

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0211U007147

**Державний реєстраційний номер:** 0109U007085

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 29-03-2011

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Розробка наукових основ технології отримання бездислокаційних монокристалів кремнію великого діаметра з використанням методу Чохральського та термообробок, які керують станом атомів кисню в кристалічній ґратці

**Початок етапу:** 05.2009

**Закінчення етапу:** 12.2010

**Вид звітнього документа:** Остаточний 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:** 525-40-20 , 525-83-42

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України

**Код за ЄДРПОУ:** 37200303

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 246-39-10

## 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):** 2201030

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 99 |
|-----------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Розробка наукових основ технології отримання бездислокаційних монокристалів кремнію великого діаметра з використанням методу Чохральського та термообробок, які керують станом атомів кисню в кристалічній ґратці

### **Назва роботи англійською:**

Technology of producing dislocation-free large diameter Cz-Si single crystals using heat treatments by engineering of oxygen atoms structural arrangement in crystal lattice: Scientific principles

### **Реферат українською:**

Науково-дослідна робота присвячена розробці наукових основ технології отримання стабільного, бездислокаційного, ненапруженого кремнієвого матеріалу. В проєкті вирішуються такі основні проблеми: дослідження динаміки преципітації кисню, а також структурного стану кисню у кремнієвих зразках з різною густиною та типом дефектів; встановлення взаємозв'язку між концентрацією й типом цих мікродефектів та динамікою утворення і структурою кисневих преципітатів; встановлення механізму утворення структурних дефектів у кремнії, що містить кисень, в процесі росту кристалів і наступних відпалів; розробка фізичної моделі процесів преципітації кисню у монокристалах кремнію з урахуванням впливу концентрації та типу мікродефектів. Для зміни дефектного стану кристала проводяться багатоступеневі пічні і променеві відпали. Основні методи дослідження: ІЧ-спектроскопія, високочутлива рентгенівська дифрактометрія і топографія, оптична і просвітлююча електронна мікроскопія, визначення довжини дифузії і часу життя неосновних носіїв заряду, комп'ютерна симуляція.

### **Реферат англійською:**

The research work is devoted to the development of the scientific principles of the technology of the formation of stable, dislocation and strain free Si material. The project is intended to address the following issues: study of the precipitation dynamics of oxygen as well as the oxygen structural state in Si with different defect concentration and type; establishment of the interrelation between the concentration and type of these microdefects on the one hand and the formation dynamics and the structure of oxygen precipitates on the other hand; establishment of the mechanism of the formation of structural defects in oxygen containing Si during the crystal growth and subsequent anneals; elaboration of the physical model of the precipitation processes of oxygen in the single crystalline Si that takes into account the influence of the concentration and type of microdefects. Multi-stage furnace and beam anneals are applied for the modification of the defect state of crystal. The basic methods of investigation are IR-spectroscopy, high-sensitivity X-ray diffractometry and topography, optical and transmission electron microscopy, determination of the diffusion length and life time of minority charge carriers, computer simulation.

**Індекс УДК:** 621.315.5/.6; 621.318.1; 666.65, 621.315.592.3

**Коди тематичних рубрик:** 47.09

### **Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Мачулін Володимир Федорович

### **Науковий ступінь:**

### **Вчене звання:**

### **Ідентифікатор ORCID ID:**

### **Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Економічний метод створення ненапружених преципітатів SiO<sub>2</sub> в пластинах кремнію при швидких термічних відпалах при відносно невисоких (близко до 850°C) температурах. Метод неруйнівного експресного контролю деформованого стану кремнієвих монокристалів.

**Назва НТП англійською:** Economy method for the formation of strain free SiO<sub>2</sub> precipitates in Si wafers by the rapid thermal anneals at comparatively low (about 850°C) temperatures. Method for the non destructive express control of the deformed state of Si single crystals.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:**

**Галузь застосування:**

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Науково-дослідна робота присвячена розробці наукових основ технології отримання стабільного, бездислокаційного, ненапруженого кремнієвого матеріалу. В проекті вирішуються такі основні проблеми: дослідження динаміки преципітації кисню, а також структурного стану кисню у кремнієвих зразках з різною густиною та типом дефектів; встановлення взаємозв'язку між концентрацією й типом цих мікроефектів та динамікою утворення і структурою кисневих преципітатів; встановлення механізму утворення структурних дефектів у кремнії, що містить кисень, в процесі росту кристалів і наступних відпалів; розробка фізичної моделі процесів преципітації кисню у монокристалах кремнію з урахуванням впливу концентрації та типу мікроефектів. Для зміни дефектного стану кристала проводяться багатоступеневі пічні і променеві відпали. Основні методи дослідження: ІЧ-спектроскопія, високочутлива рентгенівська дифрактометрія і топографія, оптична і просвітлююча електронна мікроскопія, визначення довжини дифузії і часу життя неосновних носії

**Соціально-економічна спрямованість НТП:**

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** невизначений

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** наукоємкі виробництва

**Перспективні ринки:** -

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** невизначений

## **IX. Бібліографічний опис**

1. V. G. Litovchenko, I. P. Lisovsky, M.V. Voitovich, S.A. Zlobin, V. P. Klad'ko, V. F. Machulin, Influence of the type of growth defects on the molecular structure of SiO<sub>2</sub> phase precipitated in Cz-Si single crystals, Proc. 25th Int. Conf. on Defects in Semiconductors ICDS-25. St Petersburg, Russia, July 20-24, 2009, p. 436-437. 2. V. Litovchenko, I. Lisovsky, M. Voitovich, A. Sarikov, S. Zlobin, V. Kladko, and V. Machulin, Study of the mechanisms of oxygen precipitation in RTA annealed Cz-Si wafers, Solid State Phenomena 159 (2010) p. 149-152. 3. В. Г. Литовченко, И. П. Лисовский, В. Ф. Мачулин, В. П. Кладько, А. В. Сариков, М. В. Меженный, Влияние ростовых дефектов на ускоренное формирование нанопреципитатов SiO<sub>2</sub> в Si под действием RTA, Тезисы докладов VII Международной конференции по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния, нанометровых структур и приборов на его основе КРЕМНИЙ-2010, Нижний Новгород, 6-9 июля 2010 г., с. 168. 4. A. Sarikov, V. Litovchenko, I. Lisovsky, M. Voitovich, S. Zlobin, V. Kladko, N. Slobodyan, V. Machulin, and C. Claeys, Mechanisms of oxygen precipitation in Cz-Si wafers subjected to rapid thermal anneals, J. Electrochem. Soc. (accepted for publication). 5. В. Г. Литовченко, Б. М. Романюк, В. Г. Попов, В. П. Мельник, О. С. Оберемок, В. П. Кладько, И. П. Лісовський, В. В. Стрельчук, В. В. Черненко, В. О. Шаповалов, Комплексні дослідження кристалічного матеріалу для сонячної енергетики, Металлофизика и новейшие технологии (подано до друку). 6. A. Sarikov, Influence of point defects on the equilibrium concentration of oxygen in crystalline silicon, Укр. фіз. журнал (подано до друку).

## **X. Заклучні відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Мачулін Володимир Федорович

### **Перелік осіб-виконавців**

Войтович Марія Володимирівна

Злобін Сергій Олександрович

Кладько Василь Петрович

Литовченко Володимир Григорович

Лісовський Ігор Петрович

Мачулін Володимир Федорович

Саріков Андрій Вікторович

Слободян Микола Васильович

### **Відповідальний за підготовку**

### **облікових документів**

### **Телефон**

### **Реєстратор**

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

