



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01R 15/247* (2019.08); *G01J 2009/0249* (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019128508, 10.09.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.09.2019

Дата регистрации:  
16.12.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.09.2019

(45) Опубликовано: 16.12.2019 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

614990, г. Пермь, ул. 25 Октября, 106,  
Публичное акционерное общество "Пермская  
научно-производственная  
приборостроительная компания"

(72) Автор(ы):

Ермаков Владимир Сергеевич (RU),  
Вобликов Евгений Дмитриевич (RU),  
Журавлев Антон Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Публичное акционерное общество "Пермская  
научно-производственная  
приборостроительная компания" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 5969341 A, 19.10.1999. RU 2121147  
C1, 27.10.1998. EP 0067683 A1, 22.12.1982. US  
5012183 A, 30.04.1991.

(54) Оптический чувствительный элемент для измерения электрической разности потенциалов

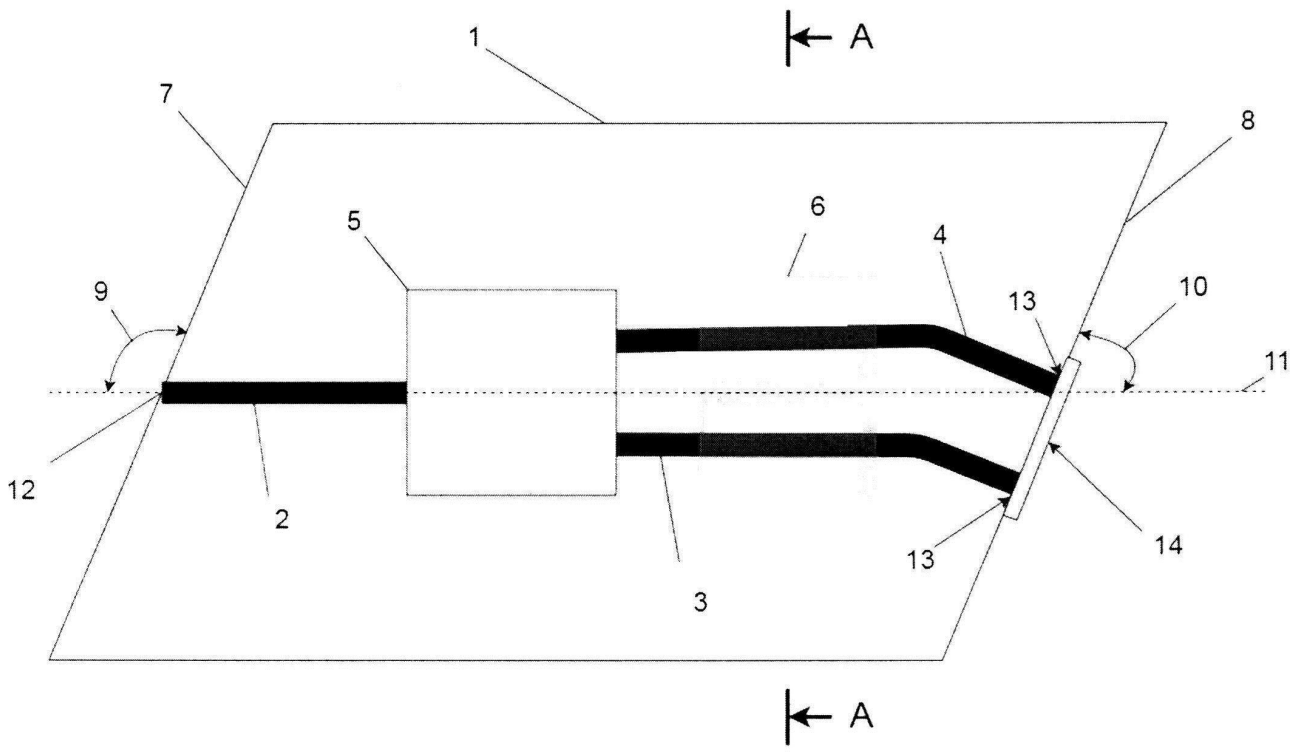
(57) Реферат:

Полезная модель относится к элементам конструкции измерительных приборов и может быть использована в системах мониторинга защитного потенциала при катодной или анодной защите металлических объектов, в том числе протяженных и в системах мониторинга электрического постоянного и переменного напряжения в сетях электроснабжения. Полезная модель представляет собой подложку, на которой сформированы оптические световоды, обладающие электрооптическим эффектом, и

электроды. Световоды формируют структуру оптического делителя, имеющего один входной оптический полюс и два выходных оптических полюса. Электроды расположены в одной плоскости. Подложка имеет два среза, причем срезы выполнены под углами не равными 90 градусов к продольной оси. Технический результат - возможность размещения в одном канале более одного чувствительного элемента и исключение автономного источника питания из системы мониторинга. 2 ил.

RU  
194557  
U1

RU  
194557  
U1



Фиг. 1

RU 194557 U1

RU 194557 U1

Полезная модель относится к элементам конструкции измерительных приборов по группе G01R 15/24 и может быть использована в системах мониторинга защитного потенциала при катодной или анодной защите металлических объектов, в том числе протяженных и в системах мониторинга электрического постоянного и переменного напряжения в сетях электроснабжения.

Известен волоконно-оптический датчик напряжения (Fiber-optic voltage sensor №2012163923, МПК G01R 15/24, 29.05.2012) предназначенный для измерения электрического напряжения, в частности высокого переменного электрического напряжения. Датчик основан на электрооптическом эффекте, возникающем в электрооптическом элементе, в котором распространяются два перпендикулярно поляризованных оптических пучка. Электрооптический эффект в датчике возникает в объеме электрооптического элемента и изменяет условия распространения оптического излучения. Конструкция датчика не позволяет использовать его для измерения малых разностей потенциалов в связи с тем, что электроды расположены на большом удалении друг от друга на противоположных гранях электрооптического элемента. Кроме того, в датчике используется явление изменения поляризации оптического излучения под действием электрического поля, что усложняет конструкцию самого датчика и конструкцию системы обработки сигнала. Также изобретение не позволяет размещать более одного датчика в одном оптическом канале в силу конструктивных особенностей датчика.

Известно изобретение Electrooptic effect element and electrical signal waveform measuring apparatus using the same (US 5012183 США, МПК G01R 19/00, 04.30.1991). В данном изобретении конструкция копланарного электрооптического элемента содержит: подложку из материала, имеющего электрооптический эффект; пару первых копланарных полосок, сформированных на одной стороне подложки необходимых для создания высокочастотного электрического поля в области между полосками; пару вторых копланарных полосок, расположенных на противоположной стороне подложки для формирования высокочастотного электрического поля отличного от поля, создаваемого первыми копланарными полосками. Копланарные полоски служат для создания электрического поля между ними, которое посредством электрооптического эффекта в подложке отклоняет оптический луч внутри нее. Данное изобретение не позволяет измерять малые разности потенциалов в связи с тем, что копланарные полоски располагаются на противоположных гранях электрооптического элемента. Также, не предполагается размещение более одного копланарного электрооптического элемента в одном оптическом канале в виду их принципа работы.

Известен детектор электрического поля (EP 0067683, МПК G01 R15/07, 08.20.1986). Детектор содержит источник поля, лазер, электрооптическую ячейку Поккельса, поляризатор, конвертер, распознающее устройство. Принцип действия детектора основан на изменении поляризации излучения лазера под действием электрооптического эффекта в ячейке Поккельса. Детектор, предложенный в патенте, не может быть применен для измерения малых разностей потенциалов в связи с тем, что разность потенциалов прикладывается к граням ячейки Поккельса и требуется приложение большой разности потенциалов для изменения поляризации излучения лазера. Размещение более одного детектора в одном оптическом канале требует существенного усложнения конструкции измерительной системы, а также приведет к нестабильности результатов измерения.

Ближайшим аналогом по совокупности признаков полезной модели является чувствительный элемент для измерения электрических напряжений и/или напряженностей

электрического поля (RU 2121147, МПК G01R 15/24, 24.02.1992). Особенностью конструкции является то, что свет распространяется в объеме электрооптического кристалла, причем полосообразные электроды расположены с двух сторон кристалла параллельно пути распространения света. При этом диагонально противоположные электроды электрически соединены между собой, а противоположные друг другу торцевые поверхности кристалла являются местом отвода и ввода. Изменение силы или направления света в кристалле под действием прикладываемого напряжения является информацией о прикладываемом напряжении. Полосообразные электроды расположены на противоположных гранях электрооптического кристалла, что снижает технологичность устройства, а кроме того не позволяет измерять малые разности потенциалов. В виду особенностей конструкции, размещение нескольких чувствительных элементов в одном оптическом канале технически невозможно.

Задача заявляемого технического решения заключается в создании устройства для измерения малых разностей потенциалов, с увеличенной технологичностью и возможностью размещения в одном оптическом канале более одного чувствительного элемента в целях контроля защитного потенциала в местах неоднородностей грунтов и физико-химического состава среды на протяженных металлических подземных и подводных сооружениях.

Поставленная цель достигается за счет наличия в устройстве световодов, сформированных на поверхности или в приповерхностном слое подложки из электрооптического материала и проходящих вдоль электродов, наличия электродов, расположенных в одной плоскости, наличия в устройстве двух срезов, выполненных под углами, не равными 90 градусов относительно продольной оси, световодов, продольные оси которых образуют прямой угол к отражающей поверхности среза 2, использованием отражающей поверхности среза 2.

На Фиг. 1 и Фиг. 2 представлен общий вид конструкции чувствительного элемента: 1 - подложка из электрооптического материала; 2, 3, 4 - световоды, сформированные на поверхности или в приповерхностном слое подложки; 5 - делитель; 6 - область расположения электродов; 7 - срез 1; 8 - срез 2; 9 - угол среза 1 не равный 90 градусов; 10 - угол среза 2 не равный 90 градусов; 11 - продольная ось; 12 - входной полюс; 13 - выходные полюса; 14 - отражающая поверхность среза 2.

Электроды, расположенные в области расположения электродов (6) в одной плоскости позволяют сосредоточить электрическое напряжение в малом зазоре и обеспечить высокую напряженность электрического поля в объеме оптических световодов (3) и (4), проходящих вдоль электродов между ними, что позволяет измерять малые разности потенциалов.

Срез 1 (7) и срез 2 (8), выполненные под углами, не равными 90 градусов относительно продольной оси (11), световоды (2), (3) и (4), сформированные на поверхности или в приповерхностном слое подложки (1), перпендикулярные в месте выходных полюсов (13) срезу 2, отражающая поверхность (14) среза 2 (8) и делитель (5) конструктивно создают интерферометр Маха-Цендера с конструктивно заложеной разностью длин оптических путей в плечах. Наличие угла среза 1 (9), не равного 90 градусов обеспечивает минимальное отражение света от входного оптического полюса (12). Наличие угла среза 2 (10), не равного 90 градусов относительно продольной оси (11) обеспечивает разность длин световодов (3) и (4).

Световоды (3) и (4), перпендикулярные в месте выходных полюсов (13) срезу 2 и отражающая поверхность (14) среза 2 (8) обеспечивают максимальное отражение света от выходных полюсов (13). В совокупности указанные элементы обеспечивают

возможность размещения более одного чувствительного элемента в одном оптическом канале.

Повышение технологичности изготовления достигается за счет расположения всех элементов конструкции с одной стороны подложки из электрооптического материала.

5 Принцип работы заключается в следующем: свет вводится через входной полюс (12), проходит по световоду (2) на вход делителя (5), где происходит разделение света на две составляющие. Далее свет проходит в световодах (3) и (4) через область размещения электродов (6), где под действием разности потенциалов и электрооптического эффекта Поккельса происходит изменение показателей преломления световодов (3) и (4) и, как  
10 следствие, изменение фазы света. Причем в одном из световодов фаза света увеличивается, а в другом, уменьшается. Свет доходит до выходных полюсов (13), где происходит его отражение от отражающей поверхности (14) среза 2 (8). Происходит повторное прохождение света через область размещения электродов (6), где повторно изменяется его фаза с сохранением знака. В делителе (5) происходит интерференция  
15 световых пучков с учетом разности фаз, которая обеспечивается конструктивно заложенной разностью длин световодов (3) и (4), а также добавленной разностью фаз, вызванной приложенной к электродам разностью потенциалов. Разность фаз в плечах интерферометра приводит к изменению спектра света, отраженного и выходящего из входного полюса (12). Изменение спектра светового пучка пропорционально изменению  
20 разности потенциалов на электродах чувствительного элемента.

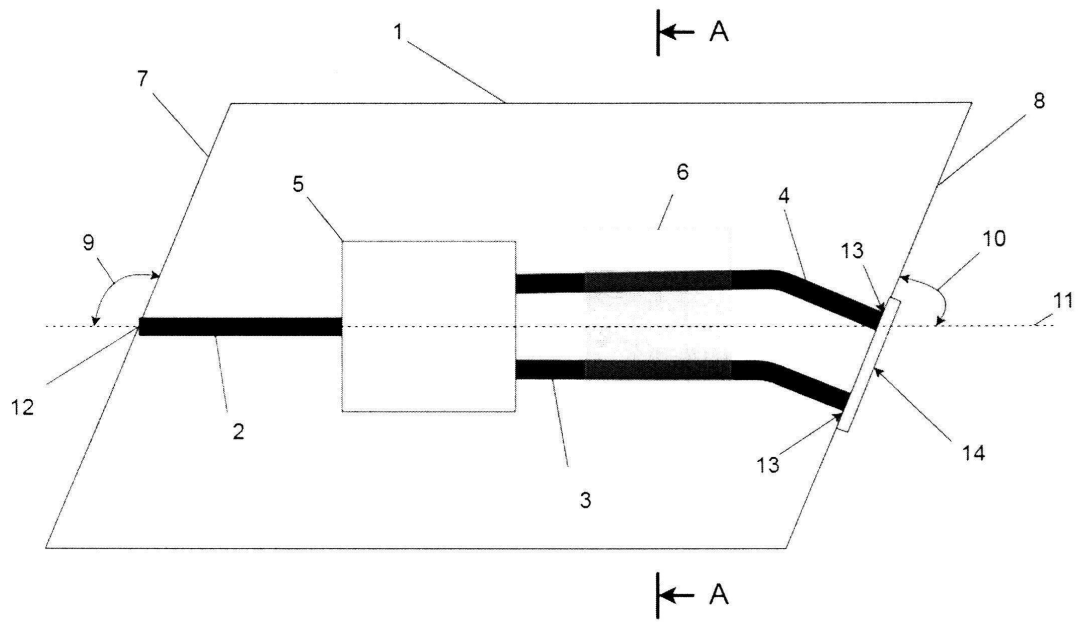
Полезная модель может быть осуществлена на основе технологий интегральной оптики, в частности, способа изготовления волноводов интегрально-оптической схемы волоконно-оптического гироскопа (Способ изготовления волноводов интегрально-оптической схемы волоконно-оптического гироскопа: 2176803, МПК G02B 6/125, G02B  
25 6/134, 15.02.2000). Конструкция полезной модели представляет собой асимметричный интерферометр Маха-Цендера, спектральная характеристика которого имеет максимумы и минимумы (Conrad Rizal Optics Communications Compact Si-based asymmetric MZI waveguide on SOI as a thermooptical switch / Conrad Rizal, Boris Niraula // Optics Communications. - 2017. - №10).

30

#### (57) Формула полезной модели

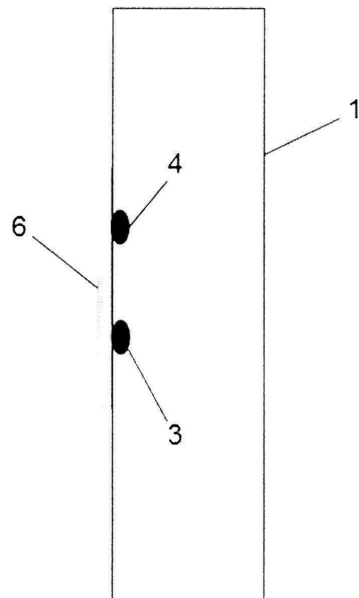
Оптический чувствительный элемент для измерения электрической разности потенциалов, содержащий подложку, оптические световоды, формирующие делитель и электроды, отличающийся тем, что свет локализован в оптических световодах,  
35 обладающих электрооптическим эффектом и расположенных между электродами, а электроды расположены в одной плоскости, подложка имеет два среза, причем срез 1 расположен со стороны входного оптического полюса делителя, а срез 2 расположен со стороны выходных оптических полюсов делителя, при этом срезы выполнены под углами не равными 90 градусов относительно продольной оси, причем в месте выходных  
40 оптических полюсов делителя световоды перпендикулярны срезу 2, а поверхность среза 2 выполнена отражающей.

45



Фиг. 1

A-A



Фиг. 2