

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U106538

Державний реєстраційний номер: 0120U102306

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-12-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Магнітооптика квантових ям, магнітні солітони, вплив розмірів наночастинок фероелектриків на їх властивості.

Початок етапу: 01.2021

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітнього документа: Проміжний 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, 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445251589, 380445251220

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: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442350981

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.): 210.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Магнітостатичні і динамічні властивості магнітних та електрополяризаційні властивості фероелектричних наноструктур для застосувань у спінтроніці та наноелектроніці.

Назва роботи англійською:

Magnetostatic and Dynamic Properties of Magnetic Nanostructures and Electropolarization Properties of Ferroelectric ones for Applications in Spintronics and Nanoelectronics.

Реферат українською:

Звіт відкривається коротким вступом, Розділ 1. Відповідно до плану проекту, етап 2 (03 - 12.2021) включає магнітооптичні дослідження напівпровідникових квантових ям. Досліджено залежність енергії фотолюмінесценції непрямого екситону від густини оптичного збудження у зв'язаних квантових ямах одна з яких напівмагнітна. Їх результати описані в розділі 2. Виконані дослідження безперервних та гранульованих магнітних наноплівочок. Зокрема, магнітних еластомерів, в яких пружна матриця, заповнена магнітними частинками. Досліджені магнітні та магніто-пружні властивості цих сполук з наночастинками манганіту в околі температури Кюрі останніх. Виявлено особливості пружних параметрів таких сполук в околі T_c заповнювача. Це описано в розділі 3. Досліджено властивості сегнето-сполук і мультифероїків, зокрема співіснування морфотропних фаз у феро-антифероелектричних-антиферродисторсійних мультифероїках, а саме антисегнетоелектричної, сегнетоелектричної і сегнетоелектричної, а також області їх співіснування та відносні їх частки на морфотропних межах в антиферродисторсійних мультифероїках типу $\text{Bi}_{1-y}\text{RyFeO}_3$, де R - рідкісноземельний елемент. Ці теоретичні дослідження порівняні з експериментом, виконаним закордонними співавторами. Їх зміст описаний у розділі 4. Для зручності, рисунки і формули кожного розділу мають подвійну нумерацію, наприклад, «N.M», де N - номер розділу, а M - номер відповідного об'єкта (рисунка, формули) в ньому. Результати проекту можуть бути використані для створення функціональних елементів на основі наногранулярних плівок, зокрема магнітоеластомерів у робототехніці, та пристроїв, що використовують сегнето-сполуки. Вони використовуватимуться для подальших досліджень в ІФ НАНУ та інших дослідницьких центрах як в Україні, так і за її межами, а також в процесі навчання. За матеріалами цього етапу опубліковано 9 статей, а одна подана до публікації [1 * - 10 *].

Реферат англійською:

The report opens with a brief introduction, Section 1. According to the project plan, stage 2 (03 - 12.2021) includes magneto-optical studies of semiconductor quantum wells. The dependence of the photoluminescence energy of an indirect exciton on the density of optical excitation in bound quantum wells, one of which is semimagnetic, has been studied. Their results are described in Section 2. Studies of continuous and granular magnetic nanofilms have been performed. In particular, magnetic elastomers in which an elastic matrix is filled with magnetic particles were studied. The magnetic and magnetoelastic properties of these compounds with manganite nanoparticles in the vicinity of the Curie temperature of the latter have been studied. The peculiarity of the elastic parameters of such compounds in the vicinity T_c of filler is revealed. This is described in Section 3. The properties of ferroelectric compounds and multiferroics, in particular the coexistence of morphotropic phases in ferro-antiferroelectric-antiferrodistorsing multiferroics, namely antisegetoelectric, ferrielectric and ferroelectric, $\text{Bi}_{1-y}\text{RyFeO}_3$, where R is a rare earth element, had been studied. These theoretical studies had been compared to an experiment performed by foreign co-authors. Their contents are described in Section 4. For convenience, the figures and formulas of each section are double numbered, for example, "N.M", where N is the section number and M is the number of the corresponding object (figure, formula) in the section. The results of the project can be used to create functional elements based on nanogranular films, in particular magnetoelastomers in robotics, and devices using ferroelectric compounds. They will be used for further research at the IF NASU and other research centers

both in Ukraine and abroad, as well as in the learning process. According to the research materials of this stage, 9 articles were published, and one was submitted for publication [1 * - 10 *].

Індекс УДК: 548:537.611.46

Коди тематичних рубрик: 29.19.41

Керівники роботи

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

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нові наукові дані про збільшення енергії фотолюмінесценції непрямого екситона у подвійній квантовій ямі при збільшенні зустини інтенсивності фотозбудження електродипольною взаємодією непрямих екситонів, котрі накопичуються при збудженні. Величина індукованого магнітним полем вигину балки магнітоактивного еластомеру (MAE) з наночастинками $\text{La}_{0.8}\text{Ag}_{0.2}\text{Mn}_{1.2}\text{O}_3$ критично залежить від температури. Похідна по температурі від величини вигину має особливість поблизу точки Кюрі. MAE з температурою Кюрі поблизу кімнатної температури можуть бути використані як «розумні» матеріали з самоконтрольованими магніто-пружними властивостями.

Назва НТП англійською: An explanation was found for the increase in the photoluminescence energy of an indirect exciton in a double quantum well with an increase in the intensity of photoexcitation by the electrodipole interaction of indirect excitons, which accumulate upon excitation. The magnitude of the magnetic field-induced bending of the magnetoactive elastomer (MAE) rod with $\text{La}_{0.8}\text{Ag}_{0.2}\text{Mn}_{1.2}\text{O}_3$ nanoparticles is critically dependent on temperature. The temperature derivative of the bending value has a feature near the Curie point. It has been found that IEA with a Curie temperature near room temperature can be used as "smart" materials with self-controlled magnetoelastic properties.

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: Знайдено, що енергія квантів фотолюмінесценції непрямого екситону $1\text{eCdTe} - 1\text{hh CdMnTe}$ типу у подвійній напівпровідниковій квантовій ямі $\text{CdTe} / \text{CdMnTe}$ бар'єрами з $\text{Cd}_{0.78}\text{Mg}_{0.22}\text{Te}$ і шириною між'ямного бар'єру 1.9 нм збільшується зі зростанням густини потужності збудження в разі, коли ця енергія є найнижчою в екситонній групі, в той час, як для прямих екситонів такого не спостерігається. Встановлено, що це є наслідком взаємодії електричних дипольних моментів, притаманним непрямим екситонам. Ефект має бути важливим для розуміння роботи пристроїв на подвійних квантових ямах або надграток з квантових ям. Термопружні властивості стрижнів з магнітних еластомерів, котрі вигинаються у поперечному електричному полі можуть використовуватися для створення керованих актуаторів для пристроїв. Зокрема, виявлений ефект зміни вигину такого стрижня при зміні температури в околі точки Кюрі магнітного заповнювача може бути корисним для таких застосувань. Створення мультифероїків з різним фазовим складом електродипольно-впорядкованої структури є важливою задачею для розвитку пристроїв на мультифероїках в роботі вивлено і пояснено механізми виникнення різних сеноелектричної, сернетіелектричної або антифероелектричної іаз та їх співіснування на основі твердих розчинів залізо-вісмутного феріта з заміщенням частини іонів вісмута на рідкісноземельні, $\text{Bi}_{1-y}\text{RyFeO}_3$, де R - атоми Sm або La. Порівняння теоретичних розрахунків на основі підходу Ландау-Гінзбурга-Девоншира з експериментами, проведеними зарубіжними співавторами, показало хорошу відповідність розрахункам.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Отримання нових знань і даних про природу взаємодій у твердих тілах, корисне для практичних використань і для використання в освіті

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: наукові інститути НАН України та інших країн і вищі навчальні заклади фізичного і фізико-технічного профілю

Перспективні ринки:

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

Y. I. Dzhezheriya, W. Xu, S. V. Cherepov, , Y. B. Skirta, V. M. Kalita, A. V. Bodnaruk, N.A. Liedienov, A.V. Pashchenko, I. V. Fesych, Bingbing Liu, G. G. Levchenko, Magnetoactive elastomer based on superparamagnetic nanoparticles with Curie point close to room temperature, *Materials & Design* 197, 109281 (2021).

O. S. Yakovenko, L. Yu. Matzui, L. L. Vovchenko, V. M. Bogatyrov, M. V. Galaburda, A. V. Bodnaruk, V. M. Kalita, O. A. Syvolozhskiy, V. V. Vilchinskyi, Electric properties of Ni-C and Co-C core-shell nanoparticles in polymer matrix, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 718, 132–141 (2021).

N. A. Liedienov, Z. Wei, V. M. Kalita, A. V. Pashchenko, Quanjun Li, I. V. Fesych, V. A. Turchenko, Ch. Hou, A. T. Kozakov, G. G. Levchenko, Spin-dependent magnetism and superparamagnetic contribution to the magnetocaloric effect of non-stoichiometric manganite nanoparticles, accepted to *Applied Materials Today* (arXiv preprint arXiv:2105.04831, 2021).

Yu. I. Dzhezheriya, A. F. Kravets, V. M. Kalita, P. Yu. Polinchuk, V. Korenivski, Fast barrier-free switching in synthetic antiferromagnets, *Physical Review Applied* (arXiv preprint arXiv:2110.02138, 2021).

M. Ziatdinov, R. K. Vasudevan, L. Vlcek, A. N. Morozovska, E. A. Eliseev, Shi-Ze Yang, Y. Gong, P. Ajayan, W. Zhou, M. F. Chisholm, S. V. Kalinin. Predictability as a probe of manifest and latent physics: the case of atomic scale structural, chemical, and polarization behaviors in multiferroic Sm-doped BiFeO₃. *Applied Physics Reviews* 8, 011403 (2021) <https://doi.org/10.1063/5.0016792>

A. N. Morozovska, E. A. Eliseev, S. V. Kalinin, and R. Hertel. Flexo-Sensitive Polarization Vortices in Thin Ferroelectric Films. *Phys.Rev.B* 104, 085420 (2021) <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.085420>

C. Nelson, A. Morozovska, M. Ziatdinov, E. Eliseev, X. Zhang, I. Takeuchi, S. Kalinin, "Mapping causal patterns in crystalline solids" (<http://arxiv.org/abs/2103.01951>)

A.I. Tovstolytkin, O.I. Nakonechna, I.V. Sharay, A.V. Bodnaruk, O.V. Bondar, V.M. Kalita, S.M. Ryabchenko, Yu.Yu. Shlapa, S.O. Solopan, A.G. Belous, On collective interparticle effects underlying unusual coercive behavior of ensembles of substituted manganite nanoparticles, *Acta Physica Polonica A*, v. 141, (2022)

Tovstolytkin A.I., Lytvynenko Ya.M., Kuzmak O.M., Bodnaruk A.V., Kalita V.M., Ryabchenko S.M., Shlapa Yu.Yu., Solopan S.O., Belous, Manganite-based nanoparticles as promising materials for biomedical applications: achievements, challenges and prospects, International conference "Modern Problems of Solid State and Statistical

Physics", (September 14-15, 2020, Kyiv, Ukraine). Book of abstracts. – P. 52-53.

A. N. Morozovska, D. V. Karpinsky, D. O. Alikin, A. Abramov, E. A. Eliseev, M. D. Glinchuk, A. D. Yaremkevich, O. M. Fesenko, T. V. Tsebrienko, A. Pakalniskis, A. Kareiva, M. V. Silibin, V. V. Sidski, S. V. Kalinin, and A. L. Kholkin. A Combined Theoretical and Experimental Study of the Phase Coexistence and Morphotropic Boundaries in Ferroelectric-Antiferroelectric-Antiferrodistortive Multiferroics. Acta Materialia, 212, 116939 (2021)
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.116939>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бондар Михайло Віталійович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Боднарук Андрій Васильович

(к. ф.-м. н.)

Бондар Олександр Васильович

(к. ф.-м. н.)

Галкіна Олена Григорівна

(к. ф.-м. н.)

Калита Віктор Михайлович

(д.ф.-м.н., 01.04.07)

Ковальчук Денис Григорович

Кулик Микола Миколайович

(к. ф.-м. н.)

Лозенко Альберт Федорович

(к. ф.-м. н.)

Морозовська Ганна Миколаївна

(д. ф.-м. н.)

Рябченко Сергій Михайлович

(д. ф.-м. н., 01.04.07)

Терлецький Олег Валентинович

(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**

