



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2010110803/28, 22.08.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
22.08.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
23.08.2007 US 11/844,176

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2011 Бюл. № 27

(45) Опубликовано: 10.05.2013 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 2004145895 A1, 29.07.2004. US  
2003201451 A1, 30.10.2003. US 2005184638 A1,  
25.08.2005. RU 2233013 C2, 20.07.2004.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 23.03.2010

(86) Заявка РСТ:  
IB 2008/053388 (22.08.2008)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2009/024952 (26.02.2009)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову

(72) Автор(ы):

**БИРХЭЙЗЕН Серж Й. (US),  
ХАРБЕРС Герард (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС  
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL),  
ФИЛИПС ЛЬЮМИЛДЗ ЛАЙТИНГ  
КОМПАНИ, ЭлЭлСи (US)**

**(54) ИСТОЧНИК СВЕТА, ВКЛЮЧАЮЩИЙ В СЕБЯ ОТРАЖАЮЩИЙ, ПРЕОБРАЗУЮЩИЙ  
ДЛИНУ ВОЛНЫ СЛОЙ**

(57) Реферат:

Светоизлучающее устройство содержит источник света, выполненный с возможностью излучения первого света; преобразующий длину волны слой, при этом преобразующий длину волны слой расположен на пути первого света, находится на расстоянии от источника света и содержит первый преобразующий длину волны материал, выполненный с

возможностью поглощения первого света и излучения второго света; и отражающий слой, при этом преобразующий длину волны слой расположен между отражающим слоем и источником света, отражающий слой является нижней поверхностью радиатора. Изобретение обеспечивает повышение эффективности излучения, повышение надежности и снижение стоимости. 13 з.п. ф-лы, 6 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010110803/28, 22.08.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**22.08.2008**

Priority:

(30) Convention priority:  
**23.08.2007 US 11/844,176**

(43) Application published: **27.09.2011 Bull. 27**

(45) Date of publication: **10.05.2013 Bull. 13**

(85) Commencement of national phase: **23.03.2010**

(86) PCT application:  
**IB 2008/053388 (22.08.2008)**

(87) PCT publication:  
**WO 2009/024952 (26.02.2009)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu**

(72) Inventor(s):

**BIRKhEhJZEN Serzh J. (US),  
KhARBERS Gerard (US)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS EhLEKTRONIKS N.V.  
(NL),  
FILIPS L'JuMILDZ LAJTING KOMPANI,  
EhlEhlSi (US)**

## (54) LIGHT SOURCE HAVING REFLECTING, WAVELENGTH-CONVERTING LAYER

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: light-emitting device has a light source which is configured to emit a first light; a wavelength-converting layer. The wavelength-converting layer lies on the path of the first light, lies at a distance from the light source and contains a first, wavelength-converting material, which is

configured to absorb the first light and emit a second light; and a reflecting layer. The wavelength-converting layer lies between the reflecting layer and the light source and the reflecting layer is the bottom surface of a heatsink.

EFFECT: high radiation efficiency, high reliability and low cost.

14 cl, 6 dwg

Предпосылки создания изобретенияОбласть техники, к которой относится изобретение

Это изобретение относится к источникам света с преобразованием длины волны, таким как полупроводниковые светоизлучающие устройства с преобразованием

Описание родственной области техники

Полупроводниковые светоизлучающие приборы, включающие в себя светоизлучающие диоды, светоизлучающие диоды с объемным резонатором, лазерные диоды с вертикальным резонатором и лазеры краевого излучения, принадлежат к числу наиболее эффективных источников света, имеющихся в настоящее время.

Системы материалов, представляющих в настоящее время интерес для изготовления светоизлучающих приборов высокой яркости, способных работать во всем видимом спектре, включают в себя полупроводники III-V групп, в частности, двойные, тройные и четверные сплавы галлия, алюминия, индия и азота, также называемые III-нитридными материалами. Обычно III-нитридные светоизлучающие приборы изготавливают эпитаксиальным выращиванием многослойной структуры из полупроводниковых слоев различного состава и с различными концентрациями примесей на сапфировой, карбидокремниевой, III-нитридной или другой подходящей подложке методами химического осаждения из паров металлоорганического соединения, молекулярно-пучковой эпитаксии или другими эпитаксиальными методами. Многослойная структура часто включает в себя один или несколько слоев n-типа, легированных, например, Si, сформированных поверх подложки, один или несколько светоизлучающих слоев в активной области, сформированных поверх слоя или слоев n-типа, и один или несколько слоев p-типа, легированных, например, Mg, сформированных поверх активной области. Электрические контакты сформированы на областях n- и p-типа.

Поскольку свет, излучаемый серийно выпускаемыми в настоящее время III-нитридными приборами, обычно находится на участке коротковолнового конца видимого спектра, то свет, генерируемый III-нитридными приборами, можно легко преобразовывать, чтобы получать свет, имеющий более длинную длину волны. В данной области техники известно, что свет, имеющий первую пиковую длину волны («первичный свет»), можно преобразовывать в свет, имеющий одну или несколько более длинных пиковых длин волн («вторичный свет»), используя процесс, известный как люминесценция/флуоресценция. Процесс флуоресценции включает в себя поглощение первичного света преобразующим длину волны материалом, таким как люминофор, и возбуждение центров люминесценции люминофорного материала, которые излучают вторичный свет. Пиковая длина волны вторичного света зависит от люминофорного материала. Вид люминофорного материала можно выбирать, чтобы получать вторичный свет, имеющий конкретную пиковую длину волны.

На фиг.1 показан светоизлучающий диод 10 с люминофорным преобразованием из предшествующего уровня техники, описанный в патенте США № 6351069.

Светоизлучающий диод 10 включает в себя III-нитридный кристалл 12, который при подаче напряжения генерирует голубой первичный свет. III-нитридный кристалл 12 расположен на чашеобразной отражающей выводной рамке 14 и электрически соединен с выводами 16 и 18. Выводы 16 и 18 проводят электрическую энергию к III-нитридному кристаллу 12. III-нитридный кристалл 12 покрыт слоем 20 часто прозрачной смолы, которая включает в себя преобразующий длину волны материал 22. В зависимости от требуемого спектрального распределения вторичного

света, который должен генерироваться флуоресцентным материалом 22, вид преобразующего длину волны материала, используемого для формирования слоя 20, можно изменять. III-нитридный кристалл 12 и флуоресцентный слой 20 покрыты линзой 24. Линзу 24 обычно изготавливают из прозрачной эпоксидной смолы или

силикона.

В процессе работы к III-нитриднему кристаллу 12 подводят электрическую энергию, чтобы подать напряжение на кристалл. Под напряжением кристалл 12 излучает первичный свет вдале от верхней поверхности кристалла. Часть излучаемого первичного света поглощается преобразующим длину волны материалом 22 в слое 20. В таком случае в ответ на поглощение первичного света преобразующий длину волны материал 22 излучает вторичный свет, то есть преобразованный свет, имеющий более длинную пиковую длину волны. Остающаяся не поглощенной часть излучаемого первичного света проходит через преобразующий длину волны свет вместе со вторичным светом. Линза 24 направляет непоглощенный первичный свет и вторичный свет в общем направлении, показанном стрелкой 26, в качестве выходного света. Таким образом, выходной свет представляет собой составной свет, который состоит из первичного света, излучаемого из кристалла 12, и вторичного света, излучаемого из преобразующего длину волны слоя 20. Кроме того, преобразующему длину волны материалу можно придавать такую структуру, что первичный свет будет выходить из прибора в очень небольшом количестве или не будет выходить, как в случае кристалла, который излучает ультрафиолетовый первичный свет, объединенного с одним или несколькими преобразующими длину волны материалами, которые излучают видимый вторичный свет.

Варианты конфигураций светоизлучающих диодов с люминофорным преобразованием включают в себя светодиодные приборы, выращенные на монокристаллических люминесцентных подложках, описанных в патенте США № 6630691, тонкопленочные люминофорные слои, сформированные на светоизлучающих диодах, описанные в патенте США № 6696703, и конформные слои, осажденные на светоизлучающие диоды электрофоретическим осаждением, описанным в патенте США № 6576488, или нанесением по трафарету, описанным в патенте США № 6650044.

Описанные выше приборы, в которых люминофорный слой сформирован на поверхности светоизлучающего прибора, могут иметь несколько недостатков. Трудно получать однородность цвета при нанесении люминофора непосредственно на поверхность светоизлучающего диода вследствие изменений на пути света через люминофор и в толще люминофорного слоя. Кроме того, теплота из светоизлучающего диода может нежелательно сдвигать цветовую температуру люминофора или разрушать люминофор.

#### Краткое изложение

Согласно осуществлению изобретения источник света, выполненный с возможностью излучения первого света, объединен с преобразующим длину волны слоем. Преобразующий длину волны слой расположен на пути первого света, находится на расстоянии от источника света и включает в себя по меньшей мере один преобразующий длину волны материал, такой как люминофор, выполненный с возможностью поглощения первого света и излучения второго света. Преобразующий длину волны слой расположен между отражающим слоем и источником света. В некоторых осуществлениях преобразующий длину волны свет является толстым слоем.

Цветовую температуру смешанного первого и второго света существующей

системы можно легко регулировать, поскольку преобразующий длину волны слой является толстым, находящимся на расстоянии от источника света, и является отражающим слоем. Поскольку преобразующий длину волны слой находится на расстоянии от источника света, преобразующий длину волны слой не нагревается источником света и может эффективно охлаждаться радиатором, при этом исключаются или снижаются потери эффективности и/или сдвиг цветовой температуры вследствие нагрева, преобразующего длину волны материала. Кроме того, преобразующий длину волны слой является недорогим и надежным в изготовлении.

#### Краткое описание чертежей

На чертежах:

фиг.1 - сечение светоизлучающего диода с люминофорным преобразованием из предшествующего уровня техники;

фиг.2 - сечение светодиодной точечной лампы, включающей в себя отражающий, преобразующий длину волны слой, согласно осуществлению изобретения;

фиг.3 - сечение светодиодной точечной лампы, включающей в себя отражающий, преобразующий длину волны слой и сплошную оптику, согласно осуществлению изобретения;

фиг.4 - вид преобразующего длину волны слоя с единственным люминофором или несколькими смешанными люминофорами;

фиг.5 - вид преобразующего длину волны слоя с не преобразующими длину волны участками; и

фиг.6 - вид преобразующего длину волны слоя с не преобразующими длину волны участками и несколькими люминофорами, осажденными на отдельных участках.

#### Подробное описание

В соответствии с осуществлениями изобретения толстый отражающий, преобразующий длину волны слой, например люминофорный, находится на расстоянии от полупроводникового светоизлучающего прибора, такого как светоизлучающий диод. На фиг.2 представлено сечение светодиодной точечной лампы согласно осуществлению изобретения. Источник 30 света установлен на держателе 34 и при желании на радиаторе 36. Как показано на фиг.2, радиатор 36 может быть ребристым. Свет, излучаемый из источника 30 света и отражаемый зеркалом 32, окружающим источник 30 света, выводится на оптическую пластинку 38. Преобразующий длину волны слой 42 находится на расстоянии от источника 30 света и позиционирован для приема света из источника 30 света. Используемый по желанию радиатор 44 может охлаждать преобразующий длину волны слой 42. Собирающая оптика 40 коллимирует свет.

Источник 30 света может быть, например, любым подходящим источником света, который может создавать коротковолновый свет, например голубой или ультрафиолетовый свет, таким как светоизлучающий диод или другой полупроводниковый прибор, матрица светоизлучающих диодов, ксеноновая лампа или ртутная лампа. В случае использования полупроводникового прибора в качестве источника 30 света прибор можно выполнить так, чтобы основная часть света излучалась с боковой поверхности прибора, или можно выполнить с характеристикой излучения, которая является ламбертовской (90-градусный конус света от нормали к поверхности источника света) или ограниченной до более узкого конуса, например, фотонным кристаллом, таким как решетчатая структура, образованная на поверхности вывода прибора.

Источник 30 света может быть установлен на используемом при желании держателе 34 и присоединен к используемому при желании радиатору 36. В некоторых осуществлениях в источнике света, состоящем из матрицы светоизлучающих диодов, используются светоизлучающие диоды, которые излучают свет на различных длинах волн. Для получения повышенной эффективности или для согласования с конкретным люминофором в преобразующем длину волны слое 42 каждую длину волны можно выбирать для настройки точки белого смешанного светодиодного и с преобразованной длиной волны света, излучаемого из системы.

Свет выводится из источника 30 на оптическую пластинку 38. Оптической пластинке 38 может быть придана определенная форма для направления света к собирающей оптике 40. Например, боковые поверхности 48 могут быть наклонными или криволинейными, так что вследствие полного внутреннего отражения свет будет направляться на собирающую оптику 40. Оптическая пластинка 38 может быть, например, прозрачным материалом, таким как стекло или пластик. При желании боковые поверхности 48 могут быть покрыты отражающим материалом. Оптическая пластинка 38 может иметь толщину порядка длины боковой поверхности источника 30 света. Если источником 30 света является единственный светоизлучающий диод или матрица светоизлучающих диодов, длина боковой поверхности источника 30 света может быть, например, от 0,5 до 5 мм, от 0,5 до 1,5 мм или от 0,5 до 2,5 мм. Источник 30 света может быть квадратным, прямоугольным или любой другой подходящей формы. Как показано на фиг.2, площадь нижней поверхности оптической пластинки 38 может быть больше, чем площадь источника 30 света; например, больше чем в 2-100 раз или больше чем в 5-15 раз. Преобразующий длину волны слой 42 находится на расстоянии от источника 30 света, равном по меньшей мере толщине оптической пластинки 38.

Источник 30 света может находиться на расстоянии от оптической пластинки 38, так что вследствие преломления на границе раздела со стеклянной оптической пластинкой 38 свет из источника 30 света удерживается в пучке при угле от нормали около  $42^\circ$ , зависящем от показателя преломления оптической пластинки 38. В таком случае преобразующий длину волны слой 42 выполняют так, чтобы свет из источника 30 света не обходил преобразующий длину волны слой 42. В качестве варианта источник 30 света может быть в оптическом контакте с пластинкой 38, и в этом случае свет из источника 30 света внутри оптической пластинки 38 будет расходиться в пределах  $\pm 90^\circ$ . Некоторая часть света может обходить преобразующий длину волны слой и направляться к собирающей оптике 40.

Зеркало 32 расположено с прилеганием к источнику 30 света или под ним. В некоторых осуществлениях приблизительно 30% света, излучаемого преобразующим длину волны слоем 42, излучается обратно к источнику 30 света. Зеркало 32 отражает по меньшей мере некоторую часть этого света обратно на оптическую пластинку 38. Зеркало 32 может быть, например, сильно отражающим покрытием на нижней стороне оптической пластинки 38 или отдельным зеркалом, находящимся на расстоянии от оптической пластинки 38. Примеры подходящих покрытий и материалов включают в себя серебро, алюминий, дихроичные покрытия, алюминий в сочетании с дихроичным покрытием для повышения коэффициента отражения алюминия и материалы, такие как оксиды титана и оксиды алюминия, образованные золь-гель процессом.

Собирающая оптика 40, показанная на фиг.2, представляет собой полый отражатель. Форма может быть параболической, составной параболической,

эллиптической или образованной из многочисленных плоских граней или сегментов. Сегментированная оптика может повышать однородность цвета.

На фиг.3 показан прибор со сплошной оптикой 50. Оптика 50 может быть, например, стеклянной или пластиковой и может быть прикреплена к верхней поверхности преобразующего длину волны слоя 42, например, клеем. В качестве варианта оптику 50 можно формовать поверх преобразующего длину волны слоя 42. Для поверхностного формования оптики 50 формовочную матрицу с углублением, соответствующим требуемой форме линзы 50, совмещают с прибором. Обычно матрица является металлической. При желании тонкая нелипкая пленка, имеющая общую форму матрицы, может быть размещена по всей поверхности матрицы. Нелипкая пленка представляет собой материал, который предотвращает прилипание формовочного материала к металлической матрице. Углубление в матрице заполняют термоотверждаемым жидким материалом линзы. Материал линзы может быть любым подходящим оптически прозрачным материалом, таким как силикон или эпоксидная смола. Силикон с достаточно высоким показателем преломления (например, по меньшей мере 1,76) может быть выбран для повышения выхода света из Ш-нитридного или другого прибора в дополнение к действию линзы. Между периферией прибора и матрицей можно создать вакуумное уплотнение, после чего две детали можно прижать друг к другу с тем, чтобы ввести прибор в жидкий материал линзы. Материал линзы может находиться под воздействием сжимающих сил. После этого структуру можно подогреть и выдержать при температуре и в течение времени, достаточных для затвердевания материала линзы, например, при по меньшей мере 150°C в течение по меньшей мере 30 мин. После затвердевания устройство отделяют от матрицы. Пленка позволяет извлечь затвердевшую линзу 50 из матрицы. Затем пленку удаляют.

Преобразующий длину волны слой 42 может включать в себя один или несколько люминофоров, введенных для поглощения света, излучаемого источником 30 света, и для излучения света большей длины волны. Например, в случае источника 30 света, который излучает голубой свет, преобразующий длину волны слой 42 может включать в себя единственный люминофор, который излучает желтый свет, или несколько люминофоров, которые излучают красный и зеленый свет. В случае источника света, который излучает ультрафиолетовый свет, преобразующий длину волны слой 42 может включать в себя люминофоры, которые излучают голубой и желтый свет, или люминофоры, которые излучают голубой, зеленый и красный свет. Для регулирования цветовой температуры смешанного света, излучаемого системой, можно добавлять дополнительные люминофоры, излучающие дополнительные цвета, и/или исключать люминофоры, излучающие описанные выше цвета.

Преобразующий длину волны слой 42 представляет собой толстый слой, выполненный так, что эффективная оптическая толщина определяется оптическими процессами рассеяния в конкретных используемых преобразующих длину волн материалах, обычно люминофорах. Преобразующий длину волны слой 42 может быть толщиной, например, от 5 до 500 мкм и часто толщиной от 100 до 250 мкм. Преобразующий длину волны слой 42 имеет толщину, достаточную для достижения соответствующей цветовой температуры смешанного света, выходящего из собирающей оптики 40, 50.

Преобразующий длину волны слой 42 можно сформировать, например, трафаретной печатью одного или нескольких люминофоров на нижнюю сторону радиатора 44 или на верхнюю сторону оптической пластинки 38. В некоторых осуществлениях преобразующий длину волны слой 42 имеет протяженность в

поперечном направлении, достаточно большую для поглощения всего конуса света, выходящего из источника 30 света. В некоторых осуществлениях протяженность преобразующего длину волну слоя 42 в поперечном направлении выбирают так, чтобы допускалось пропускание некоторой части света из источника 30 света без преобразования, в обход преобразующего длину волны слоя 42. Для получения изотропной диаграммы направленности излучения оптической пластинки 38 преобразующий длину волны слой 42 может находиться в оптической связи с оптической пластинкой 38.

Преобразующий длину волны слой 42, сформированный на радиаторе 44, может удерживаться на своем месте, например, клеем, таким как силиконовый клей, расположенным между преобразующим длину волны слоем 42 и оптической пластинкой 38. В случае формирования преобразующего длину волны слоя 42 на оптической пластинке 38 радиатор 44 можно закреплять клеем, таким как силиконовый клей. Клеевой слой может быть тонким, например, тоньше, чем преобразующий длину волны слой 42. Радиатор 44 может быть из любого подходящего материала, такого как медь или алюминий, и может быть покрыт отражающим материалом или диэлектрической многослойной структурой. Как показано на фиг.2, для увеличения площади поверхности радиатор 44 может быть ребристым. Нижняя сторона радиатора 44 может быть профилированной, отражающей свет, излучаемый источником 30 света и преобразующим длину волны слоем 42.

В некоторых осуществлениях отражающая область поверх преобразующего длину волны слоя 42 (например, отражающий радиатор 44 или отражающее покрытие на радиаторе 44) имеет более значительную протяженность в поперечном направлении, чем преобразующий длину волны слой 42, однако же не такую большую, какую имеет верхняя поверхность оптической пластинки 38. Такую конфигурацию можно использовать, например, в осуществлениях, в которых некоторая часть света из источника 30 света обходит преобразующий длину волны слой. Отражающая область, продолжающаяся за пределы преобразующего длину волны слоя 42, отражает по меньшей мере некоторую часть не преобразованного света из источника 30 света. В примере отражающего радиатора 44 нижняя поверхность радиатора 44 может быть плоской, так что будет зазор между оптической пластинкой 38 и краями радиатора 44, продолжающимися за пределы преобразующего длину волны слоя 42, или конформной преобразующему длину волны слою 42, так что не будет зазора между верхней поверхностью оптической пластинки 38 и краями радиатора 44, продолжающимися на пределы преобразующего длину волны слоя 42.

На фиг. 4, 5 и 6 показаны три примера преобразующих длину волны слоев. В случае слоя, показанного на фиг.4, из единственного люминофора или нескольких люминофоров, смешанных друг с другом, методом трафаретной печати формируют по существу однородный слой 52. В случае слоя, показанного на фиг.5, несколько не преобразующих длину волны участков 56 окружают единственным или несколькими люминофорами, смешанными друг с другом, образованными в виде единственного по существу однородного слоя 54. Не преобразующие длину волны участки 56 могут быть, например, без преобразующего длину волны материала, исходной матрицей преобразующего длину волны материала без активирующей примеси (например, кристаллом  $Y_3Al_5O_{12}$  без примеси Ce) или не преобразующим прозрачным, отражающим или рассеивающим материалом, таким как оксид алюминия или оксид титана. Размер и форма не преобразующих длину волны участков 56 могут

определяться материалом, используемым в процессе изготовления, и требуемой степенью смешения света преобразованной длины волны с непреобразованным светом. Например, не преобразующие длину волны участки могут быть длиной от 50 мкм до 1 мм, а часто длиной от 100 мкм до 500 мкм.

В случае слоя, показанного на фиг.6, несколько преобразующих длину волны материалов А, В и С формируют на отдельных участках. Преобразующие длину волны материалы А, В и С могут быть, например, различными люминофорами и могут излучать свет различных цветов, однако же это не является обязательным.

Каждый преобразующий длину волны материал может занимать некоторую часть площади всего преобразующего длину волны слоя, или некоторые преобразующие длину волны материалы могут занимать более значительную площадь, чем другие, что может приводить к дополнительному излучению с преобразующих длину волны материалов, занимающих более значительную площадь. При желании могут быть включены участки не преобразующего длину волны материала W. Например, если в системе с голубым источником света и красным и зеленым излучающими люминофорами для заданной точки белого требуется больше зеленого света, чем красного, участки излучающего зеленый свет люминофора могут занимать более значительную часть общей площади преобразующего длину волны материала, чем излучающий красный свет люминофор. Частичная площадь не преобразующего длину волны материала может обеспечить на выходе системы требуемое количество голубого света из источника 30 света, не преобразованного преобразующим длину волны слоем 42. Каждый участок преобразующего длину волны или не преобразующего длину волны материала может быть длиной от 50 мкм до 1 мм, а часто длиной от 100 мкм до 500 мкм. Все участки могут быть одинаковыми по размеру и форме, хотя это не является обязательным. Размер участка выбирают так, чтобы он был достаточно большим для легкого изготовления и достаточно малым для получения удовлетворительного смешения света различных цветов.

Преобразующие длину волны слои можно формировать, например, трафаретной печатью, нанесением покрытия центрифугированием, нанесением покрытия распылением, нанесением покрытия погружением, нанесением покрытия ножевым устройством или заливкой.

Примеры подходящих излучающих желтый или зеленый свет люминофоров включают в себя  $(\text{Lu}_{1-x-y-a-b}\text{Y}_x\text{Gd}_y)_3(\text{Al}_{1-z}\text{Ga}_z)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}\text{Pr}^{3+}$ , где  $0 < x < 1$ ;  $0 < y < 1$ ;  $0 < z < 0,1$ ;  $0 < a < 0,2$  и  $0 < b < 0,1$ , в том числе, например,  $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$  и  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ ;  $(\text{Sr}_{1-a-b}\text{Ca}_b\text{Ba}_c)\text{Si}_x\text{N}_y\text{O}_z:\text{Eu}^{2+}$  ( $a=0,002-0,2$ ;  $b=0,0-0,25$ ;  $c=0,0-0,25$ ;  $x=1,5-2,5$ ;  $y=1,5-2,5$ ;  $z=1,5-2,5$ ), в том числе, например,  $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}^{2+}$ ;  $(\text{Sr}_{1-u-v-x}\text{Mg}_u\text{Ca}_v\text{Ba}_x)(\text{Ga}_{2-y-z}\text{Al}_y\text{In}_z\text{S}_4):\text{Eu}^{2+}$ , в том числе, например,  $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ ; и  $\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ .

Примеры подходящих излучающих красный свет люминофоров включают в себя  $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{S}:\text{Eu}^{2+}$ , где  $0 < x \leq 1$ , в том числе, например,  $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$  и  $\text{SrS}:\text{Eu}^{2+}$ ;  $(\text{Sr}_{1-x-y}\text{Ba}_x\text{Ca}_y)_{2-z}\text{Si}_{5-a}\text{Al}_a\text{N}_{8-a}\text{O}_a:\text{Eu}^{2+}$ , где  $0 \leq a < 5$ ;  $0 < x \leq 1$ ;  $0 \leq y \leq 1$  и  $0 < z \leq 1$ , в том числе, например,  $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$  и eCAS, который представляет собой  $\text{Ca}_{0,99}\text{AlSiN}_3:\text{Eu}_{0,01}$ .

Примеры подходящих излучающих голубой свет люминофоров включают в себя, например,  $\text{MgSrSiO}_4$ .

В некоторых осуществлениях преобразующие длину волны слои могут включать в себя люминесцентные керамические материалы. Синтез люминесцентных керамических материалов eCAS, BSSNE и SSONE описан ниже. Эти люминофоры можно использовать в порошкообразной форме с пропуском конечных этапов

синтеза, когда порошковый люминофор прессуют в люминесцентную керамику.

В одном осуществлении люминесцентной керамикой является eCAS, которая представляет собой соединение  $\text{Ca}_{0,99}\text{AlSiN}_3\text{:Eu}_{0,01}$ , синтезируемое из 5,436 г  $\text{Ca}_3\text{N}_2$  (чистотой >98%), 4,099 г ALN (99%), 4,732 г  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (чистотой >98%) и 0,176 г  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  (чистотой 99,99%). Порошки перемешивают в планетарной шаровой мельнице и обжигают в течение 4 ч при 1500°C в атмосфере  $\text{H}_2/\text{N}_2$  (5/95%). Гранулированный порошок прессуют при 5 кН по направлению одной оси в таблетки и изостатически прессуют в холодном состоянии при 3220 бар (322 МПа). Таблетки спекают при 1600°C в атмосфере  $\text{H}_2/\text{N}_2$  (5/95%) в течение 4 ч. У получившихся таблеток обнаруживают закрытую пористость и затем их изостатически прессуют в горячем состоянии при 2000 бар (200 МПа) и 1700°C, чтобы получить плотные керамические материалы с плотностью >98% теоретической плотности.

В одном осуществлении люминесцентной керамикой является BSSNE, которая представляет собой  $\text{Ba}_{2-x-z}\text{M}_x\text{Si}_{5-y}\text{Al}_y\text{N}_{8-y}\text{O}_y\text{:Eu}_z$  ( $\text{M}=\text{Sr}, \text{Ca}$ ;  $0\leq x\leq 1$ ;  $0\leq y\leq 4$ ;  $0,0005\leq z\leq 0,5$ ). На диаграмме последовательности операций, представленной на фиг.2, схематически показано, каким образом получают керамические материалы  $\text{Ba}_{2-x-z}\text{M}_x\text{Si}_{5-y}\text{Al}_y\text{N}_{8-y}\text{O}_y\text{:Eu}_z$  ( $\text{M}=\text{Sr}, \text{Ca}$ ;  $0\leq x\leq 1$ ;  $0\leq y\leq 4$ ;  $0,0005\leq z\leq 0,5$ ). Сначала в порошкообразной форме получают  $\text{Ba}_{2-x-z}\text{M}_x\text{Si}_{5-y}\text{Al}_y\text{N}_{8-y}\text{O}_y\text{:Eu}_z$  ( $\text{M}=\text{Sr}, \text{Ca}$ ;  $0\leq x\leq 1$ ;  $0\leq y\leq 4$ ;  $0,0005\leq z\leq 0,5$ ). Для этого можно использовать несколько способов, таких как карботермическое восстановление, которое включает в себя перемешивание 60 г  $\text{BaCO}_3$ , 11,221 г  $\text{SrCO}_3$  и 1,672 г  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  (все чистотой 99,99%) в планетарной шаровой мельнице с использованием 2-пропанола в качестве диспергирующего вещества. После высушивания смесь обжигают в атмосфере формирующего газа при 1000°C в течение 4 ч и 10 г таким образом полученного  $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{O:Eu}$  (2%) смешивают с 5,846 г  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (чистотой >98%), 0,056 г ALN (чистотой 99%) и 1,060 г графита (микроструктурной чистоты). Порошки тщательно перемешивают в планетарной шаровой мельнице около 20 мин и обжигают в течение 4 ч при 1450°C в атмосфере формирующего газа (блок 188), чтобы получить порошок-предшественник  $\text{Ba}_{2-x-z}\text{M}_x\text{Si}_{5-y}\text{Al}_y\text{N}_{8-y}\text{O}_y\text{:Eu}_z$  ( $\text{M}=\text{Sr}, \text{Ca}$ ;  $0\leq x\leq 1$ ;  $0\leq y\leq 4$ ;  $0,0005\leq z\leq 0,05$ ). Порошок промывают HCl и опять измельчают. Затем полученный порошок-предшественник прессуют в горячем состоянии при 1550°C и 80 МПа, получая плотные керамические тела. Их разделяют на части, полируют и разрезают, чтобы получить требуемые форму и оптические свойства поверхности. При необходимости для удаления дефектов проводят отжиг в азоте при 1300°C.

В одном осуществлении люминесцентной керамикой является SSONE, которую изготавливают перемешиванием 80,36 г  $\text{SrCO}_3$  (чистотой 99,99%), 20,0 г  $\text{SiN}_{4/3}$  (чистотой >98%) и 2,28 г  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  (чистотой 99,99%) и обжигом при 1200°C в течение 4 ч в атмосфере  $\text{N}_2/\text{H}_2$  (93/7). После промывки порошок-предшественник прессуют по направлению одной оси при 10 кН и затем изостатически прессуют в холодном состоянии при 3200 бар (320 МПа). Спекание обычно осуществляют при температурах от 1550°C до 1580°C в атмосфере  $\text{H}_2/\text{N}_2$  (5/95) или чистого азота.

Прибор согласно осуществлению изобретения может иметь несколько преимуществ перед обычными светоизлучающими приборами с люминофорным преобразованием. Во-первых, поскольку преобразующий длину волны слой является толстым и находится на расстоянии от источника света, то нет необходимости точно контролировать толщину преобразующего длину волны слоя, как, например, в случае, когда люминофорный слой осаждают непосредственно на поверхность светоизлучающего диода. Поэтому цветовую температуру света, выходящего из системы, можно легко регулировать. Во-вторых, поскольку преобразующий длину

волны слой находится на расстоянии от источника света, то преобразующий длину волны слой не нагревается источником света и может эффективно охлаждаться радиатором; поэтому потерю эффективности и/или сдвиг цветовой температуры, обусловленные нагревом, можно уменьшить или исключить. В-третьих, способы осаждения, такие как трафаретная печать, на радиатор или оптическую пластинку могут быть менее дорогими и более надежными, чем некоторые способы осаждения люминофора непосредственно на поверхность светоизлучающего прибора, такие как электрофоретическое осаждение или нанесение по трафарету.

Имея подробно описанное изобретение, специалисты в данной области техники поймут, что с учетом настоящего раскрытия модификации изобретения могут быть сделаны без отступления от сущности изобретательского замысла, описанного в этой заявке. Поэтому не предполагается, что объем изобретения будет ограничен конкретными показанными и описанными осуществлениями.

### Формула изобретения

1. Светоизлучающее устройство, содержащее:

источник света, выполненный с возможностью излучения первого света;

преобразующий длину волны слой, при этом преобразующий длину волны слой расположен на пути первого света, находится на расстоянии от источника света и содержит первый преобразующий длину волны материал, выполненный с возможностью поглощения первого света и излучения второго света; и

отражающий слой, при этом преобразующий длину волны слой расположен между отражающим слоем и источником света и отражающий слой является нижней поверхностью радиатора.

2. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором источник света содержит по меньшей мере один полупроводниковый светоизлучающий диод.

3. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором преобразующий длину волны слой дополнительно содержит не преобразующий длину волны материал.

4. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором преобразующий длину волны слой дополнительно содержит второй преобразующий длину волны материал.

5. Светоизлучающее устройство по п.4, в котором первый преобразующий длину волны материал расположен на первом участке преобразующего длину волны слоя и второй преобразующий длину волны материал расположен на втором участке преобразующего длину волны слоя.

6. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором преобразующий длину волны слой имеет толщину от 5 до 500 мкм.

7. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором отражающий слой находится в непосредственном контакте с преобразующим длину волны слоем.

8. Светоизлучающее устройство по п.1, дополнительно содержащее клеевой слой, расположенный между отражающим слоем и преобразующим длину волны слоем.

9. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором отражающий слой имеет поперечную протяженность, приблизительно равную поперечной протяженности преобразующего длину волны слоя.

10. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором отражающий слой имеет большую поперечную протяженность, чем поперечная протяженность преобразующего длину волны слоя.

11. Светоизлучающее устройство по п.1, дополнительно содержащее прозрачный элемент, расположенный между источником света и преобразующим длину волны

слоем.

12. Светоизлучающее устройство по п.11, дополнительно содержащее зеркало вблизи нижней поверхности прозрачного элемента.

5 13. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором преобразующий длину слой позиционирован в коллимирующей оптике, содержащей отражающие боковые стенки.

14. Светоизлучающее устройство по п.1, в котором преобразующий длину волны слой и источник света разнесены на расстояние по меньшей мере 0,5 мм.

10

15

20

25

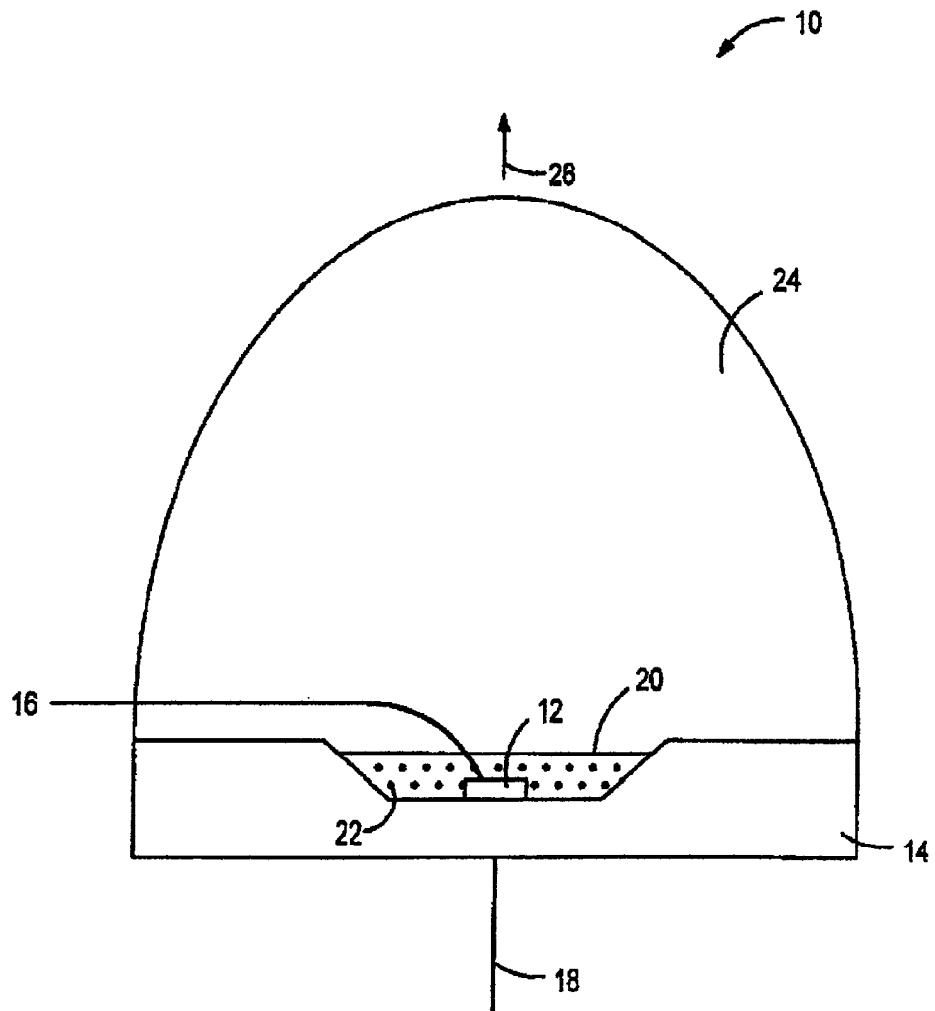
30

35

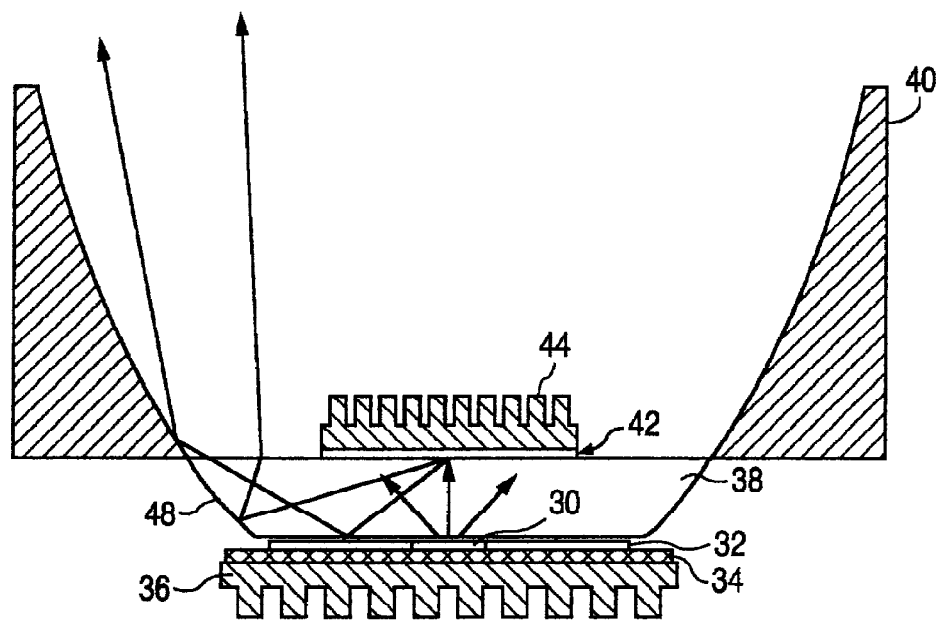
40

45

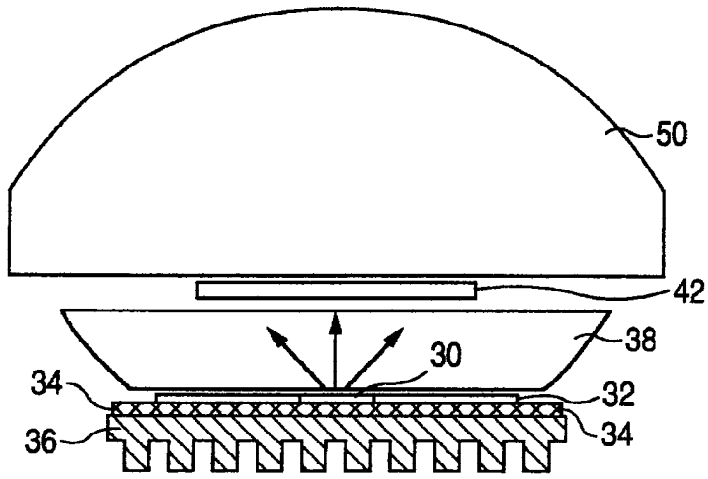
50



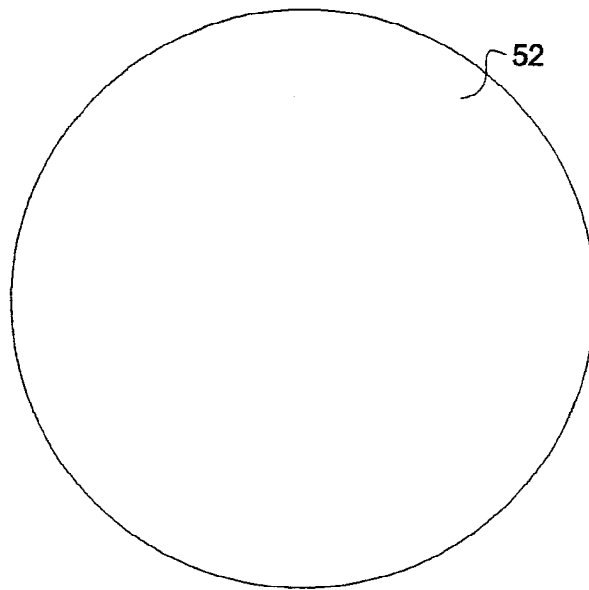
ФИГ. 1



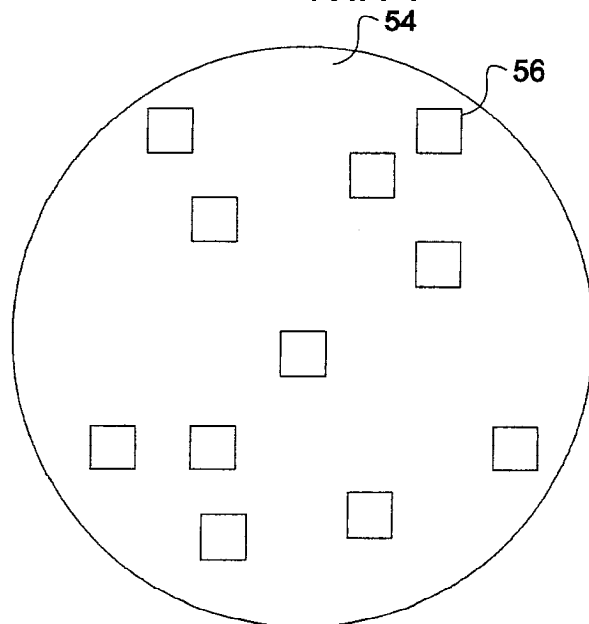
ФИГ. 2



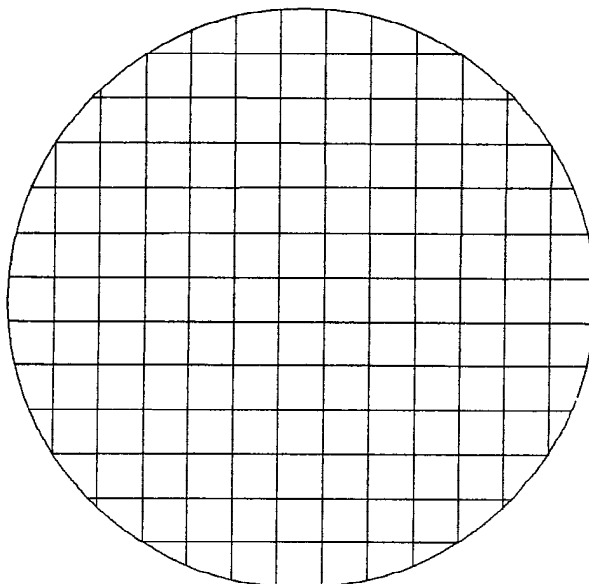
ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6