Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000710

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-03-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Попович Михайло Васильович
2. Mykhailo V. Popovych

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 29-04-2025

Спеціальність за освітою: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

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

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, 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): PhD 7911

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, 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 напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.19.04, 29.19.07, 29.19.31

Тема дисертації:

1. Структурні властивості халькогенідних стекол Ge-As-S, Ge-As-Se та Ga-Ge-Te

2. Structural properties of Ge-As-S, Ge-As-Se and Ga-Ge-Te chalcogenide glasses.

Реферат/анотація:

1. АНОТАЦІЯ Попович М.В. Структурні властивості халькогенідних стекол Ge-As-S, Ge-As- Se-та Ga-Ge-Te. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізик та наноматеріали.– Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є.Лашкарьова НАН України, Київ, 2025. Сучасні технології в оптиці, фотоніці, оптоелектроніці та запису інформації потребують нових та ефективних рішень, де ключовим напрямом є розробка нових функціональних матеріалів. Халькогенідні стекла є одними із таких, які характеризуються унікальними фізичними властивостями. Такі матеріали прозорі у видимій частині і ближній ІЧ області спектра, мають високу світлочутливість і оптичну нелінійність. Це робить їх цікавими матеріалами для застосувань в актуальних напрямках і забезпечує успішне використання халькогенідних стекол (ХС) для в різноманітних пристроях. Хімічний склад, введення домішок, випромінювання і

температура змінюють їх оптичні показники заломлення і край оптичного поглинання та інші властивості. В свою чергу вивчення структурних властивостей ХС дозволить краще зрозуміти процеси утворення фотостимульованої взаємодії при формуванні поверхневих рельєфів на тонких плівках халькогенідних стекол та багатошарових халькогенідних наноструктурах і розширить та покращить характеристики даних матеріалів в в практичних застосуваннях. Для вирішення ряду фундаментальних проблем фізики неупорядкованого стану детальне вивчення локальної структури, як функції хімічного складу необхідне для встановлення методів керування параметрами локальної структури і фізичними властивостями ХС і для удосконалення параметрів пристроїв на їх основі. 3 Метою дисертаційної роботи є встановлення впливу складу на структурні властивості об‘ємних халькогенідних стекол. У дисертації було отримано наступні наукові результати: З‘ясовано, що в досліджених складах стекол Ge-As-S, Ge-As-Se при зміні композиції відносний вміст основних структурних одиниць та нестехіометричних молекулярних фрагментів змінюється. Виявлено, що для стекол (As2S3)x(GeS2)1-x кореляції між позиціями бозонного піку та першого гострого дифракційного піку немає. Отримані значення координаційних чисел: близько чотирьох для Ge і три для As вказують на тетраедри GeS4 і піраміди AsS3 як основні структурні одиниці (с.о.) у матриці скла (As2S3)x(GeS2)1-x. Показано що структура досліджених стекол Ge-As-Se зазнає змін при зміні складу: положення першої координаційної сфери r1 змінювалися з 2,32 до 2,45 Å зі збільшенням вмісту Ge. Показано, що для стекол Ga11.7Ge14.1Te74.2 параметри ближнього порядку складають: радіуси першої координаційної сфери r1 - 2,67 Å та другої r2 - 4,27 Å , значення кута зв'язку ? = 106° . Практичне значення одержаних результатів Отримані результати досліджень локальної структури халькогенідних стекол забезпечують наукове підґрунтя для встановлення взаємозв‘язку структурних та інших фізико-хімічних властивостей. Такі взаємозв‘язки дають можливість оптимізації використання халькогенідних стекол і структур на їх основі в різноманітних практичних застосуваннях у фотониці, інтегральній оптиці, елементів приладів ІЧ оптики, голографічного та оптичного запису. У вступі визначено напрями та об‘єкт дослідження, сформульовано мету і завдання, визначено методи дослідження, обґрунтовано актуальність та наукову новизну дисертаційної роботи, практичну цінність одержаних 4 результатів та наведено дані про публікації та апробацію дисертаційних досліджень. Перший розділ присвячено огляду та аналізу літературних даних по темі дисертаційної роботи. Розглянуті роботи стосовно структурних та оптичних властивостей і практичних застосувань халькогенідних стекол показали роль структури, зокрема, ближнього порядку на фізико-хімічні макроскопічні властивості. Показано перспективність вже існуючих та можливих в майбутньому практичних застосуваннь халькогенідних стекол і структур на їх основі. Обгрунтовано вибір матеріалів для дослідження та сформульовано мету та завдання дослідження. У другому розділі наведено основні методи отримання об‘ємних зразків халькогенідних стекол, методики, що використовувались для дослідженнь: рентгеноструктурний аналіз (РСА), метод енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDX), спектроскопія комбінаційного розсіяння світла (КРС), розширеної тонкої структури спектрів поглинання рентгенівського випромінювання (EXAFS). У третьому розділі наведено результати досліджень структурних властивостей з використанням рентгеноструктурного аналізу та комбінаційного розсіяння світла стекол Ge-As-Se. Для всіх досліджених складів стекол кутові залежності розсіяного рентгенівського випромінювання аналогічні – мають широкі піки (гало), що систематично зміщені.

2. SUMMARY Popovych M.V. Structural properties of Ge-As-S, Ge-As-Se and Ga-Ge-Te chalcogenide glasses. – Qualifying scientific work, the manuscript. PhD thesis in the field of knowledge 10 Natural Science in specialty 105 Applied Physics and Nanomaterials. – V.Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics, Kyiv, 2024. Modern technologies in optics, photonics, optoelectronics and information recording require new and effective solutions where the key direction is the development of new functional materials. Chelcogenide glasses (CS) are one class of such materials that have unique properties. Such materials are transparenct in VIS and IR spectral range, have high photosensitivity and optical nonlinearity. All these makes them perspective materials for various practical applications. Physical and chemical properties of chalcogenide glasses can be changed by doping and composition change. In turn, the study of the structural properties of CG enables to better understand processes of the photoinduced interaction during surface relief formation using thin films of chalcogenide glasses and multilayer

chalcogenide nanostructures and improve characteriatics of such media in practical applications. In order to solve some fundamental problems of the non-vrystalline state physics it is necessary to study interconnection of atomic structure and local, integral physical properties of chalcogenide glasses which determines the actuality and practical value of given work. The aim of this thesis work was to establish influence of the composition on the structural properties of bulk chalcogenide glasses. Next scientific results were obtained in this thesis: □ It was established that when the composition changes in investigated compositions of Ge-As-S, Ge-As-Se glasses the relative change occurs of the content of the main structural units and non-stoichiometric molecular fragments. 9 □ It was found for the (As2S3)x(GeS2)1-x glasses there is no correlation between positions of the boson peak and first sharp diffraction peak. □ The obtained values of the coordination numbers: about four for Ge and three for As indicate that tetrahedra GeS4 and pyramids AsS3 are main structural units (s.u.) in matrix of (As2S3)x(GeS2)1-x glasses. □ It was shown that the structure of studied Ge-As-Se glasses changes with the change of composition: position of the first coordination sphere r1 was changed from 2,32 up to 2,45 Å with the increase of Ge content. □ It was shown that for the Ga11.7Ge14.1Te74.2 glasses the parameters of the short range order consist: radia of the first coordination sphere r1 - 2,67 Å and for second r2 - 4,27 Å , value of bond angle ? = 106° . The obtained results practical significance • The carried out research broadens the scientific basis for understanding the structure of chalcogenide glasses, provide data for the optimization of the surface relief formation processes on thin films and multilayer chalcogenide nanostructures with the perspective of the use of such media in photonics, integrated optics, information recording and optical elements fabrication. In the introduction of the dissertation, the problems are highlighted, the object and directions of research are determined, the work relevance and scientific novelty are substantiated, the purpose and objectives are formulated, research methods are iудусеув, the practical value of the obtained results and their approbation forms of are outlined. The first chapter analyzes reference sources on this topic. An overview of works on structural and optical properties of chalcogenide glasses is presented. Different interconnections between structure and macroscopic physical properties are shown. The existing and possible in the future practical applications of chalcogenide glasses, thin films and nanocomposites based on them are given. On the base of results of 10 reference sources analysis, the purpose of the study was formulated and the objectives were set. The second chapter describes the main methods for obtaining bulk samples of chalcogenide glasses. The methods used for the study are given: X-ray diffraction analysis (XRD), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX), spectroscopy of Raman scattering of light, extended X-ray absorption fine structure (EXAFS), atomic force microscopy (AFM).

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

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:

- M.V.Popovych, A.V.Stronski, L.O.Revutska, K.V.Shportko, Y.Polishchuk, O.P.Paiuk, V.Yu.Goroneskul Structural investigation of Ge-As-Se glasses Journal of Optoelectronics and Advanced Materials 2023, v.25, Iss.1-2. Q3, impact factor – 0.5. Scopus & WoS ISSN: 14544164
- M.V. Popovych, A.V. Stronski, K.V. Shportko Structural properties of Ga11.7Ge14.1Te74.2 alloys PHYSICS AND CHEMISTRY OF SOLID STATE V. 23, No. 4 (2022) pp. 830-835 Q4 DOI: https://doi.org/10.15330/pcss.23.4.830-835 Scopus & WoS ISSN 1729-4428 (Print); ISSN 2309-8589 (Online)

- A. Stronski, T. Kavetskyy, L. Revutska, K. Shportko, M. Popovych, I. Kaban, P. Jóvári Structural order in (As2S3)x(GeS2)1-x glasses J.Non-Cryst.Solids(2021) November 2021, 121075 Q1 Scopus & WoS https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2021.121075
- A. Stronski, T. Kavetskyy, L. Revutska, I. Kaban, P. Jóvári, K. Shportko, V. Sergienko, M. Popovych The boson peak and the first sharp diffraction peak in (As2S3)x(GeS2)1-x glasses Semiconductor Physics, Quantum & Optoelectronics 2021 v.24, No. 3, P.312-318. Q4 https://doi.org/10.15407/spqeo24.03.312 Scopus & WoS ISSN 1605-6582 (On-line) | ISSN 1560-8034 (Print)
- M.V. Popovych, A.V. Stronski, L.O. Revutska. CHALCOGENIDE GLASSES: STRUCTURAL AND OPTICAL PROPER https://doi.org/10.15407/iopt.2023.58.063Optoelectron. Semicond. Tech. 58, 63-91 (2023) TIES

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; матеріали

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів

Охоронні документи на ОПІВ:

Компонування напівпровідникових виробів
детектори

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0116U002606 0121U107979 0117U003395

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стронський Олександр Володимирович
2. Oleksandr V. Stronskyi Oleksandr

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Міца Володимир Михайлович

2. Vladimir M. Mitsa

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8582-4698

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

Код за ЄДРПОУ: 02070832

Місцезнаходження: вул. Підгірна, буд. 46, Ужгород, Ужгородський р-н., 88000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Галян Володимир Володимирович
2. Volodymyr V. Halyan volodymyr

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0066-7174

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Волинський національний університет імені Лесі Українки

Код за ЄДРПОУ: 02125102

Місцезнаходження: проспект Волі, буд. 13, Луцьк, Луцький р-н., 43025, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Данько Віктор Андрійович
2. Victor A. Danko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цибрій Зиновія Федорівна

2. Tsybrii Zynoviia F.

Кваліфікація: д.ф.-м.н., с.д., 01.04.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416952

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 41, Київ, 03028, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради — Євтух Анатолій Анатолійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні — Євтух Анатолій Анатолійович

Відповідальний за підготовку облікових документів — Пономаренко Валентина Володимирівна

Реєстратор — УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності — Юрченко Тетяна Анатоліївна