

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023
Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice
Cifrul proiectului 20.80009.5007.12

Au fost preparate structuri multistrat $\text{Ag}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,995}\text{Sn}_{0,005}$ $\text{Ag}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,99}\text{Fe}_{0,01}$ și $\text{Cu}/(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,99}(\text{Bi}_2\text{Se}_3)_{0,01}$ pentru înregistrarea imaginilor sub influența radiației X. Au fost obținute structuri multistrat butilmetacrilat-stiren/65at% $(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{SnSe})_{0,015}$:35at.% As_2Se_3 , butilmetacrylate-styrene/ $(\text{As}_2\text{Se}_3)_{0,8}(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,188}\text{Te}_{0,012}$ și polyepoxypropylcarbazole / 67at% $(\text{As}_2\text{S}_3)_{0,985}(\text{Bi}_2\text{Se}_3)_{0,015}$:33at.% As_2Se_3 pentru înregistrarea imaginilor relief-fază în raze X. Au fost înregistrate imagini cu raze X ale microfidelor cu diametru de $30\mu\text{m}$ și $6\mu\text{m}$ în timp real – până la 3,8 s.

Au fost sintetizate monocristale de CdTe, CdSe, $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$ (x variază între 0,50 și 0,95 cu pasul 0,05), $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$, $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,98}\text{Se}_{0,02}$, $\text{Cd}_{0,9}\text{Zn}_{0,1}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$, $\text{Cd}_{0,95}\text{Zn}_{0,05}\text{Te}_{0,95}\text{Se}_{0,05}$ prin metoda Bridgman. Cristalele de $\text{Cd}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Te}$ corodate au energia de ionizare 5,37-5,54 eV. Cristalele de CdTe au energia de ionizare de 4,92 eV și concentrația purtătorilor de sarcină de $3,8 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$.

A fost depistat fenomenul de autoabsorbție a emisiei radiative din regiunea 400-450 nm și de transmitere de energie a centrelor de emisie în regiunea 560-600 nm în nanopulberile de ZnO:Ag. Au fost elaborate cicluri tehnologice și stabilite regimuri optime de sinteză a monocristalelor de CdSe și nanopulberilor de CdSe și doparea lor cu metale de tranziție. Au fost obținute structuri de tipul “nucleu (CdSe) – înveliș (ZnO sau CdS)” prin metoda depunerii hidrochimice în comun cu metoda solvotermală.

A fost demonstrată posibilitatea obținerii straturilor buferale dirijate de ZnO pe Si prin metoda hidrotermală și eficacitatea lor în calitate de barieră la difuzia Si din substrat în GaN. Au fost preparate straturi de nucleație proprii de ZnO pe structuri de AlN/Si.

Straturile de Ga_2S_3 au fost preparate prin CSS pe suporturi p -Si(100). Temperatura sursei de $\alpha'\text{Ga}_2\text{S}_3$ fost de 800°C , iar a suportului: 550 - 700°C . Pentru temperaturile suportului 550 - 700°C se formează un amestec de faze de $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$ și $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$. La mărirea temperaturii suportului crește concentrația fazei $\alpha\text{Ga}_2\text{S}_3$ și respectiv scade concentrația fazei $\gamma\text{Ga}_2\text{S}_3$.

Straturi subțiri de ZnSnN_2 au fost preparate prin metoda DC reactive magnetron sputtering în atmosferă de N_2 . În calitate de suport s-au utilizat sticla și Si. A fost demonstrat formarea materialului semiconductor nanocrystalin ZnSnN_2 , pentru toate țintele folosite.

Prepararea straturilor de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ monoclinic (31 nm) a fost posibilă prin metoda aerosol. Temperatura suportului (0001) Al_2O_3 a fost de 590°C , contactele fotodetectorului fiind de Ti/Au.

Majorarea concentrației acceptorilor în substratele pInP în structura nCdS-pInP de la $4,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ la $3,38 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ rezultă în micșorarea fotosensibilității absolute de la 0,470A/W la 0,200 A/W.

Mărirea nivelului de dopare a contactului colectorului de la $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ la $8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ pentru structurile RTD polar c-plane $\text{Al}_{0,30}\text{Ga}_{0,70}\text{N}/\text{GaN}$ cu o groapă de potențial rezultă în micșorarea lățimii barierei colectorului de la $\sim 50 \text{ nm}$ la 10 nm și mărește coeficientul de transmisie a barierei la tunelarea rezonantă. A fost stabilit că pentru structura $\text{Al}_{0,25}\text{Ga}_{0,75}\text{N}/\text{GaN}$ cu două gropi de potențial și bariere cuantice triple la doparea n-tip a colectorului de $1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, primul nivel rezonant de energie este estimat la $\sim 0,24 \text{ eV}$. A fost determinată frecvența maximă intrinsecă de oscilație (cut-off frequency) și valoarea maximă a puterii de ieșire de $3 \mu\text{W}$ la $0,54 \text{ THz}$ la 300K pentru cele mai bune dispozitive în baza RTD AlGaN/GaN.

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect perioada 2020-2023
Multifunctional materials and structures for electromagnetic radiation detection

Cifrul proiectului 20.80009.5007.12

Ag/(As₂S₃)_{0,995}Sn_{0,005} Ag/(As₂S₃)_{0,99}Fe_{0,01} and Cu/(As₂S₃)_{0,99}(Bi₂Se₃)_{0,01} multilayer structures were fabricated for recording images under the influence of X radiation. Multilayer structures of butylmethacrylate-styrene/65at%(As₂S₃)_{0,985}(SnSe)_{0,015}:35at.% As₂Se₃, butylmethacrylate-styrene/(As₂Se₃)_{0,8}(As₂S₃)_{0,188}Te_{0,012} and polyepoxypropylcarbazole / 67at%(As₂S₃)_{0,985}(Bi₂Se₃)_{0,015}:33at.% As₂Se₃ for X-ray phase-relief imaging were obtained. X-ray images of 30 μm and 6 μm diameter microwires were recorded in real time – up to 3.8 s.

Single crystals of CdTe, CdSe, Cd_xZn_{1-x}Te (x varies between 0.50 and 0.95 in steps of 0.05), Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te_{0,98}Se_{0,02}, Cd_{0,95}Zn_{0,05}Te_{0,98}Se_{0,02}, Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te_{0,95}Se_{0,05}, Cd_{0,95}Zn_{0,05}Te_{0,95}Se_{0,05} were synthesized by the Bridgman method. Etched Cd_xZn_{1-x}Te crystals have an ionization energy of 5.37-5.54 eV. CdTe crystals have an ionization energy of 4.92 eV and a charge carrier concentration of $3.8 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$.

The phenomenon of self-absorption of the radiative emission in the 400-450 nm region and transmission of the energy of the emission centers in the 560-600 nm region in the ZnO:Ag nanopowders was detected. Technological cycles were developed and optimal regimes for the synthesis of CdSe single crystals and CdSe nanopowders and their doping with transition metals were established. Structures of the "core (CdSe) - shell (ZnO or CdS)" type were obtained by the hydrochemical deposition method together with the solvothermal method.

The possibility of obtaining the controlled buffer layers of ZnO on Si by the hydrothermal method and their effectiveness as a barrier to the diffusion of Si from the substrate into GaN was demonstrated. Self-nucleation layers of ZnO on AlN/Si structures were prepared by the hydrothermal method.

Ga₂S₃ layers were prepared by CSS on p-Si(100) substrates. The temperature of the α' Ga₂S₃ source was 800°C, and of the substrates: 550-700°C. For substrate temperatures of 550-700°C, a mixture of γ Ga₂S₃ and α Ga₂S₃ phases is formed. When the temperature of the support increases, the concentration of the α Ga₂S₃ phase increases and respectively the concentration of the γ Ga₂S₃ phase decreases.

Thin layers of ZnSnN₂ were prepared by DC reactive magnetron sputtering method in N₂ atmosphere onto glass and Si substrates. The formation of the nanocrystalline ZnSnN₂ semiconductor material was demonstrated for all the targets used.

The preparation of 31 nm thick β- Ga₂O₃ layers was possible by the aerosol method. The temperature of the (0001) Al₂O₃ substrate was 590°C, the contacts for photodetector are Ti/Au.

The acceptor concentration increasing in the pInP substrates in the nCdS-pInP structure from $4,5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ to $3,38 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ results in the decrease of the absolute photosensitivity from 0.470 A/W to 0.200 A/W.

The collector contact doping level increase from $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ to $8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ for the Al_{0,30}Ga_{0,70}N/GaN polar c-plane RTD structures with a potential well results in the narrowing of the collector barrier width from ~50 nm to 10 nm and increases the transmission coefficient of the barrier to the $8 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ resonant tunneling. It was established that for the Al_{0,25}Ga_{0,75}N/GaN structure with two potential wells and triple quantum barriers at collector n-type doping of $1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, the first resonant energy level is estimated to be ~ 0.24 eV. The cut-off frequency and the maximum output power value of 3 μW at 0.54 THz at 300K were determined for the best RTD-based devices AlGaN/GaN.