



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105303999 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510293521. 5

G09G 3/32(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 01

(30) 优先权数据

14/291, 231 2014. 05. 30 US

(71) 申请人 伊格尼斯创新公司

地址 加拿大 大安大略

(72) 发明人 戈尔拉玛瑞扎·恰吉 贾马尔·索尼

乔纳森·杰基尔

阿利森·詹尼科里斯

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 陈桂香 曹正建

(51) Int. Cl.

G09G 3/00(2006. 01)

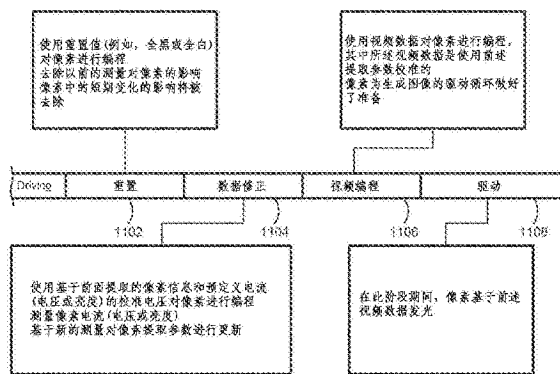
权利要求书1页 说明书28页 附图24页

(54) 发明名称

用于 AMOLED 显示器的像素电路的缺陷检测及修正

(57) 摘要

本发明公开了在基于阵列的半导体器件的制造期间检测所述半导体器件的缺陷的方法,其包括如下步骤:在制造形成所述半导体器件的多种类型的实体的中间阶段检测形成所述半导体器件的所述实体中的缺陷;确定检测到的缺陷是否超过了检测出缺陷的所述实体的类型的预选阈值;如果所述检测到的缺陷没有超过所述预选阈值,则继续所述半导体器件的制造;以及如果所述检测到的缺陷超过所述预选阈值,则对所述检测到的缺陷的类型进行识别,修复识别出的缺陷并且继续所述半导体器件的制造。根据本发明,能够在制造期间识别出缺陷和不均匀性。



1. 一种在基于阵列的半导体器件的制造期间检测所述半导体器件的缺陷的方法,所述方法包括如下步骤:

在制造形成所述半导体器件的多种类型的实体的中间阶段检测形成所述半导体器件的所述实体中的缺陷;

确定检测到的缺陷是否超过了检测出缺陷的所述实体的类型的预选阈值;

如果所述检测到的缺陷没有超过所述预选阈值,则继续所述半导体器件的制造;以及

如果所述检测到的缺陷超过所述预选阈值,则对所述检测到的缺陷的类型进行识别,修复识别出的缺陷并且继续所述半导体器件的制造。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述基于阵列的半导体器件是有源矩阵有机发光器件 (AMOLED) 显示面板。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,所述多种类型的主体至少包括驱动晶体管、OLED 和信号线。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述预选阈值随着所述检测到的缺陷的数目增大而变化。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,通过根据检测出缺陷的所述实体的类型而定制的测试来对缺陷的所述类型进行识别。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,通过下述方式在所述实体中检测缺陷:测量单个像素中的电压或电流并将测量值与所述电压或电流的预选阈值进行比较。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中,测量的所述电流是流至所述像素的发光器件的电流。

8. 如权利要求 6 所述的方法,其中,测量的所述电压是在像素电路与所述像素的发光器件的连接处的电压。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中,通过下述方式在所述实体中检测缺陷:基于正常像素中的电流或电压的最低电平预选电流或电压的参考电平,并且将测量的电流或电压与对应的预选的所述参考电平进行比较。

用于 AMOLED 显示器的像素电路的缺陷检测及修正

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及有源矩阵有机发光器件 (AMOLED) 显示器,并具体地涉及确定要求对这类显示器的像素进行补偿的老化条件,以及用于检测这类显示器中的缺陷和不均匀性的检测系统。

背景技术

[0002] 当前需要用于提供显示器时间和空间信息的精确测量的技术以及应用这样的信息来提高 AMOLED 显示器中的显示均匀性的方法。出于老化补偿的目的,也需要精确地确定像素特性的基线测量。

[0003] AMOLED 显示器中使用的 OLED 和薄膜晶体管 (TFT) 都会因生产问题而在显示面板上呈现出不均匀的表现。如果在生产面板时(例如,在制造期间或紧随制造之后)能够识别出缺陷和不均匀性,那么就能够解决这类问题。

发明内容

[0004] 根据一个实施例,提供了一种用于通过如下方式在基于阵列的半导体器件的制造期间检测所述半导体器件的缺陷的系统:(a) 在制造形成所述半导体器件的多种类型的实体的中间阶段检测形成所述半导体器件的所述实体中的缺陷;(b) 确定检测到的缺陷是否超过了检测出缺陷的所述实体的类型的预选阈值;(c) 如果所述检测到的缺陷没有超过所述预选阈值,则继续所述半导体器件的制造;以及(d) 如果所述检测到的缺陷超过所述预选阈值,则对所述检测到的缺陷的类型进行识别,修复识别出的缺陷并且继续所述半导体器件的制造。

[0005] 在一个实施例中,所述基于阵列的半导体器件是有源矩阵有机发光器件 (AMOLED) 显示面板,且多种类型的主体至少包括驱动晶体管、OLED 和信号线。所述预选阈值可随着所述检测到的缺陷的数目的增大而变化,并且通过根据检测出缺陷的所述实体的类型而定制的测试来对缺陷的所述类型进行识别。可以通过下述方式在所述实体中检测缺陷:测量单个像素中的电压或电流并将测量值与所述电压或电流的预选阈值进行比较。测量的所述电流可以是流至像素的发光器件的电流,且测量的所述电压可以是在像素电路与所述像素的发光器件的连接处的电压。可以通过下述方式在所述实体中检测缺陷:基于正常像素中的电流或电压的最低电平来预选电流或电压的参考电平,并且将测量的电流或电压与对应的预选的所述参考电平进行比较。

[0006] 根据参考附图(接下来将对它们进行简要说明)对各种实施例和/或各方面进行的详细说明,对本领域技术人员而言,本发明的前述的和附加的方面及实施例将是显而易见的。

附图说明

[0007] 在阅读下面的详细说明并参考附图后,本发明的前述的和其他的优点对本领域技

术人员而言将是显而易见的。

- [0008] 图 1 是具有用于修正参数补偿控制的数据的参考像素的 AMOLED 显示器的框图；
- [0009] 图 2A 是 AMOLED 的可进行老化参数的测试的一个像素的驱动电路的框图；
- [0010] 图 2B 是 AMOLED 的像素中的一个像素的驱动电路的电路图；
- [0011] 图 3 是用于确定被测装置的基线老化参数之一的系统的框图；
- [0012] 图 4A 是图 3 中的用于将参考电流电平与用于老化补偿的被测装置进行比较的电流比较器的框图；
- [0013] 图 4B 是图 4A 中的电流比较器的详细电路图；
- [0014] 图 4C 是与图 4A 中的电流比较器连接的图 3 中的被测装置的详细框图；
- [0015] 图 5A 是在确定被测装置的电流输出的过程中用于图 3-4 中的电流比较器的信号的信号时序图；
- [0016] 图 5B 是图 3 至 4 中的电流比较器的用于校正偏置电流的信号的信号时序图；
- [0017] 图 6 是用于补偿图 1 中的 AMOLED 显示器的老化的参考电流系统的框图；
- [0018] 图 7 是用于在不同情况下调整显示器所使用的多个亮度文件的系统的框图；
- [0019] 图 8 是用于显示器中的像素的校准的视频帧的框图；以及
- [0020] 图 9 示出了用于更精确的老化补偿的施加至参考像素的小电流的使用。
- [0021] 图 10 是具有包括参考像素的行的像素矩阵的显示器的示意图。
- [0022] 图 11 是通过在编程之前施加重置循环而进行的老化补偿的时序图，在重置循环期间使用重置值对像素进行编程。
- [0023] 图 12A 是具有 IR 降补偿的像素电路的电路图。
- [0024] 图 12B 是图 12A 的像素电路的正常操作的时序图。
- [0025] 图 12C 是图 12A 的像素电路的直接 TFT 读出的时序图。
- [0026] 图 12D 是图 12A 的像素电路的直接 OLED 读出的时序图。
- [0027] 图 13A 是具有电荷基补偿的像素电路的电路图。
- [0028] 图 13B 是图 13A 的像素电路的正常操作的时序图。
- [0029] 图 13C 是图 13A 的像素电路的直接 TFT 读出的时序图。
- [0030] 图 13D 是图 13A 的像素电路的直接 OLED 读出的时序图。
- [0031] 图 13E 是图 13A 的像素电路的间接 OLED 读出的时序图。
- [0032] 图 14 是偏置像素电路的电路图。
- [0033] 图 15A 是具有与 OLED 和像素电路连接的信号线的像素电路的电路图。
- [0034] 图 15B 是具有作为信号线而被图案化的 ITO 电极的像素电路的电路图。
- [0035] 图 16 是用于面板的探测的焊盘布置的示意图。
- [0036] 图 17 是用于背板测试的像素电路的电路图。
- [0037] 图 18 是用于全显示器测试的像素电路的电路图。
- [0038] 图 19 是适于接收探针卡 (probe card) 的显示面板的示意性立体图。
- [0039] 图 20 是图 1 中所示的显示面板的示意性正视图，该图示出了用于接收探针卡的探针焊盘的位置。
- [0040] 图 21 示出了连接至用于将探针信号提供至探针焊盘的多路复用器的一对探针焊盘。

[0041] 图 22 是图 3 中所示的被连接用来接收显示信号的一个探针焊盘的示意性电路图。

[0042] 图 23 是用于进行 AMOLED 面板的测量以及各种的修正动作的检测系统的示意图, 所述修正可用来修复通过该测量的分析而识别出的缺陷。

[0043] 图 24 是具有信号 WR 的像素电路的示意性电路图。

[0044] 图 25 是适于检测的一对像素电路的电路图。

[0045] 本发明能够具有各种修改和替代形式, 已通过附图中的示例示出了具体实施例并将在本文中详细地对它们进行说明。然而, 应当理解的是, 本发明并不限于所披露的特定形式。本发明能够覆盖在如本发明所附的权利要求所限定的本发明的精神和范围内的所有的修改、等同物及替代物。

具体实施方式

[0046] 图 1 是具有有源矩阵区或像素阵列 102 的电子显示系统 100, 其中, 有效像素 104a-d 的阵列以行和列的构造排列。为了便于说明, 仅示出了两行和两列。有源矩阵区 (像素阵列 102) 的外部是布置有用于驱动和控制像素阵列 102 的区域的周边电路的周边区域 106。周边电路包括栅极或地址驱动电路 108、源级或数据驱动电路 110、控制器 112 以及可选电源电压 (例如, Vdd) 驱动器 114。控制器 112 控制栅极驱动器 108、源级驱动器 110 和电源电压驱动器 114。在控制器 12 的控制下, 栅极驱动器 108 对地址或选择线 SEL[i] 和 SEL[i+1] 等进行操作, 地址或选择线用于像素阵列 102 中的像素 104 的每行。在下述的像素共享构造中, 栅极或地址驱动电路 108 也可选择地对全局选择线 GSEL[j] 和 /GSEL[j] 进行操作, 全局选择线 GSEL[j] 和 /GSEL[j] 对像素阵列 102 中的多行像素 104a-d 进行操作, 诸如像素 104a-d 的每两行。电压数据线将指示像素 104 中的每个发光器件的亮度的电压编程信息输送至每个像素 104。每个像素 104 中的诸如电容器等存储元件存储电压编程信息, 直到发光或驱动循环开启发光器件为止。可选电源电压驱动器 114 在控制器 112 的控制下控制电源电压 (EL_Vdd) 线, 电源电压线用于像素阵列 102 中的像素 104a-d 的每行。

[0047] 显示系统 100 还可包括提供电流偏置线上的固定电流的电流源电路。在一些构造中, 能够将参考电流提供至电流源电路。在这种构造中, 电流源控制器控制电流偏置线上的偏置电流的施加时序。在参考电流没有被提供至电流源电路的构造中, 电流源地址驱动器控制电流偏置线上的偏置电流的施加时序。

[0048] 众所周知, 显示系统 100 中的每个像素 104a-d 都需要利用指示像素 104a-d 中的发光器件的亮度的信息来进行编程。帧 (frame) 限定了包括编程周期或阶段以及驱动或发光周期或阶段的时间周期, 其中在所述编程周期内利用指示亮度的编程电压对显示系统 100 中的每个像素进行编程, 且在所述驱动周期内每个像素中的每个发光器件被开启从而与存储元件中所存储的编程电压相应的亮度发光。因此, 帧是构成显示系统 100 上所显示的完整运动图像的许多静态图像之中的一个静态图像。用于编程并驱动像素的方案至少有两种: 逐行 (row-by-row) 或逐帧 (frame-by-frame)。在逐行编程中, 一行像素被编程并然后被驱动, 然后下一行像素被编程并被驱动。在逐帧编程中, 首先对显示系统 100 中的所有行的像素进行编程, 然后逐行地对所有的帧进行驱动。任一种方案都能够使用在每帧的开始或结束处的短暂的垂直消隐时间, 在垂直消隐时间内既不对像素进行编程也不对像素进行驱动。

[0049] 在布置有像素阵列 102 的同一物理基板上,位于像素阵列 102 外部的部件可以被布置在像素阵列 102 周围的周边区域 106 中。这些部件包括栅极驱动器 108、源级驱动器 110 和可选电源电压控制器 114。或者,周边区域中的一些部件可以被布置在与像素阵列 102 相同的基板上,而其它部件被布置在不同的基板上,或者周边区域中的所有部件都被布置在与布置有像素阵列 102 的基板不同的基板上。栅极驱动器 108、源级驱动器 110、电源电压控制器 114 共同构成显示驱动电路。一些构造中的显示驱动电路可包括栅极驱动器 108 和源级驱动器 110,但不包括电源电压控制器 114。

[0050] 显示系统 100 还包括从数据输出线 VD[k] 和 VD[k+1] 等读取输出数据的电流供给和读出电路 120,数据输出线用于像素阵列 102 中的每列像素 104a 和 104c。在像素阵列 102 的边缘处,一组列参考像素 130 被装配在每列(诸如像素 104a 和 104c 的列)的端部。列参考像素 130 还可从控制器 112 接收输入信号并将数据信号输出至电流供给和读出电路 120。列参考像素 130 包括驱动晶体管和 OLED,但不是显示图像的像素阵列 102 的一部分。如下面将进行说明的,列参考像素 130 在多数编程周期中不被驱动,这是因为它们不是显示图像的像素阵列 102 的一部分,并且因此与像素 104a 和 104c 相比不会因编程电压的持续施加而老化。虽然在图 1 中仅示出了一个列参考像素 130,但是应当理解的是,可以有任意数量的列参考像素,尽管在本示例中的每列像素可使用二到五个这样的参考像素。阵列 102 中的每行像素还包括位于每行像素 104a-d(诸如像素 104a 和 104b)的末端处的行参考像素 132。行参考像素 132 包括驱动晶体管和 OLED,但不是显示图像的像素阵列 102 的一部分。如将进行说明地那样,行参考像素 132 具有提供像素的亮度曲线的基准检查的功能,所述像素的亮度曲线是在生产时被确定的。

[0051] 图 2A 示出了图 1 的像素 104 的驱动电路 200 的框图。驱动电路 200 包括驱动装置 202、有机发光器件(“OLED”)204、存储元件 206 和开关装置 208。电压源 212 连接至驱动装置 202。选择线 214 连接至开关装置以激活驱动电路 200。数据线 216 使编程电压被施加至驱动装置 202。监控线 218 使 OLED 204 和 / 或驱动装置 202 的输出被监控。或者,监控线 218 和数据线 216 可被合并成一条线(即,Data/Mon),以通过这一条线既执行编程功能又执行监控功能。

[0052] 图 2B 示出了实施图 2A 中的驱动电路 200 的电路的一个示例。如图 2B 所示,驱动装置 202 是驱动晶体管,在本示例中,该驱动晶体管是由非晶硅制成的薄膜晶体管。在本示例中,存储元件 206 为电容器。开关装置 208 包括将不同的信号切换至驱动电路 200 的选择晶体管 226 和监控晶体管 230。选择线 214 连接至选择晶体管 226 和监控晶体管 230。在读出时间期间,选择线 214 被拉高。可经由编程电压输入线 216 施加编程电压。可从与监控晶体管 230 连接的监控线 218 读取监控电压。可与像素编程周期平行地发送信号至选择线 214。如下面将进行说明的那样,可通过将参考电压施加至驱动晶体管的栅极来周期性地测试驱动电路 200。

[0053] 有几种用于从诸如显示系统 100 等被测装置(DUT)提取电特性数据的技术。被测装置(DUT)可以是包括(但不限于)发光二极管(LED)或 OLED 的任何材料(或器件)。这种测试可以有效地确定由诸如图 1 中的阵列 102 等像素阵列组成的面板中的 OLED 的老化(和 / 或均匀性)。在图 1 中的控制器 112 中的存储器中,可将此提取出的数据存储在查找表中作为原始或被处理的数据。所述查找表可被用来对背板或 OLED 的电参数中的任何偏

移（例如，阈值电压偏移或 OLED 操作电压的偏移）进行补偿。尽管在这些示例中使用了图 1 中的 OLED 显示器，但是本文中说明的技术可以被应用于包括但不限于 OLED、液晶显示器 (LCD)、发光二极管显示器或等离子体显示器等的任何显示技术。在 OLED 的情况下，测量出的电信息可以提供可能已经发生的任何老化的提示。

[0054] 可将电流施加至被测装置且可对输出电压进行测量。在此示例中，使用模数转换器 (ADC) 对电压进行测量。为了有相同的输出，与新的 OLED 的编程电压相比，发生老化的诸如 OLED 等器件需要更高的编程电压。此方法给出了被测装置的此电压变化的直接测量。电流流向可以是任何方向，但是出于说明的目的电流通常被馈入至被测装置 (DUT)。

[0055] 图 3 是可用于确定被测装置 302 的基线值以确定老化对被测装置 302 的影响的比较系统 300 的框图。比较系统使用两个参考电流来确定被测装置 302 的基线电流输出。被测装置 302 可以是诸如图 2B 中的驱动晶体管 202 等驱动晶体管或诸如图 2B 中的 OLED 204 等 OLED。当然，也可使用图 3 中所示的系统对其它类型的显示装置进行测试。被测装置 302 具有被保持在恒定电平的编程电压输入 304 以输出电流。电流比较器 306 具有第一参考电流输入 308 和第二参考电流输入 310。参考电流输入 308 经由开关 314 连接至第一参考电流源 312。比较器 306 的第二电流输入 310 经由开关 318 连接至第二参考电流源 316。被测装置 302 的输出 320 也连接至第二电流输入 310。电流比较器 306 包括比较输出 322。

[0056] 通过使输入 304 的电压保持恒定，被测装置 302 的输出电流也是恒定的。此电流取决于被测装置 302 的特性。针对来自第一参考电流源 312 的第一参考电流确立恒定电流且经由开关 314 将第一参考电流施加至电流比较器 306 的第一输入 308。第二参考电流被调整成不同的电平，其中各电平经由开关 318 连接至比较器 306 的第二输入 310。第二参考电流与被测装置 302 的输出电流混合。由于第一参考电流电平和第二参考电流电平是已知的，所以电流比较器 306 的输出 322 的两个参考电流电平之间的差就是被测装置 302 的电流电平。为被测装置 302 存储得到的输出电流并将该输出电流与在被测装置 302 的使用寿命操作期间基于相同的编程电压电平周期性地测量出的电流进行比较，以确定老化的影响。

[0057] 针对显示器中的每个器件，获得的确定器件电流可以被存储在查找表中。由于被测装置 302 发生老化，所以电流将从期望电平发生改变且因此编程电压可被改变为对基于通过图 3 中的校准过程确定的基线电流的老化的影响进行补偿。

[0058] 图 4A 是可用于将参考电流与例如图 3 中的被测装置 302 的电流进行比较的电流比较器电路 400 的框图。电流比较器电路 400 具有允许诸如两个参考电流等各种电流输入以及诸如图 1 中的像素驱动电路 200 等被测装置的电流的控制节点 402。在驱动晶体管 202 的电流被比较时电流为正电流或在 OLED 204 的电流被比较时电流为负电流。电流比较器电路 400 还包括运算跨阻放大电路 404、前置放大器 406 以及产生电压输出 410 的电压比较器电路 408。组合电流被输入至运算跨阻放大电路 404 并被转换成电压。该电压被输入至前置放大器并且电压比较器电路 408 确定电流差是为正还是为负并输出各电流差或零值。

[0059] 图 4B 是图 4A 中的可以被用来针对诸如装置 302 等被测装置如图 3 中的处理中所述地比较电流的电流比较器电路 400 的示例的部件的电路图。运算跨阻放大电路 404 包括运算放大器 412、第一电压输入 414 (CMP_VB)、第二电压输入 416 (CMP_VB)、电流输入端 418 以及偏置电流源 420。运算跨阻放大电路 404 还包括两个校准开关 424 和 426。如下面将

进行说明的,在本示例中,诸如图 3 中所示的被测装置 302 的电流、可变的第一参考电流及固定的第二参考电流等各种电流连接至电流输入 418。当然,若需要,可将固定的第二参考电流设定为零。

[0060] 第一参考电流输入与运算放大器 412 的负输入连接。因此,运算放大器 412 的负输入与图 3 中的被测装置 302 的输出电流以及一个或两个参考电流连接。运算放大器 412 的正输入与第一电压输入 414 连接。运算放大器 412 的输出与晶体管 432 的栅极连接。电阻器 434 连接在运算放大器 412 的负输入与晶体管 432 的源级之间。电阻器 436 连接在晶体管 432 的源级与第二电压输入 416 之间。

[0061] 晶体管 432 的漏极直接连接至晶体管 446 的漏极并经由校准开关 426 连接至晶体管 446 的栅极。采样电容器 444 通过开关 424 连接在晶体管 446 的栅极与电源电压线 411 之间。晶体管 446 的源级也连接至电源电压线 411。晶体管 446 的漏极和栅极分别与晶体管 440 和 442 的栅极端子连接。晶体管 440 和 442 的源级连接在一起并连接至偏置电流源 438。晶体管 440 和 442 的漏极分别连接至晶体管 448 和 450,晶体管 448 和 450 以二极管连接的构造被接线至电源电压线 411。如图 4B 所示,晶体管 440、442、448 和 450 以及偏置电流源 438 是前置放大器 406 的部件。

[0062] 晶体管 442 的漏极和晶体管 440 的漏极分别与晶体管 452 的栅极和晶体管 454 的栅极连接。晶体管 452 和 454 的漏极连接至晶体管 456 和 458。晶体管 456 的漏极和晶体管 458 的漏极分别连接至晶体管 460 的源级和晶体管 462 的源级。晶体管 460 和 462 的漏极端子和栅极端子分别连接至晶体管 464 和 466 的漏极端子和栅极端子。晶体管 464 和 466 的源级端子连接至电源电压线 411。晶体管 464 的源级和漏极连接至晶体管 468 的源级和漏极,晶体管 466 的源级和漏极连接至晶体管 470 的源级和漏极。晶体管 456 和 458 的栅极连接至使能输入 (enable input) 472。使能输入 472 还连接至双晶体管 468 和 470 的栅极。

[0063] 缓冲电路 474 连接至晶体管 462 的漏极和晶体管 460 的栅极。输出电压 410 连接至缓冲电路 476,缓冲电路 476 连接至晶体管 460 的漏极和晶体管 462 的栅极。缓冲电路 474 用于平衡缓冲电路 476。晶体管 452、454、456、458、460、462、464、466、468 和 470 以及缓冲电路 474 和 476 构成了电压比较器电路 408。

[0064] 电流比较器系统 400 可以基于包括但不限于 CMOS 半导体制造的任何集成电路技术。在本示例中,电流比较器系统 400 的部件是 CMOS 器件。针对来自第一电流输入端 418 (I_{ref}) 的给定参考电流电平,确定输入电压 414 和 416 的输入电压的值。在本示例中,输入电压 414 和 416 的电压电平相同。可以通过使用在图 4 中没有示出的数模转换器 (DAC) 装置来控制输入至运算放大器 412 的电压输入 414 和 416。如果 DAC 的电压范围不足,那么也可增加电平移位器。偏置电流可以由诸如跨阻放大器电路等电压控制电流源或诸如薄膜晶体管等晶体管产生。

[0065] 图 4C 示出了诸如图 3 中所示的系统 300 等测试系统的一个示例的详细框图。图 4C 中的测试系统连接至被测装置 302,其中被测装置 302 可以是诸如图 2 中所示的像素驱动电路 200 等的像素驱动电路。在本示例中,对平板显示器的所有驱动电路进行测试。栅极驱动器电路 480 连接至所有驱动电路的选择线。栅极驱动器电路 480 包括使能输入,在本示例中当输入的信号为低时所述使能输入启动被测装置 302。

[0066] 被测装置 302 从源级驱动器电路 484 接收数据信号。源级驱动器电路 484 可以是诸如图 1 中的源级驱动器 120 等的源级驱动器。数据信号为预定值的编程电压。当栅极驱动器电路 480 启动装置时,被测装置 302 在监控线上输出电流。来自被测装置 302 的监控线的输出连接至使多个装置能够进行测试的模拟多路复用电路 482 连接。在本示例中,模拟多路复用电路 482 允许 210 个输入的多路复用,但是,当然可以对任意数量的输入进行多路复用。

[0067] 被测装置 302 的信号输出与运算跨阻放大电路 404 的参考电流输入 418 连接。在本示例中,如图 3 所述,可变参考电流源连接至电流输入端 418。在本示例中,不存在诸如图 3 中的第一参考电流等固定电流。因此,图 3 中的第一参考电流源的值在本示例中被认为是零。

[0068] 图 5A 是图 4A-4C 中所示的电流比较器的信号的时序图。图 5A 中的时序图示出了图 4C 中的栅极驱动器 480 的栅极使能信号 502、与模拟多路复用器 482 连接的 CSE 使能信号 504、由可变参考电流源(其在测试处理的每次重复中被设定为预定电平并与电流输入端 418 连接)产生的电流参考信号 506、控制校准开关 426 的校准信号 508、控制校准开关 424 的校准信号 510、连接至使能输入 472 的比较器使能信号 512 以及输出 410 上的输出电压 514。CSE 使能信号 504 被保持为高,以确保被测装置 302 的监控线上的任何泄漏在最终的电流比较中被消除。

[0069] 在第一阶段 520 中,栅极使能信号 502 被拉高且因此,图 4C 中的被测装置 302 的输出为零。因此,输入至电流比较器 400 的电流仅是来自被测装置 302 的监控线的泄漏电流。参考电流 506 的输出也被设定为零,使得图 4B 和 4C 中的晶体管 432 和 436 的最佳静止状态仅受线泄漏或读出电路的偏移最小程度地影响。校准信号 508 被设定为高,这使校准开关 426 关闭。校准信号 510 被设定为高,这使校准开关 424 关闭。比较器使能信号 512 被设定为低且因此电压比较器电路 408 的输出被重置为逻辑 1。因此,泄漏电流被输入至电流输入 418 且用于表示面板上的监控线的泄漏电流的电压被存储在电容器 444 上。

[0070] 在第二阶段 522 中,栅极使能信号 502 被拉低且因此被测装置 302 的输出在来自源极驱动器电路 484 的设定编程电压输入下产生未知电流。来自被测装置 302 的电流与被设定为第一预定值并与被测装置的电流方向相反的参考电流 506 一起通过电流输入 418 而被输入。因此,电流输入 418 是参考电流 506 与来自被测装置 302 的电流的差。校准信号 510 被短暂地设定为低,以打开开关 424。然后,校准信号 508 被设定为低且因此开关 426 被打开。然后,控制开关 424 的校准信号 510 被设定为高,以关闭开关 424,从而使晶体管 446 的栅极端子上的电压稳定化。比较器使能信号 512 保持为低且因此没有来自电压比较器电路 408 的输出。

[0071] 在第三阶段 524 中,比较器使能信号 512 被拉高且电压比较器 408 在电压输出 410 上产生输出。在本示例中,输出电压信号 514 的正电压输出逻辑 1 表示正电流,因此表明了被测装置 302 的电流大于预定参考电流。电压输出端 410 上的零电压表示负电流,该负电流表明被测装置 302 的电流小于预定电平的参考电流。以此方式,被测装置的电流与参考电流之间的任何差异都被电流比较器电路 400 放大并检测出。然后,基于检测的结构将参考电流的值移至第二预定电平且重复阶段 520、522 和 524。对参考电流进行调整使得比较器电路 400 能够被测试系统使用,以确定被测装置 302 的电流输出。

[0072] 图 5B 是为了确定用于运算跨阻放大电路 404 的图 4B 中的偏置电流源 420 的最佳偏置电流值而施加至图 4C 中所示的测试系统的信号的时序图。为了获得电流比较器电路 400 的最大信噪比 (SNR), 必须对电流比较器进行校准。通过偏置电流源 420 的微调 (fine tuning) 来实现所述校准。偏置电流源 420 的最佳偏置电流电平使像素的测量期间的噪声功率 (其也是线泄漏的函数) 最小化。因此, 需要捕捉电流比较器的校准期间的线泄漏。

[0073] 图 5B 中的时序图示出了图 4C 中的栅极驱动器 480 的栅极使能信号 552、与模拟多路复用器 482 连接的 CSE 使能信号 554、控制校准开关 426 的校准信号 556、与使能输入 472 连接的比较器使能信号 558、由可变参考电流源 (其在测试过程的每次重复中被设定为预定电平并与电流输入端 418 连接) 产生的电流参考信号 560 以及输出 410 上的输出电压 562。

[0074] CSE 使能信号 554 被保持为高, 以确保线上的任何泄漏被包括在校准处理中。为了防止被测装置 302 输出来自任何数据输入的电流, 栅极使能信号 552 也被保持为高。在第一阶段 570 中, 校准信号 556 被拉高, 从而关闭校准开关 426。另一校准信号被拉高, 以关闭校准开关 424。为了重置来自电压比较器电路 408 的电压输出, 比较器使能信号 558 被拉低。来自被测装置 302 的监控线的任何泄漏电流被转换成存储在电容器 444 中的电压。

[0075] 当输入至开关 424 的校准信号被拉低且随后校准信号 556 被拉低从而打开开关 426 时, 进入第二阶段 572。然后, 输入至开关 424 的信号被拉高从而关闭开关 424。小电流从参考电流源被输出至电流输入 418。该小电流值是与电流比较器 400 的最小可检测信号 (MDS) 范围相对应的最小值。

[0076] 当比较器使能信号 558 被拉高从而使电压比较器电路 408 能够读取输入时, 进入第三阶段 574。电压比较器电路 408 在输出 410 上的输出应当为正, 这表示与泄漏电流相比的正电流。

[0077] 当校准信号 556 再次被拉高从而关闭校准开关 426 时, 进入第四阶段 576。为了重置从电压比较器电路 408 输出的电压, 比较器使能信号 558 被拉低。来自被测装置 302 的监控线的任何泄漏电流被转换成存储在电容器 444 中的电压。

[0078] 当输入至开关 424 的校准信号被拉低且随后校准信号 556 被拉低从而打开开关 426 时, 进入第五阶段 578。然后, 输入至开关 424 的信号被拉高, 从而关闭开关 424。小电流从参考电流源被输出至电流输入 418。该小电流为与电流比较器 400 的最小可检测信号 (MDS) 范围相对应的最小值, 但是是与第二阶段 572 中的正电流相反的负电流。

[0079] 当比较器使能信号 558 被拉高从而使电压比较器电路 408 能够读取输入时, 进入第六阶段 580。电压比较器电路 408 在输出 410 上的输出应当为零, 这表示与泄漏电流相比的负电流。

[0080] 重复阶段 570、572、574、576、578 和 580。通过调整偏置电流的值, 最终, 在 1 和 0 之间的有效输出电压触发的比率达到表示最佳偏置电流值的最大值。

[0081] 图 6 是图 1 中的显示系统 100 的控制器 112 的补偿组件的框图。补偿组件包括老化提取部 600、背板老化 / 匹配模块 602、色彩共享 / 伽马修正模块 604、OLED 老化存储器 606 以及补偿模块 608。用于驱动显示系统 100 的具有电子元件的背板可以是包括 (但不限于) 非晶硅、多晶硅、单晶硅、有机半导体和氧化半导体的任何技术。而且, 显示系统 100 可以是包括 (但不限于) LED 或 OLED 的任何显示器材料 (或器件)。

[0082] 老化提取部 600 被连接用来接收来自阵列 102 的输出数据,该输出数据基于阵列的像素的输入并且与用于测试老化对于阵列 102 的影响的输出相对应。老化提取部 600 使用列参考像素 130 的输出作为用于与有效像素 104a-d 的输出进行比较的基线,以确定包括各个列参考像素 130 在内的每列上的像素 104a-d 中的各者受到的老化影响。可替代地,可计算出列中的像素的平均值并将其与参考像素的值进行比较。色彩共享 / 伽马修正模块 604 也从列参考像素 130 获取数据以确定适当的色彩修正,从而补偿像素受到的老化影响。用于比较对比测量的基线可以被存储在存储器 606 中的查找表中。背板老化 / 匹配模块 602 计算用于显示器的背板和电子产品的组件的调整。补偿模块 608 被提供有来自老化提取部 600、背板老化 / 匹配模块 602 以及色彩共享 / 伽马修正模块 604 的输入,以修改输入至图 1 中的像素 104a-d 的编程电压从而对老化影响进行补偿。补偿模块 608 访问查找表,以获得阵列 102 上的像素 104a-d 中的每个像素基础数据,所述基础数据将与校准数据结合使用。补偿模块 608 基于查找表中的值以及从显示阵列 102 中的像素获得的数据对像素 104a-d 的编程电压进行相应地修改。

[0083] 图 2 中的控制器 112 对来自图 1 中的显示阵列 102 中的像素 104a-d 的数据进行测量,以对测量期间收集到的数据进行正确地规一化。对于每列上的像素,列参考像素 130 在这些功能中起到辅助作用。列参考像素 130 可位于用图 1 中的像素 104a-d 代表的有效观看区域 (active viewing area) 的外部,但是这类参考像素也可嵌入积极观察区域内。列参考像素 130 保存有诸如未老化或以预定方式老化等受控条件,从而为显示阵列 102 中的像素 104a-d 的测量数据提供补偿和抵消信息 (offset and cancellation information)。此信息帮助控制器 112 抵消来自诸如室温等外源或诸如来自其它像素 104a-d 的泄漏电流等系统自身内部的共模噪声。使用阵列 102 上的几个像素的加权平均值也可提供关于全面板特性的信息,以解决诸如由于整个面板上的电阻引起的电压降,即电流 / 电阻 (IR) 降等问题。列参考像素 130 的由已知和受控源施加的信息可被使用在由补偿模块 608 执行的补偿算法中,以减小任何发散性产生的补偿误差。可使用从面板的初始基线测量收集的数据来对多个列参考像素 130 进行选择。坏的参考像素被识别出,且可选择替代的参考像素 130 以确保进一步的可靠性。当然,应当理解的是,为了校准和测量,可以使用行参考像素 132 来代替列参考像素 130 并且可以使用行来代替列。

[0084] 在使用外部读出电路来对像素特性的漂移进行补偿的显示器中,当像素随时间而被提供已知的输入信号时,读出电路从像素中读取电流、电压和电荷中的至少一者。读出信号被翻译成像素参数的漂移并被用来对像素特性变化进行补偿。这些系统主要容易出现因诸如温度变化、老化和漏电等不同的现象产生的读出电路变化的偏移。如图 10 所述,可使用参考像素行 (图 10 中的具有阴影线的像素) 来从读出电路消除这些影响,且可在显示阵列中使用这些参考行。这些参考像素行以大体上不受老化影响的方式而被偏置。读出电路读出这些参考像素行,也读出正常的显示行。之后,通过参考值来对正常行的读出值进行修正,以消除不期望的影响。由于每一列连接至一个读出电路,所以实用的方法是使用列中的参考像素来调整这列的正常像素。

[0085] 主要变化将是面板上的既影响参考像素又影响像素电路的诸如温度等的全局影响。在此情况下,将通过补偿值来消除这种影响,所以将存在针对这样的现象的单独补偿。

[0086] 为了在没有额外补偿因素或传感器的情况下提供针对全局现象的补偿,从参考像

素减去全局现象的影响。有不同的方法来计算全局现象的影响。然而,直接影响是:

[0087] 平均参考值:这里,参考像素值的平均值被用作全局现象的影响。然后,可从所有的参考像素中减去此值。因此,如果使用全局现象对参考值进行修改,那么它将被从这些参考值中减去。因此,当通过参考值对像素测量值进行修正时,像素值中的全局影响将保持不变。因此,这将能够对这样的影响进行补偿。

[0088] 主参考像素:另一种方法是使用主参考像素(主参考像素可以是参考像素的子集或完全不同的参考像素)。与前一方法类似,从参考像素电路中减去主参考像素的平均值,这导致在像素测量值中留有全局现象的影响。

[0089] 有多种可以利用图 1 中的列参考像素 130 的补偿方法。例如,在薄膜晶体管测量中,将列参考像素 130 所需的用于输出电流的数据值从有源区(像素阵列 102)中的相同列的像素 104a-d 的数据值中减去,以输出相同的电流。列参考像素 130 和像素 104a-d 的测量在时间上可以发生得非常接近,例如,在相同的视频帧期间内。电流的任何差异表示像素 104a-d 受到的老化影响。控制器 112 可使用获得的值来计算对像素 104a-d 的编程电压的适当调整,以在显示器的使用寿命内保持相同的亮度。列参考像素 130 的另一作用是为其其它像素 104 提供参考电流以用作基线并且确定那些像素的电流输出受到的老化影响。因为参考像素 130 和有效像素 104 具有共同的数据和供电线,所以一些共模噪声抵消在测量中是固有的,因而参考像素 130 可简化数据操作。为了验证在生产显示器期间为了补偿用控制器的使用而存储的像素的亮度曲线是正确的,可对行参考像素 132 进行周期性地测量。

[0090] 对于 1080p 显示器,在发货之前对显示器上的诸如图 2 中的驱动电路 200 等所有驱动电路的驱动晶体管和 OLED 的测量需要 60 至 120 秒,并将检测任何短路和开路的驱动晶体管和 OLED(这导致故障或不发光的像素)。它还将检测驱动晶体管或 OLED 性能中的不均匀性(这导致亮度不均匀)。此技术可代替使用数码相机的光学检测,这使得在生产设备中不需要此昂贵的部件。由于滤色器是纯光学元件,所以不能够以电学的方式对使用滤色器的 AMOLED 进行完全地检测。在此情况下,通过提供额外的诊断信息并潜在地降低光学检测的复杂性,诸如 Ignis 的 MAXLIFE™等对老化进行补偿的技术结合光学检测步骤可能是有用的。

[0091] 这些测量提供的数据比光学检测可以提供的数据更多。知道点缺陷是否是由于短路或开路的驱动晶体管或者短路或开路的 OLED 而造成的可以帮助识别生产过程中的根本原因或缺陷。例如,短路 OLED 的最常见原因是在处理期间落在玻璃上的使 OLED 的阳极和阴极短路的微粒子污染。OLED 短路的增加可以表明应当关闭生产线进行反应室清洗,或可以开始查找颗粒的新源头(过程,或设备,或人员,或材料的变化)。

[0092] 诸如 MAXLIFE™系统等用于对老化影响进行补偿的弛豫系统可以对过程不均匀性进行修正,这提高了显示器的良品率(yield)。然而,TFT 或 OLED 中的测量电流和电压关系或特性对诊断也是有帮助的。例如,OLED 电流电压特性的形状可以揭示出增大的电阻。可能的原因可能是晶体管源级/漏极金属与 ITO 之间的接触电阻的变化(在底部发射 AMOLED 中)。如果显示器的角落里的 OLED 显示出不同的电流电压特性,那么可能的原因可能是制造过程中的掩模未对准。

[0093] 显示器上的具有不同的 OLED 电流电压特性的条纹或圆形区域可能是由于在制造过程中用来使有机蒸汽分散的歧管中的缺陷而造成的。在一个可能的情况中,OLED 材料的

小颗粒可能从高处护罩剥落并落在歧管上,从而部分地阻塞孔口。测量数据将以具体图案显示出不同的 OLED 电流电压特性,这将有助于迅速地诊断问题。由于测量的精确性(例如,4.8 英寸显示器以 100nA 的分辨率测量电流)以及 OLED 电流电压特性本身(代替亮度)的测量,所以能够检测到使用光学检测无法发现的变化。

[0094] 此高精度的数据可用于统计过程控制,从而在处理开始漂移出所述控制的控制限时进行识别。这能够使在完成的产品中检测出缺陷之前就提早进行修正动作(在 OLED 或驱动晶体管(TFT)的制造过程中)。由于对每个显示器上的每个 TFT 和 OLED 进行采样,所以测量样品被最大化。

[0095] 如果驱动晶体管和 OLED 都正常地工作,那么期望范围内的读数将被返回至各组件。像素驱动电路要求,当对驱动晶体管进行测量时, OLED 关闭(反之亦然),所以如果驱动晶体管或 OLED 处于短路中,那么将使其它的测量不准确。如果 OLED 短路(所以电流读数为 MAX),那么数据将显示驱动晶体管开路(电流读出 MIN),但是实际上,驱动晶体管可能是能够进行操作的或开路。如果需要关于驱动晶体管的额外数据,那么暂时地断开电源电压(EL_VSS)并使它浮动,这将获得表明 TFT 实际上是能够进行操作的还是处于开路的正确的驱动晶体管测量。

[0096] 以相同的方式,如果驱动晶体管短路,数据将显示 OLED 开路(但是 OLED 可能是能够进行操作的或开路)。如果需要关于 OLED 的额外数据,那么断开电源电压(EL_VDD)并使它浮动,这将获得表明 OLED 实际上是能够进行操作的还是处于开路的正确的 OLED 测量。

[0097] 如果像素中的 OLED 和 TFT 均表现为短路,那么像素中的一个元件将在测量期间迅速被烧毁,这导致了开路并进入不同的状态。在下面的表 1 中对这些结果进行了概括。

[0098] 表 1

[0099]

		OLED		
		短路	正常	开路
驱动晶体管 (TFT)	短路	n/a	TFT max OLED min	TFT max OLED min
	正常	TFT min OLED max	TFT 正常 OLED 正常	TFT 正常 OLED min
	开路	TFT min OLED max	TFT min OLED 正常	TFT min OLED min

[0100] 图 7 示出了用于基于不同方面随时间控制显示器 702 的亮度的控制系统 700 的系统图。显示器 702 可包括 OLED 阵列或基于其它像素的显示装置。系统 700 包括文件生成器(profile generator)704 和决策器 706。文件生成器 704 接收来自 OLED 特性表 710、背板特性表 712 和显示器规格文件 714 的特性数据。对于不同的条件,文件生成器 704 生成不同的亮度文件 720a、720b...720n。这里,为了提高功率消耗、显示寿命和图像质量,可基于 OLED 和背板信息定义不同的亮度文件 720a、720b...720n。而且,基于不同的应用,人们可以从亮度文件 720a、720b...720n 中选择不同的文件。例如,与时间相关的平板亮度文件可用于显示诸如电影等视频输出,而对于更明亮的应用,亮度能够以限定的速率降低。决策器 706 可以基于软件或硬件并包括作为对编程电压进行调整的因数的应用输入 730、环境

参数输入 732、背板老化数据输入 734 和 OLED 老化数据输入 736, 以确保显示器 702 的适当亮度。

[0101] 为了完美地对显示器老化进行补偿, 在显示特性中, 短期和长期变化是分离的。一个方法是在测量之间以更短的时间测量显示器上的多个点。因此, 快速扫描能够揭示出短期影响, 而正常的老化提取能够揭示出长期影响。

[0102] 补偿系统的之前的实施示例使用常规驱动方案, 其中, 总是存在显示在面板上的视频帧且 OLED 和 TFT 电路不断地处于电压力下。每个像素的校准通过如下方式发生: 在视频帧期间通过将有效像素的灰度值改变为期望值来进行各像素的校准, 所述期望值导致在校准期间看见所测量的子像素的视觉伪影 (visual artifact)。如果视频的帧率为 X , 那么在常规视频驱动中, 每个视频帧在图 1 中的像素阵列 102 上显示 $1/X$ 秒且面板始终在运行视频帧。相比之下, 如图 8 所示, 本示例中的弛豫视频驱动将帧时间分成四个子帧。图 8 是包括视频子帧 802、虚拟子帧 804、弛豫子帧 806 和替换子帧 808 的帧 800 的时序图。

[0103] 视频子帧 802 是作为实际视频帧的第一子帧。该视频帧以与常规视频驱动相同的方式产生, 从而使用从编程输入接收的视频数据对图 1 中的整个像素阵列 102 进行编程。虚拟子帧 804 是发送至像素阵列 102 的没有任何实际数据的空子帧。虚拟子帧 804 用于在施加弛豫子帧 806 之前将显示在面板 102 上的同一视频帧保持一段时间。这增加了面板的亮度。

[0104] 弛豫子帧 806 是作为像素阵列 102 中的所有红黄蓝白 (RGBW) 子像素的灰度值均为零的黑帧的第三子帧。这使面板变黑并将所有的像素 104 设定至准备好进行校准以及下一个视频子帧插入的预定义状态。替换子帧 808 是为了校准而单独地生成的短子帧。当弛豫子帧 806 完成且面板变黑时, 在下一个视频帧开始数据替换阶段。除了具有替换数据的行之外, 在此阶段内没有视频或空白数据被发送至像素阵列 102。对于不进行替换的行, 仅栅极驱动器的计时器被触发以使整个栅极驱动器的令牌 (token) 移位。这样是为了加速整个面板的扫描并还能够每帧进行更多测量。

[0105] 另一种方法用于在替换子帧 808 内进一步减轻测量的子像素的视觉伪影。该方法是通过如下方式完成的: 一旦完成校准, 就通过使用黑色对测量的行进行再编程。这使子像素返回至它之前在弛豫子帧 806 内的状态。然而, 仍然有小电流通过像素中的 OLED, 这使像素被点亮并引起外界注意。因此, 为使流过 OLED 的电流改道, 使用非零值对控制器 112 进行编程, 以降低来自像素的驱动晶体管的电流并保持 OLED 关闭。

[0106] 具有替换子帧 808 的缺点在于测量的时间被限制为整个帧的小部分。这限制了每帧的子像素测量的数目。此限制在像素阵列 102 的工作时间内是可接受的。然而, 对于面板的快速基线测量而言, 由于必须测量每个像素, 所以测量整个显示器将是耗时的任务。为克服此问题, 将基线模式添加至弛豫驱动方案。图 8 还示出了在显示器的基线测量模式期间用于驱动方案的基线帧 820。基线测量帧 820 包括视频子帧 822 和替换子帧 824。如果系统被切换至基线模式, 那么驱动方案发生改变, 使得在诸如帧 820 等的基线帧中仅有两个子帧。视频子帧 822 包括用于图像的正常编程数据。在本示例中, 如图 8 所示, 替代子帧 (测量子帧) 824 具有比正常替换帧更长的持续时间。因为在该帧时间内可对更多的像素进行测量, 所以更长的子帧大幅增加了每帧的测量总数并能够实现面板的更精确的测量。

[0107] 初期的 OLED 压力时间下的 ΔV 偏移 (电老化) 的陡峭斜率导致效率下降与 ΔV

偏移的曲线,对于与高 ΔV 范围相比的低值的 ΔV ,该曲线表现得不同。这可产生高度非线性的 $\Delta \eta - \Delta V$ 曲线,该 $\Delta \eta - \Delta V$ 曲线对 OLED 的初始电老化或对 OLED 预老化过程非常敏感。此外,由于过程差异,初期的 ΔV 偏移下降的形状(持续时间和斜率)可能因面板的不同而发生显著地变化。

[0108] 在上面对参考像素和对应的 OLED 的使用进行了说明。由于热效应等地影响有效像素和参考像素,所以这样的参考像素的使用抵消了热效应对 ΔV 测量的影响。然而,可使用具有低水平应力的 OLED 的参考像素来代替使用没有老化(零应力)的 OLED 作为诸如图 1 中的列参考像素 130 等参考像素。对电压的热冲击与非老化 OLED 类似,因此低应力 OLED 仍可被用来去除因热效应而导致的测量噪声。同时,由于同一面板上剩余的基于 OLED 的器件具有类似的制造条件,所以有轻微应力的 OLED 可以作为用于抵消过程差异对列中的有效像素的 $\Delta \eta - \Delta V$ 曲线的影响的良好参考。如果这样的 OLED 被用作参考,那么陡峭的早期 ΔV 偏移也将得以缓和。

[0109] 为使用有应力的 OLED 作为参考,以恒定的低电流(全电流的 1/5 至 1/3)对参考 OLED 施压,其(针对某一外加电流的)电压必须如下被用来抵消像素 OLED 的热问题和过程问题:

$$[0110] \quad W = \frac{V_{\text{pixelOLED}} - V_{\text{refOLED}}}{V_{\text{refOLED}}}$$

[0111] 在此方程式中, W 是基于有效像素 OLED 的电压与参考像素 OLED 的电压之间的差除以参考像素 OLED 的电压而获得的相对电老化。图 9 是示出了基于 W 值的 268uA 的应力电流的点的绘图 902 的图 900。如图 900 所示,对于高压 OLED 而言,像素 OLED 的 W 值与亮度下降如所示出地为接近线性的关系。

[0112] 图 11 是涉及在编程之前对像素电路的重置的像素补偿的时序图 1100。根据工艺参数,被驱动后的像素电路可能受到诸如电荷陷阱或快速光跃迁(fast light transition)等不利伪影的影响。例如,非晶或多晶硅工艺可能导致电荷陷阱,在电荷陷阱中,像素电路在驱动循环之后在存储电容器中保留残余量的电荷。金属氧化物工艺可能导致像素电路在诸如快速视频序列期间内更容易发生快速光跃迁,在快速光跃迁期间像素快速地变化。在测量像素电流(以对老化、过程不均匀性或其它影响进行补偿)之前,这些伪影可能影响像素电路的校准。为了对这些伪影进行补偿,时序序列 1100 具有重置循环 1102。在重置循环 1102 期间,使用取决于用来制造显示阵列的工艺的与最大电压值或最小电压值相对应的重置电压值对将要测量的像素电路进行编程。例如,在根据非晶或多晶硅工艺制造的显示阵列中,重置电压值可对应于全黑值(使像素电路显示黑色的值)。例如,在使用金属氧化物工艺制造的显示器中,重置电压值可对应于全白值(使像素电路显示白色的值)。

[0113] 在重置循环 1102 期间,消除了先前的测量对像素电路的影响(例如,像素电路中的残余电荷陷阱),也消除了由于像素电路中的短期变化而造成的任何影响(例如,快速光跃迁)。紧接着重置循环 1102,在校准循环 1104 期间,使用基于像素电路的之前的提取数据或参数的校准电压对像素电路进行编程。校准电压也可以基于预定义的电流、电压或亮度。在校准循环 1104 中,随后对像素电路的像素电流进行测量,且基于测量的电流对像素电路的提取数据或参数进行更新。

[0114] 在紧接着校准循环 1104 之后的编程周期 1106 期间,使用视频数据对像素电路进行编程,其中所述视频数据是使用更新过的提取数据或参数校准后的视频数据。然后,在紧接着编程周期 1106 之后的驱动循环 1108 中,像素电路被驱动以基于编程的视频数据发光。

[0115] 图 12A 图示了具有 IR 降补偿的像素电路。因为 V_{monitor} 在编程期间没有作用且 V_{data} 在测量循环期间没有作用,所以 V_{monitor} 和 V_{data} 可以是同一条线(或连接在一起)。可以在行和列间共用晶体管 Ta 和 Tb。各列可以共用信号线 EM(发光)。

[0116] 图 12B 是图示了图 12A 中所示的像素电路的正常操作的时序图。信号 WR 是有效的且编程数据 (V_p) 被写入到电容器 CS 中。同时,信号线 EM 断开且因此电容器 CS 的另一侧被连接至参考电压 V_{ref} 。因此,存储在电容器 CS 中的电压是 $(V_{\text{ref}}-V_p)$ 。在驱动(发光)循环期间,信号线 EM 是有效的且 WR 断开。因此,栅极源级电压变为 $V_{\text{ref}}-V_p$ 并与 V_{DD} 无关。

[0117] 图 12C 是图 12A 的电路的直接 TFT 读出的时序图。使用针对已知的目标电流的校准电压对像素电路进行编程。在第二循环中, RD 是有效的且通过 V_{monitor} 来读取像素电流。第二循环期间的 V_{monitor} 电压应当足够低以使 OLED 没有开启。对校准电压进行修改直到像素电流变得与目标电流相同。经修改的校准电压被用作 TFT 电流电压特性中的点以提取该点的参数。也可以在 WR 是有效的且 V_{data} 被设定为固定电压时通过 V_{monitor} 将电流施加至像素。此时, V_{monitor} 上产生的电压为对应于相应电流的 TFT 栅极电压。

[0118] 图 12D 是图 12A 的电路中的直接 OLED 读出的时序图。使用关闭电压来对像素电路进行编程,使得 TFT 不提供任何电流。在第二循环期间, RD 是有效的且通过 V_{monitor} 来读取 OLED 电流。第二循环期间的 V_{monitor} 电压是基于已知的目标电流而被预校准的。对 V_{monitor} 电压进行修改直到 OLED 电流变得与目标电流相同。经修改的 V_{monitor} 电压被用作 OLED 电流电压特性中的点以提取该点的参数。可以在保持写入线 WR 有效的同时使信号线 EM 断开状态一直延伸至读出循环结束。在此情况下,用于读取 OLED 的剩余像素操作将与前面的步骤相同。也可以通过 V_{monitor} 将电流施加至 OLED。此时, V_{monitor} 上产生的电压是对应于相应电流的 TFT 栅极电压。

[0119] 图 13A 图示了具有基于电荷的补偿的像素电路。相邻的列之间可以共用 V_{monitor} 读出线,且行之间可以共用晶体管 Ta 和 Tb。 V_{monitor} 线可以是与 V_{data} 线相同的线或与 V_{data} 线连接。在此情况下, V_{data} 线可以是固定电压 (V_{ref})。

[0120] 图 13B 是图示了图 13A 中所示的像素电路的正常操作的时序图。在 WR(写入)和 RD(读出)线有效时,通过 V_{data} 线和 V_{monitor} 线将编程电压 V_p 和参考电压 V_{ref} 施加至像素电路。参考电压 V_{ref} 应当足够低以使 OLED 不会开启。读出线 RD 可以比写入线 WR 更快地关断。在此时间间隔期间,因为所产生的电荷将是 TFT 参数的函数,所以晶体管 T1 将开始对 OLED 进行充电并因此一部分补偿 TFT 差异。因为晶体管 T1 的源级在编程周期内从电源电压 V_{dd} 断开,所以像素也不受 IR 降的影响。

[0121] 在图 13C 的时序图中绘出了直接 TFT 读出。使用针对已知目标电流的校准电压对像素电路进行编程。在第二循环期间, RD 是有效的且通过 V_{monitor} 线读取像素电流。第二循环期间的 V_{monitor} 电压应当足够低以使 OLED 不会开启。对校准电压进行修改直到像素电流变得与目标电流相同。经修改的校准电压被用作 TFT 电流电压特性中的点,以提取该点的参数。当写入线 WR 是有效的且数据线 V_{data} 被设定为固定电压时,也可以通过 V_{monitor} 将电流施加至像素。此时, V_{monitor} 上产生的电压是对应于相应电流的 TFT 栅极电压。

[0122] 在图 13D 的时序图中绘出了直接 OLED 读出。使用关断电压 (off voltage) 来对像素电路进行编程,以使 TFT T1 不提供任何电流。在第二循环期间,读出线 RD 是有效的且通过 V_{monitor} 线来读取 OLED 电流。第二循环期间的 V_{monitor} 电压是针对已知的目标电流而被预校准的。对 V_{monitor} 电压进行修改直到 OLED 电流变得与目标电流相同。经修改的 V_{monitor} 电压被用作 OLED 电流电压特性中的点以提取该点的参数。可以使发射线 EM 处于断开状态一直延伸至读出循环结束并且保持写入线 WR 有效。在此情况下,用于读取 OLED 的剩余像素操作将与前面的步骤相同。也可以通过 V_{monitor} 将电流施加至 OLED。此时, V_{monitor} 上产生的电压是与相应电流相对应的 TFT 栅极电压。

[0123] 在图 13E 的时序图中绘出了间接 OLED 读出。这里,以与图 12 中所绘出的操作类似的方式读出像素电流。唯一的区别在于,在编程期间, RD 断开且因此晶体管 T1 的栅极电压被设定为 OLED 电压。因此,为了使像素电流等于目标电流,校准电压需要考虑 OLED 电压和 TFT 参数的影响。可以使用此校准电压以及从直接 TFT 读出提取的电压来提取 OLED 电压。例如,如果两个目标电流相同,那么从由直接 TFT 读出提取出的校准电压中减去通过此处理提取的校准电压将得到 OLED 的影响。

[0124] 图 14 图示了偏置像素电路,其中第二参考电压 V_{ref2} 可以与电源电压 V_{dd} 相同,各行和各列可以共用晶体管 Ta 和 Tb,各行可以共用晶体管 Ta 和 Tc,且各列可以共用像素监控线 V_{monitor} 。在正常操作中,写入线 WR 和读出线 RD 是有效的且发射线 EM 被禁用,像素电压监控线 V_{monitor} 被连接至参考电流 I_{ref} 且数据线 V_{data} 被连接至来自源级驱动器的编程电压。T1 的栅极被充电至与参考电流相关的偏置电压并且使得存储在电容器 CS 中的电压是 V_p 和偏置电压的函数。

[0125] 可以使用本文中说明的系统在制造的不同阶段对面板进行分析,以检测缺陷。可以在面板制造之后、在 OLED 制造之后和 / 或在完全组装之后执行主要的检测步骤。在每个阶段,可以使用由上述系统提供的信息来对缺陷进行识别,然后可以使用诸如激光修复 (laser repair) 等不同的方法来对这些缺陷进行修复。

[0126] 图 15A 图示了具有连接至 OLED 和 TFT 的信号线的像素电路,且图 15B 图示了像素电路以及图案化成为信号线的 ITO 电极。为能够对面板进行测量,如图 15A 所示,应当有用于测量像素电流的通至每个像素的直接路径,或者可以将部分电极图案用于测量路径。在后一种情况下,如图 15B 所示,电极 (例如, ITO 或任何其它材料) 首先被图案化为垂直线路,且然后,在完成测量之后电极被图案化至像素。

[0127] 图 16 图示了面板的典型布置和在测试期间面板的信号。每一个其它信号都通过多路复用器连接至一个焊盘,所述多路复用器具有将信号连接至缺省值的缺省段。可以通过多路复用器选择每一个信号,以对面板进行编程或测量来自像素的电流 / 电压 / 电荷。

[0128] 图 17 图示了可用于工厂测试以在背板制造之后对像素中的缺陷进行识别的像素电路。基于图 17 中所示的像素电路对下面的测试进行限定,但是也可以使用不同的像素电路来执行类似的测试。

[0129] 在第一个测试中:

[0130] WR 为高 (Data = 高和 Data = 低和 V_{dd} = 高)

[0131]

	$I_{data_high} < I_{th_high}$	$I_{data_high} > I_{th_high}$
$I_{data_low} > I_{th_low}$	NA	T1: 短路 B: 保持为高 (如果数据电流为高, 那么 B 保持为高)
$I_{data_low} < I_{th_low}$	T1: 开路 T3: 开路	T1: 正常 && T2: ? && T3: 正常

[0132] 这里, I_{th_low} 是 Data = 低时所允许的最低可接受电流, 且 I_{th_high} 是 Data = 高时所允许的最高可接受电流。

[0133] 在第二个测试中:

[0134] 静态: WR 为高 (Data = 高和 Data = 低);

[0135] 动态: WR 变高且在编程之后 WR 变低 (Data = 低至高和 Data = 高至低)。

[0136]

	$I_{static_high} < I_{th_high_st}$	$I_{static_high} > I_{th_high_st}$
$I_{dyn_high} > I_{th_high_dyn}$?	T2: 正常
$I_{dyn_high} < I_{th_high_dyn}$	T2: 开路	T2: 短路

[0137] $I_{th_high_dyn}$ 是在动态编程的情况下数据高 (data high) 的最高可接受电流。

[0138] $I_{th_high_st}$ 是在静态编程的情况下数据高的最高可接受电流。

[0139] 也可以使用下面的模式:

[0140] 静态: WR 为高 (Data = 低和 Data = 高)

[0141] 动态: WR 变高且在编程之后 WR 变低 (Data = 高至低)

[0142] 图 18 是可用于测试整个显示器的示例像素电路。在整个显示器的测试中:

[0143] 通过 $V_{monitor}$ 线来测量 T1 和 OLED 电流。

[0144] 条件 1: T1 经背板测试是正常的。

[0145]

	$I_{oled} > I_{oled_high}$	$I_{oled} < I_{oled_low}$	I_{oled} 正常
$I_{tft} > I_{tft_high}$	X	X	X
$I_{tft} < I_{tft_low}$	OLED: 短路	OLED: 开路 T3: 开路	OLED: 开路
I_{tft} 正常	X	OLED: 开路	OLED: 正常

[0146] I_{tft_high} 是针对特定数据值的 TFT 电流的最高可能电流。

[0147] I_{tft_low} 是针对特定数据值的 TFT 电流的最低可能电流。

[0148] I_{oled_high} 是针对特定 OLED 电压的 OLED 电流的最高可能电流。

[0149] I_{oled_low} 是针对特定 OLED 电压的 OLED 电流的最低可能电流。

[0150] 在另一个测试中：

[0151] 通过监视器测量 T1 和 OLED 电流；

[0152] 条件 2 :T1 经背板测试是开路的。

[0153]

	$I_{oled} > I_{oled_high}$	$I_{oled} < I_{oled_low}$	I_{oled} 正常
$I_{tft} > I_{tft_high}$	X	X	X
$I_{tft} < I_{tft_low}$	OLED: 短路	OLED: 开路 T3: 开路	OLED: 开路
I_{tft} 正常	x	x	x

[0154] 在又一个测试中：

[0155] 通过监视器测量 T1 和 OLED 电流；

[0156] 条件 3 :T1 经背板测试为短路的。

[0157]

	$I_{oled} > I_{oled_high}$	$I_{oled} < I_{oled_low}$	I_{oled} 正常
$I_{tft} > I_{tft_high}$	X	X	X
$I_{tft} < I_{tft_low}$	OLED: 短路	OLED: 开路 T3: 开路	OLED: 开路
I_{tft} 正常	X	X	X

[0158] 可通过在显示器中进行补偿调整来校正检测到的缺陷。对于比周围的像素更暗的缺陷,可以使用周围的像素来提供视频/图像所需的额外亮度。存在有用于提供这种额外亮度的不同方法,诸如:

[0159] (1) 使用所有紧邻的像素,在它们中的每者之间进行额外亮度的划分。此方法的挑战在于,在大多数情况下,被指定至每个像素的部分并不是由该像素精确地生成的。由于由每个周围像素产生的误差将被加入总误差,所以误差将会非常大,这减小了校正的效果。

[0160] (2) 使用周围像素中的一个或两个像素来生成缺陷像素所需的额外亮度,可以切换补偿中的有效像素的位置,以使局部伪影最小化。

[0161] 在显示器的使用寿命内,一些软缺陷可能造成有常开(一直发亮)像素,这对用户来说往往是非常困扰的。面板的实时测量可以识别出新产生的常开像素,随后可以通过监控线来施加额外电压以熄灭 OLED,这使 OLED 变成暗像素。而且,可使用上述补偿方法来减小暗像素的可视影响。

[0162] 计算机、软件和网络领域的技术人员应当理解的是,可以通过诸如图 1 中的控制器 112 等处理器或如下的其它设备执行提取阵列中的像素的基线测量的方法,所述其它设备可以是通过使用一个或多个通用计算机系统、微处理器、数字信号处理器、微控制器、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑电路(PLD)、现场可编程逻辑器件(FPLD)以及现场可编程逻辑门阵列(FPGA)等便利地实现的并根据如本文中说明和图示的教导而被编程的设备。

[0163] 另外,两个以上的计算系统或装置可以替代本文中所说明的任一个控制器。因此,如所期望的,也可以实现诸如冗余(redundancy)和复制(replication)等分布式处理的原则和优点,以提高本文中所说明的控制器的鲁棒性(robustness)和性能。

[0164] 可通过机器可读指令来执行示例性基线数据确定方法的操作。在这些示例中,机器可读指令包括由(a)处理器、(b)控制器和/或(c)一个或多个其它适合的处理装置执行的算法。所述算法可具体体现在存储在诸如闪存、CD-ROM、软盘、硬盘驱动器、数字化视频(通用)光盘(DVD)或其它存储设备等实体媒介上的软件中,然而本领域普通技术人员容易理解的是,可替代地,全部算法和/或部分算法可由设备而不是处理器来执行,并且/或者以众所周知的方式在固件或专用硬件中具体实现(例如,可由特定用途集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程逻辑器件(FPLD)、现场可编程门阵列(FPGA)和离散逻辑等来实现)。例如,可通过软件、硬件和/或固件来实现基线数据确定方法的任一或所有组件。而且,可手动地执行一些或所有的代表的机器可读指令。

[0165] 图 19 图示了用于在面板 1210 的制造的一个或多个阶段（例如，TFT 背板、完全装配的面板或完全完成和密封的面板）检测 OLED 显示面板 1210 的系统。显示面板 1210 通过测量电子设备 1211 和探针卡 1212 连接至计算机 1214，以提供在每个处理步骤对面板进行测试和验证的能力。例如，在完成 TFT 背板之后，探针卡系统可用于单独地测量 TFT 背板的性能。如果 TFT 背板是可接受的，那么随后将面板 1210 转到下一个步骤，该步骤可以是 OLED 沉积阶段。在完成 OLED 沉积之后，在密封前可为了适当的沉积对面板 1210 进行测量。在密封之后，可在面板 1210 被送至装配工序之前再次对其进行测量。

[0166] 如在图 20 中所能看到的，图示的显示面板 1210 具有沿着面板的四个边缘中的三个边缘形成的探针焊盘 1220。探针焊盘还可优选地在 OLED 沉积阶段之前被形成在面板内部。探针焊盘 1220 用于经由焊接区 (bonding pad) 1230 将测试信号提供至显示面板 1210 上的大量像素电路，其中焊接区 1230 形成在通向像素电路的各种信号线的外端。

[0167] 图 21 图示了探针焊盘 1220 通过多路复用器 (MUX) 1240 与焊接区 1230 的连接，从而减小所需的探针焊盘的数量，这允许焊盘间距增大。为确保连接至探针焊盘 1220 的其它信号被正确地偏置，MUX 1240 需要能够将每个探针焊盘 1220 连接至每组信号的公共信号 (Vcom)（例如，源信号和栅极信号等）。

[0168] 图 22 图示了用于每个探针焊盘 1220 的具有公共信号控制和两个以上面板信号的 MUX 1240。图 22 图示了与一个探针焊盘 1220 连接的 h 个面板信号，因而需要用于与探针焊盘 1220 连接或与公共信号连接的 2h 个控制信号。面板信号与探针焊盘 122 的连接由第一开关 1241 和 1242 控制，且公共信号 Vcom 与面板信号的连接由第二开关 1243 和 1244 控制。

[0169] 用于全面板探测的适当焊盘间距通常约为 150 微米。如表 2 中的数据所示，用于最常规构造的焊盘间距满足最小焊盘间距要求。然而，还如表 2 中的数据所示，使用 2:1 或更大的复用比能够使焊盘间距增大，这将使探针卡更加简单。

[0170] 表 2 针对不同显示尺寸和分辨率的焊盘间距

[0171]

面板	MUX	栅极焊盘间距 (μm)	源极焊盘间距 (μm)	EIC 焊盘间距 (μm)
55" HD	1:1	295	330	330
55" HD	2:1	592	661	661
55" HD	8:1	2370	2645	2645
55" UD	1:1	148	165	165
55" UD	2:1	295	330	330
55" UD	8:1	1185	1132	1132
78" UD	1:1	222	222	222
78" UD	2:1	444	445	445
78" UD	8:1	1777	1781	1781

[0172] 如图 23 所示，安装在探针卡 1212 上的电子测量系统 1213 能够测量显示面板 1210 上的每一个 TFT 和每一个 OLED 器件的电特性并识别出缺陷和不均匀。此数据被提供至 GUI 1214 以获得更高的良品率、更快的工艺提升和更低的线监控成本，其中在 GUI 1214 处所述数据能够被用于对每个工艺步骤进行微调。在图 23 中图示了各种可进行微调的工艺

示例,即,溅射和 PECVD 模块 1250、工序间退火模块 1251、图案化模块 1252、激光修复模块 1253、喷墨印刷模块 1254 以及蒸发模块 1255。最终结果是完整的显示面板 1256。

[0173] 图 23 中所示的电路从测量电子设备 1213 获取数据,分析该数据并以各种报告、表和图片的形式显示该数据。在下表中对一些视图进行了说明。

[0174]

视图	说明
TFT Absolute LUT	查看面板上的每个像素的测量替代绝对值。
TFT Filtered LUT	查看用于计算 delta 值的过滤替代值。
TFT Base LUT	查看用来确定像素已发生多大程度的老化(基线)的面板的出厂值。
TFT Delta LUT	查看当前平均测量值与基线值之间的差(用于确定补偿)。
TFT Histogram LUT	查看自上次柱状图被重置以来像素被测量的次数。此查找表主要用于优先扫描算法。
TFT Pixel State LUT	查看测量状态机的当前状态或每个像素的最后补偿值。
TFT Region Priority	显示优先扫描算法中的每个区域的优先级
OLED Absolute LUT	查看面板 OLED 层上的每个像素的测量替代绝对值。
OLED Filtered LUT	查看用于计算 delta 值的过滤替代值。
OLED Base LUT	查看面板的出厂值以确定像素已发生多大程度的老化(基线)。
OLED Histogram	查看自上次柱状图被重置以来像素被测量的次数。
OLED Pixel State	查看测量状态机的当前状态或每个像素的最后补偿值。
OLED Region Priority	显示优先扫描算法中的每个区域的优先级
Dead Pixels LUT	显示哪些像素在制造时是坏死的或已被确定为无反应的。注意,死像素不被补偿。
Combine Delta LUT	用于确定最终补偿的 TFT 和 OLED delta 组合值
Scratch LUT	用于使用户在不对系统表进行修改的情况下操控数据或简单地“备份”表的临时 LUT 视图。
Statistics	报告性能统计和当前帧率。使用这些统计来对处理并显示 MaxLife Viewer 中的当前数据所需的时间与如果不需要显示器而实际上花费的时间进行比较。
Pixel Trends	查看像素状态以确定是否有未处理的像素并查看比较电平。

[0175]

	使你能够获得不确定区域的视觉再现并看见具体的缺陷像素。 使用此选项以随时间获得有效测量； 确定像素在被处理前被测量的次数。
Uniformity Report	选择 LUT 表，然后分析均匀性
Offset	
Characterization	将 V-I 电压 DAC 代码绘成比较器结果翻转的概率
Hardware Configuration	查看当前的硬件配置参数
Display Controls	将“显示控制”添加至当前表的底部。这些选项使你能够以每秒的帧数设定帧刷新率。 将滑动条拖至左边或右边来对刷新率进行加速或减速。更慢的速度更容易被肉眼看见
CLI View	将来自 MaxLife Viewer 的指令发送至系统

[0176] 诸如在 2013 年 3 月 15 日提交的名为“Systems and Methods for Extrraction of Threshold and Mobility Parameters in AMOLED Displays (用于 AMOLED 显示器中的阈值和迁移率参数的提取的系统和方法)”的美国专利申请 13/835124 中说明的提取系统，各种不同的电路和算法可用来在显示面板的制造的不同阶段从显示面板提取不同参数的测量值，在此将该美国专利申请的全部内容以引用的方式并入本文。

[0177] 本检测系统可以对很多潜在的缺陷和问题（例如，在溅射和 PECVD 步骤下，本检测系统可被用来识别导致缺陷或问题的可能原因，使得能够立即地对制造工艺进行微调以修正问题）进行识别。这类问题和它们的可能原因的示例如下：

[0178]

MaxLife™ 检测系统识别出的问题	可能的原因
线路缺陷（金属线上的开路）	沉积期间的颗粒缺陷、差的附着性、受污染基板以及差的阶梯覆盖
金属线上的高电阻或不均匀电阻	不均匀溅射过程、受污染的溅射气体或处理室
不均匀的 TFT 接触电阻	n+层 PECVD 步骤的问题，不完整的通孔蚀刻或光刻胶剥离工艺
不符合规格的 TFT 的 V_t 或迁移率	a-Si 层 PECVD 步骤的问题（沉积期间的污染、工艺参数偏移或薄膜应力）
打开的 TFT 沟道	a-Si 或 n+层沉积的问题（沉积期间的颗粒污染/受污染基板）
栅极短路成固定电压	不完整的金属图案和/或由颗粒或静

[0179]

	电放电造成的受损介电层
源级或栅极短路至漏极	由颗粒或静电放电造成的受损介电层（针孔）
开路或高电阻接触	不完整的通孔蚀刻
不符合规格电容	不均匀介电层沉积或沉积工艺参数的漂移
线路缺陷（交叉短路）	介电层中的由颗粒或静电放电造成的针孔

[0180] 对于通过检测系统的单次测量不能够直接识别出的缺陷，第一次测量能够揭示存在问题，并指定将最终识别准确的缺陷的额外测试。一个示例是可以通过下列步骤中的任一步骤进行检测的线路缺陷的识别：

[0181] 1. 测量不同线路的电流：如果电流高于阈值，则像素发生短路。

[0182] 2. 施加脉冲来测量电荷转移：如果电荷转移的量小于阈值，则线路是开路的。

[0183] 3. 对于与直流电流连接的信号（例如， V_{dd} 和 $V_{monitor}$ ），可以检测电流来检测开路缺陷。

[0184] 也可以对薄膜晶体管（TFT）中的缺陷进行检测。例如，在图 24 中的像素电路具有被测量为高（当 V_{data} = 高，且还当 V_{data} = 高和 V_{dd} = 高）的信号 WR 的情况下，需要执行额外的测试。表 1 示出了不同的条件以及结果意味着什么。

[0185] 为检测与中间退火相关的问题，每个 TFT 的准确 V_t 和迁移率可被用来调整中间退火参数，如下：

[0186]

MaxLife™ 检测系统识别出的问题	可能的原因
TFT 的 V_t 和/或迁移率高于或低于规格	激光功率漂移
TFT 的 V_t 和/或迁移率的小尺度不均匀	断断续续的激光功率输出
TFT 的 V_t 和/或迁移率的大尺度不均匀	激光重复性

[0187] 可以使用缺陷的数目和类型来识别图案化中的问题（颗粒，曝光不足 / 过度曝光等等），如下：

[0188]

MaxLife™ 检测系统识别出的问题	可能的原因
高电阻金属线	图案形成或金属蚀刻工艺，不良线宽控制
开路或高电阻接触	不良通孔图案形成/光刻胶残留
栅极短路成固定电压	介电层中的针孔
面板的角落处的异常电容或电阻	掩模对准误差（旋转）和光刻胶厚度不均匀
大尺度电容或电阻，不均匀性	图案对准误差或曝光功率波动
相邻金属线短路	光刻胶中的颗粒/图案形成
图案拼接缺陷	光刻机对准故障
重复缺陷	曝光掩膜损坏或受到污染

[0189] 可使用缺陷位置和缺陷类型来准确地指出适于激光修复（去除材料）或离子束沉积（添加材料）的区域，如下：

[0190]

MaxLife™ 检测系统识别出的问题	修补步骤
栅极短路成固定电压	将准确的像素位置提供给激光修复系统
金属线上的短路	对发生短路的金属线进行识别
金属线上的开路	对开路的金属线进行识别
开路或高电阻 TFT 接触	对缺陷像素的数目和位置进行迅速识别

[0191] 还可使用均匀性数据来实时地对每个用于喷墨印刷的印刷头进行连续校准。系统知道哪个印刷头被用来打印每个像素，且因此可以对单个印刷头相关的问题进行检测。然后，可立即对被用来打印那些像素的印刷头进行调整，如下：

[0192]

MaxLife™ 检测系统识别出的问题	可能的原因
死像素	打印头偶尔放下太少的材料，这导致短路
常开像素	打印头偶尔放下太少的材料
高电阻材料	打印那些像素的打印头可能放下太多的材料
OLED 的电压的均匀性差	打印头流量控制故障

[0193] 可以使用每个 OLED 器件的准确故障模式来对蒸发过程进行调整，如下：

[0194]

MaxLife™ 检测系统识别出的问题	可能的原因
来自一个印刷头的所有像素的电阻太高（太低）	印刷头的校准的问题
短路 OLED	太少的有机材料被沉积, 这导致短路
高电阻像素	太多的有机材料被沉积
OLED 电压太高	太多的有机材料被沉积
OLED 的电压的长程均匀性差	基板旋转的问题或蒸发器太靠近基板
OLED 的电压的短程均匀性差	热蒸发温度控制的问题
开路 OLED	蒸发期间的颗粒
短路至阴极或阳极	蒸发期间的颗粒
部分短路（低电阻）	太少的有机材料被沉积

[0195] (TFT 和 OLED 检测期间收集的) 电特性可被载入到查找表中, 并被用于修正所有 TFT 和 OLED 不均匀性。

[0196] 一旦 OLED 和 TFT 均被沉积, 就能够对额外的缺陷进行识别。第一次测量能够揭示出存在问题, 并指定将最终识别准确的缺陷的额外测试。

[0197] 如果在面板的周边产生测试样品, 那么能够提取关于全局工艺参数的更多细节。通常, 这是通过从小部分的显示器中截取测试样品并将它们放到单独特性系统中来完成的。然而, 通过使用本检测系统, 对于每个面板, 这可以是作为面板特性的一部分而被完成的, 如下。

[0198] • 金属线可被制成并进行电阻测试。这能够测试金属沉积步骤和蚀刻。

[0199] • 能够对待退火的半导体层进行它们的特性和均匀性测试。

[0200] • 在面板周围的不同位置可以施工结构, 以测试对准。

[0201] • OLED 结构可被用来测试蒸发和喷墨印刷步骤。

[0202] 光调制显示器 (例如, AMLCD) 中所使用的常规诊断工具对发射型显示器 (例如, AMOLED) 并没有用。这主要是由于调制型像素与发射型像素结构之间的显著差异。另外, 发射型像素电路更复杂且因此使用常规光学诊断工具无法识别这些细节。

[0203] 虽然修复和缺陷分析需要多种测试, 但为了避免对所有半导体器件的详细扫描所需的时延, 进行快速扫描来对有缺点的实体进行识别 (在阵列情况下, 所述实体为像素和信号线)。如果检测到的缺陷在可接受的预选阈值范围内, 则继续制造过程。如果至少一个缺陷种类超过可接受阈值, 则执行更详细的扫描来更详细地对该缺陷进行识别, 以确定是否能够修复所检测到的缺陷。如果答案是肯定的, 则修复缺陷, 且然后继续该制造过程。

[0204] 阈值可以是动态的。例如, 如果检测到两个不同的缺陷, 那么每个缺陷的阈值可以不同于当仅在面板中检测到一个缺陷时的阈值。

[0205] 可基于快速扫描的结果来使详细扫描最优化。例如, 如果快速扫描没有检测到任何线路缺陷, 那么就可以在详细扫描中避免线路测试。

[0206] 在快速扫描中, 测量像素的一个 (或多个) 电压或一个 (或多个) 电流。如果像素的测量值在可接受的范围内, 则该像素通过快速扫描。如果像素的测量值在可接受的范围内, 那么像素被标记为发生故障。

[0207] 测量的电压或电流优选地受大多数可能缺陷的影响。例如,提供至发光元件的电流和 / 或位于像素电路与发射元件之间的连接处的电压很适合作为快速扫描的对象。

[0208] 快速扫描的一个示例是以如下操作开始的:定义在正常像素中遇到的最低电平的参考电流或电压。或者,参考电流或电压可以比在正常像素中遇到的最低电平还低定义差数。然后,将测量出的像素电流或电压与参考电平进行比较。如果测量值大于参考值,则像素通过此测试。如果测量值小于参考值,则像素未通过此测试。测试的结果基于测量参数可以是不同的。例如,如果测量值是驱动 TFT 电流,那么 TFT 可以是开路的,而如果测量值是 OLED 电流,那么 OLED 可以是短路的。

[0209] 或者,如果测量值小于参考值,则像素可以通过测试。如果测量值大于参考值,则像素未通过此测试。这里,测试的结果基于测量参数可以是不同的。例如,如果测量值是驱动 TFT 电流,那么 TFT 可以是开路的,而如果测量值是 OLED 电流,那么 OLED 可以是短路的。

[0210] 两种测试的组合能够发现更多缺陷。

[0211] 可通过使用如图 24 所示的单独的偏置(监控)线或使用如图 25 所示的共用偏置(监控)线来执行详细扫描。

[0212] 当使用单独的监控线执行线扫描时,如果列或行中的故障像素的数目大于阈值,那么该行或列被标记为可能的故障线路。识别缺陷列的其它示例如下:

[0213] 1. 如果列或行短路至另一列或行,可以在所有列(或行)具有相同的电压时测量它们(或驱动器)中的两者的电流并测量线路中的至少一者具有不同电压时的电流。在短路的情况下,驱动两条线路所需的电流将更高。

[0214] 2. 如果两个列发生短路,对行中的一个像素进行编程将影响到另一像素的电流/电压(不论以诸如零等不同的电流/电压对所述另一像素进行编程)。在此情况下,测量相邻像素的电流/电压能够识别出短路的列(或行)。

[0215] 3. 可在不同的偏置条件下对流向每条线路的静态电流(电压)进行测量。此静态电流(电压)可以通过其对驱动器电流的影响而间接地测量的。例如,如果驱动器操作电流随一条线路的偏置条件的变化而显著地变化(或高于阈值),那么这意味着该线路发生短路。

[0216] 4. 对瞬态电流(电压)进行测量。如果测量电流不在阈值范围内,那么该线路可被标记为开路。例如,如果暂态电压(电流)被施加至监控线,它将产生作为寄生电容的函数的瞬态电流(电压)。在知道了寄生电容的范围的情况下,能够计算电流(电压)的范围。如果电流(电压)在该范围之外,那么人们可以将该线路标记为开路。另一种估算信号范围的方法是对整个面板进行测量,且异常值可以被检测到并被标记为开路(如果小于该范围)或短路(如果大于该范围)。

[0217] 5. 线路被充电至某电压。在知道了该线路的寄生电容的范围的情况下,能够估算存储在该线路中的电荷的范围。测量存储在该线路中的线路电荷并将它与所述范围进行比较,这能够指示该线路是短路的、开路的还是正常的。如果该电荷小于所估算的范围,那么该线路是开路的。如果电荷在所述范围内,那么该线路是正常的。如果该电荷没有发生变化,那么该线路是短路的。另一种估算电荷范围的方法是对整个面板进行测量,且异常值可以被检测到并被标记为开路(如果小于该范围)或短路(如果大于该范围)。

[0218] 当对如图 24 所示的使用单独的监控线的晶体管 T2 和 T3 进行测试时,测试步骤可

用于其它常关的偏置开关,所述常关偏置开关在编程周期期间将偏置线连接至信号。这里,所述信号可以是来自 Vdd 的信号或通过监控线的信号。既可使用静态测试又可使用动态测试,如下:

[0219] 静态:

[0220] 1. 开关闭合

[0221] 2. 偏置电压为高或偏置为低

[0222] 3. 开关断开

[0223] 4. 偏置电压保持它的电压(如果偏置电压在编程期间为高,则它变低,且反之亦然)

[0224] 动态:开关变高且在编程之后开关断开(偏置电压=低):

[0225] 1. 开关闭合

[0226] 2. 偏置电压为高或偏置为低

[0227] 3. 开关断开

[0228] 4. 偏置电压发生变化(如果偏置电压在编程期间为高,则它变低,且反之亦然)

[0229] 如果至少一个测量电流或一个测量电压通常受偏置电压的影响,且在静态情况下,开关性能对于高偏置电压和低偏置电压而言是相同的,那么该开关很可能是开路的。如果情况不是这样,且对于静态和动态操作中的对应情况而言电流或电压不是相同的,那么该开关可能是短路的。

[0230] 用于驱动晶体管(例如, T1) 的详细扫描步骤如下:

[0231] 测量 TFT 的至少一个操作点处的电流或电压。

[0232] 1. 如果电流(电压)在所有点处都为高,则 T1(驱动 TFT) 是短路的。

[0233] 2. 如果电流(电压)在所有点处都正常,则 T1(驱动 TFT) 正常。

[0234] 3. 如果电流(电压)没有发生变化并与零操作点类似,且开关测试在工作中,则 T1(驱动 TFT) 是开路的。

[0235] 4. 如果电流是负的(或方向与 TFT 的方向不同)(或电压为低),则 OLED 是短路的。

[0236] 这些结论中的一些结论可以仅利用一个点处的测量而得出。

[0237] OLED 的详细扫描步骤如下:

[0238] 测量 OLED 的至少一个操作点处的电流或电压。

[0239] 1. 如果电流为高(或电压为低)(在 OLED 方向上),则 OLED 是短路的。

[0240] 2. 如果电流(电压)正常,则 OLED 正常。

[0241] 3. 如果电流(电压)没有发生变化并与零操作点类似,且开关测试在工作中,则 OLED 是开路的。

[0242] 4. 如果电流是正的(或方向与 OLED 的方向不同)(或电压为高),则 TFT 是短路的。

[0243] 当使用如图 25 所示的共用监控线时,能够施加用于线扫描的上述测试步骤。此外,如果在具有共用的监控线的两个像素之间数据线被短路,那么这两个像素将产生相同的电流(或电压),而这与哪条数据线被用于对这两个像素进行编程无关。这能够被用来识别短路数据线缺陷。如果多个像素共用用于测量的线路且对于一些像素而言不可能以任何

开关将该线路与被测元件分离,那么需要不同的方法来测量不同的缺陷。

[0244] 对于组测试,上面的对驱动 TFT 和 / 或 OLED 的测试中的任一者可用于成组的 TFT 和 / 或 OLED。唯一的区别在于,结果将显示出装置的集体性能。例如,它可以识别出组中的驱动 TFT 或 OLED 中的一者是有缺陷的。

[0245] 对于甄别测试,下面的示例使用(使用相同的 RD 和 WR 信号进行控制的)行中的少量的相邻像素共用的监控线,且它们可以被应用至其它类似的结构。

[0246] 为测量可使用其它控制信号来关闭的装置(例如,通过 V_{data} 的驱动 TFT),一个像素的装置保持有效,且其它像素中的装置关闭。在此情况下,可执行与用于具有分开的线路的像素的测试类似的测试。例如,能够如下完成对像素中的驱动 TFT 的测量:

[0247] 1. 在与相同的监控线连接的其它像素的驱动 TFT 关闭时,测量驱动 TFT (T1) 的在一个(或多个)操作点处的电流(或电压);

[0248] 2. 对连接至相同的监控线的像素的所有驱动 TFT 重复步骤(1);

[0249] 3. 如果电流(或电压)在正常范围内,则所有驱动 TFT 都是良好的;

[0250] 4. 如果连接至监控线的像素的测量电流(电压)没有发生变化并与零操作点类似,则该像素的驱动 TFT 可能是开路的(假设开关 TFT 测试通过);

[0251] 5. 如果测量电流(电压)为高且它们的电平不会被共用监控线的像素而改变,则该像素的驱动 TFT 可能被短路。例如,如果 T1_1 被短路,当测量 T1_1 的电流时(T1_2 关闭),电流将为 I_{short} 。当测量 T1_2 时,电流将为 $I_{short}+I_{T1_2}$ 。可以看出,仅 T1_2 的操作点的变化能够影响测量电流;

[0252] 6. 如果所有子像素的电流(电压)都为低但电流在不同的操作点发生轻微变化,则 OLED 可能被短路。例如,如果与 T1_1 连接的 OLED 被短路,则 T1_1 和 T1_2 的测量电流将分别为 $I_{short}-I_{T1_1}$ 和 $I_{short}-I_{T1_2}$ 。通过改变 TFT 的操作点,测量电流将发生变化,但是电流将比正常情况下低得多。

[0253] 当对作为模拟装置的偏置开关进行测试时,开关的开电压被设定为将开关推入至操作的饱和状态的电压。因此,如果驱动 TFT 或 OLED 被短路至固定电压,那么电流(或电压)将无法使测量装置饱和,且将其它像素的电流(或电压)添加到线路中的影响将更大。例如,如果 T1_1 被短路,则 B1_1 处的电压将大致为 V_{dd} 。当测量 T1_1 时,由于 T3_1 处于饱和状态并控制电路,所以电流将为 I_{T3_1} 。当测量 T1_2(节点 A_2 处的电压可能足够高以使 T1_2 完全导通)时,电流将为 $I_{T3_1}+I_{T3_2}$ 。因此,基于这两个测量结果,T1_1 可能被短路。相同的操作可用于确定 OLED 是否被短路。

[0254] 为减小可能被短路的装置的一个偏置的影响,诸如 V_{ss} 等与 OLED 连接的电压可被设定为接近监控线的电压,以使得它对 TFT 测量的影响最小。可通过将 V_{dd} 设定为接近监控线的电压来进行用于 TFT 短路的类似设定。

[0255] 可将 OLED(或 TFT)的影响转移到另一装置(例如,驱动 TFT)上。例如:

[0256] 1. 除了一个像素以外,共用偏置线(监控线)的像素中的所有驱动 TFT 都是关断的。

[0257] 2. 使 OLED 的电极处的电压能够通过 OLED 来设定(例如,影响电压的开关是断开的,例如在图 2 中的像素的情况下,T3_1 和 T3_2 是关断的)。

[0258] 3. 然后,对驱动 TFT 的电流进行测量。

[0259] 4. 如果 OLED 是开路的, 驱动 TFT 的电流将接近于零 (或在与 OLED 连接的驱动 TFT 端子处的电压将为高)。

[0260] 5. 如果 OLED 正常, 则像素电路将在正常范围内。

[0261] 6. 如果 OLED 被短路, 可能需要另一测试 (例如, 偏置开关以用作模拟装置)。

[0262] 虽然已经图示和说明了本发明的特定实施例和应用, 但应当理解的是, 本发明不限于本文中所述的精确的构造和组成, 且在不偏离如所附的权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下, 本发明的各种修改、改变和变化从前文的说明中是显见的。

[0263] 本申请要求 2014 年 5 月 30 日提交的美国专利申请 14/291231 的优先权, 在此将该美国专利申请的全部内容以引用的方式并入本文。

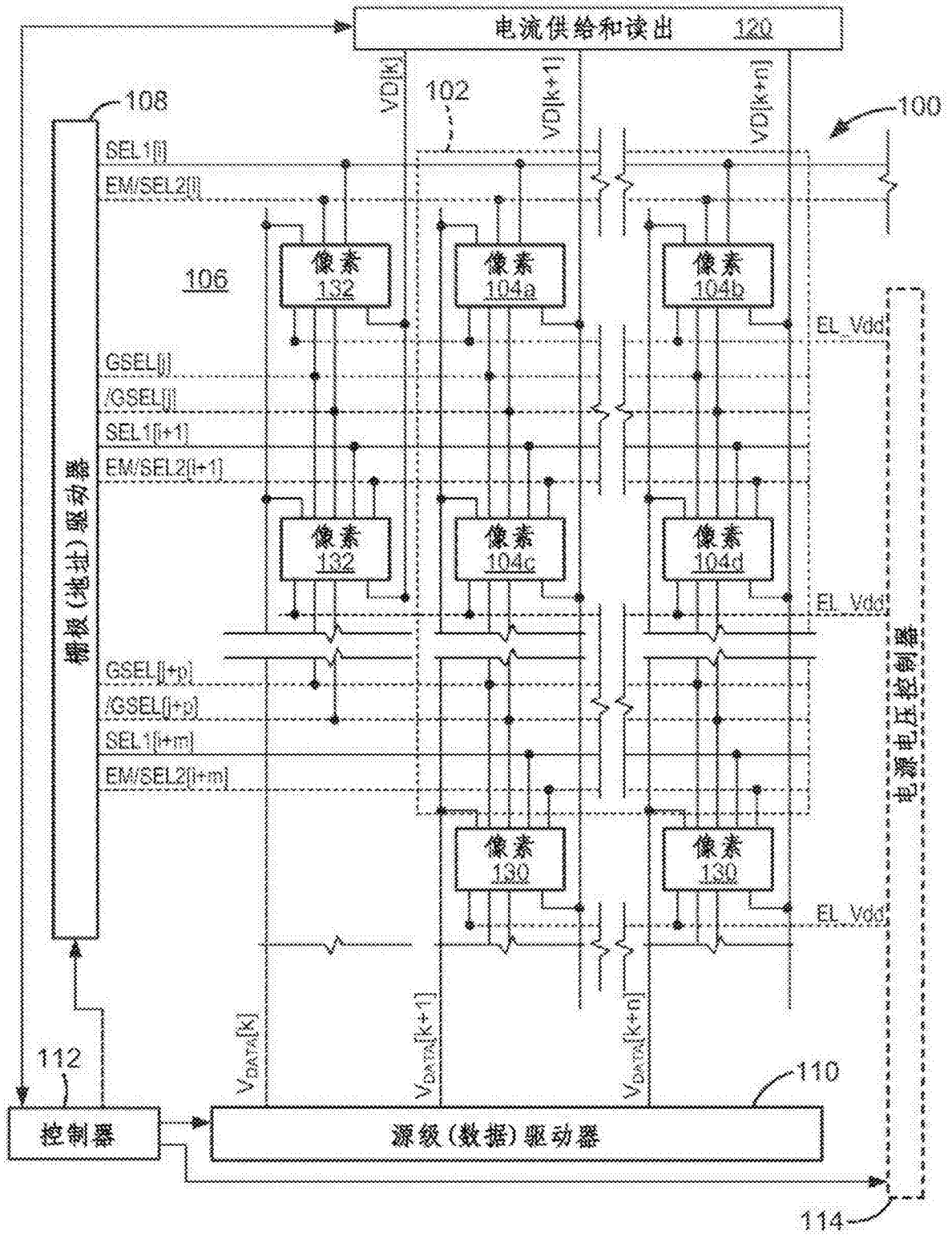


图 1

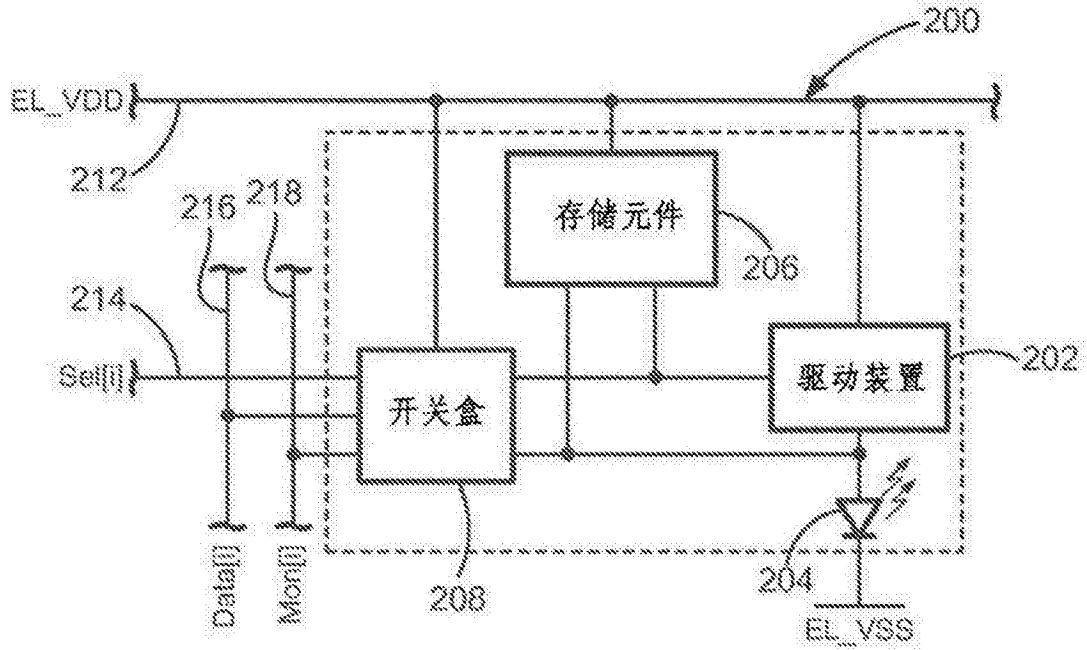


图 2A

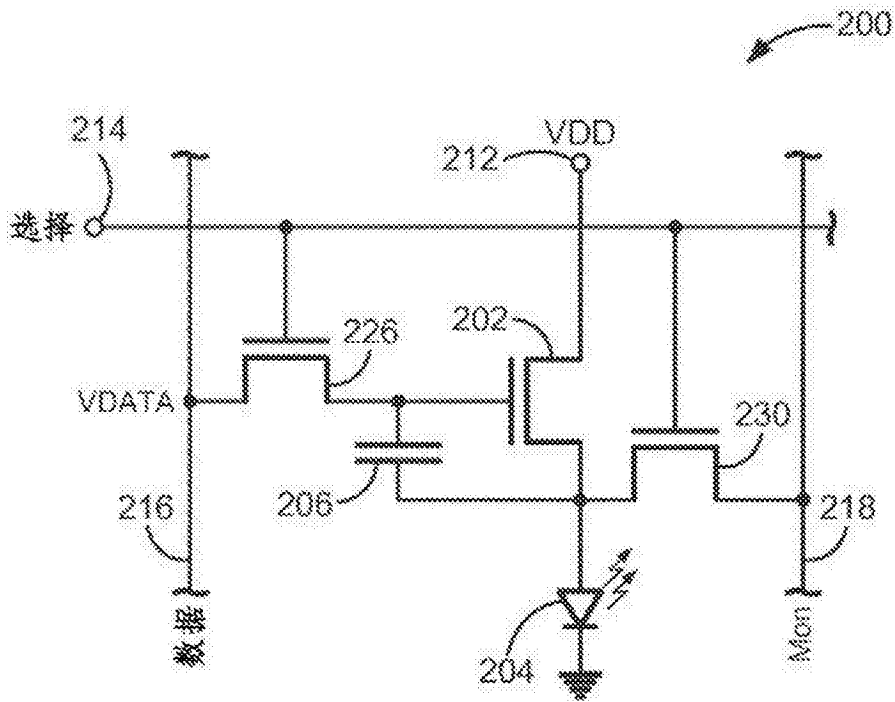


图 2B

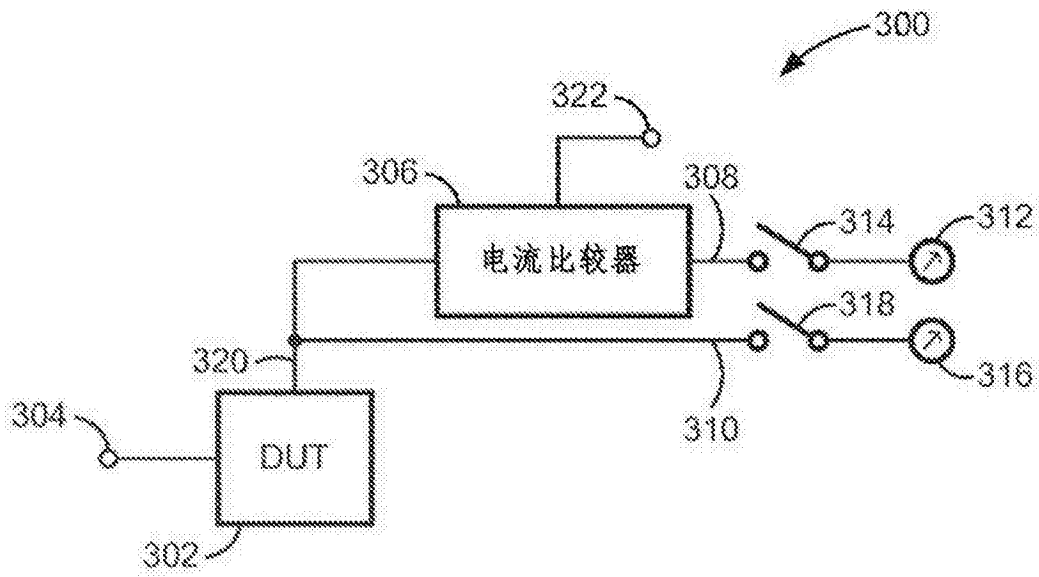


图 3

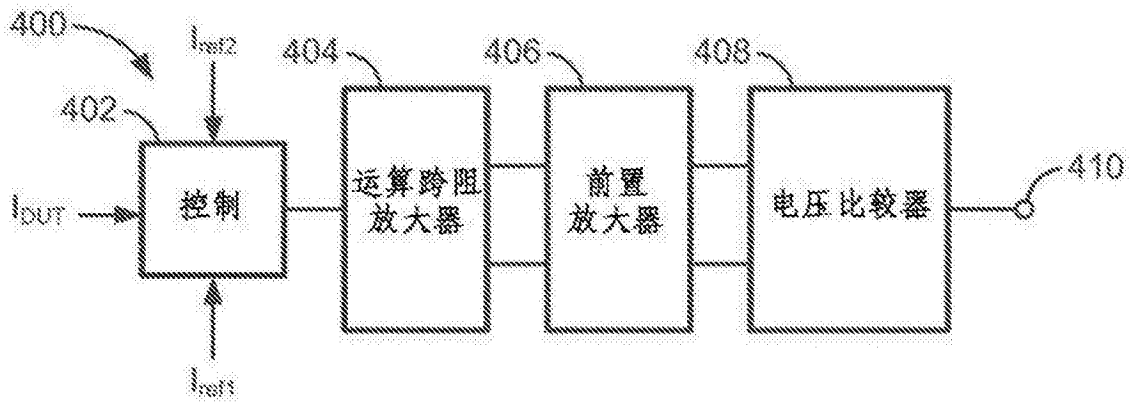


图 4A

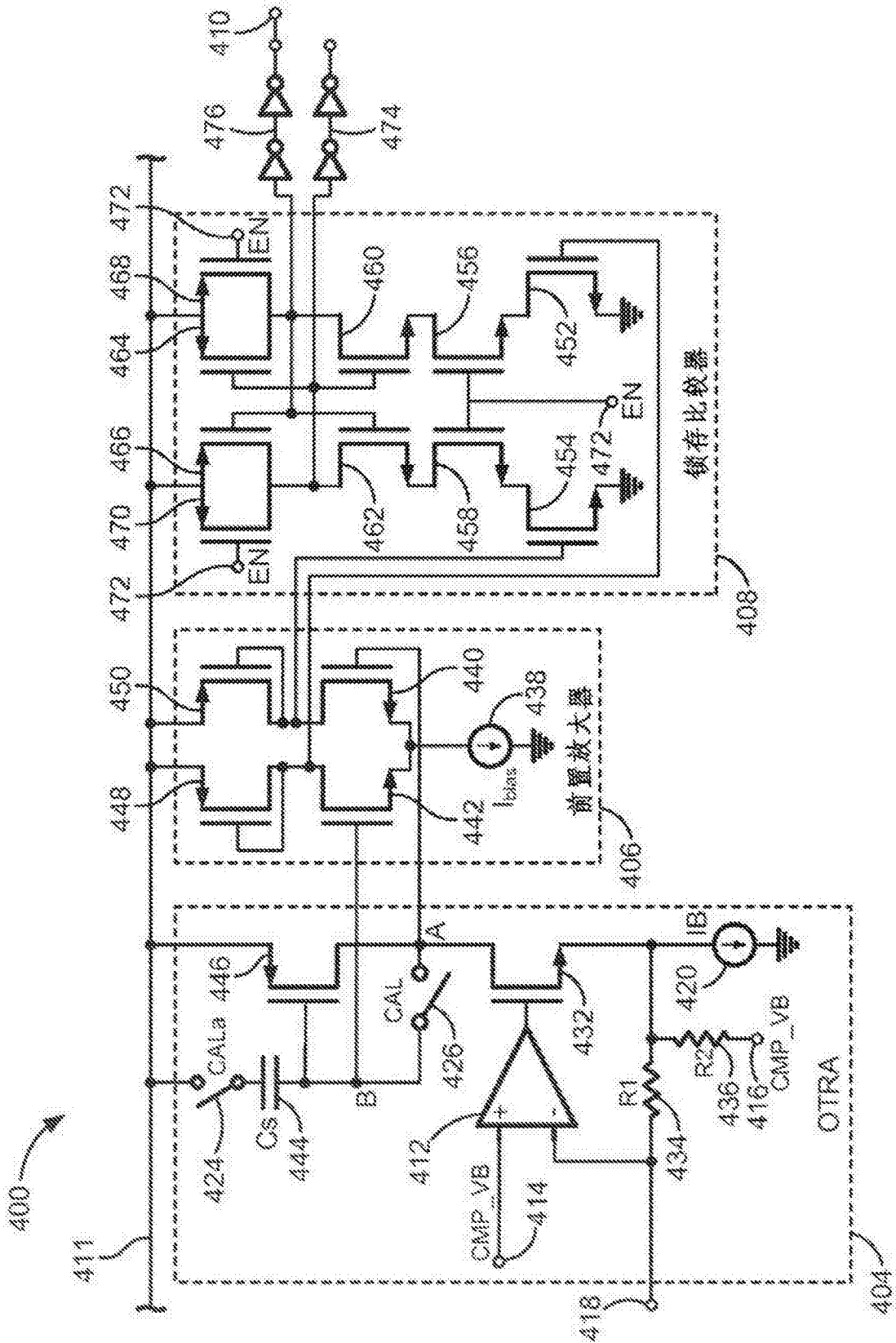


图 4B

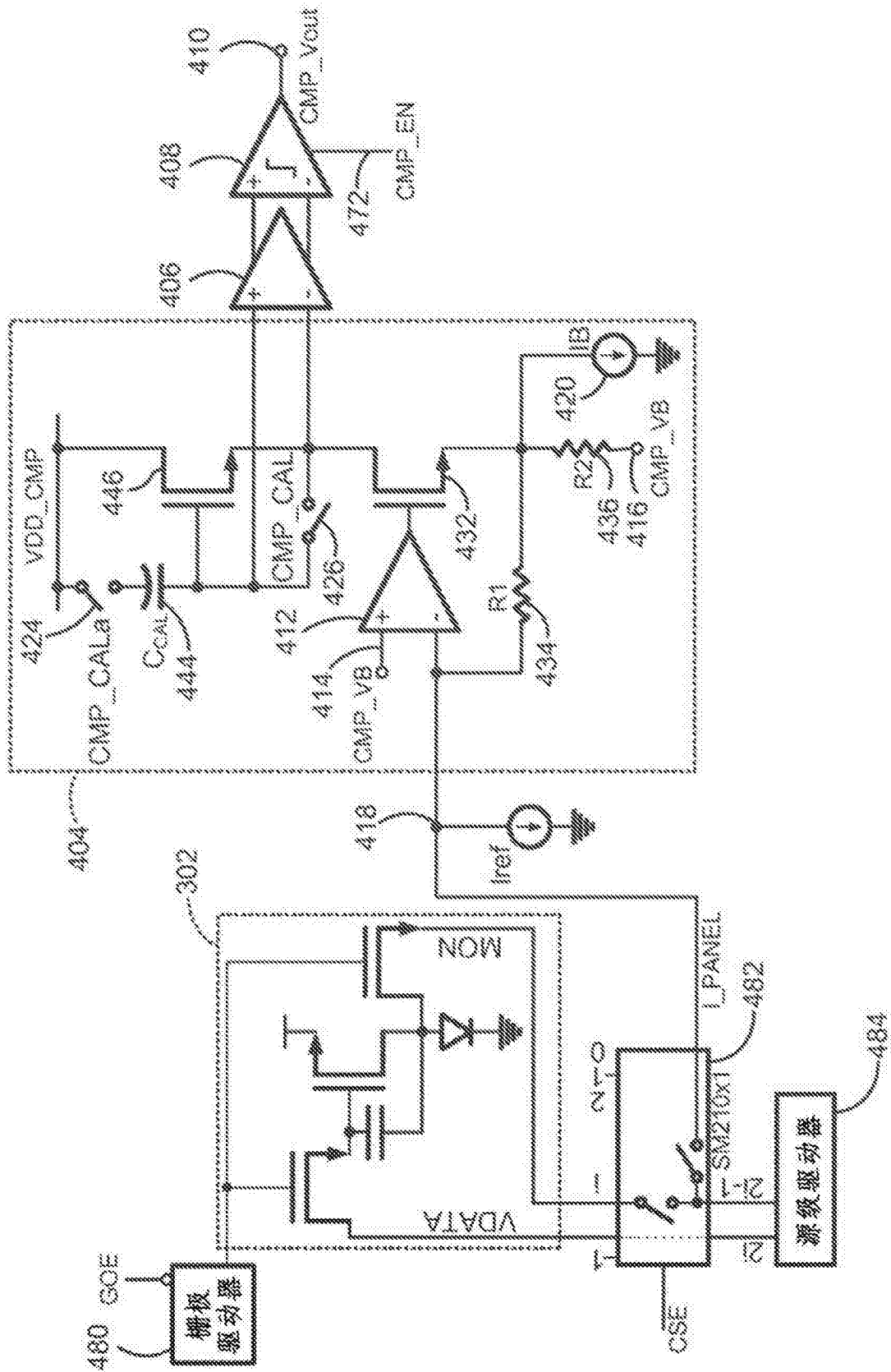


图 4C

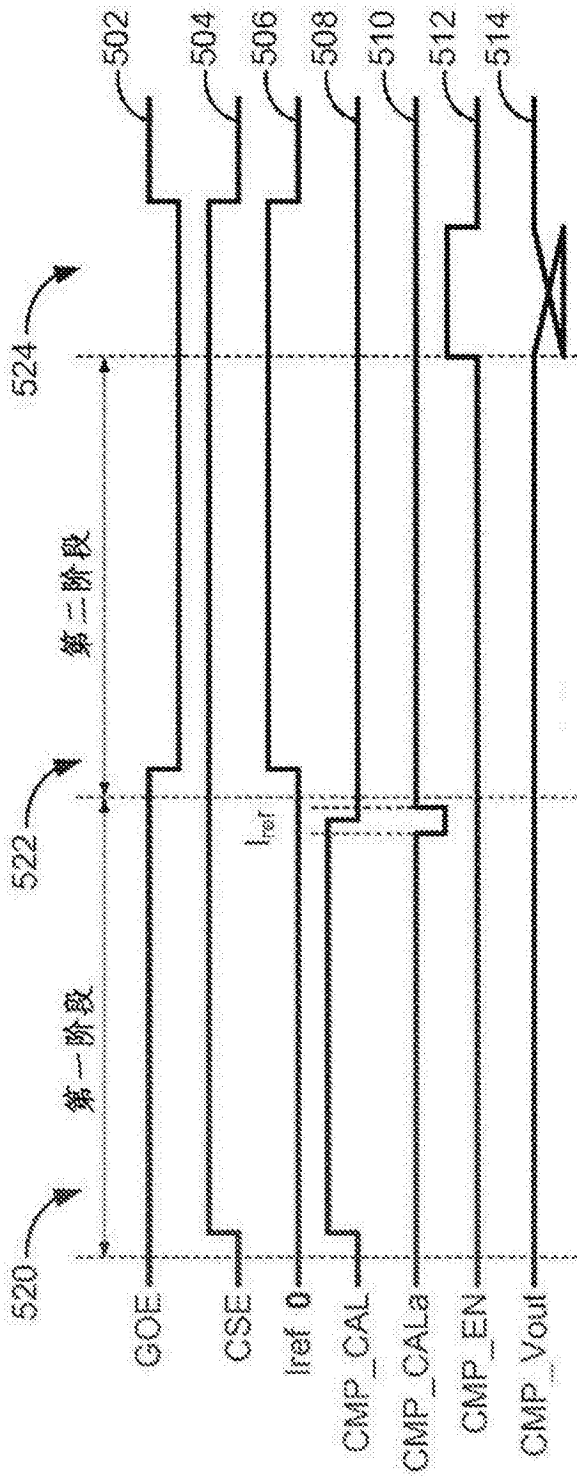


图 5A

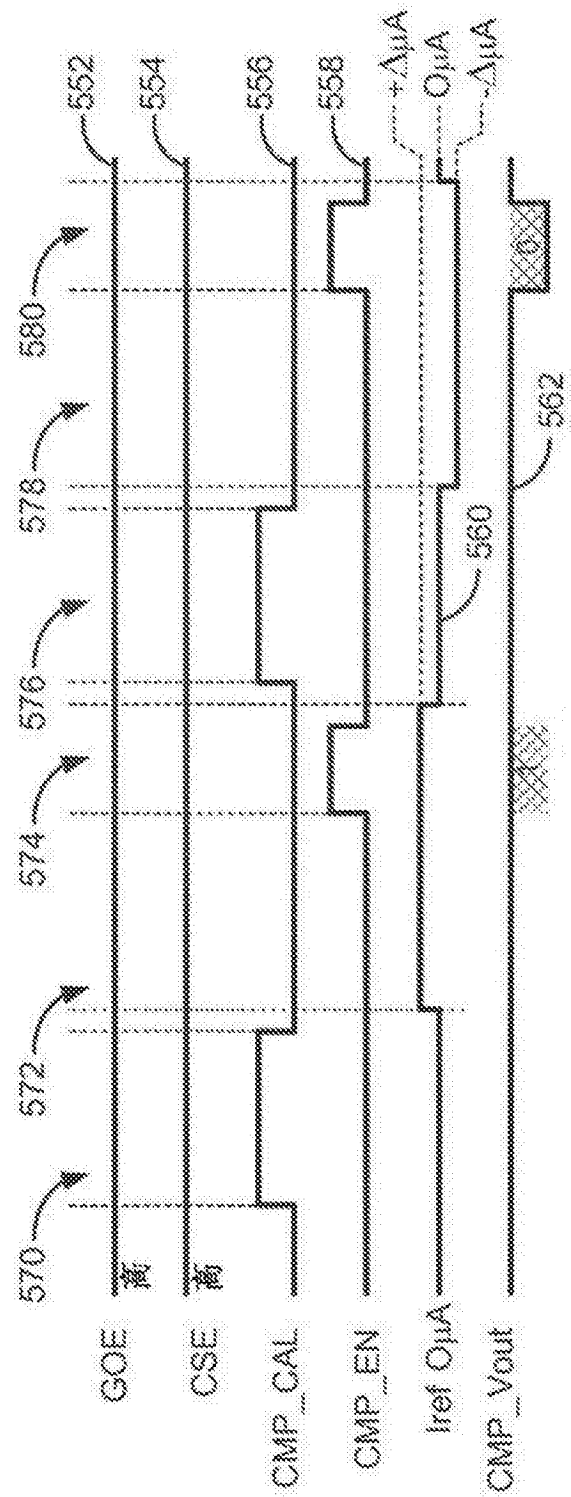


图 5B

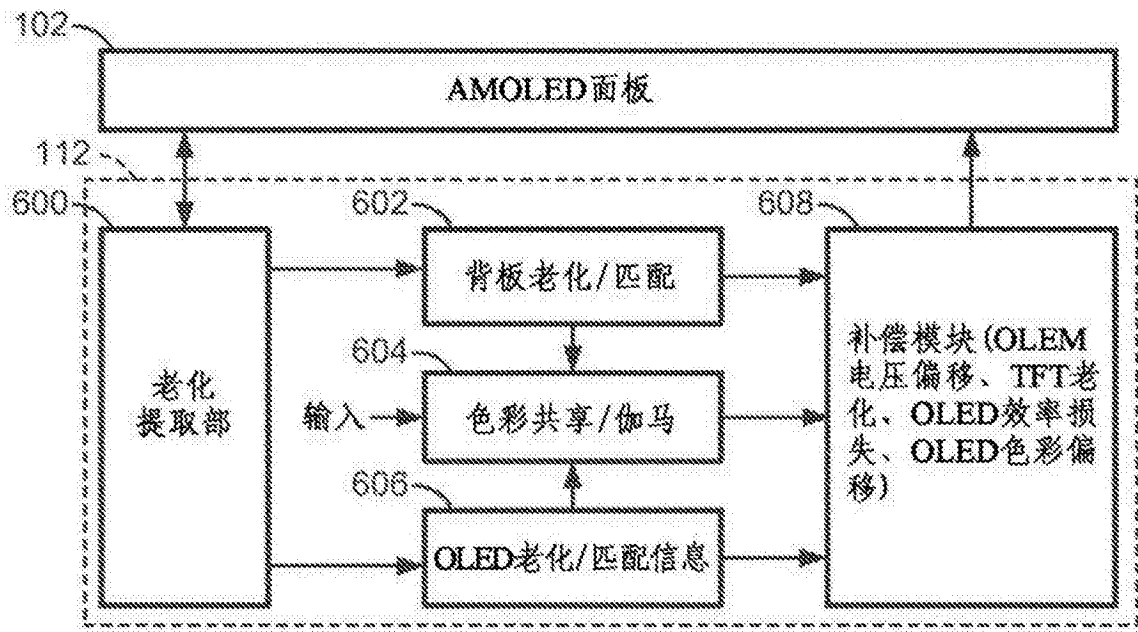


图 6

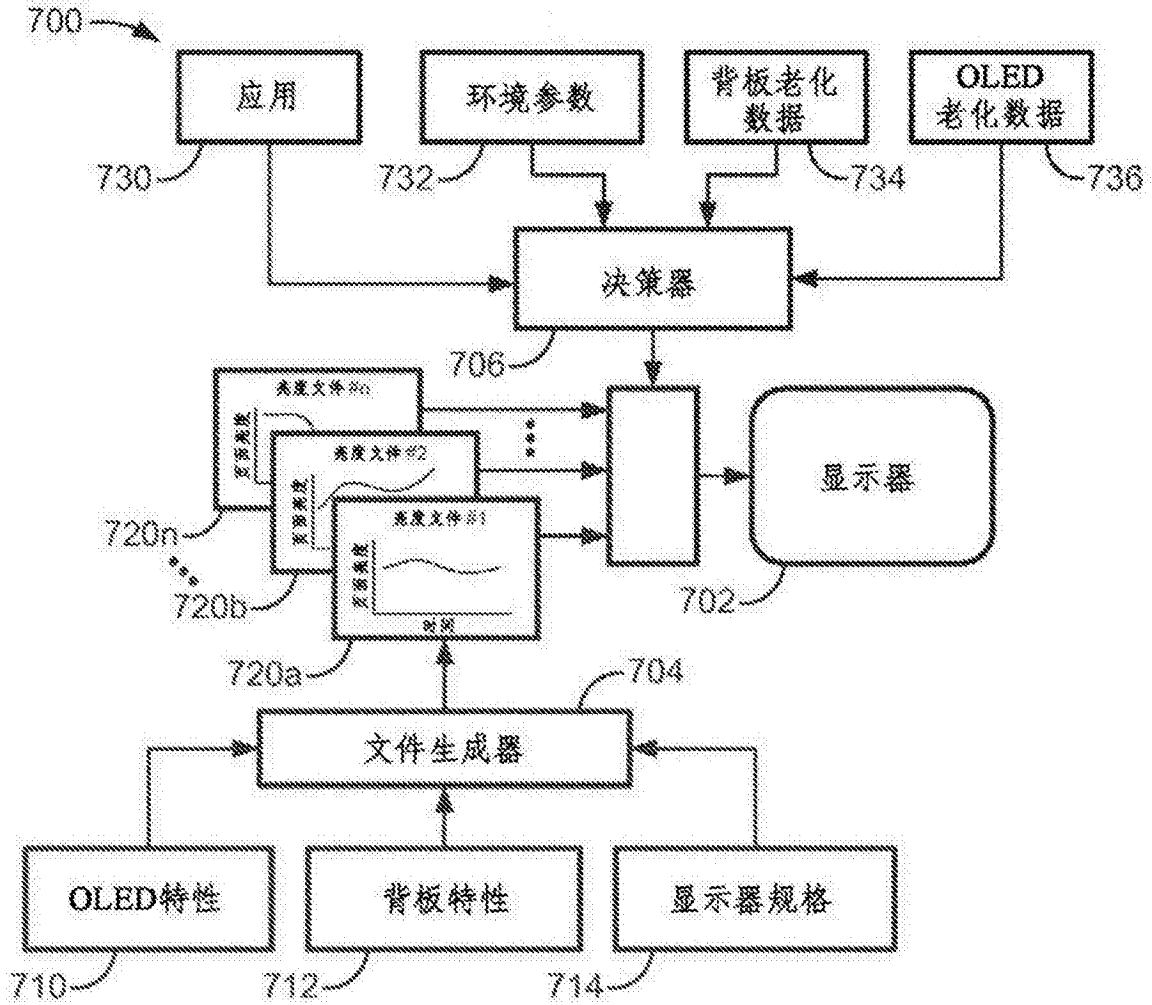


图 7

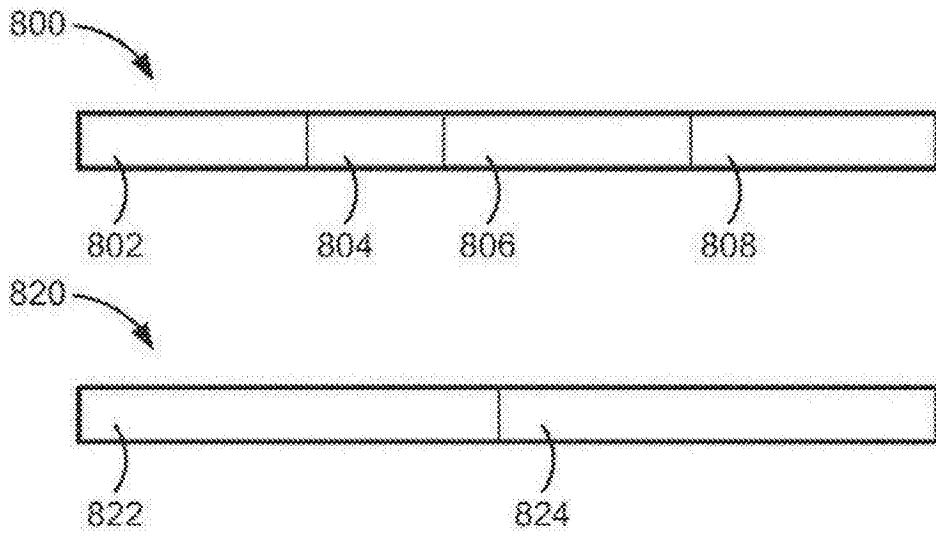


图 8

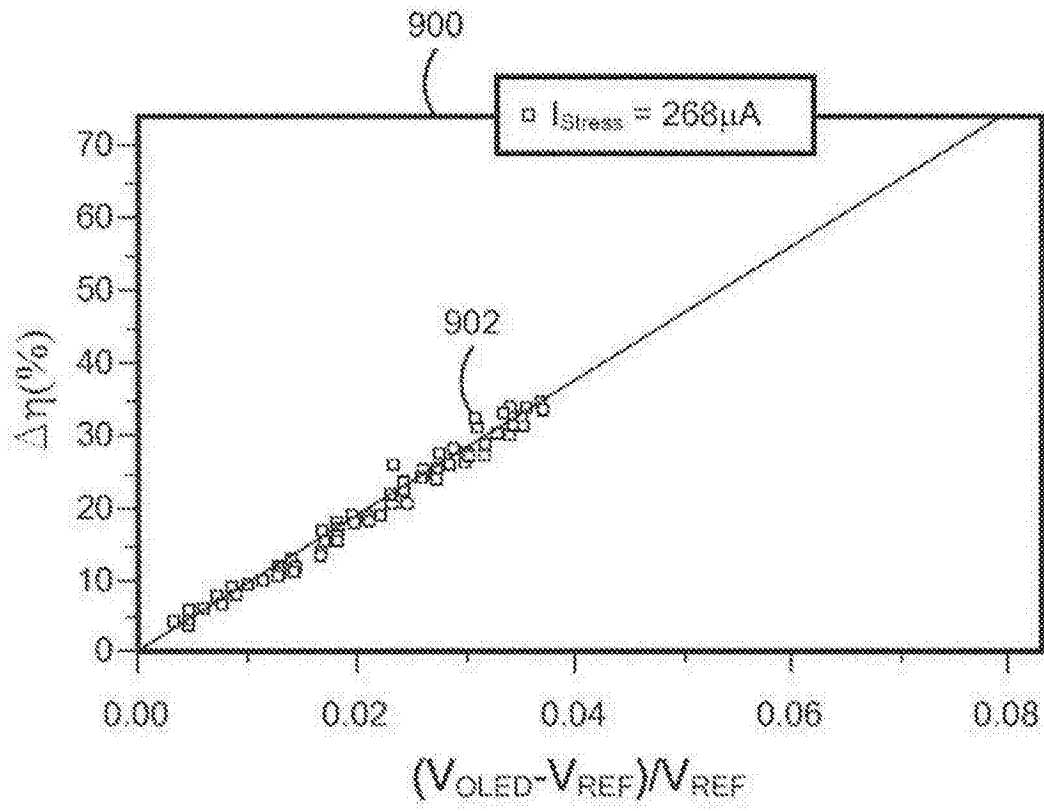


图 9

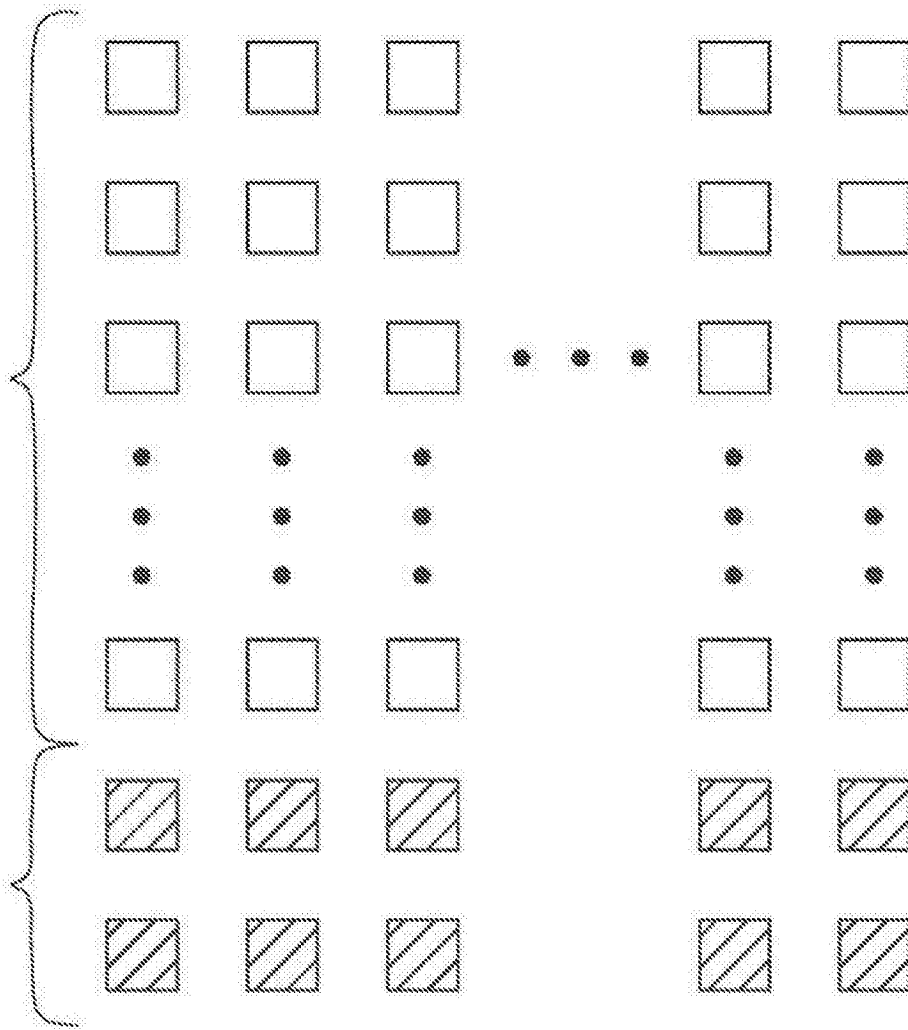


图 10

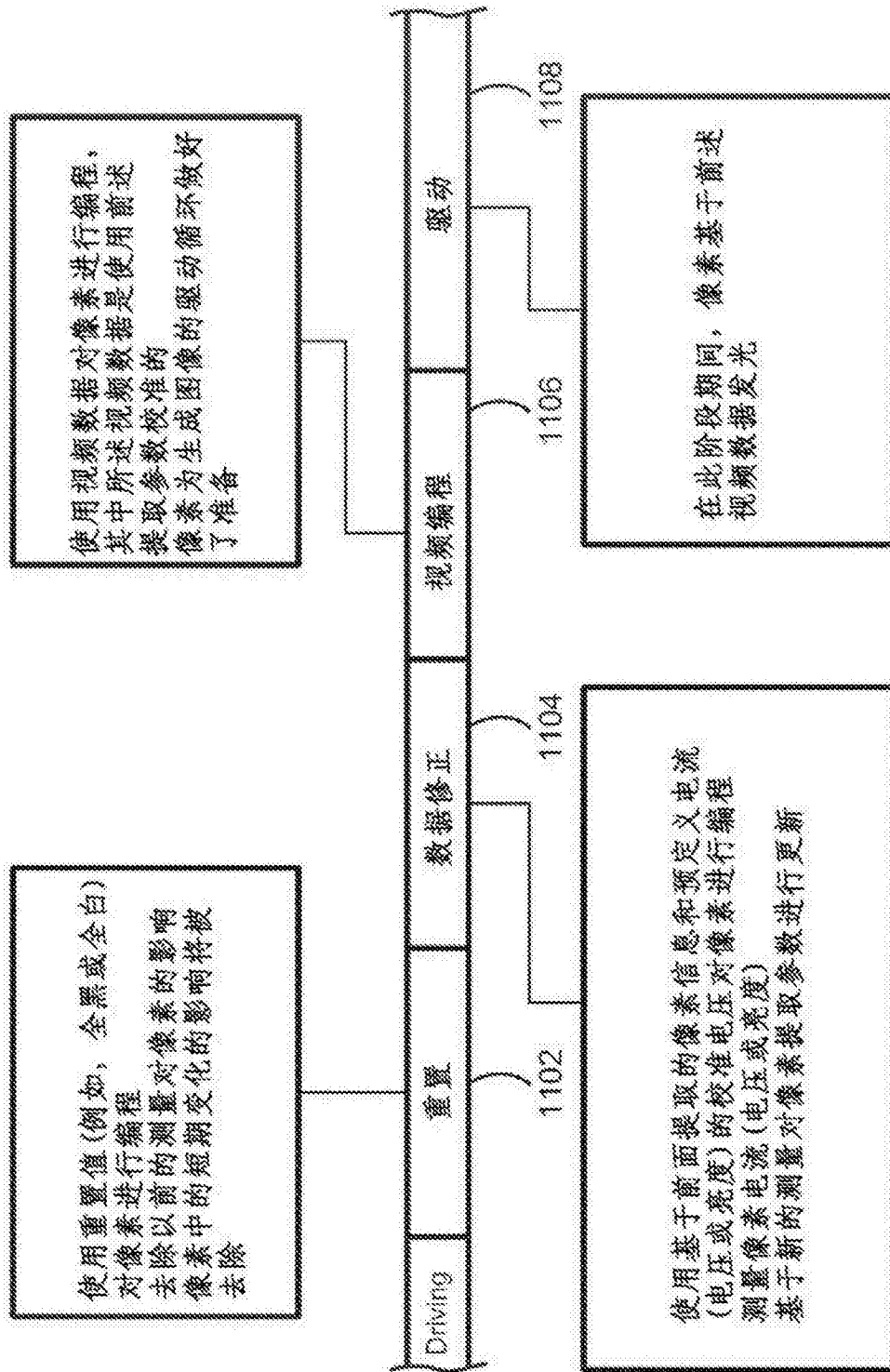


图 11

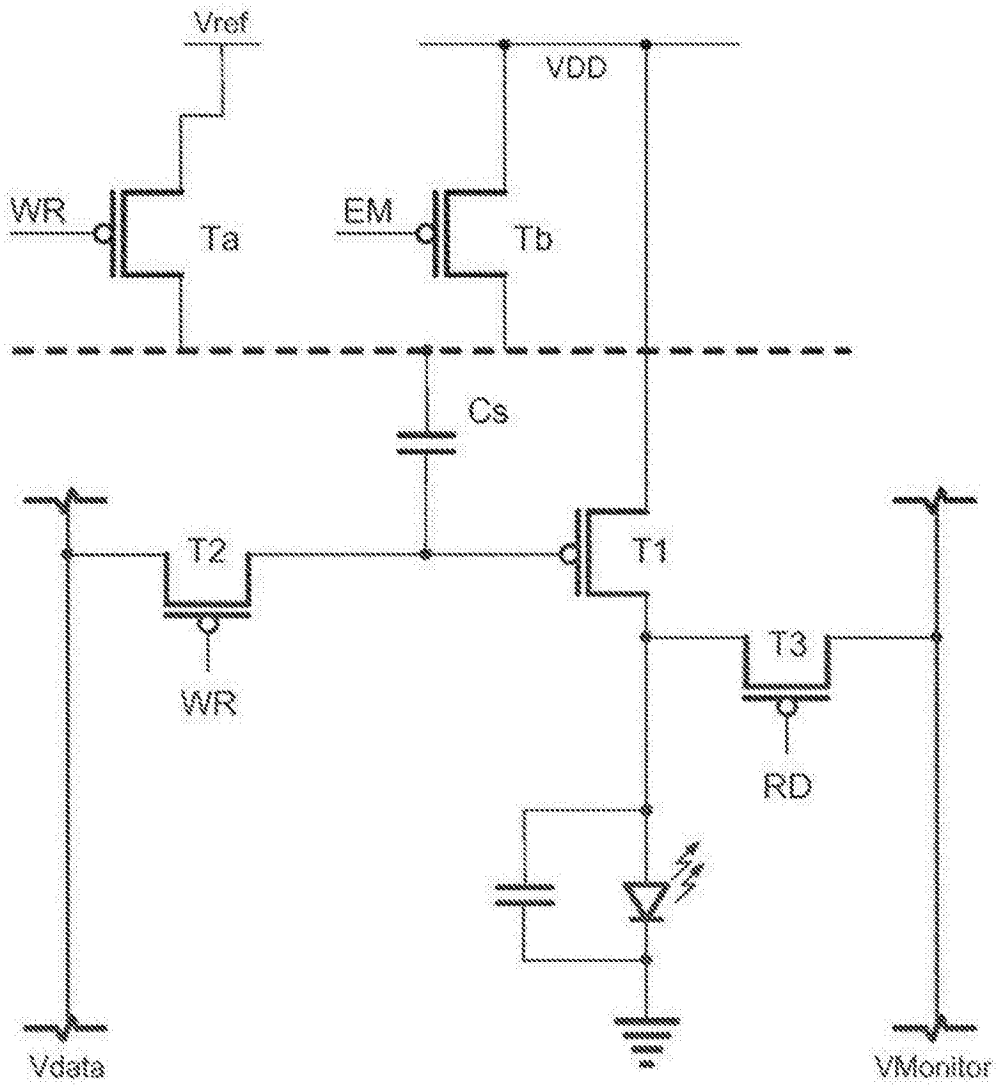


图 12A

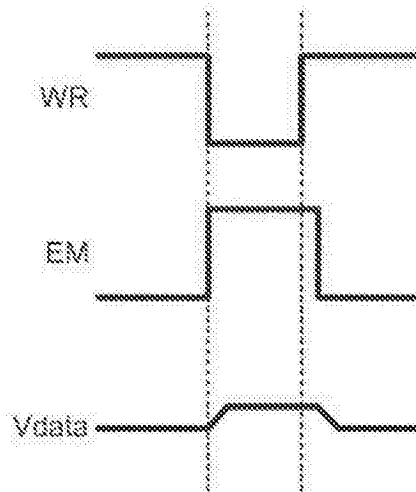


图 12B

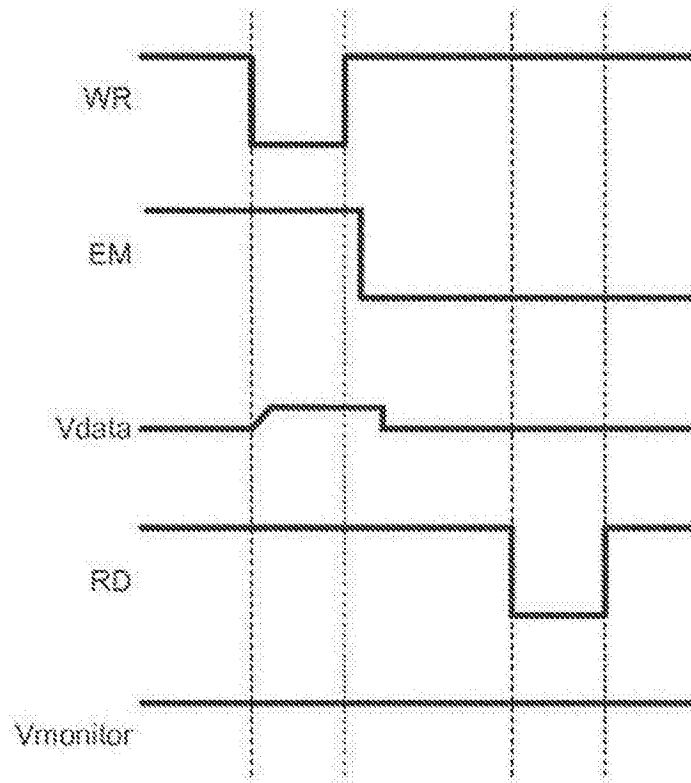


图 12C

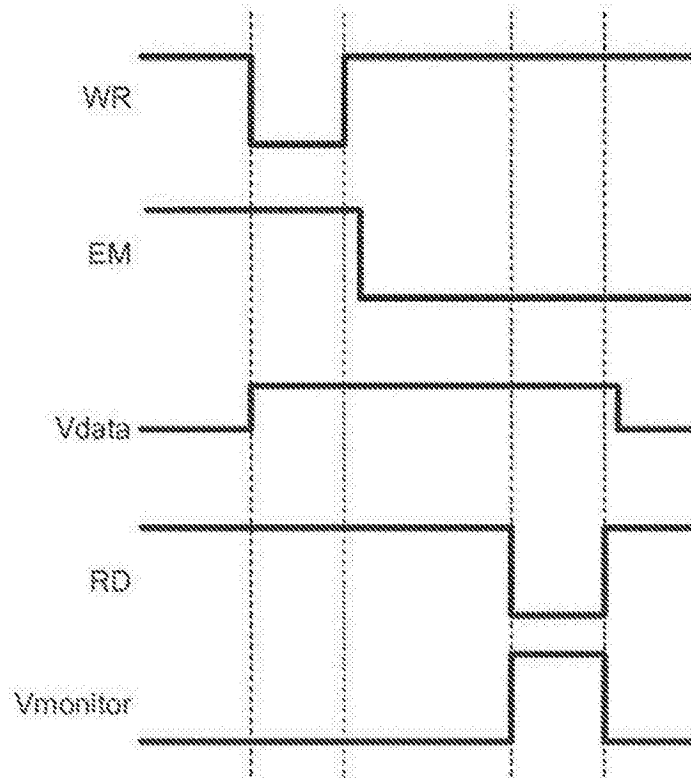


图 12D

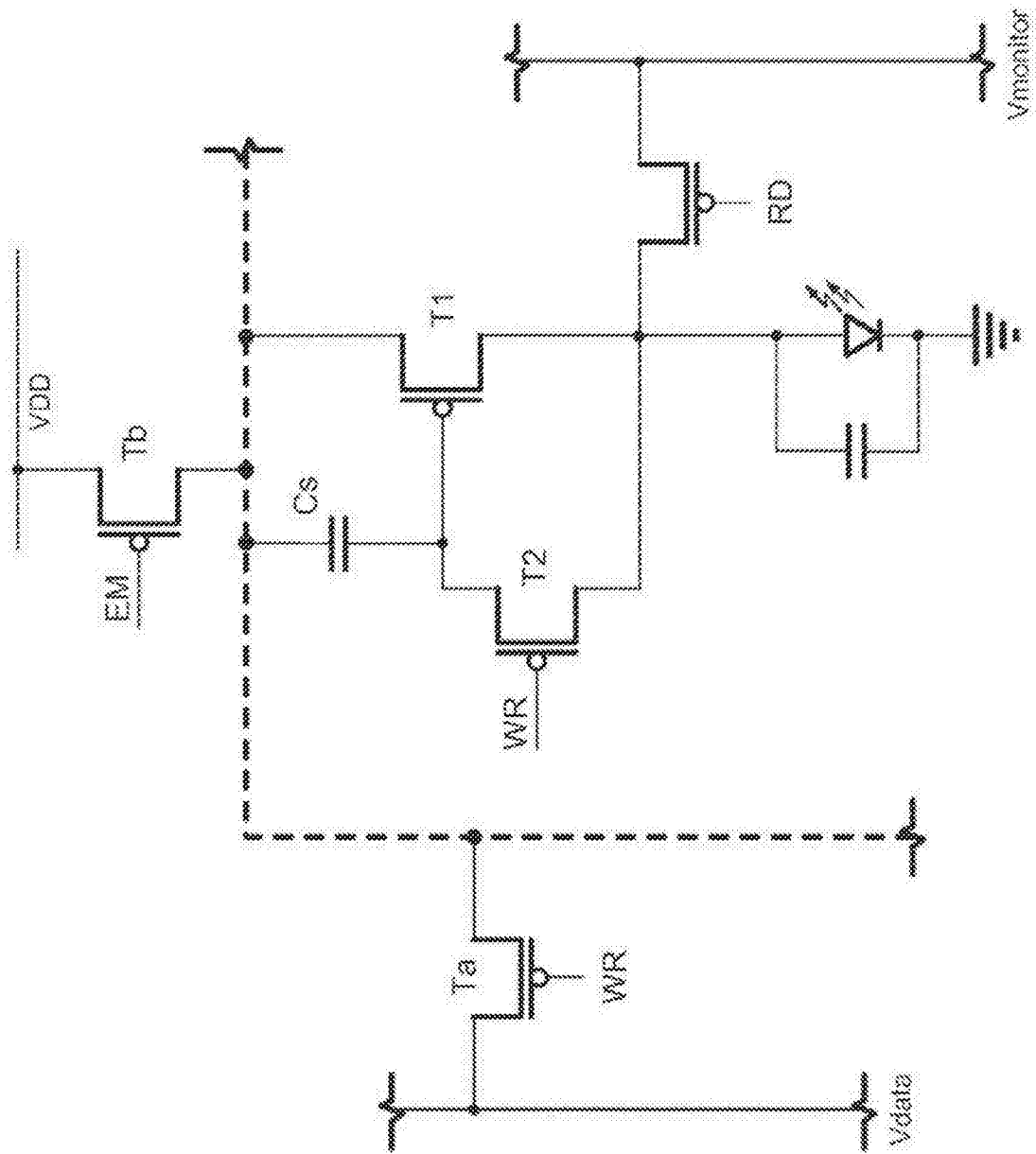


图 13A

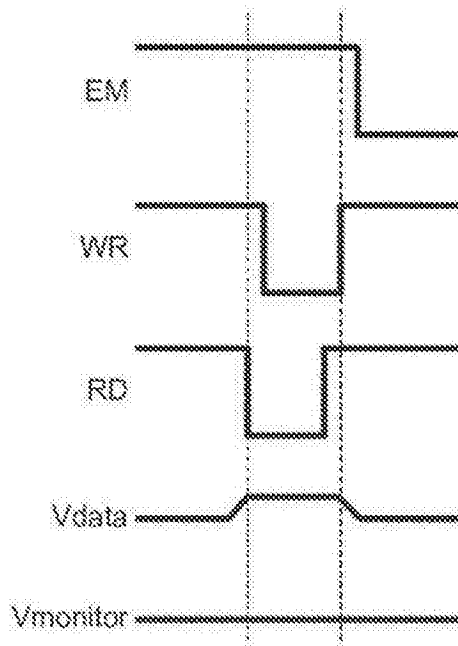


图 13B

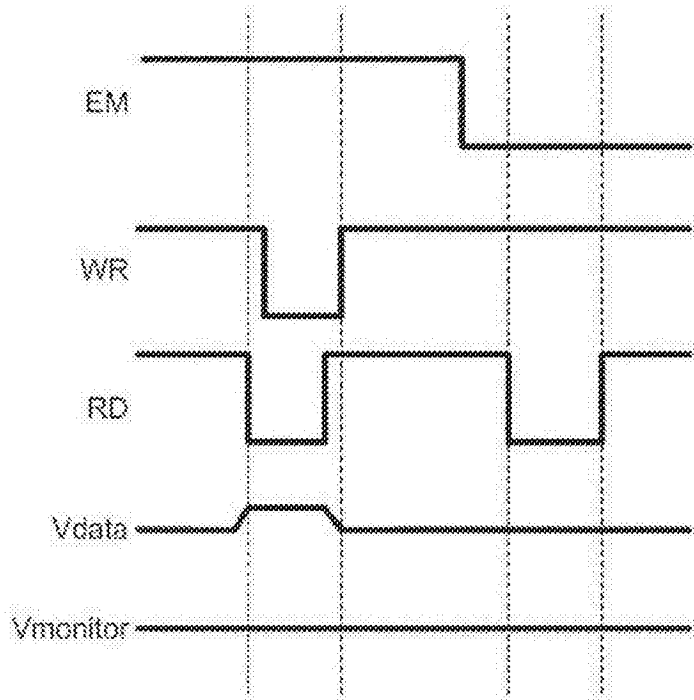


图 13C

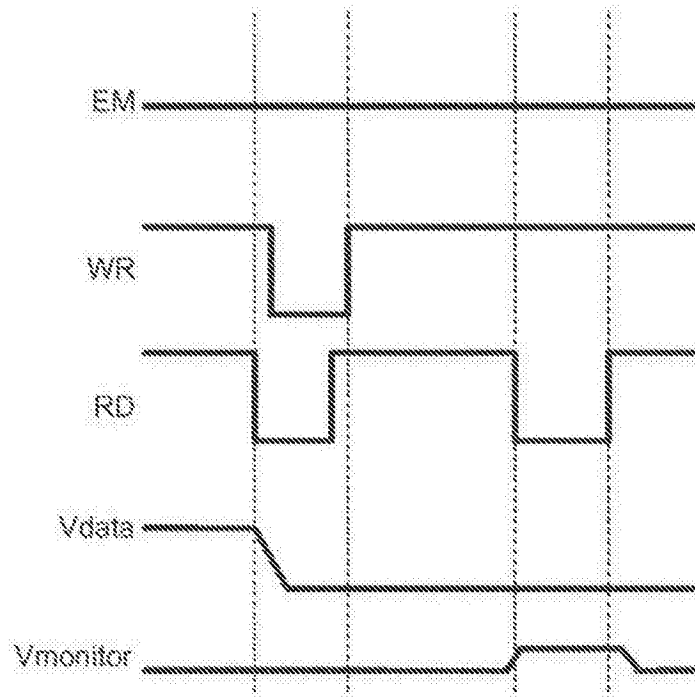


图 13D

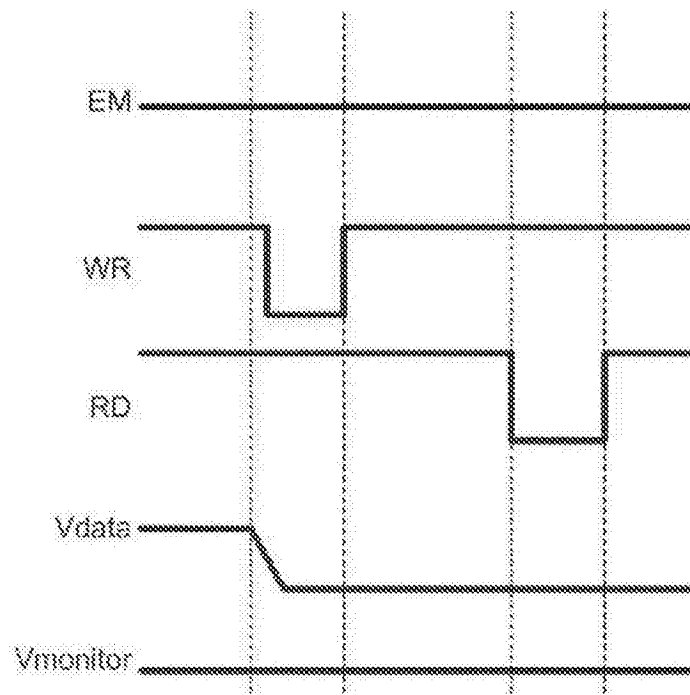


图 13E

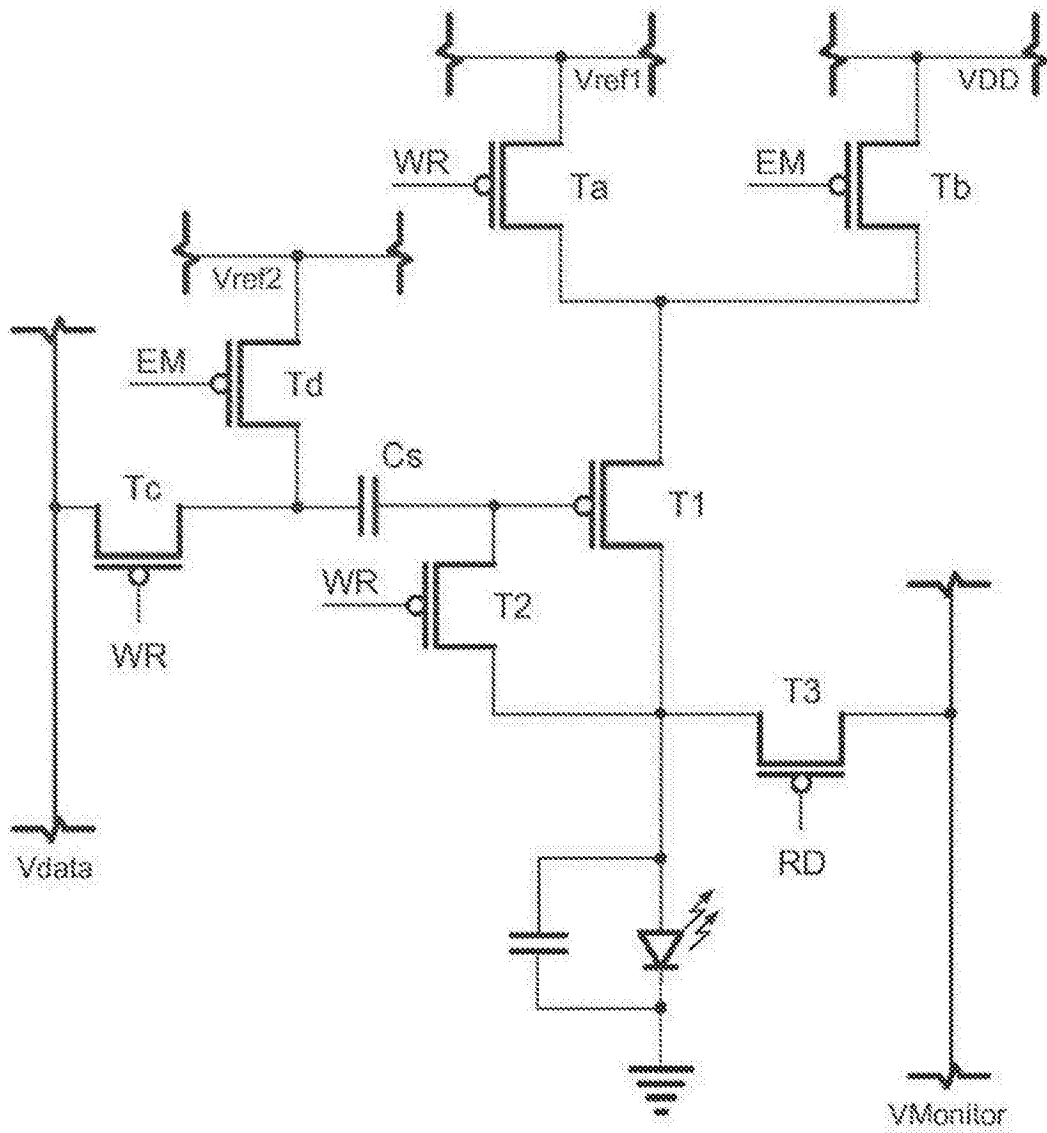


图 14

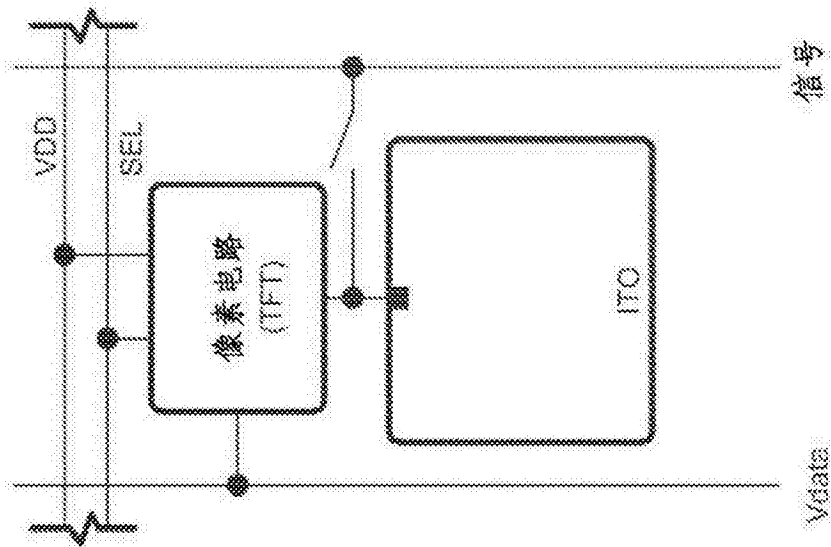


图 15A

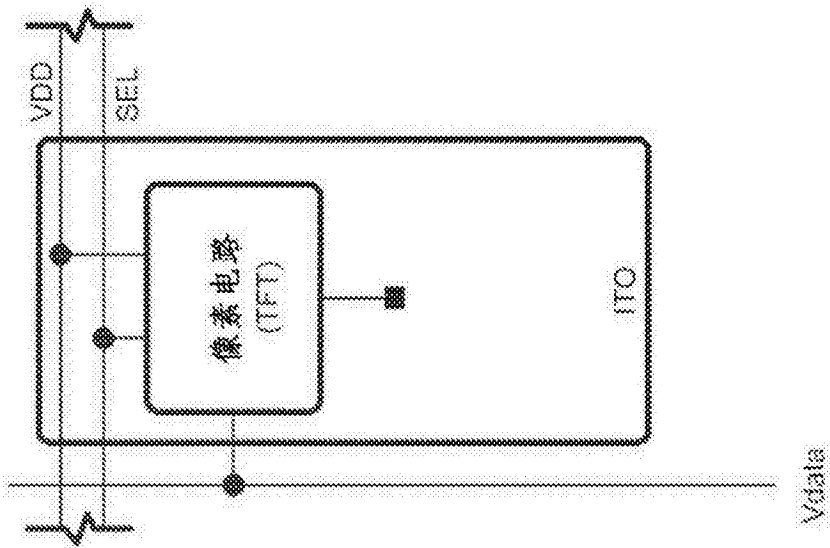


图 15B

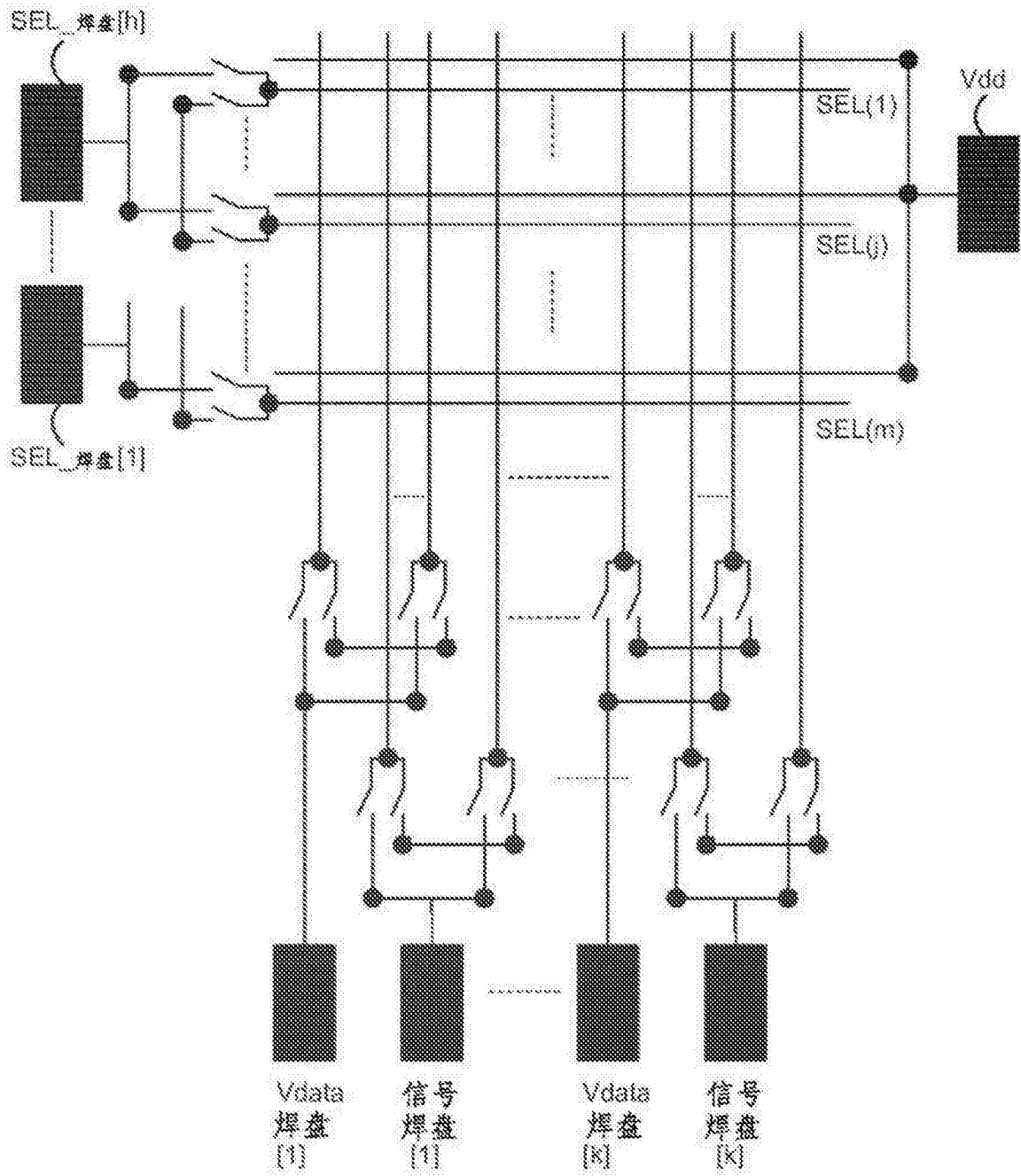


图 16

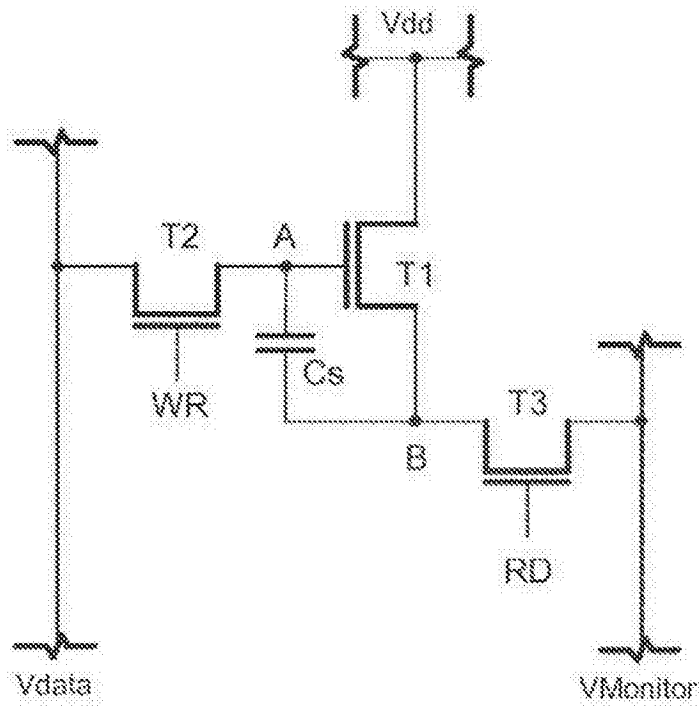


图 17

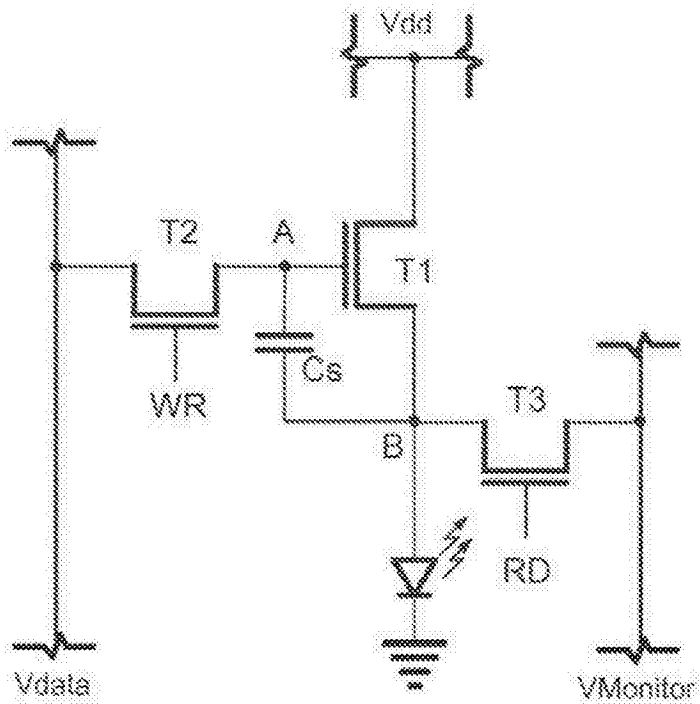


图 18

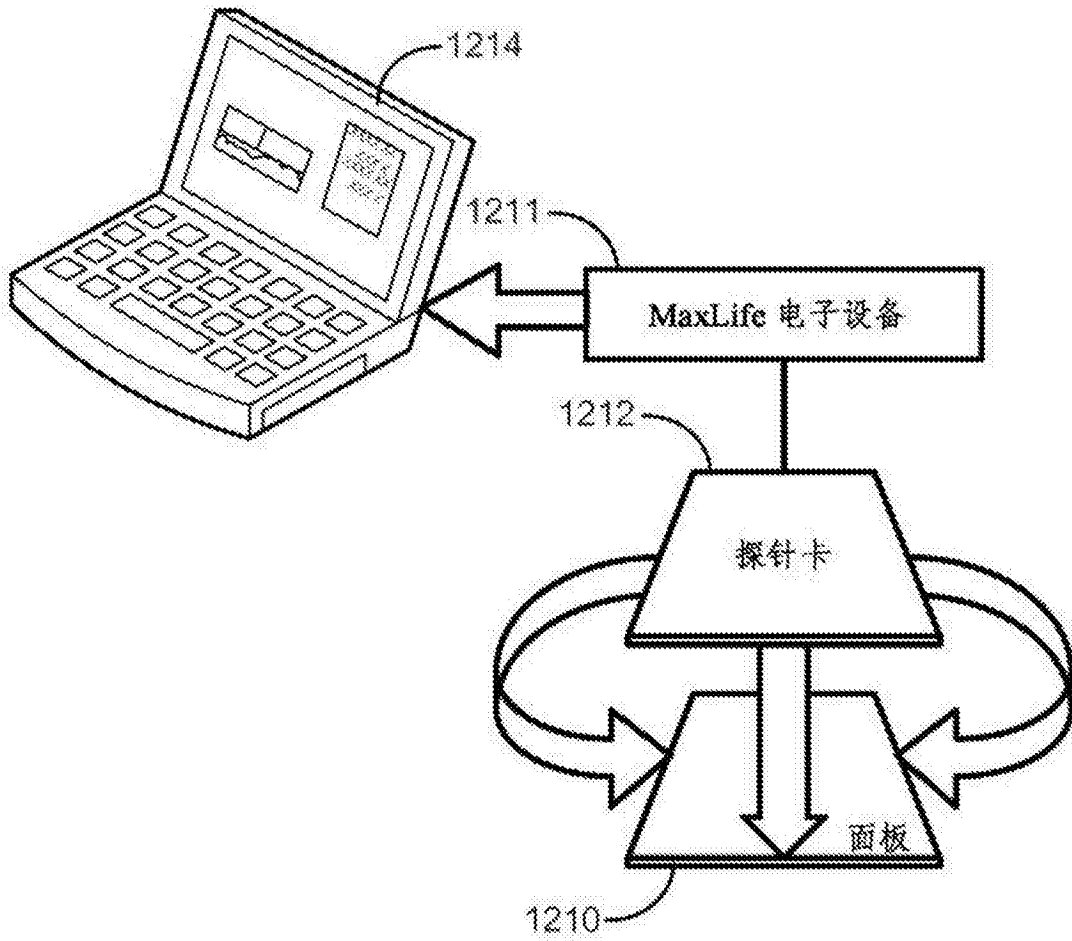


图 19

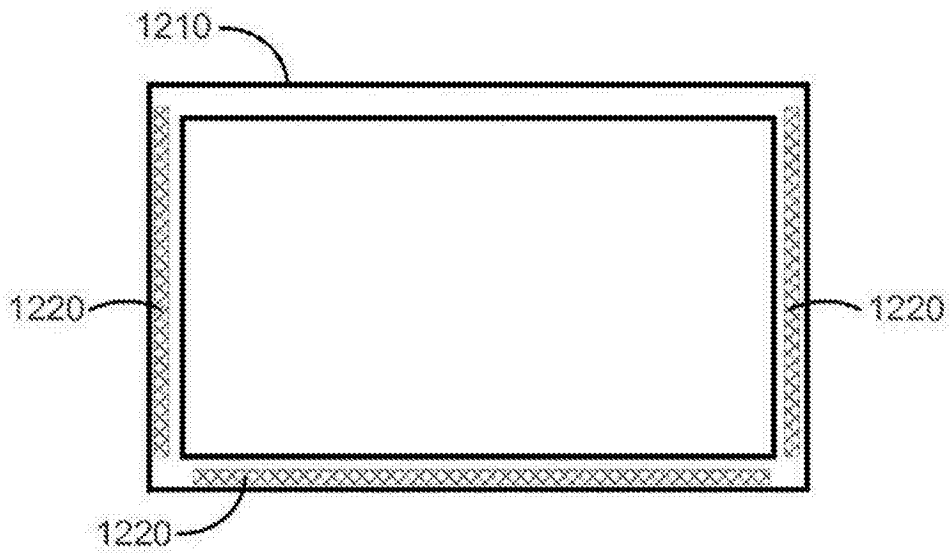


图 20

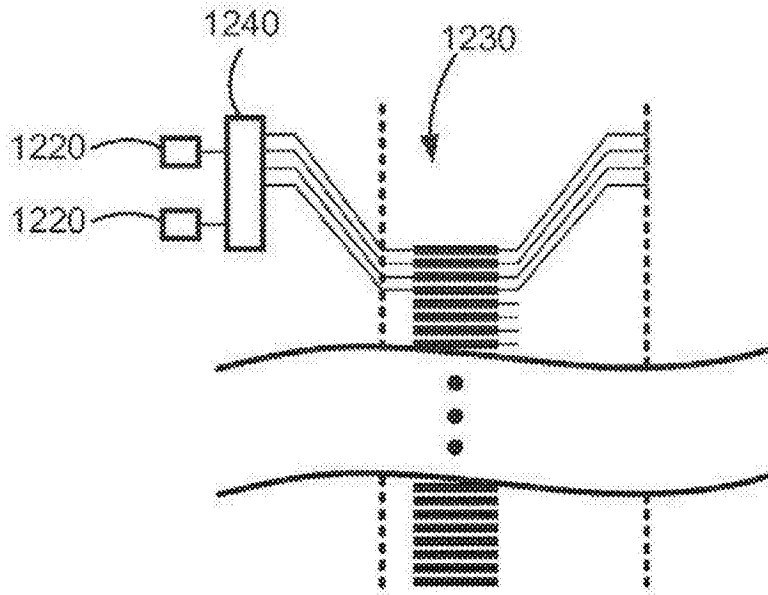


图 21

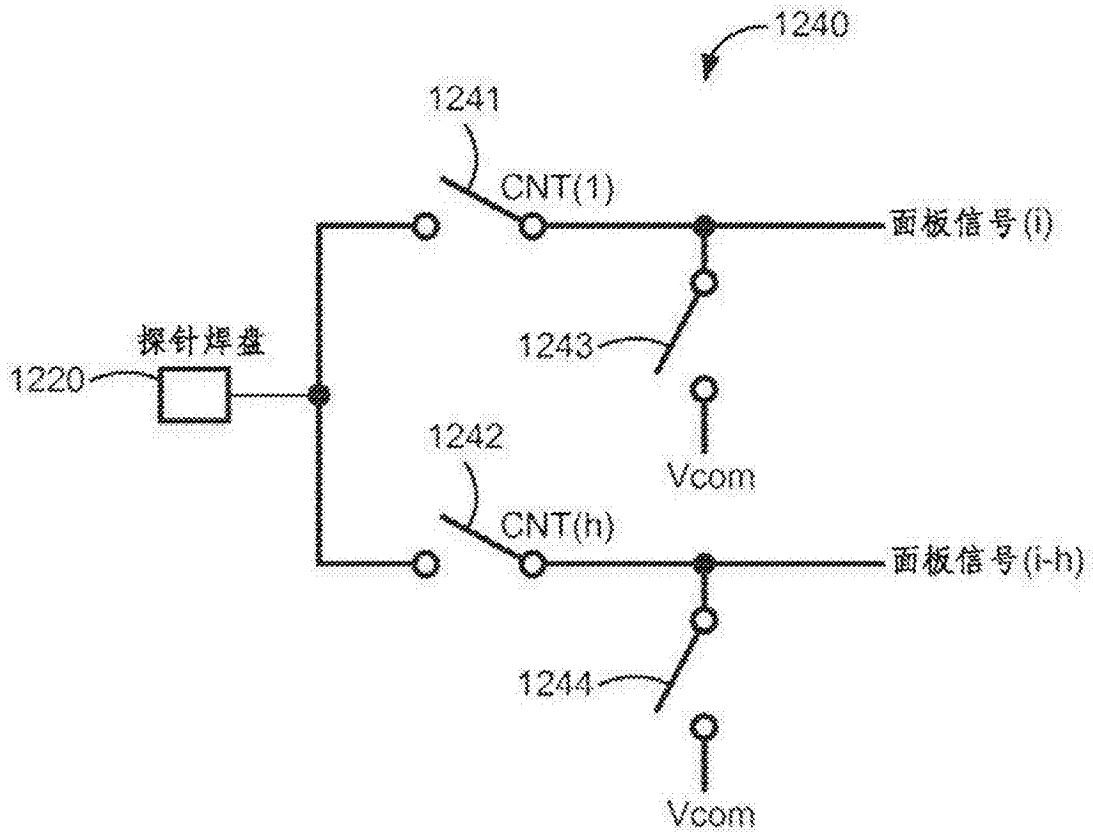


图 22

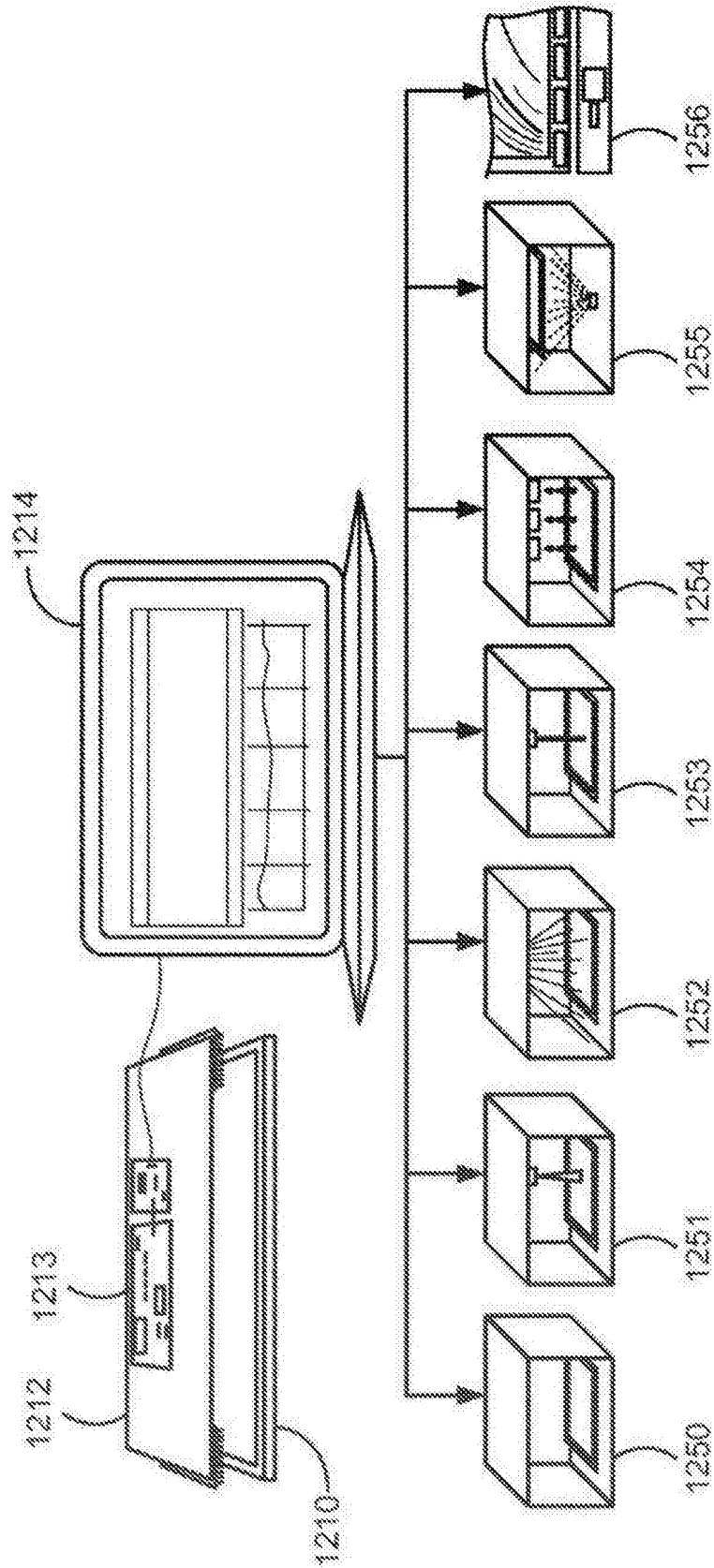


图 23

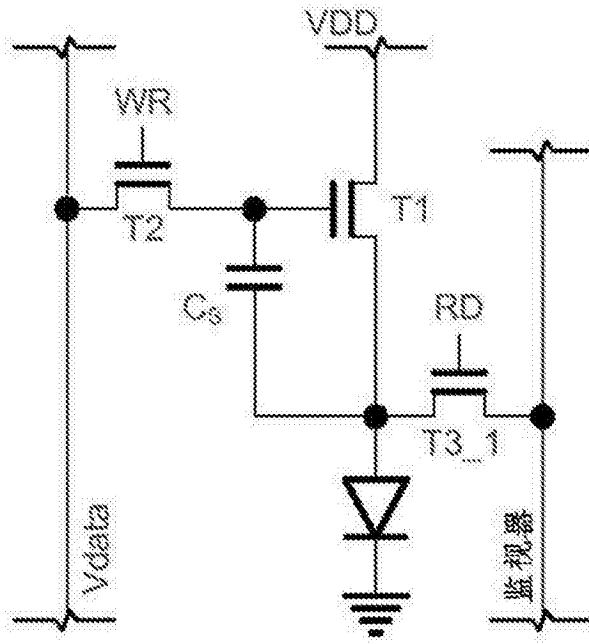


图 24

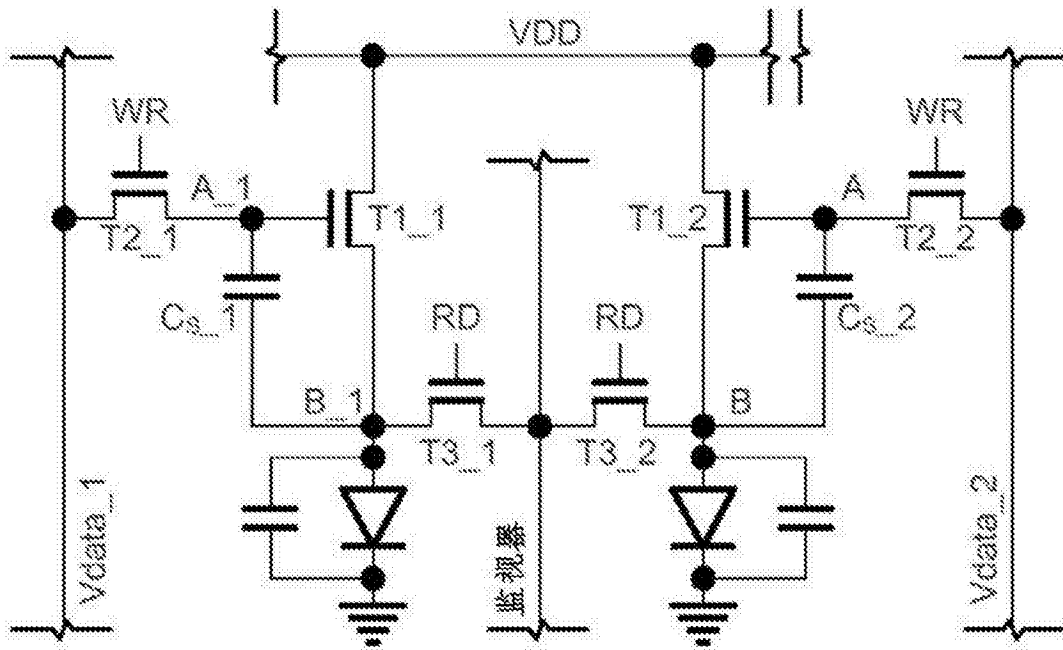


图 25