

**МЕТОДИКА ВИГОТОВЛЕННЯ ФОТОЧУТЛИВИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР
n-SnS₂/*p*-InSe, З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ SnCl₄·5H₂O і (NH₂)₂CS МЕТОДОМ
СПРЕЙ-ПІРОЛІЗУ**

Ткачук І. Г.^{1,2}, Орлецький І. Г.³, Ковалюк З. Д.¹

¹Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Чернівцьке відділення, Чернівці, 58001, Україна

²Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

³Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
58012 Чернівці, Україна
ivan.tkachuk.1993@gmail.com

В даний час гетеропереходи на основі тонких плівок є досить цікавими з точки зору виготовлення нових гетероструктур. Тонкі плівки сульфідів олова (SnS, SnS₂, Sn₂S₃) характеризуються різним фазовим складом, який визначає їх основні фізичні властивості. Плівки дисульфиду олова SnS₂ з шириною забороненої зони $E_g \approx 2,45$ eV придатні для виготовлення фронтального шару фотоприймачів на основі гетеропереходів. Плівка SnS₂ містить хімічні елементи Sn і S, які широко розповсюджені, мають невисоку собівартість і малотоксичні. Моноселенід індію InSe за значенням ширини забороненої зони $E_g = 1.2$ eV відноситься до придатних матеріалів для фотоелектричного перетворення енергії в наземних умовах. Шарувата структура кристалів InSe зі слабким Ван-дер-Ваальсівським зв'язком обумовлює зручність у виготовленні підкладок для гетероструктур і позбавляє операцій різання злитків на пластини та їх механічної і хімічної обробки. З використанням селеніду індію створені фоточутливі і діодні структури різних типів. Властивості гетероконтакту *n*-SnS₂/*p*-InSe в значній мірі залежать від методу виготовлення. Застосування спрею-піролізу плівок SnS₂ позбавляє необхідності вирощування об'ємного матеріалу SnS₂. Метод супроводжується термічними процесами розкладу хлоридних солей на поверхні *p*-InSe із можливою зміною властивостей поверхні підкладок, що відображається на властивостях утвореного гетеропереходу *n*-SnS₂/*p*-InSe.

При виготовленні плівок дисульфиду олова віддають перевагу низьковартнісним невакуумним методам спрею-піролізу хімічних розчинів солей Sn і S, спін-коутінгу органічних розчинників, CBD-методу. Дані методи забезпечують необхідні режими осадження плівок сульфідів з потрібними фізичними властивостями.

Для одержання структур *n*-SnS₂/*p*-InSe використовували вирощені методом Бріджмена кристали селеніду індію *p*-типу провідності. Для діркової електропровідності здійснювалося легування домішкою Cd (0.1 % за масою). За даними дослідження ефекту Холла концентрація носіїв заряду становила $p \approx 10^{14}$ cm⁻³ і їх рухливість перпендикулярно до вісі симетрії С в InSe при температурі 295 К дорівнювала $\mu_{Hn} \approx 50$ cm²/(V·s).

Гетероструктури *n*-SnS₂/*p*-InSe виготовлялися нанесенням плівок SnS₂ товщиною $\sim 0.3 - 0.4$ μm на поверхню нагрітих до температури $T_s = 350$ °C підкладок *p*-InSe методом спрею-піролізу за атмосферного тиску 0.1 М водних розчинів солей tin(IV) chloride pentahydrate SnCl₄·5H₂O і thiourea (NH₂)₂CS. При піролізі формується бінарна сполука дисульфиду олова SnS₂ *n*-типу з електропровідністю $\sigma \approx 3 \cdot 10^{-1}$ Ω⁻¹·cm⁻¹ та шириною забороненої зони $E_g = 2.4$ eV. З врахуванням невисокої рухливості електронів у полікристалічних плівках $\mu = 2.43 \cdot 10^{-3}$ cm²·V⁻¹·s⁻¹ концентрація вільних носіїв заряду у плівках SnS₂ становить $n \approx 2.7 \cdot 10^{17}$ cm⁻³.