



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H01J 65/00 (2023.01)*

(21)(22) Заявка: 2022104446, 18.02.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.02.2022

Дата регистрации:  
12.04.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.02.2022

(45) Опубликовано: 12.04.2023 Бюл. № 11

Адрес для переписки:  
634055, г. Томск, пр. Академический, 2/3,  
Институт сильноточной электроники СО РАН,  
зам. директора по НР ИСЭ СО РАН  
Батракову А.В.

(72) Автор(ы):

Тарасенко Виктор Федотович (RU),  
Скаун Виктор Семенович (RU),  
Сорокин Дмитрий Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт сильноточной  
электроники Сибирского отделения  
Российской академии наук, (ИСЭ СО РАН)  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2546144 C1, 10.04.2015. RU 59324  
U1, 10.12.2006. RU 2560931 C1, 20.08.2015. US  
2005199484 A1, 15.09.2005. US 2008093967  
A1, 24.04.2008. JP 4952472 B2, 13.06. 2012.

(54) Малогабаритный источник излучения, возбуждаемый барьерным разрядом

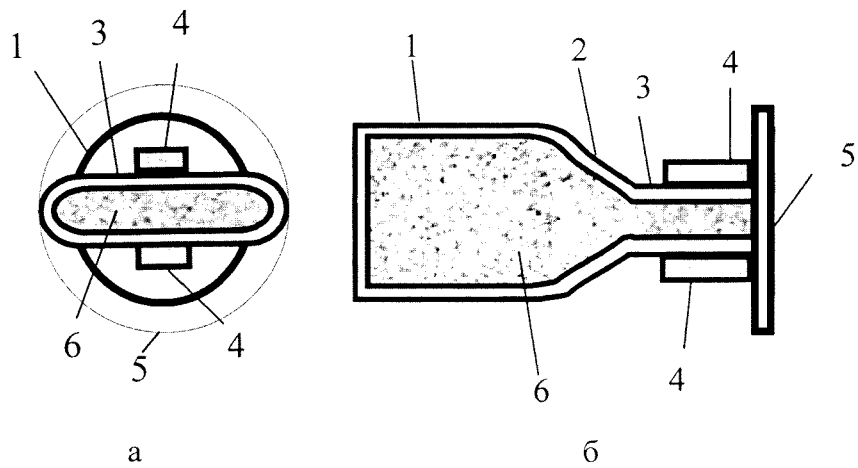
(57) Реферат:

Изобретение относится к источникам спонтанного излучения, возбуждаемым барьерным разрядом, у которых малое поперечное сечение выходного пучка  $\approx 10$  мм и менее. Технический результат - повышение плотности мощности коротковолнового излучения при малом поперечном сечении выходного пучка. Малогабаритный источник излучения, возбуждаемый барьерным разрядом, содержит колбу, выполненную из кварцевой трубки и заполненную инертным газом или его

смесью с галогеноносителем. На одном торце колбы размещено выходное окно, имеющее высокую прозрачность на рабочей длине волны, со стороны выходного окна трубчатая колба выполнена сплюсненной и на противоположных сторонах сплюсненной части колбы расположены электроды на минимальном расстоянии друг от друга, при этом выходное окно выполнено выступающим над колбой, обеспечивая защиту от поверхностного пробоя. 1 ил.

RU  
2 7 9 4 2 0 6  
C 1

RU  
2 7 9 4 2 0 6  
C 1



Фиг. 1

RU 2794206 C1

RU 2794206 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01J 65/00 (2023.01)*

(21)(22) Application: **2022104446, 18.02.2022**

(24) Effective date for property rights:  
**18.02.2022**

Registration date:  
**12.04.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **18.02.2022**

(45) Date of publication: **12.04.2023** Bull. № 11

Mail address:

**634055, g. Tomsk, pr. Akademicheskij, 2/3, Institut  
silnotochnoj elektroniki SO RAN, zam. direktora  
po NR ISE SO RAN Batrakovu A.V.**

(72) Inventor(s):

**Tarasenko Viktor Fedotovich (RU),  
Skakun Viktor Semenovich (RU),  
Sorokin Dmitrij Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
uchrezhdenie nauki Institut silnotochnoj  
elektroniki Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj  
akademii nauk, (ISE SO RAN) (RU)**

(54) **SMALL-SIZED RADIATION SOURCE EXCITED BY A BARRIER DISCHARGE**

(57) Abstract:

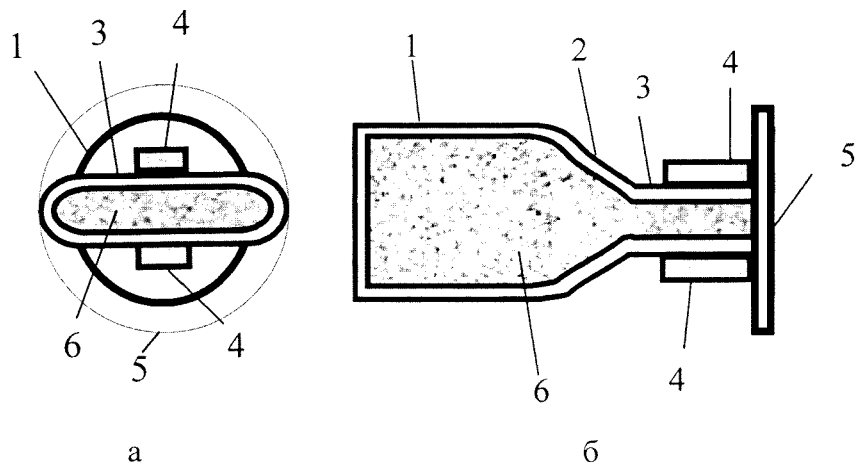
FIELD: radiation sources.

SUBSTANCE: sources of spontaneous radiation excited by a barrier discharge, which have a small cross section of the output beam  $\approx 10$  mm or less. A small-sized radiation source excited by a barrier discharge contains a flask made of a quartz tube and filled with an inert gas or its mixture with a halogen carrier. At one end of the flask there is an output window with high transparency at the operating wavelength, from the side of the output window the tubular flask is made

flattened and on opposite sides of the flattened part of the flask there are electrodes at a minimum distance from each other, while the output window is made protruding above the flask, providing protection against surface breakdown.

EFFECT: increasing of the power density of short-wave radiation with a small cross section of the output beam.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2794206 C1

RU 2794206 C1

Изобретение относится к области создания источников излучения с возбуждением барьерным разрядом с размерами выходного пучка  $\approx 10$  мм и менее. Подобные источники, применяются для калибровки спектральных проборов, у которых размер входной щели не превышает 10 мм, для облучения объектов малых размеров, используемых в фотохимии и биологии, а также при тестировании фотоионизационных приборов. Источники применяются в областях науки и техники, где необходимо излучение в вакуумной ультрафиолетовой (ВУФ) и ультрафиолетовой (УФ) областях спектра.

Известно, что для создания источников спонтанного излучения ВУФ и УФ областей спектра широко применяют газоразрядные источники [1]. Для возбуждения таких устройств, которые излучают как в ВУФ, так и в УФ и областях спектра, обычно используется барьерный разряд. Это позволяет увеличить рабочее давление газа в излучателе, соответственно, и удельную мощность излучения. Для получения ВУФ и УФ излучения наиболее используются переходы эксимерных молекул ( $\text{Ar}_2^*$  - длина волны 126 нм,  $\text{Kr}_2^*$  - 146 нм и  $\text{Xe}_2^*$  - 172 нм) и эффективных эксиплексных молекул ( $\text{KrBr}^*$  - 207 нм,  $\text{KrCl}^*$  - 222 нм,  $\text{XeBr}^*$  - 283 нм и  $\text{XeCl}^*$  - 308 нм), которые при оптимальных условиях возбуждения и оптимальных размерах выходного пучка данных источников (длина, ширина единицы -десятки сантиметров и более) позволяют получать высокие мощности и плотности мощности излучения (десятки - сотни  $\text{мВт/см}^2$ ). Описание известных источников ВУФ и УФ излучения имеется в монографиях, статьях и патентах [1-7]. Наиболее близкие по своей сути к заявляемому источники коротковолнового спонтанного излучения с поперечными размерами выходного пучка  $\approx 10$  мм и менее, которые выбраны в качестве аналогов, описаны в патентах [5-7].

Известен источник УФ излучения, описанный в патенте RU 2560931 C1 [5], возбуждаемый барьерным разрядом, содержащий излучатель, включающий в себя диэлектрическую цилиндрическую колбу с газовой средой, на внешней стороне которой размещены электроды, диафрагма и выходное диэлектрическое окно, прозрачное на рабочих длинах волн. Электроды источника выполнены цилиндрическими, образуя в колбе разрядный промежуток, за которым вдоль оптической оси размещена диафрагма, которая выполнена в виде либо второй трубки, либо локального вдавливания стенок колбы, что обеспечивало создание малогабаритного устройства с диаметром выходного пучка 10 мм и менее.

К недостаткам источника следует отнести следующее. Размещение обоих электродов цилиндрической формы на внешней поверхности колбы, что не позволяет работать при оптимальных давлениях инертных газов и их смесей с галогенонесителями, которые составляют сотни Торр. Это при сопоставимых условиях приводит к значительному (в 2 раза и более) уменьшению плотности мощности излучения и КПД. Кроме того, при пониженных давлениях спектры излучения уширяются и появляются дополнительные полосы. Также, к уменьшению плотности мощности излучения за выходным окном приводит установка диафрагмы, которая увеличивает расстояние от излучающей области разряда до выходного окна.

В малогабаритном источнике излучения, две модификации которого приведены в патентах на полезную модель RU 59324 U1, RU 200241 U1 [6, 7], при создании колбы используются две кварцевые трубки, которые расположены перпендикулярно друг к другу, а ось внутренней трубки была параллельна плоскости выходного окна. Модернизированный вариант источника излучения [7] отличается от созданного ранее

[6] тем, что у выходного окна имеется цилиндрическое сужение, на внешней поверхности которого размещен заземленный электрод.

Основной недостаток данного аналога - это сложность его изготовления. Трубку меньшего диаметра, ось которой располагается параллельно выходному окну, необходимо впаивать в трубку большего диаметра. Причем, при выполнении цилиндрического сужения на внешней трубке сложность изготовления колбы увеличивается.

Наиболее близким аналогом по конструктивному исполнению и технической сущности к заявляемому устройству, который выбран за прототип, является источник излучения, описанный в патенте RU 2546144 C2 [8]. Источник излучения с возбуждением барьерным разрядом, описанный в [8], содержит цилиндрическую колбу, заполненную инертным газом или его смесью с галогенонесителем, источник питания, подключенный к двум электродам, один из которых перфорирован и размещен на внешней поверхности выходного окна, другой высоковольтный электрод размещен на внешней поверхности цилиндрической колбы, соединенной с буферным объемом, его положение, а также диаметры выходного окна и цилиндрической колбы выбраны не допускающими поверхностный пробой. Внутренний диаметр цилиндрической колбы такого источника излучения обычно составляет «10 мм и менее».

К недостаткам прототипа следует отнести сравнительно малые плотности мощности излучения при внутреннем диаметре колбы у выходного окна 10 мм и менее. Этот диаметр задает размер пучка излучения, выходящего из окна, и влияет на свойства разряда. При увеличении внутреннего диаметра колбы плотность мощности излучения уменьшается. Кроме того, распределение плотности мощности излучения по сечению выходного пучка при повышении давления газа, которое приводит к увеличению плотности мощности излучения, становится неравномерным и имеет провал в центре выходного пучка. Это происходит из-за того, что плазма разряда при перпендикулярном расположении электродов в основном формируется у внутренней поверхности высоковольтного электрода, который размещен на внешней поверхности цилиндрической колбы. При этом толщина плазменного слоя с ростом давления уменьшается.

Задачей, решаемой с помощью данного изобретения, является создание источника излучения, возбуждаемый барьерным разрядом, имеющего выходной пучок «10 мм и менее с более высокой плотностью мощности излучения».

Техническим результатом данного изобретения, по сравнению с прототипом является увеличение плотности мощности излучения при размерах выходного пучка 10 мм и менее, с равномерным распределением плотности мощности излучения по сечению выходного пучка.

Указанный технический результат достигается в источнике излучения, возбуждаемом барьерным разрядом, содержащем два электрода, колбу, выполненную из кварцевой трубки и заполненную инертным газом или его смесью с галогенонесителем, на одном торце которой размещено выходное окно, имеющее высокую прозрачность на рабочей длине волны. Согласно предлагаемому изобретению, часть колбы со стороны выходного окна выполнена сплющенной, электроды установлены на противоположных сторонах сплющенной части колбы и расположены на ее внешних плоских поверхностях.

На фиг.1 изображен источник излучения, возбуждаемом барьерным разрядом, за прозрачным выходным окном (а), а также и также показано его поперечное сечение (б) 1 -цилиндрическая часть колбы, 2 - переходная часть колбы от цилиндрической формы к сплющенной, 3 - сплющенная часть колбы, 4 -электроды, 5 - выходное окно,

6 - внутренний объем колбы, заполненный инертным газом или его смесью с галогеноносителем.

Малогабаритный источник излучения, возбуждаемом барьерным разрядом, работает следующим образом. От источника питания импульсы напряжения с амплитудой  $\approx 4$  кВ подаются на электроды 4. В результате происходит пробой рабочей смеси 6 в сплющенной части колбы 3 в области между электродами 4 и формируется импульсный барьерный разряд. Испытания предлагаемого источника проводились при заполнении колбы излучателя ксеноном. За счет плазмохимических реакций при возбуждении ксенона образуются эксимерные молекулы  $\text{Xe}_2^*$ , которые излучают преимущественно на длине волны 172 нм. Спонтанное излучение из колбы излучателя выходит через окно 5. Импульсные источники питания, марка используемого кварца для изготовления выходного окна у заявляемого источника и у прототипа [8] при испытаниях были одинаковыми. Испытания созданного малогабаритного источника излучения проводились для двух внутренних зазоров в сплющенной части колбы 3 и 6 мм. С зазором 6 мм плотность мощности излучения при оптимальном давлении ксенона 240 Торр составила  $\approx 26$  мВт/см<sup>2</sup>. В прототипе эта мощность была 15 мВт/см<sup>2</sup> [8]. С уменьшением зазора в сплющенной части колбы до 3 мм оптимальное давление ксенона увеличилось до 375 Торр, а плотность мощности излучения димеров ксенона на длине волны 172 нм возросла до  $\approx 30$  мВт/см<sup>2</sup>.

В прототипе и предлагаемом изобретении существенно отличаются конструкции электродов и места их установки. Высоковольтный электрод в прототипе размещен на внешней поверхности цилиндрической колбы и, соответственно, имеет форму цилиндра, а второй электрод перфорирован и размещен на внешней поверхности выходного окна. При этом их поверхности, у которых концентрируется плазма разряда во внутреннем объеме трубки, располагаются перпендикулярно. В предлагаемом изобретении используются два электрода, расположенные на противоположных плоских сторонах сплющенной части кварцевой трубки. Это меняет характеристики разряда и достигается технический результат по увеличению плотности мощности излучения.

Конструкция предлагаемого малогабаритного источника излучения, возбуждаемом барьерным разрядом, является универсальной и может быть использована для получения излучения на различных длинах волн (126, 146, 172, 207, 222, 283, 308 нм и других). Это достигается заполнением колбы излучателя соответствующей газовой смесью и применением выходного окна с пропусканием на рабочей длине волны.

Созданный малогабаритный источник излучения, возбуждаемый барьерным разрядом, может быть использован в различных областях науки и техники, где необходимо облучение коротковолновым ультрафиолетовым или вакуумным ультрафиолетовым излучением с диаметром пучка  $\approx 10$  мм и менее.

#### Источники информации

1. Boyd I.W., Zhang J.-Y., Kogelschatz U. Development and Applications of UV Excimer Lamps / In Book Photo-Excited processes, Diagnostics and Applications (Ed. A. Peled). - The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. - P. 161-199.
2. Erofeev, M.V., Schitz, D.V., Skakun, V.S., Sosnin, E.A. and Tarasenko, V.F., 2010. Compact dielectric barrier discharge excilamps. Physica Scripta, 82(4), p.045403.
3. Патент RU 2258975 C1. Оpubл. 20.08.2005. Бюллетень №23.
4. Патент RU 75503 U1. Оpubл. 10.08.2008. Бюллетень №22.
5. Патент RU 2560931 C1. Оpubл. 20.08.2015. Бюллетень №23.
6. Патент RU 59324 U1. Оpubл. 10.12.2006. Бюллетень №34.

7. Патент RU 200241 U1. Оpubл. 14.10.2020. Бюллетень №29.

8. Патент RU 2546144 C2. Оpubл. 10.04.2015. Бюллетень №10.

(57) Формула изобретения

5 Источник излучения, возбуждаемый барьерным разрядом, содержащий два электрода, колбу, выполненную из кварцевой трубки и заполненную инертным газом или его смесью с галогеноносителем, на одном торце которой размещено выходное окно, имеющее высокую прозрачность на рабочей длине волны и обеспечивающее своими размерами защиту от пробоя между электродами, а также импульсный источник питания, 10 соединенный с электродами, отличающийся тем, что часть кварцевой колбы со стороны выходного окна выполнена сплюсненной, электроды установлены на противоположных сторонах сплюсненной части колбы и расположены на ее внешних плоских поверхностях.

15

20

25

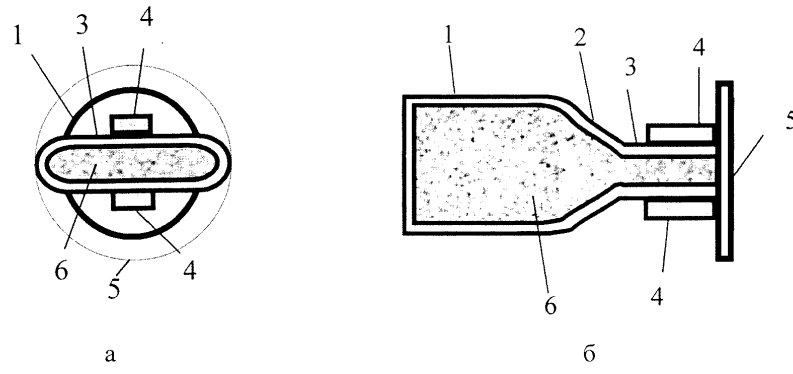
30

35

40

45





Фиг. 1