



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61L 9/20 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021121742, 21.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.07.2021

Дата регистрации:
28.04.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.07.2021

(45) Опубликовано: 28.04.2022 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

634055, г. Томск, пр-кт 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),
Ломаев Михаил Иванович (RU),
Скакун Виктор Семенович (RU),
Сорокин Дмитрий Алексеевич (RU),
Матсумото Йошио (JP)

(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: ЛОМАЕВ М.И. Эксилампы
барьерного и емкостного разрядов и их
применения (обзор). Приборы и техника
эксперимента. 2006, N5, стр. 5-26. RU 2195044
C2, 20.12.2002. RU 188297 U1, 05.04.2019. RU
206812 U1, 29.09.2021. US 2019192708 A1,
27.06.2019. KR 1020180010895 A, 31.01.2018. US
2007207066 A1, 06.09.2007.

(54) Йодная лампа, возбуждаемая ёмкостным разрядом

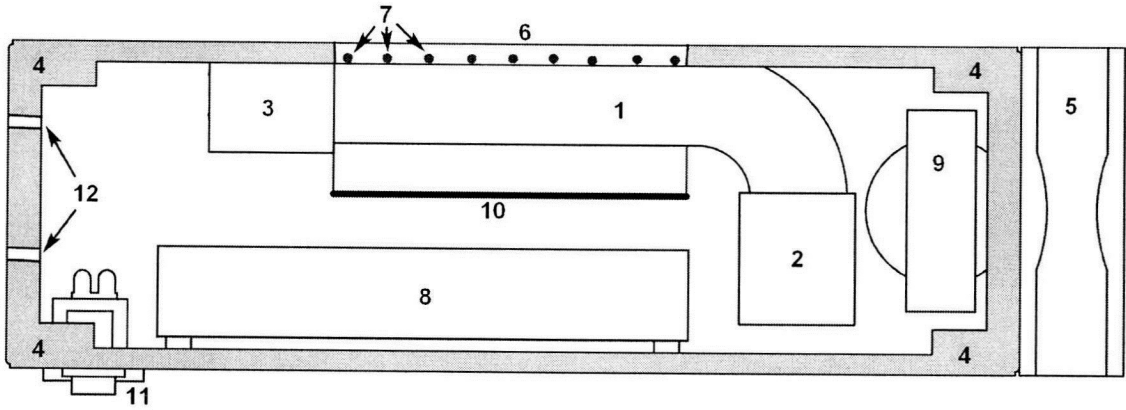
(57) Реферат:

Изобретение относится к газоразрядным источникам излучения, а именно к йодным лампам с отпаянным излучателем в виде трубки, предназначенным для получения излучения на длине волны 206.2 нм при возбуждении емкостным разрядом, и может быть использовано в устройствах, где необходимо узкополосное ультрафиолетовое (УФ) излучение с длиной волны в области 200-210 нм. Технический результат - увеличение плотности мощности излучения на выходе из окна йодной лампы, возбуждаемой емкостным разрядом и обеспечение озонобезопасности. Йодная лампа, возбуждаемая емкостным разрядом, содержит импульсный источник питания, отражатель, вентилятор, установленный на боковом торце корпуса для

охлаждения лампы, и излучатель, расположенный в металлическом корпусе с окном для выхода излучения, которое закрыто металлической сеткой. Излучатель, содержащий пары йода, состоит из трубки кварцевого стекла с запаянными торцами, у обоих концов которой на внешней поверхности установлены цилиндрические электроды, один из них высоковольтный, а второй заземлен. Трубка излучателя изогнута от высоковольтного электрода, а обе прямые части колбы изготовлены под углом друг к другу в интервале 15-90 градусов. Прямая часть трубки размещена вплотную к сетке на выходном окне, а заземленный электрод вплотную к корпусу; высоковольтный электрод размещен на удалении

от корпуса лампы и отражателя; вентилятор установлен на торце корпуса со стороны высоковольтного электрода и всасывает облученный воздух через окно для выхода

излучения и отверстия, находящиеся на торце корпуса, противоположном от высоковольтного электрода, и направляет воздух из корпуса лампы в вытяжной шкаф или фильтр. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.



Фиг. 1

RU 2771223 C1

RU 2771223 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61L 9/20 (2022.02)(21)(22) Application: **2021121742, 21.07.2021**(24) Effective date for property rights:
21.07.2021Registration date:
28.04.2022

Priority:

(22) Date of filing: **21.07.2021**(45) Date of publication: **28.04.2022** Bull. № 13

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Matsumoto Yoshiie (RU),
Lomaev Mikhail Ivanovich (RU),
Skakun Viktor Semenovich (RU),
Sorokin Dmitrij Alekseevich (RU),
Matsumoto Joshio (JP)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
uchrezhdenie nauki Institut silnotochnoj
elektroniki Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj
akademii nauk, (ISE SO RAN) (RU)**(54) **IODINE LAMP EXCITED BY A CAPACITIVE DISCHARGE**

(57) Abstract:

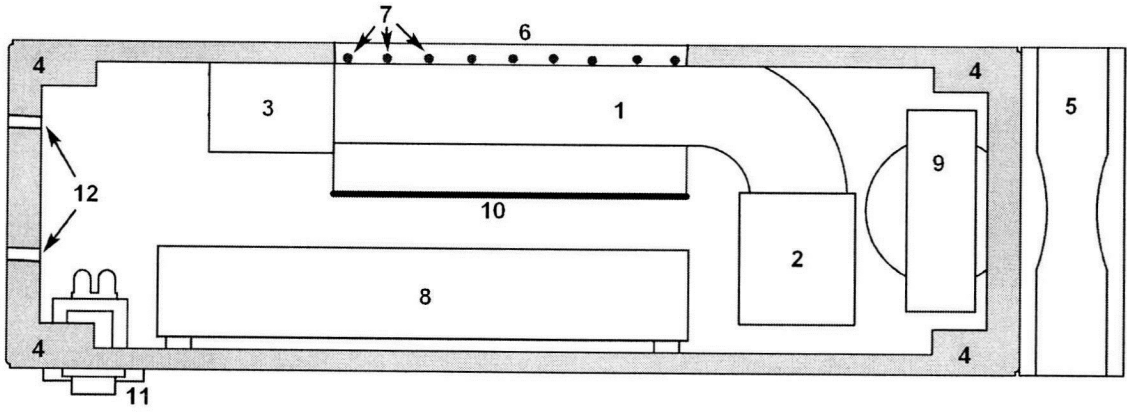
FIELD: lighting equipment.

SUBSTANCE: invention relates to gas-discharge radiation sources, namely to iodine lamps with an unsoldered radiator in the form of a tube designed to produce radiation at a wavelength of 206.2 nm when excited by a capacitive discharge, and can be used in devices where narrow-band ultraviolet (UV) radiation with a wavelength in the region of 200-210 nm is needed. An iodine lamp excited by a capacitive discharge contains a switching power source, a reflector, a fan mounted on the side end of the housing to cool the lamp, and a radiator located in a metal housing with a window for radiation output, which is closed by a metal grid. The radiator containing iodine vapor consists of a quartz glass tube with soldered ends, at both ends of which cylindrical electrodes are installed on the outer surface, one of them is high-voltage, and the second is grounded. The radiator tube is curved from the high-

voltage electrode, and both straight parts of the bulb are made at an angle to each other in the range of 15-90 degrees. The straight part of the tube is placed close to the grid on the output window, and the grounded electrode is close to the housing; the high-voltage electrode is placed at a distance from the lamp housing and the reflector; the fan is mounted on the end of the housing on the side of the high-voltage electrode and sucks the irradiated air through the radiation outlet window and holes located on the end of the housing opposite from the high-voltage electrode, and directs air from the lamp housing to the exhaust cabinet or filter.

EFFECT: increase in radiation power density at the exit from the window of an iodine lamp excited by a capacitive discharge and ensuring ozone safety.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2771223 C1

RU 2771223 C1

Изобретение относится к газоразрядным источникам излучения, а именно, к йодным лампам, предназначенным для получения излучения на длине волны 206.2 нм при возбуждении емкостным разрядом. Изобретение может быть использовано в устройствах, где необходимо узкополосное ультрафиолетовое (УФ) излучение с длиной волны в области 200-210 нм, например, в медицине и биологии для дезинфекции поверхностей и воздуха с одновременным удалением нарабатываемого озона.

Известны различные источники УФ излучения, используемые для дезинфекции и обработки поверхностей, воздуха и воздуха с аэрозолями в области коротких длин волн λ , в том числе, и в области 200-210 нм. Отметим, что излучение с λ короче 200 нм имеет большое поглощение в воздухе [1], а излучение с λ , более 230 нм может существенно повреждать облучаемые поверхности при использовании в медицине [2]. Широко распространенные источники спонтанного широкополосного излучения в области спектра начиная с 200 нм и короче 250 нм описаны в патентах, обзорах и монографиях [3-6]. Наиболее близкими техническими решениями к предлагаемому изобретению - это йодные лампы, излучающие на длине волны 206.2 нм при возбуждении тлеющим [7] и емкостным [8, 9] разрядами, которые выбраны в качестве аналогов и прототипа.

Известна йодная лампа, возбуждаемая тлеющим разрядом, описанная в патенте [7], в которой излучатель состоит из прямой кварцевой прямой трубки с электродами с электродами у запаянных торцов. Трубка излучателя заполнена парами йода или смесью паров йода с инертными газами. Лампа снабжена источником питания, который подключается к электродам и возбуждает рабочую смесь тлеющим разрядом. Данный аналог обеспечивает получение узкополосного излучения на длине волны 206.2 нм.

К недостаткам йодной лампы, описанной в патенте [7], следует отнести сравнительно малый срок службы излучателя лампы из-за взаимодействия йода с металлическими электродами, которые контактируют с плазмой тлеющего разряда. Кроме того, указанная йодная лампа, использовалась без защитного металлического корпуса. Соответственно, высоковольтный электрод открытый, что делает работу с лампой опасной. Также, при работе с данной йодной лампой не была предусмотрена утилизация озона, который нарабатывается в воздухе со всех сторон от излучателя. Все это ограничивает применение данной йодной лампы в медицине, биологии и других областях.

Известна йодная лампа с возбуждением емкостным разрядом, описанная в патенте [8], предназначенная для получения узкополосного излучения на длине волны 206.2 нм. В такой лампе цилиндрические электроды расположены на внешней поверхности трубки излучателя и не имеют контакта с рабочей смесью. Это позволяет в несколько раз, при прочих равных условиях, увеличить срок службы излучателя.

К недостаткам йодной лампы, с возбуждением емкостным разрядом, описанной в [8], следует отнести сравнительно малые плотности мощности излучения на безопасном расстоянии от излучателя. Данная лампа также использовалась без установки излучателя в металлический корпус. Соответственно, открытый высоковольтный электрод делает работу с лампой опасной. Кроме того, при работе йодной лампы, описанной в патенте [8], также не предусмотрена утилизация озона, который нарабатывается в воздухе со всех сторон от излучателя. Все это ограничивает применение йодной лампы в медицине и биологии, а также других областях.

Наиболее близкой по конструктивному исполнению и технической сущности к заявляемому изобретению является йодная лампа, возбуждаемая емкостным разрядом, описанная подробно в обзоре [9], которая была принята за прототип. Йодная лампа, содержит излучатель, помещенный в заземленный металлический корпус с сетчатым

окном для вывода УФ излучения; импульсный источник питания с высоковольтным трансформатором, отражатель также размещены в корпусе. Вентилятор, установлен на боковом торце корпуса. Излучатель, выполнен из кварцевой трубки с запаянными торцами и наполнен парами йода. Цилиндрические электроды, высоковольтный и заземленный, которые установлен на внешней поверхности трубки у ее концов.

К недостаткам прототипа [9] следует отнести сравнительно малую плотность мощности излучения с длиной волны 206.2 нм на выходе из окна лампы, что требует увеличивать время облучения поверхности, воздуха и воздуха с аэрозолями для достижения полезного эффекта. Это связано с тем, что излучатель, который изготовлен из отрезка прямой кварцевой трубки, удален от корпуса йодной лампы из-за наличия на ней высоковольтного электрода. Кроме того, при работе лампы за счет УФ излучения выходящего из окна в воздухе и у облучаемых поверхностей происходит наработка и накопление озона.

Техническим результатом при использовании предлагаемого изобретения является увеличение плотности мощности излучения на выходе из окна йодной лампы, возбуждаемой емкостным разрядом.

Другим техническим результатом является обеспечение озонобезопасности при работе персонала с лампой, при сохранении условий охлаждения всех элементов йодной лампы.

Указанный технический результат осуществляется в лампе, возбуждаемой емкостным разрядом, содержащей наполненный парами йода излучатель с отражателем, которые помещены в заземленный металлический корпус с сетчатым окном для вывода УФ излучения; импульсный источник питания с высоковольтным трансформатором также размещены в корпусе; излучатель выполнен из кварцевой трубки с запаянными торцами на внешней поверхности трубки у ее концов установлены цилиндрические высоковольтный и заземленный электроды; вентилятор установлен на боковом торце корпуса лампы, согласно изобретению, кварцевая трубка излучателя изогнута у высоковольтного электрода под углом 15-90 градусов, при этом прямая часть трубки у заземленного электрода установлена вплотную к сетке на выходном окне, а высоковольтный электрод расположен на удалении от корпуса лампы и отражателя, исключая шунтирующие пробой.

Кроме того, вентилятор размещен на торце корпуса со стороны высоковольтного электрода, а на противоположном торце просверлены отверстия. При таком расположении происходит всасывание воздуха через окно для вывода излучения и через отверстия и удаление облученного воздуха из корпуса в вытяжной шкаф или в фильтр. Происходит одновременная откачка озона, нарабатываемого УФ излучением в воздухе и у обрабатываемой поверхности, при сохранении условий охлаждения всех элементов йодной лампы.

На фиг. 1 показано поперечное сечение предлагаемой йодной лампы, возбуждаемой емкостным разрядом. Трубка излучателя 1 с высоковольтным 2 и заземленным электродом 3 находятся в корпусе 4. Вентилятор 5 размещен на одном из его торцов корпуса 4. Выходное окно 6, закрыто металлической сеткой 7. Источник питания 8 и высоковольтный трансформатор 9 выделены отдельными блоками. Высоковольтный электрод 2 излучателя удален от корпуса 4 и отражателя 10, который охватывает с противоположной от выходного окна 6 стороны часть трубки излучателя без электродов. Расстояние от высоковольтного электрода 2 до корпуса 4 и отражателя 10 выдерживается достаточным для исключения шунтирующих пробоев. Часть трубки излучателя до заземленного электрода 3 устанавливается вплотную к металлической

сетке на выходном окне лампы 6.

Йодная лампа работает следующим образом. При включении тумблером 11 источника питания 8 в нем формируются импульсы напряжения, которые передаются на первичную обмотку высоковольтного трансформатора 9. Высоковольтные импульсы напряжения с вторичной обмотки трансформатора 9 подаются на электроды излучателя (2, 3) и осуществляют внутри трубки 1 излучателя пробой рабочей смеси, содержащей пары йода. При этом происходит возбуждение атомарных уровней паров йода, который излучает в основном на длине волны 206.2 нм.

В отличие от прототипа в предлагаемой лампе емкостного разряда трубка излучателя 1 изогнута от высоковольтного электрода 2 и часть ее со стороны заземленного электрода 3 располагается вплотную к сетке на выходном окне 6. Это обеспечивает при прочих равных условиях более высокую плотность мощности излучения на выходе из лампы.

Сравнение мощности излучения в прототипе и предлагаемой йодной лампе емкостного разряда было проведено при внешнем диаметре трубки из кварцевого стекла диаметром 23 мм. Использовались одинаковые частота следования импульсов (40 кГц) и напряжение на электродах (≈ 4 кВ). В прототипе трубка излучателя располагалась на расстоянии 1 см от сетки на выходном окне, а в предлагаемой лампе вплотную к сетке. Спектр излучения ламп регистрировался с помощью спектрометра HR2000+ES (Ocean Optics, Inc.) на основе многоканальной п.з.с.-линейки Sony ILX511B (рабочий диапазон 200-1100 нм, спектральная полуширина аппаратной функции ~ 1.33 нм). В области 200-230 нм наблюдалась одна линия с длиной волны 206.2 нм. Измерение средней мощности излучения проводилось прибором компании HAMAMATSU. Использовались приемник C8025-222 и пульт C8026. Измерения показали, что плотность мощности излучения на выходе из окна предлагаемой йодной лампе по сравнению с прототипом возросла в ≈ 2.5 раза.

В йодной лампе на фиг. 1 угол между прямыми частями кварцевой трубки равен 90 градусов. При этом длина трубки на ее изгибе и у высоковольтного электрода минимальна, но достаточна для исключения шунтирующих пробоев. Излучение из этой части трубки экранируется корпусом лампы и теряется. Однако эти потери мощности излучения для трубки с внешним диаметром 23 мм при длине выходного окна лампы 100 мм не превышали 20%, тогда как плотность мощности излучения на выходе из окна предлагаемой йодной лампе возросла в ≈ 2.5 раза. При увеличении диаметра трубки выполнять изгиб под углом $\phi \approx 90$ градусов технологически более сложно, поэтому при обеспечении безопасного расстояния от высоковольтного электрода до корпуса лампы возможно уменьшение угла ср. Моделирование показало, что, исходя из диаметра трубки и ее длины, угол изгиба достаточен в диапазоне от 15 до 90 градусов.

Второй технический результат был решен путем откачки озона, нарабатываемого в воздухе у выходного окна 6. Облученный за окном лампы воздух, в том числе у обрабатываемой поверхности, вентилятором 5 всасывается через окно 6 в корпус лампы 4, охлаждая трубку излучателя 1 и высоковольтный трансформатор 8. Это позволяет удалять озон, который образуются в воздухе и у облучаемой поверхности под действием УФ излучения, а за счет отверстий 12 в торце корпуса лампы на противоположной от вентилятора стороне дополнительно охлаждать излучатель у заземленного электрода 3, источник питания 8, высоковольтный электрод 2 и высоковольтный трансформатор 9.

Проверка откачки озона от облучаемой поверхности осуществлялась с помощью датчика озона Profile Diemern (Air Quality Detector, Material ABS). На предлагаемой

йодной лампе (длина волны излучения 206.2 нм) имелось окно для вывода излучения высотой 6 см и длиной 10 см. Плотность мощности излучения лампы у поверхности трубки составляла ≈ 1.2 мВт/см². Датчик озона располагался на расстоянии 20 мм или более от выходного окна. Он имел плоскую поверхность с встроенным детектором, размеры которой превышали размеры окна лампы, и имитировал облучаемую поверхность. Прокачка воздуха через лампу при испытаниях осуществлялась в двух направлениях. Согласно изобретению, воздух всасывался в корпус лампы через окно и отверстия в противоположном от вентилятора торце корпуса лампы. Для сравнения направление прокачки воздуха изменялось. Воздух, как в прототипе, нагнетался вентилятором в корпус работающей лампы и выходил через окно и отверстия в торце корпуса лампы на противоположной стороне.

При стационарном режиме работы йодной лампы на расстоянии до датчика озона от выходного окна 20 мм, всасывании воздуха в окно и концентрация озона при всасывании облученного воздуха уменьшилась более, чем в два раза. При дальнейшем увеличении расстояния от датчика до окна лампы эта разница увеличивалась. Контролируя время работы йодной лампы можно проводить облучения, не превышая предельно допустимые концентрации озона. Так, при расстоянии до датчика озона от выходного окна 50 мм концентрация озона у поверхности датчика была меньше предельно допустимой (0.05 ppm) при времени облучения до 8 минут. Используя короткие паузы между облучением, во время которых излучатель лампы отключался на 1 минуту, можно было набирать нужные дозы облучения, не превышая предельно допустимой концентрации озона у облучаемой поверхности, в том числе при использовании йодных ламп с большей плотностью мощности излучения. Отметим также, что средняя концентрация озона в помещении с объемом 50 м³ не превышала предельно допустимую при включении йодной лампы с плотностью мощности излучения ≈ 1.2 мВт/см² на время до 1 часа без направления облученного воздуха в фильтр или вытяжной шкаф. Воздух, всасываемый с помощью вентилятора в корпус, охлаждает излучатель и источник питания. Это обеспечивает длительную работу йодной лампы без перегрева. Лампа включалась на 8 часов непрерывной работы в день в течение двух недель и сохранила свои параметры.

Таким образом, йодная лампа, возбуждаемая емкостным разрядом, созданная согласно предлагаемому изобретению, позволяет на выходе из окна увеличить плотность мощности излучения с длиной волны 206.2 нм. Кроме того, данная йодная лампа озонобезопасна, что позволяет использовать ее для дезинфекции и обработки поверхностей.

Источники информации:

1. Василяк, Л.М., Костюченко С.В., Кольцов. Г.В., 2008. Применение импульсного и непрерывного УФ-излучения для обеззараживания воды и воздуха. Сантехника, (3), р.75.

2. Buonanno, M., Welch, D., & Brenner, D. J. (2021). Exposure of human skin models to KrCl excimer lamps: The impact of optical filtering. Photochemistry and Photobiology. Accepted 14 January 2021, DOI: 10.1111/php.13383.

3. Eliasson B. and Kogelschatz U. UV Excimer Radiation from Dielectric-barrier Discharges // Appl. Phys. B. - 1988. - V.B46. - P. 299-303.

4. Light sources for optical and analytical instrumentation // Heraeus Noblelight GmbH. HNG B181E/01.10.wsp.

5. 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.

6. Sosnin E.A., Sokolova I.V., Tarasenko V.F. Development and Applications of Novel UV and VUV Excimer and Exciplex Lamps for the Experiments in Photochemistry // In Book: Photochemistry Research Progress (Eds. by A. Sanchez, S.J. Gutierrez). - Nova Science Publishers, 2008. - P. 225-269.

7. Рабочая среда лампы тлеющего разряда, патент Российской Федерации №2151442 (от 18.02.1998).

8. Рабочая среда лампы высокочастотного емкостного разряда, патент Российской Федерации №2154323 (от 01.06.1998).

9. Ломаев М.И., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Шитц Д.В., Скакун В.С., Ерофеев М.В., Лисенко А.А. Эксилампы барьерного и емкостного разрядов и их применения (обзор). Приборы и техника эксперимента. 2006, №5, стр. 5-26.

10. Publication No.: US 2019/0192708 A1. Publication date June 27, 2019.

15

(57) Формула изобретения

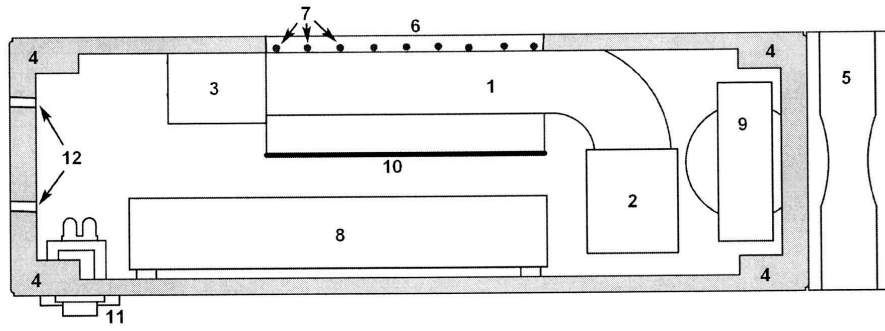
1. Йодная лампа, возбуждаемая емкостным разрядом, содержащая излучатель, который помещен в заземленный металлический корпус с сетчатым окном для вывода ультрафиолетового излучения (УФ), импульсный источник питания с высоковольтным трансформатором, отражатель и вентилятор, установленный на боковом торце корпуса; излучатель с парами йода внутри состоит из кварцевой трубки с запаянными торцами и цилиндрических электродов, высоковольтного и заземленного, установленных на внешней поверхности трубки у ее концов, отличающаяся тем, что кварцевая трубка излучателя изогнута у высоковольтного электрода под углом 15-90 градусов, прямая часть трубки у заземленного электрода установлена вплотную к сетке на выходном окне, а высоковольтный электрод располагается на удалении от корпуса лампы и отражателя.

2. Йодная лампа по п. 1, отличающаяся тем, что вентилятор размещен на торце корпуса со стороны высоковольтного электрода, а для забора воздуха в корпус используются выходное окно для вывода УФ-излучения и отверстия в противоположном от вентилятора торце корпуса.

35

40

45



Фиг. 1