

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0219U000027

Державний реєстраційний номер: 0115U005017

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-01-2019

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 4

Назва етапу: Дослідження чутливих елементів детекторів ІЧ і ТГц випромінювання на основі польового транзистора та болометра на базі квантової ями HgTe та композитної наноструктури на базі потрійної напівпровідникової сполуки (CdHgTe) з метал-оксидом Ag₂O.

Початок етапу: 03.2018

Закінчення етапу: 12.2018

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: тел. 525-62-96

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, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243, 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)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 102.2
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Терагерцові властивості напівпровідникових наноструктур з високою рухливістю носіїв з метою створення детекторів випромінювання.

Назва роботи англійською:

Terahertz properties of semiconductor nanostructures with high carrier mobility to create radiation detectors.

Реферат українською:

Проект спрямований на вивчення можливостей створення широкоспектральних фотодетекторів у діапазоні суб-ТГц/ТГц/ІЧ випромінювання на основі наноструктур та шарів шляхом розв'язання фундаментальної проблеми, а саме, визначення фізичних властивостей чутливих елементів детекторів на основі шарів та нановимірних структур на основі $\text{CdHg}_{1-x}\text{Te}$. Метою роботи є розробка теоретичних і практичних рекомендацій зі створення фотодетекторів у діапазоні суб-ТГц/ТГц/ІЧ випромінювання з широкою спектральною чутливістю в ІЧ, ТГц і суб-ТГц діапазонах. На даний час неохолоджуваних або помірно охолоджуваних детекторів цього спектрального діапазону, як в Україні, так і в світі відсутні. На даному етапі досліджено чутливі елементи детекторів ІЧ і ТГц випромінювання на основі польового транзистора та болометра на базі квантової ями HgTe та композитної наноструктури на базі потрійної напівпровідникової сполуки (CdHgTe) з метал-оксидом Ag_2O . На основі власної функції екранування, для КЯ HgTe розраховано плазмонні частоти електронної підсистеми за температури рідкого азоту. Ці дані важливі для створення приймачів, здатних працювати на частотах 0,5 - 10 ТГц. Показано, що КЯ HgCdTe із інвертованою зонною структурою, використовувані як канал для ТГц-болометра при $T = 77\text{K}$, можуть забезпечити високу швидкість роботи детектора в поєднанні з високою чутливістю та низьким рівнем шуму, і мають суттєво кращі робочі характеристики, ніж графен. Розроблені елементи технології створення нового композитного напівпровідникового матеріалу з включеннями метал-оксиду (Ag_2O), що інтегруються до наноструктурованого шару потрійної сполуки CdHgTe . У отриманій гібридній наногетероструктурі р - ($\text{Ag}_2\text{O}-\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ ($x \sim 0,22$)) виявлено фотовідгук у близькохвильовому і середньохвильовому інфрачервоному діапазонах спектру та суб-терагерцовому діапазоні.

Реферат англійською:

The project is aimed at studying the possibilities of creating wide-spectral photodetectors in the range of sub-THz / THz / IR radiation on the basis of nanostructures and layers by solving a fundamental problem, namely, determining the physical properties of sensitive elements of layer-based detectors and nanodimensional structures based on $\text{CdHg}_{1-x}\text{Te}$. The aim of the work is to develop theoretical and practical recommendations for the creation of photodetectors in the range of sub-THz / THz / IR radiation with a wide spectral sensitivity in IR, THz and sub-THz bands. At present, there are no uncooled or moderately cooled detectors of this spectral range, both in Ukraine and in the world. At this stage, sensitive elements of IR and THz detectors based on the field transistor and bolometer based on the HgTe quantum well and the composite nanostructure on the basis of the triple semiconductor compound (CdHgTe) with metal-oxide Ag_2O were investigated. Based on its own shielding function, for the HgTe QY, the plasmon frequencies of the electronic subsystem at the temperature of liquid nitrogen are calculated. These data are important for the creation of receivers capable of operating at frequencies of 0.5-10 THz. It has been shown that the HgCdTe QW with an inverted band structure used as a channel for a THz bolometer at $T = 77\text{K}$ can provide high speed of the detector coupled with high sensitivity and low noise and have significantly better performance than graphene. The elements of technology for the creation of a new composite semiconductor material with metal oxide (Ag_2O) inclusions integrated into the nanostructured layer of the triple compound CdHgTe are developed. In the obtained hybrid nanoheterostructures p - ($\text{Ag}_2\text{O}-\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ ($x \sim 0.22$)), the photodigraph was detected in the near-wavelength and medium-wavelength infrared bands of the spectrum

and sub-terahertz range.

Індекс УДК: 537.311.322, 621.382; 535-14

Коди тематичних рубрик: 29.19.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Сизов Федір Федорович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор, член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Гібридний мультиспектральний детектор для видимої (ВО), інфрачервоної (ІЧ) областей оптичного спектру та для субтерагерцового діапазону хвиль. Науково-технічний звіт.

Назва НТП англійською: Hybrid multi-spectral detector for the visible (V), infrared (IR) regions of the optical spectrum and for the subtrahertz range of waves. Scientific and technical report.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: У біології (при неруйнівному контролі лінії коливальних, обертальних і трансляційних спектрів), медицині (голографії та томографії тканин), системах захисту (скануванні та візуалізації заборонених предметів), фізиці плазми та діагностиці у газовій спектроскопії, астрономії (спостереженні віддалених екстра галактичних джерел, космічного мікрохвильового фону).

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Досліджено чутливі елементи детекторів ІЧ і ТГц випромінювання на основі польового транзистора та болометра на базі квантової ями HgTe та композитної наноструктури на базі потрібної напіпровідникової сполуки (CdHgTe) з метал-оксидом Ag₂O. Проведено моделювання поведінки функції діелектричного екранування у RPA електронів і плазмонів у квантових ямах HgTe з урахуванням 8-зонного Гамільтоніану. У створеній гібридній наногетероструктурі p - (Ag₂O-Hg_{1-x}CdxTe (x ~ 0,22)) виявлено фотовідгук у ближньому і середньому інфрачервоному діапазонах спектру та субтерагерцовому діапазоні, оцінено вольт-ватну чутливість та виявну здатність, визначено умови можливості активного детектування випромінювання ТГц-діапазону.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: -

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Служби безпеки аеропортів, вокзалів, поштових відділень. Медичні установи та наукові установи.

Перспективні ринки: Україна, країни близького та дальнього зарубіжжя.

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):

Додаткова інформація:

ІХ. Бібліографічний опис

1. E. O. Melezhik, J. V. Gumenjuk-Sichevska, F. F. Sizov, "Modeling of Noise and Resistance of Semimetal Hg_{1-x}CdxTe Quantum Well used as a Channel for THz Hot-Electron Bolometer", Nanoscale Research Letters, Vol. 11(1), p. 181, 2016. 2. C. Brune, C. Thienel, M. Stuiber, J. Bottcher, H. Buhmann, E. G. Novik, Chao-Xing Liu, E. M. Hankiewicz, and L. W. Molenkamp, "Dirac-Screening Stabilized Surface-State Transport in a Topological Insulator", Phys. Rev. X, Vol. 4, p. 041045, 2014. 3. E. H. Hwang, S. Das Sarma, "Dielectric function, screening, and plasmons in two-dimensional graphene", Physical Review B, vol. 75, Issue 20, id. 205418, 2007. 4. T. Ando, A.B. Fowler and F. Stern, "Electronic properties of two-dimensional systems", Rev. Mod. Phys., vol. 54, p. 437, 1982. 5. E. O. Melezhik, J. V. Gumenjuk-Sichevska and F. F. Sizov, "Modeling of electron energy spectra and mobilities in semi-metallic Hg_{1-x}CdxTe quantum wells", Journal of Applied Physics 118(19), 194305 (2015). 6. F. Gouider, M.Bugar, J. Konemann, Yu.B.Vasilyev, C.Brune, H.Buhmann, and G.Nachtwei, THz photoresponse and magnetotransport of detectors made of HgCdTe/HgTe quantum well structures, J. Phys.: Conf. Series 193 012066 (2009). 7. A. M. Kadykov, C. Consejo, M. Marcinkiewicz, L. Viti, M. S. Vitiello, S. S. Krishtopenko, S. Ruffenach, S. V. Morozov, W. Desrat, N. Dyakonova, W. Knap, V. I. Gavrilenko, N. N. Mikhailov, S. A. Dvoretzky, and F. Teppe, "Observation of topological phase transition by terahertz photoconductivity in HgTe-based transistors," Phys. Status Solidi C, 13, 534-537 (2016). 8. D. A. Kozlov, Z. D. Kvon, N. N. Mikhailov, S. A. Dvoretzskii, S. Weishaupl, Y. Krupko, and J.-C. Portal, "Quantum Hall effect in HgTe quantum wells at nitrogen temperatures," Applied Physics Letters, 105, 132102 (2014). 9. A.B. Smirnov Solid state composites produced by ion implantation Chapter 5 in Solid State Composites and Hybrid Systems: Fundamentals and Applications ed. by R Savkina & L Khomenkova: Taylor & Francis 2018. 10. A.B. Smirnov, R.K. Savkina, I.M. Nasieka, V.V. Strelchuk, I.N. Demchenko, T.G.Kryshtab. Optical characterization of the HgCdTe-based composite structure obtained by Ag ion implantation //Journal of Materials Science: Materials in Electronics. - 2018. - v. 29 (18). - pp. 15708-15714

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Беляєв Олександр Євгенович
д. ф.-м. н., 01.04.10

Перелік осіб-виконавців

Гуменюк-Сичевська Жанна Віталіївна
Забудський Вячеслав Володимирович
Мележик Євген Олександрович
Сахно Микола Вадимович
Сизов Федір Федорович
Смірнов Олексій Борисович
Цибрій Зеновія Федорівна
Шевчик-Шекера Анна Володимирівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

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

