



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G02B 6/00 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2016124100, 05.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.11.2014

Дата регистрации:
29.08.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
19.11.2013 EP 13193552.0

(45) Опубликовано: 29.08.2018 Бюл. № 25

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 20.06.2016

(86) Заявка РСТ:
EP 2014/073750 (05.11.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/074867 (28.05.2015)

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

(72) Автор(ы):

**ХИКМЕТ Рифат Ата Мустафа (NL),
ВАН БОММЕЛ Тис (NL),
ДЕ БУР Дирк Корнелис Герхардус (NL)**

(73) Патентообладатель(и):

ФИЛИПС ЛАЙТИНГ ХОЛДИНГ Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: DE 102008012316 B2, 02.04.2009. JP
2007207615 A, 16.08.2007. US 2004233664 A1,
25.11.2004. EP 1734302 A1, 20.12.2006. RU
2359362 C2, 20.06.2009.

(54) СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ЭЛЕМЕНТОМ СПЕКТРАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

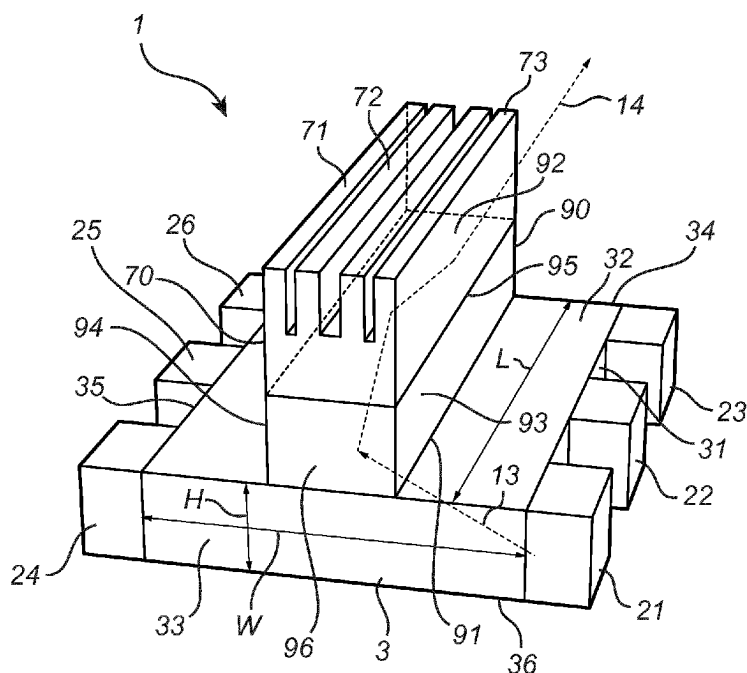
(57) Реферат:

Светоизлучающее устройство, содержащее по меньшей мере один первый источник (21, 22, 23, 24, 25, 211) света, выполненный с возможностью, при работе, излучения первого света (13) с первым спектральным распределением, первый световод (3), содержащий первую поверхность (31) ввода света, первую поверхность (32) выхода света и по меньшей мере одну первую дополнительную поверхность (33, 34, 35, 36), причем первый световод выполнен с возможностью приема первого света с первым спектральным распределением на первую поверхность ввода света, проведения первого света до первой

поверхности выхода света и выведения первого света с первым спектральным распределением с первой поверхности выхода света, по меньшей мере один люминесцентный элемент (90), размещенный на первой поверхности выхода света первого световода, причем по меньшей мере один люминесцентный элемент включает вторую поверхность (91) ввода света, вторую поверхность (92) выхода света и по меньшей мере одну вторую дополнительную поверхность (93, 94, 95, 96), причем люминесцентный элемент выполнен с возможностью приема первого света с первым спектральным распределением на вторую

поверхность ввода света, преобразования по меньшей мере части первого света с первым спектральным распределением во второй свет (14) со вторым спектральным распределением, направления второго света на вторую поверхность выхода света и выведения второго света со вторым спектральным распределением

со второй поверхности выхода света, причем светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один первый теплоотводящий элемент (70), размещенный у или на поверхности люминесцентного элемента, обращенной в сторону от второй поверхности (92) ввода света. 2 н. и 12 з.п. ф-лы, 15 ил.



ФИГ. 4

RU 2665332 C1

RU 2665332 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G02B 6/00 (2018.05)

(21)(22) Application: **2016124100, 05.11.2014**

(24) Effective date for property rights:
05.11.2014

Registration date:
29.08.2018

Priority:

(30) Convention priority:
19.11.2013 EP 13193552.0

(45) Date of publication: **29.08.2018** Bull. № 25

(85) Commencement of national phase: **20.06.2016**

(86) PCT application:
EP 2014/073750 (05.11.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/074867 (28.05.2015)

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

(72) Inventor(s):

**KHIKMET Rifat Ata Mustafa (NL),
VAN BOMMEL Tis (NL),
DE BUR Dirk Kornelis Gerckhardus (NL)**

(73) Proprietor(s):

FILIPS LAJTING K HOLDING B.V. (NL)

(54) **LIGHT-EMITTING DEVICE WITH SPECTRAL TRANSFORMATION ELEMENT**

(57) Abstract:

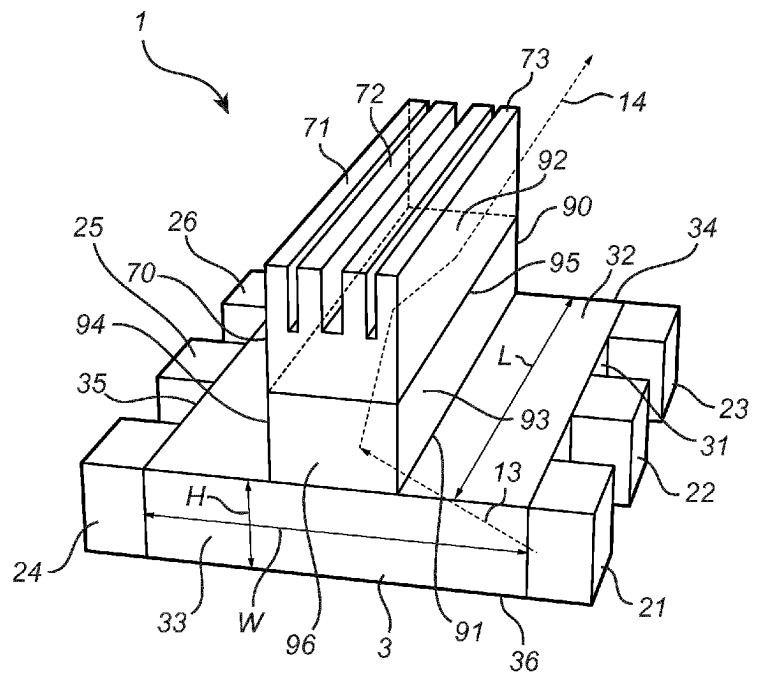
FIELD: lighting equipment.

SUBSTANCE: light emitting device comprising at least one first light source (21, 22, 23, 24, 25, 211) arranged to operate, emitting first light (13) with a first spectral distribution, first light guide (3) comprising first light input surface (31), first light exit surface (32), and at least one first additional surface (33, 34, 35, 36), wherein the first light guide is adapted to receive a first light having a first spectral distribution on a first light input surface, conducting the first light to the first light output surface and removing the first light with the first spectral distribution from the first light output surface, at least one luminescent element (90) disposed on the first surface of the light output of the first fiber, wherein at least one luminescent element includes second light input surface (91), second light exit surface (92), and

at least one second additional surface (93, 94, 95, 96), the luminescent element being configured to receive the first light with a first spectral distribution on the second light input surface, converting at least a portion of the first light with a first spectral distribution to second light (14) with a second spectral distribution, directing the second light onto a second surface of the light output and discharging the second light with a second spectral distribution from the second light exit surface, the light emitting device further comprising at least one first heat sink element (70) located on or on the surface of the luminescent element facing away from second light input surface (92).

EFFECT: light-emitting device with a spectral transformation element is proposed.

14 cl, 15 dwg



ФИГ. 4

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Изобретение относится к светоизлучающему устройству, имеющему по меньшей мере один источник света и световод. Кроме того, изобретение относится к лампе, светильнику или системе освещения, содержащим такое светоизлучающее устройство.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Высокоинтенсивные источники света, и, в частности, источники белого света высокой интенсивности, представляют интерес для разнообразных вариантов применения, в том числе в прожекторах, для направленного освещения сценических площадок, автомобильного освещения, и в цифровых световых проекторах. Для этих целей, а также для получения желательной формы светового луча, светораспределения и цветораспределения с точкой высокой интенсивности, возможно использование так называемых концентраторов светового потока, где коротковолновое световое излучение преобразуется в длинноволновое в люминесцентном материале с высокой прозрачностью. Такой прозрачный люминесцентный материал облучают светоизлучающими диодами (LED) для создания длинноволнового излучения внутри люминесцентного материала. Преобразованный свет, будучи направленным по волноводу на люминесцентный материал, испускается с поверхности, создавая точку высокой яркости.

Патентный документ WO 2012/056382 A1 в одном варианте осуществления описывает осветительное устройство, содержащее волновод и источник света. Волновод может быть оснащен люминесцентным материалом, размещенным на или в волноводе, и тем самым может быть конфигурирован для конверсии света от источника света в излучение люминесцентного материала.

Проблема, связанная с этой конфигурацией, относится к подведению достаточного света в световод, в то же время с выдерживанием его температуры на относительно низком уровне. В конфигурациях светодиодов (LED) согласно прототипу, и в некоторых конфигурациях плотно упакованных светодиодов (LED), например, 30, 40 и даже 50 светодиодов (LED) размещаются на малом расстоянии от световода, чтобы он воспринимал как можно больше света. В результате расположения светодиодов (LED) слишком близко к световоду тепло от светодиодов (LED) приводит к нагреванию световода и снижает оптические характеристики как световода, так и светодиодов (LED).

Патентный документ DE102008012316A1 представляет полупроводниковый источник света и люминесцентный конверсионный элемент, которые оба размещаются на общем теплоотводе. Свет, излученный полупроводниковым источником света, направляется по световоду на люминесцентный конверсионный элемент.

Патентный документ EP2202444A1 раскрывает LED-модуль, который испускает свет в сторону люминофорного модуля. Люминофорный модуль включает прозрачный слой, ближайший к LED-модулю, и слой люминофора, смежный непосредственно с прозрачным слоем. Люминофорный модуль может дополнительно включать теплоотвод.

Патентный документ WO2012/006128A2 представляет осветительный модуль с высокой светоотдачей и яркостью, с использованием возбуждаемого источника света и элемента конверсии длины волны с многоканальным рассеянием тепла.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью настоящего изобретения является разрешение этой проблемы, и создание светоизлучающего устройства, с помощью которого большое количество света подводится в световод и пропускается по нему, в то же время с выдерживанием относительно низкой температуры световода, а также оптимизация оптических

характеристик как световода, так и светодиодов (LED) светоизлучающего устройства.

Согласно первому аспекту изобретения, эта и другие цели достигаются с помощью светоизлучающего устройства, включающего множество первых твердотельных источников света, выполненных с возможностью, при работе, излучения первого света с первым спектральным распределением, первый световод, содержащий первую поверхность ввода света, первую поверхность выхода света и по меньшей мере одну первую дополнительную поверхность, причем первый световод выполнен с возможностью приема первого света с первым спектральным распределением на первую поверхность ввода света, проведения первого света до первой поверхности выхода света, и выведения первого света с первым спектральным распределением с первой поверхности выхода света, причем множество источников света расположены смежно с и в оптическом контакте с первой поверхностью ввода света первого световода, по меньшей мере один люминесцентный элемент, размещенный на первой поверхности выхода света первого световода, причем по меньшей мере один люминесцентный элемент включает вторую поверхность ввода света, вторую поверхность выхода света и по меньшей мере одну вторую дополнительную поверхность, причем вторая поверхность ввода света и вторая поверхность выхода света продолжают под отличным от нулевого углом относительно друг друга, причем люминесцентный элемент выполнен с возможностью приема первого света с первым спектральным распределением на вторую поверхность ввода света, преобразования по меньшей мере части первого света с первым спектральным распределением во второй свет со вторым спектральным распределением, направления второго света на вторую поверхность выхода света и выведения второго света со вторым спектральным распределением со второй поверхности выхода света, причем светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один первый теплоотводящий элемент, размещенный у или на поверхности люминесцентного элемента, противоположной и параллельной второй поверхности ввода света.

В результате размещения люминесцентного элемента, предназначенного для преобразования по меньшей мере части поступающего света в преобразованный свет с отличающимся спектральным распределением, и направлением света на выходную поверхность, создано светоизлучающее устройство, с помощью которого особенно большое количество преобразованного света будет восприниматься люминесцентным элементом, и которое может быть выведено с одной из поверхностей, что, в свою очередь, ведет к достижению особенно высокой интенсивности.

Благодаря размещению по меньшей мере одного первого теплоотводящего элемента при или на поверхности люминесцентного элемента обращенным в сторону от нее, или, другими словами, которая противоположна второй поверхности ввода света, и, кроме того, размещению первого световода между источниками света и люминесцентным элементом, свет от источников света может быть подведен к люминесцентному элементу, тогда как большая часть тепла, генерированного источниками света, не передается на люминесцентный элемент, и обеспечивается эффективное охлаждение люминесцентного элемента. Тем самым создано светоизлучающее устройство, с помощью которого большое количество света подводится и пропускается в световод, в то же время с поддержанием относительно низкой температуры люминесцентного элемента.

Кроме того, с помощью светоизлучающего устройства согласно изобретению меньшее число светодиодов (LED) и тем самым с менее плотной упаковкой их может быть применено для получения высокой выходной интенсивности света, по сравнению с прототипом, что также содействует поддержанию температуры люминесцентного

элемента на относительно низком уровне.

Кроме того, оба из вышеуказанных признаков вносят свой вклад в создание светоизлучающего устройства с оптимизированными оптическими характеристиками в отношении как световода, так и источников света.

5 В одном варианте исполнения площадь первой поверхности выхода света первого световода является в 2 раза меньшей, чем площадь первой поверхности ввода света. Благодаря этому большее число твердотельных источников света может быть размещено при первой поверхности ввода света, и может быть достигнута улучшенная концентрация света, обеспечивающая повышенную яркость. В других вариантах исполнения площадь
10 первой поверхности выхода света первого световода является в 5 или даже в 10 раз меньшей, чем площадь первой поверхности ввода света.

В одном варианте исполнения первый световод имеет первый показатель преломления, по меньшей мере один люминесцентный элемент имеет второй показатель преломления, и второй показатель преломления по меньшей мере одного
15 люминесцентного элемента является более высоким, чем первый показатель преломления первого световода.

Благодаря этому большая часть света, проводимого первым световодом, будет поступать в люминесцентный элемент, снижая тем самым потерю света, содержащегося в подводимом к люминесцентному элементу свете. В свою очередь, это содействует
20 повышению интенсивности и тем самым яркости света, испускаемого светоизлучающим устройством.

В одном варианте исполнения светоизлучающее устройство дополнительно содержит связующий элемент, предназначенный для выведения света из первого световода и направления в по меньшей мере один люминесцентный элемент, и размещенный между
25 первым световодом и по меньшей мере одним люминесцентным элементом.

В этой конфигурации связующий элемент обеспечивает оптическую связь с передачей света от волновода в люминесцентный элемент. Благодаря этому большая часть света, пропускаемого по первому световоду, будет поступать в люминесцентный элемент, тогда как преобразованный свет по большей части не будет пропускаться обратно в
30 волновод, снижая тем самым потерю света, содержащегося в подводимом к люминесцентному элементу свете. В свою очередь, это содействует повышению интенсивности и тем самым яркости света, испускаемого светоизлучающим устройством.

В одном варианте исполнения первый световод имеет первый показатель преломления, по меньшей мере один люминесцентный элемент имеет второй показатель преломления, связующий элемент имеет третий показатель преломления, и третий
35 показатель преломления связующего элемента является меньшим, чем по меньшей мере один из второго показателя преломления по меньшей мере одного люминесцентного элемента и первого показателя преломления первого световода. Этим гарантируется, что только относительно малая доля преобразованного света,
40 или же никакой преобразованный свет, не будет пропускаться из люминесцентного элемента обратно в волновод.

Эти варианты исполнения обеспечивают то, что особенно большая доля света, пропускаемого по первому световоду, будет восприниматься люминесцентным элементом, тем самым дополнительно снижая потерю света, содержащегося в
45 подводимом к люминесцентному элементу свете. В свою очередь, это содействует повышению интенсивности и тем самым яркости света, испускаемого светоизлучающим устройством.

В одном варианте исполнения первый световод выполнен из материала, имеющего

теплопроводность, которая является меньшей, чем $1 \text{ Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$.

Благодаря этому создано светоизлучающее устройство, с помощью которого особенно малая доля выделяемого источниками света тепла переносится на люминесцентный элемент, без ущерба количеству подводимого к нему света, обеспечивая

5 тем самым даже более эффективное охлаждение люминесцентного элемента.

В одном варианте исполнения первая поверхность ввода света и первая поверхность выхода света продолжают под отличным от нулевого углом относительно друг друга. В одном конкретном варианте исполнения первая поверхность ввода света и первая поверхность выхода света расположены перпендикулярно друг другу.

10 В результате создания светоизлучающего устройства со световодом, имеющим поверхность ввода света и поверхность выхода света, ориентированные друг относительно друга под отличным от нулевого углом, и, в частности, перпендикулярно друг другу, получается светоизлучающее устройство, с помощью которого большое количество света оптимально пропускается к соответствующим поверхностям выхода

15 света посредством полного внутреннего отражения (TIR). Это, в свою очередь, сокращает величину потерь света через другие поверхности первого световода, нежели поверхность выхода света, и таким образом дополнительно повышает интенсивность и тем самым яркость испускаемого светоизлучающим устройством света.

В одном варианте исполнения первый световод выполнен с возможностью преобразования падающего света в преобразованный свет со спектральным

20 распределением, которое отличается от спектрального распределения падающего света.

Тем самым создано светоизлучающее устройство, с помощью которого по меньшей мере часть света, подводимого в первый световод через по меньшей мере одну первую дополнительную поверхность и пропускаемого через первый световод, может быть

25 подвергнута второй конверсии длины волны перед конверсией длины волны, происходящей в люминесцентном элементе, и с помощью которого тем самым может быть достигнута светоотдача светоизлучающего устройства с более сложным спектральным распределением.

Кроме того, в одном варианте исполнения светоизлучающего устройства множество

30 источников света расположены смежно с и в оптическом контакте с по меньшей мере одной первой дополнительной поверхностью первого световода.

Благодаря этому большее количество света может быть направлено в световод и тем самым в люминесцентный элемент, чем обеспечивается излучение света светоизлучающим устройством с еще более высокой интенсивностью и тем самым

35 большей яркостью.

В одном варианте исполнения по меньшей мере один теплоотводящий элемент выполнен из материала, имеющего теплопроводность, которая является более высокой, чем $1 \text{ Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$, более высокой, чем $10 \text{ Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$, или большей, чем $20 \text{ Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$.

Тем самым получается особенно хорошее рассеяние тепла от световода. Следует

40 отметить, что, как правило, чем выше теплопроводность, тем лучше рассеяние тепла.

В одном варианте исполнения светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один добавочный теплоотводящий элемент, размещенный у одной из по меньшей мере одной первой дополнительной поверхности первого световода.

Благодаря этому создается светоизлучающее устройство, имеющее еще более

45 улучшенные характеристики рассеяния тепла, поскольку возрастает площадь и/или объем, наличествующие для теплоотвода.

В одном варианте исполнения первый световод является протяженным рядом по меньшей мере с двумя поверхностями по меньшей мере одного люминесцентного

элемента.

Такой вариант исполнения еще в большей степени улучшает поступление света от первого световода к люминесцентному элементу, так как увеличивается площадь, через которую свет может поступать в люминесцентный элемент.

5 В одном варианте исполнения светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один связующий элемент, предназначенный для вывода света из первого световода, причем связующий элемент размещается на поверхности первого световода, противоположащей относительно по меньшей мере одного люминесцентного элемента.

10 Тем самым создается светоизлучающее устройство, с помощью которого свет может испускаться одновременно по более чем одному направлению.

В одном варианте исполнения светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один второй источник света, предназначенный в рабочем режиме для излучения третьего света с третьим спектральным распределением, и второй световод, 15 содержащий третью поверхность ввода света и третью поверхность выхода света, причем второй световод выполнен с возможностью приема третьего света с третьим спектральным распределением на третью поверхность ввода света, направления третьего света на третью поверхность выхода света, и вывода третьего света с третьим спектральным распределением с третьей поверхности выхода света, причем, кроме 20 того, люминесцентный элемент выполнен с возможностью приема третьего света с третьим спектральным распределением, выведенного с третьей поверхности выхода света второго световода, направления третьего света на вторую поверхность выхода света и вывода третьего света с третьим спектральным распределением со второй поверхности выхода света.

25 Кроме того, в одном варианте исполнения второй световод выполнен с возможностью преобразования по меньшей мере части третьего света с третьим спектральным распределением в четвертый свет с четвертым спектральным распределением, направления четвертого света на третью поверхность выхода света и вывода четвертого света с четвертым спектральным распределением с третьей поверхности 30 выхода света.

В дополнение к преимуществам, которые подобны вышеупомянутым достоинствам, эти варианты исполнения предусматривают светоизлучающее устройство, испускающее свет даже с более высокой интенсивностью или яркостью, и способное создавать световые пучки с желательным светораспределением и распределением цвета высокой 35 сложности простым и экономически эффективным путем, в частности, когда общая светоотдача светоизлучающего устройства согласно этим вариантам исполнения включает по меньшей мере один дополнительный компонент светоотдачи, а именно, третий свет и, необязательно, также четвертый свет.

Кроме того, эти варианты исполнения предусматривают дополнительные параметры, 40 применимые для получения различных геометрических конфигураций светоизлучающего устройства.

Кроме того, изобретение относится к лампе, светильнику или системе освещения, включающим светоизлучающее устройство согласно любому из предшествующих пунктов формулы изобретения, причем лампа, светильник и система используются в 45 одном или более из следующих применений: в цифровых проекторах, для автомобильного освещения, для освещения сценических площадок, для освещения торговых помещений, для домашнего освещения, для направленного освещения, для точечного освещения, театрального освещения, оптоволоконного освещения, систем

отображения, систем подачи предупредительных световых сигналов, для использования освещения в медицинской практике, для применения освещения в декоративных целях.

Следует отметить, что изобретение относится ко всем возможным комбинациям признаков, перечисленных в пунктах патентной формулы.

5 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Этот и прочие аспекты настоящего изобретения теперь будут описаны более подробно со ссылкой на сопроводительные чертежи, показывающие вариант(-ты) осуществления изобретения.

10 Фиг. 1 показывает вид в разрезе светоизлучающего устройства, включающего люминофорный диск.

Фиг. 2 показывает вид сбоку осветительной системы со световодом и дополнительными источниками света, и которая оснащена фильтром и дихроичным оптическим элементом.

15 Фиг. 3А и 3В показывают световоды, оснащенные размещенным теплоотводящим элементом.

Фиг. 4 показывает перспективный вид светоизлучающего устройства в первом варианте исполнения согласно изобретению.

Фиг. 5 показывает вид с торца светоизлучающего устройства согласно Фиг. 4.

20 Фиг. 6 показывает вид с торца светоизлучающего устройства во втором варианте исполнения согласно изобретению.

Фиг. 7 показывает вид с торца светоизлучающего устройства в третьем варианте исполнения согласно изобретению.

Фиг. 8 показывает вид с торца светоизлучающего устройства в четвертом варианте исполнения согласно изобретению.

25 Фиг. 9 показывает вид с торца светоизлучающего устройства в пятом варианте исполнения согласно изобретению, причем теплоотводящий элемент удален для простоты.

Фиг. 10 показывает вид с торца светоизлучающего устройства в шестом варианте исполнения согласно изобретению.

30 Фиг. 11 показывает перспективный вид светоизлучающего устройства в седьмом варианте исполнения согласно изобретению.

Фиг. 12 показывает вид с торца светоизлучающего устройства согласно Фиг. 11.

Фиг. 13 показывает вид с торца светоизлучающего устройства в восьмом варианте исполнения согласно изобретению.

35 Фиг. 14 показывает вид с торца светоизлучающего устройства в девятом варианте исполнения согласно изобретению.

Как иллюстрированные в фигурах, размеры слоев, элементов и областей являются преувеличенными для целей иллюстрации, и тем самым представлены, чтобы показать общие структуры вариантов осуществления настоящего изобретения. Сходные кодовые
40 номера позиций относятся к подобным элементам на всем протяжении, например, так, что светоизлучающее устройство согласно изобретению в целом обозначено как 1, тогда как различные конкретные варианты исполнения его обозначаются добавлением 01, 02, 03, и так далее, к общему кодовому номеру позиции. В отношении Фигур 1-3В, показывающих ряд признаков и элементов, которые могут быть добавлены к
45 светоизлучающего устройства в любом из вариантов исполнения согласно изобретению, как дополнительно излагаемому ниже, в общем были добавлены «00» ко всем элементам, за исключением тех, которые являются специфическими для одной из этих Фигур.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Теперь настоящее изобретение будет далее описано более полно со ссылкой на сопроводительные чертежи, в которых показаны предпочтительные в данный момент варианты осуществления изобретения. Однако это изобретение может быть исполнено во многих различных формах, и не должно толковаться как ограниченное изложенными здесь вариантами осуществления; скорее, эти варианты осуществления представлены для 5 доскональности и завершенности, и для полноты описания объема изобретения для квалифицированного специалиста.

Нижеследующее описание будет начато с общих соображений относительно вариантов применения, подходящих источников света и материалов, пригодных для 10 разнообразных элементов и деталей светоизлучающего устройства согласно изобретению. Для этой цели ряд признаков и элементов, которые могут быть добавлены в любом из вариантов исполнения светоизлучающего устройства согласно изобретению, как далее излагаемому ниже, будет описан со ссылкой на Фигуры 1-3В. Конкретные варианты исполнения светоизлучающего устройства согласно изобретению будут 15 подробно описаны со ссылкой на Фигуры 4-14.

Светоизлучающее устройство согласно изобретению может быть использовано в вариантах применения, включающих, но не ограничивающихся таковыми, лампу, осветительный модуль, светильник, точечное освещение, импульсное освещение, проектор, цифровое проекционное устройство, автомобильную светотехнику, например, 20 такую как фары и задние фонари автомобиля, освещение арены, освещение театральной сцены, и архитектурное освещение.

Источники света, которые составляют часть вариантов исполнения согласно изобретению, как излагаемому ниже, предназначены в эксплуатационном режиме для излучения света с первым спектральным распределением. Затем этот свет подводится 25 в световод или волновод. Световод или волновод может преобразовывать свет с первым спектральным распределением в свет с другим спектральным распределением, и пропускать свет до выходной поверхности. Источник света в принципе может быть точечным источником света любого типа, но в одном варианте исполнения представляет собой твердотельный источник света, такой как Светоизлучающий Диод (LED), 30 Лазерный Диод или Органический Светоизлучающий Диод (OLED), множество Светодиодов (LED), или Лазерные Диоды, или Органические Светодиоды (OLED), или матрица из Светодиодов (LED), или Лазерных Диодов, или Органических Светодиодов (OLED), или комбинация любых из них. Светодиод (LED) в принципе может представлять собой LED любого цвета, или их комбинацию, но в одном варианте исполнения 35 представляет собой источник синего света, генерирующий свет от источника света в синем цветовом диапазоне, который определяется как диапазон длин волн между 380 нм и 495 нм. В еще одном варианте исполнения источник света представляет собой источник УФ-излучения или фиолетового света, то есть, излучающий в диапазоне длин волн менее 420 нм. В случае множества или матрицы Светодиодов (LED), или Лазерных 40 Диодов, или Органических Светодиодов (OLED), Светодиоды (LED), или Лазерные Диоды, или Органические Светодиоды (OLED), в принципе могут представлять собой Светодиоды (LED), или Лазерные Диоды, или Органические Светодиоды (OLED), двух или более различных цветов, таких, но без ограничения, как УФ, синий, зеленый, желтый или красный.

Источник света может быть источником красного света, то есть, излучающим в диапазоне длин волн, например, между 600 нм и 800 нм. Такой красный источник света может представлять собой, например, источник света любого из вышеупомянутых 45 типов, непосредственно излучающий красный свет или оснащенный люминофором,

пригодным для преобразования света от источника света в красный свет. Этот вариант исполнения является особенно благоприятным в сочетании со световодом, приспособленным для преобразования света от источника света в инфракрасное (IR, ИК) излучение, то есть, излучение с длинами волн свыше 800 нм, и в надлежащем варианте исполнения с максимальной интенсивностью в диапазоне от 810 до 850 нм. В одном варианте исполнения такой световод включает ИК-излучающий люминофор. Светоизлучающее устройство с такими характеристиками является в особенности благоприятным для применения в системах ночного видения, но также может быть использовано в любом из вышеуказанных вариантов применения.

Еще одним примером является комбинация источника первого, красного света, излучающего свет в диапазоне длин волн между 480 нм и 800 нм, и направления этого света в люминесцентный стержень или волновод, и источника второго света, излучающего синий, или ультрафиолетовый (УФ), или фиолетовый свет, то есть, с длиной волны менее 480 нм, и также направления этого света в люминесцентный волновод или стержень. Свет от второго источника света преобразуется люминесцентным волноводом или стержнем в излучение с длинами волн в диапазоне между 480 нм и 800 нм, и свет от первого источника света, направленный в люминесцентный волновод или стержень, не будет преобразован. Другими словами, второй источник света испускает ультрафиолетовый (УФ), фиолетовый или синий свет, который затем преобразуется люминесцентным концентратором в свет в зеленой-желтой-оранжевой-красной спектральной области. В еще одном варианте исполнения первый источник света излучает в диапазоне длин волн между 500 нм и 600 нм, и свет от второго источника света преобразуется люминесцентным волноводом или стержнем в излучение с длинами волн в диапазоне между 500 нм и 600 нм. В еще одном варианте исполнения первый источник света излучает в диапазоне длин волн между 600 нм и 750 нм, и свет от второго источника света преобразуется люминесцентным волноводом или стержнем в излучение с длинами волн в диапазоне между 600 нм и 750 нм. В одном варианте исполнения свет от первого источника света направляется в люминесцентный волновод или стержень у еще одной поверхности, например, поверхности, противоположащей относительно поверхности выхода света, нежели поверхности, где свет от второго источника света направляется в люминесцентный волновод или стержень. Эти варианты исполнения предусматривают люминесцентный волновод или стержень, излучающий в диапазоне красного света с повышенной яркостью.

Световоды, как разъясняемые ниже в вариантах исполнения согласно изобретению, как правило, могут быть стержневидными по форме или имеющими форму бруска световодами, имеющими высоту H , ширину W и длину L , продолжающиеся во взаимно перпендикулярных направлениях, и в вариантах исполнения являются прозрачными, или прозрачными и люминесцентными. Как правило, свет проходит по направлению длины L . Высота H в вариантах исполнения составляет <10 мм, в других вариантах исполнения <5 мм, в еще других вариантах исполнения <2 мм. Ширина W в вариантах исполнения составляет <10 мм, в других вариантах исполнения <5 мм, в еще других вариантах исполнения <2 мм. Длина L в вариантах исполнения является большей, чем ширина W и высота H , в других вариантах исполнения составляет по меньшей мере 2-кратную величину ширины W или является вдвое большей, чем высота H , в еще других вариантах исполнения составляет по меньшей мере 3-кратную величину ширины W или 3-кратную величину величины H . Аспектное отношение «высота H :ширина W » типично составляет 1:1 (например, для вариантов применения источников света общего назначения) или 1:2, 1:3 или 1:4 (например, в вариантах применения специальных

источников света, таких как фары), или 4:3, 16:10, 16:9 или 256:135 (например, для применения в устройствах отображения). Световоды, как правило, включают поверхность ввода света и поверхность выхода света, которые не размещаются в параллельных плоскостях, и в вариантах исполнения поверхность ввода света перпендикулярна поверхности выхода света. Для достижения концентрированного светового потока с высокой яркостью площадь поверхности выхода света может быть меньше, чем площадь поверхности ввода света. Поверхность выхода света может иметь любую форму, но в одном варианте исполнения сформирована квадратной, прямоугольной, круглой, овальной, треугольной, пятиугольной или шестиугольной.

Прозрачные световоды в вариантах исполнения могут содержать прозрачную подложку, на которой эпитаксиально выращено множество источников света, например, светодиодов (LED). В вариантах исполнения подложка представляет собой монокристаллическую подложку, например, такую как сапфировая подложка. Прозрачная ростовая подложка для источников света в этих вариантах исполнения представляет собой светоконцентрирующий световод.

Как правило, стержневидный по форме или имеющий форму бруска световод может иметь любую форму поперечного сечения, но в вариантах исполнения имеет поперечное сечение с квадратной, прямоугольной, круглой, овальной, треугольной, пятиугольной или шестиугольной формой. Как правило, световоды имеют форму параллелепипеда, но им может быть придана иная форма, нежели кубовидная, с поверхностью ввода света, имеющей несколько трапецевидный контур. Этим путем может быть еще более усилен световой поток, что может быть благоприятным в некоторых вариантах применения.

Подходящими материалами для световодов, как разъясняемых ниже согласно вариантам осуществления изобретения, являются сапфир, поликристаллический оксид алюминия и/или нелегированные прозрачные гранаты, такие как YAG (алюмоиттриевый гранат), LuAG (алюмолютециевый гранат), имеющий показатель преломления $n=1,7$. Дополнительным преимуществом этого материала (например, сравнительно со стеклом) является то, что он имеет хорошую теплопроводность, тем самым сводя к минимуму локальное разогревание. Другие пригодные материалы включают, но не ограничиваются таковыми, стекло, кварц и прозрачные полимеры. В других вариантах исполнения материалом световода является свинцовое стекло. Свинцовое стекло представляет собой разновидность стекла, в котором свинец замещает кальций, содержащийся в типичном калиевом стекле, и в результате этого может быть повышен показатель преломления. Обычное стекло имеет показатель преломления $n=1,5$, тогда как свинец обуславливает показатель преломления, варьирующий вплоть до 1,7.

Световоды, как разъясняемые ниже согласно вариантам осуществления изобретения, могут включать подходящий люминесцентный материал для преобразования света до другого спектрального распределения. Пригодные люминесцентные материалы включают неорганические люминофоры, такие как легированные YAG, LuAG, органические люминофоры, органические флуоресцентные красители и квантовые точки, которые весьма пригодны для целей согласно вариантам осуществления настоящего изобретения, как излагаемого ниже.

Квантовые точки представляют собой мелкие кристаллы полупроводникового материала, обычно имеющие ширину или диаметр порядка всего нескольких нанометров. Будучи возбужденной падающим светом, квантовая точка испускает свет с цветом, который определяется размером и материалом кристалла. Поэтому свет конкретного цвета может быть создан адаптацией величины точки. Наиболее известные квантовые

точки с излучением в видимой области основываются на селениде кадмия (CdSe) с оболочкой, такой как сульфид кадмия (CdS) и сульфид цинка (ZnS). Также могут быть использованы бескадмиевые квантовые точки, такие как фосфид индия (InP), и сульфид меди-индия (CuInS₂) и/или сульфид серебра-индия (AgInS₂). Квантовые точки проявляют

5 очень узкую полосу излучения, и тем самым они создают насыщенные цвета. Кроме того, цвет излучения может быть без труда настроен корректированием размера квантовых точек. В вариантах осуществления настоящего изобретения, как излагаемого ниже, могут быть применены квантовые точки любого известного в технологии типа. Однако по соображениям экологической безопасности и связанных с этим проблем
10 может быть предпочтительным применение не содержащих кадмия квантовых точек или по меньшей мере квантовых точек, имеющих очень низкое содержание кадмия.

Также могут быть применены органические флуоресцентные красители. Молекулярная структура может быть сформирована так, чтобы можно было настраивать положение спектрального максимума. Примерами материалов пригодных
15 органических флуоресцентных красителей являются органические флуоресцентные материалы на основе производных перилена, например, соединения, продаваемые фирмой BASF под наименованием Lumogen®. Примеры подходящих соединений включают, но не ограничиваются таковыми, Lumogen® Red F305, Lumogen® Orange F240, Lumogen® Yellow F083 и Lumogen® F170.

20 Люминесцентный материал также может представлять собой неорганический люминофор. Примеры материалов неорганических люминофоров включают, но не ограничиваются таковыми, легированные церием (Ce) YAG (Y₃Al₅O₁₂) или LuAG (Lu₃Al₁₅O₁₂). Легированный церием (Ce) YAG излучает желтоватый свет, тогда как
25 легированный церием (Ce) LuAG излучает желто-зеленоватый свет. Примеры других материалов неорганических люминофоров, которые излучают красный свет, могут включать, но не ограничиваются таковыми, ECAS и BSSN; причем ECAS представляет собой Ca_{1-x}AlSiN₃:Eu_x, где 0 < x ≤ 1, в других вариантах исполнения 0 < x ≤ 0,2; и BSSN представляет собой Ba_{2-x-z}M_xSi_{5-y}Al_yN_{8-y}O_y:Eu_z, где M представляет Sr или Ca, 0 ≤ x ≤ 1,
30 0 < y ≤ 4, и 0,0005 ≤ z ≤ 0,05, и в вариантах исполнения 0 ≤ x ≤ 0,2.

В вариантах осуществления изобретения, как излагаемого ниже, люминесцентный материал выполнен из материала, выбранного из группы, включающей (M<I>_(1-x-y)M<II>_xM<III>_y)₃(M<IV>_(1-z)M<V>_z)₅O₁₂, где M<I> выбирают из группы, включающей
35 Y, Lu или их смеси, M<II> выбирают из группы, включающей Gd, La, Yb или их смеси, M<III> выбирают из группы, включающей Tb, Pr, Ce, Er, Nd, Eu или их смеси, M<IV> представляет Al, M<V> выбирают из группы, включающей Ga, Sc или их смеси, и 0 < x ≤ 1, 0 < y ≤ 0,1, 0 < z < 1, (M<I>_(1-x-y)M<II>_xM<III>_y)₂O₃, где M<I> выбирают из группы, включающей Y, Lu или их смеси, M<II> выбирают из группы, включающей Gd, La, Yb или их смеси, M<III> выбирают из группы, включающей Tb, Pr, Ce, Er, Nd, Eu, Bi, Sb или их смеси, и 0 < x ≤ 1, 0 < y ≤ 0,1, (M<I>_(1-x-y)M<II>_xM<III>_y)S_(1-z)Se, где M<I> выбирают из группы, включающей Ca, Sr, Mg, Ba или их смеси, M<II> выбирают из группы, включающей Ce, Eu, Mn, Tb, Sm, Pr, Sb, Sn или их смеси, M<III> выбирают из группы, включающей K, Na, Li, Rb, Zn или их смеси, и 0 < x ≤ 0,01, 0 < y ≤ 0,05, 0 ≤ z < 1, (M<I>_(1-x-y)M<II>_xM<III>_y)O, где M<I> выбирают из группы, включающей Ca, Sr, Mg, Ba или их смеси, M<II> выбирают из группы, включающей Ce, Eu, Mn, Tb, Sm, Pr или их смеси, M<III> выбирают из группы, включающей K, Na, Li, Rb, Zn или их смеси, и 0 < x ≤ 0,1, 0 < y ≤ 0,1, (M<I>_(2-x)M<II>_xM<III>₂)O₇, где M<I> выбирают из группы, включающей La,

Y, Gd, Lu, Ba, Sr или их смеси, $M<II>$ выбирают из группы, включающей Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm или их смеси, $M<III>$ выбирают из группы, включающей Hf, Zr, Ti, Ta, Nb или их смеси, и $0 < x \leq 1$, $(M<I>_{(1-x)}M<II>_xM<III>_{(1-y)}M<IV>_y)O_3$, где $M<I>$ выбирают из группы, включающей Ba, Sr, Ca, La, Y, Gd, Lu или их смеси, $M<II>$ выбирают из группы, включающей Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm или их смеси, $M<III>$ выбирают из группы, включающей Hf, Zr, Ti, Ta, Nb или их смеси, и $M<IV>$ выбирают из группы, включающей Al, Ga, Sc, Si или их смеси, и $0 < x \leq 0,1$, $0 < y \leq 0,1$, или их смеси.

Другими пригодными люминесцентными материалами являются легированные церием (Ce) алюмоиттриевый гранат (YAG, $Y_3Al_5O_{12}$) и алюмолютециевый гранат (LuAG). Люминесцентный световод может иметь излучение с центральной длиной волны в пределах диапазона синего цвета, или в пределах диапазона зеленого цвета, или в пределах диапазона красного цвета. Диапазон синего цвета определяется между 380 нанометрами и 495 нанометрами, диапазон зеленого цвета определяется между 495 нанометрами и 590 нанометрами, и диапазон красного цвета определяется между 590 нанометрами и 800 нанометрами.

Выбор люминофора, который может быть использован в вариантах исполнения, приведен ниже в таблице 1 вместе с длиной волны максимального излучения.

Таблица 1	
Люминофор	Длина волны максимального излучения [нм]
CaGa ₂ S ₄ :Ce	475
SrGa ₂ S ₄ :Ce	450
BaAl ₂ S ₄ :Eu	470
CaF ₂ :Eu	435
Bi ₄ Si ₃ O ₁₂ :Ce	470
Ca ₃ Sc ₂ Si ₃ O ₁₂ :Ce	490

В вариантах исполнения светоизлучающего устройства согласно изобретению, как излагаемому ниже, может быть предусмотрена связующая структура или связующая среда для эффективного подведения света, излученного источником света, в световод. Связующая структура может представлять собой рефракционную структуру, имеющую, например, такие детали, как выступы и углубления, образующие волнообразную структуру. Типичный размер деталей связующей структуры составляет от 5 мкм до 500 мкм. Форма структурных деталей может быть, например, полусферической (линзы), призматической, синусоидальной или неупорядоченной (например, полученной в результате пескоструйной обработки). Выбором надлежащей формы может быть отрегулировано количество поступающего в световод света. Рефракционные структуры могут быть выполнены механическими средствами, такими как выдалбливание, пескоструйная обработка, или тому подобные. В альтернативном варианте, рефракционные структуры могут быть сформированы репродуцированием в подходящем материале, например, таком как полимер или золь-гель-материал. В альтернативном варианте, связующая структура может представлять собой дифракционную структуру, где типичный размер деталей дифракционной связующей структуры составляет от 0,2 мкм до 2 мкм. Дифракционные углы θ_{in} внутри световода задаются уравнением дифракционной решетки $\lambda/\Lambda = n_{in} \cdot \sin\theta_{in} - n_{out} \cdot \sin\theta_{out}$, где λ представляет длину волны света от LED, Λ представляет период решетки, n_{in} и n_{out} представляют показатели преломления внутри и снаружи световода, θ_{in} и θ_{out} представляют дифракционный угол внутри и угол падения снаружи световода, соответственно. При допущении одинакового

показателя преломления $n_{out}=1$ для слоя с низким показателем и связующей среды, при условии общего внутреннего отражения $n_{in} \cdot \sin\theta_{in}=n_{out}$, то выполняется следующее условие: $\lambda/\Lambda=1-\sin\theta_{out}$, то есть, $\Lambda=\lambda$ для падения по нормали $\theta_{out}=0$. Как правило, дифракция в световоде происходит не при всех прочих углах θ_{out} . Это будет иметь место, только если показатель преломления n_{in} является достаточно высоким. Из уравнения дифракционной решетки следует, что для условия $n_{in} \geq 2$ дифракция происходит при всех углах, если $\Lambda=\lambda$. Кроме того, могут быть использованы другие периоды и показатели преломления, обуславливая меньшее количество света, который преломляется в световоде. Кроме того, как правило, большая часть света пропускается (0-ой порядок). Количество дифрагированного света зависит от формы и высоты структурных деталей решетки. Выбором надлежащих параметров может быть отрегулировано количество света, поступающего в световод. Такие дифракционные структуры проще всего изготавливаются репродуцированием со структур, которые были сделаны, например, способами электронно-лучевой литографии или голографии. Репродуцирование может быть выполнено методом типа мягкой нанопечатной литографии. Связующая среда может представлять собой, например, воздух или еще один подходящий материал.

Фиг. 1 показывает светоизлучающее устройство 1001, содержащее световод 4015 согласно вариантам осуществления изобретения, как излагаемого ниже. Показанное в Фиг. 1 светоизлучающее устройство 1001 включает вращающийся люминофорный диск 1600, и дополнительно содержит связующий элемент 7700, размещенный между световодом 4015 и люминофорным диском 1600.

Кроме того, светоизлучающее устройство 1001 включает источник света в виде множества светодиодов (LED) 2100, 2200, 2300, размещенных на основе или подложке 1500. Множество светодиодов (LED) 2100, 2200, 2300 используется для накачки конверсионного элемента 6110 световода 4015 для генерирования света 1700, имеющего третье спектральное распределение, такого как зеленый или синий свет. Люминофорный диск 1600, который вращается по направлению 1610 вращения вокруг оси 1620 вращения, используется для преобразования света 1700, имеющего третье спектральное распределение, в свет 1400, имеющий второе спектральное распределение, такой как красный и/или зеленый свет. Следует отметить, что в принципе осуществима любая комбинация цветов света 1600 и света 1400.

Как показано в Фиг. 1, иллюстрирующей люминофорный диск 1600 в виде сбоку в разрезе, люминофорный диск 1600 используют в режиме пропускания, то есть, падающий свет 1700 входит в люминофорный диск 1600 с одной стороны, пропускается через люминофорный диск 1600 и излучается с его противоположной стороны, образующей поверхность 4200 выхода света. В альтернативном варианте, люминофорный диск 1600 может быть использован в режиме отражения (не показано) таким образом, что свет излучается с той же поверхности, что и поверхность, через которую он поступает в люминофорный диск.

Люминофорный диск 1600 может включать только один люминофор по всему объему. В альтернативном варианте, люминофорный диск 1600 также может содержать сегменты без любого люминофора так, что часть света 1700 также может пропускаться без конверсии. Этим путем могут быть последовательно генерированы другие цвета. В еще одном альтернативном варианте, люминофорный диск 1600 также может включать множество люминофорных сегментов, например, сегменты с люминофорами, излучающими желтый, зеленый и красный свет, соответственно, чтобы создавать многоцветный световой поток. В еще одном дополнительном альтернативном варианте,

светоизлучающее устройство 1001 может быть конфигурировано для генерирования белого света с использованием пикселированного рисунка из люминофора и отражателя на люминофорном диске 1600.

В одном варианте исполнения связующий элемент 7700 представляет собой оптический элемент, пригодный для коллимирования света 1700, падающего на люминофорный диск 1600, но также может быть связующей средой или связующей структурой, например, такой как описанная выше связующая среда или связующая структура 7700. Кроме того, светоизлучающее устройство 1001 может быть позиционировано так, чтобы коллимировать свет, испускаемый источниками 2100, 2200, 2300 света, и/или свет 1400, излучаемый светоизлучающим устройством 1001.

Фиг. 2 показывает вид сбоку осветительной системы, например, цифрового проектора, со светоизлучающим устройством 4070, которое предназначено для преобразования падающего света 1300 таким образом, что свет 1700 излучается с длиной волны в желтом и/или оранжевом диапазоне, то есть, в диапазоне длин волн приблизительно от 560 нм до 600 нм. Светоизлучающее устройство 4070 может быть оснащено, например, прозрачным гранатом, выполненным из керамических материалов, таких как легированные церием (Ce) $(\text{Lu,Gd})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $(\text{Y,Gd})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ или $(\text{Y,Tb})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. При более высоком содержании Ce и/или при более высоких уровнях замещения, например, Gd и/или Tb в пользу Ce, спектральное распределение света, испускаемого световодом, может быть смещено в сторону более длинноволновой области. В одном варианте исполнения световод 4070 является полностью прозрачным.

При поверхности 4200 выхода света предусматривается оптический элемент 9090. Оптический элемент 9090 включает фильтр 9091 для фильтрации света 1700, испускаемого из светоизлучающего устройства 4070, чтобы создавать фильтрованный свет 1701, по меньшей мере один дополнительный источник 9093, 9094 света, и оптический компонент 9092, предназначенный для объединения фильтрованного света 1701 света и света по меньшей мере от одного дополнительного источника 9093, 9094 света, с образованием совокупного светового потока 1400. Фильтр 9091 может представлять собой абсорбционный фильтр или отражательный фильтр, который может быть фиксированным или переключаемым. Переключаемый фильтр, который может быть низкочастотным, полосовым или высокочастотным согласно желательному световому потоку, может быть получен, например, формированием отражательного дихроичного зеркала и переключаемого зеркала, и размещением переключаемого зеркала выше по потоку относительно дихроичного зеркала, если смотреть по направлению распространения света. Кроме того, также осуществимо объединение двух или более фильтров и/или зеркал для выбора желательного светового потока. Показанный в Фиг. 2 фильтр 9091 представляет собой переключаемый фильтр, позволяющий пропускать нефильтрованный желтый и/или оранжевый свет или фильтрованный свет, в частности, и в показанном варианте исполнения фильтрованный красный свет, согласно состоянию переключения фильтра 9091. Спектральное распределение фильтрованного света зависит от характеристик используемого фильтра 9091. Оптический компонент 9092, как показанный, может представлять собой скрещенные дихроичные призмы, также известные как X-куб, или же в альтернативном варианте он может быть подходящим набором отдельных дихроичных фильтров.

В показанном варианте исполнения предусматриваются два дополнительных источника 9093, 9094 света, причем дополнительный источник 9093 света представляет собой источник синего света, и дополнительный источник 9094 света является источником зеленого света. Также могут быть возможными другие цвета, и/или большее

число дополнительных источников света. Один или более из дополнительных источников света также могут представлять собой световоды согласно вариантам осуществления изобретения, как излагаемого ниже. Дополнительным вариантом является применение профильтрованного фильтром 9091 света в качестве дополнительного источника света.

5 Объединенный световой поток 1400 тем самым представляет собой сочетание света 1701, испускаемого светоизлучающим устройством 4070 и фильтрованного фильтром 9091, и света, излучаемого соответствующими двумя дополнительными источниками 9093, 9094 света. Объединенный световой поток 1400 благоприятным образом может представлять собой белый свет.

10 Преимущество показанного в Фиг. 2 технического решения состоит в том, что оно является масштабируемым, экономичным и легко приспособляемым к требованиям для данного варианта применения светоизлучающего устройства согласно вариантам осуществления изобретения.

15 Фигуры 3А и 3В показывают вид сбоку световода или люминесцентного элемента 4090А, и световода или люминесцентного элемента 4090В, соответственно, которые включают теплоотводящий элемент 7000А, 7000В, соответственно, размещенный на одной из поверхностей световода или люминесцентного элемента 4090А, 4090В, соответственно, отличной от поверхности ввода света, в вариантах исполнения на расстоянии около 30 мкм или менее от нее. Независимо от варианта исполнения, 20 соответствующий теплоотводящий элемент 7000А, 7000В включает ребра 7100, 7200, 7300 для усиления теплоотвода, однако ребра являются необязательными элементами. Независимо от варианта исполнения, соответствующий теплоотводящий элемент 7000А, 7000В адаптирован согласующимся с формой поверхности световода, и тем самым 25 предназначается для обеспечения конформного теплового контакта по всей площади контакта со световодом. Благодаря этому получается увеличенный тепловой контакт и тем самым улучшенное охлаждение световода, и существующие предельные допуски на позиционирование теплоотводящего элемента становятся менее важными.

Фиг. 3А показывает, что теплоотводящий элемент 7000А включает множество теплоотводящих сегментов, здесь четыре теплоотводящих сегмента 7001, 7002, 7003 и 30 7004, один или более из которых, здесь все четыре, могут быть оснащены ребрами. Очевидно, что чем больше теплоотводящих сегментов включает теплоотводящий элемент 7000А, тем более точно теплоотводящий элемент 7000А может быть согласован с поверхностью световода. Каждый теплоотводящий сегмент 7001, 7002, 7003 и 7004 выполнен с возможностью обеспечения конформного теплового контакта по всей 35 площади контакта со световодом. Теплоотводящие сегменты могут быть размещены на взаимно различающихся расстояниях от поверхности световода. Кроме того, теплоотводящий элемент 7000А включает общий носитель 7050, к которому теплоотводящие сегменты 7001, 7002, 7003 и 7004 по отдельности прикреплены с помощью крепежных элементов 7010, 7020, 7030 и 7040, соответственно. В 40 альтернативном варианте, для каждого теплоотводящего сегмента может быть предназначен его собственный носитель. Следует отметить, что эти элементы являются необязательными.

Фиг. 3В показывает, что теплоотводящий элемент 7000В включает нижнюю часть 7060, приспособленную для согласования с формой поверхности световода или 45 люминесцентного элемента 4090В, при которой он должен быть размещен. Нижняя часть 7060 является гибкой и может, например, представлять собой слой теплопроводного металла, такой как медный слой. Кроме того, теплоотводящий элемент 7000В включает теплопроводный слой 7070, расположенный между нижним элементом

7060 и остальной частью теплоотводящего элемента 7000В, для повышения гибкости и прилегаемости теплоотводящего элемента 7000В. Теплопроводный слой 7070 может представлять собой, например, теплопроводную текучую среду или пасту.

Теплопроводный слой 7070 в одном варианте исполнения является высокоотражающим и/или включает высокоотражающее покрытие. Кроме того, теплоотводящий элемент 7000В включает резервуар 7080 для текучей среды, размещенный внутри теплоотводящего элемента 7000В для создания потока текучей среды, чтобы улучшить рассеяние тепла. В одном альтернативном варианте, резервуар 7080 для текучей среды также может быть размещен снаружи на теплоотводящем элементе 7000В, например, протяженным вдоль участка или всего наружного периметра теплоотводящего элемента 7000В. Поток текучей среды может быть усилен с помощью насоса. Следует отметить, что проводящий слой 7070 и резервуар 7080 для текучей среды являются необязательными элементами.

Независимо от варианта исполнения, теплоотводящий элемент 7000А, 7000В может быть выполнен из материала, выбранного из меди, алюминия, серебра, золота, карбида кремния, нитрида алюминия, нитрида бора, композита «алюминий-карбид кремния», оксида бериллия, композита «кремний-карбид кремния», композита «алюминий-карбид кремния», медно-вольфрамовых сплавов, медно-молибденовых карбидов, углерода, алмаза, графита, и комбинаций двух или более из них. Кроме того, может быть выполнен теплоотводящий элемент, сочетающий признаки вышеописанных вариантов исполнения. Кроме того, выполнимо размещение теплоотводящего элемента согласно любому из вышеуказанных вариантов исполнения на более чем одной поверхности световода или люминесцентного элемента 4090А или 4090В.

Наконец, следует отметить, что формирование теплоотводящего элемента, как описанного выше, является особенно благоприятным в светоизлучающем устройстве, в котором используют источник света, излучающий в красном диапазоне длин волн, и/или предназначенный для испускания света в инфракрасном диапазоне длин волн, например, при наличии люминофора с ИК-свечением.

Фиг. 4 показывает перспективный вид светоизлучающего устройства 1 согласно первому и основному варианту осуществления изобретения. Фиг. 5 показывает вид с торца светоизлучающего устройства 1. Как правило, светоизлучающее устройство 1 включает по меньшей мере один первый источник 21, 22, 23, 24, 25, 26 света, первый световод 3, по меньшей мере один люминесцентный элемент 90 и по меньшей мере один теплоотводящий элемент 70.

Описываемые здесь в вариантах исполнения источники света представляют собой твердотельные источники света, такие как светодиоды (LED), причем пригодные типы светодиодов (LED) были описаны выше. В одном варианте исполнения все первые источники 21, 22, 23, 24, 25, 26 света излучают свет, имеющий одно и то же спектральное распределение, но в альтернативных вариантах исполнения могут излучать свет, имеющий два или более различных спектральных распределений. В одном варианте исполнения источники света излучают свет в синем диапазоне длин волн, но источники света также могут излучать свет в фиолетовом или ультрафиолетовом диапазоне длин волн. Например, осуществимы также варианты исполнения, в которых, например, первые источники 21, 22, 23 света, размещенные при первой поверхности 31 ввода света, излучают свет со спектральным распределением, которое отличается от спектрального распределения света, испускаемого первыми источниками 24, 25, 26 света, размещенными при поверхности 35.

Первые источники 21, 22, 23, 24, 25, 26 света могут быть размещены на основе или

подложке в виде теплоотвода, в вариантах исполнения выполненного из металла, такого как медь, железо или алюминий. Этот теплоотвод может включать ребра, повышающие рассеяние тепла. Следует отметить, что в других вариантах исполнения основа или подложка не обязательно должна представлять собой теплоотвод. При размещении теплоотвода тепло, выделяемое источником света, может быть эффективным путем отведено от световода. В свою очередь, это обеспечивает повышение максимально достижимой выходной интенсивности света от светоизлучающего устройства, а также снижение или даже устранение вредных влияний на оптические характеристики светоизлучающего устройства, вызываемых чрезмерным нагреванием световода. Однако основа или подложка не является существенным элементом, и тем самым в еще других вариантах исполнения может отсутствовать.

Как можно видеть, первые источники света в данном варианте исполнения размещаются в два ряда, каждый из которых имеет три первых источника света. Следует отметить, что в принципе может наличествовать любое другое число первых источников света, например, такое как пять, десять или двадцать первых источников света.

Первый световод 3 показан имеющим форму в основном в виде пластины, имеющей первую поверхность 31 ввода света и первую поверхность 32 выхода света, продолжающиеся под отличным от нулевого углом относительно друг друга так, что первая поверхность 32 выхода света представляет собой верхнюю поверхность первого световода 3. Кроме того, первый световод 3 включает первые дополнительные поверхности 33, 34, 35, 36, из которых поверхность 36 является противоположащей и параллельной первой поверхности 32 выхода света. Первый световод 3 может быть прямоугольным или квадратным, и также может иметь форму бруска или стержня.

В вариантах исполнения площадь первой поверхности 32 выхода света первого световода 3 является в 2 раза меньшей, чем площадь первой поверхности 31 ввода света. Этим путем на первой поверхности 31 ввода света может быть размещено большее число твердотельных источников света, и может быть достигнута улучшенная концентрация света, обуславливающая повышенную яркость. В других вариантах исполнения площадь первой поверхности 32 выхода света световода является в 5 или даже в 10 раз меньшей, чем площадь первой поверхности 31 ввода света.

Первые источники 21, 22, 23 света размещаются смежными и в оптическом контакте с первой поверхностью 31 ввода света первого световода 3, тогда как первые источники 224, 25, 26 света расположены смежными и в оптическом контакте с дополнительной поверхностью 35, которая в этом случае действует как поверхность ввода света, протяженная параллельно и находящаяся напротив первой поверхности 31 ввода света первого световода 3. В альтернативной ситуации, первые источники света в еще одном варианте исполнения могут быть размещены смежными и в оптическом контакте только с одной поверхностью световода, в одном варианте исполнения представляющей собой первую поверхность 31 ввода света. В альтернативной ситуации, первые источники света в еще других вариантах исполнения могут быть размещены смежными и в оптическом контакте с более чем двумя поверхностями световода.

Также осуществимы альтернативные конфигурации светоизлучающего устройства согласно изобретению, в которых первая поверхность 32 выхода света и дополнительная поверхность 36 представляют собой поверхности взаимно противоположных сторон, и первая поверхность 31 ввода света является торцевой поверхностью.

Кроме того, первый световод 3 может включать прозрачный материал, люминесцентный материал, гранат, светоконцентрирующий материал или их комбинацию, причем пригодные материалы и гранаты были описаны выше. Однако в

одном варианте исполнения первый световод 3 является прозрачным световодом. В альтернативном варианте, первый световод 3 может представлять собой пустотелый световод с отражающими внутренними поверхностями. К примеру, внутренние поверхности выполнены, например, из зеркально-отражающего материала, такого как алюминий или серебро. Пустотелому световоду могла бы быть придана такая форма, что свет направляется на поверхность выхода света пустотелого световода. Для этой конфигурации также могут быть применены диффузно-отражающие материалы. Например, на внутреннюю поверхность пустотелого световода могло бы быть нанесено покрытие, содержащее частицы Al_2O_3 , TiO_2 и/или $BaSO_4$.

Кроме того, первый световод 3 может быть изготовлен из материала, который имеет теплопроводность меньше, чем $1 \text{ Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$, чтобы улучшить рассеяние тепла.

Кроме того, в одном варианте исполнения первый световод 3 является плоским, то есть, первый световод имеет высоту H , которая является значительно меньшей, чем по меньшей мере одна из длины L и ширины W , где высота в варианте исполнения, показанном в Фигурах 4 и 5, простирается перпендикулярно обеим из первой поверхности 32 выхода света и поверхности 36, и где как длина, так и ширина являются протяженными перпендикулярно высоте, а также перпендикулярными друг другу.

В альтернативных или дополнительных вариантах исполнения первый световод 3 может представлять собой световод, адаптированный или способный преобразовывать свет с одним спектральным распределением в свет с другим спектральным распределением. Тем самым в таких вариантах исполнения первый световод 3 может быть прозрачным световодом, включающим материал, предназначенный для конверсии света с одним спектральным распределением в свет с другим спектральным распределением. Материал, выполненный с возможностью преобразования света с одним спектральным распределением в свет с другим спектральным распределением, может быть встроен в первый световод 3.

Кроме того, светоизлучающее устройство 1 включает люминесцентный элемент 90. Люминесцентный элемент 90 показан имеющим форму, как правило, стержня или бруска, имеющего вторую поверхность 91 ввода света и вторую поверхность 92 выхода света, продолжающиеся под отличным от нулевого углом относительно друг друга так, что вторая поверхность 92 выхода света представляет собой торцевую поверхность люминесцентного элемента 90. Кроме того, люминесцентный элемент 90 включает вторые дополнительные поверхности 93, 94, 95, 96, из которых поверхность 96 является противоположающей и параллельной второй поверхности 92 выхода света. Люминесцентный элемент 90 также может иметь форму пластины, например, такой как прямоугольная или квадратная пластина.

Люминесцентный элемент 90 размещается так, что вторая поверхность 91 ввода света является смежной с первой поверхностью 32 выхода света первого световода 3. Люминесцентный элемент 90 и первый световод 3 необязательно находятся, по меньшей мере частично, в оптическом контакте между собой. Люминесцентный элемент 90 выполнен из люминесцентного материала, причем пригодные люминесцентные материалы были описаны выше.

Первый световод 3 имеет первый показатель n_1 преломления. Люминесцентный элемент 90 имеет второй показатель n_2 преломления, который в одном варианте исполнения обычно составляет величину порядка 1,8. Материал первого световода 3 и люминесцентного элемента 90, соответственно, в одном варианте исполнения выбирают так, чтобы второй показатель n_2 преломления люминесцентного элемента 90 был более высоким, чем первый показатель n_1 преломления первого световода 3.

Благодаря этому большая часть света, поступающего в первый световод 3, будет воспринята люминесцентным элементом 90. Тем самым подходящим материалом для первого световода 3 является стекло. Также могут быть использованы прозрачные полимеры, такие как PMMA (полиметилметакрилат), поликарбонат, полистирол, но эти материалы не могут выдерживать высокие температуры. Особый интерес представляют силиконы, которые имеют низкий коэффициент преломления, типично 1,4-1,5, и которые могут противостоять высоким температурам. Поскольку они уже применяются на верхней части светодиодов (LED) для отведения света, они оказываются естественным вариантом. Поскольку они являются гибкими, силиконы могут быть легко приспособлены к желательному варианту применения.

Кроме того, светоизлучающее устройство 1 включает теплоотводящий элемент 70. Теплоотводящий элемент 70 в вариантах исполнения непрозрачен и включает одно или более ребер 71, 72, 73 для улучшения распределения тепла. Однако следует отметить, что ребра 71, 72, 73 в принципе могут отсутствовать.

Как правило, теплоотводящий элемент 70 размещается на или при поверхности люминесцентного элемента 90 обращенным в сторону от первого световода 3, и тем самым также обращенным в сторону от второй поверхности 91 ввода света люминесцентного элемента 90, или, иначе говоря, в противоположную от нее сторону. В данном варианте исполнения теплоотводящий элемент 70 располагается на поверхности 95, протяженной параллельно и противоположащей относительно первой поверхности 91 ввода света люминесцентного элемента 90.

В вариантах исполнения теплоотводящий элемент 70 выполнен из металла, такого как медь, железо или алюминий. Непрозрачный теплоотвод 70 также может быть изготовлен из отражающего керамического материала, такого как оксид алюминия или нитрид бора. В более общем смысле, материалы, пригодные для такого непрозрачного теплоотводящего элемента 70, представляют собой материалы, которые имеют высокую теплопроводность, то есть, теплопроводность, которая составляет выше, чем, например, 1 Вт/(К·м), и предпочтительно более 10 Вт/(К·м) или даже свыше 20 Вт/(К·м).

В показанных здесь вариантах исполнения ребра 71, 72, 73 теплоотводящего элемента 70 являются протяженными в продольном направлении теплоотводящего элемента, или, другими словами, в монтажном положении теплоотводящего элемента по направлению, по существу перпендикулярному как второй поверхности 92 выхода света, так и дополнительной поверхности 96 люминесцентного элемента 90. Также осуществимы альтернативные варианты исполнения, в которых ребра теплоотводящего элемента проходят в любом другом направлении, например, таком, как поперечное направление теплоотводящего элемента, или, иначе говоря, параллельно второй поверхности 92 выхода света люминесцентного элемента 90.

В показанных здесь вариантах исполнения теплоотводящий элемент 70 простирается по всей площади дополнительной поверхности 95 люминесцентного элемента 90. Однако также возможны альтернативные варианты исполнения, в которых теплоотводящий элемент 70 является протяженным только по части площади дополнительной поверхности 95 люминесцентного элемента 90.

Со ссылкой на Фигуры 4 и 5, светоизлучающее устройство согласно изобретению в основном действует следующим образом. Первый свет 13, имеющий первое спектральное распределение, излучается каждым первым источником света из источников 21, 22, 23, 24, 25, 26 света. Затем имеющий первое спектральное распределение первый свет 13 поступает в первый световод 3 на первую поверхность 31 ввода света. Первый свет 13,

имеющий первое спектральное распределение, выводится из первого световода 3 с первой поверхности 32 выхода света. Первый свет 13, имеющий первое спектральное распределение, затем поступает в люминесцентный элемент 90, и по меньшей мере часть первого света 13 с первым спектральным распределением преобразуется

люминесцентным элементом 90 во второй свет 14, имеющий второе спектральное распределение. Второй свет 14 направляется люминесцентным элементом 90 и проходит через него, и выводится со второй поверхности 96 выхода света люминесцентного элемента 90, и тем самым испускается светоизлучающим устройством 1. Таким образом, имеется одна поверхность люминесцентного элемента 90, с которой выходит или

излучается свет, которая представляет собой вторую поверхность 96 выхода света.

Одновременно тепло, генерированное источниками 21, 22, 23, 24, 25, 26 света, отводится от первого световода 3 с помощью теплоотводящего элемента 70. Более конкретно, тепло отводится от первого световода 3 через люминесцентный элемент 90. Таким образом, первый световод 3 распределяет и отводит генерированное

источниками 21, 22, 23, 24, 25, 26 света тепло, и остаточное тепло, присутствующее в люминесцентном элементе 90, отводится теплоотводящим элементом 70.

С обращением теперь к Фиг. 6, показан вид с торца светоизлучающего устройства 101 во втором варианте исполнения согласно изобретению. Светоизлучающее устройство 101 отличается от показанного в Фиг. 4 и описанного выше тем, что оно дополнительно

содержит связующий элемент 80, предназначенный для проведения света в по меньшей мере один люминесцентный элемент, и связующий элемент 80 выполнен с возможностью выведения света из первого световода 3.

Связующий элемент 80 размещается между первым световодом 3 и люминесцентным элементом 90. Связующий элемент 80 может представлять собой, например, оптический

клей, или может быть рефракционными или дифракционными сетчатыми или рассеивающими слоем или структурами. В альтернативном варианте, связующий элемент 80 может быть просто воздухом, например, в виде воздушного зазора. Другие подходящие связующие элементы описаны выше. В одном варианте исполнения связующий элемент 80 включает материал, выбранный так, что третий показатель n_3

преломления связующего элемента является меньшим, чем второй показатель n_2 преломления люминесцентного элемента 90, и более высоким, чем первый показатель n_1 преломления первого световода 3. В альтернативном варианте, третий показатель n_3 преломления связующего элемента является меньшим, чем оба из второго показателя n_2 преломления люминесцентного элемента 90 и первого показателя n_1 преломления

первого световода 3. Кроме того, связующий элемент 80 необязательно может быть в оптическом контакте как с первым световодом 3, так и с люминесцентным элементом 90.

Связующий элемент 9 размещается на поверхности 33 первого световода 3, обращенной в сторону от люминесцентного элемента 90, в одном варианте исполнения

в положении, противоположном положению люминесцентного элемента 90. Связующий элемент 9 может представлять собой, например, рассеивающий или отражающий элемент или рисунок. Например, могут быть использованы покрытие или слой из рассеивающих материалов, таких как частицы TiO_2 , Al_2O_3 или $BaSO_4$. Прочие пригодные связующие элементы описаны выше.

Следует отметить, что также осуществимы альтернативные варианты исполнения, в которых любой один из связующего элемента 80 и связующего элемента 9 отсутствует.

Фиг. 7 показывает вид с торца светоизлучающего устройства 102 в третьем варианте исполнения согласно изобретению. Светоизлучающее устройство 102 отличается от

показанного в Фиг. 4 и описанного выше тем, что первый световод 301 представляет собой фасонный световод, содержащий две ножки или части 3011 и 3012, каждая из которых содержит поверхность 311 и 312 ввода света, соответственно, причем каждая из них связана с первым источником 21 и 24 света, соответственно. Кроме того, две
5 части 3011 и 3012 первого световода 301 включают одну совместную первую поверхность 32 выхода света, при которой предусматривается люминесцентный элемент 90.

Следует отметить, что в принципе первому световоду 3 может быть придана любая возможная форма, причем показанная в Фиг. 7 форма тем самым представляет собой
10 только неограничивающий пример.

Такая конфигурация предполагает светоизлучающие устройства, которые могут быть сформованы сообразно, например, эстетическим, физическим или практическим требованиям.

Фиг. 8 показывает вид сверху светоизлучающего устройства 103 в четвертом варианте
15 исполнения согласно изобретению. Ради краткости теплоотводящий элемент не изображен. Светоизлучающее устройство 103 отличается от показанного в Фиг. 4 и описанного выше только тем, что при первой дополнительной поверхности 33 первого световода 3 размещены дополнительные источники 251, 252, 261, 262 света таким образом, что свет может быть направлен в световод с трех сторон. Тем самым может
20 быть повышена интенсивность света, испускаемого светоизлучающим устройством 103, по сравнению с описанными выше светоизлучающими устройствами.

Очевидно, что в вариантах исполнения показанного в Фиг. 8 типа также было бы возможным размещение источников света на поверхности 34, и/или исключение источников света, предусмотренных на поверхности 35.

Фиг. 9 показывает вид с торца светоизлучающего устройства 104 в пятом варианте
25 исполнения согласно изобретению. Светоизлучающее устройство 104 отличается от показанного в Фиг. 4 и описанного выше тем, что первая поверхность 32 выхода света и первая поверхность 31 ввода света первого световода 3 представляют собой взаимно параллельные и противоположащие поверхности.

В этом варианте исполнения источники 21, 22, 23, 24, 25, 26 света размещаются в
30 оптическом контакте с первой поверхностью 31 ввода света световода 3. Кроме того, в дополнительном варианте исполнения источники света представляют собой светодиоды (LED), излучающие под большими углами излучения для повышения эффективности.

Кроме того, в особенности в варианте исполнения согласно Фиг. 9, но в принципе независимо от варианта исполнения, также возможно размещение отражающих
35 элементов, таких как зеркала, на первых дополнительных поверхностях 33, 34, 35 и 36, на поверхности 32 выхода света, смежной с люминесцентным элементом 90, и/или на поверхности 31 ввода света между источниками света, для рециркуляции некоторой части света, который в иной ситуации просто будет уходить наружу через эти
40 поверхности. Благодаря этому может быть увеличена интенсивность испускаемого светоизлучающим устройством 104 света. Отражающие элементы также могут быть размещены на иных поверхностях люминесцентного элемента 90, нежели вторая поверхность ввода света и вторая выходная поверхность люминесцентного элемента
45 90, для интенсификации проведения света в люминесцентном световоде на вторую поверхность выхода света. Теплоотводящий элемент также может действовать как отражатель для этой цели.

Фиг. 10 показывает вид с торца светоизлучающего устройства 105 в шестом варианте

исполнения согласно изобретению, в котором источники 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 и 28 света размещаются на первом световоде 3 как на поверхности, протяженной противоположно и параллельно первой поверхности 32 выхода света, здесь представляющей собой первую поверхность 31 ввода света, так и на двух поверхностях, протяженных под отличным от нулевого углом к первой поверхности 32 выхода света, здесь поверхностях 33 и 34.

Таким образом, светоизлучающее устройство 105, показанное в Фиг. 10, в принципе представляет собой сочетание вариантов исполнения, показанных в Фигурах 8 и 9. Тем самым также было бы осуществимым расположение источников света на остальных первых дополнительных поверхностях 35 и 36, причем последняя в Фиг. 10 не видна.

Фиг. 11 показывает перспективный вид светоизлучающего устройства 106 согласно седьмому варианту осуществления изобретения. Фиг. 12 показывает вид с торца светоизлучающего устройства 106.

Светоизлучающее устройство 106 включает первые источники 211, 221, 231, 241, 251, 261 света, первый световод 3, люминесцентный элемент 90 и теплоотводящий элемент 70 с ребрами 71, 72, 73 согласно любому из описанных выше вариантов исполнения.

Светоизлучающее устройство 106 дополнительно содержит вторые источники 212, 222 света и второй световод 4.

Второй световод 4 размещается смежным с поверхностью первого световода 3 и обращенным в сторону от люминесцентного элемента 90, причем в Фиг. 11 и 12 поверхность 36 является параллельной и противоположащей относительно первой поверхности 32 выхода света.

В одном альтернативном варианте исполнения второй световод 4 может быть размещен смежным с поверхностью по меньшей мере одного люминесцентного элемента 90 так, что свет поступает в люминесцентный элемент 90 более чем с одной стороны.

Второй световод 4 показан сформированным, как правило, в виде бруска или стержня, имеющего третью поверхность 41 ввода света и третью поверхность 42 выхода света, продолжающиеся параллельно и противоположно друг другу так, что третья поверхность 41 ввода света и третья поверхность 42 выхода света представляют собой поверхности противоположащих сторон второго световода 4. Кроме того, второй световод 4 включает третьи дополнительные поверхности 43, 44, 45, 46. Второй световод 4 также может быть пластиной, сформированной, например, в виде прямоугольной или квадратной пластины.

Вторые источники 212, 222 света размещаются смежными и в оптическом контакте с третьей поверхностью 41 ввода света второго световода 4. В других вариантах исполнения рядом с одной или более из по меньшей мере одной третьей дополнительной поверхности второго световода 4 могут быть предусмотрены дополнительные источники света

Также осуществимы альтернативные конфигурации светоизлучающего устройства 106 согласно Фиг. 11 и 12, в которых третья поверхность 41 ввода света и третья поверхность 42 выхода света являются протяженными под отличным от нулевого углом относительно друг друга, например, так, что третья поверхность 42 выхода света является торцевой поверхностью второго световода 4, или так, что третья поверхность 42 выхода света и поверхность 46 представляют собой поверхности взаимно противоположащих сторон, и вторая поверхность 41 ввода света является торцевой поверхностью.

Кроме того, второй световод 4 может включать прозрачный материал, люминесцентный материал, гранат, светоконцентрирующий материал или их

комбинацию, причем иной или такой же, как материал первого световода 3. Пригодные материалы и гранаты были описаны выше. В альтернативном варианте, второй световод 4 может представлять собой пустотелый световод с отражающими внутренними поверхностями.

5 В одном варианте исполнения второй световод 4 представляет собой прозрачный световод, содержащий материал, предназначенный для преобразования света с одним спектральным распределением в свет с еще одним спектральным распределением. Материал, выполненный с возможностью преобразования света с одним спектральным распределением в свет с другим спектральным распределением, может быть размещен
10 при поверхности второго световода 4, но в одном варианте исполнения он встроен во второй световод 4, и материал может отличаться от материала первого световода 3 или быть таким же.

Кроме того, второй световод 4 может быть изготовлен из материала, который в одном варианте исполнения имеет теплопроводность меньше, чем $1 \text{ Вт}/(\text{К}\cdot\text{м})$.

15 Кроме того, второй световод 4 может быть плоским, то есть, второй световод может иметь высоту H , которая является значительно меньшей, чем по меньшей мере одна из длины L и ширины W , где высота в варианте исполнения, показанном в Фигурах 11 и 12, является протяженной перпендикулярно обеим из третьей поверхности 41 ввода света и второй поверхности 42 выхода света, и где как длина, так и ширина являются
20 протяженными перпендикулярно направлению высоты, а также перпендикулярными друг другу.

Кроме того, первая поверхность 31 ввода света и первая поверхность 32 выхода света первого световода 3 светоизлучающего устройства 106 располагаются под отличным от нулевого углом относительно друг друга. Также возможны другие
25 альтернативные конфигурации светоизлучающего устройства 106 согласно Фиг. 11 и 12, в которых первая поверхность 32 выхода света и первая поверхность 31 ввода света представляют собой взаимно противоположащие и параллельные поверхности.

Светоизлучающее устройство 106 согласно Фиг. 11 и 12 в основном действует следующим образом. Первый свет 13, имеющий первое спектральное распределение,
30 излучается каждым первым источником света из источников 211, 221, 231, 241, 251, 261 света. Затем имеющий первое спектральное распределение первый свет 13 поступает в первый световод 3 на первую поверхность 31 ввода света. Первый свет 13, имеющий первое спектральное распределение, выводится из первого световода 3 с первой поверхности 32 выхода света. Первый свет 13, имеющий первое спектральное
35 распределение, затем поступает в люминесцентный элемент 90. По меньшей мере часть первого света 13 с первым спектральным распределением преобразуется люминесцентным элементом 90 во второй свет 14, имеющий второе спектральное распределение. Второй свет 14 направляется люминесцентным элементом 90 и проходит через него, и выводится со второй поверхности 96 выхода света люминесцентного
40 элемента 90, и тем самым испускается светоизлучающим устройством 106. Тепло, генерированное первыми источниками 211, 221, 231, 241, 251, 261 света, отводится от первого световода 3 с помощью теплоотводящего элемента 70.

Одновременно третий свет 17, имеющий третье спектральное распределение, излучается каждым источником света из вторых источников 212, 222 света. Третий свет
45 17, имеющий третье спектральное распределение, затем поступает во второй световод 4 на третью поверхность 41 ввода света. По меньшей мере часть третьего света 17 с третьим спектральным распределением преобразуется вторым световодом 4 в четвертый свет 18, имеющий четвертое спектральное распределение. Четвертый свет 18, имеющий

четвертое спектральное распределение, выводится из второго световода 4 с третьей поверхности 42 выхода света. Затем четвертый свет 18, имеющий четвертое спектральное распределение, пропускается через первый световод 3, в котором он может быть или может не быть преобразован в свет с еще одним дополнительным спектральным распределением, и в люминесцентный элемент 90, пропускается через люминесцентный элемент 90 и выводится со второй поверхности 96 выхода света, и тем самым испускается светоизлучающим устройством 106. Одновременно тепло, выделяемое вторыми источниками 212, 222 света, отводится от второго световода 4 и первого световода 3 с помощью теплоотводящего элемента 70.

В альтернативных или дополнительных вариантах исполнения второй световод 4 может представлять собой прозрачный световод, не предназначенный для конверсии падающего света в свет с иным спектральным распределением, и/или люминесцентный элемент 90 может быть адаптирован также для преобразования света, падающего из второго световода 4, в свет с другим спектральным распределением.

В одном альтернативном или дополнительном варианте исполнения было бы осуществимым создание второго световода с отдельным люминесцентным элементом и отдельным теплоотводящим элементом. Такой вариант исполнения может быть получен, например, формированием двух светоизлучающих устройств 1 любого из описанных выше типов в отношении Фигур 4-10, и размещением их так, что соответствующие теплоотводящие элементы обращены в противоположные друг относительно друга стороны.

Со ссылкой теперь на Фиг. 13, показан вид с торца светоизлучающего устройства 107 в восьмом варианте исполнения согласно изобретению. Светоизлучающее устройство 107 отличается от показанного в Фиг. 4 и описанного выше устройства тем, что люминесцентный элемент 90 размещается так, что он окружен первым световодом 3 со всех четырех его сторон. Другими словами, люминесцентный элемент 90 конфигурирован протяженным сквозь первый световод 3.

В альтернативных вариантах исполнения люминесцентный элемент 90 может быть размещен таким образом, что он окружен первым световодом 3 с двух, трех или даже пяти его сторон.

С обращением теперь к Фиг. 14, показан вид с торца светоизлучающего устройства 108 в девятом варианте исполнения согласно изобретению. Светоизлучающее устройство 108 отличается от показанного в Фиг. 4 и описанного выше устройства тем, что предусматриваются дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 так, что люминесцентный элемент 90 оснащается теплоотводящими элементами 70, 74, 75 с трех его сторон 93, 94 и 95 для более эффективного отведения тепла от первого световода 3.

Дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 могут быть предусмотрены как отдельные теплоотводящие элементы, или составляющие единый блок с теплоотводящим элементом 70. Дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 могут быть оснащены ребрами 76 и 77, соответственно.

В одном варианте исполнения дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 изготовлены из металла, такого как медь, железо или алюминий. Дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 также могут быть выполнены из отражающего керамического материала, такого как оксид алюминия или нитрид бора. В более общем смысле, материалы, пригодные для таких дополнительных теплоотводящих элементов 74 и 75, представляют собой материалы, которые имеют высокую теплопроводность, то есть, теплопроводность, которая составляет выше, чем, например, 1 Вт/(К·м), и

предпочтительно более 10 Вт/(К·м) или даже свыше 20 Вт/(К·м).

В показанных здесь вариантах исполнения ребра 76 и 77 соответствующих теплоотводящих элементов 74 и 75 являются протяженными в продольном направлении теплоотводящего элемента, или, иначе говоря, в монтажном положении теплоотводящего элемента по направлению, по существу перпендикулярному как второй поверхности 92 выхода света, так и дополнительной поверхности 96 люминесцентного элемента 90. Также осуществимы альтернативные варианты исполнения, в которых ребра дополнительных теплоотводящих элементов проходят в любом другом направлении, например, таком, как поперечное направление теплоотводящего элемента, или, другими словами, параллельно второй поверхности 92 выхода света люминесцентного элемента 90.

В показанных здесь вариантах исполнения дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 простирается по всей площади дополнительных поверхностей 93 и 94, соответственно, люминесцентного элемента 90. Однако также возможны альтернативные варианты исполнения, в которых дополнительные теплоотводящие элементы 74 и 75 являются протяженным только по части площади дополнительных поверхностей 93 и 94, соответственно, люминесцентного элемента 90.

Кроме того, любые из описанных здесь теплоотводящих элементов 70, 74, 75 могут необязательно включать по меньшей мере одну поверхность, выполненную с возможностью отражения света, причем в одном варианте исполнения это поверхность теплоотводящего элемента, обращенная к люминесцентному элементу 90.

Квалифицированный специалист в этой области технологии понимает, что настоящее изобретение никоим образом не ограничивается описанными выше вариантами осуществления. Напротив, многие модификации и вариации возможны в пределах области пунктов прилагаемой патентной формулы.

В частности, могут быть неограниченно скомбинированы разнообразные элементы и признаки разнообразных описанных здесь вариантов исполнения.

Кроме того, вариации раскрытых вариантов исполнения могут быть поняты и выполнены квалифицированным специалистом при осуществлении заявленного изобретения на основе изучения чертежей, описания и пунктов прилагаемой патентной формулы. В формуле изобретения слово «содержащий» не исключает других элементов или стадий, и неопределенный артикль «а» или «an» не исключает множественного числа. Лишь только тот факт, что определенные характеристики перечисляются во взаимно различных зависимых пунктах патентной формулы, не означает, что не может быть благоприятным образом использована комбинация этих характеристик.

(57) Формула изобретения

1. Светоизлучающее устройство, содержащее:

множество первых твердотельных источников (21, 22, 23, 24, 25, 211) света, выполненных с возможностью, при работе, излучения первого света (13) с первым спектральным распределением,

первый световод (3), содержащий первую поверхность (31) ввода света, первую поверхность (32) выхода света, продолжающиеся под отличным от нулевого углом относительно друг друга, и по меньшей мере одну первую дополнительную поверхность (33, 34, 35, 36), причем первый световод выполнен с возможностью приема первого света с первым спектральным распределением на первую поверхность ввода света, проведения первого света до первой поверхности выхода света и вывода первого света с первым спектральным распределением с первой поверхности выхода света,

причем множество источников света расположены смежно с и в оптическом контакте с первой поверхностью (31) ввода света первого световода (3),

по меньшей мере один люминесцентный элемент (90), размещенный на первой поверхности выхода света первого световода, причем по меньшей мере один люминесцентный элемент включает вторую поверхность (91) ввода света, вторую поверхность (92) выхода света и по меньшей мере одну вторую дополнительную поверхность (93, 94, 95, 96), причем вторая поверхность (91) ввода света и вторая поверхность (92) выхода света продолжают под отличным от нулевого углом относительно друг друга, причем люминесцентный элемент выполнен с возможностью приема первого света с первым спектральным распределением на вторую поверхность ввода света, преобразования по меньшей мере части первого света с первым спектральным распределением во второй свет (14) со вторым спектральным распределением, направления второго света на вторую поверхность выхода света и выведения второго света со вторым спектральным распределением со второй поверхности выхода света,

причем светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один первый теплоотводящий элемент (70), размещенный у или на поверхности люминесцентного элемента, противоположной и параллельной второй поверхности (92) ввода света.

2. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором первый световод имеет первый показатель (n_1) преломления, по меньшей мере один люминесцентный элемент имеет второй показатель (n_2) преломления и второй показатель преломления по меньшей мере одного люминесцентного элемента является более высоким, чем первый показатель преломления первого световода.

3. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, дополнительно содержащее связующий элемент (80), выполненный с возможностью выведения света из первого световода и подведения в по меньшей мере один люминесцентный элемент и размещенный между первым световодом и по меньшей мере одним люминесцентным элементом.

4. Светоизлучающее устройство по п.3, в котором первый световод имеет первый показатель (n_1) преломления, по меньшей мере один люминесцентный элемент имеет второй показатель (n_2) преломления, связующий элемент (80) имеет третий показатель (n_3) преломления и третий показатель преломления связующего элемента является меньшим, чем по меньшей мере один из второго показателя преломления по меньшей мере одного люминесцентного элемента и первого показателя преломления первого световода.

5. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, в котором множество источников света также расположены смежно с и в оптическом контакте с по меньшей мере одной первой дополнительной поверхностью (33, 34, 35, 36) первого световода.

6. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, в котором площадь первой поверхности (32) выхода света первого световода (3) является по меньшей мере в 2 раза меньшей, чем площадь первой поверхности (31) ввода света.

7. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, в котором первый световод дополнительно выполнен с возможностью преобразования падающего света в преобразованный свет со спектральным распределением, отличающимся от спектрального распределения падающего света.

8. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, причем светоизлучающее устройство дополнительно содержит по меньшей мере один дополнительный источник света, размещенный у по меньшей мере одной первой дополнительной поверхности первого

световода.

9. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, в котором по меньшей мере один теплоотводящий элемент (70) выполнен из материала, имеющего теплопроводность больше чем 1 Вт/(К·м), больше чем 10 Вт/(К·м) или больше чем 20 Вт/(К·м).

5 10. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, дополнительно содержащее по меньшей мере один дополнительный теплоотводящий элемент, размещенный у одной из по меньшей мере одной первой дополнительной поверхности по меньшей мере одного люминесцентного элемента.

11. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, дополнительно содержащее по
10 меньшей мере один связующий элемент (9), выполненный с возможностью вывода света из первого световода, причем связующий элемент размещается на поверхности первого световода, обращенной от по меньшей мере одного люминесцентного элемента.

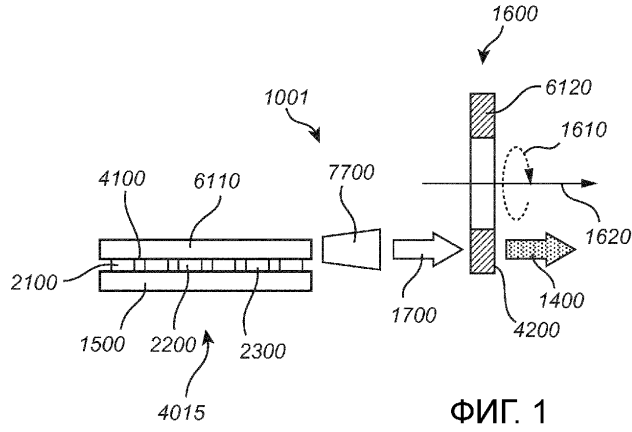
12. Светоизлучающее устройство по п. 1 или 2, дополнительно содержащее:
по меньшей мере один второй источник (212) света, выполненный с возможностью,
15 при работе, излучения третьего света (17) с третьим спектральным распределением, и второй световод (4), содержащий третью поверхность (41) ввода света и третью поверхность (42) выхода света,

причем второй световод выполнен с возможностью приема третьего света с третьим спектральным распределением на третью поверхность ввода света, проведения третьего
20 света к третьей поверхности выхода света и вывода третьего света с третьим спектральным распределением с третьей поверхности выхода света,

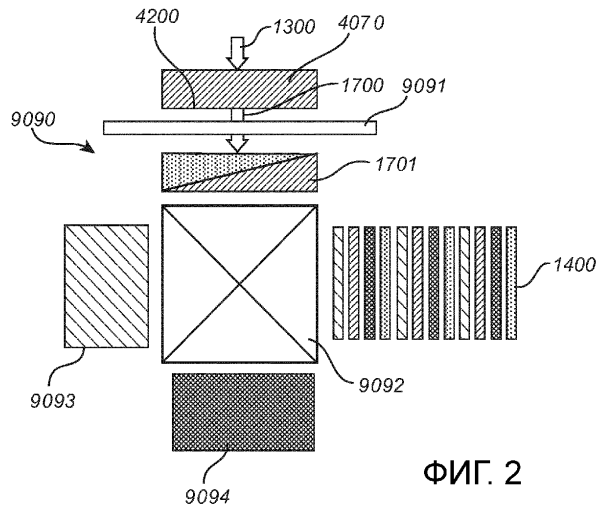
причем люминесцентный элемент дополнительно выполнен с возможностью приема третьего света с третьим спектральным распределением, выведенного с третьей
поверхности выхода света второго световода, проведения третьего света до второй
25 поверхности выхода света и вывода третьего света с третьим спектральным распределением со второй поверхности выхода света.

13. Светоизлучающее устройство по п. 12, в котором второй световод дополнительно
выполнен с возможностью преобразования по меньшей мере части третьего света с
третьим спектральным распределением в четвертый свет (18) с четвертым спектральным
30 распределением, проведения четвертого света к третьей поверхности выхода света и вывода четвертого света с четвертым спектральным распределением с третьей поверхности выхода света.

14. Лампа, светильник или осветительная система, содержащие светоизлучающее
устройство по любому из предшествующих пунктов, причем лампа, светильник и
35 система используются в одном или более из следующих применений: в цифровых проекторах, для автомобильного освещения, для освещения сценических площадок, для освещения торговых помещений, для домашнего освещения, для направленного освещения, для точечного освещения, театрального освещения, оптоволоконного освещения, систем отображения, систем подачи предупредительных световых сигналов,
40 для использования освещения в медицинской практике, для применения освещения в декоративных целях.

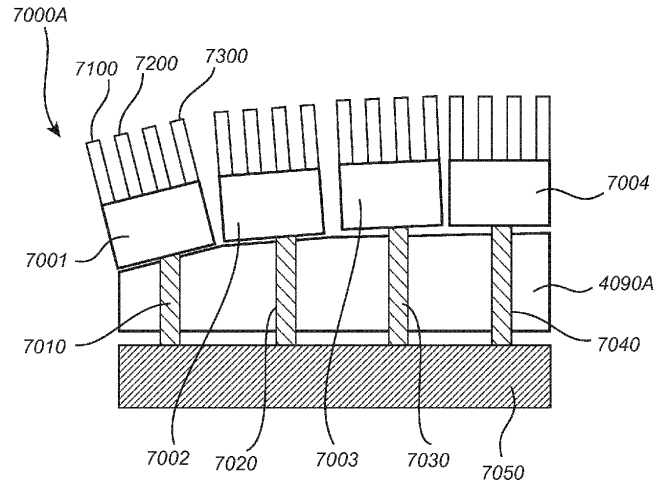


ФИГ. 1

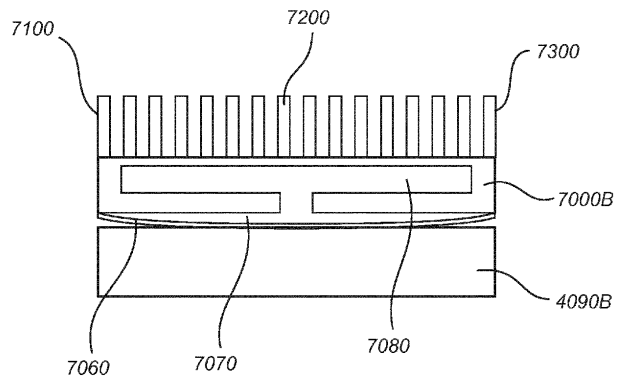


ФИГ. 2

2/8

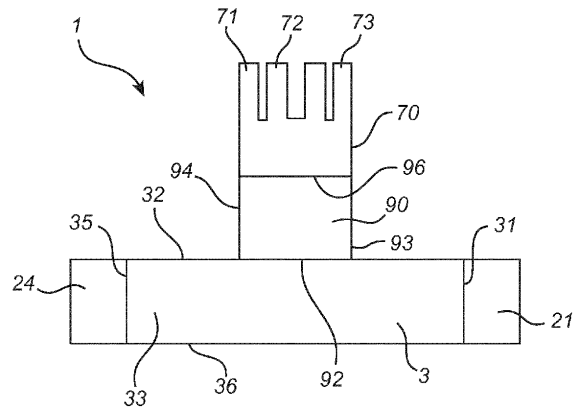


ФИГ. 3А

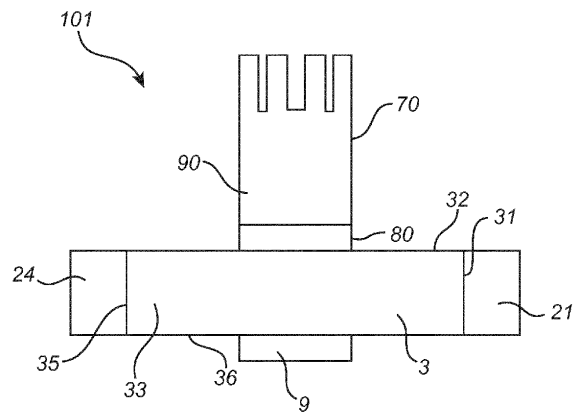


ФИГ. 3В

4/8

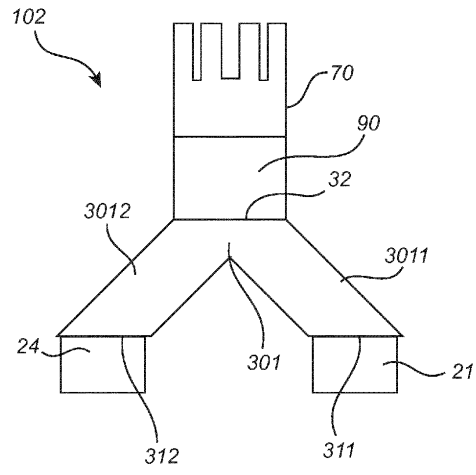


ФИГ. 5

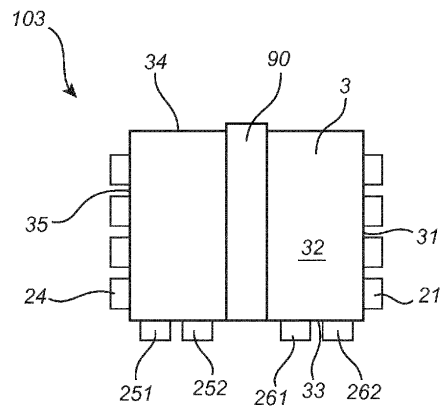


ФИГ. 6

5/8

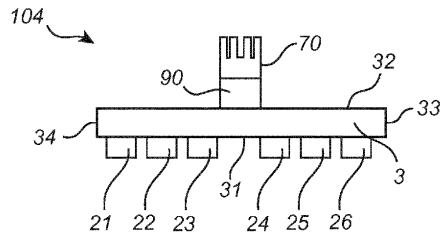


ФИГ. 7

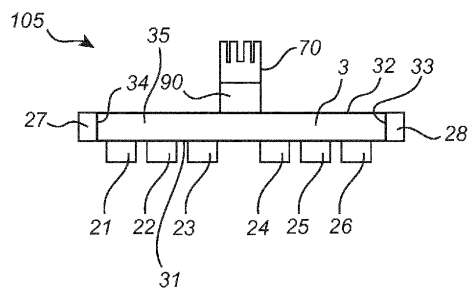


ФИГ. 8

6/8

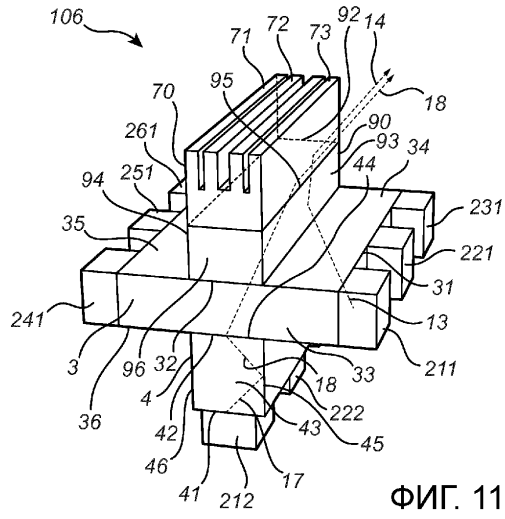


ФИГ. 9

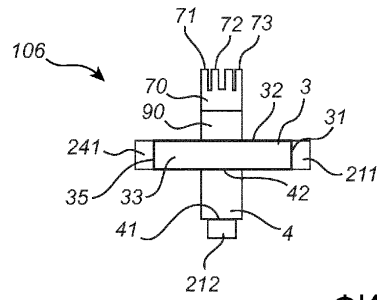


ФИГ. 10

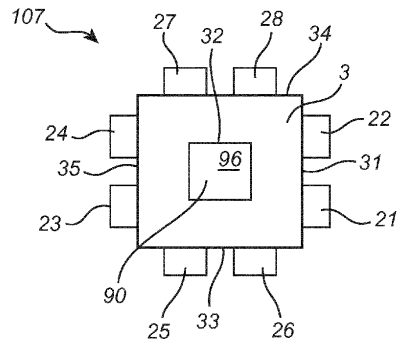
7/8



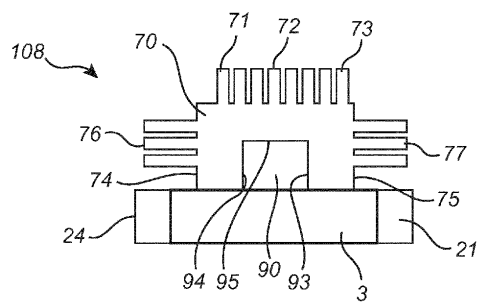
ФИГ. 11



ФИГ. 12



ФИГ. 13



ФИГ. 14