

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G09G 3/32 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780050417.7

[43] 公开日 2009 年 12 月 2 日

[11] 公开号 CN 101595519A

[22] 申请日 2007. 12. 13

[21] 申请号 200780050417.7

[30] 优先权

[32] 2007. 1. 24 [33] US [31] 11/626,563

[86] 国际申请 PCT/US2007/025474 2007. 12. 13

[87] 国际公布 WO2008/091329 英 2008. 7. 31

[85] 进入国家阶段日期 2009. 7. 24

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 F·A·莱昂 G·帕雷特

C·J·怀特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 赵苏林 范 赤

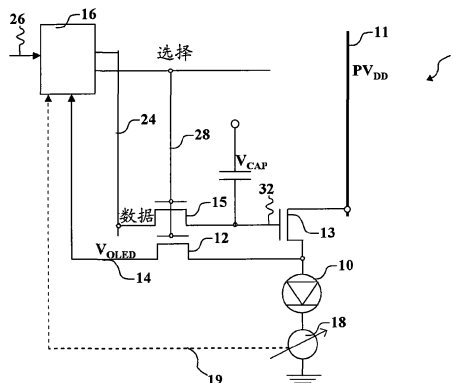
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 8 页

[54] 发明名称

具有老化和效率补偿的 OLED 显示器

[57] 摘要

一种用于调节驱动晶体管中阈值电压变化和 OLED 器件老化的补偿型驱动电路，其包括：载有亮度等级的模拟特征数据的数据线路和选择线路；连接至电源和所述 OLED 器件的驱动晶体管，以致于，当选择线路被触发且由数据线路向该晶体管栅电极提供电压时，与施加的电压成比例的电流将流过漏电极和源电极到 OLED 器件；用于测量与驱动电路相关的第一参数和第二参数的电路，和对用于调整驱动晶体管阈值电压变化和 OLED 器件老化的失调电压进行计算的测量的第一参数和第二参数的电路。



1. 一种用于调节驱动晶体管中阈值电压变化和 OLED 器件老化的补偿的驱动电路, 包含:

a. 载有 OLED 器件的期望亮度水平的模拟数据特征的数据线路, 和选择线路;

b. 连接至电源和所述 OLED 器件的驱动晶体管, 使得当所述选择线路被触发且由数据线路向晶体管的栅电极施加电压时, 与施加的电压成比例的电流将流过 OLED 器件的漏电极和源电极;

c. 用于测量与驱动电路相关的第一参数和第二参数的手段, 所述第一参数是通过 OLED 器件的电压的函数, 而所述第二参数为流经 OLED 器件的电流的函数; 以及

d. 响应于测量的第一参数和第二参数的手段, 用于计算出待施加于数据线路模拟电压的偏移电压, 用于调整驱动晶体管中阈值电压的变化和 OLED 器件的老化。

2. 权利要求 1 的驱动电路, 其中所述测量手段包括用于测量第一参数的晶体管和电阻。

3. 权利要求 1 的驱动电路, 其中所述测量手段包括用于测量第二参数的电阻。

4. 权利要求 1 的驱动电路, 其中所述驱动晶体管是非晶硅晶体管。

5. 权利要求 1 的 OLED 器件, 其中所述 OLED 器件的输出随温度而改变, 并进一步包括用于产生温度信号的温度传感器, 其中所述响应手段也对温度信号产生响应以计算出偏移电压。

6. 权利要求 1 的 OLED 器件, 其中所述响应手段进一步包括查找表, 其对每个 OLED 器件列出偏移电压。

7. 权利要求 1 的 OLED 器件, 其中所述响应手段顺序触发每个 OLED 器件来测量与每个 OLED 器件相关的第一参数和第二参数。

8. 权利要求 1 的 OLED 器件, 其中所述响应手段在多个不同的亮度水平触发一个或多个 OLED 器件以计算偏移电压。

9. 一种用于调节驱动晶体管中阈值电压变化和 OLED 器件老化的方法, 包括:

a. 提供载有 OLED 器件的期望亮度水平的模拟数据特征的数据线路, 和选择线路;

b. 提供连接至电源和所述 OLED 器件的驱动晶体管，这样，当所述选择线路被触发且由数据线路向晶体管的栅电极提供电压时，与施加的电压成比例的电流将流过 OLED 器件的漏电极和源电极；

c. 测量与驱动晶体管和 OLED 器件相关的第一参数和第二参数，其中所述第一参数是通过 OLED 器件的电压的函数，而所述第二参数为流经 OLED 器件的电流的函数；以及

d. 计算出施加于数据线路模拟电压的、用于调整驱动晶体管内阈值电压的变化和 OLED 器件老化的偏移电压。

10. 权利要求 9 的方法，进一步包括电流反射镜作为测量所述第二参数的手段的一部分。

具有老化和效率补偿的 OLED 显示器

技术领域

本发明涉及固态 OLED 平板显示器，特别是对有机发光显示器组件的老化进行补偿的显示器。

背景技术

固态有机发光二极管 (OLED) 显示器作为一种超级平板显示技术引起人们极大的兴趣。这些显示器利用电流流经有机材料的薄膜而发光。发出的光的颜色以及从电流到光的能量转化效率由有机薄膜材料的组成决定。不同的有机材料发出不同颜色的光。然而，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将会降低。这就缩短了显示器的寿命。不同的有机材料以不同的速率发生老化，这会导致差异颜色老化，且随着显示器的使用，其白点将会产生变化。此外，每个单个像素的老化速率与其它像素的不同，从而导致显示器不均匀。另外，在一些电路元件例如非晶硅晶体管中也发现存在老化效应。

材料老化的速率与通过显示器的电流量有关，故而与从显示器发出的光量也有关。在 Sundahl 等人的美国专利 No. 6,456,016 中描述了一种用于在聚合物发光二极管中补偿这种老化效应的技术。这种方法的基础是在使用的早期提供电流可控的削减，而在此后的第二阶段里显示器的输出将逐渐降低。这一方案要求通过控制器中的计时器对显示器的操作时间进行监控，随后再由该控制器提供补偿量的电流。并且，一旦显示器开始在使用中时，则上述控制器必须与那台显示器保持关联以避免在显示操作时间时出现错误。这项技术存在的缺点是不能很好地代表小分子有机发光二极管显示器的性能。此外，由于必需要累积显示器的使用时间，因此要求控制器中配备有计时、计算和存储电路。再有，这项技术不能就显示器在不同亮度和温度水平下表现出的不同进行调节，因此无法根据不同有机材料的不同老化速率进行调节。

Shen 等人的美国专利 No. 6,414,661 B1 中描述了一种通过基于施加于像素的累积驱动电流以每个像素的光输出效率计算和预测出衰减来实现补偿 OLED 显示器中单个有机发光二极管(OLED)的发光效率的长

期变化的方法和相关的系统。由该方法得出应用于每个像素的下一个驱动电流的校正系数。该项技术需要对施加于每个像素的驱动电流进行测量和累积，因此要求随着显示器的使用不断更新存储的存储内存，从而需要用到复杂和大型的电路。

Everitt 的美国专利申请 2002/0167474 A1 中描述了一种用于 OLED 显示器的脉宽调制驱动器。其中一种视频显示器的实施方案包括用于提供选定电压的电压驱动器来驱动视频显示器中的有机发光二极管。该电压驱动器可从校正表中接收关于老化、列电阻、行电阻和其它二极管特征的电压信息。在本发明的一种实施方式中，校正表是在正常电路运行之前和/或期间内计算。由于假定 OLED 输出光亮度与 OLED 电流之间为线性关系，因此校正方案的基础是在足够长的一段时间内使已知电流通过 OLED 二极管来允许瞬变电流消除，然后用位于列驱动器中的模拟-数字转换器(A/D)来测量对应的电压。通过转化矩阵，校准电流源和 A/D 可被转化到任何一列。这一设计要求使用集成的校准电流源和 A/D 转换器，从而大大增加了电路设计的复杂程度。

Narita 等人的美国专利 No. 6,504,565 B1 中描述了一种发光显示器，其包括一个通过排列多个发光元件形成的发光元件阵列，一个用于驱动发光元件阵列从每个发光元件发光的驱动单元，一个用于存储发光元件阵列中的每个发光元件发光次数的存储单元，以及一个用于根据储存在存储单元中的信息来控制驱动单元从而使从每个发光元件发出的光量保持恒定的控制单元。该专利中还公开了采用该发光显示器的曝光显示器，以及采用了该曝光显示器的成像装置。该设计需要使用对发送到每个像素的每个信号产生响应的计算单元来记录使用情况，从而大大增加了电路设计的复杂程度。

在 Numeo Koji 的 JP 2002278514 A 中描述了一种方法，该方法通过电流测量电路向有机 EL 元件施加规定的电压并测量电流量，以及由温度测量电路估算有机 EL 元件的温度。对施加于元件的电压值、电流值和估算的温度、事先确定出的由类似组成元件的老化导致的变化、由在电流-亮度特性中的老化导致的变化、以及在估测元件的电流-亮度特性的特征测量时刻的温度进行比较。然后，改变提供给元件在显示数据被显示期间内的电流总量，从而根据估计的电流-亮度特性值，元件内的电流值，以及显示数据提供原始显示的亮度。该设计假定像素的相对使用

率是可预测的，而没有调整像素组或单个像素的实际使用中的差别调整。因此，随着时间的推移，颜色或空间组的校正就可能不准确。此外，还需要在显示器中整合入温度和复合电流传感电路。这种整合是复杂的，将降低生产产量并占用显示器中的空间。

Ishizuki等人的美国专利申请2003/0122813 A1中公开了一种显示器平板驱动装置和驱动方法，该方法甚至在长时间使用后仍能提供高质量画面而不会出现不规则的亮度。当每个像素相继独立发光时，测量出发光驱动电流的流动。然后，根据测量得到的驱动电流值对每个输入像素数据进行亮度校正。根据另一方面，该驱动电压经调整使得一个驱动电流值与预先确定的参考电流相等。在另一方面，当对应于显示器平板漏电流的补偿电流被从驱动发电机电路通入电流输出且所得电流被提供至每个像素部分时对电流进行测量。这种设计假设外部电流检测电路对检测由单个像素的功耗导致的电流变化足够敏感。测量技术是迭代的，所以较慢。

Arnold等人的US 6,995,519中描述了一种用于补偿OLED器件老化的方法。该方法假设在器件亮度中的全部变化都是由OLED发射器中的变化所致。然而，当电路中的驱动晶体管是由非晶硅(a-Si)制成时，由于晶体管的阈值电压也会随使用而改变，故这一假设将不成立。Arnold的方法将不能为其中的晶体管出现老化效应的电路中OLED效率损失提供完全的补偿。此外，当使用诸如反偏压(reverse bias)的方法来削减a-Si晶体管阈值电压偏移时，如果没有对反偏压效应进行适当的跟踪/预测，或者不直接测量OLED电压变化或晶体管阈值电压变化，则对OLED效率损失的补偿将变得不可靠。

因此，需要为有机发光二极管显示器找出更为完全的补偿方法。

发明内容

因此，本发明的一个目的是在出现晶体管老化时对OLED发射器中的老化和效率改变进行补偿。

这一目的通过对驱动晶体管的阈值电压的变化和OLED器件的老化进行调整的补偿的驱动电路实现，包括：

a. 载有OLED器件的期望亮度水平的模拟数据特征的数据线路和选择线路(select line)；

b. 以连接至电源和 OLED 器件的驱动晶体管,使得当该选择线路被触发且由数据线路向晶体管的栅电极施加电压时,与施加的电压成比例的电流将流过 OLED 器件的漏电极和源电极;

c. 用于测量与驱动电路相关的第一参数和第二参数的手段 (means), 该第一参数是通过 OLED 器件的电压的函数, 而该第二参数为流经 OLED 器件的电流的函数; 以及

d. 响应于测量的第一参数和第二参数的手段, 用于计算出待施加于数据线路模拟电压的偏移电压 (offset voltage), 用于调整驱动晶体管内阈值电压的变化和 OLED 器件的老化。

优点

本发明的 OLED 显示器的优点之一是在不需要大型或复杂电路来对发光元件的使用或操作时间的连续测量进行累计的情况下对显示器中的有机材料的老化, 其中会发生电路老化。本发明的又一优点是使用了简单的电压和电流测量电路。本发明的又一优点是在不会与驱动晶体管性能的变化产生混淆的情况下根据 OLED 的变化进行补偿。本发明的再一优点是对驱动晶体管性能的变化进行的补偿可与对 OLED 变化进行的补偿同时进行, 从而提供完全的补偿方案。

附图说明

图 1A 是本发明补偿驱动电路的一种实施方式的示意图, 该电路用于调节驱动晶体管阈值电压的变化以及 OLED 器件的老化;

图 1B 是本发明补偿驱动电路的另一种实施方式的示意图;

图 2 是本发明的 OLED 显示器的示意图;

图 3A 是 OLED 器件的老化对发光效率影响的示意图;

图 3B 是 OLED 器件或驱动晶体管的老化对器件电流影响的示意图;

图 4A 是描述本发明应用的第一部分的流程图;

图 4B 是描述本发明应用的第二部分的流程图;

图 5 是表示可用于本发明的现有技术的 OLED 的结构的面剖面图; 以及

图 6 是显示 OLED 效率与 OLED 中电压变化关系的示意图。

具体实施方式

参阅图 1A, 这是本发明补偿驱动电路 8 的一种实施方式的示意图, 该电路用于调节驱动晶体管阈值电压的变化以及 OLED 器件的老化。驱动电路 8 包括 OLED 器件 10, 驱动晶体管 13, 载有 OLED 器件 10 的期望亮度水平的模拟数据特征 (如电压) 的数据线路 24, 开关晶体管 15, 以及选择线路 28。OLED 显示器可包括驱动电路 8 的阵列。驱动晶体管 13 连接至电源 11 (PV_{DD}) 和 OLED 器件 10。驱动晶体管 13 是非晶硅晶体管或性能随时间和/或使用而改变的其它晶体管。当选择线路 28 被触发时, 开关晶体管 15 被触发, 数据线路 24 中的电压被施加到驱动晶体管 13 的栅电极 32 上, 从而使与施加的数据线路电压成比例的电流将流经驱动晶体管 13 的漏电极和源电极以及流经 OLED 器件 10。用于每个 OLED 器件 10 的电压传感电路包括开关晶体管 12, 其中栅电极也连接至选择线路 28, 用于测量第一参数, 例如与驱动电路关联的第一参数信号 14。该第一参数例如可以是作为经 OLED 器件 10 的电压 (下面称为 V_{OLED}) 的函数的电压输出。类似地, 连接于 OLED 器件 10 和地面之间的电流测量器件 18 (例如负载电阻器, 电流反射镜, 或其它现有技术中已知的器件) 可对作为流经 OLED 器件 10 的电流的函数的第二参数进行测量, 并产生第二参数信号 19。控制器 16 通过驱动电路控制 OLED 器件 10。控制器 16 对输入信号 26 和测量到的第一和第二参数进行响应, 计算出待施加到数据线路 24 的模拟电压上的偏移电压从而调整由于 OLED 器件 10 的老化产生的变化, 并且还可调整驱动晶体管 13 的阈值电压中的变化。控制器 16 的一些有用的非限制性的例子包括微处理器, 场可编程逻辑门阵列 (FPGA), 以及专用集成电路 (ASIC)。图 1B 是本发明补偿驱动电路的另一种实施方式的示意图。在该实施方式中, 电流测量器件 18 是连接至电源 11 而非地面。在图 1A 和 1B 中所示的实施方式中, 可对需测量的每个驱动电路 8 或驱动电路组分别提供第一参数信号和第二参数信号 14 和 19。

参见图 2, 图中示出的是本发明的 OLED 显示器的示意图。显示器形成于基板 20 之上, 该基板 20 包括 OLED 器件 10 的阵列 22, 其对由控制器 16 产生的校正控制信号 25 作出响应并置于数据线路之上。控制器 16 分别对输入信号 26 以及第一参数信号和第二参数信号 14 和 19 作出响应。为了描述的方便, 参数信号用单线表示。基板 20 上的用于驱

动 OLED 器件 10 的控制器件例如是薄膜晶体管和电容器，为现有技术所已知并作为适合的控制器件 16。

根据本发明的一种实施方式，控制器 16 可以选择地触发阵列 22 中所有或部分的 OLED 器件 10，并可对第一参数信号和第二参数信号产生响应从而计算出用于被选择触发的 OLED 器件 10 的偏移电压。控制器 16 将校正信号施加于输入信号 26 中而产生校正的控制信号 25，其对驱动晶体管 13 的阈值电压、OLED 器件 10 的电阻以及 OLED 器件 10 的效率的变化进行补偿。下面将对这种补偿进行进一步描述。

在一种实施方式中，本发明可应用于彩色图像显示器中，这种显示器包括像素阵列，每个像素包含多个不同颜色的 OLED 器件 10（例如红，绿和蓝），它们受控制器 16 的分别控制而显示出彩色图像。彩色的 OLED 器件 10 可由发射不同颜色光的不同有机发光材料形成，或者可都由相同的有机发光材料（例如白色）形成并在单个元件上加盖滤色器来产生不同的颜色而形成。在另一种实施方式中，OLED 器件 10 为处于显示器中的单独的图像单元而非排列成有序的阵列（未示出）。无论是在哪种实施方式中，发光元件均可以具有无源的或有源的矩阵控制并且均可以采用底部发射或顶部发射的结构。

现在参照图 3A，这是当电流流经 OLED 器件时，OLED 器件的老化对发光效率影响的示意图。这三条曲线代表发射不同颜色光（例如，R，G，B 分别代表红色，绿色和蓝色发光器）的不同发光器的一般特性，其由亮度输出对时间或累积电流作图来表示。不同的彩色发光器之间的亮度衰减可以不同。这些不同可归因于用在不同的彩色发光器中的材料的不同老化特性，或归因于对不同颜色的发光器的使用上的差异。因此，在常规使用中，如果没有老化校正，则显示器的亮度会减弱且显示器的色彩，特别是白点会出现漂移。

现在参照图 3B，这是 OLED 器件或驱动晶体管的老化对驱动电流影响的示意图。在描述 OLED 器件电阻变化中，图 3B 的水平轴表示图 1B 中所示驱动晶体管 13 处的栅电压。随着电路的老化，为获得期望电流就需要更大的电压；也就是说曲线移动的量是 ΔV 。如图所示， ΔV 是阈值电压（ $dV_{th, 40}$ ）变化与 OLED 电压（ $dV_{OLED, 42}$ ）变化的总和。这一改变导致性能的下降，并需要更大的栅电压来获得需要的电流。在 OLED 电流、OLED 电压、和饱和时阈值电压之间的关系为：

$$I_{oled} = \frac{W\mu C_0}{2L} (V_{gs} - V_t)^2 = \frac{K}{2} (V_g - V_{olef} - V_t)^2 \quad (\text{等式 1})$$

其中 W 是 TFT 通道宽度, L 是 TFT 通道长度, μ 是 TFT 迁移率, C_0 是单位面积的氧化物电容, V_g 是栅电压, V_{gs} 是驱动晶体管的栅电压和源电压的差值。为简化起见, 我们忽略 μ 对 V_{gs} 的依赖。对 V_{OLED} 和 I_{OLED} 两者均进行测量是必要的。如果只测量电流, 则不能确定电流的变化是由 V_{OLED} 、 V_{th} 或这两者的某种组合的变化所致。如果只测量 V_{OLED} , 则不能确定相对的变化是由于 OLED 器件的老化所致以及电流变化是由于驱动晶体管的老化所致。

因此, 3 种因素影响着 OLED 器件的亮度以及在非晶硅驱动电路中伴随老化或使用中的变化: 1) 驱动晶体管的阈值电压增加(dV_{th}), 这降低了流经驱动电路的电流(如图 3B 所示); 2) 经 OLED 器件的电阻增加, 导致经 OLED 器件的电压(dV_{OLED})增加或流经 OLED 器件的电流减小(也如图 3B 所示); 以及 3) OLED 器件的效率降低, 从而减少了在给定电流下发出的光(如图 3A 所示)。通过测量 OLED 电压和 OLED 电流, 可以确定(如图 3B 和等式 1 中所示) OLED 曲线的偏移, 从而确定图 3B 中老化的 OLED 器件中由于 OLED 器件电阻(通过计算 dV_{OLED})发生改变而引起的偏移。已发现 OLED 器件的发光效率的降低与 dV_{OLED} 之间存在的关系是对于给定电流, OLED 亮度是 V_{OLED} 变化的函数:

$$\frac{L_{OLED}}{I_{OLED}} = f(dV_{OLED}) \quad (\text{等式 2})$$

图 6 中示出了一个器件的发光效率与 dV_{OLED} 之间的关系。通过测量亮度减少以及它与给定电流的 ΔV 之间的关系, 可确定出使得 OLED 器件 10 输出标称亮度所必须的校正信号 25 的变化。该测量可在模型系统中进行并随后储存在查找表中或用作运算法则。控制器 16 可包含该查找表或运算法则, 这使得控制器 16 能够计算出每个 OLED 器件的偏移电压。计算出的偏移电压被用于对由于驱动晶体管 13 的阈值电压的变化以及 OLED 器件 10 的老化引起的 OLED 电流的变化提供校正, 并且

提供增加的电流来补偿由于 OLED 器件 10 的老化引起的效率损失，从而提供一套完整的解决方案。这些变化可通过控制器 16 来实现从而将光输出校正为期望的标称亮度值。通过控制施加至 OLED 器件的信号，获得了具有恒定亮度输出并在给定亮度条件下寿命得到延长的 OLED 器件。

现在参照图 4A，这里示出了操作方法的第二部分的一种实施方式，其中，本发明对驱动晶体管的阈值电压的改变以及 OLED 器件的老化作出了调整。该方法中，首先提供如上所述的补偿的驱动电路，其具有如数据线路，选择线路，驱动晶体管，电源，和 OLED 器件。在显示器投入使用前，对一个或多个 OLED 器件 10 施加一个给定的输入信号（步骤 50），测量第一参数和第二参数（例如 OLED 电压和电流），以及 OLED 器件 10 的亮度（步骤 52）。测量结果储存在控制器 16 中或其它方便的位置（步骤 54）。重复上述过程（步骤 56），其中为获得期望的亮度范围，控制器 16 触发处于多个不同亮度水平的 OLED 器件 10。在 OLED 器件投入使用之后的不同时刻重复这一系列的步骤（步骤 57），从而将在给定电流下关联亮度的变化与 OLED 电压的变化。一旦器件寿命期内每个 OLED 器件 10 的数据都储存下来后，可使用等式 1 确定出 dV_{OLED} ，并使用等式 2 创建查找表或运算法则，将 dV_{OLED} 与 OLED 效率的变化关联起来（步骤 58）。然后，这可用于校正类似的 OLED 显示器，例如那些测量一系列亮度不现实的商业单元。校正可通过使用查找表以及本领域熟知的技术来进行。

现在参照图 4B，这里示出了本发明的操作方法的第二部分的一种实施方式，其中，用到了为 OLED 显示器确定出的校正。使用中，向控制器 16 施加输入信号（步骤 60），其随后触发单个 OLED 器件，并测量第一参数和第二参数（例如 OLED 电压和电流（步骤 62）。通过提供 OLED 特征曲线的偏移，OLED 电压和电流提供 OLED 器件的老化的量度。控制器 16 确定出 dV_{OLED} 并查找对 OLED 效率的校正（步骤 64），并计算出用于校正每个 OLED 器件的输入信号以形成对电流损失（由于阈值电压的改变和 OLED 器件的老化）和 OLED 效率损失进行校正的校正信号所需的偏移电压。该校正的信号被施加至显示器（步骤 68）。因此，该方法提供了一套完整的补偿方案。该过程可周期性地来补偿可能发生的老化，例如在预定的时间段之后或在关电或开电常规操作过程

中。之后，随着施加每个新的输入信号，控制器形成新的校正信号并将校正信号施加到显示器上。通过本发明的使用，可避免对显示器进行连续监视。

OLED 和驱动晶体管材料将随时间而老化，从而 OLED 器件的电阻和阈值电压将增加。到达某些时刻时，控制器 16 将不再能够提供足够的校正信号，故而发光器将不再能够达到它们的亮度或色彩的规定要求。然而发光器在性能有所下降的情况下仍将持续运作，这样的结果是产生了缓慢的衰减。并且，显示器的用户可在计算出大的校正值并对显示器性能提供有用的反馈时得知发光器不再能够达到规范要求的时间。控制器可在减小任何不同的色彩偏移的情况下允许显示器的亮度缓慢减小。或者，控制器也可在减小像素-像素可变性的同时允许亮度缓慢随使用而减小。这些技术可以组合到一起，在减小不同的色彩偏移和允许亮度随时间缓慢减小的同时允许显示器得以缓慢地降级。随着老化发生的亮度损失速率可基于预期的使用方式来选择。

OLED 发光器具有相关的驱动电路。本发明可应用到各种不同的发光器电路，这包括电压控制的（如图 1A 所示）或电流控制的（未示出）。虽然目前的控制技术提供更为统一的发光器性能，但实施或校正起来更为复杂。

本发明的构建简单，仅需（除了传统的显示器控制器外）电压测量电路，电流测量电路，连接至每个 OLED 或 OLED 列的额外的线路，用于实现信号校正模型（例如查找表或放大器）的转换结构，以及确定给定输入信号的校正的计算电路。电流的累积或时间信息不是必要的。尽管必须周期性地停止使用 OLED 器件来进行校正，但校正周期可以很大，例如数天或数十小时的使用，且校正可以在不引起终端用户注意的时候，例如关电时进行。在一些具体的执行情况下，校正计算过程可只需花费几毫秒，以致对用户的影响很有限。另外，校正计算过程可以在向控制器提供用户信号时作为响应进行。

本发明可用于校正彩色发光器显示器中的色彩变化。如图 3A 所示，当电流流经像素中的各种发光元件时，每种颜色发光器的材料可发生不同的老化。通过创建包括所有给定颜色的发光元件的元件组，并测量该组的显示器所用到的平均电压，就可计算出给定颜色的发光元件的校正值。对于每种颜色均可使用单独的模型，从而保持显示器的颜色恒定。

这一技术将适用于依赖不同颜色发光器或单个白色发光器的显示器以及排列成提供彩色光发射元件的彩色过滤器阵列。在后一情况下，代表每种颜色效率损失的校正曲线是完全相同的或几乎相同的。然而，颜色的使用可能不相同，从而对每种颜色进行分别校正仍然可能维持显示器恒定的亮度和显示器白点。

本发明经延伸可包括在校正的图像信号，测量的电压，以及材料的老化之间的复杂关系。对应于不同的显示器亮度输出，可使用多个输入信号。例如，不同的输入信号可对应于每个显示器输出的亮度水平。当周期地计算校正信号时，通过使用不同的给定输入信号可对每个显示器的输出亮度水平分别获得校正信号。然后就每个显示器所需要的输出亮度水平，分别应用校正信号。如前所述，这可由每个发光器组完成，例如不同的彩色发光器组。因此，校正信号可对因每种材料老化引起每种颜色的每个显示器输出亮度水平进行校正。

单个发光器和输入信号均可被用于计算显示器的校正信号，提供空间特定校正，这样，可将校正信号应用于特定的发光器，从而在发光器的一部分老化更快的情况下，例如如果它们的使用更为频繁（如在图像用户界面中的图标）时，对它们进行与其它发光器不同的校正。因此，本发明可对特定发光器或有空间差异的发光器的组合，和/或彩色发光器的组合的老化进行校正。只需凭借经验从每个发光器或发光器组的老化得到校正模型，并且通过驱动需要校正的发光器来进行校正信号的周期性计算。

长时间使用后，OLED 显示器散发出大量的热量从而变得非常的热。按照 Arnold 等人的描述，在温度和用于显示器的电流之间存在紧密的关系。因此，OLED 器件的输出可随温度而改变。如果显示器已使用一段时间，则在计算校正信号时可能需要考虑显示器的温度。如果假设显示器未使用或显示器是凉的，则可假设该显示器处于预定的环境温度例如室温下。如果校正信号模型已在该温度下确定，则可忽略温度的影响。如果显示器是在功率上升的情况下进行校准而校正信号模型是在环境温度下确定的，则这是一个合理的假设。例如，具有相对频繁和短暂使用特性的移动显示器可能不需要进行温度校正。在显示器持续使用长时间的应用中，例如监控器，电视，或灯的情况下，可能需要进行温度调节或可在功率增加的情况下进行校正以避免显示器温度问题。

如果显示器是在功率下降时进行校准，则显示器温度会明显高于环境温度，从而在计算补偿电压时最好考虑进温度的效应。这可通过温度传感器，例如用置于显示器的基板或盖板上的热电偶 23（参见图 2），或温度传感元件，如集成到显示器电子子装置中的热敏电阻来测量显示器的温度。该温度传感器产生温度信号，而控制器 16 对该温度信号进行响应。对于那些持续使用中的显示器，显示器的操作温度可能会明显高于环境温度。此时，显示器的操作温度可被考虑到显示器校准中，并且也可被用来确定像素老化的可能速率。对像素老化速率的估计可被用来选择显示器件的合适的校正系数。

为了进一步减少由不精确的电流读数或不充分显示器温度的补偿引起的问题的可能性，可由控制器对施加于输入信号的校正信号的变化加以限制。校正中的任何变化均可限制在一定程度内，例如 5% 的变化。由于老化过程是不可逆的，因此计算出的校正信号也可被限制成单调增加。校正变化也可对时间进行平均，例如可用一个或多个先前校正值得指示出的校正变化进行平均以减小可变性。或者，只在进行了多次读数之后才进行实际的校正。例如，每次显示器通电时都会进行校正计算并且会对多个计算出的校正信号（例如 10 个）进行平均或加权平均中来产生应用到显示器上的实际的校正信号。

校正的图像可取决于 OLED 显示器采取各种不同的形式。例如，如果使用模拟电压水平来规定信号，则校正将是补偿电压。这可通过本领域已知的放大器进行。在第二个实例中，如果使用的是数字值，例如对应于在有源矩阵发光元件位置处累积电荷，则可使用查找表来将数字值转化为本领域中熟知的另一种数字值。在一般的 OLED 显示器中，数字的或模拟的视频信号都被用来驱动显示器。实际的 OLED 可以是电压或电流驱动的，这取决于用到的使电流通过 OLED 的电路是何种电路。这些技术也是本领域中熟知的。

用于修正输入图像信号以形成校正的图像信号的校正信号可随着时间变化而被用来实现大量不同的显示性能。例如，用于向输入图像信号提供校正信号的模型可保持显示器的平均亮度或白点稳定。或者，用于产生校正的图像信号的校正信号可使平均亮度衰减比由老化引起的衰减更缓慢。

在一种优选的实施方式中，利用了本发明的显示器包括的有机发光

二极管(OLED)是包括小分子或聚合的 OLED, 其包括但不限于 Tang 等人的美国专利 No. 4,769,292 以及在 VanSlyke 等人的美国专利 No. 5,061,569 中公开的内容。有机发光显示器的许多组合和改变也可用于制造这种显示器。

显示器的一般结构

本发明可应用于大多数的 OLED 显示器构造中。这些包括具有单个阳极和阴极的非常简单的结构, 以及非常复杂的显示器, 如包括阳极和阴极的正交阵列而形成发光元件的无源矩阵显示器, 以及有源矩阵显示器, 其中每个发光元件受如薄膜晶体管(TFT)的单独控制。

本发明可被成功地用在多种构造的有机层中。一种典型的现有技术结构是示于图 5 中的 OLED 器件 10, 其包括基板 20, 阳极 103, 空穴注入层 105, 空穴传输层 107, 发光层 109, 电子传输层 111 和阴极 113。下面对这些层进行详细描述。需要注意的是基板也可靠近阴极放置, 或者基板实际上可构成阳极或阴极。为方便起见, 在阳极和阴极之间的有机层被称为有机 EL 元件。有机层的总组合厚度优选小于 500 nm。该器件可以是顶部发光(光通过阴极 113 发出)或底部发光(光通过阳极 103 和基板 20 发出)。

该 OLED 的阳极和阴极通过电导体 260 连接至电压/电流源 250。通过在阳极和阴极之间施加电势使阳极处的电势比阴极处的电势正值更大而启动 OLED。空穴从阳极注入有机 EL 元件, 而电子在阴极被注入有机 EL 元件。当 OLED 在 AC 模式下操作, 此时在循环的一些时间段内, 偏电势逆转而没有电流流动时, 有时可达到增强的显示稳定性。AC-驱动的 OLED 的一个例子描述在美国专利 No. 5,552,678 中。

基板

本发明的 OLED 显示器通常设置在支撑基板上, 而阴极或阳极可与基板接触。为方便起见, 与基板接触的电极被称为底电极。通常, 底电极为阳极, 但本发明不限于此构造。基板可以是可透光的或不透光的。在基板是可透光的而装置是顶部发光的情况下, 可使用反射层或吸光层来反射或吸收光线, 从而提高显示器的对比度。基板材料可包括但不限于玻璃、塑料、半导体材料、硅、陶瓷、和电路板材料。

阳极

当 EL 发射是通过阳极 103 可视时, 阳极必须是对所述发射是透光

的或基本上透光的。一般用于本发明的透明阳极材料是氧化铟锡(ITO),氧化铟锌(IZO)和氧化锡,但其它可采用的金属氧化物包括但不限于掺杂了铝或铟的氧化锌,氧化镁铟和氧化镍钨。除了这些氧化物外,还可使用金属氮化物,如氮化镓和金属硒化物如硒化锌,以及金属硫化物如硫化锌作为阳极。在EL发射仅通过阴极电极可视的情况下,对阳极的透光性能的要求就不重要了,因此任何传导材料均可使用,它们可以是透光的,不透光的或反射性的。用于本申请的导体的例子包括但不限于金,银,钼,钨和铂。典型的阳极材料,无论是透光的还是其它的,都具有4.1 eV或更高的功函。理想的阳极材料通常以适当的方式如蒸发,阴极溅镀,化学气相沉积,或电化学法进行沉积。阳极可使用熟知的照相平版印刷过程形成图案。任选地,在涂布其它涂层之前可对阳极进行抛光以降低表面粗糙度从而减少缺陷或增强反射性。

空穴注入层(HIL)

虽然不是在任何情况下都需要,但在阳极103和空穴传输层107之间提供的空穴注入层105通常会有用。空穴注入材料可起到改善后面的有机层的膜形成性能并促进空穴注入到空穴传输层中。适合用在空穴注入层中的材料包括但不限于如在美国专利No. 4,720,432中描述的卟啉化合物,如在美国专利No. 6,208,075中描述的等离子沉积的氟碳聚合物,以及一些芳香胺,如m-MTDATA(4,4',4"-三[(3-甲基苯基)苯氨基]三苯基胺)。另外在EP 0 891 121 A1和EP 1 029 909 A1中也描述了可用于有机EL显示器中的其它空穴注入材料。

空穴传输层(HIL)

空穴传输层107包含至少一种空穴传输化合物,例如芳香族叔胺,其被认为是含有至少一个只与碳原子键接的三价氮原子,这些碳原子中的至少一个为芳香环的组成原子。该芳香族叔胺的一种形式可以是芳基胺,如单芳基胺,二芳基胺,三芳基胺,或聚合芳基胺。单体三芳基胺的例子在Klupfel等人的美国专利No. 3,180,730中有描述。其它适合的带有一个或多个乙烯基和/或含有至少一个含活性氢的基团的三芳基胺在Brantley等人的美国专利No. 3,567,450和No. 3,658,520中有描述。

更为优选的一组芳香族叔胺是那些包括含至少两个芳香族叔胺部分的化合物,它们在美国专利No. 4,720,432和No. 5,061,569中有描述。空穴传输层可由单一的或混合的芳香族叔胺化合物形成。以下是有用的

芳香族叔胺的示例:

1,1-双(4-二-对-甲苯基氨基苯基)环己烷
 1,1-双(4-二-对-甲苯基氨基苯基)-4-苯基环己烷
 4,4'-双(二苯基氨基)四苯基
 双(4-二甲基氨基-2-甲基苯基)-苯基甲烷
 N,N,N-三(对-甲苯基)胺
 4-(二-对-甲苯氨基)-4'-[4(二-对-甲苯氨基)-苯乙烯基]芪
 N,N,N',N'-四-对-甲苯基-4,4'-二氨基联苯
 N,N,N',N'-四苯基-4,4'-二氨基联苯
 N,N,N',N'-四-1-萘基-4,4'-二氨基联苯
 N,N,N',N'-四-2-萘基-4,4'-二氨基联苯
 N-苯基吡啶
 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]联苯
 4,4''-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]对-三联苯
 4,4'-双[N-(2-萘基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(3-蒎基)-N-苯基氨基]联苯
 1,5-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]萘
 4,4'-双[N-(9-蒎基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4''-双[N-(1-蒎基)-N-苯基氨基]-对-三联苯
 4,4'-双[N-(2-菲基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(8-荧蒎基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(2-芘基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(2-并四苯基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(2-二萘嵌苯基)-N-苯基氨基]联苯
 4,4'-双[N-(1-六苯并苯基)-N-苯基氨基]联苯
 2,6-双(二-对-甲苯基氨基)萘
 2,6-双[二-(1-萘基)氨基]萘
 2,6-双[N-(1-萘基)-N-(2-萘基)氨基]萘
 N,N,N',N'-四(2-萘基)-4,4''-二氨基-对-三联苯
 4,4'-双{N-苯基-N-[4-(1-萘基)-苯基]氨基}联苯
 4,4'-双[N-苯基-N-(2-芘基)氨基]联苯

2,6-双[N,N-二(2-萘基)胺] 芴

1,5-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基] 萘

4,4',4"-三[(3-甲基苯基)苯基氨基]三苯基胺

另一类有用的空穴传输材料包括如在 EP 1 009 041 中描述的多环芳香族化合物。可使用的具有多于两个胺基的叔芳香胺包括低聚材料。此外，还可使用聚合的空穴传输材料，例如聚(N-乙烯基吡啶) (PVK)，聚噻吩，聚吡咯，聚苯胺，以及共聚物如聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/聚(4-苯乙烯磺酸盐)，其也被称为 PEDOT/PSS。

发光层 (LEL)

如在美国专利 No. 4,769,292 和 No. 5,935,721 中更详细描述，有机 EL 元件的发光层 (LEL) 109 包括发光或荧光材料，其中由于在这个区域发送电子-空穴对复合而产生电致发光。发光层可包括单一材料，但更常见的是由掺杂了一种或多种客体化合物的宿主材料构成，其中光主要从掺杂剂发出且可以是任何颜色。发光层中的宿主材料可以是下面定义电子传输材料，上面定义过的空穴传输材料或支持空穴-电子复合的其它材料或这些材料的组合。掺杂剂通常选自高荧光染料，但磷光化合物，例如在 WO 98/55561, WO 00/18851, WO 00/57676, 和 WO 00/70655 中描述的过渡金属配合物也可以用作掺杂剂。掺杂剂一般以占宿主材料重量的 0.01-10% 的涂布在宿主材料上。聚合材料如聚芴类和聚乙烯基亚芳基 (例如聚(对-亚苯基亚乙烯), PPV) 也可用作宿主材料。在这里，小分子掺杂剂可以分子分散的形式进入聚合物宿主，或者掺杂剂可通过将次要成分共聚合到宿主聚合物中而添加。

在选择作为掺杂剂的染料时，重要的一点是要比较能带隙势能，其被定义为分子的最高占据分子轨道和最低未占分子轨道之间的能量差。为了从宿主材料向掺杂剂分子进行有效的能量传输的必要条件是掺杂剂的能带隙要小于宿主材料的能带隙。对于发磷光的材料，还必须满足宿主材料的三线态能量足够高从而能够从宿主到掺杂剂的能量传输。

已知的可使用的宿主和发光分子包括但不限于那些描述于美国第 4,768,292; 5,141,671 ; 5,150,006; 5,151,629; 5,405,709; 5,484,922; 5,593,788; 5,645,948; 5,683,823; 5,755,999; 5,928,802; 5,935,720; 5,935,721; 和 6,020,078 号专利中的那些。

8-羟基喹啉(喔星, oxine)的金属配合物和类似的衍生物构成一类用

于可支持电致放光的宿主化合物。下面列出有用的螯合喔星类化合物：

CO-1: 三喔星铝 [别名, 三(8-羟基喹啉)铝 (III)]

CO-2: 二喔星镁 [别名, 双(8-羟基喹啉)镁(II)]

CO-3: 双[苯并{f}-8-羟基喹啉]锌 (II)

CO-4: 双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)- μ -氧代-双(2-甲基-8-羟基喹啉)铝(III)

CO-5: 三喔星铟 [别名, 三(8-羟基喹啉) 铟]

CO-6: 三(5-甲基喔星)铝[别名, 三(5-甲基-8-羟基喹啉) 铝(III)]

CO-7: 喔星锂 [别名, (8-羟基喹啉)锂(I)]

CO-8: 喔星镓 [别名, 三(8-羟基喹啉) 镓(III)]

CO-9: 喔星锆 [别名, 四(8-羟基喹啉) 锆(IV)]

其它有用的宿主材料包括但不限于：葱的衍生物，例如在美国专利 No. 5,935,721 中描述的 9,10-二-(2-萘基) 葱及其衍生物，在美国专利 No. 5,121,029 中描述的二苯乙烯基亚芳基衍生物，例如 2, 2', 2''-(1,3,5-亚苯基)三[1-萘基-1H-苯并咪唑]。卟啉衍生物是磷发光器的特别有用的宿主材料。

有用的荧光掺杂剂包括但不限于：葱、并四苯、咕吨、苝、红荧烯、香豆素、若丹明、喹吖啶酮衍生物；二氰亚甲基吡喃化合物、噻喃化合物、聚甲炔化合物、吡啶和硫代吡啶化合物、芴衍生物、periflanthene 衍生物、茚并苝衍生物、双(连氮(azinyl))硼胺化合物、双(连氮)甲烷化合物和羰苯乙烯基化合物。

电子传输层 (ETL)

用于形成本发明的有机 EL 元件的电子传输层 111 的优选薄膜形成材料是金属螯合的喔星类化合物，包括喔星（一般也称为 8-羟基喹啉）本身的螯合物。这类化合物有助于电子的注入和传输，表现出高性能，且很容易制成薄膜。喔星类化合物的例子在上面已经列出。

其它的电子传输材料包括在美国专利 No. 4,356,429 中公开的各种丁二烯衍生物和美国专利 No. 4,539,507 中描述的各种杂环荧光增白剂。吲哚和三嗪也可用作电子传输材料。

阴极

当发出的光只能通过阳极可视时，用于本发明的阴极 113 可包括几乎任何具有传导性的材料。理想的材料具有良好的成膜特性以保证与下

面的有机层有良好的接触，在低电压下促进电子的注入，并具有良好的稳定性。有用的阴极材料通常含有低功函的金属($<4.0\text{ eV}$)或金属合金。如在美国专利 No. 4,885,221 中描述的一种优选的阴极材料是包括 Mg:Ag 合金，其中银的百分含量在 1-20%之间。另一类适合的阴极材料包括双层，其含有薄的电子注入层(EIL)以及与之接触的有机层(如 ETL)，该有机层用一层较厚的导体金属覆盖。这里，EIL 优选包括低功函金属或金属盐，并且在这种情况下，较厚的覆盖层不需要具有低功函。一个这样阴极的例子包括如美国专利 No. 5,677,572 中描述的一个薄层 LiF 接一个较厚 Al 层。其它有用的阴极材料包括但不限于那些在美国专利 Nos. 5,059,861; 5,059,862; 和 6,140,763 中公开的材料。

当发出的光是通过阴极可视时，阴极必须是透明的或接近透明的。对于一些应用而言，金属必须薄或必须使用透明的导体氧化物或这些材料的组合。关于光学透明的阴极的更详细的描述在下列专利文献中可找到：美国专利 No. 4,885,211，美国专利 No. 5,247,190，美国专利 No. 5,703,436，美国专利 No. 5,608,287，美国专利 No. 5,837,391，美国专利 No. 5,677,572，美国专利 No. 5,776,622，美国专利 No. 5,776,623，美国专利 No. 5,714,838，美国专利 No. 5,969,474，美国专利 No. 5,739,545，美国专利 No. 5,981,306，美国专利 No. 6,137,223，美国专利 No. 6,140,763，美国专利 No. 6,172,459，EP 1 076 368，美国专利 No. 6,278,236 和美国专利 No. 6,284,393。阴极材料通常是通过蒸发，阴极溅镀或化学气相沉积进行沉积。需要时，可通过许多公知的方法获得图案，这些方法包括但不限于通过掩膜的沉积，如在美国专利 No. 5,276,380 和 EP 0 732 868 中描述的整体掩膜，激光烧蚀，以及选择的化学气相沉积。

其它常有的有机层和显示器构造

在一些情况下，层 109 和 111 可任选坍塌为起支持光发射和电子传输功能的单层。业内还知道可将发光掺杂剂加到作为宿主的空穴传输层中。可向一层或多层中加入多种掺杂剂以产生发白光的 OLED，例如通过加入发蓝色和黄光，青色和红色光，或红色、绿色和蓝色发光的材料。白光显示器例如在 EP 1 187 235, U.S. 2002/0025419, EP 1 182 244, 美国专利 No. 5,683,823, 美国专利 No. 5,503,910, 美国专利 No. 5,405,709, 和美国专利 No. 5,283,182 中进行了描述。

现有技术中教导的其它的层，如电子或空穴阻碍层可用于本发明的

显示器。如在 U.S. 2002/0015859 中描述的空穴阻碍层常被用来改善磷光发射显示器的效率。

本发明可被用于如在美国专利 No. 5,703,436 和美国专利 No. 6,337,492 中描述的所谓叠层显示器结构中。

有机层的沉积

上面提到的有机材料适合通过气相法如升华法进行沉积，但是也可由液相进行沉积，例如从具有任选粘合剂的溶液中沉积以改善膜的形成。如果该材料是聚合物，除了可用溶液沉积外，也可以用其它方法，例如阴极溅镀或从供体板上进行热转移。通过升华进行沉积的材料可从升华器“舟”进行蒸发，该“舟”通常包括例如在美国专利 No. 6,237,529 中描述的钽材料，或者先将材料涂布在供体板上，然后在距离基板更近处进行升华。用材料混合物进行沉积的层可采用不同的升华器舟或可对材料进行预混合，并从单一的舟或供体板进行涂布。可使用掩膜、整体掩膜(美国专利 No. 5,294,870)，从供体板进行的空间限定的热染料传递(美国专利 Nos. 5,688,551, 5,851,709 和 6,066,357)，以及喷墨法(美国专利 No. 6,066,357)来获得沉积图案。

封装

大多数的 OLED 显示器都对湿气或氧，或两者敏感，因此它们通常在惰性气氛中密封，例如氮气或氩气，并使用干燥剂如氧化铝，铁矾土，硫酸钙，粘土，硅胶，沸石，碱金属氧化物，碱土金属氧化物，硫酸盐，或金属卤化物以及高氯酸盐。用于封装和干燥的方法包括但不限于那些在美国专利 No. 6,226,890 中描述的方法，此外，阻隔层如 SiO_x，特氟隆，和交替的无机/聚合物层也是本领域熟知的用于封装的材料。

光学优化

根据需要，本发明的 OLED 显示器可应用各种已知的光学效果来增强其性能。这包括改变层厚度以获得高传输性，提供介质反射镜结构，用吸光电极代替反射电极，在显示器表面提供反眩光或抗反射涂层，在显示器表面提供极化介质，或在显示器表面提供彩色的、中密度的、或色彩转化滤色器。滤色器、起偏镜和反眩光或抗反射涂层可具体提供在表面或位于表面之下的电极保护层上。

本发明已通过特别参照其优选的实施方式进行详细描述，但应当理解的是在本发明的精神和范围内可作出各种变通和修改。

部件清单

- 8 驱动电路
- 10 OLED 器件
- 11 电源
- 12 开关晶体管
- 13 驱动晶体管
- 14 第一参数信号
- 15 开关晶体管
- 16 控制器
- 18 电流测量器件
- 19 第二参数信号
- 20 基板
- 22 阵列
- 23 热电偶
- 24 数据线路
- 25 校正的控制信号
- 26 输入信号
- 28 选择线路
- 32 栅电极
- 40 dV_{th}
- 42 dV_{OLED}
- 50 施加输入信号
- 52 测量 OLED 电压、电流、亮度
- 54 储存测量值
- 56 重复过程
- 57 重复一系列步骤
- 58 创建查找表或运算法则
- 60 施加输入信号
- 62 测量 OLED 电压和电流
- 64 对 OLED 效率进行查找校正
- 66 形成校正的信号

68	施加校正的信号
103	阳极
105	空穴注入层
107	空穴传输层
109	发光层
111	电子-传输层
113	阴极
250	电压/电流源
260	电导体

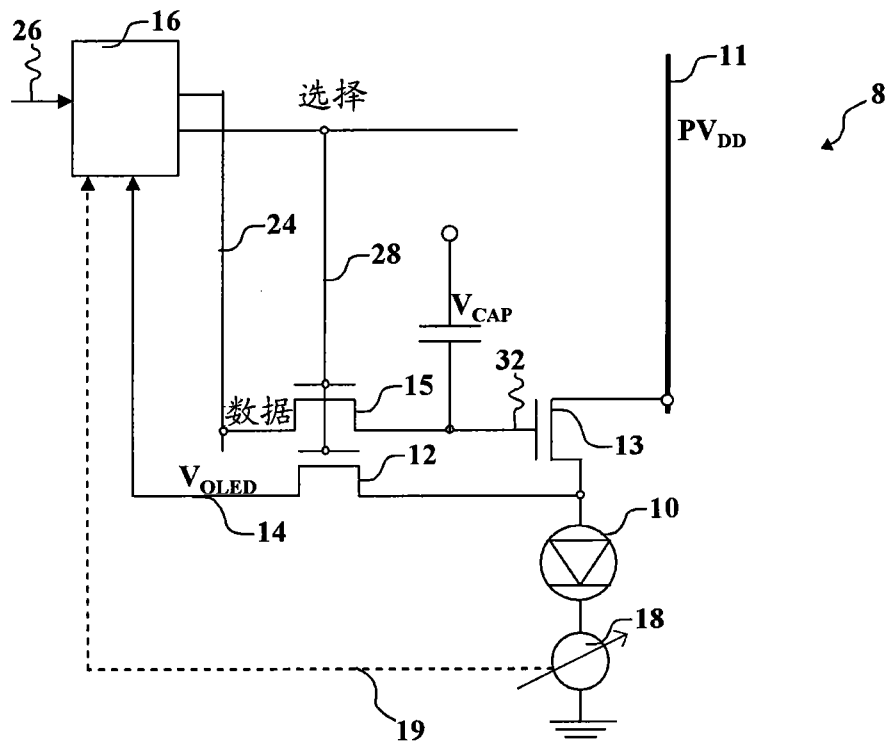


图 1A

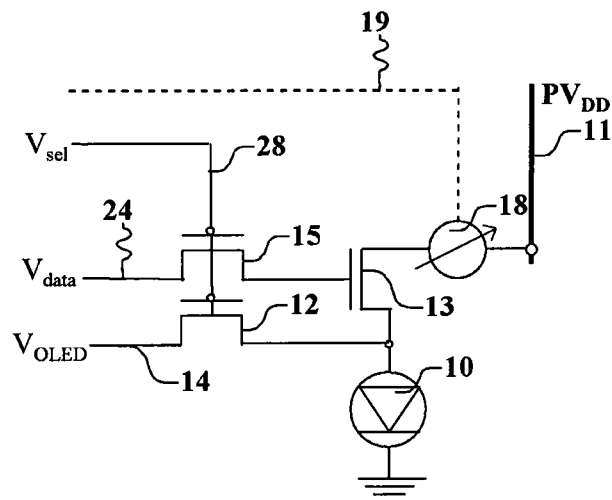


图 1B

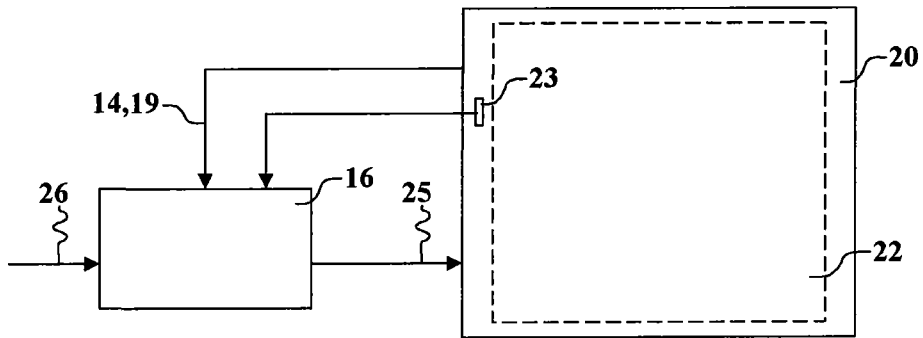


图 2

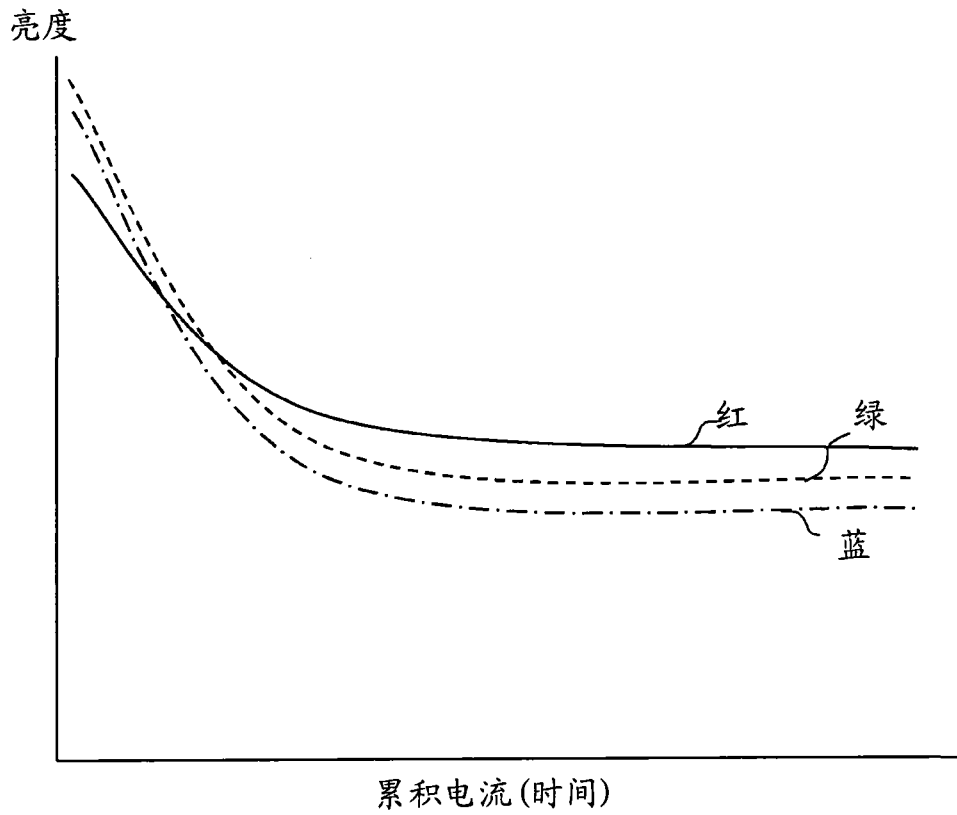


图 3A

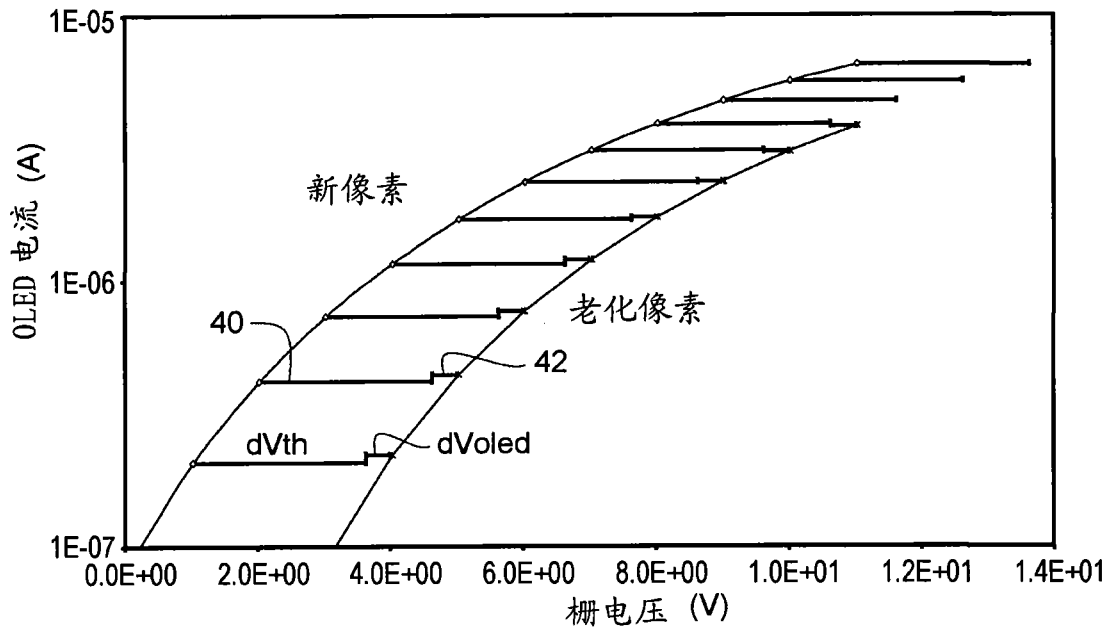


图 3B

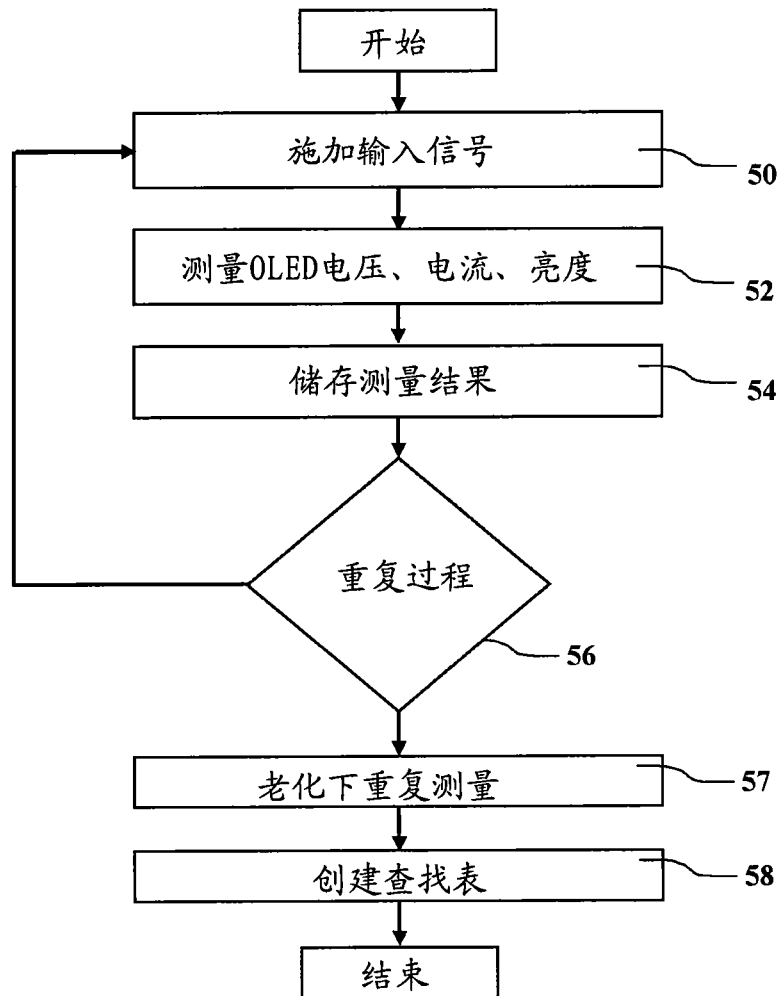


图 4A

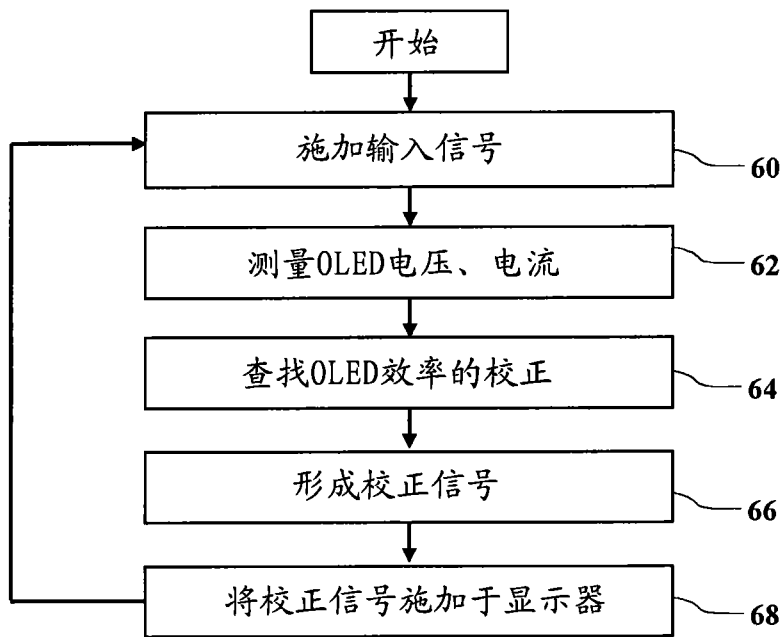


图 4B

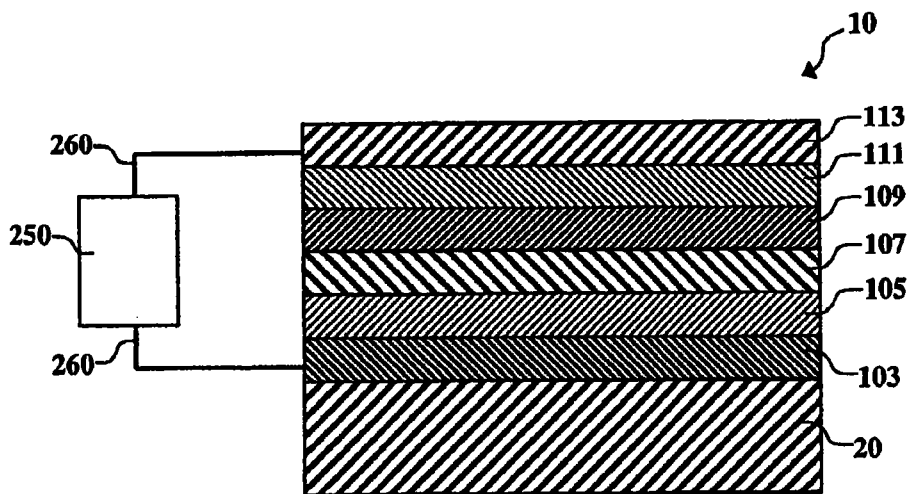


图 5

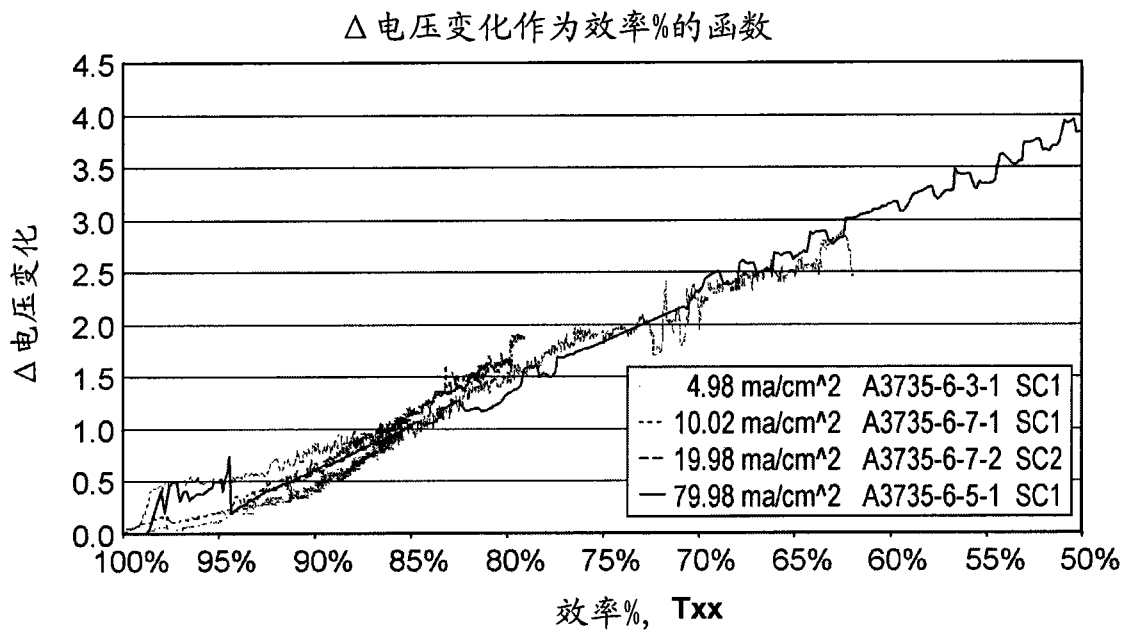


图 6