

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510128812.5

[51] Int. Cl.

G09G 3/30 (2006.01)

G09G 3/20 (2006.01)

H05B 33/08 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100446066C

[22] 申请日 2005.11.30

[21] 申请号 200510128812.5

[30] 优先权

[32] 2004.11.30 [33] JP [31] 2004-347283

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 山下淳一 内野胜秀

[56] 参考文献

US2003071804A1 2003.4.17

EP1310939A2 2003.5.14

US20040070557A1 2004.4.15

CN1542722A 2004.11.3

审查员 罗 强

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 宋 鹤

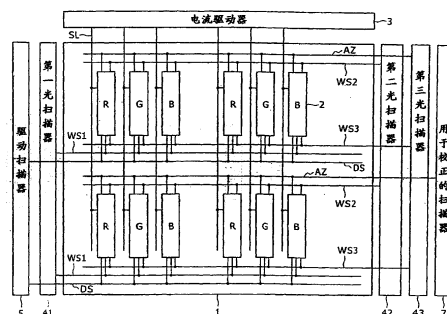
权利要求书 4 页 说明书 36 页 附图 19 页

[54] 发明名称

像素装置、显示装置及其驱动方法

[57] 摘要

本发明公开了一种设置在信号电流要被促使流经的信号线和提供控制信号的扫描线彼此交叉的位置上的像素电路，所述像素电路包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流；所述控制部分包括：第一抽样单元，用于对被促使流经所述信号线的信号电流进行抽样；第二抽样单元，用于对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；以及差异单元，用于生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压。所述驱动晶体管在其栅极接收所述控制电压，并提供被促使流经其源极和漏极至所述场致发光元件，以使所述场致发光元件 EL 发光的驱动电流。



1. 一种像素电路，其设置在信号电流要被促使流经的信号线和提供控制信号的扫描线彼此交叉的位置上，并且包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流，所述控制部分包括：

第一抽样装置，用于对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；

第二抽样装置，用于对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；以及

差异装置，用于生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压；

其中所述驱动晶体管在其栅极接收所述控制电压，并提供被促使流经其源极和漏极至所述场致发光元件，以使所述场致发光元件 EL 发光的驱动电流。

2. 如权利要求 1 所述的像素电路，其特征在于：当分别由所述第一和第二抽样装置抽样的所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异小时，所述场致发光元件的场致发光量变得很少；并且在所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异大时，所述场致发光量变得很多；而所述信号电流与所述参考电流的绝对电平设得足够大，以至于即便所述信号电流与所述参考电流之间的所述相对差异小也可进行所述抽样。

3. 如权利要求 1 所述的像素电路，其特征在于：所述控制部分包括校正装置，用于检测所述驱动晶体管的阈值电压，以便将所述检测到的阈值电压加到所述控制电压上，从而从所述驱动电流中消除所述阈值电压的影响。

4. 如权利要求 1 所述的像素电路，其特征在于：所述第一抽样

装置对所述信号电流被促使流经所述驱动晶体管时生成的信号电压进行抽样；所述第二抽样装置对所述参考电流被促使流经所述驱动晶体管时在所述驱动晶体管的栅极生成的参考电压进行抽样；以及通过将所述信号电压与所述参考电压通过电容器彼此耦合来生成所述控制电压，所述差异装置获得所述信号电压与所述参考电压之差。

5. 如权利要求 4 所述的像素电路，其特征在于：所述第一抽样装置具有第一电容器，用于在其中保持所述抽样的信号电压；所述第二抽样装置具有第二电容器，用于在其中保持所述抽样的参考电压，所述第二电容器适于将所述抽样的参考电压耦合到所述抽样的信号电压；以及所述第一和第二电容器具有相同的容量值。

6. 一种显示装置，它包括像素阵列部分、驱动器部分和扫描器部分；所述像素阵列部分包括列分布的信号线、行分布的扫描线以及像素电路，所述像素电路设置在矩阵中所述列分布的信号线和所述行分布的扫描线彼此交叉的位置上；所述驱动器部分用于促使信号电流分别流经所述信号线；所述扫描器部分用于将控制信号分别提供给所述扫描线；每个像素电路包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及像素内控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流；

其中：所述像素内控制部分包括：

第一抽样装置，用于对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；

第二抽样装置，用于对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；以及

差异装置，用于生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压；以及

所述驱动晶体管在其栅极接收所述控制电压，并提供被促使流经其源和漏极，以使所述场致发光元件发光的驱动电流。

7. 如权利要求 6 所述的显示装置, 其特征在于: 当分别由所述第一和第二抽样装置抽样的所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异小时, 所述场致发光元件的场致发光量变得很少; 并且在所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异大时, 所述场致发光量变得很多; 而所述信号电流与所述参考电流的绝对电平设得足够大, 以至于即便所述信号电流与所述参考电流之间的所述相对差异小也可进行所述抽样。

8. 如权利要求 6 所述的显示装置, 其特征在于: 所述像素内控制部分包括校正装置, 用于检测所述驱动晶体管的阈值电压, 以便将所述检测到的阈值电压加到所述控制电压上, 从而从所述驱动电流中消除所述阈值电压的影响。

9. 一种驱动像素电路的方法, 所述像素电路设置在信号电流被促使流经的信号线和分别提供控制信号的扫描线彼此交叉的位置上, 并且包括: 场致发光元件; 用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管; 以及控制部分, 其适于根据所述控制信号进行操作, 以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流; 所述方法包括以下步骤:

对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样;

对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样;

生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压; 以及

将所述控制电压施加到所述驱动晶体管的栅极上, 并将被促使流经所述驱动晶体管的源极和漏极的驱动电流提供给所述场致发光元件。

10. 一种驱动显示装置的方法, 所述显示装置包括像素阵列部分、驱动器部分和扫描器部分; 所述像素阵列部分包括列分布的信号线、行分布的扫描线以及设置在矩阵中所述列分布的信号线和所述行分

布的扫描线彼此交叉的位置上的像素电路；所述驱动器部分用于促使信号电流分别流经所述信号线；所述扫描器部分用于将控制信号分别提供给所述扫描线；每个像素电路包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及像素内控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以根据所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流；所述方法包括以下步骤：

对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；

对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；

生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压；以及

将所述控制电压施加到所述驱动晶体管的栅极上，并将被促使流经所述驱动晶体管的源极和漏极的驱动电流提供给所述场致发光元件。

## 像素装置、显示装置及其驱动方法

### 相关申请交叉引用

本发明包含与 2004 年 11 月 30 日在日本专利局提出的日本专利申请 JP 2004-347283 相关的主题，该专利申请的全部内容通过引用结合于本文中。

### 技术领域

本发明涉及每个像素处设置的像素电路，用于对相应的场致发光元件进行电流驱动，以及涉及一种用于驱动所述像素电路的方法。本发明还涉及一种具有设置在矩阵中的像素电路的显示装置，尤其涉及通过使用每个像素电路内提供的绝缘栅场效应晶体管，控制流经诸如有机 EL 元件等场致发光元件的电流量的所谓有源矩阵类型显示装置，以及涉及一种用于驱动所述显示装置的方法。

### 背景技术

在例如液晶显示装置等图像显示装置中，大量的液晶像素布置在矩阵中。通过控制相应于有关待显示图像的信息的每像素入射光的透射强度或反射强度，可显示图像。虽然这也适用于在像素中使用有机 EL 元件的有机 EL 显示装置及诸如此类，但有机 EL 元件不同于液晶像素，它是自发光元件。为此，有机 EL 显示装置具有诸如以下优点：它具有比液晶显示装置更高的图像可见度，无需背光以及响应速度快。另外，有机 EL 显示装置与压控型液晶显示装置有很大的不同，表现在它是所谓的电流控制型，在这种类型中，基于被促使流经对应场致发光元件的电流值，可控制每个场致发光元件的亮度级（等级）。

在有机 EL 显示装置中，类似于液晶显示装置，一种简单的矩阵系统和有源矩阵系统被称为其驱动系统。虽然前者在构造上简单，但它涉及难以实现大型高清晰显示装置等问题。因此，目前正在积聚开发使用有源矩阵系统的有机 EL 显示装置。此系统使流经每个像素电路内提供的场致发光元件的电流受像素电路内提供的有源元件（一般为薄膜晶体管[TFT]）的控制。以下专利文档中描述了使用此系统的有机 EL 显示装置：日本公开特许公报（未审查）No.2003-255856、日本公开特许公报（未审查）No.2003-271095、日本公开特许公报（未审查）No.2004-133240、日本公开特许公报（未审查）No.2004-029791、日本公开特许公报（未审查）No.2004-093682。

图 22 是显示使用有源矩阵系统的常规有源 EL 显示装置的示意方框图。如图所示，此显示装置由外围电路部分和作为主要部分的像素阵列 1 构成。外围电路部分包括电流驱动器 3、光扫描器 4、驱动扫描器 5 和用于校正的扫描器 7。像素阵列 1 由行分布的线路 WS、列分布的信号线 SL 及像素 R、G、B 构成，这些像素设置在矩阵中行分布的线路 WS 和列分布的信号线 SL 彼此相交的位置上。虽然准备了 RGB 三个原色的像素以便实现彩色显示，但在一些情况下可使用用于黑白显示的单色像素。像素 R、G 和 B 分别由像素电路 2 构成。信号线 SL 由电流驱动器 3 驱动，以便使信号电流流经信号线 SL。扫描线 WS 由光扫描器 4 扫描。此外，不同的扫描线 DS 和 AZ 也与扫描线 WS 平行分布。扫描线 DS 由驱动扫描器 5 扫描。驱动扫描器 5 控制每个像素中包括的场致发光元件的场致发光周期。扫描线 AZ 由用于校正的扫描器 7 扫描。光扫描器 4、驱动扫描器 5 和用于校正的扫描器 7 构成了作为一个整体的扫描器部分。扫描器部分每个水平周期均相继扫描像素行。

图 23 是显示图 22 所示像素电路的结构示例的电路图。如图所示，像素电路 2 由四个晶体管 Tr1、Tr4、Tr5 和 Trd、一个像素

电容器 Cs 和一个场致发光元件 EL 构成。这四个晶体管全部为薄膜晶体管。在这些晶体管中，晶体管 Tr1、Tr4 和 Tr5 是用于控制的开关晶体管，并且每个都是 N 沟道型。另一方面，晶体管 Trd 是用于驱动场致发光元件 EL 的驱动晶体管并且是 P 沟道型。另外，场致发光元件 EL 是双端类型的自发光元件，包括阳极和阴极。例如，有机 EL 元件可用作场致发光元件 EL。

驱动晶体管 Trd 的源极 S 连接到电源  $V_{cc}$ 。驱动晶体管 Trd 的漏极位于场致发光元件 EL 的阳极端。场致发光元件 EL 的阴极端接地。驱动晶体管 Trd 的栅极 G 连接到像素电容器 Cs 的一端。像素电容器 Cs 的另一端连接到电源  $V_{cc}$ 。

开关晶体管 Tr1 的源极/漏极连接在信号线 SL 与驱动晶体管 Trd 的栅极 G 之间。开关晶体管 Tr1 的栅极连接到扫描线 WS。开关晶体管 Tr4 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的栅极 G 与漏极 D 之间。开关晶体管 Tr4 的栅极连接到扫描线 AZ。开关晶体管 Tr5 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的漏极 D 与场致发光元件 EL 的阳极之间。开关晶体管 Tr5 的栅极连接到扫描线 DS。

驱动晶体管 Trd 工作在饱和区，其特性可由表达式 1 表示：

$$I_{ds} = \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2$$

在表达式 1 中， $V_{gs}$  是栅压，表示在驱动晶体管 Trd 的源极 S 和栅极 G 上形成的电压。 $I_{ds}$  是漏电流，被促使流经驱动晶体管 Trd 的源极 S 和漏极 D，以提供给场致发光元件 EL。 $V_{th}$  表示驱动晶体管 Trd 的阈值电压。 $\mu$  表示驱动晶体管 Trd 的载流子迁移率。另外， $k$  是恒量，由  $Cox \cdot W/L$  给出，其中  $Cox$ 、 $W$  和  $L$  分别是驱动晶体管 Trd 的栅电容、沟道宽度和沟道长度。恒量  $k$  在一些情况下称为尺寸系数。从表达式 1 可清楚，当驱动晶体管 Trd 工作在饱和区时，漏电流  $I_{ds}$  从栅电压  $V_{gs}$  超过阈值的时刻开始被促使流动。漏电流  $I_{ds}$  的量值与栅电压  $V_{gs}$  的平方成比例增加。顺便提一下，在本说明书



中, 假定驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  取其绝对值。顺便指出, 由于 P 沟道晶体管的阈值为负值, 因此, 当将此值原样代入表达式 1 中时, 这是不正确的。为此, 在本说明书中, 阈值电压取其绝对值, 因此阈值电压  $V_{th}$  被视为正值。

例如, 驱动晶体管 Trd 是具有由多晶硅薄膜制成的有源层的 TFT。在激光退火工艺中晶化的低温多晶硅在许多情况下用于多晶硅薄膜。通常, 低温多晶硅 TFT 在每器件阈值电压  $V_{th}$  和载流子迁移率  $\mu$  方面有分散的趋势。换言之, 驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  和载流子迁移率  $\mu$  在各个像素电路 2 中不同。

像素电路 2 的操作大致划分为抽样操作和场致发光操作。在第一抽样操作中, 像素电路 2 关闭开关晶体管 Tr5, 同时它接通开关晶体管 Tr1 和 Tr4。电流驱动器 3 在此状态下驱动信号线 SL 时, 信号电流  $I_{sig}$  被促使从电源  $V_{cc}$  通过驱动晶体管 Trd 和开关晶体管 Tr4 和 Tr1 流入信号线 SL。此时的驱动晶体管 Trd 的工作特征由表达式 2 表示:

$$I_{sig} = \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2$$

表达式 2 通过使表达式 1 中的漏电流  $I_{ds}$  替换为信号电流  $I_{sig}$  得到。

信号电流  $I_{sig}$  被促使流动时在驱动晶体管 Trd 的栅极 G 和源极 S 上形成的栅电压  $V_{gs}$  可表示为通过为得到  $V_{gs}$  求解表达式 2 得到的表达式 3:

$$V_{gs} = \sqrt{\frac{2I_{sig}}{k\mu}} + V_{th}$$

由表达式 3 表示的栅电压  $V_{gs}$  保持在像素电容器 Cs 中。这样, 在抽样操作中, 对应于电流驱动器 3 提供的信号电流  $I_{sig}$  电平的栅电压  $V_{gs}$  被写入像素电容器 Cs。简言之, 信号电流  $I_{sig}$  被写入驱动晶体管 Trd 的栅极。

接着，在场致发光操作中，开关晶体管 Tr1 和 Tr4 被关闭，而开关晶体管 Tr5 被接通。这样，驱动电流  $I_{ds}$  被促使从驱动晶体管 Trd 流入场致发光元件 EL，使得场致发光元件 EL 以预定的亮度发光。此时被促使流经驱动晶体管 Trd 的驱动电流  $I_{ds}$  由表达式 4 表示：

$$\begin{aligned} I_{ds} &= \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2 \\ &= \frac{k\mu}{2} \left( \sqrt{\frac{2I_{sig}}{k\mu}} + V_{th} - V_{th} \right)^2 \\ &= I_{sig} \end{aligned}$$

在从表达式 3 获得的  $V_{gs}$  替代表达式 4 中的  $V_{gs}$ ，随后重新整理表达式 4 时，最后消除了迁移率  $\mu$  和阈值电压  $V_{th}$  项而获得  $I_{ds} = I_{sig}$  的关系式。因此，即使驱动晶体管 Trd 的载流子迁移率  $\mu$  和阈值电压  $V_{th}$  在各像素间分散，但通过执行上述信号电流写入操作也可消除驱动晶体管 Trd 在迁移率  $\mu$  和阈值电压  $V_{th}$  方面的分散，并因此可维持图像的均匀度。

## 发明内容

图 23 中所示常规像素电路具有如下优点：它可使等于信号电流  $I_{sig}$  的驱动电流  $I_{ds}$  提供给场致发光元件 EL 而不管驱动晶体管 Trd 的迁移率  $\mu$  和阈值电压  $V_{th}$  的分散。通过对信号电流  $I_{sig}$  进行等级控制，电流驱动器 3 可改变场致发光元件 EL 的亮度，可使其从黑色电平经中间灰度电平直到白色电平。场致发光元件 EL 的亮度在黑色电平时，信号电流  $I_{sig}$  变弱，因此，其量级接近零，而当场致发光元件 EL 的亮度在白色电平时，信号电流  $I_{sig}$  变成大电流。然而，信号线 SL 的寄生电容取相对大的值，即，几十个 pF。因此，会遇到这样的问题，即对于如图 23 所示的常规结构，场致发光元件 EL 的亮度在黑色电平时的弱信号电流  $I_{sig}$  无法在分配给抽样操作的一个水平图像周期（1H）内充分写入。

图 24 以示意图方式显示了此问题。在显示的一种情况中，像素阵列 1 构成一个画面，并且白色窗口在黑色背景的对照下显示在画面区上。灰色部分属于背景，因此必须是黑色的。然而，对于图 23 中所示的常规像素电路结构，对应于方框电平（block level）的信号电流无法写入位于白色窗口下的任一像素。因此，生成了如图 24 中所示的黑色压纹、纵向串扰等。这成了要解决的问题。

鉴于与相关技术相关联的上述问题，因此需要提供一种甚至能够充分写入对应于黑色电平的信号电流的像素电路和显示装置及其驱动方法。

根据本发明的实施例，需要提供一种像素电路；所述像素电路设置在矩阵中信号电流被促使流经的信号线和分别提供控制信号的扫描线彼此交叉的位置上，并且包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流。所述控制部分包括：第一抽样装置，用于对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；第二抽样装置，用于对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；以及差异装置，用于生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压。所述驱动晶体管在其栅极接收所述控制电压，并提供被促使流经其源极和漏极至所述场致发光元件，以使所述场致发光元件 EL 发光的驱动电流。

更具体地说，当分别由所述第一和第二抽样装置抽样的所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异小时，场致发光元件的场致发光量变得很少；并且在所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异大时，所述场致发光量变得很多；而所述信号电流与所述参考电流的绝对电平设得足够大，以至于即便所述信号电流与所述参考电流之间的所述相对差异小也可进行所述抽样。

所述控制部分最好包括校正装置，用于检测所述驱动晶体管的

阈值电压，以便将所述检测到的阈值电压加到所述控制电压上，从而从所述驱动电流中消除所述阈值电压的影响。

所述第一抽样装置最好对所述信号电流被促使流经所述驱动晶体管时生成的信号电压进行抽样；所述第二抽样装置对所述参考电流被促使流经所述驱动晶体管时在所述驱动晶体管的栅极生成的参考电压进行抽样；以及通过将所述信号电压与所述参考电压通过电容器彼此耦合来生成所述控制电压，所述差异装置获得所述信号电压与所述参考电压之差。

这种情况下，所述第一抽样装置具有第一电容器，用于在其中保持所述抽样的信号电压；所述第二抽样装置具有第二电容器，用于在其中保持所述抽样的参考电压，所述第二电容器适于耦合到所述信号电压；以及所述第一和第二电容器具有相同的容量值。

根据本发明的实施例，提供一种包括像素阵列部分、驱动器部分和扫描器部分的显示装置；所述像素阵列部分包括列分布的信号线、行分布的扫描线以及像素电路，所述像素电路设置在矩阵中所述列分布的信号线和所述行分布的扫描线彼此交叉的位置上；所述驱动器部分用于促使信号电流分别流经所述信号线；所述扫描器部分用于将控制信号分别提供给所述扫描线；每个像素电路包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及像素内控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流。所述像素内控制部分包括：第一抽样装置，用于对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；第二抽样装置，用于对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；以及差异装置，用于生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压；以及所述驱动晶体管在其栅极接收所述控制电压，并提供被促使流经其源和漏极，以使所述场致发光元件发光的驱动电流。

更具体地说，当分别由所述第一和第二抽样装置抽样的所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异小时，所述场致发光元件的场致发光量变得很少；并且在所述信号电流与所述参考电流之间的相对差异大时，所述场致发光量变得很多；而所述信号电流与所述参考电流的绝对电平设得足够大，以至于即便所述信号电流与所述参考电流之间的所述相对差异小也可进行所述抽样。

所述像素内控制部分最好包括校正装置，用于检测所述驱动晶体管的阈值电压，以便将所述检测到的阈值电压加到所述控制电压上，从而从所述驱动电流中消除所述阈值电压的影响。

根据本发明的实施例，提供了一种驱动像素电路的方法，所述像素电路设置在信号电流被促使流经的信号线和分别提供控制信号的扫描线彼此交叉的位置上，并且包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流。所述方法包括以下步骤：对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压；以及将所述控制电压施加到所述驱动晶体管的栅极上，并将被促使流经所述驱动晶体管的源极和漏极的驱动电流提供给所述场致发光元件。

根据本发明的实施例，提供了一种驱动显示装置的方法，所述显示装置包括像素阵列部分、驱动器部分和扫描器部分；所述像素阵列部分包括列分布的信号线、行分布的扫描线以及像素电路，所述电路设置在矩阵中所述列分布的信号线和所述行分布的扫描线彼此交叉的位置上；所述驱动器部分用于促使信号电流分别流经所述信号线；所述扫描器部分用于将控制信号分别提供给所述扫描线；每个像素电路包括：场致发光元件、用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及像素内控制部分，其适于根据所述控

制信号进行操作，以控制所述驱动晶体管的驱动电流。所述方法包括以下步骤：对被促使流经所述信号线的所述信号电流进行抽样；对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压；以及将所述控制电压施加到所述驱动晶体管的栅极上，并将被促使流经所述驱动晶体管的源极和漏极的驱动电流提供给所述场致发光元件。

根据本发明的显示装置不仅提供所述信号电流，而且提供来自电流驱动器侧的参考电流。所述像素电路对被促使几乎彼此同时流动的信号电流和参考电流进行抽样，获得所述信号电流与所述参考电流之差以便将该差值设为所述栅控制电压。这样，驱动晶体管可根据所述信号电流与所述参考电流之差驱动场致发光元件。就此而言，场致发光元件的亮度在黑色电平时，所述差异变得接近零，因此，所述信号电流变得几乎等于所述参考电流。即使在此状态下，可将所述信号电流和所述参考电流的绝对值设得足够高，以防所述信号线的寄生电容。因此，即使场致发光元件的亮度在黑色电平时的电流也可以足够高的速度写入像素。这样，可防止出现常规情况下已成问题的黑色压纹和纵向串扰。信号电流和参考的电平可设得足够高而不取决于要显示的亮度等级。因此，即使对应于黑色显示的电流也可以在一个水平周期内充分写入像素。因此，表示亮度十分深的黑色是可能的，并且获得高对比度特性也是可能的。另外，可获得所述信号电流与所述参考电流之差，以便不依靠驱动晶体管的阈值电压和迁移率来控制场致发光元件的驱动电流。因此，可显示高度均匀的图像而不受驱动晶体管特性分散的影响。具体而言，在使用其中迁移率和阈值电压的分散很大的低温多晶硅 TFT 的像素电路中，取得了本发明的大部分效果。

## 附图说明

图 1 是显示根据本发明实施例的像素电路和显示装置的示意性概貌框图;

图 2 是显示包括在图 1 所示显示装置中的像素电路结构的电路图;

图 3 是解释图 2 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 4 是解释图 2 所示像素电路的操作的时间图;

图 5 是解释图 2 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 6 是解释图 2 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 7 是解释图 2 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 8 是解释图 2 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 9 是显示驱动晶体管的电流与电压特性的图示;

图 10 是解释根据本发明另一实施例的像素电路和显示装置的电路图;

图 11 是解释图 10 所示像素电路的操作的时间图;

图 12 是解释图 10 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 13 是解释图 10 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 14 是解释图 10 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 15 是显示根据本发明还有的另一实施例的像素电路的电路图;

图 16 是解释图 15 所示像素电路的操作时间图;

图 17 是解释图 15 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 18 是解释图 15 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 19 是解释图 15 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 20 是解释图 15 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 21 是解释图 15 所示像素电路的操作的示意电路图;

图 22 是显示常规显示装置的示例的总体方框图;

图 23 是显示包括在图 22 所示常规显示装置中的像素电路的结构电路图; 以及

图 24 是显示图 22 所示常规显示装置的画面的示例的示意图。

### 具体实施方式

下面将参照附图详细描述本发明的优选实施例。图 1 是显示根据本发明实施例的显示装置的总体结构的方框图。如图所示，此显示装置属于有源矩阵类型，并且由外围电路部分和作为主要部分的像素阵列 1 构成。外围电路部分包括电流驱动器 3、第一光扫描器 41、第二光扫描器 42、第三光扫描器 43、驱动扫描器 5、用于校正的扫描器 7 等。像素阵列 1 由设置在矩阵中行分布的线路 WS 和列分布的信号线 SL 彼此相交的位置上的像素 R、G、B 构成。每个像素 R、G 和 B 由像素电路 2 构成。信号线 SL 由电流驱动器 3 驱动。换言之，电流驱动器 3 交替促使信号电流和参考电流流经信号线中 SL。扫描线 WS 实际上分成三条扫描线 WS1、WS2 和 WS3。第一扫描线 WS1 由第一光扫描器 41 扫描。第二扫描线 WS2 由第二光扫描器 42 扫描。其余扫描线 WS3 由第三光扫描器 43 扫描。分别提供给这些扫描线 WS1、WS2 和 WS3 的控制信号在定时上彼此不同。另外，不同的扫描线 DS 和 AZ 还与扫描线 WS1、WS2 和 WS3 平行分布。扫描线 DS 由驱动扫描器 5 扫描。驱动扫描器 5 控制每个像素中包括的场致发光元件的场致发光期。扫描线 AZ 由用于校正的扫描器 7 扫描。光扫描器 41、光扫描器 42、光扫描器 43、驱动扫描器 5 和用于校正的扫描器 7 构成了作为一个整体的扫描器部分，该扫描器部分每一个水平周期均相继扫描像素行。

图 2 是显示图 1 所示像素电路 2 的结构的电路图。此像素电路 2 由六个薄膜晶体管 Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、Tr5 和 Trd、两个像素电容器  $C_{s1}$  和  $C_{s2}$  及一个场致发光元件 EL 构成。在这六个薄膜晶体管 Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、Tr5 和 Trd 中，用于开关控制的 Tr1 到 Tr5 晶体管每个均为 N 沟道型。剩余晶体管 Trd 是用于驱动场致发光元件 EL 的驱动晶体管。驱动晶体管 Trd 是 P 沟道型。在此实施例中，



这六个薄膜晶体管 Tr1、Tr2、Tr3、Tr4、Tr5 和 Trd 中的每个晶体管具有由低温多晶硅薄膜制成的沟道区域。场致发光元件 EL 是双端类型的器件，包括阳极和阴极。例如，有机 EL 元件可用作场致发光元件 EL。应注意的是，在上述实施例中，所有晶体管 Tr1 到 Tr5 均为 N 沟道型，所有这些晶体管 Tr1 到 Tr5 可以均为 P 沟道型，或者可将 N 沟道晶体管和 P 沟道晶体管混合用作晶体管 Tr1 到 Tr5。

驱动晶体管 Trd 的源极 S 连接到电源  $V_{cc}$ 。驱动晶体管 Trd 的漏极连接到场致发光元件 EL 的阳极端。场致发光元件 EL 的阴极端接地。顺便提一下，在一些情况下，场致发光元件 EL 的阴极接地电势由  $V_{cathode}$  表示。驱动晶体管 Trd 的栅极 G 连接到像素电容器 Cs2 的一端。像素电容器 Cs2 的另一端连接到另一像素电容器 Cs1 的一端。像素电容器 Cs1 的另一端连接到电源  $V_{cc}$ 。

开关晶体管 Tr1 的源极/漏极连接到信号线 SL 和驱动晶体管 Trd 的栅极 G；并且开关晶体管 Tr1 的栅通过扫描线 WS1 连接到第一光扫描器 41。开关晶体管 Tr2 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的栅极 G 与像素电容器 Cs1 的一端之间，并且开关晶体管 Tr2 的栅通过扫描线 WS2 连接到第二光扫描器 42。开关晶体管 Tr3 的源极/漏极连接在一对像素电容器 Cs1 与 Cs2 之间，并且开关晶体管 Tr3 的栅极 G 通过扫描线 WS3 连接到第三光扫描器 43。开关晶体管 Tr4 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的栅极 G 与漏极 D 之间，并且开关晶体管 Tr4 的栅通过扫描线 AZ 连接到用于校正的扫描器 7。开关晶体管 Tr5 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的漏极 D 与场致发光元件 EL 的阳极之间，并且开关晶体管 Tr5 的栅通过扫描线 DS 连接到扫描器 5。

图 3 是显示图 1 所示像素电路 2 的结构的电路图。如图所示，信号电流  $I_{sig}$  和参考电流  $I_{ref}$  被交替促使从当前驱动器流入信号线中。另外，控制信号分别从扫描器通过对应的扫描线提供给开关晶体管 Tr 的栅极。在图中，为便于理解，为控制信号指定了与扫描

线相同的参考符号。例如，施加到开关晶体管 Tr1 的栅极上的控制信号用 WS1 标记。同样地，施加到开关晶体管 Tr2 的栅极上的控制信号用 WS2 标记；用于开关晶体管 Tr3 的控制信号用 WS3 标记；用于开关晶体管 Tr4 的控制信号用 AZ 标记；以及用于开关晶体管 Tr5 的控制信号用 DS 标记。另外，显示了像素电容器 Cs1 和 Cs2 对的容量值 C1 和 C2。在此实施例中，像素电容器 Cs1 和 Cs2 对的容量值 C1 和 C2 设为彼此相等。

图 4 是解释图 3 所示像素电路的操作的时间图。在图中，沿时间轴表示了信号电流和控制信号 WS1、WS2、WS3、AZ 和 DS 的波形。信号电流  $I_{sig}$  在每个水平周期 (1H) 会变化，并分别被分配给属于对应行的像素。电流电平在 1H 内在信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之间变化。参考电流  $I_{ref}$  以前设为预定电平。信号电流  $I_{sig}$  会以参考电流  $I_{ref}$  为参考，每个 1H 均会变化。在信号电流  $I_{sig}$  的电平变得较高时，场致发光的亮度变大。

在时刻 T0，控制信号 WS1、WS2 和 AZ 均处于低电平，而控制信号 WS3 和 DS 均设在高电平。由于每个开关晶体管均为 N 沟道型，因此，在对应的控制信号为高电平时，它变为“导通”状态，而当对应的控制信号为低电平时，它变为“断开”状态。由于在时刻 T0 控制信号 DS 为高电平，因此，开关晶体管 Tr5 处于“导通”状态。因此，由于驱动电流被促使从驱动晶体管 Tr5 流入场致发光元件 EL，因此，像素电路在场致发光状态。

操作从时刻 T0 继续到定时 T1 时，控制信号 DS 变为低电平，因此场致发光元件 EL 的状态从场致发光状态改为非场致发光状态。在定时 T2，控制信号 AZ 变为高电平。另外，在定时 T3，控制信号 WS1 和 WS2 也均变为高电平。此时，参考电流  $I_{ref}$  正被促使流经信号线 SL。操作继续到定时 T4 时，控制信号 WS2 回到低电平。在从定时 T3 到定时 T4 的时段内，参考电流  $I_{ref}$  被写入像素电容器 C1。

随后, 在操作继续到定时 T5 时, 被促使流经信号线 SL 的电流从参考电流  $I_{ref}$  变为信号电流  $I_{sig}$ 。另外, 在定时 T6, 控制信号 WS3 变为低电平。在从定时 T5 到定时 T6 的时段内, 执行了写入信号电流  $I_{sig}$  的操作和保持参考信号  $I_{ref}$  与信号电流  $I_{sig}$  之差的操作。

之后, 在定时 T7, 控制信号 WS1 下降。进而, 在定时 T8, 控制信号 WS2 再次变为高电平。随后, 在定时 T9, 控制信号 AZ 回到低电平。在从定时 T8 到定时 T9 的时段内, 执行了校正驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的操作。

另外, 在操作继续到定时 T10 时, 控制信号回到低电平, 在定时 T11, 控制信号 WS3 变为高电平, 并且控制信号 DS 也变为高电平。因此, 执行了场致发光操作。

图 5 是显示在图 4 所示时间图中 T3 到 T4 时段内执行的写入参考电流  $I_{ref}$  的操作的示意电路图。在 T3 到 T4 时段内, 参考电流  $I_{ref}$  被促使流经信号线 SL。而且, 开关晶体管 Tr1 到 Tr4 均处于“导通”状态, 而开关晶体管 Tr5 处于“断开”状态。因此, 参考电流  $I_{ref}$  被促使从电源  $V_{cc}$  通过驱动晶体管 Trd 和开关晶体管 Tr4 和 Tr1 流入信号线 SL 侧。结果, 在驱动晶体管 Trd 的栅极处形成了对应于参考电流  $I_{ref}$  的电势  $V_{ref}$ 。此时, 驱动晶体管 Trd 的栅电压  $V_{gs}$  由表达式 5 表示:

$$V_{gs} = V_{cc} - V_{ref}$$

因此, 参考电流  $I_{ref}$  被促使流经驱动晶体管 Trd 时的特性表达式由表达式 6 表示:

$$\begin{aligned} I_{ref} &= \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2 \\ &= \frac{k\mu}{2}(V_{cc} - V_{ref} - V_{th})^2 \end{aligned}$$

在表达式 6 中, 通过将表达式 5 中的  $(V_{cc} - V_{ref})$  代入栅电压  $V_{gs}$ , 便得到参考电流  $I_{ref}$  与参考电势  $V_{ref}$  之间的关系。

此处，为得到  $V_{\text{ref}}$  重新整理表达式 6，获得表达式 7：

$$V_{\text{ref}} = V_{\infty} - V_{\text{th}} - \sqrt{\frac{2I_{\text{ref}}}{k\mu}}$$

以这种方式获得的参考电势  $V_{\text{ref}}$  通过处于“导通”状态的开关晶体管 Tr2 被写入电容器 C1。

图 6 是显示在图 4 所示时间图的 T5 到 T6 时段内执行的信号电流  $I_{\text{sig}}$  写入操作和电流差保持操作的示意电路图。在 T5 到 T6 时段内，信号电流  $I_{\text{sig}}$  被促使流经信号线 SL。而且，开关晶体管 Tr1、Tr3 和 Tr4 均处于“导通”状态，而开关晶体管 Tr2 和 Tr5 均处于“断开”状态。在此状态下，信号电流  $I_{\text{sig}}$  被促使从电源  $V_{\infty}$  通过驱动晶体管 Trd 和开关晶体管 Tr4 和 Tr1 流入信号线 SL。因此，在驱动晶体管 Trd 的栅极电势  $V_{\text{gs}}$  从参考电势  $V_{\text{ref}}$  改为信号电势  $V_{\text{sig}}$ 。类似于从表达式 7 获得参考电势  $V_{\text{ref}}$ ，可从表达式 8 获得信号电势  $V_{\text{sig}}$ ：

$$V_{\text{sig}} = V_{\infty} - V_{\text{th}} - \sqrt{\frac{2I_{\text{sig}}}{k\mu}}$$

驱动晶体管 Trd 的栅极上形成的电势变化 ( $V_{\text{sig}} - V_{\text{ref}}$ ) 通过电容器 C2 耦合到节点 A。节点 A 是电容器 C1 与 C2 对之间的节点，并且节点 A 上的电势可表示为  $V_{\text{a}}$ 。栅电势变化的电容耦合部分表示为  $(V_{\text{sig}} - V_{\text{ref}}) \cdot C2 / (C1 + C2)$ 。由于电容耦合部分被加到节点 A 的基本电势  $V_{\text{ref}}$  上，因此，节点 A 的电势  $V_{\text{a}}$  可表示为表达式 9：

$$V_{\text{a}} = V_{\text{ref}} + \frac{C2}{C1 + C2} (V_{\text{sig}} - V_{\text{ref}}) = \frac{V_{\text{sig}} + V_{\text{ref}}}{2}$$

顺便提及，由于在表达式 9 中假定  $C1 = C2$ ，因此，得到  $V_{\text{a}} = (V_{\text{sig}} + V_{\text{ref}}) / 2$ 。

通过从节点 A 的电势  $V_{\text{a}}$  减去驱动晶体管 Trd 的栅极电势  $V_{\text{sig}}$  而得到的电势是保持在电容器 C2 中的电势。从表达式 9 的结果中，保持在电容器 C2 相对端之间的电压 ( $V_{\text{a}} - V_{\text{sig}}$ ) 表示为  $(V_{\text{ref}} - V_{\text{sig}}) / 2$ 。另外，在表达式 7 和 8 中获得的结果代入  $V_{\text{ref}}$  和  $V_{\text{sig}}$  时，最终

得到表达式 10:

$$V_a - V_{sig} = \frac{V_{ref} - V_{sig}}{2} = \frac{\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}}}{\sqrt{2k\mu}}$$

从表达式 10 可明白, 对应于信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之差的电压被保持在电容器 C2 的相对端。由上述操作, 写入了信号电流  $I_{sig}$ , 获得了参考电流  $I_{ref}$  与信号电流  $I_{sig}$  之间的电流差, 并且对应于该电流差的电压表示为表达式 10 并被保持在电容器 C2 中。

图 7 是显示在图 4 中所示时间图的 T8 到 T9 时段内执行的消除阈值电压  $V_{th}$  的操作的示意电路图。在 T8 到 T9 时段内, 开关晶体管 Tr3 和 Tr5 均处于“断开”状态, 而开关晶体管 Tr2 和 Tr4 均处于“导通”状态。因此, 电源  $V_{cc}$ 、驱动晶体管 Trd、开关晶体管 Tr4 和 Tr2 及电容器 C1 构成一个闭环。电流被促使从电源  $V_{cc}$  流入该闭环以便为电容器 C1 充电, 从而使驱动晶体管 Trd 的栅极电势上升。在驱动晶体管 Trd 的栅电压  $V_{gs}$  正好达到阈值电压  $V_{th}$  时, 不会引起瞬态电流流动。此时栅电压  $V_{gs}$  作为阈值电压  $V_{th}$  被写入电容器 C1。这样, 消除驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  所需的电势被保持在电容器 C1 中。

图 8 是显示图 4 时间图中在定时 T11 及其后执行的场致发光操作的示意电路图。如图所示, 在定时 T11 及其后的场致发光期内, 开关晶体管 Tr1、Tr2 和 Tr4 均处于“断开”状态, 而开关晶体管 Tr3 和 Tr5 均处于“导通”状态。因此, 促使信号电流  $I_{sig}$  从电源  $V_{cc}$  通过驱动晶体管 Trd 和开关晶体管 Tr5 流入场致发光元件 EL, 以便场致发光元件 EL 以预定的亮度发光。由于开关晶体管 Tr3 处于“导通”状态, 因此, 场致发光期内驱动晶体管 Trd 的栅电压  $V_{gs}$  是保持在电容器 C1 中的电压与保持在电容器 C2 中的电压之和。开关晶体管 Tr3 被接通以便使电容器 C1 和 C2 彼此连接时, 由于电容器 C1 和 C2 中每个电容器的容量值均大于栅寄生电容, 因此, 电容器 C1 和 C2 彼此连接同时在其中保持电荷, 因此, 驱动晶体管 Trd 的

栅电压  $V_{gs}$  变为保持在电容器 C1 中的电压  $V_{th}$  与保持在电容器 C2 中的电压  $(V_{ref} - V_{sig})/2$  之和, 并表示为表达式 11:

$$V_{gs} = V_{th} + \frac{1}{2}(V_{ref} - V_{sig})$$

另一方面, 在场致发光期内被促使流动的驱动电流  $I_{ds}$  表示为表达式 12。顺便提一下, 表达式 12 等同于表达式 1, 显示了晶体管的基本特性。

$$I_{ds} = \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2$$

从表达式 11 中获得的结果代入表达式 12 中的  $V_{gs}$  时, 得到表达式 13:

$$I_{ds} = \frac{1}{2}k\mu \left( V_{th} + \frac{V_{ref} - V_{sig}}{2} - V_{th} \right)^2$$

从表达式 13 可明白, 基本晶体管特性表达式中的  $V_{th}$  项被电容器 C1 中保持的  $V_{th}$  项消除。因此, 驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的分散的影响被消除。此外, 在从表达式 10 获得的结果代入表达式 13 中的剩余项  $(V_{ref} - V_{sig})/2$  时, 得到表达式 14:

$$I_{ds} = \frac{1}{2}k\mu \left( \frac{\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}}}{\sqrt{2k\mu}} \right)^2$$

由于在分子与分母之间最终消除了表达式 14 中的迁移率  $\mu$  项, 因此, 驱动电流  $I_{ds}$  最终表示为表达式 15:

$$I_{ds} = \frac{1}{4}(\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}})^2$$

从表达式 15 可明白, 驱动电流  $I_{ds}$  取决于信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之差, 因而驱动晶体管中固有的迁移率  $\mu$  和阈值电压  $V_{th}$  项不包含在表达式 15 中。这样, 在本发明的像素电路中, 场致发光电流是根据信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之间的电流差值来确定的。因此, 有可能获得具有不取决于阈值电压  $V_{th}$  和迁移率  $\mu$  的分散的

高均匀度的图像质量。另外，在像素电路中，在  $I_{\text{sig}} = I_{\text{ref}}$  的情况下，可实现黑色显示。而且， $I_{\text{sig}}$  和  $I_{\text{ref}}$  的值设为足够高的电流值，以便执行写入。为此，即使对应于黑色显示的信号电流也可以在一个水平周期内充分写入像素电容器，因而可抑制黑色压纹和纵向串扰的产生。

图 9 以示意图显示包括在根据本发明的像素电路中的驱动晶体管的操作。该图中横坐标轴表示栅电压  $V_{\text{gs}}$ ，纵轴表示漏电流  $I_{\text{ds}}$ ，它示意性地显示了驱动晶体管的工作特性。实线表示包括在像素 A 中的驱动晶体管的特性，并显示了迁移率  $\mu$  大的情况。虚线所示的曲线表示包括在像素 B 中的驱动晶体管的特性，并显示了迁移率  $\mu$  小的情况。在迁移率  $\mu$  较小时，特性曲线的斜度变得平缓，因而特性在各像素之间分散。这种特性分散在使用低温多晶硅薄膜的晶体管中表现显著。即使在使用特性分散的驱动晶体管的情况下，在本发明中，驱动晶体管受到控制，使得场致发光电流依据信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  之差来确定。因此，即使迁移率  $\mu$  分散，但由于对应于电流差的场致发光电流控制通常在每个像素中执行，也可获得具有高均匀度的图像质量。

如上所述，根据图 2 所示本发明的这一实施例的像素电路 2 设置在信号电流  $I_{\text{sig}}$  被促使流经的信号线 SL 和分别提供控制信号的扫描线 WS1、WS2、WS3、AZ 和 DS 彼此交叉的位置上。像素电路 2 的构成如下：场致发光元件 EL；用于将驱动电流  $I_{\text{ds}}$  提供给场致发光元件 EL 的驱动晶体管 Trd；以及控制部分，其适于根据控制信号 WS1、WS2、WS3、AZ 和 DS 进行操作，以基于信号电流  $I_{\text{sig}}$  控制驱动晶体管 Trd 的驱动电流  $I_{\text{ds}}$ 。控制部分包括第一抽样装置、第二抽样装置和差异装置。第一抽样装置由开关晶体管 Tr1、Tr3 和 Tr4 及像素电容器 C2 构成，用于对被促使流经信号线 SL 的信号电流  $I_{\text{sig}}$  进行抽样。第二抽样装置由开关晶体管 Tr1、Tr2、Tr3 和 Tr4 及像素电容器 C1 构成，用于对正好在信号电流  $I_{\text{sig}}$  之前或之后被促

使流经信号线 SL 的预定参考电流  $I_{\text{ref}}$  进行抽样。差异装置由开关晶体管 Tr1、Tr3 和 Tr4 及一对像素电容器 C1 与 C2 构成，用于生成对应于所述抽样信号电流  $I_{\text{sig}}$  与所述抽样参考电流  $I_{\text{ref}}$  之差的控制电压  $(V_{\text{ref}} - V_{\text{sig}})/2$ 。驱动晶体管 Trd 接收控制电压  $(V_{\text{ref}} - V_{\text{sig}})/2$ ，并将被促使流经其源极 S/漏极 D 的驱动电流  $I_{\text{ds}}$  提供给场致发光元件 EL，以使场致发光元件 EL 发光。

当分别由第一和第二抽样装置抽样的信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  之间的相对差异小时，场致发光元件 EL 的场致发光量变得很少；而当信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  之间的相对差异大时，场致发光量变得很多。即使信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  之间的相对差异小，信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  的绝对电平也可设得足够大，以使抽样可行。

像素电路 2 的控制部分除第一和第二抽样装置及差异装置外还包括校正装置。校正装置由开关晶体管 Tr2 和 Tr4 及像素电容器 C1 构成，其适于检测驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{\text{th}}$ ，以便将检测到的阈值电压  $V_{\text{th}}$  加到控制电压  $(V_{\text{ref}} - V_{\text{sig}})/2$  中。因此，可从驱动电流中消除阈值电压  $V_{\text{th}}$  的影响。

在此实施例中，第一抽样装置对信号电流  $I_{\text{sig}}$  被促使流经驱动晶体管 Trd 时在栅极 G 生成的信号电压  $V_{\text{sig}}$  进行抽样。同样地，第二抽样装置对在参考电流  $I_{\text{ref}}$  被促使流经驱动晶体管 Trd 时在栅极 G 生成的参考电压  $V_{\text{ref}}$  进行抽样。此时，差异装置将信号电压  $V_{\text{sig}}$  与参考电压  $V_{\text{ref}}$  通过电容器 C2 彼此耦合，以获得信号电压  $V_{\text{sig}}$  与参考电压  $V_{\text{ref}}$  之差，从而生成控制电压  $(V_{\text{ref}} - V_{\text{sig}})/2$ 。此外，第一抽样装置包括第二电容器 C2，用于在其中保持抽样的信号电压  $V_{\text{sig}}$ ；并且第二抽样装置包括第一电容器 C1，用于在其中保持抽样的参考电压  $V_{\text{ref}}$ ，以及用于将抽样的参考电压  $V_{\text{ref}}$  耦合到信号电压  $V_{\text{sig}}$ 。在这种情况下，第一和第二电容器 C1 与 C2 具有相同的容量值。



图 10 是显示根据本发明的另一个实施例的像素电路和结合该像素电路的显示装置的电路图。如图所示,显示装置由构成主要部分的像素阵列 1 和在像素阵列 1 外围设置的电路部分构成。外围电路部分由构成驱动器部分的电流驱动器 3 和构成扫描器部分的光扫描器 4、驱动扫描器 5 和用于校正的扫描器 7 构成。像素阵列 1 具有列分布的信号线 SL。信号线 SL 由电流驱动器 3 驱动,并且预定的参考电流和信号电流被交替促使流经信号线 SL。像素阵列 1 还具有行分布的扫描线 WS、DS 和 AZ。扫描线 WS 连接到光扫描器 4,并且用于对信号电流和参考电流进行抽样的控制信号 WS 被提供到扫描线 WS。驱动扫描器 5 连接到扫描线 DS,并且用于场致发光控制的控制信号 DS 被提供给扫描线 DS。用于校正的扫描器 7 连接到扫描线 AZ,并且用于阈值电压校正的控制信号 AZ 被提供给扫描线 AZ。

像素电路 2 整体地形成于列分布的信号线 SL 与行分布的扫描线 WS、DS 和 AZ 彼此交叉的位置上。为使说明简洁,图 10 只显示了一个像素电路 2。如图所示,像素电路 2 由六个晶体管 Tr1、Tr2、Tr3、Tr5、Tr6 和 Trd、两个像素电容器 Cs1 和 Cs2 及一个场致发光元件 EL 构成。在六个薄膜晶体管 Tr1、Tr2、Tr3、Tr5、Tr6 和 Trd 中,Tr1、Tr3、Tr5 和 Tr6 晶体管为 N 沟道薄膜晶体管。另一方面,晶体管 Tr2 和 Trd 为 P 沟道薄膜晶体管。一对 P 沟道晶体管 Tr2 和 Trd 利用其栅极,通过像素电容器 C1 彼此连接在一起,因而构成了电流镜电路。晶体管 Tr2 设置在电流镜电路的输入侧,而晶体管 Trd 设置在电流镜电路的输出侧。设置在该输出侧的晶体管 Trd 是用于驱动场致发光元件 EL 的驱动晶体管。场致发光元件 EL 是包括阳极和阴极的双端类型(二极管类型)场致发光元件。例如,有机 EL 元件可用作场致发光元件 EL。驱动晶体管 Trd 的源极 S 连接到电源  $V_{cc}$ 。驱动晶体管 Trd 的漏极通过晶体管 Tr6 连接到场致发光元件 EL 的阳极。场致发光元件 EL 的阴极接地。驱动晶体管 Trd

的栅极 G 连接到像素电容器 Cs1 的一端。在图中, 像素电容器 Cs1 的一端由点 A 表示。晶体管 Tr5 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的栅极 G 与漏极 D 之间。控制脉冲从用于校正的扫描器 7 通过扫描线 AZ 提供给晶体管 Tr5 的栅极。在本说明书中, 为便于理解和说明, 扫描线及其对应控制信号用同一参考符号标记。晶体管 Tr6 的源极/漏极连接在驱动晶体管 Trd 的漏极与场致发光元件 EL 的阳极之间。用于场致发光控制的控制信号 DS 从驱动扫描器 5 通过扫描线 DS 提供给晶体管 Tr6 的栅极。构成电流镜电路输入侧的晶体管 Tr2 利用其源极 S 连接到电源  $V_{cc}$ , 利用其漏极 D 通过晶体管 Tr1 连接到信号线 SL, 并利用其栅极 G 连接到像素电容器 Cs1 的另一端。图中, 像素电容器 Cs1 的另一端由点 B 表示。晶体管 Tr2 用作驱动晶体管 Trd 的镜像, 因而晶体管 Tr2 的迁移率  $\mu$  基本上等于驱动晶体管 Trd 的迁移率。晶体管 Tr1 的源极/漏极连接在信号线 SL 与晶体管 Tr2 的漏极 D 之间, 并且晶体管 Tr1 的栅极通过扫描线 WS 从光扫描器 4 接收控制信号 WS 以进行信号抽样。晶体管 Tr3 的源极/漏极连接在晶体管 Tr2 的漏极 D 与点 B 之间, 并且晶体管 Tr3 的栅极连接到扫描线 WS。另一像素电容器 Cs2 连接在点 B 与电源  $V_{cc}$  之间。

图 11 是解释图 10 所示像素电路的操作的时间图。信号电流波形和控制信号 WS、AZ 与 DS 波形的变化沿时间轴 T 显示。点 A 与 B 的电势变化也与这些变化一起显示。如上所述, 点 A 是驱动晶体管 Trd 的栅极 G, 设置在构成电流镜电路的一对晶体管 Tr2 与 Trd 的输出侧。另外, 点 B 是镜像晶体管 Tr2 的栅极 G, 设置在一对晶体管 Tr2 与 Trd 的输入侧。在图中所示时间图中, 一场在定时 T1 开始, 一场在定时 T7 结束。一场显示一个画面。通过重复场操作, 在像素阵列上相继显示画面。

被促使流经信号线的信号电流在每一个水平周期 (1H) 会变化。在每个水平周期内, 预定的参考电流  $I_{ref}$  在前半个水平周期被

促使流经信号线 SL，而信号电流  $I_{sig}$  在后半个水平周期被促使流经信号线 SL。参考电流  $I_{ref}$  具有固定电平，而信号电流  $I_{sig}$  具有对应于图像信号的电平。

在所述场开始前的定时 T0，控制信号 WS 和 AZ 均在低电平，而控制信号 DS 在高电平。由于控制信号 DS 在高电平，因此开关晶体管 Tr6 处于“导通”状态，并且驱动电流从驱动晶体管 Trd 提供给场致发光元件 EL。因此，在定时 T0，场致发光元件 EL 是处于场致发光状态。

当所述场在定时 T1 开始时，控制信号 WS 和 AZ 上升以接通所有开关晶体管 Tr1、Tr3、Tr5 和 Tr6。此时，且几乎在同时，被促使流经信号线 SL 的电流从信号电流  $I_{sig}$  更改为参考电流  $I_{ref}$ 。因此，参考电流  $I_{ref}$  被促使从电源  $V_{cc}$  通过输入侧晶体管 Tr2 和开关晶体管 Tr1 流入信号线 SL。响应于此，在连接到输入侧晶体管 Tr2 的栅极 G 的点 B 处的电势上升到对应于参考电流  $I_{ref}$  的电平。换言之，对应于参考电流  $I_{ref}$  的电势被写入像素电容器 Cs2。此操作继续到定时 T4。也就是说，在 T1 到 T4 的时段内，参考电流  $I_{ref}$  被写入像素电容器 Cs2。

另一方面，在点 A 侧，在定时 T1 后，一旦使电流流经驱动晶体管 Trd，则在定时 T2，开关晶体管 Tr6 被断开。因此，由于电流路径被截断，因而驱动晶体管 Trd 的栅极电势（点 A 上的电势）上升。在点 A 的电势达到驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的时刻，驱动晶体管 Trd 被断开。驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  在此操作中被检测到并保持在像素电容器 Cs1 中。所保持的阈值电压  $V_{th}$  将在以后场致发光操作中用于消除驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的分散。在驱动晶体管 Trd 被断开后的定时 T3，控制信号 AZ 变为低电平，并且开关晶体管 Tr5 被断开。因此，写入像素电容器 Cs1 的阈值电压  $V_{th}$  是固定的。以这种方式检测和保持驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的处理在从定时 T2 到定时 T3 的时段内执行。在本说明

书中, T2 到 T3 的这一时段称为  $V_{th}$  校正时段或  $V_{th}$  消除时段。从上述说明中可明白, 在 T1 到 T4 的时段内, 参考电流  $I_{ref}$  在电流镜电路的输入晶体管 Tr2 侧写入, 而阈值电压  $V_{th}$  在电流镜电路的输出晶体管 Trd 侧被消除。

在定时 T4, 被促使流经信号线 SL 的电流从参考电流  $I_{ref}$  改为信号电流  $I_{sig}$ 。因此, 在从电源  $V_{cc}$  朝向信号线 SL 的方向上使信号电流  $I_{sig}$  流经输入侧晶体管 Tr2。因此, 点 B 的电势从对应于前一参考电流  $I_{ref}$  的电平改为对应于信号电流  $I_{sig}$  的电平。此改变基于电流镜操作, 通过像素电容器 Cs1 耦合到点 A 侧。之后, 在定时 T5, 控制信号 WS 变为低电平, 并且开关晶体管 Tr1 和 Tr3 被断开。这样, 在 T4 到 T5 的时段内, 信号电流  $I_{sig}$  被抽样, 并且对应于参考电流  $I_{ref}$  与信号电流  $I_{sig}$  之差的电势变化从点 B 侧耦合到点 A 侧。

操作继续到定时 T6 时, 控制信号 DS 再次变为高电平, 并且开关晶体管 Tr6 被接通。因此, 驱动晶体管 Trd 和场致发光元件 EL 彼此直接连接, 驱动电流  $I_{ds}$  从驱动晶体管 Trd 提供给场致发光元件 EL, 因而场致发光元件 EL 变为场致发光状态。此时, 从驱动晶体管 Trd 提供的驱动电流  $I_{ds}$  变为与写入点 A 的电势对应的电流。如上所述, 点 A 的电势对应于参考电流  $I_{ref}$  与信号电流  $I_{sig}$  之差。

之后, 在操作继续到定时 T7 时, 所述场终止, 并且下一场开始。类似于上一场, 在定时 T7, 参考电流  $I_{ref}$  开始被写入, 并且在下一定时 T8, 消除阈值电压  $V_{th}$  的操作开始。

图 12 是显示在图 11 时间图中所示 T1 到 T4 时段内执行的, 参考电流  $I_{ref}$  写入操作和阈值电压  $V_{th}$  校正操作的示意电路图。为便于理解, 在此示意电路图中, 开关晶体管 Tr1、Tr3、Tr5 和 Tr6 在图中分别替换为开关符号, 并且像素电容器 Cs1 和 Cs2 在图中分别由容量值 C1 和 C2 表示。校正阈值电压  $V_{th}$  的操作在具有电流镜结构的像素电路输出侧执行。也就是说, 晶体管 Tr6 的状态从“导通”状态改为“断开”状态, 由此驱动晶体管 Trd 的电流路径被截断,

并且像素电容器 C1 开始通过开关晶体管 Tr5 充电。充电使点 A 的电势上升到驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  时, 驱动晶体管 Trd 被断开。之后, 断开开关晶体管 Tr5 使保持在像素电容器 C1 中的阈值电压  $V_{th}$  固定。

另一方面, 写入参考电流  $I_{ref}$  的操作在电流镜电路的输入侧执行。由于开关晶体管 Tr1 和 Tr3 处于“导通”状态, 促使参考电流  $I_{ref}$  从电源  $V_{cc}$  通过晶体管 Tr2 和开关晶体管 Tr1 的输入侧流入信号线 SL。此时, 在连接到输入侧晶体管 Tr2 栅极 G 的点 B 处形成的电势指定为  $V_{ref}$ 。电势  $V_{ref}$  具有对应于参考电流  $I_{ref}$  的电平。输入侧晶体管 Tr2 的源极 S 和栅极 G 两端上形成的栅电压  $V_{gs}$  表示为  $(V_{ref} - V_{sig}) / 2$ 。此处, 由于开关晶体管 Tr3 处于“导通”状态, 因此, 输入侧晶体管 Tr2 工作在饱和区, 因而漏电流  $I_{ref}$  与栅电压  $V_{gs}$  之间的关系可表示为表达式 16:

$$\begin{aligned} I_{ref} &= \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2 \\ &= \frac{k\mu}{2}(V_{cc} - V_{ref} - V_{th})^2 \end{aligned}$$

在表达式 16 中,  $V_{gs}$  替换为  $(V_{cc} - V_{ref})$ 。因此, 表达式 16 表示参考电流  $I_{ref}$  与点 B 的电势  $V_{ref}$  之间的关系:

为得到  $V_{ref}$  重新整理表达式 16, 得到表达式 17:

$$V_{ref} = V_{cc} - V_{th} - \sqrt{\frac{2I_{ref}}{k\mu}}$$

从表达式 17 可明白, 点 B 的电势  $V_{ref}$  随参考电流  $I_{ref}$  而变化。顺便提一下, 在表达式 17 中,  $\mu$  表示输入侧晶体管 Tr2 的迁移率;  $k$  表示输入侧晶体管 Tr2 的尺寸; 并且  $V_{th}$  表示输入侧晶体管 Tr2 的阈值电压。

图 13 是显示在图 11 所示时间图中 T4 到 T5 时段内执行的信号电流  $I_{sig}$  写入操作和耦合操作的示意图。在 T4 到 T5 时段内, 开

关晶体管 Tr5 和 Tr6 处于“断开”状态，并且被促使流经信号线 SL 的电流从参考电流  $I_{\text{ref}}$  改为信号电流  $I_{\text{sig}}$ 。因此，促使信号电流  $I_{\text{sig}}$  从电源  $V_{\text{cc}}$  通过输入侧晶体管 Tr2 和开关晶体管 Tr1 流入信号线 SL。换言之，信号电流  $I_{\text{sig}}$  成了被促使流经输入侧晶体管 Tr2 的漏电流。促使该漏电流流经输入侧晶体管 Tr2，由此点 B 的电势从前一参考电势  $V_{\text{ref}}$  改为电势  $V_{\text{sig}}$ 。根据与用于表示参考电压  $V_{\text{ref}}$  的表达式 17 相同的计算，将点 B 的电势  $V_{\text{sig}}$  表示为表达式 18：

$$V_{\text{sig}} = V_{\text{cc}} - V_{\text{th}} - \sqrt{\frac{2I_{\text{sig}}}{k\mu}}$$

从图 18 可以明白，点 B 的电势  $V_{\text{sig}}$  随信号电流  $I_{\text{sig}}$  而变化。

在点 B 形成的电势变化表示为  $\Delta V_b = \Delta V_{\text{sig}} - V_{\text{ref}}$ 。当把此关系代入表达式 17 和 18 时，得到表达式 19：

$$\Delta V_b = \sqrt{\frac{2}{k\mu}} (\sqrt{I_{\text{ref}}} - \sqrt{I_{\text{sig}}})$$

从表达式 19 可明白，点 B 处的电势变化  $\Delta V_b$  表示为参考电流  $I_{\text{ref}}$  的平方根与信号电流  $I_{\text{sig}}$  的平方根之差。

点 B 处的电势变化  $\Delta V_b$  通过像素电容器 C1，基于电流镜操作耦合到点 A 侧。耦合量是依据像素电容器 C1 和驱动晶体管 Trd 的栅电容 Cg 的容量划分来确定的。因此，点 A 的电势变化  $\Delta V_a$  表示为表达式 20：

$$\Delta V_a = \frac{C1}{C1 + Cg} \Delta V_b$$

表达式 19 代入表达式 20 中的  $\Delta V_b$  时，点 A 的电势变化  $\Delta V_a$  最终表示为表达式 21：

$$\Delta V_a = \frac{C1}{C1 + Cg} \sqrt{\frac{2}{k\mu}} (\sqrt{I_{\text{ref}}} - \sqrt{I_{\text{sig}}})$$

在表达式 21 中，像素电容量 C1 大于驱动晶体管 Trd 的栅电容 Cg。因此，在表达式 21 右边中的系数  $C1 / (C1 + Cg)$  取接近 1 的

值。换言之，在电流镜电路输出侧上的电势变化  $\Delta V_b$  几乎原样反映在输出侧上的电势变化  $\Delta V_a$  中。

图 14 是显示在图 11 所示时间图 T6 到 T8 时间段内执行的场致发光操作的示意电路图。在场致发光期内，开关晶体管 Tr1、Tr3 和 Tr5 处于“断开”状态，而开关晶体管 Tr6 处于“导通”状态。因此，驱动晶体管 Trd 和场致发光元件 EL 彼此直接连接，因而促使驱动电流  $I_{ds}$  流经场致发光元件 EL，以便场致发光元件 EL 发光。被促使流经场致发光元件 EL 的驱动电流  $I_{ds}$  由驱动晶体管 Trd 的栅电压  $V_{gs}$  调节。通过从电源电势  $V_{cc}$  中减去点 A 的电势  $V_a$ ，可获得栅电压  $V_{gs}$ 。通过将从表达式 21 获得的电势变化  $\Delta V_a$  加到  $V_{th}$  消除操作中写入的电势  $(V_{cc} - V_{th})$  上，可得到点 A 的电势  $V_a$ 。因此，可得关系式  $V_a = V_{cc} - V_{th} + \Delta V_a$ 。当以此方式获得的栅电压  $V_{gs}$  代入由表达式 1 表示的晶体管特性表达式中时，驱动电流  $I_{ds}$  表示为表达式 22:

$$I_{ds} = \frac{1}{2} k' \mu \{ V_{cc} - (V_{cc} - V_{th} + \Delta V_a) - V_{th} \}^2$$

$$= \left( \frac{C_l}{C_l + C_g} \right)^2 \frac{k'}{k} (\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}})^2$$

在表达式 22 中， $\mu$  表示驱动晶体管 Trd 的迁移率。此迁移率  $\mu$  与作为一对晶体管 Tr2 和 Trd 中的另一个晶体管的开关晶体管 Tr2 的迁移率相同。另外， $k'$  表示驱动晶体管 Trd 的尺寸系数。重新整理表达式 22，最后，驱动电流  $I_{ds}$  取对应于信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之差的值，从而消除了阈值电压  $V_{th}$  和迁移率  $\mu$  的影响。此外，可理解  $V_{th}$  项和  $\mu$  项不包含在表达式 22 表示的驱动电流  $I_{ds}$  中。因此，在根据本发明的像素电路中，有可能获得具有不取决于阈值电压  $V_{th}$  和迁移率  $\mu$  的分散的高均匀度的图像质量。另外，驱动电流  $I_{ds}$  的值取决于  $k$  与  $k'$  的比率，即，一对晶体管 Tr2 和 Trd 的尺寸比率。另外，在本发明的像素电路中，通过将信号电流  $I_{sig}$  设为等于参考

电流  $I_{\text{ref}}$ ，可获得黑色显示。从表达式 22 可明白，当  $I_{\text{sig}} = I_{\text{ref}}$  时，可获得  $I_{\text{ds}} = 0$  的关系。因此，由于无驱动电流被促使流经场致发光元件 EL，因而获得了完美的黑色显示。即使在黑色显示的情况下，也可将信号电流  $I_{\text{sig}}$  和参考电流  $I_{\text{ref}}$  的绝对值设为足以执行写操作的高电流值。为此，即使是黑色信号也可以在一个水平周期（1H）内充分写入，因而可抑制黑色压纹、纵向串扰等产生。顺便提一下，虽然在像素电路中，N 沟道晶体管用作开关晶体管 Tr1、Tr3、Tr5 和 Tr6，这不同于驱动晶体管 Trd 和镜像晶体管 Tr2，但本发明并不限于此，因而也可使用 P 沟道晶体管。或者可混合使用 N 沟道晶体管和 P 沟道晶体管。

从以上说明可明白，本发明的像素电路 2 设置在信号电流  $I_{\text{sig}}$  被促使流经的信号线 SL 和分别提供控制信号的扫描线 WS、DS 和 AZ 彼此交叉的位置上。所述像素电路 2 的构成如下：场致发光元件 EL；用于将驱动电流  $I_{\text{ds}}$  提供给场致发光元件 EL 的驱动晶体管 Trd；以及控制部分，其适于根据控制信号 WS、AZ 和 DS 进行操作，以基于信号电流  $I_{\text{sig}}$  控制驱动晶体管 Trd 的驱动电流  $I_{\text{ds}}$ 。控制部分基本上包括第一抽样装置、第二抽样装置和差异装置。第一抽样装置由开关晶体管 Tr1 和 Tr3、像素电容器 C2 及镜像晶体管 Tr2 构成，用于对被促使流经信号线 SL 的信号电流  $I_{\text{sig}}$  进行抽样。第二抽样装置由开关晶体管 Tr1 和 Tr3、像素电容器 C2 及镜像晶体管 Tr2 构成，用于对正好在信号电流  $I_{\text{sig}}$  之前或之后被促使流经信号线 SL 的预定参考电流  $I_{\text{ref}}$  进行抽样。差异装置包括像素电容器 C1，用于生成对应于所述抽样信号电流  $I_{\text{sig}}$  与所述抽样参考电流  $I_{\text{ref}}$  之差的控制电压。驱动晶体管 Trd 在其栅极 G 接收该控制电压，并将被促使流经其源极 S/漏极 D 的驱动电流  $I_{\text{ds}}$  提供给场致发光元件 EL，以使场致发光元件 EL 发光。

图 15 是显示根据本发明的又一实施例的像素电路的示意电路图。像素电路 2 设置在列分布的信号线 SL 和行分布的信号线 WS1、



WS2、WS3、AZ 与 DS 彼此交叉的位置上。信号电流  $I_{sig}$  正好在参考电流  $I_{ref}$  之前或之后被促使从电流驱动器（未显示）流入信号线 SL。控制信号 WS1、WS2、WS3、AZ 与 DS 从对应的扫描器分别提供给扫描线 WS1、WS2、WS3、AZ 与 DS。在本说明书中，为使说明简洁，扫描线及其对应控制信号用相同参考符号标记。

像素电路 2 由八个开关晶体管 Tr1 到 Tr8、一个驱动晶体管 Trd、三个像素电容器 Cs1 到 Cs3 及一个场致发光元件 EL 构成。所有开关晶体管 Tr1 到 Tr8 均为 N 沟道薄膜晶体管。驱动晶体管 Trd 是 P 沟道薄膜晶体管。场致发光元件 EL 是包括阳极和阴极的双端类型（二极管类型）场致发光元件。例如，有机 EL 元件可用作场致发光元件 EL。此外，虽然此实施例中所有开关晶体管 Tr1 到 Tr8 均为 N 沟道型，但所有开关晶体管 Tr1 到 Tr8 也可以均为 P 沟道型，或者 N 沟道薄膜晶体管和 P 沟道薄膜晶体管可混合使用。

驱动晶体管 Trd 利用其源极 S 连接到电源  $V_{cc}$ ，利用其漏极通过开关晶体管 Tr1 连接到场致发光元件 EL 的阳极端，并且利用其栅极 G 连接到像素电容器 Cs3 的一端。控制信号 DS 从扫描线 DS 施加到内插在驱动晶体管 Trd 与场致发光元件 EL 之间的开关晶体管 Tr1 的栅极上。开关晶体管 Tr2 连接在驱动晶体管 Trd 的栅极 G 与漏极 D 之间。开关晶体管 Tr2 的栅极连接到扫描线 AZ。

开关晶体管 Tr3 的源极/漏极连接在信号线 SL 与像素电容器 Cs3 的另一端之间。开关晶体管 Tr3 的栅极连接到扫描线 WS1。开关晶体管 Tr5 连接在像素电容器 Cs3 的另一端与像素电容器 Cs1 的一端之间。类似于开关晶体管 Tr3，开关晶体管 Tr5 的栅极连接到扫描线 WS1。像素电容器 Cs1 的另一端连接到电源  $V_{cc}$ 。开关晶体管 Tr4 连接在电源  $V_{cc}$  与像素电容器 Cs2 的一端之间。开关晶体管 Tr4 的栅极连接到扫描线 WS2。像素电容器 Cs2 的另一端连接到像素电容器 Cs3 的另一端。开关晶体管 Tr6 连接在像素电容器 Cs1 的一端与像素电容器 Cs2 的一端之间。开关晶体管 Tr6 的栅极连接到扫描线

WS3。另外，开关晶体管 Tr7 连接在像素电容器 Cs1 的另一端与像素电容器 Cs2 的另一端之间。类似于开关晶体管 Tr6，开关晶体管 Tr7 的栅极连接到扫描线 WS3。最后，开关晶体管 Tr8 连接在驱动晶体管 Trd 的漏极 D 与像素电容器 Cs3 的另一端之间。类似于开关晶体管 Tr3 和 Tr5，开关晶体管 Tr8 的栅极连接到扫描线 WS1。

图 16 是解释图 15 所示像素电路 2 的操作的时间图。控制信号 DS、AZ、WS1、WS2 和 WS3 的波形的变化沿时间轴 T 显示。同时显示了信号电流  $I_{sig}$  的波形的变化。信号电流  $I_{sig}$  的信号电平在每一个水平周期 (1H) 会变化。另外，在每个水平周期的前半水平周期内，信号电流  $I_{sig}$  被促使流经信号线 SL 后，在每个水平周期的后半水平周期促使预定的参考电流  $I_{ref}$  流经信号线 SL。参考电流  $I_{ref}$  是固定的，而信号电流  $I_{sig}$  的变化对应于图像信号。此显示装置将有关一场的一个图像的信息写到像素阵列。在图 16 的时间图中，显示一场从定时 T1 开始。

在所述场开始的定时 T1 前的时段 T0 内，控制信号 DS 为高电平，而所有其余控制信号 AZ、WS1、WS2 和 WS3 均为低电平。由于控制信号 DS 为高电平，因此，开关晶体管 Tr1 处于“导通”状态，并且场致发光元件 EL 由驱动晶体管 Trd 驱动，因而处于场致发光状态。

当所述场在定时 T1 开始时，控制信号 AZ 和 WS3 均从低电平改为高电平。因此，操作进入准备状态，在准备状态中检测驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$ 。随后，在定时 T2，控制信号 DS 从高电平改为低电平，场致发光元件 EL 的状态从场致发光状态改为非场致发光状态，并且检测到驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$ 。随后，在定时 T3，控制信号 AZ 和 WS3 均变为低电平，因而使检测到的阈值电压  $V_{th}$  保持并固定。保持且固定的阈值电压  $V_{th}$  将在以后的场致发光阶段用于消除或校正驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的分散。因此，T2 到 T3 的时段在一些情况下称为  $V_{th}$  校正时段。

在定时 T4, 控制信号 WS1 和 WS2 均从低电平改为高电平。此时, 信号电流  $I_{sig}$  被促使流经信号线 SL。信号电流  $I_{sig}$  被抽样以便写入像素电路 2。随后, 在定时 T5, 控制信号 WS2 从高电平改为低电平, 并且写入信号电流  $I_{sig}$  的操作得以完成。从定时 T4 到定时 T5 的时段在一些情况下称为  $I_{sig}$  写入时段, 在该时段内对信号电流  $I_{sig}$  进行抽样。

随后, 在定时 T5, 参考电流  $I_{ref}$  被抽样后, 在被促使流经信号线 SL 的电流从信号电流  $I_{sig}$  改为参考电流  $I_{ref}$ 。当在定时 T6, 控制信号 WS1 回到低电平, 写入参考电流  $I_{ref}$  的操作完成。从定时 T5 到 T6 的 T5 到 T6 时段称为  $I_{ref}$  写入时段。从以上说明可明白, 在从定时 T5 到定时 T6、控制信号 WS1 为高电平的时段内, 相继执行了写入信号电流  $I_{sig}$  的操作和写入参考电流  $I_{ref}$  的操作。控制信号 WS1 为高电平的 T4 到 T6 时段只是一个水平周期 (1H)。在分配给所述像素电路 2 的一个水平周期 1H 内, 可相继对信号电流  $I_{sig}$  和参考电流  $I_{ref}$  进行抽样。

之后, 控制信号 WS3 在定时 T7 上升, 并且控制信号 WS3 在定时 T8 下降。在控制信号 WS3 为高电平的 T7 到 T8 时段内, 获得了信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之差。此差值是基于消除像素电容器 Cs1 和 Cs2 容量的操作来获得的。因此, T7 到 T8 的时段在一些情况下称为容量消除时段。

在定时 T9, 控制信号 DS 从低电平改为高电平, 并且控制信号 WS2 也从低电平改为高电平。因此, 像素电容器 Cs2 和 Cs3 彼此耦合, 驱动电流  $I_{ds}$  从驱动晶体管 Trd 提供给场致发光元件 EL, 并且场致发光元件 EL 执行场致发光操作。

图 17 是显示在图 16 所示  $V_{th}$  校正时段 T2 到 T3 内执行的  $V_{th}$  消除操作的示意电路图。在 T2 到 T3 时段内, 开关晶体管 Tr1、Tr3、Tr4、Tr5 和 Tr8 均处于“断开”状态, 而开关晶体管 Tr2、Tr6 和 Tr7 均处于“导通”状态。因此, 像素电容器 Cs3 的一端连接到驱

动晶体管 Trd 的栅极，而像素电容器 Cs3 的另一端通过开关晶体管 Tr7 连接到电源  $V_{cc}$ 。当开关晶体管 Tr1 在促使电流从电源  $V_{cc}$  向场致发光元件 EL 流动的状态中被断开时，由于电流路径被截断，因而像素电容器 Cs3 通过开关晶体管 Tr2 充电。驱动晶体管 Trd 的栅极电势随充电一起持续上升。在栅电势正好达到驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的时间点上，驱动晶体管 Trd 被断开。在此时间点检测到的驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  被保持在像素电容器 Cs3 的相对端。之后，开关晶体管 Tr2 被关断，并且保持在像素电容器 Cs3 的阈值电压  $V_{th}$  被固定。这样保持和固定的阈值电压  $V_{th}$  将在以后场致发光操作中用于消除或校正驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{th}$  的分散。

图 18 是显示在图 16 的时间图中所示 T4 到 T5 时段内执行的  $I_{sig}$  写入操作的示意电路图。在 T4 到 T5 时段内，信号电流  $I_{sig}$  被促使流经信号线 SL。另外，开关晶体管 Tr1、Tr2、Tr6 和 Tr7 处于“断开”状态，而开关晶体管 Tr3、Tr4、Tr5 和 Tr8 处于“导通”状态。因此，促使信号电流  $I_{sig}$  从电源  $V_{cc}$  通过驱动晶体管 Trd 和开关晶体管 Tr8 与 Tr3 流入信号线 SL 端。换言之，促使信号电流  $I_{sig}$  作为漏电流流经驱动晶体管 Trd。因此，根据表达式 1 中所示晶体管的基本特性，漏电流  $I_{sig}$  表示为表达式 23：

$$I_{sig} = \frac{k\mu}{2}(V_{gs} - V_{th})^2$$

其中， $V_{gs}$  表示驱动晶体管 Trd 的栅极和源极上形成的栅电压； $V_{th}$  表示驱动晶体管的阈值电压； $k$  表示驱动晶体管 Trd 的尺寸系数；以及  $\mu$  表示驱动晶体管 Trd 的迁移率。

此处，为得到  $V_{gs}$  重新整理表达式 23，得到表达式 24：

$$V_{gs} = \sqrt{\frac{2I_{sig}}{k\mu}} + V_{th}$$

此处，参照图 18，像素电容器 Cs2 和 Cs3 串联在驱动晶体管

Trd 的源极和栅极之间。当保持在像素电容器 Cs2 相对端之间的电压指定为  $V_{CS2}$ ，而保持在像素电容器 Cs3 中的电压指定为  $V_{CS3}$  时，栅电压  $V_{gs}$  由式  $V_{gs} = V_{CS2} + V_{CS3}$  给出。此处， $V_{CS3}$  通过前一  $V_{th}$  消除操作设为  $V_{th}$ 。因此，得到  $V_{gs} = V_{CS2} + V_{th}$  的关系。当表达式 23 给出的  $V_{gs}$  代入该表达式中的  $V_{gs}$  以重新整理该表达式时，保持在像素电容器 Cs2 中的电压  $V_{CS2}$  表示为表达式 25:

$$V_{CS2} = \sqrt{\frac{2I_{sig}}{k\mu}}$$

从表达式 25 可明白，保持在像素电容器 Cs2 中的电压  $V_{CS2}$  与信号电流  $I_{sig}$  的平方根成正比。换言之，通过在 T4 到 T5 时段内执行  $I_{sig}$  写入操作，对应于信号电流  $I_{sig}$  的电压  $V_{CS2}$  被抽样并保持在像素电容器 Cs2 中。

图 19 是显示在图 16 所示 T5 到 T6 时段内执行的  $I_{ref}$  写入操作的示意电路图。当操作从图 18 所示的  $I_{sig}$  写入操作继续到图 19 所示的  $I_{ref}$  写入操作时，控制线 WS2 变为低电平以断开开关晶体管 Tr4。其它开关晶体管 Tr1、Tr2、Tr3、Tr5、Tr6、Tr7 和 Tr8 的状态均保持不变。因此，从图 19 与图 18 的比较可明白，连接关系从像素电容器 Cs2 的连接改为像素电容器 Cs1 的连接。更具体地说，在图 18 所示的  $I_{sig}$  写入操作中，像素电容器 Cs2 和 Cs3 串连在驱动晶体管 Trd 的源极与漏极之间，而在图 19 所示的  $I_{ref}$  写入操作中，像素电容器 Cs1 和 Cs3 串连在驱动晶体管 Trd 的源极与漏极之间。也就是说，在电路操作方面，只是像素电容器 Cs2 被替换为像素电容器 Cs1。此时，促使参考电流  $I_{ref}$  而非以前的信号电流  $I_{sig}$  流经信号线 SL。更具体地说，促使参考电流  $I_{ref}$  从电源  $V_{cc}$  通过驱动晶体管 Trd 和开关晶体管 Tr8 与 Tr3 流入信号线 SL 端。此时，驱动晶体管 Trd 的栅极和源极上形成的栅电压  $V_{gs}$  的一部分保持在像素电容器 Cs1 中。当把此电压指定为  $V_{CS1}$  时，类似于表达式 25 中的情况， $V_{CS1}$  表示为表达式 26:

$$V_{CS1} = \sqrt{\frac{2I_{ref}}{k\mu}}$$

此处，从表达式 26 与表达式 25 的比较可明白，在表达式 25 左边  $V_{CS2}$  被替换为  $V_{CS1}$ ，而在表达式 25 右边  $I_{sig}$  被替换为  $I_{ref}$ 。从表达式 26 可看到，保持在像素电容器  $Cs1$  中的电压  $V_{CS1}$  等于参考电流  $I_{ref}$  的平方根。换言之，在  $I_{ref}$  写入操作中，对于参考电流  $I_{ref}$  的电压被抽样并保持在像素电容器  $Cs1$  中。

图 20 是显示在图 16 所示时间图的 T7 到 T8 时段内执行的容量消除操作的示意电路图。在此操作中，开关晶体管 Tr3、Tr5 和 Tr8 均被断开，而开关晶体管 Tr6 和 Tr7 均被接通。因此，像素电容器  $Cs1$  的负极端和像素电容器  $Cs2$  的正极端彼此连接，并且像素电容器  $Cs1$  的正极端和像素电容器  $Cs2$  的负极端彼此连接。因此，像素电容器  $Cs1$  与  $Cs2$  的容量消除是在  $V_{CS1}$  与  $V_{CS2}$  之间执行的。也就是说，可获得保持在像素电容器  $Cs1$  中的电压  $V_{CS1}$  与保持在像素电容器  $Cs2$  中的电压  $V_{CS2}$  之差，并且电压  $V_{CS1}$  与电压  $V_{CS2}$  之差随后保持在像素电容器  $Cs2$  两端。此处，当像素电容器  $Cs1$  与  $Cs2$  的容量彼此相等时，容量消除后保持在像素电容器  $Cs2$  中的电压  $V_{CS2}'$  表示为表达式 27：

$$V_{CS2}' = \frac{V_{CS2} - V_{CS1}}{2} = \frac{\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}}}{\sqrt{2k\mu}}$$

从表达式 27 可明白， $V_{CS2}'$  是等于信号电流  $I_{sig}$  与参考电流  $I_{ref}$  之差的值。确切地说，对应于  $I_{sig}$  平方根与  $I_{ref}$  平方根之差的电压作为  $V_{CS2}'$  保持在像素电容器  $Cs2$  中。

图 21 是显示在图 16 所示定时 T9 及其后场致发光时段内执行的电容耦合操作和场致发光操作的示意电路图。在定时 T9，控制信号 DS 和 WS2 均变为高电平，而所有其它控制信号 WS1、WS3 和 AZ 均保持为低电平。因此，开关晶体管 Tr4 和 Tr1 均被接通而其它开关晶体管 Tr3、Tr5、Tr6、Tr7、Tr2 和 Tr8 均被断开。由于

开关晶体管 Tr4 被接通, 因此, 像素电容器 Cs2 和 Cs3 彼此耦合在驱动晶体管 Trd 的源极与栅极之间。此时, 由于驱动晶体管 Trd 的栅电容 Cg 非常小, 因此, 像素电容器 Cs2 和 Cs3 彼此耦合, 处于相互保持电荷的状态。也就是说, 在场致发光期间, 驱动晶体管 Trd 的栅电压  $V_{gs}$  表示为:  $V_{gs} = V_{CS3} + V_{CS2}' = V_{th} + V_{CS2}'$ 。

当把如此获得的  $V_{gs}$  代入表达式 1 中所示晶体管基本特性表达式中时, 得到由表达式 28 表示的驱动电流  $I_{ds}$ :

$$\begin{aligned} I_{ds} &= \frac{1}{2} k\mu (V_{gs} - V_{th})^2 = \frac{1}{2} k\mu (V_{CS2}')^2 \\ &= \frac{1}{2} k\mu \left( \frac{\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}}}{\sqrt{2k\mu}} \right)^2 \\ &= \frac{1}{4} (\sqrt{I_{sig}} - \sqrt{I_{ref}})^2 \end{aligned}$$

在表达式 28 的第一步中, 将  $(V_{th} + V_{CS2}')$  代入  $V_{gs}$ 。因此,  $V_{th}$  被消除, 并且驱动电流  $I_{ds}$  变为与  $V_{CS2}'$  的平方成正比。此外, 如表达式第二步中所示, 将表达式 27 代入  $V_{CS2}'$ 。之后, 分母中的迁移率  $\mu$  和系数中的迁移率  $\mu$  彼此消除, 最终  $I_{ds}$  以表达式 28 中第三步的形式表示。从表达式 28 可明白, 驱动电流 (场致发光电流)  $I_{ds}$  由  $I_{sig}$  与  $I_{ref}$  之间的电流差值确定, 因此有可能获得具有不取决于阈值电压  $V_{th}$  和迁移率  $\mu$  分散的高均匀度的图像质量。另外, 在本发明的像素电路中, 在黑色显示期间, 信号电流  $I_{sig}$  设为等于参考电流  $I_{ref}$ 。从表达式 28 可明白, 当  $I_{sig} = I_{ref}$  时, 得到  $I_{ds} = 0$  的关系, 因而场致发光电流消失。因此, 获得了完美的黑色显示。另一方面, 即使在黑色显示的情况下, 参考电流  $I_{ref}$  的绝对值可设为足够高的电平, 因而黑色信号可在一个水平周期 (1H) 内充分写入。因此, 可抑制黑色压纹和纵向串扰的产生, 从而可表示完美的深黑色, 并且可获得高对比度特性。

如上所述, 图 15 所示根据本发明的又一实施例的像素电路 2

设置在信号电流  $I_{\text{sig}}$  被促使流经的信号线 SL 和分别提供控制信号的扫描线 WS1、WS2、WS3、AZ 和 DS 彼此交叉的位置上。像素电路 2 的构成如下：场致发光元件 EL；用于将驱动电流  $I_{\text{ds}}$  提供给场致发光元件 EL 的驱动晶体管 Trd；以及控制部分，其适于根据控制信号 WS1、WS2、WS3、AZ 和 DS 进行操作，以基于信号电流  $I_{\text{sig}}$  控制驱动晶体管 Trd 的驱动电流  $I_{\text{ds}}$ 。控制部分包括第一抽样装置、第二抽样装置和差异装置。第一抽样装置由开关晶体管 Tr3、Tr4 和 Tr8 及像素电容器 C2 构成，用于对被促使流经信号线 SL 的信号电流  $I_{\text{sig}}$  进行抽样。第二抽样装置由开关晶体管 Tr3、Tr5 和 Tr8 及像素电容器 C1 构成，用于对正好在信号电流  $I_{\text{sig}}$  之前或之后被促使流经信号线 SL 的预定参考电流  $I_{\text{ref}}$  进行抽样。差异装置由开关晶体管 Tr6 和 Tr7 及一对像素电容器 Cs1 与 Cs2 构成，用于生成对应于所述抽样参考电流  $I_{\text{ref}}$  与所述抽样信号电流  $I_{\text{sig}}$  之差的控制电压  $V_{\text{CS2'}}$ 。驱动晶体管 Trd 在其栅极 G 接收控制电压  $V_{\text{CS2'}}$ ，并将被促使流经其源极/漏极的驱动电流  $I_{\text{ds}}$  提供给场致发光元件 EL，以使场致发光元件 EL 发光。

当分别由第一和第二抽样装置抽样的信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  之间的相对差异小时，场致发光元件 EL 的场致发光量变得很少；而当信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  之间的相对差异大时，场致发光量变得很多。然而，即使所述相对差异小，信号电流  $I_{\text{sig}}$  与参考电流  $I_{\text{ref}}$  的绝对电平也可设得足够大以使抽样可行。

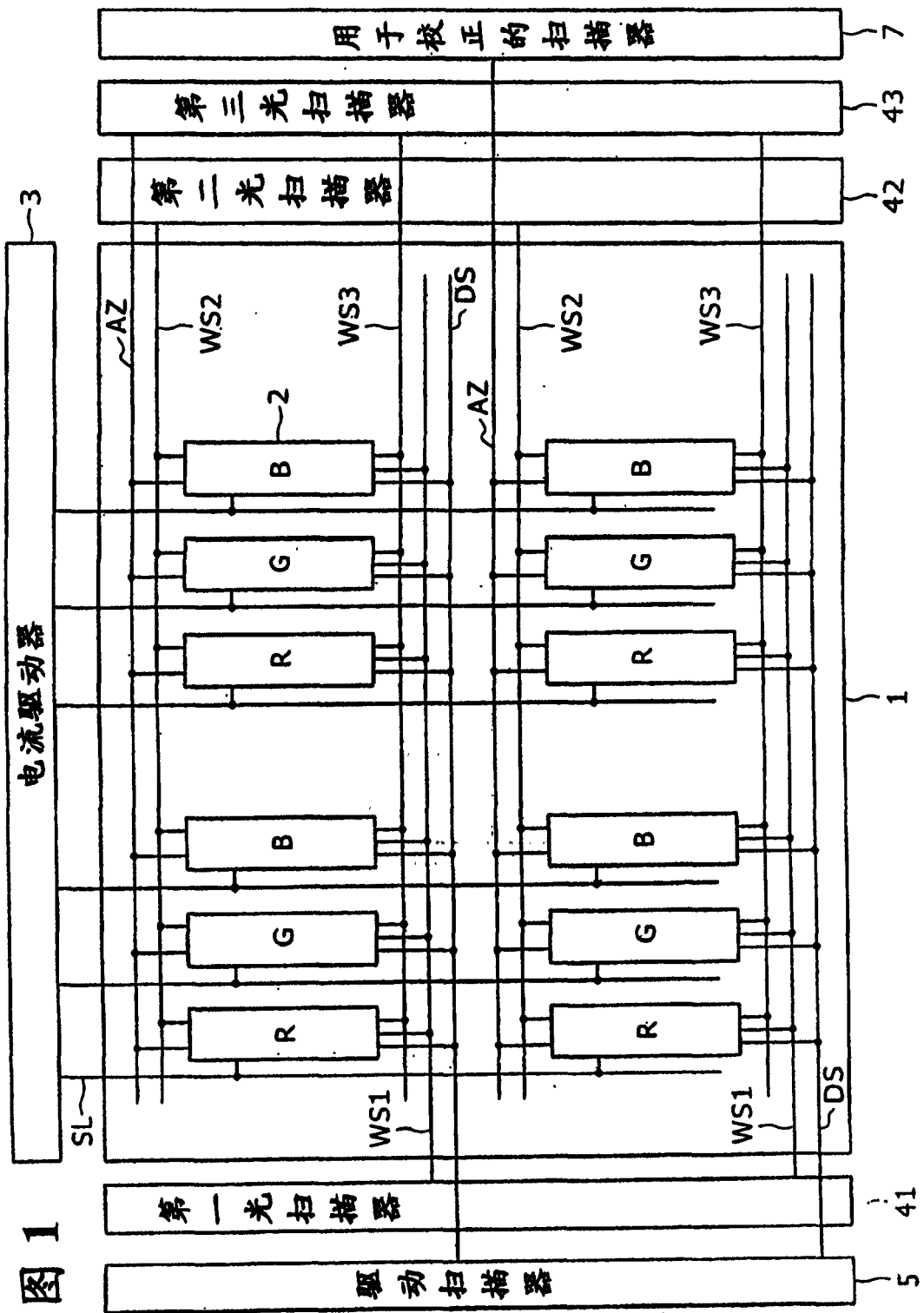
像素电路 2 的控制部分除第一和第二抽样装置及差异装置外还包括校正装置。校正装置由开关晶体管 Tr1、Tr2 和 Tr7 及像素电容器 Cs3 构成，其适于检测驱动晶体管 Trd 的阈值电压  $V_{\text{th}}$ ，以便将检测到的阈值电压  $V_{\text{th}}$  加到上述控制电压  $V_{\text{CS2'}}$  上。因此，可从驱动电流中消除阈值电压  $V_{\text{th}}$  的影响。

虽然已使用特定术语对本发明的优选实施例作了描述，但这样的说明仅仅是说明性的，应理解，可以在不脱离所附权利要求的精



---

神或范围的前提下，对本发明作出各种变化和修改。



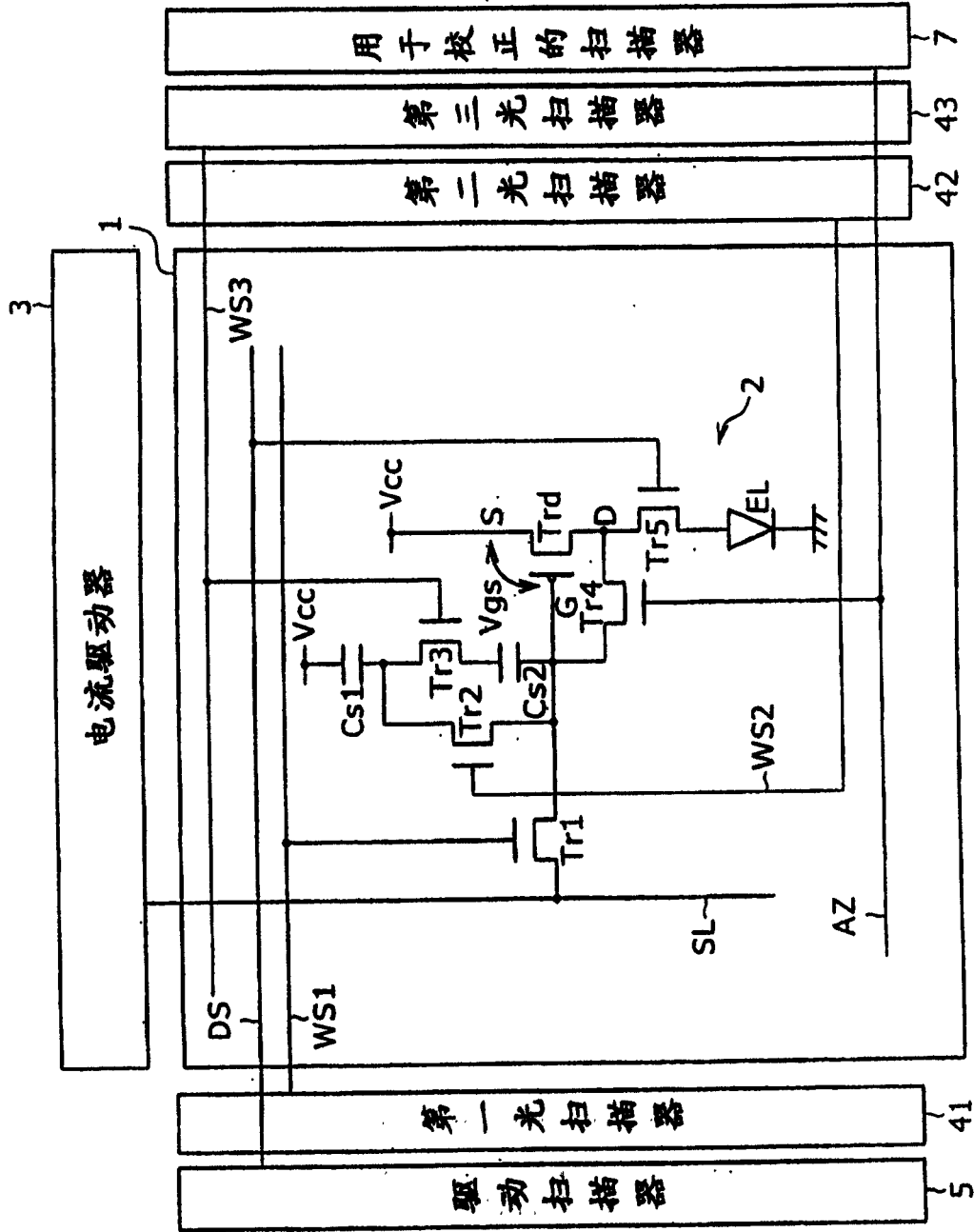


图 2



图 5

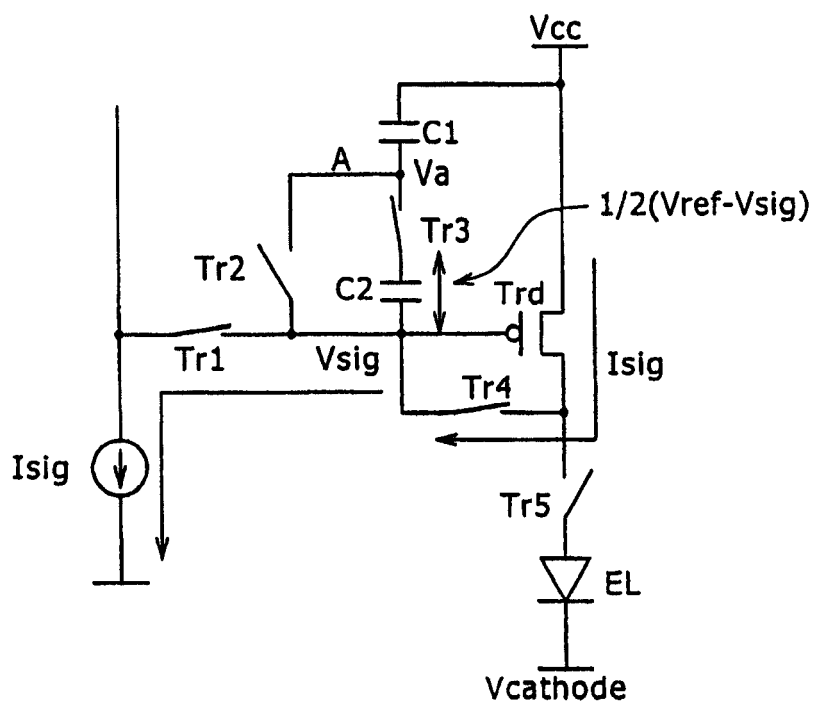
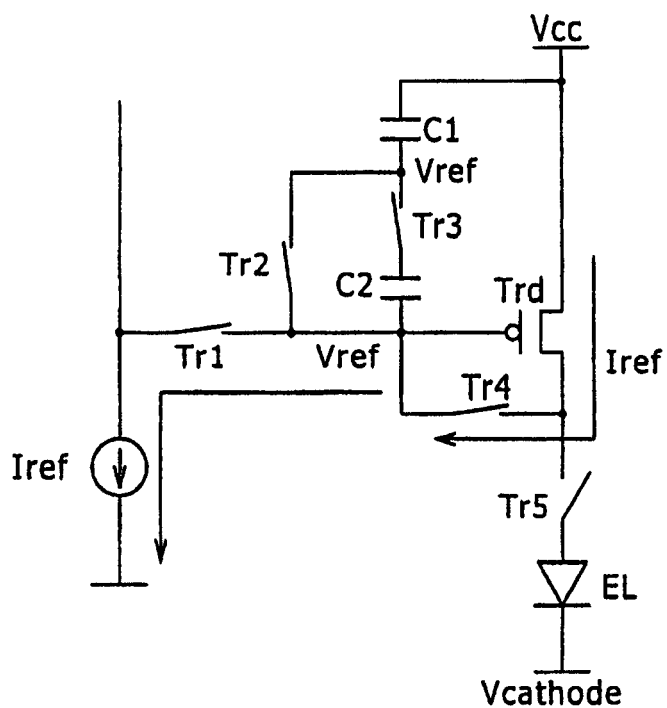


图 6

图 7

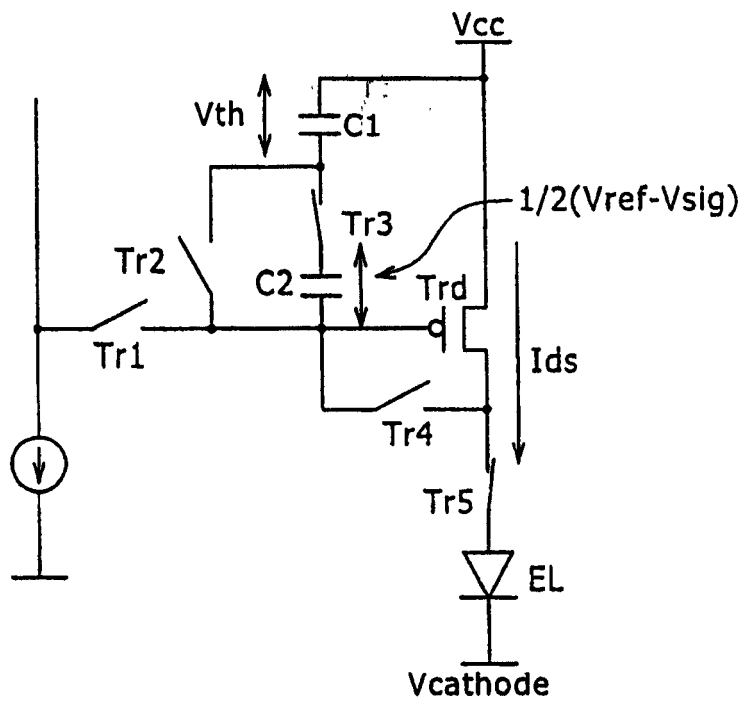
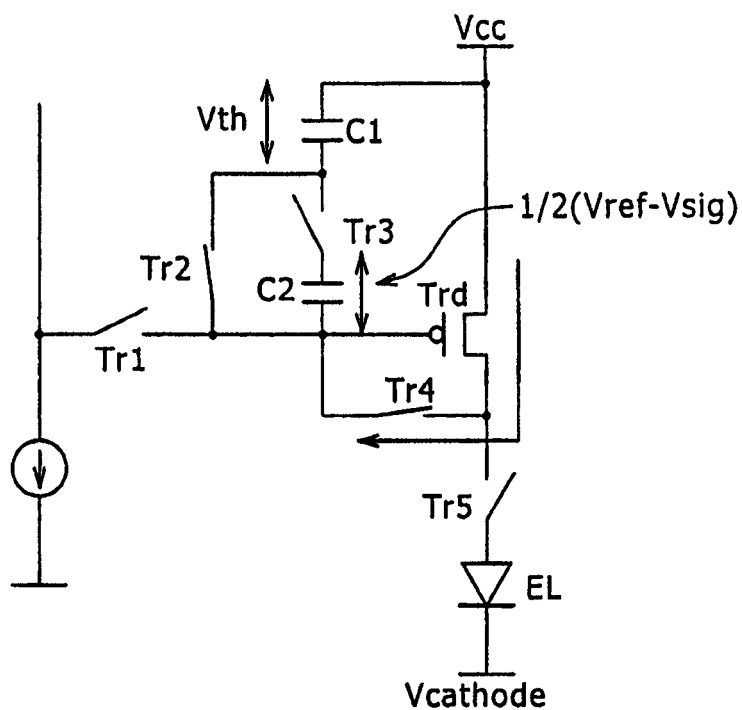


图 8

图 9

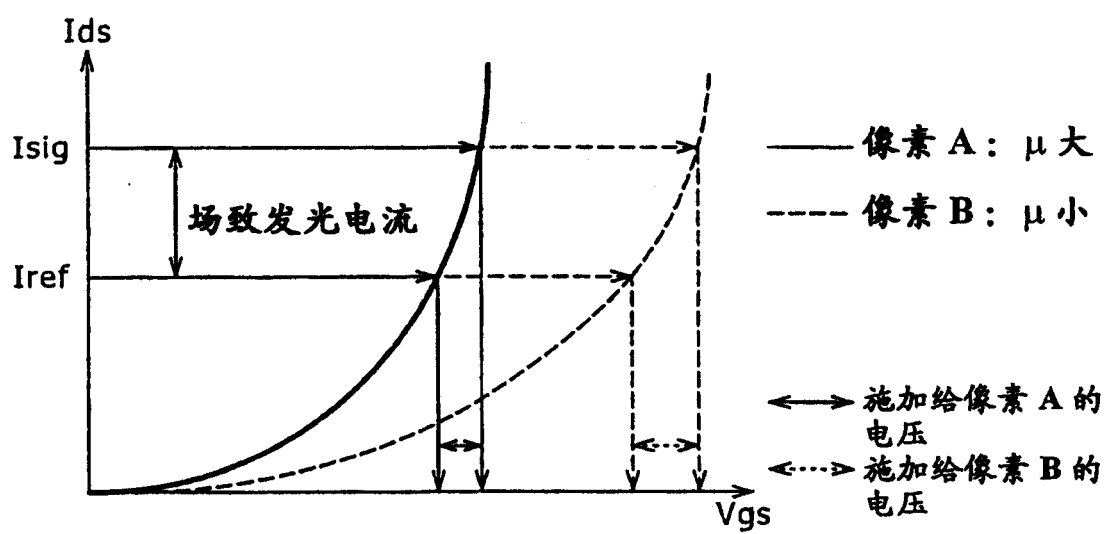


图 10

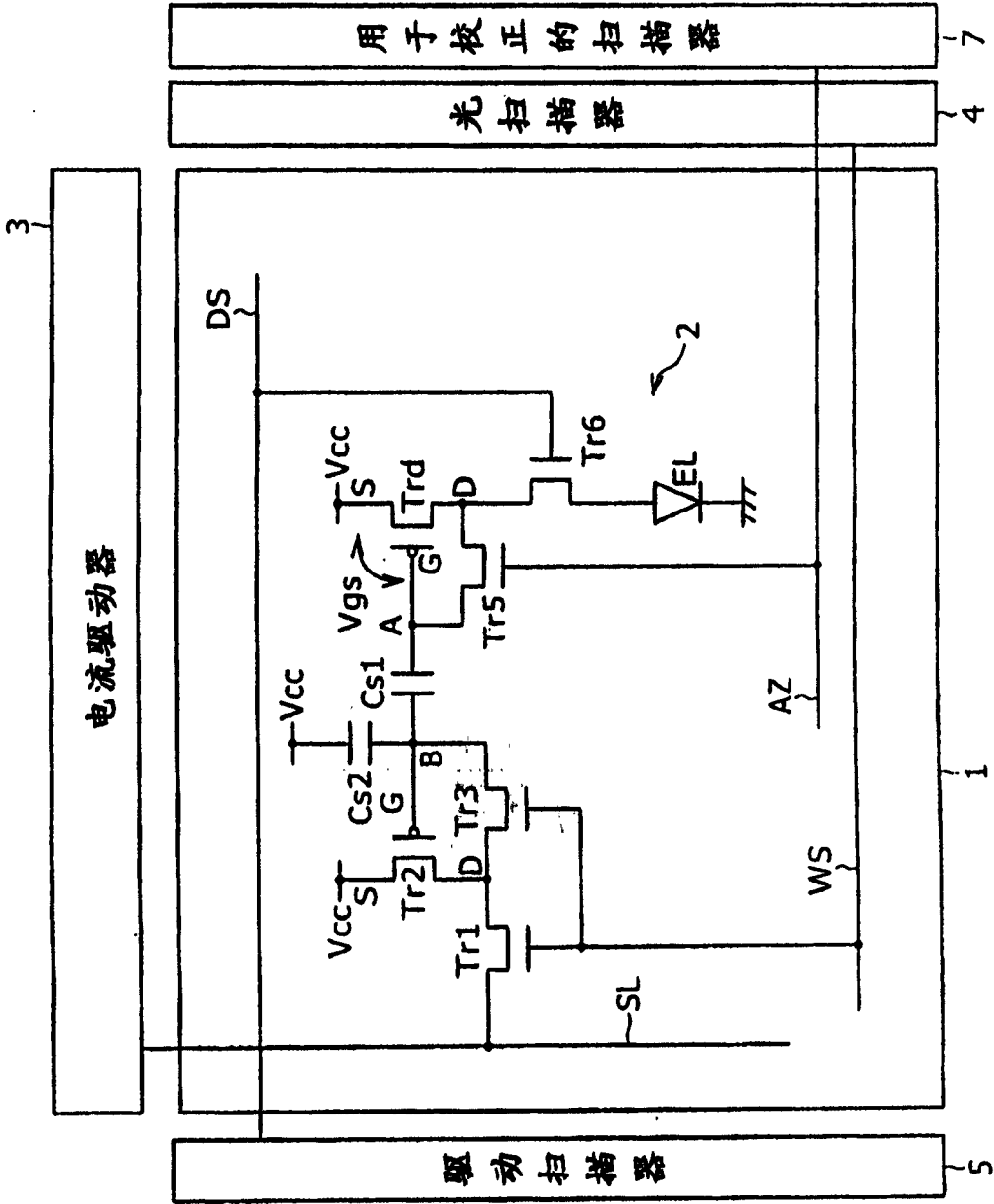




图 11

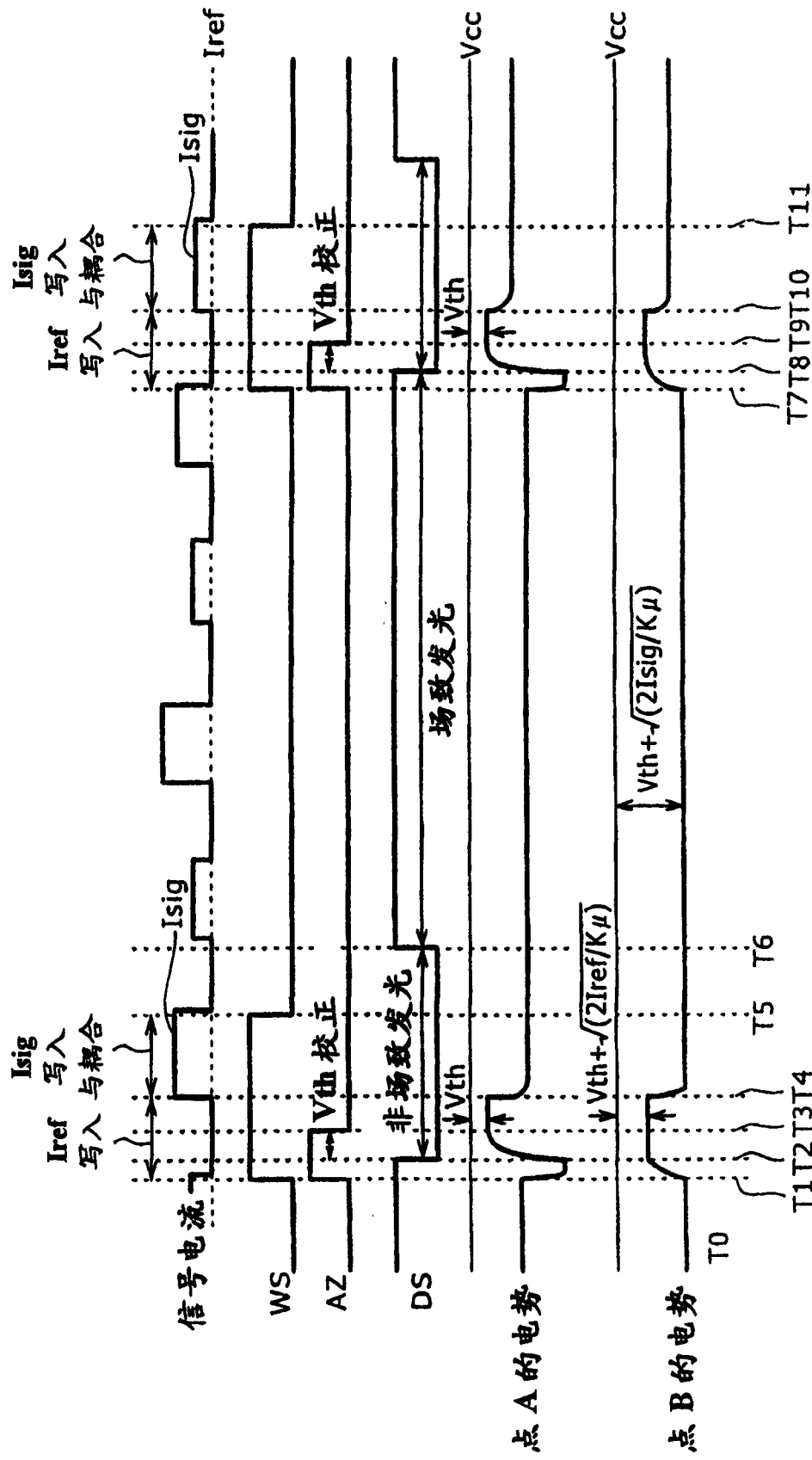


图 12

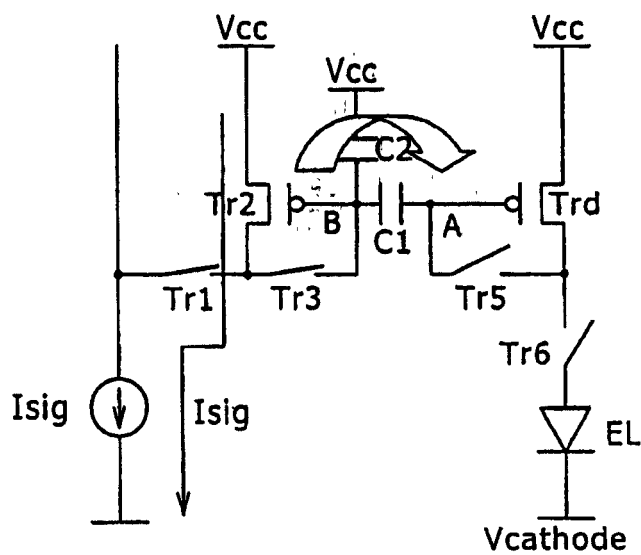
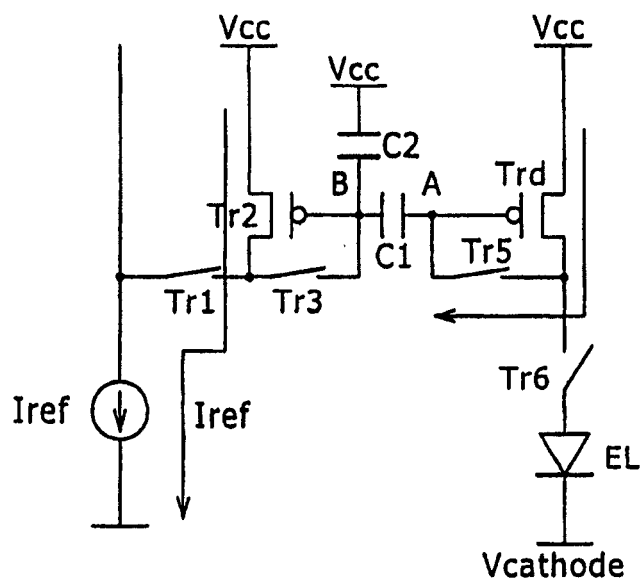


图 13

图 14

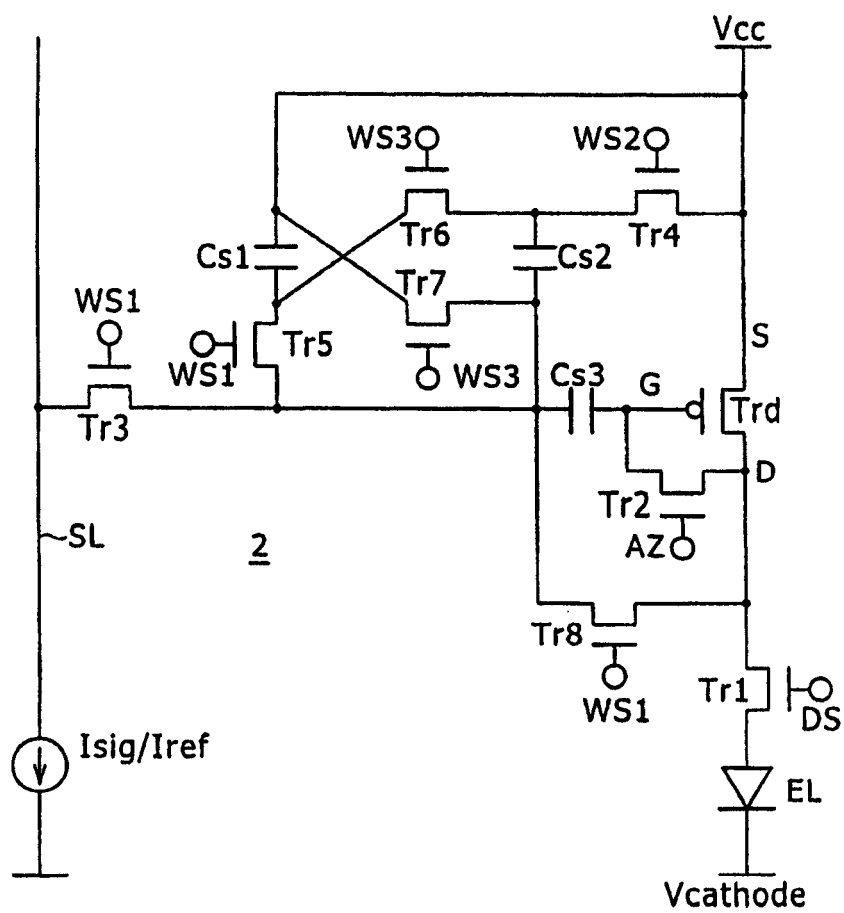
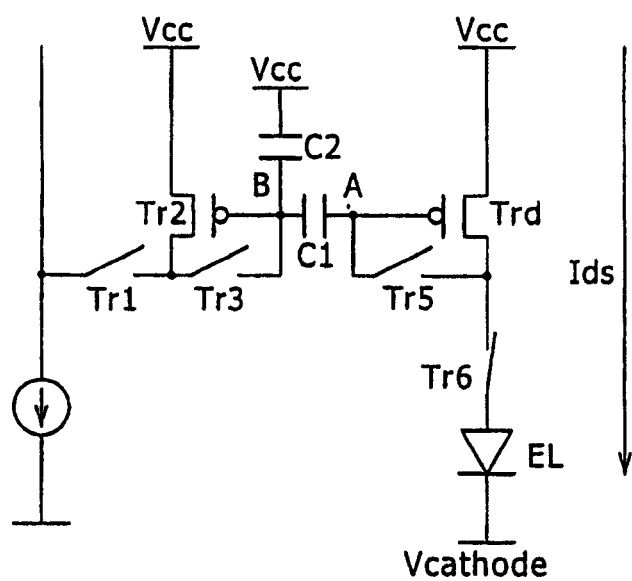


图 15

图 16

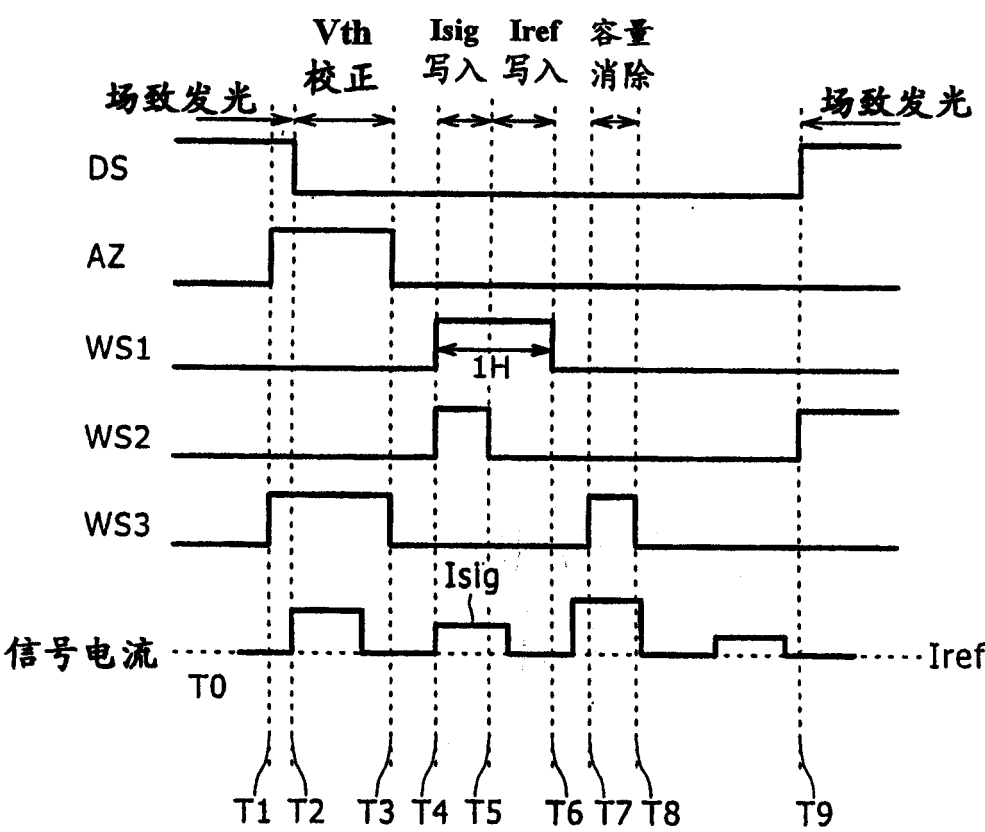


图 17

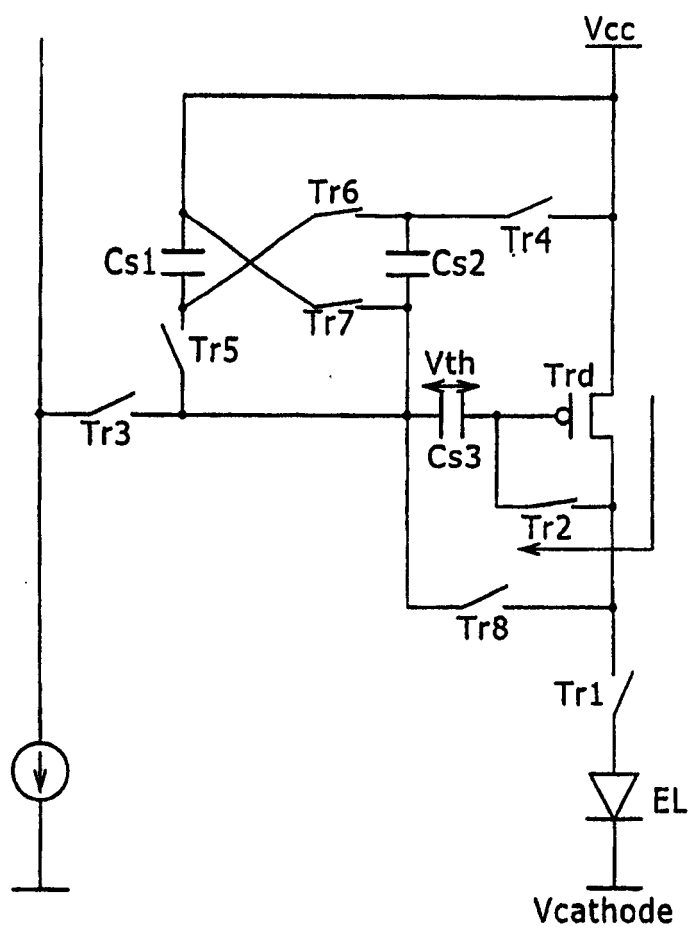


图 18

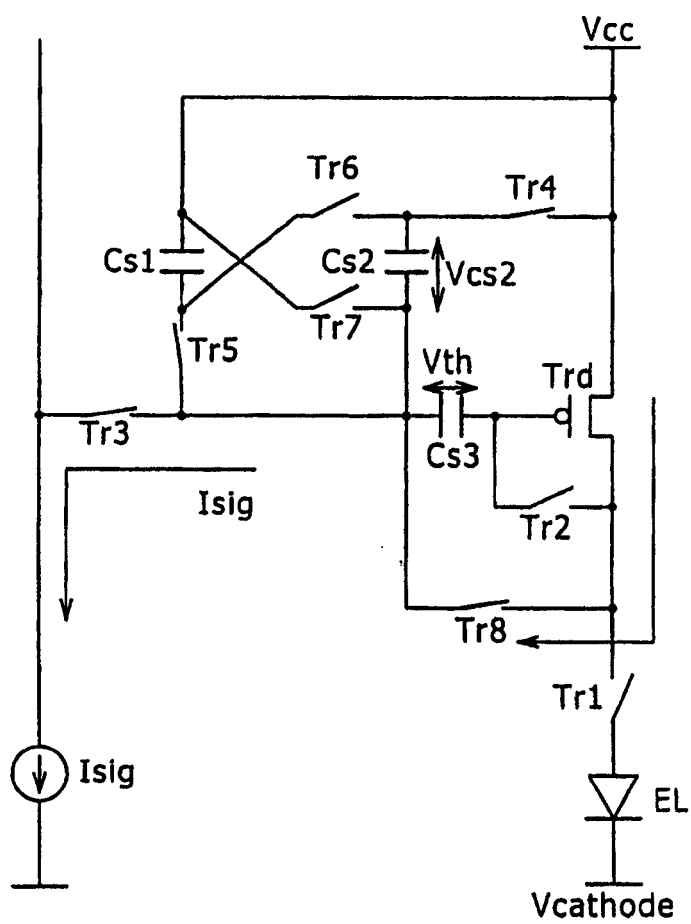


图 19

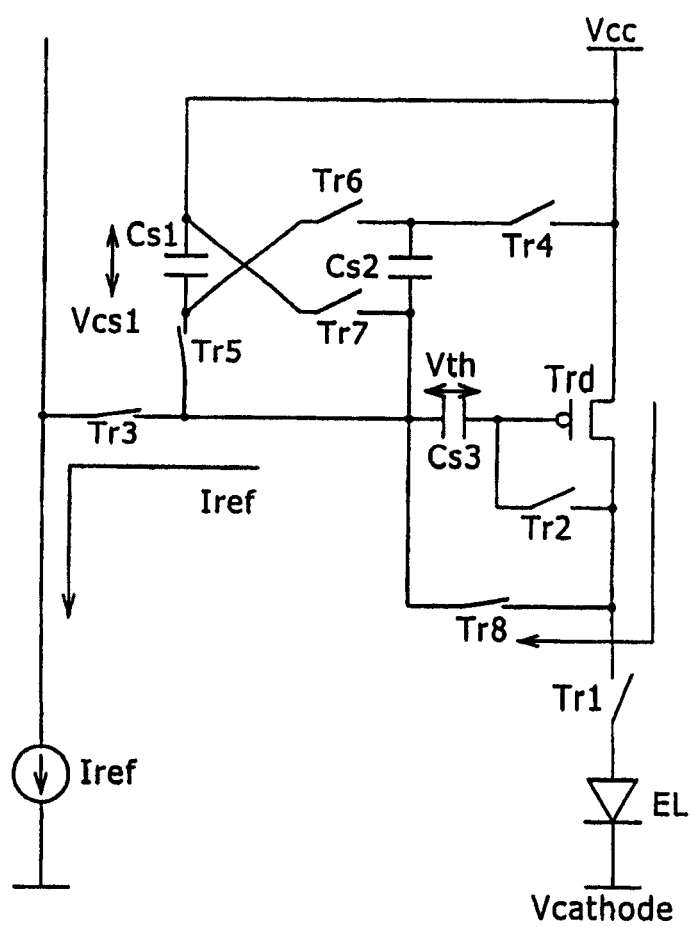






图 21

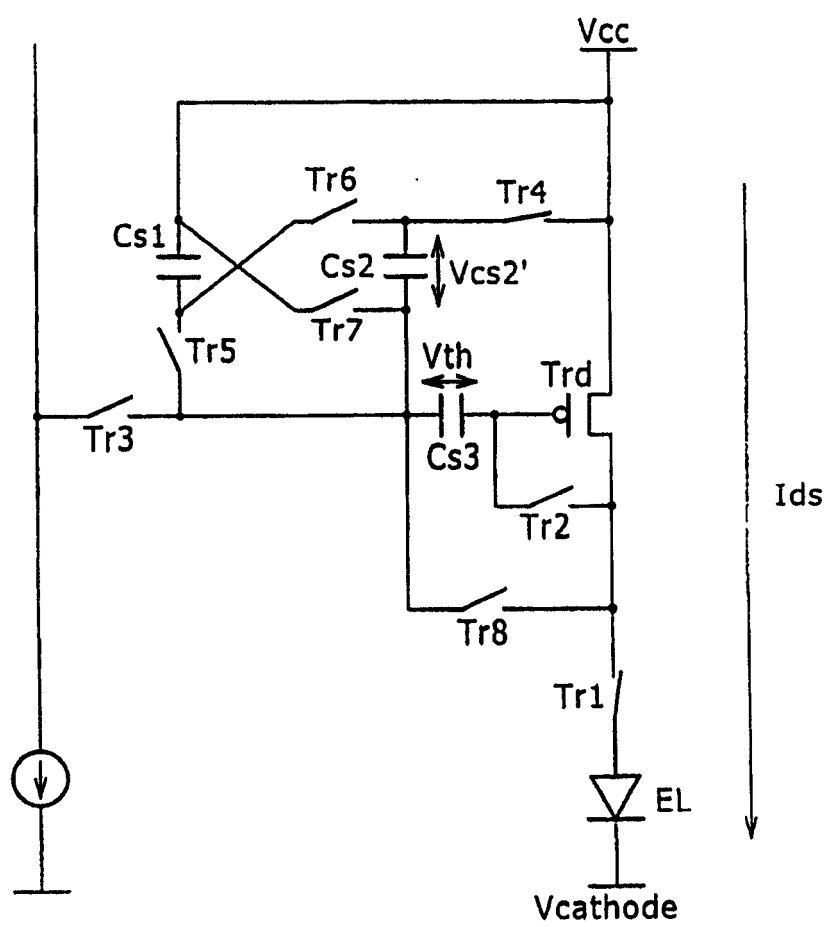


图 22

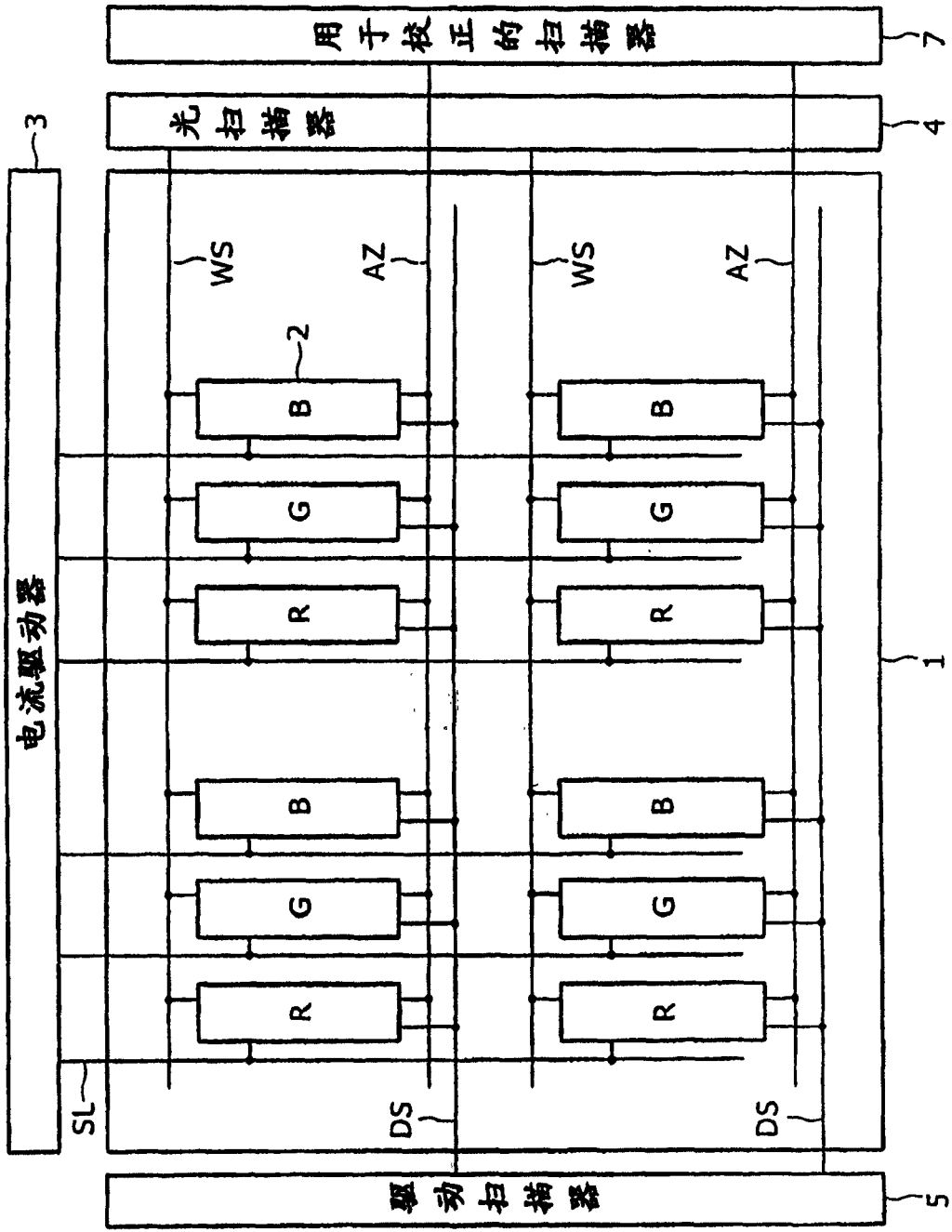


图 23

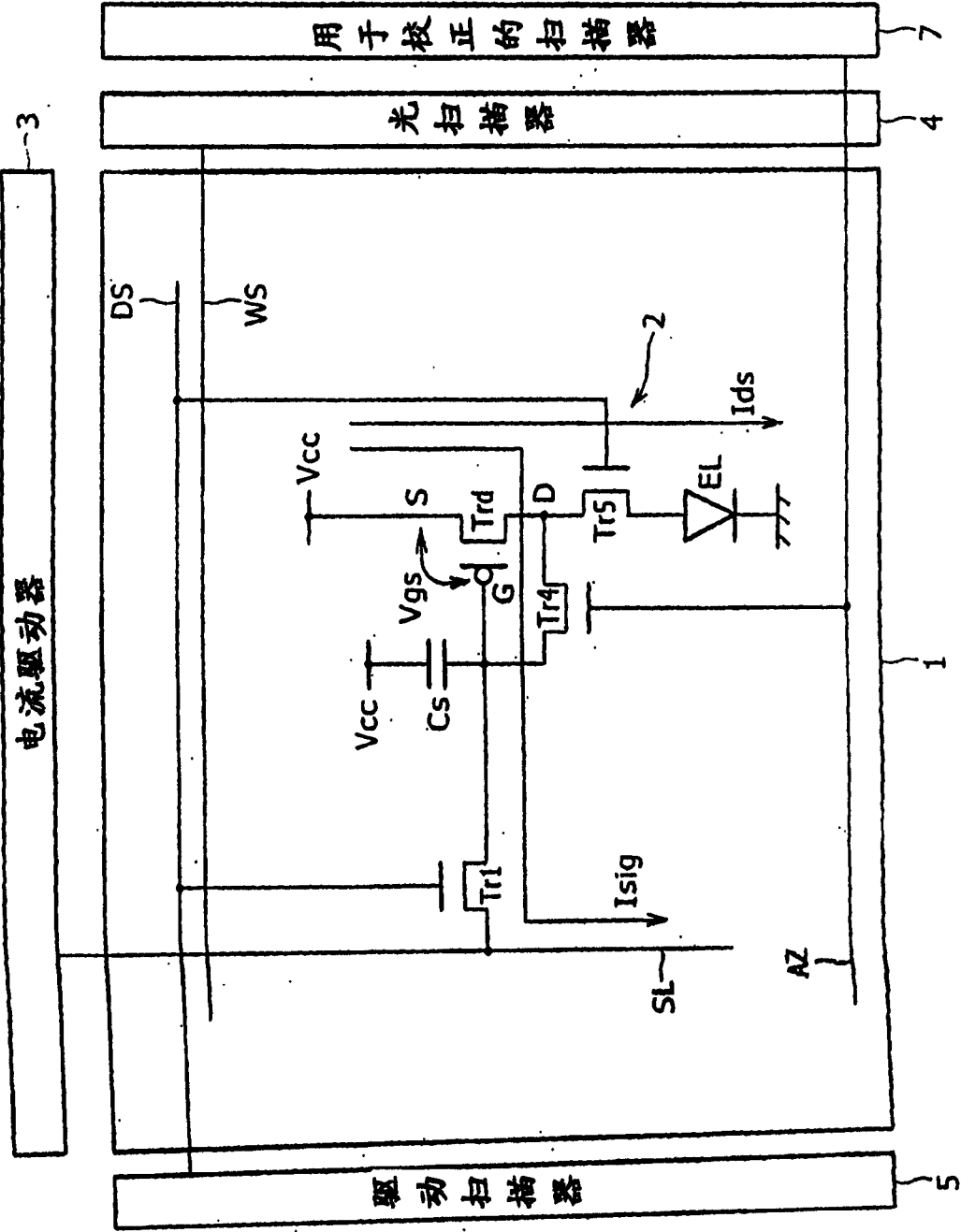
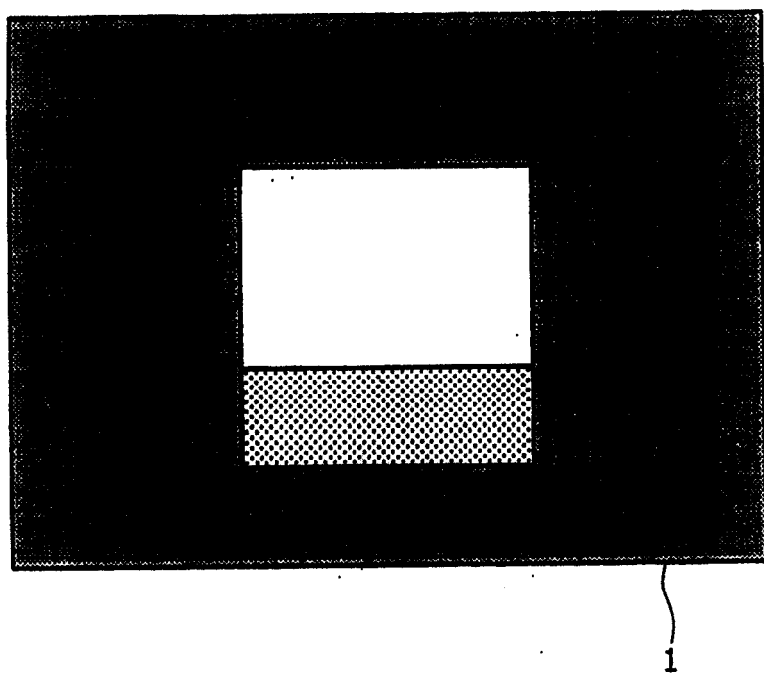


图 24



专利名称(译)	像素装置、显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN100446066C</a>	公开(公告)日	2008-12-24
申请号	CN200510128812.5	申请日	2005-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	索尼株式会社		
[标]发明人	山下淳一 内野胜秀		
发明人	山下淳一 内野胜秀		
IPC分类号	G09G3/30 G09G3/20 H05B33/08 H05B33/14		
CPC分类号	G09G3/3241 G09G3/3233 G09G3/325 G09G2300/0417 G09G2300/0819 G09G2300/0852 G09G2300/0861 G09G2310/0262 G09G2320/043		
代理人(译)	宋鹤		
审查员(译)	罗强		
优先权	2004347283 2004-11-30 JP		
其他公开文献	CN1783192A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

# 摘要(译)

本发明公开了一种设置在信号电流要被促使流经的信号线和提供控制信号的扫描线彼此交叉的位置上的像素电路，所述像素电路包括：场致发光元件；用于向所述场致发光元件提供驱动电流的驱动晶体管；以及控制部分，其适于根据所述控制信号进行操作，以基于所述信号电流控制所述驱动晶体管的驱动电流；所述控制部分包括：第一抽样单元，用于对被促使流经所述信号线的信号电流进行抽样；第二抽样单元，用于对正好在所述信号电流之前或之后被促使流经所述信号线的预定参考电流进行抽样；以及差异单元，用于生成对应于所述抽样信号电流与所述抽样参考电流之差的控制电压。所述驱动晶体管在其栅极接收所述控制电压，并提供被促使流经其源极和漏极至所述场致发光元件，以使所述场致发光元件EL发光的驱动电流。

