

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036635**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.02

(51) Int. Cl. **G08B 13/00** (2006.01)
G08B 13/186 (2006.01)

(21) Номер заявки
201792295

(22) Дата подачи заявки
2016.08.17

(54) РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОПТОВОЛОКОННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРИМЕТРА, СИСТЕМА И СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗВУКА

(31) **201510557454.3**

(56) CN-A-103208161
CN-A-101969344
CN-A-103595489
CN-U-205003805
CN-A-105096490
JP-A-2011214921

(32) **2015.09.02**

(33) **CN**

(43) **2018.04.30**

(86) **PCT/CN2016/095649**

(87) **WO 2017/036304 2017.03.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НЮКТЕК КОМПАНИ ЛИМИТЕД
(CN)

(72) Изобретатель:
Вэй Юйфэн, Яо Кай, Сюй Цзюнь, Ян Цзе, Гао Байсун, Сюй Хуэйкан, Сяо Хан, Сюй Мин, Лю Юньфэй, Дун Кунь, Мао Сяньхуэй (CN)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В., Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев А.В. (RU)

(57) Раскрыты распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра, а также система и способ восстановления звука. Система восстановления звука используется в распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, контролирующей несколько охраняемых зон. Система восстановления звука содержит устройство (11) генерации лазерного излучения, предназначенное для создания лазерного сигнала; устройство (12) расщепления луча, предназначенное для расщепления лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов; множество оптоволоконных интерференционных устройств (13) Майкельсона, соответствующих каждой охраняемой зоне, при этом каждое оптоволоконное интерференционное устройство (13) Майкельсона принимает один входной оптический сигнал и выдает интерференционный сигнал в ответ на окружающее звуковое давление; и устройство (14) вывода звука, предназначенное для приема указанных интерференционных сигналов и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала, из охраняемой зоны. Система может помочь пользователю получить дополнительное подтверждение и выявление возникновения аномальных событий, таких как вторжение.

B1**036635****036635****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к области технологий обеспечения безопасности и, в частности, относится к системе восстановления звука, способу восстановления звука и к распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра.

Предпосылки создания изобретения

Оптоволоконно используется не только для передачи сигналов, но и в качестве датчиков в приложениях, где требуются такие датчики. Когда окружающая среда воздействует на оптоволоконно, параметры или свойства оптических сигналов, передаваемых по оптоволоконно, частично изменяются. Используют специальный чувствительный инструмент, способный осуществлять контроль таких воздействий, влияющих на изменение параметров или свойств оптических сигналов, таких как затухание, фаза, длина волны, поляризация, распределение полевых мод и время распространения. Посредством модуляции оптических сигналов можно осуществить измерения различных явлений и состояний.

Распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра представляет собой распределенную систему обнаружения, в которой оптоволоконно используется в качестве среды для обнаружения и передачи. В пределах области, в которой установлено измерительное оптоволоконно, распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра способна осуществлять обнаружение - дистанционно и в режиме реального времени - внезапных событий, таких как вторжение, с заданным диапазоном точности. Распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра может быть использована в системах наблюдения за периметром с целью обеспечения безопасности в тюрьмах, важных военных объектах, арсеналах, на железнодорожных путях и т.п. и может также применяться для наблюдения за периметром с целью обеспечения безопасности в жилых корпусах, правительственных зданиях, атомных электростанциях, аэропортах и на других важных объектах.

Обычная распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра делит указанный периметр на несколько небольших контролируемых областей (которые называются также охраняемыми зонами), и каждая охраняемая зона контролируется одним оптоволоконным чувствительным блоком. Этот оптоволоконный чувствительный блок в общем случае не имеет никаких средств определения местоположения и способен только обнаружить вторжение и передать вибрационные сигналы, свидетельствующие о вторжении, и оценить, действительно ли имеет место вторжение. Посредством технологии мультиплексирования множество оптоволоконных чувствительных блоков образуют сеть, которая способна выявить, в какой именно охраняемой зоне имеет место вторжение, таким образом решая задачу определения местоположения.

Однако, поскольку оптоволоконно в каждой охраняемой зоне подвергается воздействию окружающей среды, могут генерироваться ложные сигналы тревоги вследствие воздействия этой окружающей среды (например, вследствие ветра, дождя, пролетающих птиц и т.п.), то есть пользователи могут быть введены в заблуждение. Поэтому необходимо принять дополнительные меры, чтобы облегчить пользователям принятие правильного решения.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение относится к системе восстановления звука, способной восстанавливать звук, способу восстановления звука и к распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, которые решают, по меньшей мере, до некоторой степени одну или большее количество проблем, связанных с ограничениями и недостатками соответствующих известных устройств и способов.

Другие признаки, особенности и преимущества настоящего изобретения станут очевидными из его последующего подробного описания или частично могут быть поняты из практического использования настоящего изобретения.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предложена система восстановления звука, используемая в распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, контролирующей несколько охраняемых зон. Система восстановления звука содержит:

устройство генерации лазерного излучения, предназначенное для создания лазерного сигнала;

устройство расщепления луча, предназначенное для расщепления лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов;

множество оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона, установленных в охраняемых зонах, при этом каждое оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона предназначено для приема одного из указанных входных оптических сигналов и вывода интерференционного сигнала в ответ на окружающее звуковое давление; и

устройство вывода звука, предназначенное для приема указанных интерференционных сигналов и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны.

В примере выполнения настоящего изобретения устройство вывода звука предназначено для восстановления звукового сигнала на основе интенсивности света указанного интерференционного сигнала.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона содержит:

измерительное оптоволокно, имеющее эталонный участок и измерительный участок;

фронтальное устройство, предназначенное для приема входного оптического сигнала и передачи этого входного оптического сигнала из первого конца измерительного оптоволокна в эталонный участок и измерительный участок;

тыльное устройство, предназначенное для возврата входного оптического сигнала из второго конца измерительного оптоволокна в первый конец измерительного оптоволокна с формированием интерференционного сигнала; и

фотодетектор, установленный в первом конце измерительного оптоволокна и предназначенный для приема и вывода интерференционного сигнала.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения устройство вывода звука предназначено для восстановления звукового сигнала на основе следующих уравнений:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi) \quad (1)$$

$$\Delta\varphi = n \frac{2\pi}{\lambda} L \left\{ 1 - \frac{1}{2} n^2 [(1-\nu)P_{12} - \nu P_{11}] \right\} \varepsilon_3 \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = k \cdot p \quad (3)$$

где I - интенсивность светового интерференционного сигнала, I_1 и I_2 - интенсивности оптических сигналов в эталонном участке и измерительном участке соответственно, а $\Delta\varphi$ - фазовый сдвиг между ними, n - показатель преломления измерительного оптоволокна, λ - длина волны падающего входного оптического сигнала, P_{12} и P_{11} - постоянные Пококельса, ν - коэффициент Пуассона, ε_3 - коэффициент вариации длины измерительного участка, L - длина измерительного участка, k - параметр, зависящий от материала измерительного оптоволокна, и p - звуковое давление, когда звуковой сигнал воздействует на измерительный участок.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения фронтальное устройство содержит оптоволоконный ответвитель.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения тыльное устройство содержит зеркало вращателя Фарадея или отражающее зеркало.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения измерительное оптоволокно, по меньшей мере, частично включает в себя измерительное оптическое волокно, чувствительное к вторжению распределенной оптоволоконной системы обеспечения безопасности периметра.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения измерительное оптоволокно выполнено в форме петли, спирали или прямой линии.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения устройство вывода звука содержит:

обрабатывающее устройство, предназначенное для восстановления на основе интерференционного сигнала из любой из охраняемых зон звукового сигнала для этой охраняемой зоны;

блок управления, предназначенный для вывода управляющего сигнала после приема сигнала тревоги из любой из охраняемых зон, при этом управляющий сигнал содержит, по меньшей мере, информацию об охраняемой зоне, из которой послан сигнал тревоги; и

вентильный блок, связанный с блоком управления и обрабатывающим устройством и предназначенный для вывода - после получения управляющего сигнала и на основе управляющего сигнала - звукового сигнала из охраняемой зоны, из которой послан сигнал тревоги.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения устройство вывода звука дополнительно содержит:

блок демодуляции, предназначенный для демодуляции звукового сигнала для воспроизведения и/или записи звука, соответствующего звуковому сигналу.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предложена распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра. Эта система содержит:

систему обнаружения вторжения, предназначенную для получения вибрационных сигналов вторжения из множества охраняемых зон;

блок вывода сигнала тревоги, предназначенный для вывода - если на основе вибрационных сигналов вторжения принято решение, что имеет место аномальное событие в любой из охраняемых зон, - сигнала тревоги для этой охраняемой зоны; и

любую систему восстановления звука, как определено выше, предназначенную для вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала, из охраняемой зоны, когда принят сигнал тревоги из охраняемой зоны.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения система обнаружения вторжения содержит оптоволокно, предназначенное для измерения и передачи вибрационных сигналов вторжения, при этом измерительное оптоволокно оптоволоконного интерференционного устройства Майкельсона, по меньшей мере, частично включает в себя указанное оптоволокно системы обнаружения вторжения.

Согласно третьему аспекту настоящего изобретения предложен способ восстановления звука, который используется в распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, контролирующей несколько охраняемых зон. Способ восстановления звука включает:

предоставление лазерного сигнала;
 расщепление лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов;
 предоставление множества оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона и установку оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона в охраняемых зонах соответственно, при этом каждое оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона предназначено для приема одного из входных оптических сигналов и вывода интерференционного сигнала в ответ на окружающее звуковое давление; и

прием интерференционных сигналов и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, выдачу звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения звуковой сигнал восстанавливают на основе интенсивности света интерференционного сигнала.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения звуковой сигнал восстанавливают на основе следующих уравнений:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi) \quad (1)$$

$$\Delta\varphi = n \frac{2\pi}{\lambda} L \left\{ 1 - \frac{1}{2} n^2 [(1-\nu)P_{12} - \nu P_{11}] \right\} \varepsilon_3 \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = k \cdot p \quad (3)$$

где I - интенсивность светового интерференционного сигнала, а оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона содержит измерительное оптоволоконно, имеющее эталонный участок и измерительный участок; I_1 и I_2 - интенсивности оптических сигналов в эталонном участке и измерительном участке соответственно, а $\Delta\varphi$ - фазовый сдвиг между ними, n - показатель преломления измерительного оптоволоконка, λ - длина волны падающего входного оптического сигнала, P_{12} и P_{11} - постоянные Поккельса, ν - коэффициент Пуассона, ε_3 - коэффициент вариации длины измерительного участка, L - длина измерительного участка, k - параметр, зависящий от материала измерительного оптоволоконка, и p - звуковое давление, когда звуковой сигнал воздействует на измерительный участок.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения получают интерференционные сигналы, генерируемые на основе звукового давления звуковых сигналов из множества охраняемых зон, и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, выдают звуковой сигнал, восстановленный на основе интерференционного сигнала из этой охраняемой зоны. Таким образом, пользователю легче сделать точное заключение относительно того, имеет ли место аномальное событие, такое как вторжение, что значительно повышает способность пользователя идентифицировать аномальные события и, таким образом, своевременно обнаруживать аномальные условия и аномальные ситуации и сокращает количество ложных тревог. Кроме того, система восстановления звука выводит соответствующий звуковой сигнал, только когда принят сигнал тревоги, что, с одной стороны, предотвращает вмешательство вследствие решения пользователя, а с другой стороны, экономит системные ресурсы.

Краткое описание чертежей

Сопровождающие чертежи, которые включены в настоящий документ и составляют его неотъемлемую часть, поясняют варианты выполнения настоящего изобретения, совместимые с изобретением, и совместно с описанием служат для иллюстрации принципов настоящего изобретения. Очевидно, что сопровождающие чертежи, описанные ниже, лишь поясняют некоторые варианты выполнения настоящего изобретения, и специалистам в данной области техники очевидно, что на основе представленных чертежей можно выполнить другие сопровождающие чертежи без изобретательского труда.

На фиг. 1 показана блок-схема системы восстановления звука согласно примеру выполнения настоящего изобретения;

на фиг. 2 показана блок-схема оптоволоконного интерференционного устройства Майкельсона согласно примеру выполнения настоящего изобретения;

на фиг. 3 показана блок-схема механизма вывода звука согласно примеру выполнения настоящего изобретения; и

на фиг. 4 показана последовательность операций для способа восстановления звука согласно примеру выполнения настоящего изобретения.

Позиции и их описание:

- 11 - устройство генерации лазерного излучения,
- 12 - устройство расщепления луча,
- 13 - оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона,
- 131 - измерительное оптоволоконно,
- 132 - фронтальное устройство,
- 133 - тыльное устройство,
- 134 - фотодетектор,
- 14 - устройство вывода звука,

- 141 - обрабатывающий блок,
- 142 - блок управления,
- 143 - вентильный блок,
- 144 - блок демодуляции.

Подробное описание

Ниже варианты выполнения настоящего изобретения описаны более подробно со ссылками на сопровождающие чертежи. Однако настоящее изобретение может быть осуществлено множеством способов и не должно рассматриваться как ограниченное вариантами, описанными ниже. Напротив, такие представленные в качестве примера варианты выполнения настоящего изобретения более досконально и полно иллюстрируют настоящее изобретение и передают специалистам в данной области техники концепции вариантов выполнения настоящего изобретения. На чертежах одинаковыми позициями обозначены одинаковые или подобные конструкции или элементы. Поэтому подробное описание этих конструкций или элементов далее опущено.

Кроме того, описанные характеристики, конструкции или признаки могут входить в один или большее количество вариантов выполнения настоящего изобретения любым подходящим способом. В дальнейшем описании раскрыто больше деталей, обеспечивающих достаточное понимание вариантов выполнения настоящего изобретения. Однако специалистам в данной области техники очевидно, что технические решения в рамках настоящего изобретения могут быть осуществлены без одной или более конкретных деталей или могут быть осуществлены с использованием других компонентов, шагов и т.п. В других случаях общеизвестные конструкции не поясняются и не описаны подробно, чтобы избежать загромождения аспектов настоящего раскрытия ненужными подробностями.

Чтобы облегчить пользователю распределенной оптоволоконной системы обеспечения безопасности периметра принятие точного суждения, имеет ли место аномальное событие, такое как несанкционированное вторжение, этот представленный в качестве примера вариант выполнения настоящего изобретения предлагает систему восстановления звука. Система восстановления звука используется в распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, которая контролирует множество охраняемых зон. На фиг. 1 в рамках этого варианта выполнения изобретения показана распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра, которая способна контролировать восемь охраняемых зон, а система восстановления звука может содержать, главным образом, устройство 11 генерации лазерного излучения, устройство 12 расщепления луча, множество оптоволоконных интерференционных устройств 13 Майкельсона и устройство 14 вывода звука. Кроме того, специалист в данной области техники способен предложить другие конструкции, такие как источник питания, компонент системы управления, компонент оптимизации сигнала и т.п., согласно фактическим потребностям.

Устройство 11 генерации лазерного излучения предназначено, главным образом, для создания лазерного сигнала. Например, в этом варианте выполнения настоящего изобретения для обеспечения высокой стабильности частоты источника света, высокой стабильности амплитуды и монохроматичности света устройство 11 генерации лазерного излучения предпочтительно представляет собой полупроводниковый лазерный источник света с распределенной обратной связью (DFB), чтобы повысить способность системы к сопротивлению помехам со стороны окружающей среды и повысить отношение сигнал-шум всей системы. Устройство 12 расщепления луча предназначено, главным образом, для расщепления лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов и, таким образом, для подачи оптических сигналов в оптоволоконное интерференционное устройство 13 Майкельсона. Устройство 12 расщепления луча может быть известным расщепителем луча. Кроме того, могут иметься другие оптические элементы, такие как изолятор, циркулятор и т.п., что никак не ограничивает этот вариант выполнения настоящего изобретения.

Оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона предназначено, главным образом, для приема входного оптического сигнала и для вывода - под действием звукового давления, генерируемого звуковым сигналом в окружающей среде - интерференционного сигнала, несущего информацию о звуковом давлении, генерируемом звуковым сигналом. Кроме того, преимущество оптоволоконного интерференционного устройства 13 Майкельсона состоит в высокой степени безопасности его использования и надежности, высокой способности противостоять помехам и большой дальности передачи, и, таким образом, это устройство хорошо подходит для использования в системе восстановления звука в этом примере выполнения настоящего изобретения. В этом варианте выполнения настоящего изобретения согласно количеству охраняемых зон устройство 12 расщепления луча расщепляет лазерный сигнал на восемь входных оптических сигналов, и имеется всего восемь оптоволоконных интерференционных устройств 13 Майкельсона. Каждое оптоволоконное интерференционное устройство 13 Майкельсона соответствует одной из охраняемых зон и установлено в ней, так что получают интерференционный сигнал, несущий информацию о звуковом давлении, генерируемом звуковым сигналом из соответствующей охраняемой зоны.

Устройство 14 вывода звука предназначено, главным образом, для приема интерференционных сигналов и, когда из любой из охраняемых зон принят сигнал тревоги, для вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала из этой охраняемой зоны. Например, устрой-

ство 14 вывода звука предназначено, главным образом, для приема восьми интерференционных сигналов, вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала, из охраняемой зоны 2 после получения сигнала тревоги из охраняемой зоны 2, вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны 7 после получения сигнала тревоги из охраняемой зоны 7 и т.п.

В системе восстановления звука получают интерференционные сигналы, генерируемые на основе звукового давления звуковых сигналов из множества охраняемых зон и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, выводят звуковой сигнал, восстановленный на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны. Таким образом, пользователю затем легче принять точное решение, имеет ли место аномальное событие, такое как несанкционированное вторжение, что повышает способность пользователя идентифицировать аномальные события и, таким образом, своевременно знать об аномальных условиях и аномальных ситуациях, и сокращает количество ложных тревог. Кроме того, система восстановления звука выводит соответствующий звуковой сигнал только тогда, когда принят сигнал тревоги, что, с одной стороны, предотвращает вмешательство вследствие решения пользователя, а с другой стороны, экономит системные ресурсы.

В варианте выполнения настоящего изобретения на фиг. 2 оптоволоконное интерференционное устройство 13 Майкельсона может содержать измерительное оптоволокно 131, фронтальное устройство 132, тыльное устройство 133 и фотодетектор 134. В измерительном оптоволоконном канале 131 имеются эталонный участок и измерительный участок. Фронтальное устройство 132 предназначено для приема входного оптического сигнала и передачи этого входного оптического сигнала из первого конца измерительного оптоволоконного канала 131 в эталонный участок и измерительный участок. Тыльное устройство 133 предназначено для возврата входного оптического сигнала из второго конца измерительного оптоволоконного канала 131 в первый конец измерительного оптоволоконного канала 131 с формированием интерференционного сигнала. Фотодетектор 134 установлен на первом конце измерительного оптоволоконного канала 131 и предназначен для приема интерференционного сигнала и вывода его после фотоэлектрического преобразования.

Например, в этом варианте выполнения настоящего изобретения фронтальное устройство 132 может содержать оптоволоконный ответвитель, а тыльное устройство 133 может содержать зеркало вращателя Фарадея (FRM) или отражающее зеркало. Оптоволоконный ответвитель предназначен для приема входного луча и единообразной подачи этого входного луча в эталонный участок и измерительный участок измерительного оптоволоконного канала 131. Входной луч в эталонном участке и измерительном участке после достижения второго конца измерительного оптоволоконного канала 131 отражается отражающим зеркалом или зеркалом вращателя Фарадея, установленным во втором конце измерительного оптоволоконного канала 131, назад в эталонный участок и измерительный участок измерительного оптоволоконного канала 131 для формирования соответственно эталонного светового сигнала и измерительного светового сигнала. Эталонный световой сигнал и измерительный световой сигнал формируют в оптоволоконном ответвителе интерференционный сигнал, который принимается фотодетектором 134 и после фотоэлектрического преобразования выдается в устройство 14 вывода звука.

В оптоволоконном интерференционном устройстве 13 Майкельсона измерительное оптоволокно 131 может частично или полностью включать в себя исходное передающее оптоволокно распределенной оптоволоконной системы обеспечения безопасности периметра, например, передающее оптоволокно, первоначально предназначенное для измерения и передачи вибрационных сигналов вторжения. Таким образом, нет никакой необходимости повторно обеспечивать наличие измерительного оптоволоконного канала 131, или же можно избежать применения избыточного измерительного оптоволоконного канала 131 и, таким образом, снизить стоимость изготовления системы. Кроме того, измерительное оптоволокно 131 может быть выполнено в виде петли или в виде спирали. Таким образом, с одной стороны, интерференционные сигналы могут быть получены более равномерно, а с другой стороны, более длинное измерительное оптоволокно 131 повышает чувствительность измерения системы. Кроме того, тыльное устройство 133 предпочтительно представляет собой зеркало вращателя Фарадея, например зеркало вращателя Фарадея с поворотом на 45°, установленное в хвостовой части эталонного участка и измерительного участка. Таким образом, оптические сигналы эталонного участка и измерительного участка поворачиваются на 90° после прохода назад и вперед и, таким образом, устраняются помехи в интенсивности интерференционного сигнала, вызванные случайными вариациями поляризации.

На основе оптоволоконного интерференционного устройства 13 Майкельсона в этом примере выполнения настоящего изобретения устройство 14 вывода звука может восстанавливать звуковой сигнал на основе интенсивности света в интерференционном сигнале. Например:

интенсивность света интерференционного сигнала, выдаваемого оптоволоконным интерференционным устройством 13 Майкельсона, равна:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi) \quad (1)$$

где I_1 и I_2 - интенсивности оптических сигналов в эталонном участке и измерительном участке соответственно, а $\Delta\varphi$ - фазовый сдвиг между ними. Согласно теории деформации оптоволоконного канала влияние, обусловленное вариациями температуры оптоволоконного канала, игнорируется, а фазовый сдвиг равен:

$$\Delta\varphi = n \frac{2\pi}{\lambda} L \left\{ 1 - \frac{1}{2} n^2 [(1-\nu)P_{12} - \nu P_{11}] \right\} \varepsilon_3 \quad (2)$$

где n - показатель преломления измерительного оптоволоконка 131, λ - длина волны падающего входного оптического сигнала, P_{12} и P_{11} - постоянные Поккельса, ν - коэффициент Пуассона, ε_3 - коэффициент вариации длины измерительного участка, $\varepsilon_3 = \Delta L/L$; L - длина измерительного участка и ΔL - осевая деформация.

Согласно акустической теории колебаний можно считать, что под действием звука коэффициент осевой вариации длины измерительного участка измерительного оптоволоконка 131 приблизительно пропорционален звуковому давлению следующим образом:

$$\varepsilon_3 = k \cdot p \quad (3)$$

где k - параметр, зависящий от материала измерительного оптоволоконка, и p - звуковое давление, когда звуковой сигнал воздействует на измерительный участок.

Как следует из приведенных выше формул (1), (2) и (3), интенсивности света интерференционного сигнала, выдаваемого оптоволоконным интерференционным устройством 13 Майкельсона, пропорциональны окружающему звуковому давлению. Поэтому звуковые сигналы на месте могут быть прямо восстановлены на основе интерференционного сигнала, выдаваемого оптоволоконным интерференционным устройством 13 Майкельсона.

Как показано на фиг. 3, в этом примере выполнения настоящего изобретения устройство 14 вывода звука может содержать обрабатывающее устройство 141, блок 142 управления и вентильный блок 143. Обрабатывающее устройство 141 предназначено для восстановления звукового сигнала из любой из охраняемых зон на основе интерференционного сигнала из этой охраняемой зоны. Блок 142 управления предназначен для вывода управляющего сигнала после получения сигнала тревоги из любой из охраняемых зон, при этом управляющий сигнал содержит, по меньшей мере, информацию об охраняемой зоне, из которой послан сигнал тревоги. Вентильный блок 143 связан с блоком 142 управления и обрабатывающим устройством 141 и предназначен для вывода - после получения управляющего сигнала и на его основе - звукового сигнала из охраняемой зоны, из которой послан сигнал тревоги. Кроме того, в этом примере варианта выполнения настоящего изобретения устройство 14 вывода звука может дополнительно содержать блок 144 демодуляции. Блок 144 демодуляции предназначен для демодуляции звукового сигнала с целью воспроизведения и записи звука, соответствующего звуковому сигналу. Однако специалистам в данной области техники очевидно, что в других вариантах выполнения настоящего изобретения обрабатывающее устройство 141 может начать восстановление звукового сигнала из охраняемой зоны по интерференционному сигналу из охраняемой зоны после получения сигнала тревоги из охраняемой зоны, а затем подать звуковой сигнал в блок 142 управления, который не ограничен реализацией, показанной в этом примере варианта выполнения настоящего изобретения.

Например, в этом примере варианта выполнения настоящего изобретения обрабатывающее устройство 141 может быть схемой обработки сигнала, вентильный блок 143 может быть однокристалльным микрокомпьютерным вентильным блоком, а блок 142 управления может быть промышленным компьютером. Интерференционные сигналы из восьми охраняемых зон поступают в схему обработки сигнала после фотоэлектрического преобразования фотодетектором 134, и после того как интерференционные сигналы обработаны, например отфильтрованы и отрегулированы схемой обработки сигнала, звуковые сигналы подвергают демодуляции, и восемь звуковых сигналов выводят в однокристалльную микрокомпьютерную вентильную схему. После получения сигнала тревоги, посланного из любой из охраняемых зон (сигнал тревоги может также генерироваться непосредственно промышленным компьютером), промышленный компьютер посылает управляющий сигнал, по меньшей мере, включающий информацию об охраняемой зоне, в однокристалльную микрокомпьютерную вентильную схему, после чего однокристалльная микрокомпьютерная вентильная схема пропускает звуковой сигнал из охраняемой зоны, а затем выводит звуковой сигнал в промышленный компьютер. Блок 144 демодуляции может быть программным обеспечением для демодуляции, установленным в промышленном компьютере. После того как звуковой сигнал из охраняемой зоны подан в промышленный компьютер, звуковой сигнал демодулируется с помощью программного обеспечения для демодуляции с целью воспроизведения и записи соответствующего звука. Кроме того, пользователь может установить такие параметры, как время воспроизведения, время хранения и т.п. звука с помощью указанного программного обеспечения для демодуляции.

В устройстве вывода звука, описанном выше, обрабатывающее устройство, вентильный блок и блок управления иллюстрируются на примере использования конкретных аппаратных средств, но они могут также быть реализованы с использованием программного обеспечения или аппаратных средств другого типа; аналогично, блок демодуляции может также быть реализован другим способом, например как аппаратные средства; кроме того, любая комбинация обрабатывающего устройства, вентильного блока, блока управления и блока демодуляции может быть объединена в функциональный модуль или компонент, который не ограничен этим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Этот вариант выполнения настоящего изобретения относится к распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра. Распределенная оптоволоконная система обеспечения

безопасности периметра содержит, главным образом, систему обнаружения вторжения и любую систему восстановления звука, описанную выше. Кроме того, система обеспечения безопасности может дополнительно содержать блок вывода сигнала тревоги и другие компоненты. Система обнаружения вторжения предназначена для получения вибрационных сигналов вторжения из множества охраняемых зон. Кроме того, блок вывода сигнала тревоги на основе вибрационных сигналов вторжения принимает решение, имеет ли место аномальное событие, такое как вторжение в охраняемые зоны. Блок вывода сигнала тревоги может быть вышеуказанным промышленным компьютером, и, когда он выявляет, что имеет место аномальное событие в определенной охраняемой зоне, блок вывода сигнала тревоги выдает сигнал тревоги в отношении охраняемой зоны. Когда принят сигнал тревоги для охраняемой зоны, система восстановления звука, раскрытая выше, выдает восстановленный звуковой сигнал на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны. Поэтому при использовании распределенной оптоволоконной системы обеспечения безопасности периметра согласно этому варианту выполнения настоящего изобретения, когда имеет место вторжение в любую из охраняемых зон, пользователь может соответственно услышать в реальном времени звук прямо из охраняемой зоны. Кроме того, поскольку восстановление звукового сигнала является точным, пользователь может затем определить ситуацию в представляющем интерес месте и принять решение.

Кроме того, вариант выполнения настоящего изобретения относится к способу восстановления звука, соответствующему любой из вышеуказанных систем восстановления звука. Как показано на фиг. 4, способ восстановления звука может включать:

шаг S1: предоставление лазерного сигнала;

шаг S2: расщепление лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов;

шаг S3: предоставление множества оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона и установка оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона в охраняемых зонах соответственно, при этом каждое оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона предназначено для приема одного из входных оптических сигналов и вывода интерференционного сигнала в ответ на окружающее звуковое давление; и

шаг S4: прием интерференционного сигнала и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, выдача звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны.

Реализация и подробная конструкция распределенных оптоволоконных систем обеспечения безопасности периметра и способы восстановления звука в этом примере выполнения настоящего изобретения были подробно описаны при раскрытии вышеуказанных систем восстановления звука, а поэтому ниже не описаны.

В заключение, в примере выполнения настоящего изобретения получают интерференционные сигналы, генерируемые на основе звукового давления звуковых сигналов из множества охраняемых зон, и, когда принят сигнал тревоги из любой из охраняемых зон, выводят звуковой сигнал, восстановленный на основе интерференционного сигнала, из охраняемой зоны. Таким образом, пользователю затем легче принять точное решение, имеет ли место аномальное событие, такое как вторжение, и таким образом способность пользователя идентифицировать аномальное событие возрастает, обеспечивая своевременное знание об аномальных условиях и аномальных ситуациях и сокращение количества ложных тревог. Кроме того, система восстановления звука выводит соответствующий звуковой сигнал только тогда, когда принят сигнал тревоги, что, с одной стороны, предотвращает вмешательство вследствие решения пользователя, а с другой стороны, экономит системные ресурсы. Кроме того, в этом примере варианта выполнения настоящего изобретения путем установки оптоволоконного интерференционного устройства Майкельсона и при наличии алгоритма восстановления интерференционного сигнала можно повысить точность восстановления звуковых сигналов, и пользователю легче сделать более точное суждение. Кроме того, в этом примере варианта выполнения настоящего изобретения измерительное оптоволокно в оптоволоконном интерференционном устройстве Майкельсона может включать в себя исходное оптоволокно распределенной оптоволоконной системы обеспечения безопасности периметра. Поэтому стоимость реализации значительно снижается и обеспечивается высокая практичность.

Настоящее изобретение описано на примере вышеуказанных вариантов его выполнения. Однако вышеуказанные варианты выполнения настоящего изобретения являются просто примерами, облегчающими практическое применение изобретения. Следует отметить, что раскрытые варианты выполнения настоящего изобретения не призваны ограничить объем настоящего изобретения. Напротив, различные модификации и вариации, сделанные в рамках настоящего раскрытия, находятся в пределах объема настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система восстановления звука для использования в распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, контролирующей несколько охраняемых зон, содержащая:
устройство генерации лазерного излучения, предназначенное для создания лазерного сигнала;

устройство расщепления луча, предназначенное для расщепления лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов;

множество оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона, установленных в охраняемых зонах соответственно, при этом каждое оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона предназначено для приема одного из указанных входных оптических сигналов и вывода интерференционного сигнала в ответ на окружающее звуковое давление; и

устройство вывода звука, предназначенное для приема указанных интерференционных сигналов и после приема сигнала тревоги, переданного блоком подачи сигнала тревоги, восстановления звукового сигнала в реальном времени в любой из упомянутых охраняемых зон на основе интерференционных сигналов для содействия пользователю в подтверждении того, является ли сигнал тревоги реальным сигналом тревоги, и вывода восстановленного звукового сигнала, при этом блок подачи сигнала тревоги выполнен с возможностью передачи сигнала тревоги для охраняемой зоны, если на основе вибрационных сигналов вторжения принято решение, что имеет место аномальное событие в любой из охраняемых зон.

2. Система по п.1, в которой устройство вывода звука предназначено для восстановления звукового сигнала на основе интенсивности света указанного интерференционного сигнала.

3. Система по п.1, в которой оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона содержит:

измерительное оптоволокно, имеющее эталонный участок и измерительный участок;

фронтальное устройство, предназначенное для приема входного оптического сигнала и передачи этого входного оптического сигнала из первого конца измерительного оптоволоконного участка в эталонный участок и измерительный участок;

тыльное устройство, предназначенное для возврата входного оптического сигнала из второго конца измерительного оптоволоконного участка в первый конец измерительного оптоволоконного участка с формированием интерференционного сигнала; и

фотодетектор, установленный в первом конце измерительного оптоволоконного участка и предназначенный для приема и вывода интерференционного сигнала.

4. Система по п.3, в которой устройство вывода звука предназначено для восстановления звукового сигнала на основе следующих уравнений:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi) \quad (1)$$

$$\Delta\varphi = n \frac{2\pi}{\lambda} L \left\{ 1 - \frac{1}{2} n^2 [(1-\nu)P_{12} - \nu P_{11}] \right\} \varepsilon_3 \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = k \cdot p \quad (3)$$

где I - интенсивность светового интерференционного сигнала, I_1 и I_2 - интенсивности оптических сигналов в эталонном участке и измерительном участке соответственно, а $\Delta\varphi$ - фазовый сдвиг между ними, n - показатель преломления измерительного оптоволоконного участка, λ - длина волны падающего входного оптического сигнала, P_{12} и P_{11} - постоянные Поккельса, ν - коэффициент Пуассона, ε_3 - коэффициент вариации длины измерительного участка, L - длина измерительного участка, k - параметр, зависящий от материала измерительного оптоволоконного участка, и p - звуковое давление, когда звуковой сигнал воздействует на измерительный участок.

5. Система по п.3, в которой фронтальное устройство содержит оптоволоконный ответвитель.

6. Система по п.3, в которой тыльное устройство содержит зеркало вращателя Фарадея или отражающее зеркало.

7. Система по п.3, в которой измерительное оптоволокно, по меньшей мере, частично включает в себя измерительное оптическое волокно, чувствительное к вторжению, упомянутой распределенной оптоволоконной системы обеспечения безопасности периметра.

8. Система по п.3, в которой измерительное оптоволокно выполнено в форме петли, спирали или прямой линии.

9. Система по любому из пп.1-8, в которой устройство вывода звука содержит:

обрабатывающее устройство, предназначенное для восстановления на основе интерференционного сигнала из любой из охраняемых зон звукового сигнала для этой охраняемой зоны;

блок управления, предназначенный для вывода управляющего сигнала после приема сигнала тревоги из любой из охраняемых зон, при этом управляющий сигнал содержит, по меньшей мере, информацию об охраняемой зоне, из которой послан сигнал тревоги; и

вентильный блок, связанный с блоком управления и обрабатывающим устройством и предназначенный для вывода после получения управляющего сигнала и на основе этого управляющего сигнала звукового сигнала из охраняемой зоны, из которой послан сигнал тревоги.

10. Система по п.9, в которой устройство вывода звука дополнительно содержит:

блок демодуляции, предназначенный для демодуляции звукового сигнала для воспроизведения и/или записи звука, соответствующего звуковому сигналу.

11. Распределенная оптоволоконная система обеспечения безопасности периметра, содержащая:

систему обнаружения вторжения, предназначенную для получения вибрационных сигналов втор-

жения из множества охраняемых зон;

блок вывода сигнала тревоги, предназначенный для вывода, если на основе вибрационных сигналов вторжения принято решение, что имеет место аномальное событие в любой из охраняемых зон, сигнала тревоги для этой охраняемой зоны; и

систему восстановления звука по любому из пп.1-10, предназначенную для вывода звукового сигнала, восстановленного на основе интерференционного сигнала из охраняемой зоны, когда принят сигнал тревоги из охраняемой зоны.

12. Система по п.11, в которой система обнаружения вторжения содержит оптоволоконно, предназначенное для измерения и передачи вибрационных сигналов вторжения, при этом измерительное оптоволоконно оптоволоконного интерференционного устройства Майкельсона, по меньшей мере, частично включает в себя указанное оптоволоконно системы обнаружения вторжения.

13. Способ восстановления звука для использования в распределенной оптоволоконной системе обеспечения безопасности периметра, контролирующей несколько охраняемых зон, включающий:

предоставление лазерного сигнала;

расщепление лазерного сигнала на множество входных оптических сигналов;

предоставление множества оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона и установку оптоволоконных интерференционных устройств Майкельсона в охраняемых зонах соответственно, при этом каждое оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона предназначено для приема одного из входных оптических сигналов и вывода интерференционного сигнала в ответ на окружающее звуковое давление; и

прием интерференционных сигналов и после приема сигнала тревоги, переданного блоком подачи сигнала тревоги, восстановление звукового сигнала в реальном времени в любой из упомянутых охраняемых зон на основе интерференционных сигналов для содействия пользователю в подтверждении того, является ли сигнал тревоги реальным сигналом тревоги, и вывод восстановленного звукового сигнала, при этом блок подачи сигнала тревоги выполнен с возможностью передачи сигнала тревоги для охраняемой зоны, если на основе вибрационных сигналов вторжения принято решение, что имеет место аномальное событие в любой из охраняемых зон.

14. Способ по п.13, в котором звуковой сигнал восстанавливают на основе интенсивности света интерференционного сигнала.

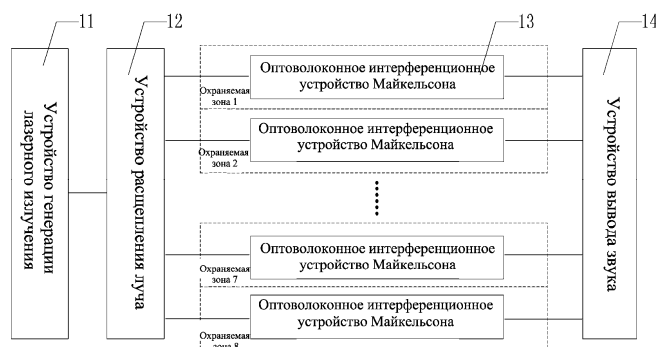
15. Способ по п.13, в котором звуковой сигнал восстанавливают на основе следующих уравнений:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\varphi) \quad (1)$$

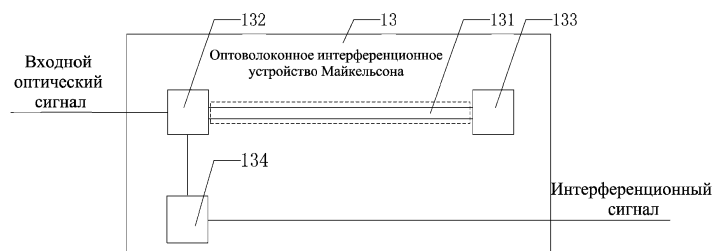
$$\Delta\varphi = n \frac{2\pi}{\lambda} L \left\{ 1 - \frac{1}{2} n^2 [(1-\nu)P_{12} - \nu P_{11}] \right\} \varepsilon_3 \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = k \cdot p \quad (3)$$

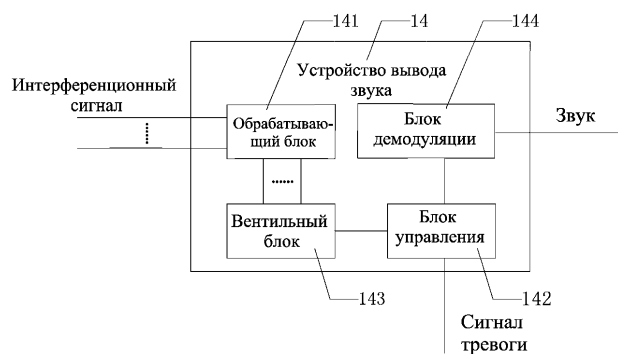
где I - интенсивность светового интерференционного сигнала, а оптоволоконное интерференционное устройство Майкельсона содержит измерительное оптоволоконно, имеющее эталонный участок и измерительный участок; I_1 и I_2 - интенсивности оптических сигналов в эталонном участке и измерительном участке соответственно, а $\Delta\varphi$ - фазовый сдвиг между ними, n - показатель преломления измерительного оптоволоконно, λ - длина волны падающего входного оптического сигнала, P_{12} и P_{11} - постоянные Поккельса, ν - коэффициент Пуассона, ε_3 - коэффициент вариации длины измерительного участка, L - длина измерительного участка, k - параметр, зависящий от материала измерительного оптоволоконно, и p - звуковое давление, когда звуковой сигнал воздействует на измерительный участок.



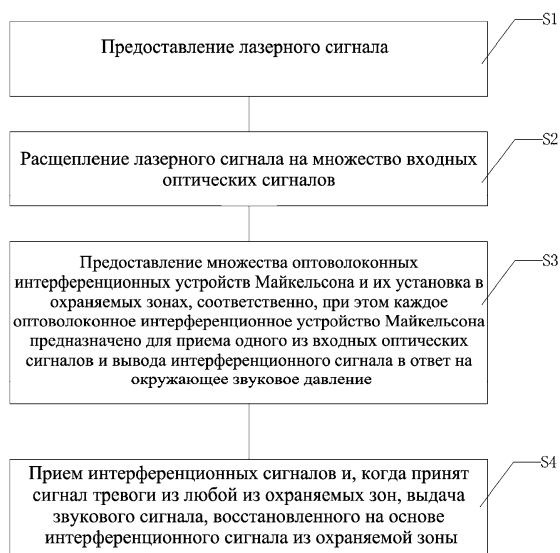
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

