

STRATURI NANOMETRICE SnO₂ PENTRU STRUCTURI FOTOVOLTAICE

*Vasile BOTNARIUC, Leonid GORCEAC, Andrei COVAL,
Boris CINIC, Ion INCULEȚ, Semion RAEVSCHI*

Este cunoscut că straturile subțiri ale oxizilor SiO₂ sunt folosite cu succes ca strat antireflectant pentru celulele solare confecționate pe baza siliciului monocristalin și policristalin [1-3]. Straturile de oxizi cu banda energetică mare, concomitent cu proprietățile sale anticorozionale pot să contribuie și la extinderea caracteristicii spectrale a fotosensibilității provocată de micșorarea recombinării de suprafață în materialele cu banda energetică mai mică.

Straturile SnO₂ pot fi folosite la celulele solare în calitate de strat antireflectant, deoarece ele sunt transparente în regiunea spectrului vizibil și au valoarea coeficientului de refracție optimal ($n=2$) ce mărește eficiența conversiei energiei solare în energie electrică. La depunerea straturilor SnO₂ prin metoda pirolizei, de obicei, se folosește tetraclorura de staniu (SnCl₄·5H₂O) dizolvată în alcool etilic de o anumită molaritate. În calitate de dopanți pentru schimbarea conductibilității sunt folosite reactivele: SbCl₃ [4], NH₄F, CF₃COOH și HF [5, 6]. Alegerea dopantului depinde de cerințele care sunt dictate de proprietățile electrofizice ale acestor straturi. Pentru celule fotovoltaice, unde statul SnO₂ este folosit și ca contact Ohmic (celula fotovoltaică CdS-CdTe), aceste straturi e de dorit să fie cu rezistența mică. Astfel de straturi pot fi depuse prin metoda pirolizei fiind dopate cu SbCl₃ și luând în considerație că introducerea în straturile depuse ale unor cantități mari de Sb conduce la creșterea absorbției și micșorarea transparenței [7].

În prezenta lucrare, sunt descrise condițiile tehnologice de creștere și dopare cu Sb a straturilor SnO₂ și studierea proprietăților electrice și optice cu perspectiva de a le folosi în tehnologia confecționării celulelor solare. Metoda pulverizării pirolitice de depunere a straturilor SnO₂ și obținerea structurilor fotovoltaice este simplă, economă, nu necesită instalații costisitoare și poate fi folosită cu succes în tehnologia de producere a celulelor solare.

La obținerea straturilor SnO₂ dopate cu Sb, a fost folosită instalația prezentată în [8]. Instalația permite de a depune straturi SnO₂ dopate cu Sb pe suprafețe până la 80 cm². Temperatura cuptorului a fost menținută la 450°C cu precizia de ±0,5°C. Straturile au fost crescute în atmosfera de oxigen la presiunea fluxului prin pulverizator de 40 kPa. În calitate de substraturi a fost folosită sticla care a fost degresată în toluen, alcool izopropilic, corodată în metanol+5%Br și uscate în vapori de alcool izopropilic. Pentru depunerea straturilor SnO₂ a fost folosit SnCl₄·5H₂O dizolvat în alcool etilic cu molaritatea de 0,5M. Ca dopant a fost folosită

tricolorură de stibiu (SbCl_3) dizolvat în alcool etilic cu molaritatea de 0,1M. Straturile au fost depuse pentru un volum constant al soluției $\text{SnCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ +alcool etilic de 10 ml variind cantitatea dopantului SbCl_3 +alcool etilic în intervalul 0...3 ml.

Parametrii electrofizici ai straturilor SnO_2 :Sb au fost testați la o instalație universală de studiere a parametrilor electrofizici în câmp magnetic de 0,5T și curent continuu stabilizat.

Transmitanța straturilor SnO_2 :Sb a fost testată cu spectrometrul CARY V/VIS în intervalul 250-1200 nm. Pentru straturile SnO_2 dopate cu Sb depuse la 450°C , a fost cercetată transmitanța în dependență de volumul de SbCl_3 +alcool etilic în soluția SnCl_4 +alcool etilic în intervalul de lungimi de undă 250-1000 nm. Transmitanța straturilor depuse pentru un volum constant al soluției SnCl_4 +alcool etilic de 10 ml cu mărirea volumului dopantului SbCl_3 +alcool etilic în soluția pulverizată de la 0 până la 3 ml se micșorează de la 85% până la 70% (Fig.1).

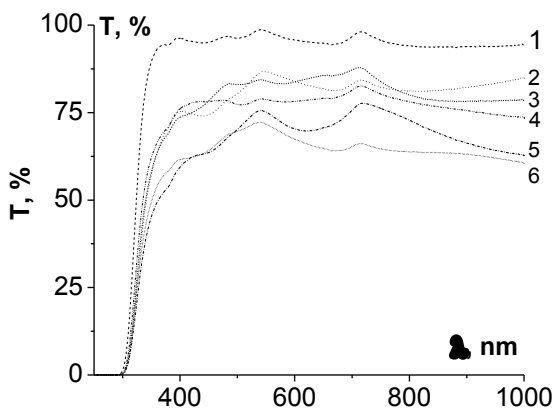


Fig.1. Transmitanța straturilor SnO_2 dopate cu Sb în funcție de cantitatea dopantului în soluția pulverizată:
1 – sticlă; 2 – 0 ml; 3 – 0,5 ml; 4 – 1ml; 5 – 2 ml;
6 – 3 ml SnCl_4 +alcool etilic

În Fig.2 este prezentată dependența concentrației purtătorilor de sarcină în straturile depuse în funcție de volumul dopantului în soluția pulverizată. Concentrația purtătorilor de sarcină cu mărirea conținutului dopantului se mărește și atinge valori de $5 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ pentru volumul de 1ml al soluției SbCl_3 +alcool etilic în soluția pulverizată și rămâne constantă în continuare cu mărirea volumului dopantului.

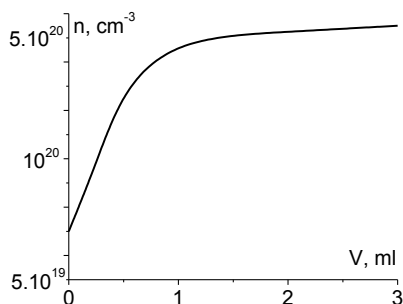


Fig.2. Concentrația purtătorilor de sarcină a straturilor SnO₂ dopate cu Sb în funcție de cantitatea dopantului în soluția pulverizată

Rezistența specifică a straturilor SnO₂ dopate cu Sb se micșorează cu mărirea cantității dopantului în soluția pulverizată atingând valorile de (3...50)·10⁻³ Ohm·cm și ajunge la saturație pentru valori mai mari de 1 ml a soluției SbCl₃+alcool etilic în soluția pulverizată (Fig.3).

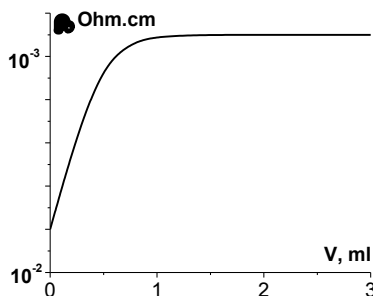


Fig.3. Rezistența specifică a straturilor SnO₂ dopate cu Sb în funcție de cantitatea dopantului în soluția pulverizată

Doparea cu Sb a straturilor SnO₂ micșorează esențial rezistența ce facilitează utilizarea lor la confecționarea celulelor solare.

Referințe:

1. ДЫСКИН, В.Г., ГАЗИЕВ, У.Х. *Гелиотехника*. 1993, № 4, с.59-63.
2. КЛЮЙ, Н.И., ЛИТОВЧЕНКО, В.Г., ЛУКЯНОВ, А.Н. и др. *ЖТФ*. 2006, т.76, В.5, с.122-126.
3. СУЛЕЙМАНОВ, С.Х., и др. *Гелиотехника*. 2010, №4, с.64-66.
4. КРЫЖАНОВСКИЙ, В.П., КУЗНЕЦОВ, Ф.Я. *Приборы и техника эксперимента*. 1958, №4, с.76.

5. КРЫЖАНОВСКИЙ, В.П., ОКатов, М.А. Авторское свидетельство №142000, Библиотека изобретений. 1961, №20.
6. КРЫЖАНОВСКИЙ, В.П., ОКатов, М.А. *ЖПХ*. 1966, №12, с.1906.
7. СУЙКОВСКАЯ, Н.В. *Химические методы получения тонких прозрачных пленок*. Издательство «Химия», 1971, с.148.
8. BOTNARIUC, V. Et al. Synthesis and Electrophysical Properties of Nanometric CdS Layers Deposited on SnO₂-coated Glass Substrates by Pulverization Method. *J. of Nanoelectronics and Optoelectronics*. 2013, vol.7, p.1-7.