Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0223U003850

Державний реєстраційний номер: 0123U102727

Відкрита

Дата реєстрації: 12-07-2023

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Дослідження впливу розмірних ефектів на полярні та магнітні характеристики графен-сегнетоелектричних наноструктур.

Початок етапу: 05-2023

Закінчення етапу: 07-2023

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут фізики Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05417302

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, 03680, Україна

Телефон: 380445251220

Телефон: 380445251589

E-mail: fizyka@iop.kiev.ua

WWW: http://www.iop.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут фізики Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05417302

Адреса: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, 03680, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380445251220

Телефон: 380445251589

E-mail: fizyka@iop.kiev.ua

WWW: http://www.iop.kiev.ua

4. Джерела та напрями фінансування

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

КПКВК: 2201300

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 527.450 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Вплив розмірних ефектів на електрофізичні властивості графен-сегнетоелектричних наноструктур

Назва роботи (англ)

The influence of size effects on the electrophysical properties of graphene-ferroelectric nanostructures

Реферат (укр)

Об'єкт дослідження – сегнетоелектрики, графен, графен-сегнетоелектричні наноструктури та комплекси. Предмет дослідження – розмірні ефекти електрофізичних, полярних, магнітних та магнітоелектричних властивостей графен-сегнетоелектричних наноструктур. Мета НТР – встановлення впливу розмірних ефектів на електрофізичні, полярні, магнітні та магнітоелектричні властивості графен-сегнетоелектричних наноструктур (ГСЕНС) для створення новітніх пристроїв енергонезалежної пам'яті та надчутливих сенсорів. Мета 1-го етапу - аналіз впливу розмірних ефектів на електрофізичні, полярні та магнітні властивості ГСЕНС. Основні результати. Повною мірою виконано завдання 1-го етапу, які в сукупності істотно вдосконалюють стан розробки проблеми, зокрема: А) Теоретично проаналізовано вплив розмірних ефектів на фазові стани поляризації та динаміку доменної структури сегнетоелектрика-мультифероїка Hf1-xZrxO2, вкритого шаром графену. Використовуючи ефективну вільну енергію Ландау, ми виявили повну кореляцію між розподілом поляризації в плівці Hf1-xZrxO2 і носіями заряду в одношаровому графені. Б) За допомогою Раман-спектроскопії та дифракції рентгенівських променів проведені вимірювання та аналіз спектральних властивостей феродисторсних сегнетоелектриків SrBi2(Ta1-xNbx)2O9 та виявлено немонотонне зміщення максимуму раманівської смуги 810 см-1 зі збільшенням вмісту Nb, яке зумовлено феродисторцією, а саме нахилом октаедрів (Ta,Nb)O6. В) За допомогою Раман-спектроскопії, дифракції рентгенівських променів та вимірювань магнітних властивостей отримані нові знання про структуру та фазовий склад сегнетоелектриків-антиферомагнетиків Bi1-xRExFeO3 (RE - рідкоземельні елементи La, Lu або Sm).

Реферат (англ)

The object of research is ferroelectrics, graphene, graphene-ferroelectric nanostructures and complexes. The subject of research is dimensional effects of electrophysical, polar, magnetic and magnetoelectric properties of graphene-ferroelectric nanostructures. The goal is to establish the influence of dimensional effects on the electrophysical, polar, magnetic and magnetoelectric properties of graphene-ferroelectric nanostructures (GFENS) for the creation of the latest non-volatile memory devices and ultra-sensitive sensors. The purpose of the 1st stage is to analyze the influence of dimensional effects on the electrophysical, polar and magnetic properties of GFENS. Main results. The tasks of the 1st stage, which collectively significantly improve the state of development of the problem, have been fully completed, in particular: A) The effect of dimensional effects on the phase states of polarization and the dynamics of the domain structure of the ferroelectric multiferroic Hf1-xZrxO2 covered with a graphene layer was theoretically analyzed. Using the effective Landau free energy, we found a complete correlation between the polarization distribution in the Hf1-xZrxO2 film and the charge carriers in single-layer graphene. B) With the help of Raman spectroscopy and X-ray diffraction, measurements and analysis of the spectral properties of ferrodistortion SrBi2(Ta1-xNbx)2O9 ferroelectrics were carried out, and a non-monotonic shift of the maximum of the Raman band at 810 cm-1 with an increase in the Nb content was revealed, which is caused by ferrodistortion, namely the tilt of the octahedra (Ta,Nb)O6. C) With the help of Raman spectroscopy, X-ray diffraction and measurements of magnetic properties, new knowledge about the structure and phase composition of ferroelectrics-antiferromagnets Bi1-xRExFeO3 (RE - rare earth elements La, Lu or Sm) was obtained.

Індекс УДК: 538.91Ф405; 548.5.01

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.15

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Теорія впливу розмірних ефектів на електрофізичні, полярні, магнітні та магнітоелектричні властивості графен-сегнетоелектричних наноструктур (ГСЕНС).

Назва продукції (англ): Theory of influence of size effects on electrophysical, polar, magnetic and magnetoelectric properties of graphene-ferroelectric nanostructures (GFENS).

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19

Опис продукції (укр): Ґрунтуючись на результатах проведених експериментальних та теоретичних досліджень, встановлені фізичні механізми впливу розмірних ефектів та хімічного складу на фазові стани поляризації сегнетоелектриків-мультифероїків, таких як феродисторсні сегнетоелектрики SrBi2(Ta1-xNbx)2O9, сегнетоелектрики-антиферомагнетики Bi1-xSmxFeO3, Bi1-xLaxFeO3 та LuFeO3, та сегнетоелектрики-антисегнетоелектрики Hf1-xZrxO2 у комплексі з графенами. Зокрема: 1) вплив розмірних ефектів на фазові стани поляризації та динаміку доменної структури сегнетоелектрика-мультифероїка Hf1-xZrxO2, вкритого шаром графену є вираженими, якщо плівка Hf1-xZrxO2 досить тонка (5 нм < h < 20 нм), співвідношення Zr/[Hf+Zr] лежить у межах 0,3<x<0,7, а проміжок між плівкою та графеновим шаром надтонкий (~0,5 нм); 2) виявлено повну кореляцію електрофізичного стану графену з динамічними змінами доменної структури сегнетоелектрика-мультифероїка Hf1-xZrxO2; 3) вимірювання спектральних, електрофізичних та магнітних властивостей сегнетоелектриків-мультифероїків SrBi2(Ta1-xNbx)2O9, Bi1-xSmxFeO3, Bi1-xLaxFeO3 та LuFeO3 показали, що тонкі плівки та наночастинки цих матеріалів мають високий потенціал для використання у графен-сегнетоелектричних комплексах.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Розробка теорії

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: Інститут фізики НАН України

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

A. N. Morozovska, O. M. Fesenko, A. D. Yaremkevich, T.V. Tsebrienko, O.P. Bydnyk, Lei Wang, A. V. Semchenko, V. V. Sidski. Enhanced ferroelectric properties of low annealed SrBi2(Ta,Nb)2O9 thin films for NvFeRAM applications. Applied Nanoscience (2023). https://doi.org/10.1007/s13204-023-02885-4 (стаття)

A. N. Morozovska, M. V. Strikha, K. P. Kelley, S. V. Kalinin, and E. A. Eliseev. Charge-polarization coupling in the nanostructure “thin HfxZr1-xO2 film – graphene”. ArXiv Condensed-Matter (2023) https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.01363 (препринт)

Fesenko O.M., Fesych I.V., Bodnaruk A.V., Yaremkevych A.D., and Morozovska A.N. Correlation of Raman studies, X-ray and magnetic properties of LuFeO3 nanoparticles (тези на міжнародну конференцію НАНО-2023)

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 62

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Боднарук Андрій Васильович (к. ф.-м. н.)

Голуб Павло Володимирович

Морозовська Ганна Миколаївна (д.ф.-м.н., професор)

Раллєв Максим Віталійович

Старинець Сергій Михайлович

Ткаченко Віталій Сергійович

Фесенко Олена Мар'янівна (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Яремкевич Андрій Дмитрович

Керівник організації:

Бондар Михайло Віталійович (д. ф.-м. н., член-кор.)

Керівники роботи:

Морозовська Ганна Миколаївна (д. ф.-м. н., професор)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.