# STUDIUL PROPRIETĂȚILOR FOTOELECTRICE ALE HJ CU STRATURI SUBȚIRI ZnTe/CdTe

*Dumitru SCORTESCU, Facultatea de Fizică şi Inginerie*

*This paper presents the investigation of the curent-voltage and capacitance-voltage caracteristics of the ZnTe/CdTe heterojunctions (HJs) fabricated by close space sublimation method. The analysis of characteristics indicates to existence of a high resistive layer at the interface of ZnTe/CdTe. It is established that the forward current is dominated by the diffusion and generation-recombination processes at the low biases and by the drift-diffusion model at high biases. Capacitance–voltage measurements indicate the considerable numbers of deep recombination centers in the depletion region of the ZnTe/CdTe HJs.*

Studierea complexă a dependențelor curentului electric şi capacității de mărimea şi polaritatea tensiunii, aplicate la diferite temperaturi ale mediului înconjurător, permite a stabili modelul de benzi energetice ale heterojoncțiunilor (HJ) cu ajutorul căruia se pot interpreta procesele fizice ce au loc în heterojoncțiunea cercetată şi a elucida căile de sporire a parametrilor dispozitivelor.

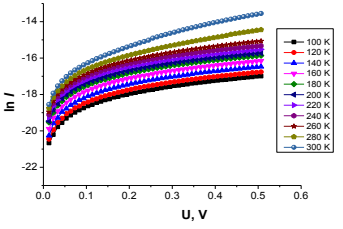



Fig.1. Dependența $lnI_d=f(U_d)$ la diferite temperaturi de măsurare a HJ cu straturi subțiri ZnTe/CdTe

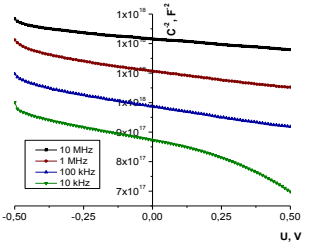



Fig.2. Dependența $\frac{1}{C^2}=f(U)$ a HJ cu straturi subțiri ZnTe/CdTe la diferite frecvențe

Heterojoncțiunile ZnTe/CdTe au fost obținute prin depunerea straturilor de ZnTe prin metoda volumului cvasiînchis pe suporturi de sticlă acoperite cu $SnO_2$. După aceasta, straturile de ZnTe s-au tratat chimic în soluție de $ZnCl_2$ şi apoi termic la 400$^o$C în vid timp de 30 min. Ulterior, se depune stratul de CdTe prin aceeaşi metoda în aceleaşi con-

diţii tehnologice în care s-a atins un randament de conversie a energiei solare în energie electrică pentru structurile CdS/CdTe de 10%.

Pentru a studia mecanismul de transport în structurile obţinute, au fost efectuate măsurările caracterisicii I-U la întuneric în intervalul de temperatură 100-300 K. Caracteristicile I-U la joncţiunea p–n la polarizare directă se descriu cu expresia

$$I = I_s(\exp\frac{eU}{nkT} - 1)\ , \qquad (1)$$

unde $I_s$ este curentul de saturaţie, $n$ − factorul de idealitate, $k$ – constanta Boltzmann şi $T$ − temperatura. Caracteristica I-U în coordonatele lnI = f(U) trebuie să prezinte o dependenţă liniară. Într-adevăr, cum se observă din Fig.1, această legitate pentru tensiunile aplicate mai mici de valoarea potenţialului de difuzie $U_d$ se respectă. Se observă trei porţiuni liniare, două mai mici până la 0,25 V şi alta la tensiuni mai mari de 0,25 V, care se descriu cu ecuaţia (1). Mecanismul de transport este determinat de valorile factorului de idealitate $n$ şi comportamentul curentului de saturaţie $I_s$. Pentru prima porţiune $n$ = 1 sugerează dominarea curentului de difuzie. Pentru porţiunea a doua, valorile factorului de idealitate se află între 1,1 la 300 K şi 2,9 la 100 K. Pentru această porţiune din dependenţa $\ln(I_s) = f(1/T)$ s-a determinat energia de activare care este egală cu aproximativ jumătate din valoarea benzii interzise. Aceasta sugerează că mecanismul de transport pentru porţiunea dată este generare-recombinare a purtătorilor de sarcină în regiunea de sarcină spaţială. Din Fig.1 se poate observa că la tensiuni mai mari (> 0,25 V) apar porţiunile subliniare în toate caracteristicile I-U, indiferent de temperatură, cu valori ale factorului de idealitate cu mult mai mari ca 2. Această porţiune a caracteristicii I-U poate fi bine descrisă în contextul teoriei de injecţie a stratului de baraj al *p-n* joncţiunii groase (unde grosimea joncţiunii este mai mare decât lungimea de difuzie a purtătorilor. În acest caz, se iau în mod expres în considerare procesele de generare şi recombinare în joncţiunea *p-i-n*, unde $i$ − reprezintă un strat intermediar de conductibilitate intrinsecă, plasat între cele două domenii cu conductibilităţi de impurităţi, diferite între ele. Pentru prima dată această teorie a fost elaborată de A.Yu. Leiderman [1]. În acest caz caracteristicile I-U sunt descrise de ecuaţia:

$$V \approx V_0 \exp(JaW) \qquad (2)$$

Parametrul $a = \frac{1}{2qD_pN_t}$ este dependent de coeficientul de difuzie a purtătorilor minoritari $(D_p = (\frac{kT}{q})\mu_p)$ şi de concentraţia impurităţilor adânci $N_t$, $J$ este densitatea de curent. Cu ecuaţia (2) este posibil a determina parametrul $a$ din caracteristicile I-U:

$$a = \frac{\ln(\frac{U_2}{U_1}) \cdot S}{(I_2 - I_1) \cdot W} \qquad (3)$$

Valorile parametrului $a$ în funcţie de temperatură este prezentat în Tabel.

*Tabel*

Valorile parametrului $a$ şi concentraţiei impurităţilor $N_t$ în funcţie de temperatură

| T, K | 300 | 280 | 260 | 240 | 220 | 200 | 180 | 160 | 140 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | $5.7 \cdot 10^4$ | $11.6 \cdot 10^4$ | $62.8 \cdot 10^4$ | $10 \cdot 10^5$ | $60 \cdot 10^5$ | $10.6 \cdot 10^6$ | $16.6 \cdot 10^6$ | $20 \cdot 10^6$ | $23.5 \cdot 10^6$ |
| $N_t$, $cm^3$ | 3.4 $10^{15}$ | 1.6 $10^{15}$ | 3.1 $10^{14}$ | 9.7 $10^{13}$ | 3.2 $10^{13}$ | 1.8 $10^{13}$ | 1.2 $10^{13}$ | 9.7 $10^{12}$ | 8.2 $10^{12}$ |

Capacitatea *p-n* a joncţiunii la o tensiune U este dată de relaţia [2-4]:

$$C_j(U) = A\left[\frac{q\varepsilon_o\varepsilon_r N_D}{2(U_{bi} + U)}\right]^{\frac{1}{2}},$$

unde $N_D$ este concentraţia impurităţilor donoare în stratul de sarcină spaţială ($W$); $q$ − sarcina elementară electrică, $\varepsilon$ − permitivitatea semiconductorului; $A$ − aria joncţiunii; Fig.2 prezintă dependenţa $1/C^2$= f(U) la diferite frecvenţe de măsurare, din datele prezentate în Fig.2 s-a estimat concentraţia impurităţii donoare $(N_D)$ şi s-a trasat distribuţia $(N_D)$ pe adâncimea joncţiunii ($W$) (Fig.3).

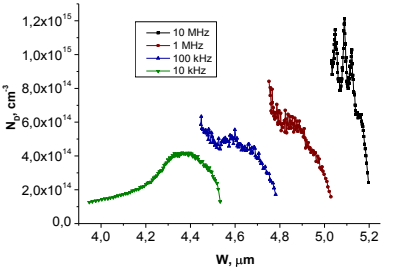



Fig.3 Distribuţia concentraţiei impurităţilor donoare pe lărgimea regiuniii de sarcină spaţială a HJ ZnTe / CdTe

Ecuațiile de mai sus presupun distribuția în regiunea de sarcină spațială situată într-o singură componentă a joncțiunii. Studiul caracteristicii capacitate-tensiune şi caracteristicii curent-tensiune a HJ ZnTe/CdTe indică la un număr considerabil de centre de recombinare adânci în regiunea de sarcină spațială.

***Bibliografie:***


1. LEIDERMAN, A.Yu., KARAGEORGY-ALKALAEV, P.M. *Sol. St. Commun.*, 1976, no.27, p.339.
2. MILNES, A.G. and FEUCHT, D.L. *Heterojunctions and Meral Semiconductor Jonctions*. New York Academic, 1972.
3. ISLAM, A.B., CHAURE, N.B., WELLINGS, J., TOLAN, G., DHAR-MADASA, I.M. *Materials characterization 60*. 2009, p.160-163.
4. SARNEY, W.L., BRILL, G. *Solid -State Electronics*. 2004, no.48, p.1917-1920.


*Recomandat*
*Tamara POTLOG, dr., conf. univ.*