Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0421U102327

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-05-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кузенко Данило Володимирович
2. Kuzenko Danylo Volodymyrovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.07

Назва наукової спеціальності: Фізика твердого тіла

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 07-05-2021

Спеціальність за освітою: Фізика

Місце роботи здобувача: Тернівський навчально- виховний комплекс "загальноосвітня школа I-III ступенів - дошкільний навчальний заклад"Лиманської міської ради Донецької області

Код за ЄДРПОУ: 25702476

Місцезнаходження: вул. Землянського, 2, с. Терни, Краснолиманський р-н., Донецька обл., 84440, 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): Д 64.051.03

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, 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: Донецький національний університет імені Василя Стуса

Код за ЄДРПОУ: 02070803

Місцезнаходження: вул. 600-річчя, буд. 21, м. Вінниця, Вінницький р-н., Вінницька обл., 21021, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.19

Тема дисертації:

1. Нелінійні ефекти в п'єзокераміці на основі твердих розчинів Pb(Zr,Ti)O3

2. Nonlinear Effects in the Piezoceramic of based Solutions Pb(Zr,Ti)O3

Реферат/анотація:

1. Об’єкт дослідження: релаксаційні процеси після зовнішніх впливів, що призводять до оборотних та необоротних змін властивостей п’єзоелектричних керамічних елементів на основі твердих розчинів Pb(Zr,Ti)O3; механізми, що приводять до нелінійних особливостей релаксаційних процесів. Мета: розв’язання актуального наукового завдання, яке полягає у встановленні фізичної природи та закономірностей релаксаційних процесів, які відбуваються після припинення впливу зовнішніх чинників у твердих розчинах Pb(Zr,Ti)O3 та побудова фізичної моделі цих процесів. Методи: вимір петель діелектричного гістерезису P(E) в квазістатичному режимі (f = 2·10-2 Гц) за схемою Сойєра-Тауера; вимір температурної залежності діелектричної проникності □(T); вимір температурної залежності поляризації P(T); рентгеноструктурні дослідження, проведені з використанням рентгенівського дифрактометра ДРОН-3; мікроструктурні дослідження, проведені за методом растрової електронної мікроскопії (Selmi РЕМ-106И); вимір діелектричних властивостей (ємність C, тангенс кута діелектричних втрат tg□) на частоті 1 кГц при амплітуді вимірювального поля 4.3 В за мостовим методом (Е7-8); вимір п’єзорезонансних властивостей (fr, fa, fr.3)

методом пасивного чотириполюсника; вимір п'єзоелектичного модуля d33 статичним методом; вимірювання релаксації властивостей в процесі старіння після припинення дії зовнішнього впливу □(t), fr(t). Теоретичні і практичні результати, наукова новизна: 1. Знайшли подальший розвиток уявлення про те, що релаксація в полікристалічних сегнетоелектричних матеріалах відбувається за логарифмічним законом. Це експериментально показано на прикладі релаксації діелектричної проникності сегнетокераміки Pb(Zr,Ti)O3 після дії температури, електричного поля, механічного напруження. Така поведінки можлива за наявності спектра часів релаксації у полікристалічних твердих розчинах Pb(Zr,Ti)O3 , що містять структурні дефекти з різною енергією активації. 2. Вперше встановлено, що після припинення часткової переполяризації постійним електричним полем і деполяризації нагріванням швидкість релаксації діелектричної проникності має максимальне значення при значеннях поля і температури, які нижче коерцитивного поля і температури точки Кюрі відповідно (Екр < Ес , Ткр < ТС). Поле Екр і температура Ткр є граничними для оборотних процесів. У інтервалі полів Ес –Екр , і температур ТС –Ткр відбувається необоротна переполяризація і деполяризація зразка – в процесі релаксації діелектрична проникність не повертається до вихідного значення, при цьому відбувається зміна доменної структури. 3. Вперше показано, що інтервали Ес –Екр і ТС –Ткр зростають при переході з ромбоедричної області фазової діаграми твердих розчинів Pb(Zr,Ti)O3 в тетрагональну, що пояснюється більш високими значеннями однорідного параметру деформації тетрагональної структури у порівнянні з ромбоедричною. 4. Вперше встановлено, що нелінійна залежність релаксаційних характеристик п'єзоелектричної кераміки на основі Pb(Zr,Ti)O3 від амплітуди зовнішніх чинників визначається перебудовою доменної структури. 5. Розроблена модель механізму довготривалої релаксації, в основі якої лежить зміна зарядового стану дефектів кристалічної решітки (кисневих вакансій VO), яка відбувається за такими стадіями: – зменшення залишкової поляризації та виділення некомпенсованого заряду на поверхні в процесі зовнішніх дій, утворення F-центрів (заряджених кисневих вакансій) по механізму VO + e □ F + , VO + 2e □ F0 ; – порушення електричного балансу, який був до збудження, та породження електричного поля, яке направлено проти поляризації, новим розподіленням зарядів; – зворотний довготривалий перехід після припинення зовнішніх дій збуджених станів по схемі F + □ VO + e , F 0 □ VO + 2e та обумовлена ним довготривала релаксація п'єзоелектричного зразка до основного стану. Практичне значення: результати, отримані в ході виконання дисертаційної роботи, розширюють існуючі уявлення про фізичні процеси, що протікають в сегнетоелектричних п'єзокерамічних матеріалах після припинення дії на них зовнішніх чинників. Логарифмічний закон релаксації, який задовільно описує експериментальні дані, дає можливість прогнозувати поведінку властивостей зразків у процесі старіння. Визначення граничних амплітуд, які призводять до зворотних або необоротних змін властивостей, дає можливість збільшити термін експлуатації п'єзокерамічних елементів, які є у складі радіоелектронної апаратури. Сфера використання: запропонований в роботі механізм довготривалої релаксації післядії дає можливість проводити цілеспрямований пошук нових високоефективних п'єзоелектричних керамічних матеріалів.

2. Object of the study: relaxation processes after external influences, which lead to reversible and irreversible changes in the properties of piezoelectric ceramic elements based on solid solutions of Pb(Zr,Ti)O3 ; mechanisms that lead to nonlinear features of relaxation processes. Objective: to solve an urgent scientific task, which is to establish the physical nature and patterns of relaxation processes that occur after the cessation of external factors in solid solutions of Pb(Zr,Ti)O3 and build a physical model of these processes. Methods: measurement of dielectric hysteresis loops P(E) in the quasi-static mode (f = 2·10 -2 Hz) according to the Sawyer-Tower scheme; measurement of the temperature dependence of the dielectric constant □(T); measurement of the temperature dependence of the polarization P(T); X-ray structural studies performed using an X-ray diffractometer DRON-3; microstructural studies performed by scanning electron microscopy (Selmi REM-106I); measurement of dielectric properties (capacitance C, tangent of dielectric loss angle tg□) at a frequency of 1 kHz at an amplitude of the measuring field of 4.3 V by the bridge method (E7-8); measurement of piezoresonant properties (fr , fa , fr.3) by the passive quadrupole method; measurement of the piezoelectric module d33 by the static method; measurement of relaxation properties during aging after cessation of external influence □(t), fr(t). Theoretical and practical results,

scientific novelty: 1. Found the further development of the idea that relaxation in polycrystalline ferroelectric materials occurs by the logarithmic law. This is experimentally shown by the example of relaxation of the dielectric constant of ferroceramics Pb(Zr,Ti)O3 after the action of temperature, electric field, mechanical stress. Such behavior is possible in the presence of a spectrum of relaxation times in polycrystalline solid solutions of Pb(Zr,Ti)O3 , which contain structural defects with different activation energies. 2. It was found for the first time that after cessation of partial repolarization by a constant electric field and depolarization by heating, the relaxation rate of dielectric constant has a maximum value at field and temperature values below the coercive field and Curie point temperature, respectively (Ecr < Ec , Tcr < TC). The field E cr and temperature T cr are the limits for reversible processes. In the range of Ec – Ecr fields and TC – Tcr temperatures, the sample undergoes irreversible repolarization and depolarization; in the relaxation process, the dielectric constant does not return to its original value, and the domain structure changes. 3. It is shown for the first time that the intervals Ec – Ecr and TC – Tcr increase during the transition from the rhombohedral region of the phase diagram of solid solutions Pb(Zr,Ti)O3 to tetragonal, which is explained by higher values of the homogeneous deformation parameter of tetragonal structure in comparison with rom. 4. It was first established that the nonlinear dependence of the relaxation characteristics of piezoelectric ceramics based on Pb(Zr,Ti)O3 on the amplitude of external factors is determined by the rearrangement of the domain structure. 5. A model of the mechanism of long-term relaxation is developed, which is based on the change of the charge state of the crystal lattice defects (oxygen vacancies VO), which occurs at the following stages: – reduction of residual polarization and uncompensated charge on the surface during external actions; charged oxygen vacancies) by the mechanism VO + e □ F+ , VO + 2e □ F0 ; – violation of the electric balance, which was before excitation, and the generation of an electric field, which is directed against polarization, by a new distribution of charges; – inverse long-term transition after termination of external actions of excited states according to the scheme F+ □ VO + e , F0 □ VO + 2e and the long-term relaxation of the piezoelectric sample to the ground state caused by it. Practical significance: the results obtained during the dissertation work expand the existing ideas about the physical processes occurring in ferroelectric piezoceramic materials after the cessation of external factors. The logarithmic law of relaxation, which satisfactorily describes the experimental data, makes it possible to predict the behavior of the properties of the samples during aging. Determining the limiting amplitudes that lead to reversible or irreversible changes in properties makes it possible to increase the service life of piezoceramic elements that are part of electronic equipment. Scope of application: the mechanism of long-term relaxation of the aftereffect offered in the work gives the chance to carry out purposeful search of new highly effective piezoelectric ceramic materials.

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. Бажин Анатолій Іванович

2. Bazhyn Anatolii Ivanovych

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. Трубіцин Михайло Павлович

2. Trubitsyn Mykhailo P

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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Галунов Микола Захарович

2. Galunov Mykola Zacharovich

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05, 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

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Шкуратов Юрій Григорович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Пойда Володимир Павлович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Т.А.