



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 124 255⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁶ H 01 S 3/097

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96121024/25, 24.10.1996

(46) Дата публикации: 27.12.1998

(56) Ссылки: RU 2032972 C1, 1995. SU 713468 A, 1981. US 4201949 A, 1980. WO 92/14288 A1, 1992. EP 0408142 A1, 1991. US 4612643 A, 1986. US 4910747 A, 1990. FR 2389258 A, 1977. HILL A.E. Appl. Phys. Lett. 1973, v. 22, N 12, p. 670 - 673. Байбородин Ю.В. Справочник по лазерной технике. - Киев: Техника, 1978, с.104.

(71) Заявитель:

Институт электрофизики Уральского отделения
РАН

(72) Изобретатель: Осипов В.В.,
Иванов М.Г., Мехряков В.Н.

(73) Патентообладатель:

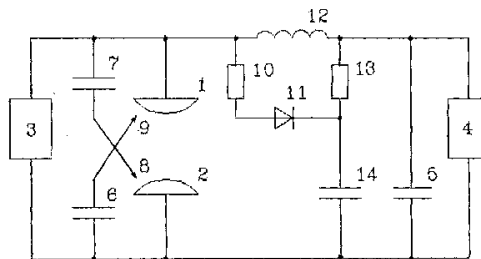
Институт электрофизики Уральского отделения
РАН

(54) ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЙ ЛАЗЕР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области квантовой электроники и может использоваться при создании мощных и сверхмощных газовых лазеров непрерывного и импульсно-периодического действия. Электроразрядный лазер содержит газовую кювету с устройством для прокачки газа, два электрода, подключенные к генератору высоковольтных импульсов, а также через элемент (индуктивность), развязывающий высоковольтную и низковольтную цепи питания, к основному источнику питания и к основному емкостному накопителю. К электродам подключен дополнительный емкостной накопитель, соединенный с ними через токоограничивающий резистор и блок высоковольтных диодов. Накопитель соединен через другой токоограничивающий резистор с основным источником питания.

Сопротивление первого токоограничивающего резистора выбрано меньшим, чем сопротивление тлеющего разряда между электродами. Изобретение направлено на расширение диапазона рабочих давлений и объемов активной среды, увеличение мощности, рассеиваемой в газе, и мощности излучения, а также на увеличение ресурса работы устройства. 1 ил.



RU 2 1 2 4 2 5 5 C 1

RU ? 1 2 4 2 5 5 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 124 255** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **H 01 S 3/097**

**RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS**

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 96121024/25, 24.10.1996

(46) Date of publication: 27.12.1998

(71) Applicant:
Institut ehlektrofiziki Ural'skogo otdelenija RAN

(72) Inventor: **Osipov V.V.,
Ivanov M.G., Mekhrjakov V.N.**

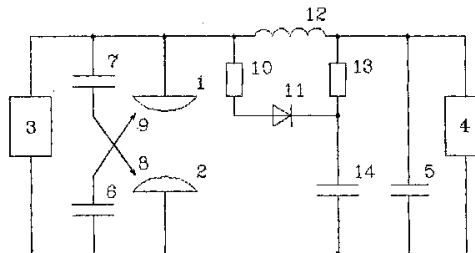
(73) Proprietor:
Institut ehlektrofiziki Ural'skogo otdelenija RAN

(54) ELECTRIC-DISCHARGE LASER

(57) Abstract:

FIELD: quantum electronics; development of large and super- large continuous-wave and pulsed-periodic gas lasers. SUBSTANCE: laser has gas pan with gas pumping device, two electrodes connected directly to high-voltage pulse generator as well as to main power supply and to main storage capacitor through inductance coil isolating high-voltage and low-voltage circuits. Additional storage capacitor is connected to electrodes through current-limiting resistor and ganged high-voltage diodes. Storage capacitor is connected through other current-limiting resistor to main power supply. Value of first current-limiting

resistor is chosen to be lower than interelectrode glow-discharge resistance. EFFECT: enlarged operating pressure range and active medium volume, increased power dissipated in gas and radiating power, improved service life of device. 1 dwg



RU 2 1 2 4 2 5 5 C 1

RU 2 1 2 4 2 5 5 C 1

Изобретение относится к области квантовой электроники и может использоваться при создания мощных и сверхмощных газовых лазеров непрерывного и импульсно-периодического действия.

Одной из наиболее сложных проблем при создании мощных и сверхмощных газовых лазеров является возбуждение больших объемов активной среды с высокими удельными параметрами накачки. В настоящее время наиболее широко распространены устройства, использующие или несамостоятельный разряд, поддерживаемый электронным пучком (Патент США, N 3641454, United States Atomic Energy Commission, кл. Н 01 S 3/02, 3/22, 3/09, Газовый лазер с электронной накачкой, заявл. 25.05.1970), или самостоятельный разряд с применением секционированных электродов, каждая секция которых нагружена на балластное сопротивление, ограничивающее ток разряда, и, тем самым, предотвращающее образование искрового канала в межэлектродном объеме (Патент Франции, N 2389258, кл. Н 01 S 3/22, Косырев и др., Газовый лазер, заявл. 24.04.1978, приор. СССР 25.04.1977).

Недостатками лазеров, в которых несамостоятельный разряд контролируется электронным пучком, являются: сложность конструкции и большие габариты из-за наличия электронного ускорителя, малый срок службы в безостановочном режиме (~ 10 часов) из-за прорыва под действием электронного пучка металлической фольги, разделяющей вакуумную и газовую камеру, неоднородность накачки рабочей среды из-за большей скорости ионизации вблизи разделительной фольги.

Недостатком лазеров, использующих для накачки самостоятельный разряд, является низкий КПД из-за неоптимальных условий накачки и больших потерь энергии на балластных сопротивлениях.

Наиболее близким по технической сущности к предложенному устройству является электроразрядный лазер (прототип) (Ru 2032972 C1, Н 01 S 3/097, Осипов В. В., Электроразрядный лазер, опубл. 1995 г., приор. 1991 г.), который содержит газовую кювету с устройством для прокачки газа, два основных электрода и промежуточный, подключенные к генератору высоковольтных импульсов, емкостным накопителем систем предварительной ионизации и через элемент, развязывающий высоковольтную и низковольтную цепи питания, к основному источнику питания и основному емкостному накопителю. В качестве развязывающего элемента использован блок газоразрядных коммутаторов с самозапуском. Для накачки рабочей среды используется комбинированный разряд, когда между двумя электродами по одной электрической цепи зажигается кратковременный высоковольтный самостоятельный разряд (заменяющий электронный пучок), создающий плазму с заданной концентрацией, а основная доля энергии вводится в газ при распаде плазмы на стадии низковольтного несамостоятельного разряда по другой электронной цепи, что обеспечивает ввод энергии при оптимальных условиях.

Критерием применимости комбинированного возбуждения с

использованием развязывающего коммутатора является условие, что напряжение импульсного высоковольтного самостоятельного разряда не будет превышать более чем в два раза напряжение низковольтного несамостоятельного разряда. В противном случае произойдет самосрабатывание коммутатора который зашунтирует электродный промежуток. Это снижает диапазон рабочих давлений и объемов активной среды лазера. Кроме того, использованные в качестве коммутатора газовые разрядники, через которые передается порядка 95% всей мощности, вложенной в разряд, имеют ограниченный ресурс работы (порядка 10^8 включений), что снижает надежность устройства в целом.

Целью настоящего изобретения является устранение указанных недостатков - расширение диапазона рабочих напряжений (и следовательно, давления и объема активной среды) увеличение мощности, рассеиваемой в газе, и мощности излучения, увеличение ресурса работы устройства.

Указанная цель достигается если в электроразрядном лазере, содержащем газовую кювету с устройством для прокачки газа, два электрода, подключенные к генератору высоковольтных импульсов, емкостным накопителем системы предварительной ионизации и через элемент (индуктивность), развязывающий высоковольтную и низковольтную цепи питания, к основному источнику питания и основному емкостному накопителю, и два токоограничивающих резистора, к электродам подключен дополнительный емкостной накопитель, соединенный с ними через токоограничивающий резистор и блок высоковольтных диодов, а также соединенный через другой токоограничивающий резистор с основным источником питания, при этом сопротивление первого токоограничивающего резистора выбрано меньшим, чем сопротивление тлеющего разряда между электродами.

В заявляемом решении отличительные признаки:

подключение к электродам дополнительного емкостного накопителя, соединенного с ними через токоограничивающий резистор и блок высоковольтных диодов, а также соединенного через другой токоограничивающий резистор с основным источником питания, при этом сопротивление первого токоограничивающего резистора выбрано меньшим, чем сопротивление тлеющего разряда между электродами.

Технический результат обусловлен тем, что:

после зажигания между электродами самостоятельного разряда от основного емкостного накопителя через разрядный промежуток начинает протекать ток, ограничиваемы развязывающим элементом (индуктивностью), включенным в цепь разряда. В тоже время, ток от дополнительного емкостного накопителя начинает сразу же протекать через разрядный промежуток, при этом плотность тока обусловлена только проводимостью плазмы разряда и сопротивлением токоограничивающего резистора, включенного в цепь разряда, которое выбрано

таким образом, что оно меньше, чем сопротивление тлеющего разряда между электродами и служит для защиты блока высоковольтных диодов от перегрузки по току при искровом пробое разрядного промежутка, таким образом, практически не ограничивая величину плотности тока при горении тлеющего разряда. Величина емкости дополнительного накопителя выбирается так, чтобы обеспечивалась максимально возможная (обусловленная проводимостью плазмы разряда) плотность тока в разрядном промежутке во время нарастания тока через индуктивность, и в то же время энергия, вводимая в разряд от дополнительного накопителя, не превышала допустимую мощность рассеивания блока высоковольтных диодов. Таким образом, уже на начальной стадии несамостоятельного разряда обеспечивается высокий энерговклад в активную среду. Отсутствие газоразрядного коммутатора позволяет изменять соотношение напряжений самостоятельного и несамостоятельного разрядов в широком диапазоне. А использованные в блоке высоковольтные диоды имеют примерно в 10^4 раз больший ресурс работы.

Следовательно, такой подход позволяет увеличить объем и давление возбуждаемой среды без снижения удельных энергетических характеристик устройства, повысить мощность, рассеянную в газе, и мощность излучения, повысить ресурс работы устройства.

На чертеже показана блок-схема электроразрядного лазера, в котором электрод 1 подключен к генератору высоковольтных импульсов 3 и обкладкам конденсаторов 7 (вторые обкладки которых подключены к электродам системы предварительной ионизации 8), через индуктивность 12 к основному емкостному накопителю 5 и основному источнику питания 4, а через токоограничивающий резистор 10 и блок высоковольтных диодов 11 к дополнительному емкостному накопителю 14, который через токоограничивающий резистор 13 соединен с основным источником питания. Электрод 2 подключен к генератору высоковольтных импульсов 3 и обкладкам конденсаторов 6 (вторые обкладки которых подключены к электродам системы предварительной ионизации 9), к дополнительному емкостному накопителю 14, основному емкостному накопителю 5 и основному источнику питания 4.

Устройство, приведенное на чертеже, работает следующим образом.

В исходном состоянии батарея конденсаторов 5 заряжена от основного источника питания 4 до напряжения U_1 , оптимального для возбуждения молекул CO_2 в состоянии 001 (верхний лазерный уровень). Батарея конденсаторов 14 заряжена от основного источника питания 4 через сопротивление 13, величина которого выбрана таким образом, чтобы обеспечить заряд конденсаторов до напряжения U_1 за время между двумя последовательными импульсами высоковольтного генератора 3. Конденсаторы 6, 7 не заряжены. При подаче импульса напряжения амплитудой U_2 , оптимальной для создания плазмы в разрядном промежутке, от высоковольтного генератора 3 на электроды 1-2, на фронте

этого импульса зажигается вспомогательный разряд в промежутках 1-9 и 2-8, производящий предварительную ионизацию рабочей среды между электродами 1-2. Конденсаторы 6, 7 при этом заряжаются. При достижении пробивного напряжения между электродами 1-2 загорается самостоятельный разряд. Плазма, созданная этим разрядом, проводит ток от дополнительного емкостного накопителя 14, которым производится накачка рабочей среды. Поскольку блок высоковольтных диодов 11 практически не ограничивает величину протекающего через него тока, а величина сопротивления 10, предназначенного для защиты диодов 11 от перегрузки по току при искровом пробое разрядного промежутка 1-2, мала относительно сопротивления тлеющего разряда, то плотность тока через разрядный промежуток 1-2 определяется только проводимостью плазмы разряда. После нарастания тока через индуктивность 12 от основного емкостного накопителя 5, снижения напряжения на дополнительном емкостном накопителе 14, и превышения величины тока через индуктивность 12 над величиной тока через диоды 11, основная доля энергии в разряд будет вводится от основного накопителя 5. Величина емкости дополнительного накопителя 14 выбирается таким образом, чтобы обеспечивалась максимально возможная плотность тока в разрядном промежутке во время нарастания тока через индуктивность 12, и в то же время энергия, вводимая в разряд от дополнительного накопителя 14, не превышала допустимую мощность рассеивания блока высоковольтных диодов 11. Конденсаторы 6, 7 разряжаются через плазму разрядов 9-1-2 и 8-2-1 соответственно. Поскольку при оптимальном, с точки зрения накачки лазера, напряжении U_1 , воздействующем на плазму, ионизация среды не восполняет убыль заряженных частиц вследствие рекомбинации, ток уменьшается. Поддержание разряда восполнением зарядоносителей осуществляется подачей импульсного напряжения амплитудой U_2 от генератора 3. При этом указанный процесс повторяется.

Предложенный лазер по сравнению с прототипом позволяет достичь больших мощностей, увеличить разрядный объем и давление активной среды без снижения удельных энергетических характеристик, повысить ресурс работы устройства.

Работоспособность предлагаемого устройства проверена на примере CO_2 лазера с объемом активной среды $4 \times 3 \times 80$ см, заполненным рабочей смесью газов, в которой содержалось 4 мм.рт.ст. CO_2 , 32 мм.рт.ст. N_2 , 46 мм.рт.ст. He, 12 мм.рт.ст. H_2 . Для обеспечения предварительной ионизации рабочей среды использовались два ряда вспомогательных острийных электродов 8, 9, установленных на расстоянии 5 мм перед электродами 1, 2 по потоку газа. Расстояние между остриями 1 см. Суммарная емкость конденсаторов 6, 7 подсветки составляла 1,5 нФ. От высоковольтного генератора 3 подавались импульсы напряжения амплитудой $U_2 = 12$ кВ, длительностью 100 нс, с частотой 700 Гц. Емкость конденсаторной батареи 5

составляла 6 мкФ, зарядное напряжение $U_1 = 3$ кВ. Емкость дополнительного накопителя 14 составляла 0,5 мкФ. Блок диодов 11 состоял из 4 последовательно соединенных блоков диодов КЦ109А. Величина сопротивления 10 составляла 5 Ом, сопротивления 13 - 50 Ом. Индуктивность 12 составляла порядка 100 мкГн. В таких условиях зарегистрирована средняя удельная мощность, введенная в газ, 10 Вт/см, что подтверждает положительный эффект заявляемого устройства.

Формула изобретения:

Электроразрядный лазер, содержащий газовую кювету с устройством для прокачки газа, два электрода, подключенные к генератору высоковольтных импульсов,

емкостным накопителем системы предварительной ионизации и через элемент, развязывающий высоковольтную и низковольтную цепи питания, к основному источнику питания и основному емкостному накопителю, и два токоограничивающих резистора, отличающийся тем, что к электродам подключен дополнительный емкостной накопитель, соединенный с ними через токоограничивающий резистор и блок высоковольтных диодов, а также соединенный через другой токоограничивающий резистор с основным источником питания, при этом сопротивление первого токоограничивающего резистора выбрано меньшим, чем сопротивление тлеющего разряда между электродами.

5
10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2 1 2 4 2 5 5 C 1

RU ? 1 2 4 2 5 5 C 1