

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4587330号
(P4587330)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月17日(2010.9.17)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 33/50 (2010.01)	HO 1 L 33/00	4 I O
CO 9 K 11/08 (2006.01)	CO 9 K 11/08	J
CO 9 K 11/59 (2006.01)	CO 9 K 11/59	C P S
HO 1 J 61/44 (2006.01)	CO 9 K 11/59	C Q H
	HO 1 J 61/44	N
請求項の数 17 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-524165 (P2007-524165)
 (86) (22) 出願日 平成17年7月15日(2005.7.15)
 (65) 公表番号 特表2008-508734 (P2008-508734A)
 (43) 公表日 平成20年3月21日(2008.3.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2005/001252
 (87) 国際公開番号 W02006/012833
 (87) 国際公開日 平成18年2月9日(2006.2.9)
 審査請求日 平成19年4月3日(2007.4.3)
 (31) 優先権主張番号 102004038199.2
 (32) 優先日 平成16年8月5日(2004.8.5)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390009472
 パテントトロイハントーゲゼルシャフト
 フユール エレクトリツシエ グリユー
 ラムペン ミット ベシユレンクテル ハ
 フツング
 Patent-Treuhand-Ges
 ellschaft fuer elek
 trische Gluehlampen
 mbH
 ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ヘラブル
 ンネル ストラーセ 1
 Hellabrunner Strass
 e 1, Muenchen, Germ
 any

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低い色温度を有する光源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

低い色温度を有する光源であって、
 青色スペクトル領域で放出する 1 次放射源と、該 1 次放射源の前に接続された、2 つの
 蛍光体の層とを有し、

該蛍光体は双方とも、1 次放射を部分的に変換する形式のものにおいて、

第 1 の蛍光体は、緑色を放出するクロロシリケートの群に由来し、該第 1 の蛍光体には、
 ユーロピウムと場合によっては付加的にマンガンとがドーブされており、ここでは実験
 式 $Ca_{8-x-y}Eu_xMn_yMg(SiO_4)_4Cl_2$ が成り立ち、 $x = 0.005$ か
 $0 < y < 1$ であり、

第 2 の蛍光体は、化学式 $(Ca_{1-a}Sr_a)_2Si_5N_8:Eu$ の橙赤色のニトリド
 シリケートであり、 $0 < a < 0.15$ であり、

前記成分は、最高 6000 K の色温度が達成されるように混合されることを特徴とする
 、光源。

【請求項 2】

前記クロロシリケートでは、Eu の割合は最大 $x = 1.2$ (15 mol%) である、請
 求項 1 記載の光源。

【請求項 3】

前記ニトリドシリケートでは Eu の割合は、 $(Ca_{1-a-b}Sr_aEu_b)_2Si_5N_8$
 N_8 の表現を使用して、 $b = 0.005 \sim 0.2$ の間であり、たとえば $0.01 < b < 0$

． 0 4 である、請求項 1 記載の光源。

【請求項 4】

前記クロロシリケートに含まれる E u の一部、たとえば 5 ~ 3 0 m o l % が M n に置き換えられている、請求項 2 記載の光源。

【請求項 5】

少なくとも 2 0 0 0 K の色温度を有し、たとえば 2 7 0 0 ~ 3 5 0 0 K の色温度を有する、請求項 1 記載の光源。

【請求項 6】

前記クロロシリケートのピーク放出は、5 0 0 ~ 5 2 0 n m の領域にある、請求項 1 記載の光源。

10

【請求項 7】

該光源の放出のピーク波長は 4 4 5 ~ 4 7 5 n m の領域にあり、たとえば 4 5 0 ~ 4 5 5 n m の領域にある、請求項 1 記載の光源。

【請求項 8】

前記ニトリドシリケートの放出のピーク波長は 5 9 0 ~ 6 2 0 n m の領域にあり、たとえば 6 0 5 ~ 6 1 5 n m の領域にある、請求項 1 記載の光源。

【請求項 9】

少なくとも 8 7 の R a が達成され、たとえば 9 0 を上回る R a が達成される、請求項 1 記載の光源。

【請求項 1 0】

20

実験式 $C a_{8-x-y} E u_x M n_y M g (S i O_4)_4 C l_2$ を有するクロロシリケートが使用され、ここでは、x は $x = 0 . 0 5 \sim x = 1 . 9$ の間であり、y は $y = 0 \sim y = 1 . 0$ の間であり、それぞれこれらの限界値も含める、請求項 1 記載の光源。

【請求項 1 1】

前記ニトリドシリケートは、前記クロロシリケートの放出の F W H M の領域で吸収を行い、該吸収によって該クロロシリケートの有効な放出のシフトが生じ、該シフトは、ピーク波長に関して 5 n m を上回る、請求項 1 記載の光源。

【請求項 1 2】

前記ニトリドシリケートの吸収特性は、前記クロロシリケートの放出の F W H M において勾配を示し、

30

短波長側の曲線における有効な吸収値は、長波長側の曲線における対応の値より少なくとも 2 倍高く、有利には少なくとも 3 倍高い、請求項 1 1 記載の光源。

【請求項 1 3】

前記短波長側の曲線における吸収は、前記クロロシリケートの有効な放出の次のようなシフト、すなわちピーク波長に関して 5 ~ 2 0 n m のシフトが生じるように高い、請求項 1 2 記載の光源。

【請求項 1 4】

化学式 $C a_2 S i_5 N_8$: E u の橙赤色のニトリドシリケートが使用される、請求項 1 記載の光源。

【請求項 1 5】

40

前記ニトリドシリケート中の E u の割合は、陽イオン (C a , S r) で 0 . 5 ~ 1 5 m o l % であり、限界値も含める、請求項 1 記載の光源。

【請求項 1 6】

白色発光ルミネセンス変換 L E D として構成されている、請求項 1 記載の光源。

【請求項 1 7】

インジウムベースの放電ランプとして構成されている、請求項 1 記載の光源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、低い色温度を有する L E D に関する。低い色温度とは、約 2 0 0 0 ~ 6 0 0

50

0 K、有利には5000 Kまでの領域にある色温度を指す。

【0002】

従来の技術

従来は、暖白色の色温度の領域、つまり3500 Kを下回る領域を実現するのは、市販されているLEDでは困難であった。通常の蛍光体は5000 Kを上回る色温度を生じる。それゆえ従来は、とりわけ暖白色である低い色温度を、複数のLEDの組合せにより調節する非常に煩雑な試行が行われてきた。たとえばWO 02/52901およびWO 02/52902を参照されたい。

【0003】

暖白色の光の色を目的とする簡単なLEDは、従来はUVチップをベースとしていた。UV領域と短波長の可視領域(青色)との大きなエネルギー差に起因して、かつ、エネルギーの上昇によって大きくなりUVによる放射に起因するケーシングおよび蛍光体注型材料の迅速化された経時変化によって、このLEDは、今まで青色発光チップをベースとして提供されていたような中性白色のLEDの寿命も効率も達成できない。

10

【0004】

これとは別の手段に、スルフィド蛍光体及びチオガレート蛍光体を用いた波長変換型LEDをベースとするRGB LEDがある。例えばWO 01/24229を参照されたい。しかしながら、ここで提案された蛍光体は長時間安定性および効率に関して、高い動作温度に達する高出力チップを使用する場合、前記要求を満たすには不十分であることが判明した。スルフィドは水分に対して化学的に不安定であり、ここで提案されているチオガレートは顕著な温度消光を示す。水と接触した場合、公知のスルフィド蛍光体は分解し、さらに有毒ガス、例えば硫化水素を形成する。

20

【0005】

長寿命を可能にしかつ非常に良好な演色指数で高効率を有することを証明した他の解決手段は、今までに公知ではなかった。公知のYAG:Ceと赤色蛍光体、例えばSr₂Si₅N₈:Euとからなる混合物を使用した場合、85~90の最大Ra値しか得られない。これについてはWO 01/40403を参照されたい。

【0006】

発明の開示

本発明の課題は、請求項1の上位概念に記載された6000 Kを下回る低い色温度に対応する暖白色または中性白色の光の色を有する、次のような光源とりわけLEDを提供することである。すなわち、Raができる限り高く、少なくともRa=87を達成し、とりわけRa=90を上回る光源とりわけを提供することである。別の課題は、可能な限り高い効率と高い安定性とを同時に達成することである。

30

【0007】

前記課題は、請求項1の特徴部分に記載の構成により解決される。従属請求項に、殊に有利な実施形態が記載されている。

【0008】

従来は、とりわけ5000 Kを下回る領域に関して、高効率および高安定性によって十分に改善するという課題を解決することが非常に求められていたにもかかわらず、このことを実現する手段は存在しなかった。ここでは、高効率かつ安定的である特別な緑色発光性のクロロシリケートと、それ自体に公知の赤色のニトリドシリケート蛍光体とからなる蛍光体混合物を、青色発光性の1次放射源とともに使用することを提案する。

40

【0009】

このような光源において、とりわけ1次放射源として適しているのは、InGaNベースまたはInGaAlPベースの発光ダイオード、または低圧式または高圧式の放電ランプ、または電気ルミネセンスランプである。これらにはとりわけ、蛍光体ランプまたは小型蛍光体ランプと、色改善された水銀高圧ランプとが含まれる。とりわけ、高圧放電ランプおよび低圧放電ランプにはインジウムベースの充填物が有利であることが判明している。

50

【 0 0 1 0 】

とりわけこのような蛍光体は、UVまたは青色を1次放射として放出するすべての種類の光源によって、とりわけLED（たとえばInGaNタイプのLED）によって効率的に励起することができる。さらに、すべての種類のランプを使用することができ、とりわけHg低圧ランプ、Hg高圧ランプ、約140～480nmの間のUV放射源およびVUV放射源を使用することができ、たとえばエキシマ放射源を使用することができる。160nmで、量子効率はおおむね約50%である。とりわけ、基本的な充填物成分がインジウムハロゲン化物であるインジウムベースの放電ランプすなわち低圧放電ランプまたは高圧放電ランプに使用できる。

【 0 0 1 1 】

このLEDは白色発光ルミネセンス変換LEDとして構成され、青色スペクトル領域で放出するチップである1次放射源から成る。このチップは、とりわけ430～490nmのスペクトル領域で放出するチップであり、有利には445～470nmのスペクトル領域で放出するチップである。このような構成により、寿命に比較的不利なUV放射は回避される。

【 0 0 1 2 】

この蛍光体は、UV-青色を1次放出するLEDをベースとするフルカラーに適したルミネセンス変換型LED並びに任意に調節可能な色を有するルミネセンス変換型LEDにおいて使用するためにも、特に良好に適している。

【 0 0 1 3 】

この放射源の前には、2つの蛍光体の層が接続される。この層はチップの放射を部分的に変換し、第1の蛍光体はクロロシリケートの群から成る。これはとりわけ、緑色～黄色を放出する蛍光体であるカルシウム マグネシウム クロロシリケート ($\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2$) である。ここでは、それ自体に公知のクロロシリケートベースフレームにユーロピウム (Eu) がドーピングされ、場合によっては付加的にマンガン (Mn) もドーピングされる。この蛍光体は、緑色を、500～520nmの領域にあるピーク波長で放出するように選定され、とりわけ、505～515nmの領域にあるピーク波長で放出するように選定される。基本的にこのような蛍光体は、DE10026435およびDEGM20108013から公知である。たとえばCN A1186103に、別の適切なクロロシリケートが記載されている。

【 0 0 1 4 】

第2の蛍光体は、基本化学式 $(\text{Ca}, \text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}$ のニトリドシリケートである。ここでは、最高5000Kの色温度が実現される。これによってさらに、最高6000Kまでのより高い色温度を実現することもできる。このことはとりわけ、クロロシリケート ニトリドシリケートの混合比を大きくし、たとえば1.5を格段に上回り、かつ樹脂ないしはシリコン中の全蛍光体濃度を低減することによって実現される。前記混合比は、とりわけ2.5～4である。さらに、基本形 $\text{MSi}_7\text{N}_{10}$ のニトリドシリケートを使用することもできる。

【 0 0 1 5 】

特に、このような蛍光体の組み合わせは青色発光LEDによって、特にInGaNのタイプのLEDによって効率的に励起させることができる。

【 0 0 1 6 】

このような組み合わせはさしあたり、各成分をそれ自体で考慮するだけでは、前記で提起した課題を満たすことができないように思われる。しかし両蛍光体は、非線形に相互作用するように、相互に精確に適合されている。ここではとりわけ、以下の考察が重要である。

【 0 0 1 7 】

比較的短波長で放出する安定的な緑色蛍光体である、約511nm前後のピーク波長を有するクロロシリケートを使用することにより、たとえば高ストロンチウム含有のニトリドシリケート等である深赤色の蛍光体を使用しなくてもよくなる。本発明で使用される橙

10

20

30

40

50

赤色の蛍光体でありせいぜい少量のSrを含有するCaニトリドシリケート：Euは、有利には、使用される蛍光体の緑色放射のうち少なくとも短波長の成分を吸収するように形成され、とりわけ、短波長の成分を比較的長波長の成分より吸収するように形成される。このような吸収は、通常は可能な限り回避されるが、ここでは有利に活用される。このことにより、緑色蛍光体の効率的に作用する放出が、より有利な比較的長波長のスペクトル領域へ（所望の色温度に応じて、最大で約15～20nmだけ）シフトされ、演色指数（Ra値）は驚くべきことに、純粋な蛍光体スペクトルの組み合わせから期待されるより格段に高くなる。たとえば、2820Kで87になり、4095KでRa=95になる。

【0018】

前記の第2の蛍光体成分は、適切な組成の冒頭に述べた $(Sr_a, Ca_{1-a})_2Si_5N_8$ ：Euタイプのニトリドシリケートである。ここで有利なのは、 $a=0\sim0.15$ である。特に有利なのは、 $0\leq a\leq 0.1$ である。

10

【0019】

典型的な量子効率が格段に80%を上回り、かつ、短波長の青色放射の領域で、特に高性能のチップが提供する450～455nmでも極めて良好に吸収する前記の両方の蛍光体を用いて、95までの演色指数Raを有する高効率のLEDが提供され、とりわけ暖白色のLEDも提供される。典型的なRa値は、所望の最適化に応じて88～95である。もちろん、演色を改善するためにさらに別の蛍光体を追加することもでき、たとえばYAG：Ce、 $(Lu, Y)_3(Al, Ga)_5O_{12}$ ：Ce、 $(Sr, Ba, Ca)Si_2O_2N_2$ ：Euまたは $(Sr, Ba, Ca)_2SiO_4$ ：Euも追加することができる。このような蛍光体は、黄緑色の領域で530～570nmのピーク放出で放出する。

20

【0020】

別の格別な利点は、所期の自己吸収によって、LEDで特に高い安定性を示す2種類の蛍光体を使用できることである。このような蛍光体は、一見すると相互に調和せず、前記の目的を達成できないように思われる。両蛍光体を所期のように注意深く適合して初めて、90を上回る演色指数を実現可能にするために望ましい作用が得られる。ここではとりわけ、ニトリドシリケートに導入するSrを、可能な限り少量～全く無しにすることが重要である。というのも、突出して最も安定的であるのは、純粋な $CaSi_5N_8$ ：Euであるからだ。また、 $CaSi_5N_8$ ：Eu相で結晶化する別の化合物も適している。

30

【0021】

適用可能な混合比は通常、所望の結果に応じて、すなわち、とりわけ色温度および色位置に応じて、大抵は1：9～9：1の間である。

【0022】

詳細には、低い色温度を有する次のようなLEDを提供する。すなわち、白色発光ルミネセンス変換LEDとして構成され、青色スペクトル領域で放出するチップである1次放射源と、該1次放射源の前に接続された、2つの蛍光体から成る層とを有し、該2つの蛍光体は双方とも該チップの放射を部分的に変換し、第1の蛍光体は緑色発光性のクロロシリケートの群に属し、該第1の蛍光体には、ユーロピウムと場合によっては付加的にマンガンとがドーピングされており、実験式 $Ca_{8-x-y}Eu_xMn_yMg(SiO_4)_4Cl_2$ が成り立ち、ここでは $x=0.005$ かつ $0\leq y\leq 1$ であり、第2の蛍光体は化学式 $(Ca_{1-a}Sr_a)_2Si_5N_8$ ：Euの橙赤色のニトリドシリケートであり、ここでは $0\leq a\leq 0.15$ であり、上述の成分は、最高6000Kの色温度、とりわけ最高5000Kの色温度が実現されるように混合されている、LEDを提供することである。とりわけ、 x は $0.02\leq x\leq 1.2$ の間で選択され、たとえば $x=0.05\sim 0.5$ である。

40

【0023】

Mnの添加により、平均放出波長が決定される。有利には、Euの一部のみ、とりわけ最大5～30mol%のみをMnに置換すべきである。

【0024】

有利には、チップはInGaNチップである。というのも、このようなチップは高効率

50

を示すからである。

【0025】

第一に、このようなLED構成によって、高い安定性で最高2000Kまでの色温度が実現され、とりわけ2700～3300Kの色温度が実現される。色温度が低いにもかかわらず、87～95の領域にある高い演色指数を実現でき、しかも安定的な持続動作で実現することができる。このことによって第一に、白色LEDを一般照明で使用するために重要な要求が満たされる。

【0026】

有利にはチップの放出は、ピーク波長が445～465nmの領域になるような位置にあり、とりわけ450～455nmの領域になるような位置にある。このことにより、1次放射の最大効率が実現される。

10

【0027】

特に適しているのはクロロシリケートである。この500～520nmの領域の放出が、ピーク波長である。このような本来の特性はLEDにおいて、典型的には5～20nm高い波長にシフトされた有効な放出として作用する。さらに、放出の幅も変化する。典型的な本来のFWHM (full width half maximum) は60nmであり、これは典型的には、LEDにおいて70～80nmまで拡大される。

【0028】

特に適しているのは、放出のピーク波長が600～620nmの領域にありとりわけ605～615nmの領域にあるニトリドシリケートである。

20

【0029】

特に適したクロロシリケートは、実験式 $Ca_{8-x-y}Eu_xMn_yMg(SiO_4)_4Cl_2$ を有する。ここでは、 x は $x=0.1 \sim x=1$ の間であり、 y は $y=0 \sim y=0.3$ の間であり、これらの限界値も含める。

【0030】

演色性の最良値は、以下の基準に留意した場合に実現される。すなわち、ニトリドシリケートの吸収特性が、クロロシリケートの放出の本来のFWHM以内で勾配を示し、短波長側の曲線における値が長波長側の曲線における対応の値より高く、たとえば少なくとも2～3倍高いという基準に留意した場合に実現される。

【0031】

この係数が高いほど、かつ併用されるクロロシリケートのFWHMが広いほど、ピーク波長に関する該クロロシリケートの放出のシフトは有効になり、このシフトは最大30nmになる。

30

【0032】

ルミネセンスの温度依存性は、今まで提案されていた幾つかの系の蛍光体の場合よりも有意に低く、両種類の蛍光体はたとえば、従来公知の硫化物系の代替物 ($SrS:Eu$ 及びチオガレート) よりも化学的に格段に安定的になる。前記窒化物ベースの蛍光体及び該蛍光体の可能な分解生成物はほぼ無毒であり、このことは環境保護の観点で重要である。

【0033】

LED中で使用するために、標準的な手法を使用することができる。とりわけ、以下のような実施形態がある。

40

【0034】

第1の手法は、蛍光体をLED注型材料中に分散させた後、たとえば注型成形、加圧成形または射出成形等によって施与する手法である。前記LED注型材料は、たとえばシリコンまたはエポキシ樹脂である。第2の手法は、蛍光体をいわゆる成形材料に導入した後、射出成形法を行う手法である。第3の手法は、チップ付近で変換を行う手法、すなわち、チップを分離しLEDケーシング内に取り付けた後に、蛍光体ないしは蛍光体混合物をウェハ加工面に施与する手法である。これについては、特にDE 101 53 615及びWO 01/50540に示唆されている。

50

【 0 0 3 5 】

本発明はさらに、前記のようなLEDを備えた照明系に関し、その際、前記の照明系はさらに電子的な構成要素を有する。この構成要素は例えば、調光を行うことができるものである。前記電子回路の他の機能は、個々のLED又はLEDのグループの制御である。この機能は、本願出願前に公知の電子的な要素によって実現することができる。

【 0 0 3 6 】

図面

次に、複数の実施例に基づいて本発明を詳しく説明する。

【 0 0 3 7 】

図面の簡単な説明：

図1 本発明の基礎となるメカニズムを示す。

【 0 0 3 8 】

図2 本発明による種々のLEDの放出スペクトルを示す。

【 0 0 3 9 】

図3 LEDの構成を示す。

【 0 0 4 0 】

図4 LEDの放出スペクトルを、動作時間の関数として示す。

【 0 0 4 1 】

図5 LEDの輝度低減を、動作時間の関数として示す。

【 0 0 4 2 】

図6 LEDのy座標のシフトを、動作時間の関数として示す。

【 0 0 4 3 】

図7 従来技術によるLEDの放出スペクトルを、動作時間の関数として示す。

【 0 0 4 4 】

図8 従来技術によるLEDのy座標のシフトを、動作時間の関数として示す。

【 0 0 4 5 】

図9 種々の白色LEDの色位置の場所を示す。

【 0 0 4 6 】

図10 暖白色LEDベースの照明系を示す。

【 0 0 4 7 】

図11 適切な蛍光体を使用した、インジウム充填物を含有する低圧ランプを示す。

【 0 0 4 8 】

図面の説明

本発明の原理の具体例を図1に示した。蛍光体 $\text{Ca}_{8-x}\text{Eu}_x\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2$ の放出が示されており、ここでは $x = 0.2$ であり、Eu割合は、Caによって占有される格子位置のうち2.5mol%である。純粋な蛍光体の最大放出は、511nmに位置する。励起は460nmで行った。FWHMは76nmである。それと同時にこのLEDにおいて、 $(\text{Ca}_{1-b}\text{Eu}_b)_2\text{Si}_5\text{N}_8$ のタイプのニトリドシリケートを使用し、ここでは $b = 0.02$ である。このようなニトリドシリケートの放出は、600nmの領域に位置する。しかし、このことは図1では重要でない。むしろ、クロロシリケートのFWHMの領域で急峻な勾配を有するニトリドシリケートの吸収特性プロフィールが重要である。ここで重要なのは、FWHMの短波長側の曲線(1)と該FWHMの長波長側の曲線(2)との間の、それぞれクロロシリケートに基づく特性プロフィールである。ここでは吸収は、より長い波長に向かって急峻に増大する。この自己吸収によって、LED中のクロロシリケートの作用はより長い波長にシフトし、破線を参照すると、このクロロシリケートの作用の最大は約15nmシフトされている。図のように、短波長側の曲線でニトリドシリケートの吸収値が、長波長側の曲線における相応の値より係数2~3だけ大きい場合、有利にはそれ以上に大きい場合、効率的なシフトが得られている。図1では、放出も吸収も任意単位で表されている。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

40

50

図2は、異なる色温度に対してプロットされた種々のLEDの放出スペクトルを示す。色温度の領域は、約2800K～4000K以上にまで達する。詳細には、5つの色温度に対して以下の組み合わせを使用した。

【0050】

【表1】

色温度	成分 クロロシリケ- ート	成分 ニトリドシリケ- ート	蛍光体濃度 [質量%]	R _a
2820K	1.5	1	14	87
2987K	1.5	1	13	89
3221K	1.7	1	13	91
3485K	1.7	1	13	93
4065K	2	1	11	95

10

【0051】

図3に、白色光のための光源の構造が明示されている。この光源は、440nm～470nmの、例えば455nmのピーク放出波長を有するInGaN型のチップ1を備えた半導体素子であり、前記チップ1はボンディングワイヤ14を介して第1の端子3に接続されており、かつ第2の電氣的端子2に直接接続されている。この凹入部9には注型材料5が充填されていて、この注型材料は主成分として樹脂(ないしはシリコン)(80～90質量%)と2つの蛍光体の混合物からなる蛍光体顔料6(20質量%未満)とを含有する。第1の蛍光体は、第1の実施例として挙げられたEu2.5%を有するクロロシリケートであり、第2の蛍光体は、橙赤色発光蛍光体、ここでは特にCa₂Si₅N₈:Eu(2%)である。前記凹入部9は、チップ1からの一次放射および顔料6からの二次放射に対するリフレクタとして使用される壁17を有する。青色の1次放射と、緑色ないしは赤色の2次放射との組合せが混合され、上記の表に示されているように、87～95の高いRaかつ高い色温度を有する暖白色が得られる。

20

30

【0052】

一般的に、ニトリドシリケートM_aSi_yN_z:Euは常在成分としてCaを有し、かつ混合成分としてSrを0～15mol%の割合で有する。別の表現をすると、有利なニトリドシリケートは化学式(Sr_xCa_{1-x})_aSi_yN_zで表され、ここではx=0～0.15であり、有利にはy=5かつz=8が選択される。一般的に、効率および演色指数RaはEuのドーピングのレベルによって最適化され、有利にはEuの値は、Mの1～4mol%である。高い演色指数を達成するためには、Srの少量の添加(<10%)及びEu割合の制限(<10%)が推奨に値することが判明した。したがって、Ra>90のためにはxを最大0.2まで(有利にxは0.1まで)選択することができ、同時にEuは有利には、Mの0.5～15mol%(有利には1～4mol%)の範囲内で使用される。

40

【0053】

図4に、典型的な実施例の放出スペクトルが寿命の関数として示されている。これは、強度を任意単位で、波長(nm)の関数として示す。1次放射のピークが明らかになるのは460nmであり、クロロシリケートのピークは約530nmで現れ、ニトリドシリケートのピークは約610nmで現れる。1000時間後、高い不変性が示された。このことは、Ra(一定で93)でも色温度(3550±10K)でも当てはまる。

【0054】

図5は、表1に示された本発明による種々のLEDが1000時間の動作時間にわたっ

50

て85 かつ85%の空気中の相対的湿度で示した輝度低減を示している。この輝度低減は数%のオーダであり、同等に高い演色性を有する従来公知の白色LEDより格段に良好である。

【0055】

図6に、1000時間の動作時間で85 かつ85%の空気中の相対的湿度で示された表1の本発明による種々のLEDのy色座標が示されている。実際には、ドリフトは確認されない。

【0056】

それに対して、図7に示された高い演色性の従来公知の暖白色LEDは、青色の1次放射源およびYAG:Ce蛍光体と深赤色のスルフィド蛍光体(Sr, Ca)S:Euとの組み合わせから成り、1000時間後に顕著な色ドリフトを示す。これによって、色温度が3275Kから3575Kに変化する。これに相応して、1000時間の動作時間で85 かつ85%の空気中の相対的湿度でのy色座標のドリフトも顕著である。ここで図8を参照されたい。

10

【0057】

図9は、表1に示されたような本発明によるLEDによって実現可能な、色温度の幅広いバリエーションである。

【0058】

図10は照明系5を示しており、ここでは、本発明によるLED6の他に制御電子回路7もケーシング8に収容されている。9はカバーを示している。

20

【0059】

図11は、水銀不含の充填ガス21を有する低圧放電ランプ20を(概略的に)示している。この充填ガス21は、インジウム化合物とW002/10374に類似するパフファガスとを含有し、蛍光体混合物から成る層22がエンベロープ23の内側に設けられている。第1の蛍光体は、第1の実施例として挙げられたEu2.5%を有するクロロシリケートであり、第2の蛍光体は、橙赤色発光蛍光体、ここでは特にCa₂Si₅N₈:Eu(2%)である。このような構成の非常に特別な利点は、このような蛍光体混合物はインジウム放射に理想的に適合されていることである。というのも、この放射の主な成分は、UVスペクトル領域にも青色スペクトル領域にもあり、該混合物によって双方とも同等に良好に吸収されるからである。したがって、これを使用すると従来公知の蛍光体より有利である。ここで特記すべきなのは、このような公知の蛍光体は、UV放射またはインジウムの青色放射のいずれかのみを吸収するだけであることだ。それゆえ、本発明によるインジウムランプは格段に高い効率を示す。この説明は、US A 4810938からそれ自体に公知のような高圧式のインジウムランプにも当てはまる。

30

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の基礎となるメカニズムを示す。

【図2】本発明による種々のLEDの放出スペクトルを示す。

【図3】LEDの構成を示す。

【図4】LEDの放出スペクトルを、動作時間の関数として示す。

40

【図5】LEDの輝度低減を、動作時間の関数として示す。

【図6】LEDのy座標のシフトを、動作時間の関数として示す。

【図7】従来技術によるLEDの放出スペクトルを、動作時間の関数として示す。

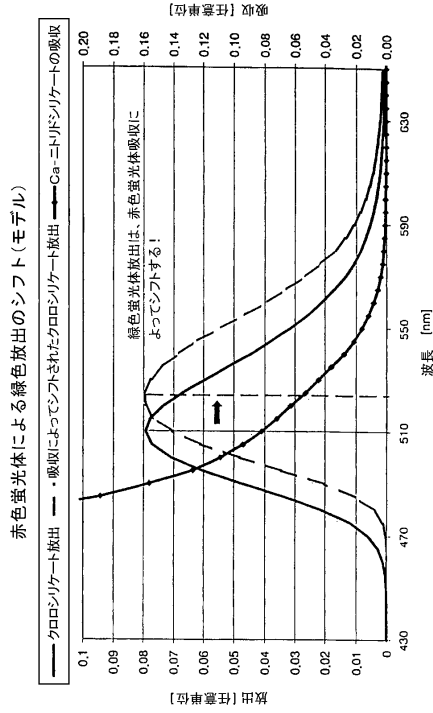
【図8】従来技術によるLEDのy座標のシフトを、動作時間の関数として示す。

【図9】種々の白色LEDの色位置の場所を示す。

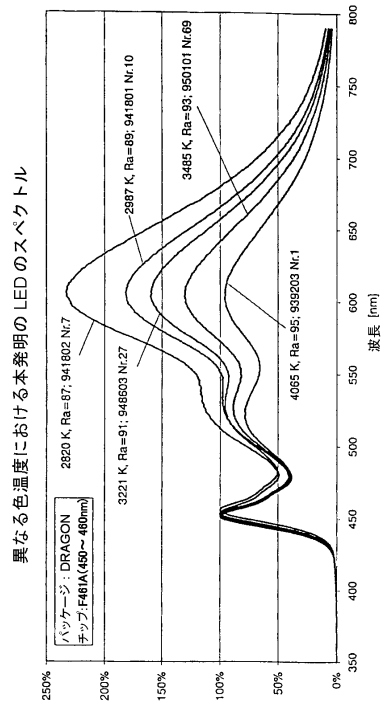
【図10】暖白色LEDベースの照明系を示す。

【図11】適切な蛍光体を使用した、インジウム充填物を含有する低圧ランプを示す。

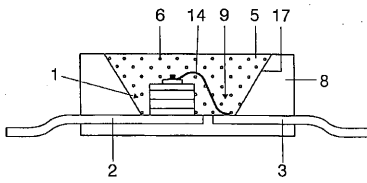
【図 1】



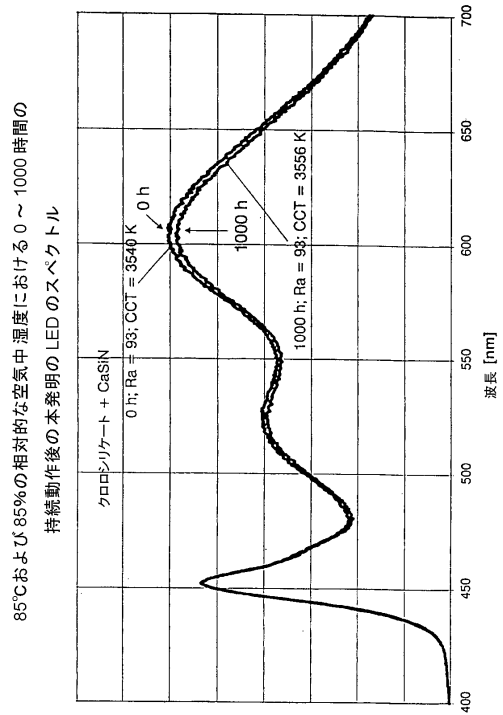
【図 2】



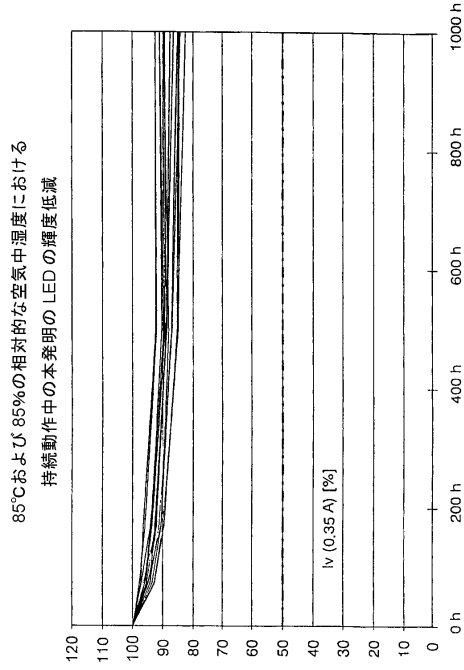
【図 3】



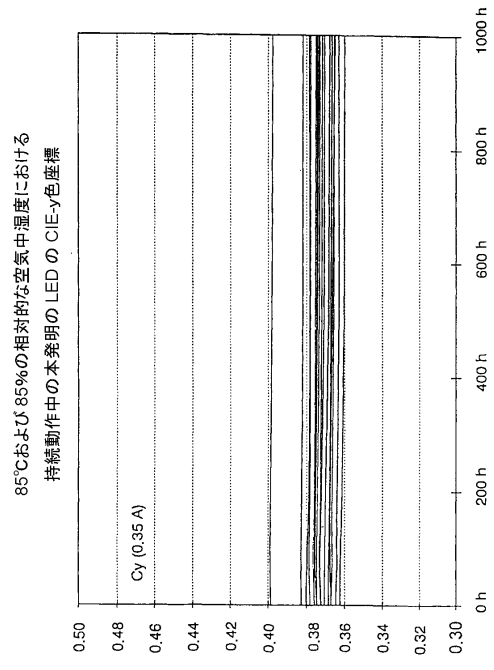
【図 4】



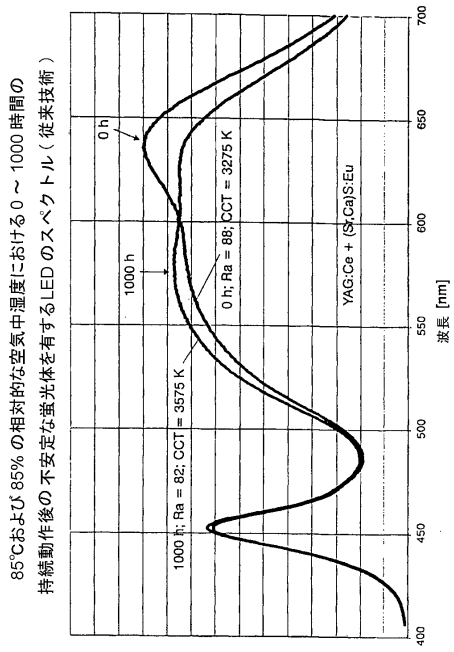
【 図 5 】



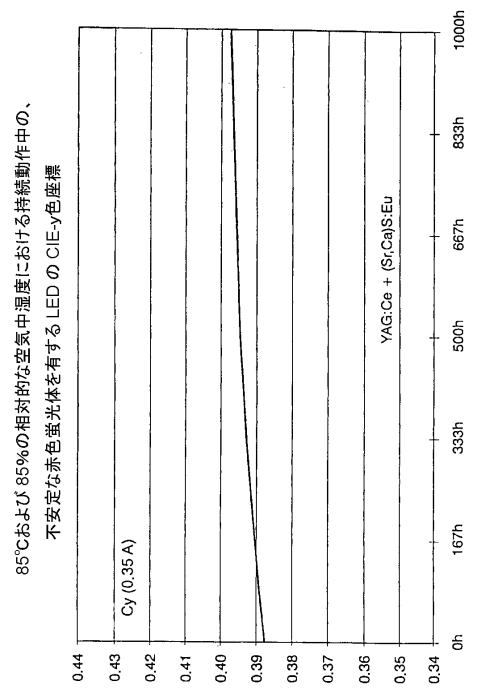
【 図 6 】



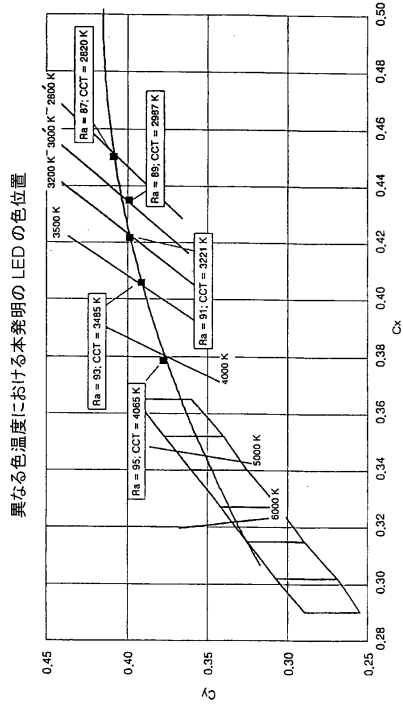
【 図 7 】



【 図 8 】



【図 9】



【図 10】

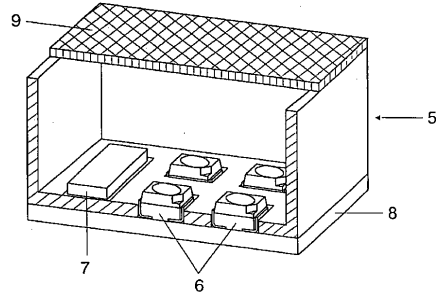


FIG 10

【図 11】

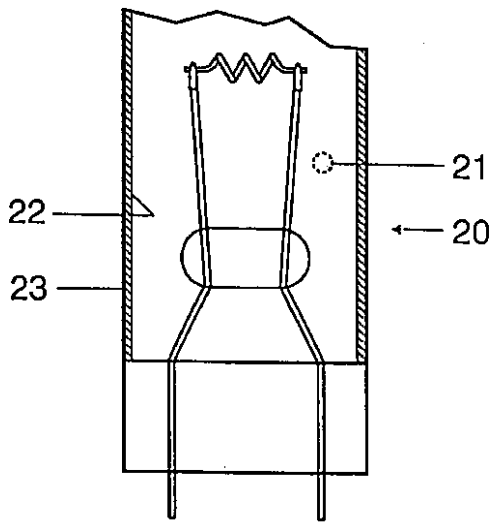


FIG 11

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 J 61/44 P

(73)特許権者 599133716

オスラム オプト セミコンダクターズ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツン
グ
Osram Opto Semiconductors GmbH
ドイツ連邦共和国、93055 レーゲンスブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4
Leibnizstrasse 4, D-93055 Regensburg, German
y

(74)代理人 100061815

弁理士 矢野 敏雄

(74)代理人 100094798

弁理士 山崎 利臣

(74)代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

(74)代理人 100110593

弁理士 杉本 博司

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 ティム フィードラー

ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ジーベンビュルゲナー シュトラッセ 10

(72)発明者 フランク イェルマン

ドイツ連邦共和国 ミュンヘン クラーラ・ツィーグラール・ボーゲン 187

(72)発明者 イェルク シュトラウス

ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク ヴァイアーヴェーク 7

審査官 小林 和幸

(56)参考文献 特開2003-124527(JP,A)

特表2003-515655(JP,A)

特表2003-535477(JP,A)

国際公開第2003/107441(WO,A2)

特開昭54-038682(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00-33/64

H01S 5/00-5/50

H01J 61/30-61/48

C09K 11/00-11/89