Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0421U100257

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-02-2021

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Павлова Світлана Володимирівна
2. Pavlova Svitlana Volodymyrivna

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: 04-02-2021

Спеціальність за освітою: Педагогіка і методика середньої освіти. Фізика та основи інформатики.

Місце роботи здобувача: Інститут фізики Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417302

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, 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, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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, буд. 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 29.31.21

Тема дисертації:

1. Дослідження філаментації та супутніх нелінійно-оптичних явищ у напівпровідникових матеріалах телекомунікаційного діапазону довжин хвиль.

2. Investigation of filamentation and nonlinear optical phenomena in semiconductor materials of the telecommunication wavelength range.

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вивченню оптичних нелінійних процесів та особливостей взаємодії фемтосекундного випромінювання з довжиною хвилі 1.55 мкм у напівпровідникових матеріалах (c-Si, InP, As2S3) та з довжиною хвилі 800 нм у 65GeS2-25Ga2S3-10CsCl склі. У процесі виконання дисертаційної роботи було розроблено та створено потужний волоконний лазер, що працює на довжині хвилі 1.55 мкм. Отримано максимальне, для даного типу волоконних лазерів, значення енергії імпульсу (2 мкДж) при тривалості імпульсу 410 фс. Із використанням лазера проведено дослідження нелінійних нестаціонарних оптичних явищ та задач мікрообробки матеріалів. Виявлено особливості спектрів випромінювання при взаємодії лазерних імпульсів з центральною довжиною хвилі 1550 нм з матеріалами (c-Si, As2S3, InP) та зафіксовано: асиметричне розширення спектра вихідного імпульсу з 25 нм до 100 нм зі зміщенням у короткохвильову область у c-Si, симетричне розширення спектру у халькогенідному склі з 25 нм до 300 нм та незначні зміни в

спектрі InP (розширення ~7 нм), генерацію третьої гармоніки у кремнії та As2S3. Досліджено залежність кутового розподілу випромінювання з довжиною хвилі 1.55 мкм та його третьої гармоніки у c-Si. Застосовуючи методи часороздільної мікроскопії, вивчено просторово-часову динаміку фс-імпульсу в c-Si при □=1550 нм. Зокрема зареєстровано збільшення тривалості фс лазерних імпульсів та запропоновані фізичні механізми їх формування, а саме: процесами двофотонного поглинання, керрівським самофокусуванням, рефракцією та поглинанням твердотільною плазмою. Всі ці процеси є причиною складного перетворення імпульсу. Зареєстровано просторову трансформацію фс випромінювання з довжиною хвилі 1.55 мкм у c-Si та явище філаментації і мультифіламентації в As2S3. Продемонстровано модифікації у кремнії, формування хвилеводних структур у стеклах As2S3 та 65GeS2-25Ga2S3-10CsCl, приповерхневі модифікації в InP. Виявлено, що основним обмежуючим фактором, що ускладнює процеси модифікації у c-Si та InP, є високий коефіцієнт двофотонного поглинання.

2. The dissertation is devoted to the study of physical phenomena and processes induced by femtosecond laser pulses with the central wavelength of 1550 nm in semiconductor materials (c-Si, InP, As2S3) and in chalcohalide glass 65GeS2-25Ga2S3-10CsCl at a wavelength of 800 nm. For this research, an Er-Yb-doped fiber laser with a wavelength of 1.55 μm was developed. The femtosecond laser source delivers a maximal value of the pulse energy of 2 μJ at a pulse duration of 410 fs and repetition rate of 250 kHz. Using a time-resolved pump-probe technique, non-destructively interact radiation with the crystals at wavelength 1550 nm was shown. The spectral changes of pulses during the interaction with c-Si, As2S3, InP were observed for the first time. Those are an asymmetric expansion of the spectrum of the output pulse from 25 nm to 100 nm with a shift to the short-wavelength region in c-Si, symmetrical expansion spectrum in As2S3 from 25 nm to 300 nm, and slight changes in the spectrum of InP, and also third-harmonic generation in c-Si and As2S3. Non-linear spatial-temporal transformation of the fs pulse, which results in the transformation of the angular profile of the beam from Gaussian to Bessel in c-Si and multifilamentation in As2S3 and generation of green third harmonic, was observed. The dependence of the angular distribution of radiation at a wavelength of 1.55 μm and its third harmonic in c-Si was investigated. Also, an increase in the duration of fs of laser pulses has been registered in c-Si. The physical mechanisms of their formation have been proposed, namely: two-photon absorption processes, Kerr self-focusing, refraction, and solid-state plasma absorption. All these processes are the cause of complex pulse conversion. The advent of ultrafast infrared lasers provides a unique opportunity for the direct fabrication of three-dimensional microdevices. However, strong nonlinearities prevent access to modification regimes in narrow gap materials with the shortest laser pulses. In our study, by a judicious choice of the writing parameters, including laser pulse energy, repetition rate, and inscription speed, the optical structures inside c-Si by the femtosecond laser at a wavelength of 1.55 um were recorded. In the study, it was found that there exists a threshold of the pulse energy to produce a high-quality groove, which is 0.65–2 μJ. It was shown that optimal writing velocity is in the range 0.01–0.07 mm/s at a repetition rate of 0.25–1 MHz. Using femtosecond pulses at wavelength 1.55 um, the structures in As2S3, near-surface modifications in InP have been demonstrated. Focused laser pulses have induced the refractive index modification inside the 65GeS2-25Ga2S3-10CsCl glass at 800 nm wavelength. It was revealed that the main contributions that prevent modification with the shortest pulses are beam depletion by multiphoton absorption, Kerr-induced phase distortions, and defocusing of strong plasma in c-Si and InP.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кадан Віктор Миколайович

2. Kadan Viktor Mykolaiovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лимаренко Руслан Анатолійович

2. Lymarenko Ruslan A.

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Єщенко Олег Анатолійович

2. Yeshchenko Oleg Anatoliyovych

Кваліфікація: д. ф.-м. н., 01.04.05

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради — Яценко Леонід Петрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні — Яценко Леонід Петрович

Відповідальний за підготовку облікових документів

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності — Юрченко Т.А.