

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0218U001235

Державний реєстраційний номер: 0113U001672

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-01-2018

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження магніто-статичних, магніто-резонансних і магніто-транспортних властивостей магнітних кристалів і квантових розмірних структур на їх основі.

Початок етапу: 01.2013

Закінчення етапу: 12.2017

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.): 3738.7

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження магніто-статичних, магніто-резонансних і магніто-транспортних властивостей магнітних кристалів і квантових розмірних структур на їх основі.

Назва роботи англійською:

The researches of magneto-static, magneto-resonance and magneto-transport properties of magnetic crystals and quantum dimensional structures on their basis.

Реферат українською:

Досліджено магнітоопір у групі наногранулярних плівок із різним вмістом Co від 39.5 до 60 м.д. % у непровідній матриці Al₂O₃ при температурах 190 ? T ? 300 K. Гранули кубічного Co мали середній розмір в околі 6 нм. Вони, у середньому мали витягнуту форму у напрямку нормалі до поверхні плівки, що призводило до появи в них "перпендикулярної" відносно площини плівки магнітної анізотропії. Гранули мали діелектричну оболонку, так, що між ними не виникало електричної провідності навіть при їх контактуванні згаданими оболонками. Поріг електричної перколяції, коли контактування гранул відбувалося вже їх металевими осердями, спостерігався при вмісті Co 60 м.д. %. При більшому вмісті провідність плівок у їх площині різко зростала. З вимірів магнітостатичних властивостей і магнітного контрасту атомної силової мікроскопії (AFM) встановлено, що зразки з вмістом Co, що наближається до 60 м.д.%, перебувають у суперферомагнітному стані з супердоменною структурою. З вимірів магнітопору при T=300 K виявлено, що для вмісту Co 56.5 м.д. % на залежності опору від магнітного поля, на тлі загального зменшення опору із ростом абсолютної величини магнітного поля, в околі малих значень поля виникає внесок з позитивним магнітоопором. Цей внесок має місце лише для присутності проекції намагнічування у площині плівки. Спостережувані залежності обговорені на основі порівняння з раніше розвинутою моделлю позитивного магнітоопору та її розвитком. Для ансамблю наногранулярних однодоменних наночастинок з перпендикулярною анізотропією проведено теоретичний розрахунок кутової (від нахилу магнітного поля до осі анізотропії, паралельної нормалі до плівки) залежності коерцитивності для випадків поля анізотропії меншого і більшого за максимальне можливе поле розмагнічування, котре досягається при напрямку магнітних моментів всіх частинок вздовж нормалі до плівки. Знайдені відміни від кутових залежностей меж стійкості нерівноважного намагнічування такої плівки. Встановлено, що у випадку, коли поле перпендикулярної анізотропії плівки перевищує максимальне можливе поле розмагнічування, при великих відхиленнях напрямку намагнічування від нормалі до плівки, ділянка залежності намагніченості від зовнішнього поля з неоднорідною орієнтацією магнітних моментів гранул має частини із безгістерезисним рівноважним співвідношенням кількостей гранул, намагнічених у двох різних напрямках і гістерезисну частину з нерівноважним співвідношенням цих кількостей. При цьому, на переході між вказаними частинами співвідношення кількості гранул з різними орієнтаціями моментів тримається незмінним в певному інтервалі магнітних полів. Результати можуть бути використані при створенні приладів спінтроники з використанням плівок з перпендикулярною анізотропією, а також при розробці функціональних елементів на основі наногранулярних плівок. Крім того, вони можуть бути використанні в учбовому процесі для опису процесів перемагнічування наногранулярних плівок і при інтерпретації поняття "суперферомагнетизм" наноструктур.

Реферат англійською:

The magnetoresistance in a group of nanogranular films with different Co contents from 39.5 to 60 m.f. % has been studied in nonconducting Al₂O₃ matrices at temperatures 190 ? T ? 300 K. Cubic Co granules had an average size near 6 nm. They, on the average, had an elongated shape in the direction of the normal to the surface of the film, which led to the appearance of a magnetic anisotropy perpendicular to the plane of the film. The granules had

a dielectric shell, so that there was no electrical conductivity between them, even when they were contacted by said shells. The threshold of electrical percolation, when the contacts of the granules occurred already with their metal cores, was observed at a Co content of 60 m.f. %. With a larger content, the conductivity of the films in their plane increased sharply. From measurements of magnetostatic properties and magnetic contrast of atomic force microscopy, it is established that samples with a Co content approaching 60 m.f.% are in a superferromagnetic state with a superdomain structure. From measurements of the magnetoresistance at $T = 300$ K, it was found that for a Co content of 56.5 m.f. % in the dependence of the resistance on the magnetic field, against the background of a general decrease in resistance with an increase in the absolute value of the field, a contribution with a positive magnetoresistance arises, in the vicinity of the small values of field. This contribution occurs only for the presence of a projection of magnetization in the plane of the film. The observed dependences are discussed on the basis of a comparison with the previously developed model of the positive magnetoresistance and its development. For an ensemble of nanogranular single-domain nanoparticles with perpendicular anisotropy, a theoretical calculation of the angular dependence of the coercivity (from the slope of the magnetic field to the anisotropy axis parallel to the normal to the film) is made for the cases of the anisotropy field of the smaller and larger of the maximum possible demagnetization field, which is achieved by directing the magnetic moments of all particles along the normal to the film. The differences from the angular dependences of the stability boundaries of nonequilibrium magnetization of such a film are found. It is established that in the case when the field of perpendicular film anisotropy exceeds the maximum possible demagnetization field, for large deviations of the magnetization direction from the normal to the film, the region of dependence of the magnetization on the external field with an inhomogeneous orientation of the magnetic moments of the granules has parts with a hysteresis-free equilibrium ratio of the amounts of granules magnetized in two different directions and a hysteresis part with a nonequilibrium ratio of these quantities. In this case, at the transition between the indicated parts, the ratio of the number of granules with different moment orientations remains unchanged in a certain interval of magnetic fields. The results can be used to create spintronics devices using films with perpendicular anisotropy, as well as in the development of functional elements based on nanogranular films. In addition, they can be used in the educational process to describe the processes of magnetization reversal of nanogranular films and in the interpretation of the concept of "superferromagnetism" of nanostructures.

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: Нові дані щодо магнітоопору у ансамблі наночастинок з перпендикулярною анізотропією у наногранулярних ферромагнітних плівках і позитивного низькопольового магнітоопору при намагнічуванні у площині плівки; коерцитивність наноплівки з перпендикулярною анізотропією.

Назва НТП англійською: New data on the magnetoresistance in an ensemble of nanoparticles with perpendicular anisotropy in nanogranular ferromagnetic films and on a positive low-field magnetoresistance upon magnetization in the film plane; coercivity of nanofilms with perpendicular anisotropy.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 72.19.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Отримані нові дані щодо низькопольового магнітоопору у наногранулярних магнітних плівках з перпендикулярною анізотропією гранул при різному їх вмісті і при різній температурі. Отримані дані щодо коерцитивності таких плівок при довільному напрямі намагнічування і температурі. 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, 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

С.М. Рябченко, В.М. Калита, Гистерезис петель перемангнічування в плівках з перпендикулярною анізотропією в нахилному магнітному полі, Фізика низьких температур, т. 43, № 11, с. 1581-1593 (2017); Калита, В. М., Н. Н. Кулик, and С. М. Рябченко. "Монте-Карло Расчет коэрцитивной силы и фазовых переходов в ансамбле обменно-взаимодействующих Стонер-Вольфартовских частиц." Фізика Низьких Температур, т. 43, № 3 441-450, (2017); O Terletsii, S Ryabchenko, V Sugakov, G Vertsimakha, O Tereshchenko, and G. Karczewski, Excitons in tunnel coupled CdTe and (Cd,Mn)Te quantum wells, Phys. Status Solidi C, 14, No. 5, 1700124 (8 pages) (2017); Yu.O. Tykhonenko-Polishchuk, O.P. Konopelska, A.V. Bodnaruk, D.G. Kovalchuk, S.O. Solopan, V.M. Kalita, A.G. Belous, A.I. Tovstolytkin. "(La,Sr)MnO₃ nanoparticles for self-controlled magnetic hyperthermia: magnetization reversal losses in quasistatic and high-frequency modes." XVII International Young Scientists' Conference on Applied Physics. May, 23-27, 2017. Ukraine, Kiev, Book of Abstracts; Kulyk, M.M., V. M. Kalita, and S. M. Ryabchenko. "Low Temperature Coercivity in the Oriented Ensembles of Single-Domain Magnetic Nanoparticles." In International Research and Practice Conference "nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2017). Book of Abstracts, 110, 08. 23-26, 2017, Ukraine, Chernivtsi.

Х. Заклучні 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**

