

**PARAMETRII CELULELOR SOLARE *nITO/pInP* OBȚINUTE PRIN
METODA PULVERIZĂRII PIROLITICE ÎN DEPENDENȚĂ
DE TRATAREA LOR TERMICĂ ÎN HIDROGEN**

Alexei SIMAȘCHEVICI *, *Dormidont ȘERBAN* *, *Leonid GORCEAC*,
Leonid BRUK, *Andrei COVAL*, *Iurie USATII*, *Vladimir FEDOROV*

LCȘ „Fizica Semiconductorilor”

* *Institutul de Fizică Aplicată al AȘM*

The main objective of this communication is the investigation of the influence of thermal treatment in H_2 on the parameters of $In/nITO/P_2O_5/pInP/Ag:Zn$ solar cells obtained by ITO layers pyrolytic pulverization. The $nITO/pInP$ heterostructures obtaining take place at the temperature of $450^\circ C$. The photoelectric parameters of the solar cell received on InP wafers with concentration $p = 3 \cdot 10^{17} cm^{-3}$ after the thermal treatment are $V_{oc} = 0.626 V$, $I_{sc} = 22.72 mA/cm^2$, $FF = 71\%$, $E_{ff} = 10.09\%$. As a result of these investigations it was shown that the thermal treatment of $In/nITO/pInP/Ag:Zn$ SC in H_2 at $350^\circ C$ during 10 min. leads to considerable improvement of their photoelectric parameters.

Parametrii celulelor solare (CS) confecționate în baza fosfurii de indiu sunt stabili în condiții de radiație ionizantă, de aceea pot fi utilizate la conversia energiei solare în energie electrică în condițiile spațiului cosmic. Conversiile fotoelectrice ale energiei solare confecționate în baza structurilor semiconductor-izolator-semiconductor (SIS) sunt perspective datorită tehnologiei simple și sinecostului scăzut al acestora [1]. Astfel de structuri se obțin prin depunerea straturilor semiconductoră transparente conductibile (TCO) pe diverse substraturi semiconductoră. A fost demonstrată posibilitatea confecționării structurilor fotovoltaice prin metoda simplă de pulverizare pirolitică a straturilor ITO [2-6], inclusiv pe substraturi cristaline $pInP$ [4].

Scopul prezentei lucrări este cercetarea influenței tratării termice în atmosferă de hidrogen asupra parametrilor fotovoltaici ai CS $Cu/nITO/P_2O_5/pInP/Ag:Zn$ obținuți prin metoda pulverizării pirolitice a straturilor ITO , a căror structură este prezentată în Figura 1. Această metodă de obținere a CS exclude folosirea temperaturilor înalte la formarea $p-n$ joncțiunii. Procesul de obținere a heterostructurii $nITO/pInP$ are loc la temperatura de $\sim 450^\circ C$ [1].

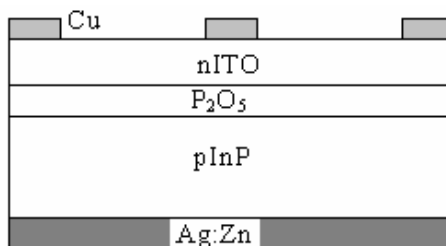


Fig.1. Celula solară $Cu/nITO/P_2O_5/pInP/Ag:Zn$.

Pentru obținerea acestor structuri au fost utilizate plachete monocristaline $pInP$ cu orientare cristalografică (111)A cu parametri: concentrația purtătorilor de sarcină $p = 3 \cdot 10^{16} cm^{-3}$ și $p = 3 \cdot 10^{17} cm^{-3}$, mobilitățile $\mu = 115 cm^2/(V \cdot s)$ și $\mu = 100 cm^2/(V \cdot s)$, corespunzător. Contactele ohmice către plachetele de $pInP$ au fost depuse prin evaporarea termică în vid a aliajului compus din 95% Ag și 5% Zn pe suprafețele din spate ale fosfurii de indiu preventiv șlefuite mecanic. Grila frontală de contact a fost depusă prin evaporarea termică în vid a cuprului. Ulterior, structurile au fost tratate termic în atmosferă de hidrogen la temperatura de $350^\circ C$ timp de 10 min. Au fost cercetate caracteristicile voltamperice ale structurilor $Cu/nITO/P_2O_5/pInP/Ag:Zn$ până și după tratarea lor termică în hidrogen și, de asemenea, fotosensibilitatea spectrală în regim de circuit deschis. Măsurătorile au fost efectuate la puterea radiației incidente de $100 mW/cm^2$.

S-a demonstrat că dacă până la tratarea termică în H_2 CS obținută pe placheta de InP cu $p = 3 \cdot 10^{16} cm^{-3}$ și $\mu = 115 cm^2/(V \cdot s)$ avea următorii parametri: $U_{cd} = 0,651 V$, $J_{sc} = 18,12 mA/cm^2$, $FF = 58\%$ și $E_{ff} = 6,84\%$ (Fig.1, curba 1), atunci după tratarea termică: $V_{cd} = 0,658 V$, $J_{sc} = 20,13 mA/cm^2$, $FF = 58\%$ și $E_{ff} = 7,68\%$

(Fig.2, curba 2). CS obținută pe placheta de *InP* cu concentrația purtătorilor de sarcină $p = 3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ și mobilitatea $\mu = 100 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ avea următorii parametri: $U_{cd} = 0,626 \text{ V}$, $J_{sc} = 22,72 \text{ mA/cm}^2$, $FF = 71\%$ și $E_{ff} = 10,09\%$, ceea ce depășește considerabil rezultatele menționate în [7] pentru CS analogică. Caracteristica I-V a acestei structuri este prezentată în Figura 2 (curba 3).

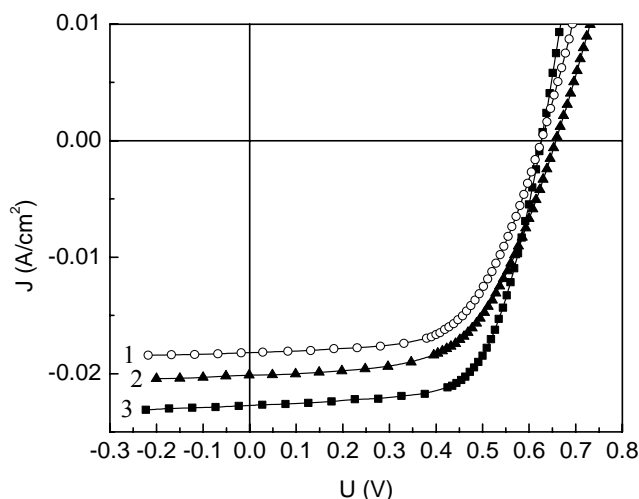


Fig.2. Caracteristica de sarcină a CS *Cu/nITO/P₂O₅/pInP/Ag:Zn*:

- 1 – până la tratarea termică în H_2 ; 2 – după tratarea termică în H_2 ;
3 – cu cei mai înalți parametri după tratarea termică în H_2 .

Din dependența spectrală a fotosensibilității structurilor date se observă că regiunea fotosensibilității spectrale cuprinde diapazonul lungimilor de undă 470...950 nm. Fotosensibilitatea maximă se observă la lungimea de undă $\sim 870 \text{ nm}$, ceea ce demonstrează că aportul principal în fotosensibilitatea structurii cercetate îl aduce fosfura de indiu. Tratarea termică a structurii în hidrogen conduce la micșorarea nedorită a aportului în fotosensibilitate în regiunea lungimilor de undă scurte ($\sim 497 \text{ nm}$) (Fig.3). Din literatură este cunoscut că la temperaturile 350...400°C hidrogenul se comportă ca dezoxidant. Noi presupunem că, datorită acestui tratament, oxizii care se creează pe suprafața din spate a plachetei *pInP* se dezoxidează. Aceasta conduce la dispariția barierei la interfața *pInP/Ag:Zn* și determină faptul că contactul din spate devine ohmic, din care cauză are loc creșterea parametrilor fotoelectrici ai celulei solare studiate.

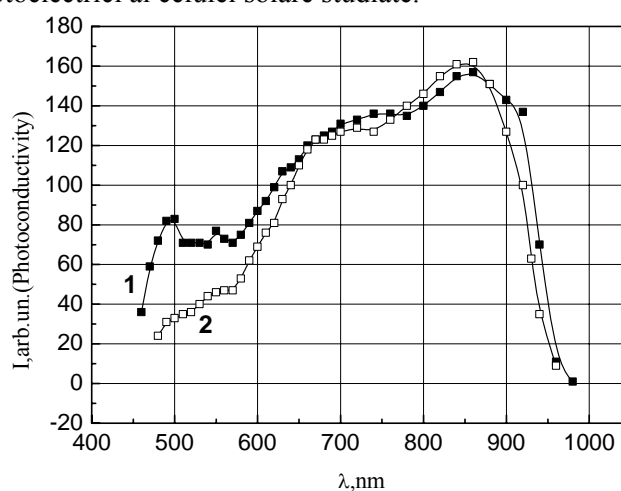


Fig.3. Dependența spectrală a fotosensibilității structurilor *Cu/nITO/P₂O₅/pInP/Ag:Zn*:

- 1 – până la tratarea termică în H_2 ; 2 – după tratarea termică în H_2 .

Astfel, prin metoda pulverizării pirolitice a straturilor ITO au fost confecționate structurile fotovoltaice *Cu/nITO/P₂O₅/pInP/Ag:Zn*. S-a demonstrat că tratarea termică a acestor structuri în atmosferă de hidrogen la temperatura de 350°C cu durata de 10 min. conduce la creșterea considerabilă a parametrilor fotoelectrici.

Referințe:

1. Simashkevichi A., Do Quoc Hung, Bobeico E., Gorcheak L., Sherban D. Solar Cells Based on SIS Structures // Proc. Of the 3rd Int. Workshop on Material Science. Hanoi. - 1999. - Vol.1. - P.56.
2. Shewchun J., Dubow G., Myszkowsky A., Singh R. The operation of the semiconductor-insulator-semiconductor (SIS) solar cells: Theory // J. Appl. Phus. - 1978. - Vol. 49. - No9. - P.855-864.
3. Adeeb N., Kretsu I., Sherban D., Sushkevichi V., Simashkevich I A. Spray deposited ITO-CdTe solar cells. // Sol. Energy Mater. - 1987. - Vol.15. - No1. - P.9-19.
4. Andronic I., Simashkevich A., Gagara L., Gorceac L., Potlog T., Sherban D. InP based radiation stable solar cells // Proc of the 2nd World Conf. on PV Solar Energy Conversion. Vol.1. - Vienna, 1998, p.249-252.
5. Vasu V., Subrahmanyam A. Photovoltaic properties of ITO/Si junctions prepared by spray pyrolysis. dependence on oxidation time // Semicond. Sci. and Tech. - 1992. - Vol.7. - P.320.
6. Simashkevichi A., Sherban D., Bruk L. et al. Proc. of the 20 European PV Solar Energy Conf. Barcelona, 2005, p.980.
7. Andronic I., Gorceac L., Serban D. et al. Proc. of the 2nd World Conf. on PV Solar Energy Conv. - 1998. - Vol.3. - P.3642.

Notă: *Lucrarea a fost îndeplinită în cadrul Proiectului instituțional 06.408.039F finanțat de către CSȘDT al AȘM.*

Prezentat la 02.02.2007