

ZnS:Cu nanodaļiņu morfoloģijas attīstība mikroviļņu-asistētās hidrotermālās sintēzes gaitā

Milena Dile¹, Katrīna Laganovska¹, Edgars Vanags¹, Krišjānis Šmits¹, Virgīnija Vītola¹
¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Aktivētiem ZnS materiāliem piemīt izcilas optiskās un elektriskās īpašības, padarot tos par labākiem materiāliem fotoluminiscējošām un elektroluminiscējošām ierīcēm, saules paneļiem, gaismas diodēm, lāzerdiodēm un citu luminiscences ierīču izgatavošanai.

ZnS daļiņu daļiņu ar īpašu morfoloģiju veidošanās, piemēram, nanoziedu, ir atkarīga no reakcijas apstākļiem. Tieši tāpēc sintēzes produktu īpašību monitorings reālajā laikā var sniegt noderīgu informāciju par ķīmisko reakciju kinētiku. Iegūto nanodaļiņu veidošanās parastajā hidrotermālajā reakcijā ir ierobežota, tomēr īpaši izstrādātas iekārtas mikroviļņu hidrotermālajai sintēzei (MWHT) var nodrošināt paraugu ņemšanas procedūru *in situ*. Citas MWHT priekšrocības, piemēram, liels reakcijas ātrums, vienmērīga maisījuma karsēšana un potenciāli uzlabotas reakcijas apstākļu kontrole, padara šo metodi ļoti pievilcīgu. Šajā pētījumā parādītas iespējas veikt paraugu ņemšanu MWHT procesā, sintezējot Cu legētus ZnS materiālus, izmantojot nātrija dodecilsulfātu (SDS) kā virsmaktīvo vielu.

Sintezēto nanopulveru struktūra un elementu sastāvs tika raksturots ar rentgenstaru pulvera difrakcijas (XRD), skenējošā transmisijas starojuma elektronu mikroskopijas (STEM) un enerģijas dispersijas rentgenstaru spektroskopijas (EDX) metodēm, bet optiskās īpašības pētīja ar fotoluminiscences (PL) spektroskopiju.

Iegūtie rezultāti apstiprina kubiskas ZnS fāzes veidošanos ar kristālītu izmēru 3-5 nm. Turklāt tika konstatēta ZnO heksagonālās fāzes veidošanās un tai sekojoša šķīšana. STEM attēli pierāda, ka ZnO veidošanās noriet līdz ar ZnS ziedveida struktūru veidošanos un augšanu. Iegūto produktu PL intensitāte ar maksimumu pie 2,00 eV, laika gaitā palielinās, norādot uz ${}^4T_1 \rightarrow {}^6A_1$ pāreju starp Cu^{2+} jona enerģijas līmeņiem.

Evolution of ZnS:Cu nanoparticle morphology during microwave-assisted hydrothermal method

Milena Dile¹, Katrina Laganovska¹, Edgars Vanags¹, Krisjanis Smits¹, Virgīnija Vitola¹
¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Doped ZnS materials exhibit excellent optical and electrical properties making them a superior material for photoluminescent and electroluminescent devices, solar panels, light-emitting diodes, laser diodes, and other device design and fabrication.

The formation of specific ZnS particle morphology like nanoflowers is highly sensitive to reaction conditions. Therefore real-time monitoring of synthesis product properties may provide useful information about chemical reaction kinetics. Monitoring of the resulting nanoparticles in a conventional hydrothermal reaction is limited, however, specially designed equipment for microwave-assisted hydrothermal (MWHT) synthesis may enable *in situ* sampling procedure. Other advantages of MWHT such as fast reaction rates, uniform mixture heating, and more precise control over reaction conditions make this method very attractive. This study demonstrated possibilities to perform sampling during MWHT synthesis of Cu-doped ZnS materials using sodium dodecyl sulfate (SDS) as a surfactant.

The structure and elemental content of the synthesized nanopowders were characterized by X-ray powder diffraction (XRD) scanning transmission electron microscopy (STEM), and energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) techniques, while the optical properties were studied by photoluminescence (PL) spectroscopy.

The obtained results confirm formation of a cubic ZnS phase with crystallite size 3-5 nm. Moreover, formation and the subsequent dissolution of the ZnO hexagonal phase was detected. STEM figures evidence that formation of ZnO is accompanied with formation and growth of flower-like ZnS structures. PL intensity of the resulting products with band positioned at 2,00 eV increases over time indicates ${}^4T_1 \rightarrow {}^6A_1$ transition between Cu^{2+} ion energy levels.

Financial support provided by European Regional Development fund project Nr. 1.1.1.1/21/A/055 „Enhancing transparency and efficiency of scalable thin film electroluminescent protective panels using anti-reflective layers and advanced materials“ realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

Institute of Solid State Physics, University of Latvia as the Center of Excellence has received funding from the European Union's Horizon 2020 Framework Programme H2020-WIDESPREAD-01-2016-2017-TeamingPhase2 under grant agreement No.739508, project CAMART².