

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0216U001792

Державний реєстраційний номер: 0114U004665

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-04-2016

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Високочастотні та оптичні явища в гібридних плазмонних структурах на основі напівпровідникових сполук АЗВ5.

Початок етапу: 04.2014

Закінчення етапу: 12.2015

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут фізики НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 525-12-20

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: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442396594, 380442343243

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.): 345.6
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Високочастотні та оптичні явища в гібридних плазмонних структурах на основі напівпровідникових сполук АЗВ5.

Назва роботи англійською:

High-frequency and optical phenomena in hybrid plasmonic structures based on A3B5 semiconductors.

Реферат українською:

Наведені результати досліджень взаємодії терагерцових електромагнітних хвиль з гібридними плазмонними структурами, що складається з субхвильового металічного ґрейтінгу (ґратки) та напівпровідникової гетероструктури з електронним 2D газом, що має велику рухливість. Аналізувались також гетероструктури профільованою поверхнею. Досліджено поведінку коефіцієнтів проходження, відбивання і втрат так і особливості розподілу ближнього поля. Показано, що частотні залежності коефіцієнтів пропускання, відбиття та поглинання в ТГц діапазоні мають ряд резонансних екстремумів, які пов'язані зі збудженням колективних коливань електронів - плазмонів в 2D газу. В залежності від фактора заповнення металічного ґрейтінга, та параметрів 2D газу змінюється частота та інтенсивність плазмонних резонансів. Ближнє поле системи має квазі-квадрупольну структуру, яка зумовлена збудженням падаючою хвилею протилежних зарядів на кінцях смужок ґрейтінга та зеркального зображення цих зарядів в площині 2D газу. Показано, що ефекти локальної концентрації і підсилення електричного поля значно зростають, у порівнянні з одиночним металічним ґрейтінгом. Крім того, при частотах близьких до плазмонного резонансу, ці ефекти можуть зростати ще на порядок. Поле в ближній зоні концентрується в області між металічною смужкою ґрейтінга і областю 2D-газу, що лежить під нею. Використовуючи закон Кіргофа для теплового випромінювання та розвинуту теорію взаємодії електромагнітної хвилі зі зразком з профільованою поверхнею пояснено та кількісно описано експериментальні спектри випромінювання епітаксійних шарів GaN з профільованою поверхнею. Показана можливість збудження просторово- та частотно-впорядкованого ("когерентного") випромінювання електромагнітних хвиль ТГц діапазону. На основі цих результатів запропоновано модель детектора терагерцового діапазону.

Реферат англійською:

Presented are results of investigations on interaction between the terahertz electromagnetic waves and hybrid plasmonic structures consisting of the subwave metallic grating and semiconductor heterostructure with the high mobility electron 2D-gas. The heterostructures with profiled surface are also analysed. Behavior of the transmission and reflection coefficients, losses, features of the near-field distribution are studied. It is shown that frequency dependences of the transmission, reflection and absorption coefficients in the terahertz range have a number of resonance extrema connected with excitement of collective electron oscillations - 2D plasmon gas. The frequency and intensity of plasmon resonances change depending on the filling factor of the metallic grating and 2D-gas parameters. The near-field of the system has a quasi-quadrupole structure caused by the incident wave excitement of the opposite charges at the ends of grating strips and the mirror image of these charges in the 2D gas layer. It is shown that effects of local concentration and electric field amplification considerably grow as compared to the single metallic grating. Besides, at frequencies close to the plasmon resonance these effects may grow yet by an order of magnitude. The near-field is concentrated in the region between the grating metallic strip and 2D-gas region lying beneath it. Using the Kirchhoff law for the thermal emission and developed theory of interaction between the electromagnetic wave and a sample with profiled surface, the experimental emission spectra of the epitaxial GaN layers with profiled surface were explained and quantitatively described. Possibility to excite spatially and frequency-ordered ("coherent") emission of electromagnetic waves in the THz range has been demonstrated. Based on these results, the model of detector for the terahertz range is proposed.

Індекс УДК:537.311.322, 537.311.322.

Коди тематичних рубрик: 29.19.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Порошин Володимир Миколайович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Результати взаємодії плоскої терагерцової електромагнітної хвилі з плазмонною структурою (субхвильовий металічний грейтінг-електронний 2D-газ), включаючи особливості розподілу ближнього поля, поведінку коефіцієнтів проходження, відбивання, втрат. Результати експериментального дослідження оптичного відбивання терагерцового випромінювання р- та s-поляризацій від гібридної плазмон-напівпровідникової структури (сильно легована плівка n-GaN з дифракційною ґраткою на поверхні), показані можливість ефективного збудження поверхневих плазмон-поляритонів терагерцовим випромінюванням.

Назва НТП англійською: The results of interaction of the flat terahertz electromagnetic wave with the plasmon structure (subwave metallic grating - electron 2D-gas), including features of the near-field distribution, behavior of the transmission and reflection coefficients, losses. The results of experimental investigation on the optical reflection of terahertz emission with the s- and p-polarization from the hybrid plasmon-semiconductor structure (heavily doped film of n-GaN with the diffraction grating on surface) have shown possibility to excite efficiently the surface plasmon-polaritons by means of the terahertz radiation.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 73.10.1

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Встановлено, що спектри відбивання для профільованої поверхні для р- поляризації мають резонансні особливості, що відповідають збудженню поверхневих плазмон - поляритонів. Для s- поляризації ці особливості відсутні. Результати побудованої теорії гарно описують результати експериментальних вимірювань. Використовуючи закон Кіргофа для теплового випромінювання та розвинуту теорію взаємодії електромагнітної хвилі зі зразком з профільованою поверхнею вдалося пояснити та кількісно описати експериментальні спектри випромінювання епітаксійних шарів GaN з профільованою поверхнею.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 5 років.

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади.

Перспективні ринки: Україна, країни СНД, зарубіжні країни.

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

Ю. М Лящук, В. В. Коротеев, Взаємодія терагерцової електромагнітної хвилі з плазмонною системою "металічна ґратка – електронний 2D-газ". Аналіз особливостей ближнього поля. Укр. фіз. журн. 2014. Т. 59, № 5 С497-506; Grigory A. Melentyev, Vadim A. Shalygin, Maria D. Moldavskaya, Vadim Yu. Panevin, Leonid E. Vorobjev, Vladimir N. Poroshin, Henri Nyk?nen, Lauri Riuttanen, Olli Svensk, and Sami Suihkonen. Terahertz Emission and Reflection Associated with Surface Plasmon Polaritons in n-GaN Microstructures. The 39th International Conference on Infrared, Millimeter and THz Waves (IRMMW-THz 2014), Tucson, AZ (USA), September 14 - 19, 2014; D.A.Firsov, G.A.Melentev, V.A.Shalygin, V.Yu.Panevin, L.E.Vorobjev, H.Nyk?nen, L.Riuttanen, O.Svensk, S.Suihkonen, V.V.Korotyeyev, Yu.M.Lyaschuk, V.A.Kochelap. Observation of surface plasmon polaritons in GaN layers via reflection and emission of terahertz radiation. Optics & its Applications: Symposium Information & Book of Abstracts of the 3rd International. Symposium, Armenia, 1-5 October, 2015; В.А. Шалыгин, Г.А. Мелентьев, Л.Е. Воробьев, Д.А. Фирсов, В.Ю. Паневин, В.В. Коротеев, Ю.М. Лящук, В.А. Кочелап, В.Н. Порошин. Взаимодействие терагерцового излучения с поверхностными плазмон-поляритонами в структурах на основе нитрида галлия. Труды XX международного симпозиума "Нанопизика и наноэлектроника" (Нижний Новгород, 14-18 марта 2016 г.), т.2, стр.776; G. A. Melentev, V. A. Shalygin, L. E. Vorobjev, V. Yu. Panevin D. A. Firsov, L. Riuttanen, S. Suihkonen, V. V. Korotyeyev, Yu. M. Lyaschuk, V. A. Kochelap, V. N. Poroshin. Interaction of surface plasmon polaritons in heavily-doped GaN microstructures with terahertz radiation. Journal of Applied Physics.119, 093104-1-12 (2016).

Х. Заклучні відомості

Керівник юридичної особи

Яценко Леонід Петрович

Перелік осіб-виконавців

Вайнберг Віктор Володимирович

Коротеев Вадим

Кочелап Вячеслав Олександрович

Порошин Володимир Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Телефон

Реєстратор

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

