

Panouri solare de diverse puteri în baza structurilor ITO/nSi

Iu. Usatii

*Institutul de Fizică Aplicată a Academiei de Științe din Moldova,
str. Academiei 5, MD-2028, e-mail: usaty1980@mail.md*

La etapa actuală energetică cunoaște o creștere importantă a ponderii energiilor neconvenționale, odată cu scăderea a ponderii energiei obținute prin arderea combustibilului fosil, micșorând efectul de poluare a mediului existent, limitând emisia în atmosferă a gazelor poluante. Circa o treime din volumul de emisii de CO₂ provine de la producerea electricității și a energiei termice [1]. Din acest punct de vedere sursele de energie neconvenționale prezintă un avantaj extrem de important: cel de a nu polua atmosfera cu CO₂. În plus, dezvoltarea energiei bazate pe aceste resurse ar consolida securitatea energetică a Republicii Moldova care practic nu dispune de resurse energetice proprii. În aceste condiții problema utilizării resurselor energetice renovabile devine tot mai actuală în ultimul timp. Una din direcțiile de rezolvare a acestei probleme este dezvoltarea conversiei fotovoltaice a energiei solare. În RM durata de strălucire a soarelui este de 4445-4452 h/an [1], ce teoretic satisface condiția de folosire a convertoarelor fotovoltaice pentru obținerea energiei electrice. În anul 2003 circa 80% din producerea mondială a panourilor solare era pe baza siliciului cristalin. Siliciul cristalin este materialul care predomină pe piață și care își întărește poziția și mai mult. Un avantaj al celulelor solare pe baza siliciului cristalin este durata lor bună de funcționare (35ani). Se consideră că durata lor de funcționare nu este limitată din cauza celulelor ci din cauza sistemului electric de cuplare a celulelor solare.

În lucrare este analizată posibilitatea confecționării unor panouri solare în baza siliciului cristalin pentru conversia directă a energiei solare în energie electrică. La confecționarea panourilor solare au fost utilizate elementele solare n⁺ITO-SiO₂-nSi, care au fost obținute prin metoda pulverizării pirolitice [2]. Metoda de pulverizare pirolitică constă în dispersarea și piroliza soluției chimice pe substratul de siliciu preventiv încălzit până la o temperatură bine determinată. Pulverizarea, soluției clorurilor de indiu și staniu pe substratul de siliciu la temperatura 470°C, folosind în calitate de gaz dispersant aerul comprimat, duce la obținerea straturilor subțiri oxidice In₂O₃:SnO₂ (ITO). Stratul subțire ITO cu caracteristici optice și electrice optime era obținut la durata pulverizării de 2min. Stratul depus era policristalin cu dimensiunile cristalitelor 450-1000 Å, grosimea de 0,3-0,4μm, rezistența electrică specifică 1,1·10⁻³Ohm·cm și lărgimea benzii interzise 3.9eV. Plachetele de siliciu, dopate cu fosfor, folosite în calitate de substraturi, aveau următorii parametri: orientare cristalografică (100), rezistența electrică specifică ρ=4,5Ohm·cm, concentrația N=10¹⁵cm⁻³, mobilitatea electronilor μ=1250cm²/Vs, conductibilitatea electrică σ=0,2Ohm⁻¹·cm⁻¹. Pentru a forma convertoarele

fotovoltaice era necesar realizarea contactelor ohmice către componentele frontală și de bază a structurilor obținute. Pentru a depune contactul ohmic către componenta de bază a structurii, deci a contactului din spate a convertorului fotovoltaic, suprafața siliciului acoperită cu stratul frontal ITO se protejează printr-un strat rezistent la acțiunea reacțiilor chimice. Suprafața liberă de acest strat a siliciului se trata chimic sau mecanic cu scopul înlăturării stratului oxid care s-a format în timpul depunerii stratului ITO. După această tratare, stratul de protecție se elimină și pe suprafața tratată se efectua prin evaporarea termică în vid depunerea stratului metalic din cupru. Stratul de cupru a fost selectat din cauza că, având lucrul de ieșire a electronului mai mic de cât lucrul de ieșire a electronului din siliciu, formează la interfața cupru-siliciu un strat îmbogățit cu purtători de sarcină, deci un contact ohmic. Imediat după realizarea contactului ohmic din spate pe suprafața stratului ITO se efectua depunerea contactului frontal. Pentru obținerea contactului frontal era prevăzută o mască specială, fabricată din foaie metalică. Această mască permitea depunerea pe suprafața frontală a convertorului fotovoltaic a stratului metalic în formă de o grilă, care colectează purtătorii separați prin joncțiune. Stratul metalic din cupru în formă de grilă pe suprafața componentei frontale ITO era obținut prin deja menționata metodă de evaporare termică a cuprului în vid. Realizarea contactului ohmic către componenta frontală ITO era ultima operațiune tehnologică în fabricarea convertoarelor fotovoltaice Cu/ITO/nSi/Cu. Pentru cercetarea caracteristicilor fotovoltaice au fost preparate 100 de elemente solare ITO/nSi cu aria activă de $48,6\text{cm}^2$ și 25 de elemente cu suprafața activă de $8,1\text{cm}^2$. În Fig. 1 sunt prezentate caracteristicile de sarcină a celulelor solare cu aria activă de $8,1\text{cm}^2$ și de $48,6\text{cm}^2$. Pe figură sunt prezentate valorile parametrilor fotovoltaici calculate din aceste caracteristici. Observăm că în condițiile iluminării etalonate $100\text{mW}/\text{cm}^2$ eficiența celulelor solare este destul de înaltă și

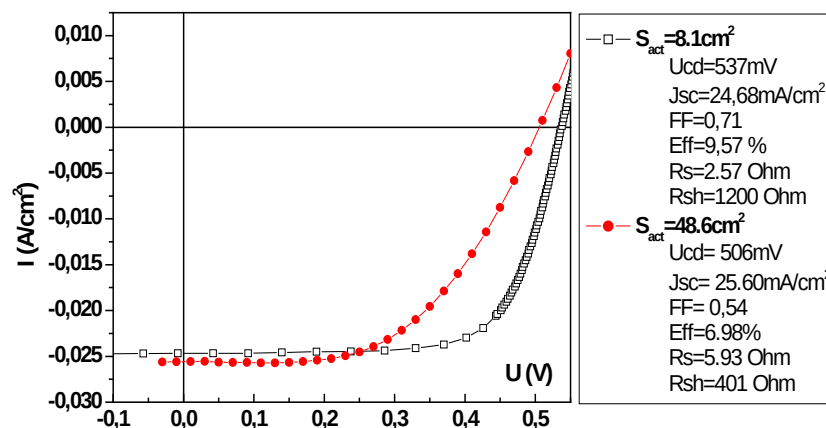


Fig. 1. Caracteristica de sarcină a celulelor solare ITO/nSi cu aria activă $8,1\text{cm}^2$ și $48,6\text{cm}^2$.

aproape atinge valoarea de 10%. Majorarea suprafeței active a celulei solare duce la majorarea rezistenței serie și prin urmare la reducerea eficienței a celulei solare de la 9,567% la 6,979%. Analiza parametrilor fiecărui element în parte a permis obținerea a două histogramme pentru diferite suprafețe ($48,6\text{cm}^2$ și $8,1\text{cm}^2$) a randamentului celulelor solare (Fig.2). Rezultatele prezentate demonstrează că 62% din elementele obținute cu suprafața activă de $48,6\text{cm}^2$ au valoarea randamentului cuprinsă între 5-7%, iar în cazul structurilor cu suprafața activă de $8,1\text{cm}^2$, 56% din elementele obținute au valoare randamentului cuprinsă între 7-10%. Din aceste

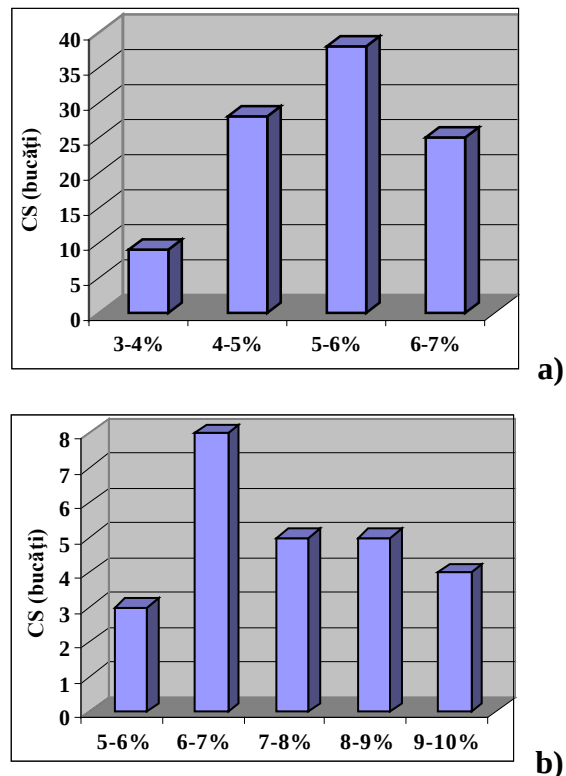


Fig. 2. Histograma randamentului celulelor solare $n^+ \text{ITO-SiO}_2\text{-nSi}$ cu aria activă $48,6\text{cm}^2$ (a) și $8,1\text{cm}^2$ (b)

celule solare au fost selectate 36 de elemente cu suprafața activă de $48,6\text{cm}^2$, parametrii cărora nu variau mai mult de cât până la 7%, și asamblate prin unirea celulelor solare în serie două panouri solare. Fiecare panou avea o suprafață activă de 875cm^2 și o putere electrică a câte 6W, iar parametrii fotovoltaici de $J_{sc}=0,77\text{A}$; $U_{cd}=7,6\text{V}$ și $J_{sc}=0,8\text{A}$; $U_{cd}=7,8\text{V}$ respectiv. Panourile au fost cercetate în condițiile iluminării naturale de 709W/m^2 . În Fig.3. este prezentată caracteristică

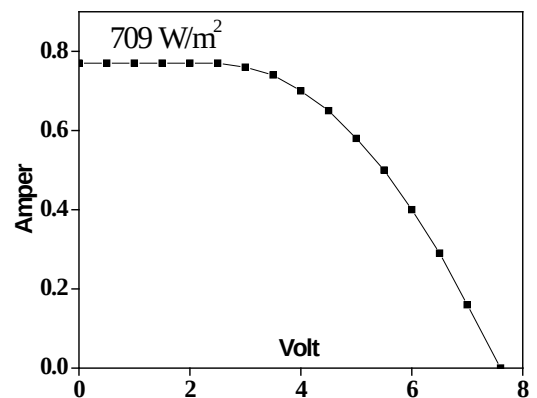


Fig. 3. Caracteristica de lucru a unui panou solar cu suprafața de 875cm^2 .

de lucru a unui panou solar alcătuit din 18 elemente cu suprafața activă de 875cm^2 . Din celulele solare cu suprafața activă de $8,1\text{cm}^2$ au fost selectate 10 elemente și respectiv asamblat un panou, parametrii cărora la iluminarea naturală menționată erau: $J_{sc}=0,13\text{A}$; $U_{cd}=5\text{V}$ și $P=0,65\text{W}$.

Rezultatele expuse mai sus demonstrează posibilitatea confecționării panourilor solare în baza unei tehnologii simple, elaborate în țară, cu atât mai mult că Republica Moldova este la început de cale în ceea ce privește utilizarea energiei solare, iar industria electricității fotovoltaice se caracterizează în prezent prin cea mai mare rată de creștere.

Lucrarea a fost efectuată în cadrul Programului național „Nanotehnologii, materiale noi multifuncționale și microsisteme electronice”, Proiect 45.005P.

Referințe:

- [1] P. Todos, I. Sobor, D. Ungureanu, A. Chiciuc, M. Pleșca, Energia regenerabilă. Studiul de fezabilitate. Chișinău 2002, P.158.
- [2] A. Simășchevici, D. Șerban, L. Bruc, A. Coval, V. Fedorov, E. Bobeico, Iu. Usatîi, Spray-deposited ITO-nSi solar cells with enlarged area. Mold. Journ of Phys. Sciencies, v.3, N.3-4, pp.334-342, 2004.