



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012132132/28, 27.07.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.07.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.07.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2014 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 10.04.2014 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 0006647800 В2, 18.11.2003. RU
2213328 С2, 27.09.2003. US 0006256090,
03.07.2001. RU 2282142 С1, 20.08.2006

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Карасик Валерий Ефимович (RU),
Пнев Алексей Борисович (RU),
Лазарев Владимир Алексеевич (RU),
Шелестов Дмитрий Александрович (RU),
Нелюб Владимир Александрович (RU),
Буянов Иван Андреевич (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) УСТРОЙСТВО ОПТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ
СИСТЕМЫ ВСТРОЕННОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-
ОПТИЧЕСКИХ БРЭГГОВСКИХ ДАТЧИКОВ**

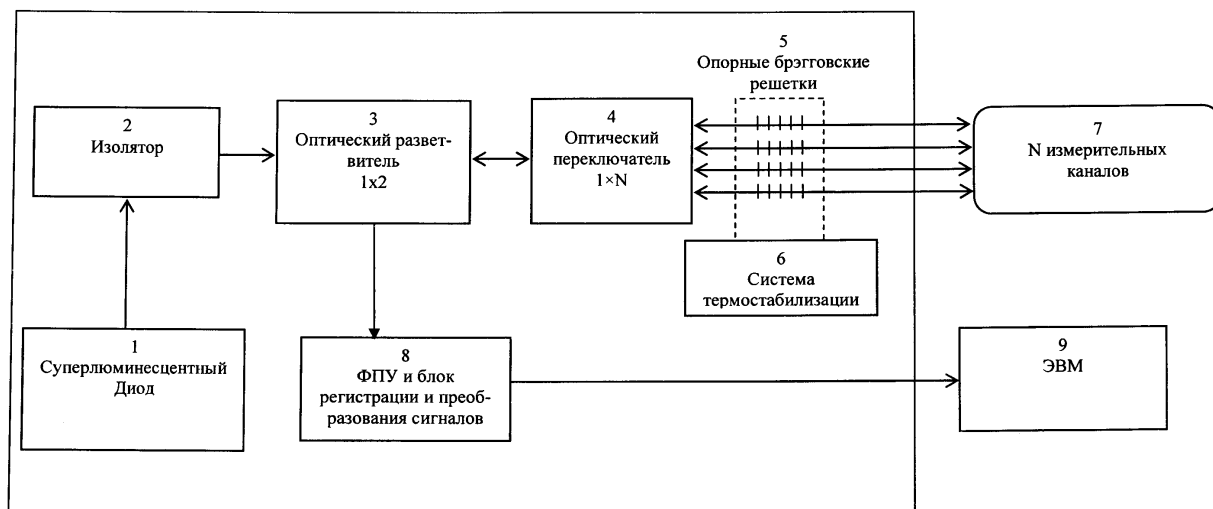
(57) Реферат:

Изобретение относится к приспособлениям для регистрации сигналов с набора волоконно-оптических брэгговских датчиков системы встроенного неразрушающего контроля (ВНК) объекта. Устройство оптической идентификации измерительных каналов системы встроенного неразрушающего контроля на основе волоконно-оптических брэгговских датчиков содержит источник оптического излучения, трехполюсный оптический разветвитель, опорную брэгговскую решетку с известной характеристикой длины волны отраженного излучения, несколько измерительных каналов с измерительными волоконными брэгговскими решетками, размещенными на объекте контроля, систему изоляции опорной решетки от внешних возмущающих воздействий, в том числе систему термостабилизации; фотоприемное устройство (ФПУ) и блок регистрации и преобразования сигналов, который соединен с ЭВМ. Причем

адресные опорные решетки с неповторяющимися характеристиками длин волн отраженного излучения по одной встроены в каждый измерительный канал. Все опорные решетки размещены в корпусе с системой изоляции от внешних возмущающих условий. В качестве непрерывного широкополосного источника оптического излучения использован суперлюминесцентный диод (СЛД). Дополнительно есть оптический изолятор и оптический переключатель, причем оптический изолятор установлен между выходом источника и входным полюсом трехполюсного разветвителя, один выходной полюс которого соединен с общим входом оптического переключателя. Каждый подключаемый выход оптического переключателя соединен со своим измерительным каналом. Другой выходной полюс разветвителя соединен с входом ФПУ и блока регистрации и преобразования сигналов. Технический результат

- одновременное существенное упрощение схемы устройства с гарантированным обеспечением надежности идентификации (адресации)

измерительных каналов, подключаемых к ЭВМ, и увеличение динамического диапазона измеряемых оптических сигналов. 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012132132/28, 27.07.2012

(24) Effective date for property rights:
27.07.2012

Priority:

(22) Date of filing: 27.07.2012

(43) Application published: 10.02.2014 Bull. № 4

(45) Date of publication: 10.04.2014 Bull. № 10

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str.1,
MGТУ im. N.Eh. Bauman, TsZIS, dlja V.A.
Lazarevoj (NOTs)

(72) Inventor(s):

Karasik Valerij Efimovich (RU),
Pnev Aleksej Borisovich (RU),
Lazarev Vladimir Alekseevich (RU),
Shelestov Dmitrij Aleksandrovich (RU),
Neljub Vladimir Aleksandrovich (RU),
Bujanov Ivan Andreevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.Eh. Bauman" (MGТУ im. N.Eh. Bauman)
(RU)

(54) APPARATUS FOR OPTICAL IDENTIFICATION OF MEASUREMENT CHANNELS OF BUILT-IN NONDESTRUCTIVE INSPECTION SYSTEM BASED ON FIBRE-OPTIC BRAGG SENSORS

(57) Abstract:

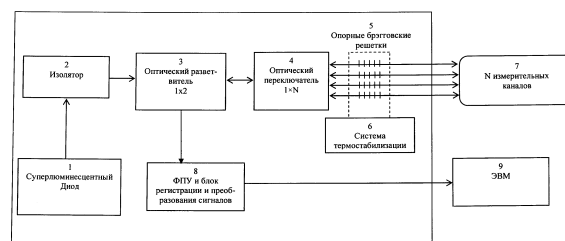
FIELD: physics, optics.

SUBSTANCE: invention relates to tools for detecting signals from a set of fibre-optic Bragg sensors of a built-in nondestructive inspection system. The apparatus for optical identification of measurement channels of a built-in nondestructive inspection system based on fibre-optic Bragg sensors includes an optical radiation source, a three-terminal optical splitter, a reference Bragg grating with a known reflected radiation wavelength characteristic, multiple measurement channels with measurement Bragg fibre gratings placed on the inspected object, a system for insulating the reference grating from external perturbations, including a heat stabilisation system; a photodetector and a signal detecting and converting unit which is connected to a computer. Address reference gratings with non-recurrent reflected radiation wavelength characteristics are each built into each measurement channel. All reference gratings are placed in a housing with the system for insulation from external perturbations. A superluminescent diode is used as a continuous wideband optical radiation source. The apparatus further includes an optical insulator and an optical switch, wherein the optical insulator

is placed between the output of the source and the input terminal of the three-terminal splitter, one output terminal of which is connected to the common input of the optical switch. Each connected output of the optical switch is connected to its own measurement channel. The other output terminal of the splitter is connected to the input of the photodetector and the signal detecting and converting unit.

EFFECT: considerable simplification of the circuit of the device with guaranteed reliability of identifying (addressing) measurement channels connected to a computer and wider dynamic range of measured optical signals.

1 dwg



Фиг. 1

Область техники

Изобретение относится к приспособлениям к измерительным устройствам с оптическими средствами измерения, а именно к приспособлениям для регистрации сигналов с набора волоконно-оптических брэгговских датчиков системы встроенного неразрушающего контроля (ВНК) объекта.

Уровень техники

Известно множество устройств ВНК на основе волоконно-оптических брэгговских датчиков, в частности в патенте РФ 2377497 «УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ НА ОСНОВЕ КВАЗИРАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ», МПК G01B 11/16, опубл. 27.12.2009.

Однако в патенте описано одноканальное устройство для измерения деформаций (в том числе возможно и температурных деформаций) объекта. Необходимо отметить, что для многоканальной системы необходимо дополнительное устройство-приспособление для надежной идентификации измерительных каналов системы ВНК.

Существуют схемы с применением оптических переключателей, которые осуществляют адресное подключение измерительных каналов по одному к базовой измерительной системе. Переключатели осуществляют переключение канала по адресным сигналам, поступающим из ЭВМ. Однако надежность данного способа переключения является недостаточной для применения в системах ВНК, так как есть определенная вероятность неправильного срабатывания переключателя из-за ненадежности передачи электрических сигналов из ЭВМ.

Существующие типовые многоканальные измерительные системы на основе волоконно-оптических брэгговских датчиков часто построены с применением оптических разветвителей, которые осуществляют одновременное подключение измерительных каналов к измерительной системе, и из-за этого там отсутствует проблема ошибочной адресации измерительных каналов.

В качестве ближайшего аналога предлагаемого устройства авторы считают устройство опроса длины волны (патенты США №7157693, опубл. 02.01.2007 и №7060967, опубл. 13.06.2006) с системой оптических разветвителей (и без применения оптических переключателей). Схема основана на конфигурации из одного опорного и нескольких измерительных блоков. Устройство аналога содержит несколько волоконно-оптических измерительных линий с волоконными брэгговскими решетками, опорный (калибровочный) блок с опорной (калибровочной) волоконной брэгговской решеткой для калибровки сигналов измерительных каналов по шкале длин волн, перестраиваемый по длине волны оптический источник, например перестраиваемый лазер для генерации излучения, которое разделяется оптическим разветвителем и поступает в опорный блок и в несколько измерительных линий с волоконными брэгговскими решетками.

Опорный блок представляет собой систему калибровки по шкале длин волн, роль системы калибровки могут выполнять волоконная брэгговская решетка, интерференционный фильтр с фиксированным свободным спектральным диапазоном, например эталон Фабри-Перо, газовые поглощающие ячейки или любое сочетание этих элементов. Опорный блок определяет опорную длину волны перестраиваемого источника, для этого выходной сигнал опорного блока использован для осуществления обратной связи с целью настройки и стабилизации длины волны источника, что позволяет проводить измерения абсолютных значений длин волн решеток измерительных каналов. Для этого часть излучения от источника отводится первым разветвителем по цепи системы разветвителей на фотоприемное устройство (ФПУ)

опорного блока. Одна из ветвей системы разветвителей направляет часть излучения в опорную волоконную брэгговскую решетку с заранее известными характеристиками, находящуюся при постоянных внешних условиях для высокой стабильности длины волны отраженного от нее излучения. Излучение, отраженное от опорной решетки, проходит через разветвитель в ФПУ опорного блока.

Выходные сигналы с волоконно-оптических измерительных линий подключены к ряду измерительных блоков отдельно от опорного блока. Сложная система оптических разветвителей отводит часть излучения источника в линии волоконных брэгговских решеток (датчиков). Оптические сигналы, отраженные от волоконных брэгговских решеток, проходят обратно через разветвители и попадают на ФПУ измерительных блоков. Номер подключенного канала определяется номером ФПУ соответствующего измерительного блока, сигнал с которого считывается и обрабатывается в ЭВМ.

Недостатком данного устройства следует считать сложность его схемы, в том числе, например, наличие сложного перестраиваемого лазерного источника и обратной связи выходного сигнала опорного блока с целью настройки и стабилизации длины волны источника, и уменьшенный динамический диапазон измеряемых сигналов схемы из-за того, что все измерительные каналы подключены к выходам одновременно (и чем больше измерительных каналов, тем пропорционально ниже будет динамический диапазон измеряемых сигналов. Прим.: динамический диапазон - это уровень мощности сигналов в дБ, которые способна измерять система измерения).

Раскрытие изобретения

Комплексная задача предлагаемого решения - одновременное существенное упрощение схемы устройства с гарантированным обеспечением надежности идентификации (адресации) измерительных каналов, подключаемых к ЭВМ, и увеличение динамического диапазона измеряемых оптических сигналов.

Технический результат достигается за счет использования в устройстве непрерывного широкополосного источника излучения, например суперлюминесцентного диода (СЛД), оптического переключателя, и встраивания в каждый измерительный канал по одной опорной волоконной брэгговской решетке с заранее известной и не повторяющейся в других каналах длиной волны отраженного излучения, причем все опорные решетки размещают в отдельном корпусе с системой термостабилизации и возможной изоляции от других внешних возмущающих условий. При этом также обеспечивается гарантированная надежность работы измерительной системы за счет идентификации оптическим методом измерительного канала, подключенного через оптический переключатель к общей измерительной системе и далее к ЭВМ. Сигнал опорной брэгговской решетки со стабильной длиной волны отраженного излучения будет однозначно давать информацию о номере (адресе) своего измерительного канала, в котором поставлена эта опорная решетка в последовательной цепи с другими рабочими измерительными брэгговскими решетками. Так как в устройстве использован оптический переключатель, который адресно по сигналу от ЭВМ подключает к измерительной системе по одному измерительному каналу, то с точки зрения упрощения схемы это дает возможность использовать только одно ФПУ для приема сигналов, в отличие от множества ФПУ в схеме ближайшего аналога.

Таким образом, предлагаемое устройство оптической идентификации измерительных каналов системы встроенного неразрушающего контроля на основе волоконно-оптических брэгговских датчиков содержит источник оптического излучения, трехполосный оптический разветвитель, опорную брэгговскую решетку с известной характеристикой длины волны отраженного излучения, несколько измерительных

каналов с измерительными волоконными брэгговскими решетками, размещенными на объекте контроля, систему изоляции опорной решетки от внешних возмущающих воздействий, в том числе систему термостабилизации; ФПУ и блок регистрации и преобразования сигналов, который соединен с ЭВМ. Причем адресные опорные решетки с неповторяющимися характеристиками длин волн отраженного излучения по одной
5 встроены в каждый измерительный канал. Все опорные решетки размещены в корпусе с системой изоляции от внешних возмущающих условий. В качестве непрерывного широкополосного источника оптического излучения использован суперлюминесцентный диод (СЛД). Дополнительно есть оптический изолятор и оптический переключатель,
10 причем оптический изолятор установлен между выходом источника и входным полюсом трехполюсного разветвителя 1х2, один выходной полюс которого соединен с общим входом оптического переключателя. Каждый подключаемый выход оптического переключателя соединен со своим измерительным каналом. Другой выходной полюс разветвителя соединен со входом ФПУ и блока регистрации и преобразования сигналов.

15 Перечень фигур

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

Осуществление изобретения

В качестве непрерывного широкополосного источника излучения использован суперлюминесцентный диод (СЛД) 1. Установленный последовательно с СЛД изолятор
20 2 обеспечивает предотвращение обратного отражения в СЛД. Выход изолятора 2 оптически соединен с входным полюсом трехполюсного разветвителя 1х2, обозначенного 3 на фиг.1, и через его выходной полюс - со входом оптического переключателя 1хN 4, к выходам которого подключено N (например, N=16) измерительных каналов 7, содержащих волоконные брэгговские решетки. В каждый
25 измерительный канал 7 встроено по одной опорной брэгговской решетке 5 и по несколько измерительных брэгговских решеток, например, для измерения температур и деформаций. Каждая опорная волоконная брэгговская решетка 5 имеет известные характеристики и встроена в корпус с системой термостабилизации 6, за счет чего устраняется воздействие внешних факторов, и длина волны отраженного излучения от
30 каждой опорной решетки остается стабильно постоянной. Второй выходной полюс трехполюсного разветвителя 3 соединен со входом ФПУ и блока регистрации и преобразования сигналов 8, выход которого соединен с ЭВМ 9, которая осуществляет отображение и обработку результатов измерений.

Устройство работает следующим образом. При подключении (по адресному
35 электрическому сигналу от ЭВМ) измерительного канала через оптический переключатель ФПУ фиксирует спектр отражения всех находящихся в измерительном канале волоконных брэгговских решеток, в том числе и опорной решетки, и определяются длины волн отраженного излучения от всех решеток в этом канале, в том числе и от опорной брэгговской решетки. Адресный электрический сигнал из ЭВМ
40 не обладает требуемым уровнем надежности, поэтому по значению длины волны отраженного излучения от опорной решетки однозначно определяют с гарантированным уровнем надежности номер (адрес) подключенного измерительного канала. Полученный в блоке 8 по характеристике опорной решетки гарантированно надежный адрес (номер) канала учитывают в ЭВМ 9 при последующем считывании измерительной информации
45 с подключенного измерительного канала системы ВНК.

Таким образом, в предлагаемом устройстве обеспечивается одновременное существенное упрощение схемы устройства с гарантированным обеспечением надежности идентификации (адресации) измерительных каналов, подключаемых к ЭВМ,

и увеличение динамического диапазона измеряемых оптических сигналов.

Формула изобретения

Устройство оптической идентификации измерительных каналов системы встроенного неразрушающего контроля на основе волоконно-оптических брэгговских датчиков, содержащее источник оптического излучения, трехполюсный оптический разветвитель, опорную брэгговскую решетку с известной характеристикой длины волны отраженного излучения, несколько измерительных каналов с измерительными волоконными брэгговскими решетками, размещенными на объекте контроля, систему изоляции опорной решетки от внешних возмущающих воздействий, в том числе систему термостабилизации; фотоприемное устройство (ФПУ) и блок регистрации и преобразования сигналов для связи с ЭВМ, отличающееся тем, что адресные опорные решетки с неповторяющимися характеристиками длин волн отраженного излучения по одной встроены в каждый измерительный канал, причем все опорные решетки размещены в корпусе с системой изоляции от внешних возмущающих условий; в качестве непрерывного широкополосного источника оптического излучения использован суперлюминесцентный диод; дополнительно есть оптический изолятор и оптический переключатель, причем оптический изолятор установлен между выходом источника и входным полюсом трехполюсного разветвителя, один выходной полюс которого соединен с общим входом оптического переключателя, каждый подключаемый выход которого соединен со своим измерительным каналом, а другой выходной полюс разветвителя соединен со входом ФПУ и блока регистрации и преобразования сигналов.