Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0821U102342

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-09-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шевлякова Ганна Вікторівна
2. Shevliakova Hanna Viktorivna

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 153

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та приладобудування. Мікро- та наносистемна техніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 21-09-2021

Спеціальність за освітою: Мікро- та наносистемна техніка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.050

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 47.33.37, 50.09.37

Тема дисертації:

1. Вплив розмірних ефектів на характеристики фероелектриків в приладах мікроелектроніки

2. The influence of size effects on the properties of ferroelectrics in microelectronic devices

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена встановленню впливу розмірних ефектів на діелектричні, піроелектричні (ПЕ) та електрокалоричні (ЕК) характеристики сферичних фероелектричних (ФЕ) наночастинок в приладах мікро- на наноелектроніки, таких як ПЕ сенсори та твердотільні охолоджувачі. ФЕ матеріали є незамінними елементами ПЕ сенсорів та ЕК охолоджувачів, які є актуальним для існуючих та інноваційних рішень у галузі безпеки та енергетики. Однак, усі існуючі фероелектрики вимагають значного вдосконалення своїх робочих характеристик, щоб задовольнити сучасні вимоги до передових багатофункціональних пристроїв. Дослідження нанорозмірних фероелектриків є перспективним з точки зору можливості керування властивостями композиту шляхом підбору розміру наночастинок з метою досягнення максимального ЕК відгуку та ПЕ перетворення. Використовуючи теоретичний підхід Ландау-Гінзбурга-Девоншира, аналітично розраховано типові залежності параметрів ПЕ та ЕК перетворення від зовнішнього електричного поля, температури та радіусу для сферичних монодоменних ФЕ наночастинок типу «ядро-оболонка». Розглянута фізична модель відповідає нанокомпозитам з малою концентрацією ФЕ наночастинок. В межах аналітичної моделі з'ясовано, як зміна розміру наночастинок впливає на температуру та поведінку параметрів ПЕ та ЕК перетворення в електричному полі на прикладі наночастинок $BaTiO3$, вкритих напівпровідниковою оболонкою та поміщених у діелектричний полімер. Показано, що змінюючи розмір частинки можна отримати максимуми ПЕ коефіцієнта і зміни ЕК температури, а також змінювати їхні ширину, величину та знак. Розглянутий розмірний ефект відкриває можливість керування ПЕ та ЕК властивостями ФЕ нанокомпозитів, що може бути важливим для поширення їх застосування у перетворювачах енергії та охолоджувальних системах. Розглянуто вплив ансамблю невзаємодіючих сферичних однодоменних ФЕ наночастинок типу «ядро-оболонка» різного розміру, вбудованих в діелектричну матрицю. Функція розподілу за розмірами цих наночастинок вибирається як усічений розподіл Гауса. Для таких нанокомпозитів обчислено залежності електричної поляризації, зміни ЕК температури, ПЕ та ЕК коефіцієнтів та діелектричної проникності від зовнішнього електричного поля та температури. Проаналізовано залежність перелічених характеристик від параметрів функції розподілу частинок за розміром. Розраховано та проаналізовано залежності ПЕ факторів якості від середнього радіуса наночастинок у композиті. Залежності підтверджують наявність фазового переходу, індукованого розміром наночастинок. Отримані результати відкривають нову можливість керування ПЕ і ЕК параметрами ФЕ нанокомпозитів через параметри розподілу наночастинок за розмірамисс. Досліджено вплив пружної анізотропії, електрострикції, флексоелектрики та деформації невідповідності на морфологію доменної структури в ФЕ наночастинках типу «ядро-оболонка» сферичної форми. Проведено моделювання скінченних елементів (МСЕ) для багатовісних ФЕ ядер наночастинок, покритих пружно-ізотропною м'якою або пружно-анізотропною жорсткою параелектричною оболонкою, з деформаціями невідповідності. Останні індукуються різницею сталих ґратки ядра та оболонки. Також нами вивчено вплив радіуса ядра на температурну поведінку морфології доменної структури, значення поляризації та температуру фазового переходу, отримано наближені аналітичні вирази для аналізу впливу пружних властивостей оболонки, і деформації невідповідності на фазові діаграми. Фазова діаграма ядра, вкритого пружно-ізотропною м'якою оболонкою, показує відносно невелике, але помітне підвищення температури фазового переходу параелектрик-фероелектрик, викликане флексоелектричним зв'язком, тоді як фазова діаграма для ядра, покритого пружно-анізотропною жорсткою оболонкою виявляє відносно сильний вплив деформації невідповідності. Ефект флексоелектричного зв'язку незначний для жорстких оболонок. Отримані аналітичні результати дозволяють підбирати оптимальні параметри для досягнення високих значень ПЕ коефіцієнту або ЕК зміни температури ансамблю не взаємодіючих наночастинок ядро-оболонка, що важливо для перетворювачів енергії та систем охолодження. ФЕ наночастинки ядро-оболонка, поляризація яких розташована у вихороподібній структурі з різними типами точок Блоха та / або диполярних ядер, є перспективними кандидатами для нанорозмірних польових транзисторів та логічних блоків.

2. The dissertation is devoted to the establishment of the influence of size effects on the dielectric, pyroelectric (PE) and electrocaloric (EC) properties of spherical ferroelectric (FE) nanoparticles in micro- and nanoelectronics devices, such as PE sensors and solid-state coolers. FE materials are essential elements of PE sensors and EC

coolers, which are relevant for existing and innovative solutions in the field of safety and energy. However, all existing FEs require significant improvements in their performance to meet modern requirements for advanced multifunction devices. The study of nanosized FEs is promising in terms of the ability to control the properties of the composite by selecting the size of nanoparticles in order to achieve maximum electrosaloric response and PE transformation Using the Landau-Ginzburg-Devonshire theory in the effective medium approximation, typical dependences of PE and EC transformation parameters on the external electric field, temperature and radius of spherical monodomain FE nanoparticles of the core-shell type are calculated analytically. The considered physical model corresponds to the nanocomposites with low concentration of FE nanoparticles. Within the analytical model, it was found out how the change in nanoparticle size affects the temperature and behavior of the parameters of PE and EC conversion in an electric field on the example of BaTiO3 nanoparticles coated with a semiconductor shell and placed in a dielectric polymer. It is shown that by changing the particle size it is possible to obtain the maxima of the PE coefficient and changes in the EC temperature, as well as to change their width, magnitude and sign. The revealed size effect opens the possibility of controlling the PE and EC properties of FE nanocomposites, which can be important for their advanced applications in energy converters and cooling systems. The influence of an ensemble of non-interacting spherical single-domain FE nanoparticles of the "core-shell" type of different sizes, embedded into the dielectric matrix, is considered. The size distribution function of these nanoparticles is chosen in the form of Gaussian distribution truncated from the minimum to the maximum radius. For such nanocomposites, the dependences of electric polarization, changes in EC temperature, PE and EC coefficients and dielectric permittivity on the external electric field and temperature. The dependence of the listed characteristics on the parameters of the particle size distribution function is analyzed. The dependences of PE quality factors on the average radius of nanoparticles in the composite are calculated and analyzed. The dependences confirm the presence of a size-induced phase transition in nanoparticles. The obtained results open a new possibility of controlling PE and EC parameters of FE nanocomposites through nanoparticle size distribution parameters. The influence of elastic anisotropy, electrostriction, flexoelectricity and mismatch strain on the morphology of the domain structure in spherical FE nanoparticles of the "core-shell" type has been studied. Finite element modeling (FEM) has been performed for multiaxial FE nuclei of nanoparticles coated with an elastically-isotropic soft or elastically-anisotropic rigid paraelectric shell with mismatch strains. The latter are induced by the difference between the constant lattices of the core and the shell. We also studied the influence of the radius of the nucleus on the temperature behavior of the morphology of the domain structure, the polarization value and the phase transition temperature, and obtained approximate analytical expressions for analyzing the influence of elastic properties of the shell and mismatch strain on the phase diagrams. The phase diagram of a core coated with an elastically-isotropic soft shell shows a relatively small but noticeable increase in the temperature of the paraelectric-ferroelectric phase transition caused by flexoelectric coupling, while the phase diagram for a core covered with an elastically-anisotropic rigid shell shows a relatively small changes in the transition temperature. The influence of the flexoelectric effect is negligible for rigid shells. Obtained analytical results allow to select the optimal parameters to achieve high values of PE coefficient or EC temperature change of the ensemble of non-interacting core-shell nanoparticles, which is important for energy converters and cooling systems. FE core-shell nanoparticles, the polarization of which is located in a vortex-like structure with different types of Bloch points and / or dipolar nuclei, are promising candidates for nanosized field-effect transistors and logic blocks.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Морозовська Ганна Миколаївна
2. Morozovska Anna N.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Молнар Олександр Олександрович
2. Molnar Oleksandr O

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузян Роман Оганесович

2. Kuzian Roman O

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мачулянський Олександр Вікторович

2. Machulianskyi Oleksandr V.

Кваліфікація: д. т. н., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Татарчук Дмитро Дмитрович

2. Tatarchuk Dmytro D.

Кваліфікація: д. т. н., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Вербицький Володимир Григорович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Вербицький Володимир Григорович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.

