



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2009125588/28**, 30.11.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**30.11.2007**

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
**05.12.2006 EP 06125458.7**(43) Дата публикации заявки: **20.01.2011** Бюл. № 2(45) Опубликовано: **20.05.2012** Бюл. № 14(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **US 2004145308 A1, 29.07.2004. US**  
**2006003930 A1, 12.01.2006. RU 2219622 C1,**  
**20.12.2003. RU 2208268 C2, 10.07.2003. RU**  
**2202843 C2, 20.04.2003.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: **06.07.2009**(86) Заявка РСТ:  
**IB 2007/054858 (30.11.2007)**(87) Публикация заявки РСТ:  
**WO 2008/068689 (12.06.2008)**

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спаская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,  
рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

**БЕХТЕЛЬ Ханс-Хельмут (NL),  
БУССЕЛЬТ Вольфганг (NL),  
ШМИДТ Петер Й. (NL),  
МЕЙЕР Йорг (NL)**

(73) Патентообладатель(и):

**КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС  
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL)****(54) ОСВЕТИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, В ЧАСТНОСТИ, С ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ  
КЕРАМИКОЙ**

(57) Реферат:

Данное изобретение предлагает осветительное устройство, которое содержит активный слой, например синий СИД, покрытый первым люминесцентным керамическим преобразующим слоем и частично покрытый вторым люминесцентным керамическим преобразующим слоем. Первый и второй преобразующие слои преобразуют первичные фотоны ( $\lambda_p$ ), излучаемые активным слоем, в фотоны с другими, большими длинами

волн ( $\lambda_1, \lambda_2$ ), причем цветовая точка осветительного устройства может регулироваться путем регулировки относительного размера второго преобразующего слоя. Изобретение обеспечивает возможность создания альтернативной конструкции осветительного устройства с выходным спектром, который может регулироваться с помощью простого и хорошо воспроизводимого средства и, кроме того, может быть получен белый выходящий

R U 2 4 5 1 3 6 6 C 2

R U 2 4 5 1 3 6 6 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009125588/28, 30.11.2007**(24) Effective date for property rights:  
**30.11.2007**

Priority:

(30) Convention priority:  
**05.12.2006 EP 06125458.7**(43) Application published: **20.01.2011 Bull. 2**(45) Date of publication: **20.05.2012 Bull. 14**(85) Commencement of national phase: **06.07.2009**(86) PCT application:  
**IB 2007/054858 (30.11.2007)**(87) PCT publication:  
**WO 2008/068689 (12.06.2008)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**BEKhTEL' Khans-Khel'mut (NL),  
BUSSEL'T Vol'fgang (NL),  
ShMIDT Peter J. (NL),  
MEJER Jorg (NL)**

(73) Proprietor(s):

**KONINKLEJKE FILIPS EħLEKTRONIKS N.V.  
(NL)**

(54) **ILLUMINATION DEVICE, PARTICULARLY WITH LUMINESCENT CERAMIC**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: illumination device has an active layer, for example a blue LED, covered with a first luminescent ceramic converter layer and partially covered with a second luminescent ceramic converter layer. The first and second converter layers convert primary photons ( $\lambda_p$ ) emitted by the active layer into photons of different, longer wavelengths ( $\lambda_1$ ,

$\lambda_2$ ). The colour point of the illumination device can be adjusted by adjusting the relative size of the second converter layer.

EFFECT: invention provides an alternative design of an illumination device with an output spectrum which be adjusted by simple and well reproducible means, and white output light with colour temperature lower than 5000 K can be obtained.

11 cl, 5 dwg

RU 2 4 5 1 3 6 6 C 2

RU 2 4 5 1 3 6 6 C 2

Данное изобретение касается осветительного устройства, содержащего активный светоизлучающий слой и, по меньшей мере, два преобразующих слоя для преобразования длины волны света, излучаемого активным слоем.

5 Осветительное устройство, содержащее светоизлучающий диод (СИД), который покрыт одной или несколькими люминесцентными керамиками, описано в US 2005/0269582 A1. Данный документ описывает несколько конструкций такого устройства, в которых свет, излучаемый СИД, последовательно проходит через первую и вторую люминесцентную керамику, где он частично преобразуется в  
10 большие длины волн, которые добавляются к конечному выходному спектру данного устройства. Этот выходной спектр, следовательно, может регулироваться путем изменения композиции люминесцентной керамики с помощью разработанной процедуры.

15 DE 10349038 A1 описывает источник света, содержащий СИД для излучения первичной радиации, и поликристаллическое керамическое тело, которое легировано, по меньшей мере, одним материалом, чтобы сделать его люминесцентным. Согласно одному варианту осуществления данного источника света керамическое тело легируют разными материалами на передней стороне, причем один из материалов  
20 распределяется в шахматном порядке.

На этом основании целью настоящего изобретения является обеспечить альтернативную конструкцию осветительного устройства, в котором особенно желательно то, что выходной спектр устройства может регулироваться с помощью  
25 простого и хорошо воспроизводимого средства. Кроме того, особенно желателен белый выходящий свет с температурой цвета меньше, чем 5000 К и высоким индексом цветопередачи.

Эта цель достигается посредством осветительного устройства согласно пункту 1 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления описываются в  
30 зависимых пунктах формулы изобретения.

Осветительное устройство согласно настоящему изобретению содержит следующие компоненты:

- Активный слой для излучения света, состоящего из первичных фотонов. Данный активный слой обычно преобразует первый тип энергии, например, подаваемый  
35 посредством электрического тока или напряжения, в световую энергию. Излучение активного слоя обычно имеет характерный спектр, который часто может характеризоваться посредством соответствующей длины волны, например, длины волны, при которой спектр имеет пик.

40 - Первый и второй преобразующие слои для преобразования первичных фотонов, излучаемых активным слоем, в другие длины волн. Это означает, что первый преобразующий слой преобразует первичные фотоны в фотоны с большей, первой длиной волны. Аналогично, второй преобразующий слой преобразует первичные фотоны и/или фотоны с вышеупомянутой первой длиной волны в фотоны со второй  
45 длиной волны, которая больше, чем преобразованная длина волны, и отличается от первой длины волны. Следует заметить, что данные преобразования обычно дают спектр, содержащий много длин волн, и в этом случае "первая" и "вторая" длины волн будут относиться к характерным величинам этих спектров (например, их пикам или центрам тяжести). Кроме того, осветительное устройство будет содержать, по  
50 меньшей мере, один такой первый и второй преобразующий слой, т.е. оно может необязательно содержать больше, чем два преобразующих слоя.

Осветительное устройство дополнительно сконструировано так, что часть

первичного света может покидать его (в виде полезного света) без прохождения через второй преобразующий слой. Подобное условие не требуется (но также не запрещается) для первого преобразующего слоя, что означает, что в некоторых вариантах осуществления весь первичный свет активного слоя должен проходить через первый преобразующий слой перед тем, как он покидает осветительное устройство. Следует заметить, что такие обозначения, как "первый" и "второй" преобразующий слой, делаются просто для ссылки и не подразумевают какого-либо конструкционного, функционального или иного предположения или ограничения.

В противоположность осветительным устройствам, где весь первичный свет, излучаемый активным слоем, должен проходить все присутствующие преобразующие слои перед тем, как он может выйти, осветительное устройство, описанное выше, содержит в своем полном световом выходе фракцию первичного света, которая не проходила через второй преобразующий слой и, следовательно, не подвергалась воздействию этого слоя. Процент этой части светового выхода может регулироваться посредством геометрического конструирования осветительного устройства, причем такая регулировка обычно легче, надежнее и более воспроизводима в достижении, чем, например, регулировка химической композиции преобразующего слоя или оптической толщины (здесь оптическая толщина характеризуется с помощью длины прохождения пропущенного света).

Согласно предпочтительному варианту осуществления данного изобретения первый преобразующий слой и/или второй преобразующий слой содержит люминесцентный керамический преобразователь. Наиболее предпочтительно, оба преобразующих слоя содержат люминесцентную керамику с разной композицией для преобразования первичных фотонов в разные большие длины волн. Люминесцентные керамические преобразователи имеют то преимущество, что они могут очень хорошо механически обрабатываться и, например, разрезаться в желаемую форму и толщину.

Первый и/или второй преобразующий слой предпочтительно содержит материал, выбранный из группы, состоящей из  $Y_3Al_5O_{12}:Ce$  (YAG:Ce),  $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$  (LuAG:Ce), Ca-SiAlON:Eu [=  $(Ca_{1-x-y-z}Sr_xBa_yMg_z)_{1-n}Al_{1-a-c+b}B_aGa_cSi_{1-b}N_{3-b}O_b:Eu_n$ , где  $0 \leq x, y, z \leq 1$ , причем  $x+y+z < 1$ ,  $0 \leq a \leq 1$ ,  $0 < b \leq 1$ ,  $0 \leq c \leq 1$ ,  $0 < n \leq 1$ ], Ca-SiAlON:Ce [=  $(Ca_{1-x-y-z}Sr_xBa_yMg_z)_{1-n}Al_{1-a-c+b+n}B_aGa_cSi_{1-b-n}N_{3-b}O_b:Ce_n$ , где  $0 \leq x, y, z \leq 1$  причем  $x+y+z < 1$ ,  $0 \leq a \leq 1$ ,  $0 < b \leq 1$ ,  $0 \leq c \leq 1$ ,  $0 < n \leq 1$ , причем  $a+c-b-n < 1$ ], CaS:Eu, SrS:Eu, BaS:Eu,  $Ca_2SiO_4:Eu$ ,  $Ba_2SiO_4:Eu$ ,  $Sr_2SiO_4:Eu$ ,  $Ca_2Si_5N_8:Eu$ ,  $Ba_2Si_5N_8:Eu$ ,  $Sr_2Si_5N_8:Eu$ ,  $SrSi_2O_2N_2:Eu$ , включая их твердые растворы с одним или несколькими подходящими замещающими элементами, например  $(Y,Gd)_3Al_5O_{12}:Ce$  или  $(Ca,Mg,Sr)(Al,B,Ga)Si_3N_3:Eu$ , а также включая замену изостерических подузлов, например,  $AlO^+$  на  $SiN^+$ , как в, например,  $Ba_2Si_{5-x}Al_xN_{8-x}O_x:Eu$ , чтобы регулировать люминесценцию и свойства материалов. Больше информации об этих и других подходящих люминесцентных керамиках можно найти в US 2005/0269582 A1 и WO2006/097868 A2, которые включены в настоящий текст посредством ссылки. Все заданные композиционные количества обозначают атомные доли.

Для композиций с содержанием Eu  $0 < n < 0,002$  (атомная доля) может быть достигнута особенно высокая температура цвета с особенно высоким индексом цветности (ИЦ) и R9-величинами (Ri величины обозначают индексы цветности согласно определениям Международной комиссии по освещению (МКО)).

Активный слой может, в принципе, иметь любую конструкцию, структуру и композицию, которые обеспечивают желаемое излучение первичного света. Таким образом, он может, например, представлять собой резонансный светоизлучающий

диод, лазерный диод или вертикальный резонансный лазер с излучающей поверхностью. Предпочтительно, активный слой содержит светоизлучающий диод (СИД).

5 В предпочтительном варианте осуществления первичный свет, излучаемый активным слоем, состоит, по существу, из света с длиной волны меньше, чем 500 нм, т.е. синего или ультрафиолетового (УФ) света. Предпочтительно больше, чем 50%, более предпочтительно - больше, чем 70% интенсивности света, излучаемого активным слоем, состоит из таких длин волн. Начало процесса с первичных фотонов с 10 такими маленькими длинами волн позволяет преобразовывать их в большие длины волн, которые все еще находятся в видимом диапазоне. Таким образом, коррелированная температура цвета осветительного устройства может регулироваться в сравнительно большом диапазоне.

15 Осветительное устройство, возможно, имеет общий спектр излучения белого света с коррелированной температурой цвета (КТЦ) ниже чем 5000 К. Эффективные источники белого света нужны во многих приложениях. Следовательно, существенным преимуществом является то, что предложенная конструкция осветительного устройства позволяет реализацию этих характеристик.

20 В целом, активный слой, первый преобразующий слой и второй преобразующий слой могут быть расположены многими разными способами (сравни примеры, обсуждаемые со ссылкой на фигуры). В предпочтительной группе конструкций первый преобразующий слой покрывает полностью излучающую поверхность активного слоя, где термин "излучающая поверхность" означает ту часть поверхности 25 активного слоя, через которую первичный свет, который вносит вклад в выход осветительного устройства, окончательно покидает активный слой. Активный слой обычно излучает свет изотропно во всех направлениях, причем свет, который не покидает излучающую поверхность (по определению), либо теряется, либо отражается 30 обратно в активный слой. Если первый преобразующий слой полностью покрывает излучающую поверхность, это подразумевает, что все фотоны, излучаемые активным слоем, должны проходить через него, причем обычно только часть этих фотонов преобразуется в фотоны с большей длиной волны, тогда как остальная часть покидает первый преобразующий слой не затронутыми. Настоящее изобретение содержит, 35 однако, также случай, когда все первичные фотоны преобразуются в первом преобразующем слое.

В другой возможной группе конструкций, которые могут благоприятно объединяться с вышеупомянутой, второй преобразующий слой покрывает часть 40 излучающей поверхности первого преобразующего слоя и/или часть излучающей поверхности активного слоя, причем термин "излучающая поверхность" применяется в этом контексте со значением, аналогичным вышеупомянутому. Покрытая часть излучающей поверхности первого преобразующего слоя и/или активного слоя предпочтительно находится в диапазоне от 10% до 90%, наиболее предпочтительно - 45 от 20% до 30%. Выбирая процент площади покрытой излучающей поверхности, можно легко регулировать общий излучательный спектр осветительного устройства, как желательно.

50 В другом варианте осуществления данного изобретения длина волны излучения второго преобразующего слоя больше, чем длина волны излучения первого преобразующего слоя. В этом отношении "длина волны излучения" преобразующего слоя определяется как характерная величина спектра излучения этого слоя, когда он открыт для первичных фотонов, в частности как длина волны спектрального пика

излучения (который обычно существует). Если второй преобразующий слой имеет большую длину волны, чем первый преобразующий слой, он может, в принципе, преобразовывать свет, излучаемый первым преобразующим слоем, а не только (как обычно) первичный свет активного слоя.

Эти и другие аспекты данного изобретения будут видны из вариантов осуществления, описанных ниже, и будут объясняться со ссылкой на них. Эти варианты осуществления будут описаны в виде примера с помощью сопровождающих чертежей, на которых:

Фигура 1 схематично показывает вид сверху осветительного устройства согласно настоящему изобретению;

Фигура 2 показывает разрез вдоль линии II-II фигуры 1;

Фигура 3 показывает спектр излучения осветительного устройства, подобного устройству на фигуре 1, при разных углах наблюдения;

Фигура 4 представляет собой таблицу с данными характеристик, измеренных для разных осветительных устройств;

Фигура 5 графически представляет координаты цвета (МКО 1931) осветительных устройств, перечисленных на фигуре 4.

Одинаковые численные обозначения на фигурах относятся к идентичным или аналогичным компонентам.

Белые светоизлучающие диоды обычно получают путем аддитивного смешивания цветов с использованием люминофоров (т.е. люминесцентных материалов), которые преобразуют первичный УФ или синий свет в белый свет. Для преобразования синего света в зеленый и красный спектральный диапазон известно, например, применение люминофора YAG:Ce, причем эта комбинация позволяет достигать (только) коррелированных температур цвета (КТЦ) выше чем 4500 К вблизи линии черного тела. Индекс цветопередачи увеличивается в этом случае с температурой цвета.

Для получения СИД с низкими температурами цвета и хорошей цветопередачей обычно используют красно-излучающие люминофоры, например,

- CaS:Eu,

- Ca-SiAlON:Eu =  $(Ca_{1-x-y-z}Sr_xBa_yMg_z)_{1-n}Al_{1-a-c+b}B_aGa_cSi_{1-b}N_{3-b}O_b:Eu_n$ , где  $0 \leq x, y, z \leq 1$ , причем  $x+y+z < 1$ ,  $0 \leq a \leq 1$ ,  $0 < b < 1$ ,  $0 \leq c \leq 1$ , причем  $a+c-b < 0$ ,  $0 < n \leq 1$ ;

- Ca-SiAlON:Ce =  $(Ca_{1-x-y-z}Sr_xBa_yMg_z)_{1-n}Al_{1-a-c+b+n}B_aGa_cSi_{1-b-n}N_{3-b}O_b:Ce_n$ , где  $0 \leq x, y, z \leq 1$ , причем  $x+y+z < 1$ ,  $0 \leq a \leq 1$ ,  $0 < b < 1$ ,  $0 \leq c \leq 1$ ,  $0 < n \leq 1$ , причем  $a+c-b-n < 1$ ;

- BSSNE =  $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-b}O_b:Eu_z$ , где  $0 < a \leq 4$ ,  $0 < b \leq 4$  и  $0 < z \leq 0,2$ , где EA представляет собой, по меньшей мере, один из щелочноземельных металлов из группы Ca, Sr, Ba.

На практике применение больше чем одного люминофорного материала в виде порошка является очень трудным, приводя к низкой эффективности и снижению контроля температуры цвета. Использование керамического люминофорного компонента вместе со вторым люминофором в порошковой форме также нежелательно, так как люминофорный порошок содержит связующее (обычно силикон), которое может повреждаться и обесцвечиваться при высоких температурах и, таким образом, снижать эффективность устройства. Кроме того, надлежащая регулировка цветовой точки затруднена при этих подходах, так как толщину порошкового слоя трудно контролировать. Таким образом, существует необходимость в люминофор-преобразующих осветительных устройствах с коррелированной температурой цвета ниже, чем 5000 К, хорошей цветопередачей (например, с индексом цветопередачи  $Ra \geq 80$ ), точным контролем цветовой точки и высокой эффективностью.

Ввиду вышеуказанных проблем здесь предлагается использовать активный слой, излучающий первичный синий или УФ свет, который покрыт первым и вторым люминесцентными керамическими преобразующими слоями с разными характеристиками излучения, где, по меньшей мере, один из этих преобразующих слоев (в последующем по определению второй преобразующий слой) покрывает активный слой только частично.

Конкретный вариант осуществления этого общего принципа показан на фигурах, где фигуры 1 и 2 схематично показывают возможную геометрию соответствующего осветительного устройства 10. Это устройство 10 содержит следующие компоненты:

- Активный слой 11, который излучает первичные фотоны с длиной волны  $\lambda_p$ , где  $\lambda_p$  обычно  $\leq 480$  нм. Хотя активный слой 11 нарисован как один-единственный блок, он может содержать предназначенную подструктуру. В частности, он может быть реализован с помощью сине-излучающего СИД, который содержит светоизлучающий полупроводниковый слой, расположенный между двумя электродами с соседними (n,p) проводящими областями (не показано). Типичные материалы, которые могут быть использованы для такого синего СИД, представляют собой, например, слой нитрида индия, галлия, алюминия, полученные с помощью MOVPE способом с образованием p-n перехода. Энергия запрещенной зоны в системе материала регулируется с помощью композиции, чтобы давать желаемую длину волны первичного излучения (O.V. Shchekin et al., Appl. Phys. Lett. 89, 071109 (2006) "High performance thin-film flip-chip InGaN-GaN light emitting diodes").

Активный слой 11 может располагаться на некотором несущем материале или подложке 14, например, тонкой кремниевой пластине или теплопроводящей керамике. Все поверхности активного слоя 11, кроме верхней "излучающей поверхности", могут иметь отражающее покрытие, чтобы минимизировать потери первичного света.

- Первый люминесцентный керамический преобразующий слой 12, который полностью покрывает излучающую поверхность активного слоя 11 и который может преобразовывать первичные фотоны с длиной волны  $\lambda_p$ , излучаемые активным слоем, в фотоны с большей длиной волны  $\lambda_1$ . Часть первичных фотонов  $\lambda_p$  может, однако, проходить первый преобразующий слой 12 без воздействия. Первый преобразующий слой 12 показанного примера имеет квадратную форму с шириной  $B$  приблизительно 1 мм. Типичным материалом этого слоя 12 является YAG:Ce.

- Второй люминесцентный керамический преобразующий слой 13, который находится сверху первого преобразующего слоя 12, но покрывает только часть его поверхности. Вторым преобразующим слоем 13 преобразуют фотоны с длиной волны  $\lambda_p$ , излучаемые активным слоем 11, в фотоны с большей длиной волны  $\lambda_2$  (обычно в красном спектральном диапазоне). Так как  $\lambda_2$  обычно больше, чем  $\lambda_1$ , вторым преобразующим слоем 13 может также необязательно преобразовывать фотоны  $\lambda_1$ , излучаемые первым преобразующим слоем 12, в большую длину волны  $\lambda_2$ .

Подходящим материалом для второго люминесцентного керамического преобразующего слоя 13 является Ca-SiAlON:Eu, который преобразует падающий свет почти полностью в красный свет. Вторым преобразующим слоем 13 покрывает обычно приблизительно 25% площади поверхности первого преобразующего слоя 12, и типичная толщина первого и второго преобразующих слоев 12, 13 составляет приблизительно 100 мкм.

Все контактирующие поверхности предпочтительно склеивают прозрачным оптическим связывающим слоем с типичной толщиной приблизительно 5 мкм и показателем преломления больше, чем 1,3, таким как силикон.



Описанная конструкция обеспечивает тепло-белый люминофорно-преобразующий СИД, полученный исключительно из люминесцентного керамического преобразующего материала (без силиконового связующего), который устойчив даже при рабочих температурах выше 200°C. Дополнительным преимуществом данной конструкции является то, что часть света, который преобразуется в красный, главным образом, определяется размером красно-излучающего второго преобразующего слоя 13. Так как размер этого слоя может определяться очень тщательно с точностью несколько мкм, фракция красного света и, следовательно, цветовая точка всего осветительного устройства 10 может контролироваться с высокой точностью.

Фигура 3 показывает нормализованное излучение (вертикальная ось) в зависимости от длины волны (горизонтальная ось) для осветительного устройства, подобного описанному выше, измеренное при разных углах наблюдения  $\alpha$  (см. фигуру 2).

Дополнительные параметры установки были следующие:

- активный слой: синий СИД
- первый люминесцентный керамический преобразующий слой: YAG:Ce
- второй люминесцентный керамический преобразующий слой: Ca-SiAlON:Eu, покрывающий 25% поверхности
- рабочий ток: 350 мА
- излучаемый поток: 39,2 люмена
- КТЦ: 3618 К
- индекс цветопередачи: Ra=84
- расстояние от линии черного тела [цветовые координаты МКО 1960]:  $Duv=0,009$
- цветовая точка [МКО 1931]:  $x=0,4081, y=0,414$
- световой эквивалент:  $C\bar{E}=306$  лм/Вт.

График показывает, что отношение между излучениями двух люминесцентных керамических слоев только слегка зависит от угла наблюдения  $\alpha$ .

Фигура 4 показывает таблицу характеристических данных трех разных осветительных устройств (измеренных при рабочем токе СИД 350 мА), а именно

- устройства с синим СИД, покрытым только YAG:Ce люминесцентной керамикой (второй столбец);
- устройства с синим СИД, покрытым YAG:Ce и на 25% его площади Ca-SiAlON:Eu - люминесцентной керамикой (третий столбец);
- устройства с синим СИД, покрытым YAG:Ce и на 50% его площади Ca-SiAlON:Eu люминесцентной керамикой (последний столбец).

Символы Ra, R1, ..., R14 обозначают индексы цветопередачи согласно определению Международной комиссии по освещению (МКО), и W обозначает оптическую мощность излучаемого света, т.е. частное излучаемого светового потока и светового эквивалента.

Фигура 5 показывает данные цветовых точек вышеуказанной таблицы (точки данных соответствуют 4403 К, 3618 К, 2857 К) и данные, измеренные при более высоком токе 1000 мА (точки данных соответствуют 4505 К, 3700 К, 2918 К) на цветовой диаграмме. Диаграмма очень хорошо иллюстрирует, что цветовая точка может быть избирательно сдвинута к линии черного тела BVL путем выбора (относительной) площади второго люминесцентного керамического преобразующего слоя соответственно. Точка, где пересекается линия черного тела, определяется толщиной первой преобразующей пластины и спектральными свойствами излучения Ca-SiAlON:Eu керамики.

Описанное осветительное устройство может быть, конечно, модифицировано

многими способами. Так, различные материалы, которые упоминаются, могут быть использованы, и соответствующие слои могут иметь другие формы и относительные размеры. Кроме того, можно использовать больше чем один активный слой и/или больше чем два люминесцентных керамических преобразующих слоя.

5 Наконец, следует отметить, что в настоящей заявке термин "содержащий" не исключает другие элементы или этапы, что "а" или "an" не исключает множественное число, и что единый процессор или другой узел может выполнять функции нескольких средств. Данному изобретению присущ каждый новый отличительный признак и  
10 каждая комбинация отличительных признаков. Кроме того, ссылочные обозначения в пунктах формулы изобретения не следует толковать как ограничивающие их объем.

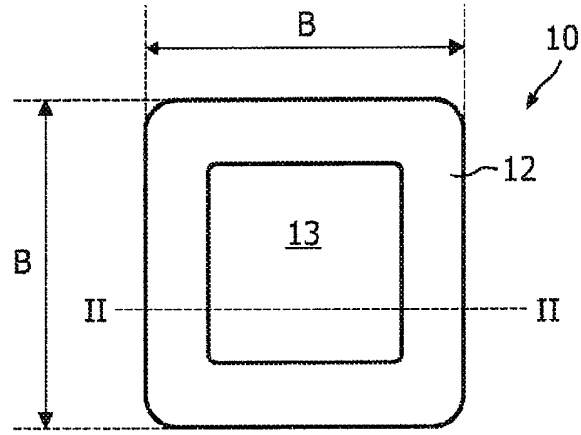
#### Формула изобретения

1. Осветительное устройство (10), содержащее  
15 - активный слой (11) для излучения первичных фотонов ( $\lambda_p$ );  
- первый преобразующий слой (12) для преобразования первичных фотонов в фотоны с большей первой длиной волны ( $\lambda_1$ ),  
- второй преобразующий слой (13) для преобразования первичных фотонов и/или  
20 фотонов с первой длиной волны ( $\lambda_1$ ) в фотоны со второй длиной волны ( $\lambda_2$ ) которая отличается от первой длины волны ( $\lambda_1$ ),  
где второй преобразующий слой (13) является отдельным от первого преобразующего слоя (12) и покрывает только часть излучающей области первого преобразующего слоя (12), вследствие чего свет, участвующий в выходном свете  
25 осветительного устройства, окончательно покидает первый преобразующий слой так, что часть первичных фотонов может покидать осветительное устройство (10) после прохождения через первый преобразующий слой (12), но без прохождения через второй преобразующий слой (13).
- 30 2. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что первый преобразующий слой (12) содержит люминесцентную керамику.
3. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что второй преобразующий слой (13) содержит люминесцентную керамику.
- 35 4. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что первый и/или второй преобразующий слой (12, 13) содержит материал, выбранный из группы, состоящей из  $Y_3Al_5O_{12}:Ce$  (YAG:Ce), Ca-SiAlON:Eu, Ca-SiAlON:Ce, CaS:Eu, SrS:Eu, BaS:Eu,  $Ca_2SiO_4:Eu$ ,  $Ba_2SiO_4:Eu$ ,  $Sr_2SiO_4:Eu$ ,  $Ca_2Si_5N_8:Eu$ ,  $Ba_2Si_5N_8:Eu$ ,  $Sr_2Si_5N_8:Eu$ ,  $SrSi_2O_2N_2:Eu$ , включая их твердые растворы с одним или несколькими подходящими  
40 замещающими элементами, в частности  $(Y,Gd)_3Al_5O_{12}:Ce$  или  $(Ca,Mg,Sr)(Al,B,Ga)SiN_3:Eu$ , включая замену изостерических подузлов, в частности  $AlO^+$  для  $SiN^+$ .
5. Осветительное устройство (10) по п.4, отличающееся тем, что Eu-содержание n находится в диапазоне  $0 < n < 0,002$ .
- 45 6. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что активный слой (11) содержит светоизлучающий диод.
7. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что, по существу, все первичные фотоны имеют длину волны ( $\lambda_p$ ), меньшую чем 500 нм.
- 50 8. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что оно имеет спектр излучения белого света с коррелированной цветовой температурой меньше чем 5000 К.
9. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что первый преобразующий слой (12) полностью покрывает излучающую поверхность активного

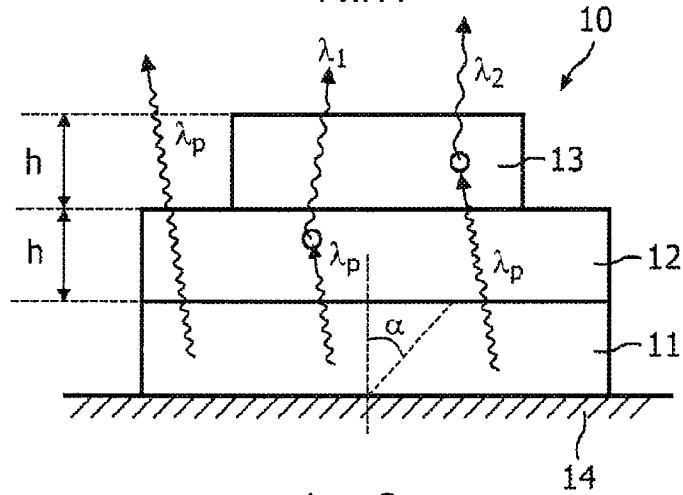
слоя (11).

10. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что второй преобразующий слой (13) покрывает часть от 10 до 90%, предпочтительно от 20 до 30% излучающей поверхности первого преобразующего слоя (12) и/или активного слоя (11).

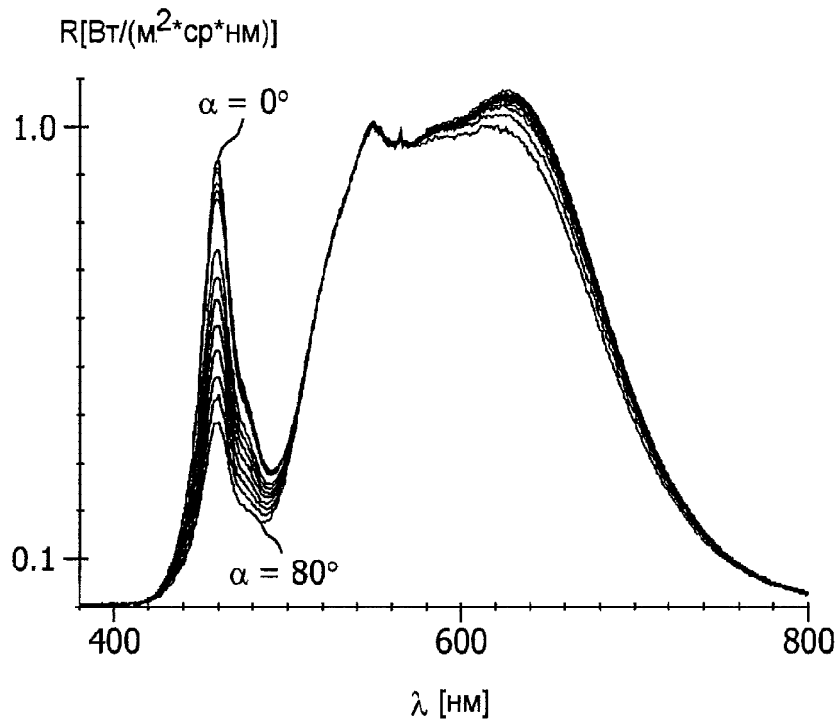
11. Осветительное устройство (10) по п.1, отличающееся тем, что длина волны излучения ( $\lambda_2$ ) второго преобразующего слоя (13) больше, чем длина волны излучения ( $\lambda_1$ ) первого преобразующего слоя (12).



Фиг.1



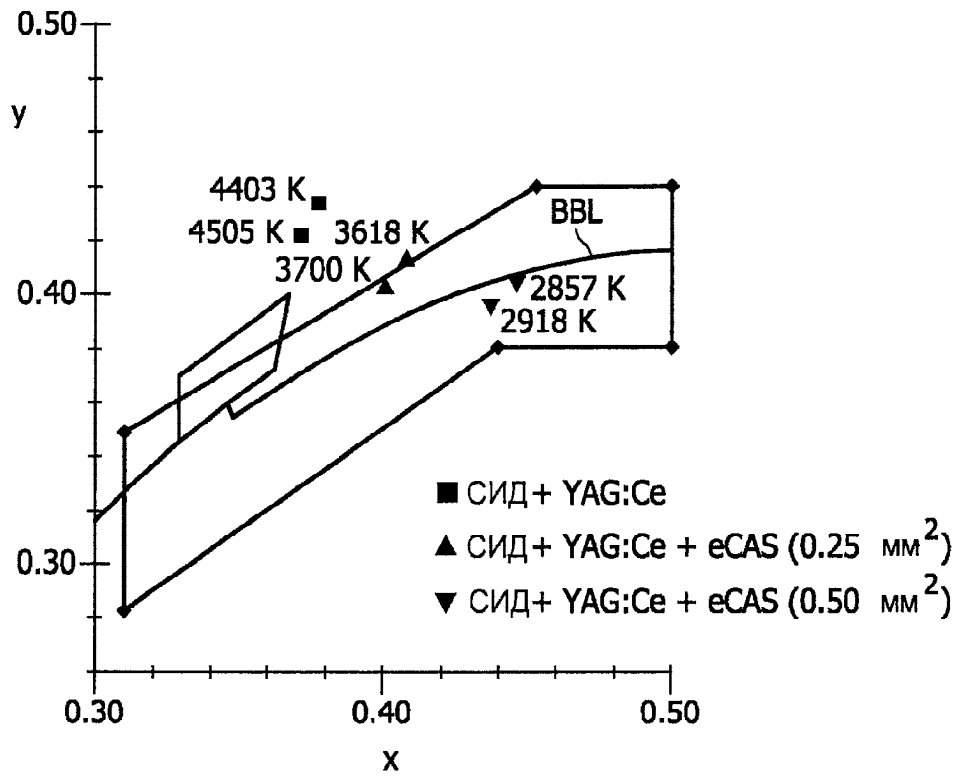
Фиг.2



Фиг.3

	СИД + YAG:Ce	СИД + YAG:Ce + eCAS (0.25 мм <sup>2</sup> )	СИД + YAG:Ce + eCAS (0.50 мм <sup>2</sup> )
КТЦ [К]	4403	3618	2857
Ra	67	84	95
Duv	0.025	0.009	0
x	0.3774	0.4081	0.4458
y	0.4338	0.414	0.4045
СЭ	376	306	254
R1	59.6	81.7	98
R2	73.2	85	95.4
R3	88.6	87	88.7
R4	63.6	83.5	96
R5	59.1	78.7	95.1
R6	63.8	77.3	91.3
R7	86.6	95	96.4
R8	47.6	78.7	98.1
R9	-56.9	39	94
R10	39.1	62.9	85.2
R11	56.5	79	94.4
R12	25.1	47.2	73.7
R13	61.8	81.6	97.3
R14	93.5	92.1	92.2
Поток(350)	53.6	39.2	30.4
СЭ[лм/Вт]	376	306	254
W[необ]	0.14	0.13	0.12

Фиг.4



Фиг.5