

ANALIZA STRUCTURALĂ PRIN DIFRAȚIE DE RAZE X ȘI STUDIUL PROPRIETĂȚILOR OPTICE ALE STRATURILOR SUBȚIRI DE ZnTe

Alexandra MÎRZAC, Facultatea de Fizică și Inginerie

Structural and optical properties of ZnTe thin films fabricated by close space sublimation method with different thicknesses are investigated. It was evidenced a relatively small variation of the lattice parameter with increasing the thickness of the layers, starting from the value of 6.1052 Å (0.83 μm) to 6.1047 Å (2.59 μm). With the varying of the thickness the value of the band gap is changed from 2.237 eV up to 2.243 eV. The photovoltaic devices ZnSe/ZnTe with efficiency of 1.69 % was obtained.

ZnTe este unul dintre cei mai importanți membri ai grupeii II-VI, având proprietăți electrice și optice aplicabile în diferite dispozitive optoelectronice. Are lățimea benzii interzise de 2,26 eV la temperatura camerei și tranziții optice directe ce permit folosirea ZnTe pentru fabricarea diodelor luminescente. Acest material, pe lângă aliajele ca $Cd_xZn_{1-x}Te$ și $ZnSe_xTe_{1-x}$ au un potențial de aplicare în diverse dispozitive optoelectronice [1-3]. Straturile policristaline de ZnTe pot fi, de asemenea, folosite în celule solare tandem care utilizează $Cd_xZn_{1-x}Te$ ca strat absorbant, având lățimea benzii interzise de 1,7 eV [4]. Pe lângă aceasta, conform unui studiu recent poate fi folosit la fabricarea structurilor cuantice $Cd_xZn_{1-x}Te/ZnTe$. Datorită unui coeficient electrooptic înalt, ZnTe permite producerea detectoarelor în domeniul frecvențelor înalte ale radiației. Discontinuitatea de 0,1 eV dintre benzile de valență a CdTe și ZnTe poate fi folosită la diminuarea înălțimii de potențial dintre CdTe și metalul utilizat ca contact ohmic pentru obținerea celulelor solare CdS/CdTe de eficiență înaltă. Lucrul de ieșire al electronilor în p-CdTe fiind destul de înalt (5,5 eV) limitează capacitatea de a produce straturi de p-CdTe cu un nivel de dopare înalt p^+ . ZnTe, fiind un material convenabil în obținerea unei conductivități înalte de tip p la doparea cu Cu, poate fi folosit ca strat intermediar între CdTe și contactul metalic (pentru a îndeplini funcția de absorbant). Straturile au fost obținute prin metoda volumului cvasiînchis. În cadrul acestei cercetări, au fost obținute straturi de grosimi diferite la $T_{\text{evaporator}} = 680^{\circ}C$ și $T_{\text{suport}} = 340^{\circ}C$, care au fost studiate prin microscopie electronică de baleiaj (scanare) (SEM), prin microscopie electronică de transmisie (TEM) și prin

difracție de raze X. Pentru aprecierea proprietăților optice ale straturilor de ZnTe, s-au măsurat spectrele de reflecție (R) și transmitanței (T) la incidență normală a luminii pe suprafața probelor cu spectrofotometrul JASCO V-670, cu rezoluția energetică mai mică de 2 meV. Deoarece straturile de ZnTe au rezistență mare, ele au fost tratate în soluție $\text{AgNO}_3:\text{H}_2\text{O}$ și tratate termic în vid la temperatura de 400°C timp de 30 min. În baza straturilor dopate de ZnTe, s-au obținut heteroconjeciunile n-ZnSe/p-ZnTe. Caracteristicile curent-tensiune ale heteroconjeciunii n-ZnSe/p-ZnTe au fost studiate la iluminare prin stratul de ZnSe depus pe suportul de sticlă acoperit cu SnO_2 . Caracteristicile curent-tensiune au fost măsurate la iluminare 100 mW/cm^2 la temperatura camerei. Imaginile SEM ale straturilor de ZnTe indică asupra faptului că toate straturile sunt destul de compacte, suprafața filmelor subțiri nu prezintă fisuri, pori, ci granulație micrometrică. Dimensiunea cristalitelor depinde de grosimea straturilor. Imaginile TEM indică la structura columnară a acestora.

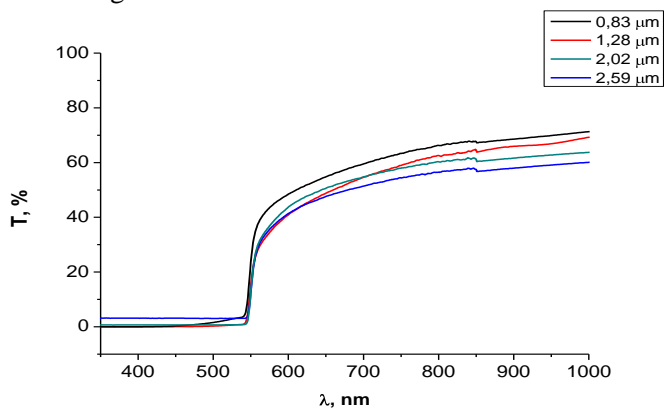


Fig.1. Spectrul de transmitanță a straturilor subțiri de ZnTe

Spectrele de difracție a razelor X arată că straturile subțiri de ZnTe au o structură cristalină cubică de bună calitate (picuri înguste, bine definite) și prezintă orientare preferențială după axa $[111]$ perpendiculară pe direcția de creștere, aparțin grupei spațiale $F\bar{4}3m$. A fost evidențiată o variație relativ redusă a parametrului rețelei odată cu creșterea grosimii straturilor, plecând de la valoarea de $6,1052 \text{ \AA}$ pentru grosimea de $0,83 \text{ }\mu\text{m}$ până la $6,1047 \text{ \AA}$ pentru $2,59 \text{ }\mu\text{m}$.

Spectrul de transmisibilitate este ilustrat în Fig.1, din aceste curbe, putem observa variația transmisibilității straturilor de la 60% până la 80%, transmisibilitatea maximă fiind atinsă pentru ZnTe cu grosimea de 0,83 μm. Cu creșterea grosimii de la 0,83 μm până la 2,59 μm, spectrul arată o descreștere a transmisibilității în apropierea absorpției fundamentale, care ne

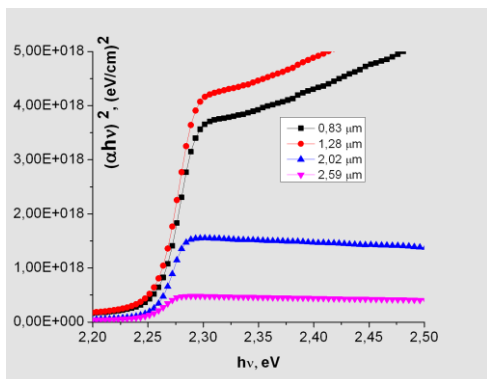


Fig. 2. Dependenta coeficientului de absorbtie de energia fotonului

permite să spunem că straturile de grosime mai mare au o cristalinitate destul de bună.

Fig.2 arată dependenta $\alpha h\nu^2 = f h\nu$,

pentru coeficientul numeric $p = 0,5$. Prezența unei singure pante în aceste curbe sugerează faptul că tranzițiile care au loc între banda de valență și banda de conducție sunt permi-

se. Cunoașterea lui α ne-a permis să construim dependenta $\alpha^2 = f(h\nu)$ din care să determinăm lărgimea benzii interzise și tipul tranziției. Extrapolarea acestei regiuni liniare până la $\alpha = 0$ ne oferă valoarea lărgimii benzii interzise (E_g), care variază cu grosimea de la 2.237 eV până la 2.243 eV. Valoarea cea mai mică a E_g este atribuită formării energiei nivelelor permise în banda interzisă în timpul procesului tehnologic de depunere a straturilor, iar valoarea maximală a benzii interzise este determinată de micșorarea dimensiunii cristalitelor în straturi. Pentru fabricarea heterojoncțiunilor (HJ) cu straturi subțiri ZnSe/ZnTe, se depune inițial stratul de ZnSe la temperatura evaporatorului de 670°C și temperatura suportului de 350°C pe suport de sticlă acoperit cu SnO₂. La etapa a doua, se depunea stratul de ZnTe la temperatura evaporatorului de 570°C, temperatura suportului de 310°C. La etapa a treia, straturile de ZnTe erau supuse tratamentului chimic în soluția suprasaturată de ZnCl₂:H₂O și tratate termic în vid la temperatura de 400°C. Etapa finală de preparare a hetrostructurilor cu straturi subțiri consta în depunerea contactelor ohmice.

Ca contact ohmic pentru stratul ZnSe servea stratul transparent de SnO₂, iar pentru stratul de ZnTe, se depunea prin evaporare termică în vid Ag. HJ ZnSe/ZnTe pot fi utilizate ca dispozitive pentru conversia energiei solare în energie electrică. De aceea au fost studiate caracteristicile curent-tensiune la iluminarea 100 mW/cm² și determinați parametrii fotovoltaici, care se prezintă în Tabel. Pentru cele mai bune celule solare, și anume, acele care au stratul absorbant de ZnTe dopat cu Ag, randamentul de conversie atinge valoarea de 1,69 %, I_{sc} = 19 mA/cm², iar U_{CD} = 330 mV. Compușii semiconductori de tipul A₂B₆ pe baza de Zn, cum ar fi ZnSe, ZnTe, se bucură de un viu interes din partea comunității științifice datorită utilizării lor cu succes în aplicații fotovoltaice. Valoarea coeficientului de absorbție mare face din telurura de zinc un material ideal pentru utilizarea acestuia în celulele solare pe baza de straturi subțiri. ZnSe este, de asemenea, utilizat pe scară largă, ca fereastră, în celulele

Tabel

Parametrii fotovoltaici ai celulelor solare ZnSe/ZnTe

	J _{sc} , mA/cm ²	U _{CD} , V	η, %	R _s , Ω	R _{sh} , Ω	FF
n-ZnSe/p-ZnTe	7	0.46	1.1	400	412	0.34
n-ZnSe/p-ZnTe:AgNO ₃	19	0.33	1.69	178	896	0.27

fotovoltaice pe baza de straturi subțiri. Parametrii fotovoltaici ai HJ ZnSe/ZnTe pot fi optimizați prin doparea straturilor componente și aplicarea diferitelor tratamente termice.

Referințe:

1. KIMMERLI, J., MENNER, R., PFISTERER, F. and SHOCK, H.W. *Proc.6th Eur. Photovoltaic Solar Energy Conference*. Reidel, Dordrecht, 1985, p.199.
2. BUCH, F., FAHRENBRUCH, A.L. and BUBE, R.H. In: *Appl. Phys.Letter*. 1976, no.28, p.592.
3. *Ibidem*, p.1596.
4. ROHATGI, A., SUDHARASANAM, R. and RINGEL, S.A. In: *Sol. Cells*. 1989, no.27, p.219.

Recomandat:

Tamara POTLOG, dr., conf. univ.