



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102257554 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 17

(21) 申请号 200980150641. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 12. 16

G09G 3/32 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/337, 668 2008. 12. 18 US

(56) 对比文件

US 2003/0071821 A1, 2003. 04. 17, 全文.

US 2005/0179628 A1, 2005. 08. 18, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 06. 16

US 2006/0170623 A1, 2006. 08. 03, 全文.

WO 2007/036837 A, 2007. 04. 05, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/006594 2009. 12. 16

US 7355574 B1, 2008. 04. 08, 全文.

US 2008/0122759 A1, 2008. 05. 29, 全文.

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2010/080113 EN 2010. 07. 15

审查员 王婷

(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

费利佩·安东尼奥·莱昂

约翰·W·哈默 加里·帕雷特

克里斯多佛·贾森·怀特

(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

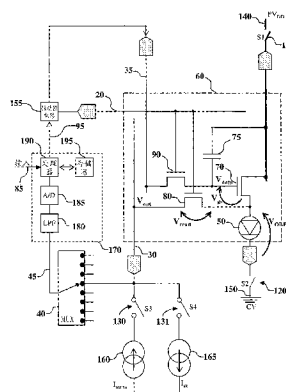
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

具有老化补偿的数字驱动电致发光显示器

(57) 摘要

通过数字驱动方案驱动的电致发光 (EL) 子像素具有当驱动晶体管不导通时由电流源驱动的读出晶体管。这产生了发射器电压信号, 可以根据该发射器电压信号来计算表示 EL 发射器的效率的老化信号。使用该老化信号来确定子像素在有效时的电流的损失, 并且调节输入信号以提供经增加的导通时间来对 EL 发射器的电压上升和效率损失进行补偿。还可以对由于温度而导致的变化进行补偿。



1. 一种对电致发光 (EL) 子像素中的 EL 发射器的特性的变化进行补偿的方法, 该方法包括以下步骤:

(a) 提供具有驱动晶体管、所述 EL 发射器和读出晶体管的所述 EL 子像素, 其中, 所述驱动晶体管具有第一电极、第二电极和栅电极;

(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所述第一电压源连接至所述驱动晶体管的所述第一电极;

(c) 将所述 EL 发射器连接至所述驱动晶体管的所述第二电极;

(d) 提供连接至所述 EL 发射器的第二电压源;

(e) 将所述读出晶体管的第一电极连接至所述驱动晶体管的所述第二电极;

(f) 提供电流源和第三开关, 该第三开关用于选择性地将所述电流源连接至所述读出晶体管的第二电极, 其中, 所述电流源向所述 EL 发射器提供经选定的测试电流;

(g) 提供连接至所述读出晶体管的所述第二电极的电压测量电路;

(h) 打开所述第一开关, 闭合所述第三开关, 以及响应于所述电压测量电路测量所述读出晶体管的所述第二电极处的电压来提供第一发射器电压信号;

(i) 利用所述第一发射器电压信号来提供表示所述 EL 发射器的特性的老化信号;

(j) 接收输入信号;

(k) 利用所述老化信号和所述输入信号来产生经补偿的驱动信号; 以及

(l) 向所述驱动晶体管的栅电极提供经选定的驱动电压达与所述经补偿的驱动信号相对应的经选定的导通时间, 其中, 所述经选定的驱动电压使所述驱动晶体管在所述经选定的导通时间期间在线性区工作, 以对所述 EL 发射器的特性的变化进行补偿。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述 EL 发射器的特性的所述变化是由于所述 EL 发射器的老化而导致的。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述 EL 发射器的特性的所述变化是由于所述 EL 发射器的温度的变化而导致的。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 该方法还包括以下步骤: 提供第二开关, 该第二开关用于选择性地将所述 EL 发射器连接至所述第二电压源, 并且其中, 所述步骤 (h) 还包括闭合所述第二开关。

5. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述步骤 (h) 还包括以下步骤:

(i) 在第一时间测量所述读出晶体管的所述第二电极处的电压, 以提供所述第一发射器电压信号;

(ii) 存储所述第一发射器电压信号;

(iii) 在第二时间测量所述读出晶体管的所述第二电极处的电压, 以提供第二发射器电压信号, 其中, 所述第二时间不同于所述第一时间; 以及

(iv) 存储所述第二发射器电压信号;

并且其中, 所述步骤 (i) 还包括另外地利用所述第二发射器电压信号来提供所述老化信号。

6. 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拟到数字转换器。

7. 根据权利要求 1 所述的方法, 该方法还包括以下步骤: 提供多个 EL 子像素, 其中, 针对各个 EL 子像素执行所述步骤 (h) 和步骤 (i), 以产生多个对应的老化信号, 并且其中, 利

用所述多个对应的老化信号来针对所述多个子像素中的每一个执行所述步骤(j)到步骤(1)。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,针对多个这种EL子像素执行所述步骤(h),在该步骤(h)期间,所述电流源同时向所述多个EL子像素中的每一个EL子像素中的相应EL发射器提供所述经选定的测试电流。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中,按照行和列排列所述多个EL子像素,并且其中,各个EL子像素具有对应的选择晶体管,并且该方法还包括以下步骤:提供连接至所述对应的选择晶体管的栅电极的多个行选择线以及连接至对应的读出晶体管的第二电极的多个读出线。

10. 根据权利要求9所述的方法,该方法还包括以下步骤:提供连接至所述对应的选择晶体管的相应第一电极的多个数据线,并且其中,所述步骤(1)包括以下步骤:提供具有连接至所述多个行选择线的选通驱动器和连接至所述多个数据线的源驱动器的驱动器电路,用于向所述驱动晶体管的栅电极提供所述经选定的驱动电压。

11. 根据权利要求9所述的方法,该方法还包括以下步骤:利用连接至所述多个读出线的复用器来顺序地测量所述多个EL子像素中的每一个EL子像素,以提供对应的第一发射器电压信号。

12. 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电极的选择晶体管,并且其中,所述选择晶体管的栅电极连接至所述读出晶体管的栅电极。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中,各个EL发射器是OLED发射器,并且其中,各个EL子像素是OLED子像素。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述经选定的导通时间被划分成具有相应的子帧持续时间的多个经激活的子帧,其中,所述多个相应的子帧持续时间的和等于所述经选定的导通时间。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中,各个驱动晶体管是p沟道、低温多晶硅驱动晶体管。

## 具有老化补偿的数字驱动电致发光显示器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及固态电致发光平板显示器,更具体地说,涉及具有对电致发光显示组件的老化进行补偿的方法的这些显示器。

### 背景技术

[0002] 电致发光 (EL) 装置被公知已经有一些年,并且近来被用于商业显示装置。这些装置采用有源矩阵控制方案和无源矩阵控制方案这两者,并且可以采用多个子像素。在有源矩阵控制方案中,各个子像素包括 EL 发射器和用于驱动电流通过该 EL 发射器的驱动晶体管。通常按照二维阵列排列这些子像素,其中各个子像素具有行地址和列地址并具有与该子像素相关联的数据值。不同颜色(诸如,红色、绿色、蓝色和白色)的子像素被分组以形成像素。有源矩阵 EL 显示器可以由各种发射器技术(包括可涂布无机 (coatable-inorganic) 发光二极管、量子点 (quantum-dot) 以及有机发光二极管 (OLED)) 和各种背板技术(包括非晶硅 (a-Si)、氧化锌以及低温多晶硅 (LTPS)) 制成。

[0003] 一些晶体管技术(诸如 LTPS) 可以生产在显示器的整个表面上具有可变的迁移率 (mobility) 和阈值电压的驱动晶体管 (Kuo, Yue 编辑的 Thin Film Transistor: Materials and Processes, 第 2 卷: Polycrystalline Thin Film Transistors, Boston: Kluwer 学术出版社, 2004 年, 第 410-412 页)。这产生令人反感的均匀性。这些不均匀性在显示器被出售给终端用户时呈现,因而被称为初始不均匀性,或“云纹 (mura)”。图 8 示出了展示子像素之间的特性的差异的子像素亮度的示例直方图 (histogram)。按照相同的电平驱动所有子像素,因此所有子像素应当具有相同的亮度。如图 8 所示,所得到的亮度在任一方向上改变百分之二十。这导致不可接受的显示性能。

[0004] 已知的是,通过采用数字驱动显示方案或脉冲宽度调制显示方案来对驱动晶体管相关的云纹进行补偿。与模拟驱动显示器(其中,每帧周期顺序地扫描显示器的多个行一次)不同,数字驱动显示器每帧扫描这些行多次。在数字驱动方案中每当选择一行时,该行中的各个子像素就被激活以按照选定的电平输出光,或者被停用 (inactivate) 以不发射光。这与模拟驱动显示器不同,在模拟驱动显示器中,使得各个子像素按照与可用的代码值(例如, 256) 相对应的多个电平中的一个电平发射光。

[0005] 例如, Ouchi 等人在美国专利 No. 6, 724, 377 和 6, 885, 385 中教导将每一个帧划分成多个更小的子帧。通过多个移位寄存器来控制该子帧配置,这些移位寄存器按照用于数据写入的多个隔行扫描 (interleave) 序列来激活这些行的像素电路。

[0006] Kawabe 在共同受让的美国专利申请 No. 2008/088561 中教导一种针对上述方法的改进,其中,使用单个移位寄存器来跟踪用于数据写入的多个序列,并且使用一系列使能控制线来控制在指定时间写入所述多个序列中的哪一个序列。该方法使用两晶体管一电容器 (2T1C) 子像素电路。

[0007] 然而,晶体管相关的云纹不是 EL 显示器中的不均匀性的唯一原因。例如,随着 OLED 显示器的使用,该显示器中的有机发光材料老化并且变得在发射光方面不太有效。

OLED 发射器的老化导致该发射器的效率、每单位电流输出光量下降,并导致该发射器的阻抗增加,因而导致在指定电流下该发射器的电压增加。这两种影响缩减了该显示器的寿命。不同的有机材料可以按照不同的速率老化,导致有差别的颜色老化和白点随着显示器的使用而变化的显示器。另外,各个单独的子像素都可以按照与其它子像素不同的速率老化,导致显示的不均匀性。而且,OLED 发射器的温度的变化可以改变该 OLED 显示器在指定电流下的电压。

[0008] 已知的是,将 OLED 发射器与低温多晶硅驱动晶体管进行组合。在这种构造中,OLED 电压随着该发射器的老化而增加降低了该驱动晶体管两端的电压,因而减小了所产生的电流。这进一步导致显示的不均匀性。

[0009] Mikami 等人在美国专利申请公开 No. 2002/0140659 中描述了一种用于对这些老化效应进行补偿的技术。该技术教导了各个子像素中的用于对数据电压与上升基准电压进行比较或者对下降数据电压与固定基准电压进行比较的比较器。数据电压因而被转换为 EL 子像素的导通时间 (on-time)。然而,该技术需要 EL 显示器上的互补逻辑或电阻器,这两者都难以制造在现代显示器上。而且,该技术没有认识到 OLED 电压上升或效率损失的问题。

[0010] Kimura 在美国专利 No. 7, 138, 967 中描述了在每一个子像素中使用电流源和开关以在导通时间期间驱动均匀电流。这平缓了经升高的黑色电平(这是电流模式驱动中的常见问题),但需要可以减小孔径比以及子像素中的可用的发光面积量的非常复杂的子像素电路。这需要增加通过 EL 发射器的电流密度以维持指定亮度,这却正加速了本技术想要补偿的老化。

[0011] Yamashita 在美国专利申请公开 No. 2006/0022305 中描述了一种按照扫描相位、光发射相位以及复位相位驱动的六晶体管二电容器子像素电路,在该复位相位期间,驱动晶体管的阈值电压和 OLED 的导通电压被存储在连接至数据电压端子的电容器上。该方法不对 OLED 效率损失进行补偿,并且该方法需要具有非常小的孔径比的非常复杂的子像素。这种子像素老化更快速并具有更低的制造产量。

[0012] Everitt 的美国专利申请公开 No. 2002/0167474 描述了一种用于 OLED 显示器的脉冲宽度调制驱动器。视频显示器的一个实施方式包括电压驱动器,该电压驱动器用于提供经选定的电压来驱动视频显示器中的有机发光二极管。该电压驱动器可以接收来自校正表的电压信息,该校正表说明了老化、列电阻、行电阻以及其它二极管特性。在本发明的一个实施方式中,可以在正常电路工作之前或正常电路工作期间计算该校正表。因为假定 OLED 输出光电平相对于 OLED 电流是线性的,所以校正方案基于以下步骤:通过 OLED 二极管发送已知电流达足够长的持续时间,以使得瞬态稳定 (settle out);接着利用驻留在列驱动器中的模拟到数字转换器 (A/D) 来测量相应的电压。可以通过切换矩阵将校准电流源和该 A/D 切换至任何列。然而,该技术仅适用于无源矩阵显示器,而不适用于通常采用的更高性能的有源矩阵显示器。而且,该技术不包括针对 OLED 发射器的随着老化而发生的改变(诸如 OLED 效率损失)的任何校正。

[0013] Arnold 等人在美国专利 No. 6, 995, 519 中教导了一种对 OLED 装置(发射器)的老化进行补偿的方法。该方法依靠驱动晶体管来驱动电流通过 OLED 发射器。然而,本领域已知的驱动晶体管具有与在本方法中老化的 OLED 发射器相混淆的非理想性。低温多晶硅 (LTPS) 晶体管在显示器的整个表面上可以具有不均匀的阈值电压和迁移率,而非晶硅

(a-Si) 晶体管具有随着使用而改变的阈值电压。Arnold 等人的方法因此不提供对晶体管显示出这种效应的电路中的 OLED 效率损失的完全补偿。另外,当使用诸如反向偏压的方法来减轻 a-Si 晶体管阈值电压偏移时,在没有对反向偏压效应进行合适的并且昂贵的跟踪和预测的情况下,对 OLED 效率损失的补偿可能变得不可靠。

[0014] Naugler 等人在美国专利申请公开 No. 2008/0048951 中教导测量驱动晶体管的在各种栅电极电压下通过 OLED 发射器的电流,以定位经预先计算的用于进行补偿的查找表上的点。然而,该方法需要大量查找表,要消耗大量的存储器。

[0015] 因此,存在针对用于电致发光显示器的更完整的补偿方法的需要。

## 发明内容

[0016] 因此,本发明的目的是对数字驱动电致发光显示器中的 OLED 发射器的效率的变化进行补偿。通过一种对电致发光 (EL) 子像素中的 EL 发射器的特性的变化进行补偿的方法来实现本发明的该目的,该方法包括以下步骤:

[0017] (a) 提供具有驱动晶体管、所述 EL 发射器和读出晶体管的所述 EL 子像素,其中,所述驱动晶体管具有第一电极、第二电极和栅电极;

[0018] (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所述第一电压源连接至所述驱动晶体管的所述第一电极;

[0019] (c) 将所述 EL 发射器连接至所述驱动晶体管的所述第二电极;

[0020] (d) 提供连接至所述 EL 发射器的第二电压源;

[0021] (e) 将所述读出晶体管的所述第一电极连接至所述驱动晶体管的所述第二电极;

[0022] (f) 提供电流源和第三开关,该第三开关用于选择性地将所述电流源连接至所述读出晶体管的所述第二电极,其中,所述电流源向所述 EL 发射器提供经选定的测试电流;

[0023] (g) 提供连接至所述读出晶体管的所述第二电极的电压测量电路;

[0024] (h) 打开所述第一开关,闭合所述第三开关,以及响应于所述电压测量电路测量所述读出晶体管的所述第二电极处的电压来提供第一发射器电压信号;

[0025] (i) 利用所述第一发射器电压信号来提供表示所述 EL 发射器的特性的老化信号;

[0026] (j) 接收输入信号;

[0027] (k) 利用所述老化信号和所述输入信号来产生经补偿的驱动信号;以及

[0028] (l) 向所述驱动晶体管的栅电极提供经选定的驱动电压达与所述经补偿的驱动信号相对应的经选定的导通时间,其中,所述经选定的驱动电压使所述驱动晶体管在所述经选定的导通时间期间在线性区工作,以对所述 EL 发射器的特性的变化进行补偿。

[0029] 本发明的优点是一种诸如 OLED 显示器的电致发光显示器,该电致发光显示器对其中存在电路或晶体管老化或不均匀性的显示器中的有机材料的老化进行补偿,而不需要用于累计子像素使用或工作时间的连续测量的昂贵的或复杂的电路。本发明的另一优点在于,可以在由脉冲宽度调制、时间调制信号驱动的显示器中执行这种补偿,以在各个子像素处实现所希望的强度的电平。本发明的另一优点在于,本发明使用简单的电压测量电路。本发明的另一优点在于,通过进行电压的全部测量,本发明与测量电流的方法相比对于变化更敏感。本发明的另一优点在于可以使用单个选择线来使能数据输入和数据读出。本发明的另一优点在于, OLED 变化的特性和补偿对于特定的元件是唯一的,并且不受可能开路或

短路的其它元件的影响。本发明的另一优点在于,可以将随着时间的过去所获得的电压测量结果的变化分离成老化和温度效应,使得能够针对这两者进行准确补偿。

### 附图说明

[0030] 图 1 是示出针对指定的 OLED 驱动电流密度的 OLED 效率与 OLED 电压变化之间的代表性关系的曲线图;

[0031] 图 2 是示出针对指定的 OLED 驱动电流密度的温度与 OLED 电压之间的代表性关系的曲线图;

[0032] 图 3 是可以用于本发明的实践的电致发光 (EL) 显示器的一个实施方式的示意图;

[0033] 图 4 是可以用于本发明的实践的 EL 子像素和所连接的组件的一个实施方式的示意图;

[0034] 图 5 是根据现有技术的数字驱动方案的定时图;

[0035] 图 6 是示出 OLED 发射器的老化对 OLED 电流的影响的代表性负载线图;

[0036] 图 7A 是本发明的方法的实施方式的框图;

[0037] 图 7B 是本发明的方法的实施方式的框图;以及

[0038] 图 8 是展示特性的差异的子像素亮度的直方图。

### 具体实施方式

[0039] EL 发射器的特性包括该 EL 发射器的效率 (通常以 cd/A 表示或者作为基准 cd/A 值的百分比来表示) 和该 EL 发射器的电阻,该电阻涉及该发射器两端针对指定电流的电压。参照图 1,示出了针对 OLED 发射器的效率与  $\Delta V_{\text{OLED}}$  之间的代表性关系。在该图中,该 EL 发射器的特性 (例如,效率) 的变化是由于该 EL 发射器的老化 (利用  $\Delta V_{\text{OLED}}$  来测量) 而导致的。通过实验方式确定该关系大致独立于衰减电流密度。通过测量亮度减小以及该亮度减小与具有指定电流的  $\Delta V_{\text{OLED}}$  的关系,可以确定使 EL 发射器输出标称亮度所必需的经校正的信号的变化。可以在模型系统上完成该测量,并且此后,将测量结果存储在查找表中或者用作算法。

[0040] 现在参照图 2,示出了在指定的电流密度测量的 OLED 发射器温度与 OLED 电压之间的关系的示例。在该图中,EL 发射器的特性 (例如,电阻并进而电压) 的变化是由于该 EL 发射器的温度的变化而导致的。

[0041] 图 1 和图 2 示出了已知影响 OLED 电压的两个因素:老化和温度。为了实现对老化效应的准确补偿,必须在由于老化过程而导致的 OLED 电压的变化与由于温度变化而导致的 OLED 电压的变化之间进行区分。应注意到,OLED 发射器的温度受显示器周围的环境温度影响并且受显示器本身所产生的热影响。

[0042] 现在参照图 3,示出了可以用于本发明的实践的电致发光 (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 包括多个行选择线 20,其中,各行 EL 子像素 60 具有行选择线 20。EL 显示器 10 包括多个读出线 30,其中,各列 EL 子像素 60 具有读出线 30。各个读出线 30 连接至第三开关 130,该第三开关 130 在校准过程期间选择性地读出线 30 连接至电流源 160。连接是指将元件

直接连接或经由另一组件（例如，开关、二极管或另一晶体管）连接。尽管为示例简明起见而未示出，但各列 EL 子像素 60 还具有数据线（下文进一步描述）。将所述多个读出线 30 连接至一个或更多个复用器 40，复用器 40 使得能够从 EL 子像素并行 / 顺序读出信号，这将变得明显。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 断开的独立构造。应注意到，“行”和“列”不暗示显示器的任何特定取向。读出线 30 通过第三开关 130 连接至电流源 160，如下文将描述的。

[0043] 在优选的实施方式中，EL 显示器 10 包括一个或更多个温度传感器 65，以使得能够测量显示器或环境温度。另选的是，该温度传感器可以是驱动电子器件上的分立组件并且由处理单元访问或者集成到驱动电子器件的组件中，如同行业中常见的一样（模拟到数字转换器、微处理器、专用集成电路等）。可以在从 EL 发射器读出信号期间执行并记录温度的测量结果，以便确定温度对 OLED 电压的影响。针对下面的描述，假定接着能够利用这种功能测量上述信号（即，OLED 电压），并且观察仅由于 EL 发射器的老化过程而导致的变化。

[0044] 现在参照图 4，示出了可以用于本发明的实践的 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 和选择晶体管 90。这些晶体管中的每一个具有第一电极、第二电极和栅电极。第一电压源 140 通过第一开关 110 选择性地连接至驱动晶体管 70 的第一电极，该第一开关 110 可以位于 EL 显示器基板上或者位于独立结构上。驱动晶体管 70 的第二电极连接至 EL 发射器 50，并且第二电压源 150 可以通过第二开关 120 选择性地连接至 EL 发射器 50，该第二开关 120 也可以不在该 EL 显示器基板上。EL 发射器 50 还可以直接连接至第二电压源 150。针对 EL 显示器提供至少一个第一开关 110 和第二开关 120。如果该 EL 显示器具有多个加电的像素子组（subgrouping），则可以提供附加的第一开关和第二开关。通过按照反向偏压操作驱动晶体管 70 以使得基本上没有电流流动，该驱动晶体管 70 可以用作第一开关 110。用于按照反向偏压操作晶体管的方法在本领域中是已知的。在正常显示模式中，第一开关和第二开关闭合，而如下所述的第三开关和第四开关打开。驱动晶体管 70 的栅电极连接至选择晶体管 90 的第二电极，以选择性地从数据线 35 向驱动晶体管 70 提供数据，如本领域所公知的。选择晶体管 90 的第一电极连接至数据线 35。所述多个行选择线 20 中的每一个连接至 EL 子像素 60 的相应行中的选择晶体管 90 的栅电极。选择晶体管 90 的栅电极连接至读出晶体管 80 的栅电极。

[0045] 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。所述多个读出线 30 中的每一个连接至 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 连接至第三开关 130。针对各列 EL 子像素 60 提供相应的第三开关 130 (S3)。该第三开关使得电流源 160 能够选择性地连接至读出晶体管 80 的第二电极。电流源 160 在通过第三开关连接时向 EL 发射器 50 提供经选定的测试电流，使得恒定电流流过该 EL 发射器。第三开关 130 和电流源 160 可以被设置为位于 EL 显示器基板上或者不在该 EL 显示器基板上。通过将电流源 160 设置成高阻抗 (Hi-Z) 模式以使得基本上没有电流流动，该电流源 160 可以用作第三开关 130。用于将电流源设置成高阻抗模式的方法在本领域中是已知的。

[0046] 读出晶体管 80 的第二电极还连接至电压测量电路 170，该电压测量电路 170 测量电压以提供表示 EL 子像素 60 的特性的信号。电压测量电路 170 包括处理器 190 以及用于

将电压测量结果转换成数字信号的模拟到数字转换器 185。将来自模拟到数字转换器 185 的信号发送至处理器 190。电压测量电路 170 还可以包括低通滤波器 180 以及用于存储电压测量结果的存储器 195。电压测量电路 170 通过复用器输出线 45 和复用器 40 连接至多个读出线 30 和读出晶体管 80, 以顺序地从多个 EL 子像素 60 读出电压。如果存在多个复用器 40, 则各个复用器 40 可以具有其自身的复用器输出线 45。因而, 多个 EL 子像素可以被同时驱动。所述多个复用器使得能够从各个复用器 40 并行读出这些电压, 并且各个复用器使得能够顺序地读出连接至该复用器的读出线 30。这在此被称为并行 / 顺序过程。

[0047] 处理器 190 还可以通过控制线 95 和驱动器电路 155 连接至数据线 35 和选择线 20。因而, 在这里要描述的测量过程期间, 处理器 190 可以向数据线 35 提供预定数据值, 因而向驱动晶体管 70 的栅电极提供这些预定数据值。处理器 190 还可以经由输入信号 85 接受显示数据并针对变化提供补偿 (如这里将描述的), 因而在显示过程期间, 该处理器 190 利用驱动器电路 155 向数据线 35 提供经补偿的数据。驱动器电路 155 是可以包括连接至行选择线 20 的选通驱动器以及连接至数据线 35 的源驱动器的脉冲宽度调制驱动器电路 (如本领域已知的)。这使得驱动器电路 155 能够通过源驱动器向驱动晶体管 70 的栅电极提供通过选择晶体管 90 的经选定的测试和驱动电压。

[0048] 随着 EL 发射器 50 (例如, OLED 发射器) 的使用, 该 EL 发射器 50 的效率会降低并且该 EL 发射器 50 的电阻会增加。这两种效应可以导致 EL 发射器所发射的光的量随着时间而减少。这种减少的量取决于 EL 发射器的使用。因此, 这种减少针对显示器中的不同 EL 发射器而不同, 在这里将该效应称为 EL 发射器 50 的特性的空间变化。这些空间变化可以包括该显示器的不同部分的亮度的差异和色彩平衡的差异, 以及其中经常显示 (oft-display) 的图像 (例如, 网络标志) 可以导致该图像本身的重影 (ghost) 总是显示在有源显示器上的图像“滞留 (burn-in)”。希望对这些效应进行补偿, 以防止空间变化变得令该 EL 显示器的观看者不愉快。

[0049] 现在参照图 5, 示出了根据现有技术的数字驱动扫描序列的实施方式的曲线图。水平轴 410 示出时间, 而垂直轴 430 示出水平扫描线。为便于描述, 图 5 给出了四比特 (16 代码值) 数字驱动的示例。

[0050] 在该示例中, 一个周期或帧周期 420 包含多个不同的子帧 440、450、460 和 470, 其中, 各个子帧具有与至少一个其它子帧的持续时间不同的相应持续时间。这些持续时间被加权以与表示显示元件的亮度的代码值相对应。也就是说, 周期内的 N 个子帧的持续时间具有  $1 : 2 : 4 : 8 : \dots : 2N$  的比率。因此, 该示例中的这些持续时间被控制以近似地给出持续时间 440 : 持续时间 450 : 持续时间 460 : 持续时间 470 =  $1 : 2 : 4 : 8$  (应注意到, 图 5 没有按照比例)。当代码值比特是“1”时, 将经选定的驱动电压提供给驱动晶体管 70 的栅极, 以使得 EL 子像素 60 针对相应的子帧被激活或照明, 这里将该相应的子帧称作经激活的子帧。当强度比特是“0”时, 将经选定的黑色电压提供给驱动晶体管 70 的栅极, 以使得 EL 子像素 60 针对相应的子帧被停用 (deactivate) 或熄灭, 这里将该相应的子帧称作经停用的子帧。导通时间被定义为针对指定 EL 子像素电路 60 及其 EL 发射器 50 的经激活的子帧的持续时间的和, 该导通时间与这种电路的显示元件的期望亮度相对应。因而通过按照这种方式执行控制, 四比特 (16 代码值) 显示器是可能的。还可以利用附加的子帧将该方式应用至使用六比特或八比特的更大的亮度分辨率的情况。在优选的实施方式中, 所

选定的驱动电压使得驱动晶体管在该导通时间期间在线性区工作,并且所选定的黑色电压使得该驱动晶体管产生电流(例如, $< 10\text{nA}$ ),该电流不从该 EL 发射器产生可见光(例如, $< 0.1$  尼特(nit)发射)。

[0051] 现在参照图 7A,并且还参照图 4,示出了本发明的方法的一个实施方式的框图。

[0052] 为了测量 EL 发射器 50 的特性,打开第一开关 110 和第四开关 131(如果存在的话),并闭合第二开关 120 和第三开关 130(步骤 340)。使选择线 20 针对经选定的行有效(active),以导通读出晶体管 80(步骤 345)。因而经选定的测试电流  $I_{\text{testsu}}$  从电流源 160 通过 EL 发射器 50 向第二电压源 150 流动。通过电流源 160 的电流的值被选择成小于可以通过 EL 发射器 50 的最大电流;典型值处于 1 微安培至 5 微安培的范围中,并且在 EL 子像素的寿命期间针对所有测量恒定。在该过程中可以使用一个以上的测量值,例如,可以在 1 微安培、2 微安培和 3 微安培处执行测量。在一个以上的测量值处进行测量使得能够形成 EL 子像素 60 的完整 I-V 曲线。使用电压测量电路 170 来测量读出线 30 上的电压(步骤 350)。该电压是读出晶体管 80 的第二电极处的电压  $V_{\text{out}}$ ,并且可以用来提供表示 EL 发射器 50 的特性(包括 EL 发射器 50 的电阻和效率)的第一发射器电压信号  $V_2$ 。

[0053] 该子像素中的组件的电压具有以下关系:

$$[0054] \quad V_2 = CV + V_{\text{OLED}} + V_{\text{read}} \quad (\text{式 } 1)$$

[0055] 这些电压的值使得读出晶体管 80 的第二电极处的电压 ( $V_{\text{out}}$ ) 调节为满足式 1。在上述条件下, CV 是设置值,并且  $V_{\text{read}}$  可以被假定成在通过该读出晶体管的电流较低时恒定,并且不随着时间显著改变。根据通过电流源 60 设置的电流的值以及 EL 发射器 50 的电流-电压特性来控制  $V_{\text{OLED}}$ 。

[0056]  $V_{\text{OLED}}$  可以随着 EL 发射器 50 的老化相关的变化而改变。为确定  $V_{\text{OLED}}$  的变化,在不同的时间执行两次独立的测试测量。在第一时间(例如,当 EL 发射器 50 没有因老化而劣化时)执行第一测量。这可以是将 EL 子像素 60 用于显示目的之前的任何时间。该第一测量的电压的值  $V_2$  是第一发射器电压信号(下文称为  $V_{2a}$ ),并被测量和存储。在与该第一时间不同的第二时间(例如,在 EL 发射器 50 已经由于显示图像达预定时间而老化之后),重复该测量。所得到的经测量的  $V_2$  是第二发射器电压信号(下文称为  $V_{2b}$ ),并被存储。

[0057] 如果在要测量的行中存在其它的 EL 子像素,则使用连接至多个读出线 30 的复用器 40 来使得电压测量电路 170 能够顺序地测量多个 EL 子像素中的每一个(例如,该行中的每一个子像素)(判定步骤 355),并且针对各个子像素提供相应的第一发射器电压信号和第二发射器电压信号。可以同时驱动所述多个 EL 子像素中的每一个,以通过使得所有 EL 子像素能够同时地而不是顺序地稳定(settle)来有利地缩减测量所需要的时间。如果该显示器足够大,则该显示器可能需要多个复用器,其中,按照并行/顺序过程提供第一发射器电压信号和第二发射器电压信号。如果在 EL 显示器 10 中存在要测量的其它行的子像素,则针对各行重复步骤 345 至 355(判定步骤 360)。为了有利地加速该测量处理,所述多个 EL 子像素中的每一个子像素(例如,该行中的每一个 EL 子像素)中的 EL 发射器可以同时提供有经选定的测试电流,使得在进行测量时经历任何稳定时间。这防止在进行测量之前必须等待各个子像素单独地稳定。

[0058] EL 发射器 50 中的变化可以使得  $V_{\text{OLED}}$  变化以维持测试电流  $I_{\text{testsu}}$ 。这些  $V_{\text{OLED}}$  变化将反映在  $V_2$  的变化中。因此可以对各个 EL 子像素 60 的第一经存储的发射器电压信号和

第二经存储的发射器电压信号 ( $V_{2a}$  和  $V_{2b}$ ) 进行比较, 以计算表示 EL 发射器 50 的特性 (例如, 效率和电阻) 的老化信号  $\Delta V_2$  (步骤 370), 如下所示:

$$[0059] \quad \Delta V_2 = V_{2a} - V_{2b} = \Delta V_{\text{OLED}} \quad (\text{式 } 2)$$

[0060] 接着, 可以使用 EL 子像素 60 的老化信号来对该 EL 子像素的特性的变化进行补偿。

[0061] 参照图 6, 在驱动晶体管在线性区工作的 p 沟道非反转 (non-inverted) 构造中, 由于  $V_{\text{OLED}}$  的变化调制该驱动晶体管的  $V_{\text{ds}}$ , 影响了整个系统, 所以不能单独利用  $V_{\text{OLED}}$  测量结果来补偿  $V_{\text{OLED}}$  的变化。可以通过以下步骤来提供完整的补偿: 计算驱动晶体管负载线 (该驱动晶体管负载线是  $V_{\text{ds}}-I_{\text{ds}}$  曲线), 以及将该驱动晶体管负载线与 EL 发射器的  $V_{\text{OLED}}-I_{\text{OLED}}$  曲线进行比较。图 6 示出了横坐标上的  $V_{\text{ds}}$  和纵坐标上的漏电流  $I_{\text{ds}}$ 。  $I_{\text{OLED}}$  等于  $I_{\text{ds}}$ , 并且  $V_{\text{OLED}}$  等于第一电压源 140 的电压减去第二电压 120 的电压减去  $V_{\text{ds}}$ , 使得该晶体管的曲线与 EL 发射器的曲线能够叠加。驱动晶体管负载线 601 可以由晶体管的特性来确定, 并且在制造显示器时被存储在非易失性存储器中, 或者可以针对各个驱动晶体管来测量驱动晶体管负载线 601。

[0062] 如图 6 所示, 老化电流 693 在老化 OLED 负载线 603 与驱动晶体管负载线 601 的相交点处。相等的电压间隔 680a 和 680b 指示了工作在线性区中的一个优点。在该线性区中, 电压间隔 680a 对应于电流间隔 681a。在饱和区中, 相同的电压偏移 (680b) 对应于小得多的电流间隔 681b。因此, 工作在线性区中有利地改进了信噪比。工作在线性区中的另一个优点在于, 可以通过直线 (640) 来对晶体管的表现 (behavior) 进行近似, 而不会导致不可接受的误差。

[0063] 参照图 4, 为了测量驱动晶体管负载线, 使用电流阱 (current sink) 165。提供第四开关 131 以选择性地使电流阱 115 连接至读出晶体管的第二电极。通过将电流阱 165 设置成高阻抗 (Hi-Z) 模式以使得基本上没有电流流动, 该电流阱 165 可以用作第四开关 131。通过驱动器电路 155 向驱动晶体管的栅电极提供经选定的测试电压。该测试电压优选地等于在显示器的正常操作中使用的经选定的驱动电压。

[0064] 现在参照图 7B, 示出了根据本发明的负载线测量的框图。将测试电压 ( $V_{\text{data}}$ ) 提供给数据线 35 (步骤 310)。第一开关和第四开关闭合, 而第二开关和第三开关打开 (步骤 315)。使选择线 20 针对经选定的行有效, 以向驱动晶体管 70 的栅电极提供测试电压并导通读出晶体管 80 (步骤 320)。通过电流阱提供经选定的第一电流  $I_{\text{sk},1}$  (步骤 322), 因而该经选定的第一电流  $I_{\text{sk},1}$  从第一电压源 140 通过驱动晶体管 70 和读出晶体管 80 的第一电极和第二电极向电流阱 165 流动。由于施加了测试电压, 所以第一电流被选定为比通过驱动晶体管 70 的所得到的电流小; 典型值是 1 微安培至 5 微安培。因而, 通过驱动晶体管 70 的电流的限制值完全由电流阱 165 来进行控制, 这将与通过驱动晶体管 70 相同。可以基于驱动晶体管 70 的已知的或经确定的电流 - 电压特性以及老化特性来选择该测试电压和第一电流。使用电压测量电路 170 来测量读出线 30 上的电压 (读出线 30 上的该电压是读出晶体管 80 的第二电极处的电压  $V_{\text{out}}$ ), 提供表示驱动晶体管 70 的特性的第一晶体管电压信号  $V_{\text{IT}}$  (步骤 325)。读出晶体管 80 的第二电极处的该电压 ( $V_{\text{out}}$ ) 将调节成落在驱动晶体管负载线上的与  $I_{\text{sk},1}$  相对应的点上。

[0065] 如果该 EL 显示器包含了多个子像素并且在要测量的行中存在其它 EL 子像素, 则

可以使用连接至多个读出线 30 的复用器 40 来使得电压测量电路 170 能够顺序地从多个 EL 子像素（例如，该行中的每一个子像素）读出第一信号  $V_{1T}$ （判定步骤 330）。如果该显示器足够大，则该显示器可能需要多个复用器，其中可以按照并行 / 顺序过程提供第一信号。如果存在要测量的其它行的子像素（步骤 335），则通过不同的选择线来选择不同的行并重复该测量。可以利用该测试电流来同时驱动多个子像素，如上文在 EL 发射器测量的背景下所描述的。

[0066] 为了确定驱动晶体管负载线，针对各个子像素执行两次独立的测试测量。在针对该行中的全部子像素进行第一测量之后（判定步骤 332），选择不等于第一电流  $I_{sk,1}$  的第二电流  $I_{sk,2}$ （步骤 322）并且针对读出晶体管的第二电极处的电压进行第二测量，以针对该行中各个子像素提供第二晶体管电压信号  $V_{2T}$ 。 $V_{2T}$  也落在驱动晶体管负载线上。参照图 6，在线性工作区中，驱动晶体管负载线 601 近似为直线，从而可以通过两个点来表示驱动晶体管负载线 601 的特征。因而如在数学领域中已知的，根据两个点 ( $V_{1T}$ ,  $I_{sk,1}$ ) 610 和 ( $V_{2T}$ ,  $I_{sk,2}$ ) 611 来计算驱动晶体管负载线 601 的线性区的线性拟合 640 的截距 (offset) 和斜率。第一电流  $I_{sk,1}$  被示出为 690；第二电流  $I_{sk,2}$  被示出为 691。

[0067] 可以按照任意顺序来对各个子像素进行这两个测量，可以在对任何子像素进行第二测量之前对该显示器的所有行上的所有子像素进行第一测量。第一电流可以高于或低于第二电流，所以点 610 可以在点 611 上方，而不是在点 611 下方。

[0068] EL 发射器的电压会受老化效应和温度这两者影响。必须逐次测量地针对温度变化来调节所获取的测量结果，以便有效地补偿电流损失和效率损失这两者。在模型系统中，环境温度与 OLED 电压之间的相关性可以被获取并被存储为等式或查找表。图 2 示出了这种关系的示例。这种关系表示 EL 发射器在要用于表示该 EL 发射器的特征的电流  $I_{t_{estsu}}$  处、在典型工作温度范围上的电压。下文将通过曲线拟合 2 给出示例的函数表示为  $V_{byT}(T)$ ，因为该函数针对各个温度  $T$  提供了代表性的 OLED 电压。执行基准测量的制造环境中的温度很可能与执行该 EL 发射器的后续测量的消费者环境中的温度不同。通过记录该制造环境的温度  $T_1$ ，并使用温度传感器 65（图 3）来测量该环境在测量周期期间的温度  $T_2$ ，可以利用图 2 和下式来计算由于温度而导致的电压变化：

$$[0069] \quad \Delta V_{oled\_temp} = V_{byT}(T_2) - V_{byT}(T_1) \quad (\text{式 3})$$

[0070] 其中， $\Delta V_{oled\_temp}$  是由于环境温度的变化而导致的 OLED 电压变化，而  $V_{oled}(T_1)$  和  $V_{oled}(T_2)$  分别是工厂和消费者环境中的 EL 发射器电压。接着，可以根据温度来调节第一发射器电压测量和第二发射器电压测量结果：

$$[0071] \quad V_{2a'} = V_{2a} - \Delta V_{oled\_temp} \quad (\text{式 4a})$$

$$[0072] \quad V_{2b'} = V_{2b} - \Delta V_{oled\_temp} \quad (\text{式 4b})$$

[0073] 在必要的情况下可以使用  $V_{2a'}$  和  $V_{2b'}$  来代替  $V_{2a}$  和  $V_{2b}$ 。在优选的实施方式中，在工厂中在温度  $T_1$  测量第一发射器电压信号  $V_{2a}$ ，而仅针对温度来调节在温度  $T_2$  测量的第二发射器电压信号  $V_{2b}$ 。

[0074] 也可以针对温度来调节老化信号  $\Delta V_2 (= \Delta V_{oled})$ ：

$$[0075] \quad \Delta V'_2 = \Delta V_2 - \Delta V_{oled\_temp} \quad (\text{式 4c})$$

[0076] 在必要的情况下可以使用  $\Delta V'_2$  来代替  $\Delta V_2$ 。

[0077] 参照图 6，示出了 EL 发射器老化（该示例中为 OLED 老化）的效应的曲线图例示。

未老化 OLED 负载线 602 示出了 OLED 发射器在老化以前的 I-V 表现。老化 OLED 负载线 603 示出了同一 OLED 发射器在老化以后的 I-V 表现。老化线 603 近似为未老化线 602 的百分比。点 621 指示老化以前在测试电流 692 ( $I_{\text{testsu}}$ ) 处的第一发射器电压信号 OLED 电压  $V_{2a}$  631; 点 622 指示老化以后在测试电流 692 处的第二发射器电压信号 OLED 电压  $V_{2b}$  632。应注意到, 该第一发射器电压信号可以是老化以后的, 而该第二发射器电压信号可以是老化以前的。

[0078] 可以针对各个子像素、包含多个子像素的组或整个显示器来表示未老化 OLED 负载线 602 的特征或测量该未老化 OLED 负载线 602。该显示器可以被划分成多个空间或颜色 (例如, 红色、绿色、蓝色或白色) 区, 每一个区都可以具有与至少一个其它区不同的未老化 OLED 负载线曲线。(多个) 未老化 OLED 负载线 602 可以被存储在显示器内的非易失性存储器中作为 (多个) 等式系数, 或者被存储在 (多个) 查找表中。

[0079] 老化 OLED 负载线 603 通常为未老化负载线 602 的百分比。将未老化负载线 602 表示为将电压映射至电流的函数  $O_{\text{New}}(V)$ , 而将老化负载线 603 表示为模拟函数  $O_{\text{Aged}}(V)$ ,

[0080]  $O_{\text{Aged}}(V) = \text{gamma} * O_{\text{New}}(V)$  针对所有  $V$ 。(式 5)

[0081] 可以利用点 622 和点 623 来计算  $\text{gamma}$  的值。点 622 是  $(V_{2b}, I_{\text{testsu}})$ 。因而点 603 是  $(V_{2b}, O_{\text{New}}(V_{2b}))$ 。因而  $\text{gamma}$  为

[0082]  $\text{gamma} = I_{\text{testsu}} / O_{\text{New}}(V_{2b})$  (式 6)

[0083] 利用  $\text{gamma}$ , 可以利用式 5 来计算老化负载线 603 上的任何点。

[0084] 在图 7B 的实施方式中, 驱动晶体管负载线并进而第一晶体管电压信号和第二晶体管电压信号以及第一电流和第二电流因此可以用于提供老化信号, 以提供完整的补偿。再次参照图 6, EL 子像素在老化以后的工作点是点 624 (驱动晶体管负载线 601 与老化 OLED 负载线 603 的相应的相交点)。当通过 (per) 等式 6 确定了  $\text{gamma}$  时, 可以根据式 5 来计算老化 OLED 负载线 603。可以使用诸如牛顿法的标准数学技术来寻找老化 OLED 负载线 603 与驱动晶体管负载线 601 的相交点。为了使用牛顿法, 可以使用点 621 或点 622 或其它点作为起始点。

[0085] 在一个实施方式中, 为了简化计算, 可以选择未老化 OLED 负载线 602 的接近该系统的典型工作电压的区域, 并对该区域进行线性近似。例如, 可以利用线性拟合 641 来对点 623 与点 621 之间的区域进行近似。可以在制造时或在显示器操作时进行该选择。接着可以将线性拟合 641 乘以  $\text{gamma}$  来对未老化 OLED 负载线 603 进行近似。另选的是, 可以在乘以  $\text{gamma}$  以后对未老化 OLED 负载线 603 的区域进行线性拟合。例如, 点 622 和点 625 可以利用线性拟合 642 来限定区域。当已经选择了针对老化 OLED 负载线 603 的线性拟合时, 该线性拟合与驱动晶体管负载线 601 的线性拟合 612 的相交点在数学领域中是已知的。与通常需要一次以上迭代以收敛至解的牛顿法不同, 这是单步运算。

[0086] 可以将老化 OLED 负载线 603 与驱动晶体管负载线 601 之间的相交点 624 表达为  $(V_{\text{ds, aged}}, I_{\text{ds, aged}})$ 。可以将未老化 OLED 负载线 602 与驱动晶体管负载线 601 之间的相交点 621 (初始工作点) 表达为  $(V_{\text{ds, new}}, I_{\text{ds, new}})$ 。可以利用这些相交点来计算归一化 (normalize) 电流:

[0087]  $I_{\text{norm}} = I_{\text{ds, aged}} / I_{\text{ds, new}}$  (式 7a)

[0088]  $I_{\text{norm}}$  可以是针对 EL 子像素的老化信号, 并表示 EL 发射器的包括电阻的特性 (正

向电压)。  $I_{ds, new}$  在该示例中被示出为等于测试电流 692, 而  $I_{ds, aged}$  被示出为电流 693。然而, 应注意到, 测试电流  $I_{testsu}$  692 和  $I_{ds, new}$  不必相等。本发明不要求  $I_{testsu}$  的任何特定值。上式 2 中计算出的  $\Delta V_2$  可以是针对 EL 子像素的老化信号, 并表示 EL 发射器的包括效率的特性, 如下文将描述的。

[0089] 为了补偿 EL 发射器的电阻 (电压) 的变化, 使用该归一化电流, 如上文在式 7a 中所示, 其中  $I_{norm}$  表示相对于其初始电流的归一化电流。

[0090] 在对时间进行调制以向 EL 发射器 50 提供预定总量的电流流动的数字驱动系统中, 可以通过增加该 EL 发射器的导通时间的量来校正电流的减小。  $I_{norm}$  的倒数被用作所请求的初始导通时间的比例因子:

$$[0091] \quad t_{I\_comp} = \frac{1}{I_{norm}} \cdot t_{data} \quad (\text{式 8})$$

[0092] 其中,  $t_{I\_comp}$  表示 EL 发射器 50 的用于校正流经该 EL 发射器 50 的电流的变化的导通时间, 而  $t_{data}$  是与当该 EL 发射器为新的时所期望的光发射量相对应的导通时间。例如, 如果得到老化电流为该老化电流的初始值的 0.5 (或 50%), 则  $I_{norm}$  应当为 0.5, 并由此应当得到  $t_{I\_comp}$  为初始导通时间  $t_{data}$  的 2 倍。

[0093] 为补偿 EL 发射器的效率的变化, 使用 EL 发射器电压变化  $\Delta V_2$ 。可以通过理解  $\Delta V_2$  (在必要时针对温度进行调节使得该  $\Delta V_2$  仅表示由于老化过程而导致的变化) 与 EL 发射器的效率之间的关系来确定该 EL 发射器在任何指定时间的效率。将该关系表示为  $E_{byV}(\Delta V)$ 。因而可以计算归一化效率  $E_{norm}$ :

$$[0094] \quad E_{norm} = E_{byV}(\Delta V_2) \quad (\text{式 7b})$$

[0095] 其中,  $\Delta V_2$  如式 2 所计算。

[0096] 图 1 示出了针对指定 OLED 装置的该关系的示例。例如, 在图 1 中, 如果发现 EL 发射器 50 的电压从该电压的新的值偏移了 0.3V ( $\Delta V_2 = 0.3$ ), 则可以推断该 EL 发射器 50 发射的光量是当该 EL 发射器 50 为新的时所发射的光量的 77%。电流与亮度之间的关系通常为线性的。为了发射与当该 EL 发射器 50 为新的时所发射的光相同量的光, 在导通时间方面向该 EL 发射器 50 提供归一化效率的倒数。因而将 EL 发射器 50 激活达该 EL 发射器 50 在老化以前所激活的时间的量的例如  $1/0.77 \approx 1.3$  倍。可以由处理器 190 利用驱动器电路 155 来执行脉冲宽度调制信号的调节, 以获得 EL 发射器 50 的导通时间的这种增加。使用下式来计算经补偿的导通时间:

$$[0097] \quad t_{E\_comp} = \frac{1}{E_{norm}} \cdot t_{data} \quad (\text{式 9})$$

[0098] 在该式中,  $t_{E\_comp}$  表示 EL 发射器 50 的校正 EL 效率的变化所需的导通时间,  $E_{norm}$  是老化 EL 发射器的如式 7b 所计算的效率, 而  $t_{data}$  是与当 EL 发射器为新的时所期望的光发射量相对应的导通时间。

[0099] 在上述讨论中, 独立地讨论了对电流和效率的损失进行的补偿。在本发明的一个实施方式中, 将该两种补偿组合, 以产生单个经选定的导通时间。应注意到, 这里示出了将光输出恢复至初始值, 但这不是必需的。例如, 假定温度将同等地影响所有 EL 发射器, 则当温度改变时, 可以使得整个显示改变。

[0100] 再次参照式 8, 补偿处理中的第一步骤是驱动 EL 发射器以使得总时间和电流随着

时间是恒定的。式 8 提供了计算当 EL 发射器为新的并且流动全部量的电流时驱动该 EL 发射器的初始时间量的调节的方法。相对于效率补偿,式 9 假定该 EL 发射器按照预定量的总时间和电流被完全驱动。在已经出现老化并且获取这种总时间 - 电流所需的时间已经如式 8 所述变化以后,式 9 于是成为:

$$[0101] \quad t_{full\_comp} = \frac{1}{E_{norm}} \cdot t_{I\_comp} \quad (\text{式 } 10)$$

[0102] 在式 10 中,  $t_{full\_comp}$  表示对 EL 发射器的电流和效率的损失进行完全补偿所需的时间量,  $E_{norm}$  表示该 EL 发射器的归一化效率, 而  $t_{I\_comp}$  表示对 EL 发射器的电流的损失进行补偿所需的导通时间。  $E_{norm}$  可以是针对 EL 子像素的老化信号, 表示该 EL 发射器的特性 (包括该 EL 发射器的效率)。返回在以上描述中所使用的示例值, 可以计算进行完全补偿所需的时间信号的调节。首先, 发现由于电流损失 (假定为 50%) 而导致的补偿需要 2 倍驱动时间量的调节。因此,  $t_{I\_comp} = 2 \cdot t_{data}$ 。假定完全驱动能力, 得到归一化效率为 0.77, 这被确定为要求大约 1.3 倍因子的驱动时间。这两个时间比例因子的利用式 10 的组合于是提供  $t_{full\_comp} = 2.6 \cdot t_{data}$ 。针对完全补偿, 该 EL 发射器的老化信号可以包括  $I_{norm}$  和  $E_{norm}$  这两者, 以表示该 EL 发射器的电阻和效率。因而该老化信号可以为 2.6、1/2.6 或元组 (tuple) (0.5, 0.77) 或 (2, 1.3) 或一些组合。

[0103] 在 EL 子像素 60 的工作期间, 接收到与在 EL 发射器要发射光的指定帧期间的的时间量  $t_{data}$  相对应的输入信号 (步骤 375)。该输入信号可以是数字代码值、线性强度、模拟电压或本领域已知的其它形式。接着可以使用该老化信号和该输入信号来根据上式 10 计算经选定的导通时间  $t_{full\_comp}$ 。接着可以使用该经选定的导通时间来产生对应的经补偿的驱动信号 (步骤 380)。

[0104] 例如, 在子帧持续时间比为 8 : 4 : 2 : 1 的四比特数字驱动系统中, 输入信号 I 和经补偿的驱动信号 D 是四比特代码值  $b_3b_2b_1b_0$ , 其中, 各个  $b_x$  对应于持续时间比  $2^{x-1}$  (例如,  $b_3$  对应于 8)。因而该输入信号指定从帧的 0/15 ( $I = 0000_2$ ; 下标是表示编号的基数) 至帧的 15/15 (100%) ( $I = 1111_2$ ) 的  $t_{data}$  值。将利用式 10 根据  $t_{data}$  计算出的经选定的导通时间  $t_{full\_comp}$  四舍五入成 1/15 的最接近的倍数, 并乘以 15, 以形成对应的驱动信号。例如, 如果  $I = 3_{10}$  ( $0001_2$ ), 则  $t_{data} = 3/15 = 0.2$ 。利用上述示例,  $t_{full\_comp} = 2.6 \cdot t_{data} = 0.52$ 。四舍五入成 1/15 ( $= 0.067$ ) 的最接近的倍数, 该  $t_{full\_comp}$  成为  $8/15 = 0.533$ , 所以  $D = 8_{10} = 1000_2$ 。可以将  $t_{full\_comp} > 1.0$  时的 I 的值 (例如, 该示例中为  $9_{10}$  ( $t_{full\_comp} = 1.56 \approx 23/15$ )) 截取成 D 的最大值 (例如,  $1111_2$ )。也可以与本发明一起采用数字驱动领域中已知的从导通时间到驱动信号的其它转换。例如可以由处理器 190 使用查找表、分段线性函数或本领域已知的其它技术来计算该经补偿的驱动信号。另选的是, 如果仅希望针对一种效应进行补偿, 则可以将  $t_{I\_comp}$  或  $t_{E\_comp}$  用作该经选定的导通时间。

[0105] 利用驱动器电路 155 将经选定的驱动电压提供 (步骤 385) 给驱动晶体管的栅电极达与经补偿的驱动信号 D 相对应的经选定的导通时间。该经选定的导通时间可以被划分成多个经激活的子帧, 如上所述。根据以上给出的计算, 激活子像素达经选定的导通时间来对 EL 发射器的特性 (例如, 电压和效率) 的变化进行补偿。

[0106] 如上所述, 当对具有多个 EL 子像素的 EL 显示器进行补偿时, 测量各个子像素来为相应的子像素提供多个第一发射器电压信号和第二发射器电压信号。同样如上所述, 利用

对应的第一发射器电压信号和第二发射器电压信号来提供针对各个子像素的相应老化信号。接收针对各个子像素的对应输入信号,并且如上所述利用对应的老化信号来计算对应的经补偿的驱动信号。如上所述,利用驱动器电路 155 将与所述多个子像素中的各个子像素相对应的经补偿的驱动信号提供给该子像素的栅电极。这使得能够对所述多个 EL 子像素中的各个 EL 发射器的特性的变化进行补偿。在图 7B 的实施方式中,各个晶体管的相应第一晶体管电压信号和第二晶体管电压信号可以被测量并被用于产生针对所述多个 EL 子像素中的每一个的对应老化信号。

[0107] 在优选的实施方式中,本发明被用于包括有机发光二极管 (OLED) 的显示器,例如但不限于 Tang 等人的美国专利 No. 4, 769, 292 和 VanSlyke 等人的美国专利 No. 5, 061, 569 中所公开的,这些有机发光二极管由小分子或聚合 OLED 组成。可以使用有机发光材料的许多组合和变型来制造这种显示器。当 EL 发射器 50 是 OLED 发射器时,EL 子像素 60 是 OLED 子像素。

[0108] 已经具体参照本发明的特定的优选实施方式详细描述了本发明,但是应当理解,在本发明的精神和范围内可以实现多种变型和修改。例如,图 4 所示的实施方式是非反转的 NMOS 子像素。可以与本发明一起采用本领域已知的其它构造。EL 发射器 50 可以是 OLED 发射器或本领域已知的其它发射器类型。驱动器晶体管 70 和其它晶体管 (80、90) 可以是低温多晶硅 (LTPS) 晶体管、氧化锌 (ZnO) 晶体管、或非晶硅 (a-Si) 晶体管,或者本领域已知的其它类型的晶体管。各个晶体管 (70、80、90) 可以是 N 沟道晶体管或 P 沟道晶体管,并且可以按照反转的或非反转结构将 EL 发射器 50 连接至驱动晶体管 70。在如本领域已知的反转构造中,将第一电源和第二电源的极性反转,EL 发射器 50 将电流朝向该驱动晶体管传导而不是远离该驱动晶体管传导。因此本发明的电流源 160 提供 (source) 负电流,即表现为电流阱,以汲取通过 EL 发射器 50 的电流。类似的是,电流阱 165 吸收负电流,即表现为电流源,以使电流通过驱动晶体管 70。

[0109] 可以存在数字驱动方案的多种变型和修改,并且数字驱动方案的这些变型和修改也在本发明的精神和范围内。例如,各个子像素的导通时间可以是连续的而不是被划分成子帧,或者这些子帧可以按照各种次序。如本领域已知的,较长的子帧可以被划分成多个子窗口。

[0110] 已经具体参照本发明的特定的优选实施方式详细描述了本发明,但是应当理解,可以在本发明的精神和范围内实现多种变型和修改。

[0111] 部件列表

- [0112] 2 曲线拟合
- [0113] 10 EL 显示器
- [0114] 20 选择线
- [0115] 30 读出线
- [0116] 35 数据线
- [0117] 40 复用器
- [0118] 45 复用器输出线
- [0119] 50 EL 发射器
- [0120] 60 EL 子像素

|        |     |          |
|--------|-----|----------|
| [0121] | 65  | 温度传感器    |
| [0122] | 70  | 驱动晶体管    |
| [0123] | 75  | 电容器      |
| [0124] | 80  | 读出晶体管    |
| [0125] | 85  | 输入信号     |
| [0126] | 90  | 选择晶体管    |
| [0127] | 95  | 控制线      |
| [0128] | 110 | 第一开关     |
| [0129] | 120 | 第二开关     |
| [0130] | 130 | 第三开关     |
| [0131] | 131 | 第四开关     |
| [0132] | 140 | 第一电压源    |
| [0133] | 150 | 第二电压源    |
| [0134] | 155 | 驱动器电路    |
| [0135] | 160 | 电流源      |
| [0136] | 165 | 电流阱      |
| [0137] | 170 | 电压测量电路   |
| [0138] | 180 | 低通滤波器    |
| [0139] | 185 | 模拟到数字转换器 |
| [0140] | 190 | 处理器      |
| [0141] | 195 | 存储器      |
| [0142] | 310 | 步骤       |
| [0143] | 315 | 步骤       |
| [0144] | 320 | 步骤       |
| [0145] | 322 | 步骤       |
| [0146] | 325 | 步骤       |
| [0147] | 330 | 判定步骤     |
| [0148] | 332 | 判定步骤     |
| [0149] | 335 | 判定步骤     |
| [0150] | 340 | 步骤       |
| [0151] | 345 | 步骤       |
| [0152] | 350 | 步骤       |
| [0153] | 355 | 判定步骤     |
| [0154] | 360 | 判定步骤     |
| [0155] | 370 | 步骤       |
| [0156] | 375 | 步骤       |
| [0157] | 380 | 步骤       |
| [0158] | 385 | 步骤       |
| [0159] | 410 | 轴        |

|        |      |              |
|--------|------|--------------|
| [0160] | 420  | 帧周期          |
| [0161] | 430  | 轴            |
| [0162] | 440  | 子帧           |
| [0163] | 450  | 子帧           |
| [0164] | 460  | 子帧           |
| [0165] | 470  | 子帧           |
| [0166] | 601  | 驱动晶体管负载线     |
| [0167] | 602  | 未老化 OLED 负载线 |
| [0168] | 603  | 老化 OLED 负载线  |
| [0169] | 610  | 点            |
| [0170] | 611  | 点            |
| [0171] | 621  | 点            |
| [0172] | 622  | 点            |
| [0173] | 623  | 点            |
| [0174] | 624  | 点            |
| [0175] | 625  | 点            |
| [0176] | 631  | 电压           |
| [0177] | 632  | 电压           |
| [0178] | 640  | 线性拟合         |
| [0179] | 641  | 线性拟合         |
| [0180] | 642  | 线性拟合         |
| [0181] | 680a | 电压间隔         |
| [0182] | 680b | 电压间隔         |
| [0183] | 681a | 电流间隔         |
| [0184] | 681b | 电流间隔         |
| [0185] | 690  | 第一电流         |
| [0186] | 691  | 第二电流         |
| [0187] | 692  | 测试电流         |
| [0188] | 693  | 老化电流         |

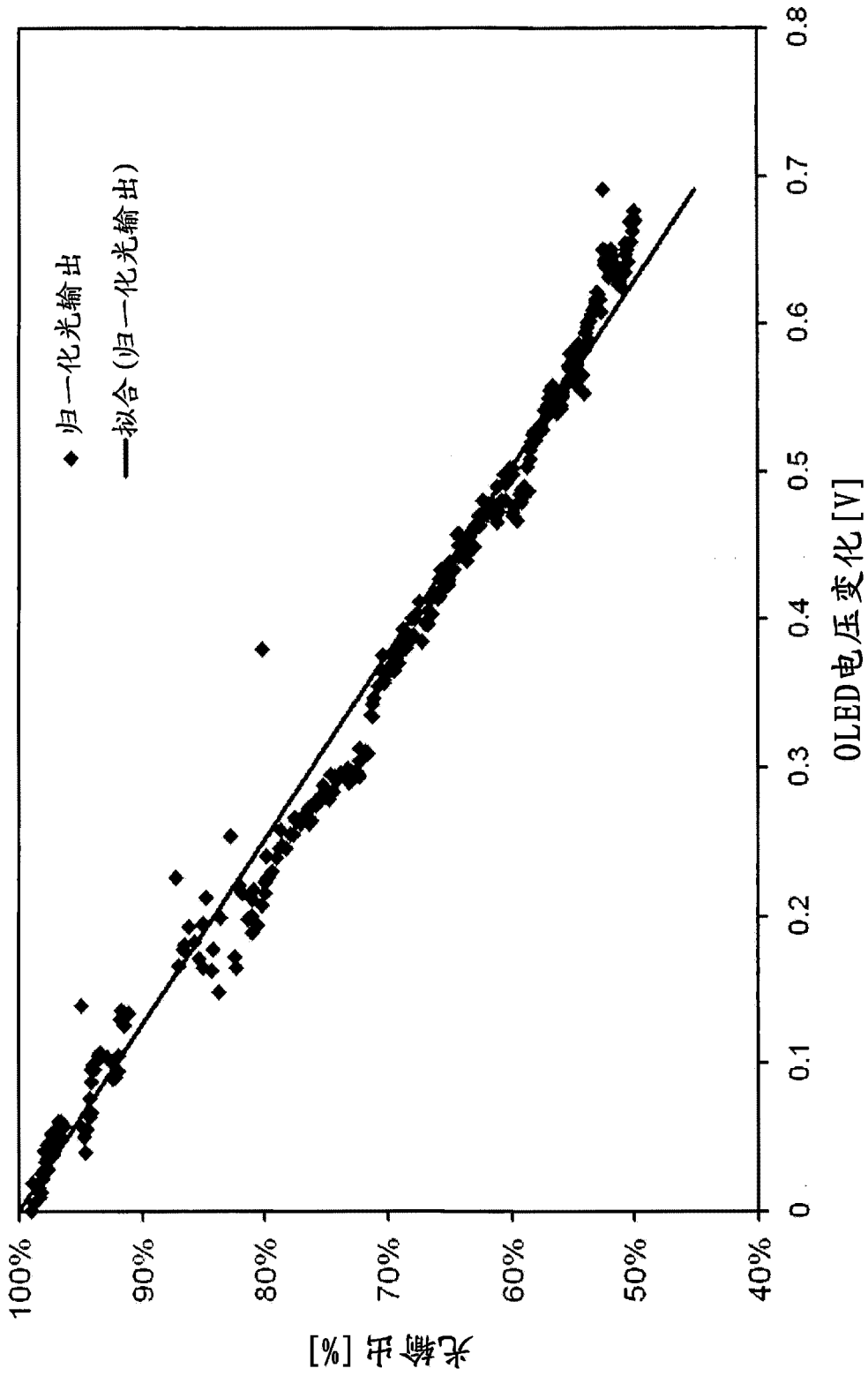


图 1

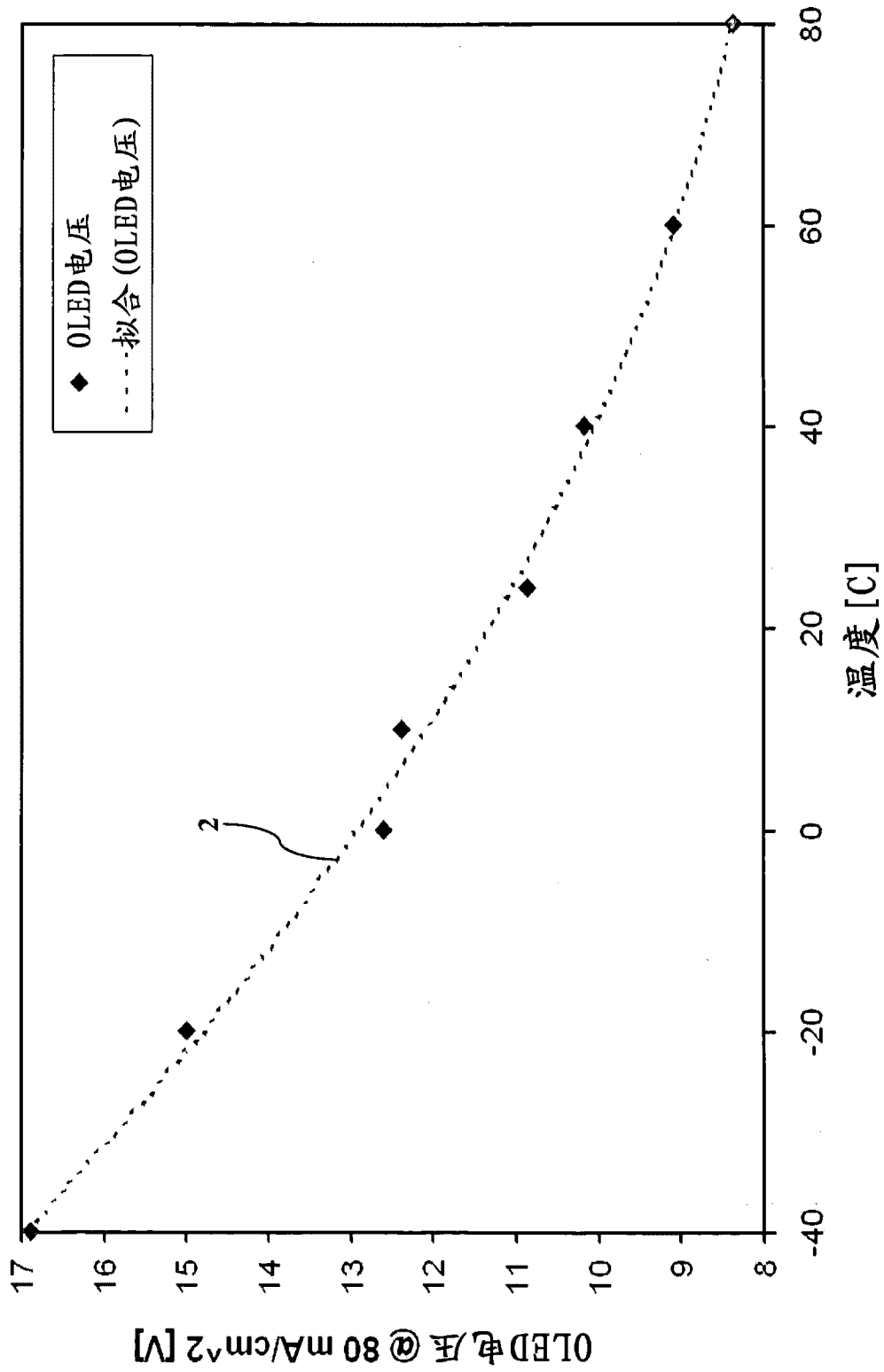


图 2

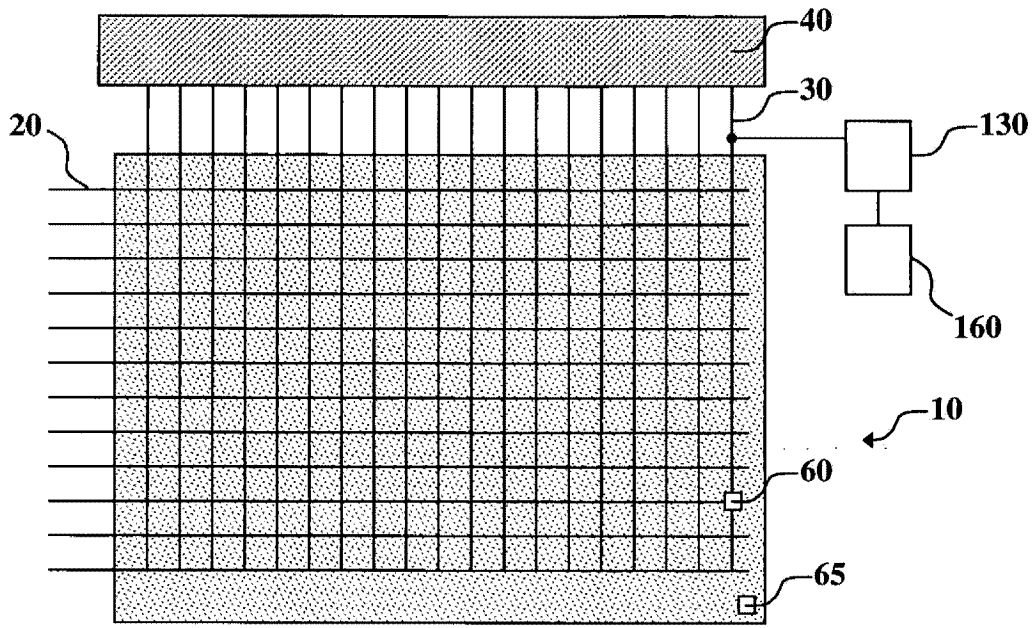


图 3



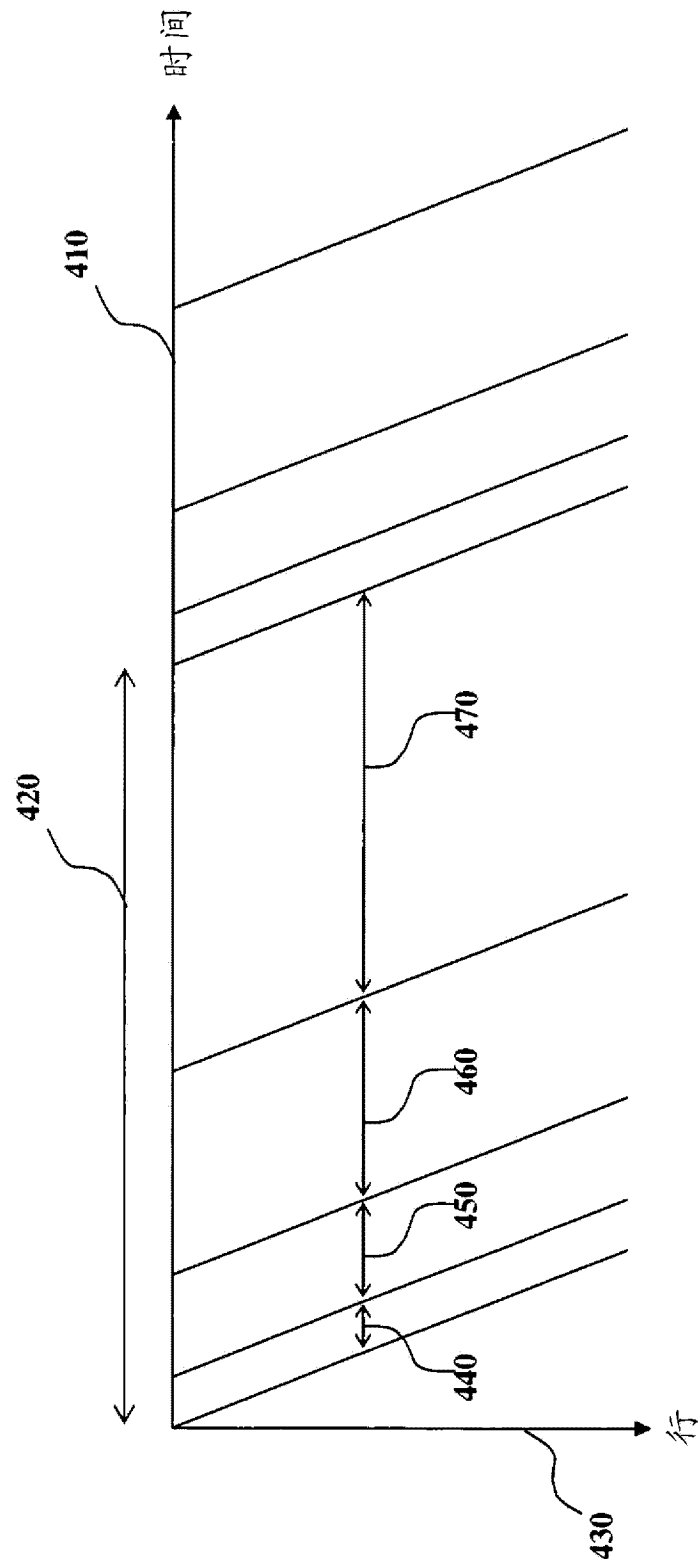


图 5(现有技术)

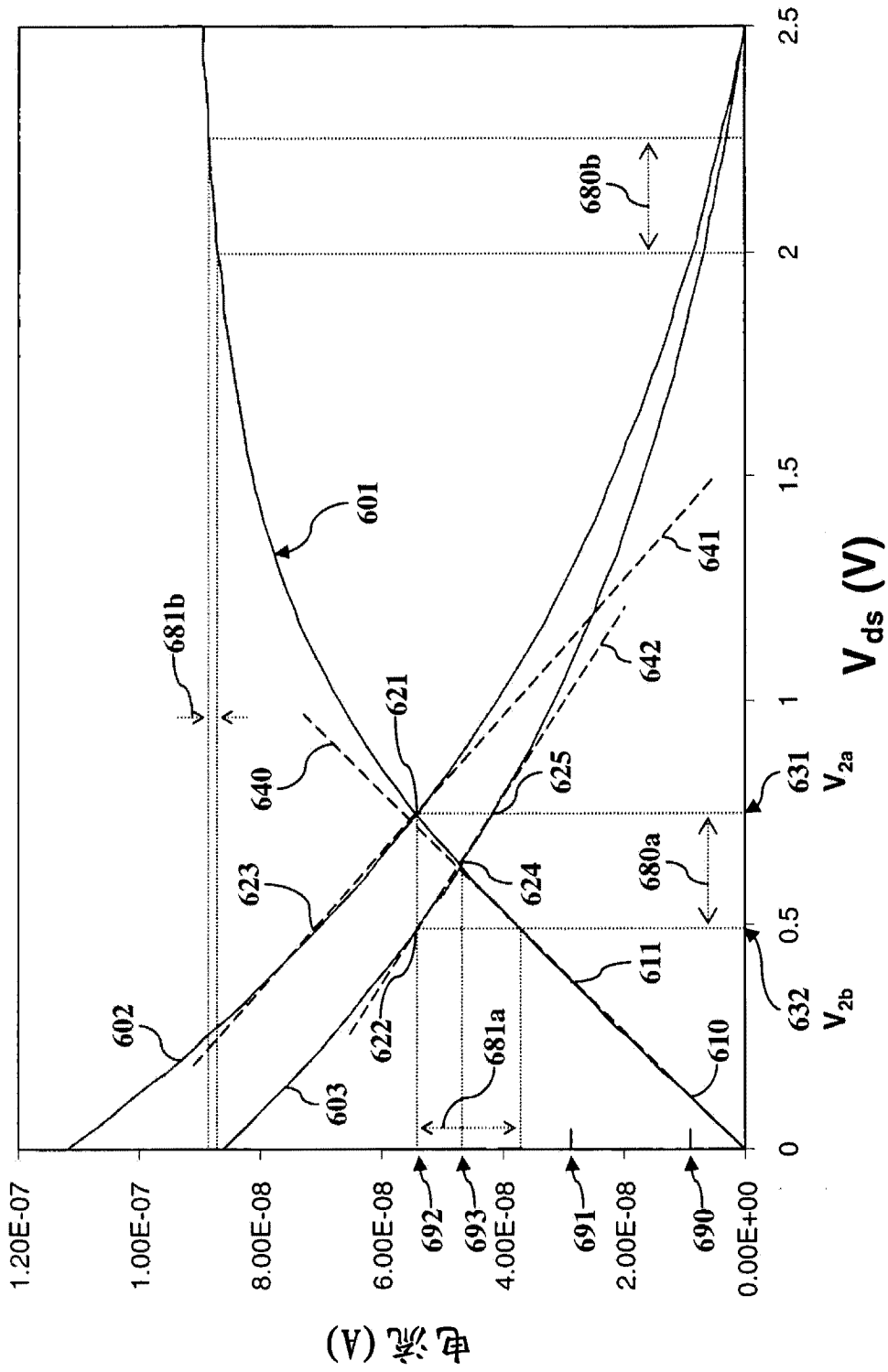


图 6

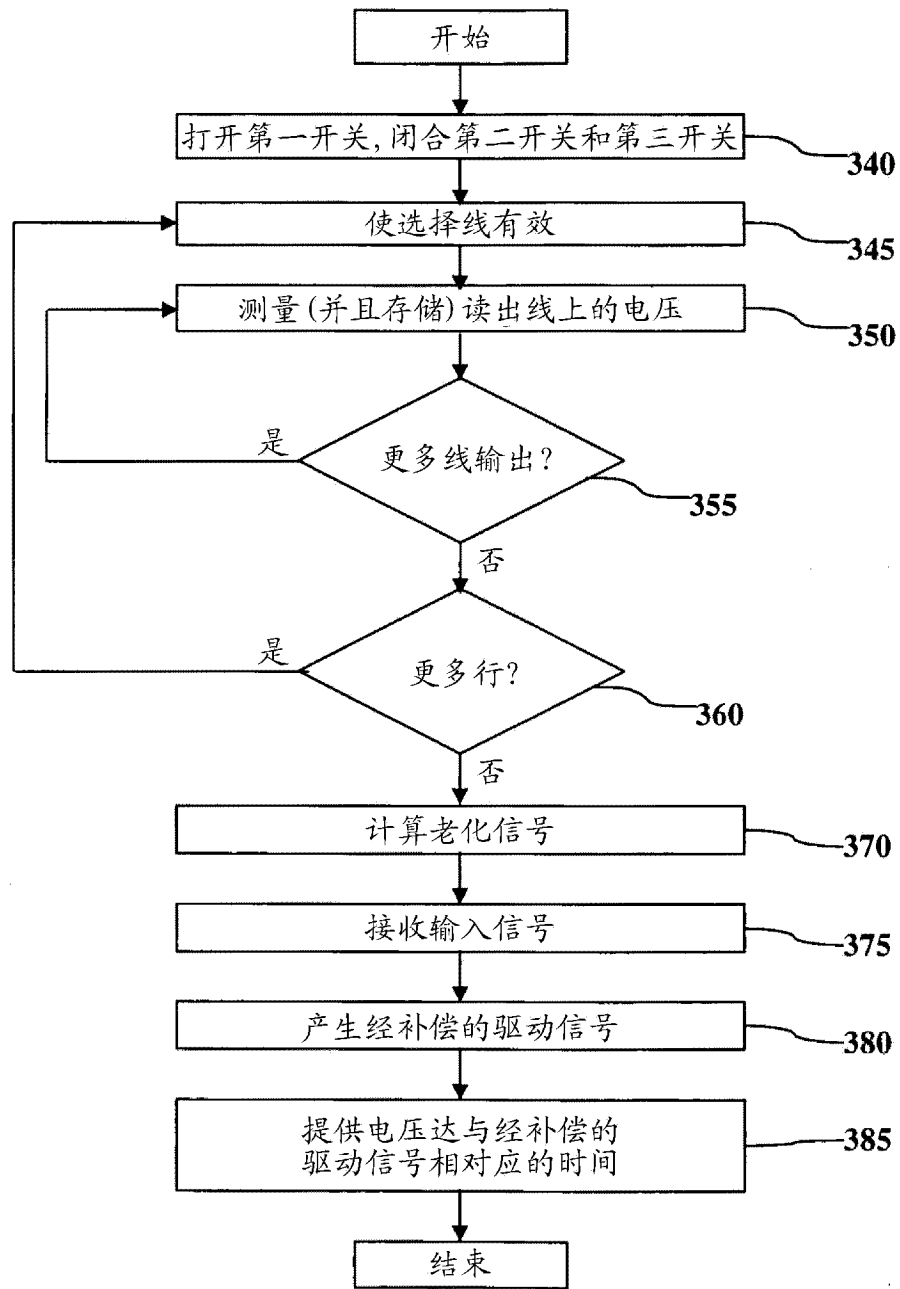


图 7A

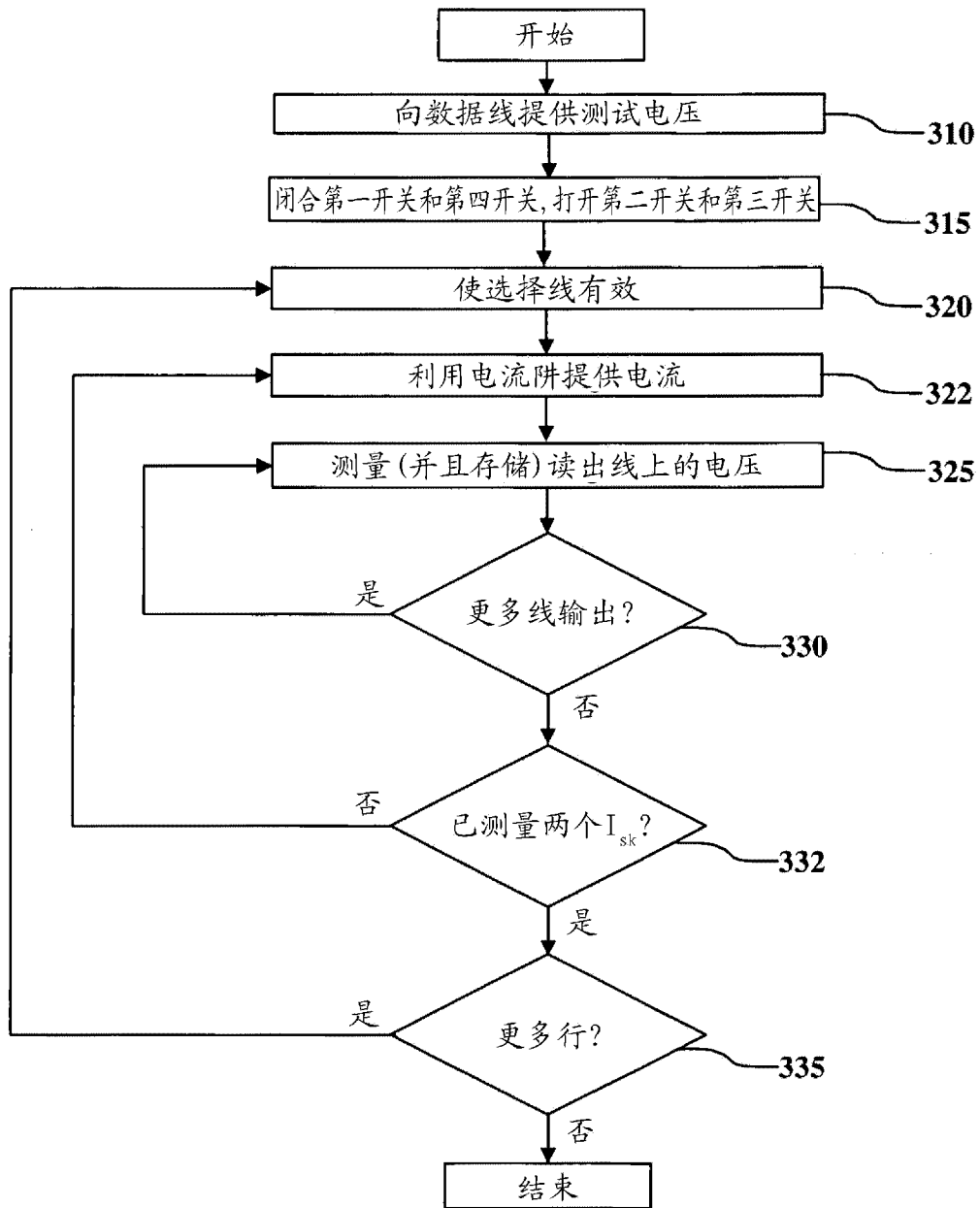


图 7B

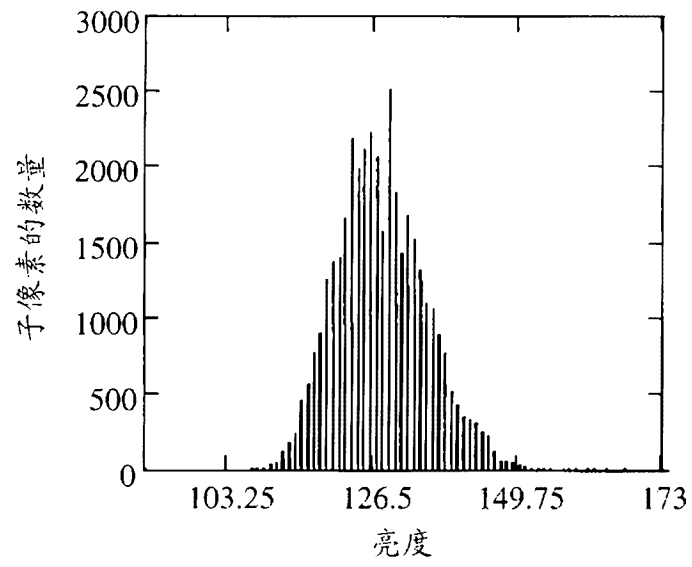


图 8

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 具有老化补偿的数字驱动电致发光显示器   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN102257554B</a>   | 公开(公告)日 | 2014-09-17 |
| 申请号            | CN200980150641.2   | 申请日     | 2009-12-16 |
| [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         | 查尔斯·利维<br>费利佩·安东尼奥·莱昂<br>约翰·W·哈默<br>加里·帕雷特<br>克里斯多佛·贾森·怀特                                |         |            |
| 发明人            | 查尔斯·利维<br>费利佩·安东尼奥·莱昂<br>约翰·W·哈默<br>加里·帕雷特<br>克里斯多佛·贾森·怀特                                |         |            |
| IPC分类号         | G09G3/32   |         |            |
| CPC分类号         | G09G3/3233 G09G2320/043 G09G2320/045 G09G2320/041 G09G2320/0295 G09G2300/0819 G09G3/2022 |         |            |
| 代理人(译)         | 李辉   |         |            |
| 审查员(译)         | 王婷   |         |            |
| 优先权            | 12/337668 2008-12-18 US  |         |            |
| 其他公开文献         | CN102257554A   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>   |         |            |

摘要(译)

通过数字驱动方案驱动的电致发光(EL)子像素具有当驱动晶体管不导通时由电流源驱动的读出晶体管。这产生了发射器电压信号，可以根据该发射器电压信号来计算表示EL发射器的效率的老化信号。使用该老化信号来确定子像素在有效时的电流的损失，并且调节输入信号以提供经增加的导通时间来对EL发射器的电压上升和效率损失进行补偿。还可以对由于温度而导致的变化进行补偿。

