

FIZICĂ ȘI INGINERIE

PROPRIETĂȚILE ELECTRICE ȘI FOTOELECTRICE ALE HETEROJONCȚIUNILOR n-ZnO/p-CdTe

Vadim MORARI, Facultatea de Fizică și Inginerie

Introducere. *CdTe* este unul dintre materialele semiconductoare de perspectivă. Lățimea benzii interzise $E_g = 1,45$ eV, un coeficient mare de absorbție optică $\alpha = 10^5$ cm⁻¹ pentru conversia eficientă a radiației solare în energie electrică, de asemenea, posibilitatea de a primi cristale conductibile de tipul n și p cu o rezistivitate mică, oferă ca *CdTe* să fie folosit în calitate de celule solare eficiente, pe când și *ZnO* este un semiconductor care are multe proprietăți favorabile, transparentă înaltă în domeniul vizibil al spectrului, proprietăți radiative pronunțate, banda interzisă largă $E_g = 3,37$ eV și energia de legătură a excitonilor mare (60 meV). Aceste proprietăți sunt utilizate în aplicații de economisire a energiei, în electronică – ca filme subțiri și senzori de gaze. În lucrarea dată, s-a studiat HJ n-ZnO/p-CdTe. Prepararea HJ n-ZnO/p-CdTe și cercetarea proprietăților electrice și fotoelectrice reese din aceea că compușii semiconductori ZnO și CdTe posedă proprietăți interesante ce dau posibilitatea de a obține un șir de dispozitive semiconductoare.

Experiment. HJ n-ZnO/p-CdTe au fost obținute prin depunerea straturilor de CdTe prin metoda volumului cvasiînchis (CSS), pe plăci monocristaline de ZnO. Înainte de a depune CdTe, plăcile cristaline au fost corodate chimic, cu o soluție de: 0,2% HCl:H₂O pentru suprafața îmbogățită cu atomi de O₂, iar pentru suprafața îmbogățită cu atomi de Zn cu o soluție de 2% HCl:H₂O. După corodare, fiecare probă a fost supusă tratamentului termic timp de 3 ore la $T = 673$ K.

Rezultate. Pentru determinarea mecanismului de transport al curentului, au fost studiate caracteristicile $I=U$ la diferite temperaturi în intervalul $T = 306-375$ K pentru suprafața îmbogățită cu atomi de Zn și pentru suprafața îmbogățită cu atomi de O₂.

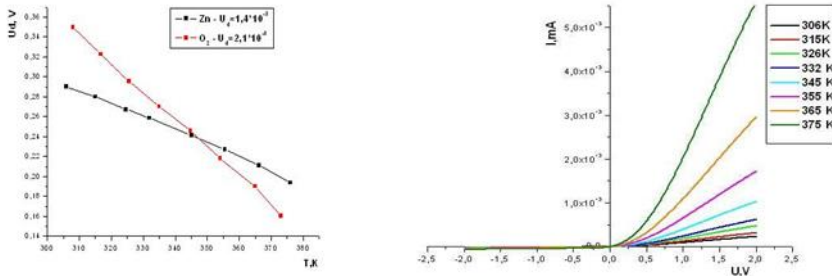


Fig.1. Caracteristica voltamperică a HJ n-ZnO/p-CdTe) pentru suprafața îmbogățită cu atomi de Zn și pentru suprafața îmbogățită cu atomi de O_2

Din această caracteristică s-a determinat potențialul de difuzie, care scade linear odată cu creșterea temperaturii. Coeficientul potențialului de difuzie reese din expresia: $U_d = U_{d0} - A$, de unde $A = \Delta U / \Delta T$. A pentru (Zn) = $1,4 \cdot 10^{-3}$ V/K, iar pentru (O_2) = $1,2 \cdot 10^{-3}$ V/K. Construind caracteristica voltamperică în coordonatele $\ln |I| = f(U)$, obținem Fig.2.

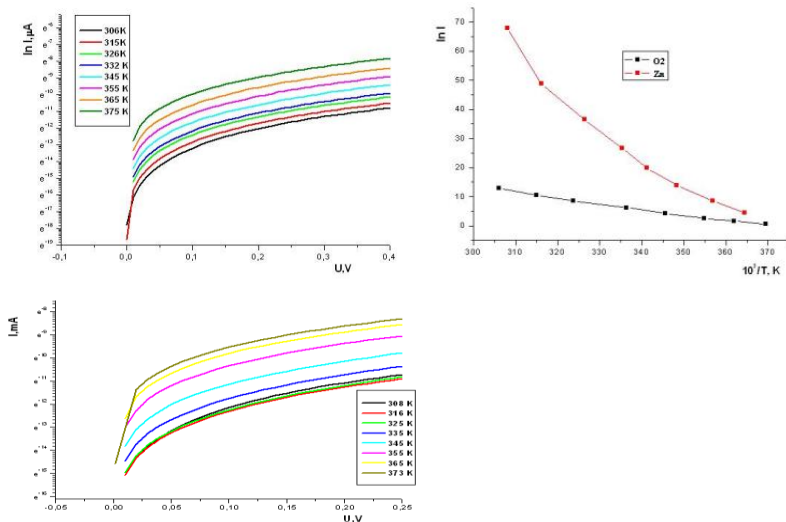


Fig.2. Caracteristica I-U la întuneric a HJ n-ZnO/p-CdTe la polarizare directă în scară semilogaritmică

Din aceste dependențe aflăm energia de activare: $I_s \sim e^{-\Delta E/kT}$.
 Deci, ΔE (Zn) = 0,27 eV, iar ΔE (O₂) = 0,15 eV.

Tabel

Valorile caracteristicilor voltamperice

Nr	n (Zn/O ₂)	m (Zn/O ₂)	I _s (Zn/O ₂)	T, K (Zn/O ₂)
1	-	1,34/1,64	16.2 nA/345 nA	306/308
2	1,85/1,95	1,25/1,62	30.1 nA/373,6 nA	315/316
3	1.83/1,8	1,19/1,56	300.8 nA/557,4nA	326/325
4	1.75/1,7	1,16/1,52	550.8 nA/874 nA	332/335
5	1,67/1,6	1,14/1,49	1.2μA/1,74 μA	345/345
6	1.5/1,54	1,12/1,40	1.24 μA/2,19 μA	355/355
7	1.4/1,52	1,11/1,32	2.32 μA/2,7 μA	365/365
8	1.34/1,4	1,09/1,25	3,58 μA/2,75 μA	375/373

În Tabelul dat sunt prezentați parametrii factorilor n, m și ai curentului de saturație la diferite temperaturi. Au fost obținute caracteristicile semilogaritmice indirecte.

În Fig.3 a, b este prezentată caracteristica voltamperică indirectă tipică pentru HJ n-ZnO/p-CdTe la temperaturi mai mari de 273 K.

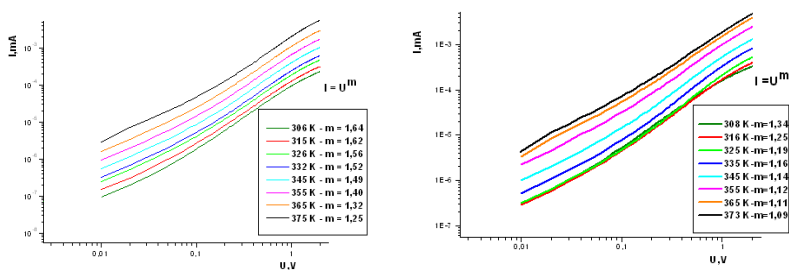


Fig.3. Caracteristica I-U la polarizare indirectă în scară semilogaritmă a HJ n-ZnO/p-CdTe la diferite temperaturi pentru două probe diferite

Din aceste caracteristici se observă că curentul la polarizare inversă depinde de factorul de putere m din formula $I=U^m$, care ia valori între

1,1-1,64. Coeficientul m caracterizează dependența curentului de scurgere prin HJ, de unde s-a determinat că mecanismul de transport în ambele cazuri este de generare.

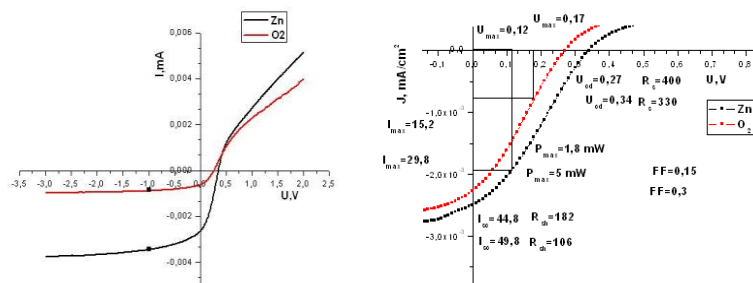


Fig.4. Caracteristica voltamperică a HJ n-ZnO/p-CdTe la iluminare prezentând probele cu suprafața îmbogățită cu atomi de Zn și suprafața îmbogățită cu atomi de O₂

De aici s-a calculat coeficientul de multiplicare care este cu $k=2,5 \cdot 10^{-3}$ mai mare la suprafața îmbogățită cu atomi de Zn decât la suprafața îmbogățită cu atomi de O₂. Factorul de umplere este $FF(\text{Zn})=0,3$ și $FF(\text{O}_2)=0,15$, care rezultă din relația: $FF = \frac{P_{\max}}{I_{sc} \cdot U_{cd}}$

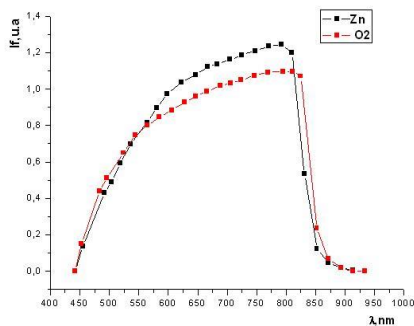


Fig.5. Caracteristica spectrală a sensibilității HJ n-ZnO/p-CdTe

În Fig.5 este prezentată sensibilitatea spectrală, de unde se observă că partea ce corespunde cu lățimea benzii interzise a ZnO este mai înclinată, din cauza că o mare parte din lumina incidentă este absorbită de stratul de ZnO, ceea ce nu permite trecerea totală a luminii.

Concluzii. În general, pentru caracteristica voltamperică direct proporțională predomină mecanismul de transport de recombinare, iar pentru caracteristica invers proporțională predomină mecanismul de transport de generare.

Referințe:

1. ROMEO, N., BOSIO, A., TEDESCHI, R. et al. *Sol. Energy Mater. Solar Cells*, 1999, vol.58, p.209.
2. BRUS, V.V. *Solar Energy*, 2012, vol.86, p.786.
3. KOSYACENKO, L.A. Problems of efficiency of photoelectric conversion in thin film CdS/CdTe solar cells. În: *Semiconductors*, 2006, vol.40, p.710-727.
4. GAȘIN, P., GAUGAȘ, P., FOCȘA, A. *Fizica dispozitivelor semiconductoare*. Chișinău, 1998, p.186-198.

Recomandat

Petru GAȘIN, dr. hab., prof.univ.