Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U100030

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-01-2023

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Малюта Сергій Васильович
2. Maliuta Serhii Vasylovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 153

Назва наукової спеціальності: Автоматизація та приладобудування. Мікро- та наносистемна техніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 12-01-2023

Спеціальність за освітою: Мікро- та наносистемна техніка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.03

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.19.31, 29.19.04

Тема дисертації:

1. Особливості застосування нанотехнологій зондової мікроскопії в діагностиці та направленій модифікації поверхонь напівпровідникових наноструктур і 2D матеріалів.

2. Peculiarities of scanning probe microscopy nanotechnologies application in diagnostics and direct surface modification of semiconductor nanostructures and 2D materials.

Реферат/анотація:

1. Робота присвячена розробці комплексного підходу до діагностики матеріалів і структур приладів мікро- та наноелектроніки засобами скануючої зондової мікроскопії та його застосуванню при дослідженнях локальних морфологічних та електрофізичних особливостей концепційних елементів на базі вуглецевих матеріалів та станогерманидів. Було розроблено методику індексування граней монокристалів синтетичних напівпровідникових алмазів та відповідної оптимізації схеми їх розкрою для отримання пластин з оптимальною конфігурацією секторів росту. Оптимізовано параметри селективного травлення напівпровідникових монокристалів алмазів для виявлення особливостей дислокаційної структури на нанорівні. Встановлено закономірності зміни густини дислокацій вздовж осі росту та в околі

міжсекторальних границь. Виявлено ефекти декорування дислокацій фоновими домішками. Адаптовано методики силової Кельвін-зонд мікроскопії та мікроскопії опору розтікання для виявлення локальних електрофізичних особливостей міжсекторальних границь та окремих дислокацій і кластерів домішок в монокристалічних пластинах напівпровідникового алмазу. Встановлено, що міжсекторальні границі є когерентними, без скупчення дислокаційних дефектів, а ядра дислокацій дуже слабо, у порівнянні з границями секторів, проявляють електричну активність при картографуванні контактним струмочутливим методом скануючої мікроскопії опору розтікання. При безконтактних електросилових картографуваннях локального поверхневого потенціалу методом Кельвін-зонд мікроскопії дислокаційні ямки травлення є електронейтральними і не виявляють потенціального контрасту. Встановлено, що завдяки відсутності структурних дефектів міжсекторальні границі забезпечують різкий перепад поверхневого потенціалу порядку 1В, що може бути використано при розробці структурних елементів електронних приладів. Адаптовано методику наноіндентування, що базується на атомно- силовій спектроскопії до вимірювання модуля пружності тонких плівок станогерманидів. Виявлено немонотонні зміни приведеного модуля пружності плівок GeSn при зміні вмісту олова від 1 до 12%. Цей ефект пояснений особливостями перебігу процесів структурної релаксації при змінах товщини і компонентного складу плівок GeSn. Врахування цієї нелінійності зміни модуля пружності при зміні компонентного складу є критично важливою в задачах деформаційної інженерії зонної структури GeSn для реалізації переходу непрямозонний/прямозонний напівпровідник. Методом скануючої ємнісної мікроскопії та силової Кельвін-зонд мікроскопії досліджено електронні властивості мікроніток Ge99Sn1 на поверхні епітаксійних плівок Ge88Sn12. Виявлено ефект інверсії типу провідності таких p-GeSn мікроніток при прикладанні напруги зміщення між зондом мікроскопу та планарним омічним контактом на поверхні плівки Ge. Цей ефект може бути використаним при розробці прототипів діодних структур. Виявлено самоіндуковане формування нанониток GeSn з вмістом олова понад 40%. Пояснено механізм їх утворення та проілюстровано їх локальні електрофізичні параметри струмочутливими методами зондової мікроскопії. Отримані результати можуть бути використані для покращення характеристик приладів мікроелектроніки та при розробці їх можливих концептуальних елементів на базі вуглецевих матеріалів та станогерманидів.

2. Thesis is devoted to the development of a multipurpose approach to the diagnostic of materials and structures of micro- and nanoelectronics devices using scanning probe microscopy and its application in the study of local morphological and electrophysical features of concept elements based on carbon materials and tin germanides. A method of indexing the faces of single crystals of synthetic semiconductor diamonds and corresponding optimization of their cutting scheme to obtain plates with an optimal configuration of growth sectors was developed. The parameters of selective etching of semiconductor diamond single crystals were optimized to reveal the features of the dislocation structure at the nano range. The regularities of the change in the density of dislocations along the axis of growth and in the vicinity of intersectoral borders have been established. The effects of decorating dislocations with background impurities have been revealed. The techniques of Kelvin probe force microscopy and spreading resistance microscopy were adapted to detect local electrophysical features of intersectoral boundaries and individual dislocations and impurity clusters in single crystal semiconductor diamond plates. It was established that the intersectoral boundaries are coherent, without the accumulation of dislocation defects, and the nuclei of dislocations very weakly, in comparison with the boundaries of the sectors, show electrical activity during mapping by the contact current-sensitive method of scanning microscopy of the spreading resistance. In non-contact electrostatic mapping of the local surface potential by the Kelvin-probe force microscopy method, the etching dislocation pits are electroneutral and do not reveal a potential contrast. In non-contact electrostatic mapping of the local surface potential by the Kelvin-probe microscopy method, the etching dislocation pits are electroneutral and do not reveal a potential contrast. It was established that due to the absence of structural defects, the intersectoral boundaries provide sharp interface of the surface potential with a difference of the order of 1V, which can be used in the development of structural elements of electronic devices. The nanoindentation technique based on atomic force spectroscopy was adapted to measure the modulus of elasticity of thin films of tin germanides. Non-monotonic changes in the reduced modulus of elasticity of GeSn

films were revealed when the tin content changed from 1 to 12%. This effect is explained by the peculiarities of the process of structural relaxation during changes in the thickness and component composition of GeSn films. Taking into account this nonlinearity of the change in the modulus of elasticity when changing the component composition is critically important in the tasks of deformation engineering of the GeSn band structure for the implementation of the indirect/direct-band semiconductor transition. Properties of self-induced Ge99Sn1 micro-stripes on the surface of epitaxial films Ge88Sn12 were investigated using scanning capacitive microscopy and Kelvin probe force microscopy. The effect of conductivity type inversion of p-GeSn micro-stripes when applying a bias voltage between the microscope probe and the planar ohmic contact on the surface of the Ge film was revealed. This effect can be used in the development of prototypes of diode structures. The self-induced formation of GeSn nanowires with a tin content of more than 40% was revealed. The mechanism of their formation is explained and their local electrophysical parameters are illustrated by current-sensitive probe microscopy methods. The obtained results can be used to improve the characteristics of microelectronics devices and in the development of their possible conceptual elements based on carbon materials and tin germanides.

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. Литвин Петро Мар'янович
2. Lytvyn Petro Marianovych

Кваліфікація: к. 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. Хоменкова Лариса Юріївна
2. Khomenkova Larysa Yu.

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. Горячко Андрій Миколайович
2. Horiachko Andrii Mykolaiovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Орлов Анатолій Тимофійович
2. Orlov Anatolii Timofijovych

Кваліфікація: к. т. н., 05.27.01

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. Діденко Юрій Вікторович
2. Didenko Yurii V.

Кваліфікація: к. т. н., 05.27.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Вербицький Володимир Григорович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Вербицький Володимир Григорович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

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