Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101194

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 08-11-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича №460 від 06.12.2023

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Михайлович Василь Васильович
2. Vasyl V. Mykhailovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 20-11-2023

Спеціальність за освітою: Колоїдна хімія та нанохімія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 76.051.032 (ID 2384)

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 47.03, 47.09.31

Тема дисертації:

1. Проектування нанорозмірних оксидних діелектричних матеріалів для електронних пристроїв
2. Design and production of oxide dielectric materials at the nanometric scale for electronic devices

Реферат:

1. Михайлович В.В. Проектування нанорозмірних оксидних діелектричних матеріалів для електронних пристроїв. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія». – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича МОН України, Чернівці, 2023. Сьогодні діелектричні матеріали відіграють ключову роль у передових електронних пристроях, таких як, конденсатори, суперконденсатори, сенсори, транзистори, тощо. В контексті нинішньої тенденції до мінімізації розмірів, підготовка та функціоналізація нанорозмірних діелектричних матеріалів є одним із пріоритетних напрямків дослідження. Серед широкого спектру діелектриків одним із найцікавіших є матеріали з високою діелектричною сталою, так звані матеріали з високою константою діелектричної проникності (high-k). Одними з найбільш яскравих

представників висококонстантних матеріалів є оксидні діелектрики, до яких можна віднести перовскіти барію титанату та шпінелі на основі хромітів. Ці два типи сполук викликають зростаючий інтерес, оскільки вони володіють високою діелектричною сталою, фероелектричною, п'єзоелектричною, піроелектричною та іншими властивостями, що робить їх ідеальними кандидатами для застосування в мікро- та наноелектроніці. В цьому контексті, дана дисертація зосереджується на підготовці, функціоналізації та інтеграції нанорозмірних перовскітів типу BaTiO3 та шпінелей типу ZnCr2O4 у плоскі конденсатори з високим значенням константи діелектричної проникності. Дисертація організована наступним чином; У вступі обґрунтовано вибір теми та актуальність дисертаційного дослідження, вказано його зв'язок з науковими програмами та темами, сформульовано мету та завдання дисертації, вказане її наукове та практичне значення, наведено інформацію про публікації й особистий внесок здобувача, апробацію результатів роботи, її структуру й обсяг. Розділ 1 складається з чотирьох основних частин: (i) сучасний стан досліджень, (ii) властивості нанорозмірних діелектричних оксидних частинок, (iii) методи наноструктурування та організації діелектричних наночастинок у вигляді тонких плівок та (iv) інтеграція діелектричних наночастинок в електронні пристрої в якості активних компонентів. Розділ закінчується висновками. У розділі 2 описано основні методи, що використовувалися для характеристики діелектричних оксидних наноматеріалів. Розділ 3 присвячено синтезу та характеристиці діелектричних наночастинок типу перовскіту. Зокрема, експериментальним шляхом було отримано ряд систем наночастинок титанату барію з контрольованою морфологією та розміром: кубічні наночастинки (середній розмір близько 15 нм), усічені кубоїдальні наночастинки (середній розмір близько 100 нм) та усічених ромбододекаедричних наночастинок (середній розмір близько 110 нм). Слід зазначити, що наночастинки з усіченою ромбододекаедричною та усіченою кубоїдальною морфологією BaTiO3 були отримані та описані вперше. Досліджено вплив морфології частинок на діелектричні властивості наночастинок на основі титанату барію. У розділі 4 описано методику варіювання морфологією систем типу шпінелі та її вплив на діелектричні властивості. Результати експерименту свідчать, що на розмір, ширину забороненої зони та діелектричні властивості отриманих наночастинок шпінелі впливають декілька факторів, зокрема час горіння гелю, температура горіння та ентальпія горіння твердого хелатно-звязуючого агента. Розділ 5 ілюструє, інтеграцію наночастинок типу шпінелі та перовскіту в електронні пристрої. Першим кроком на цьому шляху була функціоналізація поверхні наночастинок з метою отримання стабільних суспензій, які будуть використовуватися для осадження тонких плівок. Для виготовлення тонких плівок були використані два методи, а саме: діелектрофорез та “drop casting”. Незважаючи на те, що метод діелектрофорезу дозволяють отримувати тонкі плівки з високим ступенем впорядкованості наночастинок, цей методи обмежений неперервністю тонких шарів на великих поверхнях. Цю проблему було подолано за допомогою методу “drop casting”. Для наноматеріалів перовскіту та шпінелі товщина отриманих тонких плівок варіюється від 400 нм до 4300 нм. Якість поверхні та елементний склад плівок було досліджено за допомогою скануючої електронної мікроскопії та енергодисперсійного X-проминевого аналізу. Наступним кроком після визначення характеристик тонких плівок було виготовлення конденсаторів. Ефективність виготовлених конденсаторів було досліджено методом імпеданс спектроскопії. Таким чином, ми отримали наступні значення електричної ємності: 1 нФ для конденсатора на основі ZnCr2O4, 200 нФ для конденсаторів на основі усічених кубоїдальних наночастинок BaTiO3 і 2 нФ для конденсаторів на основі усічених ромбододекаедричних наночастинок BaTiO3.

2. Mykhailovych V. V. Design and production of oxide dielectric materials at the nanometric scale for electronic devices. Thesis on search for the Doctor of Philosophy degree in specialty 104 «Physics and Astronomy». - Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Chernivtsi, 2023. Nowadays, dielectric materials play a key role in main electronic devices, like for example capacitors, supercapacitors, sensors, field effect transistors, etc. Towards the minimalization trend, the preparation and functionalization of nanoscale dielectric materials are of primary interest. Among a wide range of dielectrics, one of the most interesting are the materials with high dielectric constant (high-k). One of the brightest representatives of high-k materials are oxide-based dielectrics, from which barium titanate perovskites and metal

chromite spinels can be figured out. These two types of compounds show a growing interest as they possess high dielectric, ferroelectric, piezoelectric, pyroelectric and other properties, which makes them a perfect candidate for application in micro- and nano-electronics. In this context, the present thesis focusses on preparation, functionalization and integration of nanoscale perovskite-type BaTiO3 and spinel-type ZnCr2O4 in planar high-k capacitors. The thesis is organized as following; The Introduction justifies the relevance of the topic of the dissertation research, indicates its connection with scientific programs, plans and topics, formulates the purpose and tasks of the dissertation, emphasizes its scientific and practical significance, presents information about the publications and personal contribution of the recipient, approves the project results, their structure and amount. Chapter 1 is structured in four main sections which consist of (i) state of the art, (ii) properties of nanosized dielectric oxide particles; (iii) nanostructuration and organization methods of dielectric nanoparticles as thin films and (iv) integration of dielectric nanoparticles in electronic devices as active elements. The chapter ends with partial conclusions. Chapter 2 describes the main techniques used for dielectric oxide nanomaterials characterization. Chapter 3 is devoted to synthesis and characterization of perovskite-type dielectric nanoparticle systems. Thus, a series of barium titanate nanoparticles systems have been obtained, with controlled morphology and size: cubic nanoparticles (with the mean size of about 15 nm), edge-truncated cuboidal nanoparticles (with a size about 100 nm) and truncated rhombic dodecahedron (with a size about 110 nm). It has to be mentioned here that the truncated rhombic dodecahedron and cuboidal edge-truncated morphologies for BaTiO3 has been obtained and described for the first time. Chapter 4 describes the methodology of morphology tailoring in spinel type systems and its impact on the dielectric properties. The experimental results strongly suggest that several factors, including the burning time of gel, the combustion temperature, and the enthalpy of combustion of the solid chelating/fuel agents, influence the size, band gap and dielectric properties of the obtained spinel nanoparticles. Chapter 5 is dedicated to the integration of the spinel and perovskites nanoparticles in electronic devices. First step on this road was the surface functionalization of the nanoparticles in order to obtain a stable ink suspensions which will be used for the thin films deposition. Various methods were used for the thin film fabrication, namely drop casting, dielectrophoresis and spin coating. Despite the dielectrophoresis and spin coating methods allowed as to obtain thin films with a high order degree of the nanoparticles, these techniques are limited by the continuity of the thin layers on large surfaces. This issue has been overcome by using drop casting method. For both, perovskite and spinel nanomaterials the thickness of the prepared thin films vary from 400 nm to 4300 nm. The surface quality and elemental composition of the films has been investigated by Field-emission Scanning Electron Microscopy, and EDX analyses. As a next step, after elaboration of characterization of thin films the planar capacitors have been fabricated by deposition of silver electrodes onto the both sides of the dielectric films. The performance of the fabricated planar capacitors was studied by Broadband Dielectric Spectroscopy. Thus, we obtained the following values for the electrical capacitance: 1 nF for ZnCr2O4 based capacitor, 200 nF for cuboidal BaTiO3 based capacitors and 2 nF for the truncated rhombic dodecahedron BaTiO3 based capacitors.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0122U000932

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Moradi, P., Taheri-Nassaj, E., Yourdkhani, A., Mykhailovych, V., Diaconu, A. and Rotaru, A., 2023. Enhanced energy storage performance in reaction-sintered AgNbO3 antiferroelectric ceramics. Dalton Transactions,

52(14), pp.4462-4474.
- Mihai, L., Caruntu, G., Rotaru, A., Caruntu, D., Mykhailovych, V., Ciomaga, C.E., Horchidan, N., Stancalie, A. and Marcu, A., 2023. GHz-THz Dielectric Properties of Flexible Matrix-Embedded BTO Nanoparticles. Materials, 16(3), p.1292. ISSN: 1996-1944
- Kavey, B.D., Caruntu, D., Mykhailovych, V. and Caruntu, G., 2022. Ferroelectric monodisperse La-doped barium titanate cuboidal nanocrystals prepared by a solvothermal route. CrystEngComm, 24(40), pp.7089-7102
- Mykhailovych, V., Kanak, A., Cojocaru, Ş., Chitoiu-Arsene, E.D., Palamaru, M.N., Iordan, A.R., Korovyanko, O., Diaconu, A., Ciobanu, V.G., Caruntu, G. and Lushchak, O., 2021. Structural, Optical, and Catalytic Properties of MgCr2O4 Spinel-Type Nanostructures Synthesized by Sol–Gel Auto-Combustion Method. Catalysts, 11(12), p.1476
- Михайлович В.В., Михайлович М.П., Фочук П.М., Халавка Ю.Б., 2020, Вплив температури горіння хелатно-зв’язувального агента на морфологію наночастинок ZnCr2O4, Науковий вісник Чернівецького університету. - Випуск 827.: Хімія. – Чернівці, 2020 – сторінки -23-27

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0116U006147

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фочук Петро Михайлович
2. Petro Fochuk

Кваліфікація: д.х.н., професор, 02.00.21

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фодчук Ігор Михайлович
2. Igor M. Fodchuk

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коцюбинський Володимир Олегович
2. Volodymyr O. Kotsyubynsky

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.18

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Код за ЄДРПОУ: 02125266

Місцезнаходження: вул. Шевченка, буд. 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Теребіленко Катерина Володимирівна
2. Kateryna V. Terebilenko

Кваліфікація: д. х. н., доцент, 02.00.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Баловсяк Сергій Васильович

2. Sergiy V. Balovsyak

Кваліфікація: д. т. н., к. ф.-м. н., доц., 01.04.07, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3253-9006

Додаткова інформація:
;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506889690;https://scholar.google.com.ua/citations?user=pNps2xMAAAAJ&hl=uk;https://orcid.org/0000-0002-3253-9006

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сеті Юлія Олександрівна

2. Juliia O. Seti

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.00

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Головацький Володимир Анатолійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Головацький Володимир Анатолійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Саміла Андрій Петрович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна