

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului: 25.80012.5007.31TC

Denumirea Proiectului: „Fotodetectoare de radiație UV cu structura MSM în baza filmelor nanostructurate Zn_2SnO_4 obținute prin metoda spray-piroliză”

RO

Filmele subțiri de ZnSnO au fost obținute prin metoda spray-piroliză. Prin ajustarea concentrației soluției de precursor în intervalul 0.05 – 0.30 M, se observă o modificare pronunțată a topografiei suprafeței. Rugozitatea crește gradual de la valori de aproximativ 6 nm până la 12 nm RMS, iar înălțimea maximă a vârfurilor structurale atinge 42 nm. Această evoluție morfologică influențează direct umectabilitatea: pe măsură ce suprafața devine mai rugoasă, filmele capătă proprietăți mai hidrofobe, unghiul de contact dintre suprafața materialului și apa crescând de la 119° la 124° . Fenomenul este explicat prin formarea de microstructuri care captează aer la suprafață, reducând astfel zona de contact dintre apă - solid și inducând un efect similar celui întâlnit pe frunzele de lotus. Depunerea controlată a filmelor cu un timp între 3 și 10 minute duce la creșterea grosimii de la 80 nm la 320 nm și la o evoluție semnificativă a microstructurii. SEM-ul relevă trecerea de la straturi compacte cu cristalite fine la structuri dense, constituite din granule mai mari, formate prin conglomerare progresivă. Pe măsură ce depunerea avansează, competiția dintre nucleiere și creștere, determină dezvoltarea unor cristale mai mari, ceea ce influențează atât structura internă, cât și modul în care filmul interacționează cu lumina.

Analizele structurale XRD arată prezența fazelor Zn_2SnO_4 și SnO_2 în toate probele, însă intensitatea relativă a acestora se modifică în funcție de grosime. Filmele mai groase prezintă o creștere a intensității maximelor asociate Zn_2SnO_4 și o reducere a celor aferente SnO_2 , sugerând o tendință de transformare structurală și o stabilizare a filmului de Zn_2SnO_4 cu faza spinel în timpul creșterii. Acest proces este atribuit difuziei și interamestecării mai eficiente a atomilor de Zn și Sn în condițiile unui timp de depunere prelungit.

Proprietățile optice ale filmelor sunt influențate în special de grosime: transparența în domeniul vizibil scade treptat de la 84% la 72%, datorită intensificării proceselor de absorbție și dispersie în filmele mai groase. Totuși, marginea de absorbție se menține stabilă, în jurul valorilor de 3.7 – 3.8 eV, ceea ce indică o compoziție uniformă și o bandă interzisă constantă. Proprietățile electrice sunt puternic dependente de structura obținută în timpul depunerii. Modificarea concentrației precursorilor influențează densitatea purtătorilor și mobilitatea acestora, determinând variații în curenții măsurați la întuneric și sub iluminare. Un echilibru optim între densitatea purtătorilor de sarcină și morfologia suprafeței, se obține la concentrații intermediare, unde fotocurentul este maxim, iar pierderile sunt minime. În filmele cu o rugozitate mai mare, mobilitatea scade, afectând performanțele electrice.

În ansamblu, studiile demonstrează că prin ajustarea atentă a concentrației precursorilor și a timpului de depunere, proprietățile filmelor ZnSnO pot fi controlate cu precizie. Rugozitatea, hidrofobicitatea, cristalinitatea, grosimea și transparența pot fi adaptate pentru aplicații specifice, iar performanțele electrice pot fi optimizate în funcție de cerințele dispozitivului final.

EN

ZnSnO thin films were obtained using the spray-pyrolysis method. By adjusting the precursor solution concentration in the range of 0.05 – 0.30 M, a pronounced modification of the surface topography is observed. The roughness gradually increases from approximately 6 nm to 12 nm RMS, while the maximum peak height reaches 42 nm. This morphological evolution directly affects wettability: as the surface becomes rougher, the films acquire more hydrophobic characteristics, with the water contact angle increasing from 119° to 124°. This phenomenon is explained by the formation of microstructures that trap air at the surface, thus reducing the water - solid contact area and inducing an effect similar to that observed on lotus leaves.

Controlled deposition of the films for durations between 3 and 10 minutes leads to an increase in thickness from 80 nm to 320 nm and to a significant evolution of the microstructure. SEM analysis reveals the transition from compact layers with fine crystallites to denser structures composed of larger grains formed through progressive conglomeration. As deposition progresses, the competition between nucleation and growth leads to the development of larger crystals, which influences both the internal structure and the way the film interacts with light.

XRD structural analyses show the presence of Zn_2SnO_4 and SnO_2 phases in all samples, but their relative intensities vary with thickness. Thicker films exhibit an increase in the intensity of peaks associated with Zn_2SnO_4 and a reduction of those corresponding to SnO_2 , suggesting a structural transformation tendency and the stabilization of the Zn_2SnO_4 spinel phase during growth. This process is attributed to more efficient diffusion and intermixing of Zn and Sn atoms under extended deposition times.

The optical properties of the films are influenced mainly by thickness: transparency in the visible range gradually decreases from 84% to 72%, due to enhanced absorption and scattering processes in thicker films. However, the absorption edge remains stable, around 3.7 – 3.8 eV, indicating a uniform composition and a constant bandgap.

The electrical properties are strongly dependent on the structure formed during deposition. Variations in precursor concentration influence the carrier density and mobility, leading to differences in currents measured in the dark and under illumination. An optimal balance between carrier density and surface morphology is achieved at intermediate concentrations, where the photocurrent is maximal and carrier scattering losses are minimal. In films that are too rough, mobility decreases, negatively affecting electrical performance.

Overall, the studies demonstrate that by carefully adjusting the precursor concentration and deposition time, the properties of ZnSnO films can be precisely controlled. Roughness, hydrophobicity, crystallinity, thickness, and transparency can be tailored for specific applications, while electrical performance can be optimized according to the requirements of the final device.

Conducătorul de proiect


(semnătură)

dr. Vadim MORARI

(nume, prenume)

Data:

04.12.2025

LŞ