Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

Державний обліковий номер: 0426U000262

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-11-2026

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гринь Володимир Олександрович
2. Volodymyr O. Hryn

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4341-484X

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 01.04.05

Назва наукової спеціальності: Оптика, лазерна фізика

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 19-11-2026

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика

Місце роботи здобувача: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.159.01

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.31.33, 29.31.49, 29.33.39, 29.33.25

Тема дисертації:

1. Резонансні та нелінійно-оптичні властивості об'ємних ґраток, утворених періодичним розподілом наночастинок у полімерній матриці

2. Resonant and nonlinear optical properties of volume gratings created by periodic distribution of nanoparticles in polymer matrix. –– Qualification scientific work in the form of a manuscript

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню голографічних об'ємних дифракційних ґраток, виготовлених на основі фотополімерних нанокомпозитів із вмістом наночастинок (НЧ) різної природи. Нанокомпозити на основі прозорих полімерних матриць, що містять наночастинки шляхетних металів, є сучасними матеріалами, які можуть бути спеціально розроблені для фотоніки, лінійної та нелінійної оптики, лазерної фізики і детектування. Ми представляємо вдосконалені фоточутливі нанокомпозити, леговані наночастинками Au та Ag, що дозволяють виготовляти високоефективні субмікронні дифракційні структури за допомогою голографічного методу. Розроблено загальний підхід до виготовлення голографічних структур з використанням двокомпонентної суміші мономерів різної реакційної здатності. Було вивчено два різні методи, ex situ та in situ, для введення НЧ Ag, Au і REN-X у полімерну матрицю. Розглянуто дифузійну модель формування ґраток при голографічному впливі, а також процес синтезу НЧ Ag у полімерній матриці.

Досліджено властивості об’ємних одно- та двовимірних періодичних структур, утворених наночастинками різної природи у полімерній матриці. Особливістю структур є те, що термо- або фотостимульований синтез наночастинок срібла відбувається у полімерній матриці з попередньо розподіленого методом голографічної літографії прекурсору металу. Для виготовлення 2D структури ми використовували модифікований метод голографічної літографії. Інтерференційні пучки (3, 4 або 6) були сформовані за допомогою просторового модулятора світла, який забезпечує сталий фазовий зсув між записуючими пучками, варіацію симетрії структури, а також локалізацію ділянок збагачених полімерами та наночастинками. Розглядаються механізми формування періодичних структур під дією інтерференційного поля і синтезу наночастинок срібла. Вивчається зв’язок спектральних властивостей отриманих структур із характеристиками наночастинок та їх просторовим розподілом у полімерній матриці. Досліджено вплив розміру НЧ на процес полімеризації, динамічний діапазон матеріалу та нелінійно-оптичні властивості. Досліджено вплив просторового упорядкування наночастинок Ag у полімерній матриці на нелінійно-оптичні властивості нанокомпозиту. Нелінійно-оптичні властивості хаотичних і впорядкованих структур вимірювали методом Z-сканування з використанням випромінювання з довжиною хвилі (□ех) 532 нм і тривалістю імпульсу (□) 20 нс, а також із □ех = 800 нм і □ = 180 фс. Виявлено значне збільшення значень нелінійних характеристик для впорядкованих структур порівняно з невпорядкованими як у випадку наносекундного, так і фемтосекундного збудження. Обговорено механізми нелінійного відгуку нанокомпозитів. Запропоновано нову стратегію застосування нанокомпозитів для виготовлення резонансних хвилеводних ґраток (РХҐ), принцип роботи яких базується на оптичному хвилеводному резонансі. Хвилеводні періодичні структури володіють аномальним резонансним явищем, яке називається резонансом біжучої моди, яке проявляється як серія сильних піків у спектрі відбиття (або пропускання) структури. Центральні довжини хвиль цих піків можна змінити, змінюючи параметри ґратки, такі як товщина, період і модуляція діелектричної проникності середовища. Наш оригінальний фототверднучий нанокомпозит з НЧ REN-X був використаний як матеріал для РХҐ. На відміну від відомих хвилеводних структур із рельєфною поверхнею, ми досліджували хвилеводні ґратки з об’ємною модуляцією показника заломлення (ПЗ), виготовлені голографічним методом, що дозволяє створити великорозмірні структури з високою однорідністю. Товщина РХГ складала 1,5±0,2 мкм. Для створення тонких фоточутливих хвилеводних шарів був розроблений спеціальний метод стиснення. Експериментально досліджено резонансні та сенсорні властивості нових резонансних структур. Об’ємні хвилеводні ґратки демонструють вузькі резонансні піки з шириною смуги менше 0,012 нм. Q-фактор перевищує 50 000. Завдяки своїм резонансним властивостям РХҐ можна використовувати як сенсори хімічнх і біологічних речовин, що осідають на поверхню ґратки (так звані сенсори показника заломлення), та як підсилювачі ближнього поля для спектроскопії, нелінійної оптики тощо. Було виготовлено зразок сенсора ПЗ. Показники заломлення досліджуваних речовин вимірювались шляхом моніторингу зсуву довжини хвилі резонанса. Встановлено, що сенсор може забезпечити детектування мінімальної зміни ПЗ 1×10–4 RIU. Порівняння з пристроями подібного типу вказує на близкість їх характеристик. Датчики ПЗ на основі нанокомпозитів мають потенціал для подальших покращень їх чутливості. Показана можливість використання РХГ для підсилення сигналів спектроскопії комбінаційного розсіювання (SERS). Відповідно до отриманих експериментальних даних коефіцієнт підсилення для досліджуваної структури становив 5, що показує ефективність розроблених РХҐ як підсилювальних підкладок для SERS

2. The dissertation is devoted to the investigation of holographic volume diffraction gratings fabricated using photopolymer nanocomposites containing nanoparticles (NPs) of various natures. Nanocomposites based on transparent polymer matrices containing noble metal nanoparticles are advanced materials that can be specifically designed for applications in photonics, linear and nonlinear optics, laser physics, and sensing. We present improved photosensitive nanocomposites doped with Au and Ag nanoparticles that enable the fabrication of highly efficient submicrometre-scale diffraction structures by holographic techniques. A general approach to the fabrication of holographic structures using a two-component mixture of monomers with different reactivities was developed. Two different methods, ex situ and in situ, for incorporating Ag, Au, and REN-X NPs into a polymer matrix were investigated. A diffusion model of grating formation under holographic exposure, as well as the

process of Ag NP synthesis in the polymer matrix, was considered. The properties of one- and two-dimensional periodic volume structures formed by nanoparticles of various natures in a polymer matrix were investigated. A distinctive feature of these structures is that the thermally or photo-induced synthesis of silver nanoparticles occurs in a polymer matrix from a metal precursor previously spatially distributed by holographic lithography. A modified holographic lithography technique was used to fabricate the 2D structures. Three-, four-, or six-beam interference patterns were generated using a spatial light modulator, which provided a stable phase shift between the recording beams, enabled variation of the structural symmetry, and allowed localisation of regions enriched in polymer and nanoparticles. The mechanisms of periodic structure formation under an interference field and of silver nanoparticle synthesis were considered. The relationship between the spectral properties of the fabricated structures and the characteristics of the nanoparticles, as well as their spatial distribution within the polymer matrix, was investigated. The influence of nanoparticle size on the polymerisation process, the dynamic range of the material, and its nonlinear optical properties was studied. The influence of the spatial ordering of Ag nanoparticles in a polymer matrix on the nonlinear optical properties of the nanocomposite was investigated. The nonlinear optical properties of random and ordered structures were measured by the Z-scan technique using radiation with a wavelength (□ex) of 532 nm and a pulse duration (□) of 20 ns, as well as □ex = 800 nm and □ = 180 fs. A significant increase in the nonlinear characteristics of the ordered structures compared with the disordered structures was observed for both nanosecond and femtosecond excitation. The mechanisms underlying the nonlinear optical response of the nanocomposites were discussed. A new strategy for applying nanocomposites to the fabrication of resonant waveguide gratings (RWGs), based on optical waveguide resonance, was proposed. Waveguide periodic structures exhibit an anomalous resonant phenomenon known as guided-mode resonance, which manifests itself as a series of strong peaks in the reflection (or transmission) spectrum of the structure. The central wavelengths of these peaks can be varied by changing grating parameters such as thickness, period, and modulation of the dielectric permittivity of the medium. An original photocurable nanocomposite containing REN-X NPs was used as the material for the RWGs. Unlike conventional waveguide structures with a corrugated surface, we investigated waveguide gratings with volume refractive-index (RI) modulation fabricated by a holographic method, which enables the production of large-area structures with high uniformity. The RWG thickness was 1.5±0.2 μm. A special pressing method was developed to produce thin photosensitive waveguide layers. The resonant and sensing properties of the new resonant structures were experimentally investigated. The volume waveguide gratings demonstrate narrow resonant peaks with a bandwidth of less than 0.012 nm. The Q-factor exceeds 50,000. Owing to their resonant properties, RWGs can be used as sensors for chemical and biological species deposited on the grating surface (so-called refractive-index sensors), as well as near-field enhancers for spectroscopy, nonlinear optics, and other applications. A refractive-index sensor was fabricated. The refractive indices of the investigated substances were measured by monitoring the resonance-wavelength shift. It was established that the sensor can detect a minimum RI change of 1×10−4 RIU. Comparison with devices of a similar type indicates comparable performance. Nanocomposite-based RI sensors have the potential for further improvements in sensitivity. The possibility of using RWGs to enhance signals in surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS) was demonstrated.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0115U004249, 0120U102386, 0117U002611, 0122U001723, 0124U001016

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Optical and Nonlinear Properties of Photonic Polymer Nanocomposites and Holographic Gratings Modified with Noble Metal Nanoparticles / Sakhno O., Yezhov P., Hryn V., Rudenko V., and Smirnova T. // Polymers. — 2020. — Vol. 12, no. 2. — P. 480. DOI: 10.3390/polym12020480
- Resonant and Sensing Performance of Volume Waveguide Structures Based on Polymer Nanomaterials / Smirnova T., Fitio V., Sakhno O., Yezhov P., Bendziak A., Hryn V., and Bellucci S. // Nanomaterials. — 2020. — Vol. 10, no. 11. — P. 2114. DOI: 10.3390/nano10112114
- Diffraction of a finite-cross-section light beam by the grating: Theoretical analysis and experimental verification / Fitio V., Bendziak A., Yezhov P., Hryn V., Sakhno O., and Smirnova T. // Optik. — 2022. — Vol. 252. — P. 168550. DOI: 10.1016/j.ijleo.2021.168550
- Smirnova T., Hryn V., Klymchuk D., Akimov Y. Features of silver nanoparticle formation in a photopolymer under uniform lighting // Journal of Molecular Structure. – 2026. – Vol. 1349. – Pt. 3. – Art. 143847. DOI: 10.1016/j.molstruc.2025.143847.
- Properties of periodic structures formed by ordering silver nanoparticles in a polymer matrix using the holographic lithography method / Hryn V. O., Yezhov P. V., Kutsenko O. S., and Smirnova T. M. // Ukrainian Journal of Physics. — 2018. — Vol. 63, no. 10. — P. 888–897. DOI: 10.15407/ujpe63.10.888
- Based on Nanocomposite Resonant Photonic Crystal Structures for Sensing Applications / Smirnova T., Yezhov P., Hryn V., Sakhno O., Fito V., and Bendziak A. // Advanced Technologies for Security Applications / ed. by Palestini C. — Dordrecht, The Netherlands : Springer, 2020. — P. 219–228. DOI: 10.1007/978-94-024-2021-0_20
- Investigation of Graphene Flake and Photonic Crystal Structure Enhancement Effect by Raman Spectroscopy of Thymine / A. Yaremkevych, O. Fesenko, V. Hryn, P. Yezhov, S. Bellucci, and T. Smirnova // Molecular Crystals and Liquid Crystals. — 2023. — Vol. 768, no. 4. — P. 130–141. DOI: 10.1080/15421406.2023.2278197
- Hryn V. O., Yezhov P. V., Smirnova T. N. Two-dimensional periodic structures recorded in nanocomposites by holographic method: features of formation, applications // Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications / ed. by Fesenko O., Yatsenko L. ; Springer. — Cham : Springer International Publishing. — 2017. — P. 293–304. DOI: 10.1007/978-3-319-56422-7_21
- Smirnova T. N., Rudenko V. I., Hryn V. O. Nonlinear optical properties of polymer nanocomposites with a random and periodic distribution of silver nanoparticles // Nanochemistry, Biotechnology, Nanomaterials, and Their Applications / ed. by Fesenko O., Yatsenko L. — Cham : Springer International Publishing. — 2018. — P. 333–344. DOI: 10.1007/978-3-319-92567-7_21
- Development of the waveguide photonic crystal structures formed by distribution of nanoparticles in polymer matrix / Hryn V., Sakhno O., Bendziak A., Fito V., Yezhov P., and Smirnova T. // Nanophotonics, Nanooptics, Nanobiotechnology, and Their Applications / ed. by Fesenko O., Yatsenko L. ; Springer. — Cham : Springer International Publishing. — 2019. — Vol. 222. — P. 73–85. DOI: 10.1007/978-3-030-17755-3_4
- Hryn V. O., Yezhov P. V., Smirnova T. N. Formation of 2D structures by holographic method and their application // The International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials» (NANO-2016) / Lviv, Ukraine. — 2016. — 24–27 August. — P. 88.
- Hryn V. O., Smirnova T. N. The properties of volume polymer/Ag nanoparticles gratings formed by holographic method // The International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials» (NANO-2017) / Chernivtsi, Ukraine. — 2017. — 23–26 August. — P. 55.
- Smirnova T. N., Rudenko V. I., Hryn V. O. Optical nonlinearity in polymer nanocomposites with a chaotic and periodic distribution of silver nanoparticles // The International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials» (NANO-2017) / Chernivtsi, Ukraine. — 2017. — 23–26 August. — P. 298.
- Hryn V. O., Kutsenko O. S., Smirnova T. N. The synthesis of silver nanoparticles in holographic photopolymers: mechanism of nanoparticle formation and their optical properties // Spectroscopy of Molecules and Crystals: The Book of Abstracts of XXIII Galyna Puchkovska International School-Seminar / Kyiv, Ukraine. — 2017. — 20–25 September. — P. 172.

- Development of the waveguide photonic crystal structures formed by a distribution of nanoparticles in polymer matrix / Hryn V., Sakhno O., Bendziak A., Fito V., and Smirnova T. // The International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials» (NANO-2018) / Kyiv, Ukraine. — 2018. — 27–30 August. — P. 304.
- Nanocomposite sensor of biological and chemical agents based on resonant photonic crystal structure / Smirnova T., Yezhov P., Hryn V., and Sakhno O. // International conference «Nanoscience and Nanotechnology» / INFN–LNF, Frascati, Italy. — 2019. — 15–18 October.
- Features of the elements production for enhancing the effects of resonance reflection and Raman scattering / Hryn V.O., Yezhov P.V., Sakhno O.V., Fitio V.M., Smirnova T.M. // The International research and practice conference «Nanotechnology and nanomaterials» (NANO-2024) / Uzhhorod, Ukraine. — 2024. — 21–24 August. — P. 328.
- Features of the silver nanoparticles formation in a photopolymer under uniform lighting / T.M. Smirnova, V.O. Hryn, D.O. Klymchuk, Y.M. Akimov // XXVIth Galyna Puchkovska International School Seminar "Spectroscopy of Molecules and Crystals" (ISSSMC-2024) / Wojanow, Poland. — 2024. — 22–25 September. — P. 95.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; матеріали; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: створення науково-технічної основи для розроблення нових функціональних оптичних елементів, сенсорів показника заломлення та підсилювальних структур для спектроскопічних досліджень на основі фотополімерних нанокомпозитів.

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0115U004249, 0120U102386, 0117U002611, 0122U001723, 0124U001016

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Смірнова Тетяна Миколаївна

2. Tetyana M. Smirnova

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0305-4384

Додаткова інформація: http://www.researcherid.com/rid/Y-3740-2018

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03680, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Обуховський В'ячеслав Володимирович

2. Viacheslav V. Obukhovskyi

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-2005-6611

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Яремчук Ірина Ярославівна

2. Iryna Y. Yaremchuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7072-5950

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Бондар Михайло Віталійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Бондар Михайло Віталійович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Гринь Володимир Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна