

REZUMAT

De activitate științifică pe proiectul 15.817.02.27F „, Procese de interacțiune a ionilor elementelor de tranziție și pământuri rare cu defecte native și de fon în mono- și nanocristalele compușilor II-VI”

în anii 2015-2018

Obiectul de studiu – monocristale de n-ZnSe, nedopate și dopate cu impuritățile elementelor de tranziție (Ti, V, Cr, Mn, Co, Cu, Y, Pd) și pământuri rare (Eu, Gd, Ho, Yb) și elementele grupei a V-a (Sb), dopate concomitent cu elemente de tip *d* (Cr, Mn, Cu) și *f* (Gd, Yb) atât în procesul de sinteză, cât și în procesul difuziei impurităților din topitura dopantă, sau vapori de topitură, sau pelicule subțiri de impuritate dopantă depusă pe suprafața cristalului; nanopulberile și peliculele subțiri de ZnO și ZnSe sintetizate prin diverse metode tehnologice (înlocuirea izovalență, depunerea chimică din topitură, sinteza hidrotermală) și dopate cu impurități de Ag, Cu, Cl, Mn, Co, Mo, Pd, Eu, Gd; structurile compozite ZnO/ZnSe cu diferit raport a componentelor; fotodetectorii de radiație ultravioletă pe baza monocristalelor de ZnSe.

Scopul lucrării – elaborarea metodelor tehnologice de creștere și dopare a monocristalelor de ZnSe și de dopare a acestora cu ioni de metale de tranziție și pământuri rare; elaborarea metodelor de sinteză și dopare a nanocristalelor de ZnSe și ZnO cu ionii elementelor de tip *d* și *f*, optimizarea parametrilor tehnologici de creștere și dopare a acestora. Cercetarea proceselor de interacțiune a ionilor de metale de tranziție și pământuri rare cu defectele native și impuritățile de fon în mono- și nanocristalele semiconductorilor cu bandă interzisă largă ZnSe și ZnO prin intermediul cercetării complexe a proprietăților optice, luminescente, electrice și magnetice într-un interval larg de lungimi de undă, temperaturi și intensități a câmpului magnetic.

Metode de cercetare și rezultate științifice – fenomenele de luminescență și optice, de transport și magnetice într-un diapazon larg de temperaturi (6K÷300K), concentrații de impuritate dopantă și energii de excitare. Sunt elaborate diverse metode tehnologice de creștere a monocristalelor de ZnSe și ZnO (reacțiilor chimice de transport, transferului fizic al vaporilor, halogenhidrică), precum și sinteza pulberilor nanodimensionali de ZnO prin metoda hidrotermală, depunerii chimice, metoda înlocuirii izovalente în matrici polimerice (PVA, polibutylmetacrilat, polietilenglicol). Sunt realizate diferite procedee de dopare și codopare a mono- și nanocristalelor de ZnSe și ZnO cu ionii metalelor de tranziție și pământuri rare (în procesul creșterii monocristalelor și sintezei nanocristalelor, difuziei impurităților din topitură sau vapori de topitură, difuziei impurităților din pelicula subțire depuse pe suprafața cristalului ș.a.). Sunt stabiliți parametrii tehnologici optimi pentru fiecare metodă concretă de creștere și dopare a mono- și nanocristalelor de ZnSe și ZnO. Este propus modelul în corespundere cu care Mn, incorporându-se în rețeaua ZnSe creează concurență impurității de fon de Cu la completarea

V_{Zn} . La rândul său, ionii de Gd, Yb incorporându-se în V_{Se} și, având starea de sarcină 3+, generează V_{Zn} , atrăgând ioni de impuritate de fon în vecinătatea sa. Din această cauză în domeniul vizibil a spectrului de FL a cristalelor ZnSe:Gd:Mn lipsesc benzile de luminescență legate de impuritatea de fon de cupru, dar sunt prezente tranziții luminescente pe baza PDA. Prezența structurii nanometrice a ZnO obținut este confirmată prin observarea efectului de "deplasare în albastru" din spectrele FL și transparenței optice, și anume, din deplasarea absorbției fundamentale și benzilor emisiei de margine spre lungimile de undă ultraviolete. S-a constatat că, pentru a obține o luminescență UV pronunțată, dintre cele mai promițătoare materiale este ZnO:Mn obținut prin metoda hidrotermală, sau depunere chimică din vapori cu o doză minimă (0,0003%) de Mn ($\lambda_{max} = 387$ nm).

Pentru prima dată este depistat efectul de neutralizare a activității optice a impurității de fon și defectelor native în rezultatul formării complexelor cu participarea impurității dopante de Gd sau Eu și defectelor native și impuritate necontrolate în nanopulberi de ZnO:Gd sau ZnO:Eu. Este stabilit că, majorarea grosimii stratului de ZnO în structura ZnO/ZnSe este însoțită de stingerea intensității radiației din domeniul lungimilor de undă mai scurte pe fonul măririi intensității benzii de FL din domeniul lungimilor de undă mai mari. Adică, are loc efectul de autoabsorbție a radiației din domeniul lungimilor de undă mai scurte (violet). Este elaborată tehnologia de sinteză a monocristalelor de ZnSe și dopare a acestora cu impuritate de stibiu (Sb). În spectrul monocristalelor de ZnSe:Sb pentru prima dată este observată banda de radiație cu maximum la 575 nm la $T = 300K$. Se presupune că, apariția acestei benzi de radiație este legată de formarea în probele de ZnSe:Sb a centrelor asociative de luminescență ($Sb_{Se}I_{Se}$), nivelul energetic al căror este situat la distanța $\sim 0,52$ eV de la limita superioară a benzii de valență.

A fost stabilit că, utilizarea impurității de yterbiu (Yb) în calitate de impuritate codopantă în cristalele de ZnSe:Cu, comparativ cu impuritatea de gadolinu (Gd) este mai efectivă pentru amplificarea intensității benzilor de radiație atât în domeniul vizibil, cât și IR al spectrului, precum și pentru activarea impurităților de fon.

Sunt elaborate și confecționate probe experimentale de fotoreceptori UV de sensibilitate și rapiditate înaltă pe baza ZnSe volumetric cu utilizarea structurii metal-semiconductor-metal cu și fără contacte interdigitale. Parametrii fotodetectorilor elaborați depășesc considerabil valorile parametrilor analogilor existenți pe baza ZnSe.

Domeniul de aplicare – tehnologia materialelor semiconductoare, nanotehnologie, optoelectronica, fotonica și spintronica. Elaborarea tehnologiei de sinteză a mono- și nanocristalelor de ZnSe și ZnO, și a metodelor de dopare dublă cu ionii metalelor de tranziție și pământuri rare va permite dirijarea compoziției spectrale a spectrului de FL în regiunea vizibilă și IR. Aceste materiale pot fi folosite în calitate de diode luminescente și lasere pentru regiunea vizibilă și IR a spectrului, precum și fotoreceptori UV de sensibilitate și rapiditate înaltă.