Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0217U003084

Державний реєстраційний номер: 0112U005082

Відкрита

Дата реєстрації: 17-01-2017

1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

Назва етапу: Вивчення фотолюмінесценції монокристалів GaP, одержаних різними методами і легованими різними домішками. Дослідження кінетики релаксаційних процесів фосфідо-галієвих світлодіодів. Моделювання дефектів структури у кристалах GaP.

Початок етапу: 01-2013

Закінчення етапу: 12-2013

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут ядерних досліджень НАН України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 23724640

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: МСП-03680, м. Київ, пр. Науки, 47

Телефон: 525-81-48

Телефон: 525-44-63

E-mail: kinr@kinr.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 00019270

Адреса: вул. Володимирська, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380442350981

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

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 380.6 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Дефектоутворення та кінетичні ефекти в опромінених і термічно оброблених напівпровідниках та наноструктурах на їх основі

Назва роботи (англ)

Defect formation and kinetic effects in the irradiated and thermally treated semiconductors and nanostructures on their basis

Реферат (укр)

Досліджено спектри випромінювальної рекомбінації світлодіодів GaP. Показано, що опромінення гамма-квантами та електронами з енергією 1 МеВ спричиняє деградацію свічення, яка зумовлена введенням безвипромінювальних рівнів радіаційних дефектів. Виявлено, що екситонне випромінювання, пов'язане з анігіляцією зв'язаних на атомах азоту екситонів, проявляє підвищену чутливість до радіації порівняно з іншими лініями спектру. Встановлено, що довготривала релаксація провідності опроміненого електронами з енергією 1 МеВ фосфіду галію зумовлена скупченнями точкових дефектів діаметром 40 - 65 ангстрем і висотою потенціального бар'єру 0,6 - 0,95 еВ. Дефекти, відповідальні за релаксаційні явища, відпалюються при температурі 300 ^oC. Відновлення провідності зразка відбувається при 500 ^oC. Сучасні методи комп'ютерного моделювання дають змогу розрахувати енергії утворення різноманітних дефектів гратки і досліджувати вплив на них зовнішніх факторів. Метод молекулярної динаміки був застосований для визначення основних параметрів, що характеризують радіаційні пошкодження у кристалах фосфіду галію: порогової енергії утворення дефекту E(sub d), енергії утворення вакансії, дивакансії, вакансійних пустот, атомів проникнення та антиструктурних дефектів. Одночасно із експериментальних даних, одержаних на опромінених електронами кристалах GaP, було визначено величини порогових енергій зміщення атомів Ga та P: за зміною початкової швидкості видалення носіїв та за падінням інтенсивності випромінювання зв'язаного екситону. Одержані значення E(sub d) корелюють із даними комп'ютерного моделювання. Показано, що у світлодіодах GaP при опроміненні альфа частинками дозою 10^12 см^-2 спостерігається ефект малих доз, який проявляється у вигляді "покращення" параметрів: збільшення ємності p-n-переходу при кімнатній температурі і величини диференційного опору вольт-амперної характеристики, зменшення величини потенціального бар'єру між областями. Виявлені особливості зумовлені ядерними реакціями за участю альфа частинок і високими рівнями іонізації, внаслідок яких виникають додаткові донори. В умовах високих рівнів збудження електронної підсистеми кристалу значний внесок у структурне впорядкування перехідної області може створювати також ефект радіаційно-стимульованого гетерування дефектів.

Реферат (англ)

The LED GaP radiative recombination spectra were investigated. The nature of separate lines is found out. It is shown, that gamma-quanta and 1 MeV electrons irradiation introduces non-radiating levels of radiative defects, which causes glow degradation. It is revealed that the exciton radiated emission which caused by bounded to atom of nitrogen exciton annihilation, shows the raised sensitivity to the radiation compared with others spectral lines. It is shown that the long-term conductivity relaxation of irradiated GaP by electrons with 1 MeV energy is mainly caused by point defect clusters with diameter of 40 - 65 angstrom and potential barrier height of 0,6 - 0,95 eV. Relaxation defects are annealed at 300 ^oC. The recovery of the irradiated sample conductivity occurs at 500 ^oC. Modern methods of computer simulation allow calculating the creation energy of lattice defects and their changes caused by external factors. The molecular dynamics method was used to study main parameters of radiation defects in GaP: threshold energy of defect formation E(sub d) and the energies of formation of a vacancy, a double vacancy, vacancy cavities, penetrating atoms, and antistructural defects. Values of threshold shift energies of P and Ga atoms were obtained from the experimental data obtained on the electron-irradiated crystals, namely: using changes of the initial velocity of carrier removal and decreasing of the emission intensity of a bound exciton. The obtained values of

E(sub d) correlate with the results of the computing modeling. It was shown that in the LED GaP the effect of low doses was observed when irradiated with alpha-particles by dose of 10^12 cm^-2. This effect manifests itself in the form of "improving" of the parameters: an increase in capacitance of p-n-junction at room temperature and the magnitude of the differential resistance of current-voltage characteristic, the reduction in the potential barrier between the areas. Identified features are caused by nuclear reactions with alpha-particles and high levels of ionization, as a result of which there are more donors. In the conditions of high levels of excitation of the electron subsystem of the crystal the effect of radiation-stimulated gettering defects can also create the significant contribution into the structural ordering of the transition region.

Індекс УДК: 548.571;548.4, 548.571; 548.4; 548:539.12.04; 538.97-405

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.11

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Результати досліджень фотолюмінесценції, кінетики релаксаційних процесів та моделювання дефектів структури у кристалах фосфіду галію.

Назва продукції (англ): Research results of photoluminescence, kinetics of relaxation processes and modeling of the structural defects in gallium phosphide crystals.

Очікувані результати: Результати досліджень за фундаментальною НДР

Галузь застосування: радіаційна фізика, фізика твердого тіла

Опис продукції (укр): Проведено експериментальні дослідження спектрів випромінювальної рекомбінації світлодіодів GaP. Виявлено деградацію свічення, зумовлену введенням безвипромінювальних рівнів радіаційних дефектів внаслідок опромінення гамма квантами ^60Co або електронами з енергією 1 МеВ. Встановлено підвищену чутливість до радіації порівняно з іншими лініями спектру екситонного випромінювання, пов'язаного з анігіляцією зв'язаних на атомах азоту екситонів. Виявлено у кристалах фосфіду галію, опромінених електронами з енергією 1 МеВ довготривалу релаксацію провідності носіїв заряду, зумовлену скупченнями точкових дефектів діаметром 40 - 65 ангстрем, які відпалювалися при температурі 300 ^oC. Відновлення провідності зразка відбувалося при 500 ^oC. Застосовано метод молекулярної динаміки для визначення основних параметрів, що характеризують радіаційні пошкодження у кристалах фосфіду галію: порогової енергії утворення дефекту E(sub d), енергії утворення вакансії, дивакансії, вакансійних пустот, атомів проникнення та антиструкт

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: визначаються замовником

Виробник продукції: ІЯД НАН України

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

Перспективні ринки: Україна

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

Опубліковано 11 наукових праць: 1. Конорева О. В., Литовченко П. Г., Малий Є. В., Петренко І. В., Пінковська М. Б., Тартачник В. П., Шлапацька В. В. // Поверхневий розподіл інтенсивності свічення фосфід-галієвих світлодіодів // Ядерна фізика та енергетика. - 2013. - Т. 14, № 2. - С. 158-162. 2. Долголенко А. П. Модификация радиационных дефектов в Si и Ge фоновыми примесями // Ядерна фізика та енергетика. - 2013. - Т. 14, № 4. - С. 377-383. 3. Гайдар Г. П. Влияние термоотжига и условий охлаждения кристаллов n-Si

на температурные зависимости подвижности носителей заряда в области примесного рассеяния // ЭОМ. - 2013. - Т. 49,

№ 6. - С. 74-79. 4. Гроза А. А., Литовченко П. Г., Матвеєва Л. О., Нелюба П. Л., Пінковська М. Б., Старчик М. І. Вплив нейтронного опромінення та термообробки на виникнення ефекту самоорганізації, Франца-Келдиша та квантово-розмірного ефектів у монокристалічному кремнії // Фіз. і хім. тв. тіла. - 2013. - Т. 14, № 1. - С. 40-45. 5. Власенко О. І., Велещук В. П., Литовченко П. Г., Малий Є. В., Петренко І. В., Пінковська М. Б., Тартачник В. П. Вплив радіаційних дефектів на електричні характеристики фосфідо-галієвих світлодіодів // Тези доп. XX щоріч. наук. конф. ІЯД НАН України. 28 січня - 01 лютого 2013 р. - Київ: ІЯД, 2013. - С. 112 (с. 8). 6. Pavlovska N. T., Litovchenko P. G., Karpenko A. Ya., Uhryn Yu. O., Pavlovskyj Yu. V., Ostrovskii I. P., Khoverko Yu. M. Magneto-resistance of Si0.97Ge0.03 whiskers irradiated by reactor fast neutrons // The 4th Intern. Conf. Current Problems in Nuclear Physics and Atomic Energy (NPAE-2012). September 3-7, 2012, Kyiv, Ukraine. Proc. - Part II. - Київ: ІЯД НАН України, 2013. - P. 547-549. 7. Baranskii P. I., Gaidar G. P. On the physical parameters in the nanometer objects for nanophysics and nanotechnology // Тези доп. VIII Міжнар. школа-конф. "Актуальні проблеми фіз. напівпровідників". 25-28 червня 2013 р., Дрогобич, Україна. - С. 5. 8. Павловская Н. Т., Литовченко П. Г., Карпенко А. Я., Литовченко А. П., Павловский Ю. В., Угрин Ю. О., Островский И. П., Дружинин А. А. Влияние облучения протонами и нейтронами на электромагнитные свойства нитевидных кристаллов Si-Ge // Труды 10-ой Междунар. конф. "Взаимодействие излучений с твердым телом". 24-27 сентября 2013 г., Минск, Беларусь. - С. 134-136. 9. Долголенко А. П. Модификация радиационных дефектов в Ge фоновыми примесями // Труды 10-ой Междунар. конф. "Взаимодействие излучений с твердым телом" (ВИТТ-2013). 24-27 сентября 2013 г., Минск, Беларусь. - С. 97-99. 10. Долголенко А. П. Модификация радиационных дефектов в Si фоновыми примесями // Труды 10-ой Междунар. конф. "Взаимодействие излучений с твердым телом"(ВИТТ-2013). 24-27 сентября 2013 г., Минск, Беларусь. - С. 100-102. 11. Старчик М., Гроза А., Кондратенко О., Литовченко П., Матвєєва Л., Пінковська М. Дозові ефекти високоенергетичного опромінення в монокристалах кремнію // Збірник тез VI Укр. наук. конф. з фізики напівпров. (УНКФН-6). 30 вересня - 4 жовтня 2013 р., Чернівці, Україна. - С. 56-57.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 48

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Анохін Ігор Євгенович

Барабаш Людмила Іванівна

Верцімаха Ганна Віталіївна

Гайдар Галина Петрівна

Зінець Олег Сергійович

Кібкало Тетяна Іванівна

Ластовецький Володимир Францевич

Литовченко Петро Григорович

Полівцев Леонід Андрійович

Сугаков Володимир Йосипович

Тартачник Володимир Петрович

Керівник організації:

Вишневський Іван Миколайович

Керівники роботи:

Гайдар Галина Петрівна

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.