

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Леденьова Микити Олексійовича

«Магнітотранспортні та діелектричні властивості нестехіометричних складів вісмут-вміщуючих рідкоземельних манганітів зі структурою перовскіту», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

Метою дисертаційної роботи Леденьова М.О є встановлення і вивчення закономірностей впливу складу та дефектності структури на фазові переходи, структурні, магнітні, резистивні, магніторезистивні та діелектричні властивості Ві-вміщуючих рідкісноземельних перовскітів.

Актуальність теми дисертації. Одним із актуальних напрямків фізики твердого тіла є дослідження та створення нових багатофункціональних матеріалів. До таких матеріалів відносяться Ві-вміщуючі рідкісноземельні манганіти зі структурою перовскіту, які одночасно проявляють магнітні та діелектричні властивості з високими значеннями магнітоопору, температури Кюрі, намагніченості та діелектричної проникності. Це робить їх перспективним об'єктом дослідження як із фундаментальної, так і з прикладної точок зору.

Актуальною задачею є побудова експериментальних фазових діаграм «склад-дефектність структури-властивості», які дозволяють отримувати склад матеріалу із наперед заданими функціональними властивостями, а також врахування впливу складу та дефектності структури на формування функціональних властивостей рідкісноземельних перовскітів у залежності від типу заміщень і дефектності структури у вигляді катіонних і аніонних вакансій.

Важливим є дослідження впливу не тільки надстехіометричного марганцю, а й заміщення іншими $3d$ -іонами перехідних металів на зміни магніторезистивних і діелектричних властивостей рідкісноземельних манганітів.

Таким чином, на підставі вищезазначеного, можна зробити висновок, що тема дисертаційної роботи Леденьова М.О. є **актуальною** як з фундаментальної, так і із прикладної точок зору.

Відповідність теми дисертації науковим програмам, планам, темам. Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних робіт ДонФТІ ім. О.О. Галкіна НАН України (м. Київ) з актуальних напрямів фундаментальних і прикладних наукових досліджень НАН України.

Достовірність отриманих у дисертації результатів забезпечується використанням експериментальної апаратури високої точності, науково обгрунтованих і перевірених експериментальних методів і методик.

Високий ступінь достовірності результатів дисертації підтверджується також узгодженням теоретичних висновків з даними експериментів. Основні результати досліджень були опубліковані у 9 наукових статтях в провідних українських і міжнародних наукових виданнях, 8 з яких внесені до

міжнародних наукометричних баз даних і були представлені на 18 міжнародних конференціях.

Новизна й практична цінність дисертації обумовлюється, насамперед, отриманими в роботі оригінальними результатами, чітко сформульованими висновками й узагальненнями.

До числа найбільш важливих результатів, отриманих на основі комплексного експериментального й теоретичного вивчення слід віднести наступні:

1. Вперше встановлено, що реальна перовскітова структура мультифероїка $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_{3-\delta}$ є дефектною, містить катіонні та аніонні вакансії, а також різновалентні іони заліза Fe^{2+} та Fe^{3+} . Удосконалено експрес-методику отримання однофазних Ві-вміщуючих перовскітів із високими значеннями діелектричної проникності.

2. Вперше виявлено, що поліпшення магнітних і провідних властивостей у рідкісноземельних манганітах із надстехіометричним марганцем при неізовалентному заміщенні А-катіону одновалентними іонами Ag^+ та K^+ обмежено діапазоном концентрацій до 20% і при подальшому заміщенні А-катіону незначні зміни магнітотранспортних властивостей обумовлено зміною дефектності структури.

3. Вперше встановлено, що у Ві-вміщуючих рідкісноземельних манганітах $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.15}\text{Bi}_{0.15}\text{Mn}_{1.1-x}\text{B}_x\text{O}_{3-\delta}$ при заміщенні надстехіометричного марганцю 3d-іонами $B = \text{Cr}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$ відбувається зниження температур фазових переходів, збільшення питомого опору, зменшення магніторезистивного ефекту та розширення температурного діапазону магнітного фазового розшарування. Найбільш сильний вплив на зміну магнітотранспортних властивостей мають іони заліза, для яких константа електрон-фононної взаємодії набуває максимальних значень.

4. Визначено склади рідкісноземельних манганітів $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3-x}\text{K}_x\text{Mn}_{1+x}\text{O}_{3-\delta}$ із концентрацією $x \geq 0.2$, що представляють інтерес для практичного застосування в якості матеріалів для покриття резонаторів у НВЧ техніці, визначено склад $\text{Bi}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{FeO}_{3-\delta}$ і оптимальні умови отримання однофазних мультифероїків фериту вісмуту з високими значеннями діелектричної проникності в діапазоні кімнатних температур;

Отримані результати повною мірою обґрунтовано завдяки використанню великої кількості сучасних експериментальних методів, на основі яких встановлено кореляції між складом, структурою, її дефектністю та функціональними властивостями Ві-вміщуючих рідкісноземельних перовскітів. Наукові результати, що представлені в дисертаційній роботі, отримані автором вперше. Вони доповнюють і розширюють існуючі уявлення про фізичні властивості матеріалів, що досліджуються.

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури зі 240 найменувань, додатку і викладена на 155 сторінках машинописного тексту, що включають 79 рисунків і 18 таблиць.

У вступі досить повно обґрунтовано вибір тематики й сформульовані цілі й завдання досліджень, показані актуальність, наукова новизна, практична

цінність роботи, зазначений особистий внесок автора, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами й вказано, де проведена апробація результатів дослідження.

У списку літератури, досить широко представлені публікації авторів із провідних вітчизняних і закордонних спеціалізованих видань, у тому числі й роботи, які вийшли останнім часом, що свідчить про те, що дисертант добре орієнтується у літературі з даної тематики.

У першому розділі проведено комплексний аналіз літературних джерел стосовно структурних, транспортних, магнітних і діелектричних властивостей металооксидів зі структурою перовскіту.

У другому розділі представлені основні методики отримання зразків та експериментальні методи їх дослідження, використані в роботі. Зазначені основні особливості досліджуваних матеріалів.

У третьому розділі досліджено структуру та властивості рідкісноземельних манганітів і Ві-вміщуючих феритів при ізовалентному заміщенні А-катиона.

У четвертому розділі вивчено структуру, дефектність і властивості манганітів із надстехіометричним марганцем при неізовалентному заміщенні А-катиона.

У п'ятому розділі встановлено закономірності впливу заміщень надстехіометричного марганцю 3d-іонами на структуру, дефектність і функціональні властивості Ві-вміщуючих рідкісноземельних манганітів.

По змісту дисертаційної роботи Леденьова М.О. є зауваження:

1. У Розділі 2.1.2 (с. 64-66) не повною мірою розкрито удосконалення методу швидкого рідкого спікання для отримання однофазних мультифероїків фериту вісмуту. Не зрозуміло за яких причин в Розділі 3.3.1 (с. 101-105) не вдалося отримати однофазний базовий мультифероїк BiFeO_3 ? При аналізі дефектних молярних формул фериту вісмуту виникає питання: «Яким чином контролювали вміст іонів вісмуту в досліджених зразках враховуючи те, що температура відпалу зразків (850 °С) вища за температуру плавлення оксиду вісмуту Bi_2O_3 (817 °С), а, відповідно, є вірогідність летючості катіонів вісмуту?»

2. На підставі яких результатів зроблено висновок про збільшення відносної діелектричної проникності в НВЧ діапазоні для лантан-кальцій-калієвих манганітів?

3. У п'ятому розділі (с. 137-175) автором було використано модель полярону малого радіуса для визначення таких параметрів як радіус полярону, енергія стрибка, константа електрон-фононої взаємодії і т. ін. Було б також доцільно привести інші моделі провідності, наприклад зі змінною довжиною стрибка та ступеневі функції питомого опору, для отримання інформації про поведінку e_g -електронів марганцю не тільки у високотемпературній парамагнітній області, але й у низькотемпературному магнітовпорядкованому діапазоні.

4. У тексті дисертації є деякі стилістичні неточності та друкарські помилки (наприклад, вживання слів «володіють» замість «мають», «облік»

замість «урахування» і ін.). На с. 41 азот віднесено до інертних газів, а аргон записано як Ar_2 . На с. 51 діелектричною сталою полярона названо насправді обернену до неї величину i , до того ж, сам термін викликає питання. На вставці на рис 3.7 (с. 87) показано залежності відповідних величин від А-катиону, а не їх кореляції. Деякі позначення величин не розшифровані, наприклад: T_{IT} с. 39, ПМВ с. 59. У деяких випадках не співпадають скорочення за текстом дисертації та списком скорочень.

Загальний висновок. Незважаючи на відзначені недоліки, представлена дисертаційна робота в цілому є закінченим дослідженням, яке виконано на високому сучасному науковому рівні. Автореферат адекватно відображає зміст дисертації. Основні результати представлені в 27 публікаціях, серед яких 9 статей у провідних наукових журналах. Робота пройшла апробацію на міжнародних наукових конференціях. Результати, отримані автором добре відомі фахівцям в області фізики твердого тіла та магнетизму, що активно працюють у даній області не тільки в Україні, але й за її межами. Отримані в дисертації результати можуть бути використані в таких провідних наукових організаціях як Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського» (м. Київ), КНУ ім. Тараса Шевченка (м. Київ), ДонФТІ ім О.О. Галкіна (м. Київ), Інститут фізики НАН України (м. Київ), Інститут фізики Польської академії наук (м. Варшава, Польща) і ін., а також при підготовці спецкурсів для студентів і аспірантів, що спеціалізуються в області фізики твердого тіла та фізики магнетизму.

За обсягом виконаних досліджень, їх актуальності, новизни й практичної цінності отриманих результатів, дисертаційна робота **Леденьова Микити Олексійовича «Магнітотранспортні та діелектричні властивості нестехіометричних складів вісмут-вміщуючих рідкісноземельних манганітів зі структурою перовскіту»** безумовно задовольняє всім вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор, **Леденьов Микита Олексійович** заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедри загальної фізики та дидактики фізики Донецького національного університету імені Василя Стуса, доктор фізико-математичних наук, професор

В.Ф. Русаков

Підпис В.Ф. Русакова засвідчую

