

FOTODETECTORI DE RADIATIE UV IN BAZA PELICULELOR NANOSTRUCTURATE DE ZnO:Sn

Vasile POSTICA, Nicolai ABABII, Vasili CREȚU

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Peliculele nanostructurate de ZnO:Sn au fost depuse prin metoda sintezei chimice din soluții (SCS). A fost cercetat regimul optimal al tratamentului termic rapid pentru obținerea unui răspuns maximal la iluminarea cu radiație. Rezultatele măsurărilor SEM au demonstrat că peliculele de ZnO:Sn sunt compuse din nanocristalite de diferite dimensiuni, în jur la 300 – 400 nm, care se penetrează în urma tratamentului tratamentului termic rapid (RTA) în aer. Probele netratate au un răspuns cu cea mai mare valoare, iar tratamentul RTA la 770 °C timp de 60 secunde permite de a obține detectori care au cei mai buni timpi de recuperare și răspuns.

Cuvinte cheie: Pelicule subțiri, ZnO, Sinteza chimică, Nanostructuri.

1. Introducere

Detectarea radiației UV este importantă într-un șir de aplicații ca detectarea flăcărilor, comunicare space-to-space, detectarea missile plum, în cercetări astronomice și biologice. Astfel apare un interes sporit față de elaborarea detectorilor robuști de UV cu cost mic, putere de consum minimală și eficiență înaltă, care vor fi capabili să lucreze în diferite condiții. Semiconductorii oxizi din grupa II-VI sunt considerate materiale promițătoare pentru detectoare de radiație UV. În acest context ZnO a fost extensiv raportat pentru diferite aplicații de UV [1]. ZnO este transparent în spectrul vizibil, chimic este mai stabil ca Si și Ge și este capabil la temperaturi de operare mult mai mari [1].

2. Experimental

2.1 Creșterea peliculelor nanostructurate de ZnO dopate cu Sn prin metoda chimică din soluții

Procedeu de curățire a substratului de sticlă este descris în lucrarea precedentă [2]. Soluția complexă de zinc este compusă din sulfat de zinc ($Zn(SO_4) \cdot 7H_2O$), clorură de staniu ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$) și hidroxid de sodiu ($NaOH$). Concentrația soluției obținute a fost diluată prin adăugare de apă deionizată pentru a obține o concentrație de zinc 0.05 – 0.15 M [2]. Doparea cu Sn a fost efectuată prin adăugarea la soluția complex a clorurii de staniu ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$). Soluția cu anioni a fost menținută la temperatură de 95-98 °C. Peliculele nanostructurate depuse au fost tratate termic într-un flux de aer cu temperatura de 150 °C timp de 5 min.

3. Rezultate

3.1 Caracterizarea morfologică și chimică

În Figura 1 sunt prezentate imaginile SEM al probelor de ZnO:Sn cu 1.2wt%Sn. Se poate observa că peliculele sunt formate din nanocristalite de dimensiuni în jur de 300-400 nm care sunt penetrate în urma tratamentului termic rapid în aer la 650 °C timp de: (a) 30 secunde, (b) 120 secunde. Suprafața nanocristalitelor este nanostructurată, ceea ce mărește suprafața probei și duce la majorarea răspunsului afiș la lumina UV cât și la gaze.

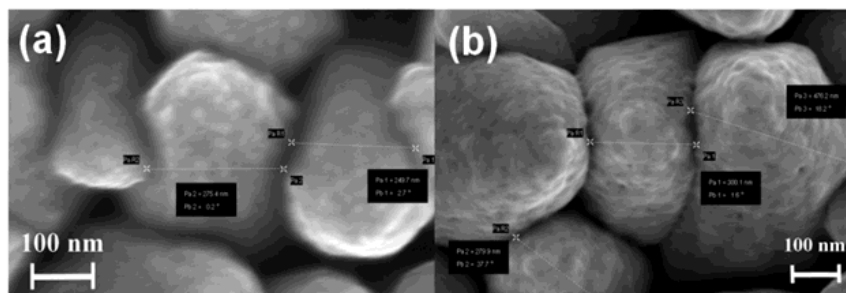


Fig. 1 Imagini SEM ale peliculelor nanostructurate de ZnO:Sn cu 1.2wt% Sn tratate termic rapid în aer la 650 °C timp de: (a) 30 sec; (b) 120 sec.

3.2 Răspunsul la iluminare cu radiație UV

În calitate de material pentru contacte a fost ales Al, care s-a depus cu ajutorul unei măști de tip meandru cu grosimea de 1 mm. În calitate de sursă de lumină UV a fost folosit un LED cu lungimea de undă $\lambda = 390$ nm la care s-a aplicat o putere de 15 mW. Tensiunea aplicată la probe este de 10 V. Sensibilitatea s-a calculat conform relației:

$$S = \frac{I_{UV} - I_{DARK}}{I_{DARK}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Unde I_{UV} este curentul la iluminare cu radiație UV, I_{DARK} este curentul de întuneric.

În Figura 2 (a) este prezentat în formă de diagramă răspunsul probelor de ZnO:Sn la lumina UV în dependență de temperatura RTA (timpul tratamentului 60 s). Cea mai mare sensibilitate a demonstrat proba ne-tratată, iar cu aplicarea tratamentului RTA sensibilitatea scade. Din Figura 2 (b) se observă că proba ne-tratată și tratată la 650 °C (1) timp de 60 s are un timp de recuperare enorm de mare, de aceea nu prezintă interes practic. Probele tratate RTA la 500 °C și 770 °C au un timp de recuperare relativ mai mic. Astfel cea mai optimă temperatură a tratamentului RTA este de 500 °C deoarece are o sensibilitate mai mare ca proba tratată la 770 °C, în timp ce timpul de recuperare este practic identic pentru ambele. Proba tratată RTA la 650 °C (2) timp de 120 s are un răspuns mult mai mic decât pentru celelalte temperaturi.

În Figura 2 (c) este prezentat răspunsul dinamic în dependență de tensiunea aplicată la proba tratată RTA 650 °C (2) timp de 120 s. Astfel tensiunea optimă pentru a obține un răspuns cât mai mare și un timp de recuperare cât mai mic este în jur la 3 V.

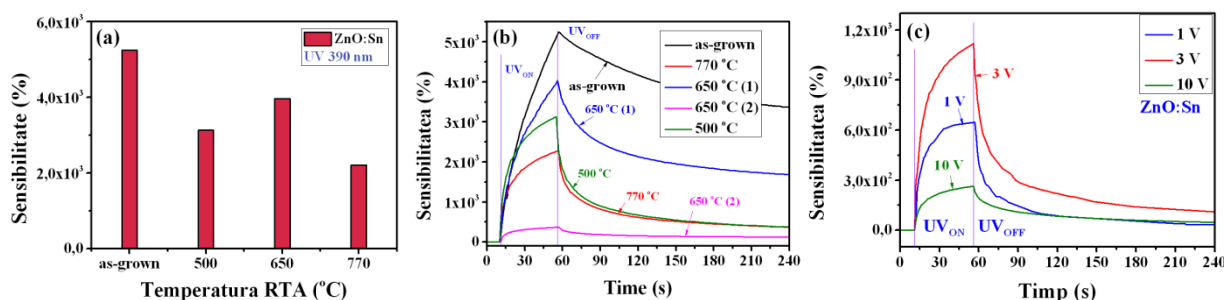


Fig. 2. (a) Sensibilitatea probelor de ZnO:Sn la iluminarea cu UV: (a) în dependență de temperatura tratamentului RTA (60 s); (b) răspunsul dinamic în dependență de temperatura tratamentului RTA; (c) răspunsul dinamic în dependență de tensiunea aplicată la probă.

4. Concluzii

În rezultat, cea mai mare sensibilitate la iradierea cu lumină UV s-a obținut pentru probele de ZnO:Sn ne-tratate. Însă timpul de recuperare este foarte mare. Probele tratate RTA au o sensibilitate mai mică, însă și timpul de recuperare este mult mai mic. Cea mai optimă temperatură a tratamentului RTA este de 500 °C timp de 60 s. La fel s-a cercetat și tensiunea optimă care este necesar de aplicat la probă, astfel pentru a obține un răspuns cât mai mare și un timp de recuperare cât mai mic este necesar de a aplica la probă 3 V.

Mulțumiri

Autorii mulțumesc în mod deosebit STCU și ASM pentru suportul financiar prin Proiectul 09_STCU_A/5833. De asemenea, aduc sincere mulțumiri pentru colaborare în cadrul Proiectului dat Profesorului Dr. Hab. Lupan Oleg și Profesorului Dr. Lee Chow de la Universitatea UCF, SUA.

Referințe:

1. Chai, G.Y., Chow, L., Lupan, O., Rusu, E., Stratan, G.I., Heinrich, H., Ursaki, V.V., Tiginyanu, I.M. *Fabrication and characterization of an individual ZnO microwire-based UV Photodetector*. In: *Solid State Sciences*, 13, 2011, p. 1205 -1210
2. V. Postica, N. Ababii, V. Crețu, *Synthesis of Al-doped ZnO nanostructured films by SCS method* Conferința Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților UTM ediția 2013.