

О.І. Власенко¹, С.М. Левицький¹, П.О. Генцарь¹, В.П. Папуша¹, Ц.А. Криськов²

Дослідження оптичних властивостей PbSe

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України,
пр. Науки, 41, м. Київ, 03028, E-mail: levytskyi@ua.fm

²Кам'янець-Подільський державний університет, вул. І. Огієнка, 61,
м. Кам'янець-Подільський, 32300

В роботі встановлено, що нанесення додаткового шару ХСН сприяє покращенню стабільності шарів халькогенідів свинцю.

Ключові слова: PbSe, As₂S₃, тверді розчини.

Стаття постуила до редакції 05.08.2007; прийнята до друку 15.06.2008.

Вступ

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

Електрофізичні властивості 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.

Халькогеніди свинцю 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 плівок PbSe, які також мають тенденцію зміни фізичних параметрів та деградації (окислення та ін.). Тому для стабілізації таких шарів було застосовано шари халькогенідних склоподібних напівпровідників (ХСН) складу As₂S₃, які мають хороше пропускання в інфрачервоній області.

Зразки (PbSe та As₂S₃) для дослідження синтезували із окремих елементів високого ступеня чистоти (не нижче 99,9999 % основного компоненту) у вакуумованих (10⁻⁴-10⁻³ Па) кварцових ампулах [1,5].

Тип провідності зразків визначали за допомогою

термозонду за знаком термоелектрорушійної сили з використанням методики описаної в [1,6,7].

Вимірювання показали, що тип провідності і концентрація заряду визначаються технологічними факторами. При незначному відхиленні від стехіометрії (ваговий надлишок компоненти ~ на 1÷2 %) халькогеніди свинцю не мали стійкий тип провідності по об'єму зразка. З часом вони змінювали тип провідності з n-типу на p-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 % – з стійким p-типом провідності. Також при відхиленні від стехіометрії спостерігалась зміна коефіцієнта термоелектрорушійної сили (термо-ЕРС).

Плівки халькогенідів свинцю були отримані з парової фази методом термічного наплення 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 партій зразків нанесений захисний шар ХСН As₂S₃ (також методом термічного наплення). Дослідження проводились на зразках як без захисного покриття так і з шаром ХСН As₂S₃. Спектри пропускання були отримані за допомогою інфрачервоного ґраткового спектрофотометра ИКС-29 у діапазоні довжин хвиль від 2 до 25 мкм.

На рисунках зображено спектри пропускання систем p-Si(100)/PbSe (рис. 1.) та p-Si(100)/PbSe/As₂S₃ (рис. 2.).

Із спектрів пропускання видно, що нанесення захисного шару призвело до стабільності пропускання. Зразки без захисного шару деградували протягом усього терміну проведення дослідження

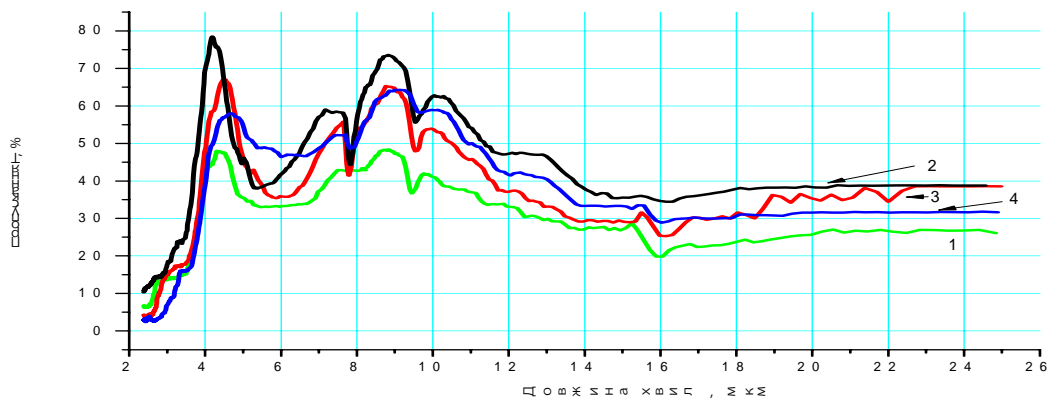


Рис. 1. Зміна спектру пропускання плівки PbSe:
1 – вихідний, 2 – 1 місяць, 3 – 2 місяці, 4 – 6 місяців.

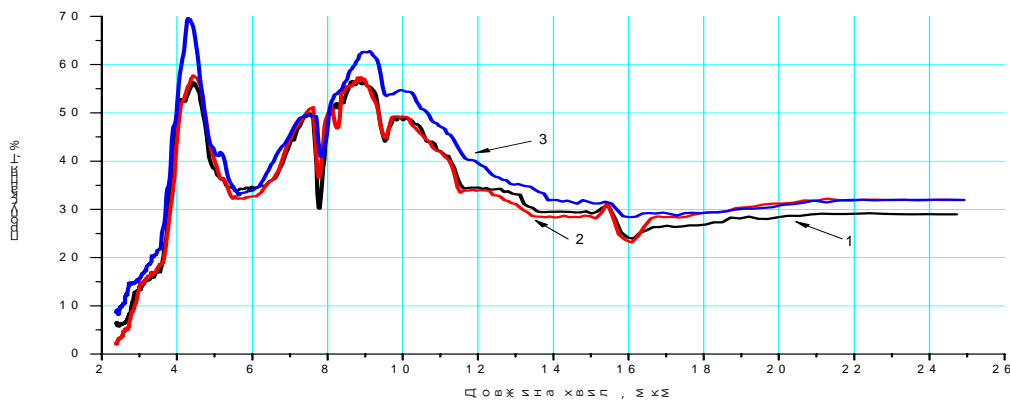


Рис. 2. Зміна спектру пропускання системи PbSe/As₂S₃ з часом:
1 – 1 місяць, 2 – 2 місяці, 3 – 6 місяців.

(окислення приповерхневого шару, зміна опору), а з захисним шаром ХСН As₂S₃ зберігають свою стабільність тривалий проміжок часу.

Результати досліджень показують перспективність використання шарів ХСН для стабілізації (сталий 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.

Власенко О.І. – доктор фізико-математичних наук, професор, заступник директора;

Левицький С.М. – аспірант;

Генцарь П.О. – кандидат фізико-математичних наук, науковий співробітник;

Папуша В.П. – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник;

Криськов Ц.А. – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри фізики.

- [1] В.М. Шперун, Д.М. Фреїк, Р.І. Запужляк. Термоелектрика телуриду свинцю та його аналогів. Плай, Івано-Франківськ. 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. Галуцак, М.В. Пиц, Г.Д. Матеїк. Кристалохімія і термодинаміка атомних дефектів у сполуках A^{IV}B^{VI}. Івано-Франківськ: Плай, 164 с (1999).

- [5] Теория роста и методы выращивания кристаллов. Под ред. К. Гурмана. Мир, М. 362 с. (1977).
- [6] Є.П. Сабо. Технологія халькогенідних термоелементів. Підвищення термоелектричної ефективності. // *Термоелектрика*, №4, сс. 49-57 (2000).
- [7] Л.И. Анатычук, Л.Н. Вихор, Р.Г. Черкез. Оптимальное управление неоднородностью полупроводникового материала для термоэлементов // *Термоэлектричество*, (3), сс. 47-58 (2000).

О.І. Vlasenco¹, S.N. Levytskyi¹, P.A. Gentsar¹, V.P. Papuscha¹, Ts.A. Kryskov²

Study of PbSe Optical Properties

¹*V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, prospect Nauki, 41, Kyiv, 03028*

E-mail: levytskyi@ua.fm

²*Kamyanets-Podilsky State University, Ogienko Str. 61, Kamyanets-Podilsk, 32300*

In present work it was established that deposition of the additional ChVS layer improves stability of the lead chalcogenides layer.

Key words: PbSe, As₂S₃, solid solution.