



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012135033/28, 16.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2012

(45) Опубликовано: 20.12.2012 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, В.А. Лазареву
(НОЦ Фотоника)

(72) Автор(ы):

Пнев Алексей Борисович (RU),
Лазарев Владимир Алексеевич (RU),
Шелестов Дмитрий Александрович (RU),
Губин Михаил Александрович (RU),
Шелковников Александр Сергеевич (RU),
Киреев Алексей Николаевич (RU),
Тюриков Дмитрий Алексеевич (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)

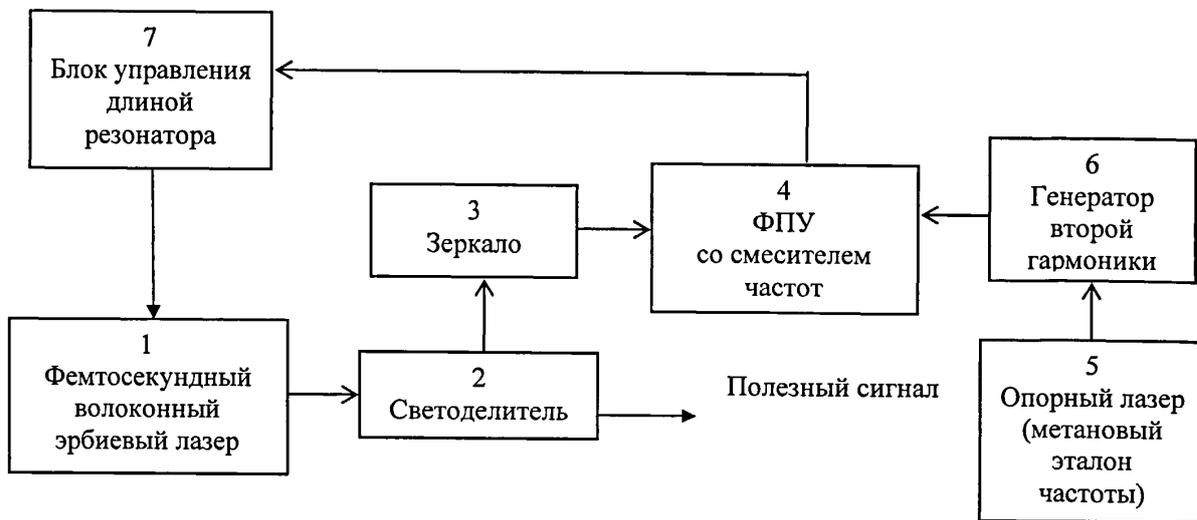
(54) ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ЧАСТОТЫ
ПОВТОРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТАНОВОГО ЭТАЛОНА ЧАСТОТЫ

Формула полезной модели

1. Фемтосекундная лазерная система со стабилизацией частоты повторения импульсов, содержащая фемтосекундный волоконный эрбиевый лазерный источник, светоделитель, зеркало, фотоприемное устройство (ФПУ) со смесителем частот, блок управления длиной резонатора, сигнал лазерного источника в светоделителе поделен на полезный выходной сигнал системы и сигнал петли контроля частоты повторения импульсов лазерного источника, поступающий через зеркало на ФПУ со смесителем частот, на второй вход ФПУ со смесителем частот подключен сигнал генератора опорной частоты или одной из ее высших гармоник, на выходе смесителя сформированный сигнал биений частоты повторения импульсов подключен к блоку управления длиной резонатора, выход которого является сигналом обратной связи фемтосекундного лазерного источника, отличающаяся тем, что в качестве генератора опорной частоты использован опорный лазер, стабилизированный по метановой ячейке.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что в качестве опорного лазера, стабилизированного по метановой ячейке, использован гелий-неоновый лазер или хром-цинк-селеновый лазер или хром-кадмий-селеновый лазер.

3. Система по п.1, отличающаяся тем, что между выходом опорного лазера и вторым входом ФПУ со смесителем частот установлен генератор второй гармоники.



RU 123239 U1

RU 123239 U1

Полезная модель относится к области лазерных устройств со стабилизацией выходного параметра частоты лазера, а именно лазерных оптических эталонов частоты для стабилизации частоты повторения фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера.

Стабилизированные по частоте повторения фемтосекундные волоконные эрбиевые лазеры широко используются в частотно-временных методах измерений радиоастрономии, навигации, создания стандартов частоты на лазерно-охлажденных атомах и др.

Известно множество устройств, предназначенных для стабилизации частоты повторения фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера, из них ближайший аналог (прототип) описан в патенте США №6,785,303 (опубл. 31.08.2004). В данном патенте предложен генератор стабилизированных сверхкоротких световых импульсов для синтеза оптических частот на основе лазерного источника с синхронизацией мод с тремя петлями обратной связи: петлей контроля дисперсии I, петлей контроля частоты повторения II и петлей контроля опорного лазера III. В петле контроля частоты повторения импульсы лазерного источника посредством светоделителя и зеркала направляют на фотоприемное устройство (ФПУ). Электрический сигнал с выхода ФПУ поступает на вход смесителя в виде базовой частоты (порядка 70 МГц) или одной из ее высших гармоник и смешивается с сигналом генератора опорной частоты радиодиапазона. На выходе смесителя формируется сигнал биений частоты повторения импульсов лазерного источника (или одной из ее высших гармоник) и опорной радиочастоты. Полученный сигнал биений используется для контроля и управления частоты повторения импульсов лазерного источника путем регулировки длины его резонатора. В описанном изобретении для осуществления генератора опорной частоты используют цезиевые атомные часы с типовой частотой 9,2 ГГц.

Основным недостатком рассматриваемого аналога является применение опорного источника частоты в радиодиапазоне с пониженной стабильностью частоты порядка 10^{-14} и достаточно высокими массо-габаритными параметрами цезиевых атомных часов, являющихся сложной дорогостоящей лабораторной установкой.

Технический результат, на достижение которого направлена предлагаемая полезная модель, заключается в повышении стабильности частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера и в попутном снижении массо-габаритных параметров системы.

Указанный технический результат достигается за счет того, что в устройстве вместо генератора опорной частоты в радиодиапазоне (цезиевые атомные часы из прототипа) предложен опорный лазер, стабилизированный по метановой ячейке (так называемый метановый эталон частоты). В качестве опорного лазера могут использовать гелий-неоновый лазер, или хром-цинк-селеновый лазер, или хром-кадмий-селеновый лазер. Известно, что нестабильность подобных опорных источников гораздо лучше, чем у опорного источника частоты в радиодиапазоне, как в ближайшем аналоге (порядка 10^{-14}), и может быть снижена до 10^{-16} за 1 с (см. Губин М.А., Киреев А.Н. и др.

«Реализация компактных метановых оптических часов». Квантовая электроника, 38, №7, 2008, с.613-614), то есть до 100 раз лучше, чем в прототипе.

В состав предлагаемой фемтосекундной лазерной системы входят фемтосекундный волоконный эрбиевый лазерный источник, светоделитель, зеркало, фотоприемное устройство (ФПУ) со смесителем частот, блок управления длиной резонатора. Сигнал лазерного источника в светоделителе поделен на полезный выходной сигнал системы и сигнал петли контроля частоты повторения импульсов, который далее проходит через зеркало и поступает на ФПУ со смесителем частот. На второй вход ФПУ со смесителем частот подключен сигнал с генератора опорной частоты или одной из ее

высших гармоник. На выходе смесителя сформированный сигнал биений частоты повторения импульсов подключен к блоку управления длиной резонатора, выход которого является сигналом обратной связи фемтосекундного лазерного источника. При этом в качестве генератора опорной частоты использован опорный лазер, стабилизированный по метановой ячейке. В качестве опорного лазера, стабилизированного по метановой ячейке, может быть использован гелий-неоновый лазер или хром-цинк-селеновый лазер или хром-кадмий-селеновый лазер, любой из этих лазеров более компактный и меньшего веса (до 2 раз), чем цезиевые атомные часы. Между выходом опорного лазера и вторым входом ФПУ со смесителем частот установлен генератор второй гармоники.

На фиг.1 изображена структурная блок-схема предлагаемого устройства.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Последовательность импульсов с выхода фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера 1 направляют через светоделитель 2 и зеркало 3 на ФПУ со смесителем частот 4. На ФПУ со смесителем частот 4 поступает также сигнал опорной частоты от метанового эталона частоты 5 через генератор второй гармоники б. Метановый эталон частоты имеет частоту вблизи 88 ТГц, а на выходе генератора второй гармоники 6 формируется опорный оптический сигнал на удвоенной высшей частотной гармонике 176 ТГц для осуществления последующего оптимального смешивания с сигналом фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера на частоте вблизи 200 ТГц, который также поступает на первый вход ФПУ со смесителем частот 4. В результате на выходе смесителя 4 формируется сигнал биений, который поступает в блок управления длиной резонатора 7 и используется для контроля частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера 1 путем регулировки длины его резонатора 7. Для регулировки длины резонатора 7 волоконного эрбиевого лазера 1 обычно применяют пьезопривод, который растягивает приклеенный к нему участок активного волоконного световода.

Таким образом, предлагаемое устройство стабилизации частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера по метановому эталону частоты обеспечивает повышение стабильности частоты повторения фемтосекундного лазера, а также попутно уменьшает массу и габариты всей фемтосекундной лазерной системы.

(57) Реферат

Полезная модель относится к области лазерных устройств со стабилизацией выходного параметра частоты лазера, а именно лазерных оптических эталонов частоты для стабилизации частоты повторения фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера. Технический результат - в повышении стабильности частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера и в попутном снижении массо-габаритных параметров системы. В состав предлагаемой фемтосекундной лазерной системы входят фемтосекундный волоконный эрбиевый лазерный источник, светоделитель, зеркало, фотоприемное устройство (ФПУ) со смесителем частот, блок управления длиной резонатора. Сигнал лазерного источника в светоделителе поделен на полезный выходной сигнал системы и сигнал петли контроля частоты повторения импульсов, который далее проходит через зеркало и поступает на ФПУ со смесителем частот. На второй вход ФПУ со смесителем частот подключен сигнал с генератора опорной частоты или одной из ее высших гармоник. На выходе смесителя сформированный сигнал биений частоты повторения импульсов подключен к блоку управления длиной резонатора, выход которого является сигналом обратной связи фемтосекундного лазерного источника. При этом в качестве генератора опорной частоты использован опорный лазер,

стабилизированный по метановой ячейке. В качестве опорного лазера, стабилизированного по метановой ячейке, может быть использован гелий-неоновый лазер или хром-цинк-селеновый лазер или хром-кадмий-селеновый лазер. Между выходом опорного лазера и вторым входом ФПУ со смесителем частот установлен генератор второй гармоники. 2 з.п. ф-лы. 1 ил.

10

15

20

25

30

35

40

45

Реферат

Полезная модель относится к области лазерных устройств со стабилизацией выходного параметра частоты лазера, а именно лазерных оптических эталонов частоты для стабилизации частоты повторения фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера. Технический результат - в повышении стабильности частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера и в попутном снижении массо-габаритных параметров системы. В состав предлагаемой фемтосекундной лазерной системы входят фемтосекундный волоконный эрбиевый лазерный источник, светоделитель, зеркало, фотоприемное устройство (ФПУ) со смесителем частот, блок управления длиной резонатора. Сигнал лазерного источника в светоделителе поделен на полезный выходной сигнал системы и сигнал петли контроля частоты повторения импульсов, который далее проходит через зеркало и поступает на ФПУ со смесителем частот. На второй вход ФПУ со смесителем частот подключен сигнал с генератора опорной частоты или одной из ее высших гармоник. На выходе смесителя сформированный сигнал биений частоты повторения импульсов подключен к блоку управления длиной резонатора, выход которого является сигналом обратной связи фемтосекундного лазерного источника. При этом в качестве генератора опорной частоты использован опорный лазер, стабилизированный по метановой ячейке. В качестве опорного лазера, стабилизированного по метановой ячейке, может быть использован гелий-неоновый лазер или хром-цинк-селеновый лазер или хром-кадмий-селеновый лазер. Между выходом опорного лазера и вторым входом ФПУ со смесителем частот установлен генератор второй гармоники. 2 з.п.ф-лы. 1 ил.



Фемтосекундная лазерная система со стабилизацией частоты повторения импульсов с помощью метанового эталона частоты

Полезная модель относится к области лазерных устройств со стабилизацией выходного параметра частоты лазера, а именно лазерных оптических эталонов частоты для стабилизации частоты повторения фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера.

Стабилизированные по частоте повторения фемтосекундные волоконные эрбиевые лазеры широко используются в частотно-временных методах измерений радиоастрономии, навигации, создания стандартов частоты на лазерно-охлажденных атомах и др.

Известно множество устройств, предназначенных для стабилизации частоты повторения фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера, из них ближайший аналог (прототип) описан в патенте США № 6,785,303 (опубл. 31.08.2004). В данном патенте предложен генератор стабилизированных сверхкоротких световых импульсов для синтезирования оптических частот на основе лазерного источника с синхронизацией мод с тремя петлями обратной связи: петлей контроля дисперсии I, петлей контроля частоты повторения II и петлей контроля опорного лазера III. В петле контроля частоты повторения импульсы лазерного источника посредством светоделителя и зеркала направляют на фотоприемное устройство (ФПУ). Электрический сигнал с выхода ФПУ поступает на вход смесителя в виде базовой частоты (порядка 70 МГц) или одной из ее высших гармоник и смешивается с сигналом генератора опорной частоты радиодиапазона. На выходе смесителя формируется сигнал биений частоты повторения импульсов лазерного источника (или одной из её высших гармоник) и опорной радиочастоты. Полученный сигнал биений используется для контроля и управления частоты повторения импульсов лазерного источника путем регулировки длины его резонатора. В описанном изобретении для осуществления генератора опорной частоты используют цезиевые атомные часы с типовой частотой 9,2 ГГц.

Основным недостатком рассматриваемого аналога является применение опорного источника частоты в радиодиапазоне с пониженной стабильностью частоты порядка 10^{-14} и достаточно высокими массо-габаритными параметрами цезиевых атомных часов, являющихся сложной дорогостоящей лабораторной установкой.

Технический результат, на достижение которого направлена предлагаемая полезная модель, заключается в повышении стабильности частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера и в попутном снижении массо-габаритных параметров системы.

Указанный технический результат достигается за счет того, что в устройстве вместо генератора опорной частоты в радиодиапазоне (цезиевые атомные часы из прототипа) предложен опорный лазер, стабилизированный по метановой ячейке (так называемый метановый эталон частоты). В качестве опорного лазера могут использовать гелий-неоновый лазер, или хром-цинк-селеновый лазер, или хром-кадмий-селеновый лазер. Известно, что нестабильность подобных опорных источников гораздо лучше, чем у опорного источника частоты в радиодиапа-

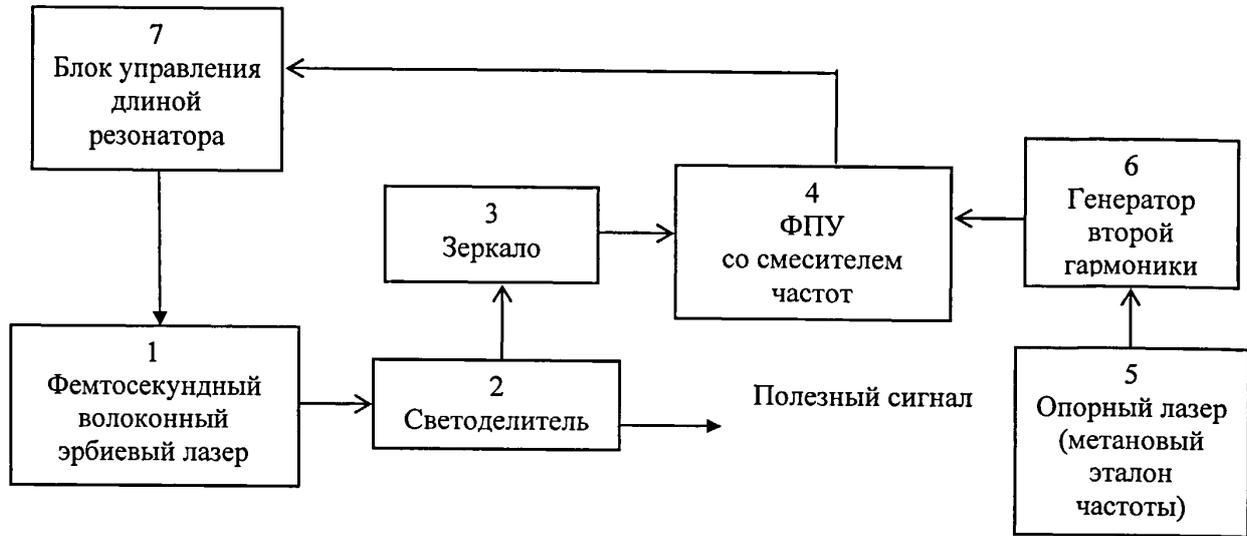
зоне, как в ближайшем аналоге (порядка 10^{-14}), и может быть снижена до 10^{-16} за 1 с (см. Губин М. А., Киреев А. Н. и др. «Реализация компактных метановых оптических часов», Квантовая электроника, 38, № 7, 2008, с. 613-614), то есть до 100 раз лучше, чем в прототипе.

В состав предлагаемой фемтосекундной лазерной системы входят фемтосекундный волоконный эрбиевый лазерный источник, светоделитель, зеркало, фотоприемное устройство (ФПУ) со смесителем частот, блок управления длиной резонатора. Сигнал лазерного источника в светоделителе поделен на полезный выходной сигнал системы и сигнал петли контроля частоты повторения импульсов, который далее проходит через зеркало и поступает на ФПУ со смесителем частот. На второй вход ФПУ со смесителем частот подключен сигнал с генератора опорной частоты или одной из ее высших гармоник. На выходе смесителя сформированный сигнал биений частоты повторения импульсов подключен к блоку управления длиной резонатора, выход которого является сигналом обратной связи фемтосекундного лазерного источника. При этом в качестве генератора опорной частоты использован опорный лазер, стабилизированный по метановой ячейке. В качестве опорного лазера, стабилизированного по метановой ячейке, может быть использован гелий-неоновый лазер или хром-цинк-селеновый лазер или хром-кадмий-селеновый лазер, любой из этих лазеров более компактный и меньшего веса (до 2 раз), чем цезиевые атомные часы. Между выходом опорного лазера и вторым входом ФПУ со смесителем частот установлен генератор второй гармоники.

На фиг.1 изображена структурная блок-схема предлагаемого устройства.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Последовательность импульсов с выхода фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера 1 направляют через светоделитель 2 и зеркало 3 на ФПУ со смесителем частот 4. На ФПУ со смесителем частот 4 поступает также сигнал опорной частоты от метанового эталона частоты 5 через генератор второй гармоники 6. Метановый эталон частоты имеет частоту вблизи 88 ТГц, а на выходе генератора второй гармоники 6 формируется опорный оптический сигнал на удвоенной высшей частотной гармонике 176 ТГц для осуществления последующего оптимального смешивания с сигналом фемтосекундного волоконного эрбиевого лазера на частоте вблизи 200 ТГц, который также поступает на первый вход ФПУ со смесителем частот 4. В результате на выходе смесителя 4 формируется сигнал биений, который поступает в блок управления длиной резонатора 7 и используется для контроля частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера 1 путем регулировки длины его резонатора 7. Для регулировки длины резонатора 7 волоконного эрбиевого лазера 1 обычно применяют пьезопривод, который растягивает приклеенный к нему участок активного волоконного световода.

Таким образом, предлагаемое устройство стабилизации частоты повторения импульсов фемтосекундного лазера по метановому эталону частоты обеспечивает повышение стабильности частоты повторения фемтосекундного лазера, а также попутно уменьшает массу и габариты всей фемтосекундной лазерной системы.



Фиг. 1