Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003086

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-07-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мазяр Денис Миколайович
2. Denys M. Maziar

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 16-09-2025

Спеціальність за освітою: Середня освіта (Фізика)

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): PhD 10627

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

Код за ЄДРПОУ: 05416952

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19.11, 29.19.15, 29.19.31, 29.31.26

Тема дисертації:

1. Оптичні та структурно-морфологічні властивості напівпровідникових мікроструктур на основі оксиду ванадію та кремнію

2. Optical and structural-morphological properties of semiconductor microstructures based on Vanadium oxide and Silicon

Реферат:

1. Дисертація присвячена дослідженню морфологічних, структурних, оптичних, та електричних властивостей тонкоплівкових напівпровідникових мікроструктур на основі тонких плівок нанокристалічного кремнію (nc-Si) на діоксиду ванадію (VO2), перспективних для створення пристроїв сучасної мікроелектроніки та сенсорних систем. При виконанні дисертаційної роботи використано сучасні високочутливі діагностичні методи, зокрема раманівську та інфрачервону Фур'є мікро-спектроскопію, атомно-силову мікроскопію, скануючу мікроскопію опору розтікання, інфрачервону термографію, рентгенівську дифрактометрію і електрофізичні методи досліджень. На основі комплексних досліджень структурних, оптичних та електричних властивостей мікрокристалічних плівок VO2/Si показано, що зниження температури фазового

переходу на ≈3 К та розширення температурного гістерезису обумовлені анізотропією пружних деформації, спричиненою невідповідністю параметрів ґратки кремнію та діоксиду ванадію, та локальними неоднорідностями розподілу деформацій і розмірів кристалітів у плівці. Методами рентгенівської дифракції та мікро-раманівської спектроскопії виявлено температурну область співіснування фаз, яка знаходиться поблизу температури фазового переходу (338-344 К). Показано, що температурно-індукований частотний зсув фононних смуг при 387, 444, 504, 588, 624, 669 см-1 в раманівському спектрі VO2 є прямим наслідком зміни довжин зв'язків V-O в кисневих октаедрах. Досліджено температурно-залежні раманівські карти просторового розподілу фаз в мікрокристалічних плівках VO2 та встановлено, що зародження металевої рутилової структурної фази відбувається на границях зерен та поступово поширюється до центру зерен з ростом температури. Показано неоднорідність електричного опору розтікання мікрокристалічних плівок VO2 в ізолюючій фазі з підвищеним опором на міжзеренних границях, обумовлену варіаціями локальних деформацій, дефектів та стехіометрії. Встановлено, що електрично-індукований фазовий перехід у плівках VO2 має просторово-неоднорідний характер і супроводжується значно більшим зменшенням опору на міжзеренних границях порівняно з окремими зернами. Досліджено вплив імплантації іонів аргону на оптичні, структурні та електричні властивості тонких плівок VO2. Показано, що імплантація іонами аргону з дозами від 2.15×1015 до 1.18×1016 см-2 призводить до: збільшення шорсткості та фрагментації поверхні плівки; часткової релаксації пружних деформацій, які виникають через невідповідність ґраток діоксиду ванадію та Si-підкладки, та деформаційної дисторсії елементарної комірки, що сприяє зменшенню температури фазового переходу на 9-21□К та збільшенню ширини температурної петлі гістерезису; суттєвого зростання теплової випромінювальної здатності в металевій фазі та зникнення характерного підвищення випромінювальної здатності поблизу температури фазового переходу, притаманному проміжному стану співіснування фаз. Встановлено, що при дозах імплантації аргону більших 1.18×1016 см-2 фазовий перехід метал-ізолятор в плівках VO2 не спостерігається. Досліджено особливості метал-індукованої кристалізації аморфного кремнію в одношарових багатошарових структурах (SiOx/Sm), а також шаруватих структурах a-Si/Sn/a-Si. Вивчено особливості процесів кристалізації аморфного кремнію в шаруватих тонких плівках a-Si/Sn/a-Si в залежності від температури відпалу, інтенсивності лазерного опромінення та товщини проміжного шару олова. Показано, що збільшення товщини шару олова у шаруватих структурах a-Si/Sn/a-Si практично не впливає на розмір утворених нанокристалів, проте призводить до суттєвого зростання їх концентрації. На основі аналізу раманівських спектрів продемонстровано, що легування самарієм у багатошарових структурах (SiOx/Sm) збільшує ефективність кристалізації аморфного кремнію порівняно з однорідно легованими плівками SiOx:Sm, забезпечуючи формування нанокристалітів nc-Si більшого розміру і з вищим вмістом кристалічної фази при нижчих температурах термічного відпалу. Отримані в дисертаційній роботі результати були використані при виконанні наступних проектів: держбюджетна тема №4.4/23-П від 02.01.2023 «Розробка технології елементарної бази сучасної інфрачервоної фотоелектроніки» , проект «Інноваційна система мультиспектрального мобільного камуфляжу в радіолокаційному, інфрачервоному та видимому діапазонах» №125/0026 від 01.08.2024 по конкурсу «Наука для зміцнення обороноздатності України» НФД України , грант НАН України дослідницьким лабораторіям/групам молодих вчених НАН України «Розробка технології синтезу плівок VOx та створення експериментальних зразків неохолоджувальних мікроболометрів для приладів нічного бачення» №0104/09-2024(6) від 15.11.2024 .Основні результати роботи опубліковано в 4 статтях в міжнародних фахових виданнях, що входять до наукометричних баз Scopus, Web of Science, Crossref, та 5 тезах у матеріалах конференцій. Серед них три статті у виданнях, віднесених до другого квартилю (Q2) та одна стаття у виданні, віднесеного до першого квартилю (Q1).

2. The dissertation is devoted to the investigation of morphological, structural, optical, and electrical properties of thin-film semiconductor microstructures based on nanocrystalline silicon (nc-Si) and vanadium dioxide (VO2), which are considered promising for the development of advanced microelectronic devices and sensor systems. The research employs a range of modern high-sensitivity diagnostic techniques, including Raman and infrared Fourier transform (FTIR) micro-spectroscopy, atomic force microscopy (AFM), scanning spreading resistance

microscopy (SSRM), infrared thermography, X-ray diffractometry, and electrical characterization methods. Based on comprehensive studies of the structural, optical, and electrical properties of microcrystalline VO2/Si thin films, it has been shown that the reduction of the phase transition temperature by approximately 3□K and the broadening of the thermal hysteresis loop are caused by the anisotropy of elastic strain induced by the lattice mismatch between silicon and vanadium dioxide, as well as by local heterogeneities in the distribution of strain and crystallite sizes within the film. X-ray diffraction and micro-Raman spectroscopy revealed a temperature range of phase coexistence near the transition point (338–344□K). It was demonstrated that the thermally induced frequency shifts of the Raman phonon modes at 387, 444, 504, 588, 624, and 669□cm-1 in VO2 are directly correlated with variations in V-O bond lengths in oxygen octahedra. Temperature-dependent Raman mapping of phase distribution in VO2 microcrystalline films showed that nucleation of the metallic rutile phase occurs at grain boundaries and gradually propagates toward the grain centers with increasing temperature. The spreading resistance in the insulating phase was found to be spatially inhomogeneous, with higher resistance at the grain boundaries due to variations in local strain, defects, and stoichiometry. The electrically induced metal-insulator transition (MIT) was also shown to be spatially non-uniform, with a significantly greater reduction in resistance at grain boundaries compared to individual grains. The effect of argon ion implantation on the optical, structural, and electrical properties of thin VO2 films was investigated. Implantation with doses ranging from 2.15×1015 to 1.18×1016□cm-2 leads to increased surface roughness and fragmentation, partial relaxation of elastic strains caused by lattice mismatch between VO2 and the Si substrate, and deformation of the unit cell, which together result in a reduction of the transition temperature by 9-21□K and an increase in the hysteresis width. Implantation also causes a notable increase in emissivity in the metallic phase and the disappearance of the characteristic emissivity peak near the transition temperature associated with the intermediate phase coexistence state. It was established that at implantation doses above 1.18×1016□cm-2, the MIT is no longer observed in VO2 films. The features of metal-induced crystallization of amorphous silicon were investigated in both single-layer and multilayer (SiOx/Sm) structures, as well as in layered a-Si/Sn/a-Si films. The crystallization behavior of amorphous silicon in a-Si/Sn/a-Si thin films was studied as a function of annealing temperature, laser irradiation intensity, and the thickness of the intermediate tin layer. It was shown that increasing the thickness of the Sn layer in a-Si/Sn/a-Si structures has little effect on the size of the resulting nanocrystals but significantly increases their concentration. Raman spectral analysis demonstrated that samarium doping in multilayer (SiOx/Sm) structures enhances the crystallization efficiency of amorphous silicon compared to homogeneously doped SiOx:Sm films, leading to the formation of nc-Si nanocrystals with larger sizes and higher crystalline phase content at lower annealing temperatures. The results obtained in this dissertation were used in the implementation of the following projects: state-funded project No. 4.4/23-P dated 02.01.2023 «Development of technology for the element base of modern infrared photoelectronics» (2023–2026); project «Innovative system of multispectral mobile camouflage in radar, infrared and visible ranges» No. 125/0026 dated 01.08.2024 within the framework of the NRFU competition «Science for Strengthening the Defense Capability of Ukraine» (2024–2025); and the NAS of Ukraine grant for research laboratories/groups of young scientists “Development of a synthesis technology for VOx films and development of experimental prototypes of uncooled microbolometers for night vision devices” No. 0104/09-2024(6) dated 15.11.2024 (2025–2026).

Державний реєстраційний номер ДіР:

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: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Kolomys O.F., Maziar D.M., Strelchuk V.V., Lytvyn P.M., Melnik V.P., Romanyuk B.M., Gudymenko O.Y.. Effect of structural distortion on the metal-insulator transition in Ar+-implanted VO2 thin films. Thin Solid Films 2025. Vol. 815. P. 140643
- 2. Michailovska K.V., Indutnyi I.Z., Shepeliavyi P.E., Sopinskyy M.V., Dan'ko V.A., Tsybrii Z.F., Maziar D.M.. Formation of silicon nanocomposites by annealing of (SiOx/Sm)n multilayers: Luminescence, Raman and FTIR studies. Applied Nanoscience 2023. Vol. 13(11). P. 7187.
- 3. Neimash V.B., Shepelyavyi P.Ye., Nikolenko A.S., Strelchuk V.V., Maziar D.M.. The influence of thermal and laser annealing on tin-induced crystallization of amorphous silicon in layered a-Si\Sn\a-Si films. Physica B: Condensed Matter 2025. Vol. 707. P. 417206.
- 4. Strelchuk V.V., Kolomys O.F., Maziar D.M., Melnik V.P., Romanyuk B.M., Gudymenko O.Y., Dubikovskyi O.V., Liubchenko O.I.. Effect of structural disorder on the modification of V–V and V–O bond lengths at the metal-dielectric phase transition in VO2 thin films. Materials Science in Semiconductor Processing 2024. Vol.174. P. 108224.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: №4.4/23-П, №125/0026, №0104/09-2024(6)

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ніколенко Андрій Сергійович

2. Andriy S. Nikolenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6775-3451

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 05416952

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Оліх Олег Ярославович

2. Oleh Y. Olikh

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0633-5429

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:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фесенко Олена Мар'янівна

2. Olena M. Fesenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9609-3568

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Купчак Ігор Мирославович

2. Igor M. Kupchak

Кваліфікація: к.ф.-м.н., старший науковий співробітник, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6534-0378

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 05416952

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юхимчук Володимир Олександрович
2. Volodymyr O. Yukhymchuk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5218-9154

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 05416952

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

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Стронський Олександр Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Стронський Олександр Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Пономаренко Валентина Володимирівна
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна