

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

Влиw температури підкладки на оптичні властивості плівок Zn_2SnO_4

А.О. Салогуб, А.С. Опанасюк, А.А. Возний, О.В. Климов

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

Через низьку вартість отримання, високу оптичну прозорість та низький питомий опір у наш час станат цинку Zn_2SnO_4 (ZTO) розглядається як перспективна альтернатива таким бінарним оксидам металів як ITO, SnO_2 , ZnO. Ця сполука не містить рідкісних і екологічно небезпечних компонентів, елементи, що входять до її складу, широко поширені у земній корі, а вартість їх видобутку невисока. Саме тому цей оксид є перспективним матеріалом прозорої електроніки, оптоелектроніки, сенсорики та геліоенергетики [1].

Використання плівок ZTO як провідного фронтального контакту до тонкоплівкових сонячних елементів на основі гетеропереходу CdTe/CdS дозволило підвищити ефективність перетворення енергії з 13,5% (контакт з SnO_2) до 20,4%. На цей час всі відомі перетворювачі з рекордними параметрами на основі цього гетеропереходу обов'язково містять шар ZTO.

Останім часом зростає потреба в простих та дешевих методах виготовлення плівок оксидів. Одним з таких методів є метод пульсуючого спреї-піролізу. В роботі завдяки цій економічній технології були отримані плівки ZTO. Більш докладно методика нанесення шарів описана в [2]. У якості джерел Zn та Sn виступали 0,25 М пентагідрату тетраклориду олова і 0,5 М гексагідрату нітрату цинку та декілька крапель HNO_3 , як розчинник використовувалася дистильована вода, на кожен реагент, крім азотної кислоти, її приходилося по 10 мл. Плівки були осадженні на скляні підкладки, що попередньо очищувалися етанолом та водою за допомогою ультразвукової ванни. Температура скляних підкладок під час осадження змінювалася в діапазоні температур $T_s = (250-450)^\circ C$.

Подальші дослідження плівок були направлені на вивчення їх оптичних властивостей. За допомогою спектрофотометра Solid Spec-3700 UV-VIS-NIR в діапазоні довжин хвиль $\lambda = (250-1500)$ нм були отримані спектральні залежності коефіцієнта відбиття $R(\lambda)$ та пропускання $T(\lambda)$ [1]. Для вимірювання спектрів відбиття світла використовувалась спеціальна приставка. Вона забезпечувала при зніманні подвійне відбиття світла від поверхні експериментальних зразків, з урахуванням його відбиття від контрольного зразка. Отримані спектральні залежності у подальшому були використані для знаходженню енерго-дисперсійних параметрів плівок ZTO.

Обробці та аналізу підлягали спектральні залежності коефіцієнту заломлення ZTO наведені в [3]. Згідно одноосциляторної моделі Wemple-Didomenico коефіцієнт заломлення n залежить від довжини хвилі, що падає на матеріал, наступним чином:

$$\frac{(n_\infty^2 - 1)}{(n^2 - 1)} = 1 - \left(\frac{\lambda_o}{\lambda} \right)^2 \quad (1)$$

де n – коефіцієнт заломлення, λ – довжина падаючої хвилі, λ_o – середня довжина хвилі осцилятора. Побудувавши залежність $(n^2 - 1)^{-1}$ від λ^{-2} (рис. 1) та врахувавши, що середня міцність зв'язків осцилятора визначається виразом $S_o = \frac{(n_\infty^2 - 1)}{\lambda_o}$ можна отримати значення

параметрів осцилятора. При цьому кут нахилу лінійної ділянки графіка дорівнює $\frac{1}{S_o}$, а точка

перетину прямої з віссю ординат має значення $\frac{1}{S_o \lambda_o^2}$. Аналогічно до наведеного в [3] нами

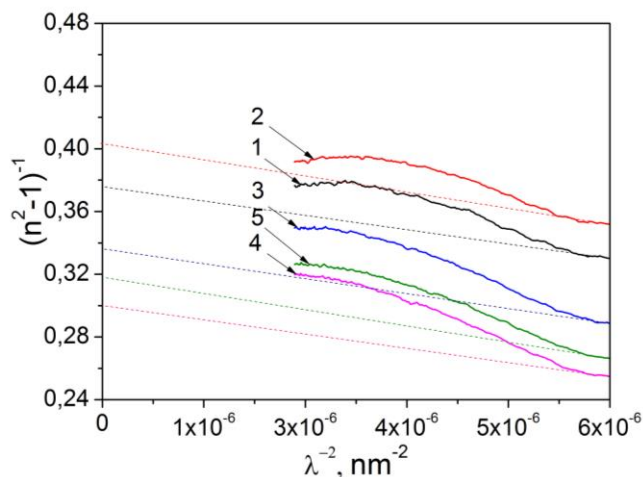


Рисунок 1 – Залежності $(n^2 - 1)^{-1}$ від λ^{-2} при температурі підкладки T_s , °C: 250 (1), 300 (2), 350 (3), 400 (4), 450(5).

також розраховувалася характеристична енергія осцилятора E_∞ , та параметр дисперсії показника заломлення E_∞/S_o .

Результати аналізу рис. 1 систематизовано у таблиці 1. Видно, що дані отримані для плівок, нанесених при різній температурі підкладки, досить добре корелюють між собою. Встановлено, що зі збільшенням температури T_s середня міцність зв'язків осцилятора S_o змінюється немонотонно, у той час як середня довжина хвилі λ_o – збільшується. При цьому розраховане значення n_∞ залишається майже не змінним. Отримані значення параметрів осциляторів є подібними до наведених у [4] для інших напівпровідникових матеріалів.

Таблиця 1 – Оптичні константи ZTO, отримані згідно до одноосциляторної моделі

T_s , °C	$\lambda_o \cdot 10^7$, м	$S_o \cdot 10^{14}$, м ⁻²	E_∞ , eB	$E_\infty/S_o \cdot 10^{-14}$ eB·м ⁻²	n_∞
250	1,01	0,26	12,28	47,23	1,01
300	1,03	0,24	12,07	50,29	1,01
350	1,09	0,25	11,36	45,44	1,01
400	1,12	0,27	11,09	41,07	1,02
450	1,16	0,24	10,72	44,67	1,01

Отримані результати можуть бути використані для подальшого створення оптичних пристроїв на базі плівок станату цинку.

1. *Salohub A.O., Klimov O.V., Opanasyuk A.S. et al.* Morphology, chemical composition and optical properties of Zn₂SnO₄ films obtained by pulsed spray pyrolysis // Proceedings of the International Conference Nanomaterials: Applications and Properties. – 2016. – 5 – pp. 01NTF23-(5).

2. *O. Dobrozhan, A.S. Opanasyuk and D. Kurbatov et.al.* Influence of substrate temperature on the structural and optical properties of crystalline ZnO films obtained by pulsed spray pyrolysis // Surf. Interface Anal. – 2015. – 47 – pp. 601–606.

3. *A.O. Salohub, N.V. Safryuk, A.S. Opanasyuk et.al.* Determination of fundamental optical constant of Zn₂SnO₄ films // Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics. – 2016. – 20 [in press].

4. *M. DiDomenico and S.H. Wemple*, Oxygen-octahedra ferroelectrics. I. Theory of electro-optical and nonlinear optical effects // J. Appl. Phys. – 1969 – 40 – pp. 720–734.