Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0522U100117

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-11-2022

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Птащенко Федір Олександрович
2. Ptashchenko Fedir Oleksandrovich

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.10

Назва наукової спеціальності: Фізика напівпровідників і діелектриків

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 18-11-2022

Спеціальність за освітою: фізика, фізика твердого тіла та твердотільної електроніки

Місце роботи здобувача: Національний університет "Одеська морська академія"

Код за ЄДРПОУ: 01127799

Місцезнаходження: вул. Дідріхсона, буд. 8, м. Одеса, Одеська обл., 65029, 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): Д 41.051.01

Повне найменування юридичної особи: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Код за ЄДРПОУ: 02071091

Місцезнаходження: вул. Дворянська, буд. 2, м. Одеса, Одеська обл., 65082, 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 університет "Одеська морська академія"

Код за ЄДРПОУ: 01127799

Місцезнаходження: вул. Дідріхсона, буд. 8, м. Одеса, Одеська обл., 65029, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Повне найменування юридичної особи: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Код за ЄДРПОУ: 02071091

Місцезнаходження: вул. Дворянська, буд. 2, м. Одеса, Одеська обл., 65082, 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, 29.19.11, 29.19.31

Тема дисертації:

1. Вплив віддаленої взаємодії між домішковими атомами та поверхневими дефектами на процес формування, провідність та сенсорну чутливість до молекул NO2 і NH3 поруватого кремнію та інших кремнієвих структур.

2. Influence of long-range interaction between impurity atoms and surface defects on the process of formation, conductivity and sensor sensitivity to NO2 and NH3 molecules of porous silicon and other silicon structures

Реферат:

1. Дисертація присвячена дослідженню механізму і проявів віддаленої взаємодії між домішковими атомами та поверхневими дефектами типу pb-центр, та впливу цієї взаємодії на процес електрохімічного травлення, провідність та сенсорну чутливість до активних молекул NO2 і NH3 поруватого кремнію та інших кремнієвих структур. Показано, що в кремнієвих структурах домішкові атоми фосфору та бору можуть віддалено взаємодіяти з pb-центрами, якщо відстань між ними не перевищує ~ 25 Å. При такій взаємодії відбувається зарядження pb-центрів та домішкових атомів, що супроводжується пасивацією домішки та виникненням області підвищеного або зниженого потенціалу навколо pb-центрів. Показано, що утворення PS при електрохімічному травленні кремнію у водних розчинах HF відбувається шляхом прямого фторування поверхневих атомів кремнію. Пряме фторування найлегше проходять на гранях (110), (100) та на їх перетині, під дією «важких» іонних комплексів фтору і за участі вільних дірок. Поблизу домішкових атомів бору процес електрохімічного травлення кремнію уповільнюється або гальмується, що пояснює утворення характерної структури PS у вигляді «скелета» із нанокристалітів, всередині яких знаходяться атоми бору. Продемонстровано, що активаційний характер провідності PS пояснюється наявністю бар'єрів для вільних носіїв, які існують навколо заряджених pb-центрів у найтонших ділянках нанодротів в мережі PS. Це також пояснює розбіг значень енергії термічної активації провідності для різних зразків PS, наявність двох лінійних ділянок у температурній залежності провідності PS в арреніусівських координатах та існування двох типів залежності провідності PS від зовнішнього поля. Показано, що при адсорбції молекул NO2 на гідроксиловану поверхню кремнію або оксиду кремнію можуть утворюватися вільні стани в забороненій зоні кремнію. Виникнення мілких акцепторних станів у p-PS спостерігається також, коли молекули NO2 адсорбуються на OH-групах поблизу позитивно заряджених pb-центрів, які пасивують підповерхневі атоми бору. Це пояснює зростання концентрації вільних дірок у PS p-типу в атмосфері NO2. Показано, що на гідрованій та окисленій поверхні кремнію може відбуватися процес протонування молекул аміаку. Протонуванню молекул NH3 сприяють наявність поверхневих OH-груп, адсорбованих молекул води та підповерхневих атомів бору. Процес протонування молекул аміаку супроводжується віддаленою пасивацією домішки бора іонами NH4+ і виникненням донорних станів, та пояснює зростання концентрації вільних електронів (або зменшення концентрації вільних дірок) в кремнії. Протонування аміносполук на поверхні PS або аморфного кремнію обумовлює експериментально встановлені закономірності процесів SALDI.

2. The dissertation is devoted to the study of the mechanism and manifestations of the remote interaction between impurity atoms and surface defects of the pb-center type and the influence of this interaction on the process of electrochemical etching, conductivity and sensor sensitivity to active NO2 and NH3 molecules of porous silicon and other silicon structures. It has been shown that impurity phosphorus and boron atoms in silicon structures can remotely interact with pb-centers if the distance between them does not exceed ~25 Å. During this interaction, the pb-centers and impurity atoms become charged, which is accompanied by passivation of the impurity and the appearance of a region of increased or decreased potential around the pb-centers. It is shown that the formation of PS during electrochemical etching in aqueous HF solutions occurs by direct fluorination of surface silicon atoms. Direct fluorination is easiest on the (110), (100) faces and at their intersection, under the action of "heavy" fluoride complexes and with the participation of free holes. Near impurity boron atoms, the process of electrochemical etching of silicon slows down or stops, which explains the formation of a characteristic PS structure in the form of a skeleton of nanocrystals with boron atoms inside. It has been demonstrated that the activation character of PS conductivity is explained by the presence of barriers for free carriers that exist around charged pb centers in the thinnest sections of nanowires in the PS network. This also explains the scatter in the values of the thermal activation energy of conductivity for different PS samples, the presence of two linear segments in the temperature dependence of PS conductivity in Arrhenius coordinates, and the existence of two types of dependence of PS conductivity on the external field. It has been shown that the adsorption of NO2 molecules on a hydroxylated silicon or silicon oxide surface can lead to the formation of free states in the band gap of silicon. The appearance of shallow acceptor states in p-PS is also observed when NO2 molecules are adsorbed on OH-groups near positively charged pb-centers, which passivate subsurface boron atoms. This explains the increase in the concentration of free holes in p-type PS in an NO2 atmosphere. It is shown that protonation of

ammonia molecules can occur on hydrogenated and oxidized silicon surfaces. The protonation of NH3 molecules is facilitated by the presence of surface OH groups, adsorbed water molecules, and subsurface boron atoms. The process of protonation of ammonia molecules is accompanied by remote passivation of the boron impurity by NH4+ ions and the appearance of donor states and explains the increase in the concentration of free electrons (or the decrease in the concentration of free holes) in silicon. The protonation of amino compounds on the surface of PS or amorphous silicon determines the experimentally established patterns of SALDI processes.

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. Михайленко Віталій Іванович
2. Mikhailenko Vitalii Ivanovich

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.05

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. Михайленко Віталій Іванович
2. Mikhailenko Vitalii Ivanovich

Кваліфікація: д.ф.-м.н., 01.04.05

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. Оленич Ігор Богданович
2. Olenych Igor Bogdanovych

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. Євтух Анатолій Антонович
2. Evtukh Anatoli Antonovich

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. Лепіх Ярослав Ілліч
2. Lepikh Yaroslav Illich

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

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Сминтина Валентин Андрійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Гоцульский Володимир Якович
Відповідальний за підготовку облікових документів	
Реєстратор	
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Т.А.