

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 - 2016»
*Конференція молодих вчених
з фізики напівпровідників*

«Lashkaryov's readings - 2016»
*Young scientists conference
on semiconductor physics*

Збірник тез
Abstract books

Київ, Україна
Kyiv, Ukraine

Національна академія наук України
Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова
Рада молодих науковців Інституту фізики напівпровідників
ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

УДК. 539.2

Збірник тез конференції молодих вчених з фізики напівпровідників «Лашкарьовські читання – 2016» з міжнародною участю, Київ, 6-8 квітня 2016 року, Україна. – 151 с.

Конференція «Лашкарьовські читання» проводиться для молодих вчених України та зарубіжжя з метою заохочення аспірантів, студентів та молодих вчених до активної наукової діяльності в сучасних областях фізики.

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України.

© Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова.

ISBN 978-966-02-7887-5

Оптична спектроскопія плівок твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}S$, отриманих спреї-піролізом

Ю.С. Єрмоєнко, А.С. Опанасюк, А.О. Салогуб, М.Г. Демиденко

*Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, Суми 40007, Україна
e-mail: yurieremenko1991@gmail.com, opanasjuk_sumdu@ukr.net*

Сьогодні в галузі геліоенергетики відбувається активний пошук нових матеріалів для створення сонячних перетворювачів нового покоління. При цьому найбільш перспективними є тонкоплівкові сонячні елементи (СЕ) на основі гетеропереходів (ГП) між сполуками групи A_2B_6 . Однією з головних складністей у виробництві таких СЕ є отримання двошарових структур одночасно з великою різницею ширини забороненої зони контактуючих матеріалів та добре узгодженими кристалічними ґратками. Ряд матеріалів віконних шарів, таких як ZnS, CdS, ZnSe та $Zn_xCd_{1-x}S$ можуть використовуватись для створення ГП з поглинаючими світло шарами CdTe. Найбільш вивченим з них є CdS, а тому ГП CdTe/CdS найбільш часто використовується у тонкоплівкових фотоперетворювачах сонячної енергії [1]. Разом з тим вважається, що традиційний віконний шар CdS може бути заміненим на шар твердого розчину $Zn_xCd_{1-x}S$. Це дозволить збільшити ширину забороненої зони віконного шару (від 2.42 eV у CdS до 3.6 eV у ZnS) і підвищити напругу холостого ходу СЕ, а також зменшити кількість рекомбінаційних центрів на межі розділу матеріалів за рахунок кращого узгодження параметрів ґратки матеріалів [2].

Тонкі плівки твердого розчину $Zn_xCd_{1-x}S$ можуть бути осаджені за допомогою наступних методів: вакуумне випаровування, хімічне осадження з розчину, спреї-піроліз, тощо. Пульсуючий спреї-піроліз є досить простим, порівняно дешевим методом, який дозволяє без використання вакууму отримувати наноструктуровані хімічно чисті плівки з керованим складом та заданою площею на підкладках різних типів. Властивості тонких шарів, отриманих спреї-піролізом, головним чином залежать від вибору прекурсорів та фізико-технологічних умов нанесення плівок. Зокрема суттєвий вплив на властивості таких шарів здійснює температура підкладки. Тому метою даної роботи стало дослідження впливу температури підкладки на оптичні властивості плівок $Zn_xCd_{1-x}S$ різного складу, нанесених методом спреї-піролізу та визначення за цими даними вмісту цинку.

Для осадження шарів $Zn_xCd_{1-x}S$ була використана лабораторна установка, яка описана в [3]. В якості прекурсорів було взято розчин, що містив 0,125 М тетрагідрату нітрату кадмію, 0,125 М хлориду цинку та 0,125 М тіомочевини, які слугували джерелом Cd, Zn і S відповідно. Нанесення плівок проводилось на скляні підкладки з розмірами 2,5x2,5x1 мм, які були попередньо очищені за допомогою ізопропанолу. Температура підкладки регулювалась в діапазоні 523-773 К з $\Delta T = 50$ К. Відстань між соплом до поверхні підкладки становила 25 см. Перенесення диспергованих частинок прекурсорів відбувалось за допомогою потоку повітря під тиском 0,2 МПа. Швидкість нанесення плівок складала 2 мл/хв при об'ємі розпиленого розчину на один зразок 10 мл.

Оптичні дослідження тонких шарів проводилися на спектрофотометрі Shimadzu SolidSpec 3700 в діапазонах довжин хвиль: $\lambda = (300-800)$ нм з кроком 0,5 нм при режимі сканування «medium speed». Вимірювання проводилися з врахуванням спектральних характеристик підкладки (спочатку проводилось знімання базового спектру пропускання чистого стекла, який потім автоматично віднімався від спектру зразків), що забезпечувало максимальну точність визначення оптичних параметрів вільної плівки.

Спектральні залежності коефіцієнтів пропускання та відбиття зразків, отриманих в при температурах підкладки $T_s = (523-773)$ К наведені на рис. 1. Як видно з рисунку, плівки твердого розчину $Cd_{1-x}Zn_xS$ мають досить низькі показники коефіцієнту відбиття від поверхні (в межах 1,5 – 12,5%). При цьому відбувається зростання значення R при

збільшенні довжини падаючої хвилі λ . Для конденсатів, отриманих при підвищених температурах підкладок, характерні більш високі значення коефіцієнтів відбивання та пропускання. Швидше за все такі результати зв'язані з яскраво вираженим рельєфом поверхні плівок. Разом з тим плівки мають достатньо високі значення коефіцієнту пропускання. При довжині хвилі більше 400 нм, (енергіях, менших E_g матеріалу), відбувається суттєве зростання коефіцієнту пропускання і його значення в більшості випадків становить 50-70%. На залежностях $R(\lambda)$ і $T(\lambda)$ спостерігаються максимуми і мінімуми інтенсивності, які зв'язані з інтерференцією випромінювання у тонких шарах твердого розчину. Наявність інтерференційних піків свідчать про однорідність досліджених плівок за площею.

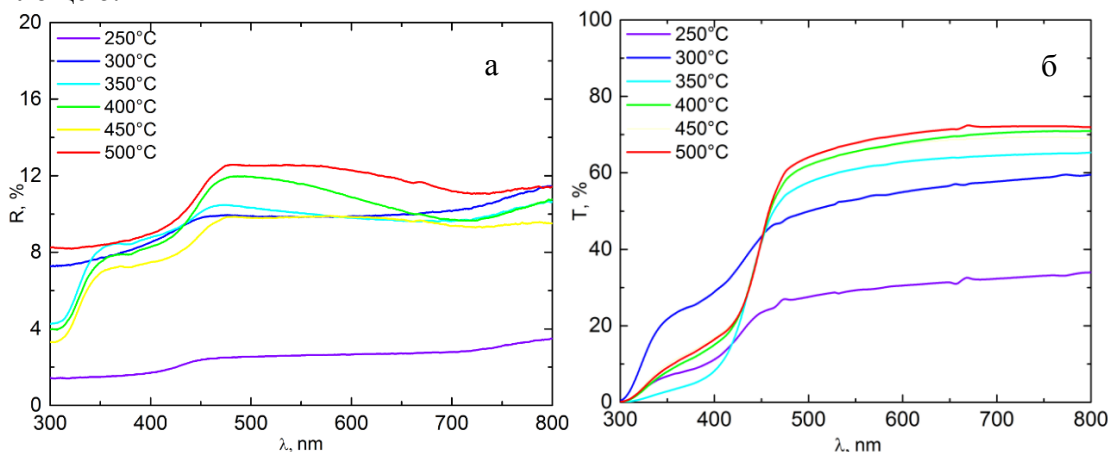


Рис. 1. Спектри відбиття (а) пропускання (б) плівок $Zn_xCd_{1-x}S$, отриманих при температурах підкладки $T_s = (523-773)$ К

Для визначення ширини забороненої зони матеріалу розраховувалися спектральні залежності коефіцієнта поглинання $\alpha(\lambda)$ та будувалися залежності $(\alpha h\nu)^2 - h\nu$. Встановлено, що E_g плівок твердого розчину змінюється в інтервалі 2,61-2,72 еВ. З використанням літературних даних про зміну ширини забороненої зони твердого розчину $Cd_{1-x}Zn_xS$ від складу визначено вміст цинку у плівках. Величина x , отриманих конденсатів змінювалася у інтервалі 0,35-0,55. Таким чином, змінюючи температуру нанесення шарів можна контролювати склад плівок та ширину забороненої зони матеріалу у достатньо широких межах.

У результаті проведених досліджень було встановлено, що завдяки високим значенням коефіцієнтів пропускання і заломлення в широкому діапазоні довжин хвиль, та низькому показнику відбивання світла від поверхні плівки, твердий розчин $Zn_xCd_{1-x}S$ може застосовуватись в якості віконних та буферних шарів СЕ з поглинальним шаром CdTe.

1. Zia R., Saleemi F., Naseem S., Kayani Z. Study the efficiency of single crystal CdTe/ZnCdS solar cell at various temperatures and illumination levels // Energy Reports. - 2015. - 1. - P. 58–61.
2. Kartopu G., Clayton A. J., Brooks W. S. M. et al. Effect of window layer composition in $Cd_{1-x}Zn_xS/CdTe$ solar cells // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. - 2012. – 20, №1. - P. 6–11.
3. Dobrozhan O., Opanasyuk A., Kolesnyk M., Demydenko M., Cheong H. Substructural investigations, Raman and FTIR spectroscopies of nanocrystalline ZnO films H. deposited by pulsed spray pyrolysis // Phys. Status Solidi A – 2015. – 1-7. – P. 2915–2921.