

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2019»,
27–29 травня 2019 р., Львів**

УДК 621.315.592

ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГОВАНИХ НАНОПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ГАЗАХ

Іванна Лазорик

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача
НАН України, lazoryk.iva@gmail.com

На даний час, створення сенсорів газів на основі оксидів металів з високою чутливістю та селективністю представляє великий інтерес, обумовлений необхідністю виявлення та моніторингу у повітрі небезпечних токсичних компонентів в мінімальних концентраціях. Оригінальним матеріалом в цій галузі є оксид цинку (ZnO), який проявляє стабільність на повітрі і є високочутливим до зміни стану навколишнього середовища [1]. Оптичні властивості ZnO визначаються власнодефектною та домішковою структурами. Легування такими домішками як Ga, Mg, Si, In дозволяє регулювати оптичні властивості ZnO в широкому діапазоні через зміну концентрації власних дефектів та домішкових атомів, що є визначальним для використання оксиду цинку як сенсора газів [2]. Ці домішки служать центрами адсорбції, змінюючи при цьому поверхневі адсорбційні електронні стани, що дає змогу підвищити селективність і чутливість детектування адсорбованих газових частинок.

Нанопорошки були отримані за допомогою методу імпульсного лазерного реактивного випаровування мішеней матеріалів [3]. Процес напилення легуючих домішок (Ga, Mg, Si, In) на нанопорошковий оксид цинку проводився з допомогою $YAG:Nd^{3+}$ -лазера. Випромінювання лазера фокусувалося на мішені, яка розмішена у вакуумі (10^{-3} Па). Процес легування проводився шляхом лазерного випаровування легуючої домішки на нанопорошок оксиду цинку. Фотолюмінесцентні дослідження нанопорошкового оксиду цинку проводилися на установці з використанням подвійного монохроматографа ДМР-4. Збудження фотолюмінесценції проводилося з використанням УФ світлодіода з довжиною хвилі 365 нм [2].

На спектрах люмінесценції вихідного та легovanого ZnO , отриманих при кімнатній температурі, спостерігається широка смуга випромінювання у видимій області спектру від 450 до 675 нм з максимумом 520 нм та слабке випромінювання з максимумом близько 410-430 нм. Інтенсивність зеленого випромінювання з максимумом 520 нм залежить від концентрації кисневих дефектів та від кількості вільних електронів. Це випромінювання пов'язують з

Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2019», 27–29 травня 2019 р., Львів

рекомбінацією електронів в однократно іонізованих кисневих вакансіях (V_O^\bullet) з фотогенерованими дірками в зоні валентності:



Тому, вважається, що центрами люмінесценції, які спричиняють зелене випромінювання з максимумом 520 нм в ZnO є однократно іонізовані кисневі вакансії. Емісію близько 410-430 нм пояснюють внутрішніми дефектами, такими як міжвузловий цинк (Zn_i) та вакансія цинку (V_{Zn}). Ймовірно, має місце збіднення Zn біля поверхні, що відповідає наявності вакансій цинку Zn_i . Відповідно, максимумом 430 нм спричинений рекомбінацією між енергетичними рівнями Zn_i та V_{Zn} [4].

Обговорюється вплив середовища на інтенсивність люмінесценції оксиду цинку, а саме повітря, чадного газу та вакууму.

1. Sol Kim, R.M. Dulanga S. Somaratne, James E. W. Effect of adsorption on the photoluminescence of zinc oxide nanoparticles // J. Phys. Chem. C. – 2018. – №122 (33). – P. 18982–18994.
2. Bobitski Ya. V., Bovhyra R. V., Popovych D. I., Savka S. S., Serednytski A. S., Shevchuk V. N., Venhryn Yu. I. The influence of surface doping on adsorption ability of nanopowder metal oxides for gas sensors // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2017. – №5. – P. 05008(4).
3. Котлярчук Б. К., Миронюк І. Ф., Попович Д. І., Середницький А. С. Одержання нанопорошкових окисних матеріалів та дослідження їх люмінесцентних властивостей // Physics and chemistry of solid state. – 2006. – № 3. – V. 7. – P. 490–494.
4. McCluskey M. D., Jokela S. J. Defects in ZnO // Journal of applied physics. – 2009. – № 106. – P. 071101.

PHOTOLUMINESCENT PROPERTIES DOPED NANOPOWDER MATERIALS IN GAS

This article describes the photoluminescent properties of zinc oxide, which appears stable in air. The compound is interesting for the creation of sensors of gases with high sensitivity and selectivity for detecting and monitoring in the air hazardous toxic components in minimal concentrations.

Nanopowders were obtained by the method of pulsed laser reactive evaporation of the target materials. On the received photoluminescence spectra of ZnO obtained at room temperature, a broad band of emission is observed in the visible range of the spectrum from 450 to 675 nm with a maximum of 520 nm and a weak emission with a maximum of about 410-430 nm. The influence of the medium on the luminescence intensity of zinc oxide (air, carbon monoxide and vacuum) is discussed.