

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0221U106816

Державний реєстраційний номер: 0116U008468

Відкрита

Дата реєстрації: 21-12-2021



1. Етапи виконання

Номер етапу: 5

Назва етапу: Аналіз отриманих даних та узагальнення результатів досліджень щодо процесів утворення і трансформації радіаційних дефектів та впливу дефектно-домішкової взаємодії на електрофізичні і структурні властивості елементарних напівпровідників, бінарних сполук і твердих розчинів на їх основі. Прогнозування деградаційних змін характеристик світловипромінюючих приладів у радіаційних полях та пошук шляхів підвищення їх квантового виходу.

Початок етапу: 01-2021

Закінчення етапу: 12-2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 23724640

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: проспект Науки, буд. 47, м. Київ, 03028, Україна

Телефон: 380445252349

Телефон: 380445254463

E-mail: interdep@kinr.kiev.ua

WWW: <http://www.kinr.kiev.ua/>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 23724640

Адреса: проспект Науки, буд. 47, м. Київ, 03028, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380445252349

Телефон: 380445254463

E-mail: interdep@kinr.kiev.ua

WWW: <http://www.kinr.kiev.ua/>

Назва організації: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 00019270

Адреса: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01061, Україна

Підпорядкованість:

Телефон: 380442343243

E-mail: prez@nas.gov.ua

WWW: <http://nas.gov.ua>

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 – договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 6541030

Напрямок фінансування: 2.1 – фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 – кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 899.906 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Дефекти радіаційного і технологічного походження та їхній вплив на властивості напівпровідникових матеріалів і світлодіодних структур

Назва роботи (англ)

Defects of radiation and technological origin and their influence on the properties of semiconductor materials and light-emitting diode structures

Реферат (укр)

Унаслідок опромінення швидкими нейтронами реактора з енергією 2 MeV встановлено зростання ймовірності тунельного пробою в зелених фосфід-галієвих (GaP) світлодіодах та лавинного – в червоних. У результаті опромінення світлодіодних структур арсеніду алюмінію-галію ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$) швидкими нейтронами реактора з енергією 1 MeV виявлено радіаційно-стимульоване зростання прямого струму, зумовлене зменшенням концентрації основних носіїв заряду та часу життя неосновних носіїв унаслідок радіаційного введення пасток. Досліджено оптичні характеристики світлодіодів арсенід-фосфід галію ($\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$) вихідних та опромінених електронами з енергією 2 MeV флюенсами 10^{15} - 10^{16} см⁻². Виявлено значно вищу радіаційну стійкість цих світлодіодів порівняно з їх фосфід-галієвими аналогами. Встановлено подвійний вплив ультразвукової обробки на GaP світлодіоди: з одного боку, руйнування екситонів, зв'язаних на комплексі Zn-O, та формування дислокаційних сіток і рухомих дислокаційних пакетів, котрі є областями безвипромінювальної рекомбінації, а з іншого боку, сприяння відпалу радіаційних дефектів у зразку і зменшенню кількості мікроплазм. Показано перспективність використання ультразвукових хвиль для поліпшення характеристик GaP світлодіодів з високою концентрацією дефектів, особливо опромінених швидкими частинками. Досліджено особливості рельєфу поверхні фосфиду галію, який формується під впливом різних видів радіації. Виявлено на поверхні кристалів GaP, опромінених високоенергетичними електронами, протонами та альфа-частинками, наногорби (нановиступи), форма і розміри яких були специфічними для кожного виду радіації і залежали від маси й енергії частинок. Узагальнено результати досліджень впливу опромінення, термообробки і направленої пружної деформації на властивості монокристалічного p-кремнію. В опроміненому нейтронами кремнії одержано скорочення часу преципітації кисню завдяки додатковому введенню

зародків преципітатів за участі первинних радіаційних дефектів, створених опроміненням.

Реферат (англ)

An increase in the probability of tunneling breakdown in the green GaP light-emitting diodes (LEDs) and avalanche breakdown in the red GaP LEDs was revealed due to irradiation with 2 MeV fast reactor neutrons. As a result of irradiation of LED structures of $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ with 1 MeV fast reactor neutrons, a radiation-stimulated increase in the forward current was revealed, caused by the decrease in the concentration of the majority charge carriers and in the lifetime of minority carriers due to the radiation introduction of traps. The optical characteristics of $\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$ LEDs, initial and irradiated with 2 MeV electrons by fluences of 10^{15} – 10^{16} cm^{-2} , were investigated. Significantly higher radiation hardness of these LEDs was revealed in comparison with their phosphide-gallium counterparts. A twofold influence of ultrasonic treatment on GaP LEDs was established: on the one hand, the destruction of excitons bound on the Zn-O complex and the formation of dislocation networks and mobile dislocation packets, which are regions of nonradiative recombination, and, on the other hand, the promotion of the annealing of radiation defects in the sample and the decrease of the number of microplasmas. It was shown that the use of ultrasonic waves is promising for improving the characteristics of GaP LEDs with a high concentration of defects, especially those irradiated with fast particles. The features of the surface relief of GaP, which is formed under the influence of different types of radiation, were investigated. On the surface of GaP crystals irradiated with high-energy electrons, protons, and alpha particles, nano-hills were found, the shape and size of which were specific for each type of radiation and depended on the mass and energy of the particles. In neutron-irradiated silicon, a reduction in the oxygen precipitation time was obtained due to the additional introduction of precipitate nuclei with the participation of primary radiation defects created by irradiation.

Індекс УДК: 548.571;548.4, 539.21:539.12.04;548:539.12.04;538.95–405:539.12.04, 538.97–405, 548.571; 548.4; 548:539.12.04; 538.97–405

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.11, 29.19.21, 29.19.25

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Узагальнені результати досліджень впливу дефектів радіаційного і технологічного походження на електричні, випромінювальні та структурні властивості елементарних напівпровідників, бінарних сполук і твердих розчинів на їх основі та рекомендації щодо методів відновлення деградованих радіацією характеристик напівпровідникових матеріалів і світлодіодних структур.

Назва продукції (англ): The generalized research results of influence of the radiation and technological origin defects on the electrical, emitting and structural properties of elementary semiconductors, binary compounds and solid solutions based on them and recommendations concerning the methods for reconstructing of the degraded characteristics of semiconductor materials and LED structures after irradiation.

Очікувані результати: Результати досліджень за фундаментальною НДР

Галузь застосування: Радіаційна фізика, фізика твердого тіла

Опис продукції (укр): Показано перспективність використання ультразвукових хвиль для поліпшення характеристик опромінених GaP світлодіодів. Виявлено дифузійно-рекомбінаційний механізм електропровідності у світлодіодах GaAsP при 300 K та перевагу рекомбінаційної компоненти при 77 K. Показано основну роль дифузії вакансій фосфору у відновленні електричних параметрів діодів GaAsP. Одержано залежність ширини забороненої зони $\text{GaAs}_{0,55}\text{P}_{0,45}$ від температури, яка описується співвідношенням Варшні для сполук АЗВ5. Визначено параметр T_1 , який визначає термостійкість роботи GaAsP діодів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: За результатами проведених досліджень показано перспективи використання ультразвукової хвилі для відновлення характеристик деградованих радіацією світлодіодних структур.

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 01.2021–12.2021

Виробник продукції: ІЯД НАН України

Споживачі продукції: ІФН ім. В.Є. Лашкарьова НАН України,, ІФ НАН України,

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

1. Вплив опромінення на електрофізичні параметри світлодіодів GaAsP / Р. М. Вернидуб, О. І. Кириленко, О. В. Конорева та ін. // Ядерна фізика та енергетика. – 2021. – Т. 22, № 1. – С. 56–61.
2. Спектральні характеристики вихідних та опромінених світлодіодів GaAsP / Р. М. Вернидуб, О. І. Кириленко, О. В. Конорева та ін. // Ядерна фізика та енергетика. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 143–148.
3. Gaidar G. P. Electron scattering anisotropy in silicon / G. P. Gaidar, P. I. Baranskii // J. Phys. Stud. – 2021. – Vol. 25, No. 1. – P. 1602 (9 p.).
4. Gaidar G. P. The effect of thermal treatment on the thermoelectric figure of merit of silicon doped using nuclear transmutation / G. P. Gaidar // Surf. Eng. Appl. Electrochem. – 2021. – Vol. 57, No. 4. – P. 425–430.
5. Gaidar G. P. On the question of the influence of the compensation degree on the anisotropy of scattering of charge carriers in n-Si crystals / G. P. Gaidar // VI Intern. Scientific and Practical Conf. «The world of science and innovation» (Jan. 14–16, 2021, London, United Kingdom) : Abstracts. – London : Cognum Publishing House, 2021. – P. 455–462. – 1289 p.
6. Гайдар Г. П. Влияние примесей на параметр анизотропии подвижности в кремнии / Г. П. Гайдар // V Міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційні наукові дослідження: теорія, методологія, практика» (26–27 лютого 2021 р., Київ, Україна) : Збірник наукових публікацій. – Київ : ГО «Інститут інноваційної освіти», 2021. – С. 108–112. – 160 с.
7. Gaidar G. P. Features of defect formation in irradiated silicon with high concentration of carbon and oxygen / G. P. Gaidar // VII Intern. Scientific and Practical Conf. «Modern science and practice» (March 26–27, 2021, Boston, USA) : Abstracts. – European Conference, 2021. – P. 107–108. – 171 с.
8. Світлодіоди на квантових ямах. Особливості, проблеми, перспективи / Р. М. Вернидуб, Г. П. Гайдар, П. Г. Литовченко та ін. // XXVIII щорічна наук. конф. ІЯД НАН України (27 вересня–1 жовтня 2021 р., Київ, Україна) : тези доп. – Київ : Ін-т ядерних досліджень, 2021.
9. Gaidar G. P. Layered distribution of structural defects in silicon irradiated by hydrogen ions / G. P. Gaidar, M. B. Pinkovska, M. I. Starchyk // Proc. of the XVIII Intern. Freik Conf. on Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (ICPTTFN-XVIII) (October 11–16, 2021, Ivano-Frankivsk, Ukraine). – Ivano-Frankivsk : Publisher Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2021. – P. 46. – 388 p.
10. Gaidar G. Mobility anisotropy parameter in the transmutation doped and ordinary silicon crystals / G. Gaidar // VI Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем» (MEICS–2021) (24–26 листопада 2021 р., Дніпро, Україна) : тези доп. – Дніпро, Дніпр. нац. ун-т ім. Олеся Гончара, Кременчук : ПП Щербатих О. В., 2021.
11. Деградаційно-відновні характеристики світлодіодів GaP, GaAsP / А. М. Андреева, О. І. Кириленко, О. В. Конорева та ін. // XXVIII щорічна наук. конф. ІЯД НАН України (27 вересня–1 жовтня 2021 р., Київ, Україна) : тези доп. – Київ : Ін-т ядерних досліджень, 2021.
12. Польовий пробій в опромінених гомопереходах GaP та GaAsP / О. І. Кириленко, О. В. Конорева, Д. П. Стратілат та ін. // XXVIII щорічна наук. конф. ІЯД НАН України (27 вересня–1 жовтня 2021 р., Київ, Україна) : тези доп. – Київ : Ін-т ядерних досліджень, 2021.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 150

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Варніна Валентина Іванівна

Воробйов Володимир Герасимович

Макуха Олександр Миколайович

Малий Євген Вікторович (к. ф.-м. н.)

Пінковська Мирослава Богданівна

Петренко Ігор Віталійович (к. т. н.)

Старчик Маргарита Іванівна (к. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Тартачник Володимир Петрович (д. ф.-м. н., професор)

Керівник організації:

Слісенко Василь Іванович (д. ф.-м. н., член-кор.)

Керівники роботи:

Гайдар Галина Петрівна (д. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності

УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.