

## Електричні та люмінесцентні характеристики світлодіодів ультрафіолетового випромінювання 365 нм при $T = 77$ К.

В.П. Велешук<sup>1</sup>, О.І. Власенко<sup>1</sup>, З.К. Власенко<sup>1</sup>, І.В. Петренко<sup>2</sup>, Є.В. Малий<sup>2</sup>,  
М.П. Киселюк<sup>3</sup>, О.В. Шефер<sup>4</sup>, В.В. Борщ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України,  
проспект Науки 41, Київ 03680, Україна*

<sup>2</sup>*Інститут ядерних досліджень НАН України,  
Проспект Науки 47, Київ 03028, Україна*

<sup>3</sup>*Подільський спеціальний навчально-реабілітаційний соціально-економічний коледж,  
вул. Годованця 13, Кам'янець-Подільський 32300, Україна*

<sup>4</sup>*Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка  
проспект Першотравневий 24, Полтава 36011, Україна*

Світлодіоди ультрафіолетового випромінювання (УФ СД) з максимумом довжини хвилі 365 нм мають широке коло застосувань. Це флуоресцентна мікроскопія в медицині та біології, люмінесцентний аналіз, полімеризація та багато іншого [1]. Однак InGaN/AlGaIn/GaN гетероструктури УФ світлодіодів мають ряд недоліків: це небажані тунельні ефекти та жовта електролюмінесценція (ЕЛ) від дефектів [2], яка створює проблеми при люмінесцентному аналізі. Дані проблеми зумовлені наявністю системи мілких та глибоких енергетичних рівнів різноманітних дефектів та легуючих домішок в активній області широкозонної гетероструктури та в підсумку призводять до зниження ККД і втрат корисного УФ-випромінювання. При цьому слід зазначити, що вартість одиниці оптичної потужності УФ СД 365 нм майже на два порядки більша за вартість одиниці оптичної потужності звичайного СД 465 нм.

Очевидно, що процеси струмопереносу та рекомбінації на глибоких рівнях (ГР) дефектів та легуючих домішок в УФ СД сильно залежать від температури. ГР впливають на електричні та люмінесцентні властивості УФ СД, проте ВАХ та спектри видимої, паразитної люмінесценції в УФ СД при  $T = 77$  К вивчені недостатньо. Тому вивчення ефектів, пов'язаних з ГР є актуальним. В роботі вивчено ВАХ та електролюмінесценцію InGaN/AlGaIn/GaN СД УФ випромінювання ( $\lambda = 365$  нм) при температурі 77...200 К.

Встановлено, що в УФ СД 365 нм при  $T = 77$  К вольт-амперна характеристика має  $S$ -тип, а ділянка від'ємного диференційного опору (ВДО) виникає за рахунок переходу від монополярного (електронного) режиму інжекції до біполярного та зникає при температурі близько 187 К. По ВАХ  $S$ -типу при  $T = 77$ -200 К визначено концентрацію та енергію іонізації глибоких центрів.

Виявлено та пояснено ефект – при нарузі початку ВДО в УФ СД виникають осциляції струму та відповідно інтенсивності електролюмінесценції, частота яких зростає при збільшенні стабілізованого струму. При зростанні стабілізованого струму на ділянці ВДО відбувається різке лінійне зростання інтенсивності жовтої, дефектної смуги електролюмінесценції за рахунок інжекції дірок та рекомбінації на глибоких рівнях.

1. M. Kneissl. A brief review of III-Nitride UV emitter technologies and their applications. Ch. 1, in the III-Nitride Ultraviolet Emitters: Technology and Applications, Springer – 2016. – P. 1-25.

2. В.П. Велешук, О.І. Власенко, З.К. Власенко, Д.М. Хміль, О.М. Камуз, І.В. Петренко, В.П. Тартачник, О.В. Шульга, В.В. Борщ. Видима люмінесценція InGaIn/GaN світлодіодів ультрафіолетового випромінювання 365 нм // Журнал нано- та електронної фізики. – 2017. – Т. 9, № 5. – с. 05031-1-5.