

SUPERLUMINESCENȚA TIOGALATULUI DE CADMIU ($CdGa_2S_4$).

A. Maciuga, R. Radu, V. Pîntea, P. Stoicev.
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Proprietățile luminescente ale tiogalatului de cadmiu, compus triplu de tipul $A^{II} B_2^{III} C_4^{VI}$ sînt studiate pe larg într-un șir de lucrări prin aplicarea diferitor tipuri de excitare: fotoni [1,2], electroni accelerați, raze X [3,4].

Prin aceleași metode sînt studiate proprietățile luminescente ale tiogalatului de cadmiu cu surplus ale uneia din elemente volatile: metal, cadmiu (Cd) sau sulf (S) care intră în componența tiogalatului [3]. În [5] sunt expuse rezultatele investigațiilor asupra luminescenței soluțiilor solide din intervalul lor de existență în secțiunea- $(CdS)_x-(Cd_2S_3)_{1-x}$, (47,5 ÷ 50,5 % molare de CdS).

Tehnologia de sintezare și prelucrare a probelor, caracteristicile dispozitivelor din care a fost asamblată instalația pentru investigații: sistemul de formare a fascicolului de electroni, raze X, sistemul de captare și înregistrare a radiației luminescente sînt expuse în [4].

În lucrarea dată sînt expuse rezultatele investigațiilor asupra influenței condițiilor de excitare (temperatura, intensitatea și durata impulsului excitant - τ) și se propune mecanismul fenomenului de superluminescență, fenomen care a fost înregistrat pentru $CdGa_2S_4$ în anumite condiții de excitare a luminescenței: energie înaltă a fluxului de electroni ($U = 40 \text{ keV}$) și durata impulsului ($\tau = 10^{-3} \text{ s}$) la temperatura ($T = 80 \text{ K}$).

1. DATE EXPERIMENTALE ȘI ANALIZA LOR

Pe fig.1 sînt reprezentate spectrele de emisie ale $CdGa_2S_4$, excitate în condiții de temperatură, densitate de curent, energie și durată a impulsului expuse în ordinea corespunzătoare.

În cazul 3, durata impulsului excitant τ_3

este de $\approx 10 \text{ ori}$ mai mare ca în cazul 1,2.

Comparând intensitatea radiației în maximumul spectrului 3, constatăm că ea este de $2 \cdot 10^2 \text{ ori}$ mai mare ca în cazul 1 și $\approx 10^2 \text{ ori}$ mai mare ca în cazul 2. Radiația integrală se raportează ca 6:5:1. Semilățimea benzilor de emisie au valori respective: $\hbar\omega_1/2 = 0,30 \text{ eV}$;

$$\hbar\omega_2/2 = 0,23 \text{ eV}; \quad \hbar\omega_3/2 = 0,10 \text{ eV}.$$

Pozițiile maximelor, pe scara energiilor sunt: $\hbar\omega_{1 \text{ max}} = 2,25 \text{ eV}$; $\hbar\omega_{2 \text{ max}} = 2,16 \text{ eV}$;

$$\hbar\omega_{3 \text{ max}} = 2,09 \text{ eV}.$$

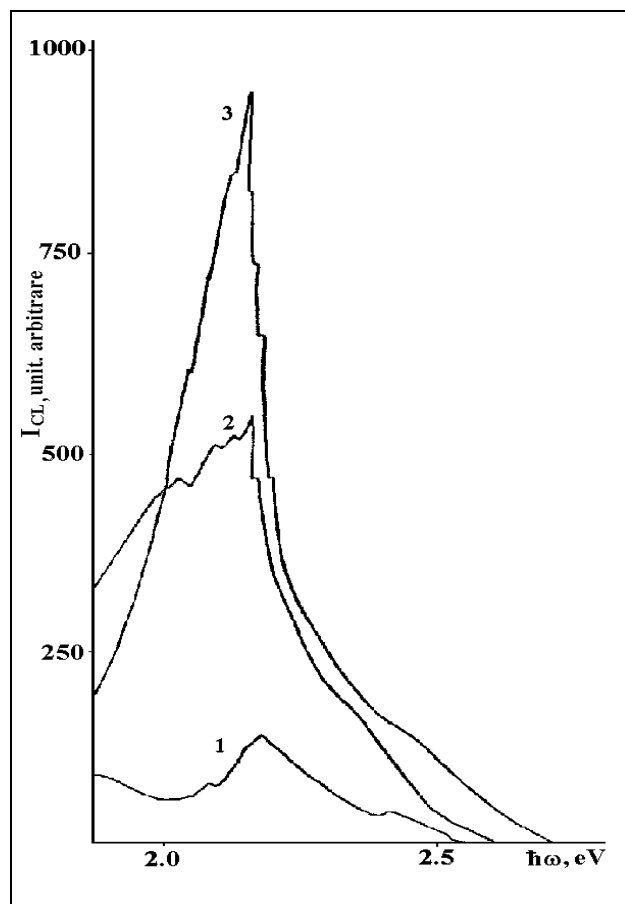


Figura 1. Spectrele de CL ale monocristalelor $CdGa_2S_4$ la 80 K: densitatea de excitare și durata impulsului pentru 1 și 2 au valorile respective:

$$j_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ A/cm}^2; j_2 = 10^{-3} \text{ A/cm}^2;$$

$$\tau_1 = \tau_2 = 10^{-3} \text{ s}; j_3 = 10^{-3} \text{ A/cm}^2; \tau_3 = 10^{-2} \text{ s}.$$

Energia fascicolului de electroni în toate cazurile, $U = 40 \text{ keV}$.

Analizând rezultatele experimentale expuse mai sus, putem concluda că în condițiile de excitație date în tiogalatul de cadmiu, are loc o creștere neliniară a intensității luminescenței atât integral, cât și în maximumul spectrului, unde $I_e = \alpha I_{excit}^b$, unde: I_e - intensitatea luminescenței,

I_{excit} - intensitatea de excitație; α - coeficient constant; b - exponentul neliniarității ($b > 1$).

În consecință se propune modelul tranzițiilor ce asigură fenomenul creșterii neliniare a luminescenței tiogalatalui de cadmiu.

Fenomenul de creștere neliniară a intensității în spectrul de luminescență a tiogalatalui de cadmiu este ilustrat de modelul nivelelor energetice și a tranzițiilor respective pe fig. 2 în care un loc important îl joacă capcanele pentru electroni și goluri (CE și CA).

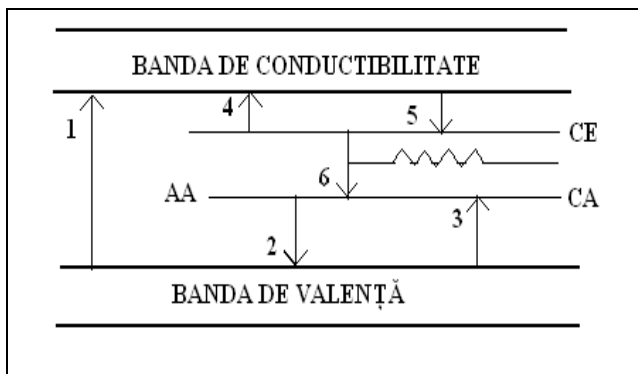


Figura 2. Modelul nivelelor energetice și a tranzițiilor în banda de energie interzisă în $CdGa_2S_4$ ce asigură fenomenul de superluminescență. CE – capcane pentru electroni, CA – capcane pentru acceptori (goluri), AA – acceptori adânci: 1 – tranzițiile în banda de conductibilitate; 2, 3 – tranziții pe capcane de acceptori; 4, 5 – tranziții pe capcane de electroni; 6 – tranziție de emisie ce asigură superluminescența.

În modelul dat, capcanele de electroni sînt distribuite în apropierea benzii de conductibilitate (BC) și capcanele pentru goluri – respectiv în apropierea benzilor de valență (BV). Direcția de tranziție a electronilor și golurilor asigură procesul de acumulare a electronilor și respectiv a golurilor pe capcanele adânci de tipul corespunzător.

Electronii captați, ca și golurile pot fi eliberați atât termic cât și sub acțiunea luminii sau radiației excitante (în cazul dat a electronilor accelerați [6,7]). Eliberarea electronilor acumulați pe capcanele adânci are ca rezultat recombinația lor intensivă cu golurile de pe centrele ionizate (care trebuie să fie destul de adânci pentru a reține golurile), ceea ce duce la o avalanșă a tranzițiilor de tipul 6, care produc fenomenul de superluminescență a tiogalatalui de cadmiu.

Se poate menționa că modelul expus pe fig. 2 este confirmat și prin luminescența cu persistență mare pentru unele cristale de $CdGa_2S_4$, sintetizate în condiții speciale [8].

Bibliografie

1. **Tigeanu I. M.** Opticeskie i fotoelektricheskie svoystva soedinenij $CdGa_2S_4$, $ZnIn_2S_4$ i sistemy' ZnS : In poluchennoi ionnym vnedreniem.
2. **Gheorgobianu A. N., Donu V.K. Tigeanu I. M. i dr.** Golubaya fotolyuminiscenziya tiogalata kadmiya.// FTP, 1983, T17, V8, S. 1524-1525.
3. **Radu R., Maciuga A., Pîntea V., Stratan I., Nistiriuc I.** Recombinație luminescentă în tiogalatul de cadmiu cu surplus de cadmiu ($CaGa_2S_4 : Cd$) și ($CdGa_2S_4$) sulf.// Conf. Națională de Telecomunicații, Electronică și informatică. Chișinău, mai 19-20, 2006, pag. 196-197.
4. **Radu R., Maciuga A., Pîntea V., Stratan I., Nistiriuc I.** Luminescența compușilor ternari sub influența electronilor accelerați și razelor X. // Meridian ingineresc, 2006, 3, pag. 45-47.
5. **Machuga F. I. Chukichev M. V.** Primesnaya katodolyuminiscenziya $CdGa_2S_4$.// Bsesoyuznaya konf. „Trojnye poluprovodniki i ix primenenie”. Kishinyov, Shtiincza, 1993. s. 143.
6. **Antonov – Romanovskij V. V.** Kinetica fotolyuminiscenzii kristallofosforov // M. Nauka, 1996.
7. **A. M. Girvich.** Vvedenie v fizicheskuyu ximiyu kristallofosforov// M. Vysshaya shkola, 1982.
8. **A. Maciuga, R. Radu, V. Pîntea, E. Aramă, S. Bajura.** Luminofori cu persistență mare pe baza tiogalatalui de cadmiu. // Conf. Tehnico – Științifică Jubiliară a Colaboratorilor Doct. și Stud., 8-9 octombrie, V.2, pag.23. UTM. 2004.

Recomandat spre publicare: 16.01.2008.