

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
V.E. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics



«Лашкарьовські читання»
*Конференція молодих вчених
з фізики напівпровідників*

«Lashkaryov's readings»
*Young scientists conference
on semiconductor physics*

Збірник тез
Abstract books

Київ, Україна
Kyiv, Ukraine

Термічно-індукований фазовий перехід у плівках Sn_xS_y

Возний А.А., Косяк В.В., Подопригора О.О., Опанасюк А.С.

*Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, Суми, Україна,
andrey.vozny@gmail.com*

Бінарна система Sn_xS_y має значний потенціал використання в оптоелектроніці та геліоенергетиці. Зокрема, сполука SnS_2 *n*-типу провідності є перспективним матеріалом для створення віконних шарів сонячних елементів через високу рухливість носіїв заряду і широку заборонену зону 2,24 еВ [1]. У той же час напівпровідникова сполука SnS , що має провідність *p*-типу, має унікальні властивості, які обумовлюють її застосування в геліоенергетиці, як поглинаючий шар фотоперетворювачів, замість традиційних шарів CdTe , CuInSe_2 (CIS), та Cu(In,Ga)(S,Se)_2 (CIGSSe) [2]. Незважаючи на це максимальна ефективності сонячних елементів на основі шарів SnS у наш час становить тільки 4,4% [3]. Такий низький ККД пояснюється низькою структурною якістю синтезованого матеріалу за рахунок утворення дефектів різного типу та сторонніх фаз таких як SnS_2 та Sn_2S_3 , які є ефективними рекомбінаційними центрами для генерованих світлом нерівноважних носіїв заряду. Таким чином, осадження однофазних плівок SnS та SnS_2 є однією з найбільш важливих задач для виробництва високоефективних оптоелектричних пристроїв.

Метою даної роботи є вивчення впливу термічного вакуумного відпалу плівок SnS_2 для контрольованого проведення індукованого фазового переходу $\text{SnS}_2 \rightarrow \text{SnS}$. Більш докладно, встановлення фізико-технологічних умови відпалу напівпровідникових шарів SnS_2 для отримання однофазних плівок SnS високої кристалічної якості.

Тонкі плівки SnS_2 були отримані на скляних підкладках покритих струмопровідним шаром ІТО методом термічного вакуумного випаровування у квазізамкненому об'ємі (КЗО). Нанесення зразків проводилося у вакуумній установці ВУП-5М при тиску залишкових газів у камері не більше ніж 10^{-4} Па. Відпал зразків проводився у вакуумі при температурах 300, 400, 500 та 600 °С протягом 30, 60 та 90 хв для кожної з температур. Вакуум під час термічної обробки зразків становив 10^{-4} Па.

Рентгеноструктурний та раманівський аналіз плівок показав, що не відпалені зразки мають однофазну гексагональну структуру 2H політипу SnS_2 . Відпал зразків при 300 та 400 °С протягом 30, 60 та 90 хв приводить до утворення вторинних фаз SnS та Sn_2S_3 у плівках. Відпал шарів SnS_2 при 500 °С протягом 90 хв забезпечує фазовий перехід з гексагональної фази SnS_2 до орторомбіної фази SnS .

Вимірювання оптичних спектрів пропускання та відбивання від плівок Sn_xS_y дозволили оцінити оптичну ширину забороненої зони матеріалу. Було встановлено, що у невідпалених плівках SnS_2 відбуваються як непрямі тк і прямі міжзонні переходи при ширині забороненої зони матеріалу 2,4 та 2,69 еВ, відповідно. Така ширина забороненої є типовою для сполуки SnS_2 . В той же час матеріал зразка відпаленого при 500 °С протягом 90 хв має ширину забороненої зони 1,33 еВ (непрямі переходи) та 1,49 еВ (прямі переходи), що добре корелює з літературними даними для плівок SnS . Така зміна ширини забороненої зони матеріалу після відпалу добре узгоджується з результатами рентгеноструктурного та раманівського аналізу, та свідчить про термічно-індукований фазовий перехід $\text{SnS}_2 \rightarrow \text{SnS}$.

- [1] L.A. Burton, D. Colombara, R.D. Abellon, F.C. Grozema, L.M. Peter, T.J. Savenije, G. Dennler, A. Walsh, *Chem. Mater.* V. 25, 4908–4916 (2013).
- [2] J. a. Andrade-Arvizu, M. Courel-Piedrahita, O. Vigil-Galán, *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* V. 26, 4541–4556 (2015).
- [3] P. Sinsermuksakul, L. Sun, S.W. Lee, H.H. Park, S.B. Kim, C. Yang, R.G. Gordon, *Adv. Energy Mater.* V. 4, 1400496 (1-7) (2014).