



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104521016 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201380042485.4

(22)申请日 2013.08.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104521016 A

(43)申请公布日 2015.04.15

(30)优先权数据

61/681695 2012.08.10 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/056441 2013.08.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/024138 EN 2014.02.13

(73)专利权人 亮锐控股有限公司

地址 荷兰史基浦

(72)发明人 H-H. 贝奇特 M.海德曼恩

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 孙之刚 景军平

(51)Int.Cl.

H01L 33/50(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2012-104814 A, 2012.05.31,

CN 102986044 A, 2013.03.20,

CN 100423296 C, 2008.10.01,

US 2009/0231832 A1, 2009.09.17,

审查员 倪晓东

权利要求书2页 说明书9页 附图6页

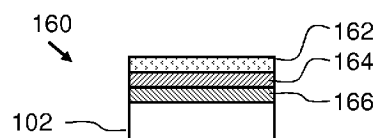
(54)发明名称

磷光体转换发光二极管、灯及照明器

(57)摘要

提供了磷光体转换发光二极管(LED)、灯和照明器。磷光体转换LED 106包括LED 102、第一发光材料166、第二发光材料164和第三发光材料162。LED 102发射具有在蓝色频谱范围中的第一峰值波长的第一频谱分布。第一发光材料166吸收第一频谱分布的光的一部分并且将所吸收的光的至少一部分朝向第二频谱分布的光转换。第二频谱分布具有在绿色频谱范围中的第二峰值波长。第二发光材料164吸收第一频谱分布的光的一部分和/或第二频谱分布的一部分。第二发光材料164将所吸收的光的至少一部分朝向第三频谱分布的光转换。第三频谱分布具有第三频谱宽度并且具有第三峰值波长。第三发光材料162吸收第一频谱分布、第二频谱分布和第三频谱分布中的至少一个的光的一部分。第三发光材料162将所吸收的光的至少一部分朝向第四频谱分布的光转换。第四频谱分布具有第四频谱宽度并且具有第四峰值波长。第三峰值波长和第四峰值

波长在橙色/红色频谱范围中。第三峰值波长小于第四峰值波长,并且第三频谱宽度大于第四频谱宽度。



1. 一种磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),包括
 - 发射具有在从445纳米到495纳米的蓝色频谱范围中的第一峰值波长的第一频谱分布的发光二极管(102),
 - 被配置用于吸收第一频谱分布的光的一部分并且用于将所吸收的光的至少一部分朝向第二频谱分布的光转换的第一发光材料(166),第二频谱分布具有在绿色频谱范围中的第二峰值波长,
 - 被配置用于吸收第二频谱分布的一部分并且用于将所吸收的光的至少一部分朝向第三频谱分布的光转换的第二发光材料(164),第三频谱分布具有第三频谱宽度并且具有第三峰值波长,
 - 被配置用于吸收第二频谱分布和第三频谱分布中的至少一个的光的一部分并且用于将所吸收的光的至少一部分朝向第四频谱分布的光转换的第三发光材料(162),第四频谱分布具有第四频谱宽度并且具有第四峰值波长,其中第三峰值波长和第四峰值波长在橙色/红色频谱范围中,第三峰值波长小于第四峰值波长,并且第三频谱宽度大于第四频谱宽度。
2. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第二和/或第三发光材料包括红色发射 Eu^{2+} 磷光体。
3. 根据权利要求2的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第二发光材料包括材料 $\text{M}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$,其中M为碱土金属。
4. 根据权利要求2的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第二发光材料包括材料 $(\text{Ca},\text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 。
5. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第三发光材料包括以下中的至少一个:
 - 示出量子限域并且至少在一个尺寸中具有纳米范围中的大小的颗粒,
 - 作为用 Mn^{4+} 离子激活的六氟硅酸盐的窄带红色发射磷光体,以及
 - 红色发射磷光体 $\text{CaS}:\text{Eu}$ 。
6. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第三峰值波长在从575纳米到615纳米的范围内。
7. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中被表述为半高全宽值的第三频谱宽度大于80纳米。
8. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第三峰值波长与第四峰值波长之间的波长差至少大于10纳米。
9. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第四峰值波长大于610纳米。
10. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中被表述为半高全宽值的第四频谱宽度小于60纳米。
11. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中由第三发光材料发射的光的功率小于由磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666)发射的所有光的功率的20%。
12. 根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666),其中第一

发光材料包括绿色发射磷光体,所述绿色发射磷光体是选自石榴石 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, SiAlON 磷光体或 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Y}_{0.5})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,或者 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Gd}_{0.5})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,或者 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Y}_{0.5})_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,或者石榴石的混合物中的一个。

13.一种包括根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666)的灯(600,630,660)。

14.一种包括根据权利要求1的磷光体转换发光二极管(100,130,160,602,632,666)或者包括根据权利要求13的灯(600,630,660)的照明器(700)。

磷光体转换发光二极管、灯及照明器

技术领域

[0001] 本发明涉及具有相对大显色指数的磷光体转换发光二极管。本发明还涉及磷光体转换发光二极管在灯和照明器中的使用。

背景技术

[0002] 磷光体转换发光二极管(LED)包括诸如无机磷光体之类的发光材料以将由LED发射的光的一部分转换成另一颜色的光以获得特定光发射。许多磷光体转换LED用于获得具有接近于颜色空间中的黑体线的色点的光发射——因而光对于人类裸眼而言看似白色。磷光体材料通常直接应用在发光二极管上,然而,本文档中公开的发明并不直接受限于这样的实施例。

[0003] 当前,以上讨论的磷光体转换LED是基于与发光材料组合的蓝光发射LED,该发光材料将一部分蓝光转换成绿光和红光以生成具有例如大于80的相对高显色指数的白光。这样的磷光体转换LED的一个示例是发射具有449纳米的峰值波长的蓝光的LED,其包括绿色发射磷光体 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 和红色发射磷光体 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 。红色发射磷光体根据具有在620纳米处的峰值波长和93纳米的宽度(被表述为半高全宽FWHM值)的频谱分布来发射红光。通过组合特定量的磷光体,可以制得在相关色温CCT=3000开尔文处发射光的磷光体转换LED。该特定磷光体转换LED的总光发射功率包括来自蓝色发射LED的大约11%的光、来自红色发射磷光体的43%的光以及来自绿色发射磷光体的大约46%的光。总流明当量为322.2流明每瓦并且显色指数(被表述为RA值)为82.1。

[0004] 流明当量强烈取决于红色发射磷光体在深红色区中发射的光量。深红色频谱范围在大约650纳米处开始,其中眼睛敏感度跌至其最大值的百分之10以下。如果可以限制在深红色区中发射的光量,流明当量潜在地更高。

[0005] 为了改善流明当量,已知的是可以使用量子点(QD),因为量子点具有相对窄光发射谱。例如存在这样的QD,其发射具有在从610至620纳米的范围中的峰值波长的光并且具有有着30纳米宽度FWHM的光发射谱。例如,当制得磷光体转换LED(其包括发射449纳米的峰值波长的蓝色发射LED,其包括绿色磷光体 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,其包括其中具有有着612纳米的峰值发射和30纳米宽度FWHM的发射谱的红色发射量子点并且被配置成在3000开尔文的CCT处发射光)时,所发射的光具有与之前段落的磷光体转换LED相同的显色指数($\text{CRI}_{\text{RA}} = 82.1$),并且流明当量朝向364.9流明每瓦增加。因而,如果以相同量的电能提供依照前两个实施例的两个磷光体转换LED,人类裸眼将后一磷光体转换LED所发射的光体验为更亮的光。

[0006] 然而,量子点材料尚不足够可靠以保证磷光体转换LED的长寿命。另外,现今可用的最高效的量子点材料包括已知具有环境相容性问题的镉和/或硒化物。另外,以相对高峰值波长发射红光并且以窄带发射光的已知可替换发光材料也具有稳定性问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供磷光体转换发光二极管(LED),其比已知磷光体转换LED更稳

定而同时维持相对高流明当量和相对高显色指数。

[0008] 本发明的第一方面提供磷光体转换发光二极管。本发明的第二方面提供灯。本发明的第三方面提供照明器。在从属权利要求中限定有利实施例。

[0009] 依照本发明的第一方面的磷光体转换发光二极管(LED)包括LED、第一发光材料、第二发光材料和第三发光材料。LED发射具有在从445纳米到495纳米的蓝色频谱范围中的第一峰值波长的第一频谱分布。第一发光材料吸收第一频谱分布的光的一部分并且将所吸收的光的至少一部分朝向第二频谱分布的光转换。第二频谱分布具有在绿色频谱范围中的第二峰值波长。第二发光材料吸收第一频谱分布的光的一部分和/或第二频谱分布的一部分。第二发光材料将所吸收的光的至少一部分朝向第三频谱分布的光转换。第三频谱分布具有第三频谱宽度并且具有第三峰值波长。第三发光材料吸收第一频谱分布、第二频谱分布和第三频谱分布中的至少一个的光的一部分。第三发光材料将所吸收的光的至少一部分朝向第四频谱分布的光转换。第四频谱分布具有第四频谱宽度并且具有第四峰值波长。第三峰值波长和第四峰值波长在橙色/红色频谱范围中。第三峰值波长小于第四峰值波长并且第三频谱宽度大于第四频谱宽度。

[0010] 根据第一方面的磷光体转换LED包括将蓝光朝向橙/红和红光转换的两个不同发光材料。包括例如量子点的第三发光材料具有最高峰值波长,并且因而发射接近于深红色频谱范围的光。第三发光材料的频谱分布具有相对窄光发射分布,特别是相比于第二发光材料而言。因而,第三发光材料不发射在深红色频谱范围中的很多光,并且因而流明当量不因为在深红色频谱范围中的过大光发射而减小。第二发光材料具有在橙色/红色或者红色频谱范围中的较低峰值波长并且具有较宽光发射分布(相比于第三发光材料而言),并且因此第二发光材料在较低红色频谱范围中并且部分地在第三发光材料也在其中发射光的频谱范围中发射光。因而,第二发光材料有助于沿整个红色频谱范围和可能地还在橙色频谱范围中的足够高的光发射。由此,由磷光体转换LED发射的光的显色指数保持相对高。另外,通过使用还在第三发光材料的频谱分布中发射一些光的第二发光材料,所要求的第三发光材料的量可以减小,这在如果第三发光材料是昂贵的或者具有特定缺点时特别有利。如果第三发光材料的量相对低,该材料可能的稳定性问题对作为整体的磷光体转换LED的寿命具有较小影响,并且相比于具有在橙色/红色频谱范围中以相对窄频谱分布发射光的多得多的发光材料的磷光体转换LED而言,作为整体的磷光体转换LED更稳定。

[0011] 换言之,替代于使用单个红色发射磷光体,在本发明的第一方面的磷光体转换LED中应用混合式解决方案,其中两个发光材料之一以相对高波长发射足够的光,但是防止在深红色频谱范围中的很多光发射,并且其中另一发光材料用来在整个红色频谱范围(和可能地橙色频谱范围)中发射足够的光,使得显色指数不减小并且所要求的量子点的量减小。要指出的是,第二和第三发光材料必须以特定组合使用,如所公开的那样。如果将不使用发光材料中的一个并且发光材料中的另一个的量不得不增加,并且因而它将导致减小的显色指数、减小的流明当量或者第三发光材料的过大使用的非期望效果中的一个。

[0012] 要指出的是,术语频谱分布是指特定光波长处的光量的分布。光量可以被表述为在特定波长处发射的能量的量。这样的频谱分布也可以是归一化的分布。可见光谱可以与人类裸眼所看到的颜色有关地被子划分为若干频谱子范围。蓝色频谱范围包括具有在从400纳米到500纳米的范围中的波长的光。绿色频谱范围包括具有在从500纳米到570纳米的

范围中的波长的光。橙色频谱范围包括具有在从570纳米到620纳米的范围中的波长的光。红色频谱范围包括具有在从620纳米到750纳米的范围中的波长的光。橙色/红色频谱范围包括在从570到750纳米的频谱范围中的光。

[0013] 可选地,第二和/或第三发光材料包括红色发射 Eu^{2+} 磷光体。

[0014] 可选地,第二发光材料包括材料 $\text{M}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ (M =碱土金属)。发明人已经发现,该可选实施例的材料的磷光体在如所要求保护的发明中特别有用。材料的特定发射属性通过碱土原子和 Eu 激活剂的浓度的组合来设定。材料被配置成吸收蓝光,其是稳定的并且提供在橙色和红色频谱范围中的有利宽光发射分布,使得当与窄红色发射发光材料和绿色发射发光材料组合时,可以制得具有相对高显色指数和相对高流明当量的磷光体转换LED。

[0015] 可选地,第二发光材料包括材料 $(\text{Ca}, \text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 。

[0016] 可选地,第三发光材料包括示出量子限域并且至少在一个尺寸中具有在纳米范围中的大小的颗粒。

[0017] 量子限域意味着颗粒具有取决于颗粒的大小的光学属性。这样的材料的示例是量子点、量子棒和量子四脚体。第三发光材料至少包括至少在一个尺寸中具有在纳米范围中的大小的颗粒。这意味着例如如果颗粒基本为球形,它们的直径在纳米范围中。或者这意味着例如如果它们为线形,则线的横截面的大小在一个方向上处于纳米范围中。纳米范围中的大小意味着它们的大小至少小于1微米,因而小于500纳米,并且大于或等于0.5纳米。在实施例中,一个尺寸中的大小小于50纳米。在另一实施例中,一个尺寸中的大小在从2到30纳米的范围中。

[0018] 在本发明的实施例中,第三发光材料可以包括量子点。量子点是一般具有仅几个纳米的宽度或直径的半导体材料的小晶体。当被入射光激发时,量子点发射由晶体的大小和材料确定的颜色的光。特定颜色的光因此可以通过适配点的大小来产生。具有可见范围中的发射的大多数已知量子点是基于带有诸如硫化镉(CdS)和硫化锌(ZnS)的壳的硒化镉(CdSe)。也可以使用诸如磷化铟(InP)和铜铟硫化物(CuInS_2)和/或银铟硫化物(AgInS_2)之类的没有镉的量子点。量子点具有窄发射带,并且因而它们发射饱和色。另外,发射颜色可以通过适配量子点的大小而容易地调谐。在本发明中可以使用本领域中已知的任何类型的量子点,倘若它具有适当的波长转换特性的话。

[0019] 在可选的可替换实施例中,第三发光材料包括以下中的至少一个:作为用 Mn^{4+} 离子激活的六氟硅酸盐的窄带红色发射磷光体,或者红色发射磷光体 $\text{CaS}:\text{Eu}$ 。

[0020] 可选地,第三峰值波长在从575纳米到615纳米的范围内。在另一可选实施例中,第三峰值波长在从590纳米到610纳米的范围内。如果第三频谱分布的峰值波长在这些可选范围中的一个中,仍旧存在第三发光材料在其处可以发射光的足够的可用波长,使得在红色频谱范围中的不同波长处发射足够的光,使得获得相对高显色指数并且使得包括第二和第三发光材料的磷光体转换LED的流明当量足够高。

[0021] 可选地,被表述为半高全宽值的第三频谱宽度大于80纳米。如果第三频谱宽度足够大,第二发光材料在橙色和红色频谱范围中发射足够的光,使得获得足够高的显色指数并且使得第三发光材料的量可以保持相对低。如之前所讨论的,相对小量的第三发光材料导致更稳定并且具有更长寿命的磷光体转换LED。

[0022] 可选地,第三峰值波长与第四峰值波长之间的波长差至少大于10纳米。如果峰值

波长之间的差足够大,由第二和第三发光材料发射的光沿足够宽的频谱范围散布以便获得足够高的显色指数。根据经验,第四峰值波长越大,波长差就必须越大。

[0023] 可选地,第四峰值波长大于610纳米。如果第四峰值波长足够高,则在红色频谱范围中发射足够的光使得显色指数保持足够高。如果第四峰值波长具有足够大的值,则仍旧存在第二发光材料可以在其处具有其第三峰值波长的可用橙色/红色频谱范围的相对大部分。

[0024] 可选地,被表述为半高全宽值的第四频谱宽度小于60纳米。如果第四频谱宽度小于60纳米,则防止过多光发射在深红色频谱范围中以便防止磷光体转换LED的流明当量的减小。

[0025] 可选地,由第四发光材料发射的光的功率小于由磷光体转换发光二极管发射的所有光的功率的20%。如果被表述为由磷光体转换LED发射的总功率的一部分的由第四发光材料发射的光的功率足够低,则要使用的第四材料的量相对低并且发射在深红色频谱范围中的光的量相对低。因而,磷光体转换LED更稳定并且具有相对高流明当量。

[0026] 可选地,第一发光材料包括绿色发射磷光体,其是石榴石 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 、 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Y}_{0.5})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$,或者用Gd取代Y或用Ga取代Al,或者SiAlON磷光体中的一个。已经证实,这些材料适用于在本发明中使用以获得相对高显色指数、相对高流明当量以及相对稳定的磷光体转换LED。

[0027] 可选地,第一峰值波长在440-460纳米的范围中。在指定波长处发射光的蓝色发射发光二极管相对便宜并且相对高效。此外,该光被本发明的相应发光材料良好地吸收。

[0028] 根据本发明的第二方面,提供了一种灯,其包括根据本发明的第一方面的磷光体转换LED。根据本发明的第二方面的灯可以是翻新灯泡或者翻新灯管。在其它实施例中,灯具有另一形状,例如盒子或凹槽(troffer)的形状。

[0029] 根据本发明的第三方面,提供了一种照明器,其包括根据本发明的第一方面的磷光体转换LED或者其包括根据本发明的第二方面的灯。

[0030] 根据本发明的第二方面的灯和根据本发明的第三方面的照明器提供与根据本发明的第一方面的磷光体转换LED相同的益处并且具有有着与磷光体转换LED的对应实施例类似效果的类似实施例。

[0031] 本发明的这些和其它方面从此后描述的实施例显而易见并且将参照所述实施例进行阐述。

[0032] 本领域技术人员将领会的是,本发明的上述选项、实现和/或方面中的两个或更多可以以被视为有用的任何方式组合。

[0033] 磷光体转换发光二极管的修改和变型、对应于磷光体转换发光二极管的所描述的修改和变型的灯和/或照明器的修改和变型可以由本领域技术人员在本描述的基础上实施。

附图说明

[0034] 在附图中:

[0035] 图1a至1c示意性地给出根据本发明的第一方面的磷光体转换发光二极管的不同结构的横截面视图,

- [0036] 图2a示意性地给出磷光体转换LED的第一实施例的第一光发射谱，
- [0037] 图2b示意性地给出磷光体转换LED的第二实施例的第二光发射谱，
- [0038] 图3a示意性地给出磷光体转换LED的第三实施例的第三光发射谱，
- [0039] 图3b示意性地给出磷光体转换LED的第四实施例的第五光发射谱，
- [0040] 图4a示意性地给出磷光体转换LED的第五实施例的第六光发射谱，
- [0041] 图4b示意性地给出磷光体转换LED的第六实施例的第七光发射谱，
- [0042] 图5示意性地给出磷光体转换LED的第七实施例的第七光发射谱，
- [0043] 图6a至6c示意性地给出灯的不同实施例，以及
- [0044] 图7示意性地给出照明器的实施例。
- [0045] 应当指出的是，在不同图中由相同参考标号标注的项具有相同的结构特征和相同的功能，或者是相同的信号。在已经解释了这样的项的功能和/或结构的情况下，不必在详细描述中对其进行重复解释。
- [0046] 各图纯粹是图解性的并且未按比例绘制。特别地为了清楚起见，强烈夸大一些尺寸。

具体实施方式

[0047] 在图1a中示出第一实施例。图1a给出磷光体转换发光二极管(LED) 100。磷光体转换发光二极管100包括发光二极管(LED) 102和发光元件104。发光元件104直接提供在LED的顶部上，更特别地在发射光的LED的表面的顶部上。

[0048] LED 102在具有蓝色频谱范围中的第一峰值波长的第一频谱分布中发射光。蓝色频谱范围包括具有在从445纳米到495纳米的范围中的波长的光。发光元件104包括第一发光材料、第二发光材料和第三发光材料。不同发光材料被提供为发光元件104中的混合。发光元件104接收由LED发射的光。第一发光材料被配置成吸收第一频谱分布的光的一部分并且将所吸收的光的一部分朝向具有绿色频谱范围中的第二峰值波长的第二频谱分布的光转换。绿色频谱范围包括具有在从495纳米到570纳米的范围中的波长的光。第二发光材料被配置成吸收第一频谱分布的光的一部分并且将所吸收的光的一部分朝向具有第三频谱宽度并且具有第三峰值波长的第三频谱范围的光转换。第三发光材料被配置成吸收第一频谱分布的光的一部分并且将所吸收的光的一部分朝向具有第四频谱宽度并且具有第四峰值波长的第四频谱范围的光转换。第三峰值波长和第四峰值波长在橙色/红色频谱范围中，这意味着第三和第四峰值波长中的每一个在橙色频谱范围中或红色频谱范围中。橙色频谱范围包括具有在从590纳米到620纳米的范围中的波长的光。红色频谱范围包括具有在从620纳米到750纳米的范围中的波长的光。因而，橙色/红色频谱范围包括在从590纳米到750纳米的频谱范围中的光。另外，第三峰值波长小于第四峰值波长。此外，第三频谱宽度大于第四频谱宽度。要指出的是，发光元件104可以基于基体聚合物，诸如例如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)或者聚碳酸酯(PC)。第一发光材料、第二发光材料和第三发光材料的颗粒和/或分子可以分散和/或溶解于基体聚合物中。在其它实施例中，当使用无机发光材料时，发光元件104可以是陶瓷元件104。

[0049] 图1b示意性地给出磷光体转换LED 130的可替换结构。磷光体转换LED 130类似于图1a的磷光体转换LED 100，然而，不同之处在于发光元件104不直接布置在LED 102的顶部

上,而是在LED 102与发光元件104之间存在间隙132。间隙可以具有例如500微米的深度,但是也可以具有几个毫米的深度。

[0050] 图1c示意性地给出磷光体转换LED 160的另一可替换结构。磷光体转换LED 160类似于图1a的磷光体转换LED 100,然而,不同之处在于磷光体转换LED 160不具有图1a的发光元件104,而是具有布置在LED 102的光发射表面的顶部上的发光层的叠层。发光层的叠层包括具有第一、第二或第三发光材料中的一个的第一层166。第一层166直接提供在LED 102的光发射表面上。叠层还包括插入在第一层166与第三层162之间的第二层164。第二层164包括第一、第二或第三发光材料中的另一个。第三层162包括第一、第二和第三发光材料的组中的另外的发光材料。换言之,在第一、第二和第三层中的每一个中布置第一、第二和第三发光材料的组中的一个发光材料。每一个层可以基于相应发光材料分散或溶解于其中的基体聚合物。如果相应发光材料是无机化合物,每一个层也可以是陶瓷层。另外要指出的是,在图1c中,发光层的叠层提供在LED 102的顶部上,然而在可替换实施例中,在LED 102与发光层的叠层之间存在间隙。

[0051] 在下文中,讨论磷光体转换LED的不同实施例。要指出的是,在下文中,实施例主要涉及在磷光体转换LED中使用的特定发光材料。以下实施例的磷光体转换LED可以具有磷光体转换LED的结构的以上讨论的实施例中的一个的结构。

[0052] 实施例1

[0053] 实施例1的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是来自BSSNE 2-5-8系统的红色发射磷光体。第二发光材料在具有597纳米的峰值波长并且具有被表述为半高全宽值(FWHM)的91纳米的频谱宽度的光发射分布中发射光。来自BSSNE 2-5-8系统的磷光体具有通式 $\text{M}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ ($\text{M} = 60\%\text{Ba}, 36\%\text{Sr}, 3\%\text{Ca}$),其具有1%的Eu。第三发光材料包括根据具有612纳米的峰值波长并且具有30nm的频谱宽度(FWHM)的频谱分布进行发射的量子点。

[0054] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有3000开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图2a中给出的光发射分布。图表的x轴表示光的波长并且y轴表示相应波长的(归一化)强度。另外,已知的是,根据该实施例的磷光体转换LED具有82.2的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为355.3 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的12.9%直接源自LED、61.0%源自第一发光材料(绿色)、8.6%源自第二发光材料(橙色/红色发射BSSNE磷光体)并且17.5%源自量子点。

[0055] 当该实施例与背景技术章节中所讨论的第二实施例(具有量子点的磷光体转换LED)相比较时,特别地量子点的量显著减小。红色发射量子点不足够稳定并且通过减小它们所要求的量,磷光体转换LED的总体稳定性增加。而且,量子点的可能环境问题减小(当量子点包括例如镉或硒时)。

[0056] 实施例2

[0057] 实施例2的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是来自BSSNE 2-5-8系统的红色发射磷光体。第二发光材料在具有605纳米的峰值波长并且具有96纳米的频谱宽度FWHM的光发射分布中发射光。第三发光材料包括根据具有612纳米的

峰值波长并且具有30nm的频谱宽度(FWHM)的频谱分布进行发射的量子点。

[0058] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有3000开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图2b中给出的光发射分布。另外,已知的是,根据该实施例的磷光体转换LED具有81.8的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为340 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的11.9%直接源自LED、46.7%源自第一发光材料(绿色)、33.3%源自第二发光材料(橙色/红色发射BSSNE磷光体)并且8.2%源自量子点。

[0059] 实施例3

[0060] 实施例3的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是来自BSSNE 2-5-8系统的红色发射磷光体。第二发光材料在具有580纳米的峰值波长并且具有90.3纳米的频谱宽度FWHM的光发射分布中发射光。第三发光材料包括根据具有630纳米的峰值波长并且具有25nm的频谱宽度(FWHM)的频谱分布进行发射的量子点。

[0061] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有3000开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图3a中给出的光发射分布。另外,已知的是,根据该实施例的磷光体转换LED具有81.6的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。

[0062] 实施例4

[0063] 在第一比较示例中,在本发明的实施例4的上下文中,讨论不具有第三发光材料的第一比较磷光体转换LED。该第一比较磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Y}_{0.5})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作发光材料。在第一比较磷光体转换LED中使用具有在635纳米处的峰值发射以及101纳米的频谱宽度FWHM的红色发射 $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{AlSiN}_3\text{Eu}^{2+}$ 激活的磷光体。发光材料的混合物被选择成使得由第一比较磷光体转换LED发射的光具有2700开尔文的相关色温(CCT)。另外,已知的是,根据该实施例的第一比较磷光体转换LED具有90.2的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为278 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的7.8%直接源自LED、40.0%源自绿色发射磷光体并且52.3%源自红色发射磷光体。

[0064] 在第二比较示例中,在本发明的实施例4的上下文中,讨论不具有第二发光材料的第二比较磷光体转换LED。该第二比较磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Y}_{0.5})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作发光材料。在第二比较磷光体转换LED中使用具有在620纳米处的峰值发射以及25纳米的频谱宽度FWHM的红色发射量子点。发光材料的混合物被选择成使得由第二比较磷光体转换LED发射的光具有2700开尔文的相关色温(CCT)。另外,已知的是,根据该实施例的第二比较磷光体转换LED具有90.2的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为350 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的9.4%直接源自LED、56.1%源自绿色发射磷光体并且34.4%源自红色发射磷光体。

[0065] 本发明的第一方面的实施例4的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $(\text{Lu}_{0.5}, \text{Y}_{0.5})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是具有有着580纳米的峰值波长并且有着91纳米的频谱宽度FWHM的光发射分布的红色发射磷光体。第二发光材料包括 $\text{M}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ ($\text{M} = 90\%\text{Ba}, 10\%$

Sr) 磷光体,其具有0.4%的Eu。第三发光材料包括根据具有630纳米的峰值波长并且具有25nm的频谱宽度(FWHM)的频谱分布进行发射的量子点。

[0066] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有2700开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图3b中给出的光发射分布。另外,已知的是,根据该实施例的磷光体转换LED具有90.5的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为336 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的9.3%直接源自LED、41.1%源自第一发光材料(绿色)、23.4%源自第二发光材料(橙色/红色发射磷光体)并且26.2%源自量子点。

[0067] 当磷光体转换LED与第一比较磷光体转换LED相比较时,看到流明当量显著更高。当磷光体转换LED与第二比较磷光体转换LED相比较时,看到显色指数具有大约相同值,流明当量处于大约相同水平,并且量子点对光发射的贡献相对低,并且因而实施例4的磷光体转换LED中的量子点的量显著低于第二比较示例中的量子点的量。

[0068] 实施例5

[0069] 在软件程序中模拟磷光体转换LED的第五实施例以便了解在专利申请US2006/0169998中公开的特定窄带发射红色磷光体的使用。在US2006/0169998中,已经公开的是用 Mn^{4+} 离子激活的六氟硅酸盐示出在大约630nm峰值处的窄红色发射。

[0070] 实施例5的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是具有590纳米的峰值波长并且具有87纳米的频谱宽度FWHM的红色发射磷光体。第二发光材料包括 $M_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ ($M = 60\%Ba, 40\%Sr$),其具有0.4%的Eu。第三发光材料包括如在US2006/0169998中描述的 $K_2SiF_6:Mn$ (其具有在红色频谱范围中的窄带光发射)。

[0071] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有2700开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图4a中给出的光发射分布。另外,已知的是,根据该实施例的磷光体转换LED具有90.7的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为344 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的9.5%直接源自LED、45.5%源自第一发光材料(绿色)、19.9%源自第二红色发射发光材料并且25.1%源自磷光体 $K_2SiF_6:Mn$ 。

[0072] 实施例6

[0073] 模拟磷光体转换LED的第六实施例以便了解在专利申请US2006/0169998中公开的特定窄带发射红色磷光体的使用。在US2006/0169998中,已经公开的是用 Mn^{4+} 离子激活的六氟硅酸盐示出在大约630nm峰值处的窄红色发射。

[0074] 实施例6的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是具有600纳米的峰值波长并且具有87纳米的频谱宽度FWHM的红色发射磷光体。第二发光材料包括 $M_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ ($M = 50\%Ba, 50\%Sr$),其具有1%的Eu。第三发光材料包括如在US2006/0169998中描述的 $K_2SiF_6:Mn$ (其具有在红色频谱范围中的窄带光发射)。相比于实施例6,第三发光材料的量减小。

[0075] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有2700开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图4b中给出的光发射分布。另外,已知的是,根

据该实施例的磷光体转换LED具有81.5的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为346 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的9.6%直接源自LED、41.6%源自第一发光材料(绿色)、36.3%源自第二红色发射发光材料并且12.5%源自磷光体 $K_2SiF_6:Mn$ 。

[0076] 实施例7

[0077] 实施例7的磷光体转换LED包括发射具有449纳米的峰值波长的第一频谱分布的蓝光发射LED。具有式 $(Lu_{0.5}, Y_{0.5})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 的绿色发射磷光体被用作第一发光材料。第二发光材料是具有612纳米的峰值波长并且具有87纳米的频谱宽度FWHM的红色发射磷光体。第二发光材料包括 $M_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ ($M = 50%Ba, 50%Sr$),其具有3%的Eu。第三发光材料包括具有有着在650纳米处的峰值波长和66nm的频谱宽度FWHM的光发射分布的 $CaS:Eu$ 。

[0078] 发光材料的混合物被选择成使得由磷光体转换LED发射的光具有2700开尔文的相关色温(CCT)。这样的磷光体转换LED具有在图5中给出的光发射分布。另外,已知的是,根据该实施例的磷光体转换LED具有84.6的显色指数(CRI)(其被表述为Ra值)。该磷光体转换LED的流明当量为313 lm/W,并且由磷光体转换LED发射的光功率的10.7%直接源自LED、45.8%源自第一发光材料(绿色)、30.0%源自第二红色发射发光材料并且13.5%源自磷光体 $CaS:Eu$ 。

[0079] 在磷光体转换LED的所讨论的实施例的基础上,人们可以得出的结论是,通过在具有蓝色发射LED和绿色磷光体的磷光体转换LED中组合宽带发射红色磷光体与窄带红光发射发光材料,可以获得磷光体转换LED,其具有相对高显色指数,具有相对高流明当量,并且具有相对长寿命,这是因为使用了相对低量的窄带红色发射发光材料。

[0080] 图6a示意性地示出依照本发明的第二方面的灯的第一实施例。灯是翻新灯管600。灯管600在横向方向上包括多个磷光体转换LED 602。灯管600的玻璃是出光窗口并且磷光体转换LED 602朝向出光窗口发射光。

[0081] 图6b示意性地示出作为翻新灯泡630的灯的第二实施例。翻新灯泡630包括底座,在其上提供依照本发明的第一方面的至少一个磷光体转换LED 632。

[0082] 图6c示意性地示出作为LED单元660的灯的第三实施例。LED单元660包括具有圆柱形形状的外壳664。外壳664围封在其中提供根据本发明的第一方面的多个磷光体转换LED 666的腔体。通过闭合腔体的层662形成出光窗口。层662可以是漫射层。可替换地,层662可以是透明层。

[0083] 图7示意性地示出根据本发明的第三方面的照明器700。照明器包括根据本发明的第一方面的一个或多个发光组件或者包括根据本发明的第二方面的灯。

[0084] 应当指出的是,上述实施例说明而非限制本发明,并且本领域技术人员将能够设计许多可替换实施例而不脱离所附权利要求的范围。

[0085] 在权利要求中,置于圆括号之间的任何参考标记不应被解释为限制权利要求。动词“包括”及其词形变化的使用不排除除权利要求中所陈述的那些之外的元件或步骤的存在。元件之前的冠词“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在。本发明可以借助于包括若干分立元件的硬件来实现。在列举若干构件的设备权利要求中,这些构件中的若干个可以由同一个硬件项体现。在相互不同的从属权利要求中记载某些措施的仅有事实并不指示这些措施的组合不能用来获益。

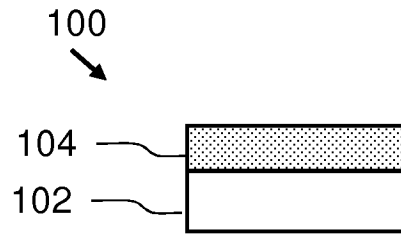


图 1a

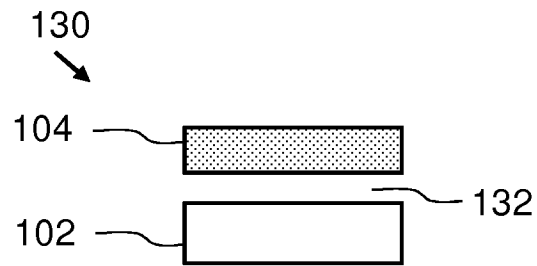


图 1b

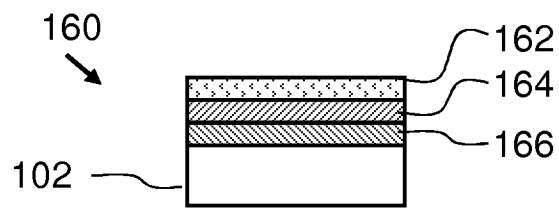


图 1c

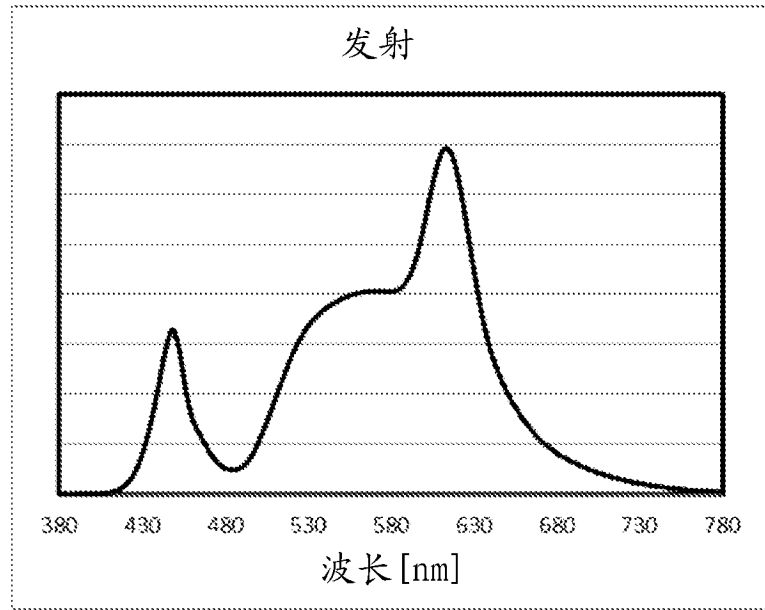
200
↘

图 2a

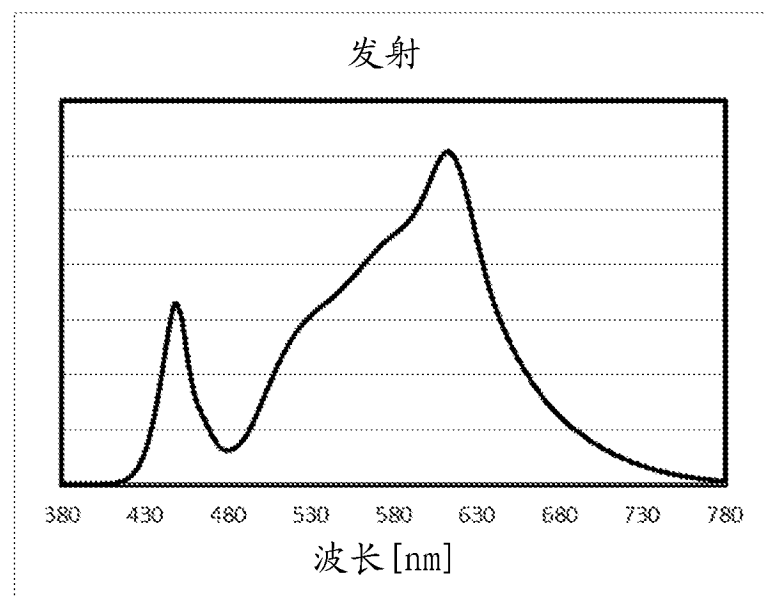
250
↘

图 2b

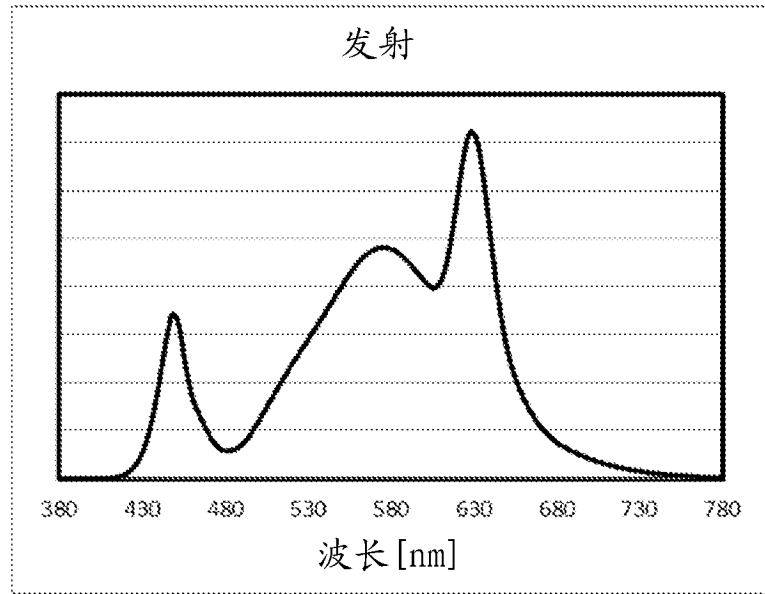
300
↘

图 3a

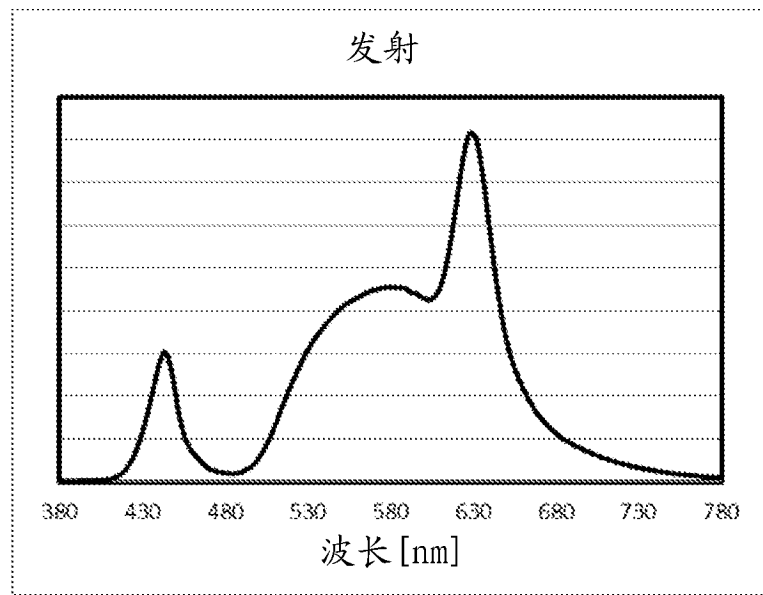
350
↘

图 3b

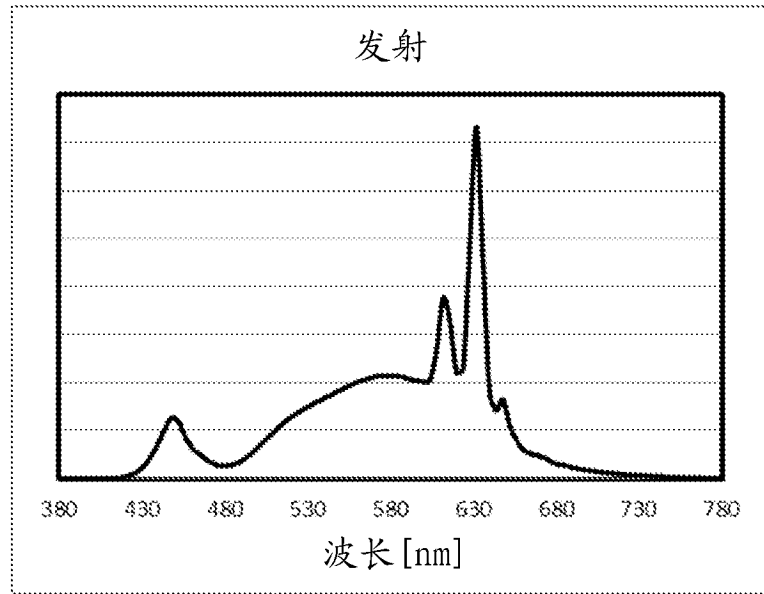
400
↘

图 4a

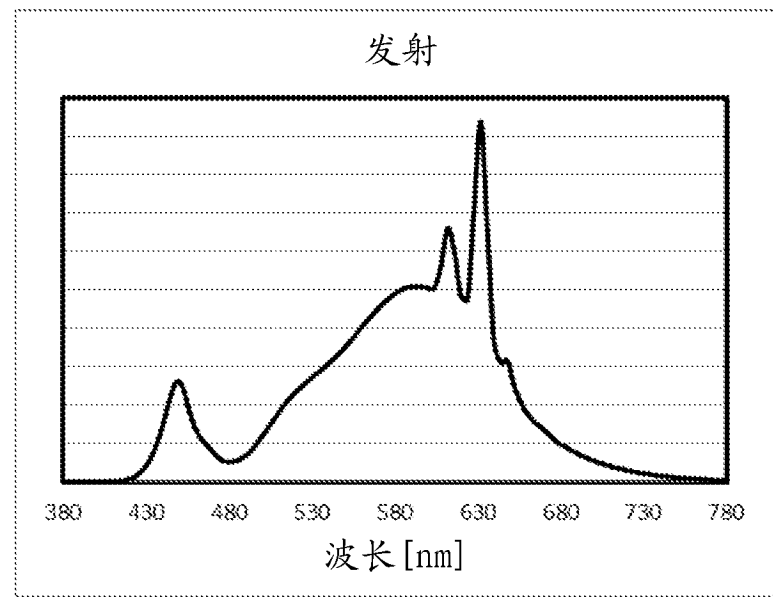
450
↘

图 4b

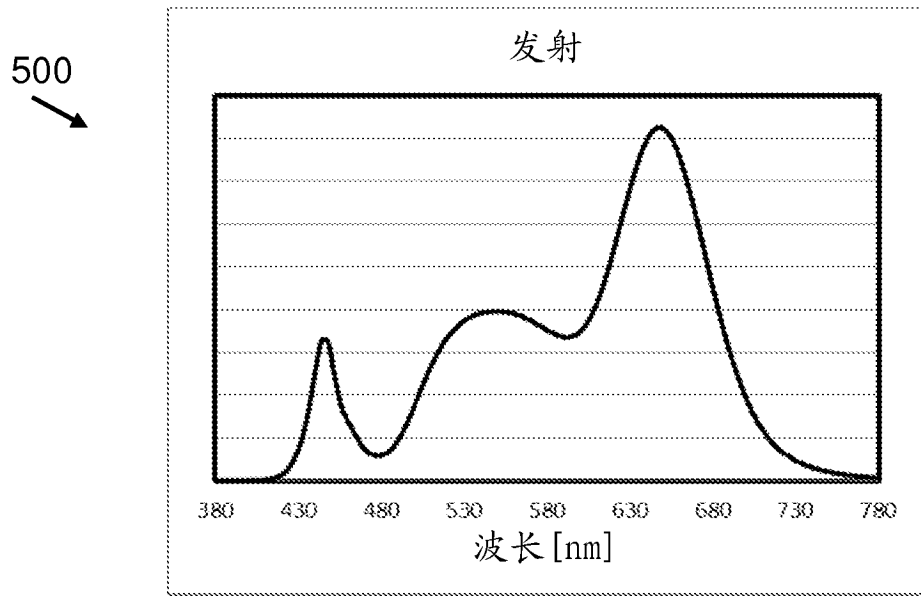


图 5

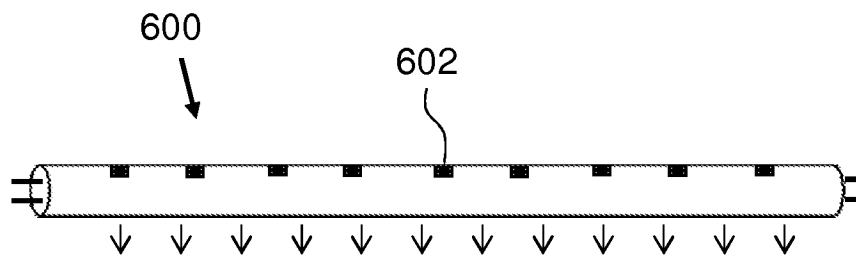


图 6a

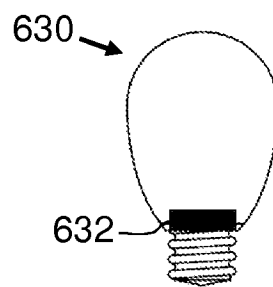


图 6b

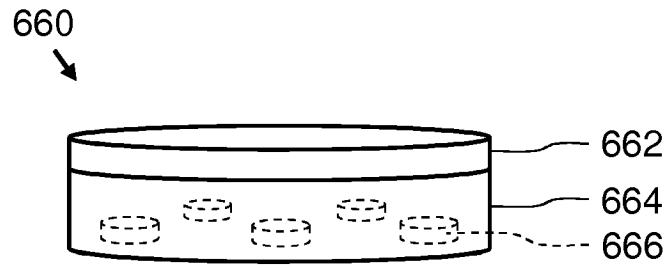


图 6c

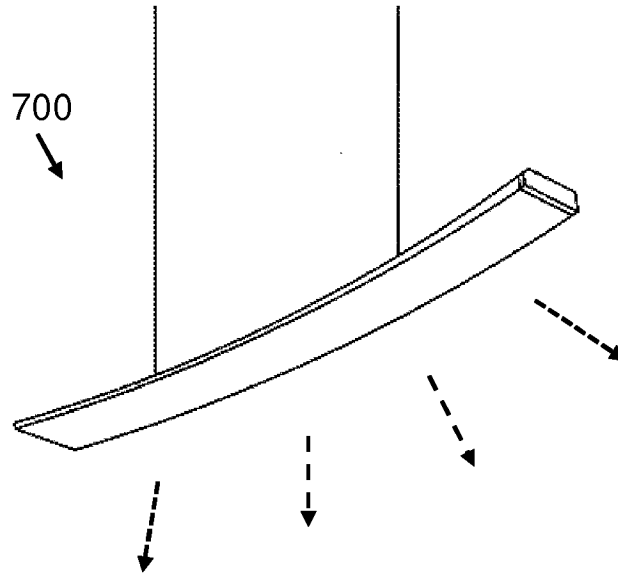


图 7