

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000663

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-01-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Людвіченко Олексій Петрович

2. Liudvichenko Oleksii P.

Кваліфікація: д.філософ

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: ні

Шифр наукової спеціальності: 132

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 132 Матеріалознавство

Дата захисту: 15-02-2024

Спеціальність за освітою: Динаміка і міцність машин

Місце роботи здобувача: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID 4669

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.09.35.19

Тема дисертації:

1. Вплив умов резистивного нагрівання комірки високого тиску на кристалізацію GaN із розчин-розплавної системи Fe-Ga-N
2. Influence of resistive heating conditions of a high-pressure cell on the crystallization of GaN from the Fe-Ga-N melt-solution system

Реферат:

1. Дисертацію присвячено встановленню умов резистивного нагрівання комірок високого тиску апаратів типів «тороїд-30» і «тороїд-40» для дослідження розчинності нітриду галію у армко-залізі і кристалізації GaN із розчин-розплавної системи Fe-Ga-N. Встановлено, що при значеннях градієнта температури ~ 13 °C/мм має місце агрегатний хаотичний ріст кристалів GaN; при зменшенні градієнта температури до значень ~ 8 °C/мм утворюється текстурований квазімонокристал GaN; при подальшому зменшенні градієнта температури до 1,5 °C/мм спостерігається нестиснений ріст монокристалів GaN пелюсткової форми розміром до 3 мм, які об'єднуються в куцоподібні друзи. Оптимізовано схеми резистивного нагрівання комірки АВТ типу «тороїд-40», які забезпечують зменшення величини градієнта температури і приводять до

покращення структурної досконалості кристалів GaN. Показано, що для забезпечення росту монокристалів GaN пелюсткової форми із системи Fe–Ga–N у температурному градієнті оптимальною є схема нагрівання комірки АВТ типу «тороїд-40» з використанням комбінованих торцевих нагрівачів з діаметром графітового диска у 10 мм. Усереднене значення осьового градієнта температури при цьому становить 1,5 °С/мм, ізолінії температури мають горизонтальну орієнтацію. Показано, що в процесі зростання зони кристалізації GaN температура в кристалізаційному об'ємі зменшується незначно (максимально до 5 °С), що не потребує додаткового коригування теплового стану комірки при довготривалих режимах кристалізації GaN у температурному градієнті. Встановлено, що для проведення експериментів з вивчення розчинності нітриду галію у залізі в АВТ типу «тороїд-30» оптимальною є схема нагрівання комірки, що відповідає 60 %-вій концентрації ZrO₂ в осьових нагрівачах, товщині стінки трубчастого нагрівача у 1,5 мм, за яких температура у зразку змінюється в інтервалі 1805–1842 °С. Разом з тим, варіювання товщини стінки трубчастого нагрівача від 1,0 до 2,1 мм веде до незначного (~2 °С) збільшення максимального перепаду температури у зразку GaN+Fe за одночасної лінійної зміни температури в центрі зразка від 1580 до 2059 °С, що забезпечує можливість його дослідження в широкому температурному інтервалі без зміни ступеня однорідності його теплового стану.

2. The dissertation is devoted to establishing the conditions of resistive heating of high-pressure cells of "toroid-30" and "toroid-40" types of apparatuses for researching the solubility of gallium nitride in Armco-iron and the crystallization of GaN from the Fe–Ga–N melt-solution system. Established that values of the temperature gradient ~13 °C/mm, aggregate chaotic growth of GaN crystals takes place; when the temperature gradient is reduced to values of ~8 °C/mm, a textured GaN quasi-single crystal is formed; with a further decrease in the temperature gradient to 1.5 °C/mm, incompressible growth of petal-shaped GaN single crystals up to 3 mm in size is observed, which combine into bush-like druses. The resistive heating schemes of the cell HPA "toroid-40" have been optimized, which ensure a decrease in the temperature gradient and lead to an improvement in the structural perfection of GaN crystals. To ensure the growth of petal-shaped GaN single crystals from the Fe–Ga–N system in a temperature gradient, the heating scheme of the cell of the HPA "toroid-40" type using combined end heaters with a graphite disk diameter of 10 mm is optimal. The average value of the axial temperature gradient in this case is 1.5 °C/mm, the temperature isolines have a horizontal orientation. It is shown that with the growth of the GaN crystallization zone, the temperature in the crystallization volume decreases slightly (up to 5 °C), which does not require additional adjustment of the thermal state of the cell during long-term modes of GaN crystallization in a temperature gradient. Established that for conducting experiments on the solubility of gallium nitride in iron in the HPA "toroid-30" type, the optimal cell heating scheme is 60% concentration of ZrO₂ in axial heaters and wall thickness of the tubular heater of 1.5 mm, which provides the temperature in the sample varies in the interval 1805–1842 °C. At the same time, varying the wall thickness of the tubular heater from 1.0 to 2.1 mm leads to a slight (~2 °C) increase in the maximum temperature difference in the GaN+Fe sample with a simultaneous linear temperature change in the centre of the sample from 1580 to 2059 °C, which makes it possible to study it in a wide temperature range without changing the degree of homogeneity of its thermal state.

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:

- 1. Liudvichenko O.P., Lyeshchuk O.O., Petrusha I.A. Effect of the concentration of components and the size of heaters on the thermal state of a high-pressure cell to study the solubility of gallium nitride in iron. *J. Superhard Mater.* 2023. Vol. 45, no. 2. P. 83–92.
- 2. Людвіченко О.П., Анісін О.М., Лещук О.О., Щидловський В.І. Скінченноелементний аналіз електрорезистивного нагрівання апарата високого тиску для дослідження розчинності GaN у Fe. *Mech. Adv. Technol.* 2021. Vol. 5, no. 3. С. 302–306.
- 3. Людвіченко О.П., Анісін О.М., Лещук О.О., Петруша І.А. Моделювання теплового стану апарата високого тиску при дослідженні розчинності нітриду галію в залізі. *Інструментальне матеріалознавство: Зб. наук. праць.* Київ: ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2021. Вип. 24. С. 325–334.
- 4. Людвіченко О.П., Лещук О.О., Гордеев С.О. Моделювання теплового стану комірки апарата високого тиску при вирощуванні кристалів нітриду галію. *Технічна інженерія.* 2023. № 1. С. 57–66.
- 5. Людвіченко О.П., Лещук О.О., Гордеев С.О., Петруша І.А. Дослідження теплового стану комірки апарата високого тиску з використанням комбінованих нагрівачів при вирощуванні кристалів нітриду галію. *Інструментальне матеріалознавство: Зб. наук. праць.* Київ: ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2023. Вип. 26. С. 245–252.
- 6. Людвіченко О.П., Гордеев С.О., Лещук О.О., Петруша І.А. Тепловий стан комірки високого тиску при кристалізації GaN. *Матеріали Шк.-конф. молодих вчен. «Сучасне матеріалознавство: фізика, хімія, технології (СМФХТ – 2021)».* Ужгород: ФОП Сабов А. М., 2021. С. 151–152.
- 7. Людвіченко О.П., Лещук О.О., Петруша І.А. Дослідження теплового стану комірки апарата високого тиску типу «тороїд» для вивчення розчинності нітриду галію у залізі. *Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 22-ї Міжнар. наук.-практ. конф. 04–05 жовт. 2022 р.* Київ: АТМ України, 2022. С. 30–32.А
- 8. Людвіченко О.П., Гордеев С.О., Лещук О.О. Тепловий стан комірки АВТ типу «тороїд» при вирощуванні кристалів нітриду галію. *Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті: Матеріали 23-го Міжнар. наук.-техн. семінару, 15–16 берез. 2023 р.* Київ: АТМ України, 2023. С.68–71.
- 9. Людвіченко О.П., Гордеев С.О., Лещук О.О. Дослідження впливу нової фази на розподіл температури в комірці апарата високого тиску при кристалізації нітриду галію. *Scientific Research and Innovation: Proc. 2nd Int. Sci. and Pract. Internet Conf., Apr. 3–4, 2023.* Dnipro: FOP Marenichenko V. V., 2023. P. 238–240.
- 10. Людвіченко О.П., Гордеев С.О., Лещук О.О. Вплив концентрації графіту в нагрівачах на тепловий стан апарата високого тиску типу "тороїд" при вирощуванні кристалів нітриду галію. *Modern problems of science, education and society. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua".* Kyiv, Ukraine. 2023. P. 21-27.
- 11. Людвіченко О.П., Гордеев С.О., Лещук О.О. Вплив синтезованої фази нітриду галію на перепад температури в ростовому об'ємі апарата високого тиску. *IX Міжнар. наук.-практ. конф. «Теоретичні і експериментальні дослідження в сучасних технологіях матеріалознавства та машинобудування»:* Матеріали конф. (тези), 30 трав. – 1 черв. 2023 р., м. Луцьк. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 117–119.
- 12. Людвіченко О.П., Лещук О.О., Гордеев С.О., Петруша І.А. Моделювання теплового стану модернізованої комірки апарата високого тиску при вирощуванні кристалів нітриду галію. *Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 23-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 27–28 верес. 2023 р.* Київ: АТМ України, 2023. С. 51–53.
- 13. Людвіченко О.П., Лещук О.О. Визначення умов резистивного нагрівання комірки високого тиску для кристалізації GaN із розчин-розплавної системи Fe–Ga–N. *Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування: Тез. доп. Дванадцятій конф. молодих вчених та спеціалістів, 19–20 жовт. 2023р., м. Київ.* Київ: ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 2023. С. 6–9.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

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

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0119U100566

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лещук Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Lyeshchuk

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0006-2008-1399

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Михайлов Олег Володимирович
2. Oleg V. Mikhailov

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6040-2376

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Козирев Артем В'ячеславович
2. Artem V. Kozyrev

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1986-1508

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет будівництва і архітектури

Код за ЄДРПОУ: 02070909

Місцезнаходження: проспект Повітряних сил, Київ, 03037, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Соколов Олександр Миколайович
2. Aleksandr M. Sokolov

Кваліфікація: к.т.н., с.н.с., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3783-0545

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бочечка Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Bochchka

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5728-891X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Майстренко Анатолій Львович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Майстренко Анатолій Львович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Смоквина Володимир Віталійович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна