



(51) МПК

H01S 3/067 (2006.01)

H01S 3/083 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014100329/28, 09.01.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.01.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.01.2014

(45) Опубликовано: 27.06.2015 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: CN 101667710 A 10.03.2010. JP
2000244045 A 08.09.2000 . JPH 08288573 A
01.11.1996 . CN 102856780 A 02.01.2013 . RU
119531 U1 20.08.2012

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, а/я 245, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ
им. академ. Е.И. Забабахина", Отдел
интеллектуальной собственности, Кацману К.Б.

(72) Автор(ы):

Бочков Александр Викторович (RU),
Колегов Алексей Анатольевич (RU),
Софиенко Глеб Станиславович (RU),
Лешков Андрей Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

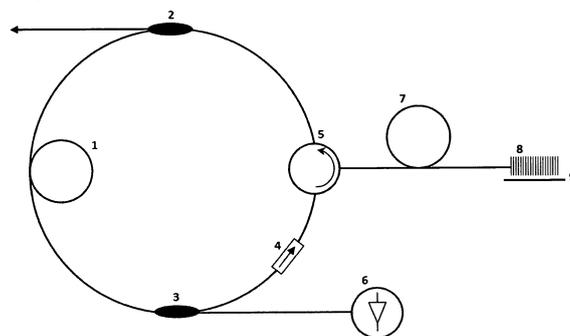
Российская Федерация, от имени которой
выступает Государственная корпорация по
атомной энергии "Росатом" (Госкорпорация
"Росатом") (RU),
Федеральное государственное унитарное
предприятие "РОССИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР-
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА Е.И. ЗАБАБАХИНА" (RU)

(54) УЗКОПОЛОСНЫЙ КОЛЬЦЕВОЙ ВОЛОКОННЫЙ ЛАЗЕР

(57) Реферат:

Узкополосный кольцевой волоконный лазер состоит из диода накачки, элемента Пельтье и кольцевого однонаправленного резонатора. Указанный резонатор включает активное волокно, делитель излучения, поляризационный циркулятор, волоконно-оптический изолятор и спектральный уплотнитель с линейной частью в виде насыщающего поглотителя из ненакачиваемого активного волокна и волоконной брэгговской решетки. Активное

волокно выполнено с высокой концентрацией легирующей примеси, а волоконно-оптический изолятор расположен между спектральным уплотнителем и поляризационным циркулятором, установленным вместе с делителем излучения с обеспечением встречного направления излучения узкополосного кольцевого волоконного лазера и излучения накачки. Устройство позволило добиться стабильной генерации лазерного излучения. 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01S 3/067 (2006.01)
H01S 3/083 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014100329/28, 09.01.2014

(24) Effective date for property rights:
09.01.2014

Priority:

(22) Date of filing: 09.01.2014

(45) Date of publication: 27.06.2015 Bull. № 18

Mail address:

456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, a/ja 245, FGUP "RFJaTs-VNIITF im.
akadem. E.I. Zababakhina", Otdel intellektual'noj
sobstvennosti, Katsmanu K.B.

(72) Inventor(s):

Bochkov Aleksandr Viktorovich (RU),
Kolegov Aleksej Anatol'evich (RU),
Sofienko Gleb Stanislavovich (RU),
Leshkov Andrej Olegovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Rossijskaja Federatsija, ot imeni kotoroj
vystupaet Gosudarstvennaja korporatsija po
atomnoj ehnergii "Rosatom" (Goskorporatsija
"Rosatom") (RU),
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatje "ROSSIJSKIJ FEDERAL'NYJ
JaDERNYJ TsENTR-VSEROSSIJSKIJ
NAUChNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT
TEKhNICHESKOJ FIZIKI IMENI
AKADEMIKA E.I. ZABABAKhINA" (RU)

(54) **NARROW-BAND ANNULAR FIBRE LASER**

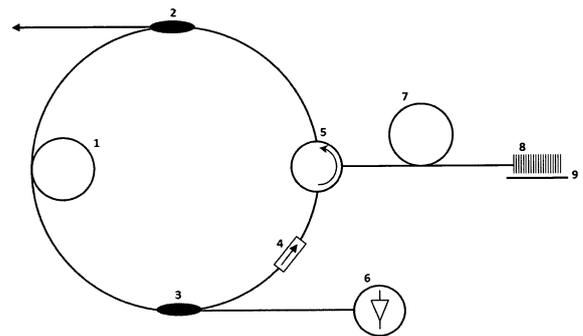
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: narrow-band annular fibre laser consists of a pumping diode, a Peltier element and an annular unidirectional cavity. Said cavity includes an active fibre, a radiation splitter, a polarisation circulator, a fibre-optic insulator and a spectral compressor with a linear part in the form of a saturating absorber made of non-pumped active fibre and a fibre Bragg grating. The active fibre has dopant concentration and the fibre-optic insulator is placed between the spectral compressor and the polarisation circulator, mounted together with the radiation splitter to provide an opposite direction of radiation of the narrow-band annular fibre laser and pumping radiation.

EFFECT: device enables to achieve stable generation of laser radiation.

3 dwg



Фиг.1

C1
7
2 5 5 4 3 3 7
RU

RU
2 5 5 4 3 3 7
C1

Изобретение относится к приборам для генерации с использованием стимулированного излучения когерентных электромагнитных волн и может быть использовано в квантовых устройствах для генерирования, модуляции, демодуляции или преобразования частоты, использующих стимулированное излучение в инфракрасной области спектра, а именно к кольцевым лазерам, а более конкретно, может быть использовано для таких приложений, как когерентные оптические датчики, спектрометры высокого разрешения, источники излучения в прецизионных физических экспериментах, ЛИДАР, для интерферометрических комплексов PDV (Photonic Doppler Velocimetry) и других приложений, где необходима большая длина когерентности.

Известна конструкция волоконного однонаправленного кольцевого лазера [Tunable Er^{3+} -doped fibre ring laser using fibre grating incorporated by optical circulator or fibre coupler J.J. Pan and Yuan Shi, ELECTRONICS LETTERS 6th July 1995 Vol.31 No. 14], которая содержит резонатор, состоящий из активного и транспортного волокна, устройства ввода излучения накачки, устройства, обеспечивающего однонаправленность излучения в резонаторе, устройства, позволяющего сузить спектр генерации, и устройства вывода лазерного излучения.

Недостатком такой конструкции является большая спектральная ширина линии генерации.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению и выбранным в качестве прототипа является узкополосный кольцевой волоконный лазер, описанный в работе Narrow-linewidth single polarization frequency-modulated Er-doped fiber ring laser / O. Pan, J. Yudong, C. Bin, Z. Chunxi, H. Shuling, F. Di // Ch. Opt. Lett. - Vol.6. - №11. - 2008. - p.845-847 и состоящий из диода накачки, элемента Пельтье и кольцевого однонаправленного резонатора, содержащего активное волокно, делитель излучения, поляризационный циркулятор, волоконно-оптический изолятор и спектральный уплотнитель с линейной частью в виде насыщающего поглотителя из ненакачиваемого активного волокна и волоконной брэгговской решетки.

К недостаткам этого технического решения можно отнести:

- большую длину резонатора (примерно 29 м), что приводит к повышению виброчувствительности такой схемы и уменьшению межмодового расстояния;
- излучения накачки и сигнала распространяются в одном направлении, что приводит к появлению излучения накачки в выходном излучении лазера.

Задачей настоящего изобретения является улучшение эксплуатационных возможностей, а именно повышение стабильности работы узкополосного кольцевого волоконного лазера, работающего в непрерывном режиме с шириной спектра менее 20 кГц.

Технический результат, который позволяет решить поставленную задачу, заключается в том, что удалось существенно уменьшить общую длину резонатора узкополосного кольцевого волоконного лазера (с 29 метров до 6 метров) за счет выполнения активного волокна из материала с высокой концентрацией легирующей примеси, а также удалось исключить излучение накачки в выходном излучении узкополосного кольцевого волоконного лазера за счет осуществления разнонаправленности излучения накачки и лазерного излучения.

Это достигается тем, что в узкополосном кольцевом волоконном лазере, состоящем из диода накачки, элемента Пельтье и кольцевого однонаправленного резонатора, содержащего активное волокно, делитель излучения, поляризационный циркулятор, волоконно-оптический изолятор и спектральный уплотнитель с линейной частью в виде насыщающего поглотителя из ненакачиваемого активного волокна и волоконную

брэгговскую решетку, согласно изобретению, активное волокно выполнено из материала с высокой концентрацией легирующей примеси, а волоконно-оптический изолятор расположен между спектральным уплотнителем и поляризационным циркулятором, который вместе с делителем излучения установлен с обеспечением встречного направления излучения лазера и излучения накачки.

Наличие в заявляемом изобретении признаков, отличающих его от прототипа, позволяет считать его соответствующим условию «новизна».

Новые признаки устройства (активное волокно выполнено из материала с высокой концентрацией легирующей примеси, а волоконно-оптический изолятор расположен между спектральным уплотнителем и поляризационным циркулятором, который вместе с делителем излучения установлен с обеспечением встречного направления излучения лазера и излучения накачки) не выявлены в технических решениях аналогичного назначения. На этом основании можно сделать вывод о соответствии заявляемого изобретения условию «изобретательский уровень».

Предлагаемое изобретение проиллюстрировано следующими чертежами.

На фиг.1 представлена принципиальная схема предлагаемого кольцевого резонатора.

На фиг.2 представлена зависимость мощности лазерной генерации от мощности накачки.

На фиг.3 представлена зависимость длины волны излучения лазера от температуры брэгговской решетки.

На чертежах введены следующие обозначения:

1 - активное волокно;

2 - делитель излучения;

3 - спектральный уплотнитель;

4 - волоконно-оптический изолятор;

5 - поляризационный циркулятор;

6 - диод накачки;

7 - насыщающийся поглотитель (ненакачиваемое активное волокно);

8 - волоконная брэгговская решетка;

9 - элемент Пельтье.

Узкополосный кольцевой волоконный лазер состоит (см. фиг.1) из диода накачки 6, элемента Пельтье 9 и кольцевого однонаправленного резонатора, включающего активное волокно 1, делитель излучения 2, поляризационный циркулятор 5, волоконно-оптический изолятор 4 и спектральный уплотнитель 3 с линейной частью в виде насыщающего поглотителя 7 из ненакачиваемого активного волокна и волоконной брэгговской решетки 8. Активное волокно 1 выполнено с повышенной концентрацией легирующей примеси, например ионов эрбия 0,63 вес.%, а волоконно-оптический изолятор 4 расположен между спектральным уплотнителем 3 и поляризационным циркулятором 5, установленным вместе с делителем излучения 2 с обеспечением встречного направления излучения узкополосного кольцевого волоконного лазера и излучения накачки.

Устройство работает следующим образом.

Накачка активного волокна 1 осуществляется через спектральный уплотнитель 3. Вывод излучения осуществляется с помощью делителя излучения 2. Однонаправленность схемы и снижение взаимодействия поляризационных мод достигается поляризационным циркулятором 5. Распространение излучения накачки и сигнала лазера в разных направлениях обеспечивает выходное лазерное излучение без накачки. Линейная часть резонатора состоит из насыщающего поглотителя 7, выполненного в виде

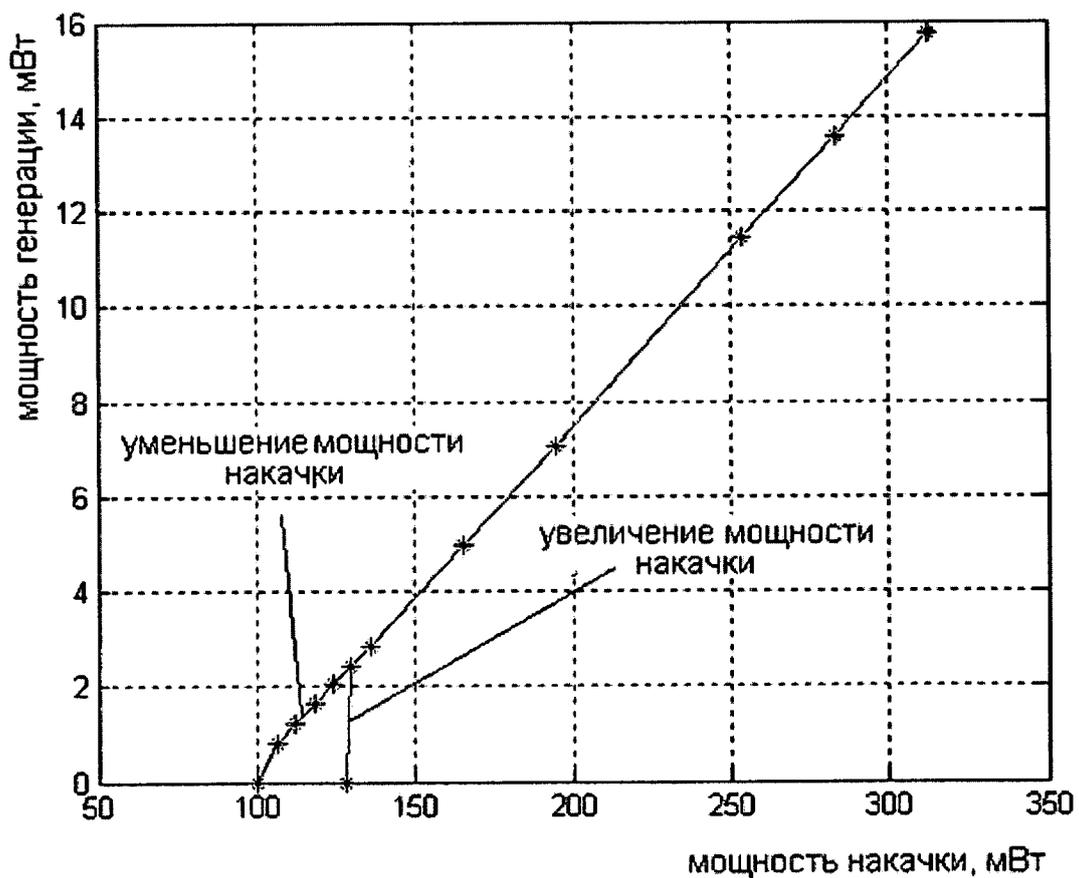
ненакачиваемого активного волокна и глухой брэгговской решетки 8. В насыщающем поглотителе 7 две встречные волны образуют узкополосную динамическую решетку коэффициента поглощения, позволяющую эффективно выделять и фильтровать продольные моды. Полоса пропускания такого фильтра обычно составляет несколько десятков мегагерц и зависит от длины волокна, которая определяется степенью легирования, а резонансная частота соответствует длине волны лазерной генерации. Кроме того, такой насыщающий поглотитель 7 обеспечивает кратковременную стабилизацию длины волны лазерной генерации. С помощью элемента Пельтье 9 осуществляется перестройка длины волны лазерной генерации и термостабилизация брэгговской решетки 8. В предлагаемой оптической схеме изменено направление включения в схему поляризационного циркулятора 5 и делителя излучения 2, при этом изменилось направление распространения лазерного излучения в резонаторе. Лазерное излучение распространяется навстречу излучению накачки, что исключает появление излучения накачки в выходном излучении узкополосного кольцевого волоконного лазера. Распространение лазерного излучения навстречу излучению накачки позволяет убрать изолятор 4 перед делителем излучения 2, как в прототипе. Высокая концентрация ионов эрбия в активном волокне приводит к кластеризации ионов, что способствует возникновению релаксационных колебаний. Релаксационные колебания индуцируются возможным отражением излучения от несогласованных торцов соединенных волокон (одномодовое волокно, соединенное с волокном циркулятора, поддерживающим состояние поляризации). При милливаттном уровне сигнала отраженная мощность составляет несколько микроватт, что достаточно для возбуждения релаксационных колебаний. В предлагаемой оптической схеме для исключения (подавления) релаксационных колебаний волоконно-оптический изолятор 4 расположен между спектральным уплотнителем 3 и поляризационным циркулятором 5.

Заявляемое устройство позволило добиться стабильной генерации лазерного излучения с длиной волны 1.55 мкм, шириной спектра менее 5 кГц, мощностью до 15 мВт, с возможностью перестройки длины волны генерации; существенно уменьшить общую длину резонатора узкополосного кольцевого волоконного лазера (с 29 метров до 6 метров). На фиг.2 и 3 для заявляемого устройства представлены зависимость мощности лазерной генерации от мощности накачки и зависимость длины волны излучения лазера от температуры брэгговской решетки.

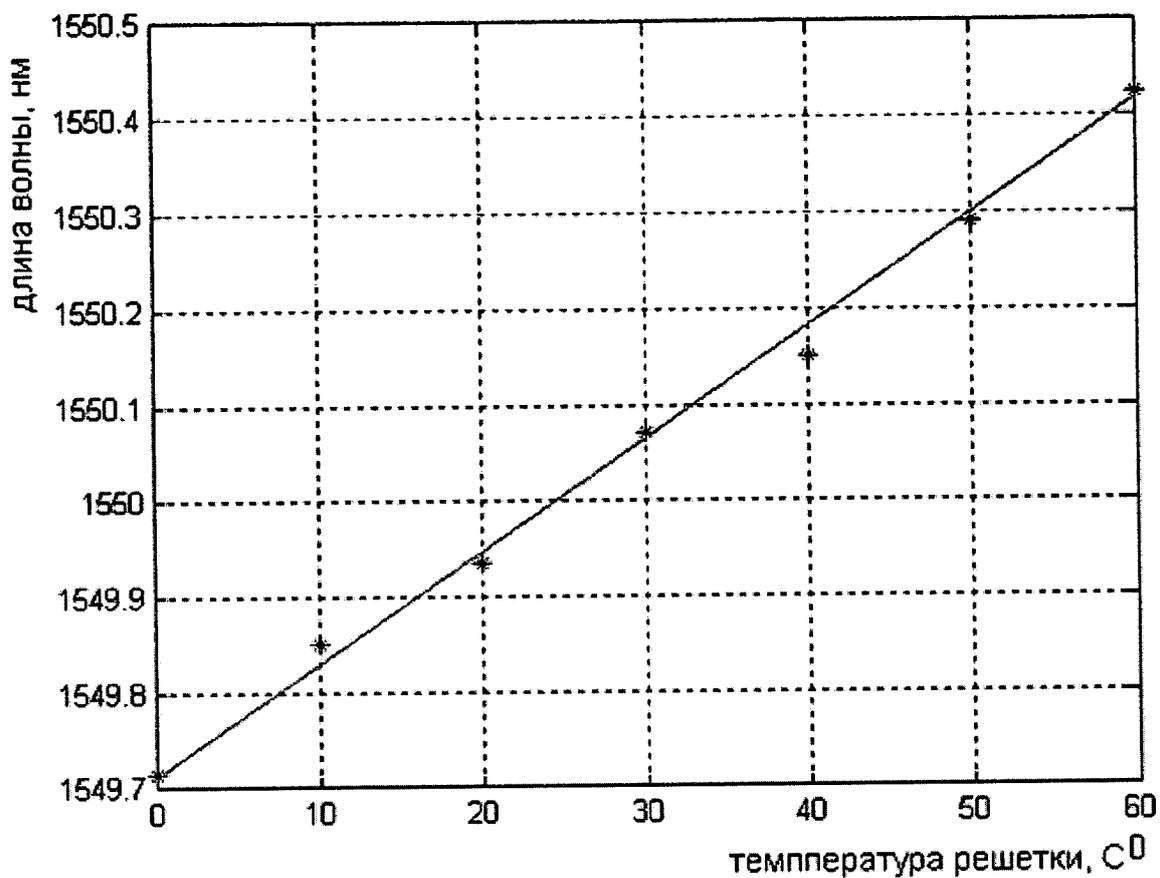
Для заявленного изобретения в том виде, как оно охарактеризовано в формуле изобретения, подтверждена возможность осуществления устройства и способность обеспечения достижения усматриваемого заявителем технического результата. Следовательно, заявленное изобретение соответствует условию «промышленная применимость».

Формула изобретения

Узкополосный кольцевой волоконный лазер, состоящий из диода накачки, элемента Пельтье и кольцевого однонаправленного резонатора, содержащего активное волокно, делитель излучения, поляризационный циркулятор, изолятор и спектральный уплотнитель с линейной частью в виде насыщающего поглотителя из ненакачиваемого активного волокна и волоконной брэгговской решетки, отличающийся тем, что активное волокно выполнено из материала с высокой концентрацией легирующей примеси, а изолятор расположен между спектральным уплотнителем и поляризационным циркулятором, который вместе с делителем излучения установлен с обеспечением встречного направления излучения лазера и излучения накачки.



Фиг.2



Фиг.3