Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0521U101782

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-09-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цибрій Зіновія Федорівна

2. Tsybrii Zinoviya F

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 01.04.01

Назва наукової спеціальності: Фізика приладів, елементів і систем

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 08-09-2021

Спеціальність за освітою: Фізика і математика

Місце роботи здобувача: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, м. Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.199.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, м. Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, м. Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 47.09.29

Тема дисертації:

1. Фізико-технологічні основи розроблення HgCdTe-приймачів ІЧ та ТГц діапазонів і елементів блокування ІЧ випромінювання

2. Physical and technological grounds of IR and THz HgCdTe-detectors and IR blocking elements development

Реферат/анотація:

1. Дисертація присвячена встановленню основних технологічних процесів, що обмежують порогові параметри фотоприймачів на основі вузькощілинних напівпровідників HgCdTe і дослідженню їх фізичної природи, що дозволило вперше в Україні розробити основи технології виготовлення дискретних та багатоелементних двоспектральних ІЧ та ТГц фотоприймачів випромінювання 3-го покоління. Проведено ґрунтовний аналіз фізико-хімічних процесів, які відбуваються при формуванні приймачів ІЧ діапазону спектра на основі HgCdTe. Це дозволило вивчити, оптимізувати та обґрунтувати режими ключових технологічних етапів їх формування та розробити унікальні технологічні методи виготовлення ІЧ та ТГц детекторів на основі HgCdTe. Розроблено топології ІЧ дискретних фотодіодів та багатоелементних фотодіодних матриць з різним форматом та розміром чутливих елементів на основі епітаксійних шарів

HgCdTe. Опрацьовано технологічний процес виготовлення ІЧ -детекторів на основі епітаксійних шарів HgCdTe. Зокрема, визначені гранично можливі значення температурних та механічних навантажень на епітаксійні шари HgCdTe, які повинні враховуватись в технології виготовлення приймачів; розроблені низькотемпературні режими формування захисних покриттів CdTe, фізичні властивості яких задовольняють вимогам до пасиваційних покриттів; вивчено фізико-хімічні процеси на інтерфейсі метал/HgCdTe, що відбуваються при розроблених низькотемпературних режимах формування двошарових омічних контактів до епітаксійних шарів HgCdTe, як з електронним, так і з дірковим типом провідності. Омічна поведінка контактів не залежить від типу металу, що свідчить про збагачення носіями приповерхневого шару, зумовленого піннінгом рівня Фермі. Виготовлено середньохвильові та довгохвильові ІЧ-фотодіоди на основі HgCdTe з різною топологією та досліджено їх електричні та фотоелектричні характеристики. Отримані експериментальні значення виявлювальної здатності середньохвильових та довгохвильових ІЧ фотодіодів на основі HgCdTe свідчать про їх функціональність у режимах, обмежених фоновим випромінюванням. Виготовлені ТГц болометри на гарячих носіях на основі HgCdTe були використані для формування 8-елементної лінійки детекторів для застосування в суб-ТГц (???? ≈ 140 ГГц) системі візуалізації. Отримані ТГц-зображення запакованих предметів продемонстрували задовільну спектральну роздільну здатність з використанням такої суб-ТГц системи. Показано можливість реалізації дво- або багатспектральних детекторів на основі епітаксійних шарів HgCdTe в ІЧ та ТГц спектральному діапазоні. Запропоновані і розроблені дводіапазонні приймачі на основі болометрів HgCdTe інтегровані з металічними антенами, які продемонстрували відгук до ТГц випромінювання (на основі розігріву електронного газу в біполярному напівпровіднику) і є чутливими також в ІЧ діапазоні (за рахунок міжзонного поглинання) з довгохвильовою межею чутливості, що відповідає їх хімічному складу. Вперше обґрунтовано механізми функціонування новітніх селективних фільтрів на основі композитних структур AlN (MgO) / полімерна плівка, які блокують ІЧ випромінювання і є прозорими у видимому і ТГц діапазонах спектра. Доведено, що покращені експлуатаційні можливості обумовлені розширенням смуги залишкових променів для AlN в межах 10,5 – 17 мкм, що пов'язано з їх полікристалічною наноструктурованою будовою. Експериментально доведено їхню функціональність

2. The dissertation is devoted to the determination of the main technological processes that limit the threshold parameters of photodetectors based on narrow-gap HgCdTe semiconductors and the study of their physical nature, which allowed for the first time in Ukraine to develop the basics of technology for discrete and multi-element two-color IR and THz detectors of third generation. A thorough analysis of physical and chemical processes that occur during the formation of IR detectors based on HgCdTe was carried out. This allowed to study, optimize and substantiate the modes of key technological stages of their formation and to develop unique technological methods of manufacturing IR and THz MCT detectors. The topologies of IR multielement photodiode arrays with different format and size of sensitive elements based on MCT epitaxial layers, as well as discrete photodiodes, were developed. The technological process of IR detectors manufacturing based on epitaxial layers of HgCdTe has been worked out. The limit values of temperature and mechanical loads on the epitaxial layers of HgCdTe, which should be taken into account in the technology of manufacturing detectors based on HgCdTe were esteblished; low-temperature modes of formation of protective CdTe coatings were developed, the physical properties of which meet the requirements for passivation coatings; physical and chemical processes at the metal / HgCdTe interface were studied, which occur at the developed low-temperature modes of formation of two-layer ohmic contacts to HgCdTe epitaxial layers, with both electronic and hole type conductivity. An ohmic behavior of contacts does not depend on the type of metal and that indicates about enrichment by carriers of the near-surface layer, due to the pinning of the Fermi level. Mid-wave and long-wave IR photodiodes of MCT with different topology were fabricated and their electrical and photoelectrical characteristics were investigated. The obtained experimental values of HgCdTe mid-wave and long-wave IR photodiodes detectivity indicate their functionality in modes close to those limited by background radiation. Manufactured THz hot electron bolometers based on MCT were used to form an 8-element linear array for application in the sub-THz (???? ≈ 140 GHz) imaging system. The obtained THz images of the packaged items demonstrated satisfactory spectral resolution of the sub-THz imaging

system. The possibility of realization of two- or multiband detectors based on epitaxial layers of HgCdTe in the IR and THz spectral range was shown. Dual-band detectors based on MCT hot electron bolometers integrated with metal antennas, which have demonstrated a response to THz radiation (based on electron gas heating in a bipolar semiconductor) are also sensitive in the IR range (due to interband absorption) with a cutoff wavelength, which corresponds to chemical composition of HgCdTe. For the first time, the mechanisms of operation of the selective filters based on composite structures AlN (MgO) / polymeric film, which block infrared radiation and are transparent in the visible and THz bands of the spectrum, have been reasoned. It is proved that the improved operational capabilities are due to the extension of the band of residual rays for AlN in the range of 10.5 - 17 μm, which is due to their polycrystalline nanostructured structure. Their functionality has been experimentally proven

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. Сизов Федір Федорович
2. Sizov Fedir Fedorovich

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сизов Федір Федорович

2. Sizov Fedor Fedorovich

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 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

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іжнін Ігор Іванович
2. Izhnin Igor Ivanovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Притула Ігор Михайлович
2. Pritula Igor Mihaylovich

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 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

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Одулов Сергій Георгійович
2. Odulov Sergiy H.

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

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради — Бєляєв Олександр Євгенович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні — Бєляєв Олександр Євгенович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

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