

REZUMAT

Proiectul 20.80009.5007.14 . Nanocompozite hibride multifuncționale de diferită arhitectură din polimeri și semiconductori necristalini pentru aplicații în optoelectronică, fonică și biomedicină.

Institutul de Fizică Aplicată.

Conducătorul proiectului. Dr. hab. Iovu Mihai

În cadrul proiectului au fost sintetizați și studiați semiconductori cuaternari nanostructurați din sistemul As-Sb-Te ($\text{As}_{1.17}\text{S}_{2.7}\text{Sb}_{0.83}\text{Te}_{0.40}$, $\text{As}_{1.04}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{0.96}\text{Te}_{0.60}$, $\text{As}_{0.63}\text{S}_{2.7}\text{Sb}_{1.37}\text{Te}_{0.30}$, $\text{As}_{0.56}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{1.44}\text{Te}_{0.60}$). Din punct de vedere al compoziției și structurii, pentru caracterizarea lor au fost aplicate metodele analizei fluorescenței cu raze X (AFRX), difracției razelor X (XRD), microscopiei de forță atomică (AFM). Tablourile de difracție cu raze X indică existența în materialele sintetizate atât faze în stare microcristalină, cât și amorfă. Pentru materialele semiconductoare obținute au fost studiate spectrele de absorbție și reflexie optică în domeniile UV-VIS și NIR și transmisia optică în domeniul IR. Pentru diferite valori ale tensiunii aplicate ($U=10\div 300$ V) în intervalul lungimilor de undă $\lambda=0.4\div 1.3\mu\text{m}$ a fost investigată distribuția spectrală a curentului fotoelectric staționar $I_{\text{phc}}=f(\lambda)$ pentru semiconductorii nanostructurați $\text{As}_{0.56}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{1.44}\text{Te}_{0.60}$, $\text{As}_{1.04}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{0.96}\text{Te}_{0.60}$ și din sistemul calcogenic $(\text{As}_2\text{S}_3)_x(\text{Sb}_2\text{S}_3)_{1-x}$. Pentru semiconductorii nanostructurați $\text{As}_{0.56}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{1.44}\text{Te}_{0.60}$ și $\text{As}_{1.04}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{0.96}\text{Te}_{0.60}$ maximul fotosensibilității este situat la lungimea de undă $\alpha=0.96\mu\text{m}$. Adicional, în spectrele curentului fotoelectric staționar $I_{\text{fc}}=f(\lambda)$, apar niște maxime în domeniul lungimilor de undă mai mici $\lambda=0.76\mu\text{m}$ ($h\nu\approx 1.63$ eV) pentru $\text{As}_{0.56}\text{S}_{2.4}\text{Sb}_{1.44}\text{Te}_{0.60}$ și $\lambda=0.68\mu\text{m}$ ($h\nu\approx 1.82$ eV) pentru $\text{As}_{20.8}\text{S}_{48.0}\text{Sb}_{19.2}\text{Te}_{12.0}$, respectiv.

În straturi amorfe As_2S_3 au fost cercetate tablourile de difracție produse de structurile holografice cu relief, care constau din două rețele de difracție identice suprapuse încrucișat, înscrise cu ajutorul unui fascicul de electroni. Unghiul orientării reciproce a rețelelor de difracție a fost variat în limitele $\varphi=2^\circ\text{--}90^\circ$. A fost analizat procesul de înregistrare a rețelelor holografice la lungimea de undă a laserului cu argon $\alpha=488$ nm și procesul de decapare chimică ulterioară. A fost stabilit, că în procesul de înscriere se formează o rețea de fază cu relief cu eficiența de difracție la nivel de câteva procente, iar după decaparea chimică poate fi majorată până la valoarea de $\eta=34\%$ pentru domeniul IR apropiat. Rezultatele acestei investigații prezintă perspectivă pentru elaborarea și fabricarea rețelelor holografice în domeniul proiectării dispozitivelor optice.

A fost preparat și caracterizat compusul coordinativ cu Eu(III) $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Ph}_3\text{PO})_2$ (TTA = thenoyltrifluoroacetate, Ph_3PO = triphenylphosphine oxide). Compusul în formă de pulbere a fost caracterizat termogravimetric (TGA), prin spectroscopia de transmisie optică și fotoluminescență (PL). PL a fost înregistrată pentru diferite temperaturi în domeniul $T=11\text{--}300$ K. În spectrele de PL au fost detectate benzi înguste specifice de emisie, cauzate de tranzițiile electronice ale ionului de Eu(III) $4f\rightarrow 4f\ 5D_0\rightarrow 7F_j$ ($j = 0\text{--}4$). Benzile principale sunt centrate la lungimile de undă $\lambda=580, 595, 615, 650$ și 698 nm. Complexul coordinativ $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{Ph}_3\text{PO})_2$ prezintă interes pentru aplicații potențiale în optoelectronică, medicină și în elaborarea de senzori.

Au fost obținute caracteristicile dinamicii și regimurilor de localizare a electronilor în nanoclusteri (terameri), luând în considerație două canale diferite de tunelare a electronilor pentru fiecare centru. A fost elaborată o metodă teoretică generală pentru calculul caracteristicilor cinetice ale fenomenelor de transport în diferite

nanostructuri. S-au obținut o serie de calcule numerice pentru cinetica procesului de pereoxidare a complexilor de citocrom Cyt-CL cu participarea unui antioxidant.

Summary

In framework of the project was synthesized, characterized and investigated the quaternary nanostructured semiconductors from the system As-S-Sb-Te ($As_{1.17}S_{2.7}Sb_{0.83}Te_{0.40}$, $As_{1.04}S_{2.4}Sb_{0.96}Te_{0.60}$, $As_{0.63}S_{2.7}Sb_{1.37}Te_{0.30}$, and $As_{0.56}S_{2.4}Sb_{1.44}Te_{0.60}$). By point of view of the structure, for its characterization the methods of fluorescence analyses with X ray (AFRX), X ray diffraction and atomic force microscopy were used. The X ray diffraction patterns show a existence of the synthesized materials in microcrystalline state as well as in amorphous state. For the nanostructured semiconductors materials were investigated the UV-VIS and NIR absorption and the reflection spectra, and IR transmission spectra. The spectral distribution of the stationary photocurrent $I_{phc}=f(\lambda)$ for $As_{0.56}S_{2.4}Sb_{1.44}Te_{0.60}$, $As_{1.04}S_{2.4}Sb_{0.96}Te_{0.60}$ and chalcogenide glasses of the system $(As_2S_3)_x(Sb_2S_3)_{1-x}$, was investigated at different value of applied voltage ($U=10\div 300$ V) in the range of wavelength $\lambda=0.4\div 1.3\mu m$. For the $As_{0.56}S_{2.4}Sb_{1.44}Te_{0.60}$ and $As_{1.04}S_{2.4}Sb_{0.96}Te_{0.60}$ nanostructured semiconductors, the maximum of photosensitivity is situated at wavelength $\lambda=0.96\mu m$. Additional, in the spectra of stationary photocurrent $I_{phc}=f(\lambda)$, the new maxima at $\lambda=0.76\mu m$ ($h\nu\approx 1.63$ eV) for $As_{0.56}S_{2.4}Sb_{1.44}Te_{0.60}$ and at $\lambda=0.68\mu m$ ($h\nu\approx 1.82$ eV) for $As_{20.8}S_{48.0}Sb_{19.2}Te_{12.0}$, respectively.

Was investigated and analyzed the diffractive patterns produced in the structures with relief, which consists from two identical crossed, superimposed gratings, formed by writing with the e-beam in As_2S_3 amorphous films. The angle of reciprocal orientation of diffractive gratings with varied in the limits from $\varphi=2^\circ$ up to 90° . Was analyzed the process of registration of the holographic gratings at the wavelength of the argon laser $\lambda=488$ nm, and the process of chemical etching. Was established, that in the registration process a phase relief is formed with the diffraction efficiency about some percentages, and after the chemical etching can be increased up to $\eta=34\%$ for the near IR region. The results of this investigation are perspective for elaboration and fabrication of holographic gratings in the field of construction of optical devices.

Eu(III) coordination compound $Eu(TTA)_3(Ph_3PO)_2$ (TTA = thenoyltrifluoroacetate, Ph_3PO = triphenylphosphine oxide) has been prepared and characterized. Powder samples of the complex have been characterized by thermogravimetric analysis (TGA), optical transmission and photoluminescence (PL) spectroscopy. PL have been registered for different temperatures in the range $T=11-300$ K. The PL spectra was detected as specific narrow emission bands of internal transitions of the E(III) ion $4f\rightarrow 4f$ of the Eu^{3+} ion $5D_0\rightarrow 7F_j$ ($j = 0-4$). The major bands are centered at 580, 595, 615, 650 and 698 nm. The $Eu(TTA)_3(Ph_3PO)_2$ coordinately complex compound presents interest for potential applications in optoelectronics, medicine and for elaboration of the sensors.

Was obtained the characteristics of dynamics and for localization conditions of the electrons in nanoclusters (teramers) taking into account two different tunneling channels of the electrons for each center. A general theoretical method for calculation kinetic characteristics of the transport phenomena in different nanostructures was elaborated. A series of numerical calculations for the kinetic of pereoxidation of the cytochrome complexes Cyt-CL with participation of the antioxidant was obtained.