

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780032628.8

[51] Int. Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

G09G 3/34 (2006.01)

G02B 26/02 (2006.01)

[43] 公开日 2009年8月19日

[11] 公开号 CN 101512425A

[22] 申请日 2007.8.28

[21] 申请号 200780032628.8

[30] 优先权

[32] 2006.8.31 [33] EP [31] 06119934.5

[86] 国际申请 PCT/IB2007/053451 2007.8.28

[87] 国际公布 WO2008/026158 英 2008.3.6

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.2

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 S·J·鲁森达尔

M·H·W·M·范德尔登

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 龚海军 谭祐祥

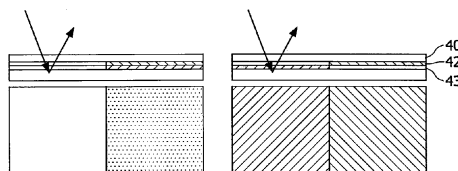
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

[54] 发明名称

彩色反射显示装置

[57] 摘要

一种彩色反射显示装置采用了两种色吸收部件(40, 42), 并且可以独立地控制在像素孔内的两种色吸收部件的量。第一色吸收部件具有在基本位于(x, y)色度图的绿色和蓝色区域之间的点处的颜色(C), 而第二色吸收部件具有在基本位于(x, y)色度图的绿色和红色区域之间的点处的颜色(O)。本发明提供了仅有两种色部件的彩色有源光闸层。一种选择为近青色, 而另一种选择为近橙色, 并且这些一起能够产生颜色范围, 所述颜色范围能够产生良好品质的彩色图像。



1. 一种彩色反射显示装置，包括多个显示像素，其中每个像素包括两种色吸收部件（40，42），其中可以独立地控制像素孔内的两种色吸收部件的量，

其中第一色吸收部件（C）具有在基本位于（x，y）色度图的绿色和蓝色区域之间的点处的颜色，

其中第二色吸收部件（O）具有在基本位于（x，y）色度图的绿色和红色区域之间的点处的颜色。

2. 如权利要求1所述的装置，其中在（x，y）色度图中，连接第一和第二吸收部件的色点（C，O）的线基本上穿过表示白色的点（W）。

3. 如权利要求1或2所述的装置，其中第一和第二吸收部件（40，42）在组合时允许透射绿色光。

4. 如权利要求1或2所述的装置，其中第一和第二吸收部件（40，42）在组合时允许透射灰色光。

5. 如权利要求1或2所述的装置，其中第一和第二吸收部件（40，42）在组合时允许透射紫色或品红色光。

6. 如前述权利要求中任一项所述的装置，进一步包括有色反射体（43）。

7. 如权利要求6所述的装置，其中有色反射体（43）是紫色或品红色。

8. 如权利要求7所述的装置，其中第一和第二吸收部件（40，42）在组合时允许透射绿色光。

9. 如权利要求6所述的装置，其中有色反射体（43）是浅绿色。

10. 如权利要求7所述的装置，其中第一和第二吸收部件（40，42）在组合时允许透射紫色或品红色光。

11. 如权利要求1至5中任一项所述的装置，进一步包括白色反射体。

12. 如权利要求11所述的装置，其中第一和第二吸收部件（40，42）在组合时允许透射灰色光。

13. 如权利要求6至12中任一项所述的装置，其中对于所有的像素，反射体是相同的颜色。

14. 如权利要求 6 至 12 中任一项所述的装置, 其中反射体包括第一有色区域和第二白色区域。

15. 如前述权利要求中任一项所述的装置, 包括面内切换电泳显示装置。

16. 如权利要求 15 所述的装置, 其中每个像素包括悬浮在流体中的粒子, 储存器用于容纳像素孔外部的粒子。

17. 一种驱动显示装置的方法, 包括使有色光吸收粒子移动到每个像素的光学孔中, 以控制由像素吸收并反射的光, 从而控制反射的色输出, 其中每个像素包括两种色吸收部件 (40, 42), 独立地控制像素孔内两种色吸收部件的量, 其中第一色吸收部件具有在基本沿着连接 (x, y) 色度图的绿色和蓝色区域的线的点处的颜色 (C), 以及其中第二色吸收部件具有在基本沿着连接 (x, y) 色度图的绿色和红色区域的线的点处的颜色 (0)。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 进一步包括将期望的输出颜色和强度转换成能作为像素输出被产生的输出颜色和强度。

19. 如权利要求 18 所述的方法, 其中所述转换包括将 (x, y) 色度图上期望的输出颜色移动到第一和第二色吸收部件的点 (C, 0) 之间的路径 (C0) 上, 之后可以选择第一和第二色吸收部件的不同量。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其中所述移动包括在 (x, y) 色度图中朝向预定点 (Q) 沿线 (TQ) 移动颜色直至其到达路径 (C0)。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其中点 (Q) 在蓝色附近。

22. 如权利要求 18 所述的方法, 其中所述转换包括将期望的输出颜色移动到 (x, y) 色度图的体积 (60) 中。

23. 如权利要求 22 所述的方法, 其中体积 (60) 在白色的每一侧上具有品红色边和绿色边, 以及其中所述转换包括修剪体积 (60) 之外的颜色 (T_1, T_2) 直到它们到达体积的边界 (A_1, A_2)。

24. 如权利要求 22 或 23 所述的方法, 其中体积 (60) 具有品红色边和绿色边, 以及其中所述转换包括将体积 (60) 之外的颜色缩放到体积之内。

彩色反射显示装置

技术领域

本发明涉及彩色显示装置，特别是彩色反射显示装置。

背景技术

有多种类型的单色反射显示器，例如，反射式 LCD、电泳显示器、电润湿 (electrowetting) 显示器和电致变色显示器。

LCD 显示器、面内电泳显示器和电润湿显示器基于透射光闸，透射光闸在透明状态和吸收状态之间切换并放置在反射体前面。

有几种方法采用上述技术来制造反射彩色显示器。对于 LCD 技术而言，传统的方法是将每个像素分成三个子像素并用红色、绿色、蓝色滤色器来覆盖这些像素。这种方法的优点是，不必改变闸层 (shutter layer)。缺点是损耗了亮度和孔径 (aperture)。每个子像素透射大约 1/3 的可见光，从而最大白光强度是单色显示器的最大白光强度的 1/3。

图 1 示出了滤色器如何用来提供彩色反射显示器。图 1 的顶部部分示出了显示器的侧视图，并示例了滤色器层 10 和光吸收 (显示) 层 12。图 1 的底部部分示出了两个相邻像素的顶视图，每一个包括三个子像素。左侧组的三个子像素用来显示白色像素，并且吸收层 12 允许光通过所有三个子像素，发出充分亮度的红色、绿色和蓝色 (RGB) 输出。

右侧组的三个子像素用来显示绿色像素，并且吸收层 12 阻止光到达红色和蓝色子像素，只发出明亮的绿色输出。

电润湿和面内电泳反射显示器这两者的优点都是它们的减色方案的应用。

这能够利用参考图 2 所说明的方法来产生彩色图像。

该显示器由三层 20a、20b、20c 构成，其可以分别在透明与青色、品红色和黄色之间切换。因为全部像素区可以做成透明的，所以该彩

色显示器的明亮度目前是单色版的 100% (忽略由堆叠引起的孔径损失)。

左侧像素是白色的, 而吸收层 20a、20b 在右侧像素中被控制, 以给出期望的像素输出颜色。

本发明是特别关注其中提供了多重反射粒子种类的彩色反射显示器, 因此特别关注电泳显示装置。面内切换电泳显示装置可以适用于这种类型的操作。

在减色方案中, 通过把透明流体中的青色、品红色和黄色电泳粒子 (分别地) 移动到光路内而吸收背光光谱的红色、绿色和蓝色部分, 可以产生黑色级 (black level)。通过把所有这些有色粒子移出光路使其到所谓的“贮存器 (container)”内, 能够产生白色。

这种方法还能够采用背光。但是, 需要可以在贮存器和像素孔 (pixel aperture) 之间独立地移动的三种不同类型的粒子。

面内电泳显示器的优点 (与电润湿显示器相比), 是可能例如通过不同的迁移率、不同的电荷、或不同的传输机制、或上述这些的组合来在单层中控制两种类型的颜料 (pigment)。

例如, 通过具有以不同速度移动的粒子, 这些速度差异可以用来设计控制方案, 使选定的粒子能够移至像素孔。在 W02004/088409 和 W004/066023 中描述了这样的方法。还提出使用粒子的不同频率响应来作为对每个有色粒子提供独立驱动的方式。

这可以用来把图 2 中层的数目从三减少到二。此外, 可以在第二层中控制额外的黑色颜料, 产生了可与现代打印机媲美的 4 色系统 (CMYK)。

使用更少的层是所希望的, 因为对于制造含有如图 2 所示的三层可控颜料的显示器来说, 是一个技术挑战。

图 1 示出了制造单层系统的一种方法, 但这样做的缺点是低明亮度。

图 3 中示出了制造彩色系统的一种可选方法, 该彩色系统不需要三层有源光闸层。每个像素具有滤色器层, 带有青色、品红色和黄色滤色器染料 (C、M、Y), 并且每个像素具有相同的滤色器图案。

在每个像素内, 在三种减色法原色之一中存在固定的滤色器, 并且通过两个有源光闸层 32、34 可以控制其它两个减色法原色的密度。

由此，两个有源光闸层 32、34 在不同的像素位置处具有不同的粒子颜色。由此，每个子像素具有一种减色法原色的滤色器和其它两种减色法原色的有色粒子。

最左侧的像素（又一组三个子像素）用来显示白色，并且在视野中没有粒子。像素的光输出对应于滤色器，即，品红色、青色和黄色子像素。

第二个像素用来显示绿色。由于品红色滤色器吸收绿色，所以青色、黄色粒子用来使第一子像素成为黑色。通过把滤色器和粒子层放置在一起以包括青色和黄色，紧接着的两个子像素显示绿色。

下一个像素用来显示品红色。这是红色和蓝色的组合。第一子像素没有粒子，使得品红色滤色器提供品红色输出，并且紧邻着的两个子像素分别显示红色和蓝色。

最后一个像素用来显示青色。这是蓝色和绿色的组合。中间子像素没有粒子，使得青色滤色器提供了青色输出，并且第一和第三子像素分别显示蓝色和绿色。

与单色显示器相比，这项技术具有 67%（三分之二）的明亮状态反射率。当然，对于利用了面内电泳显示器的实现方式来说，在单层内部可以控制每个子像素所需的两种粒子，而取代了如图 3 所示的两层解决方案。

与其中相同染料或染料的组合遍及图 1 的整个层存在的图 1 和图 2 的解决方案相比，这个解决方案的缺点在于以下事实：需要图案化滤色器和像素粒子（染料）这两者。此外，滤色器是必须的，与图 2 的方法不同。

可以从上述讨论中看出，提供容易制造的彩色反射显示器时存在困难。取而代之，在对各层精确图案化的需要与对大量不同层的需要之间达成权衡。

发明内容

根据本发明，提供了一种彩色反射显示装置，包括多个显示像素，其中每个像素包括两种色吸收部件 (colour absorbing component)，其中可以独立控制在像素孔内的两种色吸收部件的量 (quantity)，

其中第一色吸收部件具有在基本位于 (x, y) 色度图的绿色和蓝

色区域之间的点处的颜色，

其中第二色吸收部件具有在基本位于 (x, y) 色度图的绿色和红色区域之间的点处的颜色。

本发明提供了一种只有两种色部件的彩色有源光闸层。其中一种选择为近青色，而另一种选择为近橙色，并且这些一起能够产生颜色范围，所述颜色范围能够产生良好品质的彩色图像。利用色度图来定位两种色部件，使得连接它们的线将 RGB 彩色三角形分成具有绿色顶点的上部和具有红色和蓝色顶点的下部。每个像素具有相同的色部件，从而不需要复杂地图案化显示像素层。然而，可以要求色输出具有无滤色的颜色范围。

在 (x, y) 色度图中，连接第一和第二吸收部件的色点的线优选基本上穿过表示白色的点。因此，所述颜色范围可以提供从白色向两个极端色值的平滑过渡。

第一和第二吸收部件在组合时可以允许透射绿色光、灰色光或紫色/品红色光。

优选地，该装置还包括有色反射体。这能够使色输出朝向不能从利用白色反射体的像素设计获得的颜色移动。

优选地，有色反射体具有小于 20% 的白光衰减，优选地小于 15%。

有色反射体可以是品红色（或浅品红色，即紫色），特别是对于在组合时允许透射绿色光的第一和第二吸收部件。以这种方式，当粒子阻挡像素孔时，粒子和反射体的组合效果是提供了接近黑色的输出（因为品红色反射体不反射所透射的绿色光）。

有色反射体可以是浅绿色，特别是对于组合时允许透射紫色或品红色光的第一和第二吸收部件。以这种方式，当粒子阻挡像素孔时，粒子和反射体的组合效果是再次提供了接近黑色的输出（因为绿色反射体不反射所透射的品红色光）。

可以使用白色反射体，特别是对于在组合时允许透射灰色光的第一和第二吸收部件。

对于所有的像素来说，反射体可以是相同的颜色，但其也可以被图案化，使得不同的像素能够提供缺少的色部件，例如绿色或品红色。

优选地，所述装置包括面内切换电泳显示装置，例如使每个像素包括悬浮在流体中的粒子，储存器 (reservoir) 用于容纳像素孔外部

的粒子。

本发明还提供了一种驱动显示装置的方法，包括使有色光吸收粒子移动到每个像素的光学孔中，以控制由像素吸收和反射的光，从而控制反射色输出，其中每个像素包括两种色吸收部件，可以独立地控制像素孔内的两种色吸收部件的量，其中第一色吸收部件具有在基本沿连接 (x, y) 色度图的绿色和蓝色区域的线的点处的颜色，其中第二色吸收部件具有在基本沿连接 (x, y) 色度图的绿色和红色区域的线的点处的颜色。

该方法可进一步包括将期望的输出颜色和强度转换成能作为像素输出被产生的输出颜色和强度。

这种转换可以包括将 (x, y) 色度图上期望的输出颜色移动到第一和第二色吸收部件的点之间的路径上，之后可以选择第一和第二色吸收部件的不同量。

附图说明

现在将参考附图详细说明本发明的实例，其中：

图 1 示出了第一种已知的利用滤色器来产生彩色反射显示器；

图 2 示出了利用多个有源光闸层的第二种已知的反射彩色显示器；

图 3 示出了利用与图案化的滤色器结合的一个或两个有源光闸层的第三种已知的反射彩色显示器；

图 4 示出了本发明的显示系统的第一实例；

图 5 是用来说明本发明的色度图；

图 6 是用来说明本发明的色映射方法(colour mapping method)的图；

图 7 示出了能用于本发明系统中的各种颜色染料对的频率响应；

图 8 示出了能用于本发明系统中的各种颜色反射体的频率响应；

图 9 示出了本发明显示系统的第一实例的色响应(colour response)；

图 10 示出了本发明显示系统的第二实例的色响应；

图 11 示出了本发明显示系统的第三实例的色响应；以及

图 12 示出了本发明显示系统的第四实例的色响应。

具体实施方式

在不同的图中使用相同的附图标记来表示相同层或部件，并不再重复说明。

本发明提供了一种彩色反射显示装置，其中每个像素仅使用两种色吸收部件，所有的像素使用相同的色吸收部件，使得有源光闸层不必为不同的像素而被定义为不同（即，图案化）。第一色吸收部件具有基本位于 (x, y) 色度图的绿色和蓝色区域之间的点处的颜色（例如，青色），而第二色吸收部件具有基本位于 (x, y) 色度图的绿色和红色区域之间的点处的颜色（例如，橙色）。

图4示出了所述想法的一般概念，并示出了四种不同的像素设置如像素A至D。

像素具有两个粒子种类，并且为简单起见，其示出为独立的有源光闸层40、42，而实际上它们可以为单层。一个粒子种类是橙色（顶层40），而另一个是青色（底层42）。不需要图案化的滤色器。事实上，根本不需要滤色器，但有可能使用滤色器来移动整体色谱，如下面所要说明的。层43可以是用于此目的的有色反射体。

像素可装载有不同浓度的橙色和青色染料，并且以这种方式，可以改变在橙色和灰色之间的线上色图中的每个点的亮度。

像素A没有粒子种类，因此，观看到白色背景。像素B阻挡青色和橙色光，并且粒子种类是当它们组合时能允许灰色光透射的，从而使所得像素颜色是灰色的。如下面所要说明的，可以选择两种染料的组合效果来给出期望的颜色。

像素C示出了青色染料用来透射青色，以便能显示青色像素，而像素D示出了橙色染料透射橙色，从而可以显示橙色像素。可以通过以不同的组合来组合粒子种类以产生其它的颜色。

图5示出了 x - y 颜色色度图。这显示了没有亮度(luminance)(明亮度(brightness))信息的情况下的“纯”色，对于要被完全定义的颜色，其必须分别地被定义(Y值)。虚线50表示sRGB彩色三角形，蓝色区域在底部左侧三角形顶点，绿色区域在顶部三角形顶点以及红色区域在右侧三角形顶点。利用常规的滤色器显示器能够实现在此三角形50内的色点。并且，常规的CMY(K)染料限于虚线三角形内的点。

点C(青色)和点O(橙色)描绘了用于本发明系统中的两种染料

的色点，点 W 是白色（在大约 (0.3, 0.3) 处）。线 CWO 指示出能用两种染料产生的颜色的范围。

现在将说明处理图像以把期望的颜色映射到能被输出的线 CWO 上的一种方法。

要产生在图 5 中所示的目标颜色 $T(x_T, y_T, Y_T)$ 。选择像素中青绿色和橙色染料的比率，以便获得实际的颜色 $A(x_A, y_A, Y_T)$ ，其位于线 QT 和线 CWO 的交叉点上。点 Q 选择为 $y=0$ ，并且因此由单一值 x_Q 来定义。在图 5 中，示出了点 I 是线 CWO 到 $y=0$ 处的点的外延伸 (extrapolation)。因此，点 I 实质上定义了 C 和 O 的值，因为它们受到限制而位于线 IW 上（因为 W 是固定点），点 I 可以由单一值 x_I 定义。亮度值 Y 守恒。

在这个例子中， $x_I = -0.333$ 以及 $x_Q = 0.245$ 。

因此，在 (x, y) 色度图中沿线 TQ 朝着预定点 Q 移动目标颜色，直到其到达染料颜色之间的路径 CWO，并且点 Q 在蓝色附近。

如果颜色转换方法在三维中被考虑，用 Y 亮度值作为第三维，那么应该意识到，由于亮度过高而不能产生某些目标颜色。在这种情况下，把纯色移动到线 CWO 并给亮度定一个上限。

然而，图 5 代表的是理想化的图，CWO 面可以是 (x, y) 平面中的曲线，而不是直线。此外，对于染料的某些组合而言，色域面实际上是复杂的三维形状，例如在绿色方向弯曲。如下面将要描述的，可以使用有色反射体（其也可以被图案化），并且在这种情况下，所得到的色域实际上是体积而不是面。这使得在 CWO 线相对侧上的颜色被展现为不同，例如，绿色（在彩色三角形的顶部）和紫色（在彩色三角形的底部）。

图 6 示出了这一概念，其示出了在品红-绿色方向上的这样的体积 60 的横截面。因此，所有的点被投射到垂直于橙色-白色-青色平面的平面上。示出两个目标颜色 T_1 和 T_2 。这些是相同亮度的亮绿色和亮紫色。

如所示，把 T_1 映射到色域体积的绿色一侧的点 A_1 ，而把 T_2 映射到色域体积的品红色一侧的点 A_2 。

有不同的解决方案来将 T_1 至 T_2 线上的点缩放 (scale) 到 A_1 至 A_2 线上。一种选择方案是把用灰色标识的体积外部的所有颜色修剪

(clip) 到点 A_1 和 A_2 。另一种可行性是把 T_1 至 T_2 线上的点 (线性或非线性) 缩放到 A_1 至 A_2 线上。此外, 在亮度方向上, 某些缩放、映射、和/或修剪是可行的。

图 5 中的点 I 取决于所使用的青色和橙色染料。此外, 连接 C 和 O 的线不必通过点 W。可以自由选择用于移动操作的点 Q。

如上所述, 亮度值 Y 可被修剪到能够实现的输出亮度, 但可能存在提供亮度修正的其它方式, 例如:

— 整个图像的亮度缩放 (线性或非线性), 使得全部值在线 CWO 之下。

— 变换至点, 所述点基于到从 $(x_0, 0, Y_T)$ (即, 点 Q 的颜色但具有目标亮度 Y) 至 (x_T, y_T, Y_T) (即, 目标颜色和亮度) 的线和线 CWO 的接近度而被选定。

— 添加黑色 (消减白色), 即, 在朝向点 $K = (x_w, y_w, 0)$ 的方向上的移动。

本发明的系统实质上具有二维颜色控制, 因此其不能再现彩色三角形中全部范围的颜色。从上面的描述而显而易见的是, 该系统不能产生鲜艳的 (rich) 绿色或品红色, 因为这些颜色离线 CWO 最远。

因此, 要改善图像质量的一种方式提供有色反射体, 使色输出朝向绿色或品红色移动 (以不再能够产生纯白色为代价)。

然而, 有色反射体的使用改善了黑色性能, 因为可以相对于两种染料组合效果来选择反射体颜色, 以改善意图成为黑色的输出的品质。

图 7 和图 8 示出了能使用的染料和反射体的组合的实例。所使用的染料基本上是高波长通过 (‘橙色’) 和低波长通过 (‘青色’) 染料。

图 7 示出了所使用的三对典型的高通和低通滤光器。

线 70 示出了在组合时形成绿色的一对染料。线 72 示出了在组合时形成灰色/黑色的一对染料。线 74 示出了在组合时形成紫色/品红色的一对染料。

曲线 70'、72' 和 74' 示出了分别组合染料 70、72、74 时的透射。例如, 曲线 70' 具有大约 550nm (绿色) 的高透射区, 因为两曲线 70 透射了大量的绿色光。曲线 70' 不是颜色中性的。对于染料 74, 组合

效果是透射暗品红色。

所使用的反射体（或滤色器）是紫色（响应 70'）、浅绿色（响应 72'）和白色（响应 74'）。

图 8 示出了要与图 7 的染料组合的反射体的五个实例。示出了用于两个紫色反射体（浅品红色）M1 和 M2、白色 W 和两个浅绿色反射体 G1 和 G2 的响应。

将反射体选择成具有非饱和（即，浅的）颜色，以便保持高明亮度，从而限制对显示器白色性能的影响。增加任何染料的浓度将减少对于所有波长的透射，从而限制能产生的颜色的饱和度。

图 9 示出了利用白色反射体的针对染料对三种组合可得到的色域的计算结果。

图 9 的顶部部分示出了在 $u-v$ 色空间中的色域。这类似于 xy 色空间，并以独立定义的亮度（亮度 Y ）定义了纯色，但以更加线性的方式使色度值与人的视觉响应相关。

图中所示的光束 (beam) 表示对于不同的亮度值所获得的颜色，从而使顶部图表达三维信息。

图 9 的底部部分示出了作为色度 C^* 的函数的光亮度 (lightness) L^* 。 L^* 是被感知的明亮度的量度 (measure)，它的定义使得其在感知域中是近似线性的。 C^* 是彩色度 (colourfulness) 或色度的量度，而且 C^* 的定义使得其在感知域中是近似线性的。

图 9 中左边那对曲线图是用于在组合时产生绿色的一对染料。能够产生的颜色范围基本上延伸到线 $CW0$ 的朝向彩色三角形的绿色角的那侧。由于亮度降低，通过引入两种染料，色点朝绿色移动。

图 9 中中间那对曲线图是用于在组合时产生品红色/紫色的一对染料。能够产生的颜色范围基本上延伸到线 $CW0$ 的朝向彩色三角形下面的红-蓝部分的那侧。再次，由于亮度降低，通过引入两种染料，色点朝品红色移动。

图 9 中右侧那对曲线图是用于在组合时产生灰色/黑色的一对染料。能够产生的颜色范围基本上限定了从蓝色到白色到红色延伸的曲线，但是可以控制沿该曲线的每种颜色的明亮度。

在底部的色度-光亮度曲线图中，线 90 示出了对于相等浓度的橙色和青色染料的曲线，这些对应于 uv 曲线图中的区域 90'。

线 92 指示出如果仅改变青色浓度的表现, 线 94 示出了如果仅改变橙色浓度的表现。

对于图 9 的染料组合来说, 利用白色反射体, 最大可获得的光亮度是 100%。然而, 中性灰色仅对于中性灰色染料组合是可获得的。

通过使用有色反射体(或结合有色反射体的白色反射体)可以改变图 9 的响应。

品红色滤色器使颜色范围朝向彩色三角形的红色-蓝色那侧移动, 如图 10 的顶部部分所示, 但这样移动了明亮输出的颜色, 使得其具有如图 10 的底部部分中所示的增加的色度 C^* 。

当紫色反射体与组合以产生绿颜色的染料一起使用时, 还是存在一个中性灰度级(neutral grey level), 这可以在左下侧曲线图中 $L^*=60$ 处观察到。有色反射体和染料的这种组合能够实现浅品红色和浅绿色(greenish)这两者。

图 11 示出了对于浅绿色反射体的曲线图。滤色器将颜色范围朝向绿色顶点移动, 如图 11 的顶部部分中所示, 但是这再次移动了明亮输出的颜色, 使得其具有如图 11 的底部部分中所示的增加的色度 C^* 。

当绿色反射体与组合以产生品红色/紫色颜色的染料一起使用时, 再次存在一个中性灰度级, 这可以在中间下侧曲线图中 $L^*=80$ 处观察到。

本发明提供了明亮的显示输出, 并且能够从两种颜色选择粒子种类获得宽范围的颜色。

本发明系统的一个限制是良好品质的品红色是不可能的(除非使用深品红色反射体, 这将意味着不可能存在接近白色的颜色)。然而, 通过在一个方向(优选纵向方向, 以便不会增大更新速度)上增大分辨率, 通过彼此邻近地放置红色和蓝色像素可以产生品红色。

从上述分析中明显的是, 良好品质的绿色和良好的中性灰色是不兼容的。良好的中性灰色需要组合以形成灰色的染料, 而良好的绿色需要组合以形成绿色的染料。

然而, 通过与灰色染料对结合, 图案化反射体或使用滤色器, 可以产生良好中性灰色和适度的绿色的组合。以这种方法, 一些像素具有特别好的绿色响应(与绿色反射体相关的那些像素), 而其它像素具有特别好的灰色响应(与白色反射体相关的那些像素)。

这能够通过仅仅改变无源部件使色域得以延伸，而不改变有源光闸层本身，从而对所有的像素可保留相同的染料对。

当然，还能够不同的像素中使用不同的染料对，但这还需要图案化的有源光闸层。

图 12 的左侧部分示出了结合了中性（即，组合以提供灰色透射）青色-橙色染料组合的用于显示器的颜色和色度曲线图，其中 20% 的区域是浅绿色而其余区域是白色的。图 12 的右侧部分示出了结合了中性青色-橙色染料组合的用于显示器的颜色和色度曲线图，其中 30% 的区域是浅绿色而其余区域是白色的。

比率（20%或 30%）应用于每个像素，使得每个像素具有白色和绿色的子像素区域，并且以这种方式，可以控制每个像素以使用像素的灰色响应或像素的绿色响应。

颜色曲线图示出了每个像素有效地具有组合了两种独立响应的可能输出颜色。色度曲线图示出了三种情况：（i）处在相同灰度级的子像素；（ii）转换成黑色的绿色子像素，以及（iii）转换成黑色的白色子像素。色度范围曲线表明，这显著地延伸了能够产生的明亮度和色纯度范围。

有色反射体的使用仅仅增加了单一的图案化需求，而不会使有源光闸层的设计复杂化。

该系统并不完美地再现图像，很显然，在图像再现的精确度方面存在牺牲。然而，观看者将不会有原始图像作为比较，因此可以觉察到图像品质是非常高的。当一种典型应用是标志图样时，图像品质高于所能接受的程度。

此外，可以考虑显示系统的性能来设计所要显示的图像。

电泳显示系统可以形成能显示信息的各种应用的基础，例如以信息标志、公共交通标志、广告海报、价格标签、广告牌等等的形式。此外，它们也可以使用在不具有详细信息内容而需要变化表面的情况中，例如带有变化图案或颜色的墙纸，特别是如果该表面需要纸一样的外观。该显示器还可以用作光源。

没有详细描述像素的物理设计，因为这是本领域技术人员所公知的。可以在上面引用的参考文献和其它标准参考文献中发现像素设计实例的进一步细节，此处把上述提及的那些参考文献作为参考材料引

入本文。

对于本领域技术人员而言各种修改将是明显的。

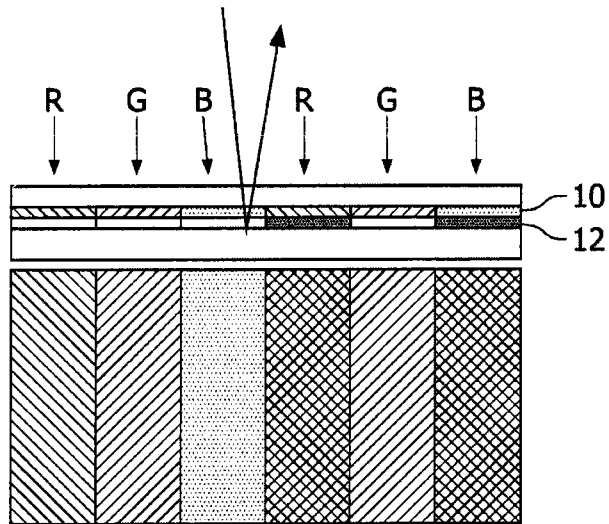


图 1

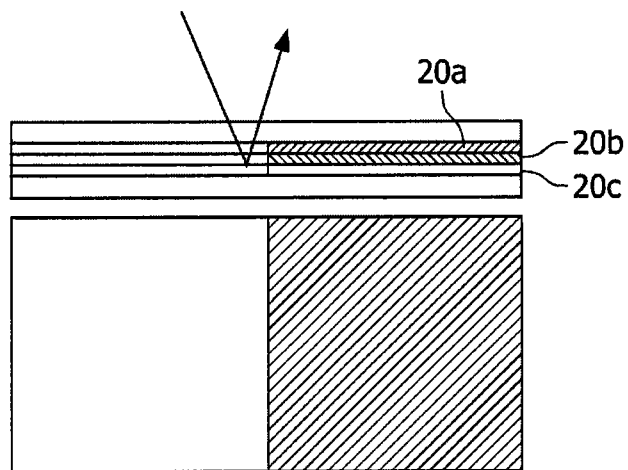
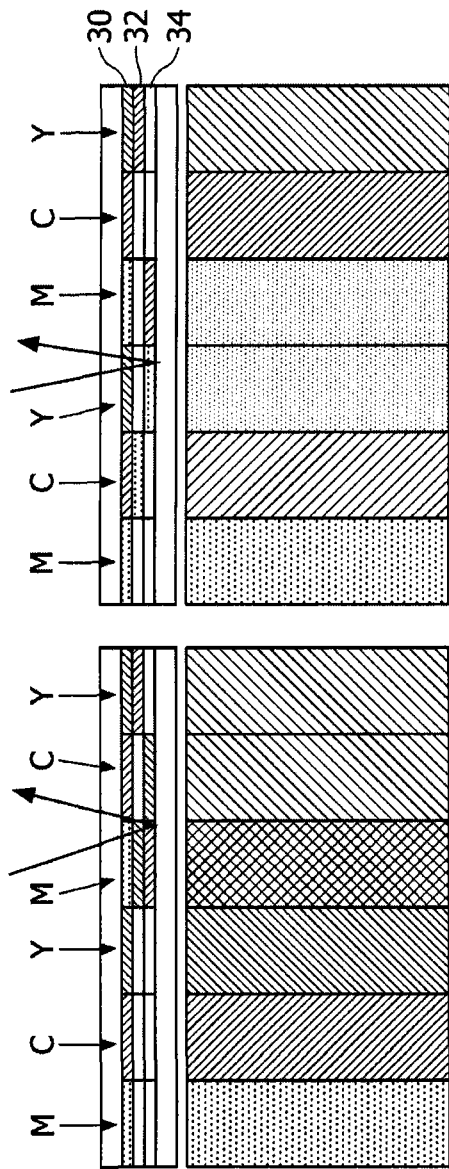


图 2



白色 绿色 品红色 青色 图 3

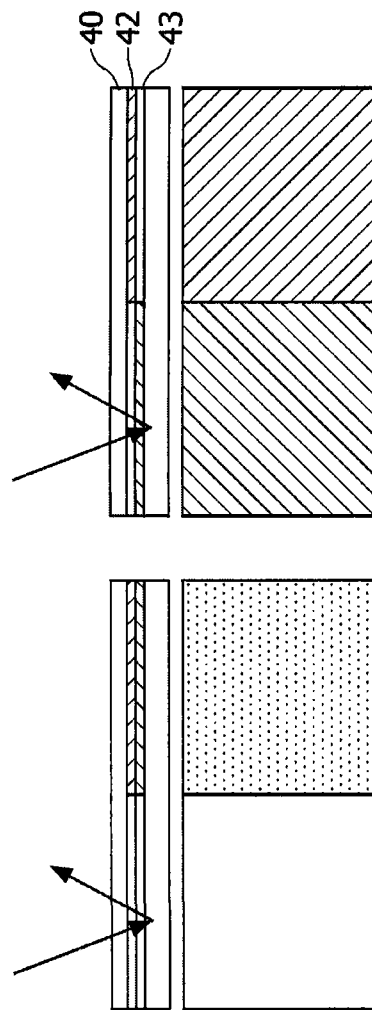


图 4

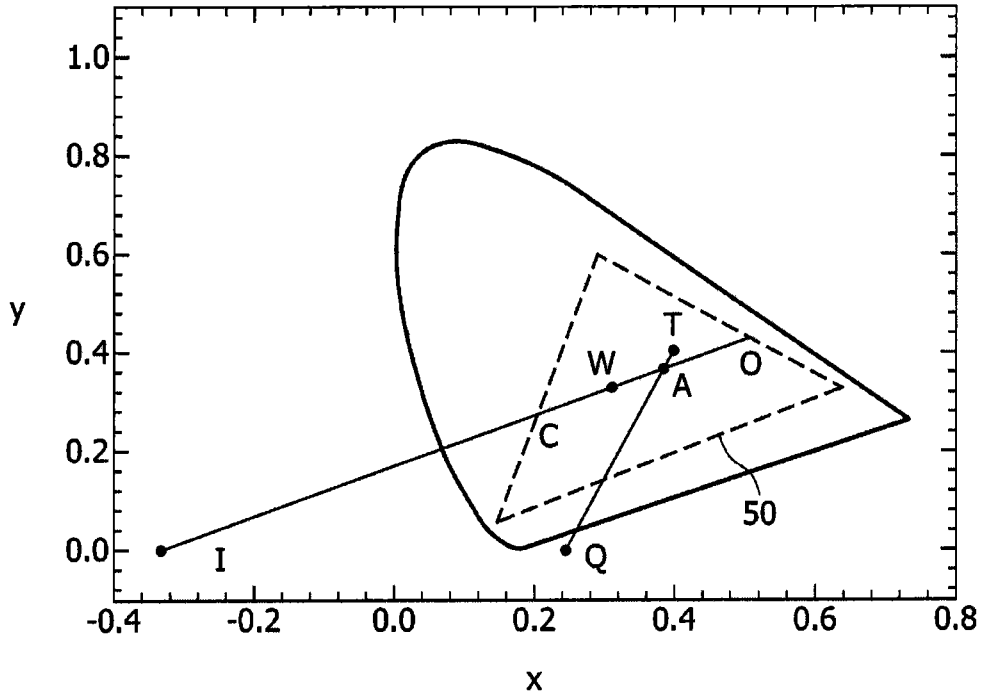


图 5

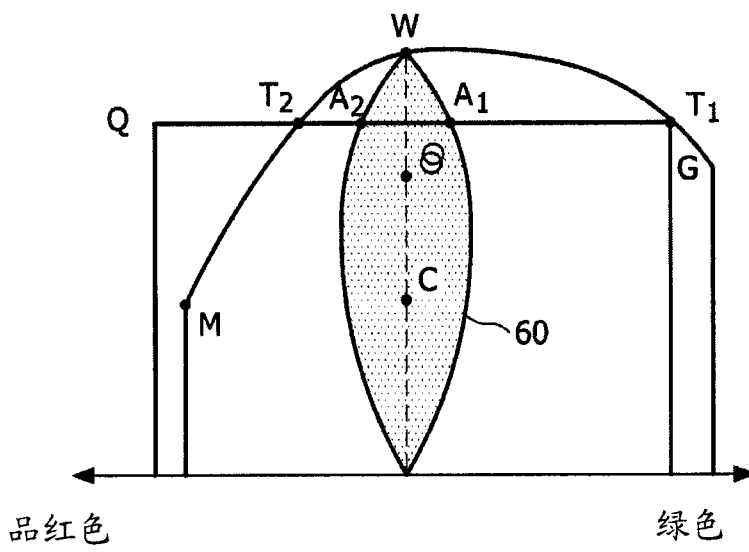


图 6

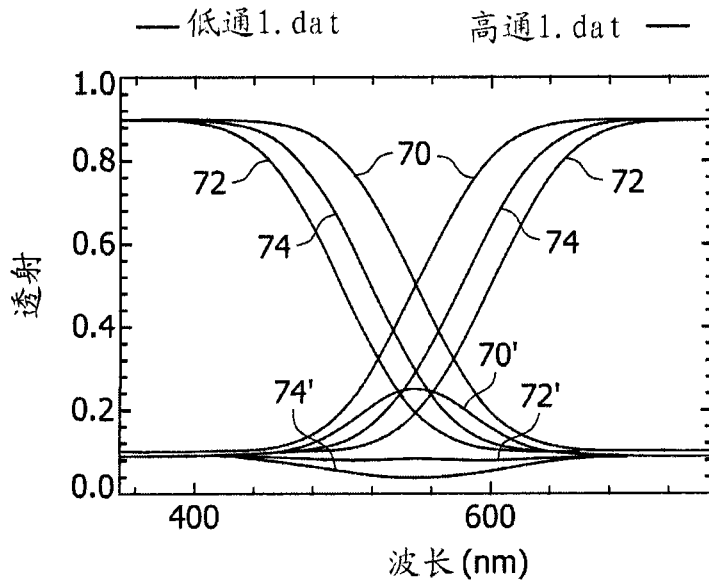


图 7

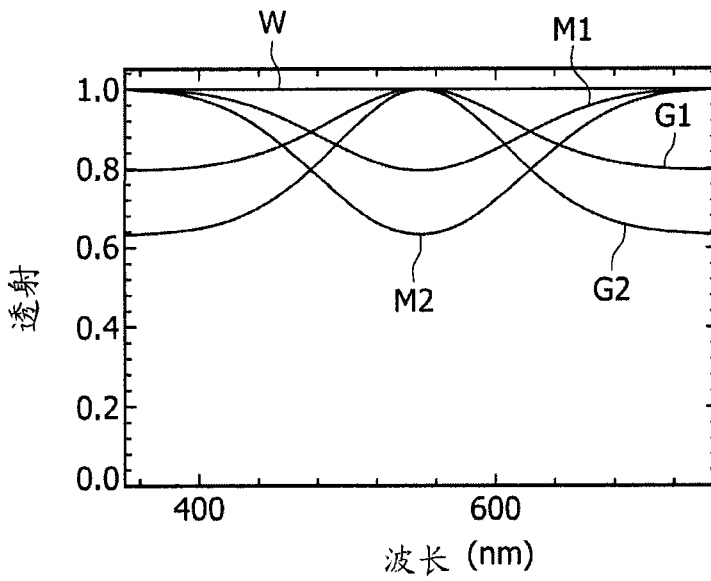


图 8

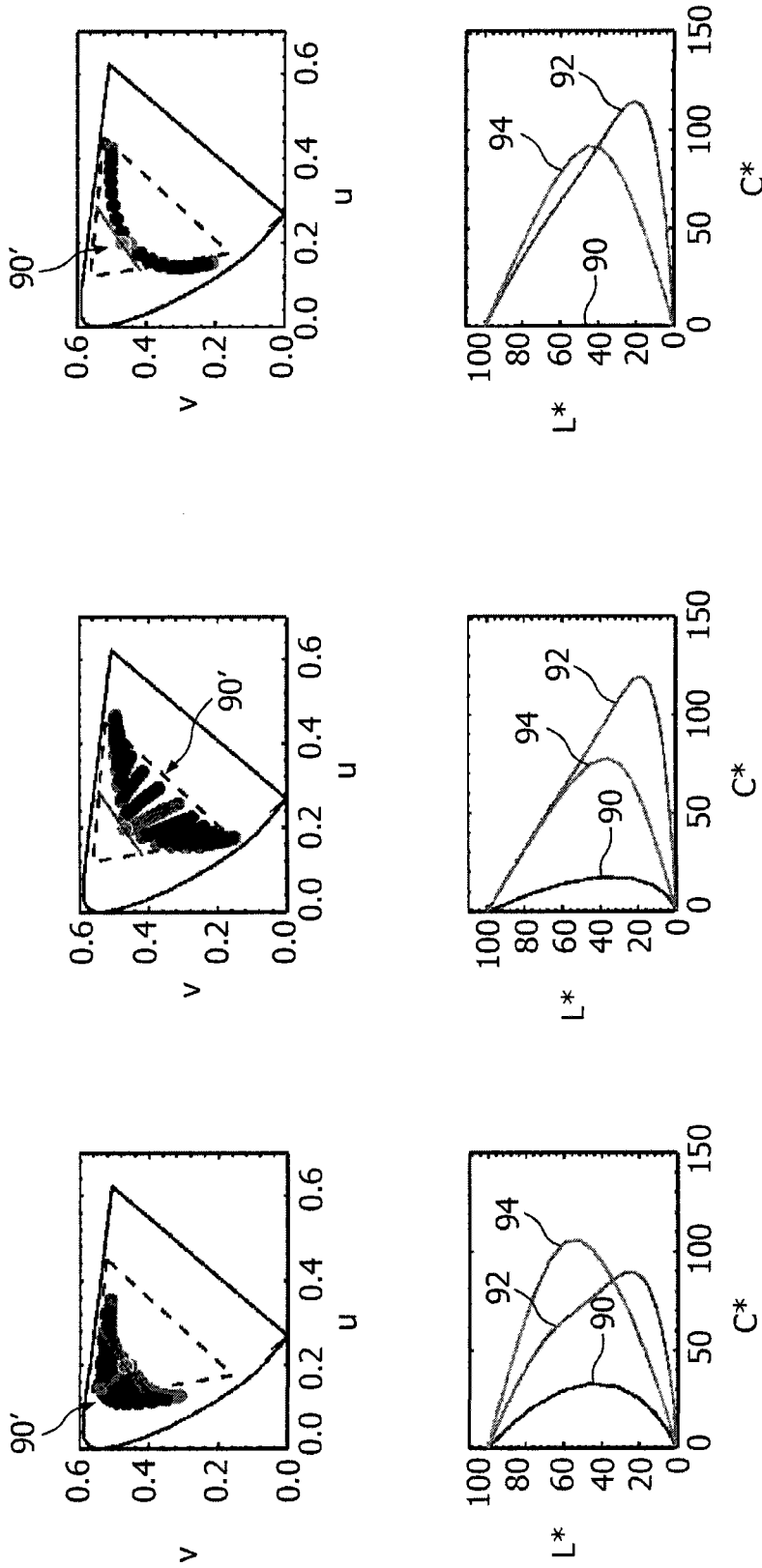


图 9

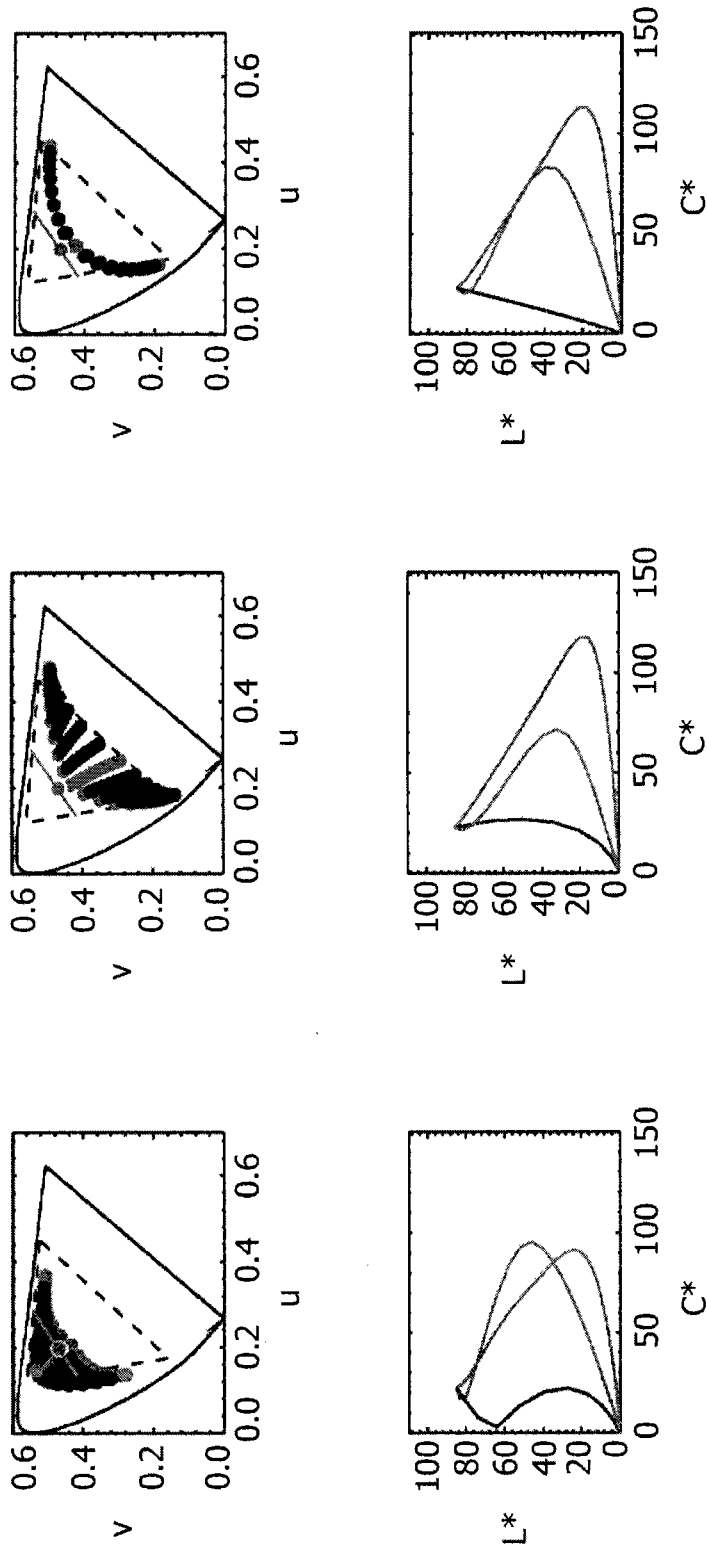


图 10

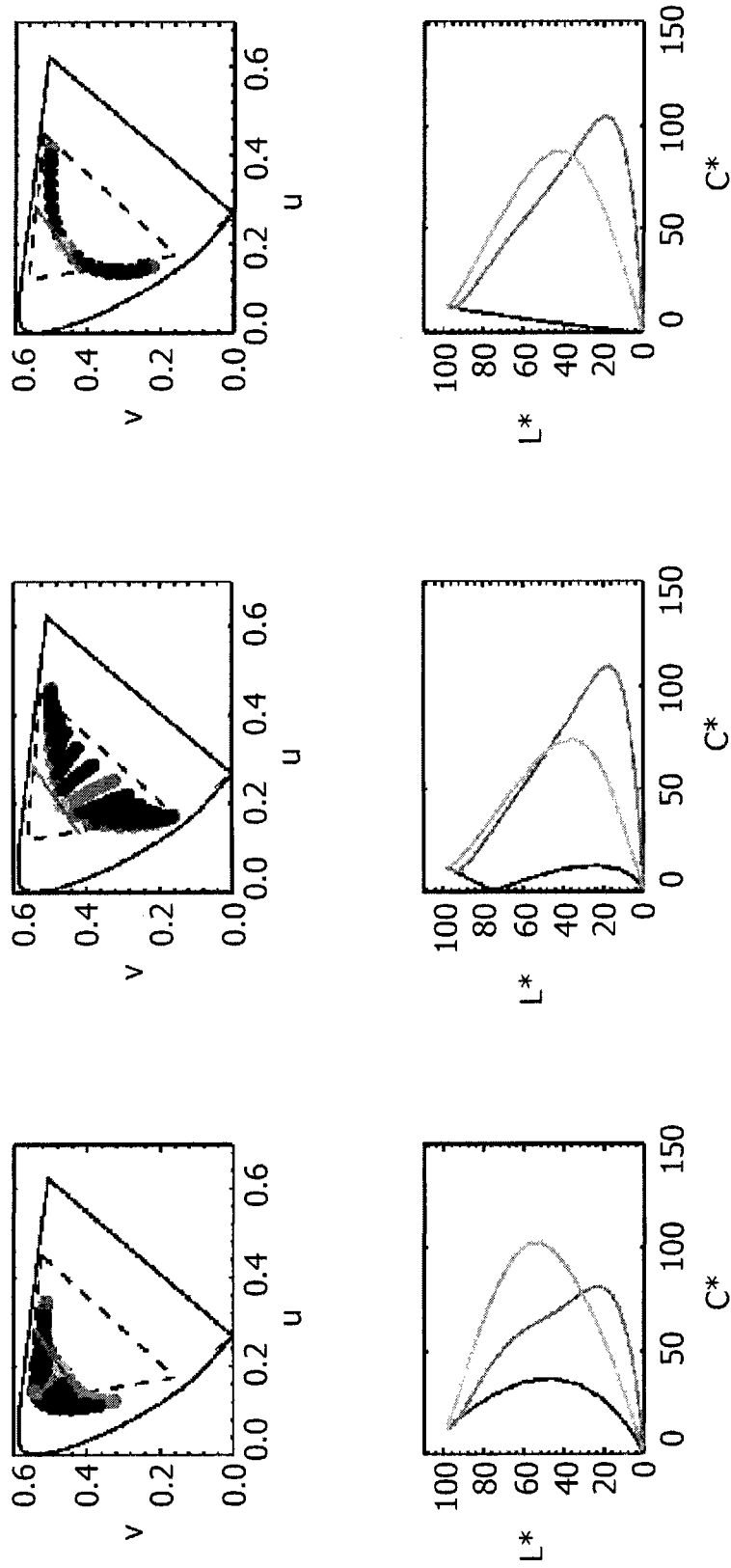


图 11

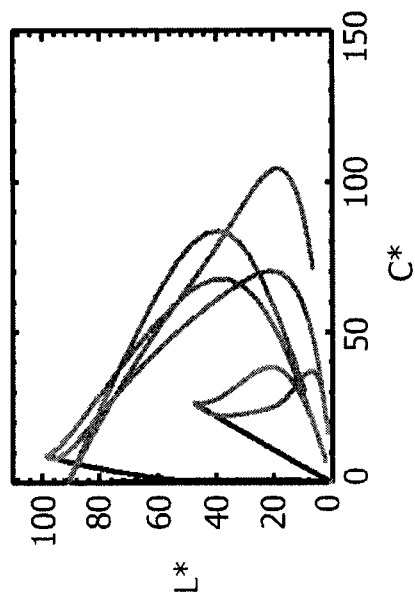
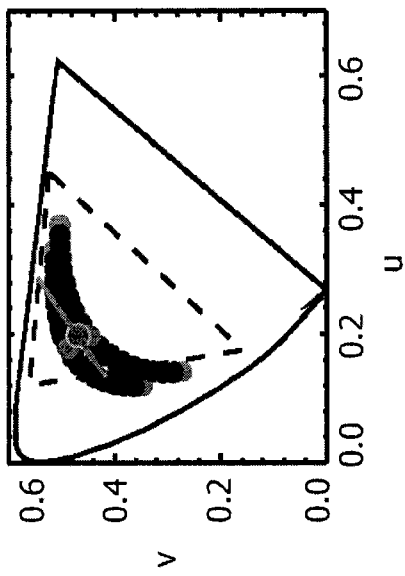
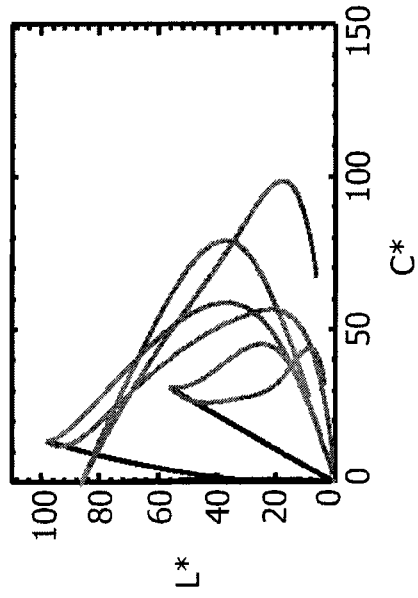
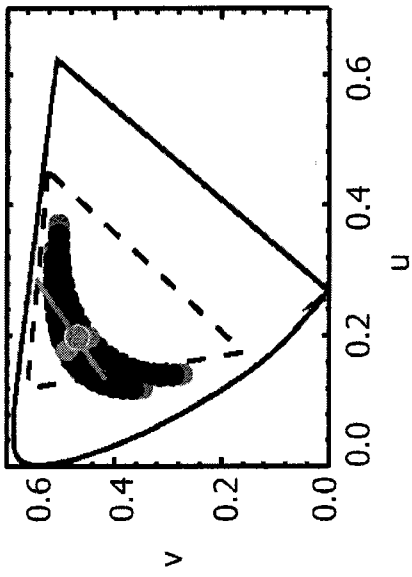


图 12