



(51) МПК

C09K 11/78 (2006.01)*C09K 11/79* (2006.01)*C09K 11/80* (2006.01)*H05B 33/14* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009133333/05**, 31.01.2008(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.01.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.02.2007 EP 07101811.3(43) Дата публикации заявки: **20.03.2011** Бюл. № 8(45) Опубликовано: **27.08.2012** Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **JP 2006269938 A**, 05.10.2006. **US 2005/0230689 A1**, 20.10.2005. **US 2003/0094893 A1**, 22.05.2003. **RU 2157552 C2**, 10.10.2000. **RU 2242545 C1**, 20.12.2004. **US 2003/0006702 A1**, 09.01.2003. **WO 2005/049763 A1**, 02.06.2005. **WO 2005/052087 A1**, 02.06.2005. **YUAN QIANG LI**, Structural and Luminescence Properties of Novel Rare-Earth Silicon Nitride Materials, Eindhoven, Technische Universiteit, 2005, Chapter 8.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **07.09.2009**(86) Заявка РСТ:
IB 2008/050361 (31.01.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/096300 (14.08.2008)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Е.Е.Назиной, рег.№ 517**

(72) Автор(ы):

**ШМИДТ Петер Й. (NL),
МАЙР Вальтер (NL),
МЕЙЕР Йорг (NL),
ШНИК Вольфганг (NL),
ХЕХТ Кора Зиглинда (NL),
ШТАДЛЕР Флориан (NL)**

(73) Патентообладатель(и):

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

(54) ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ КРАСНОГО СВЕЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано в светоизлучающих диодах для систем освещения. Люминесцентный материал красного свечения имеет формулу $M_{1-y}A_{1+x}Si_{4-x}N_{7-x-2y}O_{x+2y}:RE$, где М выбирают из группы, включающей Ва, Sr, Са, Mg, или их смесей, А выбирают из группы,

включающей Al, Ga, В, или их смесей, RE выбирают из группы, включающей редкоземельные металлы: Y, La, Sc, Eu, Се, или их смесей, $x \geq 0$ и ≤ 1 , $y \geq 0$ и $\leq 0,2$. Степень легирования $\geq 0,5\%$ и $\leq 10\%$; светостойчивость $\geq 80\%$ и $\leq 90\%$. Светоизлучающее устройство включает указанный люминофор в виде порошка или керамического материала.

Порошок имеет $d_{50} \geq 5$ и ≤ 15 мкм.
Керамический материал имеет $\geq 90\%$ от
теоретической плотности. Люминофор имеет

высокую квантовую эффективность,
светоотдачу и эффективность цветопередачи. 3
н. и 7 з.п. ф-лы, 6 ил, 4 табл., 2 пр.

RU 2 4 5 9 8 5 5 C 2

RU 2 4 5 9 8 5 5 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C09K 11/78 (2006.01)*C09K 11/79* (2006.01)*C09K 11/80* (2006.01)*H05B 33/14* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009133333/05, 31.01.2008**(24) Effective date for property rights:
31.01.2008

Priority:

(30) Convention priority:
06.02.2007 EP 07101811.3(43) Application published: **20.03.2011 Bull. 8**(45) Date of publication: **27.08.2012 Bull. 24**(85) Commencement of national phase: **07.09.2009**(86) PCT application:
IB 2008/050361 (31.01.2008)(87) PCT publication:
WO 2008/096300 (14.08.2008)

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. E.E.Nazinoj, reg.№ 517**

(72) Inventor(s):

**ShMIDT Peter J. (NL),
MAJR Val'ter (NL),
MEJER Jorg (NL),
ShNIK Vol'fgang (NL),
KhEKht Kora Ziglinda (NL),
ShTADLER Florian (NL)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) RED EMITTING LUMINESCENT MATERIALS

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: red light emitting material has the formula $M_{1-y}A_{1+x}S_{4-x}N_{7-x-2y}O_{x+2y}RE$, where M is selected from a group comprising Ba, Sr, Ca, Mg or mixtures thereof, A is selected from a group comprising Al, Ga, B or mixtures thereof, RE is selected from a group comprising rare-earth metals: Y, La, Sc, Eu, Ce or mixtures thereof, $x \geq 0$ and ≤ 1 ,

$y \geq 0$ and ≤ 0.2 . Doping level $\geq 0.5\%$ and $\leq 10\%$; photostability $\geq 80\%$ and $\leq 90\%$. A light-emitting device contains said luminescent material in form of powder or ceramic material. The powder has $d_{50} \geq 5$ and ≤ 15 mcm. The ceramic material has $\geq 90\%$ of theoretical density.

EFFECT: luminescent material has high quantum efficiency, luminous efficacy and colour rendition.

10 cl, 6 dwg, 4 tbl, 2 ex

Область, к которой относится изобретение

Изобретение относится к новым люминесцентным материалам для устройств красного свечения, особенно к области новых люминесцентных материалов для СИД и их использованию в устройствах красного свечения. Изобретение также относится к устройству красного свечения, включающему подобный материал, и системе, включающей устройства, излучающие свет.

Уровень техники, к которой относится изобретение

Широко известны люминофоры, включающие силикаты, фосфаты (например, апатит) и алюминаты в качестве подложки, а также переходные металлы или редкоземельные металлы, добавленные в качестве активирующих материалов в подложку. Поскольку, в частности, голубые СИДы нашли в последние годы широкое практическое применение, разработка устройств белого свечения, использующих подобные голубые СИДы в комбинации с подобным люминофорным материалом, осуществляется очень активно.

Люминесцентные материалы красного свечения в особенности находились в центре внимания, и было предложено несколько материалов, см., например, патент США 6680569(B2) «Люминофор, компенсирующий недостаток красного свечения, для устройства, излучающего свет» или заявку на патент WO 2005/052087 A1.

Однако все еще сохраняется необходимость в люминесцентных материалах красного свечения, которые можно использовать для широкого диапазона приложений и, особенно, которые позволяют производить СИДы теплого белого цвета, преобразованного люминофором (пл), с оптимизированной световой отдачей и цветопередачей.

Краткое описание изобретения

Целью настоящего изобретения является создание материала, который можно использовать для различных приложений и, особенно, который позволяет производить плСИДы теплого белого цвета, с оптимизированной световой отдачей и цветопередачей.

Эта цель достигается при использовании материала по п.1 настоящего изобретения. В соответствии с ним, создан материал $M_{1-y}A_{1+x}Si_{4-x}N_{7-x-2y}O_{x+2y}:RE$, в котором

M выбирают из группы, включающей Ba, Sr, Ca, Mg, или их смесей,

A выбирают из группы, включающей Al, Ga, B, или их смесей,

RE выбирают из группы, включающей редкоземельные металлы, Y, La, Sc, или их смесей,

а $x \geq 0$ и ≤ 1 , $y \geq 0$ и $\leq 0,2$ и RE выбран из группы содержащей Eu, Sc, или их смесей.

Следует отметить, что под обозначением $M_{1-y}A_{1+x}Si_{4-x}N_{7-x-2y}O_{x+2y}:RE$ имеется в виду и/или оно включает, главным образом и/или дополнительно, любой материал, который имеет, в большинстве своем, данный состав.

Термин «в большинстве своем» означает, в частности, $\geq 95\%$, предпочтительно $\geq 97\%$ и наиболее предпочтительно ≥ 99 мас.%. Однако, в некоторых приложениях, следовые количества добавок могут также присутствовать в суммарном составе. Эти добавки в особенности включают вещества, известные в данной области как флюсы. Подходящие флюсы включают оксиды щелочноземельных или щелочных металлов, бораты, фосфаты и галогениды, такие как фториды, хлорид аммония, SiO_2 и подобные, и их смеси.

Для подобного материала показано, что для широкого диапазона применений в рамках настоящего изобретения, он имеет, по крайней мере, одно из следующих преимуществ:

- используя материал в качестве люминесцентного материала, можно построить СИДы, которые обладают улучшенными свойствами для освещения, особенно термической стабильностью;

- материал продемонстрировал для широкого диапазона применений исключительно высокую химическую стабильность по причине очень плотной природы кристаллической решетки основы;

- материал для широкого ряда применений содержит лишь нетоксичные и широко используемые составляющие.

Не будучи связанными никакой теорией, авторы изобретения полагают, что улучшенные свойства заявленного материала обусловлены, по крайней мере, частично структурой материала.

Считается, что патентуемый материал главным образом имеет ромбическую структуру, которая включает три пространственно соединенных тетраэдра SiN_4 и AlN_4 , которые соединены через общую вершину или ребро. Тетраэдры AlN_4 образуют цепи вдоль кристаллографической оси с, состоящие из тетраэдров, соединенных через противоположащие ребра, которые сшиты между собой посредством тетраэдров SiN_4 , соединенных через вершину. Это приводит к каналам вдоль оси с, в которых располагаются катионы М.

Для широкого диапазона структур в рамках патентуемого материала, можно отметить наличие двух кристаллографически независимых атомов «М» (которые в рамках настоящей заявки называются М(1) и М(2)), которые значительно различаются в размере и числе координирующих N лигандов. Считается, что красное свечение в особенности возникает после возбуждения RE, находящегося в меньшей по размеру позиции М(1). Излучение с более короткой длиной волны, возникающее за счет RE в позиции М(2), может быть снова поглощено RE в позиции М(1), что в дальнейшем усиливает испускание в красной области спектра, например, для многих структур, в случае когда RE является Eu(II).

В случае когда RE является Ce(III), для многих структур было обнаружено, что испускание происходит в желто-зеленой области спектра, однако изменение длины волны при излучении с одной позиции структуры на другую обычно является аналогичным таковому, как в случае, когда RE является Eu(II). В случае когда RE является Pr(III), часто возникает зеленое и красное свечение, если RE является Tb(III), то свечение обычно зеленое, а если RE является Sm(III), то возникает красное свечение. Для двух последних элементов, в соответствии с известным уровнем техники, полосы излучения для большинства структур не зависят от материала носителя, поскольку эти последние два элемента сами излучают свет.

Вдобавок, энергия возбуждения, адсорбированная атомом RE, расположенным в меньшей по размеру позиции М(1), может быть перенесена на атом RE в позиции М(2) при помощи процессов переноса энергии.

По причине того, что позиция М(2) является большей (больше) и имеет более высокое координационное число, более объемные атомы М (такие как Ba) предпочтительно размещаются в позиции М(2), если они присутствуют. Было показано, что внедрение таких атомов М, как Ba, приводит к смещению излучаемой волны в диапазон меньших длин волн и к сужению полосы испускания для различных примеров, подпадающих под патентуемый материал.

По причине того, что позиция М(1) является меньшей по размеру, чем позиция М(2), и обладает более низким координационным числом, меньшие по размеру атомы М (такие как Ca) предпочтительно располагаются в позиции М(1). Было показано, что

внедрение таких атомов М, как Са, приводит к смещению излучаемой волны в диапазон больших длин волн и к уширению полосы испускания для различных примеров, подпадающих под патентуемый материал.

К удивлению, в результате спектр может подвергаться настройке путем подбора соотношения Ba/Sr/Ca в кристаллической решетке.

Более того, было показано для большого числа примеров, что частичное или полное замещение атомов Al, расположенных в тетраэдрах, соединенных через противоположащие ребра, на атомы Ga приводит к расширению кристаллической решетки, уменьшению фононных частот решетки и, таким образом, к более узким полосам испускания.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения атомы RE выбирают из группы, включающей Ce, Eu, или их смесей. В данном контексте особенно предпочтительным является то, что атом Eu является двухвалентным (если присутствует), а/или атом Ce является трехвалентным (если присутствует).

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения соотношение (моль:моль) европия и церия составляет $\geq 1:0,5$ и $\leq 1:10$, предпочтительно $\geq 1:1$ и $\leq 1:3$, еще более предпочтительно $\geq 1:1,5$ и $\leq 1:3$. Было показано, что это является преимуществом для широкого диапазона применений по данному изобретению.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения концентрация примеси RE составляет $\geq 0,05\%$ и $\leq 10\%$.

Было показано, что это приводит к материалу с еще более улучшенными свойствами светимости для широкого диапазона применений по настоящему изобретению. Предпочтительно, концентрация примеси составляет $\geq 0,2$ и $\leq 3\%$, более предпочтительно $\geq 0,75$ и $\leq 2\%$.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения x составляет $\geq 0,01$ и $\leq 0,2$, предпочтительно $\geq 0,05$ и $\leq 0,1$. Было показано, что это является преимуществом для широкого диапазона применений в рамках настоящего изобретения.

Не будучи связанными никакой теорией, изобретатели полагают, что с увеличением x также возрастает так называемый «эффект легирования», который приводит к снижению температур, требуемых для создания патентуемого материала.

Однако считается, что увеличение x приводит к уширению полуширины полосы испускания. Это может являться преимуществом для некоторых применений в рамках данного изобретения, особенно если материал легирован атомами Ce(III), поскольку широкая полоса испускания в спектральном диапазоне от зеленого до янтарного является особенно пригодной для люминесцентного материала, используемого в качестве преобразователя цвета в СИДах с белым люминофором.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения светостойкость материала составляет $\geq 80\%$, предпочтительно $\geq 90\%$.

Термин «светостойкость $X\%$ » означает и/или включает то, что если материал облучают голубым светом при плотности потока в 12 Вт/см^2 и температуре люминофора 260°C , то через 1 час интенсивность люминесценции будет составлять $X\%$ от начальной интенсивности.

Кроме того, настоящее изобретение относится к использованию патентуемого материала в качестве люминесцентного материала.

Кроме того, настоящее изобретение относится к материалу, испускающему свет, в

особенности СИД, включающему, по крайней мере, один из материалов, описанных выше.

Предпочтительно, чтобы по крайней мере один из материалов оказывался в виде порошка и/или керамического материала.

Если, по крайней мере, один материал оказывается в виде порошка и/или керамического материала, то является особенно предпочтительным, чтобы порошок имел величину $d_{50} \geq 5$ микрон и ≤ 15 микрон. Здесь, d_{50} обозначает размер частиц, в которых 50% частиц имеют размеры, меньшие (или большие) чем величина d_{50} . Было показано, что это является преимуществом для широкого ряда применений по данному изобретению.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения, по крайней мере, один материал, по крайней мере, частично оказывается хотя бы одним керамическим материалом.

Термин «керамический материал» в рамках настоящего изобретения означает и/или включает особенно кристаллический или поликристаллический плотный материал или композиционный материал с контролируемым количеством пор или не содержащий пор вообще.

Термин «поликристаллический материал» в рамках настоящего изобретения означает и/или включает особенно материал с объемной плотностью более 90% основного компонента, состоящий более чем на 80% из монокристаллических доменов, при этом каждый из доменов имеет размер более 5 мкм в диаметре и они обладают различной кристаллографической ориентацией. Монокристаллические домены могут быть соединены аморфным или стеклообразным материалом или дополнительными кристаллическими компонентами.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, керамический материал имеет плотность $\geq 90\%$ и $\leq 100\%$ от теоретической плотности. Было показано, что это является преимуществом для широкого диапазона применений по данному изобретению, поскольку в этом случае люминесценция и оптические свойства керамического материала могут быть увеличены.

Более предпочтительно, чтобы керамический материал имел плотность $\geq 97\%$ и $\leq 100\%$ от теоретической плотности, еще более предпочтительно $\geq 98\%$ и $\leq 100\%$, еще более предпочтительно $\geq 98,5\%$ и $\leq 100\%$ и наиболее предпочтительно $\geq 99\%$ и $\leq 100\%$.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения среднеквадратичная величина шероховатости поверхности (нарушение планарности поверхности, измеренное как среднее геометрическое разности между наиболее высокими и низкими областями поверхности) поверхности(ей) керамического материала составляет $\geq 0,001$ мкм и ≤ 5 мкм.

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения шероховатость поверхности керамического материала составляет $\geq 0,005$ мкм и $\leq 0,8$ мкм, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения - $\geq 0,01$ мкм и $\leq 0,5$ мкм, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения - $\geq 0,02$ мкм и $\leq 0,2$ мкм, в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения - $\geq 0,03$ мкм и $\leq 0,15$ мкм.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения удельная площадь поверхности керамического материала составляет $\geq 10^{-7}$ м²/г и $\leq 0,1$ м²/г.

Материал и/или светоизлучающее устройство по настоящему изобретению может быть использовано в различных системах и/или приложениях, среди которых может

присутствовать одна или более из нижеследующих:

- системы офисного освещения,
- системы домашнего назначения,
- системы освещения магазинов,
- домашние системы освещения,
- системы направленного освещения,
- системы точечного освещения,
- системы театрального освещения,
- системы с применением оптоволокна,
- проекционные системы,
- системы дисплеев с собственным свечением,
- системы пиксельных дисплеев,
- системы сегментированных дисплеев,
- системы предупреждающих знаков,
- системы медицинского освещения,
- системы опознавательных знаков,
- системы декоративного освещения,
- портативные системы,
- автомобильные применения,
- системы освещения теплиц.

Упомянутые компоненты, так же как и патентуемые компоненты и компоненты, которые будут использоваться в соответствии с изобретением в описанных вариантах осуществления, не подпадают под исключения вне зависимости от их размера, формы, материала и технической концепции, так что критерии выбора, известные для подходящей области, можно применять без ограничений.

Краткое описание чертежей

Дополнительные детали, свойства, характеристики и преимущества цели настоящего изобретения описаны в пунктах формулы изобретения, чертежах и последующем описании соответствующих чертежей и примеров, которые, для примера, демонстрируют несколько вариантов осуществления и примеры, по крайней мере, одного керамического материала для использования в устройстве, испускающем свет, по настоящему изобретению.

На Фиг.1 показана схематичная частичная перспективная проекция структуры материала носителя в соответствии с первым примером настоящего изобретения.

На Фиг.2 показана структура, изображенная на Фиг.1, в иной проекции.

На Фиг.3 показано схематичное изображение позиции М(1) в структуре материала носителя в соответствии с первым примером по настоящему изобретению.

На Фиг.4 показано схематичное изображение позиции М(2) в структуре материала носителя в соответствии с первым примером по настоящему изобретению.

На Фиг.5 показаны порошкограммы экспериментальные (вверху) и рассчитанные (внизу) материала по второму примеру настоящего изобретения.

На Фиг.6 показан спектр испускания (возбуждение длиной волны 450 нм) материала по второму примеру настоящего изобретения.

В дальнейшем изобретение будет раскрыто Примерами I и II, которые лишь в иллюстративных целях показывают несколько материалов по настоящему изобретению.

Пример I

Фиг. 1-4 относятся к $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(2\%)$, который был получен следующим образом:

$\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(2\%)$ был получен смешением порошка металлического Sr (0,49 моль, 49,2 г), порошка металлического Eu (0,01 моль, 1,52 г), Si_3N_4 (размер частиц <500 нм; 0,67 моль, 93,5 г) и AlN (1,0 моль, 41,0 г). Полученный продукт нагревали в атмосфере

сухого N_2 в вольфрамовых тиглях в соответствии со следующей схемой нагрева:
комнатная температура $\rightarrow 3 \text{ ч} \rightarrow 1630^\circ\text{C} \rightarrow 5 \text{ ч} \rightarrow 1630^\circ\text{C} \rightarrow 10 \text{ ч} \rightarrow 900^\circ\text{C} \rightarrow 45$
мин $\rightarrow$ комнатная температура.

После отжига порошок люминофора измельчают на шаровой мельнице и промывают водой.

Пример II

Фиг. 5 и 6 относятся к $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(3\%)$, который был получен аналогично $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(2\%)$ (ср. с Примером I).

На Фиг.1 показана схематичная частичная перспективная проекция структуры материала носителя по Примеру I, т.е. $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7$, на Фиг.2 показана та же структура в иной проекции. Можно четко увидеть, как тетраэдры SiN_4 и AlN_4 образуют кристаллическую решетку.

Точные кристаллографические данные даны в Таблице I:

Таблица I Кристаллографические данные для $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7$	
Химическая формула	$\text{SrAlSi}_4\text{N}_7$
Молекулярная масса/ г·моль ⁻¹	325,03
Сингония	Ромбическая
Пространственная группа	$Pna2_1$ (No. 33)
Параметры ячейки, пм	$a=1174,2(2)$, $b=2139,1(4)$, $c=496,6(1)$
Объем ячейки/10 ⁶ пм ³	1247,2(4)
Число формульных единиц в ячейке	4

На Фиг. 3 и 4 изображены позиции M(1) и M(2) в материале по Примеру I, т.е. $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(2\%)$. Можно ясно видеть, что обе позиции являются различными, что, как считается, приводит к описанным выше эффектам.

Точные данные для материала носителя (т.е. $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7$ без добавок) даны в Таблице II:

Таблица II Длины связей (пм) между атомами M и атомами N лигандов в $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7$					
Sr1-N1	250,3(5)	Sr1-N13	257,1(8)	Sr1-N10	263,4(6)
Sr1-N13	270,1(8)	Sr1-N3	272,3(5)	Sr1-N12	314,2(5)
Sr2-N12	265,3(7)	Sr2-N8	270,9(5)	Sr2-N7	271,6(6)
Sr2-N11	282,1(6)	Sr2-N14	297,9(6)	Sr2-N12	301,1(7)
Sr2-N5	302,4(6)	Sr2-N6	305,7(6)		

На Фиг.5 изображены экспериментальная и рассчитанные порошкограммы (Cu-K α излучение) $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(3\%)$, показывающие, что полученный материал близок к чистой фазе.

На Фиг.6 показан спектр испускания $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}(3\%)$ после облучения при 450 нм. Типичная полоса эмиссии $\text{Eu}^{2+} 5d \rightarrow 4f$ наблюдается в красном диапазоне спектра.

Для сравнения спектроскопические параметры патентуемого материала даны в Таблице III в сравнении с известными ранее красными люминофорами.

Таблица III
Данные спектроскопии патентуемого и известных материалов

Люминофор	Колонка 1	Колонка 2	Оптическая эффективность (люмен/Вт)	Относительная квантовая эффективность для полосы 450 (%)	$\lambda_{\text{макс}}$ (нм)	Полуширина на полувысо- те (нм)
SrAlSi ₄ N ₇ :Eu (патентуемый)	0,636	0,362	177	100%	634	100
(Ba,Sr) ₂ Si ₅ N ₈ :Eu (для сравнения)	0,613	0,386	242	93%	620	95
CaSiAlN ₃ :Eu (для сравнения)	0,668	0,332	118	97%	649	98

Можно видеть, что патентуемый материал обладает сравнимыми, иногда даже улучшенными излучающими свойствами по сравнению с предыдущими материалами. Значения, данные под заголовками колонка 1 и 2 Таблицы III, обозначают значения по диаграмме цветности МКО для координат x и y, соответственно.

Источник излучения пЛСИД теплого белого цвета может быть создан путем комбинирования патентуемого материала с, например, излучающим желтым Y_{3-x}Al₅O₁₂:Ce_x материалом, преобразующим свет, и излучающим голубым СИД, накачиваемым AlInGaН.

В качестве дальнейшего, исключительно демонстративного, примера 10-20 мас. % SrAlSi₄N₇:Eu смешали с 80-90% Y₃Al₅O₁₂:Ce, нанесенным на силиконовую смолу, и расположенным на поверхности AlInGaН СИДа, излучающего при 440-460 нм. Композиция и толщина слоя люминофора была скорректирована, чтобы получить белую псСИД лампу с коррелированной цветовой температурой 3200 К.

В Таблице IV проведено сравнение эффективности и свойств цветопередачи подобной лампы с примерами для сравнения, построенными на известных люминофорах. Показано, что патентуемая система с люминофором позволяет производить белые СИД лампы, которые включают как высокую световую эффективность, так и цветопередачу на уровне освещения. Ra - средний индекс цветопередачи, R9 - индекс цветопередачи «красного».

Таблица IV Свойства световой эффективности и цветопередачи			
Компонента красного люминофора	Относительная светоотдача	Ra	R9
SrAlSi ₄ N ₇ :Eu (патентуемое)	89%	79	15
(Ba,Sr) ₂ Si ₅ N ₈ :Eu (для сравнения)	100%	70	-
CaSiAlN ₃ :Eu (для сравнения)	77%	90	70

Конкретные комбинации элементов и свойств по приведенному выше варианту осуществления являются лишь примерами; обмен или замена этих идей на другие здесь и в патентах/применениях, объединенных в виде ссылок, также точно предполагаются. Люди, опытные в данной области, увидят, что изменения, модификации и прочие варианты осуществления того, что описано здесь, покажутся опытному в данной области человеку не уходящими от духа и объема патентуемого изобретения. Соответственно, предшествующее описание дано лишь как пример и не является ограничивающим. Объем изобретения определен в формуле изобретения и его эквивалентами. Более того, ссылки, использованные в описании и формуле изобретения, не ограничивают объем патентуемого изобретения.

Формула изобретения

1. Материал с общей формулой M_{1-y}A_{1+x}Si_{4-x}N_{7-x-2y}O_{x+2y}·RE, где

М выбирают из группы, включающей Ba, Sr, Ca, Mg, или их смесей,

А выбирают из группы, включающей Al, Ga, В, или их смесей,

RE выбирают из группы, включающей редкоземельные металлы, Y, La, Sc, или их смесей,

5 а $x \geq 0$ и ≤ 1 , и $y \geq 0$ и $\leq 0,2$ и

где RE выбирают из группы, включающей Eu, Се, или их смесей.

2. Материал по п.1 или 2, в котором степень легирования $\geq 0,5\%$ и $\leq 10\%$.

3. Материал по любому из пп.1 и 2, для которого светостойкость составляет
10 $\geq 80\%$, предпочтительно $\geq 90\%$.

4. Материал по любому из пп.1 и 2, в котором А представляет собой Al.

5. Материал по любому из пп.1 и 2, имеющий формулу $\text{SrAlSi}_4\text{N}_7:\text{Eu}$.

6. Применение материала по любому из пп.1-5 в качестве люминесцентного
15 материала.

7. Светоизлучающее устройство, в частности СИД, включающий, по крайней мере,
один из материалов по пп.1-5.

8. Светоизлучающее устройство по п.7, в котором, по крайней мере, один из
материалов является порошком и/или керамическим материалом.

20 9. Светоизлучающее устройство по любому из пп.7 и 8, в котором порошок имеет
 $d_{50} \geq 5$ мкм и ≤ 15 мкм.

10. Светоизлучающее устройство по любому из пп.7 и 8, в котором керамический
материал имеет $\geq 90\%$ от теоретической плотности.

25

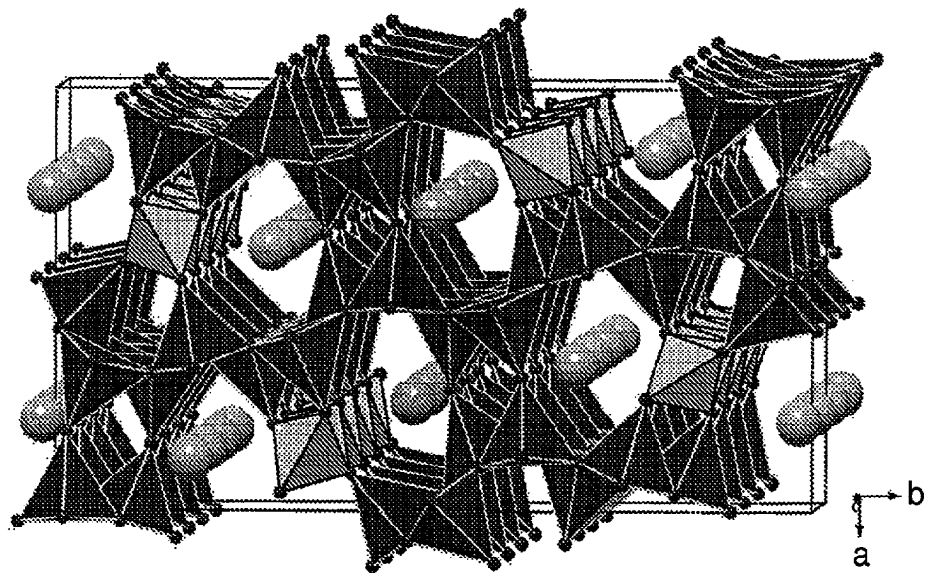
30

35

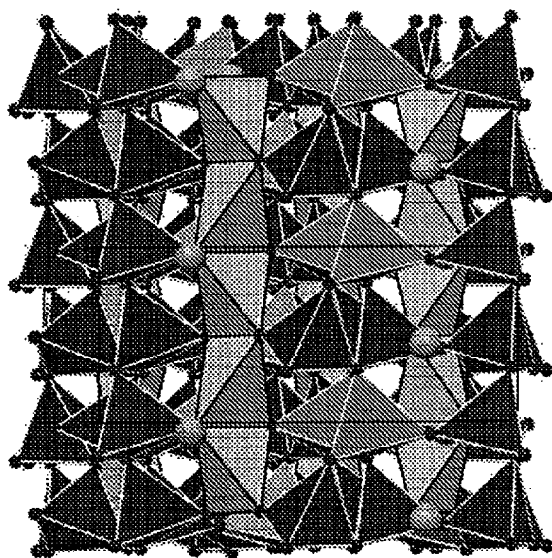
40

45

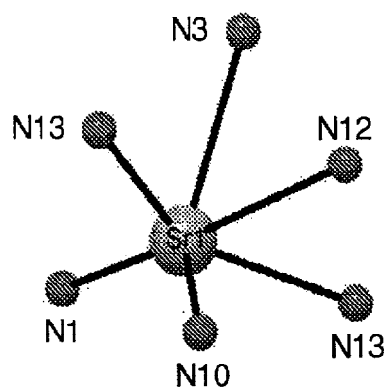
50



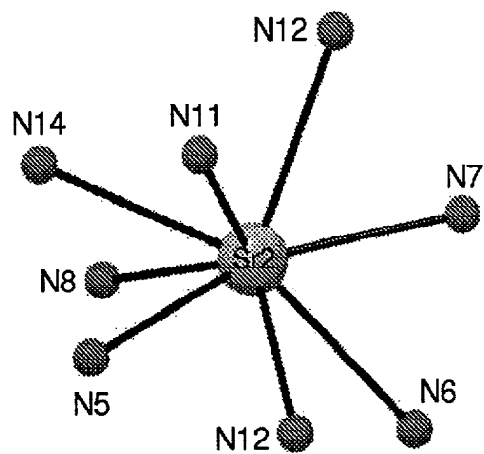
Фиг. 1



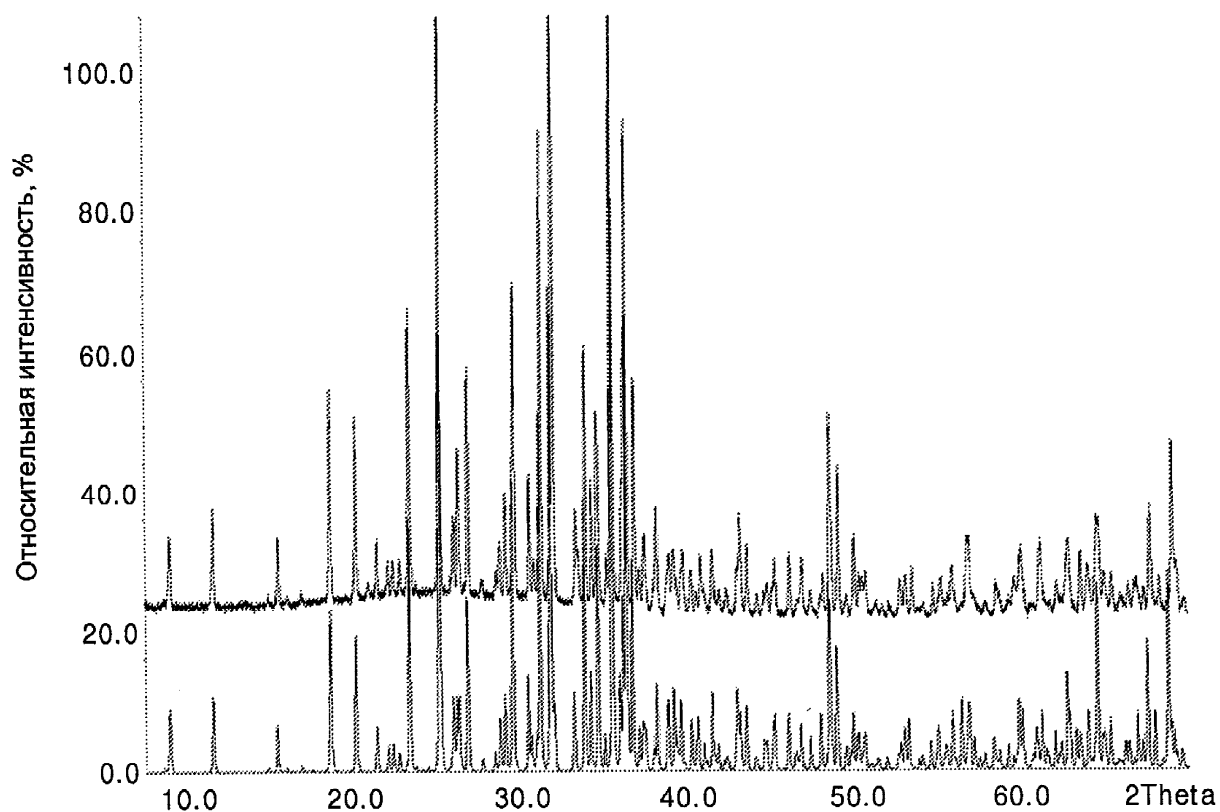
Фиг. 2



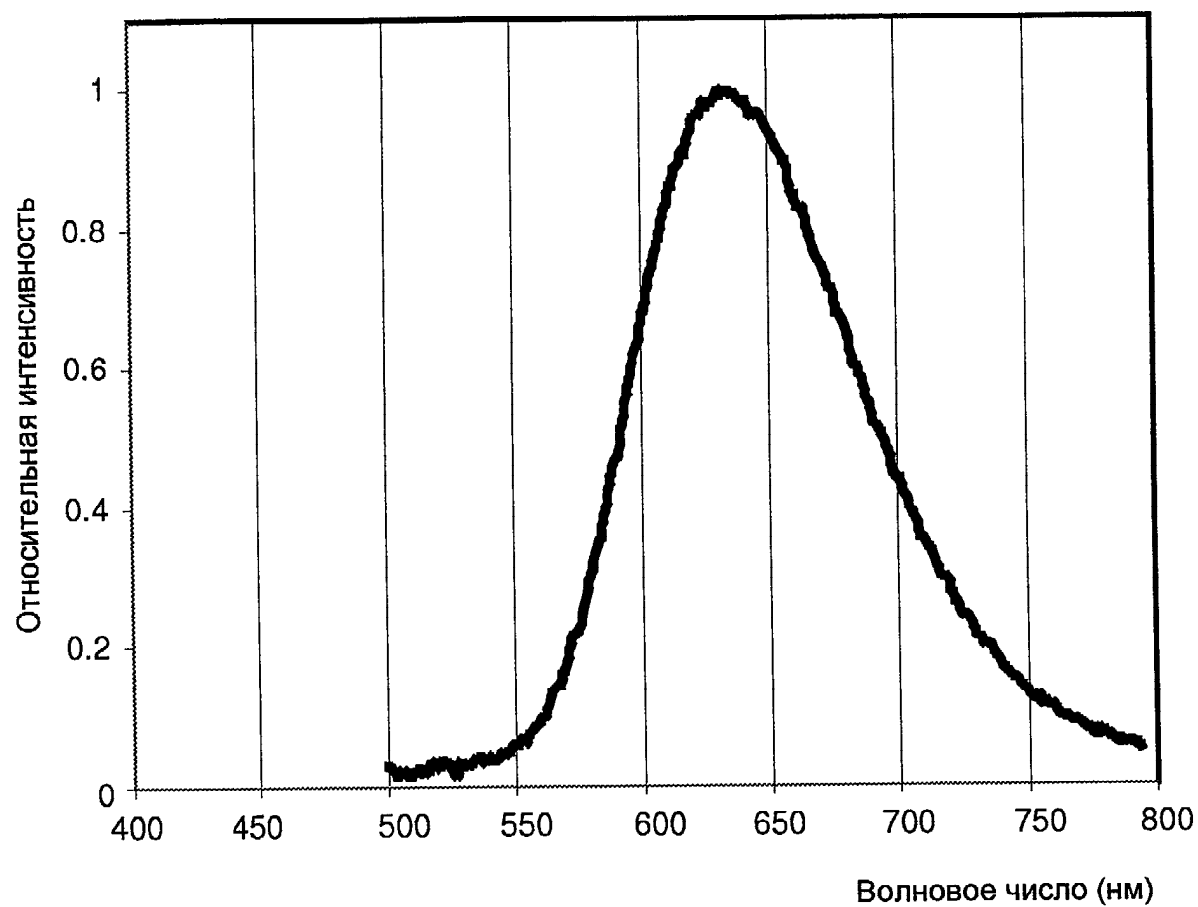
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6