



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109478390 A

(43)申请公布日 2019.03.15

(21)申请号 201780046429.6

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22)申请日 2017.07.27

代理人 胡琪

(30)优先权数据

15/221,466 2016.07.27 US

(51)Int.Cl.

G09G 3/3233(2016.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G09G 3/20(2006.01)

2019.01.25

G09G 3/3258(2016.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/044218 2017.07.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/022915 EN 2018.02.01

(71)申请人 兰德马克屏幕有限责任公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 P.O.沙伊贝

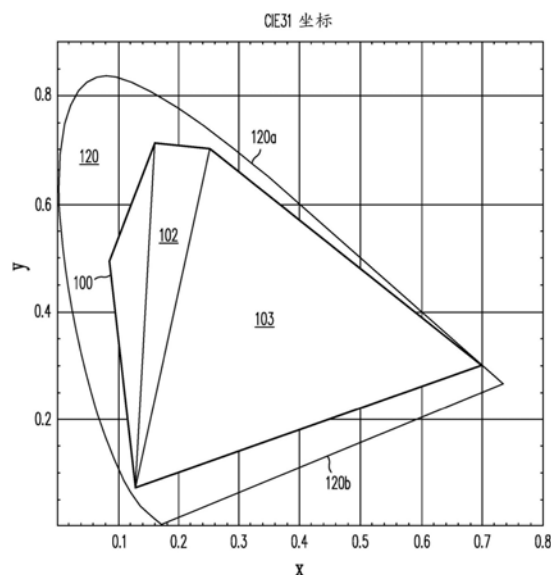
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

扩展色域电致发光显示器和方法

(57)摘要

在具有由三种或更多种基色的电致发光器件(ELD)构成的像素的显示系统中,控制电路对于每个像素接收要在该像素上显示的期望的颜色的规格,并确定每种基色的ELD所需的驱动电压或电流,所需的驱动电压或电流是从与人类视觉的光谱轨迹或紫色线内的预定颜色相关联的驱动电压或电流的值确定的。



1. 一种显示系统,包括:

多个像素,每个像素包含三种或更多种基色的多个电致发光器件(ELD),所述基色限定由人类视觉的光谱轨迹和紫色线界定的色域,其中每个像素的每个基色的ELD在被电压或电流驱动时,以对应于驱动电压或电流的发光强度发光;以及

控制电路,其对于每个像素,(i)接收要在该像素上显示的期望颜色的规格,以及(ii)确定在该像素上显示期望颜色的每种基色的ELD所需的驱动电压或电流,所需的驱动电压或电流从与人类视觉的光谱轨迹或紫色线内的预定颜色相关联的驱动电压或电流的值确定。

2. 根据权利要求1所述的显示系统,其中所述ELD包括多于三种基色,使得对于每个像素,所需的驱动电压或电流的多于一个集合显示该像素的期望颜色,并且其中所述控制电路基于预定考虑来选择所需的驱动电压或电流的集合。

3. 根据权利要求1所述的显示系统,其中所述控制电路使用离线确定的驱动电压或电流的值。

4. 根据权利要求3所述的显示系统,其中驱动电压或电流的值根据与所述ELD的物理特性有关的约束来确定。

5. 根据权利要求4所述的显示系统,其中一个约束限制最大可用发光强度的变化。

6. 根据权利要求5所述的显示系统,其中该约束以0.0到1.0之间的因子缩放可允许的最大发光强度。

7. 根据权利要求1所述的显示系统,进一步包括在驱动电压或电流的值之间进行插值。

8. 根据权利要求1所述的显示系统,其中当期望颜色在色域之外时,所述控制电路将期望颜色映射到色域内的替代颜色。

9. 根据权利要求8所述的显示系统,其中替代颜色位于近似恒定色调的线上,该近似恒定色调的线在无色点与光谱轨迹或紫色线上的颜色之间。

10. 根据权利要求1所述的显示系统,其中所需的驱动电压或电流从产生期望颜色的预定发光强度的驱动电压或电流的值缩放。

11. 根据权利要求1所述的显示系统,其中光谱轨迹或紫色线内的预定颜色是在均匀颜色空间中采样的。

12. 根据权利要求1所述的显示系统,其中预定颜色基于预定颜色中的相邻颜色之间的预定间隔来选择。

13. 根据权利要求12所述的显示系统,其中预定间隔与在均匀颜色空间中计算的欧几里得距离有关。

14. 一种在显示系统中实施的方法,包括:

在显示系统中提供多个像素,每个像素包含三种或更多种基色的多个电致发光器件(ELD),所述基色限定人类视觉的光谱轨迹内的色域,其中每个像素的每个基色的ELD在被电压或电流驱动时,以对应于驱动电压或电流的发光强度发光;以及

对于每个像素,

(i) 在显示系统的控制电路中接收要在该像素上显示的期望颜色的规格;以及

(ii) 在所述控制电路中确定在该像素上显示期望颜色的每种基色的ELD所需的驱动电压或电流,所需的驱动电压或电流从与人类视觉的光谱轨迹或紫色线内的预定颜色相关联

的驱动电压或电流的值确定。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中所述ELD包括多于三种基色, 使得对于每个像素, 所需的驱动电压或电流的多于一个集合显示该像素的期望颜色, 所述方法进一步包括基于预定考虑在所述控制电路中选择所需驱动电压或电流的集合。

16. 根据权利要求14所述的方法, 其中驱动电压或电流的值是离线确定的。

17. 根据权利要求14所述的方法, 其中驱动电压或电流的值根据与所述ELD的物理特性有关的约束来确定。

18. 根据权利要求17所述的方法, 其中一个约束限制最大可用发光强度的变化。

19. 根据权利要求18所述的方法, 其中该约束以0.0到1.0之间的因子缩放可允许的最大发光强度。

20. 根据权利要求14所述的方法, 进一步包括在驱动电压或电流的值之间进行插值。

21. 根据权利要求10所述的方法, 其中当期望颜色在色域之外时, 所述方法进一步包括将期望颜色映射到色域内的替代颜色。

22. 根据权利要求21的方法, 其中替代颜色位于近似恒定色调的线上, 该近似恒定色调的线在无色点与光谱轨迹或紫色线上的颜色之间。

23. 根据权利要求14所述的方法, 其中所需的驱动电压或电流从产生期望颜色的预定发光强度的驱动电压或电流的值缩放。

24. 根据权利要求14所述的方法, 其中光谱轨迹或紫色线内的预定颜色是在均匀颜色空间中采样的。

25. 根据权利要求14所述的方法, 其中预定颜色基于预定颜色中的相邻颜色之间的预定间隔来选择。

26. 根据权利要求25所述的方法, 其中预定间隔与在均匀颜色空间中计算的欧几里得距离有关。

扩展色域电致发光显示器和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基于电致发光器件的多色显示系统(“EL显示器”)。特别地,本发明涉及当EL显示器由三种或更多种基色的显示元件形成时,精确且高效地控制EL显示器上任何指定颜色的显示,其中每种基色由一个或多个电致发光器件(ELD)提供。

背景技术

[0002] 电致发光(EL)是电致发光材料在施加的电场或电流的通过下发光的现象。展现EL的材料的示例包含III-V族半导体、锰掺杂或铜掺杂的硫化锌、以及各种有机半导体。包含电致发光材料的器件(ELD)已用于各种消费者和技术产品,以将EL现象用于许多应用(例如,在图形或视频显示系统中的显示元件中)。例如,参见显示技术杂志(Journal of Display Technology)11(5),第480-493页(2015)中的文章“电致发光有机和量子点LED:最新技术(Electroluminescent organic and Quantum Dot LEDs:The State of the Art)”。来自这样的显示元件的光通常具有三种或更少的基色(构成基色),可用于合成可见光谱中的不同的颜色和亮度(luminance)。例如,标题为“有机发冷光显示器(Organic Luminescent Display)”的美国专利8,618,559(“Hamaguchi”)公开了一种具有有机EL元件的多色显示器,以提供红色、绿色和蓝色子像素。

[0003] 提供三种基色(或甚至更少种)限制了观察者可用的色域(gamut)和每种颜色的饱和度。包含附加的具有其他(例如,蓝绿色和绿黄色)基色的EL元件将会允许扩展从显示器可用的光的色域。当使用多于三种基色时,则可以通过在EL元件上应用控制激励(stimuli)的数个集合中的一个集合,来以指定亮度(luminance)显示期望的颜色。因此,选择使用哪种组合是必须有效解决的技术问题,以实现有效的控制策略。

发明内容

[0004] 根据本发明的一个实施例,包含由三种或更多种基色的电致发光器件(ELD)构成的像素的显示系统还包含控制电路,该控制电路为每个像素接收要由该像素显示的期望的颜色的规格。对于每个像素,该控制电路确定每种基色的ELD所需的驱动电压或电流。在一个实施例中,所需的驱动电压或电流从以下确定:(a)与人类视觉的光谱轨迹内的预定颜色相关联的驱动电压或电流的值以及(b)在驱动电压或电流的值之间进行插值。在ELD包含多于三种基色的情况下,所需的驱动电压或电流的多于一个集合可以在像素处显示期望的颜色。在那种情况下,控制电路可以基于功率或另一个期望的考虑,来选择所需的驱动电压或电流的集合。

[0005] 在一个实施例中,使用与ELD的物理特性有关的约束来离线确定驱动电压或电流的值,而实时地在驱动电压或电流的值之间进行插值。

[0006] 根据本发明的一个实施例,当期望的颜色在色域之外时,可以将期望的颜色映射到由显示系统中的ELD提供的色域内的替代颜色。在一个实施例中,显示系统从色域中的颜色之中、沿着将无色点连接到光谱轨迹上的颜色的近似恒定色调的线,选择替代颜色。

[0007] 根据本发明的一个实施例,所需的驱动电压或电流是从产生期望的颜色的预定发光强度(luminous intensity)的驱动电压或电流的值缩放而来的。

[0008] 根据本发明的一个实施例,基于预定颜色中的相邻颜色之间的预定间隔,在均匀颜色空间中对光谱轨迹内的预定颜色进行采样。例如,这样的预定间隔可以与在均匀颜色空间中计算的欧几里得距离有关。

[0009] 考虑下面结合附图的详细描述,可以更好地理解本发明。

附图说明

[0010] 图1示出了使用五种基色的示例色域100。

[0011] 图2是范围为 ΔE^* 围为用的插值误差的直方图,该直方图在均匀间隔的网格上使用10000个样本,该均匀间隔的网格在x方向和y方向上间隔均为0.004单位;图2示出了99.85%的样品具有误差 ΔE^* 样品具。

[0012] 图3是图2的范围为1.0品 ΔE^* E0品具的插值误差的直方图;图2示出了10,000个样本中的具有误差 $\Delta E^*>1.0$ 的全部15个样本。

[0013] 图4示出了图3的具有误差 $\Delta E^*>1.0$ 的15个样本的色域中的位置401。

[0014] 图5示出了恒定发光强度的最大等高线(contour) 501-a、501-b……以及501-n。

[0015] 图6示出了作为CIE颜色坐标和允许的最大发光强度(即, $\rho=1.0$)的函数的最大可用发光强度的等高线。

[0016] 图7示出了作为CIE颜色坐标和允许的最大发光强度的0.5倍(即, $\rho=0.5$)的函数的最大可用发光强度的等高线。

[0017] 图8示出了作为CIE颜色坐标和允许的最大发光强度的0.3倍(即, $\rho=0.3$)的函数的最大可用发光强度的等高线。

具体实施方式

[0018] 多色EL显示器通常允许独立地控制每个像素的每个EL元件(即,每个基色(basis color))。控制机制的亮度响应通常是输入激励的线性函数。例如,EL显示器中的每个像素的绿基色的亮度可以与所施加的控制激励(例如,电压、电流或电荷)成正比。可以直接地或间接地施加控制激励。例如,间接施加的示例可以是在EL显示器的模块之间或在EL显示器的模块内发送的命令或消息。

[0019] 假设在多色EL显示器的一个像素中,CIE XYZ(三激励)比色(colorimetric)系统中的期望的原色(primary color)激励是X、Y和Z。线性或加性颜色混合的基本比色方程为:

$$[0020] \quad \sum_{p=1}^P b_p X_p = X \quad (1a)$$

$$[0021] \quad \sum_{p=1}^P b_p Y_p = Y \quad (1b)$$

$$[0022] \quad \sum_{p=1}^P b_p Z_p = Z \quad (1c)$$

[0023] 对于含有P个不同基色的像素(即,P个不同的EL子像素,每个子像素由对应基色的一个或多个ELD实现),其中第p个基色由CIE XYZ坐标(X_p, Y_p, Z_p)在其最大发光强度处指定。方程(1a)至(1c)指示,通过按照驱动 b_p 来驱动P个ELD,可以重现期望的颜色(X, Y, Z),条件是对于 $p=1, \dots, P, 0b_p \leq 1$ 。

[0024] 方程(1a)至(1d)可以由矢量矩阵形式(即,粗体小写字母表示矢量)表示为:

[0025] $Ab = v$ (2a)

[0026] 其中

$$[0027] \quad A = \begin{bmatrix} X_1 & \dots & X_p & \dots & X_P \\ Y_1 & \dots & Y_p & \dots & Y_P \\ Z_1 & \dots & Z_p & \dots & Z_P \end{bmatrix} \quad (2b)$$

$$[0028] \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ \dots \\ b_p \\ \dots \\ b_P \end{bmatrix} \quad (2c)$$

$$[0029] \quad \mathbf{v} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (2d)$$

[0030] (矢量 $\mathbf{b}$ 和 $\mathbf{v}$ 分别称为“控制矢量”和“期望颜色矢量”)。

[0031] 在许多实例中,可以使用色度(chromaticity)坐标(x, y, z),而不是使用XYZ(三激励)坐标。从三激励坐标到色度坐标的变换可以通过以下方式实现:

$$[0032] \quad x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad (3a)$$

$$[0033] \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad (3b)$$

$$[0034] \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad (3c)$$

[0035] 注意 $x+y+z=1$ 。通常,从色度坐标(x, y, z)表示中取得的对(x, y)可以用于指定颜色,并且当需要时,坐标 z 可以通过 $z=1-x-y$ 来计算。

[0036] 在CIE XYZ(三激励)系统下,发光强度由Y给定。根据以下方式,可以从色度坐标和Y恢复三激励坐标:

$$[0037] \quad X = \frac{x}{y}Y \quad (4a)$$

$$[0038] \quad Y = \frac{y}{y}Y = Y \quad (4b)$$

$$[0039] \quad Z = \frac{z}{y}Y = \frac{1-x-y}{y}Y \quad (4c)$$

[0040] 在矩阵形式中,根据方程(4a)-(4c),期望颜色矢量 $\mathbf{v}$ 可以写为:

$$[0041] \quad \mathbf{v} = \frac{Y}{y} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \frac{Y}{y} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1-x-y \end{bmatrix}$$

[0042] 为了提供有用的色域,至少三种基色是必要的。使用多于三种基色可以扩展色域,并添加解决某些故障的冗余,并引入自由度以优化性能。图1示出了使用五种基色的示例色域100。图1是CIE(x,y,z)量热系统的(x,y)平面图。可以找到关于CIE比色系统的讨论,例如,“颜色科学:概念和方法,定量数据和公式(Color Science:Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulas),作者:Gunter Wyszecki和WS Stiles,第2版,John Wiley&Sons,Inc.,纽约(1982) (“Wyszecki文本”),尤其是第137-142页”。如图1所示,等高线120表示人类可感知的颜色的集合的边界。等高线120包含弯曲部分120a(“光谱轨迹”;表示蓝色到红色之间的单色(monochromatic color))和直线部分120b(“紫色线”)。色域100是五边形,其顶点的CIE(x,y)坐标为蓝色(0.13,0.07)、青色(0.085,0.490)、绿色(0.16,0.71)、绿黄色(0.25,0.70)和红色(0.70,0.30)。这些颜色中的每种都可以被视为色域100的基色,即色域100内的任何颜色都可以由基色中一种或多种的组合产生。如图1所示,使用 $\Delta E=1$ 的分辨率和 $L=60$ 的恒定亮度,五边形中有大约40200种颜色,其中,三角形101内有大约3700种颜色,三角形102中有4000种颜色,三角形103中有32500种颜色。(在此示例中, ΔE 是在CIE(L^*, a^*, b^*)比色系统下在颜色之间计算的对应欧几里得(Euclidean)距离或度量,由 $\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2}$ 定义,其中 L 是0到100之间的归一化值; $\Delta E=1$ 表示略低于人类感知的色差)。

[0043] 使用三种基色,由ELD器件实现的像素中用以产生给定的颜色和发光强度的所需驱动(“ELD驱动”)通常是唯一的(即只有一种选择可用)。当在像素中使用多于三种基色时,ELD驱动一般不是唯一的,并且可以在ELD驱动上施加有利的进一步的条件。由于非唯一性,有许多可能的途径来计算这样的ELD驱动。

[0044] 根据方程(2a),给定基本规格(specification)矩阵A和期望色度坐标(x,y)、最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 及其相关联的控制矢量 $\hat{\mathbf{b}}$,可以缩放控制矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 以获得具有线性控制机制的多色EL显示器的像素的发光强度Y的任何其他选择。此外,当期望的颜色的(x,y)位于由多色EL显示器的EL子像素中的P个基色提供的色域内时,控制矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 的 b_i 的所有元素都是非负的并且不超过单位(即,对于 $p=1, \dots, P, 0 \leq b_p \leq 1$)。否则,期望的像素颜色是不可能的,并且可能需要使用近似期望的颜色的替代颜色。

[0045] 根据本发明的一个实施例,一种途径保证对于色域中的任何颜色可以实现最大发光强度。第一步找到为色域内所选颜色集合中的每种颜色产生最大发光强度 $\hat{Y}$ 所需的ELD驱动矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 。然后可以在插值函数 $f(x,y)$ 中使用所选的这些颜色的集合,来计算期望的颜色的ELD驱动矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 。如上所述,可以根据像素中ELD的数量和规格,来计算任何给定颜色的控制矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 。这些计算可以“离线”进行(即,在实时显示操作之前)。在第二步中,例如,当需要显示期望的颜色(x,y,Y)时,插值函数 $f(x,y)$ 与先前计算的ELD驱动矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 以及(x,y)比色坐标一起被用于确定期望的颜色的最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 和对应所需ELD驱动矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 。如果最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 超过期望像素发光强度Y,则可以通过对实现最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 所需的ELD驱动矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 进行缩放,来获得以发光强度Y重现期望的颜色的所需ELD驱动矢量(即,“期望驱动矢量”) (即期望驱动矢量由 $\frac{Y}{\hat{Y}} \hat{\mathbf{b}}$ 给定)。此第二步仅需要少量的乘法,这可以在ELD显示

器中实时执行。

[0046] 因此,当满足两个约束 ($C_1(Y)$ 和 C_2) 时,在由基色规格矩阵 A 表示的色域内,可实现由色度坐标 (x, y) 指定的并且具有最大发光强度 (luminosity intensity) Y 的期望的颜色。

$$[0047] \quad C_1(Y) \quad A\mathbf{b} = \frac{Y}{y} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1-x-y \end{bmatrix} \quad 5(a)$$

$$[0048] \quad C_2 \quad 0 \leq b \leq 1 \quad 5(b)$$

[0049] 约束 $C_1(Y)$ 确保期望的颜色在基本规格矩阵 A 指定的色域内,而约束 C_2 确保子像素 (即基色) 中 ELD 的控制矢量 $\mathbf{b}$ 的所有元素都是非负的并且不超过单位,该单位为每种基色产生最大光度 (luminosity) 所需的值。期望的颜色坐标 (x, y) 处的最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 及其相关联控制矢量 $\hat{\mathbf{b}}$ 是以下问题的解:

$$[0050] \quad \hat{Y}, \hat{\mathbf{b}} = \{Y \geq \hat{Y}, \mathbf{b} \mid C_1(Y), C_1(\hat{Y}), C_2\} \quad 5(c)$$

[0051] 如果 (x, y) 不在由基本矩阵 A 表示的色域中,则问题 5 (c) 的解是 $\mathbf{b} = 0$, 并且 $\hat{Y} = 0$ 。

[0052] 通过对方程 5 (a) 的一行 (例如, y 行) 中的 Y 求解,将 Y 解代入方程 5 (a) 的其他两行中并对结果分组,可以将问题 5 (c) 简化为标准线性规划问题。换言之,由 A_i 表示基本规格矩阵 A 的第 i 行,则方程 5 (a) 可以写成:

$$[0053] \quad \begin{aligned} A_2 \mathbf{b} &= Y \\ A_1 \mathbf{b} &= \left(\frac{x}{y}\right) Y \\ A_3 \mathbf{b} &= \left(\frac{1-x-y}{y}\right) Y \end{aligned} \quad 6(a)$$

[0054] 其可以通过将 $A_2 \mathbf{b}$ 代替方程 6 (a) 的第二和第三行中的 Y 并重新排列,而被重写,以获得:

$$[0055] \quad \begin{aligned} A_2 \mathbf{b} &= Y \\ (A_1 - \left(\frac{x}{y}\right) A_2) \mathbf{b} &= 0 \\ (A_3 - \left(\frac{1-x-y}{y}\right) A_2) \mathbf{b} &= 0 \end{aligned} \quad 6(b)$$

[0056] 然后,使用方程 (6b), 问题 5 (c) 简化为使 $A_2 \mathbf{b}$ 最大化的线性规划问题,其受到的约束为:

$$[0057] \quad \begin{aligned} A_2 \mathbf{b} &= Y \\ (A_1 - \left(\frac{x}{y}\right) A_2) \mathbf{b} &= 0 \\ (A_3 - \left(\frac{1-x-y}{y}\right) A_2) \mathbf{b} &= 0 \\ \mathbf{0} &\leq \mathbf{b} \leq \mathbf{1} \end{aligned} \quad 7(a)$$

[0058] 产生控制矢量 $\hat{\mathbf{b}}$, 其提供最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 。使 $A_2 \mathbf{b}$ 最大化提供了最大发光强度; 可以选择目标函数的其他选择,以产生其他需求。例如,可以考虑不一定产生最大可能发光强度 $\hat{Y}$ 的控制矢量。还可以想要基于以下方式进行控制: (i) ELD 驱动器的散热上的限制;

(ii) 发光强度动态范围整形; (iii) 控制矢量转换平滑度的线性或非线性控制; 以及 (iv) 驱动电路输出范围的附加限制。虽然这样的解可能不一定实现最大可能发光强度, 但是每个这样的解可以根据轮作方案 (rotation scheme) 在不同的时间使用。对于在某些类型的非易失性存储器件 (诸如闪速存储器) 中实现的查找表, 期望轮作各种解以满足这样的存储器件中的耐久性约束。

[0059] 在一个实施例中, 可以通过将以下约束添加到方程7 (a), 来实现限制最大可用发光强度在有用色域上的变化的附加约束:

$$[0060] \quad C_3: A_2 b \leq \rho \sum_{i=1}^P A_{2i}$$

[0061] 其中 ρ 是可调实数参数, $0 < \rho \leq 1$, 并且 A_{2i} 是矩阵 A 第二行的第 i 个元素。此约束通过使色域变平 (flatten), 来提供可用发光强度的上限。具体地, 当 $\rho = 1$ 时, 实际上没有约束, 因为 $A_2 b = Y$ 在控制 (因为 $Y = \sum_{i=1}^P A_{2i}$)。随着 ρ 减小, 色域上的最大发光强度减小, 导致可用发光强度的变化较小。图6-8示出了作为CIE颜色坐标和允许的最大发光强度 (即, 分别为 $\rho = 1.0, 0.5$ 和 0.3) 的函数的最大可用发光强度的等高线。对于以矩阵 A 为特征的系统, 允许的最大发光强度为11.8坎德拉。从图6-8可以看出, 随着 ρ 变小, 最大发光强度对于更大量的高度饱和的颜色是可能的。

[0062] 在约束7 (a) 下使 $A_2 b$ 最大化的线性规划问题的解不需要实时找到并且可以离线求解, 因为色度坐标的可能值是紧凑的集合 (即, 色域)。紧凑的集合属性允许使用该集合内的样本构造插值器, 该插值器允许以任意精确度计算色域内的所有其他值。离线确定色域内的样本的解构成了在上面讨论的EL显示器上显示任何期望的颜色的第一步。如上所述, 样本的离线解允许了在第二步中实时地对所期望的颜色的解进行插值。

[0063] 对于不是色域的一部分的期望的颜色, 可以有利地获得色域内的相同色调 (hue) 的替代颜色。如在Wyzecki文本的第168-169页中所讨论的, 在均匀颜色空间中, 由恒定色度比率的线来提供近似恒定色调的颜色。例如, 在CIE $L^*a^*b^*$ 均匀颜色空间中, 具有恒定比率 $\frac{b^*}{a^*}$ 的点的轨迹是恒定色调的线。可以看到这些恒定色调的线从无色或白色点发出 (例如,

D65, 在 $(x_n, y_n) = (0.3127, 0.3290)$ 处), 并延伸到光谱轨迹或紫色线。类似地, 在CIE $L^*u^*v^*$ 均匀颜色空间中, 具有恒定比率 $\frac{v^*}{u^*}$ 的点的轨迹是恒定色调的线。在均匀颜色空间中, 例如CIE $L^*u^*v^*$, 恒定色调的线是 (x, y) 平面中的直线。因此, 根据本发明的一个实施例, 对于不在色域中的期望的颜色 (x, y) , 合适的替代颜色可以是色域的边界上与恒定色调的线相交的点 (x', y') , 该恒定色调的线将 (x, y) 与无色点连接。交点 (x', y') 近似于 (x, y) 处的期望的颜色, 并表示在CIE $L^*u^*v^*$ 均匀颜色空间中保持相同色调的最近的点。

[0064] 根据本发明的一个实施例, 以下算法实现确定要在EL显示器上显示的期望的颜色 (x, y) 或其替代颜色 (x', y') 的驱动矢量的第一步。替代颜色是上面讨论的近似的结果, 其提供CIE均匀颜色空间中的相同色调的最近的颜色。此第一步优选地离线执行, 结果储存在查询表中, 例如, 以便于访问:

[0065] 步骤a: 给定基色规格矩阵 A 和无色点 (x_n, y_n) , 在网格上选择颜色 (x, y) 的集合, 颜

色(x,y)的该集合至少覆盖由色度坐标(x,y)平面中的光谱轨迹和紫色线界定的区域;

[0066] 步骤b:对于网格上的每个所选择的颜色(x,y):

[0067] (i) 当颜色(x,y)不在色域中时,确定替代颜色(x',y'),优选地为在色域的边界上与恒定色调的线相交的颜色(x',y'),该恒定色调的线将(x,y)与无色点连接;以及

[0068] (ii) 在上述约束7(a)下,求解使 A_2b 最大化的线性规划问题,以获得对于期望的颜色(x,y)或替代颜色(x',y')的最大发光强度 $\hat{Y}$ 和对应的控制驱动 $\hat{\mathbf{b}}$;Y以及

[0069] 步骤c:创建用于基于最大发光强度 $\hat{Y}$ 和对应的控制驱动 $\hat{\mathbf{b}}$ 来对发光强度Y和对应的控制矢量b进行插值的函数f(x,y)。

[0070] 在EL显示器上实时显示图像期间,插值函数f(x,y)被用于为每个期望的颜色(x,y)确定发光强度Y和用于驱动EL显示器的对应像素中的ELD对应的控制矢量b。合适的插值函数可以包含双线性插值函数,其可以使用非常少的计算步骤来计算。也可以使用更高阶的插值函数。当使用双线性插值函数时,可以通过从线性颜色空间采样来实现进一步的简化。以下算法实现了确定要在EL显示器上显示的期望的颜色(x,y)或其替代颜色(x',y')的驱动矢量的第二步:

[0071] 步骤d:对于要显示的每个像素(x,y,Y),Y是该像素的期望发光强度:

[0072] (i) 评估f(x,y)以获得其最大发光强度 $\hat{Y}$ 和对应的控制驱动 $\hat{\mathbf{b}}$;

[0073] 以及

[0074] (ii) 确定驱动矢量 $\mathbf{b} = \min\left(\frac{Y}{\hat{Y}}, 1\right) \hat{\mathbf{b}}$ 。

[0075] 此第二步仅需要每像素的少量算术运算。插值后的精确度取决于第一步中使用的网格的网孔(mesh)大小。当网孔大小接近零时,误差变得任意小。

[0076] 表格1示出了由示例性EL显示设备的ELD提供的蓝色、青色、绿色、绿黄色和红色基色的三激励坐标:

[0077]

颜色	CIE 三激励坐标		
	X	y	Y (cd)
蓝色	0.13	0.07	1.56
青色	0.085	0.49	2.2
绿色	0.16	0.71	2.92
绿黄色	0.25	0.7	2.56
红色	0.7	0.3	2.56

[0078] 表格1

[0079] 基色颜色规格矩阵A可以从表格1和方程4(a)-4(c)获得:

[0080]
$$A = \begin{bmatrix} 2.89711 & 0.3816 & 0.6580 & 0.9143 & 5.9733 \\ 1.56 & 2.2 & 2.92 & 2.56 & 2.56 \\ 17.8286 & 1.9082 & 0.5346 & 0.1829 & 0 \end{bmatrix} \quad 8(a)$$

[0081] 在方程8(a)的基色规格矩阵A中,列以列矢量形式(即, $\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$)分别对应表格1中的蓝色、青色、绿色,绿黄色和红色基色的CIE三激励(X,Y,Z)矢量。

[0082] 任何插值方法中固有的是,当插值不位于网格点上时,由于实际值和插值的不准确匹配而引入误差。发明人发现,均匀间隔的网格点在(x,y)平面上的x方向和y方向上的间隔均应不大于约0.005单位。由图2和图3图示的以下示例中使用的间隔在x方向和y方向上均为0.004单位。图2是插值误差的直方图,图示了在由 $0.0 \leq x \leq 0.8$ 和 $0.002 \leq y \leq 0.9$ 界定的区域内10,000个均匀间隔样本的误差分布。(方程4(a)-4(c)排除沿 $y=0.0$ 的点。)图2示出了,10,000个样本中的9,985个具有小于 $\Delta E^*=1.0$ 的误差。如图2所示,大部分误差满足 $\Delta E^* < 0.5$;在最佳查看条件下,这样的误差几乎不可感知。图3示出了10,000个样本中的具有误差 $\Delta E^* > 1.0$ 的全部15个样本的分布,其中最大误差落在范围1.8差 $\Delta E^* \leq 8$ 差落内。这些分布被认为是均匀间隔网格上的样本的误差分布的典型分布。通常,较大的误差是在色域边界附近发现。图4示出了图3的具有误差 $\Delta E^* > 1.0$ 的15个样本的色域中的位置401(由实心圆圈表示)。位置401非常靠近人类视觉的光谱轨迹。

[0083] 图5示出了发光强度的灰度表示和恒定发光强度的等高线501-a、501-b……以及501-n。图5中还示出了CIE光谱轨迹和紫色线以及由方程8(a)的基色规格矩阵A表示的色域的边界。等高线501-a……501-n表示从 $0.95*Y$ 以 $0.05*Y$ 递减的发光强度,Y是整个色域上的最大发光强度值。

[0084] 在一个实施例中,图形处理单元(GPU)允许实时插值评估(即,上述步骤d的步骤(i)和(ii)),从而以多色扩展色域EL显示器的视频速率操作。此外,GPU还便于插值函数 $f(x,y)$ 的实时更新。这在插值函数是时间相关的(例如,跟踪环境光)时特别有用。在这样的应用中,线性(或非线性)规划问题中的附加约束对于保持色域和呈现控制可以是有用的(参见例如美国专利8,791,890和美国专利申请公开2009/0040154)。

[0085] 提供以上详细描述是为了说明本发明的具体实施例,而不旨在是限制性的。在本发明的范围内的许多变化和修改是可能的。在所附权利要求中阐述了本发明。

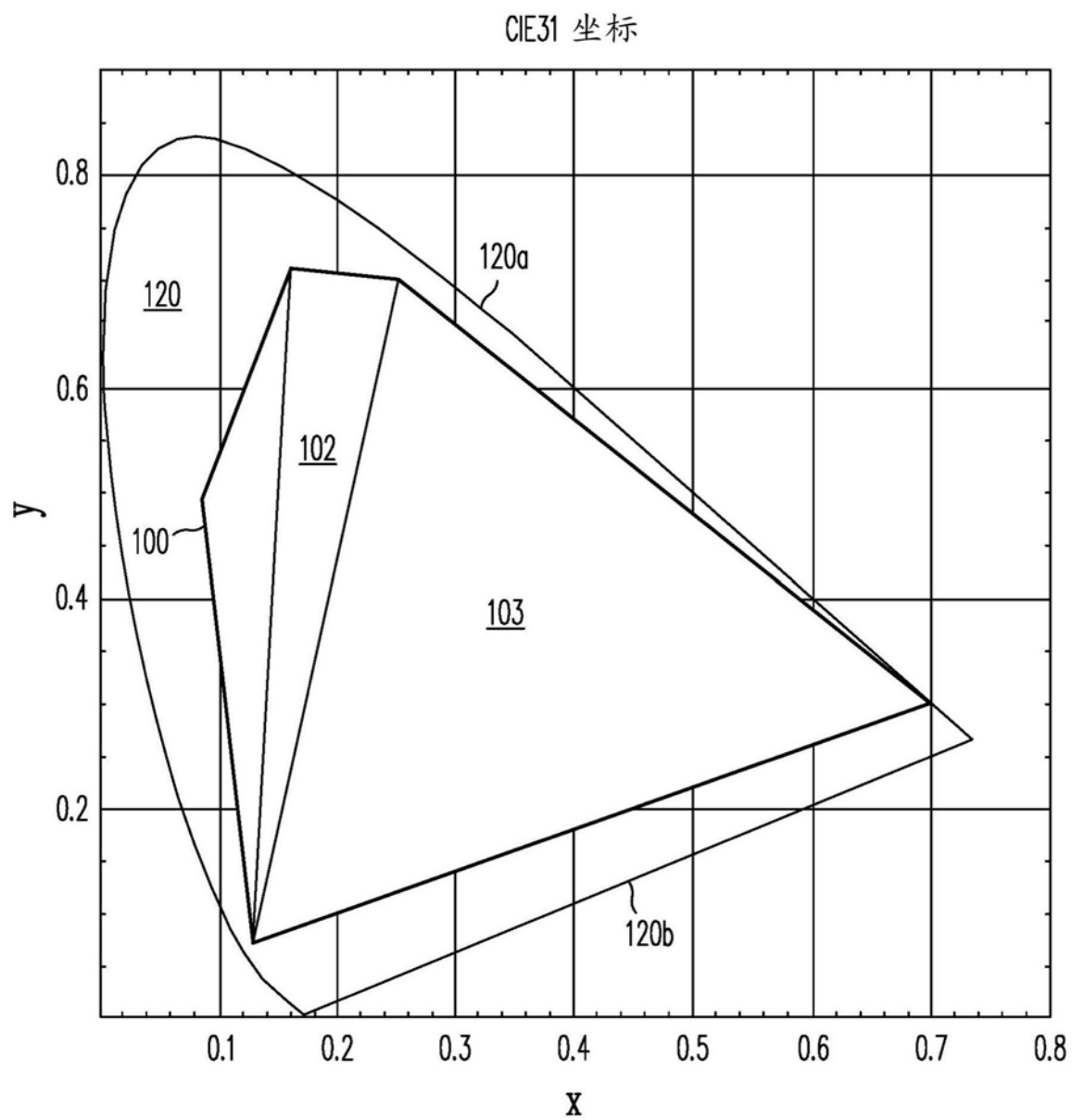


图1

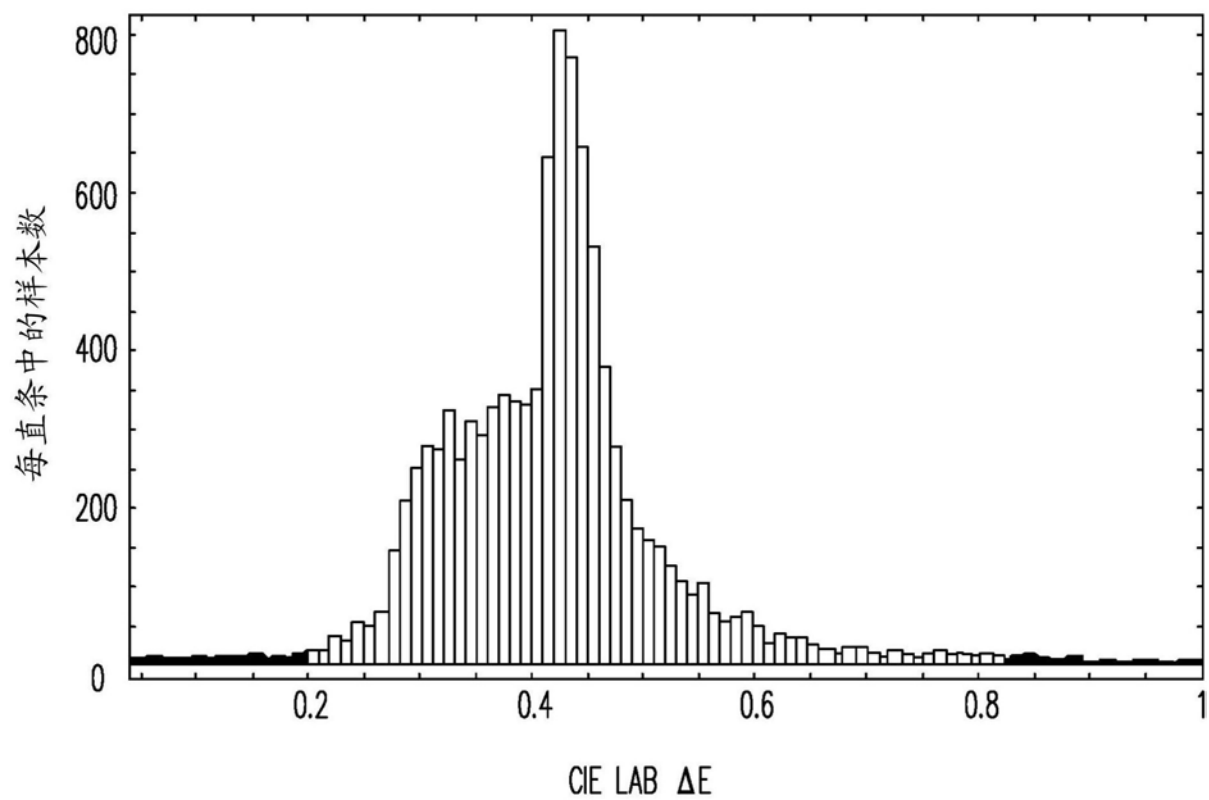


图2

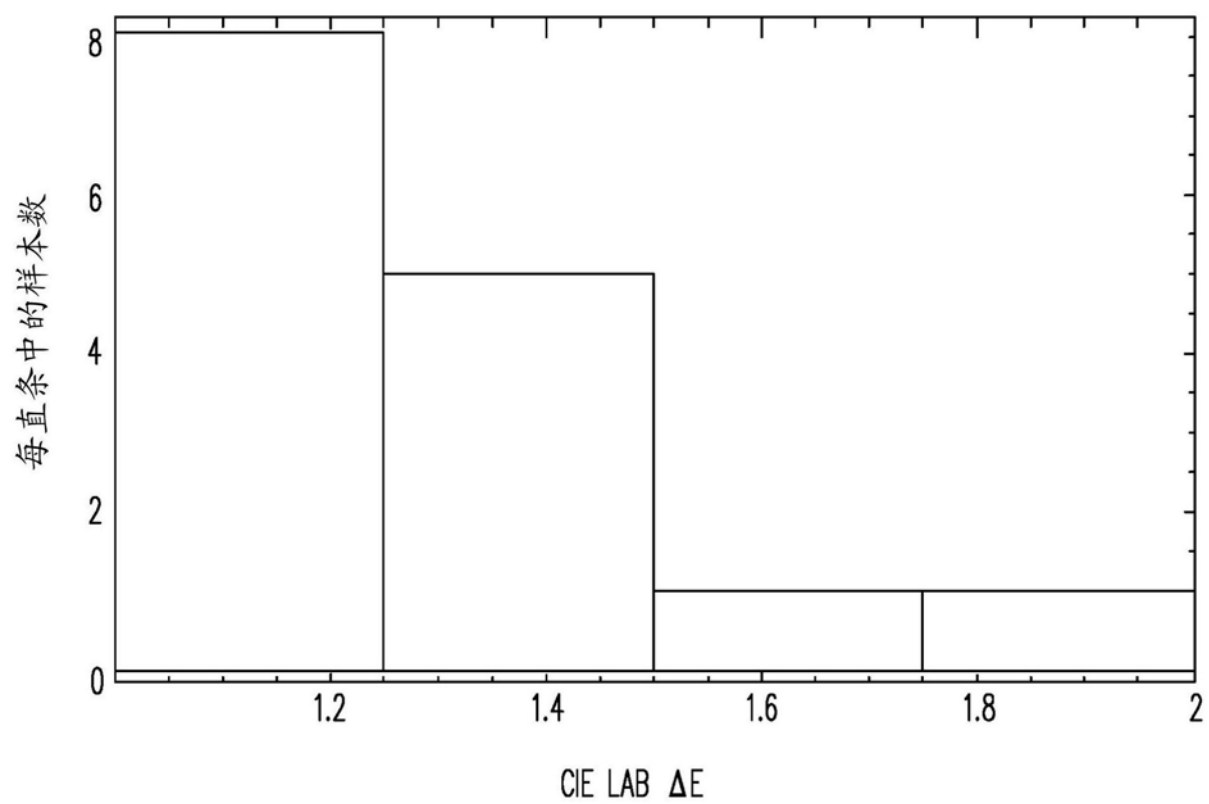


图3

CIE31 坐标

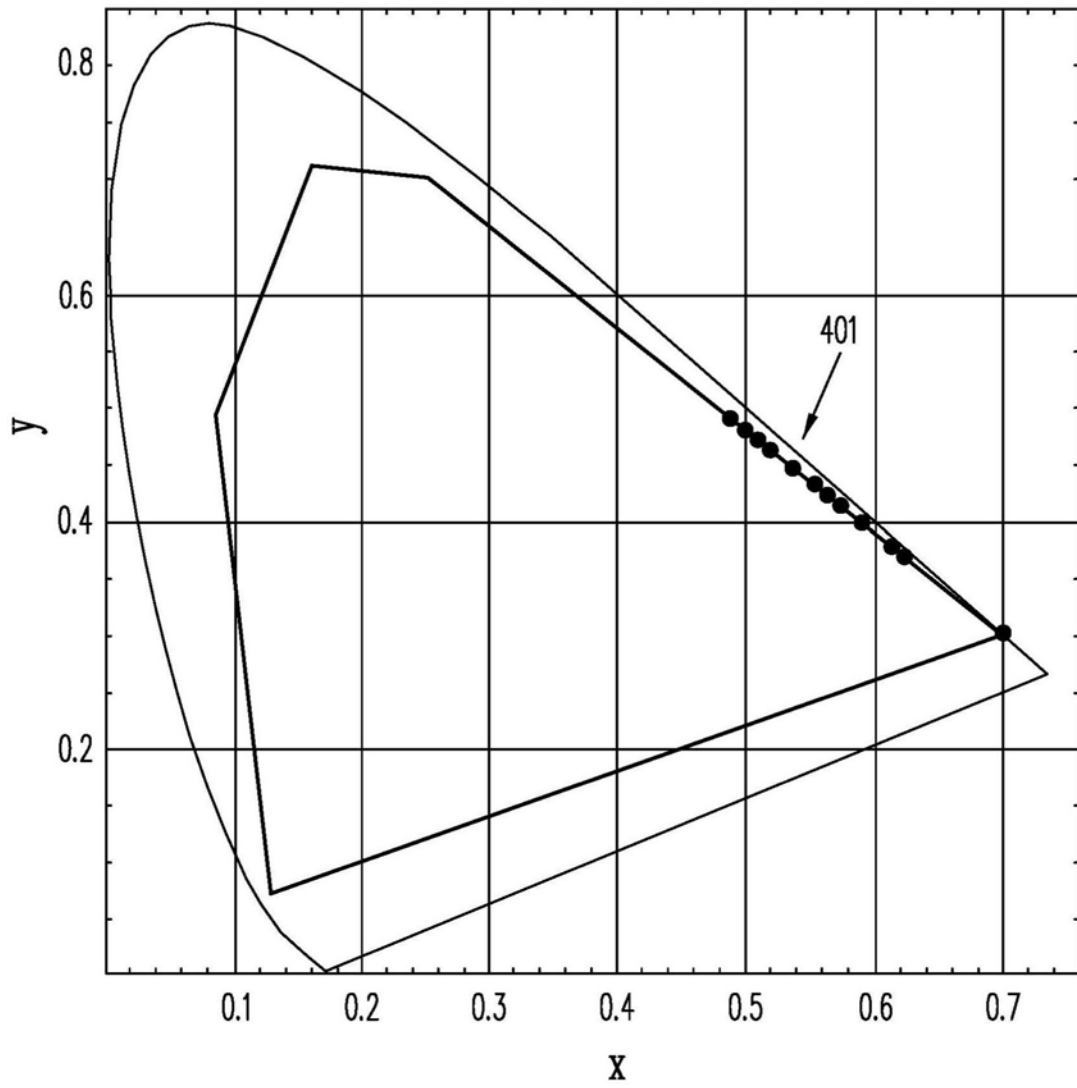


图4

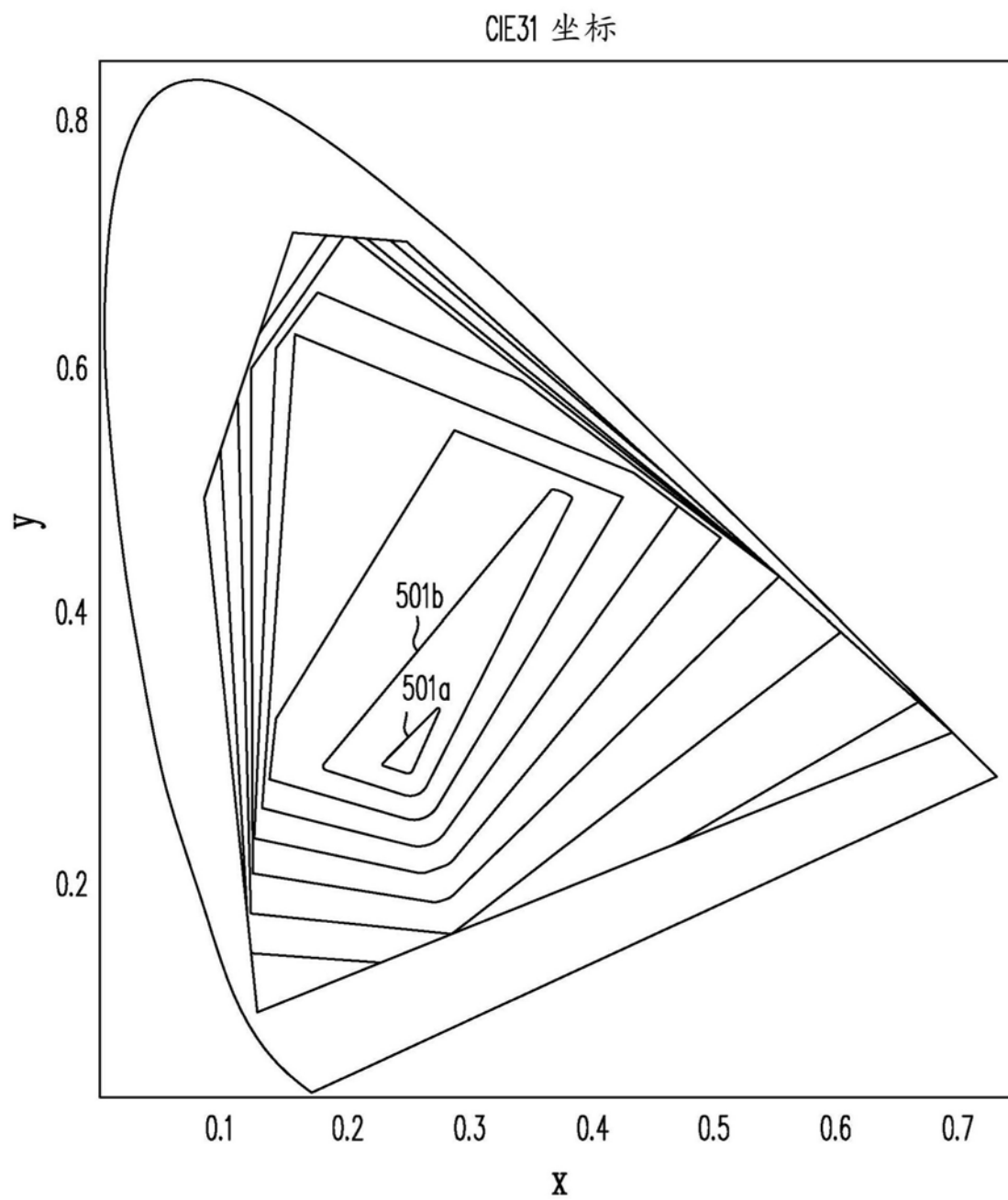
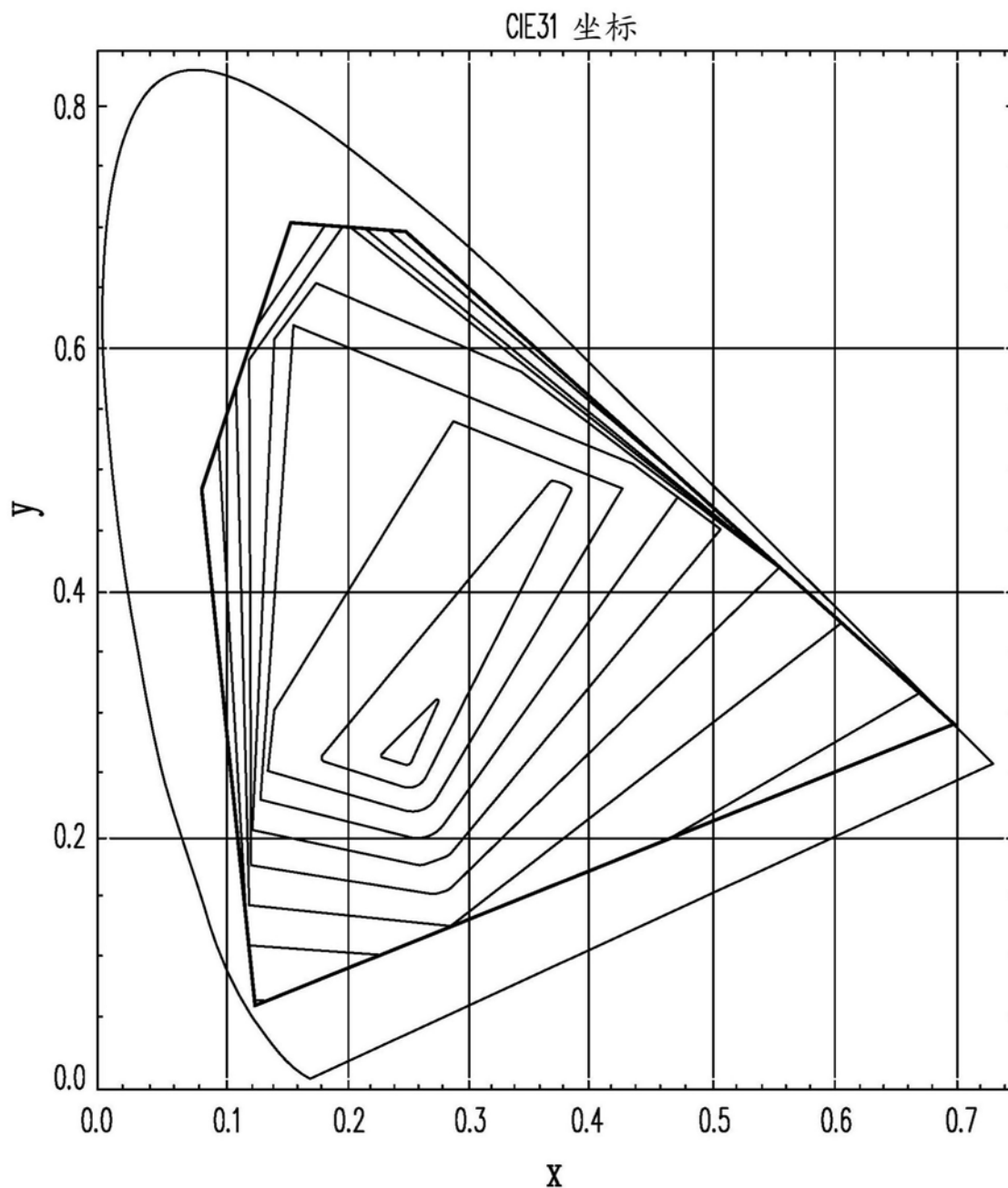
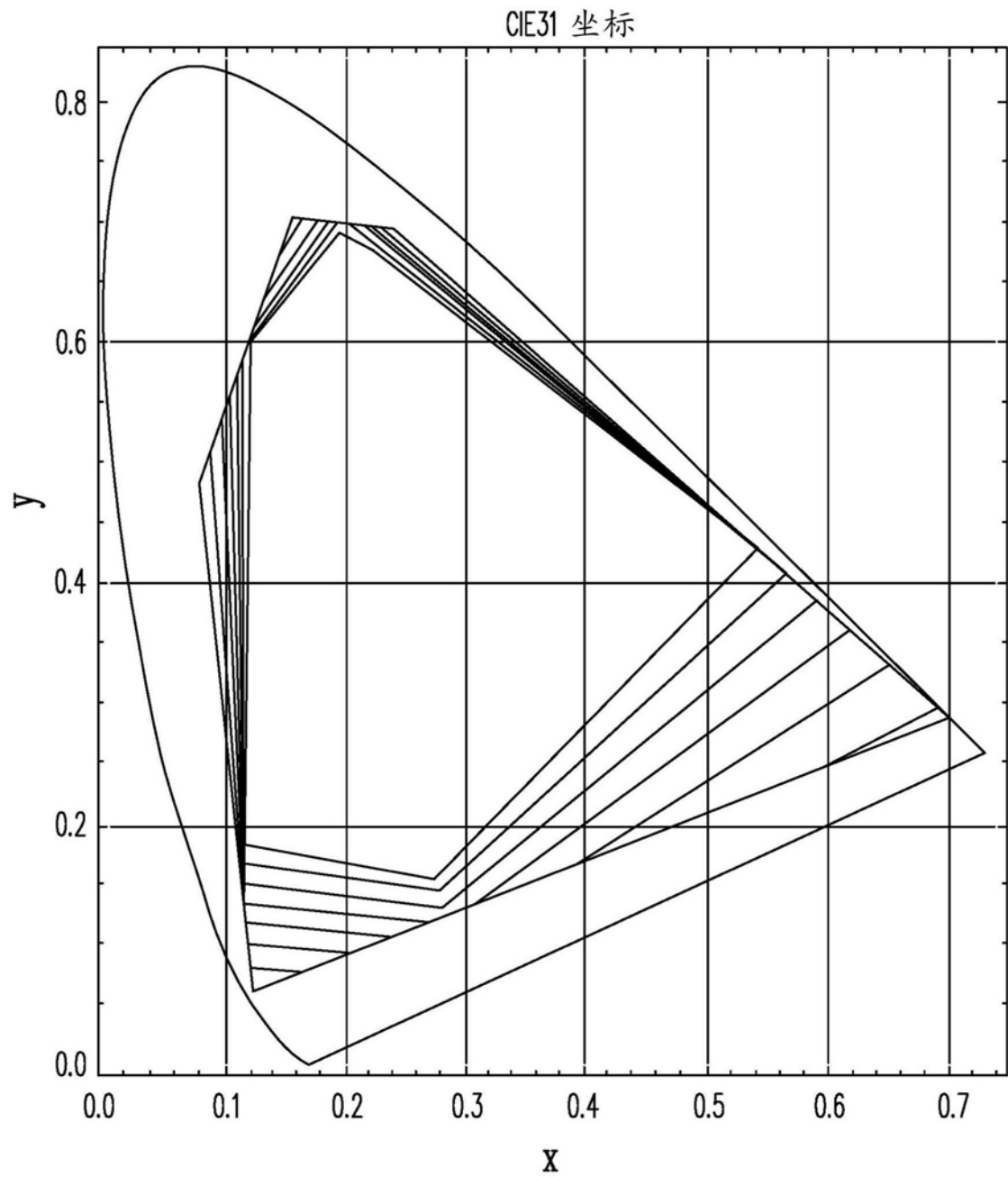


图5



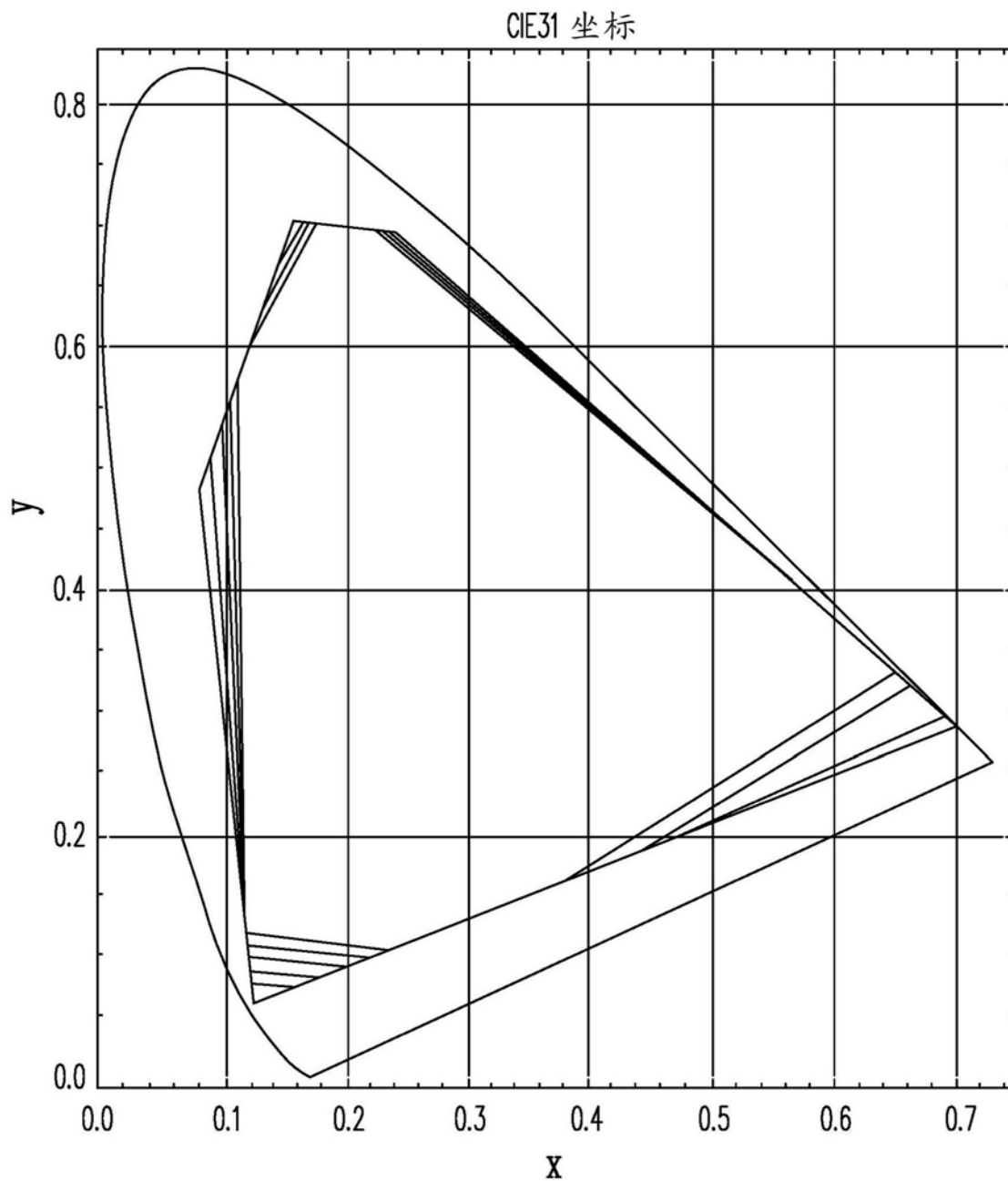
无约束的 LED 驱动电流。- 示出了作为像素 CIE 颜色坐标 (x, y) 的函数的最大可用发光强度的等高线。
粗黑线包围色域。等高线是在最大可用发光强度 ($Y=11.8$ 坎德拉) 的 $\{0.95, 0.85, 0.75, \dots, 0.05\}$ 倍处。

图6



受约束的 LED 驱动电流。- 等高线是在最大可用发光强度
($Y=5.9$ 坎德拉, $p=0.5$) 的 $\{0.95, 0.85, 0.75, \dots, 0.05\}$ 倍处。

图7



受约束的 LED 驱动电流。—等高线是在最大可用发光强度 ($Y=3.54$ 坎德拉, $\rho=0.3$) 的 $\{0.95, 0.85, 0.75, \dots, 0.05\}$ 倍处。当插值函数是时间相关的 (例如跟踪环境光时) 特别有用。在这种情况下, 线性 (或非线性) 规划问题中的附加约束对于保持色域和呈现控制是有用的。

图8

专利名称(译)	扩展色域电致发光显示器和方法		
公开(公告)号	CN109478390A	公开(公告)日	2019-03-15
申请号	CN201780046429.6	申请日	2017-07-27
[标]申请(专利权)人(译)	兰德马克屏幕有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	兰德马克屏幕有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	兰德马克屏幕有限责任公司		
发明人	P.O.沙伊贝		
IPC分类号	G09G3/3233 G09G3/20 G09G3/3258		
CPC分类号	G09G3/2003 G09G3/3208 G09G2300/0452 G09G2320/0666 G09G2340/06 G09G3/3233 G09G3/3258		
代理人(译)	胡琪		
优先权	15/221466 2016-07-27 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在具有由三种或更多种基色的电致发光器件(ELD)构成的像素的显示系统中，控制电路对于每个像素接收要在该像素上显示的期望的颜色的规格，并确定每种基色的ELD所需的驱动电压或电流，所需的驱动电压或电流是从与人类视觉的光谱轨迹或紫色线内的预定颜色相关联的驱动电压或电流的值确定的。

