

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0213U002984

Державний реєстраційний номер: 0108U000255

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-02-2013

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження властивостей нанокристалів та наноструктур, обумовлених розмірними ефектами для магнітних взаємодій та для носіїв струму.

Початок етапу: 01.2008

Закінчення етапу: 12.2012

Вид звітнього документа: Остаточний 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, 380442343243

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.): 2902.3

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження властивостей нанокристалів та наноструктур, обумовлених розмірними ефектами для магнітних взаємодій та для носіїв струму.

Назва роботи англійською:

Investigation of the properties of the nanocrystals and nanostructures, caused by dimension effects for interactions and current carriers.

Реферат українською:

Тема охоплює розвиток досліджень розбавлених магнітних напівпровідників, магнітних плівок, гранулярних плівок типу ферромагнітна металева наногранула - непровідна і немагнітна матриця, вивчення магнітних властивостей ультра-тонких епітаксійних плівок ВТНП, а також теоретичні дослідження магнітних систем із магнітоструктурними квантовими фазовими переходами (КФП). Вивчення наноструктур з магніторозчинених напівпровідників включали дослідження оптично-детектованого спінового резонансу в квантових ямах з напівмагнітних напівпровідників і дослідження поверхневих наночарів напівпровідника SiC, отриманих іонною імплантацією магнітних іонів (Mn, Fe). Показано, що іонна імплантація, у даному випадку, веде до виникнення наночарів розбавленого магнітного напівпровідника, але ці шари не стають ферромагнітними. КФП в димерзованому антиферромагнетикі (АФМ) і у ван-флексівському АФМ описані у рамках теорії Ландау на основі розгляду перебудови основного стану. Розраховані спінові конфігурації і критичні поля для ван-флексівських систем з спіном на вузлі $S=1$, в яких перегрупування одноіонних рівнів не змінює їх мультиплетності. При дослідженнях магнітних властивостей тонких епітаксійних плівок ВТНП встановлена роль дисперсії локального значення критичної температури переходу у надпровідний стан, ТС, для температурних залежностей густини критичного струму у плівці і кріпу магнітного потоку в безпосередній близькості до ТС. Основною задачею для вивчення наногранулярних магнітних плівок були питання анізотропії цих об'єктів і вивчення впливу міжгранульної взаємодії на формування колективних станів ансамблів суперпарамагнітних частинок - суперферромагнітного та супер-спін-стекольного. Вивчені властивості плівок, в яких магнітна анізотропія (чи її внутріплощинний внесок) сформовані саме анізотропією гранул, причому, за рахунок умов вирощування, напрямки легкої осі намагнічування цієї одногранульної анізотропії однаково орієнтовані для всіх гранул. Вивчені системи з ростовою внутріплощинною анізотропією і з перпендикулярною до площини плівки анізотропією гранул. Знайдено, що поява суперферромагнітного стану проявляється для таких плівок у появі коерцитивного поля при температурі суперферромагнітного впорядкування, в разі, як вона вище температури блокування термоактивованих перемагнічувань гранул. Провозвісники зародження супер-спінстекольного стану знайдені у кутовій залежності коерцитивності в околі "важкого" напрямку намагнічування. Знайдені особливості ферромагнітного резонансу у неоднорідно намагніченому стані плівок з перпендикулярною анізотропією, особливості намагнічування плівок з перпендикулярною анізотропією у нахиленому магнітному полі. Вивчено і проінтерпретоване явище низько-польового позитивного магнітоопору у гранулярних магнітних плівках. Результати досліджень мають значення для розвитку фундаментально-наукових уявлень про магнітні наноструктури згаданих типів. Вони можуть бути використані у подальших дослідженнях, в учбових курсах. Вони мають також і практичне значення для використання при характеристиці магнітних наноструктур, їх вирощуваннях для використання у задачах запису інформації інших спінтронічних пристроях.

Реферат англійською:

The theme covers the development of researches of the diluted magnetic semiconductors, the magnetic nanostructures such as magnetic films, the granular films of the type: ferromagnetic metallic nanogranule - a non-

conducting and not magnetic matrix, studying of magnetic properties of thin epitaxial films of HTSC, and also theoretical studies of the magnetic systems with magneto-structural quantum phase transitions (QPT). The studying of the nano-structures with the diluted magnetic semiconductors (DMS) included researches of the optically-detected spin resonance in quantum wells from semimagnetic semiconductors and research surface nano-layers semiconductor SiC with the implanted magnetic ions (Mn, Fe). It has been shown that an ionic implantation, in this case, leads to occurrence of the DMS nano-layers, but these layers do not become ferromagnetic. QPT in the dimeric antiferromagnetic (AFM) and in van-Vleck AFM are described within the framework of the Landau theory on the basis of consideration of reorganization of the basic state. Spin configurations and the critical fields for van-Vleck systems with the spin on the node $S=1$, in which the regrouping of the one-ionic levels occurs without of the multiplicity change, are found. The studies of the magnetic properties of thin HTSC epitaxial films have allowed to establish a role of a dispersion of the local value of critical temperature of the superconducting transition, T_c , for the temperature dependences of a critical current density in a film and of the flux creep in immediate vicinity to T_c . The main goal for the studying of the nano-granular magnetic films was questions of anisotropy of these objects and studying of influence of the intergranular interactions on the formation of collective states of the superparamagnetic particles ensembles – superferromagnetic and superspinglass ones. The properties of films in which magnetic anisotropy (or its intraplane contribution) are caused by the anisotropy of granules, and a direction of an easy axis of magnetization of this single-granule anisotropies are similar for all granules due to growth conditions, are investigated. The systems both with the growth-induced intraplane anisotropy of granules and with perpendicular to the film plane ones were investigated. It is found, that occurrence of a superferromagnetic state is shown for such films in occurrence of the coercive fields at the temperature of the superferromagnetic ordering, if it is higher than a blocking temperature for the granules. Harbingers of the superspinglass state onset are found in angular dependence of coercivity near to a "difficult" direction of magnetization. The features of a ferromagnetic resonance in a non-uniformly magnetized state of the films with perpendicular anisotropy and the features of magnetization of the films with perpendicular anisotropy in the inclined magnetic field were found. It has been investigated and explained the phenomenon of the low-field positive magneto-resistance in the granular magnetic films. The results of researches matter for development of fundamental – scientific representations about the magnetic nano-structures of the mentioned types. They can be used in the further researches and in educational courses. They have as well practical value for use at characterization of the magnetic nano-structures and for choice of their growth regimes for use in tasks of the information record and for using in others devices of spintronics.

Індекс УДК: 538.945, 538.945

Коди тематичних рубрик: 29.19.29

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: Нова методика характеристики ансамблів магнітних гранул з орієнтованою анізотропією одновісних наночастинок, дослідження імплантованих шарів перехідних іонів у напівпровідниках, квантових магнітних фазових переходів, магнітних властивостей плівок надпровідників.

Назва НТП англійською: The new technique of characterisation of ensembles of the magnetic granules with oriented anisotropy of nanoparticles, studies of the implanted layers of the transition ions in semiconductors, quantum magnetic phase transitions, magnetic properties of the superconductors' films.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування:

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Тема охоплює дослідження квантових структур з розбавлених магнітних напівпровідників, магнітних плівок, гранулярних плівок типу феромагнітна металева наногранула – непровідна і немагнітна матриця з орієнтованою у площині плівки і/або перпендикулярно до неї магнітною анізотропією гранул, вивчення магнітних властивостей тонких епітаксійних плівок ВТНП, а також теоретичні дослідження систем з магнітоструктурними квантовими фазовими переходами. Результати є важливими для фізичних основ розробки нових структур, перспективних для застосувань у спінтроніці.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 5 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 МОНМС України, університети.

Перспективні ринки: Україна, Росія

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

С.М.Рябченко, Магнитные явления в материалах, в кн. Неорганическое материаловедение, энциклопедическое издание в 2-х томах под ред. Г.Г.Гнесина и В.В.Скорохода, Киев, Наукова думка, 2008. т1. 1161 стр., т. 1, стр 37-51; А.А. Timopheev, S.M. Ryabchenko, Dependence of the Magnetization of an Ensemble of Single-Domain Particles on the Measurement Time within Various Experimental and Computational Methods, Ukr. Journ. Phys., vol.53, N 3, p.261-274, 2008; А.О. Тимофієв, С.М. Рябченко, УФЖ, т.53, №3, .261-274 (2008); А.А. Тимофеев, В.М. Калита, С.М. Рябченко, Моделирование перемагничивания ансамбля однодоменных частиц в измерениях с непрерывной протяжкой магнитного поля или температуры, ФНТ, т.34, №6, с.560-575 (2008) [А. А. Timopheev, V. M. Kalita, and S. M. Ryabchenko, "Simulation of the magnetization reversal of an ensemble of single-domain particles in measurements with a continuous sweep of the magnetic field or temperature "Low Temp. Phys. 34, 446 (2008)]; В.М. Калита, А.Ф. Лозенко, С.М. Рябченко, А.А. Тимофеев, П.А.Троценко, И.А.Даниленко, Т.Е. Константинова, Магнитные свойства нанопорошков $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$, ФНТ, т. 34, №6, с.548-559 (2008) ["Magnetic properties of $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ nanopowders", V. M. Kalita, A. F. Lozenko, S. M. Ryabchenko, A. A. Timopheev, P. A. Trotsenko, I. A. Danilenko, and T. E. Konstantinova, Low Temp. Phys. 34, 436 (2008)]; V.Yu. Ivanov, M. Godlewski, D.R. Yakovlev, M.K. Kneip, S.M. Ryabchenko, Optically detected magnetic resonance in $(\text{Zn}, \text{Mn})\text{Se}/(\text{Zn}, \text{Be})\text{Se}$ quantum wells, Phys.Rev.B, v.78, 085322-1-8 (2008); В.М.Калита, Г.Ю.Лаванов, В.М.Локтев, Особенности спинового упорядочения в изинговском антиферромагнетике с одноионной анизотропией типа "легкая плоскость", ФТТ, т. 50, №2, с.285-291(2008); V.M.Kalita, I.M.Ivanova, V.O.Pashkov, V.M.Loktev, Quantum phase transition: Van Vleck antiferromagnet in a magnetic field, Condensed Matter Physics, v. 11, N 3(55), P.509-522(2008); V.M.Kalita, I.M.Ivanova, V.M.Loktev, Magnetization and magnetostriction of Van Vleck antiferromagnets with magnetic anisotropy of "easy plane" type, Phys. Rev. B v.78, 104415 (2008); A.I. Kosse, A.Yu. Prokhorov, V.A. Khokhlov, G.G. Levchenko, A.V. Semenov, D.G. Kovalchuk, M.P. Chernomorets and P.N. Mikheenko, Measurements of the magnetic field and temperature dependencies of the critical current in YBCO films and procedures for an appropriate theoretical model selection, Supercond. Sci. Technol. 21, 075015 (2008); С.М.Рябченко, До питань становлення фізики в Україні, УФЖ-огляди, (2008) т.4, №1, сс.93-112 ; V.M.Kalita, A.F.Lozenko, S.M.Ryabchenko, P.O.Trotsenko, O.I.Tovstolytkin, A.M.Pogorily, Critical behavior of a $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ crystal in the vicinity of its transition to ferromagnetic state, UJP, v.54, №1-2, 155-162 (2009); (УФЖ, т.54, №1-2, 161-168 (2009)); Timopheev, A.A., Ryabchenko S.M., Kalita V.M., Lozenko A.F., Trotsenko P.A., Grishin A.M., Munakata M., Effect of interaction in the magnetization reversal relaxation of superparamagnetic granular $\text{CoFeB} - \text{SiO}_2$ films, Solid State Phenomena Vol. 152-153 (2009) pp 213-216.; Timopheev, A.A., Ryabchenko S.M., Kalita V.M., Lozenko A.F., Trotsenko P.A., Grishin A.M., Munakata M., Effect of interaction in the magnetization reversal relaxation of superparamagnetic granular $\text{CoFeB} - \text{SiO}_2$ films, J Applied Physics, v.105, #8, pp.083905_1-8 (2009); В. М.Калита, В.М.Локтев, Магнітні квантові фазові переходи в димеризованих антиферомагнетиках, УФЖ.-.- Т.54, №1-2.-С.154-160. (2009); І.П. Жарков, В.В. Сафронов, А.В.Комаров та інші., Патент на корисну модель №44265. Вставка криостата. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.09.2009; А.М.Погорілий, С.М.Рябченко, О.І.Товстоліткін, Спінтроніка, основні явища, тенденції розвитку, УФЖ-Огляди, т.6, №1, 37-97, (2010); С.М. Рябченко, А.А.Тимофеев, В.М. Калита, А.Ф.Лозенко, П.А.Троценко, В.А.Стефанович, М. Мунаката, Проявлення межгранульного взаємодія в наногранулярних плівках $(\text{CoFeB})_x-(\text{SiO}_2)_{1-x}$ в температурних і кутових залежностях коерцитивності, ФНТ, 36, №8/9, с. 861-874, (2010); А. А. Timopheev, S. M. Ryabchenko, V. M. Kalita, A. F. Lozenko, P. A. Trotsenko, V. A. Stephanovich, and M. Munakata, Low-temperature onset of the spin-glass correlations in the ensemble of oriented Stoner-Wohlfarth nanoparticles, J. Appl. Phys, v.108, №3, 033919 (2010), pp. 1-7; А. А. Timopheev, V. M. Kalita, S. M. Ryabchenko, A. F. Lozenko, P. A. Trotsenko, A. V. Los, and M. Munakata, Coercivity anomaly in the superferromagnetic state of an ensemble of nanoparticles with oriented anisotropy, J. Appl. Phys, v.108, №5, 053902 (2010), pp.1-8; Д.Г. Ковальчук, М.П. Черноморець, С.М. Рябченко, Э.А. Пашицкий, А.В. Семенов, Особенности температурных и магнитопольевых зависимостей критической плотности тока вблизи критической температуры в тонких плівках $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, ФНТ, 36, №1, сс. 101-114 (2010); Д.Г.Ковальчук, М.П.Черноморець, Перемагничування

тонкого диска надпроводника 2-го рода за наявності постійного магнітного поля, Ukr. Journ. Phys., v.55, №4, p.415-421 (2010); A. V. Komarov, A. V. Los, S. M. Ryabchenko, and S. M. Romanenko, Diluted magnetic semiconductor effects in Mn-implanted silicon carbide, J Appl.Phys.109,#8,083936 (2011)(7 p); A.B. Комаров, А.В.Лось, С.М.Рябченко, С.М.Романенко, Ефекти розбавленого магнітного напівпровідника в карбіді кремнію з імплантованими іонами Mn і Fe,УФЖ, 56, №10, стор. 1056-1067 (2011); UJP, v.56,#10,1056-1067(2011); В. М. Калита, В. М. Локтев, К теории квантовых фазовых переходов в ван-флековских антиферромагнетиках типа DTN, Письма в ЖЭТФ 93, №8, 592-596, 2011; А.А. Тимофеев, С.М.Рябченко, В.М.Калита, А.Ф.Лозенко, П.А.Троценко, О.В.Стогней, А.В.Ситников, Ростовая перпендикулярная анизотропия гранул в наногранулярных ферромагнитных пленках Co/Al₂O₃, ФТТ, т.53, с.463-471 (2011); S.M. Ryabchenko, A.A. Timopheev, V.M. Kalita, O.V. Stognei, A.V. Sitnikov, Features of ferromagnetic resonance in nanogranular films with perpendicular anisotropy of particles, J Appl. Phys., v.109, #4, 043903 (2011) (11 p); Калита В.М., Тимофеев А.А., Рябченко С.М., Влияние размагничивающего фактора на намагничивание ансамбля стонер-вольфартовских частиц, ЖЭТФ, т.139, №3, 508-518 (2011); А.И. Товстоыткин, Т.И. Полек, О.И. Вьюнов, С.А. Солопан, А.Г. Белоус, А.Ф. Лозенко, П.А. Троценко, Золь-гель синтез и свойства легированных оловом манганитов лантана, ФНТ, т.37, № 2, с.134-140 (2011); V.M. Kalita, A.A. Timopheev, A.F. Lozenko, S.M. Ryabchenko, A.V. Los, O.V. Stognei, A.V. Sitnikov, Positive magnetoresistance in granular magnetic films with perpendicular anisotropy, J. Appl. Phys.110, 113918 (2011) (11 p); В.М. Калита, С.М. Рябченко, Равновесное намагничивание наногранулярной магнитной пленки с перпендикулярной анизотропией в наклонном магнитом поле, ФНТ, т.38, №3, стр.253-260 (2012); A. Timopheev, I. Bdikin, A. F. Lozenko, O. V. Stognei, A. V. Sitnikov, A. V. Los, and N. A. Sobolev, Superferromagnetism and coercivity in Co-Al₂O₃ granular films with perpendicular anisotropy, J. of Applied Physics 111, 123915 (2012) (7 pages); V M Kalita, A F Lozenko, S M Ryabchenko, A V Los, A V Sitnikov and O V Stognei, The magnetization processes and critical transition in nanogranular magnetic film with perpendicular anisotropy, Journal of Physics: Condensed Matter, 25, 066009 (2013) (11 p.); S.M. Ryabchenko, V.M. Kalita, M.M. Kulik, A.F. Lozenko, V.V. Nevdacha, A.F. Kravets, Ya. Vovk, A.M. Pogoriliy, D.Y. Podyalovskiy, R. Borges, M. Godinho and V. Korenivski, A rotatable magnetic anisotropy in (Co₂Fe)_xGe_{1-x}/SiO₂-Si Heusler alloys film, направлена до друку, J. of Applied Physics.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Яценко Леонід Петрович

Перелік осіб-виконавців

Бондар Олександр Васильович

Калита Віктор Михайлович

Ковальчук Денис Георгієвич

Комаров Альберт Васильович

Кулик Микола Миколаєвич

Лозенко Альберт Федорович

Рябченко Сергій Михайлович

Терлецький Олег Валентинович

Тимофієв Андрій Олександрович

Троценко Павло Олександрович

Чорноморець Матей Петрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

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

