

О. І. Кириленко^{1,*}, П. Г. Литовченко², О. В. Мельниченко³,
Ю. Б. Мирошніченко¹, Д. П. Стратілат², В. П. Тартачник²

¹ Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна

² Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

³ Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: o.i.kyrylenko@udu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОДІОДІВ GaAsP. ЯВИЩЕ ГІСТЕРЕЗИСУ

Наведено результати досліджень електрофізичних характеристик світлодіодів (СД) GaAsP в інтервалі 77 ÷ 300 К. Обговорюються механізми протікання струму на різних ділянках вольт-амперної характеристики (ВАХ), а також роль фактора екранування внутрішніх полів кристала вільними носіями. Виявлено формування гістерезисної петлі на ВАХ діода у межах області від'ємного диференційного опору (ВДО), проаналізовано можливі причини виникнення кожної ділянки. Визначено величину енергії активації процесу переходу СД у стан ВДО. Встановлено, що під час опромінення електронами з енергією 2 МеВ при температурі, що не перевищує кімнатну, у СД GaAsP спостерігається зростання коефіцієнта неідеальності.

Ключові слова: GaAsP, світлодіод, від'ємний диференційний опір, електрофізичні характеристики, явище гістерезису.

О. Kyrylenko^{1,*}, P. Lytovchenko², O. Melnychenko³,
Yu. Myroshnichenko¹, D. Stratilat², V. Tartachnyk²

¹ Drahomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

² Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³ L. V. Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: o.i.kyrylenko@udu.edu.ua

FEATURES OF THE ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF GaAsP LIGHT-EMITTING DIODES. HYSTERESIS PHENOMENON

The results of studies of the electro-physical characteristics of GaAsP light-emitting diodes (LEDs) in the temperature range of 77–300 K are presented. The mechanisms of current flow in different regions of the I–V characteristic and the role of screening of internal crystal fields by free carriers are discussed. The formation of a hysteresis loop in the I–V characteristic of the diode within the region of negative differential resistance is revealed, and possible causes for each section are analyzed. The activation energy of the transition process of the LED to the VDO state is determined. It is established that irradiation of GaAsP LEDs is accompanied by an increase in the non-ideality coefficient.

Keywords: GaAsP, LED, negative differential resistance, electro-physical characteristics, hysteresis phenomenon.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. T.J. Grassman et al. Characterization of metamorphic GaAsP/Si materials and devices for photovoltaic applications. *IEEE Trans. Electron Devices* 57(12) (2010) 3361.
2. M. Asadolahi Baboli. Catalyst-free Heteroepitaxy of III-V Semiconductor Nanowires on Silicon, Graphene, and Molybdenum Disulfide. Thesis (Rochester Institute of Technology, 2020) 190 p.
3. C.-Y. Hong et al. Photon recycling characteristics of InGaAs/GaAsP multiple quantum well solar cells incorporating a spectrally selective filter and distributed Bragg reflector. *Opt. Express* 27(25) (2019) 36046.
4. O. Arif et al. GaAs/GaP superlattice nanowires: growth, vibrational and optical properties. *Nanoscale* 15 (2023) 1145.
5. S. John. Different types of in light emitting diodes (LED) materials and challenges - A Brief Review. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.* 6(4) (2018) 4418.
6. B.K. Taryal, A.H. Cherin. Optical Fiber Communications. In: *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. 3rd ed. Vol. A (San Diego, CA: Academic Press, 2001) p. 271.
7. B. Kim et al. GaAsP/Si tandem solar cells: Realistic prediction of efficiency gain by applying strain-balanced multiple quantum wells. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 180 (2018) 303.
8. B.L. Soporì, W.S.C. Chang. Propagation characteristics of GaAsP heterostructure waveguides for 1.06 μm and 0.905 μm wavelengths: an evaluation. *Appl. Opt.* 15(3) (1976) 789.
9. R. Buß et al. 8×8 GaAsP/GaP led arrays fully integrated with 64 channel Si-driver circuits. In: G.A. Lampropoulos, R.A. Lessard (Eds.) *Applications of Photonic Technology 2* (Boston, MA., Springer, 1997).

10. N. Li et al. Monolithic III–V on silicon plasmonic nanolaser structure for optical interconnects. *Sci. Rep.* 5 (2015) 14067.
11. Z. Zhou, B. Yin, J. Michel. On-chip light sources for silicon photonics. *Light: Sci. Appl.* 4 (2015) 358.
12. M.A. Tran et al. Extending the spectrum of fully integrated photonics to submicrometre wavelengths. *Nature* 610 (2022) 54.
13. M. Loi et al. Challenges and opportunities of light-emitting diode (LED) as key to modulate antioxidant compounds in plants. A Review. *Antioxidants* 10(1) (2021) 42.
14. F. Garsia et al. Damage constant and deep-level transient spectroscopy in neutron irradiated GaAsP alloys. *J. Electron. Mater.* 15 (1986) 133.
15. A.H. Johnston, T.F. Miyahira. Characterization of proton damage in light-emitting diodes. *IEEE Trans. Nucl. Sci.* 47(6) (2000) 2500.
16. І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук. *Загальний курс фізики*. Т. 3. Оптика. Квантова фізика (Київ: Техніка, 2006) 518 с. / I.M. Kucheruk, I.T. Horbachuk. *General Course of Physics. Vol. 3. Optics. Quantum Physics* (Kyiv: Tekhnika, 2006) 518 p. (Ukr)
17. S.I. Rybchenko et al. Polarization properties of Raman scattering by surface phonon polaritons in GaAsP nanowires. *J. Phys. D* 54(47) (2021) 475109.
18. P.K. Mohseni et al. Structural and optical analysis of GaAsP/GaP core-shell nanowires. *J. Appl. Phys.* 106 (2009) 124306.
19. J.I. Pankove. *Optical Processes in Semiconductors* (New York: Courier Corporation, 1975) 422 p.
20. O. Konoreva et al. Peculiarities of optical absorption near-edge in irradiated GaP:Te. *Funct. Mater.* 17(1) (2010) 80.
21. E.F. Schubert. *Light-Emitting Diodes*. 3rd ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 2018) 672 p.
22. S.M. Sze, Y. Li, K. K. Ng. *Physics of Semiconductor Devices*. 4th ed. (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2021) 944 p.
23. Р.М. Вернидуб та ін. Спектральні характеристики вихідних та опромінених світлодіодів GaAsP. *Ядерна фізика та енергетика* 22(2) (2021) 143. / R.M. Vernydub et al. Spectral characteristics of initial and irradiated GaAsP LEDs. *Nucl. Phys. At. Energy* 22(2) (2021) 143. (Ukr)
24. П.І. Баранський, В.П. Клочков, І.В. Потыкевич. *Полупроводниковая электроника*. Справочник (Київ: Наук. думка, 1975) 704 с. / P.I. Baransky, V.P. Klochkov, I.V. Potykevich. *Semiconductor Electronics. Handbook* (Kyiv: Naukova Dumka, 1975) 704 p. (Rus)
25. A.A. Bergh, P.J. Dean. *Light-Emitting Diodes* (Oxford: Clarendon Press, 1976) 591 p.

Надійшла / Received 27.10.2025