



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016116985, 29.04.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.04.2016

Дата регистрации:
05.04.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.04.2016

(45) Опубликовано: 05.04.2017 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Леонова
С.О. (НОЦ "Фотоника")

(72) Автор(ы):

Леонов Станислав Олегович (RU),
Лазарев Владимир Алексеевич (RU),
Тарабрин Михаил Константинович (RU),
Пнев Алексей Борисович (RU),
Карасик Валерий Ефимович (RU),
Прямиков Андрей Дмитриевич (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)

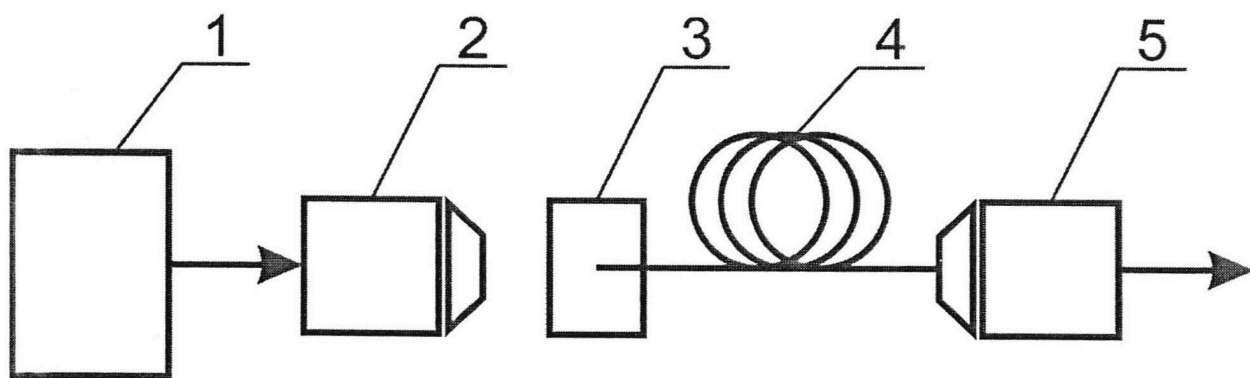
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: "Visible supercontinuum generation
in large-core photonic crystal fiber with high
air-filling fraction", Journal of Physics
Conference Series, Vol.: 584 p., 2015. US
2011063718 A1, 17.03.2011. US 2014091240 A1,
03.04.2014. EP 2942847 A1, 11.11.2015. RU
86800 U1, 10.09.2009.

(54) Многомодовый перестраиваемый генератор суперконтинуума

(57) Реферат:

Полезная модель относится к лазерной технике. Многомодовый перестраиваемый генератор суперконтинуума содержит источник коротких лазерных импульсов, объектив ввода излучения в фотонно-кристаллическое волокно с диаметром сердцевины от 8 до 12 мкм и коэффициентом заполнения воздухом не менее 0,9 и объектив вывода излучения из фотонно-кристаллического волокна. Дополнительно

содержит механизм перемещения и позиционирования с точностью 1 мкм торца фотонно-кристаллического волокна относительно источника излучения накачки короткими лазерными импульсами. Технический результат заключается в обеспечении возможности упрощения механизма перестройки параметров суперконтинуума. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

RU 169901 U1

RU 169901 U1

Область техники

Полезная модель относится к области лазерной техники и нелинейной оптики, конкретно - к устройствам для спектральных преобразований оптической частоты лазерного излучения. Многомодовый перестраиваемый генератор суперконтинуума может применяться в частотной метрологии, волоконных сенсорных системах и оптической когерентной томографии.

Уровень техники

Из существующего уровня техники известны устройства для генерации широкополосного когерентного оптического излучения (суперконтинуума) при пропускании пикосекундных и фемтосекундных лазерных импульсов через различные типы оптических стекол, кристаллов и оптических волокон.

Разновидности генераторов суперконтинуума в качестве аналогов предлагаемого нового технического решения описаны, в том числе, в патентах CN 203014156, МПК G02B 6/02; G02F 1/35; H01S 3/067, опубликовано 2013-06-19, High-power high-efficiency super continuous spectrum light source, RU 150402, МПК H01S 3/067; H01S 3/10, опубликовано 2015-02-20, Генератор суперконтинуума с регулируемой шириной спектра и RU 152288, МПК H01S 3/109, опубликовано 2015-05-20, Волоконный генератор широкополосного когерентного излучения. Описанные в указанных патентах устройства включают в себя источник лазерных импульсов и отрезок нелинейного оптического волокна, в котором и происходит уширение спектра излучения источника. Излучение лазерного источника накачки, проходя через высоконелинейное оптическое волокно, испытывает уширение спектра за счет нелинейных оптических эффектов, в результате чего на выходе генерируется широкополосное излучение суперконтинуума. В описанных устройствах используются нелинейные волокна с относительно небольшим диаметром сердцевины до 3 мкм, таким образом, генерация суперконтинуума происходит только на фундаментальной моде. Регулировка ширины спектра осуществляется путем настройки поляризационного контроллера в лазере накачки.

Недостатками таких устройств является то, что параметры генерируемого суперконтинуума зависят от соотношения длины волны источника излучения и нуля дисперсии для фундаментальной моды волокна. Изменение параметров суперконтинуума, т.е. перестройку, можно достичь посредством изменения мощности накачки либо замены источника излучения или нелинейного волокна.

Наиболее близким аналогом предлагаемой полезной модели можно признать устройство, описанное в авторской научной статье «Visible supercontinuum generation in large-core photonic crystal fiber with high air-filling fraction», опубликованной в 2015 году в Journal of Physics Conference Series, Vol.: 584 р.и содержащее источник коротких лазерных импульсов, объектив ввода излучения в фотонно-кристаллическое волокно с диаметром сердцевины от 8 до 12 мкм и коэффициентом заполнения воздухом не менее 0,9 и объектива вывода излучения из фотонно-кристаллического волокна.

Однако в указанном устройстве не рассматривалась возможность использования механизма перестройки параметров спектра суперконтинуума путем возбуждения различных мод фотонно-кристаллического волокна посредством перемещения торца волокна относительно излучения накачки короткими лазерными импульсами.

Раскрытие полезной модели

Техническим результатом полезной модели является дополнение многомодового генератора суперконтинуума механизмом перестройки параметров спектра суперконтинуума посредством перемещения торца волокна относительно излучения накачки, позволяющего возбуждать различные моды нелинейного оптического волокна,

на которых происходит генерация суперконтинуума и тем самым менять дисперсионные соотношения между длиной волны накачки и нулем дисперсии распространяющейся моды в волокне, что позволяет получать суперконтинуум как в аномальной, так и в нормальной областях дисперсии.

5 При этом перестраиваемый генератор суперконтинуума позволяет менять не только ширину спектра, но и параметры спектрального континуума независимо от уровня мощности лазера и без замены источника излучения или нелинейного волокна, а только за счет выбора моды волокна, на которой происходит генерация суперконтинуума, посредством перемещения торца волокна относительно излучения накачки, причем
10 для каждой моды будет своя длина волны нулевой дисперсии относительно длины волны лазера, и тем самым достигается возможность получать генерацию суперконтинуума как в аномальной, так и нормальной областях дисперсии волокна, что значительно упрощает механизм перестройки параметров суперконтинуума.

Технический результат достигается тем, что предлагаемый многомодовый
15 перестраиваемый генератор суперконтинуума содержит источник коротких (пикосекундных) лазерных импульсов, например, на основе кристалла Yb:KGW с пассивной синхронизацией мод за счет эффекта Керра, объектив ввода излучения в фотонно-кристаллическое волокно с диаметром сердцевины от 8 до 12 мкм и коэффициентом заполнения воздухом не менее 0,9 и объектив вывода излучения из
20 фотонно-кристаллического волокна (примечание: исследования показали, что фотонно-кристаллические волокна с такими характеристиками поддерживают распространение не только фундаментальной моды, но и мод высшего порядка, в отличие от волокон с меньшим размером сердцевины и коэффициентом заполнения воздуха меньше 0,9). При этом предлагаемое устройство дополнительно содержит механизм (систему)
25 точного (с точностью 1-2 мкм) перемещения и позиционирования торца фотонно-кристаллического волокна относительно источника излучения накачки короткими лазерными импульсами - для перестройки параметров спектра суперконтинуума путем возбуждения различных мод фотонно-кристаллического оптического волокна.

Перечень фигур

30 На фиг. 1 изображена структурно-функциональная схема предлагаемого устройства. Пример сечения используемого фотонно-кристаллического волокна представлен на фиг. 2.

На фиг. 3 представлен график спектральных характеристик для двух различных мод волокна, возбуждаемых путем перемещения торца фотонно-кристаллического волокна
35 относительно излучения накачки.

Осуществление полезной модели

Генератор перестраиваемого суперконтинуума состоит из источника коротких импульсов 1, например, на основе кристалла Yb:KGW с пассивной синхронизацией мод за счет эффекта Керра, объектива ввода излучения в фотонно-кристаллическое волокно
40 2, устройства точного перемещения и позиционирования волокна 3, фотонно-кристаллического волокна 4 с диаметром сердцевины от 8 до 12 мкм и коэффициентом заполнения воздухом не менее 0,9 и объектива вывода излучения 5.

Устройство работает следующим образом. Источник излучения генерирует лазерные импульсы, которые проходят через фотонно-кристаллическое волокно, закрепленное
45 в перемещающемся держателе, который используется для позиционирования сердцевины волокна относительно лазерного излучения накачки. При перемещении торца волокна происходит возбуждение различных мод, что приводит к перестройке параметров суперконтинуума. Точность перемещения торца волокна должна составлять от 1 до 2

мкм для обеспечения перестройки возбуждаемой моды.

Излучение, распространяющееся по фотонно-кристаллическому волокну, из-за волноводных особенностей фотонно-кристаллических волокон приобретает спектральное уширение вследствие воздействия нелинейно-оптических эффектов, таких как фазовая самомодуляция, солитонные эффекты, четырехволновое смешение и Рамановское рассеяние. Таким образом, на выходе фотонно-кристаллического волокна формируется излучение суперконтинуума на определенной моде волокна, выбор которой осуществляется перемещением торца фотонно-кристаллического волокна относительно излучения накачки короткими лазерными импульсами.

У предлагаемого многомодового генератора суперконтинуума можно управлять параметрами выходного излучения путем перестройки по возбуждаемым модам в волокне за счет перемещения торца волокна относительно излучения накачки, так как из-за различной дисперсии каждой моды параметры суперконтинуума меняются, что позволяет на одном волокне получать генерацию как в аномальной, так и нормальной областях дисперсии.

Перестройка параметров генерируемого суперконтинуума происходит за счет использования в составе предлагаемого устройства системы (или механизма) позиционирования с точностью от 1 до 2 мкм торца фотонно-кристаллического волокна с диаметром сердцевины более 8 мкм и коэффициентом заполнения воздухом не менее 0,9 относительно излучения накачки короткими лазерными импульсами.

Такая система точного перемещения и позиционирования торца фотонно-кристаллического волокна относительно излучения накачки может быть реализована посредством механически перемещающегося держателя.

На графике фиг. 3 представлены спектральные характеристики излучения суперконтинуума для двух различных мод волокна (тонкая линия - спектр суперконтинуума на моде LP₂₁, утолщенная линия - спектр суперконтинуума на моде LP₀₂), возбуждаемых путем перемещения торца фотонно-кристаллического волокна относительно излучения накачки. Эти графики показывают преимущество предлагаемой полезной модели, выражающееся в том, что без замены волокна или источника излучения можно осуществлять изменение таких параметров генератора суперконтинуума, как спектральная ширина и структура спектра генерируемого выходного излучения.

Предлагаемое устройство может быть реализовано в едином корпусном исполнении с встраиваемой компьютерной системой, или, возможно, с дополнительными разъемами для подключения к внешним периферийным устройствам, например, к персональному компьютеру.

(57) Формула полезной модели

1. Многомодовый перестраиваемый генератор суперконтинуума, содержащий источник коротких лазерных импульсов, объектив ввода излучения в фотонно-кристаллическое волокно с диаметром сердцевины от 8 до 12 мкм и коэффициентом заполнения воздухом не менее 0,9 и объектив вывода излучения из фотонно-кристаллического волокна, отличающийся тем, что дополнительно содержит механизм перемещения и позиционирования с точностью 1 мкм торца фотонно-кристаллического волокна относительно источника излучения накачки короткими лазерными импульсами.

2. Генератор суперконтинуума по п. 1, отличающийся тем, что содержит источник коротких лазерных импульсов на основе кристалла Yb:KGW с пассивной синхронизацией мод за счет эффекта Керра.

3. Генератор суперконтинуума по п. 1, отличающийся тем, что механизм перемещения и позиционирования торца фотонно-кристаллического волокна относительно источника излучения накачки сверхкороткими лазерными импульсами содержит механически перемещающийся держатель фотонно-кристаллического волокна.

5

10

15

20

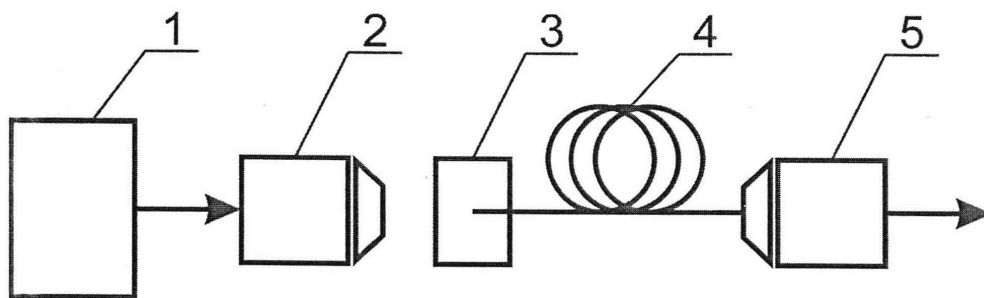
25

30

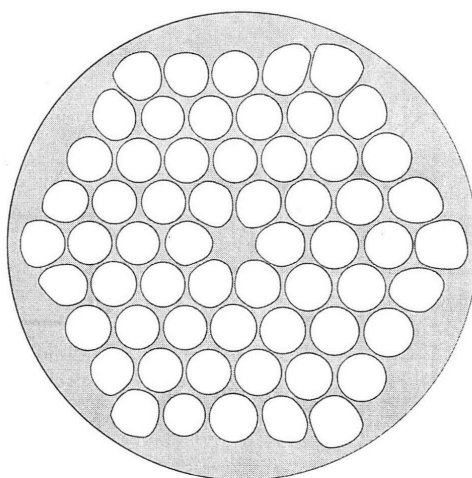
35

40

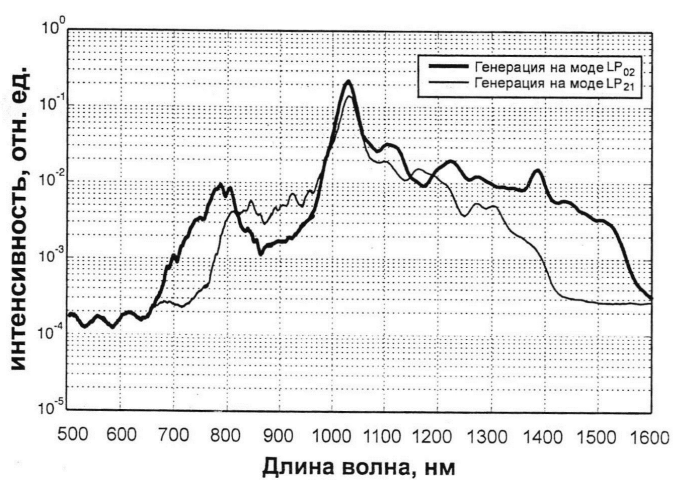
45



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3