Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0215U007714

Державний реєстраційний номер: 0115U005559

Відкрита

Дата реєстрації: 25-12-2015

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розроблення технології формування впорядкованої пористої матриці оксиду алюмінію, впорядкованої системи ямок та масиву нановіскерів на поверхні кремнію і дослідження впливу технологічних режимів на параметри впорядкованих наноструктур.

Початок етапу: 10-2015

Закінчення етапу: 12-2015

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут фізики напівпровідників імені В.Є.Лашкарьова НАН України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 05416952

Підпорядкованість: Президія Національної академії наук України

Адреса: пр. Науки 41, 03028, м. Київ-28

Телефон: +38(044)525-40-20

E-mail: info@isp.kiev.ua.

Інше: http

Інше:

WWW: www.isp.kiev.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Державний фонд фундаментальних досліджень

Код ЄДРПОУ/ІПН: 26252928

Адреса: бул. Шевченка,16, м. Київ, Київська обл., 01601, Україна

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Телефон: 380442878221

Телефон: 380442878278

E-mail: grynyov@dffd.gov.ua

WWW: http://www.dffd.gov.ua

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 52 - договір з вітчизняною організацією (органами місцевої ради, фондом, асоціацією, концерном тощо)

КПКВК: 2201040

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 200 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Впорядковані наноструктури на поверхні кремнію для високоефективних фотоелектричних перетворювачів

Назва роботи (англ)

Ordered nanostructures on silicon surface for high efficient photovoltaic cells

Реферат (укр)

Звіт подається в одному томі і складає 86 сторінок, у тому числі рисунків 42, таблиць 4, використаних джерел 100. Ключові слова: мікро- та наноструктурована поверхня, кремнієві нанодроти, метал-каталітичне хімічне травлення, електрохімічне травлення, пористі оксидні матриці. Мета проекту: Дослідження та розробка формування впорядкованих наноструктур, а саме систем ямок та нанодротів, на поверхні кремнію для створення високоефективних фотоелектричних перетворювачів. В результаті виконання проекту отримані наступні основні результати: 1. Розроблена технологія формування нанодротин кремнію методом метал-каталітичного хімічного травлення. Встановлено, що при травленні кремнію у розчині HF/AgNO3 протягом 5 хв. утворюються прості протравлені структури, а протягом 30 хв.- ниткоподібні кристали. Модифікування методу метал-каталітичного хімічного травлення шляхом різного способу створення маски дозволило отримати регулярні нанопоруваті структури Si з середнім діаметром пор порядку 700-800 нм, а також довільно впорядковані нанопоруваті структури з діаметром пор 200 нм. На основі аналізу технологічних особливостей розглянутих методів отримано наноструктуровані поверхні кремнію, які характеризувались високою поглинальною та низькою відбивною здатністю. 2. При формуванні кремнієвих нанодротин методом електрохімічного травлення 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 H2O2 від 0,97M до 2,5M зменшується майже в два рази (від 3,17 нм до 1,82 нм). При цьому розміри крупних пор однакові, але їх поверхнева концентрації зменшується. Запропонована модель для розрахунку оптичних параметрів плівок поруватого кремнію з еліпсометричних вимірів. В рамках моделі було підтверджено, що із збільшенням часу травлення одночасно з травленням об'ємного кремнію вглиб проходить розтравлювання поверхні вже сформованих нанокристалітів por-Si. 3. Використавши метод хімічного парового осадження у відкритій проточній системі отримано масиви нановіскерів Si на кремнієвій підкладці з середнім діаметром 200-600 нм. Встановлено, що мінімальне значення коефіцієнта відбивання для нановіскерів Si становило 5%, а максимальне значення коефіцієнта поглинання 97%. Як результат, запропоновано концепцію створення антивідбивних поверхонь на основі нановіскерів Si, вирощених методом хімічного парового осадження та нанопоруватих структур Si, отриманих матодом метал-каталітичного хімічного травлення. 4. Розроблено та оптимізовано режими формування пористих оксидних матриць. Встановлено, що для відтворюваного отримання діелектричних матриць оксиду алюмінію з малим розкидом діаметру і відстані між порами необхідно використовувати багатостадійний процес. На першій стадії проводиться анодне окислення в 0,3 М розчині щавлевої кислоти при напрузі 40 В і температурі 0°С протягом 2 год. Потім весь пористий оксид алюмінію видаляється в суміші кислот 0,2 М H2CrO4 і 0,4М H3PO4 при 60°С протягом 5хв. Потім знову проводиться процес анодування. І так до тих пір поки не спостерігається різкий спад струму. В результаті отримуються пори розміром 20 - 35 нм. Найбільша впорядкованість досягається при напрузі близько 40 В, вона поліпшується зі збільшенням часу першого анодування та концентрації кислоти. При товщині плівки 2 мкм час анодування становив 15 хв.

Реферат (англ)

Report is submitted in one volume and has 86 pages, including 42 Figures, tables 4, used sources 100. Keywords: micro- and nanostructured surfaces, silicon nanowires, metal catalytic chemical etching, electrochemical etching, porous oxide matrix. Aim: Research and development of the formation of ordered nanostructures, such as nanowires and pits on the surface of the silicon to create highly efficient photovoltaic cells. As a result of this project the following results have been obtained: 1. The technology formation of silicon nanowires by metal catalytic chemical etching has been developed. It was established that at silicon etching in a solution of HF / AgNO3 for 5 min the simple etched patterns are formed, and within 30 min - whiskers. The modification of the metal catalytic chemical etching method by different ways for mask creation allowed to obtain the regular nanoporous Si structure with an average pore diameter of the order of 700-800 nm, and randomly ordered nanoporous structure with pore diameter of 200 nm. Based on analysis of the technological features of these methods the nanostructured silicon surfaces have been obtained that are characterized by high absorption and low reflectivity. 2. During formation of silicon nanowires by electrochemical etching it was found that adding of oxidant to the electrolyte solution increases the silicon electrode potential relative to the electrolyte during the electrochemical etching by galvanic anodyzation that promotes the extraction of the holes from the silicon on oxidant ions, so it causes the more uniform etching of the surface. The roughness of por-Si films with increasing of the H2O2 concentrations from 0.97M to 2.5M is reduced almost twice (from 3.17 nm to 1.82 nm). The large pore sizes are the same, but their surface concentration is decreased. The model for calculating of the optical parameters of porous silicon films based on ellipsometric measurements has been proposed. In frame of this model it was confirmed that simultaneously with deep etching of bulk silicon there was the additional etching of the surface of already formed por-Si nanocrystals with increasing of the etching time. 3. Using the chemical vapor deposition technique in open flow system the arrays of Si nano whiskers on the silicon substrate with an average diameter of 200-600 nm has been obtained. It was established that the minimum reflectivity for Si nanowhiskers was 5% and the maximum value of the absorption coefficient was 97%. As a result, the new concept of creation of the antireflection surfaces based on Si nanowhiskers, grown by chemical vapor deposition, and nanoporous Si structures, obtained by metal catalytic chemical etching method, has been proposed. 4. The conditions for formation of the porous oxide matrix have been developed and optimized. It was established that for reproducible obtaining of dielectric alumina matrix with small dispersion of the diameter and the distance between the pores it is necessary to use multi-stages process. At the first stage the anodic oxidation in 0.3 M oxalic acid solution at voltage of 40 V and 0 °C for 2 hours is performed. Then the whole porous alumina is removed in the mixture of acids 0.2M H2CrO4 and 0.4M H3PO4 at 60 °C during 5 min. Then again, the anodization process is performed. And so on until there is a sharp decline in current. As a result the pore size of 20 - 35 nm has been obtained. The greatest ordering is achieved at the voltage of 40 V/. It improves with increasing of the first anodizing time and acid concentration. At the thickness of the film 2 microns the anodizing time was 15 minutes.

Індекс УДК: 537.311.322, 621 793, 536 53

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.19.31

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): Впорядковані наноструктури на поверхні кремнію для високоефективних фотоелектричних перетворювачів

Назва продукції (англ): Ordered nanostructures on silicon surface for high efficient photovoltaic cells

Очікувані результати:

Галузь застосування: Виробництво напівпровідникових приладів

Опис продукції (укр): Технологічні процеси формування впорядкованих наноструктур на поверхні кремнію методами метал-каталітичного хімічного травлення, електрохімічного травлення та вирощування ноновістрів з парогазової фази. Результати досліджень оптичних характеристик наноструктурованих поверхонь.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження: 2017р.

Виробник продукції: Виробники електронної продукції та приладів, ІФН ім.В.Є. Лашкарьова НАН України

Споживачі продукції: Споживачі електронної продукції для енергозаощадження

Перспективні ринки: Ринки виробів електроніки України

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 86

Мова звіту: Українська

Умови поширення в Україні: Не заборонено

Умови передачі іншим країнам: Не заборонено

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік організацій-виконавців

Назва організації: Національний університет "Львівська політехніка"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071010

Адреса: м.Львів, вул.Степана Бандери, 12,

Підпорядкованість:

Назва організації: Національний університет "Львівська політехніка"

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02071010

Адреса: м.Львів, вул. Степана Бандери, 12,

Підпорядкованість:

Перелік осіб-виконавців

Євтух Анатолій Антонович

Братусь Олег Леонідович

Григор'єв Антон Олександрович

Кизяк Анатолій Юрійович

Парфенюк Павло Васильович

Чудовська Галина Вікторівна

Керівник організації:

Бєляєв Олександр Євгенович (д. ф.-м. н., професор, акад.)

Керівники роботи:

Євтух Анатолій Антонович

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.