INFLUENȚA IMPURITĂȚILOR PUȚIN ADÂNCI ŞI DEFECTELOR NATIVE ASUPRA PROPRIETĂȚILOR LUMINISCENTE ALE CRISTALELOR DE ZnSe :Yb

Gheorghe COVALCIUC, Facultatea de Fizică şi Inginerie

At 100 K and 300 K were investigated photoluminescence spectra (FL) of ZnSe crystals doped with Yb, Gd and Cr in the visible and infrared (IR) spectrum. It investigated the influence of deviations from the stoichiometry in the spectra of FL crystals in a wide range of wavelengths and it is made based on the analysis of luminescence in the IR spectrum. Similarity of the structures shown in the IR spectra for crystals doped with Yb, Gd and Cr.

Semiconductorii de tipul $A^{II}B^{VI}$, de bandă largă, au fost intens cercetați în ultima vreme în legătură cu utilizarea lor în domeniul optoelectronicii, dar şi în alte domenii. Proprietățile lor luminiscente şi optice depind foarte mult de tipul de impurități prezente în componența lor.

Cristalele de ZnSe dopate cu Yb şi Gd au fost obținute prin metoda transportului fizic din stare de vapori folosind fie vapori de YbSe, fie de GdSe, ca surse de dopant. Cristalele ZnSe:Cr, au fost obținute prin difuzie termică a Cr-ului în procesul de recoacere termică în vapori de CrSe la 1050°C. La aceeaşi temperatură, s-au obținut şi cristalele de ZnSe:Yb, ZnSe:Gd. Temperatura de recoacere a fost de 920°C, durata de recoacere − de 50 de ore. Presiunea vaporilor de Zn şi Se în procesul de recoacere era 1 şi 3 atmosfere, respectiv. Pentru cristalele de ZnSe: Yb a fost efectuată, de asemenea, recoacerea în topitură de Zn / Zn + Al, Se / Se + Na cu concentrație de impurități (Al sau Na) în topitură − 0,3% .

Excitarea fotoluminescenței de margine şi luminescenței în regiunea vizibilă la lungimi de undă înalte ale spectrului a fost efectuată de către laserul cu azot în impulsuri (337,1 nm; $E_{excitare}$=3,68 eV, W=10 mW/mm^2). Luminescența în regiunea infraroşie a spectrului (intervalul 800-2500 nm) a fost cercetată cu laserul ND^{3+}: YAG (532 nm; $E_{excitare} \approx$ 2,32 eV; W ~ 130 mW/mm^2). Spectrele de fotoluminescență în domeniul IR au fost înregistrate de către un senzor de PbS, iar spectrele de luminescență în domeniul vizibil, de senzorul FEU-100. Temperaturile măsurării luminescenței au fost de 100 şi 300 K.

În spectrele de fotoluminescență (FL) a cristalelor de ZnSe:Yb la 100 K se observă o bandă intensă la luminescență de margine, locali-

zată la 447 nm (Fig.1). Poziția de vârf la această bandă este în concordanță cu poziția excitronului asociat cu defectele intrinseci − posturi vacante de zinc [1]. În infraroşu apropiat (IR) este înregistrată o bandă C, care are jumătatea de lățime de cca 125 meV şi este localizată la 0,98 μm; o bandă îngustă. În domeniul lungimilor de undă mari, de asemenea, se înregistrează o bandă cu jumătatea de lățime de cca 130 meV şi localizată la 1,65 μm. Recoacerea în vapori de Zn contribuie la mărirea benzii C, dispariția benzii B şi apariția benzii A în domeniul IR, localizată la 2,04 μm. Îmbogățirea cristalelor de ZnSe:Yb cu seleniu, dimpotrivă, duce la creşterea intensității benzii B (Fig.1).

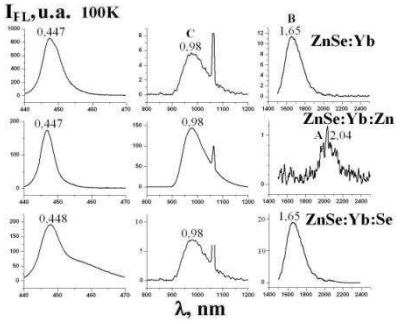


Fig.1. Spectrele de fotoluminescență a cristalelor de ZnSe :Yb până şi după recoacerea în vapori de Zn sau Se

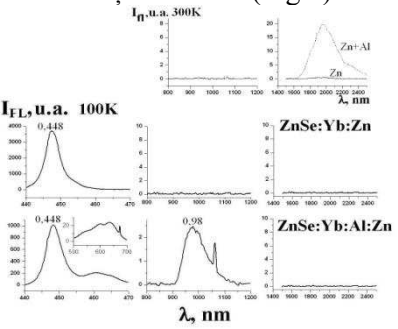


Fig.2. Spectrele de fotoluminescență a cristalelor de ZnSe :Yb după recoacerea în topitură de Zn şi Zn+Al

Spre deosebire de recoacere în vapori de Zn, recoacerea în topitură de Zn cu aceeaşi durată şi sub aceeaşi temperatură conduce la dispariție completă a oricărei benzi de luminiscență în domeniul IR (Fig.2). Prezența Al în mediul de recoacere (topitură de Zn) contribuie la apariția pe aripa lungimilor de undă lungi a luminiscenței de margine a unei benzi suplimentare cu maximul localizat la 460 nm.

Intervalul energetic dintre vârful principal (460 nm) şi secundar (punct de inflexiune la 465 nm) este de 29 meV, care este în total acord cu energia fononilor optici din ZnSe [2]. Localizarea acestei benzi şi forma ei sugerează că ea este cauzată de emisiile perechii donor-acceptor (DAP), unde în calitate de donori sunt nivelurile superficiale de impurități de Al, şi ca acceptori fie atomi mici de hidrogen-acceptori de natură necunoscută, fie goluri localizate în

orbite metastabile de hidrogen, cum ar fi în apropiere de acceptori de adâncime, care pot reprezenta asociaţi de impurităţi de Al şi Yb.

O comparaţie a spectrelor cristalelor de ZnSe:Yb recoapte într-o topitură pură de Se sau topitură de Se + Na (Fig.3), sugerează că prezenţa suplimentară a acceptorilor de Na, duce la coborârea poziţiei de echilibru a nivelului Fermi, şi favorizează o creştere de proporţie a benzii B în detrimentul benzilor C şi A.

O caracteristică a prezenţei impurităţii de Cr în ZnSe este o bandă lată în aripa lungimilor de undă lungi la luminescenţa de margine, înregistrată la temperaturi relativ scăzute (Fig.4). În [3] s-a arătat că în componenţa acestei aripi se găseşte banda de emisie excitonică la 454 nm şi banda de emisie a DAP (perechea donor-acceptor) la 460 nm. Aceste benzi sunt datorate asociaţiilor impurităţilor de crom şi, probabil, defectelor native – vacanţe de zinc.

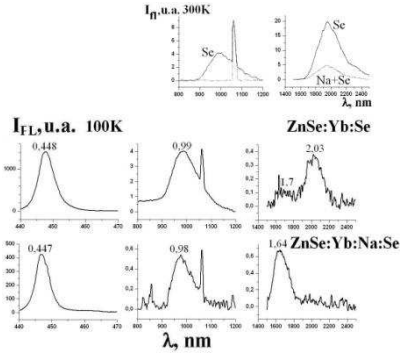


Fig.3. Spectrele de fotoluminescenţă în cristalele de ZnSe :Yb după recoacerea în topitură de Se şi Se+Na

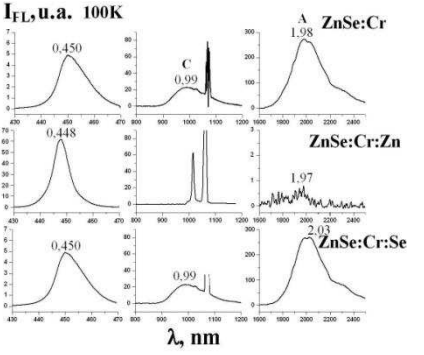


Fig.4. Spectrele de fotoluminescenţă în cristalele de ZnSe : Cr până şi după recoacerea în vapori de Zn sau Se

Impuritatea de Gd, la fel ca şi în cazul impurităţilor de Yb şi Cr, este responsabilă pentru benzile de luminiscenţă în domeniul IR, în regiunea 0,98-1,00 μm şi în regiunea de 2,05 μm (Fig.5). Îmbogăţirea cristalelor de ZnSe:Gd cu zinc sau seleniu nu are nici un efect semnificativ asupra poziţiei maximului şi formei benzii fotoluminescenţei de margine (vezi fig.5). Recoacerea în vapori de Zn, similar cazului cristalelor de ZnSe:Yb şi ZnSe:Cr, reduce intensitatea de radiaţie în regiunea de 2 μm.

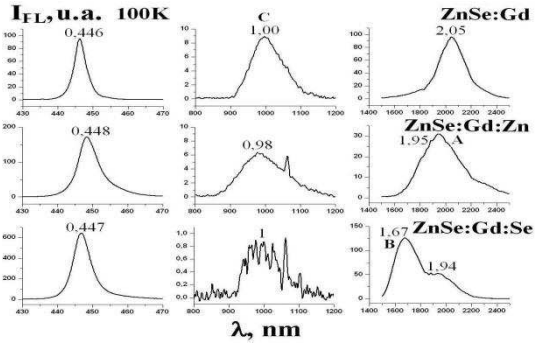


Fig.5. Spectrele de fotoluminescenţă a cristalelor de ZnSe : Gd până şi după recoacerea în vapori de Zn sau Se

Referinţe:

1. PROKOFIEV, T.A., et al. Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. 2004, no.7 (1), p.63-67.
2. НЕДЕОГЛО, Д.Д., СИМАШКЕВИЧ, А.В.. Электрические и люминесцентные свойства селенида цинка. Кишинёв: Штиинца, 1984. 150 с.
3. COLIBABA, G.V., NEDEOGLO, D.D. In: *Luminescence*. 2009, no.129 (7), p.661-667.

Recomandat:
Dmitrii NEDEOGLO, dr. hab., prof. univ.