

## LUMINESCENȚA COMPUȘILOR TERNARI DE TIPUL $A^{II} B_2^{III} C_4^{VI}$ LA NIVEL ÎNALT DE EXCITARE

*E. Gheorghiuță, A. Maciuga, R. Radu, V. Pîntea, I. Stratan.*  
Universitatea Tehnică a Moldovei

### INTRODUCERE

Compușii din sistemul  $Zn_x In_2 S_{3+x}$ ,  $x = 1, 2, 3$  reprezintă un obiect de studiu interesant în legătură cu un șir de proprietăți deosebite: lărgimea mare a benzii de energii interzise ( $E_g \approx 3 eV$ ), sensibilitate mică la impurități, stabilitate înaltă la radiație ionizatoare [1]. Luminescența intensivă și fotosensibilitatea înaltă în diapazonul vizibil și ultraviolet, determină posibilități largi de aplicare practică în diferite domenii ale tehnicii. Datorită faptului că tehnologia de sintetizare și creștere a acestor cristale semiconductoare a atins un nivel înalt [2], reprezintă un interes atât științific, cât și practic, extinderea diapazonului de energii de excitare prin aplicarea razelor X la cercetarea proprietăților luminescente și conductibilității acestor compuși.

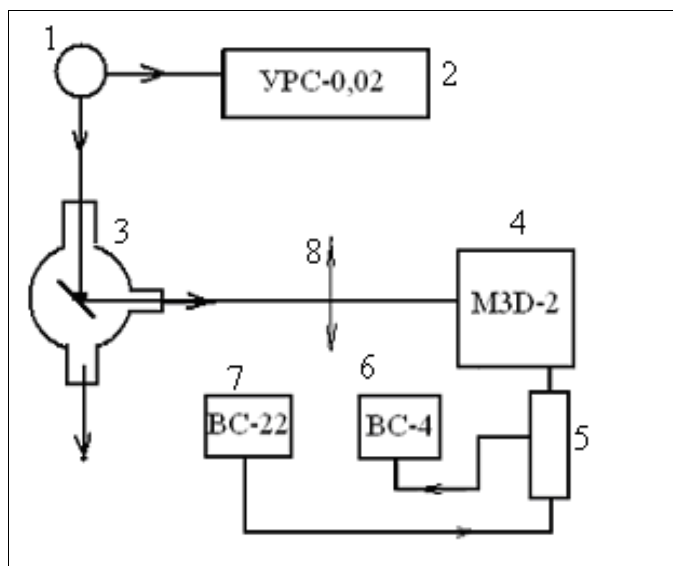
Studiul proprietăților luminescente și a conductibilității sub influența razelor X și electronilor accelerați, este îndreptățit prin faptul că coeficientul de eficacitate în aceste cazuri atinge valori de până la 25 % (față de 3-4 % în cazul fotoluminescenței), pentru probe masive (grosimea  $d \geq 2 mm$ ), datorită nivelului înalt de excitare.

Pentru curenți de ordinul  $10^{-4} A$  numărul de fotoni de raze X, sau electroni accelerați este de ordinul  $10^{20} s^{-1}$ .

### 1. INSTALAȚIA ȘI DATELE EXPERIMENTALE

În lucrarea dată sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale cu aplicarea razelor X. Instalația folosită pentru cercetări este reprezentată pe Fig. 1. În calitate de sursă de raze X, a fost folosită o instalație portativă, produsă în serie, care nu cere răcire suplimentară cu apă. Ea este alcătuită dintr-un tub de raze X cu anodul din cupru (Cu). Blocul de alimentare asigură tensiune înaltă în

limitele 5 – 45 kV și curenți anodici, până la  $5 \cdot 10^{-4} A$ .

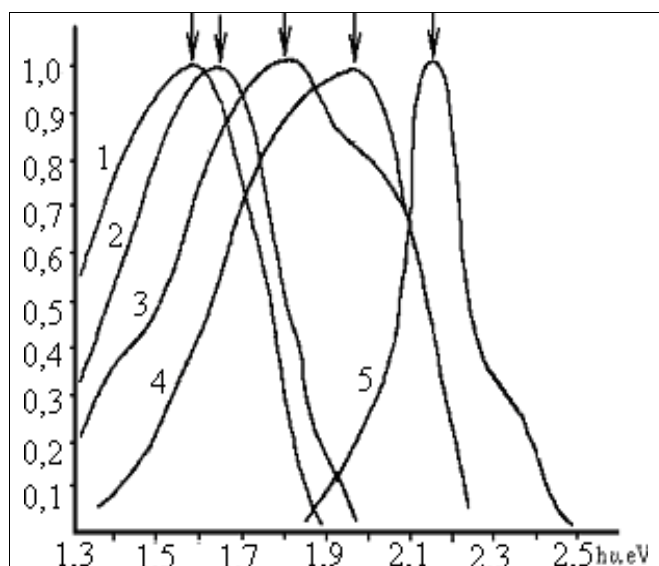


**Figura 1.** Macheta instalației. 1 - tub de raze X BCM - I, 2 - bloc de alimentare cu tensiune catodică și tensiune anodică, 3 - vasul Diuar, cu sistemul de evacuare a aerului, 4 - sistemul de dispersare (monocromator cu rețea de difracție pe oglindă), 5 - fotomultiplicator, 6 - amplificator a semnalului electric, 7 - bloc de alimentare cu tensiune înaltă ( $U \leq 3,8 kV$ ), 8 - sistemul de lentile prin care se focusează radiația luminescentă.

Analiza comparativă a spectrelor de emisie la diferite moduri de excitare (Tabelul 1, Fig. 2) arată că poziția maximelor absolute la excitarea cu raze X, este deplasată spre valori mai mici ale energiilor iar semilățimea benzilor de emisie, este mai mare. Această deosebire dintre spectrele excitate cu raze X și cele excitate cu electroni accelerați, poate fi lămurită prin faptul că excitarea cu raze X se petrece în tot volumul probei cercetate, prin urmare reabsorbția energiei cuanților de lumină emisă este mai puternică decât în cazul electronilor accelerați, unde excitarea este strict localizată.

**Tabelul 1.** Poziția energetică a maximelor și semilățimea benzilor de energie în  $Zn_x In_2 S_{3+x}$ , ( $x = 1,2,3$ ) la diferite temperaturi și moduri de excitare.

Tip excitare Compusul	Raze X				Electroni accelerați		
	$Zn In_2 S_4$		$Zn_3 In_2 S_6$		$Zn In_2 S_4$	$Zn_2 In_2 S_5$	$Zn_3 In_2 S_6$
Temperatura, K	300	100	300	100	300	300	300
Maximul bandei de emisie, eV	1,54	1,65	1,77	1,94	1,76	1,90	2,03
Semilățimea bandei, eV	0,45	0,38	0,52	0,47	0,30	0,25	0,25
$\frac{\Delta E}{\Delta T}$ , eV/K	-	$5 \cdot 10^{-4}$	-	$10 \cdot 10^{-4}$	-	-	-

**Fig. 2.** Spectrele de röntgenoluminescență a compușilor ternari: 1-  $Zn In_2 S_4$ , 300K ; 2-  $Zn In_2 S_4$ , 100K ; 3-  $Zn_3 In_2 S_6$ , 300K ; 4-  $Zn_3 In_2 S_6$ , 100K ; 5-  $Cd Ga_2 S_4$ , 300K.

## 2. ANALIZA DATELOR EXPERIMENTALE

Cum se cunoaște, actul de iradiere se petrece în centrele de luminescență care evident sunt mult mai puține decât numărul total de atomi ce se conțin în probă. Se poate face concluzia că există un mecanism eficient de transmitere a energiei de la locurile unde energia se absoarbe către centrele de luminescență.

Conform datelor experimentale, posibilitatea de transmitere a energiei excitante este în corelație cu structura cristalină a substanței, iar eficacitatea procesului depinde de

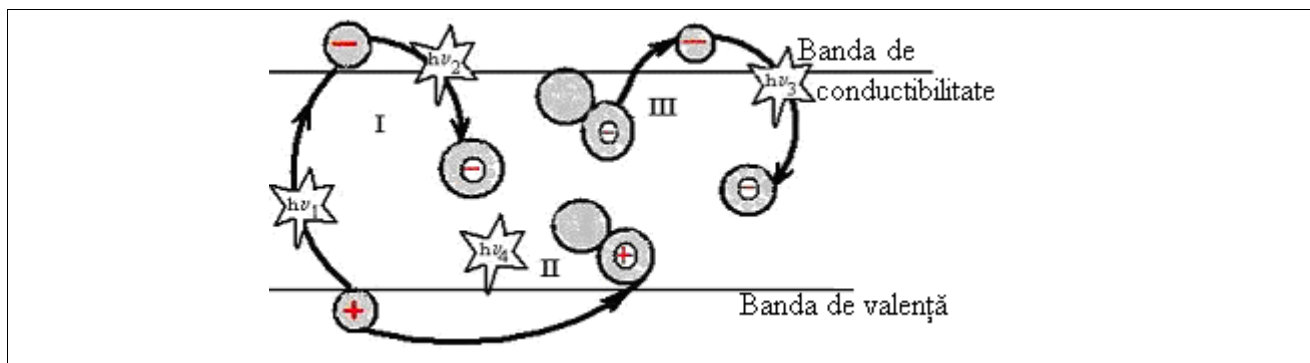
prezența impurităților și defectelor, care pot capta și transmite energia excitantă centrului luminescent. Un argument în acest sens este tiogalatul de cadmiu, care fiind crescut în anumite condiții tehnologice reprezintă un luminofor cu persistență mare [4,5].

Concludem că în dependență de modul de excitare a luminescenței - prin fotoni, electroni accelerați sau raze X, transmiterea energiei excitante către centrul luminescent (în modelul cu bandă de energii interzise) nu diferă numai de topologia spațiului expus radiației, și anume: în cazul fotoluminescenței iradiază un strat cu grosimea de ordinul  $\frac{1}{\alpha}$ , unde  $\alpha$  este coeficientul de absorbție din banda fundamentală de absorbție; în cazul catodoluminescenței, în funcție de energia electronilor accelerați, grosimea stratului excitat poate atinge valori  $\approx 2 \cdot 10^{-5} m^2$  [6], iar în cazul razelor X, tot volumul cristalului este implicat în procesul de recombinare luminescentă.

În afară de cele expuse mai sus importă diferența considerabilă între valoarea numerică a impulsului fotonului  $P_f \approx 10^{-27} (kg \cdot m/s)$ , impulsului electronului  $P_e \approx 10^{-22} (kg \cdot m/s)$  și impulsul fotonului de raze X -  $P_x \approx 10^{-23} (kg \cdot m/s)$ .

Se poate presupune că în cazul radiației X și electronilor accelerați are loc fenomenul de interacțiune considerabilă a radiației incidente cu rețeaua cristalină a probei, ceea ce duce la creșterea relativă a semilățimii bandei de emisie a luminescenței.

Analizând rezultatele experimentale în cazul excitației cu raze X și comparându-le cu spectrele de luminescență excitată prin alte tipuri de radiație constatăm, că mecanismul de



**Figura 3.** Modelul dinamic de transmitere a energiei către centrul luminescent.

transmitere a energiei excitante către centru luminescent se poate petrece după modelul propus expus pe Fig. 3. [3]. Energia excitantă (raze X) smulge electroni din banda de valență și îi aruncă în banda de conductibilitate. Electronii migrează în rețeaua cristalină și întâlnindu-se cu purtătorii de sarcină de semn opus, recombinează emițând fotonul  $h\nu$ , în următoarea consecutivitate: I – captarea electronului de o capcană relativ mică. II – captarea golului, III – eliberarea electronului și captarea lui de o capcană adâncă.

## 2. CONCLUZII

➤ A fost asamblată instalația pentru cercetarea luminescenței compușilor ternari în baza  $Zn_x In_2 S_{3+x}$ , sub acțiunea razelor X.

➤ În baza datelor experimentale s-a efectuat analiza spectrelor de luminescență și se propune modelul dinamic de transmitere a energiei către centrul luminescent.

## Bibliografie

1. Gheorghiiță, E., Maciuga, A., Radu, R., Pîntea, V., Stratan, I., Aramă E. Stabilitatea iradițională a compușilor semiconductori de tipul  $A^{II} B_2^{III} C_4^{VI}$ . Asociația inginerilor din Moldova, U. T. M, Meridian ingineresc nr.4, 2005, pag. 112-114.
2. Bazacucza V.A., Abramova A., Jitari V.F., Yacusha V.K., Litvinov V.K., Arama E.D. Osobennosti sinteza i fiziko-himiceskie svojstva kristallov hal'kogenidov czinka i indija // Vsesoyuznoe soveshhanie po himii i tehnologii hal'kogenidov – Karaganda, 1990, c.201.
3. Gurevic' V. Vvedenie v fizicheskuyu himiyu kristallo-fosforov.. M. Vysshaja shkola, 1982.
4. Maciuga A., Radu R., Pîntea V., Apamă E., Bajurea S. Luminofori cu persistență mare pe baza

tiogalatalui de cadmiu ( $CdGa_2S_4$ ). Conferința Tehnico – științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, UTM, V - 2, Chișinău – 2004, pag.23.

5. Radu R., Maciuga A., Stratan I., Nistiriuc I., Pîntea V. Röntgenoconductibilitatea compușilor stratificați de tipul  $A^{II} B_2^{III} C_4^{VI}$ . Conferința Tehnico – științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, UTM, V - 2, Chișinău – 2004, pag. 13.

6. Machuga A.I. Kandidatskaja dissertacziya. Rekombinirovannye javleniya v monokristallah tiogata kadmiya i dvojnih sul'fidov Zn i In pri elektronnom vozbuđenii. Chishinau 1986.

Recomandat spre publicare: 20.04.2007.