

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0222U004610

Державний реєстраційний номер: 0117U002460

Відкрита

Дата реєстрації: 19-09-2022



1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка методів синтезу, технології виготовлення та дослідження оксидних мультифероїків на основі керамічних твердих розчинів та багатошарових композитних структур для створення багатофункціональних магнітоелектричних матеріалів нового покоління з високим рівнем властивостей та експлуатаційного ресурсу

Початок етапу: 01-2017

Закінчення етапу: 12-2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416930

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Адреса: вул. Кржижановського, буд. 3, м. Київ, 03142, Україна

Телефон: 380443908751

Телефон: 380443908757

Телефон: 380442057901

Телефон: 380444241524

Телефон: 380444242271

Телефон: 380444242131

E-mail: dir@ipms.kiev.ua

WWW: <http://www.materials.kiev.ua>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416930

Адреса: вул. Кржижановського, буд. 3, м. Київ, 03142, Україна

Підпорядкованість: Національна академія наук України

Телефон: 380443908751

Телефон: 380443908757

Телефон: 380442057901

Телефон: 380444241524

Телефон: 380444242271

Телефон: 380444242131

E-mail: dir@ipms.kiev.ua

WWW: <http://www.materials.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: 6541030

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 3146.735 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Розробка методів синтезу, технології виготовлення та дослідження оксидних мультифероїків на основі керамічних твердих розчинів та багатошарових композитних структур для створення багатфункціональних магнітоелектричних матеріалів нового покоління з високим рівнем властивостей та експлуатаційного ресурсу

Назва роботи (англ)

Development of methods of synthesis, manufacturing technology and research of oxide multiferroics based on ceramic solid solutions and multilayer composite structures to create multifunctional magnetoelectric materials of new generation with high properties and operational resource

Реферат (укр)

Об'єктом дослідження були мультифероїки на основі твердих розчинів $x(\text{PbFe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3, \text{PbFe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3) - (1-x)\text{PbZr}_{1/2}\text{Ti}_{1/2}\text{O}_3$, EuTiO_3 та композитів, що містять Mn. На відміну від традиційних способів, використано метод імпульсного нагрівання сумішей оксидних прекурсорів що дозволило синтезувати вихідні прекуртори твердих розчинів з розміром кристалітів 20 – 70 нм при температурах 750 – 950 оС. У системах PCN – PZT, PMN – PZT Вищі оксиди Cr і Mn ускладнюють або унеможливають отримання на повітрі однофазних перовскітних твердих розчинів. Однак при спіканні у безкисневому газовому середовищі аргону вперше встановлено утворення неперервних рядів твердих розчинів зі структурою перовскіту, та отримано керамічні матеріали на їх основі з високим електричним опором (106 Ом і більше). Вплив кисневих вакансій на релаксори з перовскітовою структурою розглянуто в рамках феноменологічної теорії Ландау-Гінзбурга-Девоншира. Основна увага приділена релаксору PZN-PLZT. Показано, що негативна температура Кюрі T_C^*

релаксатора перенормується пружними диполями через вплив електрострикції і може стати позитивною при досить великій концентрації вакансій, тобто індукувати сегнетоелектричну фазу. Проведені магнітні та діелектричні вимірювання композитної кераміки мультифероїтів, що містять іони Mn. Показано збільшення залишкової намагніченості, намагніченості насичення, а також збільшення значень діелектричної проникності зі збільшенням вмісту марганцю. Проведене теоретичне моделювання та експериментальне дослідження магнітоелектричного ефекту (МЕ) у нанозернистих кераміках мультифероїтів-перовскітів PFN-PZT і PFT-PZT, які мають великий МЕ ефект при кімнатній температурі.

Реферат (англ)

The object of the study were multiferroics based on solid solutions $x(\text{PbFe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3, \text{PbFe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3) - (1-x)\text{PbZr}_{1/2}\text{Ti}_{1/2}\text{O}_3$, EuTiO_3 and composites containing Mn. In contrast to traditional methods, the method of pulse heating of oxide precursor mixtures was used, which allowed the synthesis of initial precursors of solid solutions with a crystallite size of 20–70 nm at temperatures of 750–950 °C. In PCN - PZT, PMN - PZT systems, higher oxides of Cr and Mn make it difficult or impossible to obtain single-phase perovskite solid solutions in air. However, when sintering in an oxygen-free argon medium, the formation of continuous series of solid solutions with a perovskite structure was established for the first time, and ceramic materials based on them with high electrical resistance (106 Ohms and more) were obtained. The influence of oxygen vacancies on relaxors with a perovskite structure is considered in the framework of the Landau-Ginzburg-Devonshire phenomenological theory. The main focus is on the PZN-PLZT relaxor. It is shown that the negative Curie temperature T_C^* of the relaxor is renormalized by elastic dipoles due to the influence of electrostriction and can become positive at a sufficiently high concentration of vacancies, ie to induce the ferroelectric phase. Magnetic and dielectric measurements of composite ceramics of multiferroics containing Mn ions were performed. An increase in the residual magnetization, saturation magnetization, as well as an increase in the dielectric constant with increasing manganese content is shown. Theoretical modeling and experimental study of the magnetoelectric effect (ME) in nanograin ceramics of PFN-PZT and PFT-PZT multiferroic perovskites, which have a high ME effect at room temperature, were performed.

Індекс УДК: 666.655; 621.315.612, 666.655

Коди тематичних рубрик НТІ: 47.09.33

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Теоретичне моделювання та експериментальне дослідження магнітоелектричного ефекту (МЕ) у оксидних мультифероїтів на основі керамічних твердих розчинів та багатошарових композитних структур для створення багатофункціональних магнітоелектричних матеріалів нового покоління з високим рівнем властивостей та експлуатаційного ресурсу.

Назва продукції (англ): Theoretical modeling and experimental study of the magnetoelectric effect (ME) of oxide multiferroics based on ceramic solid solutions and multilayer composite structures to create multifunctional magnetoelectric materials of new generation with high properties and operational resource.

Очікувані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: С 26.11 Виробництво електронних компонентів

Опис продукції (укр): Проведене теоретичне моделювання та експериментальне дослідження магнітоелектричного ефекту (МЕ) у нанозернистих кераміках мультифероїтів-перовскітів PFN-PZT і PFT-PZT, які мають великий МЕ ефект при кімнатній температурі. З'ясовано фізичний механізм, відповідальний за гігантський МЕ відгук, що відкриває шлях до отримання нових мультифероїтів, однофазних і композитних, необхідних для сучасних пристроїв електронної техніки.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: ІПМ НАНУ

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: В Україні, За кордоном

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

V. V. Laguta, S. Kamba, M. Marysko, B. Andzejewski, M. Kachlik, K. Maca, J. H. Lee, D. G. Schlom, Magnetic resonance study of bulk and thin film EuTiO_3 , J. Phys.: Condens. Matter 29, 105401 (2017).

М. Д. Глинчук, Л. П. Юрченко, Великий агніоелектричний ефект при кімнатній температурі у нанозернистих кераміках мультифероїків-перовскітів із загальною формулою $\text{Pb}(\text{B}'\text{B}'')\text{O}_3$, Доповіді НАНУ, № 12, 45–51 (2017).

M. D. Glinchuk, E. A. Eliseev, G. Li, J. Zeng, S. V. Kalinin and A. N. Morozovska. Oxygen vacancies induced ferroelectricity in relaxors with ABO_3 structure Phys.Rev. B 98, 094102 (2018)

M. D. Glinchuk, A. N. Morozovska, D. V. Karpinsky, and M. V. Silibin. Anomalies of Phase Diagrams and Physical Properties of Antiferrodistortive Perovskite Oxides. (Author Review). Journal of Alloys and Compounds 778, 452–479 (2019)

V. V. Laguta, B. Zalar, Magnetic Resonance Study in SrTiO_3 , Chapter 2 in “Strontium Titanate: Synthesis, Properties”. Editors: Alexander Tkach and Paula Vilarinho (Nova Science Publishers, New York 2019).

A. N. Morozovska, E. A. Eliseev and M. D. Glinchuk. Improper Ferroelectricity and Multiferroic Phases in SrTiO_3 and Its Solid Solutions. Chapter 5 in “Strontium Titanate: Synthesis, Properties”. Editors: Alexander Tkach and Paula Vilarinho (Nova Science Publishers, New York 2019), pp. 157–208.

I. V. Kondakova, R. O. Kuzian, V. V. Laguta, EPR and DFT study of the magnetoelectric coupling in Mn doped SrTiO_3 . Chapter 7 in “Strontium Titanate: Synthesis, Properties”. Editors: Alexander Tkach and Paula Vilarinho (Nova Science Publishers, New York 2019).

A. N. Morozovska, E. A. Eliseev, D. V. Karpinsky, R. Vasudevan, M. V. Silibin, S. V. Kalinin and Y. A. Genenko. Mesoscopic theory of defect ordering-disordering transitions in thin oxide films. Scientific Reports 10, 22377 (2020)

S. Ben Moumen, Y. Hadouch, Y. Gagou, D. Mezzane, M. Amjoud, E. Choukri, Z. Kutnjak, B. Rožič, N. Abdelmoula, H. Khemakhem, Y. El Amraoui, V. Laguta, M. El Marssi, Structural, dielectric and magnetic studies of (0-3) type multiferroic (1-x) $\text{BaTi}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{O}_3$ - (x) $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$ ($0 \leq x \leq 1$) composite ceramics, J Mater Sci: Mater Electron 31, 19343–19354 (2020).

N. Benkhaled, M. Djermouni, A. Zaoui, I. Kondakova, R. Kuzian, R. Hayn, Magnetic properties of the multiferroic double perovskite lead iron niobate: Role of disorder, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 515, 167309 (2020)

M. D. Glinchuk, R. O. Kuzian, Yu. O. Zagorodniy, I. V. Kondakova, V. M. Pavlikov, M. V. Karpec, M. M. Kulik, S. D. Škapin, L. P. Yurchenko, V. V. Laguta, Room-temperature ferroelectricity, superparamagnetism and large magnetoelectricity of solid solution $\text{PbFe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$ with $(\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3)_{0.7}(\text{PbTiO}_3)_{0.3}$, Journal of Materials Science, 2020, 55(4), 1399–1413.

M. D. Glinchuk, L. P. Yurchenko, V. V. Laguta, Giant magnetoelectric response in multiferroics with coexistence of superparamagnetic and ferroelectric phases at room temperature, Ukrainian Journal of Physics, 2020, 65(10), 875–875.

S. Belkhadir, S. Khardazi, D. Mezzaneb, M. Amjoud, O. Shapovalova, V. Laguta, I. Raevski, K. Pushkarova, I. Lukyanchuk, M. El Marssi, Effect of Sn on the energy storage performance and electric conduction mechanisms of BCZT ceramic, Materials Today: Proceedings, 2021 (in press).

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 233

Мова звіту: Українська

Умови поширення в Україні: Не заборонено

Умови передачі іншим країнам: Не заборонено

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Єлісєєв Євген Анатолійович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Загородній Юрій Олексійович (к. ф.-м. н.)

Кондакова Ірина Василівна (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Кричинська Віра Олексіївна

Кузян Роман Оганесович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Ліхтін Андрій Едуардович

Лагута Валентин Володимирович (д. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Лещенко Оксана Вікторівна

Павліков Віктор Миколайович (к. х. н., с.н.с.)

Плескач Ігор Всеволодович

Рогінець Надія Володимирівна

Стратьев Віктор Георгійович

Умпелева Єлизавета Дмитрівна

Ушаков Олександр Миколайович

Юрченко Леся Петрівна (к. ф.-м. н.)

Керівник організації:

Солонін Юрій Михайлович (д. ф.-м. н., акад.)

Керівники роботи:

Глинчук Майя Давидівна (д. ф.-м. н., член-кор.)

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності

УкрІНТЕІ



Юрченко Т.А.