



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01J 65/04 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020118934, 08.06.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.06.2020

Дата регистрации:
12.10.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.06.2020

(45) Опубликовано: 12.10.2020 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

119526, Московская обл., Москва, пр-кт
Вернадского, 101, корп. 1, ИПМех РАН,
патентный отдел

(72) Автор(ы):

Соловьев Николай Германович (RU),
Шемякин Андрей Николаевич (RU),
Якимов Михаил Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт проблем
механики им. А.Ю. Ишлинского Российской
академии наук (ИПМех РАН) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2534223 C1, 20.11.2014. RU
2539970 C2, 27.01.2015. US 2013342105 A1,
26.12.2013. US 2015357179 A1, 10.12.2015. WO
2017172631 A1, 05.10.2017. US 2019033204 A1,
31.01.2019.

(54) Устройство и способ избавления от колебаний оптического разряда

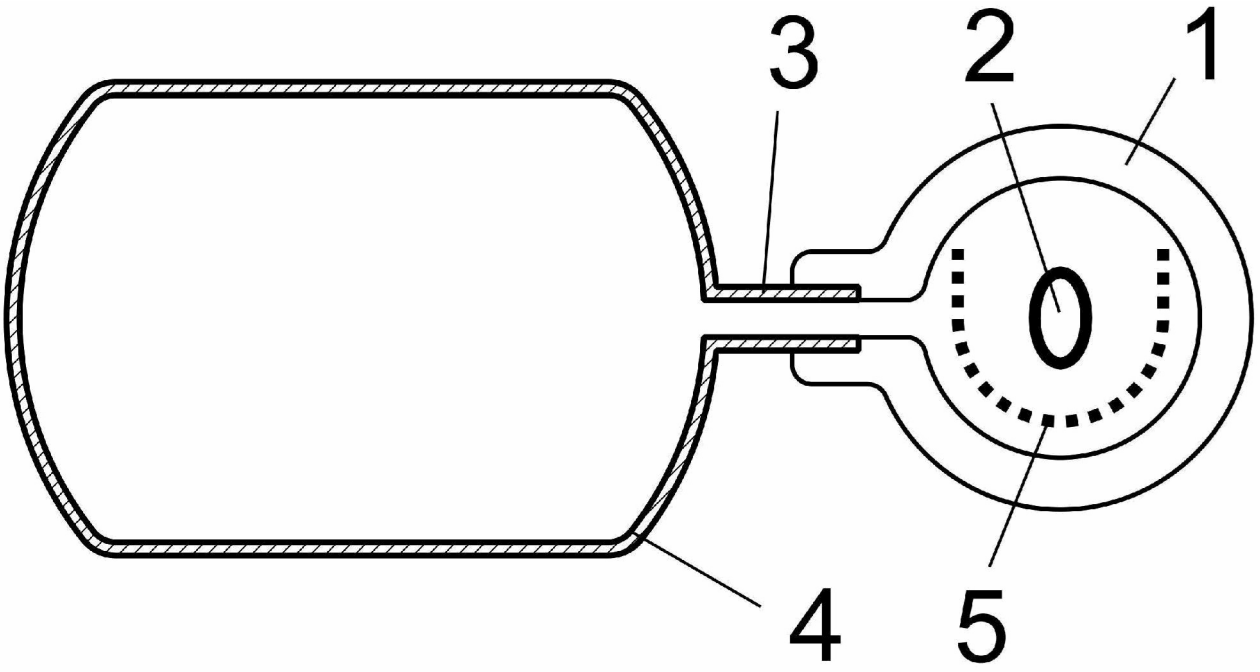
(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам и способу избавления от колебаний оптического разряда, используемого для получения широкополосного оптического излучения с высокой спектральной яркостью, и представляет интерес для приложений в микроэлектронике, спектроскопии, фотохимии и других областях. Технический результат - улучшение характеристик процесса стабилизации, а именно избавление от колебательной неустойчивости оптического разряда и улучшение его пространственной стабильности за счет использования внешнего резервного объема. Устройство избавления от колебаний оптического разряда состоит из разрядной камеры, близкой по форме к сферической, прозрачной для

входного лазерного излучения и выходного оптического излучения, заполненной газовой смесью одного или нескольких лазеров, расположенных снаружи разрядной камеры, излучение которых сфокусировано вблизи центра разрядной камеры. Устройство дополнительно содержит герметичный внешний резервуар, который соединен с разрядной камерой трубкой также герметично, а внутренний диаметр разрядной камеры больше горизонтального сечения фронта температуры нагреваемого оптическим разрядом газа на уровне ее центра, но меньше удвоенного его сечения, причем разрядная камера выполнена из материала с высокой теплопроводностью. 2 н.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 734 026 C1

RU 2 734 026 C1



ФИГ. 1

RU 2734026 C1

RU 2734026 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

H01J 61/02 (2006.01)*H01J 65/04* (2006.01)*G01J 3/10* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H01J 65/04 (2020.08)(21)(22) Application: **2020118934, 08.06.2020**(24) Effective date for property rights:
08.06.2020Registration date:
12.10.2020

Priority:

(22) Date of filing: **08.06.2020**(45) Date of publication: **12.10.2020 Bull. № 29**

Mail address:

**119526, Moskovskaya obl., Moskva, pr-kt
Vernadskogo, 101, korp. 1, IPMekh RAN,
patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Solovev Nikolaj Germanovich (RU),
Shemyakin Andrej Nikolaevich (RU),
Yakimov Mikhail Yurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
uchrezhdenie nauki Institut problem mekhaniki
im. A.Yu. Ishlinskogo Rossijskoj akademii nauk
(IPMekh RAN) (RU)****(54) DEVICE AND METHOD FOR DISPOSAL OF OPTICAL DISCHARGE OSCILLATIONS**

(57) Abstract:

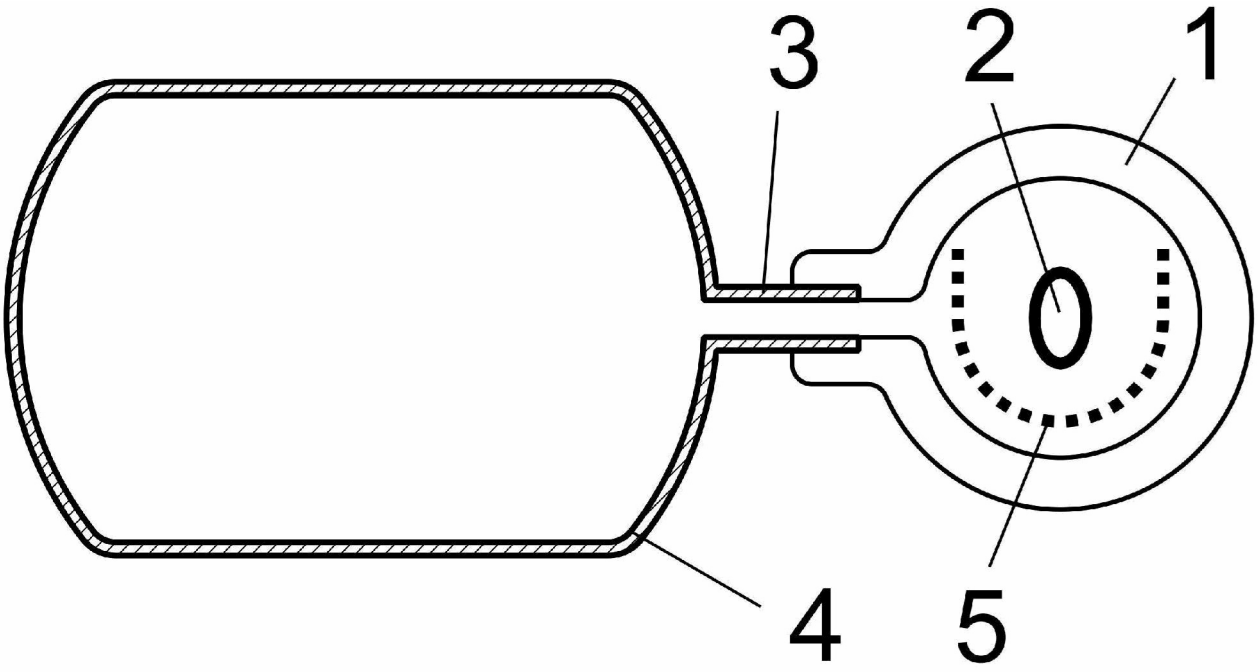
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to devices and a method of eliminating oscillations of optical discharge used to obtain broadband optical radiation with high spectral brightness, and is of interest for applications in microelectronics, spectroscopy, photochemistry and other fields. Device for eliminating oscillations of optical discharge consists of discharge chamber, close in shape to spherical, transparent for input laser radiation and output optical radiation, filled with gas mixture of one or more lasers located outside the discharge chamber, the radiation of which is focused near the center of the discharge chamber. Device additionally comprises sealed external reservoir, which

is also connected to discharge chamber by means of tube, and internal diameter of discharge chamber is more than horizontal cross-section of front of temperature of gas heated by optical discharge at the level of its center, but less than its double section, wherein discharge chamber is made of material with high heat conductivity.

EFFECT: improved characteristics of the stabilization process, namely elimination of oscillation instability of the optical discharge and improvement of its spatial stability due to use of an external backup volume.

2 cl, 3 dwg



ФИГ. 1

RU 2734026 C1

RU 2734026 C1

Заявляемое техническое решение относится к устройствам и способу избавления от колебаний оптического разряда, используемого для получения широкополосного оптического излучения с высокой спектральной яркостью, и представляет интерес для приложений в микроэлектронике, спектроскопии, фотохимии и других областях.

5 Оптический разряд в газе, поддерживаемый сфокусированным лазерным излучением, является одним из самых ярких источников непрерывного оптического излучения в широкой области спектра. Температура плазмы в оптическом разряде существенно выше, чем в других – 15000-20000 К, тогда как в дуговом обычно 7000-8000 К, в ВЧ разряде – 9000-10000 К. [1] ([1] Генералов Н.А., Зимаков В.П. И др. «Непрерывно горящий оптический разряд». Письма в ЖЭТФ, 1970, т. 11, с. 447-449).

10 Источники широкополосного излучения на базе такого оптического разряда выпускает, например, компания Energetiq Technology, Inc. (США), они подробно описаны на сайте этой компании [2]. ([2] <https://www.energetiq.com/ldls-laser-driven-light-source-products-energetiq>).

15 Малые геометрические размеры лазерной плазмы, составляющие доли миллиметра, наряду с ее высокой температурой препятствуют достижению необходимой во многих случаях стабильности выходных характеристик широкополосного источника света. Главным образом, это связано с влиянием колебаний конвективных потоков газа в камере на область излучающей плазмы и соответственно на энергетическую и пространственную стабильность источника света с лазерной накачкой.

20 Известен способ борьбы с неустойчивостью оптического разряда, принятый за аналог, описанный в [3]. ([3] А. Барановский, З. Муха, З. Перадзыньский (Польша) «Неустойчивость непрерывного оптического разряда в газах». Успехи механики, 1978, том 1, выпуск 3/4, с. 125-147). Авторы предположили, что колебания генерируются снизу оптического разряда, то есть между плазмой и нижним фронтом температуры нагреваемого оптическим разрядом газа. Для подавления колебаний оптического разряда вблизи нижнего градиентного слоя по оси симметрии вводилась вершина твердого конуса. Приближение к оптическому разряду вызывает нагрев конуса, а также нагрев обтекающего его вверх газа. Это вызывало полное исчезновение колебаний во всем потоке. Необходимая температура конуса для подавления колебаний составляла 30 500-800 градусов Кельвина. Вне оси симметрии это явление не обнаруживается. Второй способ подавления колебаний, предложенный в этом же источнике, состоит в размещении снизу оптического разряда сетки из вольфрамовой проволоки, по которой пропускался электрический ток для нагрева восходящего потока газа до нескольких сот градусов Цельсия. Оба способа, как конус, так и вольфрамовая сетка, позволяют 35 подавлять колебательные неустойчивости оптического разряда.

Недостатком введения конуса снизу оптического разряда для подавления колебаний при помощи его разогрева является сильный нагрев вершины конуса вблизи высокотемпературного (15-20 тыс. градусов) оптического разряда, что может вызвать 40 плавление и распыление материала конуса, тем самым приводя к изменению характеристик оптического разряда.

Недостатком размещения снизу оптического разряда сетки из вольфрамовой проволоки, по которой пропускался электрический ток, является усложнение конструкции, а также дополнительный разогрев разрядного объема, что может 45 потребовать использования внешнего охлаждения.

Недостатком размещения как конуса, так и вольфрамовой сетки снизу оптического разряда является также невозможность использовать часто применяемый способ подачи лазерного излучения снизу вверх по геометрической оси оптического разряда с целью

минимизации оптических искажений.

Известен способ борьбы с неустойчивостью оптического разряда, принятый за аналог, приведенный в [4]. ([4] Патент US20130342105 Pub. Date: Dec. 26, 2013 LASER SUSTAINED PLASMA LIGHT SOURCE WITH ELECTRICALLY INDUCED GAS FLOW).

5 В известном патенте источник света с поддержанием плазмы лазерным излучением включает в себя плазменную лампу, содержащую поток рабочего газа, приводимый в движение электрическим током, поддерживаемым внутри плазменной лампы. В рабочий газ плазменной лампы вводятся заряженные частицы. Расположение электродов, поддерживаемых при разных уровнях напряжения, приводит к движению заряженных частиц через рабочий газ. Движение заряженных частиц в свою очередь приводит к тому, что рабочий газ течет в направлении движения заряженных частиц за счет эффекта увлечения. Результирующий поток рабочего газа усиливает конвекцию вокруг плазмы и увеличивает взаимодействие лазерного излучения с плазмой. Поток рабочего газа в плазменных лампах может быть стабилизирован и управляться регулировкой
10 напряжений, присутствующих на каждом из электродов. Стабильный поток рабочего газа через плазму способствует более стабильной форме и положению плазмы внутри лампы. Известный способ позволяет подавлять неустойчивости в оптическом разряде.

Недостатком известного способа борьбы с неустойчивостью является необходимость размещения внутри объема лампы дополнительных электродов (в вариантах патента
20 размещение дополнительных электродов снаружи лампы), дополнительного источника различных напряжений для электродов, что приводит к усложнению конструкции и увеличению габаритных размеров плазменной лампы.

Недостатком также является необходимость введения в рабочий газ лампы заряженных частиц, например, электронной эмиссией, коронным разрядом,
25 фотоэмиссией, термоэлектронной эмиссией или нагревом электрода электрической дугой. Все это усложняет конструкцию лампы, а также уменьшает суммарный КПД источника света за счет поглощения выходного излучения дополнительными элементами (электроды, источники заряженных частиц, подводящие провода).

Известен способ борьбы с неустойчивостями оптического разряда, принятый за прототип, приведенный в [5]. ([5] Патент на изобретение RU 2534223 C1 «ИСТОЧНИК СВЕТА С ЛАЗЕРНОЙ НАКАЧКОЙ И СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ». Опубликовано 27.11.2014 Бюл. № 33). Повышение пространственной и энергетической стабильности источника света с лазерной накачкой обеспечивается тем, что сфокусированный лазерный пучок направлен в область излучающей плазмы снизу
35 вверх: от нижней стенки камеры к противоположной ей верхней стенке камеры, и область излучающей плазмы расположена на расстоянии от верхней стенки камеры, меньшем, чем расстояние от области излучающей плазмы до нижней стенки камеры. В вариантах изобретения сфокусированный лазерный луч направляют вдоль вертикальной оси симметрии стенок камеры, область излучающей плазмы создают на
40 оптимально малом расстоянии от верхней стенки камеры, не оказывающем негативного воздействия на ресурс устройства, охлаждают камеру потоком защитного газа, направленным на верхнюю стенку камеры. Известный способ позволяет подавлять неустойчивости в оптическом разряде.

Недостатком известного способа является расположение области излучающей плазмы
45 вблизи верхней стенки камеры, вызывающее смещение области плазмы относительно центра симметрии камеры, что неизбежно приводит к оптическим искажениям как лазерного пучка, так и излучения плазмы оптического разряда из-за неперпендикулярности волнового фронта и поверхности корпуса камеры, что в

конечном итоге приводит к искажению формы оптического разряда и неравномерности выходного излучения.

Заявляемое устройство и способ избавления от колебаний оптического разряда направлены на улучшение характеристик процесса стабилизации, а именно на избавление от колебательной неустойчивости оптического разряда и улучшение его пространственной стабильности, а также на увеличение яркости.

Указанный результат достигается тем, что устройство избавления от колебаний оптического разряда, состоит из разрядной камеры, близкой по форме к сферической, прозрачной для входного лазерного излучения и выходного оптического излучения, заполненной газовой смесью, одного или нескольких лазеров, расположенных снаружи разрядной камеры, излучение которых сфокусировано вблизи центра разрядной камеры, причем оно дополнительно имеет герметичный внешний резервуар, который соединен с разрядной камерой трубкой также герметично, а внутренний диаметр разрядной камеры больше горизонтального сечения фронта температуры нагреваемого оптическим разрядом газа на уровне ее центра, но меньше удвоенного его сечения, а разрядная камера выполнена из материала с высокой теплопроводностью.

Указанный результат также достигается тем, что в способе избавления от колебаний оптического разряда, расположенного в разрядной камере, при котором первоначальный поджиг плазмы осуществляют внешним импульсным лазером, либо кратковременным увеличением мощности одного или нескольких из используемых для оптического разряда лазеров, причем при расширении области нагретого газа вокруг оптического разряда проводят ее активное охлаждение через верхнюю часть разрядной камеры и герметичный внешний резервуар, при этом между разрядной камерой и герметичным внешним резервуаром также распределяют избыточное давление.

Сущность заявляемого изобретения поясняется примерами его реализации и графическими материалами.

На фиг. 1 представлено схематичное изображение заявляемого устройства.

На фиг. 2 изображены последовательные по времени теневые фотографии оптического разряда для пояснения возникновения колебательной неустойчивости.

На фиг. 3 изображено возможное применение заявляемого изобретения.

Устройство избавления от колебаний оптического разряда состоит из прозрачной герметичной камеры 1, заполненной газовой смесью, способной пропускать как лазерное излучение для поджига и поддержания плазмы оптического разряда 2, так и широкополосное выходное излучение самого оптического разряда. Оптический разряд 2 располагается преимущественно в центре камеры 1 для обеспечения минимальных оптических искажений. Его положение определяется местом фокусировки лазерного излучения (лазерное излучение на фиг. 1 не показано). Размер разрядной камеры 1 выбирается исходя из следующих соображений. Минимальный диаметр разрядной камеры 1 должен обеспечить некоторое расстояние между нижней и боковыми стенками камеры 1 и фронтом температуры нагреваемого оптическим разрядом газа 5, чтобы не возникло перегрева разрядной камеры 1 и деградации (расплавления, испарения, деструкции) ее поверхности. При этом нижняя и боковые поверхности разрядной камеры 1 остаются относительно холодными, а основной тепловой поток в виде разогретого оптическим разрядом газа по закону Архимеда движется к верхней части разрядной камеры 1. Верхняя часть камеры 1 при этом нагревается, что требует ее интенсивного воздушного охлаждения (на фиг. 1 не показано). Возможно также применение материалов с высокой теплопроводностью для изготовления корпуса камеры 1, например, лейкосапфира, теплопроводность которого приблизительно в 20 раз

превышает теплопроводность кварца, обычно используемого при изготовлении таких камер. За счет высокой теплопроводности поток тепла, передающийся на верхнюю часть корпуса камеры 1, будет распределяться на весь корпус, что улучшит условия теплоотвода и уменьшит температуру корпуса разрядной камеры 1, предотвращая его деградацию. Через стенку камеры 1 внутрь объема с газовой смесью введена (впаяна, вварена, вклеена) герметичная трубка 3, которая может состоять из металла, керамики, стекла, кварца и других подобных материалов или их комбинации. Противоположный конец трубки герметично соединен с герметичным внешним резервуаром 4, корпус которого может быть выполнен из металла, стекла, керамики, кварца и других подобных материалов. Предпочтительно, чтобы поверхность резервуара обладала достаточной теплопроводностью для передачи тепла изнутри резервуара 4 во внешнюю окружающую среду, находящуюся обычно при комнатной температуре. При необходимости улучшить теплоотвод через поверхность резервуара 4 можно известными из уровня техники способами, такими, как использование материалов с высокой теплопроводностью (медь, алюминий), развитой поверхности как внутри, так и снаружи резервуара 4, внешним обдувом с помощью вентилятора, водяным охлаждением, и т.п.

Изобретение работает следующим образом. Лазерное излучение от одного или нескольких лазеров фокусируется через прозрачные стенки разрядной камеры 1 в области ее центра, где предполагается зажечь оптический разряд 2. Для первоначального поджига оптического разряда подается либо импульс от внешнего лазера, вызывающий пробой газа внутри разрядной камеры 1, либо с той же целью кратковременно повышается мощность одного или нескольких лазеров, расположенных снаружи разрядной камеры 1, излучение которых сфокусировано в области оптического разряда 2 вблизи центра разрядной камеры. При этом образуется облако плазмы, интенсивно поглощающей лазерное излучение. Далее плазма поддерживается за счет поглощения поступающего лазерного излучения, образуя так называемый оптический разряд 2. Интенсивное выделение тепла оптическим разрядом 2 нагревает окружающую газовую смесь, образующую разогретый объем газа, ограниченный фронтом температуры 5, увеличивающийся в размерах. Разогретый газ по закону Архимеда всплывает вверх и охлаждается при соприкосновении с верхней частью разрядной камеры 1, через которую тепло передается в окружающую среду. При этом соприкосновение горячего газа с относительно холодной поверхностью камеры 1 приводит к его охлаждению, причем чем больше размер области нагретого оптическим разрядом газа, тем интенсивнее происходит его охлаждение за счет увеличения площади поверхности разрядной камеры 1, находящейся в соприкосновении с горячим газом, ограниченным фронтом температуры 5. Таким образом возникает баланс между потоком тепла от нагретого оптическим разрядом 2 газа, и потоком тепла, отводимого поверхностью камеры 1, которое рассеивается в окружающую среду, например, за счет его принудительного воздушного охлаждения (на фиг. 1 способы охлаждения не показаны). Интенсивный отток тепла через поверхность камеры 1 останавливает расширение области нагретого газа, ограниченного фронтом температуры 5, тем самым стабилизируя ее размер и подавляя колебания. Исходя из уровня техники, основанного на экспериментальных данных по исследованию оптического разряда, предпочтительно выбрать в качестве максимального диаметра внутренней части корпуса камеры 1 удвоенный диаметр горизонтального сечения фронта температуры 5 нагреваемого оптическим разрядом газа на уровне ее центра. При этом стабилизируется форма и размер фронта температуры, приводя к избавлению от колебаний оптического разряда. Кроме того, верхняя стенка разрядной камеры 1 достаточно далеко расположена от оптического

разряда 2, что предотвращает деградацию и перегрев ее поверхности.

Таким образом, диаметр внутренней поверхности разрядной камеры 1 выбирается больше горизонтального сечения фронта температуры нагреваемого оптическим разрядом газа на уровне ее центра, но меньше удвоенного его сечения. В этом диапазоне 5
внутренний диаметр разрядной камеры 1 зависит также от теплопроводности материала корпуса, от его толщины, от состава и давления газа, мощности лазеров для поддержания оптического разряда 2, от интенсивности охлаждающего потока газа снаружи камеры 1.

При перечисленных выше ограничениях на размер разрядной камеры 1 по отношению 10
к размеру облака горячего газа вокруг оптического разряда 2, ограниченного фронтом температуры 5, можно сделать вывод из простых оценочных геометрических соображений, что объем области горячего газа, ограниченного фронтом температуры 5, может составлять от 20 до 80% от внутреннего объема разрядной камеры 1. Для простоты дальнейших оценок будем считать, что это значение 50%, то есть, в камере 15
при включенном оптическом разряде объем горячего газа составляет 50% и 50% составляет объем относительно холодного газа. Из уровня техники следует, что температура в объеме горячего газа вокруг горящего оптического разряда, ограниченного фронтом температуры 5, составляет в среднем 3000 К, а температура в остальной части в районе 500 К (данные для оптического разряда в ксеноне при 20
давлении 20 Бар). Стандартные условия для первоначального поджига оптического разряда, например, в ксеноне, соответствуют давлению 20 Бар и температуре около 300 К. Из указанных выше оценок следует, что давление в разрядной камере 1 после включения оптического разряда увеличится более чем в 10 раз, т.е. более 200 Бар, что 25
приведет к разрушению камеры 1 из-за превышения предельной прочности, известной из уровня техники для разрядных камер сферической формы, выполненных из подобных материалов. (Оценка сделана исключительно для пояснения изобретения и не является единственным или окончательным вариантом.) Для предотвращения этого разрядная камера 1 соединена трубкой 3 с герметичным внешним резервуаром 4, куда перетекает избыточное давление газа, образовавшееся в камере 1 из-за нагрева оптическим 30
разрядом 2. Горячий газ из камеры 1 перемешивается с газом во внешнем резервуаре 4 и охлаждается через его стенки. Предположив, например, что объем внешнего резервуара 4 в 10 раз больше объема разрядной камеры 1, можно посчитать, что давление, согласно нашей оценке, увеличится не до 200 Бар, а приблизительно до 40 Бар, что вполне допустимо с точки зрения предела прочности разрядной камеры 1. 35
Таким образом, подбирая нужное соотношение объемов разрядной камеры 1 и внешнего резервуара 4, можно получить требуемое значение давления в разрядной камере после включения оптического разряда. Эту особенность можно использовать в случаях, когда требуется получить нужную яркость оптического разряда. Из уровня техники известно, что яркость оптического разряда повышается при увеличении давления. В некоторых 40
случаях, когда, например, нужно ввести как можно больше интенсивного излучения оптического разряда в оптоволокно, явление повышения яркости при повышении давления газа может быть очень полезным.

Вариант осуществления изобретения приведен на фиг. 2 и фиг. 3. Фиг. 2 поясняет процесс возникновения колебательной неустойчивости вокруг оптического разряда. 45
На фиг. 2 изображены последовательные по времени теневые фотографии оптического разряда в ксеноне при давлении около 20 бар (снимки сделаны авторами). Сам оптический разряд 2 виден как яркое эллиптическое пятно в нижней части фотографий. Светлые линии вокруг него представляют собой градиент температуры между горячим

газом вокруг оптического разряда 2 и более холодным объемом газа в остальной части разрядной камеры 1. Фото А на фиг. 2 показывает, что вокруг оптического разряда формируется объем нагретого газа, ограниченный снизу и с боков полусферическим пространством диаметром около 1,5 мм. На следующих фото Б и В видно, что облако нагретого газа увеличивается в размере приблизительно до 2 мм из-за нагрева газа оптическим разрядом. Фото Г показывает, что пузырь горячего газа начинает всплывать вверх согласно закону Архимеда. На фото А виден этот всплывающий пузырь уже выше оптического разряда, а на его месте возникает следующий объем горячего газа. Этот процесс повторяется циклически с частотой около 40 Гц, вызывая, таким образом, периодические колебания холодного и горячего газа вокруг оптического разряда. Температура нагретого газа в промежутке между оптическим разрядом линией фронта температуры (светлые линии на теневых фотографиях) согласно расчетам и непосредственным измерением составляет приблизительно 3000 градусов Кельвина [6] ([\[6\] https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1394/1/012012/pdf](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1394/1/012012/pdf)). Так как коэффициент преломления оптического излучения зависит от плотности среды, то такие колебания приводят к отклонениям как лазерного излучения, поддерживающего оптический разряд, так и широкополосного излучения самого оптического разряда. Отклонение лазерного излучения, поддерживающего оптический разряд, приводит к смещению пространственного положения оптического разряда, а отклонение его выходного излучения ухудшает качество фокусировки и стабильность световых характеристик.

На фиг. 3 изображены возможные размеры внутренней поверхности разрядной камеры относительно оптического разряда. Внутренняя окружность соответствует минимальному размеру, определяемому горизонтальным сечением фронта температуры нагретого оптическим разрядом газа на уровне его центра, а внешняя окружность, соответствующая максимальному размеру, изображена на уровне удвоенного сечения.

Оценка диаметра нагретой области вокруг оптического разряда, а значит, диаметр внутренней поверхности разрядной камеры для различного состава и давления газа в камере могут быть вычислены компьютерным моделированием тепловых процессов в камере оптического разряда, либо получены непосредственно в эксперименте.

Экспериментальный способ определения возможного диаметра внутренней поверхности разрядной камеры состоит в следующем. Оптический разряд зажигается в камере большего размера при требуемых условиях (давление газа, состав). Проводится видеосъемка теневой картины оптического разряда с частотой, превышающей в несколько раз частоту колебаний оптического разряда, лежащую обычно в диапазоне 20-60 Гц. Определяется диаметр горизонтального сечения фронта температуры нагретого оптическим разрядом газа на уровне его центра, который соответствует минимальному внутреннему диаметру разрядной камеры. Умножая эту величину на 2, получают максимальный внутренний диаметр разрядной камеры.

Отличительные особенности изобретения – сферическая форма разрядной камеры, минимум оптических искажений. Но при этом для избавления от колебаний требуется «маленькая» лампа, сопоставимая по размерам с разогретой оптическим разрядом областью горячего газа, то есть всплывающий расширяющийся поток горячего газа должен натолкнуться на охлаждающую стенку, в данном случае, на верхнюю часть корпуса разрядной камеры, начать охлаждаться и замереть в таком состоянии, обеспеченном балансом между подводимым теплом горячего газа и отводимым теплом через стенку разрядной камеры. Малый размер лампы вызывает необходимость сброса избыточного давления при включении оптического разряда в резервный объем.

Соотношение резервного объема и объема разрядной камеры позволяет получить оптический разряд при нужном давлении, то есть и при нужной яркости. Сферическая практически центрально симметричная разрядная камера сохраняет свои свойства при меняющихся ускорениях и положениях камеры, что позволяет использовать изобретение в бортовых применениях.

(57) Формула изобретения

1. Устройство избавления от колебаний оптического разряда, состоящее из разрядной камеры, близкой по форме к сферической, прозрачной для входного лазерного излучения и выходного оптического излучения, заполненной газовой смесью одного или нескольких лазеров, расположенных снаружи разрядной камеры, излучение которых сфокусировано вблизи центра разрядной камеры, отличающееся тем, что оно дополнительно имеет герметичный внешний резервуар, который соединен с разрядной камерой трубкой также герметично, а внутренний диаметр разрядной камеры больше горизонтального сечения фронта температуры нагреваемого оптическим разрядом газа на уровне ее центра, но меньше удвоенного его сечения, причем разрядная камера выполнена из материала с высокой теплопроводностью.

2. Способ избавления от колебаний оптического разряда, расположенного в разрядной камере, при котором первоначальный поджиг плазмы осуществляют внешним импульсным лазером либо кратковременным увеличением мощности одного или нескольких из используемых для оптического разряда лазеров, отличающийся тем, что при расширении области нагретого газа вокруг оптического разряда проводят ее активное охлаждение через верхнюю часть разрядной камеры и герметичный внешний резервуар, при этом между разрядной камерой и герметичным внешним резервуаром также распределяют избыточное давление.

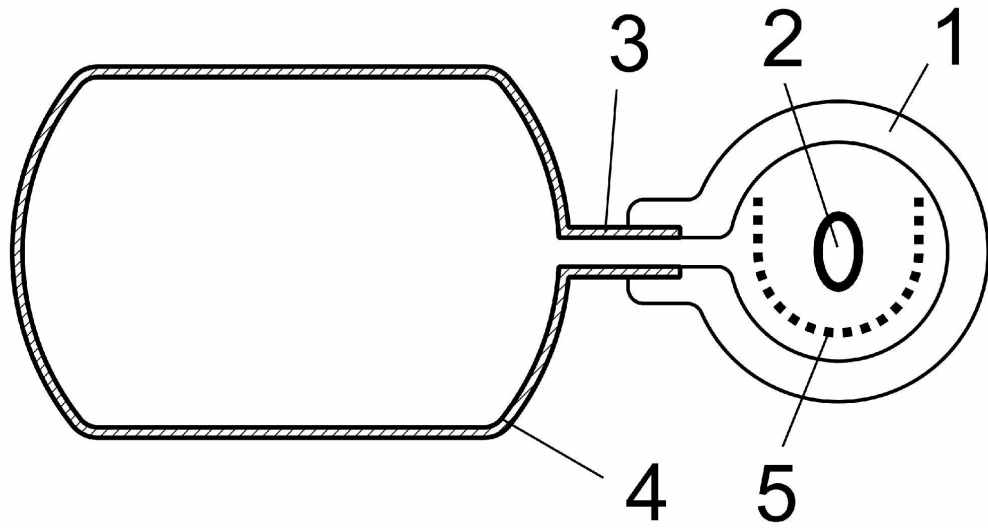
30

35

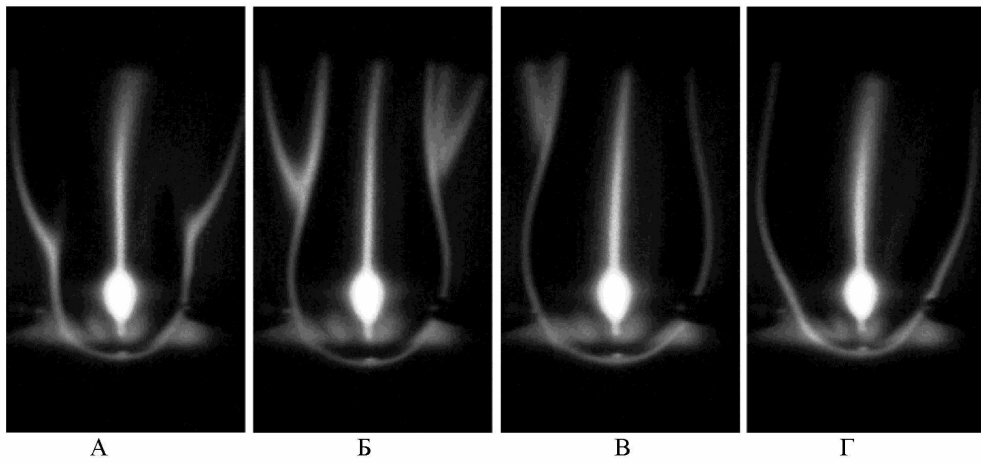
40

45

1

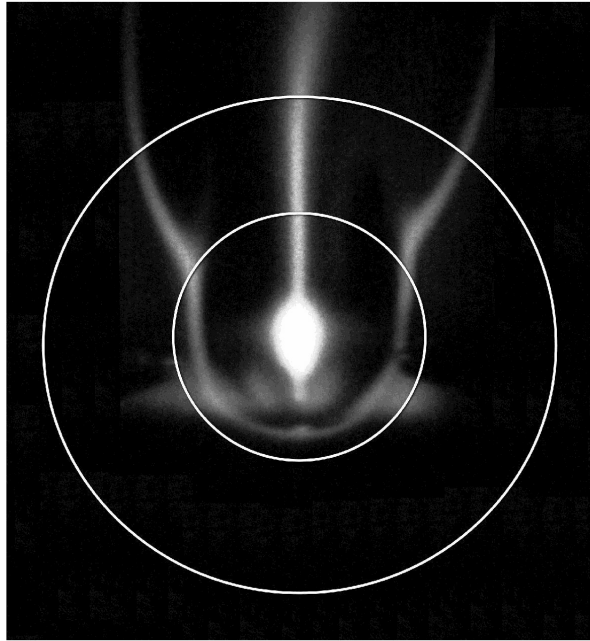


ФИГ. 1



ФИГ.2

2



Фиг. 3