



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101688644 B

(45) 授权公告日 2011.06.15

(21) 申请号 200880014561.X

(22) 申请日 2008.05.08

(30) 优先权数据

60/916,596 2007.05.08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009.11.03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/063016 2008.05.08

(87) PCT申请的公布数据

W02008/137974 EN 2008.11.13

(73) 专利权人 科锐 LED 照明科技公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 杰拉尔德·H·尼格利

安东尼·保罗·范德温

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

F21S 2/00(2010.01)

H01L 33/00(2010.01)

F21Y 101/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1326230 A, 2001.12.12, 说明书全文.

CN 1610137 A, 2005.04.27, 说明书全文.

CN 1575394 A, 2005.02.02, 说明书全文.

US 2006/0022582 A1, 2006.02.02, 说明书全文.

US 2004/0217364 A1, 2004.11.04, 说明书全文.

审查员 黄金龙

权利要求书 5 页 说明书 27 页 附图 8 页

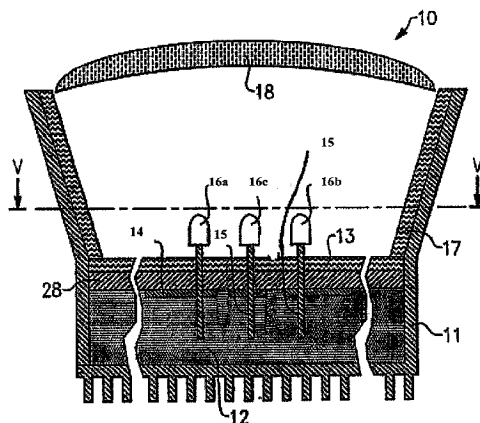
(54) 发明名称

照明装置及照明方法

(57) 摘要

一种照明装置,包括一个或多个发射紫外光的固态发光体,一个或多个发射波长范围在从430nm至480nm范围内的光的其它发射体,以及一个或多个发射波长范围在从555nm至585nm范围内的光的其它发射体;所述照明装置可产生混合光照,该混合光照在没有任何其它光线的情况下位于由坐标(0.32,0.40)、(0.36,0.48)、(0.43,0.45)、(0.42,0.42)和(0.36,0.38)定义的区域。所述一个或多个其它发射体可以为固态发光体。所述照明装置还包括一个或多个600nm至630nm的发光体,且所述照明装置可以发射位于黑体轨迹的十个麦克亚当椭圆内的光。本发明还提供封装固态发光体和照明方法。

CN 101688644 B



1. 一种照明装置,包括:

包括至少一个固态发光体的第一组固态发光体;

第一发光材料;和

第二发光材料;

其特征在于:

所述第一组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

所述第一发光材料如果被激发,将发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

所述第二发光材料如果被激发,将发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

如果至少部分所述第一发光材料被激发,且至少部分所述第二发光材料被激发,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

2. 根据权利要求 1 所述的照明装置,其特征在于,如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮,所述第一组固态发光体发射的至少部分光将激发至少部分所述第一发光材料和至少部分第二发光材料,且 (1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的照明装置,其特征在于:

所述照明装置还包括至少一个发光体,所述至少一个发光体发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光,且

如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮,且所述发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光的至少一个发光体中的每一个均被点亮,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2) 发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光的至少一个发光体发射的光,将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的组合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

4. 根据权利要求 1 所述的照明装置,其特征在于:

所述照明装置还包括至少第一电源线,且

如果给所述至少第一电源线供电,(1)发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和(2)发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32,0.40,所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36,0.48,所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43,0.45,所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42,0.42,所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36,0.38。

5. 根据权利要求 4 所述的照明装置,其特征在于:

所述照明装置还包括至少一个发光体,所述至少一个发光体发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光,且

如果给所述第一电源线供电,(1)发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2)发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光和(3)发射自所述照明装置的由所述发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光的至少一个发光体发射的光,将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的组合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

6. 根据权利要求 1、2、4 和 5 中任意一项所述的照明装置,其特征在于,所述照明装置包括至少第一封装,所述第一封装包括至少一个所述第一组固态发光体以及至少部分所述第二发光材料。

7. 一种照明装置,其特征在于,包括:

包括至少一个固态发光体的第一组固态发光体;

包括至少一个固态发光体的第二组固态发光体;和

第一发光材料;

其中:

所述第一组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

所述第二组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

所述第一发光材料如果被激发,将发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

如果所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮且至少部分第一发光材料被激发,(1)发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和(2)发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光,在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32,0.40,所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36,0.48,所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43,0.45,所述第四点的

$x, y$  坐标为  $0.42, 0.42$ , 所述第五点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.38$ 。

8. 根据权利要求 7 所述的照明装置, 其特征在于, 如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮, 且所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮, 所述第一组固态发光体发出的至少一些光将激发所述至少部分所述第一发光材料, 且 (1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光, 将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的  $x, y$  坐标为  $0.32, 0.40$ , 所述第二点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.48$ , 所述第三点的  $x, y$  坐标为  $0.43, 0.45$ , 所述第四点的  $x, y$  坐标为  $0.42, 0.42$ , 所述第五点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.38$ 。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的照明装置, 其特征在于:

所述照明装置还包括至少一个发光体, 所述发光体发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光;

如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮, 所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮, 且使得所述发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光的至少一个发光体发光, 则 (1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光的至少一个发光体发射的光, 将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的组合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

10. 根据权利要求 7 所述的照明装置, 其特征在于:

所述照明装置还包括至少第一电源线, 且

如果给所述第一电源线供电, 则 (1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光, 在没有其它光线的情况下将混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的  $x, y$  坐标为  $0.32, 0.40$ , 所述第二点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.48$ , 所述第三点的  $x, y$  坐标为  $0.43, 0.45$ , 所述第四点的  $x, y$  坐标为  $0.42, 0.42$ , 所述第五点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.38$ 。

11. 根据权利要求 10 所述的照明装置, 其特征在于:

所述照明装置还包括至少一个发光体, 所述发光体发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光, 且

如果给所述第一电源线供电, 则 (1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2) 发射自所述照明装置的由所述发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光的至少一个发光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发

射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的组合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

12. 根据权利要求 1、2、4、5、7、8、10 和 11 中任意一项所述的照明装置, 其特征在于, 所述照明装置包括至少第一封装, 所述第一封装包括所述至少一个第一组固态发光体以及至少部分所述第一发光材料。

13. 根据权利要求 1、2、4、5、7、8、10 和 11 中任意一项所述的照明装置, 其特征在于, 至少部分所述第一发光材料定位于至少一个发光荧光体中。

14. 根据权利要求 1、2、4、5、7、8、10 和 11 中任意一项所述的照明装置, 其特征在于, 所述第一组固态发光体中至少一个包括发光二极管。

15. 一种照明方法, 其特征在于, 包括:

点亮包括至少一个固态发光体的第一组固态发光体, 使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

激发至少部分第一发光材料, 使得所述第一发光材料发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

激发至少部分第二发光材料, 使得所述第二发光材料发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

其中:

(1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2) 发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光, 在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

16. 一种照明方法, 其特征在于, 包括:

点亮包含至少一个固态发光体的第一组固态发光体, 使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

点亮包含至少一个固态发光体的第二组固态发光体, 使得所述第二组固态发光体中的每一个均发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

激发至少部分第一发光材料, 使得所述第一发光材料发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

其中:

(1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光, 在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32,

0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的方法, 其特征在于, 从所述第一组固态发光体发出的光激发至少部分所述第一发光材料。

18. 根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 从所述第一组固态发光体发出的光激发至少部分所述第二发光材料。

19. 根据权利要求 15 或 18 所述的方法, 其特征在于:

所述方法还包括给至少一个发光体供电, 使得所述至少一个发光体发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光;

(1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2) 发射自所述照明装置的由所述第二发光材料发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光的至少一个发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的组合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

20. 根据权利要求 16 所述的方法, 其特征在于:

所述方法还包括给至少一个发光体供电, 使得所述至少一个发光体发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光;

(1) 发射自所述照明装置的由所述第一发光材料发射的光、(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光的至少一个发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

## 照明装置及照明方法

### [0001] 相关交叉申请

[0002] 本申请要求申请日为 2007 年 5 月 8 日、申请号为 60/916596 的美国临时专利申请的优先权,并在此将该美国临时专利申请的全文引用入本申请中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种照明装置,更具体地说,涉及一种包括一个或多个固态发光体(例如发光二极管)以及一种或多种发光材料(luminescent material)(例如一种或多种磷光体)的装置。本发明还涉及照明方法。

### 背景技术

[0004] 在美国,每年有很大比例的(有人估计大约有 25%)电量被用于照明。因此,需要提供高能效的照明。众所周知地,白炽灯泡是非常低能效的光源——其消耗的电的大约 90%作为热量散发而不是转换成光能。荧光灯泡比白炽灯泡更为有效(乘以系数 10),但是与固态发光体相比(如发光二极管),其光效依然较低。

[0005] 另外,与固态发光体的正常使用寿命相比,白炽灯泡的使用寿命相对较短,也就是,一般为 750-1000 小时。与其相比,发光二极管的使用寿命一般可以十年计算。与白炽灯泡相比,荧光灯泡具有较长的使用寿命(例如,10,000-20,000 小时),但是其颜色再现(color reproduction)效果较差。

[0006] 一般采用显色指数(CRI Ra)来衡量颜色再现。CRI Ra 是关于一个照明系统的显色与基准辐射体在由 8 个基准色彩照明时的显色相差程度如何的相对测量的修正平均值,即,它是物体在受到特定灯照射时表面色移的相对测量值。如果照明系统照射的一组测试颜色的颜色坐标与基准辐射体照射的相同测试色的坐标相同,则 CRI Ra 等于 100。自然光具有较高的 CRI (Ra 大约为 100),白炽光灯泡也具有相对接近的 CRI (Ra 大于 95),而荧光灯的 CRI 精度较低((Ra 通常为 70-80)。几种类型的特定照明装置的 CRI Ra 非常低(如汞蒸汽或钠灯的 Ra 低至大约 40 或者甚至更低)。钠灯如用于照亮高速公路的话,司机响应时间会因为较低的 CRI Ra 而明显减少(对于任何特定亮度,易辨认性会随较低的 CRI Ra 而降低)。

[0007] 传统灯具面临的另一问题是需要定期更换照明装置(例如灯泡等)。当接近灯具非常困难(举例来说,位于拱形天花板、桥、高大建筑、交通隧道)和/或更换费用相当高时,这个问题变得尤为突出。传统灯具的使用寿命一般约为 20 年,对应的发光器件至少需要使用约 44,000 小时(基于 20 年中每天使用 6 小时)。一般发光器件的使用寿命非常短,这样使得对其需要进行周期性更换。

[0008] 因此,由于这样或是那样的原因,一直在努力发展可使用固态发光体代替白炽灯、荧光灯和其他发光器件并得到广泛应用的方法。另外,对于已经在使用的发光二极管(或其他固态发光体),一直在努力改进其能率、显色指数(CRI Ra)、对比度、光效(lm/W)和/或服务周期。

[0009] 发光二极管是一类固态发光体。发光二极管是众所周知的半导体器件,其可将电流转换成光。多种发光二极管被用于不断增加的不同领域以达到更大范围的目的。

[0010] 更具体地说,发光二极管是在 p-n 节结构之间产生电势差时发光(紫外线、可见光或红外线)的半导体器件。已经有多种制作发光二极管的方法并具有多种相关结构,并且本发明可采用这些器件。例如,《半导体器件物理学》(Physics of Semiconductor Devices, 1981 年第 2 版)的第 12-14 章和《现代半导体器件物理学》(Modern Semiconductor Device Physics, 1998 年)的第 7 章中介绍了各种光子器件,包括发光二极管。

[0011] 已获得普遍承认并且在商业上出售(例如在电子器件商店中出售)的“LED”通常表现为由多个部件组成的“封装”器件。这些封装器件一般包括有基于半导体的发光二极管,例如但不限于美国专利 4,918,487、5,631,190 和 5,912,477 中所公开的各种发光二极管,以及引线连接和封装该发光二极管的封装体。

[0012] 众所周知地,发光二极管通过激发电子穿过半导体活性(发光)层的导带(conduction band)和价带(valence band)之间的带隙(band gap)来发光。电子跃迁产生的光线的波长取决于带隙。因此,发光二极管发出的光线的颜色(波长)取决于发光二极管的活性层的半导体材料。

[0013] 虽然发光二极管的发展以各种方式革新了整个照明工业,发光二极管的某些特征已经显现出来并对现有技术发出挑战,但是某些特征并没有完全开发出来。例如,任何特定发光二极管的发光光谱一般集中在单个波长(由发光二极管的组成和结构决定),这比较适合某些应用,但是却不适合另外一些应用(举例来说,用于提供照明,这样的发光光谱提供非常低的 CRI Ra)。

[0014] 因为人类可感知的白光必须是两种或两种以上颜色(波长)的光线的混合,并不可能改进单个发光二极管结点以使之发出白光。现已制造出具有由各个红、绿和蓝光二极管形成的发光二极管像素的“白”光二极管灯。其他已生产出的“白”光二极管包括:(1)生成蓝光的发光二极管和(2)受发光二极管发出的光线激发生成黄光的发光材料(举例来说,磷光体),当蓝光和黄光混合时,可生成人类可感知的白光。

[0015] 一般来说,CIE 1931 色度图(在 1931 年建立的原色国际标准)和 CIE 1976 色度图(类似于 1931 色度图但对其进行如下更改:色度图中相似的距离表示相似的颜色感知区别)提供可用于将颜色定义成原色加权和的有用参考。

[0016] 对本领域技术人员来说,已知存在多种可用发光材料(和包含发光材料,已知如发光荧光体(lumiphor)或发光荧光媒介(luminophoric media)的结构,例如在美国专利 6,600,175 中公开的内容,在此全文引用以作参考)。例如,磷光体(lumiphor)就是一种发光材料,当其受到激发光源的激发时,可发出对应光线(例如,可见光)。在多数情况中,对应光线的波长不同于激发光的波长。发光材料的其他例子包括闪烁物质、日辉光带(day glow tape)和在紫外光的激发下发出可见光的油墨。本申请所使用的表述“发光荧光体”,指的是任何发光元件,即任何具有发光材料的元件。

[0017] 发光材料可分类成下迁移(down-converting)材料,也就是将光子迁移到较低能级(更长的波长)的材料,或上迁移材料,也就是将光子迁移到较高能级(更短的波长)的材料。

[0018] 可通过向纯净的塑胶封装材料(例如,基于环氧树脂或硅树脂的材料)中加入前



述的发光材料来使得 LED 器件内包含发光材料,例如通过涂覆或混合工艺。

[0019] 例如,美国专利 6,963,166(Yano' 166)公开了一种传统的发光二极管灯,其包括发光二极管芯片、用以罩着该发光二极管芯片的子弹形透明壳体、提供电流给该发光二极管芯片的引线、以及用于将发光二极管芯片发出的光线反射到同一方向的杯形反射器,其中采用第一树脂部件封装该发光二极管芯片,然后用第二树脂部件进一步封装该第一树脂部件。根据 Yano' 166,可这样获得第一树脂部件:采用树脂材料填满杯形反射器,并在将发光二极管芯片安装到所述杯形反射器的底部上后使其凝固,然后通过金属线将该发光二极管芯片的阴极和阳极电连接到引线。根据 Yano' 166,将磷光体分散在所述第一树脂部件内,这样在受到发光二极管芯片发出的光线 A 激发后,磷光体可发出荧光(光线 B,光线 B 的波长比光线 A 更长)。光线 A 的一部分穿透包含磷光体的第一树脂部件,最后可获得光线 A 和 B 的混合光线 C,用于照明。

[0020] 从如上内容可知,“白光 LED”(也就是,可被感知成白色或近似白色的光线)可作为白炽灯的潜在替代品。白光 LED 灯的典型实施例包括由氮化镓(InGaN)或氮化镓(GaN)制成的蓝光二极管芯片的封装件,涂覆有磷光体,比如钇铝石榴石(YAG)。在这样一个 LED 灯中,蓝光二极管芯片可生成波长约为 450nm 的发射光线,在接收到该发射光线后,磷光体生成波峰为约 550nm 的黄色荧光。例如,在某些设计中,可这样制作白光二极管:在蓝光半导体发光二极管的光线出射面上形成陶瓷磷光体层。从发光二极管发出的蓝光的一部分穿过磷光体,一部分被磷光体吸收,使磷光体在受到激发后发出黄光。发光二极管发出的蓝光中直接穿透磷光体的部分和磷光体发出的黄光混合。观察者观察到的该黄光和蓝光的混合光线为白光。

[0021] 从如上内容可知,在另一类型的 LED 灯中,发出紫外光的发光二极管芯片与生成红(R)、绿(G)和蓝光线(B)的磷光体材料混合。在这样一种“RGBLED 灯”中,发光二极管芯片发出的紫外光激发磷光体材料,使得磷光体发出红、绿和蓝光线,当这些光线混合后,人眼看到的混合光线就是白光。因此,可得到作为三种光线的混合光的白光。

[0022] 现有技术中已经提出了将现有的 LED 封装件和其他电子器件组装到一个器件中的设计。在这样的设计中,封装的 LED 贴装到电路板上,电路板装配到散热器上,再将该散热器装配到具有所需驱动电子元件的装置外壳中。在很多例子中,还需要附加光学器件(仅次于封装件)。

[0023] 在用发光二极管取代其他光源(举例来说,白炽灯泡)的情况下,封装 LED 可与传统的灯具一起使用,例如如下灯具,所述固定装置包括有空心棱镜和与所述空心棱镜相连的基板,该基板具有传统的插座外壳,该插座外壳上有一个或多个与电源电连接的触头。例如,构建的 LED 灯泡包括一个电路板、装配在所述电路板上的多个封装 LED 和与所述电路板相连并适合与灯具的插座外壳相连的连接柱,从而所述多个 LED 可由电源点亮。

[0024] 使用具有改进能效、显色指数(CRI)、光效(lm/W)和/或服务周期的固态发光体例如发光二极管可在多种应用中提供白光的需要日渐增长。

## 发明内容

[0025] 现有的白光 LED 光源相对高效但具有较低的显色指数,Ra 一般低于 75,对红色的显示特别差,且对绿色的显示尤其差。这意味着与采用白炽灯或自然光照明相比,许多

事物,包括一般的人的肤色、食品、标签、绘画、海报、标志、服装、家居装饰、植物、花卉、汽车等,将显示出杂色或错误的颜色。通常情况下,这种白光LED灯的色温大约为5000K,虽然这对商业生产或广告和印刷材料的照明来说是较为理想的,但是对于普通照明来说,这样的温度是不适合的。

[0026] 某些所谓的“暖白光”LED具有对于室内使用来说更合适的温度(一般是2700-3500K)和较好的CRI(在黄色和红色磷光体混合的例子中Ra高达95),但是其光效比标准的白光LED低一半以上。

[0027] 有时在采用RGBLED灯照明时,有色物体并不显示其真实颜色。例如,当采用白光灯照射时仅反射黄光且看起来为黄色的物体,当采用由RGB LED灯具的红光和绿光LED灯发出的看起来是黄色的光线照射时,其看起来呈暗色并且是不能加强的(de-emphasized)。因此,这种灯被认为不能提供逼真的色彩复现,特别是当用于各种设施如普通照明时,更是如此。另外,绿光LED目前的光效很低,并因此降低了这些灯具的光效。

[0028] 使用具有多种色调的LED组件时,将同样需要采用光效不同的LED。其中包括一些低效的LED,这样会降低该系统的效率并显著地增加用于控制这些不同类型的LED并维持光线的色彩平衡的电路的复杂性和费用。因此,需要一种高效的固态白光光源,其结合有白光LED的光效和长使用寿命特点(也就是,避免使用相对低效的光源)并具有可接受的色彩温度和较好的显色指数、宽的色域和简单的控制电路。

[0029] 为了努力获得高光效和高CRI Ra,根据本发明提供了一种方法,包括:

[0030] 点亮第一组固态发光体,使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0031] 使用所述紫外光激发第一组发光荧光体和第二组发光荧光体,使得所述第一组发光荧光体中的每一个均发射主波长范围从大约430nm至大约480nm的光;而所述第二组发光荧光体中的每一个均发射主波长范围从大约555nm至大约585nm的光;

[0032] 其中:

[0033] 所述发射自所述照明装置由所述第一组发光荧光体发射的光和发射自所述照明装置的光由所述第二组发光荧光体发射的光在没有其它光线的情况下混合将产生具有色度坐标 $x, y$ 的第一组-第二组混合光照,该色度坐标 $x, y$ 定义了1931CIE色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的 $x, y$ 坐标为0.32,0.40,所述第二点的 $x, y$ 坐标为0.36,0.48,所述第三点的 $x, y$ 坐标为0.43,0.45,所述第四点的 $x, y$ 坐标为0.42,0.42,所述第五点的 $x, y$ 坐标为0.36,0.38。

[0034] 将所述混合光与橙光或红光组合,当所述橙光或红光与所述混合光组合时将产生感知为白光的光。

[0035] 此外,为了在获得出色光效率的同时获得高显色指数,提供了一些方法,包括:

[0036] 点亮第一组固态发光体,使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0037] 点亮第二组固态发光体,使得所述第二组固态发光体中的每一个均发射主波长范围从大约430nm至大约480nm的光;

[0038] 使用所述紫外光激发第一组发光荧光体,使得所述第一组发光荧光体中的每一个均发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

[0039] 其中:

[0040] 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光和发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

[0041] 将所述混合光与橙光或红光组合,当所述橙光或红光与所述混合光组合时将产生感知为白光的光。这里所用的表达“主波长”,根据其众所周知并被接受的含义是指光谱可以被感知的颜色,也就是光的产生最类似于观察光源发出的光时感知的色彩感觉的那种色彩感觉的单个波长(也就是,其大致类似于色调)。“至于峰值波长”,众所周知其是指光源的光谱功率分布的最大功率处的光谱线。因为人类的眼睛不能均等地感知所有的波长(其感知黄色和绿色强于红色和蓝色),同时因为多个固态发光体(如 LED)发射的光实际上是在一段波长范围内,所以感知的色彩(即主波长)并不是必须等于(并且常常是不同的)具有最高功率的波长(峰值波长)。真正的单色光例如激光具有相同的主波长和峰值波长。紫外光(Ultraviolet, UV)被定义为不可见,且因此无法按照主波长来定义。紫外光由波段或峰值波长或波长范围来定义。紫外光被定义为波长在 100nm 至 400nm 之间的光线。一些可见光的颜色例如深紫色或紫色,与紫外光的波长存在交叠(crossover)的。其交叠范围从 360nm 到 400nm。在这个范围内的光可以按照主波长或峰值波长定义。需要说明的是,用于表征由紫外光点亮或激发的光的任何波长都指的是峰值波长。

[0042] 因此,本发明的第一方面,提供了一种照明装置,包括:

[0043] 第一组固态发光体;

[0044] 第一组发光荧光体;和

[0045] 第二组发光荧光体;

[0046] 其中:

[0047] 所述第一组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0048] 所述第一组发光荧光体中的每一个如果被激发,将发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

[0049] 所述第二组发光荧光体中的每一个如果被激发,将发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

[0050] 如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮,(1)发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光和(2)发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光,在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和

第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为  $0.32, 0.40$ , 所述第二点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.48$ , 所述第三点的  $x, y$  坐标为  $0.43, 0.45$ , 所述第四点的  $x, y$  坐标为  $0.42, 0.42$ , 所述第五点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.38$ 。

[0051] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述照明装置还包括第三组发光荧光体,所述第三组发光荧光体如果被激发,将发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光。在一些这样的实施例中,如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第三组发光荧光体发射的光,在没有其它光线的情况下混合,将产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。

[0052] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述照明装置还包括第二组固态发光体,所述第二组固态发光体如果被点亮,将发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光。在一些这样的实施例中,如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮,且所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮,则(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。

[0053] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮,所述照明装置将发射具有显色指数至少为 85 的光,在一些实施例中至少为 90,在一些实施例中至少为 92,在一些实施例中至少为 95。

[0054] 在本发明的第二方面中,提供了一种照明装置,包括:

[0055] 第一组固态发光体;

[0056] 第二组固态发光体;和

[0057] 第一组发光荧光体;

[0058] 其中:

[0059] 所述第一组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0060] 所述第二组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射主波长范围从大约  $430\text{nm}$  至大约  $480\text{nm}$  的光;

[0061] 所述第一组发光荧光体中的每一个如果被激发,将发射主波长范围从大约  $555\text{nm}$  至大约  $585\text{nm}$  的光;

[0062] 如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮且所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光在没有其它光线的情况下混合产

生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

[0063] 在根据本发明这一方面的一些实施例中, 所述照明装置进一步包括第二组发光荧光体, 且如果所述第二组发光荧光体被激发, 将发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些实施例中, 如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮, 且所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮, (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光, (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光, 和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆 (或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆) 内。在根据本发明这一方面的一些实施例中, 所述照明装置进一步包括第三组固态发光体, 且如果所述第三组固态发光体被点亮, 将发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些实施例中, 如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮, 所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮, 且所述第三组固态发光体中的每一个均被点亮, (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光, (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光, 和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第三组固态发光体发射的光, 将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆 (或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆) 内。在根据本发明的这一方面的一些实施例中, 如果所述第一组固态发光体中的每一个均被点亮, 且所述第二组固态发光体中的每一个均被点亮, 则所述照明装置将发射具有显色指数至少为 85 的光, 在一些实施例中至少为 90, 在一些实施例中至少为 92, 在一些实施例中至少为 95。

[0064] 在本发明的第三方面, 提供了一种照明装置, 包括:

[0065] 第一组固态发光体;

[0066] 第一组发光荧光体;

[0067] 第二组发光荧光体; 和

[0068] 至少第一电源线,

[0069] 其中:

[0070] 所述第一组固态发光体中的每一个如果被点亮, 将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0071] 所述第一组发光荧光体中的每一个如果被激发, 将发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

[0072] 所述第二组发光荧光体中的每一个如果被激发, 将发射主波长范围从大约 555nm

至大约 585nm 的光；

[0073] 如果给所述第一电源线供电,则 (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32,0.40,所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36,0.48,所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43,0.45,所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42,0.42,所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36,0.38。

[0074] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述照明装置还包括第三组发光荧光体,所述第三组发光荧光体如果被激发,将发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些这样的实施例中,如果给所述第一电源线供电,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光,和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第三组发光荧光体发射的光,在没有其它光线的情况下,将混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述照明装置还包括第二组固态发光体,所述第二组固态发光体如果被点亮,将发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些这样的实施例中,如果给所述第一电源线供电,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光,和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。在本发明的第四方面中,提供了一种照明装置,包括:

[0075] 第一组固态发光体;

[0076] 第二组固态发光体;

[0077] 第一组发光荧光体;和

[0078] 至少第一电源线,

[0079] 其中:

[0080] 所述第一组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0081] 所述第二组固态发光体中的每一个如果被点亮,将发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

[0082] 所述第一组发光荧光体中的每一个如果被激发,将发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

[0083] 如果给所述第一电源线供电,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光

体发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

[0084] 在根据本发明这一方面的一些实施例中, 所述照明装置进一步包括第二组发光荧光体, 且如果所述第二组发光荧光体被激发, 将发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些实施例中, 如果给所述第一电源线供电, (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光, (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光, 和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆 (或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆) 内。

[0085] 在根据本发明这一方面的一些实施例中, 所述照明装置进一步包括第三组固态发光体, 且如果所述第三组固态发光体被点亮, 将发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些实施例中, 如果给所述第一电源线供电, (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光, (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光, 和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第三组固态发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆 (或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆) 内。在根据本发明的第五方面中, 提供了一种封装固态发光体, 包括:

[0086] 第一固态发光体;

[0087] 第一组发光荧光体; 和

[0088] 第二组发光荧光体;

[0089] 其中:

[0090] 所述第一固态发光体如果被点亮, 将发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0091] 所述第一组发光荧光体中的每一个如果被激发, 将发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

[0092] 所述第二组发光荧光体中的每一个如果被激发, 将发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

[0093] 如果所述第一固态发光体被点亮, (1) 发射自所述封装固态发光体的由所述第一组发光荧光体发射的光和 (2) 发射自所述封装固态发光体的由所述第二组发光荧光体发射的光, 在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照, 该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点, 所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点

连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为  $0.32, 0.40$ , 所述第二点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.48$ , 所述第三点的  $x, y$  坐标为  $0.43, 0.45$ , 所述第四点的  $x, y$  坐标为  $0.42, 0.42$ , 所述第五点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.38$ 。

[0094] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述封装固态发光体还包括第三组发光荧光体。所述第三组发光荧光体如果被激发,将发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光。在一些这样的实施例中,如果所述第一固态发光体被点亮,(1) 发射自所述封装固态发光体的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述封装固态发光体的由所述第二组发光荧光体发射的光和 (3) 发射自所述封装固态发光体的由所述第三组发光荧光体发射的光,将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。在本发明的第六方面中,提供了一种照明方法,包括

[0095] 点亮第一组固态发光体,使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0096] 激发第一组发光荧光体,使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射主波长范围从大约  $430\text{nm}$  至大约  $480\text{nm}$  的光;

[0097] 激发第二组发光荧光体,使得所述第二组发光荧光体中的每一个均发射主波长范围从大约  $555\text{nm}$  至大约  $585\text{nm}$  的光;

[0098] 其中:

[0099] (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组-第二组混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为  $0.32, 0.40$ , 所述第二点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.48$ , 所述第三点的  $x, y$  坐标为  $0.43, 0.45$ , 所述第四点的  $x, y$  坐标为  $0.42, 0.42$ , 所述第五点的  $x, y$  坐标为  $0.36, 0.38$ 。

[0100] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第一组固态发光体发出的光激发所述第一组发光荧光体。

[0101] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第一组固态发光体发出的光激发所述第二组发光荧光体。

[0102] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第一组固态发光体发出的光线激发所述第一组发光荧光体和所述第二组发光荧光体。

[0103] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第一组发光荧光体发出的光激发至少一些所述第二组发光荧光体。

[0104] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述方法还包括激发第三组发光荧光体,使得所述第三组发光荧光体发射主波长范围在从大约  $600\text{nm}$  至大约  $630\text{nm}$  的光。在一些这样的实施例中,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发



射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第三组发光荧光体发射的光,将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆 (或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆) 内。在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述方法还包括点亮第二组固态发光体,使所述第二组固态发光体中的每一个均发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些这样的实施例中,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光和 (3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆 (或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆) 内。在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述照明装置发出的混合光照的显色指数至少为 85,在一些实施例中至少为 90,在一些实施例中至少为 92,在一些实施例中至少为 95。

[0105] 在本发明的第七方面中,提供了一种照明方法,包括

[0106] 点亮第一组固态发光体,使得所述第一组固态发光体中的每一个均发射具有紫外范围内的峰值波长的光;

[0107] 点亮第二组固态发光体,使得所述第二组固态发光体中的每一个均发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光;

[0108] 激发第一组发光荧光体,使得所述第一组发光荧光体中的每一个均发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光;

[0109] 其中:

[0110] (1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,和 (2) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的第一组 - 第二组混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。

[0111] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第一组固态发光体发出的光激发所述第一组发光荧光体。

[0112] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第二组固态发光体发出的光激发至少一些所述第一组发光荧光体。

[0113] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,从所述第一组固态发光体发出的光激发一些所述第一组发光荧光体,而从所述第二组固态发光体发出的光激发一些所述第二组发光荧光体。

[0114] 在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述方法还包括激发第二组发光荧光

体,使得所述第二组发光荧光体发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些这样的实施例中,,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光和(3) 发射自所述照明装置的由所述第二组固态发光体发射的光,将在没有其它光线的情况下混合产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述方法还包括点亮第三组固态发光体,使所述第三组固态发光体中的每一个均发射主波长范围在从大约 600nm 至大约 630nm 的光。在一些这样的实施例中,(1) 发射自所述照明装置的由所述第一组发光荧光体发射的光,(2) 发射自所述照明装置的由所述第二组发光荧光体发射的光和(3) 发射自所述照明装置的由所述第三组固态发光体发射的光,在没有其它光线的情况下混合将产生具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义的点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的四十个麦克亚当椭圆(或二十个麦克亚当椭圆、十个麦克亚当椭圆、五个麦克亚当椭圆或三个麦克亚当椭圆)内。在根据本发明的这一方面的一些实施例中,所述照明装置发出的混合光照的显色指数至少为 85,在一些实施例中至少为 90,在一些实施例中至少为 92,在一些实施例中至少为 95。

[0115] 本发明还涉及照明包围空间(其内部空间可以被均匀或非均匀的照亮),包括封闭空间以及至少一个根据本发明的照明装置,其中,所述照明装置将照射所述封闭空间的至少一部分(均匀或非均匀)。

[0116] 本发明还涉及建筑结构,包括表面和至少一个本文所述的照明装置,其中如果一个或多个固态发光体被点亮(或如果给一根或多根电源线供电),所述照明装置将照射所述表面的至少一部分。

[0117] 本发明还涉及一块受到照射的区域,包括从由以下项构成的组中选择的至少一个项目:建筑、游泳池或温泉浴场、房间、仓库、方向灯、路面、停车场、车辆、标识、道路标识、广告牌、大船、玩具、镜子、容器、电子设备、小艇、航行器、露天大型运动场、计算机、远程音频设备、远程视频设备、手机、树、窗户、液晶显示屏、洞穴、隧道、庭院和灯柱等等,在它们之中或之上安装了至少一个本文中所述的照明装置。

[0118] 在根据本发明的一些实施例中,照明装置还包括至少一个增设的白色固态发光体,也就是,可发射可感知为白光或近似白光的光的装置(例如包含至少一个 LED 芯片和/或至少一个发光荧光体的封装的 LED,当所述发光二极管和/或发光荧光体被点亮或激发时,将发射可感知为白光或近似白光的组合光,如由蓝色 LED 芯片和黄色发光荧光体组成的封装 LED),其中所述一个或多个增设的白色固态发光体中的每一个均发出具有色度坐标  $x, y$  的混合光照,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由上述定义的第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点。

[0119] 在根据本发明的一些实施例中,第一组-第二组混合光照具有色度坐标  $x, y$ ,该色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段围成的第一子区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标

为 0.41, 0.455, 所述第四点的 x, y 坐标为 0.36, 0.48 (或者所述第一点的 x, y 坐标为 0.376, 0.487, 所述第二点的 x, y 坐标为 0.407, 0.470, 所述第三点的 x, y 坐标为 0.359, 0.384, 所述第四点的 x, y 坐标为 0.326, 0.391; 或者所述第一组 - 第二组混合光照位于一子区域内, 所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.373 至大约 0.383, y 坐标的范围在大约 0.441 至大约 0.451; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.454 至大约 0.464, y 坐标的范围在大约 0.407 至大约 0.417; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.367 至大约 0.377, y 的范围在大约 0.431 至大约 0.441; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.443 至大约 0.453, y 坐标的范围在大约 0.402 至大约 0.412; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.363 至大约 0.373, y 坐标的范围在大约 0.423 至大约 0.433; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.435 至大约 0.445, y 坐标的范围在大约 0.398 至大约 0.408; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.352 至大约 0.362, y 坐标的范围在大约 0.403 至大约 0.413; 或者所述子区域的 x 坐标的范围从大约 0.406 至大约 0.416, y 坐标的范围在大约 0.388 至大约 0.398)。

[0120] 所述固态发光体可以是饱和或不饱和的。这里所使用的术语“饱和”是指纯度至少为 85%, 术语“纯度”的含义是本领域技术人员众所周知的, 且计算纯度的过程也是本领域技术人员众所周知的。

[0121] 本发明的各个方面可在 1931CIE (国际照明委员会) 色度图或 1976CIE 色度图上表示出来。图 1 示出了 1931CIE 色度图。图 2 示出了 1976CIE 色度图。图 3 示出了 1976CIE 色度图的放大部分以更详细地显示黑体轨迹。本领域技术人员都熟悉这些图, 并且这些图都是很容易得到的 (例如, 可通过在因特网上检索 CIE 色度图获得)。

[0122] CIE 色度图以两个 CIE 参数 x 和 y (在 1931 图的例子中) 或 u, 和 v, (在 1976 图的例子中) 的形式绘制出了人类颜色感知。例如, 对于 CIE 色度图的技术描述, 可参见“物理科学与技术百科全书”卷 7, 230-231, 罗伯特等著, 1987 (“Encyclopedia of Physical Science and Technology”, vol. 7, 230-231, Robert AMeyers ed., 1987)。光谱色分布在轮廓空间的边缘周围, 其包括所有人眼可感知的所有颜色。边界线表示光谱色的最大饱和度。如上所知, 1976CIE 色度图与 1931CIE 色度图类似, 其区别在于 1976 色度图中相似的距离表示相似的感知色差。

[0123] 在 1931 图中, 可采用坐标来表示从图上一个点的偏移, 或者为了对感知的色差的程度给出指示, 可采用麦克亚当椭圆 (MacAdam ellipses) 来表示从图上一个点的偏移。例如, 定义为与 1931 图上的特定的坐标组定义出的特定色调 (hue) 相距 10 个麦克亚当椭圆的多个位点的轨迹, 由感知为与该特定色调相差相同程度的多个色调组成 (并且对于定义为与特定色调相距其它数量的麦克亚当椭圆的位点轨迹, 也是如此)。

[0124] 由于 1976 图上的相似距离表示相似的感知色差, 从 1976 图上一点的偏移可以坐标 u, 和 v, 的形式表示, 举例来说, 到该点的距离 =  $(\Delta u'^2 + \Delta v'^2)^{1/2}$ , 并且由与特定色调相距相同距离的点的轨迹定义出的色调, 由分别与该特定色调具有相同程度感知差的多个色调组成。

[0125] 很多书籍和出版物中详细地解释了图 1-3 中示出的色度坐标和 CIE 色度图, 如巴勒特的《荧光灯磷光体》的 98-107 页, 宾西法尼亚州大学出版社, 1980 (K. H. Butler, “Fluorescent Lamp Phosphors”, The Pennsylvania State University

Press 1980), 布勒斯等的《发光材料》的 109-110 页, 施普林格, 1994 (G. Blasse et al., " Luminescent Materials", Springer-Verlag 1994), 在此全文引用以作参考。

[0126] 沿黑体轨迹的色度坐标 (也就是, 色点) 遵循普朗克 (Planck) 公式  $E(\lambda) = A\lambda^{-5}/(e^{(B/\lambda T)} - 1)$ , 其中  $E$  是发射强度,  $\lambda$  是发射波长,  $T$  是黑体的颜色温度,  $A$  和  $B$  是常数。位于黑体轨迹上或附近的色度坐标发出适合人类观察者的白光。1976CIE 图包括沿着黑体轨迹的温度列表。该温度列表出了引起该温度上升的黑体辐射源的色彩轨迹。当受热物体开始发出可见光时, 其首先发出红光, 然后是黄光, 接着是白光, 最后是蓝光。会发生这种情况是因为与黑体辐射源的辐射峰值相关的波长会随着温度的升高而变短, 这符合维恩位移定理 (Wien Displacement Law)。这样, 可采用色温的形式来描述可发出位于黑体轨迹上或附近光线的发光体。

[0127] 参照本发明的附图和以下详细说明, 可以对本发明进行更全面的理解。

### 附图说明

[0128] 图 1 是 1931CIE 色度图;

[0129] 图 2 是 1976 色度图;

[0130] 图 3 是 1976CIE 色度图的放大部分, 用于更详细地显示黑体轨迹;

[0131] 图 4 是根据本发明的照明装置的第一实施例的示意图。

[0132] 图 5 是图 4 所示实施例中封装 LED 16a 的截面图;

[0133] 图 6 是根据本发明的照明装置的第二实施例的示意图;

[0134] 图 7 是图 6 所示实施例中封装 LED 19a 的截面图;

[0135] 图 8 是根据本发明的照明装置的第三实施例的示意图;

[0136] 图 9 是根据本发明的照明装置的第四实施例的示意图;

[0137] 图 10 是根据本发明的照明装置的第五实施例的示意图;

[0138] 图 11 是图 10 所示实施例中封装 LED 45 的截面图;

[0139] 图 12 是图 8 所示装置中部分电路的电气线路图;

[0140] 图 13 是 1931CIE 色度图上由本文中所述的第一、第二、第三、第四和第五线段围成的区域的示意图。

### 具体实施方式

[0141] 下面将参照附图更全面地描述本发明, 附图中显示了本发明的实施例。然而, 本发明不应当解释为受这里所阐述的实施例的限制。相反, 提供这些实施例目的是使本公开透彻和完整, 并且对于本领域的技术人员而言这些实施例将会更完整地表达出本发明的范围。通篇相同的标号表示相同的单元。如这里所述的术语“和 / 或”包括任何和所有一个或多个列出的相关项的组合。

[0142] 这里所用的术语仅是为了描述特定实施例, 而不用于限制本发明。如所用到的单数形式“一个”, 除非文中明确指出其还用于包括复数形式。还将明白术语“包括”和 / 或“包含”在用于本说明时描述存在所述的特征、整数、步骤、操作、单元和 / 或元件, 但不排除还存在或附加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、单元、元件和 / 或其组合。

[0143] 当一个单元如层、区域或衬底在这里表述为“位于另一单元之上”或“延伸到另一

单元之上”时,它也可直接位于另一单元之上或直接延伸到另一单元之上,或者也可出现居间单元(intervening element)。相反,当一个单元在这里表述为“直接位于另一单元之上”或“直接延伸到另一单元之上”时,则表示没有居间单元。此外,当一个单元在这里表述为“连接”或“耦合”到另一单元时,它也可直接连接或耦合到另一单元,或者也可出现居间单元。相反,当一个单元在这里表述为“直接连接”或“直接耦合”到另一单元时,则表示没有居间单元。

[0144] 虽然术语“第一”、“第二”等这里可用来描述各种单元、元件、区域、层、部分和 / 或参数,但是这些单元、元件、区域、层、部分和 / 或参数不应当由这些术语来限制。这些术语仅用于将一个单元、元件、区域、层或部分与另一个区域、层或部分区分开。因此,在不背离本发明的示教情况下,以下讨论的第一单元、元件、区域、层或部分可称为第二单元、元件、区域、层或部分。

[0145] 此外,相对术语(relative term)如“下部”或“底部”以及“上部”或“顶部”这里可用来描述如图所示一个单元与另一单元的关系。除了图中所示的装置的那些朝向之外,这些相对术语还用于包含其他不同的朝向。例如,如果图中所示的装置翻转过来,则描述为在其他单元“下”侧上的单元方向变为在其他单元的“上”侧。因此根据附图的特定朝向示范性术语“下”可包含“上”和“下”两个朝向。同样,如果附图之一的装置翻转过来,则描述为在“在其他单元之下”或“在其他单元下面”的单元的方向变为“在其他单元之上”。因此示范性术语“在...下”可包含上面和下面两个朝向。

[0146] 表达“430nm 至 480nm 固态发光体”是指被点亮时将发射主波长范围在从大约 430nm 至 480nm 的光的任何固态发光体。

[0147] 表达“600nm 至 630nm 固态发光体”是指被点亮时将发射主波长范围在从大约 600nm 至 630nm 的光的任何固态发光体。

[0148] 表达“555nm 至 585nm 固态发光体”是指被点亮时将发射主波长范围在从大约 555nm 至 585nm 的光的任何固态发光体。

[0149] 在表达“如果给所述第一电源线供电”中所使用的术语“电流”是指足以使固态发光体发出具有本文中所描述的相应范围主波长或峰值波长的光的电流。

[0150] 表述“直接或可切换电连接”意指“直接电连接”或“可切换电连接”。一个。

[0151] 在此,表述一个或多个固态发光体“电连接”到电源线中的意指可通过将电流提供给电源线从而将电流提供给所述固态发光体。

[0152] 在此,表述一个或多个开关电连接到电源线意指如果开关(或多个开关)闭合,电流将流过所述电源线,如果开关(或多个开关)断开,电流将不能流过所述电源线。

[0153] 某一装置中的两个组件为“可切换地电连接”的陈述,是指两个组件之间设有开关,且该开关可以选择闭合或断开。其中,如果闭合开关则两个组件电连接,而如果断开开关(即在开关断开的任何时期)则这两个组件没有电连接。

[0154] 在提到固态发光体时,本申请中所用的表述“点亮”(或“被点亮”)指的是提供给该固态发光体至少一部分电流以使它发出至少一些光。表达“被点亮”包括以下情形:当固态发光体连续发光或以一定速率间断发光使得人眼将其感知为连续发光;或者当相同颜色或不同颜色的多个固态发光体间断和 / 或交替发光(时间上有重叠或没有重叠)发光使得人眼将它们感知为连续发光(以及在发出不同颜色的情况下将它们感知为那些颜色的混

合)。

[0155] 这里所用的表述“受到激发”在指荧光体时含义是至少一些电磁辐射(如可见光、紫外(UV)光或红外光)正在与该荧光体反应,使得该荧光体发出至少一些光。表述“受到激发”包含以下情形:荧光体连续发光或以一定速率间断发光使得人眼将其感知为连续发光,或相同颜色或不同颜色的多个荧光体间断和/或交替(时间上有重叠或没有重叠)发光使得人眼将它们感知为连续发光(以及在发出不同颜色的情况下将它们感知为那些颜色的混合)。

[0156] 这里所用的表达“照明装置”除了它能发光之外不具有任何限制性。即照明装置可以是照射一定面积或容积(如建筑物、游泳池或温泉区、房间、仓库、方向灯(indicator)、路面、停车场、车辆、告示牌例如路面标记、广告牌、大船、玩具、镜面、容器、电子设备、小艇、航行器、运动场、计算机、远端音频装置、远端视频装置、蜂窝电话、树、窗户、LCD显示屏、洞穴、隧道、院子、街灯柱等)的装置,或照射一包围空间的一个装置或一系列装置,或用于边缘照明或背面照明的装置(如背光广告、标志、LCD显示),灯泡替代品(bulb replacement,例如取代AC白炽灯、低电压灯、荧光灯等),用于室外照明的灯具,用于安全照明的灯具,用于住宅外照明的灯具(壁式,柱/杆式),天花板灯具/壁式烛台,柜下照明设备,灯(地板和/或餐桌和/或书桌),风景照明设备、跟踪照明设备(track lighting)、作业照明设备、专用照明设备、吊扇照明设备、档案/艺术显示照明设备、高振动/撞击照明设备-工作灯等,镜面/梳妆台照明设备(mirrors/vanity lighting)或任何其他发光装置。

[0157] 在这里所描述的任何照明装置中,提到某“组”固态发光体(例如“第一组固态反光体”)时,这个组可以由单个固态发光体或多个固态发光体组成。同样,提到某“组”发光荧光体(例如“第一组发光荧光体”)时,这个组可以由单个发光荧光体或多个发光荧光体组成。

[0158] 除非另有定义,这里所用的所有术语(包括科学和技术术语)的含义与本发明所属领域的普通技术人员普遍理解的含义相同。还应进一步明白,如常规使用的词典里定义的那些术语将解释为其含义与它们在相关领域以及本发明的上下文环境中的含义相一致,除非本文明确定义外不会从理想或过度形式化(formal sense)的层面上理解。

[0159] 在这里所描述的任何照明装置中,照明装置内包含的元件的任意组合可以封装在一起(例如LED封装)。例如,根据本发明第一或第三方面的照明装置的一些实施例包括封装件,该封装件包括任何所述第一组固态发光体、所述第一组发光荧光体、第二组发光荧光体和第三组发光荧光体(如果存在)中的一个或多个,例如:(1)所述第一组固态发光体中的至少一个和所述第一组发光荧光体中的至少一个,(2)所述第一组固态发光体中的至少一个和所述第二组发光荧光体中的至少一个,(3)所述第一组固态发光体中的至少一个、所述第一组发光荧光体中的至少一个和所述第二组发光荧光体中的至少一个。根据本发明的第一或第三方面的包含第三组发光荧光体的一些实施例包括:(1)所述第一组固态发光体中的至少一个和所述第三组发光荧光体中的至少一个,(2)所述第一组固态发光体中的至少一个、所述第一组发光荧光体中的至少一个和所述第三组发光荧光体中的至少一个,(3)所述第一组固态发光体中的至少一个、所述第二组发光荧光体中的至少一个和所述第三组发光荧光体中的至少一个,或(4)所述第一组固态发光体中的至少一个、所述第一组发光

荧光体中的至少一个、所述第二组发光荧光体中的至少一个和所述第三组发光荧光体中的至少一个。同样,根据本发明第二或第四方面的照明装置的一些实施例可以包括封装件,该封装件包括任何所述第一组固态发光体、所述第二组固态发光体、所述第一组发光荧光体以及第二组发光荧光体(当存在时)中的一个或多个。

[0160] 在根据本发明的每个照明装置中包含的发光荧光体,都能够被由该装置中包含的任何固态发光体发射的任何光线和/或该装置中包含的其它的任何发光荧光体发射的任何光线所激发。可以很容易的想到多种方案,且所述这些方案都被本发明所涵盖。例如,在某一包含单个固态发光体、第一发光荧光体、第二发光荧光体和第三发光荧光体的装置中,所述发光荧光体可定位(和堆叠)成使得由所述固态发光体发出的一些光线穿过第一发光荧光体和第二发光荧光体并激发第三发光荧光体。可选地,由所述固态发光体发射的全部光线可以被所述第一发光荧光体或第二发光荧光体所吸收(因此激发第一发光荧光体和第二发光荧光体,并使得第一发光荧光体和第二发光荧光体发光),或者由所述固态发光体发射的全部光线可以被所述第一发光荧光体所吸收(因此激发第一发光荧光体并使得第一发光荧光体发光)。同样,由所述第一发光荧光体发射的一些或全部光线(由于吸收固态发光体发射的一些或全部光线而被激发)可以被第二发光荧光体所吸收或者穿过所述第二发光荧光体,而所述第一发光荧光体发射的穿过第二发光荧光体的一些或全部光线可以被所述第三发光荧光体吸收。同样地,由所述第二发光荧光体发射的一些或全部光线(由于吸收固态发光体发射光线和/或第一发光荧光体发射的光线而被激发)可以被第三发光荧光体所吸收或者穿过所述第三发光荧光体。可选地,所述发光荧光体可安装成可以使得所述固态发光体发射的光线首先接触到第二发光荧光体或第三发光荧光体(随后接触其它两个发光荧光体中的任一个),或者接触这两个发光荧光体的任何组合而不先穿过任何其它发光荧光体,或者接触这两个发光荧光体中的每一个而不先穿过任何其它发光荧光体。此外,可以有多个固态发光体,和/或多个第一发光荧光体、第二发光荧光体和/或第三发光荧光体,这些固态发光体和发光荧光体以任何需要的方式安装使得它们中的每一个发射的部分或全部光线与任何需要的组件接触,或不与任何其它组件接触而直接射出照明装置。

[0161] 作为典型实例,在本发明的第一和第三方面的一些实施例中:

[0162] 照明装置包括至少第一封装固态发光体和第二封装固态发光体,

[0163] 所述第一封装固态发光体包括第一组固态发光体的第一部分以及第一组发光荧光体的第一部分;而

[0164] 所述第二封装的固态发光体包括所述第一组固态发光体的第二部分和所述第二组发光荧光体的第一部分。

[0165] 作为进一步的典型实例,在本发明的第一和第三方面的一些实施例中,

[0166] 所述照明装置包括至少第一封装固态发光体、第二封装固态发光体和第三封装固态发光体,

[0167] 所述第一封装固态发光体包括第一组固态发光体的第一部分以及第一组发光荧光体的第一部分;

[0168] 所述第二封装固态发光体包括所述第一组固态发光体的第二部分和所述第二组发光荧光体的第一部分;

[0169] 所述第三封装固态发光体包括所述第一组固态发光体的第三部分和所述第三组发光荧光体的第一部分。

[0170] 根据本发明的装置中采用的固态发光体和发光荧光体（或多个发光荧光体），可以从任何本领域技术人员熟知的固态发光体和发光荧光体中选择。本领域技术人员已知并能够获得多种这样的固态发光体和发光荧光体，且可以采用它们中的任何一种或多种。例如，可用于实现本发明的固态发光体和发光荧光体在以下文献中有所描述：

[0171] 于2005年12月22日提交的、申请号为60/753138、题为“照明装置”（发明人：Gerald H. Negley；代理备审案号931\_003PRO）的美国专利申请，以及于2006年12月21日提交的、申请号为11/614180的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0172] 于2006年4月24日提交的、申请号为60/794379、题为“通过空间上分离荧光粉薄膜来移动LED中的光谱内容（spectral content）”（发明人：Gerald H. Negley和Antony Paul van de Ven；代理备审案号931\_006PRO）的美国专利申请，以及于2007年1月19日提交的、申请号为11/624811的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0173] 于2006年5月26日提交的、申请号60/808702、题为“照明装置”（发明人：Gerald H. Negley和Antony Paul van de Ven；代理备审案号931\_009PRO）的美国专利申请，以及于2007年5月22日提交的、申请号为11/751982的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0174] 于2006年5月26日提交的、申请号60/808925、题为“固态发光装置及其制造方法”（发明人：Gerald H. Negley和Neal Hunter；代理备审案号931\_010PRO）的美国专利申请，以及于2007年5月24日提交的、申请号为11/753103的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0175] 于2006年5月23日提交的、申请号60/802697、题为“照明装置及其制造方法”（发明人：Gerald H. Negley；代理备审案号931\_011PRO）的美国专利申请，以及于2007年5月22日提交的、申请号为11/751990的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0176] 于2006年5月20日提交的、申请号60/793524、题为“照明装置及其照明方法”（发明人：Gerald H. Negley和Antony Paul van de Ven；代理备审案号931\_012PRO）的美国专利申请，以及于2007年4月18日提交的、申请号为11/736761的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0177] 于2006年8月23日提交的、申请号60/839453、题为“照明装置及照明方法”（发明人：Antony Paul van de Ven和Gerald H. Negley；代理备审案号931\_034PRO）的美国专利申请，以及于2007年8月22日提交的、申请号为11/843243的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0178] 于2006年10月12日提交的、申请号60/851230、题为“照明装置及其制造方法”（发明人：Gerald H. Negley；代理备审案号931\_041PRO）的美国专利申请，以及于2007年10月11日提交的、申请号为11/870679的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；

[0179] 于2007年5月8日提交的、申请号60/916608、题为“照明装置及其照明方法”（发明人：Antony Paul van de Ven和Gerald H. Negley；代理备审案号931\_072PRO）的美国专利申请，其全部内容通过引用结合于此；



[0180] 于2008年1月22日提交的、申请号12/017676、题为“具有一个或多个发光体的照明装置及其制备方法”(发明人:Gerald H. Negley和Antony Paul vande Ven;代理备审案号931\_079NP)的美国专利申请,以及于2007年10月26日提交的、申请号为60/982900(发明人:Gerald H. Negley和Antony Paulvan de Ven;代理备审案号931\_079PRO)的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0181] 这种类型的固态发光体的例子包括无机LED和有机LED,其中大部分都是本领域中众所周知的。所述一种或多种发光材料可以是下迁移材料或者上迁移材料,或者可以是两者的结合。例如,所述一种或多种发光材料可以选自磷光体、闪烁物质、日辉光带(day glow tape)和在紫外光的激发下发出可见光的油墨等。

[0182] 所述一种或多种发光材料可以以任何期望的形式提供。例如,发光元件可以嵌入在树脂(即聚合物矩阵)中,如有机硅材料,环氧树脂材料,玻璃材料或金属氧化物材料。

[0183] 所述一个或多个发光荧光体,分别(每个都)可以是各种发光荧光体,如上所述,其中的大部分已经为本领域技术人员所知悉。例如,一个或多个发光荧光体中的每一个可以包括(或可基本上由下述物质组成,或可由下述物质组成)一个和多个磷光体。所述一个或多个发光荧光体中的每一个,如果需要的话,还可进一步包括(或基本上由下述物质组成,或由下述物质组成)一种或多种高度透射(如透明或大致透明或稍稍漫射)的黏合剂,如由环氧树脂、硅树脂、玻璃、金属氧化物或任何其他适合的材料组成(例如,任何给定的发光荧光体包括一种或多种黏合剂,一种或多种磷光体可分散在该一种或多种黏合剂内)。例如,发光荧光体越厚,磷光体的百分比可能越低。然而,基于发光荧光体的整体厚度,磷的重量百分比通常可以为任何值,例如从0.1% wt至100% wt(例如,将纯磷在热等静压工艺下制成的发光荧光体)。

[0184] 根据本发明的一些实施例包括单个发光荧光体,而其它一些实施例则包括多个发光荧光体。当存在多个发光荧光体时,这些发光荧光体可以被间隔开来和/或按任何要求进行排列。例如,第一组发光荧光体可以由单个第一组发光荧光体组成,而第二组发光荧光体可以由单个第二组发光荧光体组成。可选地,第一组发光荧光体和第二组发光荧光体可以共同由单个发光荧光体组成(即“第一组-第二组发光荧光体”)。在其它实施例中,照明装置可以包括至少第一混合发光荧光体,所述第一混合发光荧光体包括所述第一组发光荧光体中的至少一个以及所述第二组发光荧光体中的至少一个。例如,在激发时可发射此处指定的不同波长范围的光的两种或多种类型的发光粉末可以混合到一起并嵌入到单个密封结构中和/或占据单个密封结构中的不同区域。类似地,两个或多个发光件可占据单个发光荧光体的不同区域,其中每一个发光件可包括在激发时可发射此处指定的不同波长范围的光的两种或多种类型的发光粉末。

[0185] 所述一个或多个发光荧光体可以分别(每个都)可以进一步包括任何数量的已知添加剂如扩散体、散射体、着色剂等。

[0186] 在根据本发明的某些实施例中,一个或多个LED芯片可以和一个或多个发光荧光体一起被包含在同一封装件内。所述在封装件内的一个或多个发光荧光体能与同在封装件内的一个或多个LED芯片被间隔开来,从而提高光转换效率,如2005年12月22日提交的、申请号为60/753138、题为“照明装置”(发明人:Gerald H. Negley;代理备审案号931\_003PRO)的美国专利申请以及于2006年12月21日提交的、申请号为11/614180的美

国专利申请,其全部内容通过引用结合于此。

[0187] 在本发明的某些具体实施例中,可以采用两个或多个的发光荧光体,所述两个或多个发光荧光体可互相间隔开来,如 2006 年 4 月 24 日提交的、申请号为 60/794379、题为“通过空间上分离荧光粉薄膜来移动 LED 中的光谱内容 (spectral content)”(发明人: Gerald H. Negley 和 Antony Paul van de Ven;代理备审案号 931\_006PRO) 的美国专利申请,以及于 2007 年 1 月 19 日提交的、申请号为 11/624811 的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此。

[0188] 在本发明的一些实施例中,可将一组并联的固态发光体串(也就是,设置成彼此并联的两个或多个固态发光体串)与电源线串联安装,使得电流通过电源线给每排固态发光体串的每一个供电。这里所使用的术语“串”是指至少两个固态发光体以串联的形式电连接。在一些这样的实施例中,每串中的固态发光体可不同于与其相邻的串,例如第一串包括第一比例的 600 到 630nm 固态发光体,且第二串包括第二比例(不同于第一比例)的 430 到 480nm 的固态发光体。作为代表性实施例,第一和第二串可分别包括单独(100%)430 到 480nm 的固态发光体,且第三串包括 50%的 430 到 480nm 的固态发光体和 50%的 600 到 630nm 固态发光体这三串中的每一个都电连接到共同的电源线上)。通过这样做,就可以轻松地调整各个波长光线的相对强度,从而有效地在 CIE 图上进行定位和/或对其其它变化进行补偿。例如,如果有必要可以增加红光的强度,从而补偿由 600nm 至 630nm 的固态发光体所产生的任何光强的降低。

[0189] 在本发明的一些实施例中,进一步配备了一个或多个电流调节器,其直接或可切换电连接到一个或多个串单独的固态发光体串上。因此,电流调节器可以调节供应到一个或多个固态发光体串上的电流。在一些这样的实施例中,电流调节器自动进行调节,以保持混合光照位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上至少一个点的 40 个麦克亚当椭圆内(或 20 个麦克亚当椭圆,或 10 个麦克亚当椭圆内,或 5 个麦克亚当椭圆或 3 个麦克亚当椭圆)关于本申请中描述的任何混合光,根据其到 1931CIE 色度图上的黑体轨迹的邻近度(例如,麦克亚当椭圆内),本发明还涉及与黑体轨迹上具有 2700K、3000K 或 3500K 色温的光线邻近的混合光,即:

[0190] 该混合光的色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接至第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.4578, 0.4101, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.4813, 0.4319, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.4562, 0.4260, 第四点的  $x, y$  坐标为 0.4373, 0.3893, 第五点的  $x, y$  坐标为 0.4593, 0.3944(即接近 2700K);或者

[0191] 该混合光的色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接至第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.4338, 0.4030, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.4562, 0.4260, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.4299, 0.4165, 第四点的  $x, y$  坐标为 0.4147, 0.3814, 第五点的  $x, y$  坐标为 0.4373,

0.3893(即接近 3000K);或者

[0192] 该混合光的色度坐标  $x, y$  定义了 1931CIE 色度图上由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段围成的区域内的点,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接至第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.4073,0.3930,所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.4299,0.4165,所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.3996,0.4015,第四点的  $x, y$  坐标为 0.3889,0.3690,第五点的  $x, y$  坐标为 0.4174,0.3814(即接近 3500K)。

[0193] 在本发明的一些实施例中,还提供了一个或多个开关,其电连接到一个或多个单独的串上,因此,所述开关选择性地闭合或断开向各个串上的固态发光体提供的电流。在本发明的一些实施例中,一个或多个电流调节器和/或一个或多个开关,响应检测的照明装置输出变化(例如偏离该黑体轨迹的程度)或者根据设定的模式(例如基于时间为白天或晚上,如改变组合发射光的相关色温)而自动切断和/或调节通过一个或多个单独的串上的电流。

[0194] 在本发明的一些实施例中,还提供了一个或多个热敏电阻,所述热敏电阻检测温度且在温度变化时促使一个或多个电流调节器和/或一个或多个开关自动切断和/或调节通过第一或多个独立的串上的电流,来补偿这些温度的变化。通常,600nm 至 630nm 的 LED 在温度升高时将变暗——在这样的实施例中,由温度变化所导致的亮度的波动可以得到补偿。

[0195] 在一些根据本发明的照明装置中,还包含了一个或多个电路组件,例如,驱动电子元件为照明装置中所述一个或多个固态发光体中的至少一个提供并控制电流。本领域技术人员熟知多种提供和控制电流流过固态发光体的方式,而本发明的装置可采用任何一种方式。例如,这类电路可以包括至少一个触头、至少一个引线框、至少一个电流调节器、至少一个功率控制器、至少有一个电压控制器、至少有一个升压装置、至少一个电容和/或至少一个桥式整流器,本领域技术人员熟知这些元件并能随时设计出适当电路来满足对电流特性的任何要求。例如,可在本发明中实现的电路的代表性示例在以下文献中有所描述:

[0196] 于 2006 年 6 月 1 日提交的、申请号为 60/809959、题为“带冷却的照明装置”(发明人:Thomas G. Coleman, Gerald H. Negley, Antony Paul van de Ven;代理备审案号 931\_007PRO)的美国专利申请,以及 2007 年 1 月 24 日提交的、申请号为 11/626483 的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0197] 于 2006 年 5 月 31 日提交的、申请号为 60/809595、题为“照明装置和照明方法”(发明人:Gerald H. Negley;代理备审案号 931\_018PRO)的美国专利申请,以及 2007 年 5 月 30 日提交的、申请号为 11/755162 的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0198] 于 2006 年 9 月 13 日提交的、申请号为 60/844325、题为“具有低压侧 MOSFET 电流控制的升压/行逆程高压电源技术”(发明人:Peter Jay Myers;代理备审案号 931\_020PRO)的美国专利申请,以及 2007 年 9 月 13 日提交的、申请号为 11/854744、题为“为负载供应电能的电路”的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0199] 于 2007 年 6 月 14 日提交的、申请号为 60/943910、题为“为包含固态发光体的照明装置提供功率转换的装置及方法”(发明人:Peter Jay Myers;代理备审案号 931\_076PRO)

的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0200] 于2007年11月28日提交的、申请号为60/990724、题为“固态照明装置及其制造方法”(发明人:Gerald H. Negley, Antony Paul van de Ven, Kenneth R. Byrd 和 Peter Jay Myers;代理备审案号931\_082PRO)的美国专利申请,以及2008年4月1日提交的、申请号为61/041404的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0201] 于2008年1月23日提交的、申请号为61/022886、题为“变频调光信号发生器”(发明人:Peter Jay Myers, Michael Harris 和 Terry Given;代理备审案号931\_085PRO)的美国专利申请,以及2008年3月27日提交的、申请号为61/039,926的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此。

[0202] 此外,本领域技术人员熟知多种安装结构来实现不同类型照明,且任何这些结构可以在本发明中采用。

[0203] 例如,可以在实现本发明中使用的灯具、其它安装结构和完整的照明组件在以下文献中进行了描述:

[0204] 于2005年12月21日提交的、申请号为60/752753、题为“照明装置”(发明人:Gerald H. Negley、Antony Paul van de Ven 和 Neal Hunter;代理备审案号931\_002PRO)的美国专利申请,以及2006年12月20日提交的、申请号为11/613692的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0205] 于2006年5月5日提交的、申请号为60/798446、题为“照明装置”(发明人:Antony Paul van de Ven;代理备审案号931\_008PRO)的美国专利申请,以及2007年5月3日提交的、申请号为11/743754的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0206] 于2006年5月31日提交的、申请号为60/809618、题为“照明装置及照明方法”(发明人:Gerald H. Negley, Antony Paul van de Ven 和 Thomas G. Coleman;代理备审案号931\_017PRO)的美国专利申请,以及2007年5月30日提交的、申请号为11/755153的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0207] 于2006年9月18日提交的、申请号为60/845429、题为“照明装置、照明组件、灯具及其使用方法”(发明人:Antony Paul van de Ven;代理备审案号931\_019PRO)的美国专利申请,以及2007年9月17日提交的、申请号为11/856421的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0208] 于2006年9月21日提交的、申请号为60/846222、题为“照明组件及其安装方法,以及光取代方法”(发明人:Antony Paul van de Ven 和 Gerald H. Negley;代理备审案号931\_021PRO)的美国专利申请,以及2007年9月21日提交的、申请号为11/859048的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0209] 于2006年11月13日提交的、申请号为60/858558、题为“照明装置、受到照射的包围空间和照明方法”(发明人:Gerald H. Negley;代理备审案号931\_026PRO)的美国专利申请;以及2007年11月13日提交的、申请号为11/939047的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0210] 于2006年11月14日提交的、申请号为60/858881、题为“照明引擎组件”(发明人:Paul Kenneth Pickard 和 Gary David Trott;代理备审案号931\_036PRO)的美国专利申请;以及2007年11月13日提交的、申请号为11/939052的美国专利申请;其全部内容通

过引用结合于此；

[0211] 于2006年11月14日提交的、申请号为60/859013、题为“照明组件及其部件”(发明人:Gary David Trott和Paul Kenneth Pickard;代理备审案号931\_037PRO)的美国专利申请;以及2007年4月18日提交的、申请号为11/736799的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0212] 于2006年10月23日提交的、申请号为60/853589、题为“照明装置和照明装置壳体中光引擎壳体和/或装饰件的安装方法”(发明人:Gary David Trott和Paul Kenneth Pickard;代理备审案号931\_038PRO)的美国专利申请;以及2007年10月23日提交的、申请号为11/877038的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0213] 于2006年11月30日提交的、申请号为60/861901、题为“具有附着装饰件的LED小聚光灯”(发明人:Gary David Trott和Paul Kenneth Pickard;代理备审案号931\_044PRO)的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0214] 于2007年5月7日提交的、申请号为60/916384、题为“照明灯具、照明装置及其构件”(发明人:Paul Kenneth Pickard, Gary David Trott和EdAdams;代理备审案号931\_355PRO)的美国专利申请;以及2007年11月30日提交的、申请号为11/948041(发明人:Gary David Trott,Paul KennethPickard和Ed Adams;代理备审案号931\_055PRO)的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0215] 于2007年5月4日提交的、申请号为60/916030、题为“照明灯具”(发明人:Paul Kenneth Pickard, James Michael LAY和Gary David Trott;代理备审案号931\_069PRO)的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0216] 于2007年5月7日提交的、申请号为60/916407、题为“照明灯具和照明装置”(发明人:Gary David Trott和Paul Kenneth Pickard;代理备审案号931\_071PRO)的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0217] 于2008年2月15日提交的、申请号为61/029068、题为“照明灯具和照明装置”(发明人:Paul Kenneth Pickard和Gary David Trott;代理备审案号931\_086PRO)的美国专利申请;以及2008年3月18日提交的、申请号为61/037366的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;

[0218] 在根据本发明的某些照明装置中,进一步包括一个或多个电源。例如,一个或多个电池,和/或一个或多个太阳能电池,和/或一个或多个标准的交流电源插头。

[0219] 根据本发明的某些照明装置可以包括任何所需数量的固态发光体和发光荧光体。例如,一种根据本发明的照明装置可以包括50或更多固态发光体,或可以包括100或更多固态发光体,等等。

[0220] 本发明的照明装置中的可见光源可以以任何需要的形式排列、安装和供电,且可以安装在任何需要的外壳和灯具上。适用的排列的典型实例在以下文件中进行了描述:

[0221] 于2008年1月22日提交的、申请号为12/017558、题为“容错发光体、容错发光体一体化系统及容错发光体的制造方法”(发明人:Gerald H.Negley和Antony Paul van de Ven;代理备审案号931\_056NP)的美国专利申请,于2007年1月22日提交的、申请号为60/885937、题为“高压固态发光体”(发明人:Gerald H.Negley;代理备审案号931\_056PRO)的美国专利申请,于2007年10月26日提交的、申请号为60/982892、题为“容

错发光体、容错发光体一体化系统及容错发光体的制造方法”(发明人:Gerald H. Negley 和 Antony Paul vande Ven;代理备审案号 931\_056PR02) 的美国专利申请,以及于 2007 年 11 月 9 日提交的、申请号为 60/986662(代理备审案号 931\_056PR03) 的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0222] 于 2008 年 1 月 22 日提交的、申请号为 12/017600,名为“使用发光装置的外部互连阵列的照明装置及其制造方法”(发明人:Gerald H. Negley 和 Antony Paul van de Ven,代理备审案号 931\_078NP) 的美国专利申请;以及 2007 年 10 月 26 日提交的、申请号为 60/982909 的美国专利申请(发明人:GeraldH. Negley 和 Antony Paul van de Ven;代理备审案号 931\_078PRO);2007 年 11 月 9 日提交的、申请号为 60/986795 的(代理备审案号 931\_078PRO2) 的美国专利申请;其全部内容通过引用结合于此;以及

[0223] 于 2008 年 1 月 22 日提交的、申请号为 12/017676、题为“具有一个或多个发光荧光体的照明装置及其制造方法”(发明人:Gerald H. Negley 和 AntonyPaul van de Ven;代理备审案号 931\_079NP) 的美国专利申请,以及于 2007 年 10 月 26 日提交的、申请号为 60/982900(发明人:Gerald H. Negley 和 AntonyPaul van de Ven;代理备审案号 931\_079PRO) 的美国专利申请,其全部内容通过引用结合于此;

[0224] 此外,熟练的技术人员熟知多种排布、安装方案、电源供应设备、外壳和灯具,且任何这些排布、方案、设备和外壳与灯具都可以在本发明相关的主体中采用。本发明的照明装置可以电连接到任何期望的电源,本领域技术人员熟知多种这样的电源。

[0225] 固态发光体和发光荧光体可以安装成任何需要的形式。

[0226] 根据本发明的装置还包括一个或多个使用寿命长的冷却装置(例如,具有特别长使用寿命的风扇)。这种使用寿命长的冷却装置可以包括可像“中国扇(Chinese fan)”一样搅动空气的压电或磁阻材料(magnetorestrictive material)(举例来说,MR、GMR 和/或 HMR 材料)。在对根据本发明的装置进行冷却时,通常仅需要足够的空气打破边界层,以便让温度降到 10 至 15 摄氏度。因此在这种情况下,通常不需要强力的“风”或较大的液体流速(大 CFM 值)(因此不需要传统风扇)。

[0227] 根据本发明的装置还进一步包括次级光学部件以改变出射光的发射属性。这些次级光学部件是本领域技术人员众所周知的,所以不需要在这里详细描述——如果需要,可以采用任何这样的次级光学部件。

[0228] 根据本发明的装置可进一步包括传感器或充电设备或照相机等。例如,本领域技术人员熟悉并已经在使用可检测一个或多个事件的设备(举例来说,运动检测器,其可探测物体或人的运动),以及响应所述检测,该设备触发光线照射和安全照相机的激活等。作为典型实施例,根据本发明的一种设备可包括有根据本发明的照明装置和运动传感器,并可这样构建:(1) 当光线照射时,如果运动传感器探测到运动,激活安全照相机记录探测到运动的位置或其附近的可视化数据(visual data);或(2) 如果运动传感器探测到运动,发出光线为探测到运动的位置或其附近照明,并激活安全照相机记录探测到运动的位置或其附近的可视化数据等。这里参照截面图(和/或平面图)来描述根据本发明的实施例,这些截面图(和/或平面图)是本发明的理想实施例的示意图。同样,可以预料到由例如制造技术和/或公差导致的示意图的形状上的变化。因此,本发明的实施例不应当视为受这里所示的区域的特定形状的限制,而是应当视为包括由例如制造引起的形状方面的偏差。例

如,显示为或描述为矩形的模塑区域 (molded region) 一般还具有圆形的或曲线的特征。因此,图中所示的区域实质上是示意性的,它们的形状不用于说明装置的某区域的准确形状,并且也不用于限制本发明的范围。

[0229] 图 4 是根据本发明的照明装置的第一实施例的示意图。

[0230] 参照图 4,示出了照明装置 10,其包含散热元件 11(由铝制成),绝缘层 12(包含任何需要的导热但电绝缘材料,本领域技术人员熟知多种这样的材料,例如陶瓷、填充氧化硅的环氧树脂或硅树脂、金刚石、立方氮化硼等),高反射性表面 13(由在体抛光表面的铝散热元件或由 **MCPET**®(由一家名叫 Furukawa 的日本公司销售)制成),由铜制成的导电迹线 14,由镀铜银制成的引线框 15(或镀银低碳钢),第一封装 LED 16a、第二封装 LED 16b 和第三封装 LED 16c(后面再详细介绍),具有漫射光散射表面的反射锥 17(由 **MCPET**®制成),以及漫反射元件 18(所述漫反射元件 18 执行光散射功能)。漫反射元件是由带有特征表面的玻璃或塑料制成。图 4 所示的装置还包括印有导电迹线 14 的印刷电路板 (printed circuit board, PCB) 28。

[0231] 图 5 中所示的第一封装 LED 16a 包括:LED 芯片 31,当被点亮时 LED 芯片 31 发射具有紫外范围内的峰值波长的光;以及发光荧光体 35a,当被激发时发光荧光体 35a 发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光。

[0232] 第二封装 LED16b 类似于图 5 所示的封装 LED,其区别在于,第二封装 LED16b 包含了当被激发时发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光的发光荧光体来取代发光荧光体 35a。

[0233] 第三封装 LED16c 类似于图 5 所示的封装 LED,其区别在于,第三封装 LED16c 包含了当被激发时发射主波长范围从大约 600nm 至大约 630nm 的光的发光荧光体来取代发光荧光体 35a。

[0234] 散热元件 11 可用作散热片,用以传热并将热量从 LED 散发出去。类似地,反射锥 17 也可用作散热片。

[0235] 从照明装置 10 射出的由第一封装 LED 16a 发射的光(即当被激发时发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光的发光荧光体),以及从照明装置 10 射出的由第二封装 LED 16b 发射的光(即当被激发时发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光的发光荧光体)的组合光照对应了 1931CIE 色度图上第一区域内具有色度坐标  $x, y$  的点,即该第一区域由第一线段、第二线段、第三线段、第四线段和第五线段所围成,所述第一线段将第一点连接至第二点,所述第二线段将第二点连接至第三点,所述第三线段将第三点连接至第四点,所述第四线段将第四点连接至第五点,所述第五线段将第五点连接到第一点,所述第一点的  $x, y$  坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的  $x, y$  坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的  $x, y$  坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的  $x, y$  坐标为 0.36, 0.38。详细的例子包括具有色度坐标  $x = 0.3706, y = 0.4370$  的点对应色温为 2850K,以及具有色度坐标  $x = 0.3550, v = 0.4089$  的点对应色温为 3400K。

[0236] 从照明装置 10 射出的由第一封装 LED 16a 发射的光(即当被激发时发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光的发光荧光体),从照明装置 10 射出的由第二封装 LED 16b 发射的光(即当被激发时发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光的发光荧光体),以及由从照明装置 10 射出的由第三封装 LED 16c 发射的光(即当被激发时发射

主波长范围从大约 600nm 至大约 630nm 的光的发光荧光体) 混合产生的混合光照对应了位于 1931CIE 色度图上的点, 该点位于 1931CIE 色度图上的黑体轨迹上的至少一个点的十个麦克亚当椭圆内。

[0237] 图 6 示出了根据本发明的照明装置的第二实施例的示意图; 第二实施例类似于第一实施例, 其区别在于, 所述第二实施例包括了当被激发时发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光 LED19a (且 LED19a 不包括任何发光荧光体), 来取代第一封装 LED16a。

[0238] 图 7 中示出了 LED19a, 其包括 LED 芯片 21, LED 芯片 21 在被点亮时发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光。

[0239] 图 8 示出了根据本发明的照明装置的第三实施例的示意图。第三实施例类似于第二实施例, 其区别在于, 所述第三实施例包括了当被点亮时发射主波长范围从大约 600nm 至大约 630nm 的光 LED19c (且 LED19c 不包括任何发光荧光体), 来取代第三封装 LED16c。在本实施例中, LED19c 类似于图 7 中示出的 LED19a, 其区别在于, LED19c 中 LED 芯片 21 在被点亮时发射主波长范围从大约 600nm 至大约 630nm 的光。

[0240] 参照图 12, 其是图 8 所示装置中部分电路的电路原理图。所述照明装置包括第一 LED 16a 串 41, 第二 LED 16d 串 42 和第三 LED 16a 和 16d 混合串 43, 这些串排列成彼此并联且电连接到共用电源线 44。每个串包括各自的电流稳压器 45, 46, 47。图 9 示出了根据本发明的照明装置的第四实施例的示意图。第四实施例类似于第二实施例, 其区别在于, 所述第四实施例包括了取代第二封装 LED16b 和第三封装 LED16c 的封装 LED16d。所述 LED16d 含有第一发光材料和第二发光材料的混合物, 其中第一发光材料当被激发时发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光, 而第二发光材料在被激发时发射主波长范围从大约 600nm 至大约 630nm 的光。

[0241] 图 10 示出了根据本发明的照明装置的第五实施例的示意图。第五实施例类似于第一实施例, 其区别在于, 所述第五实施例包括了取代第一封装 LED16a、第二封装 LED16b 和第三封装 LED16c 的封装 LED45。所述封装 LED45 包括 LED 芯片 46、第一发光荧光体 53、第二发光荧光体 51 和第三发光荧光体 52 (图 11 中示出了部分封装 LED45)。其中所述 LED 芯片 46 当被点亮时发射具有紫外范围内的峰值波长的光。第一发光荧光体 53 当被激发时发射主波长范围从大约 430nm 至大约 480nm 的光。第二发光荧光体 51 当被激发时发射主波长范围从大约 555nm 至大约 585nm 的光。第三发光荧光体 52 当被激发时发射主波长范围从大约 600nm 至大约 630nm 的光。

[0242] 对于室内住宅照明, 通常优选色温从 2700K 至 3300K, 而对于室外多彩景色的泛光照明白天优选接近日光 5000K (4500-6500K) 的色温。

[0243] 图 13 示出了 1931CIE 色度图上由第一、第二、第三、第四和第五线段围成的区域 50。所述第一线段将第一点连接至第二点, 所述第二线段将第二点连接至第三点, 所述第三线段将第三点连接至第四点, 所述第四线段将第四点连接至第五点, 所述第五线段将第五点连接到第一点, 所述第一点的 x, y 坐标为 0.32, 0.40, 所述第二点的 x, y 坐标为 0.36, 0.48, 所述第三点的 x, y 坐标为 0.43, 0.45, 所述第四点的 x, y 坐标为 0.42, 0.42, 所述第五点的 x, y 坐标为 0.36, 0.38。

[0244] 如这里所述的照明装置的任何两个或两个以上的结构部分可集成。这里所述的照明装置的任何结构部分可设在两个或两个以上部分中 (如果需要的话它们是结合在一起



的)。

[0245] 此外,虽然参照各个元件的特定组合来阐述本发明的特定实施例,但在不背离本发明的精神和范围的情况下可提供各种其他组合。因此,本发明不应解释为受这里所述以及附图所示的特定示范性实施例的限制,而是还可包含各种所述实施例的部件的组合。

[0246] 本发明的普通技术人员可在不背离本发明的精神和范围的情况下根据本发明的公开对其进行许多种变化和修改。因此,必须明白所述的实施例仅用于举例,不应当将其视为限制由所附权利要求定义的本发明。因此,所附的权利要求应理解为不仅包括并行陈述的部件的组合,还包括以基本相同的方式完成基本相同功能以获得基本相同结果的所有等效部件。这些权利要求在此理解为包括以上具体阐述和说明的内容、概念上等效的内容以及结合了本发明的实质思想的内容。

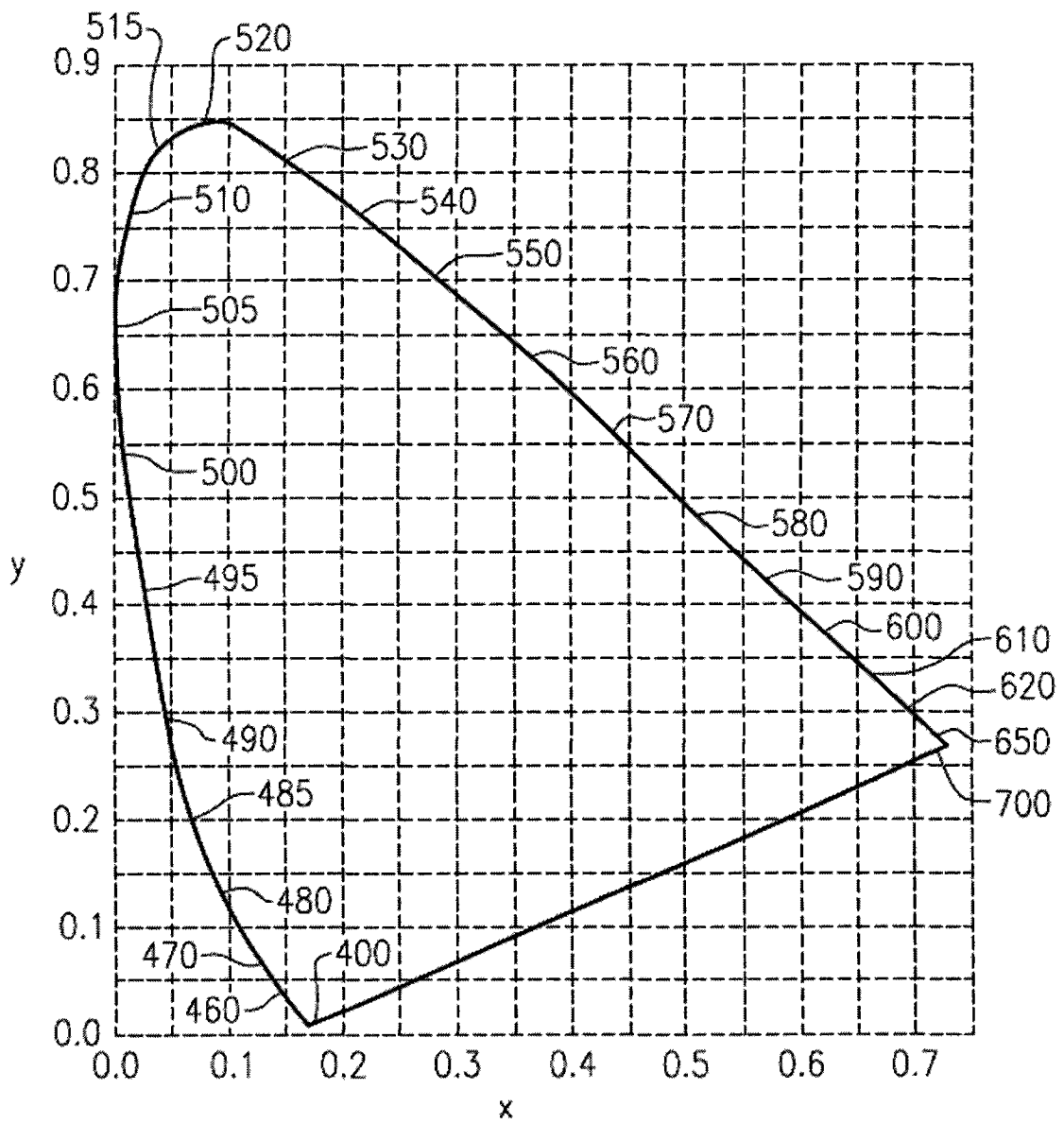


图 1

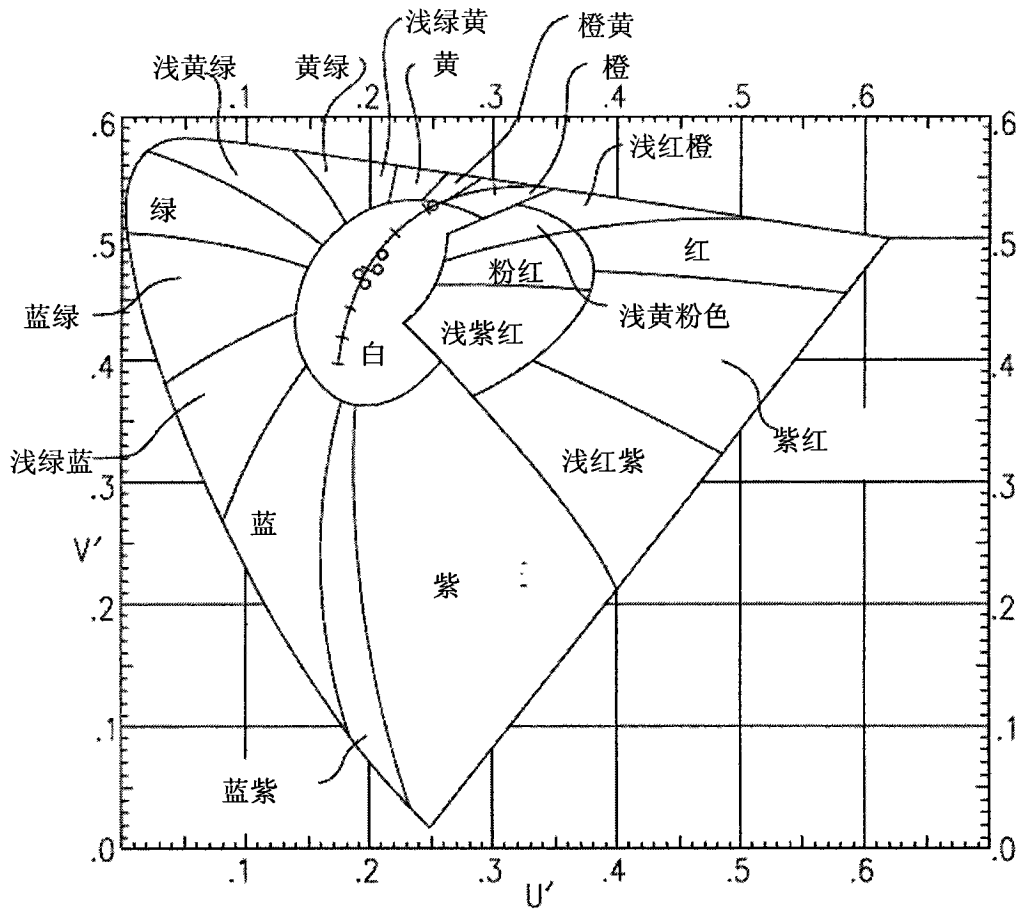


图 2

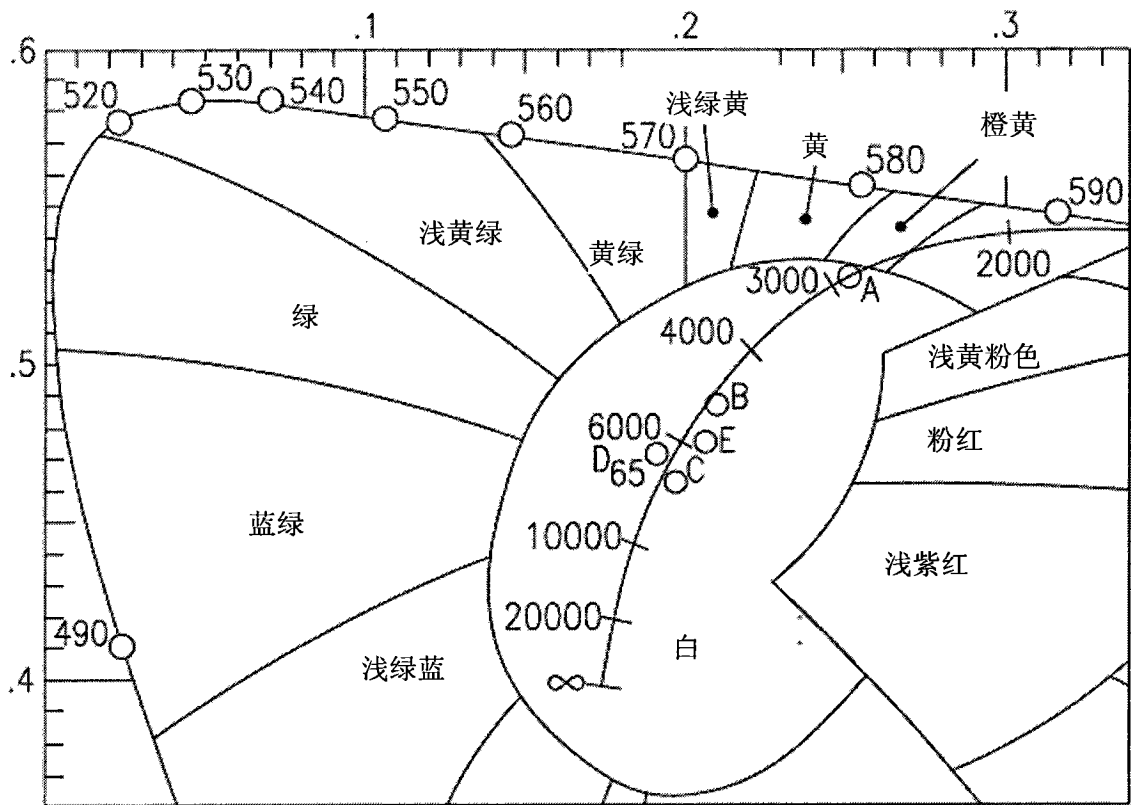


图 3

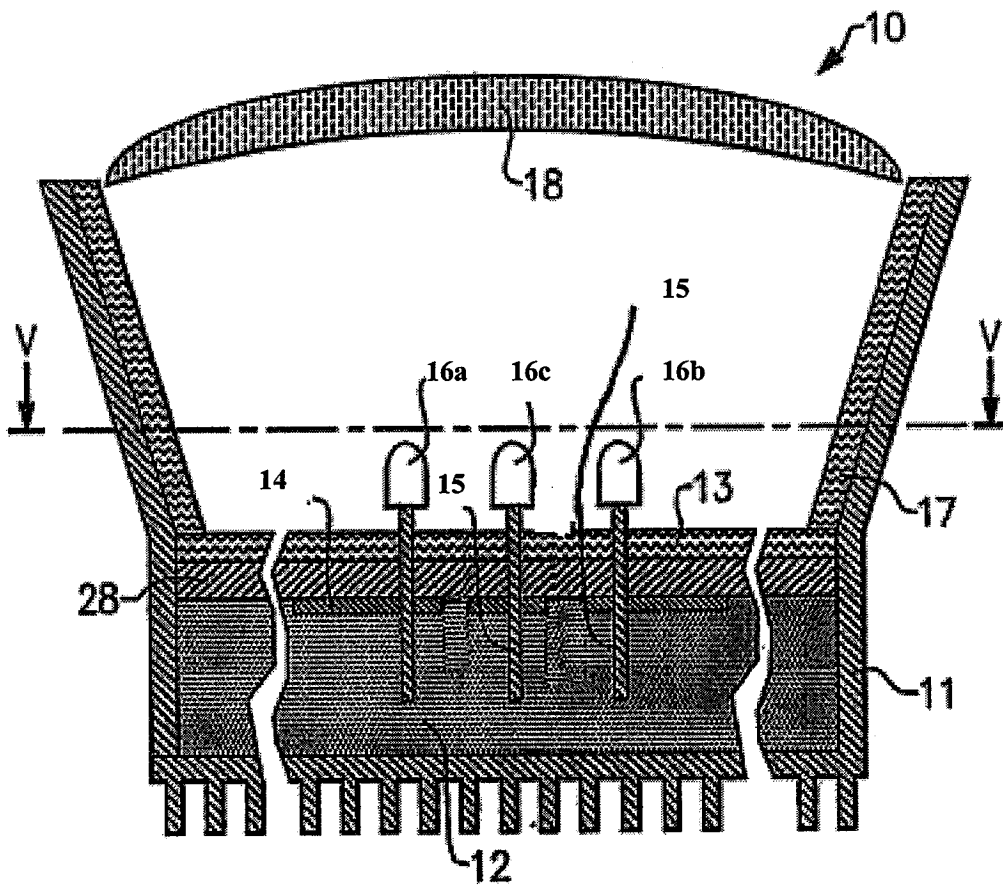


图 4

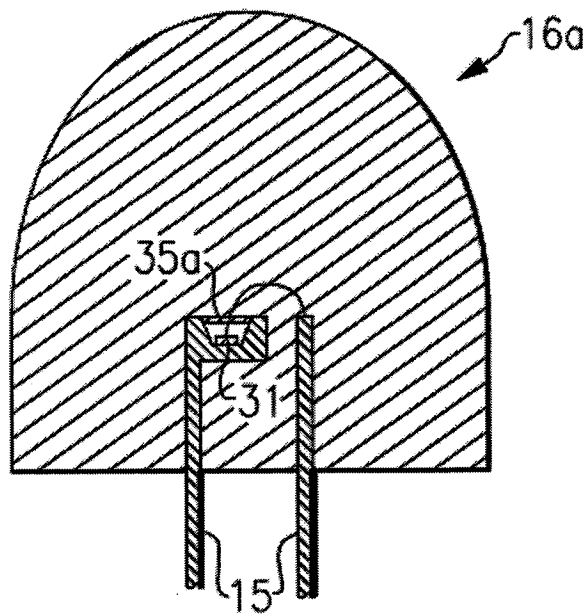


图 5

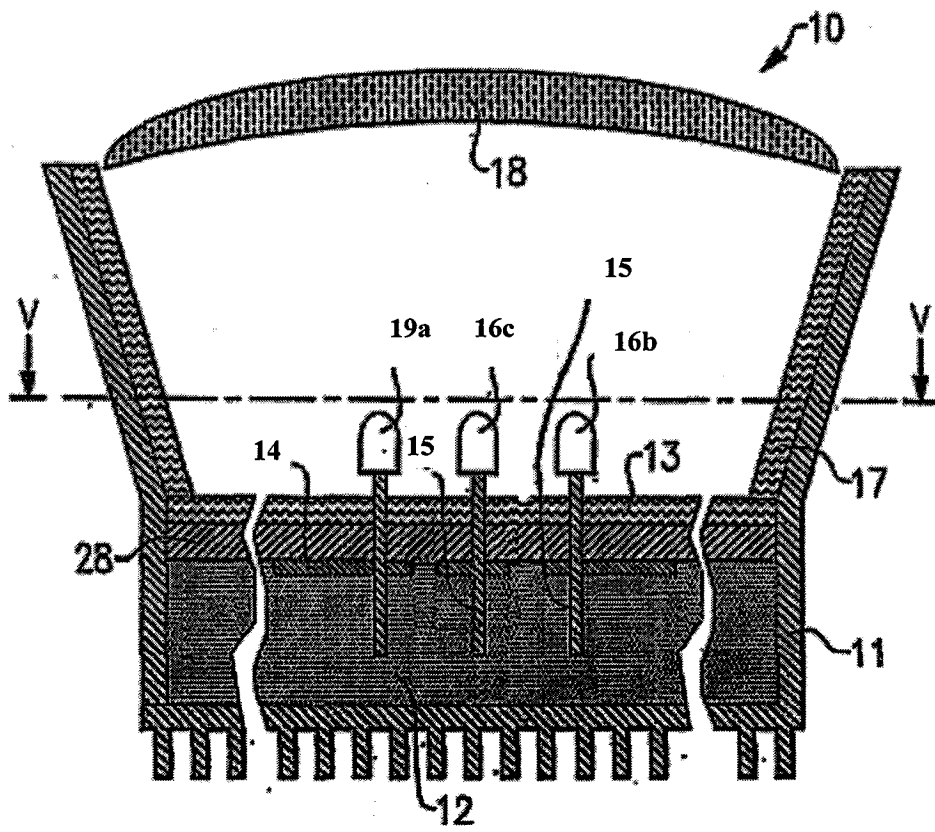


图 6

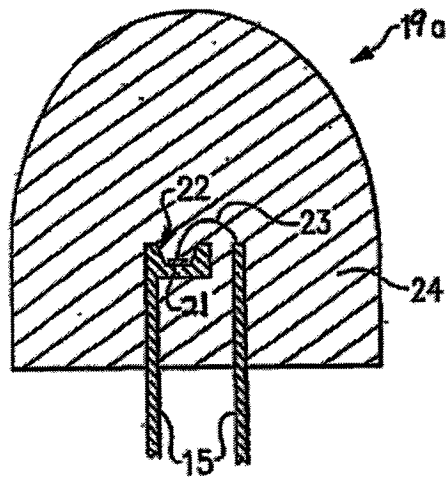


图 7

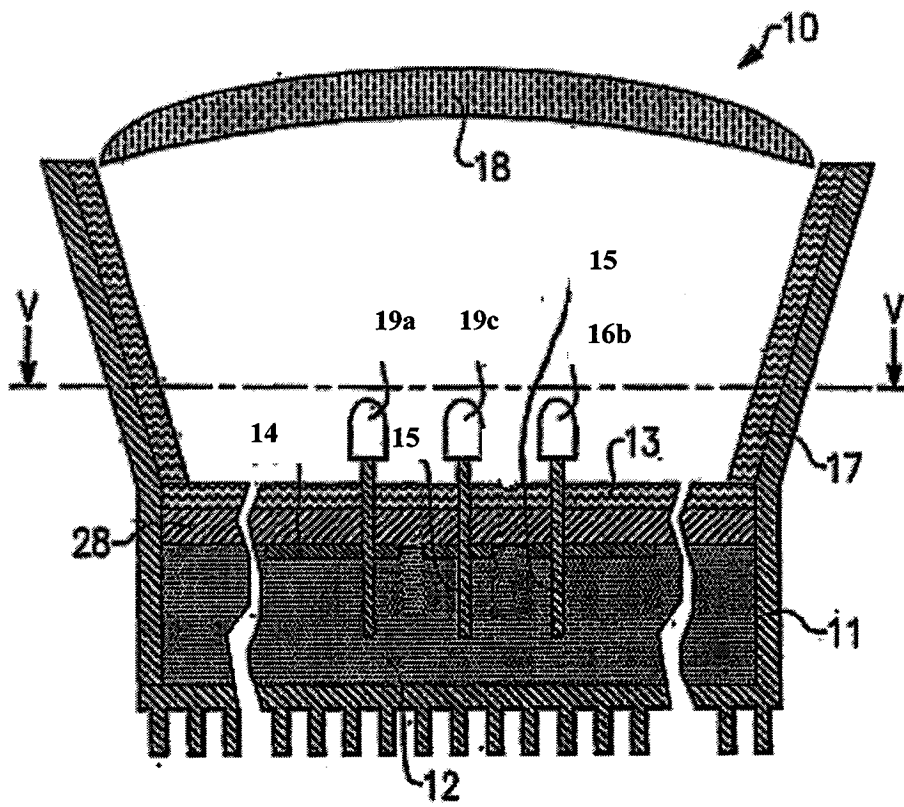


图 8

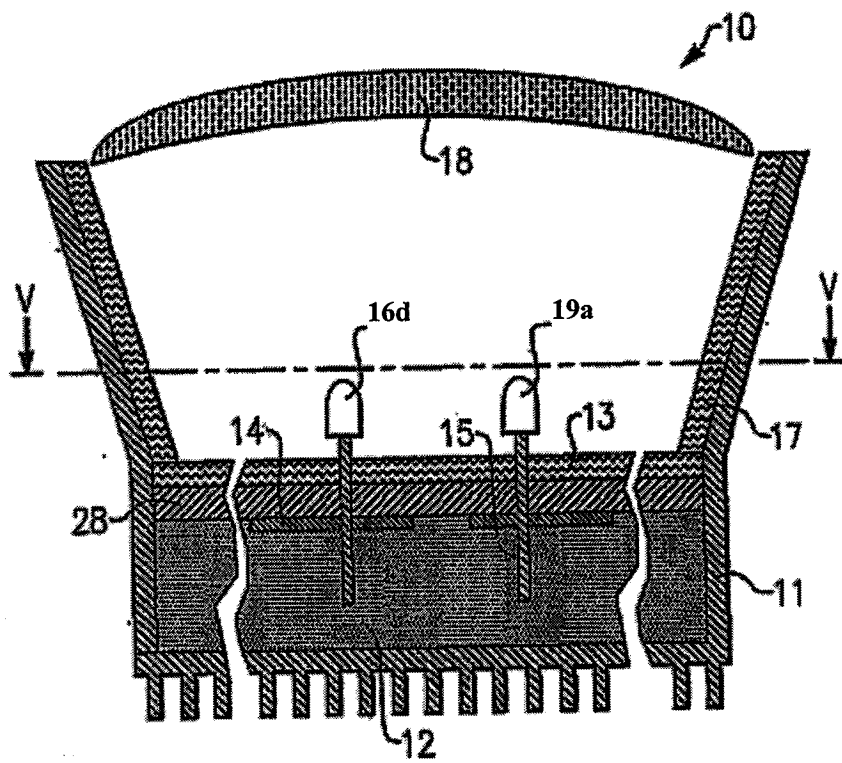


图 9

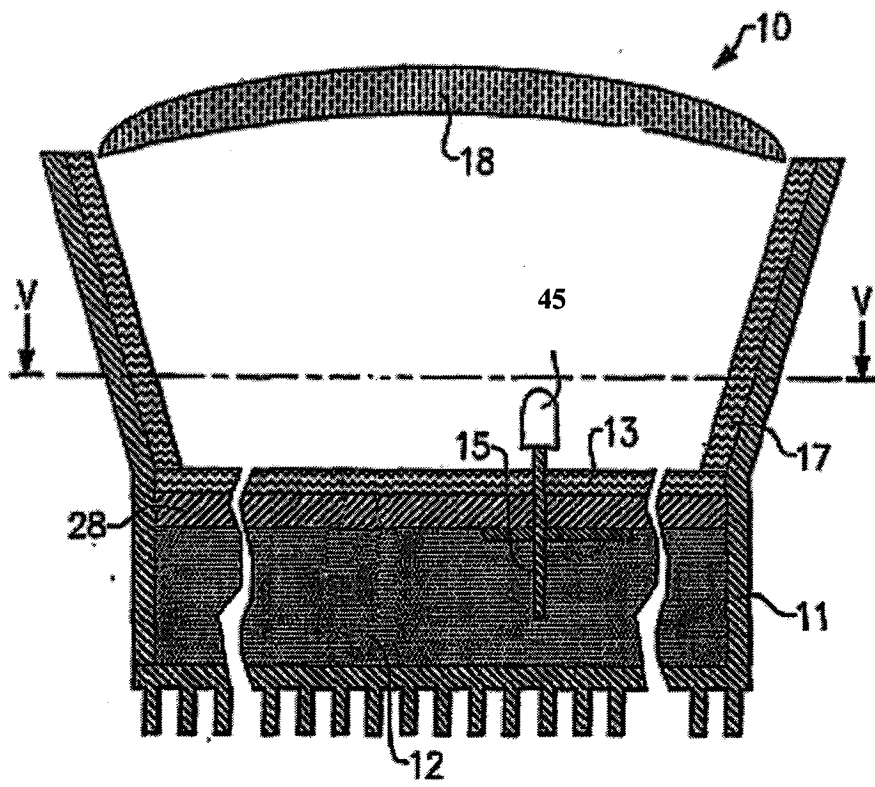


图 10

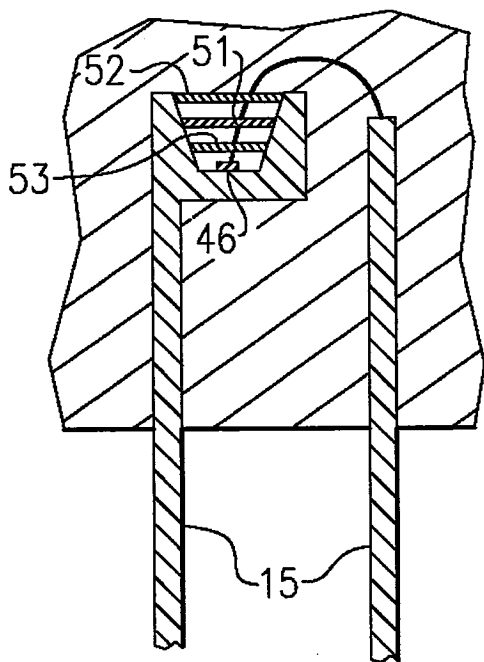


图 11

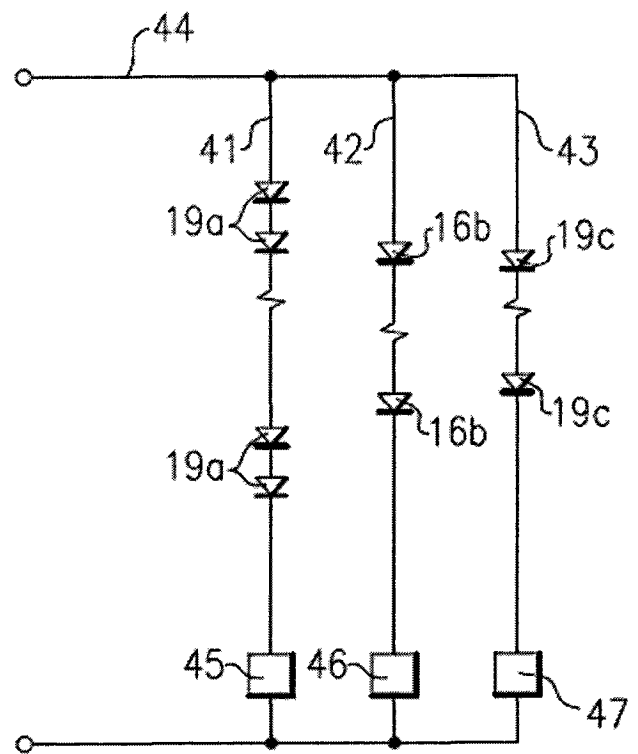


图 12



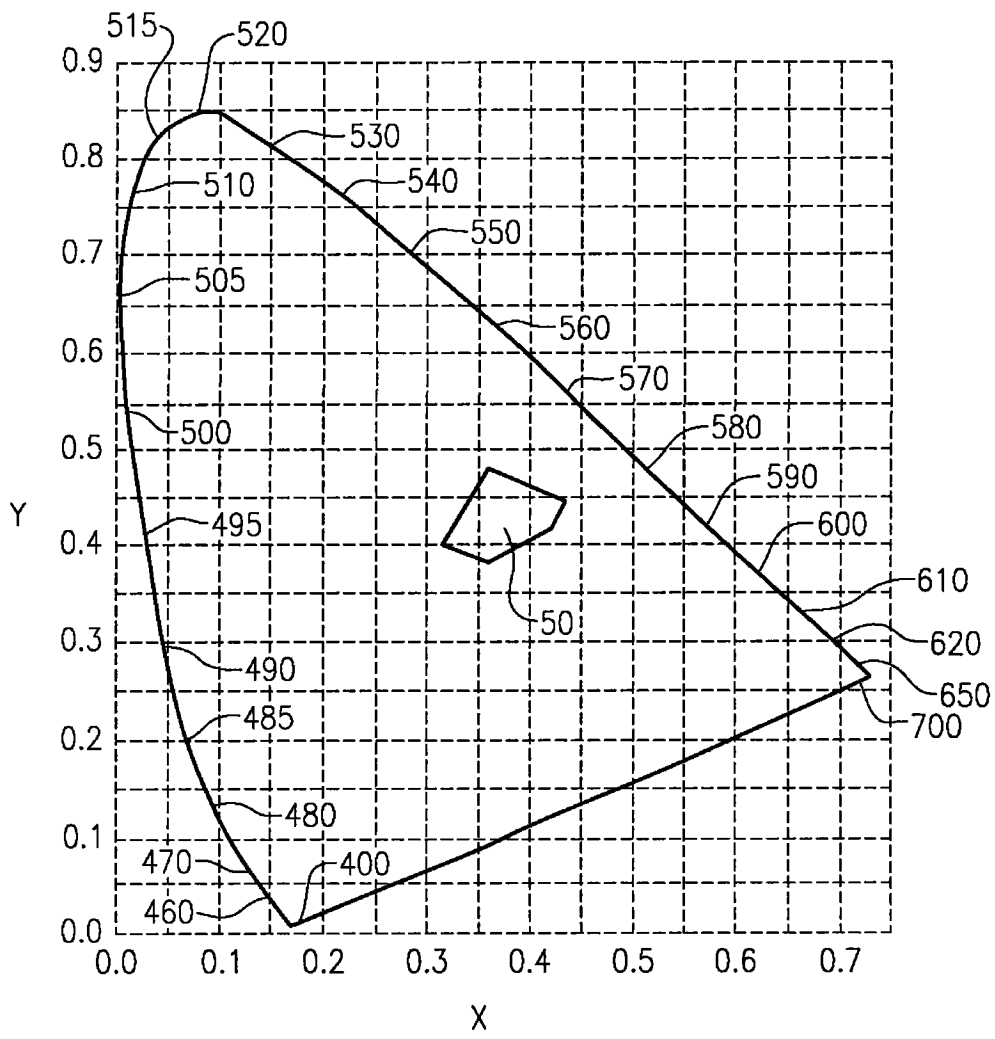


图 13