

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.80013.5007.58ROMD

Denumirea Proiectului Noi abordări în caracterizarea optică a oxizilor semiconductori micști bazate pe metode corelative la nanoscala

Rezumat

Etapa 2025 a proiectului OPTOCARSEMO a avut ca scop obținerea oxizilor semiconductori micști pe baza Cu_xO_y , ZnO , TiO_2 , și Fe_xO_y , în urma analizei metodelor de obținere a oxizilor micști semiconductori și selectării metodelor optime pentru obținerea OMS. Metodele cele mai răspândite pentru obținerea oxizilor micști semiconductori utilizate sunt: Metoda fizică de depunere în vid, Metoda hidrotermală, Depunerea Chimică în Fază de Vaporii (CVD), Metoda imprimării 3D, Metoda Sol-Gel, Metoda oxidării termice în aer, Metoda sintezei din soluții chimice (SCS). În urma analizei metodelor de obținere a OMS au fost selectate metodele optime pentru scopurile proiectului: Metoda oxidării termice în aer (pentru obținerea OMS pe bază de Fe_2O_3 , ZnO , CuO) - este o metodă simplă și fiabilă pentru obținerea oxizilor metalici, care are următoarele avantaje: simplitatea procesului; costuri reduse; posibilitatea formării unor nanostructuri bine cristalizate, cu defecte utile pentru interacția senzorială. Oxizi obținuți prin oxidare termică au evidențiat formarea unor structuri mixte stabile, cu granulație fină și suprafață activă ridicată. A doua metodă selectată pentru obținerea oxizilor semiconductori micști în cadrul proiectului este Metoda sintezei din soluții chimice (SCS) (pentru obținerea OMS pe bază de ZnO , CuO), care implică prepararea unei soluții precursorare, depunerea acesteia pe substrat și conversia ulterioară prin tratament termic în pelicule nanostructurate și care are următoarele avantaje: cost redus – utilizarea de soluții apoase sau alcoolice și absența echipamentelor sofisticate permit sinteze eficiente la scară mică și medie; reproductibilitate bună – parametrii precum concentrația soluției; rata de depunere și temperatura de tratament pot fi controlați precis; versatilitate – metoda permite doparea ușoară a oxizilor cu ioni metalici (Cu , Al , Ag , Fe , Sn); precum și formarea de structuri mixte, compatibilitate cu substraturi diverse – inclusiv sticlă, ceramică; formarea unor nanostructuri cu suprafață activă mare, favorabilă aplicării în senzori de gaz. Comparată cu alte metode precum sol-gel, sputtering sau hidrotermal, metoda SCS oferă un raport optim între costuri, simplitate și performanța materialelor. Prin metoda oxidării termice în aer au fost obținute primele nanostructuri mixte pe bază de Fe_xO_y - CuO și ZnO - CuO - Fe_2O_3 , selectate datorită potențialului lor ridicat în detecția compușilor organici volatili (COV). Caracterizarea morfologică a confirmat formarea unor nanostructuri stabile, cu suprafață activă ridicată, favorabilă interacției cu moleculele de gaz. Oxizii semiconductori micști urmează să fie caracterizate prin tehnicile avansate de microscopie și nanoscopie optică disponibile la Centrul de Microscopie – Microanaliză și Procesarea Informației (CMMIP-UPB).

Summary

The 2025 stage of the OPTOCARSEMO project aimed to obtain mixed semiconductor oxides based on Cu_xO_y , ZnO , TiO_2 , and Fe_xO_y , following the analysis of mixed semiconductor oxide synthesis methods and the selection of optimal methods for obtaining SMO (Semiconductor Mixed Oxides). The most common methods used for obtaining mixed semiconductor oxides are: Physical Vapor Deposition (PVD), Hydrothermal Method, Chemical Vapor Deposition (CVD), 3D Printing Method, Sol-Gel Method, Thermal Oxidation in Air Method, Chemical Solution Synthesis Method (CSS). Following the analysis of the SMO synthesis methods, the optimal methods for the project's purposes were selected: Thermal Oxidation in Air Method (for obtaining SMO based on Fe_2O_3 , ZnO , CuO) - this is a simple and reliable method for obtaining metallic oxides, which has the following advantages: process simplicity; reduced costs; the possibility of forming well-crystallized nanostructures, with useful defects for sensory interaction. The oxides obtained by thermal oxidation demonstrated the formation of stable mixed structures, with fine grain size and high active surface area. The second method selected for obtaining semiconductor mixed oxides within the project is the Chemical Solution Synthesis Method (CSS) (for obtaining SMO based on ZnO , CuO), which involves the preparation of a precursor solution, its deposition on a substrate, and subsequent conversion through thermal treatment into nanostructured films, and which has the following advantages: low cost – the use of aqueous or alcoholic solutions and the absence of sophisticated equipment allow efficient syntheses on a small and medium scale; good reproducibility – parameters such as solution concentration, deposition rate, and treatment temperature can be precisely controlled; versatility – the method allows easy doping of the oxides with metallic ions (Cu , Al , Ag , Fe , Sn); as well as the formation of mixed structures, compatibility with various substrates – including glass, ceramics; the formation of nanostructures with a large active surface area, favorable for application in gas sensors. Compared to other methods such as sol-gel, sputtering, or hydrothermal, the CSS method offers an optimal ratio between costs, simplicity, and material performance. The first mixed nanostructures based on Fe_xO_y - CuO and ZnO - CuO - Fe_2O_3 were obtained using the thermal oxidation in air method, selected due to their high potential in detecting volatile organic compounds (VOCs). Morphological characterization confirmed the formation of stable nanostructures with a high active surface area, favorable for interaction with gas molecules. The mixed semiconductor oxides are to be characterized using advanced optical microscopy and nanoscopy techniques available at the Center for Microscopy – Microanalysis and Information Processing (CMMIP-UPB)

Conducătorul de proiect dr. Serghei RAILEAN

Data: 01 decembrie 2025

L.S.

