Щербаков Крістіан Меселе, технік І категорії навчаль&shy;ної лабораторії кафедри квантової радіофізики факультету радіофізики, електроніки та комп&rsquo;ютерних систем Київ&shy;ського національного університету імені Тараса Шевченка: &laquo;Просторово-модульовані фази, наведені флексоелек- тричним ефектом у фероїках&raquo; (01.04.02 - теоретична фі&shy;зика). Спецрада Д 26.001.08 у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

ЩЕРБАКОВ КРІСТІАН МЕСЕЛЕ

УДК 538.91-405:537.226

ДИСЕРТАЦІЯ

ПРОСТОРОВО-МОДУЛЬОВАНІ ФАЗИ, НАВЕДЕНІ

ФЛЕКСОЕЛЕКТРИЧНИМ ЕФЕКТОМ У ФЕРОЇКАХ

01.04.02 – теоретична фізика

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних

наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Щербаков К.М.

Науковий керівник МОРОЗОВСЬКА Ганна Миколаївна, доктор фізикоматематичних наук, старший науковий співробітник.

Київ – 2019

ЗМІСТ

Вступ 12

Розділ 1. Вплив флексоелектричного ефекту на дисперсію м'яких фононів і

просторово-модульовані фази у фероїках 19

1.1. Вступ до розділу 1 19

1.2. Функціонал вільної енергії і функція Лагранжа у скалярному наближенні

24

1.3. Аналітичні розв’язки лінеарізованих рівнянь стану 27

1.4. Вплив величини флексозв’язку та градієнта пружної деформації на

стабільність просторово-модульованої фази 32

1.5. Дисперсія м'яких фононів, розрахована у скалярному наближенні 39

1.6. Дисперсія м'яких фононів: порівняння із експериментом 46

1.7. Висновки до розділу 1 50

Розділ 2. Просторово-модульовані фази, індуковані флексоелектричним

зв'язком у фероїках і рідких кристалах 53

2.1. Вступ до розділу 2 53

2.2. Вплив флексозв'язку на фононні спектри та просторово-модульовані

фази в фероїках 56

2.3. Загальне формулювання формалізму Ландау-Гінзбурга-Девоншира 58

2.4. Аналітичні розв'язки для фероїків із співмірними та неспівмірними

фазами 59

2.5. Вплив флексоелектричного ефекту на поляризацію рідких кристалів

69

2.6. Висновки до розділу 2 76

Розділ 3. Вплив флексоелектричного ефекту на локальний електромеханічний відгук напівпровідників з іонно-електронною провідністю 78

3.1. Вступ до розділу 3 78

12

3.2. Динаміка локального електромеханічного відгуку за наявності рухомих

заряджених домішок 79

3.3. Вплив флексоелектричного ефекту на локальний електромеханічний

відгук тонких плівок напівпровідників із іонно-електронною провдністю 84

3.4. Висновки до розділу 3 92

Висновки до дисертації 93

Список використаних джерел 95

Додаток А. Список опублікованих праць за темою дисертації 117

Додаток Б. Тензорна форма вільної енергії і функції Лагранжа 119

Додаток В. Порівняння теорії з даними по розсіюванню нейтронів у фероїках

121

ВИСНОВКИДОДИСЕРТАЦІЇ

ВрамкахтеоріїЛГДвстановленовпливфлексозвязкуміжпараметром

порядкутаградієнтамипружноїдеформаціїнавиникненнятастабільність

ПМФуфероїкахтакихякневласніфероелектрикитаодновісні

фероелектрикиізспівмірнимитанеспівмірнимифазамидалекосяжного

параметрапорядку

Проведенийтеоретичнийаналізпоказавщофундаментальніверхнімежі

длявеличинистатичнихфлексоелектричнихкоефіцієнтіввстановлені

ранішебезврахуванняквадратуградієнтапружноїдеформаціїмаютьбути

заміненізалежнимивідтемпературиумовамиякінакладенінаконстанти

флексозвязку

МивстановилищоПМФзявляєтьсяістаєстабільноюуодновісному

фероелектрикуздодатнімкоефіцієнтомградієнтаполяризаціїколи

константафлексозвязкуперевищуєкритичнезначеннящозбільшується

зпідвищеннямтемпературиДляменшихфазазоднорідною

фероелектричноюполяризацієюабсолютностабільнаОдержаніаналітичні

виразипоказуютьщовизначаєтьсязведенимиградієнтамитемператури

деформаціїтапараметрамипорядкуконстантамиелектрострикціїта

коефіцієнтамирозкладувфункціоналіЛГД

Мививелианалітичнівиразидлядвоххвильовихвекторівмодуляції−і

уПМФтапроаналізувалиїхзалежністьвідконстантифлексоелектричного

ефектуітемпературиТакожмирозрахувалидисперсіючастотимякої

фононноїмодидляодновіснихфероелектриківзрізнимизнаками

коефіцієнтаградієнтаполяризаціїщодозволяєвраховуватиквадрат

градієнтапружноїдеформаціїстатичнийтадинамічнийфлексозвязкита

вищийградієнтпараметрапорядкуВиявилосьщодляоптичноїмоди

слабозалежитьвідконстантифлексозвязкуадляакустичноїмоди

сильнозалежитьвідвеличини



Такимчиномнашірезультативнайпростішомускалярному

наближенніякекоректноописуєнайнижчуакустичнуіоптичнумоди

демонструютьпоявунетривіальнихвідмінностейудисперсіїоптичнихта

акустичнихмодпризбільшенніфлексоконстантиОтжеаналізспектра

фононівможедативажливуінформаціюпровпливфлексозвязкунаПМФв

різнихфероелектриках

Продемонстрованощофлексоелектричнийзвязокможеістотнозмінити

розподілполярногопараметрапорядкууфероїкахтарідкихкристалах

Зокремарезультатитеоретичногомоделюваннявиконаноговрамках

формалізмуЛандауГінзбургаДевонширапоказалищозагальною

особливістюєпоявапросторовомодульованихфазуфероїкахтарідких

кристалахяківиникаютьпризбільшеннівідповіднихкоефіцієнтів

флексоелектричногоефекту

Проведеніаналітичнітачисельнірозрахункипоказуютьщодинамічний

електромеханічнийвідгукплівкинапівпровідникаізмішаноюіонноелектронноюпровідністюобумовленийлокальнимизмінамиконцентрації

рухомихзарядженихдефектівіонівабовакансійконцентраціївільних

електронівдірокчерезелектронфононнийдеформаційнийпотенціалта

флексоелектричнимзвязкомОцінкипроведенідлякорельованихоксидів

показуютьщовеличинавсіхтрьохвнесківєспівмірною

Одержанітеоретичнірезультатидозволяютьзробитивисновокщо

експериментальнедослідженняфлексоефектутаповязанихзнимявищу

нанорозмірнихіобємнихфероїкахірідкихкристалахєважливимидляїх

застосуваннявсучаснійнаноелектроніціпристрояхпамятітаРКдисплеях