

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[H01S 3/097 \(2006.01\)](#)[H01S 3/07 \(2006.01\)](#)

(52) СПК

[H01S 3/097 \(2019.05\)](#)[H01S 3/073 \(2019.05\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 11.11.2022)  
Пошлина: учтена за 6 год с 13.09.2022 по 12.09.2023. Установленный срок для уплаты пошлины за 7 год: с 13.09.2022 по 12.09.2023. При уплате пошлины за 7 год в дополнительный 6-месячный срок с 13.09.2023 по 12.03.2024 размер пошлины увеличивается на 50%.

(21)(22) Заявка: [2017132057](#), 12.09.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.09.2017Дата регистрации:  
21.10.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.09.2017

(43) Дата публикации заявки: 12.03.2019 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 21.10.2019 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2097889 C1, 27.11.1997. RU 2108647 C1, 10.04.1998. RU 2094918 C1, 27.10.1997. WO 1998006156 A1, 12.02.1998.

Адрес для переписки:  
600035, г.Владимир, а/я 38, ООО  
"ТермоЛазер"

(72) Автор(ы):

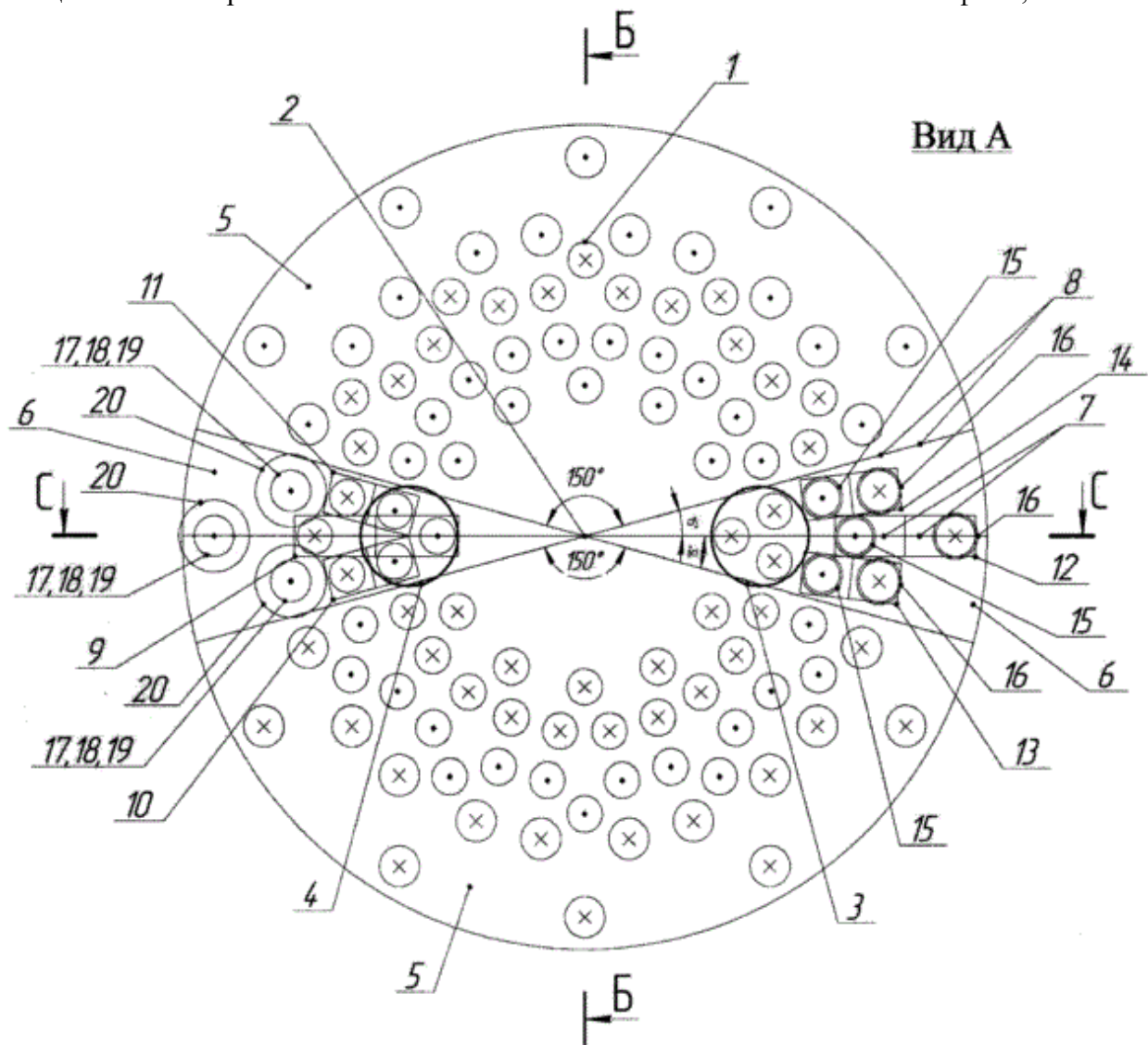
**Чухланцев Олег Александрович (RU),  
Умнов Владимир Павлович (RU),  
Мальцев Владислав Викторович (RU),  
Рыжикова Дарья Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной  
ответственностью "ТермоЛазер" (RU)****(54) Многолучевой электроразрядный лазер**

(57) Реферат:

Изобретение относится к лазерной технике. Многолучевой электроразрядный лазер включает в себя параллельные газоразрядные трубы, расположенные вокруг центральной оси, оптический резонатор из глухого и частично отражающего зеркал, расположенный напротив торцов газоразрядных труб перпендикулярно к их оси, и две уголкового зеркальные призмы, установленные возле противоположных торцевых поверхностей газоразрядных труб. Плоскости биссектрис углов пересечения зеркал в уголкового зеркальных призмах проходят радиально через центральную ось газоразрядных труб и смещены относительно друг друга вокруг центральной оси газоразрядных труб на угол  $180^\circ/n$ , где  $n$  - целое число. При этом в пределах угловых секторов  $360^\circ/n$ , исходящих из центральной оси газоразрядных труб и чередующихся  $n$  раз вокруг центральной оси от радиальной плоскости биссектрис углов одной из уголкового зеркальных призм, расположено по несколько газоразрядных труб в разных радиальных плоскостях, расположение которых зеркально повторяется в каждом секторе. Техническим результатом изобретения является увеличение



Фиг. 3

Изобретение относится к лазерной технике, в частности к технологическим лазерам для резки и сварки, а точнее к многотрубчатым электроразрядным лазерам с диффузионным охлаждением газовой смеси.

Для того чтобы преодолеть дефекты однолучевой лазерной сварки и делать качественные и целостные сварные швы, предложена и находится в стадии разработки техника сварки, соединяющая два и более источника лазерного излучения - это двух/многолучевая лазерная сварка (Справочник по лазерной сварке, под ред. С. Катаяма, ТЕХНОСФЕРА, Москва, 2015, с 155). При многолучевой сварке, например, пучком из трех лучей, лучи располагаются в вершинах равностороннего треугольника и ориентируются относительно направления движения области сварки, или одним лучом впереди и двумя сзади (продольное расположение), или двумя лучами впереди и одним сзади (поперечное расположение). Но при формировании пучка из трех лучей, сборка из трех источников лазерного излучения обладает большими габаритами, малой мощностью лазерного излучения с единицы объема сборки и низкой относительной стабильностью направления лучей.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому объекту является электроразрядный многотрубчатый лазер с диффузионным охлаждением газовой смеси (RU 2097889 С1, Н01S 3/22, 15.03.1996). Лазер включает в себя параллельные газоразрядные трубы, расположенные вокруг центральной оси, оптический резонатор из глухого и частично отражающего зеркал, расположенный напротив торцов газоразрядных труб перпендикулярно к их оси, две уголкового зеркальные призмы, установленные возле противоположных торцевых поверхностей газоразрядных труб, причем плоскости биссектрис углов пересечения зеркал в уголкового зеркальных призмах проходят радиально через центральную ось газоразрядных труб и смещены относительно друг друга вокруг центральной оси газоразрядных труб на угол  $180^\circ/n$ , где  $n$  - целое число.

Угловое смещение уголкового зеркального призма на угол  $180^\circ/n$ , позволяет расположить  $n$  труб по окружности вокруг центральной оси более компактно, чем при расположении  $n$  труб в одной плоскости. Но когда для увеличения мощности лазера требуется расположить второе и третье кольцо из  $n$  труб, то компактность расположения труб уменьшается, за счет увеличения длин окружностей на которых новые кольца из  $n$  труб находятся. В них, с ростом радиуса колец, тангенциальное расстояние между трубами увеличивается, и мощность лазерного излучения с единицы объема лазера уменьшается.

Задачей, решаемой изобретением, является увеличение мощности лазерного излучения и уменьшение прироста габаритов лазера при увеличении его мощности.

Техническим результатом изобретения является трехкратное увеличение мощности лазера с компактным взаимным расположением трех отдельных лазеров, образующих пучок лазера из трех лучей, лучи которого в выходном сечении расположены в вершинах равностороннего треугольника. А также сохранение мощности лазерного излучения с единицы объема лазера с ростом мощности лазера, за счет повышения компактности конструкции. И также высокая относительная стабильность направления трех лучей.

Технический результат обеспечивается тем, что в известном устройстве, включающем в себя параллельные газоразрядные трубы, расположенные вокруг центральной оси, оптический резонатор из глухого и частично отражающего зеркал, расположенный напротив торцев газоразрядных труб перпендикулярно к их оси, две уголкового зеркальные призмы, установленные возле противоположных торцевых поверхностей газоразрядных труб, причем плоскости биссектрис углов пересечения зеркал в уголкового зеркальных призмах проходят радиально через центральную ось газоразрядных труб и смещены относительно друг друга вокруг центральной оси газоразрядных труб на угол  $180^\circ/n$ , где  $n$  - целое число, в пределах угловых секторов  $360^\circ/n$ , исходящих из центральной оси газоразрядных труб и чередующихся  $n$  раз вокруг центральной оси от радиальной плоскости биссектрис углов одной из уголкового зеркальных призм, расположено по несколько газоразрядных труб в разных радиальных плоскостях, расположение которых зеркально повторяется в каждом секторе.

При этом в угловых секторах несколько газоразрядных труб, расположенных в разных радиальных плоскостях, расположены также и на разных расстояниях от центральной оси, и с несколькими оптическими резонаторами напротив торцев нескольких газоразрядных труб образуют несколько отдельных лазеров, при этом уголкового зеркальные призмы обеспечивают последовательное прохождение лазерного излучения по всем трубам с одинаковым расстоянием от центральной оси, начиная от входных труб, находящихся в секторе с глухими зеркалами резонаторов и заканчивая выходными трубами в секторе с частично отражающими зеркалами, находящемся с противоположной стороны центральной оси от сектора с глухими зеркалами резонаторов, а для передачи лазерного излучения в трубы расположенные на разных расстояниях от центральной оси, напротив торцев выходных и входных труб, находящихся на разных расстояниях от центральной оси, расположены уголкового зеркальные отражатели, образующие оптические системы отдельных лазеров с усилителями из труб, расположенных на разных расстояниях от центральной оси.

При чем между уголкового зеркальными отражателями и торцами выходных и входных труб разных расстояний расположены линзы расширительных телескопов, первые линзы которых расположены напротив выходных труб, а вторые линзы напротив входных труб, причем входные трубы выполнены с увеличенными диаметрами, по отношению к выходным трубам, соответственно увеличениям расширительных телескопов.

На Фиг. 1 показан лазер вид сбоку в продольном сечении по центральной оси, с параллельными газоразрядными трубами и двумя уголкового зеркальными призмами возле противоположных торцевых поверхностей газоразрядных труб.

На Фиг. 2 показан лазер вид сверху в продольном сечении по центральной оси, с параллельными газоразрядными трубами, уголкового зеркальной призмой, попавшей в сечение, глухим и частично отражающим зеркалами оптического резонатора, с уголкового зеркальными отражателями и линзами расширительного телескопа, а также с выходным окном и внешним формирующим телескопом.

На Фиг. 3 показан лазер вид спереди в проекции на плоскость поперечного сечения лазера, и газоразрядных труб, и контуров всех оптических элементов лазера.

Многолуччатый электропроводный лазер с диффузионным охлаждением газовой смеси показанный на фиг. 1, включает в себя параллельные газоразрядные трубы поз. 1, расположенные вокруг центральной оси поз. 2, показанный на фиг. 2 оптический резонатор из глухого поз. 3 и частично отражающего поз. 4 зеркал, расположенный напротив торцев газоразрядных труб поз. 1 перпендикулярно к их оси, две уголкового зеркальные призмы с углом  $90^\circ$  между зеркальными плоскостями, установленные возле противоположных торцевых поверхностей газоразрядных труб. Из которых передняя призма поз. 5 фиг. 1 в проекции на плоскость поперечного сечения фиг. 3 состоит из двух зеркальных секторов  $150^\circ$ , образующих между собой секторальные  $30^\circ$  щели, по  $15^\circ$  от ребра поз. 7 пересечения зеркальных плоскостей, для вывода излучения из лазера и обслуживания резонатора. А задняя призма поз. 6 фиг. 1, 2 в проекции на плоскость поперечного сечения фиг. 3 состоит из двух зеркальных секторов  $180^\circ$  с ребром поз. 8 пересечения зеркальных плоскостей. Причем плоскости биссектрис углов пересечения зеркал в уголкового зеркальных призмах, совпадающие с ребрами поз. 7 и 8 в проекции на плоскость поперечного сечения фиг. 3, проходят радиально через центральную ось поз. 2 газоразрядных труб, проекция которой находится в центре фиг. 3, через ребра поз. 7 и 8, и смещены относительно друг друга вокруг центральной оси газоразрядных труб, например, на угол  $180^\circ/12$  равный  $15^\circ$ , между поз. 7 и 8 фиг. 3, где 12 - целое число. Причем, в пределах угловых секторов  $360^\circ/12$  равных  $30^\circ$ , исходящих из центральной оси поз. 2 газоразрядных труб и чередующихся 12 раз вокруг центральной оси от радиальной плоскости биссектрис углов поз. 8 задней поз. 6 уголкового зеркальной призмы, расположено, например, по девять газоразрядных труб, например, в семи разных радиальных плоскостях. Расположение труб в которых зеркально повторяется в каждом секторе, путем поочередного зеркального отражения их положений относительно ребер поз. 8 и поз. 7. На фиг. 3 крестиком помечено распространение лазерного луча в трубках в сторону от передней зеркальной призмы к задней с последующим зеркальным отражением относительно ребра поз. 8 задней зеркальной призмы и точкой помечено распространение лазерного луча в трубках в сторону от задней к передней зеркальной призме с последующим зеркальным отражением относительно ребра поз. 7 передней зеркальной призмы.

При этом в  $30^\circ$  угловых секторах, например в секторе глухого зеркала поз. 3, девять газоразрядных труб, расположенных в семи разных радиальных плоскостях, расположены также и на шести разных расстояниях от центральной оси. И с тремя оптическими резонаторами напротив торцев трех газоразрядных труб, состоящих из поверхностей глухого поз. 3 и частично отражающего поз. 4 зеркал, перекрывающих по три трубки одновременно, образуют три отдельных лазера. При этом уголкового зеркальные призмы поз. 5, 6 обеспечивают последовательное прохождение лазерного излучения по всем трубам с одинаковым расстоянием от центральной оси, начиная от входных труб, находящихся, например, в секторе с глухими зеркалами резонаторов поз. 3, например, от глухих зеркал и заканчивая выходными трубами поз. 17, напротив выходных окон поз. 18, в секторе с частично отражающими зеркалами поз. 4, находящемся с противоположной стороны центральной оси от сектора с глухими зеркалами резонаторов. А для передачи лазерного излучения в трубы расположенные на разных расстояниях от центральной оси, напротив торцев выходных и входных труб, находящихся на разных расстояниях от центральной оси, расположены уголкового зеркальные отражатели, поз. 9, 10, 11, 12, 13, 14, образующие оптические системы отдельных лазеров с усилителями из труб, расположенных на разных расстояниях от центральной оси.

При чем между уголкового зеркальными отражателями поз. 12, 13, 14 и торцами выходных и входных труб разных расстояний расположены линзы расширительных телескопов, первые линзы поз. 15 фиг. 2, 3 которых расположены напротив выходных труб, а вторые линзы поз. 16 напротив входных труб. Причем входные трубы выполнены с увеличенными диаметрами, по отношению к выходным трубам, соответственно увеличениям расширительных телескопов. При этом после трех газоразрядных труб поз. 17 из сектора частично отражающего зеркала поз. 3, расположенных последними по ходу трех лазерных лучей идущих от глухого зеркала резонатора поз. 3, и после секторальной  $30^\circ$  щели передней поз. 5 призмы лазера, в выходном сечении лазера находятся выходные окна поз. 18 фиг. 2, 3, расположенные в вершинах равностороннего треугольника. Далее по ходу лучей расположены внешние формирующие телескопы поз. 19, 20 фиг. 2, 3 лазера.

Применение труб с увеличенными диаметрами, размещение в лазере трех отдельных лазеров с усилителями, обеспечивает трехкратное увеличение мощности

лазера, по сравнению с лазером в котором трубки расположены в секторах в одной радиальной плоскости, при одинаковой мощности лазерного излучения с единицы объема лазера в них. При этом положение труб в секторах лазера, с увеличением расстояния от центральной оси, находящихся в рядах: сначала одна труба в секторе, далее ряд в две трубы на одинаковом расстоянии от центральной оси в положении с минимальным расстоянием до границ сектора и минимальным расстоянием между трубами и трубой первого ряда, далее три трубы с минимальным расстоянием до границ сектора и минимальным расстоянием между трубами и трубами второго ряда, далее две трубы четвертого ряда с минимальным расстоянием до границ сектора и минимальным расстоянием до труб третьего ряда и далее труба пятого ряда, образующая равносторонний треугольник (в плоскости поперечного сечения лазера) с двумя трубами четвертого ряда, позволяет компактно на минимальном расстоянии от центральной оси расположить трубы в лазере, с образованием в выходном сечении лазера трех лучей расположенных в вершинах равностороннего треугольника. Компактное максимально плотное заполнение секторов лазера трубками обеспечивает сохранение мощности лазерного излучения с единицы объема лазера с ростом мощности лазера и обеспечивает уменьшение прироста габаритов лазера при увеличении его мощности, по сравнению с лазером в котором трубки расположены в секторах в одной радиальной плоскости. Общие для трех отдельных лазеров отражающие поверхности резонаторов глухого и частично отражающего зеркал, выполненные в виде единых оптических элементов, обеспечивают высокую относительную стабильность направления трех лучей лазера, по сравнению с тремя источниками лазерного излучения с разными резонаторами.

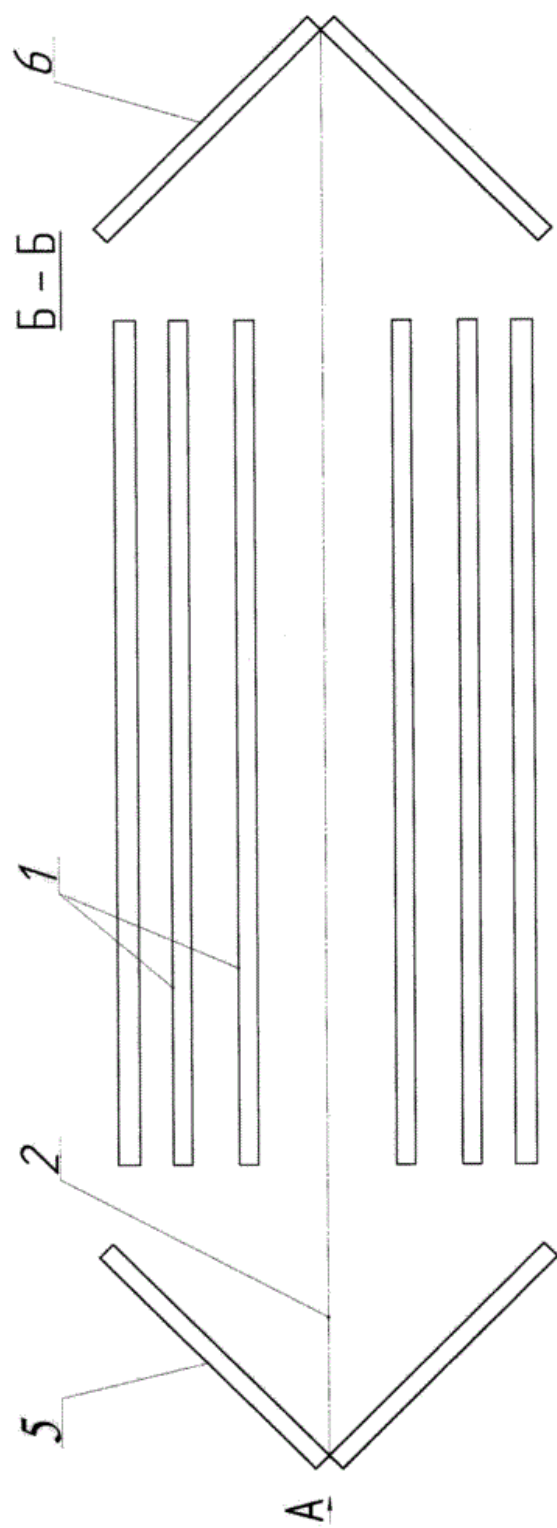
Расположение трех лучей в вершинах равностороннего треугольника позволяет, с помощью управляемых окуляров поз. 19 внешних формирующих телескопов, однообразно автоматически устанавливать лучи на объекте в заданную конфигурацию и однообразно автоматически разворачивать конфигурацию лучей при изменении направления движения по объекту. При этом раздельное управление мощностью каждого отдельного лазера, дополнительно расширяет область оптимизации различных технологических процессов.

#### Формула изобретения

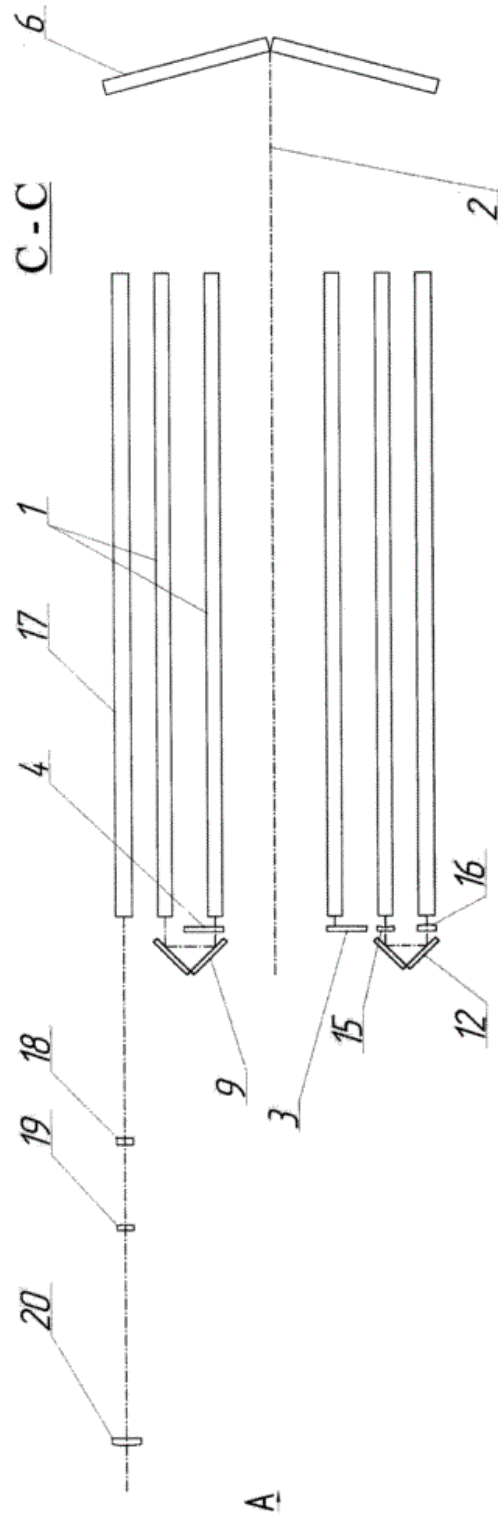
1. Многолучевой электроразрядный лазер, включающий в себя параллельные газоразрядные трубы, расположенные вокруг центральной оси, оптический резонатор из глухого и частично отражающего зеркал, расположенный напротив торцев газоразрядных труб перпендикулярно к их оси, две уголкового зеркальные призмы, установленные возле противоположных торцевых поверхностей газоразрядных труб, причем плоскости биссектрис углов пересечения зеркал в уголкового зеркальных призмах проходят радиально через центральную ось газоразрядных труб и смещены относительно друг друга вокруг центральной оси газоразрядных труб на угол  $180^\circ/n$ , где  $n$  - целое число, отличающийся тем, что в пределах угловых секторов  $360^\circ/n$ , исходящих из центральной оси газоразрядных труб и чередующихся  $n$  раз вокруг центральной оси от радиальной плоскости биссектрис углов одной из уголкового зеркальных призм, расположено по несколько газоразрядных труб в разных радиальных плоскостях, расположение которых зеркально повторяется в каждом секторе.

2. Лазер по п. 1, отличающийся тем, что в угловых секторах несколько газоразрядных труб, расположенных в разных радиальных плоскостях, расположены также и на разных расстояниях от центральной оси, и с несколькими оптическими резонаторами напротив торцев нескольких газоразрядных труб образуют несколько отдельных лазеров, при этом уголкового зеркальные призмы обеспечивают последовательное прохождение лазерного излучения по всем трубам с одинаковым расстоянием от центральной оси, начиная от входных труб, находящихся в секторе с глухими зеркалами резонаторов и заканчивая выходными трубами в секторе с частично отражающими зеркалами, находящемся с противоположной стороны центральной оси от сектора с глухими зеркалами резонаторов, а для передачи лазерного излучения в трубы расположенные на разных расстояниях от центральной оси, напротив торцев выходных и входных труб, находящихся на разных расстояниях от центральной оси, расположены уголкового зеркальные отражатели, образующие оптические системы отдельных лазеров с усилителями из труб, расположенных на разных расстояниях от центральной оси.

3. Лазер по п. 2, отличающийся тем, что между уголковыми зеркальными отражателями и торцами выходных и входных труб разных расстояний расположены линзы расширительных телескопов, первые линзы которых расположены напротив выходных труб, а вторые линзы - напротив входных труб, причем входные трубы выполнены с увеличенными диаметрами, по отношению к выходным трубам, соответственно увеличениям расширительных телескопов.

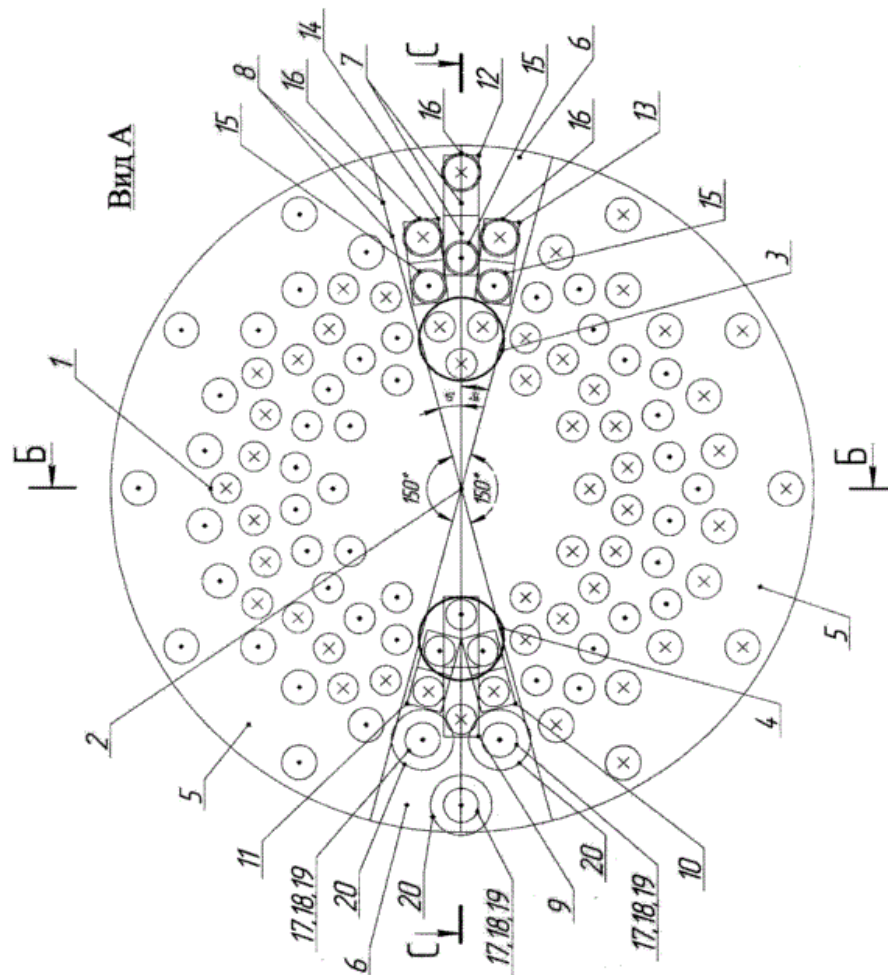


Фиг. 1



Фиг. 2





Фиг. 3

## ИЗВЕЩЕНИЯ

**РН4А Выдача дубликата патента**

Дата выдачи дубликата: **13.11.2020**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **13.11.2020**

Дата публикации и номер бюллетеня: **13.11.2020** Бюл. №32