



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01D 5/35358 (2019.05); G01K 11/32 (2019.05); G02B 6/43 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019108986, 28.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.03.2019Дата регистрации:
04.09.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.03.2019

(45) Опубликовано: 04.09.2019 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

630009, Новосибирская обл., г. Новосибирск,
ул. Добролюбова, 2а, пом. 205, а/я 123, ООО
"ИНКО"

(72) Автор(ы):

Цыденжапов Игорь Баирович (RU),
Сычев Игорь Викторович (RU),
Гранёв Игорь Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "КИПЛАЙН"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2413188 С2, 27.02.2011. RU 65223
U1, 27.07.2007. US 5217306 А1, 08.06.1993. WO
1998002898 А1, 22.01.1998.

(54) Устройство опроса чувствительного элемента

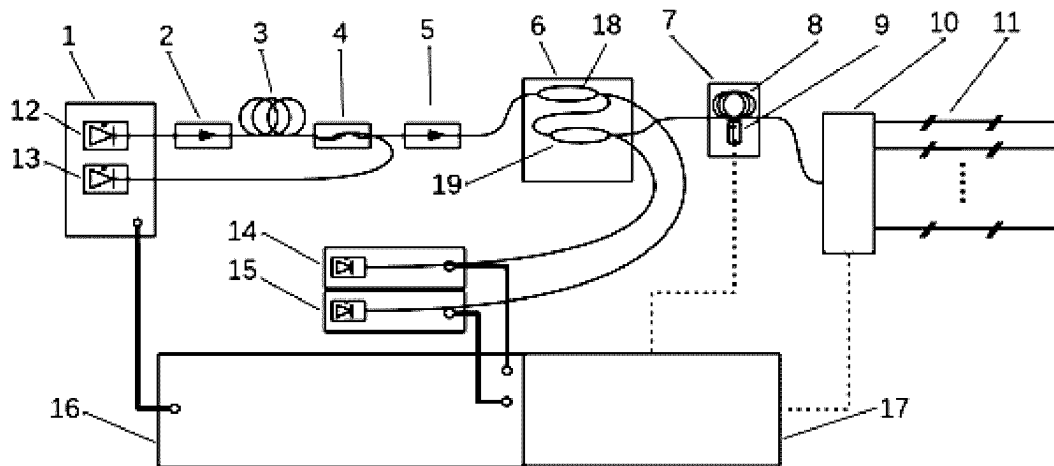
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области измерительной техники и касается устройства опроса чувствительного элемента. Устройство включает в себя генератор лазерного излучения с импульсным лазером и волоконно-оптическим усилителем, спектральный фильтр компонентов рассеяния, по крайней мере два фотоприемных модуля и блок обработки сигнала. Волоконно-оптический усилитель содержит изолятор,

активное волокно, мультиплексор и лазер накачки. Спектральный фильтр компонентов рассеяния содержит по крайней мере два демультиплексора с тонкопленочными фильтрами, пигелированными оптическим волокном. Технический результат заключается в повышении технологичности устройства. 6 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 192121 U1

RU 192121 U1



Фиг. 1

RU 192121 U1

RU 192121 U1

[001] Область техники

[002] Техническое решение относится к области измерительной техники и может быть использовано в средствах для распределенного измерения температуры, а также для измерения температурного распределения вдоль оптоволоконного кабеля в протяженных объектах, применяемых в сферах, связанных с безопасностью, например, системы пожарного оповещения в автомобильных, железнодорожных или сервисных туннелях; термический контроль силовых кабелей и воздушных линий передач для оптимизации производственных отношений; повышение эффективности нефтяных и газовых скважин; обеспечение безопасного рабочего состояния промышленных индукционных плавильных печей; контроль герметичности контейнеров с сжиженным природным газом на судах в разгрузочных терминалах; обнаружение утечек на плотинах и запрудах; контроль температуры при химических процессах; обнаружение утечек в трубопроводах.

[003] Уровень техники

[004] Известно волоконно-оптическое устройство для измерения температурного распределения (патент RU 2413188 С2, МПК G01K 11/32, G02B 6/43, опубл. 27.02.2011) содержащее импульсный источник зондирующего излучения, направленный оптический ответвитель, чувствительный элемент, систему регистрации и узел обработки сигналов. Чувствительный элемент выполнен в виде одномодового оптического волокна. Направленный оптический ответвитель отделяет рэлеевскую компоненту и подключен последовательно к одному или более дополнительному направленному оптическому ответвителю, также отделяющему рэлеевскую компоненту. Дополнительный направленный оптический ответвитель соединен последовательно с одним или более направленным оптическим ответвителем, разделяющим стоксовую и антистоксовую компоненты рассеянного излучения. Компоненты излучения направляются на фотоприемные модули системы регистрации. Между направленными ответвителями встроена волоконная брегговская решетка. Импульсным источником зондирующего излучения служит импульсный волоконный лазер или импульсный полупроводниковый лазер. Для увеличения мощности импульсного источника зондирующего излучения последовательно ему введен волоконно-оптический усилитель или полупроводниковый усилитель с волоконными выходами. Вариантом является устройство, в которое дополнительно введен коммутатор, соединенный с входом одного из фотоприемных модулей. При этом импульсный полупроводниковый лазер работает на длине волны антистоксовой компоненты и соединен с одним из входов циркулятора.

[005] Недостатком известного устройства является то, что волоконный фильтр на брегговской решетке является нестабильным элементом, на который оказывают влияние температурные факторы, что ведет к снижению надежности работы устройства. При этом при использовании фильтра на брегговской решетке спектр работы лазера должен подходить к рабочему спектру (брегговские решетки должны иметь ту же длину волны, что и импульсный лазер). Спектры импульсных лазеров, а также спектры решеток определяются при производстве и порой могут немного отходить от ожидаемых значений. Это ухудшает технологичность прибора, так как необходимо проводить измерения спектров лазеров, спектров решеток и подбирать пары «лазер-фильтр». Спектры решеток зависят от натяжения волокна, которое в процессе сборки трудно контролировать, что также ухудшает технологичность прибора. Использование брегговских решеток не позволяет использовать различные типы лазеров с разными спектрами.

[006] Термины и определения, применяемые в настоящей заявке.

[007] Чувствительный элемент – опрашиваемая линия в виде оптического волокна, которое может быть включено в состав различных кабельных конструкций и выполнено как одномодовым, так и многомодовым, в том числе стандартное телекоммуникационное оптическое волокно.

5 [008] Спектральный фильтр компонентов рассеяния – спектральный фильтр, разделяющий компоненты, например, спектральный фильтр комбинационного рассеяния, разделяющий рэлеевскую, стоксовую и антистоксовую компоненты рассеяния, основанный на эффекте Рамана, в том числе с демультимплексорами с тонкопленочными фильтрами, пигтелированными оптическим волокном.

10 [009] Волоконно-оптический усилитель – волоконно-оптический усилитель на основе редкоземельного элемента или редкоземельных элементов, в состав усилителя входит активное оптическое волокно с примесью редкоземельного элемента, например, эрбиевое волокно, иттербиевое волокно, эрбий-иттербиевое волокно и др.

[0010] Активное волокно – отрезок волокна, сердцевина которого легирована ионами редкоземельного элемента или ионами редкоземельных элементов, например, эрбием, иттербием, эрбий-иттербием и др.

[0011] Краткое описание полезной модели.

[0012] Задачей настоящей полезной модели является создание высокотехнологичного и более простого и надежного устройства опроса чувствительного элемента.

20 [0013] Техническим результатом является повышение технологичности устройства опроса чувствительного элемента.

[0014] Технический результат достигается тем, что устройство опроса чувствительного элемента включает генератор лазерного излучения с импульсным лазером и волоконно-оптическим усилителем, спектральный фильтр компонентов рассеяния, по крайней

25 мере два фотоприемных модуля, блок обработки сигнала, волоконно-оптический усилитель включает активное волокно, лазер накачки, мультиплексор и изолятор.

[0015] Спектральный фильтр компонентов рассеяния при этом содержит демультимплексоры с тонкопленочными фильтрами, пигтелированными оптическим волокном, использование которых позволяет повысить технологичность устройства

30 опроса чувствительного элемента за счет того, что такой фильтр стабилен по характеристикам в процессе сборки всего прибора, а также становится возможным использование лазеров разного типа, так как рабочий спектр спектрального фильтра компонентов рассеяния на основе тонкопленочного фильтра позволяет работать с лазерами без согласования спектра, соответственно не требуется подбирать пары

35 «лазер-фильтр», упрощая процесс сборки устройства. К тому же характеристики такого фильтра мало зависят от температурных факторов и не оказывают влияние на рабочие температуры всего устройства.

[0016] С другой стороны, генератор лазерного излучения имеет противоположно направленную накачку импульсному лазеру. Для противоположно направленной

40 накачки импульсному лазеру по его оптическому пути распространения излучения в волоконно-оптическом усилителе активное волокно расположено перед мультиплексором. При этом сердцевина активного волокна легирована ионами редкоземельного элемента, в качестве которого может использоваться эрбий или иттербий, или эрбий-иттербий. Противоположно направленная накачка повышает

45 эффективность работы волоконно-оптического усилителя, меньше требуется активного волокна, повышается технологичность. Использование изоляторов повышает стабильность и надежность работы устройства опроса чувствительного элемента, что в совокупности приводит к повышению технологичности устройства.

[0017] Описание чертежей.

[0018] На фиг. 1 представлена схема устройства опроса чувствительного элемента.

[0019] Положения на чертежах:

[0020] 1 – токовый драйвер лазерных диодов,

5 [0021] 2 – первый волоконно-оптический изолятор,

[0022] 3 – активное волокно,

[0023] 4 – мультиплексор,

[0024] 5 – второй волоконно-оптический изолятор,

10 [0025] 6 – спектральный фильтр компонентов рассеяния,

[0026] 7 – термостат,

[0027] 8 – калибровочный отрезок оптического волокна,

[0028] 9 – термодатчик

[0029] 10 – волоконно-оптический переключатель,

[0030] 11 – чувствительный элемент,

15 [0031] 12 – импульсный лазер,

[0032] 13 – лазер накачки,

[0033] 14 – второй фотоприемный модуль,

[0034] 15 – первый фотоприемный модуль,

[0035] 16 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП),

20 [0036] 17 – микроконтроллер,

[0037] 18 – первый демультиплексор,

[0038] 19 – второй демультиплексор.

[0039] Подробное описание полезной модели.

25 [0040] В приведенном ниже подробном описании реализации полезной модели приведены многочисленные детали реализации, призванные обеспечить отчетливое понимание настоящей полезной модели. Однако, квалифицированному в предметной области специалисту, будет очевидно каким образом можно использовать настоящую полезную модель, как с данными деталями реализации, так и без них. В других случаях хорошо известные методы, процедуры и компоненты не были описаны подробно,

30 чтобы не затруднять излишне понимание особенностей настоящей полезной модели.

[0041] Кроме того, из приведенного изложения будет ясно, что полезная модель не ограничивается приведенной реализацией. Многочисленные возможные модификации, изменения, вариации и замены, сохраняющие суть и форму настоящей полезной модели, будут очевидными для квалифицированных в предметной области специалистов.

35 [0042] Устройство опроса чувствительного элемента для распределенных волоконно-оптических датчиков температуры, которое позволяет получать профиль температурного распределения вдоль оптического волокна. В корпусе устройства опроса чувствительного элемента в виде оптического волокна (фиг. 1) расположены генератор лазерного излучения, спектральный фильтр компонентов рассеяния, по

40 крайней мере два фотоприемных модуля, блок обработки сигнала, термостат, волоконно-оптический переключатель.

[0043] Генератор лазерного излучения содержит токовый драйвер лазерных диодов 1, пигментированное оптическое волокно, импульсный лазер 12, волоконно-оптический усилитель, в котором последовательно расположены первый волоконно-оптический

45 изолятор 2, активное волокно 3, мультиплексор 4 и второй волоконно-оптический изолятор 5, а лазер накачки 13 соединен по крайней мере с одним выходом мультиплексора 4. Токовый драйвер лазерных диодов 1 соединен с блоком обработки сигнала высокочастотным кабелем.

[0044] В качестве импульсного лазера 12 могут быть использованы, например, лазерные диоды, волоконные лазеры, светодиоды без дополнительного согласования схемы усиления.

5 [0045] Первый волоконно-оптический изолятор 2 позволяет защитить лазер от спонтанного излучения из активного волокна 3, он работает с минимальным затуханием в прямом направлении и максимальным затуханием в обратном. Второй волоконно-оптический изолятор 5 дополнительно защищает импульсный лазер. Использование изоляторов повышает технологичность работы устройства опроса чувствительного элемента.

10 [0046] Сердцевина активного волокна легирована ионами редкоземельного элемента или редкоземельных элементов, в качестве которого может использоваться эрбий или иттербий, или эрбий-иттербий и др. Таким образом, активное волокно может быть представлено в виде эрбиевого волокна или иттербиевого волокна, или эрбий-иттербиевого волокна и др. Наиболее часто используют волоконно-оптические
15 усилители с активным волокном в виде эрбиевого волокна. Ниже приведен принцип действия противоположно направленной накачки и активного волокна, в качестве примера выбрано эрбиевое волокно. В начале пути излучения от импульсного лазера по эрбиевому волокну наблюдается наименьший коэффициент усиления, к концу эрбиевого волокна наибольшая интенсивность импульсного излучения и наибольший
20 коэффициент усиления. Благодаря тому, что интенсивность импульсного излучения растет по мере прохождения по эрбиевому волокну, у которого в тот же момент растет коэффициент усиления, что повышает эффективность работы усилителя, меньше требуется эрбиевого волокна, повышается технологичность. Также такое расположение влияет на то, что лазер накачки работает при меньших токах через лазер, что повышает
25 его долговечность и надежность работы устройства опроса чувствительного элемента.

[0047] Спектральный фильтр компонентов рассеяния 6 содержит два демультиплексора 18 и 19 с тонкопленочными фильтрами, пигтелированными оптическим волокном. Вход первого демультиплексора 18 соединен с выходом второго
30 волоконно-оптический изолятора 5. Один из выходов первого демультиплексора 18 соединен со входом второго демультиплексора 19, а другой выход соединен с первым фотоприемным модулем 15, на который попадает антистоксовая компонента. Один из выходов второго демультиплексора 19 соединен с термостатом 7, а другой выход соединен со вторым фотоприемным модулем 14, на который попадает стоксовая компонента. Для упрощения процедуры калибровки показаний температуры
35 используется одновременно стоксовая и антистоксовая компоненты комбинационного рассеяния.

[0048] Блок обработки сигнала включает аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 16 и ЭВМ (микроконтроллер) 17. АЦП оцифровывает сигналы с фотоприемников. Микроконтроллер производит математический расчет оцифрованных сигналов в
40 температурные показания. Фотоприемные модули 14, 15 соединены с АЦП 16. Термостат 7 соединен с микроконтроллером 17 и содержит калибровочный отрезок оптического волокна 8, термодатчик 9.

[0049] Волоконно-оптический переключатель 10 содержит один вход и множество выходов, позволяющих используя электрический сигнал управления, соединять
45 чувствительные элементы 11. Волоконно-оптический переключатель 10 позволяет последовательно измерять температуру в N чувствительных элементах 11, опрашивать больше линий (чувствительных элементов) одним устройством.

[0050] Принцип работы устройство опроса чувствительного элемента.

[0051] Излучение из импульсного лазера 12, например, в виде импульсного лазерного диода, распространяется на вход первого волоконно-оптического изолятора 2. После изолятора расположено эрбиевое волокно 3 в виде отрезка волокна, сердцевина которого легирована ионами эрбия, благодаря чему волокно способно поглощать энергию, переносимую светом на длине волны 980 нм и переизлучать его на 1550 нм. Эрбиевое волокно 3 с другой стороны подключено к спектральному мультиплексору 4, у которого на входе один порт, на выходе два порта. С той стороны, где у него один порт, в волокне распространяется две длины волны, а на выходе из мультиплексора 4 каждая из длин волн распространяется по своему отдельному порту. Спектральный мультиплексор 4 на выходе подключен одним портом к лазеру накачки на длине волны 980 нм 13, излучение которого накачивает эрбиевое волокно 3, а вторым портом он подключен к первому демультиплексору с тонкопленочными фильтрами, пигелированными оптическим волокном, при этом между мультиплексором 4 и спектральным фильтром компонентов рассеяния 6 расположен второй волоконно-оптический изолятор 5. Демультиплексоры разбивают обратное рассеяние по компонентам: стокс, антистокс и рэлеей. Стокс и антистокс направляются на фотоприемные модули 14, 15. Из линии оптического волокна (чувствительного элемента 11) на вход первого демультиплексора 18 с тонкопленочными фильтрами, пигелированного оптическим волокном, попадают три компонента рассеяния: стоксовая компонента раманавского рассеяния, рэлеевская компонента и антистоксовая компонента рассеяния. Демультиплексор делит спектр на две части и все что ниже длины волны отсечки попадает в один канал, все, что больше длины волны отсечки, попадает в другой. Таким образом, первый демультиплексор 18 делит спектр так, что в один канал попадает только антистоксовая компонента, а в другой попадает стоксовая и рэлеевская компоненты. Антистоксовая компонента подается на первый фотоприемник 15. По другому порту распространяется стоксовая и рэлеевская компоненты рассеяния, которые попадают во второй демультиплексор 19, только с другой длиной волны отсечки, который делит спектр на две части, разделяя стоксовую компоненту и рэлеевскую компоненту. Стоксовая компонента подается на второй фотоприемник 14.

[0052] После спектрального фильтра компонентов рассеяния расположен термостат 7 с калибровочным отрезком оптического волокна 8, температура в котором измеряется термодатчиком 9. Рефлектограммы от отрезка в термостате 7 позволяют произвести расчеты калибровочных коэффициентов.

[0053] На фотоприемных модулях 14, 15 происходит преобразование оптического сигнала рефлектограмм в электрический. Также, в фотоприемных модулях производится усиление сигнала. Затем усиленный сигнал по высокочастотным кабелям попадает на вход АЦП 16. АЦП передает данные микроконтроллеру 17, туда же передается информация от термодатчика 9. ЭВМ производит пересчет рефлектограмм рассеяния в температурное распределение вдоль оптического волокна.

[0054] В настоящих материалах заявки было представлено предпочтительное раскрытие осуществление заявленного технического решения, которое не должно использоваться как ограничивающее иные, частные воплощения его реализации, которые не выходят за рамки испрашиваемого объема правовой охраны и являются очевидными для специалистов в соответствующей области техники.

(57) Формула полезной модели

1. Устройство опроса чувствительного элемента, включающее генератор лазерного

излучения с импульсным лазером и волоконно-оптическим усилителем, спектральный фильтр компонентов рассеяния, по крайней мере два фотоприемных модуля, блок обработки сигнала, при этом

5 волоконно-оптический усилитель содержит изолятор, активное волокно, мультиплексор, лазер накачки;

спектральный фильтр компонентов рассеяния содержит по крайней мере два демультиплексора с тонкопленочными фильтрами, пигтелированными оптическим волокном.

10 2. Устройство опроса чувствительного элемента по п. 1, отличающееся тем, что генератор лазерного излучения имеет противоположно направленную накачку импульсному лазеру.

3. Устройство опроса чувствительного элемента по п. 1, отличающееся тем, что в волоконно-оптическом усилителе генератора лазерного излучения активное волокно расположено перед мультиплексором.

15 4. Устройство опроса чувствительного элемента по п. 1, отличающееся тем, что сердцевина активного волокна легирована ионами редкоземельного элемента.

5. Устройство опроса чувствительного элемента по п. 4, отличающееся тем, что в качестве редкоземельного элемента используется эрбий, или иттербий, или эрбий-иттербий.

20 6. Устройство опроса чувствительного элемента по п. 1, отличающееся тем, что в качестве активного волокна в волоконно-оптическом усилителе используется эрбиевое волокно.

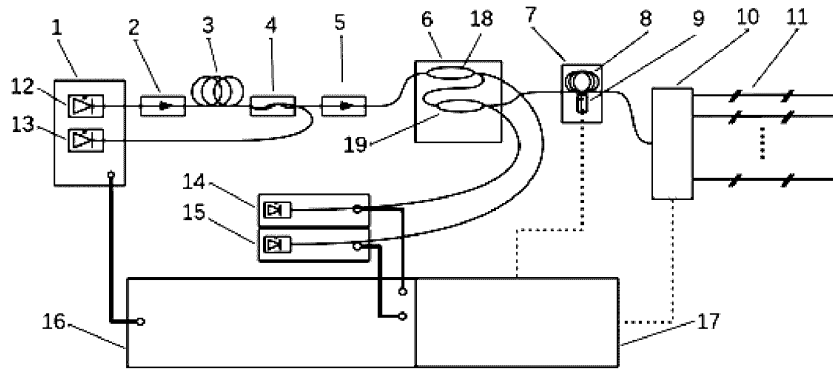
7. Устройство опроса чувствительного элемента по п. 1, отличающееся тем, что волоконно-оптический усилитель генератора лазерного излучения содержит
25 дополнительно изолятор.

30

35

40

45



Фиг. 1