

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0217U002116

Державний реєстраційний номер: 0115U001469

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 19-01-2017

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Магнітооптичні дослідження близько розташованих квантових ям, одна з котрих містить розчинений магнітний напівпровідник, а друга немагнітний; дослідження наногранульованих плівок.

Початок етапу: 03.2016

Закінчення етапу: 12.2016

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 525-12-20

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, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442396594

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.): 85

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження суцільних і гранулярних магнітних наноплівки і двовимірних структур, актуальних для задач спінтроники.

Назва роботи англійською:

The study of continuous and granular magnetic nano-films and 2D structures that are urgent for spintronics tasks.

Реферат українською:

Досліджені екситони у подвійних напівпровідникових квантових ямах (QW), одна з яких виготовлена з магнітозмішаного (напівмагнітного) напівпровідника, $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$, а друга зі звичайного, CdTe , за умов енергії фото-збудження в околі енергії бар'єру, як дещо вище так і дещо нижче неї. Ширина $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW (15 нм) була постійною, в той час, як у CdTe QW змінювалася від 3.9 до 9.1 нм. Ширина бар'єру становила 1.9 нм, вміст іонів Mn, "x", у напівмагнітній QW становив 0.05. Встановлено, що за цих параметрів, в околі ширини CdTe QW 9 нм, водночас з інтенсивною фотолюмінесценцією (ФЛ) прямих екситонів і тріонів, локалізованих у CdTe QW, при прикладанні магнітного поля стають спостережуваними і розгоряються зі збільшенням поля ще дві лінії ФЛ, одна з яких пов'язана з прямими екситонами, локалізованими у $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW, а друга з непрямыми в яких електрон провідності локалізований у CdTe QW, а важка дірка, у $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW. При цьому ФЛ непрямих екситонів спостерігається за умов, коли вони не є найнижчими екситонними збудженнями у системі. В околі ширини CdTe QW 6.8 нм спостережені прояви змішування станів прямого $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ екситону і непрямого екситону вказаного типу в околі перетинання магнітопольових залежностей їх енергій. Для ансамблю наногранулярних однодоменних наночастинок з сильною анізотропією типу "легка площина" і відносно слабкою внутрішньо-площинною, між якими існує феромагнітна взаємодія обмінного типу, котра веде до утворення суперферомагнітного впорядкування, запропонована модифікація процедури розрахунку Монте-Карло (МК) з алгоритмом Метрополіса. Вона дозволила скоротити необхідне число МК ітерацій і коректно розрахувати коерцитивну силу при намагнічуванні півки у площині, вздовж осі найлегшого намагнічування, в області температур нижчих за температуру блокування, T_b , і за умов, коли температура переходу у суперферомагнітний стан суттєво вища за T_b . Результати можуть бути використані при створенні приладів спінтроники з використанням подвійних QW, а крім того при розробці функціональних елементів на основі наногранулярних плівок, Вони можуть також бути використанні в учбовому процесі для опису процесів у напівпровідникових QW, при інтерпретації поняття "суперферомагнетизм" наноструктур.

Реферат англійською:

Excitons in double semiconductor quantum wells (QW) are researched. One of these QWs is made of a magnetically-mixed (semimagnetic) semiconductor, $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$, and the other from the ordinary one, of CdTe . Magneto-optical investigations are fulfilled in the conditions of the energy of photo-excitation in the vicinity of the energy barrier both slightly higher and slightly below of it. We used a constant width $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW (15 nm), while the width of CdTe QW varied from 3.9 to 9.1 nm. Barrier width was 1.9 nm, the content of Mn ions, "x", in the semimagnetic QW was 0.05. It was found that along with intensive photoluminescence (PL) of the direct exciton and the trion, which localized in CdTe QW, are observed and ignite with the field two more PL line for case of the width of the CdTe QW 9 nm when the magnetic field is applied to structures with these parameters. One of these lines is connected with direct excitons that are localized in $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW and the second one with the indirect excitons in which a conduction electron is localized in CdTe QW, and the heavy hole in $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW. The PL of the indirect excitons is observed in this case in conditions where they are not the lowest excitonic excitations in the system. The manifestations of mixing of states of direct exciton in $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ QW and the indirect ones of above-mentioned type was observed in the region of the intersection of the dependencies of their energies from

the magnetic field in the region of the 6.8 nm width CdTe QW. It is proposed a modification of the calculation procedure of the Monte Carlo (MC) with the Metropolis algorithm for the calculations of the magnetization reversal in the ensemble of the nanogranular single-domain nanoparticles with strong anisotropy of the "easy plane" and relatively weak one in-plane, between which there is a ferromagnetic exchange-similar interaction, which leads to the formation of superferromagnetic ordering. This modification gives the possibility to reduce the required number of MC iterations and correctly calculate the coercive force for the case of the magnetization reversal in a plane along the axis of easiest magnetization at temperatures below the blocking temperature, T_b , and under conditions where the temperature of the transition to superferromagnetic state is significantly higher of T_b . The results can be used to create spintronic devices using double QW, and, in addition, for the design of the functional elements on the basis nanogranular films. They can also be used in the educational process to describe phenomena in semiconductor QW, and for the interpretation of the concept of "superferromagnetism" of the nanostructures.

Індекс УДК: 548:537.611.44, 548:537.611.46

Коди тематичних рубрик: 29.19.39

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Рябченко Сергій Михайлович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нові методики спостережень непрямих екситонів у подвійних квантових ямах і характеристики ансамблів магнітних гранул з орієнтованою анізотропією одновісних наночастинок у наногранулярних ферромагнітних плівках.

Назва НТП англійською: New technique of indirect excitons observations in double quantum wells and characterization of the ensembles magnetic granules with oriented uniaxial anisotropy of nanoparticles in nano-granular ferromagnetic films.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 72.19

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Тема включає спостереження непрямих екситонів у подвійній квантовій ямі за умов, коли вони не є найнижчими збудженнями у системі а також комп'ютерне моделювання методом Монте-Карло магнітних гранулярних плівок з однаково орієнтованою магнітною анізотропією та із міжгранульною взаємодією, котра веде до взаємного впорядкування напрямків магнітних моментів гранул. Результати є важливими для фізичних основ розробки нових структур, перспективних для застосувань у спінтроніці.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 10 років.

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Інститут фізики НАН України; Інститут фізики напівпровідників НАН України; Фізико-технічний інститут низьких температур НАН України; Донецький фізико-технічний інститут НАН України; Інститут магнетизму НАН України та МОН України, класичні університети.

Перспективні ринки: Україна, Європа, США.

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:

ІХ. Бібліографічний опис

V.M. Kalita, M.M. Kulyk, S. M. Ryabchenko, Hysteresis, critical fields and superferromagnetism of the film with perpendicular anisotropy, J.Magn. Magn. Mater., v. 411, 18-28 (2016); В.М. Калита, Н.Н Кулик, С.М. Рябченко, "Монте-Карло расчет фазовых переходов в суперферромагнитное состояние и коэрцитивной силы в ансамбле обменно-взаимодействующих Стонер-Вольфартовских частиц", ФНТ, 43, №3, (2017) (прийнята до друку); М. М. Kulyk, V. M. Kalita, S. M. Ryabchenko, Phase transitions and coercivity of blocked superparamagnetic and superferromagnetic states in the ensemble of Stoner-Wohlfarth particles. The Monte Carlo simulation, International research and practice conference "Nanotechnology and Nanomaterials" (NANO-2016). Book of Abstracts, 542. Lviv, 2016; С.М. Рябченко, О.В. Терлецький, В.Й. Сугаков, Г.В.Верцимаха, О.Г.Терещенко, G. Karczewski, Екситони у тунельно-зв'язаних квантових ямах CdMgTe/CdTe/CdMgTe/CdMnTe/CdMgTe, VII Українська наукова конференція з фізики напівпровідників, УНКФН-7, Дніпро, Україна, 26 - 30 вересня 2016, Тези доповідей; Д.Г. Ковальчук, С.М. Рябченко, А.В. Боднарук, В.М. Калита, О.І. Товстолиткін, А.Г. Білоус, Низькочастотні особливості магнітної сприйнятливості наночастинок LSMO, V Наукова конференція "Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології" (НАНСИС-2016), Київ, Україна, 1-2 грудня 2016, Тези доповідей, с.71; С.М.Рябченко, М.М.Кулик, В.М.Калита "Магнітні властивості суперферромагнітного стану плівки з перпендикулярною анізотропією", V Наукова конференція "Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології" (НАНСИС-2016), Київ, Україна, 1-2 грудня 2016, Тези доповідей, с.14.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Яценко Леонід Петрович

Перелік осіб-виконавців

Бондар Олександр Васильович

Калита Віктор Михайлович

Кулик Микола Миколаєвич

Лозенко Альберт Федорович

Рябченко Сергій Михайлович

Терлецький Олег Валентинович

Чорноморець Надія Федорівна

Відповідальний за підготовку

облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є

відповідальним за реєстрацію наукової

діяльності

