

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0212U006375

Державний реєстраційний номер: 0110U006288

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-03-2012

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Дослідження структурних , розмірних та емісійних властивостей ансамблів нанодротин кремнію для створення автоемісійних катодів з пониженою роботою виходу.

Початок етапу: 01.2011

Закінчення етапу: 12.2011

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики напівпровідників імені В.Є.Лашкарьова НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Президія Національної академії наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 525-40-20, 525-83-42

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

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

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 60, м. Київ, Київська обл., 01033, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 2393141

Внесок співвиконавця у звітний етап:

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322582111

Внесок співвиконавця у звітний етап:

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442396594, 380442343243

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: 2.3 - виконання робіт за державними цільовими програмами

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 120
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження та розробка автоемісійних катодів на основі регулярних ансамблів нанодротин кремнію в діелектричних матрицях та емісійних резонансно-тунельних структур.

Назва роботи англійською:

Research and development of regular arrays of silicon nanowires in dielectric matrix and resonant-tunneling structures

Реферат українською:

Звіт подається в одному томі і складає 50 сторінок, у тому числі рисунків 28, таблиць 6, використаних джерел 38. Ключові слова: електронна польова емісія, кремнієві нанодротини, технологія, газотранспортні реакції, робота виходу, коефіцієнт підсилення електричного поля, ефективна площа емісії. Мета етапу: Формування та дослідження властивостей ансамблів нанодротин кремнію для електронної польової емісії. Розроблені технології одержання нанодротин кремнію методом електрохімічного травлення кремнію та методом хімічних транспортних реакцій. Наведені результати досліджень електронної польової емісії з нанодротин пористого кремнію. В результаті розробки та дослідження технології формування нанодротин Si в процесі електрохімічного травлення кремнію встановлено, що: - додавання окисника до розчину електроліту збільшує електродний потенціал кремнію відносно електроліту під час електрохімічного травлення за рахунок гальванічної анодизації, що сприяє екстракції дірок з кремнію на іони окисника, завдяки чому відбувається більш однорідне травлення поверхні. Шорсткість плівок por-Si при збільшенні концентрації H_2O_2 від 0,97М до 2,5М зменшується майже в два рази (від 3,17 нм до 1,82 нм). При цьому розміри крупних пор однакові, але їх поверхнева концентрація зменшується; - при однаковому часі росту por-Si емісійні властивості отриманих структур покращуються із зменшенням густини струму травлення до значень 1 мА/см². Це пояснюється тим, що при малих густинах струму анодизації пористість поверхні нижча, і на поверхню виходять більш крупніші нанокристаліти, які мають добрий електричний контакт з підкладкою; Запропонована модель для розрахунку оптичних параметрів плівок поруватого кремнію з еліпсометричних вимірів. В рамках моделі показано було підтверджено, що із збільшенням часу травлення одночасно з травленням об'ємного кремнію вглиб проходить розтравлювання поверхні вже сформованих нанокристалітів por-Si . Запропонована модель енергетичної зонної структури кремнієвої нитки por-Si та розраховані розміри окремих нанокристалітів, з яких складається нитка. Результати, отримані з емісійних ВАХ, узгоджуються з АСМ зображеннями, а саме: розміри нанокристалітів становлять 1,5-2,8 нм. Робота виходу = 3,5 еВ; ефективна площа емісії = 2×10^{-15} см²; форм-фактор = $5,54 \times 10^9$ см⁻¹. В результаті розробки та дослідження технології формування нанодротин Si методом хімічних транспортних реакцій отримані наступні результати: - визначено технологічні режими росту нанооб'єктів кремнію на напівпровідникових підкладках. Встановлено, що на кремнієвій підкладці з плівкою золота товщиною $d = 4-5$ нм при значенні часу росту $t = 5$ хв. осаджуються кристали з середнім діаметром $\sim 50 - 60$ нм і висотою $\sim 100 - 200$ нм. Збільшення часу вирощування нанооб'єктів у 2 рази привело до появи кристалів більшого діаметру $\sim 70 - 110$ нм; - на основі дослідження НК Si та $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ методами скануючої та просвічуючої електронної мікроскопії показано, що ниткоподібний кристал - це гетероструктура, що складається з кристалічного ядра та нанопористої оболонки. Товщина нанопористої оболонки змінюється від 10 нм до 300 нм в залежності від поперечного діаметра та умов вирощування кристалів. Показано, що у нанодротах можливе утворення оболонок двох типів: а) з гладкою поверхнею та малим розміром пор та міжпорових стінок 0,4 нм та б) з шереховатою поверхнею, розміри пор у якій змінюються від 3 до 5 нм. Встановлено, що утворення оболонок певного типу визначається співвідношенням потоку адатомів на поверхню кристалу JS та потоку за рахунок дифузії по боковій стінці кристалу JD. За умови $\text{JS} < \text{JD}$ утворюватиметься нанопориста оболонка першого типу, а за умови $\text{JS} > \text{JD}$, утворюватиметься нанопориста оболонка другого типу.

Реферат англійською:

A report is submitted in one volume, 50 pages, including figures 28, tables 6, 38 used sources. Keywords: electron field emission, silicon nanowires, technology, gas-transport reactions, the work function, the enhancement of the electric field, the effective area of emission. The purpose of Phase: Formation and study of the properties of ensembles of nanowires of silicon for electron field emission. The technologies of silicon nanowires formation by electrochemical etching of silicon and by chemical transport reactions have been developed. The results of investigations of electron field emission from porous silicon nanowires have been presented. As a result of research and development of the technology of Si nanowires formation in the process of electrochemical etching of silicon it was found that: - adding an oxidant in the electrolyte solution increases the electrode potential of silicon with respect to the electrolyte during the electrochemical etching due to galvanic anodization, which promotes the extraction of holes from the silicon ions in the oxidizing agent, so is more uniform etching of the surface. The roughness of por-Si films with increasing H₂O₂ concentration from 0.97 M to 2.5 M decreased almost twice (from 3.17 nm to 1.82 nm). In this case the size of large pores are the same, but their surface concentration is reduced; - at the same growth time of por-Si the emission properties of the resulting structures are improved with a decrease in the etching current density up to values of 1 mA/cm². This is explained by the fact that at low current densities at anodization the porosity of surface is lower and, and larger nanocrystallites come to the surface, and they have good electrical contact with the substrate; The model for the calculation of the optical parameters of porous silicon with ellipsometric measurements has been proposed. In frame of the model has been shown that at increasing of etching time in conjunction with the deep etching of bulk silicon the etching of already formed surface nanocrystallites of por-Si is performed. The model of the energy band structure of silicon nanowire of por-Si and the calculated size of the individual nanocrystallites have been proposed. The results of the emission current-voltage characteristics are consistent with the AFM images, namely: the size of nanocrystallites is 1.5-2.8 nm. The work function = 3.5 eV, the effective area of emission = $2 \times 10^{-15} \text{ cm}^2$, the form factor = $5.54 \times 10^9 \text{ sm}^{-1}$. As a result of research and development of the technology of Si nanowires formation by chemical transport reactions the following results have been obtained: - the technological regimes of growth of silicon nanostructures on semiconductor substrates have been defined. It was found that on a silicon substrate with a gold film of thickness $d = 4-5 \text{ nm}$, and at value of the growth time $t = 5 \text{ min}$. the precipitated crystals with an average diameter of $\sim 50 - 60 \text{ nm}$ and a height of about $100 - 200 \text{ nm}$ have been deposited. The Increasing the growth time of nanoobjects into 2 times led to the emergence of large-diameter crystals of $\sim 70 - 110 \text{ nm}$; - based on the studies of NC Si and Si_{1-x}Ge_x by scanning and transmission electron microscopy it was shown that whisker is a heterostructure consisting of a crystalline core and nanoporous shell. The thickness of the nanoporous shells varies from 10 nm to 300 nm depending on the transverse diameter and the conditions of crystal growth. It is shown that the nanowires can be formed in the shells of two types: a) with a smooth surface and small pore size and wall between pores 0.4 nm and b) with rough surface on which the pore sizes vary from 3 to 5 nm. The formation of a certain type of shell is determined by the flow of adatoms on the surface of the crystal JS and flow due to diffusion along the lateral wall of the crystal, JD. If $JS < JD$ the nanoporous shell of the first type is formed and at $JS > JD$, the nanoporous shell of the second type is formed.

Індекс УДК: 537.311.322, 621.793, 536.53.

Коди тематичних рубрик: 29.19.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Євтух Анатолій Антонович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Результати наукових досліджень та розробок по темі "Дослідження та розробка автоемісійних катодів на основі регулярних ансамблів нанодротин кремнію в діелектричних матрицях та емісійних резонансно-тунельних структур." Етап 2. " Дослідження, структурних, розмірних та емісійних властивостей ансамблів нанодротин кремнію для створення автоемісійних катодів з пониженою роботою виходу"

Назва НТП англійською: Results of scientific researches and developments on theme: " Research and development of regular arrays of silicon nanowires in dielectric matrix and resonant-tunneling structures." Phase 2. " Investigation of the structural, dimentional and emission properties of arrays of the silicon nanowires for creation of electron field emission cathodes with low work function."

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: Виробництво напівпровідникових приладів.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Автоемісійні (польові емісійні) катоди на основі нанодротин кремнію з пониженою роботою виходу.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 2015р

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Споживачі електронної продукції

Перспективні ринки: Ринки виробів електроніки

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.: 10

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану: Ні

Техніко-економічне обґрунтування: Ні

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.: 10

Очікуваний термін окупності (років): 5 років

Додаткова інформація: Виробництво розробленої продукціїБажані спільні НДДКР

ІХ. Бібліографічний опис

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Мачулін Володимир Федорович

Перелік осіб-виконавців

Євтух Анатолій Антонович

Братусь Олег Леонідович

Кизяк Анатолій Юрійович

Литовченко Володимир Григорович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

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

