

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U001706

Державний реєстраційний номер: 0122U001500

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 05-02-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Розвиток технології поверхнево-активованого дифузійного зварювання для створення оптичних елементів складної архітектури з кераміки і кристалів тугоплавких сполук

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут монокристалів
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 00210217

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 60, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380573410314, 380573410229, 380573410210

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, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

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.): 10750.915
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розвиток технології поверхнево-активованого дифузійного зварювання для створення оптичних елементів складної архітектури з кераміки і кристалів тугоплавких сполук

Назва роботи англійською:

Development of technology of surface-activated diffusion bonding for fabrication of optical elements of complex architecture from ceramics and crystals of high-melting compounds

Реферат українською:

Метою роботи є адаптація технології дифузійного зварювання для отримання високоефективних лазерних середовищ зі складною архітектурою для потреб безпеки та оборони. Реалізовано умови отримання монофазної високолегованої кераміки YAG:Sm³⁺ із вмістом іонів самарію ≤9 ат.%. За вищих концентрацій відбувається частковий розпад пересиченого твердого розчину заміщення з утворенням самарій-вмисної домішкової фази по границях зерен кераміки. Це збільшує оптичні втрати через розсіювання світла на межах розділу матричної та вторинної фаз, що мають різні коефіцієнти оптичного заломлення. Розроблено методику з'єднання монокристалів та кераміки Sm³⁺:YAG і Nd³⁺:YAG методом дифузійного зварювання без застосування зовнішнього тиску. Показано, що модифікація кремній-вмисними сполуками поверхонь, які з'єднуються, призводить до формування рідкої фази за температури >1400°C (евтектика SiO₂-YAG), що забезпечує монолітизацію кристалів та усуває фізичну границю на інтерфейсі. Виготовлено експериментальні зразки комбінованих активних елементів Sm³⁺:YAG/Nd³⁺:YAG/Sm³⁺:YAG. Показано, що оптичні втрати на інтерфейсі комбінованого елемента практично відсутні – дво- та тришарові зразки демонструють оптичні властивості на рівні вихідних монокристалів.

Реферат англійською:

The goal of the project is to adapt diffusion bonding technology for producing high-efficiency laser media with complex architectures to meet security and defense needs. The conditions for obtaining single-phase, highly-doped YAG:Sm³⁺ ceramics with a samarium ion content of ≤9 at.% were implemented. At higher concentrations, partial decomposition of the supersaturated substitutional solid solution occurs, forming a samarium-enriched impurity phase at the ceramic grain boundaries. This increases optical losses due to light scattering at the interfaces between the matrix and secondary phases, which have different refractive indices. A method for bonding of YAG:Sm³⁺ and YAG:Nd³⁺ single crystals and ceramics via diffusion bonding without applying external pressure was developed. It was demonstrated that modifying the bonding surfaces with silicon-containing compounds leads to the formation of a liquid phase at temperatures above 1400°C (SiO₂-YAG eutectic), ensuring crystal monolithization and eliminating the physical boundary at the interface. Experimental samples of combined active elements (Sm³⁺:YAG/Nd³⁺:YAG/Sm³⁺:YAG) were fabricated. It was shown that optical losses at the interface of the combined element are virtually absent, two- and three-layer samples exhibit optical properties comparable to those of the starting single crystals.

Індекс УДК: 620.22, [681.7.024:666.3-16]+621.375.826

Коди тематичних рубрик: 81.09

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Толмачов Олександр Володимирович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: професор, член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Явецький Роман Павлович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Методика оптичного з'єднання монокристалів Sm³⁺:YAG і Nd³⁺:YAG методом дифузійного зварювання

Назва НТП англійською: Methodic of optical joining of Sm³⁺:YAG and Nd³⁺:YAG single crystals by the diffusion bonding method

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: Механічна інженерія

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблено методику дифузійного зварювання монокристалів YAG з використанням кремній-вмісних сполук в якості модифікатора. Оптимізовано склад кремній-вмісного гелю, що активує дифузійні процеси при високотемпературному з'єднанні

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Механічна інженерія

Перспективні ринки: Україна, зарубіжні країни

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

1. A.D. Timoshenko, A.G. Doroshenko, S.V. Parkhomenko, I.O. Vorona, O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, O.O. Vovk, A.V. Tolmachev, V.N. Baumer, I. Matolínová, R.P. Yavetskiy. Effect of the sintering temperature on microstructure and optical properties of reactive sintered YAG:Sm³⁺ ceramics // Optical Materials: X. – 2022. – V.13. – 100131 (7 pp.). – Invited Paper. – <https://doi.org/10.1016/j.omx.2021.100131>

2. I.O. Vorona, R.P. Yavetskiy, S.V. Parkhomenko, A.G. Doroshenko, O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, A.D. Timoshenko, A.E. Balabanov, A.V. Tolmachev, V.N. Baumer. Effect of complex $\text{Si}^{4+}+\text{Mg}^{2+}$ additive on sintering and properties of undoped YAG ceramics // Journal of the European Ceramic Society. – 2022. – V.42, No.13. – P.6104–6109. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2022.05.017>
3. N.A. Safronova, O.S. Kryzhanovska, A.G. Doroshenko, S.V. Parkhomenko, I.O. Vorona, M.V. Dobrotvorska, A.T. Budnikov, A.V. Tolmachev, R.P. Yavetskiy. Effect of solid loading on properties of $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Nd}_2\text{O}_3$ powder mixtures obtained by planetary ball milling and ceramics based on them // Ceramics International – 2022. – V.48, No.22 – P.33003–33010. – <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.07.232>
4. D.G. Chernomorets, O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, A.E. Balabanov, A.G. Doroshenko, I.O. Vorona, S.V. Parkhomenko, A.V. Tolmachev, R.P. Yavetskiy. Optimization of rheological properties of Y_2O_3 slurries for obtaining IR-transparent ceramics // Functional Materials. – 2022. – V.29, No.2. – P.244–251. – <https://doi.org/10.15407/fm29.02.244>
5. A.D. Timoshenko, O.O. Matvienko, A.G. Doroshenko, S.V. Parkhomenko, I.O. Vorona, O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, O.O. Vovk, A.V. Tolmachev, V.N. Baumer, I. Matolínová, S. Hau, C. Gheorghe, R.P. Yavetskiy. Highly-doped YAG:Sm^{3+} transparent ceramics: Effect of Sm^{3+} ions concentration // Ceramics International – 2023. – V.49, No.5 – P.7524–7533. – <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.10.257>
6. Lixuan Zhang, Xiaoying Li, Dianjun Hu, M. Dobrotvorska, R. Yavetskiy, Zhengfa Dai, Tengfei Xie, Qiang Yuan, Haohong Chen, Qiang Liu, Jiang Li. Fine-grained $\text{Tb}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ transparent ceramics prepared by co-precipitation synthesis and two-step sintering // Magnetochemistry. – 2023. – V.9. – 47 (13 pp.). – <https://doi.org/10.3390/magnetochemistry9020047>
7. S. Parkhomenko, A. Balabanov, O. Kryzhanovska, N. Safronova, I. Vorona, A. Doroshenko, O. Vovk, O. Vashchenko, A. Tolmachev, R. Yavetskiy. Effect of green body annealing on microstructure and optical properties of $\text{Y}_2\text{O}_3\text{:Yb}^{3+}$ ceramics // Ceramics International. – 2023. – V.49, No.17 – P.29048–29054. – <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.06.179>
8. S.V. Parkhomenko, O.O. Matvienko, I.O. Vorona, A.G. Doroshenko, O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, P.V. Mateychenko, A.V. Tolmachev, A. Kuncser, G. Croitoru, R.P. Yavetskiy. Reactive sintering of coaxial $\text{Yb}^{3+}\text{:YAG/YAG}$ transparent ceramics // Optical Materials. – 2024. – V.156. – 115970 (7 pp.). – <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2024.115970>
9. D. Chernomorets, P. Galizia, G. Zanetti, S. Varas, A. Chiasera, A. Piancastelli, R. Yavetskiy, J. Hostaša. IR-transparent Y_2O_3 ceramics: effect of zirconia concentration on optical and mechanical properties // Open Ceramics. – 2024. – V.20. – 100666. – <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2024.100666>
10. S.V. Parkhomenko, O.O. Matvienko, I.O. Vorona, A.G. Doroshenko, O.S. Kryzhanovska, N.A. Safronova, P.V. Mateychenko, A.V. Tolmachev, A. Kuncser, G. Croitoru, R.P. Yavetskiy. Reactive sintering of coaxial $\text{Yb}^{3+}\text{:YAG/YAG}$ transparent ceramics // SSRN. – 2024. – <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4826556>
11. Р. Явецький, І. Ворона, О. Крижановська, С. Пархоменко, О. Будніков. Спосіб дифузійного зрощування оптичних деталей з тугоплавких оксидів. Заявка на патент України на винахід №а2023 02162 від 08.05.2023.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Притула Ігор Михайлович

д. ф.-м. н., 01.04.10

Перелік осіб-виконавців

БАЛАБАНОВ Антон Едуардович

(д. філ. н.)

ВОРОНА Ігор Олегович

(к. ф.-м. н.)

ДОБРОТВОРСЬКА Марія Вікторівна

(к. ф.-м. н.)

ДОРОШЕНКО Андрій Григорович

(к. т. н.)

КРИЖАНОВСЬКА Олександра Сергіївна

(к. т. н.)

ЛИТВИНОВ Леонід Аркадійович

(д. ф.-м. н.)

МАТВИЄНКО Оксана Олександрівна

(к. т. н.)

МАТЕЙЧЕНКО Павло Вікторович

ПАРХОМЕНКО Сергій Володимирович

(к. т. н.)

САФРОНОВА Надія Андріївна

(к. т. н.)

ТИМОШЕНКО Арсеній Дмитрович

(д. філ. н.)

ТОЛМАЧОВ Олександр Володимирович

(д. ф.-м. н.)

ЧЕРНОМОРЕЦЬ Дар'я Григорівна

(аспірант)

ЯВЕЦЬКИЙ Роман Павлович

(д. т. н.)

Відповідальний за підготовку

НАУМЕНКО Олена

облікових документів

Телефон

+38 (096) 424-40-73

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

