



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101682963 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 31

(21) 申请号 200880017974. 3

(22) 申请日 2008. 05. 23

(30) 优先权数据

11/755, 028 2007. 05. 30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/006629 2008. 05. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02008/150392 EN 2008. 12. 11

(73) 专利权人 全球 OLED 科技有限责任公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 M·E·米勒 T·E·马登

R·S·科克 P·J·凯恩

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1187264 A, 1998. 07. 08, 全文.

US 6132072 A, 2000. 10. 17, 全文.

US 7217959 B2, 2007. 05. 15, 全文.

审查员 胡延

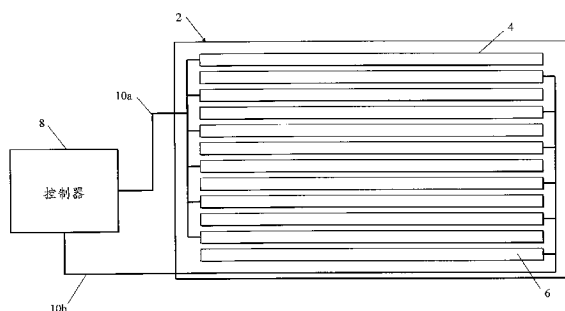
权利要求书 3 页 说明书 25 页 附图 14 页

(54) 发明名称

具有可调颜色的灯

(57) 摘要

一种白光电致发光灯, 其具有可调光谱功率分布, 包括在以下三个波长带的每个内发光的第一发光元件: 1) 440 和 520nm 之间, 2) 520 和 600nm 之间, 以及 3) 600 和 680nm 之间。第二发光元件在以下三个波长带的每个内发光: 1) 440 和 520nm 之间, 2) 520 和 600nm 之间, 以及 3) 600 和 680nm 之间。控制器调制第一和第二发光元件产生的光的整体光谱功率以使得通过组合经调制的第一和第二发光元件产生的光而形成的光的光谱功率分布基本上等于 4000K-9500K 之间的相关色温的 CIE 标准日光光谱功率分布。



1. 一种具有可调光谱功率分布的白光电致发光灯,包括:
 - a. 第一发光元件,其在三个波长带的每个内发射光,所述三个波长带包括 440 和 520nm 之间的第一波长带,520 和 600nm 之间的第二波长带以及 600 和 680nm 之间的第三波长带,其中所述第一波长带内的整体光谱功率高于所述第二波长带内的整体光谱功率且所述第二波长带内的整体光谱功率高于所述第三波长带内的整体光谱功率;
 - b. 第二发光元件,其在三个波长带的每个内发射光,所述三个波长带包括 440 和 520nm 之间的第一波长带,520 和 600nm 之间的第二波长带以及 600 和 680nm 之间的第三波长带,其中所述第三波长带内的整体光谱功率高于所述第二波长带的整体光谱功率且所述第二波长带内的整体光谱功率高于所述第一波长带内的整体光谱功率;以及
 - c. 控制器,其调制所述第一和第二发光元件所产生的的光的整体光谱功率,以使得通过组合经调制的所述第一和第二发光元件产生的光而形成的光的光谱功率分布基本上等于 4000K-9500K 之间的相关色温的 CIE 标准日光光谱功率分布。
2. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中所述第一发光元件的光谱功率在 450nm 和 660nm 之间单调减小且第二发光元件的光谱功率在 450nm 和 660nm 之间单调增加。
3. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中第一和第二发光元件中的每个由多个种类的发射器形成。
4. 根据权利要求 3 所述的白光电致发光灯,其中所述第一和第二发光元件中的每个的光谱功率分布在 450nm 和 660nm 之间是连续的且包括多个局部最大,每个局部最大具有峰值振幅,其中所述第一发光元件的局部最大的峰值振幅作为增大的波长的函数单调减小,且第二发光元件的局部最大的峰值振幅作为增大的波长的函数单调增加。
5. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中所述灯通过调节从所述第一和第二发光元件发射的光的比率,对于对应于 CIE 标准发光体 D50、D65 和 D93 的相关色温产生具有等于或大于 80 的显色指数的光。
6. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中所述第一发光元件发射具有第一色度坐标的光且第二发光元件发射具有第二色度坐标的光,且其中这些色度坐标位于在 D50、D65 和 D93 发光体的色度坐标的 CIE 1976 UCS 色度图内在 0.05 色度单位内穿过的线上。
7. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中所述灯包括:
 - a. 衬底;
 - b. 第一发光元件,其包括位于两个电极之间且与这两个电极电接触的第一电致发光单元;以及
 - c. 第二发光元件,其包括位于两个电极之间且也与这两个电极电接触、同时位于所述第一电致发光单元以上或以下的第二电致发光单元。
8. 根据权利要求 7 所述的白光电致发光灯,其中所述第一和第二电致发光单元中的至少一个包括串联发光层。
9. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中所述灯包括:
 - a. 衬底;
 - b. 第一电极阵列;
 - c. 用于形成所述第一发光元件的第一电致发光单元(EL)和用于形成所述第二发光元件的第二电致发光(EL)单元的图案化阵列;以及

d. 第二电极阵列,其中所述第二电极阵列的电极被图案化为使得所述第一和第二发光元件能够被独立地寻址。

10. 根据权利要求 9 所述的白光电致发光灯,其中所述第一和第二 EL 单元的至少一个包括串联发光层。

11. 根据权利要求 1 所述的白光电致发光灯,其中所述控制器动态地控制由所述第一发光元件产生的光的整体光谱功率与由所述第二发光元件产生的光的整体光谱功率的比率。

12. 根据权利要求 1 所述的具有可调光谱功率分布的白光电致发光灯,其中所述灯提供用于图像捕获装置的照明源。

13. 根据权利要求 12 所述的具有可调光谱功率分布的白光电致发光灯,其中所述控制器从光学传感器接收控制信号,且所述控制器响应于所述控制信号调节从第一发光元件产生的光的整体光谱功率与从第二发光元件产生的光的整体光谱功率的比率以控制所述灯发射的光的光谱功率分布。

14. 一种用于调节白光电致发光灯的光谱功率分布的控制器,包括:

a. 控制装置,用于增大或减小来自第一发光元件产生的光的整体光谱功率与第二发光元件产生的光的整体光谱功率的比率,以针对 4000K-9500K 之间的相关色温范围控制所述灯产生的光的光谱功率分布,其中,所述第一发光元件和所述第二发光元件发射具有 4000K 和 9500K 的色温的光;以及

b. 信号接收装置,用于接收来自外部源的输入信号。

15. 根据权利要求 14 所述的控制器,其中通过控制由所述第一和第二发光元件两者产生的光的整体光谱功率来增大或减小所述白光电致发光灯的亮度输出。

16. 根据权利要求 14 所述的控制器,其中所述外部源是包括至少两个光敏元件的传感器,每个光敏元件具有不同的光谱响应,且其中所述控制器根据来自所述第一和第二光敏元件的输出的比率,调节从所述第一发光元件产生的光的整体光谱功率与从所述第二发光元件产生的光的光谱功率的比率。

17. 根据权利要求 16 所述的控制器,其中来自所述至少两个光敏元件的信号被计算总和,且根据所述总和来调节由所述第一和第二发光元件二者产生的光的整体光谱功率。

18. 根据权利要求 14 所述的控制器,其中所述源是定时器,且其中所述第一发光元件产生的光的整体光谱功率与所述第二发光元件产生的光的整体光谱功率的比率根据经过的时间或绝对时间而改变。

19. 一种图像捕获装置,该图像捕获装置包含产生具有可调光谱功率分布的光的灯,所述灯包括:

a. 第一发光元件,其在三个波长带的每个内发射光,所述三个波长带包括:440 和 520nm 之间的第一波长带,520 和 600nm 之间的第二波长带以及 600 和 680nm 之间的第三波长带,其中所述第一波长带内的整体光谱功率高于所述第二波长带内的整体光谱功率且所述第二波长带内的整体光谱功率高于所述第三波长带内的整体光谱功率;

b. 第二发光元件,其在三个波长带的每个内发射光,所述三个波长带包括:440 和 520nm 之间的第一波长带,520 和 600nm 之间的第二波长带以及 600 和 680nm 之间的第三波长带,其中所述第三波长带内的整体光谱功率高于所述第二波长带的整体光谱功率且所述

第二波长带内的整体光谱功率高于所述第一波长带内的整体光谱功率,以及

c. 控制器,其调制所述第一和第二发光元件产生的光的整体光谱功率,以使得通过组合经调制的所述第一和第二发光元件产生的光而形成的光的光谱功率分布基本上等于4000K-9500K之间的相关色温的CIE日光光谱功率分布。

20. 根据权利要求19所述的图像捕获装置,其中所述图像捕获装置进一步包括传感器,其中所述传感器包括至少两个光敏元件,每个光敏元件具有不同的光谱响应,且其中所述控制器根据来自所述第一和第二光敏元件的输出的比率调节从所述第一发光元件产生的光的整体光谱功率与从所述第二发光元件产生的光的光谱功率的比率。

具有可调颜色的灯

技术领域

[0001] 本发明涉及灯的结构和制造,且更具体地涉及能够产生多种颜色和白光的光谱功率分布的灯,其近似于具有两个独立地可寻址的发光元件的黑体或日光光源。

背景技术

[0002] 已知能够产生多个颜色的光的灯能满足许多应用,包括用于一般目的照明的灯,其允许以允许用户调整光的相关色温的方式生成“白”光。进一步已知具有可调色温的光用于特殊的照明应用,如照相机闪光灯和运动图片照明系统。在该应用空间内,最合乎期望的是生产提供如下输出的灯,该输出具有与典型黑体辐射源、典型日光照明或标准的日光源的色度坐标和光谱功率分布相匹配的色度坐标和光谱功率分布。在白天存在的自然光的色度坐标一般落到接近 CIE 色度空间内的被称作普朗克轨迹或黑体曲线的曲线。本领域中已经指定了计算 4000K 和 25000K 之间的色温的日光光谱的方法 (Commission Internationale de l'Eclairage publication No. 15, Colorimetry (Official Recommendations of the International Commission on Illumination), Vienna, Austria, 2004)。期望达到并落到该曲线附近的标准照明条件包括命名为 D50、D65 和 D93 的标准照明条件,它们对应于 5000K、6500K 和 9300K 的日光色温,以及具有更低的相关色温的所谓的更暖的光,其在外观上与钨丝灯产生的光更相似。除了具有能够产生具有与这些标准照明条件相同的色度坐标的光的灯之外,具有产生如下光的灯是合乎期望的:该光具有与这些标准光源的标准光谱功率分布相匹配的光谱功率分布。灯产生的光的光谱功率分布和这些标准照明条件的光谱功率分布的匹配程度的一个度量是被称为 CIE 显色指数或 CRI 的度量 (Commission Internationale de l'Eclairage publication No. 13.3, Method of Measuring and Specifying Color-Rendering of Light Sources, Vienna, Austria, 1995)。

[0003] CRI 提供了用于指定由给定灯照明的一组标准反射物体的颜色外观与由具有到指定的标准源的光谱功率分布的光照明的那些相同物体的外观相匹配的程度的标准方法。一般地,具有 80 或更好的 CRI 的灯提供到目标光谱功率分布的良好匹配且被认为是高质量的。

[0004] 能够进行颜色控制的现有技术中已知的灯由至少三个不同的独立控制的光源构成。Noh 在 EP 专利 1 078 556 中讨论了使用三个不同的荧光管、整流器、三个镇流器和用于控制镇流器的控制器而造成的灯。在该系统内,控制三个灯的照明水平以影响通用照明装置的色温的变化。然而,该实施例需要必须都执行到指定水平且生成指定的光谱功率分布且被独立地控制的三个不同的光源。该控制机制可能是复杂的且在每个灯老化时易于出错。

[0005] 该公开还讨论了以下事实:控制器应被配置成使得其具有两个垂直的控制轴以便一个轴理论上表示灯的亮度水平且第二个轴表示灯的色温。然而,作者未能解决如下问题:通过具有三个独立的光源,将生成的光的色度坐标有可能落到 CIE 色度空间中的二维三角形内,三角形的每个角由每个光源的色度坐标表示。这样,仅当三个光源的 CIE 色度坐标被

布置为延伸普朗克轨迹且三个光源的每个产生的相对亮度使得混合物导致具有落在普朗克轨迹上的色度坐标的光时,该系统将产生具有落在普朗克轨迹上的色度坐标的光。为此,如果这些灯中的任何一个以与其他灯不同的速率老化(即其光谱功率分布改变,或其亮度输出以与其他灯不同的速率减小),则灯的光输出不仅不可能具有期望的色温,且光输出的色度坐标不可能落到普朗克轨迹附近,并且因此灯的输出的色度坐标的照度和位置不可能落到普朗克轨迹上。另外,为了在操控两个控制时控制来自三个源的照明以产生具有落到普朗克轨迹附近的色度坐标的光,必需采用能够确定三个源的正确混合的微处理器或相似装置以产生正确颜色的光输出。对于微处理器的需要可对整个系统设计添加显著的成本和复杂性。

[0006] Okumura 的题为“Color Temperature-Regulable LED Light”的美国公开 2004/0264193 也讨论了具有色温调节的灯。在该公开中,采用了不同的可独立寻址的 LED 的至少两个不同实施例。在第一实施例中,与典型的窄频带蓝光和黄光 LED 一起采用一般由磷光物质形成的白光 LED,该磷光物质在被蓝光或紫外光发射器激励时发射宽频带光。在该实施例中,磷光材料产生的光是相对于日光具有合理的显色指数所需的光谱宽频带发射。来自蓝光和黄光 LED 的光然后与宽频带光混合。混合中的不同比例的蓝光和黄光 LED 光用来调节整个组合的色温。在第二实施例中,采用三个 LED,同样它们中的一个 LED 具有磷光涂层以产生宽频带光,一个具有蓝光发射,第二个具有黄光发射且第三个具有橘色光发射。这些实施例中的每个同样描述了采用至少三个发光 LED 的灯,来自其的光必须混合以产生期望的光输出。注意到该公开内提供的第一实施例采用三个 LED 是重要的,这三个 LED 的色度坐标都被讨论为靠近通过 CIE 色度空间的单个线。该事实降低了如果一个 LED 比另一个褪色得更快则光的颜色从普朗克轨迹偏移的倾向性,因为它们沿着与普朗克轨迹几乎平行的线放置。不幸地,该实施例要求与白光 LED 一起采用或者蓝光或者黄光 LED。因此,如果该系统未被正确地校准或如果一个 LED 以不同于其他 LED 的速率老化,则有可能在一个 LED 关闭且另一个打开的点处发生亮度偏移。这具有产生色温的不连续变化以及感知的灯亮度的可感知的突然变化的潜在可能。

[0007] Duggal 在题为“Color tunable organic electroluminescent light source”的美国专利 6,841,949 中还提供了颜色可调灯。然而该灯采用三个可独立寻址的彩色发光元件来提供所需的颜色范围。再次地,灯内存在三个(例如红、绿和蓝)可独立寻址的发光元件以允许灯产生具有连续 CIE 色度坐标的光,这需要对来自三个可独立寻址的发光元件的光的比例的复杂控制以产生日光源的精确颜色坐标,且诸如三个灯的不均衡老化的因素使得日光颜色的形成更加困难。另外,Duggal 没有讨论用于通过应用红、绿和蓝发光元件来复制日光源的光谱功率分布的手段。

[0008] 使用能够生成不同颜色的光的 OLED 众所周知,且在文献中广泛地讨论了具有也被在空间上设置在单个平面上的三个或更多个颜色的发光元件(如授权给 Tang 和 Littman 的题为“Organic electroluminescent multicolor image display device”的 US5,294,869 讨论的)、或由多个堆叠的可独立寻址的发光层组成(如授权给 Forrest 等人的名为“Transparent Contacts for Organic Devices”的 US5,703,436 讨论的)的装置。如在转让给 Miller 等人的题为“Color OLED display with improved power efficiency”的美国专利申请 US2004/0113875 中所述,进一步已知通过采用发光二极管装置产生具有

四个颜色的发光元件的 OLED 装置,其中颜色滤波器对发光二极管装置中的至少一些进行滤波。然而,还没有提供简单的基于 OLED 的灯,该灯允许沿 CIE 色度空间内的单个线的光颜色的连续变化并持续地提供沿该单个线的光输出,即使当灯老化且其中一个发光元件的光输出以不同于其他的速率劣化时也是如此。

[0009] 其他用于产生要用在通用照明环境中的光的 LED 技术也是已知的。例如,已经公开了证明用以堆叠多层量子点的能力的研究,各个层被调节到互补的波长带宽,从而实现白光的发射。例如,在 B. Damilano 等人 (Applied Physics Letter, 卷 75, 962 页, 1999) 的文章“From visible to white light emission by GaN quantum dots on Si(111) substrate”中,演示了使用 Si(111) 衬底上的 GaN 量子点来通过控制 QD 大小实现从蓝到橘色的连续调节。包含不同大小的 QD 的四个堆叠的平面的样本被证明产生白光,如通过光致发光光谱功率分布所示的那样。没有演示电致发光白光发射,也没有演示利用固定材料组的连续颜色调节。

[0010] Lee 等人的 US 2006/0043361 公开了一种发白光的有机-无机混合式电致发光装置。该装置包括空穴注入电极、空穴输送层、半导体纳米晶体层以及电子输送层和电子注入电极,其中半导体纳米晶体层由至少一种半导体纳米晶体组成,且前述层中的至少一个发光以实现白光发射。该装置的半导体纳米晶体层还可由在大小、组成、结构或形状上具有至少一个不同的至少两种纳米晶体组成。对于输送层采用有机材料,而对于纳米晶体和电极采用无机材料。虽然可使用这样的装置来产生白光,然而其不解决改变该白光源的颜色或控制白光源的光谱功率分布的需要。

[0011] Hill 的 US 7122842 公开了产生白光的发光装置,其中一系列稀土掺杂 IV 组半导体纳米晶体或者被组合在单个层中或者被堆叠在各个 RGB 层中以产生白光。在一个例子中,II 组或 VI 组纳米晶体的至少一层接收用作泵浦源的 IV 组稀土掺杂纳米晶体发射的光,II 组或 VI 组纳米晶体然后以多种波长发荧光。该公开也没有演示装置操作期间的颜色调节。

[0012] Chen 的 US 2005/0194608 公开了具有宽光谱功率分布 $\text{Al}_{(1-x-y)}\text{In}_y\text{Ga}_x\text{N}$ 白光发射装置的装置,该白光发射装置包括具有宽光谱功率分布的至少一个蓝光互补光量子点发射层和至少一个蓝光发射层。蓝光互补量子点层包括多个量子点,其尺寸和铟含量被控制以导致不均匀分布从而增加层的发射的 FWHM。蓝光发射布置在两个导电镀层之间以形成封装的 LED。说明了通过多达九个的发射层来实现蓝光互补发射以提供宽光谱分布的各种例子,且通过多达四个的蓝光发射层来实现蓝光发射。该作者还讨论了用以通过改变构成 LED 的材料来调节 LED 的光谱功率分布和色温的能力。然而,作者没有提供用于动态地调整装置的色温或光谱功率分布的方法。

[0013] 因此需要一种提供多个颜色的光输出以及具体地具有位于普朗克轨迹上或靠近普朗克轨迹的色度坐标的多个颜色的光输出的灯,其制造起来较不复杂,且与现有技术方案相比控制更简单,而与标准照明源相比仍然具有产生具有可接受的 CRI 的光输出的能力。

发明内容

[0014] 白光电致发光灯具有可调光谱功率分布,其包括发射位于以下三个波长带的每个

内的光的第一发光元件,1)440和520nm之间,2)520和600nm之间,以及3)600和680nm之间。第一波长带内的整体光谱功率高于第二波长带,且第二波长带内的整体光谱功率高于第三波长带。第二发光元件在以下三个波长带的每个内发射光,1)440和520nm之间,2)520和600nm之间,以及3)600和680nm之间。第三波长带内的整体光谱功率高于第二波长带的整体光谱功率,且第二波长带内的整体光谱功率高于第一波长带内的整体光谱功率。调制通过第一和第二发光元件产生的光的整体光谱功率,使得通过组合由经调制的第一和第二发光元件产生的光而形成的光的光谱功率分布基本等于4000K-9500K之间的相关色温的CIE标准日光光谱功率分布。

附图说明

- [0015] 图1是根据本发明一个实施例的电致发光灯的示意图;
- [0016] 图2是示出根据本发明一个实施例的两个发光元件的颜色坐标、普朗克轨迹以及对应于标准光源的示例灯输出的CIE 1976均等色度图;
- [0017] 图3是示出其均等色度图坐标在图2中被绘出的两个发光元件的光谱功率分布的图;
- [0018] 图4是示出光谱在图3中示出的两个发光元件的各种组合的目标和实际光谱功率分布的组图;
- [0019] 图5是用于实践本发明的无机发光二极管的截面图;
- [0020] 图6是来自用于实践本发明的二极管的无机发光层的截面图;
- [0021] 图7是用于实践本发明的两个发光元件的光谱功率分布的图;
- [0022] 图8是示出具有图7所示的光谱功率分布的两个发光元件的颜色坐标、普朗克轨迹以及对应于标准光源的示例灯输出的CIE 1976均等色度图;
- [0023] 图9是用于实践本发明的两个发光元件的光谱功率分布的图;
- [0024] 图10是用于实践本发明的两个发光元件的光谱功率分布的图;
- [0025] 图11是用于实践本发明的一对有机发光二极管的截面图;
- [0026] 图12是根据本发明一个实施例的控制器;
- [0027] 图13是用于向本发明的控制器提供控制信号的用户控制的图示;
- [0028] 图14是用于向本发明的控制器提供控制信号的传感器的图示;以及
- [0029] 图15是根据本发明一个实施例的图像捕获装置的图示。

具体实施方式

[0030] 本发明提供了一种如图1所示的白光电致发光灯2,其具有可光谱功率分布发射,其中该光谱功率分布近似于CIE规定的多个标准日光分布的光谱功率分布。灯2包括两个发光元件4、6。第一发光元件4发射位于三个波长带的每个内的光,包括440和520nm之间的第一波长带、520和600nm之间的第二波长带,以及600和680nm之间的第三波长带;其中第一波长带内的整体光谱功率高于第二波长带,且第二波长带内的整体光谱功率高于第三波长带。第二发光元件6发射位于三个波长带的每个内的光,包括440和520nm之间的第一波长带、520和600nm之间的第二波长带,以及600和680nm之间的第三波长带;其中第三波长带内的整体光谱功率高于第二波长带的整体光谱功率,且第二波长带内的整体光

谱功率高于第一波长带内的整体光谱功率。灯 2 进一步包括控制器 8。控制器 8 调制第一和第二发光元件的整体光谱功率,使得组合的第一和第二发光元件的光谱功率分布产生基本上等于 4000K-10000K 之间的相关色温的 CIE 标准日光光谱功率分布的光谱功率分布。

[0031] 为了实现本发明,这两个发光元件被设计成产生如下光输出,该光输出具有近似于靠近黑体或普朗克轨迹的两个点的色度坐标。以这种方式设计第一 4 和第二 6 发光元件的色度坐标使得能够通过调节两个发光元件产生的亮度的比率而使灯产生若干期望颜色的光以用于一般照明。实际上,可产生任何颜色的光,其色度沿连接两个发光元件 4、6 的 CIE 色度坐标的线布置;从而产生期望的标准光源的同色异谱 (metamer)。在本发明中重要的是两个发光元件的光谱输出可被设计成使得同色异谱及其对应的标准光源之间的光谱功率分布之差最小化,从而提供近似于与对应的期望标准发光体相匹配的辐射度量匹配的同色异谱匹配。

[0032] 具体地,灯 2 被提供为具有两个发光元件 4、6,该两个发光元件 4、6 具有如图 2 的 1976 CIE 均匀色度空间中所所示的不同的 CIE 均匀色度空间坐标。如该图所示,灯 2 包括用于发射具有 $u'v'$ 坐标 12 的光的第一发光元件 4 和用于发射具有 $u'v'$ 坐标 14 的光的第二发光元件 6,其中 $u'v'$ 坐标对 12、14 限定了基本上与曲线 16 指示的普朗克轨迹的一部分一致的线的端点,使得该线上的点位于普朗克轨迹上的多个点的 0.05 色度单元内。还应注意,标准日光光源也布置在该线上或靠近该线布置,包括对应于各种色温的各种标准日光光源,包括 5000K 18、6500K 20 和 9300K 22。这些日光光源有时被分别称为 D50、D65 和 D93。注意如图 2 所示,普朗克轨迹 16 的靠近这些日光光源的部分相对直,且因此通过调节可见光谱内的整体辐射测量功率的比例以及因此两个发光元件的每个产生的亮度,本发明的灯 2 有可能仅通过改变可见光谱内的整体辐射测量功率的比例以及因此发光元件 4 和 6 产生的亮度以选择连结它们的 $u'v'$ 坐标 12、14 的线上的光的颜色,来产生获得 $u'v'$ 坐标的一系列光,该 $u'v'$ 坐标基本上等于这些典型日光光源的 $u'v'$ 坐标。

[0033] 尽管第一和第二发光元件的每个一般将提供可混合以提供日光发射器的中间颜色值的颜色,但是有可能提供若干如在通过引用被包括在此的共同申请、共同待决的案号 93,681 中所述的发光元件对。然而在许多照明应用中,不仅由灯输出的光产生与标准发光体相同的颜色是重要的,而且通常这样的灯合乎期望地产生与期望光源的光谱功率分布的接近匹配。在没有该接近光谱匹配的情况下可出现高度的光源同色异谱,其中对反射(或透射)物体呈现的颜色激励在外观上与标准光源显色相当不一致。作者示出了,通过恰当地设计灯的第一 4 和第二 6 发光元件的光谱功率分布,不仅针对每个标准发光体可实现相同颜色的光,而且还有可能实现与标准日光发光体的光谱功率分布的近似匹配;从而提供呈现与标准光源的颜色激励一致的颜色激励的能力。为了实现期望的光谱功率分布,第一发光元件 4 的辐射功率一般作为从 440 到 680nm 的波长的函数而减小且第二发光元件 6 的辐射功率作为从 440 到 680nm 的波长的函数而增加是重要的。图 3 示出了用于第一发光元件 4 的示例光谱功率分布 30 和用于第二发光元件 6 的示例光谱功率分布 32,它们一般满足该要求且提供具有如图 2 所示的色度坐标 12、14 的光。虽然这两个光谱功率分布遵循该一般趋势,但是这些光谱功率分布的每个围绕一般趋势线振荡且因此在该趋势线附近呈现局部最大和最小。

[0034] 然而,本发明仅要求:局部最大的峰值振幅对于第一发光元件 4 是作为从 440 到

680nm 之间的波长的函数减小,而对于第二发光元件 6 是作为从 440nm 到 680nm 之间的波长的函数减小。本发明中特别重要的是第一发光元件 4 在三个波长带的每个内发光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38 ;其中第一波长带内的整体光谱功率高于第二波长带,且第二波长带内的整体光谱功率高于第三波长带。对于图 3 所示的光谱功率分布 30,这三个波长带的每个的整体辐射功率分别是 11,633、8390 和 6187 个单位。同样地,第二发光元件 6 发射位于三个波长带的每个内的光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38 ;其中第三波长带 38 内的整体光谱功率高于第二波长带 36 的整体光谱功率,且第二 36 波长带内的整体光谱功率高于第一波长带 34 内的整体光谱功率。对于图 3 所示的光谱功率分布 32,第一、第二和第三波长带的整体辐射功率分别是 6347、8323 和 10193。

[0035] 为了证明当图 3 所示的光谱功率分布被组合时,其形成与典型日光发光体的光谱功率分布的良好匹配,表 1 提供了若干标准日光发光体的相关色温和如以上提到的参考文献中所述那样计算出的 CRI 值。如表 1 所示,通过修改来自这两个发光元件的光输出的比例,对于具有该表中所示的日光色温的每个发光体可实现 80 或更多的 CRI。

[0036] 表 1

[0037]

色温 (开氏度数)	CRI
4000	94
4500	96
5000	89
5500	87
6000	86
6500	87
7000	88
7500	89
8000	90
8500	90
9000	90
9300	90

9500	97
------	----

[0038] 为了进一步示例向这两个光源的组合的光谱功率分布提供的到标准日光源的适配,图 4 示出了通过组合两个发光元件 30、32 的光谱功率分布获得的光谱功率分布。对于 5000K、6500K 和 9300K 的相关色温,这些光谱功率分布分别由实线 42、46 和 50 指示。还示出了这些相关色温的标准日光光谱功率分布,由实线 44、48 和 52 指示。如图所示,获得对于每个相关色温的合理的光谱匹配,其中每对具有相当不同于其他两个的总体光谱功率分布。

[0039] 对于本发明,发光元件被限定为发光的任何可独立寻址的元件。也就是说,控制器必须能够对两个发光元件的每个提供分别的信号(例如分别的电压或电流)。这在图 1 中由两个信号控制线 10a 和 10b 示出,它们中的每个从控制器 8 向第一 4 和第二 6 发光元件的每个提供分别的信号。在所示的本发明的实施例内,将示出可能需要多个种类的发射器(例如多种大小的量子点)以形成第一 4 和第二 6 发光元件的每个的光谱功率分布。根据本发明,形成发光元件的光谱功率分布的所有这些种类的发射器被提供在单对的分段电极之间是没有必要的,只要当控制器向灯 2 提供单个控制信号时所有种类都发光即可。

[0040] 一种获得图 3 所示的光谱功率分布的方法是利用采用量子点的可涂覆无机发光二极管,如在通过引用被包括在此的共同待决的案号 91,064 中所述。在这样的装置内,可采用多种类型的量子点来形成多个不同种类的发射器。

[0041] 图 5 示出了用于实践本发明的涂覆的无机电致发光发光元件的截面图。如该图中所示,电致发光装置 56 包含量子点无机发光层 58。衬底 60 支持沉积的半导体和金属层;其唯一的要求是要足够刚性以使得能够进行沉积处理且其可承受热退火处理($\sim 285^{\circ}\text{C}$ 的最大温度)。其可以是透明度的或不透明的。可能的衬底材料是玻璃、硅、金属箔以及某些塑料。接着沉积的材料是阳极 62。对于衬底 60 是 p 型 Si 的情况,阳极 62 需要被沉积在衬底 60 的下表面上。对于 p-Si 合适的阳极金属是 Al。其可通过热蒸发或溅射而被沉积。在其沉积之后,其优选地将在 $\sim 430^{\circ}\text{C}$ 被退火 20 分钟。对于上述所有其他衬底类型,阳极 62 被沉积在衬底 60 的上表面上且包括透明导体,例如氧化铟锡(ITO)。本领域中的溅射或其他公知的步骤可沉积 ITO。ITO 一般在 $\sim 300^{\circ}\text{C}$ 被退火一小时,以改进其透明度。由于透明导体如 ITO 的表面电阻远大于其他金属的表面电阻,因此总线金属 64 可使用热蒸发或溅射通过阴影掩膜被选择性地沉积以降低从接触垫到实际装置的电压降。接着沉积无机发光层 58。其可被滴或旋投到透明导体(或 Si 衬底)上。其他沉积技术,例如喷墨量子点-无机纳米颗粒分散也是可能的。在沉积之后,无机发光层 58 在优选的温度 270°C 被退火 50 分钟。最后,阴极 66 金属被沉积在无机发光层 58 上。候选阴极 66 金属是与发光层 58 中的包括无机纳米颗粒的材料形成欧姆接触的的金属。例如,在由 ZnS 无机纳米颗粒形成量子点的情况下,优选的金属是 Al。其可通过热蒸发或溅射被沉积,随后是在 285°C 被热退火 10 分钟。尽管图 5 中未示出,p 型输送层和 n 型输送层可被添加到装置以围绕无机发光层 58。如本领域中众所周知的,LED 结构一般包含掺杂的 n 和 p 型输送层。它们用于若干不同的目的。如果半导体被掺杂,形成与半导体的欧姆接触更容易。由于光发射器层通常固有地或稍微地掺杂,因此与掺杂的输送层进行欧姆接触更容易得多。作为表面等离子效果的结果,具有与光发射器层邻近的金属层导致发射器效率的损失。因此,将光发射器层通过足够厚

(至少 150nm) 的输送层与金属触点间隔开是有利的。最终, 不仅输送层将电子和空穴注入到光发射器层中, 而且通过正确地选择材料, 它们可防止载体泄漏退出光发射器层。例如, 如果发光层 58 中的无机量子点由 $\text{ZnS}_{0.5}\text{Se}_{0.5}$ 组成且输送层由 ZnS 组成, 则电子和空穴将被 ZnS 电势障壁限制到光发射器层。用于 p 型输送层的合适的材料包括 II-VI 和 III-V 半导体。典型的 II-VI 半导体是 ZnSe、ZnS 或 ZnTe。仅 ZnTe 是天然 p 型的, 而 ZnSe 和 ZnS 是 n 型的。为了得到足够高的 p 型导电率, 另外的 p 型掺杂剂应被加到所有三个材料。对于 II-VI p 型输送层的情况, 可能的候选掺杂剂是锂和氮。例如, 文献中已示出在 $\sim 350^\circ\text{C}$ Li_3N 可被扩散到 ZnSe 中以产生 p 型 ZnSe, 其中电阻率低到 0.4ohm-cm。

[0042] 对于 n 型输送层的合适材料包括 II-VI 和 III-V 半导体。典型的 II-VI 半导体是 ZnSe 或 ZnS。至于 p 型输送层, 为了得到足够高的 n 型导电率, 另外的 n 型掺杂剂应被添加到半导体。对于 II-VI n 型输送层的情况, 可能的候选掺杂剂是 III 型掺杂剂 Al、In 或 Ga。如本领域中众所周知的, 这些掺杂剂可通过离子注入 (随后是退火) 或通过扩散处理被添加到层。更优选的途径是在纳米颗粒的化学合成期间原位添加掺杂剂。以形成在十六烷基胺 (HAD)/TOPO 配位溶剂中的 ZnSe 颗粒为例, Zn 源是乙烷中的二乙基锌且 Se 源是溶解在 TOP 中的 Se 粉末 (形成 TOPSe)。如果 ZnSe 被掺杂有 Al, 则乙烷中对应百分比 (相对于二乙基锌浓度的几个百分比) 的三甲基铝将被添加到包含 TOP、TOPSe 和二乙基锌的注入器。像这样的原位掺杂处理已成功地证明了何时通过化学浴沉积生长薄膜。应注意, 二极管还可仅利用添加到结构的 p 型输送层或 n 型输送层工作。本领域技术人员还可推出层构成可被反转, 从而使得阴极 66 沉积在衬底 60 上且阳极 62 形成在 p 型输送层上。对于 Si 支持物的情况, 衬底 60 是 n 型 Si。

[0043] 发光层 58 优选地将包括: 多个发光芯, 每个芯具有响应于空穴和电子的重新结合而发光的半导体材料, 每个这样的发光芯限定第一带隙; 在发光芯周围分别形成的多个半导体壳, 用以形成芯/壳量子点, 每个这样的半导体壳具有比第一带隙宽的第二带隙; 以及连接到半导体壳的半导体矩阵, 用以提供通过半导体矩阵的导电路径, 且连接到每个这样的半导体壳及其对应的发光芯, 以便实现空穴和电子的重新结合。

[0044] 两个电极 (即阳极 62 或阴极 66) 中的至少一个通常由如 ITO 或 IZO 的透明或半透明材料形成。相反的电极将通常由高反射材料如铝或银形成, 然而也可以是透明的。在典型的实施例中, 阳极将是透明的且阴极将是反射式的, 然而相反的结构也是可行的。空穴和电子输送材料可以由如上所述的无机半导体材料形成, 然而还可由有机半导体材料形成。另外的层也可被置入该结构中以促进其他功能, 如从电极的电子和空穴注入, 或者电子或空穴阻断层, 以防止电子或空穴穿过发光层从而与电极之一附近的电性相反的颗粒重新结合。

[0045] 如上所述使用无机量子点构造的一些装置具有约 30nm 的带宽。因此, 需要在装置中嵌入采用不同材料或优选地不同大小的各种量子点以构造如图 3 所示的本发明的光谱功率分布。实际上, 图 3 所示的两个发光元件的光谱功率分布中的每个都是由具有高斯分布的 13、30nm 宽的光谱功率分布组而构成的, 所述高斯分布在 370、401、432、460、490、520、550、580、610、640、670、705 和 740nm 处具有峰值。因此, 在这样的装置结构中, 重要的是发光层包括多种类型的量子点以提供不同种类的发射器。

[0046] 这样的采用无机量子点的发光层的生成一般涉及在分离的步骤内合成多个种类

的发光颗粒,如至少第一、第二和第三大小的量子点且然后将这些量子点以正确的比例沉积到装置的发光层中。注意,通常会需要三个不同类型的量子点来提供本发明的在三个波长带内的光发射。一个这样的发光层如图 6 所示。如该图中所示,发光层 70 包括至少第一类型量子点 72、第二类型量子点 74 以及第三类型量子点 76。这些量子点中的每个通常会在大小或材料构成方面不同。除了这些量子点之外,发光层可进一步包括另外的导电元件 78 以改进量子点和周围的连接器层或电触点 62、66 之间的电接触。

[0047] 尽管每个发光元件采用多种种类的发射器,但是通过该处理的这样的灯的形成比像在一些现有技术实施例中所讨论的那样从各个 LED 构造灯更简单和更有成本效益。一旦设计了发光元件,该种类的发光元件可在单个步骤中或者被混合或者被涂覆,或者它们可在随后的步骤中被涂覆以形成分层装置。然而,该处理不需要像典型的在从各个分立的 LED 构造灯时要进行的那样对多个装置进行分类或控制,这允许以从分立的 LED 阵列制造灯的成本的一部分来制造这样的可涂覆的装置。

[0048] 前述例子采用两个发光元件,每个采用相同的十三个种类的发射器。然而,不需要且通常不优选这两个发光元件采用相同种类或数目的发射器。在另一实施例中,一个发光元件将采用一组种类的发射器,而第二发光元件将采用一组不同种类的发射器。在这样的例子中,第一发光元件可提供具有半极大振幅全宽度频宽为 30nm 的带宽和 370、401、432、460、490、520、550、580、610 和 640nm 的中心波长的十个种类的发射器。第二发光元件可采用一组 10 个种类的发射器,包括以下这些种类的发射器:这些发射器具有半极大振幅全宽度频宽为 30nm 的带宽和 455、490、520、550、580、610、640、670、705 和 740nm 的中心波长。注意,包括两个发光元件的这些种类的发射器中的一些发射器具有相同的带宽和中心频率且因此可以是相同种类的发射器。然而,其他的不具有中心频率且因此不是相同的种类。这两个发光元件的结果光谱功率分布在图 7 中示出。图 7 示出了第一发光元件 80 的光谱功率分布。

[0049] 如在前述例子中一样,注意,局部最大的峰值振幅对于第一发光元件 4 是作为 440 和 680nm 之间的波长的函数减小。在图 7 中还示出了第二发光元件 82 的光谱功率分布。在辐射功率中局部最大的峰值振幅对于该第二发光元件 6 是作为 440nm 和 680nm 之间的波长的函数减小。在本发明中特别重要的是,第一发光元件 4 在三个波长带的每个内发射光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38;其中第一波长带 34 内的整体光谱功率高于第二波长带 36,且第二波长带 36 内的整体光谱功率高于第三波长带 38。对于图 7 所示的光谱功率分布 80,这三个波长带的每个的整体辐射功率分别是 7619、4384 和 1505 个单位。同样,第二发光元件 6 在三个波长带的每个内发光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38,其中第三波长带 38 内的整体光谱功率高于第二波长带 36 的整体光谱功率,且第二波长带 36 内的整体光谱功率高于第一波长带 34 内的整体光谱功率。对于图 7 所示的光谱功率分布 82,第一、第二和第三波长带的整体光谱功率分别是 5803、8076 和 10021。

[0050] 这两个光谱功率分布可组合以产生如下光谱功率分布,该光谱功率分布与具有 4000 和 9500 开氏度之间的相关色温的标准日光分布的每个非常靠近。该事实被表 2 中所示的 CRI 值支持。注意,如之前一样,所有的这些值都是 80 或更大,且实际上最小值是 85。

虽然这两个发光元件可被组合以产生非常靠近每个对应的日光发光体的光谱功率分布的光谱功率分布,但是它们的色度坐标不一定精确地位于图 8 所示的黑体曲线上。该图示出了第一发光元件 90 的 1976 CIE 均匀色度坐标,以及第二发光元件 92 的 1976 CIE 均匀色度坐标。注意,这些点非常靠近但不是直接位于黑体曲线上。通过组合这些发光元件颜色,有可能形成颜色非常靠近具有 9500 和 4000 开氏度之间的相关色温的日光发光体的光源。例如,示出了靠近 D50 94 和 D65 96 的颜色。还绘出了靠近 D93 的结果颜色,然而,该颜色位置实际上不能与第一发光元件 90 的颜色坐标相区分开。

[0051] 表 2

[0052]

色温（开氏度）	CRI
4000	85
4500	94
5000	96
5500	96
6000	97
6500	97
7000	97
7500	95
8000	93
8500	91
9000	89
9300	88
9500	87

[0053] 尽管前两个例子采用了包括许多种类的发射器的发光元件,每个具有 30nm 带宽,但是在某些情况下有可能两个发光元件 4、6 由提供更宽光发射带宽的发射器种类组成是合乎期望的。在又一实施例中,两个发光元件可由具有更宽的带宽的许多种类的发射器组成。例如,可从许多种类的发射器形成每个发光元件的期望光谱功率分布,其中每个种类的发射器具有带宽 60nm 且在 435、490、550、610 和 730nm 处具有峰值发射,以形成图 9 中所示的光谱功率分布。图 9 中包括第一发光元件 102 的光谱功率分布和第二发光元件 104 的光谱功率分布。如图 9 所示,辐射功率中的局部最大单调减小,使得对于第一发光元件 102 整

个包络作为 440 和 680 之间的波长的函数单调减小。对于第二发光元件 104 辐射功率中的局部最大对于该第二发光元件 6 作为 680nm 和 440nm 之间的波长的函数减小。本发明中特别重要的是第一发光元件 4 在三个波长带的每个内发光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38,其中第一波长带 34 内的整体光谱功率高于第二波长带 36 的整体光谱功率,且第二波长带 36 内的整体光谱功率高于第三波长带 38 内的整体光谱功率。对于图 9 所示的光谱功率分布 102,这三个波长带的每个的整体辐射功率分别是 12066、8517 和 6455 个单位。而且第二发光元件 6 在三个波长带的每个内发光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38,其中第三波长带 38 内的光谱功率分布 104 的整体光谱功率高于第二波长带 36 的整体光谱功率,且第二波长带 36 内的整体光谱功率高于第一波长带 34 内的整体光谱功率。对于图 9 所示的光谱功率分布 104,第一、第二和第三波长带的整体光谱功率分别是 5952、8072 和 9885。

[0054] 注意,虽然装置可由具有诸如 30nm 带宽的窄频带的发射器种类形成,然而通常有可能采用具有更宽的带宽的更少种类的发射器来形成本发明的每个发光元件所需的连续光谱。然而,对该趋势存在限制,因为更宽的频带种类不能实现形成最期望的光谱形状所需的选择性。一般地,最优选种类的发射器将具有 30 和 120nm 之间的带宽。

[0055] 如在更早的实施例中所述,来自采用光谱功率分布 102、104 的两个发光元件 4、6 的光可以适当的比例被组合以提供到具有 4000 和 9500 开氏度之间的相关色温的标准日光光谱功率分布的良好适配。这再同样以 CRI 示出,如表 3 所示。同样,可看出,对于该日光光谱功率分布的每个来说所有的 CRI 值都大于 80。

[0056] 表 3

[0057]

色温 (开氏度)	CRI
4000	90
4500	88
5000	84
5500	83
6000	84
6500	86
7000	88
7500	88
8000	88

8500	86
9000	83
9300	81
9500	97

[0058] 还有可能采用具有甚至更宽的光谱功率分布的发射器种类。例如,已知有机发光二极管通常具有 90nm 量级的带宽。这样的材料还可在本发明的实施例内被采用以产生例如具有如图 10 所示的光谱功率分布的发光元件。如图 10 所示,第一发光元件 112 的光谱功率分布的振幅作为 450 和 680 之间的波长的函数减小。第二发光元件 114 的光谱功率分布的振幅对于该第二发光元件 6 作为 440nm 和 680nm 之间的波长的函数减小。在本发明中特别重要的是第一发光元件 4 在三个波长带的每个内发光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38,其中第一波长带内的整体光谱功率高于第二波长带内的整体光谱功率,且第二波长带内的整体光谱功率高于第三波长带内的整体光谱功率。对于图 10 所示的光谱功率分布 112,这三个波长带的每个的整体辐射功率分别是 10087、6538 和 2939 个单位。而且,重要的是第二发光元件 6 在三个波长带的每个内发光,包括 440 和 520nm 之间的第一波长带 34,520 和 600nm 之间的第二波长带 36,以及 600 和 680nm 之间的第三波长带 38,其中第三波长带内的光谱功率分布 114 的整体光谱功率高于第二波长带的整体光谱功率,且第二波长带内的整体光谱功率高于第一波长带内的整体光谱功率。对于图 10 所示的光谱功率分布 114,第一、第二和第三波长带的整体辐射功率分别是 6505、8662 和 10344。组合五个种类的发射器形成光谱功率分布 112,这五个种类的发射器具有 90nm 带宽,光谱功率分布具有 410、465、525、585 和 655nm 的中心频率,形成了光谱功率分布 112。组合具有 430、490、550、610、670 和 730nm 的中心频率的六个 90nm 带宽发射器光谱功率分布形成光谱功率分布 114。

[0059] 同样,来自采用光谱功率分布 112、114 的两个发光元件 4、6 的光可以适当的比率被组合以提供到具有 4000 和 9500 开氏度之间的相关色温的标准日光光谱功率分布的良好适配。这同样以 CRI 示出,如表 4 所示。同样,可看出,对于这些日光光谱功率分布的每个来说所有的 CRI 值都接近 80 或更多。

[0060] 表 4

[0061]

色温 (开氏度)	CRI
4000	97
4500	95
5000	94
5500	95

6000	97
6500	99
7000	96
7500	93
8000	89
8500	86
9000	82
9300	80
9500	79

[0062] 这样的灯可使用有机发光二极管来构造。在优选实施例中,通过形成具有两个发光层的堆叠的 OLED 装置来构造 OLED 装置。每个堆叠的层可被独立地寻址,其中一个堆叠的层形成第一发光元件且第二个堆叠的层形成第二发光元件。

[0063] 存在其中可成功地实现本发明的有机层的许多配置。本发明的典型结构如图 11 所示且包括衬底 120、第一电极 122、第一可选空穴注入层 124、第一空穴输送层 126、第一发光层 128、第一电子输送层 130、第二电极 132、第二可选空穴注入层 134、第二空穴输送层 136、第二发光层 138、第二电子输送层 140 和第三电极 142。以下详细地说明这些层。

[0064] 注意,衬底可替代地被布置得邻近第三电极,或衬底可实际上构成第一或第三电极。为了简化说明,第一可选空穴注入层 124、第一空穴输送层 126、第一发光层 128 和第一电子输送层 130 的组合将被称为第一 EL 单元 144。第二可选空穴注入层 134、第二空穴输送层 136、第二发光层 138 和第二电子输送层 140 的组合将被称为第二 EL 单元 146。每个 EL 单元内的有机层的总组合厚度优选地小于 500nm。

[0065] 在该装置结构的优选实施例中,三个电极中的每个将可被独立寻址,从而允许同时独立地控制两个 EL 单元。然而,应认识到,同时独立地控制两个层不是必需的且允许在时间上依次独立地控制两个层的其他装置结构也可用于实践本发明。

[0066] 为了提供对两个 EL 单元的同时、独立的控制,必需有可能同时和独立地提供对每个 EL 单元的正偏置。在优选实施例内,这将通过允许第二电极 112 提供参考电压同时通过增大第一电极 102 相对于第二电极 112 的参考电压的电压而在第一 EL 124 单元两端产生正电势来实现。该电压差将产生第一 EL 单元 124 的空穴注入层 104 和电子输送层 110 之间的正电势。同时,通过减小第三电极 122 相对于第二电极 112 的电压以产生第三 122 和第二电极 112 之间的负电压差可生成跨第二 EL 单元 126 的独立的正电势。该电压差将产生第二 EL 单元 126 的空穴注入层 114 和电子输送层 120 之间的正电势。通过调节第一 102 和第二 112 电极之间的电压差与第三 122 和第二 112 电极之间的电压差的比率,会调节第一 124 和第二 126 EL 单元产生的光的相对亮度。

[0067] 注意,在本实施例中,第一发光元件 4 包括第一电极 122、第一 EL 单元 144 和第二电极 132。第二发光元件 6 包括第二电极 132、第二 EL 单元 146 和第三电极 142。

[0068] 在若干 OLED 装置配置中可采用本发明。这些包括简单的结构,该结构包括:三个电极、包括电极阵列的无源矩阵装置,其中第一 122 和第三 142 电极彼此平行且与第二 132 电极垂直地被定向,以及有源矩阵装置,其中每个 OLED 或一组 OLED 例如利用薄膜晶体管(TFT)被独立地控制。

[0069] 为了清楚起见,对该装置的每个层进行进一步的说明。

[0070] 衬底

[0071] 本发明的 OLED 装置一般可提供在支持衬底 120 上,其中第一或第三电极中的任一个可靠近衬底布置。靠近衬底的电极被方便地称作下电极。传统上,下电极是第一电极,然而本发明不限于该配置。衬底可以是可透光的或不透明的,这取决于光发射的期望方向。对于通过衬底观察 EL 发射来说该可透光特性是合乎期望的。在这样的情况中一般采用透明玻璃或塑料。对于不是通过下电极观察 EL 发射的应用,底部支持物的透射特性是不重要的,因此可以是可透光的、吸光的或反射光的。用在这样的情况中的衬底包括但不限于玻璃、塑料、半导体材料、硅、陶瓷和电路板材料。当然,在这些装置配置中,其余电极必须是半透明的或透明的。

[0072] 电极

[0073] 当通过第一 122 或第三 142 电极观察 EL 发射时,电极对于关注的发射应是透明的或基本上透明的。一般地,第一 122 或第三 122 电极的其余电极将是反射式的。第二电极 132 对于关注的发射也将是透明的或半透明的。

[0074] 对于透明的电极,在本发明中可使用各种材料,包括氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)和氧化锡,然而其他金属氧化物也可起作用,包括但不限于铝或铟掺杂的氧化锌、镁-铟氧化物以及镍-钨氧化物。除了这些氧化物之外,可使用诸如氮化镓的金属氮化物、诸如硒化锌的金属硒化物、以及诸如硫化锌的金属硫化物。对于不通过电极之一观察 EL 发射的应用,电极的透射特性不重要且可使用任何导电材料,透明的、不透明的或反射式的。用于该应用的示例导体包括但不限于金、铱、钼、钽和铂。一般第一 122 和第三 142 电极将用作阳极。典型的透射式或其他形式的阳极材料具有 4.1eV 或更大的功函数。

[0075] 用作阴极的电极的期望材料应具有良好的膜形成特性以确保与下面的有机层的良好接触,促进在低电压下的电子注入,并具有良好的稳定性。有用的阴极材料通常包含低功函数金属($< 0.4\text{eV}$)或金属合金。一个优选的阴极材料包括 Mg:Ag 合金,其中银的百分比在 1-20% 的范围内,如在美国专利 No. 4,885,221 中所述。另一合适类别的阴极材料包括双层,该双层包括与有机层(例如 ETL)接触的薄电子注入层(EIL),其覆盖有更厚的导电金属层。在此,EIL 优选地包括低功函数金属或金属盐,且如果这样更厚的覆盖层不需要具有低功函数。一个这样的阴极包括 LiF 的薄层,随后是更厚的 Al 层,如在美国专利 No. 5,677,572 中所述。其他有用的阴极材料组包括但不限于在美国专利 No. 5,059,861、5,059,862 和 6,140,763 中所述的那些。

[0076] 由于第二电极 132 一般将用作阴极,因此期望通过该电极观察光发射。因此,该电极必须是透明或几乎是透明的。对于这样的应用,金属必须薄且必须使用透明的导电氧化物,或这些材料的组合。在 US4,885,211、US 5,247,190、JP 3,234,963、US 5,703,436、US

5, 608, 287、US 5, 837, 391、US 5, 677, 572、US 5, 776, 622、US 5, 776, 623、US 5, 714, 838、US 5, 969, 474、US 5, 739, 545、US 5, 981, 306、US 6, 137, 223、US 6, 140, 763、US 6, 172, 459、EP 1 076 368 和 US 6, 278, 236 中更详细地说明了光学透明阴极。一般通过蒸发、溅射或化学气相沉积来沉积电极材料。在需要时,可通过许多已知的方法实现图案化,包括但不限于US 5, 276, 380 和 EP 0732 868 中所述的通孔掩膜沉积、整体阴影掩膜、激光消融和选择性的化学气相沉积。

[0077] 空穴注入层 (Hole-Injecting Layer, HIL)

[0078] 通常在第一电极 122 和第一空穴输送层 126 之间以及在第二电极 132 和第二空穴输送层 136 之间提供空穴注入层 124 和 134 是有用的。空穴注入材料可用来改进随后的有机层的膜形成特性并便利空穴到空穴输送层中的注入。用于空穴注入层的合适的材料包括但不限于美国专利 No. 4, 720, 432 中所述的卟啉化合物、美国专利 No. 6, 208, 075 中所述的等离子沉积的碳氟化合物聚合物。在 EP 0 89 112 1 A1 和 EP 1 029 909 A1 中描述了据报告在有机 EL 装置中有用的可替代的空穴注入材料。

[0079] 空穴输送层 (Hole-Transporting Layer, HTL)

[0080] 空穴输送层 126 和 136 包含至少一个空穴输送化合物诸如芳叔胺,其中后者被理解为是包含仅键合到碳原子的至少一个三价氮原子的化合物,其中的至少一个是芳香环的构件。在一个形式中芳叔胺可以是芳基胺,诸如单芳基胺、二芳基胺、三芳基胺或聚合芳基胺。Klupfel 等人的美国专利 No. 3, 180, 730 示出了示例单体三芳基胺。Brantley 等人的美国专利 No. 3, 567, 450 和 3, 658, 520 公开了以一个或多个乙烯基替代的和 / 或包括至少一个活性氮包含组的其他合适的三芳基胺。

[0081] 更优选类别的芳叔胺是如在美国专利 No. 4, 720, 432 和 5, 061, 569 中所述的包括至少两个芳叔胺部分的芳叔胺。空穴输送层可由单个芳叔胺化合物或芳叔胺化合物的混合物形成。有用的芳叔胺的示例如下:

[0082] 1,1-双(4-di-p-甲基苯基)环己烷

[0083] (1,1-Bis(4-di-p-tolylaminophenyl)cyclohexane)

[0084] 1,1-双(4-di-p-甲基苯基)-4-苯基环己烷

[0085] (1,1-Bis(4-di-p-tolylaminophenyl)-4-phenylcyclohexane)

[0086] 4,4'-双(二苯胺)四苯基(4,4'-Bis(diphenylamino)quadriphenyl)

[0087] 双(4-二甲氨基-2-甲基苯基)-甲苯

[0088] (Bis(4-dimethylamino-2-methylphenyl)-phenylmethane)

[0089] N,N,N'-三(p-甲苯基)胺(N,N,N'-Tri(p-tolyl)amine)

[0090] 4-(di-p-甲苯基胺)-4'-[4(di-p-甲苯基胺)-苯乙烯基]对称二苯代乙烯(4-(di-p-tolylamino)-4'-[4(di-p-tolylamino)-styryl]stilbene)N,N,N',N'-四-p-甲苯基-4,4'-二氨基联苯

[0091] (N,N,N',N'-Tetra-p-tolyl-4,4'-diaminobiphenyl)N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二氨基联苯(N,N,N',N'-Tetraphenyl-4,4'-diaminobiphenyl)

[0092] N,N,N',N'-四-1-萘基-4,4'-二氨基联苯(N,N,N',N'-tetra-1-naphthyl-4,4'-diaminobiphenyl)

[0093] N,N,N',N'-四-2-萘基-4,4'-二氨基联苯(N,N,N',N'-tetra-2-naphthyl-4,

4'-diaminobiphenyl)-N-苯基咔唑 (N-Phenylcarbazole)

[0094] 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0095] 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]联苯(4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-(2-naphthyl)amino]biphenyl)

[0096] 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯胺基]p-三联苯(4,4''-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]p-terphenyl)

[0097] 4,4'-双[N-(2-萘基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(2-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0098] 4,4'-双[N-(3-萘基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(3-acenaphthenyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0099] 1,5-双[N-(1-萘基)-N-苯胺基]萘(1,5-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]naphthalene)

[0100] 4,4'-双[N-(9-蒽基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(9-anthryl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0101] 4,4''-双[N-(1-蒽基)-N-苯胺基]-p-三联苯(4,4''-Bis[N-(1-anthryl)-N-phenylamino]-p-terphenyl)

[0102] 4,4'-双[N-(2-菲基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(2-phenanthryl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0103] 4,4'-双[N-(8-芳香基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(8-fluoranthenyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0104] 4,4'-双[N-(2-芘基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(2-pyrenyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0105] 4,4'-双[N-(2-萘基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(2-naphthacenyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0106] 4,4'-双[N-(2-花基)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(2-perylenyl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0107] 4,4'-双[N-(2-coroneryl)-N-苯胺基]联苯(4,4'-Bis[N-(1-coroneryl)-N-phenylamino]biphenyl)

[0108] 2,6-双(di-p-甲苯基胺)萘(2,6-Bis(di-p-tolylamino)naphthalene)

[0109] 2,6-双[di-(1-萘基)氨基]萘(2,6-Bis[di-(1-naphthyl)amino]naphthalene)

[0110] 2,6-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]萘(2,6-Bis[N-(1-naphthyl)-N-(2-naphthyl)amino]naphthalene)

[0111] N, N, N', N' - 四(2-萘基)-4,4''-二氨基乙-p-三联苯(N, N, N', N' -Tetra(2-naphthyl)-4,4''-diamino-p-terphenyl)

[0112] 4,4'-双{N-苯基-N-[4-(1-萘基)-苯基]氨基}联苯(4,4'-Bis{N-phenyl-N-[4-(1-naphthyl)-phenyl]amino}biphenyl)

[0113] 4,4'-双[N-苯基-N-(2-芘基)氨基]联苯(4,4'-Bis[N-phenyl-N-(2-pyrenyl)amino]biphenyl)

[0114] 2,6- 双 [N, N-di (2- 萘基) 胺] 芴 (2,6-Bis[N, N-di (2-naphthyl) amine] fluorene)

[0115] 1,5- 双 [N-(1- 萘基)-N- 苯氨基] 萘 (1,5-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino] naphthalene)

[0116] 另一类别的有用的空穴输送材料包括如在 EP1 009 041 中所述的多环芳香化合物。另外,可使用聚合空穴输送材料(诸如聚(N- 乙烯基吡唑)(PVK)、聚噻吩、聚吡咯、聚苯胺)以及共聚物(诸如也称作 PEDOT/PSS 的聚(3,4- 乙撑二氧噻吩)/ 聚(4- 苯乙烯磺酸))。

[0117] 发光层 (LEL)

[0118] 如在美国专利 No. 4, 769, 292 和 5, 935, 721 中充分描述的那样,第一和第二 EL 单元 144 和 146 的发光层 (LEL) 128 和 138 包括发光或荧光材料,其中作为在该区域中电子空穴对重新结合的结果产生电致发光。发光层可由单一材料构成,然而更一般地其包括掺杂有客体化合物(一个或多个)的主材料,其中光发射主要来自于掺杂剂且可以是任何颜色。为了本发明的目的,这些掺杂剂可替代地被称为一种发射器。发光层中的主材料可以是如下限定的电子输送材料、如上限定的空穴输送材料或支持空穴-电子重新结合的其它材料或材料的组合。掺杂剂通常选自高荧光染料,然而磷光化合物也是有用的,例如在 W0 98/55561、W000/18851、W0 00/57676 以及 W0 00/70655 中所述的过度金属络合物。掺杂剂一般以重量的 0.01 到 10% 被涂覆到主材料中。聚合材料诸如聚芴和 polyvinylarylenes(例如聚(p- 苯撑乙烯), PPV) 也可用作主材料。在这种情况下,小分子掺杂剂可被分子地扩散到聚合主体中,或者可通过将微小成分异分子聚合到主聚合物中来添加掺杂剂。

[0119] 用于选择染料作为掺杂剂的重要关系是被定义为分子的最高被占据分子轨道和最低被占据分子轨道之间的能量差的带隙电势的比较。为了从主体到掺杂剂分子的有效能量转移,必需的条件是掺杂剂的带隙小于主材料的带隙。

[0120] 已知有用的主分子和发射分子包括但不限于在美国专利 No. 4, 768, 292 ; 5, 141, 671 ; 5, 150, 006 ; 5, 151, 629 ; 5, 405, 709 ; 5, 484, 922 ; 5, 593, 788 ; 5, 645, 948 ; 5, 683, 823 ; 5, 755, 999 ; 5, 928, 802 ; 5, 935, 720 ; 5, 935, 721 ; 以及 6, 020, 078 中的公开的那些。

[0121] 8-羟基喹啉(喔星)的金属络合物和相似的衍生物构成能够支持电致发光的一类有用的主化合物。有用的整合喔星化合物的示例如下:

[0122] C0-1: 铝三喔星[别名, 三(8-羟基喹啉)铝(III)]

[0123] C0-2: 镁双喔星[别名, 双(8-羟基喹啉)镁(II)]

[0124] C0-3: 双[苯{f}-8-羟基喹啉]锌(II)

[0125] C0-4: 双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)-μ-酮-双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)

[0126] C0-5: 铟三喔星[别名, 三(8-羟基喹啉)铟]

[0127] C0-6: 铝三(5-甲基喔星)[别名, 三(5-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)]

[0128] C0-7: 锂喔星[别名, (8-羟基喹啉)锂(I)]

[0129] C0-8: 镓喔星[别名, 三(8-羟基喹啉)镓(III)]

[0130] CO-9 : 锗喔星 [别名, 四 (8- 羟基喹啉) 锗 (IV)]

[0131] 其他类别的有用主材料包括但不限于葱的衍生物, 如 9,10- 双-(2- 萘基) 葱及其衍生物, 如在 US 5,121,029 中所述的双芪类衍生物, 以及吡啶衍生物, 例如 2,2',2''-(1,3,5- 苯撑) 三 [1- 苯基-1H- 苯并咪唑]。

[0132] 有用的荧光掺杂剂包括但不限于并四苯、氧杂葱、二萘嵌苯、红荧烯、香豆素、若丹明、喹吖啶酮、葱的衍生物、dicyanomethylenepyran 化合物、噻喃化合物、聚甲炔化合物、吡啶和噻喃化合物、茈衍生物、二萘嵌苯 (periflanthene) 衍生物和喹诺酮化合物。

[0133] 已知在可见光谱内的一个波长处产生具有主要峰值的光的许多掺杂剂。通常本发明的装置需要能够生成如下光的 OLED 结构, 该光在两个或更多个分离的波长处具有主要峰值, 从而生成实践当前发明所需的宽频带发射。如通过引用包括在此的共同待决的 US 案号 88042 中所述, 可使用涂覆在另一个上方的两个或更多个发光层来形成这样的发光层。这两个或更多个发光层的每个包括第一主材料和第一发光材料。在结构内放置多于一层的发光材料, 每层能够产生具有不同的峰值波长的光, 这允许形成产生宽频带发射的 EL 结构。进一步地通过调整用来生成每个峰值波长的掺杂剂的浓度, 可调整每个峰值的相对高度以形成具有期望形状的光谱功率分布。

[0134] 电子输送层 (ETL)

[0135] 用于形成本发明的 EL 单元的电子输送层 130 和 140 的优选薄膜形成材料是金属螯合喔星化合物, 包括喔星自身的螯化物 (一般也称作 8- 羟基喹啉或 8- 氢氧化喹啉)。这样的化合物帮助注入和输送电子, 呈现高水平的性能, 且容易以薄膜的形式被制造。示例的喔星化合物如前所列。

[0136] 其他电子输送材料包括如在美国专利 No. 4,356,429 中所公开的各种丁二烯衍生物, 以及如在美国专利 No. 4,539,507 中描述的各种杂环光学光亮剂。吡啶和三嗪也是有用的电子输送材料。

[0137] 在一些例子中, 层 130 和 128 以及层 140 和 138 可选地可被合并成服务于支持光发射和电子输送的功能的单个层。可在小分子 OLED 系统和聚合 OLED 系统中合并这些层。例如, 在聚合系统中, 采用具有聚合发光层如 PPV 的诸如 PEDOT-PSS 的空穴输送层是普遍的。在该系统中, PPV 服务于支持光发射和电子输送的功能。

[0138] 有机层的沉积

[0139] 上述有机材料通过气相方法如升华法被适当地沉积, 然而还可从液体例如从具有可选粘结剂的溶剂沉积以改进膜形成。如果材料是聚合物, 则溶剂沉积是有用的然而可使用其他方法, 诸如溅射或从捐赠片的热转移。要通过升华法沉积的材料可例如如在美国专利 No. 6,237,529 中所述从通常包括钽材料的升华器“船”蒸发, 或可被首先涂覆到捐赠片然后在与衬底更靠近的地方被升华。具有材料混合物的层可利用分离的升华器船或可从单个船或捐赠片预混合和涂覆材料。可使用阴影掩膜、整体阴影掩膜 (美国专利 No. 5,294,870)、从捐赠片的空间限定的热染料转移 (美国专利 No. 5,851,709 和 6,066,357) 以及喷墨方法 (美国专利 No. 6,066,357)。

[0140] 串联层

[0141] 尽管图 1 所示的实施例示出了第一 144 和第二 146 EL 单元, 其中每个均包括可选的空穴注入层 124、第一空穴输送层 126、第一发光层 128 和第一电子输送层 130 的单

个堆叠,但是,这些 EL 单元中的一个或全部两个可包括以串联形式工作的多于一个的这样的堆叠,如在 Liao 和 Tang 提交的题为“Providing an organic electroluminescent device having stacked electroluminescent units”的美国专利申请 US2003/0170491 和 Kido 和 Hayashi 的题为“Organic electroluminescent device”的美国专利申请 2003/0189401 中所公开的那样。在这样的装置中,在电极对之间提供多个发光层,从而以增加驱动电压为代价增加发射的光的量。在这些结构内在相继的层 HIL、HTL、LEL 和 ETL 之间通常涂覆连接层。这样的连接层还可由空穴输送层和电子输送层形成。这样,具有串联层的装置将具有通过中间层连接在一起的多个发光层,其中每个串联层共享共用的电极对。

[0142] 封装

[0143] 大部分 OLED 装置对潮湿或氧气或这二者敏感,因此它们一般与干燥剂(诸如氧化铝、铝土矿、硫酸钙、粘土、硅胶凝体、沸石、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、硫酸盐或金属卤化物和高氯酸盐)一起被封装在惰性气氛诸如氮和氩中。用于封装和干燥的方法包括但不限于在美国专利 No. 6, 226, 890 中所述的那些方法。另外,在用于封装的本领域中已知障壁层,诸如 SiO_x 、特氟隆和交替的无机/聚合层。

[0144] 光学优化

[0145] 如果需要,本发明的 OLED 装置可采用各种公知的光学效果来提高其特性。这包括优化层厚度以产生最大光发送,提供介电镜结构,以光吸收电极代替反射式电极,在装置上提供反炫光或抗反射涂层,在装置上提供偏振介质,或在装置上提供彩色的、中性浓度的或颜色转换的滤波器。滤波器、偏振器和反炫光或抗反射涂层可被特别地提供在罩上或作为罩的一部分而提供。在需要扩散亮度的应用中,灯的顶部可涂覆置于 OLED 的发射侧上、且如果需要也置于在 OLED 之间的间隙区域中的散射层。散射介质可包括不明显吸收来自 OLED 装置的可见光的、具有相对高的折射率的小颗粒。这样的光散射颗粒是二氧化钛、氧化铝或氧化锌颗粒,包括 TiO_2 。然而,还可使用其他颗粒,包括 BaTiO_3 、 SiO_2 、 CaCO_3 、 BaSO_4 。该层可包括填充的光散射颗粒的层或包含光散射颗粒的载体介质。该载体介质可以是任何合适的介质;包括玻璃或聚合材料,诸如环氧树脂、硅树脂或脲醛树脂。

[0146] 示例性实施例

[0147] 已经详细说明了每个层,现在进一步说明示例性实施例。

[0148] 在一个这样的示例实施例中,装置由图 11 所绘的一个或多个结构构造而成,其中第一电极 122 是反射式的。第一 EL 单元 144 形成在第一电极上且被掺杂以发光,该光在颜色上基本上是黄色且已被调节为具有前述光谱特性。一般地该第一 EL 单元将包括若干种类的发射器,其或者被混合或者被堆叠在单个 ETL 和 HTL 之间。各种串联层还可包含不同种类的发射器以形成期望的光发射,诸如如图 10 所示。第二电极 132 形成在第二 EL 单元 144 上且是半透明的。然后在第二阳极上形成母线 148。该母线的功能是携带一般薄且半透明的第二电极不能携带的高电流。一般该母线由与第二电极相同的材料形成,然而还可由其他导电材料形成。然后第二 EL 单元 146 形成在第二电极 132 上且被掺杂以发光,该光在颜色上基本上是蓝色且已被调节为具有前述光谱特性。最后,第三电极层 142 是透明的或半透明的导体。当该装置由多于一个的结构构造而成时,这些结构可如本领域中已知的那样被串联和/或并联连接。

[0149] 应注意,可通过将两个电致发光元件中的每个放在任何两个电极之间来实

现所讨论的任何实施例。如上所述发光元件可共享电极。然而,在另一实施例中,每个发光元件可形成在一电极对之间。在一个这样的实施例中,可形成第一电极,随后是 EL 单元和第二电极。然后可施加隔离层且随后是第三电极、第二 EL 单元和第四电极。在另一实施例中,可在衬底上形成电极,随后是 EL 单元和第二电极。可在第二衬底上形成第三电极且随后是第二 EL 单元和第四电极。这两个衬底然后可被层压或封装在一起以形成最终的灯。这些实施例中的每个包括任何电极对之间的单个 EL 单元的涂覆。然而,在另一实施例中,在第一和第二电极之间可图案化发光材料的第一和第二堆叠。这样的实施例具有简化装置的可能,因为仅必需一对电极,然而将必须与第二发光元件的电极无关地单独地控制第一发光元件的电极。这可例如通过与阴极线无关地控制到一些阳极线的电压来实现。

[0150] 虽然本公开中讨论的每个实施例均包括了每个都是由有机材料的相似堆叠而形成的第一和第二 EL 单元,但是这些 EL 单元也可以以非重复的方式形成。在另一实施例中,形成第一和 / 或第二 EL 单元的层的顺序可被逆转。在这样的实施例中,第一 EL 单元 144 可通过形成以下堆叠来形成,该堆叠包括:第一电极 122 上的第一可选空穴注入层 124,随后是第一空穴输送层 126,第一发光层 128,以及第一电子输送层 130。然而,第二 EL 单元 146 可由逆转的堆叠形成,其中第二电子输送层 140 沉积在第二电极 132 上,第二发光层 138 沉积在第二电子输送层 140 上,第二空穴输送层 136 沉积在第二发光层 138 上,且第二可选空穴注入层 134 沉积在第二电子输送层 136 上。通过以这种方式形成装置,具有相同极性的电势可用来驱动装置内的第一和第二 EL 单元这两者。第一 144 或第二 146 EL 单元中的一个被反转的该装置结构消除了装置设计内既需要正功率线又需要负功率线的需要,因为然后负或正电压可用来以正偏置驱动第一和第二 EL 单元这两者。这不仅通过减小有源矩阵装置设计内所需的功率线的数目而简化了面板布局,而且简化了电源,因为没有必要对装置提供正负电压这两者。

[0151] 当在两个光源的 CIE 均匀色度坐标之间画的线基本上平行于普朗克(黑体)轨迹的部分时对两个发光元件 4、6 的每个所要发射的光的比例的选择允许产生具有如下色度坐标的光输出,该色度坐标位于靠近普朗克(黑体)轨迹的线上。通过选择从这两个发光元件输出的光的适当比例,可产生近似于若干标准日光条件(诸如命名为 D50、D65 和 D93 的那些)的光输出。为了实现该选择,必须控制两个光源的相对光输出。该控制可以以许多方式实现。该控制一般将或者提供固定比率的光输出或允许该比率被动态地调整。当要提供固定比率时,可以制造具有相关色温的单个灯,如果通过将不同的控制机构附着到灯来控制所发射的光,则从而允许销售来自单个制造处理的多个颜色的灯。因此,减小了制造具有不同颜色的光输出的灯的成本。色温的动态调整需要用于动态控制灯光的颜色的机构,然而可通过动态控制提供另外的顾客价值。

[0152] 图 12 示出了用于实践本发明的控制器 8 的示意图。一般说来,发光二极管的光输出与其驱动电流成比例,因此动态控制器可以是或者通过直接操纵电流或者通过操纵电压以间接地调制平均电流来控制到两个发光元件的相对电流的任何控制器。用于将源电压转换成电流的一个这样的驱动电路设计如图 12 所示。在图 12 中,电源 152a 和 152b 连接到发光元件 154a 和 154b(此处示为发光二极管(LED))。响应于控制信号 150,数模转换器 155 分别将跨电阻器 156a 和 156b 两端的电压信号施加到晶体管 158a 和 158b 的栅极。电阻器 156a 和 156b 是小的,且被包括以防止施加到晶体管栅极的电压的不稳定性。施加到晶体管

的信号控制流过其的电流的量,且继而控制可流过 LED 154a 和 154b 的电流的量。电阻器 159a 和 159b 用来进一步调节 LED 电流。对 LED 电流的控制提供了对 LED 光输出的直接控制。数模转换器 155 发送到晶体管 158a 和 158b 的控制信号将取决于期望的输出比率,且由输入数字信号 150 规定,其将从用于接收来自外部源的输入信号的信号接收装置 160 接收控制信号。尽管本实施例提供了数字控制器,但是还可应用相似的模拟控制器。信号接收装置可以是电连接或可以是更复杂的系统,包括无线接收器,其从远程源接收信号。

[0153] 注意到以下事实是重要的:控制器仅需改变两个发光元件的相对强度(即来自第一发光元件的整体光谱功率和第二发光元件的整体光谱功率的比率)以控制对于 3000K-10,000K 之间的相关色温范围由灯产生的光的光谱功率分布。由于许多原因这是重要的。例如,如果两个发光元件以不同的速率老化(即,在给定的输入功率,一个比另一个损失更大百分比的整体光谱功率),则仅通过调整到每个发光元件的相对驱动功率(即电压或电流)可获得相同的色温和光谱功率分布,从而改良现有技术中存在的问题中的一个。进一步地,由于仅存在两个发光元件,连续地改变到每个发光元件的功率的比率将改变两个发光元件的发光输出,而不产生感知的亮度中的任何不连续的增加。

[0154] 本发明的灯的显著优点是其可被容易地控制,使得灯的亮度输出可以以其基本上与灯的光谱功率分布无关的方式被调节。图 13 示出了用户控制 162 的一个可能配置,其中第一控制 164 可用来调节灯的整体亮度输出;允许用户开启或关闭灯以及调暗或调亮灯。该控制将向控制器提供信号,其将在保持到第一和第二发光元件的功率的恒定比率的同时控制提供给灯的整体电功率。因此,保持来自第一发光元件的整体光谱功率与第二发光元件的整体光谱功率的恒定比率和灯的输出光谱功率分布。该控制一般被标记以描述开和关状态的字或图标。第二控制 166 可用来调整灯的光谱功率分布。该控制将向控制器提供信号,其将调整第一发光元件 4 两端和第二发光元件 6 两端的电势的比率。

[0155] 尽管该灯可被手动控制以产生具有不同的输出光谱功率分布的光,但是存在如下系统,其中期望自动地控制输出光谱功率分布以及潜在地控制整体亮度输出以获得期望的效果。在一个这样的系统中,用户可能希望灯提供的光谱功率分布匹配于来自户外环境的自然光的光谱功率分布。对于该应用,诸如如图 14 所示的传感器的传感器 170 可被设计成具有两个或更多个传感元件 172、174 并将用于提供输出信号的装置 176(诸如线)提供给控制器 8。传感元件 172、174 中的至少两个将具有不同的光谱敏感度。理想地,两个传感元件的光谱敏感度是这样的:第一传感元件 172 的光谱敏感度近似于灯中第一发光元件 4 的光谱功率分布,且第二传感元件 174 的光谱敏感度近似于第二发光元件 6 的光谱功率分布。这两个传感元件 172、174 的光谱敏感度可通过将不同的颜色滤波器 178、180 施加到这两个传感元件来调整。在该系统中,然后可使用这两个传感器的输出的比率来直接控制提供给灯中的两个发光元件的功率的比率。这样,控制器 8 的外部源 160 是包括至少两个光敏元件 172、174 的光学传感器 170,其中每个光敏元件具有不同的光谱响应,且其中控制器根据来自第一和第二光敏元件的输出的比率调整来自第一发光元件的整体光谱功率与来自第二发光元件的光谱功率的比率。重要的是要注意到,在本实施例内不需要微处理器。相反,可使用来自传感器的模拟输出通过传统模拟电路直接控制灯。还可应用具有比发光元件的数目更多的传感元件或具有与发光元件的光谱功率分布不同的光谱响应的传感器。然而,在这样的系统中可能需要微处理器来确定环境中的光的光谱组成且然后确定灯中两个

发光元件输出的光的比率,其提供与环境中的光的光谱功率分布尽可能接近的光谱功率分布。应注意,这样的传感器可被附着到灯,附着到控制器或附着到环境中的任何其他表面。

[0156] 又一应用可以是人工地模拟更自然的照明环境。在一个应用中,已知轮班制工人经常遭受睡眠紊乱之苦。一个解决该紊乱的可能的方法可以是在工作环境中提供模拟户外环境的照明。在该应用中,灯的光谱功率分布可基于一天中的时间来调整,从而模拟太阳升起、跨天空移动以及日落时发生的色温的变化。在这样的系统中,对控制器 8 提供典型的定时器作为外部源 160。该定时器可提供绝对或相对的信号。也就是说,其可指示一天中的时间且控制器可基于该信息调节两个发光元件的每个的整体光谱功率的比率。可替代地,定时器可指示相对信号,诸如从工作轮换开始起经过的时间,且控制器可基于该信息调整两个发光元件的每个的整体光谱功率的比率。

[0157] 另一应用是提供用于摄影系统的辅助光源,包括闪光灯静止摄影和用于运动图像捕获的导向的连续照明。该摄影系统的示意图如图 15 所示。如该图所示,摄影系统装备有传感器 252。传感器理想地由关于图 14 讨论的至少两个光敏元件组成,其中每个光敏元件具有模拟构成灯 250 的两个发光元件的每个的光谱功率分布的光谱响应。该灯是提供如下照明的本发明的灯,即,如果被选通则该照明与捕获机构 256 同步。可使用可选处理器 254 来解释从传感器提供的信号和 / 或确定从灯 250 获得期望的响应所需的驱动信号。可使用该相同的处理器 254 来同步图像捕获和灯 250 提供的照明。

[0158] 在示例性实施例内,来自两个光敏元件的组合响应将与灯的期望整体光谱功率相反地相关,且因此与用来驱动灯的电流相反地相关。传感器 252 确定的整体照明水平和灯 250 产生的整体光谱功率之间的相反关系是重要的,因为当环境被灰暗地照明时灯 250 产生更强的补偿照明源是重要的。在该系统中,两个光敏元件的相对响应与构成灯 250 的两个发光元件所要产生的相对亮度成正比例。两个光敏元件的相对响应与构成灯 250 的两个发光元件所要产生的相对发光强度成正比例这一事实允许灯的光谱响应尽可能良好地匹配于环境内其他照明源的光谱功率分布。

[0159] 在摄影系统内,由于两个原因,将闪光灯或点照明的光谱功率分布匹配于环境内其他灯的光谱功率分布是重要的。首先,摄影系统试图确定优势照明源并校正该源以产生当在各种环境下观看时看起来中性平衡的照片。当在图像捕获期间存在各种颜色的照明时,这些算法在不提供局部自适应处理的情况下不能正确地检测或校正这些多个照明源。这样的算法极其难以设计且通常对于可能存在的各种照明条件不稳健。进一步地,如果这样的算法可被构造,则其将需要大量的处理功率,因此提高了采用其的摄影系统的潜在成本。第二,如果局部自适应处理没有被应用到在具有如下照明源的环境中捕获的图像,该照明源具有多个不同的光谱功率分布且颜色平衡没有被校正,则所得到的照片的至少一些部分将看起来具有彩色投影,这是不期望的且减损了最终照片的价值。

[0160] 本领域技术人员应认识到,虽然传感器 252 理想上将具有两个光敏元件,但是可替代地其可具有一个光敏元件或多于两个的光敏元件。如果传感器 252 具有仅一个光敏元件,则仅使用该传感器来调整灯 250 的整体发光强度。然而,任何时候传感器 252 具有至少两个光敏元件,每个光敏元件具有不同的光谱响应,则来自该传感器的响应可用来估计环境照明的光谱功率分布。如果估计了环境照明,则可以调整用以控制灯 250 内的两个发光元件的光谱功率的来自第一发光元件的整体光谱功率与第二发光元件的整体光谱功率

的比率,以提供与环境照明的光谱功率分布尽可能靠近的光谱匹配。

[0161] 本公开中提供的例子一般地讨论了用于发射具有 4000K 和 9500K 的色温的光的两个发光元件。然而,本领域技术人员将认识到,这不是必需的且任一发射器的色温可显著小于或大于这些值中的任一个。例如,更低的色温可被向下扩展到 3000K 附近以提供具有更多钨灯或甚至钠蒸汽灯的颜色照明。进一步地,对于一些应用更高的色温可被进一步扩展到 12000 或甚至 15000K 范围中。然而,一般将选择色温的范围使得其色度坐标之间的直线沿普朗克轨迹的基本上直的部分放置。本公开中提供的例子还讨论了在每个发光元件内提供多个种类的发射器。不同的例子采用了具有不同带宽的发射器种类,然而每个例子采用具有相同带宽的发射器。同样,这在本发明内不是必须的,因为采用在靠近可见光谱的中心而不是靠近末端具有更宽的带宽的发射器种类以实现本发明的目的可以是合乎期望的。

[0162] 已具体参考本发明的特定优选实施例详细说明了本发明,然而应理解,在本发明的精神和范围内可实现变化和修改。

[0163] 部件列表

[0164] 2 灯

[0165] 4 第一发光元件

[0166] 6 第二发光元件

[0167] 8 控制器

[0168] 10a 第一发光元件的信号控制线

[0169] 10b 第二发光元件的信号控制线

[0170] 12 第一发光元件的坐标

[0171] 14 第二发光元件的坐标

[0172] 16 普朗克轨迹

[0173] 18 到 D50 的拟合的候选

[0174] 20 到 D65 的拟合的候选

[0175] 22 到 D93 的适配的候选

[0176] 30 第一发光元件的光谱功率分布

[0177] 32 第二发光元件的光谱功率分布

[0178] 34 第一波长带

[0179] 36 第二波长带

[0180] 38 第三波长带

[0181] 42 D50 处的灯光谱功率分布

[0182] 44 D50 的 CIE 标准光谱功率分布

[0183] 46 D65 处的灯光谱功率分布

[0184] 48 D65 的 CIE 标准光谱功率分布

[0185] 50 D93 处的灯光谱功率分布

[0186] 52 D93 的 CIE 标准光谱功率分布

[0187] 56 电致发光装置

[0188] 58 量子点无机发光层

[0189] 60 衬底

- [0190] 62 阳极
- [0191] 64 总线金属
- [0192] 66 阴极
- [0193] 70 无机量子点发光层
- [0194] 72 第一类型的量子点
- [0195] 74 第二类型的量子点
- [0196] 76 第三类型的量子点
- [0197] 78 导电元件
- [0198] 80 第一发光元件的光谱功率分布
- [0199] 82 第二发光元件的光谱功率分布
- [0200] 90 第一发光元件的坐标
- [0201] 92 第二发光元件的坐标
- [0202] 94 到 D50 的适配的坐标
- [0203] 96 到 D65 的适配的坐标
- [0204] 102 第一发光元件的光谱功率分布
- [0205] 104 第二发光元件的光谱功率分布
- [0206] 112 第一发光元件的光谱功率分布
- [0207] 114 第二发光元件的光谱功率分布
- [0208] 120 衬底
- [0209] 122 第一电极
- [0210] 124 第一空穴注入层
- [0211] 126 第一空穴输送层
- [0212] 128 第一发光层
- [0213] 130 第一电子输送层
- [0214] 132 第二电极
- [0215] 134 第二空穴注入层
- [0216] 136 第二空穴输送层
- [0217] 138 第二发光层
- [0218] 140 第二电子输送层
- [0219] 142 第三电极
- [0220] 144 第一 EL 单元
- [0221] 146 第二 EL 单元
- [0222] 150 控制信号
- [0223] 152a 电源
- [0224] 152b 电源
- [0225] 154a 第一发光元件
- [0226] 154b 第二发光元件
- [0227] 155 数模转换器
- [0228] 156a 电阻器

- [0229] 156b 电阻器
- [0230] 158a 晶体管
- [0231] 158b 晶体管
- [0232] 159a 电阻器
- [0233] 159b 电阻器
- [0234] 160 信号接收装置
- [0235] 162 用户控制
- [0236] 164 亮度控制
- [0237] 166 色温控制
- [0238] 170 传感器
- [0239] 172 第一传感元件
- [0240] 174 第二传感元件
- [0241] 176 输出信号装置
- [0242] 178 颜色滤波器
- [0243] 180 颜色滤波器
- [0244] 250D93 处的灯光谱功率分布
- [0245] 252 传感器
- [0246] 254 处理器
- [0247] 256 捕获机构

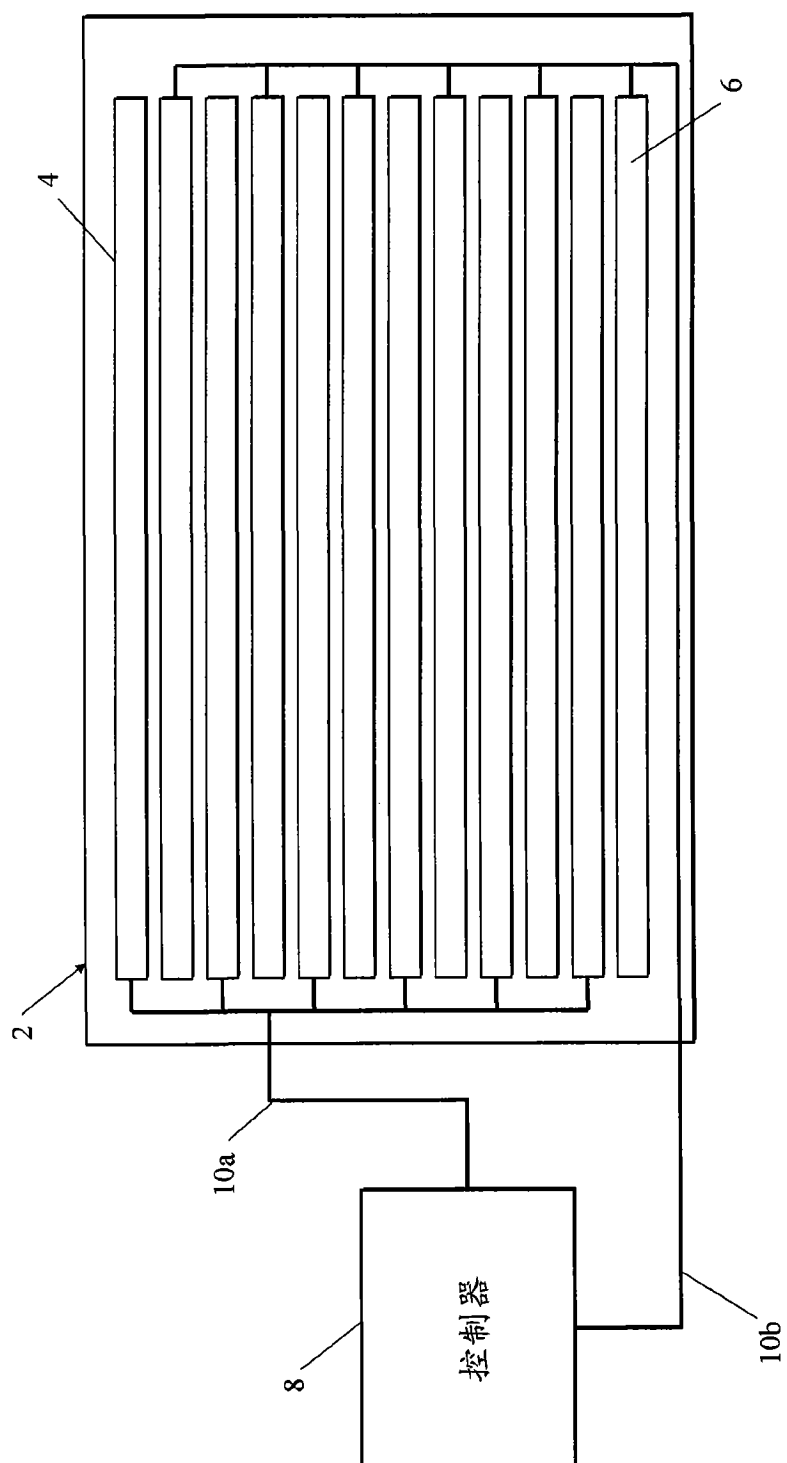


图 1

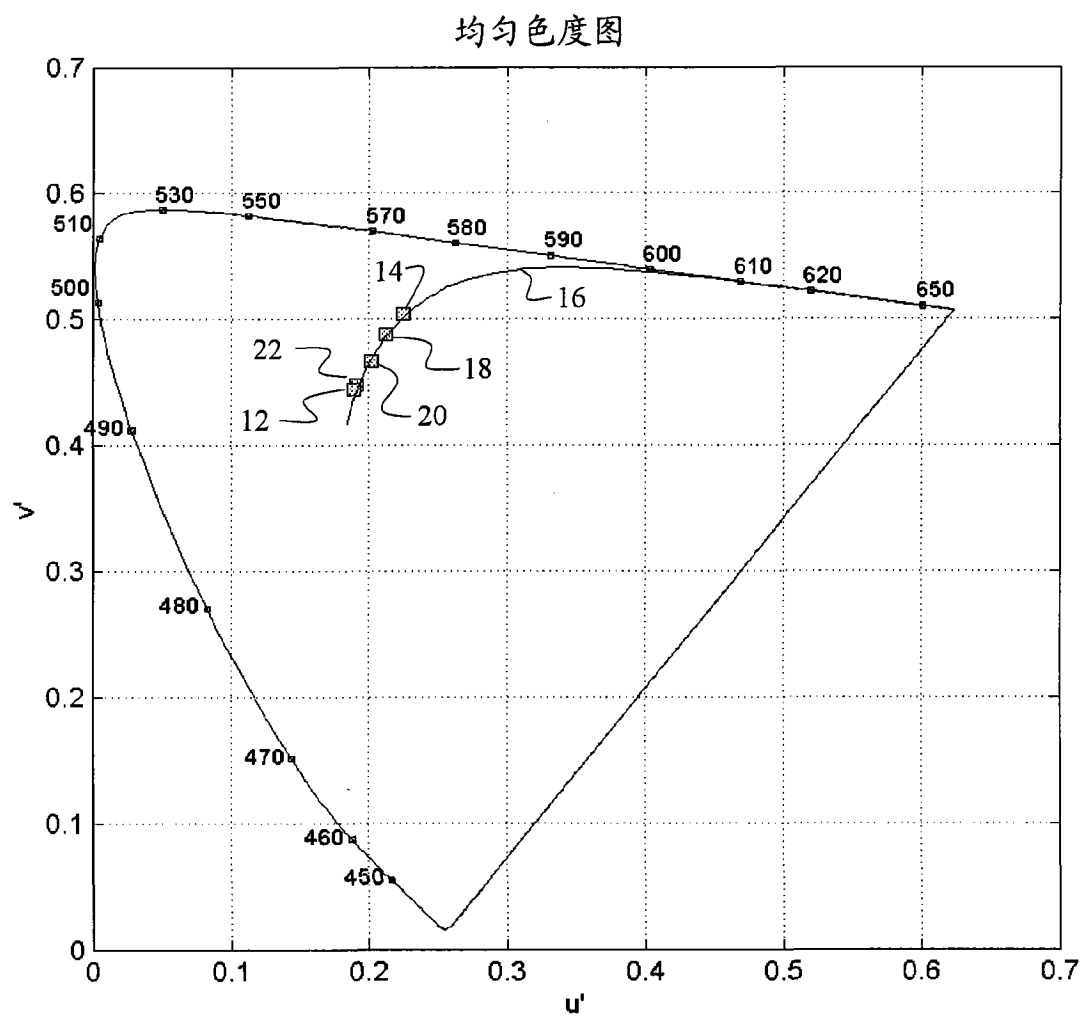


图 2

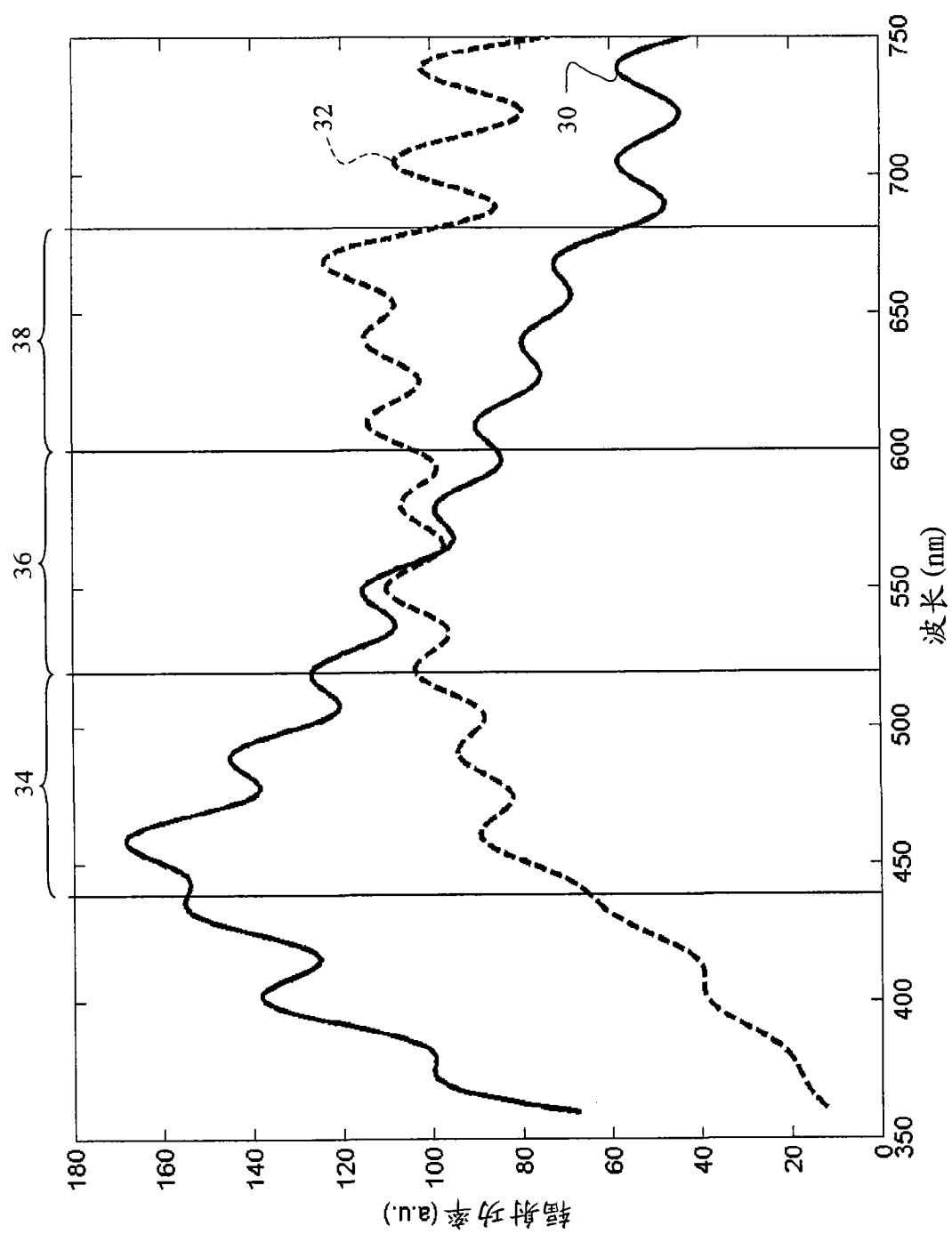


图 3

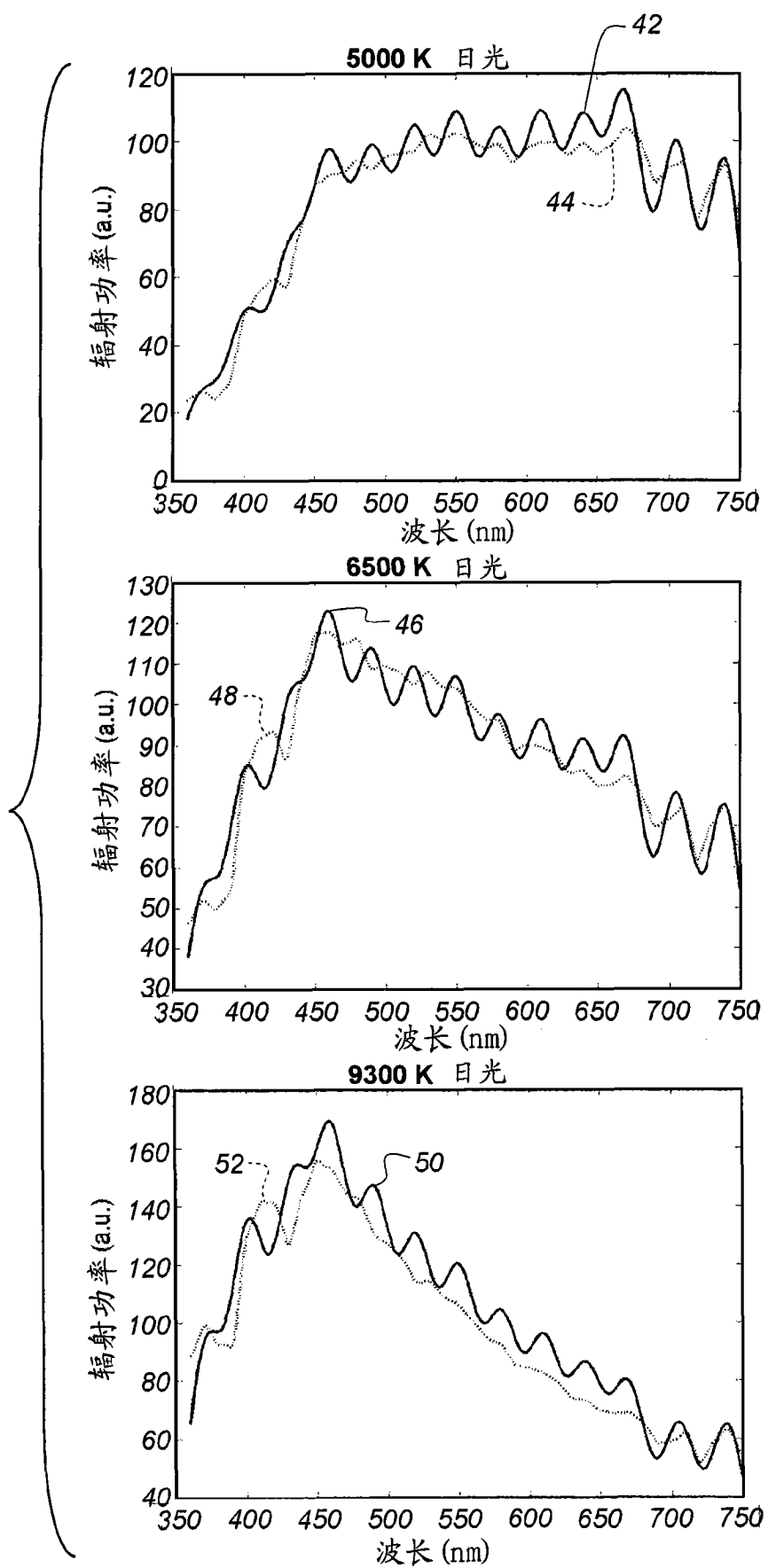


图 4

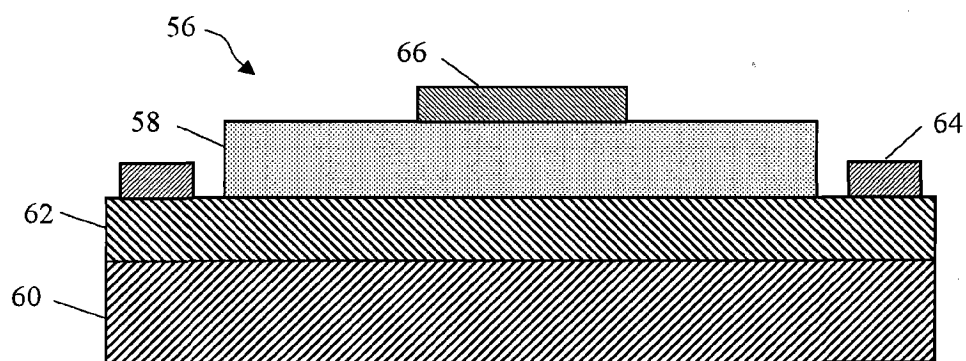


图 5

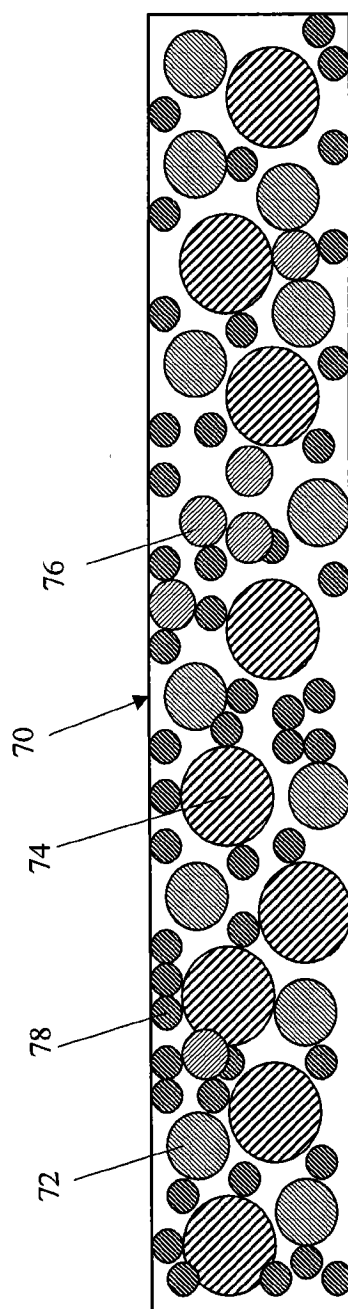


图 6

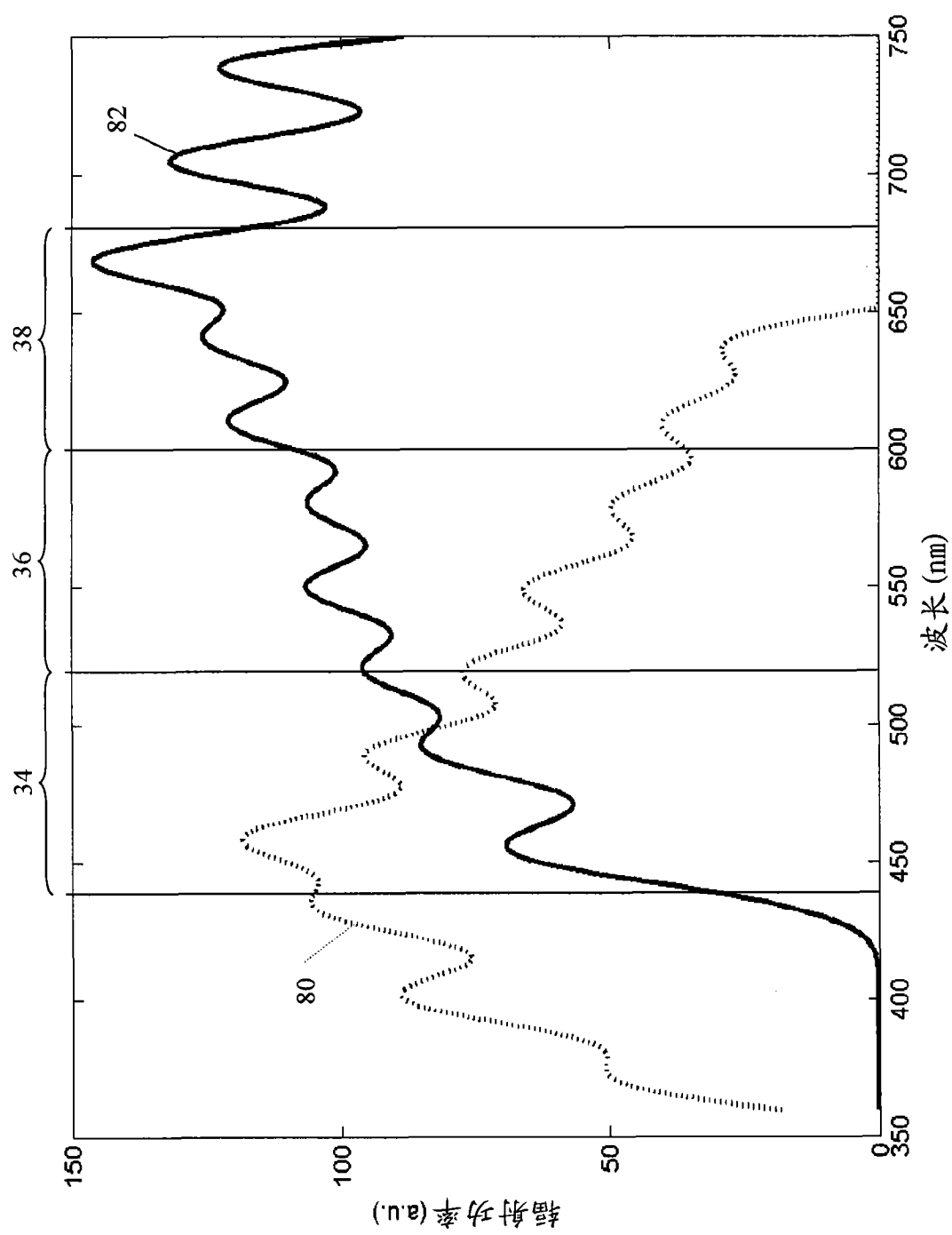


图 7

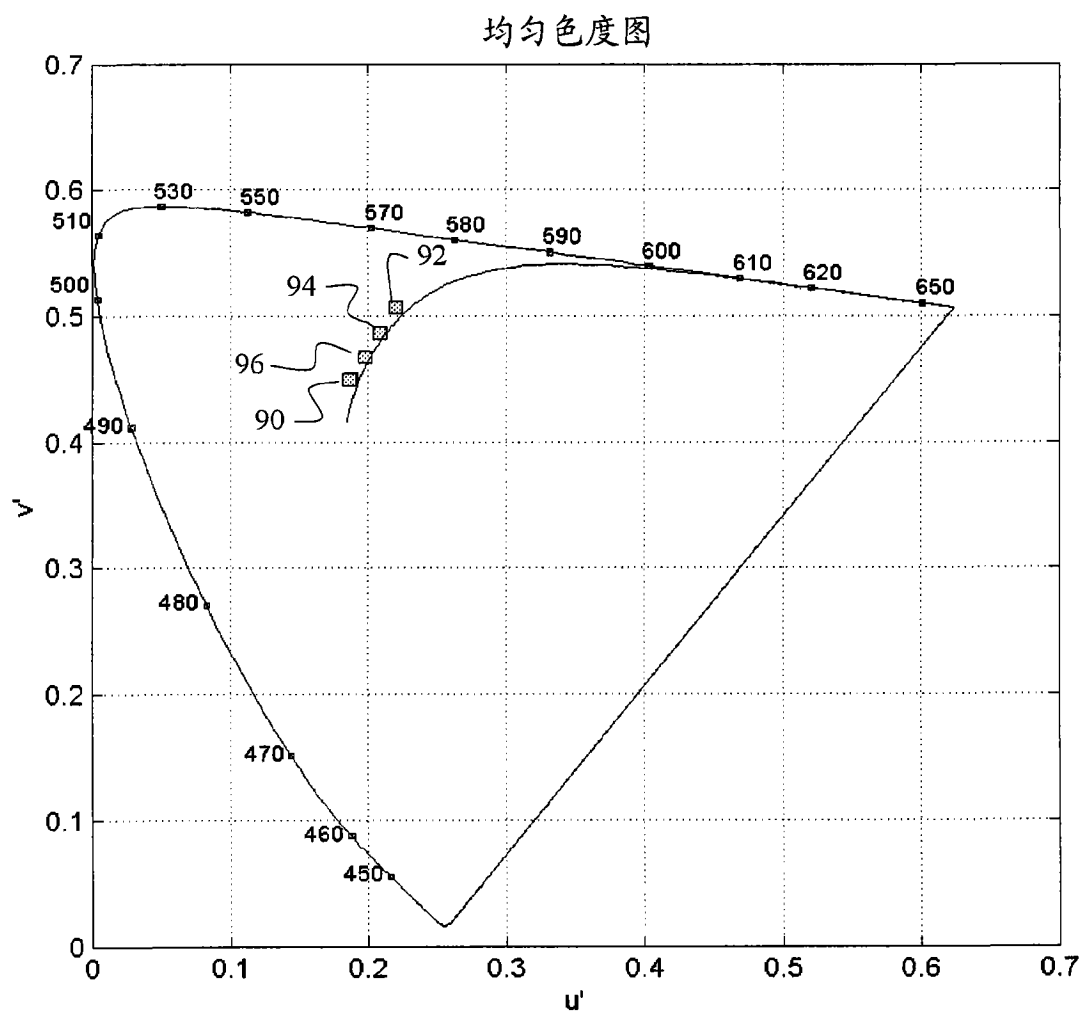


图 8

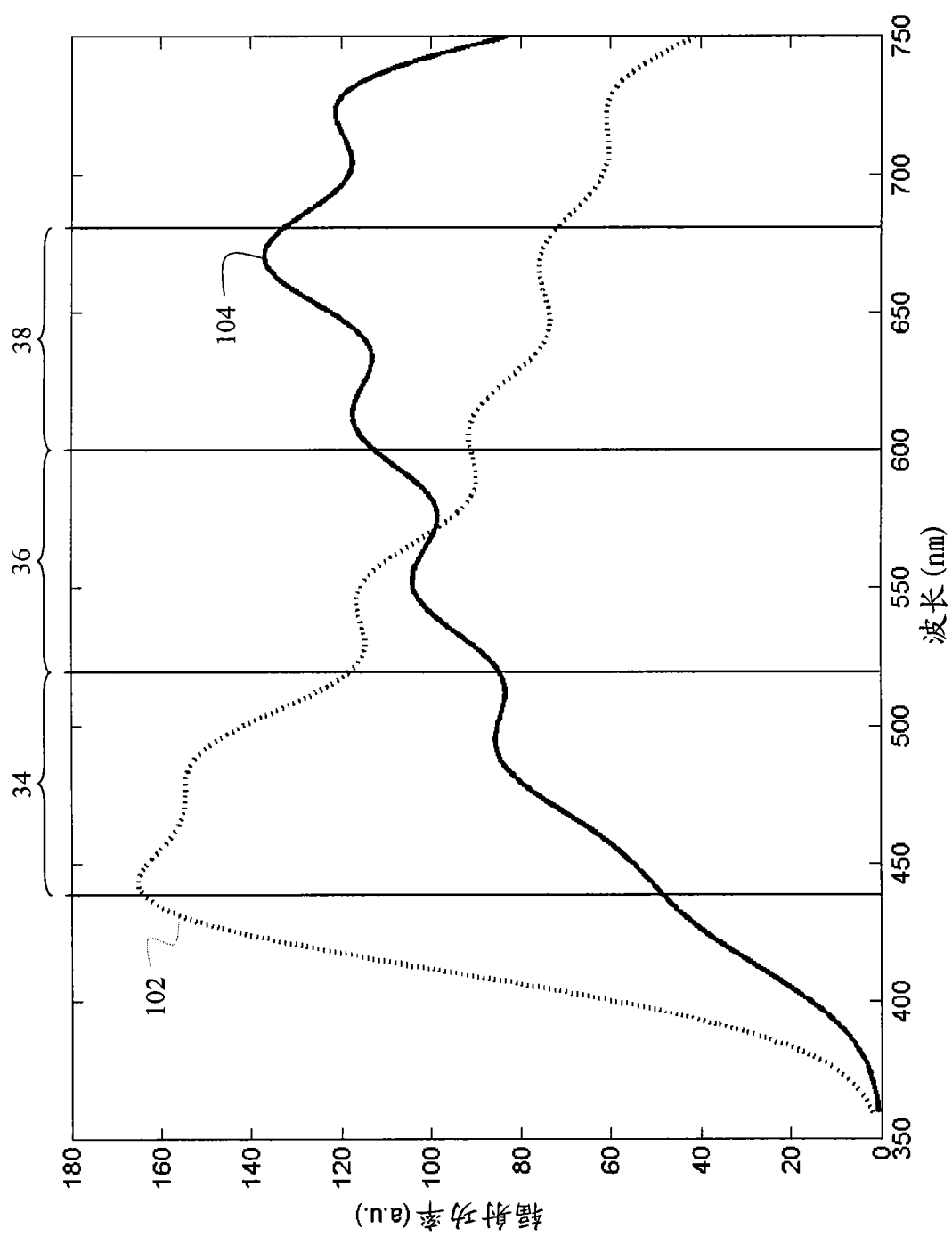


图 9

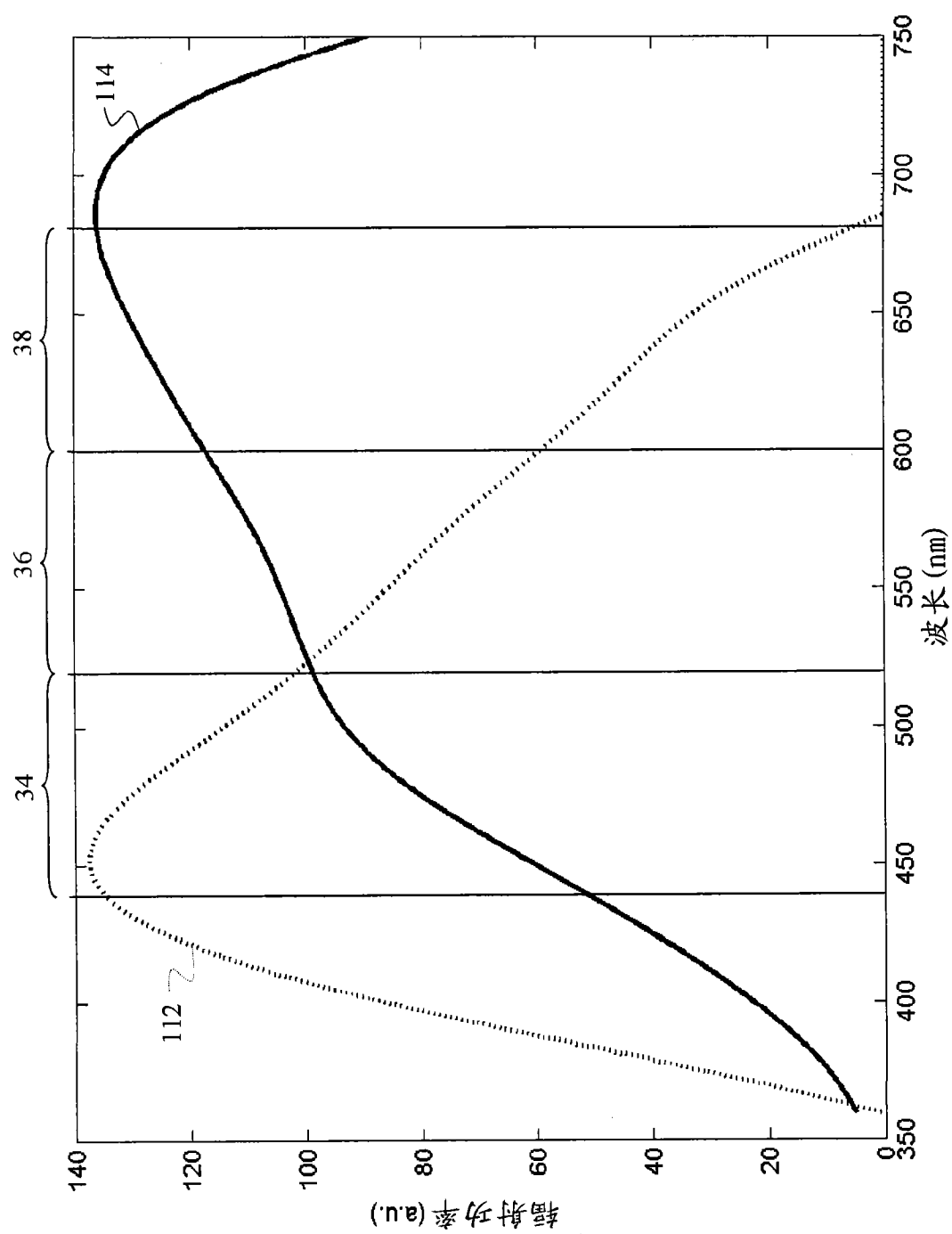


图 10

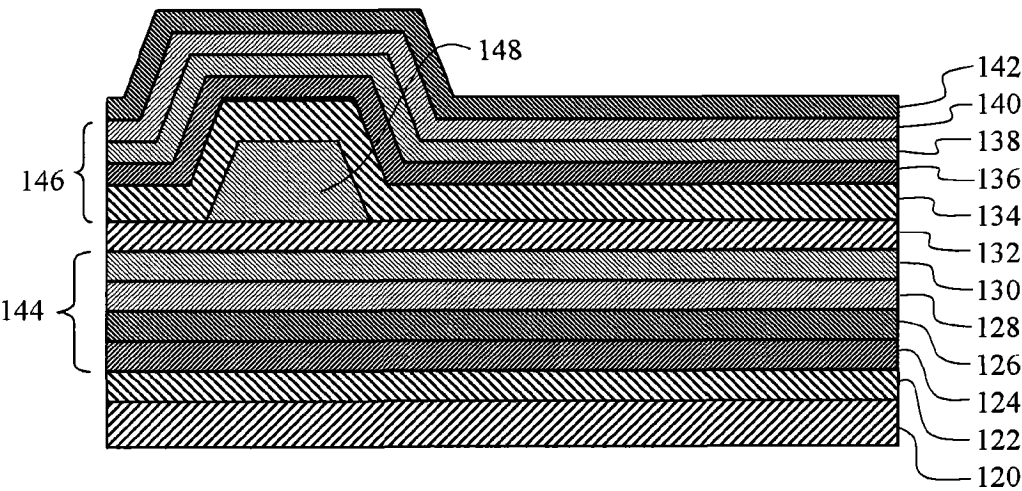


图 11

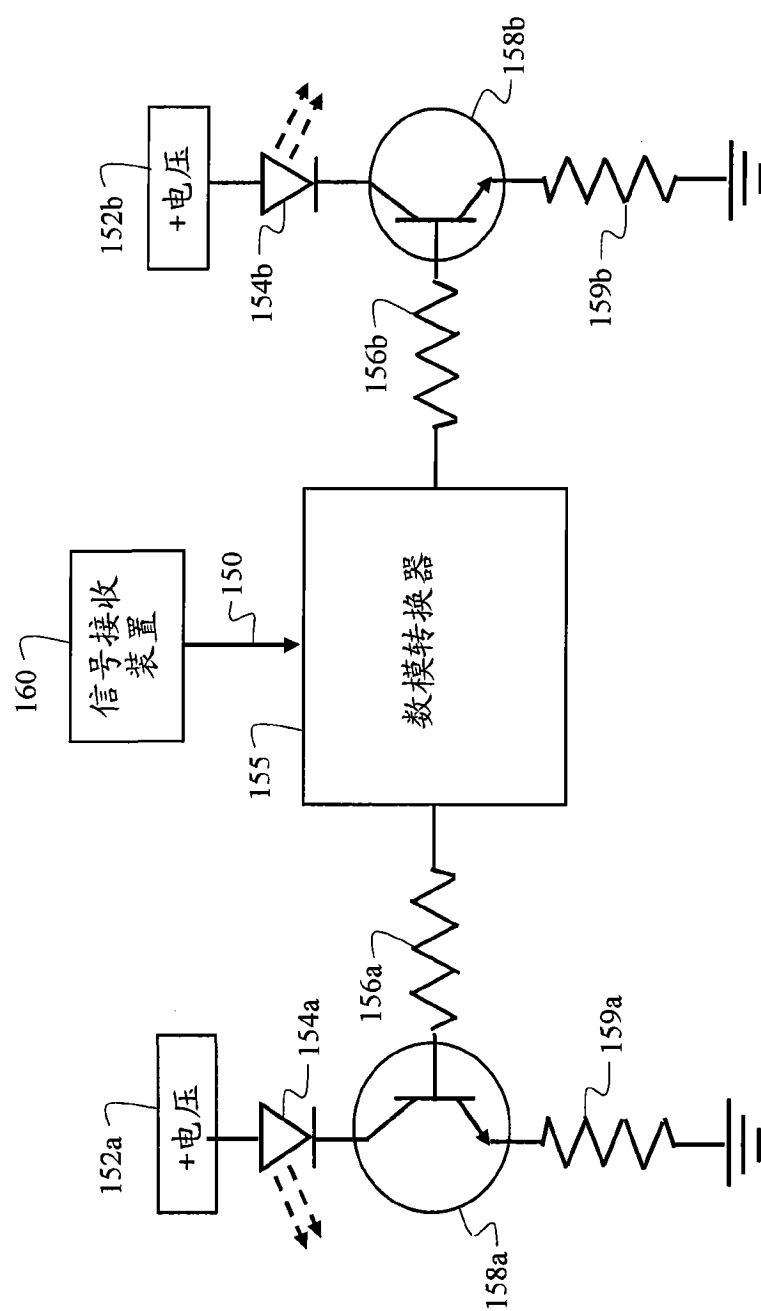


图 12

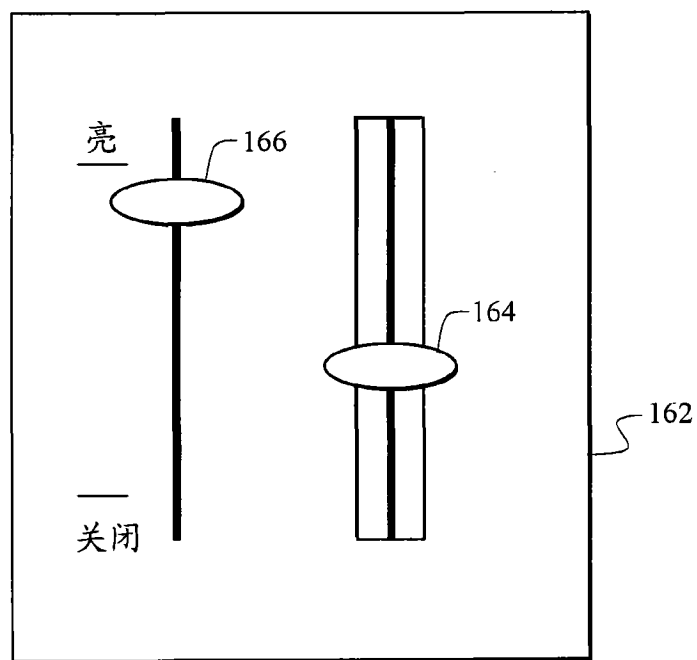


图 13

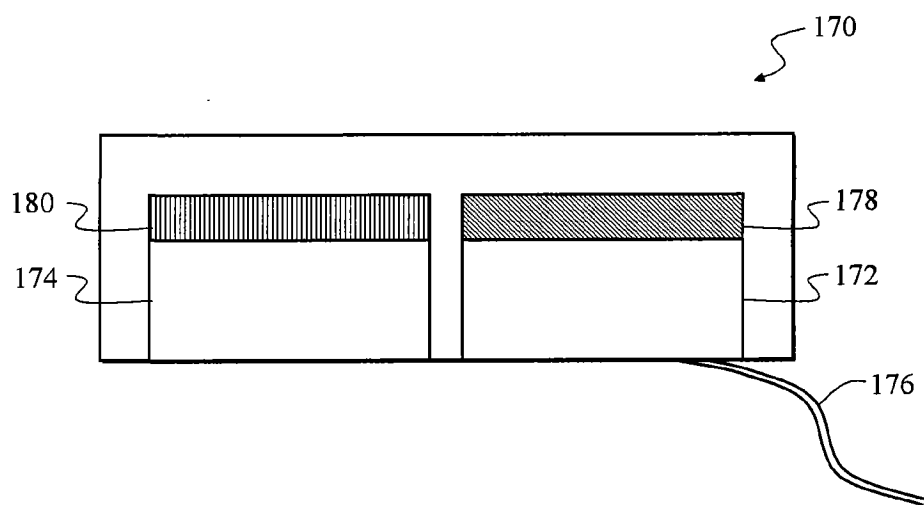


图 14

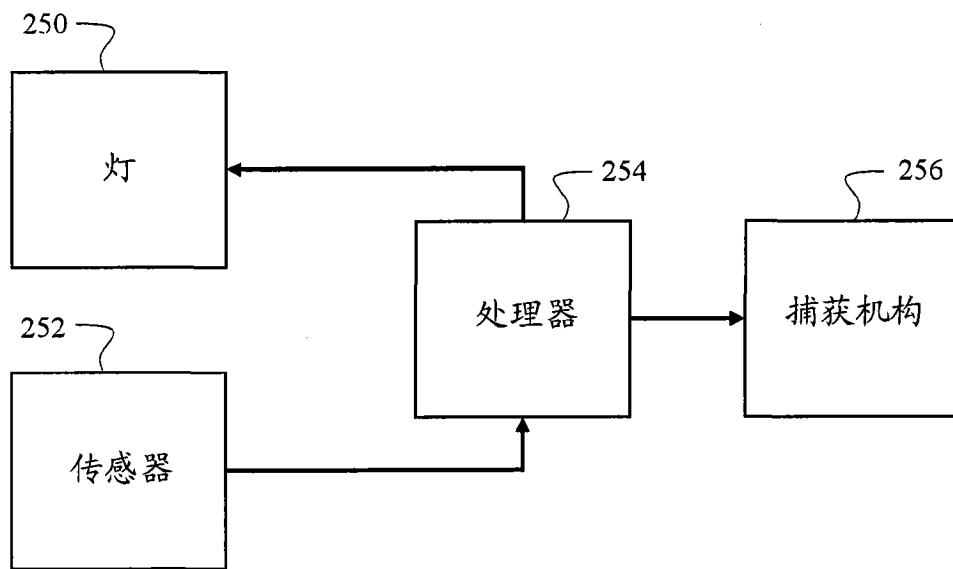


图 15