

Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0224U002346

Державний реєстраційний номер: 0122U001833

Відкрита

Дата реєстрації: 12-02-2024



1. Етапи виконання

Номер етапу: 2

Назва етапу: Дослідження структури, радіаційних дефектів, ФЛ і ОСЛ отриманих зразків боратного скла і склонанокераміки із складами $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, LiKB_4O_7 , CaB_4O_7 , LiCaBO_3 легованих і співлегованих РЗ (Pr, Tb, Dy, Eu, Gd, Sm та ін.) і перехідними (Ag, Cu, Mn) після α - і β - опромінення. Дослідження електронної і локальної структури стабільних радіаційних центрів. Дослідження впливу α - і β - радіації на ФЛ і ОСЛ.

Початок етапу: 01-2023

Закінчення етапу: 12-2023

Вид звітного документа: Проміжний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Інститут фізичної оптики імені О. Г. Влоха Міністерства освіти і науки України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 19173602

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: вул. Драгоманова, буд. 23, м. Львів, Львівська обл., 79005, Україна

Телефон: 380322611488

Телефон: 380322611483

E-mail: kostyrko@ifol.lviv.ua

WWW: <http://ifol.lviv.ua>

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 38621185

Адреса: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380444813221

E-mail: mon@mon.gov.ua

WWW: <https://mon.gov.ua/ua>

4. Джерела та напрями фінансування

Підстава для проведення робіт: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

КПКВК: 2021040

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 954.120 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Оптично-стимульована люмінесценція в нових дозиметричних матеріалах на основі легованого боратного скла та склонанокераміки

Назва роботи (англ)

Optically stimulated luminescence in new dosimetric materials based on doped borate glass and glassnanoceramic

Реферат (укр)

Методом високотемпературного плавлення вперше отримані високоякісні зразки скла $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$, що містять 1,0 мол.% домішок MnO_2 та RE_2O_3 (RE – Eu, Sm, Er), і проведено їх детальні дослідження методами дифракції X-променів, електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) та оптичної спектроскопії. Параметри локальної структури для всіх досліджених зразків скла були отримані з аналізу їх функцій радіального розподілу, розрахованих з експериментальних даних дифракції X-променів. Аналіз даних ЕПР та оптичної спектроскопії показав, що домішка Mn включена в структурну мережу зразків скла $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$ і $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ у вигляді іонів Mn^{2+} ($3d_5$) і Mn^{3+} ($3d_4$). Ідентифіковано три типи центрів Mn^{2+} : поодинокі центри Mn^{2+} (1) у сильно спотворених вузлах (співвідношення ромбічної та аксіальної констант $|E/D| \leq 1/3$), поодинокі центри Mn^{2+} (2) у вузлах з майже кубічною симетрією ($D = 0$, $E = 0$) та парні центри Mn^{2+} і їхні малі кластери, пов'язані між собою відповідно магнітною дипольною і обмінною взаємодіями. Спектри оптичного поглинання зразків скла $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$ і $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ містять дуже широку інтенсивну смугу з максимумами при 464 нм (у зразку $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$) і 467 нм (в зразках $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$ і $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$), яка належить переходу $5E_g(D)$ \square $5T_2g(D)$ іонів Mn^{3+} , а також серії характерних вузьких ліній іонів Eu^{3+} ($4f_6$, $7F_0$), Sm^{3+} ($4f_5$, $6H_5/2$) і Er^{3+} ($4f_{11}$, $4I_{15/2}$), відповідно. Спектри емісії зразків скла $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$ і $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ мають широку смугу, що відповідає переходу $4T_1g(G)$ \square $6A_1g(S)$ іонів Mn^{2+} , і кілька вузьких смуг, що відповідають переходам $5D_0$ \square $7F_J$ ($J = 0 - 4$) іонів Eu^{3+} в склі $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$ і 3 характерні смуги в жовто-помаранчево-червоному діапазоні, що належать до переходів $4G_5/2$ \square $6H_5/2$, $6H_7/2$, $6H_9/2$ іонів Sm^{3+} . Підтверджено процеси переносу енергії RE^{3+} \square Mn^{2+} , Mn^{3+} і Mn^{2+} \square Mn^{3+} , якими пояснена відсутність люмінесценції Er^{3+} у склі $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ і Mn^{3+} у всіх отриманих зразках скла.

Реферат (англ)

High-quality glasses with the compositions $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$, containing 1.0 mol.% of MnO_2 and RE_2O_3 (RE – Eu, Sm, Er) impurities were obtained for the first time by the method of high-temperature melting, and their detailed studies were carried out using X-ray diffraction, electron paramagnetic resonance (EPR) and optical spectroscopy methods. Analysis of EPR and optical spectroscopy data showed that the Mn impurity is incorporated in the structural network of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$, and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ glasses in the form of Mn^{2+} ions ($3d_5$) and Mn^{3+} ($3d_4$). Three types of Mn^{2+} centers were identified in the studied glasses: single Mn^{2+} centers (1) in strongly distorted sites (the ratio of rhombic and axial constants $|E/D| \leq 1/3$), single Mn^{2+} centers (2) in sites with an almost cubic symmetry ($D = 0$, $E = 0$) and Mn^{2+} pair centers and their small clusters, coupled by magnetic dipolar and exchange interactions, respectively. The optical absorption spectra of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$, and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ glasses contains a very broad intense band with maxima at 464 nm (in the $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$ sample) and 467 nm (in the $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$ and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ samples), which belong to the transition $5E_g(D)$ \square $5T_2g(D)$ of Mn^{3+} ions, and a series of characteristic narrow lines of the Eu^{3+} ($4f_6$, $7F_0$), Sm^{3+} ($4f_5$, $6H_5/2$), and Er^{3+} ($4f_{11}$, $4I_{15/2}$) ions, respectively. The emission spectra of the $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Sm}$, and $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Er}$ glasses have a broad band corresponding to the $4T_1g(G)$ \square $6A_1g(S)$ transition of Mn^{2+} ions and narrow bands corresponding to the $5D_0$ \square $7F_J$ ($J = 0 - 4$) transitions of Eu^{3+} ions in $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn},\text{Eu}$ glass and 3 characteristic bands in the yellow-orange-red range belonging to the

4G5/2 \leftrightarrow 6H5/2, 6H7/2, 6H9/2 transitions of Sm³⁺ ions. The RE³⁺ \leftrightarrow Mn²⁺, Mn³⁺ and Mn²⁺ \leftrightarrow Mn³⁺ energy transfer processes were confirmed, which explains the absence of Er³⁺ luminescence in Li₂B₄O₇:Mn,Er glass and Mn³⁺ in all glasses.

Індекс УДК: 535.37, 621.373, 544.23

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.31.23, 47.09.48

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): боратні скла з основним складом Li₂B₄O₇, леговані й співлеговані РЗЕ (Eu, Sm, Er) та перехідними елементами (Ag, Cu, Mn)

Назва продукції (англ): borate glasses with the basic composition of Li₂B₄O₇, alloyed and co-alloyed with rare earth (Eu, Sm, Er) and transition elements (Ag, Cu, Mn)

Очікувані результати: Матеріали

Галузь застосування: медична ОСЛ діагностика, дозиметрія різних видів іонізуючої радіації, в тому числі теплових нейтронів, військова і космічна техніка

Опис продукції (укр): Було проведено вдосконалення технології отримання зразків боратного скла з основним складом Li₂B₄O₇, легованих і співлегованих РЗЕ (Eu, Sm, Er) й перехідними елементами (Ag, Cu, Mn) та відповідної склонанокераміки. Зокрема, в результаті були отримані зразки боратного скла високої хімічної чистоти і оптичної якості із такими складами: Li₂B₄O₇:Cu,Sm, Li₂B₄O₇:Mn,Eu, Li₂B₄O₇:Mn,Sm і Li₂B₄O₇:Mn,Er із вмістом 1.0 мол.% CuO, MnO₂, Eu₂O₃, Sm₂O₃ та Er₂O₃ і детально досліджена їхня локальна структура рентгенодифракційним методом та хімічний склад методом енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDX). Встановлено, що склад отриманих зразків скла відповідає складу відомого кристалу тетраборату літію (Li₂B₄O₇), а їхня локальна структура, подібна структури відповідного кристалу і сформована тетраедрами BO₄ і трикутниками BO₃, тоді як Li належить до модифікаторів скла, розташованих у сильно спотворених (здеформованих) поліедрах LiO_n (де n = 4 – 7).

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Стадія завершеності НТП: Звіт по НДДКР

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: Інститут фізичної оптики імені О.Г. Влоха

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: За договорами

Форми та умови передачі продукції: Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

B.V. Padlyak, I.I. Kindrat, V.T. Adamiv, Y.O. Kulyk, I.M. Teslyuk, A. Drzewiecki, I. Stefaniuk / Local structure, spectroscopy and luminescence of the Li₂B₄O₇:Cu,Er glass // Materials Research Bulletin – V. 167 (2023) 112432; <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2023.112432>; (Q1).

B.V. Padlyak, I.I. Kindrat, Y.O. Kulyk, Y.S. Hordieiev, V.I. Goleus, R. Lisiecki / Structural features and optical-luminescent properties of the Pb-containing germanate and silicate oxyfluoride glasses // Materials Science and Engineering: B – V. 293 (2023) 116460; <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2023.116460>; (Q2).

O. Shpotyuk, A. Ingram, Y. Shpotyuk, V. Adamiv / Understanding the paradigm of vitrification–devitrification transitions in oxide network forming compounds using a revised positron lifetime analysis // Journal of Non-Crystalline Solids – V. 622 (2023) 122646; <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2023.122646>; (Q2).

Elena Echeverria, John McClory, Lauren Samson, Katherine Shene, Juan A. Colín Santana, Yaroslav Burak, Volodymyr Adamiv, Ihor Teslyuk, Lu Wang, Wai-Ning Mei, Kyle A. Nelson, Douglas S. McGregor, Peter A. Dowben, Carolina C. Ilie, James Petrosky, Archit Dhingra / Lithium Tetraborate as a Neutron Scintillation Detector: A Review // Preprints (www.preprints.org), Posted: 24 November 2023; doi:10.20944/preprints202311.1593.v1; (Q2).

B.V. Padlyak, I.I. Kindrat, V.T. Adamiv / New effective luminescent materials based on the borate glasses co-doped with rare-earth ions and silver (a review) // Journal of Physical Studies – V. 27, No. 1 (2023) p. 1998-6; DOI:https://doi.org/10.30970/jps.27.1998; (Q4).

B.V. Padlyak, I.I. Kindrat, Y.O. Kulyk, A. Drzewiecki, V.T. Adamiv, I.M. Teslyuk / Local structure and spectroscopic properties of the Li₂B₄O₇:Mn, Eu and Li₂B₄O₇:Mn, Sm glasses // Journal of Physical Studies – V. 27, No. 4 (2023) p. 4998-8-9; DOI: https://doi.org/10.30970/jps.27.4998; (Q4).

I. I. Kindrat, B.V. Padlyak, A. Drzewiecki, Y.O. Kulyk, Y.S. Hordieiev, V.I. Goleus, R. Lisiecki / Optical spectroscopy and local structure of lead-containing glasses with different compositions // Journal of Physical Studies – V. 27, No. 4 (2023) p. 4998-7-8; DOI: https://doi.org/10.30970/jps.27.4998; (Q4).

B.V. Padlyak / EPR spectroscopy of the radiation-induced centres in borate glasses // Abstracts of Zakopane School of Physics “Breaking Frontiers: Submicron Structures in Physics and Biology”, 23–27 May 2023, Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences, p. 38.

V. Adamiv, Ya. Burak, N. Volod'ko, U. Dutchak, T. Izo, I. Teslyuk, A. Luchechko / Silver-doped Lithium Triborate Glass for OSL Dosimetry // 3rd International Conference on Innovative Materials and NanoEngineering (IMNE'2023), November 10-13, 2023, Dovgoluka, Ukraine. – P. 30.

Дутчак У.М., Ізьо Т.А., Адамів В.Т. / Ранні результати розробки нового дозиметричного матеріалу для променевої терапії // Тези доповідей науково-практичної конференції громадської організації «Українське товариство радіаційних онкологів» з міжнародною участю «Актуальні питання радіаційної онкології в Україні» 22-23 серпня 2023 р., м. Ужгород. – Інформаційно-Аналітичний Бюлетень «Радіологічний Вісник» № 1-2 (82-83) 2023. – С. 84.

B.V. Padlyak, I.I. Kindrat, R. Lisiecki, V.T. Adamiv / Laser materials based on borate glasses, co-doped by Er and Ag // Scientific and Technical Conference “Laser technologies. Laser and their applications (LTLA-2023)”, June 29–30, 2023, Truskavets, Ukraine.

I.I. Kindrat, B.V. Padlyak, R. Lisiecki, A. Drzewiecki, I.M. Teslyuk, V.T. Adamiv / Spectroscopy of the Tm-doped and Tm-Ag co-doped lithium tetraborate glasses // Scientific and Technical Conference “Laser technologies. Laser and their applications (LTLA-2023)”, June 29–30, 2023, Truskavets, Ukraine.

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 17

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 1

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

Адамів Володимир Теодорович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Адаменко Дмитро Ігорович (к. ф.-м. н.)

Васильків Юрій Васильович (д. ф.-м. н., с.д.)

Мись Оксана Григорівна (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Падляк Богдан Володимирович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

Сай Андрій Степанович

Теслюк Ігор Михайлович

Керівник організації:

Влох Ростислав Орестович (д.ф.-м.н., професор)

Керівники роботи:

Падляк Богдан Володимирович (д.ф.-м.н., с.н.с.)

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності
УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.