

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0218U001234

Державний реєстраційний номер: 0113U001667

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-01-2018

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Нестационарні розмірнозалежні оптичні процеси в наноструктурованих матеріалах.

Початок етапу: 01.2013

Закінчення етапу: 12.2017

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

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.): 4137.8

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Нестационарні розмірнозалежні оптичні процеси в наноструктурованих матеріалах.

Назва роботи англійською:

Nonstationary sizedependant optical processes in nanostructured materials.

Реферат українською:

Об'єкти дослідження – фемтосекундні філаменти, конічна емісія, фемтосекундний суперконтинуум, халькогенідні склокераміки, кварц, сапфір, нанокластені фази і наночастинки бінарних напівпровідників і благородних металів. Мета роботи – дослідження динаміки структурування електромагнітного поля, плазми і речовини при взаємодії ультракоротких лазерних імпульсів з твердотільними керрівськими середовищами; вивчення індукованих лазерним випромінюванням нестационарних та розмірнозалежних оптичних процесів. Методи дослідження – фемтосекундна часороздільна оптична поляриметрія, часороздільна кінетика наведеного поглинання світла, спектроскопія вторинного випромінювання світла, електронно-мікроскопічні методи діагностики поверхні, математичне моделювання. Розвинуто методологію прецизійних часороздільних досліджень кінетики оптичних і наведених оптичних властивостей оптичних конструкційних та наноструктурованих матеріалів в фемто-, пікосекундному часовому інтервалі шляхом врахування впливу "чірпу" імпульсу суперконтинууму – різного часу затримки його різних спектральних компонент, " фазової крос-модуляції" – впливу імпульсу "збудження" на частоту імпульсу "зондування"; врахування впливу дисперсії групової швидкості в межах спектрально розширеного імпульсу. Створено нові методики: фемтосекундний часороздільний мікроскоп для досліджень процесів філаментації і одноімпульсної лазерної абляції та "керрівський затвор" – для досліджень кінетики люмінесценції з розділенням 300 фсек. Встановлені умови "притягувальної" та "відштовхувальної" взаємодій двох філаментів в прозорих ізотропних твердотільних середовищах. Виявлене і досліджене явище часової авто локалізації фемтосекундних імпульсів, що дозволило скоротити їх тривалість від 160 до 65 фсек.. Вперше виявлено явище періодичної фемтосекундної філаментації в середовищах з додатним (кварц) і від'ємним (сапфір) двопротонезаломленням і доказано, що його причиною є циклічна трансформація стану поляризації світлового імпульсу, зумовлена набігом різниці фаз між звичайним і незвичайним променями. Вперше спостережені поляризаційні особливості суперконтинууму і конічної емісії в двопротонезаломлюючих середовищах, які зумовлені часовою розбіжністю 0 і є променів. Для непрозорих мішеней досліджено кінетику одноімпульсної лазерної абляції етапів формування плазмового факелу, утворення і термалізації плазми, ексклюзії матеріалу, формування ультразвукової ударної хвилі. Знайдено кореляції між орієнтацією штрихів ґраток на поверхні тугоплавких металів, які утворюються під впливом однопротонезаломлюючого опромінення фемтосекундними лазерними імпульсами, напрямком поляризації і напрямком сканування лазерного променя. Виявлено, що при довготривалому опроміненні колоїдних наночастинок Au фемтосекундними лазерними імпульсами має місце перебудова їх вихідної циліндричної форми в сфероїдальну, що візуально проявляється в зміні кольору колоїду. На основі проведених квантово-хімічних обчислень вкладено оболонкових кластерних структур $(\text{ZnO})_n$ зроблено висновок про природу утворення "магічних кластерів" цієї сполуки, яка генетично пов'язана з деформацією структури внаслідок ян-теллерівського пониження симетрії, що закладає умови росту тетраподів. На основі проведених досліджень фемтосекундної лазерної абляції халькогенідних склоподібних напівпровідників запропоновані економічно привабливі фемтосекундні експрес технології створення масивів елементів мікрооптики, перспективних для оптоелектронних і телекомунікаційних використань.

Реферат англійською:

The objects of the study are femtosecond filaments, conical emission, femtosecond supercontinuum, chalcogenide

glass ceramics, quartz, sapphire, nanocluster phases and nanoparticles of binary semiconductors. The aim of the work is the study of the dynamics of the structure of the electromagnetic field, plasma and matter in the interaction of ultrashort laser pulses with solid-state Kerr media; the study of laser-induced non-stationary and dimensionally dependent optical processes. The research methods are femtosecond time-resolved optical polarimetry, time-resolved kinetics of induced light absorption, spectroscopy of secondary emission of light, electron microscopic methods of surface diagnostics, mathematical modeling. The methodology of precision time-resolved investigations of the kinetics of optical and induced optical properties of optical structural and nanostructured materials in the femto-, picosecond time interval is developed by taking into account the influence of the "chirp" of the supercontinuum pulse - different time delays of its various spectral components, "cross phase modulation" - action of the "pump" pulse on the frequency of the "probe" one, taking into account the influence of the group velocity dispersion within the spectral-expanded pulse. New techniques are developed: a femtosecond time-resolved microscope for the study of filamentation processes and single-pulsed laser ablation and the "Kerr gate" for the study of luminescence kinetics with a resolution of 300 fsec. The conditions of "attractive" and "repulsive" interactions of two filaments in transparent isotropic solid-state environments are established. The phenomenon of time auto-localization of femtosecond pulses was discovered and investigated, which allowed to shorten their duration from 160 fs to 65 fs. For the first time, the phenomenon of periodic femtosecond filamentation in environments with a positive (quartz) and negative (sapphire) birefringence was discovered and it was proved that its cause is the cyclic transformation of the state of the polarization of the light pulse, due to the onset of phase difference between ordinary (o) and extraordinary (e) rays. The polarization features of supercontinuum and conical emission in birefringent refracting media are observed for the first time, which are explained by the time difference of the o- and e-rays. For non-transparent targets, the kinetics of single-pulse laser ablation of the stages of formation of a plasma torch, the formation and thermalization of the plasma, the exclusion of the material, and the formation of an ultrasonic shock wave are investigated. Correlation between the orientation of the lattice graves on the surface of refractory metals, which are formed under the influence of one-beam irradiation by femtosecond laser pulses, the direction of polarization and the direction of scanning of the laser beam are found. It was found that during long-term irradiation of Au colloidal nanoparticles by femtosecond laser pulses there is a transformation of their initial cylindrical shape into spheroidal, which is visually manifested in the color change of colloid. On the basis of the quantum-chemical calculations of the nested shell structures of (ZnO)_n clusters, the conclusion was drawn about the nature of the formation of "magic clusters" of this compound, which is genetically related to the deformation of the structure due to Jahn-Teller symmetry reduction, that paves the way for the growth of tetrapods. On the basis of the researches of femtosecond laser ablation of chalcogenide glass-like semiconductors, economically attractive femtosecond express technologies for creating of the arrays of elements of micro-optics are proposed, which are promising for optoelectronic and telecommunication uses.

Індекс УДК: 534.2:533;534.2:532;534.2:539.2, 534.2:533; 534.2:532;534.2:539.2

Коди тематичних рубрик: 29.37.15

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Блонський Іван Васильович

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Дослідницькі стенди для вивчення над швидкоплинних оптичних і електронних процесів: фемтосекундний часороздільний оптичний мікроскоп і оптичний "керрівський затвор" для дослідження кінетики фотолюмінесценції в фемто-, піко секундному часовому інтервалі.

Назва НТП англійською: Research stands for the study of ultrafast optical and electronic processes: a femtosecond time-resolved optical microscope and an optical "Kerr gate" for studying the photoluminescence kinetics in femto- and picosecond time interval.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати:

Галузь застосування: 72.19.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Створені нові методики: "оптичний керрівський затвор" і фемтосекундний часороздільний мікроскоп; досліджені нові оптичні явища: філаментация, конічна емісія, фемтосекундний "суперконтинуум", утворення тетрапоїдних нанокластерів; розроблено технологію отримання масивів елементів мікрооптики.

Соціально-економічна спрямованість НТП:

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 5 років.

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: НВО "Карат" (м. Львів), Інститут монокристалів НАН України.

Перспективні ринки: підприємства та фірми, зайняті виробництвом елементів та пристроїв наноелектроніки та нанофотоніки США, Європи, Китаю, Японії.

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:

IX. Бібліографічний опис

І.В. Блонський, В.М. Кадан. монографія "Ультракороткі надпотужні світлові імпульси в конденсованих середовищах". Наукова думка, 2017, 187 стр.; І.В. Блонский, А.Н. Дмитрук, И.Н. Дмитрук, Н.Г. Зубрилин, В.Н.

Кадан, П.И. Коренюк, А.Э. Домбровский, Е.В. Шинкаренко, А.И. Ярусевиц. Розділ "Фемтооптика твердотельных керровских сред" в монографії "Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине". Редкол. : А.Г. Наумовец (голов. ред.) НАН України. Киев, : Академперіодика, 2014. – 768 с. ст.43–51; И.Н. Дмитрук, Д.В. Алексюк, И.В. Блонский, Н.Г. Зубрилин, А.Н. Дмитрук, В.Н. Кадан, П.И. Коренюк, Е.В. Шинкаренко Розділ "Методика люминесцентных измерений с временным разрешением с помощью оптического Керровского затвора" в монографії Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине. Редкол. : А.Г. Наумовец (голов. ред.) НАН України. Киев, : Академперіодика, 2014. – 768 с. ст.309–313; I.Blonskyi, V.Kadan, A.Rybak, S.Pavlova, L.Calvez, B.Mytsyk, O.Shpotyk, Optical Phenomena and Processes Induced by Ultrashort Light Pulses in Chalcogenide and Chalcohalide Glassy Semiconductors, Journal of Nano- and Electronic Physics 9, No 5, 2017, 05032; I. PAVLOV, O. TOKEL, S. PAVLOVA, V. KADAN, G. MAKEY, A. TURNALI, YAVUZ, AND F. ?. ILDAY Femtosecond laser written waveguides deep inside silicon, Vol. 42, No. 15 / August 1 2017 / Optics Letters, p. 3029–3031; J. Bunton, L. Calvez, V. Kadan, I. Blonskyi, O. Shpotyuk, R. Golovchak Near-IR emission of Er³⁺ ions in CsCl–Ga–Ge–S glasses excited by visible light Optical Materials 72 (2017) 195–200; Viktor Kadan, Ivan Blonskyi, Yevhen Shynkarenko, et al. "Single-pulse femtosecond laser fabrication of concave microlens- and micromirror arrays in chalcohalide glass, Optics and Laser Technology 96 (2017) 283–289; I.B. Блонський, В.М. Кадан, А.С. Рибак, П.І. Коренюк "Білий суперконтинуум" і "конічна емісія" випромінювання фемтосекундних філаментів у середовищах з подвійним променезаломленням, УФЖ, 2016, 61, с.879–884; I. Blonskyi, V. Kadan, Y. Shynkarenko, et al. Periodic femtosecond filamentation in birefringent media, Applied Physics B 2015, 120, p.905–910; Smetanina, E. O. Kadan V. M., Blonskyi I. V., Kandidov V. P., Dynamic lenses in femtosecond filament, Applied Physics B 2014, 116(3), p.755–762; Кадан В.М., Індутний І.З. Данько В.А. та ін. Вплив пасткових станів на кінетику люмінесценції та наведеного поглинання світла наночастинками Si в SiO₂ матриці при збудженні фемтосекундними лазерними імпульсами, УФЖ. – 2013. – Т. 58. – № 1, с. 20–25; Blonskyi I. V., Kadan V. M., Puzikov V. M. and Grin' L. A., Temporal autolocalization of femtosecond light pulses in the filaments observed in fused silica, Ukr. J. Phys. Opt. – 2013. – V. 14. – № 2, P. 85–90; I.B. Блонський, В.М. Кадан А.А. Дергачев та ін. Філаментация фемтосекундного вихрового пучка в сапфірі, УФЖ. – 2013. – Т. 58. – № 4, с. 342–345; I.B. Блонський, В.М. Кадан, О.Й. Шпотюк та ін., Філаментация в області перетину двох фемтосекундних лазерних променів у сапфірі. УФЖ. – 2013. – Т. 59. – № 3, с. 347–352; K A. Khodko, V. Khomenko, Y. Shynkarenko, O. Mamuta, O. Kapitanchuk, D. Sysoiev, N. Kachalova, T. Huhn, S. Snegir, Ultrafast ring-closing reaction dynamics of a photochromic furan-based difurylene, Chem. Phys. Lett. 669, (2017), p.156–160; Bulent Oktem, Ihor Pavlov, Serim Ilday, Hamit Kalayc?oglu, Andrey Rybak, SeydiYavas, M. E. and F. O. I., Nonlinear laser lithography for indefinitely large-area nanostructuring with femtosecond pulses, Nat. Photonics 7, 2013, p.897–901; A. Dmytruk, I. Dmitruk, Y. Shynkarenko, R. Belosludov, A. Kasuya. Zinc oxide nested shell magic clusters as tetrapod nuclei // RSC Advances 2017, 7, 21933–21942; I. Dmitruk, Ye. Shynkarenko, A. Dmytruk, D. Aleksiuk, V. Kadan, P. Korenyuk, N. Zubrilin, and I. Blonskiy, Efficiency estimates and practical aspects of optical Kerr gate for time-resolved luminescence spectroscopy, Methods and Applications in Fluorescence 2016, Volume 4, Number 4, 044007; A. Dmytruk, On the Structure of Atomic Clusters: Selection of Calculation Methods to Match Mass Spectra, Advanced Materials Research 2015, Vol. 1117, p.26–30; A. Dmytruk, Atomic composition, structure, and vibrational spectra of germanium clusters terminated by iodine, Journal of Cluster Science 2015, Volume 26, Number 3, p.877–888; Y. Shynkarenko, A. Dmytruk, I. Dmitruk, I. Blonskyi, P. Korenyuk, C. Sonnichsen, A. Kotko, Transient absorption of gold nanorods induced by femtosecond laser irradiation, Ukr. J. Phys. 2014, Vol. 59, No. 3, p. 331–335; Igor Dmitruk, Ivan Blonskiy, Petro Korenyuk, Viktor Kadan, Mykola Zubrilin, Andriy Dmytruk, Oleg Yeshchenko, Alexandr Alexeenko, Andriy Kotko, Optical recording in copper-silica nanocomposite, Applied Surface Science 2014, 302, p.66–68; Vovdenko, S., Dmitruk, I., Berezovska, N., Kutovyi, S., Kalyuzhnyy, A., Zubrilin, N., Dombrovsky, O, Laser-induced quasiperiodic metal structures for efficient excitation of surface plasmons, Ukrainian Journal of Physics, (2016) 61 (9), p. 780–783; Lyashchova, A., Dmytruk, A., Dmitruk, I., Klimusheva, G., Mirnaya, T., Asaula, V., Optical absorption, induced bleaching, and photoluminescence of CdSe nanoplatelets grown in cadmium octanoate matrix, Nanoscale Research Letters, (2014), 9 (1), pp. 1–4; Razumova, M.A., Dmitruk, I.M., Splitting of Plasmon Frequency in Spherical Metal Nanoparticles in Anisotropic Medium, Plasmonics, (2013) 8

(4), p. 1699-1706; Yeshchenko, O.A., Bondarchuk, I.S., Gurin, V.S., Dmitruk, I.M., Kotko, A.V., Temperature dependence of the surface plasmon resonance in gold nanoparticles, *Surface Science*, (2013), 608, p. 275-281; M. L. Shendeleva, Phase functions as solutions of integral equations, *J. Europ. Opt. Soc. RP*, V. 13, 2017; M. L. Shendeleva, Single-scattering solutions to radiative transfer in infinite turbid media, *J. Opt. Soc. Am. A*, V. 30, 2013, pp. 2169-2174; M. L. Shendeleva, Time-domain solution to the radiative transfer equation in an infinite turbid medium with linearly anisotropic scattering, *J. Opt. Soc. Am. A*, V. 32, 2015, pp. 471-477; Stanovyi, O., Kutovyy, S., Gumenyuk, A., Dmitruk, I., Polaron model of traps and their activation energies in KBr crystals, *Journal of Nano- and Electronic Physics*, (2017) 9 (4), 04009; Onufrijevs, P., Medvids, A., Dauksta, E., Mimura, H., Andrulevicius, M., Berezovska, N., Dmitruk, I., Grase, L., Mezinskis, G., The effect of UV Nd:YAG laser radiation on the optical and electrical properties of hydrothermal ZnO crystal, *Optics and Laser Technology*, 86, 2016, p. 21-25; Stanovyi, O., Kutovyy, S., Morozov, Y., Naumenko, A., Dmitruk, I., Borodyanska, A., Low-temperature thermoluminescence studies of the nanocrystalline yttria-stabilized zirconia, *Ukrainian Journal of Physics*, (2016) 61 (6), p. 489-494; Vasnetsov, M.V., Bazhenov, V.Y., Dmitruk, I.N., Kudryavtseva, A.D., Tcherniega, N.V., Luminescence response of synthetic opal under femtosecond laser pumping, *Journal of Luminescence*, (2015), 166, p. 233-237, Vyshnevskyy, S.Y., Dmitruk, I.M., Naumenko, A.P., Bricks, Y.L., Slominskii, Y.L., Influence of cdse nanoparticles on stability of polymethine dyes in water, *Ukrainian Journal of Physics*, (2014), 59 (3), p. 326-330; Dmitruk, N.L., Berezovska, N.I., Dmitruk, I.M., Naumenko, D.O., Simkiene, I., Snitka, V., Structural and optical properties of porous III-V semiconductors GaAs, InP prepared by electrochemical etching, *Materials Research Society Symposium Proceedings*(2013), 1534, p. A99-A104; Yakunin, S., Shynkarenko, Y., Dirin, D. N., Cherniukh, I. & Kovalenko, M. V., Non-dissipative internal optical filtering with solution-grown perovskite single crystals for full-colour imaging, *NPG Asia Mater.* (2017), 9, p. e431; Dirin, D. N., Cherniukh, I., Yakunin, S., Shynkarenko, Y. & Kovalenko, M. V., Solution-Grown CsPbBr₃ Perovskite Single Crystals for Photon Detection, *Chem. Mater.* (2016), 28, p. 8470-8474; S. Yakunin, D. N. Dirin, Y. Shynkarenko, V. Morad, I. Cherniukh, O. Nazarenko, D. Kreil, T. Nauser, M. V. Kovalenko, Detection of gamma photons using solution-grown single crystals of hybrid lead halide perovskites., *Nat. Photonics* (2016), 10 (9), p. 585-589.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Яценко Леонід Петрович

Перелік осіб-виконавців

Блонський Іван Васильович

Головченко Олена Миколаївна

Дмитрук Ігор Миколайович

Дмитрук Андрій Миколайович

Зубрілін Микола Глібович

Кадан Віктор Миколайович

Коренюк Петро Іванович

Павлов Ігор Анатолійович

Павлова Світлана Володимирівна

Рибак Андрій Станіславович

Шенделева Маргарита Леонідівна

Шинкаренко Євген Вікторович

Ярусевич Олександр Олексійович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Телефон

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

