



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 017 289<sup>(13)</sup> C1

(51) МПК<sup>5</sup> H 01 S 3/0977

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4892720/25, 21.12.1990

(46) Дата публикации: 30.07.1994

(56) Ссылки: 1. Journal Appl. Phys. 1986, V 60, N 8, 15, окт, р.2721-2728.2. Грасюк А.З. и др. Длинноимпульсный HeCl-лазер в режиме активной синхронизации мед. Квантовая электроника, 1990, т.17, N 1, с.35-39.

(71) Заявитель:

Всесоюзный научно-исследовательский институт экспериментальной физики

(72) Изобретатель: Боровков В.В.,

Воронин В.В., Воронов С.Л., Лажинцев Б.В., Нор-Аревян В.А., Тананакин В.А., Федоров Г.И.

(73) Патентообладатель:

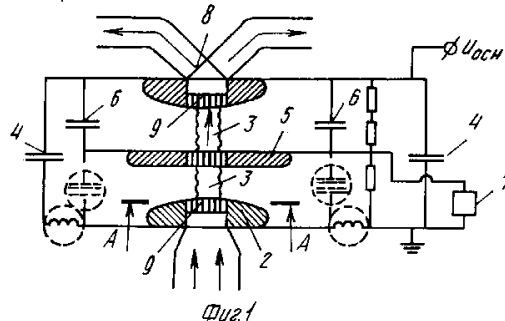
Лажинцев Борис Васильевич

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАКАЧКИ ГАЗОВОГО ПРОТОЧНОГО ЛАЗЕРА

(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к устройству импульсно-периодических лазеров с накачкой самостоятельным объемным разрядом и позволяет исключить коммутрующие элементы из основной цепи электропитания, что повышает КПД и упрощает конструкцию. Сущность изобретения: устройство содержит, кроме двух основных электродов 1,2, непосредственно подключенных к источнику электропитания 4, расположенный между ними управляющий электрод 5, который подключен дополнительно к электрическому контуру 6,7 вместе с основными электродами, причем управляющий электрод может, например, делить расстояние между основными в соотношении 1:2, центральные части

электродов выполнены из пластин 10, проекции которых на плоскость электродов образуют ячеистую квадратную структуру с диагоналями, повернутыми на угол относительно оптической оси резонатора. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.



RU 2 017 289 C1

RU 2 017 289 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 017 289** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> **H 01 S 3/0977**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4892720/25, 21.12.1990

(46) Date of publication: 30.07.1994

(71) Applicant:  
 VSESOJUZNYJ NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ  
 INSTITUT EHKSPERIMENTAL'NOJ FIZIKI

(72) Inventor: BOROVKOV V.V.,  
 VORONIN V.V., VORONOV S.L., LAZHINTSEV  
 B.V., NOR-AREVJAN V.A., TANANAKIN  
 V.A., FEDOROV G.I.

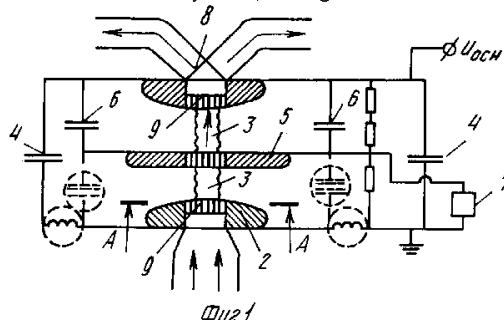
(73) Proprietor:  
 LAZHINTSEV BORIS VASIL'EVICH

(54) **DEVICE FOR PUMPING OF GAS FLOWING LASER**

(57) Abstract:

FIELD: pulsed periodic lasers. SUBSTANCE: device has two main electrodes 1, 2 directly coupled to power supply source 4, controlling electrode 5 located between main ones which is connected in addition to electric circuit 6, 7 together with main electrodes. Controlling electrode can divide distance between main ones with relation 1:2. Central parts of electrodes are produced from plates 10 which projection on to plane of electrodes form cellular square structure with diagonals turned through angle with reference to optical axis of

resonator. EFFECT: simplified design, increased reliability. 4 cl, 3 dwg



RU 2 017 289 C1

RU 2 017 289 C1

Изобретение относится к квантовой электронике, а именно к устройству возбуждения импульсно-периодических лазеров, и может быть использовано в решении технологических и лазерно-химических задач. Предпочтительно использовать предложенное устройство для лазерно-активных сред на основе ХеСl, Аг-Хе и др.

Известно устройство для накачки газового проточного лазера самостоятельным объемным разрядом, в котором один из основных электродов подключен к источнику энергоснабжения через 27 искровых промежутков, расположенных вдоль его боковых сторон и являющихся системой предварительной ионизации области разряда, а другой основной электрод подключен к источнику энергоснабжения через тиратрон или разрядник. Кроме того, основные электроды непосредственно через минимальную индуктивность подключены к конденсаторной батарее. При срабатывании тиратрона или разрядника происходит пробой искровых промежутков и предварительная ионизация области разряда, а на конденсаторной батарее начинает нарастать напряжение и при его достаточной величине происходит пробой разрядного промежутка между двумя основными электродами и формируется объемный разряд для накачки лазера. Емкость конденсаторной батареи и время ее зарядки подбираются такими, чтобы до формирования объемного разряда практически полностью передать электрическую энергию из источника энергоснабжения в конденсаторную батарею. Электроды выполнены сплошными. Поток газовой лазерной среды формируется поверхностями электродов, контактирующими с разрядом, и направлен перпендикулярно вектору электрического поля в разрядном промежутке.

К недостаткам данного устройства следует отнести напряженный режим работы тиратрона или разрядника, которые коммутируют полную энергию, запасенную в источнике энергоснабжения. При увеличении энергии устройства возникают большие сложности с этими элементами. Кроме того, с увеличением энергии время переброса энергии в конденсаторную батарею увеличивается, что приводит к режимам работы при напряжениях, близких к статическим пробойным напряжениям для данной конструкции и состава рабочей смеси, т.е. снижению коэффициента импульса и как следствие - к уменьшению удельной мощности ввода энергии.

Известно устройство для накачки газового лазера самостоятельным объемным разрядом, в котором один из основных электродов подключен непосредственно к источнику предварительного разряда, другой же основной электрод подключен к источнику энергоснабжения через магнитный коммутатор, а к источнику предварительного разряда подключен через управляемый разрядник. Источником предварительной ионизации является искровой скользящий разряд, размещенный с тыльной стороны сетчатого основного электрода, непосредственно подключенного к источнику энергоснабжения. Излучение разряда проходит через сетчатый электрод и ионизирует разрядный

промежутки. После срабатывания источника предварительной ионизации и подключения к разрядному промежутку через управляемый разрядник источник предварительного разряда формируется слаботочная фаза объемного разряда. Ток разряда начинает увеличиваться и после достижения им величины тока насыщения магнитного коммутатора (насыщающегося дросселя) индуктивность коммутатора падает. В результате этого резко увеличивается разрядный ток и источник энергоснабжения эффективно разряжается на плазму объемного разряда.

К недостаткам этого устройства следует отнести конструктивные сложности, связанные с изготовлением и малоиндуктивным размещением магнитного коммутатора, рассчитанного на полную энергию источника, снижение КПД устройства накачки из-за потерь электрической энергии в коммутаторе и неоптимальности формы токового импульса на разрядном промежутке. При увеличении энергии источника энергоснабжения эти недостатки проявляются сильнее.

Целью изобретения является повышение КПД устройства для накачки лазера самостоятельным объемным разрядом и упрощение конструкции.

Поставленная цель достигается тем, что для накачки газового проточного лазера, включающего два основных электрода, установленных параллельно и ограничивающих область электрического разряда, один из которых непосредственно подключен к источнику энергоснабжения, дополнительный электрический контур, подключенный к основным электродам, систему предварительной ионизации области разряда, устройство формирования потока газа в области разряда, другой основной электрод непосредственно подключен к источнику энергоснабжения, а между основными электродами параллельно им в области разряда установлен управляющий электрод, который подсоединен по крайней мере к одному основному электроду через конденсаторы дополнительного электрического контура.

Управляющий электрод делит расстояние между основными электродами в соотношении 1:2.

Устройство формирования потока газа в области разряда выполнено в виде сквозных отверстий в центральной части основных и управляющего электродов для прохождения неоднородного потока газа в направлении, перпендикулярном плоскостям электродов.

В другом варианте выполнения по крайней мере тело одного из основных электродов и тело управляющего электрода в области разряда выполнено из пластин, расположенных перпендикулярно плоскости электрода, проекции которых на эту плоскость образуют квадратную ячеистую структуру с диагоналями ячеек, повернутыми относительно осевых линий электродов на угол  $\psi = d/l$ , где  $d$  - расстояние между диагоналями соседних ячеек;  $l$  - длина пластинчатой части электродов, при этом система предварительной ионизации расположена с тыльной стороны основного электрода.

Указанные отличия позволяют исключить

коммутирующие элементы - тиратроны, разрядники или насыщающиеся дроссели из электрической цепи, передающие полную энергетику устройства, что повышает КПД устройства и упрощает его конструкцию, особенно при увеличении энергетики устройства, а также улучшает надежность и ресурс работы устройства; оптимально, исходя из выбранных режимов работы, организовать движение газа в области разряда, снизить его расход и сопротивление газовому потоку, что увеличивает КПД устройства формирования потока газа в области разряда, а следовательно, и КПД устройства в целом.

На фиг. 1 изображено предложенное устройство при формировании потока газа в направлении, перпендикулярном плоскости электродов; на фиг.2 - то же, при движении потока газа параллельно плоскости электродов; на фиг.3 - разрез А-А на фиг.1.

Устройство содержит два установленных параллельно основных электрода 1 и 2, ограничивающих область 3 самостоятельного объемного разряда. Оба электрода 1 и 2 непосредственно подсоединены к источнику энергоснабжения 4 (конденсаторной батарее). Между основными электродами 1 и 2 параллельно им установлен управляющий 5 электрод, который вместе с одними или двумя основными электродами 1 и 2 подсоединен к дополнительному электрическому контуру, включающему конденсаторную батарею 6 и источник импульсного напряжения 7. Система предварительной ионизации 8 располагается за одним из основных электродов 1. Устройством формирования потока газа в области разряда в направлении, перпендикулярном плоскостям электродов 1,2,5 (фиг.1), являются отверстия 9 между пластинами 10 и дополнительные 11 отверстия, наличие которых необходимо в некоторых случаях. Ширина области 12, занятой пластинами 10, в 1,2-1,5 раза шире области разряда 3, а площадь отверстий 9 между пластинами 10 составляет 80-100% общей площади всех отверстий 9 и 11. Площадь дополнительных отверстий 11 может составлять до 20% площади.

Предложенное устройство работает следующим образом.

Создается поток газовой смеси в области самостоятельного объемного разряда 3 с помощью устройства формирования потока газа. В первом варианте (см. фиг. 1) в направлении, перпендикулярном плоскостям электродов 1,2,5, с помощью отверстий 9 между пластинами 10 и дополнительных отверстий 11 в электродах 1,2,5.

Источник энергоснабжения устройства накачки газового лазера (конденсаторную батарею) заряжают до рабочего напряжения  $U_{осн}$  с помощью источника зарядки за время, меньшее времени между двумя последовательными импульсами накачки и генерации лазера. Напряжение  $U_{осн}$  составляет 80-95% от напряжения самопробоя газового промежутка между электродами 1 и 2. В случае, если управляющий электрод делит расстояние между основными и управляющим электродами в соотношении 1:2, на управляющем электроде синхронно во время зарядки основного источника энергоснабжения подают напряжение  $U_{осн}/3$ . После полной

зарядки основного источника энергоснабжения 4 и дополнительного контура 6,7 включают систему предварительной ионизации 8. Затем с задержкой от нескольких десятков до сотен наносекунд (в зависимости от состава рабочей лазерной смеси) на управляющий электрод 5 подают высоковольтный импульс напряжения от источника импульсного напряжения 7, равный  $U_{осн}$ . В результате на первой стадии между электродами 1 и 5 формируется объемный разряд, а затем такой же разряд формируется между электродами 5 и 2 и происходит возбуждение лазерной среды самостоятельным объемным разрядом между электродами 1 и 2.

Рассмотрим конкретную схему реализации устройства на примере электоразрядного лазера на смеси Ne:Xe:HCl = 1500:20:1 с общим давлением 2-3 атм, реализованную во ВНИИЭФ. Расстояние между электродами 1 и 2 равно 33 мм. Расстояние между рабочими поверхностями управляющего электрода 5 и электродов 1 и 2 равно 20 и 10 мм. Длина зоны возбуждения составляет 600 мм. Ширина области 3 разряда 20-25 мм, ширина области 12; занятой пластинами 10, выполненными из никеля толщиной 0,3 мм, составляет 30 мм. Шаг пластинчатой структуры вдоль оптической оси составляет 1 мм. Система предварительной ионизации 8 выполнена из набора штырей диаметром 2 мм с расстоянием вдоль оптической оси  $\approx 6$  мм. Искры системы предварительной ионизации развиваются между штырями и тыльной, стороной электрода 1. Источником энергоснабжения 4 является конденсаторная батарея емкостью до 0,15 мкФ и напряжением зарядки до  $U_{осн} \approx 4-10$  кВ. Конденсаторную батарею 6 емкостью  $\approx 3$  нФ подсоединяют к электродам 1 и 5. Источником импульсного напряжения 7 является емкость  $\approx 3$  нФ, заряженная до напряжения 1,4  $U_{осн}$ , которая с помощью разрядника коммутируется на земляную шину-электрод 2. Устройством формирования потока 2 и вентилятор создают в рабочем промежутке скорость газа  $\approx 5$   $мс^{-1}$ , что позволяет работать с частотой  $\approx 100$  Гц. Энергия генерации составляет 0,2-0,35 Дж, а КПД до 1%.

Таким образом, в результате использования предлагаемого устройства может быть создан эксимерный лазер с помощью лазерного излучения до киловатта за счет отсутствия энергонапряженных элементов конструкции - коммутаторов в основной энергетической цепи, что позволяет дополнительно значительно повысить ресурс, надежность и КПД таких лазеров при одновременном упрощении конструкции.

#### Формула изобретения:

1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАКАЧКИ ГАЗОВОГО ПРОТОЧНОГО ЛАЗЕРА, включающее два основных электрода, установленных параллельно и ограничивающих область электрического разряда, один из которых непосредственно подключен к источнику энергоснабжения, дополнительный электрический контур, подключенный к основным электродам, систему предварительной ионизации области разряда, устройство формирования потока газа в области разряда, отличающееся тем, что, с целью повышения КПД устройства для накачки лазера самостоятельным объемным

разрядом и упрощения его конструкции, другой основной электрод непосредственно подключен к источнику энергоснабжения, а между основными электродами параллельно им в области разряда установлен управляющий электрод, который подсоединен по крайней мере к одному основному электроду через конденсаторы дополнительного электрического контура.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что управляющий электрод делит расстояние между основными электродами в соотношении 1:2.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что устройство формирования потока газа в области разряда выполнено в виде сквозных отверстий в центральной части основных и управляющего электродов для прохождения

неоднородного потока газа в направлении, перпендикулярном к плоскостям электродов.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что по крайней мере тело одного из основных электродов и тело управляющего электрода в области разряда выполнены из пластин, расположенных перпендикулярно к плоскости электрода, проекции которых на эту плоскость образуют квадратную ячеистую структуру с диагоналями ячеек, повернутыми относительно осевых линий электродов на угол  $\varphi = d/l$ , где  $d$  - расстояние между диагоналями соседних ячеек,  $l$  - длина пластинчатой части электродов, при этом система предварительной ионизации расположена с тыльной стороны основного электрода.

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60

