

**М. Є. Чумак<sup>1,\*</sup>, П. Г. Литовченко<sup>2</sup>, І. В. Петренко<sup>2</sup>,  
Д. П. Стратілат<sup>2</sup>, В. П. Тартачник<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна*

<sup>2</sup> *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

\*Відповідальний автор: m.ye.chumak@npu.edu.ua

### **ВЛАСТИВОСТІ ВИХІДНИХ ТА ОПРОМІНЕНИХ ФОСФІДО-ГАЛІЄВИХ СВІТЛОДІОДІВ**

Досліджено спектральні особливості вихідних та опроміненних електронами з енергією  $E = 2$  MeV світлодіодів (СД) GaP. Виявлено лінії рекомбінації екситона, зв'язаного на ізоелектронному центрі N та на парних комплексах  $NN_1$ . Проаналізовано зміну спектрального складу випромінювання при проходженні ділянки від'ємного диференціального опору. Одержано дозові залежності інтенсивності свічення для зелених GaP(N) та червоних GaP(Zn-O) СД. Встановлено максимально-критичну дозу опромінення, після якої СД втрачає властивий йому екситонний механізм випромінювання. Наведено результати відпалу опроміненого СД.

*Ключові слова:* GaP, світлодіод, опромінення, спектральні характеристики, вольт-амперні характеристики, електролюмінесцентні характеристики.

**M. Ye. Chumak<sup>1,\*</sup>, P. G. Lytovchenko<sup>2</sup>, I. V. Petrenko<sup>2</sup>, D. P. Stratilat<sup>2</sup>, V. P. Tartachnyk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Drahomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup> *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

\*Corresponding author: m.ye.chumak@npu.edu.ua

### **PROPERTIES OF ORIGINAL AND IRRADIATED PHOSPHIDE-GALLIUM LEDs**

Spectral features of the original and irradiated with electrons with  $E = 2$  MeV GaP light emitting diodes (LEDs) were studied. Recombination lines of the exciton bound on the N isoelectronic center and on the pair complexes  $NN_1$  were detected. The change in the spectral composition of radiation when passing through a section of negative differential resistance is analyzed. Dose dependences of luminescence intensity were obtained for green GaP(N) and red GaP(Zn-O) LEDs. The maximum critical radiation dose was established, after which the LEDs lost their characteristic exciton emission mechanism. The results of the annealing of irradiated LEDs are given.

*Keywords:* GaP, light emitting diodes, irradiation, spectral characteristics, current-voltage characteristics, electroluminescent characteristics.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES**

1. M.B. Diaz. Design, fabrication, characterization, and analysis of wide band gap gallium phosphide solar cells and gallium phosphide on silicon. Thesis for the degree of Master of Science in Electrical and Computer Engineering (USA, University of Delaware, 2011) 51 p.
2. A.S. Gudovskikh et al. Study of GaP/Si heterojunction solar cells. *Energy Procedia* 102 (2016) 56.
3. S. John. Different types of in light emitting diodes (LED) materials and challenges – A brief review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology* 6(IV) (2018) 4418.
4. V. Neplokh et al. Red GaPAs/GaP nanowire-based flexible light-emitting diodes. *Nanomaterials* 11(10) (2021) 2549.
5. H. Jussila. Integration of GaAsP based III-V compound semiconductors to silicon technology. Doctoral thesis (Finland, Aalto University, 2014) 88 p.
6. P.K. Mohseni et al. Structural and optical analysis of GaAsP/GaP core-shell nanowires. *Journal of Applied Physics* 106 (2009) 124306.
7. O. Arif et al. GaAs/GaP superlattice nanowires: growth, vibrational and optical properties. *Nanoscale* 15 (2023) 1145.
8. D.J. Wilson et al. Integrated gallium phosphide nonlinear photonics. *Nature Photonics* 14 (2020) 57.
9. D. Khmelevskaia et al. Directly grown crystalline gallium phosphide on sapphire for nonlinear all-dielectric nanophotonics. *Appl. Phys. Lett.* 118 (2021) 201101.
10. D. Riabov et al. Subwavelength Raman laser driven by quasi bound state in the continuum. *arXiv:2307.10850*.
11. Л.Н. Никитина, С.В. Обухов, В.Г. Тютюрев. Междолинное рассеяние электронов на фононах в кристаллах  $A^{III}B^V$ . *Научно-технические ведомости СПбГПУ* 2 (2009) 34. / L.N. Nikitina, S.V. Obukhov, V.G. Tyuterev. Intervalley scattering of electrons on phonons in  $A^{III}B^V$  crystals. *Nauchno-Tekhnicheskie Vedomosti of the St. Petersburg Polytechnic University* 2 (2009) 34. (Rus)

12. А. Берг, П. Дин. *Светодиоды*. Пер. с англ. Под ред. А.Э. Юновича (Москва, Мир, 1979) 686 с. / A. Berg, P. Din. *Light-Emitting Diodes*. Transl. from English. A.E. Yunovich (Ed.) (Moskva, Mir, 1979) 686 p. (Rus)
13. О.В. Конорева та ін. *Вплив дефектів структури на фізичні властивості окремих напівпровідникових сполук  $A^{III}B^V$*  (Київ: Наук. думка, 2021) 200 с. / O.V. Konoreva et al. *Influence of Structure Defects on the Physical Properties of Individual Semiconductor Compounds  $A^{III}B^V$*  (Kyiv: Naukova Dumka, 2021) 200 p. (Ukr)
14. Ф.П. Коршунов, Г.В. Гатальский, Г.М. Иванов. *Радиационные эффекты в полупроводниковых приборах* (Минск: Наука и техника, 1978) 231 с. / F.P. Korshunov, G.V. Gatalsky, G.M. Ivanov. *Radiation Effects in Semiconductor Devices* (Minsk: Nauka i Tekhnika, 1978) 231 p. (Rus)
15. Е.Ю. Брайловский и др. Дефекты в GaP, облученном электронами. ФТП 9(4) (1975) 769. / E.Y. Brailovsky et al. Defects in GaP irradiated by electrons. Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov 9(4) (1975) 769. (Rus)

Надійшла / Received 26.04.2024