



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010139485/07, 23.02.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.02.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
27.02.2008 EP 08152012.4

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2012 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 27.02.2014 Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2007215890 A1, 20.09.2007. US
2007120135 A1, 31.05.2007. WO 2007007236 A,
18.01.2007. US 2006007553 A1, 12.01.2006. RU
2271557 C2, 10.03.2006.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 27.09.2010(86) Заявка РСТ:
IB 2009/050718 (23.02.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/107052 (03.09.2009)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городиский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ХОЭЛЕН Христоф Г. А. (NL),
ДЕБЕН Йозефус П. А. (NL),
БОРЕЛ Георге Х. (NL),
ЛАММЕНС Вики Б. (NL),
КЕПЕР Маттхейс Х. (NL),
ВЕГ Рене Т. (NL),
ВАУМАНС Ларс Р. К. (NL)

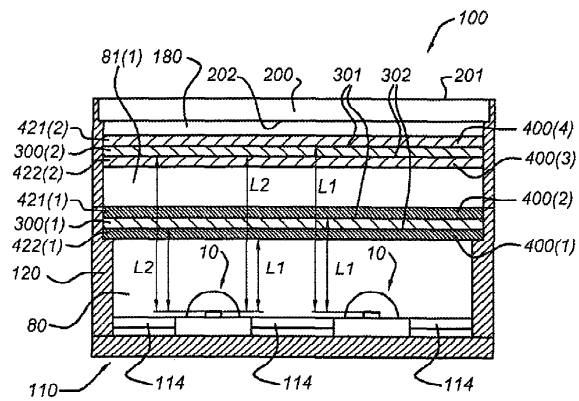
(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL)(54) ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО С СИД И ОДНИМ ИЛИ БОЛЕЕ ПРОПУСКАЮЩИМИ
ОКНАМИ

(57) Реферат:

Изобретение предоставляет осветительное устройство 100, содержащее полупрозрачное выходное окно 200, одно или более пропускающих окон 300, размещенных после одного или более LED и до полупрозрачного выходного окна 200, и один или более слоев 400 люминесцентного материала, которые могут, в частности, быть нанесены на

расположенные дальше относительно направления потока и ближе относительно направления потока поверхности пропускающих окон 300. Технический результат - упрощение процесса нанесения слоев люминесцентного материала и стабилизация оптических характеристик устройства. 14 з.п. ф-лы, 21 ил.



Фиг. 3а



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010139485/07, 23.02.2009**(24) Effective date for property rights:
23.02.2009

Priority:

(30) Convention priority:
27.02.2008 EP 08152012.4(43) Application published: **10.04.2012 Bull. 10**(45) Date of publication: **27.02.2014 Bull. 6**(85) Commencement of national phase: **27.09.2010**(86) PCT application:
IB 2009/050718 (23.02.2009)(87) PCT publication:
WO 2009/107052 (03.09.2009)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**KhOEhLEN Khristof G. A. (NL),
DEBEN Jozefus P. A. (NL),
BOREL George Kh. (NL),
LAMMENS Viki B. (NL),
KEPER Mattkhejs Kh. (NL),
VEG Rene T. (NL),
VAUMANS Lars R. K. (NL)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS EhlELEKTRONIKS N.V.
(NL)****(54) ILLUMINATION DEVICE WITH LED AND ONE OR MORE TRANSMITTING WINDOWS**

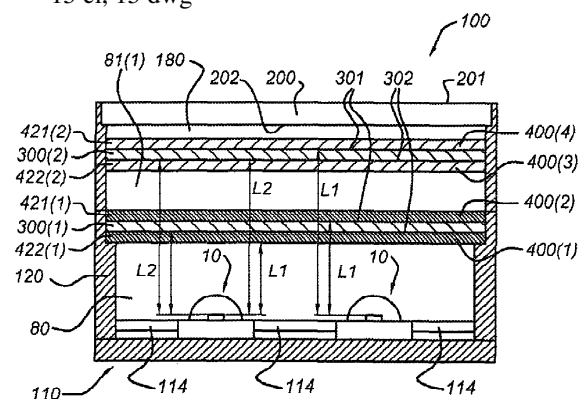
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention provides an illumination device 100, having a translucent exit window 200, one or more transmitting windows 300, arranged after one or more LEDs and before the translucent exit window 200, and one or more luminescent material layers 400, which may particularly be applied to the downstream and upstream surfaces of the transmitting windows 300.

EFFECT: simple process of applying layers of luminescent material and stabilising optical properties of device.

15 cl, 15 dwg

**Фиг. 3а**

Область техники изобретения

Изобретение относится к осветительному устройству с одним или более пропускающими окнами.

Уровень техники изобретения

5 Осветительные устройства, содержащие пропускающий керамический слой, известны в области техники Пропускающие керамические слои или люминесцентные керамические материалы и способ их производства известны в области техники. Например, они упоминаются в US 2005/0269582. US 2005/0269582, например,
10 раскрывает полупроводниковое светоизлучающее устройство, объединенное с керамическим слоем, который расположен на пути света, излучаемого светоизлучающим слоем. Керамический слой состоит из или включает в себя материал, преобразующий длину волны, такой как люминесцентный материал.

15 Осветительные устройства с пропускающим покрытием и люминесцентным материалом, например, описаны в US 2007/0114562. Этот документ описывает, например, системы желтого и красного освещения, включающие в себя полупроводниковый излучатель света и люминесцентный материал. Излучение системы падает в соответствующие ячейки ITE красного и желтого цвета, имеющие
20 конкретные цветовые координаты в диаграмме цветности CIE. Люминесцентный материал может включать в себя один или более люминесцентных материалов. Системы освещения могут использоваться в качестве красного и желтого света уличного светофора или автомобильного дисплея.

25 US 2007/0114562 дополнительно раскрывает систему LED-освещения, содержащую подложку, на которой расположен полупроводниковый излучатель света, крышку, расположенную на подложке и протягивающуюся поверх полупроводникового излучателя света, крышка и подложка совместно определяют внутреннюю полость, содержащую полупроводниковый излучатель света; и оболочку, расположенную во
30 внутренней полости и герметизирующую полупроводниковый излучатель света. Люминесцентный материал наносится на внутреннюю поверхность крышки.

Сущность изобретения

Недостатком систем предшествующего уровня техники может быть то, что в модулях, где свет не используется повторно множество раз перед излучением из
35 системы (как в случае, например, в LED-модулях задней подсветки), и, в частности, для формирования теплого белого света, относительно высоко-люминесцентный материал наносится на каждую единицу площади, и, в результате, может потребоваться очень толстый слой люминесцентного материала. Растворение люминесцентного материала
40 в связующем материале должно быть достаточным, чтобы обеспечивать хорошие реологические свойства, которые могут давать в результате очень толстые слои связующего материала, содержащего частицы люминесцентного материала, что может затруднять процесс нанесения покрытия и может давать в результате градиенты напряжений из-за различных свойств материала пленки и покрытия. Это может легко
45 приводить к растрескиванию пленки, завиванию и даже отслоению.

Кроме того, характеристики компонентов люминесцентного материала могут изменяться с течением времени, например, распределение размера частиц или квантовая эффективность. Это может быть компенсировано посредством подгонки
50 доли(ей) люминесцентного материала и/или эффективного нанесения люминесцентного материала на пленку, и предпочтительно оптические свойства окончательно покрытой пленки измеряются и должны находиться в определенных пределах. Эта требуемая адаптация наносимой взвеси люминесцентного материала

может вести к значительной излишней трате материала из-за того, что предварительно смешанный материал, как правило, больше не может быть использован. Управление с обратной связью на лету свойствами пленки в процессе рулонного производства является очень трудной задачей в случае с одной смесью.

Другой проблемой в предшествующем уровне техники может быть то, что смесь люминесцентных материалов может приводить к значительному взаимодействию люминесцентного материала для большинства люминесцентных материалов, представляющих интерес для освещения. Желто-зеленый свет, излучаемый из одного люминесцентного материала (или смеси люминесцентного материала), может часто частично поглощаться излучающим красно-оранжевый свет люминесцентным материалом (или смесью люминесцентного материала), в результате давая низкую общую эффективность системы (из-за дополнительных потерь квантового выхода в красно-оранжевом люминесцентном материале) и пониженную цветопередачу из-за изменений в спектральной форме желто-зеленого света. Последнее вызвано спектральным поглощением красно-оранжевого люминесцентного материала. Типично, это может приводить в результате к падению CRI, например, с 85 до 77, что делает свет в большинстве применений непригодным для задач общего освещения. Кроме того, взаимодействие люминесцентного материала может требовать больше люминесцентного материала, делая систему более дорогостоящей.

Другим недостатком систем предшествующего уровня техники может быть то, что применение слоя люминесцентного материала в качестве выходного окна или в качестве материала, видимого наблюдателю, может давать в результате цвет выходного окна, особенно желто-оранжевый цвет, когда система находится в выключенном состоянии. Это может быть случаем, когда люминесцентный материал может рассматриваться непосредственно, например, когда это окно является излучающим свет выходным окном. Такой окрашенный внешний вид лампы (или осветительного устройства) зачастую нежелателен; как правило, предпочтителен нейтральный внешний вид.

Следовательно, аспектом изобретения является предоставление альтернативного осветительного устройства, которое дополнительно устраняет один или более из вышеописанных недостатков. В первом аспекте изобретение предоставляет осветительное устройство, содержащее:

а) множество светоизлучающих диодов (LED), выполненных с возможностью испускать LED-излучение;

б) полупрозрачное выходное окно, имеющее расположенную выше по потоку поверхность выходного окна и расположенную ниже по потоку поверхность выходного окна;

с) n пропускающих свет окон, размещенных после множества LED и до полупрозрачного выходного окна, при этом n равно или больше 1, каждое пропускающее окно имеет расположенную ближе относительно направления потока поверхность пропускающего окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность пропускающего окна;

д) k слоев люминесцентного материала, при этом k равно или больше 1, в частности, равно или больше 2, слои люминесцентного материала необязательно пространственно разделены, k слоев люминесцентного материала размещены после множества LED и до полупрозрачного выходного окна, и k слоев люминесцентного материала пространственно отделены от множества LED;

при этом множество LED и люминесцентный материал выполнены с возможностью

формирования света предварительно определенного цвета, и при этом полупрозрачное выходное окно выполнено с возможностью передачи, по меньшей мере, части света.

5 Такое устройство может преимущественно иметь более тонкие слои люминесцентного материала, посредством которых взаимное влияние люминесценции может быть уменьшено. Кроме того, использование более тонких слоев, предпочтительно с толщиной, меньше примерно 100 мкм, может иметь
10 вышеописанные преимущества обработки. Например, могут применяться слои, имеющие толщину в диапазоне приблизительно 5-100 мкм, толщина, например, зависит от числа слоев люминесцентного материала и от типа люминесцентного материала. Кроме того, осветительное устройство согласно изобретению может допускать разделение различных типов люминесцентных материалов. Таким образом, осветительные свойства осветительного устройства относительно свойств
15 люминесценции различных типов люминесцентных материалов могут быть оптимизированы. Кроме того, осветительное устройство согласно изобретению может, в частности, выглядеть белым, когда оно находится в выключенном состоянии, и освещается (снаружи) белым светом. Другие преимущества, особенно относительно систем, где люминесцентный материал предусмотрен на LED, могут заключаться в том, что может быть предоставлена реально эффективная система (с менее интенсивным обратным отражением/повторным поглощением) и что может быть
20 предоставлен выбор теплого белого цвета (без существенного температурного гашения и с относительно "низким" испусканием люминесцентного материала). Кроме того, осветительное устройство согласно изобретению является относительно простой концепцией (может быть основано на синем(их) LED, что имеет преимущество относительно легкой сборки и управления) и, кроме того, возможен вариант регулируемой цветовой температуры.

30 Фраза "n пропускающих окон, размещенных после LED и до полупрозрачного выходного окна" указывает, что каждое из этих пропускающих окон принимает, по меньшей мере, часть (преобразованного) LED-света и передает, по меньшей мере, часть этого (преобразованного) LED-света в направлении полупрозрачного выходного окна. Одно или более таких пропускающих окон могут содержаться в осветительном устройстве.
35

Фраза "k слоев люминесцентного материала" ссылается на слои люминесцентного материала, которые принимают, по меньшей мере, часть (преобразованного) LED-света, но также передают, по меньшей мере, часть этого (преобразованного) LED-света. Следовательно, в ряде вариантов осуществления пропускающее окно(а)
40 содержит(ат) один или более слоев люминесцентного материала. Фраза "при этом слои люминесцентного материала (необязательно) пространственно разделены" указывает, что соответствующие слои люминесцентного материала (необязательно) пространственно отделены друг от друга. Термин "слои люминесцентного материала"
45 в данном документе иногда также указывается как "покрытие" или "покрывающий слой", хотя изобретение не ограничено только покрывающими слоями.

k слоев люминесцентного материала (также) пространственно отделены от LED (т.е., "отдалены"). Это подразумевает, что слои люминесцентного материала, которые
50 указаны здесь как "k слоев люминесцентного материала", не нанесены на LED (или нанесены на кристалл). В частности, устройство согласно изобретению не содержит люминесцентного материала, наносимого на LED, и/или предпочтительно также не содержит купол LED, содержащий люминесцентный материал. В другом варианте

осуществления один или более LED излучают свет, отличный от синего света. Такие LED могут, однако, в варианте осуществления, содержать люминесцентные материалы, нанесенные на LED и/или содержащиеся в куполе LED. Такое применение может, например, использоваться, чтобы дополнительно увеличивать цветовую гамму и/или улучшать CRI света от осветительного устройства. Осветительное устройство согласно изобретению, однако, по меньшей мере, содержит люминесцентные слои, которые пространственно отделены от одного или множества LED. В данном документе, термин "LED" может ссылаться на один или более LED.

Фраза "при этом слои люминесцентного материала размещены после LED и до полупрозрачного выходного окна" указывает, что слои люминесцентного материала и, таким образом, люминесцентный материал, содержащийся в них, являются удаленными от LED (см. также выше), но до полупрозрачного выходного окна. Фраза "до полупрозрачного выходного окна" может включать в себя слой люминесцентного материала во внутреннем пространстве этого окна (см. ниже). Один или более k слоев люминесцентного материала, в частности, размещены на расположенной ближе относительно направления потока поверхности(ях) пропускающего окна и/или расположенной дальше относительно направления потока поверхности(ях) пропускающего окна n пропускающих окон или объединены в n пропускающих окон (или комбинации из одного или более таких вариантов осуществления). Такие конфигурации в данном документе также указываются посредством фразы "при этом пропускающее окно содержит слой люминесцентного материала", или "при этом пропускающее окно содержит расположенный ближе относительно направления потока (или дальше относительно направления потока) покрывающий слой люминесцентного материала" и похожими фразами.

Удаленный люминесцентный материал в LED-источниках света выглядит очень полезным относительно эффективности системы, в частности, для формирования света с низкой цветовой температурой (теплый белый). Применение люминесцентного материала, наносимого на пропускающую подложку или пленку, может давать в результате высокую эффективность системы, поскольку только небольшое количество света отражается обратно в LED, где он имеет довольно высокий шанс быть поглощенным. Использование люминесцентного материала, удаленного от множества LED может давать в результате рост эффективности вплоть до 50% по сравнению с системами с люминесцентным материалом в LED-модуле.

Как упомянуто выше, применение слоя люминесцентного материала на поверхности, особенно излучающей поверхности (т.е., лежащей дальше относительно направления потока поверхности), выходного окна может давать в результате более насыщенную световую точку этой поверхности, когда лампа выключена, и когда она освещена белым светом. Степень насыщенности возникающего цвета выходного окна может быть уменьшена, согласно изобретению, посредством применения люминесцентного материала, наносимого на передающий носитель, расположенный между множеством LED и диффузным, полупрозрачным материалом выходного окна осветительного устройства. Полупрозрачное выходное окно действует как окно для виртуального излучения (для дополнительной оптической системы, где светом можно дополнительно манипулировать, например, для придания формы лучу). С увеличением расстояния между слоем люминесцентного материала и полупрозрачным выходным окном насыщенность цвета полупрозрачного выходного окна дополнительно уменьшается. Меры, перечисленные выше и далее в данном документе, могут, среди прочего, быть основаны на применении дополнительного рассеивания

или отражения в системе. На удивление, однако, эффективность системы почти сохраняется, в то время как, в целом, добавление более рассеивающих и более (частично) отражающих поверхностей в систему вызывают значительное уменьшение эффективности системы.

Осветительное устройство

Осветительное устройство в данном документе указывается как "устройство". Относительно одного или более LED, одно или более пропускающих окон размещены дальше относительно направления потока, чем один или более LED. Пропускающее окно(а) предпочтительно размещено(ы) таким образом, что, по существу, все излучение, сформированное одним или более LED, направляется в пропускающее окно, т.е., пропускающее окно(а) расположено(ы) на пути света, излучаемого одним или более LED. Следовательно, в предпочтительном варианте осуществления люминесцентный материал и/или пропускающее окно(а) принимают, по существу, все LED-излучение.

Полупрозрачное выходное окно размещено после пропускающего окна(он). Следовательно, пропускающее окно(а) имеет(ют) расположенную ближе относительно направления потока поверхность выходного окна, направленную к одному или более LED, и расположенную дальше относительно направления потока поверхность выходного окна, направленную к полупрозрачному выходному окну; полупрозрачное выходное окно имеет расположенную ближе относительно направления потока поверхность выходного окна, направленную на расположенную дальше относительно направления потока поверхность пропускающего окна, и расположенную дальше относительно направления потока поверхность выходного окна, направленную во внешнюю среду от осветительного устройства.

Как упомянуто выше, это выходное окно выполнено с возможностью допускать выход света из осветительного устройства. Однако, не исключаются дополнительные оптические устройства, такие как коллиматоры, отражатели, световоды, оптические слои и т.д., чтобы направлять или воздействовать на свет от осветительного устройства, причем эти оптические устройства могут быть размещены после выходного окна.

С помощью изобретения могут быть реализованы удаленные модули с люминесцентным материалом и лампы, которые имеют очень высокую эффективность и хорошую цветопередачу, и которые могут также иметь белый внешний вид или являются почти нейтральными по цвету, когда находятся в выключенном состоянии. Предложенные системы с люминесцентным материалом в или на пропускающем окне, таком как пленка, могут также допускать дешевое массовое производство за счет рулонного производственного процесса и могут сочетать гомогенизацию с оптимизацией эффективности.

Как упомянуто выше, осветительное устройство согласно изобретению предпочтительно содержит два или более слоев люминесцентного материала. Поскольку может быть одно или более пропускающих окон, один или более, в частности, два или более, слоев люминесцентного материала, и поскольку слои люминесцентного материала могут содержать различные типы люминесцентных материалов, изобретение допускает большое число конфигураций (или вариантов осуществления).

В варианте осуществления осветительное устройство содержит первое пропускающее окно, при этом расположенная ближе относительно направления потока поверхность пропускающего окна первого пропускающего окна содержит

первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность пропускающего окна первого пропускающего окна содержит первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала.

В дополнительном варианте осуществления осветительное устройство дополнительно содержит второе пропускающее окно, при этом расположенная ближе относительно направления потока поверхность пропускающего окна второго пропускающего окна содержит второй, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность пропускающего окна второго пропускающего окна содержит второй, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала.

Как может быть ясно специалисту в данной области техники, другие варианты могут включать в себя варианты осуществления, где осветительное устройство содержит первое пропускающее окно, при этом расположенная ближе относительно направления потока поверхность пропускающего окна первого пропускающего окна содержит первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала, и/или расположенная дальше относительно направления потока поверхность пропускающего окна первого пропускающего окна содержит первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала, и/или варианты осуществления, где осветительное устройство дополнительно содержит второе пропускающее окно, при этом расположенная ближе относительно направления потока поверхность пропускающего окна второго пропускающего окна содержит второй, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала, и/или при этом расположенная дальше относительно направления потока поверхность пропускающего окна второго пропускающего окна содержит второй, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала.

В дополнительном варианте осуществления расположенная ближе относительно направления потока поверхность выходного окна полупрозрачного выходного окна содержит расположенный ближе относительно направления потока покрывающий слой люминесцентного материала выходного окна. В конкретном варианте осуществления расположенный ближе относительно направления потока покрывающий слой люминесцентного материала выходного окна содержит люминесцентный материал, выполненный с возможностью излучения красного света.

Хорошие результаты могут быть получены с осветительными устройствами, в которых k находится в диапазоне от 2 до 5, а n находится в диапазоне от 1 до 2.

Например, устройство может содержать, в варианте осуществления, два пропускающих окна, каждое имеет расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала и каждое имеет расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала ($n=2$; $k=4$) и необязательно также расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой люминесцентного материала выходного окна (при этом $n=2$, а $k=5$).

В варианте осуществления, по меньшей мере, два слоя люминесцентного материала

содержат, по существу, идентичные составы люминесцентного материала. В еще одном варианте осуществления, по меньшей мере, два слоя люминесцентного материала содержат, по существу, различные составы люминесцентного материала. Термин "состав люминесцентного материала" может ссылаться на состав, содержащий

5 один или более различных люминесцентных материалов. В этом контексте, термины "различный" и "идентичный", в частности, ссылаются на цвет света, сформированного при равных условиях возбуждения. Примером двух слоев люминесцентного материала, содержащих, по существу, идентичные составы покрытия с

10 люминесцентным материалом, могут быть покрытия, содержащие $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG:Ce), в котором в обоих люминесцентных материалах церий, по существу, присутствует в одинаковом молярном объеме.

В варианте осуществления, первый слой люминесцентного материала выполнен с возможностью формирования света первого цвета, а второй слой люминесцентного

15 материала выполнен с возможностью формирования света второго цвета, при этом свет первого цвета имеет длину волны преобладающего излучения, большую, чем свет второго цвета, и при этом первый слой люминесцентного материала располагается ближе относительно направления потока, чем второй слой люминесцентного

20 материала. Например, излучающий красный свет люминесцентный материал может содержаться в расположенном ближе относительно направления потока покрывающем слое люминесцентного материала пропускающего окна, а излучающий зеленый или желтый свет люминесцентный материал может содержаться в

25 находящемся дальше относительно направления потока покрывающем слое люминесцентного материала того же пропускающего окна. Преимуществом такой конфигурации может быть то, что зеленое и/или желтое свечение, соответственно, по существу, не поглощается излучающим красный свет люминесцентным материалом. Если конфигурация выполнена наоборот, красный люминесцентный материал может

30 поглощать часть зеленого и/или желтого свечения, соответственно. Следовательно, в варианте осуществления, первый слой люминесцентного материала содержит люминесцентный материал, выполненный с возможностью излучения красного света.

В конкретном варианте осуществления один или более слоев люминесцентного материала содержат структурированные покрывающие слои. Следовательно, в

35 варианте осуществления, один или более слоев люминесцентного материала, по существу, являются монотонными слоями, более конкретно, все слои люминесцентного материала являются, по существу, монотонными слоями, а в другом варианте осуществления один или более слоев люминесцентного материала содержат

40 структурированные покрывающие слои. Преимуществом использования одного или более структурированных слоев может быть то, что взаимодействие люминесцентного материала может быть уменьшено, таким образом, снижая возможные потери (повторное поглощение).

В конкретном варианте осуществления одно или более окон, выбранных из группы, состоящей из полупрозрачного выходного окна и одного или более из n

45 пропускающих окон, содержат независимо один или более слоев люминесцентного материала, как полупрозрачное выходное окно и пропускающие люминесцентные окна, соответственно. Например, часть люминесцентного материала может быть

50 объединена в одно или более пропускающих окон и/или полупрозрачное выходное окно. В варианте осуществления такое окно может быть люминесцентной керамикой. В другом варианте осуществления люминесцентный материал может быть распределен в одном или более таких окон.

Следовательно, в варианте осуществления, слой люминесцентного материала может быть покрывающим слоем, а в другом варианте осуществления он может быть объединен с окном. Последнее указывается как (полупрозрачное) люминесцентное (выходное) окно, которое, таким образом, содержит слой люминесцентного материала, но может также быть видимо как слой люминесцентного материала, поскольку такое окно имеет свойства окна (по меньшей мере, частично, пропускающие свет), а также люминесцентные свойства.

Такие люминесцентные окна могут, тем не менее, также содержать покрытие из люминесцентного материала (на расположенной ближе относительно направления потока поверхности и/или расположенной дальше относительно направления потока поверхности).

Кроме того, осветительное устройство согласно вариантам осуществления изобретения может также содержать один или более дихроичных фильтров. Такие фильтры, в частности, размещены дальше относительно направления потока, чем LED, и ближе относительно направления потока, чем полупрозрачное выходное окно, и дополнительно выполнены с возможностью передачи, по меньшей мере, частично, света ближе относительно направления потока, чем один или несколько дихроичных фильтров, и отражения, по меньшей мере, частично, света дальше относительно направления потока, чем один или более дихроичных фильтров.

В дополнение к слоям люминесцентного материала, описанным в данном документе, которые, в принципе, по меньшей мере, частично являются прозрачными, в варианте осуществления осветительное устройство может дополнительно содержать слой люминесцентного материала, выполненный с возможностью формирования излучения в отражающем состоянии. Такой слой люминесцентного материала может быть указан как непроникающий слой люминесцентного материала и может, например, быть размещен на стенках и/или основании (таком как подложка) устройства. Следовательно, пока не указано иное, слои люминесцентного материала, в варианте осуществления, в частности выполнены с возможностью допускать передачу, по меньшей мере, части света в направлении полупрозрачного выходного окна или, даже более детально, на наружную поверхность осветительного устройства дальше относительно направления потока, чем полупрозрачное выходное окно. Слой люминесцентного материала, выполненный с возможностью формирования излучения в отражающем состоянии, однако, в частности, размещен на непроникающих частях, таких как стенки LED-камеры или подложка LED (типа LED-панели).

Устройство согласно вариантам осуществления изобретения может иметь различные типы форм; или более точно, выходное окно и пропускающее окно могут иметь различные типы форм. В варианте осуществления одно или более окон, выбранных из группы, состоящей из полупрозрачного выходного окна и одного или более из n пропускающих окон, имеют независимо, по существу, плоскую форму. В другом варианте осуществления одно или более окон, выбранных из группы, состоящей из полупрозрачного выходного окна и одного или более из n пропускающих окон, имеют независимо, по существу, выпуклую форму. Как будет ясно специалисту в данной области техники, могут также применяться комбинации плоских и выпуклых окон.

В конкретном варианте осуществления устройство дополнительно содержит датчик, в частности, оптический датчик, при этом датчик выполнен с возможностью принимать, по существу, только отраженный свет. Следовательно, такой датчик не должен быть подвержен прямому облучению; таким образом, тепловые нагрузки

могут быть, по существу, предотвращены. Кроме того, при применении оптического датчика преимуществом может быть то, что оптический датчик может обнаруживать, по существу, смешанный свет, тогда как датчик, принимающий прямой свет, может принимать свет, который менее смешан (например, из-за факта того, что LED-свет может быть только частично ламбертовским после передачи через один или более слоев люминесцентного материала).

Осветительное устройство изобретения, в частности, выполнено с возможностью формирования света предварительно определенного цвета, такого как белый свет.

Предложенные конфигурации могут применяться при освещении большой площади, атмосферном освещении (например, световые мозаики), задней подсветке (например, рекламные стойки), в светильниках, рассеивающих модифицированных лампах, таких как лампы накаливания (GLS) или сменные TL-лампы, и в настенных светильниках и, в зависимости от объема и ограничений луча, в некоторых фарах-прожекторах.

Ниже приведены некоторые дополнительные детали, касающиеся LED и люминесцентного материала, пропускающего окна и полупрозрачного выходного окна, соответственно.

LED и люминесцентный материал

В варианте осуществления LED выполнен с возможностью испускания синего излучения, а люминесцентный материал содержит (а) зеленый люминесцентный материал, выполненный с возможностью поглощения, по меньшей мере, части синего LED-излучения, и испускания зеленого излучения, и (b) красный люминесцентный материал, выполненный с возможностью поглощения, по меньшей мере, части синего LED-излучения или, по меньшей мере, части зеленого излучения или, по меньшей мере, части синего излучения и, по меньшей мере, части зеленого излучения и испускания красного излучения. Таким образом, свет предварительно определенного цвета может быть белым светом. В зависимости, среди прочего, от мощности LED, спектра синего LED-излучения и количества люминесцентного материала может быть составлен белый свет других цветовых температур.

В другом варианте осуществления LED выполнен с возможностью испускания синего излучения, и люминесцентный материал содержит (а) желтый люминесцентный материал, выполненный с возможностью поглощения, по меньшей мере, части синего излучения, и испускания желтого излучения, и необязательно (b) один или более других люминесцентных материалов, выполненных с возможностью поглощения, по меньшей мере, части синего LED-излучения или, по меньшей мере, части желтого излучения или, по меньшей мере, части синего излучения и, по меньшей мере, части желтого излучения и испускания излучения с длиной волны излучения, отличной от длины волны желтого излучения. Также, таким образом, свет предварительно определенного цвета может быть белым светом. В зависимости, среди прочего, от спектра синего LED-излучения, мощности LED и количества люминесцентного материала может быть составлен белый свет других цветовых температур. В конкретном варианте осуществления люминесцентный материал, в дополнение к желтому люминесцентному материалу (а), дополнительно содержит (b) красный люминесцентный материал, выполненный с возможностью поглощения, по меньшей мере, части синего LED-излучения или, по меньшей мере, части желтого излучения или, по меньшей мере, части синего излучения и, по меньшей мере, части желтого излучения и испускания красного излучения. Этот красный люминесцентный материал может, среди прочего, применяться, чтобы дополнительно улучшать CRI.

В варианте осуществления осветительное устройство содержит множество светоизлучающих диодов (LED), как, например, порядка 2-100, например, 4-64, которые выполнены с возможностью испускания LED-излучения.

5 Термин "белый свет", используемый в данном документе, известен специалисту в данной области техники. Он, в частности, относится к свету, имеющему коррелированную цветовую температуру (CCT) между приблизительно 2000 и 20000 К, в частности, между 2700 и 20000 К. Для общего освещения, CCT, в частности, лежит в диапазоне от приблизительно 2700 К до 6500 К, а для целей заднего освещения она
10 лежит, в частности, в диапазоне от приблизительно 7000 К до 20000 К, и, в частности, в пределах приблизительно 15 SDCM (стандартного отклонения при согласовании цветов) от BBL, более конкретно, в пределах приблизительно 10 SDCM от BBL, даже более конкретно в пределах 5 SDCM от BBL. Термин "предварительно определенный цвет" может относиться к любому цвету в цветовом треугольнике, но может, в
15 частности, ссылаться на белый свет.

Термины "синий свет" или "синее излучение", в частности, ссылаются на свет, имеющий длину волны в диапазоне приблизительно 410-490 нм. Термин "зеленый свет", в частности, ссылается на свет, имеющий длину волны в диапазоне
20 приблизительно 500-570 нм. Термин "красный свет", в частности, ссылается на свет, имеющий длину волны в диапазоне приблизительно 590-650 нм. Термин "желтый свет", в частности, ссылается на свет, имеющий длину волны в диапазоне приблизительно 560-590 нм.

Эти термины не исключают того, что, в частности, люминесцентный материал
25 может иметь излучение широкого диапазона, имеющее длину(ы) волн излучения за пределами диапазона, например, около 500-570 нм, около 590-650 нм и около 560-590 нм, соответственно. Однако, преобладающая длина волны излучений таких люминесцентных материалов (или LED) будет найдена в диапазонах, данных в данном
30 документе. Следовательно, фраза "с длиной волны в диапазоне", в частности, указывает, что излучение может иметь длину волны преобладающего излучения в указанном диапазоне.

Более предпочтительные люминесцентные материалы выбираются из гранатов и нитридов, в частности, легированных трехвалентным церием или двухвалентным
35 европием, соответственно. Варианты осуществления гранатов, в частности, включают в себя $A_3B_5O_{12}$ -гранаты, где А содержит, по меньшей мере, иттрий или лютеций, а В содержит, по меньшей мере, алюминий. Такой гранат может быть легирован церием (Ce), празеодимием (Pr) или комбинацией церия и празеодимия;
40 предпочтительно церием Ce. В частности, В содержит алюминий (Al), однако, В может также частично содержать галлий (Ga) и/или скандий (Sc) и/или индий (In), в частности, вплоть до 20% Al, более конкретно, вплоть до 10% Al (т.е. В-ионы, по существу, состоят из 90 или более молярных % Al, а 10 или менее молярных % из одного или
45 более из Ga, Sc и In); В может, в частности, содержать вплоть до 10% галлия. В другом варианте В и О могут, по меньшей мере, частично быть заменены на Si и N. Элемент А может, в частности, быть выбран из группы, состоящей из иттрия (Y), гадолиния (Gd), тербия (Tb) и лютеция (Lu). Дополнительно, Gd и/или Tb, в частности, присутствуют только вплоть до объема в 20% А. В конкретном варианте осуществления гранатовый
50 люминесцентный материал содержит $(Y_{1-x}Lu_x)_3B_5O_{12}:Ce$, где x равен или больше 0 и равен или меньше 1.

Термин "Ce" указывает, что часть ионов металла (т.е., в гранате: часть "А"-ионов) в люминесцентном материала заменена на Ce. Например, в случае $(Y_{1-x}Lu_x)_3Al_5O_{12}:Ce$

часть Y и/или Lu заменена на Ce. Это известно специалисту в области техники. Ce заменит A, как правило, максимально на 10%; как правило, концентрация Ce будет в диапазоне 0.1-4%, в частности 0.1-2% (относительно A). Принимая 1% Ce и 10% Y, полная, правильная формула должна быть $(Y_{0,1}Lu_{0,89}Ce_{0,01})_3Al_5O_{12}$. Ce в гранатах находится, по существу, или только в трехвалентном состоянии, как известно специалисту в области техники.

Красный люминесцентный материал может содержать, в варианте осуществления, один или более материалов, выбранных из группы, состоящей из $(Ba, Sr, Ca)S:Eu$, $(Ba, Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ и $(Ba, Sr, Ca)_2Si_5N_8:Eu$. В этих смесях европий (Eu) является, по существу, или только двухвалентным и заменяет один или более указанных двухвалентных катионов. Как правило, Eu не будет присутствовать в объемах, больших, чем 10% катиона, в частности, он будет в диапазоне приблизительно 0,5-10%, а более конкретно, 0,5-5% относительно катиона(ов), которые он замещает.

Термин "Eu" указывает, что часть ионов металла заменяется на Eu (в этих примерах на Eu^{2+}). Например, предположим 2% Eu в $CaAlSiN_3:Eu$, правильная формула должна быть $(Ca_{0,98}Eu_{0,02})AlSiN_3$. Двухвалентный европий будет, как правило, замещать двухвалентные катионы, как, например, указанные выше двухвалентные щелочноземельные катионы, в частности, Ca, Sr или Ba.

Материал $(Ba, Sr, Ca)S:Eu$ может также быть указан как $MS:Eu$, в котором M является одним или более элементами, выбранными из группы, состоящей из бария (Ba), стронция (Sr) и кальция (Ca); в частности, M содержит в этой смеси кальций или стронций, или кальций и стронций, более конкретно, кальций. Здесь, Eu вводится и заменяет, по меньшей мере, часть M (т.е., одно или более из Ba, Sr и Ca).

Дополнительно, материал $(Ba, Sr, Ca)_2Si_5N_8:Eu$ может также быть указан как $M_2Si_5N_8:Eu$, в котором M является одним или более элементами, выбранными из группы, состоящей из бария (Ba), стронция (Sr) и кальция (Ca); в частности, M содержит в этой смеси Sr и/или Ba. В дополнительном конкретном варианте осуществления M состоит из, в частности, 50-100% Sr и/или Ba (не принимая во внимание присутствие Eu), в частности, 50-90% Ba и 50-0%, в частности, 50-10% Sr, как, например, $Ba_1Sr_{0,5}Si_5N_8:Eu$ (т.е. 75% Ba; 25% Sr). Здесь, Eu вводится и заменяет, по меньшей мере, часть M (т.е., одно или более из Ba, Sr и Ca).

Также, материал $(Ba, Sr, Ca)AlSiN_3:Eu$ может также быть указан как $MAlSiN_3:Eu$, в котором M является одним или более элементами, выбранными из группы, состоящей из бария (Ba), стронция (Sr) и кальция (Ca); в частности, M содержит в этой смеси кальций или стронций, или кальций и стронций, более конкретно, кальций. Здесь, Eu вводится и заменяет, по меньшей мере, часть M (т.е., одно или более из Ba, Sr и Ca).

Термин "люминесцентный материал", используемый в данном документе, в частности, относится к неорганическим люминесцентным материалам, которые также иногда указываются как люминесцентные материалы. Эти выражения известны специалисту в данной области техники.

Пропускающее окно

В частности, на ненулевом расстоянии от одного или более LED (т.е., в частности, от светоизлучающей поверхности (или матрицы) одного или более LED) размещается пропускающее окно.

Термин "пропускающий", использованный в данном документе, может в одном варианте осуществления ссылаться на прозрачный, а в другом варианте осуществления на полупрозрачный. Эти выражения известны специалисту в данной области техники. Термин "пропускающий" может, в частности, указывать, что

передача света пропускающим окном, в частности, по меньшей мере, в синем диапазоне, в общем, во всем видимом диапазоне (т.е. приблизительно 380-680 нм), равна, по меньшей мере, приблизительно 20%, более конкретно, по меньшей мере, приблизительно 50%, даже более конкретно, по меньшей мере, приблизительно 80% (при перпендикулярном освещении пропускающего окна светом).

Пропускающее окно может быть самонесущим, но в альтернативном варианте осуществления оно может также быть гибкой пленкой, которая, например, натянута (например, между стенками LED-камеры или стенками полости диффузора (см. ниже) устройства). Пропускающее окно может иметь, по существу, плоскую форму, типа пластины, но в другом варианте осуществления, оно может иметь, по существу, выпуклую форму, например, типа купола.

Пропускающее окно может, в варианте осуществления, содержать органический материал. Предпочтительные органические материалы выбираются из группы, состоящей из PET (полиэтилентерефталата), PE (полиэтилена), PP (полипропилена), PC (поликарбоната), P(M)MA (поли(метил)метакрилата), PEN (полиэтиленнафтолята), PDMS (полидиметилсилоксана) и СОС (циклоолефинового полимера). Поликарбонат, например, дает хорошие результаты. Однако, в другом варианте осуществления пропускающее окно содержит неорганический материал. Предпочтительные неорганические материалы выбираются из группы, состоящей из стекол, (плавленого) кварца, керамики и силиконов.

Пропускающее окно может быть покрыто с одной или обеих сторон одним или двумя слоями люминесцентного материала. Следовательно, в этом случае пропускающее окно может также быть указано как пропускающая подложка. Как упомянуто выше, в дополнительном варианте осуществления, пропускающее окно содержит, по меньшей мере, часть люминесцентного материала. В другом варианте осуществления пропускающее окно, содержащее люминесцентный материал (слой), дополнительно снабжено покрытием с одной или обеих сторон, которое содержит также часть люминесцентного материала (который может иметь, по существу, другой цвет излучения или, по существу, похожий цвет излучения).

Полупрозрачное выходное окно

В частности, на ненулевом расстоянии от расположенной дальше относительно направления потока поверхности пропускающего окна, после пропускающего окна, размещается полупрозрачное выходное окно. Это выходное окно выполнено с возможностью допускать выход из осветительного устройства света от осветительного устройства.

Полупрозрачное выходное окно может, в варианте осуществления, содержать органический материал. Предпочтительные органические материалы выбираются из группы, состоящей из PET (полиэтилентерефталата), PE (полиэтилена), PP (полипропилена), PC (поликарбоната), P(M)MA (поли(метил)метакрилата), PEN (полиэтиленнафтолята), СОС (циклоолефинового полимера) и PDMS (полидиметилсилоксана). Однако, в другом варианте осуществления полупрозрачное выходное окно содержит неорганический материал. Предпочтительные неорганические материалы выбираются из группы, состоящей из стекол, (плавленого) кварца, керамики и силиконов.

В варианте осуществления, однако, выходное окно является полупрозрачным. Например, вышеупомянутые материалы могут иметь собственные полупрозрачные свойства или могут быть сделаны полупрозрачными (например, посредством матирования (например, пескоструйной обработкой или кислотным травлением)

материала). Такие способы известны в области техники. Полупрозрачное выходное окно может позволять некоторому свету проходить насквозь, но внутреннее пространство (т.е., объекты осветительного устройства, расположенные до выходного окна), видимое через полупрозрачный материал, по существу, рассеяно или нечетко.

Как упомянуто выше, в дополнительном варианте осуществления, выходное окно содержит, по меньшей мере, часть люминесцентного материала. В другом варианте осуществления выходное окно, содержащее люминесцентный материал (слой), дополнительно снабжено покрытием на расположенной ближе относительно направления потока стороне, которое содержит также часть люминесцентного материала (который может иметь, по существу, другой цвет излучения или, по существу, похожий цвет излучения).

Краткое описание чертежей

Варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны, только в качестве примера, со ссылкой на сопроводительные схематические чертежи, в которых соответствующие ссылочные символы указывают соответствующие части, и на которых:

Фиг.1a-1b схематически изображают два варианта осуществления согласно изобретению;

Фиг.2a-2d схематически изображают четыре варианта осуществления согласно изобретению, в которых некоторые из осветительных устройств имеют цветовое разделение люминесцентных материалов;

Фиг.3a-3c схематически изображают три варианта осуществления согласно изобретению, в которых осветительные устройства содержат два пропускающих окна;

Фиг.4a-4c схематически изображают три варианта осуществления, в которых осветительное устройство имеет цветовое разделение люминесцентных материалов, и осветительное устройство имеет слой, покрывающий выходное окно;

Фиг.5a-5d схематически изображают 4 варианта осуществления, в которых также применяются слои люминесцентного материала в отражающем состоянии;

Фиг.6a и 6b схематически изображают некоторые варианты осуществления с дихроичными фильтрами;

Фиг.7a и 7b схематически изображают некоторые варианты осуществления со структурированными покрывающими слоями люминесцентного материала; и

Фиг.8 схематически изображает вариант осуществления, в котором одно или более пропускающих окон и выходное окно содержат слой люминесцентного материала.

Изображены только существенные элементы. Другие элементы, типа приводов, дополнительные оптические устройства, типа оптических фильтров, коллиматоров, осветительных приборов и т.д., известные специалисту в данной области техники, не изображены на схематических чертежах.

Описание предпочтительных вариантов осуществления

Фиг.1 схематически изображает вариант осуществления осветительного устройства согласно изобретению. Осветительное устройство указано ссылкой 100. Осветительное устройство 100 содержит светоизлучающий диод 10, выполненный с возможностью испускания LED-излучения 11, которым может быть, например, синий свет.

Осветительное устройство 100 дополнительно содержит полупрозрачное выходное окно 200, имеющее расположенную ближе относительно направления потока поверхность 202 выходного окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 201 выходного окна. Последняя направлена во внешнюю среду, а первая, по существу, направлена внутрь устройства 100, более

конкретно, на один или более LED 10. Полупрозрачное выходное окно 200 может, например, быть матовым РС или стеклом.

В схематически изображенном варианте осуществления на фиг.1a-1b полупрозрачное выходное окно 200 имеет, по существу, выпуклую форму.

После одного или более LED 10 и до полупрозрачного выходного окна 200 размещены n пропускающих окон 300(1), 300(2),..., 300(n), где n равно или больше 1. Термин " n пропускающих окон 300(1), 300(2),..., 300(n)" указывает, что осветительное устройство 100 содержит число n пропускающих окон 300, при этом окна указываются ссылкой 300 (1- n), соответственно, и при этом пропускающее окно 300 (1) является первым пропускающим окном 300, пропускающее окно 300(2) является вторым пропускающим окном 300 и т.д. Каждое пропускающее окно 300 имеет расположенную ближе относительно направления потока поверхность 302 пропускающего окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 301 пропускающего окна. Первая из них, по существу, направлена на один или более LED 10, последняя, по существу, направлена на полупрозрачное выходное окно 200. Таким образом, свет 100 от одного или более LED 10, который течет в направлении "вниз" к пропускающему окну(ам) 300, может, по меньшей мере, частично передаваться пропускающим окном(ами) 300 и впоследствии продолжается в направлении вниз к полупрозрачному выходному окну 200, и может, по меньшей мере, частично передаваться полупрозрачным выходным окном 200, таким образом, предоставляя свет 60 в качестве света от осветительного устройства. Такой свет от осветительного устройства 60 может, например, быть белым светом.

В схематических чертежах 1a-1b n равно 1, т.е., эти осветительные устройства 100 содержат одно пропускающее окно 300, также указанное как первое пропускающее окно 300(1).

Кратчайшее расстояние от одного или более LED 10 до пропускающего окна 300(n) указано ссылкой L2. Расстояние L2 между одним или более LED 10 и первым расположенным дальше относительно направления потока пропускающим окном 300, как правило, будет в диапазоне приблизительно 1-50 мм, в частности, в диапазоне приблизительно 1-20 мм.

В схематически изображенных вариантах осуществления на фиг.1a-1b пропускающие окна 300(1) имеют, по существу, плоскую форму.

Один или более LED 10, как схематически изображено, установлены на подложке 110, которой, например, может быть плата с контактами. Подложка 110 может дополнительно содержать (множество) отражатель(ей) 114. Свет, который падает на подложку 110, может, таким образом, отражаться обратно в устройство 100. Отражатели известны в области техники и могут, например, содержать, по существу, диффузные отражатели типа тефлона или могут содержать частично диффузные и частично зеркальные отражатели, как известно специалисту в данной области техники.

Один или более LED 10 содержатся в LED-камере 80. Здесь, подложка 110, пропускающее окно 300(1) и стенки 120 LED-камеры составляют LED-камеру 80. LED-камера 80 может быть выполнена с возможностью служить в качестве камеры смещения света. Также стенки 120 LED-камеры (по меньшей мере, сторона стенки LED-камеры, направленная к одному или более LED 10), могут быть снабжены отражателем (не указанным на схематическом чертеже), или предпочтительно могут сами иметь диффузные или зеркальные, или комбинацию диффузных и зеркальных, отражающие свойства.

Пропускающее окно 300(1), в этом варианте осуществления, является только

пропускающим окном 300, и, таким образом, также пропускающим окном 300, которым является первое пропускающее окно 300, размещенное до полупрозрачного выходного окна 200, а также "последним" пропускающим окном 300, размещенным после одного или более LED. Следовательно, после первого пропускающего окна 300(1) и до полупрозрачного выходного окна 200 формируется конечная полость 180, окруженная первым пропускающим окном 300(1) и полупрозрачным выходным окном 200 и необязательно другими деталями осветительного устройства (см. ниже). Конечная полость 180 может быть выполнена с возможностью смешивания LED-света 11 и света люминесцентного материала или свечения 30.

Осветительное устройство 100 дополнительно содержит k слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала, где k равно или больше 2. Термин "k слоев 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала" указывает, что осветительное устройство 100 содержит число k слоев 400 люминесцентного материала, при этом слои люминесцентного материала указываются ссылкой 400(1-k), соответственно, и при этом слой 400(1) люминесцентного материала является первым слоем 400 люминесцентного материала, слой 400(2) люминесцентного материала является вторым слоем 400 люминесцентного материала и т.д.

В варианте осуществления слой(и) 400 люминесцентного материала могут содержать множество слоев люминесцентного материала. Однако, термин "k слоев люминесцентного материала", используемый в данном документе, ссылается на разделение слоев люминесцентного материала, которые по отдельности могут независимо содержать множество слоев люминесцентного материала. Кроме того, в варианте осуществления, эти слои 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала могут быть разделены пространственно.

k слоев 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала размещены после LED 10 и до полупрозрачного выходного окна 200. Кроме того, k слоев 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала пространственно отделены от LED (10).

Кратчайшее расстояние от одного или более LED 10 до слоев 400 люминесцентного материала (здесь 400(1) и 400(2)) указано ссылкой L1. Расстояние L1 между одним или более LED 10 и слоями 400(1) люминесцентного материала будет в диапазоне приблизительно 1-50 мм, в частности, в диапазоне приблизительно 1-20 мм.

Обращаясь к фиг. 1a, осветительное устройство 100 содержит два слоя 400 люминесцентного материала, т.е., k равно 2. Эти слои 400 люминесцентного материала указаны ссылками 400(1) и 400(2), соответственно. В этом варианте осуществления первый из них размещен в качестве расположенного ближе относительно направления потока покрытия для первого пропускающего окна 300(1), а последний размещен в качестве расположенного дальше относительно направления потока покрытия для первого пропускающего окна 300(1). Следовательно, более конкретно, это осветительное устройство 100 содержит первое пропускающее окно 300(1), в котором расположенная ближе относительно направления потока поверхность 302 пропускающего окна содержит первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(1) люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность 301 пропускающего окна содержит первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(1) люминесцентного материала.

Два слоя 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала, здесь первый слой 400(1) люминесцентного материала и второй слой 400(2) люминесцентного материала могут, в варианте осуществления, содержать, по существу идентичные

составы люминесцентного материала (как изображено на фиг.1a и 1b). Однако, в другом варианте осуществления первый слой 400(1) люминесцентного материала и второй слой 400(2) люминесцентного материала могут содержать, по существу, различные составы люминесцентного материала.

Один или более LED выполнены с возможностью формирования света предварительно определенного цвета, в данном документе также указанного как LED-излучение 11. Часть этого LED-излучения 11 может поглощаться люминесцентным материалом в слоях 400 люминесцентного материала, таким образом, преобразуя часть поглощенного света в свечение 30 люминесцентного материала.

Комбинация LED-излучения 11 и свечения 30 люминесцентного материала предоставляет свет 50 предварительно определенного цвета, такого как белый свет. Следовательно, один или более LED 10 и слои 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала выполнены с возможностью формирования света (50) предварительно определенного цвета. Полупрозрачное выходное окно 200 выполнено с возможностью передачи, по меньшей мере, части света 50. Таким образом, свет от осветительного устройства 60 формируется во время работы осветительного устройства 100. Цвет света от осветительного устройства 60 может, по существу, быть таким же, что и цвет смешанного света 50. Однако, в частности, когда применяются варианты осуществления, в которых полупрозрачное выходное окно 200 содержит расположенный ближе относительно направления потока выходного окна покрывающий слой люминесцентного материала (см. ниже), цвета могут отличаться.

В конкретном варианте осуществления на фиг.1a непосредственно рядом с LED-камерой 80 могут быть размещены одна или более других камер или полостей. Эти камеры указаны ссылкой 90. LED-камера 80 и одна или более других камер, все, могут быть покрыты полупрозрачным выходным окном 200. Дополнительно, они могут содержать стенки 91 камеры. В варианте осуществления первая соседняя камера 90(1) содержится в осветительном устройстве 100, здесь непосредственно примыкая к LED-камере 80, причем эта первая соседняя камера может, в варианте осуществления, содержать датчик 70. В варианте осуществления также вторая соседняя камера 90(2) содержится в осветительном устройстве 100, здесь непосредственно примыкающая к LED-камере 80, причем эта вторая соседняя камера может, в варианте осуществления, также содержать датчик 70. В схематически изображенном варианте осуществления часть стенок 91 камеры совпадает со стенками 120 LED-камеры. Как показано на чертеже, соседние камеры 90, в варианте осуществления, являются полостями, окруженными подложкой 110 и камерами 91 стенки.

В варианте осуществления, как схематически изображено на фиг.1a, и первая, и вторая соседние камеры 90(1), 90(2) содержатся в осветительном устройстве 100, первая соседняя камера, например, содержит оптический датчик 71, а последняя соседняя камера, например, содержит, тепловой датчик 72. Полости могут, по существу, быть закрытыми и/или могут, например, иметь отверстие 92 в конечную полость 180. В схематическом варианте осуществления на фиг.1a первая соседняя камера 90(1), содержащая оптический датчик 71, содержит отверстие 92. В изображенном варианте осуществления датчик 71 выполнен с возможностью приема, по существу, только отраженного света. Следовательно, такой датчик 71 может не быть подвержен прямому облучению; таким образом, тепловые нагрузки могут быть, по существу, предотвращены. Следовательно, оптический датчик 71 может обнаруживать, по существу, смешанный свет. Альтернативно, по меньшей мере, часть стенки между полостью 90(1) и 180 может содержать полупрозрачный материал,

который позволяет части света 50 достигать оптического датчика 71.

Обращаясь к фиг.1b, по существу, схематически изображен тот же вариант осуществления, что и описанный выше. Однако, в этом варианте осуществления расположенная дальше относительно направления потока поверхность 202 выходного окна содержит расположенный ближе относительно направления потока покрывающий выходное окно слой 222 люминесцентного материала, который может, например, содержать люминесцентный материал, выполненный с возможностью излучения красного света. Такой покрывающий слой может также принадлежать к группе из k слоев 400 люминесцентного материала. Следовательно, этот слой люминесцентного материала здесь также указан с помощью ссылки 400(3), поскольку он предполагается быть третьим слоем люминесцентного материала (т.е., k равно 3 на фиг.1b).

Фиг.2a, 2b, 2c и 2d схематически изображают варианты осуществления, которые похожи на описанные более подробно выше в данном документе относительно схематических чертежей 1a и 1b. Соседние камеры 90(1) и 90(2) не включены в эти и дополнительные схематические чертежи, но могут, конечно, быть частью вариантов осуществления, схематически изображенных на других чертежах и описанных ниже.

Здесь, также осветительное устройство 100 содержит светоизлучающий диод(ы) 10, выполненный с возможностью испускания LED-излучения 11, которым может быть, например, синий свет. Осветительное устройство 100 дополнительно содержит полупрозрачное выходное окно 200, имеющее расположенную ближе относительно направления потока поверхность 202 выходного окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 201 выходного окна. Последняя направлена во внешнюю среду, а первая, по существу, направлена на один или более LED 10. В схематически изображенном варианте осуществления на фиг.2a, 2b и 2d полупрозрачное выходное окно 200 имеет, по существу, выпуклую форму; в схематически изображенном варианте осуществления на фиг.2c полупрозрачное выходное окно 200 имеет, по существу, плоскую форму.

После LED 10 и до полупрозрачного выходного окна 200 размещены n пропускающих окон 300(1), 300(2), ..., 300(n), где n равно или больше 1. В схематических чертежах 2a, 2b, 2c и 2d n равно 1, т.е., эти осветительные устройства 100 содержат одно пропускающее окно 300, также указанное как первое пропускающее окно 300(1). Во всех вариантах осуществления, схематически изображенных на фиг.2a, 2b и 2c, пропускающие окна 300(1) имеют, по существу, плоскую форму. На фиг.2d пропускающее окно 300(1) имеет, по существу, выпуклую форму.

Осветительное устройство 100 в этих вариантах осуществления дополнительно содержит k слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала, где k равно или больше 2. Обращаясь к фиг.2a, 2b, 2c и 2d, схематически изображенное осветительное устройство(а) 100 содержит(ат) два слоя 400 люминесцентного материала, т.е., k равно 2. Эти слои люминесцентного материала указаны ссылками 400 (1) и 400(2). В этом варианте осуществления первый из них размещен в качестве расположенного ближе относительно направления потока покрытия для первого пропускающего окна 300(1), а последний размещен в качестве расположенного дальше относительно направления потока покрытия для первого пропускающего окна 300(1). Следовательно, более конкретно, это осветительное устройство 100 содержит первое пропускающее окно 300(1), в котором расположенная ближе относительно направления потока поверхность 302 пропускающего окна содержит первый, расположенный ближе относительно направления потока,

покрывающий слой 422(1) люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность 301 пропускающего окна содержит первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(1) люминесцентного материала.

На фиг.2а показан вариант осуществления осветительного устройства 100, содержащего один или более синих LED 10 с пленкой в качестве пропускающего окна 300, установленного над одним или более LED 10, причем эта пленка покрыта с обеих сторон одинаковой смесью люминесцентного материала. Эти покрытия, т.е., (первый) расположенный ближе относительно направления потока покрывающий слой 422(1) и (первый) расположенный дальше относительно направления потока покрывающий слой 421(1), указаны ссылками 422(1) и 421(1), соответственно.

Предпочтительно, оба покрытия 422(1) и 421(1) имеют одинаковую толщину; более предпочтительно, оба покрытия имеют одинаковое нанесение люминесцентного материала. Это может приводить к приемлемой толщине слоя люминесцентного материала и реологии смесей для процесса нанесения и к отличному сопротивлению термо-механическому воздействию.

Следовательно, по меньшей мере, два слоя люминесцентного материала, здесь, первый слой 400(1) люминесцентного материала и второй слой 400(2) люминесцентного материала, могут содержать, по существу, идентичные составы люминесцентного материала.

На фиг.2b показан вариант осуществления осветительного устройства 100, содержащего один или более синих LED 10 с пленкой в качестве пропускающего окна 300, установленного над одним или более LED 10, причем эта пленка покрыта излучающим красный свет люминесцентным материалом, содержащим слой 400(1) люминесцентного материала на поверхности 302 пропускающего окна, обращенной к одному или более синим излучающим LED 10, и излучающим желтый свет люминесцентным материалом, содержащим слой 400(2) люминесцентного материала на другой стороне пропускающего окна 300. Эти покрытия указаны ссылками 422(1) и 421(1), соответственно.

Например, на расположенной ближе относительно направления потока поверхности 302 может применяться излучающий красно-оранжевый свет люминесцентный материал, например, $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$, $(\text{Ca},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$, $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ или $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ или $(\text{Ca},\text{Sr})\text{AlSiN}_3$, а на расположенной дальше относительно направления потока поверхности 301 может применяться излучающий желто-зеленый свет люминесцентный материал, например, $(\text{Y},\text{Lu},\text{Gd})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ или $\text{SrSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$. Это может приводить к независимому применению двух составов люминесцентного материала, допуская простое управление включенным в общий технологический поток замкнутым циклическим процессом и сниженный расход материала, и к более высокой эффективности системы, а также к более высоким характеристикам цветопередачи осветительной системы посредством установки пленки, покрытой красно-оранжевым люминесцентным материалом, с тем, чтобы быть обращенной к одному или более возбужденным LED 10 (поскольку красно-оранжевый свет, по существу, не поглощается излучающим желто-зеленый свет люминесцентным материалом).

Отметим, что также может применяться другое разделение люминесцентных материалов, которое может первоначально не быть связано с цветом люминесцентного материала, а, например, скорее с термической устойчивостью. Например, можно применять цветной люминесцентный материал на прозрачном или

полупрозрачном окне (т.е. пропускающем окне 300), обращенном к одному или более (синим) LED 10, т.е. на вышеописанном расположенном ближе относительно направления потока покрывающем слое 422(1), например, с такой взвесью люминесцентного материала, что, по меньшей мере, около 60% (синего) света 11 преобразуется этим люминесцентным материалом, а второй цветной люминесцентный материал может применяться с другой стороны подложки, обращенной от одного или более LED 10, т.е., на вышеописанный расположенный дальше относительно направления потока покрывающий слой 421(1). Можно применять люминесцентный материал, который наиболее чувствителен к вызываемому термическим или фототермическим образом ухудшению или охлаждению (дополнительно обозначенный как "чувствительный к воздействию люминесцентный материал"), на пропускающем окне 300, которое установлено над одним или более (синими) LED 10, покрытие с чувствительным к воздействию люминесцентным материалом обращено от одного или более LED 10, другой люминесцентный материал(ы) (который может быть указан как "нечувствительный к воздействию люминесцентный материал") применяется со стороны подложки, обращенной к одному или более LED 10. Этот люминесцентный материал может поглощать большую часть (синего) света 11. Пропускающее окно 300 может быть плохим проводником тепла (теплопроводность, например, приблизительно $< 0,1 \text{ Вт/мК}$; толщина, например, приблизительно $> 2 \text{ мм}$). Таким образом, чувствительный к воздействию люминесцентный материал термически, по существу, отделен от других люминесцентных материалов и подвергается гораздо более низкому (синему) излучению, что приводит в результате к ослабленным условиям воздействия и продолжительному сроку эксплуатации.

В обоих случаях предусмотрены, по меньшей мере, два слоя 400(1), 400(2) люминесцентного материала, содержащие, по существу, различные составы люминесцентного материала. Следовательно, по меньшей мере, два слоя люминесцентного материала, здесь, первый слой 400(1) люминесцентного материала и второй слой 400(2) люминесцентного материала, могут содержать, по существу, различные составы люминесцентного материала.

Вариант осуществления, схематически изображенный на фиг.2с, может быть, по существу, идентичным вариантам осуществления, изображенным на фиг.2а и 2b, которые описаны более подробно выше в данном документе. Однако, полупрозрачное выходное окно 200 в этом варианте осуществления, по существу, является плоским.

Вариант осуществления, схематически изображенный на фиг.2d, может быть, по существу, идентичным вариантам осуществления, изображенным на фиг.2а, 2b и 2с, которые описаны более подробно выше. Однако, полупрозрачное выходное окно 200 в этом варианте осуществления, по существу, является выпуклым, и пропускающее окно 300, по существу, является выпуклым.

Фиг.3а, 3b и 3с схематически изображают похожие варианты осуществления, что и описанные более подробно выше в данном документе относительно схематических чертежей. Соседние камеры 90(1) и 90(2) не включены в схематические чертежи, но, конечно, в вариантах могут быть частью схематически изображенных вариантов осуществления.

Осветительное устройство указано ссылкой 100. Осветительное устройство 100 содержит светоизлучающий диод(ы) 10, выполненный с возможностью испускания LED-излучения 11, которым может быть, например, синий свет. Осветительное устройство 100 дополнительно содержит полупрозрачное выходное

окно 200, имеющее расположенную ближе относительно направления потока поверхность 202 выходного окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 201 выходного окна. Последняя направлена во внешнюю среду, а первая, по существу, направлена на один или более LED 10. В схематически изображенном варианте осуществления на фиг.3а и 3b полупрозрачное выходное окно 200 имеет, по существу, плоскую форму; в схематически изображенном варианте осуществления на фиг.3с полупрозрачное выходное окно 200 имеет, по существу, выпуклую форму.

После LED 10 и до полупрозрачного выходного окна 200 размещены n пропускающих окон 300(1), 300(2), ..., 300(n), где n равно или больше 1. В схематических чертежах 3а, 3b и 3с n равно 2, т.е., эти осветительные устройства 100 содержат два пропускающих окна 300, также указанных как первое пропускающее окно 300(1) и второе пропускающее окно 300(2). Во всех вариантах осуществления, схематически изображенных на фиг.3а, 3b и 3с, пропускающие окна 300(1) и 300(2) имеют, по существу, плоскую форму. Однако, другие варианты возможны, см., также выше. Пропускающие окна 300(1) и 300(2) могут, например, быть пленками, которые могут, например, быть основой для одного или более из k слоев 400 люминесцентного материала.

Один или более LED 10 установлены на подложке 110, которой, например, может быть плата с контактами. Подложка 110 может дополнительно содержать отражатель 114. Один или более LED 10 содержатся в LED-камере 80. Здесь, подложка 110, пропускающее окно 300(1) и стенки 120 LED-камеры составляют LED-камеру 80. Также стенки 120 LED-камеры (по меньшей мере, сторона стенки LED-камеры, направленная на один или более LED 10) могут быть снабжены отражателем (не указанным на схематическом чертеже).

В этом варианте осуществления пропускающее окно 300(1) является первым пропускающим окном 300, а пропускающее окно 300(2) является вторым (и "последним") пропускающим окном 300. Последнее размещено после первого, и является, таким образом, первым пропускающим окном 300, размещенным до полупрозрачного выходного окна 200. Следовательно, после второго пропускающего окна 300(2) ("последнего" пропускающего окна) и до полупрозрачного выходного окна 200 формируется конечная полость 180, окруженная вторым пропускающим окном 300(2) и полупрозрачным выходным окном 200 и необязательно другими деталями осветительного устройства (см. ниже). Конечная полость 180 может быть выполнена с возможностью смешивания света от осветительного устройства. Между первым пропускающим окном 300(1) и вторым пропускающим окном 300(2) получается промежуточная полость 81(1) пропускающего окна. Если применяется три или более пропускающих окна 300(n), формируются дополнительные промежуточные полости 81($n-1$). Такие варианты осуществления, однако, не изображены. Расстояние от LED до пропускающего окна указано как L_2 , и здесь является расстоянием от одного или более LED 10 до пропускающего окна 300(1) и 300(2), соответственно.

Как будет понятно специалисту в области техники, расстояния L_1 и L_2 могут изменяться в зависимости от числа n пропускающих окон 300 и числа k слоев 400 люминесцентного материала, соответственно.

Осветительное устройство 100 в этих вариантах осуществления дополнительно содержит k слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала, где k равно или больше 2. Обращаясь к фиг.3а, 3b и 3с, схематически изображенное осветительное устройство(а) 100 содержит(ат) четыре слоя 400 люминесцентного материала, т.е., k

равно 4. Эти слои люминесцентного материала указаны ссылками 400(1), 400(2), 400(3) и 400(4), соответственно, в порядке сверху вниз по направлению потока.

В этом варианте осуществления первые два слоя 400(1) и 400(2) люминесцентного материала размещаются в качестве расположенного ближе относительно направления потока покрытия для первого пропускающего окна 300(1) и в качестве расположенного дальше относительно направления потока покрытия для первого пропускающего окна 300(1), соответственно. Следовательно, более конкретно, это осветительное устройство 100 содержит первое пропускающее окно 300(1), в котором расположенная ближе относительно направления потока поверхность 302 пропускающего окна содержит первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(1) люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность 301 пропускающего окна содержит первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(1) люминесцентного материала.

В этом варианте осуществления другие два слоя 400(3) и 400(4) люминесцентного материала размещаются в качестве расположенного ближе относительно направления потока покрытия для второго пропускающего окна 300(2) и в качестве расположенного дальше относительно направления потока покрытия для второго пропускающего окна 300(2), соответственно. Следовательно, более конкретно, это осветительное устройство 100 содержит второе пропускающее окно 300(2), в котором расположенная ближе относительно направления потока поверхность 302 пропускающего окна содержит второй, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(2) люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность 301 пропускающего окна содержит второй, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(2) люминесцентного материала.

Эти варианты осуществления могут, например, использоваться для применения удаленных люминесцентных материалов, по меньшей мере, на двух пропускающих окнах 300 (таких как пленки), установленных между одним или более LED 10 и полупрозрачным выходным окном 200, т.е., чтобы применять, по меньшей мере, два пропускающих окна 300 (таких как пленки), покрытые люминесцентным материалом, поверх матрицы LED, чтобы допускать более тонкие слои 400 люминесцентного материала, и таким образом, снижая тепловыделение в пропускающих окнах 300 с люминесцентным материалом; предпочтительно, чувствительный к воздействию люминесцентный материал применяется в качестве относительно тонкого слоя на различном пропускающем окне 300, чем другой люминесцентный материал(ы); это может приводить к приемлемой толщине слоя люминесцентного материала, например, < 50 мкм с ограниченным тепловыделением, например, $< 0,04$ Вт/см², в слое и достаточно хорошей теплопроводности к поверхности покрытия и последующей передаче тепла в окружающую среду.

Следовательно, эти варианты осуществления могут, например, использоваться для разделения чувствительного к воздействию люминесцентного материала и термически устойчивого люминесцентного материала и для увеличения площади поверхности люминесцентного материала, применяя два пропускающих окна 300 (таких как пленки). Типично, люминесцентные материалы типа YAG:Ce, LuAG:Ce, SrSi₂O₂N₂:Eu и CaAlSiN₃:Eu являются очень устойчивыми материалами, в то время как (Y,Gd)AG:Ce, (Ca,Sr)S:Eu и CaSrSi₅N₈:Eu могут показывать значительную чувствительность к воздействию. Предпочтительно, чувствительный к воздействию люминесцентный

материал применяется с обеих сторон одного пропускающего окна 300, а термически устойчивый люминесцентный материал - с обеих сторон другого пропускающего окна 300. Предпочтительно, пропускающее окно 300, например, с устойчивым желтым/зеленым люминесцентным материалом устанавливается между одним или более LED 10 и пропускающим окном с чувствительным к воздействию люминесцентным материалом (в частности, ряд красных люминесцентных материалов, а также некоторые желтые/зеленые люминесцентные материалы, известны как чувствительные к воздействию). Таким образом тепловая нагрузка на чувствительный к воздействию люминесцентный материал может быть уменьшена более чем в 4 раза по сравнению с устройствами, в которых только одно покрытие 400 из люминесцентного материала (включающее в себя, в варианте осуществления, смесь люминесцентного материала для получения белого света в комбинации с одним или более синими LED 10) применяется только к одному пропускающему окну 300.

Два варианта осуществления согласно изобретению на основе разделения люминесцентных материалов на различных пленках схематически изображены на фиг.3а и 3b. На фиг.3а покрытие из чувствительного к воздействию люминесцентного материала, содержащее первое окно 300(1), установлено между одним или более LED 10 и другим покрытием из люминесцентного материала, содержащим второе окно 300(2). Например, когда как первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(1) люминесцентного материала, так и первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(1) люминесцентного материала, нанесенные на расположенную ближе относительно направления потока поверхность 301 и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 302, соответственно, первого пропускающего окна 300(1), содержат красный люминесцентный материал, а второй, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(2) люминесцентного материала и второй, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(2) люминесцентного материала, нанесенные на расположенную ближе относительно направления потока поверхность 301 и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 302, соответственно, второго пропускающего окна 300(2), содержат желтый и/или излучающий зеленый свет люминесцентный материал, это может давать в результате высокий CRI.

На фиг.3b изображена противоположная конфигурация, в которой покрытие, по существу, с чувствительным к воздействию люминесцентным материалом, содержащее первое окно 300(1), установлено между одним или более LED 10, а другое покрытие с люминесцентным материалом содержит второе окно 300(2), и второе окно 300(2) является покрытием с чувствительным к воздействию люминесцентным материалом, содержащим пропускающее окно. Например, когда и первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(1) люминесцентного материала, и первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(1) люминесцентного материала, нанесенные на расположенную ближе относительно направления потока поверхность 301 и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 302, соответственно, первого пропускающего окна 300(1), содержат желтый и/или зеленый люминесцентный материал, а второй, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(2) люминесцентного материала и второй, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(2)

люминесцентного материала, нанесенные на расположенную ближе относительно направления потока поверхность 301 и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 302, соответственно, второго пропускающего окна 300(2), содержат излучающий красный свет люминесцентный материал, это может давать в результате самую низкую температуру для красного люминесцентного материала, но также может давать в результате отчасти уменьшенный CRI относительно первого варианта осуществления (как схематически изображено на фиг.3а). Следовательно, на фиг.3а чувствительный к воздействию красный люминесцентный материал, содержащий пропускающее окно, установлен между одним или более LED 10 и желтым (и/или зеленым) люминесцентным материалом, содержащим пропускающее окно, что может давать в результате высокий CRI. На фиг.3b красный люминесцентный материал, содержащий пропускающее окно, установлен между желтым (и/или зеленым) люминесцентным материалом, содержащим пропускающее окно, и полупрозрачным выходным окном, что может давать в результате самую низкую температуру для красного люминесцентного материала (но в некоторых случаях также может давать в результате отчасти уменьшенный CRI).

Фиг.3с схематически изображает вариант осуществления, который может быть, по существу, таким же, что и варианты осуществления, схематически изображенные на фиг.3а или 3с. Однако, полупрозрачное выходное окно 200 на фиг.3с, по существу, является выпуклым. Отметим, что во всех схематически изображенных вариантах осуществления на фиг.3а-3с, пропускающие окна 300, по существу, являются плоскими, однако, одно или более из этих пропускающих окон 300 могут в альтернативных вариантах осуществления также быть, по существу, выпуклыми.

Следовательно, в вариантах осуществления, схематически изображенных на фиг.3а, 3b и 3с, по меньшей мере, два слоя 400(1), 400(2), ..., 400(k) люминесцентного материала могут содержать, по существу, идентичные составы люминесцентного материала, но в другом варианте осуществления они могут содержать, по существу, различные составы люминесцентного материала. В принципе, все k слоев люминесцентного материала могут быть различными, но также все или поднабор слоев люминесцентного материала могут быть идентичными. Изобретение не ограничено конкретными вариантами осуществления, изображенными на фиг.3а, 3b и 3с или других чертежах.

Фиг.4а, 4b и 4с схематически изображают похожие варианты осуществления, что и описанные более подробно выше в данном документе относительно схематических чертежей. Соседние камеры 90(1) и 90(2) не включены в схематические чертежи, но, конечно, в вариантах могут быть частью схематически изображенных вариантов осуществления. Например, вариант осуществления, схематически изображенный на фиг.4а и 4с, может, по существу, быть таким же, что и варианты осуществления и модификации, описанные относительно фиг.2а, 2b, 2с и 2d; а вариант осуществления, схематически изображенный на фиг.4b, может, по существу, быть таким же, что и варианты осуществления и модификации, описанные относительно фиг.3а, 3b и 3с. Однако, осветительное устройство 100 согласно вариантам осуществления, схематически изображенным на фиг.4а, 4b и 4с, содержит расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий выходное окно слой 222 люминесцентного материала, нанесенный на расположенную ближе относительно направления потока поверхность 202 выходного окна.

Как упомянуто выше, такой расположенный ближе относительно направления

потока, покрывающий выходное окно слой 222 люминесцентного материала может также быть слоем люминесцентного материала из группы из k слоев люминесцентного материала. Следовательно, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий выходное окно слой 222 люминесцентного материала также указан как
 5 слой 400 люминесцентного материала (на фиг.4а он является третьим слоем 400(3) люминесцентного материала, на фиг.4b он является пятым слоем 400(5) люминесцентного материала, а на фиг.4с он опять является третьим слоем 400(3) люминесцентного материала).

10 В конкретном варианте осуществления расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий выходное окно слой 222 люминесцентного материала содержит чувствительный к воздействию люминесцентный материал. В частности, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий
 15 выходное окно слой 222 люминесцентного материала содержит люминесцентный материал, выполненный с возможностью излучения красного света (поскольку некоторые из красных люминесцентных материалов для возбуждения синим светом известны как чувствительные к воздействию, как, например, сульфиды, ...).

Следовательно, эти варианты осуществления могут, например, использоваться для
 20 применения чувствительного к воздействию люминесцентного материала, такого как красные люминесцентные материалы, на полупрозрачном выходном окне 200 и для применения устойчивых желтых и/или зеленых люминесцентных материалов на обеих сторонах одного или более пропускающих окон 300, которые установлены между
 25 одним или более LED 10 и полупрозрачным выходным окном 200. Благодаря гораздо лучшей теплоотдаче в окружающую среду в выходном окне 200 вместе с разделением люминесцентных материалов, чувствительный к воздействию люминесцентный материал может оставаться при температурах, только слегка выше комнатной температуры. Поскольку красный люминесцентный материал может поглощать
 30 синий, зеленый и/или желтый свет, толщина слоя может быть очень тонкой. Это имеет преимущество в том, что это трудно различимо или невидимо снаружи, в выключенном состоянии, и что меньше люминесцентного материала должно применяться (в результате давая более низкую стоимость).

Фиг.5а, 5b, 5с и 5d схематически изображают похожие варианты осуществления, что
 35 и описанные более подробно выше в данном документе относительно схематических чертежей. Соседние камеры 90(1) и 90(2) не включены в схематические чертежи, но, конечно, в вариантах могут быть частью схематически изображенных вариантов осуществления. Например, вариант осуществления, изображенный на фиг.5а, 5b, 5с
 40 и 5d, может, по существу, быть таким же, что и варианты осуществления и модификации, описанные относительно фиг.2а, 2b, 2с и 2d. Варианты осуществления, схематически изображенные на фиг.5а-5d, содержат только одно пропускающее окно 300. Отметим, однако, что в модификациях эти варианты осуществления могут также содержать два или более пропускающих окон 300.

45 Осветительное устройство 100 согласно вариантам осуществления, схематически изображенным на фиг.5а, 5b, 5с и 5d, дополнительно выполнено с возможностью, по существу, увеличивать площадь поверхности одного или более люминесцентных материалов, применяя люминесцентный материал в отражающем состоянии, в
 50 частности, применяя люминесцентный материал как в пропускающем, так и отражающем состоянии. Это может быть полезным, в частности, для чувствительных к воздействию люминесцентных материалов, таких как некоторые красные люминесцентные материалы или некоторые желтые/зеленые люминесцентные

материалы (см. выше). Например, красный люминесцентный материал может применяться в отражающем состоянии, например, на нижнем и/или боковых отражателях LED-камеры 80.

Для схематических вариантов осуществления на чертежах 5a и 5b сделана ссылка, в частности, на описание, приведенное выше относительно фиг.4a. Кроме того, в варианте осуществления, схематически изображенном на фиг.5a и 5b, люминесцентный материал в отражающем состоянии применяется на подложке 110, более конкретно, на отражателях 114 (фиг.5a) и/или на (отражающих) стенках 120 LED-камеры 80 (фиг.5b). Такой люминесцентный материал (покрывающие слои) указан(ы) ссылкой 500. Люминесцентный материал, (также) применяемый в отражающем состоянии, т.е., слой 500 люминесцентного материала, может, в частности, быть чувствительным к воздействию люминесцентным материалом. Люминесцентный материал, (также) применяемый в пропускающем состоянии (ссылка 400), может, например, содержать желтый люминесцентный материал. Люминесцентный материал, (также) применяемый в пропускающем состоянии на выходном окне (222), может, например, содержать красный люминесцентный материал.

На схематических чертежах 5a и 5b люминесцентный материал, содержащийся в первом и втором слоях 400(1) и 400(2) люминесцентного материала, соответственно, может отличаться от люминесцентного материала, содержащегося в третьем слое 400(3) люминесцентного материала. Например, первый и второй слои 400(1) и 400(2) люминесцентного материала могут содержать излучающий желтый и/или зеленый свет люминесцентные материалы, а третий слой 400(3) люминесцентного материала может содержать чувствительный к воздействию люминесцентный материал. Таким образом, красный люминесцентный материал применяется на увеличенной площади поверхности по сравнению с площадью поверхности желтого и/или зеленого люминесцентного материала.

Для схематических вариантов осуществления на чертежах 5c и 5d ссылка, в частности, сделана на описание, данное выше относительно фиг.2b (и 2c). Кроме того, в вариантах осуществления, схематически изображенных на фиг.5c и 5d, люминесцентный материал для отражающего состояния, т.е., слой 500 люминесцентного материала, применяется на подложке 110, более конкретно, на отражателях 114 (фиг.5c и 5d) (но может, конечно, также или альтернативно применяться на стенках 120 LED-камеры 80).

На схематических чертежах 5c и 5d люминесцентный материал, содержащийся в первом и втором слоях 400(1) и 400(2) люминесцентного материала, соответственно, может быть различным. Например, первый слой 400(1) люминесцентного материала может содержать излучающий желтый и/или зеленый свет люминесцентные материалы, а второй слой 400(2) люминесцентного материала может содержать красный люминесцентный материал, и наоборот.

Следовательно, изобретение также предоставляет варианты осуществления осветительного устройства 100, дополнительно содержащего слой 500 люминесцентного материала, выполненный с возможностью формирования излучения в отражающем состоянии. "Отражающее состояние" в этом контексте относится к таким размещениям слоев 500 люминесцентного материала, что упомянутые слои, по существу, только излучают в направлении от стороны покрывающего слоя, где слой люминесцентного материала также освещается (LED)-излучением. Это, в частности, противоположно слоям 400 люминесцентного материала, которые, в частности, выполнены с возможностью излучения, по меньшей мере, в направлении от стороны

покрывающего слоя, обращенной от стороны, где слой люминесцентного материала освещается (LED)-излучением. Дополнительно, слои 400 люминесцентного материала, в частности, выполнены с возможностью передачи, по меньшей мере, части LED-излучения 11, тогда как для слоев 500 люминесцентного материала, как правило, не требуется возможности передачи, по меньшей мере, части LED-излучения 11.

Фиг.6a и 6b схематически изображают варианты осуществления, в которых применяются дихроичные фильтры. Термин "дихроичный фильтр" известен специалисту в данной области техники и ссылается, в частности, на оптические фильтры, позволяющие свету определенного цвета (по меньшей мере, частично) передаваться, в то время как свет другого цвета, по существу, не передается, а (по меньшей мере, частично) отражается. На чертежах дихроичный фильтр указан ссылкой 600. Отметим, что может применяться более чем один дихроичный фильтр 600.

Фиг.6a, по существу, является такой же, что и фиг.5a, хотя применение дихроичных фильтров 600 не ограничено конкретным вариантом осуществления, схематически изображенным на фиг.6a. Фиг.6b, по существу, является такой же, что и фиг.4b, хотя применение дихроичных фильтров 600 не ограничено конкретным вариантом осуществления, схематически изображенным на фиг.6b. Дихроичный фильтр 600 имеет расположенную ближе относительно направления потока поверхность 602 и расположенную дальше относительно направления потока поверхность 601.

Один или более дихроичных фильтров 600, следовательно, в частности, размещены после LED 10 и до полупрозрачного выходного окна 200. Кроме того, такой фильтр(ы), в частности, выполнен(ы) с возможностью передачи, по меньшей мере, части света до одного или более дихроичных фильтров 600 и отражения, по меньшей мере, части света после одного или более дихроичных фильтров 600. Обращаясь к фиг.6a, LED-свет 11 может, по меньшей мере, частично передаваться, тогда как свечение 30 люминесцентного материала может, по меньшей мере, частично отражаться. Также, обращаясь к фиг.6b, по меньшей мере, часть света до дихроичного фильтра 600, т.е., свет в камере 81(1), может передаваться, а, по меньшей мере, часть света, сформированного покрывающими слоями 422(2) и 421(2) люминесцентного материала, может отражаться.

Следовательно, в конкретном варианте осуществления, излучение от слоя 400(1) может передаваться (как, например, синий свет 11) через дихроичный фильтр 600, в то время как излучение от слоя 400(2) может отражаться дихроичным фильтром 600. Подобным образом, это может применяться к другим дихроичным фильтрам, размещенным где-нибудь еще в осветительном устройстве 100.

В дополнительных альтернативных вариантах осуществления дихроичный фильтр применяется между зелено-желтым и красно-оранжевым люминесцентными материалами, чтобы отражать зелено-желтый свет, в то же время допуская передачу как синего, так и красно-оранжевого света.

Например, дихроичный фильтр 600 может быть размещен между покрывающими слоями с красным люминесцентным материалом и покрывающими слоями с зеленым люминесцентным материалом, чтобы устранять взаимное влияние люминесцентного материала. Фильтр отражает зеленый свет, но прозрачен для синего и красного света. Обращаясь к фиг.6b, покрывающие слои 422(1) и 421(1) люминесцентного материала могут содержать красный люминесцентный материал, а один или более LED 10 могут быть выполнены с возможностью излучения синего света, а покрывающие слои 422(2) и 421(2) люминесцентного материала могут содержать красный и зеленый люминесцентные слои, соответственно.

В дополнительных альтернативных вариантах осуществления дихроичный фильтр применяется между слоем красно-оранжевого люминесцентного материала и одним или более синими LED, чтобы передавать только синий свет и отражать красно-оранжевый или красно-оранжевый и желто-зеленый свет. Следовательно, этот фильтр может просто быть низкочастотным фильтром в области длин волн. Этот фильтр может улучшать общую эффективность системы, в частности, в тех конфигурациях, где плотность LED-модулей относительно высока. Это, в частности, случай применений излучения типа подсветки.

Согласно конкретным вариантам осуществления изобретения осветительное устройство 100 может содержать один или более слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала, из которых один или более покрывающих слоев являются независимыми структурированными покрывающими слоями.

Например, структурированное применение излучающего красный или оранжевый свет люминесцентного материала или обоих слоев люминесцентного материала может быть выполнено. Из-за небольшой общей площади поверхности красного/оранжевого люминесцентного материала взаимодействие со светом, излучаемым желто-зеленым люминесцентным материалом, может быть очень ограниченным.

Альтернативно, как люминесцентные материалы, так и смеси люминесцентных материалов применяются структурированным образом на одной и той же стороне пленки, например, в виде блочного шаблона с типичными размерами между 0,2 и 5 мм или в качестве точечного шаблона с типичной шириной между 0,2 и 5 мм. Для термомеханической устойчивости покрывающий слой без частиц люминесцентного материала, но, возможно, с рассеивающими частицами, применяется на другой стороне. Этот подход может также приводить к уменьшенному взаимному влиянию люминесцентного материала.

Примеры изображены на фиг.7а и 7b. Фиг.7а, по существу, является такой же, что и фиг.2а, хотя применение структурированных слоев не ограничено конкретным вариантом осуществления, схематически изображенным на фиг.7а. Фиг.7b, по существу, является такой же, что и фиг.4b, хотя применение структурированных слоев 600 не ограничено конкретным вариантом осуществления, схематически изображенным на фиг.7b. На фиг.7а дан пример, в котором только один из слоев 400 люминесцентного материала, в частности, один из покрывающих слоев люминесцентного материала, структурирован. Этот слой указан ссылкой 450(1). На фиг.7b два слоя 400 люминесцентного материала структурированы: в этом схематически изображенном варианте осуществления первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой 422(1) люминесцентного материала и первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой 421(1) люминесцентного материала. Структурированные слои указаны ссылками 450(1) и 450(2), соответственно.

В еще дополнительном варианте осуществления, схематически изображенном на фиг.8, одно или более окон, выбранных из группы, состоящей из полупрозрачного выходного окна 200 и одного или более из n пропускающих окон 300(1), 300(2), ..., 300(n), содержат независимо один или более слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала в качестве полупрозрачного люминесцентного выходного окна 270 и пропускающих люминесцентных окон 370, соответственно.

Вариант осуществления, схематически изображенный на фиг.8, по существу, является таким же, что и вариант осуществления, схематически изображенный на фиг.3с, за исключением того, что на фиг.8 пропускающее окно 300(1) содержит слой

люминесцентного материала, здесь слой 400(2) люминесцентного материала.

Люминесцентный материал может, например, быть внедрен в пропускающее окно, таким образом, предоставляя пропускающее люминесцентное окно, указанное ссылкой 370. Кроме того, полупрозрачное выходное окно 200 содержит слой

люминесцентного материала, здесь слой 400(5) люминесцентного материала, таким образом, предоставляя полупрозрачное люминесцентное выходное окно, указанное ссылкой 270. Как будет ясно специалисту в области техники, применение таких окон не ограничено конкретным вариантом осуществления на фиг.8, а может также применяться в других вариантах осуществления, описанных и изображенных в данном документе. В этом варианте осуществления, в отличие от большинства других схематически изображенных вариантов осуществления, некоторые из слоев люминесцентного материала являются смежными друг с другом (т.е., по существу, пространственно не разделены), например, слои 400(1) и 400(2). Следовательно, для пропускающего люминесцентного окна 370 расстояния L1 и L2 могут быть одинаковыми. Как будет ясно специалисту в данной области техники, осветительное устройство согласно изобретению может, в вариантах осуществления, содержать больше, чем одно пропускающее люминесцентное окно 370, причем каждое может необязательно быть независимо покрыто расположенными ближе относительно направления потока, покрывающими слоями 422 люминесцентного материала и/или расположенными дальше относительно направления потока, покрывающими слоями 421 люминесцентного материала.

В ряде вариантов осуществления, схематически изображенных выше в данном документе, пропускающее окно 300 и выходное окно 200 изображены как круглые и, по существу, плоские. В частности, если предполагается, что пропускающее окно 300, по существу, плоское, пропускающее окно 300 может быть, по существу, круглым, но в другом варианте осуществления оно может также быть квадратным или может иметь другие формы, известные специалисту в данной области техники. Также, в частности, если предполагается, что выходное окно 200, по существу, плоское, выходное окно 200 может быть круглым или, в другом варианте осуществления, квадратным, или оно может иметь другие формы, известные специалисту в данной области техники.

В ряде вариантов осуществления, схематически изображенных выше в данном документе, пропускающее окно 300 и выходное окно 200 изображены как круглые и, по существу, выпуклые. В частности, если предполагается, что пропускающее окно 300, по существу, выпуклое, пропускающее окно 300 может быть, по существу, ротационно симметричным, но в другом варианте осуществления оно может также быть цилиндрическим или тороидальным или может иметь другие формы, известные специалисту в данной области техники. Также, в частности, если предполагается, что выходное окно 200, по существу, выпуклое, выходное окно 200 может быть, по существу, ротационно симметричным или, в другом варианте осуществления, цилиндрическим или тороидальным, или оно может иметь другие формы, известные специалисту в данной области техники.

Термин "по существу", используемый в данном документе, как, например, в выражении "по существу, все излучение" или в выражении "по существу, состоит", будет понятен специалисту в данной области техники. Термин "по существу" может также включать в себя варианты осуществления с выражениями "полностью", "целиком", "все" и т.д. Следовательно, в вариантах осуществления определение "по существу" может также быть удалено. Там, где применим, термин "по существу"

может также относиться к 90% или выше, как, например, к 95% или выше, в частности, 99% или выше, даже более конкретно, 99,5% или выше, включая в себя 100%. Термин "содержит" включает в себя также варианты осуществления, в которых термин "содержит" означает "состоит из". Устройства, упомянутые в данном документе, среди прочего, описаны во время работы. Например, термин "синий LED" 5 ссылается на LED, который во время своей работы формирует синий свет; другими словами: LED выполнен с возможностью излучать синий свет. Как будет ясно специалисту в данной области техники, изобретение не ограничено способами работы или устройствами в работе.

Следует отметить, что вышеуказанные варианты осуществления иллюстрируют, а не ограничивают изобретение, и специалисты в данной области техники должны иметь возможность проектировать множество альтернативных вариантов осуществления без отступления от области применения прилагаемой формулы изобретения. В 15 формуле изобретения все номера ссылок, помещенные в круглые скобки, не должны рассматриваться как ограничивающие формулу изобретения. Использование глагола "заключать в себе" и его спряжений не исключает наличия элементов или этапов, отличных от указанных в формуле изобретения. Артикль "a" или "an" перед элементом не исключает наличия множества таких элементов. В устройстве, в котором формула перечисляет несколько средств, некоторые из этих средств могут быть осуществлены одним и тем же элементом аппаратных средств. Простой факт того, что определенные меры упомянуты в различных зависимых пунктах формулы изобретения, не означает того, чтобы комбинация этих мер не может быть использована с выгодой.

Формула изобретения

1. Осветительное устройство (100), содержащее:

a. множество светоизлучающих диодов (10) (СИД), выполненных с возможностью 30 испускания СИД-излучения (11);

b. полупрозрачное выходное окно (200), имеющее расположенную ближе относительно направления потока поверхность (202) выходного окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность (201) выходного окна;

c. n пропускающих свет окон (300(1), 300(2), ..., 300(n)), размещенных после множества СИД (10) и до полупрозрачного выходного окна (200), при этом n равно или больше 1, каждое пропускающее окно (300) имеет расположенную ближе 35 относительно направления потока поверхность (302) пропускающего окна и расположенную дальше относительно направления потока поверхность (301) пропускающего окна;

d. k слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала, где k равно или больше 2, при этом k слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала 45 размещены после множества СИД (10) и до полупрозрачного выходного окна (200), и при этом k слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала пространственно отделены от множества СИД (10);

при этом множество СИД (10) и слои (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала выполнены с возможностью формирования света (50) предварительно 50 определенного цвета, и при этом полупрозрачное выходное окно (200) выполнено с возможностью передачи, по меньшей мере, части света (50).

2. Осветительное устройство (100) по п.1, содержащее первое пропускающее окно (300(1)), в котором расположенная ближе относительно направления потока

поверхность (302) пропускающего окна содержит первый, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой (422(1)) люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока
 5 поверхность (301) пропускающего окна содержит первый, расположенный дальше относительно направления потока, покрывающий слой (421(1)) люминесцентного материала.

3. Осветительное устройство (100) по п.2, дополнительно содержащее второе пропускающее окно (300(2)), в котором расположенная ближе относительно
 10 направления потока поверхность (302) пропускающего окна содержит второй, расположенный ближе относительно направления потока, покрывающий слой (422(2)) люминесцентного материала, а расположенная дальше относительно направления потока поверхность (301) пропускающего окна содержит второй, расположенный
 15 дальше относительно направления потока, покрывающий слой (421(2)) люминесцентного материала.

4. Осветительное устройство (100) по любому из предшествующих пунктов, в котором расположенная ближе относительно направления потока поверхность (202) выходного окна полупрозрачного выходного окна (200) содержит расположенный до
 20 выходного окна покрывающий слой (222) люминесцентного материала.

5. Осветительное устройство (100) по п.4, в котором расположенный до выходного окна покрывающий слой (222) люминесцентного материала содержит люминесцентный материал, выполненный с возможностью излучения красного света.

6. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, в котором k находится в
 25 диапазоне от 2 до 5, а n находится в диапазоне от 1 до 2.

7. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, в котором, по меньшей мере, два слоя (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала содержат, по
 существу, идентичные составы люминесцентного материала.

8. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, в котором, по меньшей мере, два слоя (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала содержат, по
 30 существу, различные составы люминесцентного материала.

9. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, в котором первый слой (400(1)) люминесцентного материала выполнен с возможностью формирования
 35 света первого цвета, а второй слой (400(2)) люминесцентного материала выполнен с возможностью формирования света второго цвета, причем свет первого цвета имеет длину волны преобладающего излучения, большую, чем свет второго цвета, и причем первый слой (400(1)) люминесцентного материала расположен ближе относительно
 40 направления потока, чем второй слой (400(2)) люминесцентного материала.

10. Осветительное устройство (100) по п.9, в котором первый слой (400(1)) люминесцентного материала содержит люминесцентный материал, выполненный с
 возможностью излучения красного света.

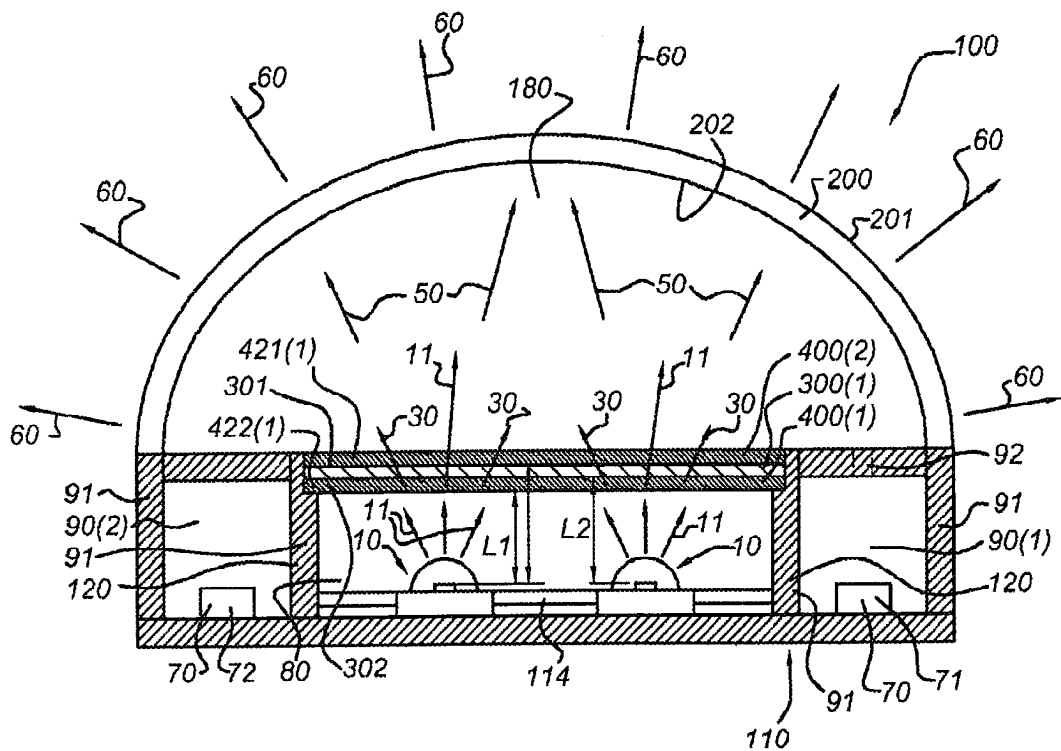
11. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, дополнительно
 45 содержащее датчик (70), в частности, оптический датчик (70), в котором датчик (70) выполнен с возможностью приема, по существу, только отраженного света.

12. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, дополнительно
 содержащее слой (500) люминесцентного материала, выполненный с возможностью
 50 формирования излучения в отражающем состоянии.

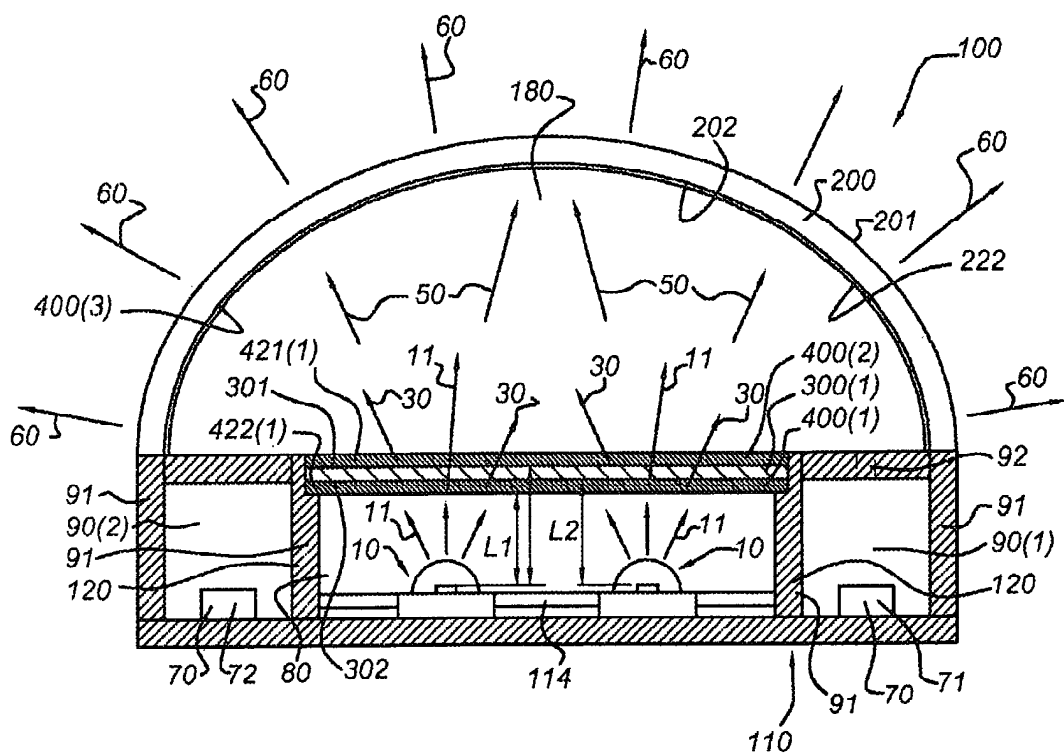
13. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, в котором один или более слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала содержат
 структурированные покрывающие слои (450(1), 450(2), ..., 450(k)).

14. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, в котором одно или более окон, выбранных из группы, состоящей из полупрозрачного выходного окна (200) и одного или более из n пропускающих окон (300(1), 300(2), ..., 300(n)), содержат независимо один или более слоев (400(1), 400(2), ..., 400(k)) люминесцентного материала в качестве полупрозрачного люминесцентного выходного окна (270) и пропускающих люминесцентных окон (370).

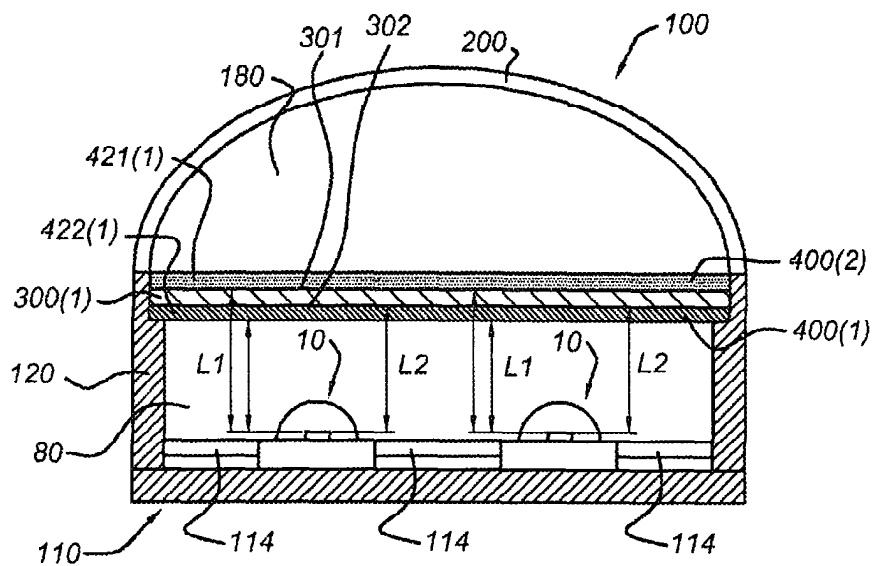
15. Осветительное устройство (100) по любому из пп.1-3, дополнительно содержащее один или более дихроичных фильтров (600), размещенных после СИД (10) и до полупрозрачного выходного окна (200) и реализованных с возможностью передачи, по меньшей мере, части света до одного или более дихроичных фильтров (600) и отражения, по меньшей мере, части света после одного или более дихроичных фильтров (600).



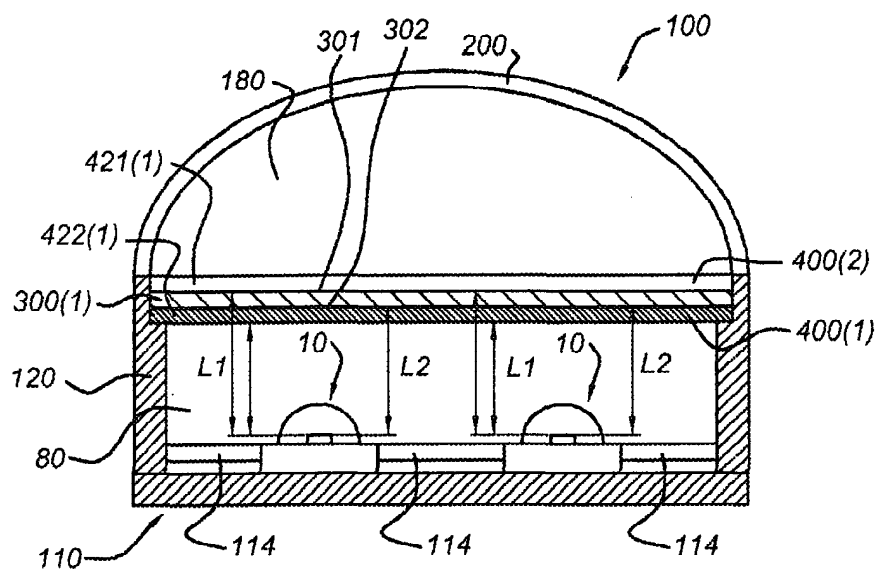
ФИГ. 1а



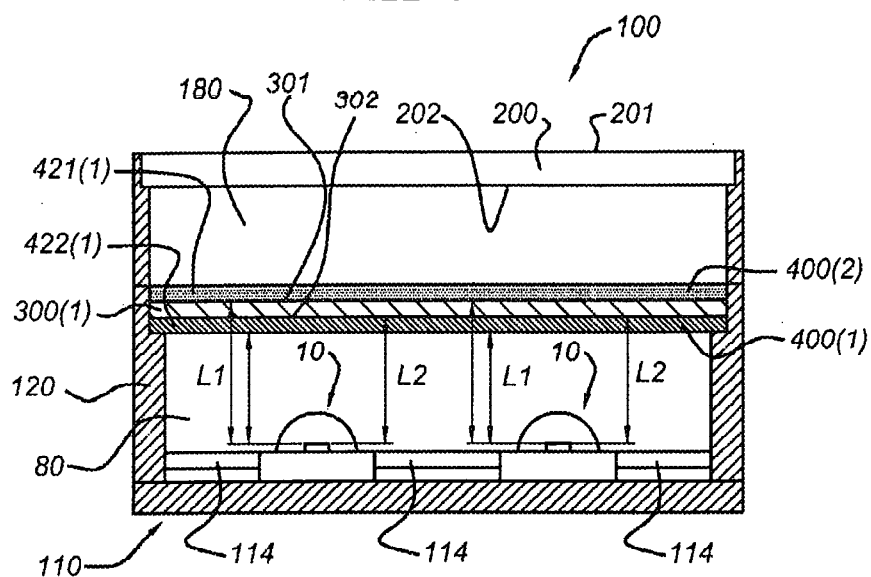
ФИГ. 1b



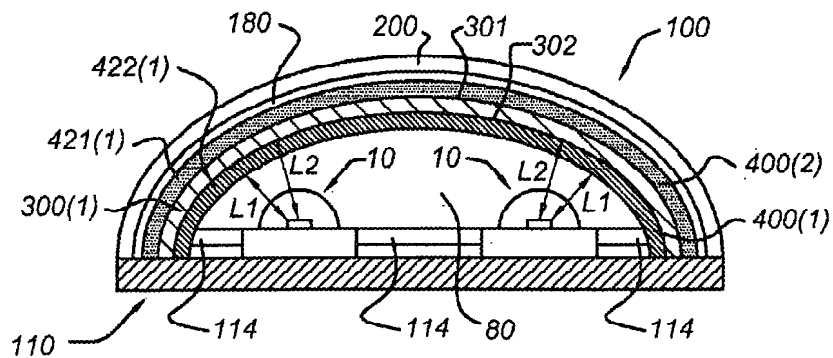
ФИГ. 2а



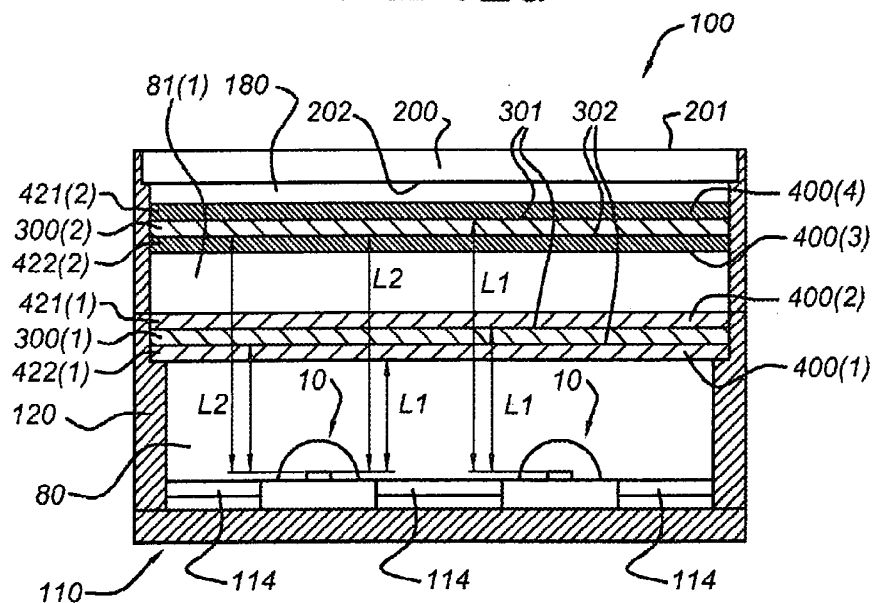
ФИГ. 2b



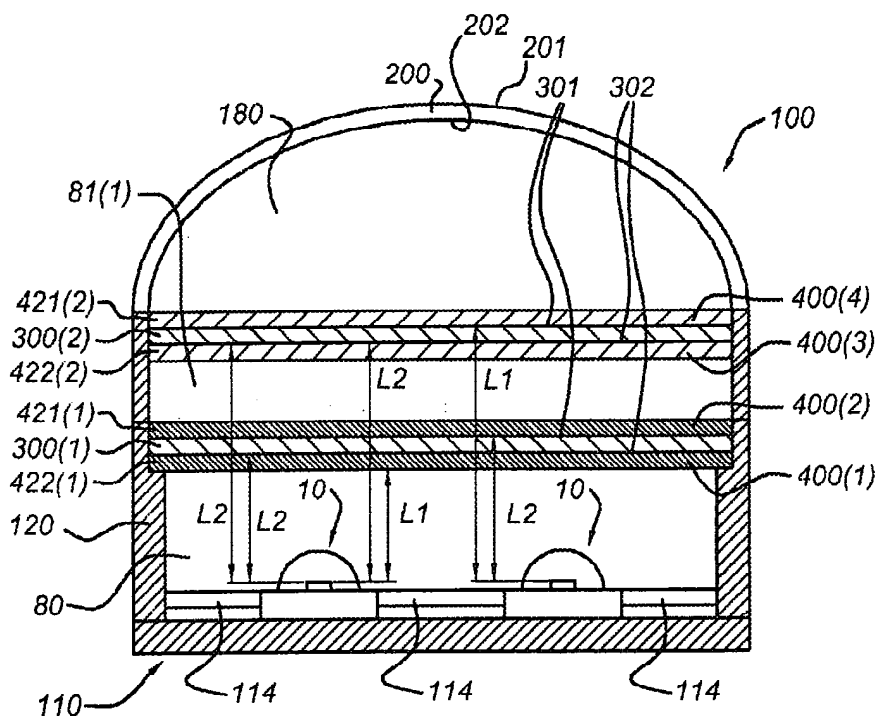
ФИГ. 2с



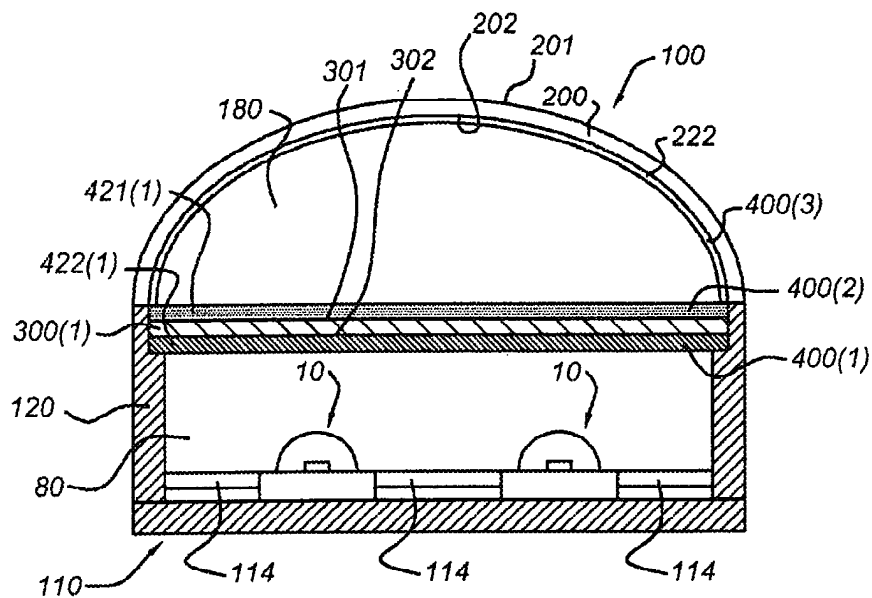
ФИГ. 2d



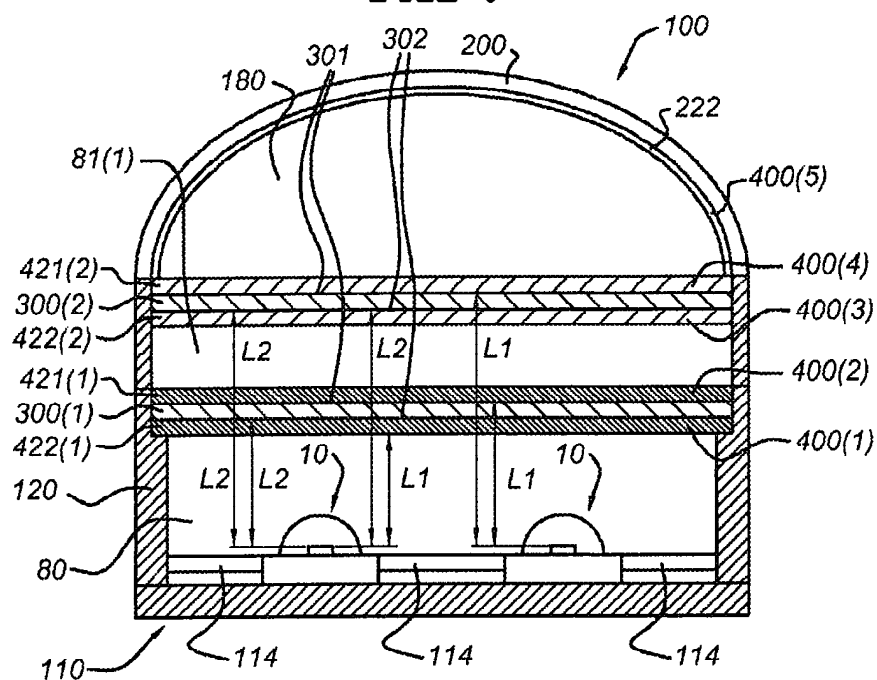
ФИГ. 3b



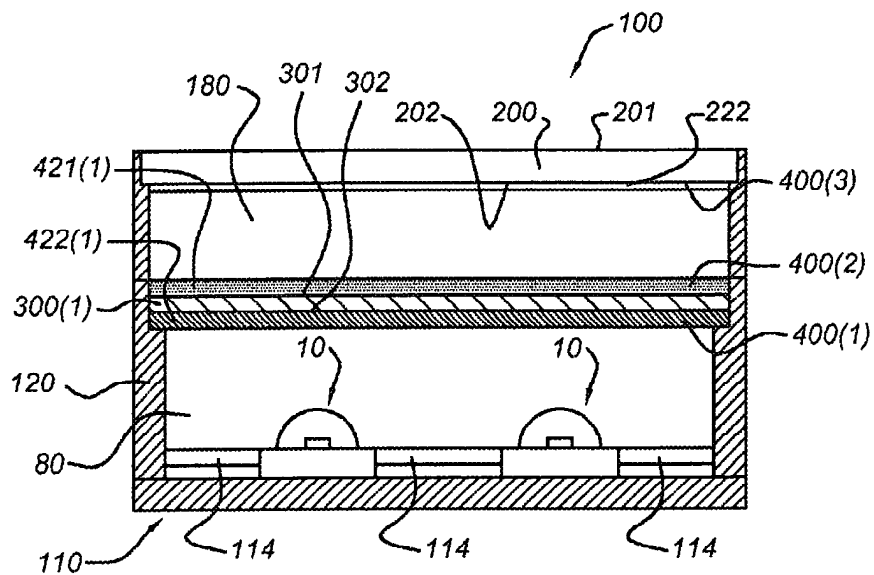
ФИГ. 3c



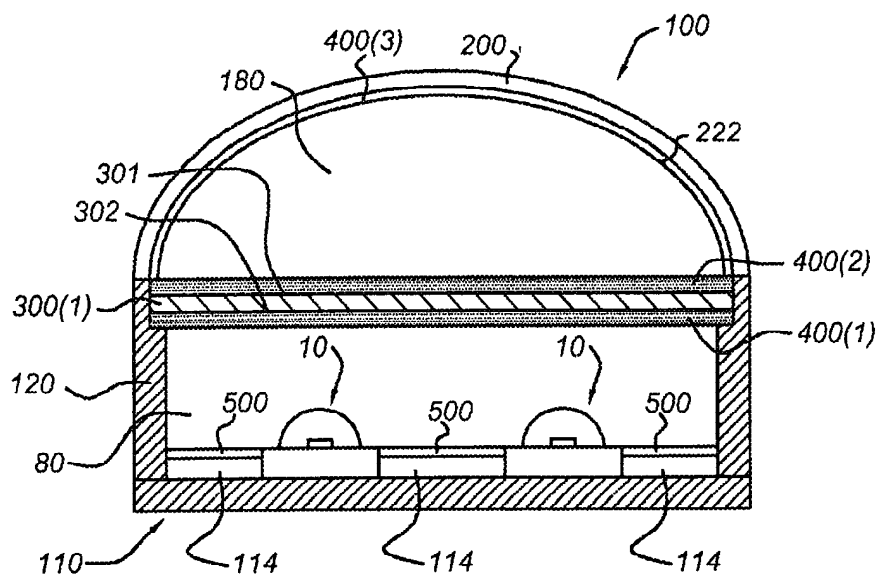
ФИГ. 4а



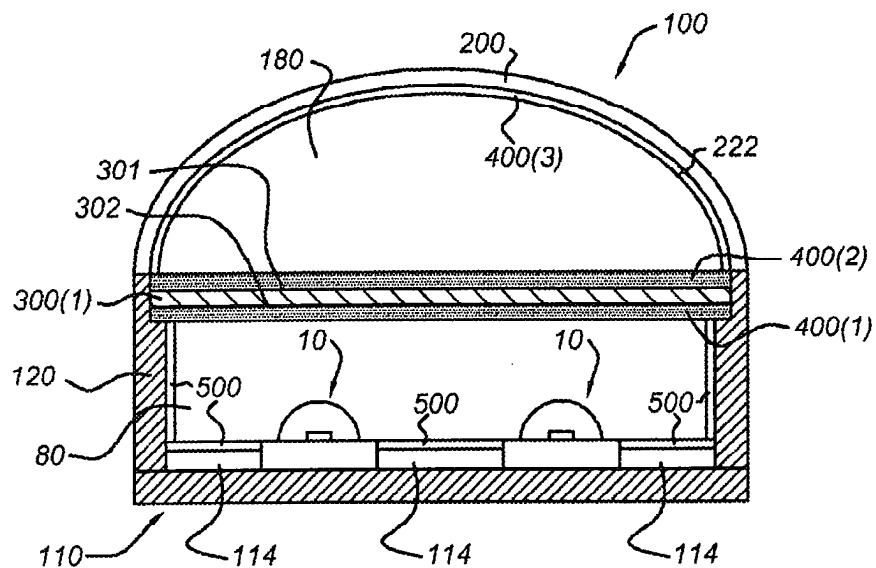
ФИГ. 4b



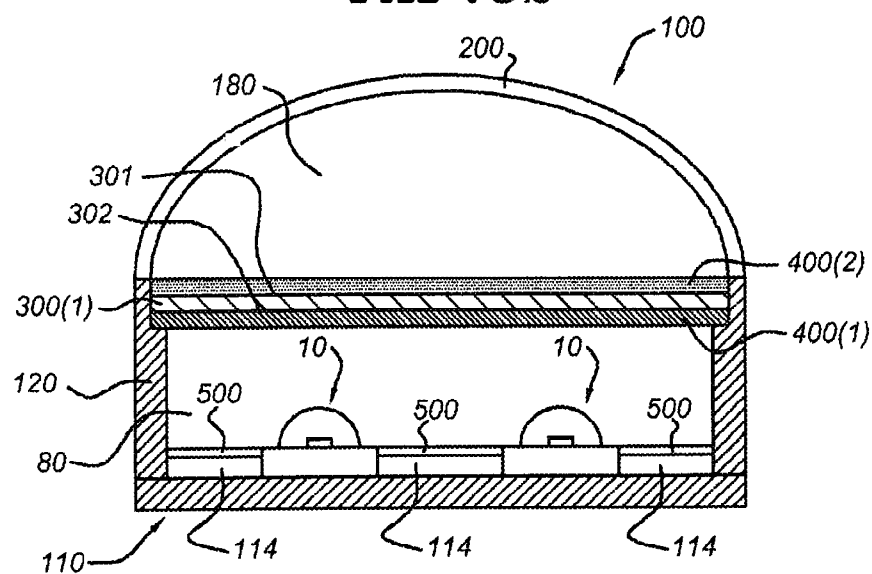
ФИГ. 4С



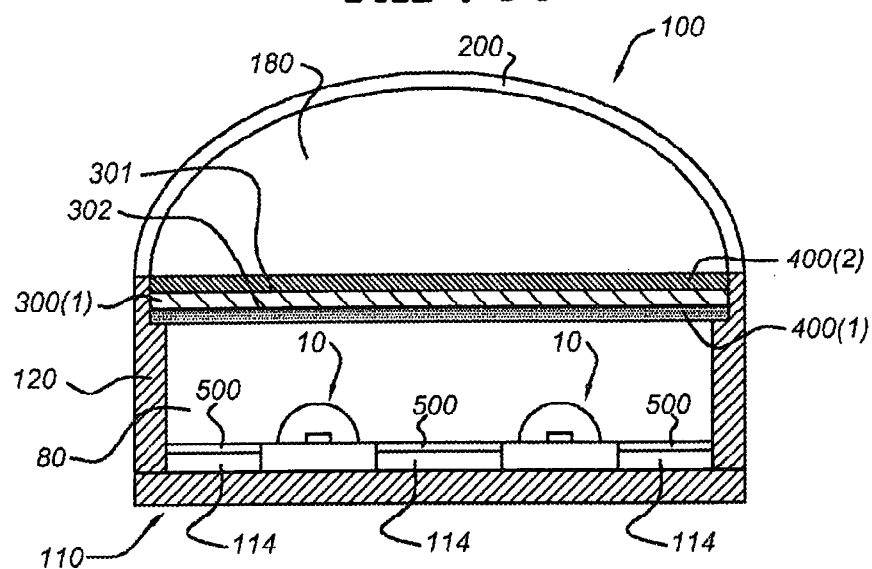
ФИГ. 5а



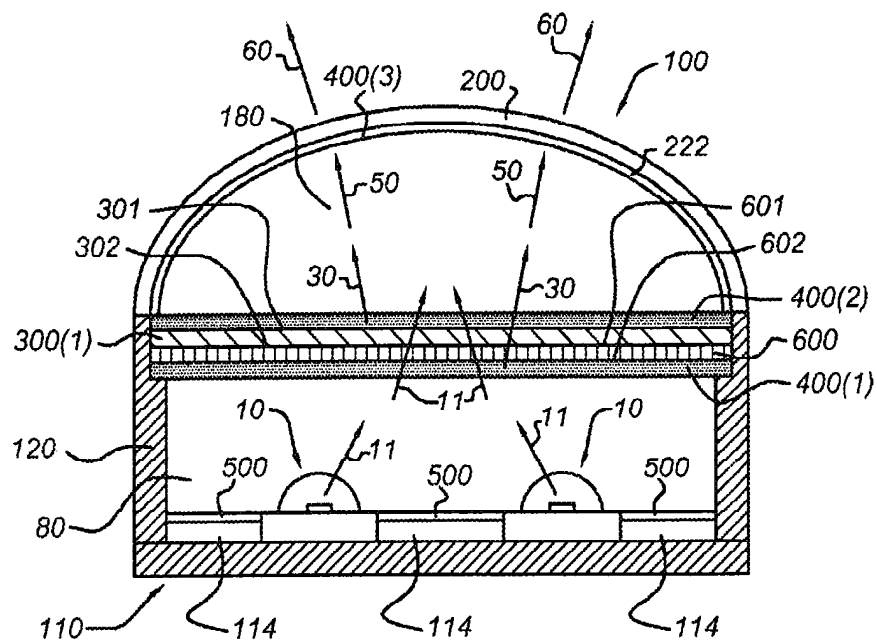
ФИГ. 5b



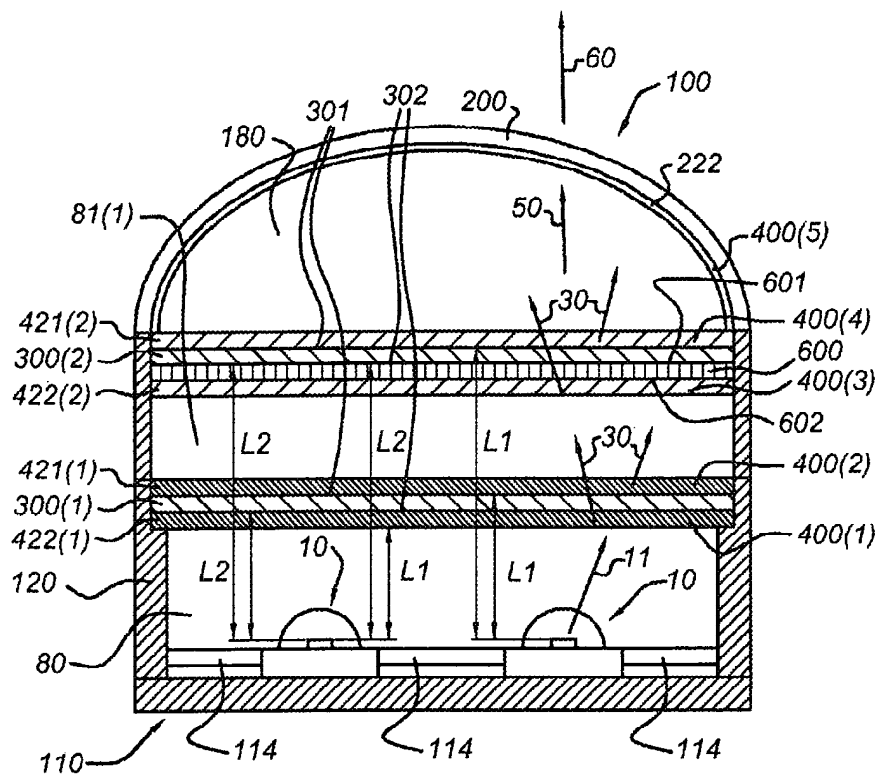
ФИГ. 5c



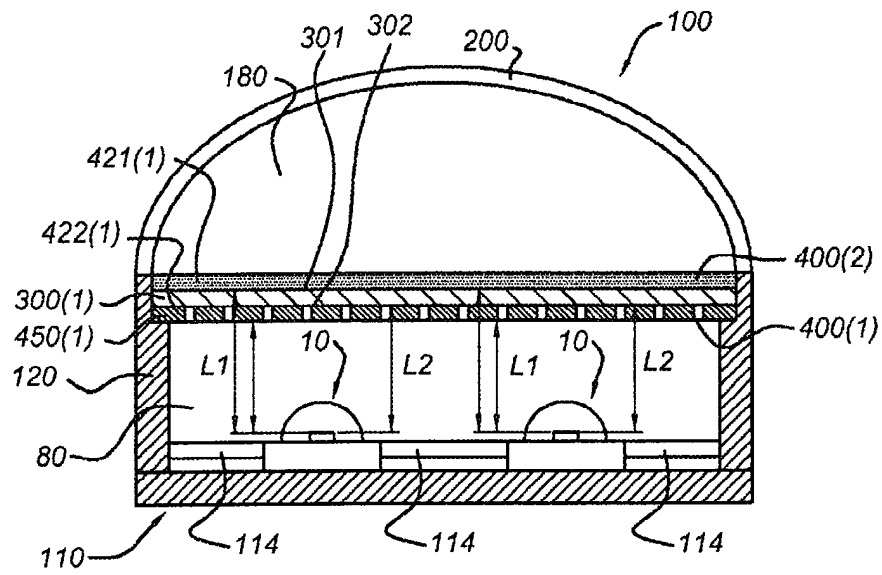
ФИГ. 5d



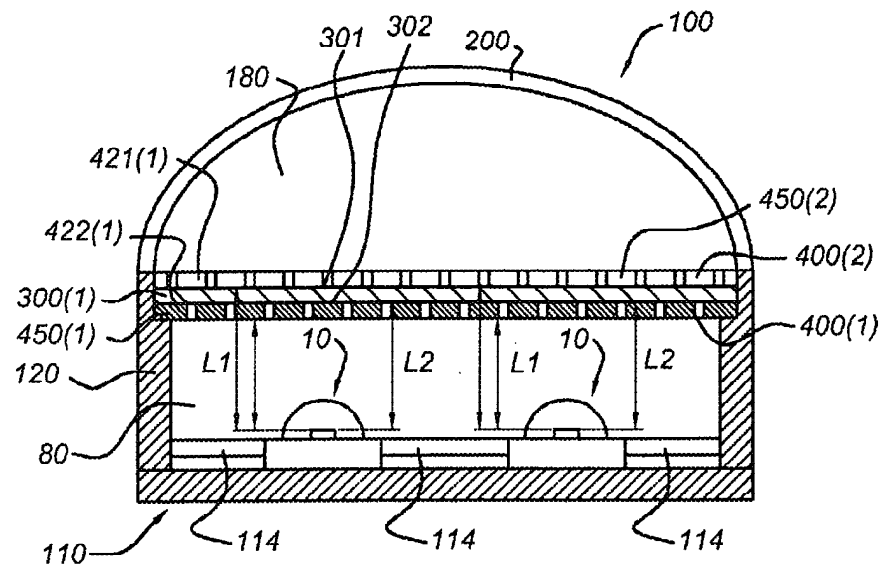
ФИГ. 6а



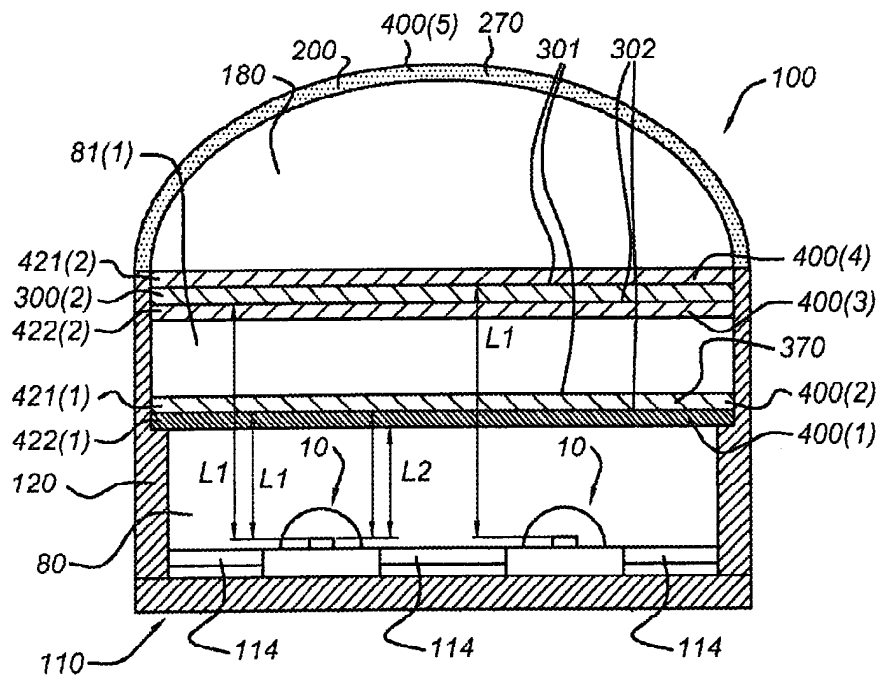
ФИГ. 6b



Фиг. 7а



Фиг. 7b



ФИГ. 8