

Tehnoloģiju izstrāde tandēma saules šūnas materiālu iegūšanai

Pētījumu progress

Amorfa silīcija lāzera kristalizācijas tehnoloģija

Projekta laikā iegūtatas amorfas Si kārtiņas ar divām metodēm: fosfora leģēta masīva silīcija iztvaicēšana ar fokusētu elektronu kūli un silīcija izputināšana magnetrona - argona plazmā. Elektro- fizikālo un struktūras īpašību izpētei veikti salīdzinoši silīcija pētījumi uz izolējoša SiO₂ un elektrovadoša alumīnija slāņa uzklāta uz stikla pamatnes. Veikta amorfa silīcija lāzera rekristalizācija ar YAG impulsu lāzera starojuma otro un trešo harmoniku. Apstrādes dozu intervāls no 100–600 mJ/cm². Lāzera apstrādātiem Si slāņiem veikti kristalizācijas pakāpes pētījumi atkarībā no lāzera impulsu enerģijas blīvuma lietojot Ramana izkliedes spektroskopiju. Atbilstošā kristalizācijas morfoloģijas pētītumi līdztekus atomspēku mikroskopijai (ASM) paplašināti ar elektronu skanējošo rastra mikroskopiju. Kārtiņu elektrofizikālo īpašību Holla kustīguma un lādiņa nesēju koncentrācijas pētījumi veikti paraugiem, uzklātiem uz izolējoša pamata. ar van der Pauw metodi. Noteikti kristalizēto kārtiņu elektrofizikālie parametri atkarībā no kristalizācijas temperatūras.

Organiskie pusvadītāju materiāli tandēma saule šūnām

Izpētītas 6 indandiona grupas DMABI hromoforu plāno kārtiņu fotoelektriskās īpašības. Pētījumiem izmantotas plāno kārtiņu struktūras ar biezumu ap 1µm un ar Au un Al elektrodiem elektrod/organiskās vielas slānis/elektrods (El₁/OV/El₂). Ir iegūtas fotovadāmības kvantu efektivitātes spektrālas atkarības UV un redzamā spektra diapazonā, kā arī foto voltampēr raksturlielnes šai pašā spektrālā diapozonā. Ir noteiktas adiabatisko un optisko aizliegtu enerģiju spraugas. Ir noteikta sakarības starp savienojumu U_{red-ox} vērtībām un fotovadāmības sliekšņa E_{th} un optiskās spraugas E_G^{Opt} vērtībām. Tas palīdzēs turpmāk vienkāršot un ātrāk novērtēt jauno organisko savienojumu enerģētiskos parametrus plānās kārtiņās.

Izpētīti nākamo trīs indandionu grupas vielu enerģētiskie līmeņi. Noteikta to optiskā aizliegtā sprauga un fotovadāmības sliekšņa vērtība. Šiem savienojumiem noteikta U_{red-ox} vērtība acetonnitrila šķīdumā. Jauno savienojumu fotovadāmības sliekšņa vērtība ir pārbīdīta uz lielāku enerģijas pusi un tā pārsniedz 2 eV. Līdz šim pētītiem savienojumiem tā bija zem 2 eV.

Iepriekš izmērītiem un jaunajiem savienojumiem veikti kvantu ķīmiskie aprēķini. Izmantojot *ab initio* DFT (B3LYP & 6-31+(d,p)) tika aprēķināts vielas jonizācijas potenciāls un elektronu afinitāte cietā stāvoklī. Aprēķinātiem savienojumiem jonizācijas potenciāls ir starp 5,77 un 7,82 eV un afinitāte starp -2,06 un -3,01 eV. Veiktie aprēķini korelē ar eksperimentos iegūtajiem datiem, kas dod iespēju vienkāršāk un ātrāk novērtēt vielu saderību.

Fotovadāmības kvantu efektivitātes vielām noteiktas, izmantojot plāno kārtiņu struktūras ar biezumu ap 1µm un ar Au un Al elektrodiem elektrod/organiskās vielas slānis/elektrods (El₁/OV/El₂). Maksimālās iegūtās fotovadāmības kvantu efektivitātes pie viena viļņa garuma ir robežās no 10⁻⁴ līdz 10⁻² el/fot.

Izveidotā kustīgumu noteikšanas iekārta, kurā pielieto CELIV metodi, nedeva gaidāmo pozitīvo rezultātu. Indandionu grupas vielu brīvo lādiņu koncentrācija ir nepietiekama šīs metodes izmantošanai. Tādēļ tiek veikti uzlabojumi, lai varētu pielietot foto asistēto CELIV metodi. Tādā veidā ar gaismas palīdzību būtu iespējams ģenerēt nepieciešamos lādiņus kustīguma noteikšanai.

Publikācijas

1. Guntis Marcins, Jelena Butikova, Ivars Tale, Boris Polyakov, Robert Kalendarjov and Aleksej Muhin Crystallization processes of amorphous Si by thermal annealing and pulsed laser processing *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 23 012035 doi:10.1088/1757-899X/23/1/012035
2. R. Grzibovskis, J. Latvels, I. Muzikante, Photoelectrical properties of thin films of DMABI derivatives, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2011, Vol.23, 012021 doi:10.1088/1757-899X/23/1/012021
3. Bakalaura darbs: Raitis Grižibovskis, Fotovadāmības procesi indandiona atvasinājumu polikristāliskās kārtiņās, LU FMF, 2011, 46 lpp

Referāti:

1. R.Grzibovskis, I.Muzikante, J.Latvels, M.Rutkis, Photoelectrical properties of DMABI derivatives in thin films, *54th Scientific conference for young students of physics and natural science „Openreadings 2011”*, Vilnius, Lithuania, March 16-19,2011, Abstracts, p. 97
2. R.Grzibovskis, M.Indrikova, J.Latvels, I.Muzikante, B.Turovska, P.J.Pastors, V.Kampars, Photoelectrical properties of thin films of DMABI derivatives, *12th International Conference „Electronic and Related Properties of Organic Systems ERPOS-12”*, July 10-13, 2011, Vilnius, Lithuania, Abstracts, p.135.
3. K.Pudzis, I.Muzikante, M.Rutkis, J.V.Grazulevicius, R.Reghu, Studies of charge carrier transport in organic films with carbazole derivative, *12th International Conference „Electronic and Related Properties of Organic Systems ERPOS-12”*, July 10-13, 2011, Vilnius, Lithuania, Abstracts, p.127.
4. R. Grzibovskis, I. Muzikante, Ja. Latvels, M. Indrikova, V. Kampars, P. Pastors, „Relation of energy levels in thin films of polar photoconductive molecules, 2012” SPIE Photonic Europe, Conference of Organic Photonics, Brussels, 2012 - April 16 -19.
5. I.Tale, J. Butikova, G. Marcins, A. Muhins, B. Polyakov, A. Voitkans “Crystallization processes of amorphous Si by pulsed laser processing” ISSP Univ. Latvia. Internat. Conf. FM&NT, Riga 16-18 Apr. 2012.