Облікова картка ДіР

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0224U002096

Державний реєстраційний номер: 0122U001656

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 06-02-2024

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Закономірності взаємодії світла із нелінійними та активними метаповерхнями у режимі резонансу на замкненій моді.

Початок етапу: 01.2023

Закінчення етапу: 12.2023

Вид звітного документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, буд. 4, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61022, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577051247

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

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): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 960.000

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Дослідження закономірностей формування та керування станом електромагнітного поля у кластерних та/або топологічних метаповерхнях

Назва роботи англійською:

Study of features of forming and control of electromagnetic field state in cluster and/or topological metasurfaces

Реферат українською:

Об'єкт дослідження – активні та нелінійні метаповерхні та їх складові. Предмет дослідження – природа та закономірності формування резонансних явищ в метаповерхнях, у тому числі, резонансів на замкненій моді, та вплив на них активності чи нелінійності оточуючого простору та окремих її елементів. Мета роботи – розробка методів та створення математичних моделей за для встановлення та вивчення закономірностей формування та керування станом електромагнітного поля у кластерних та/або топологічних метаповерхнях; аналіз фізичних ефектів в зазначених системах та пошук оптимальних параметрів за для застосувань їх на практиці. Методи дослідження – методи теорії дифракції, зокрема метод кінцевих елементів. Результати роботи: виявлено умови формування виняткових точок у гібридній структурі діелектричний хвилевід – «спейсер» та вперше показано, що в області цих точок відбувається зняття виродження у власних режимів складових системи, виявлено можливість двохфакторного керування положенням виняткових точок. Показано, що використання кластеру у вигляді тримеру однакових дисків для формування активної метаповерхні дозволяє значно розширити її функціональність, зокрема така метаповерхня дозволяє отримати підсилення фотолюмінесценції в широком діапазоні значень, сформувати систему з декількома майже монохроматичними піками випромінювання, якев данному випадку ще і матимуть переважну поляризацію. Побудовано модель нелінійної кремнієвої метаповерхні та вперше продемонстровано можливість досягнення невзаємності відбиття світла у перший дифракційний промінь, тобто досягнено явище невзаємного недзеркального відбиття. Вперше вивчено вплив анізотропії матеріалу, з якого виконані елементи метаповерхні на її резонансні властивості та показано, що анізотропія дозволяє керувати такими явищами, як зняття виродження мод та збудження резонансів на замкненій моді.

Реферат англійською:

The object of research is gain and nonlinear metasurfaces and their components. The subject of the study is origin and pecularities of the resonant phenomena in metasurfaces, including trapped mode resonances, and the effect on them of the gain or nonlinearity of the environment and metasurface elements. The purpose of the work is to develop methods and mathematical models for revealing and studying the laws of control of the state of the electromagnetic field in cluster and/or topological metasurfaces; analysis of physical effects in these systems and search for optimal parameters for their practical application. Research methods are diffraction theory methods, in particular the finite element method. Results: the exsisting conditions of exceptional points in the hybrid dielectric waveguide-"spacer" structure were revealed, and it was shown for the first time that the degeneracy of the eigenmodes of the system components is removed in the region of these points, the possibility of two-factor control of the position of the exceptional points was revealed. It is shown that the use of a cluster formed by a trimmer of identical disks as base of gain metasurface allows to significantly expand its functionality, in particular, such a metasurface allows to obtain photoluminescence amplification in a wide range of values, to form a system with several almost monochromatic peaks of radiation, which will also have a predominant polarization. A model of a non-linear silicon metasurface was built and the possibility of achieving non-reciprocal reflection of light into the first diffraction beam was demonstrated for the first time, i.e. the phenomenon of non-reciprocal non-specular reflection was achieved. For the first time, the effect of the metasurface elements anisotropy on its resonance properties was studied and it was shown that the anisotropy allows controlling such phenomena as the removal of

modes degeneracy and the excitation of the trapped mode resonances.

Індекс УДК: 621.382.01; 621.382.049.77.01, 537.86

Коди тематичних рубрик: 47.03.05

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Хардіков В'ячеслав Володимирович

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: доц.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Математична модель метаповерхні зі складною композицією періодичної комірки, що включає активні, нелінійні, анізотропні тощо елементи

Назва НТП англійською: Mathematical model of a metasurface with a complex composition of a periodic cell, including gain, nonlinear, anisotropic, etc. elements

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: оптичні системи, системи зв'язку, фотоніка

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Побудовано моделі та проведено аналіз фізичних явищ як у складових елементах, так і активних, нелінійних анізотропних мета поверхнях. Показано, що наявність виняткових точок у складній гібридній структурі хвилевід – «спейсер» дозволяє зняти виродження власних режимів її складових та відкриває шляхи для створення контрольованих плазмон-фотонних систем з багатофакторним впливом. Зняття виродження замкнених мод у кластер ній активній метаповерхні з базовим елементом у вигляді тримеру дисків значно збільшує її функціональність та гнучкість фізичних властивостей системи. Вперше продемонстровано невзаємне недзеркальне відбиття у нелінійній дисковій метаповерхні. Вперше показана можливість зняття виродження власних мод та збудження резонансів на замкненій моді за рахунок використання за для виготовлення елементів дискової метаповерхні сучасних оптичних середовищ з анізотропними властивостями.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів, Економія матеріалів

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Радіоастрономічний інститут НАН України (м. Харків), Інститут радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України (м. Харків),, Інститут проблем матеріалознавства ім.. І.М. Францевича НАН України (м. Київ), Державне конструкторське бюро «Південне» імені М. К. Янгеля (м. Дніпро),, Державне підприємство «Харківське Конструкторське Бюро з Машинобудування (ХКБМ) імені О.О.Морозова», Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба (ХНУПС).

Перспективні ринки: Україна

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обгрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

A. Kupriianov, V. Fesenko, A. Evlyukhin, W. Han, V. Tuz Trapped mode control in metasurfaces composed of particles with the form birefringence property, Optics Express, 2023. Vol. 31, No. 4, 6996-7011. (WoS, Scopus, Q1).

A. Evlyukhin, V. Tuz Electromagnetic scattering by arbitrary-shaped magnetic particles and multipole decomposition: Analytical and numerical approaches, Physical Review B, 2023. Vol. 107, Iss. 15, 155425. (WoS, Scopus, Q1).

V. Tuz, A. Evlyukhin, V. Fesenko Transition between radial and toroidal orders in a trimer-based magnetic metasurface, Physical Review Applied. 2023. Vol. 20, Iss. 4, 044024. (WoS, Scopus, Q1).

A. Hlushchenko, V. Shcherbinin, O. Andrieieva, V. Tkachenko, V. Tuz Mode degeneracy lifting in exceptional points of a coupled spaser-dielectric waveguide system. Physical Review A. 2023. 108, 063513 (WoS, Scopus, Q1).

A.S. Kupriianov, V.V. Khardikov, K. Domina, S.L. Prosvirnin, W. Han, V.R. Tuz Experimental observation of diffractive retroreflection from a dielectric metasurface, Journal of Applied Physics. 2023. Vol. 133. Is. 16. pp. 163101 (WoS, Scopus, Q2)

V.V. Yachin, V.V. Khardikov, L.A. Kochetova, S.L. Prosvirnin Resonant Response in Tunable Metasurface Based on Crossed All-Dielectric Grating, 2023 53rd European Microwave Conference (EuMC), pp. 315-318 (2023). Scopus.

V. Tuz, A. Hlushchenko Trapped-modes in non-Hermitian metasurfaces with gain and loss, 2023, The International Research and Practical Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2023) , Bukovel, Ukraine, 505.

N. Sydorchuk, S. Prosvirnin Electromagnetic nonreciprocity in a reflectarray composed of nonlinear resonant elements // 2023 IEEE XXVIII International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED-2023), Tbilisi, Georgia, September 11-13, 2023. pp. 63-67. Scopus.

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Катрич Віктор Олександрович
д. ф.-м. н.

Перелік осіб-виконавців

Багацька Ольга Вячеславівна
(к. ф.-м. н.)

Просвірнін Сергій Леонідович
(д. ф.-м. н., 01.04.03)

Томсон Наталія Владиславівна

Туз Володимир Ростиславович
(д.ф.-м.н., 01.04.03)

Фесенко Володимир Іванович
(д. ф.-м. н., 01.04.03)

Хардікова Юлія Анатоліївна

Відповідальний за підготовку облікових документів Козир О.В.

Телефон +38 (057) 707-52-96

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

