Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001659

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-05-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Голяткіна Марина Олексіївна
2. Maryna O. Holiatkina

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-1357-0630

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика

Дата захисту: 27-06-2025

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика та наноматеріали

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 8798

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, 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 Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19

Тема дисертації:

1. Електрофізичні та магнітні властивості домішок і дефектів у вуглецевомістких аморфних та монокристалічних матеріалах

2. Electrophysical and magnetic properties of impurities and defects in carbon-containing amorphous and single-crystalline materials

Реферат:

1. Дисертація присвячена дослідженню електрофізичних та магнітних властивостей домішок та дефектів у вуглецевомістких аморфних та монокристалічних матеріалів методами спектроскопії електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) та електрично-детектованого магнітного резонансу (ЕДМР). У якості об'єкту дослідження були обрані монокристали карбіду кремнію (SiC) 4H та 6H політипів, із різним ступенем легування домішкою азоту (N), та аморфні тонкі плівки безводневого алмазоподібного вуглецю, леговані домішкою германію. Сучасний стан проблем, які існують на теперішній момент стосовно впливу домішок та дефектів на властивості вуглецевомістких аморфних та монокристалічних матеріалів, відображений у вступі даної роботи. Зроблено висновок, що, попри інтенсивні дослідження, залишаються нез’ясованими такі

питання як природа спінового обміну локалізованих і нелокалізованих електронів та зв'язок між магнітними й електричними характеристиками у гексагональних політипах монокристалів SiC з різним вмістом N, магнітні властивості домішкових станів і вплив дефектів на електронні процеси у DLC-плівках. У першому розділі виконано огляд властивостей вуглецевомістких аморфних та монокристалічних матеріалів та методи їх вирощування. Розглянуто типи гібридизації атомів карбону, за рахунок яких можливе утворення різних алотропних форм вуглецю, та різницю в гібридизації поверхневих і глибоких шарів вуглецевих матеріалів. Зазначено суттєвий вплив гібридизації на властивості вуглецевих матеріалів. Другий розділ присвячено огляду застосування спектроскопії ЕПР для дослідження вуглецевомістких матеріалів. Розглянуто теоретичні та експериментальні основи методу, зокрема детально описано основні компоненти спектрометра ЕПР. Зазначено, які параметри парамагнітних систем можуть бути визначені з аналізу експериментальних параметрів спектра. У третьому розділі представлено результати дослідження електрофізичних та магнітних властивостей монокристалів 4H-SiC із різною концентрацією донорів азоту. Проаналізовано механізми спінового обміну між локалізованими та нелокалізованими електронами, дослідження проведено за допомогою безконтактного мікрохвильового резонаторного методу та спектроскопії ЕПР в стаціонарному та імпульсному режимах. У четвертому розділі проведено ЕПР дослідження безводневих алмазоподібних вуглецевих плівок, легованих германієм, в широкому діапазоні температур. Проаналізовано температурні залежності спінової сприйнятливості, положення резонансного магнітного поля та ширини лінії спектру ЕПР. П'ятий розділ присвячено вивченню зв'язку між магнітними та електричними властивостями донорів азоту в монокристалах 6H-SiC з низьким питомим опором. З даною метою досліджено природу сигналу ЕДМР у монокристалах 6H-SiC з високим вмістом азоту. Ключові слова: ЕПР, магнітні властивості, карбід кремнію, спінова динаміка, тонкі плівки, бінарні сплави, магнетизм, парамагнетизм, резонансні криві, магнітне поле, антиферомагнетизм, парамагнетизм, мікрохвильове поглинання.

2. The dissertation is devoted to the study of the electrophysical and magnetic properties of impurities and defects in carbon-containing amorphous and mono-crystalline materials by electron paramagnetic resonance (EPR) and electrically detected magnetic resonance (EDMR) spectroscopy methods. The objects of study were silicon carbide (SiC) monocrystals, 4H and 6H polytypes, with different levels of nitrogen (N) doping, and germanium doped hydrogen-free diamond-like carbon (DLC) amorphous thin films. The current state of the existing problems in the impurities and defects impact on the properties of carbon-containing amorphous and monocrystal materials topic is reflected in the introduction. It is concluded that despite intensive research, such issues as the nature of localized and unlocalized electrons spin exchange and the magnetic and electrical characteristics correlartion in hexagonal polytypes of SiC single crystals with different N contents, the magnetic properties of impurity states, and the defects impact on electronic processes in DLC-films remain unclear. The first section reviews the properties of carbon-containing amorphous and monocrystal materials and their obtaining methods. The types of hybridization of carbon atoms, due to which the formation of different allotropic forms of carbon is possible, and the difference in the hybridization of surface and deep layers of carbon materials are considered. The significant hybridization impact on the properties of carbon materials is noted. The second section is devoted to a review of the application of EPR spectroscopy to the study of carbon-containing materials. The theoretical and experimental foundations of the method are reviewed, in particular, the main components of an EPR spectrometer are described in detail. It is noted that paramagnetic systems parameters can be determined by analyzing the experimental parameters of the spectrum. The third section presents the results of the study of 4H-SiC monocrystals with different concentrations of nitrogen donors electrophysical and magnetic properties. The mechanisms of spin exchange between localized and unlocalized electrons were analyzed. The study was carried out using the non-contact microwave resonator method and EPR spectroscopy in steady-state and pulsed modes. In the fourth section, EPR studies of germanium doped hydrogen-free DLC-films were carried out in a wide temperature range. The temperature dependences of the spin susceptibility, the position of the resonant magnetic field and the width of the EPR spectrum line were analyzed. The fifth section is devoted to the magnetic and electrical properties connection of nitrogen donors in 6H-SiC monocrystals with low resistivity study. For this purpose, the nature of

EDMR in 6H-SiC single crystals with a high nitrogen content was investigated. Key words: EPR, magnetic properties, silicon carbide, spin dynamics, thin films, binary alloys, magnetism, paramagnetism, resonance curves, magnetic field, antiferromagnetism, paramagnetism, microwave absorption.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

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:

- Holiatkina, M., Solodovnyk, A., Laguta, O., Neugebauer, P., Kalabukhova, E., & Savchenko, D. (2024). Nature of electrically detected magnetic resonance in highly nitrogen-doped 6H-SiC single crystals. Phys. Rev. B, 110(12), 125205. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.110.125205
- Holiatkina, M., Pöppl, A., Kalabukhova, E., Lančok, J., & Savchenko, D. (2023). Spin exchange dynamics in 4H-SiC monocrystals with different nitrogen donor concentrations. Journal of Applied Physics, 134(14), 145702. https://doi.org/10.1063/5.0172320
- Holiatkina, M., Savchenko, D., Kocourek, T., Prokhorov, A., Lančok, J., & Kalabukhova, E. (2023). ESR study of hydrogen-free germanium-doped diamond-like carbon films. Physica Status Solidi B, 260(2), 2200155. https://doi.org/10.1002/pssb.202200155
- M. O. Holiatkina, A. S. Solodovnyk, O. V. Laguta, P. Neugebauer, E. N. Kalabukhova, D. V. Savchenko. The nature of electrically detected magnetic resonance in highly nitrogen-doped 6H-SiC single crystals Book of Abstracts of IEEE Magnetics Society “Magnetism for Ukraine Initiative” Workshop. – Kyiv, Ukraine, 14 November 2024. – P. 43-44.
- М. О. Голяткіна, К. М. Калабухова, Д. В. Савченко. Взаємодія між локалізованими та делокалізованими електронами у монокристалах 4H-SiC n-типу. Матеріали 9-тої Української наукової конференції з фізики напівпровідників. – Ужгород, Україна, 22-26 травня 2023. – с. 312-313.
- M. O. Holiatkina, D. V. Savchenko, T. Kocourek, A. A. Prokhorov, J. Lančok, K. M. Kalabukhova. ESR study of hydrogen-free germanium-doped diamond-like carbon films. Proceedings of Ukrainian Conference with International Participation “Chemistry, Physics and Technology of Surface” and Workshop “Microwaves and nanoparticles for real-time detection of human pathogens”. – Kyiv, Ukraine, 19-20 October 2022. – P. 79.
- М. О. Голяткіна, Д. В. Савченко, Т. Коцоурек, А. А. Прохоров, Я. Ланчок, К. М. Калабухова. Дослідження безводневих алмазоподібних вуглецевих плівок, легованих германієм, методом електронного парамагнітного резонансу. Збірник матеріалів конференції «30 років Інституту електронної фізики НАН України»:. – Ужгород, Україна, 21-23 вересня 2022. – с. 134-135.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; зменшення зносу обладнання; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0119U100485

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Савченко Дарія Вікторівна

2. Dariia V. Savchenko

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-0005-0732

Додаткова інформація: Scopus: 6508026634.

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Голуб Володимир Олегович

2. Volodymyr O. Holub

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 01.04.11

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-7550-3978

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут магнетизму імені В. Г. Бар’яхтара Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23494128

Місцезнаходження: бульв. Академіка Вернадського, буд. 36-б, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кончиць Андрій Андрійович

2. Andrii A. Konchits

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 01.04.03

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-9790-326X

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

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Калита Віктор Михайлович
2. Viktor M. Kalyta

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-6329-9095

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Джежеря Юрій Іванович
2. Yuriy I. Dzhezherya

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-1560-9567

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Горобець Оксана Юріївна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Горобець Оксана Юріївна
Відповідальний за підготовку облікових документів	Голяткіна Марина Олексіївна
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна