

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U004166

Державний реєстраційний номер: 0124U003757

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-11-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Нанорозмірні та наноструктуровані феро-йоніки з негативною ємністю: теорія, експеримент та застосування.

Початок етапу: 03.2025

Закінчення етапу: 12.2025

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, буд. 46, м. Київ, 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445251220, 380445251589

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний фонд досліджень України

Код за ЄДРПОУ: 42734019

Місцезнаходження: вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442981622, 380442981622

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): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 3999.470

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Багатократно-вироджені метастабільні стани спонтанної поляризації нанофероїків: теорія, експеримент та перспективи для цифрової наноелектроніки.

Назва роботи англійською:

Manyfold-degenerated metastable states of spontaneous polarization in nanoferroics: theory, experiment and perspectives for digital nanoelectronics.

Реферат українською:

Проведений аналіз умов виникнення метастабільних станів доменної структури шару феро-йоніка, які характеризуються негативною ємністю, на прикладі наночастинок фероелектриків $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ та BaTiO_3 , нанопластівців феріелектриків CuInP_2S_6 , та фероелектриків-антифероелектриків $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$. Знайдені умови виникнення метастабільних лабіринтних доменів у ансамблях фероелектричних наночастинок $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, CuInP_2S_6 та $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ та проведений теоретичний аналіз впливу розмірних та поверхневих ефектів на їх полярні, діелектричні, електрофізичні властивості та стани з негативною ємністю. Синтезовані та досліджені багатшарові наноструктури, які містять нанорозмірні феро-йоніки вюрцитів $\text{Al}_{1-x}\text{Sc}_x\text{N}-\text{AlN}$, $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}-\text{ZnO}$, $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}-\text{MgO}$ та наноккомпозитні плівки флюоритів $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$. Проаналізований вплив розмірних та поверхневих ефектів на їх полярні, діелектричні та електрофізичні властивості. Проаналізовано індуковане зондом ПСМ зародження нанодоменів, особливості локальних петель гістерезису поляризації та коерцитивних полів у двошарових та тришарових наноструктурах вюрцитів. У наноккомпозитах $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ виявлено резистивне перемикання. Проведений аналіз ІЧ та Раманівського розсіювання наноструктур, які містять феро-йоніки, зокрема наночастинок $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$. За допомогою рентгенівської дифракції, просвічуючої електронної мікроскопії, Раманівської та ІЧ Фур'є спектроскопії було встановлено, що сполуки з поступовим заміщенням Bi^{3+} на Sm^{3+} характеризуються послідовністю структурних перетворень від ромбоєдричної фази $R\bar{3}c$ до орторомбічної фази $Pbnm$. Проведений аналіз мікроструктури синтезованих наноструктур та виявлені кореляції з їх вольт-фарадними та вольт-амперними характеристиками. Розроблені рекомендації щодо перспективних застосувань нано-феро-йоніків з негативною ємністю.

Реферат англійською:

The conditions for the emergence of metastable states of the domain structure of the ferro-ionic layer, which are characterized by negative capacitance, were analyzed using the example of ferroelectric nanoparticles $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ and BaTiO_3 , CuInP_2S_6 ferrielectric nanoflakes, and $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ ferroelectric-antiferroelectrics. The conditions for the emergence of metastable labyrinth domains in ensembles of $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, CuInP_2S_6 , and $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ ferroelectric nanoparticles were found and a theoretical analysis of the influence of size and surface effects on their polar, dielectric, electrophysical properties, and states with negative capacitance was performed. Multilayer nanostructures containing nanosized ferro-ionics of wurtzites $\text{Al}_{1-x}\text{Sc}_x\text{N}-\text{AlN}$, $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}-\text{ZnO}$, $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{O}-\text{MgO}$ and nanocomposite films of fluorites $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ were synthesized and studied. The influence of size and surface effects on their polar, dielectric and electrophysical properties was analyzed. The nucleation of nanodomains induced by the PFM probe, the features of local polarization hysteresis loops and coercive fields in two-layer and three-layer wurtzite nanostructures were analyzed. Resistive switching was revealed in $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ nanocomposites. The IR and Raman scattering of nanostructures containing ferro-ionics, in particular $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$ nanoparticles, was analyzed. Using X-ray diffraction, transmission electron microscopy, Raman and IR Fourier spectroscopy, it was found that compounds with gradual substitution of Bi^{3+} by Sm^{3+} are characterized by a sequence of structural transformations from the rhombohedral phase $R\bar{3}c$ to the orthorhombic phase $Pbnm$. The microstructure of the synthesized nanostructures was analyzed and correlations with their current-voltage and charge-voltage characteristics were found. Recommendations for promising applications of nano-ferro-ionics

with negative capacitance were developed.

Індекс УДК: 538.91Ф405; 548.5.01

Коди тематичних рубрик: 29.19.15

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Морозовська Ганна Миколаївна

Науковий ступінь: д.ф.-м.н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нанорозмірні та наноструктуровані феро-йоніки з негативною ємністю.

Назва НТП англійською: Nanosized and nanostructured ferro-ionics with negative capacitance

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: 72.19

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Знайдені та проаналізовані умови виникнення багатократно енергетично-вироджених метастабільних станів електричної поляризації, індукованих розмірними ефектами у нанофероїках. Зокрема, визначені умови виникнення феро-йонного стану у тонких багатошарових плівках $\text{Al}_{1-x}\text{Sc}_x\text{N}-\text{AlN}$ та наночастинках фероїків BaTiO_3 , $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$, $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ та $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$, яким притаманий ефект негативної диференційної ємності. Встановлені механізми впливу розмірного ефекту та нелінійного поверхневого екранування на феро-йонний стан та ефективну негативну ємність у наночастинках BaTiO_3 , $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ та $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$. Результати отримані вперше, не мають аналогів та є важливими для розвитку передової світової фундаментальної науки та новітніх застосувань у нанoeлектроніці в країнах-лідерах, США та ЄС. Втім ці результати в першу чергу важливі для підтримки розвитку передової науки в Україні.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Інше (Розробка теорії)

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

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

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бондар Михайло Віталійович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Гуденко Юлія Миколаївна

(к. ф.-м. н.)

Леоненко Євген Володимирович

(к. х. н.)

Морозовська Ганна Миколаївна

(д.ф.-м.н., професор, 01.04.07)

Пилипчук Олександр Сергійович

(к. ф.-м. н., с.д.)

Раллев Максим Віталійович

Стеценко Денис Олегович

Фесенко Олена Мар'янівна

(к. ф.-м. н., с.н.с.)

Яремкевич Андрій Дмитрович

(д.філософ)

Відповідальний за підготовку

облікових документів

Машкіна Валентина Леонідівна

Телефон

096 812 2212

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна