

О. П. Будник¹, Р. М. Вернидуб², О. І. Кириленко^{2*}, П. Г. Литовченко³,
О. І. Радкевич⁴, Д. П. Стратілат³, В. П. Таргачник³

¹ Інститут фізики НАН України, Київ, Україна

² Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, Україна

³ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

⁴ Науково-дослідний інститут мікроприладів НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: etfa@ukr.net

ДЕГРАДАЦІЙНО-ВІДНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ ОПРОМІНЕНИХ СВІТЛОДІОДІВ GaP

Досліджувались гомоперехідні вихідні та опромінені електронами $E = 2 \text{ MeV}$ $\Phi = 5,9 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2} \div 8,2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ світлодіоди GaP. Вивчався вплив радіаційної обробки на їхні електричні та оптичні характеристики; наведено результати ізохронного відпалу опромінених зразків; проаналізовано наслідки високотемпературного відпалу вихідних діодів. Виявлено особливості формування вольт-амперних характеристик червоних світлодіодів, легованих Zn, O та зелених, легованих N, при зворотному зміщенні, а також особливості відновлення величини зворотного струму при відпалі обох видів світлодіодів.

Ключові слова: GaP, світлодіод, електричні та оптичні характеристики, вольт-амперні характеристики.

О. Р. Budnyk¹, R. M. Vernydub², O. I. Kyrylenko^{2*}, P. G. Lytovchenko³, O. I. Radkevych⁴,
D. P. Stratilat³, V. P. Tartachnyk³

¹ Institute of Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Dragomanov National Pedagogical University, Kyiv, Ukraine

³ Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

⁴ SE "SRI of Microdevices", National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: etfa@ukr.net

DEGRADATION AND RECOVERY FEATURES OF IRRADIATED GaP LEDs

The homo-transitional initial and irradiated by electrons with $E = 2 \text{ MeV}$, $F = 5.9 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2} \div 8.2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ GaP LEDs were studied. The effect of radiation treatment on their electrical and optical characteristics was studied; the results of isochronous annealing of irradiated samples are given; the consequences of high-temperature annealing of output diodes are analyzed. Peculiarities of the formation of the current-voltage characteristics of red LEDs doped with Zn, O, and green LEDs doped with N under reverse bias, as well as features of the recovery of the reverse current during annealing of both types of LEDs, are revealed.

Keywords: GaP, light-emitting diode (LED), electrical and optical characteristics, current-voltage characteristics.

REFERENCES

1. Taku Ogawa et al. Highly Efficient Photon Upconversion in Self-Assembled Light-Harvesting Molecular Systems. *Scientific Reports* 5 (2015) 10882.
2. S. Hammersley et al. Effects of quantum well growth temperature on the recombination efficiency of InGaN/GaN multiple quantum wells that emit in the green and blue spectral regions. *Appl. Phys. Lett.* 107 (2015) 132106.
3. M.A. Maur et al. Efficiency Drop in Green InGaN/GaN Light Emitting Diodes: The Role of Random Alloy Fluctuations. *Phys. Rev. Lett.* 116 (2016) 027401.
4. T. Wang. Topical Review: Development of overgrown semi-polar GaN for high efficiency green/yellow emission. *Semicond. Sci. Technol.* 31 (2016) 093003.
5. D. Schiavon et al. Wavelength-dependent determination of the recombination rate coefficients in single-quantum-well GaInN/GaN light emitting diodes. *Phys. Stat. Sol. B* 250 (2013) 283.
6. F. Rahman. *The Shrinking Green GaP: Trends in Solid-State Green Matters, 2021, Photonics Media.*
7. A. Dobrovolsky et al. Optical Studies and defect properties of GaP/GaN core/shell nanowires. *Nanoscale Research Letters* 8 (2013) 239.
8. D. Sandip et al. Deep Level Studies in High-Resistive Gallium Phosphide Single Crystals. *ECS Journal of Solid State Science and Technology* 5 (2016) 3059.
9. Cher Ming Tan et al. Systematic Root Cause Analysis for GaP Green Light LED Degradation. *IEEE Transactions Device and Materials Reliability* 13 (2013) 156.

10. L. Peternai et al. Investigation of GaN_xP_{1-x}/GaP LED structure optical properties. [Journal of Electronic Materials](#) 35 (2006) 654.
11. Alan G. Stanley et al. Comparison of Light Emitting Diodes in a Space Radiation Environment. [IEEE Transactions on Nuclear Science](#) 17 (1970) 239.
12. O.V. Konoreva et al. *Influence of Structural Defects on the Physical Properties of Individual $A^{III}B^V$ Semiconductor Compounds* (Kyiv: Naukova Dumka, 2021) 199 p. (Ukr)
13. B.H. Rose et al. Proton damage effects on light emitting diodes. [Journal of Applied Physics](#) 53 (1982) 1772.
14. R.M. Vernydub et al. Spectral characteristics of initial and irradiated GaAsP LEDs. [Yaderna Fizyka ta Energetyka \(Nucl. Phys. At. Energy\)](#) 22 (2021) 143. (Ukr)
15. R.M. Vernydub et al. Degradation-Reduction Features of Electrophysical Characteristics of Irradiated Gallium Phosphide Light-Emitting Diodes. [Acta Physica Polonica A](#) 140 (2021) 141.
16. F. Schubert. LEDs. Transl. from English by A.E. Yunovich (Moskva: Fizmatlit, 2008) 496 p. (Rus)
17. G. Gaydar et al. About bond model of S-type negative differential resistance in GaP LEDs. [Superlattices and Microstructures](#) 104 (2017) 316.
18. E.Yu. Brailovskii et al. Introduction and Annealing of Defects in GaP upon electron irradiation. In: [Int. Conf. on Lattice Defects in Semiconductors \(AED-Conf--74-328-021\)](#) (1974).
19. E.Yu. Braulovsky et al. Defects in GaP electron-irradiated. [Fizika i Tekhnika Poluprovodnikov](#) 9 (1975) 769. (Rus)

Надійшла/Received 09.06.2022