

Audzēšanas temperatūras ietekme uz ZnO/SiO₂ plāno kārtiņu optiskajām īpašībām

Ramūnas Nedzinskas, Mārtiņš Zubkins, Laima Trinkler, Juris Purāns
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts, Rīga, Latvija

Zinka oksīds (ZnO) ir pusvadītāju materiāls, kas, pateicoties platai aizliegtai zonai (3.37 eV) un lielai eksitona saites enerģijai (60 meV) pie istabas temperatūras, ir piemērots izmantošanai optoelektroniskām ierīcēm UV spektrālā rajonā. Lielākais izaicinājums ir saistīts ar kvalitatīvu un stabilu ZnO plāno kārtiņu izveidošanu, izmantojot ražošanai piemērotas ātras lielformāta nogulsnešanas metodes, tādās kā magnetronu izsmidzināšana.

Šajā darbā ZnO plānās kārtiņas tika audzētas uz kausēta kvarca (SiO₂) pamatnēm, izmantojot reaktīvo DC magnetrona izsmidzināšanas metodi, ar nolūku noskaidrot optimālo nogulsnešanas temperatūru. Tika pētītas optiskās īpašības ZnO plānām kārtiņām, kas audzētas pie 400, 550 un 750 °C temperatūrām, pētot fotoluminiscenci (PL), kas ir atkarīga no temperatūras (3-300 K) un ierosmes jaudas (80-700 kW/cm²). Novērotās PL īpašības tiek izskaidrotas ar lādiņu nesēju dinamikas dažādiem procesiem ZnO plānajās kārtiņās. Piemēram, šaurā josla augstāko enerģiju rajonā rodas pateicoties eksitona optiskajām pārejām ZnO epitaksiālajā kārtiņā, bet PL joslas zemāko enerģiju rajonā ir saistītas vai nu ar piemaisījumiem saistīto ZnO eksitonu un/vai ar dziļu defektu stāvokļu aizliegtajā zonā. Aktivācijas enerģija, Varshni parametri un eksitona saites enerģija ZnO plānās kārtiņās tiek aprēķināta, ņemot vērā optiskās aizliegtās zonas enerģiju, kas iegūta no absorbcijas spektriem.

The effect of growth temperature on optical properties of ZnO/SiO₂ thin films

Ramūnas Nedzinskas, Mārtiņš Zubkins, Laima Trinkler, Juris Purāns
Institute of Solid-State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia

Zinc oxide (ZnO) is an attractive semiconductor material for near-ultraviolet (UV) optoelectronic devices, owing to the wide bandgap (3.37 eV) and high exciton binding energy (60 meV) at room temperature. However, it is still challenging to achieve a high-quality and stable ZnO thin films using a fast, large-scale and industry-ready deposition techniques, such as magnetron sputtering.

In this work, ZnO thin films were grown on fused-quartz (SiO₂) substrate using a reactive DC magnetron sputtering method, aiming to derive the optimal deposition temperature. Optical properties of ZnO thin films, grown at 400, 550 and 750 °C temperature are investigated using temperature- (3-300 K) and excitation- (80-700 kW/cm²) dependent photoluminescence (PL) spectroscopy.

The PL features observed are attributed to different processes of carrier dynamics in the ZnO thin film structures studied. In particular, the sharp high-energy feature is due to near-band-edge optical emission from ZnO epitaxial layer, while low-energy PL bands are related either to impurity-bound ZnO exciton and/or to the presence of deep defect states within a band gap of ZnO. Furthermore, activation energy, Varshni parameters and exciton binding energy in ZnO thin films are calculated taking into account the optical bandgap energy derived from absorption spectra.

The research was performed in a post-doc research project “Growth and characterization of Ga₂O₃ and ZnMgO thin films for solar-blind ultraviolet applications”.