

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКИХ ПЛІВОК $ZnFe_2O_4$

К. ф.-м. н. Д. П. Козярський, д. ф.-м. н. Е. В. Майструк, к. ф.-м. н. І. П. Козярський,
к. ф.-м. н. І. Г. Орлецький, к. ф.-м. н. М. І. Ілашук, М. В. Коваль

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Україна, м. Чернівці
i.koziarskyi@chnu.edu.ua

Методом спреї-піролізу на скляних підкладках були отримані тонкі плівки $ZnFe_2O_4$ товщиною 300 нм. Із досліджень оптичних коефіцієнтів встановлено, що отримані тонкі плівки є прямозонними. Оптична ширина забороненої зони дорівнює $E_g^{on} = 2,62$ еВ. З електричних досліджень визначено, що тонкі плівки $ZnFe_2O_4$ мають високий питомий поверхневий опір.

Ключові слова: спреї-піроліз, тонкі плівки, оптичні властивості, $ZnFe_2O_4$.

Шпінельні феритові тонкі плівки використовуються в різних пристроях, таких як магнітні датчики, зчитувальні головки для магнітних носіїв інформації, мікрохвильові пристрої, імпульсні джерела живлення, відхилювальні кільця й пристрої спінтроніки. Таке широке застосування шпінельних феритів пояснюється їхньою високою проникністю, великим питомим опором, відносно високою намагніченістю та низькою коерцитивністю. Вони також здатні поглинати електромагнітне випромінювання мікрохвильового діапазону і можуть використовуватися як фотокатализатор при опроміненні видимим світлом.

Серед усіх шпінельних феритових матеріалів $ZnFe_2O_4$ (франклініт) завдяки його нормальній структурі шпінелі має найкращі перспективи застосування. Існує багато доступних методів синтезу тонких плівок $ZnFe_2O_4$, зокрема хімічне осадження з парової фази, центрифугування, термічне випаровування, високочастотне магнетронне напилення та спреї-піроліз [1, 2]. Техніка спреї-піролізу проста і недорога для отримання гомогенних тонких плівок $ZnFe_2O_4$ з великою площею поверхні.

Метою даної роботи було провести дослідження умов отримання якісних плівок $ZnFe_2O_4$ методом спреї-піролізу та визначення їхніх оптичних властивостей.

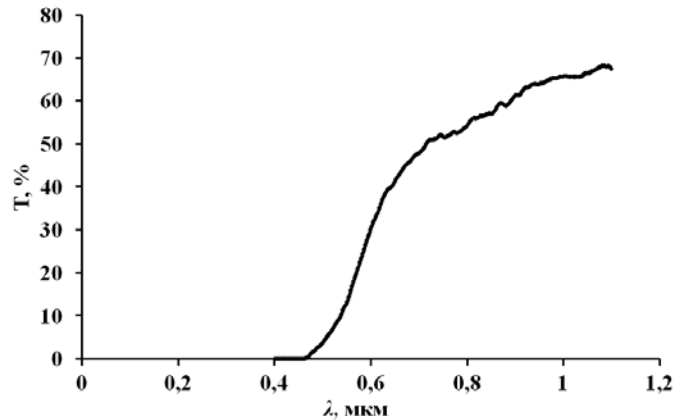
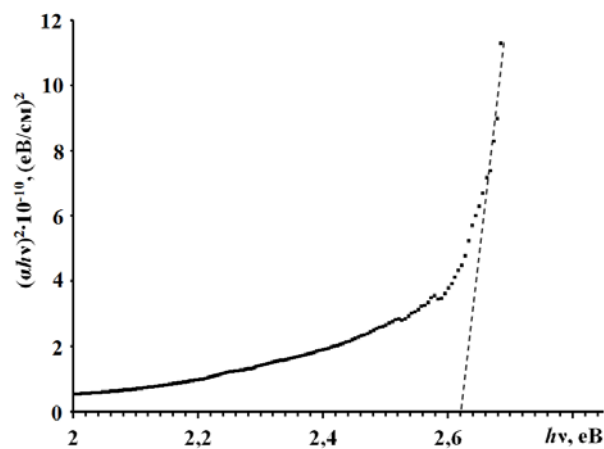
Тонкі плівки $ZnFe_2O_4$ отримували методом спреї-піролізу суміші 0,1 М водних розчинів солей $ZnCl_2 \cdot 2H_2O$ та $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ у співвідношенні Fe/Zn = 2. Температура підкладок становила 350°C. Для одержання плівок товщиною 0,3 мкм розпилювалося 25 мл розчину зі швидкістю 3 — 5 мл/хв. Розпилення відбувалося в умовах атмосферного тиску. Для контролю товщини формувалася сходи́нка.

Товщину тонких плівок визначали за допомогою інтерферометра МІІ-4. Оптичні дослідження проводили за допомогою спектрофотометра СФ-2000 в діапазоні довжини хвилі 0,4 — 1,1 мкм.

Для визначення оптичних коефіцієнтів, використовувався метод, заснований на незалежному вимірюванні коефіцієнтів пропускання та відбивання.

Залежність коефіцієнта пропускання від довжини хвилі наведено на рис. 1. Як видно з рисунку, для отриманих плівок коефіцієнт пропускання $T \approx 50 — 70$ % в діапазоні довжини хвилі $\lambda \approx 0,7 — 1,1$ мкм.

На рис. 2 наведено спектральну залежність $(ahv)^2 = f(hv)$ для плівки $ZnFe_2O_4$. Присутність прямолінійної ділянки поблизу області краю власного поглинання на графіку підтверджує той факт, що процес поглинання квантів світла відбувається за допомогою прямих оптичних переходів. Шляхом екстраполяції цих прямолінійних ділянок визначалась оптична ширина забороненої зони. В результаті було отримано значення $E_g^{on} = 2,62$ еВ для тонких плівок $ZnFe_2O_4$. Отримані у ході досліджень результати корелюють зі значеннями енергії для прямих переходів плівок досліджуваного матеріалу із літературних даних [1, 2].

Рис. 1. Залежність коефіцієнта пропускання від довжини хвилі для тонких плівок ZnFe_2O_4 Рис. 2. Залежність коефіцієнта поглинання від енергії випромінювання для тонких плівок ZnFe_2O_4 в координатах $(\alpha hv)^2 = f(hv)$

Отже, в результаті досліджень було визначено, що отримані тонкі плівки ZnFe_2O_4 мають товщину 300 нм та високий питомий поверхневий опір. З досліджень оптичних коефіцієнтів було встановлено, що отримані тонкі плівки є прямозонними. Оптична ширина забороненої зони дорівнює 2,62 eV.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Salman Sabah A., Bakr Nabeel A., Ismail Rusul K. Study of the effect of annealing on optical properties of ZnFe_2O_4 films prepared by chemical spray pyrolysis method. *International Journal of Thin Film Science and Technology*, 2016, vol. 5, iss. 1, article 5.
2. Sultan M., R Singh. Structural and optical properties of RF-sputtered ZnFe_2O_4 thin films. *Journal of Physics D Applied Physics*, 2009, vol. 42, p. 115306.

D. P. Koziarskyi, E. V. Maistruk, I. P. Koziarskyi, I. G. Orletskyi, M. I. Ilashchuk, M. V. Koval

Optical properties of ZnFe_2O_4 thin films

The spray pyrolysis method is used to obtain ZnFe_2O_4 thin films with a thickness of 300 nm on glass substrates. The studies of optical coefficients allow establishing that the obtained thin films are direct-band films. The optical band gap is $E_g^{op} = 2.62$ eV. Electrical studies show that ZnFe_2O_4 thin films have a high specific surface resistance.

Keywords: spray pyrolysis, thin films, optical properties, ZnFe_2O_4 .