

Synthesis of ZnS/Al₂O₃/TaSe₂ core/shell nanowires using thin Ta metal film precursor

Boris Polyakov¹, Kevon Kadiwala¹, Edgars Butanovs^{1,2}, Luize Dipane¹, Annamarija Trausa¹, Dmitry Bocharov¹, Sergei Vlassov³

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

²*Institute of Technology, University of Tartu*

³*Institute of Physics, University of Tartu*

This study introduces a novel approach for fabricating ZnS/Al₂O₃/TaSe₂ heterostructured core/shell nanowires (NWs) through the selenization of a metallic Ta thin film precursor. The synthesis process involves a four-step protocol. First, ZnS NWs synthesis on an oxidized silicon substrate, second, coating these NWs with a precisely controlled thin Al₂O₃ layer via atomic layer deposition (ALD), third, applying a Ta precursor layer via magnetron sputtering, and finally, annealing in a Se-rich environment in a vacuum-sealed quartz ampoule, resulting in the final core/shell structure. Core/shell NWs were characterized using scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), X-ray diffraction (XRD) and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) validated using the integrity and composition of the heterostructures. This approach not only establishes a new pathway for the synthesis of TaSe₂-based core/shell NWs, but also extends the potential for creating a variety of core/shell NW systems with chalcogenide shells by adapting the thin film metal precursor approach. This versatility opens the way for future advancements in nanoscale material applications, particularly in electronics and optoelectronics, where core/shell geometries are increasingly important.

ZnS/Al₂O₃/TaSe₂ kodola/apvalka nanopvadu sintēze, izmantojot metāliska Ta plānās kārtiņas prekursoru

Boris Polyakov¹, Kevon Kadiwala¹, Edgars Butanovs^{1,2}, Luize Dipane¹, Annamarija Trausa¹, Dmitry Bocharov¹, Sergei Vlassov³

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Tehnoloģijas institūts, Tartu Universitāte*

³*Fizikas institūts, Tartu Universitāte*

Šis pētījums ievieš jaunu pieeju ZnS/Al₂O₃/TaSe₂ heterostrukturētu kodola/apvalka nanopvadu (NW) sintēzei, izmantojot metāliska Ta plānās kārtiņas izejmateriāla selenizāciju. Sintēzes process ietver četrus soļus: pirmkārt, ZnS NW sintēze uz oksidētas silīcija pamatnes; otrkārt, NW pārklāšana ar plānu Al₂O₃ slāni, izmantojot atomslāņu kondensēšanu (ALD); treškārt, Ta prekursora slāņa uzklāšana, izmantojot magnetrono izputināšanu; un, visbeidzot, karsēšana Se bagātā vidē pie samazināta spiediena noslēgtā kvarca ampulā, iegūstot kodola/apvalka struktūru. Iegūtie kodola/apvalka NW tika raksturoti, izmantojot skenējošo elektronu mikroskopu (SEM), transmisijas elektronu mikroskopu (TEM), rentgenstaru difrakciju (XRD) un rentgena fotoelektronu spektroskopiju (XPS). Šī metode ne tikai demonstrē jaunu ZnS/Al₂O₃/TaSe₂ kodola/apvalka NW sintēzes veidu, bet arī paplašina iespējas izveidot dažādas kodola/apvalka NW sistēmas ar halkogenīdu apvalku, pielāgojot metālisko plāno kārtiņu izejmateriālu. Šī daudzpusība paver iespējas turpmākiem pielietojumiem elektronikā un optoelektronikā, kur kodola/apvalka ģeometrija kļūst arvien svarīgāka.