

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАЛЬКОГЕНІДІВ СВИНЦЮ

Левицький С. М., Таранов В. В., Мінаков В. В., Стронський О.В.

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, levytskyi@ua.fm

Халькогеніди свинцю, що відносяться до вузькощілинних напівпровідникових сполук типу $A^{IV}B^{VI}$ є базовими термоелектричними матеріалами в області температур (300-950 K) [1]. Вони зарекомендували себе перспективними матеріалами у напівпровідниковій оптоелектроніці для створення інжекційних лазерів і фотоприймачів, що функціонують у діапазоні довжин хвиль 1-14 мкм [2], а також як модельні об'єкти для наукових досліджень [2, 3].

Електрофізичні властивості PbS і PbSe визначаються складом речовини, відхиленням від стехіометрії і дефектною підсистемою, яка виникає при певних технологічних умовах вирощування плівок і змінюється при відпалі, окисленні та легуванні.

PbS та PbSe мають здатність з часом змінювати свої параметри (нестійкий тип провідності, тощо). Стабільність характеристик, зокрема типу провідності, при синтезі матеріалу можна покращити введенням надлишку однієї з компонент [3, 4].

Метою даної роботи є дослідження фізичних властивостей сполук халькогенідів свинцю (PbS та PbSe), які також мають тенденцію зміни фізичних параметрів та деградації (окислення та ін.). Тому з метою стабілізації таких шарів було застосовані шари халькогенідних склоподібних напівпровідників (XCH) складу As_2S_3 , які мають хороше пропускання в інфрачервоній (ІЧ) області.

Зразки (PbS, PbSe та As_2S_3) для дослідження синтезували із окремих елементів високого ступеня чистоти (не нижче 99,9999 % основного компоненту) у вакуумованих (10^{-4} - 10^{-3} Па) кварцових ампулах [1, 6].

Тип провідності зразків визначали за допомогою термозонду за знаком термо-ЕРС з використанням методики описаної в [1, 5, 7].

Вимірювання показали, що тип провідності і концентрація заряду визначаються технологічними факторами. При незначному відхиленні від стехіометрії (ваговий надлишок компоненти $\sim$ на 1÷2 %) халькогеніди свинцю не мали стійкий тип провідності по об'ємі зразка. З часом вони змінювали тип провідності з n-типу на р-тип. При значному відхиленні від стехіометрії (ваговому надлишку Pb на 10 %) були отримані зразки з стійким n-типом провідності, а для вагового надлишку халькогену на 10 % – р-типом. Також при відхиленні від стехіометрії спостерігалась зміна коефіцієнта термо-ЕРС.

Плівки халькогенідів свинцю були отримані з парової фази методом термічного напилення на вакуумній установці ВУП-5. В якості основної наважки використовувались попередньо синтезовані кристали, а підкладками були пластини з монокристалічного кремнію p-Si(100). На одну із партію зразків нанесений захисний шар XCH As_2S_3 (також методом термічного напилення). Дослідження проводились на зразках як без захисного покриття так і з шаром XCH As_2S_3 . Спектри пропускання були отримані за допомогою спектрофотометра ІКС-29 у діапазоні довжин хвиль від 2

до 24 мкм.

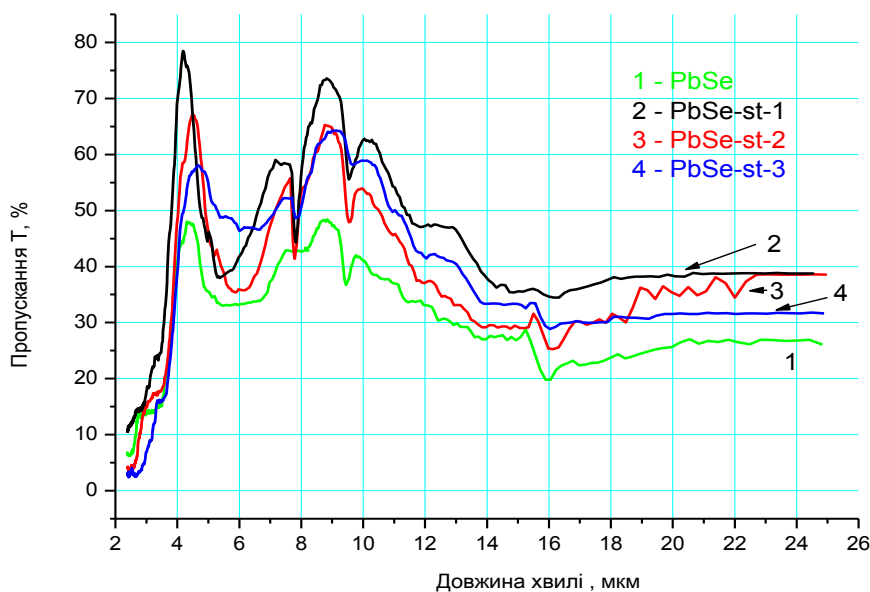


Рисунок 1 – Зміна спектрів пропускання PbSe.

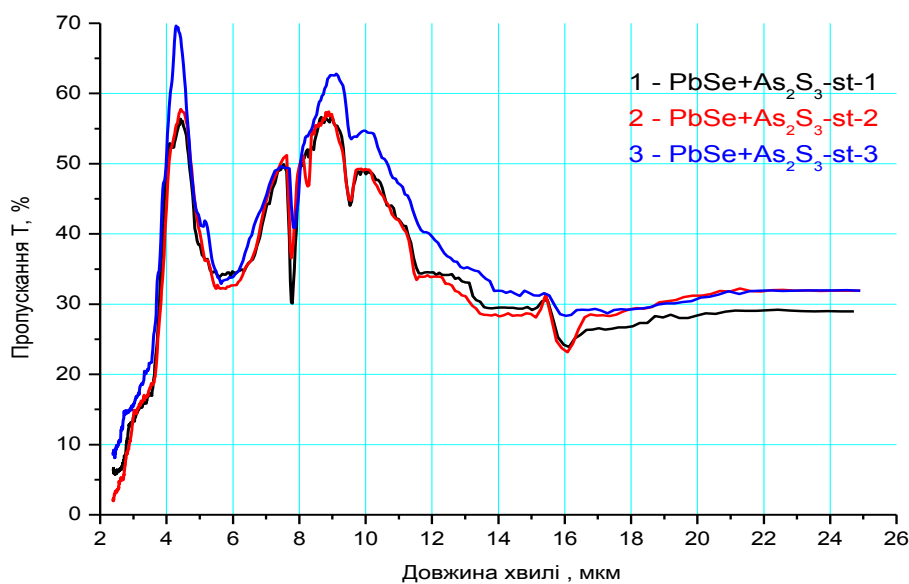


Рисунок 2 – Зміна спектрів пропускання PbSe із нанесеним захисним шаром ХСН.

Із спектрів пропускання (рис. 1-2) видно, що нанесення захисного шару призвело до збільшення пропускання в області 2,4 – 5 мкм.

Зразки без захисного шару деградували протягом двох тижнів (окислення приповерхневого шару, зміна опору), а з захисним шаром ХСН As_2S_3 зберігають свою стабільність впродовж двох місяців. Результати досліджень показують перспективність використання шарів ХСН для стабілізації (сталій опір зразка) халькогенідів свинцю.

На основі викладеного вище можна зробити висновки: показано, що тип провідності досліджених складів халькогенідів свинцю можна контролювати технологічними умовами (надлишком однієї з компонент); встановлено, що нанесення додаткового шару ХСН сприяє покращенню стабільності шарів халькогенідів свинцю. Оптимізацію параметрів захисного шару ХСН планується розглянути у окремій роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.М. Шперун, Д.М. Фреїк, Р.І. Запхляк. Термоелектрика телуриду свинцю та його аналогів. Івано-Франківськ: Плай, 250 с (2000).
2. Ю.И. Равич, В.А. Ефимова, В.А. Смирнова. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS. Наука, М. 384 с. (1968).
3. Н.Х. Абрикосов, Л.Е. Шелимова. Полупроводниковые материалы на основе соединений $A^{IV}B^{VI}$. Наука, М. 196 с. (1975).
4. Д.М. Фреїк, В.В. Прокопів, М.О. Галушак, М.В. Пиц, Г.Д. Матеїк. Кристалохімія і термодинаміка атомних дефектів у сполуках $A^{IV}B^{VI}$. Івано-Франківськ: Плай, 164 с (1999).
5. Сабо Є.П. Технологія халькогенідних термоелементів. Підвищення термоелектричної ефективності. //Термоелектрика, 2000, - №4, -с. 49-57.
6. Теория роста и методы выращивания кристаллов. Под ред. К. Гурмана. -М.: Мир, 1977, -362 с.
7. Анатычук Л.И., Вихор Л.Н., Черкез Р.Г. Оптимальное управление неоднородностью полупроводникового материала для термоэлементов. //Термоэлектричество, 2000, -№3, - с. 47-58.