

1. 一种向多个电致发光 (EL) 子像素中的驱动晶体管提供驱动晶体管控制信号的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 提供多个 EL 子像素,每个子像素包括具有第一电极、第二电极和栅极的驱动晶体管,具有第一电极和第二电极的 EL 发射体,以及具有第一电极、第二电极和栅极的读出晶体管;

(b) 将每个读出晶体管的第一电极连接到相对应的驱动晶体管的第二电极,并连接到相对应的 EL 发射体的第一电极;

(c) 对于每个子像素接收输入码值,所述输入码值命令从各个子像素的相应输出;

(d) 选择目标子像素;

(e) 向除所述目标子像素之外的每个子像素提供各输入码值,并向所述目标子像素提供增大的码值,与相对应的输入码值相比,所述增大的码值命令更高的选定的第一量的输出;

(f) 在选定的延迟时间之后,测量所述目标子像素的读出晶体管的第二电极上的读出电压,以提供表示该子像素中的驱动晶体管和 EL 发射体的特征的状态信号;

(g) 使用所述状态信号提供针对所述目标子像素的补偿后的码值;

(h) 向所述目标 EL 子像素的驱动晶体管提供与所述补偿后的码值相对应的驱动晶体管控制信号;和

(i) 重复步骤 (d) 到 (h),依次选择所述多个子像素中的每一个作为目标子像素,以向所述多个 EL 子像素中的每一个的驱动晶体管提供相应的驱动晶体管控制信号。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 EL 发射体是 OLED 发射体。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述驱动晶体管是非晶硅晶体管。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述选定的延迟时间是选定的帧时间的选定百分比,其中,所述选定的第一量是由相对应的输入码值命令的输出的百分比,并且其中,所述选定的第一量是所述选定百分比的倒数。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法进一步包括以下步骤:

(j) 提供与所有子像素的读出晶体管的第二电极相连接的单条读出线,以提供读出电压;和

(k) 对于每个 EL 子像素提供与相对应的读出晶体管的栅极相连接的选择线。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,步骤 (f) 进一步包括提供与所述目标子像素的读出晶体管的第二电极相连接的模数转换器,并且其中,所述模数转换器用于提供老化信号。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,步骤 (f) 进一步包括:

i) 提供与所述目标子像素的读出晶体管的第二电极相连接的电压比较器,所述电压比较器用于提供指示所述读出电压等于或大于选定的基准电压电平的触发信号;

ii) 提供测试信号发生器,所述测试信号发生器用于顺序地向所述驱动晶体管的栅极和测量控制器提供选定的测试电压序列;和

iii) 提供所述测量控制器,所述测量控制器用于从所述电压比较器接收所述触发信号,并用于使用相应的测试电压来向补偿器提供老化信号。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述状态信号表示随着时间由于所述目标子像素中的驱动晶体管和 EL 发射体的工作而导致的该子像素中的驱动晶体管和 EL 发射体的特

征变化。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,步骤 (f) 包括:

i) 提供存储器;

ii) 将每个子像素的第一读出电压测量值存储在所述存储器中;

iii) 将每个子像素的第二读出电压测量值存储在所述存储器中;和

iv) 使用所存储的第一读出电压测量值和第二读出电压测量值来向补偿器提供所述状态信号。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法进一步包括选定基准状态信号电平,并且其中,步骤 (g) 包括使用所述基准状态信号电平来提供针对所述目标子像素的补偿后的码值。

11. 一种用于向电致发光 (EL) 子像素中的驱动晶体管的栅极提供驱动晶体管控制信号的装置,所述装置包括:

(a) 所述 EL 子像素包括具有第一电极、第二电极和栅极的驱动晶体管,具有第一电极和第二电极的 EL 发射体,以及具有与所述驱动晶体管的第二电极相连接的第一电极、并具有第二电极的读出晶体管,其中,所述 EL 发射体的第一电极连接到所述驱动晶体管的第二电极;

(b) 测量电路,所述测量电路用于在不同时间测量所述读出晶体管的第二电极上的读出电压,以提供表示随着时间由于所述驱动晶体管和 EL 发射体的工作而导致的所述驱动晶体管和 EL 发射体的特征变化的状态信号;

(c) 用于提供输入码值的装置;

(d) 补偿器,所述补偿器用于接收输入码值,并响应于所述状态信号产生补偿后的码值;和

(e) 源驱动器,所述源驱动器用于响应于所述补偿后的码值产生驱动晶体管控制信号,以驱动所述驱动晶体管的栅极。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其中,所述 EL 发射体是有机发光二极管 (OLED) 发射体。

13. 根据权利要求 11 所述的装置,其中,所述驱动晶体管是非晶硅晶体管。

14. 根据权利要求 11 所述的装置,其中,所述补偿器响应于所述状态信号和所述输入码值产生所述补偿后的码值,以补偿所述 EL 发射体的效率变化。

15. 根据权利要求 11 所述的装置,其中,所述测量电路包括用于测量所述读出电压的模数转换器。

16. 根据权利要求 11 所述的装置,其中,所述测量电路包括用于存储第一读出电压测量值和第二读出电压测量值的存储器。

17. 根据权利要求 11 所述的装置,其中,所述测量电路包括电压比较器。

18. 根据权利要求 17 所述的装置,其中,所述电压比较器提供指示所述读出电压等于或大于、或者等于或小于选定的基准电压电平的触发信号,并且所述装置进一步包括:

f) 测试信号发生器,所述测试信号发生器用于顺序地向所述驱动晶体管的栅极和测量控制器提供选定的测试电压序列;和

g) 所述测量控制器,所述测量控制器用于从所述电压比较器接收所述触发信号,并且

从所述测试信号发生器接收相对应的测试电压,并用于使用所述相对应的测试电压来向所述补偿器提供所述状态信号。

19. 根据权利要求 18 所述的装置,其中,所述选定的测试电压序列是非增或非减序列。

20. 根据权利要求 18 所述的装置,其中,所述驱动晶体管具有阈值电压,并且其中,所述选定的基准电压电平小于所述驱动晶体管的阈值电压。

用于电致发光显示器的补偿后的驱动信号

技术领域

[0001] 本发明涉及诸如有机发光二极管 (OLED) 显示器的固态电致发光 (EL) 平板显示器,更具体地,涉及可以对电致发光显示器组件的老化进行补偿的这种显示器。

背景技术

[0002] 电致发光 (EL) 设备这些年已为人知,并且近来已用在商业显示设备中。这种设备同时利用有源矩阵和无源矩阵控制方案,并能够利用多个子像素。每个子像素包含 EL 发射体和用于通过 EL 发射体驱动电流的驱动晶体管。子像素通常按照二维阵列排列,每个子像素具有行地址和列地址,并且具有与子像素相关联的数据值。不同颜色(例如红色、绿色、蓝色和白色)的子像素被分组以形成像素。EL 显示器可以根据包括可涂覆无机发光二极管、量子点和有机发光二极管 (OLED) 的各种发射体技术制造。

[0003] 作为优良的平板显示技术,OLED 显示器引起了特别关注。这些显示器利用流经有机材料薄膜的电流来产生光。发出的光的颜色和从电流到光的能量转换效率由有机薄膜材料的组成确定。不同的有机材料发出不同颜色的光。但是,随着显示器的使用,显示器中的有机材料老化,并且发光效率降低。这会减少显示器的寿命。不同的有机材料能以不同速率老化,引起有差别的颜色老化,并且显示器的白场随着显示器的使用而变化。另外,各个像素能以不同于其它像素的速率老化,导致显示不均匀。而且,诸如非晶硅晶体管的一些电路元件也已知呈现老化效应。

[0004] 材料老化的速率与流经显示器的电流量相关,因此与从显示器发出的光量相关。已经描述了补偿该老化效应的多种技术。

[0005] 由 Shen 等提出的美国专利 No. 6414661 B1 描述了一种通过基于施加到像素的累计驱动电流计算并预测每个像素在光输出效率上的衰减来对有机发光二极管 (OLED) 显示器中的各个 OLED 的发光效率的长期变化进行补偿的方法和相关系统。该方法为每个像素推导出施加到下一驱动电流的校正系数。该技术需要对施加到每个像素的驱动电流进行测量和累计,需要必须随着显示器的使用而连续更新的存储的存储器,因而需要复杂和扩展的电路。

[0006] 由 Narita 等提出的美国专利 No. 6504565 B1 描述了一种相似的将从每个发光元件中发出的光量保持为常量的方法。该设计需要使用响应于发送到每个像素的每个信号记录使用情况的计算单元,极大地增加了电路设计的复杂度。

[0007] 由 Everitt 提出的美国专利申请公开 No. 2002/0167474A1 描述了一种用于 OLED 显示器的脉宽调制驱动器。视频显示器的一个实施方式包括用于提供选定电压来驱动视频显示器中的有机发光二极管的电压驱动器。该电压驱动器可以从说明老化、列电阻、行电阻和其它二极管特征的校正表中接收电压信息。在该发明的一个实施方式中,在正常电路运行之前和/或正常电路运行期间计算出该校正表。由于 OLED 输出光量被认为相对于 OLED 电流是线性的,所以校正方案基于通过 OLED 二极管在足够长以允许瞬变趋于稳定的持续时间内发送已知电流,然后利用驻留在列驱动器的模数转换器 (A/D) 测量对应的电压。校

准电流源和 A/D 可以通过切换矩阵切换到任何列。

[0008] 由 Numao 提出的 JP 2002-278514A 描述了一种测量流经有机 EL 元件的电流以及有机 EL 元件的温度的方法。然后使用预先计算的表以及电流和温度测量值执行补偿。该设计推测像素的可预测的相对使用,并且不考虑像素组或单个像素在实际使用中的差异。因此,随着时间的变化对颜色或空间组的校正可能是不精确的。而且,需要在显示器内集成温度计和多个电流感测电路。该集成很复杂,降低了制造产量,并且占用显示器内的空间。

[0009] 由 Ishizuki 等提出的美国专利申请公开 No. 2003/0112813 A1 公开了一种依次测量每个子像素的电流的方法。这种方法的测量技术是迭代的,因此较慢。

[0010] 由 Arnold 等提出的美国专利 No. 6995519 教导了一种补偿 OLED 发射体老化的方法。此方法假设设备亮度的整个变化是由 OLED 发射体的变化导致的。然而,当由非晶硅(a-Si)形成电路中的驱动晶体管时,此假设无效,因为晶体管的阈值电压也随着使用而改变。该方法将不能针对晶体管出现老化效应的电路中的 OLED 效率损失提供完全补偿。此外,当使用诸如反向偏置的方法来减轻 a-Si 晶体管阈值电压偏移时,在没有对反向偏置效应的适当跟踪/预测、或者对 OLED 电压变化或晶体管阈值电压变化的直接测量的情况下,对 OLED 效率损失的补偿将变得不可靠。

[0011] 由 Fruehauf 提出的美国专利申请公开 No. 2004/0100430 A1 公开了一种具有第三晶体管的像素结构,该第三晶体管分接二极管驱动电流以提供至电流测量电路和电压比较单元。但是,由于使用原本可用于发光的电流进行测量,这种方法降低了包含这种像素的显示器的效率。而且,这种方法仅仅对 TFT 变化进行补偿,而不能对不均匀的 OLED 特征进行补偿。

[0012] 除了老化效应以外,例如低温多晶硅(LTPS)的一些晶体管技术可以产生在显示器的整个表面上具有变化的迁移率和阈值电压的驱动晶体管(Kuo, Yue, ed. Thin Film Transistors: Materials and Processes, vol. 2: Polycrystalline Thin Film Transistors. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004, pg. 410-412)。这会引入令人讨厌的可见的不均匀。而且,不均匀的 OLED 材料淀积会产生具有变化效率的发射体,同样引起令人讨厌的不均匀性。在面板被出售给终端用户时这些不均匀性就存在,因此称为最初的不均匀性。图 9 示出了对于展现像素之间的特征差异的平场的示例子像素亮度直方图。实际亮度在任一方向上变化幅度为 20%,从而导致了不可接受的显示性能。

[0013] 由 Salam 提出的美国专利 No. 6081073 描述了一种具有用于降低像素中的亮度变化的处理和控制电路的显示器矩阵。该公开描述了基于显示器中最弱像素的亮度与每个像素的亮度之间的比值对于每个像素使用线性缩放方法。但是,这种方法将导致显示器的动态范围和亮度的总体降低,以及像素可以被操作的位深的降低和变化。

[0014] 由 Fan 提出的美国专利 No. 6473065 B1 描述了改善 OLED 的显示均匀性的方法。所有有机发光元件的显示特性都被测量。该技术使用查找表与计算电路图的组合来实现均匀性校正。但是,该方法需要光学测量。这使得其不适合需要在用户位置处定期测量的老化校正。而且,所描述的方法或者需要对于每个像素的单独的查找表,导致非常昂贵的存储器需求,或者需要对每个像素的特征的近似,降低了图像质量。

[0015] 由 Kasai 等提出的美国专利申请公开 No. 2005/0007392 A1 描述了一种电光设备,其通过执行对应于多个干扰因素的校正处理、并使用具有包括校正因子的描述内容的转换

表来稳定显示质量。但是,该方法需要大量查询表(LUT)来执行处理,而在任意给定时间并非所有LUT都被使用,并且其没有描述用于构成这些LUT的方法。

[0016] 因此,需要一种更完整的用于补偿电致发光显示器的老化和最初的不均匀性的方法。

发明内容

[0017] 因此本发明的目的是在存在晶体管老化时对电致发光发射体中的老化和效率变化进行补偿。

[0018] 该目的通过一种向多个电致发光(EL)子像素中的驱动晶体管提供驱动晶体管控制信号的方法实现,所述方法包括以下步骤:

[0019] (a) 提供多个EL子像素,每个子像素包括具有第一电极、第二电极和栅极的驱动晶体管,具有第一电极和第二电极的EL发射体,以及具有第一电极、第二电极和栅极的读出晶体管;

[0020] (b) 将每个读出晶体管的第一电极连接到相对应的驱动晶体的第二电极,并连接到相对应的EL发射体的第一电极;

[0021] (c) 对于每个子像素接收输入码值,所述输入码值命令从各个子像素的相应输出;

[0022] (d) 选择目标子像素;

[0023] (e) 向除所述目标子像素之外的每个子像素提供各个输入码值,并向所述目标子像素提供增大的码值,与相对应的输入码值相比,所述增大的码值命令更高的选定的第一量的输出;

[0024] (f) 在选定的延迟时间之后,测量所述目标子像素的读出晶体的第二电极上的读出电压,以提供表示该子像素中的驱动晶体管和EL发射体的特征的状态信号;

[0025] (g) 使用所述状态信号提供针对所述目标子像素的补偿后的码值;

[0026] (h) 向目标EL子像素的驱动晶体管提供与所述补偿后的码值相对应的驱动晶体管控制信号;和

[0027] (i) 重复步骤(d)到(h),依次选择所述多个子像素中的每一个作为目标子像素,以向所述多个EL子像素中的每一个的驱动晶体管提供相应的驱动晶体管控制信号。

[0028] 该目的进一步地通过一种向电致发光(EL)子像素中的驱动晶体管的栅极提供驱动晶体管控制信号的装置实现,所述装置包括:

[0029] (a) 所述EL子像素包括具有第一电极、第二电极和栅极的驱动晶体管,具有第一电极和第二电极的EL发射体,以及具有与所述驱动晶体的第二电极相连接的第一电极、并具有第二电极的读出晶体管,其中,所述EL发射体的第一电极连接到所述驱动晶体的第二电极;

[0030] (b) 测量电路,所述测量电路用于在不同时间测量所述读出晶体的第二电极上的读出电压,以提供表示随着时间由于所述驱动晶体管和EL发射体的工作而导致的所述驱动晶体管和EL发射体的特征变化的状态信号;

[0031] (c) 用于提供输入码值的装置;

[0032] (d) 补偿器,所述补偿器用于接收输入码值,并响应于所述状态信号产生补偿后的

码值；和

[0033] (e) 源驱动器,所述源驱动器用于响应于所述补偿后的码值产生驱动晶体管控制信号,以驱动所述驱动晶体管的栅极。

[0034] 本发明的一个优点在于,OLED 显示器对同样发生电路老化的显示器中的有机材料的老化进行补偿,而不需要用于对发光元件使用或工作时间的连续测量进行累计的扩展或复杂电路。本发明的又一个优点在于,它使用简单的电压测量电路。本发明的又一个优点在于,通过所有测量都针对电压,与测量电流的方法相比,对变化更加敏感。本发明的又一个优点在于,可以通过对 OLED 变化的补偿来执行对驱动晶体管特征变化的补偿,从而提供了完整的补偿解决方案。本发明的又一个优点在于,可以快速实现测量和补偿(OLED 和驱动晶体管)这两方面。本发明的又一个优点在于,可以使用单条选择线来使能数据输入和数据读出。本发明的又一个优点在于,驱动晶体管和 OLED 变化的表征和补偿对于特定元件而言是唯一的,并且不受可能开路或短路的其它元件的影响。

附图说明

[0035] 图 1 是可以在实践本发明时使用的电致发光(EL)显示器的一个实施方式的示意图；

[0036] 图 2 是可以在实践本发明时使用的 EL 子像素和相关电路的一个实施方式的示意图；

[0037] 图 3A 是可以在实践本发明时使用的转换电路的第一实施方式的示意图；

[0038] 图 3B 是可以在实践本发明时使用的转换电路的第二实施方式的示意图；

[0039] 图 4A 是例示 OLED 发射体在发光效率上的老化效应的图；

[0040] 图 4B 是例示 OLED 发射体或驱动晶体管在设备电流上的老化效应的图；

[0041] 图 5A 是本发明的方法的一个实施方式的行时序图；

[0042] 图 5B 是本发明的方法的另一实施方式的行时序图；

[0043] 图 5C 是本发明的方法的实施方式的帧时序图；

[0044] 图 5D 是根据本发明的方法的一个实施方式的流程图；

[0045] 图 6 是示出晶体管阈值电压变化与 OLED 电压变化之间的关系关系的图表；

[0046] 图 7 是示出 OLED 效率与 OLED 电压变化之间的关系关系的图表；

[0047] 图 8 是示出 OLED 效率、OLED 老化与 OLED 驱动电流密度之间的关系关系的图表；和

[0048] 图 9 是展现像素之间的特征差异的像素亮度直方图。

具体实施方式

[0049] 参照图 1,其示出可以在实践本发明时使用的电致发光(EL)显示器的一个实施方式的示意图。EL 显示器 10 包括按照行和列排列的多个 EL 子像素 60 的阵列。EL 显示器 10 包括多条行选择线 20,其中 EL 子像素 60 的每行都有相应的选择线 20。EL 显示器 10 还包括多条读出线 30,其中 EL 子像素 60 的每列都有相应的读出线 30。尽管为了清楚图示而未示出,但如同本领域中公知的,EL 子像素 60 的每列还具有数据线。如下面所描述的,多条读出线 30 连接到一个或更多个多路复用器(MUX)40,多路复用器 40 允许从 EL 子像素并行/串行读出信号。多路复用器 40 可以是与 EL 显示器 10 相同结构的一部分,或者可以是可

连接到 EL 显示器 10 或从 EL 显示器 10 断开连接的单独的结构。

[0050] 现在参照图 2, 其示出可以在实践本发明时使用的 EL 子像素和相关电路的一个实施方式的示意图。EL 子像素 60 包括 EL 发射体 50、驱动晶体管 70、电容器 75、读出晶体管 80 和选择晶体管 90。每个晶体管具有第一电极、第二电极和栅极。第一电压源 140 连接到驱动晶体管 70 的第一电极。关于连接, 意味着元件直接连接, 或者经由另一组件 (例如开关、二极管、另一晶体管等) 连接。驱动晶体管 70 的第二电极连接到 EL 发射体 50 的第一电极, 第二电压源 150 连接到 EL 发射体 50 的第二电极。如同本领域中公知的, 选择晶体管 90 将数据线 35 连接到驱动晶体管 70 的栅极, 以选择性地向驱动晶体管 70 提供来自数据线 35 的数据。每条行选择线 20 连接到选择晶体管 90 的栅极以及 EL 子像素 60 的相应行中的读出晶体管 80 的栅极。

[0051] 读出晶体管 80 的第一电极连接到驱动晶体管 70 的第二电极, 还连接到 EL 发射体 50 的第一电极。每条读出线 30 连接到 EL 子像素 60 的相应列中的读出晶体管 80 的第二电极。读出线 30 向测量电路 170 提供读出电压, 测量电路 170 测量该读出电压以提供表示 EL 子像素 60 的特征的状态信号。

[0052] 多条读出线 30 可以通过多路复用器输出线 45 和多路复用器 40 连接到测量电路 170, 以顺序读出来自预定数量的 EL 子像素 60 的各个读出晶体管的第二电极的电压。如果存在多个多路复用器 40, 则每个多路复用器 40 可以具有其自己的多路复用器输出线 45。因此, 可以同时驱动预定数量的 EL 子像素。多个多路复用器将允许来自各个多路复用器 40 的电压的并行读出, 而每个多路复用器将允许附接到其的读出线 30 的串行读出。这一点在这里称为并行 / 串行处理。

[0053] 测量电路 170 包括转换电路 171, 可选地还包括处理器 (PROC) 190 和存储器 (MEM) 195。转换电路 171 接收多路复用器输出线 45 上的读出电压, 并在转换后数据线 93 上输出数字数据。转换电路 171 优选地对于多路复用器输出线 45 呈现高输入阻抗。由转换电路 171 测量的读出电压可以与读出晶体管 90 的第二电极上的电压相等, 或是该电压的函数。例如, 读出电压测量值可以是读出晶体管 90 的第二电极上的电压减去读出晶体管的漏源电压并减去多路复用器 40 上的电压降。可以将数字数据用作状态信号, 或者可以如同下面描述的通过处理器 190 计算状态信号。状态信号表示 EL 子像素中的驱动晶体管和 EL 发射体的特征。处理器 190 接收转换后数据线 93 上的数字数据, 并在状态线 94 上输出状态信号。处理器 190 可以是 CPU、FGPA 或 ASIC, 并且能够可选地连接到存储器 195。存储器 195 可以是诸如闪存或 EEPROM 的非易失性存储装置, 或者诸如 SRAM 的易失性存储装置。

[0054] 补偿器 (COMP) 191 接收状态线 94 上的状态信号和输入线 85 上的输入码值, 并在控制线 95 上提供补偿后的码值。源驱动器 (SD) 155 接收补偿后的码值, 并在数据线 35 上产生驱动晶体管控制信号。因此, 如同将在此描述的, 处理器 190 可以在显示处理期间提供补偿后的数据。如同本领域中公知的, 可以由定时控制器 (未显示) 提供输入码值。输入码值可以是数字的或模拟的, 或者可以相对于所命令的亮度是线性的或非线性的。如果输入码值是模拟的, 则输入码值可以是电压、电流、或脉宽调制波形。

[0055] 源驱动器 155 可以包括数模转换器或可编程电压源、可编程电流源、或脉宽调制电压 (“数字驱动”) 或电流驱动器, 或本领域中公知的另一种类型的源驱动器。

[0056] 处理器 190 和补偿器 191 可以在同一 CPU 或其它硬件上实现。处理器 190 和补偿

器 191 可以在这里要描述的测量处理中一起向数据线 35 提供预定数据值。

[0057] 参照图 3A,在第一实施方式中,转换电路 171 包括用于将多路复用器输出线 45 上的读出电压测量值转换为数字信号的模数转换器 185。这些数字信号在转换后数据线 193 上被提供给处理器 190。转换电路 171 也可以包括低通滤波器 (LPF) 180。在本实施方式中,通过补偿器 191 向数据线 35 提供预定测试数据值,并且测量多路复用器输出线 45 上的相应读出电压,并将其用作状态信号。

[0058] 参照图 3B,在第二实施方式中,转换电路 171 包括电压比较器 (COMP) 200,电压比较器 200 将多路复用器输出线 45 上的读出电压测量值与选定的基准电压电平进行比较,以在触发线 202 上提供指示读出电压大于等于、或小于等于选定的基准电压电平的触发信号。选定的基准电压电平由基准电压源 (REF) 201 提供。读出电压测量值与读出线 30 上的电压相对应。为了接收读出电压测量值,测试信号发生器 203 顺序地向驱动晶体管的栅极提供选定的测试电压序列。测试信号发生器 203 可以是锯齿波发生器,在这种情况下,所选定的测试电压序列是非增或非减序列。非增序列和非减序列不能是恒定的。测试电压序列还提供给测量控制器 204,测量控制器 204 接收来自电压比较器 200 的触发信号和来自测试信号发生器 203 的相应测试电压,并且在转换后数据线 93 上将相应测试电压提供给处理器。处理器可以在状态线 95 上将相应测试电压作为状态信号提供给补偿器。测量控制器 204 也可以将相应测试电压的函数(例如线性变换)提供为状态信号。此实施方式可以比第一实施方式较便宜地实现,因为此实施方式不需要模数转换器。测试电压序列可以作为相等数字码值或者映射到测试电压的另一形式提供给测试控制器 204。在此实施方式中,测试电压序列通过在控制线 95 上从测试信号发生器 203 接收序列的补偿器 191 提供给数据线 35,并且在其中多路复用器输出线 45 上的读出电压与由基准电压 201 所限定的阈值相交的点将被记录并且用作状态信号。

[0059] 在进行测量时,测试数据值可以命令从 EL 发射体发光。这对于 EL 显示器的用户来说可能是不愿意看到的。如同本领域中公知的,驱动晶体管 70 具有阈值电压 V_{th} ,低于该阈值电压 V_{th} (或者对 P 沟道而言,高于该阈值电压 V_{th}) 则相对少的电流流动,因此发出相对少的光。选定的基准电压电平可以小于该阈值电压,以防止在测量期间发出用户可见光。

[0060] 当驱动晶体管 70 是非晶硅晶体管时,则已知在包括实际使用状况的老化状况下阈值电压 V_{th} 会发生变化。通过 EL 发射体 50 驱动电流因此会导致驱动晶体管 70 的 V_{th} 增大。因此,驱动晶体管 70 的栅极上的恒定信号将导致逐渐减小的电流 I_{ds} ,并因此导致 EL 发射体 50 发出的光强度逐渐减小。这种减小的量将取决于驱动晶体管 70 的使用;因此,这种减小对于显示器中的不同驱动晶体管来说可能不同。这是 EL 子像素 60 的特征的空间变化的一种类型。这种空间变化可以包括显示器不同部分上的亮度和色彩平衡的差异、以及其中经常显示的图像(例如网络标识)能导致自身的幻影(ghost)总是显示在有源显示器上的图像“残像”(burn-in)。期望对阈值电压的这些变化进行补偿,以防止这些问题。而且,EL 发射体 50 可能存在与老化相关的变化,例如 EL 发射体 50 上的发光效率损失和电阻增大。

[0061] 现在参照图 4A,其示出例示了当电流流经 OLED 发射体时 OLED 发射体在发光效率上的老化现象的曲线图。三条曲线表示发出不同颜色光的不同的光发射体(例如,分别是红光、绿光与蓝光发射体)的典型性能,由随着时间的亮度输出或累积电流表示。发出不同

颜色光的光发射体之间的亮度衰减可能不同。这种差异可以归因于发出不同颜色光的光发射体中所使用的材料的不同的老化特征,或者归因于发出不同颜色光的光发射体的不同使用。因此,在常规使用中,在没有老化校正的情况下,显示器可能变得不那么明亮,并且显示器的颜色(尤其是白场)可能会偏移。

[0062] 另一种类型的空间变化是最初的不均匀性。EL 显示器的工作寿命是从终端用户第一次看到该显示器上的图像到该显示器被丢弃的这段时间。最初的不均匀性是在显示器工作寿命刚开始时出现的任何不均匀性。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较佳地校正最初的不均匀性。可以在工厂中进行测量,作为显示器生产的一部分。也可以在用户首次激活包含 EL 显示器的产品之后、恰好在该显示器上显示第一个图像之前进行测量。这允许显示器在终端用户第一次看到图像时向该终端用户呈现高质量图像,因此该终端用户对该显示器的第一印象将是良好的。

[0063] 参照图 4B,其示出例示了两个 EL 发射体或驱动晶体管或者 EL 发射体和驱动晶体管二者的特征差异在 EL 子像素电流上的效应的图。该图也可以表示单个 EL 子像素在老化之前和之后的类比情况。图 3 的横坐标表示驱动晶体管 70 处的栅极电压。纵坐标是通过 EL 发射体 50 的电流的以 10 为底的对数。第一 EL 子像素 I-V 特征 230 和第二 EL 子像素 I-V 特征 240 显示对于两个不同 EL 子像素 60 的 I-V 曲线,或对于单个 EL 子像素 60 在老化之前 (230) 和老化之后 (240) 的 I-V 曲线。对于特征 240 来说,需要比对于特征 230 更大的电压来获得期望电流;也就是说,曲线向右偏移了量 ΔV 。对于老化而言,如图所示, ΔV 是阈值电压的变化 (ΔV_{th} , 210) 和由 EL 发射体电阻变化而导致的 EL 电压的变化 (ΔV_{EL} , 220) 的总和。该变化导致在分别具有特征 230 和 240 的子像素之间的不均匀发光:对于特征 240,给定栅极电压将控制比特征 230 更少的电流,并且因此控制更少的光。

[0064] OLED 电流 I_{EL} (也是通过驱动晶体管的漏源电流 V_{ds})、OLED 电压 V_{EL} 以及饱和时的阈值电压 V_{th} 之间的关系是:

$$[0065] \quad I_{EL} = I_{ds} = \frac{W\mu C_0}{2L} (V_{gs} - V_{th})^2 = \frac{K}{2} (V_g - V_{EL} - V_s - V_{th})^2 \quad (\text{等式 1})$$

[0066] 其中, W 是 TFT 沟道宽度, L 是 TFT 沟道长度, μ 是 TFT 迁移率, C_0 是每单位面积氧化层电容, V_g 是栅极电压, V_{gs} 是驱动晶体管的栅极与源极之间的电压差。为简单起见,我们忽略 μ 对 V_{gs} 的依赖。因此为了补偿一个或多个 EL 子像素 60 的特征变化,必须对 V_{th} 和 V_{EL} 的变化进行校正。但是,进行多次测量非常耗时。本发明较佳地通过用一次测量校正晶体管和 EL 发射体变化而减少了测量时间。

[0067] 参照图 5A,同时也参照图 2 和 3A,图 5A 示出本发明的上面给出的第一实施方式时序图。时间向右增加。示出对于两个子像素的时序,记为(行,列):行 1 中的 (1,1) 和 (1,2),以及行 2 中的 (2,1) 和 (2,2)。为清楚起见,该图示出行不重叠的时序,但是在实际中如同本领域公知的,行在时间上会重叠,并且这一点会在图 5C 中示出。

[0068] 对于每个子像素,补偿器 191 接收输入线 85 上的相应输入码值,该输入码值命令从各个子像素输出相应的光。图 5A 的时序图所示的是对应于输入码值的、来自源驱动器 155 的模拟数据信号。从行 1 开始,选定目标子像素:(1,1)。计算增大的码值,与输入码值相比,该增大的码值对于目标子像素命令更高的选定的第一量的光输出。该增大的码值在增大的码值时段 302 中提供给目标子像素 (1,1),并且所有其它子像素(这里是 (1,2)) 已

被提供了它们相应的输入码值（输入码值时段 301）。经过选定的延迟时间 303 之后，增大的码值时段 302 对于目标子像素结束，并且测量时间 304 开始。在测量时间 304 期间，利用选定的测试电压 305 驱动目标子像素，并如上面所描述的使用模数转换器 185 对目标子像素的读出晶体管的第二电极上的电压进行测量。

[0069] 参照图 5B，同时也参照图 2 和 3B，图 5B 示出本发明的上面给出的第二实施方式的时序图。增大的码值时段 302、输入码值时段 301、选定的延迟时间 303、以及测量时间 304 如同图 5A 中所描述的。在测量时间 304 期间，利用由测试信号发生器 203 提供的选定的测试电压 306 的序列驱动目标子像素，并如上面所描述的使用比较器 200 对读出晶体管的第二电极上的电压进行测量。

[0070] 如图 5A 和 5B 所示，按照选定的顺序对每行重复测量处理。在任何所选定的行时间期间，可以选择任意数量的子像素作为目标子像素。

[0071] 增大的码值时段 302 通过均衡目标子像素和其它子像素的光输出来防止测量可见。在增大的码值时段期间，可以以更高的输出电平驱动目标子像素，以平衡其所处的更短的时间。延迟时间 303 可以是选定的行时间 307 的选定百分比。那么所选定的第一量是由相应输入码值所命令的输出的百分比，并且可以被计算为选定百分比的倒数。例如，如果延迟时间 303 为行时间 307 的 0.8 (4/5)，那么所选定的第一量为 $1/0.8 = 5/4 = 1.25$ 。可用时间减少 20% 需要亮度增加 25%，以产生相同的总的光输出（针对一行时间的 100% 的输出 = $1 * 1 = 1$ ；针对 0.8 行时间的 125% 的输出 = $1.25 * 0.8 = 1$ ）。

[0072] 参照图 5C，实际中，如同本领域公知的，行时间在帧时间 308 上重叠，并且延迟时间 303 是选定的帧时间的选定百分比，例如可以为 16.7ms (= 1/60 秒)。测量时间 304 可以在延迟时间 303 之前，而不是之后。图 5C 示出在第一帧期间每行的第 1 列中的子像素选择为目标子像素，在第二帧期间每行的第 2 列中的子像素选择为目标子像素。在第二帧期间，补偿器 191 使用在第一帧期间所得到的读出电压测量值来产生补偿后的码值，该补偿后的码值在补偿后的码值时段 409 期间被提供给在第 1 帧中作为目标的子像素。

[0073] 现在参照图 5D，同时也参照图 2，图 5D 示出本发明的方法的一个实施方式的框图。如上所述，接收输入码值（步骤 310），选择目标子像素（步骤 320），如上所述地向子像素提供输入码值和增大的码值（步骤 330），并且对目标子像素的读出晶体管的第二电极上的电压进行测量（步骤 340）。接下来，提供表示目标子像素中的驱动晶体管和 EL 发射体的特征的状态信号（步骤 350）。

[0074] 状态信号可以表示老化：随着时间由于目标子像素中的驱动晶体管 70 和 EL 发射体 50 的工作而导致的该子像素中的驱动晶体管和 EL 发射体的特征变化。为了计算这样的状态信号，在如上所述的转换电路 171 的任一个实施方式中，可以通过处理器 190 对每个子像素的第一读出电压进行测量，并将测量值存储在存储器 195 中。所述测量可以在 EL 显示器的工作寿命开始前进行。在 EL 显示器工作期间，在与进行第一读出电压测量的时间相比不同且稍后的时间处，可以对每个子像素的第二读出电压进行测量并将测量值存储在存储器 195 中。第一和第二读出电压测量值接下来可以用来计算状态信号，该状态信号表示随着时间由于驱动晶体管和 EL 发射体的工作而导致的驱动晶体管和 EL 发射体的特征变化。例如，那么状态信号可以被计算为第二读出电压测量值和第一读出电压测量值之差，或者该差的函数，例如线性变换。

[0075] 状态信号接下来被提供给补偿器 191, 补偿器 191 使用状态信号和输入码值为目标子像素提供补偿后的码值 (步骤 360)。补偿器的操作将会在以下进一步讨论。

[0076] 接下来向目标 EL 子像素的驱动晶体管提供与补偿后的码值相对应的驱动晶体管控制信号。补偿器将补偿后的码值提供给源驱动器 155, 源驱动器 155 产生驱动晶体管控制信号, 并经由数据线 35 和选择晶体管 80 将驱动晶体管控制信号提供给驱动晶体管 70 的栅极 (步骤 370)。

[0077] 接下来重复步骤 320 到 370 (判定步骤 380), 直到多个子像素中的每一个都依次被选定为目标子像素, 并且各个驱动晶体管控制信号都已经被提供给多个 EL 子像素中的每一个中的各个驱动晶体管。一旦对于子像素测量了读出电压, 则可以将相应的状态信号存储在存储器 195 中。补偿器 191 可以使用所存储的状态信号来补偿任意数量的输入码值。测量可以以规则间隔进行 (每次显示器被加电或断电时), 或者以由显示器的使用而确定的间隔进行。由于增大的码值 302 防止测量时段 304 对用户可见, 所以也可以在显示器的整个寿命期间进行测量。子像素可以以任何顺序被选定为目标子像素。在一个实施方式中, 可以根据显示器的行扫描顺序, 从上到下、从左到右或从右到左选择子像素。在另一实施方式中, 可以在每行中的随机位置处选择目标子像素, 以防止由于诸如温度梯度的因素而引起的系统性偏差。

[0078] 重新参照图 2, 电压 V_{out} 是测量得到的 (在第一实施方式中) 或选定的 (在第二实施方式中)。电压 V_{data} 是已知的 (在第一实施方式中) 或测量得到的 (在第二实施方式中)。电压 V_{read} (读出晶体管中的压降) 可以被认为恒定的, 因为非常少的电流通过读出晶体管流入转换电路 171 的高输入阻抗端。电压 PVDD 和 CV 是选定的。因此 V_{EL} 可以计算为:

$$[0079] \quad V_{EL} = (V_{out} + V_{read}) - CV \quad (\text{等式 } 2)$$

[0080] EL 子像素中的驱动晶体管和 EL 设备的特征变化反映在所计算的 V_{EL} 的变化上。因此 V_{EL} 可以用作状态信号。在大规模生产 EL 显示器 10 之前, 可以对一个或更多个代表性设备进行表征来产生将针对每个子像素的 V_{EL} 映射到相应的晶体管 (V_{th} , 迁移率) 和 EL 设备 (电阻、效率) 特征的产品模型。可以创建多于一个的产品模型。例如, 显示器的不同区域可以具有不同的产品模型。产品模型可以存储在查找表中或用作算法。

[0081] 在一个实施方式中, 可以选定基准状态信号电平, 这对于最初的不均匀性补偿特别有用。该电平可以是对于所有子像素的状态信号的平均值、最小值或最大值, 或者对本领域技术人员来说将是显而易见的函数。补偿器可以将每个子像素各自的状态信号与该基准状态信号电平进行比较, 以确定施加多少补偿。当对最初的不均匀性进行补偿时这是有用的, 其中在最初的不均匀性的情况下, 不能进行第二读出电压测量。补偿器可以使用产品模型利用所测量的 V_{EL} 值和所选定的基准状态信号电平来产生补偿后的码值。

[0082] 在根据本发明的用于老化补偿的实施方式中, 第二读出电压测量处的 V_{EL} 与第一电压测量处的 V_{EL} 之差 ΔV_{EL} 用作状态信号。非晶硅 TFT 老化和 OLED 老化都与随时间流经设备的集成电流 (integrated current) 成比例, 因此可以产生将 ΔV_{EL} 与晶体管的 ΔV_{th} 相关联的模型, 并且进行补偿。图 6 示出纵坐标上的 ΔV_{EL} 与横坐标上的 ΔV_{th} 之间的相互关系的示例。可以通过在统计学领域中已知的回归技术将这种相互关系并入产品模型中; 曲线 390 示出一种可能的样条拟合。

[0083] 在图 2 的情况下,晶体管和 OLED 老化需要补偿后的码值比输入码值高 ΔV_{th} ,并且通过由于 OLED 电压上升 ΔV_{EL} 而对驱动晶体管 70 的沟道长度调制的校正,降低了驱动晶体管 70 的 V_{ds} 。

[0084] 老化补偿的另外效果是 OLED 效率损失。图 7 的图表中示出了针对一个设备的发光效率与 ΔV_{EL} 之间的关系的示例。通过在给定电流的情况下测量亮度减少和它与 ΔV_{EL} 的关系,可以确定使 EL 发射体 50 输出标称亮度所需的校正后的信号的变化。可以将该关系并入产品模型中。

[0085] 为了补偿 EL 子像素 60 的特征改变或变化,可以使用以下形式的等式中的状态信号:

$$V_{comp} = V_{data} + f_1(\Delta V_{EL}) + f_2(\Delta V_{EL}) + f_3(\Delta V_{EL}, V_{data}) \quad (\text{等式 3})$$

[0087] 其中, V_{comp} 是保持 EL 子像素 60 的期望亮度所需的对应于补偿后的码值的电压, V_{data} 是对应于输入码值的电压, $f_1(\Delta V_{EL})$ 是对阈值电压变化的校正, $f_2(\Delta V_{EL})$ 是对 EL 电阻变化的校正,并且 $f_3(\Delta V_{EL}, V_{data})$ 对 EL 效率变化的校正。函数 f_3 将会在下文进一步讨论。函数 f_1 、 f_2 和 f_3 是产品模型的组成部分。使用该方程式,补偿器 191 能够控制 EL 发射体 60 实现恒定亮度输出以及在给定亮度下的增加的寿命。因为这种方法对 EL 显示器 10 中的每个 EL 子像素都提供了相应的校正,因此将补偿多个 EL 子像素的特征的空间变化。

[0088] 图 8 示出等式 3 中涉及的 f_3 的示例模型。OLED 发射体的效率不仅取决于由状态信号 ΔV_{EL} 所表示的 OLED 发射体的老化,还取决于由 V_{data} 所表示的 OLED 发射体被驱动的电平。图 8 示出七种不同老化程度下的效率 - 驱动电平曲线图。如现有技术中已知的,老化程度表示为“Txx”,其中“xx”是在指定测试电平(在该情况下为 $20\text{mA}/\text{cm}^2$)下的效率百分比。补偿器 191 可以响应于状态信号和输入码值产生补偿后的码值,以在任意驱动电平处对 EL 发射体的效率变化进行正确地补偿。

[0089] 在优选实施方式中,在包括有机发光二极管(OLED)的显示器中采用本发明,有机发光二极管(OLED)由如 Tang 等提出的美国专利 No. 4769292 和 VanSlyke 等提出的美国专利 No. 5061569 中公开的小分子或高分子 OLED 组成,但是不限于此。可以使用有机发光显示器的许多组合和变型来制造这样的显示器。参照图 2,当 EL 发射体 50 是 OLED 发射体时,EL 子像素 60 是 OLED 子像素。

[0090] 晶体管 70、80 和 90 可以是非晶硅(a-Si)晶体管、低温多晶硅(LTPS)晶体管、氧化锌晶体管或者本领域所熟知的其它类型的晶体管。这些晶体管可以是 N 沟道的、P 沟道的、或任意组合。OLED 可以是非倒置结构(如图所示)或倒置结构,其中 EL 发射体 50 连接在第一电压源 140 与驱动晶体管 70 之间。

[0091] 部件列表

- [0092] 10 EL 显示器
- [0093] 20 选择线
- [0094] 30 读出线
- [0095] 35 数据线
- [0096] 40 多路复用器
- [0097] 45 多路复用器输出线
- [0098] 50 EL 设备

[0099]	60	EL 子像素
[0100]	70	驱动晶体管
[0101]	75	电容器
[0102]	80	读出晶体管
[0103]	85	输入线
[0104]	90	选择晶体管
[0105]	93	转换后数据线
[0106]	94	状态线
[0107]	95	控制线
[0108]	140	第一电压源
[0109]	150	第二电压源
[0110]	155	源驱动器
[0111]	170	测量电路
[0112]	171	转换电路
[0113]	180	低通滤波器
[0114]	185	模数转换器
[0115]	190	处理器
[0116]	191	补偿器
[0117]	195	存储器
[0118]	200	电压比较器
[0119]	201	基准电压源
[0120]	202	触发线
[0121]	203	测试信号发生器
[0122]	204	测量控制器
[0123]	210	ΔV_{th}
[0124]	220	ΔV_{EL}
[0125]	230	子像素 I-V 特征
[0126]	240	子像素 I-V 特征
[0127]	301	输入码值时段
[0128]	302	增大的码值时段
[0129]	303	延迟时间
[0130]	304	测量时间
[0131]	305	测试电压
[0132]	306	测试电压序列
[0133]	307	行时间
[0134]	308	帧时间
[0135]	310	步骤
[0136]	320	步骤
[0137]	330	步骤

[0138]	340	步骤
[0139]	350	步骤
[0140]	360	步骤
[0141]	370	步骤
[0142]	380	决定步骤
[0143]	390	曲线
[0144]	409	补偿后的码值时段

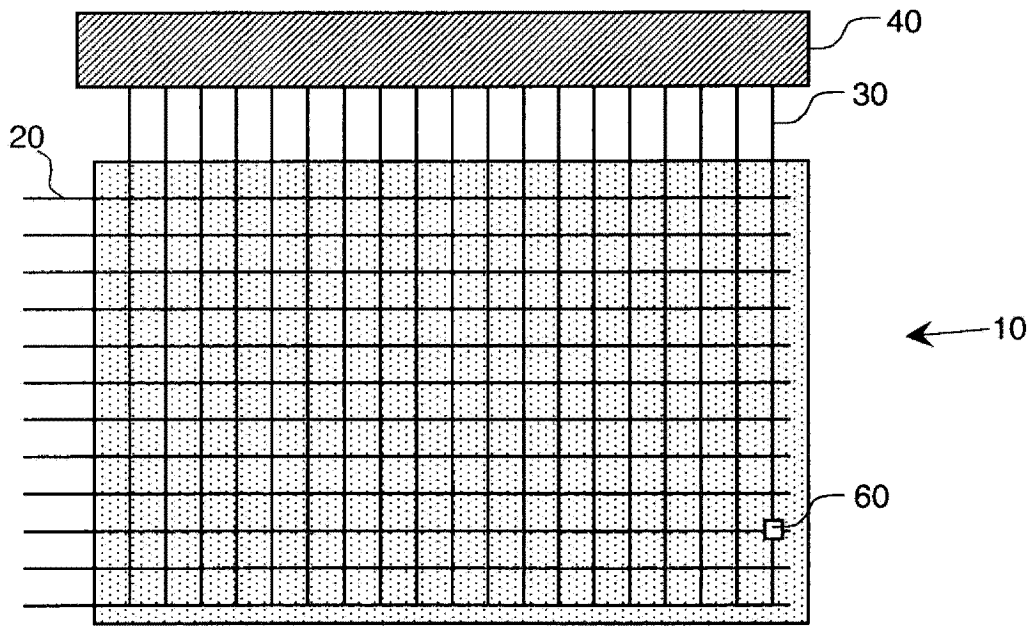


图 1

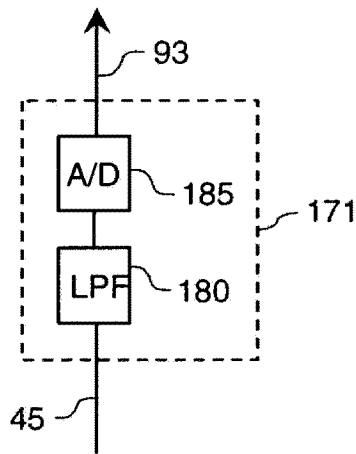


图 3A

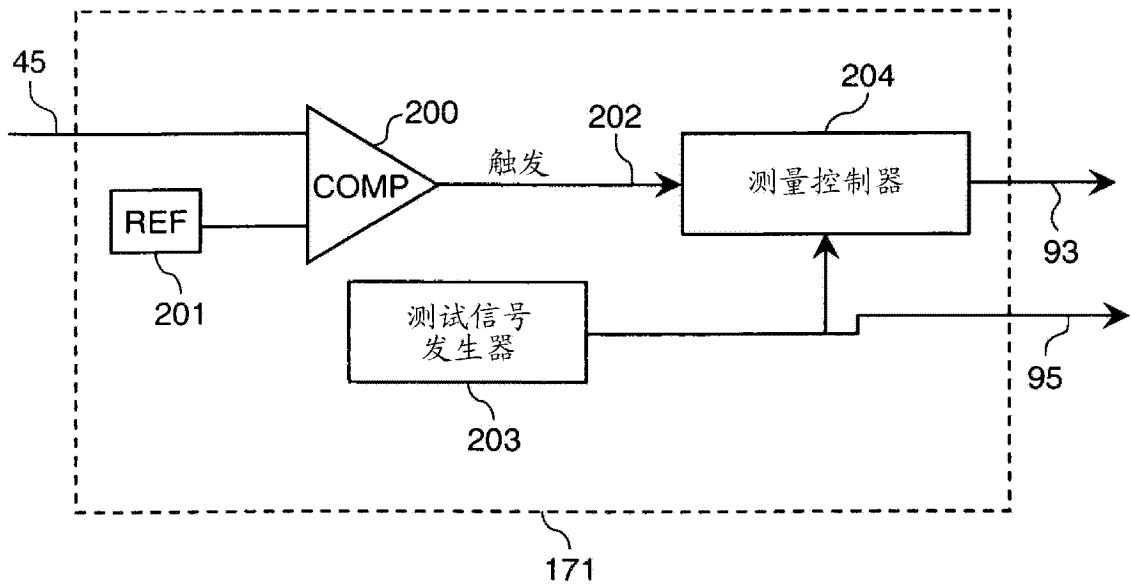


图 3B

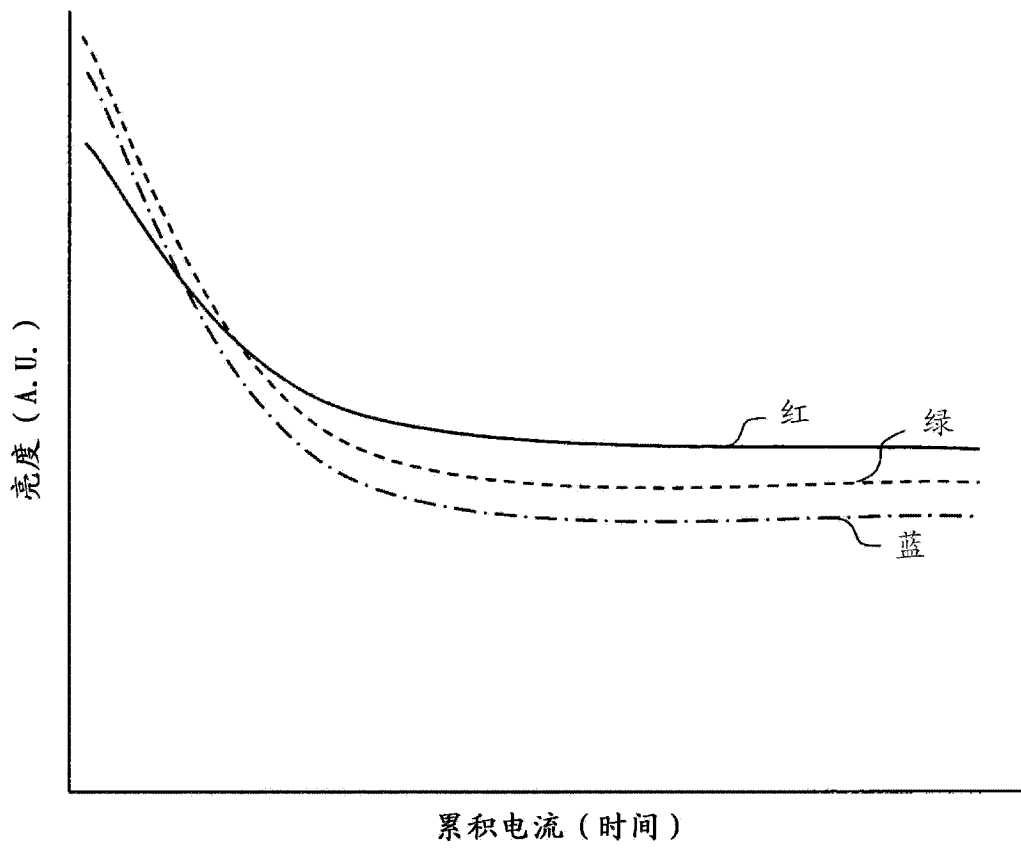


图 4A

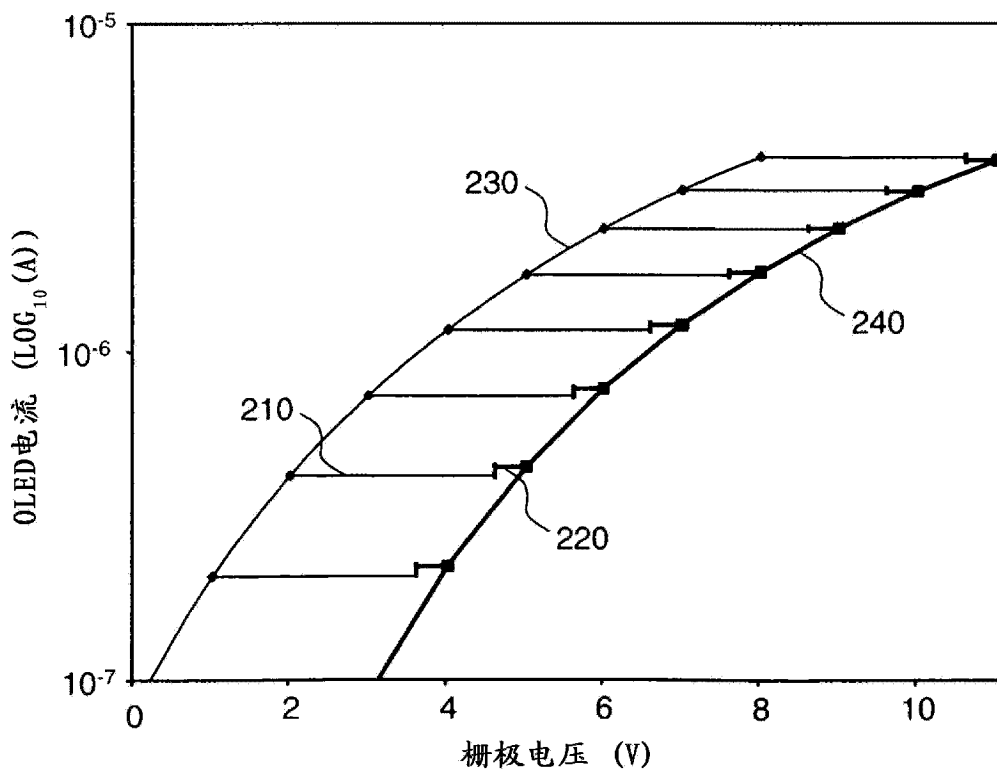


图 4B

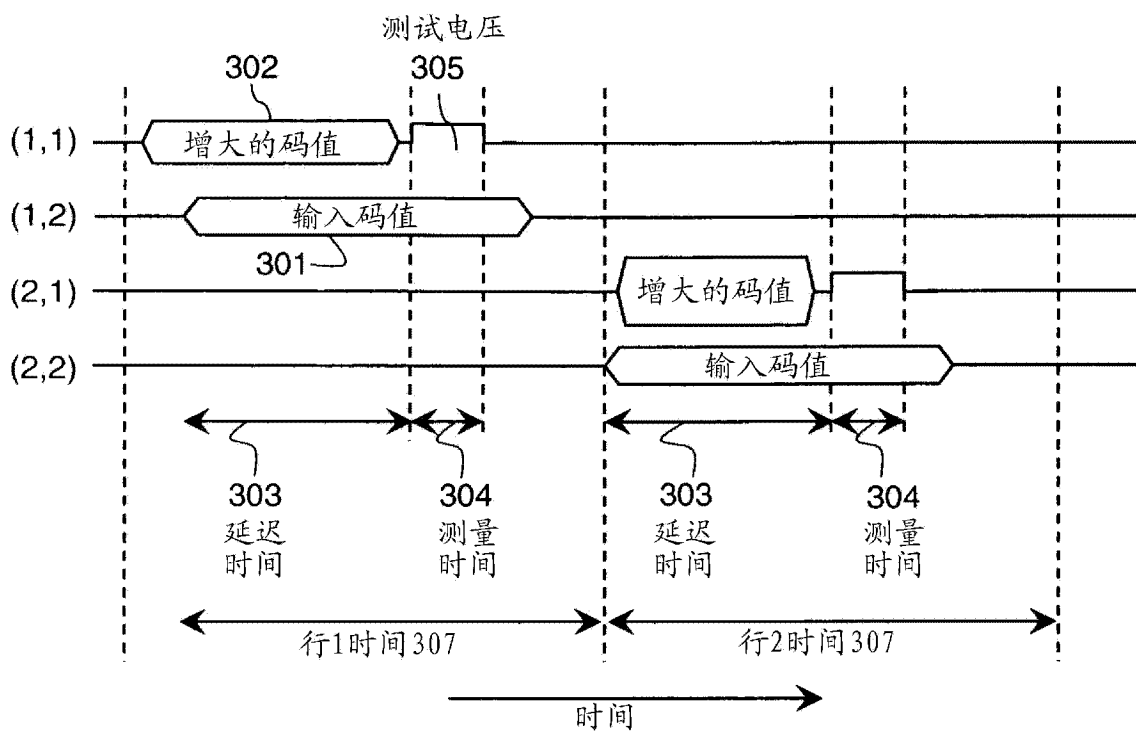


图 5A

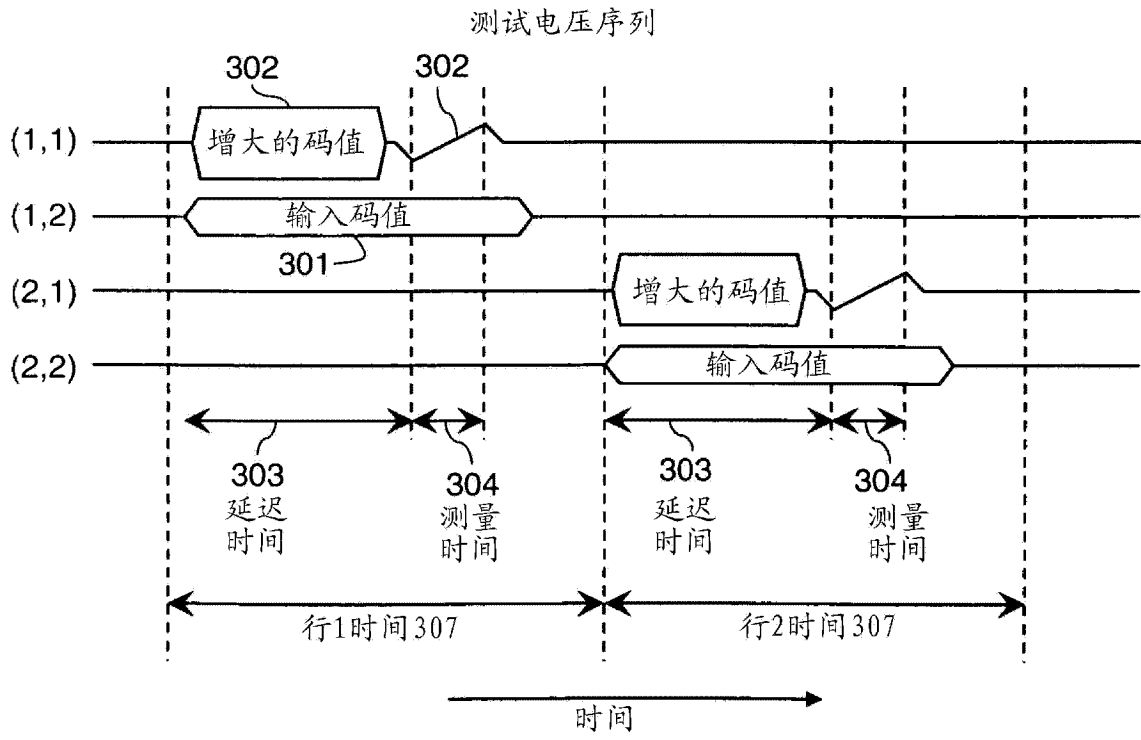


图 5B

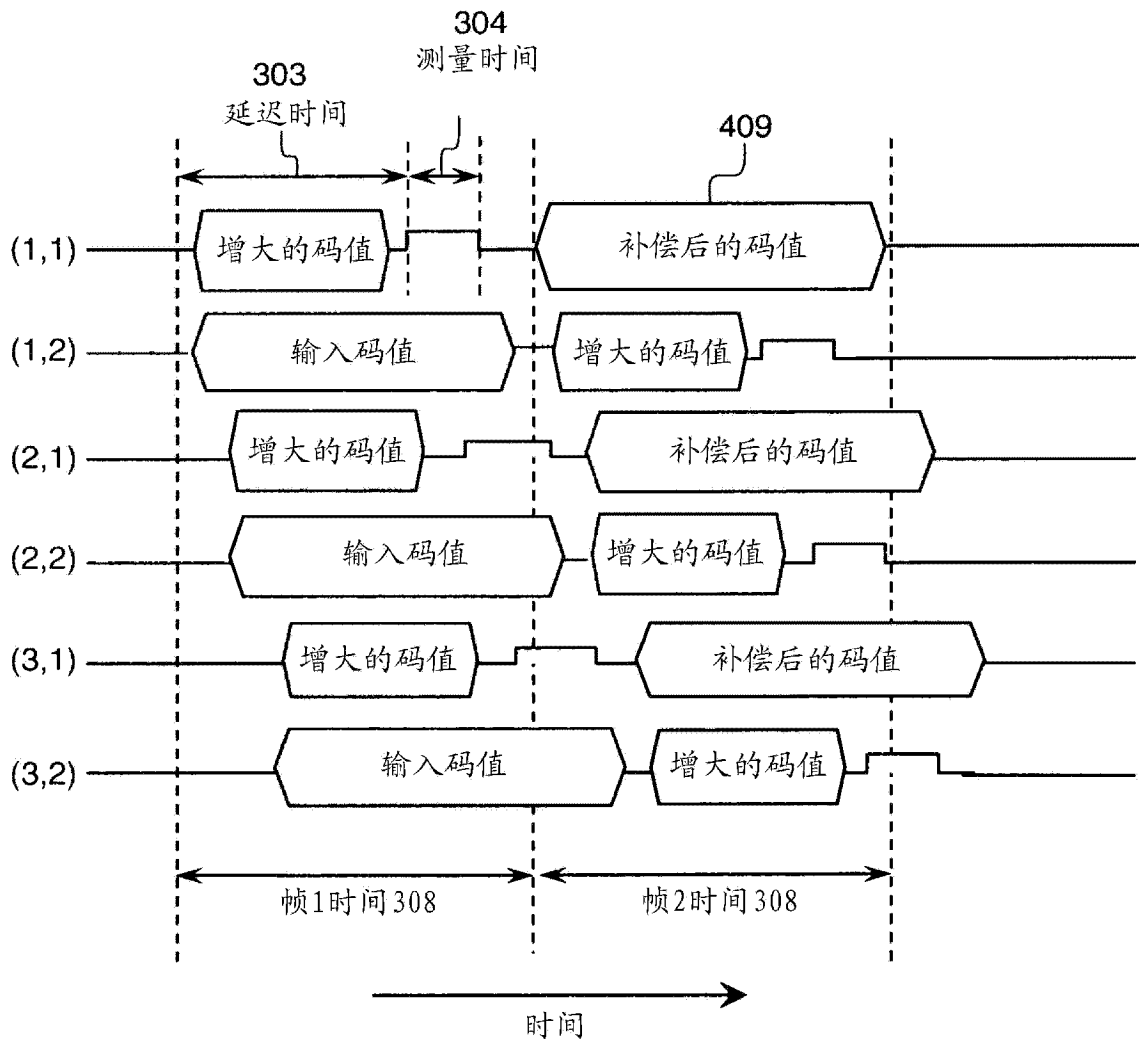


图 5C

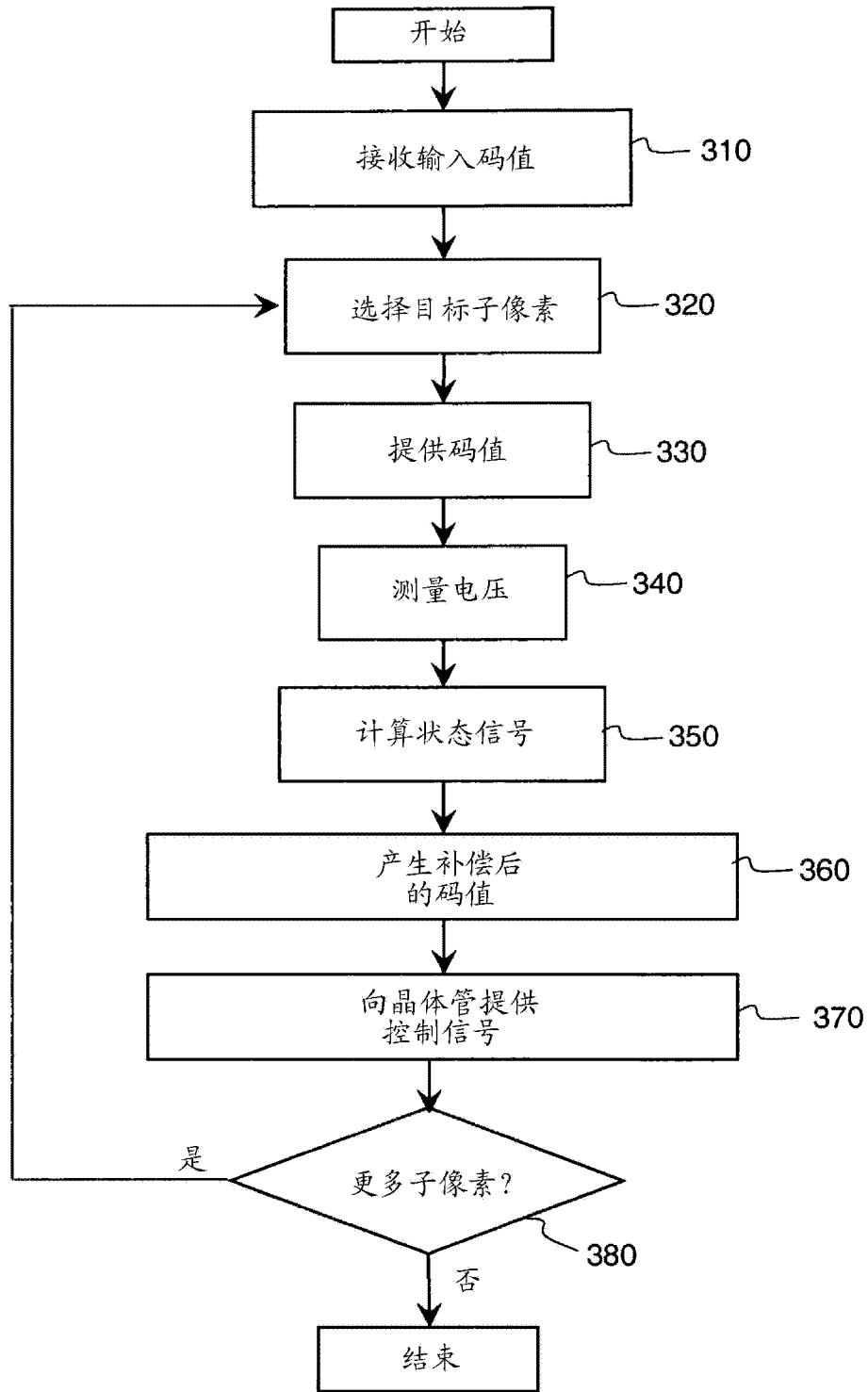


图 5D

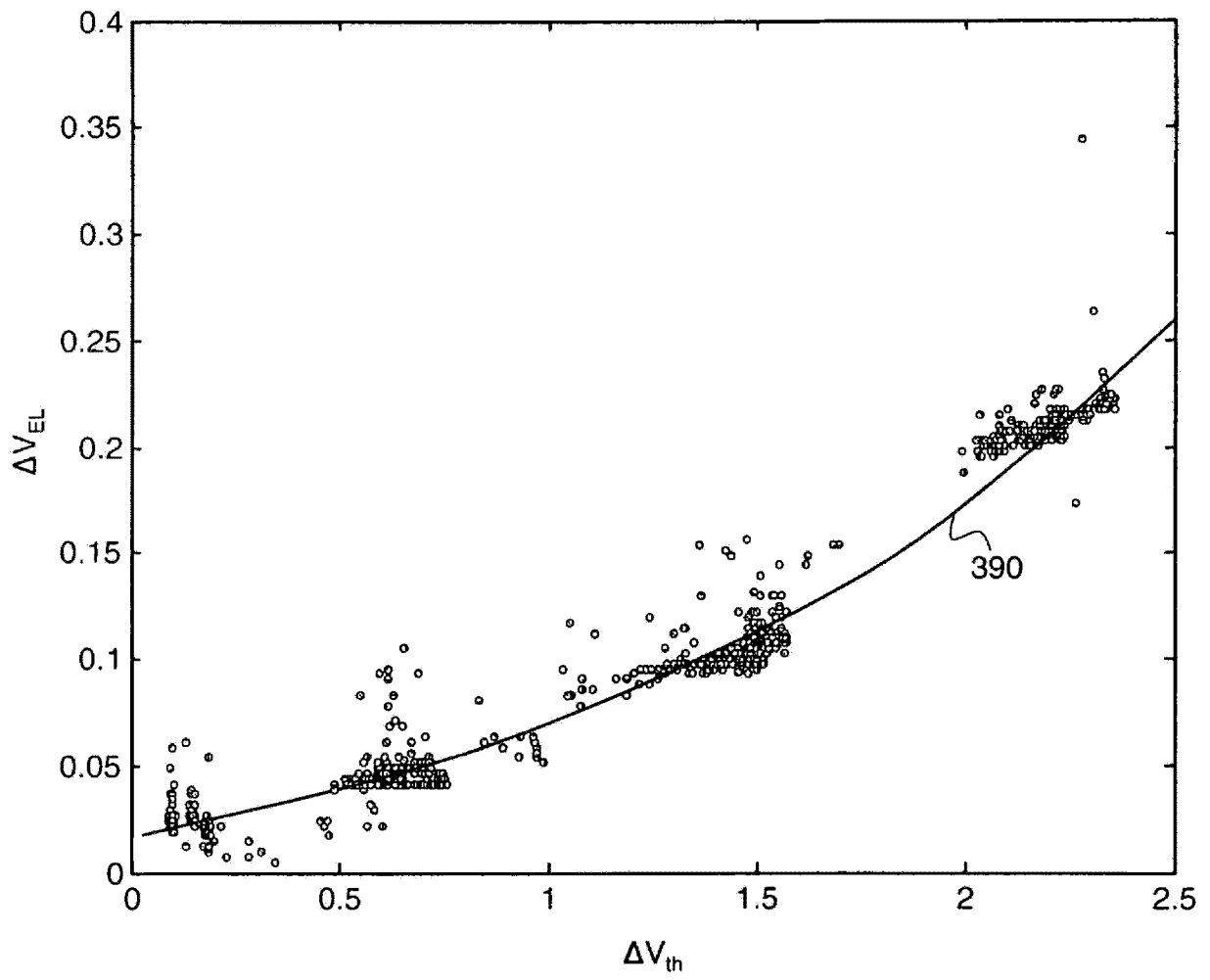


图 6

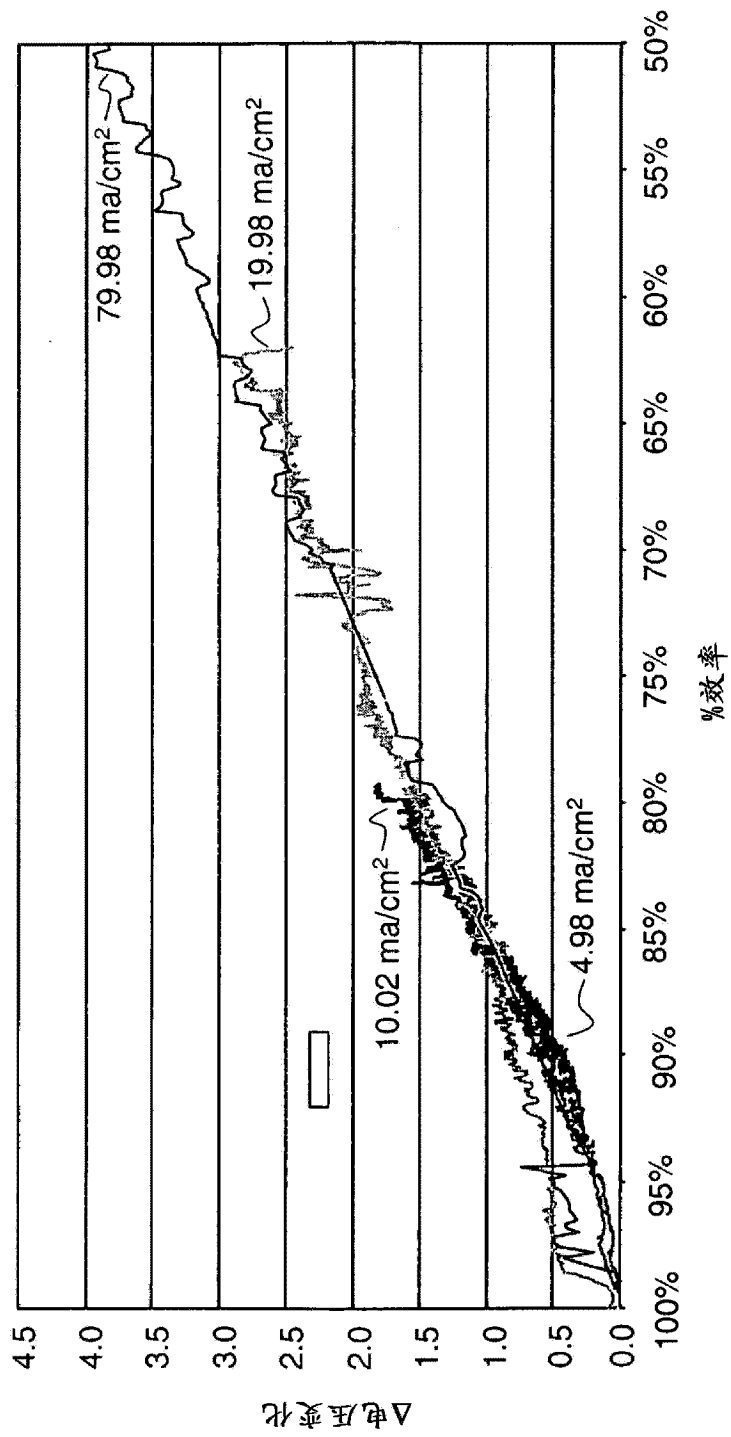


图 7

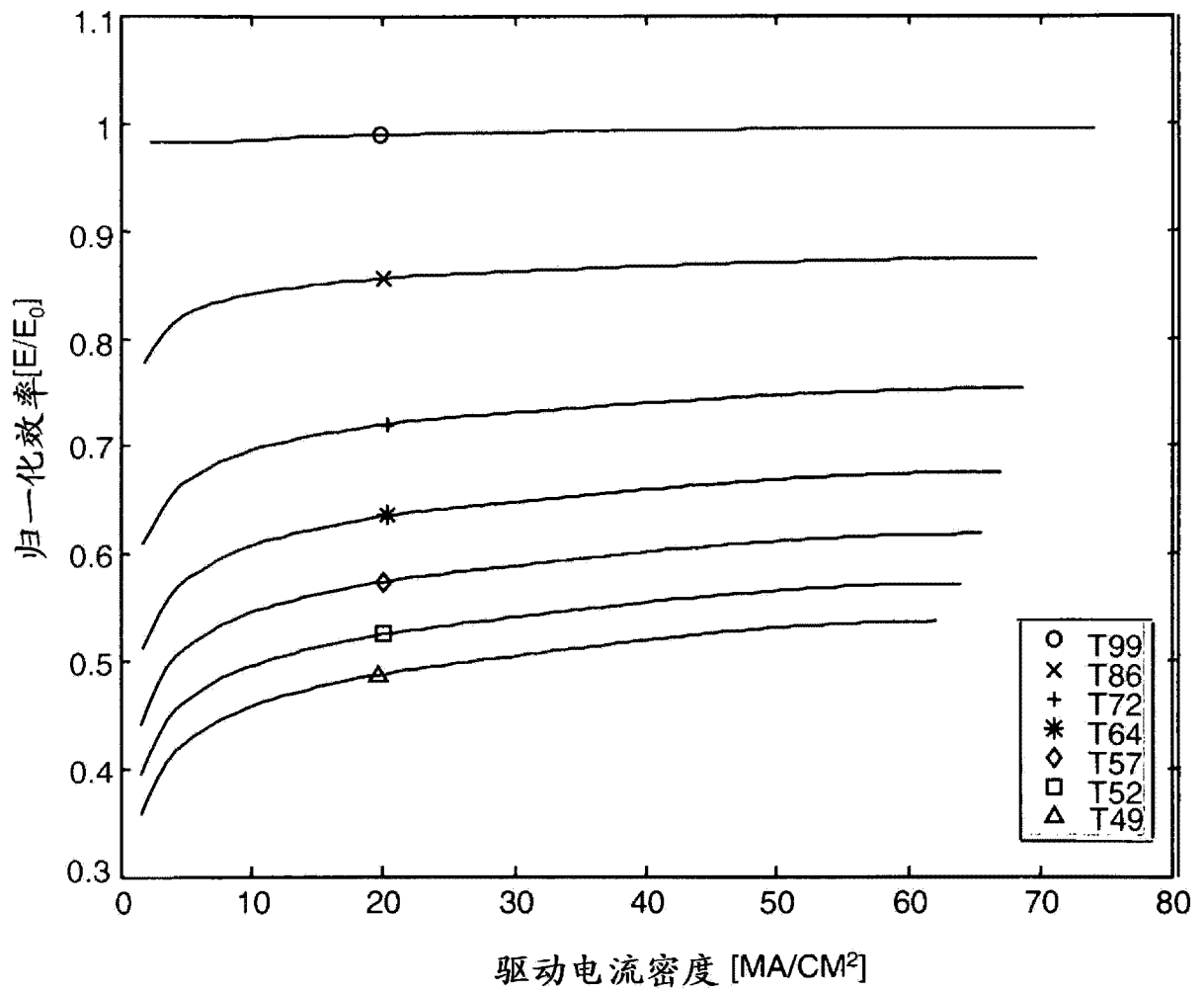


图 8

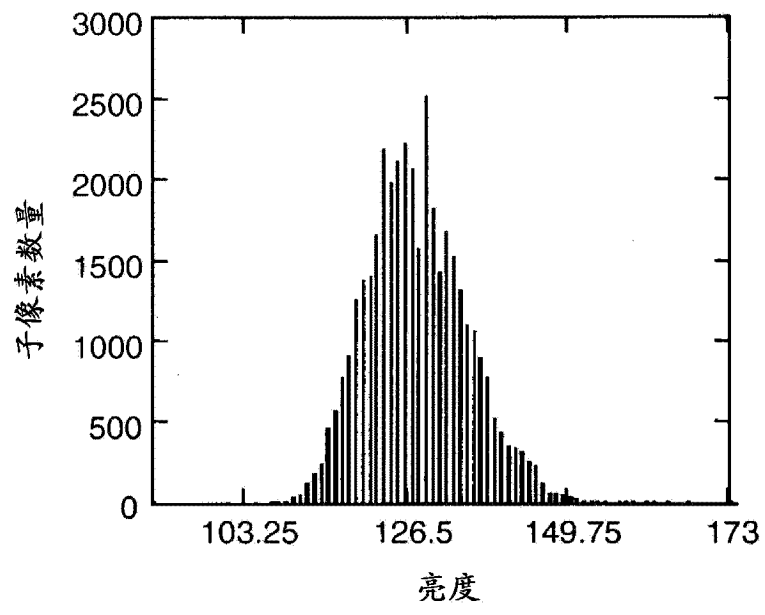


图 9

专利名称(译)	用于电致发光显示器的补偿后的驱动信号		
公开(公告)号	CN102257555A	公开(公告)日	2011-11-23
申请号	CN200980151005.1	申请日	2009-11-04
[标]申请(专利权)人(译)	全球OLED科技有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	全球OLED科技有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	全球OLED科技有限责任公司		
[标]发明人	约翰威廉哈默 加里帕雷特 CI利维		
发明人	约翰·威廉·哈默 加里·帕雷特 C·I·利维		
IPC分类号	G09G3/32		
CPC分类号	G09G3/3225 G09G2320/043 G09G2300/0819 G09G2320/0295 G09G2320/045		
代理人(译)	李辉 张旭东		
优先权	12/272222 2008-11-17 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

对诸如有机发光二极管(OLED)显示器的电致发光(EL)显示器的3T1C EL子像素中的驱动晶体管 and EL发射体的最初的不均匀性或老化进行补偿。使用连接到EL发射体的读出晶体管读出发射体的电压，并且使用模型来对 ΔV_{th} 、 ΔV_{EL} 和OLED效率损失执行补偿。在一帧期间通过以更高的亮度在更短的时间内驱动目标子像素、然后使用该帧的剩余时间测量来进行测量。可以利用A/D转换器或利用锯齿波发生器和比较器来进行测量。对于每个子像素单独地执行补偿。

