ÎNREGISTRAREA IMAGINILOR ÎN RAZE X ALE MICROOBIECTELOR PE STRUCTURI POLIMER/AS-SE-S DOPATE CU Sn, Te ŞI Bi

X-RAY IMAGING OF MICRO-OBJECTS ON POLYMER/AS-SE-S STRUCTURES DOPED WITH Sn, Te, AND Bi

Arcadi CHIRITA, ORCID: 0000-0002-0817-6102
Nadejda NASEDCHINA, ORCID: 0000-0003-1749-7319
Irina MAISTRUC, ORCID: 0000-0001-8580-9666,
Mădălina SANDU, ORCID: 0000-0002-9145-0650,
LCŞ Fizica Semiconductorilor şi Dispozitivelor, Facultatea de Fizică şi Inginerie,
Universitatea de Stat din Moldova,
Republica Moldova

CZU

e-mail: arcadi.chirita@usm.md
e-mail: nadejda.nasedchina@usm.md
e-mail: irina.maistruc@usm.md
e-mail: madalina.sandu@usm.md

Au fost investigate procesele de înregistrare a imaginilor cu raze X pe structuri polimer/ As-Se-S dopate cu staniu, telur şi bismut. A fost demonstrată posibilitatea înregistrării imaginilor microfirelor din wolfram şi staniu în raze X.

Cuvinte-cheie: *Semiconductori calcogenici sticloşi, Imagini în raze X, Termoplastic*

The processes of X-ray image recording on polymer/As-Se-S structures doped with tin, tellurium, and bismuth were investigated. The possibility of recording images of micro-wires made of tungsten and tin in X-ray radiation was demonstrated.

Keywords: *Chalcogenide Glassy Semiconductors, X-ray imagis, Thermoplastic*

INTRODUCERE

Posibilitatea înregistrării imaginilor din domeniul spectrului vizibil prin metoda fototermoplastică şi prin schimbări fotoinduse într-un strat semiconductor fotosensibil, urmată de vizualizarea imaginii „ascunse" prin metoda fototermoplastică este cercetată în lucrarea [1]. Purtătorul pe bază de As-Se-S şi un strat termoplastic BMA-50 permite înregistrarea imagini în regiunea vizibilă a spectrului prin schimbări fotoinduse în stratul As-Se-S sub acţiunea luminii, urmată de developarea termoplastică a imaginii "ascunse" [1]. Dezavantajul acestui purtător este că nu permite înregistrarea imaginilor în raze X. Scopul acestei lucrări este de a înregistra imagini cu raze X ale micro-obiectelor pe structuri polimer/As-Se-S dopate cu Sn, Te şi Bi.

METODICA EXPERIMENTULUI

În Fig.1. este reprezentată schema principală a purtătorului pentru înregistrarea imaginilor în raze X.

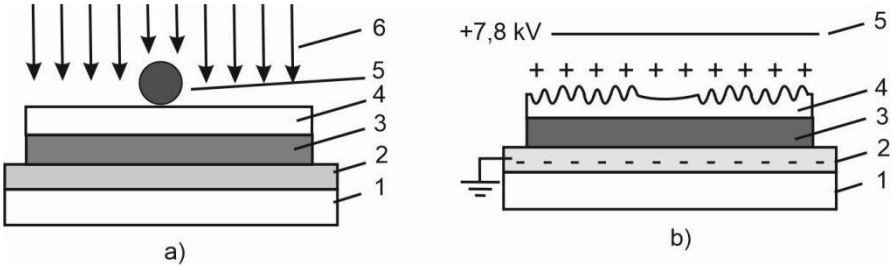


Fig. 1. a) Procedeul de înregistrare imaginilor în raze X, b) Procedeul de vizualizare a imaginilor înregistrate

Un suport de polyetelentereftalat (1), acoperit cu un strat semitransparent și electroconductibil de Cr (2), pe suprafața căruia este depus prin metoda evaporării termice în vid stratul din semiconductorii sistemei As-Se-S dopate cu Sn, Te or Bi (3), care este acoperit cu strat termoplastic din polyepoxypropylcarbazole (4). Obiectul destinat înregistrării (5) se plasează în fața stratului termoplastic și este iradiat cu raze X (6), ce formează o imagine „ascunsă” înregistrată prin modificările fotoinduse în stratul semiconductor sub acțiunea razelor X (Fig.1a). În Fig.1b. este reprezentat procedeul de vizualizare a imaginilor „ascunse” înregistrate. Purtătorul iradiat cu raze X este îndepărtat din zona de iradiere apoi este încălzit până la temperatura de plastificare a termoplasticului. Suprafața termoplastului este încărcată cu ajutorul unui încărcător de înaltă tensiune (5, Fig.1b), ce formează imaginea obiectului înregistrat pe suprafața stratului termoplastic.

REZULTATE EXPERIMENTALE

Studiile au fost efectuate pentru purtători pe baza sistemului As-Se-S dopați cu Sn, Te și Bi. Conținutul atomar de staniu, teluriu și bismut a fost selectate experimental pentru a obține o sensibilitate maximă la raze X. În sistemul As-Se-S dopat cu staniu, cele mai bune rezultate s-au obţinut pentru compoziţia 65at%$(As_2S_3)_{0,985}(SnSe)_{0,015}$:35a t.% As_2Se_3, pentru cei dopaţi cu telur - $(As_2Se_3)_{0,8}(As_2S_3)_{0,188}Te_{0,012}$, iar pentru dopat cu bismut - 67at%$(As_2S_3)_{0,985}(Bi_2Se_3)_{0,015}$:33at.%. În calitate de obiecte pentru înregistrarea imaginilor cu raze X au fost folosite o plasă de alamă din firuri cu diametru de 200 μm, un fir de wolfram cu diametrul de 30 μm și un fir de staniu cu diametrul de 6 μm.

Pentru înregistrarea imaginilor purtătorul se plasează într-o instalație de raze X cu anod de Mo (tensiune 45 kV, curent 40 mA, spectru continiu). La suprafața stratului termoplastic se plasează o plasă din alamă (5, Fig.1a), folosită în calitate de obiect pentru înregistrarea imaginii în raze X. Purtătorul este iradiat de raze X (6, Fig.1a) și o imagine “ascunsă” a obiectului este înregistrată în stratul semiconductor . După developarea termoplastică (Fig. 1b), imaginile înregistrate au fost examinate cu un microscop optic în

lumină reflectată. În Fig. 2 este prezentată imaginea unei plase de alamă înregistrată în raze X pe un purtător bazat pe $(As_2Se_3)_{0,8}(As_2S_3)_{0,188}Te_{0,012}$ cu o grosime de 3,5μm și un strat termoplastic de poliepoxipropilcarbazole cu grosime de 0,6 μm.

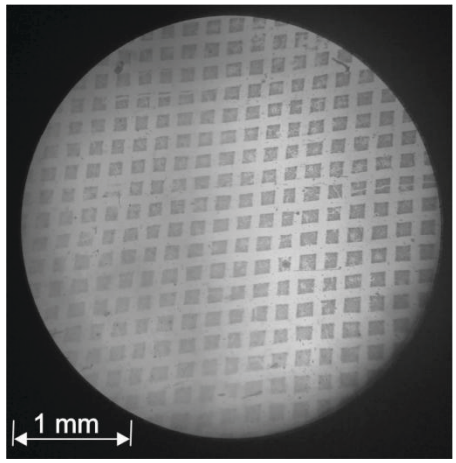


Fig. 2. Imaginea plasei din alamă înregistrată în raze X pe purtătorul pe baza de $(As_2Se_3)_{0,8}(As_2S_3)_{0,188}Te_{0,012}$

La mărirea optică de 1200^X a marginii unuia dintre pătratele grilei (Fig.3), se observă deformarea suprafeței termoplasticului sub în zonele iradiate și absența deformației în zonele neiradiate.

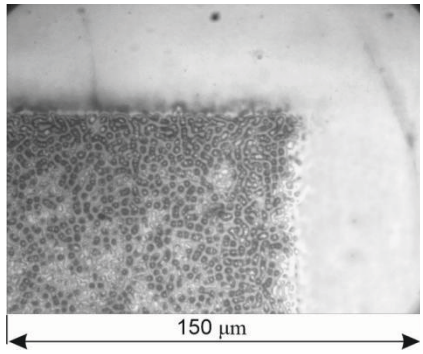


Fig. 3. Imagine mărită a interfeței dintre zonele iradiate și cele neiradiate

Plasa de alamă constă dintr-o sârmă groasă de ~200 μm, care este un obiect destul de mare.

Au fost efectuate studii ce țin de înregistrarea imaginii firului de wolfram cu diametrul de 30 μm. În Fig.4 este prezentată o imagine a firelor de wolfram localizate aleatoriu, imagine înregistrată pe un purtător bazat pe 65at%$(As_2S_3)_{0,985}(SnSe)_{0,015}$:35at.% As_2Se_3

cu o grosime de 1,6 μm și un strat termoplastic de poliepoxipropilcarbazole cu grosimea de 0,6 μm.

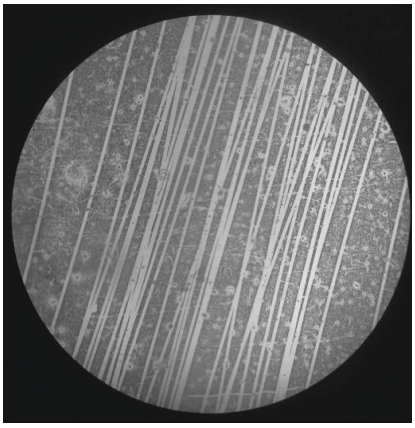


Fig. 4. Imaginea a filamentelor de wolfram cu diametrul de 30 μm înregistrată pe purtător bazat pe 65at%$(As_2S_3)_{0,985}(SnSe)_{0,015}$:35at.% As_2Se_3

Următoarele experimente au fost efectuate folosind fire de diametru mai mic. Fig.5 reprezintă imaginea în raze X a firului de staniu cu diametru de 6 μm, obținută pe purtătorul sistemei poliepoxipropilcarbazole/67at%$(As_2S_3)_{0,985}(Bi_2Se_3)_{0,015}$:33at.% As_2Se_3.

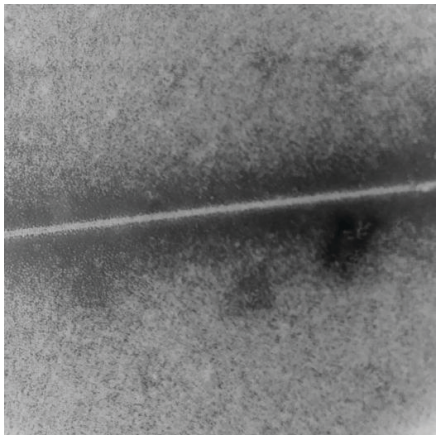


Fig. 5. Imagine în raze X a firului de staniu cu diametrul de 6 μm

Spre deosebire de imaginile cu firul de wolfram cu diametru de 30 μm (Fig.4), imaginea cu raze X a firului de staniu cu diametru de 6 μm nu are aceași contrast. Firul de staniu a fost folosit în calitate de mască pentru toate compozițiile de strat semiconductor (65at%$(As_2S_3)_{0,985}(SnSe)_{0,015}$:35at.% As_2Se_3, $(As_2Se_3)_{0,8}(As_2S_3)_{0,188}Te_{0,012}$ și 67at% $(As_2S_3)_{0,985}(Bi_2Se_3)_{0,015}$:33at.% As_2Se_3). Cu toate acestea, contrastul imaginii nu a depins de dopant (Sn, Te sau Bi).

CONCLUZII

Investigațiile efectuate au evidențiat prezența sensibilității semiconductorilor sticloși, calcogenuri ai sistemului 65at%$(As_2S_3)_{0,985}(SnSe)_{0,015}$:35at.% As_2Se_3, $(As_2Se_3)_{0,8}(As_2S_3)_{0,188}Te_{0,012}$ și 67at%$(As_2S_3)_{0,985}(Bi_2Se_3)_{0,015}$:33at.% As_2Se_3 în razele X în vederea utilizării în imagistică. Deformarea stratului termoplastic în zonele iradiate are loc sub iradiere cu un spectru continiu de tub cu raze X cu anodul de Mo. În această etapă a cercetării, a fost posibilă înregistrarea unei imagini cu raze X a unui fir de staniu cu diametru de 6 μm. Se poate presupune că aceasta nu este rezoluția limită a structurii polimer/As-Se-S. Nu a fost posibil din punct de vedere tehnic să se utilizeze un fascicul de raze X bine colimat în aceste studii. Puterea de rezoluție a structurii poliepoxipropilcarbazole/As-Se-S necesită studii mai detaliat constituind astfel scopul cercetărilor ulterioare.

Referințe:

1. NASTAS, A. et al. Recording Double-Exposure Interferograms on a Photothermoplastic Carrier in Photoinduced and Photothermoplastic Regimes. In: *Technical Physics Letters*. 2009, vol. 35, nr. 4, pp.375-377

Articol elaborat în cadrul proiectului „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice” cu cifrul 20.80009.5007.12