# STRATURI SUBȚIRI $Ga_2S_3$ PENTRU APLICAȚII ÎN DETECTORI DE RADIAȚII ELECTROMAGNETICE

## $Ga_2S_3$ THIN FILMS FOR ELECTROMAGNETIC RADIATION DETECTORS APPLICATIONS

*Dorin SPOIALĂ, ORCID: 0000-0002-8225-2556*
*Gheorghe GHILEȚCHII, ORCID: 0000-0002-0791-5567*
*Elmira VATAVU, ORCID: 0000-0002-0471-9931*
*Liliana DMITROGLO, ORCID: 0000-0003-0703-5217*
*Oleg ȘAPOVAL, ORCID: 0000-0002-4577-278X*
*Alexandr BELENCIUC, ORCID: 0000-0001-6828-9638*
*Corneliu ROTARU, ORCID: 0000-0003-0787-4379*
*Igor NAROLSCHI, ORCID: 0000-0002-8895-0873*
*Sergiu VATAVU, ORCID: 0000-0001-7328-126X*
*Universitatea de Stat din Moldova*

CZU **CZU: 621.315.592:539.26**

e-mail: elmira.vatavu@usm.md
e-mail: liliana.dmitroglo@usm.md
e-mail: oleg.sapoval@usm.md
e-mail: alex.belenciuc@usm.md
e-mail: sergiu.vatavu@usm.md

Sulfura de galiu, în diferite faze, este un material de perspectivă pentru aplicații în optoelectronică, în particular, în detectoare de radiații electromagnetice pentru domeniul UV al spectrului [1]. Materialul cercetat permite prepararea atât sub formă de straturi subțiri, cât și sub formă de nanostraturi, variindu-se astfel și proprietățile fotoelectrice [2]. Una din problemele actuale în prepararea fotodetectorilor este tehnologia straturilor subțiri utilizată pentru fabricarea dispozitivului. În cercetările efectuate, a fost folosită metoda volumului cvasiînchis (CSS) pentru prepararea sulfurii de galiu pe suporturi rezistente la temperaturi înalte, metodă perfecționată pentru prepararea și a altor materiale fotosensibile [3]. În calitate de suporturi pentru prepararea straturilor subțiri de sulfură de galiu s-a folosit *p*-Si cu orientarea cristalografică (100). Temperatura sursei de α'$Ga_2S_3$ a fost de 800°C, iar temperatura suportului a variat între 550-700°C. Probele astfel obținute au fost caracterizate structural prin intermediul difracției de raze X în configurație GI-XRD considerându-se toate corecțiile instrumentale necesare, iar morfologia acestora a fost studiată prin intermediul microscopiei de forță atomică în *non-contact mode*.

Analiza cantitativă și precizarea parametrilor rețelei cristaline a presupus utilizarea metodei Rietveld [4], care constă în minimizarea diferenței dintre intensitatea tabloului de difracție observată $(y_{obsi})$ și cea calculată $(y_{ci})$ în fiecare punct $i$ al tabloului de

difracție prin metoda celor mai mici pătrate. S-a ținut cont de următorii factori: factorul de scară, factorul de polarizare Lorentz, factorul de multiplicitate, factorul de structură, funcția de profil a maximului provenit de la reflexia de la planul cu $hkl$ dat, (în calitate de funcție de profil s-a utilizat funcția Pseudo-Voight), factorul de absorbție, intensitatea fondului în punctul $i$, factorul de texturare, în aproximația March-Dollase [5]. Pentru determinarea dimensiunii cristalitelor și a microstrain-ului (microtensiune) s-a utilizat metoda Williamson-Hall [6] modificată pentru funcția de profil Pseudo-Voight [7].

Considerând analiza tabloului de difracție a straturilor preparate din sursa de α'$Ga_2S_3$ pe suportul de *p*-Si(100), s-a stabilit formarea unui amestec de γ$Ga_2S_3$ și α$Ga_2S_3$ (Fig.1).

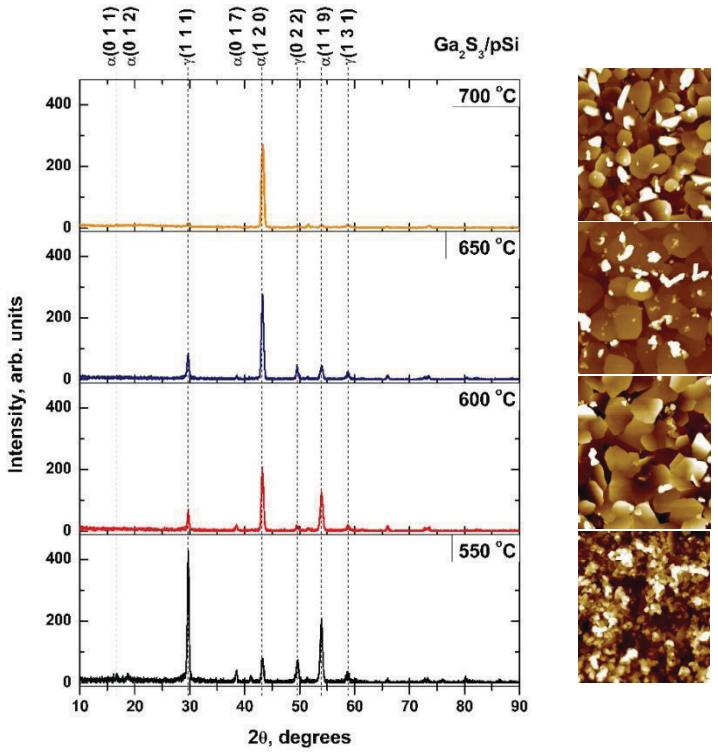



Fig. 1. Tabloul de difracție a razelor X (anod de Cu $\lambda_{K\alpha 1}$=1,54060Å, $\lambda_{K\alpha 2}$=1,54439Å) pe structuri sulfură de galiu/*p*-Si (100) și morfologia suprafeței straturilor obținute (12,5x12,5 μm)

Determinarea dimensiunii cristalitelor și a microtensiunii (Fig.2) în funcție de temperatura suportului demonstrează valori ale cristalitelor în limitele 11-26 nm fiind prezent un maxim bine pronunțat între 600°C și 650°C pentru ambii parametri (ca alternativă a fost folosită și formula Stokes-Wilson pentru microstrain utilizând datele pentru maximul cu cea mai mare intensitate (120) α$Ga_2S_3$). A fost stabilit că odată cu creșterea temperaturii suportului crește concentrația fazei α$Ga_2S_3$ și, respectiv, scade concentrația fazei γ$Ga_2S_3$ (Fig.3). Fazele detectate corespund: γ$Ga_2S_3$ PDF4+ 00-0430916; α$Ga_2S_3$ PDF4+ 04-007-1422.

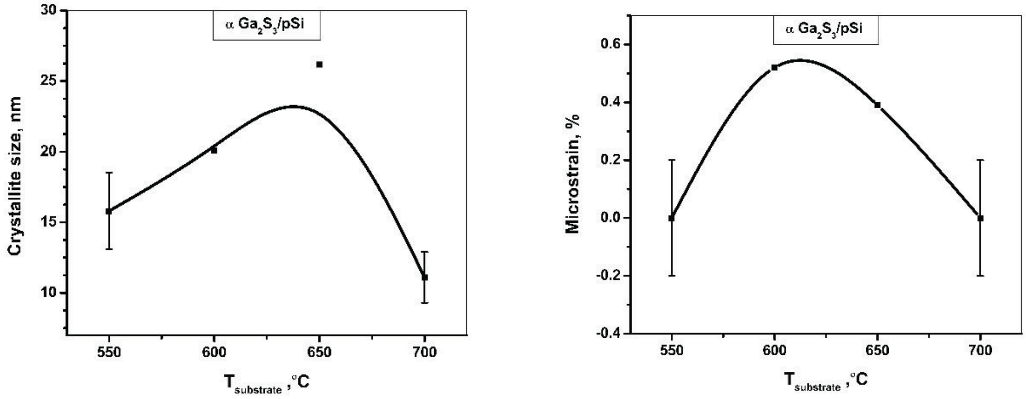



Fig. 2. Dimensiunea cristalitelor și microstrain în funcție de temperatura suportului în structuri sulfură de $\alpha Ga_2S_3$/*p*-Si (100)

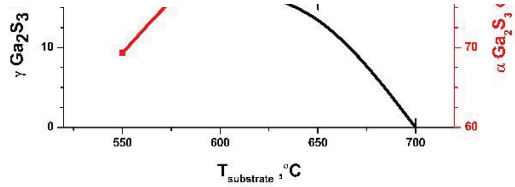



Fig. 3. Dependența concentrației $\alpha Ga_2S_3$ și $\gamma Ga_2S_3$ în funcție de temperatura suportului în structuri sulfură de $Ga_2S_3$/*p*-Si (100)

***Referințe:***

1. ZHENG, Yu., TANG, X., WANG, W., JIN, L., LI, G. Large-Size Ultrathin α-$Ga_2S_3$ Nanosheets toward High-Performance Photodetection. In: *Advanced functional materials*. 2020, vol.31, no. 6, pp. 2008307. https://doi.org/10.1002/adfm.202008307.
2. ZHOU, N., et. al. Nonlayered Two-Dimensional Defective Semiconductor γ-$Ga_2S_3$ toward Broadband Photodetection. In: *ACS Nano,* 2019, vol.13, no.6, pp.6297-6307. https://doi.org/10.1021/acsnano.9b00276.
3. VATAVU, S. et al. A comparative study of (ZnO, $In_2O_3$: $SnO_2$, $SnO_2$)/CdS/CdTe/(Cu/)Ni heterojunctions. In: *Thin Solid Films*. 2013, vol.535, pp.244-248. https://doi.org/10.1016/j.tsf.2012.11.105.
4. RIETVELD, H.M. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. In: *J. Appl.Cryst.* 1986, vol.2, no.2, pp. 65-71.
5. DOLLASE, W.A. Correction of intensities for preferred orientation in powder diffractometry: Application of the March model. In: *J. Appl. Cryst.* 1986, vol.19, pp.267-272.

6. LANGFORD, J.L. In: PRINCE, E., STALICK, J.K. (Eds.). *Accuracy in Powder Diffraction II*, NIST *Spec. Publ.* 1992, vol.846, pp.110-126.
7. HILL, R.J., HOWARD, C.J. Quantitative Phase Analysis from Powder Diffraction Data using the Rietveld Method. In: *J. Appl.Cryst.* 1987, vol.20, p.467.

*Articol elaborat în cadrul Proiectelor: „Materiale și structuri multifuncționale pentru detectarea radiațiilor electromagnetice”. Cifrul: 20.80009.5007.12 și „Materiale nanostructurate avansate pentru aplicații termoelectrice și senzori”. Cifrul: 20.80009.5007.02.*