



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102203846 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 08

(21) 申请号 200980142078. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 10. 21

G09G 3/32 (2006. 01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

12/258, 388 2008. 10. 25 US

US 2005/0110420 A1, 2005. 05. 26, 全文.

CN 101123066 A, 2008. 02. 13, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 10261803 A, 2008. 09. 10, 全文.

2011. 04. 22

US 2008/0252568 A1, 2008. 10. 16,

(86) PCT国际申请的申请数据

审查员 王妍

PCT/US2009/005724 2009. 10. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/047791 EN 2010. 04. 29

(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 查尔斯·I·利维 加里·帕雷特

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 李辉 吕俊刚

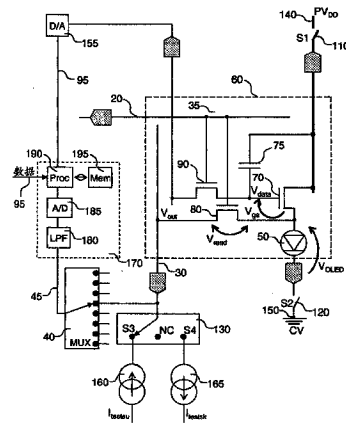
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

具有初始非均匀性补偿的电致发光显示器

(57) 摘要

一种对多个具有读出晶体管 (80) 的电致发光 (EL) 子像素的特性差异进行补偿的方法, 该方法包括以下步骤: 提供通过第一开关 (51) 连接至各个子像素的驱动晶体管 (70) 的第一电压源 (PVDD) 以及通过第二开关 (52) 连接至各个子像素的 EL 发射器 (50) 的第二电压源 (CV); 提供通过第三开关 (53) 连接至读出晶体管的电流源 (160) 以及通过第四开关 (54) 连接至读出晶体管的电流阱 (165); 向子像素提供测试电压; 仅闭合第一开关和第四开关, 并测量读出晶体管电压, 以提供表示驱动晶体管的特性的第一信号; 仅闭合第二开关和第三开关, 并测量电压, 以提供表示 EL 发射器的特性的第二信号; 针对各个子像素进行重复; 并且使用各个子像素的第一信号和第二信号来补偿 EL 子像素的特性差异。



1. 一种对多个电致发光 EL 子像素的初始非均匀性进行补偿的方法,该方法包括以下步骤:

(a)为多个 EL 子像素中的每个 EL 子像素提供具有第一电极、第二电极和栅极的驱动晶体管;

(b)提供第一电压源和第一开关,该第一开关用于选择性地将第一电压源连接至每个驱动晶体管的第一电极;

(c)为连接至相应驱动晶体管的第二电极的每个 EL 子像素提供 EL 发射器,并提供第二电压源和第二开关,该第二开关用于选择性地将每个 EL 发射器连接至第二电压源;

(d)为每个 EL 子像素提供具有第一电极和第二电极的读出晶体管,并且将每个读出晶体管的第一电极连接至相应驱动晶体管的第二电极;

(e)提供电流源和第三开关,该第三开关用于选择性地将该电流源连接至每个读出晶体管的第二电极;

(f)提供电流阱和第四开关,该第四开关用于选择性地将该电流阱连接至每个读出晶体管的第二电极;

(g)选择 EL 子像素及其对应的驱动晶体管、读出晶体管和 EL 发射器;

(h)向所选择的驱动晶体管的栅极提供测试电压,并且提供连接至所选择的读出晶体管的第二电极的电压测量电路;

(i)闭合第一开关和第四开关,打开第二开关和第三开关,并使用所述电压测量电路来测量所选择的读出晶体管的第二电极处的电压,以提供表示所选择的驱动晶体管的特性的对应第一信号;

(j)打开第一开关和第四开关,闭合第二开关和第三开关,并使用所述电压测量电路来测量所选择的读出晶体管的第二电极处的电压,以提供表示所选择的 EL 发射器的特性的对应第二信号;

(k)针对所述多个 EL 子像素中其余的每个 EL 子像素重复步骤 g 至步骤 j;以及

(l)使用每个 EL 子像素的第一信号和第二信号来补偿所述多个 EL 子像素的初始非均匀性,

其中,步骤 j 包括:将所测得的所述多个 EL 子像素中的每个 EL 子像素的第一信号和第二信号分别与第一目标信号和第二目标信号进行比较,以对所述 EL 子像素的初始非均匀性进行补偿,并且

其中,第一目标信号是所有第一信号的平均值,并且第二目标信号是所有第二信号的平均值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述电压测量电路包括模数转换器。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述电压测量电路还包括低通滤波器。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,针对预定数量的 EL 子像素执行步骤 g 至步骤 j,在此期间,所述预定数量的 EL 子像素被同时驱动。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述 EL 子像素被布置成多行多列,该方法还包括以下步骤:为每一行提供连接至该行中的选择晶体管的栅极的选择线,并且为每一列提供连接至该列中的所述读出晶体管的第二电极的读出线。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,该方法还包括以下步骤:使用连接至每一列的读出线

的复用器,顺序地读出所述预定数量的 EL 子像素的第一信号和第二信号。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,该方法还包括以下步骤:提供连接至所述驱动晶体管的栅极的选择晶体管,并且其中,该选择晶体管的栅极连接至所述读出晶体管的栅极。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,每个 EL 发射器都是 OLED 发射器,并且其中,每个 EL 子像素都是 OLED 子像素。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,每个驱动晶体管都是低温多晶硅驱动晶体管。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述多个 EL 子像素组成了 EL 显示器,并且其中,在该 EL 显示器的工作寿命之前执行步骤 g 至步骤 k 的测量。

## 具有初始非均匀性补偿的电致发光显示器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及固态电致发光平板显示器,更明确地讲,涉及一种有办法对组成这种显示器的各个组件的特征差异进行补偿的显示器。

### 背景技术

[0002] 电致发光 (EL) 器件早已为人们所知,最近被用于商用显示设备中。这种器件既使用有源矩阵控制方案又使用无源矩阵控制方案,并且可以使用多个子像素。各个子像素都包括 EL 发射器和用于驱动流过 EL 发射器的电流的驱动晶体管。子像素通常被布置成二维阵列,每个子像素都有一个行地址和一个列地址,并且具有与该子像素相关的数据值。将不同颜色(例如,红色、绿色、蓝色以及白色)的子像素进行分组以形成像素。可以用各种发射器工艺来制造 EL 显示器,包括可涂覆无机发光二极管、量子点以及有机发光二极管(OLED: organic light-emitting diode)。然而,这种显示器存在多种限制了显示器质量的缺陷。具体来讲,OLED 显示器的子像素在显示器上存在可见的非均匀性。可以将这些非均匀性归因于显示器中的 EL 发射器(对于有源矩阵显示器)和用于驱动 EL 发射器的薄膜晶体管的变化。图 5 示出了给出像素间特征差异的子像素亮度的示例性直方图。所有的子像素是以相同电平驱动的,所以应该具有相同的亮度。如图 5 所示,所产生的亮度在两个方向上都变化了 20 个百分点。这导致了无法接受的显示性能。

[0003] 诸如低温多晶硅(LTPS:low-temperature polysilicon)的某些晶体管工艺可能产生了迁移率和阈值电压在显示器表面上出现变化的驱动晶体管(Kuo, Yue, ed. Thin Film Transistors: Materials and Processes, vol. 2: Polycrystalline Thin Film Transistors. Boston: Wuvenc Acadmie Publishers, 2004, pg. 412)。这产生了讨厌的可见非均匀性。此外,非均匀 OLED 材料沉积会产生性能出现变化的发射器,也导致了讨厌的非均匀性。这些非均匀性出现在板(panel)销售给最终用户的时候,所以也称为初始非均匀性。

[0004] 在现有技术中,测量显示器中各个像素的性能,然后校正像素的性能,以提供在显示器上更加均匀的输出是已知的。Ishizuki 等人的美国专利申请公报第 2003/0122813 号公开了一种用于提供高品质图像而没有不规则亮度的显示板驱动装置及驱动方法。当各个像素连续地并且独立地发光时测量发光驱动电流。然后,根据测得的驱动电流值针对各个输入像素数据来校正亮度。根据另一方面,调整驱动电压,使得一个驱动电流值变得与预定的参考电流值相等。另一方面,当将与显示板的漏电流相对应的偏置电流与从驱动电压发生器电路输出的电流相加时,测量电流,并且将所得的电流供应至各个像素部分。这种测量技术是反复的,因此速度慢。此外,该技术的目的是对老化的补偿,而不是对初始非均匀性的补偿。

[0005] Salam 的题为“Matrix Display with Matched Solid-State Pixels”的美国专利第 6,081,073 号描述了一种具有用于减少像素的亮度变化的处理和控制电路的显示矩阵。该专利描述了根据显示器中最弱像素的亮度与各个像素的亮度之间的比例,对各个像素应

用线性缩放方法。然而,该方法将导致显示器的动态范围和亮度的总体下降以及像素可工作的位深度的减小和变化。

[0006] Fan 的题为“Methods of improving display uniformity of organic light emitting displays by calibrating individual pixel”的美国专利第 6,473,065B1 号描述了改善 OLED 的显示均匀性的方法。为了改善 OLED 的显示均匀性,测量所有有机发光元件的显示特征,并且从所测得的对应有机发光元件的显示特征获得各个有机发光元件的校准参数。将各个有机发光元件的校准参数存储在校准存储器中。该技术使用查找表与计算电路的组合来实现均匀性校正。然而,所描述的方法需要提供各个像素的全部特征的查找表,或者需要设备控制器中的大量计算电路。在大多数应用中这或许是昂贵的并且不切实际的。

[0007] Shen 等人的题为“Method and apparatus for calibrating display devices and automatically compensating for loss in their efficiency over time”的美国专利申请第 6,414,661B1 号描述了一种通过根据施加至像素的累积驱动电流来计算并预测各个像素的光输出效率的衰减,从而对 OLED 显示器件中的单独的有机发光二极管的发光效率的长期变化进行补偿,并且获得施加至各个像素的下一驱动电流的修正系数的方法及相关系统。该专利描述了使用照相机获得多个相等大小的子区域的图像。这种处理是耗时的,并且需要机械固定装置来获得多个子区域图像。

[0008] Kasai 等人的美国专利申请公报第 2005/0007392A1 号描述了一种电光器件,其通过执行与多个干扰因素相对应的修正处理来稳定显示器质量。灰阶特征生成单元生成具有通过改变显示数据的灰阶特征而获得的灰阶特征的转换数据,所述显示数据定义了各个像素对于其描述内容包括修正因子的转换表的灰阶。然而,其方法需要大量的查找表(LUT)(在任一特定的时间并非所有的查找表都在使用)来执行处理,而没有描述填充(populate)那些 LUT 的方法。

[0009] Gu 的美国专利第 6,897,842B2 号描述了使用脉宽调制(PWM:pulse width modulation)机制来可控地驱动显示器(例如,形成显示元件阵列的多个显示元件)。从均匀脉冲间隔时钟生成非均匀脉冲间隔时钟,然后用于调制驱动信号的宽度(可选地,幅度),以可控地驱动显示元件阵列的一个或更多个显示元件。连同初始非均匀性补偿提供了 gamma 校正。然而,该技术仅适用于无源矩阵显示器,而不适用于通常使用的更高性能的有源矩阵显示器。

[0010] 因此,需要更完整的方法来补偿电致发光显示器的组件之间的差异,更明确地来讲,补偿这种显示器的初始非均匀性。

## 发明内容

[0011] 因此,本发明的一个目的是对多个电致发光(EL)子像素的特性差异进行补偿。该目的通过一种对多个电致发光(EL)子像素的特性差异进行补偿的方法来实现,该方法包括以下步骤:

[0012] (a) 为多个 EL 子像素中的每个 EL 子像素提供具有第一电极、第二电极和栅极的驱动晶体管;

[0013] (b) 提供第一电压源和第一开关,该第一开关用于选择性地将第一电压源连接至

每个驱动晶体管的第一电极；

[0014] (c) 为连接至相应驱动晶体管的第二电极的每个 EL 子像素提供 EL 发射器, 以及第二电压源和第二开关, 该第二开关用于选择性地将每个 EL 发射器连接至第二电压源；

[0015] (d) 为每个 EL 子像素提供具有第一电极和第二电极的读出晶体管, 并且将每个读出晶体管的第一电极连接至相应驱动晶体管的第二电极；

[0016] (e) 提供电流源和第三开关, 该第三开关用于选择性地将该电流源连接至每个读出晶体管的第二电极；

[0017] (f) 提供电流阱和第四开关, 该第四开关用于选择性地将该电流阱连接至每个读出晶体管的第二电极；

[0018] (g) 选择 EL 子像素及其对应的驱动晶体管、读出晶体管和 EL 发射器；

[0019] (h) 向所选择的驱动晶体管的栅极提供测试电压, 并且提供连接至所选择的读出晶体管的第二电极的电压测量电路；

[0020] (i) 闭合第一开关和第四开关, 打开第二开关和第三开关, 并使用电压测量电路来测量所选择的读出晶体管的第二电极处的电压, 以提供表示所选择的驱动晶体管的特性的对应第一信号；

[0021] (j) 打开第一开关和第四开关, 闭合第二开关和第三开关, 并使用电压测量电路来测量所选择的读出晶体管的第二电极处的电压, 以提供表示所选择的 EL 发射器的特性的对应第二信号；

[0022] (k) 针对所述多个 EL 子像素中其余的每个 EL 子像素重复步骤 g 至步骤 j ; 以及

[0023] (l) 使用每个子像素的第一信号和第二信号来补偿所述多个 EL 子像素的特性差异。

[0024] 本发明的一个优势是电致发光 (EL) 显示器, 其对组成 EL 显示器的 EL 子像素的特性差异进行补偿, 具体来讲, 对显示器的初始非均匀性进行补偿, 而不需要大量的或者复杂的电路来收集发光元件的使用或工作时间的连续测量值。本发明的另一个优势是其使用了简单的电压测量电路。本发明的另一个优势是, 全部进行电压的测量, 相比测量电流的方法而言对改变更加灵敏。本发明的另一个优势是, 可以与对 OLED 变化的补偿一起进行对驱动晶体管的特性变化的补偿, 因而, 提供了完整的补偿解决方案。本发明的另一个优势是, 测量与补偿 (OLED 及驱动晶体管) 这两个方面都可以快速地完成, 而不会混淆两者。这有利地提高了补偿测量中的信噪比。本发明的另一个优势是, 可以使用单条选择线来实现数据输入和数据读出。本发明的另一个优势是, 子像素中的驱动晶体管和 EL 发射器的特性的表征和补偿对于特定子像素而言是唯一的, 不会受到其他可能是开路或短路的子像素的影响。

#### 附图说明

[0025] 图 1 是可用于实践本发明的电致发光 (EL) 显示器的一个实施方式的示意图；

[0026] 图 2 是可用于实践本发明的 EL 子像素的一个实施方式的示意图；

[0027] 图 3 是例示了两个 EL 子像素的特征差异对器件电流的影响的图；

[0028] 图 4 是本发明的方法的一个实施方式的框图；

[0029] 图 5 是给出像素之间的特征差异的像素亮度的直方图。

## 具体实施方式

[0030] 现在转向图 1, 其示出了可用于实践本发明的电致发光 (EL) 显示器的一个实施方式的示意图。EL 显示器 10 包括布置成多行和多列的预定数量的 EL 子像素 60 的阵列。注意到可以与在此所示不同地确定行和列的方向; 例如, 可以将其旋转九十度。EL 显示器 10 包括多条选择线 20, 其中, EL 子像素 60 的每一行都有一条选择线 20。EL 显示器 10 包括多条读出线 30, 其中, EL 子像素 60 的每一列都有一条读出线 30。每条读出线 30 都连接至一个开关单元 (switch block) 130, 其在校准处理期间将读出线 30 连接至电流源 160 或者电流阱 (current sink) 165。虽然为了说明清楚没有示出, 如本领域所熟知的, EL 子像素 60 的每一列也都有一条数据线。可以想到的是, 将多条读出线 30 连接至一个或更多个复用器 40, 其允许从 EL 子像素 60 并行 / 串行读出信号。复用器 40 可以是与 EL 显示器 10 相同的结构的一部分, 或者可以是连接至 EL 显示器 10 或者与 EL 显示器 10 分离开的单独构造。

[0031] 现在转向图 2, 其示出了可用于实践本发明的 EL 子像素的一个实施方式的示意图。EL 子像素 60 包括 EL 发射器 50、驱动晶体管 70、电容器 75、读出晶体管 80 以及选择晶体管 90。每个晶体管都有第一电极、第二电极和栅极。可以通过第一开关 110 将第一电压源 140 选择性地连接至驱动晶体管 70 的第一电极, 第一开关 110 可以位于 EL 显示基板上或者单独的结构上。连接的意思是元件直接连接或者经由另一组件 (例如, 开关、二极管或另一晶体管) 电连接。驱动晶体管 70 的第二电极连接至 EL 发射器 50, 并且可以通过第二开关 120 将第二电压源 150 选择性地连接至 EL 发射器 50, 第二开关 120 也可以脱离 EL 显示器基板。为 EL 显示器提供了第一开关 110 和第二开关 120 中的至少一个。如果 EL 显示器具有多个加电的像素子群, 则可以提供额外的第一开关和第二开关。在正常显示模式下, 第一开关和第二开关是闭合 (closed) 的, 而其它开关 (下面描述) 是打开 (open) 的。如同本领域所熟知的, 驱动晶体管 70 的栅极连接至选择晶体管 90, 以选择性地从数据线 35 提供至驱动晶体管 70。在 EL 子像素 60 的行中, 选择线 20 连接至选择晶体管 90 的栅极。选择晶体管 90 的栅极连接至读出晶体管 80 的栅极。

[0032] 读出晶体管 80 的第一电极连接至驱动晶体管 70 的第二电极, 并连接至 EL 发射器 50。在 EL 子像素 60 的列中, 读出线 30 连接至读出晶体管 80 的第二电极。读出线 30 连接至开关单元 130。为每一列 EL 子像素 60 提供了一个开关单元 130。开关单元 130 包括第三开关 S3 和第四开关 S4, 以及非连接状态 NC。尽管第三开关和第四开关可以是单独的实体, 但是它们在该方法中从不同时闭合, 因而开关单元 130 提供了这两个开关的便利实施方式。第三开关允许将电流源 160 选择性地连接至读出晶体管 80 的第二电极。当通过第三开关连接后, 电流源 160 允许预定的恒定电流流入 EL 子像素 60。第四开关允许将电流阱 165 选择性地连接至读出晶体管 80 的第二电极。当通过第四开关连接后, 电流阱 165 允许当将预定的数据值施加至数据线 35 时从 EL 子像素 60 流出预定的恒定电流。开关单元 130、电流源 160 以及电流阱 165 可以位于 EL 显示器基板上, 或者脱离 EL 显示器基板。

[0033] 在包括多个 EL 子像素的 EL 显示器中, 通过第三和第四开关将单个电流源和电流阱选择性地分别连接至多个 EL 子像素中的各个读出晶体管的第二电极。如果在任一特定的时间将读出晶体管的第二电极选择性地连接至一个电流源或者一个电流阱, 或者什么也没有连接, 则可以使用多于一个电流源或者电流阱。

[0034] 读出晶体管 80 的第二电极还连接至电压测量电路 170, 其测量电压以提供表示 EL 子像素 60 的特征的信号。电压测量电路 170 包括用于将电压测量值转换为数字信号的模数转换器 185, 以及处理器 (Proc) 190。来自模数转换器 185 的信号被发送至处理器 190。如果必要, 电压测量电路 170 还可以包括用于存储电压测量值的存储器 195 (Mem) 以及低通滤波器 180。可以通过复用器输出线 45 和复用器 (MUX) 40 将电压测量电路 170 连接至多个读出线 30 和读出晶体管 80, 以从预定数量的 EL 子像素 60 顺序地读出电压。如果有多个复用器 40, 则各个复用器 40 可以具有其自己的复用器输出线 45。因而, 可以同时驱动预定数量的 EL 子像素 60。多个复用器 40 将允许从不同的复用器 40 并行读出电压, 同时每个复用器 40 将允许顺序地读出附接到其上的读出线 30。在此将其称为并行 / 顺序处理。

[0035] 也可以通过控制线 95 和数模转换器 155 将处理器 190 连接至数据线 35。因而, 处理器 190 可以在此处将要描述的测量处理期间向数据线 35 提供预定的数据值。处理器 190 也可以经由数据线 85 接收显示数据, 并且如将要在描述中提供的对于变化的补偿, 从而在显示处理期间将补偿数据提供至数据线 35。

[0036] 图 1 中所示的实施方式是非翻转 (non-inverted) 的 NMOS 子像素。本领域已知的其它配置可以与本发明一起使用。各个晶体管 (70、80、90) 可以是 N 沟道的或 P 沟道的, 并且 EL 发射器 50 可以按照翻转的或者非翻转的配置连接至驱动晶体管 70。EL 发射器 50 可以是但并不限于如 Tang 等人的美国专利第 4, 769, 292 号以及 VanSlyke 等人的美国专利第 5, 061, 569 号中所公开的有机发光二极管 (OLED) 发射器, 或者是本领域已知的其它发射器类型。当 EL 发射器 50 是 OLED 发射器时, EL 子像素 60 是 OLED 子像素, EL 显示器 10 是 OLED 显示器。驱动晶体管 70 以及其它晶体管 (80、90) 可以是低温多晶硅 (LTPS)、氧化锌 (ZnO)、或者非晶硅 (a-Si) 晶体管, 或者是本领域已知的其它类型的晶体管。

[0037] 晶体管 (如 EL 子像素 60 的驱动晶体管 70) 具有包括阈值电压  $V_{th}$  和迁移率  $\mu$  的特征。驱动晶体管 70 的栅极上的电压必须大于阈值电压, 才能在第一电极与第二电极之间流动显著的电流。迁移率涉及晶体管导通时电流量。当使用具有低温多晶硅 (LTPS) 晶体管的晶体管背板的显示器时, 并非显示器中所有的晶体管都必须有同样的  $V_{th}$  或者迁移率值。当所有的驱动晶体管由相同的栅源电压  $V_{gs}$  来驱动时, EL 子像素 60 中的各种驱动晶体管的特征间差异会导致显示器表面上的光输出的可见非均匀性。这种非均匀性可以包括显示器的不同部分中的亮度及色彩平衡的差异。期望补偿这种阈值电压及迁移率差异以避免这种问题。而且, EL 发射器 50 的特征 (例如, 效率或者电阻率) 会存在差异, 这也会导致可见的非均匀性。

[0038] 本发明可以在任何期望的时间补偿特征差异以及所导致的非均匀性。然而, 对于最终用户首次观看显示器而言, 非均匀性是特别令人讨厌的。EL 显示器的工作寿命是从最终用户首次观看该显示器上的图像的时间到该显示器被丢弃时的时间。初始非均匀性是在显示器的工作寿命开始时所出现的任何非均匀性。本发明可以通过在 EL 显示器的工作寿命开始之前进行测量来有利地校正初始非均匀性。测量可以作为显示器制造的一部分在工厂中进行。测量也可以在用户首次激活包括 EL 显示器的产品之后、在该显示器上显示第一幅图像之前立即进行。这允许最终用户观看显示器时显示器向最终用户显示高品质的图像, 从而使最终用户对显示器的第一印象会是良好的。

[0039] 现在转向图 3, 其示出了例示两个 EL 发射器或驱动晶体管的、或者两者的特征差

异对 EL 子像素电流的影响的图。图 3 的横坐标表示驱动晶体管 70 的栅电压。纵坐标是经过 EL 发射器 50 的电流的以 10 为底的对数。第一 EL 子像素 I-V 特性 230 和第二 EL 子像素 I-V 特性 240 示出了两个不同 EL 子像素 60 的 I-V 曲线。针对特性 240, 需要比特性 230 更大的电压来得到期望的电流; 即, 曲线向右移动了  $\Delta V$ 。如图所示,  $\Delta V$  是阈值电压的变化 ( $\Delta V_{th}$ , 210) 与由 EL 发射器电阻率的变化导致的 EL 电压的变化 ( $\Delta V_{EL}$ , 220) 的和。该变化导致分别具有特性 230 和 240 的子像素之间的非均匀的光发射: 特性 240 上的给定栅电压将控制比特性 230 上更少的电流, 因此控制更少的光。

[0040] EL 电流 (也是通过驱动晶体管的漏源电压)、EL 电压以及饱和阈值电压之间的关系是:

$$[0041] \quad I_{EL} = \frac{W\mu C_0}{2L} (V_{gs} - V_{th})^2 = \frac{K}{2} (V_g - V_{EL} - V_{th})^2 \quad (\text{等式 1})$$

[0042] 其中, W 是 TFT 沟道宽度, L 是 TFT 沟道长度,  $\mu$  是 TFT 迁移率,  $C_0$  是每单位面积的氧化物电容率,  $V_g$  是栅电压,  $V_{gs}$  是驱动晶体管的栅极与源极之间的电压差。为了简化, 我们忽略了  $\mu$  对于  $V_{gs}$  的依赖。因而, 为了从具有特性 230 与 240 的子像素产生相同的电流, 必须对  $V_{th}$  与  $V_{EL}$  的差异进行补偿。因此, 期望测量这两种变化。

[0043] 现在转向图 4, 并且也参照图 2, 示出了本发明的方法的一个实施方式的框图。将预定的测试电压 ( $V_{data}$ ) 提供至数据线 35 (步骤 310)。闭合第一开关 110 并打开第二开关 120。闭合第四开关并打开第三开关, 即, 将开关单元 130 切换至 S4 (步骤 315)。针对所选择的行来激活选择线 20, 以将测试电压提供至驱动晶体管 70 的栅极, 并且导通所选择的 EL 子像素中的读出晶体管 80 (步骤 320)。这样就选择了所选择的 EL 子像素的驱动晶体管、读出晶体管以及 EL 发射器。因而, 电流从第一电压源 140 流经驱动晶体管 70 到达电流阱 165。将流经电流阱 165 的电流值 ( $I_{testsk}$ ) 选择为小于由于施加  $V_{data}$  而产生的经过驱动晶体管 70 的电流; 典型值将在 1 微安至 5 微安的范围内, 并且针对在特定的测量装置中进行的所有测量将是恒定的。所选择的  $V_{data}$  的值对于所有这种测量都是恒定的, 因此即使在显示器的寿命中预期的老化之后也足够使流经驱动晶体管 70 的电流大于电流阱 165 处的电流。因而, 将由电流阱 165 来完全地控制流经驱动晶体管 70 的电流的极值, 其在整个驱动晶体管 70 中将是相同的。可以根据驱动晶体管 70 的已知的或确定的电流-电压以及老化特性来选择  $V_{data}$  的值。在该处理中可以使用多于一个测量值, 例如, 可以选择 1 微安、2 微安以及 3 微安来进行测量。所使用的  $V_{data}$  的值必须足够得到不小于最大测试电流的电流。电压测量电路 170 用于测量读出线 30 上的电压, 其是所选择的读出晶体管 80 的第二电极处的电压  $V_{out}$ , 提供了表示所选择的驱动晶体管 70 的特性的对应第一信号  $V_1$  (步骤 325), 所述特性包括驱动晶体管 70 的阈值电压  $V_{th}$ 。如果 EL 显示器包含多个 EL 子像素, 并且在要测量的行中存在额外的 EL 子像素, 则可以使用连接至多条读出线 30 的复用器 40, 以允许电压测量电路 170 从预定数量的 EL 子像素 (例如, 该行中的每一个子像素) 顺序地读出第一信号  $V_1$  (步骤 330)。如果显示器足够大, 可能需要多个复用器, 其中, 可以在并行/顺序处理中提供第一信号。如果存在要测量的额外子像素行 (步骤 335), 则通过不同的选择线来选择不同的行, 并且重复进行测量。

[0044] 可以将各个子像素中的组件的电压描述为:

$$[0045] \quad V_1 = V_{data} - V_{gs(I_{testsk})} - V_{read} \quad (\text{等式 2})$$

[0046] 其中,  $V_{gs(I_{testsk})}$  是必须施加至驱动晶体管 70 使得其漏源电流  $I_{ds}$  等于  $I_{testsk}$  的栅源电压。这些电压的值将使得读出晶体管 80 的第二电极的电压 ( $V_{out}$ , 读取它以提供  $V_1$ ) 被调整为满足等式 2。在上述条件下,  $V_{data}$  是设定值, 并且可以假设  $V_{read}$  是恒定的。 $V_{gs}$  将收到电流阱 165 所设置的电流值以及驱动晶体管 70 的电流 - 电压特性的控制, 并且将针对驱动晶体管的阈值电压的不同值而有所不同。为了补偿迁移率变化, 必须在  $I_{testsk}$  的不同的值处取两个  $V_1$  的值。

[0047] 可以为每个具有针对电流阱 165 而选择的值的子像素记录第一信号  $V_1$  的值。然后, 从所测量的全部子像素中选择具有最大  $V_1$  的子像素 (因而具有最小  $V_{gs(I_{testsk})}$ , 故最小  $V_{th}$ ) 作为第一目标信号  $V_{1target}$ 。另选地, 可以将所有  $V_1$  值的最小值或者平均值、或者对于本领域技术人员显而易见的其它函数的结果选为  $V_{1target}$ 。然后, 可以将针对各个子像素所测量的第一信号  $V_1$  与第一目标信号  $V_{1target}$  进行比较, 以形成每个子像素的  $\Delta V_1$ , 如下:

$$[0048] \quad \Delta V_1 = -\Delta V_{th} = V_1 - V_{1target} \quad (\text{等式 3})$$

[0049]  $\Delta V_1$  表示各个子像素与目标之间的阈值电压差异。

[0050] 注意, 本发明仅应用于多个 EL 子像素, 因为当没有要比较的子像素时, 单个 EL 子像素在特性上没有差别。即, 针对单个 EL 子像素,  $V_1 = V_{1target}$ , 所以总满足  $\Delta V_1 = 0$ 。

[0051] 现在参考图 4, 为了测量 EL 发射器, 随后打开第一开关 110 并闭合第二开关 120。开关单元 130 切换至 S3, 从而打开了第四开关并闭合了第三开关 (步骤 340)。针对所选择的行来激活选择线 20, 以导通读出晶体管 70 (步骤 345)。因而, 电流  $I_{testsu}$  从电流源 160 流经 EL 发射器 50 到达第二电压源 150。将流经电流源 160 的电流的值选择为小于可能流经 EL 发射器 50 的最大电流值; 典型值将在 1 微安至 5 微安的范围内, 并且针对在特定测量装置中进行的所有测量将是恒定的。在该处理中可以使用多于一个测量值, 例如, 可以选择 1 微安、2 微安以及 3 微安进行测量。电压测量电路 170 用于测量读出线 30 上的电压, 其是所选择的读出晶体管 80 的第二电极处的电压  $V_{out}$ , 提供了表示所选择的 EL 发射器 50 的特性的第二信号  $V_2$ , 其中, 所述特性包括 EL 发射器 50 的电阻率 (步骤 350)。如果在要测量的行中存在额外的 EL 子像素, 则可以使用连接至多条读出线 30 的复用器 40, 以允许电压测量电路 170 针对预定数量的 EL 子像素 (例如, 该行中的每一个子像素) 顺序地读出第二信号  $V_2$  (步骤 355)。如果显示器足够大, 可能需要多个复用器, 其中, 可以在并行 / 顺序处理中提供第一信号。如果 EL 显示器中存在要测量的额外子像素行, 则针对每一行重复步骤 345 至步骤 355 (步骤 360)。

[0052] 可以将各个子像素中的组件的电压描述为:

$$[0053] \quad V_2 = CV + V_{EL} + V_{read} \quad (\text{等式 4})$$

[0054] 这些电压的值将使得读出晶体管 80 的第二电极的电压 ( $V_{out}$ , 读取它以提供  $V_2$ ) 被调整为满足等式 4。在上述条件下,  $CV$  是设定值, 并且可以假设  $V_{read}$  是恒定的。 $V_{EL}$  将收到电流源 160 所设置的电流值以及 EL 发射器 50 的电流 - 电压特性的控制。针对不同的 EL 发射器 50,  $V_{EL}$  可以是不同的。

[0055] 可以为每个具有针对电流源 160 选择的值的子像素记录第二信号  $V_2$  的值。然后, 从所测量的全部子像素中选择具有最小  $V_{EL}$  (即, 测得的  $V_2$  最小) 的子像素选择为第二目标信号  $V_{2target}$ 。另选地, 可以将所有  $V_2$  值的最大值或者平均值、或者对于本领域技术人员显而易见的其它函数的结果选择为  $V_{2target}$ 。然后, 可以将针对各个子像素所测量的第二信号  $V_2$

与第二目标信号  $V_{2target}$  进行比较,以形成  $\Delta V_2$ ,如下:

$$[0056] \quad \Delta V_2 = \Delta V_{EL} = V_2 - V_{2target} \quad (\text{等式 } 5)$$

[0057]  $\Delta V_2$  表示各个子像素与目标之间的 EL 发射器电压差异。

[0058] 如图 4 所示,当测量多个 EL 子像素中的各个 EL 子像素时,可以针对所有 EL 子像素来读取第一信号,然后可以针对所有 EL 子像素来读取第二信号。然而,测量可以是交错的。可以针对第一 EL 子像素来读取第一信号,然后可以针对第一 EL 子像素来读取第二信号,然后可以针对第二 EL 子像素来读取第一信号,然后可以针对第二 EL 子像素来读取第二信号,以此类推,直到针对多个 EL 子像素的所有 EL 子像素读出了第一信号和第二信号为止。

[0059] 然后,可以分别使用各个 EL 子像素的第一信号中的  $\Delta V_1$  以及第二信号中的  $\Delta V_2$  来补偿多个 EL 子像素(例如,EL 显示器)中的不同 EL 子像素 60 的特性差异(步骤 370)。为了补偿多个子像素之间的电流差异,必须针对  $\Delta V_{th}$ (与  $\Delta V_1$  有关)和  $\Delta V_{EL}$ (与  $\Delta V_2$  有关)进行修正。

[0060] 为了补偿 EL 子像素 60 的特性差异,可以使用下式形式的第一信号与第二信号的细节:

$$[0061] \quad \Delta V_{data} = f_1(\Delta V_1) + f_2(\Delta V_2) \quad (\text{等式 } 7)$$

[0062] 其中,  $\Delta V_{data}$  是驱动晶体管 70 的栅极上维持由所选择的  $V_{data}$  指定的期望亮度所需的偏置电压,  $f_1(\Delta V_1)$  是针对阈值电压差异的修正,  $f_2(\Delta V_2)$  是针对 EL 电阻率差异的修正。 $\Delta V_1$  和等式 3 中给出的一样;  $\Delta V_2$  和等式 5 中给出的一样。例如,EL 显示器可以包括控制器,其可以包括查找表或者算法,以针对各个 EL 发射器来计算偏置电压。例如,由于驱动晶体管的  $I_{ds}$  由  $V_{gs} - V_{th}$  决定,所以  $f_1$  可以是线性函数,所以通过将  $V_{data}$ (其约等于  $V_g$ ) 改变相同的量,可以补偿给定的  $V_{th}$  变化  $\Delta V_1$ 。在具有连接至驱动晶体管的源端子的 EL 发射器的实施方式中,由于类似的原因,  $f_2$  也可以是线性函数:将源电压变化  $V_{gs}$  改变相同的量。对于更复杂的情况,可以通过本领域已知的技术(例如,SPICE 仿真)来对系统进行建模,并且以预先计算的值的查找表来实现  $f_1$  与  $f_2$ 。为了补偿迁移率变化,可以使用不同  $I_{testsk}$  值处的两个测得  $V_1$  值来确定偏置以及增益,将其每个子像素的 I-V 曲线映射至参考 I-V 曲线,参考 I-V 曲线被选择为所有子像素的 I-V 曲线的平均值、最小值或者最大值。偏置与增益可用于将参考曲线上的  $V_{data}$  变换至变换后曲线上的等价电压。该线性变换可以同时解决  $V_{th}$  和迁移率差异。

[0063] 计算偏置电压  $\Delta V_{data}$  以针对由于驱动晶体管 70 的阈值电压以及迁移率的差异所导致的电流差异以及 EL 发射器 50 的电阻率差异提供校正。这提供了完整的补偿解决方案。可以由控制器来施加这些改变,以将光输出修正至所期望的标称亮度值。通过控制施加至 EL 发射器的信号,实现了具有恒定输出亮度以及在特定亮度下寿命得到增长的 EL 发射器。因为该方法针对显示器中的各个 EL 发射器提供了校正,所以它将针对多个 EL 发射器的特性差异进行补偿,因而可以对具有多个 EL 子像素的 EL 显示器的初始非均匀性进行补偿。

[0064] 部件列表

[0065] 10 EL 显示器

[0066] 20 选择线

[0067] 30 读出线

[0068] 35 数据线

[0069]	40	复用器
[0070]	45	复用器输出线
[0071]	50	EL 发射器
[0072]	60	EL 子像素
[0073]	70	驱动晶体管
[0074]	75	电容器
[0075]	80	读出晶体管
[0076]	85	数据入
[0077]	90	选择晶体管
[0078]	95	控制线
[0079]	100	第一开关
[0080]	120	第二开关
[0081]	130	开关单元
[0082]	140	第一电压源
[0083]	150	第二电压源
[0084]	155	数模转换器
[0085]	160	电流源
[0086]	165	电流阱
[0087]	170	电压测量电路
[0088]	180	低通滤波器
[0089]	185	模数转换器
[0090]	190	处理器
[0091]	195	存储器
[0092]	210	$\Delta V_{th}$
[0093]	220	$\Delta V_{EL}$
[0094]	230	第一 EL 子像素 I-V 特性
[0095]	240	第 EL 子像素 I-V 特性
[0096]	310	步骤
[0097]	315	步骤
[0098]	320	步骤
[0099]	325	步骤
[0100]	330	判定步骤
[0101]	335	判定步骤
[0102]	340	步骤
[0103]	345	步骤
[0104]	350	步骤
[0105]	355	判定步骤
[0106]	360	判定步骤
[0107]	370	步骤

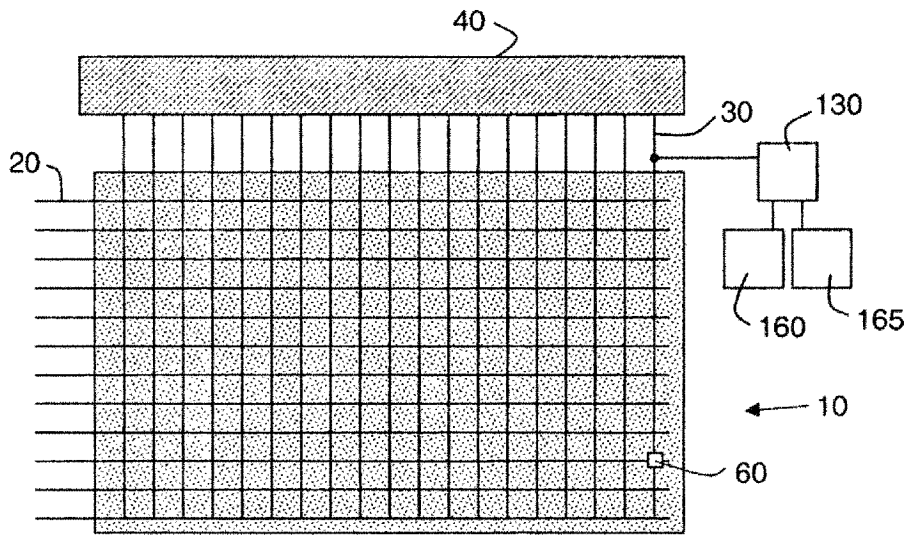


图 1

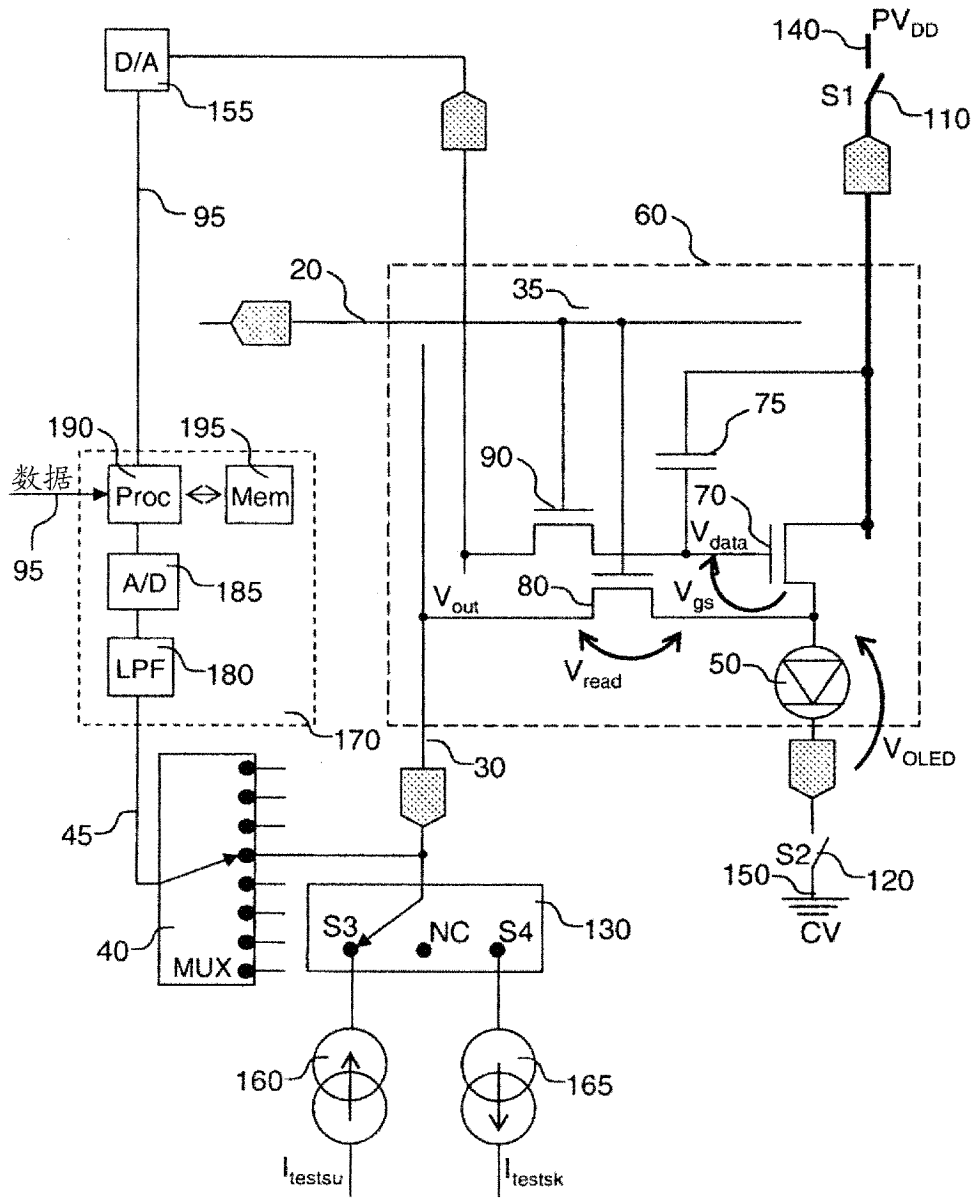


图 2

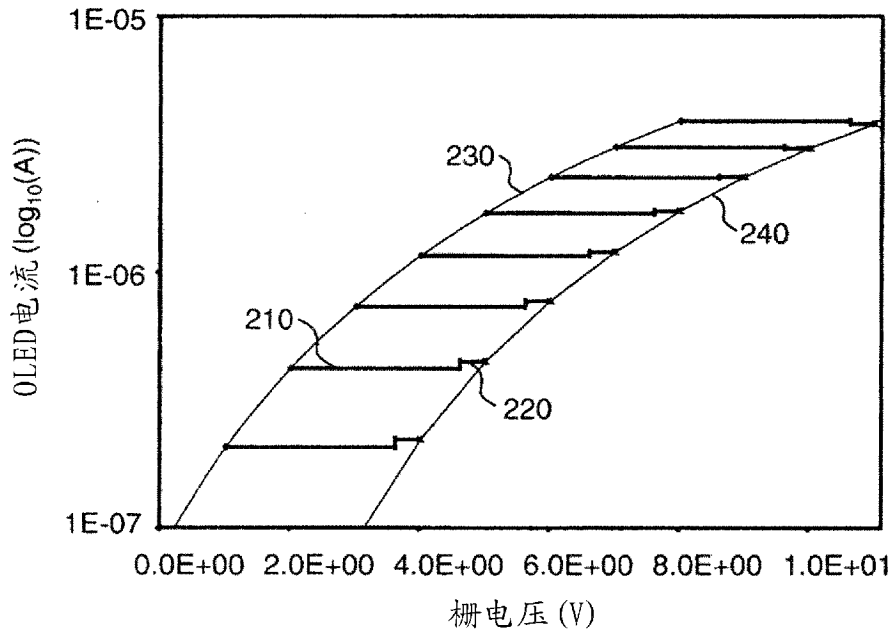


图 3

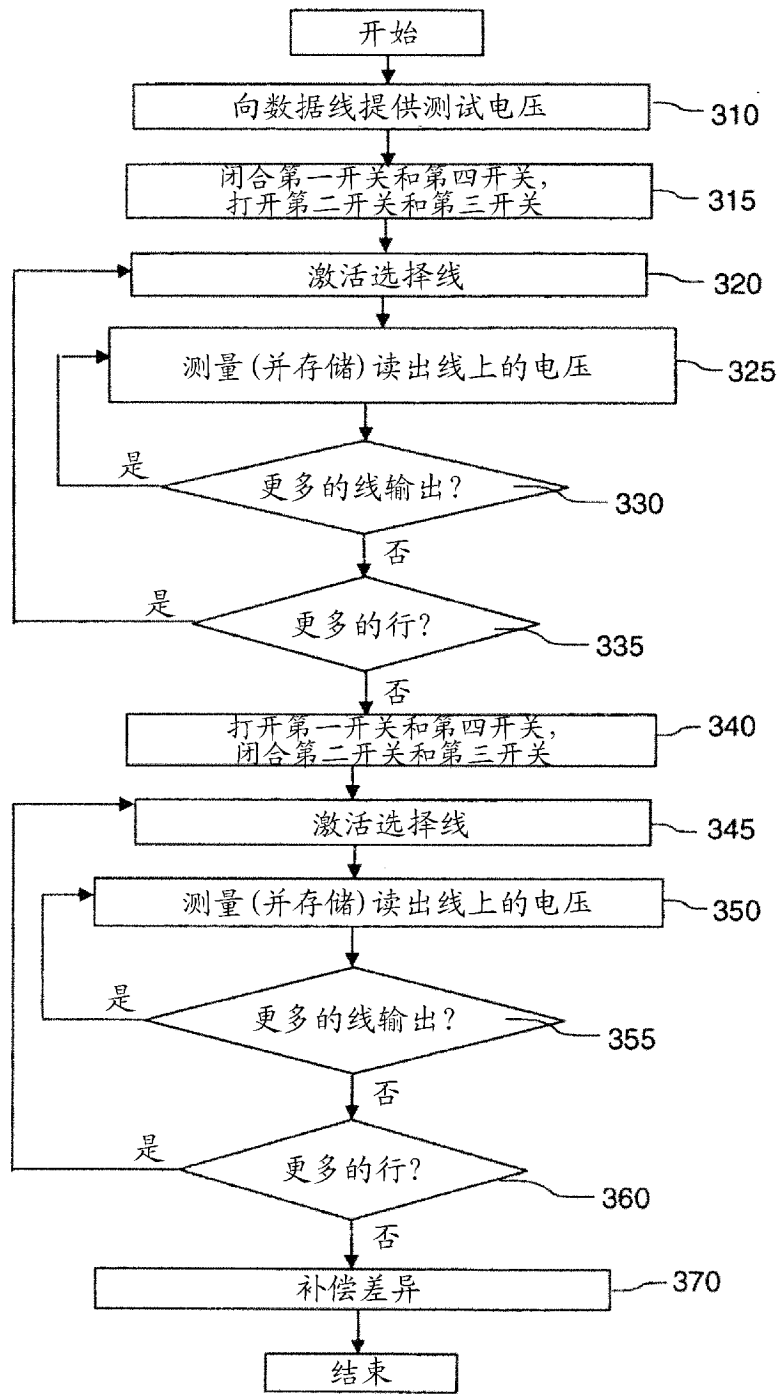


图 4

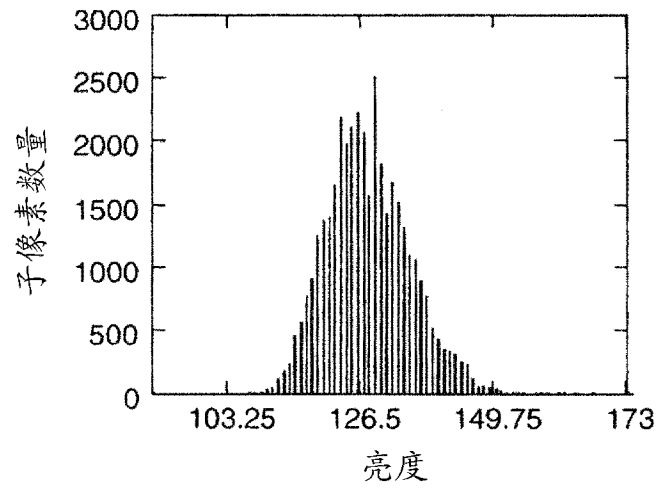


图 5

