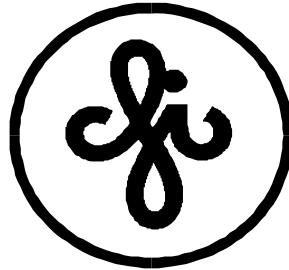


**Latvijas Universitātes
Cietvielu fizikas institūts**



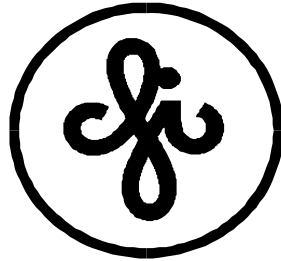
30. zinātniskās konferences

TĒZES

2014. gada 19. – 21. februāris

**LU Cietvielu fizikas institūts
Rīga, 2014**

**Institute of Solid State Physics
University of Latvia**



ABSTRACTS
of the 30th Scientific Conference

**February 19 – 21, 2014
Riga**

LU Cietvielu fizikas institūta 30.zinātniskās konferences tēzes latviešu un angļu valodā.

Atbildīgais redaktors: Dr.phys. Anatolijs Šarakovskis.

Salikums: Līga Klēbaha.

Salikts LU Cietvielu fizikas institūtā, Ķengaraga ielā 8, Rīgā, LV – 1063

Konferencē ir paredzētas 9 sekcijas:

- Optiskās īpašības un defekti
- Ūdeņraža materiāli un enerģētika
- Kodolfizika un kodolsintēze
- Materiālu struktūra, teorija un modelēšana
- Modernās iekārtas
- Funkcionālie un biomateriāli
- Organiskie materiāli un fotonika
- Nanomateriāli
- Stenda referāti

Referātu tēzes sekcijās ir sakārtotas to nolasīšanas secībā.

Trešdiena, 19.02				Ceturtdiena, 20.02				Piektdiena, 21.02			
Laiks	Sekcija	Lektors	Vadītājs	Laiks	Sekcija	Lektors	Vadītājs	Laiks	Sekcija	Lektors	Vadītājs
9:00 - 9:15	Optiskās īpašības un defekti	Ievads	A. Truhins	9:00 - 9:15	Materiālu struktūra, teorija un modeļošana	D. Bočarovs	A. Kuzmins, I. Manika	9:00 - 9:15	Organiskie materiāli un fotonika	A. Ozols	M. Rutkis, J. Teteris
9:15 - 9:30		L. Skuja		9:15 - 9:30		A. Platoņenko		9:15 - 9:30		E. Nitišs	
9:30 - 9:45		E. Elsts		9:30 - 9:45		J. Timošenko		9:30 - 9:45		A. Bundulis	
9:45 - 10:00		V. Skvorcova		9:45 - 10:00		J. Begens		9:45 - 10:00		K. Pudžs	
10:00 - 10:15		J. Grūbe		10:00 - 10:15		A. Gopejenko		10:00 - 10:15		K. Klismeta	
10:15 - 10:30		V. Liepiņa		10:15 - 10:30		A. Cintiņš		10:15 - 10:30		E. Potāņina	
10:30 - 10:45		A. Zolotarjovs		10:30 - 10:45		I. Skārda		10:30 - 10:45		M. Narels	
10:45 - 11:15	Kafija			10:45 - 11:15	Kafija			10:45 - 11:15	Kafija		
11:15 - 11:30	Optiskās īpašības un defekti	A. Truhins	L. Skuja	11:15 - 11:30	Modernās iekārtas	P. Annus	M. Rutkis	11:15 - 11:30	Nanomateriāli	E. Palčevskis	D. Erts
11:30 - 11:45		U. Rogulis		11:30 - 11:45		A. Kristiņš		11:30 - 11:45		J. Kosmača	
11:45 - 12:00		A. Fedotovs		11:45 - 12:00		R. Gržibovskis		11:45 - 12:00		E. Butanovs	
12:00 - 12:15		A. Antuzevičs		12:00 - 12:15		K. Kundziņš		12:00 - 12:15		I. Apsīte	
12:15 - 12:30		L. Trinklere		12:15 - 12:30		K. Šmits		12:15 - 12:30		G. Bergs	
14:00 - 14:15	Ūdeņraža materiāli un enerģētika	R. Drunka	J. Kleperis, L. Grīnberga	14:00 - 14:15	Funkcionālie un biomateriāli	A. Lūsis	D. Millers, A. Krūmiņš	14:00 - 14:15	Nanomateriāli	J. Perveņecka	J. Mamiks
14:15 - 14:30		A. Knoks		14:15 - 14:30		R. Zabels		14:15 - 14:30		J. Andžāne	
14:30 - 14:45		P. Lesničenoks		14:30 - 14:45		M. Ozoliņš		14:30 - 14:45		J. Katkevičs	
14:45 - 15:00		E. Sprūģis		14:45 - 15:00		S. Stepīņa		14:45 - 15:00		L. Jasulaņeca	
15:00 - 15:15		A. Starikovs		15:00 - 15:15		L. Bugovecka					
15:15 - 15:30		M. Gudakovska		15:15 - 15:30		K. Kostrjukova					
15:30 - 16:00	Kafija			15:30 - 16:00	Kafija			15:00 - 15:30	Kafija		
16:00 - 16:15	Kodolfizika un kodolsintēze	A. Šternbergs	A. Šternbergs, G. Ķizāne	16:00	Stenda referāti		A. Šarakovskis				
16:15 - 16:30		E. Pajuste		18:00							
16:30 - 16:45		M. Haļitovs									
16:45 - 17:00		T. Krasta									
17:00 - 17:15		D. Riekstiņa									

MUTISKIE REFERĀTI

OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS UN DEFEKTI

STARPMEZGLU SKĀBEKĻA APMAIŅA AR STRUKTŪRAS SKĀBEKĻI EKSIMERU LĀZERA APSTAROTĀ SiO₂ STIKLĀ

K. Kajihara¹, L. Skuja², H. Hosono³

¹*Tokijas Metropoles Universitāte*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

³*Tokijas Tehnoloģiskais institūts*

Punktdefekti stiklveida silīcija dioksīdā spēlē būtisku lomu daudzos šī materiāla pielietojumos. Tiek uzskatīts, ka elementārais Frenkeļa defekts – starpmezglu skābeklis - veido saiti ar SiO₂ režģī veidojošo skābekļa atomu, un difundē kā Si-O-O-Si saite (peroksīda tiltnis). Šāds process nozīmē efektīvu apmaiņu starp sākotnēji radītiem starpmezglu O atomiem un SiO₂ režģa atomiem. Mūsu iepriekšējos pētījumos tika parādīts, ka apstarojot starpmezglu O₂ molekulas saturošu SiO₂ stiklu, ar F₂ eksimeru lāzeru ($\lambda=157$ nm) tiek radīti starpmezglu O atomi kā arī starpmezglu O₃ (ozona) molekulas. Šajā darbā, izmantojot stiklu, kas impregnēts ar ¹⁸O izotopu-bagātinātām skābekļa (¹⁸O-¹⁸O) molekulām un singleta O₂ fotoluminiscences svārstību blakusjoslu detektēšanu izotopiskā sastāva noteikšanai, parādīts, ka eksistē papildus difūzijas mehānisms starpmezglu O atomiem, kura ietvaros tie neapmainās ar stikla režģī veidojošiem O atomiem.

EXCHANGE BETWEEN INTERSTITIAL AND STRUCTURAL OXYGEN IN EXCIMER LASER-IRRADIATED SiO₂ GLASS

K. Kajihara¹, L. Skuja², H. Hosono³

¹*Department of Applied Chemistry, Graduate School of Urban Environmental Sciences,
Tokyo Metropolitan University*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

³*Materials and Structures Lab & Frontier Research Center, Tokyo Institute of Technology*

Point defects in silicon dioxide play an important role in many applications of this material. It is widely accepted that the elementary Frenkel defect – the interstitial oxygen atom in SiO₂ does not stay in the interstitial position, but rather forms a bond with the neighboring "bridging" oxygen atom in SiO₂ glass network and diffuses as a "peroxy linkage" (Si-O-O-Si bond). Such mechanism signifies an effective exchange between the initially created O interstitials and the SiO₂ lattice oxygens. Our previous studies demonstrated that irradiation of SiO₂ glass containing interstitial O₂ molecules by the light of F₂ excimer laser ($\lambda=157$ nm) creates both interstitial O atoms and ozone (O₃) molecules. In this work we studied glassy SiO₂, impregnated by isotope-enriched O₂ (¹⁸O-¹⁸O) molecules, and used vibrational sidebands of singlet O₂ luminescence as a tool for monitoring the ¹⁸O isotope exchange after F₂ laser irradiation. It was found that apart from the "peroxy linkage" diffusion mechanism of O interstitials, an additional mechanism exists, which does not involve exchange with O atoms in the SiO₂ glass network.

**RADIĀCIJAS DEFEKTU PĒTĪJUMI AR Ce, Eu, Tb AKTIVĒTOS
OKSIFLUORĪDU STIKLOS UN STIKLA KERAMIKĀS**

E. Elsts, U. Rogulis, K. Bulindžs, K. Šmits, A. Zolotarjovs, L. Trinklere, K. Kundziņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šajā referātā tiks aplūkoti radiācijas defektu pētījumi neaktivētos, ar terbiju, ar cēriju un ar eiropiju aktivētos oksifluorīdu stiklu un stiklu keramiku paraugos. Kaut arī rentgenapstarotu paraugu termostimulētās luminiscences (TSL) spektri ir atkarīgi no ievadītā aktivatora, TSL līknes liecina par ievērojami vairāk ķērājcentriem stikla keramikas paraugos nekā stikla paraugos.

Gan stiklu, gan stikla keramikas paraugu absorbcijas spektros pēc rentgenapstarošanas novērojamas joslas ar maksimumiem ap 550 nm un 750 nm. Tās novērojamas gan neaktivētajos, gan aktivētajos paraugos un saistītas ar radiācijas defektiem stikla matricā.

Skenējošas elektronu mikroskopijas attēlos tika novērots, ka pētāmajiem keramikas paraugiem pastāv apgabali ar augstāku lantāna, fluora un aktivatora (eiropija vai terbija) koncentrāciju, tādējādi apstiprinot aktivatoru iebūvēšanos LaF₃ kristalītos.

E. Elsts pateicas ESF (projekts Nr. 2013/0046/IDP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/021) par finansiālu atbalstu.

**STUDIES OF RADIATION DEFECTS IN Ce, Eu, Tb DOPED OXYFLUORIDE
GLASSES AND GLASS CERAMICS**

E. Elsts, U. Rogulis, K. Bulindžs, K. Šmits, A. Zolotarjovs, L. Trinklere, K. Kundziņš
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In this report, we will discuss studies of radiation defects in non-activated, terbium, cerium and europium activated oxyfluoride glass and glass-ceramic samples. Although thermally stimulated luminescence (TSL) spectra of X-irradiated samples depend on the doped activators, TSL curves show significantly more trap centres in the glass-ceramic samples than in the glass samples.

Absorption spectra of the glass and glass-ceramic samples after X-ray irradiation show bands with peaks around 550 nm and 750 nm. This induced absorption has been observed in both non-activated and activated samples and could be attributed to the radiation defects created in the glass matrix.

Scanning electron microscopy images of studied glass-ceramic samples show areas with a higher concentration of lanthanum, fluorine and activator (europium and terbium), confirming that activators are indeed embedded in the LaF₃ crystallites.

E. Elsts thanks the ESF (project No. 2013/0046/IDP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/021) for financial support.

HROMA UN DZELZS JONU OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS BERILA UN TOPĀZA KRISTĀLOS

V. Skvorcova¹, N. Mironova –Ulmane¹, L. Trinklere¹, V. Merkulov²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Cietvienu un pusvadītāju fizikas institūts BNZA*

Topāza un berila kristālu un no tiem izgatavotu ierīču fizikālās īpašības lielā mērā ir atkarīgas no piemaisījumu un struktūras defektu daudzuma. Darbā tika pētītas hroma un dzelzs jonu optiskās īpašības topāza un berila kristālos pirms un pēc apstarošanas.

Pirms bezkrāsainā dabīga topāzā apstarošanas ar ātriem neutroniem absorbcijas spektrā bija vērojama tikai viena josla pie 230 nm. Pēc apstarošanas 230 nm absorbcijas joslas intensitāte palielinās, un parādās papildus joslas ar maksimumiem pie 305, 430 un 620 nm. Kristāli iegūst zilu krāsu. Tādas pašas joslas tiek novērotas dabīgiem kristāliem. Neapstarotā topāza kristāla luminiscences spektri satur divas joslas pie 700 un 540 nm. Pēc apstarošanas šīs joslas praktiski pazūd, bet parādās platjosla 460 nm ar plecu 380 nm. Dabīgo berila kristālu absorbcijas spektrā pirms apstarošanas tiek novērota 820 nm josla. Pēc apstarošanas ar ātriem neutroniem 820 nm joslas intensitāte samazinās un parādās papildu joslas 690 nm rajonā. Berila kristāla fotoluminiscences spektrā pie $T = 300$ K tiek novērota plata josla 740 nm, bet pie $T = 8$ K - šauras līnijas 680-720 nm rajonā. Tiek secināts, ka absorbcijas un luminiscences joslas apstarotos berila un topāza kristālos ir saistītas ar apmaiņas mijiedarbību starp radiācijas defektiem un piemaisījumu Cr^{3+} un Fe^{2+} joniem.

CHROMIUM AND IRON IONS OPTICAL PROPERTIES OF TOPAZ AND BERYL CRYSTALS

V. Skvortsova¹, N. Mironova – Ulmane¹, L. Trinkler¹, V. Merkulov²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Solid State and Semiconductor Physics NASB*

Small amount of impurities and structural defects have a significant effect on the physical properties of crystals, chemical and radiation resistance of products and devices manufactured on the basis of topaz and beryl crystals. We present a study of optical properties of chromium and iron ions in topaz and beryl crystals before and after irradiation.

Before fast neutron irradiation in absorption spectra of colourless natural topaz there was observed only one band at 230 nm. After irradiation intensity of the absorption band 230 nm increases and there appear bands with maxima at 305, 430 and 620 nm. As a result crystals obtain blue colour. The same bands are observed in natural crystals. In the luminescence spectra of unirradiated topaz crystal there are two bands at 700 and 540 nm. After irradiation this band practically disappears and a broad band 460 nm with shoulder 380 nm is observed. Natural beryl crystals before irradiation had wide absorption band at 820 nm. After the fast neutron irradiation the intensity of the 820 nm band reduces and there appears the additional band with maxima 690 nm. Wide band at 740 nm at $T = 300$ K and narrow lines in region from 680 to 720 nm at $T = 8$ K are observed in the photoluminescence spectra of beryl crystals. We assume that absorption and luminescence bands of irradiated beryl and topaz crystals are connected with exchange interaction between radiation defects and Cr^{3+} or Fe^{2+} impurity ions.

DAŽĀDU KRISTĀLISKĀ REŽĢA VIETU IETEKME UZ Er^{3+} LUMINISCENCI NaLaF_4 MATRICĀ

J. Grūbe, G. Doķe, A. Šarakovskis, M. Sprinģis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Par augšup-pārveidotās luminiscences avotiem bieži vien tiek izmantoti dažādi materiāli, kas aktivēti ar retzemju elementiem. Viens no nosacījumiem, lai iegūtu materiālu ar augstu augšup-pārveidotās luminiscences efektivitāti, ir maza materiāla fonona enerģija, cits - vieta kristāliskajā režģī, kur retzemju elements varētu brīvi „iebūvēties”. Iepriekšējie pētījumi ir parādījuši, ka NaLaF_4 atbilst šiem nosacījumiem [1]. Šajā darbā tiks apskatīti pētījumi, kas saistīti ar dažādu kristāliskā režģa vietu ietekmi uz Er^{3+} luminiscenci.

NaLaF_4 , kas aktivēts ar Er^{3+} (2mol%), veikti spektroskopiskie mērījumi zemajās temperatūrās (10K). Novērotas Er^{3+} raksturīgās luminiscences joslas. Ierosinot dominējošo zaļo luminiscenci ar dažāda viļņa garuma starojumu, tika novērotas luminiscences spektra izmaiņas, kas liecina par neekvivalentu vietu esamību materiāla kristāliskajā struktūrā, kur Er^{3+} var „iebūvēties”. Apskatot ierosmes spektru, tika novērotas šauras joslas, kas raksturīgas tradicionālajām elektroniskajām pārejām no pamatstāvokļa uz kādu no ierosinātajiem stāvokļiem. Papildus pie katras no šīs pārejas parādās arī plata ierosmes josla uz īsāku viļņa garumu pusi. Apkopojot rezultātus, tika izdarīti secinājumi par dažādu kristāliskā režģa vietu ietekmi uz $\text{NaLaF}_4:\text{Er}^{3+}$ spektroskopiskajām īpašībām.

NaLaF_4 MATRIX MULTI SITE NATURE IMPACT ON Er^{3+} LUMINESCENCE

J. Grube, G. Doke, A. Sarakovskis, M. Springis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Different kinds of materials doped with rare-earth elements often serve as up-conversion luminescence sources. One of the requirements for the high up-conversion luminescence efficiency is low material phonon energy, other – existence of sites where rare-earth ions can freely incorporate within the lattice. Previous studies have shown that NaLaF_4 meet these requirements [1]. In this work we will show NaLaF_4 matrix multi site nature impact on Er^{3+} luminescence.

Spectroscopic measurements at low temperature (10K) were done for the NaLaF_4 doped with Er^{3+} (2mol%). Characteristic Er^{3+} luminescence bands were observed. Combined excitation-emission spectroscopy for the dominant green luminescence band shows different luminescence spectra which proves the multi site nature of crystalline lattice where Er^{3+} can incorporate. Excitation spectra show sharp peaks caused by transition between energy levels multiplet from ground state to one of the excited state. In addition to each of this sharp peaks broad excitation band at the shorter wavelength side of sharp peaks appears.

Based on the experimental results the impact of the multi site nature of NaLaF_4 on Er^{3+} luminescence is discussed.

[1] A. Sarakovskis, J. Grube, A. Mishnev, M. Springis, Opt. Mater. 31, 1517 (2009).

This work has been supported by the European Social Fund within the project „Support for Doctoral Studies at University of Latvia” (No. 2009/0138/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/004) as well as State Research Program IMIS (project 1).

LUMINESCENCES MECHANISMA PĒTĪJUMI $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu, Dy}$ MATERIĀLĀ

V. Liepiņa, D. Millers, K. Šmits
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šobrīd viens no efektīvākajiem ilgi pēcspīdošajiem luminoforiem ir stroncija alumināts, aktivēts ar Eu un Dy. Ir zināms, ka šajā materiālā luminescences centrs ir Eu^{2+} jons, taču nav skaidrs kādi procesi ir iesaistīti Eu^{2+} ierosinātā stāvokļa radīšanā ilgās pēcspīdēšanas laikā. Vairāku autoru darbos ir parādīts, ka Eu^{2+} ierosinātais stāvoklis veidojas termostimulētā procesā. Mūsu pētījumu rezultāti parādīja, ka bez termostimulētā procesa iesaistīts arī no temperatūras neatkarīgs process – lādiņnesēju tunelēšana. Termostimulētās luminescences maksimumi $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ un $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu, Dy}$ nanopulveros ir pie atšķirīgām temperatūrām, kas norāda, ka lādiņnesēju termiskā atbrīvošana notiek no dažāda dziļuma līmeņiem, pie kam iespējams, ka abos materiālos šie līmeņi nav monoenerģētiski. Novērotas arī termostimulētās luminescences spektrālā sastāva izmaiņas pie dažādām temperatūrām reģistrētajos spektros, kas norāda, ka Eu^{2+} tuvākā apkārtnē nav viena un tā pati visiem luminescences centriem, iespējams, ka tas saistīts ar luminescences centra un lādiņnesēju lokalizējošā defekta savstarpējo novietojumu.

THE STUDY OF LUMINESCENCE MECHANISM IN $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu, Dy}$ MATERIAL

V. Liepiņa, D. Millers, K. Šmits
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

One of the most effective long afterglow phosphors are strontium aluminates activated with Eu and Dy. It is known that luminescence center of this material is Eu^{2+} ion, but it is not clear what processes are involved in the Eu^{2+} excited state creation during the long afterglow. Several authors have shown that the Eu^{2+} excited state is formed in a thermostimulated process. Our study shows that besides thermostimulated processes there is a temperature-independent process involved - tunneling of charge carriers. Thermostimulated luminescence peaks of $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ and $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu, Dy}$ nanopowder are at different temperatures, indicating that charge carrier release by heat occurs from different depth levels and these levels in the materials possibly are not monoenergetic. Also spectral changes were observed at different temperatures, indicating that the Eu^{2+} environment is not the same for all luminescence centers; is likely that it is related to luminescence center and charge carrier localizing defect mutual position.

TERMOSTIMULĒTĀS LUMINISCENCES PĒTĪJUMI OKSĪDU MATERIĀLOS

A. Zolotarjovs, K. Šmits, D. Millers
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar termostimulētās luminiscences (TSL) metodēm iespējams efektīvi pētīt elektronu un caurumu enerģētisko līmeņu sadalījumu materiālos, kā arī noteikt to termiskās aktivācijas enerģijas, izmantojot fracionētās termoizspīdināšanas algoritmus.

Mērījumu veikšanai izveidota iekārta, kuras galvenie elementi ir temperatūras kontrolieris (LakeShore 331) ar hēlija kriostatu, Andor Shamrock SR-303I-B spektrometrs ar Andor IDus CCD kameru, rentgenstaru lampa un dators.

Darba gaitā pētīti dažādi cinka oksīda paraugi – ZnO:Ga monokristāls (MTI firmas ražojums), nedopēts ZnO monokristāls (PIKEM firmas ražojums), ZnO keramika, kā arī pētīti cinka oksīdu pārklājumi.

Apkopojot rezultātus secinām, ka ZnO keramikā veidojas atšķirīgi no monokristālu ķērājcentri. Identificētas līdzības un atšķirības TSL spektros nedopētam ZnO un ar Ga dopētam monokristālam. ZnO monokristāla TSL maksimuma pie ~48K aktivācijas enerģija aprēķināta ar 2 metodēm, iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar literatūras datiem. Patreiz uz Ti pametnes iegūto ZnO plāno kārtiņu TSL intensitāte nav pietiekama ticamu rezultātu iegūšanai. Labāku rezultātu iegūšanai jāpalielina kārtiņas biezums, kā arī jāveic modifikācijas TSL iekārtā.

THERMOSTIMULATED LUMINESCENCE IN OXIDE MATERIALS

A. Zolotarjovs, K. Šmits, D. Millers
Institute of Solid State Physics, Latvia

Thermostimulated luminescence (TSL) methods are effective for electron-hole energy level distribution research, as well as for defining activation energy of traps using fraction glow technique.

For our measurements a complex device was built using temperature controller (LakeShore 331) with helium cryostat, Andor Shamrock SR-303I-B spectrometer with Andor IDus CCD camera, X-Ray lamp and personal computer.

Various zinc oxide samples were used in our research: ZnO:Ga monocrystal (fabricated at MTI company), undoped ZnO monocrystal (fabricated at PIKEM company), ZnO ceramics as well as ZnO coatings.

After analysing experimental results we can conclude that in ZnO ceramics completely different traps are formed in comparison with monocrystals. Similarities and differences were found in ZnO and ZnO:Ga monocrystal spectra. Activation energy for the ~48K peak of undoped ZnO monocrystal was found using 2 methods and acquired value was compared to results found in literature. For now it is impossible to gather reliable TSL data for ZnO coatings on Ti due to luminescence intensity being very low. For better results either thickness of coating should be greater or modifications for measurement equipment should be made.

FOSFĀTUS SATUROŠU MATERIĀLU LUMINISCENCE: KRISTĀLISKS**SiO₂-P UN STIKLVEIDĪGU 3P₂O₅·7SiO₂; CaO·P₂O₅; SrO·P₂O₅**A. Truhins¹, K. Šmits¹, J. Jansons¹, Dz. Bērziņš¹, G. Čikvaidze¹, D. Griscom²¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*²*impactGlass research international*

Pētīta ar fosforu aktivēta kvarca, fosfosilikātu un divu fosfātu luminiscence. Fotoluminiscences (FL) spektra apgabalā 1,5 – 5,5 eV ir vairākas joslas. Visos šajos materiālos UV joslai ir līdzīgas dzišanas komponentes, $\tau \sim 37$ ns un μ s rajonā. Spektrā joslas ar $\tau \sim 37$ ns un $\tau \sim 1$ μ s savstarpēji nobīdītas par $\sim 0,6$ eV, kas liecina par tripleta un singleta stāvokļu šķešanos. Fl dzišanas lēnās komponentes dzīves laika pieaugšana pie temperatūras zemākas par 14 K liecina par tripleta stāvokļa šķelšanos nulles magnētiskajā laukā. Kvarcā un fosfosilikāta stiklā var inducēt dzeltenī-sarkanu luminiscenci, kurai ir joslas pie 600 un 740 nm. Pie 9 K šo luminiscences joslu dzišana atšķiras, tā ir $\sim t^{-2}$ 600 nm joslai un $\sim t^{-1}$ 740 nm joslai. TSL spektrā ir tikai 600 nm josla. UV un dzeltenā luminiscence šajos materiālos ir savstarpēji neatkarīgas un tās ir saistītas ar atšķirīgām fosfora pozīcijām materiālā. Dzeltenā luminiscence nekorelē ar fosfors–netiltiņa skābeklis EPR signālu. Kvarca paraugu sasildot līdz 660°C FL neatgriezeniski pazūd UV un dzeltenī-sarkanā luminiscence. Kvarca paraugu sasildot līdz 550°C parādās cita, radiācijas inducēta sarkanā FL. Šai luminiscencei pie 9 K ir bez fononu līnija pie 647 nm un fononu atkārtojumu joslas ar nobīdēm 903 cm⁻¹, 440 cm⁻¹, luminiscences dzišanas laika konstante ir ~ 17 ns un tā ir tuva netiltiņa skābekļa centram novērotajai ar neitroniem apstarotā kvarca kristālā (Skuja L, et al., NIM B, 286 (2012), pp. 159-168).

LUMINISCENCE OF PHOSPHORUS CONTAINING OXIDE MATERIALS:**CRYSTALLINE SiO₂-P AND 3P₂O₅·7SiO₂; CaO·P₂O₅; SrO·P₂O₅ GLASSES**A. N. Trukhin¹, K. Smits¹, J. Jansons¹, Dz. Berzins¹, G. Chikvaidze¹, D. L. Griscom²¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*²*impactGlass research international*

Luminescence of P-doped α -quartz, phosphate and phosphosilicate glass is studied. The photoluminescence (PL) contains many bands in the range 1.5 – 5.5 eV. the UV bands are similar in those samples, possessing $\tau \sim 37$ ns. a component in μ s range was detected as well. The shift of PL bands corresponding to $\tau \sim 37$ ns and $\tau \sim 1$ μ s is about 0.6 eV. It is explained as singlet-triplet splitting of excited state. An increase of PL kinetics duration corresponding to zero magnetic field splitting of triplet excited state of the center is observed below 14 K. an yellow-red luminescence could be induced in P-doped α -quartz and phospho- silicate glasses. The yellow band contains two subbands at 600 and at 740 nm, possessing hyperbolic decay $\sim t^{-2}$ and $\sim t^{-1}$ for the bands at 600 and 740 nm respectively at 9 K. TSL Spectra contain only band at 600 nm. UV and yellow luminescence exist independently and could be ascribed to different position of the phosphorus. Yellow luminescence anti correlates with ESR signal of phosphorus-oxygen hole center. Heating of p-doped α -quartz sample to 660 c provides opalescence. All three PL bands disappeared irreversibly. Another radiation induced red luminescence has been induced for p-doped α -quartz heated to 550 C. It spectrum contains zero phonon line at 647 nm with phonon repetitions shifted to 903 cm⁻¹ and 440 cm⁻¹ at 9 K. The time constant of red PL is 17 μ s is similar to non-bridging center in neutron irradiated α -quartz crystal (Skuja et al, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 286 (2012) 159–168).

Eu UN Ce LUMINISCENCES JOSLU NOVIETOJUMS OKSIFLUORĪDU STIKLA KERAMIKĀS

U. Rogulis, I. Brice, E. Elsts, J. Grūbe
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Oksifluorīdu stiklos un stikla keramikās novērojamas platas cērija Ce^{3+} un eiropija Eu^{2+} aktivatoru jonu luminiscences joslas ar maksimumu spektra zilajā daļā, kā arī Eu^{3+} jonu luminiscences līnijas spektra sarkanajā daļā. Luminiscences intensitāte vairākiem oksifluorīdu sastāviem ir salīdzināma ar komerciālo baltās gaismas LED luminoforu luminiscences intensitāti [1].

Eu un Ce luminiscences joslu novietojumu nosaka gan oksifluorīdu stikla keramiku veidojošā oksīdu stikla sastāvs, gan fluorīdu kristalīti, kuru koncentrāciju un izmērus iespējams mainīt, izvēloties atbilstošus temperatūras režīmus. Mainot stikla keramikas veidošanās temperatūras režīmus, iespējams izmainīt arī Eu^{2+} un Eu^{3+} luminiscences joslu savstarpējo intensitāšu attiecību. Referātā tiks apspriesta visu šo luminiscences joslu novietojuma izmaiņas iespēju izmantošana, lai aktivēto oksifluorīdu stikla keramiku luminiscences spektru tuvinātu kādam no baltās gaismas toņiem.

Eu AND Ce LUMINESCENCE BAND POSITIONS IN OXYFLUORIDE GLASS-CERAMICS

U. Rogulis, I. Brice, E. Elsts, J. Grūbe
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Cerium Ce^{3+} and europium Eu^{2+} activator ions in the oxyfluoride glasses and glass-ceramics show broad luminescence bands with their maxima in the blue spectral region. Eu^{3+} luminescence lines could be observed in the red region. The luminescence intensity of several oxyfluoride compositions is comparable with the intensity of commercial white LED phosphors [1].

Eu and Ce luminescence band positions in the oxyfluoride glass-ceramics are determined by the composition of the oxide glass matrix, as well as by the fluoride crystallites. The concentration and size of the fluoride crystallites could be varied by appropriate temperature procedures. By varying the annealing temperatures, also the relative intensities of the Eu^{2+} and Eu^{3+} luminescence bands can be changed. These possibilities of the luminescence band position variations will be discussed, concerning the improvement of the spectrum of the oxyfluoride glass-ceramics to adjust it to one of the white light standards.

[1] I. Brice, U. Rogulis, E. Elsts, J. Grūbe, Photoluminescence of Eu and Ce activated oxyfluoride glass and glass ceramics. *Latv. J. Phys. Techn. Sci.*, 2012, N6(I), p. 44.

MAGNĒTISKĀS REZONANSES SPEKTRI UN REKOMBINATĪVĀ LUMINISCENCE ZnO

A. Fedotovs¹, U. Rogulis¹, Dz. Bērziņš¹, K. Šmits¹, G. Doķe¹,
A. Medvids², P. Onufrijevs²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās Universitātes Tehniskās fizikas institūts*

Cinka oksīds ir aktuāls pusvadītāju optiski-elektronisko ierīču izejmateriāls. Apstarojot ZnO paraugus ar noteiktas jaudas lāzera starojumu, iespējams panākt pakāpeniskas strukturālas izmaiņas, kuras ir novērojamas rekombinatīvās luminiscences (RL) spektros. Novērots, ka lāzerapstarotā ZnO kristālā RL sastāv no divām joslām (630nm un 740nm) ar dažādiem dzišanas laikiem, un ir noskaidrots, ka visas izmērītās RL-EPR līnijas atbilst RL joslai ar lēnāko dzišanas laiku. Izmantojot modulāciju (mērot PL-EPR), iespējams novērot vienu donoram atbilstošu ODMR joslu, kuru dotajos paraugos ar RL-EPR metodi neparādījās. Detektētajam RL-EPR spektram piemīt izteikta leņķiskā atkarība. Elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) mērījumi liecina par vairāku pārejas metālu klātbūtni paraugos. Referātā tiks apspriesti rekombinatīvās luminiscences mehānismi lāzerapstrādātos ZnO paraugos.

MAGNETIC RESONANCE SPECTRA AND RECOMBINATION LUMINESCENCE IN ZnO

A. Fedotovs¹, Dz. Berzins¹, U. Rogulis¹, K. Smits¹, G. Doķe¹,
A. Medvids², P. Onufrijevs²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Technical Physics, Riga Technical University*

Zinc oxide is known as a promising material for production of opto-electronic semiconducting devices. It is possible to obtain structural changes in these samples using laser-treatment which could be detected in the recombination luminescence (RL) spectra. It has been observed that in the laser-treated ZnO sample RL consists of two bands (630nm and 740nm) with different decay times. All bands detected in the RL-EPR belong to the RL band with slower decay time. Using modulation of microwaves (PL-EPR), it is possible to observe one donor band which does not appear in the RL-EPR spectra. The detected RL-EPR spectrum has a pronounced angular dependence. The EPR measurements show presence of some transition elements in the investigated samples. The mechanisms of the RL in the laser-treated samples will be discussed.

ScF₃ EPR SPEKTRI

A. Antuzevičs, U. Rogulis, J. Purāns, A. Fedotovs, Dz. Bērziņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Skandija fluorīds (ScF₃) ir kubiskas struktūras materiāls, kam piemīt negatīvs termiskās izplešanās koeficients temperatūras diapazonā no 10 K līdz 1100 K. Elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) mērījumi veikti polikristāliskiem un monokristāliskiem paraugiem istabas un šķidrā slāpekļa temperatūrās. Ar EasySpin programmu veikts spektru parametru aprēķins. [1]

Pulvera paraugu EPR signālus veido divu defektu radītie spektri, kas pārklājas. Monokristāliskajā ScF₃ paraugā sīkstruktūras mijiedarbība rada izteiktas EPR spektru leņķiskās atkarības ar $g = 1,994$. Labus spektru parametrizēšanas rezultātus dod defekta modelis ar piejaukuma jonu, kas iebūvējies skandija pozīcijā.

EPR SPECTRA OF ScF₃

A. Antuzevics, U. Rogulis, J. Purans, A. Fedotovs, Dz. Berzins
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Scandium fluoride (ScF₃) is a cubic structure material, which has a negative thermal expansion coefficient in the temperature range from 10 K to 1100 K. Electron paramagnetic resonance (EPR) measurements have been made for polycrystalline and single crystal samples at room and liquid nitrogen temperatures. Easyspin software was used for spectra parameter calculation. [1]

EPR signals of powder samples are generated by two overlapping spectra. Angular dependences with $g = 1.994$ in the single crystal ScF₃ sample are caused by the fine structure interaction. Good results of simulated spectra are achieved in a defect model where an impurity is embedded in the scandium site position.

[1] Stefan Stoll, Arthur Schweiger; EasySpin, a comprehensive software package for spectral simulation and analysis in EPR *J. Magn. Reson.* 178(1), 42-55 (2006)

LOKALIZĒTAS PĀREJAS AIN KERAMIKAS LUMINISCENCĒ

L. Trinklere, B. Bērziņa

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

AIN keramikā UV gaismas apstarošanas izraisītās fotoluminiscences (FL) un termoluminiscences (TL) īpašības galvenokārt nosaka skābekli saturošie defektu centri, kas ir atbildīgi par UV luminiscences joslu (3.18 eV, jeb 400 nm) un Zilo luminiscences joslu (2.58 eV, jeb 480 nm). Tika noskaidrots, ka par UV luminiscences joslu atbildīgajos donoru akceptoru pāros (DAP) attālums starp komponentēm atbilst gadījuma sadalījumam. AIN keramikas luminiscences īpašības tiek izskaidrotas izmantojot lokalizētas rekombinācijas modeli [1], kas apraksta elektrona pāreju no ierosinātā donora D stāvokļa uz akceptora A pamatstāvokli. Tuneļrekombinācijas varbūtības atkarība no attāluma starp D un A nosaka vairākas AIN luminiscences īpašības, tādas kā FL UV joslas zilo nobīdi pieaugot ierosināšanas blīvumam, TL līknes formu, TL luminiscences joslas sarkano nobīdi ar temperatūras paaugstināšanu un citas.

[1] M.Jain, B.Guralnik, M.T.Andersen, J. Phys.: Condens. Matter 24 (2012) 385402.

LOCALISED TRANSITIONS IN LUMINESCENCE OF AIN CERAMICS

L. Trinkler, B. Bērziņa

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The photoluminescence (PL) and thermoluminescence (TL) properties of AIN ceramics revealed under UV irradiation are determined mainly by oxygen-related centres, giving rise to the UV (around 3.18 eV) and the Blue (2.58 eV) bands. It was found that the UV irradiation-generated donor acceptor pairs (DAPs), responsible for the UV emission band, are randomly distributed with regard to separation distance between components. Luminescence properties of AIN are interpreted basing on the model of localised recombination involving electron tunnel transitions from the excited state of D to the ground state of A, proposed in [1]. The observed features of PL, afterglow and TL of AIN ceramics are explained by dependence of tunnelling recombination probability on separation distance between D and A implied by the used model.

[1] M.Jain, B.Guralnik, M.T.Andersen, J. Phys.: Condens. Matter 24 (2012) 385402.

ŪDENRAŽA MATERIĀLI UN ENERĢĒTIKA

MIKROVIĻŅOS SINTEZĒTU TiO₂ NANOŠĶIEDRU ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI

R. Drunka, J. Grabis

Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts

Dažādu struktūru TiO₂ nanomateriāli izceļas ar augstu fotokatalītisko aktivitāti.

Perspektīvi ir materiāli ar lielu īpatnējo virsmu un modificētu sastāvu.

Izmantojot mikroviļņu sintēzes metodi iegūtas TiO₂ nanošķiedras un nanovadi ar diametru no 10 nm un ar īpatnējo virsmu no 70 līdz pat 150 m²/g. Kā izejvielas izmantots anatāsa nanopulveris un 10M KOH šķīdums. Lai uzlabotu nanošķiedru fotokatalītisko aktivitāti gan redzamajā, gan UV gaismā, paraugus modificē, tos karsējot, 500 °C un 380 °C temperatūrā slāpekļa un sērūdeņraža gāzu plūsmās, dažādu laika intervālu. Iegūto paraugu fotokatalītiskā aktivitāte pārbaudīta, sadalot metilēnzilā šķīdumu UV un redzamās gaismas starojumā.

Modificētie paraugi uzrāda augstāku fotokatalītisko aktivitāti, salīdzinot to ar tīru TiO₂ nanošķiedru aktivitāti, tāpēc ir lietderīgi tos izmantot ūdens sadalīšanā un ūdeņraža iegūšanā, kā arī kaitīgo organisko savienojumu noārdīšanā.

Autori pateicas Valsts Pētījumu programmai LATENERGI par finansiālu atbalstu pētījumiem.

MICROWAVE ASSISTED TiO₂ NANOFIBER SYNTHESIS AND PROPERTIES

R. Drunka, J. Grabis

Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University

Photocatalytic activity of TiO₂ nanoparticles depends strongly on its crystallinity, specific surface area, morphology of the particles and used dopants. Promising is materials with high specific surface area and with modified composition.

In the present work formation of active TiO₂ nanoparticles in microwave synthesis and their modification with nitrogen and sulfur were studied. Anatase nanopowder and 10M KOH solution are used as raw materials. Microwave assisted synthesis method permits to obtain TiO₂ nanofibres and nanowires with a diameter of 10 nm and a specific surface area in the range of 70- 150 m²/g. In order to improve the photocatalytic activity of nanofibers under visible and UV light, the samples are modified by their treatment at 500 °C and 380 °C in nitrogen and hydrogen sulfide gas streams for different time intervals. Photocatalytic activity was determined by degradation of the methylene blue solution under UV and visible light irradiation. The obtained samples show higher photocatalytic activity with respect to pure TiO₂ nanofibers. The doped TiO₂ nanofibers are appropriate for degradation of harmful organic compounds as well as for hydrogen production by water splitting.

The financial support of National Research program LATENERGI is greatly acknowledged.

METĀLA OKSĪDU PĀRKLĀJUMU FOTOFIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS DAUDZSLĀŅU STRUKTŪRĀS

A. Knoks, L. Grīnberga, J. Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ūdeņraža iegūšana, ar pusvadītāju materiālu nanodaļiņām vai pārklājumiem sadalot ūdeni Saules gaismā, ir videi draudzīga nulles CO₂ emisiju tehnoloģija, kas tiek pētīta daudzos institūtos visā pasaulē. Daudzslāņu metālu oksīdi ar pusvadītāju īpašībām plaši tiek izmantoti dažādu fotoaktīvu pārklājumu veidošanai, īpaši saules fotovolttaisko bateriju (organisko, neorganisko) un fotoelektrolīzes pielietojumiem. Mūsu darbā ar pirolītiskās izsmidzināšanas, anodēšanas metodēm tiek iegūti metālu oksīdu pārklājumi gan vienslāņu, gan daudzslāņu struktūrās un pētīti fotofizikālie procesi slāņa materiālā un uz robežvirsmas starp slāņiem, kā arī robežvirsmā ar elektrolītu. Pētījumiem tiek izmantots potenciostats VoltaLab 301, izmantojot dažādas elektroķīmiskās metodes: atvērtas ķēdes potenciāla, volt-ampēra, hrono-amperometriskā, īsslēguma strāvas. Par gaismas avotu tiek izmantota halogēnā un dzīvsudraba lampas. Iegūtajām slāņu un daudzslāņu struktūrām ir mērīta gaismas caurlaidība un novērtēta absorbcijas mala. Slāņu struktūras analīze veikta ar rentgendifraktometru un morfoloģijas analīzēm izmantoti optiskais un SEM mikroskopi.

Par finansiālo atbalstu autori pateicas Valsts Pētījumu programmai LATENERGI.

PHOTOPHYSICAL PROPERTIES OF METAL OXIDE MULTILAYER FILMS

A. Knoks, L. Grīnberga, J. Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Hydrogen production using semiconductor nanoparticles or thin film coatings to split the water in sunlight is an environmentally friendly and zero-CO₂ emissions technology that is being explored in many institutions around the world. Multilayer metal oxides with semiconductor properties are widely used in a variety of photoactive coatings, especially in photo-voltaic solar cells (organic, inorganic) and photo-electrolysis applications. In our research we used spray-pyrolysis and anodic thin film coating methods to make both single layer and multi-layer structures. Photo-physical processes were studied in thin film material and the boundary between the different layers, as well as the interface between thin film electrode and electrolyte. In the studies we used potentiostat VoltaLab 301 and variety of electrochemical techniques: open circuit potential, volt-amperic, chrono-amperometric, short-circuit current methods. As a light source the halogen and mercury lamps were used. The light transmission spectra of thin layers and multilayer structures are measured to determine the absorption edge. Structural and morphological analysis were performed with XRD and optical and SEM microscopes.

For financial support the authors acknowledge the National Research Program LATENERGI.

ŪDEŅRAŽA ADSORBCIJAS PĒTĪJUMI AR ELEKTROĶĪMISKO ATSLĀŅOŠANAS METODI IEGŪTĀ GRAFĒNĀ

P. Lesničenoks¹, J. Zemītis¹, G. Tauriņš², J. Kleperis³

¹*Rīgas Tehniskās Universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte*

²*SIA Keramserviss*

³*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Elektroķīmiskās atslāņošanas paņēmienā grafēna, grafēna oksīda pulveris iegūts izmantojot (Liu *et al* 2013) metodi, lai no grafiņa industriālajiem atkritumiem atslāņotu vairākslāņu atomārās grafēna plāksnes. Pētījumā salīdzināti presēti - malti un grafiņa atkritumi ar saskatāmu strukturālo anizotropiju, kas ir tā sauktie pārstrādājami izejmateriāli. Novērota materiāla specifika – pulverveida materiāla tieksme makroskopiski izplesties sildīšanas laikā pēc atrašanās ūdeņraža atmosfērā, tādējādi ierobežojot izmantojamo metožu klāstu ūdeņraža adsorbcijas pētījumiem slēgta tipa eksperimentālajās kamerās bez brīvā operatīvā tilpuma (ar mazo paraugu mērkameru).

Tā kā materiāla iegūšanas metode sevī ietver dažādu citu jonu klātbūtni materiāla apstrādes laikā un piemaisījumus no iepriekšējā pielietojuma metalurģijā vai citur, par pamatu pētījumiem ņemts ierosinājums lēta un efektīva (Ciraci and Ustunel 2008) sorbenta iegūšanai, kas balstīts uz grafēna vai grafēna oksīda (Wang *et al* 2009) daudzsoļajiem rezultātiem ūdeņraža adsorbcijā.

STUDY OF HYDROGEN ADSORPTION IN ELECTROCHEMICALY EXFOLIATED GRAPHENE

P. Lesničenoks¹, J. Zemītis¹, G. Tauriņš², J. Kleperis³

¹*Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University*

²*SIA Keramserviss*

³*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Electrochemical exfoliation of graphene, graphene oxide accomplished by method (Liu *et al* 2013) where graphite industrial waste of compressed rods or less dense graphite blocks can be pulled apart by electric current till few atomic layer graphene thickness. Observations of materials characteristics show the extreme expansion of raw material while heating in hydrogen atmosphere. This demands consideration of adsorption study with a device that consists of smaller dead volumes or moving parts within the experiment chamber. Also the lightness of material suggests avoiding usage of small samples during the adsorption testing with thermogravimetric method.

Because of the sample production the method specifics is based on contact of graphite with different ions in exfoliation solution, as well as previous preparation method for usage in metallurgy or elsewhere, the basis of this study are the reports suggesting the usage of it as cheap and effective raw material (Ciraci and Ustunel 2008) to obtain graphene or graphene oxide (Wang *et al* 2009) for hydrogen storage purposes.

Authors acknowledge the National Research Program LATENERGI for financial support.

References:

- Ciraci S and Ustunel H. Appl. Phys. Lett. 93 (2008) 1–4.
Liu J, Poh C K, Zhan D et al. J. Nano Energy 2 (2013) 377–86
Wang L, Lee K, Sun Y-Y et al. ACS Nano 3 (2009) 2995–3000

SPĒĒK POLIMĒRU KOMPOZĪTI AR SKĀBIEM JONU ŠĶIDRUMIEM KĀ MATERIĀLS DEGŠŪNU MEMBRĀNĀM

E. Sprūģis^{1,2}, E. Ausekle¹, A. Prikšāne¹, G. Vaivars^{1,2}

¹*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pasaulē nemitīgi aug pieprasījums pēc elektroenerģijas. Šī pieprasījuma apmierināšanā aizvien lielāka loma tiek atvēlēta arī alternatīvajiem enerģijas avotiem, to mazās ietekmes uz vidi un ilgtspējības dēļ. Kā vienu no šādiem avotiem var minēt dažādu tipu degšūnas, no kurām tieši protonu apmaiņas membrānas degšūnas (PEMFC) varētu būt piemērotas kā enerģijas avots transporta līdzekļos un pārnēsājamās elektroniskajās ierīcēs. Membrāna šādās degšūnās kalpo kā 1) elektronus nevadošs atdalītājslānis starp anodu un katodu, kā arī 2) kā protonu vadītājs, turklāt šo vadītspēju membrānā nodrošina tās sastāvā esošais ūdens, tādēļ šīs membrānas ir izmantojamas temperatūrās, kas nepārsniedz 100 °C. Viena pieeja, kā risināt šo problēmu, varētu būt membrānas un skābo jonu šķidrums (JŠ) kompozītu izgatavošana un izmantošana PEMFC.

Darbā tika sintezēti vairāki skābie JŠ, kuri tika izmantoti JŠ-SPĒĒK (sulfonētā poliēterēterketona) kompozītmembrānas pagatavošanai. Tika noteikta iegūto membrānu termiskā stabilitāte, izmantojot TGA/DTA metodi. Vadītspēja tika noteikta, izmantojot Autolab iekārtu temperatūru intervālā 20-120 °C.

COMPOSITES OF SPEEK POLYMERS WITH ACIDIC IONIC LIQUIDS AS MATERIAL FOR FUEL CELL MEMBRANES

E. Sprugis^{1,2}, E. Ausekle¹, A. Priksane¹, G. Vaivars^{1,2}

¹*Faculty of Chemistry, University of Latvia*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The demand for electric power in the world is growing constantly. To meet these demands, various alternative energy sources are of growing importance, due to their low environmental footprint and longevity. One of such examples are fuel cells of various types, of which proton exchange membrane fuel cells (PEMFC) could be suitable as energy source in vehicles and portable electronic devices. In fuel cells like these, a polymer membrane serves as 1) a non-conducting layer, which separates anode and cathode, as well as 2) a proton conductor; unfortunately the conductivity is provided by water inside the membrane, which means that the temperature range of these membranes is below 100 degrees Celsius. One approach of solving this problem could be making a composite of membrane and acidic ionic liquid (IL), and using it in PEMFC.

In this work several acidic ILs were synthesized and used to make IL-SPEEK (sulfonated poly(ether ether ketone) composite membrane. Thermal stability was determined by using TGA/DTA. Conductivity of membrane was obtained from impedance measurements using Autolab setup in temperature range 20-120 °C.

**ŪDEŅRAŽA KĀ ENERĢIJAS NESĒJA IESPĒJU IZPĒTE BEZIZMEŠU
TRANSPORTĀ UN ENERĢĒTIKĀ LATVIJĀ**

A. Starikovs¹, J. Fricsons¹, B. Sloka², J. Kleperis³

¹*Latvijas Ūdeņraža asociācija*

²*Latvijas Universitātes Ekonomikas un vadības fakultāte*

³*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Ūdeņradis un elektrība abi ir enerģijas nesēji un tiek uzskatīts, ka tie viens otru lieliski papildina ilgtspējīgās enerģētikas sistēmās. Jau no 1970ajiem ūdeņradis tiek virzīts kā lieliska alternatīva fosilajiem energoresursiem, kuru dedzināšana piesārņo vidi un atstāj lielu „oglekļa pēdu”. Ūdeņraža tehnoloģijas tiek pētītas daudzos institūtos un kā komerciāli produkti attīstītas dažādās kompānijās visā pasaulē. Īpaša interese ir par ūdeņradi kā degvielu nulles emisiju transportā un kā enerģijas nesēju liela mēroga enerģijas glabāšanā, kombinējot atjaunojamo resursu (saules, vēja) enerģiju ar ūdeņradi. Taču lai piedāvātu patērētājiem konkurences spējīgu enerģijas tehnoloģiju esošajām uz fosilajiem resursiem bāzētajām, jāpārvar daudzi izaicinājumi ne tikai likumdošanas, drošības jomā, bet arī sabiedrības uztveres un atzīšanas aspektos. Eiropas Savienībā ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanai nodibināts kopuzņēmums starp industriālajiem un pētniecības partneriem – FCH JU. HORIZON 2020 programmas ietvaros FCH JU 2014.-2020. gados apsaimnieko budžetu 1,4 miljardu eiro apmērā, orientējoties uz divām galvenajām prioritātēm – tīrs transports un liela apjoma enerģijas uzkrāšana, izmantojot ūdeņradi. Referātā tiks analizētas Latvijas iespējas gan vietējo resursu, gan vietējo politiski-ekonomisko nosacījumu aspektā pievienoties ūdeņraža tehnoloģiju lielvalstīm Eiropā.

**STUDYING THE LATVIA'S CHALLENGES FOR HYDROGEN AS AN
ENERGY CARRIER IN ZERO-EMISSION TRANSPORT AND
ENERGETICS**

A. Starikovs¹, J. Fricsons¹, B. Sloka², J. Kleperis³

¹*Latvia Hydrogen Association*

²*Faculty of Economics and Management, University of Latvia*

³*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Hydrogen and electricity together is considered to be an interesting option for developing more sustainable energy systems because both are energy carriers. Since 1970s the hydrogen has been claimed to be a good alternative to replace fossil fuels which create pollution and has large carbon footprint. Many research institutes and companies worldwide are working hard to develop technologies that can efficiently exploit the potential of hydrogen energy. Especially interest is to use hydrogen in zero-emission transport and as energy carrier in large scale energy storage – the combination of hydrogen with renewable energy (wind, solar). To offer consumers a competitive alternative, many technical and otherwise challenges must be overcome, public acceptance and other societal issues including, related with the introduction of a new energy carrier into every day use. Hydrogen introduces different safety and regulatory issues which need to be understood and tackled by appropriate authorities; public expectations towards hydrogen systems must be met. For fuel cells and hydrogen, the EU started the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), a unique public - private partnership supporting research, development and demonstration (RD&D) of fuel cell and hydrogen technologies in Europe. Within the European program HORIZON 2020 the FCH JU will run from 2014–2020 with a total budget of 1,4 billion euro for two basic headlines: clean transport and large energy storage with hydrogen. In this report the local drivers and local resources for hydrogen in Latvia will be analyzed comparing within the European results.

The financial support from National Research Program LATENERGI is greatly acknowledged.

ŪDENRAŽA TEHNOLOĢIJU IEVIEŠANA TRANSPORTĀ RĪGAS PIEMĒRĀ - VIDES IEGUVUMU ANALĪZE

M. Gudakovska¹, A. Priede², J. Kleperis³

¹*Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte*

²*Olaines Mehānikas un tehnoloģijas koledža*

³*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Rīgā regulāri tiek pārsniegti robežlielumi gaisa piesārņotājvielu koncentrācijām - NO₂ un PM10. Gaisa piesārņojuma galvenais cēlonis Rīgā ir transportlīdzekļi (65-85% centra kanjona tipa ielās), kuru izplūdes gāzes satur slāpekļa oksīdus, ogleņūdeņražus, smalkās daļiņas jeb kvēpus. Slāpekļa dioksīda piesārņojumu un putekļu apjomu pilsētas ielās var samazināt, ieviešot tīrākus transportlīdzekļus, vai arī samazinot to skaitu pilsētas centrā. Darbā tika analizētas izplūdes gāzu emisijas Rīgas ielu kanjonā posmā starp Dzirnāvu un Lāčplēša ielu krustojumiem. Tika skaitītas mašīnas, kas izbrauc caur ielas šķērsgrīzumam, kā arī analizētas piesārņotājvielu koncentrācijas, ko mēra tuvumā esošā gaisa monitoringa stacija. Veicot kvalitatīvu datu ieguvu un aprēķinus, tika secināts, ka galvenās gaisu piesārņojošās transportlīdzekļu kategorijas ir vieglās automašīnas un satiksmes autobusi. Tā kā vieglo transportlīdzekļu noma ir atkarīga no katra iedzīvotāja, tad tika analizēts pašreizējo EURO 3, plānoto EURO 5 un ūdeņraža autobusu NO₂ emisiju apjoms. Pārejot uz elektriskajiem/ūdeņraža autobusiem, CO₂, CO, CH_x un NO₂ emisijas būtu vienādas ar nulli. Šāda pāreja būtiski samazinātu arī PM10 un trokšņu piesārņojumu pilsētas centrā. Samazinoties CO un NO_x emisiju apjomam, samazinātos arī smogs un līdz ar to arī siltumsalas efekts centrā, kā arī uzlabotos iedzīvotāju veselība un darbaspējas.

ENVIRONMENTAL BENEFIT ANALYSIS FROM IMPLEMENTATION OF HYDROGEN TECHNOLOGIES IN RIGA'S PUBLIC TRAFFIC

M. Gudakovska¹, A. Priede², J. Kleperis³

¹*Faculty of Geography and Earth Sciences, University of Latvia*

²*Mechanics and Technology College of Olaine*

³*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Riga exceeds concentrations of air pollutants limits - NO₂ and PM10. Air pollution in Riga is mostly caused by transport (65-85% in canyon-type streets in city center), which exhaust gases contains nitrogen oxides, hydrocarbons and fine particles or soot. Nitrogen dioxide pollution and dust can be reduced by implementing cleaner vehicles or reducing the number of transport units in city center. Exhaust emissions were analyzed in one of the Riga street canyon - Brīvības Street between Dzirnāvu and Lacplesa Street intersections. Number of cars were counted in working day and compared with concentrations of pollutants measured by air monitoring station. From calculations it was concluded that the main polluting vehicle categories are light cars and buses. The replacement of private cars mostly depends on individuals and governmental tax policy, therefore public transportation bus category was analyzed, comparing NO₂ emissions from the existing Euro 3, planned next generation - Euro 5 and hydrogen buses. When converting public traffic buses in Riga to electric/hydrogen buses, the NO₂ emissions would be equal to zero. Such a shift would substantially reduce also CO₂, CO, CH_x, PM10 and noise pollution in the city center. Decreasing the amount of CO and NO_x reduce also smog and hence the heat-island effect, and will improve the health and workability of citizens.

**KODOLFIZIKA UN
KODOLSINTĒZE**

EUROFUSION PROGRAMMA (2014-2018): LATVIJAS ZINĀTNIKU LĪDZDALĪBA

A. Šternbergs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Eiropa ir izvirzījusi ambiciozu mērķi, tagad arī balstītu uz reālu attīstības plānu, 2050. gadā ražot elektrību izmantojot termisko kodolsintēzi. Starptautiskais termiskās kodolsintēzes eksperimentālais reaktors ITER ir galvenā iekārta attīstības plānā, kura izbūves gaitā, balstoties uz virkni iespējošo tehnoloģiju (KET), tiks izstrādātas un izmantotas progresīvākās zinātniski-pētnieciskās un industriālās inovācijas.

Latvijas EUROFUSION organizācijā sadarbojas trīs Latvijas Universitātes zinātniskie institūti. Cietvielu fizikas institūts (LU CFI) savas aktivitātes koncentrēs uz radiācijas un termisku izturīgi materiālu *uz pirmajiem principiem* balstītu modelēšanu un modeļu eksperimentālu apstiprināšanu pielietojot rentgenstaru absorbcijas spektroskopijas (XAS) metodes. Savukārt Lāzeru ablācijas spektroskopija (LIBS) tiks pielietota ar Plazmu saskarošos komponentu (materiālu) (PFC) sastāva un piemaisījumu 2D un 3D kontrolei. Fizikas institūta (LU FI) zinātnieku unikālā pieredze fundamentālajā un pielietojamajā šķidro metālu magnetohidrodinamikā (MHD) tiks virzīta PFC korozijas efektu izpētei LiPb plūsmā, jaunu PFC materiālu izstrādei, tai skaitā materiāliem siltuma aizvadīšanas efektivitātes uzlabošanai blanketa un divertora sistēmās. Ķīmiskās fizikas institūta (LU ĶFI) zinātnieki savas prasmes koncentrēs tritija daudzuma un sastāva analīzei PFC materiālos, tai skaitā Litiju saturošās keramikās un berīlija *oļos*. Oriģināla ir ĶFI metodika, veicot tritija atbrīvošanās pētījumus no blanketa materiāliem - gan vienlaicīgi, gan atsevišķi atkarībā no trīs faktoriem: radiācijas, temperatūras un magnētiskā lauka.

EUROFUSION PROGRAMME (2014-2018): LATVIAN SCIENTISTS INTENT TO PARTICIPATE

A. Sternberg

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Europe has now an ambitious, yet realistic roadmap in order to achieve the goal of fusion electricity by 2050. International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) is the key facility in the roadmap: ITER construction is fostering R&D and industrial innovation on a number of enabling technologies (KET). The Latvian EUROFUSION organization consists of three Institutes of University of Latvia. The Institute of Solid State Physics - ISSP UL is involved in research on first principles modelling of radiation and thermal resistive materials and experimental validation of the models using X-ray absorption spectroscopy (XAS) and expertise of Plasma-Facing Components (PFC) using Laser Breakdown Spectroscopy (LIBS). Institute of Physics - IP UL is focused on fundamental and applied liquid metal MHD, addressing heat-power exhaust issues and systems, corrosion of PFC in LiPb flow and novel PFC material solutions. Institute of Chemical Physics ICP UL is involved in analysis and estimation of behaviour of tritium in PFC, int.al., in Lithium containing ceramics and beryllium pebbles as well as in assessment of the effects of simultaneous and separate action of radiation, temperature and magnetic field on the tritium release from breeding blanket materials.

VOLFRAMA PĀRKLĀJUMU STRUKTŪRAS IZMAIŅAS PĒC EKSPLUATĀCIJAS JET PLAZMAS KAMERĀ

E. Pajuste¹, G. Ķizāne¹, L. Avotiņa¹, EFDA-JET sadarbības partneri²

¹*Latvijas Universitāte, Ķīmiskās fizikas institūts*

²*JET-EFDA*

Apvienotajā Eiropas torā (Joint European torus – JET) šobrīd tiek īstenots ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor - Starptautiskais Kodoltermiskais Eksperimentālais Reaktors) veida sienas (ITER Like Wall) projekts. Tā mērķis ir testēt materiālus, kurus paredzēts izmantot ITER reaktorā. Vakuuma kameras sienas ir izklātas ar berilija ķieģeļiem, savukārt divertors veidots no oglekļa šķiedras kompozītmateriāliem, kas pārklātas ar volframu[1].

Ar volframu pārklātam oglekļa šķiedru kompozītmateriālam piemīt virkne priekšrocību. Kā piemēru var minēt volframa augsto termiskā izturību un nelielu kodoldegvielas uzkrāšanos kombinācijā ar ogles mazo svaru un labo siltumvadītspēju. Viens no galvenajiem trūkumiem ir pārklājuma slāņu noturība ekspluatācijas laikā. Daļēji adhēzijas problēma ir atrisināta starp oglekļa šķiedras kompozītu un volframu izveidojot molibdēna starpslāni. Īpaši būtiski ir novērtēt divertora materiālu virsmas noturību augtas enerģijas plazmas triecienu apstākļos.

Pētījuma mērķis ir novērtēt volframa - molibdēna pārklājumu struktūras izmaiņas pēc ekspluatācijas JET plazmas kameras apstākļos. Darbā izmantotas skenējošo elektronu mikroskopijas un enerģijas dispersīvo rentgenstaru spektroskopijas metodes.

Iegūtie rezultāti ļauj prognozēt slāņu noturību ilgstošas ekspluatācijas apstākļos JET, kā arī ekstrapolēt to noturību ITER iekārtas darbības laikā.

STRUCTURE CHANGES OF TUNGSTEN COATING DURING EXPLOITATION IN JET PLAZMA CHAMBER

E. Pajuste¹, G. Ķizāne¹, L. Avotiņa¹, EFDA-JET contributors²

¹*University of Latvia, Institute of Chemical Physics,*

²*JET-EFDA*

Currently the ITER - Like -Wall project is being carried out at Joint European Torus. This project aims to test materials relevant to ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Vacuum chamber first wall is made of solid beryllium tiles, whereas for divertor tungsten coated carbon fibre composite tiles are used[1].

Carbon fibre composite coated with tungsten has a number of advantages. For example, the combination of high thermal durability and low nuclear fuel retention of tungsten with low Z and good thermal conductivity of carbon must be emphasized. However, one of the main disadvantages is the questionable durability of the coating under operational conditions. Partly the adhesion problem has been solved by introducing a molybdenum interlayer. Durability of the coatings during high thermal loads is of great importance.

Aim of this study is to evaluate structure changes of tungsten – molybdenum coatings during exploitation in the JET plasma chamber. Scanning electron microscopy and Energy dispersive X-ray spectroscopy methods has been used.

Results of this study gives possibility to predict durability of coatings during long term exploitation in JET and to extrapolate their durability to the operational conditions of ITER.

1. Paméla, J., G.F. Matthews, V. Philipps and R. Kamendje, *An ITER-like wall for JET*. Journal of Nuclear Materials, 2007. 363-365: p. 1-11.

TRITIJA UZKRĀŠANĀS TILPUMA PROFILI JET DIVERTORA IEKŠĒJĀS SIENAS ĶIEĢEĻOS

M. Halitovs¹, G. Ķizāne¹, L. Avotiņa¹, J. Likonen², N. Bekris³, S. Catalin⁴

¹Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

²VTT Technical Research Centre of Finland

³Karlsruhe Institute of Technology

⁴Horia Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering

2010. gadā, lai tuvotos Starptautiskā kodolsintēzes reaktora (ITER) parametriem, tika uzlabots kodolsintēzes reaktors Eiropas Apvienotais Tors (JET), mainot plazmas apstākļus un modificējot divertora ķieģeļus [1]. Īstenojot ITER-veida sienas (ILW) projektu, plānots samazināt materiālu eroziju un tritija akumulāciju vakuuma kamerā [2]. Projekta realizēšanai uzstādīti oglekļa kompozītmateriālu (CFC) divertora ķieģeļi ar 15 – 25 μm W pārklājumu ar Mo starpslāni [3]. Pētījumā iegūti tritija uzkrāšanās tilpuma profili JET divertora iekšējās sienas ķieģeļos, lai analizētu JET uzlabojumu radītās izmaiņas un volframa pārklājumu efektivitāti ar ITER reaktoru salīdzināmos apstākļos.

Pētījumā analizēti tritija akumulācijas profili JET reaktora 2010. – 2012. gada kampaņas MkII-HD ILW veida divertora ķieģeļos 14ING3B un 14BNG4D ar volframa pārklājumu. Vertikālā ķieģeļa 14ING3B virsmas paraugu tritija īpatnējā aktivitāte ir $(0,13 \div 0,21) \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$. Turpretī horizontālā pamatnes ķieģeļa 14BNG4D paraugu īpatnējā aktivitāte palielinās no $0,15 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ līdz $0,37 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ virzienā uz centrālo divertora ķieģeli. Tritija aktivitāte divertora ķieģeļu 14ING3B un 14BNG4D tilpumā samazinās līdz aptuveni 1 mm dziļumam un paliek nemainīga $(0,46 \div 0,56) \cdot 10^3 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ robežās.

Iepriekš novērots, ka ar W nepārklātam 2007. – 2009. gada JET kampaņas divertora ķieģelim 2IWG3A (pozīcija analoga 14ING3B ķieģelim; virsmas paraugu vidējā aktivitāte – $3,07 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$), tritija uzkrāšanās profila tendence saglabājas. Taču kodolsintēzes degvielas uzkrātais daudzums pēc uzlabojumiem ir samazinājies aptuveni 20 reizes. Divertora ķieģeļa 2IWG3A tilpuma vidējā tritija aktivitāte ir $3,04 \cdot 10^3 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$, kas ir aptuveni 6 reizes lielāka kā ķieģeļiem ar W pārklājumu.

INNER WALL DIVERTOR TILE TRITIUM ACCUMULATION VOLUME PROFILES

M. Halitovs¹, G. Ķizāne¹, L. Avotiņa¹, J. Likonen², N. Bekris³, S. Catalin⁴

¹Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

²VTT Technical Research Centre of Finland

³Karlsruhe Institute of Technology

⁴Horia Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering

In 2010 Joint European Torus (JET) was upgraded in compliance with International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) relevant parameters changing plasma configuration and modifying divertor tiles [1]. Implementing the ITER-like wall (ILW) project it is planned to reduce material erosion and tritium accumulation in vacuum vessel [2]. To achieve the aims set, carbon fibre composite (CFC) tiles with 15 – 25 μm W coating with Mo interlayer were installed [3]. Tritium fusion fuel accumulation volume profiles of the inner divertor wall tiles were produced in the research to analyse the changes caused by the new installation and efficiency of the tungsten coatings under ITER-like fusion conditions.

Samples of JET MkII-HD ILW type divertor tiles 14ING3B and 14BNG4D with tungsten coating used in 2010 – 2012 JET campaign were analysed. Samples of vertical tile 14ING3B top layer have tritium mass activity of $(0.13 \div 0.21) \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ whereas horizontal “floor” tile 14BNG4D sample activity increases from $0.15 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ to $0.37 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ towards the central load-bearing tile of the divertor. The bulk activity of 14ING3B and 14BNG4D tile samples gradually decreases until roughly 1 mm in depth of tile and remains constant at $(0.46 \div 0.56) \cdot 10^3 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$.

As was observed previously for JET campaign of 2007 – 2009 CFC tile 2IWG3A with no W coating (similar positioning to tiles 14ING3B; average top layer samples tritium mass activity of $3.1 \cdot 10^5 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$) tritium accumulation profile trend remains analogous. Yet the amount of accumulated tritium has decreased by a factor of 20 since. For the non-covered tile 2IWG3A the average bulk tritium mass activity is $3.0 \cdot 10^3 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ that is higher by a factor of 6 compared to W-covered tiles.

[1] J. Paméla et al. / Journal of Nuclear Materials 363–365 (2007) 1–11

[2] A. Widdowson et al. / Journal of Nuclear Materials 438 (2013) S827–S832

[3] V. Philipps et al. / Fusion Engineering and Design 85 (2010) 1581–1586

¹⁹²Ir KODOLA STRUKTŪRAS PĒTĪJUMI

T. Krasta, M. Balodis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Nepāra-nepāra kodola ¹⁹²Ir struktūra ir pētīta izmantojot eksperimentālos datus, kas tika iegūti iepriekšējos siltuma neutronu satveršanas, vidējoto rezonanses neutronu satveršanas (ARC) un daļiņu pārnese reakciju pētījumos [1,2]. Visu pieejamo datu saskaņota analīze neaksiāli deformētā daļiņas-plus-rotora mijiedarbības modeļa ietvaros, kā arī salīdzinājums ar kaimiņu nepāra-nepāra kodola ¹⁹⁴Ir struktūru [3] ļāva izlabot un papildināt iepriekšējo ¹⁹²Ir ierosināto līmeņu shēmu [1,4]. Tika atrastas un pamatotas vairākas jaunas rotācijas joslas zem 500 keV enerģijas, tai skaitā $|K\pm 2|$ stāvokļi trim zemākajām divu kvazidaļiņu konfigurācijām: $K^\pi=4^+$ pamatjoslai, $K^\pi=6^+$ joslai pie 12.97 keV un $K^\pi=6^-$ joslai pie 16.02 keV. Ilgi dzīvojošām (241 gadu) ¹⁹²Ir^{m2} izomēram atrastā izlādes shēma dod šim stāvoklim spinu un pāriību 11^- , tāpat kā izomēram stāvoklim kaimiņu ¹⁹⁴Ir kodolā.

STUDY OF ¹⁹²Ir NUCLEAR STRUCTURE

T. Krasta, M. Balodis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Structure of the doubly-odd ¹⁹²Ir nucleus has been studied using experimental data obtained earlier [1,2] in thermal neutron capture, average resonance capture (ARC) and particle transfer reactions. Consistent analysis of all available data in the frameworks of particle-plus-rotor coupling model with non-axial core deformation and comparison with the neighboring odd-odd ¹⁹⁴Ir nucleus [3] allowed to correct and extend the previously known ¹⁹²Ir level scheme [1,4]. Several previously unknown rotational structures below 500 keV have been established, including $|K\pm 2|$ side-bands of three lowest two-quasiparticle configurations: the $K^\pi=4^+$ ground state band, the $K^\pi=6^+$ band at 12.97 keV, and the $K^\pi=6^-$ band at 16.02 keV. Proposed decay pattern of the long-lived (241 years) ¹⁹²Ir^{m2} isomer state gives it spin-parity assignment 11^- , analogously to the isomer state observed in neighboring ¹⁹⁴Ir nucleus.

[1] J. Kern et al., Nucl. Phys. A534 (1991) 77.

[2] P.E. Garrett, D.G. Burke, Nucl. Phys. A568 (1994) 445.

[3] M. Balodis et al., Phys. Rev. C77 (2008) 064602.

[4] M. Balodis, in Proc. 9th Int. Symp. on Capture Gamma-Ray Spectroscopy and Related Topics, Budapest, Hungary, October 1996. Eds. G.L. Molnar, T. Belgya and Zs. Revay. Vol.1 (1997) p.147.

DABĪGĀ RADIOAKTIVITĀTE BŪVMATERIĀLU IZEJVIELĀS UN MĀLA KERAMIKĀ

D. Riekstiņa¹, J. Bērziņš¹, T. Krasta¹, R. Švinka², O. Skrypnik³, Ļ. Simonova¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Silikātu Materiālu Institūts*

³*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

Daļa no celtniecībā izmantotajiem materiāliem, pateicoties to sastāvā esošajiem dabiskajiem radionuklīdiem (K-40 un Th-232, U-238 (Ra-226) sabrukšanas ķēdes produktiem), ir galvenais iedzīvotāju iekšējās saņemtās gamma starojuma dozas avots. Pētījuma mērķis bija iegūt datus par dabīgo radionuklīdu aktivitātes līmeni dažādos Latvijā pielietotos būvmateriālos. Īpaša uzmanība tika pievērsta mālam, kas iegūts Devona un Kvartāra perioda Latvijas atradnēs, kā arī no tā izgatavotai keramikas produkcijai. Dabīgo radionuklīdu koncentrācijas dažādās būvmateriālu izejvielās, celtniecības materiālos un māla izstrādājumos tika noteiktas ar gamma-spektroskopisko aktivitātes mērīšanas metodi.

Rezultāti parāda, ka dabīgo radionuklīdu koncentrācija mālā no dažādām Latvijas atradnēm un dažos māla keramikas produktos var atšķirties vairāk kā divas reizes. Iegūtie rezultāti tika analizēti attiecībā uz to atbilstību nacionālajām un ES radiācijas drošības prasībām.

NATURAL RADIOACTIVITY IN RAW BUILDING MATERIALS AND CLAY CERAMICS

D. Riekstina¹, J. Berzins¹, T. Krasta¹, R. Švinka², O. Skrypnik³, L. Simonova¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Silicate Materials Science of the Riga Technical University*

³*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

Part of building materials are a significant source of indoor gamma-ray exposure for the population due to activity of natural radionuclides K-40 and Th-232, U-238 (Ra-226) decay chain products. The aim of this study was to obtain data about the level of natural radionuclides present in different building materials used in Latvia. Especial attention was given to clay and clay ceramic materials produced from raw materials obtained from different Latvian deposits of Devonian and Quaternary periods. The natural radionuclide contents in various building materials and clay ceramic products have been determined using the gamma-spectroscopic activity measurement method.

The obtained results show that natural radionuclide content in clay of different Latvian deposits, and some clay ceramic products can differ more than two times. The obtained results have been analysed for their compliance with the national and EU radiation safety requirements.

MATERIĀLU STRUKTŪRA, TEORIJA UN MODELĒŠANA

**KUBISKĀ ScF₃ REŽĢA DINAMIKA,
IZMANTOJOT APRĒĶINUS NO PIRMAJEM PRINCIPIEM**

D. Bočarovs^{1,2}, S. Piskunovs¹, P. Žguns², J. Purāns¹, A. Kuzmin¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes fizikas un matemātikas fakultāte*

Skandija fluorīds (ScF₃) ir daudzsološs materiāls ar ReO₃ kubisko *Pm-3m* telpisko struktūru. Nesen šim materiālam tika atklāta negatīva termiskā izplešanās (NTE) plašā temperatūras intervālā no 10 līdz 1100 K [1]. Šī darbā tiek pētīta ScF₃ elektroniskā struktūra (zonu struktūra, DOS, lādiņu analīze), režģa dinamika un fononu anharmonisms, izmantojot kvantu ķīmijas metodes (LCAO un PAW, HF-DFT) Crystal09 un VASP datorprogrammu ietvaros.

Briljuena zonas punktos Γ , X , M , R ir pētīts fononu anharmonisms. Atrasts, ka pētītās modas ir harmoniskas izņemot mīkstas modas M un R punktos. Tas parāda, ka R un M modas varētu būt atbildīgas par skandija fluorīda fāžu pāreju zem augstspiediena [2].

**LATTICE DYNAMICS OF CUBIC ScF₃
FROM FIRST PRINCIPLES CALCULATIONS**

D. Bocharov^{1,2}, S. Piskunov¹, P. Žguns², J. Purans¹, A. Kuzmin¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia*

ScF₃ is a perovskite-type material with a cubic ReO₃-type structure (space group *Pm-3m*). Recently it was found that ScF₃ undergoes strong negative thermal expansion (NTE) over a wide range of temperatures from 10 to 1100 K [1]. In the current activity ScF₃ electronic structure (band structure, DOS, charges analysis), lattice dynamics, and phonon anharmonicity were studied within the framework of quantum chemistry approaches (LCAO and PAW, HF-DFT) using Crystal09 and VASP programs.

Phonon mode anharmonicity are studied in the Γ , X , M , R points of the Brillouin zone. It has been found that all modes investigated are harmonic except soft modes in R and M points. This suggests that R and M modes could be responsible for phase transition into rhombohedral phase under high pressure [2].

[1] J. Am. Chem. Soc. 132 15496 (2010)

[2] K. S. Aleksandrov, et al., Phys. Solid State 53 (2011) 564.

Fe-Pt NANODAĻIŅU STRUKTŪRAS *AB INITIO* APRĒĶINI

A. Platonenko¹, S. Piskunovs², J. Žukovskis², D. Bočarovs^{2,3}

¹*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

³*Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāte*

FePt nanodaļiņām ar $L1_0$ struktūru [1] piemīt gan augsta magnetokristāliskā anizotropija, gan augsta koercivitāte, tādēļ tās ir uzskatāmas par perspektīvu materiālu augsta blīvuma magnētisko datu nesēju veidošanai [2]. Šo nanodaļiņu magnētiskās īpašības ļauj tās izmantot kā katalizatoru oglekļa nanocauruļu (CNT) ar uzdoto hiralitāti audzēšanai. Tādu CNT hiralitāte ir atkarīga no ārējā magnētiskā lauka virziena audzēšanas laikā, un diametrs būs ir atkarīgs no FePt nanodaļiņu izmēra [3].

Šajā darbā mēs veicam *ab initio* aprēķinus ar CRYSTAL09 programmu, izmantojot PWGGA apmaiņas-korelācijas funkcionāli [4]. Tika izveidotas vairākas FePt nanodaļiņas ar atšķirīgu stehiometriju un atomu sakārtojumu: ikosaedri ar slāņainu un „sīpolveida” struktūru, kā arī slāņaina un „sīpolveida” heksagonālā blīvā pakojuma struktūra. Aprēķinot attiecīgo nanodaļiņu veidu virsmas enerģiju, tika noteikts, ka zemākā enerģija piemīt „sīpolveida” tipa ikosaedra struktūrai ar stehiometriju $Fe_{43}Pt_{104}$, kuras ārējo slāni veido tikai platīna atomi.

Fe-Pt NANOPARTICLE STRUCTURE *AB INITIO* CALCULATIONS

A. Platonenko¹, S. Piskunov², Yu.F. Zhukovskii², D. Bocharov^{2,3}

¹*Faculty of Chemistry, University of Latvia*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

³*Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia*

FePt nanoparticles with $L1_0$ structure [1] exhibit both high magnetocrystalline anisotropy and high coercivity, what make them potential material for ultra-high density magnetic data storage [1]. Magnetic properties of these nanoparticles allow one to use them as a catalyst for growth of carbon nanotubes (CNTs) with predictable chiralities. Chirality of arbitrary CNT depends on the direction of an external magnetic field while its diameter depends on the size of FePt nanoparticle [2].

We present results of *ab initio* calculations performed using CRYSTAL09 code with application of PWGGA exchange-correlation functional [3]. Number of FePt nanoparticles with different stoichiometry and atom arrangement were set up. There were considered both icosahedrons with layered and „onion-like” structures as well as analogous *hcp*-type structures. Calculations of the energy surfaces for the enumerated structural types of nanoparticles showed that the energy minimum corresponds to the nanoparticle with the icosahedron „onion-like” structure and $Fe_{43}Pt_{104}$ stoichiometry, where the outer layer consists of Pt atoms only.

[1] D.E. Laughlin, K.Srinivasan, M.Tanase, L.Wang, *Scr. Mater.* 53 (2005) 383–388

[2] S. Sun, *Adv. Mater.* 18 (2006) 393–403

[3] T.L. Makarova, *Fiz. Tech. Polupr.* 38 (2004) 641–664

[4] R. Dovesi, V.R. Saunders, C. Roetti, R. Orlando, C.M. Zicovich-Wilson, F. Pascale, B. Civalleri, K. Doll, N.M. Harrison, I.J. Bush, Ph. D’Arco, M. Llunell, *CRYSTAL09 User’s Manual*, University of Torino, 2009

EVOLUCIONĀRO ALGORITMU IZMANTOŠANA EXAFS ANALĪZEI

J. Timošenko, A. Kuzmins

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Evolucionārie algoritmi (EA) ir skaitliska metode parametru optimizācijai, kuras darbības principi atgādina dzīvā dabā notiekošos ģenētiskos procesus. EA pieeja ir līdzīga labi pazīstamajai un plaši pielietotajai apgrieztajai Monte-Karlo metodei: abu metožu pamatā ir sistēmas gadījuma rakstura izmaiņas, līdz tiek atrasts optimālais tās stāvoklis. Būtiska EA priekšrocība ir tā, ka šī metode ir ievērojami efektīvāka no skaitlisko aprēķinu viedokļa.

Šajā referātā mēs pielietojam EA metodi EXAFS datu analīzei. EA process tiek izmantots, lai optimizētu kristāliskā savienojuma struktūras 3D modeli ar mērķi panākt iespējami labāku sakritību starp eksperimentālo un teorētisko, daudzkārtējās izkliedes *ab-initio* aprēķinos iegūto EXAFS spektru. Šāda pieeja ļauj no pieejamajiem EXAFS datiem iegūt informāciju par parauga lokālo struktūru arī aiz pirmās koordinācijas sfēras robežām. Lai ilustrētu izstrādātās EXAFS-EA metodes iespējas, prezentējamajā darbā tā tiek pielietota dažādām temperatūrām atbilstošo kristāliskā cinka oksīda Zn K-malas EXAFS spektru analīzei.

EVOLUTIONARY ALGORITHMS FOR THE ANALYSIS OF EXAFS DATA

J. Timoshenko, A. Kuzmin

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Evolutionary algorithm (EA) is a computational method for parameter optimization that strives to mimic genetic processes in the natural systems. The EA approach is similar to the well known and widely used Monte Carlo method: both techniques are based on the random modifications of a system, till the optimal solution is obtained. The important difference, however, is that EA is significantly more computationally efficient.

In this presentation we employ the EA method for the analysis of EXAFS data. The EA process is used to optimize the 3D structure model of the crystalline compound with the aim to maximize the agreement between experimental and theoretical EXAFS spectra, where the latter is obtained within *ab-initio* multiple-scattering theory framework. Proposed approach allows us to advance the solution of long-standing problem of the analysis of EXAFS data beyond the first coordination shell. The application of the EXAFS-EA method is illustrated on the example of the analysis of temperature dependent Zn K-edge EXAFS data for crystalline zinc oxide.

**DOPĒTO SrTiO₃ UN TiO₂ NANOCAURUĻU MODELĒŠANA UN
SALĪDZINĀJUMS
FOTOKATALĪTISKAI ŪDENS SADALĪŠANAI**

J. Begens^{1,2}, S. Piskunovs², J. Žukovskis², O. Lisovskis²
¹Latvijas Universitāte, Fizikas un matemātikas fakultāte
²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Dopēto SrTiO₃ un TiO₂ nanocauruļu (NTs) fotokatalizatori ir potenciālie kandidāti fotokatalītiskās ūdeņraža iegūšanas izmantošanai [1]. Inducēti vidus zonu stāvokli var uzlabot augstspējīgo foto-elektroķīmisko elektrodu reaktivitāti zem redzamas gaismas ietekmes. Svarīgo lomu tālākajai NT modelēšanai spēlē izpratne par virsmas efektu ietekmi uz modelēto nanostruktūru aizliegto zonu.

Veidošanas enerģiju variācijas iegūtas līdzsvarotām defektētām struktūrām ļauj mums prognozēt visstabilākās kompozīcijas, neatkarīgi no augšanas apstākļu izmaiņas. Dažādu cauruļveida nanostruktūru aprēķinātas lādiņa blīvuma kartes, kas satur neraksturīgo piemaisījumu atomus, parāda izmaiņas lādiņa sadalījumā, ko izraisa dopēšana. Tas nozīmē, ka palielināta kovalences defektu uztverošu atomu saitēs var izraisīt uzlabotas adsorbcijas īpašības.

**SIMULATIONS AND COMPARISON OF DOPED SrTiO₃ AND TiO₂
NANOTUBES FOR APPLICATION IN PHOTOCATALYTIC WATER
SEPARATION**

J. Begens^{1,2}, S. Piskunov², Yu. F. Zhukovskii², O. Lisovski²
¹Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia
²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Photocatalysts made from doped SrTiO₃ and TiO₂ nanotubes (NTs) are potential candidates to be used in future photocatalytic hydrogen production [1]. Induced mid-gap states may enhance the reactivity of high-performance photo-electrochemical electrodes under influence of visible light. A major role in further NT developing plays the understanding of surface effects' influence on band gap of modeled nanostructure.

The variations in formation energies obtained for equilibrium defective nanostructures allow us to predict the most stable compositions, irrespective of the changes in growth conditions. Calculated charge–density maps of the different tubular nanostructures containing extrinsic substitutional impurity atoms highlighted changes in the charge distribution caused by doping. This means that the increased covalency in defect–host atom bonds may lead to an enhancement of adsorption properties.

[1] Yu.F. Zhukovskii, S. Piskunov, J. Begens, J. Kazerovskis, O. Lisovski, *Phys. Status Solidi (b)* 250 (2013) 793-800.

DAŽĀDAS Y ATOMA MIGRĀCIJAS TRAJEKTORIJAS ENERĢIJAS BARJERU AB INITIO APRĒĶINI fcc-Fe REŽĢĪ

A. Gopejenko¹, J. Žukovskis¹, P.V. Vladimirov², J. Kotomins¹, J. Mastrikovs,
V. A. Borodin³, A. Möslang²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien

³NRC "Kurchatov Institute"

Samazinātas aktivācijas ferīta – martensīta tēraudi stiprināti ar Y_2O_3 ir daudzsoļīgi struktūru materiāli nākotnēs kodolsintēzes reaktoriem. Oksīdu stiprinātie tēraudi pastiprināti ar Y_2O_3 nogulsnešiem ir attīstītie, kā materiāli kuru īpašības ir labāk nekā parasto samazinātas aktivācijas tēraudiem un ļauj palielināt reaktora darba temperatūru par 100°C. Gan oksīda nanodaļiņu lielums gan to telpiskais sadalījums būtiski ietekmē oksīdu stiprināto tērauda mehāniskās īpašības un radiācijas izturību.

Difūzijas barjeru enerģija ir svarīgais parametrs oksīdu stiprināto tērauda veidošanas modelēšanā izmantojot režģa kinētisko Monte-Carlo (LKMC) metodi. Lai veiktu šos aprēķinus nudge elastic band metode tika pielietota VASP datora kods ietvaros [1]. Tika veikti dažādu Y difūzijas ceļu aprēķini. Aprēķināta zemākā difūzijas barjera enerģija ir aptuveni 1.75 eV. Difūzijas barjeru enerģiju augstā vērtība pierāda, ka palielināta Fe vakanču koncentrācija ir nepieciešama Y difūzijai.

FIRST PRINCIPLES CALCULATIONS OF THE ENERGY BARRIERS FOR DIFFERENT TRAJECTORIES OF Y ATOM MIGRATION INSIDE fcc-Fe LATTICE

A. Gopejenko¹, Yu. F. Zhukovskii¹, P.V. Vladimirov², E. A. Kotomin¹,
Yu. Mastrikov¹, V. A. Borodin³, A. Möslang²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

²Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien

³NRC "Kurchatov Institute"

Oxide dispersion strengthened (ODS) structures of reduced activation ferritic-martensitic (RAFMs) steels are found to be promising construction materials for fusion reactor applications. Development of ODS steels strengthened by Y_2O_3 precipitates as more suitable materials for reactors instead of non-modified RAFMs steels permits to increase the operating temperatures of blanket structures by 100°C. Both size and spatial distribution of oxide nanoparticles significantly affect mechanical properties and radiation resistance of ODS steels which are produced by mechanical alloying, followed by a hot isostatic pressing (hipping) at temperature around 1000-1200°C and pressure ~100 MPa.

Diffusion barrier energies are important parameters in the lattice kinetic Monte-Carlo (LKMC) modeling of the ODS particle formation. In order to perform these calculations, the nudge elastic band (NEB) method can be implemented when using the VASP computer code [1]. The calculations of different Y diffusion paths were performed. The lowest calculated energy of diffusion barrier was found to be about 1.75 eV. The high values of diffusion barrier energies prove that the increased concentration of Fe vacancies is required for Y diffusion.

[1] G. Kresse and J. Hafner, *VASP the Guide*, University of Vienna, 2013,
<http://cms.mpi.univie.ac.at/vasp/>

ODS TĒRAUDA IZEJMATERIĀLU LOKĀLĀS STRUKTŪRAS ANALĪZE IZMANTOJOT RENTGENABSORBCIJAS SPEKTROSKOPIJU

A. Cintiņš¹, A. Anspoks¹, J. Purāns¹, C. Vladimirov²

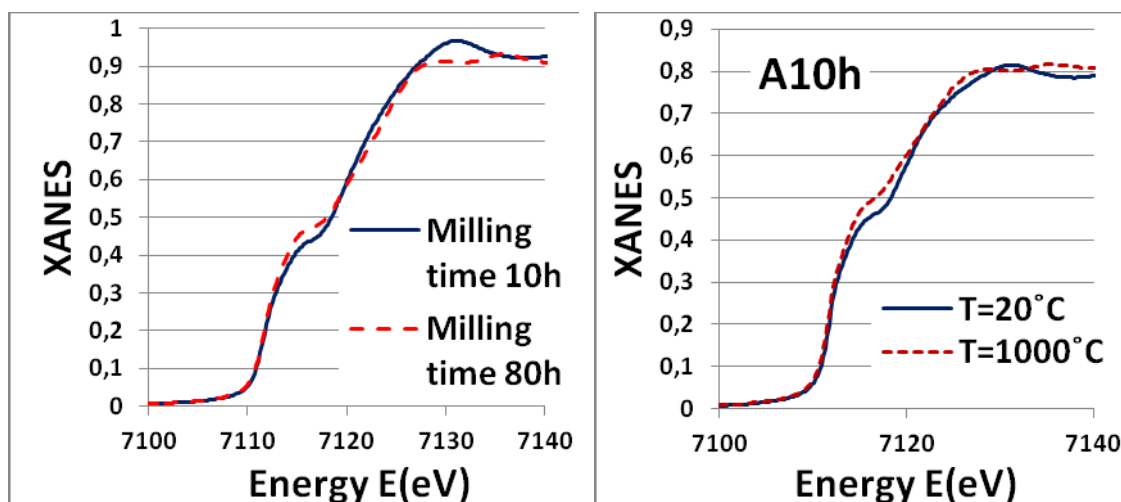
¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Materialforschung-I

Oksīdu stiprināts tērauds (ODS) ir perspektīvs kodolsintēzes reaktoru materiāls. Šajā darbā ir izpētīta ODS tērauda izejmateriālu lokālā struktūra izmantojot rentgenabsorbcijas spektroskopiju. Darbā ir izmantota rentgenabsorbcijas spektru piemalas sīkstruktūras (XANES) un rentgenabsorbcijas spektra sīkstruktūras (EXAFS) analīze.

XANES datu analīze deva informāciju par dzelzs matricas fāzi, un tās atkarību no temperatūras un mehāniskās apstrādes ilguma. Izmantojot EXAFS datus, ieguvām lokālās struktūras parametrus un veicām pirmās koordinācijas sfēras radiālās sadalījuma funkcijas rekonstrukciju.

Darba rezultātā parādīts, ka ODS izejmateriālu apstrāde ietekmē lokālo atomāro struktūru. Tāpat tika parādīts, ka izejmateriālu karsēšana izraisa fāzu pāreju matricā no α -Fe uz γ -Fe fāzi.



ODS STEEL RAW MATERIAL LOCAL STRUCTURE ANALYSIS USING X-RAY ABSORPTION SPECTROSCOPY

A. Cintiņš¹, A. Anspoks¹, J. Purans¹, C. Vladimirov²

¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Latvia

²Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Materialforschung-I

Oxide dispersion strengthened (ODS) steels are promising materials for fusion reactors. In this work we have studied local structure of ODS steel raw materials with X-ray absorption spectroscopy using analysis of X-ray absorption near edge structure (XANES) and extended X-ray absorption fine structure (EXAFS).

Analysis of XANES revealed information about dependency of iron matrix phase on temperature and duration of mechanical processing. From EXAFS we reconstructed radial distribution function and obtained local structure parameters.

We have revealed that mechanical processing of ODS raw materials influences the local structure of the material, and that heating of the materials causes phase transition in the iron matrix from α -Fe to γ -Fe.

NiO:Ir PLĀNO KĀRTIŅU STRUKTŪRAS ANALĪZE

I. Skārda, A. Anspoks, J. Purāns, R. Kalendarevs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

NiO plānās kārtiņas izmanto dažādos praktiskos pielietojumos, kā elektrohromie materiāli, rezistīvās atmiņas, magnētiskā ieraksta iekārtas un caurspīdīgā elektronika. Visos šajos pielietojumos ir svarīgi noteikt NiO struktūru, kas tiešā veidā ietekmē tā īpašības. NiO dopēšana ar Ir, tādejādi veidojot NiO:Ir, ir perspektīva metode plāno kārtiņu vadītspējas uzlabošanai.

Šajā darbā ir raksturotas NiO:Ir plānās kārtiņas, tas ir, ir parādīts, kā mainās niķeļa un irīdija lokālā struktūra atkarībā no irīdija koncentrācijas plānajā kārtiņā. Šīs kārtiņas veido kristalīti ar izmēriem, kas mazāki par 2 nm, tādēļ tradicionālā rentgenstaru difrakcija nesniedz pietiekamu informāciju par plānās kārtiņas atomāro struktūru. Savukārt rentgenabsorbcijas spektroskopijai nav ierobežojumu attiecībā uz pētāmā objekta izmēru un tā sniedz tiešu informāciju par Ni un Ir atomu lokālo struktūru.

NiO:Ir THIN FILMS STRUCTURE ANALYSIS

I. Skārda, A. Anspoks, J. Purāns, R. Kalendarevs
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

NiO thin films are used in various practical applications as electrochromic materials, resistive memories, magnetic recording devices and transparent electronics. In the listed applications it is important to determine the structure of NiO which directly affects its properties. A perspective method for improving thin films electrical conductivity is using a dopant such as Ir and thereby forming NiO:Ir.

In this study NiO:Ir thin films are characterized by showing how the concentration of iridium in the thin film affects the nickel and iridium local structure. These films consist of crystallites with dimensions of less than 2 nm, therefore the traditional X-ray diffraction doesn't provide with the sufficient information about the atomic structure of the thin film. On the other hand X-ray absorption spectroscopy has no limitations regarding to the size of the object in question and this method provides with direct information about Ni and Ir atom local structure.

MODERNĀS IEKĀRTAS

NEINVAZĪVA UZ BIOIMPEDANCI BALSTĪTA METODE CENTRĀLĀS AORTAS ASINSSPIEDIENA SIGNĀLA FORMAS NOVĒRTĒŠANAI

H. Uuetoa^{1,5}, A. Krivoshei^{1,2}, J. Lamp^{2,3}, M. Min¹, T. Uuetoa^{2,4}, P. Annus^{1,2}, A. Kristiņš⁶

¹Kompetences centrs ELIKO, Tallina; Igaunija²Tallinas Tehnoloģiskās Universitātes Elektronikas nodaļa, Tallina, Igaunija; ³SIA "JR Medical OY", Tallina, Igaunija;

⁴AustrumTallinas centrālā slimnīca, Tallina, Igaunija; ⁵Sahlgrenskas Universitātes slimnīca, Zviedrija; ⁶Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Sirds un asinsvadu slimības ir atbildīgas par aptuveni 50 % nāves gadījumu attīstītajās valstīs. Ir atzīts, ka centrālās aortas asinsspiedienam (CAA) ir augsta prognozējamā vērtība kā riska marķierim kardiovaskulārajām, cerebrovaskulārajām, renovaskulārajām un dažām citām slimībām. CAA vērtības, līkņu formas un augmentācijas indekss (AI) ir ļoti svarīgi, lai vadītu antihipertensīvo terapiju un lai prognozētu kardiovaskulārās mirstības riskus. CAA tieši var izmērīt tikai ar ļoti dārgu, laikietilpīgu un potenciāli nāvējošu invazīvo metodi. Slimnīcas apstākļos aizliegts veikt asinsspiediena monitoringu fiziskās vai garīgās slodzes laikā, kurš tomēr, domājams, ir labākais riska marķieris laikā.

CAA neinvazīvās mērīšanas metodes, kas balstītas uz radiālā arteriālā spiediena viļņa analīzi, dod sliktu atkārtamību un CAA līknes novērtējums ir iespējams tikai atpūtas laikā. Metodes un ierīces, kuras izmanto rokas spiediena aproci, lai izmērītu asinsspiedienu, pulsa vilni un aprēķinātu AI, kā tiek ziņots, ir ļoti jutīgas pret artefaktiem.

Tiek piedāvāta CAA metode, kas ir neinvazīva un droša radiālā arteriālā spiediena viļņa novērtēšanas paņēmieni, kas balstīts uz bioimpedances mērījumiem (BI). CAA līknes rekonstrukcija no BI datiem sniedz spektrālo domēna pārnese funkciju. Salīdzinājumā ar tradicionālo tonometrijas piedāvāto metodi tā ir mazāk jutīga pret operatoru neprecizitātēm, ir ērtāk izmantojama un atļauj ārējo ilgtermiņa AI pārraudzību. Klīniskie eksperimenti tika veikti AustrumTallinas centrālās slimnīcas sirds centrā ar koronārās angiogrāfijas pacientiem vecumā no 43 līdz 80 gadiem. Metodes kvalitāte un ticamība tika pārbaudīta, salīdzinot ar invazīvi izmērītiem CAA datiem un rekonstruētām līknēm.

NON-INVASIVE BIO-IMPEDANCE BASED METHOD FOR CENTRAL AORTIC BLOOD PRESSURE WAVEFORM ESTIMATION

H. Uuetoa^{1,5}, A. Krivoshei^{1,2}, J. Lamp^{2,3}, M. Min¹, T. Uuetoa^{2,4}, P. Annus^{1,2}, A. Kristiņš⁶

¹Thomas Johann Seebeck Department of Electronics, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia; ²ELIKO Competence Center, Tallinn, Estonia; ³JR Medical OY, Tallinn, Estonia; ⁴East-Tallinn Central Hospital, Tallinn, Estonia; ⁵Sahlgrenska University Hospital, Sweden; ⁶Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Cardiovascular diseases are responsible for about 50% deaths in developed countries. It has been recognized that central aortic pressure (CAP) has high predictive value as a risk marker for cardiovascular, cerebrovascular, renovascular and some other diseases. CAP values, shape of the curve, and Augmentation Index (AI) are very important for guiding antihypertensive therapy and for predicting cardiovascular mortality risks. The CAP can be measured directly only by very expensive, time consuming and potentially lethal invasive method. Intra-hospital conditions prohibit monitoring of the blood pressure variability during physical or mental stress, which is believed to be better risk marker.

Non-invasive measurement methods of CAP, based on the radial artery pressure waveform analysis, have poor reproducibility, and the CAP curve estimation is feasible only during rest. Methods and devices which use brachial pressure cuff to measure the blood pressure, pulse wave and calculate the AI are reportedly very sensitive to artefacts.

Non-invasive and safe method for estimation of the CAP waveform, based on the measurement of the Electrical Bio-Impedance (EBI) on radialis, is presented. Reconstruction of the CAP curve from the EBI data is provided by spectral domain transfer functions (TF). Compared to the traditional tonometry the proposed method is less sensitive to operator inaccuracies, is more convenient to use and allows outdoors long-term monitoring of the AI. Clinical experiments were carried out on patients in the Heart Center of the East-Tallinn Central Hospital during coronary angiography on patients in age of 43 to 80 years. The quality and reliability of the method was tested by comparing the invasively measured CAP data with the reconstructed curve.

KONTROLIERIS SIGNALIZĀCIJAS DEVĒJU STĀVOKĻA KONTROLEI

I. Gvardina, A. Kristiņš, J. Melderis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Izstrādātais kontrolieris paredzēts signalizācijas devēju stāvokļa kontrolei apsardzes un signalizācijas sistēmās. Tas fiksē četrus iespējamus stāvokļus – signalizācijas devējs ir normālā stāvoklī, devējs ir trauksmes stāvoklī, devējs ir atvienots (izkniebts) no sakaru līnijas un devējs ir noīsināts. Lai noteiktu šos stāvokļus pa divvadu sakaru līniju, pie devēja tiek pieslēgti divi virknē slēgti rezistori, viens no kuriem devēja normālajā darba režīmā ir noīsināts un sakaru līnijas pretestība ir vienāda ar otrā rezistora pretestību (ja pieņem, ka līnijas pretestība ir nulle). Trauksmes gadījumā aktivizējas noīsinātais rezistors un līnijas pretestība kļūst vienāda ar divu rezistoru pretestību summu. Ja devējs ar visām pretestībām ir atvienots no līnijas vai līnija kaut kur tiek pārrauta, tad līnijas pretestība ir bezgalīga. Ja līnija tiek noīsināta, tad tās pretestība ir vienāda ar nulli.

Kontrolierī katras līnijas pretestība tiek mērīta, pārveidojot pretestības vērtību laika intervālā. Pavisam kontrolieris kontrolē 16 līnijas. Tas ir izveidots uz *ATTINY2313-20SU* bāzes. Sakariem ar augstāka ranga kontrolieriem vai datoriem tiek izmantots standarta interfeiss *RS-485*. Kontrolierus var apvienot grupās līdz 16 gabaliem.

CONTROLLER FOR ALARM SENSORS STATUS MONITORING

I. Gvardina, A. Kristiņš, J. Melderis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The developed controller provides control of alarm sensors data status to monitor the position of security and alarm systems. It tracks four possible positions – alarm sensor in the normal position, sensor is in alarm position, sensor is disconnected (ripped out) of the lines of communication and sensor is shorted. In order to determine these positions over a two-wire loop sensor is connected to two serial-connected resistors. One of the resistors in normal operating mode is shorted and the loop resistance is equal to the resistance of the second resistor (assuming that the line impedance is zero). Alarm activates shorted resistor and line resistance becomes equal to the sum of the two resistors. If the sensor is disconnected from the line with all the resistances, or the line is broken somewhere, the line impedance is infinity. If the line is shorted, then the impedance is zero.

Controller performs control of each line resistance by converting the resistance value in the time interval. The controller manage control of 16 lines at all. It is designed on *ATTINY2313-20SU* base. Communication with senior controllers or computers uses standard interface *RS-485*. The controllers can be combined in groups up to 16 pieces.

**MATERIĀLU JONIZĀCIJAS ENERĢIJAS VAI IZEJAS DARBA
NOTEIKŠANA AR FOTOELEKTRONU EMISIJAS METODI LU
CIETVIELU FIZIKAS INSTITŪTĀ**

R. Grzibovskis, A. Vembris
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Efektīvu organisko saules bateriju izveidei nepieciešamas vielas, kas ne tikai spētu absorbēt pēc iespējas vairāk gaismas, bet arī spētu saraut ģenerētos eksitonu, radot lādiņnesējus. Šī iemesla dēļ ir nepieciešams zināt materiālu enerģētisko līmeņu struktūru, piemēram, molekulu jonizācijas enerģiju un elektronu afinitātes enerģiju, kas dotu iespēju uzlabot saules bateriju efektivitāti, izvēloties piemērotākos materiālus. Jonizācijas enerģijas noteikšanai bieži lieto ultravioleto fotoemisijas spektroskopiju. Tāda sistēma ir sarežģīta un dārga, tādēļ tiek izmantotas arī alternatīvas metodes, piemēram, fotoelektronu emisijas spektrālās atkarības mērījumi. Šāda sistēma ir izveidota LU CFI Organisko materiālu laboratorijā.

Ir veikti pirmie mērījumi vielām ar zināmu jonizācijas enerģiju, lai novērtētu iekārtas precizitāti un rezultātu ticamību. Mērījumu atkārtojamība novērtēta gan mainot plāno kārtiņu biezumu robežās no 50-600nm, gan arī mainot elektrodu novietojumu, to materiālu, kā arī mērījuma laikā uzlikto elektriskā lauka stiprumu. Mērījumi tiek veikti vakuumā ($\sim 1 \cdot 10^{-5}$ mBar), starojuma viļņa garumu mainot ar monohromatoru līdz 6,9 eV fotonu enerģijas robežai.

**IONIZATION ENERGY OR WORK FUNCTION DETERMINATION OF
MATERIALS USING PHOTOELECTRON EMISSION METHOD IN
INSTITUTE OF SOLID STATE PHYSICS, UNIVERSITY OF LATVIA**

R. Grzibovskis, A. Vembris
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Materials that not only absorb as much light as possible but could also create charge-carriers from generated excitons are necessary to build effective organic solar cells. Therefore it is necessary to know energy levels of materials, for example, ionization energy of molecule and electron affinity energy, what would give possibility to improve efficiency of solar cells by choosing the most suitable materials. Ultraviolet photoemission spectroscopy is often used to determine ionization energy. Such system is complex and expensive therefore alternative methods are used, for example, measurements of photoelectron emission spectral dependence. Such system was built in Laboratory of organic materials (Institute of Solid State Physics, University of Latvia).

We have made first measurements for compounds with known ionization energy to estimate precision and credibility of results. Repeatability of measurements was tested by changing thickness of thin films from 50-600 nm, by changing material and position of electrode and also changing applied voltage. Measurements were made in vacuum ($\sim 1 \cdot 10^{-5}$ mBar). Wavelength of light till 6,9 eV photon energy was changed by monochromator.

SKENĒJOŠAIS ELEKTRONU MIKROSKOPS TESCAN LYRA: IESPĒJAS UN PIELIETOJUMI.

K. Kundziņš, E. Nitišs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

LU CFI tīrtelpās uzstādīts skenējošais elektronu mikroskops Tescan Lyra, aprīkots ar sekundāro elektronu un atpakaļstaroto elektronu detektoriem, enerģijas dispersīvu spektrometru EDS elementu mikroanalīzei, fokusētu Ga jonu avotu un gāzu injekcijas sistēmu. Mikroskopam ir moderns elektronu staru avots, kurš nodrošina darbību plašā paātrinātāja sprieguma (līdz 30 kV) un strāvas (2 pA-200 nA) diapazonā. Paraugu turētājs ar 5 asu motorizētu koordinātu galdiņu ļauj izvēlēties izdevīgu skata leņķi. Paredzēta iespēja strādāt zema vakuuma (7-500 Pa) režīmā, lai varētu pētīt strāvu nevadošus paraugus.

Referātā tiks aplūkoti mikroskopa pielietojuma piemēri cietvielu fizikā un materiālzinātnē, dots ieskats darbības nodrošināšanā un attīstībā.

Pateicība ERAF fondam par finansiālo atbalstu, projekta īstenošanu numurs 2011/0041/2DP/2.1.1.3.1./11/IPIA/VIAA/004

SCANNING ELECTRON MICROSCOPE TESCAN LYRA: OPTIONS AND APPLICATIONS

K. Kundzins, E. Nitiss

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

A new TESCAN LYRA scanning electron microscope is mounted in ISSP cleanroom. The microscope is fitted with Secondary electron and backscattered electron detectors with high sensitivity and atomic number resolution for Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) microanalysis, gallium Focused Ion Beam (FIB) column and gas injection system. A modern electron beam source works with accelerating voltage up to 30 kV and beam current 2 pA – 200 nA. XM chamber model provides superior specimen handling using a full 5-axis motorized compucentric stage and ideal geometry for EDX. Low vacuum operation (7-500 Pa) is possible to investigate nonconductive samples.

Illustrations of usage of the microscope in solid state physics and material science will be given during the presentation as well as view in maintenance and plans of development.

The financial support of ESF project 2011/0041/2DP/2.1.1.3.1./11/IPIA/VIAA/004 is greatly acknowledged.

Modernās iekārtas

TRANSMISIJAS ELEKTRONU MIKROSKOPS FEI TECNAI: IESPĒJAS UN PIELIETOJUMI

K. Šmits, K. Kundziņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šī referāta mērķis ir iepazīstināt ar 2013. gada beigās VNPC projekta ietvaros LU CFI tīrtelpās uztādīto FEI Tecnai G20 transmisijas elektronu mikroskopu (TEM). Ar TEM ir iespējams ne tikai uzņemt mikrofotogrāfijas, bet arī veikt virkni citu mērījumu, kuri izmantojami cietvielu materiālu izpētē. Tādēļ referāts sastāvēs no uzstādītās iekārtas apraksta, realizējamo pētījumu metožu izklāsta, kā arī veiktajiem pētījumiem ZrO₂ nanokristālu izpētē. Nanostrukturēto materiālu izpētē ir vajadzība ne tikai pārlicināties par šo nanostruktūru izmēriem un morfoloģiju, bet svarīga ir arī iegūto datu analīze un interpretācija.

Referātā būs apspriesti, kādi pētījumu objekti ir piemēroti šīm metodikām, kā arī dots mazs ieskats paraugu sagatavošanā.

Pateicība ERAF fondam par finansiālo atbalstu, projekta īstenošanu numurs
2011/0041/2DP/2.1.1.3.1./11/IPIA/VIAA/004

FEI TECNAI TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE: OPTIONS AND APPLICATIONS

K. Smits, K. Kundzins

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In last year the FEI Tecnai transmission electron microscope (TEM) was successfully installed in ISSP LU clean rooms. Using TEM it is possible not only to take microphotographs, but also carry out various other measurements which could be very useful in solid-state materials research. Therefore, the report will describe the TEM equipment and possible measurement modes, as well as example of ZrO₂ nanocrystal studies. The micrograph images are necessary for nanoscale research, but also further analysis and interpretation of the data are very important.

The potential research objects and their limitations will be discussed and a brief insight into sample preparation.

The financial support of ERAF project 2011/0041/2DP/2.1.1.3.1./11/IPIA/VIAA/004 is greatly acknowledged.

FUNKCIONĂLIE UN BIOMATERIĂLI

TEHNISKAIS TEKSTILS IZAUGSMES IZAICINĀJUMS

A. Lūsis

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komiteja veikusi Pasaules tirgu un vienotā Eiropas tirga tekstila nozarē analīzi un sniegusi atzinumu par tematu "Tehniskie audumi kā izaugsmes virzītājspēks". ES dalībvalstis vidēji eksportē 33% tehniskā tekstila (bez apģērbiem) (Vācija – 65%, Latvija <5%). Inovatīvu produktu īpatsvars Vācijas tekstila nozarē ir 25% un ieņem trešo vietu aiz elektronikas - 32% un automobiļu - 46%. Kā ES, tā arī Pasaulē pēdējos gados novēro tekstila nozares būtisku apjomu pieaugumu un ar stabilu pieauguma prognozi nākotnē. Tas saistīts ar austā un neaustā tekstila funkcionalizāciju ar nanotehnoloģijām viedo materiālu ražošanai gala lietotājiem - tehniskā tekstila tirgus 12 segmentos: Agrotech, Buildtech, Clothtech, Geotech, Homotech, Indutech, Medtech, Mobiltech, Oekotech, Packtech, Protech un Sporttech. Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komiteja rosina Eiropas Komisiju īstenot šādus pasākumus: (+) vajadzības gadījumā izejvielu "diplomātijā" ņemt vērā tehniskajiem audumiem kritiski svarīgas izejvielas; (+) sekmēt dabīgo šķiedru, t.i., lina, kaņepju, vilnas, celulozes šķiedru un biopolimēru ražošanu, lai tekstilražošanas nozares nodrošinātu ar vietējiem izejmateriāliem. Eiropas Komisija „APVĀRSNIS 2020” darba programmās 2014.-2015.gadiem ir ietvērusi tekstila tematiku.

Tas ir izaicinājums Latvijas ilgtspējīgai un viedai izaugsmei. Latvijas Vietējās rūpniecības uzņēmumu (tekstila) asociācija un Latvijas industriālo kaņepju asociācija ir jau nākusī no 2007.gada ar priekšlikumiem attīstīt dabīgo šķiedrmateriālu (lini, kaņepes, koksne u.c.) iegūvi un pārstrādi sadarbībai ar Latvijas zinātniskajām institūcijām. Tāds priekšlikums bija arī SP 10.0040 laika posmam 2010.-2013.gadiem par kaņepju šķirņu selekciju, audzēšanu un atbilstības novērtēšana to izmantošanai tekstila nozarē. LU CFI veica pētījumus par audumu funkcionalizēšanu ar metālu un to oksīdu pārklājumiem.

Referātā tiks apskatītas LU CFI iespējas šķiedrmateriālu funkcionalizēšana, ka arī sadarbība ar nozares uzņēmumiem un dalība Eiropas pētniecības, tehnoloģiskās attīstības un inovāciju programmās tekstila jomā.

TECHNICAL TEXTILES GROWTH CHALLENGE

A. Lusis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

European Economic and Social Committee made the world markets and the single European market in the textile sector analysis and an opinion on the "Growth Driver Technical Textiles". EU Member States on average, 33% of exports of technical textiles (excluding clothing) (Germany - 65%, Latvia <5%). The share of innovative products in the German textile industry 25% and ranks third behind the electronics - 32% and cars - 46%. As the EU and the world in recent years observed in the textile sector for significant volume growth and stable growth forecast for the future. This is due to functionalisation of the woven and non-woven textiles with nanotechnology for production intelligent material for end-users – in the technical textile market 12 segments: Agrotech, Buildtech, Clothtech, Geotech, Homotech, Indutech, MedTech, Mobiltech, Oekotech, Packtech, Protech and Sporttech. For this reason the European Economic and Social Committee asks the European Commission to: (+) take into account, where necessary, the critical raw materials for technical textiles in its raw materials "diplomacy", (+) encourage production of natural fibres - flax, hemp, wool, cellulosic fibres - and biopolymers, so as to secure for the textile industries home-grown resources in raw materials. The European Commission 'Horizon 2020' work program 2014 to 2015 has included textile theme.

It is a challenge for the Latvia sustainable and smart growth. The Latvian Textile Industry Association and the Latvian Industrial Hemp Association has already come from 2007 with proposals for the development of natural fiber (flax, hemp, wood, etc.) extraction and processing co-operation with Latvian scientific institutions. A proposal was also cooperation project SP 10.0040 for the period 2010 to 2013 varieties of hemp selection, rearing and evaluation of conformity for use in the textile industry.

In the paper will be discussed ISSP possibilities for the fiber functionalization, as well as cooperation with industry and participation in the EU research, technological development and innovation programs in the field of textiles.

DISLOKĀCIJU VEIDOŠANĀS MEHĀNISMI AR ĀTRAJIEM JONIEM APSTAROTOS LiF KRISTĀLOS

R. Zabelis, I. Manika, J. Maniks, R. Grants
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Sakarā ar ātro jonu pielietojumu materiālu nanostrukturēšanai aktuāli ir radiācijas defektu un to agregātu veidošanās pētījumi pie augstām radiācijas dozām. Līdz šim maz uzmanības veltīts lineāro defektu (dislokāciju) pētījumiem, kuru masveidīga rašanās novērota augstu fluencu apstākļos. Šajā darbā aplūkota dislokāciju veidošanās ar MeV-GeV ^{36}S un ^{238}U joniem apstarotā LiF, izmantojot ASM un dislokāciju ķīmiskās kodināšanas metodes. Izvēlēti joni, kuri veido jonu trekus ar atšķirīgu morfoloģiju. Noskaidrots, ka individuālos trekos ^{238}U joni savā trajektorijā rada ķīmiski kodināmu defektu rindas, kas varētu piederēt ļoti sīkām dislokāciju cilpām vai to aizmetņiem. Palielinot fluenci līdz treku pārklāšanās aizsākumam, ķīmiskās kodināšanas metode uzrāda apstarošanas virzienā vērstas kodināšanas bedrīšu rindas ar dislokācijām tipisko formu. Vērojams to izkārtojums pa pāriem, kas raksturīgi dislokāciju cilpām. Attālums starp bedrītēm (cilpu izmērs) sasniedz 600-1000 nm. Arī vieglākie sēra joni izsauc dislokāciju veidošanos, taču cilpu izmērs ir ievērojami mazāks. Rezultātā cilpai piederošās bedrītes saplūst, veidojot taisnstūra formu, To izmērs mainās gar jona trajektoriju, sasniedzot maksimumu maksimālo jonu enerģijas zudumu apgabalā. Rezultāti apliecina, ka dislokāciju veidošanās aizsākumi meklējami jau individuālos trekos, bet to augšana intensīvi noris treku pārklāšanās stadijā. Aplūkoti dislokāciju veidošanās iespējamie mehānismi.

MECHANISMS OF DISLOCATION FORMATION IN LiF CRYSTALS IRRADIATED WITH SWIFT IONS

R. Zabelis, I. Manika, J. Maniks, R. Grants
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Due to use of swift ions in nanostructuring of materials, investigation of radiation defects and their aggregates at high irradiation doses are of importance. Comparatively little attention has been devoted to research of extended defects, intensive formation of which has been observed at high fluences. In this work formation of dislocations in LiF irradiated with MeV-GeV ^{36}S and ^{238}U ions has been investigated by AFM and chemical etching. The chosen ions form tracks with different morphology. It has been established that ^{238}U ions in individual tracks form a row of chemically etchable defects, which might belong to tiny dislocation loops or their nuclei. Increasing fluence till overlapping of tracks leads to etching of typical dislocation pits arranged along the direction of incoming beam. It can be observed that these pits tend to pair, which is characteristic to dislocation loops. The distance between paired pits reaches 600-100 nm which corresponds to the size of dislocation loops. The light sulfur ions also cause formation of dislocations. In comparison the size of loops is considerably smaller which results in merging of pits. The size of dislocation loops varies along the ion trajectory reaching maximum in the region of the greatest ion energy loss. Results show that initial formation of dislocations occurs in individual tracks, whereas intensive growth takes place in the stage of track overlapping. Possible mechanisms of dislocation formation have been discussed.

HROMATISKĀS ABERĀCIJAS BRILĻU LĒCU MATERIĀLOS UN INDUCĒTĀ KRĀSU STEREOREDZE

K. Muižniece¹, M. Ozoliņš²

¹*Latvijas Universitātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Augstās tehnoloģijas produkti, kur vienotā elementā ir apvienoti optiskā ieejas daļa un integrēta processora daļa tiek plaši pielietoti mūsdienu tehnikā. Kā vispopulārākais piemērs ir ciparu fotoaparāts ar pievienotu izvēles komplektu momentānai uztvertā attēla apstrādei vēlamā rezultāta sasniegšanai. Šie apstrādes varianti var ietvert sarežģītākus algoritmus (filtrēšanu, Furje analīzi), līmeņu diskrimināciju un rezultāta izvadi analogā vai diskrētā veidā. Interesanti, ka līdzīgu uzdevumu paveic daba – acs kopā ar “procesoru” paslēptu galvas smadzeņu garozā. Redze nodrošina atbildi, kas dabīgi ir diskrēta: redzu vai nesaredzu. Redzes optiskajā sistēmā dažāda viļņa garuma redzamā gaisma hromatisko transversālo aberāciju ietekmē tiek projicēta dažādās acs tīklenes daļās, kas smadzenēs rada krāsu ierosināto stereopsi – dziļuma sajūtu^{1,2}. Illuzori viena daudzkrāsu avota plakne atspoguļojas smadzenēs kā dažādā dziļumā atrodošas dažādas krāsas plaknes. Krāsa ir viena no pazīmēm, kas piedalās šīs dziļuma sajūtas uztverē. Pētījumā būtiska nozīme ir redzes refraktīvo defektu korekcijas līdzekļiem un apgaismojumam, kā arī binokulārai un monokulārai stimula novērošanai. Veiktais pētījums palīdz izprast krāsu stereoskopiskā efekta un to polaritāšu ietekmi uz dziļuma sajūtu.

CHROMATIC ABERRATIONS IN EYE AND GOGGLE LENSES AND INDUCED COLOR STEREOPSIS

K. Muižniece¹, M. Ozolinsh²

¹*Department of Optometry and Vision Science, University of Latvia*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Due to chromatic transversal aberrations in human eye light from a point source is projected at different retinal positions. That causes the illusory effect which is called induced chromatic stereopsis – a depth sense, where planar source points of different color are projected at different depth layers in our brain. Sample point color and the presence of eye chromatic aberrations are one of distinct features of this kind of stereopsis. Our studies reveal the role of eye aberrations and aberrations in eye appliances and the role of mono- either binocular observation in the degree of illusory depth sense. Studies give the interpretation of color stereopsis and its peculiarity – the effect of depth sense polarity switching.

M.Ozolinsh is thankful to ESF project 2013/0021/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/001 support.

1. Kitaoka, A., Kuriki, I., Ashida, H. The Center-of-gravity Model of Chromostereopsis. *Ritsumeikan Journal of Human Sciences*, Vol.27, N 11, p.59-64(2006).

2. Kitaoka, A. Chromostereopsis. Advancing color and receding color.
<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/scolor-e.html>

DEGVIELAS DETEKTĒŠANA AR INOVATĪVU POLIMĒRA – NANOSTRUKTURĒTA OGLEKĻA KOMPOZĪTMATERIĀLU

S. Stepina, G. Šakale, M. Knite

Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts

Šajā darbā ziņots par inovatīva polimēra – nanostrukturēta oglekļa kompozītmateriāla izveidi un izpēti ķīmisko vielu detektēšanai gāzveida stāvoklī. Kompozītmateriāla matrica ir etilēna vinilacetāta kopolimērs un elektrovadošā pildviela - oglekļa nanodaļiņas (PRINTEX XE-2). Kā viena no iespējamām pielietojuma jomām ir degvielas nozare, kas piedāvā benzīnu ar atšķirīgu oktānskaitli, bioloģiski tīru degvielu vai arī degvielu ar dažādām piedevām. Līdz ar to ir nepieciešams pietiekami ātri noteikt degvielas atbilstību standartiem un normatīvajām prasībām.

Pirmo pārbažu rezultāti uzrāda, ka sensors ir spējīgs atšķirt dažādu naftas izcelsmes produktu tvaikus (benzīna (98 un 95), dīzeļdegvielas un petrolejas tvaikus), kā arī norāda uz sastāvu atšķirībām dažādās degvielas uzpildes stacijās iegādātām vienas markas degvielām, kas tikai apstiprina nepieciešamību pēc vienkārša un ātra degvielas kvalitātes monitoringa.

FUEL DETECTING BY ADVANCED POLYMER – NANOSTRUCTURED CARBON COMPOSITE

S. Stepina, G. Sakale, M. Knite

Institute of Technical Physics, Riga Technical University

An advanced polymer – nanostructured carbon composite has been developed for chemicals sensing purposes. The composite matrix material is ethylene vinylacetate copolymer and electroconductive filler - carbon nanoparticles (PRINTEX XE-2). As one of scope of application can be fuel industry. Now there are available petrol with higher octane number and also biologically pure fuel. Wherewith, it is necessary to determine fuel conformity to standards and legislative requirements.

First results show that sensormaterial has been able to distinguish various oil-based product vapours (petrol (98 and 95), diesel fuel and kerosene vapours) as well as indicating the differences in composition of the same brand fuel purchased in various petrol stations. This only approves the need for fast and simple fuel quality monitoring.

BIOMIMĒTISKA APATĪTA VEIDOŠANĀS UZ TITĀNA DIOKSĪDA VIRSMAS SIMULĒTAJĀ ĶERMEŅA ŠĶIDRUMĀ

L. Bugovecka, I. Narkevica, J. Ozoliņš, L. Bērziņa-Cimdiņa
Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Rīgas Tehniskā universitāte

Bioaktīvs materiāls implantēts organismā tieši saistās ar kaulu nenotiekot iekapsulēšanās procesam. Tas veido uz virsmas apatīta slāni, kurš gan pēc sastāva, gan struktūras ir līdzīgs dabīgajam apatītam kaulos un līdz ar to nodrošina labāku materiāla sasaisti ar organismu un dzīvo audu mijiedarbību ar implantu. Materiāla bioaktivitāte, kuru būtiski ietekmē virsmas īpašības un morfoloģija, var tikt izvērtēta *in vitro* pētījumos simulētajā ķermeņa šķidrums. Lai veidotos biomimētiskais apatīts, ir nepieciešamas ķīmiskas funkcionālās grupas uz materiāla virsmas, kas ierosinātu apatīta nukleāciju.

Kā bioaktīvu implantmateriālu iespējams izmantot titāna dioksīda (TiO_2) keramiku. Darba gaitā izveidoti titāna dioksīda nanopulvera paraugi, kuri termiski apstrādāti dažādos temperatūru režīmos. Ar UV starojumu apstaroti un neapstaroti paraugi tiek ievietoti simulētajā ķermeņa šķidrums uz vairākām dienām. Paraugu virsma un sastāvs pirms un pēc ievietošanas simulētajā ķermeņa šķidrums pētīts ar SEM, XRD, EDS, FTIR un Ramana spektroskopiju. Termiskā apstrāde augstākās temperatūrās samazina porainību, BET īpatnējo virsmu un palielina rutila īpatsvaru paraugā, kas samazina apatīta veidošanos uz parauga virsmas.

Pateicība: Darbs izstrādāts ar Valsts pētījumu programmas Nr.2 , projekta Nr.4 "Jauni materiāli un tehnoloģijas bioloģisko audu izvērtēšanai un aizvietošanai" atbalstu.

DEVELOPMENT OF BIOMIMETIC APATITE ON TITANIUM DIOXIDE SURFACE IN SIMULATED BODY FLUID

L. Bugovecka, I. Narkevica, J. Ozolins, L. Berzina-Cimdina
Institute of General Chemical Engineering, Riga Technical University

Bioactive materials implanted into bone defects bonds to living bone without encapsulation by a fibrous tissue. Bioactive materials form bone-like apatite layer on their surfaces and bonds to living bone through it. The structure and composition of formed apatite is similar to apatite in living bone. The bioactivity of material, which is affected by surface properties and morphology, can be evaluated *in vitro* in simulated body fluid (SBF). For the biomimetic apatite formation on materials, chemical species for induction of the nucleation should be included at the surfaces.

Titanium dioxide (TiO_2) ceramics can be used as one of bioactive implant materials. In the present work, TiO_2 samples were obtained from nanopowder by uniaxial pressing and thermally treating at different temperature regimes. UV-light irradiated and non-irradiated samples were soaked in SBF for various periods of time. The surface morphology and composition of samples before and after soaking in SBF were studied with SEM, XRD, EDX, FTIR and Raman spectroscopy. Thermal treatment at higher temperatures reduces porosity, BET specific surface area and increases amount of rutile amount in the samples, which decreases apatite-forming ability on TiO_2 surface.

Acknowledgments: This work was supported by the Latvian State Research Program No.2, project No. 4 "New materials and technologies for evaluating biological tissue and replace".

AR FLUORU AIZVIETOTA HIDROKSILAPATĪTA IEGŪŠANA UN RAKSTUROŠANA

K. Kostrjukova, V. Zālīte, M. Sokolova, J. Ločs
*R. Cimdiņa Rīgas Biomateriālu inovāciju un attīstības centrs
Rīgas Tehniskā universitāte Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts*

Hidroksilapatīts (HAp) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ir minerāls, kas ietilpst kaulu un zobu sastāvā. Šim minerālam ir raksturīga ļoti laba biosaderība un bioaktivitāte, tomēr ir nepietiekamas mehāniskās īpašības un vāja ķīmiskā stabilitāte skābā vidē. Minētie trūkumi ierobežo HAp plašāku izmantošanu ortopēdijā un stomatoloģijā.

HAp molekulā daļēji aizvietojojot OH^- jonus ar F^- joniem, tiek iegūts fluorhidroksilapatīts (FHAp) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2-2x}\text{F}_{2x}$. Fluora jonu ievadīšana HAp struktūrā būtiski uzlabo fizikālās un ķīmiskās īpašības.

Eksperimentālajā daļā, lai iegūtu FHAp, izmantota nogulsnešanas sintēzes metode. Pirmajā pētījuma stadijā skābes un bāzes neitralizācijas reakcijā iegūts HAp. HAp suspensiju atšķaida ar 0,02M NaF ūdens šķīdumu un veic pH regulēšanu no 4 līdz 7. pH kontrolei izmantots H_3PO_4 un NaOH. Iegūtās nogulsnes centrifugē, skalo ar dejonizēto ūdeni un žāvē. Ar Furjē transformāciju infrasarkanā spektroskopiju tika identificēta FHAp raksturīgās hidroksilgrupas svārstības. Ar skenējošo elektronu mikroskopiju analizēta FHAp kristālu morfoloģija.

Turpmākajos eksperimentos plānots pētīt FHAp īpašības atkarībā no F^- jonu aizvietošanās HAp molekulā.

FLUORINE-SUBSTITUTED HYDROXYAPATITE SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION

K. Kostrjukova, V. Zalite, M. Sokolova, J. Locs
*Riga Biomaterial Innovation and Development Center
Riga Technical University Institute of General Chemical Engineering*

Hydroxyapatite (HAp) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ is the main mineral component of bone tissue. HAp has a good biocompatibility and bioactivity, however it has poor mechanical properties and instability in acidic condition. These disadvantages limit the use of HAp in orthopedics and stomatology.

By incorporation of F^- ions into HAp structure, fluorhydroxyapatite (FHAp) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2-2x}\text{F}_{2x}$ could be obtained. Replacement of OH^- ions by F^- improves physical and chemical properties of HAp.

FHAp was synthesized by using precipitation method. The first experimental step was production of HAp by acid and base neutralization reaction. Obtained HAp suspension was diluted in 0,02M NaF solution and pH was controlled from 4 to 7 by using H_3PO_4 and NaOH solutions. Produced precipitates were centrifuged and washed with deionized water followed by drying.

Fourier transform infrared spectroscopy was used to detected characteristic OH^- groups of FHAp. FHAp morphology was analyzed by scanning electron microscopy.

Next study will be devoted to the investigation of FHAp properties depending on the OH^- substitution level by F^- .

ORGANISKIE MATERIĀLI UN FOTONIKA

SKALĀRU UN VEKTORIĀLU HOLOGRĀFISKO REŽĢU RELAKSĀCIJA AZOSAVIENOJUMU KĀRTIŅĀS

A. Ozols, P. Augustovs, K. Ķēniņš, V. Kokars, E. Zariņš, K. Traskovskis,
Dm. Saharovs

Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte

Ir turpināti caurlaidības hologrāfisko režģu (HR) tumsas relaksācijas pētījumi, ierakstot tos ar *s-s*, *p-p*, *s-p*, *L-L*, *L-R* lāzerstaru polarizācijām organisko molekulāro azostiklu kārtiņās. Eksperimentāli izpētītas jaunas kārtiņas W-75 un K-RJ-9, kā arī paplašināts HR režģu periodu diapazons: izpētīti HR ar periodiem 0.50, 2.0 un 8.6 μm . Rezultāti ir salīdzināti ar analoģu pētījumu rezultātiem azokārtiņā W-50 un halkogenīda kārtiņā a-As2S3.

Konstatēts, ka ieraksta efektivitāte vienā paraugā ir atkarīga kā no ieraksta polarizācijām, tā arī no HR perioda. Arī HR stabilitāte relaksācijas laikā ir atkarīga no šiem faktoriem. Gandrīz vienmēr maksimālā ieraksta efektivitāte tika sasniegta ar *p-p* vai *L-R* polarizācijām un ar 2.0 μm periodu. Savukārt HR stabilitāte nekorelēja ar ieraksta efektivitāti un visbiežāk atbilda *s-s* vai *L-L* polarizācijām un 8.6 μm HR periodam. Pat pēc sastāva līdzīgiem paraugiem W-50 un W-75 vienādos apstākļos rezultāti bija jūtami atšķirīgi.

Tika novērota arī HR relaksācijas pašpastiprināšanās paraugos W-75 (*s-s* polarizācijas, 2.0 μm) un K-RJ-9 (*p-p* polarizācijas, 8.6 μm). K-RJ-9 gadījumā tika novērota arī HR relaksācijas pašpastiprināšanās uz atstarošanas. Novērotie relaksācijas efekti tiek skaidroti ar masas pārnesei pēc HR ieraksta.

RELAXATION OF SCALAR AND VECTORIAL HOLOGRAPHIC GRATINGS IN AZOBENZENE FILMS

A. Ozols, P. Augustovs, K. Kenins, V. Kokars, E. Zarins, K. Traskovskis,
Dm. Saharovs

Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

Studies of transmission holographic grating (HG) relaxation (recorded with *s-s*, *p-p*, *s-p*, *L-L*, *L-R* laser beam polarizations) have been continued in organic molecular azobenzene glassy films. New films W-75 and K-RJ-9 have been investigated. The range of HG periods is widened: HG with the periods of 0.50, 2.0 and 8.6 μm are studied. The results are compared with previously obtained results for W-50 and a-As2S3 films.

It is found that recording efficiency in the same sample depends on both recording polarizations and HG period. The HG stability in the course of relaxation also depends on these factors. In almost all cases the maximum recording efficiency was achieved with *p-p* or *L-R* polarizations at 2.0 μm period. The HG stability did not correlate with the recording efficiency, and, in most cases, corresponded to *s-s* or *L-L* polarizations at 8.6 μm period. Even for chemically similar compounds W-50 and W-75 under the same conditions the results were markedly different.

The HG relaxational self-enhancement of HG was observed in the case of W-75 (*s-s* polarizations, 2.0 μm) and K-RJ-9 (*p-p* polarizations, 8.6 μm) samples. In the latter case the relaxational self-enhancement of HG was observed also in reflection mode. Relaxation effects are explained in terms of post-recording mass transfer.

The financial support of the Latvian State Research Program on Multifunctional Materials is greatly acknowledged.

SOI - POLIMĒRA ELEKTRO OPTISKAIS MODULATORS

E. Nitišs, M. Rutkis,
Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Elektro – optiskie (EO) modulatori ir vieni no galvenajiem elementiem, kas noteiks turpmākas informācijas un komunikācijas tehnoloģiju attīstību. Lai nodrošinātu nerimstošo pieprasījumu pēc aizvien lielākiem datu pārraides ātrumiem, ir nepieciešams jauna tipa EO modulators, kas būtu pietiekami ātrs, efektīvs un lēti izgatavojams.

Mēs piedāvājam jaunu un patentēšanai iesniegtu *Silicon-on-insulator* (SOI) – polimēra EO modulatora struktūru, kura spētu nodrošināt optisko signālu modulāciju galvenajos komunikāciju diapazonos no 800 līdz 900 nm un no 1260 līdz 1675 nm. SOI – polimēra EO modulatora galvenās priekšrocības ir tā vienkāršā pagatavošana ar jau plaši pielietoto pusvadītāju apstrādes tehnoloģiju, kā arī zemi modulācijas spriegumi. Šajā referātā tiks demonstrēti SOI – polimēra EO modulatora izgatavošanas soļi, kā arī skaitliskās modelēšanas rezultāti, ar kuru palīdzību iespējams izcelt struktūras priekšrocības un trūkumus.

SOI - POLYMER ELECTRO OPTIC MODULATOR

E. Nitiss, M. Rutkis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Broadband electro optical (EO) modulators are one of the main building blocks used in the development of information and communication technology. In order to satisfy the growing need for increase in data transfer rate there is a demand for a high speed, low loss and importantly low production cost EO modulator.

We present a new type patent pending Silicon-on-insulator (SOI) - polymer modulator that could operate both in the 800 to 900 nm and 1260 to 1675 nm communication wavelength range. The main advantages of the proposed modulator structure are the simplicity of preparation since it could be integrated with the cost effective CMOS technology, so as the low drive voltages. We demonstrate the preparation steps of the SOI – polymer EO modulator as well as numeric modelling results, based on which we will outline the advantages and drawbacks of the structure.

PLĀNU KĀRTIŅU ELEKTRO OPTISKĀ KOEFICIENTA NOTEIKŠANA AR VĀJINĀTĀS PILNĪGĀS IEKŠĒJĀS ATSTAROŠANĀS METODI

A. Bundulis, J. Busenbergs, M. Rutkis, E. Nitišs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Organisko Materiālu laboratorijā viens no pētījumu virzieniem ir jaunu, nelineāri optiski (NLO) aktīvu polimēru un organisko stiklu materiālu radīšana, kurus varētu izmantot elektro – optiski (EO) aktīvo komponentu izstrādei dažādās fotonikas ierīcēs, piemēram, modulatoros, slēdžos u.c. Materiālu raksturošanai ir nepieciešams novērtēt gan tā lineārās, gan nelineāras optiskās īpašības. Viens no svarīgākajiem parametriem NLO materiālu raksturošanai ir tā EO koeficients. Lai noteiktu plānu kārtiņu EO koeficientu, mēs ieviesām vājinātās iekšējās atstarošanās metodi.

Sekmīgai vājinātās pilnīgās iekšējās atstarošanās metodes realizēšanai nepieciešams ievērot būtiskas prasības pret plāno kārtiņu parametriem – tām ir jābūt pēc iespējas gludām, kā arī jāspēj nodrošināt optiska viļņa vadīšanas nosacījumus. Referātā tiks demonstrēti EO koeficienta mērījumu rezultāti plānām DMABI+PMMA 10wt% kārtiņām, kā arī sīkāk skaidroti metodes trūkumi un priekšrocības.

DETERMINATION OF ELECTRO OPTIC COEFFICIENT OF THIN FILM BY ATTENUATED TOTAL REFLECTION TECHNIQUE

A. Bundulis, J. Busenbergs, M. Rutkis, E. Nitiss
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In Laboratory of Organic materials one of the main research activities concern the development and investigation of new nonlinear optical (NLO) active polymers and organic glass materials, which could be used as electro - optical (EO) active components in photonics devices such as switches, modulates and others. One of the most important characteristics of the NLO material is the EO coefficient. In order to determine EO coefficient of thin polymer films we have implemented the attenuated total reflection technique.

For successful realization of attenuated total reflection technique it is important to fulfill the fundamental requirements towards parameters of the thin films - they must be smooth as well as be able to possess the optical waveguiding properties. In this paper we will demonstrate the EO coefficient measurements of thin DMABI+PMMA 10wt % films, so as the detailed illustration of the advantages and disadvantages of the implemented method.

SUBLIMĒŠANAS PARAMETRU IETEKME UZ TETRA-TIO-TETRACĒNA PLĀNO KĀRTIŅU MORFOLOĢIJU UN ELEKTRISKAJĀM ĪPAŠĪBĀM

K. Pudžs, A. Vembris, M. Rutkis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Termoelektriskās ierīcēs izmantojamiem materiāliem ir jābūt ar augstu elektrisko vadītspēju. Dažādām organiskajām vielām ir atšķirīgas elektriskās vadītspējas saistībā ar molekulā esošām funkcionālajām grupām, bet arī vienas vielas ietvaros elektriskā vadītspēja var krietni atšķirties saistībā ar šīs vielas veidotajām struktūrām. Tādēļ ir svarīgi izpētīt plāno kārtiņu struktūras ietekmi uz elektrisko vadītspēju. Ar termiskās iztvaicēšanas vakuumā metodi, mainot uzputināšanas parametrus, piemēram, uzputināšanas ātrumu vai pamatnes temperatūru, var iegūt polikristāliskas kārtiņas ar atšķirīgiem graudu izmēriem. Lai palielinātu plāno kārtiņu vadītspēju, ir nepieciešams tās dopēt. Ir parādīts, ka dopējot tetra-tio-tetracēnu ar jodu ir iespējams iegūt organiskos metālus. [1,2]

Plāno kārtiņu morfoloģijas pētījumiem tika pielietota optiskā mikroskopija un skenējošā elektronu mikroskopija. Elektrisko īpašību pētījumiem tika pielietota 4 kontaktu metode un lādiņnesēju ekstrahēšana ar lineāri izvērstu spriegumu (CELIV) metode.

Darbā tiks apskatīts, kā pamatnes temperatūra sublimēšanas laikā ietekmē tetra-tio-tetracēna plānās kārtiņas morfoloģiju un elektriskās īpašības. Tiks parādīti pirmie rezultāti plāno kārtiņu dopēšanai ar jodu.

IMPACT OF SUBLIMATION PARAMETERS ON TETRA-TIO-TETRACENE THIN FILM MORPHOLOGY AND ELECTRICAL PROPERTIES

K. Pudzs, A. Vembris, M. Rutkis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

To create a suitable material for thermoelectric devices, it must have a high electrical conductivity. Conductivity depends not only on existing functional groups in molecule, but also on thin film structure made by matter. It is therefore important to examine the impact of the structure of thin films on the electrical conductivity. Polycrystalline layers with different grain size can be obtained by changing the deposition parameters such as deposition rate or the temperature of the substrate at the thermal evaporation in vacuum process. In order to increase the conductivity of thin films, they must be doped. It is shown that organic metals can be obtained when tetra-thio-tetracene is doped with iodine. [1,2]

Optical microscopy and scanning electron microscopy were used for morphology studies of the thin films. 4-probe method and charge extraction by linear increasing voltage (CELIV) method were used for studies of electrical properties.

The impact of substrate temperature during evaporation on tetra-thio-tetracene thin film morphology and electrical properties will be discussed. Also first results of thin film doping with iodine will be shown.

The financial support of 7 framework programme project H2ESOT is greatly acknowledged.

[1] V.F.Kaminskii et al. *Phys. Stat. Sol. (a)* 44, 77 (1977)

[2] L.I. Burarov et al. *J.Chem.Soc., Chem. Commun.*, 18, 720 (1976)

**FOTOINDUCĒTĀ MASAS PĀRBĪDE UN DUBULTLAUŠANA
AZO SAVIENOJUMĀ W-75**

K. Klismeta, J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Viena no azo savienojumu īpašībām ir optiski ierosināmā izomerizācija ap azo saiti starp diviem to ģeometriskajiem *trans* un *cis* izomēriem. Izomerizācijas procesa laikā molekulas var tikt orientētas attiecībā pret ierosinošās gaismas polarizāciju, rezultātā materiālā rodas anizotropija, kas izpaužas kā gaismas dubultlaušana. Vēl viens process, ko gaismas elektriskā lauka ietekmē var novērot azo savienojumos, ir vielas makroskopiska pārvietošanās.

Darbā tika pētīti fotoinducētie procesi azo savienojumā W-75, kas ir organisks mazmolekulārs stikls (sintezējis Elmārs Zariņš no prof. Valda Kokara grupas RTU MLKF). Lai ierosinātu masas pārbīdi, tika veikts polarizācijas hologrāfiskais ieraksts ar lāzera viļņa garumiem, kas atbilst parauga absorbcijai redzamajā spektra diapazonā. Rezultātā tika uzņemta vielā W-75 iegūtā virsmas reljefa dziļuma atkarība no ierakstošā viļņa garuma. Tika noteikts arī ar dažādiem lāzera viļņa garumiem inducētās dubultlaušanas lielums un virziens.

**THE PHOTOINDUCED MASS TRANSPORT AND BIREFRINGENCE IN
AZO COMPOUND W-75**

K. Klismeta, J. Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Under influence of light azo compounds experience *trans-cis* isomerisation process. As a result, the moieties may align relative to the electric field vector of light, leading to anisotropy in material and birefringence. Another phenomenon of azo compounds is macroscopic movement of material in the presence of light.

In this work photoinduced processes in azobenzene containing low-molecular weight organic glass W-75 were experimentally studied. Polarization holography with laser wavelengths corresponding to the absorption of the sample was used to induce mass motion. Dependence of the surface relief depth on the recording laser wavelength in the visible spectrum was obtained. Birefringence induced by different wavelengths was also studied.

**IEROSINOŠĀ STAROJUMA VIĻŅA GARUMA IETEKME UZ VIRSMAS
RELJEFA VEIDOŠANĀS As_2S_3 PLĀNAJĀS KĀRTIŅĀS**

E. Potanina, J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Izmantojot lāzera starojumu un gaismas jutīgos materiālus ir iespējams veikt optisko ierakstu un iegūt noteiktas formas struktūras uz materiāla virsmas.

Darbā tiek pētīts periodiska virsmas reljefa optiskā ieraksta process. Virsmas reljefa veidošanās pamatā ir gaismas ierosinātā anizotropija un elektriskā lauka gradients. Materiālā notiekošos foto-inducētos procesus ietekmē visi optisko ierakstu raksturojošie parametri (gaismas intensitāte un polarizācija, ekspozīcijas laiks, utt.), bet procesa efektivitāti lielākoties nosaka ierosinošā starojuma viļņa garums. Savukārt, elektiskā lauka sadalījumu uz parauga virsmas nosaka ierosinošā gaismas stara polarizācijas modulācija, kas ir fiksēta – par efektīvāko sadalījumu pieņemot S-P (jeb -45; +45 hologrāfiskās metodes apzīmējumos).

Veicot ierakstu, viļņa garuma vērtības tika piemeklētas tā, lai starojuma enerģija ir salīdzināma ar As_2S_3 aizliegtās zonas platumu. Izmantotas As_2S_3 plānās kārtiņas ar biezumu 3,5 μm un ieraksts realizēts izmantojot viena stara optisko shēmu. Kā rezultāts ir iegūti virsmas reljefu profili un to dziļumu atkarība no ekspozīcijas laika.

**RECORDING LIGHT SOURCE WAVELENGTH INFLUENCE ON
SURFACE RELIEF FORMATION PROCESS IN As_2S_3 THIN FILMS.**

E. Potanina, J. Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Exposing light sensitive materials to laser light illumination can lead to specific structure formation on material surface.

In this report we discuss periodic surface relief optical recording process. Surface relief formation is determined by photo-induced anisotropy and electric field gradient. Photo-induced processes are affected by all of the optical recording characterizing parameters (light intensity and polarization, exposure, etc.), but recording light wavelength defines the efficiency. Electric field distribution on sample surface is determined by light polarization modulation. The S-P (or -45; +45 in holograpy) polarization configuration is found to be most efficient so this parameter stays constant during the study.

Optical recording was performed with light energy value comparable to the As_2S_3 bandgap. One beam experimental set-up was used to record surface reliefs in 3,5 μm thick As_2S_3 samples. Surface relief profiles were observed and surface relief depth dependence on exposure was studied.

BIS-AZO SAVIENOJUMU OPTISKI IEROSINĀTĀS ĪPAŠĪBAS PLĀNĀS POLIMĒRA KĀRTIŅĀS.

M. Narels¹, A. Vembris¹, J. Vapaavuori²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Aalto Universitātes Lietišķās fizikas nodaļa*

Azobenzolu atvasinājumi ir plaši pazīstami ar tā īpašību veikt izomerizāciju gaismas ietekmē starp diviem stabiliem stāvokļiem – trans izomēru un cis izomēru. Fotoizomerizācijas process plānās polimēra kārtiņās ir sarežģīts un to var ietekmēt ne tikai fotoreakciju aktivācijas enerģijas un termālā cis-trans reakcija, bet arī polimēra un hromofora struktūra. Ir zināms, ka hromofori ar divām azobenzola daļām (bisazobenzoli) ir piemērotāki kandidāti efektīvam virsmas reljefa materiālam kā monoazobenzoli. Tiek uzskatīts, ka virsmas modulācija notiek pateicoties azobenzolu atvasinājumu trans-cis-trans izomerizācijas cikliskajai dabai, līdz ar to izomerizācijas kinētikas analīze varētu būt ļoti noderīga.

Darbā tika izmantoti paraugi ar ūdeņradi saistītu polimēra-bisazo kompleksu P4VP(DY7) dažādās koncentrācijās. Visi paraugi tika apstaroti ar ~400nm un ~365nm gaismu, kas, pēc mūsu domām, atbilst, respektīvi, trans→cis un cis→trans izomerizācijai. Vienlaicīgi tika reģistrēta caurizgājušās gaismas intensitāte pie 400nm.

PHOTOINDUCED PROPERTIES OF BISAZOBENZENE DERIVATIVES IN POLYMER THIN FILM.

M. Narels¹, A. Vembris¹, J. Vapaavuori²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Department of Applied Physics, Aalto University*

Azobenzene derivatives are recognized for their capability to isomerise under illumination between two stable states – trans isomer and cis isomer. Photoisomerisation process in polymer film is complex and it can be affected not only by activation energies of photoreactions and thermal cis-trans back-reaction, but also by polymer and chromophore structure. Chromophores bearing two isomerizable azobenzene units (bisazobenzenes) are known to be more preferable candidates for an efficient SRG (surface-relief grating) material than monoazos. The surface modulation is thought to be driven by trans–cis–trans cycling of the azobenzene derivatives, therefore analysis of the kinetics of isomerization process could be very useful.

In the work we were given samples with hydrogen-bonded polymer–bisazobenzene complexes P4VP(DY7) at various concentrations. Samples were irradiated by alternate light visible spectral region at ~400nm and ultraviolet spectral region at ~365nm, which we believe correspond to *trans*→*cis* and *cis*→*trans* isomerization, respectively. At the same time light intensity at 400nm which pass through the sample was recorded.

NANOMATERIĀLI

CĒLMETĀLU-OKSĪDU NANOPULVERU KOMPOZĪCIJAS: IEGŪŠANA, RAKSTUROJUMS

E. Palčevskis¹, V. Serga¹, L. Kuļikova¹, A. Cvetkovs¹, D. Karashanova²

¹*Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts*

²*Optisko materiālu un tehnoloģiju institūts, Bulgārijas Zinātņu akadēmija*

Cēlmetālu katalizatori tiek lietoti dažādos ķīmiskos procesos. Metāla daļiņu izmērs, kurš vairumā gadījumu ir nanometru diapazonā, būtiski ietekmē katalizatoru aktivitāti un selektivitāti.

Izstrādāta jauna, daudzsološa ekstrakcijas pirolītiskā metode (EPM) cēlmetālu (Au, Pt un Pd) nanoizmēra daļiņu iegūšanai un apkopotī pētījumu rezultāti par šo metāla daļiņu izmēra atkarību no pielietotā katalizatora nesēja un metāla koncentrācijas diapazonā no 0,6 līdz 5,0 masas %. Kā katalizatoru nesēji izmantoti sekojošie oksīdu nanopulveri: silīcija dioksīds (Aerosils, SiO₂), plazmā sintezēts itrija oksīds (Y₂O₃) un ar EPM metodi iegūts dzelzs oksīds (Fe₂O₃). Metālu kristalītu izmēri noteikti ar rentgenstruktūranalīzes metodi, salīdzinot ar elektronu mikroskopijas pētījumiem.

Rezultāti parāda, ka zelts veido daļiņas diapazonā no 20 līdz 50 nm, pie tam lielākās daļiņas veidojas pie lielākām zelta koncentrācijām. Platīns veido mazākās daļiņas – ar kristalītu izmēriem zem 10 nm, savukārt pallādija kristalītu izmēri ir mazāki par 20 nm. Uz itrija vai dzelzs oksīdiem uznestās platīna un pallādija daļiņas ir rentgenamorfās un tāpēc neiespējams noteikt to kristalītu izmērus. Elektronu mikroskopijas pētījumi parāda, ka šiem paraugiem metāla daļiņu izmēri ir daži nm.

NOBLE METALS-OXIDE NANOCOMPOSITES: PREPARATION, CHARACTERISTICS

E. Palčevskis¹, V. Serga¹, L. Kulikova¹, A. Cvetkovs¹, D. Karashanova²

¹*Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University*

²*Institute of Optical Materials and Technologies, Bulgarian Academy of Sciences*

Noble metal catalysts are used in various chemical processes. The dependence of catalytic activity or selectivity on the particle size is most pronounced for metal particle sizes from several nm to several tens of nm.

A new promising extractive-pyrolytic method (EPM) for the production of nanoparticles of noble metals Au, Pt and Pd has been developed. The investigation results on the influence of the metal content in a range of 0.6-5.0 wt. % and of the carrier nature on the obtained metal particle size are presented. Different nanopowders were used as catalyst carriers - nanopowders of commercial silica (Aerosil - SiO₂), plasma processed yttria (Y₂O₃) and iron oxide (Fe₂O₃) - also prepared by the EPM. The size of metal crystallites was determined by XRD analysis and compared with the average particle size measured by TEM.

The results of XRD analysis shows that the gold particles have the greatest dimensions increasing in a range from 20 up to 50 nm with the increase of the metal content. Platinum builds the smallest particles – the crystallite size is smaller than 10 nm, but the Palladium crystallite size is smaller than 20 nm. If yttria and iron oxide are used as a carrier material, the Platinum and Palladium particles are amorphous and the crystallite size cannot be determined by XRD at contents of 2.5 wt.% and less. The TEM investigation shows that these amorphous particles have the dimensions of several nm.

DIELEKTROFORĒZES PIELIETOJUMI GRAFĒNA DOPĒŠANAS PROCESĀ

J. Kosmača¹, J. Andžāne¹, G. Kunakova¹, G. Pētersons¹, J. D. Holmes², D. Erts¹

¹*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Nacionālās Īrijas Universitātes Ķīmijas nodaļa*

Grafēns ir 2D nanomateriāls, kas sastāv no viena vai dažiem sakārtotiem oglekļa atomāriem slāņiem. Viens no grafēna pētījumu mērķiem ir grafēna kā aktīva elementa integrēšana pusvadītāju elektroniskās ierīcēs. Tīrs grafēns nav piemērots tam, jo grafēna aizliegtās zonas platums ir 0 eV. Lai izmainītu aizliegtās zonas platumu var izmantot dopēšanu. Parasti dopēšana notiek pa visu grafēna parauga virsmas laukumu, lai pēc tam varētu veidot dopēta grafēna struktūras. Taču nanoierīču veidošanai būtu vēlams dopēt grafēnu lokāli - adsorbējot dopanta vielas mazu daudzumu noteiktā vietā.

Lokālai grafēna dopēšanai tika izvēlēti nanovadi. Šeit mēs piedāvājam pielietot nanovadu dielektroforēzi, lai precīzi novietotu nanovadus uz grafēna parauga virsmas.

CVD audzēta monoslāņa grafēna struktūras tika sagatavotas izmantojot elektronu litogrāfijas metodi. Tika piemeklēti optimāli Sb_2S_3 nanovadu dielektroforēzes parametri, tādi kā AC frekvence, amplitūda, kā arī izvēlēts solvents nanovadu pārnesei. Realizēta Sb_2S_3 nanovadu pārnese uz grafēna struktūrām. Apspriesti faktori, kas nosaka dielektroforēzes pielietojuma lietderību grafēna dopēšanas procesā.

APPLICATION OF DIELECTROPHORESIS IN GRAPHENE DOPING PROCESS

J. Kosmaca¹, J. Andzane¹, G. Kunakova¹, G. Petersons¹, J. D. Holmes², D. Erts¹

¹*University of Latvia, Institute of Chemical Physics*

²*Department of Chemistry, National University Ireland*

Graphene is a 2D nanomaterial that consists of one or few layers of ordered carbon atoms. One of the goals for graphene research is graphene integrating into semiconductor electronic devices as an active element. Pristine graphene is not useful for this purpose, because graphene itself has zero band gap. For changing band gap doping may be used. Usually graphene doping is performed on whole graphene sample surface. Then structures of doped graphene can be made. For making nanodevices it is preferable to perform local doping by adsorbing small amount of dopant on pure graphene structure surface at a specific position.

For local doping of graphene we use nanowires. Here we present dielectrophoresis of nanowires for their accurate alignment on a graphene structure surface.

Samples of CVD grown monolayer graphene were prepared by using electron lithography. Optimal dielectrophoresis parameters such as AC frequency and amplitude, as well as the media for nanowire transfer have been chosen. The transfer of Sb_2S_3 nanowires to graphene structures is performed. The factors which affects on application of dielectrophoresis for graphene doping process are discussed.

DAŽĀDAS METODEDES HOPG GRAVĒŠANAI GRAFĒNA UZNEŠANAI UZ SILĪCIJA PAMATNES

E. Butanovs, J. Butikova, B. Poļakovs, R. Zabels, I. Tāle
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Eksperimentāli tika pētītas dažādas pirolītiskā grafiņa (HOPG) gravēšanas metodes. Grafiņa virsmas gravēšana atvieglo grafiņa slāņu atdalīšanos, tos pārnesot uz silīcija pamatni ar spiedogu. Kvadrātveida laukumu raksta iegūšanai uz HOPG virsmas (ar kvadrātu izmēriem līdz 35x35 μm) tika izmantota gravēšana ar impulsu lāzera staru gan gaisā, gan ūdenī, gravēšana ar nanoindenteru, kā arī raksta pārvešana ar lāzera staru no maskas. Izmantojot optisko virsmas profilometru un optisko mikroskopu, tika novērtēti struktūru elementu izmēri un grafiņa virsmas kvalitāte atkarībā no pielietotās metodes. Plānu strukturētā grafiņa slāņu mehāniskai pārnesei uz oksidētu silīcija pamatni grafiņa iegūšanai tika izmantoti spiedogi, kurus sagatavojot izmantota silikona līme un polidimetilsiloksāna (PDMS) epoksīds. Piedāvātā metode ir vieglāk īstenojama un pielāgojama nekā vairums pašreizējo metožu grafiņa lokšņu uzvešanai uz parauga.

HOPG PATTERNING METHODS FOR GRAPHENE STAMP PRINTING ON SILICON WAFER

E. Butanovs, J. Butikova, B. Polyakov, R. Zabels, I. Tale
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Different patterning methods of highly oriented pyrolytic graphite (HOPG) were investigated. Micropatterning of HOPG surface facilitates the detachment of graphene layers during contact stamp printing. Direct pulsed laser beam scribing in air and water, nanoindenter scribing and laser beam assisted pattern transfer through a shadow mask were used to produce square patterns (with square size down to 35x35 μm). Optical profilometer and optical microscopy were used to determine quality of scribed graphite surface and size of pattern elements depending on the method used. Silicone glue and polydimethylsiloxane (PDMS) epoxy were used for stamp preparation by mechanical lift-off of thin layer of patterned graphite and following contact printing of graphene onto an oxidized silicon wafer. The presented method is easier to implement and is more flexible than the majority of existing methods of placing graphene sheets onto substrate.

AAO MEMBRĀNU VEIDOŠANAS IETEKMĒJOŠIE FAKTORI, LAI IEGŪTU BLĪVUS NANOPUNKTU MASĪVUS

I. Apsīte, R. Popļausks, U. Maļinovskis, J. Prikulis, G. Bergs, D. Erts
Ķīmiskās fizikas institūts, Latvijas Universitāte

Lai iegūtu masīvu ar nanodaļiņu izmēriem zem 20 nm, nepieciešams veidot anotēta alumīnija oksīda (AAO) maskas ar biežumu 100 nm un poru diametru ap 20 nm. Anodēšana tika veikta sērskābes elektrolītā, izmantojot 8-20 V spriegumu. Tika analizēta elektrolīta koncentrācijas, anodēšanas laika un anodēšanas sprieguma ietekme uz AAO poru parametriem, diametru, starpporu attālumu un sakārtotību. Uzlabota AAO membrānas pārnese, izmantojot PMMA un parafīna kompozītmembrānu. Iegūto membrānu biežums ir 30-100 nm. Salīdzinot ar literatūras datiem, iegūtais poru diametrs un membrānas biežums ir mazāks. Iegūtās membrānas ir brīvi novietojamas uz dažādām virsmām, arī uz nevadošiem materiāliem.

Izmantojot iegūto AAO membrānu, iespējams veidot blīvus Cr, Ag, Au nanopunktu masīvus ar nanopunktu diametrs zem 20 nm. Iegūtajiem Ag un Au nanodaļiņu masīviem tika uzņemti optiskās izkliedes spektri.

AAO MEMBRANE FORMATION PARAMETERS FOR MASKED DENSE NANOPARTICLE ARRAY DEPOSITION

I. Apsite, R. Popļausks, U. Malinovskis, J. Prikulis, G. Bergs, D. Erts
Institute of Chemical Physics, University of Latvia

Masked deposition of sub-20 nm diameter nanoparticles require templates with thickness below 100 nm and pore diameter below 20 nm. For this purpose we optimized the process of formation of ultra-thin anodized aluminum oxide (AAO) membranes. The masks were prepared by two step anodization in sulfuric acid using low voltages 8-20 V. We analyzed the effect of concentration of electrolyte, anodization time and voltage on the AAO pore parameters, diameter, separation, and ordering. The mask transfer was improved through reinforcement of the PMMA with paraffin as a transport substrate. The obtained membrane thickness is 30-100 nm. Compared to the literature, the pore diameter and the thickness of the membrane are smaller than previously reported.

Dense Cr, Ag, Au nanoparticle arrays with diameters below 20 nm can be obtained using above mentioned membranes. Optical scattering spectra were measured for obtained Ag and Au nanoparticle arrays.

PLAZMONU REZONANSES BLĪVU NANODAĻIŅU MASĪVOS

G. Bergs, U. Maļinovskis, I. Apsīte, D. Erts, J. Prikulis
Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

Metāla nanostruktūru neparastās īpašības jau ilgstoši tiek pētītas un plaši izmantotas, piemēram, katalīzē vai sensoru veidošanai. Mūsu laboratorijā iegūti sevišķi blīvi nanodaļiņu masīvi ar daļiņu vidējo diametru mazāku par 20 nm. Šajā darbā analizējam to optiskajās izkliedes īpašībās redzamās gaismas diapazonā.

Metāla nanodaļiņu masīvi tiek iegūti ar fizikālās tvaiku nosēdināšanas palīdzību anodizēta alumīnija oksīda membrānas maskā. Pētītie sudraba nanodaļiņu masīvi ir ar 14-50 nm vidējo daļiņas izmēru un vidējo centru attālumu 45-112 nm [1]

Izkliedes un ekstinkcijas spektri un attēli tiek iegūti mikroskopā ar tumšā un gaišā lauka konfigurāciju. Eksperimentāli iegūtie dati ir salīdzināmi ar tiem, kuri ir aprēķināti simulācijā izmantojot saistīto dipolu modeli, kur katru daļiņu raksturo elipsoīda polarizējamība. Simulācija paredz ievērojamu izkliedētās gaismas depolarizāciju, kas novērota arī eksperimentos.

[1] J. Prikulis, U. Malinovskis, R. Poplauskis, I. Apsite, G. Bergs, D. Erts *Optical Scattering by Dense Disordered Metal Nanoparticle Arrays*. Plasmonics (2013) DOI 10.1007/s11468-013-9639-2

SURFACE PLASMON RESONANCES OF METAL NANOPARTICLES IN DENSE ARRAYS

G. Bergs, U. Malinovskis, I. Apsite, D. Erts, J. Prikulis
Institute of Chemical Physics, University of Latvia

Metal nanostructures are interesting for many reasons and their unusual properties have been utilized in practical applications for many years. In this work we analyze optical scattering of exceptionally dense arrays of silver nanoparticle arrays with average diameter in 14-50 nm range.

Nanoparticle arrays are produced by physical vapor deposition through anodized aluminum oxide membrane mask. By this method we can synthesize silver arrays with mentioned particle diameter and average center separation 45-112 nm [1].

The scattering and extinction spectra and images are recorded using darkfield / brightfield microscope configuration. The recorded data is consistent with calculations using coupled dipole model. The numerically predicted effect of depolarization can also be observed experimentally.

[1] J. Prikulis, U. Malinovskis, R. Poplauskis, I. Apsite, G. Bergs, D. Erts *Optical Scattering by Dense Disordered Metal Nanoparticle Arrays*. Plasmonics (2013) DOI 10.1007/s11468-013-9639-2

p- UN n- TIPA PUSVADĪTĀJU PLĀNO KĀRTIŅU IEGŪŠANA UN TO ĪPAŠĪBU IZPĒTE

J. Perveņecka, J. Butikova, G. Mārciņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Plānās p- un n- tipa silīcija kārtiņas tika iegūtas ar plazmas ķīmisko tvaiku uzklāšanas metodi (PECVD). Variējot procesa parametrus (putināšanas laiks, spiediens un gāzu plūsma), tika iegūtas dažāda biezuma kārtiņas. Daži no iegūtajiem paraugiem tika termiski kristalizēti.

Eksperimentu laikā tika noskaidroti vienmērīgu plāno kārtiņu iegūšanas PECVD putināšanas procesa optimālākie parametri, kā arī izskaidrota parametru ietekme uz kārtiņu biezumu.

1.att. n-tipa Si virsmas attēli. Kristāliskā: (a) 24x19 μm apgabals, (b) 110x133 μm apgabals; amorfā: (c) 24x19 μm apgabals, (d) p-tipa 110x133 μm apgabals

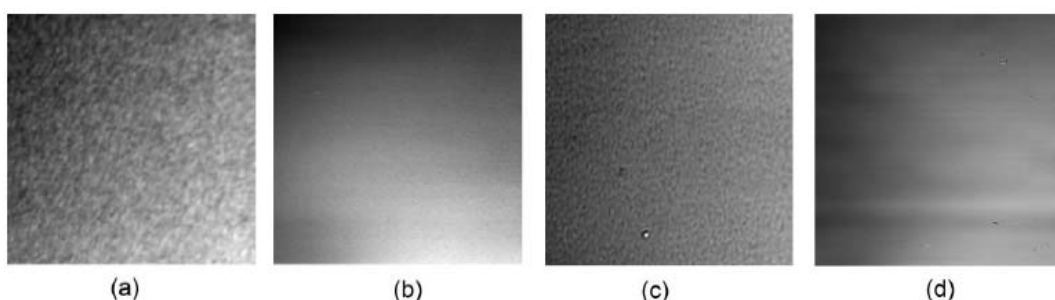


Fig. 1. Images of the n-type Si surface. Crystalline: (a) 24x19 μm area, (b) 110x133 μm area; amorphous: (c) 24x19 μm area, (d) p-type 110x133 μm area

OBTAINING AND INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF THE p- AND n- TYPE SEMICONDUCTOR THIN FILMS

J. Perveņecka, J. Butikova, G. Mārciņš
University of Latvia, Institute of Solid State Physics

p- and n- type Si thin films have been obtained using Plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD) technique. Changing the parameters of the process (deposition time, pressure, and gas flow), thin films of different thickness were obtained. Some of the obtained samples were thermally crystallised.

The most optimal PECVD parameters for obtaining the uniform thin films were discovered, as well as the influence of these parameters on the film thickness were determined.

BISMUTA TELURĪDA NANOVAĀDU SINTĒZE

J. Andžāne, U. Maļinovskis, G. Kunakova, D. Jevdokimovs, D. Erts
Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

Bismuta telurīda (Bi_2Te_3) nanostruktūras to īpašību dēļ ir perspektīvas kā „nano-celtniecības bloku” materiāli. Bismuta telurīds ir šaurjoslu slāņveida pusvadītājs, kurā ir novēroti topoloģiski aizsargāti virsmas stāvokļi, kas nozīmē, ka šis materiāls var uzvesties kā izolators savos iekšējos slāņos, bet kura virsma ir elektrovadoša. Tajā pašā laikā, bismuta telurīdam, it īpaši legētam ar antimonu vai selēnu, ir augsti efektīvs termoelektriskais efekts.

Parasti bismuta telurīda nanovadu sintēzei izmanto elektroķīmiskās nogulsnešanās un tvaiks-šķidrums-ciets (VLS) metodes, izmantojot zelta katalizatoru.

Šajā darbā ir prezentēta vienkārša viensoļa metode bismuta telurīda nanostruktūru tādu kā nanoplāksnes, nanovadi un nanolentes sintēzei. Sintēzes metodes pamatā ir Bi_2Te_3 fizikālas tvaiku nogulsnešanās, kurā nav izmantots katalizators. Bi:Te komponentu proporcijas un sintezēto struktūru formas ir atkarīgas no temperatūras gradienta nogulsnešanās procesa laikā.

BISMUTH TELLURIDE NANOWIRE SYNTHESIS

J. Andzane, U. Malinovskis, G. Kunakova, D. Jevdokimovs, D. Erts
Institute of Chemical Physics, University of Latvia

Bismuth telluride (Bi_2Te_3) nanostructures are of great interest as nanoscale building blocks due to properties of this material. Bismuth telluride is a narrow gap layered semiconductor in which topologically protected surface states have been observed meaning that this material could behave as an insulator in its interior but whose surface contains conducting states. At the same time, bismuth telluride, especially alloyed with antimony or selenium, has high-efficient thermoelectric effect.

Commonly used methods of bismuth telluride nanowire synthesis are electrochemical deposition and vapor-liquid-solid (VLS) growth method using gold catalyst. In this work, simple one-step method of bismuth telluride nanostructure (as nanoplates, nanowires and nanoribbons) synthesis is presented and discussed. Method is based on Bi_2Te_3 physical vapor deposition and does not require any catalyst. Bi:Te ratios and shapes of deposited structures depend on temperature gradient during the deposition process.

BISMUTA SULFĪDA NANOVAĀDU REĀLĀS UN IMAGINĀRĀS IMPEDANCES RAKSTUROJUMS

J. Katkevičs^{1,2}, G. Kunakova², A. Viksna^{1,2}, J. D. Holmes³, D. Erts²

¹*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

²*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

³*Nacionālas Īrijas universitātes Ķīmijas nodaļa*

Bi₂S₃ nanovadi tika sintezēti anodizēta alumīnija oksīda (AAO) nanoporās. Nanovadu pildījuma kvalitāte nanoporās tika noteikta, izmantojot skenējošas elektronu un atomāro spēku mikroskopijas metodes. Lai veiktu elektroķīmiskos eksperimentus ar trauslajiem Bi₂S₃/AAO paraugiem, tika izgatavota speciāla elektroķīmiskā šūna elektrolīta tilpumiem 0.1 – 0.2 ml.

Bi₂S₃ nanovadu, kas iepildīti AAO nanoporās, reālās un imaginārās pretestību raksturošanai tika izmantota elektroķīmiskā impedances spektroskopija (EIS). Tika analizētas Bode diagrammas. Tukšo AAO membrānu un Bi₂S₃/AAO matricu EIS spektru interpretācijai tikai salīdzināti vairāki ekvivalento shēmu modeļi.

Aprēķinātās ekvivalento shēmu modeļu individuālu elementu vērtības, kā arī impedances modulis dažāda Bi₂S₃ nanovadu pildījuma blīvuma paraugiem uzrādīja atkarību no nanovadu daudzuma matricās.

REAL AND IMAGINARY IMPEDANCE CHARACTERISTICS OF BISMUTH SULPHIDE NANOWIRES

J. Katkevics^{1,2}, G. Kunakova², A. Viksna^{1,2}, J. D. Holmes³, D. Erts²

¹*Department of Chemistry, University of Latvia*

²*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

³*Department of Chemistry, National University Ireland*

Bi₂S₃ nanowire arrays were fabricated inside anodic aluminium oxide (AAO) templates. Scanning Electron and Atomic Force Microscopy were used to characterize filling density of nanowire arrays. A specially engineered cell with a nominal electrolyte volume of 0.1 – 0.2 ml was constructed to hold the fragile Bi₂S₃/AAO samples and measure their electrochemical impedance.

Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) was used to characterize the real and imaginary resistance of Bi₂S₃ nanowires embedded into AAO membranes. Bode plot diagrams were analysed. EIS parameters of the electrochemical cell with not filled AAO membranes and Bi₂S₃/AAO samples were interpreted in terms of different equivalent circuit models.

Calculated values of the individual elements of equivalent circuit model and impedance modulus found to be dependent on the nanowire filling density in AAO membranes.

JUNGA MODUĻA NOTEIKŠANA Sb_2S_3 NANOVADEIEM

L. Jasulaneca¹, R. Meija¹, A. Livšics¹, J. D. Holmes², D. Erts¹

¹Latvijas Universitātes Ķīmiskās Fizikas institūts

²Nacionālās Īrijas Universitātes Ķīmijas fakultāte

Antimona sulfīds (Sb_2S_3) ir anizotrops pusvadītājs, kas, pateicoties tā termoelektriskajai jaudai un fotojutībai, augstajam absorbcijas koeficientam un aizliegtās zonas platumam redzamās gaismas un tuvo infrasarkanā viļņu diapazonā (1.78-2.5 eV), tiek uzskatīts par perspektīvu materiālu termoelektrisku, optoelektronisku, mikroviļņu un slēdžu ierīču izveidei.

Sb_2S_3 nanovadu mehāniskās īpašības līdz šim nav pētītas. Šajā darbā eksperimentāli tika noteikts Junga modulis Sb_2S_3 nanovadiem ar šķērsriezuma laukumiem robežās no $0.011 \mu\text{m}^2$ līdz $0.073 \mu\text{m}^2$. Eksperimenti tika veikti *in situ* skenējošā elektronu mikroskopā, nosakot elektriskā lauka ierosināto rezonanse frekvenci un veicot statistiskās lieces un kritisko spēku spiedes eksperimentus.

Eksperimentāli noteiktais Sb_2S_3 nanovadu Junga modulis kļūdu robežās sakrīt ar makroskopiska materiāla Junga moduli (33,8 GPa).

DETERMINATION OF YOUNG'S MODULUS OF Sb_2S_3 NANOWIRES

L. Jasulaneca¹, R. Meija¹, A. Livšics¹, J. D. Holmes², D. Erts¹

¹University of Latvia, Institute of Chemical Physics

²Department of Chemistry, National University Ireland

Antimony sulfide (Sb_2S_3) is an anisotropic semiconductor material. Due to its high thermoelectric power, photosensitivity, large absorption coefficient and direct band gap in the visible and near infrared range (1.78-2.5 eV), it has potential applications in thermoelectric, optoelectronic, microwave and switching devices.

In this work for the first time we present an investigation of Young's modulus in Sb_2S_3 nanowires. *In situ* electric-field induced mechanical resonance and static bending tests were carried out on individual Sb_2S_3 nanowires with cross-sectional areas ranging from $0.011 \mu\text{m}^2$ to $0.073 \mu\text{m}^2$. The buckling behaviour of Sb_2S_3 nanowires was also examined.

The experimentally determined Sb_2S_3 nanowire Young's modulus corresponds to that of bulk material Young's modulus reported in literature (33,8 GPa).

STENDA REFERĀTI

PROJEKTA 'SCIENCE LINK' REZULTĀTI

L. Grīnberga, A. Šternbergs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Projekts 'Science Link' ir tīkls starp vadošajām fotonu un neitronu avotu pētniecības iekārtām Vācijā un Zviedrijā un to lietotājiem. Projekta mērķis ir atbalstīt un veicināt inovācijas un uzņēmējdarbību Baltijas jūras reģionā.

Pēc trešā projektu konkursa slēgšanas ir apkopotī rezultāti par visiem uzņēmumiem, kuri izmantoja iespēju, lai pieteiktos bezmaksas pētījumiem sinhrotrona radiācijas centros. Kopumā 'Science Link' rīkotajā konkursā tika saņemti 66 pieteikumi. Pēc projektu izvērtēšanas komisija apstiprināja 47 pretendentu pieteikumus.

Uzņēmumiem tika sniegtas bezmaksas konsultācijas un atbalsts no zinātnieku puses pirms eksperimentu veikšanas, to laikā un arī pēc tam, kad bija nepieciešams saprast un izskaidrot iegūtos rezultātus, kas, visticamāk, ļaus uzņēmumiem uzlabot savu produkciju vai turpināt pētniecību.

Vislielākais apstiprināto projektu skaits no Zviedrijas un Polijas, bet no Latvijas uzņēmumiem tika apstiprināti 5, bet reāli mērījumi tika veikti tikai vienam. Visvairāk no pretendentiem darbojas celtniecības un inženierzinātņu nozarēs, materiālzinātnēs, dzīvības zinātnē un biotehnoloģiju jomās.

THE RESULTS OF THE PROJECT 'SCIENCE LINK'

L. Grinberga, A. Sternberg
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The project 'Science Link' is a network among the leading photon and neutron source research facilities in Germany and Sweden and their users. The project aims to support and promote innovation and entrepreneurship in the Baltic Sea region. After the closing of the third project call, the results are summarized and all companies who took the opportunity to apply for free experiments in the synchrotron radiation research centres are identified. Overall, 66 applications were received. After the evaluation of project proposals, the commission approved 47 candidates for free measurement time.

Companies were supported from the scientists before carrying out experiments, during the experiments and also after to explain and interpret the results, which are likely to enable companies to improve their products or to continue the research.

The highest number of the approved projects was from Sweden and Poland. Five proposals were approved from Latvian enterprises; however samples from only one company were measured. The highest representation amongst the applicants was from the construction and engineering industry, materials science, life science and biotechnology.

ADSORBĒTĀ ŪDEŅRAŽA PĒTĪJUMI DABĪGĀ UN SINTEZĒTĀ CEOLĪTĀ AR TILPUMA UN MASSPEKTROMETRIJAS METODĒM

A. Šivars¹, P. Lesničenoks², L. Grīnberga¹, J. Kleperis¹

¹ *Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts*

² *Rīgas Tehniskā Universitāte*

Iepriekšējos gados Ūdeņraža materiālu laboratorijā tika pētīta iespēja, izmantot dabīgo ceolītu kā ūdeņraža uzglabāšanas vidi transporta vajadzībām. Tomēr dabīgais ceolīts satur dažādus piemaisījumus un tā virsmas laukums un poru raksturlielumi variē, atkarībā no parauga.

Sintezējot ceolītu laboratorijā iespējams iegūt materiālu ar viendabīgāku struktūru un poru tilpumu, tāpēc tika veikta dažādu ceolītu veidu sintēze. Pēc literatūrā atrastām metodēm (Satokawa & Itabashi, 1997; Turnbull & Anderson, 2010) tika sintezēti NaA, NaY un clinoptilolīta paraugi autoklāvā. Iegūto ceolītu īpašības ir salīdzinātas ar dabīgā clinoptilolīta paraugiem.

Pētījumu laikā pilnveidota masspektroskopijas – ūdeņraža adsorbcijas pētījumu metodika, un noteikta gāzu mijiedarbība ar paraugu. Adsorbētā ūdeņraža daudzums noteikts izmantojot tilpuma metodi, bet paraugu materiālu struktūra tika noteikta ar rentgenstaru difrakciju.

Autori izsaka pateicību valsts pētījumu programmai enerģētikā - LATENERGI

HYDROGEN SORPTION STUDY IN NATURAL AND SYNTHESIZED ZEOLITES WITH VOLUMETRIC AND MASSPECTROSCOPY METHODS.

A. Šivars¹, P. Lesničenoks², L. Grīnberga¹, J. Kleperis¹

¹ *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

² *Riga Technical University*

In previous experiments in our laboratory the use of natural zeolite as a hydrogen storage environment were explored. Nevertheless, natural zeolite contains various impurities and the surface area and pore characteristics vary from sample to sample.

Synthesis of zeolites in laboratory could assure more exact structure and volume of pores. Using suggested synthesis methods (Satokawa & Itabashi, 1997; Turnbull & Anderson, 2010) NaA, NaY and clinoptilolite zeolites were synthesized in autoclave. The obtained zeolite properties are compared with the natural clinoptilolite samples.

During experiments masspectrometry - hydrogen adsorption research methodology was improved and interaction of gases with sample was determined. Amount of sorbed hydrogen is determined using the volumetric method, but the sample structure characterisation was carried out by X-ray diffraction.

The authors express their gratitude to the National research program - LATENERGI

PAŠSAKĀRTOTU TiO₂ NANOSTRUKTŪRU AUDZĒŠANAS ĪPATNĪBAS – METODIKA UN REZULTĀTI

A. Knoks¹, L. Kuhta², M. Milberga², L. Grīnberga¹, J. Kleperis¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Franču Licejs*

TiO₂ nanostruktūras pēdējā laikā ir kļuvušas par aktīvas pētniecības objektu, jo tās var iegūt ar labi sakārtotu struktūru, lielu īpatnējās virsmas laukumu un vienvirziena lādiņa pārnesei, kas ir svarīgi pielietojumiem Saules baterijās, ūdens sadalīšanā un citur.

Darbā ir pētītas dažādu TiO₂ nanostruktūru audzēšanas īpatnības, to fotokatalītiskās aktivitāte un salīdzināti iegūtie rezultāti. Uz titāna plāksnēm ķīmiskās anodēšanas procesā tika iegūtas TiO₂ nanostruktūras. Nanostruktūru augšanas ātrumu un formu ietekmē titānā plāksnītei pievadītais spriegums, laiks, elektrolīta sastāvs un temperatūra. Beidzoties anodēšanas procesam kārtiņas tika skalotas un izkarsētas vēlamās anatāza fāzes iegūšanai.

Iegūto paraugu struktūra tika pētīta izmantojot rentgenstaru difrakciju, bet virsmas morfoloģija tika aplūkota ar skenējošo elektronu mikroskopu. Fotoaktivitāte un elektroķīmiskās īpašības noteiktas ar Voltalab potenciostat.

Pateicība:

Valsts pētījumu programmas 'IMIS' 1. projektam.

THE FEATURES OF SELF-ASSEMBLING TiO₂ NANOSTRUCTURES GROWTH - METHODOLOGY AND RESULTS

A. Knoks¹, L. Kuhta², M. Milberga², L. Grīnberga¹, J. Kleperis¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Riga French Lyceum*

TiO₂ nanostructures has recently become an attractive research object due to their well-ordered structure, large specific surface area and the one-way charge transfer, which is important for applications in solar cells and water splitting.

In this work the features of TiO₂ self-assembled nanostructures growth and their photo-catalytical activity is explored. TiO₂ nanostructures were obtained on titanium substrate by electro-chemical anodising process. The growth rate and shape of the nanostructures are influenced by supply voltage on titanium plate, time, electrolyte composition and temperature. After anodising samples were washed and crystallised at 500 °C temperature for 4 hours to obtain anatase structure.

XRD was used for structure analysis. Morphology of coatings was examined by SEM. Photo-activity and electrochemical characteristics were determined by potentiostat VoltaLab.

Acknowledgements:

To the 1st project of the National Research Program 'IMIS'.

DOPĒTU CINKA OKSĪDA NANODAĻIŅU SINTĒZE UN FOTOKATALĪTISKĀ AKTIVITĀTE

J. Grabis, A. Letlena, A. Krūmiņa

Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts

Ir zināms, ka ZnO dopēšana ar metāliem ietekmē tā optiskās, elektriskās un fotoelektriskās īpašības, bet iegūtie rezultāti ir pretrunīgi, atkarīgi no izmantotajām sintēzes un pārbaudes metodēm.

Darbā, apstrādājot abilstošo metālu sāļu šķīdumus mikroviļņu reaktorā (150 °C, 40 min), iegūtas ZnO, ZnO/Ag, Zn/Fe, ZnO/Co, ZnO/Ni nanodaļiņas un noteikta to fotokatalītiskā aktivitāte MB šķīduma sadalīšanā UV starojumā atkarībā no dopanta koncentrācijas.

Nanodaļiņu īpatnējā virsma ir 22,8–28,5 m²/g, ZnO kristalītu izmēri ir 30–40 nm, Ag – 50–55 nm. ZnO raksturīga tetrapoīdu vai garenisku daļiņu forma. Ag daļiņas izvietotas uz ZnO virsmas. Saskaņā ar rentgenanalīzes datiem Fe, Ni, Co ievietojas ZnO režģī un, ja to koncentrācija ir lielāka nekā 1,5 mol%, veido arī papildus ZnMeO₄ tipa fāzes.

ZnO/Me fotokatalītiskā aktivitāte ir atkarīga no Me koncentrācijas un veida. ZnO/Ag nanodaļiņām ar Ag daudzumu 2 mol% fotokatalītiskā aktivitāte ir divas reizes lielāka nekā ZnO. ZnO/Fe, Ni, Co fotokatalītiskā aktivitāte, ja Me koncentrācija ir 0,2 mol% ir līdzīga ar tīra cinka fotokatalītisko aktivitāti. Lielākas Me koncentrācijas fotokatalītisko aktivitāti samazina sakarā ar papildus fāžu veidošanos.

PREPARATION OF DOPED ZINC OXIDE NANOPARTICLES AND THEIR PHOTOCATALYTIC ACTIVITY

J. Grabis, A. Letlena, A. Krūmiņa

Riga Technical University Institute of Inorganic Chemistry

It is known, that metal dopants influence optical, electrical and photocatalytic characteristics of ZnO but the obtained data are somewhat contradictory because the different synthesis and testing methods are used.

In the present work doped ZnO, ZnO/Ag, Zn/Fe, ZnO/Co, ZnO/Ni nanoparticles were prepared from solution of salts by microwave synthesis (150 °C, 40 min) and their photocatalytic activity in degradation MB solution under UV radiation was determined.

The specific surface area of the prepared particles was in the range of 22.8–28.5 m²/g, in the dependence on the amount of the dopants. Crystallite size of ZnO was in the range of 30–40 nm but of Ag – in the range of 50–55 nm. The products were composed of tetrapode-shaped and rod-like particles. Ag particles were deposited on the surface of ZnO. The shift of diffraction maxima of ZnO/Me powders showed that Fe, Ni, Co were incorporated in ZnO lattice. The amount of the dopants up to 1.5 mol% promoted formation of extra-phase ZnMeO₄.

The photocatalytic activity of the doped ZnO depended on the Me concentration. The photocatalytic activity of ZnO doped with 2 mol% Ag was two times higher with respect to pure ZnO. The photocatalytic activity of ZnO doped with Fe, Ni, Co (0.2 mol%) was similar to that of ZnO but decreased at higher amounts of dopants, obviously, due to formation of extra-phases.

**AR NEORGANISKIEM SAVIENOJUMIEM MODIFICĒTU SULFONĒTU
POLI-ĒTER-ĒTER-KETONA MEMBRĀNU PROTONU VADĀMĪBAS
PĒTĪJUMI**

J. Hodakovska, J. Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Degvielas šūnai ir nepieciešamas membrānas ar sekojošām īpašībām: (1) laba protonu vadītspēja, (2) zema elektronu vadītspēja, (3) zema degvielas un oksidanta cauriešanas spēja, (4) zema ūdens pārvešana difūzijas un elektro-osmozes dēļ, (5) ķīmiskā stabilitāte, (6) mehāniska stabilitāte ar un bez absorbētā ūdens, (7) zemas izmaksas un (8) spēja veidot labu kontaktu ar elektrodēm [1]. Lai izveidotu materiālu, kuram ir tādas īpašības, izmanto dažādas metodes, ieskaitot arī organisko-neorganisko nanokompozītu sintēzi.

Darbā ir veikta sulfonēta poli-ēter-ēter-ketona un titāna oksīda nanokompozīta sintēze un pētītas īpašības atkarībā no iegūtā kompozīta sastāva un apstrādes metodes. Iegūti rezultāti un analizētas sekojošas īpašības: mehāniska stabilitāte (kvalitatīvs novērtējums), ūdens absorbcija un protonu vadītspēja. Membrānas īpašību uzlabošanai izmantota to apstrāde ar skābi un ūdeni.

J.Hodakovska pateicas ESF Grantam Nr. 1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/021 par finansiālu atbalstu.

**RESEARCH OF PROTON CONDUCTIVITY IN SULFONATED POLY
(ETHER ETHER KETONE) MEMBRANES MODIFIED WITH INORGANIC
COMPOUNDS**

J. Hodakovska, J. Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

A fuel cell needs a membrane with following properties: (1) high proton conductivity, (2) low electronic conductivity, (3) low fuel's and oxidant's permeability, (4) low water transport caused by diffusion and electro-osmosis, (5) chemical stability, (6) mechanical stability in both dry and hydrated states, (7) low cost and (8) capability to make good contact with electrodes [1]. To prepare material with abovementioned properties several methods can be used, including organic-inorganic nanocomposite synthesis.

In this work authors are reporting results on ongoing research of sulfonated poly (ether-ether-ketone) and titanium oxide nanocomposites. The following properties are discussed in this report: qualitative estimation of mechanical stability and quantitative estimation of water absorption and proton conductivity. An activation of membrane by acid and water is used to improve properties of membrane.

The financial support from ESF Fund No 1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/021 is greatly acknowledged by J.Hodakovska.

[1] Bijay P. Tripathi, Vinod K. Shahi. Organic–inorganic nanocomposite polymer electrolyte membranes for fuel cell applications. *Progress in Polymer Science* 36 (2011) 945–979.

ELEKTROĶĪMISKĀS UN GĀZU ANALĪZES METODES GAISMAS JŪTĪBAS ĪPAŠĪBU PĒTĪŠANAI FOTOKATALĪTISKIEM MATERIĀLIEM

M. Vanags¹, A. Šutka²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās Universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte*

Darbā izstrādātas fotoelektroķīmisku mērījumu metodes pusvadītāja materiāla fotostrāvas, plakanas zonas potenciāla un donorkārtiņnesēju blīvuma noteikšanai. Pamatā ir trīs elektrodu fotoelektroķīmiskā šūna, kur darba elektrods - uz vadošas pamatnes uzputināta pusvadītāja materiāla, palīgelektrods - platīna loksne, references elektrods - platīna stieple, kuras potenciāls ir tuvs normālam ūdeņraža potenciālam, un 1M NaOH elektrolīts. Šūnai ir kvarca logs un gaismas modulators – periodiskai parauga apgaismošanai. Mērījumiem tiek izmantots potenciostats Voltalab PGZ 301. Fotostrāva tiek noteikta, mērot voltampēra raksturlīkni no -100mV līdz 600mV ar sprieguma izvērzes ātrumu 2mV/s un periodiskiem gaismas impulsiem 5-10 s. Plakanas zonas potenciāls un donorkārtiņnesēju blīvums tiek noteikts no Mota-Šotkes (Mott – Shottky) līknes. Lai to iegūtu, darba elektrodam tiek mērīti impedances spektri frekvenču intervālā 1Hz – 100 kHz pie polarizācijas sprieguma -350 - 100mV ar soli 50 mV. Iegūtos impedances spektrus izmanto, lai programmā ZView izvēlētam ekvivalentas shēmas modelim noteiktu barjeras slāņa kapacitāti, kuru atliekot kā polarizācijas sprieguma funkciju, iegūst Mota Šotkes līkni. Lai analizētu fotokatalīzes procesā izdalītās gāzes, izveidota speciāla nerūsējošā tērauda šūna ar kvarca logu un gāzes izvadu uz masspektrometru RGA Pro100.

Autori pateicas ESF projektam Nr 2013/0010/1DP/1.1.2.0/APIA/VIAA/030 par finansiālu atbalstu pētniecībā.

ELECTROCHEMICAL AND GAS ANALYSIS METHODS FOR STUDYING THE PROPERTIES OF LIGHT SENSITIVITY OF PHOTOCATALYTIC MATERIALS

M. Vanags¹, A. Šutka²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University*

Electrochemical and gas analysis methods are developed for studying the light sensitivity properties of photocatalytic semiconducting materials. Basic research unit is three electrode photoelectrochemical cell with working electrode – semiconducting material coated onto conducting substrate, counter electrode - platinum sheet, the reference electrode - platinum wire with the potential close to the normal hydrogen electrode, 1 M NaOH electrolyte. Cell has a quartz window and a light modulator – for periodic illumination of the sample. All electrochemical measurements are performed with potentiostat Voltalab PGZ 301. The photocurrent is determined by measuring the volt-ampere characteristic from -100mV to 600mV with a voltage scan rate of 2 mV/s and periodic light pulses of 5-10 s. Flat area and potential and density of donor charge carriers are determined from Mott - Shottky curves in next way. The impedance spectra in the frequency range of 1 Hz - 100 kHz at different polarization voltages (-350 - 100mV with increments of 50 mV) are measured for working electrode and processed with impedance calculation program ZView. Using specified equivalent circuit model, the capacity of barrier layer is calculated for each impedance spectra and plotted as a function from polarization voltage, obtaining the Mott Shottky curve. In order to analyze released gases from photoelectrochemical cell, a special stainless steel cell is made with a quartz window and a gas outlet to the mass spectrometer RGA Pro100.

The financial support from ESF project No 2013/0010/1DP/1.1.2.0/APIA/VIAA/030 is greatly acknowledged.

TĪRA UN MODIFICĒTA HEMATĪTA Fe_2O_3 PLĀNU KĀRTIŅU FOTOELEKTROĶĪMISKO ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI

M. Vanags¹, A. Šutka²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās Universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte*

Darbā izpētītas α - Fe_2O_3 plānas kārtiņas fotoelektroķīmiskās īpašības. Kārtiņas uzputinātas uz vadošas stikla pamatnes (stikls ar ITO pārklājumu), izmantojot izsmidzināšanas pirolīzes metodi. Fotoelektroķīmiskā aktivitāte izvērtēta no iegūtās fotostrāvas vērtībām, kuras mērītas fotoelektroķīmiskā šūnā, par atbalsta elektrodu izmantojot platīna loksni un par references elektrodu - gan kalomela, gan ūdeņraža elektrodus. Iegūtie rezultāti tiek salīdzināti. Sintezētajiem paraugiem papildus uzņemta Mota – Šotkes (Mott – Shottky) līkne, no kuras noteikts plakanas zonas potenciāls un donoru lādiņnesēju koncentrācija. Kārtiņai no absorbcijas spektra tika noteikts arī aizliegtās zonas platums. Eksperimentālā metodē iegūti rezultāti, kas labi atbilst ar iepriekš zinātniskos rakstos līdzīgiem materiāliem publicētiem rezultātiem, tādēļ metodi turpmāk varēs pielietot dažādu citu materiālu fotoelektroķīmisko īpašību noteikšanā.

Autori pateicas ESF projektam Nr 2013/0010/1DP/1.1.2.0/APIA/VIAA/030 par finansiālu atbalstu pētniecībā.

PHOTO-ELECTRO-CHEMICAL PROPERTIES OF CLEAN AND MODIFIED HEMATITE Fe_2O_3 THIN LAYER

M. Vanags¹, A. Šutka²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University*

Photo-electrochemical properties of thin film α - Fe_2O_3 investigated in this report. Thin film layers are sputtered on the conducting glass substrate (coated with ITO film)) by using a spray pyrolysis method. Photo-electrochemical activity is evaluated from the resulting photocurrent values measured in photo-electrochemical cell equipped with counter electrode (the platinum sheet) and the reference electrode (two different electrodes are used - calomel and standard hydrogen electrodes, and obtained results compared). For sputtered samples the Mott – Shottky (MS) curve is measured using combined polarization-impedance curve method in darkness and in light. From MS curve the flat band potential and donor charge carrier concentration are calculated. The width of optical forbidden gap of thin layers is measured from light absorption spectra. Obtained experimental results are in a good match with the published information in scientific research articles for similar materials, so the method is able to be used for determination the photo-electrochemical properties for variety of other materials.

The financial support from ESF project No 2013/0010/1DP/1.1.2.0/APIA/VIAA/030 is greatly acknowledged.

V-A LĪKŅU METODES PIELIETOŠANA PROCESU EFEKTIVITĀTES NOTEIKŠANAI IMPULSU UN LĪDZSTRĀVAS ŪDENS ELEKTROLĪZĒ

M. Vanags, J. Kleperis, G. Bajārs

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā tiek attīstīta eksperimentāla metode impulsa elektrolīzes salīdzināšanai ar DC elektrolīzi. Metodes būtība balstās uz polarizācijas līknes iegūšanu impulsa elektrolīzē. Tiek atrastas strāvas un sprieguma impulsa efektīvās vērtības. Mainot impulsa amplitūdu, mainās arī sprieguma efektīvās vērtības, tādā veidā iegūstot vairākus punktus VA plaknē, kas rezultātā dod polarizācijas līkni. To salīdzina tālāk ar DC polarizācijas līkni, kas iegūta ar potenciostatu. Rezultāti (Fig.1) rāda, ka 0,1M KOH šķīdumā impulsa elektrolīze uz nerūsējošā tērauda (marka SUS 316L) ir intensīvāka salīdzinājumā ar DC elektrolīzi. Ja polarizācijas līknes lineāro daļu apmēram uz taisni, tad slīpuma koeficients impulsa elektrolīzei ir gandrīz divas reizes lielāks kā DC elektrolīzei. Savukārt, pie koncentrācijas 0,3 un 0,5M abu režīmu elektrolīzes ir apmēram vienādas.

Autori pateicas Valsts Pētījumu programmai LATENERGI par finansiālu atbalstu pētniecībā.

V-A CURVE METHOD FOR DETERMINATION THE EFFICIENCY OF WATER ELECTROLYSIS IN PULSE AND DC PROCESSES

M. Vanags, J. Kleperis, G. Bajars

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Experimental method is being developed to compare pulse electrolysis with DC electrolysis. Essence of the method is based on the acquisition of polarization curves in the process of pulse electrolysis from root mean square (rms) voltage and current values. By changing the pulse amplitude also changes the values of rms voltage and current, thereby producing a number of points VA plane, resulting in a polarization curve for pulse electrolysis process. It further can be compared with the DC polarization curve, measured directly with potentiostat. The results show (Fig.1) that in 0.1 M KOH solution electrolysis in pulse regime on stainless steel (SUS 316L brand) is more intense in comparison with DC electrolysis. If the polarization curve approximates to a straight line, it is seen that the slope of pulse electrolysis is nearly twice as large as that for DC electrolysis. On the other hand, at a higher concentrations of KOH electrolyte (0,3 and 0,5 M) both processes, pulse and DC electrolysis, are similar.

The financial support from National Research Program LATENERGI is greatly acknowledged.

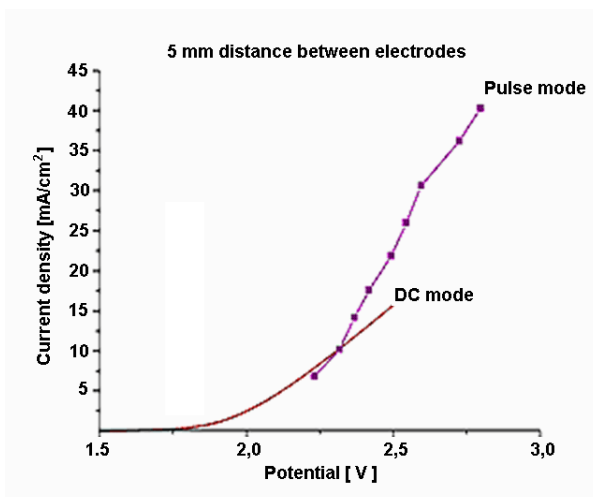


Fig. 1. Volt-ampere polarization curves of steel electrode in 0,1 M KOH measured in direct current (DC) mode and in pulse mode.

ŪDEŅRAŽA DAUDZUMA NOTEIKŠANA, IZMANTOJOT TEHNISKO GLICERĪNU ANAEROBO BAKTĒRIJU FERMENTĀCIJAS PROCESĀ

I. Dimanta¹, Z. Rutkovska¹, J. Kleperis¹, I. Muižnieks²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Bioloģijas fakultātes Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas katedra*

Ūdeņradis (H₂) ir atjaunojams, tīrs enerģijas avots ar ievērojamu enerģijas blīvumu, kas nodrošina videi draudzīgu un ilgtspējīgu attīstību. Bioloģiski veidots ūdeņradis var būt efektīvs energoapgādes risinājums, jo tā iegūšanai praktiski nav jātērē citi enerģētiskie resursi un to iespējams iegūt, izmantojot rūpnieciskos atkritumus, piemēram, tehnisko glicerīnu. Glicerīnu metabolizē vairākas baktēriju grupas, taču optimālus rezultātus iespējams iegūt, izmantojot anaerobo baktēriju fermentācijas procesu. Ūdeņraža koncentrācijas daudzuma noteikšanai izmantots Klarka elektroda mikrosensors (Unisense, Dānija), kas mēra izšķīdušo molekulāro ūdeņradi. Baktēriju fermentācijā saražotā ūdeņraža daudzuma noteikšanai gāzes fāzē tika izmantota masspektrometrijas analīze (masspektrometrs RGAPro 100, Francija). Ūdeņraža koncentrācijas mērīšanai gāzes fāzē plašāka mēroga producentu testēšanai veiksmīga bija invertēto mēģeņu sistēma, kurā, ar baktēriju veidoto gāzi izspiežot sārnu no invertētās mēģenes, varēja noteikt ūdeņraža veidošanās daudzumu un ar šļirci paņemt paraugus gāzu sastāva analīzei masspektrometrā. Izmantotās metodes un izveidotās testsistēmas ļāva salīdzinoši novērtēt producentu produktivitāti, izmantojot tehnisko glicerīnu kā substrātu.

HYDROGEN YIELD ANALYSIS, USING CRUDE GLYCEROL IN ANAEROBIC BACTERIA FERMENTATION

I. Dimanta¹, Z. Rutkovska¹, J. Kleperis¹, I. Muižnieks²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Department of Microbiology and biotechnology, Faculty of Biology, University of Latvia*

Hydrogen is renewable, clean energy carrier with high energy density. Biological production of hydrogen by bacterial anaerobic fermentation of widely available renewable resources is a promising and advantageous area, given that substrates are industrial by-products, for example, crude glycerol. Glycerol can be metabolized using different bacteria, but optimal results can be achieved using anaerobic fermentation process. Hydrogen concentration analysis in liquid phase were made using Clark electrode microsensor (Unisense, Denmark). For hydrogen analysis in the gas phase the RGAPro-100 mass-spectrometer connected to the experimental test-system was used. In order to measure different bacteria hydrogen production yields, inverted test-tube system was used and gas samples with syringe for gas content analysis were taken and measured in the mass-spectrometer. Test-systems were optimised to allow on-line estimation of hydrogen production in liquid and gaseous phase and the factors, influencing the bacterial capability to produce hydrogen at fermentation of crude glycerol, as well as the possibilities to optimize the measuring process were investigated.

Authors ID, ZR and JK acknowledge financial support from National Research program LATENERGI.

BREMZĒŠANAS ENERĢIJAS UZKRĀŠANA ELEKTRISKĀ VELOSIPĒDĀ

K. Beitāns¹, V. Vīgants¹, V. Nemcevs², M. Vanags², J. Kleperis²

¹*Rīgas Franču Licejs*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pēdējos gados Rīgā tiek atklāti jauni veloceliņi, un daudzi rīdzinieki regulāri brauc pa tiem jo tas ir ātrāk, nekā braukt ar sabiedrisko transportu, vai ar mašīnu, palīdz uzturēt fizisko formu, un, galvenais, ir videi draudzīgi. Tomēr daudzi cilvēki neizvēlas pārvietoties ar riteni, jo tas ir fiziski grūti, bet ar elektrovelosipēdu tā vairs nav problēma. Izrādās, ka vairumam Latvijā pieejamo elektrovelosipēdu bremsēšanas enerģija netiek uzkrāta, turklāt, ripojot pēc inerces un bremzējot, elektromotors automātiski tiek atslēgts no energovadības shēmas, lai nestrādātu kā ģenerators un nebremzētu riteni. Mūsu pētījuma mērķis bija reālam elektrovelosipēdam pārveidot kinemātisko mezglu tā, lai bremsēšanu varētu veikt ar elektromotoru, to darbinot ģenerācijas režīmā. Pēc tam tika izveidota elektroniska shēma, kas ļāva ģeneratora saražoto elektrību uzkrāt superkondensatorā. Tā ka bremsēšanas ceļš nedrīkst būt garš, ģenerators slogošanai nepieciešams ietilpīgs superkondensators ar mazu ieejas pretestību, ko iespējams ātri uzlādēt ar lielu īslaicīgu strāvu. Tādējādi tiek nodrošināts, ka tiek uzkrāta bremsēšanas kinētiskā enerģija, ko pēc tam var izmantot velosipēda akumulatora papildus uzlādei un palielināt ar vienu akumulatora uzlādes reizi nobraucamo attālumu.

Autori pateicas uzņēmumam Blue Shock Bike par tehnisku atbalstu pētniecībā.

STORAGE OF THE BRAKING ENERGY IN ELECTRIC BICYCLE

K. Beitans¹, V. Vigants¹, V. Nemcevs², M. Vanags², J. Kleperis²

¹*Riga French Lyceum*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

In recent years the numbers of new bicycle paths are opened in Riga, and many residents commute through them because it is faster than a ride by public transport or by car, helps to keep in shape, and, most importantly, is environmentally friendly. However, many people choose not to move with the bike as it is physically difficult. Nevertheless with electric bike it is no longer a problem. It was a surprise to learn that the majority of electric bikes in Latvia are not equipped with the ability to store braking energy, and the electric motor is automatically disconnected from the energy management scheme when rolling by inertia and braking. This is in order to prevent the electric motor can work as a generator, directly contrary to our interests. For our research we used a real electric bike assembled together in Ltd Blue Shock Bike (Latvia), and the first task was to transform the kinematic system so that braking can be accomplished by an electric motor, operation in the generating mode. This was followed by formation of an electronic circuit, which allowed to accumulate the electricity produced by generator in the supercapacitor. Since the braking distance should not be long, the loading of the generator requires commodious supercapacitor with low input resistance, which can be quickly recharged with large transient currents. This ensures that kinetic energy of braking is stored and can be used to charge the battery of bike and increase the distance that can be driven with a single battery charge time.

The technical support from Ltd Blue Shock Bike is greatly acknowledged.

TELEMETRIJAS DATU KONTROLES UN PĀRRAIDES IEKĀRTA

J. Veinbergs^{1,2}, V. Romančenko³

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*SIA "Klinkmann"*

³*AS „Latvijas Gāze”*

Mūsdienās arvien lielāku nozīmi iegūst attālināta iekārtu darbības kontrole un iegūto mērdatu pārraide.

Šāda pieeja dod iespēju sekot un dispečeru punktos vizuāli novērot attālinātu iekārtu mērdatu parametrus, kontrolēt un savlaicīgi reaģēt uz iespējamo avārijas situāciju rašanos attālinātajā objektā, saņemt brīdinājuma signālus par nesankcionētu piekļuvi (informācija apsardzes firmai).

Telemetrijas datu kontroles un pārraides iekārta paredzēta gāzes regulēšanas punktu (GRP) attālinātai kontrolei un iegūto datu pārraidei, izmantojot mobilos sakarus.

Iekārta GRP kontrolē un pārraida datus par:

1. Ieejošo un izejošo gāzes spiedienu.
2. Temperatūru GRP tehnoloģiskajā telpā un temperatūru telemetrijas aparatūras skapī
3. Gāzes noplūdi GRP tehnoloģiskajā telpā
4. Tīkla sprieguma (~220V, AC) esamību telemetrijas skapī
5. Diferenciālo gāzes spiedienu
6. Gāzes cauruļu katodaizsardzības potenciālu, kā arī iespējama katodstacijas parametru (strāvas un sprieguma) kontrole
7. Nesankcionētu piekļuvi GRP telpās.

Darbā apskatīta uz firmas „UNITRONIC” industriālā kontroliera V120-22R2 bāzes radītās ierīces struktūrshēma un iekārtas attēls.

EQUIPMENT OF TELEMETRY DATA CONTROL AND TRANSMISSION

J. Veinbergs^{1,2}, V. Romančenko³

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Klinkmann Ltd*

³*"Latvijas Gāze", JSC*

Remote equipment control activities and data transmission of measurement results are of growing importance.

This approach enables possibility to follow and visually observe remote device measurement data parameters, control and timely response to a possible emergency situation occurring at the remote object and receiving warnings about unauthorized access providing information for Security Company.

Telemetry data control and transmission equipment of gas regulation points (GRP) is designed for the remote control and the resulting data transmission via mobile communications.

The device controls the GRP and transmits data on:

1. Input and output gas pressure.
2. The temperature in GRP technological space and temperature of telemetry equipment box.
3. Gas leak in GRP technological space
4. Existence of Mains Voltage (220V AC) in telemetry box.
5. The differential pressure of the gas.
6. Gas pipe cathodic protection potential as well as possible cathode station parameters (current and voltage) control.
7. Unauthorized access to the premises of the GRP

The paper deals with the structural scheme and image of device, developed on bases of company "UNITRONIC" Industrial Controller V120 - 22R2

ATMIŅAS UN NOVECOŠANĀS EFEKTI AR Mn DOPĒTĀ PLZT ELEKTROOPTISKAJĀ KERAMIKĀ

L. Kundziņa¹, M. Kundziņš², K. Kundziņš², V. Dimza², A. Plaude²

¹Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Vairums segnetelektrisko materiālu uzrāda tā saucamo novecošanās efektu, t.i. pakāpeniskas fizikālo īpašību izmaiņas laikā. Tāpēc ir būtiski izprast novecošanās fizikālo izcelsmi, lai varētu to kontrolēt vai novērst.

Darbā tika pētīti novecošanās procesi nelegētā elektropoptiskajā PLZT 8/65/35 (La8) un legētā ar Mn, Fe, Co, Cu (Me) piedevām.

Īpaši detalizēti tika pētītas novecošanās procesu izmaiņas legētos paraugos ar dažādu Mn piedevu koncentrāciju (Mn=0,01; 0,1; 0,3; 1,0 un 3,0 sv.%).

Paraugu struktūras izmaiņas pie legēšanas tika kontrolētas ar SEM un XRD metodēm.

Novecošanās efekti tika pētīti mērot kompleksās dielektriskās caurlaidības $\epsilon^* = \epsilon' - i\epsilon''$ temperatūras un frekvences atkarības (frekvenču diapazonā 130 Hz-1MHz), kā arī polarizācijas cilpas P(E).

Konstatēts, ka Me=1 sv.% paraugos novecošanās efekti būtiski samazinās.

Tiek diskutēti iespējamie novecošanās mikromehānismi: skābekļa vakanču Vo migrācija, Mn²⁺-Vo dipolu pārorientācijas, telpas lādiņu polarizācija.

MEMORY AND AGING EFFECTS IN ELECTRO-OPTICAL PLZT 8/65/35 CERAMICS MODIFIED WITH Mn ADDITIVE

L. Kundziņa¹, M. Kundziņš², K. Kundziņš², V. Dimza², A. Plaude²

¹Riga Technical University

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Most ferroelectric materials exhibit aging effect (a time-dependent gradual change in physical properties) in their ferroelectric state. In this work the aging process in relaxor electro-optical PLZT 8/65/35 ceramics modified with Mn, Fe, Co, Cu (Me) additives was studied.

Specific details were investigated in the aging process changes in samples doped with different concentrations of Mn additive (Mn = 0.01, 0.1, 0.3, 1.0 and 3.0 wt.%).

The sample structure changes with additive were controlled by SEM and XRD methods.

Aging effects were studied by measuring the complex dielectric permeability $\epsilon^* = \epsilon' - i\epsilon''$ temperature and frequency dependencies (the frequency range 130 Hz to 1 MHz) and polarization loops P(E).

It was found that aging is significantly reduced at Me = 1 wt.%.

The mechanisms of the phenomena are discussed, such as: migration of oxygen vacancies Vo, reorientation of dipoles Me²⁺-Vo, interfacial space charge polarization.

KARBONIZĒTO Na-Al-Si STIKLA ŠĶIEDRAS AUDUMU HIDRATIZĀCIJAS KINĒTIKA

Ē. Pentjušs, A. Lūsis, J. Gabrusenoks, G. Bajārs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pētījumu objekts- rūpnieciski ražots Na-Al-Si stikla šķiedras audums uz kura elementāro šķiedru virsmas difundējušie Na^+ joni, reaģējot ar CO_2 un ūdens tvaikiem no atmosfēras, mēnešu vai gadu laikā tur veido karbonātu čaulu. Čaula sastāv no tronas ($\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) un nātrija karbonāta hidrāta ($\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$) un ir hidroskopiska. Analizēta auduma dehidratizācija (pēc slapināšanas) un hidratizācija istabas apstākļos pēc karsēšanas diapazonā no 95°C (sagrauta trona) līdz 200°C (dehidratēts nātrija karbonāts). Svara krituma un pieauguma laika atkarības analizētas izmantojot regresiju tehniku. Ūdens pārpalikuma apstākļos auduma svars lineāri samazinās laikā ar koeficientu, kas tuvs pie iztvaikošanas no ūdens virsmas. Ūdens daudzumam samazinoties parādās ūdens saķeres iespaids ar čaulas virsmu un porām, kas izpaužas pārejā uz svara mono-eksponenciālu kritumu. Regresiju analīze parāda ka pēc izkarsēšanas audums sākumā atgūst svaru pēc bi-eksponenciāla likuma, kura eksponente ar mazāko laika konstanti saistīta ar ūdens absorbciju uz čaulas virsmas un otra ar ūdens difūziju tās iekšienē. Vēlāk parādās auduma biezuma augšana, saistīta ar neatgriezenisku ūdens iebūvēšanos, ar karsēšanu sagrautās tronas un hidratizētā nātrija karbonātam atjaunošanos. Gala stādijā process ir mono eksponenciāls un relatīvi lēns. Svara atjaunošanās pakāpi nosaka vides mitrums.

HYDRATATION KINETICS OF CARBONIZED Na-Al-Si GLASS FIBER FABRICS

Ē. Pentjušs, A. Lūsis, J. Gabrusenoks, G. Bajārs
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Object of research is industrially produced Na-Al-Si glass fiber fabrics having diffusion of Na^+ ions to surface of elementary fibers, that react with CO_2 and humidity from atmosphere and create the shell of mixture of trona ($\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and hydrate of sodium carbonate ($\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$). The dehydration of wet fabrics and hydration of heated in range from 95°C (decomposition of trona) to 200°C (decomposition of $\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$) at room conditions are determined. The weight increase and decrease on time are analyzed by regression technique.

At a high content of water the weight decreases linearly. Decrease of water content in fabrics leads to change linear relation to exponential. Regression analysis showed bi-exponential weight increase immediately after heating. The short time exponent predictable is associated with water absorption on the shell surface and second exponent with water diffusion to shell. Later appears the fabric thickness growth, associated with irreversible water incorporation into the molecules, the heat shattered throne, and hydrated sodium carbonate recovery. The final weight changes are mono-exponential and relatively slow. Weight recovery levels are determined by environmental humidity.

Pateicamies par finansiālu atbalstu Valsts programmai IMIS

**MEHĀNISKĀS DEFORMĀCIJAS IZRAISĪTAS MAINSTRĀVAS
VADĀMĪBAS IZMAIŅAS POLIIZOPRĒNA / NANOSTRUKTURĒTA
OGLEKĻA KOMPOZĪTOS**

K. Ozols, M. Knite

Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts

Daudzas zinātnieku grupas izstrādā un testē polimēru/elektrovadošu nanodaļiņu kompozītus pielietojumam dažādos sensoros. Mūsu darbs tika veikts, lai varētu labāk optimizēt poliizoprēna/nanostrukturētu oglekļa kvēpu (PNOK) kompozītus pielietojumam sensoros, veicot vadāmības relatīvo izmaiņu (VRI) mērījumus maiņstrāvas režīmā atkarībā no kompozītu mehāniskās deformācijas. PNOK paraugi ar dažādu nanostrukturētu oglekļa kvēpu pildvielas daudzumu tika testēti frekvenču diapazonā no 20 Hz līdz 2 MHz. Mērījumi parādīja, ka VRI maksimums PNOK paraugiem ar zemu oglekļa pildvielas daudzumu (4-5 masas daļas nanostrukturētu oglekļa kvēpu uz 100 masas daļām poliizoprēna) atrodas tikai pie pašām zemākajām mērītajām frekvencēm, bet PNOK paraugi ar augstu pildvielas koncentrāciju (8-10 masas daļas pildvielas) uzrādīja plašu, nemainīga lieluma VRI plato līdz vismaz 10 kHz.

**MECHANICAL DEFORMATION INDUCED ALTERNATING CURRENT
CONDUCTANCE CHANGES OF POLYISOPRENE / NANOSTRUCTURED
CARBON COMPOSITES**

K. Ozols, M. Knite

Institute of Technical Physics, Riga Technical University

Polymer/conductive nanoparticle composites are being created and tested for different sensor applications by many scientific groups. Our work was done to be able to better optimize polyisoprene/nanostructured carbon black (PNCB) composites for sensor application by carrying out relative conductance change (RCC) measurements in alternating current mode while inducing mechanical deformation in the composites. PNCB samples with different amount of nanostructured carbon black filler were tested in the frequency range from 20 Hz to 2 MHz. The measurements showed that maximum RCC for PNCB samples with low carbon black filler concentration (4-5 mass parts of carbon black per 100 mass parts of polyisoprene) is found only at the lowest measured frequencies, but PNCB samples with high filler concentration (8-10 mass parts of the filler) showed a wide, constant RCC plateau up to at least 10 kHz.

PJEZOREZISTĪVAIS EFEKTS POLIIZOPRĒNA NANOSTRUKTURĒTU OGLEKĻA ALOTROPISKO MODIFIKĀCIJU HIBRĪDKOMPOZĪTOS

A. Linarts, M. Knite

Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts

Pjezorezistīvais efekts polimēru elektrovadošu pildvielu kompozītos ir atkarīgs no pildvielas koncentrācijas, daļiņu disperģēšanas efektivitātes un ģeometriskajiem izmēriem. Kā vienas no visbiežāk izmantotajām pildvielām šādu kompozītu iegūšanai ir dažādu oglekļa alotropisko modifikāciju nanodaļiņas.

Šajā darbā pētīta dažādu koncentrāciju un oglekļa alotropiju ietekme uz poliizoprēna nanostrukturētu oglekļa alotropisko modifikāciju hibrīdkompozītu pjezorezistīvajām īpašībām. Izgatavoti hibrīdkompozīti ar dažādām daudzsienu oglekļa nanocaurulīšu un elektrovadošu oglekļa kvēpu proporcijām un koncentrācijām. Noteikti pjezorezistīvie efekti cikliski slogojot paraugus līdz 1 atmosfēru lielam spiedienam. Novērots, ka pie noteiktām elektrovadošo pildvielu koncentrācijām un attiecībām hibrīdkompozītiem piemīt ievērojami labākā pjezorezistīvā jutība salīdzinot ar poliizoprēna daudzsienu oglekļa nanocaurulīšu vai poliizoprēna oglekļa kvēpu kompozītiem. Apkopojot rezultātus, izdarīti secinājumi par daudzsienu oglekļa nanocaurulīšu un oglekļa kvēpu koncentrāciju ietekmi uz poliizoprēna nanostrukturētu oglekļa alotropisko modifikāciju hibrīdkompozītu pjezorezistīvajām īpašībām.

PIEZORESISTIVE EFFECT IN POLYISOPRENE NANOSTRUCTURED CARBON ALLOTROPES HYBRID COMPOSITES

A. Linarts, M. Knite

Institute of Technical Physics, Riga Technical University

Piezoresistive effect in polymer electrically conductive filler composites is highly dependent of filler concentrations, dispersion efficiency and filler geometry. Various carbon allotropes are one of the most commonly used fillers for manufacturing of these composites.

In this paper we studied the influence of various carbon allotropes and concentrations on the piezoresistive properties of polyisoprene nanostructured carbon allotrope hybrid composites. Hybrid composites with various ratios and concentrations of multi wall carbon nanotubes and electrically conductive carbon blacks were made. The piezoresistive response of the composites have been determined under 1 atmosphere of external pressure in cyclic loading-unloading conditions. It has been observed, that hybrid composites with certain filler concentrations and ratios has significantly higher piezoresistive sensitivity compared to polyisoprene carbon nanotube composites and polyisoprene carbon black composites. Based on these results the impact of the carbon nanotube and carbon black concentrations on the polyisoprene nanostructured carbon allotrope hybrid composites piezoresistive properties is discussed.

Acknowledgements: This study was supported by ESF Grant Nr. 1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/021

UZ TiO₂ BĀZĒTU MATERIĀLU SINTĒZE AR SOLA-GĒLA METODI

K. Rubenis, J. Ločs, L. Bērziņa-Cimdiņa

Rīgas Tehniskās universitātes Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts

Pēdējā laikā lielu interesi raisa termoelektriskie materiāli, kas saistīts ar to potenciālajām pielietojuma jomām, kā, piemēram, siltuma zudumu pārveidošana elektriskajā enerģijā. Starp pārejas metālu oksīdiem titāna dioksīdu var uzskatīt par vienu no visdaudzsološākajiem termoelektriskajiem materiāliem.

Labi zināms, ka materiāla termoelektriskās īpašības ietekmē tā mikrostruktūra, piemēram, graudu izmērs, poru izmērs, kā arī leģējošo elementu sadalījums tilpumā. Šajā pētījumā ar dažādu Nb un Sn daudzumu leģēti TiO₂ pulveri izgatavoti izmantojot sola – gēla metodi. Iegūtie pulveri sapresēti tablešu formā un saķepināti gaisa vidē 400 līdz 1000 °C temperatūrā. Saķepināto tablešu lūzuma virsmas pētītas ar skenējošo elektronu mikroskopu. Novērots, ka leģējošo elementu koncentrācija, kā arī saķepināšanas temperatūra, būtiski ietekmē TiO₂ keramikas mikrostruktūru.

SYNTHESIS OF TiO₂ BASED MATERIALS USING SOL-GEL METHOD

K. Rubenis, J. Ločs, L. Bērziņa-Cimdiņa

Institute of General Chemical Engineering, Riga Technical University

Thermoelectric materials are currently of great interest due to their potential applications, such as waste heat recovery. Among the transitional metal oxides, titanium dioxide can be considered as one of the most promising thermoelectric materials.

It is well known that thermoelectric properties are sensitive to various microstructural features, such as grain size, pore size as well as dopant distribution. In the present study, different amounts of Nb and Sn doped TiO₂ powders were prepared using sol - gel technique. Afterwards the obtained powders were pressed into pellets and sintered in air at 400 to 1000 °C. Fracture surfaces of the sintered pellets were examined by scanning electron microscope. It was found that concentration of dopants as well as sintering temperature greatly affect microstructure of TiO₂ ceramic.

HIDROKSILAPATĪTU UN FLUORAPATĪTU LUMINISCENCE

L. Puķina², L. Grigorjeva¹, D. Millers¹, K. Šmits¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts*

° Tika pētīti neaktivēti un ar Er, Yb joniem aktivēti hidroksilapatītu $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (HAp) un HAp nanopulveri ar fluora piemaisījumu. Pētījums veikts, lai noskaidrotu enerģijas pārnese procesu efektivitātes izmaiņu (pašvielas ierosinājumi-aktivatora joni) daļēji aizvietojot OH grupas ar fluoru.

Paraugi sintezēti RTU Neorganiskās ķīmijas institūtā ar izgulsnēšanu no šķidrās fāzes metodi. Tika sintezēti arī paraugi ar cietvielu reakciju starp Hap-Er/Yb un CaF_2 (kalcinēšana pie 800°C 24h) Nanopulveru struktūras raksturošanai reģistrēti rentgendifrakcija (XRD) un infrasarkanās absorbcijas (FTIR) spektri. No XRD spektriem lietojot Debaja-Šerera formulu noteikts nanopulveru graudu izmērs: ~20-25 nm neaktivētiem un ar Er un Yb aktivētiem HAp, bet neaktivētiem paraugiem ar fluoru (sintezēti dažādos apstākļos) ~30 nm un ~75-80 nm.

FTIR spektru analīze veikta OH^- svārstību grupu apgabalā, kā arī $(\text{PO}_4)^{3-}$ grupas valento ($800\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$) un deformatīvo ($530\text{-}700\text{ cm}^{-1}$) svārstību apgabalā. Tika pētīta paraugu fotoluminiscence pie 266 nm lāzeriesmes. Fotoluminiscences sastāvs salīdzināts ar rentgenlumiscences spektrālo sastāvu.

LUMINISCENCE OF HIDROXILAPATITE AND FLUORAPATITE

L. Pukina², L. Grigorjeva¹, D. Millers¹, K. Smits¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University*

The $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ hydroxylapatite (HAp) nanocrystals undoped and doped with Er and Yb ions and HAp synthesized with fluorine addition (HAp-F) were studied. These nanopowders were synthesized by co-precipitation method in RTU Institute of Inorganic Chemistry. Also samples were prepared by solid-state reaction between Hap-Er/Yb and CaF_2 (calcinations at 800°C 24h). The study was conducted to determine the changes of energy transfer processes efficiency due to partially replacing the OH group with fluorine.

The structure of nanopowders was characterized by x-ray diffraction (XRD) and infrared (FTIR) absorption spectra. The powder grain size (~20-25 nm to undoped HAp and doped with Er and Yb; ~30nm and ~75-80nm to HAp-F) were estimated from XRD spectra by Debye-Scherrer formula.

The analysis of FTIR spectra was carried out in OH^- group stretching vibration region as well as $(\text{PO}_4)^{3-}$ group stretching ($800\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$) and $(\text{PO}_4)^{3-}$ group bending ($530\text{-}700\text{ cm}^{-1}$) vibration regions.

The photoluminiscence was excited by 266 nm laser beam. The photoluminiscence and radioluminiscence spectra were compared.

INDUCĒTĀS ABSORBCIJAS ATKARĪBA NO TEMPERATŪRAS PLZT KERAMIKĀ

M. Vanks, D. Millers, L. Grigorjeva, K. Šmits
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Elektronu kūļa impulsa inducētas īsi dzīvojošas absorbcijas spektrs svina-lantāna-cirkonāta-titanāta (PLZT) optiskajā keramikā novērots apgalbā 1,0 – 2,9 eV. Šajā spektra apgalbā ir vairākas absorbcijas joslas, kuras stipri pārklājās un tādēļ spektrā nav saskatāmi labi izteikti maksimumi. Īsi dzīvojošās absorbcijas spektru salīdzinājums dažādos laika momentos pēc ierosmes impulsa, kā arī šīs absorbcijas sabrukšanas kinētiku analīzes rezultāti rāda, ka pārklājas vismaz 3 vai pat vairākas absorbcijas joslas. Pie istabas temperatūras īsi dzīvojošās absorbcijas sabrukšanas kinētikā spektra īso viļņu pusē novērota ļoti lēna absorbcijas sabrukšanas komponente. Tā kā īsi dzīvojošās absorbcijas sabrukšanā PLZT keramikā ir iesaistīta lādiņu delokalizācija no defektiem, tad procesam jābūt atkarīgam no temperatūras. Īsi dzīvojošās absorbcijas temperatūras atkarības pētījumi parādīja, ka pie 90 K PLZT keramikā ir iespējama inducētā absorbcija, kas laikā nemainās, liecinot, ka gan elektroni, gan caurumi ir lokalizēti relatīvi dziļos enerģētiskos līmeņos. Inducētās absorbcijas atkarība no temperatūras ļauj novērtēt aktivācijas enerģiju lādiņu atbrīvošanai no šiem līmeņiem.

INDUCED ABSORPTION DEPENDENCE ON TEMPERATURE IN PLZT CERAMICS

M. Vanks, D. Millers, L. Grigorjeva, K. Smits
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The short-lived absorption induced by a pulsed electron beam was observed in lead-lanthanum zirconate-titanate (PLZT) optical ceramics within 1.0 – 2.9 eV spectral range. The well resolved maxima were not determined in the short-lived absorption spectrum since a number of absorption bands strongly overlap. The comparison of short-lived absorption spectra at different delay relative to the excitation pulse and analysis of short-lived absorption decay kinetics showed that at least 3 or even more absorption bands overlap. The short-lived absorption kinetics at room temperature within short wave range of spectrum reveals a very slow decay component. Since the origin of short-lived absorption decay in PLZT ceramics is charges delocalization from defects the process must be temperature dependent. The study of short-lived absorption dependence on temperature showed a component of time independent induced absorption at 90 K. This is strong evidence that electrons as well as holes were trapped at relative deep levels. The study of short-lived absorption decay kinetics at different temperatures gave possibility to estimate the activation energy for charges release from defects.

Zn_xCd_{1-x}O PLĀNO KĀRTIŅU PĒTĪJUMI

O. Kiseļova¹, A. Cvetkovs², U. Rogulis¹, V. Serga², R. Ignatāns¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*RTU Neorganiskās ķīmijas institūts*

Zinka oksīdā (ZnO) Cd piejaukumi iebūvējas lielas koncentrācijās un Zn_xCd_{1-x}O materiāla aizliegtā zona var mainīties no 3,37 eV (ZnO) līdz 2,3 eV (CdO). Sintezējot Zn_xCd_{1-x}O plānās kārtiņas atkarībā no Cd koncentrācijas tajās, mainās materiāla struktūras parametri, tā optiskā caurlaidība un vadāmība [1].

Pētījumā tika iegūta tīra ZnO un Zn_xCd_{1-x}O plānās kārtiņas ar 10% CdO piejaukumu uz dažādām pamatnēm, izmantojot jaunu plāno kārtiņu sintēzes metodi – ekstrakcijas pirolītisko metodi. Iegūtajiem paraugiem izmērīti XRD spektri, kuri apliecina, ka tika iegūtas ZnO un CdO kristāliskās fāzes plānajās kārtiņās, un noteikts plāno kārtiņu biezums.

STUDIES OF Zn_xCd_{1-x}O THIN FILMS

O. Kiseļova¹, A. Cvetkovs², U. Rogulis¹, V. Serga², R. Ignatans¹

¹*Institute of Solide States Physics, LU*

²*Institute of Inorganic Chemistry. RTU*

A large content of Cd in ZnO thin films can decrease a bandgap of Zn_xCd_{1-x}O material from 3,37 eV (ZnO) to 2,3 eV (CdO). Cd concentration variation in the Zn_xCd_{1-x}O thin films changes structural parameters, an optical transmittance and an electrical conductivity of the material [1].

In the present study thin films of pure ZnO and doped with 10% CdO were synthesized by extraction - pyrolytic method on different substrates. The XRD and the thickness of Zn_xCd_{1-x}O thin films were measured. XRD patterns showed crystalline phases of ZnO and CdO in the thin films.

[1] Y.-S. Choi, C.-G. Lee, S. M. Cho, *Transparent conducting Zn_xCd_{1-x}O thin films prepared by sol – gel process*, Thin Solid Films, 289 (1996), p.153

SKANDIJA FLUORĪDA LUMINISCENCES ĪPAŠĪBAS

L. Shirmane^{1,2}, V. Pankratov¹, A. Kuzmins¹, J. Purāns¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*EuroLCDs*

Skandija fluorīds (ScF_3) ir platzonu materiāls ($E_g \approx 10\text{eV}$), piederošs pie perovskīta-tipa savienojumiem. ScF_3 parāda stipru negatīvo termisku izplešanu (NTE) [1], kas ir izteiktāka par pārējiem plaši zināmiem NTE materiāliem. Ņemot vērā, ka luminiscences metode ir viena no jutīgākajām pret režģa struktūras un simetrijas izmaiņām, pašvielu luminiscences īpašību pētījumi ir ārkārtīgi svarīgi ScF_3 NTE dziļākai saprašanai un analīzei.

Šajā darbā polikristāliska ScF_3 (tīrība 99.5%, AlfaAesar) luminiscences īpašības ir izpētītas plaša spektra (1.5-40 eV) un temperatūras (10-300 K) diapazonā. Vakuuma ultravioletā luminiscences ierosināšanas spektroskopijas metode ir izmantota šim pētījumam. Eksperimenti veikti SUPERLUMI stacijā izmantojot sinhrotrona starojumu no DORIS III uzglabāšanas riņķa DESY sinhrotronā. Šī stacija jau ir bijusi veiksmīgi izmantota platzonu fluorīdu pētījumiem (piemēram YF_3 [2]). ScF_3 luminiscences un ierosinājuma spektri, un to atkarība no temperatūras ir veiksmīgi iegūti. Luminiscences centru daba tiks noskaidrota un provizoriski piedāvāta. Ierosinājuma spektru termiskas izmaiņas eksitonu un/vai zona-zona pāreju diapazonā tiks apskatītas, ņemot vērā NTE skandija fluorīdā.

LUMINESCENCE PROPERTIES OF SCANDIUM FLUORIDE

L. Shirmane^{1,2}, V. Pankratov¹, A. Kuzmin¹, J. Purans¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*EuroLCDs*

Scandium fluoride (ScF_3) is a wide-band gap material ($E_g \approx 10\text{eV}$) belonging to perovskite-type compounds. ScF_3 demonstrates strong negative thermal expansion (NTE) [1], which is more pronounced than that of most known NTE materials. Taking into account that luminescence method is very sensitive to lattice structure and symmetry changes the study of intrinsic luminescence properties is extremely important for deeper understanding and analysis of NTE in ScF_3 .

In this study luminescence properties of polycrystalline ScF_3 (99.99% Aldrich) have been investigated in wide spectral (1.5-40 eV) as well as temperature (10-300 K) range. Vacuum ultraviolet luminescence excitation spectroscopy technique has been applied. The experiments have been carried out at SUPERLUMI endstation using synchrotron radiation from DORIS III storage ring of DESY. This set-up was successfully employed before for a study of wide band gap fluorides (for instance YF_3 [2]). Emission and excitation spectra as well as their temperature dependencies of ScF_3 have been successfully obtained. The origin of luminescence centres will be elucidated and preliminary proposed. The behaviour of thermal evolution of excitation spectra in the range of excitonic and/or band-to-band transitions will be discussed in respect of NTE in ScF_3 .

[1] B.K. Greve, et al., J. Am. Chem. Soc. 132 (2010) 15496

[2] V. Pankratov, M. Kirm, H. von Seggern, J. Lumin. 113 (2005) 143

The financial support of ESF project 2013/0046/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/021 is greatly acknowledged.

NĀTRIJA SILIKĀTU STIKLU LUMINISCENCE, IEROSINĀTA AR ArF EKSIMĒRU LĀZERI

Dz. Briljonoks, A. Truhins
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Tīro nātrija silikātu stiklu luminiscence tika petita izmantojot ArF eksimēru lāzeri, kura viļņu garums ir 193 nm jeb 6.41 eV. Šī enerģija atbilst nātrija silikāta stikla fundamentālās absorbcijas malai [1]. Fundamentālo absorbcijas malu veido lokalizētie elektroniskie stāvokļi. Lokalizētajiem stāvokļiem piemīt luminiscence, kuru ierosina dažādos procesos, sākot ar iekšcentru procesu un rekombinatīvo procesu, kuru laikā lādiņi rekombinē pēc termiskās atbrīvošanās uz zonām, kā arī notiek tuneļu rekombinācija starp ķērājcentriem. Luminiscence satur plašo joslu no 5.5 eV līdz 1.5 eV. Iekšcentru luminiscence satur triplet-singleta un singlet-singleta elektronu pārejas. ArF lāzera impulss ļauj pētīt arī ātro komponenti un pamat uzmanība tika veltīta šai ātrajai komponentei. Ar dekonvolūcijas metodi ir secināts, ka ātrā komponente ir stipri neeksponenciāla. Tā pat var izdalīt īsāko komponenti, kas ir mazāka par 1 ns, bet garākā komponente ir ap dažām ns. Komponentes sadalījumus ir plānots pētīt nākotnē.

LUMINESCENCE OF SODIUM SILICATE GLASSES EXCITED WITH ArF EXCIMER LASER

D. Briljonoks, A. Trukhin
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Pure sodium silicate glasses luminescence was studied under ArF laser excitation, which wavelength is 193 nm or 6.41 eV. This energy corresponds to sodium silicate glasses intrinsic absorption threshold [1]. Intrinsic absorption is created by localized electronic states of the glass. Those localized states provide luminescence excited in many processes starting from intra center process and several recombination processes. One of them is related to charge carriers liberation in thermally stimulated process with mutual recombination on recombination centers. Another is tunneling recombination between traps. Luminescence contains broad band from 1.5 eV to 5.5 eV. Intra center luminescence is due to two main electronic transitions – triplet-singlet and singlet-singlet [1]. ArF laser impulse allows investigate fast singlet-singlet transitions. The shape of luminescence pulse was analyzed with deconvolution method and it was obtained that singlet-singlet transitions related luminescence is strongly non-exponential. Faster component is lower than 1 ns and slow component is some several ns. Distribution of component in time is planned study in future.

- [1] A.N.Trukhin, 17th course., NATO science series. II Mathematics, Physics and Chemistry Defects in SiO₂ and related dielectrics: science and technology, Ed D.Griscom, G.Pacchioni, L.Skuja, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands, 2 (2000) 235-283 .

SKĀBEKĻA MOLEKULAS LUMINISCENCES KINĒTIKA SILĪCIJA DIOKSĪDĀ

L. Skuja¹, K. Kajihara², A. Siliņš¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Tokijas Metropoles Universitāte*

Starpmezglu skābekļa molekulas stiklveida SiO₂ var veidoties kā radiācijas defekti, vai arī tikt ievadītas O₂ difūzijas ceļā. No sava zemākā ierosinātā elektroniskā stāvokļa a (¹Δ_g, t.s. "singleta skābeklis") tās izstaro raksturīgu infrasarkanu luminiscenci 1270 nm rajonā, ko ērti izmantot ar skābekli saistīto punktdefektu un skābekļa difūzijas pētījumiem SiO₂. Taču singleta skābeklim ir daudz plašāka nozīme ārpus SiO₂ fizikas – tas ir novērojams dažādās vidēs, un tā reaktivitātes dēļ tas tiek ļoti plaši pētīts saistībā ar pielietojumiem fotokatalīzē un (foto)bioloģijā. Salīdzinājumā ar citu materiālu matricām, singleta skābeklis silīcija dioksīdā izceļas ar neparasti ilgo ierosinātā stāvokļa dzīves laiku (~0.8 sec), kas iezīmē to kā perspektīvu materiālu ar singleta O₂ saistītos pielietojumos (piem., sensori, singleta O₂ ģeneratori). Singleta luminiscence ir novērota nanoporainos SiO₂-bāzētos stiklos. Šajā darbā ir aizsākti pētījumi singleta skābekļa dzīveslaiku ietekmējošo faktoru noskaidrošanai un iespējamai optimizācijai ar SiO₂ saistītos stiklveida un nanostrukturētos materiālos.

LUMINESCENCE KINETICS OF MOLECULAR OXYGEN IN SILICON DIOXIDE

L. Skuja¹, K. Kajihara², A. Siliņš¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Department of Applied Chemistry, Tokyo Metropolitan University*

Interstitial oxygen molecules O₂ can form in glassy SiO₂ as radiation defects or can be introduced by diffusion. Excited to their lowest excited electronic state (¹Δ_g, often denoted as "singlet oxygen") they emit a characteristic near-infrared luminescence at ~1270 nm, which can be conveniently used for monitoring oxygen-related defect processes or oxygen diffusion in SiO₂. However, singlet oxygen is important on a much broader scope beyond the physics of SiO₂. It can be observed in various materials and because of its high reactivity is extensively studied in photocatalysis and (photo)biology contexts. Compared to other matrices, singlet oxygen in SiO₂ stands out by its unusually long (excited-state) lifetime (~0.8 sec), which marks SiO₂ as a perspective material in related applications (e.g., sensors, singlet O₂ generators). Singlet O₂ is observed in nanoporous SiO₂-based glasses. This study reports initial steps to establish the factors, which govern the singlet O₂ lifetime, and to evaluate their optimization possibilities in glassy and nanostructured SiO₂-related materials.

Y₂O₃ STRUKTŪRAS ANALĪZE, IZMANTOJOT EXAFS-RMC METODI

I. Jonāne, J. Timošenko

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Itrija oksīda nanodaļiņu piemaisījumi ir jaunās paaudzes ODS (*Oxide dispersion-strengthened*) tēraudu būtiska sastāvdaļa. Tajā pašā laikā pat kristāliskā itrija oksīda lokālā struktūra ir komplicēta (elementāršūnā ir 80 atomi) un maz izpētīta. Šī darba ietvaros mēs veicām kristāliskā un nanokristāliskā Y₂O₃ lokālās struktūras analīzi ar rentgenabsorbcijas (EXAFS) spektroskopijas metodi. Itrija K-malas EXAFS datu interpretācijai izmantojām nesenu izstrādāto RMC/EA pieeju, kas apvieno apgriezto Monte-Karlo (RMC) metodi un evolucionāros algoritmus (EA). Tas ļāva mums iegūt kristāliskā itrija 3D struktūras modeli un izsekot tā attīstībai, temperatūrai pieaugot no istabas temperatūras līdz pat 1000°C.

ANALYSIS OF Y₂O₃ STRUCTURE USING EXAFS-RMC METHOD

I. Jonane, J. Timoshenko

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Yttrium oxide nanoparticle impurities are important component of the new generation of ODS (*Oxide dispersion-strengthened*) steels. At the same time the local structure of even crystalline yttrium oxide is complex (unit cell consists of 80 atoms) and hardly explored. Within this study we have carried out the analysis of the local structure of crystalline and nanocrystalline Y₂O₃ using x-ray absorption (EXAFS) spectroscopy. For the interpretation of EXAFS data from yttrium K-edge we employed a recently developed reverse Monte Carlo and evolutionary algorithm (RMC/EA) approach, which allowed us to obtain the 3D structure model of crystalline yttrium oxide and to follow its development upon temperature increase from the room temperature up to 1000°C.

SPĒKA LAUKA MODEĻA PĀRBAUDE IZMANTOJOT MD-EXAFS METODI

K. Lazdiņš, A. Kuzmins

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Katras klasiskās molekulāras dinamikas vai „Monte Carlo” simulācijas pamatā jābūt uzticamam spēku laukam, kura iegūšana ir ļoti nozīmīgs un izaicinošs uzdevums. Visbiežāk šo problēmu atrisina salīdzinot eksperimentāli iegūtās materiāla īpašības ar teorētiski aprēķinātajām. Lai iegūtu pareizu rezultātu gandrīz vienmēr salīdzina struktūras režģa konstanti, tilpuma elastības moduli, elastiskās konstantes un dažreiz fononu frekvences.

Šajā pētījumā mēs izmantojam MD-EXAFS metodi [1], lai novērtētu izmantotā spēka lauka kvalitāti. Galvenās metodes izmantošanas priekšrocības saistās ar to, ka EXAFS spektrs vairumam materiālu ir viegli izmērāms un satur informāciju par vielas struktūru un režģa dinamiku, ka arī iekļauj daudzkārtējās izkliedes funkcijas. Mēs parādīsim MD-EXAFS metodes pielietojuma iespējas diviem metāliem (Fe, Cr) un itrija (III) oksīdam (Y_2O_3).

VALIDATION OF FORCE FIELD MODEL USING MD-EXAFS METHOD

K. Lazdins, A.Kuzmin

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Reliable force field (FF) model is a starting point in any material simulation based on classical molecular dynamics (MD) or Monte Carlo methods. Therefore, its validation is important and challenging task, which is solved usually comparing experimental and calculated properties of a material. Typically, structural (lattice) parameters, bulk modulus, elastic constants and sometimes phonon frequencies are employed.

In this study we suggest to use additionally the MD-EXAFS method [1] to evaluate the FF model quality. The advantages of such approach lie in the fact that EXAFS spectra can be relatively easily measured for most materials and contain simultaneously structural and dynamic information, including that on many-atom distribution functions. We will demonstrate the usability of our approach on example of two bulk metals (Fe and Cr) and yttrium trioxide (Y_2O_3).

[1] A. Kuzmin, R.A. Evarestov, J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 055401.

LiFePO₄/GRAFĒNS NANOKOMPOZĪTA SINTĒZE UN ELEKTROĶĪMISKĀS ĪPAŠĪBAS

G. Kucinskis, K. Bikova, G. Bajārs, J. Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Viena no grafēna ievērojamākajām fizikālajām īpašībām ir tā augstā elektronu vadītspēja. Tas attiecas arī uz reducētu grafēna oksīdu (rGO) – grafēnu, kurš papildus satur arī skābekli un ūdeņradi. Šajā darbā tika pētīta rGO elektrovadošas piedevas ietekme uz LiFePO₄ litija jonu bateriju katodmateriālu.

LiFePO₄ tika sagatavots ar un bez rGO. Tika noskaidrots, ka rGO elektrovadoša piedeva uzlabo LiFePO₄ uzlādes/uzlādes ātrumu, tomēr rezultāti atšķiras atkarībā no LiFePO₄/rGO sagatavošanas metodes. Materiālu sajaukšana stipri polārā šķīdinātājā (šajā pētījumā N-Metil-2-pirolidonā) deva labus rezultātus, ilgstoša maisīšana 60 °C ļāva iegūt materiālu ar visaugstāko uzlādes/izlādes ātrumu.

Tika analizēti iemesli uzlādes/izlādes ātruma atšķirībām LiFePO₄/rGO paraugos, secinot, ka uzlādes/uzlādes ātrumu uzlabo vienmērīgs rGO sadalījums materiālā un tas, cik labi rGO monoslāņi atdalījušies viens no otra.

Autori izsaka pateicību Valsts pētījumu programmai materiālzinātnēs un Taivānas – Latvijas – Lietuvas sadarbības projektam „Materiālu un tehnoloģiju pilnveidošana modernām litija jonu baterijām”.

SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF LiFePO₄/GRAPHENE NANOCOMPOSITE

G. Kucinskis, K. Bikova, G. Bajārs, J. Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

One of graphene's most remarkable physical properties is its high electric conductivity. This is also true for reduced graphene oxide (rGO) – graphene which contains additional oxygen and hydrogen. In this work the influence of rGO electron-conducting additive on LiFePO₄ lithium ion battery cathode material has been studied.

LiFePO₄ was prepared with and without rGO. It was observed that rGO electron conducting additive improves the rate capability of LiFePO₄. However, the effect largely depends on the method of LiFePO₄/rGO preparation. Mixing LiFePO₄ and rGO in a highly polar solvent (in this study – N-Methyl-2-pyrrolidone) yielded good results, with prolonged mixing in 60 °C resulting in a cathode with best rate capability.

The reasons for high rate capability and differences in rate capability over various samples were analyzed, concluding that the rate capability mostly depends on how well the graphene oxide is dispersed and also on how well the layers of rGO have been separated from each other.

Authors acknowledge national research program in material sciences and Taiwan – Latvia – Lithuania cooperation project “Materials and processing development for advanced lithium ion batteries”.

Li_{1-x}Fe_{1-x}Ti_xP₂O₇ (x=0, 0.1) - PERSPEKTĪVI KATODU MATERIĀLI LITIJA DAUDZKĀRTĒJI UZLĀDĒJAMĀM BATERIJĀM

A. Dindune¹, D. Valdniece¹, Z. Kanepe¹, J. Ronis¹, V. Venckute², A. F. Orliukas²

¹Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts

²Vilņas Universitātes Fizikas Fakultāte

Li⁺ jonus vadošie pirofosfāti ir tehnoloģiski svarīgi cieta elektrolītu bateriju katodu materiālu pielietošanā. Teorētiskā TiP₂O₇ kapacitāte sasniedz 121 mAh/g un ir noteikts, ka red/oks potenciāls vs. Li⁺/Li ir E = 2.62V. LiFeP₂O₇ un Li_{0.9}Fe_{0.9}Ti_{0.1}P₂O₇ sintezēti cietfāzu reakcijās. Struktūras parametri iegūti no pulveru rentgendifrakcijas datiem istabas temperatūrā intervālā 2θ = 6-80. Režģa parametri tika aprēķināti, izmantojot TOPAS v.4.1 and SCANIX v.2.16. Noteikts, ka Li_{1-x}Fe_{1-x}Ti_xP₂O₇ (x=0, 0.1) kristālu struktūra pētāmo temperatūru intervālā atbilst monoklīnai singonijai, telpiskā grupa P2₁. Pēc keramisko paraugu iegūšanas, pulverus karsējot pie 1173K, virsmām tika uzņemti SEM/EDX un XPS spektri istabas temperatūrā. XPS rezultāti parādīja, ka Fe joniem pirofosfātos ir galvenokārt Fe³⁺ oksidācijas pakāpe un nedaudz arī Fe²⁺. Elektrisko īpašību pētījumi, izmantojot impedances spektroskopiju, veikti frekvenču intervālā (10 – 3x10⁹) Hz pie temperatūrām (300-700) K. Konstatēti elektrisko īpašību dispersijas apgabali, tie attiecināmi uz relaksācijas procesiem, saistītiem ar ātru Li⁺ jonu pārnēsi keramiskajos paraugos. Konstatētās jonu vadītspējas aktivācijas enerģijas izmaiņas attiecināmas uz režģa šūnu nesakārtotību pētāmajos savienojumos.

Li_{1-x}Fe_{1-x}Ti_xP₂O₇ (x=0, 0.1) - ATTRACTIVE CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM SECONDARY BATTERIES

A. Dindune¹, D. Valdniece¹, Z. Kanepe¹, J. Ronis¹, V. Venckute², A. F. Orliukas²

¹Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University

²Faculty of Physics, Vilnius University

Li⁺ ions conducting pyrophosphates are technologically important for applications as cathode materials for solid electrolyte batteries. The theoretical reversible capacity based on TiP₂O₇ reaches 121 mAh/g and redox potential vs. Li⁺/Li found to be E = 2.62V. LiFeP₂O₇ and Li_{0.9}Fe_{0.9}Ti_{0.1}P₂O₇ were synthesized by solid state reaction. The structure parameters were obtained at room temperature from the X-ray powder diffraction patterns in the region 2θ = 6-80. The lattice parameters were deduced by software TOPAS v.4.1 and SCANIX v.2.16. Crystal structure of Li_{1-x}Fe_{1-x}Ti_xP₂O₇ (x=0, 0.1) has been indexed as monoclinic system with P2₁ space group. Ceramic samples were sintered at 1173K and SEM/EDX and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) of the surface were investigated at room temperature. The results of XPS showed that Fe ions in pyrophosphates mostly are trivalent Fe³⁺ and small amount also Fe²⁺. The investigation of electrical properties were carried out in the frequency range (10 – 3x10⁹) Hz in the temperature range (300-700) K by impedance spectroscopy. The dispersion regions of electrical properties were found and attributed to the relaxation processes related to fast Li⁺ ion transport in the investigated ceramics. The change of activation energy of ionic conductivity was found. The phenomena can be related to disordering in the unit cells of the compounds.

This work was supported by Latvian State budget according the National Research Program in Material sciences (IMIS) and by Research Council of Lithuania (Project No TAP LLT 03/2012)

GRAFĒNA KĀRTIŅU ELEKTROFORĒTISKA UZKLĀŠANA NO ŪDENS SUSPENSIJAS

K. Kaprāns¹, G. Bajārs², K. Bikova², J. Kleperis², A. Lūsis², Ē. Pentjušs²
¹Rīgas Tehniskās universitātes Biomedicīnas inženierzinātņu un nanotehnoloģiju institūts
²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Grafēns ir oglekļa viena atoma biezuma slānis, kas veidots ar sp² starpatomu saitēm heksagonālā divdimensiju kristāliskajā režģī. Tam piemīt liela mehāniskā stiprība, laba elektronu un siltuma vadītspēja. Grafēnam ir liels potenciāls pielietojumiem tādās jomās kā biosensori, elektronika un elektroķīmiskā enerģijas uzglabāšana.

Darba gaitā tika veikta elektroforētiska grafēna oksīda (GO) uznešana uz tērauda elektroda potenciostatiskā režīmā pie dažādiem spriegumiem (10-40 V/cm) no ūdens suspensijas. GO kārtiņu termiskā reducēšana tika veikta cauruļkrāsnī pie 700 °C argona plūsmā.

Iegūtās grafēna kārtiņas tika analizētas izmantojot skenējošo elektronu mikroskopiju, rentgendifrakcijas analīzi un Ramana spektroskopiju.

Analizējot iegūtos rezultātus tika secināts, ka efektīvākais grafēna kārtiņas uznešanas spriegums ir 30 V/cm. Iegūtie grafēna-metāla elektrodi var tikt izmantoti litija jonu bateriju elektroķīmisko īpašību uzlabošanai.

ELECTROPHORETIC DEPOSITION OF GRAPHENE FILMS FROM WATER SUSPENSION

K. Kaprans¹, G. Bajars², K. Bikova², J. Kleperis², A. Lūsis², E. Pentjuss²
¹*Institute of Biomedical Engineering and Nanotechnologies, Riga Technical University*
²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Graphene is a 2-dimensional, crystalline allotrope of carbon. In graphene, carbon atoms are densely packed in a regular sp²-bonded atomic-scale chicken wire (hexagonal) pattern. Graphene can be described as a one-atom thick layer of graphite. It has excellent thermal conductivity and high electron mobility. It has potential for applications such fields as bio-sensors, electronics and electrochemical energy storage.

Graphene oxide film was electrophoretically deposited on steel electrodes from water suspension using potentiostatic mode with different voltages (10-40 V/cm). Graphene oxide thermal reduction was performed by heating at 700 °C in argon flow.

Obtained graphene layers were analyzed by scanning electron microscopy, X-ray diffraction analysis and Raman spectroscopy.

According to obtained results the most effective voltage for graphene deposition is 30 V/cm. Prepared graphene-metal electrodes could be used to improve the electrochemical performance of lithium ion batteries.

The financial support of State Research Program IMIS is greatly acknowledged.

ALUMĪNIJA OKSĪDA-NIĶĒLA KOMPOZĪTA PĀRKLĀJUMU ELEKTROFORĒTISKA IEGŪŠANA, SASTĀVS UN STRUKTŪRA

I. Liepiņa¹, G. Bajārs², J. Gabrusenoks², A. Lūsis²

¹*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Pateicoties to mehāniskajām, optiskajām un elektriskajām īpašībām, metāla/metāla oksīda kompozīti jeb kermeti pēdējos divdesmit gados ieguvuši plašu uzmanību. Viens no tā iespējamajiem pielietojumiem masu produkcijā ir absorbera materiāls saules kolektoros, jo kermeti labi absorbē redzamās gaismas apgabālā, bet ir caurlaidīgi IS reģionā, kas ir būtiski, jo pārklājums veido IS-atstarojošu virsmu. Elektroforētiskas uzklāšanas (EFU) metodes priekšrocības ir kārtiņas homogenitāte, salīdzinoši vienkāršs eksperimentālais uzstādījums, zems piemaisījumu saturs un viegla piemērošana industriālās ražošanas vajadzībām. Taču bez papildvielām alumīnija oksīds EFU procesā neiesaistās nepietiekama virsmas lādiņa dēļ.

Darbā ir veikta keramisku Al₂O₃ kārtiņu iegūšana uz rūdīta tērauda plāksnītēm ar elektroforētiskās izgulsnēšanas metodi. Mainot elektroforētiskās uzklāšanas ilgumu un darba spriegumu iegūtas sešas Al₂O₃ kārtiņas. Kārtiņu raksturošanai izmantoja rentgenstaru difraktometriju, optisko mikroskopiju un virsmas profilometriju.

ALUMINIUM OXIDE-NICKEL COATING ELECTROPHORETIC DEPOSITION, COMPOSITION AND STRUCTURE

I. Liepina¹, G. Bajars², J. Gabrusenoks², A. Lūsis²

¹*Faculty of Chemistry, University of Latvia*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Over the last decade ceramic-metal composite coating production has been of increased interest, due to its mechanical, optical and electrical properties. One of cermet applications is in solar thermal collectors as absorber because of the composites ability to be permeable for IS region but absorb visible light region. Among all traditional deposition methods electrophoresis has the advantages of obtaining coatings with homogenous surface, complex geometry and advanced component variety. One of important factors influencing electrophoretic deposition (EPD) is the dielectric constant of non-aqueous liquid media that for optimal results must be in the range of 12 - 25. For propanol-2 the relative dielectric constant is 20.

In this work ceramic Al₂O₃ films were deposited on hardened steel sheets by EPD method. By changing the composition of mixture used as electrolyte six Al₂O₃ films were obtained. Films were characterized by XRD, optical microscopy and surface profilometry.

The financial support of European Regional Development Fund project No.2010/0243/2DP/2.1.1.1,0/10/APIA/VIAA/156 is greatly acknowledged.

FTALOCIANĪNA PLĀNO KĀRTIŅU ELEKTRISKO ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI

J. Latvels¹, K. Pudžs¹, I. Bīdermane², N. Witkowski²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Institute of Nanosciences of Paris, University Pierre and Marie Curie*

Pēdējā desmitgadē notiek intensīvi pētījumi pie jaunu hibrīdu ierīču izveides, kas satur makromolekulas. Tādām ierīcēm paredzams potenciāls pielietojums gāzes sensoru izveidē. Starp makromolekulām ievērojamu vietu ieņem ftalocianīna (Pc) un tā atvasinājumu molekulas, kas izceļas ar savu salīdzinoši lielo termisko stabilitāti un interesantām optiskām un elektriskām īpašībām. Gāzu sensoru izveidošana, kas balstās uz hibrīdiem organisko sensoru/pusvadītāju struktūrām, ko izmanto organisko lauka efektu tranzistoros un diodēs, ir ļoti labs pamats jaunu sensoru izveidošanā. To darbības princips balstās uz mijiedarbību starp organisko plāno kārtiņu un analizējošo gāzi, kuras rezultātā mainās organiskā materiāla fizikālās īpašības. Tām mainoties, izmainās organiskā materiāla kārtiņas un silīcija pamatnes mijiedarbība.

Šajā darbā ir parādīti FePc elektrisko īpašību pētījumi uz dažādām virsmām - Au, Si, ITO. Ar Kelvina zondes metodi ir noteiktas virsmas potenciāla izmaiņas gāzu ietekmē, kā arī jūtības ietekme atkarībā no dažādiem organisko kārtiņu biežumiem. Labāka jūtība tika iegūta Au pamatnes gadījumā.

Šis pētījums veikts ar Francijas un Latvijas sadarbības programmas zinātnes un tehnoloģiju attīstības jomā «Osmoze» atbalstu.

ELECTRICAL PROPERTIES OF PHTHALOCYANINE THIN FILMS

J. Latvels¹, K. Pudžs¹, I. Bīdermane², N. Witkowski²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Nanosciences of Paris, University Pierre and Marie Curie*

In the last decade new hybrid devices containing active macromolecules have been intensively studied. These hybrid devices have potentialities in gas sensor development. For these types of application, the use of phthalocyanines (Pc) is very promising because this class of molecules presents a great thermal stability, interesting electronic and optical properties. The hybrid, organic sensors/semiconductors, based on the organic field-effect transistor and other related devices, are promising candidates for the development of new gas sensors due to their low cost, high sensitivity and especially easy integration in micro-electronic devices. The principle of operation is based on the interactions between the sensitive organic layer and the target gas; consequently it is crucial to understand the fundamental physicochemical processes, which govern the reactivity of the thin layers of these organic molecules on substrate.

In this work investigations of electrical properties of FePc on different substrates are shown. Au, Si, ITO as substrates were used. The gas influence on changes of surface potential by Kelvin probe method was determined. The sensitivity dependence on thickness of organic layer was determined. Significant changes in the case of Au substrate were observed.

The financial support of project within the bilateral collaboration programme between France and Latvia "OSMOSE" is greatly acknowledged.

VIRSMAS RELJEFA VEIDOŠANĀS AZO-SAVIENOJUMOS

J. Aleksejeva, J. Teteris, A. Vembris
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šajā darbā tika pētīti virsmas reljefa iegūšanas iespējas hologrāfiskā ieraksta laikā mazmolekulāros organiskos stiklos, kuru sastāvā ir diazosavienojumi. Šajos savienojumos ir iespējams iegūt režģus, kuru veidošanās ātrums ir liels, bet jutība neliela, līdz ar to režģu veidošanai nav nepieciešams ilgs laiks un liels enerģijas patēriņš.

Darbā tika meklēti optimāli virsmas reljefa veidošanas apstākļi hologrāfiskā ieraksta laikā ar viļņa garuma $\lambda = 532$ nm. Tika variēti ierakstošo staru parametri – polarizācija, intensitāte, kā arī tika veikts ieraksts pie dažādiem periodiem. Izveidojies virsmas reljefs tika pētīts ar AFM un profilometru.

Pārbaudot dažādus mazmolekulārus organiskos stiklus ir iespējams noteikt optimālo organiskā stikla sastāvu, kas nepieciešam efektīvas virsmas reljefa ierakstam.

SURFACE RELIEF FORMATION IN AZO-COMPOUNDS

J. Aleksejeva, J. Teteris, A. Vembris
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In this work surface relief grating (SRG) formation via holographic recording in low-molecular organic glasses consisting of diazocompounds was studied. It is possible to obtain SRG with high formation velocity and low sensitivity, thus no long time and high exposures required for SRG recording.

In this work we looked for the optimal holographic recording conditions at $\lambda = 532$ nm wavelength by varying parameters of recording beams – polarization state, intensity; recording at different grating periods was performed. Obtained SRG was studied by AFM and profilometer.

Studying low-molecular glasses with different structure allows to obtain optimal structure for efficient SRG formation via holographic recording.

**PARAUGA BIEZUMA IETEKME UZ VIRSMAS RELJEFA VEIDOŠANĀS
PROCESU AMORFAJOS HALKOGENĪDOS**

M. Reinfeldē, J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Dotajā darbā aplūkota parauga biezuma ietekme uz virsmas reljefa veidošanās procesu divstaru (hologrāfiskā) ierakstā, ja reljefa periods Λ mainās diapazonā no $\approx 0,6 \mu\text{m}$ līdz $\approx 80 \mu\text{m}$. Pētītas As_2S_3 plānās kārtiņas ierakstā ar vilņa garuma $\lambda=0,532 \mu\text{m}$ gaismu un intensitāti I , nepārsniedzot 4 W/cm^2 starā. Iegūtie rezultāti liecina, ka pie vienādām apgaismojuma dozām un nemainīga perioda, virsmas reljefa veidošanās efektivitāte lielā mērā ir atkarīga no parauga biezuma.

**INFLUENCE OF SAMPLE THICKNESS ON FORMATION OF SURFACE
RELIEF IN AMORPHOUS CHALCOGENIDES**

M. Reinfeldē, J. Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The influence of sample thickness on the surface relief formation process during two light wave (holographic) recording was studied. Period of recorded relief was changed from $\Lambda \approx 0,6 \mu\text{m} \approx 0,6 \mu\text{m}$ up to nearly $\Lambda \approx 80 \mu\text{m}$. The As_2S_3 thin films at $0,532 \mu\text{m}$ light illumination at intensities not exceeding 4 W/cm^2 on beam was under examination. The achieved results show that at constant illumination dose and the same period, efficiency of surface relief formatting process largely depends on sample thickness.

FOTO-INDUCĒTĀ DUBULTLAUŠANA As_2S_3 PLĀNAJĀS KĀRTIŅĀS.

M. Jirgensons, J. Teteris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Dotajā darbā tika pētīta fotoinducētā optiskā dultlaušana As_2S_3 plānās kārtiņās. Dubultlaušana tika inducēta un mērīta pie viļņu garumiem 491nm, 532nm, 561nm un 635nm. Tika pētīta dubultlaušanas koeficienta izmaiņas atkarībā no starošanas laika. Dubultlaušanas koeficienta maiņa tika pētīta, starojot paraugu ar polarizētu lāzera staru. Shēmā, ar ko tika pētīta dubultlaušana As_2S_3 plānajās kārtiņās, tika izmantotas pusviļņu plāksnītes, lēcas, gaismas polarizatori, polarizācijas uzlabošanai. Pie viļņu garuma 532nm, noteikts dubultlaušanas koeficients izmantojot foto-inducēto dihroismu, pēc parauga starošanas tika nomērīta interfernces maksimumu nobīde parauga spektrā.

PHOTOINDUCED BIREFRINGENCE IN As_2S_3 THIN FILMS.

M. Jirgensons, J. Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The photoinduced birefringence was in observed in As_2S_3 thin films. Birefringence was researched and induced at such wavelengths as 491nm, 532nm and 635nm. Birefringence coefficient was researched by dependence of time. Change of birefringence coefficient was studied by streaming polarized light beams on the surface of sample. In the scheme, which was used to study birefringence in thin films, was 1/2 wave plates, lenses, polarizers, to gain better polarization. At the 532nm wavelength, birefringence coefficient was determined using the photoinduced dichroism, after streaming the sample change of the interference maximums in the spectrum was studied.

RADIĀCIJAS DEFEKTU UN RADIOLĪZES PRODUKTU VEIDOŠANĀS MODIFICĒTAJĀS LITIJA ORTOSILIKĀTA MINILODĪTĒS

A. Zariņš¹, G. Ķizāne¹, A. Supe¹, R. Knitter², M. Kolb², L. Baumanē¹,
O. Valtenbergs¹.

¹*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Karlsruhes Tehnoloģiju institūts, Funkcionālo materiālu institūts*

Litija ortosilikāta (Li_4SiO_4) minilodītes ar 10 mol% litija metasilikāta (Li_2SiO_3) piedevu ir standarta tritiju ģenerējošā keramika Eiropas Savienības izstrādātajam cieta materiālu testa blanketa modulim [1]. Pēdējie apstarošanas eksperimenti norāda [2], ka blanketa moduļa ekspluatācijas apstākļos standarta Li_4SiO_4 minilodītēs veidojas plaisas un notiek minilodīšu fragmentācija. Viens no iespējamajiem problēmas risinājumiem ir mainīt standarta Li_4SiO_4 minilodīšu ķīmisko sastāvu, aizstājot Li_2SiO_3 ar mehāniski stabilāko litija metatitanātu (Li_2TiO_3). Apvienojot šīs divas fāzes - Li_4SiO_4 un Li_2TiO_3 , ir iespējams iegūt modificētu tritiju ģenerējošo keramiku ar uzlabotām mehāniskajām īpašībām, nezaudējot tritija izdalīšanās īpašības [3]. Pētījuma mērķis izpētīt radiācijas defektu (RD) un radiolīzes produktu (RP) veidošanos un uzkrāšanos modificētajās Li_4SiO_4 minilodītēs ar 10-30 mol% Li_2TiO_3 .

Modificētu lodīšu augstas temperatūras radiolīze veikta argona atmosfērā ar lineāro elektronu paātrinātāju ELU-4 ($E=5$ MeV) līdz pat 5 GGy absorbētai dozai 430-610 K temperatūrā. Iepriekš, izmantojot ķīmisko akceptoru metodi noteikts, ka standarta Li_4SiO_4 minilodītēs ($D=1-11$ GGy, $T=550-590$ K) līdz pat 95 % no uzkrātajiem elektronu veida RD un RP, ir koloidālā litija (Li_n) agregāti, bet pārējie ir E' centri (SiO_3^{3-}), F^+ un F^0 centri [4]. E' centriem, Li_n un F^+ centriem piemīt paramagnētiskas īpašības, un tādējādi tos var detektēt un analizēt ar elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) spektroskopiju.

Izmantojot EPR ir konstatēts, ka modificētajās Li_4SiO_4 minilodītēs ar 10-30 mol% Li_2TiO_3 , veidojas un uzkrājas vairāki paramagnētiskie RD veidi, piemēram, E' centri (SiO_3^{3-} vai TiO_3^{3-}) un HC_2 centri (SiO_4^{3-} vai TiO_3^-). Iegūtie rezultāti liecina, ka, aizstājot Li_2SiO_3 ar Li_2TiO_3 fāzi, kopējā paramagnētisko RD koncentrācija modificētajās Li_4SiO_4 minilodītēs ievērojami samazinās.

FORMATION OF RADIATION-INDUCED DEFECTS AND RADIOLYSIS PRODUCTS IN MODIFIED LITHIUM ORTHOSILICATE PEBBLES

A. Zariņš¹, G. Kizane¹, A. Supe¹, R. Knitter², M. Kolb², L. Baumanē¹,
O. Valtenbergs¹.

¹*University of Latvia, Institute of Chemical Physics*

²*Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Applied Materials (IAM-WPT)*

Lithium orthosilicate (Li_4SiO_4) pebbles with 10 mol% lithium metasilicate (Li_2SiO_3) are the reference tritium breeding ceramic for the European Union solid breeder test blanket module [1]. Latest irradiation experiments showed that the reference Li_4SiO_4 pebbles may crack and form fragments under operation conditions as expected in the blanket module [2]. Therefore it may be favourable to change the chemical composition of the reference Li_4SiO_4 pebbles and to replace the Li_2SiO_3 with a mechanically more stable lithium metatitanate (Li_2TiO_3) phase. In combining these two phases - Li_4SiO_4 and Li_2TiO_3 , it is anticipated to obtain a modified tritium breeding ceramic with improved mechanical properties, without losing the benefit of the good tritium release [3]. The aim of this research was to investigate the formation and localisation of radiation-induced defects (RD) and radiolysis products (RP) in the modified Li_4SiO_4 pebbles with 10-30 mol% Li_2TiO_3 .

High-temperature radiolysis was performed with a linear electron accelerator ELU-4 ($E=5$ MeV) up to 5 GGy absorbed dose at 430-610 K in dry argon. Previously using the method of chemical scavengers it has been determined that up to 95 % of accumulated electron type RD and RP in the reference Li_4SiO_4 pebbles ($D=1-11$ GGy, $T=550-590$ K) are colloidal lithium (Li_n) aggregates while the rest are E' centres (SiO_3^{3-}), F^+ and F^0 centres [4]. The E' centres, Li_n and F^+ centres possesses paramagnetic properties and thus could be detected by electron spin resonance (ESR) spectroscopy.

Using ESR it has been determined that in the modified Li_4SiO_4 pebbles with 10-30 mol% Li_2TiO_3 forms and accumulates several paramagnetic species of RD, like, E' centres (SiO_3^{3-} or TiO_3^{3-}) and HC_2 centres (SiO_4^{3-} or TiO_3^-). Obtained results suggested that by replacing the Li_2SiO_3 with equal amount of Li_2TiO_3 phase, the total concentration of paramagnetic RD in the modified Li_4SiO_4 pebbles significantly decreases.

[1] M. Zmitko et al., J. Nucl. Mater. 417 (2011) 678-683.

[2] S. van Til et al., Fus. Eng. Des. 87 (2012) 885-889.

[3] R. Knitter et al., J. Nucl. Mater. 442 (2013) S433-S436.

[4] A. Zariņš et al., Fus. Eng. Des. (2014) doi:10.1016/j.fusengdes.2014.01.005.

**EIROPAS APVIENOTĀ TORĀ (JET) OGLEKĻA KOMPOZĪTU PUTEKĻU
AR GARU ĶĒŽU OGĻŪDEŅRAŽU PIEMAIŠĪJUMIEM ANALĪZE**

L. Avotiņa¹, G. Ķizāne¹, M. Halitovs¹, J. Lapiņš¹, S. Romanelli²,
EFDA-JET sadarbības partneri³

¹*Latvijas Universitāte, Ķīmiskās fizikas institūts,*

²*EURATOM / CCFE Fusion Association*

³*JET-EFDA*

Oglekļa šķiedras kompozītmateriāli (carbon fiber composites - CFC) līdz 2009. gadam izmantoti Apvienotajā Eiropas torā (Joint European torus – JET) kā plazmas saskares materiāli. JET ITER veida divertors ir veidots no CFC ķieģeļiem, kas pārklāti ar volframu. Reaktora darbības laikā plazmas ietekmē notiek volframa slāņa kušana un deformēšanās [1]. Uz plazmas saskares virsmas ar volframu nepārklātajās vietās plazmas ietekmē var veidoties dažādi oglekli saturoši savienojumi – fullerēni un garu ķēžu ogļūdeņraži [2].

Ir veikta priekšizpēte ar neaktīvu CFC putekļu, garu ķēžu ogļūdeņražu un fullerēna C₆₀ maisījumiem. Pētījuma mērķis ir salīdzināt oksidēšanās un sublimēšanas procesus CFC putekļus saturošiem dažāda sastāva maisījumiem. Sagatavotos maisījumus karsēja gaisā un inertā atmosfērā, izmantojot termiskās analīzes iekārtu EXSTAR TG/DTA 6300.

Salīdzinot dažādu maisījumu un atsevišķu vielu sadalīšanās procesus, secināts, ka lineāru garu ķēžu ogļūdeņražu klātbūtni maisījumos iespējams noteikt pēc to kušanas un sadalīšanās temperatūrām. Iegūtie rezultāti tiks izmantoti, lai noteiktu ogļūdeņražu un fullerēnu klātbūtni putekļos un plēksnēs, kas veidojušies kodolsintēzes reaktora plazmas kamerā.

**ANALYSIS OF JET CFC DUST MATERIAL WITH ADDITIONS OF LONG-
CHAIN HYDROCARBONS**

L. Avotina¹, G. Kizane¹, M. Halitovs¹, J. Lapins¹, S. Romanelli²,
EFDA-JET contributors³

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

²*EURATOM / CCFE Fusion Association*

³*JET-EFDA*

Carbon fibre composites (CFC) have been used in fusion reactors, including Joint European Torus (JET) until 2009 as plasma facing materials. In JET ITER like wall W coated CFC divertor tiles are used. During high temperature gradients and thermal stresses, formation of melt layer, erosion and crack formation of W is caused [1]. Plasma-wall interaction in uncovered places may lead to formation of carbon based compounds like fullerenes [2] and long-chain hydrocarbons.

In order to analyse such dust and flakes, analysis of mixtures containing dust material from plasma non-exposed CFC tile, several long-chain hydrocarbons and fullerene C₆₀ was performed. The aim of this research was to analyse and compare the oxidation and sublimation processes of mixtures with different composition. The mixtures were heated in air and inert atmosphere employing a differential thermal analyser EXSTAR TG/DTA6300.

The results were compared with decomposition processes of separate materials. It was obtained, that it is possible to detect the presence of long-chain hydrocarbons in mixtures. The results will be used as references for analysis of dust and flakes collected from vacuum vessel of fusion reactor.

1. T. Hirai et al. / Journal of Nuclear Materials 390-391 (2009) 751-754

2. B.N. Kolbasov et al. / Journal of Nuclear Materials 415 (2011) S266–S269

* See the Appendix of F. Romanelli et al., Proceedings of the 24th IAEA Fusion Energy Conference 2012, San Diego, US

ŠĶIDRA METĀLA PLĀNU KĀRTIŅU VEIDOŠANAS SISTĒMA

A. Leščinskis¹, Ē. Platacis², G. Ķizāne¹

¹*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Fizikas institūts, Latvijas Universitātes aģentūra*

Izstrādāta rotējoša cilindra metodika, kas ļauj vienlaicīgi noteikt un salīdzināt savā starpā vairāku objektu fizikālķīmiskos raksturlielumus. Rotējošā cilindra metode var tikt izmantota šķidrums, šķīdumu un šķidru metālu, kā arī to kausējumu fizikālķīmisko raksturlielumu noteikšanai un savstarpējai salīdzināšanai. Tā nodrošina nepārtrauktu pētāmā objekta kontaktu ar cita materiāla virsmu. Iekārtas pamatā ir rotējošs cilindrs ar tā iekšpusē iegravētām vienu vai vairākām gropēm. Cilindra gropēs tiek ievietoti pētāmie objekti, kuru mijiedarbību paredzēts pētīt ar virsmas materiālu no kā izgatavots pats rotējošais cilindrs vai ar tā gropēs esošo oderējumu. Ar šādu metodiku ir iespējams noteikt un salīdzināt savā starpā vairākus fizikālķīmiskos raksturlielumus: viskozitāti, koncentrācijas ietekmi, virsmas slapināšanu, slapināšanas temperatūru, slīdēšanas ātrumu un virsmas koroziju. Turpinās metodes pilnveidošana un attīstīšana.

LIQUID METAL THIN LAYER FORMING SYSTEM

A. Lescinskis¹, E. Platacis², G. Kizane¹

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

²*Institute of Physics, Agency of University of Latvia*

There's been developed a rotating cylinder methodology that allows to determine and compare physicochemical characteristics of multiple objects. The rotating cylinder method may be used for all liquids including liquid solutions, liquid metals and their alloys. It provides continuous contact of the research object with another surface of the selected material. Equipment based on a rotating cylinder with one or more installed grooves inside of it. The research objects are placed inside of the selected cylinder grooves. Grooves can hold various linings and can be made of any desired material which is intended to study the object interaction with it. By this method it is possible to determine and compare with each other a number of physicochemical parameters: viscosity, concentration effects, surface wetting, wetting temperature, the slip rate and surface corrosion. Further optimization and improvement of the method is in progress.

MHD EFEKTI UN SLAPINĀŠANAS PROBLĒMAS LITIJA GRAVITĀCIJAS PLŪSMĀ „MAZAS JAUDAS” (SFĒRISKĀ) TOKAMAKA DIVERTORA ZONĀ

A. Šiško¹, Ē. Platacis¹, A. Sobolevs¹, A. Kļukins¹, F. Muktepāvela², A. Ziks¹,
S. Ivanovs¹, M. Grjaznevich³, L. Zaharov⁴

¹Latvijas Universitātes Fizikas institūts

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

³Culham Science Centre

⁴Plasma Physics Laboratory

Pēdējā laikā arvien vairāk parādās darbi saistībā ar tā saukto mazo sfērisko tokamaku kā efektīvu zemas kodoltermiskās jaudas neitronu avotu. Lai varētu sekmīgi īstenot sfēriskā tokamaka projektus, ir jānodrošina superplāna Li slapināšanas slāņa ($h < 0.1$ mm) plūsma ar ļoti mazu lineāro caurplūdi ($q \leq 1$ mm²/s) definētos gravitācijas un stipra magnētiska lauka apstākļos. Darbā, izmantojot aproksimācijas metodi, veikti teorētiski aprēķini MHD efektiem Li plūsmai gan kapilāra inžektora iekšpusē, gan pa tērauda brīvo virsmu gravitācijas lauka klātbūtnē. Izvesti nelineārie otrās kārtas diferenciālie vienādojumi, kas apraksta Li plēves biezumu (h) kā funkciju no plūsmas ātruma (v), caurplūdes, magnētiskā un gravitācijas lauka vērtībām. Aprēķināti optimālie parametri Li plēves gravitācijas un MHD plūsmām ar $v = 4$ mm/s. Lai uzlabotu Li slapināšanu un izplūšanu tika izstrādāta caurplūdes regulācijas metode, kas ļāva eksperimentāli iegūt vienmērīgu Li plūsmu ar aprēķināto ātrumu.

*Darbi veikti saskaņā ar ERAF projektu Nr.
2010/0262/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/176*

MHD EFFECTS AND WETTING PROBLEMS DURING LITHIUM GRAVITATIONAL FLOW IN THE DIVERTOR ZONE OF “LOW-POWER” (SPHERICAL) TOKAMAK

A. Shishko¹, E. Platacis¹, A. Sobolevs¹, A. Ziks¹, S. Ivanovs¹, F. Muktepavela²,
M. Gryaznevich², L. Zakharov³

¹Institute of Physics, University of Latvia

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

³Culham Science Centre

⁴Plasma Physics Laboratory

Recently the number of works concerning so called small spherical tokamak as an effective low power nuclear neutron source is growing. In order to successfully accomplish projects involving spherical tokamak, it is crucial to ensure a flow ($q \leq 1$ mm²/s) of super-thin Li wetting layer ($h < 0.1$ mm) in strictly defined conditions of gravitational and magnetic fields. In this work theoretical calculations of MHD effects of Li flow in capillary injector as well as on the free surface of steel in the presence of gravitational field using method of approximation have been performed. Non-linear second order differential equations describing the thickness (h) of Li film as a function of velocity (v), flow, values of magnetic and gravitational fields has been derived. Optimal parameters for gravitational and MHD flow ($v = 4$ mm/s) of Li film have been calculated. To improve the wetting and spreading of Li a method of flow regulation, which allowed experimentally obtaining a uniform flow of Li with calculated velocity was developed.

*The work has been done within ERAF project N^o
2010/0262/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/176*

RADIĀCIJAS MONITORINGS SALASPILS KODOLREAKTORA APKĀRTNĒ 1998. – 2013.G.

J. Alksnis¹, J. Bērziņš², D. Riekstiņa², J. Rudzītis¹

¹*LU Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Salaspils kodolreaktors IRT (turpmāk SKR) sāka darboties 1961.g. 26. septembrī. Pirmajos gados SKR apkārtņē mērīja γ un β radionuklīdus, kurus saturēja: nokrišņi, aerosoli, augsnes virskārta, ūdens atklātos ūdens baseinos, kā arī SKR saimnieciskās un lietus kanalizācijas sistēma. Vēlāk izrādījās, ka iegūtie vides radioaktivitātes dati liecināja par kodolieroču sprādzienu globālajām sekām, nevis par SKR darbības sekām.

SKR apkārtnes pazemes ūdeņos γ un β radionuklīdus sāka kontrolēt sākot ar 1990.g., kad ierīkoja kontrolakas 4 līdz 9 m dziļumā apm. 5 līdz 50 m attālumā no reaktora bākas un speckanalizāciju baseiniem. Kad kodolreaktora aktīvajā zonā kā neitronu atstarotāju sāka izmantot berīlija (Be) kasetes, tajās veidojās tritījs, kurš gala rezultātā nonāca 1. kontūra ūdenī un tālāk apkārtējā vidē (kā tvaiki un pazemes ūdens). Tādēļ radās nepieciešamība kontrolēt arī tritīju pazemes ūdeņos SKR apkārtņē.

Pētījumos iegūtas reaktora radīto radionuklīdu vidējās koncentrācijas un to dinamika pa gadiem un pa vietām augsnē un pazemes ūdeņos. Radiācijas monitoringa rezultāti parādīja, ka no SKR vidē nonākušo radionuklīdu daudzums maz izmaina dabā esošo radionuklīdu koncentrāciju.

RADIATION MONITORING IN THE VICINITY OF SALASPILS NUCLEAR REACTOR (1998-2013)

J. Alksnis¹, J. Bērziņš², D. Riekstina^{1,2}, J. Rudzītis¹

¹*LU Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

The nuclear reactor IRT in Salaspils (SNR) started operation on September 26, 1961. In the first years, the activity of γ and β radionuclides was measured in: precipitations, aerosols, upper layers of soil, open water basins, as well as in the operational and rain drain systems of the SNR. Later, it became clear that the obtained environmental radioactivity data indicated global impact of nuclear weapon tests, and not the operation of SNR. The activity monitoring of γ and β radionuclides in the ground waters around SNR was started in 1990, when the 4 to 9 m deep control-wells have been made at distances ca. 5 to 50 m from the reactor tank and special sewage basins. The use of beryllium (Be) cassettes for neutron reflection in the reactor core resulted in the production of tritium which leaked into the 1st contour water and then in the environment (as vapours and ground waters). This caused a necessity to monitor the H^3 activity in the ground waters in the vicinity of SNR.

Obtained results present average concentrations of reactor produced radionuclides in soils and ground waters, as well as concentration dynamics in dependence on years and locations. The results of radiation monitoring show that the amount of radionuclides produced by SNR have little impact of the total radionuclide content in the environment.

ŠKIDRA METĀLA STRŪKLA UZ IELIEKTAS PAMATNES STIPRĀ MAGNĒTISKĀ LAUKĀ.

O. Lielausis, Ē. Platacis, A. Kļukins, J. Peinbergs
Latvijas Universitātes Fizikas institūts

Liela ātruma strūklu var sastapt jau pašos pirmajos priekšlikumos, kur šķidrās metāls ieteikts kā darba ķermenis atdalītāja (divertora) aizsardzībai un jaudas novadīšanai. Liela termālās slodzes uztvertspēja uzskatāma par galveno īpatnību, kas raksturo šāda veida atdalītājus. Ja pielaižami tādi materiāli kā Ga vai Sn, tad slodzes virs 50 MW/m^2 kļūst iespējamās. Būtiski rezultāti tika iegūti maza izmēra tokamakā I S T T O K, kur plazma mijiedarbojas tieši ar Ga strūklu. Nozīmīgākais ir secinājums par to, ka šķidra metāla strūklu faktiski var absorbēt un pārnest lielas termālās slodzes. Tomēr vienlaikus aktualizējās vecā problēma par brīvi lidojošo strūklu telpisko stabilitāti. Izlādes laikā zināma strūklu novirze tika konstatēta. Ir izteikta hipotēze, ka šo novirzi izsauc magnētiskā lauka mijiedarbe elektriskajām strāvām, kuras ģenerē peldošais potenciāls plazmā. Lai izvairītos no nevēlamās elektromagnētisko spēku iedarbes, nepieciešams saglabāt šo potenciālu nemainīgu visā strūklu garumā. Šim nolūkam iesakām virzīt strūklu gar ekvipotenciālām ieliektām virsmām. Referātā apskatīti attiecīgie rezultāti.

LIQUID METAL JETS PASSING OVER CURVED SUBSTRATES IN THE PRESENCE OF A STRONG MAGNETIC FIELD.

O. Lielausis, E. Platacis, A. Klukins, J. Peinbergs
Institute of Physics, University of Latvia

Fast jets as plasma facing components can be found already in the very first designs when for diverter protection and power extraction liquid metals were proposed. A high power load capability should be considered as the most distinctive and attractive feature of such a diverter. If materials like Ga or Sn are accepted loads of the order of 50 MW/m^2 could be expected. Essential for applications are results gained during experiments on the small scale tokamak ISTTOK where the plasma was interacting directly with a Ga jet. Most important is the conclusion about the ability of liquid metal jets to absorb and transfer high indeed power loads. However, the old problem about the spatial stability of free flying jets was stirred up. During the discharge a definite deflection of the liquid jet was detected. A hypothesis has been offered that the deflection is caused by the magnetic field interacting with the electric currents generated by the floating potential inside the plasma. To keep the floating potential along the jet's path constant, as a consequence, to eliminate the badly acting electro magnetic forces we offer to direct the jets along curved equipotential surfaces. In the report results of this study are presented.

The work was supported by EFDA in the frame of the Task: WP13-PEX03b-TO5

ELEKTRONU STAROJUMA UN MAGNĒTISKĀ LAUKA IESPĒJAMĀS STIMULĒJOŠĀS IETEKMES NOVĒRTĒJUMS TRITIJA IZDALĪŠANĀS PROCESAM NO HIDOBE-01 BERILIJA LODĪTĒM

A. Vītiņš¹, G. Kizāne¹, J. Jansons¹, V. Kinerte¹, G. Ivanov¹, M. Zmitko²

¹*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Kodolsintēze Energijai (F4E)*

Berilija lodītes paredzēts izmantot Eiropas ar hēliju dzesēta lodīšu moduļa (HCPB) brīdīga blanketā nākotnes kodolsintēzes reaktoros, lai nodrošinātu pietiekamu tritija atražošanu. Be lodītes ar 1 mm diametru, kas ražotas rotējošā elektroda procesā, pašlaik ir references materiāls HCPB, un tiks izmantotas pirmajos HCPB pārbaudes moduļos [1].

Berilija lodītes atradīsies intensīvā ātro neitronu starojuma plūsmā, aptuveni 10^{18} n.m⁻²s⁻¹, augsta magnētiskā lauka 7-10 T un 573-923 K temperatūras ietekmē. Hēlijs un tritījs berilijā rodas neitronu izsaukto transmutāciju ceļā un izraisa gan lodīšu uzpūšanos, gan tritija uzkrāšanos tajās.

Veikta lielu dozu berilija apstarošana (HIDOBE-01) Nīderlandē Petenas Augstplūsmas kodolreaktorā ātro neitronu plūsmā, lai uzzinātu beriliju lodīšu uzvedību un tritija uzkrāšanos DEMO reaktoram atbilstošos atomu nobīdes un hēlija atomu attiecības un temperatūru režīma apstākļos [2, 3].

Šis pētījums sniedz rezultātus par tritija izdalīšanos no lodītēm, kas apstarotas neitronos 646 pilnas reaktora jaudas dienas, neitronu plūsma ir 6.94×10^{25} m⁻² ($E > 1,0$ MeV) temperatūra zonā 798 K.

Tritija izdalīšanās eksperimenti tika veikti 773-1079 K temperatūrā 3 stundas nesējgāzes He + 0,1 % H₂ plūsmā 14-15 L / h ar vienlaicīgu 5 MeV ātro elektronu apstarošana 10-13 MGy / h, gan bez magnētiskā lauka ($B = 0$), gan magnētiskajā laukā 1,5-1,7 T ($B = 1,7$ T).

Vienlaicīga 5 MeV ātro elektronu starojuma un magnētiskā lauka 1,5-1,7 T iedarbība ievērojami atvieglo (56-67%) tritija izdalīšanos no HIDOBE-01 eksperimentā 798 K temperatūrā apstarotām 1,0 un 0,5 mm Be lodītēm, atdedzinot tās virs 1040 K temperatūras. Tomēr iespēja izdarīt vispārīgus kvantitatīvus secinājumus par magnētiskā lauka ietekmi ir ļoti ierobežota, jo ir iespējams atšķirīgums starp lodītēm vienas partijas ietvaros gan attiecībā uz to sākotnējo kopējo tritija daudzumu, gan uz tritija izdalīšanās īpašībām.

ESTIMATION OF POSSIBLE STIMULATING EFFECT OF ELECTRON RADIATION AND MAGNETIC FIELD ON TRITIUM RELEASE FROM HIDOBE-01 BERYLLIUM PEBBLES

A. Vītiņš, G. Kizāne, J. Jansons, V. Kinerte, G. Ivanov, M. Zmitko

¹*Institute of Chemical Physics University of Latvia*

²*Fusion for Energy (F4E)*

Beryllium pebbles are foreseen to be used in the European Helium-Cooled Pebble-Bed (HCPB) breeding blanket for a future fusion reactor in order to ensure sufficient tritium breeding. The Be pebbles produced by Rotating Electrode Process with diameter 1 mm are at present the reference multiplier material for the HCPB breeding blanket and will be used in the first HCPB Test Blanket Modules [1].

The beryllium pebbles will be under intense fast neutron radiation of about 10^{18} n.m⁻²s⁻¹, a high magnetic field of 7-10 T at 573-923 K temperature. Helium and tritium are produced in beryllium as a result of neutron-induced transmutations, causing swelling and tritium inventory.

The High DOse irradiation of Beryllium (HIDOBE-01) was performed in the High Flux Reactor at Petten, The Netherlands in order to know behaviour of beryllium pebbles and tritium inventory under fast neutron irradiation at DEMO relevant dpa/He ratios and temperatures [2,3].

This study presents results on post neutron-irradiation tritium release from pebbles irradiated for 646 full power days to the neutron fluence of 6.94×10^{25} m⁻² ($E > 1.0$ MeV) in the temperature zone 798 K. Tritium release experiments were performed at 773-1079 K for 3 h in a flow of 14-15 L/h of He + 0.1% H₂ purge gas with simultaneous 5 MeV fast electron irradiation of 10-13 MGy/h both without ($B=0$) and in a magnetic field of 1.5-1.7 T ($B=1.7$ T).

A considerable facilitating effect (56-67%) of a magnetic field of 1.5-1.7 T with the simultaneous 5 MeV fast electron radiation on the tritium release from the HIDOBE-01 798 K 1.0 and 0.5 mm Be pebbles on annealing at temperatures above 1040 K was observed, but because of the fact that only one pair of pebbles was investigated on the magnetic field effect from each batch, the ability to draw general quantitative conclusions about the magnetic field effect is very limited by possible dissimilarity of the pebbles within the batch with respect to their initial total tritium amount and their tritium release properties.

1. M. Zmitko, Y. Poitevin, L. Boccaccini, et al. J. Nucl. Mater. 417 (2011) 678-683.

2. J.B.J. Hegeman, J.G. van der Laan, H. Kawamura, et al. Fusion Eng. Des. 75-79 (2005) 769-773.

3. S. van Til, A.V. Fedorov, M.P. Stijkel, et al. J. Nucl. Mater. 442 (2013) S478-S482.

JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA ENERĢIJAS IETEKME UZ DOZIMETRU KALIBRĒŠANAS KOEFICIENTIEM

O. Skrypnik, V. Pēde, J. Rudzītis
Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

Jonizējošo starojumu plaši izmanto medicīnā, dažādās rūpniecības nozarēs un zinātnē. Neskatoties uz to, ka jonizējošam starojumam ir daudz pielietojumu, tas var izraisīt potenciālus bojājumus cilvēka organismā, ja radiācija pārsniegs noteiktos limitus. Lai radītu iespēju droši izmantot jonizējošā starojuma avotus un vienlaicīgi aizsargāt pacientus un personālu, kurš nodarbojas ar jonizējošo starojumu, kā arī vidi pret iespējamo kaitīgo iedarbību ir nepieciešams kontrolēt dozas limitus darba vietās un objektos. Darba vietu un objektu kontrolē izmanto plašu dozimetru loku.

Viens no galvenajiem nosacījumiem veicot šos mērījumus ir kalibrētu dozimetru pielietošana. Kalibrēšanas rezultāts ir kalibrēšanas koeficients un tas ir skaitlis, ar kuru jāreizina mērījums, lai iegūtu patieso lielumu.

Diagnostikai un terapijas metodēm izmanto dažādus jonizējošā starojuma veidus (rentgenstarojums, gamma starojums, paātrinātie elektroni) un katram veidam var atšķirties enerģija.

Pētījuma galvenais mērķis ir noteikt kādā mērā dažādu dozimetru veidu kalibrēšanas koeficienti ir atkarīgi no jonizējošā starojuma enerģijas.

THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ENERGY ON COEFFICIENTS OF DOSIMETERS

O. Skrypnik, V. Pede, J. Rudzitis
Institute of Chemical Physics, University of Latvia

Today the ionizing radiation is used for a variety of medical, industrial and scientific purposes. Ionizing radiation has many applications, but at the same time it may cause the health hazards if the radiation exceeds certain limits. It is critical to control dose limits in order to maintain the safe environment and to protect the personnel and the patients from the potential harmful effects. The control is ensured with different types of dosimeters.

One of the main requirements for the correct use of dosimeter is the dosimeter calibration. The results of calibration are calibration coefficient and are a number by which one should multiply the measurement in order to obtain a correct value.

The different types of ionizing radiation (X-ray, gamma irradiation, accelerated electrons) are used for diagnostic and therapy methods. In praxis used ionizing radiation has wide range of energies.

Therefore, the aim of the research is to determine the dosimeters calibration coefficients for different energy types of ionizing radiation and to identify the differences of coefficients.

SKAITLISKIE RĒĶINI 3D PBLI MHD PLŪSMAI KVADRĀTVEIDA KANĀLĀ AR ATŠĶIRĪGU SIENU ELEKTRISKO VADĪTSPĒJU

I. Krastiņš¹, A. Šiško¹, L. Buligins²

¹Latvijas Universitātes Fizikas institūts

²Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes Fizikas katedra

Darbā atspoguļoti skaitliskie rezultāti 3D stacionārai MHD plūsmai kvadrātveida kanālā spēcīgā ārējā magnētiskajā laukā. Apskatīti gadījumi ar dažādām sienu parametru vērtībām, kā arī kad viena puse kanāla ir ar nevadošām sienām un otra puse ir ar vadošām Hartmaņa sienām.

Otrajā gadījumā plūsmai eksistē pārejas apgabals, kurā tā no *bulk* veida plūsmas pāriet neregulārā MHD plūsmā ar tai raksturīgo M veida 2D ātruma profilu. Šim pētījumam ir vairāk akadēmiska nozīme tā vienkāršības un fizikālās noteiktības dēļ. Skaitliskos rezultātus varētu izmantot šķidrā metāla blanketa izstrādē, kā arī šķidrā metāla korozijas procesu MHD efektu ietekmes novērtēšanā uz konstrukciju materiāliem.

Skaitliskie rezultāti parāda, ka, arvien samazinot plūsmas vidējo ātrumu, pie kādas kritiskās vērtības notiks pāreja uz t.s. Stoksa plūsmu, kad plūsmas pārejas apgabals un ātruma sadalījums tajā vairs nav atkarīgi no vidējā ātruma vērtības, bet tikai no Hartmaņa skaitļa un sienu parametra. Palielinot ātruma vērtību virs kritiskās, proporcionāli ātrumam pieaug inerces spēki, līdz ar to arī palielinās pārejas apgabala garums. Papildus tam vēl apskata pārejas apgabala atkarību no Hartmaņa skaitļa.

NUMERICAL CALCULATIONS OF 3D PBLI MHD FLOW IN A SQUARE DUCT WITH DIFFERENT WALL ELECTRICAL CONDUCTIVITIES

I. Krastins¹, A. Shishko¹, L. Buligins²

¹Institute of Physics, University of Latvia

²Department of Physics, Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia

Numerical results of 3D stationary MHD flow in a long square duct with applied strong magnetic field ($B_0=const$) are presented. In the first half of the channel ($x<0$) all walls are electrically non-conducting, but in the second half ($x\geq 0$) Hartmann walls are electrically conductive.

In this kind of configuration in the vicinity of cross section at $x=0$ there is a region where the flow changes from bulk type flow in the non-conducting part of the channel to strongly irregular flow in the conducting part of the channel with characteristic M-shaped 2D velocity profile.

This study is of an academic interest, because of its simplicity and physical certainty. Numerical results could be of use in developing liquid-metal blanket, in which PbLi is assumed as a breeding material, also for estimation of influence of MHD effects on liquid-metal corrosion processes of structural materials.

Numerical results show that decreasing integral velocities v_0 , at some critical value v_{cr} the transition to so called Stokes flow occurs, where the flow restructuring region and velocity distribution in this region no more depends on the magnitude of v_0 (Reynolds number), but depends only on Hartmann number and the magnitude of wall parameter. At flow velocities larger than the critical value ($v_0 > v_{cr}$), the increase of the velocity v_0 leads to the increase of inertial forces, and, consequently, to the increase in length of flow restructuring region in the channel.

The restructuring region length dependence on Ha parameter is also determined.

Zn-Ir-O PLĀNO KĀRTIŅU IZGATAVOŠANA UN STRUKTURĀLĀS, ELEKTRISKĀS UN OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS

M. Zubkins, R. Kalendarevs, J. Gabrusenoks, K. Vilnis, A. Āzens, J. Purāns
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Turpmāku caurspīdīgās elektronikas attīstību uz caurspīdīgu, elektrovadošu oksīdu (TCO) bāzes kavē p-tipa vadītāju trūkums. Amorfas ZnO-IrO₂ plānās kārtiņas ir potenciāli p-tipa TCO vadītāji, kas iegūti istabas temperatūrā ar pulsējošā lāzera uzklāšanas metodi [1]. Mūsu referātā ir izpētīta iespēja uzklāt ZnO-IrO₂ plānās kārtiņas istabas temperatūrā ar reaktīvu līdzstrāvas magnetrono uzputināšanu.

Zn-Ir-O plānās kārtiņas tika uzklātas uz stikla, Si, Ti un poliimīda plēves ar reaktīvu līdzstrāvas magnetrono uzputināšanu, izmantojot Zn (99.95 %) mērķi un Ir gabaliņus, kas tika simetriski izvietoti uz mērķa erozijas zonas. Paraugu sērija tika iegūta pie dažādām skābekļa pret argona gāzu attiecībām (1/4, 1/2/, 1/1) un pie dažādām irīdija koncentrācijām uz mērķa erozijas zonas (1, 3, 5, 7, 10, 13, 15 %). Zn-Ir-O plāno kārtiņu struktūras, elektriskās un optiskās īpašības tika pētītas ar XRF, XRD, Ramana spektroskopiju, profilometriju, Holla efekta mērījumiem un divstaru optisko spektrofotometriju.

Uzputinātās Zn-Ir-O plānās kārtiņas ir rentgenamorfās. Palielinot irīdija koncentrāciju plānajās kārtiņās, samazinās elektriskā pretestība, bet pieaug absorbcijas koeficients redzamās gaismas diapazonā.

DEPOSITION AND STRUCTURAL, ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF Zn-Ir-O THIN FILMS

M. Zubkins, R. Kalendarev, J. Gabrusenoks, K. Vilnis, A. Azens, J. Purans
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

One of the obstacles to further developments of transparent electronics based on transparent conductive oxide (TCO) thin films is lack of p-type conductors. Amorphous ZnO-IrO₂ thin films are potential p-type TCOs deposited by pulsed laser deposition at room temperature [1]. This study investigated the possibility to deposit ZnO-IrO₂ thin films by reactive DC magnetron sputtering at room temperature.

Zn-Ir-O thin films were deposited on glass, Si, Ti and polyimide tape by reactive DC magnetron sputtering from a metallic Zn (99.95 %) target with Ir pieces on the target surface in an Ar+O₂ atmosphere. A set of samples was deposited at different oxygen to argon gas ratios (1/4, 1/2/, 1/1) and at different fractions of iridium on target erosion zone (1, 3, 5, 7, 10, 13, 15 %). Elemental, structural, electrical and optical properties of Zn-Ir-O thin films were studied by XRF, XRD, Raman spectroscopy, profilometry, Hall effect and two beam optical spectrophotometry.

As-deposited Zn-Ir-O thin films at room temperature are x-ray amorphous. Increase in iridium concentration leads to lower resistivity, but higher absorption coefficient in the visible range.

[1] J. M. Dekkers, Transparent Conductive Oxides on Polymeric Substrates by Pulsed Laser Deposition. *Ph. D. thesis University of Twente*, Enschede, Netherland, 2007.

POLARIZĀCIJAS RAKSTURS UN STRUKTŪRA $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ - SrTiO_3 - PbTiO_3 CIETAJOS ŠĶĪDUMOS FĀZU PĀREJAS APGABALĀ

R. Ignatāns, Ē. Birks, A. Plaude, M. Antonova, M. Līviņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā apskatītas cieto šķīdumu rindas $(0,4)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3 - (0,6-x)\text{SrTiO}_3 - (x)\text{PbTiO}_3$, kur $x=0,05/0,10/0,20$, struktūras atkarības no temperatūras un tās sakars ar polarizācijas raksturu. Sastāvam ar 20% PbTiO_3 koncentrāciju pie $T < T_c$ ir tetragonāla simetrija, kas samērā šaurā temperatūru intervālā transformējas par kubisku. Sastāviem ar 5% un 10% PbTiO_3 koncentrācijām novērojama divu fāzu - tetragonālās un kubiskās – koeksistence istabas temperatūrā, pieaugot temperatūrai tetragonālās fāzes koncentrācija samazinās. Neskatoties uz tetragonālās fāzes klātbūtni, makroskopiska polarizācija šiem sastāviem nav novērojama.

Polarizēšana ietekmē sastāva ar 10% PbTiO_3 struktūru, piemēram: palielinās tetragonalitāte, kā arī tetragonālās fāzes daudzums fāzu koeksistences apgabalā salīdzinot ar nepolarizētu paraugu.

Struktūras pētījumiem izmantota rentgendifrakcijas metode. Datu apstrādei izmantota Ritvelda metode kopā ar fundamentālo parametru paņēmieni.

POLARIZATION NATURE AND STRUCTURE OF $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ - SrTiO_3 - PbTiO_3 SOLID SOLUTIONS IN THE PHASE TRANSITION REGION

R. Ignatans, E. Birks, A. Plaude, M. Antonova, M. Livins
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In this work structural change dependence on temperature and its connection with polarization nature of solid solutions $(0.4)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3 - (0.6-x)\text{SrTiO}_3 - (x)\text{PbTiO}_3$ where $x=0.05/0.10/0.20$ is studied. Composition with 20% PbTiO_3 concentration is with tetragonal symmetry at temperatures $T < T_c$. Compositions with 5% and 10% PbTiO_3 show tetragonal and cubic phase coexistence at room temperature, as temperature rises concentration of tetragonal phase drops. Despite existence of tetragonal phase macroscopic polarization is not observed.

Poling affects structure of composition with 10% PbTiO_3 – it exhibits higher tetragonality and higher tetragonal phase fraction in the phase coexistence interval than non-polarized specimen.

Structure was studied by x-ray diffraction. Rietveld refinement accompanied with fundamental parameters approach was applied to XRD data.

SVINA FTALOCIANĪNA PLĀNĀRĀS HETEROPĀREJAS FOTOŠŪNA AR FOTOJUTĪBU INFRASARKANAJĀ SPEKTRA DAĻĀ

A. Ivanova^{1,2}, I. Kaulačs¹, M. Roze²

¹*Fizikālās Enerģētikas institūts*

²*Rīgas Tehniskā universitāte*

Pēdējos gados ir sasniegts liels progress augsti efektīvu organisko saules elementu izveidē. Taču galvenais to trūkums ir saistāms ar šauro spektrālo jutības diapazonu, kas nepārsniedz 800 nm. Lai paplašinātu to spektrālo diapazonu šajā darbā tiek meklēts tandēma šūnas partneris ar fotojutību infrasarkanajā spektra daļā. Zināms, ka svina ftalocianīns (PbPc) triklīnajā kristalografiskajā singonijā raksturojas ar spēcīgu starpmolekulārās lādiņa pārnesei joslu 900 nm rajonā, kas nodrošina planāro heteropāreju saules šūnu spektrālo jutību līdz pat 950 nm, izmantojot kā elektronu akceptoru fullerēnu C₆₀. Bet elektrodu un dažādu fullerēna atvasinājumu ietekme uz šādu saules elementu efektivitāti līdz šim nav sistemātiski pētīta.

Lai noskaidrotu dažādu fullerēna atvasinājumu ietekmi uz šādu šūnu efektivitāti, darbā veikta planāro heteropāreju fotošūnu fotoelektrisko parametru izpēte par elektronu akceptoru izmantojot arī C₇₀ un IC₆₀BA atvasinājumu. Lai palielinātu iekšējo elektrisko lauku šūnā tika pielietoti arī iterbija un indija elektrodi.

Visi šūnas slāņi tika veidoti ar termiskās uzputināšanas metodi vakuumā ~10⁻⁶ mbar. Šajā pat vakuumsistēmā, neizņemot paraugu no vakuuma, tika veikta arī galveno fotoelektrisko parametru izpēte.

LEAD PHTHALOCYANINE PLANAR HETEROJUNCTION CELL SENSITIVE IN INFRARED

A. Ivanova^{1,2}, I. Kaulachs¹, M. Roze²

¹*Institute of Physical Energetics*

²*Riga Technical University*

In the past few years a large progress has been achieved in creating highly efficient organic solar cells. Still the main drawback of these cells is their limited spectral range up to a wavelength of 800 nm. In order to broaden the spectral coverage of the cells we are looking for tandem partner with photosensitivity in infrared spectral region. It is known that lead phthalocyanine (PbPc) in triclinic phase has large and strong intermolecular charge transfer (CT) band around 900 nm which enables considerable efficiency in planar solar cells with C₆₀ as electron acceptor and transporter up to 950 nm. But electrode and different fullerene derivatives influence on such cells efficiency is not systematically studied yet. In order to investigate different fullerene derivatives influence on the cell performance we used not only C₆₀, but also C₇₀ and IC₆₀BA. To increase internal electric field in the cell the Yb or In electrodes also were used.

All photoelectric measurements have been made in the same home made vacuum cryostat where cell was manufactured at p ~ 10⁻⁶ mbar without breaking the vacuum and moving the cell.

A		
Aleksejeva J.	101	
Alksnis J.	108	
Andžāne J.	63, 68	
Annus P.	40	
Anspoks A.	37, 38	
Antonova M.	114	
Antuzevičs A.	15	
Apsīte I.	65, 66	
Augustovs P.	54	
Ausekle E.	21	
Avotiņa L.	27, 28, 105	
Āzens A.	113	
B		
Bajārs G.	79, 84, 96, 98, 99	
Balodis M.	29	
Baumane L.	104	
Begens J.	35	
Beitāns K.	81	
Bekris N.	28	
Bergs G.	65, 66	
Bērziņa B.	16	
Bērziņa-Cimdiņa L.	50, 87	
Bērziņš Dz.	12, 14, 15	
Bērziņš J.	30, 108	
Bīdermane I.	100	
Bikova K.	96, 98	
Birks Ē.	114	
Bočarovs D.	32, 33	
Borodin V.A.	36	
Brice I.	13	
Briljonoks Dz.	92	
Bugovecka L.	50	
Buligins L.	112	
Bulindžs K.	7	
Bundulis A.	56	
Busenbergs J.	56	
Butanovs E.	64	
Butikova J.	64, 67	
C		
Catalin S.	28	
Cintiņš A.	37	
Cvetkovs A.	62, 90	
Čikvaidze G.	12	
D		
Dimanta I.	80	
Dimza V.	83	
Dindune A.	97	
Doķe G.	9, 14	
Drunka R.	18	
E		
Elsts E.	7, 13	
Erts D.	63, 65, 66, 68, 69, 70	
F		
Fedotovs A.	14, 15	
Fricsons J.	22	
G		
Gabrusenoks J.	84, 99, 113	
Gopejenko A.	36	
Grabis J.	18, 75	
Grants R.	47	
Grigorjeva L.	88, 89	
Grīnberga L.	19, 72, 73, 74	
Griscom D.	12	
Grjaznevich M.	107	
Grūbe J.	9, 13	
Gržibovskis R.	42	
Gudakovska M.	23	
Gvardina I.	41	
H		
Haļitovs M.	28, 105	
Hodakovska J.	76	
Holmes J.D.	63, 69, 70	
Hosono H.	6	
I		
Ignatāns R.	90, 114	
Ivanov G.	110	
Ivanova I.	115	
Ivanovs S.	107	
J		
Jansons J.	12, 110	
Jasulaņeca L.	70	
Jevdokimovs D.	68	
Jirgensons M.	103	
Jonāne I.	94	
K		
Kajihara K.	6, 93	
Kalendarevs R.	38, 113	
Kanepe Z.	97	
Kaprāns K.	98	
Karashanova D.	62	
Katkevičs J.	69	
Kaulačs I.	115	
Kinerte V.	110	
Kiseļova O.	90	
Kleperis J.	19, 20, 22, 23, 73, 74, 76, 79, 80, 81, 96, 98	
Klismetā K.	58	
Kļūkins A.	107, 109	
Knite M.	49, 85, 86	
Knitter R.	104	
Knoks A.	19, 74	
Kokars V.	54	
Kolb M.	104	
Kosmača J.	63	
Kostrjukova K.	51	
Kotomins J.	36	

Krasta T.	29, 30
Krastiņš I.	112
Kristiņš A.	40, 41
Krivoshei A.	40
Krūmiņa A.	75
Kucinskis G.	96
Kuhta L.	74
Kuļikova L.	62
Kunakova G.	63, 68, 69
Kundziņa L.	83
Kundziņš K.	7, 43, 44, 83
Kundziņš M.	83
Kuzmins A.	32, 34, 91, 95
Ķēniņš K.	54
Ķizāne G.	27, 28, 104, 105, 106, 110

L

Lamp J.	40
Lapiņš J.	105
Latvels J.	100
Lazdiņš K.	95
Lesničenoks P.	20, 73
Leščinskis A.	106
Letlena A.	75
Lielausis O.	109
Liepiņa I.	99
Liepiņa V.	10
Likonen J.	28
Linarts A.	86
Lisovskis O.	35
Līviņš M.	114
Livšics A.	70
Ločs J.	51, 87
Lūsis A.	46, 84, 98, 99

M

Maļinovskis U.	65, 66, 68
Manika I.	47
Maniks J.	47
Mārciņš G.	67
Mastrikovs J.	36
Meija R.	70
Melderis J.	41
Merkulov V.	8
Milberga M.	74
Millers D.	10, 11, 88, 89
Min M.	40
Mironova –Ulmane N.	8
Möslang A.	36
Muižniece K.	48
Muižnieks I.	80
Muktepāvela F.	107

N

Narels M.	60
Narkevica I.	50
Nitišs E.	43, 55, 56
Ņemcevs V.	81

O

Orliukas A.F.	97
Ozoliņš J.	50
Ozoliņš M.	48
Ozols A.	54
Ozols K.	85

P

Pajuste E.	27
Paļčovskis E.	62
Pankratov V.	91
Pēde V.	111
Peinbergs J.	109
Pentjušs Ē.	84, 98
Perveņeckā J.	67
Pētersons G.	63
Piskunovs S.	32, 33, 35
Platacis Ē.	106, 107, 109
Platoņenko A.	33
Plaude A.	83, 114
Poļakovs B.	64
Popļausks R.	65
Potaņina E.	59
Priede A.	23
Priķšāne A.	21
Prikulis J.	65, 66
Pudžs K.	57, 100
Puķina L.	88
Purāns J.	15, 32, 37, 38, 91, 113

R

Reinfeldē M.	102
Riekstiņa D.	30, 108
Rogulis U.	7, 13, 14, 15, 90
Romanelli S.	105
Romaņenko V.	82
Ronis J.	97
Roze M.	115
Rubenis K.	87
Rudzītis J.	108, 111
Rutkis M.	55, 56, 57
Rutkovska Z.	80

S

Saharovs Dm.	54
Serga V.	62, 90
Shirmanē L.	91
Siliņš A.	93
Simonova I.	30
Skārda I.	38
Skrypnik O.	30, 111
Skuja L.	6, 93
Skvorcova V.	8
Sloka B.	22
Soboļevs A.	107
Sokolova M.	51
Sprigis M.	9
Sprūģis E.	21
Starikovs A.	22
Stepiņa S.	49
Supē A.	104
Šakalē G.	49
Šarakovskis A.	9
Šiško A.	107, 112
Šivars A.	73
Šmits K.	7, 10, 11, 12, 14, 44, 88, 89
Šternbergs A.	26, 72
Šutka A.	77, 78
Švinka R.	30

T	
Tāle I.....	64
Tauriņš G.....	20
Teteris J.....	58, 59, 101, 102, 103
Timošenko J.....	34, 94
Traskovskis K.....	54
Trinklere L.....	7, 8, 16
Truhins A.....	12, 92

U	
Uettoa H.....	40
Uettoa T.....	40

V	
Vaivars G.....	21
Valdniece D.....	97
Valtenbergs O.....	104
Vanags M.....	77, 78, 79, 81
Vanks M.....	89
Vapaavuori J.....	60
Veinbergs J.....	82

Vembris A.....	42, 57, 60, 101
Venckute V.....	97
Vīgants V.....	81
Vīksna A.....	69
Vilnis K.....	113
Vītiņš A.....	110
Vladimirov C.....	37
Vladimirov P.V.....	36

W	
Witkowski N.....	100

Z	
Zabels R.....	47, 64
Zaharov L.....	107
Zālīte V.....	51
Zariņš A.....	104
Zariņš E.....	54
Zemītis J.....	20
Ziks A.....	107
Zmitko M.....	110
Zolotarjovs A.....	7, 11
Zubkins M.....	113
Žguns P.....	32
Žukovskis J.....	33, 35, 36