

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0221U102166

Державний реєстраційний номер: 0116U002886

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 28-01-2021

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Кінетичні та оптичні властивості наноструктурних систем опромінених високоенергетичними електронами.

Початок етапу: 01.2016

Закінчення етапу: 12.2020

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380445251220, 380445251589

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

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

Код за ЄДРПОУ: 00019270

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

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет міністрів

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442350981, 380442262341, (044) 239-66-72

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): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 4719.697

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Кінетичні та оптичні властивості наноструктурних систем опромінених високоенергетичними електронами

Назва роботи англійською:

Kinetic and optical properties of nanostructured systems irradiated by high-energy electrons.

Реферат українською:

Об'єкт дослідження – процеси дефектоутворення в матеріалах нано- та мікроелектроніки, які відбуваються під дією високоенергетичного опромінення та наступних температурних відпалах. Мета роботи – дослідження радіаційних ефектів в сучасних матеріалах нано- і мікроелектроніки – вуглецевих нанотрубках, відновленому оксиді графену, монокристалічному кремнії, кремній-оксидних плівках nc-Si/SiO₂, з метою розширення меж застосування матеріалів та покращення параметрів приладів виготовлених на їх основі. Методи дослідження – експериментальні та теоретичні дослідження процесів утворення, міграції та трансформації дефектів, які виникають внаслідок опромінення електронами з енергією 1 – 5 MeV, впливу їх на електричні, оптичні властивості та магнітопровідність матеріалів. Дослідження відбувались з застосуванням інфрачервоної Фур'є, Раман та Оже спектроскопії, вимірів вольт-амперних характеристик, опромінювальних установок. При дослідженні температурної залежності електричного опору пучків вуглецевих нанотрубок опромінених електронами з енергією 1 MeV виявлено існування відпалу індукованих радіацією дефектів при температурах нижчих за кімнатну. Доведено, що у діапазоні температур 7 – 300 K відпал індукованих радіацією дефектів відбувається згідно реакції першого порядку. При низьких температурах (7–40 K) відпал відбувається безактиваційно, а при температурах (100–300 K) процес відпалу відбувається з енергією активації ~ 0,05 eV. Встановлено, що в відновленому оксиді графену опроміненому при 300 K спостерігається немонотонна залежність питомого опору від дози опромінення. Дозова залежність пояснюється кількісними змінами в зв'язках sp³, які створюють нові шляхи для електричного струму. В кремнії легovanому бором, який зазвичай широко використовується в виробництві сучасних субмікронних приладів та фотоперетворювачів сонячної енергії, виявлено ряд нових дефектів до складу яких входять атоми бору.

Реферат англійською:

The object of research is the processes of defect formation in nano- and microelectronic materials, which occur under the influence of high-energy irradiation and subsequent temperature annealing. The purpose of the work is to study the radiation effects in modern materials of nano- and microelectronics – carbon nanotubes, reduced graphene oxide, monocrystalline silicon, silicon oxide nc-Si/SiO₂ films, in order to expand the application of materials and to improve the parameters of devices based on them. Research methods – experimental and theoretical investigations of the processes of formation, migration and transformation of defects that occur due to irradiation with 1 – 5 MeV electrons, their influence the electrical and optical properties and magnetic conductivity of the materials. The studies were performed using infrared Fourier, Raman and Auger spectroscopy, measurements of volt-ampere characteristics, irradiation systems. Investigations of the temperature dependence of the electrical resistance of carbon nanotubes bundles irradiated by 1 MeV electrons have revealed the availability of an annealing of radiation-induced defects at temperatures below room temperature. It is shown that in the temperature range 7 – 300 K annealing of radiation-induced defects occurs according to the first-order reaction. At low temperatures (7–40 K) annealing occurs without activation, and at temperatures 100–300 K the annealing process occurs with activation energy of ~ 0.05 eV. It is established that in the reduced graphene oxide samples irradiated at 300 K there is a nonmonotonic dependence of the resistivity on the irradiation dose. The effect is explained by quantitative changes in sp³ bonds, which create new pathways for electric current. In boron-doped silicon, which is commonly used in the production of modern submicron devices and solar energy

converters, a number of new radiation defects that include boron atoms were identified.

Індекс УДК: 538.97-405, 538.97-405

Коди тематичних рубрик: 29.19.25

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Ясковець Іван Іванович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: ст.н.с.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Нові дані про вплив опромінення високоенергетичними електронами на процеси міграції та відпалу дефектів радіаційної природи, на магнітопровідність, на оптичні та електричні властивості наноструктурних систем на основі вуглецю, (вуглецевих нанотрубок, графенів, гібридних структур на їх основі), монокристалічного кремнію та кремній-оксидних структур.

Назва НТП англійською: New data on the influence of high-energy electron irradiation on the processes of migration and annealing of radiation defects, on the magnetic conductivity, on the optical and electrical properties of nanostructured carbon systems (carbon nanotubes, graphene, hybrid structures based on them), monocrystalline silicon and silicon oxide structures.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.19

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Експериментально та теоретично досліджено вплив високоенергетичного опромінення на процеси міграції та відпалу дефектів радіаційної природи, на магнітопровідність, оптичні та електричні властивості наноструктурних систем на основі вуглецю (вуглецевих нанотрубок, графену), кремнію та кремній-оксидних структур. Отримані результати можуть бути використані в нано- та мікроелектроніці для розширення функціональних можливостей приладів, виготовлених на основі перелічених матеріалів, та покращення їх параметрів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України, Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

ІХ. Бібліографічний опис

- I.P. Lisovsky, M.V. Voitovych, V.V. Voitovych, I.M. Khacevich. Influence of Radiation on the Luminescence of Silicon Nanocrystals Embedded in SiO₂ Film. *Journal of Nanomaterials*. 2016. Vol. 2016, Article ID 9674741, 7 pages.
- L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Duvanskii, N. Abrosimov, H. Riemann. Boron-related Defects in Low Temperature Irradiated Silicon. *Solid State Phenomena*. 2016. Vol. 242, P. 285-289.
- L. I. Khirunenko, M. G. Sosnin, A. V. Duvanskii, N. V. Abrosimov, and H. Riemann. Defects involving interstitial boron in low-temperature irradiated silicon. *Phys. Rev. B*. 2016. Vol. 94, P. 235210(1-7).
- V.V. Voitovych, R.M Rudenko,, V.O. Yuchymchuk,, M.V. Voitovych, M.M. Krasko, A.G. Kolosiuk, V.Y. Povarchuk, I.M. Khachevich, M.P. Rudenko. Effect of tin on structural transformations in the thin-film silicon suboxide matrix. *Ukr. J. Phys.* 2016. Vol. 61, No. 11, p.980-986.
- Lisovsky, M. Voitovych, V. Litovchenko, V. Voitovych, I. Nasieka, V. Bratus. Radiation Induced Enhancement of Hydrogen Influence on Luminescent Properties of nc-Si/SiO₂ Structures. *Nanoscale Res. Let.* 2016. 545(1-8).
- Danilchenko B.A., Voitsihovska E.A., Rogutski I.S., Rudenko R.M., Uvarova I.Y., Yaskovets I.I. Low-temperature annealing of radiation-induced defects in carbon nanotube bundles. *Diamond and Related Materials*. 2017. Vol. 80, P.113-117.
- O. Podolich, I. Zaets, O. Kukharenko, I. Orlovska, O. Reva, L. Khirunenko, M. Sosnin, A Haidak, S. Shpylova, A Kharina, M Skoryk, M Kremenskoy, D Klymchuk, R Demets, J-P de Vera, N Kozyrovska. The First Space-Related Study of a Kombucha Multimicrobial Cellulose-Forming Community: Preparatory Laboratory Experiments. *Origins of Life and Evolution of Biospheres*. 2017. Vol. 47, Issue 2, P. 169-185.
- L. I. Khirunenko, M. G. Sosnin, A.V. Duvanskii, N.V.Abrosimov, H. Riemann. Electronic absorption of interstitial boron-related defects in silicon. *Phys. Status Solidi A*. 2017. Vol. 214, No. 7, P. 1700245(1-5).
- Матяш И.Е., Минайлова И.А., Сердега Б.К., Хируненко Л.И. Остаточные напряжения в кремнии и их эволюция при температурной обработке и облучении. *Физика и техника полупроводников*. 2017. т. 51, С. 1155-1160.
- V.E. Gusakov, L.Murin, L.I. Khirunenko, M.G. Sosnin, A.V. Duvanskii, M.P. Halsall, A.R. Peaker, H.M. Ayedh, B.G. Svensson. The di-interstitial in silicon: Electronic properties and interactions with oxygen and carbon impurity atoms. *Phys. Status Solidi A*. 2017. Vol. 214, No. 7, P. 1700261(1-6).
- O. Podolich, I. Zaets, L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Haidak, E. Rabbow, R. Demets, N. Kozyrovska, and de Vera J.-P. Kombucha Multimicrobial Community under Simulated Spaceflight and Martian Conditions. *Astrobiology*. 2017. Vol. 17, Issue 5, P. 459-469.
- I.E. Matyash, I.A. Minailova, B.K. Serdega, L.I. Khirunenko. Residual stresses in silicon and their evolution upon heat treatment and irradiation. *Semiconductors*. 2017. Vol. 51, P. 1107-1110.
- L.I. Khirunenko, M.G. Sosnin, A.V. Duvanskii, N.V. Abrosimov, and H. Riemann. Divacancy-tin related defects in irradiated germanium. *Journal of Applied Physics*. 2018. Vol. 123, No 16, P. 161595 (1-7).
- L.I. Khirunenko, M.G. Sosnin, A.V. Duvanskii, N.V. Abrosimov, and H. Riemann. Features of the Formation of the BiBs Defect in Si. *Phys. Status Solidi A*. 2019. Vol. 216, P. 1900291(1-5).
- Podolich O., Kukharenko O., Khirunenko L., Sosnin M., Rabbow E., Demets R., Olsson-Francis K., Kozyrovska N., de Vera J-P. Multimicrobial Kombucha Culture Tolerates Mars-like Conditions Simulated on Low-Earth Orbit. *Astrobiology*. 2019. Vol. 19, №2, P. 183-196.
- O.O. Voitsihovska, R.M. Rudenko, V.Y. Povarchuk, A.A. Abakumov, I.B. Bychko, M.O. Stetsenko, M.P. Rudenko. The effect of electron irradiation on the electrical properties of reduced graphene oxide paper. *Materials Letters*. 2019.

V.V. Vainberg, V.N. Poroshin, O.S. Pylypchuk, N.A. Tripachko, Yaskovets I.I. Low temperature charge transport in arrays of single-walled carbon nanotube bundles with radiation induced defects. *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics (SPQEO)*. 2019. V. 22, N 4, P. 418-423.

V.V. Vainberg, V.N. Poroshin, A.S. Pylypchuk, N.A. Tripachko, I.I. Yaskovets. Hopping conduction and magnetoresistance in the single-wall carbon nanotubes bundles with radiation induced defects, *Collection of Scientific Works of X International Scientific Conference “Functional Basis of Nanoelectronics”*. 2019. Kharkiv, P.102-105.

R.M. Rudenko, O.O. Voitsihovska, V.M. Poroshin, M.V. Petrychuk, S.P. Pavlyuk, A.S. Nikolenko, N.A. Ogurtsov, Yu.V. Noskov, D.O. Sydorov, A.A. Pud. Specific interactions and charge transport in ternary PVDF/polyaniline/MWCNT nanocomposite films, *Compos. Sci.Technol.* 2020. Vol. 198, P. 108284(1-7).

Р.М. Руденко, О.О. Войціховська, В.В. Войтович, А.Г. Колосюк, М.М. Красько, В.Ю. Поварчук, М.П. Руденко, Л.М. Кнорозок. Формування нанокристалічного кремнію в плівках аморфного кремнію, легованого оловом. *Укр. фіз. журн.* 2020. Т. 65, № 3, С. 234-244.

L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Duvanskii, N. Abrosimov, H. Riemann. Radiation-enhanced diffusion of interstitial boron in silicon. *Topical Problems of Semiconductor Physics : IX International Conference (Truskavets, Ukraine, 2016)*, p. 14.

L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Duvanskii, N. Abrosimov, H. Riemann. The interaction between divacancies and shallow dopants in Ge:Sn. *Topical Problems of Semiconductor Physics : IX International Conference (Truskavets, Ukraine, 2016)*, p. 29.

N. Kozyrovska, I. Zaets, S. Shpylova, L. Khirunenko, E. Rabbow, R. Demets, J.-P. P. de Vera Pre-flight combucha samples assessments before exposure outboard of the International Space Station. *Conference on Space Research : Abstracts of the (Odessa, Ukraine, 2015)*, p. 48.

N. Kozyrovska, I. Zaets, S. Shpylova, L. Khirunenko, E. Rabbow, R. Demets, J.-P. P. de Vera Pre-flight combucha samples assessments before exposure outboard of the International Space Station. *Conference on Space Research : Abstracts of the (Odessa, Ukraine, 2015)*, p. 48.

V.E. Gusakov, L. I. Khirunenko, M. G. Sosnin, A.V. Duvanskii, M.P. Halsall, A.R. Peaker, B.G. Svensson. The di-interstitial in silicon: Electronic Properties and interactions with oxygen and carbon impurity atoms. *Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology : Abstracts of the XVII International Conference (Georgia, 2017)*, p. 111-112.

Orlovska I., Zmejkoski D., Khirunenko L., Kozyrovska N. A composite of bacterial cellulose and lignin for a healing of incurable wounds. *Conference on Space Research : Abstracts of the (Odessa, Ukraine, 2017)*, p. 53.

L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Duvanskii, N. Abrosimov, H. Riemann. Vacancy related radiation defects in germanium doped with tin. *Energy fluxes and radiation effects : Abstracts of the 6th International Congress (EFRE, Russia, 2018)* p. 539.

Orlovska, I. Zaets, O. Podolich, O. Kukharenko, H. Zubova L. Khirunenko, J.-P.de Vera, N. Kozyrovska. Bacterial cellulose in the space and Mars-like environment: a putative biosignature and promising nanomaterial cellulose in the space and Mars. *First space forum : Abstracts of the forum, (Kyiv, Ukraine, 2018)*.

L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Duvanskii, N. Abrosimov, H. Riemann. The features of formation of vacancies-related radiation defects in germanium doped with tin. *Українська наукова конференція з фізики напівпровідників УНКФН-8 : Abstracts of the Conference, т.2, (м. Ужгород, 2018)*. p. 335-336.

L. Khirunenko, M. Sosnin, A. Duvanskii, N. Abrosimov, H. Riemann. Features of the Formation of the BiBs Defect in Si. “*Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology*”: *Abstracts of the XVIII International Conference (Zeuthen, Germany, 2019)*. p. 170.

Kozyrovskaya N., Podolich O., Haidak A., Zaets I., Zaika L., Khirunen L., Rabbow E., Demets R., de Vera J-P. A terrestrial micro-ecosystem tolerates Mars-like conditions in low Earth orbit. BIOMEX workshop : Abstracts of the workshop (Germany, Berlin, 2019), p. 25.

O.O. Voitsihovska, R.M. Rudenko, V.Y. Povarchuk, A.A. Abakumov, I.B. Bychko, M.O. Stetsenko, M.P. Rudenko. Effect of electron irradiation on the electrical conductivity of chemically reduced graphene oxide. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2018), Abstracts Book of the conference, 27-30 August 2018, Kiev, Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2018. P. 167-168.

R.M. Rudenko, O.O. Voitsihovska, V.M. Poroshin, M.V. Petrychuk, S.P. Pavlyuk, N.A. Ogurtsov, Yu.V. Noskov, D.O. Sydorov, A.A. Pud. Electrical conductivity of PANI-PVDF-WCNT nanocomposites. International Summer School "Nanotechnology: from fundamental research to innovations", Book of abstracts of young scientists and lectures of the International Summer School, 19-26 August, 2017, Lviv, Ukraine, p.38.

I.P. Lisovskyy, M.V. Voitovych, V.G. Litovchenko, V.Ya. Bratus, V.V. Voitovych Enhancement of the luminescence of nc-Si/SiO₂ Structures due to radiation-thermal treatment. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2017), Abstracts Book of the conference, 23-26 August 2017 Chernivtsi, Ukraine – P. 348-349.

R.M. Rudenko, O.O. Voitsihovska, V.M. Poroshin, M.V. Petrychuk, S.P. Pavlyuk, N.A. Ogurtsov, Yu.V. Noskov, D.O. Sydorov, A.A. Pud. Low temperature charge transport in the hybrid PVDF-PANI-MWCNT nanocomposite. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2018), Abstracts Book of the conference, 27-30 August 2018, Kiev, Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2018. – P. 404.

B.A. Danilchenko E.A. Voytsihovska, I.Y. Uvarova, Yaskovets I.I. Annealing kinetics of radiation-induced defects in carbon nanotube bundles below room temperature. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2018), Abstracts Book of the conference, 27-30 August 2018, Kiev, Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2018. p.167.

V.V. Vainberg, V.M. Poroshin, A.S. Pylypchuk, N.A. Tripachko, I.I. Yaskovets. Low-temperature magnetotransport properties of single-walled carbon nanotubes bundles. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2018), Abstracts Book of the conference, 27-30 August 2018, Kiev, Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2018. p. 405.

N.A. Tripachko, I.S. Rogutski, E.A. Voitsihovska, R.M. Rudenko, I.I. Yaskovets. Conductivity characteristics of carbon nanotubes bundles irradiated with electrons. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2018), Abstracts Book of the conference, 27-30 August 2018, Kiev, Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2018. p. 404.

V.V. Voitovych, R.M. Rudenko, A.G. Kolosiuk, M.M. Krasko, V.Yu. Povarchuk, M.V. Voitovych, V.O. Yuchymchuk Influence of metal admixture of tin on the processes of nanocomposite silicon-oxide thin film formation. International research and practice conference: «Nanotechnology and nanomaterials» (Nano-2018), Abstracts Book of the conference, 27-30 August 2018, Kiev, Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2018. p. 150.

В.В. Войтович, А.Г. Колосюк, Р.М. Руденко, В.В. Стрельчук, М.В. Войтович, М.М. Красько, В.Ю. Поварчук. Оптичні властивості тонких плівок нанокompозиту nc-Si/SiO₂/Sn опроміненого електронами. Сенсорна електроніка та мікросистемні технології, 8-ма міжнародна науково-технічна конференція, (травень 2018 р. Одеса, Україна, с. 145.

G. Kolosiuk, R. M. Rudenko, O. O. Voitsikhovska, V. V. Voitovych, M. M. Krasko, V. Yu. Povarchuk. Formation Features of Silicon Nanocrystals in Tin-doped Amorphous Silicon Films. Functional Basis of Nanoelectronics, Abstracts of the X International Science Conference, Kharkiv, 2019, P. 106-108.

O.O. Voitsihovska, R.M. Rudenko, A. A. Abakumov, I.B. Bychko, V.N. Poroshin. Structure and Electrical properties of the freestanding N-doped reduced graphene oxide paper. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2020). Abstract Book of the conference, 26-29 August 2020, Lviv.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Бондар Михайло Віталійович

д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Войтович Василь Васильович

(к. ф.-м. н.)

Войціховська Олена Олександрівна

(к. ф.-м. н.)

Дуванський Андрій Володимирович

Маленко Олена Сергіївна

Піпко Алла Володимирівна

Руденко Роман Миколайович

(к. ф.-м. н.)

Самочорних Сергій Володимирович

Соснін Михайло Георгійович

Трипачко Микола Олександрович

Хируненко Людмила Іванівна

(к.ф.-м.н., 01.04.07)

Ясковець Іван Іванович

(д.ф.-м.н., 01.04.10)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Машкіна В.Л.

Телефон

+38 (044) 525-55-79

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

