

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023

”Dispozitive fotovoltaice cu elemente active din noi materiale calcogenice obținute prin tehnologii economic accesibile”

Cifra proiectului: **20.80009.5007.03**

Pe parcursul etapei anului 2023 au lucrările științifice s-au concentrat asupra optimizării proceselor de obținere și analiza proprietăților nanostructurilor din sticle calcogenice, a straturilor subțiri de azopolimeri și a celor de tip kesterit pe substraturi din sticlă.

Utilizarea Cd-ului ca înlocuitor pentru Zn în straturile subțiri de tip kesterit reduce probabilitatea formării unor faze secundare dăunătoare și a unor defecte de delocațiune care determină performanța scăzută a dispozitivelor fotovoltaice pe bază de kesterite. La un conținut mai scăzut de Cd, nu a existat o variație semnificativă a fazei cristaline, pe când în straturile subțiri cu conținut ridicat de Cd s-a observat transformarea din faza kesterit în faza staniț, precum și o modificare a constantelor rețelei. În cazul straturilor subțiri de CZTS tratate termic, temperatura ridicată a eliminat conținutul amorf din probe, făcând ca particulele să se unească și să formeze particule mai mari și mai uniforme, determinând o cristalinitate îmbunătățită și indicând faptul că proprietățile materialelor kesterite pot fi optimizate prin acest tratament post-depunere. Îmbunătățirea proprietăților optice ale materialelor cu adăugarea de Cd sugerează o bună aplicabilitate ca strat absorbant de tip p în dispozitivele fotovoltaice pe bază de kesterite. Lărgimea benzii interzise a straturilor subțiri tratate termic s-a îmbunătățit în comparație cu filmele subțiri netratate termic.

În cadrul etapei de referință s-a lucrat și la obținerea elementelor constitutive pentru o structură tandem pe bază de Si/kesterit, încercându-se asamblarea monolitică a acestora într-o structură fotovoltaică. S-au realizat lucrări de obținere a straturilor de calitate sporită de FTO, c-Si și kesterit. Chiar dacă în cadrul studiului nu s-a reușit obținerea unei structuri reale Si/kesterit, rezultatele obținute privind îmbunătățirea timpului de viață al purtătorilor de sarcină a stratului de Si după depunerea stratului absorbant de tip kesterit – sunt promițătoare. Sunt necesare studii avansate adiționale pentru identificarea metodelor de diminuare a efectelor negative ale defectelor din kesterite și de îmbunătățire a cristalinității acestora. De asemenea este necesar studiul procedurilor optime de conectare a componentelor unor astfel de structuri.

S-a obținut că anizotropia fotoindusă în PEPC-co-SY3 prin iluminarea cu lumină actinică cu polarizare liniară are câteva particularități. S-a observat că fasciculului de probă posedă rotații azimutale mici care depind de unghiul dintre polarizarea liniară a fasciculului de excitație și polarizarea liniară a fasciculului de probă. În același timp, rotația azimutală diferă semnificativ pentru diferite grosimi ale peliculelor de azopolimer; Comportamentul birefringenței liniare fotoinduse a PEPC-co-SY3 indică o corelare a unghiului dintre polarizarea liniară a fasciculului de excitație și polarizarea liniară a fasciculului de probă, atingând valoarea maximă la unghiul 90° dintre polarizările liniare ale fasciculului de excitație și fascicul de probă. Faza geometrică a azopolimerilor anizotropi cu conținut de carbazol, spre deosebire de faza dinamică, poate fi măsurată prin metoda polarimetrică fără a implica metode interferometrice. Acest lucru este posibil deoarece faza geometrică nu este controlată de diferența de căi optice, dar este rezultatul unei schimbări de polarizare în interiorul peliculelor din cauza modificărilor fotoinduse în structura sa spațială. În cazul azopolimerilor, se poate presupune că faza geometrică este formată nu numai de componenta azocolorantului, ci și de matricea polimerică. Analiza teoretică a formării rețelelor de difracție bifurcate într-o structură multistratificată pe bază de semiconductori de sticlă calcogenice As₂S₃ și Se a evidențiat o dependență puternică a înălțimii reliefului de componenta longitudinală a câmpului electric cu înălțimea maximă a profilului rețelelor formate, care s-a obținut atunci când componentele Y- și Z- coincid. Mai mult, această caracteristică se observă atât la formarea rețelelor liniare, cât și a celor bifurcate.

Pe tot parcursul anului au fost obținute date experimentale noi ale nivelurilor de radiație solară și a grosimii optice a aerosolilor atmosferici la stația terestră a IFA USM, mun Chișinău. Rezultatele obținute pe parcursul anului 2023 au fost publicate în 9 articole științifice în jurnale internaționale și au fost prezentate în cadrul a 4 forumuri științifice.

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023

”Dispozitive fotovoltaice cu elemente active din noi materiale calcogenice obținute prin tehnologii economic accesibile”

Cifra proiectului: **20.80009.5007.03**

During the 2023 stage, the scientific work was mainly focused on the optimization of the obtaining processes of nanostructures from chalcogenous glasses, thin layers of azopolymers and those of the kesterite type on glass substrates as well as the analysis of their properties.

The use of Cd as a substitute for Zn in kesterite thin films reduces the probability of the formation of harmful secondary phases and dislocation defects that cause low performance of kesterite-based photovoltaic devices. At a lower Cd content, there was no significant variation of the crystalline phase, while in high Cd thin films, the transformation from the kesterite phase to the stannite one was observed, as well as a change in the lattice constants. In the case of annealed CZTS thin films, the high temperature removed the amorphous content from the samples, causing the particles to coalesce and form larger and more uniform particles, resulting in an improved crystallinity and indicating that the properties of kesterite materials can be optimized by this post-deposition treatment. The improvement of the optical properties of the materials with the addition of Cd suggests good applicability as a p-type absorber layer in kesterite-based photovoltaic devices. The bandgap of annealed thin films has improved compared to non-annealed thin films.

There were also actions on obtaining the constituent elements for a tandem structure based on Si/kesterite, trying to assemble them monolithically in a photovoltaic structure. Work has been carried out to obtain high-quality layers of FTO, c-Si and kesterite. Even if in the study it was not possible to obtain a real Si/kesterite structure, the results obtained regarding the improvement of the life time of the charge carriers of the Si layer after the deposition of the kesterite absorbing layer - are promising. Additional advanced studies are necessary to identify methods of mitigating the negative effects of the defects in kesterites and improving their crystallinity. It is also necessary to study the optimal procedures for connecting the components of such structures.

The anisotropy photoinduced in the PEPC-co-SY3 by illuminating the linear polarized actinic light has some peculiarities: the observed azimuth rotations of the probe beam small depend on the angle between the linear polarization of the pump beam and linear polarization of probe the beam, while it significant differs for different thicknesses of azopolymer films; the behavior of photoinduced linear birefringence of the PEPC-co-SY3 follows for the angle between the linear polarization of the pump beam and the linear polarization of the probe beam reaching the maximum value at the angle 90^0 between linear polarizations of the pump and probe beam. The geometric phase of anisotropic carbazole-containing azopolymers, in contrast to the dynamic phase, can be measured by the polarimetric method without involving interferometry methods. This is possible because the geometric phase is not controlled by the difference in optical paths, but is the result of a change of polarization inside the films due to photoinduced changes in its spatial structure. In the case of azopolymers, it can be assumed that the geometric phase is formed not only by the azo-dye component, but also by the polymer matrix. The theoretical analysis of the formation of forked diffraction gratings in a multilayer structure based on chalcogenide glass semiconductors As_2S_3 and Se has shown a strong dependence of the relief height on the longitudinal component of the electric field, with the maximum profile height of the formed gratings being obtained when the Y- and Z-components coincide. Moreover, this feature is observed both in the formation of linear and forked gratings.

During the entire year, new high quality experimental data of solar radiation levels and aerosol optical thickness of atmospheric aerosols were obtained at the ground station of IFA USM, Chisinau.

The results obtained during 2023 were published in 9 scientific articles in international journals and were presented at 4 scientific forums.