

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2715477

### ДАТЧИК ИСКРЕНИЯ

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Сидоров Александр Иванович (RU), Плешанов Илья Михайлович (RU)*

Заявка № 2019113675

Приоритет изобретения 30 апреля 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 28 февраля 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 30 апреля 2039 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H02H 7/261 (2019.08); G02B 6/322 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019113675, 30.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.04.2019

Дата регистрации:  
28.02.2020

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 30.04.2019

(45) Опубликовано: 28.02.2020 Бюл. № 7

Адрес для переписки:  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр.,  
49, Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Сидоров Александр Иванович (RU),  
Плешанов Илья Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Национальный  
исследовательский университет ИТМО"  
(Университет ИТМО) (RU)

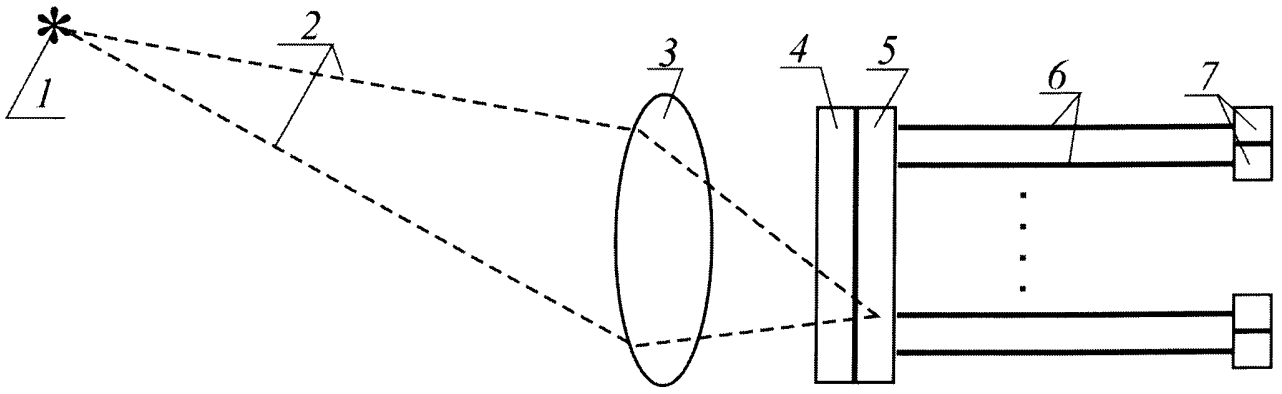
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2539963 C1, 27.01.2015. KR  
101542538 B1, 31.07.2015. US 6704478 B2,  
09.03.2004. US 8040517 B1, 18.10.2011.

## (54) ДАТЧИК ИСКРЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к волоконной оптике и может быть использовано в волоконно-оптических датчиках искрения и электрической дуги и предназначено для использования на электростанциях, в высоковольтных установках, на линиях электропередачи, на пожаро- и взрывоопасных предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности, в шахтах и на транспорте. Датчик искрения содержит чувствительный элемент, изготовленный из флуоресцентного стекла или полимера, выполненный в виде пластины и расположенный в фокальной плоскости

сферической положительной линзы или объектива, перед чувствительным элементом установлен оптический фильтр в виде пластины из оптического стекла, прозрачного в ультрафиолетовой области спектра и непрозрачного в видимой области спектра, у задней поверхности чувствительного элемента упорядоченно размещены торцы оптических волокон или волоконных жгутов, а у их выходных торцов расположены фотоприемники. Технический результат - определение местоположения искрения в пространстве. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2715477 C1

RU 2715477 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G02B 6/32* (2006.01)  
*H02H 7/26* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H02H 7/261* (2019.08); *G02B 6/322* (2019.08)

(21)(22) Application: **2019113675, 30.04.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**30.04.2019**

Registration date:  
**28.02.2020**

Priority:  
(22) Date of filing: **30.04.2019**

(45) Date of publication: **28.02.2020** Bull. № 7

Mail address:  
**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,  
Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):  
**Sidorov Aleksandr Ivanovich (RU),  
Pleshanov Ilya Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Natsionalnyj issledovatel'skij  
universitet ITMO" (Universitet ITMO) (RU)**

(54) **ARCING SENSOR**

(57) Abstract:

FIELD: optics.

SUBSTANCE: invention relates to fibre optics and can be used in fibre-optic spark and arc sensors and is intended for use at power plants, in high-voltage plants, on power transmission lines, in fire and explosion hazardous enterprises of chemical and oil refining industry, in mines and in transport. Sparking sensor comprises a sensitive element made of fluorescent glass or polymer, made in form of a plate and located in the focal plane of a spherical convex lens or camera lens,

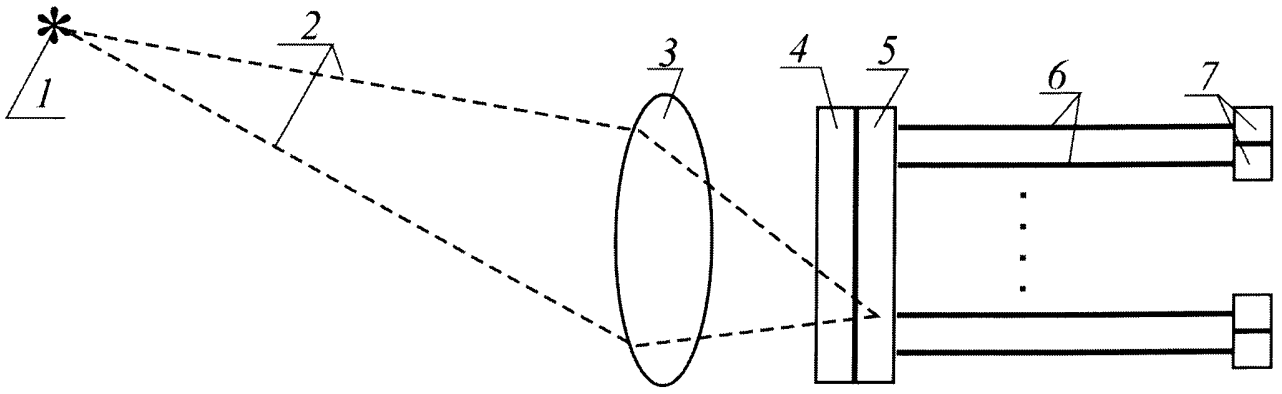
in front of the sensitive element there is an optical filter in the form of a plate made of optical glass which is transparent in the ultraviolet and opaque in the visible region of the spectrum; end faces of optical fibres or fibre bundles are arranged orderly in the rear surface of the sensitive element, and photodetectors are arranged at their output ends.

EFFECT: technical result is determination of location of arcing in space.

1 cl, 2 dwg

**RU 2 715 477 C1**

**RU 2 715 477 C1**



Фиг. 1

RU 2715477 C1

RU 2715477 C1

Изобретение относится к волоконной оптике и может быть использовано в волоконно-оптических датчиках искрения и электрической дуги.

Известно устройство дуговой защиты УДЗ-1 [Никитаев О.В., Селиванин А.У. Применение дуговых защит в комплексных распределительных устройствах сельскохозяйственных подстанций. Эксплуатация устройств сельскохозяйственного электроснабжения. Сборник научных трудов. М. 1989. с. 44], состоящее из полимерного волокна и фотодетектора. Часть излучения электрической дуги, попадающего на волокно, за счет светорассеяния в полимере преобразуется в волноводную моду и поступает на фотодетектор. Недостатком устройства являются высокие потери коротковолновой части излучения электрической дуги в полимерном волокне, что уменьшает чувствительность устройства.

Известно «Устройство для отключения комплексных распределительных устройств» (патент RU №2096887, МПК H02H 7/22, H02H 7/26, дата приоритета 04.08.1993 г., опубликовано 20.11.1997 г.), в состав которого входит эластичный оптоволоконный жгут со светопроницаемой оболочкой, к одному из концов которого подключен фотодетектор. Недостатком устройства является отсутствие возможности определения местоположения дуги и ее мощности. Недостатком устройства является также относительно его низкая чувствительность, связанная с низкой эффективностью преобразования излучения электрической дуги в волноводные моды и высокими потерями коротковолновой части оптического сигнала в волокне.

Известны волоконные датчики с чувствительными элементами на основе полимерного волокна с флуоресцентными добавками, которые применяются как позиционно-чувствительные устройства (M.F. Laguesse // Appl. Opt. 1989. V. 28. №23. P. 5144) и как сенсоры ионизирующих излучений. Недостатком таких датчиков являются высокие потери полезного оптического сигнала в полимерном волокне.

Известен волоконно-оптический датчик открытой электрической дуги (патент RU №2237332, МПК H02H 7/26, дата приоритета 07.10.2002 г., опубликовано 27.09.2004 г.), выбранный в качестве прототипа, чувствительным элементом которого является нерегулярный волоконный световод со светопроницаемой оболочкой. Противоположные концы световода подключены к фотоэлектронным преобразователям, что позволяет не только регистрировать возникновение электрической дуги, но и определять ее местоположение и мощность. Недостатком устройства является его относительно низкая чувствительность, связанная с низкой эффективностью преобразования излучения электрической дуги в волноводные моды и высокими потерями коротковолновой части оптического сигнала в световоде. Недостатком является также, то, что для повышения чувствительности датчика требуется увеличение длины его чувствительного элемента, до 30 см и более [Ю.П. Казачков // Письма в ЖТФ. 2008. Т. 34. Вып.20. с. 73]. Недостатком является также относительно низкое пространственное разрешение датчика (не лучше 1 м при длине волокна более 5 м), что исключает возможность его применения для индикации искрения и электрической дуги в малогабаритных устройствах.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является волоконный датчик искры и электрической дуги (патент RU №2459222, МПК G02B 6/02, дата приоритета 23.12.2010 г., опубликовано 20.08.2012 г.), содержащий цилиндрическую линзу, чувствительный элемент в виде оптического волокна с флуоресцентным покрытием, передающее оптическое волокно и фотоприемник. Недостатками датчика являются невозможность определения местоположения искрения без механического поворота датчика по двум координатам и сложность конструкции

датчика: необходимость использования оптических волоконных разъемов для соединения чувствительного элемента с передающим волокном, необходимость использования цилиндрического отражателя.

Изобретение решает задачу определения местоположения искры в пространстве.

5 Решение поставленной задачи достигается тем, что перед чувствительным элементом датчика искрения, выполненным виде пластины, и расположенным в фокальной плоскости сферической положительной линзы или объектива, установлен оптический  
10 фильтр, в виде пластины из оптического стекла, прозрачного в ультрафиолетовой области спектра и непрозрачного в видимой области спектра, у задней поверхности чувствительного элемента упорядоченно размещены торцы оптических волокон или  
15 волоконных жгутов, а у их выходных торцов расположены фотоприемники.

Электрическую искру можно рассматривать как точечный источник света, а электрический разряд между металлическими электродами содержит интенсивные  
20 линии излучения в ультрафиолетовой области спектра в спектральном интервале 200-400 нм. Линза или объектив датчика собирают часть излучения искры и фокусируют его на пластину из флуоресцентного стекла или полимера в пятно малого диаметра. Ультрафиолетовое излучение искры локально возбуждает в этой пластине люминесценцию в видимой области спектра. Часть излучения люминесценции попадает на торец оптического волокна или волоконного жгута, расположенного напротив  
25 данной области пластины, преобразуется в волноводные моды и передается на фотоприемник, расположенный у выходного торца данного волокна или волоконного жгута, и преобразуется в электрический сигнал. Входные торцы волокон или волоконных жгутов могут быть расположены в ряд или образовывать двумерную матрицу. Пространственное положение области люминесценции в флуоресцентной пластине  
30 зависит от положения электрической искры в пространстве, поэтому номер фотоприемника, в котором появился электрический сигнал, может быть сопоставлен с пространственным положением электрической искры. Для исключения попадания на фотоприемник постороннего излучения, например искусственного освещения либо солнечного света, перед флуоресцентной пластиной может быть расположен оптический  
35 фильтр, прозрачный в ультрафиолетовой области спектра, и не прозрачный в видимой области спектра. Так как ультрафиолетовое излучение электрической искры преобразуется в излучение видимой области спектра, для его регистрации могут быть использованы дешевые и широко распространенные кремниевые фотодиоды.

Совокупность признаков, изложенных формуле, характеризует датчик искрения, в  
40 котором использована линза и флуоресцентная пластина, за которой упорядоченно расположены входные торцы оптических волокон или волоконных жгутов. Использование упорядоченного расположения волокон или волоконных жгутов позволяет регистрировать пространственное положение электрической искры по одной или двум координатам. В конструкции датчика исключаются дополнительные  
45 оптические элементы в виде оптических волоконных разъемов и зеркал, что упрощает конструкцию датчика.

Описание чертежей

Изобретение иллюстрируется следующими чертежами.

На фиг. 1 схематично показаны датчик искрения и принцип его работы. 1 -  
45 электрическая искра, 2 - ход лучей от искры, 3 - линза или объектив, 4 - оптический фильтр, 5 - пластина из флуоресцентного стекла или полимера, 6 - передающие оптические волокна или волоконные жгуты, 7 - фотоприемники.

На фиг. 2 показаны возможные варианты расположения входных торцов передающих

оптических волокон или волоконных жгутов, а - линейное расположение, б - расположение в виде двумерной матрицы; 5 - пластина из флуоресцентного стекла или полимера, 8 - торцы оптических волокон или волоконных жгутов, в - расположение оптических волокон или волоконных жгутов по окружности; 5 - пластина из флуоресцентного стекла или полимера, 9 - торцы волоконных жгутов.

Далее сущность изобретения раскрывается на примере, который не должен рассматриваться экспертом как ограничивающий притязания изобретения.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения.

Пример.

На фиг. 1 показана схема датчика искрения и принцип его работы.

Датчик содержит положительную сферическую линзу 3 из стекла с фокусным расстоянием 15 мм и диаметром 25 мм. В фокальной плоскости линзы расположен оптический фильтр 4 из оптического стекла УФС5, представляющий собой пластину 25×25 мм толщиной 2 мм. За фильтром расположена флуоресцентная пластина 5 из силикатного стекла, содержащего молекулярные кластеры серебра. Пластина 5 имеет поперечные размеры 15×15 мм и толщину 3 мм. Вплотную к задней поверхности флуоресцентной пластины расположены 10 волоконных жгутов 6 из стекла с диаметром торцов 1 мм. Жгуты расположены в ряд (фиг. 2, а), длина ряда жгутов равна 12 мм. Вплотную к выходным торцам жгутов расположены фотоприемники 7. В качестве фотоприемников использованы кремниевые фотодиоды ВРW34.

Датчик работает следующим образом.

Излучение от искры 1 (фиг. 1) фокусируется линзой 3 на пластину из флуоресцентного стекла 5. Фоновое излучение от посторонних источников света отсекается оптическим фильтром 4. Флуоресцентная пластина содержит молекулярные кластеры серебра, обладающие люминесценцией в спектральном интервале 450-650 нм при возбуждении люминесценции ультрафиолетовым излучением из спектрального интервала 250-390 нм [V.D. Dubrovin, A.I. Ignatiev, N.V. Nikonorov, A.I. Sidorov, T.A. Shakhverdov, D.S.

Agafonova. Luminescence of silver molecular clusters in photo-thermo-refractive glasses // Optical Materials, V. 36, P. 753-759, (2014)]. Выбор материала флуоресцентной пластины определяется тем, что спектральная область люминесценции молекулярных кластеров серебра попадает в спектральную область чувствительности кремниевых фотодиодов. Люминесценция возбуждается в месте расположения фокального пятна в флуоресцентной пластине, которое, в свою очередь, зависит от положения искры в пространстве. Излучение люминесценции попадает в волоконный жгут, расположенные в месте положения фокального пятна, преобразуется в волноводные моды и передается к фотодиоду, расположенному на выходном торце данного волоконного жгута. При расположении фокального пятна между двумя волоконными жгутами возможна регистрация оптического сигнала двумя соседними фотодиодами. Таким образом, номера фотодиодов, зарегистрировавших оптический сигнал, позволяют определить положение искры в пространстве. В данном примере волоконные жгуты 8 расположены в ряд (фиг. 2, а), что дает возможность регистрировать положение искры по одной координате. При расположении жгутов в виде двумерных матриц 9 (фиг. 2, б, в) появляется возможность регистрации положения искры в пространстве по двум координатам.

Тестирование датчика искры показало, что датчик с указанными выше параметрами позволяет регистрировать искру с углом обзора 40°. При расстоянии до искры, равном 50 см, точность определения ее положения составляет 3-5 см, при использовании в датчике 10 волоконных жгутов.



Таким образом, датчик искры позволяет регистрировать и определять местоположение искрения на электростанциях, в высоковольтных установках, на линиях электропередачи, на пожаро- и взрывоопасных предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности, в шахтах и на транспорте.

5

(57) Формула изобретения

Датчик искрения, содержащий чувствительный элемент, изготовленный из флуоресцентного стекла или полимера, отличающийся тем, что перед чувствительным элементом, выполненным в виде пластины и расположенным в фокальной плоскости сферической положительной линзы или объектива, установлен оптический фильтр в виде пластины из оптического стекла, прозрачного в ультрафиолетовой области спектра и непрозрачного в видимой области спектра, у задней поверхности чувствительного элемента упорядоченно размещены торцы оптических волокон или волоконных жгутов, а у их выходных торцов расположены фотоприемники.

15

20

25

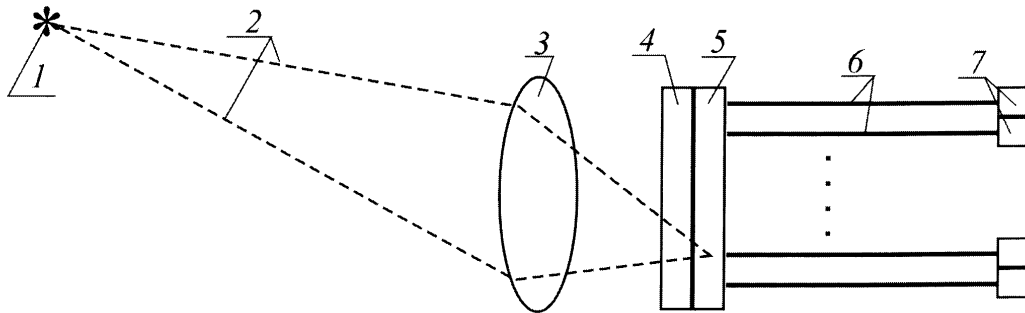
30

35

40

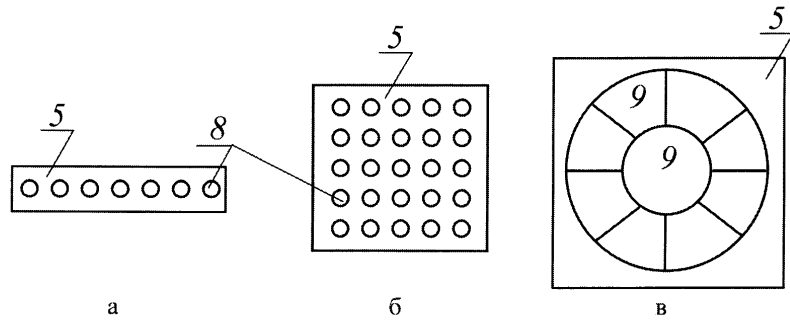
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2