

# MORFOLOGIA SUPRAFETEI ȘI PROPRIETĂȚILE OPTICE ȘI FOTOELECTRICE ALE HETEROJONCTIUNILOR CdTe-GaTe

*Nicolae SPALATU\**, *Igor EVTODIEV*,  
*Iuliana CARAMAN\*\**, *Liviu LEONTIE\*\*\**,  
*Irina ROTARU*, *Dumitru UNTILA*,  
*Mihail CARAMAN*

*\*Tallinn University of Technology*

*\*\*Universitatea „Vasile Alecsandri”, Bacău, România*

*\*\*\*Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași, România*

Monocristalele GaTe sunt compuse din împachetări planare de tipul Te-Ga-Ga-Te, cu legături ionic-covalente între atomii din interiorul împachetării elementare și legături polarizaționale slabe între împachetări. Prezența legăturilor slabe dintre straturi, cât și aranjarea împachetărilor una față de alta permit intercalarea atomilor și a moleculelor în spațiul dintre planele atomare ale calcogenului (Te), cu formarea compozitelor lamelare de tip 2D.

În lucrare se studiază compozitele obținute prin tratament ale lamelor monocristaline de GaTe în vapori de Cd, la temperatura 650-830 K. Compoziția materialului obținut a fost stabilită din analiza diagramelor XRD cu radiația  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda=1,54182 \text{ \AA}$ ).

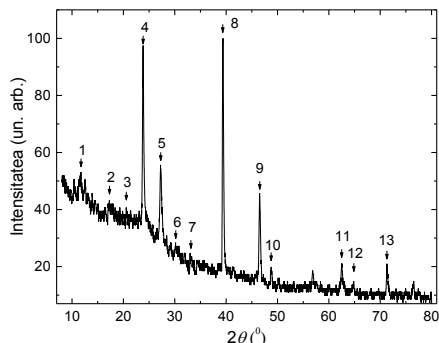


Fig.1. Diagrama XRD a plăcilor de GaTe tratate în vapori de Cd, la  $T = 560^\circ\text{C}$ , timp de 24 de ore

În Fig.1 este prezentată diagrama XRD a compozitului obținut prin tratament în vapori de Cd a plăcilor de GaTe la temperatura 830 K, timp de 24 de ore. Identificarea liniilor de difracție după catalogul (ICDD-JCPDS) este prezentată în Tab.1. După cum se vede din acest tabel, eșantionul studiat este compus din cristalite de GaTe, CdTe și, probabil, mici cantități de  $\text{CdGa}_2\text{Te}_4$  (linia de difracție cu  $2\theta=20,54^\circ$ ).

Tabelul 1

Identificarea maximelor indicate în Fig.1

Nr.	Valori experimentale		Fișe ICDD-JCPDS			
	$2\theta(^{\circ})$	$I$ (a. u.)	PDF	$2\theta(^{\circ})$	$I$	$hkl$
1	11,7	51,9	GaTe 652208	11,860	74	2 1 0
2	17,26	43,2	GaTe 652208	17,503	9	0 2 0
3	20,54	40,7	CdGa <sub>2</sub> Te <sub>4</sub> 740214	20,598	44	1 1 0
4	23,84	97,5	CdTe POWD-12 (1997)	24,026	3	1 1 1
5	27,22	54,3	CdTe POWD-12 (1997)	27,813	999	2 0 0
6	30,15	28,4	GaTe	30,068	9	3 2 1
7	32,98	24,7	CdTe	32,716	30	1 0 2
8	39,37	98,8	CdTe POWD-12 (1997)	39,222	100	1 1 0
9	46,52	45,7	CdTe POWD-12 (1997)	46,946	1	3 1 1
10	48,77	19,8	GaTe POWD-12 (1997)	48,757	21	2 5 0
11	62,51	21	CdTe	62,027	25	2 1 0
12	64,87	14,8	CdTe POWD-12 (1997)	65,015	230	4 2 0
13	71,3	21	CdTe	71,214	30	3 0 0

Morfologia suprafeței a fost studiată cu fascicul de electroni (microscopia SEM), iar compoziția elementară a compozitului a fost determinată prin metoda emisiei de raze X, caracteristice la excitare cu fascicul de electroni. În Fig. 2, a, b și c, sunt prezentate imaginile SEM ale suprafeței eşantioanelor obținute la temperatura 620 K și, respectiv, 720 K.

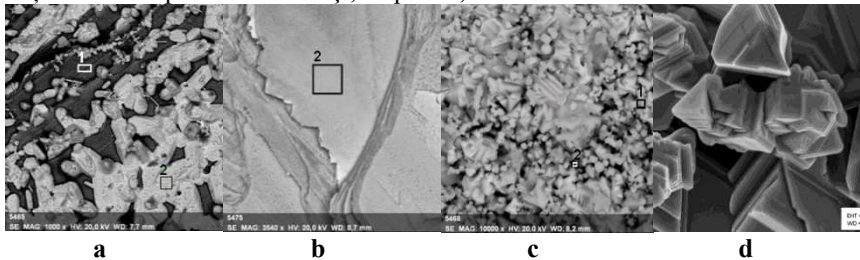


Fig. 2. Imaginile SEM ale suprafeței plăcii de GaTe, tratate termic în vapori de Cd, la temperatura: a și b – 623 K, timp de 60 de ore; c și d – 720 K, timp de 12 ore

Este ușor de observat că la temperatura 620 K, pe suprafața plăcii de GaTe se formează două tipuri de clusteri. Analiza compozițională a acestor clusteri este prezentată în Tab.2.

Tabelul 2

Analiza compozițională în regiunile prezentate în Fig. 2, a

Spectru	Element	Serie	Atom. C [% at.]	Eroare [%]
1	Galiu	K	89,27	2,0
	Telur	L	5,55	0,3
	Cadmiu	L	5,18	0,2

Spectru	Element	Serie	Atom. C [% at.]	Eroare [%]
2	Galiu	K	3,41	0,1
	Telur	L	92,51	2,8
	Cadmium	L	4,08	0,2

Clusterii de culoare întunecată reprezintă un condensat de Ga, cu mici cantități de CdTe, pe când Te este preponderent concentrat în clusterii de culoare albă. Astfel se poate spune că la temperatura 620 K, vaporii de Cd interacționează cu stratul atomic de Te de la suprafață și stimulează concentrarea telurului în clusterii, următoarele două plane atomare de Ga formează substratul de galiu.

În Fig. 2, b, se vede clar structura lamelară a straturilor respective. După cum se vede din Tab.3, compoziția clusterilor de culoare albă este neomogenă după distribuția telurului pe suprafață.

*Tablelul 3*

Analiza compozițională în regiunile prezentate în Fig. 2, b

Spectru	Element	Serie	Atom. C, [% at.]	Eroare, %
1	Galiu	K	33,06	0,6
	Telur	L	66,45	2,1
	Cadmium	L	0,49	0,1
2	Galiu	K	44,67	0,8
	Telur	L	54,63	1,9
	Cadmium	L	0,70	0,1

Majorarea temperaturii tratamentului termic al plăcilor de GaTe de la 620 K până la 720 K duce la schimbări cardinale ale structurii și morfologiei suprafeței eșantioanelor. Pe suprafața eșantioanelor obținute la temperatura 720 K, în imaginile SEM sunt vizibile clar două tipuri de zone (Fig.2, c). Analiza compoziției elementelor în aceste zone este prezentată în Tab.3. După cum se vede din acest tabel, suprafața plăcii de GaTe este acoperită cu clusterii de CdTe cu mici concentrații de Ga. Astfel, zonele de culoare albă sunt compuse din CdTe cu un surplus de Te și Ga, față de zonele întunecate care corespund fazei CdTe.

*Tablelul 4*

Analiza compozițională în regiunile prezentate în Fig.2, c

Spectru	Element	Serie	Atom. C [% at.]	Eroare [%]
1	Galiu	K	2,985	0,1
	Cadmium	L	41,950	1,5
	Telur	L	55,070	1,7
2	Galiu	K	1,610	0,1
	Cadmium	L	49,290	1,4
	Telur	L	49,100	1,7

În Fig. 2, d, este prezentată imaginea SEM a suprafeței plăcii de GaTe supusă intercalării în vapori de Cd, la temperatura 720 K. După cum se vede din această prezentare, suprafața plăcilor de GaTe este acoperită cu cristalite cu dimensiuni nanometrice de CdTe, care cresc sub formă de straturi.

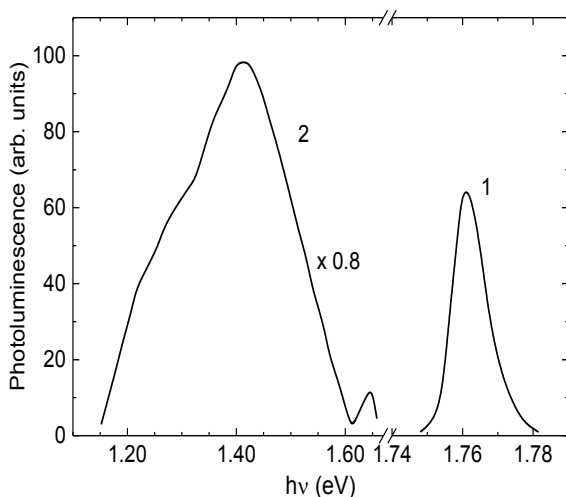


Fig. 3. Spectrele de FL ale cristalelor primare de GaTe (curba 1) și ale cristalelor de GaTe tratate în vapori de Cd, la temperatura 830 K (curba 1)

În Fig.3 este prezentat spectrul FL al eșantionului obținut prin intercalare la temperatura 830 K, timp de 24 de ore. Pentru comparație, aici este prezentat spectrul de FL al plăcii de GaTe până la intercalare. Spectrul FL este compus dintr-o bandă de emisie intensă cu maxim la  $\sim 1,42$  eV, un platou în regiunea 1,25 eV și o bandă de emisie slabă la  $\sim 1,66$  eV. Aceste 3 benzi sunt bine cunoscute ca benzi de FL ale straturilor policristaline de CdTe. Platoul din regiunea 1,25 eV se interpretează ca recombinare prin intermediul nivelului de recombinare format de oxigen. Prezența oxigenului în eșantioane este argumentată prin faptul că în plăcile de GaTe păstrate în atmosferă normală atât pe suprafețele exterioare, cât și la interfața dintre împachetările elementare se formează oxizi ai telurului.

### Concluzii

Prin tratament termic al plăcilor cristaline de GaTe la temperaturi din intervalul 720-830 K, se formează un compozit din monocristalite de GaTe și CdTe. Cristalitele de CdTe cresc pe direcția normală la suprafața plăcii de GaTe.

Tratamentul plăcilor de GaTe în vapori de Cd la temperatura  $\approx 620$  K duce la selectarea sub formă de clusteri micrometrici ai telurului. Clusterii de Te se formează pe suprafața stratului de Ga.

Compozitul de GaTe-CdTe este un material fotoluminescent în regiunea IR apropiat, spectrul de FL al căruia conține benzile de emisie fotoluminescentă caracteristice straturilor policristaline de CdTe crescute în volum cvasiechilibrat.