Anexa nr. 1

**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024**

Nanostructuri și materiale avansate pentru aplicații în spintronică, termoelectricitate și optoelectronică

***(denumirea subprogramului)***

**Codul subprogramului 020201**

|  |
| --- |
| ***Pentru anul 2024 1 pagină (Română)***Cercetătorii din IIEN „D. Ghițu” al UTM, pe parcursul anului 2024 în cadrul subprogramelor de cercetare (020201), au dezvoltat un proces tehnologic inovator pentru obținerea filmelor planare nanostructurate de Ga2O3, atât nedopate, cât și dopate cu Sn și Al, utilizând depunerea din aerosoli pe substraturi de Si. Procedeul folosește clorura de galiu, aluminiu și staniu ca precursori, fiind realizat la o temperatură a substratului de 480 °C, iar procesul de depunere durează 3 minute. După depunere, filmele sunt tratate termic la temperaturi de 800 și 930 °C pentru a îmbunătăți cristalinitatea și stabilitatea materialului. Analizele morfologice și optice ale filmelor au arătat că dopajul cu Al și Sn influențează rugozitatea și proprietățile de umectare, iar unghiul de contact crește cu temperatura de post-tratare. De asemenea, a fost observată o dependență a indicelui de refracție în funcție de dopaj și temperatură, oferind informații valoroase despre comportamentul opto-electronic al filmelor. În cadrul proiectului, a fost implementată și metoda de împrăștiere magnetron RF pentru obținerea filmelor de ZnO și Cu2O pe suport de cuarț. Filmele de Cu2O au fost preparate utilizând o țintă de cupru pur, iar filmele de ZnO dopate cu Al au fost obținute prin pulverizarea unei ținte de Zn0,97Al0,03O în atmosferă de argon, la o temperatură a substratului de 300°C. Un strat subțire de TiO2 a fost aplicat ca strat tampon într-o celulă solară ZnO:Al/Cu2O, datorită transparenței optice ridicate și proprietăților excelente de transport al purtătorilor de sarcină. Efectul acestui strat tampon asupra caracteristicilor fotoelectrice ale heterojoncțiunii ZnO:Al/Cu2O a fost esențial pentru îmbunătățirea performanței dispozitivelor solare. Performanța celulelor solare a fost testată sub iluminare solară la 100 mW/cm² și la temperatura de 300 K, demonstrând îmbunătățiri semnificative. Îndeosebi, materialele avansate prezintă un interes sporit din motiv că pot fi nanostructurate în diferite forme morfologice, care asigura conductibilitate electrică și transparență optică sporită. Din gama oxizilor binari un interes deosebit prezintă oxizii Ga2O3, ZnO, NiO, TiO2 și semiconductorul GaN, care se caracterizează prin banda energetică largă și, respectiv au o gamă extinsă de aplicații cum ar fi în senzori de gaze, biosenzori, celule solare, fotoreceptoare și în electronica transparentă. O altă parte a proiectului la fel importantă a fost dedicată studiului materialelor nanostructurate funcționale, în procesul căruia are loc înțelegerea profundă și dirijarea cu mecanismele principale de funcționare. Reieșind din obiectivele proiectului, s-a dezvoltat „neuronul artificial”, care prezintă o nanostructură multistrat supraconductor-feromagnetic funcțională, destinată electronicii supraconductoare non-disipative, şi respectiv, energetic economică. Totodată, prin metoda cristalizării verticale Bridgman, au fost obținute monocristale de SnSeAg0.01, din care prin metoda exfolierii au fost preparate straturi monocristaline cu grosimi de 20-100 μm. Factorul de putere al acestei probe la temperatura camerei are o valoare de 8.8 µW cm–1 K–2. Pe baza unui strat monocristalin Bi2Te3 de tip *p* și a unei folii Bi0.83Sb0.17 de tip *n*, a fost creat un dispozitiv miniatural cu Δ*T* = 10 K la 300 K. Utilizarea unor astfel de dispozitive de răcire în miniatură va îmbunătăți funcționalitatea și va extinde gama de miniaturizare a componentelor electronice moderne.A fost elaborată o tehnologie pentru producerea filme Bi-Sn cu o grosime de 0,1-5,0 µm pe un substrat de mica prin evaporare termica in vid. A fost dovedită experimental posibilitatea recristalizării filmelor Bi-Sn într-un câmp electric puternic pentru a obține filme cu o orientare dată a axei cristalografice *C3* atunci când sunt utilizate în senzori anizotropi de flux de căldură.***For the year 2024 1 page (English)***Researchers at the „D. Ghițu” Institute of Electronic Engineering and Nanotechnologies (IIEN) of UTM, during 2024, within the research subprograms (020201), developed an innovative technological process for obtaining nanostructured planar Ga2O3 films, both undoped and doped with Sn and Al, using aerosol deposition on Si substrates. The process uses gallium, aluminum, and tin chlorides as precursors, conducted at a substrate temperature of 480°C, with the deposition process lasting 3 minutes. After deposition, the films undergo thermal treatment at temperatures of 800°C and 930°C to improve crystallinity and material stability. Morphological and optical analyses of the films showed that doping with Al and Sn influences roughness and wettability, with the contact angle increasing with post-treatment temperature. Additionally, a dependence of the refractive index on doping and temperature was observed, providing valuable information about the opto-electronic behavior of the films. The project also implemented the RF magnetron sputtering method to obtain ZnO and Cu2O films on quartz substrates. Cu2O films were prepared using a pure copper target, and Al-doped ZnO films were obtained by sputtering a Zn0.97Al0.03O target in an argon atmosphere at a substrate temperature of 300°C. A thin TiO2 layer was applied as a buffer layer in a ZnO:Al/Cu2O solar cell, due to its high optical transparency and excellent charge carrier transport properties. The effect of this buffer layer on the photoelectric characteristics of the ZnO:Al/Cu2O heterojunction was crucial for improving the performance of solar devices. The performance of the solar cells was tested under solar illumination at 100 mW/cm² and a temperature of 300 K, demonstrating significant improvements. Advanced materials are of particular interest because they can be nanostructured into different morphological forms, ensuring enhanced electrical conductivity and optical transparency. Among binary oxides, Ga2O3, ZnO, NiO, TiO2, and the semiconductor GaN are of particular interest due to their wide band gaps and extensive range of applications, such as in gas sensors, biosensors, solar cells, photoreceptors, and transparent electronics. Another important part of the project was dedicated to the study of functional nanostructured materials, aiming to deeply understand and guide the main operating mechanisms. In line with the project's objectives, an „artificial neuron” was developed, presenting a functional superconducting-ferromagnetic multilayer nanostructure for non-dissipative superconducting electronics and energy-efficient applications. At the same time, by the Bridgman vertical crystallization method, single crystals of SnSeAg0.01 were obtained, from which single crystal layers with a thickness of 20-100 μm were prepared by the exfoliation method. The power factor of this sample at room temperature has a value of 8.8 µW cm–1 K–2. Based on single crystal layer of *p*-type Bi2Te3 and *n*-type Bi0.83Sb0.17 foil, a miniature cooling device with Δ*T* = 10 K at 300 K has been designed. The use of such miniature cooling devices will improve the functionality and expand the range of miniaturization of modern electronic components. A technology for producing Bi-Sn films with a thickness of 0.1-5.0 μm on a mica substrate by thermal evaporation in vacuum was developed. The possibility of recrystallization of Bi-Sn films in a strong electric field to obtain films with a given orientation of the crystallographic axis *C3* for their subsequent use in anisotropic heat flux sensors has been experimentally proven. |

Coordonatorul subprogramului

de cercetare COJOCARU Victor \_\_\_\_\_\_\_\_ (numele, prenumele) (semnătura)

Data: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Notă: Rezumatul va fi publicat în acces deschis pe pagina web oficială a AȘM, însoțite de avizul Biroului Secției de științe a AȘM.***

***Rapoartele care nu vor conține rezumatele perfectate conform cerințelor nu vor fi audiate.***