



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103035664 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 10

(21) 申请号 201210377007. 6

(22) 申请日 2012. 10. 08

(30) 优先权数据

13/252, 491 2011. 10. 04 US

(71) 申请人 通用显示公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 苏宇永 M·韦弗

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 冯玉清

(51) Int. Cl.

H01L 27/32(2006. 01)

H01L 51/50(2006. 01)

H01L 51/52(2006. 01)

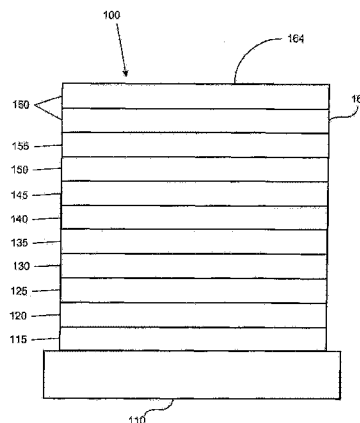
权利要求书 3 页 说明书 36 页 附图 12 页

(54) 发明名称

功率 - 高效的 RGBW OLED 显示器

(57) 摘要

本文所述的实施方案可提供包括功率高效的 RGBW 显示器的器件。在一些实施方案中可提供。第一器件可包括至少一种像素。像素可包括第一子 - 像素、第二子 - 像素、第三子 - 像素和第四子 - 像素。第一子 - 像素可包括与第一有机发光器件光学相连的第一滤色器。第二子 - 像素可包括与第二有机发光器件光学相连的第二滤色器。第三子 - 像素可包括与第三有机发光器件光学相连的第三滤色器。第四子 - 像素可包括第四有机发光器件并且发射近白光。第一子 - 像素或第二子 - 像素中的至少一种可包括与第一或第二有机发光器件光学相连的颜色转换层。



1. 第一器件,包括:

至少一种像素,其中所述像素包括第一子-像素、第二子-像素、第三子-像素和第四子-像素,其中:

所述第一子-像素包括:

第一有机发光器件;和

与所述第一有机发光器件光学相连的第一滤色器,其中所述第一滤色器适于优选通过来自所述第一有机发光器件的光线,所述光线具有在 580 至 700nm 之间的可见光谱中的峰值波长;

所述第二子-像素包括:

第二有机发光器件;和

光学相连所述第一有机发光器件的第二滤色器,其中所述第二滤色器适于优选通过来自所述第二有机发光器件的光线,所述光线具有在 500 至 580nm 之间的可见光谱中的峰值波长;

所述第三子-像素包括:

第三有机发光器件;和

光学相连所述第一有机发光器件的第三滤色器,其中所述第三滤色器适于优选通过来自所述第一有机发光器件的光线,所述光线具有在 400 至 500nm 之间的可见光谱中的峰值波长;

所述第四子-像素包括第四有机发光器件并发射近白光;

其中所述第一子-像素或所述第二子-像素中的至少一种包括光学相连所述第一或所述第二有机发光器件的颜色转换层;以及

其中所述至少一种颜色转换层设置在所述第一或第二有机发光器件、和所述第一或所述第二滤色器之间。

2. 权利要求 1 所述的第一器件,其中:

所述第一子-像素包括第一颜色转换层,其中:

所述第一颜色转换层光学相连所述第一有机发光器件,并且设置在所述第一有机发光器件和所述第一滤色器之间;和

所述第一颜色转换层包含材料,所述材料具有峰值波长小于 600nm 的吸收光谱和峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱;

所述第二子-像素包括第二颜色转换层,其中:

所述第二颜色转换层光学相连所述第二有机发光器件,并且设置在所述第二有机发光器件和所述第二滤色器之间;和

所述第二颜色转换层包含材料,所述材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。

3. 权利要求 2 所述的第一器件,其中所述第一颜色转换层和所述第二转换层具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY)。

4. 权利要求 2 所述的第一器件,其中所述第四有机发光器件的色度和由所述第四子-像素发射的光线的色度基本上相同。

5. 权利要求 2 所述的第一器件,

其中所述第一器件是具有白平衡的显示器；

其中所述白平衡具有在 CIE 1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点；

其中所述第四子-像素发射光线,所述光线具有在 CIE 1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第二点;以及

其中所述第一点和所述第二点之间的差具有小于 0.10 的 duv 值。

6. 权利要求 3 所述的第一器件,

其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种有机发射材料、第一有机发射材料和第二有机发射材料;

其中所述第一有机发射材料具有峰值波长在 500 至 630nm 之间的发射光谱;以及

其中所述第二有机发射材料具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱。

7. 权利要求 3 所述的第一器件,

其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种有机发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料;

其中所述第一有机发射材料具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱;

其中所述第二有机发射材料具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱。

8. 权利要求 7 所述的第一器件,其中所述第一有机发射材料的发射光谱的半峰全宽(FWHM) 小于 100。

9. 权利要求 7 所述的第一器件,其中所述第一颜色转换层具有吸收光谱,使得至少约 10% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。

10. 权利要求 7 所述的第一器件,其中所述第一颜色转换层具有吸收光谱,使得至少约 30% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。

11. 权利要求 7 所述的第一器件,其中所述第二颜色转换层具有吸收光谱,使得至少约 10% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。

12. 权利要求 11 所述的第一器件,其中所述第二颜色转换层具有吸收光谱,使得至少约 30% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。

13. 权利要求 2 所述的第一器件,

其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种有机发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料;

其中所述第一有机发射材料具有发射光谱,使得其发射黄光,所述黄光具有在第一区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第一点,所述第一区域由  $CIE_x=0.400$  至  $0.600$ ,  $CIE_y=0.400$  至  $0.600$  限定;

其中所述第二有机发射材料具有发射光谱,使得其发射蓝光,所述蓝光具有在第二区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第二点,所述第二区域由  $CIE_x=0.100$  至  $0.200$ ,  $CIE_y=0.050$  至  $0.300$  限定,使得当在所述第一点和所述第二点之间划线时,所述线穿过在 CIE1931XYZ 颜色空间色度图上限定的期望白色区域,至  $CIE_x=0.25$  至  $0.4$ ,  $CIE_y=0.25$  至  $0.4$  内;以及

其中所述第一和第二有机发射材料的浓度使得由所述第一、第二、第三和第四有机发光器件产生的光线是在期望白色区域内的 CIE1931XYZ 颜色空间色度图上的第三点。

14. 权利要求 2 所述的第一器件,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别

包含三种有机发射材料、第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料。

15. 权利要求 14 所述的第一器件，

其中所述第一有机发射材料具有发射光谱，使得其发射红光，所述红光具有在第一区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第一点，所述第一区域由  $CIE_x=0.600$  至  $0.720$ ,  $CIE_y=0.280$  至  $0.400$  限定；

其中所述第二有机发射材料具有发射光谱，使得其发射绿光，所述绿光具有在第二区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第二点，所述第二区域由  $CIE_x=0.200$  至  $0.400$ ,  $CIE_y=0.600$  至  $0.750$  限定；

其中所述第三有机发射材料具有发射光谱，使得其发射蓝光，所述蓝光具有在第三区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第三点，所述第三区域由  $CIE_x=0.100$  至  $0.200$ ,  $CIE_y=0.050$  至  $0.300$  限定；

使得第四区域由在所述第一点和所述第二点之间、所述第二点和所述第三点、以及所述第三点和所述第一点之间的划线限定，所述线包括在 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上  $CIE_x=0.25$  至  $0.40$ ,  $CIE_y=0.25$  至  $0.40$  内限定的期望白色区域；以及

其中所述第一、第二和第三有机发射材料的浓度使得由所述第一、第二、第三和第四有机发光器件产生的光线是在期望白色区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第四点。

16. 权利要求 15 所述的第一器件，其中所述第一颜色转换层具有吸收光谱，使得至少约 20% 的由所述第二和第三发射材料发射的光线被吸收。

17. 权利要求 15 所述的第一器件，其中所述第一颜色转换层具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。

18. 权利要求 15 所述的第一器件，其中所述第一颜色转换层具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。

19. 权利要求 15 所述的第一器件，其中所述第二颜色转换层具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。

20. 权利要求 2 所述的第一器件，其中：

所述第一子 - 像素还包括第三颜色转换层，其中：

所述第三颜色转换层光学相连所述第一有机发光器件，并且设置在所述第一有机发光器件和所述第一滤色器之间；以及

所述第三颜色转换层包含材料，所述材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。

## 功率 - 高效的 RGBW OLED 显示器

### 技术领域

[0001] 示范性实施例总体上涉及功率高效的 RGBW OLED 显示器。

### 背景技术

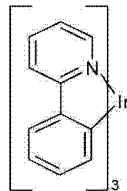
[0002] 出于多种原因使用有机材料的光电器件日益变得期望。用于制造这些器件的多种材料相对不贵,这样有机光电器件相比无机器件具有成本优势的潜力。另外,有机材料的内在性能,例如它们的挠性,可使它们非常适于特定应用,例如制造挠性基材。有机光电器件的例子包括有机发光器件(OLED)、有机光晶体管、有机光伏电池和有机光电检测器。对于 OLED,有机材料可以具有超过常规材料的性能。例如,有机放射层发射光线处的波长可通常使用合适的掺杂剂容易地调整。

[0003] OLED 使用薄有机膜,其在穿过器件施加电压时发射光线。在应用例如平板显示器、照明和背光中, OLED 变为日益吸引人的技术。一些 OLED 材料和构造描述于美国专利 No. 5, 844, 363、No. 6, 303, 238 和 No. 5, 707, 745,其通过引用的方式全部并入本文。

[0004] 磷光发射分子的一种应用是全色显示器。这种显示器的工业标准要求像素适于发射特定颜色,称为“饱和”颜色。特别地,这些标准要求标准饱和红色、绿色和蓝色像素。颜色可以使用 CIE 坐标来测量,这是本领域熟知的。

[0005] 绿色发射分子的一个例子是三(2-苯基吡啶)铱,表示为 Ir(ppy)<sub>3</sub>,具有式 I 的结构:

[0006]



[0007] 在本文的该和稍后的图中,我们表示氮和金属(此处 Ir)的配价键为直线。

[0008] 如本文使用的,术语“有机”包括聚合物材料以及可用于制造有机光电器件的小分子有机材料。“小分子”是指不是聚合物的任何有机材料,并且“小分子”可能实际上非常大。在一些情况下小分子可包括重复单元,例如使用长链烷基作为取代基不会从“小分子”类别中除去分子。小分子还可以引入聚合物中,例如作为聚合物主链上的侧基或作为主链的一部分。小分子还可以用作树状聚合物的核心部分,其包括构建于核心部分上的一系列壳。树状聚合物的核心部分可是荧光或磷光小分子发射器。树状聚合物可以是“小分子”,并且拒信 OLED 领域中当前使用的所有树状聚合物都是小分子。

[0009] 如本文使用的,“顶部”是指最远离基材,而“底部”是指最接近基材。其中第一层描述为设置在第二层上,第一层设置远离基材。第一和第二层之间可以存在其他层,除非说明第一层“接触”第二层。例如,阴极可描述为设置在阳极上,即使之间存在多种有机层。

[0010] 如本文使用的,“溶液加工”是指能够溶解、分散或运输于液体介质和/或从液体介质沉积,无论溶液还是混悬液形式。

[0011] 当拒信配体直接有助于发射材料的光活性性能时,配体可以称为“光活性的”。当拒信配体不会有助于发射材料的光活性性能时,配体可以称为“辅助性”的,尽管辅助性配体可改变光活性配体的性能。

[0012] 如本文使用的,本领域技术人员通常将理解,如果第一能量水平更接近真空能量水平,第一“最高占据分子轨道”(HOMO)“或最低未占据分子轨道”(LUMO)能量水平”大于”或”高于”第二 HOMO 或 LUMO 能量水平。由于电离电势 (IP) 相对于真空水平测量为负电荷,因此更高 HOMO 能量水平对应具有更小绝对值的 IP (IP 是更小负数)。类似地,更高 LUMO 能量水平对应具有更小绝对值的电子亲和性 (EA) (EA 是更小负数)。在常规能量水平图上,在顶部的真空水平处,材料的 LUMO 的能量水平高于相同材料的 HOMO 能量水平。”更高”HOMO 或 LUMO 能量水平比”更低”HOMO 或 LUMO 能量水平表示更接近该图的顶部。

[0013] 如本文使用的,本领域技术人员通常将理解,如果第一功函数具有更高绝对值,第一功函数”大于”或”高于”第二功函数。因为功函数通常相对于真空水平测量为负数,这表示”更高”功函数是更负的。在常规能量水平图上,在顶部的真空水平处,“更高”功函数表示为沿着向下方向远离真空水平。因此,HOMO 和 LUMO 能量水平的定义比功函数遵循不同的协议。

[0014] 关于 OLED 的更多细节和上述定义可以在美国专利 No. 7, 279, 704 中找到,其通过引用的方式全部并入本文。

## 发明内容

[0015] 本文所述的实施方案可提供包括功率高效的 RGBW 显示器的器件。在一些实施方案中,可以提供第一器件。第一器件可以包括至少一种像素。像素可以包括第一子-像素、第二子-像素、第三子-像素和第四子-像素。第一子-像素可以包括第一有机发光器件和光学相连第一有机发光器件的第一滤色器,其中第一滤色器可以适于优选通过来自第一有机发光器件的光线,所述光线具有在 580 至 700nm 之间的可见光谱中的峰值波长。第二子-像素可以包括第二有机发光器件和光学相连第二有机发光器件的第二滤色器,其中第二滤色器可以适于优选通过来自第二有机发光器件的光线,所述光线具有在 500 至 580nm 之间的可见光谱中的峰值波长。第三子-像素可以包括第三有机发光器件和光学相连第三有机发光器件的第三滤色器,其中第三滤色器可以适于优选通过来自所述第三有机发光器件的光线,所述光线具有在 400 至 500nm 之间的可见光谱中的峰值波长。第四子-像素可以包括第四有机发光器件并可以发射近白光。第一子-像素或第二子-像素中的至少一种可以包括光学相连第一或第二有机发光器件的颜色转换层。至少一种颜色转换层可以设置在第一或第二有机发光器件、和第一或第二滤色器之间。

[0016] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件和第一滤色器;第二子-像素,具有第二有机发光器件和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一子-像素可以包括第一颜色转换层,所述第一颜色转换层可以光学相连第一有机发光器件,并且可以设置在第一有机发光器件和第一滤色器之间。第一颜色转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 600nm 的吸收光谱和峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中,第二子-像素可以包括第二颜

色转换层,其中第二颜色转换层可以光学相连第二有机发光器件,并且可以设置在第二有机发光器件和第二滤色器之间。第二颜色转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。

[0017] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY)。在一些实施方案中,第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有至少 60% 的 PLQY。在一些实施方案中,第一颜色转换层和第二转换层可以具有至少 80% 的 PLQY。

[0018] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一颜色转换层可以具有约 0.1 至 100 微米的厚度。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二颜色转换层可以具有约 0.1 至 100 微米的厚度。

[0019] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一颜色转换层可以具有约 0.1% 至 40% 的染料浓度。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二颜色转换层可以具有约 0.1% 至 40% 的染料浓度。

[0020] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四子-像素可以不包括滤色器和/或颜色转换层。

[0021] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四有机发光器件的色度可以基本上等于由第四子-像素发射的光线的色度。

[0022] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一器件可以是具有白平衡的显示器。在一些实施方案中,白平衡可以具有具有在 CIE1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点,并且第四子-像素可以发射光线,所述光线具有在 CIE 1976 UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第二点。在一些实施方案中,所述第一点和所述第二

点之间的差可以具有小于 0.10 的  $\text{duv}$  值。在一些实施方案中,所述第一点和所述第二点之间的差可以具有小于 0.05 的  $\text{duv}$  值。在一些实施方案中,所述第一点和所述第二点之间的差可以具有小于 0.01 的  $\text{duv}$  值。

[0023] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可以恰恰包含两种有机发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料。

[0024] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY),并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料,第一有机发射材料可以具有峰值波长在 500 至 630nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二有机发射材料可以具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱。

[0025] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY),并且其中第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料,第一有机发射材料可以具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二有机发射材料可以具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中,第一有机发射材料可以具有小于 100 的半峰全宽 (FWHM)。

[0026] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY),并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别包含具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱的第一有机发射材料、和具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱的第二有机发射材料,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 10% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 30% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 50% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 30% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。

[0027] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于40%的光致发光量子产率(PLQY),并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别包含具有峰值波长在520至630nm之间的发射光谱的第一有机发射材料、和具有峰值波长在400至500nm之间的发射光谱的第二有机发射材料,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约10%的由第一有机发光器件发射的光线被吸收。

[0028] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于40%的光致发光量子产率(PLQY),并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别包含具有峰值波长在520至630nm之间的发射光谱的第一有机发射材料、和具有峰值波长在400至500nm之间的发射光谱的第二有机发射材料,第二颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约10%的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,第二颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约30%的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。

[0029] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于40%的光致发光量子产率(PLQY),并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别包含具有峰值波长在520至630nm之间的发射光谱的第一有机发射材料、和具有峰值波长在400至500nm之间的发射光谱的第二有机发射材料,第二颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约5%的由第二有机发光器件发射的光线被吸收。

[0030] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料,第一有机发射材料可以具有发射光谱,使得其发射黄光,所述黄光具有在第一区域内的CIE 1931XYZ颜色空间色度图上的第一点,所述第一区域由 $CIE_x=0.40$ 至 $0.600$ , $CIE_y=0.400$ 至 $0.60$ 限定。第二有机发射材料可以具有发射光谱,使得其发射蓝光,所述蓝光具有在第二区域内的CIE 1931XYZ颜色空间色度图上的第二点,所述第二区域由 $CIE_x=0.100$ 至 $0.200$ , $CIE_y=0.050$ 至 $0.300$ 限定。第一点和第二点可以使得当在所述第一点和所述第二点之间划线时,所述线穿过区域内的CIE 1931XYZ颜色空间色度图上的期望白点,所述区域限定至 $CIE_x=0.25$ 至 $0.4$ , $CIE_y=0.25$ 至 $0.4$ 。在一些实施方案中,第一和第二有机发射材料的浓度可以使得由第一、第二、第三和第四有机发光器件产生的光线是在

限定区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第三点。

[0031] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种发射材料:第一有机发射材料和第二有机发射材料,第一和/或第二有机发射材料可以包含磷光发射器。在一些实施方案中,第一有机发射材料可以包含磷光发射器,并且第二有机发射材料可以包含荧光发射器。

[0032] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四子-像素可以发射光线,所述光线具有第一区域内的 CIE 1931 XYZ 颜色空间色度图上的第一点,第一区域由  $CIE_x=0.25$  至  $0.4$ ,  $CIE_y=0.25$  至  $0.4$  限定。

[0033] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四子-像素可以发射光线,所述光线具有 CIE 1976 UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点,所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.010 的 Duv 距离内。在一些实施方案中,第四子-像素可以发射光线,所述光线具有 CIE1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点,所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.005 的 Duv 距离内。在一些实施方案中,第四子-像素可以发射光线,所述光线具有 CIE 1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点,所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.002 的 Duv 距离内。

[0034] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四子-像素可以发射光线,所述光线具有大于 4000K 并且小于 10000K 的相关色温 (CCT)。在实施方案中,在上述第一器件中,所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可以分别包括叠堆的有机发光器件 (SOLED)。

[0035] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可以分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料。在一些实施方案中,第一有机发射材料可以具有发射光谱,使得其发射红光,所述红光具有在第一区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第一点,所述第一区域由  $CIE_x=0.600$  至  $0.720$ ,  $CIE_y=0.280$  至  $0.400$  限定。在一些实施方案中,第

二有机发射材料可以具有发射光谱,使得其发射绿光,所述绿光具有在第二区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第二点,所述第二区域由  $CIE_x=0.200$  至  $0.400$ ,  $CIE_y=0.600$  至  $0.750$  限定。在一些实施方案中,第三有机发射材料可以具有发射光谱,使得其发射蓝光,所述蓝光具有在第三区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第三点,所述第三区域由  $CIE_x=0.100$  至  $0.200$ ,  $CIE_y=0.050$  至  $0.300$  限定。在一些实施方案中,上述第一、第二和第三点使得第四区域可以由在所述第一点和所述第二点之间、所述第二点和所述第三点、以及所述第三点和所述第一点之间的划线限定,所述线包括区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的期望白点,所述区域限定至  $CIE_x=0.25$  至  $0.40$ ,  $CIE_y=0.25$  至  $0.40$ 。在一些实施方案中,第一、第二和第三有机发射材料的浓度使得可以由第一有机发光器件产生的光线可以是在期望区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第四点。

[0036] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料,第一、第二和/或第三有机发射材料包含磷光发射器。在一些实施方案中,第三有机发射材料可包含荧光发射器并且第一和第二有机发射材料可包含磷光发射器。

[0037] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料,第一有机发射材料可以具有峰值波长在  $580$  至  $700\text{nm}$  之间的发射光谱,第二有机发射材料可以具有峰值波长在  $500$  至  $580\text{nm}$  之间的发射光谱,并且第三有机发射材料可以具有峰值波长在  $400$  至  $500\text{nm}$  之间的发射光谱。

[0038] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料,具有峰值波长在  $580$  至  $700\text{nm}$  之间的发射光谱;第二有机发射材料,具有峰值波长在  $500$  至  $580\text{nm}$  之间的发射光谱;以及第三有机发射材料,具有峰值波长在  $400$  至  $500\text{nm}$  之间的发射光谱,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约  $20\%$  的由所述第二和第三发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约  $40\%$  的由所述第二和第三发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约  $10\%$  的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约  $10\%$  的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,在上述

第一器件中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 10% 的被第一有机发光器件发射的光线被吸收。

[0039] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料,具有峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱;第二有机发射材料,具有峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱;以及第三有机发射材料,具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱,第二颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 10% 的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二颜色转换层具有吸收光谱,使得至少约 30% 的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 5% 的由第二有机发光器件发射的光线被吸收。

[0040] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一、第二、第三和第四子-像素可以分别具有孔径尺寸,并且第四子-像素的孔径尺寸可以大于第一、第二和第三子-像素中各种的孔径尺寸。

[0041] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一子-像素还可以包括第三颜色转换层,第三颜色转换层可以光学相连第一有机发光器件,并且可以设置在第一有机发光器件和第一滤色器之间。在一些实施方案中,第三颜色转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中,第三颜色转换层可以设置在第一有机发光器件和第一颜色转换层之间。

[0042] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件和第一滤色器;第二子-像素,具有第二有机发光器件和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一子-像素可以包括第一颜色转换层。第一颜色转换层可以光学相连第一有机发光器件,并且可以设置在第一有机发光器件和第一滤色器之间。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 600nm 的吸收光谱和峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱。

[0043] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一有机发光器件和第一滤色器;第二子-像素,具有第二有机发光器件和第二滤色器;第三子-像素,具有第三有机发光器件和第三滤色器;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第二子-像素可以包括颜色转换层。颜色转换层可以光学相连第二有机发光器件,并且可以设置在第二有机发光器件和第二滤色器之间。第二颜色

转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。

[0044] 通过例如增强像素中的至少一种的红和 / 或绿色子 - 像素的发射 (但优选包括显示器的一种或多种像素中的多种子 - 像素),实施方案可提供用于功率 - 有效的红色、绿色、蓝色、白色 (RGBW) OLED 显示器的显示器设计。在一些实施方案中,显示器可使用 RGBW 像素布局,其中各像素可分为四种子 - 像素。白色 OLED 可用于所有四种子 - 像素。即,例如,各子 - 像素可包括 OLED,和其他子 - 像素中的各种的 OLED 共享共同有机层;然而,各 OLED 可基于例如单独图案化电极 (或电极) 而单独编址。来自各单独编址的 OLED 的光线可穿过像素的对应子 - 像素 (例如来自对应第一子 - 像素的 OLED 的光线可穿过第一子 - 像素 (优选不穿过其他子 - 像素),来自对应第二子 - 像素的 OLED 的光线可穿过第二子 - 像素等)。

[0045] 红色滤色器可用于一种子 - 像素 (R),绿色滤色器可用于一种子 - 像素 (G),并且蓝色滤色器可用于一种子 - 像素 (B)。残留子 - 像素不可使用滤色器 (尽管实施方案并非这样限定),并且从而可发射白 (W) 光 (或近白光)。在一些实施方案中,各子 - 像素的白色 OLED 可通过下列方式产生白光:混合 (例如增加颜色) 蓝色和黄色组件 (其通过仅利用两种有机发射材料而可简化制造过程) 或红色、绿色和蓝色组件 (即发射材料)。通常,子 - 像素的滤色器的透射 (即未被滤色器吸收或反射的光线的波长) 与例如 OLED (即黄色发射材料) 的黄色组件和 / 或蓝色组件 (即蓝色发射材料) 的发射光谱的失配可导致红色和绿色子 - 像素的电流效率的降低,这可是子 - 像素的功率消耗的因素。

[0046] 在一些实施方案中,一种或多种颜色转换层可在子 - 像素内使用以改善 RGBW OLED 显示器的子 - 像素电流效率。例如,白色 OLED 光源的蓝色发射可用于激发用于绿色子 - 像素的增加性绿色发射 (利用下面转换层),并且白光的黄色发射可用于在红色子 - 像素中产生下面转化的红色发射。就此而言,白光的下面转化可以增强滤色器透射光谱和进入对应子 - 像素的光线发射的波长。即,穿过子 - 像素和对应滤色器的光线将具有更大量的这样的光线,该光线具有在滤色器的透射光谱内的波长,因此较少光线被滤色器吸收或反射。通过增强由各子 - 像素发射的光线 (同时被滤色器阻断 (例如反射或吸收) 而降低光线的量,从而不归因于显示器),实施方案从而可改善显示器器件的功率效率。

## 附图说明

[0047] 图 1 示出有机发光器件。

[0048] 图 2 示出不具有单独电子传输层的倒置的有机发光器件。

[0049] 图 3 示出包括多种颜色转换层的红色、绿色、蓝色 (RGB) OLED 显示器的示例性像素。

[0050] 图 4 示出红色和绿色滤色器的颜色透射光谱的例子的图,其在和示例性两种组件白色 OLED 光源的白色发射光谱的相同的图上。

[0051] 图 5(a) 示出透过示例性红色滤色器的光线的透射光谱。图 5(b) 示出透过示例性绿色滤色器的光线的透射光谱。图 5(c) 示出透过示例性蓝色滤色器的光线的透射光谱。

[0052] 图 6 示出可用在示例性白色 OLED 光源的蓝色和黄色发射材料的归一化发射光谱的图。

[0053] 图 7 示出蓝色和黄色发射器的的归一化发射光谱的图,其在和两种示例性颜色转换层的吸收光谱相同的图上。

[0054] 图 8 示出两种示例性颜色转换层的归一化吸收和发射光谱的图。

[0055] 图 9(a) 示出不包括颜色转换层的 RGBW OLED 显示器的模拟的光线输出。图 9(b) 示出依照一些实施方案包括颜色转换层的示例性 RGBW OLED 显示器的模拟的光线输出。

[0056] 图 10 示出依照一些实施方案的白平衡点的图。

[0057] 图 11 示出依照一些实施方案包括滤色器的 RGBW 以及包括滤色器和颜色转换层的 RGBW 实施方案对于各种白点的功率消耗数据。

[0058] 图 12 示出依照一些实施方案包括颜色转换层的 RGBW OLED 显示器的示例性像素。

[0059] 图 13 示出依照一些实施方案包括多种颜色转换层的 RGBWOLED 显示器的示例性像素。

[0060] 图 14 示出依照一些实施方案的包括多种颜色转换层的 RGBWOLED 显示器的示例性像素。

[0061] 图 15(a) 示出依照一些实施方案包括颜色转换层的底部发射 RGBW OLED 显示器的示例性子 - 像素。图 15(b) 示出依照一些实施方案包括颜色转换层的顶部发射 RGBW OLED 显示器的示例性子 - 像素。图 15(c) 示出依照一些实施方案包括颜色转换层和隔板的顶部发射 RGBW OLED 显示器的示例性子 - 像素。

## 具体实施方式

[0062] 通常, OLED 包括在阳极和阴极之间设置和电连接的至少一种有机层。当施加电流时, 阳极注入空穴, 并且阴极注入电子至有机层。注入的空穴和电子分别朝向电荷相反的电极迁移。当电子和空穴位于相同分子上时, 形成“激发”, 其是具有激发能量态的定位电子 - 空穴对。当激发子通过光发射原理弛豫时, 发射光线。在一些情况下, 激发子可定位在激发物或激发复合体上。非 - 放射性机理例如热弛豫也可发生, 但是通常被认为是不期望的。

[0063] 由它们单态发射的光线的初始 OLED 使用的发射分子 (“荧光”) 在例如美国专利 No. 4, 769, 292 中有所公开, 其通过引用的方式全部并入本文。荧光发射通常以小于 10 纳秒的时间框发生。

[0064] 更近年来, 已经证实发射来自三态的光线 (“磷光”) 的具有发射材料的 OLED。Baldo et al., “Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices,” Nature, vol. 395, 151-154, 1998; (“Baldo-I”) 和 Baldo et al., “Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence,” Appl. Phys. Lett., vol. 75, No. 3, 4-6 (1999) (“Baldo-II”), 其通过引用的方式全部并入本文。磷光在美国专利 No. 7, 279, 704 的第 5-6 栏更详细地描述, 其通过引用的方式并入。

[0065] 图 1 示出有机发光器件 100。该图不必按比例绘制。器件 100 可包括基材 110、阳极 115、空穴注入层 120、空穴传输层 125、电子阻挡层 130、放射层 135、空穴阻挡层 140、电子传输层 145、电子注入层 150、保护层 155 和阴极 160。阴极 160 是具有第一导电层 162 和第二导电层 164 的复合阴极。器件 100 可通过沉积依次所述的层来制造。这些多种层的性

能和功能以及材料例子在 US 7, 279, 704 的第 6-10 栏更详细地描述,其通过引用的方式并入。

[0066] 这些层中的各种的更多例子是可得的。例如,挠性和透明基材-阳极联合在美国专利 No. 5, 844, 363 中有所公开,其通过引用的方式全部并入本文。p-掺杂的空穴传输层的例子是以 50:1 的摩尔比掺杂 F. sub. 4-TCNQ 的 m-MTDATA,这公开于美国专利申请公开 No. 2003/0230980,其通过引用的方式全部并入本文。发射和宿主材料的例子公开于美国专利 No. 6, 303, 238(Thompson et al.),其通过引用的方式全部并入本文。n-掺杂的电子传输层的例子是以 1:1 的摩尔比掺杂 Li 的 BPhen,其公开于美国专利申请公开 No. 2003/0230980,其通过引用的方式全部并入本文。美国专利 No. 5, 703, 436 和 5, 707, 745(其通过引用的方式全部并入本文)公开阴极的例子,包括复合阴极,具有金属例如 Mg:Ag 和覆盖透明、导电、溅射沉积的 ITO 层的薄层。阻拦层的理论和使用在美国专利 No. 6, 097, 147 和美国专利申请公开 No. 2003/0230980 中更详细地公开,其通过引用的方式全部并入本文。注入层的例子提供于美国专利申请公开 No. 2004/0174116,其通过引用的方式全部并入本文。保护层的描述可在美国专利申请公开 No. 2004/0174116 中找到,其通过引用的方式全部并入本文。

[0067] 图 2 示出倒置的 OLED 200。器件包括基材 210、阴极 215、放射层 220、空穴传输层 225 和阳极 230。器件 200 可通过沉积依次所述的层来制造。因为最普通的 OLED 构造具有沉积在阳极上的阴极,并且器件 200 具有设置在阳极 230 下面的阴极 215,因此器件 200 可称为“倒置”OLED。与涉及器件 100 所述的那些类似地材料可以用在器件 200 的对应层中。图 2 提供一些层如何可以从器件 100 的结构中忽略的一个例子。

[0068] 通过非限制性例子的方式提供图 1 和 2 中所示的简单层化结构,应该理解,本发明的实施方案可结合多种其他结构来使用。所述特定材料和结构本质上是示例性的,并且可以使用其他材料和结构。功能 OLED 可通过下列实现:基于设计、性能和成本因素,合并以不同方式描述的各种层,或可完全忽略层。未具体描述的其他层也可包括。可以使用除了这些特定描述之外的材料。尽管本文提供多种例子描述多种层为包括单一材料,应理解材料的联合例如宿主和掺杂剂的混合物或更通常混合物可以使用。此外,所述层可以具有多个子层。本文给予多种层的名称不旨在进行严格限制。例如,在器件 200 中,空穴传输层 225 传输空穴,并且将空穴注入放射层 220,并且可以描述为空穴传输层或空穴注入层。在一个实施方案中, OLED 可描述为具有设置在阴极和阳极之间的“有机层”。该有机层可包括单一层,或还可包括多层的不同有机材料,例如涉及图 1 和 2 而描述。

[0069] 也可以使用未特定描述的结构和材料,例如包含聚合物材料的 OLED(PLED),例如公开于美国专利 No. 5, 247, 190(Friend et al.),其通过引用的方式全部并入本文。通过进一步例子,可以使用具有单一有机层的 OLED。OLED 可以是叠堆的,例如描述于美国专利 No. 5, 707, 745(Forrest et al),其通过引用的方式全部并入本文。OLED 结构可背离图 1 和 2 中所示的简单层化结构。例如,基材可包括角度反射表面以改善外偶联,例如美国专利 No. 6, 091, 195(Forrest et al.) 中所述的平台结构和/或美国专利 No. 5, 834, 893(Bulovic et al.) 中所述的凹陷结构,其通过引用的方式全部并入本文。

[0070] 除非另有说明,多种实施方案的任何层可通过任何合适的方法来沉积。对于有机层,优选的方法包括热蒸发、油墨-喷射,例如描述于美国专利 No. 6, 013, 982 和

6, 087, 196, 其通过引用的方式全部并入本文;有机蒸汽相沉积 (OVDP), 例如描述于美国专利 No. 6, 337, 102 (Forrest et al.), 其通过引用的方式全部并入本文;以及通过有机蒸汽喷墨印刷沉积 (OVJP), 例如描述于美国专利申请 Ser. No. 10/233, 470, 其通过引用的方式全部并入本文。其他合适的沉积方法包括旋转涂敷法和其他溶液基方法。溶液基方法优选在氮气或惰性气氛中进行。对于其他层, 优选方法包括热蒸发。优选的图案化方法包括通过掩模沉积、冷焊, 例如描述于美国专利 No. 6, 294, 398 和 6, 468, 819, 其通过引用的方式全部并入本文, 和相关一些沉积方法的图案化方法, 例如油墨-喷射和 OVJD。还可以使用其他方法。待沉积的方法可以改性以使它们与特定沉积方法相容。例如, 取代基例如烷基和芳基、支化或未支化的、并优选含有至少 3 个碳, 可用于小分子以增强它们进行溶液加工的能力。可以使用具有 20 个碳或更多的取代基, 并且 3-20 个碳是优选范围。具有非对称结构的材料可比具有对称结构的那些具有更好的溶液加工性, 因为非对称材料可具有重结晶的更低趋势。树状聚合物取代基可用于增强小分子的能力以进行溶液加工。

[0071] 依照本发明的实施方案制造的器件可加入多种消费产品中, 包括平板显示器、计算机监视器、电视、广告牌、用于内部或外部照明和 / 或信息化的灯、平视显示器、全透明显示器、挠性显示器、激光打印机、电话、手机、个人数字助理 (PDA)、膝上计算机、数码相机、摄像机、探视器、微显示器、车辆、大面积墙壁、剧场或体育场屏幕、照明器材或招牌。各种控制机理可以用于控制依照本发明制造的器件, 包括无源基质和有源基质。多种器件旨在用于对人体舒适的温度范围内, 例如 18 摄氏度至 30 摄氏度, 更优选室温 (20-25 摄氏度)。

[0072] 本文所述的材料和结构可在除了 OLED 之外的器件中应用。例如, 其他光电器件例如有机太阳能电池和有机光检测器可以使用材料和结构。更通常, 有机器件例如有机晶体管可以使用材料和结构。

[0073] 术语卤代、卤素、烷基、环烷基、烯基、炔基、杂环基、芳基、芳香族基团和杂芳基是本领域已知的, 并且在 US 7, 279, 704 的第 31-32 栏定义, 其通过引用的方式并入本文。

[0074] 下面提供在本申请中使用的术语的另外定义:

[0075] 如本文使用的, 并且将被本领域技术人员所理解, “颜色转换层” (例如“向下转换层”) 可包括荧光或磷光材料的膜, 其高效吸收更高能量的光子 (例如蓝光和 / 或黄光) 和重新发射更低能量的光子 (例如绿光和 / 或红光), 这取决于使用的材料。即, 颜色转换层可吸收由有机发光器件 (例如白色 OLED) 发射的光线, 并且重新发射较长波长的光线 (或光线的发射光谱的波长的区段)。

[0076] 如本文使用的, 并且将被本领域技术人员通常所理解, 用于在器件中描述材料 (例如“发射材料”) 的术语“发射”是指当器件在标准条件下运行时, 发射大量的光线的材料。例如,  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  是熟知的发射有机材料。 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  可以在 OLED 中用作发射材料, 通常通过将其加入具有宿主的放射层中, 在器件中设置使得在含有  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  的层中或附近重新联合, 使得来自  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  的发射能量上有利。然而,  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  也可用在 OLED 中作为不是“发射”材料的材料。例如, 已知在空穴传输层中使用  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  作为空穴传输材料, 使得  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  发挥作用以将空穴传输至放射层, 其中不同材料发射光线。在该上下文中,  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  不被认为是“发射”材料。

[0077] 如本文使用的, 术语“共同编址”可以是指这样的构造, 其中在不改变另外器件 (或器件组) 中的电流的情况下, 一种器件 (或器件组) 中的电流不能改变。施加至各器件

或器件组的电流和 / 或电压不必是相同的。然而,一旦对于一种器件或器件组建立电流,这也设定其他组的电流。即,“共同编址”可以是指这样的构造,其中基本上存在单一开关,所述开关控制是否器件开或关(即是否器件由电流驱动)。器件或器件组从而不可以是单独激活和 / 或失活。就此而言,OLED 也可以是无效的(例如通过降低施加至器件或其部分的电流),但是在该情况下,各 OLED 一起无效。即,如果一种 OLED 无效,其他 OLED 中的各种也是无效的,尽管不必是相同比例。这可相反于单独编址的器件或器件组,其中各器件可以独立于其他器件而激活。

[0078] 如本文使用的,“子-像素”可以是指像素的单独编址的区段或组件,其中各区段可以发射不同波长的可见光(可联合像素内的其他区段)以提供发光器件(例如显示器)中的期望颜色。“像素”典型地是在显示器(例如计算机或电视屏幕)、打印机或其他器件上显示的图像的最基本的单元。像素可以以任何方式布置(例如,成行和成列),并且在多种亮度和颜色数值的像素中给定的组合可形成图像。各子-像素可以是颜色图像的视图中使用的像素的组分。包括子-像素的像素的例子示于图 3 和 12-14,并且如下面所示。

[0079] 如本文使用的,通过或来自子-像素(或其他组件)“发射”光线可以包括光线穿过器件的子-像素,但不需要子-像素以任何方式产生光线。例如,由子-像素“发射”的光线可以初始从第一光源(即,例如,其可包括来自 RGBW 显示器中的白色 OLED 的发射)发出,并且可以未阻碍穿过子-像素、穿过一种或多种滤色器、穿过一种或多种颜色转换层(例如向下转换层)等,和 / 或可以穿过任意数目的其他光学组件,例如偏振仪。

[0080] 如本文使用的,“色度”可以是指颜色质量的客观说明,而不论其亮度。即,通过色彩和颜色确定(或饱和度、色度、强度或弛豫纯度)。光线发射的色度可以例如使用 CIE 1931 XYZ 颜色空间或 CIE 1976 均匀色度规格(UCS)( $L', u', v'$ )颜色空间来测量。

[0081] 如本文使用的,“白平衡”可以是指图像编码或复制中定义颜色“白色”的色度坐标。白平衡也经常称为“白平衡点”或“白点”。白平衡指示通过器件(或其组件)产生、增强和 / 或穿过以表示颜色“白色”的颜色。如本领域技术人员可理解的,有颜色白色的多种不同阴影(包含更暖和更冷颜色),并且均可包括不同相对平衡的量的输入颜色(例如红光、蓝光和绿光)。因此,白平衡可以是设定参数,其条件给定图像的显示器中红色、绿色和蓝色像素的相对强度。

[0082] 如本文使用的,“光学相连”可以是指组件,其以这样的方式构造,该方式为使得从第一组件发出或穿过第一组件的光线也穿过第二组件或从第二组件发出。例如,如果光线由光源(例如 OLED)产生,然后产生的光线发射穿过像素(或子-像素)的孔径,然后 OLED 和像素(或子-像素)可以据说是光学相连的。光学相连不要求所有从第一组件发出或穿过第一组件的光线也穿过第二组件。光学相连四种子-像素的 OLED 的例子示于图 3。

[0083] 如本文使用的,“duv”是通常术语,其可用于量化不同发光器件(例如 OLED 显示器或 OLED 显示器的组件)之间的色度差别。这可以以  $duv = \sqrt{(\Delta u')^2 + (\Delta v')^2}$  来量化,其中  $(u', v')$  是 CIE 1976 UCS( $L', u', v'$ )颜色空间色度图中不同发光器件的坐标。CIE 1976 UCS( $L', u', v'$ )颜色空间优于 CIE 1931 XYZ 颜色空间使用,因为在 CIE 1976 UCS( $L', u', v'$ )颜色空间色度图中,距离和颜色的感觉差异大致成比例。CIE 1976 UCS(均匀色度规格)图的可选择的名称是 CIE 1976 ( $L^*, u^*, v^*$ )颜色空间色度图。在这些颜色空间中的坐标之间的转化是非常简便的: $u' = 4x / (-2x + 12y + 3)$  和  $v' = 9y /$

$(-2x+12y+3)$ , 其中  $(x, y)$  是 CIE1931XYZ 颜色空间色度图的坐标。

[0084] 术语“Duv”是“duv.”的特定例子。就此而言, Duv 是指距离黑体曲线的发光器件色度的 CIE 1976UCS( $L', u', v'$ ) 颜色空间色度图中的最小距离。即, Duv 是发光器件和等同相关色温的黑体辐射器之间的色度差异的亮度。这可以以下列来量化:  $Duv = \sqrt{(\Delta u')^2 + (\Delta v')^2} = \sqrt{((u1' - u2')^2 + (v1' - v2')^2)}$ , 其中  $(u1', v1')$  是发光器件的坐标, 并且  $(u2', v2')$  是距离 CIE 1976UCS( $L', u', v'$ ) 颜色空间色度图中发光器件最小距离处的黑体曲线的坐标。

[0085] 如本文使用的,“D65”可以是指光线具有 6504K 的相关色温 (CCT)。D65 初始描述光线具有 6500K 的 CCT, 但由于 Planck 定律中常数的校对, CCT 后来调整为 6504K 的稍微较高的 CCT。CIE 1931XYZ 颜色空间色度图中 D65 的色度坐标是 CIE 1931  $(x, y) = (0.313, 0.329)$ 。该颜色白光描述于“Explanation of Various Light Sources and Their Use in Visual Color Matching Applications,” by GTI Graphic Technology, Inc., 其通过引用的方式全部并入。简言之 D65 还描述为“在颜料、塑料、织物、原料墨水和其他生产产品的颜色匹配应用中使用的天蓝色彩色光源。仅仅是日光源实际上被测量。其他日光源 (D75 和 D50) 数字上衍生自这些测量。其强调蓝色并服从绿色和红色。通常在颜色测量设备中用作主要光源。其衍生自测量平均值, 所述测量通过下列得到: 通过整年的各个时间处的天数, 在不同时间在阴日在北半球中面向窗户的背面中来的光线。”

[0086] 示例性 RGBW 器件的例子以及它们实施和益处的详细讨论描述于下列示意性参考文献中, 其通过引用的方式全部并入:

[0087] J. P. Spindler, T. K. Hatwar, M. E. Miller, A. D. Arnold, M. J. Murdoch, P. J. Kane, J. E. Ludwicki, P. J. Alessi, & S. A. Van Slyke, “System Considerations for RGBW OLED Displays;” Journal of the Society for Information Display, Vol. 14. 1; p. 37 (2006).

[0088] J. P. Spindler, T. K. Hatwar, M. E. Miller, A. D. Arnold, M. J. Murdoch, P. J. Kane, J. E. Ludwicki, & S. A. Van Slyke, “Lifetime-and Power-Enhanced RGBW Displays Based on White OLEDs;” Journal of the Society for Information Display; p. 36 (2005).

[0089] S. A. Van Slyke, “Advanced Active Matrix OLED Technologies,” Display and Components OLED Modules Business Unit, Eastman Kodak Company Rochester, New York, USA, Intertech (2004).

[0090] Hack et al. “High Efficiency Phosphorescent AMOLEDs: The Path to Long Lifetime TVs,” Journal of the Society for Information Display, Vol. 42. 1 (May 15, 2011).

[0091] 美国专利公开 No. 2006/0105198 (Spindler et al.) 名称“Selecting white point for OLED devices.”

[0092] 美国专利公开 No. 2010/0013748 (Cok et al.) 名称“Converting Three-Component to Four Component Image.”

[0093] 美国专利申请 Set. No. 13/185, 063 (Levermore et al.) 名称“RGBW Display for Extended Lifetime and Reduced Power Consumption.”

[0094] 应该理解, 上面列出的文献仅仅是示意性的, 并且绝不旨在进行限制。

[0095] 通常, 利用一种或多种滤色器和一种或多种白色 OLED 光源的 RGBW 显示器相比

RGB- 并行显示器（即包括单独红色、绿色和蓝色发射材料的显示器）可以具有更高功率消耗。例如，利用具有双-组件白色 OLED 光源（例如蓝色和黄色发射材料）的一种或多种滤色器的 RGBW 显示器可以具有穿过滤色器的显著截止，使得显示器可以产生红色和绿色的主要颜色。即，各滤色器可以仅允许具有特定波长的光线穿过对应子-像素（并因此被发射），但是将阻断（吸收或反射）具有其他波长的光线。被滤色器阻断可因而降低由于子-像素（和全部像素）发射的全部光线。

[0096] 利用白色发射（即白色 OLED）和滤色器的全色 AMOLED 显示器被考虑为在大尺寸显示器的大量生产中使用的可能构造，因为该显示器构造通常不需要精确的阴影掩模（即，一种或多种 OLED 光源的有机层可以沉积为空白层）。然而，如上面注意到的，这些 OLED 显示器也可以由于较高功率消耗而具有明显的缺点，因为由一种或多种滤色器发射的光线被吸收（或反射）。为了减轻或降低这种缺点，这些器件可以在一种或多种滤色器和白色 OLED 光源之间设置颜色转换层。特别地，在一些实施方案中颜色转换（例如向下转化）层的引入可改善子-像素的红色和绿色发射并增强器件的功率效率。

[0097] RGB 显示器的例子描述于美国专利 No. 6, 844, 670 (Kuma) 名称“Color Luminous Device”，其通过引用的方式全部并入。如所示，通过匹配各种颜色发射的光线的比率，Kuma 利用白色发射的 RGB 子-像素的发射。参照图 3，示出包括红色 308、绿色 307 和蓝色 306 滤色器的 RGB 显示器。器件 300 示为包括有机层 301（包括红色、绿色和蓝色发射材料）；以及蓝色 310、绿色 311 和红色 312 子-像素。子-像素包括：颜色转换层 302（包括绿色颜色转换层 304 和红色颜色转换层 305）和滤色器 303（包括蓝色滤色器 306、绿色滤色器 307 和红色滤色器 308）。绿色颜色转换层 304 具有吸收光谱，使得较短波长（更高能量）的光线被吸收，和具有发射光谱，使得具有较长波长（更低能量）的光线被从颜色转换材料重新发射。类似地，红色颜色转换层 305 具有吸收光谱，使得其吸收具有较短波长的光线和重新发射具有较长波长的光线。

[0098] 尽管使用颜色转换层可增加红色和绿色子-像素的效率，这种 RGB 显示器（甚至包括颜色转换层）可仍旧存在效率降低的问题，因为相对高量的光线被滤色器阻断（反射或吸收），光线发射降低。

[0099] 已经开发包括 RGBW 模式的 OLED 显示器，其包括“白色”子-像素（例如发射来自 OLED 光源的光线的子像素，OLED 光源不包括滤色器，其例子如上所述，并且通过引用的方式并入），并已经被认为是可提供显示器功率效率的另外潜在的显示器构造。这是因为大部分图像的颜色坐标通常位于显示器的白平衡点周围（即，大部分彩色图像包括显著比例的白光）。因此，在这些实施方案中，白色子-像素（可不包括滤色器）可以最频繁地使用以赋予图像，从而更多光线可发射而不会穿过滤色器（其中具有某些波长的光线部分可被阻断）。即，通过利用白色子-像素，这种显示器可具有功率效率，因为更多光线穿过白色子-像素，并且因此较少光线将被滤色器阻断（例如吸收或反射）。

[0100] 尽管利用一种或多种滤色器的 RGBW 显示器可提供比 RGB 显示器构造更有竞争力的显示器面板，这些设计可仍旧存在比 RGB 并行方式更高功率消耗的问题。例如，这示于 M. Hack, W-Y So, P. A. Levermore, M. S. Weaver, and J. J. Brown, RGBW Mode Has Higher Power Consumption than RGB Side-By-Side Mode, SID 2011 Digest, 606-609 (2011), 其通过引用的方式全部并入。如上面注意到的，对应原色 R、G 和 B 的子-像素可具有

较低电流效率,因为光线被滤色器吸收。例如,在大量生产(蓝色和黄色发射材料用于产生白光)中对于简便而言其可以是优选的。然而,由蓝色和黄色发射器发射的光线的白色光谱可以在黄光发射以及绿色和红色滤色器的透射之间具有明显的失配(其例子描述于 A. D. Arnold, P. E. Castro, T. K. Hatwar, M. V. Hettel, P. J. Kane, J. E. Ludwicki, M. E. Miller, M. J. Murdoch, J. P. Spindler, S. A. Van Slyke, K. Mameno, R. Nishikawa, T. Omura, and S. Matsumoto, Full-color AMOLED with RGB Pixel Pattern, Journal of the Society for Information Display 13, 525-535 (2005), 其通过引用的方式全部并入)。这也示于图 4,其中光线 401、绿色滤色器透射光谱 402 和红色滤色器透射光谱 403 的白色光谱示于相同的图 400 上。如所示,白光光谱 401 具有不对应绿色滤色器发射光谱 402 或红色滤色器发射光谱 403 的峰值的峰值。因此,尽管来自 OLED 光源的一些光线可被发射(对应位于线下面的白色光谱 401 的部分,所述线表示绿色滤色器发射光谱 402 或红色滤色器发射光谱 403),在对应子-像素中的各种中,较大的由白色 OLED 发射的白光仍旧被这些滤色器阻断。这可导致这些子-像素的器件的功率效率降低。

[0101] 发明人发现,在一些实施方案中,在红色和/或绿色子-像素中利用颜色转换层同时使用 RGBW 显示器构造可导致和包括颜色转换层的 RGB 并行显示器构造以及 RGBW 显示器相比效率增加。通过下列方式颜色转换层可增加红色和/或绿色子-像素的效率:使穿过来自白色 OLED 的子-像素的较短波长的光线转化为对应各子-像素的颜色的较高波长的光线。据此,将被红色和绿色子-像素的滤色器阻断的白光可以被吸收,并且在对应滤色器的波长处重新发射,从而增强器件的功率效率。

[0102] 为了描述相比其他示例性 OLED 显示器构造,包括一种或多种颜色转换层的 RGBW 器件的示例性实施方案的一些优点,发明人可进行下列的模拟比较功率消耗:(1) RGB 并行显示器;(2) 在任何子-像素中都没有颜色转换层的 RGBW 显示器;以及(3) 在红色和绿色子-像素中包括颜色转换层的 RGBW 显示器。应该理解,这仅仅是为了描述,并且不应该认为是限制性的。

[0103] 对于在  $360\text{cd}/\text{m}^2$  下运行的 32" RGBW OLED 显示器使功率消耗建模,而显示十种典型例子的图像。对于各子-像素使功率消耗建模,然后将这些数值求和来计算显示器的总功率消耗。对于十种例子的图像中的每种进行该计算,然后平均值用于表示显示器的功率消耗。然后,对于两支不同白平衡计算显示器的功率消耗:(1) 约 D65,在 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的颜色坐标为 (0.313, 0.324);以及(3) 约 D90,在 CIE 1931 XYZ 颜色空间色度图上的颜色坐标为 (0.284, 0.292)。

[0104] 为了该模拟,红色、绿色和蓝色子-像素的红色、绿色和蓝色滤色器的透射光谱分别示于图 5(a)-(c)。即,红色滤色器的示例性透射光谱示于图 5(a);绿色滤色器的示例性透射光谱示于图 5(b);以及蓝色滤色器的示例性透射光谱示于图 5(c)。应该理解这仅是为了描述目的,并且可以使用任何合适的滤色器。

[0105] 对该示例性模拟假设下列 W 子-像素 OLED 架构:两单元 OLED 器件(具有黄色和蓝色发射材料),具有一个内部结或电荷产生层(CGL)。黄色和蓝色发射来自磷光体系,具有 40% 的外量子效率(EQE),以模仿 D65 和 D90 白平衡点。为了该模拟,发射材料的发射光谱示于图 6,其中 601 显示蓝色发射光谱并且 602 显示黄色发射光谱。示例性显示器的电压,包括 TFT,假设为 12V(各 OLED 单元为 4V,并且 TFT 为 4V)。应该再次注意,如本文所述,对

于各子-像素的各 OLED 称为单独 OLED 光源,因为各 OLED 可单独编址(即分别控制)。然而,通常各 OLED 光源可具有相同共同有机层和/或导电层或层,其可以沉积为空白层,从而降低与图案化这些层和在不同 OLED 中使用不同材料的相关的生产成本和花销。

[0106] 对于该模拟中使用的示例性器件,使用的颜色转换层(CCL)是异质结光晶体管(HPT)(设置在绿色子-像素内,从而光学相连白色 OLED 和绿色滤色器)和 Lumogen F300(设置在子-像素内,从而光学相连白色 OLED 和红色滤色器),分别具有 90% 和 80%PLQY。应该假设,为了该模拟各颜色转换层具有 90% 的峰值吸收速率,发明人已经发现这是典型和合理的量。然而,应该注意,在一些实施方案中根据需要,可以使用任何合适的颜色转换层以向下转化来自白色 OLED 光源的光线。

[0107] 通常,发明人发现对于 OLED,可优选使颜色转换层的吸收光谱匹配发射材料的发射光谱。就此而言,实施方案可提供更高效率子-像素,从而提供更低的器件的功率消耗。为了示例性器件,这示于图 7 以用于该模拟。特别地,蓝色发射材料 701 的发射光谱示为紧密对应 HPT 颜色转换层 702 的吸收光谱,使得各光谱的峰值相对紧密地一致。就此而言,由示例性白色 OLED 光源发射的较大比例的蓝光可以被颜色转换层吸收,并且稍后重新发射较长波长,而不是被滤色器阻断。类似地,黄色发射材料 703 的发射光谱示为紧密对应 LumogenF300 颜色转换层 704 的吸收光谱,使得各光谱的峰值相对紧密地一致。就此而言,由对应白色 OLED 光源发射的较大比例的黄光可以被颜色转换层吸收,并且稍后重新发射较长波长,而不是被滤色器阻断。

[0108] 对于该模拟中使用的示例性器件,光线被颜色转换层吸收和发射示于图 8。如所示,HPT 801 的吸收光谱对于具有在 400 至 500nm 之间的波长的光线具有峰值吸收,这通常对应蓝光。另外,HPT 具有发射光谱 802,其具有在 500 至 580nm 之间的峰值波长,这通常对应绿光。因此,HPT 可吸收大量的由包括两种组件的示例性白色 OLED 的蓝色发射材料发射的光线,并且重新发射具有对应绿光的峰值波长的光线。在一些实施方案中,HPT 可设置在绿色子-像素内,使得由对应白色 OLED 发射的较少光线被绿色滤色器吸收(即,因为颜色转换层吸收较短波长(例如蓝光),和重新发射具有较长波长的光线(例如绿光),这在白色 OLED 中是缺乏的),更多光线可被绿色滤色器透射。

[0109] 继续参照图 8,如所示,Lumogen F300 803 的吸收光谱示为对于具有在 580 至 600nm 之间的波长的光线具有峰值吸收速率,这通常对应黄光。另外,Lumogen F300 具有发射光谱 804,其示为具有在 600 至 700nm 之间的峰值波长,这通常对应红光。因此,Lumogen F300 可吸收大量的由包括两种组件的示例性白色 OLED 的黄色发射材料发射的光线,并且重新发射具有对应红光的峰值波长的光线。在一些实施方案中,Lumogen F300 设置在红色子-像素内,使得由对应白色 OLED 发射的较少光线被红色滤色器吸收(即,因为颜色转换层吸收较短波长(例如黄光),和重新发射具有较长波长的光线(例如红光),这在白色 OLED 中是缺乏的),更多光线可被红色滤色器透射。

[0110] 另外,尽管未示出该示例性模拟,但是在一些实施方案中,多种颜色转换层可位于在单一子-像素内。例如,红色子-像素能够包括上述 Lumogen F300 和 HPT 颜色转换层。HPT 颜色转换层能够设置在白色 OLED 和 Lumogen F300 颜色转换层之间,使得 HPT 可以吸收较低波长的光线(例如蓝光),并且发射较高波长的光线(可更接近 Lumogen F300 的吸收光谱)。据此,由白色 OLED 发射的较多光线可在红色子-像素内转化为较长波长,从而较少

的光线可被红色滤色器阻断。在一些实施方案中,可以具有对应蓝光的吸收光谱和对应红光的发射光谱的另外颜色转换层也可以用于向下转化由红色子-像素中的白色 OLED 发射的另外光线。通常,发明人发现,可以使用子-像素内颜色转换层的任何合适的组合。

[0111] 下表 1 示出具有上述 CCL (“RGBW+CCL”) 的示例性 RGBW 器件的模拟、以及类似 RGB 并行器件 (“RGB SBS”) 和不包括 CCL 的 RGBW 器件 (“RGBW”) 的模拟结果的功率消耗结果:

[0112]

	白平衡		功率 (W)		
	x	y	RGB SBS	RGBW	RGBW+CCL
<b>D65</b>	<b>0.313</b>	<b>0.324</b>	<b>29.6</b>	<b>34.7</b>	<b>28.6</b>
<b>D90</b>	<b>0.284</b>	<b>0.292</b>	<b>34.8</b>	<b>37.1</b>	<b>30.0</b>

[0113] 表 1: 不同白平衡点的功率消耗。

[0114] 如表 1 所示,相比没有颜色转换层的 RGBW 器件,具有颜色转换层的 RGBW 器件的功率消耗具有约 20% 的降低。而且,如表 1 中所示,具有颜色转换层的 RGBW 在功率消耗可比得上 RGB 并行显示器构造(事实上对于该模拟具有较低功率消耗)。因此,例如通过下列方式实施方案可提供生产成本和复杂性的降低:允许白色 OLED 的发射材料的空白沉积,而同时提供功率消耗降低和更有效的器件。

[0115] 参照图 9(a) 和 (b),RGBW 显示器(没有颜色转换层)的光线发射的强度和包括颜色转换层(沉积在红色和绿色子-像素内)的示例性 RGBW 器件的光线发射的强度之间的比较示为对于白平衡设定至 D65。图 9(a) 是没有颜色转换层的 RGBW 显示器的光线发射的强度的图。如所示,示出由白色 OLED(包含蓝色和黄色发射材料)发射的光线的白色发射光谱 901,其峰值对应蓝色和黄色发射材料的峰值波长。还示出来自蓝色子-像素 902、绿色子-像素 903 和红色子-像素 904 的光线发射的强度。图 9(a) 示出通过蓝色子像素发射的蓝光 902 的强度高于由绿色子-像素 903 和红色子-像素 904 发射的光线的强度,这可源自绿色和红色滤色器的光线的透射和蓝色和黄色发射材料的发射光谱的峰值波长之间缺少对应。

[0116] 图 9(b) 是对于绿色和红色子-像素包括颜色转换层的 RGBW 显示器的光线发射的强度的图。如所示,示出由白色 OLED(包含蓝色和黄色发射材料)发射的光线的白色发射光谱 911 的白平衡为 D65,其峰值对应蓝色和黄色发射材料的峰值波长。应该注意,这和图 9(a) 中的白色 OLED 的发射光谱相同。还示出该示例性器件的蓝色子-像素 912、绿色子-像素 913 和红色子-像素 914 的光线发射的强度。图 9(b) 示出通过蓝色子像素发射的蓝光 912 的强度和图 9(a) 中所示相同,因为这些示例性器件的蓝色子-像素没有差别。然而,如图 9(b) 中所示,由绿色子-像素 913 发射的光线的强度高于由绿色子-像素 903(对应没有颜色转换层的 RGBW OLED 显示器)发射的光线的强度。即,在对应具有绿色子-像素中的颜色转换的 OLED 显示器的图 9(b) 中,具有在 500 至 580nm 之间的波长的光线发射

的强度为约 .1A. U. ,其中如图 9(a),具有在 500 至 550nm 之间的波长的光线发射的强度为约 .05A. U. ,并且具有在 550 至 580nm 之间的波长的光线发射的强度为约 .075A. U. 。类似地,图 9(b) 示出由红色子 - 像素 914 发射的光线的强度高于由红色子 - 像素 904( 对应没有颜色转换层的 RGBW OLED 显示器 ) 的发射的光线的强度。即,在对应具有红色子 - 像素中的颜色转换的 OLED 显示器的图 9(b) 中,具有在 580 至 700nm 之间的波长的光线发射的强度为约 .15A. U. ,其中如图 9(a),具有在 580 至 700nm 之间的波长的光线发射的强度为约 .075A. U. 。如上面注意到的,来自包括颜色转换层的 RGBW 显示器中绿色和红色子 - 像素的更强发射可以能够使器件实现更加功率 - 有效的 RGBW 显示器。

[0117] 可以提供使用具有两个峰值发射光谱(例如包含黄色和蓝色发射材料)的一种或多种颜色转换层的一些益处,并且可以通过检查光线的相对量来进一步表示,相对对应各子像素的 OLED 光源所发射的全部光线,所述光线可以被各滤色器透过。发明人使用上述红色和绿色子 - 像素的示例性 OLED 光源、滤色器和颜色转换层来进行模拟。模拟结果示于下表 2(白平衡设定为 D65) 和表 3(白平衡设定为 D90) :

[0118]		蓝色子像素 (%透光率)	绿色子像素 (%透光率)	红色子像素 (%透光率)
	<b>CF+CC</b>	<b>22.35%</b>	<b>25.78%</b>	<b>34.16%</b>
	<b>只有 CF</b>	<b>22.35%</b>	<b>16.53%</b>	<b>17.45%</b>

[0119] 表 2:D65 的白平衡的各子 - 像素的透光率

[0120]		蓝色子像素 (%透光率)	绿色子像素 (%透光率)	红色子像素 (%透光率)
	<b>CF+CC</b>	<b>18.60%</b>	<b>24.77%</b>	<b>37.06%</b>
	<b>只有 CF</b>	<b>18.60%</b>	<b>17.06%</b>	<b>19.77%</b>

[0121] 表 3:D90 的白平衡的各子像素的透光率

[0122] 注意,在表 2 和 3 中,“CF+CC”是指包括滤色器与红色和绿色子 - 像素的颜色转换层的实施方案,其中“只有 CF”是指仅仅包括滤色器的器件。由表 2 和 3 可见,包括颜色转换层的绿色和红色子 - 像素的透光率具有明显的提高。如上面详细解释地,在包括两个组件有机层(即包括两种发射材料)的一些实施方案中,发射材料的发射光谱不可对应红色和绿色滤色器的透射光谱,从而导致相对较高损失(例如大量的光线被滤色器吸收或反射而不是透过)。事实上并且未预料到,在该示例性模拟中,当例子器件设定为 D65 的白平衡(可包括更高浓度的蓝光),通过使用的颜色转换层的绿色和红色子 - 像素实际上发现比蓝色子 - 像素具有更高的透光率,及时蓝色滤色器的透射光谱可更接近匹配蓝色发射材料的发射光谱(比较蓝色子 - 像素的 22.35% 的透光率和绿色子 - 像素的 25.78% 的透光率与红色子 - 像素的 34.16% 的透光率)。因此,通常,在一些实施方案中使用一种或多种颜色转换层可改善 RGBW OLED 显示器的效率和性能。

[0123] 就此而言,包括上述示例性实施方案的一些特征和 / 或方面的实施方案可具有优

于类似器件的优点,其中的一些如上所述。例如,包括 RGBW OLED 显示器(具有设置在一种或多种子-像素内的一种或多种颜色转换层)的器件的实施方案可提供优于不包括颜色转换层的 RGB 显示器(例如 RGB 并行显示器)和/或 RGBW 显示器的优点。例如,一些实施方案可提供具有降低的功率消耗的 OLED 显示器,因为在一种或多种子-像素中光线被滤色器阻断而减少。通过降低功率消耗,一些实施方案可更高效地运行,从而使用较少功率,并且还延长 OLED 光源的寿命。而且,在一些实施方案中,增加的效率和使用白色 OLED 光源(例如可包括共同、两个有机发射层的 OLED 光源)一致,其通常不需要通过最后金属掩模或大部分组件的其他昂贵和/或复杂制备方法来沉积(尽管在一些实施方案中一种电极可图案化以允许对应各子-像素的各单独 OLED 编址)。这可降低这些示例性器件的生产成本,而考虑到子-像素的效率器件和类似显示器相比可以保持相对竞争力。

[0124] 另外,下面参照图 10 和 11 所述,具有一种或多种颜色转换层的 RGBW OLED 显示器的一些实施方案可以具有下列优点:通过 Duv 测量,对于远离白平衡的依赖性降低。即,当白色 OLED 光源的光线发射不匹配器件的白平衡设定时,RGBW 器件典型地具有功率消耗降低。如上面注意到的,大部分图像(和背景颜色)包括大比例的颜色“白色”。如果由白色 OLED 光源发射的白光不匹配显示器(对应白平衡)的颜色白色,则另外低效红色、蓝色和/或绿色光线可能需要添加以校对该误差(这可需要更多光线穿过各滤色器,从而降低器件的功率效率)。如上面所述,引入一种或多种颜色转换层可显著降低功率消耗依赖性,因为更多光线可穿过颜色子-像素,来自发射的光线的光谱的滤色器阻断部分的较少的功率损失。在一些实施方案中,这可更好的生产耐受性(即在白色 OLED 或器件的其他组件的有机叠堆的沉积中,更多或更大的生产误差可以容忍)和/或实施方案还可以提供可用于 OLED 的材料更多选择。通常,误差的容忍度和可用于这些器件的数量越多,可降低生产成本,还可以增加器件数量,这决定对于它们的旨在目的是合适的。另外,在一些实施方案中,对于发射白光(对应器件的白点)的依赖性降低可提供具有更长寿命的器件,因为器件可对应器件通过运行的劣化具有更高的容忍度(特别地,不同发射材料的不同老化)。

[0125] 为了描述一些实施方案可包括的对于远离白平衡值的依赖性降低的该优点,发明人进行模拟。通过改变黄色发射材料的峰值波长以产生远离平衡的白色,示例性白色 OLED 的光线发射改变。数值范围示于图 10,这表示就峰值波长差别而言,远离白色模拟的 D65 白光和白光之间的相对差别。如图 10 中所示,远离白点通过改变黄色发射材料设定 $-20\text{nm}$ (即比参照白光短 $20\text{nm}$ ), $-15\text{nm}$ , $-10\text{nm}$ , $-5\text{nm}$ 和 $+5\text{nm}$ 。然后 Duv 值测定为黄色发射材料的给定设定处 D65 点的最小距离。然后对于包括颜色转换层的器件和不包括颜色转换层的类似器件,计算各对应 Duv 的器件的功率消耗。通常,距离 D65(或任何其他白平衡点)的远离平衡白色可以引起更高功率消耗,因为其可包括饱和的颜色(即 R-G-B 子-像素可以更多用于弥补远离平衡),而不是使用更高效白色子-像素。这可能是其可优选在一些 RGBW 器件中实现远离平衡白色的一个原因。包括颜色转换层的示例性器件(“标为 CF+CCL”)和不包括颜色转换层的实施方案(“CF”)的结果示于图 11。

[0126] 如图 11 中可见,除了滤色器还包括颜色转换层的显示器(对应标为 1101 和 1111 的图)不仅具有更低的总功率消耗,而且功率消耗不会随着 Duv 的增加而快速增加,Duv 相关于由器件的 OLED 发射的白光和器件的白平衡之间的差别,此处 D65(即功率消耗和 Duv 之间没有较强关系)。实际上,线 1101 和 1111 相对表示平坦,表示 Duv 的增加不会导致功

率消耗增加过多,从而在一些实施方案中功率消耗很大程度上独立于由白色 OLED 发射的白光和显示器的白平衡之间的差别。相反,不包括滤色器的示例性 RGBW 显示器的功率消耗(对应图 1102 和 1112)以更高速率增加,因为和白平衡(测量为 Duv)的距离增加。通常,取决于白平衡点的功率消耗增加可限制材料的选择和使一些器件的实际应用的加工窗口变窄。空心符号归一化至最小值(在该情况下  $-5\text{nm}$ ),以提供功率消耗和所示的对应右轴(即“比率”轴)的增加比率。

#### [0127] 示例性实施方案

[0128] 下面描述功率高效的 RGBW 显示器的示例性实施方案。本文所述的实施方案仅仅出于描述目的,并且从而不旨在进行限制。在阅读本公开后,本领域技术人员可明白,在各种实施方案中可以联合或忽略下述各种组件和/或特征,而仍旧实施本文所述的原理。

[0129] 本文所述的实施方案可以提供包括功率高效的 RGBW 显示器的器件。在一些实施方案中,可提供第一器件。第一器件可包括至少一种像素。像素可以包括第一子-像素、第二子-像素、第三子-像素和第四子-像素。第一子-像素可以包括第一有机发光器件和光学相连第一有机发光器件的第一滤色器,其中第一滤色器可以适于优选通过来自第一有机发光器件的光线,所述光线具有在 580 至 700nm 之间的可见光谱中的峰值波长。第二子-像素可以包括第二有机发光器件和光学相连第二有机发光器件的第二滤色器,其中第二滤色器可以适于优选通过来自第二有机发光器件的光线,所述光线具有在 500 至 580nm 之间的可见光谱中的峰值波长。第三子-像素可以包括第三有机发光器件和光学相连第三有机发光器件的第三滤色器,其中第三滤色器可以适于优选通过来自所述第三有机发光器件的光线,所述光线具有在 400 至 500nm 之间的可见光谱中的峰值波长。第四子-像素可以发射近白光。如本文使用的,“近白光”可以是指具有在色度图上的第一点的光线,所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.010 的 Duv 距离内。

[0130] 如上面注意到的,所述第一、第二、第三和第四有机发光器件是单独鉴别的,因为在一些实施方案中,各有机器件可以是单独编址的,并且从而可以对应于子-像素中的一种(即各 OLED 可以光学偶联一种子-像素)。在一些实施方案中,各子-像素可以具有图案化电极,使得各 OLED 可以单独操作(从而各子-像素可以实质上打开和关闭,或者具有由子-像素发射的光线的量,该量基于施加至其对应 OLED 的电流或电压的量而改变)。然而,在一些实施方案中,各有机器件还可以共享一个或多个共同层(例如共同有机层和/或共同电极),这可以降低和图案化这些层和/或使用不同材料有关的制备方法的成本。例如,各有机发光器件可以包括白色 OLED,其具有在相同浓度水平的相同的发射材料。

[0131] 实施方案可以包括和典型 RGBW 显示器相同特征的多种,例如上述那些和/或通过引用并入的那些。然而,第一子-像素或第二子-像素中的至少一种可以包括光学相连第一或第二有机发光器件的颜色转换层。如上面定义,颜色转换层可以包含任何材料,使得其可以吸收具有某些(通常较短)波长的光线(对应其吸收光谱),然后重新发射比吸收的波长更长波长的光线(对应其发射光谱)。至少一种颜色转换层可以设置在第一或第二有机发光器件、和第一或第二滤色器之间。事实上,这些布置可以是优选的,因为从第一光源发射的光线(可以包括例如具有多种波长的光线)可以首先被一种子-像素内的颜色转换层吸收,然后光线可以重新发射较长波长。就此而言,如果颜色转换层不存在,可以被子-像素的滤色器阻断的光线可以被颜色转换层重新发射,以具有这样的波长,该波长可以被允

许通过滤色器,从而被子-像素发射。

[0132] 依照一些上述特征的第一器件的示例性实施方案示于图 12-14。参照图 12, 示例性器件 1200 (或器件的像素) 示为包括四种子-像素: 蓝色子-像素 1210, 包括蓝色滤色器 1206; 绿色子-像素 1211, 包括绿色滤色器 1207; 红色子-像素 1212, 包括红色滤色器 1208; 以及白色子-像素 1213, 其示为不包括滤色器。各子-像素 1210-1213 还包括: 白色 OLED 光源, 包括共同有机层 1201、共同电极 1203 和图案化电极 1220-1223 (分别)。即, 例如, 蓝色子-像素 1210 包括: OLED, 具有电极 1220; 绿色子-像素 1211, 包括具有电极 1221 的 OLED; 红色子-像素 1212, 包括具有电极 1222 的 OLED; 以及白色子-像素 1213, 包括具有电极 1223 的 OLED。对应图案化导电层 1220-1223 的各 OLED 光学相连一种子-像素和其中的组件 (在表示通过各子-像素的光线的传送的各子-像素中, 由直线示出)。示例性器件 1200 还包括设置在第三子-像素 1212 (例如红色子-像素) 内的颜色转换层 1204。因此, 如该示例性实施方案所示, 在运行中, 由对应电极 1220 的 OLED 光源发射的光线可以通过蓝色子-像素 1210, 并且可以被蓝色滤色器 1206 选择性传递; 由对应电极 1221 的 OLED 光源发射的光线可以通过绿色子-像素 1211, 并且可以被绿色滤色器 1207 选择性传递。由对应电极 1223 的 OLED 光源发射的光线可以相对未阻碍的通过白色子-像素 1213 (使得由第四子-像素发射的光线可以对应由对应电极 1223 的 OLED 光源发射的光线)。由对应电极 1222 (可以进入红色子-像素 1212) 的 OLED 光源发射的光线可以接触颜色转换层 1204, 这可以吸收具有对应颜色转换层的吸收光谱的波长的一些光线, 然后重新发射较长波长 (例如依照其发射光谱的红光)。然后该重新发射的光线接触红色滤色器 1208, 然后可以允许该光线从红色子-像素 1212 发射 (假设光线具有对应滤色器的透射光谱的波长)。应该注意, 没有颜色转换层 1204, 具有使得其将被颜色转换层 1204 吸收和重新发射的波长的光线 (或其部分) 可以被红色滤色器 1208 阻断, 从而降低红色子-像素 1212 的功率效率。

[0133] 参照图 13, 类似于示例性器件 1200 的另外示例性器件 1300 (或器件的像素) 示于图 12, 其表示为包括四种子-像素: 蓝色子-像素 1310, 包括蓝色滤色器 1306; 绿色子-像素 1311, 包括绿色滤色器 1307; 红色子-像素 1312, 包括红色滤色器 1308; 以及白色子-像素 1313, 其示为不包括滤色器。各子-像素 1310-1313 还包括: 白色 OLED 光源, 包括共同有机层 1301、共同电极 1303 和图案化电极 1320-1323 (分别)。即, 例如, 蓝色子-像素 1310 包括: OLED, 具有电极 1320; 绿色子-像素 1311, 包括具有电极 1321 的 OLED; 红色子-像素 1312, 包括具有电极 1322 的 OLED; 以及白色子-像素 1313, 包括具有电极 1323 的 OLED。对应图案化导电层 1320-1323 的各 OLED 光学相连一种子-像素和其中的组件 (在表示通过各子-像素的光线的传送的各子-像素中, 由直线示出)。示例性器件 1300 还包括设置在红色子-像素 1312 内的第一颜色转换层 1304 和设置在绿色子-像素 1311 内的第二颜色转换层 1305。因此在运行中, 由蓝色子-像素 1310、红色子-像素 1312 和白色子-像素 1313 发射的光线和参照图 12 中所述相同。然而, 由对应电极 1321 (进入绿色子-像素 1311) 的 OLED 光源发射的光线将接触第二颜色转换层 1305, 这可以吸收具有对应颜色转换层的吸收光谱的波长的一些光线 (例如蓝光), 然后重新发射较长波长 (例如依照其发射光谱的绿光)。然后该重新发射的光线接触绿色滤色器 1307, 然后可以允许该光线从绿色子-像素 1311 发射 (假设光线具有对应滤色器的透射光谱的波长)。应该注意, 没有颜色转换层 1305, 具有使得其将被颜色转换层 1305 吸收和重新发射的波长的光线 (或其部分)

可以被绿色滤色器 1307 阻断,从而降低绿色子-像素 1311 的功率效率。因此,图 13 中所示的示例性实施方案包括两种颜色转换层,通过将白色 OLED 1301 发射的较短波长的光线转化为具有较长波长的光线,其因而可以增加绿色和红色子-像素的功率效率。

[0134] 参照图 14,类似于图 13 中所示的示例性器件 1300 的示例性器件 1400(或器件的像素)表示为包括四种子-像素:蓝色子-像素 1410,包括蓝色滤色器 1406;绿色子-像素 1411,包括绿色滤色器 1407;红色子-像素 1412,包括红色滤色器 1408;以及白色子-像素 1413,其示为不包括滤色器。各子-像素 1410-1313 还包括:白色 OLED 光源,包括共同有机层 1401、共同电极 1403 和图案化电极 1420-1423(分别)。即,例如,蓝色子-像素 1410 包括:OLED,具有电极 1420;绿色子-像素 1411,包括具有电极 1421 的 OLED;红色子-像素 1412,包括具有电极 1422 的 OLED;以及白色子-像素 1413,包括具有电极 1423 的 OLED。对应图案化导电层 1420-1423 的各 OLED 光学相连一种子-像素和其中的组件(在表示通过各子-像素的光线的传送的各子-像素中,由直线示出)。示例性器件 1400 还包括设置在红色子-像素 1412 内的第一颜色转换层 1430、设置在绿色子-像素 1411 内的第二颜色转换层 1431、和还设置在红色子-像素 1412 内的第三颜色转换层 1432。因此在运行中,由蓝色子-像素 1410、绿色子-像素 1411 和白色子-像素 1413 发射的光线和参照图 13 中所述相同(假设各组件相同)。然而,由对应电极 1422(进入红色子-像素 1412)的 OLED 光源发射的光线可以接触两种颜色转换层:1430 和 1432。在一些实施方案中,这些颜色转换层中的各种可以具有不同吸收光谱,使得第一颜色转换层(图 14 中示为 1430,其设置在第二颜色转换层 1432 和对应电极 1422 的 OLED 光源之间)可以吸收主要波长范围内的光线(例如蓝光),并且第二颜色转换层 1432 可以吸收主要不同波长范围内的光线(例如绿光或黄光)。各颜色转换层可以重新发射具有可对应红色滤色器 1408 的透射光谱的较长波长的光线。据此,红色子-像素 1412 可以甚至进一步降低功率消耗,因此更多具有较短波长的光线可以转化为可以被红色子-像素 1412(其可以被红色滤色器 1408 阻断)发射的红光。在一些实施方案中,第一颜色转换层 1430 可以具有发射光谱,使得重新发射的光线可以具有对应第二颜色转换层 1432 的吸收光谱的波长。第二颜色转换层 1432 然后可以吸收由第一颜色转换层 1430 重新发射的光线(连同来自第一 OLED 光源 1401 的任何光线),并且依照其发射光谱,可以重新发射该光线。

[0135] 出于示意目的而提供图 12-14 中所示实施方案,并且绝非旨在进行限制。在一些实施方案中,根据器件用于的特定应用,可以改变示例性器件的组件、以及可以相对于彼此设置这些组件的构造。事实上,器件可以具有任何数量的颜色转换层和任何数量的滤色器,只要其发挥旨在的目的即可。

[0136] 可如上所述,参照一个或多个示例性实施方案,在一些实施方案中,其中第一子-像素(例如红色子-像素)可以包括颜色转换层,颜色转换层可以例如包含材料,材料具有峰值波长小于 600nm 的吸收光谱(例如蓝光、绿光或黄光)和峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱(例如红光)。就此而言,颜色转换层能够吸收对应例如光色发射(例如来自黄色发射材料)的光线。在一些实施方案中,如果第二子-像素(例如绿色子-像素)包括颜色转换层(例如图 13 中所示的实施方案),颜色转换层可以包含材料,材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱(例如蓝光)和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱(例如绿光)。就此而言,绿色和红色子-像素通过增强光线因而可以具有增加的效率,所述光

线通过降低子-像素中光线的量而从子-像素发射,子-像素被各滤色器阻断。

[0137] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于40%的光致发光量子产率(PLQY)。光致发光量子产率可以涉及用于吸收和重新发射光子的颜色转换层中的荧光或磷光方法的效率。即,例如,PLQY可提供被颜色转换层吸收的光线的量,并且比较在更长波长重新发射的光线的量。PLQY可定义为发射的光子数与吸收的光子数的比。通常,优选具有较高PLQY,因为这表明由第一光源(将可能被子-像素中的一种的滤色器阻断)发射的光线的更高比例,子-像素转化为较长波长,其可对应滤色器的投射光谱。因此,在一些实施方案中,第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有至少60%的PLQY。在一些实施方案中,第一颜色转换层和第二转换层可以具有至少80%的PLQY。如上面注意到的,在一些实施方案中,可合理的是,颜色转换层的PLQY可大于90%,这可提供RGBW OLED显示器的功率消耗的降低。

[0138] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一颜色转换层可以具有约0.1至100微米之间的厚度。通常,颜色转换层(其中厚度可以是颜色转换层的维度,其基本上平行于由第一光源发射的大部分光线穿过颜色转换层的方向)的厚度可以影响颜色转换层的吸收速率(例如PLQY)。典型地,颜色转换层的厚度越大,吸收速率越高。然而,颜色转换层可以沉积在OLED显示器中的子-像素中,其中可以具有有限的空间,因此可期望限制或降低厚度至合理的程度。发明人已经发现,通常,厚度为至少.1微米的颜色转换层足以提供合理量的由第一光源发射的光线的吸收,以降低功率消耗。发明人还发现,在大部分情况下,小于100微米的厚度应该足够小以用于大部分OLED显示器的实施方案。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二颜色转换层可以具有约0.1至100微米之间的厚度。

[0139] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一颜色转换层可以具有浓度在约0.1%至40%之间的染料。在一些实施方案中,在上述第一器件中,第二颜色转换层可以具有浓度在约0.1%至40%之间的染料。如上所述,颜色转换层可以包含任何合适的材料,通常,可包括颜色转换层的材料是本领域已知的。另外,颜色转换层的吸收和发射特性可取决于变量,例如选择的材料和厚度,并且本领域普通技术人员将通常能够选择这些变量以实现颜色转换层的期望性能。

[0140] 即,通常,可包括颜色转换层的染料并不特别限定。例如,可以使用任何合适的化合物,使得颜色转换层可以能够转化由光源发射的光线的色度至不同色度。即,在一些实施方案中,颜色转换层可以起到波长转化元件的作用,其能够转化来自光源的光线的波长至

不同波长（例如光线的峰值波长比由光源发射的光线的波长长至少 10nm）。在一些实施方案中，颜色转换层可以包含有机荧光物质、无极荧光物质或磷光物质，并且可根据器件的特定应用或功能（例如期望波长）来进行选择。

[0141] 可用于颜色转换层的材料的一些例子可包括但不限于下列种类：xanthen, 氮蒽, 恶嗪, 多烯, 花青, oxonol, benzimidazol, 假吲哚, azamethine, 苯乙烯基, 噻唑, 香豆素, 葱醌, 萘酰亚胺, 氮杂 [18] 环轮烯, 吡吩, 方酸, 荧光蛋白, 8-羟基喹啉衍生物, polymethin, 纳米晶体, 蛋白, 二萘嵌苯, 酞菁和金属-配体络合复合物。

[0142] 用于转化 UV 荧光和更高能量的光线至蓝光的荧光染料的一些例子可以包括但不限于：苯乙烯基-基染料, 例如 1, 4-双(2-甲基苯乙烯基)苯和反式-4, 4'-二苯基芪；以及香豆素基染料例如 7-羟基-4-甲基香豆素、及其组合。

[0143] 用于转化蓝光荧光至绿光的荧光染料的一些例子可包括但不限于：香豆素染料, 例如 2, 3, 5, 6-1H, 4H-四氢-8-三氟甲基喹啉并(9, 9a, 1-gh)香豆素, 3-(2'-苯并噻唑基)-7-二乙基氨基香豆素, 3-(2'-苯并咪唑基)-7-N, N-二乙基氨基香豆素, 和萘二甲酰亚胺染料例如 Basic Yellow 51, Solvent yellow 11 与 Solvent Yellow 116, 以及苝染料例如 8-羟基-1, 3, 6-苝三磺酸三钠盐 (HPTS), 及其组合。

[0144] 用于转化蓝光荧光至绿光或红光（或从蓝光至红光或从绿光至红光）的荧光染料的一些例子可包括但不限于：二萘嵌苯基染料例如 N, N-双(2, 6-二异丙基苯基)-1, 6, 7, 12-四苯氧基二萘嵌苯-3, 4:9, 10-四碳二亚胺 (Lumogen Red F300), 花青-基染料例如 4-二氰基亚甲基-2-甲基-6-(p-二甲基氨基苯乙烯基-4H-吡喃, 吡啶-基染料例如 1-乙基-2-(4-(p-二甲基氨基苯基)-1, 3-丁二烯基)-高氯酸吡啶, 和罗丹明-基染料（例如 Rhodamine 牌罗丹明 6G）和恶嗪-基染料、及其组合。

[0145] 可用作颜色转换层的一部分的无极荧光物质的一些例子可包括但不限于：无极荧光物质, 包含金属氧化物或金属硫族化物, 掺杂过渡金属离子, 包括稀土金属离子。通常, 任何金属-配体络合复合物可以用作染料, 并且可以包含荧光和 / 或磷光物质。

[0146] 在一些实施方案中, 可优选在构造中使用颜色转换层, 其中所述层可以堆叠（或沉积）在滤色器上。在滤色器上利用颜色转换层的堆叠结构可以是优选的, 以提供透过颜色转换层的光线的更好的颜色纯度。

[0147] 如本文所述, 可用于滤色器的材料不可特别限定, 并且可包括本领域技术人员理解的任何合适的材料。在一些实施方案中, 滤色器可包含例如染料、颜料和树脂, 或仅包含染料或颜料。在一些实施方案中, 其中滤色器可包含染料、颜料和树脂, 滤色器可以为固体形式, 其中, 例如, 染料和颜料可以溶解或分散于粘结剂树脂中。可以用于滤色器的染料或颜料的一些例子包括但不限于：二萘嵌苯、异吲哚啉、花青、偶氮、恶嗪、酞菁、二羟基喹啉并吡啶、葱醌和二酮吡咯并-吡咯、及其组合。

[0148] 在一些实施方案中, 颜色转换层可以包括通过将颜色转换层中所含的荧光介质材料混合滤色器材料而形成的层。在一些实施方案中, 这可提供颜色转换层, 其具有下列功能：转化由光源发射的光线, 以及通过改善颜色纯度来进行滤色器的功能。事实上, 在一些实施方案中, 颜色转换层和滤色器的该结构可以是优选的, 因为层结构可以进行某些简化, 并且从而可减少制造器件的生产步骤的数目。

[0149] 在一些实施方案中, 在包括第一像素的上述第一器件中, 其中第一像素包括：第一

子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四子-像素可不包括滤色器和/或颜色转换层。尽管实施方案通常不是限制性的(即,白色子-像素可以包括光学设备、颜色转换层、滤色器等),这可以是优选的:白色子-像素可以发射基本上白光,所述白光可对应第一光源的白光发射。如上所述,显示器的白平衡可最频繁地用于显示图像和形成像素的颜色。因此,假设第四发光器件(在一些实施方案中,所有发光器件对应各子-像素)可以设定为白平衡,在一些实施方案中可优选光线可以相对未阻碍地由白色子-像素发射。就此而言,实施方案可不必另外的来自红色、绿色和蓝色子-像素(或可不必使用来自这些子-像素的较少光线)的光线,这可透过滤色器,从而增加功率消耗-至提供颜色(包括白平衡)。

[0150] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第四有机发光器件的色度可以基本上等同由第四子-像素发射的光线的色度。如本文使用的,“基本上相同”可以是指当第一有机发射器件和第四子-像素的光线发射具有小于约 0.1 的在 CIE 1976 均匀色度规格(UCS)图上的  $duv$  值。如上面注意到的,在一些实施方案中,第四有机发光器件(和在一些实施方案中,各发光器件相关各子-像素)可以设定以发射光线,所述光线对应显示器的白平衡。因此,在一些实施方案中可优选白色子-像素也发射光线,所述光线具有基本上相同色度,以增加器件的效率。然而,实施方案并未这样限定,白色子-像素可以发射光线,在一些实施方案中所述光线的色度甚至基本上等同由第四有机发光器件发射的光线的色度,其中第四有机发光器件不发射对应显示器的白平衡的光线。

[0151] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一器件可以是具有白平衡的显示器。在一些实施方案中,白平衡可以具有 CIE 1976UCS( $L', u', v'$ )颜色空间色度图上的第一点,并且第四子-像素可以发射光线,所述光线具有 CIE 1976UCS( $L', u', v'$ )颜色空间色度图上的第二点。在一些实施方案中,第一点和第二点之间的差可具有小于 0.10 的  $duv$  值。如上面注意到的,RGBW 显示器(其中白色子-像素发射光线,所述光线的色度等于或接近白平衡的色度)可以高效运行,因为白平衡点是在赋予最多颜色中最频繁使用的颜色。因此,当光线源自红色、绿色和蓝色子-像素时,可优选这样光线可被发射,而可源自使用一种或多种滤色器的光线损失可以使用。在一些实施方案中,第一点和第二点之间的差可具有小于 0.05 的  $duv$  值。在一些实施方案中,第一点和第二点之间的差可具有小于 0.01 的  $duv$  值。

[0152] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有

机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可以恰恰包含两种有机发射材料：第一有机发射材料和第二有机发射材料，其中发射材料如上所定义。注意，发射材料可包含 95% 的发射以说明杂质的微量水平。例如，两种发射材料用于白色 OLED 可包含蓝色发射材料和黄色发射材料，使得联合的光线发射包含白光。在一些实施方案中可优选使用两种发射材料而不是三种发射材料，因为这可以降低可用于操作的制造步骤的数目，并且还可以降低需要的材料的量。然而，如上面注意到的，发明人确定仅仅使用两种发射材料可以产生仅仅使用滤色器的低效 RGBW 器件，因为在蓝色和黄色发射材料的发射光谱与绿色和红色子-像素的滤色器的投射光谱之间缺少对应。发明人已经发现，依照包括图 12-14 中所示的上述实施方案，在红色和 / 或绿色子-像素中引入一种或多种颜色转换层通过在一种或多种子-像素中降低功率消耗而可用于赋予这种 RGBW 器件更高效率。

[0153] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一有机发光器件、第一滤色器和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二有机发光器件、第二颜色转换层和第二滤色器；第三子-像素，具有第三有机发光器件和第三滤色器；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，其中第一颜色转换层和 / 或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY)，并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别恰恰包含两种发射材料：第一有机发射材料和第二有机发射材料，第一有机发射材料可以具有峰值波长在 500 至 630nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中，在上述第一器件中，第二有机发射材料可以具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱。即，如上面注意到的，在一些实施方案中，第一光源可以包含发射材料，所述发射材料具有对应蓝光（例如具有小于 500nm 的峰值波长）和黄光或绿光（例如具有 520 至 630nm 之间的峰值波长）的发射光谱。

[0154] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，其中第一颜色转换层和 / 或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY)，并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件恰恰包含两种发射材料：第一有机发射材料和第二有机发射材料，第一有机发射材料可以具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中，在上述第一器件中，第二有机发射材料可以具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱。即，如上面注意到的，在一些实施方案中，有机发光器件可以包含发射材料，所述发射材料具有对应蓝光（例如峰值波长小于 500nm）和黄光（例如峰值波长在 520 至 630nm 之间）的发射光谱。在一些实施方案中，可优选第一有机发射材料具有峰值波长对应黄光（而不是绿光）的发射光谱，以实现白光的特定色度。如上面注意到的，颜色转换层的 PLQY 可以是对比被吸收的光线的量而发射的光线的量的亮度。因此，在一些实施方案中，有机发光器件可以包含发射材料，所述发射材料发射蓝光或黄光 / 绿光，颜色转换层可以吸收具有某些波长（对应颜色转换层的吸收光谱）的光子，并且发射较长波长（例如依照其发射光谱并可能对应绿光或红光）的光子。在一些实施方案中，第一有机发射材料可以具有小于 100 的半峰全宽 (FWHM)。即，例如，在一些实施方案中，相比于例如可具有较大 FWHM（其可导致

发射绿光)的绿色发射器,第一发射材料可以具有相对窄的发射光谱,例如这可对应黄色发射器(其具有相对小的 FWHM)。如上面注意到的,发明人已经发现,当联合特定蓝色发射器时,使用黄色发射器可以提供更高的白色色度。而且,发明人已经发现,使用一种或多种颜色转换层,黄色发射材料的发射光谱与绿色和/或红色光谱的投射光谱之间缺少对应可以以这样方式协调,以产生更有效的 RGBW OLED 显示器(在一些实施方案中功率消耗等同于 RGB 并行器件)。

[0155] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY),和其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件包括:第一有机发射材料,具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱;和第二有机发射材料,具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 10% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。即,第一颜色转换层可以例如吸收 10% 的由第一发射材料发射的光线,所述第一发射材料的峰值波长在 520 至 630nm 之间(例如绿光或黄光)。在一些实施方案中,颜色转换层可以具有吸收光谱,其对应第一发射材料的发射光谱。该例子示于图 7 并如上所述。在一些实施方案中第一颜色转换层可设置在红色子-像素内,使得来自第一发射材料的黄光或绿光可被吸收,并且红光可被重新发射。而且,第一颜色转换层可以具有至少 40% 的 PLQY,在一些实施方案中可导致 40% 的被第一颜色转换层吸收的光线(例如在该实施方案中 10% 的被第一发射材料发射的总光线)以较长波长重新发射(例如不同于滤色器,其通常不重新发射被吸收的 40% 的光线)。

[0156] 通常,发射材料的发射光谱和颜色转换层的吸收光谱之间的重叠越大,器件的潜在效率越大,因为具有可被子-像素中的滤色器阻断的波长的更多光线可转化为较长波长(然而其他因素也可以影响器件的效率,例如颜色转换层的发射光谱)。因此,在一些实施方案中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 30% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 50% 的由所述第一发射材料发射的光线被吸收,如上面注意到的,被吸收的光线的量越大,器件的潜在效率越高。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得至少约 10% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。即,第一颜色转换层可以具有吸收光谱,使得由第一和第二发射材料发射的光线可被吸收,然后以较长波长重新发射。这种颜色转换层可是优选的,因为基于能够利用由有机发光器件(对于峰值波长在 400 至 500nm 之间的光线)发射的另外光线以产生(例如重新发射)然后可透过对应子-像素的光线,它们可提供器件的增加的效率。

[0157] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY),并且其中第一有机发光器件

包括：第一有机发射材料，具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱；和第二有机发射材料，具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱，第一颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由第一有机发光器件发射的光线被吸收。即，在由第一光源（例如由所述第一发射材料和第二发射材料发射的光线）发射的总光线中，在一些实施方案中，第一颜色转换层可吸收至少 10% 的发射的光线。第一颜色转换层可吸收来自一种或两种发射材料的光线。通常，如上面注意到的，可被吸收的光线越多，然后在子-像素可被颜色转换层以较长波长重新发射的光线越多。

[0158] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY)，并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件包括：第一有机发射材料，具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱；和第二有机发射材料，具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱，第二颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。即，例如，第二发射材料可沉积在绿色子-像素中，并且可吸收由蓝色发射材料发射的光线，并以对应绿光的较长波长重新发射光线。就此而言，在一些实施方案中，绿色子-像素也可以被优化（或至少使其功率消耗降低）。在一些实施方案中，第二颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 30% 的由所述第二发射材料发射的光线被吸收。如上面注意到的，通常光线被颜色转换层吸收的速率越高，使具有较短波长的光线转化为具有较长波长的光线（然后被子-像素的滤色器透射（例如在该情况下是绿色子-像素））的可能性越高。包括第一和第二颜色转换层的示例性实施方案参照图 13 如上所述。

[0159] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，其中第一颜色转换层和/或第二转换层可以具有小于 40% 的光致发光量子产率 (PLQY)，并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件包括：第一有机发射材料，具有峰值波长在 520 至 630nm 之间的发射光谱；以及第二有机发射材料，具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱，第二颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 5% 的由第二有机发光器件发射的光线被吸收。类似包括上述第一颜色转换层（可位于红色子-像素中）的实施方案，第二颜色转换层（可位于绿色子-像素中）也可以吸收实质量的来自整个第二有机发光器件的光线。然而，不同于第一颜色转换层，在一些实施方案中，第二颜色转换可以在一些实施方案中在可被吸收和重新发射的光线的总量中受限—特别相对于由第一发射材料发射的光线（例如黄光或绿光）。即，例如，因为由所述第一发射材料发射的光线可已经具有较长波长，然后可被绿色滤色器透射，下面可不是高效的：和能够被绿色子-像素透射的相比，第二颜色转换至重新发射较长波长。因此，在一些实施方案中，可没有原因具有包括较长波长的光线的吸收光谱。

[0160] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二

滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，并且其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件恰恰包括两种发射材料：第一有机发射材料和第二有机发射材料，第一有机发射材料可以具有发射光谱，使得其发射黄光，所述黄光具有在第一区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第一点，所述第一区域由  $CIE_x=0.40$  至  $0.600$ ， $CIE_y=0.400$  至  $0.60$  限定。第二有机发射材料可以具有发射光谱，使得其发射蓝光，所述蓝光具有在第二区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第二点，所述第二区域由  $CIE_x=0.100$  至  $0.200$ ， $CIE_y=0.050$  至  $0.300$  限定。第一点和第二点可以使得当在所述第一点和所述第二点之间划线时，所述线穿过区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的期望白点，所述区域限定至  $CIE_x=0.25$  至  $0.4$ ， $CIE_y=0.25$  至  $0.4$ 。在一些实施方案中，第一和第二有机发射材料的浓度可以使得由第一、第二、第三和第四有机发光器件产生的光线是在期望白色区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第三点。即，如上面注意到的，在一些实施方案中，有机发光器件可以包含两种发射材料（发射黄光和蓝光）。如上面注意到的，发明人发现，通过联合一种或多种颜色转换层使用黄色发射材料（不明显具有对应绿色或红色滤色器的透射光谱的发射光谱），可以提供包括两种发射器的 RGBW 显示器，其具有和类似器件可比的功率消耗性能。

[0161] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并且发射近白光，和其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件恰恰包含两种发射材料：第一有机发射材料和第二有机发射材料，第一和/或第二有机发射材料可以包含磷光发射器。在一些实施方案中，第一有机发射材料可以包含磷光发射器，并且第二有机发射材料可以包含荧光发射器。通常，发射材料可以包含任何合适的材料。然而，在一些实施方案中使用磷光材料在给定亮度下可具有更长寿命和/或更冷的运行温度。因此，基于器件将用于的期望应用，可以选择用于发射器的合适的材料。

[0162] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，第四子-像素可以发射光线，所述光线具有第一区域内的 CIE 1931 XYZ 颜色空间色度图上的第一点，第一区域由  $CIE_x=0.25$  至  $0.4$ ， $CIE_y=0.25$  至  $0.4$  限定。即，例如，第四子-像素可以发射白光，所述白光可以使用 CIE1931XYZ 颜色空间色度图限定。如上所述，在通常大多数由显示器产生的颜色中，可包括大比例的白光（由显示器的白平衡确定），从而通过匹配（或几乎匹配）来自白色子-像素的光线与显示器的白平衡，通过进一步利用来自红色、绿色和蓝色子-像素的光线，实施方案可增加器件的效率，所述光线然后必须穿过滤色器（从而可产生损失）以发射来自显示器的像素的白光。

[0163] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二

滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，第四子-像素可以发射光线，所述光线具有 CIE 1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点，所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.010 的 Duv 距离内。通常，可优选白色子-像素可发射尽可能接近白光的光线，因为大部分显示器白平衡也可对应普朗克轨迹（或非常接近该点）上的点。无论白平衡是否对应 D65, D90, 或一些其他白点，来自白色子-像素的光线发射越接近显示器的白平衡，通常 OLED 显示器可变得更高效。就此而言，在一些实施方案中，第四子-像素可以发射光线，所述光线具有 CIE 1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点，所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.005 的 Duv 距离内。在一些实施方案中，可以发射光线，所述光线具有 CIE 1976UCS(L', u', v') 颜色空间色度图上的第一点，所述第一点位于距离普朗克轨迹 0.002 的 Duv 距离内。一些实施方案还可说明有机发光器件中的微量杂质（例如，如果光源含有生产缺陷或随后劣化使器件不再发射具有指定色度的白光）和 / 或能够改变光线色度的白色子-像素中可存在的任何光学组件。

[0164] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，第四子-像素可以发射光线，所述光线具有大于 4000K 并且小于 10000K 的相关色温 (CCT)。这可包括实施方案，其中白色像素可以是沿着普朗克轨迹颜色可调的和 / 或可以具有包含更冷或更暖白光的色度。由白色子-像素发射的光线的色度可部分基于显示器的白平衡和 / 或来自第一光源的光线发射而预测。在一些实施方案中，在上述第一器件中，所述第一、第二、第三和第四有机发光器件分别是叠堆的有机发光器件 (SOLED)。叠堆的 OLED 设计可是优选的，因为其可能使由多种发射材料发射的光线更容易联合以例如产生白光。然而，实施方案并非这样限定，并且任何合适的 OLED 可用于第一光源，仅通过例子的方式包括顶部-发射 OLED、底部发射 OLED、透明 OLED (TOLED) 等。

[0165] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可以分别包含三种有机发射材料：第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料。即，尽管在一些实施方案中（如上所述）可优选仅使用两种发射材料来降低成本和 / 或生产时间，但是实施方案并非这样限定。事实上，实施方案可包括任意数量的发射材料、以任何合适的方式布置和包括在阅读该公开后本领域普通技术人员将理解的任何合适的材料。

[0166] 在一些实施方案中，第一有机发射材料可以具有发射光谱，使得其发射红光，所述红光具有在第一区域内的 CIE 1931 XYZ 颜色空间色度图上的第一点，所述第一区域由  $CIE_x=0.600$  至  $0.720$ ,  $CIE_y=0.280$  至  $0.400$  限定。在一些实施方案中，第二有机发射材料可以具有发射光谱，使得其发射绿光，所述绿光具有在第二区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第二点，所述第二区域由  $CIE_x=0.200$  至  $0.400$ ,  $CIE_y=0.600$  至  $0.750$  限定。在

一些实施方案中,第三有机发射材料可以具有发射光谱,使得其发射蓝光,所述蓝光具有在第三区域内的 CIE 1931 XYZ 颜色空间色度图上的第三点,所述第三区域由  $CIE_x=0.100$  至  $0.200$ ,  $CIE_y=0.050$  至  $0.300$  限定。即,有机发光器件可包含红色发射材料、蓝色发射材料和绿色发射材料。如上所述,发明人已经发现,对于用于黄色发射器,使用颜色转换层可是特别有益的,因为成本和/或生产时间降低。然而,发明人还发现,尽管具有发射光谱(可对应各滤色器的透射光谱)的发射材料,包括三种发射材料(例如红色、绿色和蓝色发射材料)的器件可人就提供更高效的器件。一个原因可以是蓝色和/或绿色发射材料向下转化至红色发射增加对应红色发射材料的红色发射;对应蓝色发射材料和绿色发射材料的光线发射可仍旧(至少部分)被红色滤色器阻断,并且类似地,对应蓝色发射材料的光线发射可(至少部分)被绿色滤色器阻断(尽管对应红色发射材料的光线也可被绿色滤色器阻断,但是红色发射最可能是较长波长,因此向下转化这些波长将不可能增强来自绿色子像素的发射)。因此,类似上述实施方案,一种或多种子-像素可包括颜色转换层以增加光线通过红色和绿色滤色器中的一种或两种的透射。

[0167] 在一些实施方案中,在所述第一器件中,在上述实施方案中的第一、第二和第三点可使得第四区域可以被在第一点和第二点之间、第二点和第三点之间、以及第三点和第一点之间的划线限定,其包括在限定至  $CIE_x=0.25$  至  $0.40$ ,  $CIE_y=0.25$  至  $0.40$  的区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的期望白点。在一些实施方案中,第一、第二和第三有机发射材料的浓度可使得可以由第一有机发光器件产生的光线可以在期望白色区域内的 CIE 1931XYZ 颜色空间色度图上的第四点。即,例如,第一、第二和第三发射材料的联合发射可包括白光(包括例如 D65, D90 等)。而且,在一些实施方案中使用三种发射材料(例如对应 RGB)而不是仅使用两种发射材料可以在器件的白点的设定和/或改变中提供增强的灵活性。

[0168] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可以分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料,第一、第二和/或第三有机发射材料包括磷光发射器。在一些实施方案中,第三有机发射材料可包括荧光发射器,并且第一和第二有机发射材料可包括磷光发射器。然而,如上面注意到的,发射材料可包含任何合适的材料,这取决于器件的应用和旨在用途、以及成本和生产考虑。例如,通常磷光发射器中的白光可在更低运行温度下具有更高亮度,这些材料也可增加生产成本。

[0169] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并且发射近白光,其中第一、第二、第三和第四有机发光器件可以分别包含三种有机发射材料:第一有机发射材料、第二有机发射材料和第三有机发射材料,第一有机发射材料可以具有峰值波长在 580 至 700nm 的发射光谱(例如红光),第二有机发射材料可以具有峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光

谱（例如绿光），并且第三有机发射材料可以具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱（例如蓝光）。

[0170] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一子-像素，具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层；第二子-像素，具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层；第三子-像素，具有第三滤色器和第三有机发光器件；以及第四子-像素，具有第四有机发光器件并近白光，其中所述第一、第二、第三和第四有机发光器件可分别包含三种有机发射材料：第一有机发射材料，具有峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱；第二有机发射材料，具有峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱；第三有机发射材料，具有峰值波长在 400 至 500nm 之间的发射光谱，第一颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 20% 的由所述第二和第三发射材料发射的光线可以被吸收。即，第一颜色转换层的吸收光谱可以足够宽以覆盖一种或多种发射材料的一些（或所有）光线发射。如上面注意到的，具有较宽吸收区域的颜色转换层可是优选的，因为通过吸收额外的光线（可被一种子-像素的对应滤色器阻断）而具有增强效率的潜力。在上述示例性实施方案中，第一颜色转换层可以具有吸收光谱，使得蓝光和绿光可被吸收和以较长波长重新发射，使得红色滤色器可透射光线（即重新发射的光线具有对应红色滤色器的透射光谱的波长）。在一些实施方案中这从而可增强红色子-像素的效率。而且，发明人已经发现，颜色转换层可增强合理量的红色子-像素的效率，所述颜色转换层吸收至少 20% 的由蓝色和绿色发射材料发射的光线，并且重新发射合理量的被吸收的光线（例如颜色转换层的 PLQY 为至少约 40%）。然而，可优选红色子-像素甚至具有更强的效率增加，使得在一些实施方案中，在上述第一器件中，第一颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 40% 的由所述第二和第三发射材料发射的光线被吸收。在一些实施方案中，在上述第一器件中，第一颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由所述第二发射材料和 / 或第三发射材料发射的光线被吸收。

[0171] 在一些实施方案中，在上述第一器件中，第一颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由第一有机发光器件发射的光线被吸收。即，在一些实施方案中，第一颜色转换层可吸收 10% 的所有光线，所述所有光线由第一有机发光器件发射（例如由第一、第二和第三第三发射材料发射的材料）。

[0172] 在一些实施方案中，在上述第一器件中，第二颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 10% 的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。即，例如，第二颜色转换层，其可沉积在绿色子-像素中，可吸收由蓝色发射材料发射的光线（例如具有较短波长），并且重新发射对应绿光的较长波长的光线（以及潜在对应绿色滤色器的透射光谱）。在一些实施方案中，在上述第一器件中，第二颜色转换层具有吸收光谱，使得至少约 30% 的由所述第三发射材料发射的光线被吸收。

[0173] 在一些实施方案中，在上述第一器件中，第二颜色转换层可以具有吸收光谱，使得至少约 5% 的由第二有机发光器件发射的光线被吸收。在一些实施方案中，被第二颜色转换层吸收的光线的比例可通常低于第一颜色转换层，因为第二颜色转换层可仅吸收由蓝光发射材料发射的光线，其中第一颜色转换层可吸收和重新发射都对应蓝色和绿色发射材料得光线。

[0174] 在一些实施方案中，在包括第一像素的上述第一器件中，其中第一像素包括：第一

子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一、第二、第三和第四子-像素可分别具有孔径尺寸,并且第四子-像素的孔径尺寸可以大于第一、第二和第三子-像素中各种的孔径尺寸。如上面注意到的,白色子-像素(可发射对应显示器的白平衡的光线)可以是最频繁使用的子-像素。通过使用更大孔径,第一光源可以在较低电流密度下运行,并且仍旧提供器件相同的亮度,因为驱动器件的较低电流或电压引起的降低可以被第四子-像素的发射白光的更大区域而补偿。

[0175] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器、第一有机发光器件和第一颜色转换层;第二子-像素,具有第二滤色器、第二有机发光器件和第二颜色转换层;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第一子-像素还可包括第三颜色转换层,其中第三颜色转换层可以光学相连第一有机发光器件,并且可以设置在第一有机发光器件和第一滤色器之间。在一些实施方案中,第三颜色转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。在一些实施方案中,第三颜色转换层可以设置在第一有机发光器件和第一颜色转换层之间。即,例如,在一些实施方案中红色子-像素可以包括两种颜色转换层。第一颜色转换层可以具有吸收光谱以吸收峰值波长在 500 至 580 之间的光线(例如绿光),以及峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱(例如红光);以及第三颜色转换层可以具有吸收光谱以吸收峰值波长在 400 至 500nm 之间的光线(例如蓝光),和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱(例如绿光)。在一些实施方案中,由第一颜色转换层(或其部分)重新发射的光线可被第三颜色转换层吸收,这然后可再洗重新发射光线,以具有对应子-像素的滤色器的透射光谱的波长的波长。据此,通过使用由至少红色子-像素中的第一光源发射的光线的更多发射光谱,实施方案可提供降低的功率消耗。示例性实施方案示于图 14,并且如上所述。

[0176] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器和第一有机发光器件;第二子-像素,具有第二滤色器和第二有机发光器件;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,并且第一子-像素可以包括第一颜色转换层。第一颜色转换层可光学相连第一有机发光器件,并且可设置在第一有机发光器件和第一滤色器之间。在一些实施方案中,第一颜色转换层可以包含材料,所述材料具有峰值波长小于 600nm 的吸收光谱和峰值波长在 580 至 700nm 之间的发射光谱。即,在一些实施方案中,红色子-像素可具有颜色转换层,但绿色子-像素可不具有。颜色转换层。该实施方案的例子示于图 12,并且如上所述。

[0177] 在一些实施方案中,在包括第一像素的上述第一器件中,其中第一像素包括:第一子-像素,具有第一滤色器和第一有机发光器件;第二子-像素,具有第二滤色器和第二有机发光器件;第三子-像素,具有第三滤色器和第三有机发光器件;以及第四子-像素,具有第四有机发光器件并近白光,第二子-像素可以包括颜色转换层。颜色转换层可以光学相连第二有机发光器件,并且可以设置在第二有机发光器件和第二滤色器之间。第二颜色

转换层可以包含材料,材料具有峰值波长小于 500nm 的吸收光谱和峰值波长在 500 至 580nm 之间的发射光谱。即,在一些实施方案中(不同于上述实施方案),绿色子-像素可以具有颜色转换层,但是红色子-像素可以不具有颜色转换层。

[0178] 参照图 15(a)-(c),示出三种另外示例性实施方案,进一步描述可以布置的器件的像素(或多种像素)的构造。应该再次注意,这仅仅是出于示意目的而描述。然而,本文所述的概念和特征可联合上述讨论的一个或多个方面,这可被本领域技术人员在阅读本公开后而理解。应该注意为了描述简便,图 15(a)-(c) 均仅描述像素的两种子-像素。

[0179] 如图 15(a)-(c) 中的各个所示,所示的示例性器件分别包含:共同电极 1501;共同有机层(可包括多种发射材料);对应第一子-像素的第一有机发光器件的图案化电极 1503;对应第二子-像素的第二有机发光器件的第二图案化电极 1506;设置在第一子-像素内的颜色转换层 1504;设置在第一子-像素内的滤色器 1505;平面化层 1507;以及可包括一个或多个薄膜晶体管(TFT)的基材 1508。如所示,这些示例性实施方案可包括例如红色或绿色子-像素(具有颜色转换层 1504)和白色子-像素(对应图案化图像层 1506,并且未示为包括滤色器或颜色转换层)。通常,TFT 可控制是否以及多少电流或电压施加至和各像素相关的各有机发光器件。即,在一些实施方案中,从包括 TFT 的基材至图案化电极可以有一种或多种互连偏差。可以使用平面化层 1507,以提供光滑和无特征的界面用于沉积器件的有机和/或任何其他层。

[0180] 图 15(a) 公开底部发射器件的示例性实施方案。即,产生的光线将透过各子-像素,并且穿过基材 1508 发射。光子可产生于共同有机层 1502,并且可透过平面化层 1507(应该是透明的)和颜色转换层 1504,其中具有较短波长的光子可以向下转化为具有较长波长的光子。然后光子可穿过(或被阻断)滤色器 1505,之后通过基材 1508 发射。在该实施方案中,图案化电极 1503 和 1506 可以是透明或半透明的。

[0181] 图 15(b) 是顶部发射器件的示例性实施方案。即,产生的光线将透过各子-像素,并且在远离基材 1508 的方向发射。光子可产生于共同有机层 1502,并且可透过颜色转换层 1504,其中具有较短波长的光子可以向下转化为具有较长波长的光子。然后光子可穿过(或被阻断)滤色器 1505,之后由子-像素发射。在该实施方案中,共同电极 1501 可以是透明或半透明的。

[0182] 图 15(c) 示出顶部发射器件的另外示例性实施方案。在该示例性实施方案中,隔板 1510 设置在有机发光器件与滤色器 1505 和颜色转换层 1504(其示为偶联显示器的盖玻片 1509)之间。该示例性实施方案可提供下列优点:有机发光器件与颜色转换层和滤色器可以在单独基材上单独制造。有机层通常易于损坏,因此偶联滤色器和颜色转换层至单独基材(在该情况下是盖玻片 1509)而不是直接将它们设置在有机器件上,这可在生产过程中保护有机层和减少损坏。然而,盖玻片可不得不合适地对齐,使得滤色器和颜色转换层对应下面子-像素的架构。如所示,产生的光线将透过各子-像素,并且在远离基材 1508 的方向发射。光子可产生于共同有机层 1502,并且可透过由隔板 1510 和颜色转换层 1504 维持的空间,其中具有较短波长的光子可以向下转化为具有较长波长的光子。然后光子可穿过(或被阻断)滤色器 1505,之后通过盖玻片 1509 发射。在该实施方案中,图案化电极 1503 和 1506 可以是反射或半透明的,并且电极 1501(其可例如包括共同阴极)可以是透明或半透明的。

[0183] 应理解,本文所述的各种实施方案仅通过例子的方式示出,而非旨在限制本发明的范围。例如,在不偏离本发明的精神的情况下,本文所述的多种材料和结构可以被其他材料和结构替换。所要求的本发明可因此包括来自特定实施例和本文所述的优选实施方案的多种变体,并且是本领域技术人员明白的。应理解,本发明如何运行的各种理论不旨在进行限制。

[0184] 除非给出相反的确切说明,否则“a”、“an”或“the”的详述不旨在表示“一种或多种”。

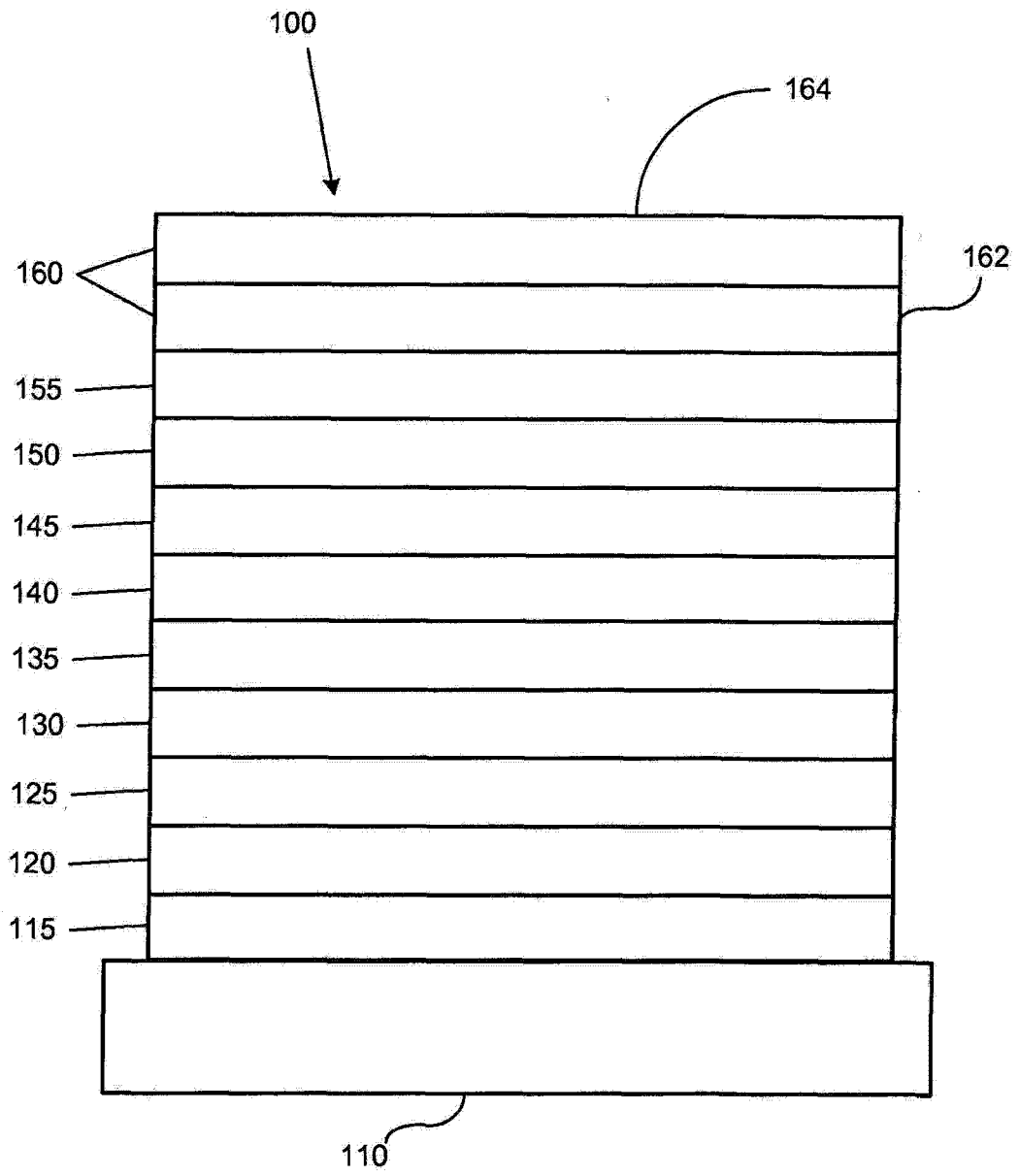


图 1

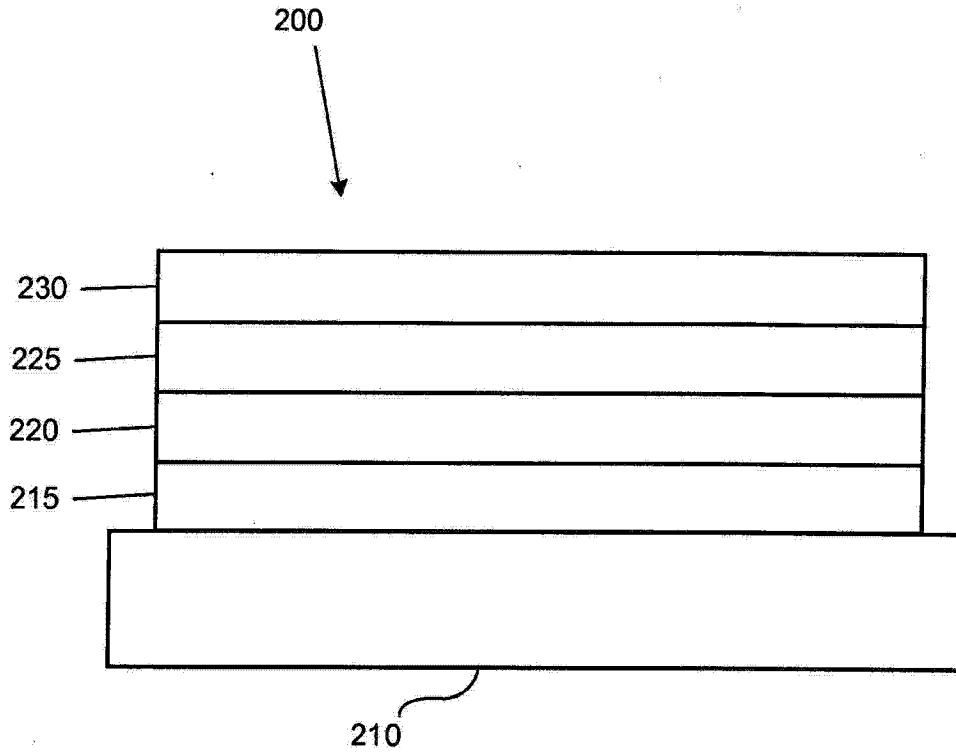


图 2

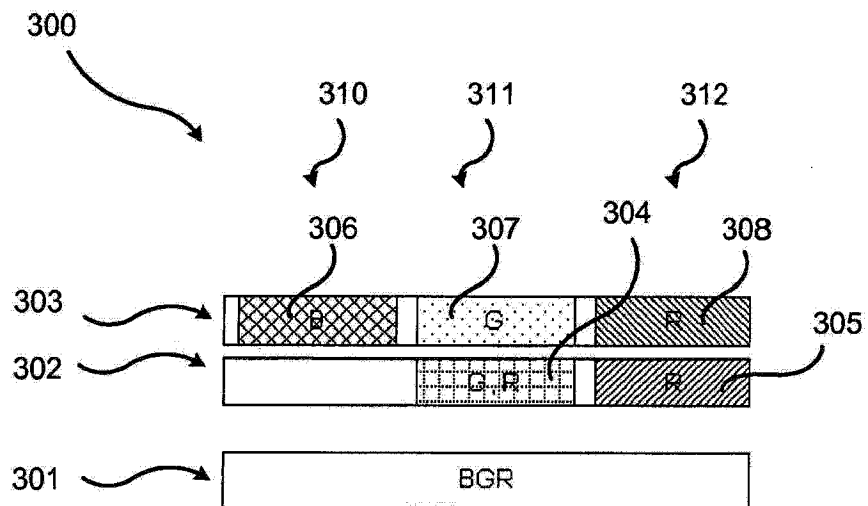


图 3

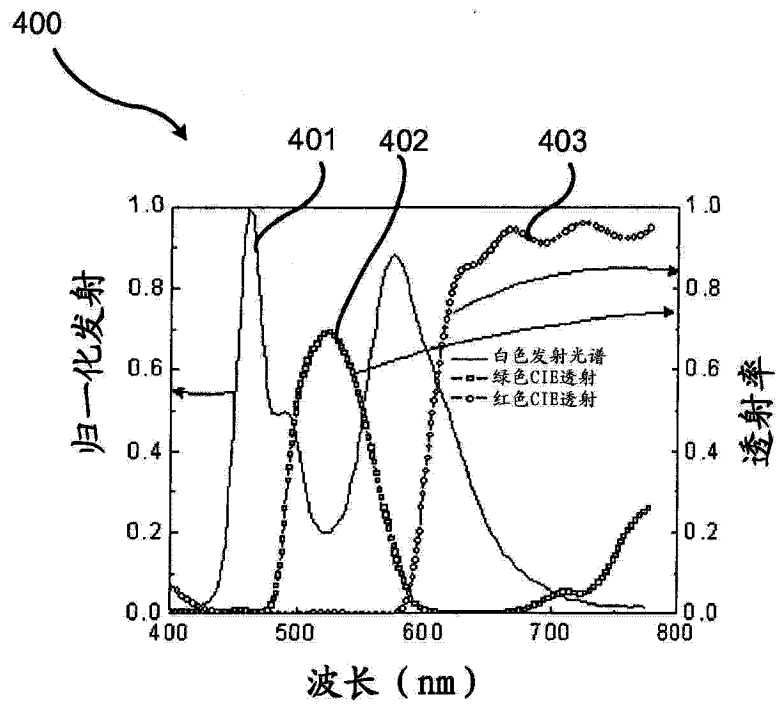


图 4

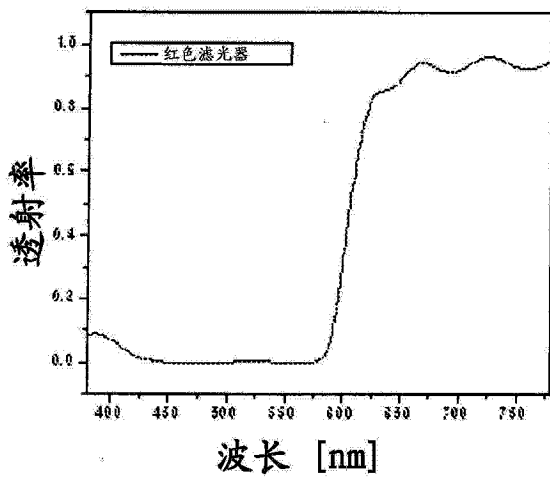


图 5(a)

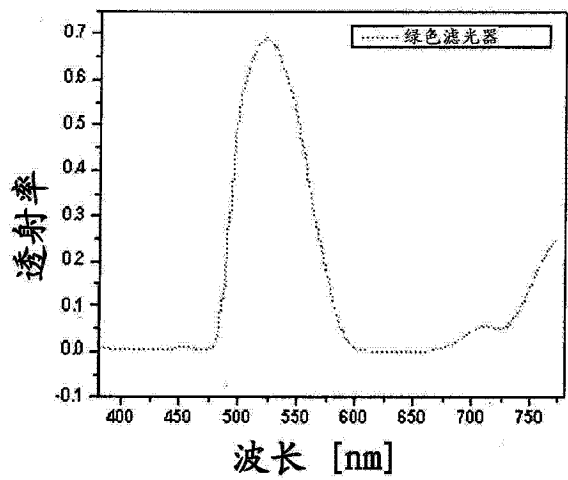


图 5(b)

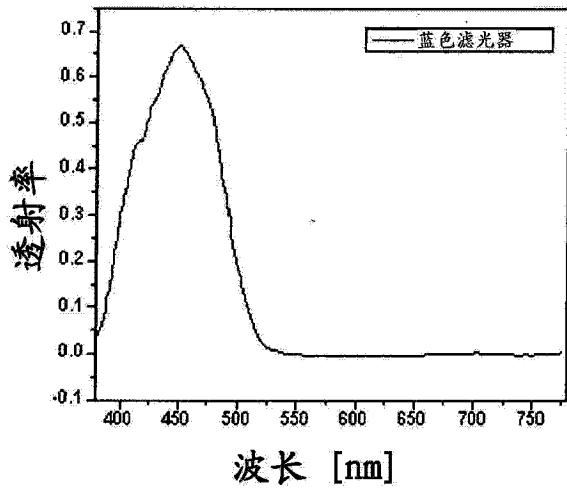


图 5(c)

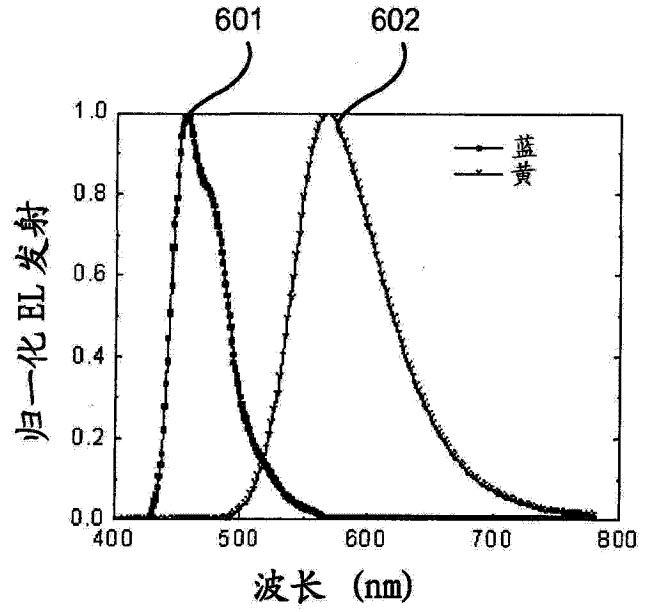


图 6

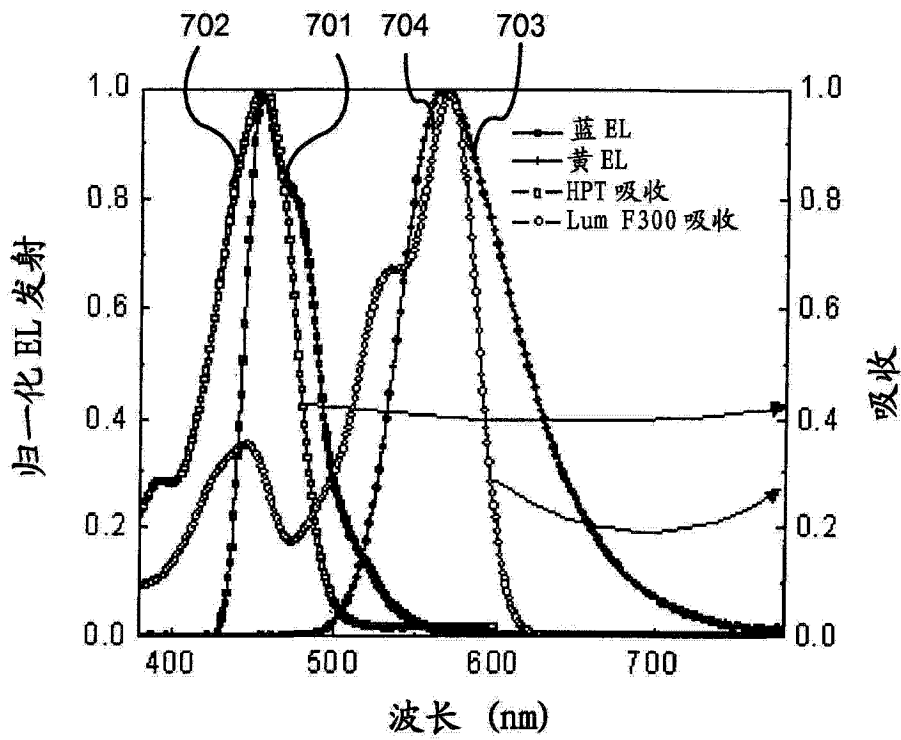


图 7

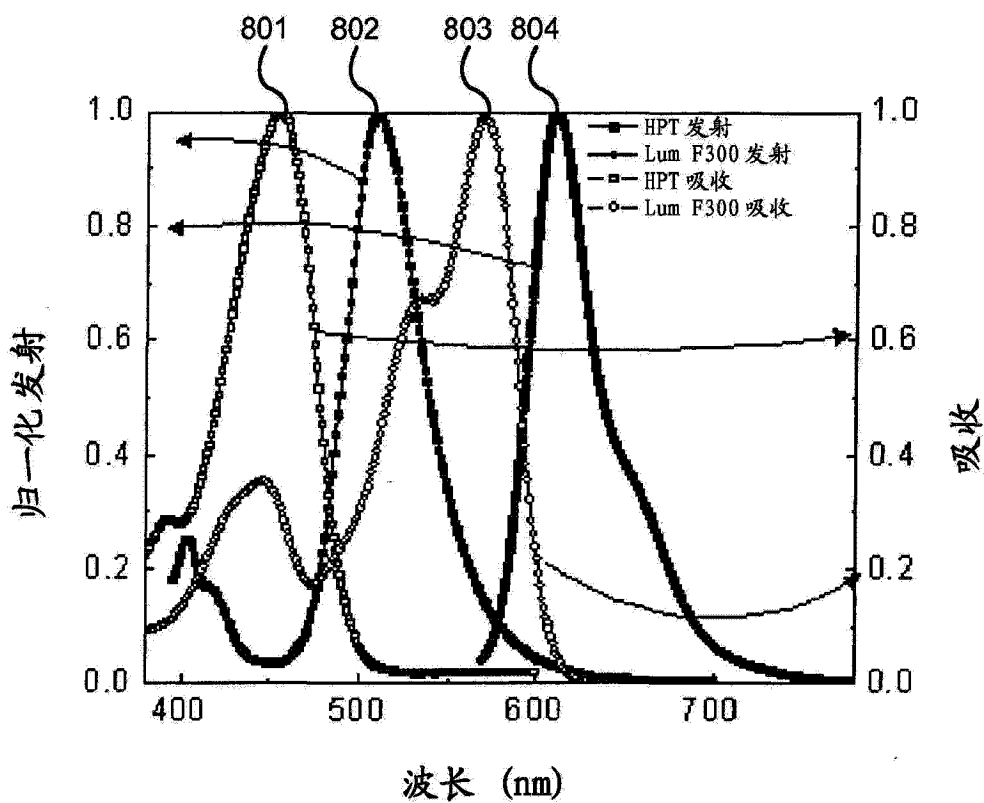


图 8

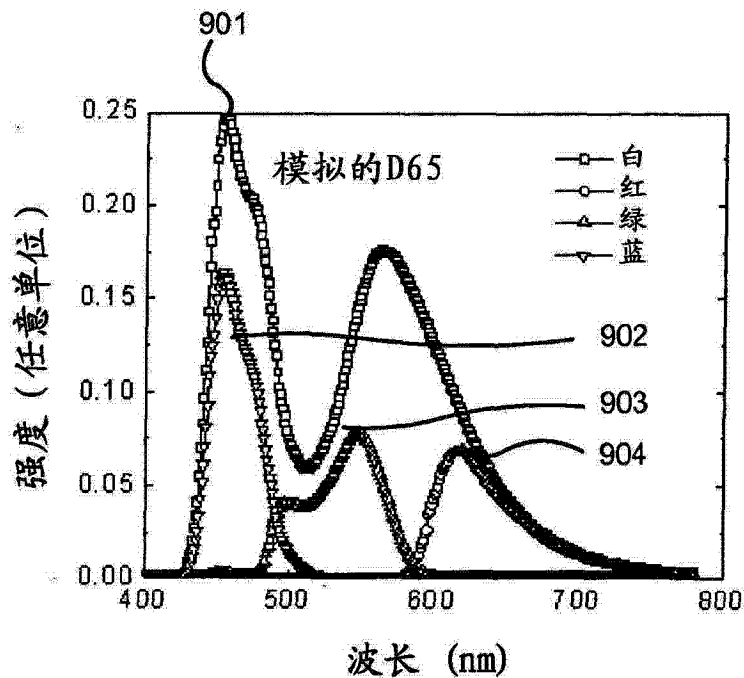


图 9(a)

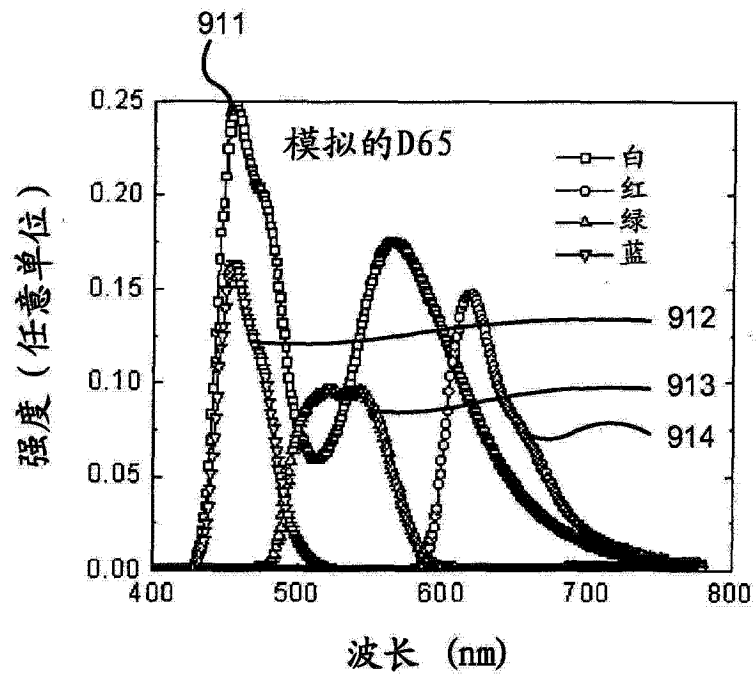


图 9(b)

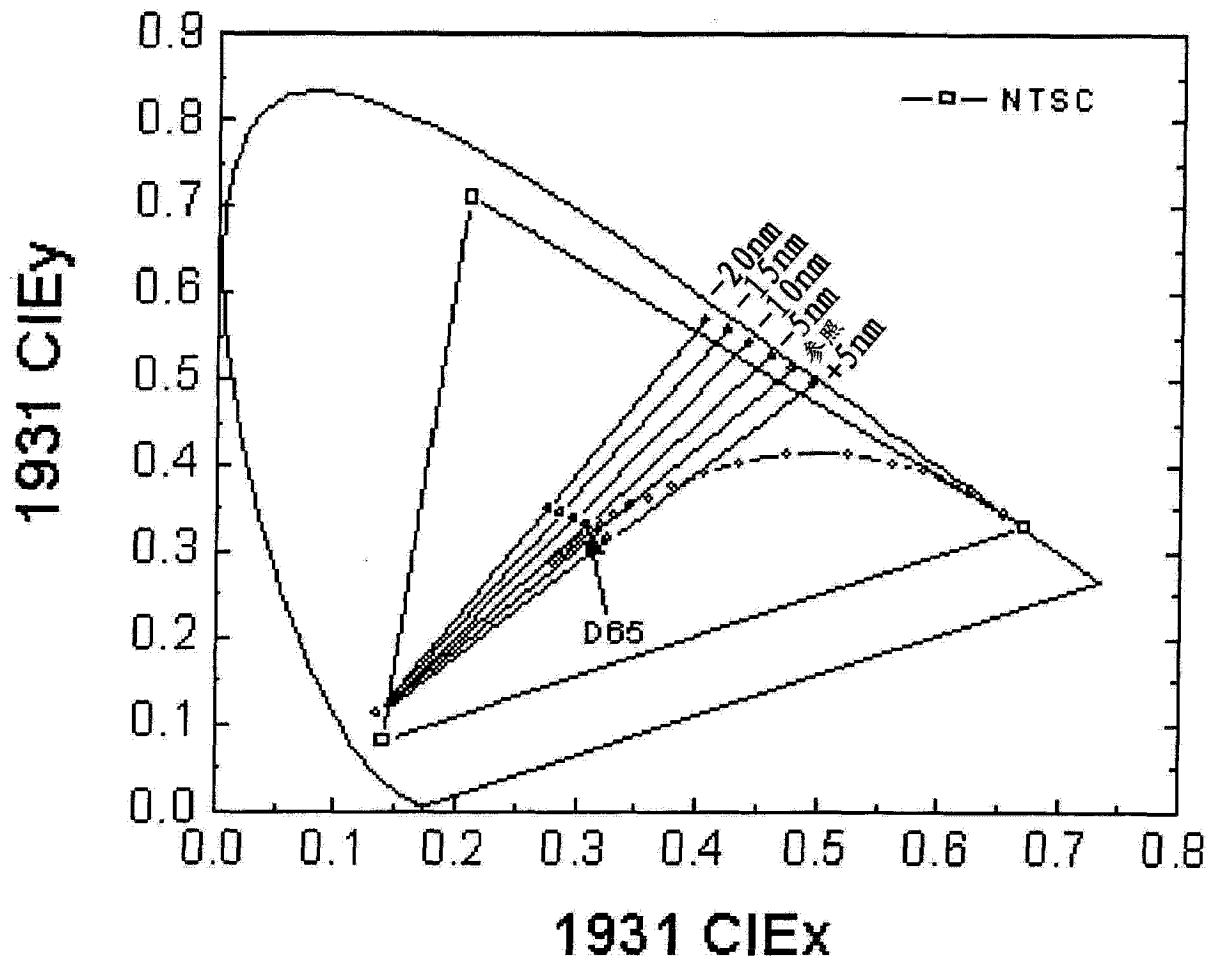


图 10

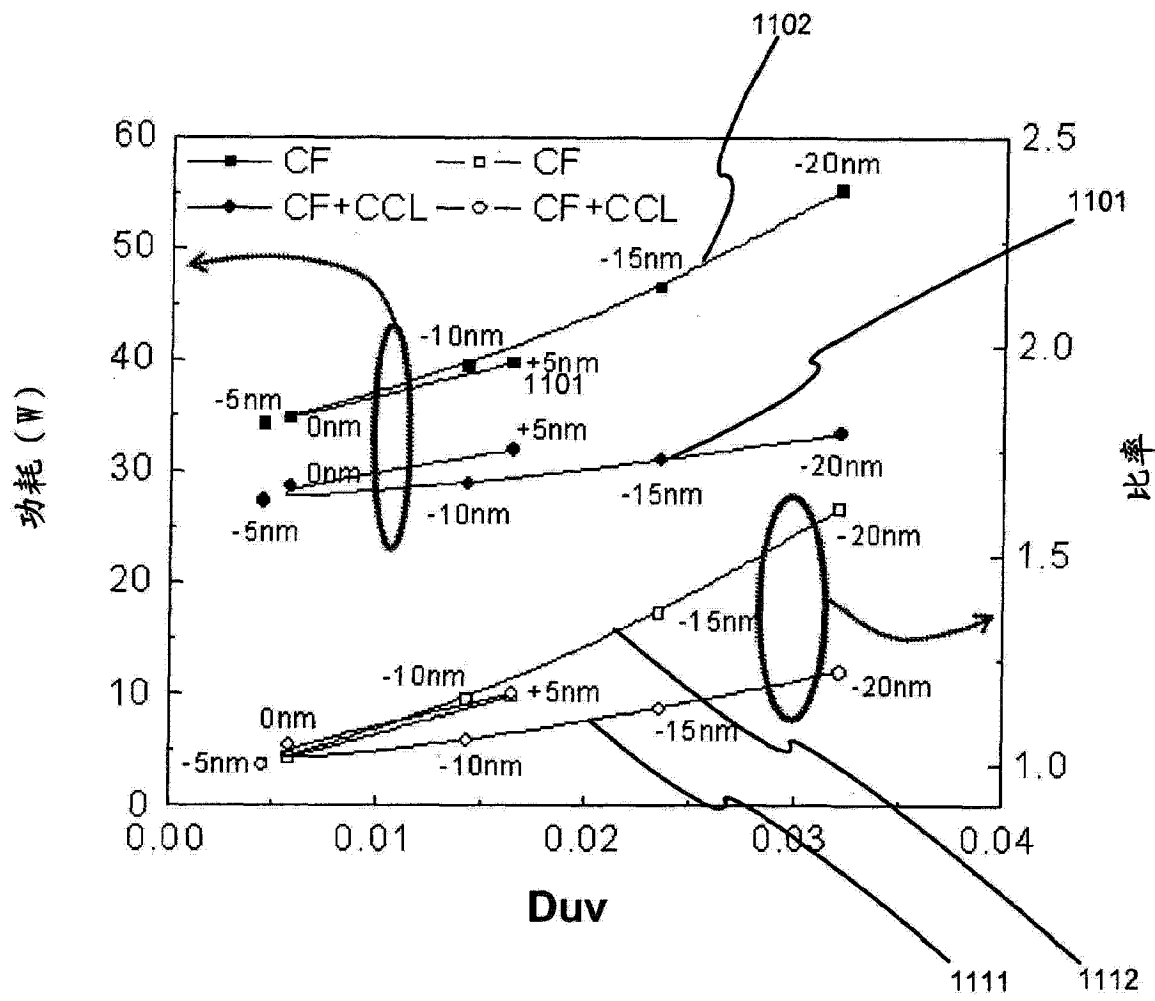


图 11

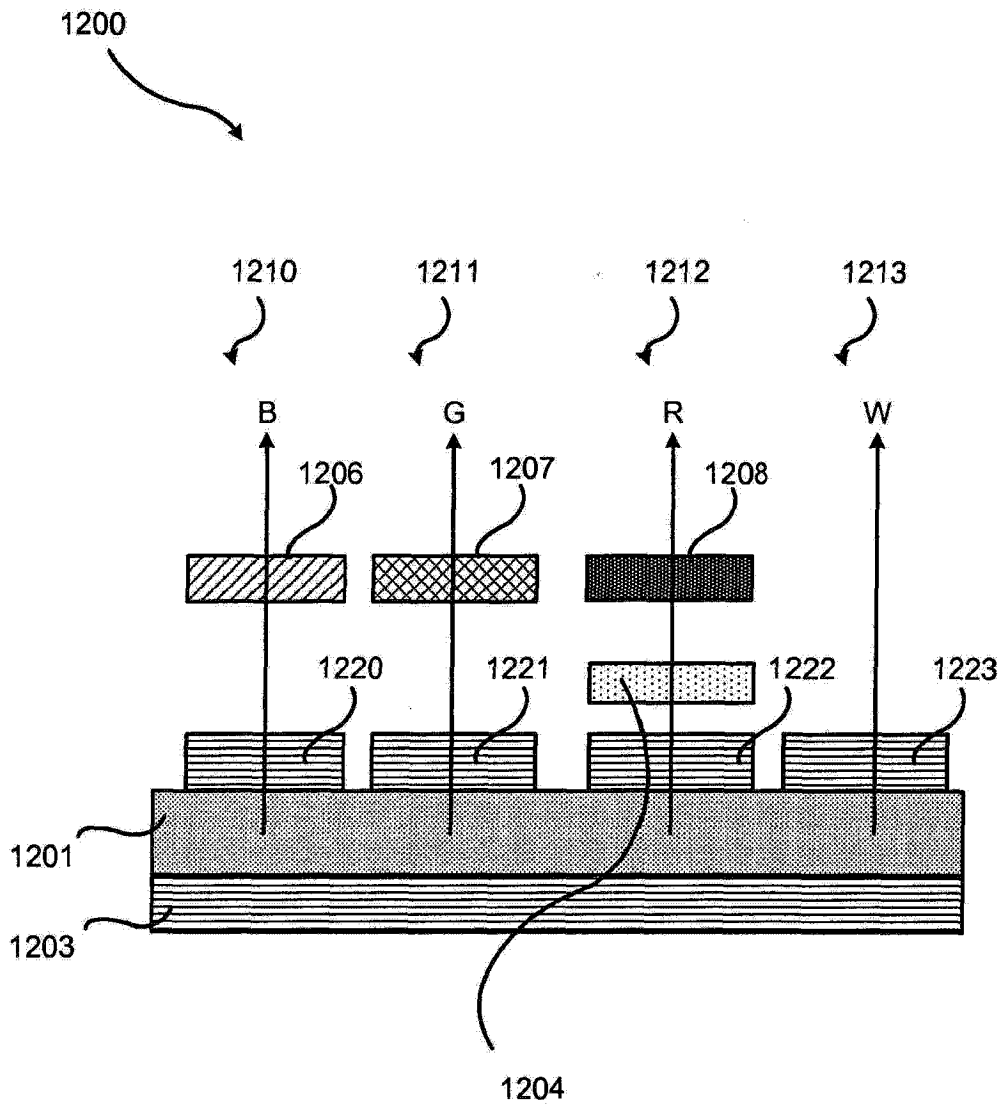


图 12

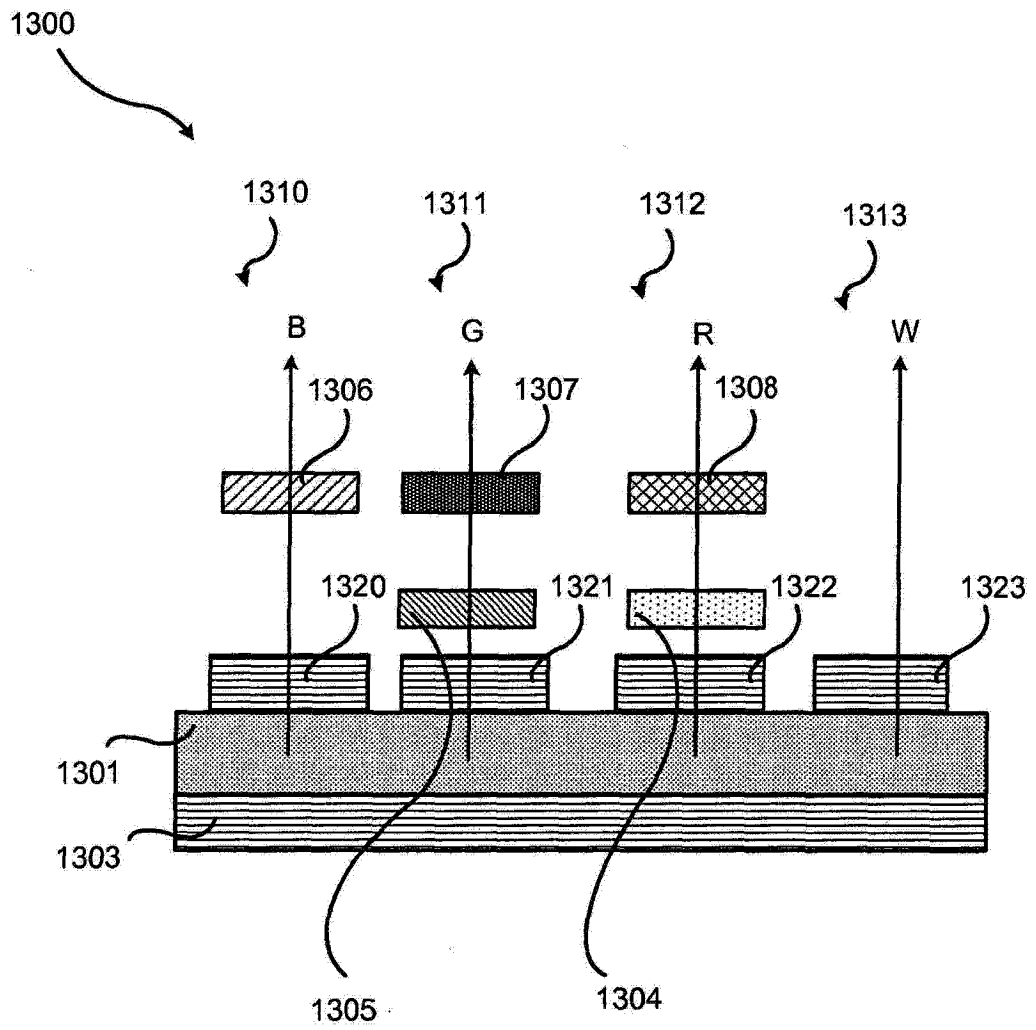


图 13

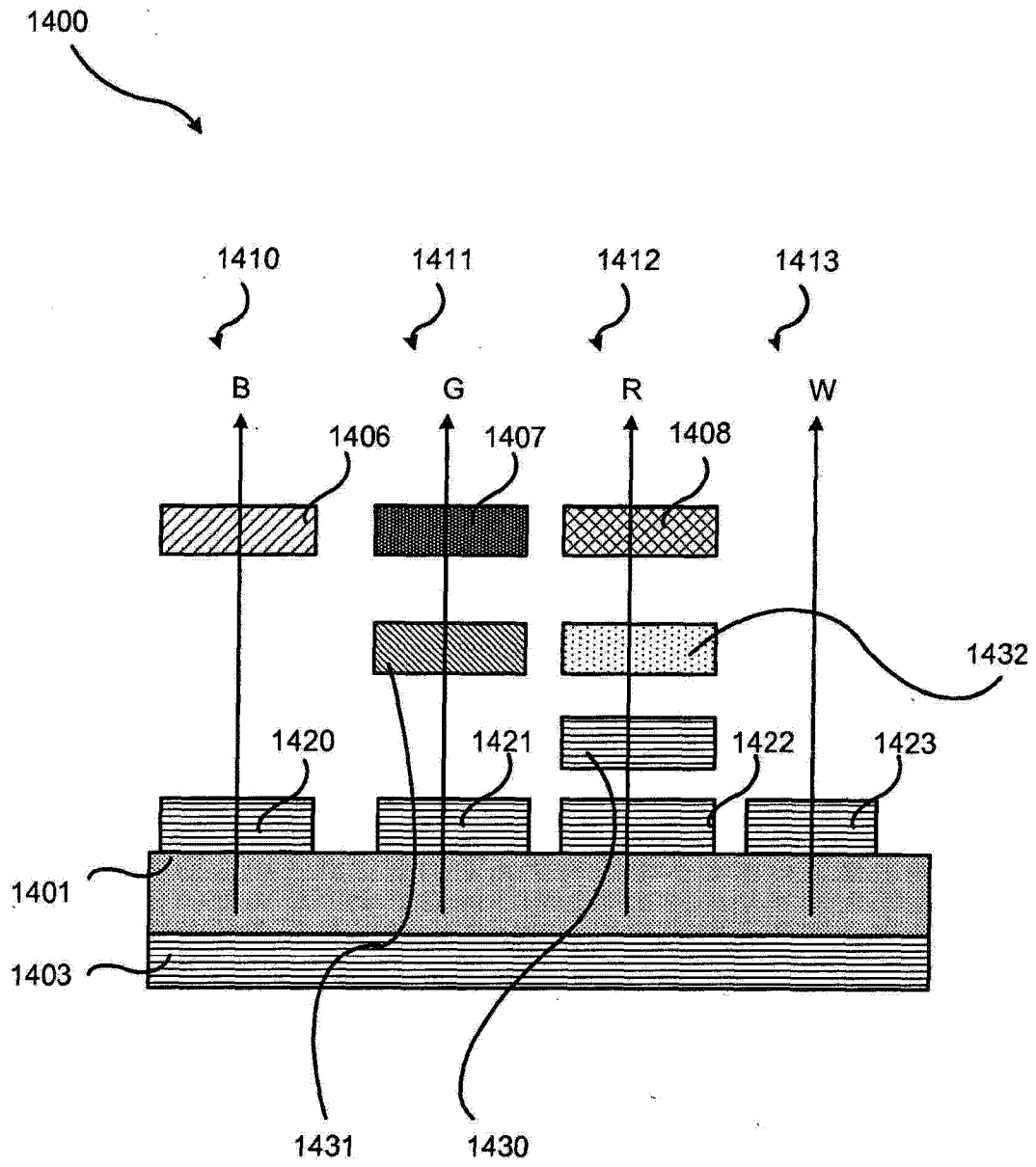


图 14

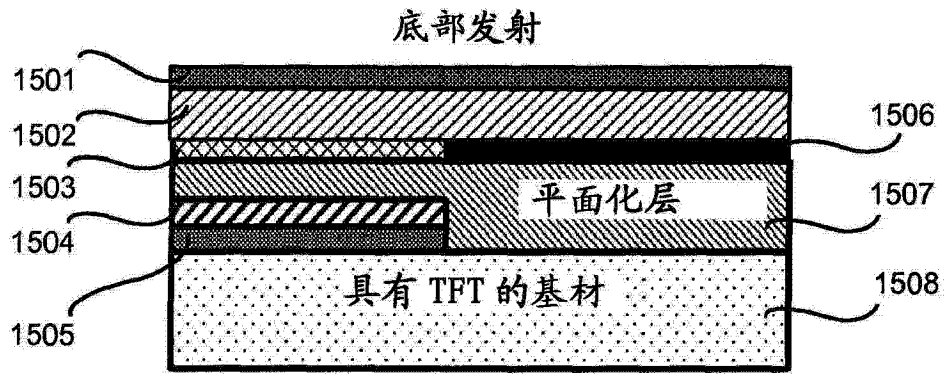


图 15(a)

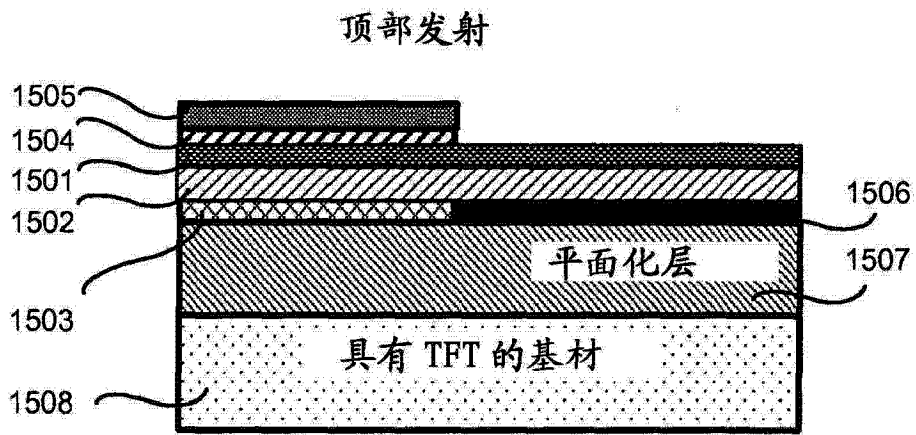


图 15(b)

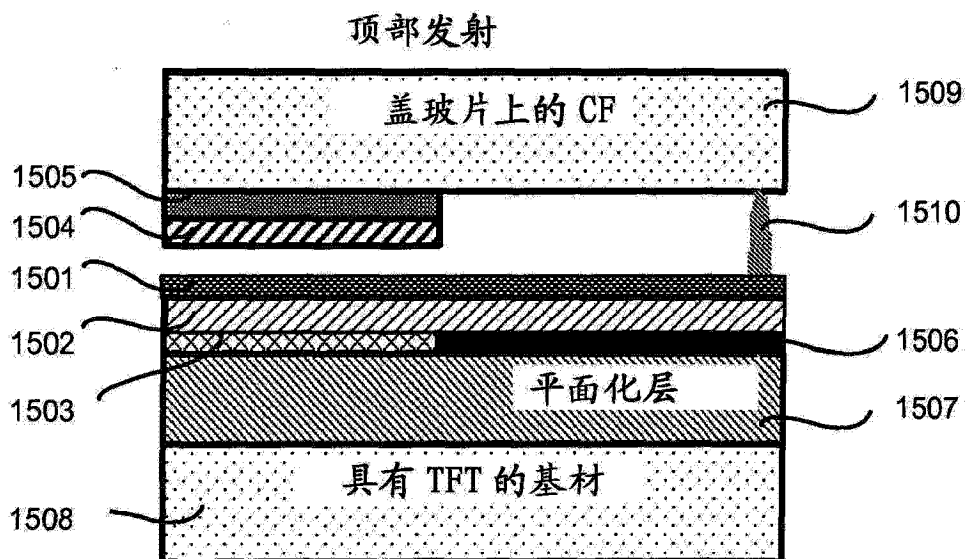


图 15(c)

专利名称(译)	功率-高效的RGBW OLED显示器		
公开(公告)号	<a href="#">CN103035664A</a>	公开(公告)日	2013-04-10
申请号	CN201210377007.6	申请日	2012-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	环球展览公司		
申请(专利权)人(译)	通用显示公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用显示公司		
[标]发明人	苏宇永 M韦弗		
发明人	苏宇永 M·韦弗		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52		
CPC分类号	H01L27/3213 H01L27/322 H01L51/5036		
代理人(译)	冯玉清		
优先权	13/252491 2011-10-04 US		
其他公开文献	CN103035664B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本文所述的实施方案可提供包括功率高效的RGBW显示器的器件。在一些实施方案中可提供。第一器件可包括至少一种像素。像素可包括第一子-像素、第二子-像素、第三子-像素和第四子-像素。第一子-像素可包括与第一有机发光器件光学相连的第一滤色器。第二子-像素可包括与第二有机发光器件光学相连的第二滤色器。第三子-像素可包括与第三有机发光器件光学相连的第三滤色器。第四子-像素可包括第四有机发光器件并且发射近白光。第一子-像素或第二子-像素中的至少一种可包括与第一或第二有机发光器件光学相连的颜色转换层。

