

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G09G 3/34 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880015846.5

[43] 公开日 2010 年 3 月 24 日

[11] 公开号 CN 101681597A

[22] 申请日 2008.5.19

[21] 申请号 200880015846.5

[30] 优先权

[32] 2007.5.23 [33] US [31] 60/939,083

[86] 国际申请 PCT/US2008/064129 2008.5.19

[87] 国际公布 WO2008/147753 英 2008.12.4

[85] 进入国家阶段日期 2009.11.12

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 瓦迪姆·萨瓦蒂夫

罗尔夫·W·比尔纳特

约翰·A·惠特利

迈克尔·A·梅斯

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 顾红霞 何胜勇

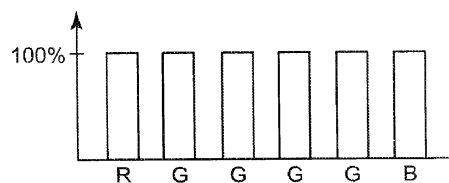
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 3 页

[54] 发明名称

有效利用有色 LED 光源的白光背光源等

[57] 摘要

背光源包括分别为第一、第二和第三色(非白色)的 n_1 、 n_2 和 n_3 个有色 LED 光源, 以及连接至这些光源的驱动电路。所述驱动电路被构造成在其各自最大驱动特性的特定百分比(例如 10%)内驱动所述各个第一、第二和第三光源, 并且对所述数目 n_1 、 n_2 和 n_3 进行选择, 以使得来自所述通电的第一、第二和第三 LED 光源的光在组合后基本上为白光。在一些情况下, 所述背光源还包括数目 n_4 的白光 LED 光源, 并且所述有色 LED 光源可以在或可以不在其最大额定值的 10% 内驱动。对白光源的数目 n_4 进行选择, 以在将所述背光源输出的色域维持在所需规格的特定百分比(例如 10%)内的同时提高所述背光源的亮度。



1. 一种具有输出照明区域的白光背光源，包括：
设置为用于将光发射到所述输出照明区域内的多个有色光源；以及
连接至所述多个有色光源的驱动电路；
其中所述多个有色光源具有第一数目 n_1 的第一 LED 光源、第二数目 n_2 的第二 LED 光源、以及第三数目 n_3 的第三 LED 光源，所述第一、第二和第三 LED 光源(i)分别发射第一、第二和第三色光，所述第一、第二和第三色光不是白色并且彼此显著不同，并且(ii)分别具有第一、第二和第三最大驱动特性，以及相应的第一、第二和第三最大输出特性；
其中，所述驱动电路被构造成在所述第一最大驱动特性的 10%内驱动所述第一 LED 光源，在所述第二最大驱动特性的 10%内驱动所述第二 LED 光源，在所述第三最大驱动特性的 10%内驱动所述第三 LED 光源；并且
选择 n_1 、 n_2 和 n_3 ，从而使来自通电的所述第一、第二和第三 LED 光源的光在组合后基本为白光。
2. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中所述背光源包括位于所述输出照明区域后方的腔，并且所述多个有色光源将光发射到所述腔内。
3. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中所述驱动电路被构造成在平均 $x\%$ 的所述第一最大驱动特性下驱动所述第一 LED 光源，在平均 $y\%$ 的所述第二最大驱动特性下驱动所述第二 LED 光源，以及在平均 $z\%$ 的所述第三最大驱动特性下驱动所述第三 LED 光源，并且 $n_1 \times (1 - x\%) < 1$ ， $n_2 \times (1 - y\%) < 1$ ， $n_3 \times (1 - z\%) < 1$ 。
4. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中所述第一、第二和第三最大驱动特性分别为在第一、第二和第三操作温度下的第一、第二和第三最大驱动电流。
5. 根据权利要求 1 所述的背光源，其中所述第一色光为红光，所述第二色光为绿光，并且所述第三色光为蓝光。
6. 根据权利要求 4 所述的背光源，其中 $n_1 = n_3$ ，并且 $n_2 = 4 \times n_1$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中所述第一、第二和第三 LED 光源设置为临近所述输出照明区域的周边以提供侧光式背光源。
8. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中所述第一、第二和第三 LED 光源设置在所述输出照明区域的正背后以提供直接照明式背光源。
9. 根据权利要求 1 所述的背光源, 其中所述第一、第二和第三 LED 光源成组布置, 并且这些组中的每一个组均相对于第一局部平面成镜面对称。
10. 根据权利要求 9 所述的背光源, 其中每个组还相对于垂直于所述第一局部平面的第二局部平面成镜面对称。
11. 根据权利要求 1 所述的背光源, 还包括将光发射到所述输出照明区域内的一个或多个白光 LED 光源。
12. 根据权利要求 11 所述的背光源, 其中所述光源的色域在所需色域的 10%以内。
13. 根据权利要求 12 所述的背光源, 其中所述光源的色域在所述所需色域的 5%以内。
14. 根据权利要求 13 所述的背光源, 其中所述所需色域为在 (u', v') 坐标中测量的 NTSC 1953 色域。
15. 一种具有输出照明区域的白光背光源, 包括:

设置为用于将光发射到所述输出照明区域内的多个有色光源, 所述多个有色光源具有第一数目 n_1 的第一 LED 光源、第二数目 n_2 的第二 LED 光源、以及第三数目 n_3 的第三 LED 光源, 所述第一、第二和第三 LED 光源(i)分别发射第一、第二和第三色光, 所述第一、第二和第三色光不是白色并且彼此显著不同, 并且(ii)分别具有第一、第二和第三最大驱动特性, 以及相应的第一、第二和第三最大输出特性;

数目 n_4 的白光 LED 光源, 其也将光发射到所述输出照明区域内;

连接至所述多个有色光源和所述白光 LED 光源的驱动电路;

其中, 对所述数目 n_4 进行选择, 以在维持所述输出照明区域的色域在所需色域的 10%以内的同时, 提高所述输出照明区域的发光效率。

16. 根据权利要求 15 所述的背光源，其中所述背光源包括位于所述输出照明区域后方的腔，并且所述多个有色光源和所述数目 n_4 的白光 LED 光源将光发射到所述腔内。
17. 根据权利要求 15 所述的背光源，其中所述色域在 (u', v') 颜色坐标中测量，而所述所需色域为 NTSC 1953 色域。
18. 根据权利要求 15 所述的背光源，其中所述数目 n_4 将所述输出照明区域的色域维持在所述所需色域的 5%之内。
19. 根据权利要求 15 所述的背光源，其中所述驱动电路被构造成在所述第一最大驱动特性的 10%内驱动所述第一 LED 光源，在所述第二最大驱动特性的 10%内驱动所述第二 LED 光源，并且在所述第三最大驱动特性的 10%内驱动所述第三 LED 光源，并且对 n_1 、 n_2 和 n_3 进行选择，以使得来自通电的所述第一、第二和第三 LED 光源的光在组合后基本上为白光。

有效利用有色 LED 光源的 白光背光源等

技术领域

本发明涉及发射白光但包括有色光源的扩展面光源，所述有色光源发射的光合并产生白光。发射白光的扩展光源的一个实例是适合从背面照亮液晶显示器或其他图形的背光源。另一个实例为用于常规照明的扩展光源。

背景技术

至少从 Isaac Newton 时代开始，就已经知道白光是由从蓝光到红光的有色可见光谱组成的。同样还知道这一结果的推论为白光可以通过合并不同的有色光束（例如红、绿和蓝光束）产生，并且当学生看到此原理得以演示时，始终不断地为之着迷。

在一些最新式的薄板电视机中使用了这一相同原理。这些电视机采用单独的红光、绿光和蓝光发光二极管(LED)阵列来照亮液晶显示器(LCD)面板。红光、绿光和蓝光 LED 以规则的重复图案排布在装置的背面，并在 LED 之上安装强漫射板从而在 LCD 面板的整个区域后面提供相对均匀的扩展白光源。在重复的图案中，LED 以四个间距小的 LED（一个红光、一个蓝光和两个绿光）为一组排列成组。接着类似的组在装置的背面排列成图案。因此，电视机中使用的 LED 的整体数量中红光(R)：绿光(G)：蓝光(B)的比例为 1:2:1。

配合以提供 LCD 板背后的扩展白光源的 LED、漫射板和其他元件总称为“背光源”。

根据内部光源相对于背光源输出区域的位置，可以将背光源归为两类中的一类，其中背光源“输出区域”对应于显示装置的可视区域或可视区。本文中背光源的“输出区域”有时称作“输出区”或“输出表面”，

以区分输出区或输出表面本身和输出区或输出表面的面积（单位为平方米、平方毫米、平方英尺等的数量）。

第一类为“侧光式”。在侧光式背光源中，从平面透视图来看，通常在对应于输出区域的区域或地带之外，沿背光源构造的外边界或周边设置了一个或多个光源。通常，在背光源输出区域边界上的框架或镶条从视野中遮住了光源。光源通常将光发射至称为“光导装置”的元件中，特别是在需要薄型背光源的情况下，如在膝上型计算机的显示屏中。光导装置为透明、固体并且相对薄的板，其长度和宽度尺寸接近背光源输出区域。光导装置采用全内反射(TIR)来传送或引导光从安装在边缘的灯穿过光导装置的整个长或宽而到达背光源的相对边缘，在光导装置的表面上设置了局部提取结构的不均一图案，以便将一些来自光导装置的导向光重新导向背光源的输出区域。这类背光源通常还包括光管理膜，例如设置在光导装置后面或下方的反射材料，以及设置在光导装置前面或上方的反射偏振膜和棱柱 BEF 膜，从而增加了同轴亮度。

第二类为“直接照明式”。在直接照明式背光源中，从平面透视图来看，基本在与输出区域相对应的区域或地带中设置了一个或多个光源，通常以规则的阵列或图案排布在地带内。或者，可以说直接照明式背光源的光源设置在背光源输出区域的正后方。通常将强漫射板安装在光源上方，从而使光散布在输出区域上。此外，光管理膜（例如反射偏振膜和棱柱 BEF 膜）也可以设置在漫射板的顶部，以改善同轴亮度和效率。

在一些情况下，直接照明式背光源在背光源的周边还可以包括一个或一些光源，或者侧光式背光源在输出区域的正背后可以包括一个或一些光源。在这些情况下，如果大部分光来自背光源输出区域的正背后，则认为该背光源为“直接照明式”，如果大部分光来自背光源输出区域的周边，则认为是“侧光式”。

由于其操作方法，LCD 面板只利用光的一种偏振态，因此对于 LCD 的应用而言，了解背光源的正确或可用偏振态的光的亮度和均匀度至关重要，而不仅仅是了解可能非偏振态的光的亮度或均匀度。就此而言，在所有其他因素等同的情况下，发射主要为或完全为可用偏振态光的背光源在 LCD 应用中比发射非偏振态光的背光源更有效。然而，由于设置在 LCD 面

板背面的吸收型偏振器可以轻易消除非可用偏振态，因此发射并非完全是可用偏振态的光甚至发射无规偏振光的背光源在 LCD 应用中仍完全可用。

发明内容

申请人发现利用各个有色 LED 光源的装置未必能最有效地利用那些光源。申请人发现，例如，根据其各自最大驱动特性和最大输出特性可以对发射白光的背光源中所用的所有红光、绿光和蓝光（或其他组成颜色）LED 的相对数量进行调整，以此方式最大程度减少或显著减少背光源中有色 LED 的总数。由于可以用于安装 LED 装置的物理空间或“实际面积”有限，并且当归一化为背光源输出区域后，确实会随背光源尺寸的增大而减小，因此这对于侧光式背光源特别有用。这是因为矩形或类似形状的周长与面积的比随特有的面内尺寸 L （例如，对于给定纵横比的矩形，背光源输出区域的长、宽或对角线）线性下降 ($1/L$)。

申请人还发现可以优化同时使用有色 LED 和发射白光的 LED 的白光背光源设计的关系。可以选择数量足够多的发射白光的 LED，以在将背光源输出的色域维持在所需色域规格特定百分比内的同时，提高输出照明区域的亮度或基本上使输出照明区域的亮度最大。

因此，本专利申请公开了，特别是，白光背光源，其具有输出照明区域、设置用于将光发射到该区域内的多个有色光源（例如，通过回收腔、光导装置、扩散板等）、以及连接到多个有色光源的驱动电路。在一些实施例中，所述多个有色光源具有第一数目 n_1 的第一 LED 光源、第二数目 n_2 的第二 LED 光源、以及第三数目 n_3 的第三 LED 光源，所述第一、第二和第三 LED 光源 (i) 分别发出第一、第二和第三色光，所述第一、第二和第三色光不是白色并且彼此显著不同，并且 (ii) 分别具有第一、第二和第三最大驱动特性，以及相应的第一、第二和第三最大输出特性。所述驱动电路被构造为，例如，在第一最大驱动特性的 10% 内驱动第一 LED 光源，在第二最大驱动特性的 10% 内驱动第二 LED 光源，在第三最大驱动特性的 10% 内驱动第三 LED 光源。此外，选择数目 n_1 、 n_2 和 n_3 ，从而使来自通电的第一、第二和第三 LED 光源的光在组合后基本上为白光。在其他实施例

中, 所述多个有色光源可以具有发射任意数目色彩的任意合适数量的 LED 光源, 例如, 发射第一、第二、第三和第四色光的光源。

本专利申请还公开了白光背光源, 其具有输出照明区域、设置用于向该区域内发射光的多个有色光源、同样向该输出区域发射光的数目 n_4 的白光 LED 光源以及连接到多个有色光源以及白光 LED 光源的驱动电路。所述多个有色光源具有第一数目 n_1 的第一 LED 光源、第二数目 n_2 的第二 LED 光源、以及第三数目 n_3 的第三 LED 光源, 所述第一、第二和第三 LED 光源 (i) 分别发出第一、第二和第三色光, 所述第一、第二和第三色光不是白色并且彼此显著不同, 并且 (ii) 分别具有第一、第二和第三最大驱动特性, 以及相应的第一、第二和第三最大输出特性。在将输出照明区域的色域维持在所需色域特定百分比 (例如 10%) 内的同时, 考虑到第一、第二和第三 LED 光源的数目分别为 n_1 、 n_2 和 n_3 , 选择数目为 n_4 的白光 LED 光源以提高所述输出照明区域的发光效率或使输出照明区域的发光效率最大。

根据以下的详细描述将会明白本申请的这些方面和其他方面。然而, 在任何情况下, 以上概述都不应理解为是对权利要求书中所要求保护主题的限制, 该主题仅受所附权利要求书的限定, 并且在审查期间可以进行修改。

附图说明

整个说明书中都参考了附图, 其中类似的附图标记表示类似的元件, 并且其中:

图 1 是背光源的示意透视图;

图 2a-c 示出了不同 LED 布置或组中各个 LED 产生白光所需的假定相对驱动强度;

图 3a 示出了 CIE 1931 x, y 彩色坐标系中发射白光的 LED 的色域测量值;

图 3b 示出了 CIE 1931 x, y 彩色坐标系中 RGGGB LED 组合的色域测量值; 以及

图 4 示出了有色 LED 布置的俯视或前视图。

具体实施方式

本文所讨论的发射有色光和发射白光的 LED 的组合可以用于几乎无设计限制的背光源或其他扩展面光源。以最简单的形式,所述背光源可以仅包括安装在腔内的光源,所述腔用漫射板覆盖以传播或合并(或“混合”)来自各个光源的光从而形成均匀的输出。所述背光源还可以包括后反射器,用于辅助会聚向后传播的光以提高效率。如果背光源属于侧光型,它也可以包括固体光导装置,以辅助光在整个背光源输出区域上横向传播。还可以使用光管理膜,如反射偏振膜、棱柱增亮膜(BEF)、转向膜、漫射膜、高反射率镜面反射器、漫反射膜等。通过此类背光源元件的组合以及背光源的几何形状,所述背光源优选地构造成能使来自各种有色光源和白光发射光源(如果有的话)的光充分混合或混匀,以提供亮度和均匀度特性均适用于预期应用的背光源。

结合本发明所公开的光源组合,一类可用并且有利的(但并非必须)背光源为安装了回收腔的一类背光源。在下列共同转让的 PCT 专利申请中公开了这类示例性背光源:“Thin Hollow Backlights With Beneficial Design Characteristics”(具有有利设计特性的薄空腔背光源)(代理人案卷号 63031W0003);“Recycling Backlights With Semi-specular Components”(具有半镜面元件的循环背光源)(代理人案卷号 63032W0003);“Collimating Light Injectors for Edge-Lit Backlights”(侧光式背光源的准直光注入器)(代理人案卷号 63034W0004)和“Backlight and Display System Using Same”(背光源以及使用该背光源的显示系统)(代理人案卷号 63274W0004)。这些专利申请中所述的至少一些背光源具有部分或全部的下列设计特征:

- 再循环光腔,在该光腔内大部分光在从前反射器出来之前都在基本共同扩张的前、后反射器之间进行了多次反射,所述前反射器为部分透射和部分反射的;
- 通过提供包括低损失前反射器、后反射器以及侧反射器的低吸收损耗的基本封闭的腔体,同时通过使与光源相关的损失非常低,例如通过确保所有光源的累积发射区域是背光源输出区域的很小一部分,使光在再循环腔中传播时保持极低的整体损失;

- 中空的再循环光腔，即光在腔内的侧向传送主要发生在空气、真空等中，而不是在诸如丙烯酸类树脂或玻璃的光密介质中；
- 就仅设计用于发射特定（可用）偏振态光的背光源而言，前反射器具有足够高的反射率，对于可用光能够支持侧向传送或传播，而对于光线角随机化这能够达到合格的背光源输出空间均匀度，但是正确应用可用角度下足够高的透射率能够确保背光源的应用亮度是合格的；
- 再循环光腔包括能够保持该腔镜面和漫射特性平衡的一个或多个元件，所述元件具有足够的镜面反射性以支持大量侧向光在腔内传送或混合，但也具有足够的漫射性以使得腔内稳态光的角分布基本均匀，即使仅以很窄的角度范围向腔内注入光（此外，就设计用于仅发射特定（可用）偏振态光的背光源而言，在该腔内的循环优选地包括相对于入射光偏振态的某种程度的反射光偏振随机化，这实现了将不可用偏振光转换为可用偏振光的机理）；
- 再循环腔中前反射器的反射率通常随入射角增加，而透射率通常随入射角减少，其中反射率和透射率是针对非偏振可见光以及任何入射面，和/或入射到可用偏振态的倾斜光为 p-偏振的平面上的可用偏振态光而言（此外，前反射器具有高半球反射率的值并且对应用可用光具有足够高的透射率）；
- 光注入光学元件，其将初始注入到循环腔体内的光部分地准直或限制于靠近横向平面的传播方向上（横向平面平行于背光源的输出区域），例如，注入光线与横向平面之间的平均光通量偏向角在 0 到 40 度之间，或 0 到 30 度之间，或 0 到 15 度之间。

不考虑所选择的背光源类型，现在我们开始关注由使用各个有色 LED 光源来得到扩展面白光输出所引起的问题，而不是关注由于物理混匀或混合光的困难所引起的问题。从图 1 中可以看到包括三种有色 LED 光源 12a、12b 和 12c（例如，分别为发射红光、绿光和蓝光的 LED）的原始背光源的示意透视图。如图所示，驱动电路 18a、18b 和 18c 连接到各个光源并且给其供电。本实施例和其他公开实施例中的驱动电路可采用传统设

计。漫射板 14 将所述三种光源所发射的光拦截并混匀，以提供发射白光的背光源输出区域 16。

根据预期应用中所需或所要求的特定“白色”色调的程度，可以马上意识到输出区域所达到的“白色”程度高度取决于电路 18a、18b 和 18c 驱动各自光源的相对强度（对于发光二极管，通常表示为电流“ I ”或功率“ $P = I \times V$ ”，其中 V 是整个给定二极管的电压降）。就目前市售的有色 LED 而言，发射绿光的 LED 往往对白光光谱产生的贡献低于其所对应的红光和蓝光部分。这可由以下事实得以反映，如果从生产厂家得到了设计相似的红光、绿光和蓝光 LED，并且均以其最大推荐驱动特性（通常为给定温度下的最大运行电流）驱动或照明，并且将它们的输出组合，则由于红光和蓝光过量，或绿光不足，结果是得到清晰的紫色调。

如上所述，一些由 LED 照明的现有装置所用的绿光 LED 的数目是红光或蓝光 LED 数目的两倍，从而 4 个组成一组。然而，申请人发现即使是这种布置，在各自最大推荐驱动特性下驱动所有 4 个 LED 仍将会产生紫色调光。因此，由于绿光 LED 已经提供了其最大光输出，所以必须将红光和蓝光 LED 的功率（无论是电功率、电流或总发射光焦度）显著降低至其最大运行点之下，以达到产生“白光”的平衡。

尽管 LED/LCD 电视生产厂家认为这种情况在商业上是合格的，但是申请人已发现了改进的可能，即更好地利用有色 LED 光源。图 2a-c 用于说明申请人所发现的改进可能性。请注意这些图并未画出测量的数据，并且出于说明目的进行了明显简化。这些图画出了产生“白”光所必须的相对驱动强度，其中对于具体 LED 所给出的相对驱动强度用该 LED 的最大推荐驱动特性的百分比表示，其中驱动特性可以是，例如，电功率 P 、电流 I 或总发射光角度。因此，这些图并不表示不同有色 LED 的驱动特性是相同的。

图 2a 表示一组三个 LED，即一个红光、一个绿光和一个蓝光，或“RGB”。红光和蓝光 LED 对白光光谱产生的贡献多于绿光 LED，因此当与绿光 LED 输出混合时，必须将其驱动强度降低至相似水平以产生白光。在该图中，所降低的水平均为 25%。

将另一绿光 LED 添加到图 2a 的组中构成了 4 个 LED 的组，即一个红光、两个绿光和一个蓝光，或 RGGGB。图 2b 中示出了该新组的驱动强度。由于该组中绿光是 RGB 组中的两倍，因此红光和蓝光 LED 可以图 2 中各自水平的两倍驱动。然而，即使在这种布置下，红光和蓝光 LED 也基本在低于其各自最大推荐驱动特性下驱动。

现在的问题是：为了使得所有 LED 可以在或接近其各自最大推荐驱动特性下驱动但是由此使得其组合后的光学输出还提供所需的“白色”输出光，哪种不同有色（R、G 和 B）LED 的组合是必要的？在目前的情况下，答案是必须再添加两个绿光 LED，得到如图 2c 所示的 RGGGGB。通过这种组合，对背光源输出有贡献的全部有色 LED 光源均在或接近其各自最大驱动特性下驱动。在实施过程中，与 100% 的偏差可能需要将输出调至所需的白点，例如，具体相关的色温。在 LCD 电视背光源应用中，可能需要（例如）6500K 的 CCT，或称为 D65。可能还需要对驱动强度进行调整，以应付所有标称相同颜色的 LED 光源中的颜色变化。可能还需要对驱动强度进行调整，以应付各个 LED 经历温度波动时或随着 LED 老化时的色差。因此，期望给定颜色（无论是 R、G、B 或是其他颜色）的所有 LED 的平均驱动强度在最大驱动特性的特定百分比内。所述特定百分比可以为（例如）25%、20%、15%、10%、或 5%（即，分别为 75%、80%、85%、90%、或 95% 的平均相对驱动强度），并且优选的是所述光源都在没有显著超出各自最大驱动特性下驱动。

另一个方面，如果需要，有色 LED 的总数可以降低到最小值，这个最小值是背光源中所用的特定颜色 LED 总数的函数。当每个具体颜色的 LED 数目相对较大时，例如至少 5 个或至少 10 个，这种情况最有意义。例如，假设共有 n_1 个红光 LED、 n_2 个绿光 LED 和 n_3 个蓝光 LED 向背光源提供光。还假设红光 LED 以 95% 的平均相对驱动强度运行。如果有 10 个红光 LED ($n_1 = 10$)，那么 10 的 95% 为 9.5，因此这 10 个红光 LED 中的每一个都需要。然而，如果有 100 个红光 LED ($n_1 = 100$)，那么 100 的 95% 是 95，因此，当产生与之前相同量的红光时，红光 LED 的数目可以减少到 95（以 100% 的平均相对驱动强度运行）。相同的分析可以应用于背光源中的任何其他有色 LED 组。一般来讲，这种情况可以表示为：将不同 LED 的驱

动电路构造成以平均 $x\%$ 的红光 LED 最大驱动特性驱动红光 LED 光源，以平均 $y\%$ 的绿光 LED 最大驱动特性驱动绿光 LED 光源，以平均 $z\%$ 的蓝光 LED 最大驱动特性驱动蓝光 LED 光源，并且 $n1 \times (1 - x\%) < 1$ ； $n2 \times (1 - y\%) < 1$ ； $n3 \times (1 - z\%) < 1$ 。

按照上述方法，可以有助于显著减少具体应用中所需的有色 LED 的数目，从而降低生产成本。例如，尽管图 2c 的 RGGGB 组比图 2b 的 RRGB 组或图 2a 的 RGB 组包含更多的有色 LED，但 RGGGB 组发射的白光是 RRGB 组的两倍，并且是 RGB 组的四倍。为了发射与六个 LED 的 RGGGB 组相同量的白光，RRGB 组将需要 8 个 LED（两组），而 RGB 组将需要 12 个 LED（四组）。

数目减少的有色 LED 可以有利地用于任何背光源，但是在可用于安装 LED 的“实际面积”或空间受限于背光源腔边缘的侧光式背光源中具有特别有利的效果。例如，对于对角线长 40 英寸、长宽比 16:9 的电视或背光源而言，如果仅有一条长边（顶边或底边）可用于安装光源，则线性距离为 88.5 厘米，或者如果两条短边（侧边）均可用，则线性距离为 99.6cm，或者如果两条长边均可用，则线性距离为 177.1cm。在一些情况下，上述方法可能使得 LED 光源的总数仅能沿一条长边布置，例如在理想的仅用底边的构造中。

在一些情况下，需要多个 LED 光源扩展行的侧光式背光源或类似装置可具有足够的实际面积“宽度”或“深度”来平行地安装一行以上的 LED。例如，背光源腔的边缘可以安装以下两行 RGGGB LED 组：

RGGGB RGGGB RGGGB RGGGB

RGGGB RGGGB RGGGB RGGGB。

所述行不需要互相一致，如下列布置所示：

RB RB RB RB

GGGG GGGG GGGG GGGG。

还可以使用其他颜色构造。例如，如本文所述将白色 LED 与有色 LED 组合时，还可以定义新的不同的红光、绿光和白光的组合。白光 LED 通常由蓝光 LED 晶粒加工而成，并包含黄色荧光体，该黄色荧光体在受到一些蓝光激发时会发出黄光，使得蓝光与黄光的组合将显示成白光。在加工这

些白光 LED 时，所述 LED 的色温可以从呈现蓝光的“冷白色”变化为呈现更加琥珀色或金黄色的“暖白色”。通过将白光 LED 选择为“冷白色”型，可以定义红光、绿光和白光 LED 的组合，其中典型 R-G-G-B 组合中所需的蓝光实际是由来自冷白光 LED 的过量蓝光所产生的。因此，在一些实施例中，不需要蓝光 LED 来产生白光。

本公开中可用的光源可以包括红光、绿光、蓝光、（或产生白光的其他有色光源的组合）和白光。在一些实施例中，当需要亮度较低的图像时，可以只激活有色光源，当在较高亮度水平时，RGB 光源保持在稳定的最大亮度，而白光源用于达到所需的亮度。当在宽泛的亮度水平范围内维持高色域时，这一驱动布置具有提高功率效率的作用。该系统还可以包含动态亮度控制，其中分析了每个图像内容的所需的亮度并将背光源动态地调整到该亮度。在分区的背光源系统中，可以分析每个区域图像的所需亮度，并且如本文所述可以将该区域的背光源调整到所需的亮度。

实施例 1

本实例中，由 Philips Lumileds Lighting 公司出售的红光、绿光和品蓝光 Luxeon III Lambertian 发射装置的特征在于，金属芯或散热器的温度为 50 摄氏度。红光 LED 的最大额定电流为 1.4A，而绿光和蓝光 LED 的最大额定电流均为 700mA。其各自的颜色、通量和成本特性如下所示：

颜色	红光 LED	绿光 LED	蓝光 LED
X	0.35	0.03	0.12
Y	0.15	0.11	0.02
Z	0.00	0.02	0.62
x	0.70	0.19	0.15
y	0.30	0.70	0.03
TLF (Lm)	105.83	77.37	12.89
成本 (美元)	3.10	2.20	2.20

在该表中，TLF 指总光通量，以流明为单位。现在，我们考虑均各自平衡到色点 CCT = 6500K（即 $(x, y) = (0.314, 0.326)$ ）的两个颜色单元。两种情况下，我们均将颜色平衡到 $\Delta E < 0.0025$ 之内，其中 ΔE 是定义为 $(\Delta x^2 + \Delta y^2)$ 的平方根的色差，其中 x 和 y 是 CIE 1931 颜色坐标空间中

的坐标。所比较的两个颜色单元（或 LED 组）为一个 RRGB 单元和一个 RGGGB 单元：

构造	RRGB				RGGGB			
颜色或单元	R	G	B	单元	R	G	B	单元
D65 下的衰减率%	50	98	50	—	100	98	100	—
流明/颜色	51	154	7	212	102	308	13	423
美元/颜色	3.1	4.4	2.2	9.7	3.1	8.8	2.2	14.1
LED 数	---	---	---	4	---	---	---	6
流明/美元	---	---	---	22	---	---	---	30

在 RGGGB 单元中，每个 LED 均在或接近其额定功率下驱动，从而提供了成本更低的白光。以公制单位流明/美元计算，就投资到元件成本中的每单位美元而言，RGGGB 单元比 RRGB 单元多提供约 35%的光。

现在，我们对用于典型的 40 英寸（对角线）16:9 的 LCD 电视机（所需的总光通量为 6500 流明）的两个相同 LED 单元进行对比。RRGB 单元需要 124 个 LED（31 个单元或组），功率为 272 瓦而造价为 300.70 美元。RGGGB 单元需要 96 个 LED（16 个单元或组），功率为 281 瓦而造价为 225.60 美元。后一种单元显著降低了 LED 的数目、成本和实际面积（无论是在背光源的边缘背板上）。LED 封装的尺寸为 0.9cm，因此，RRGB 单元（需要 110.6cm）中光引擎只能采用“顶边或底边”安装的设计。相比之下，RGGGB 单元只需要 86.4cm，因此允许采用“侧边型”或甚至是“仅使用底边”安装设计。随着 LED 组件数的减少，与之相关的电路、电线、机械支持、以及组装工作也会减少，从而实现了成本节约。

实施例 2

本实例中，由 Philips Lumileds Lighting 公司出售的红光、绿光和品蓝光 Luxeon III Lambertian 发射装置的特征在于，金属芯或散热器的温度为 50 摄氏度。这些装置为表面安装(SMT)装置，也称为 Advanced Power TOPLED 装置。请参阅 OSRAM 文件 2006-06-19 (Blue, Green- ThinGaN)、2006-03-28 (Red-Enhanced ThinFilm LED)、以及 2006-08-30 (White- ThinGaN)。它们各自的颜色、通量和成本特性如下所示：

颜色	红光 LED	绿光 LED	蓝光 LED
----	--------	--------	--------

X	0.0366	0.0052	0.0133
Y	0.0159	0.025	0.007
Z	6E-06	0.0019	0.0866
x	0.6972	0.1621	0.1243
y	0.3027	0.7793	0.0652
TLF (Lm)	10.852	17.058	4.7578
成本 (美元)	0.21	0.39	0.39

我们再次考虑均各自平衡到色点 CCT = 6500K (即 $(x, y) = (0.314, 0.326)$) 的两个颜色单元。两种情况下, 我们还将颜色平衡到 D65 色点的 $\Delta E < 0.0025$ 内。所比较的两个颜色单元 (或 LED 组) 为一个 RGGB 单元和一个 RRRGGGGBB 单元:

构造	RGGB				RRRGGGGBB			
颜色或单元	R	2G	B	单元	3R	4G	2B	单元
D65 下的衰减率%	100	68	68	--	100	100	100	--
流明/颜色	10.88	23.27	3.24	37.0	32.65	68.43	9.54	111.0
美元/颜色	0.21	0.78	0.39	1.38	0.63	1.56	0.78	2.97
LED 数	--	--	--	4	--	--	--	9
流明/美元	--	--	--	27	--	--	--	37

还看出在 RRRGGGGBB 单元中, 每个 LED 均在或接近其额定功率下驱动, 因此它提供了成本更低的白光, 并且就投资到元件成本中的每单位美元来说, 它比 RGGB 单元多提供约 35% 的光。

现在, 我们对用于典型的 15 英寸 (对角线) 16:9 的 LCD 电视机 (所需的总光通量为 900 流明) 的两个相同 LED 单元进行对比。RGGB 单元需要 96 个 LED (24 个单元或组), 功率为 30 瓦而造价为 33.00 美元。RRRGGGGBB 单元需要 72 个 LED (8 个单元或组), 功率为 30 瓦而造价为 24.00 美元。后一种单元显著降低了 LED 的数目、成本和实际面积 (无论是在背光源的边缘还是背板上)。LED 组件的尺寸为 3.5mm, 因此, RGGB 单元 (需要 33.6cm) 只能采用 “顶边或底边” 安装的设计。相比之下, RRRGGGGBB 单元只需要 25.2cm, 因此允许采用 “侧光型” 或甚至是 “仅使用底边” 的安装设计。随着 LED 组件数的减少, 与之相关的电路、布线、机械支持、以及组装工作也会减少, 从而实现了成本节约。

-将发射白光的 LED 添加至有色 LED 系统-

发射白光的 LED 是已知的，其中用荧光体覆盖发射蓝光或紫外光的 LED 晶粒，以提供发射白光的小型面光源。通常，LED 发射蓝光而荧光体发射黄光，并且一些蓝光穿过荧光体层。然后，蓝光与黄光组合产生白光。可以将这种发射白光的 LED 安装到还包括有色 LED 光源的光源系统中。

申请人发现市售的发射白光的 LED 比有色 LED 组合在产生白光方面往往更有效（所用的每单位电能的流明），但是有色 LED 的色域更高并且目前成本更低。

这可以通过以下比较得以证明。购买发射白光的 LED，即由 Cree 公司生产的 7090 封装中的 Xlamp。与 RGGGGB 有色 LED 组合（包括 1 个红光、1 个蓝光和 4 个绿光 Luxeon III LED，并在 50 摄氏度下运行）进行了对比。发射白光的 LED 造价 2.42 美元，最小横向尺寸为 0.7cm。有色 LED 造价共计 14.10 美元，每个 LED 的最小横向尺寸为 0.9cm。以下测量是在 350mA 的额定直流电下进行：白光 LED 的 CCT 为 6500，总光通量为 51.5 流明并产生 1.20 瓦的焦耳热；有色 LED 组合的 CCT 为 6500，总光通量为 423 流明并产生 17.6 瓦的焦耳热。

用带有滤色片的 LCD 面板测定这两个系统的色域，并分别测量红光/绿光/蓝光的色彩强度和颜色成分。结果显示于图 3a（发射白光的 LED）和 3b（RGGGGB LED 组合）中的颜色-空间图中。两图均采用 CIE 1931 x, y 颜色坐标系绘制出各个系统测量的色域（粗实线三角形）。两图还示出了 D65 色点，以及 NTSC 1953 色域（细实线三角形）。可以看出有色 LED 组合所提供的色域面积显著大于发射白光的 LED 所提供的色域。将各个系统的色域换算为 NTSC 1953 标准的百分比，则发射白光的 LED 的结果为 64%，有色 LED 组合的结果是 112%。将色值转换到 CIE 1976 颜色坐标 (u' , v') 后重复同一比较（使用 NTSC 1953 标准），则发射白光的 LED 的结果为 77%，有色 LED 组合的结果为 148%。

还在需要产生 5500 流明的光引擎的情况下对这两个系统进行评价，结果如下：

	发射白光的 LED	RGGGGB LED
单元	107	13

LED 的成本 (美元)	258.94	183.30
焦耳热 (W)	128.40	228.80
%色域*	77	148
TLF (Lm)	5510.5	5499
实际面积 (cm)	74.9	70.2

按照 NTSC 1953 标准, 采用 (u' , v') 颜色坐标测量了所列出的 %色域。可以看出对于大致相同的总光通量, 发射白光的 LED 比有色 LED 产生的焦耳热要少得多。另一方面, 有色 LED 所提供的色域比发射白色的 LED 所提供的更大。在此基础上, 我们认为发射白光的 LED 能够以控制的数量添加到有色 LED 系统中, 从而用系统色域损失来平衡系统亮度增益。色域可以表示为所需色域标准 (例如, NTSC 1953 标准或取决于系统预期应用的其他所需标准) 的百分比。例如, 其他色域标准包括: Adobe RGB (1998)、Apple RGB、Best RGB、Beta RGB、Bruce RGB、CIE RGB、ColorMatch RGB、Don RGB 4、ECI RGB、Ekta Space PS5、PAL/SEC AM RGB、ProPhoto RGB、SMPTE-C RGB、sRGB、以及 Wide Gamut RGB。此外, 色域可以用 (x , y) 颜色坐标或 (u' , v') 颜色坐标测量。

现在我们证明了将发射白光的 LED 添加到有色 LED 系统中从而达到所需平衡的作用。我们开始采用上述 13 组 RGGGGB Luxeon III LED, 并在铁芯温度 50 摄氏度下操作。该系统产生 5500 流明的白光, 这是 40 英寸 (对角线) 16:9 的 LCD 电视机背光源的合适光引擎。接着, 我们开始逐一取出有色 LED 组并用发射白光的 LED 组进行替换, 替换时所采用的数量要保持总光通量为 5500 流明。结果如下表所示:

RGGGGB 组的数目	发射白光的 LED 的数目	%色域*	焦耳热 (W)
13	0	148.5	228.8
12	9	136.8	222
11	17	128.7	214
10	25	122.0	206
9	33	116.3	198
8	42	110.8	191.2
7	50	106.1	183.2
6	58	101.8	175.2
5	66	97.7	167.2
4	74	93.6	159.2

3	83	89.5	152.4
2	91	85.5	144.4
1	99	81.4	136.4
0	107	77.2	128.4

如前，按照 NTSC 1953 标准在 (u', v') 空间内计算色域。可以看出当有色 LED 组被发射白光的 LED 替换时，色域随之下降。所产生的热量也下降了，但由于总光通量保持不变，因此这就意味着发光效率（流明/瓦特）增加了。因此，功耗一定时，该系统的亮度增加。或者，系统亮度一定时，总功耗或产生的热量下降，从而降低了系统热管理需求。

如果将色域规定在 10% 的目标色域中，即在 (u', v') 坐标系中 NTSC 1953 标准的情况下，那么至少具有 4、5、6 或 7 个有色 LED 组（或 74、66、58 或 50 个发射白光的 LED）的实施例将是合格的。采用更严格的 5% 目标要求，则具有 5 或 6 个有色 LED 组（66 或 58 个发射白光的 LED）的实施例仍是合格的。根据预期应用的公差或要求，还可以使用其他百分比或准确度。

在将发射白光的 LED 添加到有色 LED 系统中以及背光源系统中只存在有色 LED 的两种情况下，对称 LED 样式或布置可以是有利的。就直接照明式背光源而言，设置在临近所述腔的高度反射侧表面的 LED 组可以在该表面上产生自身的虚像，从而可能使背光源输出区域上出现彩色伪影。确保所述组相对于第一和第二局部平面镜面对称（例如，垂直和水平，或平行于第一腔侧表面以及平行于第二腔侧表面）可以有助于减少问题。请参考图 4 中示出的有色 LED 组的平面图布局。就例如侧光式背光源中可能用到的 LED 线性布置而言，所述 LED 也可以布置成镜面对称的组或重复单元。结合有色 LED 与发射白光的 LED 的此类组的实例为 GRGBGRWWWWWRGBGRG。

上述讨论中，应当理解组合在一起产生白光的任何颜色组合（不限于三种不同的颜色）均可代替“红光”、“绿光”和“蓝光”。例如，青色光源和黄色光源可以组合产生白光。这些颜色的添加还可以产生更高的显色指数(CRI)，从而更加真实地展现该光源照射的对象。

另外，如前所述，正确选择白光 LED 光源可以在不降低色彩质量的情况下除去一些所述实施例中的蓝光 LED 光源。

除非另外指明，所述“背光源”往往还适用于其他扩展面光源装置，所述扩展面光源装置在其预期应用中提供了标称均匀的照明。此类其他装置可以提供偏振或非偏振输出。这些装置的实例包括设计用于室内（如家庭或办公室）或室外的灯箱、标志物、立体发光字和常用照明装置，有时称之为“照明器”。还要注意侧光式装置可以构造成从两个相对的主表面发射光，即从上述“前反射器”和“后反射器”发射光，在此情况下，前、后反射器均具有部分透光性。此类装置可以照亮两个独立 LCD 面板或设置在背光源相对侧的其他图形元件。在该情况下，所述前、后反射器可能具有相同或相似的构造。

术语“LED”指发光二极管，其所发射的光可以是可见光、紫外光或红外光。发光二极管包括作为 LED（不论是常规型还是超辐射型）销售的不相干的封闭或封装的半导体器件。如果 LED 发射的是如紫外光等不可见光，以及在 LED 发射可见光的某些情况下，则将其封装为包含荧光体（或是它可以照亮设置在远处的荧光体），以将短波长光转化为波长更长的可见光，某些情况下会得到发射白光的器件。“LED 晶粒”是 LED 最基本的形态，即经半导体加工方法制成的单个元件或芯片的形态。部件或芯片可以包括适于应用能量以驱动器件的电触点。元件或芯片的各个层和其他功能元件通常以晶片级形成，然后将加工好的晶片切成单个元件，以生产多个 LED 晶粒。LED 还可以包括杯形反射器或其他反射基底，形成简单圆顶形透镜或任何其他已知形状或结构的胶囊包封材料、提取器以及其他包装元件，这些元件可以用于产生向前发射、侧向发射或其他所需的输出光分布。

除非另外指明，否则所述 LED 还涉及能够在小发光面积上发出亮光的其他光源，所述亮光可以是有色光或白光，也可以是偏振光或非偏振光。LED 的实例包括采用固态激光泵的半导体激光装置和光源。

本文所述的实施例还可包括光传感器和反馈系统，以检测和控制来自光源的光的亮度和色彩中的其中之一或两者。例如，可以在临近各个光源或光源组处设置传感器，以检测输出并提供反馈，以便控制、维持或调节白点或色温。将一个或多个传感器沿边缘或在腔体内设置以采集混合光会是有利的。在某些情况下，在观察环境（例如显示器所在房间）中安装传

感器以监测显示器周围的环境光可能是有利的。根据环境观察条件，可以使用控制逻辑适当调节光源的输出。可使用一个或多个任何合适的传感器，例如，光转频率或光转电压传感器（得自 Texas Advanced Optoelectronic Solutions, Plano, Texas）。另外，热传感器可以用于监测和控制光源的输出。根据操作条件以及元件随时间老化的补偿，任何这些技术均可以用于调节光输出。另外，传感器可以用于动态对比、垂直扫描或水平区域、或场顺序制系统，以便为控制系统提供反馈信号。

除非另外指明，在说明书和权利要求中使用的表示部件的尺寸、数量和物理特性的所有数字应当被理解为由词语“约”来修饰。因此，除非有相反的指示，在上述说明书和所附权利要求中所提出的数值参数为近似值，可根据本领域内的技术人员利用本文所公开的教导内容寻求获得的所需特性而变化。

在不脱离本公开的范围和精神的情况下，本公开的各种修改形式和替代形式对于本领域的技术人员来说是显而易见的，应该理解的是，本公开不限于本文中所提供的示例性实施例。本文中所提及的所有美国专利、专利申请公开、未公开专利申请、以及其他专利和非专利文件除其中在某种程度上直接有悖于上述公开的主题外，全文均以引用方式并入。

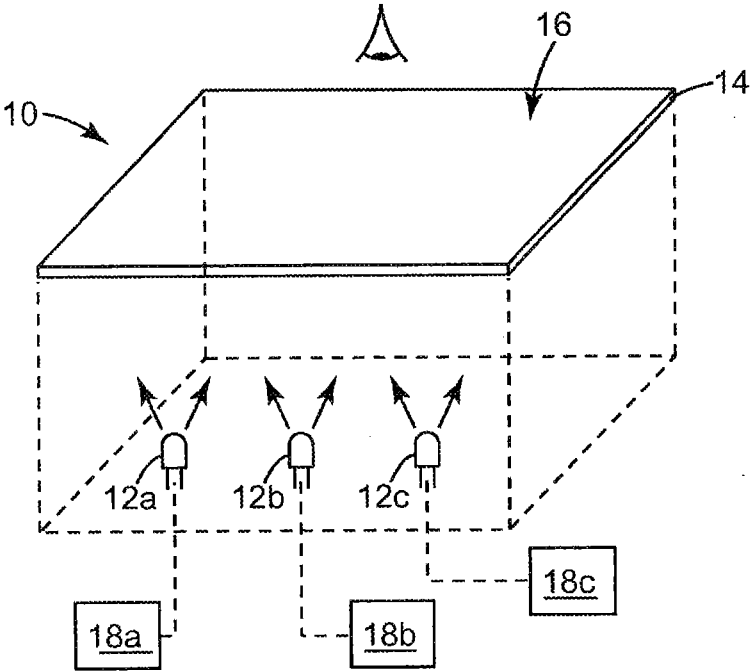


图1

产生白光的相对驱动强度

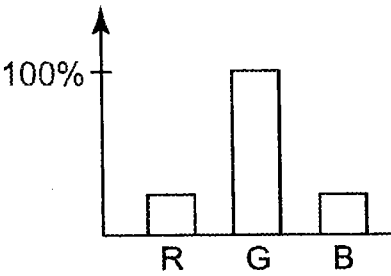


图2a

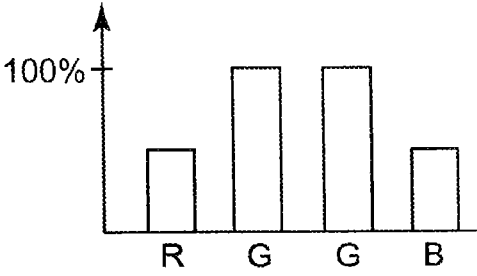


图2b

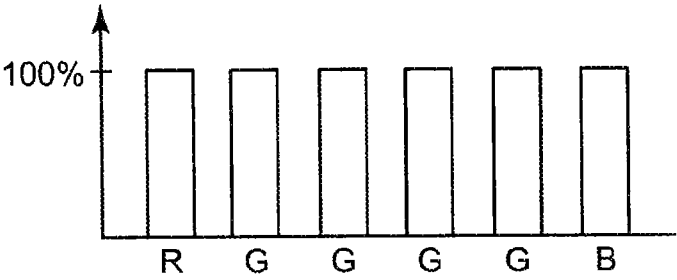


图2c

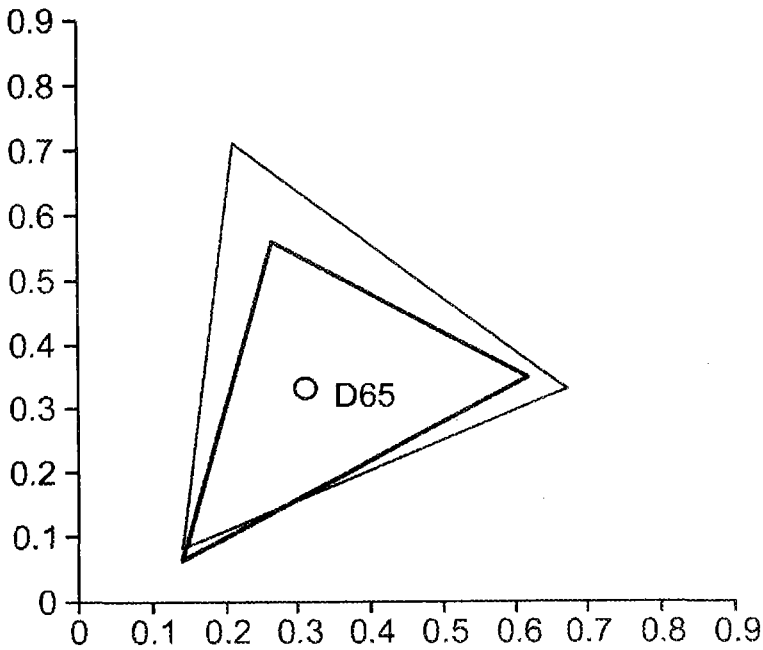


图3a

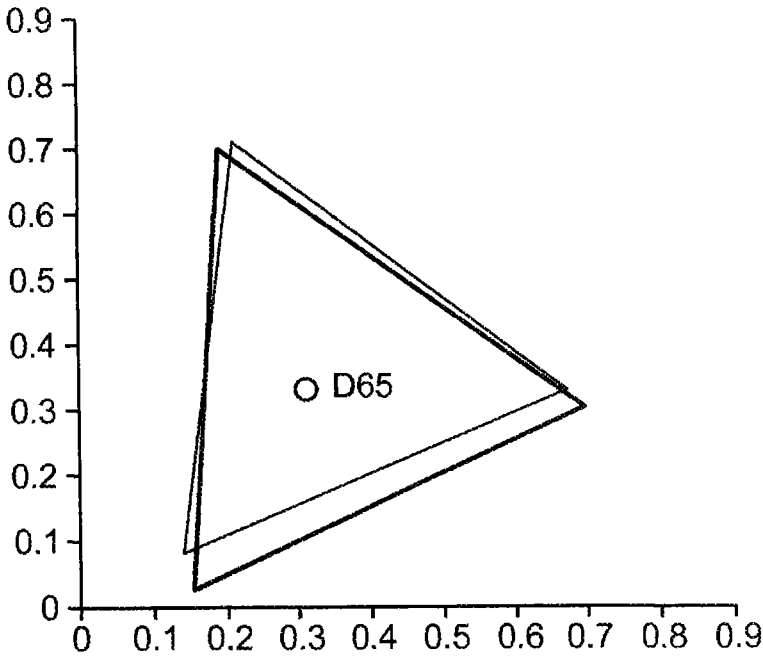


图3b

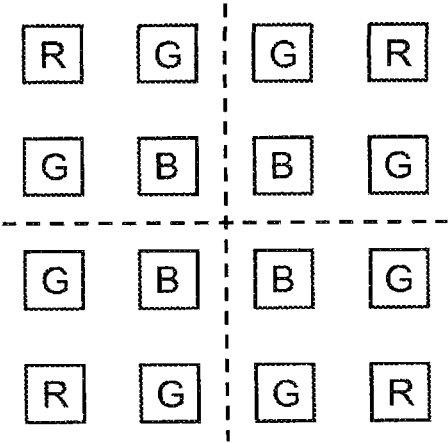


图4