

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0212U006374

Державний реєстраційний номер: 0110U006288

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 23-03-2012

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розробка технологічних основ створення регулярних ансамблів нанодротин кремнію, Моделювання фізичних процесів при рості НД Si та електронній польовій емісії з них.

Початок етапу: 08.2010

Закінчення етапу: 12.2010

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: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: +38(044) 525-40-20

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): 6541050

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 44 сторінки, у тому числі рисунків 9, таблиць 1, використаних джерел 48. Ключові слова: електронна польова емісія, кремнієві нанодротини, технологія, газотранспортні реакції, робота виходу, коефіцієнт підсилення електричного поля, ефективна площа емісії. Мета етапу: Дослідження фізичних процесів, що протікають при формуванні кремнієвих нанодротин та моделювання процесів електронної польової емісії з Si нанодротин. Була розроблена технологія отримання кремнієвих нанодротин (НД Si) методом газотранспортних реакцій. 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. Проведено моделювання кінетики росту ниткоподібних кристалів кремнію методом газофазової епітаксії з урахуванням механізму росту пара-рідина-кристал. Враховуючи, що величина перенасичення становила 0,33, оцінено величину кінетичного коефіцієнту кристалізації $\sim 3 \cdot 10^{-6}$ см/с. Одержані величини - перенасичення, швидкість радіального росту, кінетичні коефіцієнти добре узгоджуються з літературними даними. На основі проведених експериментів можна відзначити такі закономірності вирощування нанодротин кремнію: 1) на першій стадії росту на підкладці утворюється полікристалічний шар товщиною приблизно 100; 2) на другій стадії відбувається ріст нанодротів. Зроблено припущення, що полікристалічний шар є засобом для створення високого локального пересичення в областях утворення нанодротин і таким чином є необхідною умовою виникнення нанодротин. Проведено моделювання фізичних процесів при електронній польовій емісії (ЕПЕ) з НД Si та запропоновані основні методи визначення емісійних параметрів. Запропоновано метод розрахунку параметрів емісійних ВАХ, який включає: 1) знаходження середнього значення ефективної площі емісії у вузьких інтервалах роботи виходу; 2) заміна складної експоненційної функції, яка є складовою рівняння Фаулера-Нордгейма поліномом 2-го порядку у рівнянні Ф-Н. Даний метод дозволяє значно спростити методику визначення параметрів ЕПЕ. Проведені розрахунки параметрів електронної польової емісії, на прикладі кремнієвих вістрів, вкритих ZnO плівкою, за допомогою двох методик, а саме порівнянням нахилів кривих до і після покриття тонкою плівкою та за допомогою теоретичних розрахунків у відповідності до запропонованої методики дали результати, із яких видно, що відхилення між результатами становить не більше ніж на 10%. Це вказує на порівняно високу точність визначення параметрів ЕПЕ при застосуванні запропонованої методики розрахунку параметрів із емісійних ВАХ. Запропонована оригінальна неруйнуюча методика визначення стабільності ЕПЕ з ВАХ, що базується на визначенні короткочасової нестабільності емісійного струму при ЕПЕ, аналізуючи спад середнього значення струму в часі. Очевидно, що емісійні катоди, які проявляють низьку стабільність ЕПЕ при тривалих залежностях струму від часу ($I=f(t)$), мають також і більший розкид значень на емісійних ВАХ. Тому запропонована методика знижує вимоги до робочого устаткування і не руйнує досліджувані зразки.

Реферат англійською:

The report submitted in one volume has 44 pages, including figures 9, Table 1, the sources of literature 48.

Keywords: electronic 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: A Study of physical processes in the formation of silicon nanowires and the modeling of electron field emission from Si nanowires. The technology for production of silicon nanowires (NW Si) by gas-transport reactions has been developed. The technological regimes of the silicon nanostructures growth on semiconductor substrates have been determined. It was established that on the silicon substrate with a gold film of thickness $d = 4-5$ nm, a value of the growth time $t = 5$ min. precipitated crystals with an average diameter of $\sim 50 - 60$ nm and a height of about $100 - 200$ nm. Increasing the growth time of nano-objects in 2 times led to the emergence of large-diameter crystals of $\sim 70 - 110$ nm. The simulation of the silicon whiskers growth kinetics by gas phase epitaxy by taking into account the growth mechanism of vapor-liquid-crystal. Taking into account that oversaturation was 0.33, the value of the kinetic coefficient of crystallization 3×10^6 cm / c has been estimated. The obtained values, namely: oversaturation, the radial growth rate, the kinetic coefficients are in good agreement with literature data. On the basis of fulfilled experiments it is possible to point on such regularities of the silicon nanowires growth: 1) at the first stage of growth the polycrystalline layer with a thickness of approximately 100 nm is formed on the substrate, 2) at the second stage, the growth of nanowires is realized. It is assumed that a polycrystalline layer is a tool for creating high local oversaturation in the regions of the nanowires creations and thus is a necessary condition of the growth of nanowires. The simulation of physical processes at electron field emission (EFE) from Si nanowires (NW) has been performed and the main methods for the determination of emission parameters have been proposed. The method for calculating the parameters of the emission current-voltage characteristics includes: 1) finding the average value of the effective area of emission in narrow intervals of the work function, 2) replacement of the complex exponential function, which is a component of the Fowler-Nordheim (FN) equation by a polynomial of degree 2 in the equation FN. This method allows to significantly simplify the method for determination of the EFE parameters. The calculations of electron field emission parameters in the case of silicon tips, coated with ZnO film by using two methods, namely by comparing the slopes of the curves before and after coating with a thin film and with the help of theoretical calculations in accordance with the proposed method gave results which show that the deviations between the results is no more than 10%. This indicates of relatively high accuracy of determining the parameters of EFE when applying the proposed methodology for calculating of the parameters of the emission current-voltage characteristics. An original non-destructive technique for determining the stability of EFE from the I-V characteristics, based on the definition of short-term instability of the emission current at EFE, analyzing the decline in the average values of the current time has been proposed. It is obvious that emission cathodes that exhibit a low stability of EFE with long-time dependence of the current ($I = f(t)$), also have a greater spread of values for the emission current-voltage characteristics. Therefore, the proposed method reduces the requirements for work equipment and does not destroy the samples.

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

Назва НТП англійською: Research and development of regular arrays of silicon nanowires in dielectric matrix and resonant-tunneling structures.

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

IX. Бібліографічний опис

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Мачулін Володимир Федорович

Перелік осіб-виконавців

Євтух Анатолій Антонович

Литовченко Володимир Григорович

Лісовський Ігор Петрович

Романюк Борис Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

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

