

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U102032

Державний реєстраційний номер: 0116U002671

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-01-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Ефекти гарячих електронів в нано- і мікроструктурах.

Початок етапу: 01.2016

Закінчення етапу: 12.2020

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445251220, 380445251589

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

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

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет міністрів

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442350981, 380442262341, (044) 239-66-72, NAS.gov.ua

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

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

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 4974.453

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Ефекти гарячих електронів в нано- і мікроструктурах.

Назва роботи англійською:

Hot electron effects in nano- and microstructures.

Реферат українською:

Представлені результати дослідження особливостей процесів переносу носіїв заряду та випромінювання світла в гетероструктурах на основі сполук A3B5 з двома різними каналами провідності та нанокompозитному вуглецевому матеріалі в умовах сильної нерівноважності носіїв, зумовленою сильним електричним полем. Проведено дослідження монополярного електричного транспорту в AlGaAs/GaAs гетероструктурах з різним типом квантових ям та легування. Розрахований профіль потенціалу дна зони провідності, енергетичний спектр електронів у квантових ямах, їх хвильові функції. Запропонована модель перерозподілу електронів між тунельно-зв'язаними каналами провідності, який ініціюється розігрівом носіїв струму прикладеним поздовжнім електричним полем, та наведені розраховані залежності ефективних температур та концентрацій електронів в різних каналах та струму від величини поля. Досліджено біполярний електричний транспорт в GaAs/InGaAs гетероструктурах з подвійними асиметрично легованими зв'язаними КЯ. Запропонований механізм виникнення струмових нестійкостей, який пов'язується з просторовим переходом носіїв обох знаків з нелегованих квантових ям у леговані ями. Зауважимо аномально велику довжину дрейфу неосновних носіїв. Експериментально досліджено амбіполярний дрейф нерівноважних фотогенерованих носіїв заряду в гетероструктурах з КЯ та дельта-легованими бар'єрами, методом світлового зонду. Проведено дослідження механізмів переносу заряду в композитному вуглецевому матеріалі, що являє собою наночастинки вуглецю, хаотично розподілені у матриці діелектричного матеріалу - оксиду алюмінію в інтервалі температур від 300 К до 1.8 К. Також експериментально досліджено властивості низькотемпературного електричного транспорту в масиві джгутів одностінних вуглецевих нанотрубок з радіаційними дефектами.

Реферат англійською:

The investigation results on peculiarities of the charge carrier transport and light radiation processes in heterostructures based on the A3B5 compounds with two different conduction channels and nanocomposite carbon material under the conditions of strong non-equilibrium of carriers caused by strong electric field are presented. The unipolar electric transport in AlGaAs/GaAs heterostructures with different types of quantum wells and doping is studied. The conduction band bottom potential profile, the energy spectrum of electrons in quantum wells, and their wave functions are calculated. The model of electron redistribution between tunnel-coupled conduction channels due to heating of current carriers by the applied longitudinal electric field is proposed; and the calculated dependences of the electron temperatures and concentrations in the coupled channels as well as the current on the electric field are given. The bipolar electric transport in the GaAs/InGaAs heterostructures with double asymmetrically doped coupled QWs has been studied. The mechanism of current instabilities is proposed, which is associated with the real space transfer of carriers with both charge signs from the undoped quantum wells to the doped wells. The abnormally large drift length of non-core carriers is noticed. The ambipolar drift of nonequilibrium photogenerated charge carriers in the heterostructures with QW and delta-doped barriers was experimentally investigated by the light probe method. The charge transport mechanisms in the composite carbon material containing nanosized carbon particles chaotically distributed in the dielectric matrix of alumina is investigated in the temperature range from 300 K to 1.8 K. Also, the properties of low-temperature electric transport in the bundles array of the single-wall carbon nanotubes with radiation defects are experimentally investigated.

Індекс УДК:537.311.322, 537.311.322

Коди тематичних рубрик: 29.19.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Порошин Володимир Миколайович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Розрахункова модель перерозподілу електронів між тунельно-зв'язаними квантовими ямами гетероструктур та пакет комп'ютерних програм для розрахунку транспортних властивостей носіїв у них. Технологія одержання в невеликих електричних полях інверсії електронної заселеності підзон розмірного квантування в структурах з фрагментом короткоперіодної надгратки. Механізм виникнення від'ємної диференційної провідності, який пов'язується з просторовим переходом "гарячих" носіїв з нелегованих квантових ям у леговані ями. Ефект збільшення довжини амбіполярного дрейфу нерівноважних носіїв в селективно легованих гетероструктурах з квантовими ямами на 2-3 порядки порівняно з об'ємними матеріалами. Побудова механізму електропровідності для композитного вуглецевого матеріалу з просторовим скупченням наночастинок, та стрибковій провідності між ними.

Назва НТП англійською: Calculation model of electron redistribution between tunnel-bound quantum wells of heterostructures and a package of computer programs for calculating the transport properties of carriers in them. Technology of obtaining in small electric fields of electronic inversion population in dimensional quantization subbands of structures with a fragment of short-period superlattice. The mechanism of negative differential conductivity, which is associated with the spatial transition of "hot" carriers from undoped quantum wells to doped wells. The effect of increasing the length of ambipolar drift of nonequilibrium carriers in selectively doped heterostructures with quantum wells by 2-3 orders of magnitude compared with bulk materials. The mechanism of electrical conductivity for composite carbon material with spatial accumulation of nanoparticles, and hopping conductivity between them.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Представлені результати досліджень явищ та процесів, пов'язаних з нерівноважними носіями заряду в напівпровідникових гетероструктурах з різним типом квантових ям та нанокомпозитах на основі вуглецю. Запропонована розрахункова модель перерозподілу електронів між тунельно-зв'язаними квантовими ямами гетероструктур, який ініціюється розігрівом носіїв струму поздовжнім електричним полем та розроблений пакет комп'ютерних програм для розрахування транспортних властивостей з урахуванням цього ефекту. Показано, що збільшення ефективності просторового переносу "гарячих" електронів за рахунок використання в якості одного з каналів провідності фрагменту короткоперіодної надгратки, зумовлює виникнення в невеликих електричних полях інверсії електронної заселеності підзон розмірного квантування. Експериментально встановлено нелінійність N-типу поздовжнього електричного транспорту та високочастотні осциляції струму в гетероструктурах з подвійними квантовими ямами при наявності носіїв двох знаків, які виникають в електричних полях менших порогових полів нестабільності струму ганнівського типу, упродовж часів, коли акустoeлектричні явища несуттєві. Експериментально встановлено, що в селективно легованих гетероструктурах з квантовими ямами на основі напівпровідників АЗВ5 довжина амбіполярного дрейфу нерівноважних носіїв заряду в поздовжньому електричному полі на два-три порядки більша, ніж в об'ємних матеріалах. Ефект пояснюється просторовим розділенням електронів і дірок між легованими та нелегованими областями структури внаслідок розігріву зовнішнім електричним полем та дії внутрішнього електричного поля. Для наночастинок вуглецю, хаотично розподілених у матриці діелектричного матеріалу оксиду алюмінію, вивчено механізм електропровідності. Визначено довжину локалізації носіїв, яка значно перевищує розміри вуглецевих наночастинок, та наявність просторового скупчення наночастинок, в яких провідність має квазіметалевий характер, а між ними

відбувається завдяки стрибків носіїв.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади.

Перспективні ринки: Україна, зарубіжні країни.

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

G.A. Melentev, V.A. Shalygin, L.E. Vorobjev, V.A.Kochelap, V.N. Poroshin, Interaction of surface plasmon polaritons in heavy-doped GaN microstructures with terahertz radiation, Journal of Applied Physics 2016,119 (9), 093104.

V. V. Vainberg, A. S. Pylypchuk, V.N. Poroshin, Y. P. Filippov. Magnetoresistance of composite carbon sensors in strong electric fields in the liquid helium temperature range. Low Temperature Physics, 2017, 43 (3), 367-370.

V V Vainberg, O G Sarbey, V.N. Poroshin, A S Pylypchuk. A peculiarity of quantum hot-electron real space transfer in dual-channel GaAs-based heterostructures. Journal of Physics Communications, 2017, 1, №4,45002.

B.B. Вайнберг, В.Н. Порошин, А.С. Пилипчук, Ю.П. Филипов. Магнитосопротивление композитных сенсоров на основе углерода в сильных электрических полях при гелиевых температурах. ФНТ, 43(3), с.451-455, 2017.

Vainberg V.V., Pylypchuk A.S., Poroshin V.N., Gudenko Y.N., Nikolenko A.S. The effect of structure on the low-temperature electrical conductivity of carbon nanocomposite temperature sensors. Low Temperature Physics, 45(10), с. 1104-1108.

Tiagulskyi, S.I., Vasin, A.V., Rusavsky, A.V., Poroshin V.N., Povarchuk, V.Yu., Nazarov, A.N. Transformation of graphene flakes into carbon nanostructures by π -irradiation. Materials Research Express, 4(4),045602.

М.Н. Винославский, П.А. Билевский, В.Н. Порошин, В.В. Вайнберг, А.С. Пилипчук Влияние ширины барьера между связанными квантовыми ямами n- InGaAs/GaAs гетероструктур на характер биполярного электрического транспорта и терагерцового излучение горячими носителями, ФНТ, 46(6), с. 755-761, 2020.

Vainberg, V.V., Poroshin, V.N., Pylypchuk, O.S., Tripachko, N.A., Yaskovets, I.I. Low temperature charge transport in arrays of single-walled carbon nanotube bundles with radiation induced defects. Semiconductor Physics, Quantum

Electronics and Optoelectronics, 22(4), с. 418-423, 2019.

Vinoslavskii M.N., Belevskii P.A., Poroshin V.N., Vainberg V.V., Baidus N.V. Effect of barrier width between GaAs/InGaAs/GaAs double coupled quantum wells on bipolar transport and terahertz radiation by hot carriers in lateral electric field. Low Temperature Physics, 45(10), с. 1104-1108, 2019.

Rudenko R.M., Voitsihovska O.O., Poroshin V.M., Sydorov D.O., Pud A.A. Specific interactions and charge transport in ternary PVDF/polyaniline/MWCNT nanocomposite films. Composites Science and Technology 198,108284, 2020.

Wei Z., Pashchenko A.V., Liedienov N.A., Poroshin V.M., Levchenko G.G. Multifunctionality of lanthanum-strontium manganite nanopowder. Physical Chemistry Chemical Physics, 22(21), с. 11817-11828, 2020.

M.M. Vinoslavskii, P.A. Belevskii, V.M. Poroshin, O.S. Pilipchuk, V.O. Kochelap. Current and electroluminescence intensity oscillations under bipolar lateral electric transport in the double-GaAs/InGaAs/GaAs quantum wells. Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics, 21 (3), P. 256-262 (2018).

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бондар Михайло Віталійович
д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Більовський Павло Антонович
(к. ф.-м. н.)

Вайнберг Віктор Володимирович
(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Винославський Михайло Миколайович
(к. ф.-м. н.)

Гуденко Юлія Миколаївна
(к. ф.-м. н.)

Пилипчук Олександр Сергійович
(к. ф.-м. н.)

Порошин Володимир Миколайович
(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Турчин Олександр Вікторович
(к. ф.-м. н.)

Фролова Олена Костянтинівна
(к. ф.-м. н.)

Чорноморець Надія Федорівна

Відповідальний за підготовку облікових документів

Машкіна В.Л.

Телефон

+38 (044) 525-55-79

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

