

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

Cifra proiectului 24.80012.5007.15TC

Denumirea Proiectului Detectoare de hidrogen și de bandă largă optice pe bază de nano-oxizi semiconductori

În cadrul proiectului au fost dezvoltate și investigate structuri funcționale avansate pe bază de nano-oxizi semiconductori, utilizând metode de sinteză simple, reproductibile și eficiente din punctul de vedere al costurilor, cu scopul evaluării potențialului acestora pentru aplicații de detectare în domeniul biomedical și industrial. Au fost obținute și studiate structuri de tip ZnO/Al₂O₃, ZnAl₂O₄/ZnO, ZnO:Ag, ZnO:Al, TiO₂, PV4D4/AgAu/TiO₂, Pd/PTFE/TiO₂/ZnO:Pd, Ag₂S/ZnO:Cd și DVB@ZnO, permițând analiza influenței compoziției, morfologiei, dopării și acoperirilor polimerice asupra proprietăților fizico-chimice, optice și senzoriale.

Nano-oxizii semiconductori au fost obținuți prin sinteză chimică din soluții, sinteză cu transport în flacără, pulverizare, depunere prin straturi atomice și depunere chimică în fază de vapori inițiată. Aceste metode au asigurat un control adecvat al structurii și morfologiei, conducând la nanostructuri cu suprafață specifică ridicată, esențială pentru procesele de detecție. Caracterizarea structurală, morfologică, chimică și vibrațională, realizată prin SEM, EDX, XRD și FTIR, a confirmat formarea controlată a nanostructurilor, distribuția uniformă a elementelor constitutive și stabilitatea fazelor cristaline după tratamentele termice aplicate.

Rezultatele experimentale au evidențiat performanțe senzoriale remarcabile pentru detectarea hidrogenului, dioxidului de carbon și a radiațiilor ultraviolete. Anumite structuri au prezentat un comportament dual, capabil să detecteze atât hidrogenul, cât și radiația UV, demonstrând versatilitatea materialelor obținute. Acoperirea cu polimeri precum PTFE, PV4D4 și DVB s-a dovedit esențială pentru ajustarea permeabilității la gaze, a selectivității și a stabilității în timp a senzorilor. De asemenea, unele structuri au demonstrat răspunsuri înalte la temperaturi moderate sau chiar la temperatura camerei.

Un rezultat important al proiectului îl reprezintă integrarea nano-oxizilor semiconductori obținuți în module electronice cu noduri, bazate pe microcontrolere STM32. Aceste module au permis achiziția precisă a semnalelor, stocarea și transmiterea datelor în timp real, precum și operarea eficientă energetic. Testarea funcționalității nodurilor a demonstrat fiabilitatea sistemului în monitorizarea mediului în timp real și a evidențiat factorii cheie care influențează rezultatele finale, precum temperatura de operare, umiditatea, grosimea straturilor funcționale și stabilitatea în timp a materialelor asupra performanței de detecție. Această etapă a confirmat fezabilitatea utilizării acestor sisteme în aplicații reale.

În ansamblu, rezultatele obținute demonstrează că nano-oxizii semiconductori funcționalizați și integrați în sisteme electronice modulare reprezintă o bază solidă pentru dezvoltarea viitoare a unor sisteme senzoriale avansate, cu aplicabilitate extinsă în monitorizarea mediului, industria energetică și domeniul biomedical. Prin corelarea reușită a sintezei materialelor avansate cu electronica de control, proiectul oferă o soluție tehnologică completă, robustă și scalabilă pentru provocările actuale de detecție la nivel industrial și clinic.

Within the project, advanced functional structures based on semiconductor nano-oxides were developed and investigated, using simple, reproducible, and cost-effective synthesis methods, with the aim of evaluating their potential for sensing applications in the biomedical and industrial fields. Structures of the type ZnO/Al₂O₃, ZnAl₂O₄/ZnO, ZnO:Ag, ZnO:Al, TiO₂, PV4D4/AgAu/TiO₂, Pd/PTFE/TiO₂/ZnO:Pd, Ag₂S/ZnO:Cd and DVB@ZnO were obtained and studied, allowing the analysis of the influence of composition, morphology, doping, and polymer coatings on the physicochemical, optical, and sensory properties.

The semiconductor nano-oxides were obtained by chemical synthesis from solutions, flame transport synthesis, sputtering, atomic layer deposition, and initiated chemical vapor deposition. These methods ensured adequate control of the structure and morphology, leading to nanostructures with a high specific surface area, essential for detection processes. Structural, morphological, chemical and vibrational characterization, performed by SEM, EDX, XRD and FTIR, confirmed the controlled formation of the nanostructures, the uniform distribution of the constituent elements, and the stability of the crystalline phases after the applied thermal treatments.

The experimental results revealed remarkable sensory performances for the detection of hydrogen, carbon dioxide and ultraviolet radiation. Certain structures showed a dual behavior, capable of detecting both hydrogen and UV radiation, demonstrating the versatility of the obtained materials. Coating with polymers such as PTFE, PV4D4 and DVB proved essential for adjusting the gas permeability, selectivity and stability over time of the sensors. Also, some structures demonstrated high responses at moderate temperatures or even at room temperature.

An important result of the project is the integration of the obtained semiconductor nano-oxides into electronic modules with nodes, based on STM32 microcontrollers. These modules allowed for precise signal acquisition, real-time data storage and transmission, as well as energy-efficient operation. Testing the functionality of the nodes demonstrated the reliability of the system in real-time environmental monitoring and highlighted the key factors that influence the final results, such as operating temperature, humidity, thickness of the functional layers and the stability of the materials over time, on the detection performance and confirmed the feasibility of using these systems in real applications.

Overall, the results obtained demonstrate that functionalized semiconductor nano-oxides integrated into modular electronic systems represent a solid basis for the future development of advanced sensor systems, with extensive applicability in environmental monitoring, the energy industry and the biomedical field. By successfully bridging advanced material science with integrated electronic control, this project provides a robust and scalable technological framework for next-generation sensing solutions in both industrial and clinical environments.

Conducătorul de proiect



Dr. Nicolai ABABII

Data:

LS

