



(10) 申请公布号 CN 118633161 A

(43) 申请公布日 2024.09.10

(21) 申请号 202280088830.7

(74) 专利代理机构 深圳精智联合知识产权代理有限公司 44393

(22) 申请日 2022.09.23

专利代理师 夏声平

### (30) 优先权数据

(51) Int.Cl.

63/299,408 2022.01.13 US

H01L 25/075 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 33/50 (2006.01)

2024.07.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2022/120875 2022.09.23

### (87) PCT国际申请的公布数据

W02023/134217 EN 2023.07.20

(71) 申请人 普瑞光电股份有限公司

**地址** 美国加利福尼亚州弗里蒙特大道  
46410号

(72)发明人 李依群 张景琼 赵俊刚

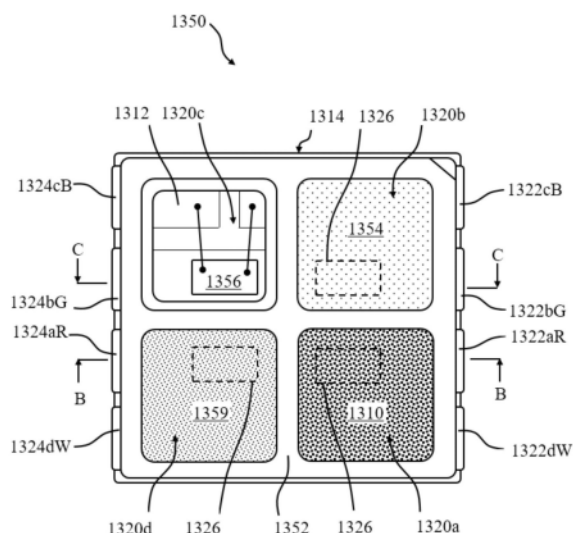
权利要求书2页 说明书27页 附图22页

(54) 发明名称

磷光体转换的红色LED以及颜色可调的多LED封装的发光装置

(57) 摘要

一种发光装置(1350),包括封装组件(1314)。封装组件(1314)包括:第一LED(1310),其产生峰值发射波长的范围为620nm至640nm的光(红色);第二LED(1354),其产生峰值发射波长的范围为500nm至565nm的光(绿色);以及第三LED(1359),其产生CCT至少为1800K的白光。其中,第一LED(1310)包括磷光体转换LED,该磷光体转换LED包括:产生主波长的范围为400nm至480nm的光(紫色到蓝色)的LED芯片(1326),以及FWHM小于55nm的窄带红色磷光体。



1. 一种发光装置,其特征在于,包括:  
封装组件,所述封装组件包括:  
第一LED,所述第一LED产生峰值发射波长的范围为620nm至640nm的光;  
第二LED,所述第二LED产生峰值发射波长的范围为500nm至565nm的光;以及  
第三LED,所述第三LED产生CCT至少为1800K的光;  
其中,所述第一LED包括磷光体转换LED,所述磷光体转换LED包括:LED芯片,所述LED芯片产生主波长的范围为400nm至480nm的光;以及窄带红色磷光体,所述窄带红色磷光体的FWHM小于55nm。
2. 根据权利要求1所述的发光装置,其特征在于,所述窄带红色磷光体包括以下项中的至少一项: $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$ ,以及 $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。
3. 根据权利要求1或2所述的发光装置,其特征在于,所述第一LED还包括宽带红色磷光体。
4. 根据权利要求3所述的发光装置,其特征在于,所述窄带红色磷光体和所述宽带红色磷光体包含在单一层中。
5. 根据权利要求3所述的发光装置,其特征在于,所述发光装置包括包含所述窄带红色磷光体的第一层和包含所述宽带红色磷光体的第二层。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述第一LED产生色纯度至少为90%的光。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述LED芯片包括倒装芯片。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述第二LED包括磷光体转换LED,所述第二LED中的所述磷光体转换LED包括:产生主波长的范围为400nm至480nm的光的LED芯片,以及绿色磷光体。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述发光装置还包括第四LED,所述第四LED产生主波长的范围为430nm至480nm的光。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述第三LED产生CCT的范围为1800K至5000K的白光,并且包括:产生主波长的范围为400nm至480nm的光的LED芯片,以及绿色到红色磷光体。
11. 根据权利要求9或10所述的发光装置,其特征在于,由所述发光装置产生的光包括由所述第一LED、所述第二LED、所述第三LED和所述第四LED产生的光的组合,并且其中,由所述发光装置产生的光的色度可通过控制输入至所述第一LED、第二LED、第三LED和第四LED的电力来调节,从而使得对于范围为80至98的CRI且范围为1800K至6500K的CCT,色度坐标与黑体曲线的距离不超过 $0.003 \Delta uv$ 。
12. 根据权利要求9至11中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述封装组件包括:引线框架;具有第一凹槽、第二凹槽、第三凹槽和第四凹槽的壳体;以及各自连接至所述第一凹槽、所述第二凹槽、所述第三凹槽以及所述第四凹槽中的每一个的电极对,其中,所述第一凹槽、所述第二凹槽、所述第三凹槽以及所述第四凹槽中的每一个包含所述第一LED、所述第二LED、所述第三LED和所述第四LED中的至少一个。
13. 根据权利要求9至11中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述封装组件包括:引

线框架;具有第一凹槽、第二凹槽、第三凹槽和第四凹槽的壳体;以及连接至所述第一凹槽、所述第二凹槽、所述第三凹槽以及所述第四凹槽中的每一个的公共阴极电极和连接至所述第一凹槽、所述第二凹槽、所述第三凹槽以及所述第四凹槽中的每一个的相应阳极电极,并且其中,所述第一凹槽、所述第二凹槽、所述第三凹槽以及所述第四凹槽中的每一个包含所述第一LED、所述第二LED、所述第三LED和所述第四LED中的至少一个。

14. 根据权利要求1至8中任一项所述的发光装置,其特征在于,所述第三LED产生CCT的范围为5000K至8000K的白光,并且包括:产生主波长的范围为400nm至480nm的光的LED芯片,以及绿色到红色磷光体。

15. 一种发光装置,包括:

封装组件,所述封装组件包括:

四个LED,所述四个LED产生具有不同CIE色点的光;

其中,所述发光装置通过控制所述四个LED的相对光输出来产生范围为1800K至8000K的不同CCT的白光,

其中,由所述发光装置产生的白光的色度位于黑体曲线上,以及

其中,至少一个所述LED包括FWHM小于55nm的窄带红色磷光体。

16. 根据权利要求15所述的发光装置,其特征在于,所述窄带红色磷光体包括以下项中的至少一项: $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$ ,以及 $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。

17. 根据权利要求15或16所述的发光装置,其特征在于,第一LED产生峰值发射波长的范围为620nm至640nm的光;

第二LED产生峰值发射波长的范围为500nm至565nm的光;

第三LED产生主波长的范围为430nm至480nm的光;以及

第四LED产生CCT至少为1800K的白光。

18. 一种线性发光装置,其特征在于,包括:细长基板和多个安装在所述基板上的根据权利要求1至17中任一项所述的发光装置。

19. 根据权利要求18所述的线性发光装置,其特征在于,所述基板包括柔性电路板。

## 磷光体转换的红色LED以及颜色可调的多LED封装的发光装置

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2022年1月13日提交的名称为“Phosphor-Converted Red LEDs (磷光体转换的红光发光二极管(light emitting diode,LED))”的美国临时申请63/299,408的优先权,该美国临时申请通过引用整体合并于此。

### 技术领域

[0002] 本发明的一方面大体上涉及产生选定颜色的光的磷光体转换(phosphor-converted,PC)的彩色LED。更具体地,本发明的实施例涉及用于产生窄带红光的磷光体转换的红色LED(PC红色LED)。本发明的另一方面涉及颜色可调的多LED封装的发光装置(多LED封装组件),其可以产生色温的范围为2200开尔文(Kelvin,K)至6500K的光,并且可选地产生颜色为红色至蓝色的光。更具体地,但不是排他的,本发明涉及利用PC红色LED的颜色可调的多LED封装组件。

### 背景技术

[0003] 磷光体转换的彩色LED,也称为“PC彩色LED”,通常包括蓝色LED芯片和磷光体(光致发光)材料,该磷光体材料通过光致发光波长转换过程将蓝色LED芯片产生的基本上所有的激发光转换成诸如绿色、黄色、橙色或红色之类的选定颜色的光。因为由LED芯片产生的所有光都被转换成选定颜色的光,所以这类PC彩色LED可以被称为完全磷光体转换(fully phosphor-converted,FPC)的彩色LED。PC彩色LED与PC白色LED相比,PC白色LED的LED芯片产生的蓝光只有部分被转换,剩余的蓝光有助于最终的白光发射产物的形成。由PC彩色LED产生的光通常是宽带的,并且具有范围为70nm至120nm的半高宽(full width at half maximum,FWHM),FWHM取决于磷光体的组成。PC彩色LED产生的光的颜色(峰值发射波长)取决于磷光体材料组成。

[0004] PC彩色LED与直接发光的“彩色LED”相比,直接发光的“彩色LED”直接产生基本上单色光( $FWHM \approx 20\text{nm}$ 至 $25\text{nm}$ ),而没有光致发光(磷光体)波长转换,单色光的颜色由LED芯片的半导体材料系统决定。例如,直接发光的绿色LED使用InGaP基(铟镓磷化物)LED芯片,直接发光的红色LED使用AlInGaP基(铝铟镓磷化物)LED芯片,以及直接发光的蓝色LED使用InGaP基(铟镓磷化物)LED芯片。

[0005] 直接发光的红色LED、直接发光的绿色LED以及直接发光的蓝色LED由于其窄带发射特性而在红绿蓝(Red Green Blue,RGB)系统中特别有用,例如用于显示器背光以改善显示器的色域,以及用于颜色可调的多LED封装组件以用于普通照明。当前颜色可调的多LED封装组件通常包含红色、绿色和蓝色的直接发光的“彩色LED”芯片。

[0006] 图1A和图1B示出了已知的颜色可调的多LED封装组件(表面贴装器件((surface mount device,SMD))的示例,其中,图1A示出了多LED封装组件的顶视图,而图1B示出了多LED封装组件沿着A-A截取的截面侧视图。已知的多LED封装组件1包括引线框架2。引线框架2用于向直接发光的红色LED芯片3R、直接发光的绿色LED芯片3G和直接发光的蓝色LED芯片

3B供电。壳体4被模制到引线框架2上,并且包括单个腔体(凹槽)5(例如圆形)。直接发光的红色LED芯片3R、直接发光的绿色LED芯片3G和直接发光的蓝色LED芯片3B安装在腔体5的底板上并电连接至引线框架2。为了保护LED芯片3免受外部环境的影响,腔体5通常填充有透光密封剂6,例如,硅树脂材料。引线框架2的部分横向延伸到壳体4的外边缘,并且沿着封装组件的相对边缘和底部形成相应的电气端子7R、电气端子7G、电气端子7B、电气端子8R、电气端子8G以及电气端子8B,这些电气端子允许电力独立地(单独地)施加至直接发光的红色LED芯片3R、直接发光的绿色LED芯片3G和直接发光的蓝色LED芯片3B中的每一个的阳极和阴极。PC白色LED封装组件与直接发光的彩色LED芯片相比,PC白色LED封装组件包括直接发光的蓝色LED芯片和光致发光材料。光致发光材料通常是磷光体材料,并且光致发光材料转换由LED芯片产生的一部分蓝色激发光,而剩余的蓝色激发光有助于形成最终的白色发射产物。磷光体材料可以结合到用于填充腔体的透光密封剂中。

[0007] 然而,基于直接发光的彩色LED的多LED封装组件的缺点在于,由于直接发光的彩色LED基于不同的半导体材料系统,所以每个彩色LED具有不同的特性,例如热稳定性、老化特性、驱动要求等。由于这些不同的特性,红色LED、绿色LED和蓝色LED的光输出将随着温度和时间发生不同的变化。由基于彩色LED的RGB系统产生的光的颜色组成将因此随着温度和时间而改变,并且这种RGB系统可以采用复杂的驱动电路来补偿这些不同的特性,而这会导致制造和维护期间的额外成本。相比之下,PC彩色LED消除了对这种措施的需要,因为PC彩色LED都基于具有相同半导体材料的蓝色LED芯片,并且具有相同的驱动要求、热稳定性等。

[0008] 当前的PC红色LED通常使用宽带红色氮化物磷光体,并且具有范围为620nm至630nm的峰值发射波长。在许多应用——包括例如显示器背光、车辆的刹车灯和转向信号灯、交通信号灯、紧急车灯等中,如果PC红色LED能够产生FWHM可比得上或短于直接发光的彩色LED的FWHM( $\text{FWHM} \approx 20\text{nm}$ 至 $25\text{nm}$ )的窄带红光,则是理想的。

[0009] 窄带红色磷光体,例如锰激活的氟化物基磷光体(窄带红色氟化物磷光体)——例如 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$  (KSF)、 $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$  (KTF)和 $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$  (KGF),具有非常窄的红色发射光谱(其主发射线谱的FWHM小于10nm),这使得窄带红色磷光体在PC白色LED中获得高亮度和发光效率(比宽带红色磷光体(例如铕激活的红色氮化物磷光体材料,例如 $\text{CASN-CaAlSiN}_3:\text{Eu}$ 大约亮25%)是非常理想的。尽管窄带红色氟化物磷光体表面上看起来是PC红色LED的理想选择,但是窄带红色氟化物磷光体仍存在一些缺点,使得窄带红色氟化物磷光体在PC红色LED中的使用具有挑战性。例如,窄带红色氟化物磷光体的吸收效率显著低于(通常约为后者的十分之一)目前用于PC红色LED中的红色氮化物磷光体的吸收效率。因此,为了实现蓝光到红光的完全转换,窄带红色氟化物磷光体的使用量比红色氮化物磷光体的使用量多5到20倍。磷光体总用量的这种增加将显著增加制造成本,特别地,因为窄带红色氟化物磷光体比铕激活的红色氮化物磷光体昂贵得多(例如,至少贵五倍),使得窄带红色氟化物磷光体在PC红色LED中的使用极其昂贵。

[0010] 此外,据发现窄带红色氟化物磷光体的相当低的吸收效率会导致由LED芯片产生的未转换的蓝光最终出现在发射产物中,即所谓的“蓝光通过”,这降低了红光发射的“色纯度”。尽管“蓝光通过”在白光系统中可能是可接受的,例如显示器背光,显示器背光中的蓝光是白光的组成成分,但是对于需要“纯红”(基本上单色)光的应用来说,“蓝光通过”将降低红光的色纯度,因此是非常不理想的。

[0011] 仅使用窄带红色氟化物磷光体的另一问题是,尽管窄带红色氟化物磷光体提供窄带红光发射,但窄带红色氟化物磷光体容易与水或湿气发生反应,从而对掺杂剂锰造成损害,这导致磷光体的光致发光发射(即,量子效率)降低或损失。此外,氟化物基化合物与水的反应会产生腐蚀性很强的氢氟酸,而氢氟酸则会与LED封装材料(例如接合线)发生反应,从而导致过早器件失效。

[0012] 本发明旨在通过提出新的设计和方法来解决和/或克服上面所讨论的限制,这些设计和方法是迄今为止没有想到的,也是已知结构无法实现的。更具体地,尽管不是排他的,本发明的实施例涉及与下述内容有关的改进:增大颜色可调的多LED封装组件的发光效率;通过减少“蓝光通过”来增大PC红色LED的色纯度;减少窄带红色氟化物磷光体的使用;以及通过创新的磷光体封装结构将窄带红色氟化物磷光体与周围环境中的水/湿气隔离,创新的磷光体封装结构有效地改进窄带红色氟化物磷光体的蓝光吸收效率。

## 发明内容

[0013] 本发明的第一方面通常涉及基于InGaN基蓝光发射LED的PC红色LED,InGaN基蓝光发射LED包含窄带红色氟化物磷光体(例如,锰激活的氟化物窄带红色磷光体)和具有较高吸收效率的红色磷光体(例如,宽带红色磷光体)的组合。包含比窄带红色氟化物磷光体具有更高吸收效率的宽带红色磷光体能够将窄带红色氟化物磷光体未转换的蓝光转换成红光,并且实质上减少或甚至消除蓝光通过并改善色纯度。可以说,包含具有比窄带红色氟化物磷光体更高吸收效率的红色磷光体通过这种方式补偿了窄带红色氟化物磷光体的较低的吸收效率。

[0014] 宽带红色磷光体和窄带红色氟化物磷光体可以设置在同一(单一)层,例如作为混合物设置在同一(单一)层。这可以提高制造PC红色LED的容易程度,从而减少制造成本和时间。

[0015] 在其它实施例中,宽带红色磷光体和窄带红色氟化物磷光体可以各自设置在相应的层中,其中含有窄带红色氟化物磷光体的层被设置成比含有宽带红色磷光体的层更靠近LED芯片。这种布置方式可以有效地增加窄带红色氟化物磷光体的吸收效率,并且显著地减少窄带红色氟化物磷光体的使用量。包含窄带红色氟化物磷光体的层可以与LED芯片的至少一个发光面直接接触。含有宽带红色磷光体的层可以与含有窄带红色氟化物磷光体的层直接接触,并且可以完全覆盖(封住)含有窄带红色氟化物磷光体的层。这种配置/布置可为含有窄带红色氟化物磷光体的层提供环境保护,并提高整体装置可靠性。

[0016] 根据本发明的一个方面,提供了一种红光发射器件。红光发射器件包括:峰值发射波长的范围为400nm至500nm的LED芯片;以及光致发光材料,其中,光致发光材料包括窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体。

[0017] 在一些实施例中,窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体可以构成单层光致发光结构。例如,这些磷光体可以设置在同一层。这些磷光体可以通常作为混合物设置在单一层,并且该层可以与LED芯片直接接触。在本说明书中,“直接接触”意味着没有包含气隙或光致发光材料的层。在其他实施例中,该红光发射器件可以包括设置在该单一层和LED芯片之间的透光钝化层。透光钝化层为LED芯片提供钝化,并为LED芯片提供屏障,以防止窄带红色氟化物磷光体受到可能的影响。这种布置可以提高装置可靠性。

[0018] 为了进一步提高窄带红色氟化物磷光体的吸收效率,窄带红色氟化物磷光体可以设置成比宽带红色磷光体更靠近LED芯片。通过将窄带红色氟化物磷光体定位成更靠近LED芯片,有效地增加了窄带红色氟化物磷光体的吸收效率,因为窄带红色氟化物磷光体不必与宽带红色磷光体争夺蓝色光子。

[0019] 在一些实施例中,红光发射器件可包括双层光致发光结构,该双层光致发光结构包括:邻近LED芯片设置的、包含窄带红色氟化物磷光体的第一层,以及设置在第一层上并覆盖第一层的、包含宽带红色磷光体材料的第二层。第二层可以部分或完全覆盖第一层。

[0020] 与单层光致发光结构相比,具有被第二层覆盖的仅包含或基本上仅包含(至少90重量%(wt%))窄带红色氟化物磷光体的第一层的双层光致发光结构可以提供许多益处,这些益处包括但不限于:(1)窄带红色氟化物磷光体用量的显著减少(约40%的减少);(2)第二层为第一层提供环境保护,从而减少水/湿气到达窄带红色氟化物磷光体并降解窄带红色氟化物磷光体的机会;以及(3)显著减少或甚至消除“蓝光通过”,从而使装置产生的红光的色纯度更好。

[0021] 第一层可以与LED芯片的至少一个发光面(表面)直接接触。

[0022] 第二层可以与第一层直接接触。

[0023] 为了进一步减少窄带红色氟化物磷光体的使用,第一层可以进一步包括光散射材料颗粒,例如氧化锌颗粒、二氧化硅颗粒、二氧化钛颗粒、氧化镁颗粒、硫酸钡颗粒、氧化铝颗粒及上述项的组合。

[0024] 窄带红色氟化物磷光体可以包括 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 和 $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ 中的一种或多种,或者可以从由 $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ 、 $K_2GeF_6:Mn^{4+}$ 和 $K_2TiF_6:Mn^{4+}$ 组成的组中进行选择。

[0025] 为了降低红光发射器件的红光发射产物的FWHM,宽带红色磷光体的峰值发射波长可以选择为与窄带红色氟化物磷光体的峰值发射波长大致相同。在一些实施例中,宽带红色磷光体的峰值发射波长可以在窄带红色氟化物磷光体的峰值发射波长的5nm内。宽带红色磷光体可以具有范围为620nm至640nm的峰值发射波长,并且可以包括一般组成为 $AA_1SiN_3:Eu^{2+}$ 的铕激活氮化物磷光体,其中,A为Ca、Sr或Ba中的至少一个。

[0026] 在一些实施例中,红光发射器件产生色纯度至少为90%且FWHM小于30nm、FWHM小于20nm或FWHM小于10nm的红光。

[0027] 根据本发明的另一方面,提供了一种红光发射器件,包括:LED倒装芯片,具有范围为400nm至500nm的峰值发射波长;以及光致发光材料,光致发光材料与LED倒装芯片的至少一个发光面直接接触,其中,光致发光材料包括窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体。

[0028] 在一些实施例中,窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体可以构成单层光致发光结构。这些磷光体可以包含在同一层中。这些磷光体可以包含在单一层中,通常作为混合物包含在单一层中,并且该单一层可以与LED倒装芯片的至少一个发光面直接接触。

[0029] 在一些实施例中,窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体可以构成双层光致发光结构。在一种布置中,红光发射器件包括:与LED芯片相邻的、包含窄带红色氟化物磷光体的第一层,以及位于第一层上、包含宽带红色磷光体材料的第二层。第一层可以与LED倒装芯片的至少一个发光面(表面)直接接触,并且第二层可以与第一层直接接触。

[0030] 根据本发明实施例的磷光体转换的红色LED(PC红色LED)可以在发光装置(照明装置)中用作红色光源,发光装置例如为包括红色LED、绿色LED和蓝色LED的RGB(红绿蓝)多

LED封装组件。RGB发光装置可用于颜色可调的光源。

[0031] 本发明的另一方面通常涉及颜色可调的多LED封装组件(照明装置/发光装置),其可以产生颜色从红色到蓝色的光和/或色温的范围为2200K至6500K的光。更具体地,尽管不是排他的,实施例涉及利用如本文所述的PC红色LED的多LED封装组件。

[0032] 根据本发明的另一方面,提供了一种发光装置,该发光装置包括封装组件,该封装组件包括:第一LED,其产生峰值发射波长的范围为620nm至640nm的光(即红色);第二LED,其产生峰值发射波长的范围为500nm至565nm的光(即绿色);以及第三LED,其产生CCT至少为1800K的光,其中,第一LED包括磷光体转换LED,磷光体转换LED包括LED芯片和窄带红色磷光体,LED芯片产生主波长的范围为400nm至480nm(即,紫色到蓝色)的光。

[0033] 窄带红色磷光体可以包括以下项中的至少一项: $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$ ,以及 $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。

[0034] 第一LED还可以包括宽带红色磷光体。

[0035] 第一LED可以产生色纯度至少为90%的光。

[0036] 窄带红色磷光体和宽带红色磷光体可以包含在单一层中。

[0037] 发光装置可以包括包含窄带红色磷光体的第一层和包含宽带红色磷光体的第二层。

[0038] LED芯片可以包括倒装芯片。

[0039] 第二LED可以包括磷光体转换LED,该磷光体转换LED包括:产生主波长的范围为400nm至480nm(即,紫色到蓝色)的光的LED芯片,以及绿色磷光体。

[0040] 发光装置可以包括第四LED,第四LED产生主波长的范围为430nm至480nm的蓝光(即蓝色)。

[0041] 第三LED可以产生CCT的范围为2000K至5000K的光,并且可以包括:产生主波长的范围为400nm至480nm(即,紫色到蓝色)的光的LED芯片,以及绿色到红色磷光体。

[0042] 由该装置产生的光可以包括由第一LED、第二LED、第三LED和第四LED产生的光的组合,并且其中,由该装置产生的光的色度可通过控制输入至第一LED、第二LED、第三LED和第四LED的电力来调节,从而使得对于范围为80至98的显色指数(Color Rendering Index, CRI)和范围为1800K至6500K的CCT,色度坐标与黑体曲线的距离不超过 $0.003 \Delta uv$ 。在本说明书中,光的“色度”、“光的颜色”和光的“色点”可以互换使用,并且是指由CIE色度图上的色度坐标表示的光的色度/颜色。 $\Delta uv$ 是一种度量标准,其用于量化给定色温的光与黑体曲线的接近程度。众所周知, $\Delta uv$ 是测试光源到黑体曲线上最近点之间的色度坐标uv的欧几里德差,并在ANSI\_NEMA\_ANSI C78.377-2008:美国电灯国家标准-固态照明产品的色度规范中定义。 $\Delta uv$ 在1976CIE u,v色度图上是给定CCT的光的色点在iso-CCT线(恒定色温线)上与黑体曲线(黑体辐射的普朗克轨迹)的距离的度量。正 $\Delta uv$ 值指示色点在黑体曲线之上(即,在1931CIE x,y色度图上,CIE y大于黑体曲线的CIE y值),具有关于黑体曲线的黄色/绿色偏移。负 $\Delta uv$ 值指示色点在黑体曲线下方(即,在1931CIE x,y色度图上,CIE y小于黑体曲线的CIE y值),具有关于黑体曲线的略带粉红色的颜色偏移。

[0043] 该封装组件可以包括引线框架;具有第一凹槽、第二凹槽、第三凹槽和第四凹槽的壳体;以及连接至每个凹槽的电极对,其中,每个凹槽包含第一LED、第二LED、第三LED和第四LED中的至少一个。

[0044] 可选地,封装组件可以包括引线框架;具有第一凹槽、第二凹槽、第三凹槽和第四凹槽的壳体;以及连接至每个凹槽的公共阴极电极和连接至每个凹槽的相应阳极电极,并且其中,每个凹槽包含第一LED、第二LED、第三LED和第四LED中的至少一个。

[0045] 在另一实施例中,第三LED可以产生CCT的范围为5000K至8000K的光,并且包括:产生主波长的范围为400nm至480nm的光(即,紫色到蓝色)的LED芯片,以及绿色到红色磷光体。

[0046] 根据另一方面,一种发光装置包括封装组件,该封装组件包括四个LED,四个LED产生具有不同CIE色点的光,其中,该发光装置通过控制四个LED的相对光输出来产生范围为1800K至8000K的具有不同CCT的白光,其中,由该发光装置产生的白光的色度位于黑体曲线上,以及其中,至少一个LED包括FWHM小于55nm的窄带红色磷光体。

[0047] 窄带红色磷光体包括以下项中的至少一项: $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$ ,以及 $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。

[0048] 在一些实施例中,第一LED产生峰值发射波长的范围为620nm到640nm的光(即,红色);第二LED产生峰值发射波长的范围为500nm到565nm的光(即绿色);第三LED产生主波长的范围为430nm到480nm的光(即蓝色);以及第四LED产生CCT至少为1800K的光。

[0049] 根据另一方面,本发明提供了一种线性发光装置,包括:细长基板和安装在基板上的如本文所定义多个发光装置。

[0050] 基板可以包括柔性电路板。

## 附图说明

[0051] 通过结合附图阅读本发明具体实施例的以下描述,本发明的这些方面和其他方面和特征对于本领域普通技术人员来说将变得明显,在附图中:

[0052] 图1A和图1B是已知的可调表面贴装多LED封装组件的示意图,其中,图1A示出了顶视图,而图1B示出了沿着A-A截取的截面侧视图;

[0053] 图2是根据本发明实施例的一种封装的单层红光发射器件的示意性截面侧视图;

[0054] 图3是根据本发明实施例的另一封装的单层红光发射器件的示意性截面侧视图;

[0055] 图4是根据本发明实施例的一种封装的双层红光发射器件的示意性截面侧视图;

[0056] 图5是根据本发明实施例的另一封装的双层红光发射器件的示意性截面侧视图;

[0057] 图6是根据本发明实施例的一种芯片级封装(chip scale packaged,CSP)双层红光发射器件的示意性截面侧视图;

[0058] 图7是根据本发明实施例的另一CSP双层红光发射器件的示意性截面侧视图;

[0059] 图8是CIE 1931色度图,其示出了给定色度(颜色)的光的色纯度和主波长的计算;

[0060] 图9A和图9B是针对以下器件的关于强度(任意单位(a.u.))与波长(nm)之间的关系的测量光谱:(i)比较性封装的红光发射器件Com.1,其包含宽带红色磷光体(粗实线), (ii)比较性封装的红光发射器件Com.2,其包含窄带红色氟化物磷光体(细实线), (iii)根据本发明实施例的封装的单层红光发射器件Dev.1(虚线),以及(iv)根据本发明的一个实施例的封装的双层红光发射器件Dev.2(点线)——图9A示出了光谱的波长从550nm到700nm(即绿色区域到红色区域)的波长部分,以及图9B示出了光谱的波长从400nm到600nm(即紫色到黄色)的波长部分,并示出了“蓝光通过”;

[0061] 图9C是CIE 1931色度图,其示出了由以下器件产生的光的色度(颜色):(i)比较性封装的红光发射器件Com.1(实心圆),(ii)比较性封装的红光发射器件Com.2(叉号),(iii)封装的单层红光发射器件Dev.1(实心三角形),以及(iv)封装的双层红光发射器件Dev.2(实心菱形),并且还示出了黑体曲线(虚线)以及色度范围边界(实线);

[0062] 图10A是根据本发明实施例的一种利用CSP双层红光发射器件的颜色可调的多LED封装的发光装置的示意性平面图;

[0063] 图10B是CIE 1931色度图,其示出了图10A的颜色可调的多LED封装的发光装置可以产生的光的色域;

[0064] 图11是根据本发明实施例的另一利用CSP双层红光发射器件的颜色可调的多LED封装的发光器件的示意性平面图;

[0065] 图12是根据本发明实施例的利用封装的红光发射器件的颜色可调的多LED封装的发光器件的示意性平面图;

[0066] 图13A至图13C是根据本发明实施例的包括PC红色LED、绿色LED、蓝色LED和白色LED的颜色可调的多LED封装的发光装置的示意图,其中,图13A示出了顶视图,图13B示出了沿着B-B截取的截面侧视图,以及图13C示出了沿着C-C截取的截面侧视图;

[0067] 图13D是CIE 1931色度图,其示出了图13A至图13C中的颜色可调的多LED封装的发光装置可以产生的光的色域;

[0068] 图14A至图14C是根据本发明实施例的包括CSP PC红色LED、CSP PC绿色LED、蓝色LED倒装芯片和CSP白色LED的颜色可调的多LED封装的发光装置的示意图,其中,图14A示出了顶视图,图14B示出了沿着D-D截取的截面侧视图,以及图14C示出了沿着E-E截取的截面侧视图;

[0069] 图15A是根据本发明实施例的包括PC红色LED、PC绿色LED和两个PC冷白色(CW)LED的颜色可调的多LED封装的发光装置的示意性俯视图;

[0070] 图15B是CIE 1931色度图,其示出了图15A中的颜色可调的多LED封装的发光装置可以产生的光的色域;

[0071] 图16是根据本发明实施例的颜色可调的线性发光装置的示意图;

[0072] 图17A至图17C是包括PC红色LED(红色)、PC绿色LED(绿色)、蓝色LED(蓝色)和白色LED(白色)的颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)的测量特性,其中,图17A示出了针对以下LED的关于归一化强度(a.u.)与波长(nm)之间的关系的光谱:PC红色LED(粗实线)、PC绿色LED(虚点线)、蓝色LED(点线)和白色LED(虚线);图17B是CIE 1931色度图,其示出了由PC红色LED(正方形)、PC绿色LED(菱形)、蓝色LED(三角形)以及白色LED(叉号)产生的光的色度(颜色),还示出了ANSI CCT中心点(实心圆)、装置的色域(实线)以及黑体曲线(虚线);以及图17C是CIE 1931色度图,其示出了由PC红色LED、PC绿色LED、蓝色LED和白色LED产生的光的色纯度的计算;

[0073] 图18A至图18C是颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)的所测量的发射特性,颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)可操作以产生CCT为2700K至6500K且CRI Ra为90的光,其中,图18A示出了针对以下CCT的关于归一化强度(a.u.)与波长(nm)之间的关系的光谱:CCT为2700K(点线)、CCT为3000K(虚线)和CCT为4000K;图18B示出了针对以下CCT的关于归一化强度(a.u.)与波长(nm)之间的关系的光谱:CCT为5000K(点线)、CCT为5700K

(虚线)和CCT为6500K;以及图18C是CIE 1931色度图,其示出了颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)在标称CCT为2700K、3000K、4000K、5000K、5700K以及6500K时产生的光的色度(颜色),CCT从2700K到6500K的光发射轨迹(实线),黑体曲线(虚线),以及麦克亚当椭圆(标准偏差颜色匹配(standard deviation color matching,SDCM));

[0074] 图19是CIE 1931色度图,其示出了由颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)产生的光的色点,颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)可操作以产生标称CCT为2700K、3000K、4000K、5000K、5700K和6500K的光,还示出了CCT从2700K到6500K的光发射轨迹(实线)、黑体曲线(虚线),以及麦克亚当椭圆;以及

[0075] 图20A是根据本发明实施例的四腔体LED封装组件的示意图,以及图20B是图20A中的四腔体LED封装组件的引线框架的示意图。

## 具体实施方式

### [0076] 封装的PC红色LED

[0077] 在一些实施例中,宽带红色磷光体的颗粒和窄带红色氟化物磷光体的颗粒可以作为混合物被设置在单一层和/或同一层中。因为这类器件仅包括一个光致发光层,所以这类器件被称为“单层”结构光致发光器件。

[0078] 在其它实施例中,宽带红色磷光体和窄带红色氟化物磷光体可以包含在各自的层中,其中,含有窄带红色氟化物磷光体的层比含有宽带红色磷光体的层更靠近LED芯片安置。因为这类器件包括两个光致发光层,所以这类器件被称为“双层”光致发光结构器件。

### [0079] 封装的单层PC红色LED

[0080] 现在将参照图2描述根据本发明实施例的封装的单层红光发射器件(PC红色LED)210,图2示出了器件210的示意性截面侧视图。如图所示,发光器件210可以包括SMD(表面贴装器件),例如2835LED封装。

[0081] 发光器件210包括引线框架212,壳体(封装)214模制在引线框架212上。壳体214包括基部216和从基部216的相对边缘向上延伸的侧壁部218A和侧壁部218B。侧壁部218A和侧壁部218B的内表面在朝向基部的方向上相对于它们的垂直轴线向内倾斜,并且侧壁部218A和侧壁部218B的内表面与基部216的内表面(底面)一起限定了形状为倒立的棱台或倒立的圆锥台的腔体(凹槽)220。

[0082] 引线框架212的部分横向延伸到壳体214的外边缘,并沿着封装组件的相对边缘形成相应的电气端子222和电气端子224,电气端子222和电气端子224允许电力到达每个LED芯片的阳极(A)和阴极(C)。

[0083] 腔体220包含安装在腔体220的底板(基部的内表面)上的一个或多个InGaN基LED管芯(紫色到蓝色LED芯片)226。如图所示,LED芯片226可以通过接合线228电连接至引线框架212。器件210可以包括三个InGaN基LED芯片,并且具有100mA、9V的额定驱动条件。

[0084] 腔体220填充有发红光的光致发光材料230,其构成单层光致发光结构。光致发光材料层230可以包括透光(透明)光学密封剂,例如,硅树脂材料,透光光学密封剂中分散有发红光的光致发光材料230。

[0085] 根据本发明,发红光的光致发光材料230包括窄带红色氟化物磷光体和比窄带红色氟化物磷光体具有更高吸收效率的红色磷光体——例如宽带红色磷光体的组合。合适的

窄带红色氟化物和宽带红色磷光体的细节在下面给出。光致发光层230可以包含除光致发光(磷光体)材料之外的其他材料,例如光散射颗粒或光漫射材料。

[0086] 单层器件210可以通过分配包含窄带红色氟化物和宽带红色磷光体的混合物的可固化透光液体材料(例如,硅树脂)来填充腔体220而制造。

[0087] 参考图3,示出了根据本发明的另一实施例形成的另一封装的单层红光发射器件310。该实施例与图2的不同之处仅在于LED芯片326包括LED倒装芯片。

[0088] 封装的双层PC红色LED

[0089] 现在将参照图4描述根据本发明实施例的一种封装的双层红光发射器件(PC红色LED)410,图4示出了器件410的示意性截面侧视图。

[0090] 该实施例与图2中的单层器件210的不同之处在于光致发光材料层430由包括第一光致发光层430A和第二光致发光层430B的双层光致发光结构构成。第一光致发光层430A比第二光致发光材料层430B更接近LED芯片426;也就是说,第一光致发光层430A(即,近层)接近LED芯片426,而第二光致发光材料层430B(即,远层)远离LED芯片426。

[0091] 就光致发光(磷光体)材料而言,第一光致发光层430A仅包含或基本上仅包含(至少90wt%)窄带红色氟化物磷光体。更具体地,在一些实施例中,第一光致发光层430A仅包含 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ (KSF),并且不包含其他光致发光材料。然而,应当理解的是,可以将其它材料(例如光扩散(散射)材料)添加到第一光致发光层430A中,但其它材料的量通常不超过窄带红色氟化物磷光体的30%重量。此外,在该实施例中,第一光致发光层430A可以由分散在二甲基硅油(dimethyl silicone)中的 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 构成。第一光致发光层430A与LED芯片426直接相邻,并且可以如图4所示与LED芯片426直接接触。在第一光致发光层430A和LED芯片426之间没有其他光致发光材料或其他包含光致发光材料的层。

[0092] 第二光致发光层430B包含宽带红色磷光体,并且第二光致发光层430B分布在第一光致发光层430A的顶部以填充腔体420。

[0093] 与单层器件210相比,例如如图2所示,在单层发光器件中,包括混合物的窄带红色氟化物和宽带红色磷光体对激发光(例如蓝色激发光)具有相等的曝光量,因为窄带红色氟化物和宽带红色磷光体都相对于LED芯片位于相同的位置(层)。由于窄带红色氟化物磷光体具有比宽带红色磷光体低得多的蓝光吸收效率(能力),所以需要更大量的窄带红色氟化物磷光体来将足够的蓝光转换成归因于窄带红色氟化物磷光体的所需的红色发射。相比之下,在双层发光器件410中,单独的独立层430A中的窄带红色氟化物单独暴露于蓝色激发光;因此,来自蓝色LED芯片426的更多蓝色激发光可以被窄带红色氟化物磷光体吸收,并且剩余的蓝色激发光可以穿透并到达包含宽带红色磷光体的第二光致发光层430B。有利地,与单层光致发光布置(图2)相比,利用双层光致发光结构,第一光致发光层430A可以更有效地将蓝色激发光转换成窄带红光,并且窄带红色氟化物磷光体的量/使用可以显著减少(高达大约40%)。双层光致发光结构的另一个好处是,由于第二光致发光层430B完全覆盖第一光致发光层430A,这有效地隔离了第一光致发光层430A中包含的窄带红色氟化物磷光体与周围环境中的水/湿气的直接接触。这种双层结构为解决窄带红色氟化物磷光体的差的湿度可靠性提供了有效的解决方案。

[0094] 参考图5,示出了根据本发明另一实施例形成的另一封装的双层封装发光器件510。该实施例与图4的不同之处仅在于LED芯片526包括LED倒装芯片。

### [0095] CSPPC红色LED

[0096] 虽然已经针对封装的PC红色LED器件描述了前述实施例,但是本发明的实施例还适用于芯片级封装的发光装置。在本说明书中,CSP布置是芯片级的封装布置并且不包括引线框架。在CSP布置中,LED芯片可以包括封装组件的整体部件。例如,可以将一层或多层材料直接施加到倒装芯片的一个或多个面上,以形成封装器件。CSP布置的特别优势是封装器件的尺寸小,这可以与芯片尺寸相比。

[0097] 图6示出了根据本发明实施例的CSP双层红光发射器件610的侧视图。在该实施例中,包含窄带红色氟化物磷光体的第一光致发光层630A作为均匀厚度层被直接施加或沉积(制造)到至少LED倒装芯片626的主要(如图所示的顶部)发光面上,并且覆盖至少LED倒装芯片626的主要发光面。包含宽带红色磷光体的第二光致发光材料层630B作为均匀厚度层被施加或沉积(制造)至第一光致发光层630A上,并且覆盖第一光致发光层630A。如所示出的那样,器件610可以进一步包括反光层632,例如白色硅树脂或环氧树脂,其覆盖LED倒装芯片626的四个侧面以防止从四个侧面发射激发光。在其他实施例中,反光层可以覆盖第一光致发光层的边缘和第二光致发光层的边缘,以防止从第一光致发光层和第二光致发光层发射激发光。

[0098] 图7示出了根据本发明实施例的另一种CSP双层红光发射器件710的侧视图。在该实施例中,包含窄带红色氟化物磷光体的第一光致发光层730A作为均匀厚度层被直接施加或沉积(制造)到LED倒装芯片726的至少主发光面(如图所示的顶部)和四个发光侧面上,并且覆盖LED倒装芯片726的至少主发光面和四个发光侧面。包含宽带红色磷光体的第二光致发光材料层730B作为均匀厚度层被施加或沉积(制造)到第一光致发光层730A的顶面和侧面上,并覆盖第一光致发光层730A的顶面和侧面。第一光致发光层730A和第二光致发光层730B可以是保形涂层的形式。

### [0099] 窄带红色氟化物磷光体

[0100] 在本专利说明书中,窄带红色磷光体是指下述光致发光材料,该光致发光材料响应激发光的激发而产生具有范围为约5nm至约20nm的FWHM发射强度的红光。如本文所述,窄带红色磷光体可以包含锰激活的氟化物窄带红色磷光体,例如锰激活六氟硅酸钾磷光体(KSF)- $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ (KSF),其峰值发射波长 $\lambda_p$ 大约为631nm至632nm。其他锰激活的氟化物窄带红色磷光体可以包括锰激活的六氟锗酸钾磷光体(KGF)- $\text{K}_2\text{GeF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 和锰激活的六氟钛酸钾磷光体(KTF)- $\text{K}_2\text{TiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ 。

### [0101] 宽带红色磷光体

[0102] 在本专利说明书中,宽带红色磷光体是指下述光致发光材料,该光致发光材料响应激发光的激发而产生具有范围为约50nm至约120nm的FWHM发射强度的红光。如上所述,宽带红色磷光体可以包含稀土激活的宽带红色磷光体,其可以由蓝光激发,且作为响应发射峰值发射波长 $\lambda_p$ 在约620nm到约640nm范围内(即,在可见光谱的红色区域内)的光。稀土激活的红光光致发光材料可以包括例如铈激活的氮化硅基磷光体、IIA/IIB族硒化物硫化物基磷光体,或者硅酸盐基磷光体。表1给出了宽带红色磷光体的示例。

[0103] 在一些实施例中,铈激活的氮化硅基磷光体包括通式为 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ (1:1:1:3氮化物)的钙铝硅氮化物(calcium aluminum silicon nitride,CASN)磷光体。CASN磷光体可以掺杂其他元素,例如锶(Sr),掺杂后的CASN磷光体的通式为 $(\text{Sr},\text{Ca})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 。

[0104] 可选地,稀土激活的红色磷光体可以包括一般组成为 $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$  (2:5:8氮化物)的氮化物基磷光体。

[0105] 稀土激活的红色磷光体还可以包括IIA/IIB族硒化物硫化物基磷光体。IIA/IIB族硒化物硫化物基磷光体材料的第一示例具有组合物 $\text{MSe}_{1-x}\text{S}_x:\text{Eu}$ ,其中M是Mg、Ca、Sr、Ba和Zn中的至少一种,且 $0 < x < 1.0$ 。这种磷光体材料的一个具体示例是CSS磷光体 $(\text{CaSe}_{1-x}\text{S}_x):\text{Eu}$ 。通过改变组合物中的S/Se比值,CSS磷光体的发射峰值波长可以从600nm变化到650nm。

[0106] 在一些实施例中,稀土激活的红色磷光体可以包括一般组成为 $(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x)_y\text{Eu}_z\text{SiO}_5$ 的硅酸盐基磷光体,其中, $0 < x \leq 0.5$ ,  $2.6 \leq y \leq 3.3$ ,  $0.001 \leq z \leq 0.5$ ,M是选自由Ba、Mg、Ca和Zn组成的组中的一种或多种二价金属。

| 表 1             |                                                             |                                                                                                                            |                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 示例性宽带红色磷光体      |                                                             |                                                                                                                            |                     |
| 磷光体             | 一般组成                                                        |                                                                                                                            | 波长 $\lambda_p$ (nm) |
| CASN(1:1:1:3)   | $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$      | $0.5 < x \leq 1$                                                                                                           | 600 - 650           |
| 2:5:8 氮化物       | $\text{Ba}_{2-x}\text{Sr}_x\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ | $0 \leq x \leq 2$                                                                                                          | 580 - 650           |
| IIA/IIB 族硒化物硫化物 | $\text{MSe}_{1-x}\text{S}_x:\text{Eu}$                      | $\text{M}=\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zn}$<br>$0 < x < 1.0$                                          | 600 - 650           |
| CSS             | $\text{CaSe}_{1-x}\text{S}_x:\text{Eu}$                     | $0 < x < 1.0$                                                                                                              | 600 - 650           |
| 硅酸盐             | $(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x)_y\text{Eu}_z\text{SiO}_5$      | $\text{M}=\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Zn}$<br>$0 < x \leq 0.5, 2.6 \leq y \leq 3.3,$<br>$0.001 \leq z \leq 0.5$ | 565 - 650           |
|                 |                                                             | $0.001 \leq z \leq 0.5$                                                                                                    |                     |

[0107] 色纯度和主波长

[0108] 色纯度或色饱和度提供了给定颜色(色度)的光的色调与对应于主波长 $\lambda_d$ 的光的光谱(单色)颜色的接近程度的度量。色纯度可以具有从0到100%的值。图8是CIE 1931色度图,其示出了如何计算给定色度(颜色)的光的色纯度和主波长。

[0109] 参考图8,给定颜色的光的色点(色度)在色度图上由叉号834表示,而“白色标准光源”由点836表示。本说明书中使用的“白色标准光源”是等能量的(平光谱),并具有颜色空间坐标CIE(1/3,1/3)。连接色度颜色点834和色度颜色点836的直线838(虚线)被延伸,使得它与CIE颜色空间的外部弯曲边界(周界)相交于两点。更靠近给定颜色CIE(x,y)834的交点840对应于该颜色的主波长 $\lambda_d$ ,其作为该交点处的纯光谱(单色)颜色的波长。颜色空间相对侧上的交点842对应于互补波长 $\lambda_c$ ,当其以正确的比例添加到给定颜色时,将产生白色标准光源的颜色。

[0110] 色度图的外部弯曲边界是单色(光谱)轨迹,数字表示以nm为单位的波长。单色光

(即那些位于光谱轨迹上的光)的色纯度为100,而“白色标准光源”836的光的色纯度为零。绘制在色度图上的色度坐标CIE(x,y)834的光的色纯度是从“白色标准光源”836到色点834的距离与从“白色标准光源”836到对应于主波长 $\lambda_d$ 的交点840的距离之比。

#### [0111] 实验测试数据

[0112] 在本说明书中,以下术语用于表示PC红光发射器件:Com.#表示包含单一红色磷光体(即宽带红色磷光体或窄带红色氟化物磷光体)的比较性PC红光发射器件,以及Dev.#表示根据本发明的包括窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体的组合的PC红光发射器件。

[0113] 比较性的PC红光发射器件(Com.#)和根据本发明的PC红光发射器件(Dev.#)包括多个SMD 2835封装器件,SMD 2835封装器件包含四个串联的蓝色LED芯片。每个SMD 2835封装器件的标称功率为1.2W(额定驱动条件为100mA,以及正向驱动电压 $V_f$ 为12V)。

[0114] 测试器件中使用的红色磷光体是KSF( $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ )窄带红色氟化物磷光体和CASN( $Ca_{1-x}Sr_xAlSiN_3:Eu$ )宽带红色磷光体。

[0115] 对于比较性器件Com.#,红色磷光体(KSF或CASN)被加入到苯基硅树脂中得到混合物,并将得到的混合物分配到2835封装中以填充LED腔体。

[0116] 对于单层器件(Dev.1),KSF和CASN磷光体的混合物被加入到苯基硅树脂中得到混合物,并将得到的混合物分配到2835封装中以填充LED腔体。

[0117] 对于双层器件(Dev.2),KSF磷光体被加入到苯基硅树脂中,然后分配到2835封装中,以部分填充LED腔体形成KSF磷光体层。KSF磷光体层在烘箱中固化。CASN磷光体与苯基硅树脂混合,然后分配到KSF磷光体层的顶部,以完全填充LED腔体,然后在烘箱中固化。

#### [0118] 光学性能

[0119] 该试验方法包括测量PC红光发射器件在积分球中的总发光量。

[0120] 表2列出了比较性器件Com.1和Com.2和根据本发明的器件Dev.1和Dev.2的磷光体组成。CASN 630、CASN 650和CASN 655分别表示峰值发射波长 $\lambda_p$ 为630nm、650nm和655nm的CASN磷光体。表2中的wt %值是占总磷光体重量的重量%。表2中的重量值是相对于比较性的PC Red LED Com.2中的KSF磷光体重量的标准化的KSF磷光体的重量。

[0121] 从表2可以看出,就磷光体组成而言:Com.1包括包含100wt %的CASN 630的单层磷光体结构;Com.2包括包含100wt %的KSF的单层磷光体结构;Dev.1包括包含67wt %的KSF和33wt %的CASN 650的组合的单层磷光体结构;以及Dev.2包括具有包含61wt %的KSF的第一磷光体层和包含39wt %的CASN 655的第二磷光体层的双层磷光体结构。

| 表 2                                                      |        |     |          |          |          |
|----------------------------------------------------------|--------|-----|----------|----------|----------|
| 单层比较性器件 (Com.1、Com.2)、单层器件 (Dev.1) 以及双层器件 (Dev.2) 的磷光体组成 |        |     |          |          |          |
| 器件                                                       | 第一磷光体层 |     |          |          | 第二磷光体层   |
|                                                          | KSF    |     | CASN 630 | CASN 650 | CASN 655 |
|                                                          | wt%    | 重量  | wt%      | wt%      | wt%      |
| Com.1                                                    | -      | -   | 100      | -        | -        |
| Com.2                                                    | 100    | 100 | -        | -        | -        |
| Dev.1                                                    | 67     | 66  | -        | 33       | -        |
| Dev.2                                                    | 61     | 60  | -        | -        | 39       |

[0122] 表3列出了PC红光发射器件(PC红色LED) Com.1、Com.2、Dev.1以及Dev.2的所测的光学性能。图9A和图9B是针对以下器件的关于强度(任意单位(a.u.))与波长(nm)之间的关系测量光谱:(i)比较性封装的红光发射器件Com.1,其包含宽带红色磷光体(粗实线), (ii)比较性封装的红光发射器件Com.2,其包含窄带红色氟化物磷光体(细实线), (iii)根据本发明实施例的封装的单层红光发射器件Dev.1(虚线),以及(iv)根据本发明的一个实施例的封装的双层红光发射器件Dev.2(点线)。图9A示出了光谱的波长从550nm到700nm(即绿色区域到红色区域)的波长部分。图9B示出了光谱的波长从400nm到600nm(即紫色到黄色)的波长部分,并示出了“蓝光通过”。图9C是CIE 1931色度图,其示出了由以下器件产生的光的色度(颜色):(i)比较性封装的红光发射器件Com.1(实心圆), (ii)比较性封装的红光发射器件Com.2(叉号), (iii)封装的单层红光发射器件Dev.1(实心三角形),以及(iv)封装的双层红光发射器件Dev.2(实心菱形),并且还示出了黑体曲线(虚线)以及色度范围边界(实线)。

| 表 3                                                                           |             |                |           |                     |                     |              |            |     |   |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-----------|---------------------|---------------------|--------------|------------|-----|---|
| 比较性 PC 红色 LED (Com.1、Com.2)、单层 PC 红色 LED (Dev.1) 以及双层 PC 红色 LED (Dev.2) 的光学性能 |             |                |           |                     |                     |              |            |     |   |
| 器件                                                                            | 光通量<br>(lm) | 发光效率<br>(lm/W) | 亮度<br>(%) | $\lambda_d$<br>(nm) | $\lambda_p$<br>(nm) | FWHM<br>(nm) | 色纯度<br>(%) | CIE |   |
|                                                                               |             |                |           |                     |                     |              |            | x   | y |

|       |       |      |     |       |       |      |      |        |        |
|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|------|--------|--------|
| Com.1 | 7.29  | 10.0 | 100 | 620.3 | 638.8 | 67.1 | 99.7 | 0.6912 | 0.3078 |
| Com.2 | 13.89 | 11.5 | 190 | 626.6 | 632.6 | 7.25 | 87.3 | 0.6565 | 0.3011 |
| Dev.1 | 14.89 | 12.3 | 204 | 619.4 | 632.6 | 27.3 | 94.2 | 0.6696 | 0.3109 |
| Dev.2 | 17.72 | 14.5 | 243 | 621.1 | 632.4 | 7.49 | 97.7 | 0.6853 | 0.3068 |

[0123] 从表3可以看出,仅包含宽带红色磷光体(CASN 630)的比较性器件Com.1产生具有光通量为7.29lm(100%)和发光效率为10.0lm/W的红光,其峰值发射波长 $\lambda_p$ 为639nm,FWHM为67nm,主波长 $\lambda_d$ 为620nm,以及色纯度为99.7%。相比较而言,仅包含窄带红色氟化物磷光体(KSF)的比较性器件Com.2产生具有13.89lm(190%)的增大的光通量和11.5lm/W的发光效率的白光,其峰值发射波长 $\lambda_p$ 为633nm,FWHM为7nm,主波长 $\lambda_d$ 为627nm,以及色纯度仅为87.3%。可以注意到,使用窄带红色氟化物磷光体(Com.2)与使用宽带红色磷光体(Com.1)相比,如预期的那样,导致流明输出/功效显著增大(90%),FWHM降低(从67nm降低至7nm)和色纯度降低(从99.7%降低到87.3%)。

[0124] 参考图9B,要注意的是,对于Com.1而言,在最终发射光谱(粗实线)中没有紫/蓝光(400nm-500nm)的迹象,这表明该LED产生的所有蓝光都转化为红光,即在器件Com.1的发射产物中没有“蓝光通过”的迹象。相比之下,对于Com.2而言,发射光谱(细实线)在光谱的紫/蓝区域具有清晰的波峰944( $\lambda_p$ 约为435nm),这可以归因于LED芯片产生的未转换的蓝光,即所谓的“蓝光通过”。与Com.1相比,Com.2产生的红光的色纯度的大幅度降低(从99.7%降低到87.3%)可以归因于未转换的蓝光944,其导致光的色度CIE x降低,进而使光的色度(色度点834-图8)进一步远离色度图的弯曲边界,从而降低了色纯度。即使将窄带红色氟化物磷光体(KSF)与粘合剂(硅树脂)的重量比(weight loading)从70%增大到80%也只能将Com.2产生的光的色纯度值增加到95%。因此,KSF用量的显著增加会显著增加制造成本,而不会显著增大器件的性能/光纯度。因此,窄带红色氟化物磷光体(例如锰激活的氟化物窄带红色磷光体)和具有更高吸收效率的红色磷光体(例如宽带红色磷光体)的组合是有利的。

[0125] 从表3可以看出,包含窄带红色氟化物和宽带红色磷光体(CASN 650)的组合的单层器件Dev.1生成光通量为14.89lm(204%)和发光效率为12.3lm/W的白光,其峰值发射波长 $\lambda_p$ 为633nm,FWHM为27nm,主波长 $\lambda_d$ 为619nm,以及色纯度为94.2%。参考图9B,尽管Dev.1在光谱的紫/蓝区域具有波峰946( $\lambda_p$ 约为445nm),这可以归因于未转换的蓝光,即“蓝光通过”,但是与Com.2的波峰944相比,波峰946的强度小得多(约一半)。与Com.2相比,由Dev.1产生的红光的色纯度增大(从87.3%增大到94.2%),这归因于最终发射产物中未转换的蓝光946的减少。如图9C所示,与Com.2(叉点)相比,未转换的蓝光的减少导致由Dev.1产生的光的色度CIE x(934a-实心三角形)的值增大,光的色度点934a向色度图的弯曲色度色域边界(实线)移动,从而增大了色纯度。与Com.2相比,由Dev.1产生的红光的色纯度的增大归因于包含宽带红色磷光体,宽带红色磷光体降低了最终发射产物中未转换的蓝光946的强度。从表2可以看出,包含宽带红色磷光体还减少了窄带红色氟化物磷光体的使用量(重量)(与Com.2相比,Dev.1的窄带红色氟化物磷光体的重量减少了34%)。

[0126] 从表3可以看出,包含窄带红色氟化物和宽带红色磷光体(CASN 650)的组合的双

层器件Dev.2产生光通量为17.72lm (243%)和发光效率为14.5lm/W的红光,其峰值发射波长 $\lambda_p$ 为633nm,FWHM为7.49nm,主波长 $\lambda_d$ 为621nm,以及色纯度为97.7%。参考图9B,要注意的是,尽管Dev.2在光谱的紫/蓝区域具有波峰948( $\lambda_p$ 约为445nm),这可以归因于未转换的蓝光——“蓝光通过”——波峰948是漫射的,然而与Com.2的波峰944相比具有小得多的强度(约四分之一)。与单层Dev.1相比,双层Dev.2产生的红光的色纯度增大(从94.2%增大到97.7%),这归因于最终发射产物中未转换的蓝光948的减少。如图9C所示,与Dev.1 (934a-实心三角形)相比,未转换的蓝光的减少导致由Dev.2产生的光的色度CIE x (934b-菱形)的值增大,光的色度点934b向色度图的弯曲色度色域边界(实线)移动,从而增大了色纯度。“蓝光通过”的减少可以归因于双层光致发光结构,其中,窄带红色氟化物磷光体设置在邻近LED芯片的单独层中。这种布置有效地增加了窄带红色氟化物磷光体的吸收效率,因为窄带红色氟化物磷光体不像单层光致发光结构那样与宽带红色磷光体竞争蓝色光子。此外,从表3可以看出,除了增大了色纯度和强度/发光效率(从204%增大到243%),双层光致发光结构可以减少窄带红色氟化物磷光体的使用量(重量)(与Com.2相比,窄带红色氟化物磷光体的重量减少了40%)。

[0127] 总之,应当理解的是,根据本发明实施例的包含窄带红色氟化物磷光体和宽带红色磷光体的组合的红光发射器件可以提供许多益处,这些益处包括但不限于:(1)窄带红色氟化物磷光体使用量的实质减少(约40%);(2)实质减少或甚至消除“蓝光通过”,从而使得由器件产生的红色光的色纯度增大;(3)器件的光强度/发光效率显著增大,以及(4)色纯度可以与仅使用宽带红色磷光体的PC红色LED的色纯度相当,或者色纯度优于仅使用窄带红色磷光体的PC红色LED的色纯度。

#### [0128] 颜色可调的多LED封装的发光装置

[0129] 根据本发明实施例的磷光体转换的红色LED(PC红色LED)在发光装置中用作红色光源,该发光装置例如为包括红色LED、绿色LED和蓝色LED的RGB(红绿蓝)多LED封装的发光装置。如本文所述,PC红色LED可以包括具有单层或双层光致发光结构的封装或CSP(芯片级封装)器件。绿色LED可以包括具有单层光致发光结构的封装或CSP磷光体转换的绿色LED(PC绿色LED),该单层光致发光结构包括覆盖紫色到蓝色LED芯片的绿色光致发光材料(磷光体)。绿色磷光体可以包括例如绿色硅酸盐磷光体( $(\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$ )、 $\beta$ -SiAlON磷光体,或者绿色发射YAG磷光体( $(\text{Y},\text{Ba})_{3-x}(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}_x$ )。可选地,绿色LED可以包括直接发光的绿色LED芯片(例如,InGaN基LED芯片)。蓝色LED通常包括InGaN基LED芯片或倒装芯片。

[0130] 图10A示出了利用红光发射器件(PC红色LED)的颜色可调的多LED封装的发光装置1050的示意性平面图。发光装置1050包括封装组件(例如SMD)1014,封装组件1014包括引线框架和壳体1052,壳体1052限定了包含PC红色LED 1010、绿色LED 1054和蓝色LED 1056的单个腔体(凹槽)1020(例如,如图所示的圆形)。PC红色LED 1010可以包括根据本发明实施例的PC红色LED,例如单层或双层CSP(芯片级封装)红光发射器件,例如图6或图7的CSP器件。绿色LED 1054可以包括CSP PC绿色LED,CSP PC绿色LED包括覆盖LED倒装芯片的宽带绿色磷光体。绿色磷光体产生峰值发射波长的范围为500nm至565nm的光。可选地,绿色LED可以包括直接发光的绿色LED芯片(例如,InGaN基LED芯片)。蓝色LED 1056通常包括InGaN基LED芯片,并且产生主波长的范围为430nm到480nm的光。腔体1020可以填充有透光介质(例

如,硅树脂),以向PC红色LED1010、绿色LED1054和蓝色LED1056提供环境保护。如图所示,封装组件1014通常包括对应的阳极电气端子1022和阴极电气端子1024,其允许电力被单独施加到红色(R)LED 1010、绿色(G)LED 1054和蓝色(B)LED 1056中的每一个的阳极和阴极。

[0131] 发光装置1050可以产生颜色从蓝色到红色的光以及不同色温的光。图10B是示出发光装置1050可以产生的光的色域(颜色/色温)的CIE 1931色度图。该CIE色度图示出了由PC红色LED产生的红光的色度(色点)1057R、由绿色LED产生的绿光的色度(色点)1057G,以及由蓝色LED产生的蓝光的色度(色点)1057B。连接点1057R、点1057G和点1057B的直线1058定义了一个三角形,该三角形表示发光装置1050可以产生的光的色域/色温,即该装置可以产生三角形内或位于边界上的任何色域/色温的光。从色度图可以注意到,装置1050可以产生位于黑体曲线(虚线)上的光的色温以及对应于位于三角形的边界内或边界上的ANSI CCT中心点的色温。

[0132] 图11示出了利用红光发射器件(PC红色LED)的颜色可调的多LED封装的发光装置1150的示意性平面图。发光装置1150包括具有三个腔体1120a、1120b、1120c的封装组件1114,这三个腔体分别包含磷光体转换的红色LED1110、绿色LED 1154和蓝色LED 1156。如图所示,PC红色LED 1110可以包括根据本发明实施例的PC红色LED,例如单层或双层CSP(芯片级封装)红光发射器件,例如图6或图7的CSP器件。绿色LED 1154可以包括CSP PC绿色LED或直接发光的绿色LED(例如,InGaN基LED芯片)。蓝色LED 1056通常包括InGaN基LED芯片,并且产生主波长的范围为430nm到480nm的光。每个腔体1120a、1120b、1120c都可以填充有透光介质(例如,硅树脂),以向红色LED 1110、绿色LED 1154和蓝色LED 1156提供环境保护。如图所示,封装组件1114通常包括相应的阳极电气端子1122R、1122G、1122B和阴极电气端子1124R、1124G、1124B,其允许电力独立地施加到红色(R)LED 1110、绿色(G)LED 1154和蓝色(B)LED1156中的每一个的阳极和阴极。类似于图10的发光装置1050,发光装置1150可以产生颜色从蓝色到红色的光以及不同色温的光,即产生具有色度图(图10B)上的三角形内或位于三角形的边界上的色域/色温的光。

[0133] 图12示出了利用红光发射器件(PC红色LED)的颜色可调的多LED封装的发光装置1250的示意性平面图。发光装置1250包括具有三个腔体1220a、1220b、1220c的封装组件1214,这三个腔体分别包含PC红色LED 1210、绿色LED 1254和蓝色LED1256。如图所示,PC红色LED 1210可以包括根据本发明实施例的PC红色LED,例如单层或双层红光发射器件,例如图2至图5的封装器件,其中,腔体1220a填充有窄带红色氟化物和宽带红色磷光体。如图所示,绿色LED 1254可以包括PC绿色LED,例如其中腔体1220b填充有绿色磷光体的封装器件。蓝色LED 1256通常包括InGaN基LED芯片,并且产生主波长的范围为430nm到480nm的光。腔体1220c可以填充有透光介质(例如,硅树脂)以向蓝色LED 1256提供环境保护。如图所示,封装组件1214通常包括相应的阳极电气端子1222R、1222G、1222B和阴极电气端子1124R、1124G、1124B,其允许电力独立地施加到红色(R)LED 1210、绿色(G)LED 1254和蓝色(B)LED1256中的每一个的阳极和阴极。类似于图10的发光装置1050,发光装置1250可以产生颜色从蓝色到红色的光以及不同色温的光,即产生具有色度图(图10B)上的三角形内或位于三角形的边界上的色域/色温的光。

[0134] 图13A至图13C是根据本发明实施例的包括PC红色LED、绿色LED、蓝色LED和PC白色LED的颜色可调的多LED封装的发光装置1350的示意图,其中图13A示出了顶视图,图13B示

出了沿着B-B截取的截面侧视图,以及图13C示出了沿着C-C截取的截面侧视图。发光装置1350包括封装组件1314。封装组件1314包括引线框架和壳体1352。壳体1352包括第一腔体1320a、第二腔体1320b、第三腔体1320c和第四腔体1320d,这些腔体分别包含磷光体转换的红色LED 1310、绿色LED 1354、蓝色LED 1356和白色LED 1359。如图所示,封装组件1314可以包括:连接到第一腔体1320a的第一阳极和阴极电气端子对1322aR和1324aR,连接到第二腔体1320b的第二阳极和阴极电气端子对1322bG和1324bG,连接到第三腔体1320c的第三阳极和阴极电气端子对1322cB和1324cB,以及连接到第四腔体1320d的第四阳极和阴极电气端子对1322dW和1324dW,这允许电力独立地施加到红色(R)LED 1310、绿色(G)LED 1354、蓝色(B)LED1356和白色(W)LED 1359中的每一个的阳极和阴极。

[0135] 如图所示,磷光体转换的红色LED 1310可以包括根据本发明实施例的PC红色LED,例如单层或双层红光发射器件,例如图2至图5的封装器件,其中,第一腔体1320a包含紫色到蓝色LED芯片1326,并且填充有窄带红色氟化物和宽带红色磷光体光致发光层1330。如图所示,绿色LED 1354可以包括PC绿色LED,例如封装器件,其中,第二腔体1320b包含紫色到蓝色LED芯片1326并且填充有覆盖蓝色到紫色LED芯片1326的绿色磷光体光致发光层1360。蓝色LED 1356包括产生主波长的范围为430nm到480nm的光的蓝色LED芯片。第三腔体1320c可以填充有透光介质(例如,硅树脂)以向蓝色LED 1356提供环境保护。如图所示,白色LED 1359可以包括封装器件,其中,第四腔体1320d包含紫色到蓝色LED芯片1326并且填充有覆盖蓝色到紫色LED芯片1326的绿到红磷光体光致发光层1362。白色LED 1359可以用于产生CCT(相关色温)的范围为2000K到4000K的暖白(WW)光。

[0136] 发光装置1350可以产生颜色(色度)从蓝色到红色的光以及不同色温的光。图13D是CIE 1931色度图,其示出了发光装置1350可以产生的光的色域(颜色/色温)。该CIE色度图示出了由PC红色LED产生的红光的色度(色点)1357R(实心菱形)、由PC绿色LED产生的绿光的色度(色点)1357G(实心菱形)、由蓝色LED产生的蓝光的色度(色点)1057B(实心菱形)以及由白色LED产生的光的色度(色点)1357W(叉点)。连接点1357R、点1357G和点1357B的直线1358定义了一个三角形,该三角形表示发光装置1350可以产生的光的色域/色温,即该装置可以产生三角形内或位于边界上的任何色域/色温的光。应当注意,由于白色LED的色点1357W位于三角形内,所以白色LED不会增加装置的色域。然而,包含白色LED可以通过将绿色/蓝色光添加到由白色LED产生的光中而简化其他色温的光的产生,并且可以通过将红色光添加到由白色LED产生的光中而简化具有更高的总显色指数CRI  $R_a$ 的光的产生。

[0137] 图14A至图14C是根据本发明实施例的包括CSP PC红色LED、CSP PC绿色LED、蓝色LED倒装芯片以及CSP白色LED的颜色可调的多LED封装的发光装置1450的示意图,其中,图14A示出了顶视图,图14B示出了沿着D-D截取的截面侧视图,以及图14C示出了沿着E-E截取的截面侧视图。发光装置1450与发光装置1350相同,并且包括CSP LED。如图所示,磷光体转换的红色LED 1410可以包括根据本发明实施例的CSP PC红色LED,例如单层或双层红光发射器件,其可以例如图6和图7的CSP器件。CSP PC红色LED包括蓝色到紫色LED倒装芯片1426,并且在LED倒装芯片1426的至少发光面上具有窄带红色氟化物层和宽带红色磷光体的光致发光层1430。第一腔体1420a可以填充有透光介质(例如,硅树脂)以向CSP PC红色LED 1410提供环境保护。如图所示,CSP PC绿色LED 1454可以包括紫色到蓝色LED倒装芯片1426,并且至少在LED倒装芯片1426的发光面上具有绿色磷光体光致发光层1460。第二腔体

1420b可以填充有透光介质(例如,硅树脂)以向CSP PC绿色LED 1454提供环境保护。蓝色LED 1456包括产生主波长的范围为430nm到480nm的光的蓝色LED芯片。第三腔体1420c可以填充有透光介质(例如,硅树脂)以向蓝色LED1456提供环境保护。如图所示,CSP白色LED 1459可以包括紫色到蓝色的LED倒装芯片1426,并且至少在LED倒装芯片1426的发光面上具有绿色到红色磷光体光致发光层1462。第四腔体1420d可以填充有透光介质(例如,硅树脂)以向CSP白色LED 1459提供环境保护。白色LED 1459可以用于产生CTT的范围为2000K到5000K的暖白(WW)光。封装组件1414通常包括:连接到腔体1420a的阳极电气端子1422aR和阴极电气端子1424aR、连接到腔体1420b的阳极电气端子1422bG和阴极电气端子1424bG、连接到腔体1420c的阳极电气端子1422cB和阴极电气端子1424cB,以及连接到腔体1420d的阳极电气端子1422dW和阴极电气端子1424dW,这允许电力独立地施加到红色(R)LED 1410、绿色(G)LED 1454、蓝色(B)LED1456以及白色LED 1459中的每一个的阳极和阴极。类似于图12的发光装置1250,发光装置1450可以产生颜色从蓝色到红色的光以及不同色温的光,即产生具有色度图(图10B)上的三角形内或位于三角形的边界上的色域/色温的光。

[0138] 图15A是根据本发明实施例包括PC红色LED、PC绿色LED和两个冷白色(CW)LED的颜色可调的多LED封装的发光装置1550的示意性俯视图。发光装置1550包括封装组件1514。封装组件1514包括引线框架和模制到引线框架上的壳体1552。壳体1552包括第一腔体1520a、第二腔体1520b、第三腔体1520c和第四腔体1520d,这些腔体分别包含磷光体转换的红色LED 1510、磷光体转换的绿色LED 1554、第一CW LED 1564以及第二CW LED 1564。如图所示,磷光体转换的红色LED 1510可以包括根据本发明的实施例的PC红色LED,例如单层或双层红光发射器件,其可以例如图2至图5的封装器件。其中,第一腔体1520a包含紫色到蓝色LED芯片1526,并且填充有覆盖紫色到蓝色LED芯片1526的窄带红色氟化物和宽带红色磷光体光致发光层。如图所示,绿色LED 1554可以包括PC绿色LED,例如封装器件。其中,第二腔体1520b包含紫色到蓝色LED芯片1526,并且填充有覆盖紫色到蓝色LED芯片1526的绿色磷光体光致发光层。如图所示,第一CW LED 1564和第二CW LED 1564可以包括封装器件。其中,第三腔体1520c和第四腔体1520d各自包含紫色到蓝色LED芯片1526,并且填充有覆盖紫色到蓝色LED芯片1526的绿色到黄色磷光体光致发光层。第一CW LED 1564和第二CW LED 1564可以用于产生CCT的范围为5000K到8000K的冷白光。第一CW LED 1564和第二CW LED 1564可以产生相同CCT的CW光或不同CCT的CW光。封装组件1514通常包括:连接到腔体1520a的阳极电气端子1522aR和阴极电气端子1524aR、连接到腔体1520b的阳极电气端子1522bG和阴极电气端子1524bG、连接到腔体1520c的阳极电气端子1522cCW和阴极电气端子1524cCW,以及连接到腔体1520d的阳极电气端子1522dCW和阴极电气端子1524dCW。

[0139] 发光装置1550可以产生颜色从绿色到红色的光以及不同色温的光。图15B是示出发光装置1550可以产生的光的色域(颜色/色温)的CIE 1931色度图。该CIE色度图示出了由PC红色LED产生的红光的色度(色点) 1557R(实心菱形)、由PC绿色LED产生的绿光的色度(色点) 1557G(实心菱形),以及由CW LED产生的光的色度(色点) 1557CW(实心菱形)。连接点1557R、点1557G和点1557CW的直线1558定义了一个三角形,该三角形表示发光装置1550可以产生的光的色度(颜色)/色温(色度),即该装置可以产生三角形内或位于边界上的任何色域/色温的光。包含CW LED可以通过将绿色/红色光添加到由CW LED产生的光中而简化其他色温的光的产生。

[0140] 图16是根据本发明实施例的颜色可调的线性发光装置1668的示意性俯视图。颜色可调的线性发光装置1668包括线性(细长)基板1670和多个颜色可调的多LED封装的发光装置1650,线性(细长)基板1670可例如为金属芯印刷电路板(MCPCB)带或柔性电路板带,多个颜色可调的多LED封装的发光器件1650安装在基板上并电连接到基板。如图所示,颜色可调的多LED封装的发光装置1650可以在基板的延伸方向上布置成线性阵列。仅出于说明的目的,颜色可调的多LED封装的发光装置1650被示为包括图13A至图13C的装置,并且包括PC红色LED(R)、绿色LED(G)、蓝色LED(B)和白色LED(W)。应当理解的是,装置1650可以包括本文所述的其他的颜色可调的多LED封装的发光装置。每个给定颜色的LED可以与位于基板的相对端的用于每个LED串的阳极电连接器1672R、1672G、1672B和1672W以及阴极电连接器1674R、1674G、1674B和1674W串联电连接。

#### [0141] 实验测试数据

[0142] 在本说明书中, Pack.#用于表示根据本发明的颜色可调的多LED封装的发光装置。

[0143] 一种表示为Pack.1的颜色可调的多LED封装的发光装置包括图13A至图13C的装置,并且包括3838四腔体封装组件,3838四腔体封装组件包含PC红色LED、PC绿色LED、蓝色LED以及PC白色LED。第一腔体中的PC红色LED包括单层结构,该单层结构包括KSF( $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ )窄带红色氟化物磷光体和CASN( $Ca_{1-x}Sr_xAlSiN_3:Eu$ )宽带红色磷光体的混合物。红色磷光体(KSF和CASN)与苯基硅酮混合得到混合物,并且混合物被分配到封装组件的第一腔体中,以完全覆盖紫色到蓝色InGaN LED芯片。第二腔体中的绿色LED包括PC绿色LED,PC绿色LED包括紫色到蓝色InGaN LED芯片和绿色硅酸盐磷光体。绿色磷光体( $(Ba,Sr)_2SiO_4$ )与苯基硅树脂混合得到混合物,并且混合物被分配到封装组件的第二腔体中,以覆盖紫色到蓝色InGaN LED芯片。第三腔体中的蓝色LED包括InGaN蓝色LED芯片。第四腔体中的白色LED包括单层PC白色LED,单层PC白色LED包括绿色到红色光致发光材料的混合物(例如, $(Ba,Sr)_2SiO_4$ 和CASN)。绿色到红色磷光体与苯基硅酮混合得到混合物,并且混合物被分配到封装组件的第四腔体中以覆盖紫色到蓝色InGaN LED芯片。

[0144] 本发明的包括四个单独的LED(红、绿、蓝和白)的颜色可调的多LED封装的发光装置使用四个独立的电流来驱动这些单独的LED。当产生不同CCT的白光时,由白色LED产生的光可以与来自红色LED和/或绿色LED和/或蓝色LED的光以不同的比率组合,以产生位于黑体曲线上的任何CIE白色点的光,这是满足ANSI照明标准所期望的。相比之下,当前的智能照明产品使用一个冷白色(CW)LED和一个暖白色(WW)LED,并且不额外混合来自RGB LED的光。这种智能照明产品能够沿着连接CIE CW色点和CIE WW色点的直线(比如CCT从2700K(WW)到6500K(CW))调节CIE白色色点。然而,对于CIE CW色点和CIE WW色点之间的CIE点,尤其是那些CCT在4000K左右的色点之间位于中点处的CIE点,CIE色点基本上偏离了黑体曲线。因此,当前的智能照明产品在其色温工作范围内不能产生具有位于黑体曲线上的CIE白色点的光,从而难以满足ANSI照明标准。

[0145] 表4列出了颜色可调的多LED封装的发光装置Pack.1的PC红色LED(R)、PC绿色LED(G)、蓝色LED(B)和白色LED(W)的所测量的光学特性。从表4中可以看出,PC红色LED产生主波长( $\lambda_d$ )为622nm、色纯度为90%的红光,PC绿色LED产生主波长为547nm、色纯度为80%的绿光,以及蓝色LED产生主波长为467nm、色纯度为99%的蓝光。白色LED产生暖白(WW)光,其CCT为3000K,一般显色指数(CRI Ra)为70。出于比较的目的,白色LED产生的光的主波长为

585nm,色纯度为52%。

| 表 4                                                                      |                     |        |        |          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|--------|----------|-----|
| Pack.1: PC 红色 LED (R)、PC 绿色 LED (G)、蓝色 LED (B) 以及白色 LED (W)<br>的所测量的光学特性 |                     |        |        |          |     |
| 测量参数: 0.4 W, $I_F = 120$ mA                                              |                     |        |        |          |     |
| LED                                                                      | $\lambda_d$<br>(nm) | CIE    |        | 光通量 (lm) | 色纯度 |
|                                                                          |                     | x      | y      |          |     |
| R                                                                        | 622                 | 0.6541 | 0.3084 | 14.8     | 90% |
| G                                                                        | 547                 | 0.2924 | 0.6255 | 64.5     | 80% |
| B                                                                        | 467                 | 0.1396 | 0.0539 | 9.6      | 99% |
| W                                                                        | 585                 | 0.4350 | 0.3068 | 56.1     | 52% |

[0146] 图17A至图17C是颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)的所测量的光学特性。其中,图17A示出了针对以下LED的关于归一化强度(a.u.)与波长(nm)之间的关系的光谱:PC红色LED(粗实线)、PC绿色LED(虚点线)、蓝色LED(点线)和白色LED(虚线);图17B是CIE 1931色度图,其示出了由PC红色LED(正方形)、PC绿色LED(菱形)、蓝色LED(三角形)以及白色LED(叉号)产生的光的色度(颜色),还示出了ANSI CCT中心点(实心圆)、装置的色域(实线)以及黑体曲线(虚线);以及图17C是CIE 1931色度图,其示出了由PC红色LED、PC绿色LED、蓝色LED和白色LED产生的光的色纯度的计算。

[0147] 参考图17A,PC红色LED在大约449nm处显示出低强度蓝色波峰1746,这对应于少量的“蓝光通过”。图17B的CIE色度图示出了由PC红色LED产生的红光的色度(色点)1776(正方形)、由PC绿色LED产生的绿光的色度(色点)1778(菱形)、由蓝色LED产生的蓝光的色度(色点)1780(三角形),以及由白色LED产生的光的色度(色点)1782(叉点)。连接点1776、点1778和点1780的直线1784定义了一个三角形,该三角形表示发光装置Pack.1可以产生的光的色域/色温(色度)——即,该装置可以产生位于三角形上或三角形内的任何色域/色温的光。要注意的是,该装置可以产生的光的位于黑体曲线(虚线)上的最低CCT大约是2240K,这对应于连接色点1776至色点1778的线1784与黑体曲线的交点1786(CIE 0.6540,0.3085)。

[0148] 图17C的CIE色度图示出了由PC红色LED、PC绿色LED、蓝色LED和白色LED产生的光的色纯度的计算。如本文所述,色纯度或色饱和度提供了给定颜色(色度)的光的色调与对应于主波长 $\lambda_d$ 的光的光谱(单色)颜色的接近程度的度量。如图17C所示,PC红色LED的色度(色点)1776、PC绿色LED的色度(色点)1778、蓝色LED的色度(色点)1780以及白色LED的色度(色点)1782在色度图上由叉点表示,而“白色标准光源”CIE(1/3,1/3)由点1733表示。各个色点1776、色点1778、色点1780和色点1782连接到“白色标准光源”1736的相应直线1738R、1738G、1738B、1738W被延伸,使得这些直线与CIE颜色空间的外部弯曲边界(周界)相交。更

靠近给定色点的交点1740对应于该颜色的主波长 $\lambda_d$ ,其作为该交点处的纯光谱(单色)颜色的波长。绘制在色度图上的给定色度的光的色纯度是从“白色标准光源”1736到色点1776、色点1778、色点1780和色点1782的距离与从“白色标准光源”1736到对应于主波长 $\lambda_d$ 的交点1740的距离之比。表4列出了色纯度和主波长值( $\lambda_d$ )。

[0149] 表5列出了颜色可调的多LED封装的发光装置Pack.1的PC红色LED(R)、PC绿色LED(G)、蓝色LED(B)和白色LED(W)的正向驱动电流( $I_F$ ),其用于针对标称色温(CCT)2700K、3000K、4000K、5000K、5700K和6500K产生标称总显色指数CRI Ra为90的光。表6列出了装置Pack.1在工作以针对范围为2700K至6500K的标称色温(CCT)产生标称CRI Ra为90的光时所测量的光学特性和电学特性。从表5可以看出,装置Pack.1产生的光的CCT通过以下组合而增大:(i)增加由蓝色LED产生的蓝光含量,(ii)增加由PC绿色LED产生的绿光含量,(iii)减少由PC红色LED产生的红光含量,以及(iv)减少由白色LED产生的白光。表6表明,通过选择PC红色LED、PC绿色LED、蓝色LED和白色LED的驱动电流,颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)可以产生CCT为2700K至6500K的白光,其一般显色指数CRI Ra为90,CRI R9至少为50,发光效率的范围为约114lm/W至约124lm/W。表5还包括Pack.1产生的光的CCT测量值。

表 5

Pack.1: 在针对范围为 2700 K 至 6500 K 的标称 CCT 产生标称 CRI Ra90 的光的情况下, PC 红色 LED (R)、PC 绿色 LED (G)、蓝色 LED (B)和白色 LED (W)的正向驱动电流  $I_F$

| CCT (K) | 正向驱动电流 $I_F$ (mA) |    |     |     |
|---------|-------------------|----|-----|-----|
|         | 蓝色                | 绿色 | 红色  | 白色  |
| 2700    | 0                 | 43 | 133 | 156 |
| 3000    | 8                 | 49 | 114 | 162 |
| 4000    | 32                | 68 | 71  | 156 |
| 5000    | 54                | 79 | 48  | 142 |
| 5700    | 68                | 86 | 41  | 139 |
| 6500    | 80                | 91 | 35  | 126 |

表 6

Pack.1: 在针对范围为 2700 K 至 6500 K 的标称 CCT 产生标称 CRI Ra 90 的光的情况下的测量特性

| CCT<br>(K) | 光通量<br>(lm) | 功率<br>(W) | 发光效率<br>(lm/W) | CIE |   | CCT<br>(K) | CRI |    | $\Delta uv$ |
|------------|-------------|-----------|----------------|-----|---|------------|-----|----|-------------|
|            |             |           |                | x   | y |            | Ra  | R9 |             |

|      |       |      |       |        |        |      |      |      |         |
|------|-------|------|-------|--------|--------|------|------|------|---------|
| 2700 | 112.2 | 0.99 | 113.7 | 0.4569 | 0.4121 | 2754 | 93.9 | 70.1 | 0.0008  |
| 3000 | 116.0 | 0.99 | 117.6 | 0.4351 | 0.4027 | 3020 | 93.0 | 64.7 | -0.0003 |
| 4000 | 120.7 | 0.97 | 124.1 | 0.3809 | 0.3796 | 4009 | 91.2 | 56.1 | 0.0012  |
| 5000 | 118.8 | 0.96 | 123.9 | 0.3458 | 0.3566 | 4991 | 90.0 | 51.0 | 0.0022  |
| 5700 | 121.6 | 0.99 | 122.6 | 0.3290 | 0.3429 | 5652 | 90.2 | 50.1 | 0.0025  |
| 6500 | 118.2 | 0.99 | 119.6 | 0.3127 | 0.3287 | 6507 | 90.4 | 54.4 | 0.0031  |

[0150] 图18A至图18C是颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)的所测量的发射特性,颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)可操作以产生CCT的范围为2700K至6500K且CRI Ra为90的光,其中,图18A示出了针对以下CCT的关于归一化强度(a.u.)与波长(nm)之间的关系的光谱:CCT为2700K(点线)、CCT为3000K(虚线)和CCT为4000K;图18B示出了针对以下CCT的关于归一化强度(a.u.)与波长(nm)之间的关系的光谱:CCT为5000K(点线)、CCT为5700K(虚线)和CCT为6500K(实线);以及图18C是CIE 1931色度图,其示出了颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)在标称CCT为2700K、3000K、4000K、5000K、5700K以及6500K时产生的光的色度(颜色),CCT从2700K到6500K的光发射轨迹(实线),黑体曲线(虚线),以及麦克亚当椭圆。

[0151] 如本文所述,装置Pack.1产生的光的CCT通过以下组合而增大:(i)增加由蓝色LED产生的蓝光含量,(ii)增加由PC绿色LED产生的绿光含量,(iii)减少由PC红色LED产生的红光含量,以及(iv)减少由白色LED产生的白光。从图18A和图18B的光谱可以看出,由装置Pack.1产生的光的CCT通过以下组合而增大:(i)如箭头1888所示增加由蓝色LED产生的蓝光含量,(ii)如箭头1890所示增加由PC绿色LED产生的绿光含量,以及(iii)如箭头1892所示减少由PC红色LED产生的红光含量。

[0152] 参考图18C,要注意的是光发射轨迹(实线1894)——装置Pack.1能够产生的光的色度——是一条紧密跟随黑体曲线(虚线)的曲线。如本文所述, $\Delta uv$ 是量化给定色温的光与黑体曲线的接近程度的度量。表6列出了装置Pack.1在工作以针对标称CCT为2700K、3000K、4000K、5000K、5700K和6500K产生标称CRI Ra为90的光时的 $\Delta uv$ 值。从表中可以看出, $\Delta uv$ 在-0.0003到0.0031之间变化。

[0153] 表7列出了颜色可调的多LED封装的发光装置Pack.1的PC红色LED(R)、PC绿色LED(G)、蓝色LED(B)和白色LED(W)的正向驱动电流( $I_f$ ),其用于针对标称色温(CCT)2700K、3000K、4000K、5000K、5700K和6500K产生标称总显色指数CRI Ra为95的光。表8列出了装置Pack.1在工作以针对标称色温(CCT)为2700K至6500K产生标称CRI Ra为95的光时所测量的光学特性和电学特性。

[0154] 从表7可以看出,装置Pack.1产生的光的CCT通过以下组合而增大:(i)增加由蓝色LED产生的蓝光含量,(ii)增加由PC绿色LED产生的绿光含量,(iii)减少由PC红色LED产生的红光含量,以及(iv)减少由白色LED产生的白光。表8表明,通过选择PC红色LED、PC绿色LED、蓝色LED和白色LED的驱动电流,颜色可调的多LED封装的发光装置(Pack.1)可以产生

CCT为2700K至6500K的光,其一般显色指数CRI Ra为95,CRI R9至少为80,发光效率为约110lm/W至约115lm/W。

表 7

Pack.1: 在针对范围为 2700 K 至 6500 K 的标称 CCT 产生标称 CRI Ra 95 的光的情况下, PC 红色 LED (R)、PC 绿色 LED (G)、蓝色 LED (B)和白色 LED (W)的正向驱动电流  $I_F$

| CCT (K) | 正向驱动电流 $I_F$ (mA) |    |     |     |
|---------|-------------------|----|-----|-----|
|         | 蓝色                | 绿色 | 红色  | 白色  |
| 2700    | 0                 | 48 | 143 | 144 |
| 3000    | 11                | 58 | 130 | 136 |
| 4000    | 34                | 78 | 100 | 120 |
| 5000    | 54                | 88 | 78  | 106 |
| 5700    | 65                | 92 | 70  | 101 |
| 6500    | 78                | 95 | 60  | 97  |

表 8

Pack.1: 在针对范围为 2700 K 至 6500 K 的标称 CCT 产生标称 CRI Ra95 的光的情况下的测量特性

| CCT<br>(K) | 光通量<br>(lm) | 功率<br>(W) | 发光效率<br>(lm/W) | CIE    |        | CCT<br>(K) | CRI  |      | $\Delta uv$ |
|------------|-------------|-----------|----------------|--------|--------|------------|------|------|-------------|
|            |             |           |                | x      | y      |            | Ra   | R9   |             |
| 2700       | 109.8       | 0.99      | 110.7          | 0.4595 | 0.4140 | 2731       | 95.6 | 79.8 | 0.0013      |
| 3000       | 110.0       | 0.98      | 111.7          | 0.4334 | 0.4024 | 3047       | 96.7 | 86.6 | -0.0002     |
| 4000       | 112.4       | 0.98      | 114.7          | 0.3824 | 0.3805 | 3975       | 97.3 | 92.8 | 0.0012      |
| 5000       | 110.2       | 0.98      | 113.9          | 0.3459 | 0.3553 | 4983       | 96.0 | 94.2 | 0.0015      |
| 5700       | 110.3       | 0.97      | 113.5          | 0.3299 | 0.3434 | 5612       | 96.0 | 92.9 | 0.0023      |
| 6500       | 109.7       | 0.98      | 112.0          | 0.3133 | 0.3275 | 6483       | 95.0 | 93.3 | 0.0021      |

[0155] 图19是CIE 1931色度图,示出了由颜色可调的多LED封装的发光装置 (Pack.1) 产生的光的测量色度(色点),颜色可调的多LED封装的发光装置 (Pack.1) 可操作以针对标称 CCT 2700K、3000K、4000K、5000K、5700K和6500K产生CRI Ra为95的光。该图还示出了CCT从

2700K到6500K的光发射轨迹(实线)、黑体曲线(虚线)以及麦克亚当椭圆。参考图20,要注意的是光发射轨迹(实线1994)——装置Pack.1能够产生的光的色度轨迹——是一条紧密跟随黑体曲线(虚线)的曲线。表8列出了装置Pack.1在工作以针对标称CCT为2700K、3000K、4000K、5000K、5700K和6500K产生标称CRI Ra为95的光时的 $\Delta uv$ 值。从表中可以看出, $\Delta uv$ 在-0.0002到0.0023之间变化。

[0156] 对于前述内容,明显的是,根据本发明实施例的颜色可调的多LED封装的发光装置可以通过改变到四个LED(即,红色、绿色、蓝色和白色)的正向驱动电流来产生不同CCT和不同CRI Ra(例如,CRI Ra 90和CRI Ra 95)的白光。此外,与目前的颜色可调的多LED封装的发光装置相比,根据本发明的装置具有高发光效率。这些特性的结合代表了照明行业的重大突破,并且显著减少了不同照明应用所需的LED封装的库存单位(stock keeping units, SKU)数量。

[0157] 如本文所述,多腔LED封装组件可以具有连接到每个腔体的相应的一对阳极和阴极电气端子。在本发明的其他实施例中,LED封装组件可以包括连接到每个腔体的单个公共阴极端子和连接到每个腔体的相应阳极端子。图20A是根据本发明实施例的包括公共阴极端子的四腔体LED封装组件的示意图,而图20B是图20A的四腔体LED封装组件的引线框架的示意图。如图20A和图20B所示,LED封装组件2014包括引线框架2012a-2012e和模制在该引线框架上的壳体2016。壳体2016包括第一腔体2020a、第二腔体2020b、第三腔体2020c和第四腔体2020d,这些腔体用于接收相应的LED芯片2026(在图20a中由虚线矩形表示)。如图所示,封装组件2014包括连接到第一腔体2020a的第一阳极电气端子2022a、连接到第二腔体2020b的第二阳极电气端子2022b、连接到第三腔体2020c的第三阳极电气端子2022c和连接到第四腔体2020d的第四阳极电气端子2022d,以及连接到各个腔体2020a、2020b、2020c和2020d的公共阴极电气端子2024,这些端子允许电力独立地施加到每个LED芯片2020d。参考图20B,引线框架2012a-2012e的区域由交叉影线表示,壳体2016由虚线表示,以及腔体2020a-2020d由点线表示。这些引线框架包括中央的十字形区域2012e和位于十字形区域2012e的空角的四个矩形区域2012a、2012b、2012c和2012d。从图中可以看出,每个腔体2020a、2020b、2020c和2020d都具有十字形区域2012e的相应L形区域,其构成了到每个腔体的公共阴极连接。矩形区域2012a、2012b、2012c和2012d构成了到相应腔体的阳极连接。从图20A可以看出,L形区域除了提供公共(共享)阴极连接之外,还为LED芯片2026提供导热安装垫,从而改善LED芯片2026的散热。

[0158] 附图标记列表

[0159] 图1

[0160] 1多LED封装组件

[0161] 2引线框架

[0162] 3直接发光的LED芯片

[0163] 3R直接发光的红色LED芯片

[0164] 3G直接发光的绿色LED芯片

[0165] 3B直接发光的蓝光LED芯片

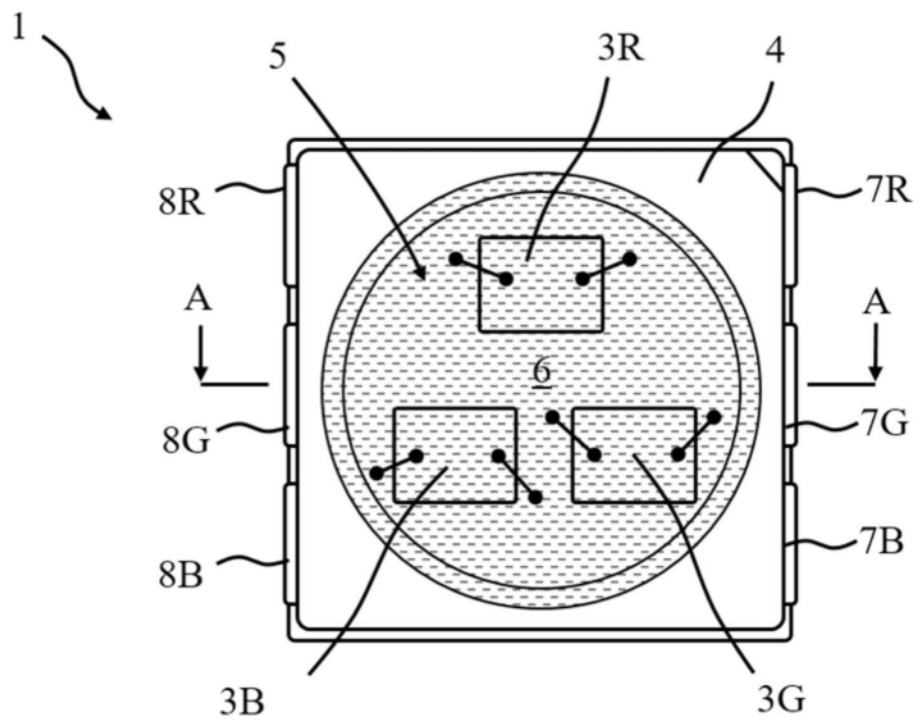
[0166] 4壳体

[0167] 5腔体(凹槽)

- [0168] 6透光密封剂
- [0169] 7阳极电气端子
- [0170] 7R阳极电气端子红色LED
- [0171] 7G阳极电气端子绿色LED
- [0172] 7B阳极电气端子蓝色LED
- [0173] 8阴极电气端子
- [0174] 8R阴极电气端子红色LED
- [0175] 8G阴极电气端子绿色LED
- [0176] 8B阴极电气端子蓝色LED
- [0177] 图2至图22(#为附图标号)
- [0178] #10红光发射器件
- [0179] #12引线框架
- [0180] #14壳体(封装组件)
- [0181] #16壳体底座部分
- [0182] #18A壳体侧壁
- [0183] #18B壳体侧壁
- [0184] #20腔体(凹槽)
- [0185] #20a第一腔体(第一凹槽)
- [0186] #20b第二腔体(第二凹槽)
- [0187] #20c第三腔体(第三凹槽)
- [0188] #20d第四腔体(第四凹槽)
- [0189] #22阳极电气端子
- [0190] #22a阳极电气端子第一腔体(凹槽)
- [0191] #22b阳极电气端子第二腔体(凹槽)
- [0192] #22c阳极电气端子第三腔体(凹槽)
- [0193] #22d阳极电气端子第四腔体(凹槽)
- [0194] #24阴极电气端子
- [0195] #24a阴极电气端子第一腔体(凹槽)
- [0196] #24b阴极电气端子第二腔体(凹槽)
- [0197] #24c阴极电气端子第三腔体(凹槽)
- [0198] #24d阴极电气端子第四腔体(凹槽)
- [0199] #26紫色到蓝色LED芯片
- [0200] #28接合线
- [0201] #30红色光致发光层
- [0202] #30A第一红色光致发光层
- [0203] #30B第二红色光致发光层
- [0204] #32反光层
- [0205] #34色度(色点)
- [0206] #36白色标准光源CIE(1/3,1/3)

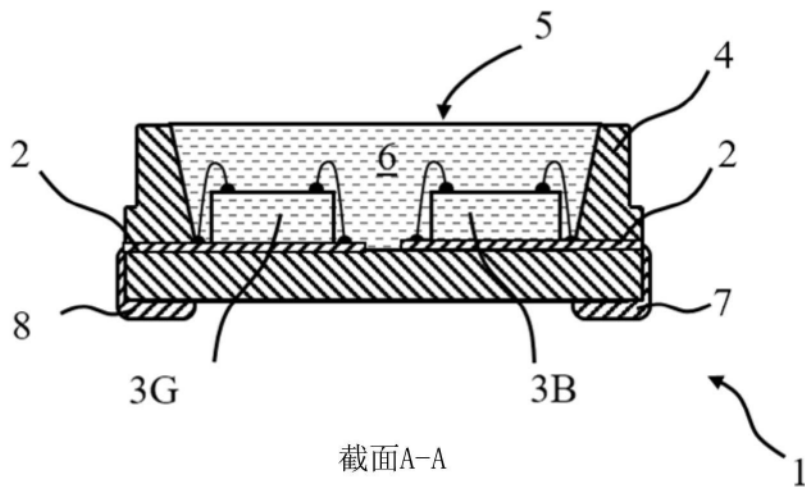
- [0207] #38线
- [0208] #40主波长 $\lambda_d$
- [0209] #42互补波长 $\lambda_c$
- [0210] #44蓝色波峰
- [0211] #46蓝色波峰-单层PC红色LED
- [0212] #48蓝色波峰-双层PC红色LED
- [0213] #50颜色可调的多LED封装的发光装置
- [0214] #52壳体
- [0215] #54绿色LED
- [0216] #56蓝色LED
- [0217] #57色度(色点)
- [0218] #57R色度(色点)-红色LED
- [0219] #57G色度(色点)-绿色LED
- [0220] #57B色度(色点)-红色LED
- [0221] #57W色度(色点)-白色LED
- [0222] #57CW色度(色点)-冷白色(CW)LED
- [0223] #57WW色度(色点)-暖白色(WW)LED
- [0224] #58连接色度(色点)的直线
- [0225] #59白色LED
- [0226] #60绿色光致发光层
- [0227] #62绿色到红色光致发光层
- [0228] #64CW(冷白色)LED
- [0229] #66a第一LED
- [0230] #66b第二LED
- [0231] #66c第三LED
- [0232] #66d第四LED
- [0233] #68颜色可调的线性发光装置
- [0234] #70基板
- [0235] #72阳极电连接器
- [0236] #74阴极电连接器
- [0237] #76色度(色点)-红色PC LED(Pack.1)
- [0238] #78色度(色点)-绿色PC LED(Pack.1)
- [0239] #80色度(色点)-蓝色LED(Pack.1)
- [0240] #82色度(色点)-白色LED(Pack.1)
- [0241] #84连接色度(色点)的直线
- [0242] #86最低CCT对应的色度(色点)
- [0243] #88箭头-光谱的蓝色区域
- [0244] #90箭头-光谱的绿色区域
- [0245] #92箭头-光谱的红色区域

- [0246] #94光发射轨迹
- [0247] #96最高CCT对应的色度(色点)



现有技术

图1A



截面A-A

图1B

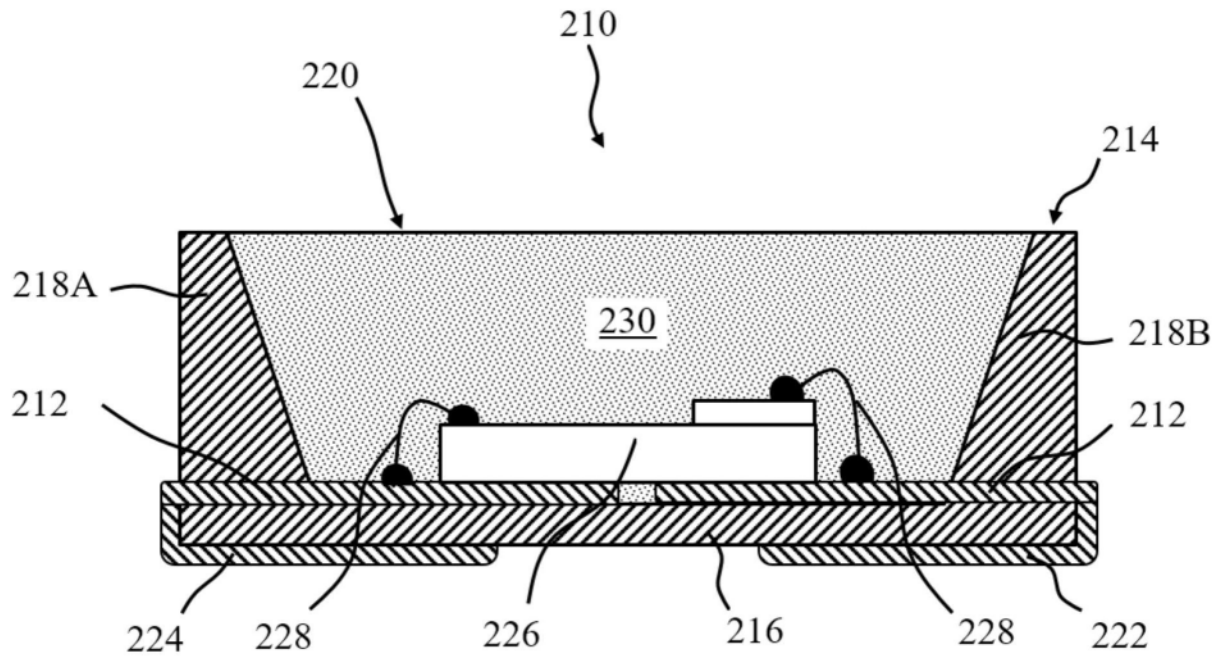


图2

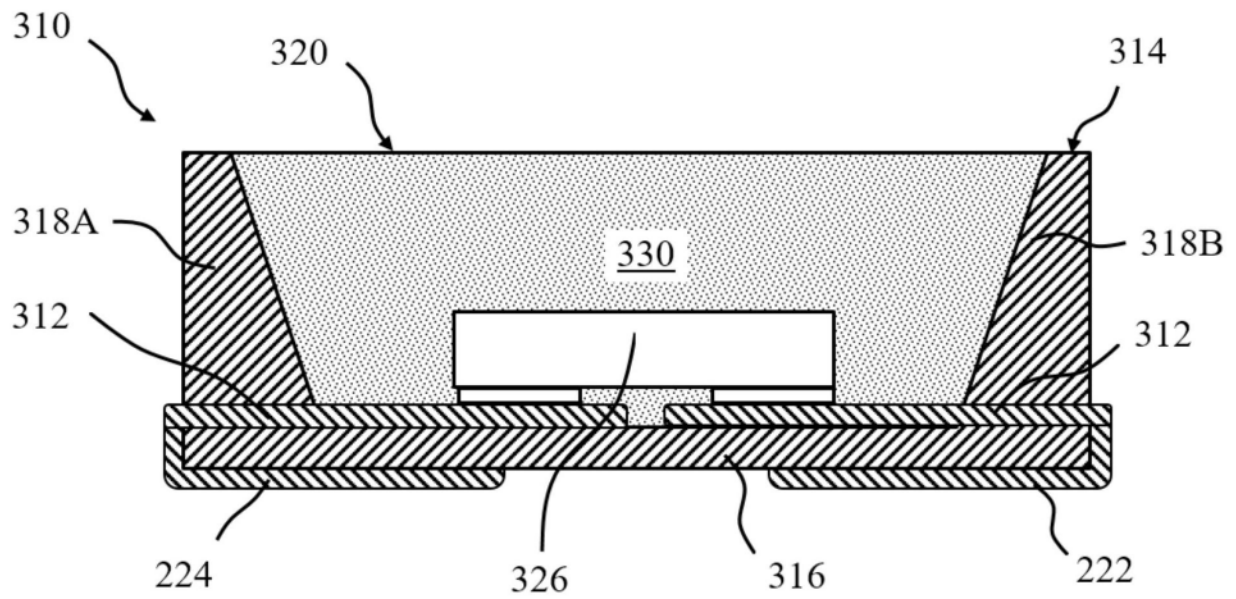


图3

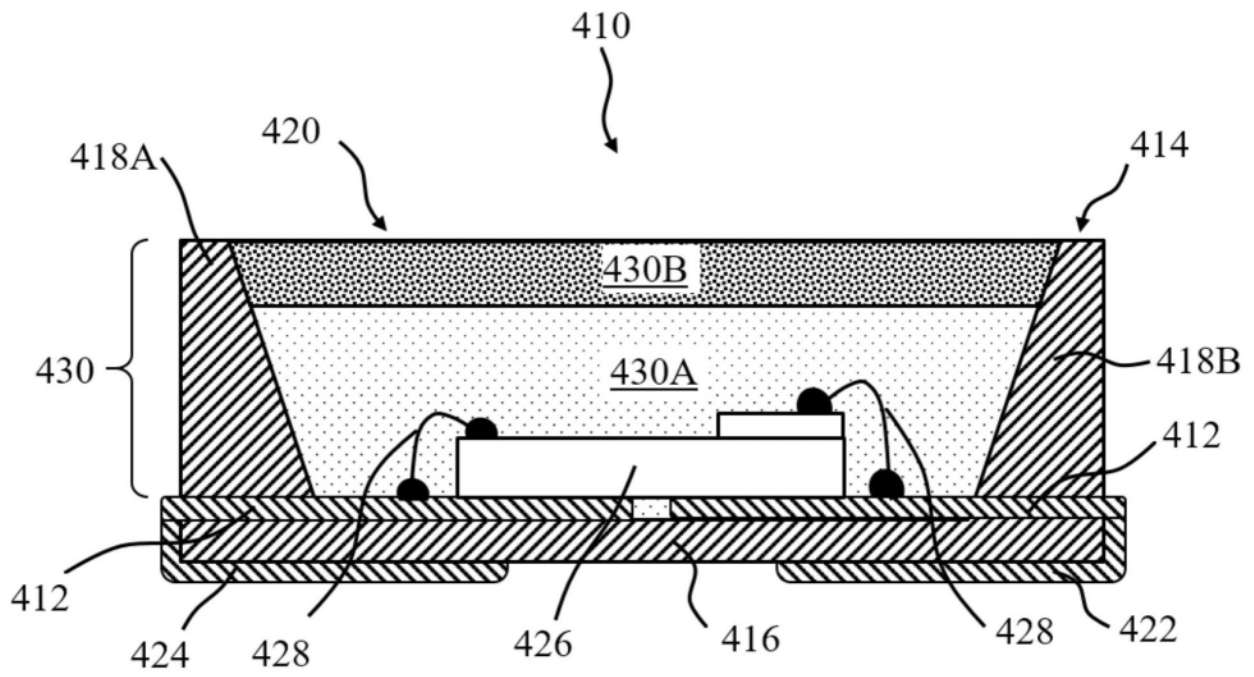


图4

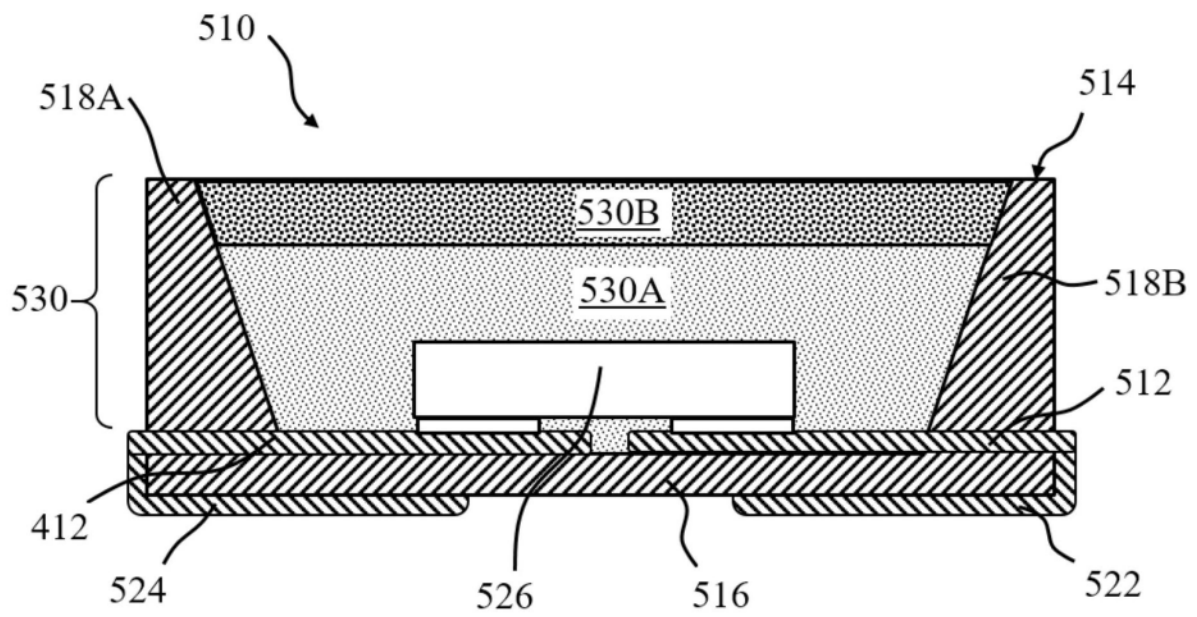


图5

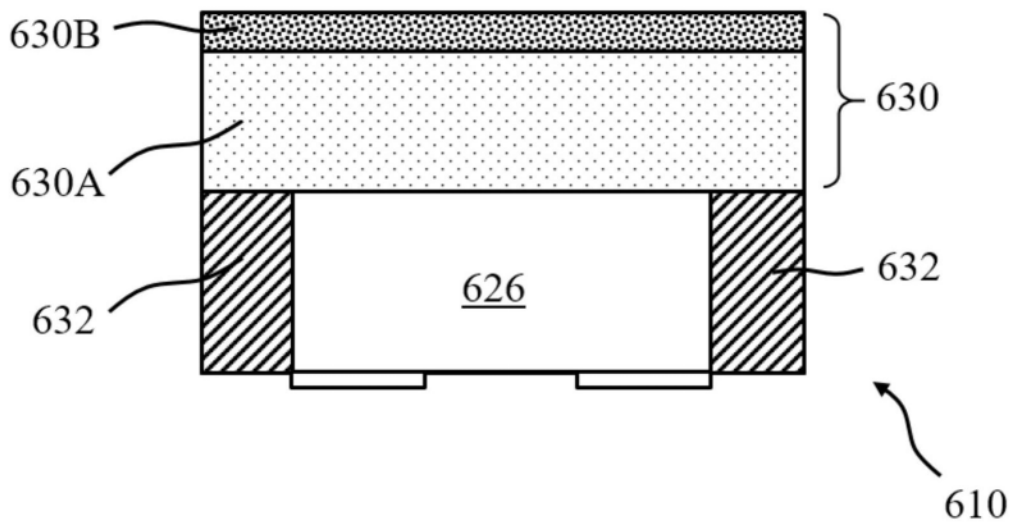


图6

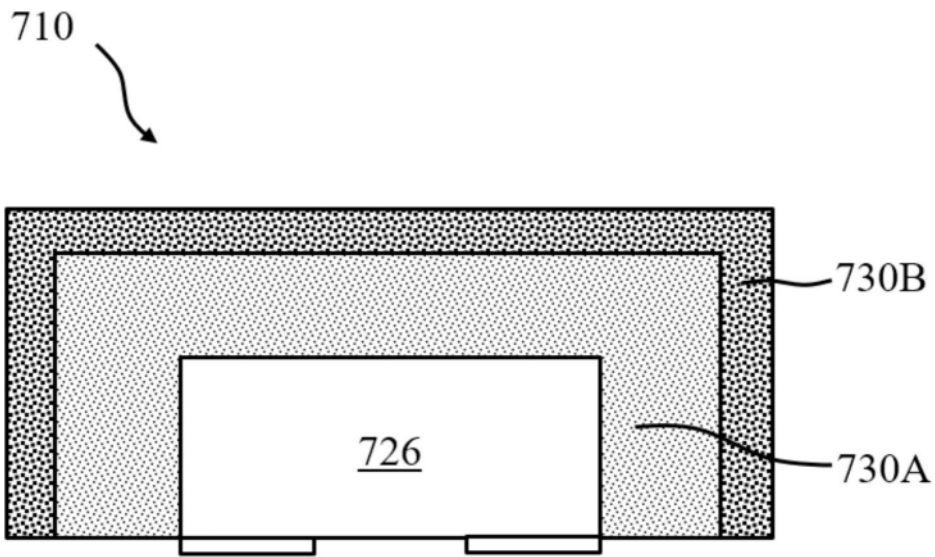


图7

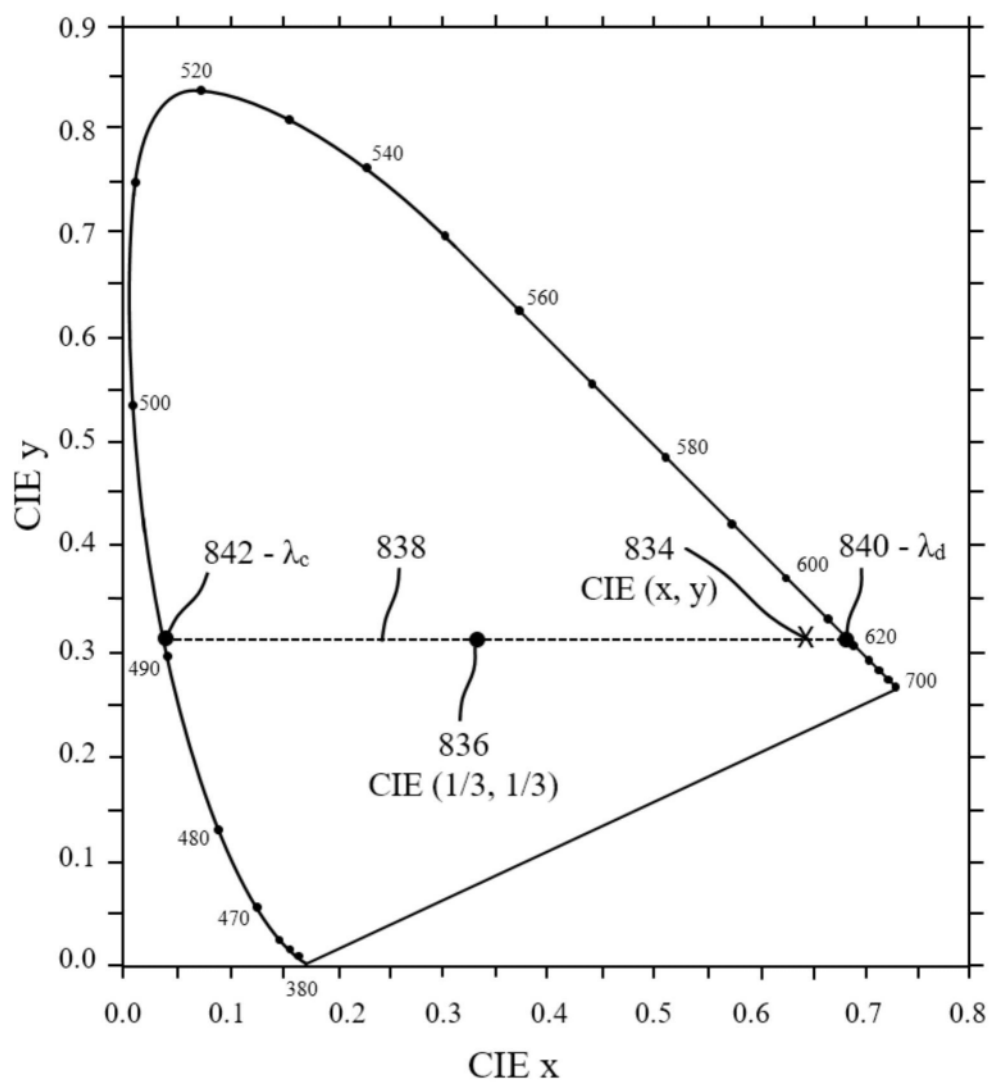


图8

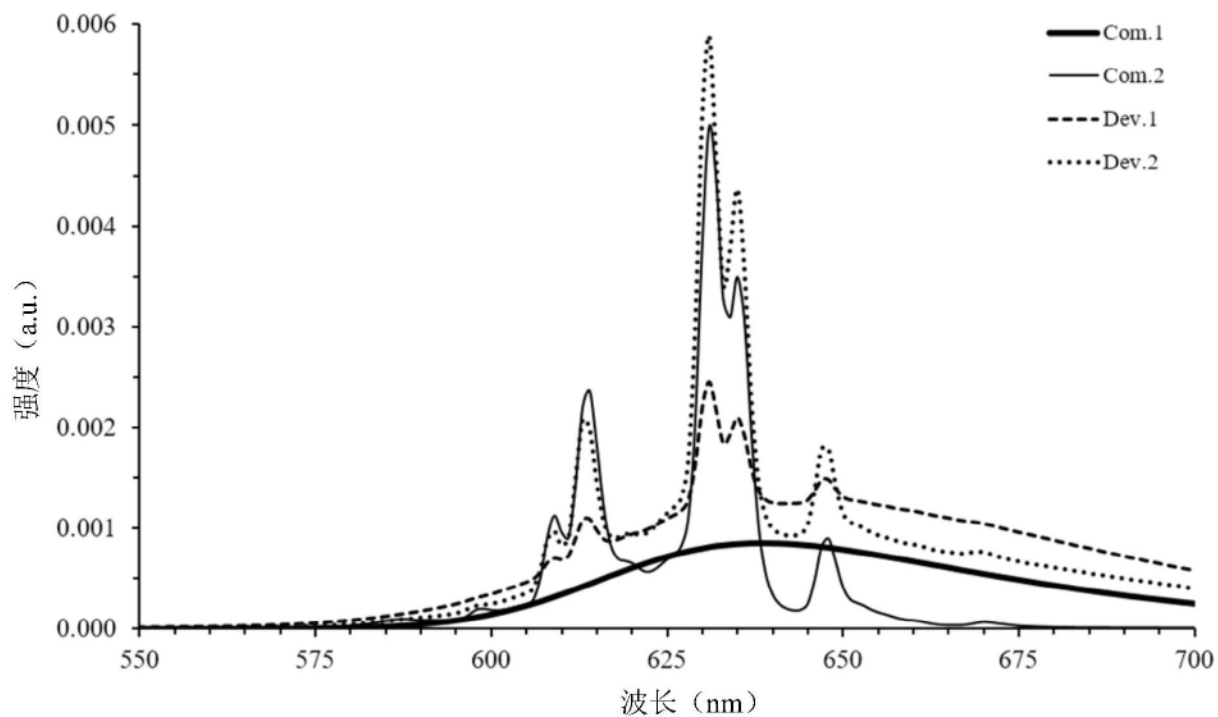


图9A

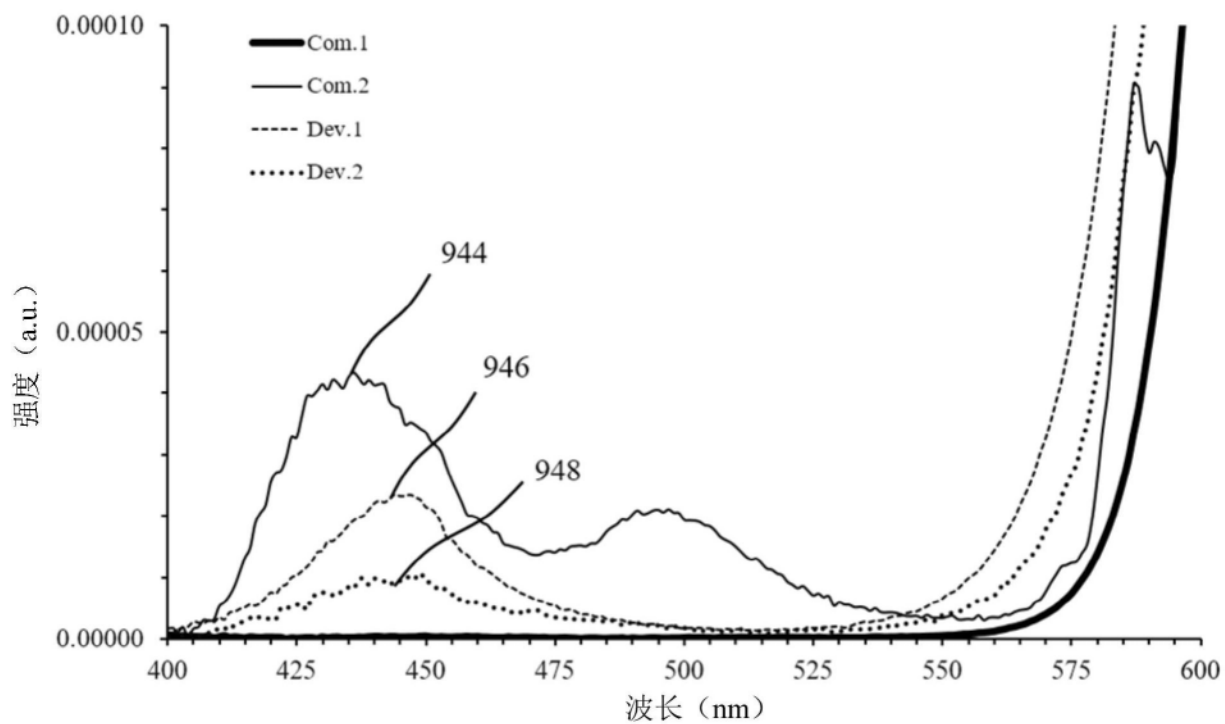


图9B

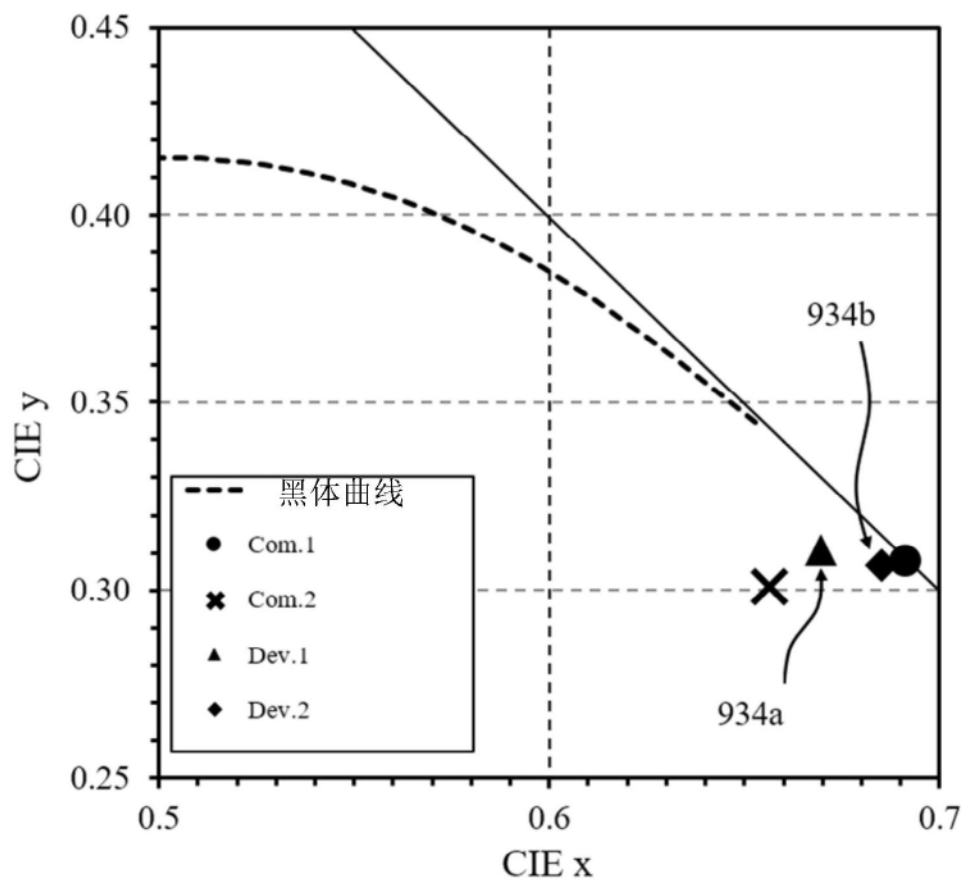


图9C

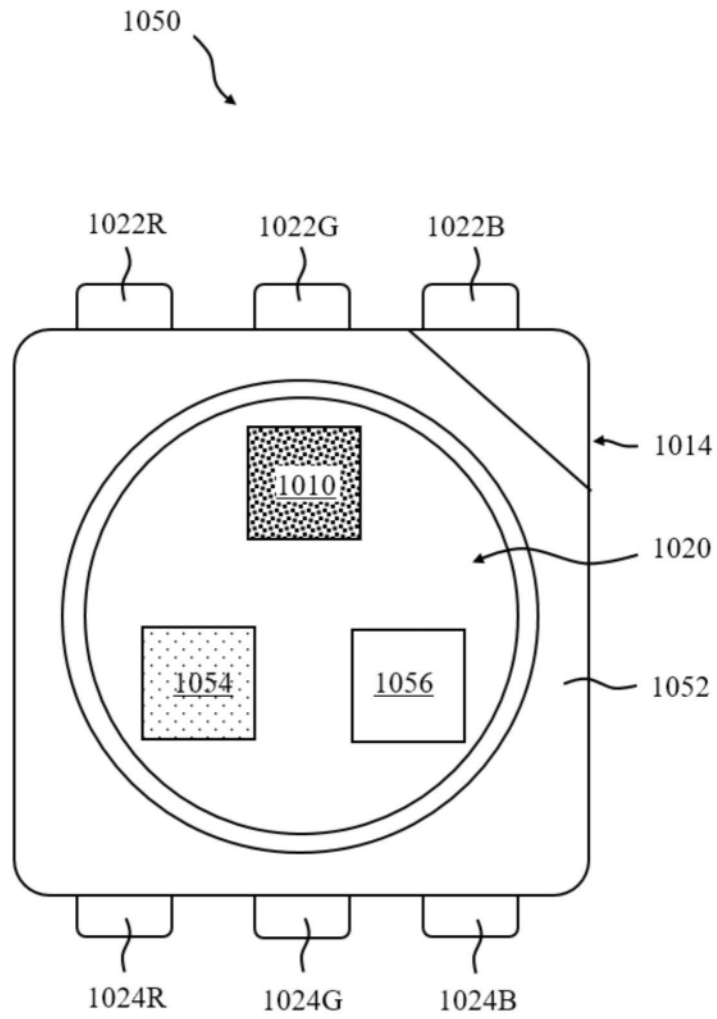


图10A

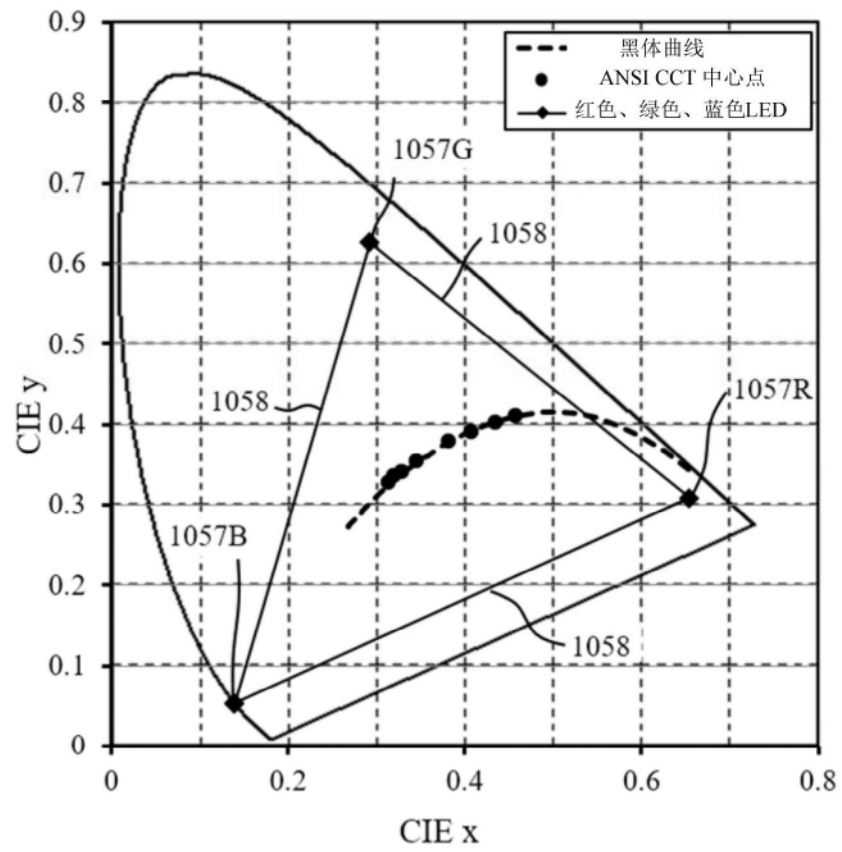


图10B

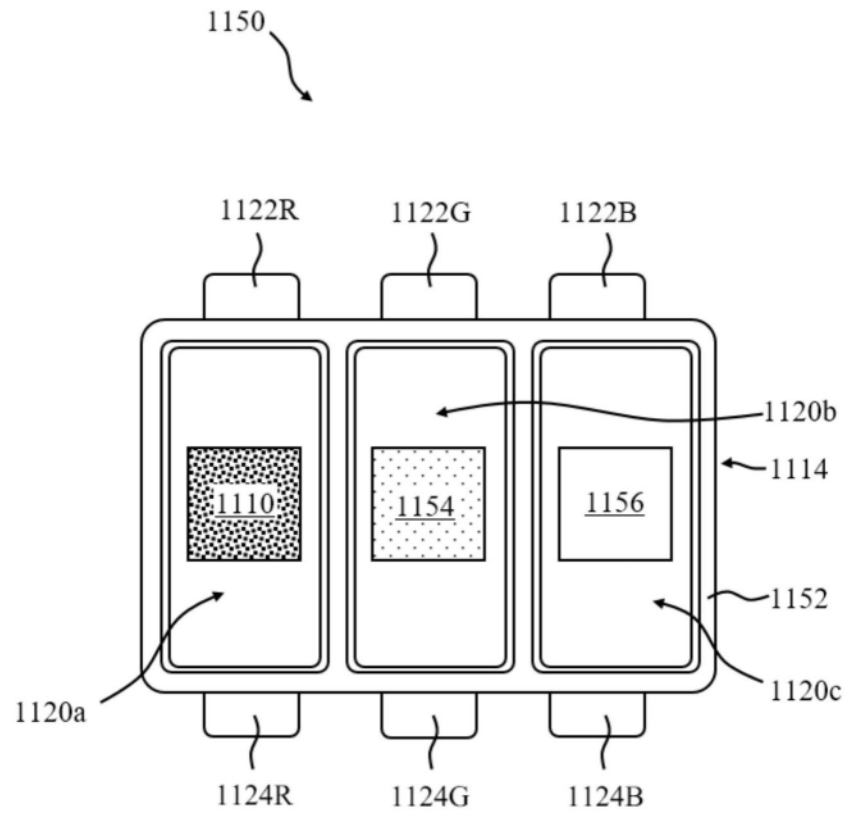


图11

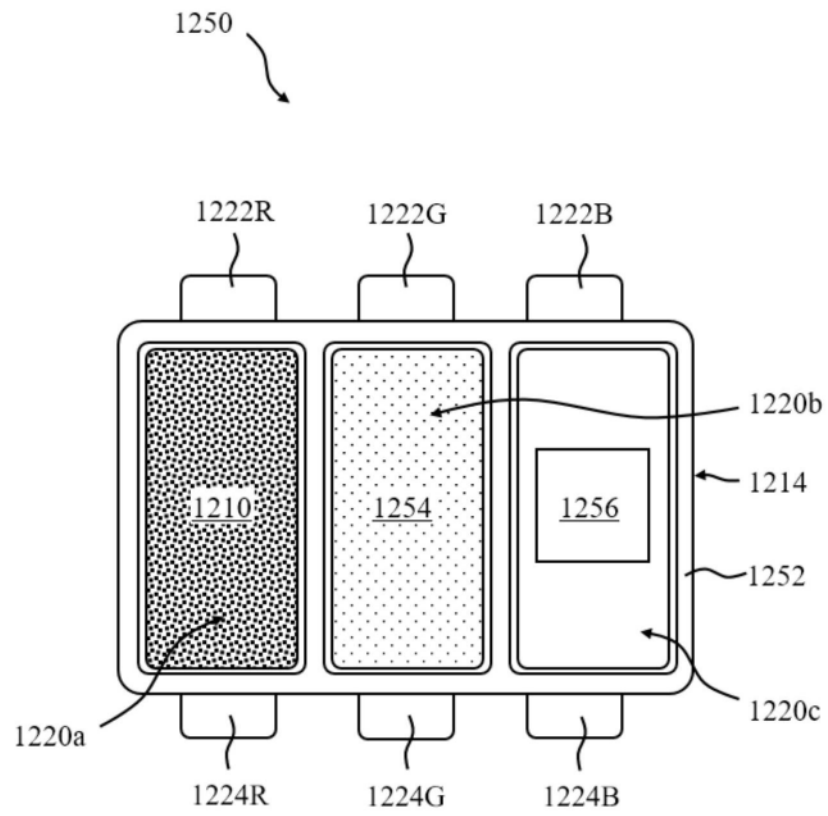


图12

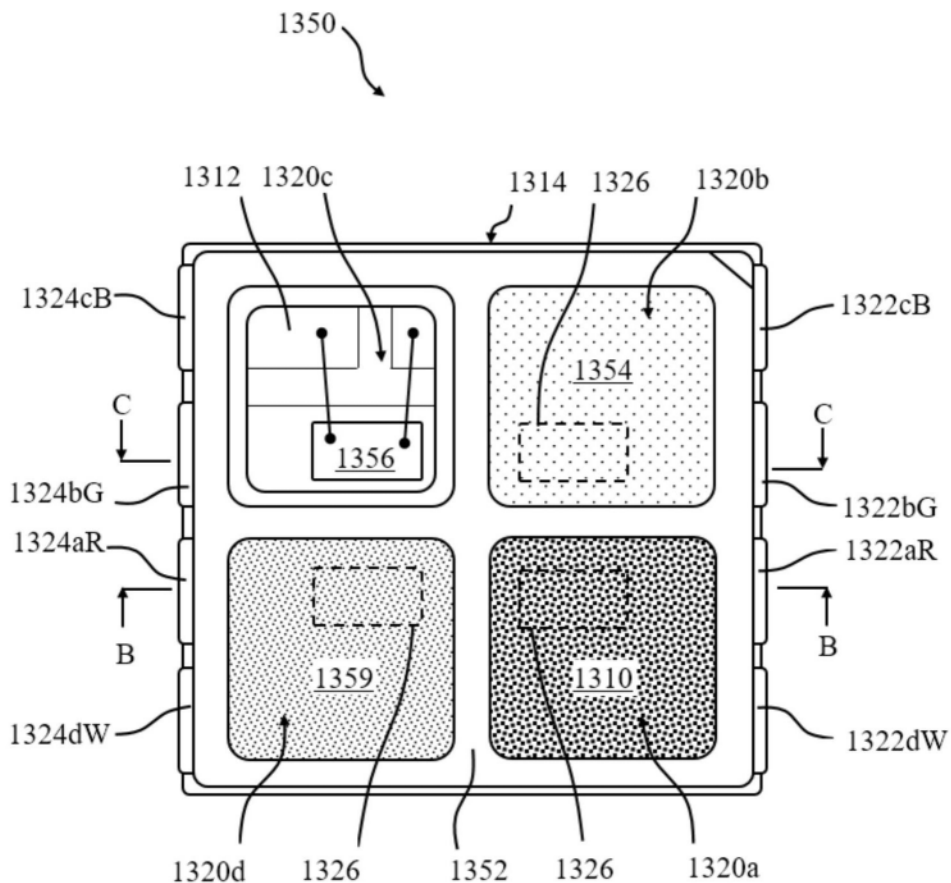


图13A

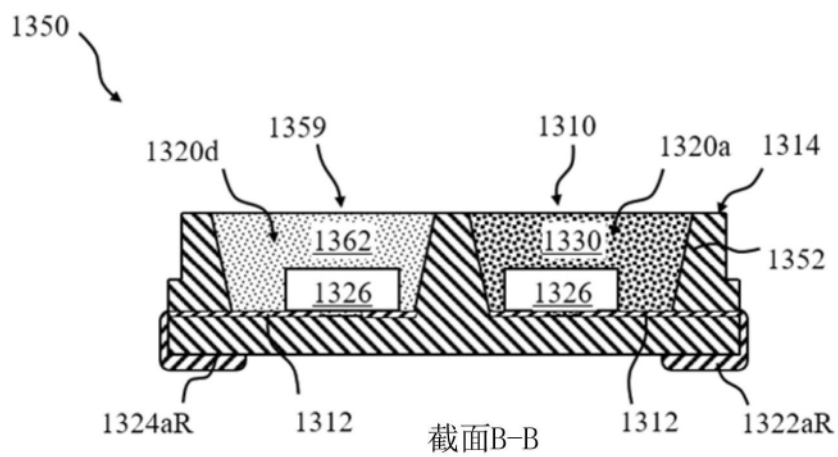


图13B

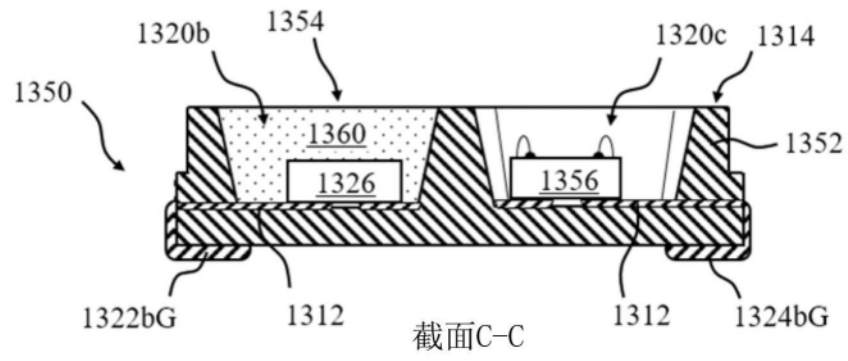


图13C

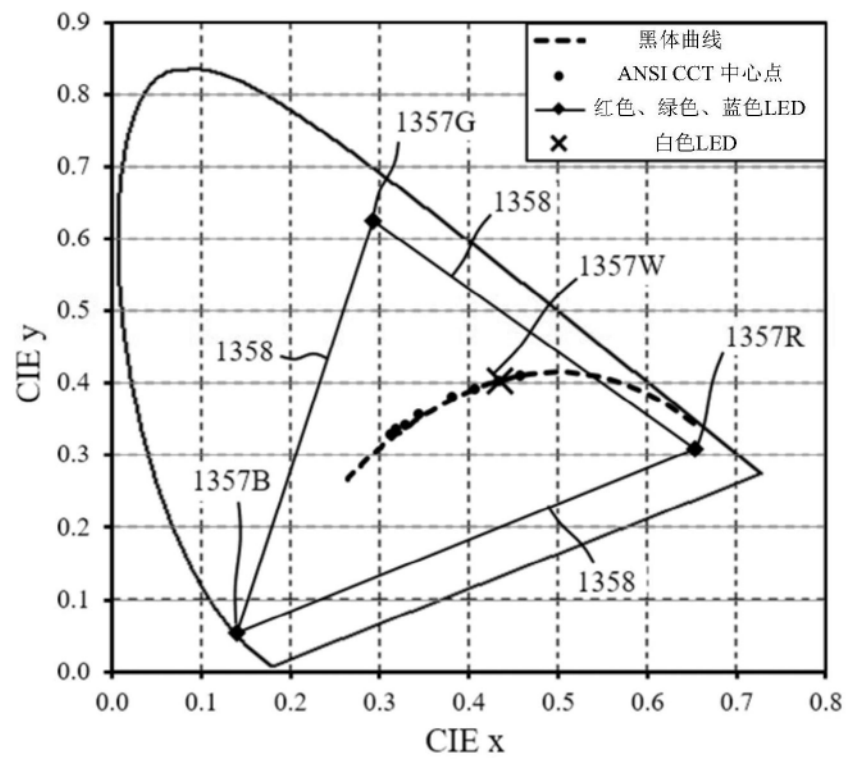


图13D

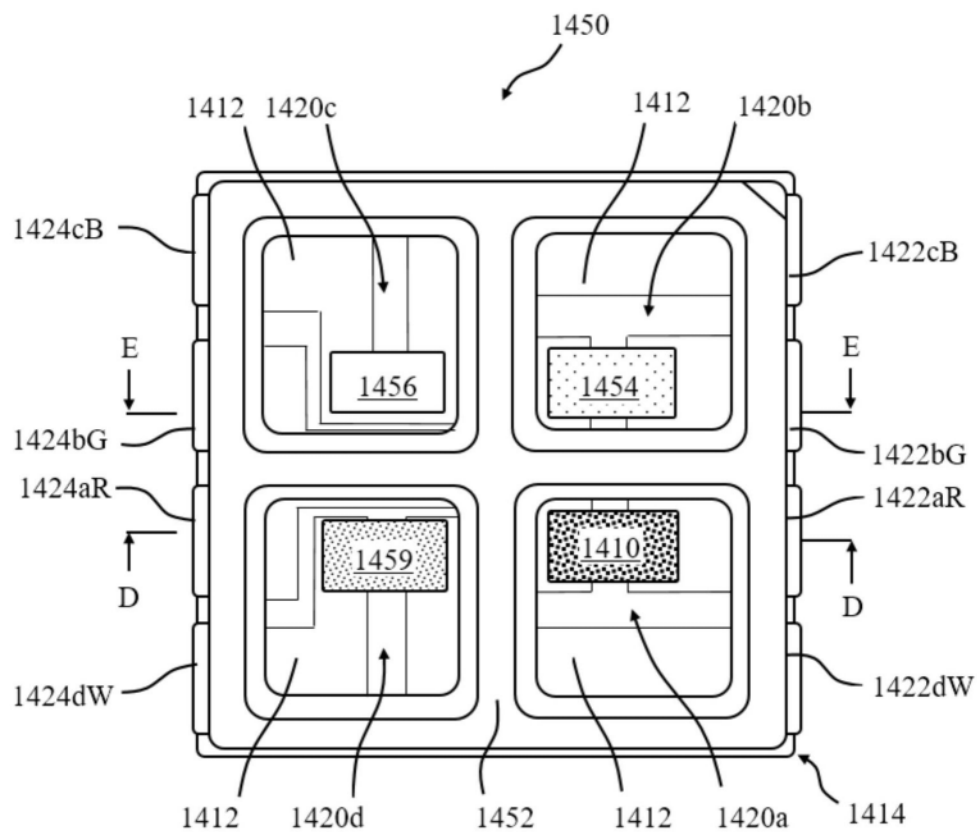


图14A

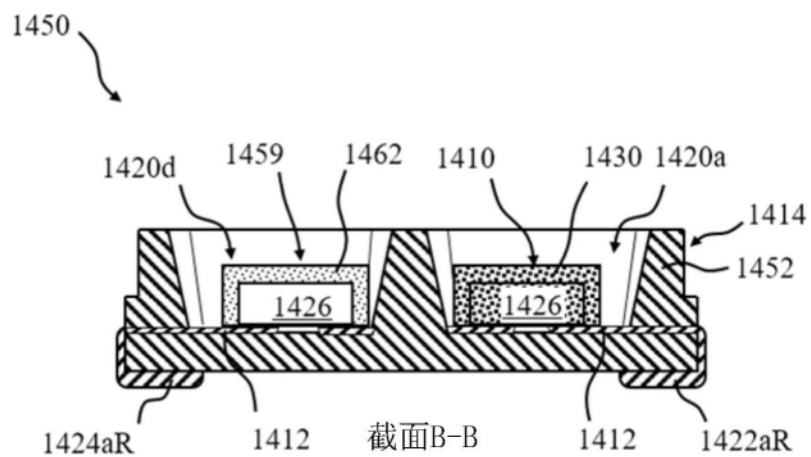


图14B

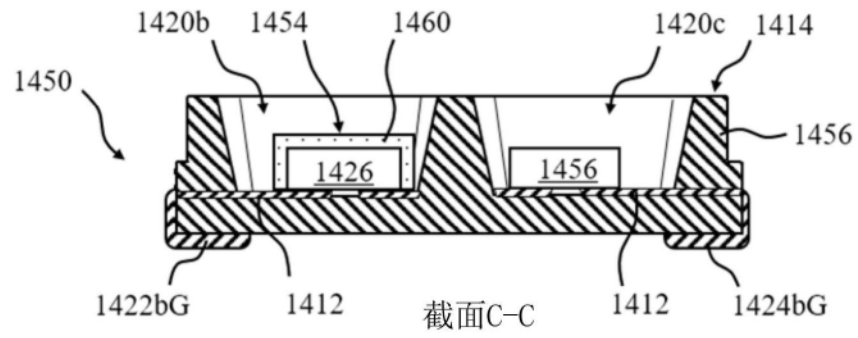


图14C

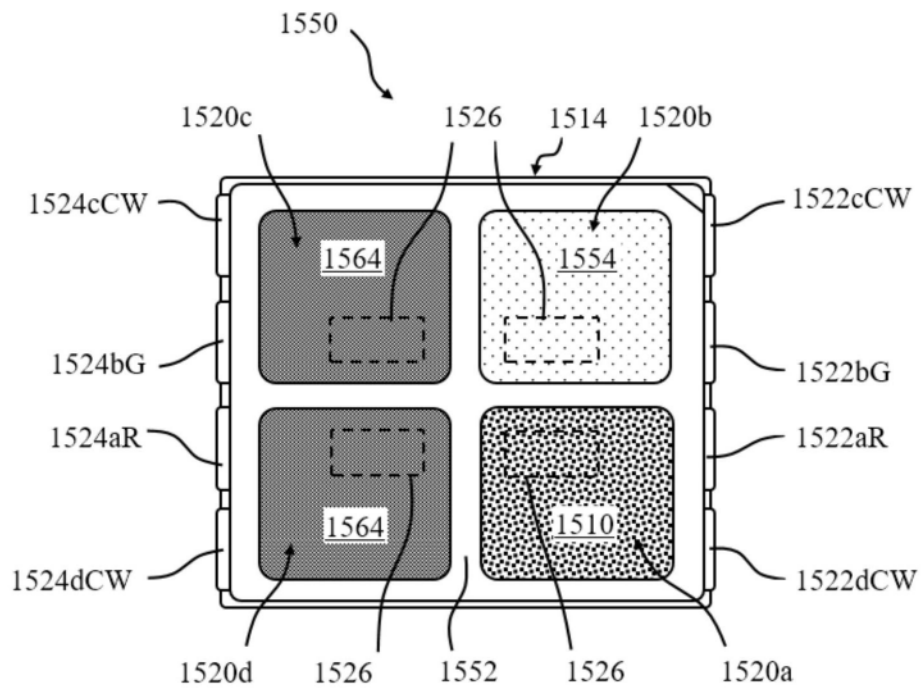


图15A

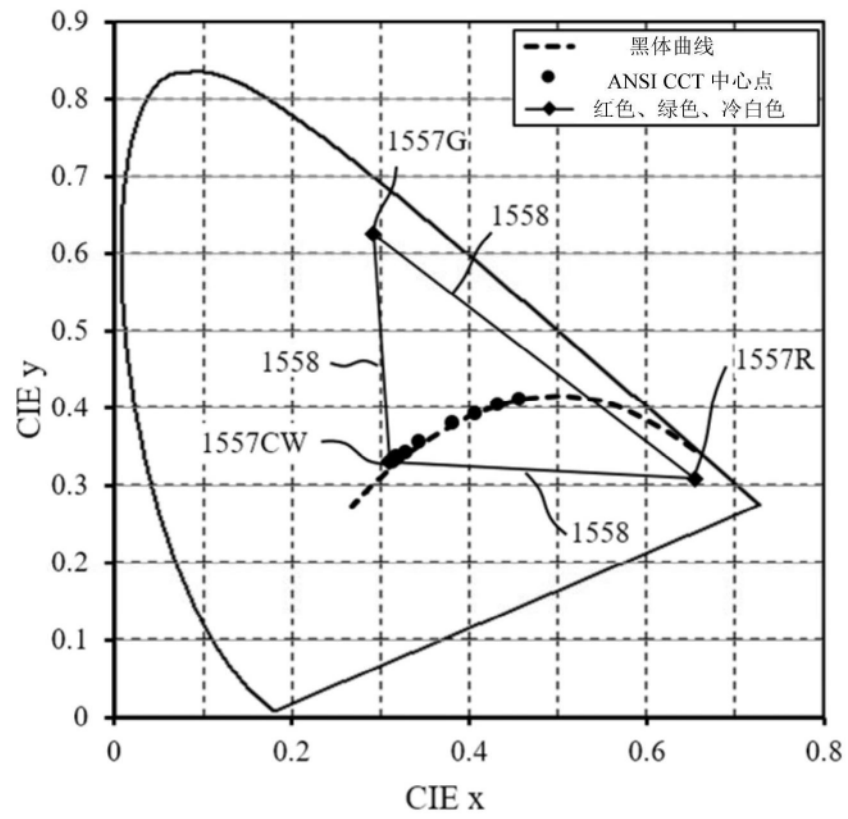


图15B

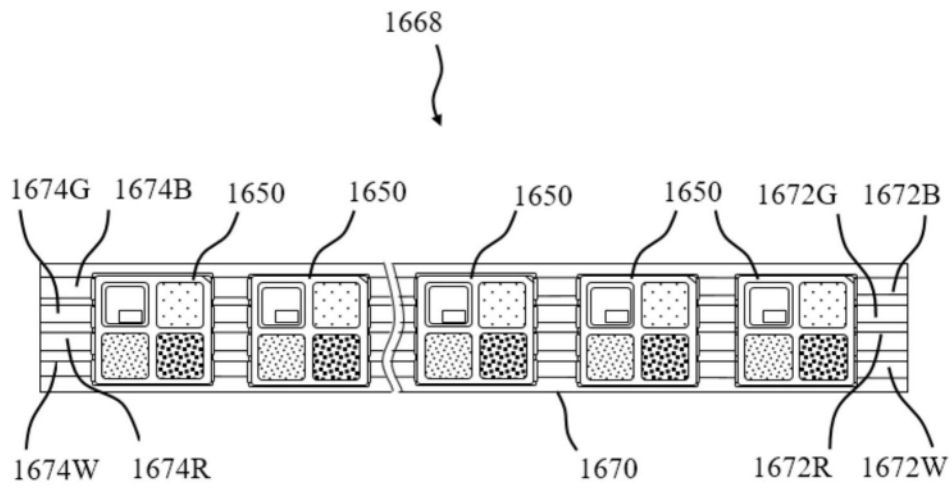


图16

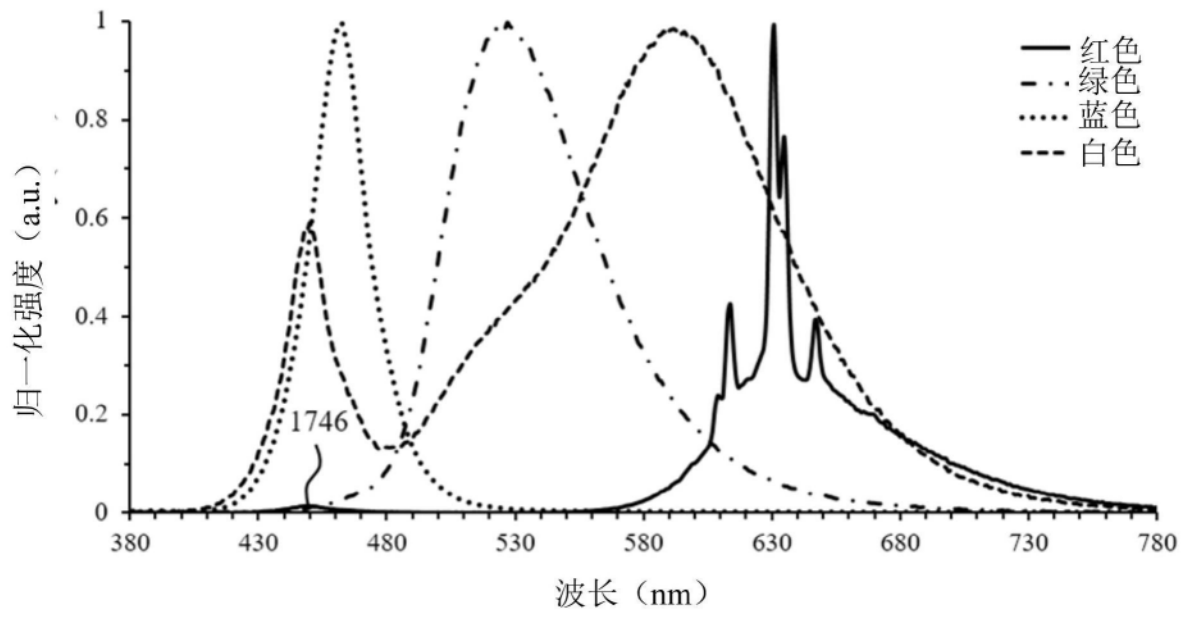


图17A

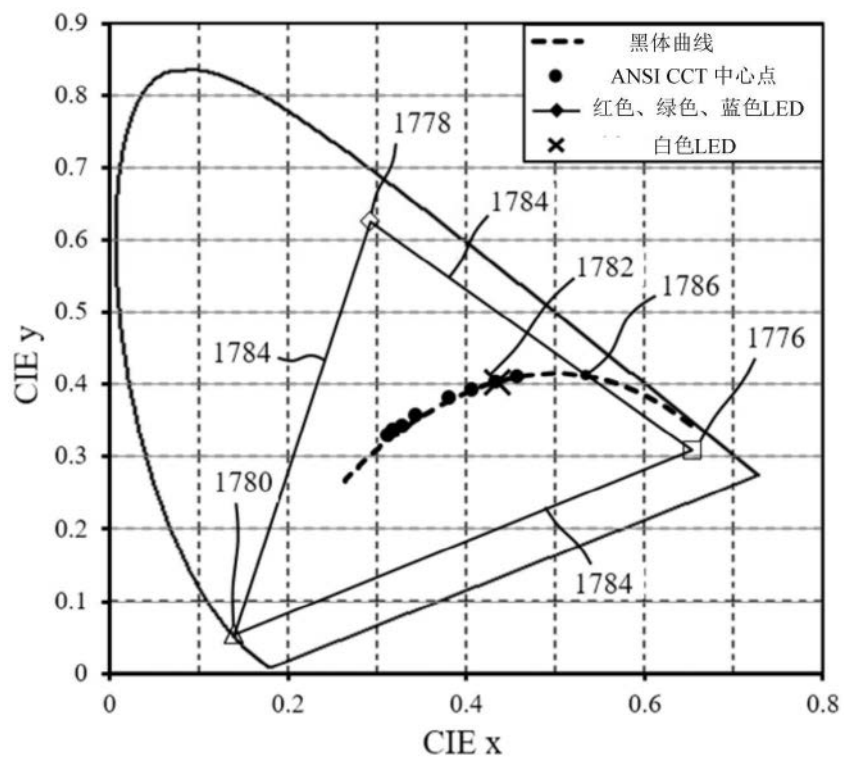


图17B



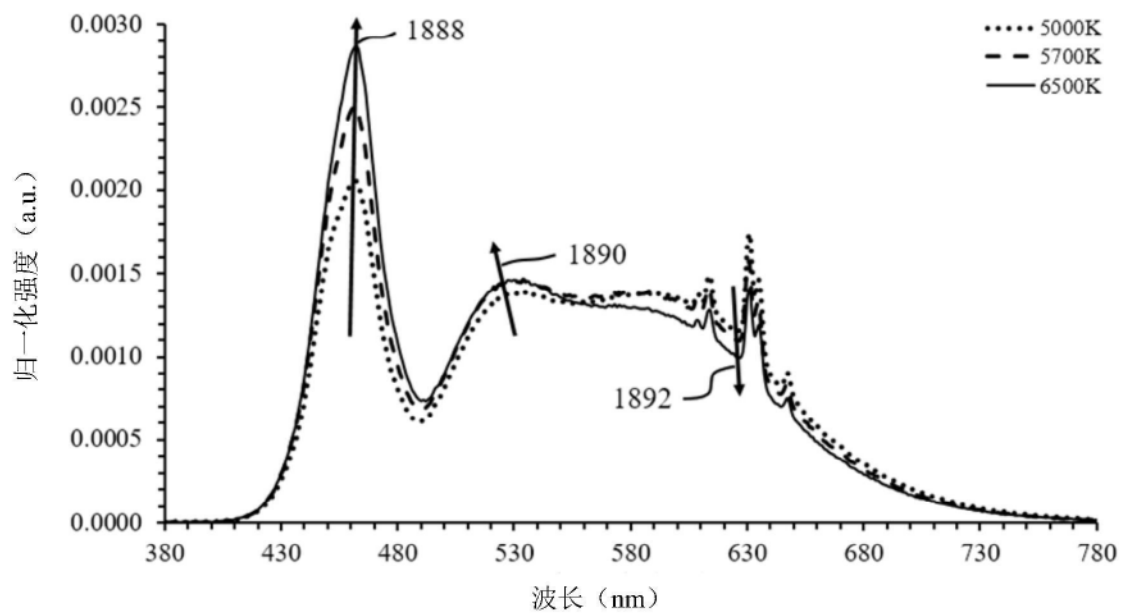


图18B

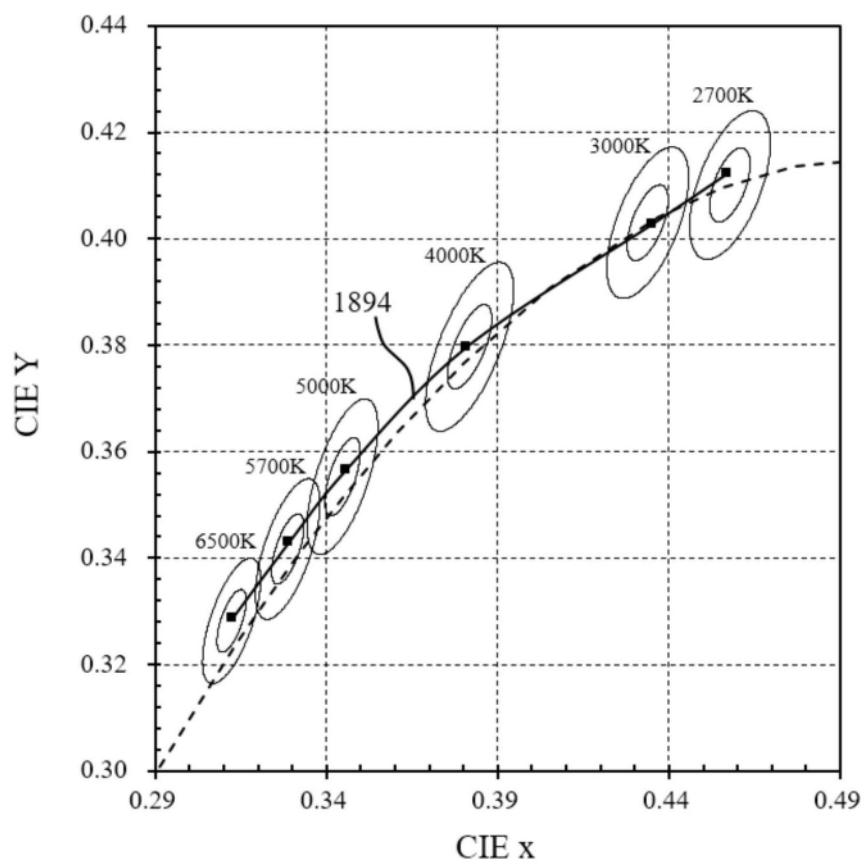


图18C

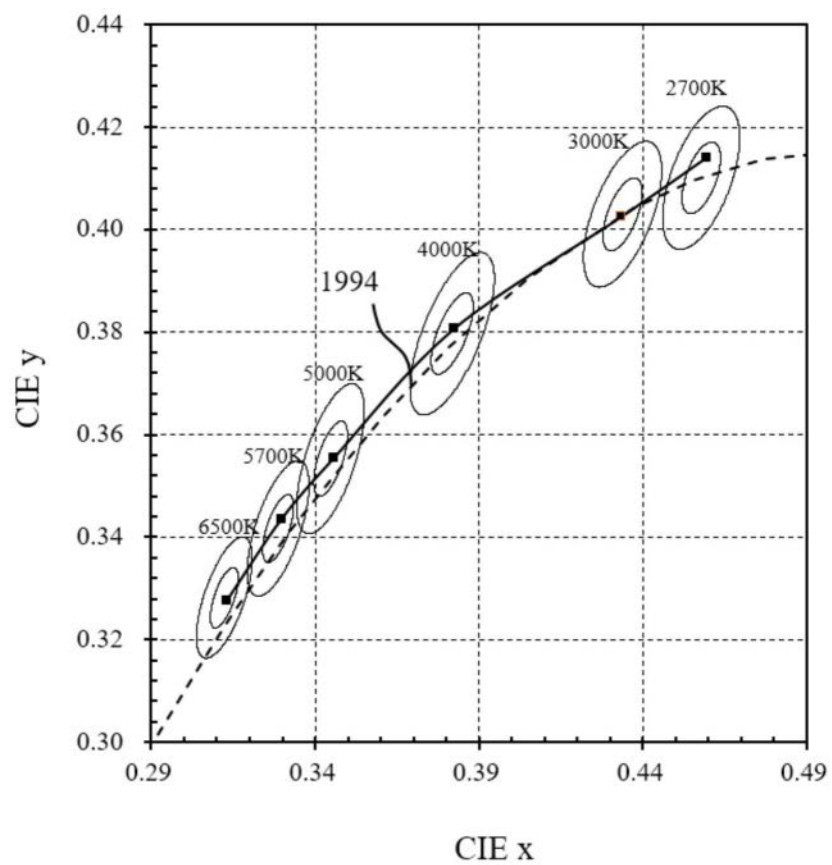


图19

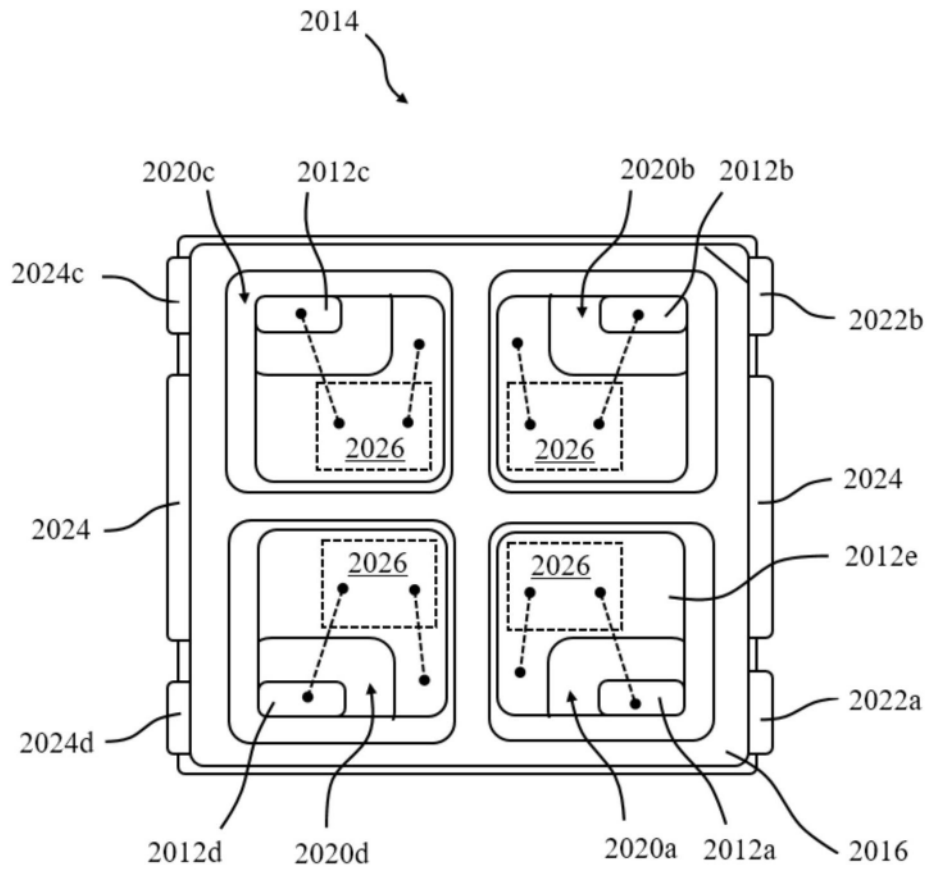


图20A

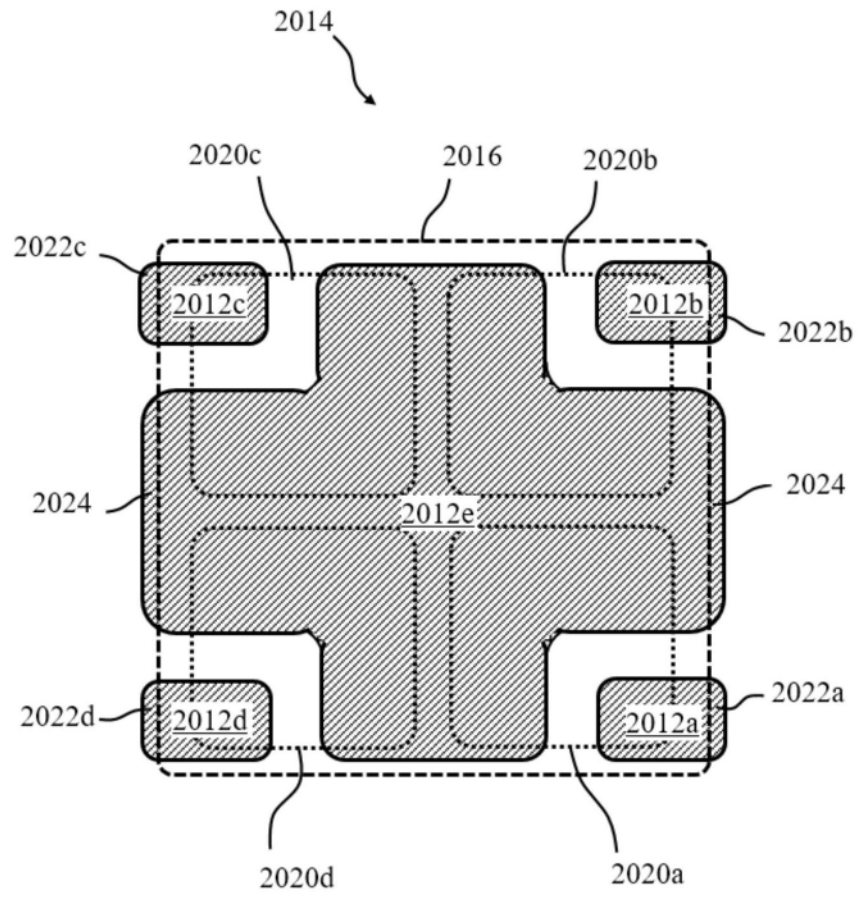


图20B