



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102714260 B

(45)授权公告日 2017.09.05

(21)申请号 201080052740.X

(22)申请日 2010.09.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 102714260 A

(43)申请公布日 2012.10.03

(30)优先权数据
12/557036 2009.09.10 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.05.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/047822 2010.09.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02011/031635 EN 2011.03.17

(73)专利权人 克里公司
地址 美国北卡罗来纳州

(72)发明人 G·H·内格利 A·P·范德文

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 杜娟娟 王忠忠

(51)Int.Cl.
H01L 33/50(2006.01)
H01L 25/075(2006.01)
F21Y 101/02(2006.01)
F21K 99/00(2006.01)

(56)对比文件
US 7213940 B1,2007.05.08,
US 7213940 B1,2007.05.08,
CN 1832167 A,2006.09.13,
US 2009/0184616 A1,2009.07.23,
US 2007/0223219 A1,2007.09.27,
US 2004/0256626 A1,2004.12.23,
US 2007/0126011 A1,2007.06.07,

审查员 张卉

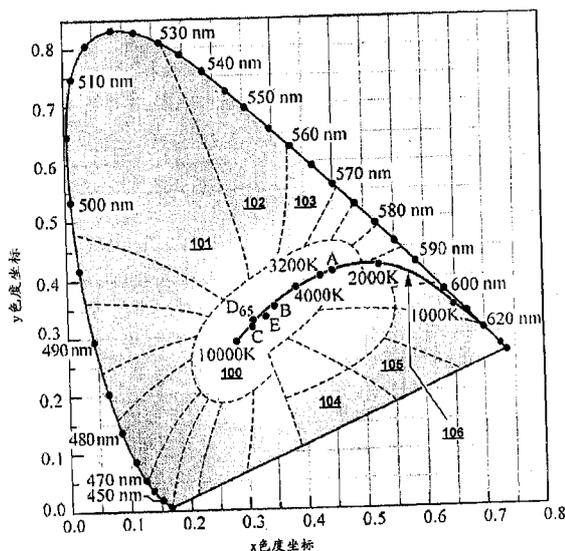
权利要求书3页 说明书17页 附图8页

(54)发明名称

包括光混合物的固态照明装置

(57)摘要

固态照明设备包括多个发光二极管(LED)。每个LED包括:LED装置,配置成发射具有大约第一主波长的光;以及磷光体,配置成接收LED装置所发射的至少一部分光且作为响应发射具有大约第二主波长的光。由多个LED的第一LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有第一色点,而由多个LED的第二LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有落在围绕第一色点的七步麦克亚当椭圆外部的第二色点。



1. 一种固态照明设备,包括:

第一多个发光二极管,所述第一多个发光二极管的每一个包括:发光二极管装置,配置成发射具有第一主波长的光;以及磷光体,配置成接收所述发光二极管装置所发射的至少一部分光并且作为响应发射具有第二主波长的光,其中,多个所述发光二极管装置中的每一个基本上发射相同颜色的光并且所述第一多个发光二极管中的每一个包括相同的磷光体;

第二多个发光二极管,所述第二多个发光二极管的每一个包括配置成发射具有第三主波长的光的发光二极管装置以及配置成接收由所述发光二极管装置所发射的至少一部分光并且作为响应发射具有第四主波长的光的磷光体,其中所述第四主波长比所述第二主波长长至少25nm;

其中,由所述第一多个发光二极管的第一发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有第一色点,而由所述第一多个发光二极管的第二发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有落在围绕所述第一色点的七步麦克亚当椭圆外部的第二色点,并且其中由所述第二多个发光二极管的第一发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有第三色点,而由所述第二多个发光二极管的第二发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有落在所述第三色点的七步麦克亚当椭圆外部的第四色点,并且其中所述第一色点和所述第二色点每一个落在1931CIE色度图上的限定区域中,该1931CIE色度图上的限定区域被再分成多个面元,该多个面元的每个被限定成具有近似大约以靠近面元的中间的点为中心的七步麦克亚当椭圆的大小的大小,且其中所述第一色点落在多个面元的第一面元中而第二色点落到所述多个面元中不同的一个面元中。

2. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第一色点和所述第二色点各落入由第一、第二、第三、第四和第五线段所包围的所述1931CIE色度图上的限定区域中,所述第一线段将第一点连接到第二点,所述第二线段将所述第二点连接到第三点,所述第三线段将所述第三点连接到第四点,所述第四线段将所述第四点连接到第五点,以及所述第五线段将所述第五点连接到所述第一点,所述第一点具有0.32、0.40的x、y坐标,所述第二点具有0.36、0.48的x、y坐标,所述第三点具有0.43、0.45的x、y坐标,所述第四点具有0.42、0.42的x、y坐标,以及所述第五点具有0.36、0.38的x、y坐标。

3. 如权利要求2所述的固态照明设备,其中,由所述第一多个发光二极管所发射的组合光的色度具有落入1931CIE色度图上的限定区域中色点。

4. 如权利要求2所述的固态照明设备,其中,由所述第一多个发光二极管所发射的组合光的色度具有落在围绕2000开尔文与8000开尔文之间的普朗克轨迹上的任何点的十步麦克亚当椭圆外部的色点。

5. 如权利要求1所述的固态照明设备,还包括:

恒流源,其中所述第一多个发光二极管耦合到所述恒流源,并且接收由所述恒流源所提供的恒定电流。

6. 如权利要求2所述的固态照明设备,其中,所述1931CIE色度图上的所述限定区域包括多个面元,所述多个面元的每一个具有大约为七步麦克亚当椭圆的大小,其中所述第一色点落在所述多个面元的第一面元中,而所述第二色点落在所述多个面元的第二面元中。

7. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第一主波长是从430nm至480nm。
8. 如权利要求7所述的固态照明设备,其中,所述第二主波长是从600nm至630nm。
9. 如权利要求7所述的固态照明设备,其中,所述第二主波长是从550nm至580nm。
10. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第一主波长是从500nm至530nm。
11. 如权利要求10所述的固态照明设备,其中,所述第二主波长是从600nm至630nm。
12. 如权利要求10所述的固态照明设备,其中,所述第二主波长是从550nm至580nm。
13. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第一主波长是从430nm至480nm,所述第二主波长是从550nm至580nm,所述第三主波长是从430nm至480nm,以及所述第四主波长是从600nm至630nm。
14. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第一主波长是从430nm至480nm,所述第二主波长是从550nm至580nm,所述第三主波长是从500nm至530nm,以及所述第四主波长是从600nm至630nm。
15. 如权利要求1所述的固态照明设备,还包括:
 - 第一恒流源,其中所述第一多个发光二极管耦合到所述第一恒流源,并且接收由所述第一恒流源所提供的恒定电流;以及
 - 第二恒流源,其中所述第二多个发光二极管耦合到所述第二恒流源,并且接收由所述第二恒流源所提供的恒定电流。
16. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第一多个发光二极管所发射的组合光的色点与所述第二多个发光二极管所发射的光的色点之间的在1931CIE色度图上的线段与2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。
17. 如权利要求1所述的固态照明设备,其中,所述第二多个发光二极管的每一个包括配置成发射具有从600nm至630nm的第三主波长的光的发光二极管装置。
18. 如权利要求17所述的固态照明设备,其中,所述第一多个发光二极管所发射的组合光的色点与所述第二多个发光二极管所发射的光的色点之间的1931CIE色度图上的线段与2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。
19. 一种固态照明设备,包括:
 - 电流源;以及
 - 发光二极管第一串,其连接到所述电流源,并配置成响应于由所述电流源提供的驱动电流而发射光,所述第一串中的第一多个发光二极管的每一个包括配置成发射具有第一主波长的光的发光二极管装置以及配置成接收由该发光二极管装置所发射的至少一部分光并且作为响应发射具有与所述第一主波长不同的主波长的光的磷光体,其中,在所述第一串中的所述第一多个发光二极管装置中的每一个基本上发射相同颜色的光并且在所述第一串中的所述第一多个发光二极管中的每一个包括相同的磷光体;
 - 发光二极管第二串,其连接到所述电流源,并配置成响应于由所述电流源提供的驱动电流而发射光,所述第二串中的第二多个发光二极管的每一个包括配置成发射具有第三主波长的光的发光二极管装置以及配置成接收由该发光二极管装置所发射的至少一部分光并且作为响应发射具有第四主波长的光的磷光体,其中所述第四主波长比所述第二主波长长至少25nm;其中,由所述第一多个发光二极管的第一发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷

光体所发射的组合光具有第一色点,而由所述第一多个发光二极管的第二发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有落在围绕所述第一色点的七步麦克亚当椭圆外部的第二色点,并且其中由所述第二多个发光二极管的第一发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有第三色点,而由所述第二多个发光二极管的第二发光二极管的所述发光二极管装置和所述磷光体所发射的组合光具有落在所述第三色点的七步麦克亚当椭圆外部的第四色点,并且其中所述第一色点和所述第二色点每一个落在1931CIE色度图上的限定区域中,该1931CIE色度图上的限定区域被再分成多个面元,该多个面元的每个被限定成具有近似大约以靠近面元的中间的点为中心的七步麦克亚当椭圆的大小的大小,且其中所述第一色点落在多个面元的第一面元内而第二色点落在所述多个面元中的不同面元中。

20. 如权利要求19所述的固态照明设备,其中,所述第一色点和所述第二色点各落入由第一、第二、第三、第四和第五线段所包围的所述1931CIE色度图上的限定区域中,所述第一线段将第一点连接到第二点,所述第二线段将所述第二点连接到第三点,所述第三线段将所述第三点连接到第四点,所述第四线段将所述第四点连接到第五点,以及所述第五线段将所述第五点连接到所述第一点,所述第一点具有0.32、0.40的x、y坐标,所述第二点具有0.36、0.48的x、y坐标,所述第三点具有0.43、0.45的x、y坐标,所述第四点具有0.42、0.42的x、y坐标,以及所述第五点具有0.36、0.38的x、y坐标。

21. 如权利要求20所述的固态照明设备,其中,由所述第一多个发光二极管所发射的组合光的色度具有落入所述1931CIE色度图上的限定区域中的色点。

22. 如权利要求20所述的固态照明设备,其中,由所述第一多个发光二极管所发射的组合光的色度具有落在围绕2000开尔文与8000开尔文之间的普朗克轨迹上的任何点的十步麦克亚当椭圆外部的色点。

包括光混合物的固态照明装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是2007年4月18日提交的标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”、要求下列申请的权益的号为11/736761美国专利申请的部分延续：美国临时专利申请号60/792859,2006年4月18日提交,标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”(发明人:Gerald H.Negley和Antony Paul van de Ven);美国临时专利申请号60/793524,2006年4月20日提交,标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”(发明人:Gerald H.Negley和Antony Paul van de Ven);以及美国临时专利申请号60/686134,2006年12月1日提交,标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”(发明人:Gerald H.Negley和Antony Pau van de Ven)。本申请是2007年11月30日提交的标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”、要求下列专利申请的权益的美国专利申请号11/948021的部分延续：美国临时专利申请号60/868134,2006年12月1日提交,标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”(发明人:Gerald H.Negley和Antony Paul van de Ven)。通过引用将上述申请的每一个的公开在此整体并入。

技术领域

[0003] 本发明涉及固态照明,以及更具体来说,涉及用于全面照明的固态照明系统。

背景技术

[0004] 固态照明装置用于多种照明应用。例如,包括固态照明装置的阵列的固态照明组件例如在建筑和/或重点照明中已经用作直接照射源。固态照明装置可包括例如封装发光装置,该封装发光装置包括一个或多个发光二极管(LED)装置、如LED芯片。无机LED通常包括形成p-n结的半导体层。包括有机光发射层的有机LED(OLED)是另一种类型的固态发光装置。还在调查研究量子点LED以使用在固态照明应用中。量子点LED包括能够响应于所施加电流而生成窄带光的纳米级半导体晶体。量子点的光学性质基于因其小尺寸而发生的量子限制。因此,量子点的带隙和发射颜色能够通过只改变微粒大小来调谐,以便提供宽的色域。此外,量子点可以能够实现高内量子效率。

[0005] 通常,固态发光装置通过发光层或区域中的电子载流子、即电子和空穴的重组来生成光。LED装置或管芯可因许多不同应用而以许多不同方式来安装。例如,LED装置能够安装在头部(header),并且由密封剂来封闭,供保护、波长转换、聚焦、扩散/散射等。LED装置还能够直接安装到次黏着基台、如PCB,并且能够例如通过电泳或其它技术直接以磷光体进行涂敷。相应地,本文所使用的术语“发光二极管”或“LED”可表示包括涂敷有或者另外提供有磷光体的无机LED装置的有机、无机或量子点LED装置,或者表示例如包括LED以及向LED提供电接触、一次光学、热耗散和/或其它功能特征的封装装置。

[0006] 固态照明组件常作为背光用于诸如便携电子装置中使用的小LCD显示屏幕之类的小液晶显示器(LCD)显示屏幕。另外,在将固态照明组件用于如室内或室外照明的全面照明方面的关注已经增加。对于这类应用,一般希望照明装置生成具有高显色指数(CRI)的白光,

使得由照明装置所照射的对象将看来像是具有更自然的着色。相比之下,具有低CRI的光线可使被照射对象具有褪了色的或不自然的表观。

[0007] 对于较大的照射应用,多个如照明面板的固态照明组件可例如按照一维或二维阵列连接在一起,以便形成照明系统。然而,不幸地是,照明系统所生成的白光的色调可逐个面板和/或甚至逐个照明装置地改变。这类变化可产生于多个因素,包括来自不同LED的发射强度的变化和/或照明装置中和/或面板上的LED的布置的变化。据此,为了构成逐个面板产生白光的一致色调的多面板照明系统,测量由大量面板所生成的光的色调和饱和或者色度,并且选择具有相对接近色度的面板的子集以使用在多面板照明系统中是理想的。对制造过程而言,这可引起降低产率和/或增加存货成本。

[0008] 此外,即使固态照明组件在首次被制造时具有光的一致、期望色调,组件中的固态装置的色调和/或亮度也可随时间和/或由于温度变化而不均匀地改变,这可引起组成组件的照明系统的总色点(color point)随时间而改变和/或可引起横跨照明面板的颜色的不均匀性。另外,用户可能希望改变照明组件的光输出特性,以便提供期望的色调和/或亮度级。

[0009] 固态照明源可具有优于用于全面照明的常规照明源的多个优点。例如,常规白炽聚光灯可包括从30平方英寸孔径投射光线的150瓦灯。因此,光源可耗散大约每平方英寸5瓦的功率。这类光源可具有不超过大约每瓦10流明的发光效能,这意味着,在给定面积中生成光的能力方面,这种光源在相对小的空间中可生成大约每平方英寸50流明。

[0010] 常规白炽聚光灯提供相对亮、高度定向光源。但是,白炽聚光灯可以仅照射小面积。因此,即使白炽聚光灯具有相对高光输出,它可能也不适合全面照明、例如房间的照明。因此,当用在室内时,聚光灯通常保留用于重点或辅助照明应用。

[0011] 另一方面,荧光灯泡按照更适合全面照明的方式来产生光。荧光灯泡近似线光源,其亮度在光源附近以 $1/r$ 的比例下降,其中 r 是与光源的距离。此外,荧光光源通常集中在面板中以近似面光源,这对全面照明和/或其它用途可更为有用,因为面光源所生成的光的强度在光源附近不会与点或线光源的强度那样迅速减弱。

[0012] 荧光面板的分布性质及其用于照射的适合性使荧光面板成为通用照明应用的普遍选择。但是,荧光可看来略呈蓝色和/或可具有不良显色特性。此外,荧光灯泡可呈现出环境困难,因为它们可包括水银作为成分。

发明内容

[0013] 固态照明设备包括多个发光二极管(LED)。每个LED包括:LED装置,配置成发射具有大约第一主波长的光;以及磷光体,配置成接收LED装置所发射的光的至少一部分并且作为响应发射具有大约第二主波长的光。由多个LED的第一LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有第一色点,而由多个LED的第二LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有落在以第一色点为中心的七步麦克亚当椭圆外部的第二色点。

[0014] 第一色点和第二色点各落入由第一、第二、第三、第四和第五线段所包围的1931CIE色度图上的限定区域中,所述第一线段将第一点连接到第二点,所述第二线段将所述第二点连接到第三点,所述第三线段将所述第三点连接到第四点,所述第四线段将所述第四点连接到第五点,以及所述第五线段将所述第五点连接到所述第一点,所述第一点具

有0.32、0.40的x、y坐标,所述第二点具有0.36、0.48的x、y坐标,所述第三点具有0.43、0.45的x、y坐标,所述第四点具有0.42、0.42的x、y坐标,以及所述第五点具有0.36、0.38的x、y坐标。

[0015] 多个LED所发射的组合光的色度具有落在围绕2000开尔文(Kelvin)与8000开尔文之间的普朗克轨迹上的任何点的十步麦克亚当椭圆外部的色点,并且具体来说可落入1931CIE色度图上的限定区域内。

[0016] 固态照明设备还可包括恒流源。多个LED可耦合到恒流源,并且可接收恒流源所提供的恒定电流。

[0017] 1931CIE色度图上的限定区域可包括多个面元(bin),多个面元的每个具有大约七步麦克亚当椭圆的大小。第一色点可落在多个面元的第一面元中,而第二色点可落入多个面元的第二面元中。

[0018] 在一些实施例中,第一主波长可从大约430nm至大约480nm,以及在一些实施例中从大约450nm至大约460nm。在其它实施例中,第一主波长可从大约500nm至大约530nm。在一些实施例中,第二主波长可从大约600nm至大约630nm,以及在其它实施例中,第二主波长可从大约550nm至大约580nm。

[0019] 该设备还可包括第二多个LED,第二LED的每个包括:LED装置,配置成发射具有第三主波长的光;以及磷光体,配置成接收LED装置所发射的光的至少一部分并且作为响应发射具有第四主波长的光。在一些实施例中,第四主波长可比第二主波长长至少大约25nm。由第二多个LED的第一LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有第三色点,而由第二多个LED的第二LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有落在以第三色点为中心的七步麦克亚当椭圆外部的第四色点。

[0020] 在一些实施例中,第一主波长可从大约430nm至大约480nm(以及在其它实施例中从大约450nm至大约460nm),第二主波长可从大约550nm至大约580nm,第三主波长可从大约430nm至大约480nm(以及在其它实施例中从大约450nm至大约460nm),以及第四主波长可从大约600nm至大约630nm。在一些实施例中,第三主波长可从大约500nm至大约530nm。

[0021] 固态照明设备还可包括第一恒流源,以及多个LED可耦合到第一恒流源并且可接收第一恒流源所提供的恒定电流。该设备还可包括第二恒流源,以及第二多个LED可耦合到第二恒流源并且可接收第二恒流源所提供的恒定电流。

[0022] 第一多个LED所发射的组合光的色点与第二多个LED所发射的光的色点之间的1931CIE色度图上的线段可与大约2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。

[0023] 多个LED可包括第一多个LED,以及该设备还可包括第二多个LED。第二LED的每个可包括LED装置,该LED装置配置成发射具有从大约600nm至大约630nm的第三主波长的光。

[0024] 第一多个LED所发射的组合光的色点与第二多个LED所发射的光的色点之间的1931CIE色度图上的线段可与大约2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。

[0025] 按照一些实施例的固态照明设备包括:电流源;以及连接到电流源并且配置成响应于电流源所提供的驱动电流而发射光的发光二极管(LED)串。串中的每个LED包括:LED装置,配置成发射具有第一主波长的光;以及磷光体,配置成接收LED装置所发射的光的至少一部分并且作为响应发射大约具有与第一主波长不同的第二主波长的光。由多个LED的第一LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有第一色点,而由多个LED的第二LED的LED

装置和磷光体所发射的组合光具有落在围绕第一色点的七步麦克亚当椭圆外部的第二色点。

[0026] 第一色点和第二色点各可落入由第一、第二、第三、第四和第五线段所包围的1931CIE色度图上的限定区域中,所述第一线段将第一点连接到第二点,所述第二线段将所述第二点连接到第三点,所述第三线段将所述第三点连接到第四点,所述第四线段将所述第四点连接到第五点,以及所述第五线段将所述第五点连接到所述第一点,所述第一点具有0.32、0.40的x、y坐标,所述第二点具有0.36、0.48的x、y坐标,所述第三点具有0.43、0.45的x、y坐标,所述第四点具有0.42、0.42的x、y坐标,以及所述第五点具有0.36、0.38的x、y坐标。

[0027] 多个LED所发射的组合光的色度具有落在围绕2000开尔文与8000开尔文之间的普朗克轨迹上的任何点的十步麦克亚当椭圆外部的色点,并且具体来说可落入1931CIE色度图上的限定区域内。

附图说明

[0028] 被包含以提供对本发明的进一步了解并且被并入和构成本申请的组成部分的附图示出了本发明的某些实施例。附图包括:

[0029] 图1是示出普朗克轨迹的位置的1931CIE色度图的图表。

[0030] 图2是其上示出了普朗克轨迹之上的色度区域的1931CIE色度图的图表。

[0031] 图3是固态照明装置的光谱分布的图表。

[0032] 图4A和图4B示出按照一些实施例的固态照明设备。

[0033] 图4C是按照一些实施例的封装发光二极管的截面图。

[0034] 图5是示出按照一些实施例的固态照明设备中的LED的互连的电路图。

[0035] 图6是示出按照一些实施例的照明设备中的LED的组合的1931CIE色度图。

[0036] 图7是示出按照其它实施例的照明设备中的LED的组合的1931CIE色度图。

[0037] 图8示出按照其它实施例的固态照明设备的部分。

[0038] 图9示出包括面元位置和产品轨迹的二维色度空间的一部分。

[0039] 图10示出按照一些实施例的线性照射模块上的各种类型的LED的布置。

[0040] 图11示出包括一般被认为是白色的光的黑体辐射曲线和相关色温(CCT)四边形的二维色度空间的一部分。

[0041] 图12示出包括已经细分为面元的非白色区域的1931CIE色度图的一部分。

[0042] 图13是示出按照一些实施例的固态照明设备中的LED的互连的电路图。

具体实施方式

[0043] 现在将参照附图在下文中更全面地描述本发明的实施例,附图中示出本发明的实施例。但是,本发明可实施为许多不同形式,且不当被解释为局限于本文所提出的实施例。相反,提供这些实施例将使本公开透彻而完整,并且将使本领域的技术人员全面了解本发明的范围。相同的标号通篇表示相同的元件。

[0044] 将理解到,虽然“第一”、“第二”等术语可在本文中用来描述不同的元件,但是这些元件不当受到这些术语限制。这些术语仅用来将一个元件与另一个元件区分开。例如,第

一元件可能称作第二元件,而第二元件类似地可能称作第一元件,而不背离本发明的范围。本文所使用的术语“和/或”包括关联的所列出的项的一个或多个的任何组合。

[0045] 将会理解,当诸如层、区域或衬底之类的元件称为在“另一个元件上”或者延伸到“另一个元件上”时,它能够直接处于或者直接延伸到其它元件上,或者也可存在中间元件。相反,当某个元件被称为“直接在另一个元件上”或者“直接延伸到另一个元件上”时,不存在中间元件。还将会理解,当某个元件被称为“连接到”或“耦合到”另一个元件时,它能够直接连接到或耦合到其它元件,或者可存在中间元件。相反,当某个元件被称为“直接连接到”或者“直接耦合到”另一个元件时,不存在中间元件。

[0046] 诸如“之下”或“之上”或者“上”或“下”或者“水平”或“垂直”或者“前”或“后”之类的相对术语在本文中可用来描述如附图所示的一个元件、层或区域与另一个元件、层或区域的关系。将会理解,除了图中所示的方向之外,这些术语意在包含装置的不同方向。

[0047] 本文所使用的术语仅用于描述具体实施例的目的,而不是意在限制本发明。如在本文中所使用的那样,单数形式“一”、“一个”和“该”也意在包括复数形式,除非上下文另有明确说明。还将会理解,在本文中使用时,术语“包括”和/或“包含”指定存在所述的特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其它特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或它们的组。

[0048] 除非另有定义,在本文中所使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)都具有与本发明所属领域的普通技术人员通常所理解的含义相同的含义。还将会理解,本文所使用的术语应当被解释为具有与它们在本公开的上下文及相关领域中的含义一致的含义,而不会以理想化或过分正式意义来解释,除非本文中明确地如此限定。

[0049] 可见光可包括具有许多不同波长的光。可参照二维色度图示出可见光的表观颜色,诸如图1所示的1931CIE色度图、以及1976CIE u' v' 色度图,1976CIE u' v' 色度图与1931图相似,但是修改成使得1976 u' v' CIE色度图上的相似距离表示相似的感知色差。这些图提供有用的参考,用于将颜色定义为颜色的加权和。

[0050] 在诸如1976CIE色度图之类的CIE- u' v' 色度图中,使用考虑了人类视觉感知的标度的(scaled) u 和 v 参数来绘制色度值。也就是说,人类视觉系统对某些波长比其它波长更为敏感。例如,人类视觉系统对绿光比红光更为敏感。1976CIE- u' v' 色度图被按比例制为使得图上从一个色度点到另一个色度点的数学距离与人类观察者在两个色度点之间所感知的色差成比例。其中图上从一个色度点到另一个色度点的数学距离与人类观察者在两个色度点之间所感知的色差成比例的色度图可称作感知色度空间。相比之下,在诸如1931CIE色度图之类的非感知色度图中,非不可区别的不同的两种颜色在图表上可比不可区别的不同的两种颜色分开更远。

[0051] 如图1所示,1931CIE色度图上的颜色通过落入一般U型区域之内的 x 和 y 坐标(即,色度坐标或色点)来定义。该区域上或者该区域外部附近的颜色是由具有单波长或者极小波长分布的光所组成的饱和色。区域内部上的颜色是由不同波长的混合物组成的未饱和色。可以是许多不同波长的混合物的白光一般可在图的中间附近找出,在图1中标记为100的区域中。存在可被认为是“白色”的光的许多不同色调,如通过区域100的大小所证明的那样。例如,一些“白”光、例如由钠汽照明装置所生成的光可显现带黄色的颜色,而其它“白”光、例如由某些荧光照明装置所生成的光可显现带蓝色的颜色。

[0052] 一般显现绿色的光绘制在白色区域100之上的区域101、102和103中,而白色区域100之下的光一般显现粉红色、紫色或品红色。例如,在图1的区域104和105中绘制的光一般显现品红色(即,紫红色或枣红色)。

[0053] 还已知的是,来自两种不同光源的光的二元组合可看来具有与两种组成色的任何一种不同的颜色。组合光的颜色可取决于两个光源的相对强度。例如,由蓝光源和红光源的组合所发射的光对观察者可显现紫色或品红。类似地,由蓝光源和黄光源的组合所发射的光对观察者可呈现为白色。

[0054] 图1还示出的是普朗克轨迹106,它对应于由加热到各种温度的黑体辐射器所发射的光的色点的位置。具体来说,图1包括沿黑体轨迹的温度列表。这些温度列表示出由加热到这样的温度的黑体辐射器所发射的光的颜色路径。随着被加热对象变为白炽,它首先发带红色的光,然后带黄色,然后白色,并且最后带蓝色,因为与黑体辐射器的峰值辐射关联的波长随增加的温度逐渐变短。因此,产生处于黑体轨迹上或接近黑体轨迹的光的发光体能够按照其相关色温(CCT)来描述。

[0055] 特定光源的色度可称作光源的“色点”。对于白光源,色度可称作光源的“白色点”。如上所述,白光源的白色点可沿普朗克轨迹下降。相应地,白色点可通过光源的相关色温(CCT)来识别。白光通常具有在大约2000K与8000K之间的CCT。CCT为4000的白光的颜色可看来带黄色,而CCT为8000K的光的颜色可看来更加呈蓝色。在大约2500K与6000K之间的色温处位于黑体轨迹之上或附近的颜色坐标对人类观察者而言,可产生合意的白光。

[0056] “白”光还包括接近但不是直接在普朗克轨迹上的光。麦克亚当椭圆可被用于在1931CIE色度图上识别如此密切相关而使得对人类观察者而言它们显现相同或者大致相似的色点。麦克亚当椭圆是诸如1931CIE色度图之类的二维色度空间中的中心点周围的封闭区域,其包括在视觉上与中心点不可区分的所有点。七步麦克亚当椭圆捕捉七标准偏差之内对普通观察者而言不可区分的点,十步麦克亚当椭圆捕捉对普通观察者而言十标准偏差之内不可区分的点,等等。相应地,处于普朗克轨迹上的点的大约十步麦克亚当椭圆之内的具有色点的光可被认为具有与普朗克轨迹上的点相同的颜色。

[0057] 光源准确再现被照射对象中的颜色的能力通常使用显色指数(CRI)来表征。具体来说,CRI是照射系统的显色性质如何与黑体辐射器的显色性质相比的相对测量。如果照射系统所照射的一组测试颜色的颜色坐标与黑体辐射器所照射的相同测试颜色的坐标是相同的,则CRI等于100。日光具有(100的)最高CRI,其中白炽灯泡相对接近(大约95),而荧光照明较不准确(70-85)。

[0058] 对于背光和照射应用,常常希望提供一种照明源,该照明源生成具有高显色指数的白光,使得照明源所照射的对象看起来可更为自然。相应地,这类照明源通常可包括固态照明装置的阵列,其包括红色、绿色和蓝色发光装置。当同时激励红色、绿色和蓝色发光装置时,所产生的组合光可呈现白色或者接近白色,这取决于红色、绿色和蓝色光源的相对强度。但是,甚至作为红色、绿色和蓝色发射器的组合的光可具有低CRI,特别是在发射器生成饱和光时,因为这种光可缺乏来自许多可见波长的成分。

[0059] 此外,它可增加固态照明装置将红色发光二极管结合在固态照明装置中以设法得到期望CCT的驱动电路的复杂度。红色LED通常包括AlInGaP活性层,它们可具有与装置中诸如基于InGaN的蓝色LED之类的其它LED不同的热特性。为了保持不同热状况中相对恒定的

色点,通过改变对LED的驱动电流来考虑光源的热特性的这些不同,由此增加固态照明装置的复杂度可能是有利的。

[0060] 按照一些实施例的固态照明装置包括多个发光二极管(LED),其至少包括第一LED和第二LED。第一和第二LED的色度选择成使得由来自LED对的光的混合物所生成的组合光具有大约例如可以是白色的目标色度,在一些实施例中,第一LED包括发射可见光谱的蓝色部分中的光的第一LED装置,并且包括配置成接收由蓝色LED装置所发射的光的至少一部分并且作为响应发射红光的磷光体、如红色磷光体。在具体实施例中,第一LED装置可具有从大约430nm至大约480nm的主波长,以及磷光体可响应第一LED装置所发射的光而发射具有主波长从大约600nm至大约630nm的光。

[0061] 第二LED发射具有位于1931CIE色度图的普朗克轨迹之上、例如在1931CIE色度图的绿色、带黄的绿色或绿黄色部分中的色点的光线。

[0062] 第二LED的色点可在从普朗克轨迹上的任何点的10步麦克亚当椭圆外部。相应地,由第二LED所发射的光一般不可看作是白光,而是在表观上可以是更多绿色或带绿的黄色。

[0063] 在一些实施例中,第二LED可包括发射主波长在大约500nm与565nm之间的基本上饱和的光的LED装置、即绿色LED。在其它实施例中,第二LED可包括发射例如表观上是绿黄色的未饱和非白光的LED装置/磷光体组合。

[0064] 第一LED装置、磷光体和第二LED可具有相应色点,其色点选择成使得第一LED和磷光体所发射的组合光的第一色点与第二LED所发射的光的第二色点之间的在1931CIE色度图上的线段在大约2500K与4500K之间的点处与普朗克轨迹相交。通过调整第一和第二LED的相对强度,大约2500K与4500K之间的普朗克轨迹附近的色点可理想地由来自第一LED、磷光体和第二LED的光的组合输出。

[0065] 在一些实施例中,第二LED可包括发射可见光谱的蓝色部分中的基本上饱和的光的第二LED装置,并且可包括配置成接收第二LED装置所发射的光并且配置成响应于第二LED装置所发射的光而发射黄光的第二磷光体。相应地,在一些实施例中,第一LED和第二LED均可包括发蓝光的LED。

[0066] 在又一些实施例中,第一LED可包括在可见光谱的绿色部分(即,从大约500nm至大约550nm)中发射基本上饱和的光的第一LED装置,并且可包括配置成接收第一LED装置所发射的光并且配置成响应于第一LED装置所发射的绿光而发射红光的第一磷光体。由第一LED装置和第一磷光体所发射的组合光可降到普朗克轨迹之下。在一些实施例中,第一LED装置可发射主波长在大约500nm至大约530nm的基本上饱和的光,并且第一磷光体可响应于第一LED所发射的光而发射主波长从大约600nm至大约630nm的光。

[0067] 第二LED可包括发射可见光谱的绿色部分中的基本上饱和的光的第二LED装置,并且可包括配置成接收第二LED装置所发射的光并且响应于第二LED装置所发射的绿光而发射黄光的第二磷光体,其中第二LED装置和第二磷光体所发射的组合光具有在普朗克轨迹之上的色点。相应地,在一些实施例中,第一LED装置和第二LED装置均可包括发绿光的LED。也就是说,将发绿光的LED装置与红色磷光体相结合能够产生具有落在普朗克轨迹之上或之下的色点,这取决于所使用的红色磷光体的量。由于作为波长百分比的绿色到红色的转换与蓝色到黄色的转换的降低的斯托克斯损失,与蓝色LED与红色磷光体的组合相比,将绿色LED与红色磷光体相结合可具有更大的流明效能。

[0068] 这种装置(即,包括与红色磷光体相结合的第一绿色LED以及与黄色磷光体相结合的第二绿色LED)可具有高流明效能,但是可遭受低CRI。如上所述,高流明效能可产生于较低斯托克斯损失。

[0069] 在其它实施例中,第二LED可包括发射在可见光谱的蓝色部分(例如大约430nm至大约480nm主波长)中的基本上饱和的光的第二LED装置,并且包括配置成接收第二LED装置所发射的光并且响应于第二LED装置所发射的蓝光而发射黄光的第二磷光体。据此,在一些实施例中,第一LED可包括与红色磷光体相结合的发绿光的LED装置,而第二LED可包括与黄色磷光体相结合的发蓝光的LED装置。这种装置可具有优良显色特性和良好流明效能。

[0070] 在又一些实施例中,第二LED可发射在与来自第一LED(包括与红色磷光体相结合的绿色LED)的光相结合时显现为白色的基本上饱和的蓝光(430nm至480nm主波长)和/或青光(480nm至500nm主波长)。这种组合可生成具有良好显色特性和优良流明效能的白光。

[0071] 第一LED装置、磷光体和第二LED可具有相应色点,该色点选择成使得第一LED装置和磷光体所发射的组合光的第一色点与第二LED所发射的光的第二色点之间的1931CIE色度图上的线段在大约2500K与4500K之间的点处与普朗克轨迹相交。通过调整第一和第二LED的相对强度,大约2500K与4500K之间的普朗克轨迹附近的色点可理想地通过来自第一LED装置、磷光体和第二LED的光的组合来输出。

[0072] 在一些实施例中,装置可包括LED/磷光体组合,如2007年5月8日公告的标题为“LIGHTING DEVICE AND LIGHTING METHOD”的美国专利No.7213940中所述,通过引用将其公开结合到本文中。如其中所述,照明装置可包括:固态光发射器(即,LED装置),其发射具有主波长在从430nm至480nm的范围光;以及一组磷光体,其发射具有主波长在从555nm至585nm的范围光。第一组发射器所发射的光与该组磷光体所发射的光的组合产生具有在1931CIE色度图上的限定区域中的x、y颜色坐标的光的子混合物,在本文中称作“蓝移黄”或“BSY”,如图2所示的1931CIE色度图中的区域50所示。这种非白光在与具有主波长在从600nm至630nm的范围光相结合时产生暖白光。

[0073] 此外,如本文所述,BSY光在与1931CIE色度图的品红至紫红区域中的光相结合时可产生具有高流明效能和/或高CRI的暖白光。

[0074] 相应地,在一些实施例中,由第二LED装置和第二磷光体所发射的组合光在没有任何附加光的情况下,产生具有定义可处于由第一、第二、第三、第四和第五线段所包围的1931CIE色度图上的区域中的点的x、y颜色坐标的光的子混合物,所述第一线段将第一点连接到第二点,所述第二线段将所述第二点连接到第三点,所述第三线段将所述第三点连接到第四点,所述第四线段将第四点连接到第五点,以及所述第五线段将所述第五点连接到所述第一点,所述第一点具有0.32、0.40的x、y坐标,所述第二点具有0.36、0.48的x、y坐标,所述第三点具有0.43、0.45的x、y坐标,所述第四点具有0.42、0.42的x、y坐标,以及所述第五点具有0.36、0.38的x、y坐标。

[0075] 固态照明装置还可包括第三LED装置,第三LED装置发射可见光谱的蓝色或绿色部分中的光并且具有可比第一LED装置的主波长至少大大约10nm的主波长。也就是说,可提供第三LED装置,第三LED装置可“填补”可存在于照明装置所发射的光中的一部分光谱间隙,由此改善装置的CRI。第三LED装置可具有可比第一LED装置的主波长至少大大约20nm以及在一些实施例中大约50nm或更大的主波长。

[0076] 例如,图3示出由蓝色LED装置和黄色磷光体所发射的光的光谱200(强度与波长)。光谱200包括在大约450nm的表示蓝色LED所发射的光的窄峰以及以大约550-560nm为中心的表示由如YAG:Ge的黄色磷光体响应于蓝色LED所发射的光而发射的光的宽峰。除了蓝色LED之外还可提供具有大约500nm的主波长和发射谱210的绿色LED,以便在蓝色发射峰与黄色发射峰之间的间隙中提供附加光谱能量。

[0077] 在一些其它实施例中,固态照明装置还可包括发射可见光谱的红色部分中的光的又一个LED装置。红色LED装置也可填补该装置所发射的光的光谱中的光谱间隙,这可进一步改善CRI。例如,如图3进一步所示,具有大约630nm的主波长和发射谱220的红色LED装置可在黄色发射峰的尾部提供附加光谱能量。将会理解,图3所示的光谱分布是仅用于示意性说明的代表性图表,而不是表示实际或模拟数据。

[0078] 一些实施例提供能够实现高颜色均匀性、高显色(CRI)、改进的热稳定性和/或高流明效能的照射模块。

[0079] 参照图4A和图4B,示出按照一些实施例的照明设备110。图4A和图4B所示的照明设备110是可适合用在例如小聚光灯或聚光灯等全面照明应用中的“罐形”照明器材。但是,将会理解,按照一些实施例的照明设备可具有不同的形状因数。例如,按照一些实施例的照明设备能够具有常规灯泡、平底(pan)或盘状(tray)灯、汽车前灯或者任何其它适当形式的形状。

[0080] 照明设备110一般包括罐形外壳112,其中设置了照明面板120。在图4A和图4B所示的实施例中,照明面板120一般具有圆形形状以便适于圆筒形壳体112的内部。光由固态照明装置(LED)24A、24B来生成,这些照明装置安装在照明面板120上,并且设置成朝安装在壳体112的末端的扩散透镜114发射光115。扩散光117通过透镜114发射。在一些实施例中,透镜114可以不扩散所发射的光115,而是可按照期望的近场或远场图案来重定向和/或聚焦所发射的光115。

[0081] 仍然参照图4A和图4B,固态照明设备110可包括多个第一LED 24A和多个第二LED 24B。在一些实施例中,多个第一LED24A可包括发白光或者发非白色光的发光装置。多个第二LED 24B可包括发光装置,这些发光装置发射具有与第一LED 24A不同的主波长的光,使得由第一LED 24A和第二LED 24B所发射的组合光可具有期望的颜色和/或光谱内容。

[0082] 例如,由多个第一LED 24A和多个第二LED 24B所发射的组合光可以是具有高显色指数的暖白光。

[0083] 按照一些实施例的照明设备中使用的蓝色和/或绿色LED装置可以是可从本发明的受让人Cree, Inc.得到的基InGaN的蓝色和/或绿色LED装置。例如,LED装置可包括由Cree, Inc.制造的EZBRIGHT®功率芯片。EZBRIGHT®功率芯片已经证明具有与大于在350mA驱动电流处的450mW的光输出功率对应的高达在50A/cm²处的外量子效率(即,内量子效率和光提取效率之积)。照明设备中使用的红色LED可以是例如从Epistar、Osram等等可得到的AlInGaP LED装置。

[0084] 在一些实施例中,LED 24A、24B中的LED装置可具有边长大约为900μm或更大的正方形或矩形周边(即,所谓的“功率芯片”)。但是,在其它实施例中,LED装置24A、24B可具有500μm或更小的边长(即,所谓的“小芯片”)。具体来说,小LED装置可以比功率芯片要好的电转换效率工作。例如,最大边缘尺寸小于500微米并且小至260微米的绿色LED装置通常具有

比900微米芯片高的电转换效率,并且已知为通常产生每瓦55流明的流明通量的耗散电功率以及多达每瓦90流明的流明通量的耗散电功率。

[0085] 图4C是按照一些实施例的封装发光二极管24的截面图。按照一些实施例,封装LED 24包括其上安装了一个或多个LED装置43的次黏着基台42。次黏着基台42能够包括电迹线、丝焊盘、引线和/或准许LED装置43安装在其上并且电激活的其它特征。次黏着基台42还能够包括散热片(未示出)。光学密封剂44可围绕并且保护次黏着基台42之中、之上或者由次黏着基台42所限定的空腔中的LED装置43。密封剂材料44可增强对从LED装置43向外的光发射的耦合以便更好地从封装中提取。光学透镜45可安装在LED装置43之上的次黏着基台42上,以便提供来自封装的期望近场或远场发射图案。

[0086] 一个或多个磷光体材料能够设置在封装中,以便转换LED装置43的一个或多个所发射的部分或全部光。例如,在一些实施例中,磷光体能够被涂敷或者另外设置在LED装置43的一个或多个上,能够悬浮在密封剂材料44中,或者可涂敷在透镜45的材料上或混合到透镜45的材料中。在一些实施例中,磷光体承载材料层能够设置在密封剂材料44与透镜45之间;而在一些实施例中能够作为被提供为单晶磷光体材料的层,该层被布置成接收至少一部分LED装置43所发射的光。

[0087] 照明设备110中的LED 24A、24B可在相应串中电互连,如图5的示意电路图所示。如其中所示,LED 24A、24B可互连成使得LED 24A串联连接以形成第一串132A。同样,LED 24B可串联设置以形成第二串132B。各串132A、132B可连接到相应阳极端子123A、125A和阴极端子123B、125B。

[0088] 虽然图5中示出两个串132A、132B,但是将会理解,照明设备110可包括更多或更少的串。此外,可存在多串LED 24A以及多串其它有色的LED 24B。

[0089] 为了实现暖白色发射,常规封装LED包括与蓝色LED装置相结合的单成分橙色磷光体或者与蓝色LED装置相结合的黄/绿色和橙/红色磷光体的混合物。但是,由于没有浅绿色和微红色色调,使用单成分橙色磷光体可导致低CRI。另一方面,红色磷光体通常远比黄色磷光体要低效,并且可重新吸收黄色磷光体所发射的光。因此,在黄色磷光体中添加红色磷光体可降低封装的效率,这能引起不良流明效能。流明效能是对提供给灯且被转换为光能的能量的比例的量度。这通过把以流明为单位所测量的灯的流明通量除以以瓦为单位所测量的功率消耗来计算。此外,混合红色和黄色磷光体可引起效率损失,因为红色磷光体的激发带可与黄色磷光体的发射谱重叠,这意味着由黄色磷光体所发射的部分光可被红色磷光体重新吸收。

[0090] 相应地,在一些实施例中,可存在作为PCB 120上的物理分离发射器所设置的基于发品红或蓝移红(BSR)光的磷光体的LED

[0091] 24A和绿-黄BSY或绿色发射器24B。发品红光的磷光体增强LED能够包括例如涂敷有或者另外结合有红色磷光体的蓝色LED装置。涂敷有或者另外结合有红色磷光体的蓝色LED装置所发射的品红光能够例如与绿色LED装置所发射的绿光或者绿-黄绿光(例如蓝移黄或BST)相结合,以便以高流明效能(lm/W)来产生具有高CRI(例如大于95)的暖白光。这种组合能够特别有用,因为基InGaN的绿色LED能够具有相对高的效率。此外,人类的眼睛对光谱的绿色部分中的光最为敏感。因此,虽然部分效率可能因红色磷光体的使用而损失,但是LED对的总效率能够因绿色LED或BSY LED增加的效率而增加,如下面所述。

[0092] 品红色LED(例如与红色磷光体相结合的蓝色LED装置)与绿色LED结合使用以产生白光能够具有惊人的有益效果。例如,使用这类LED组合的系统能够具有改进的热-光稳定性。相比之下,包括基InGaN的蓝色LED和基AlInGaP的红色LED的系统可具有在热-光稳定性方面的问题,因为基AlInGaP的LED所发射的光的颜色能够随温度比基InGaN的LED所发射的光的颜色更迅速发生变化。因此,包括基InGaN的蓝色LED和基AlInGaP的红色LED的基于LED的照明组件常常提供有源补偿电路,有源补偿电路随组件的工作温度发生变化而改变由组件所发射的红光与蓝光的比率,尝试在温度范围内提供稳定色点。

[0093] 相比之下,将与红色磷光体相结合的蓝色LED装置和绿色或BSY LED进行结合的组件能够具有更好的热稳定性,可能无需色温补偿,因为蓝色LED装置和绿色LED均能够是具有对温度变化进行相似响应的基InGaN的装置。在一些实施例中,能够提供色温补偿,但是温度诱导的颜色扫描(temperature-induced color sweep)的范围可被降低,由此降低补偿电路中所需的控制机构(authority)和/或提供具有潜在有益于系统的颜色宽容度和面元划分方案附加的设计自由度。

[0094] 在一些实施例中,蓝色LED能够与红色和黄色磷光体相结合,以便生成非白光(尽管如上所述,由红色磷光体对黄光的自吸收能够降低装置的效率)。这种LED/磷光体组合所生成的非白光能够与基InGaN的绿色LED装置所发射的绿光相结合,以便产生具有高显色能力和改进的热稳定性的白光。黄色磷光体的添加能够改进装置的显现能力,因为黄色磷光体能够产生具有宽光谱的光。与具有窄发射峰的光源所生成的光相比,宽光谱光线趋向于提供更好的显色特性。

[0095] 为LED装置提供530nm附近的有效的饱和绿色发射器对于在其中绿光源能够提供照射的50%或以上的LCD背光照明特别重要。此外,品红/绿色LED组合能够提供比使用来自荧光灯(CCFL)或者白浅绿色(greenish white)荧光LED的未饱和光的系统更好的总系统效率。在与白浅绿色LED相同的主波长处的相等效率的纯绿色LED能够提供比白浅绿色LED基本上更大的幕前(FOS)亮度,因为照射可更有效得多地通过滤光器。

[0096] 作为1931CIE色度图的图6示出照明装置中的品红和绿色LED的组合。如本文所述,提供第一LED,第一LED发射在色点P1且具有大约400nm至大约480nm、在一些实施例中从大约430nm至大约480nm、在一些实施例中大约450nm至大约465nm以及在一些实施例大约460nm的主波长的光。红色磷光体配置成接收由蓝色LED所发射的至少部分光,并且作为响应发射在色点P2且具有大约600nm至大约630nm的主波长的光。由蓝色LED和红色磷光体所发射的组合光可具有落入图6所示面元B1-B5其中之一的色点P3。面元B1-B5可集中在与相邻点分隔至少七步麦克亚当椭圆以及在某些情况下分隔至少10步麦克亚当椭圆的相应色点周围。

[0097] 适当的红色磷光体包括 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 和 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ 。这个磷光体能够在150°C以上的温度处保持大于80%的量子效率。能够使用的其它红色磷光体包括来自磷光体的 Eu^{2+} -SiAlON族的磷光体以及 $\text{CaSiN}_2:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaSiN}_2:\text{Eu}^{2+}$ 和/或来自 $(\text{Ca},\text{Si},\text{Ba})\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (BOSE)族的磷光体。具体来说,从Mitsubishi Chemical Company可得到的 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 磷光体可具有大约624nm的主波长、大约628nm的峰值波长以及大约100nm的FWHM。

[0098] 氮化物磷光体的特征在于宽激发带。例如,某个系统中的一个磷光体的激发带与该系统中的另一个磷光体的发射谱之间的重叠能够引起使用混合红/黄色磷光体的系统中

的光子重新吸收。具体来说,大多数红色氮化物磷光体具有充分地在500nm上延伸的激发带。在混合黄-绿色和红色磷光体时会发生的重新吸收能够导致显著损失,特别是在磷光体的转换效率低于90%的情况下。

[0099] 因此,一些实施例采用使用温度稳定的磷光体的多个彩色磷光体转换LED。用于生成暖白光的典型方式是将红色直接发射LED与磷光体转换黄-绿色LED相结合。这种方式的缺点是红色直接发射(即,基于非磷光体)LED的温度敏感性,这要求复杂驱动电路在系统加热时监测和平衡红色LED的输出功率。生成用于全面照明的适当辐射通量所需的典型温度工作水平运行于125°C或更大的结温度。在这些温度,除了降低效能之外的另一个缺点是光的CCT值的大漂移。红色LED或YAG磷光体的不稳定性导致从室温到工作温度的接近400K CCT的偏移。没有包括红光的直接(即,基于非磷光体)发射的一些实施例能够避免这些问题的部分或全部。

[0100] 面元B1-B5可落在诸如图1所示的紫红色或枣红色区域104、105之类的区域。在本文中,由蓝色LED和红色磷光体的组合来生成的在这种面元中的光一般称作蓝移红或BSR光。

[0101] 除了蓝色LED/红色磷光体组合之外,还提供具有色点P4的绿色LED。色点P4可在普朗克轨迹之上,并且可与波长在大约500nm至大约550nm的范围内、并且具体来说大约525nm的基本上饱和的光关联。面元B1-B5中的BSR光与绿光相结合,以便产生具有在大约2000K与6000K之间、以及具体来说在大约2500K至大约4500K之间的CCT处的色点P4的白光。因此,第一LED和磷光体所发射的组合光的色点P3与第二LED所发射的光的色点P4之间的1931CIE色度图上的线段L可与在大约2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。

[0102] 图7是示出照明装置中的品红和BSY LED的组合的1931CIE色度图。如其中所示,提供第一LED,第一LED发射在色点P1且具有大约400nm至大约480nm、在一些实施例中大约430nm至大约480nm、在一些实施例中大约450nm至大约460nm以及在一些实施例大约450nm的主波长的光。红色磷光体配置成接收由蓝色LED所发射的至少部分光,并且作为响应发射具有大约600nm至大约630nm的主波长的在色点P2的光。由蓝色LED和红色磷光体所发射的组合光可包括具有落入图7所示面元B1-B5其中之一的色点P3的BSR光。面元B1-B5可落入诸如图1所示的紫红色或枣红色区域104、105之类的区域。

[0103] 除了蓝色LED/红色磷光体组合之外,还提供具有在区域50中的色点P6的BSY LED。因此,色点P6可落在普朗克轨迹之上。可通过提供与发射在色点P5的光以产生BSY光的发黄光磷光体相结合的具有大约430nm至大约480nm、在一些实施例中大约450nm至大约465nm以及在一些实施例中大约460nm的在色点P4处的主波长的蓝色LED来生成BSR光。适当的黄色磷光体包括 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (Ce:YAG)、 $CaAlSiN_3:Ce^{3+}$ 以及来自 $Eu^{2+}-SiAlON$ 族、和/或BOSE族的磷光体。磷光体还可以任何适当水平来掺杂从而提供期望波长的光输出。在一些实施例中,可以大约0.1%至大约20%的范围内的掺杂剂浓度将Ce和/或Eu掺杂到磷光体中。适当的磷光体是从许多厂商可得到的,包括Mitsubishi Chemical Corporation(东京,日本)、Leuchtstoffwerk Breitung GmbH(Breitung,德国)以及Intematix Company(弗里蒙特,加利福尼亚)。

[0104] 面元B1-B5中的BSR光与BSY光相结合,以便产生具有在大约2000K与6000K之间、以及具体来说在大约2500K至大约4500K之间的CCT处的色点P7的白光。因此,第一LED和红色

磷光体所发射的组合光的色点P3与第二LED和黄色磷光体所发射的光的色点P6之间的1931CIE色度图上的线段L可与大约2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。

[0105] 虽然色点P1和P3在图7中示为处于不同位置,但是将会理解,色点P1和P3可处于同一位置,即,用于生成BSR光的蓝色LED可具有与用于生成BSY光的蓝色LED相同的主波长。

[0106] 独立蓝色LED用于生成BSR和BSY光可提供某些优点,因为用于生成BSR光和BSY光的磷光体可相互分隔,使得一个磷光体所发射的光基本上没有被另一个磷光体重新吸收(即,可发生的任何偶然吸收可以是非实在的)。例如,由BSY LED中的黄色磷光体所生成的光可落入用于生成BSR光的红色磷光体的激发区中。因此,如果磷光体结合在同一发射器上,则构成BSY光的黄光的一部分可能不期望地被重新吸收。

[0107] 单个照明装置可包括来自多个BSR面元和/或多个BSY面元的LED。例如,参照图8,单个照明装置可包括多个第一BSR LED 24A-1和第二BSR LED 24A-2和/或多个第一BSY LED 24B-1和第二BSY LED 24B-2。第一BSR LED 24A-1可落入BSR面元B1至B5的第一面元中,而第二BSR LED 24A-2可落入与第一面元不同的BSR面元B1至B5的第二面元中。类似地,第一BSY LED 24B-1可落入BSY区域50(图7)的第一部分中,而第二BSY LED 24B-2可落入与第一部分不同的BSY区域50的第二部分中。BSY区域50的第一和第二部分可加以区分,因为它们可集中于被分开至少七步麦克亚当椭圆以及在某些情况分开至少十步麦克亚当椭圆的色点周围。面元B1-B5可选择或定义成使得面元B1-B5中的任何点与BSY区域50中的任何点之间的线段可在大约2500K与6000K之间的某个点处穿过普朗克轨迹。

[0108] 相应地,按照一些实施例的照明设备可包括发射感知上颜色不同的光的第一和第二BSR LED和/或发射感知上颜色不同的光的第一和第二BSY LED。来自第一和第二BSR LED以及第一和第二BSY LED的光可进行组合以生成具有大约2000K与6000K之间以及具体来说大约2500K至大约4500K之间的CCT的暖白光。

[0109] 在一些实施例中,可在线性阵列中交替较亮和较暗的LED 24A、24B。对于某些类型的实施例,LED 24A、24B可以具有独立电流控制或占空比控制的两组或更多组的形式来连线。结果一般将是均匀高效率发光二极管照射模块20。

[0110] 如前面所述,采用多个LED 24的照射组件的大规模生产的重大挑战之一是产生于所采用的LED装置的色度和强度通量的变化和/或用于颜色转换的荧光介质(若采用的话)的变化的颜色和/或发光度的潜在不均匀性。

[0111] 为了满足这类不均匀性,通常在将LED装置布置在照明器组件或者多LED子组件之前对其进行100%测量、分类和物理上分组(即,划分面元)。但是,如果装置到装置在颜色和/或发光度方面的变化较大,则这种方式会呈现严重的后勤问题,情况通常是这样。在这种情况下,产生的问题在于,虽然将装置物理分类和分组到组件中可顺利管理各个部件的均匀性,但是仍然可存在逐个组件的较大差异。如果多个组件用在安装中(例如办公室的天花板中的多个灯具),则逐个部件的差异会变得非常明显和令人不快。对此的一般解决方案是制作照明器的组件公司在它们被划分面元之后购买并且仅利用LED装置总体的一小部分。以这样的方式,那家公司所制作的所有灯具应当变得看起来相似。但是,这造成又一个挑战,即,如何处置已分类和分组但尚未购买以用于制作灯具的所有其它LED装置。相应地,一些实施例能够解决这个问题,由此潜在地同时实现组件中的高均匀性、逐个组件的高相似性和/或对LED装置的产品分布的利用。

[0112] 作为一个示例,考虑图9所示的作为1931CIE色度图的一部分的白色LED的面元划分系统。如其中所示,特定产品系统产生具有落入产品轨迹P中的色度的LED。例如,轨迹P表示用于产品配方的分布的二维色度空间的变化边界。二维色度空间例如可以是1931CIE色度空间。图9所示的编号多边形1-12是色度面元。当测试LED产品总体的各成员时,确定LED的色度,并且将LED放入适当面元中。具有相同面元关联的总体的那些成员可被分类并且分组在一起。通常使照明器制造商使用来自这些面元之一的成员来制作组件,以便确保多LED组件中的均匀性以及所有这类组件之间的相似性。但是,在这种情况下,轨迹P中的许多保持未使用。

[0113] 一些实施例提供向其中注入来自LED 24的光的增强混合(通过使用由反射和其它光学片、扩散体、BEF等等所限定的再循环空腔32、34)。一些实施例还能够采用交替二元加性色混合,以便实现条件等色的等效组件。“二元加性色混合”意味着使用光学均质化空腔中的已知不同色度的两个光源(例如LED装置)来组合两种照射,使得期望的第三表观颜色被形成。第三表观颜色能够产生于可以是在二维色度空间中全部相同的各种交替二元组合(即,条件等色的等效体)。

[0114] 仍然参照图9,产品总体色度轨迹P示为至少部分覆盖五个面元编组1-5。

[0115] 参照图10,线性照射模块20示为包括多个LED装置24以使用于照射组件中。如图10所示,LED装置的两个交替编组标记为编组A和编组B。将LED装置24编组为编组60,本文中称作条件等色的编组60A-60D。条件等色的编组60A-60D的LED 24的色度选择成使得由来自条件等色的编组60A-60D的LED 24的每个的光的混合物所生成的组合光可包括具有大约目标色度T的光。如果一个点处于另一点的七步麦克亚当椭圆之内,或者反之,则二维色度空间中的两个点被认为具有大致相同的色度。麦克亚当椭圆是诸如1931CIE色度空间之类的二维色调空间中的中心点周围的封闭区域,其包含在视觉上与中心点不可区分的所有点。七步麦克亚当椭圆捕捉七个标准偏差中对普通观察者而言不可区分的点。

[0116] 二维色度空间可包括1931CIE色度空间或1976CIE色度空间。

[0117] 在一些实施例中,条件等色的编组60A-60D的LED 24的每个的色度可处于围绕从4000K至8000K的相关色温(CCT)的1931CIE色度空间上的黑体辐射曲线上的点的大约七步麦克亚当椭圆中。因此,LED 24的每个可单独具有处于一般被认为是白色的区域中的色度。例如,图11示出1931CIE图的一部分,其包括黑体辐射曲线70和多个CCT四角形或面元72。此外,图11示出围绕黑体辐射曲线70上或附近的各个点76的多个七步麦克亚当椭圆74。

[0118] 但是,在一些实施例中,条件等色的编组60A-60D的LED 24的一个或多个可具有围绕从4000K至8000K的相关色温的1931CIE色度空间上的黑体辐射曲线上的点的七步麦克亚当椭圆外部的色度,并且因而对观察者而言不会被认为是白色。

[0119] 因此,为了实现具有这种线性模块20的预期光照器组件系列——其中该系列在目标点T具有大致相等表观色度,因而各部件提供色度T的条件等色的等效体——可使用A/B二元加性组合的下列三个交替对:

[0120] -A和B来自面元三。

[0121] -A和B分别来自面元二和四。

[0122] -A和B分别来自面元一和五。

[0123] 相应地,模块20中相邻的一对装置A和B可基于其实际色度点与目标色度点T大约

等距或者处于与目标色度点T所在的面元大致等距的面元中来选择。

[0124] 通过考虑加性色混合中的发光度的效果,一些实施例提供对于创建相同条件等色的等效目标T色度组件是有效的附加二元对。发光度的三个升序范围的发光度(流明强度、流明通量等)的等级系统可例如定义为:

[0125] -Af:85至90流明

[0126] -Bf:90至95流明

[0127] -Cf:95至100流明

[0128] 然后,前一个示例的附加容许对可包括:

[0129] -A和B分别是面元二、等级Cf和面元五、等级Af

[0130] -A和B分别是面元四、等级Cf和面元一、等级Af

[0131] -A和B分别是面元三、等级Af和面元三、等级Cf

[0132] 因此,各条件等色的编组60A-60D的LED 24的每个可具有一般与LED 24的色度到二维色度空间中的目标色度T的距离成反比的发光度。

[0133] 相应地,模块20中的相邻一组装置A和B可选择成提供预期光输出。例如,在装置对的第一装置更接近目标色度点T的二元系统中,第一装置可具有比装置对的第二装置更高的亮度。同样,在装置对的第一装置更远离目标色度点T的情况下,第一装置可具有比装置对的第二装置更低的亮度。在装置处于与目标色度点大致等距的色度面元中的情况下,装置可具有大致相同的亮度。因此,在一些实施例中,条件等色的编组60A-60D的LED 24的每个可具有大约相同的发光度,并且可具有与二维色度空间中的目标色度T大约相同的距离的色度。

[0134] 通过使用有效均化器,使用交替混合来实现来自多个面元编组和/或线性模块20的交替LED装置布局的等效条件等色的目标,也许有可能利用分配轨迹P的大比例,同时仍然实现在各照明器组件中具有良好均匀性和/或所生产的照明器组件系列之间的良好类似相似性的产品分布。在不影响均匀性的情况下,再循环均化效果越好,则构成条件等色的编组的装置之间的更大的差异是容许的。

[0135] 虽然图9中示出二元编组,但是将会理解,也可利用三元、四元和高阶形式,其中条件等色的编组包括三个或更多LED装置。

[0136] 此外,通过提供在以基本上相同的电流来驱动时被用来提供期望的目标色度的编组,LED可作为单串LED而被驱动。相应地,用于驱动LED的驱动电路可通过多个串的方法——如RGB方法——来简化,这些方法使用电流来控制LED的强度并且由此控制组合输出的合成色度可被避免。这种合成的目标色度可以是整体照明装置的总目标色度,或者可以是照明装置的诸如预期BSY或BSR色点等成分的目标色度。因此,可通过单个串来提供目标色度的LED的组合,而照明装置的总输出可通过LED的这种分组的多个串来提供。

[0137] 例如,参照图12,其中示出包括BSY区域50的1931CIE色度图的一部分。BSY区域50进一步细分为多个子区域或面元220A至220K,其中的每个定义成具有大致为以大约面元中间附近的点为中心的七步麦克亚当椭圆的大小的大小,如图12所示。

[0138] 众所周知,甚至在一致地应用已知磷光体材料时,由于过程条件或状态特性的变化,也存在磷光体转换LED的色点的某种变化。因此,当具有已知主波长的两个LED被以相同磷光体材料封装在一起时,所产生的装置的色点可落入不同面元中。还已知,特定装置的色

点能够通过调整用于激励该装置的驱动电流量来调整。

[0139] 因此,在用于固态照明系统的一些制造技术中,单独装置可基于其色点来制造、测试并且分类到面元中。来自给定面元的装置则能够在系列串中被选择和连接。取决于从其中选择装置的面元,可选择能够以其驱动该串的电平,以便产生具有期望的色点的光。也就是说,串中的各装置可从同一面元中选取并且以所选驱动电流来驱动,使得该串产生具有期望色点的光。

[0140] 但是,这种方法的一个缺点在于,取决于所给定的一批封装装置的色点的分布,可能难以从同一面元中选择充分数量的装置以装载大量照明装置,使得某种浪费会发生。

[0141] 此外,确定适当驱动电流并且配置或调整电流发生器和/或LED串使得产生光的期望色点可能是困难、高成本和/或费时的。

[0142] 相应地,参照图13,一些实施例提供固态照明设备,该固态照明设备包括串联连接以形成LED串132A的多个发光二极管(LED) 24A-1至24A-4。每个LED包括:LED装置,配置成发射主波长为例如大约430nm至480nm的光;以及磷光体,配置成接收LED装置所发射的光的至少一部分并且作为响应发射具有大约例如约550nm至约580nm的主波长的光。串132A中的LED可具有落入不同面元220A-220K中的色点。也就是说,由多个LED的第一LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有落入面元220A-22K的第一面元中的第一色点,而由多个LED的第二LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有落入面元220A-22K中不同一个的第二色点。具体来说,第二色点可落在围绕第一色点的七步麦克亚当椭圆外部。

[0143] 但是,如图12所示,第一色点和第二色点各可落入1931

[0144] CIE色度图上的BSY区域50中。如上所述,BSY区域50是通过具有(0.32,0.40)、(0.36,0.48)、(0.43,0.45)、(0.42,0.42)、(0.36,0.38)的x、y坐标的点所定义的多边形。相应地,由串132A所生成的光可具有落在围绕2000开尔文和8000开尔文之间的普朗克轨迹上的任何点的十步麦克亚当椭圆外部的非白色点。

[0145] 固态照明设备还可包括恒流源230A。具有不同色点的多个LED 24A-1至24A-4耦合到恒流源230A,并且接收由恒流源230A所提供的恒定电流。由此,具有不同色点的多个LED 24A-1至24A-4的每个采用相同电流来激励,并且由串132A所输出的由此所产生的光可具有期望的色点。

[0146] 因此,按照一些实施例,由LED串132A所发射的组合光的色点可基于在将由恒流源230A提供的给定参考电流处的串132A中的LED 24A-1至24A-4的每个的光发射来确定。因此,可能不需要去调整由恒流源230A所提供的电流从而来调整LED串132A所发射的光线的色点。

[0147] 该设备还可包括串联连接以形成串132B的第二多个LED 24B-1至24B-4。第二LED 24B-1至24B-4的每个包括:LED装置,配置成发射具有第三主波长的光;以及磷光体,配置成接收LED装置所发射的光的至少一部分并且作为响应发射具有第四主波长的光。在一些实施例中,第四主波长可比第二主波长高至少大约25nm。也就是说,磷光体可发射基本上不同波长的光。由第二多个LED的第一LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有第三色点,而由第二多个LED的第二LED的LED装置和磷光体所发射的组合光具有落在第三色点的七步麦克亚当椭圆外部的第四色点。也就是说,第二LED串132B包括具有不同色点的LED。

[0148] 在一些实施例中,第三主波长可从大约430nm至大约480nm,以及第四主波长可从

大约600nm至大约630nm,使得第二串132B发射品红或BSR光。由第一和第二串132A、132B所发射的组合光可包括白光。具体来说,第一串132A所发射的组合光的色点与第二串132B所发射的光的色点之间的1931CIE色度图上的线段可与大约在2500开尔文与4500开尔文之间的普朗克轨迹相交。

[0149] 固态照明设备还可包括耦合到第二串132B的第二恒流源230B。第二恒流源230B可配置成提供与恒流源230A相同的电流电平。在一些实施例中,两个串132A、132B可由同一恒流源来驱动。

[0150] 在附图和说明中,公开了本发明的典型实施例,并且虽然采用了具体术语,但是它们仅以普通且描述性的意义使用且并不用于限制,本发明的范围在以下权利要求书中提出。

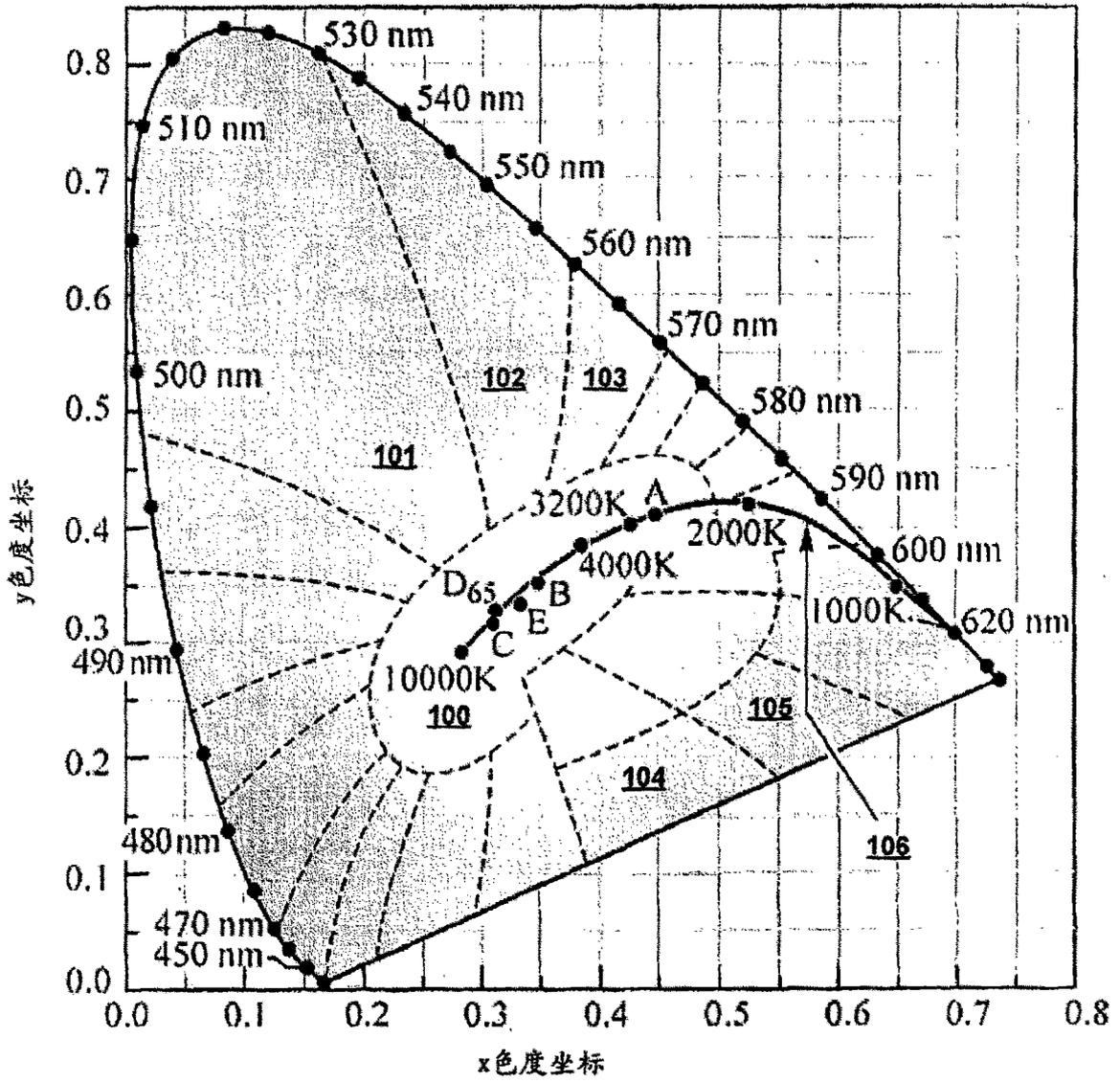


图1

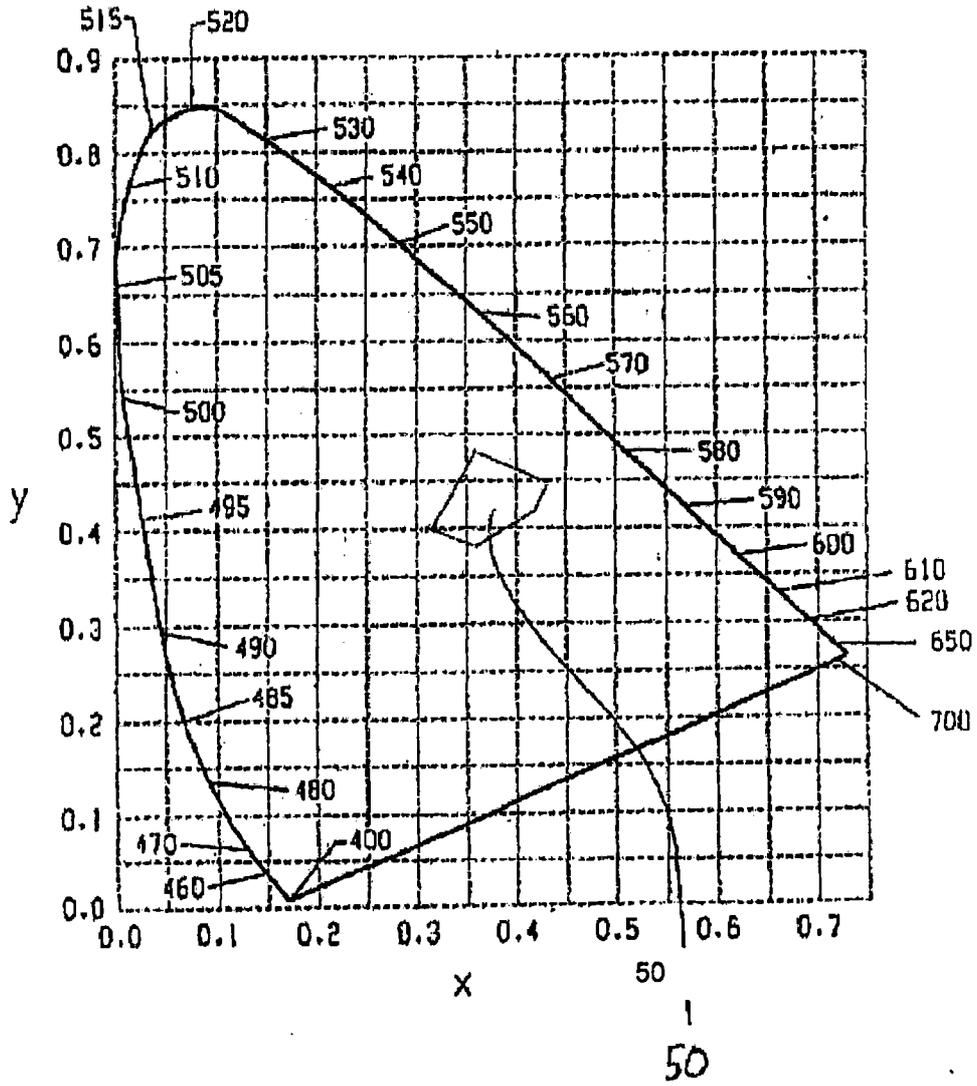


图2

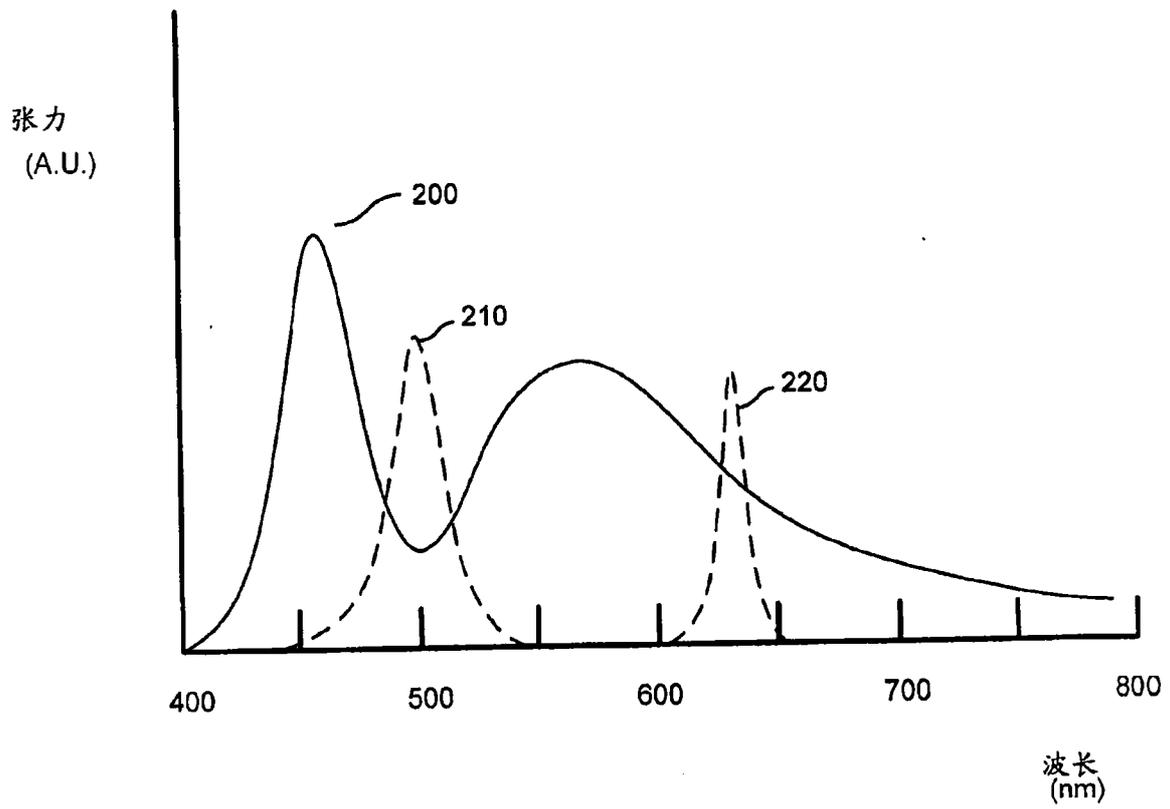


图3

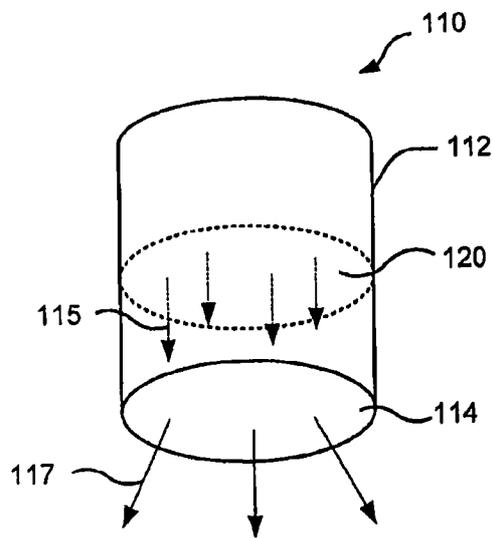


图4A

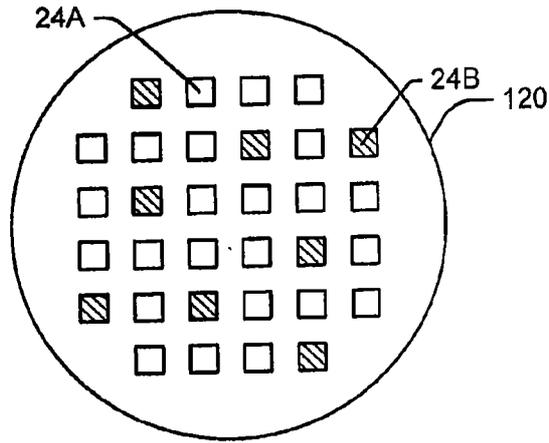


图4B

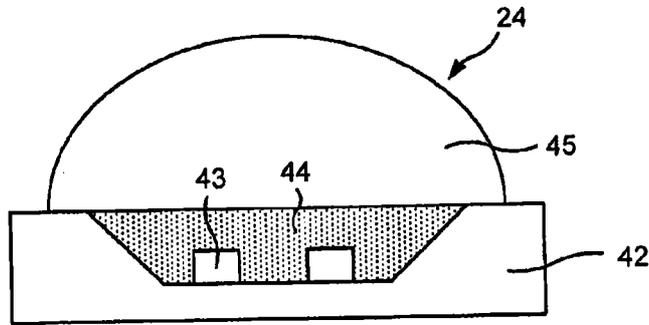


图4C

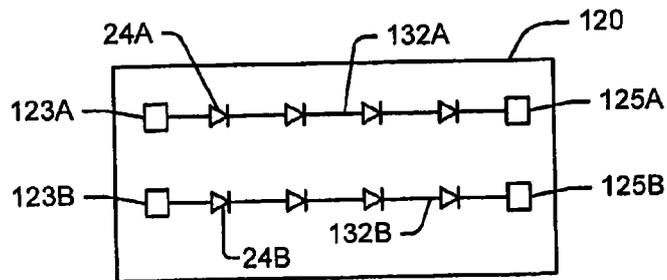


图5

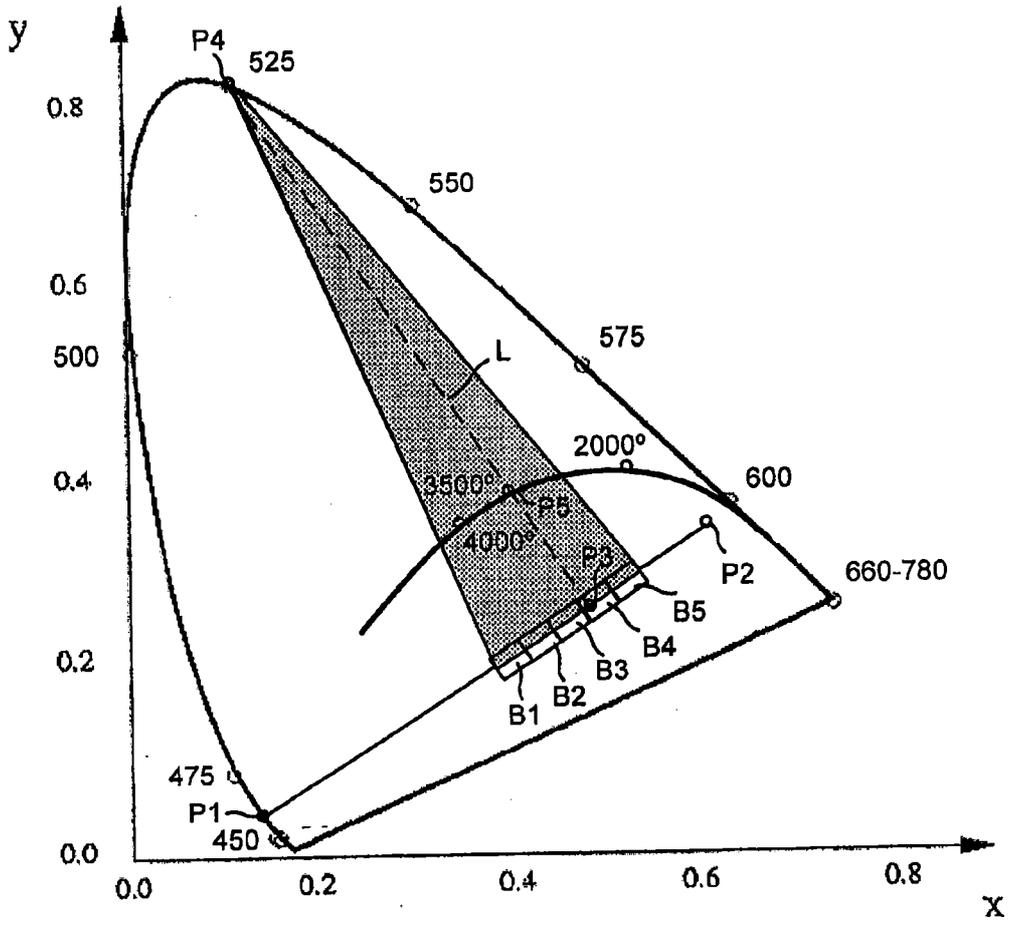


图6

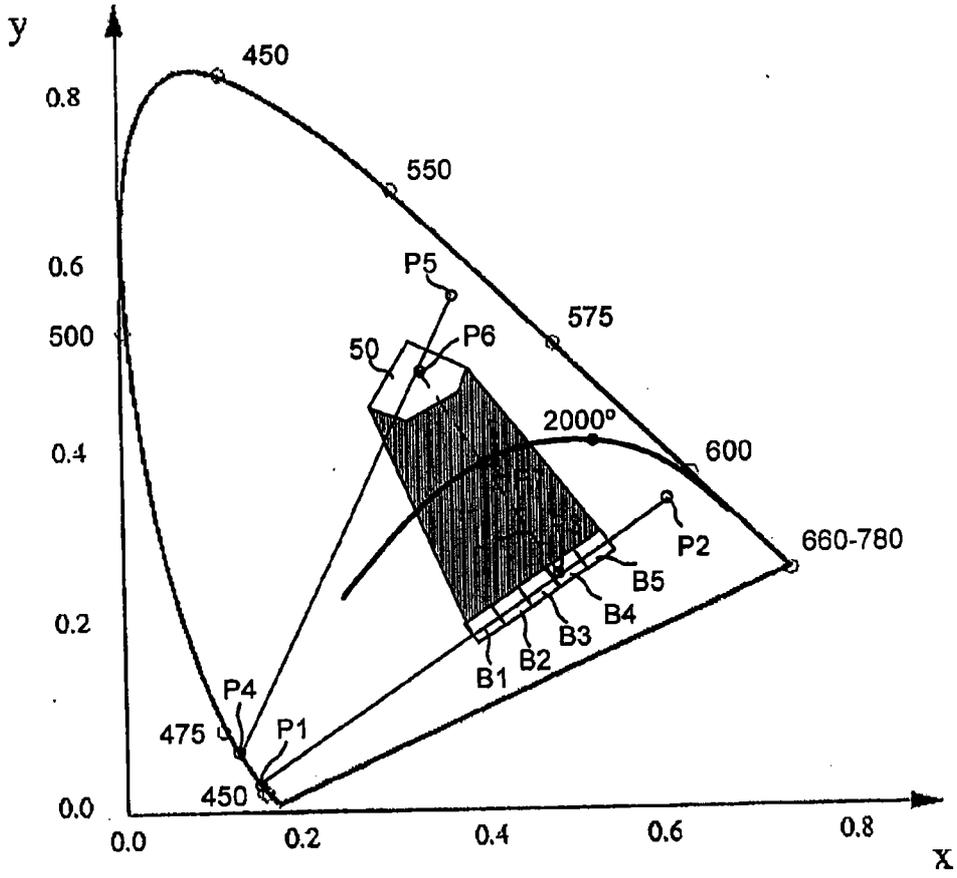


图7

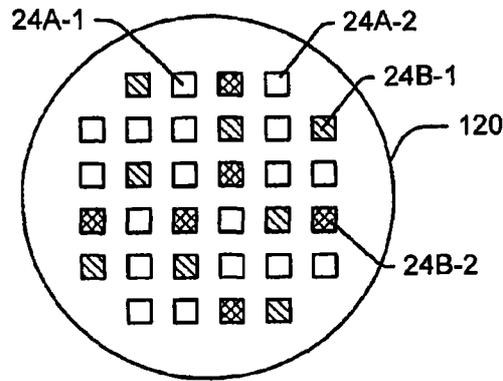


图8

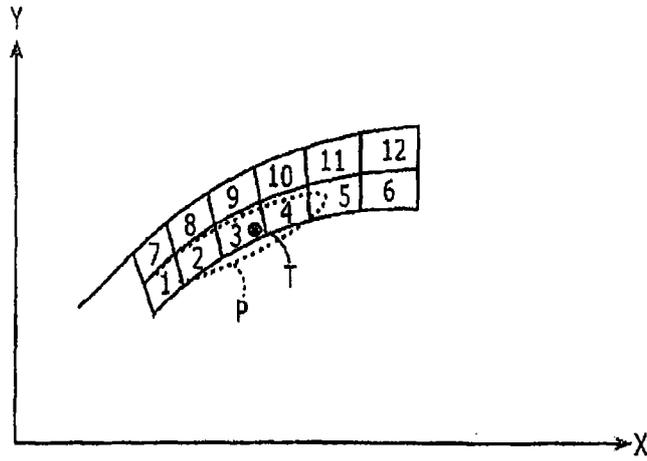


图9

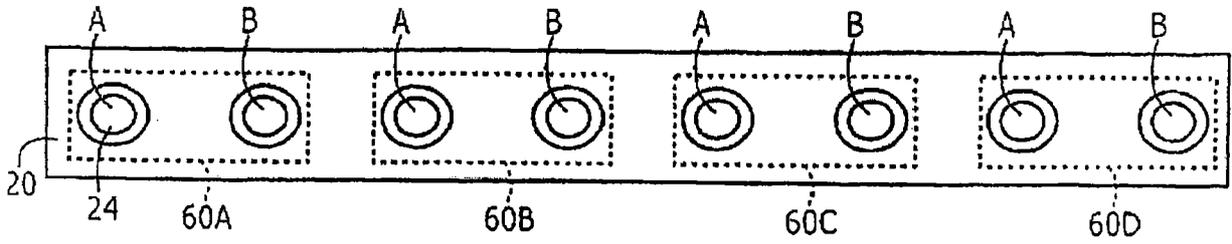


图10

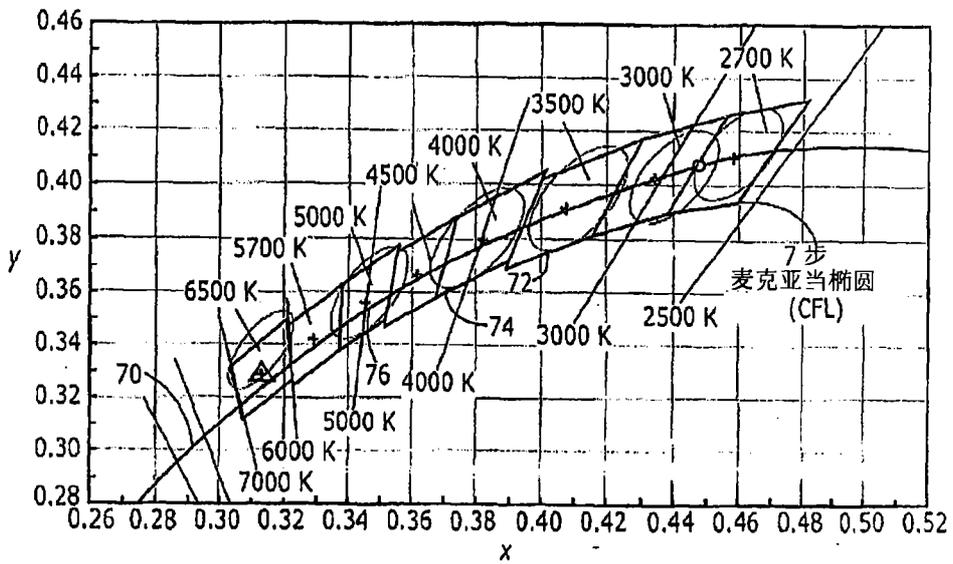


图11

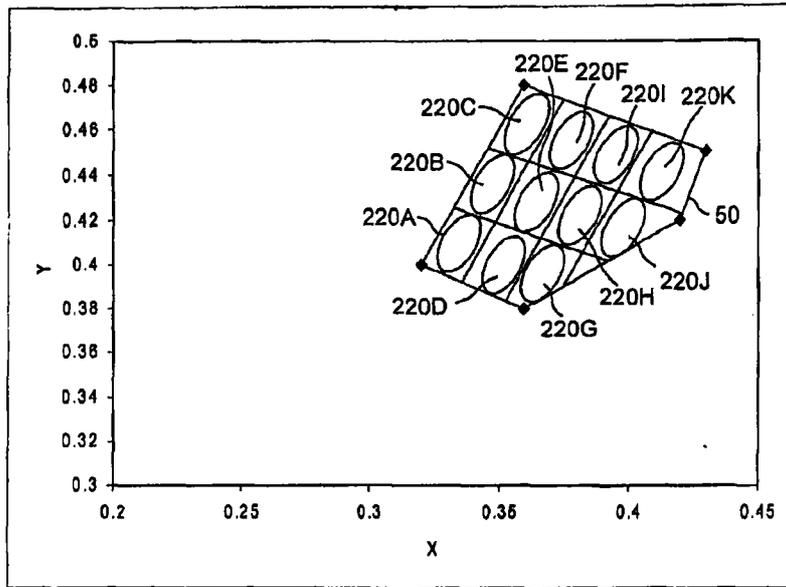


图12

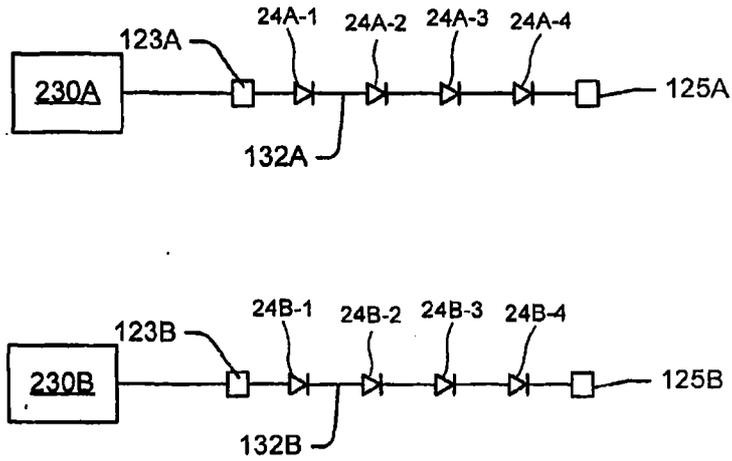


图13