

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0223U004874

Державний реєстраційний номер: 0123U102712

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-12-2023

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Моделювання процесів фононного транспорту в структурах нанопористого Si після термічного відпалу та впливу радіаційного опромінення на процеси теплового транспорту в кремнієвих наноструктурах різної розмірності на прикладі нанониток та пористих мультишарових систем. Експериментальні дослідження впливу радіаційного опромінення на процеси фононного транспорту в кремнієвих мультишарових нанопоруватих структурах. Узагальнення результатів досліджень фононного транспорту в кремнієвих наноструктурах під впливом зовнішніх чинників.

Початок етапу: 05.2023

Закінчення етапу: 11.2023

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, м. Київ, 01033, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442393333, 380442393230

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний фонд досліджень України

Код за ЄДРПОУ: 42734019

Місцезнаходження: вул. Бориса Грінченка, 1, м. Київ, 01001, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442981622, 380442981622

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 325.600
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Комп'ютерний дизайн, синтез і теплотранспортні властивості кремнієвих наноструктур для енергоефективних застосувань

Назва роботи англійською:

Computer design, synthesis and heat transfer properties of silicon nanostructures for energy efficient applications

Реферат українською:

Об'єкт дослідження: кремнієві наноструктури різної морфології. Мета роботи: встановлення фізичних закономірностей теплового транспорту в низькорозмірних напівпровідникових структурах для застосування в області теплового менеджменту сучасних мікро-, нано- та оптоелектронних компонентів та ефективного майнингу електричної напруги в термоелектричних системах. Методи дослідження: електрохімічне травлення, растрова електронна мікроскопія, інфрачервона спектроскопія, спектроскопія відбивання, фототермоакустичні вимірювання, метод молекулярної динаміки. Методом молекулярної динаміки розраховано температурні залежності коефіцієнта теплопровідності кремнію та кремнієвих нанониток різної морфології. Проаналізовано фононні характеристики (густину фононних станів, фононні дисперсійні криві, частотні залежності швидкості і часу релаксації фононів) Si нанониток різної морфології. Показано, що зменшення теплопровідності порожнистих нанониток є результатом зменшення швидкості та часу життя фононів внаслідок розсіювання на розвиненій поверхні порожнистих нанониток. Методом електрохімічного травлення синтезовано мультишарові структури пористого Si. Анодування кремнію в періодичному режимі з короткочасними вимкненнями струму дозволило створити однорідні за глибиною структури довільної товщини. За допомогою растрової електронної мікроскопії та спектроскопії відбивання показано, що формується мультишаровий пористий кремній з різкими планарними інтерфейсами між шарами. Проведено розрахунки деформаційного, теплового та радіаційного впливу на теплопровідність Si наноструктур. Показано, що зміна теплопровідності нанониток та поруватих наноструктур пов'язана зі зменшенням часу релаксації фононів з одночасним зменшенням швидкості поширення акустичних коливальних мод. Експериментально досліджено коефіцієнти теплопровідності мультишарових структур пористого Si та вплив термовідпалу і радіаційної обробки на їх теплові властивості.

Реферат англійською:

Objects: Silicon nanostructures with various morphologies. Research Objective: Establishing the physical peculiarities of heat transport in low-dimensional semiconductor structures for application in the field of thermal management of modern micro-, nano-, and optoelectronic components, as well as efficient harvesting of electrical voltage in thermoelectric systems. Research Methods: Electrochemical etching, scanning electron microscopy, infrared spectroscopy, reflectance spectroscopy, photoacoustic technique, molecular dynamics method. Using the molecular dynamics method, temperature dependencies of the thermal conductivity coefficient of silicon and silicon nanowires of various morphologies were calculated. Phonon characteristics (density of phonon states, phonon dispersion curves, frequency dependencies of phonon velocity and relaxation time) of Si nanowires of various morphologies were analyzed. It was demonstrated that the reduction in thermal conductivity of rough nanowires is a result of the decrease in phonon velocity and lifetime due to scattering on the developed surface of rough nanowires. Multilayer structures of porous Si were synthesized by the electrochemical etching method. Anodization of silicon in a periodic mode with short current interruptions allowed the creation of uniformly deep structures of arbitrary thickness. Using scanning electron microscopy and reflectance spectroscopy, it was shown that a multilayer porous silicon with sharp planar interfaces between the layers was obtained. Calculations of the deformation, thermal, and radiation effects on the thermal conductivity of Si nanostructures were provided. It was demonstrated that the thermal conductivity change in nanowires and porous nanostructures is associated with a

reduction in the phonon relaxation time, accompanied by a decrease in the propagation velocity of acoustic vibrational modes.

Індекс УДК: 537.311.31

Коди тематичних рубрик: 29.19.27

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Курилюк Василь Васильович

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: доц.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Фізичні закономірності теплового транспорту.

Назва НТП англійською: Physical patterns of heat transport.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Модельні уявлення про особливості фононного транспорту

Галузь застосування: 72. Наукові дослідження та розробки

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Методи дослідження: електрохімічне травлення, растрова електронна мікроскопія, інфрачервона спектроскопія, спектроскопія відбивання, фототермоакустичні вимірювання, метод молекулярної динаміки. Методом молекулярної динаміки розраховано температурні залежності коефіцієнта теплопровідності кремнію та кремнієвих нанониток різної морфології. Проаналізовано фононні характеристики (густину фононних станів, фононні дисперсійні криві, частотні залежності швидкості і часу релаксації фононів) Si нанониток різної морфології. Показано, що зменшення теплопровідності порожнистих нанониток є результатом зменшення швидкості та часу життя фононів внаслідок розсіювання на розвиненій поверхні порожнистих нанониток. Методом електрохімічного травлення синтезовано мультишарові структури пористого Si. Анодування кремнію в періодичному режимі з короткочасними вимкненнями струму дозволило створити однорідні за глибиною структури довільної товщини. За допомогою растрової електронної мікроскопії та спектроскопії відбивання показано, що формується мультишаровий пористий кремній з різкими планарними інтерфейсами між шарами. Проведено розрахунки деформаційного, теплового та радіаційного впливу на теплопровідність Si наноструктур. Показано, що зміна теплопровідності нанониток та поруватих наноструктур пов'язана зі зменшенням часу релаксації фононів з одночасним зменшенням швидкості поширення акустичних коливальних мод. Експериментально досліджено коефіцієнти теплопровідності мультишарових структур пористого Si та вплив термовідпалу і радіаційної обробки на їх теплові властивості. Виявлено зменшення величини теплопровідності мультишарових структур у порівнянні з моношаровими структурами такої ж пористості. Показано, що основною причиною зменшення теплопровідності є присутність граничного теплового опору на інтерфейсах між пористими шарами кремнію з різною пористістю в мультишаровій структурі.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

ІХ. Бібліографічний опис

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Толстанова Ганна Миколаївна

д. б. н., 03.00.04

Перелік осіб-виконавців

Дубик Катерина Володимирівна

(к. ф.-м. н.)

Ліщук Павло Олександрович

(к. ф.-м. н.)

Попюк Катерина Віталіївна

Семчук Святослав Семенович

Чорний Роман Володимирович

Шевченко Вікторія Богданівна

(к. ф.-м. н.)

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Катасонова В.В.

Телефон

+38 (044) 239-31-88

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

