



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016108142/28, 09.03.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.03.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.03.2016

(45) Опубликовано: 27.09.2016

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Лазарева
В.А., НОЦ "Фотоника"

(72) Автор(ы):

Тарабрин Михаил Константинович (RU),
Лазарев Владимир Алексеевич (RU),
Леонов Станислав Олегович (RU),
Пнев Алексей Борисович (RU),
Карасик Валерий Ефимович (RU),
Подмарьков Юрий Петрович (RU),
Фролов Михаил Павлович (RU),
Губин Михаил Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)

(54) ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ ЛАЗЕР СРЕДНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА С ПРОДОЛЬНОЙ НАКАЧКОЙ ДИОДНОЙ ЛИНЕЙКОЙ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к лазерной технике, а именно к устройствам перестраиваемых лазеров среднего инфракрасного (ИК) диапазона с продольной накачкой твердотельного активного элемента лазерными диодами. Такие твердотельные лазеры могут быть использованы для спектроскопии в среднем ИК-диапазоне, для разработки оптических параметрических генераторов, для создания оптических стандартов частоты на холодных молекулах и др. Технический результат, на достижение которого направлена предлагаемая полезная модель, заключается в сравнительном увеличении выходной мощности лазерного излучения, а также создании более равномерного плавного спектра выходной мощности излучения. Указанный технический результат достигается тем, что перестраиваемый твердотельный лазер среднего ИК-диапазона с продольной накачкой состоит из источника накачки; резонатора, состоящего из глухого плоского зеркала, промежуточного сферического зеркала, диспергирующего элемента и поворотного выходного плоского зеркала; и

твердотельного активного элемента, установленного вдоль оптической оси резонатора. В качестве источника накачки использована линейка лазерных диодов с возможностью передачи своего излучения в резонатор через фокусирующую волоконно-оптическую систему; в качестве фокусирующей волоконно-оптической системы использована последовательная цепь из волоконного световода, коллиматора и фокусирующей линзы. При этом лазерное устройство помещено в корпус с возможностью вытеснения атмосферного воздуха из корпуса за счет продувки буферным газом, не имеющим поглощения в спектральной области генерации лазера. Буферным газом может быть аргон или азот. В качестве твердотельного активного элемента резонатора использованы кристаллы халькогенидов, легированных ионами Cr^{2+} , в частности кристалл $Cr^{2+}:CdSe$, или другие соединения: $Cr^{2+}:ZnS$, $Cr^{2+}:ZnSe$, $Cr^{2+}:Cd_{0,55}Mn_{0,45}Te$, $Cr^{2+}:CdS$. 2 з.п. ф-лы. 2 ил.

Область техники

Полезная модель относится к лазерной технике, а именно к устройствам перестраиваемых лазеров среднего инфракрасного (ИК) диапазона с продольной накачкой твердотельного активного элемента лазерными диодами. Такие твердотельные лазеры могут быть использованы для спектроскопии в среднем ИК-диапазоне, для разработки оптических параметрических генераторов, для создания оптических стандартов частоты на холодных молекулах и др.

Уровень техники

Известны лазерные источники излучения в среднем ИК-диапазоне - лазеры с накачкой активного элемента лазерными диодами, работающие в непрерывном и импульсном режимах. При этом часть излучения таких лазерных источников поглощается газовыми смесями, присутствующими в атмосфере воздуха. Вследствие этого происходит заметное уменьшение выходной мощности таких систем, их коэффициента полезного действия и происходит ухудшение спектра выходного излучения, в котором наблюдаются провалы, соответствующие линиям поглощения газовых смесей.

Известно множество устройств, предназначенных для получения лазерной генерации в среднем ИК-диапазоне спектра. Наиболее близким аналогом (прототипом) предлагаемого устройства можно признать перестраиваемый твердотельный лазер среднего ИК-диапазона с продольной накачкой диодной линейкой, описанный в авторской публикации V A Lazarev, M K Tarabrin, A A Kovtun, V E Karasik, A N Kireev, V I Kozlovsky, Yu V Korostelin, Yu P Podmar'kov, M P Frolov and M A Gubin «Continuous-wave broadly tunable diode laser array-pumped mid-infrared Cr^{2+} :CdSe laser» (Laser Physics Letters, 12, 125003, 2015, дата публикации: 18.11.2015, Интернет-адрес: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1612-2011/12/12/125003>), который является твердотельным лазером среднего ИК-диапазона с продольной накачкой и состоит из источника накачки; резонатора, состоящего из глухого плоского зеркала, промежуточного сферического зеркала, диспергирующего элемента и выходного плоского зеркала; и твердотельного активного элемента, установленного вдоль оптической оси резонатора; в качестве источника накачки использована линейка лазерных диодов с возможностью передачи своего излучения в резонатор через фокусирующую волоконно-оптическую систему. В качестве фокусирующей волоконно-оптической системы использована последовательная цепь из волоконного световода, коллиматора и фокусирующей линзы. Резонатор собран по трехзеркальной схеме с глухим плоским зеркалом, промежуточным сферическим зеркалом и поворотным выходным плоским зеркалом. С помощью продольной накачки линейкой лазерных диодов на длине волны 1,94 мкм получена выходная мощность 280 мВт на центральной длине волны 2,6 мкм с КПД по падающей мощности 12%. С помощью внутрирезонаторной призмы из фторида кальция, установленной под углом Брюстера, получена перестройка Cr: CdSe лазера в диапазоне от 2,45 до 3,06 мкм длин волн излучения с разрешением 10 нм и выходной мощностью излучения до 50 мВт (см. график спектра выходной мощности излучения лазерной системы без продувки на фиг. 2).

Однако в прототипе из-за наличия сильных линий поглощения компонентов атмосферного воздуха в диапазоне генерации излучения происходит уменьшение выходной мощности лазерного излучения и в спектре его излучения наблюдаются провалы, связанные с линиями поглощения газов, находящихся в атмосферном воздухе.

Раскрытие полезной модели

Технический результат, на достижение которого направлена предлагаемая полезная модель, заключается в сравнительном увеличении выходной мощности лазерного

излучения, а также создании более равномерного плавного спектра выходной мощности излучения.

Указанный технический результат достигается тем, что перестраиваемый твердотельный лазер среднего ИК-диапазона с продольной накачкой состоит из источника накачки; резонатора, состоящего из глухого плоского зеркала, промежуточного сферического зеркала, диспергирующего элемента и поворотного выходного плоского зеркала; и твердотельного активного элемента, установленного вдоль оптической оси резонатора. В качестве источника накачки использована линейка лазерных диодов с возможностью передачи своего излучения в резонатор через фокусирующую волоконно-оптическую систему; в качестве фокусирующей волоконно-оптической системы использована последовательная цепь из волоконного световода, коллиматора и фокусирующей линзы. При этом лазерное устройство помещено в корпус с возможностью вытеснения атмосферного воздуха из корпуса за счет продувки буферным газом, не имеющим поглощения в спектральной области генерации лазера. Буферным газом может быть аргон или азот. В качестве твердотельного активного элемента резонатора использованы кристаллы халькогенидов, легированных ионами Cr^{2+} , в частности кристалл $\text{Cr}^{2+}:\text{CdSe}$, или другие соединения: $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnS}$, $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$, $\text{Cr}^{2+}:\text{Cd}_{0,55}\text{Mn}_{0,45}\text{Te}$, $\text{Cr}^{2+}:\text{CdS}$.

Перечень фигур

На фиг. 1 изображена структура взаимосвязей элементов устройства предлагаемого твердотельного лазера среднего ИК-диапазона;

на фиг. 2. - графики зависимости выходной мощности лазерного излучения от перестраиваемой длины волны в случае прототипа без продувки и в предлагаемом устройстве с продувкой корпуса буферным газом.

Осуществление полезной модели

На фиг. 1 изображены: 1 - источник накачки в виде линейки лазерных диодов, 2 - коллиматор, 3 - фокусирующий элемент, 4 - глухое плоское зеркало, 5 - твердотельный активный элемент, 6 - сферическое зеркало, 7 - диспергирующий элемент, 8 - поворотное выходное плоское зеркало, 9 - корпус, 10 - насос для закачки буферного газа в корпус, 11 - отверстие для выхода газов из корпуса.

Все элементы лазерного устройства размещены в едином общем корпусе 9, вытеснение атмосферного воздуха из которого осуществляют с помощью подачи буферного газа насосом 10, который вытесняет атмосферный воздух через выходное отверстие 11.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Излучение от источника накачки 1 - линейки лазерных диодов, проходя через волокно, попадает в коллиматор 2, фокусируется на твердотельном активном элементе 5 с помощью фокусирующего элемента 3 через глухое плоское зеркало 4, далее излучение генерации отражается от сферического зеркала 6, проходит через диспергирующий элемент 7 и после прохождения выходного зеркала 8 формирует выходное излучение твердотельного лазера.

Перестройка длины волны выходного лазерного излучения осуществляется с помощью поворота выходного плоского зеркала 8. Диспергирующий элемент - это обобщающий термин, в частном случае - это могут быть призма или дифракционная решетка. Он нужен для внесения угловой дисперсии (лучи разных длин волн излучения будут выходить из него под разными углами). Для осуществления генерации волны нужной длины на выходе лазерного устройства необходимо повернуть выходное зеркало 8 так, чтобы оно стало перпендикулярно направлению распространения этой длины волны излучения после диспергирующего элемента 7.

Графики зависимостей выходной мощности лазерного излучения от длины волны в случае авторского прототипа без продувки и в предлагаемой полезной модели с продувкой корпуса лазерной системы буферным газом показаны на фиг. 2, причем график меньшей мощности (сплошная линия) соответствует работе прототипной системы без продувки, а график большей мощности (пунктирная линия) - с предлагаемой продувкой.

В результате авторских экспериментальных исследований установлено, что при использовании продувки лазерной системы устройства в едином корпусе с помощью буферного газа происходит увеличение выходной мощности до 2 раз (или в абсолютных значениях дополнительно до 50 мВт) по сравнению с результатами работы прототипной лазерной системы, и при этом из спектра выходной мощности излучения практически исчезли провалы (пунктирная линия на фиг. 2), обусловленные линиями поглощения компонентов атмосферного воздуха.

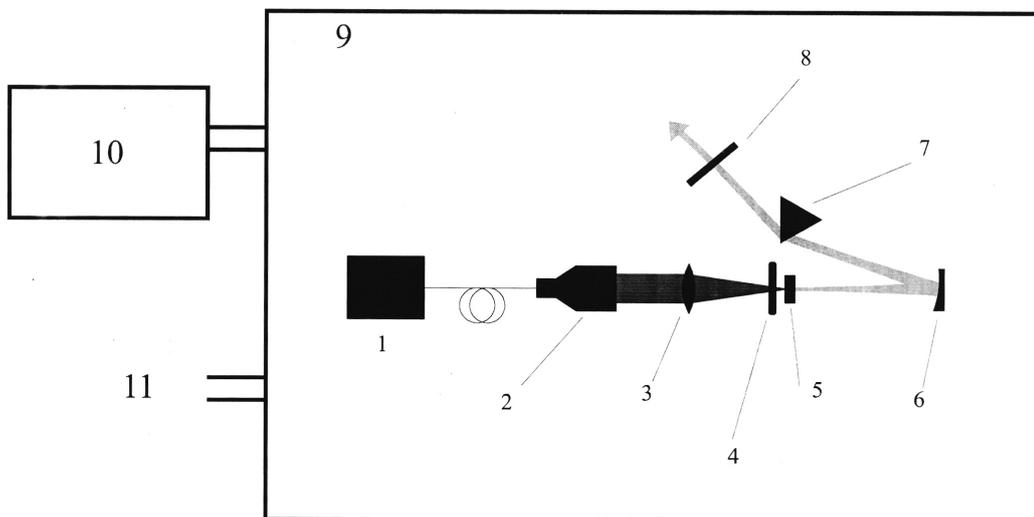
Таким образом, предлагаемое лазерное устройство может быть использовано в качестве умощненного источника лазерного излучения с более равномерным плавным спектром выходной мощности излучения и с плавной перестройкой длины волны излучения для задач спектроскопии в среднем ИК-диапазоне, разработки оптических параметрических генераторов, создания оптических стандартов частоты на холодных молекулах и др.

Формула полезной модели

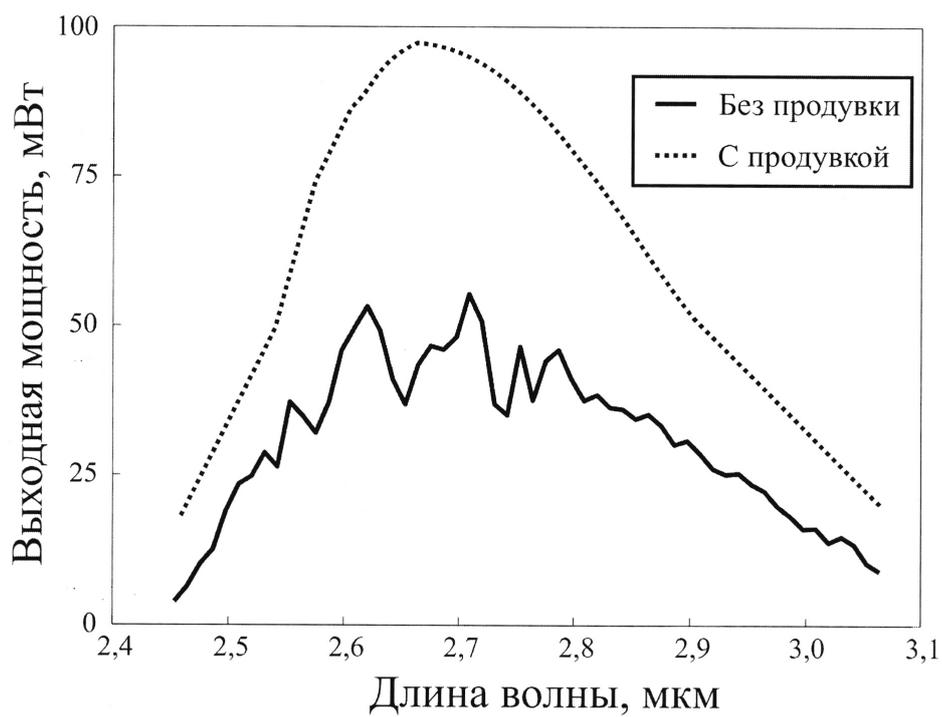
1. Перестраиваемый твердотельный лазер среднего ИК-диапазона с продольной накачкой, состоящий из источника накачки; резонатора, состоящего из глухого плоского зеркала, промежуточного сферического зеркала, диспергирующего элемента и поворотного выходного плоского зеркала; и твердотельного активного элемента, установленного вдоль оптической оси резонатора; при этом в качестве источника накачки использована линейка лазерных диодов с возможностью передачи своего излучения в резонатор через фокусирующую волоконно-оптическую систему; в качестве фокусирующей волоконно-оптической системы использована последовательная цепь из волоконного световода, коллиматора и фокусирующей линзы, отличающийся тем, что лазер помещен в корпус с возможностью вытеснения атмосферного воздуха из корпуса за счет продувки буферным газом, не имеющим поглощения в спектральной области генерации лазера.

2. Лазер по п. 1, отличающийся тем, что буферным газом является аргон или азот.

3. Лазер по п. 1, отличающийся тем, что в качестве твердотельного активного элемента резонатора использованы кристаллы халькогенидов, легированных ионами Cr^{2+} , в частности кристалл $\text{Cr}^{2+}:\text{CdSe}$ или другие соединения: $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnS}$, $\text{Cr}^{2+}:\text{ZnSe}$, $\text{Cr}^{2+}:\text{Cd}_{0,55}\text{Mn}_{0,45}\text{Te}$, $\text{Cr}^{2+}:\text{CdS}$.



Фиг. 1



Фиг. 2