Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0214U008904

Державний реєстраційний номер: 0110U006288

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-12-2014

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 5

Назва етапу: Дослідження особливостей електронної польової емісії з резонансно-тунельних структур на основі НД Si покритих нанокомпозитною плівкою SiO2(Si). Рекомендації щодо використання НД Si та структур на їх основі в приладах емісійної наноелектроніки.

Початок етапу: 01.2014

Закінчення етапу: 12.2014

Вид звітного 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: Президія Національної академії 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): Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон:

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

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)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

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:

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

Реферат українською:

Мета проекту: Дослідження фізичних процесів, що протікають в процесі формування кремнієвих нанодротин, електронної польової емісії з Si нанодротин на плоскій поверхні та в порах діелектричної матриці, створення емісійних резонансно-тунельних структур та дослідження фізичних процесів при електронній емісії в вакуум для виготовлення приладів емісійної наноелектроніки з вузьким енергетичним розподілом електронів. В результаті виконання проекту отримані наступні основні результати: 1. Розроблена технологія формування кремнієвих нанодротин для ефективної польової емісії шляхом електрохімічного травлення кремнію. Встановлено, що 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 підкладинкою. 2. Розроблена технологія вирощування нанодротин кремнію хімічним осадженням з парогазової фази за механізмом пар-рідина-кристал. Визначено технологічні режими росту нанооб'єктів кремнію на напівпровідникових підкладках. Встановлено, що на кремнійовій підкладці з плівкою золота товщиною d 4-5 нм при значенні часу росту t=5 хв. осаджуються кристали з середнім діаметром ~ 50 - 60 нм і висотою ~ 100 - 200 нм. Збільшення часу вирощування нанооб'єктів у 2 рази привело до появи кристалів більшого діаметру ~ 70 - 110 нм. 3. Розроблена технологія формування нанодротин кремнію метал індукованим методом. Встановлено, що при травленні кремнію у розчині HF/AgNO3 протягом 5 хв. утворюються прості протравлені структури, а протягом 30 хв.- ниткоподібні кристали. 4. Розроблена технологія формування пористих матриць Al2O3 шляхом електрохімічного окислення алюмінію. Для відтворюваного отримання діелектричних матриць оксиду алюмінію з малим розкидом діаметру і відстані між порами необхідно використовувати багатостадійний процес. 5. Розроблена технологія формування резонансно-тунельних структур SiO2-Si-SiO2 на кремнієвих нанодротинах та нановіскерах, яка базується на осадженні збагачених кремнієм тонких плівок SiOx з наступним термічним відпалом, що обумовлює їх трансформацію в структури SiO2-Si-SiO2. 6. Встановлені основні закономірності електронної польової емісії з нанодротин кремнію та визначені їх емісійні параметри. 7. Встановлені основні закономірності електронної польової емісії з нанодротин кремнію зі сформованими резонансно-тунельними структурами. Виявлені два різні нахили на експериментальних емісійних вольт-амперних характеристиках, та ділянки з від'ємним диференційним опором. 8. Розроблена конструкція та технологія виготовлення датчика прискорення на основі електронної польової емісії з кремнієвих нановістрів. Враховуючи сильну залежність автоемісійного струму від величини переміщення та дуже малу інерційність рухомого електрода, запропоновані датчики можуть бути основою для створення надчутливих акселерометрів з реєстрацією змін емісійних струмів як в дискретному виконанні, так і для створення елементів акселерометрів в складі наноелектромеханічних систем.

Реферат англійською:

Aim of the Project: The study of the physical processes occurring at the formation of Si nanowire, electron field emission from Si Nanowire on a flat surface and in the pores of the dielectric matrix, creating of the emission resonant tunneling structures and study of physical processes at electron emission in vacuum for emission

nanoelectronics devices with a narrow energy distribution of electrons applications. As a result of this project the following results have been obtained: 1. Technology of silicon nanowires formation for effective field emission by electrochemical etching of silicon has been developed. It has been established that at the same time of the por-Si growth the emission properties of the structures are improved with the decrease in current density values to 1 mA / cm2. This is because at low current density at anodization the porosity of surface is lower, and there are larger nanocrystals at the surface that have good electrical contact with the substrate. 2. The technology of silicon nanowires growth by chemical deposition from the gas-vapor phase according to the vapor-liquid-crystal mechanism has been developed. The technological conditions of silicon nano-objects growth on semiconductor substrates have been determined. It was established that the silicon substrate with gold film thickness of d =4-5 nm at the duration of the growth time t = 5 min. the crystals with an average diameter of about 50 - 60 nm and the height of about 100 - 200 nm were precipitated. Extending the growing time in 2 times led to the appearance of crystals with larger diameter ~ 70 - 110 nm. 3. The technology of silicon nanowire formation induced by metal has been developed. It has been established that the etching of silicon in solution HF / AgNO3 for 5 min. caused the simple etched structures formation and within 30 min. the nanowhiskers were formed. 4. The technology of porous Al2O3 matrix formation by the electrochemical oxidation of aluminum has been developed. For reproducing obtaining of dielectric alumina matrix with small diameter and spread distance between pores the multistage process has to be used. 5. The technology of resonant tunneling structures SiO2-Si-SiO2 formation on Si nanowires and nanowhiskers based on the deposition of thin films of silicon-rich SiOx with followed thermal annealing, which causes their transformation in the structure of SiO2-Si-SiO2, has been developed. 6. The basic peculiarities of electron field emission from silicon nanowires and their emission parameters have been determined. 7. The basic laws of electron field emission from silicon nanowires with formed resonant tunneling structures have been determined. Two different slopes on experimental emission current-voltage characteristics and plots with negative differential resistance have been revealed. 8. The design and manufacturing techniques of acceleration sensor based on electron field emission from silicon nanotips have been developed. Due to the strong dependence of field emission current values on displacement and very low inertia of movable electrode the proposed sensors can be as the basis for the creation of supersensitive accelerometers based on registration of emission current changes as in the discrete performance and for creating of the accelerometers parts in the nanoelectromehanical systems.

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: Автоемісійні катоди на основі регулярних ансамблів нанодротин кремнію в діелектричних матрицях та емісійні резонансно-тунельні структури.

Назва НТП англійською: Field emission cathodes based on 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 виробників електроніки України

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.: 10

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану: Ні

Техніко-економічне обгрунтування: Ні

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.: 10

Очікуваний термін окупності (років): 5 років

Додаткова інформація: Виробництво розробленої продукціїБажані спільні НДДКР

IX. Бібліографічний опис

1. A. Evtukh, A. Grygoriev, V. Litovchenko, O. Steblova, O. Yilmazoglu, H.L. Hartnagel, H. Mimura, Influence of the emitted electron energy distribution from nanocathodes upon the current-voltage characteristics, J. Vac. Sci. Technol. B 32, 02B104 (2014). 2. O.O. Gavrylyuk, O.Yu. Semchyk, O.L. Bratus, A.A. Evtukh, O.V. Steblova, L.L. Fedorenko, tudy of thermophysical properties of crystalline silicon and silicon-rich silicon oxide layers, Applied Surface Science.- 2014, Vol. 302, P. 213-215. 3. A. Evtukh, A. Druzhinin, I. Ostrovskii, A. Kizjak, A. Grigoriev, O. Steblova, S. Nichkalo, Formation of ordered Si nanowires arrays on Si substrate, Advanced Materials Research Vol.

854 (2014) pp 83-88. 4. A. Evtukh, O. Bratus, Electrical properties of composite films with silicon nanocrystals in the insulating matrix, Advanced Materials Research Vol. 854 (2014) pp 105-110. 5. A. Evtukh, N. Goncharuk, V. Litovchenko, N. Karushkin, O.Yilmazogly, H. Hartnagel, and H. Mimura, Electron Emission GaN-AlGaN microwave transit-time diode, Technical Digest. 27th International Vacuum Nanoelectronics Conference (July 6-10, 2014, Engelberg, Switzerland) 2014, p. 88-89. 6. A. Evtukh, O. Steblova, O. Yukhimchuk, O.Yilmazogly, H. Hartnagel, and H. Mimura, Peculiarities of electron field emission from SiGe nanoislands, Technical Digest. 27th International Vacuum Nanoelectronics Conference (July 6-10, 2014, Engelberg, Switzerland) 2014, p.90-91. 7. V.V. Ilchenko, V.V. Marin, I S. Vasyliev, O.V. Tretyak, O.L. Bratus', A.A. Evtukh, Admittance spectroscopy using for the determination of parameters of Si nanoclusters embedded in SiO2, Conference Proceedings of 2014 IEEE 34th International Scientific Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) (April 15-18, 2014 Kyiv, Ukraine), 2014, p. 86-89. 8. O.V. Steblova, A.A. Evtukh, Method formation of silicon nanowires for electron field emission, Abstract of the international summer school Nanotechnology: from fundamental research to innovations and International research and practice conference "Nanotechnology and Nanomate rials" (NANO-2014) (23-30 August 2014, Yaremche-Lviv, Ukraine), 2014, p. 436. 9. A. Evtukh, V. Litovchenko, O. Steblova, Electron field emission as base for gas sensors, Abstract of 6th International Scientific and Technical Conference "Sensors electronics and microsystems technology" (SEMST-6) (September 29 - October 3, 2014, Odessa, Ukraine), 2014, p. 26. 10. V. Litovchenko, A. Kurchak, A. Evtukh, H. Hartnagel, O. Yilmazoglu, Variation in the work function X0 of the graphite and diamond - like carbon thin films, Abstract of 6th International Scientific and Technical Conference "Sensors electronics and microsystems technology" (SEMST-6) (September 29 - October 3, 2014, Odessa, Ukraine), 2014, p. 61-62. 11. O. Yilmazoglu, A. Evtukh, S. Al-Daffaie, J.-P. Biethan, D. pavlidis, V. Litovchenko, H. Hartnagel, Electron field emission from nanostructured semiconductors under photo illumination, Turkish Journal of Physics 11/2014 38(3):543-562. 12. O.V. Steblova, A.A. Evtukh, O.L. Bratus', L.L. Fedorenko, M.V. Voitovych, O.S. Lytvyn, O.O. Gavrylyuk, O.Yu. Semchuk, Transformation of SiOx films into nanocomposite SiO2(Si) films under thermal and laser annealing, Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics, 2014. V. 17, N 3. P. 295-300. 13. V. Holota, I. Kogut, A. Druzhinin, Y. Khoverko High sensitive active MOS photo detector on the local 3D SOI-structure // Advanced Materials Research.- 2014.- Vol. 854.- P. 45-47. 14. A. Druzhinin, I. Ostrovskii, Yu. Khoverko, S. Nichkalo, R. Koretskyy, Iu. Kogut Variable-range hopping conductance in Si whiskers// Physica Status Solidi A.- Vol. 211, No2.-2014.-P.504-508. 15. Дружинін А.О., Єрохов В.Ю., Берченко М.М. Дослідження поверхонь мультикристалічних підкладок кремнію насичених воднем методами мас-спектроскопії // Східно-Європейський журнал передових технологій.- 2014.- Т.1/5 (67).- С.34-37. 16. A.A. Druzhinin, I.P. Ostrovskii, Yu.N. Khoverko, R.N. Koretskyy, S.I. Nichkalo Impedance of Si wires at metal-insulator transition // Physics and Chemistry of Solid State.- 2014.- Vol. 15, № 1.- P.81-84. 17. Druzhinin A., Ostrovskii I., Khoverko Yu., Nichkalo S., Koretskyy R., Adamchuk O. Impedance spectroscopy of Si wires // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the XII-th International Conference TCSET '2014. February 25-March 1, 2014, Lviv-Slavske, Ukraine.- Lviv, 2014.- P. 307-309. 18. Druzhinin A., Kutrakov A., Liakh-Kaguy N., Vuytsyk A. Pressure-temperature sensor based on p-type silicon whiskers // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the XII-th International Conference TCSET '2014. February 25-March 1, 2014, Lviv-Slavske, Ukraine. - Lviv, 2014. - P. 320-322. 19. Druzhinin A., Yerokhov V., Berchenko N. Surface hydrogenation of the silicon multicrystalline substrate for solar cells // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science. Proceedings of the XII-th International Conference TCSET '2014. February 25-March 1, 2014, Lviv-Slavske, Ukraine.- Lviv, 2014.- P. 351-352. 20. Y. Berezhanskyi, S. Nichkalo, A. Druzhinin Application of metal assisted etching combined with nanosphere lithography in photovoltaics // III Міжнародна науково-практична конференція "Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка": Тези доповідей. ? Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2014. ? С. 136-137. 21. Y.I. Berezhanskyi, S.I. Nichkalo, A.A. Druzhinin Nanostructured silicon surface made by metal-assisted chemical etching // Abstract book of International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2014), August 27-30, 2014, Lviv, Ukraine. - Lviv: Eurosvit, 2014. - P. 338. 22. Druzhinin A., Ostrovskii I., Khoverko Yu., Nichkalo S.,

Koretskyy R., Kogut Iu. Inductive Elements on the Basis of Silicon Wires // Proceedings of the XXXIV International Conference Electronics and Nanotechnology (ELNANO 2014), April 15-18, 2014, Kyiv, Ukraine. - Kyiv, 2014. - P. 149-153. 23. A.A. Druzhinin, V.Yu. Yerokhov, I.P. Ostrovskii, Yu.N. Khoverko, Ye.I. Berezhanskyi, O.Yu. Adamchuk Photovoltaic Cells based on Textured Silicon // Proceedings of the 4th International Conference "Nanomaterials: Applications & Properties", Lviv, Ukraine 21-26 September, 2014.- Vol. 3 (2).- 02NAESF09-1-02NAESF09-3. 24. Дружинін А.О., Островський І.П., Нічкало С.І., Когут Ю.Р. Особливості перенесення носіїв заряду в субмікронних ниткоподібних кристалах Si-Ge // 6-та Міжнародна науково-технічна конференція "Сенсорна електроніка та мікросистемні технології" (СЕМСТ-6): Тези доповідей. - Одеса: Астропринт, 2014. - С. 40. 25. A.A. Druzhinin, I.P. Ostrovskii, Yu.N. Khoverko, S.I. Nichkalo, R.M. Koretskyy, Iu.R. Kogut Conductance and magnetoresistance of Si whiskers // E-MRS 2014 Spring Meeting, 26-30 May, Lille, France. Scientific Programme and Book of Abstracts. Symposium X: Materials research for group of IV semiconductors: growth, characterization and techno. develpments.- 2014.- P. X-19.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Бєляєв Олександр Євгенович

Перелік осіб-виконавців

Євтух Анатолій Антонович

Кизяк Анатолій Юрійович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

