

УДК 539.232:546.48:546.22:546.23

М. А. Созанський, к.х.н.; Р. Р. Гумінілович, к.х.н., доц.; В. Є. Стаднік, к.х.н.; М. В. Шепіда, к.т.н.; О. В. Клапчук; П.Й. Шаповал, д.х.н., проф.
(Національний університет «Львівська політехніка», Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХІМІЧНО СИНТЕЗОВАНИХ ПЛІВОК КАДМІЙ СУЛЬФІДУ-СЕЛЕНІДУ

М. А. Sozanskyi, Ph.D.; R. R. Huminilovych, Ph.D., Assoc. Prof.; V. Ye. Stadnik, Ph.D.; M. V. Shepida, Ph.D.; O. V. Klapchuk; P. Yo. Shapoval, Ph.D., prof.

STUDY OF OPTICAL PROPERTIES OF CHEMICALLY SYNTHESIZED CADMIUM SULPHIDE-SELENIDE FILMS

Плівки твердого розчину заміщення кадмій сульфід-селенід ($\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$) синтезовано на скляних підкладках методом хімічного осадження з водного розчину. Для цього приготовлено робочі розчини шляхом змішування свіжоприготовлених водних розчинів: 0,1 М кадмій хлориду (CdCl_2), 0,25 М тринатрій цитрату ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), 14 М амоній гідроксиду (NH_4OH), 0,5 М тіосечовини ($(\text{NH}_2)_2\text{CS}$) і 0,5 М натрій селеносульфату (Na_2SeSO_3). Молярні співвідношення цих компонентів становили 1 : 40 : 20 : 10 : 0,2–5, відповідно. Змінним параметром синтезу плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ був вміст Na_2SeSO_3 у робочих розчинах. З цією метою було приготовано ряд з п'яти робочих розчинів, у яких молярні співвідношення компонентів $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3$ становили 10 : 0,2, 10 : 0,5, 10 : 1, 10 : 2 та 10 : 5, відповідно. Синтез плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ здійснювався шляхом наливання робочих розчинів у ванни, зануренням скляних підкладок та витримуванням їх протягом 60 хв за температури 70 °С. Після завершення процесу осадження підкладки виймали з ванн, промивали дистильованою водою та сушили на повітрі.

За результатами рентгенофазового аналізу зразків плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, виконаного на дифрактометрі Aeris Research (PANalytical), встановлено, що зразки є однофазними та містять кубічну фазу, яка належить до структурного типу ZnS. Дифракційні піки цієї фази займали проміжне положення між теоретичними піками кубічних фаз CdS і CdSe, що вказує на утворення твердого розчину заміщення $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$.

Виміряно спектри оптичного пропускання плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ ($T(\lambda)$) на спектрофотометрі XION 500 (Dr. Lange) у діапазоні довжин хвиль (λ) від 340 до 900 нм. Отримані спектри наведено на Рис. 1. Встановлено, що пропускання (T) плівок зростає зі збільшенням довжини хвилі, починаючи від 340 нм, із різким підвищенням біля 500 нм для плівки $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, синтезованої з робочого розчину зі співвідношенням $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3 = 10 : 0,2$. З переходом до робочих розчинів з більшим вмістом Na_2SeSO_3 (співвідношення 10 : 0,5, 10 : 1, 10 : 2 та 10 : 5) різке підвищення оптичного пропускання плівок зміщується до ~ 600 нм. Ця зміна супроводжується також переходом кольору плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ від жовто-оранжевого до червоного. Після різкого підвищення оптичне пропускання плівок дещо зменшується, а потім залишається майже незмінним.

За отриманими спектрами $T(\lambda)$ (Рис. 1) побудовано залежності у координатах $(\alpha \cdot h\nu)^2 - h\nu$ (Рис. 2). На основі цих залежностей, за допомогою дотичних, визначено значення оптичної ширини забороненої зони (E_g) плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, аналогічно до методу, описаного в літературі [1]. Встановлено, що величина E_g становить 2,35 еВ для плівки $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, синтезованої з робочого розчину зі співвідношенням $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3 = 10 : 0,2$. З переходом до робочих розчинів з більшим вмістом Na_2SeSO_3 (співвідношення 10 : 0,5, 10 : 1, 10 : 2 та 10 : 5) величина E_g плівок поступово зменшується до 2,20, 2,14, 2,07 і 1,94 еВ, відповідно. Отже, величину E_g плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ можна регулювати в певних межах, задаючи відповідні умови їхнього хімічного синтезу.

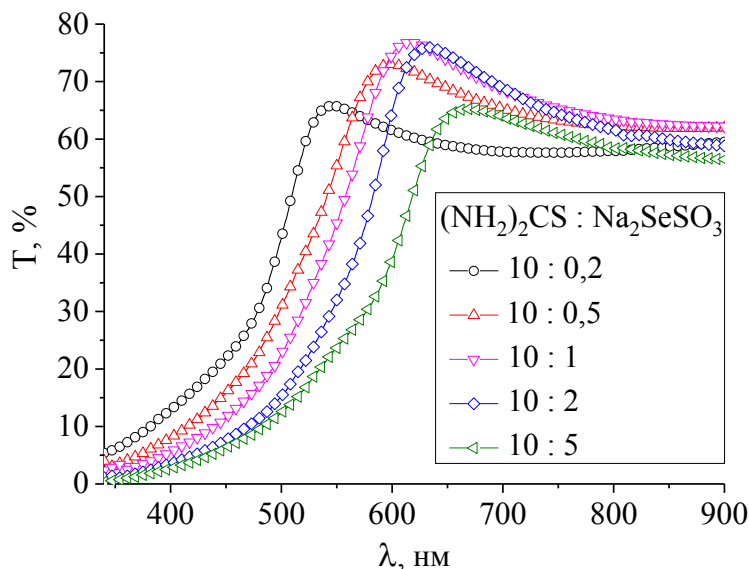


Рисунок 1. Спектри оптичного пропускання $T(\lambda)$ плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, синтезованих з різними молярними співвідношеннями компонентів $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3$

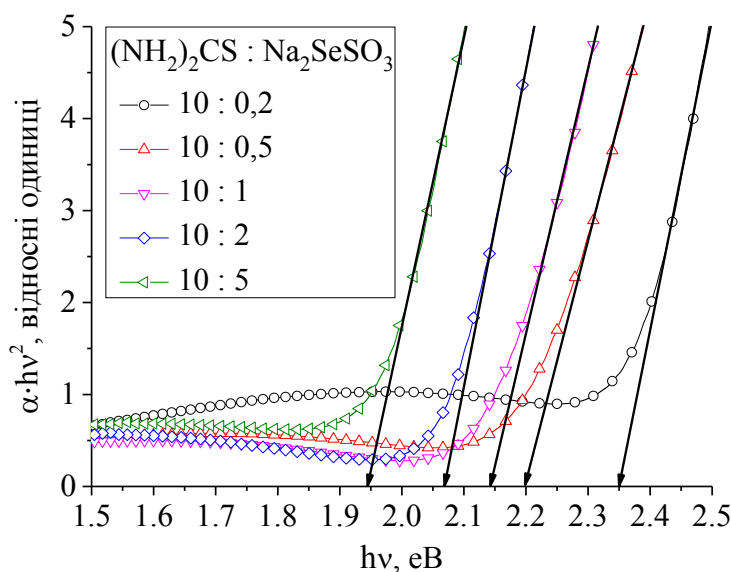


Рисунок 2. Залежності поглинання у координатах $(\alpha \cdot hv)^2 - hv$ плівок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$, синтезованих з різними молярними співвідношеннями компонентів $(\text{NH}_2)_2\text{CS} : \text{Na}_2\text{SeSO}_3$

Дослідження виконано за підтримки Міністерства освіти і науки України в рамках наукової роботи проекту для молодих учених «Теоретичні та експериментальні основи хімічного синтезу модифікованих плівкових напівпровідників типу A^2B^6 для альтернативної енергетики» (номер державної реєстрації 0124U000522).

Література

1. Raval A.V., Shaikh I.A., Jain V.M., Shastri N.M., Patel P.B., Saini L.K., Shah D.V., 2020. Deposition and Characterization of Indium Selenide Thin Films for Opto-electronic Devices. Vol. 12, No. 2, 02010. DOI: [https://doi.org/10.21272/jnep.12\(2\).02010](https://doi.org/10.21272/jnep.12(2).02010).