



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01L 33/50 (2017.01); H01L 33/504 (2017.01)

(21)(22) Заявка: 2014143771, 26.03.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.03.2013Дата регистрации:
21.12.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
30.03.2012 US 61/617,903

(43) Дата публикации заявки: 27.05.2016 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 21.12.2017 Бюл. № 36

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 30.10.2014(86) Заявка РСТ:
IB 2013/052390 (26.03.2013)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/144834 (03.10.2013)Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ВАМПОЛА Кеннет (NL),
ЧОЙ Хан Хо (NL)

(73) Патентообладатель(и):

Люмиледс Холдинг Б.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2009/0057690 A1, 05.03.2009. US
2005/0269582 A1, 08.12.2005. US 2009/0057690
A1, 05.03.2009. US 8030665 B2, 04.10. 2011. US
7301175 B2, 27.11.2007. US 6791116 B2,
14.09.2004. RU 2303833 C2, 27.07.2007.R U
2 6 3 9 5 6 5
C 2
C 5
C 6
C 9
C 3
C 6
R U

**(54) СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЙ ПРИБОР С ПРЕОБРАЗУЮЩИМ ДЛИНУ ВОЛНЫ БОКОВЫМ
ПОКРЫТИЕМ**

(57) Реферат:

Полупроводниковый светоизлучающий прибор содержит первый преобразующий длину волны элемент, расположенный на верхней светоизлучающей поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом первый преобразующий длину волны элемент содержит первый преобразующий длину волны материал, который не шире, чем эта верхняя светоизлучающая поверхность; и второй преобразующий длину волны элемент, расположенный на боковой поверхности

полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом второй преобразующий длину волны элемент содержит второй преобразующий длину волны материал, который не простирается на верхнюю светоизлучающую поверхность, при этом первый и второй преобразующие длину волны материалы являются разными преобразующими длину волны материалами. Изобретение обеспечивает повышение эффективности устройства. 2 н. и 14 з.п. ф-лы, 6 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

H01L 33/50 (2017.01); H01L 33/504 (2017.01)

(21)(22) Application: 2014143771, 26.03.2013

(24) Effective date for property rights:
26.03.2013

Registration date:
21.12.2017

Priority:

(30) Convention priority:
30.03.2012 US 61/617,903

(43) Application published: 27.05.2016 Bull. № 15

(45) Date of publication: 21.12.2017 Bull. № 36

(85) Commencement of national phase: 30.10.2014

(86) PCT application:
IB 2013/052390 (26.03.2013)

(87) PCT publication:
WO 2013/144834 (03.10.2013)

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

(72) Inventor(s):

VAMPOLA Kennet (NL),
CHOJ Khan Kho (NL)

(73) Proprietor(s):

Lyumileds Kholding B.V. (NL)

R 2 6 3 9 5 6 5 C 2

(54) LIGHT-EMITTING DEVICE WITH WAVELENGTH-CONVERTING SIDE COATING

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: semiconductor light-emitting device comprises the first wavelength-converting element positioned on the upper light-emitting surface of the semiconductor light-emitting device. The first wavelength-converting element comprises the first wavelength-converting material that is not wider than this upper light-emitting surface; and the second wavelength-converting element positioned on the side

surface of the semiconductor light-emitting device. The second wavelength-converting element comprises the second wavelength-converting material that does not extend to the upper light-emitting surface. The first and the second wavelength-converting materials are different wavelength-converting materials.

EFFECT: increasing the efficiency of the device.
16 cl, 6 dwg

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к полупроводниковому светоизлучающему прибору, такому как светоизлучающий диод, скомпонованному с боковым покрытием, включающим в себя преобразующий длину волн материал, такой как люминофор.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Полупроводниковые светоизлучающие приборы, включающие в себя светоизлучающие диоды (СИДы), светоизлучающие диоды с объемным резонатором (RCLEDs) (RCLED - от англ. resonant cavity light emitting diode), лазеры поверхностного излучения с вертикальным резонатором (VCSELs) (VCSEL - от англ. vertical cavity surface emitting laser) и лазеры с торцевым излучением, являются наиболее эффективными источниками света, доступными в настоящее время. Системы материалов, представляющие в настоящее время интерес при производстве сверхъярких светоизлучающих приборов, способных к работе по всему видимому спектру, включают в себя полупроводники III-V групп, особенно двухкомпонентные, трехкомпонентные и четырехкомпонентные твердые растворы галлия, алюминия, индия и азота, называемые также III-нитридными материалами. Как правило, III-нитридные светоизлучающие приборы изготавливают эпитаксиальным выращиванием пакета полупроводниковых слоев разных составов и концентраций легирующей примеси на сапфировой, из карбида кремния, III-нитридной или другой пригодной подложке с помощью химического осаждения из паровой фазы металлогорганических соединений (MOCVD), молекуллярной лучевой эпитаксии (МЛЭ) или других эпитаксиальных методов. Пакет часто включает в себя один или более слоев n-типа, легированных, например, Si, сформированных на подложке, один или более светоизлучающих слоев в активной области, сформированных на слое или слоях n-типа, и один или более слоев p-типа, легированных, например, Mg, сформированных на активной области. Электрические контакты формируют на областях n-типа и p-типа.

III-нитридные приборы можно объединять с преобразующими длину волны материалами, такими как люминофоры, которые известны в области техники, для образования белого света или света других цветов. Преобразующие длину волны материалы поглощают свет, излучаемый светоизлучающей областью III-нитридного прибора, и излучают свет другой длины волны. III-нитридные приборы с преобразованием длины волны можно использовать для многих применений, среди которых общее освещение, подсветка для дисплеев, автомобильное освещение и вспышки фотокамер, т.е. импульсные или другие вспышки.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задачей изобретения является обеспечение полупроводникового светоизлучающего прибора с преобразующим длину волны боковым покрытием. Боковое покрытие может улучшать эффективность прибора.

Варианты воплощения изобретения включают в себя полупроводниковый

40 светоизлучающий прибор, первый преобразующий длину волны элемент, расположенный на верхней поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, и второй преобразующий длину волны элемент, расположенный на боковой поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора. Первый и второй преобразующие длину волны элементы включают в себя разные преобразующие длину волны материалы.

Способ согласно вариантам воплощения изобретения включает в себя обеспечение полупроводникового светоизлучающего прибора. Первый преобразующий длину волны материал располагают на верхней поверхности полупроводникового

светоизлучающего прибора. После расположения первого преобразующего длину волны материала на верхней поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора второй преобразующий длину волны материал располагают на боковой поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1 иллюстрирует преобразующий длину волны слой, расположенный на верхней поверхности СИД.

Фиг. 2 иллюстрирует структуру согласно вариантам воплощения изобретения, включающую в себя СИД, преобразующий длину волны слой и преобразующее длину волны боковое покрытие.

Фиг. 3, 4, 5 иллюстрируют заранее изготовленные преобразующие длину волны структуры.

Фиг. 6 иллюстрирует способ согласно вариантам воплощения изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Фиг. 1 иллюстрирует полупроводниковый прибор, такой как СИД 10, с преобразующей длину волны структурой 12, такой как слой люминофора, расположенный на верхней поверхности СИД. Преобразующая длину волны структура 12 может быть структурой, которую изготавливают заранее, т.е. изготовленной отдельно от СИД 10, затем прикрепленной к СИД 10. Одним примером заранее изготовленной

преобразующей длину волны структурой 12 является керамический люминофор, описанный более подробно в US 7361938, который включен сюда по ссылке.

Керамический люминофор можно сформировать спеканием порошкового люминофора в керамическое твердое тело. Частицы люминофора нагревают до тех пор, пока они не начнут плавиться и сцепляться. Нагретые частицы люминофора затем формуют в керамическую плоскую заготовку. Керамическая плоская заготовка может не содержать традиционных связующих материалов, таких как органические связующие материалы, эпоксидные, силиконовые, неорганические связующие материалы и стекло. Другим примером заранее изготовленной преобразующей длину волны структуры 12 является люминофор или другой преобразующий длину волны материал, размещенный в

прозрачной матрице, такой как стекло или силикон. Заранее изготовленные преобразующие длину волны структуры часто формируют в виде большого листа, который затем разделяют на структуры такого размера, который соответствует СИД 10. В результате, как проиллюстрировано на фиг. 1, заранее изготовленная преобразующая длину волны структура 12 часто не закрывает боковины СИД 10.

Заранее изготовленные преобразующие длину волны структуры 12 часто являются толстыми по сравнению с толщиной СИД 10. Например, керамическая плоская заготовка люминофора или стеклянный элемент с внедренным люминофором может быть толщиной 200 мкм, в то время как СИД 10 может быть толщиной 50 мкм. Из-за толщины преобразующей длину волны структуры 12 часть света излучается через боковины преобразующей длину волны структуры 12. Боковой свет является нежелательным, поскольку это может вызвать вариации внешнего вида света, излучаемого структурой, проиллюстрированной на фиг. 1, в зависимости от угла обзора.

В вариантах воплощения изобретения преобразующий длину волны материал располагают на боковинах СИД с преобразованием длины волны. Преобразующее длину волны боковое покрытие может уменьшать вариации цвета по углу в излучаемом структурой свете и может улучшать полезное использование света от СИДа.

Фиг. 2 иллюстрирует структуру согласно вариантам воплощения изобретения. Обеспечивается полупроводниковый светоизлучающий прибор, такой как СИД 10.

Хотя в примерах ниже полупроводниковые светоизлучающие приборы являются III-нитридными СИДами, которые излучают синий или УФ-свет, можно использовать полупроводниковые светоизлучающие приборы помимо СИДов, такие как лазерные диоды, и полупроводниковые светоизлучающие приборы, сделанные из других систем 5 материалов, таких как другие III-V материалы, III-фосфиды, III-арсениды, II-VI материалы, ZnO или материалы на основе Si.

Можно использовать любой пригодный III-нитридный СИД, и такие СИДы хорошо известны. СИД 10 может быть, например, прибором, смонтированным методом перевернутого кристалла, выполненным с возможностью излучать большую часть 10 света с верхней поверхности СИДа. Для формирования такого СИДа на подложке роста сначала выращивают III-нитридную полупроводниковую структуру, которая известна в данной области техники. Подложкой роста может быть любая пригодная подложка, такая как, например, сапфировая, SiC, Si, GaN или композитная подложки.

Полупроводниковая структура включает в себя светоизлучающую или активную 15 область, размещенную между областями n- и p-типа. Область n-типа можно вырастить первой, и она может включать в себя множественные слои различных составов и концентраций легирующей примеси, включая, например, подготовительные слои, такие как буферные слои или зародышевые слои, и/или слои, предназначенные для облегчения удаления подложки роста, которые могут быть n-типа или непреднамеренно 20 легированными, и приборными слоями n- или даже p-типа, спроектированными для особых оптических, физических или электрических свойств, желательных для светоизлучающей области, с целью эффективного излучения света. Светоизлучающую или активную область выращивают на области n-типа. Примеры пригодных светоизлучающих областей включают в себя одиночный толстый или тонкий 25 светоизлучающий слой или светоизлучающую область на множественных квантовых ямах, включающую множество тонких или толстых светоизлучающих слоев, разделенных барьерными слоями. Область p-типа может затем быть выращена на светоизлучающей области. Подобно области n-типа, область p-типа может включать в себя множественные слои разных состава, толщины и концентрации легирующей 30 примеси, включая непреднамеренно легированные слои или слои n-типа. Общая толщина всего полупроводникового материала в приборе составляет в некоторых вариантах воплощения менее чем 10 мкм, а в некоторых вариантах воплощения - менее чем 6 мкм.

Металлический p-контакт формируют на области p-типа. Если большая часть света направляется из полупроводниковой структуры через поверхность, противоположную 35 p-контакту, как, например, в приборе, смонтированном методом перевернутого кристалла, то p-контакт может быть отражающим. Смонтированным методом перевернутого кристалла прибор может быть образован с помощью формирования рисунка полупроводниковой структуры посредством стандартных фотолитографических операций и травления полупроводниковой структуры для удаления части всей толщины 40 области p-типа и части всей толщины светоизлучающей области, с образованием мезы, которая вскрывает поверхность области n-типа, на которой формируют металлический n-контакт. Меза и p- и n-контакты могут быть сформированы любым пригодным способом. Формирование мезы и p- и n-контактов хорошо известно специалисту в 45 данной области техники.

Полупроводниковая структура может быть соединена с основанием через p- и n-контакты. Основание представляет собой структуру, которая механически поддерживает полупроводниковую структуру. Основание является самостоятельной структурой, пригодной для прикрепления к структуре, на которой монтируют СИД 10. Например,

основание может быть способным к пайке оплавлением. Может быть использовано любое пригодное основание. Примеры пригодных оснований включают в себя изолирующую или полуизолирующую полупроводниковую пластину с проводящими сквозными отверстиями для формирования электрических соединений с

5 полупроводниковой структурой, такую как кремниевая полупроводниковая пластина, толстые металлические контактные площадки, сформированные на полупроводниковой структуре, например, посредством металлизации, или керамическую, металлическую или любую другую пригодную монтажную подложку.

СИД 10, который включает в себя полупроводниковую структуру, металлические 10 контакты и основание, описанное выше, необязательно может быть прикреплен к монтажной подложке 16. Монтажная подложка 16 может быть оптически отражающей и теплопроводящей. Электрический контакт к СИДу 10 может быть выполнен сквозь монтажную подложку 16. Примеры пригодных монтажных подложек 16 включают в себя печатную плату на металлической основе, печатную плату на основе FR4 15 (стеклотекстолита), керамику, металл, медь, пластмассу и силикон. В некоторых вариантах воплощения верхняя поверхность монтажной подложки 16 является отражающей или покрыта отражающим веществом, таким как отражающая краска, или слоем отражающего металла. Монтажная подложка 16 может иметь теплопроводность по меньшей мере 0,1 Вт/м·К (силикон) в некоторых вариантах 20 воплощения, по меньшей мере 10 Вт/м·К в некоторых вариантах воплощения, и по меньшей мере 100 Вт/м·К в некоторых вариантах воплощения, и между 0,1 Вт/м·К и 400 Вт/м·К в некоторых вариантах воплощения.

На верхней поверхности СИДа 10 сформирован преобразующий длину волны слой 12. Преобразующий длину волны слой 12 может быть одним или более традиционными 25 люминофорами, органическими люминофорами, квантовыми точками, органическими полупроводниками, II-VI или III-V полупроводниками, II-VI или III-V полупроводниковыми квантовыми точками или нанокристаллами, красителями, полимерами или материалами, такими как GaN, которые люминесцируют. Можно использовать любой пригодный люминофор, включая, но не ограничиваясь этим, 30 люминофоры на основе граната $Y_3Al_5O_{12}:Ce$, $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$, $Y_3Al_{5-x}Ga_xO_{12}:Ce$, $(Ba_{1-x}Sr_x)SiO_3:Eu$ (BOSE), люминофоры на основе нитрида, $(Ca,Sr)AlSiN_3:Eu$ и $(Ca,Sr,Ba)_2Si_5N_8:Eu$. Преобразующий длину волны материал 12 может включать в себя один единственный преобразующий длину волны материал или множественные 35 преобразующие длину волны материалы, которые могут быть смешаны вместе или могут быть расположены на верху СИДа 10 отдельными слоями. Преобразующий длину волны слой часто не покрывает боковины СИДа 10, хотя в некоторых вариантах воплощения преобразующий длину волны слой 12 может простираться на боковины СИДа 10, а второй преобразующий длину волны слой 22, описанный ниже, может быть 40 сформирован на участке преобразующего длину волны слоя 12, который покрывает боковины СИДа 10.

В некоторых вариантах воплощения преобразующий длину волны слой 12 формируют одновременно с прикреплением его к СИДу 10. Примеры таких преобразующих длину волны слоев включают в себя порошковые люминофоры, образованные путем 45 электрофорезного осаждения, и красители или порошковые люминофоры, смешанные с прозрачным связующим материалом, таким как силикон или эпоксидная смола, которые отливают, наносят методом трафаретной печати, наносят напылением или инжектируют поверх СИД 10.

В некоторых вариантах воплощения преобразующий длину волны слой 12 представляет собой заранее изготовленный преобразующий длину волны слой, такой как керамический люминофор или преобразующий длину волны материал, помещенный в стекле или другом прозрачном твердом материале. Пригодные заранее изготовленные преобразующие длину волны материалы описываются выше в тексте, сопровождающем фиг. 1. Заранее изготовленные преобразующие длину волны слои 12 могут быть прикреплены к верхней поверхности СИДа 10 с помощью прозрачного связывающего слоя 20, которым может быть любой соответствующий связывающий материал, такой как эпоксидная смола, силикон или стекло. Кроме того, заранее изготовленный преобразующий длину волны слой 12 может быть прикреплен к СИД 10 без связывающего слоя, например, посредством спекания или горячего прессования.

Фиг. 3, 4, 5 иллюстрируют примеры различных заранее изготовленных преобразующих длину волны элементов 12. В преобразующем длину волны элементе 12, проиллюстрированном на фиг. 3, преобразующий длину волны материал 28 ограничен самой дальней от СИД 10 частью преобразующего длину волны элемента (СИД 10 располагают ближайшим к нижней поверхности 32 преобразующего длину волны элемента 12). Остальная часть 30 преобразующего длину волны элемента 12 может быть прозрачным материалом или рассеивающей структурой. Например, преобразующий длину волны материал 28 может быть люминофором, размещенным в прозрачном материале, таком как стекло. Прозрачная часть 30 может быть стеклом без преобразующего длину волны материала, с внедренными в стекло рассеивающими частицами или без них. Преобразующим длину волны элементом 12 может быть керамический люминофор. Люминофор, как правило, включает в себя кристаллическую матрицу и активирующую примесь. Например, кристалл ИАГ может быть легирован активирующей примесью церия и/или европия, как известно в данной области техники. Активирующая примесь заставляет кристаллическую матрицу излучать свет. В керамическом люминофоре, сформированном согласно структуре, проиллюстрированной на фиг. 3, часть 28 может включать в себя кристаллическую матрицу и активирующую примесь. Часть 30 может включать в себя только кристаллическую матрицу без активирующей примеси. Части 28 и 30 могут быть спечены вместе в керамическую плоскую заготовку, как описано выше.

В преобразующем длину волны элементе 12, проиллюстрированном на фиг. 4, преобразующая длину волны часть 28 ограничена ближайшей к СИДу частью преобразующего длину волны элемента 12 (нижней поверхностью 32). Прозрачная часть 30 находится над преобразующей длину волны частью 28.

В преобразующем длину волны элементе 12, показанном на фиг. 5, преобразующая длину волны часть 28 расположена в центре преобразующего длину волны элемента 12. Прозрачные части 30A и 30B располагаются выше и ниже преобразующей длину волны части 28.

Возвращаясь к фиг. 2, на боковинах СИДа 10 и преобразующего длину волны слоя 12 сформировано боковое покрытие 22. Боковое покрытие 22 может включать в себя преобразующий длину волны материал 26, размещенный в прозрачной матрице 24. Преобразующий длину волны материал 26 может быть одним или более традиционными люминофорами, органическими люминофорами, квантовыми точками, органическими полупроводниками, II-VI или III-V полупроводниками, II-VI или III-V полупроводниковыми квантовыми точками или нанокристаллами, красителями, полимерами или материалами, такими как GaN, которые люминесцируют. Можно использовать любой пригодный люминофор, включая, но не ограничиваясь ими,

люминофоры на основе граната, $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, $\text{Y}_3\text{Al}_{5-x}\text{Ga}_x\text{O}_{12}:\text{Ce}$, $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{SiO}_3:\text{Eu}$ (BOSE), люминофоры на основе нитрида, $(\text{Ca},\text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ и $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$. Преобразующий длину волны материал 26 может включать в себя один единственный преобразующий длину волны материал или множественные преобразующие длину волны материалы, которые могут быть смешаны вместе или могут быть расположены на боковине структуры отдельными слоями.

В некоторых вариантах воплощения боковое покрытие 22 выполняют с возможностью рассеивать падающий на него свет. В некоторых вариантах воплощения используют рассеивающий преобразующий длину волны материал, такой как порошковый люминофор. В некоторых вариантах воплощения рассеивающие частицы, такие как TiO_2 или любой другой пригодный рассеивающий материал, смешивают с рассеивающим или нерассеивающим преобразующим длину волны материалом в боковом покрытии 22. Альтернативно, рассеивающие частицы могут быть сформированы над или под преобразующим длину волны боковым покрытием 22 в виде отдельного слоя бокового покрытия.

Прозрачной матрицей 24 может быть любой пригодный прозрачный материал, такой как силикон или эпоксидная смола. В некоторых вариантах воплощения прозрачной матрицей 24 пренебрегают и преобразующий длину волны материал 26 наносят непосредственно на боковины СИДа 10 и преобразующего длину волны элемента 12.

Боковое покрытие 22 может быть сформировано любым пригодным методом. В некоторых вариантах воплощения боковое покрытие 22 формируют смешиванием преобразующего длину волны материала, такого как порошковый люминофор, с жидким материалом матрицы, таким как силикон, для образования суспензии. Суспензия может быть сформирована в виде листа, затем частично отверженного так, что лист является гибким. Гибкий лист затем напрессовывают на боковины СИДа 10, используя имеющиеся в продаже машины для ламинирования. Кроме того, суспензия может быть распределена по боковинам СИДа 10, например, с использованием шприца, затем отверждена до твердого состояния при повышенной температуре, например при 150°C. Кроме того, суспензия может быть нанесена на боковины СИДа 10 с использованием ракельного ножа, затем отверждена до твердого состояния при повышенной температуре, например при 150°C. В некоторых вариантах воплощения боковое покрытие 22 отливают на СИДе 10. Литейную форму соответствующего размера и формы размещают на СИДе 10, затем заполняют преобразующим длину волны материалом, смешанным с жидким материалом матрицы. Жидкий материал матрицы отверждают до твердого состояния, затем литейную форму удаляют, оставляя боковое покрытие 22. В некоторых вариантах воплощения преобразующий длину волны материал размещают на верхней стороне и боковинах СИДа 10, затем преобразующий длину волны материал удаляют с верхней стороны СИДа 10, например, соскребанием, оставляя только боковое покрытие 22.

В некоторых вариантах воплощения боковое покрытие 22 формируют достаточно толстым так, что весь свет, падающий на боковое покрытие, или большая его часть преобразуется в свет другой длины волны. В некоторых вариантах воплощения толщину бокового покрытия 22 выбирают так, чтобы позволить некоторому количеству непреобразованного света от СИДа 10 выходить наружу.

В некоторых вариантах воплощения боковое покрытие 22 выполняют с возможностью создавать равномерное цветовое распределение независимо от угла зрения.

Как описано выше, каждая из преобразующих длину волны областей 12 и 22 может включать в себя единственный преобразующий длину волны материал или множественные преобразующие длину волны материалы, которые смешаны или разделены. В некоторых вариантах воплощения преобразующие длину волны области 5 12 и 22 включают в себя разные преобразующие длину волны материалы. В некоторых вариантах воплощения люминофор красного свечения располагают на боковинах СИДа 10, а люминофор зеленого или желтого свечения располагают наверху СИДа 10. В некоторых вариантах воплощения смесь люминофора красного свечения и люминофора зеленого/желтого свечения располагают и наверху, и на боковинах СИДа 10. В некоторых вариантах воплощения смесь люминофора красного свечения и квантовых точек красного свечения располагают на боковинах СИДа 10, а смесь множества типов люминофоров зеленого свечения располагают наверху СИДа 10. В некоторых вариантах воплощения единственный люминофор красного свечения располагают на боковинах СИДа 10, а смесь одинаковых или различных люминофора 15 красного свечения и люминофора зеленого/желтого свечения располагают наверху СИДа 10. Описанные выше варианты воплощения являются лишь некоторыми из многих возможных комбинаций, которые могут быть предусмотрены специалистом в данной области техники и которые находятся в рамках объема изобретения.

В некоторых вариантах воплощения прибор включает в себя преобразующий длину

20 волны материал А, который может быть возбужден светом, излученным другим преобразующим длину волны материалом В. Преобразующий длину волны материал А может быть расположен на боковинах СИДа 10, в то время как преобразующий длину волны материал В может быть расположен наверху СИДа 10, для сведения к минимуму взаимодействия между преобразующими длину волны материалами.

25 Например, приборы, которые производят белый свет, часто включают в себя СИД синего свечения и люминофоры красного и зеленого или желтого свечения. Многие люминофоры, которые излучают красный свет, будут поглощать свет, излучаемый люминофором зеленого или желтого свечения. В некоторых вариантах воплощения люминофор красного свечения располагают на боковинах СИДа 10, а люминофор 30 зеленого или желтого свечения располагают наверху СИДа 10. При таком расположении люминофор красного свечения может поглощать меньше зеленого или желтого света, чем в системе, где люминофоры красного и зеленого/желтого свечения смешаны, что может улучшить коэффициент цветопередачи смешанного света, может улучшить эффективность прибора и может упростить программирование цвета.

35 Фиг. 6 иллюстрирует способ формирования структуры, проиллюстрированной на фиг. 2. На стадии 36 обеспечивают СИД 10. СИД 10 может быть прикреплен к монтажной подложке 16, хотя это не обязательно. На стадии 38 преобразующий длину волны элемент 12 прикрепляют к СИДу 10, в случае заранее изготовленного преобразующего длину волны элемента, или его формируют поверх СИДа 10. На стадии 40 на СИДе 10 формируют преобразующее длину волны боковое покрытие 22. Преобразующее длину волны боковое покрытие 22 часто покрывает боковины как СИДа 10, так и преобразующего длину волны элемента 12, хотя в некоторых вариантах воплощения преобразующее длину волны боковое покрытие 22 может покрывать боковины только СИДа 10 или только преобразующего длину волны элемента 12, или 45 участок боковин одного из СИДа 10 и преобразующего длину волны элемента 12 или и того, и другого.

Варианты воплощения изобретения могут давать несколько преимуществ. Оптическая эффективность СИДа с преобразованием длины волны снижается, если увеличивается

рассеяние от преобразующего длину волны слоя на верхней стороне СИДа 10. В нескольких вариантах воплощения некоторые из рассеивающих преобразующих длину волны материалов удаляют с верхней стороны СИДа и помещают на боковину, что может улучшить эффективность структуры. Нанесение преобразующего длину волны материала на боковины СИДа может обеспечить другой параметр, который может быть отрегулирован для достижения желаемой цветовой точки излучаемого структурой света, что может упростить программирование цвета или улучшить эффективность структуры. Использование преобразующего длину волны бокового покрытия может уменьшить или исключить необходимость использования рассеивающих частиц в структуре, что может уменьшить стоимость и/или сложность структуры. Использование преобразующего длину волны бокового покрытия может уменьшить изменение цвета по углу в излучаемом структурой свете. Использование преобразующего длину волны бокового покрытия может дать возможность разделить преобразующие длину волны материалы, что может улучшить эффективность путем уменьшения взаимодействия между преобразующими длину волны областями.

Имея подробное описание изобретения, специалисты в данной области техники поймут, что с учетом настоящего раскрытия в изобретении могут быть проделаны модификации без отступления от сути описанного здесь изобретательского замысла. Следовательно, не подразумевается, что объем изобретения ограничивается 20 проиллюстрированными и описанными конкретными вариантами воплощения.

(57) Формула изобретения

1. Полупроводниковый светоизлучающий прибор, содержащий:

первый преобразующий длину волны элемент, расположенный на верхней 25 светоизлучающей поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом первый преобразующий длину волны элемент содержит первый преобразующий длину волны материал, который не шире, чем эта верхняя светоизлучающая поверхность; и

второй преобразующий длину волны элемент, расположенный на боковой 30 поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом второй преобразующий длину волны элемент содержит второй преобразующий длину волны материал, который не простирается на верхнюю светоизлучающую поверхность, при этом первый и второй преобразующие длину волны материалы являются разными преобразующими длину волны материалами.

35 2. Полупроводниковый светоизлучающий прибор по п. 1, при этом первый преобразующий длину волны элемент содержит заранее изготовленный преобразующий длину волны элемент.

3. Полупроводниковый светоизлучающий прибор по п. 2, при этом первый 40 преобразующий длину волны элемент содержит люминофор, внедренный в прозрачный материал.

4. Полупроводниковый светоизлучающий прибор по п. 1, при этом первый преобразующий длину волны элемент содержит керамический люминофор.

5. Полупроводниковый светоизлучающий прибор по п. 1, при этом второй 45 преобразующий длину волны элемент содержит порошковый люминофор, расположенный в прозрачной матрице.

6. Полупроводниковый светоизлучающий прибор по п. 1, при этом: первый преобразующий длину волны материал излучает зеленый или желтый свет;

а

второй преобразующий длину волны материал излучает красный свет.

7. Полупроводниковый светоизлучающий прибор по п. 1, при этом второй преобразующий длину волны элемент содержит рассеивающие частицы.

8. Способ изготовления полупроводникового светоизлучающего прибора,

⁵ включающий:

расположение первого преобразующего длину волны материала на верхней светоизлучающей поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом первый преобразующий длину волны материал ограничен площадью не шире, чем верхняя светоизлучающая поверхность; и

¹⁰ после расположения первого преобразующего длину волны материала на верхней поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, расположение второго преобразующего длину волны материала на боковой поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора, при этом второй преобразующий длину волны материал не простирается на верхнюю светоизлучающую поверхность.

¹⁵ 9. Способ по п. 8, при этом расположение первого преобразующего длину волны материала содержит прикрепление заранее изготовленного преобразующего длину волны элемента к верхней светоизлучающей поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора.

10. Способ по п. 9, при этом первым преобразующим длину волны материалом ²⁰ является керамический люминофор.

11. Способ по п. 9, при этом первым преобразующим длину волны материалом является люминофор, внедренный в стекло.

²⁵ 12. Способ по п. 9, при этом заранее изготовленный преобразующий длину волны элемент содержит первую область из преобразующего длину волны материала и вторую область из прозрачного материала.

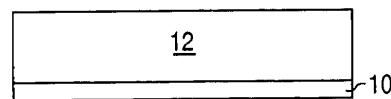
13. Способ по п. 12, при этом прикрепление заранее изготовленного преобразующего длину волны элемента содержит прикрепление заранее изготовленного преобразующего длину волны элемента таким образом, что первая область располагается между полупроводниковым светоизлучающим прибором и второй областью.

³⁰ 14. Способ по п. 12, при этом прикрепление заранее изготовленного преобразующего длину волны элемента содержит прикрепление заранее изготовленного преобразующего длину волны элемента таким образом, что вторая область располагается между полупроводниковым светоизлучающим прибором и первой областью.

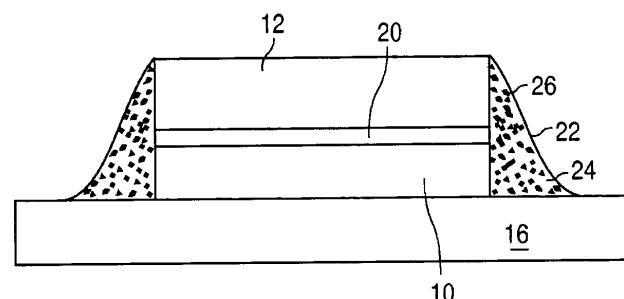
15. Способ по п. 8, при этом расположение второго преобразующего длину волны ³⁵ материала на упомянутой боковой поверхности полупроводникового светоизлучающего прибора содержит формование второго преобразующего длину волны материала.

16. Способ по п. 8, при этом первый и второй преобразующий длину волны материалы излучают свет разных цветов.

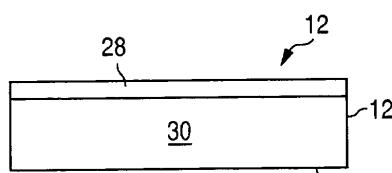
ФИГ.1



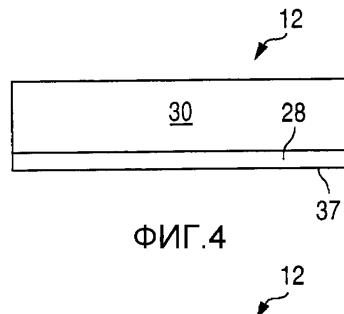
ФИГ.2



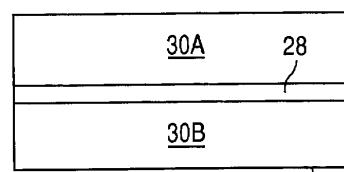
ФИГ.3



ФИГ.4



ФИГ.5



Обеспечение СИД

Формирование или
прикрепление преобразую-
щего длину волны
элемента на СИД.Формирование преобра-
зующего длину волны
бокового покрытия

ФИГ.6