

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 170190

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ β -Ga₂O₃ ИЗ СОБСТВЕННОГО РАСПЛАВА

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *см. на обороте*

Заявка № 2016134366

Приоритет полезной модели 22 августа 2016 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 18 апреля 2017 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 22 августа 2026 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016134366, 22.08.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.08.2016

Дата регистрации:
18.04.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.08.2016

(45) Опубликовано: 18.04.2017 Бюл. № 11

Адрес для переписки:
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Николаев Владимир Иванович (RU),
Крымов Владимир Михайлович (RU),
Маслов Виктор Николаевич (RU),
Бугров Владислав Евгеньевич (RU),
Романов Алексей Евгеньевич (RU),
Ширишев Павел Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики" (Университет ИТМО)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2013073497 A1, 23.05.2013. RU
2067626 C1, 10.10.1996. JP 62091487 A,
25.04.1987. JP 62091488 A, 25.04.1987. GB
1487587 A, 05.10.1977.

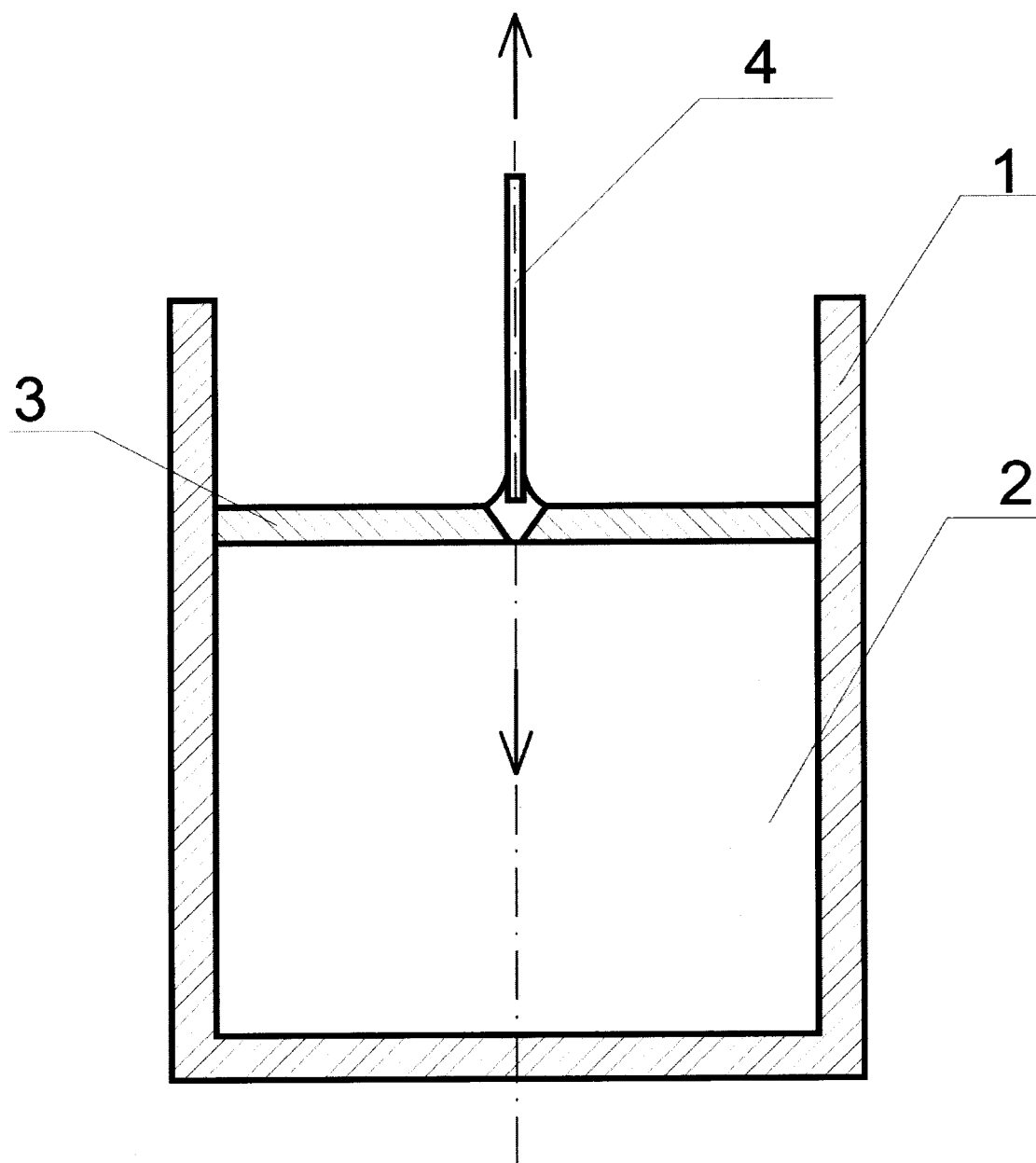
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ β -Ga₂O₃
ИЗ СОБСТВЕННОГО РАСПЛАВА

(57) Реферат:

Полезная модель относится к устройствам для выращивания из расплава профилированных монокристаллов и может быть использовано для получения монокристаллов оксида галлия (β -Ga₂O₃).

Устройство для выращивания профилированных монокристаллов β -Ga₂O₃ из собственного расплава включает тигель с расплавом, затравку и формообразователь с системой подачи расплава к фронту кристаллизации. В отличие от прототипа, формообразователь выполнен в виде плавающей на поверхности расплава пластины с

формообразующим отверстием, затравка расположена над формообразующим отверстием с функцией предотвращения испарения расплава через это отверстие до начала затравления и вытягивания, а число отверстий в формообразователе может быть более одного. Тигель и формообразователь выполнены из высокотемпературной модификации оксида алюминия (α -Al₂O₃). Следствием приведенных отличий является достигаемый технический результат - более дешевые монокристаллы Ga₂O₃.
1 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

Полезная модель относится к устройствам для выращивания из расплава профилированных монокристаллов и может быть использована для получения монокристаллов оксида галлия ($\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$).

Оксид галлия ($\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$) - это широкозонный полупроводник с высоким напряжением электрического пробоя, который является перспективным материалом для производства высоковольтных транзисторов, ультрафиолетовых светодиодов, прозрачных проводящих покрытий.

Известен аналог устройства US 8747553 B2, в котором рост кристалла оксида галлия производится с помощью плавления шихты галогеновой лампой и дальнейшего вытягивания полученного расплава в кристалл. Недостатком устройства является необходимость специального приготовления шихты - а именно предварительного спекания ее в форме стержня при 1500°C . Недостатком устройства является излишняя сложность конструкции, подразумевающая наличие прозрачных окон для высокоинтенсивной галогеновой лампы. Недостатком устройства с лучевым нагревом является сложность соблюдения стабильности тепловых условий, неоднородный прогрев шихты, резкое остывание при кристаллизации, невозможность полностью контролировать температурный градиент в области фронта кристаллизации. Как следствие, недостатком является высокая концентрация дефектов в получаемых кристаллах. Размеры кристаллов, которые получены в устройствах с лучевым нагревом, невелики и пока не существует решений, как их увеличить до промышленно значимых.

Наиболее близкой по технической сущности и принятой нами за прототип является конструкция устройства, представленная в заявке PCT WO 2013073497 A1, METHOD FOR GROWING $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ SINGLE CRYSTAL (дата публикации 23.05.2013), посвященная способу выращивания монокристаллов $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ из собственного расплава с использованием метода EFG, в том числе как «чистых», так и допированных кристаллов $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$. Допирование возможно путем добавления в исходную шихту легирующего компонента, где легирующими компонентами выступают Al, In, C, Si, Ge; Sn, Pb, Zn, Cd и др. Предлагаемое в WO 2013073497 A1 устройство содержит тигель с расплавом, затравку и формообразователь с системой подачи расплава к фронту кристаллизации за счет капиллярного давления.

Недостатком этого устройства является большое количество элементов конструкции тигля и формообразователя из иридия, что сильно увеличивает стоимость получаемого кристалла. Недостатком устройства являются изменяющиеся в процессе вытягивания условия подачи расплава к фронту кристаллизации, что усложняет сам процесс, а значит также приводит к удорожанию получаемых кристаллов при понижении их качества. Также в данном устройстве не предусмотрена возможность группового роста кристаллов (более одного).

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является возможность изготовления более дешевых монокристаллов оксида галлия с заданным поперечным сечением.

Данный технический результат достигается за счет того, что в устройстве для выращивания профилированных монокристаллов $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ из собственного расплава, включающем тигель с расплавом, затравку и формообразователь с системой подачи расплава к фронту кристаллизации, формообразователь выполнен в виде плавающей на поверхности расплава пластины с формообразующим отверстием, а затравка расположена над формообразующим отверстием с функцией предотвращения испарения расплава через это отверстие до начала затравления и вытягивания. Тигель и

формообразователь выполнены из высокотемпературной модификации оксида алюминия ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) с возможностью слабого растворения в расплаве. При этом число отверстий в формообразователе может быть более одного.

5 Сущность полезной модели поясняется чертежами (фиг. 1 и фиг. 2), на которых изображено патентуемое устройство. Оно состоит из: тигля 1 с расплавом 2, плавающего формообразователя 3, держателя с затравочным кристаллом 4. Тигель 1 и формообразователь 3 сделаны из оксида алюминия $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$. Формообразователь 3 представляет собой пластину, полностью закрывающую поверхность расплава 2, кроме тех мест, где сделаны отверстия для питания растущего кристалла. Для обеспечения 10 более высокого капиллярного давления в каналах формообразователя отверстия могут сужаться к поверхности расплава (например, иметь форму лунки). Формообразователь 3 может быть с несколькими отверстиями для обеспечения группового роста кристаллов (фиг. 2). В таком случае затравок тоже будет несколько.

15 Устройство работает следующим образом. Шихта оксида галлия при нагревании до 1850°C плавится в тигле 1 в зоне 2. Затравочный кристалл в держателе 4 находится прямо над отверстием формообразователя 3. При плавлении шихты и образовании расплава происходит процесс затравления. Затем происходит плавный подъем затравочного кристалла 4. В процессе подъема затравочного кристалла происходит 20 вытягивание из расплава кристалла оксида галлия. Питание растущего кристалла производится посредством подъема столба расплава 2 за счет капиллярных сил в отверстии формообразователя. Отверстие своей кромкой задает форму растущего кристалла. При этом происходит уменьшение объема расплава в зоне 2. Как следствие, формообразователь 3 плавно перемещается вниз вслед за поверхностью расплава.

25 Заявляемое устройство по сравнению с прототипом имеет более низкую стоимость элементов конструкции, так как тигель 1 и плавающий формообразователь 3 изготовлены из высокотемпературной модификации оксида алюминия $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, имеет более малую площадь контакта поверхности формообразователя с поверхностью расплава, что важно, так как расплав оксида галлия обладает высокой химической 30 активностью. Имеет автоматическую регулировку условий подачи расплава к фронту кристаллизации, так как формообразователь 3 свободно плавает на поверхности расплава 2. К тому же, конструкция устройства предотвращает возможность образования паров оксида галлия за счет того, что затравочный кристалл находится на отверстии формообразователя до процесса роста кристалла и тем самым «запирает» 35 его и предотвращает возможность испарения расплава. Таким образом, предотвращается возможность химической коррозии элементов конструкции ростовой установки парами Ga_2O_3 . В устройстве реализована возможность одновременного роста нескольких монокристаллов. За счет приведенных преимуществ полезной модели и достигается технический результат.

40 (57) Формула полезной модели

1. Устройство для выращивания профилированных монокристаллов $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ из собственного расплава, включающее тигель с расплавом, затравку и формообразователь с системой подачи расплава к фронту кристаллизации, отличающееся тем, что тигель 45 и формообразователь выполнены из высокотемпературной модификации оксида алюминия, формообразователь выполнен в виде плавающей на поверхности расплава пластины с формообразующими отверстиями, а затравка расположена над формообразующим отверстием с функцией предотвращения испарения расплава через

это отверстие.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что число отверстий в формообразователе может быть более одного.

5

10

15

20

25

30

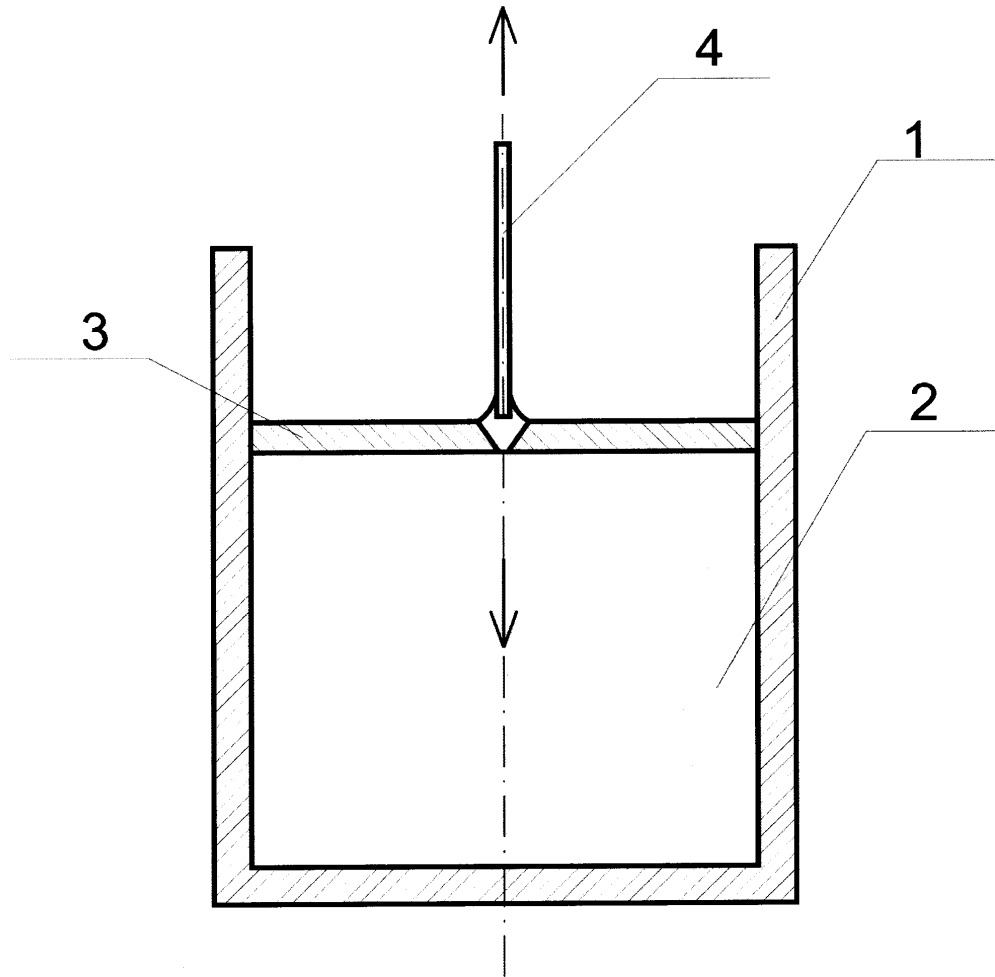
35

40

45

1

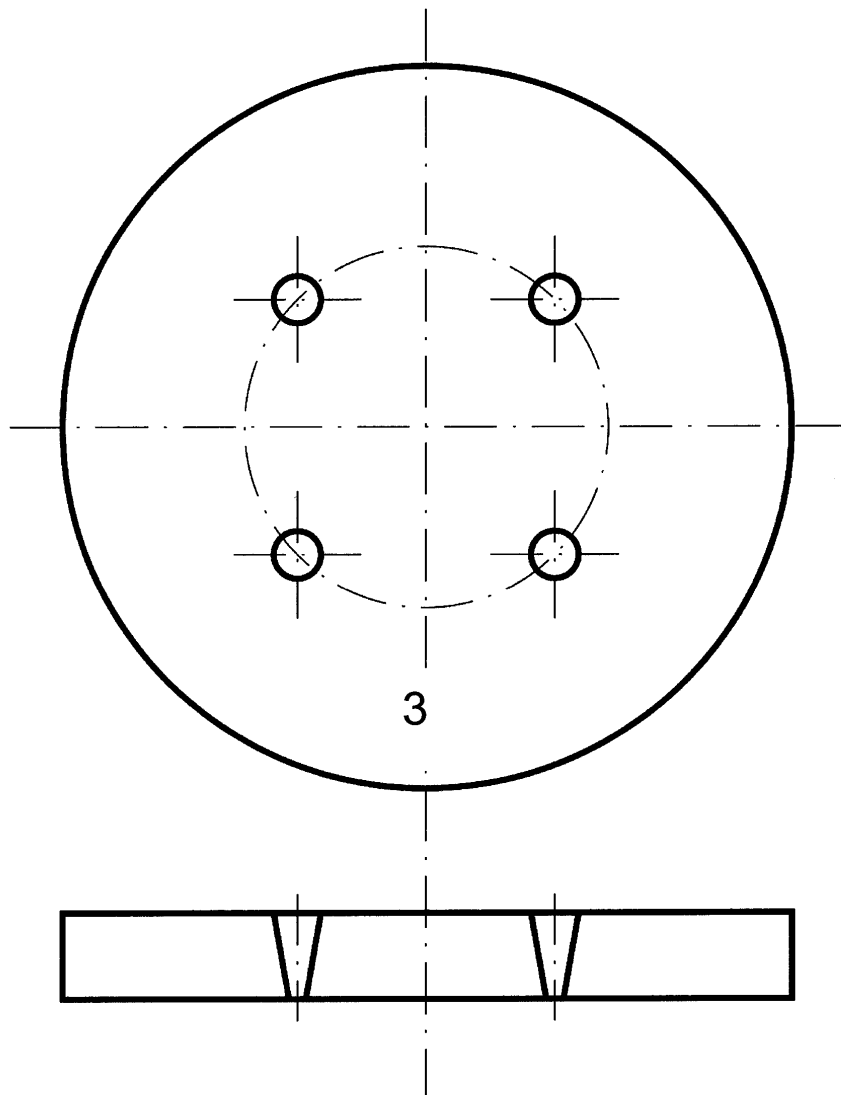
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПРОФИЛИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ
 β -Ga₂O₃ ИЗ СОБСТВЕННОГО РАСПЛАВА



Фиг. 1

2

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПРОФИЛИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ
 β -Ga₂O₃ ИЗ СОБСТВЕННОГО РАСПЛАВА



Фиг.2