

**Т. І. Мосюк^{1,*}, Р. М. Вернидуб¹, П. Г. Литовченко²,
М. Б. Пінковська², Д. П. Стратілат², В. П. Таргачник²**

¹ Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна

² Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: t.i.mosiuk@npu.edu.ua

НЕГАТИВНИЙ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ ОПІР І СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХІДНИХ ТА ОПРОМІНЕНИХ ЕЛЕКТРОНАМИ (З $E = 2$ MeV) СВІТЛОДІОДІВ $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$

Досліджено електрофізичні та випромінювальні характеристики вихідних і опромінених електронами з енергією $E = 2$ MeV світлодіодів GaAsP . Наведено результати вимірювань вольт-амперних характеристик в інтервалі 77 - 300 К. У межах 180 - 77 К виявлено ділянку від'ємного диференціального опору. Визначено основні характеристичні параметри випромінювання світлодіодів. Обговорюються наслідки впливу радіаційних дефектів на випромінювальну здатність та квантовий вихід досліджуваних структур.

Ключові слова: GaAsP , світлодіод, від'ємний диференційний опір, вольт-амперні характеристики.

**T. I. Mosiuk^{1,*}, R. M. Vernydub¹, P. G. Lytovchenko²,
M. B. Pinkovska², D. P. Stratilat², V. P. Tartachnyk²**

¹ *Drahomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine*

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

*Corresponding author: t.i.mosiuk@npu.edu.ua

NEGATIVE DIFFERENTIAL RESISTANCE AND SPECTRAL CHARACTERISTICS OF ORIGINAL AND ELECTRON-IRRADIATED (with $E = 2$ MeV) $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ LEDs

The electrophysical and radiation characteristics of the original and irradiated electrons with $E = 2$ MeV GaAsP light emitting diodes were studied. The results of measurements of current-current characteristics in the range of 77 - 300 K are given. In the range of 180 - 77 K, a region of negative differential resistance was detected. The main characteristic parameters of light emitting diodes radiation are determined. The consequences of the effect of radiation defects on the emissivity and quantum yield of the studied structures are discussed.

Keywords: GaAsP , light emitting diodes, negative differential resistance, current-current characteristics.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. С.А. Гаряинов, И.Д. Абезгауз. *Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением* (Москва: Энергия, 1970) 320 с. / S.A. Garyainov, I.D. Abezgauz. *Semiconductor Devices with Negative Resistance* (Moskva: Energia, 1970) 320 p. (Rus)
2. И.М. Викулин, В.И. Стафеев. *Физика полупроводниковых приборов* (Москва: Радио и связь, 1990) 296 с. / I.M. Vikulin, V.I. Stafeev. *Physics of Semiconductor Devices* (Moskva: Radio i Svyaz, 1990) 296 p.
3. S. Shin, I.M. Kang, K.R. Kim. Negative differential resistance devices with ultra-high peak-to-valley current ratio and its multiple switching characteristics. *Journal of Semiconductor Technology and Science* 13(6) (2013) 546.
4. J.J. Guttman et al. Negative differential resistance in polymer tunnel diodes using atomic layer deposited, TiO_2 tunneling barriers at various deposition temperatures. *Organic Electronics* 47 (2017) 228.
5. E.D. Prokhorov, O.V. Botsula. Negative differential conductivity semiconductor diode with resonance-tunnel border. In: *International Kharkov Symposium on Physics and Engineering of Microwaves, Millimeter and Submillimeter Waves*. Kharkiv, Ukraine, June 21 - 26, 2010 (Kharkiv, 2010) p. 1.
6. D.K. Roy. *Tunnelling and Negative Resistance Phenomena in Semiconductors*. B.R. Pamplin (Ed.) (New York, Pergamon, 1977) p. 1 - 35.
7. B.R. Pamplin Negative differential conductivity effects in semiconductors. *Contemporary Physics* 11 (1970) 1.
8. В.Т. Шамирзаев та др. Отрицательное дифференциальное сопротивление в мощных лазерных InGaN/GaN -диодах. *Автометрия* 52(5) (2016) 31. / V.T. Shamirzaev et al. Negative differential resistance in high-power InGaN/GaN laser diodes. *Avtometriya* 52(5) (2016) 31. (Rus)
9. С.Г. Новиков и др. Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением на передаточной вольтамперной характеристике. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Физика и электроника 15(6) (2013) / S.G. Novikov et al. Semiconductor devices with negative resistance on transfer voltampere characteristic. *Izvestia Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Fizika i Elektronika* 15(6) (2013). (Rus)
10. O.V. Konoreva et al. The influence of acoustic-dislocation interaction on intensity of the bound exciton

- recombination in initial and irradiated GaAsP LEDs structures. [Superlattices and Microstructures 102 \(2017\) 88](#).
11. O.V. Konoreva et al. Acoustic-stimulated relaxation of GaAs_{1-x}P_x LEDs electroluminescence intensity. [Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics 19\(1\) \(2016\) 034](#).
 12. V.P. Veleschuk et al. Acoustic emission and fluctuations of electroluminescence intensity in light-emitting heterostructures. [Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics 13\(1\) \(2010\) 079](#).
 13. A.I. Vlasenko et al. Fluctuations of current, electroluminescence and acoustic emission in light-emitting A³B⁵ heterostructures. [Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics 11\(3\) \(2008\) 230](#).
 14. V. Neplokh et al. Red GaPAs/GaP nanowire-based flexible light-emitting diodes. [Nanomaterials 11\(10\) \(2021\) 2549](#).
 15. P.K. Mohseni et al. Structural and optical analysis of GaAsP/GaP core-shell nanowires. [J. Appl. Phys. 106 \(2009\) 124306](#).
 16. O. Arif et al. GaAs/GaP superlattice nanowires: growth, vibrational and optical properties. [Nanoscale 15 \(2023\) 1145](#).
 17. M.A. Baboli. Catalyst-free Heteroepitaxy of III-V Semiconductor Nanowires on Silicon, Graphene, and Molybdenum Disulfide. Thesis for the degree of PhD in Microsystems Engineering. Rochester Institute of Technology (Rochester, New York, 2020) 190 p.
 18. N. Jain, M.K. Hudait. III–V Multijunction Solar Cell Integration with Silicon: Present Status, Challenges and Future Outlook. [Energy Harvesting and Systems 1\(3-4\) \(2014\) 121](#).
 19. K.C. Dimiduk, C.Q. Ness, J.K. Foley. Electron irradiation of GaAsP LEDs. [IEEE Trans. Nucl. Sci. 32\(6\) \(1985\) 4010](#).
 20. A. Ionascut-Nedelcescu et al. Radiation hardness of gallium nitride. [IEEE Trans. Nucl. Sci. 49\(6\) \(2002\) 2733](#).
 21. A.H. Johnston et al. Characterization of proton damage in light-emitting diodes. [IEEE Trans. Nucl. Sci. 47\(6\) \(2000\) 2500](#).
 22. F. Garcia et al. Damage constant and deep-level transient spectroscopy in neutron irradiated GaAsP alloys. [J. Electron. Mater. 15 \(1986\) 133](#).
 23. H. Lischka et al. Radiation effects in optoelectronic devices. In: [Optical Fiber Sensing and Systems in Nuclear Environments. Proc. SPIE 2425, 30 December 1994](#).
 24. 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](#).
 25. G. Gaydar et al. About bond model of S-type negative differential resistance in GaP LEDs. [Superlattices and Microstructures 104 \(2017\) 316](#).
 26. 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)

Надійшла / Received 02.01.2024