

R U  
2 6 2 8 5 7 0 C 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19)

**RU** (11)

**2 628 570<sup>(13)</sup> C2**

(51) МПК  
*H05B 37/02* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014133724, 14.01.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.01.2013

Дата регистрации:  
21.08.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
17.01.2012 US 61/587,298;  
16.02.2012 US 61/599,459

(43) Дата публикации заявки: 10.03.2016 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 21.08.2017 Бюл. № 24

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 18.08.2014

(86) Заявка РСТ:  
IB 2013/050326 (14.01.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/108167 (25.07.2013)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ФЕРИ Лоренцо (NL),  
НЕЙССЕН Стефанус Йозеф Йоханнес (NL),  
ГРИТТИ Томмазо (NL),  
РАДЖАГОПАЛАМ Рубен (NL),  
ДЕ БРЮЭЙН Фредерик Ян (NL)

(73) Патентообладатель(и):

ФИЛИПС ЛАЙТИНГ ХОЛДИНГ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2010327754 A1, 30.12.2010. WO  
2006111930 A2, 26.10.2006. WO 2007099472  
A1, 07.09.2007. EP 2088836 A1, 12.08.2009.

**(54) МОДУЛЯЦИЯ СВЕТА, ИЗЛУЧАЕМОГО ОСВЕТИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ, С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОЖЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ ПЕРИОДОВ МОДУЛЯЦИИ**

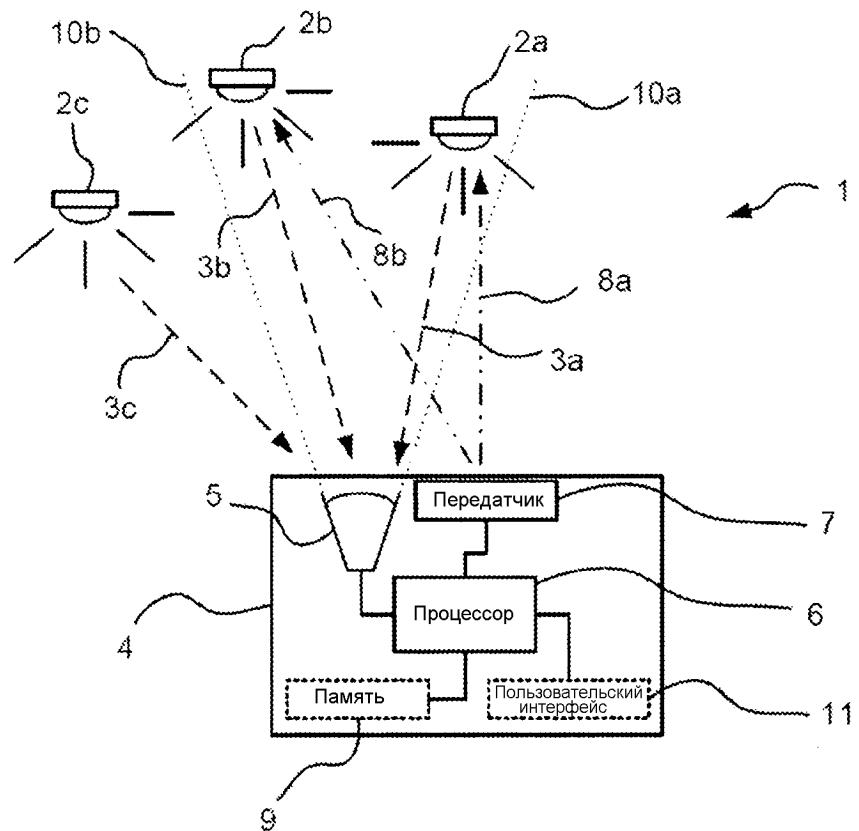
(57) Реферат:

Изобретение относится к области светотехники. Осветительное устройство (2a, 2b, 2c) содержит излучатель (14) света, выполненный с возможностью излучать свет с периодической модуляцией, при которой встраивается информация в свет; и формирователь (13) света, выполненный с возможностью возбуждать излучатель света, предоставляя указатель излучателю света, причем указатель относится к модуляции света, который должен излучаться излучателем света, и излучатель (14) света выполнен с возможностью излучать свет, модулированный согласно упомянутому указателю. Формирователь (13) света выполнен

с возможностью возбуждать излучатель света, чтобы излучать свет со встроенной упомянутой информацией на множестве различных периодов модуляции, при этом: излучатель света выполнен с возможностью излучать свет, который должен быть обнаружен блоком захвата изображения; и формирователь света выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, избегая того, чтобы один или более из периодов модуляции соответствовал частотной мертвой зоне, созданной посредством процесса получения, выполняемого блоком захвата изображения. Технический результат - снижение риска необнаружения кодированного света,

R U  
2 6 2 8 5 7 0 C 2

излучаемого осветительными устройствами. 2 н. и 20 з.п. ф-лы, 11 ил.



Фиг.1

R U 2 6 2 8 5 7 0 C 2

R U 2 6 2 8 5 7 0 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014133724, 14.01.2013

(24) Effective date for property rights:  
14.01.2013

Registration date:  
21.08.2017

Priority:

(30) Convention priority:  
17.01.2012 US 61/587,298;  
16.02.2012 US 61/599,459

(43) Application published: 10.03.2016 Bull. № 7

(45) Date of publication: 21.08.2017 Bull. № 24

(85) Commencement of national phase: 18.08.2014

(86) PCT application:  
IB 2013/050326 (14.01.2013)

(87) PCT publication:  
WO 2013/108167 (25.07.2013)

Mail address:  
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, stroenie 3,  
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

FERI Lorentso (NL),  
NEJSSEN Stefanus Jozef Jokhannes (NL),  
GRITTI Tommazo (NL),  
RADZHAGOPALAM Ruben (NL),  
DE BRYUEJN Frederik Yan (NL)

(73) Proprietor(s):

FILIPS LAJTING KHOLDING B.V. (NL)

R U 2 6 2 8 5 7 0 C 2

## (54) MODULATION OF LIGHT EMITTED BY LIGHTING DEVICE, USING A PLURALITY OF VARIOUS MODULATION PERIODS

(57) Abstract:

FIELD: lighting.

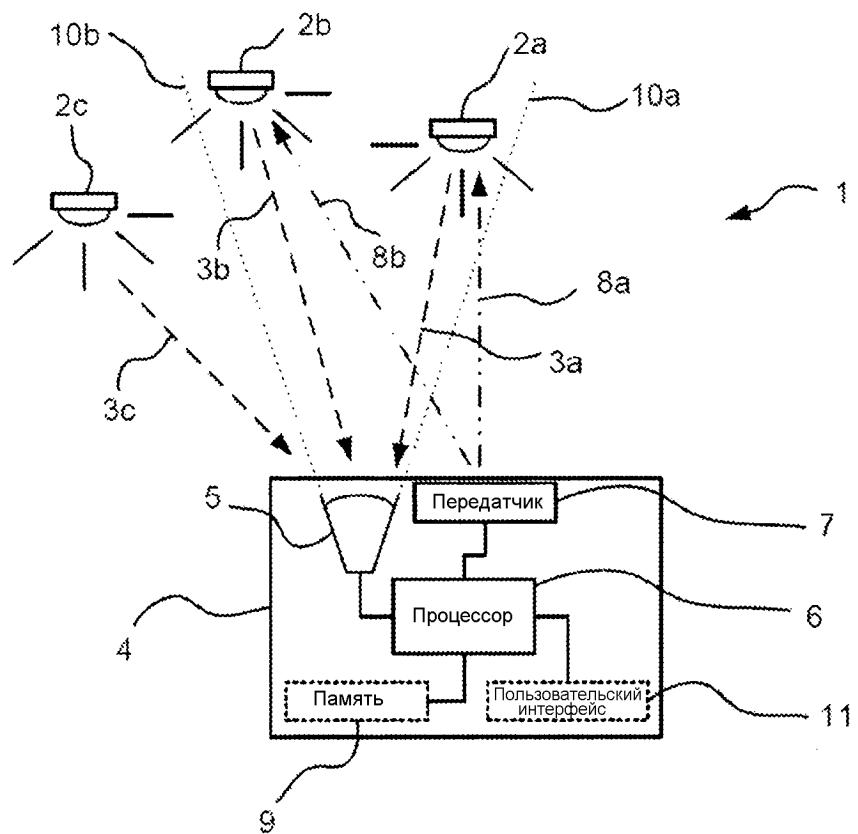
SUBSTANCE: lighting device (2a, 2b, 2c) comprises a light emitter (14) configured with ability to emit light with periodic modulation, in which information is embedded in light; and a light shaper (13), configured to drive the light emitter, providing an indicator to the light emitter. The indicator refers to the modulation of light, which is to be emitted by the light emitter, and the light emitter (14) is configured to emit light modulated according to the said indicator. The light shaper (13) is configured to drive the light emitter

to emit light with the built-in said information on a plurality of different modulation periods. The light emitter is configured to emit light that is to be detected by the image capturing unit; and the light shaper is configured to drive the light emitter, avoiding that one or more of the modulation periods correspond to the frequency dead band created by the reception process performed by the image capturing unit.

EFFECT: reducing the risk of undetected coded light emitted by lighting devices.

22 cl, 11 dwg

R U 2 6 2 8 5 7 0 C 2



ФИГ.1

R U 2 6 2 8 5 7 0 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к области систем освещения, в частности к осветительному устройству в системе освещения и способам, соответствующим ему.

Уровень техники изобретения

- 5 Появление интегрированных осветительных установок, состоящих из постоянно растущего числа отдельно управляемых источников света, осветительных устройств, светильников, осветительных конструкций и т.п. с улучшенными возможностями визуализации, может рассматриваться как преобразование систем освещения как для профессионального, так и для потребительского рынков. Это влечет за собой желание
- 10 интуитивного управления, способного полностью эксплуатировать возможности визуализации полной инфраструктуры освещения. Было предложено несколько подходов к управлению источниками света, осветительными устройствами, светильниками, осветительными конструкциями и т.п.

Передачи данных в оптически свободном пространстве, т.е. передача данных с

- 15 помощью видимого (VL) и инфракрасного света (IR), для выбора и улучшенного управления источниками света были ранее предложены и будут называться кодированным светом (CL). В целом, кодированный свет был предложен, чтобы предоставлять возможность улучшенного управления источниками света. Кодированный свет основывается на внедрении данных, в частности невидимых идентификаторов, в
- 20 свет, выводимый из источников света. Кодированный свет может, таким образом, быть определен как внедрение данных и идентификаторов в свет, выводимый из источника видимого света, при этом внедренные данные и/или идентификатор предпочтительно не влияют на первичную функцию освещения источника света. Следовательно, любая модуляция излучаемого света, касающегося данных и/или идентификатора, должна
- 25 быть, по существу, невидима для людей. Это предоставляет возможность для применений, таких как интерактивное окружение, настраивать, вводить в эксплуатацию и повторно вводить в эксплуатацию сетевые системы освещения. Кодированный свет может использоваться в применениях передачи данных, в которых один или более источников света в системе кодированного освещения конфигурируются, чтобы излучать
- 30 кодированный свет и тем самым передавать информацию приемнику.

- Один пример для управления источниками света, осветительными устройствами, светильниками, осветительными конструкциями и т.п. подразумевает концепцию точки и управления; этот подход использует принцип кодированного света и пульта дистанционного управления, способного обнаруживать код источника света или
- 35 светильника, на который направляется пульт дистанционного управления, и тем самым идентифицировать источник света или светильник, излучающий кодированный свет. Такой пульт дистанционного управления типично содержит один или более фотодиодов для обнаружения кодированного света, излучаемого источником света или светильником. Альтернативно, пульт дистанционного управления может содержать
  - 40 камеру для обнаружения кодированного света. Одна реализация концепции точки и управления подразумевает наличие источников света или светильников, отправляющих уникальный кодированный световой сигнал. Различные источники света или светильники отправляют различный сигнал (т.е. сигналы с различными встроенными уникальными идентификаторами). Одним примером сигналов, подходящих для этой цели, является
  - 45 широтно-импульсная модуляция (PWM). Подход с точкой и управлением показывает преимущество использования кодированного света в качестве средства для пользователя, чтобы иметь возможность выбирать светильник простым указанием пульта дистанционного управления на него. Как отмечено выше, этот подход применяет

фотодиод для того, чтобы обнаруживать кодированное световое сообщение каждого светильника. Он был предложен, чтобы обнаруживать и декодировать кодированный свет посредством стандартной камеры.

Европейская патентная заявка EP 11159149.1 относится к системе и способу для

- 5 обнаружения данных, внедренных в световой вывод, систем обнаружения света освещения. Система обнаружения света захватывает свет, выведенный из окружения, в 2D-изображение, и отдельные примеры линий временного сдвига служат в качестве моментов выборки света. Временной сдвиг между захватом последовательных строк в средстве обнаружения света во время процесса захвата изображения дает рост
- 10 линейного изменения в значениях пикселов для тех областей в конечном захваченном изображении окружения, которые соответствуют частям объектов, которые освещаются с помощью упомянутого источника модулированного света или самого источника света. Линейное изменение в значениях пикселов составляет шаблон из горизонтальных линий, наложенных поверх изображения в освещенных объектах. Декодирование
- 15 сообщения, т.е. внедренного кода, в кодированном свете требует восстановления 1-мерного (1D) сигнала, который ассоциируется с изменениями первоначальной интенсивности источника модулированного света.

#### Сущность изобретения

Изобретатели охваченных вариантов осуществления идентифицировали ряд

- 20 недостатков с вышеупомянутыми концепциями. Например, было обнаружено, что фундаментальное ограничение камер, типично встроенных в переносные электронные устройства, такие как (но не только) устройства мобильной связи (такие как мобильные телефоны, смартфоны, планшетные компьютеры и переносные компьютеры), воспроизводит обнаружение кодированного света не всегда достоверно и/или годным
- 25 для репродуцирования.

Целью настоящего изобретения является преодоление этих проблем и предоставление осветительного устройства и системы освещения, содержащей множество осветительных устройств, которые устроены так, что риск необнаружения кодированного света, излучаемого осветительными устройствами, уменьшается.

- 30 Согласно одному аспекту настоящего изобретения предоставляется осветительное устройство, содержащее: излучатель света, выполненный с возможностью излучать свет с периодической модуляцией; и формирователь света, выполненный с возможностью возбуждать излучатель света, предоставляя указатель излучателю света, причем указатель относится к модуляции света, который должен излучаться излучателем света,
- 35 и излучатель света выполнен с возможностью излучать свет, модулированный согласно упомянутому указателю; при этом формирователь света выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, чтобы излучать свет с множеством различных периодов модуляции.

В вариантах осуществления излучатель света может быть выполнен с возможностью

- 40 излучать свет, который должен обнаруживаться блоком захвата изображения; и формирователь света может быть выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, чтобы избегать того, что, по меньшей мере, один из периодов модуляции соответствует частотной мертвой зоне, сформированной посредством процесса получения информации блока захвата изображения.

- 45 В вариантах осуществления формирователь света может быть выполнен с возможностью переключаться между различными периодами модуляции со временем.

В первом варианте осуществления может быть предоставлено осветительное устройство для излучения модулированного света, содержащее формирователь света,

выполненный с возможностью предоставлять указатель излучателю света упомянутого осветительного устройства, указатель относится к модуляции света, который должен излучаться излучателем света в одном из, по меньшей мере, двух состояний, формователь света, таким образом, возбуждает излучатель света; и излучатель света 5 выполнен с возможностью излучать модулированный свет согласно упомянутому указателю, при этом модуляция является периодической в каждом состоянии, при этом в первом состоянии упомянутая модуляция имеет период  $T_{11}$ , и при этом во втором состоянии упомянутая модуляция имеет период  $T_{12} \neq T_{11}$ , при этом  $T_{11}$  и  $T_{12}$  принимают 10 значения в интервале  $[T_{10} - \Delta T_1/2, T_{10} + \Delta T_1/2]$ , где  $T_{10} > 0$  является постоянной времени, и где  $\Delta T_1 > 0$  является сдвигом по времени, выбранным так, что видимое мерцание в излучаемом модулированном свете устраняется.

Поскольку частота модуляции изменяется со временем, осветительное устройство, сконфигурированное согласно первому аспекту, преимущественно предоставляет 15 возможность обнаружения излучаемого модулированного света блоком захвата изображения, захватывающим изображения с данной фиксированной настройкой времени экспозиции. Таким образом, преимущественно такое осветительное устройство не допускает ослепления камеры со сдвигаемым затвором информацией, включенной в модулированный свет, излучаемый осветительным устройством.

Согласно второму варианту осуществления предоставляется система освещения, 20 содержащая множество  $N$  осветительных устройств согласно первому аспекту, при этом каждое осветительное устройство ассоциируется со своей собственной уникальной константой  $T_i$ ,  $i = 1 \dots N$ , при этом модуляция для каждого осветительного устройства является периодической в каждом состоянии, при этом в первом состоянии упомянутая 25 модуляция для источника  $i$  света имеет период  $T_{i1}$ , и при этом во втором состоянии упомянутая модуляция для источника  $i$  света имеет период  $T_{i2} \neq T_{i1}$ , при этом  $T_{i1}$  и  $T_{i2}$  принимают значения в интервале  $[T_{i0} - \Delta T_i/2, T_{i0} + \Delta T_i/2]$ , где  $T_{i0} > 0$  является временной 30 константой для источника  $i$  света, и где  $\Delta T_i > 0$  является сдвигом по времени для источника  $i$  света, выбранным так, что видимое мерцание в излучаемом модулированном свете устраняется.

В третьем, альтернативном или дополнительном варианте осуществления 35 формирователь света может быть выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, чтобы излучать свет, модулированный с множеством различных периодов модуляции одновременно.

В вариантах осуществления излучатель света может быть выполнен с возможностью излучать свет, который должен обнаруживаться блоком обнаружения; и частоты 40 модуляции могут быть разнесены с интервалом, по меньшей мере, соответствующим необнаруживаемой ширине мертвых зон в спектре обнаружения блока обнаружения, таким образом, по меньшей мере, так, что, по меньшей мере, один из периодов модуляции всегда является обнаруживаемым, несмотря на то, куда попадает, по меньшей мере, один другой из прочих в спектре обнаружения относительно одной или более 45 мертвых зон.

В вариантах осуществления частоты модуляции могут быть разнесены, чтобы избегать эффекта взаимной модуляции между любыми из частот модуляции, находящимися в воспринимаемом человеком диапазоне. В вариантах осуществления, по меньшей мере, одна из частот модуляции не имеет гармонического соотношения, по меньшей мере, с одной другой из частот модуляции.

В вариантах осуществления множество частот модуляции могут излучаться одним и тем же источником света упомянутого излучателя света. Альтернативно, излучатель света может содержать множество источников света в одном и том же светильнике, и каждая из множества частот модуляции может излучаться соответствующим одним из источников света. Отметим, что изобретение относится ко всем возможным комбинациям признаков, перечисленных в формуле изобретения. Например, преимущества первого аспекта применяются ко второму аспекту, и наоборот. Дополнительно, третий вариант осуществления может быть объединен с первым или вторым вариантом осуществления.

Краткое описание чертежей

Вышеописанные и другие аспекты настоящего изобретения сейчас будут описаны более подробно, со ссылкой на прилагаемые чертежи, показывающие вариант(ы) осуществления изобретения.

Фиг. 1 иллюстрирует систему освещения согласно вариантам осуществления;

Фиг. 2 иллюстрирует осветительное устройство согласно вариантам осуществления;

Фиг. 3 схематично иллюстрирует излучаемые световые сигналы;

Фиг. 4 иллюстрирует спектр световых сигналов на Фиг. 3;

Фиг. 5 схематично иллюстрирует характеристики низкочастотного фильтра блока захвата изображения;

Фиг. 6 схематично иллюстрирует характеристики низкочастотного фильтра блока

захвата изображения вместе со спектром на Фиг. 4;

Фиг. 7 схематично иллюстрирует излучаемые световые сигналы;

Фиг. 8 иллюстрирует спектр световых сигналов на Фиг. 7;

Фиг. 9 схематично иллюстрирует характеристики низкочастотного фильтра блока захвата изображения вместе со спектром на Фиг. 8;

Фиг. 10 схематично иллюстрирует характеристики низкочастотного фильтра блока захвата изображения вместе с альтернативой для спектра сигнала; и

Фиг. 11 схематично иллюстрирует характеристики низкочастотного фильтра блока захвата изображения вместе с другой альтернативой для спектра сигнала.

Осуществление изобретения

Нижеприведенные варианты осуществления предоставлены в качестве примера, так что это раскрытие будет полным и завершенным и будет полностью передавать объем изобретения специалистам в области техники. Аналогичные позиции относятся к аналогичным элементам по всему описанию. Устройства, раскрытие в нижеприведенных вариантах осуществления, будут описаны в контексте работы.

Работа системы освещения будет раскрыта далее со ссылкой на систему 1 освещения на Фиг. 1. Система 1 освещения на Фиг. 1 содержит, по меньшей мере, одно осветительное устройство, выполненное с возможностью излучать кодированный свет, схематично обозначенное осветительными устройствами со ссылочными номерами 2а, 2б, 2с. По меньшей мере, одно осветительное устройство 2а, 2б, 2с может быть

светильником и/или быть частью системы управления освещением. Система 1 освещения может, таким образом, быть обозначена как система кодированного освещения. Как будет дополнительно раскрыто со ссылкой на Фиг. 2, осветительное устройство 2а, 2б, 2с содержит, по меньшей мере, формирователь света и излучатель света. Светильник может содержать, по меньшей мере, одно такое осветительное устройство 2а, 2б, 2с.

Выражение "осветительное устройство" означает устройство, которое используется для обеспечения света в комнате с целью освещения объектов в комнате. Комната в этом контексте типично является жилой комнатой или офисным помещением, спортивным залом, находящимся внутри дома розничным магазином, окружающей

обстановкой, театральной сценой, помещением в публичном месте или частью внешней среды, такой как часть улицы. Каждое осветительное устройство 2а, 2б, 2с может излучать кодированный свет, как схематично иллюстрировано стрелками 3а, 3б, 3с. Излучаемый свет, таким образом, содержит модулированную часть, ассоциированную с кодированным светом, содержащим информационные последовательности.

Модулированный свет может содержать дополнительные внедренные данные.

Например, данные могут содержать уникальный идентификатор осветительного устройства. Излучаемый свет может также содержать немодулированную часть, ассоциированную с участием в освещении. Каждое осветительное устройство 2а, 2б, 2с

может быть ассоциировано с множеством настроек света (или освещения), среди прочего, свойственных участию в освещении осветительного устройства, таких как цвет, цветовая температура, интенсивность и частота излучаемого света. В общих выражениях, участие в освещении осветительного устройства может быть определено как усредненный по времени вывод света, излучаемого осветительным устройством 2а, 2б, 2с. Фиг. 3

схематично иллюстрирует световой сигнал 3а, 3б, 3с, излучаемый осветительным устройством 2а, 2б, 2с, которому назначен основной тон с частотой  $f=1/T_0$ . Основной тон излучается согласно широтно-импульсной модуляции с частотой  $f=1/T_0$ .

Результирующий сигнал (тон) является, таким образом, одной серией импульсов. Для осветительных устройств 2а, 2б, 2с с множеством основных цветов (например, множество LED с отдельными RGB-каналами) результирующий сигнал (тон) является линейной комбинацией различных серий импульсов (по одной для каждого основного цвета), все с одинаковой основной частотой. Фиг. 4 показывает соответствующий спектр  $|H(f(z))|$ , являющийся абсолютным значением преобразования Фурье частотного представления светового сигнала на Фиг. 3.

Система 1 дополнительно содержит устройство, называемое пультом 4 дистанционного управления, выполненное с возможностью принимать и обнаруживать кодированный свет, излучаемый осветительными устройствами 2а, 2б, 2с в системе 1. Пульт 4 дистанционного управления будет описан в виде множества функциональных блоков. Пульт 4 дистанционного управления содержит блок 5 захвата изображения, имеющий датчик изображения для обнаружения света, излучаемого осветительным устройством(ами) 2а, 2б, 2с в системе 1, например, посредством захвата изображений, содержащих кодированный свет. Новейшая разработка, такая как приведенная в пример европейской патентной заявкой ЕР 11159149.1, показала возможность обнаруживать кодированный свет с помощью стандартных камер. Блок 5 захвата изображения может быть осуществлен как (часть) камера. Пульт 4 дистанционного управления дополнительно содержит процессор 6, функционально соединенный с блоком 5 захвата изображения. Процессор 6 анализирует изображения, захваченные блоком 5 захвата изображения, и из захваченных изображений идентифицирует кодированный свет, который передается осветительным устройством 2а, 2б, 2с. Пульт 4 дистанционного управления дополнительно содержит передатчик 7, функционально соединенный с процессором 6. Передатчик 7 может быть выполнен с возможностью связываться с осветительным устройством(-ами) 2а, 2б, 2с, как схематично иллюстрировано ссылочными номерами 8а и 8б. Блок 4 дистанционного управления может быть частью устройства мобильной связи (такого как мобильный телефон, смартфон, планшетный компьютер или портативный компьютер).

Типично, блок 5 захвата изображения выполнен с возможностью захватывать изображения с одним из множества различных времен экспозиции или выдержек затвора.

С фиксированным временем  $T_{exp}$  экспозиции процесс получения информации блока 5 захвата изображения создает эффект низкочастотной фильтрации по полученному световому сигналу, тем самым частота среза (в Герцах) низкочастотного фильтра определяется по значению  $T_{exp}$  выдержки затвора (в секундах). Более подробно, когда световой сигнал 3a, 3b, 3c от осветительного устройства 2a, 2b, 2c достигает блока 5 захвата изображения, блок 5 захвата изображения получает световой сигнал 3a, 3b, 3c. Во время процесса получения сдвигаемый затвор экспонирует каждую линию датчика изображения блока 5 захвата изображения в свет в течение времени  $T_{exp}$ . Этот процесс получения, таким образом, создает эффект низкочастотной фильтрации по полученному световому сигналу. Фиг. 5 схематично иллюстрирует характеристику  $|H(f(z))|$  низкочастотного фильтра, являющуюся абсолютным значением преобразования Фурье частотного представления процесса получения блока 5 захвата изображения, имеющего камеру со сдвигаемым затвором с временем  $T_{exp}$  экспонирования.

Таким образом, когда одно или более осветительных устройств 2a, 2b, 2c излучает кодированный свет с частотами, соответствующими пересечениям нуля (соответствующими кратным числам значения  $T_{exp}$  выдержки затвора) в характеристике  $|H(f(z))|$  низкочастотного фильтра выдержки затвора блока 5 захвата изображения, блок 5 захвата изображения может не иметь возможности записывать, или даже принимать, кодированный свет. Другими словами, для того, чтобы иметь надежное обнаружение кодированного света, необходимо, чтобы период сигналов, используемых осветительными устройствами 2a, 2b, 2c для передач инфомации с помощью видимого света, например, не был равен кратному значению времени экспозиции, иначе блок 5 захвата изображения "ослепляется" ими.

Из Фиг. 5 ясно, что наличие мертвых зон соответствует кратным значениям  $f = 1/T_{exp}$ , где низкочастотный фильтр имеет нули. Таким образом, тон с основной частотой  $f = 1/T_0 = 1/T_{exp}$ , как иллюстрировано символом " $\uparrow$ " на Фиг. 6, проходит необнаруженным.

Дополнительная функциональность и свойства осветительного устройства 2a, 2b, 2c будут описаны далее с дальнейшими ссылками на Фиг. 2. Для того, чтобы преодолевать вышеупомянутые проблемы, осветительное устройство 2a, 2b, 2c излучает кодированный свет, имеющий тон, периода которого слегка изменяется со временем, или, другими словами, он 'дрожит' или колеблется со временем. Каждое осветительное устройство  $i$ , где  $i = 1 \dots N$ , в системе из  $N$  осветительных устройств дрожит, по меньшей мере, между двумя тонами. Символом  $T_{i1}$  обозначается один из дрожащих тонов для осветительного устройства  $i$ , а символом  $T_{i2}$  обозначается другой из дрожащих тонов для осветительного устройства  $i$ . Таким образом,  $T_{i1} \neq T_{i2}$  для осветительного устройства  $i$ . Уникальный идентификатор, который внедрен в данные излучаемого модулированного света для осветительного устройства  $i$ , может быть представлен частотой  $f = 1/T_{i0}$ , где  $T_{i0}$  является основным периодом для основного тона, вокруг которого колеблются дрожащие тоны. Таким образом,  $T_{i0} \neq T_{i1} \neq T_{i2}$ .

Осветительное устройство 2a, 2b, 2c содержит формирователь 13 света. Осветительное устройство 2a, 2b, 2c также содержит излучатель 14 света. Формирователь 13 света выполнен с возможностью предоставлять излучателю 14 света указатель. Указатель может предоставляться посредством электрического сигнала. Альтернативно, указатель может быть представлен посредством механического переключателя или реле. Указатель относится к модуляции света, который должен излучаться излучателем 14 света в одном, по меньшей мере, из двух состояний. Указатель, таким образом, определяет, согласно

какому одному, по меньшей мере, из двух состояний свет, излучаемый излучателем 14 света в текущей работе, должен излучаться. Формирователь 13 света, таким образом, выполнен с возможностью возбуждать излучатель 14 света. Дополнительно, излучатель 14 света выполнен с возможностью излучать модулированный свет согласно указателю.

5 Предпочтительно модулированный свет передается с помощью широтно-импульсной модуляции.

Фиг. 7 иллюстрирует световой сигнал, отправленный осветительным устройством 2a, 2b, 2c, которое выполнено с возможностью излучать дрожащий тон с основной частотой  $f = 1/T_0$  (в случае, когда рассматривается только одно осветительное

10 устройство, индекс  $i$  может быть отброшен – другими словами:  $T_{10}=T_0$  для  $N=1$ ).

Результирующий PWM-световой сигнал имеет период, который колеблется около основного периода  $T_0$ . Для упрощения осветительное устройство 2a, 2b, 2c – это 15 устройство с одним основным цветом (при этом излучатель 14 света содержит белые LED) и результирующий сигнал (тон) является одной серией импульсов. Для случая осветительных устройств 2a, 2b, 2c с множеством основных цветов (например, RGB) результирующий сигнал (дрожащий тон) является линейной комбинацией различных серий импульсов (по одному для каждого основного цвета), все с одинаковой основной частотой. Фиг. 8 иллюстрирует соответствующий спектр  $|H(f(z))|$ , являющийся 20 абсолютным значением преобразования Фурье частотного представления светового сигнала на Фиг. 7, где каждый дрожащий тон иллюстрируется символом "↑".

На Фиг. 9 результирующие дрожащие тоны (т.е. символы "↑") иллюстрируются в комбинации с низкочастотными характеристиками блока 5 захвата изображения. Даже для  $1/T_0 = 1/T_{exp}$  некоторые из дрожащих тонов не будут попадать в мертвую зону и 25 могут, следовательно, быть обнаружены.

В вариантах осуществления существует  $K$  дрожащих тонов  $T_{i1}, T_{i2}, \dots, T_{iK}$  для каждого осветительного устройства  $i$ . Таким образом, на практике существует не только два состояния, но и  $K$  различных состояний, представляющих  $K$  различных дрожащих тонов для каждого осветительного устройства  $i$ . В таком случае указатель для каждого 30 осветительного устройства  $i$ , таким образом, относится к модуляции света, который должен излучаться излучателем 14 света в одном из  $K$  состояний. В таком случае указатель, таким образом, определяет, согласно какому из  $K$  состояний свет, излучаемый излучателем 14 света в текущей операции, должен излучаться.

Каждое осветительное устройство  $i$  ассоциируется с временным сдвигом  $\Delta T_i$  и 35 номинальным временем периодом  $T_{i0}$ . Предпочтительно каждое осветительное устройство имеет свой собственный номинальный период. Т.е.  $T_i \neq T_j$  для  $i \neq j$ . Кроме того, каждое осветительное устройство может быть ассоциировано со своим собственным временным сдвигом. Т.е.  $\Delta T_i \neq \Delta T_j$  для  $i \neq j$ . Это может облегчить 40 обнаружение и прием информационных сообщений от различных осветительных устройств.

Для системы только с одним осветительным устройством, т.е. когда  $N = 1$ , модуляция в первом состоянии имеет период  $T_{11}$  (первый дрожащий тон), а модуляция во втором состоянии имеет период  $T_{12} \neq T_{11}$  (второй дрожащий тон), при этом  $T_{11}$  и  $T_{12}$  принимают 45 значения в интервале  $[T_{10} - \Delta T_1/2, T_{10} + \Delta T_1/2]$ , где  $T_{10} > 0$  является константой времени (номинальным временем периодом для единственного осветительного устройства), и где  $\Delta T_1 > 0$  является временным сдвигом (для единственного осветительного

устройства). Если только два тона  $T_{11}$  и  $T_{12}$  используются, может быть полезно, что вывод света является симметричным, другими словами, что  $T_{12} - T_{10} = T_{10} - T_{11}$  для  $T_{12} > T_{11}$ . Это может упрощать конструкцию излучателя 14 света.

В целом, комбинация параметров  $T_{i0}$  и  $\Delta T_i$  выбирается так, что видимое мерцание в модулированном свете, излучаемом излучателем 14, устраняется. Более конкретно, ограничение нижней крайней точки интервала,  $T_{i0} - \Delta T_i/2$ , которая должна быть выше некоторой частоты, может быть полезным для того, чтобы устранять мерцание в видимом свете. Ограничение верхней крайней точки интервала  $T_{i0} + \Delta T_i/2$ , которая должна быть ниже некоторой частоты, может быть полезным для того, чтобы удерживать сигналы от областей в частотном представлении, где ослабление низкочастотного фильтра является слишком серьезным для практических ситуаций. Указатель, который предоставляется формирователем 13 света, таким образом содержит информацию, относящуюся к текущему состоянию (т.е., в котором модулированный свет с дрожащим тоном должен излучаться).

Например, осветительное устройство  $i$ , которому назначен основной тон с периодом  $T_i$ , будет передавать тон, который со временем слегка изменяется в диапазоне  $[T_{i0} - \Delta T_i/2, T_{i0} + \Delta T_i/2]$ . С  $\Delta T_i > 0$ , таким образом, будет устраняться то, что тон любого осветительного устройства  $i$  излучается с любым номинальным периодом  $T_{i0}$ .

Следовательно,  $T_{i0}$  предоставляет возможность соответствовать мертвую зоне раскрытое выше блока 5 захвата изображения. Сохранение  $\Delta T_{i0} \ll T_{20} - T_{10}$  для  $T_{20} > T_{10}$ , где  $T_{10}$  и  $T_{20}$  являются двумя соседними по времени константами времени, обеспечивает достаточное разделение между тонами различных осветительных устройств 2a, 2b, 2c.

Чередование между К различными состояниями может быть определено различными способами. Например, согласно одному варианту осуществления формирователь 13 света выполнен с возможностью периодически чередовать модуляцию между К различными состояниями. Например, согласно другому варианту осуществления формирователь 13 света выполнен с возможностью чередовать модуляцию между К различными состояниями согласно предварительно определенной последовательности. Модуляция может чередоваться между К состояниями согласно случайной переменной. Модуляция может быть ассоциирована с одним и тем же состоянием, по меньшей мере, в двух соседних периодах широтно-импульсной модуляции. Например, каждое осветительное устройство 2a, 2b, 2c может сохранять PWM-период постоянным в течение времени  $T_c$ , равного нескольким PWM-периодам. Это означает, что сформированный PWM-сигнал, когда наблюдается в течение достаточно короткого времени, будет выглядеть имеющим постоянный период повторения. Например,  $T_c = 1/30$  Гц при условии, что 30 Гц является частотой кадров видеокамеры. Шаблон дрожания может быть одинаковым для всех осветительных устройств 2a, 2b, 2c, или он может быть различным. В последнем случае каждое осветительное устройство 2a, 2b, 2c имеет различный  $T_c$  и перескакивает с одного периода повторения на другой (всегда в пределах вышеопределенного диапазона) согласно различному шаблону (перескакивает к другому периоду в пределах границ). Шаблон дрожания может быть предварительно назначен в осветительных устройствах 2a, 2b, 2c, или он может случайным образом быть создан в осветительном устройстве 2a, 2b, 2c.

Специалист в области техники представляет себе, что настоящее изобретение никоим

образом не ограничено предпочтительными вариантами осуществления, описанными выше. Наоборот, многие модификации и вариации возможны в рамках прилагаемой формулы изобретения. Например, раскрытый пульт 4 дистанционного управления и, по меньшей мере, один светильник, содержащий, по меньшей мере, одно осветительное устройство 2а, 2б, 2с являющийся управляемым посредством пульта 4 дистанционного управления, могут быть предоставлены в качестве структуры.

Как обсуждалось, новейшие разработки показали возможность обнаруживать кодированный свет с помощью стандартных камер. Например, настоящее изобретение применимо к обнаружению кодированного света с помощью камеры со сдвигаемым затвором. В датчике изображения со сдвигаемым затвором каждая последующая строка изображения получается с небольшой временной задержкой относительно предыдущей строки. Как следствие, высокочастотное временное мерцание света переводится в пространственные образы горизонтальных полос. Частота, с которой последующие строки захватываются, называется частотой  $f_{line}$  строк. Поскольку частота строк большинства датчиков изображений относительно высокая (типовично более 10 кГц), датчик изображения способен захватывать модуляции света, которые достаточно высоки, чтобы быть незаметными для людей.

Было показано выше, как значение времени экспозиции вызывает мертвые зоны в спектре обнаруживаемых частот. Любая частота, целое число циклов которой вмещается в интервал времени экспозиции, вызывает гашение модуляции объединенного света. В области Фурье эти частотные мертвые зоны в действительности совпадают с частотной характеристикой sinc-формы, которая является преобразованием Фурье прямоугольного временного окна, во время которого объединение света имеет место (Фиг. 5 показывает величину частотной характеристики sinc-формы вследствие времени  $T_{exp}$  экспозиции).

В целом, любой повторяющийся сигнал, например повторяющийся пакет данных, может характеризоваться суммой гармонического сигнала с фундаментальной частотой и дополнительными компонентами гармонического сигнала этой фундаментальной частоты. По существу, изобретение также применимо к повторяющимся сигналам вообще, как к пакетам, так и к колебательным сигналам.

Большинство интегрированных камер в мобильных устройствах не предусматривают варианта фиксации значения экспозиции камеры. В результате, камера не способна обнаруживать кодированный световой сигнал в случае, когда одна из спектральных мертвых зон вследствие мгновенного времени экспозиции совпадает с частотой лампы. В целом, для повторяющихся сигналов камера становится неспособной обнаруживать одну или более гармонических составляющих, которые ассоциируются с повторяющимся световым сигналом. В целом, это ведет к неправильным обнаружениям или даже к потере обнаружения сигнала.

Также в случае, когда частота модуляции PWM-сигнала или одна или множество частотных составляющих повторяющегося сигнала близка к спектральной мертвой зоне, эта составляющая сигнала полностью не гасится, но все еще слишком слаба для правильного обнаружения сигнала.

В настоящем раскрытии раскрываются осветительное устройство для излучения модулированного света и система освещения, содержащая, по меньшей мере, одно такое осветительное устройство. Например, осветительное устройство может быть сконфигурировано так, что излучаемый им модулированный свет является обнаруживаемым стандартной скоростной камерой со сдвигаемым затвором. Для того, чтобы добиваться этого, осветительное устройство может быть сконфигурировано так, что частота излучаемого им модулированного света дрожит вокруг основной, или

центральной, частоты. Например, модулированный свет может передаваться с помощью широтно-импульсной модуляции. В этом случае получающийся в результате широтно-импульсной модуляции световой сигнал, таким образом, имеет период, который колеблется относительно основного периода, и параметры, определяющие дрожание модулированного света, могут быть выбраны так, что видимое дрожание в излучаемом модулированном свете устраниется.

Однако рамки изобретения не должны ограничиваться такими вариантами осуществления. Как было объяснено, изобретение заключается в уменьшении риска того, что кодированный свет проходит необнаруженным. Это достигается посредством модулирования света от данного осветительного устройства с использованием множества К различных частот модуляции (где К равно, по меньшей мере, двум, а в вариантах осуществления больше двух). В вышеупомянутых вариантах осуществления различные частоты модуляции реализуются посредством изменения частоты "дрожащим" образом, но будет понятно, принимая во внимание раскрытие в данном документе, что идея уменьшения риска того, что модуляция проходит необнаруженной от начала до конца, может быть реализована с помощью любой конфигурации различных частот модуляции. Последующее описывает альтернативный вариант осуществления, посредством которого свет модулируется так, что множественные частотные составляющие формируются одновременно, предпочтительно так, что в любой данной ситуации, по меньшей мере, одна частота модуляции всегда будет попадать за пределы любой мертвых зоны времени экспозиции (т.е. никогда не будет ситуации, в которой все частоты совпадают с мертвую зоной).

В вариантах осуществления повторяющийся сигнал формируется так, что он содержит две доминантных частоты. Например, одним способом сформировать такой сигнал является суммирование, по меньшей мере, двух различных сигналов, каждый с различной доминантной частотой. Фиг. 10 и 11 изображают спектр сигнала множества возможных распределений частот, созданных посредством суммирования различных сигналов с различными частотами. Каждая из обыкновенно обозначенных частотных составляющих ассоциируется с одним единственным источником света, например (ссылаясь на ссылки на Фиг. 1) составляющие, обозначенные символом А, происходящие от первого источника 2а света, составляющие, обозначенные символом В, происходящие от второго источника 2б света, и составляющие, обозначенные символом С, происходящие от третьего источника 2с света. В примерах на Фиг. 10 и 11 обе составляющие сигнала А являются обнаружимыми, более низкая частотная составляющая сигнала С потеряна.

Фиг. 10 показывает один пример, использующий две соседние частоты на каждую лампу. Частоты модуляции находятся близко вместе, но разнесены достаточно, что, по меньшей мере, одна из частот модуляции всегда является обнаруживаемой, несмотря на то, что, по меньшей мере, одна другая из них попадает в спектр обнаружения относительно одной или более мертвых зон. Т.е. для двух соседних частот они не так близки, что они всегда обе попадают в мертвую зону. Близко к мертвую зоне частота испытывает подавление, равное величине частотной характеристики sinc-формы, ассоциированной с этим конкретным временем  $T_{exp}$  экспозиции, таким образом, пороговое значение может быть применено к у-оси спектра обнаружения sinc-формы, и частотный диапазон вокруг каждой мертвую зону, который находится ниже этого порогового значения, может считаться "запретной" зоной для частот. Следовательно, минимальный интервал между частотами модуляции может быть сконфигурирован,

чтобы соответствовать некоторому окну вокруг узловой точки мертвых зон, например, определенного некоторой долей или процентным уровнем спектра обнаружения.

Например, если вокруг данного мертвого зоны (скажем, некоторого при  $1/T_{exp}$ ),

кодированный световой сигнал обнаруживается только там, где спектр обнаружения выше некоторого порогового уровня (например, некоторого процента от максимума с точки зрения принятой мощности), интервал между частотами модуляции будет, по меньшей мере, расстоянием от местоположения частоты нулевой узловой точки в спектре обнаружения до местоположения частоты, соответствующего этому минимальному порогу обнаружения. Таким образом, даже если одна из частот модуляции попадает точно в центр (узловую точку) мертвых зон, другая частота модуляции все еще будет попадать в местоположение частоты в спектре обнаружения, соответствующее минимальному порогу обнаружения. Конкретный порог обнаружения может зависеть от рассматриваемого устройства.

Такие варианты осуществления потенциально полезны для алгоритма обнаружения.

Однако на практике любые нелинейности в формировании света могут вызывать одну или более дополнительных низкочастотных составляющих сигнала, которые попадают в воспринимаемый человеком диапазон. Такие (нежелательные) низкочастотные составляющие присутствуют вследствие эффекта взаимной модуляции, который может возникать, когда две (намеренных) сигнальных составляющих находятся слишком близко друг к другу. Следовательно, в вариантах осуществления модуляция может формироваться с широко разнесенными частотными составляющими, чтобы избегать этого эффекта, по меньшей мере, так, что любая частота взаимной модуляции попадает за пределы воспринимаемого человеком диапазона. Пример более широко разнесенных частот модуляции показан схематично на Фиг. 11.

Если две (или более) частот модуляции широко разнесены, они не будут попадать в одну и ту же мертвую зону, но без планирования все еще существует шанс, что они попадут в различные мертвые зоны. Например, одна может попасть в узловую точку при  $1/T_{exp}$ , а одна в следующую узловую точку при  $2/T_{exp}$  или при  $3/T_{exp}$  и т.д. Таким образом, чтобы уменьшить риск попадания в более чем одну мертвую зону, в вариантах осуществления две (или более) частотных составляющих формируются так, чтобы не иметь гармонического соотношения, по меньшей мере, в том, что одна не является целым кратным другой. В вариантах осуществления одна частота также не является половиной целого кратного другой. В дополнительных вариантах осуществления одна частота не кратна  $n/3$  другой и/или не кратна  $n/4$  другой и т.д., где  $n$  является целым числом. В целом, одна частота может быть сконфигурирована так, что она не кратна  $n/m$  другой, где знаменатель  $m$  является целым числом и меньше порога по знаменателю (эффективно существует минимальная степень, до которой соотношение является иррациональным или агармоничным).

Как упомянуто, одним способом, чтобы формировать множественные составляющие сигнала, является суммирование составляющих и использование суммированного сигнала, чтобы возбуждать единственный элементарный источник света, например единственную лампу. Альтернативным вариантом осуществления, чтобы формировать множественные составляющие сигнала от одного светильника, является использование различных элементарных источников света, сконфигурированных или объединенных в один и тот же светильник, например множество LED, и назначение различных сигналов различным LED в светильнике, опять же с одинаковыми ограничениями.

Опять же будет понятно, что вышеописанные варианты осуществления были описаны только в качестве примера. Например, изобретение применимо к широкому диапазону

применений, таких как обнаружение кодированного света с помощью устройств с камерой, таких как смартфоны и планшетные компьютеры, обнаружение кодированного света на основе камеры (например, для световой установки в потребительской и профессиональной области), персонализированное управление светом, световая пометка объекта и световая навигация внутри помещений.

Изобретение не ограничивается использованием в отношении дистанционного управления или системы управления для управления осветительным устройством или устройствами. В других вариантах осуществления технологии кодированного света, раскрытые в данном документе, могут быть использованы, чтобы предоставлять информацию в любых обстоятельствах любому подходящему блоку захвата, например, только в одном направлении от осветительного устройства до устройства захвата вместо части контура управления, или чтобы обмениваться информацией на некотором другом основании, чем соотношение управления главный/подчиненный или т.п.

Дополнительно, применимость изобретения не ограничивается устранением мертвых зон благодаря технологиям сдвигаемого затвора или мертвыми зонами в каком-либо конкретном эффекте фильтрации или спектре обнаружения. Будет понятно, что использование различных частот модуляции может уменьшать риск того, что модуляция пройдет необнаруженной вследствие частотных мертвых зон, получающихся в результате какого-либо побочного эффекта или ограничения какого-либо устройства обнаружения, используемого, чтобы обнаруживать модулированный свет.

В вариантах осуществления изобретение не ограничивается использованием либо изменяющихся по времени частот модуляции, либо одновременных частот модуляции. В вариантах осуществления осветительное устройство может меняться между двумя или более различными состояниями, по меньшей мере, одно (а потенциально некоторые или все) из которых использует две одновременные составляющие модуляции с различными частотами.

Дополнительно, будет понятно, что там, где выше было описано с точки зрения частоты модуляции, это может эквивалентно быть выражено в единицах периода модуляции, и наоборот.

Дополнительно, изобретение не ограничивается симметричным верхним и нижним пределами  $+/-\Delta T_1/2$  вокруг основного тона. Другими словами, окно может быть асимметричным вокруг номинального основного тона, и/или нет необходимости в одинаковом числе частот модуляции выше и ниже основного тона. Действительно, в вариантах осуществления нет необходимости в том, чтобы любая одна частота модуляции выделялась как являющаяся центральным или "основным" тоном.

Другие вариации в раскрытых вариантах осуществления могут быть поняты и выполнены специалистами в данной области техники, применяющими на практике заявленное изобретение, из изучения чертежей, раскрытия и прилагаемой формулы изобретения. В формуле изобретения слово "содержит" не исключает других элементов или этапов, а форма единственного числа не исключает множества. Один процессор или другой блок может выполнять функции нескольких элементов, перечисленных в формуле изобретения. Простой факт того, что определенные меры упомянуты во взаимно разных зависимых пунктах формулы изобретения, не означает того, чтобы комбинация этих мер не может быть использована с выгодой. Компьютерная программа может быть сохранена/распространяться на подходящем носителе, таком как оптический носитель хранения или твердотельный хранитель, поставляемый вместе или как часть других аппаратных средств, но может также распространяться в других формах, например через Интернет или другие проводные или беспроводные системы связи. Все

ссылочные позиции в формуле изобретения не должны рассматриваться как ограничивающие объем.

(57) Формула изобретения

1. Осветительное устройство (2а, 2б, 2с), содержащее: излучатель (14) света, выполненный с возможностью

- излучать свет с периодической модуляцией, при которой встраивается информация в свет; и

- формирователь (13) света, выполненный с возможностью возбуждать излучатель света, предоставляя указатель излучателю света, причем указатель относится к модуляции света, который должен излучаться излучателем света, и излучатель (14) света выполнен с возможностью излучать свет, модулированный согласно упомянутому указателю;

при этом формирователь (13) света выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, чтобы излучать свет со встроенной упомянутой информацией на множестве различных периодов модуляции, при этом:

излучатель света выполнен с возможностью излучать свет, который должен быть обнаружен блоком захвата изображения; и

формирователь света выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, избегая того, чтобы один или более из периодов модуляции соответствовал частотной мертвой зоне, созданной посредством процесса получения, выполняемого блоком захвата изображения.

2. Осветительное устройство по п. 1, в котором формирователь света выполнен с возможностью изменяться между различными периодами модуляции по времени.

3. Осветительное устройство по п. 1, в котором упомянутые данные содержат уникальный идентификатор упомянутого осветительного устройства.

4. Осветительное устройство по п. 3, в котором упомянутый уникальный идентификатор представлен частотой  $f=1/T_{10}$ .

5. Осветительное устройство по любому из пп. 1-4, в котором упомянутая модуляция является широтно-импульсной модуляцией.

6. Осветительное устройство по любому из пп. 1-4, в котором упомянутый излучатель света дополнительно выполнен с возможностью излучать немодулированный свет, ассоциированный с участием в освещении упомянутого излучаемого модулированного света.

35 7. Осветительное устройство по любому из пп. 1-4, в котором формирователь (13) света выполнен с возможностью возбуждать излучатель (14) света, по меньшей мере, в двух различных состояниях, в которых модуляция является периодической в каждом состоянии; и

при этом в первом состоянии упомянутая модуляция имеет период  $T_{11}$ , и при этом во втором состоянии упомянутая модуляция имеет период  $T_{12} \neq T_{11}$ , при этом  $T_{11}$  и  $T_{12}$  принимают значения в интервале  $[T_{10}-\Delta T_1/2, T_{10}+\Delta T_1/2]$ , где  $T_{10}>0$  является константой времени, и где  $\Delta T_1>0$  является сдвигом по времени, выбранным так, что видимое мерцание в излучаемом модулированном свете устраняется.

45 8. Осветительное устройство по п. 7, при этом упомянутый формирователь света выполнен с возможностью апериодически чередовать упомянутую модуляцию между упомянутым первым состоянием и упомянутым вторым состоянием.

9. Осветительное устройство по п. 7, при этом упомянутый формирователь света

выполнен с возможностью чередовать упомянутую модуляцию между упомянутым первым состоянием и упомянутым вторым состоянием согласно предварительно определенной последовательности.

10. Осветительное устройство по п. 7, при этом упомянутая модуляция чередуется

<sup>5</sup> между упомянутым первым состоянием и упомянутым вторым состоянием согласно случайной переменной.

11. Осветительное устройство по п. 9, при этом упомянутая модуляция ассоциируется с одним и тем же состоянием, по меньшей мере, в двух соседних периодах широтно-импульсной модуляции.

10 12. Осветительное устройство по п. 7, при этом  $T_{12}-T_{10}=T_{10}-T_{11}$  для  $T_{12}>T_{11}$ .

13. Осветительное устройство по любому из пп. 1-4, при этом формирователь (13) света выполнен с возможностью возбуждать излучатель света, чтобы излучать свет, модулированный с множеством различных периодов модуляции одновременно.

14. Осветительное устройство по п. 13, при этом излучатель света выполнен с <sup>15</sup> возможностью излучать свет, который должен обнаруживаться блоком обнаружения; и

частоты модуляции разнесены на величину, по меньшей мере, соответствующую необнаруживаемой ширине мертвых зоны в спектре обнаружения блока обнаружения, так что, по меньшей мере, один из периодов модуляции всегда является <sup>20</sup> обнаруживаемым, несмотря на то, куда, по меньшей мере, один другой из других попадает в спектре обнаружения относительно одной или более мертвых зон.

15. Осветительное устройство по п. 13, при этом частоты модуляции разнесены, чтобы избегать эффекта взаимной модуляции между какими-либо из частот модуляции, находящихся в воспринимаемом человеком диапазоне.

25 16. Осветительное устройство по п. 13, при этом, по меньшей мере, одна из частот модуляции не является целым кратным, по меньшей мере, одной другой из частот модуляции.

17. Осветительное устройство по п. 13, при этом множество частот модуляции излучаются одним и тем же источником света упомянутого излучателя света.

30 18. Осветительное устройство по любому из пп. 1-4, при этом излучатель света содержит множество источников света в одном и том же светильнике, и каждая из множества частот модуляции излучается соответствующим одним из источников света.

19. Система (1) освещения, содержащая множество N осветительных устройств (2a, 2b, 2c) согласно любому из предшествующих пунктов, при этом каждое осветительное <sup>35</sup> устройство ассоциируется со своей собственной уникальной константой  $T_i$ ,  $i=1\dots N$ , при этом модуляция для каждого осветительного устройства является периодической в каждом состоянии, при этом в первом состоянии упомянутая модуляция для источника  $i$  света имеет период  $T_{i1}$ , и при этом во втором состоянии упомянутая модуляция для источника  $i$  света имеет период  $T_{i2}\neq T_{i1}$ , при этом  $T_{i1}$  и  $T_{i2}$  принимают значения в интервале  $[T_{i0}-\Delta T_i/2, T_{i0}+\Delta T_i/2]$ , где  $T_{i0}>0$  является временной константой для источника  $i$  света, и где  $\Delta T_i>0$  является сдвигом по времени для источника  $i$  света, выбранным так, что видимое мерцание в излучаемом модулированном свете устраняется.

40 20. Система освещения по п. 19, где  $\Delta T_i\neq\Delta T_j$  для  $i\neq j$ .

21. Система освещения по п. 19 или 20, где  $T_i\neq T_j$  для  $i\neq j$ .

22. Система освещения по п. 19 или 20, где:

$\Delta T_{i0}<<T_{20}-T_{10}$  для  $T_{20}>T_{10}$ , где  $T_{10}$  и  $T_{20}$  являются двумя соседними по времени

временными константами.

5

10

15

20

25

30

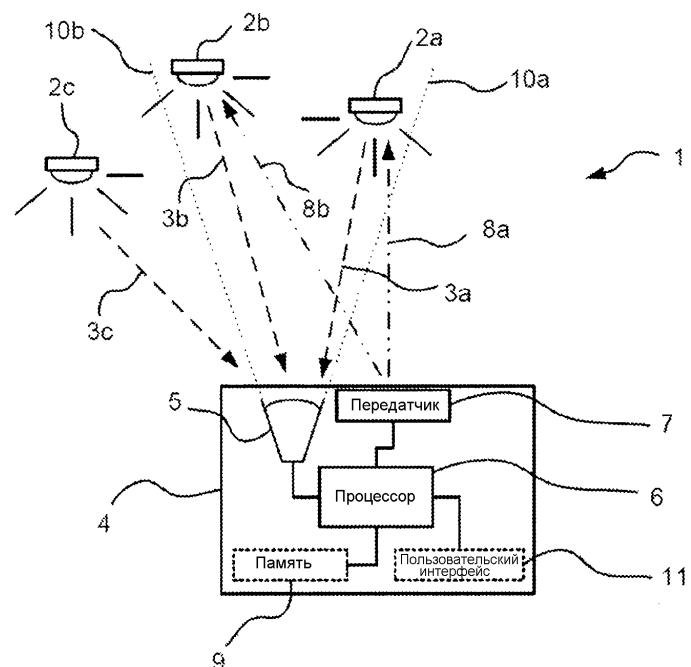
35

40

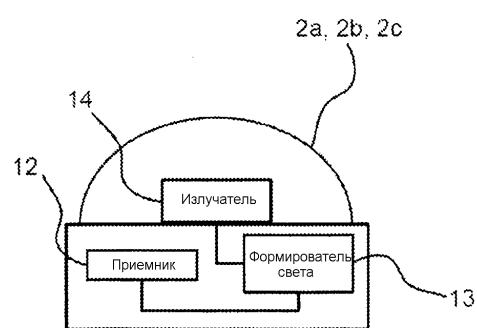
45

516845

1/4

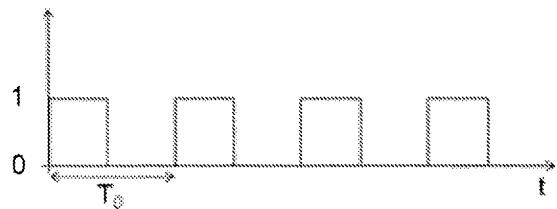


Фиг.1

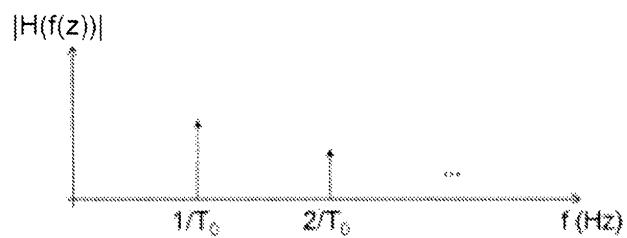


Фиг.2

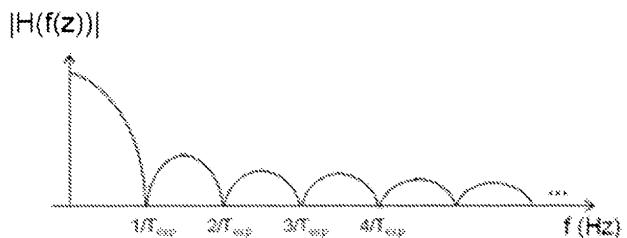
2/4



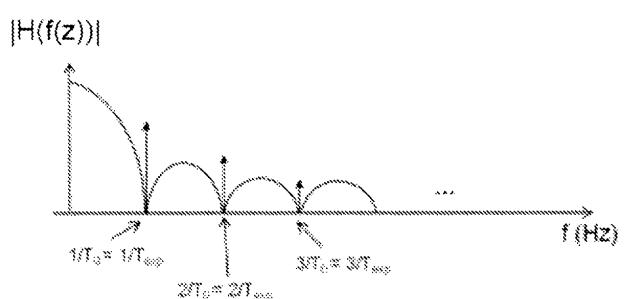
Фиг.3



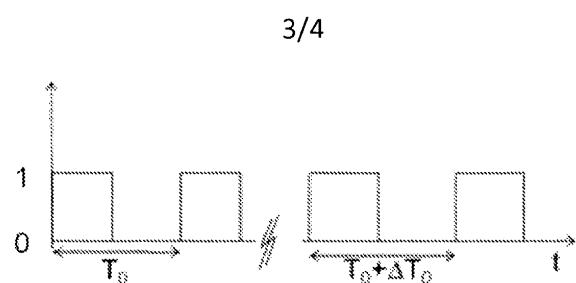
Фиг.4



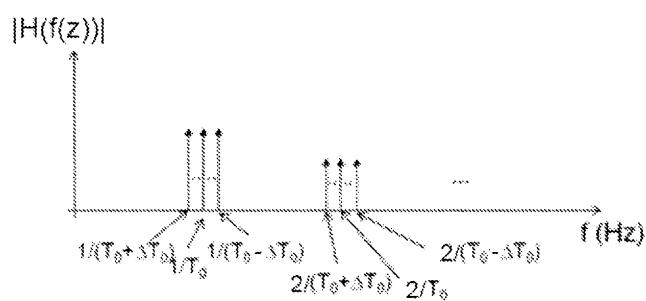
Фиг.5



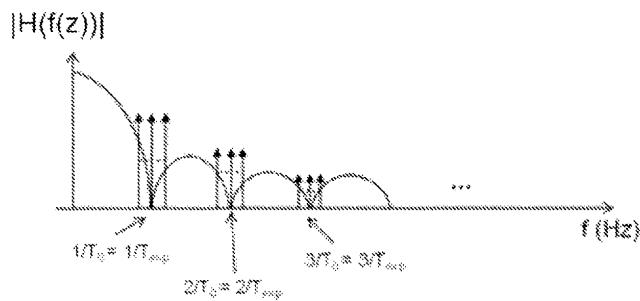
Фиг.6



Фиг.7

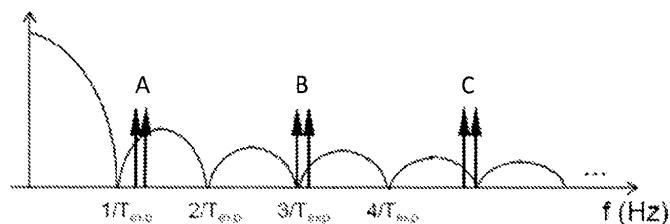


Фиг.8

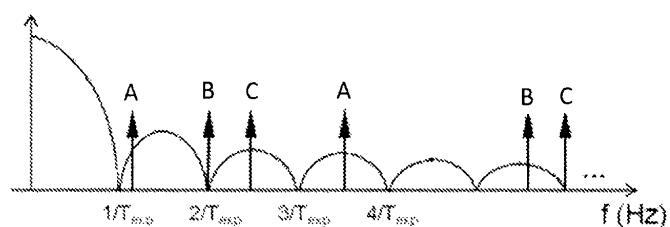


Фиг.9

4/4



Фиг.10



Фиг.11