

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101777304 A

(43) 申请公布日 2010.07.14

(21) 申请号 200910261339.6

(22) 申请日 2009.12.21

### (30) 优先权数据

2008-325072 2008.12.22 JP

(71) 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 山本哲郎 内野胜秀

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 吴孟秋 梁韬

(51) Int. Cl.

G09G 3/32 (2006.01)

H01L 27/32 (2006, 01)

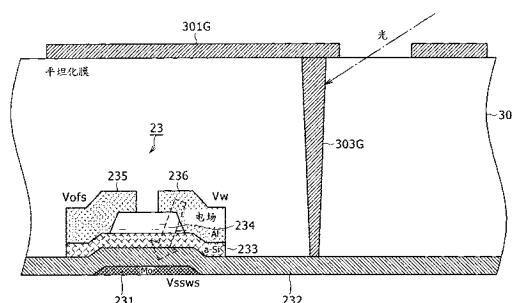
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 19 页

(54) 发明名称

显示装置及电子装置

## (57) 摘要

本发明公开了显示装置及电子装置，该显示装置包括：多个子像素，彼此邻近配置，并形成用于形成彩色图像格式的单位的一个像素；所述多个子像素包括：第一子像素，用于发射最短波长的光；以及第二子像素，与第一子像素邻近配置；第二子像素具有遮光部，配置在第二子像素与所述第一子像素之间，并且遮光部的宽度大于形成第二子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度。



1. 一种显示装置,包括:

多个子像素,彼此邻近配置,并形成用于形成彩色图像的单位的一个像素;

所述多个子像素包括

第一子像素,用于发射最短波长的光;以及

第二子像素,与所述第一子像素邻近配置;

所述第二子像素具有

遮光部,配置在所述第二子像素与所述第一子像素之间,并且所述遮光部的宽度大于形成所述第二子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,其中,与所述第二子像素的纵向方向平行地配置所述遮光部。

3. 根据权利要求1所述的显示装置,其中,以这样的方式配置所述遮光部,使得光学地遮盖所述第二子像素的晶体管,阻挡所述第一子像素发射的光。

4. 根据权利要求1所述的显示装置,其中,形成所述遮光部的材料与用于在所述第二子像素中形成电光学元件的阳极的金属线的材料相同。

5. 根据权利要求1所述的显示装置,其中,所述遮光部被配置在辅助线下,所述辅助线在所述第一子像素与所述第二子像素之间配线。

6. 根据权利要求5所述的显示装置,其中,形成所述遮光部的材料与所述辅助线的材料相同。

7. 根据权利要求1所述的显示装置,其中,所述第一子像素具有遮光部,所述遮光部配置在所述第一子像素与所述第二子像素之间,并且所述遮光部的宽度大于形成所述第一子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度。

8. 根据权利要求1所述的显示装置,其中,所述多个子像素的每一个均包括:写入晶体管,用于写入图像信号;以及驱动晶体管,用于响应于所述写入晶体管所写入的所述图像信号来驱动电光学元件。

9. 根据权利要求8所述的显示装置,其中,所述多个子像素的每一个均具有通过将对应于流入所述驱动晶体管的电流的校正量负反馈至所述驱动晶体管的栅极和源极之间的电位差来校正所述驱动晶体管的迁移率的迁移率校正处理的功能。

10. 根据权利要求9所述的显示装置,其中,与通过所述写入晶体管的所述图像信号的写入处理并行地执行所述迁移率校正处理。

11. 根据权利要求9所述的显示装置,其中,在所述驱动晶体管的源电压被升高的同时,执行所述迁移率校正处理。

12. 一种电子装置,包括:

显示装置,包括

多个子像素,彼此邻近配置,并形成用于形成彩色图像的单位的一个像素,

所述多个子像素包括

第一子像素,用于发射最短波长的光;以及

第二子像素,与所述第一子像素邻近配置;

所述第二子像素具有

遮光部,配置在所述第二子像素与所述第一子像素之间,并且所述遮光部的宽度大于

形成所述第二子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度。

## 显示装置及电子装置

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本发明包含于 2008 年 12 月 22 日向日本专利局提交的日本专利申请第 2008-325072 号的主题，其全部内容结合于此作为参考。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及显示装置及电子装置，具体而言，涉及平面型或平板型显示装置（其中，以行和列（即，矩阵）的形式二维排列每个都包括电光学元件的多个像素）以及结合了所述显示装置的电子装置。

### 背景技术

[0004] 近年来，在用于显示图像的显示装置领域，以行和列的方式配置了每个都包括发光元件的多个像素或像素电路的平面型显示装置已经快速普及。这种平面型显示装置的其中一个使用发光亮度响应于流经所述元件的电流值而改变的电流驱动型电光学元件作为像素的发光元件。就电流驱动型电光学元件而言，利用当被施加电场时有机薄膜发光现象的有机 EL（场致发光）元件被众所周知。

[0005] 使用有机 EL 元件作为像素的电光学元件的有机 EL 显示装置具有下面的特性。具体地，有机 EL 元件因为其能够通过等于或低于 10V 的应用电压被驱动而具有低功率消耗特性。由于有机 EL 元件为自发光元件，所以有机 EL 显示装置与通过对每个像素使用液晶而控制来自光源的光强度来显示图像的液晶显示装置相比显示了高可视性的图像。此外，由于有机 EL 元件不需要诸如背光的光源，所以有利于减小有机 EL 显示装置的重量及厚度。此外，由于响应速度为近似几  $\mu$  秒高，所以在动态图片显示时不会出现余像。

[0006] 类似于液晶显示装置，有机 EL 显示装置能够采用简单或无源矩阵型或有源矩阵型作为其驱动方法。但是，尽管简单的矩阵型显示装置在结构上简单，但是其具有一个缺点，即，因为每个电光学元件的发光期间随着扫描线数（即，像素数）增加而减小，所以很难实现大尺寸高清晰度的显示装置。

[0007] 因此，近年来，已经并正在进行提供了诸如绝缘栅极型场效应晶体管的电光学元件的有源矩阵显示装置（其中，通过在像素中所提供的有源元件来控制流入电光学元件的电流）的开发。就绝缘栅极型场效应晶体管而言，广泛使用薄膜晶体管（TFT）。因为电光学元件在整个一个帧期间内持续发光，所以很容易实现作为大尺寸和高清晰度的显示装置的有源矩阵显示装置。

[0008] 另外，众所周知，随着时间流逝，有机 EL 元件的 I-V 特性（即，电流 - 电压特性）像所知的时间劣化一样地发生劣化。在具体使用 N 沟道型 TFT 作为用于通过电流驱动有机 EL 元件的晶体管（下文中，这种晶体管被称作驱动晶体管）的像素电路中，如果有机 EL 元件的 I-V 特性经受时间劣化，则随后，驱动晶体管的栅源电压  $V_{gs}$  产生变化。结果，有机 EL 元件的发光亮度产生变化。这是由于有机 EL 元件被连接至驱动晶体管的源电极侧的事实。

[0009] 更加具体的描述这种情况。驱动晶体管的源电位依赖于驱动晶体管和有机 EL 元

件的工作点。如果有有机 EL 元件的 I-V 特性劣化，则随后，驱动晶体管和有机 EL 元件的工作点发生变化。因此，即使相同的电压被施加于驱动晶体管的栅极，驱动晶体管的源电位也会改变。因此，驱动晶体管的源栅电压  $V_{gs}$  发生变化，并且流入驱动晶体管的电流值改变。结果，由于流入有机 EL 元件的电流值也发生变化，所以有机 EL 元件的发光亮度产生变化。

[0010] 此外，特别是在使用多晶硅 TFT 的像素电路中，除了有机 EL 元件的 I-V 特性的劣化之外，驱动晶体管的晶体管特性随时间的流逝而变化，或者由于制造处理的分散性，不同像素中的晶体管特性不同。换句话说，各个像素中的驱动晶体管的晶体管特性分散。晶体管特性可以为驱动晶体管的阈值电压  $V_{th}$ 、形成驱动晶体管沟道的半导体薄膜的迁移率  $\mu$ （下文中，这种迁移率  $\mu$  被简单称作“驱动晶体管的迁移率  $\mu$ ”）或其它一些特性。

[0011] 在不同像素中的驱动晶体管的晶体管特性不同的情况下，由于这引起了流入多个像素中的驱动晶体管的电流值的分散，所以即使相同的电压被施加于多个像素中的驱动晶体管的栅极，在多个像素中的有机 EL 元件的发光亮度也会出现分散。结果，破坏了画面图像的均一性。

[0012] 因此，为了保持有机 EL 元件的发光亮度固定，不会如所披露（例如，在日本专利公开第 2007-310311 号中）的一样被有机 EL 元件的 I-V 特性的劣化或驱动晶体管的晶体管特性的时间劣化影响，为像素电路提供各种校正或补偿功能。

[0013] 校正功能可以包括用于有机 EL 元件的 I-V 特性变化的补偿功能、对于驱动晶体管的阈值电压  $V_{th}$  差异的校正功能、用于驱动晶体管迁移率  $\mu$  差异的校正功能及其它一些功能。在下面所给出的描述中，对于驱动晶体管阈值电压  $V_{th}$  的变化的校正被称作“阈值校正”，并且对于驱动晶体管迁移率  $\mu$  的校正被称作“迁移率校正”。

[0014] 在以这种方式为每个像素电路提供了多种校正功能的情况下，能够将有机 EL 元件的发光亮度保持固定，不会被有机 EL 元件的 I-V 特性的劣化或驱动晶体管的晶体管特性的时间劣化影响。结果，能够改进有机 EL 显示器的显示质量。

## 发明内容

[0015] 因此，如果在某个固定电压被施加至像素中的晶体管的状态下具有高能量的光被输入至像素中的晶体管的沟道，则随后晶体管的阈值电压移动至负值一侧。具体地，如果有相对较短波长并因此具有高能量的蓝光被输入至晶体管，则随后如图 26 所示，晶体管的特性移动与没有输入光时相比变得非常大。

[0016] 就实例而言，考虑了每个都包括 R(红色)、G(绿色) 及 B(蓝色) 三个子像素的子像素单元被排列使得 B 子像素位于每个单元的中央的多个子像素。仅当 B 子像素自身发光时，B 子像素仅被绿光影响。

[0017] 但是，由于 R 和 G 子像素位于 B 子像素附近，所以即使它们自身不发光，它们也会被位于其邻近的 B 子像素所发射的光影响。在 R 和 G 子像素不仅被来自其自身所发射的光影响而且也被来自邻近子像素所发射的光影响的情况下，很难在校正处理等处理中补偿电流差异。

[0018] 尽管在 RGB 彩色涂层 (coating) 中给出了关于 B 子像素的前面的描述，但是在任意其它彩色涂层中，这种描述也类似地应用于发射具有最短波长并因此具有最高能量的光的子像素。

[0019] 因此,需要提供一种显示装置和电子装置,其中,能够抑制当具有高能量的光被输入至晶体管的沟道时出现的子像素晶体管的特性移动。

[0020] 根据本发明的实施例,提供了一种显示装置,包括彼此邻近配置并形成用于形成彩色图像格式的单位的一个像素的多个子像素,所述多个子像素包括:第一子像素,用于发射最短波长的光;以及第二子像素,配置在第一子像素附近,所述第二子像素具有遮光部,配置在第二子像素与第一子像素之间,并且该遮光部的宽度大于形成第二子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度。

[0021] 所发射的具有相对较短波长的光具有很高的能量。在显示装置中,如果具有最短波长并具有很高强度的光从第一子像素输入至位于第一子像素附近并被施加了电压的第二子像素中的晶体管的沟道,则随后,晶体管发生特性移动。此处,由于第二子像素具有在第二子像素与第一子像素之间所排列的遮光部,所以遮光部具有遮挡从第一子像素所发射的光进入第二子像素的功能。因此,能够抑制由于具有高能量的光入射进晶体管的沟道所引起的晶体管的特性移动。

[0022] 通过所述显示装置,由于能够抑制由于具有高能量的光入射进晶体管的沟道所引起的晶体管的特性移动,所以能够抑制流入电光学元件的电流的减小以及诸如条纹和亮度不均匀的图片质量缺陷的产生。

[0023] 下面,结合附图对本发明的优选实施例进行说明,本发明的上述和其他的目的、特征和优点将更加明显。

## 附图说明

[0024] 图 1 是示出了应用了本发明实施例的有机 EL 显示装置的通用系统结构的框图;

[0025] 图 2 是示出了像素的电路结构的方框电路图;

[0026] 图 3 是示出了像素的截面结构的实例的截面图;

[0027] 图 4 是示出了图 1 的有机 EL 显示装置的电路工作的时间波形图;

[0028] 图 5A 至图 5D 及图 6A 至图 6D 是示出了图 1 的有机 EL 显示装置的电路工作的电路图;

[0029] 图 7 是示出了由驱动晶体管的阈值电压的分散 (dispersion) 所引起的待解决的课题的特性图;

[0030] 图 8 是示出了由驱动晶体管的迁移率的分散所引起的待解决的课题的特性图;

[0031] 图 9A 至图 9C 是示出了根据是否执行阈值校正和 / 或迁移率校正的图像信号的信号电压与驱动晶体管的漏源电流之间的关系的特性图;

[0032] 图 10 是示出了当显示白色时写入晶体管的电极的电位关系的等效电路图;

[0033] 图 11 是示出了写入晶体管的截面结构的实例的截面图;

[0034] 图 12 是示出了在其上升沿和下降沿变形的状态下写入扫描信号的转换波形 (transition waveform) 的波形图;

[0035] 图 13 是示出了防止像素被来自邻近像素的蓝光影响的方法实例的像素部的截面图;

[0036] 图 14 是示出了根据工作实例 1 的遮光配置结构的平面图;

[0037] 图 15 是沿着示出遮光配置结构的截面结构的图 14 的线 A-A' 的截面图;

[0038] 图 16 和图 17 是示出了根据对图 14 的工作实例 1 的改进 1 和 2 的遮光配置结构的平面图；

[0039] 图 18 和图 19 是示出了根据对图 14 的工作实例 1 的改进 3 和 4 的遮光配置结构的截面图；

[0040] 图 20 是示出了根据工作实例 2 的遮光配置结构的截面图；

[0041] 图 21 是示出了应用了本发明的实施例的电视机的外观的透视图；

[0042] 图 22A 和图 22B 是分别示出了从前面和后面所观察到的应用了本发明的实施例的数码像机的外观的透视图；

[0043] 图 23 是示出了应用了本发明的实施例的笔记本型个人计算机的外观的透视图；

[0044] 图 24 是示出了应用了本发明的实施例的摄像机的外观的透视图；

[0045] 图 25A 和图 25B 是分别示出了在打开状态下应用了本发明的实施例的便携式手机的外观的前正视图和侧正视图，并且图 25C、图 25D、图 25E、图 25F 及图 25G 是分别示出了在合上状态下的便携式手机的前正视图、左侧正视图、右侧正视图、顶视图及底视图；以及

[0046] 图 26 是示出了当蓝光被输入至晶体管的沟道时晶体管特性产生很大变化的情况的晶体管特性的示图。

## 具体实施方式

[0047] 下面，参照附图详细描述本发明的优选实施例。需要注意，以下顺序来给出描述：

[0048] 1. 实施例（像素的遮光配置）

[0049] 1-1. 工作实例 1

[0050] 1-2. 工作实例 2

[0051] 2. 改进

[0052] 3. 应用（电子装置）

[0053] <1. 实施例>

[0054] [系统结构]

[0055] 图 1 是示出了应用了本发明实施例的有源矩阵显示装置的一般的系统结构的框图。此处，假设所描述的有源矩阵显示装置为一种有源矩阵有机 EL 显示装置，其中，作为电流驱动型电光学元件的有机 EL 元件被用作像素或像素电路的发光元件，该电流驱动型电光学元件发射的光亮度响应于流经元件的电流值而改变。

[0056] 参照图 1，所显示的有机 EL 显示装置 10 包括：多个像素 20，每个都包括发光元件；像素阵列部 30，在其中以行和列的方式（即，以矩阵方式）二维排列像素 20；以及驱动部，被排列在像素阵列部 30 周围。驱动部驱动像素阵列部 30 的像素 20 发光。

[0057] 用于像素 20 的驱动部包括：扫描驱动系统，包含写入扫描电路 40 和电源扫描电路 50；以及信号供给系统，包括信号输出电路 60。在本实施例的有机 EL 显示装置 10 中，在显示面板 70 上提供信号输出电路 60，其上，形成像素阵列部 30，同时，在显示面板或基板 70 的外部提供用于形成扫描驱动系统的写入扫描电路 40 和电源扫描电路 50。

[0058] 此处，如果有机 EL 显示装置 10 准备用于黑 / 白显示，使单位 (unit) 形成单色图像的一个像素则对应于像素 20。另一方面，在有机 EL 显示装置 10 准备用于彩色显示的情

况下,使单位形成彩色图像的一个像素由多个子像素形成,其中每一个都对应于像素 20。具体而言,在用于彩色显示的显示装置中,由包括用于发射红色光 (R) 的子像素、用于发生绿色光 (G) 的另一个子像素以及用于发射蓝色光 (B) 的又一个子像素的三个子像素构成一个像素。

[0059] 但是,不需要必须由 R、G 及 B 的三原色的子像素的组合来形成一个像素,而是可以由除了三原色的子像素之外的一种颜色或多种不同彩色的一个或多个子像素来构成。具体地,例如,为了提升亮度,可以添加用于发射白光 (W) 的子像素来形成一个像素,或者,为了扩展色彩再生范围,可以添加用于发射补色光的至少一个子像素来形成一个像素。

[0060] 在像素阵列部 30 中在 m 行和 n 列中排列多个像素 20,并且为沿着行方向(即,沿着在像素行中的像素被排列的方向)的各个像素配线扫描线 31-1 至 31-m 和电源线 32-1 至 32-m。此外,为沿着列方向(即,沿着在像素列中的像素被排列的方向)的各个像素配线信号线 33-1 至 33-n。

[0061] 扫描线 31-1 至 31-m 被分别连接至相应行的写入扫描电路 40 的输出端。电源线 32-1 至 32-m 被分别连接至相应行的电源扫描电路 50 的输出端。信号线 33-1 至 33-n 被分别连接至相应列的信号输出电路 60 的输出端。

[0062] 在诸如玻璃基板的透明绝缘基板上通常形成像素阵列部 30。因此,有机 EL 显示装置 10 具有平板结构。能够使用非晶硅 TFT(薄膜晶体管)或低温多晶硅 TFT 形成用于像素阵列部 30 的每个像素 20 的驱动电路。在使用低温多晶硅 TFT 的情况下,写入扫描电路 40 和电源扫描电路 50 也能够被安装在显示面板或基板 70 上。

[0063] 由与时钟脉冲 ck 同步地连续移动启动脉冲 sp 的移位寄存器或类似元件来形成写入扫描电路 40。当将图像信号写入像素阵列部 30 的多个像素 20 中时,写入扫描电路 40 将写入扫描信号 WS(WS1 至 WSm) 连续提供至扫描线 31-1 至 31-m,从而以行为单位连续扫描(线连续扫描)像素阵列部 30 的像素 20。

[0064] 由与时钟脉冲 ck 同步地连续移动启动脉冲 sp 的移位寄存器或类似元件来形成电源扫描电路 50。电源扫描电路 50 与通过写入扫描电路 40 的线连续扫描同步地将在第一电源电位 Vccp 与低于第一电源电位 Vccp 的第二电源电位 Vini 之间改变的电源电位 DS(DS1 至 DSm) 提供至电源线 32-1 至 32-m。通过在第一电源电位 Vccp 与第二电源电位 Vini 之间改变电源电位 DS,执行了像素 20 的发光 / 不发光的控制。

[0065] 信号输出电路 60 选择从没有被示出并且表示亮度信息的信号供给线中所提供的图像信号的信号电压 Vsig 与参考电位 Vofs 中的其中一个,并且输出所选择的电压。从信号输出电路 60 中选择性输出的参考电位 Vofs 被用作图像信号的信号电压 Vsig 的参考,并且例如相当于图像信号的黑电平。

[0066] 例如,可以使用时分驱动系统的众所周知的电路结构来形成信号输出电路 60。时分驱动系统也被称作选择器系统,并以单元或组的形式将多个信号线分配至用作信号供给源的驱动器(没有示出)的其中一个输出端。随后,以时分方式连续选择多个信号线,并且以驱动器的各个输出端的时间序列的方式所输出的图像信号被分类并以时分方式提供至所选择的信号线,从而驱动信号线。

[0067] 在作为实例准备用于彩色显示的显示装置的情况下,R、G 及 B 的图像信号在一个水平期间内以位于邻近的三个像素 R、G 及 B 为单位从驱动器以时间序列方式输入至信号输

出电路 60。通过对对应于 R、G 及 B 的三个像素列所提供的选择器或选择开关来形成信号输出电路 60，使得选择器以时分方式连续执行接通操作，从而将 R、G 及 B 的图像信号以时分方式写入相应的信号线。

[0068] 尽管这里的一个单位包括 R、G 及 B 的三个像素列或信号线，但所述单位不限于此。具体地，由于采用时分驱动方法或选择器方法，其中，由大于等于 2 的整数  $x$  来表示时分数，驱动器的输出数和驱动器与信号输出电路 60 之间及因此在驱动器与显示面板 70 之间的线数能够被减小至信号线数的  $1/x$ 。

[0069] 从信号输出电路 60 选择性输出的信号电压  $V_{sig}$  或参考电位  $V_{ofs}$  通过信号线 33-1 至 33-n 以行为单位被写入像素阵列部 30 的像素 20 中。换句话说，信号输出电路 60 表现为线连续写入驱动形式，其中，以行或线为单位写入信号电压  $V_{sig}$ 。

[0070] 图 2 示出了在根据本实施例的有机 EL 显示装置 10 中所使用的像素或像素电路 20 的具体电路结构。

[0071] 参照图 2，像素 20 包括：电流驱动型的电光学元件，其发光亮度响应于在其中流过的电流值而改变，诸如有机 EL 元件 21；以及驱动电路，用于驱动有机 EL 元件 21。有机 EL 元件 21 的阴极被连接至通用电源线 34，该通用电源线被通用配线至所有像素 20。

[0072] 用于驱动有机 EL 元件 21 的驱动电路包括驱动晶体管 22、写入晶体管或采样晶体管 23 及存储电容器 24。此处，N 沟道 TFT 被用于驱动晶体管 22 和写入晶体管 23。但是，驱动晶体管 22 和写入晶体管 23 的导通类型的这种组合仅为一个实例，并且这种导通类型的组合不限于这种指定的组合。

[0073] 需要注意，在 N 沟道 TFT 被用于驱动晶体管 22 和写入晶体管 23 的情况下，非晶硅 (a-Si) 处理能够被用于它们的制备。在使用 a-Si 处理的情况下，可以期待其上即将制备 TFT 的基板的成本的降低和有机 EL 显示装置 10 的成本的降低。此外，如果以相同导通类型的组合方式形成驱动晶体管 22 和写入晶体管 23，则随后，由于能够通过相同的处理制备晶体管 22 和 23，所以能够对于成本的降低做出贡献。

[0074] 驱动晶体管 22 的第一电极（即，其源 / 漏极）被连接至有机 EL 元件 21 的阳极，并且其第二电极（即，其漏 / 源极）被连接至电源线 32(32-1 至 32-m)。

[0075] 写入晶体管 23 的栅极被连接至扫描线 31(31-1 至 31-m)。此外，写入晶体管 23 的第一电极（即，其源 / 漏极）被连接至信号线 33(33-1 至 33-n)，并且其第二电极（即，其漏 / 源极）被连接至驱动晶体管 22 的栅极。

[0076] 在驱动晶体管 22 和写入晶体管 23 中，第一电极为电连接至源 / 漏区的金属线，并且第二电极为电连接至漏 / 源区的金属线。此外，根据第一电极与第二电极之间的电位关系，第一电极可以为源极或漏极，并且第二电极可以为漏极或源极。

[0077] 存储电容器 24 的一个电极被连接至驱动晶体管 22 的栅极，其另一个电极被连接至驱动晶体管 22 的第二电极和有机 EL 元件 21 的阳极。

[0078] 需要注意，用于有机 EL 元件 21 的驱动电路的电路结构不限于包括驱动晶体管 22 和写入晶体管 23 的两个晶体管及存储电容器 24 的一个电容器元件。例如，为了弥补有机 EL 元件 21 的电容的不足，可以根据需要采用另一种电路结构，其中，提供了辅助电容器，其一个电极被连接至有机 EL 元件 21 的阳极并且其另一个电极被连接至固定电位。

[0079] 在具有上述结构的像素 20 中，响应于通过扫描线 31 从写入扫描电路 40 被施加至

写入晶体管 23 的栅极的高有效 (high active) 的写入扫描信号 WS, 将写入晶体管 23 置于导通状态。因此, 写入晶体管 23 采样表示亮度信息的图像信号的信号电压 Vsig 或通过信号线 33 从信号输出电路 60 所提供的参考电位 Vofs, 并且将所采样的电位写入像素 20。这样所写入的信号电压 Vsig 或参考电位 Vofs 被施加至驱动晶体管 22 的栅极, 并且被存储在存储电容器 24 中。

[0080] 当电源线 32 (32-1 至 32-m) 的电源电位 DS 为第一电源电位 Vccp 时, 驱动晶体管 22 在饱和区中工作, 同时, 第一电极作为漏极使用, 并且第二电极作为源极使用。因此, 驱动晶体管 22 接收来自电源线 32 的电流供给, 并且通过电流驱动来驱动有机 EL 元件 21 发光。具体而言, 驱动晶体管 22 在其饱和区中工作, 将相应于在存储电容器 24 中所存储的信号电压 Vsig 的电压值的电流值的驱动电流提供至有机 EL 元件 21, 从而通过电流驱动有机 EL 元件 21 发光。

[0081] 此外, 当电源电位 DS 从第一电源电位 Vccp 改变至第二电源电位 Vini 时, 驱动晶体管 22 的第一电极作为源极使用, 同时, 驱动晶体管 22 的第二电极作为漏极使用, 并且驱动晶体管 22 作为开关晶体管工作。因此, 驱动晶体管 22 通过开关操作来停止向有机 EL 元件 21 的驱动电流的供给, 从而将有机 EL 元件 21 置于不发光状态。因此, 驱动晶体管 22 也具有用于控制有机 EL 元件 21 的发光 / 不发光的晶体管的功能。

[0082] 驱动晶体管 22 的开关操作提供了有机 EL 元件 21 处于不发光状态的期间 (即, 不发光期间), 并且控制有机 EL 元件 21 的发光期间与不发光期间的比率 (即, 有机 EL 元件 21 的占空比)。通过这种占空比控制, 能够减小在一个帧期间内由来自像素 20 的光发射所引起的余像模糊, 因此, 能够特别地提高动态图片的图片质量。

[0083] 来自通过电源线 32 从电源扫描电路 50 选择性提供的第一和第二电源电位 Vccp 和 Vini 之间的第一电源电位 Vccp 为用于将用于驱动有机 EL 元件 21 发光的驱动电流提供至有机 EL 元件 21 的电源电位。此外, 第二电源电位 Vini 被用于为有机 EL 元件 21 提供逆偏压。这个第二电源电位 Vini 被设定为低于信号电压的参考电位 Vofs 的电位, 例如, 被设定为低于 Vofs-Vth 的电位, 其中, Vth 为驱动晶体管 22 的阈值电压, 优选地, 被设定为充分低于 Vofs-Vth 的电位。

[0084] (像素结构)

[0085] 图 3 示出了像素 20 的截面结构。参照图 3, 在形成有包括驱动晶体管 22 等的驱动电路的玻璃基板 201 上形成像素 20。构成像素 20, 使得在玻璃基板 201 上按顺序形成绝缘膜 202、绝缘平坦化膜 203 及窗口绝缘膜 204, 并且在窗口绝缘膜 204 的凹部 204A 处提供有机 EL 元件 21。此处, 在驱动电路的组件中, 仅示出驱动晶体管 22, 同时忽略其它组件。

[0086] 通过由金属等所构成的阳极 205、在阳极 205 上所形成的有机层 206 及在有机层 206 上通过对于所有像素所通用形成的透明导电膜等所构成的阴极 207 来形成有机 EL 元件 21。在窗口绝缘膜 204 的凹部 204A 的底部形成阳极 205。

[0087] 在有机 EL 元件 21 中, 通过在阳极 205 上按顺序所沉积的空穴传输层 / 空穴注入层 2061、发光层 2062、电子传输层 2063 及电子注入层 (没有示出) 来形成有机层 206。如果电流在通过图 2 所示的驱动晶体管 22 的电流驱动下通过阳极 205 从驱动晶体管 22 流入有机层 206, 则随后, 电子和空穴在有机层 206 的发光层 2062 中被重组, 于是, 通过发光层 2062 发光。

[0088] 驱动晶体管 22 包括栅极 221、在与栅极 221 相对的半导体层 222 的部分上所提供的沟道形成区 225 以及在半导体层 222 上在沟道形成区 225 的相对两侧所提供的源 / 漏区 223 和 224。源 / 漏区 223 通过接触孔被电连接至有机 EL 元件 21 的阳极 205。

[0089] 随后,在玻璃基板 201 上以像素为单位形成有机 EL 元件 21,其上,通过绝缘膜 202、绝缘平坦化膜 203 及窗口绝缘膜 204 形成包括驱动晶体管 22 的驱动电路。随后,通过粘合剂 210 将密封基板 209 粘结至钝化膜 208,于是,通过密封基板 209 密封了有机 EL 元件 21,从而形成显示面板 70。

[0090] [有机 EL 显示装置的电路工作]

[0091] 现在,除了图 4 之外,还参照图 5A 至图 5D 及图 6A 至图 6D 来描述二维排列了具有上述结构的像素 20 的有机 EL 显示装置 10 的电路工作。

[0092] 需要注意,在图 5A 至图 5D 及图 6A 至图 6D 中,为了简化,通过开关符号来表示写入晶体管 23。此外,就众所周知的技术而言,有机 EL 元件 21 具有等效电容或寄生电容  $C_{el}$ 。因此,在图 5A 至图 5D 及图 6A 至图 6D 中也示出了等效电容  $C_{el}$ 。

[0093] 在图 4 中,示出了扫描线 31(31-1 至 31-m) 的写入扫描信号 WS 的电位的差异、电源线 32(32-1 至 32-m) 的电源电位 DS 的电位的差异及驱动晶体管 22 的栅电位  $V_g$  和源电位  $V_s$  的差异。

[0094] <在先前帧中的发光期间>

[0095] 在图 4 中,在时间  $t_1$  之前,提供了先前帧或场中的有机 EL 元件 21 的发光期间。在先前帧的发光期间内,电源线 32 的电源电位 DS 具有第一电源电位(下文中,被称作“高电位”)  $V_{ccp}$ ,并且写入晶体管 23 处于非导通状态。

[0096] 设计驱动晶体管 22,使得此时其在饱和区工作。因此,通过驱动晶体管 22 将相应于驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  的驱动电流或漏源电流  $I_{ds}$  从电源线 32 提供至有机 EL 元件 21。因此,有机 EL 元件 21 发射具有相应于驱动晶体管  $I_{ds}$  的电流值的亮度的光。

[0097] 《阈值校正准备期间》

[0098] 在时间  $t_1$  时,进入线连续扫描的新帧,即,当前帧。随后,如图 5B 所示,电源线 32 的电位 DS 关于信号线 33 的参考电位  $V_{ofs}$  从高电位  $V_{ccp}$  改变至充分低于  $V_{ofs}-V_{th}$  的第二电源电位(下文中,被称作“低电位”)  $V_{ini}$ 。

[0099] 此处,通过  $V_{thel}$  来表示有机 EL 元件 21 的阈值电压,并且通过  $V_{cath}$  来表示通用电源线 34 的电位(即,阴极电位)。此时,如果低电位  $V_{ini}$  满足  $V_{ini} < V_{thel}+V_{cath}$ ,则随后由于驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  变得基本上等于低电位  $V_{ini}$ ,所以有机 EL 元件 21 被置于逆偏压状态,并且停止发光。

[0100] 随后,当在时间  $t_2$  时扫描线 31 的电位 WS 从低电位侧改变至高电位侧时,如图 5C 所示,写入晶体管 23 被置于导通状态。此时,由于参考电位  $V_{ofs}$  被从信号输出电路 60 提供至信号线 33,所以驱动晶体管 22 的栅电位  $V_g$  变得等于参考电位  $V_{ofs}$ 。此外,驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  等于充分低于参考电位  $V_{ofs}$  的低电位  $V_{ini}$ 。

[0101] 此时,驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  为  $V_{ofs}-V_{ini}$ 。此处,如果  $V_{ofs}-V_{ini}$  没有充分大于驱动晶体管 22 的阈值电位  $V_{th}$ ,则随后不能执行下文所述的阈值校正处理,因此,需要建立  $V_{ofs}-V_{ini} > V_{th}$  的电位关系。

[0102] 通过这种方式,将驱动晶体管 22 的栅电位  $V_g$  固定或终结在参考电位  $V_{ofs}$  并将

驱动晶体管 22 的源电位 Vs 固定或终结在低电位 Vini 从而对其进行初始化的处理为执行下文所述的阈值校正处理前的准备处理（阈值校正准备）。因此，参考电位 Vofs 和低电位 Vini 分别变为用于驱动晶体管 22 的栅电位 Vg 的初始化电位和用于驱动晶体管的源电位 Vs 的初始化电位。

[0103] 《阈值校正期间》

[0104] 随后，如果如图 5D 所示在时间 t3 时电源线 32 的电位 DS 从低电位 Vini 改变为高电位 Vccp，则随后在维持驱动晶体管 22 的栅电位 Vg 的状态下启动阈值校正处理。具体地，驱动晶体管 22 的源电位 Vs 开始升高至驱动晶体管的阈值电位 Vth 与栅电位 Vg 的差值的电位。

[0105] 此处，在驱动晶体管 22 的栅极中参照初始化电位 Vofs 将源电位 Vs 改变至驱动晶体管 22 的阈值电位 Vth 与参考电位 Vofs 的差值的电位的处理在下文中被称作阈值校正处理。随着阈值校正处理的进行，驱动晶体管 22 的栅源电压 Vgs 很快收敛至驱动晶体管 22 的阈值电位 Vth。对应于阈值电位 Vth 的电压被存储在存储电容器 24 中。

[0106] 需要注意，在执行阈值校正处理期间内（即，在阈值校正处理期间内），需要使电流全部流入存储电容器 24 侧，而不流入至有机 EL 元件 21 侧。为此，设定通用电源线 34 的电位 Vcath，使得有机 EL 元件 21 具有断路状态。

[0107] 随后，在时间 t4 时，扫描线 31 的电位 WS 改变至低电位侧，于是如图 6A 所示，写入晶体管 23 被置于非导通状态。此时，驱动晶体管 22 的栅极断开与信号线 33 的电连接，并进入浮接 (floating) 状态。但是，由于栅源电压 Vgs 等于驱动晶体管 22 的阈值电位 Vth，所以驱动晶体管 22 保持在断路状态。因此，流入驱动晶体管 22 的漏源电流 Ids 的量非常小。

[0108] 《信号写入及迁移率校正期间》

[0109] 随后，在时间 t5 时，如图 6B 所示，信号线 33 的电位从参考电位 Vofs 改变至图像信号的信号电压 Vsig。随后，在时间 t6 时，扫描线 31 的电位 WS 改变至高电位侧，于是，如图 6C 所示，写入晶体管 23 被置于导通状态，以将图像信号的信号电压 Vsig 采样并写入像素 20。

[0110] 通过利用写入晶体管 23 写入信号电压 Vsig，驱动晶体管 22 的栅电位 Vg 变得等于信号电压 Vsig。随后，当通过图像信号的信号电压 Vsig 驱动驱动晶体管 22 时，通过对存储电容器 24 中所存储的阈值电位 Vth 的电压来取消驱动晶体管 22 的阈值电位 Vth。下文中，详细描述阈值取消的原理的细节。

[0111] 此时，有机 EL 元件 21 保持在断路状态，即，处于高阻抗状态。因此，响应于图像信号的信号电压 Vsig 从电源线 32 流入驱动晶体管 22 的电流（即，漏源电流 Ids）流入等效电容 Cel。启动有机 EL 元件 21 的等效电容 Cel 的充电。

[0112] 通过等效电容 Cel 的充电，驱动晶体管 22 的源电位 Vs 随时间的流逝一起升高。此时，对于每个像素的驱动晶体管的阈值电位 Vth 的分散已经被消除，并且驱动晶体管 22 的漏源电流 Ids 表现为一个值，该值依赖于驱动晶体管 22 的迁移率  $\mu$ 。

[0113] 此处，假设存储电容器 24 的存储电压 Vgs 与图像信号的信号电压 Vsig 的比率为 1（为理论值）。下文中，存储电压 Vgs 与信号电压 Vsig 的比率有时被称作写入增益。例如，当驱动晶体管 22 的源电位 Vs 升高至 Vofs-Vth+ $\Delta V$  的电位时，驱动晶体管 22 的栅源电压

$V_{gs}$  变为  $V_{sig}-V_{ofs}+V_{th}-\Delta V$ 。

[0114] 具体地, 驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  的升高量  $\Delta V$  作用, 从而从在存储电容器 24 中所存储的电压中(即, 从  $V_{sig}-V_{ofs}+V_{th}$  中)减去。或者, 换句话说, 源电位  $V_s$  的升高量  $\Delta V$  作用, 从而对存储电容器 24 的累积电荷进行放电, 并因此被负反馈。因此, 驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  的升高量  $\Delta V$  为负反馈中的反馈量。

[0115] 通过将根据流经驱动晶体管 22 的驱动电流  $I_{ds}$  的反馈量  $\Delta V$  的负反馈以这种方式施加于栅源电压  $V_{gs}$ , 能够消除驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  对迁移率  $\mu$  的依赖性。消除对迁移率  $\mu$  的依赖性的这种处理为校正对于每个像素的驱动晶体管 22 的迁移率  $\mu$  的分散的迁移率校正处理。

[0116] 具体而言, 由于漏源电流  $I_{ds}$  随着待被写入驱动晶体管 22 的栅极的图像信号的信号振幅  $V_{in}$ ( $=V_{sig}-V_{ofs}$ ) 的增大而增大, 所以负反馈的反馈量  $\Delta V$  的绝对值也增大。因此, 执行根据发光亮度电平的迁移率校正处理。

[0117] 此外, 如果假设图像信号的信号振幅  $V_{in}$  被固定, 则随后由于负反馈的反馈量  $\Delta V$  的绝对值随着驱动晶体管 22 的迁移率  $\mu$  的增大而增大, 所以能够消除对于每个像素的迁移率  $\mu$  的分散。因此, 负反馈的反馈量  $\Delta V$  还能够被视为迁移率校正的校正量。下文中, 将描述迁移率校正的原理的细节。

#### [0118] 《发光期间》

[0119] 随后, 在时间  $t_7$  时, 扫描线 31 的电位  $WS$  改变至低电位侧, 于是如图 6D 所示, 写入晶体管 23 被置于非导通状态。因此, 因为断开了与信号线 33 的电连接, 所以驱动晶体管 22 的栅电位被置于浮接状态。

[0120] 此处, 当驱动晶体管 22 的栅电极处于浮接状态时, 由于存储电容器 24 被连接至驱动晶体管 22 的栅极和源极之间, 所以栅电位  $V_g$  也以与驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  的变化的互锁关系或随动关系而改变。下文中, 以这种方式以与源电位  $V_s$  的变化的互锁关系而改变的驱动晶体管 22 的栅电位  $V_g$  的操作被称作通过存储电容器 24 的引导操作。

[0121] 当驱动晶体管 22 的栅极被置于浮接状态并且驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  同时开始流入有机 EL 元件 21 时, 有机 EL 元件 21 的阳极电位响应于漏源电流  $I_{ds}$  而升高。

[0122] 随后, 当有机 EL 元件 21 的阳极电位超过  $V_{the1}+V_{cath}$  时, 驱动电流开始流入有机 EL 元件 21, 因此, 有机 EL 元件 21 开始发光。此外, 有机 EL 元件 21 的阳极电位的升高仅是驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  的升高。随着驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  升高, 驱动晶体管 22 的栅电位  $V_g$  也通过存储电容器 24 的引导操作(bootstrap operation)以互锁关系升高。

[0123] 此时, 如果假设引导增益在理想状态中为 1, 则随后栅电位  $V_g$  的升高量等于源电位  $V_s$  的升高量。因此, 在发光期间, 驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  被保持固定在  $V_{sig}-V_{ofs}+V_{th}-\Delta V$ 。随后, 在时间  $t_8$  时, 信号线 33 的电位从图像信号的信号电压  $V_{sig}$  改变至参考电位  $V_{ofs}$ 。

[0124] 在上述的系列电路工作中, 在一个水平扫描期间(1H)内执行阈值校正准备、阈值校正、信号电压  $V_{sig}$  的写入(信号写入)及迁移率校正的处理操作。此外, 在从时间  $t_6$  至时间  $t_7$  的期间内, 并行地执行信号写入及迁移率校正的处理操作。

[0125] 此处, 需要注意, 尽管上述实例采用仅执行一次阈值校正处理的驱动方法, 但是这种驱动方法仅为实例, 并且待被采用的驱动方法不限于此。例如, 能够采用一种驱动方法,

其中,在 1H 期间内执行阈值校正处理,在所述 1H 期间,所述阈值校正处理与迁移率校正和信号写入处理一起被执行,并在所述 1H 期间之前的多个水平扫描期间内进一步多次时分地被执行。

[0126] 在刚刚所描述的分割阈值校正的驱动方法被采用的情况下,即使由于分辨率的增加引起像素数的增多减少了被分配至一个水平扫描期间的时间,也能够在多个水平扫描期间内作为阈值校正期间确保充足的时间期间。因此,能够确定地执行阈值校正处理。

[0127] ( 阈值消除的原理 )

[0128] 下面,将描述通过驱动晶体管 22 的阈值消除(即,阈值校正)的原理。如上文所述,阈值校正处理为参照初始化电位  $V_{ofs}$  将驱动晶体管 22 的源电压  $V_s$  改变至驱动晶体管的阈值电压  $V_{th}$  与用于驱动晶体管 22 的栅电位  $V_g$  的初始化电位  $V_{ofs}$  的差值的电位的处理。

[0129] 因为被设计在饱和区进行工作,所以驱动晶体管 22 作为恒流源工作。由于驱动晶体管 22 作为恒流源进行工作,所以为有机 EL 元件 21 提供了固定的漏源电流或通过下面表达式 (1) 所给出的驱动电流  $I_{ds}$  :

$$[0130] I_{ds} = (1/2) \cdot \mu (W/L) C_{ox} (V_{gs} - V_{th})^2 \dots (1)$$

[0131] 其中,  $W$  为驱动晶体管 22 的沟道宽度,  $L$  为沟道长度,并且  $C_{ox}$  为单位面积的栅电容。

[0132] 图 7 示出了关于驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  的漏源电流  $I_{ds}$  的特性。

[0133] 如图 7 的特性图所示,如果没有执行对于每个像素的驱动晶体管 22 的阈值电位  $V_{th}$  的分散的消除处理,则随后当阈值电位  $V_{th}$  为  $V_{th1}$  时,对应于栅源电位  $V_{gs}$  的漏源电流  $I_{ds}$  变为  $I_{ds1}$ 。

[0134] 相反,当阈值电位  $V_{th}$  为  $V_{th2}$  ( $V_{th2} > V_{th1}$ ) 时,对应于相同的栅源电压  $V_{gs}$  的漏源电流  $I_{ds}$  变为  $I_{ds2}$  ( $I_{ds2} < I_{ds1}$ )。换句话说,如果驱动晶体管 22 的阈值电位  $V_{th}$  波动,则随后即使栅源电压  $V_{gs}$  被固定,漏源电流  $I_{ds}$  也会波动。

[0135] 另一方面,在具有上述结构的像素或像素电路 20 中,发光时的驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  为  $V_{sig} - V_{ofs} + V_{th} - \Delta V$ 。因此,通过将其代入表达式 (1),通过下面的表达式 (2) 来表示漏源电流  $I_{ds}$  :

$$[0136] I_{ds} = (1/2) \cdot \mu (W/L) C_{ox} (V_{sig} - V_{ofs} - \Delta V - V_{th})^2 \dots (2)$$

[0137] 具体地,驱动晶体管 22 的阈值电位  $V_{th}$  项被消去,并且从驱动晶体管 22 被提供至有机 EL 元件 21 的漏源电流  $I_{ds}$  不依赖于驱动晶体管 22 的阈值电位  $V_{th}$ 。结果,即使由于驱动晶体管 22 的制造处理的分散或时间劣化,驱动晶体管 22 的阈值电位  $V_{th}$  对于每个像素存在差异,漏源电流  $I_{ds}$  也不会改变,因此,有机 EL 元件 21 的发光亮度能够被保持固定。

[0138] ( 迁移率校正的原理 )

[0139] 现在,描述驱动晶体管 22 的迁移率校正的原理。迁移率校正处理为将对应于流入驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  的校正量  $\Delta V$  的负反馈施加于驱动晶体管 22 的栅极与源极之间的电位差的处理。通过迁移率校正处理,能够消除驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  对迁移率  $\mu$  的依赖性。

[0140] 图 8 示出了用于比较其驱动晶体管 22 具有相对较高的迁移率  $\mu$  的像素 A 和其驱动晶体管 22 具有相对较低的迁移率  $\mu$  的像素 B 的特性曲线。在通过多晶硅薄膜晶体管等

形成驱动晶体管 22 的情况下,类似于像素 A 和像素 B,不能避免在像素中迁移率  $\mu$  分散。

[0141] 此处,假设在像素 A 和像素 B 二者之间具有迁移率  $\mu$  的分散的状态下,相等电平的信号振幅  $V_{in}$ ( $= V_{sig}-V_{ofs}$ ) 被写入像素 A 和 B 中的驱动晶体管 22 的栅极中。在这种情况下,如果根本没有执行迁移率  $\mu$  的校正,则随后在流入具有较高迁移率  $\mu$  的像素 A 的漏源电流  $I_{ds1}'$  与流入具有较低迁移率  $\mu$  的像素 B 的漏源电流  $I_{ds2}'$  之间出现很大差异。如果漏源电流  $I_{ds}$  的很大差异由于以这种方式在像素中的迁移率  $\mu$  的分散而出现在不同像素之间,则破坏了画面图像的均一性。

[0142] 此处,通过上文中所给出的表达式(1)的晶体管特性表达式很明显看出,在迁移率  $\mu$  很高的情况下,漏源电流  $I_{ds}$  很大。因此,负反馈的反馈量  $\Delta V$  随着迁移率  $\mu$  的增大而增大。如图 8 所示,高迁移率  $\mu$  的像素 A 中的反馈量  $\Delta V_1$  大于具有低迁移率  $\mu$  的像素 B 中的反馈量  $\Delta V_2$ 。

[0143] 因此,如果通过迁移率校正处理将具有根据驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  的反馈量  $\Delta V$  的负反馈施加于栅源电压  $V_{gs}$ ,则随后,负反馈量随着迁移率  $\mu$  的增大而增大。结果,能够抑制像素中的迁移率  $\mu$  的分散。

[0144] 具体地,如果在具有高迁移率  $\mu$  的像素 A 中施加反馈量  $\Delta V_1$  的校正,则随后漏源电流  $I_{ds}$  下降从  $I_{ds1}'$  至  $I_{ds1}$  的很大量。另一方面,由于在具有低迁移率  $\mu$  的像素 B 中的反馈量  $\Delta V_2$  很小,则漏源电流  $I_{ds}$  从  $I_{ds2}'$  减小至  $I_{ds2}$ ,并且不会下降很大量。结果,像素 A 中的漏源电流  $I_{ds1}$  和像素 B 中的漏源电流  $I_{ds2}$  变得基本彼此相等,因此,校正了像素之中迁移率  $\mu$  的分散。

[0145] 总之,在考虑到像素 A 和像素 B 之间的迁移率  $\mu$  不同的情况下,在具有高迁移率  $\mu$  的像素 A 中的反馈量  $\Delta V_1$  大于在具有低迁移率  $\mu$  的像素 B 中的反馈量  $\Delta V_2$ 。简而言之,随着迁移率  $\mu$  增大,反馈量  $\Delta V$  增大,并且漏源电流  $I_{ds}$  的减小量增大。

[0146] 因此,如果将具有根据驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  的反馈量  $\Delta V$  的负反馈施加于栅源电压  $V_{gs}$ ,则随后在迁移率  $\mu$  彼此不同的像素中的漏源电流  $I_{ds}$  的电流值被均一化。结果,能够校正像素中的迁移率  $\mu$  的分散。因此,将具有根据流入驱动晶体管 22 的电流的反馈量  $\Delta V$ (即,具有漏源电流  $I_{ds}$ ) 的负反馈施加于驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  的处理为迁移率校正处理。

[0147] 此处,参照图 9A 至图 9C 来描述根据是否在图 2 所示的像素或像素电路 20 中执行阈值校正或迁移率校正的图像信号的信号电压或采样电位  $V_{sig}$  与驱动晶体管 22 的漏源电流  $I_{ds}$  之间的关系。

[0148] 图 9A 示出了既没有执行阈值校正处理也没有执行迁移率校正处理的情况下,以及图 9B 示出了仅执行了阈值校正处理而没有执行迁移率校正处理的另一种情况下的关系,同时,图 9C 示出了执行了阈值校正处理和迁移率校正处理两种处理的又一种情况下的关系。如图 9A 所示,当既不执行阈值校正处理也不执行迁移率校正处理时,由像素 A 与 B 之间的阈值电位  $V_{th}$  和迁移率  $\mu$  的分散引起像素 A 与 B 之间的漏源电流  $I_{ds}$  具有很大差异。

[0149] 相反,在仅执行阈值校正处理的情况下,尽管如图 9B 所示能够一定程度上减小漏源电流  $I_{ds}$  的分散,但是由像素 A 与 B 之间的迁移率  $\mu$  的分散引起的像素 A 与 B 之间的漏源电流  $I_{ds}$  的差异仍然存在。随后,如果执行了阈值校正处理和迁移率校正处理两种处理,

则随后如图 9C 所示,由像素 A 和 B 的每一个的迁移率  $\mu$  的分散所引起的像素 A 与 B 之间的漏源电流  $I_{ds}$  的差异能够几乎被完全消除。因此,在任意灰度级 (gradation) 下,都不会出现有机 EL 元件 21 之间的亮度分散,并且能够获取良好图片质量的显示图像。

[0150] 此外,由于图 2 中所示的像素 20 除了用于阈值校正和迁移率校正的校正功能之外,还具有通过上文所述的存储电容器 24 的引导操作功能,所以能够实现下面的操作和效果。

[0151] 具体地,即使驱动晶体管 22 的源电位  $V_s$  与有机 EL 元件 21 的 I-V 特性的时间劣化一起发生变化,也能够通过存储电容器 24 的引导操作将驱动晶体管 22 的栅源电压  $V_{gs}$  保持固定。因此,流入有机 EL 元件 21 的电流不会改变,而是被固定。结果,由于有机 EL 元件 21 的发光亮度也被保持固定,所以即使有机 EL 元件 21 的 I-V 特性经历了时间劣化,仍能够实现不会由于时间劣化而产生亮度劣化的图像显示。

[0152] (写入晶体管的阈值电压的移动所引起的故障)

[0153] 此处,研究了当有机 EL 元件 21 发光时(特别是当有机 EL 元件 21 显示白色时)的写入晶体管 23 的工作点。从上述电路工作可以明显看出,在图像信号的信号电压  $V_{sig}$  的写入结束并且写入晶体管 23 进入非导通状态之后,驱动晶体管 22 的栅电压  $V_g$  通过引导操作随着源电压  $V_s$  的升高而以互锁的关系升高。因此,驱动晶体管 22 的栅电压  $V_g$  变得高于信号电压  $V_{sig}$ 。

[0154] 另一方面,如果采用为了执行阈值校正处理而通过信号线 33 施加驱动晶体管 22 的栅电压  $V_g$  的初始化的参考电位  $V_{ofs}$  的结构,则信号线 33 的电位在 1H 期间内表现为在参考电压  $V_{ofs}$  与信号电压  $V_{sig}$  之间重复改变。

[0155] 图 10 示出了当显示白色时写入晶体管 23 的电极的电位关系。当显示白色时,用于将写入晶体管 23 置于非导通状态的截止电压  $V_{ssws}$  被施加于写入晶体管 23 的栅极 G,并且参考电压  $V_{ofs}$  被施加于写入晶体管 23 的源极 S,同时,对应于白色灰度级的白色电压  $V_w$  被施加于写入晶体管 23 的漏极 D。截止电压  $V_{ssws}$ 、参考电压  $V_{ofs}$  及白色电压  $V_w$  具有  $V_{ssws} < V_{ofs} < V_w$  的电压关系。

[0156] 图 11 示出了写入晶体管 23 的截面结构的实例。参照图 11,在对应于图 3 所示的玻璃基板 201 的基板上由钼 (Mo) 等来形成栅极 231,例如,在栅极 231 上层叠了非晶硅 (a-Si) 的半导体层 233,其间插入了栅绝缘膜 232。

[0157] 与栅极 231 相对的半导体层 (a-Si) 233 的一部分形成了沟道形成区。在沟道形成区上形成绝缘膜 234。都由铝 (Al) 等所构成的源极 235 和漏极 236 被分别电连接至半导体层 233 的源极区域和漏极区域,其间夹着沟道形成区。

[0158] 在具有上述结构的写入晶体管 23 中,当要显示白色时,截止电压  $V_{ssws}$  被施加至栅极 231,并且白色电压  $V_w$  被施加至漏极 236,使得在栅极 231 与漏极 236 之间形成了高电场。此处,写入晶体管 23 的漏电压等于驱动晶体管的栅电压。

[0159] 如果在写入晶体管 23 的栅极 231 与漏极 236 之间持续生成电场,则随后在形成沟道的半导体层 233 中的电子在位于半导体层 233 上面的绝缘膜 234 中被捕获,并倾向于在消除电场的方向上生成逆电场。由于当写入晶体管 23 导通时所捕获的电子也存在,所以写入晶体管 23 的阈值电压  $V_{thws}$  由于逆电场而移动或波动至负侧。阈值电压  $V_{thws}$  移动向负侧的现象随着时间的流逝而明显出现。

[0160] 另外,随着尺寸的增大及显示面板分辨率提高,用于以脉冲形式传送写入扫描信号 WS 以施加于写入晶体管 23 的栅极的扫描线 31 的配线电阻和寄生电容增大。随后,在扫描线 31 的配线电阻或寄生电容增加的情况下,随着与显示面板 70 的输入端的距离增大,写入扫描信号 WS 的波形变钝。

[0161] 其间,通过写入晶体管 23 与图像信号的信号电压 Vsig 的写入处理并行地执行迁移率校正处理。从图 4 的时间波形图中可以明显看出,迁移率校正期间(即,信号写入期间)依赖于写入扫描信号 WS 的波形。因此,如果在写入扫描信号 WS 的波形变钝的状态下写入晶体管 23 的阈值电压 Vthws 移动向负侧,则随后当要显示白色或要显示黑色时的迁移率校正时间变得比对应于阈值电压的移动量的时间期间更长。

[0162] 图 12 示出了在其上升沿和下降沿变钝的状态下的写入扫描信号 WS 的转换波形。参照图 12,参考符号 VsigW 表示对应于白色灰度级的白色信号电压;VsigB 表示对应于黑色灰度级的黑色信号电压;以及  $\Delta V_{thws}$  表示写入晶体管 23 的阈值电压 Vthws 的移动量。

[0163] 从图 12 的波形图可以明显看出,特别当显示白色或黑色时,如果写入晶体管 23 的阈值电压 Vthws 向负侧移动了移动量  $\Delta V_{thws}$ ,则随后迁移率校正期间增加了阈值电压 Vthws 的移动量  $\Delta V_{thws}$ 。阈值电压 Vthws 的这个变化在写入扫描信号 WS 的波形的下降沿处尤其明显地出现。原因如下所述。

[0164] 从图 12 的波形图可以看出,在写入扫描信号 WS 的转换波形中,上升 / 下降沿的转换结束部分与上升 / 下降沿的转换开始部分相比表现出更高程度的波形的钝化。白色信号电压 VsigW 的振幅等于或小于写入扫描信号 WS 的二分之一。因此,从图 12 的波形图可以明显看出,由写入晶体管 23 的阈值电压 Vthws 向负侧的移动引起的迁移率校正期间的变化在写入扫描信号 WS 的波形的下降沿处尤其明显地出现。

[0165] 此外,通过电路工作的前述描述可以明显看出,在驱动晶体管 22 的源电压 Vs 被升高的同时执行迁移率校正处理。因此,随着迁移率校正期间的增大,驱动晶体管 22 的源电压 Vs 的上升增大。因此,驱动晶体管 22 的栅源电压 Vgs 下降,并且流入有机 EL 元件 21 的电流减小,因而,随着时间的流逝,发光亮度降低,或者出现诸如条纹或亮度不均匀性的图片质量缺陷。

[0166] 此外,如上文所述,还当高能量的光被输入至写入晶体管 23 的沟道时,写入晶体管 23 的阈值电压移动向负侧(参照图 26)。在 R、G 及 B 像素(子像素)被排列使得 B 像素位于中央的情况下,B 像素仅当其自身发光时被蓝色光影响。

[0167] 另一方面,由于 R 和 G 像素位于 B 像素附近,所以即使当它们自身不发光时,它们也会被 B 像素的发射光影响。此时,不仅写入晶体管 23 而且驱动晶体管 22 都被蓝色光影响,使其特性移动。在不仅存在自身发光的影响而且存在邻近像素发光的影响的情况下,很难在诸如迁移率校正处理的校正处理中补偿电流的变化。

[0168] 就防止蓝色光对邻近像素的影响的方法而言,可以考虑应用一种方法,其中,可以在与如图 13 所示的有机 EL 元件 21 的阳极相同的层中通过金属配线层 301 来覆盖写入晶体管 23 从而遮挡蓝色光。但是,通过上述方法,尽管能够期待在一定程度上的遮光效果,但是由于为了维持平整需要形成具有增大厚度的相应于图 3 所示的绝缘平坦化膜 203 的平坦化膜 302,所以即使在写入晶体管 23 上排列了金属配线层 301,也不能期待完全的遮光。

[0169] [本实施例的特性]

[0170] 因此,本实施例在有机 EL 显示装置中采用下面的像素遮光配置,其中,彼此邻近排列多个子像素,以形成一个像素(其形成彩色图像格式的一个单元)。具体地,本实施例采用一种遮光配置结构,其中,至少对于多个子像素中位于发射最短波长的光的第一子像素附近的第二子像素,提供比形成第二子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度具有更大宽度的遮光部,以定位于第一与第二子像素之间。

[0171] 尽管此处给出了例如通过 R、G 及 B 像素或子像素的组合形成了形成一个像素(形成彩色图像格式的一个单元)的多个子像素情况的描述,但是它们不限于指定的组合。在 R、G 及 B 像素的组合的情况下,从 B 像素所发射的光具有最短波长。因此,B 像素作为第一子像素使用,并且 R 和 G 像素的每一个作为第二子像素使用。

[0172] 例如,形成第二子像素的晶体管可以是写入晶体管。但是,如上所述,不仅 B 像素的蓝色光的影响引起了写入晶体管 23 的特性移动,而且蓝色光的影响引起了驱动晶体管 22 的特性移动。因此,作为第二子像素使用的晶体管不限于写入晶体管 23。

[0173] 在如上所述关于第一子像素为第二子像素提供遮光部使其宽度大于形成第二子像素的晶体管的沟道长度或沟道宽度的情况下,能够确定地遮挡从第一子像素所发射的光。因此,能够抑制通过将具有高能量的光输入至形成第二子像素的晶体管的沟道所引起的特性移动(特别是阈值电压  $V_{th}$  向负侧的移动)。

[0174] 由于写入晶体管 23 的阈值电压的移动被抑制,所以依赖于写入扫描信号 WS 的波形的迁移率校正期间或信号写入期间的波动能够被减小。在迁移率校正期间的波动被减小的情况下,波动引起的驱动晶体管 22 的源电压  $V_s$  的升高能够被抑制。因此,流入有机 EL 元件 21 的电流的减小被抑制,因此,能够抑制发光亮度关于时间的降低和诸如条纹或亮度不均匀的图片质量的缺陷的发生。

[0175] 通过根据本实施例用于像素的遮光配置结构能够获取如上所述的这种效果。在下面,描述遮光配置结构的具体工作实例。

[0176] (1-1. 工作实例 1)

[0177] 图 14 是示出了根据工作实例 1 的遮光配置结构的平面图。此处,例如,遮光配置结构表现为色彩阵列,其中,R、G 及 B 像素或子像素 20R、20G 及 20B 被排列,使得 B 像素 20B 位于中央,并且 R 和 G 像素 20R 和 20G 位于 B 像素 20B 的相对侧。图 15 示出了沿着图 14 的线 A-A' 所获取的遮光配置结构的截面结构。

[0178] 由于如图 14 所示 B 像素 20B 位于中央,所以位于 B 僧素 20B 相对侧的 R 和 G 僧素 20R 和 20G 中的晶体管被从 B 僧素 20B 所发射的蓝色光的辐射影响。为了防止从 B 僧素 20B 的蓝色光的入射,与参照图 13 在上文所述的遮光配置结构的情况类似,在写入晶体管 23 上(在图 3 的有机 EL 元件 21 侧)与 G 僧素 20G 的阳极相同的层中提供金属配线层 301G,在其间插入平坦化膜 302。通过诸如铝及与阳极的配线相同的具有高反射率的金属材料来形成金属配线层 301G。

[0179] 如图 14 和图 15 中所示,G 僧素 20G 进一步包括在金属配线层 301G 的区域中在 G 僧素 20G 与 B 僧素 20B 之间与 G 僧素 20G 的纵向方向平行提供的遮光部 303G。从图 14 可以尤其明显看出,遮光部 303G 具有比写入晶体管 23 的沟道宽度更大的宽度,并且被嵌入在金属配线层 301G 中所形成的孔中。作为遮光部 303G 的材料,例如,使用与金属配线层 301G 相同的材料,即,诸如铝的具有高反射率的金属材料。

[0180] 虽然此处描述了 G 像素 20G 的遮光配置结构,但是 R 像素 20R 也具有与 G 像素 20G 基本相同的遮光配置结构。G 像素 20G 的遮光配置结构与 R 像素 20R 的遮光配置结构关于 B 像素 20B 的中心线彼此对称。

[0181] 在以这种方式在 B 像素 20B 与位于邻近于 B 像素 20B 并在其相对侧的 R 和 G 像素 20R 和 20G 之间分别配置遮光部 303G 和 303R 的情况下,能够确定地遮挡从 B 像素 20B 所发射的蓝色光,使其不会被输入至像素 20R 和 20G。因此,蓝色光的辐射对写入晶体管 23 的沟道的影响所引起的特性移动能够被抑制的很低,因此,能够抑制流入有机 EL 元件 21 的电流的减小和诸如条纹或亮度不均匀性的图片质量的缺陷。

[0182] 《对工作实例 1 的改进 1》

[0183] 图 16 是示出了根据对工作实例 1 的改进 1 的遮光配置结构的平面图。在根据改进 1 的遮光配置结构中,在位于与 B 像素 20B 邻近并与其相对侧的 R 和 G 像素 20R 和 20G 之间提供具有比写入晶体管 23 的沟道宽度更大宽度的遮光部 303B-1 和 303B-2。

[0184] 通过根据改进 1 的遮光配置结构,能够防止从 B 像素 20B 所发射的蓝色光被邻近像素的遮光部 303G 和 303R 反射并进入 B 像素 20B。因此,不仅关于 R 和 G 像素 20R 和 20G,而且也关于 B 像素 20B,蓝色光的辐射的影响所引起的特性移动能够被抑制为很小的量。

[0185] 《对工作实例 1 的改进 2》

[0186] 图 17 是示出了根据对工作实例 1 的改进 2 的遮光配置结构的平面图。参照图 17,在根据本改进 2 的遮光配置结构中,在写入晶体管 23 的左、右、上和下方向上的四个方向上通过遮光部 303-1 至 303-4 来为像素 20G、20B 及 20R 的每一个遮光。

[0187] 具体地,通过遮光部 303G-1 和 303G-2 为 G 像素 20G 中的写入晶体管 23 遮挡其左右的光线。遮光部 303G-1 和 303G-2 具有比写入晶体管 23 的沟道宽度更大的宽度。此外,通过遮光部 303G-3 和 303G-4 为写入晶体管 23 遮挡其上下的光线。遮光部 303G-3 和 303G-4 具有比写入晶体管 23 的沟道长度更大的宽度。

[0188] 而对于 B 和 R 像素 20B 和 20R,还提供与对于 G 像素 20G 基本类似的遮光配置结构。

[0189] 通过根据本改进 2 的遮光配置结构,能够基本完全为像素 20G、20B 及 20R 中的写入晶体管 23 光学遮挡从 B 像素 20B 所发射的蓝色光。因此,关于像素 20G、20B 及 20R 的每一个,能够以更高的确定等级抑制由于蓝色光的辐射所引起的特性移动。

[0190] 《对工作实例 1 的改进 3》

[0191] 图 18 是示出了根据对工作实例 1 的改进 3 的遮光配置结构的截面图。参照图 18,在根据第三改进的遮光配置结构中,遮光部 303B 的下端部被嵌入至对应于图 3 所示的绝缘膜 202 的栅绝缘膜 232 中。

[0192] 图 18 中示出了对于 B 像素 20B 的遮光部 303B,改进 1 中的遮光部 303B-1 和 303B-2 以及改进 2 中的绝缘膜 303G-1 至 303G-4 的下端部也能被嵌入至栅绝缘膜 304 中。前面的描述类似地应用于 B 和 R 像素 20B 和 20R。

[0193] 通过根据本改进 3 的遮光配置结构,由于遮光部 303B 的下端部被嵌入栅绝缘膜 304 中,所以也能够确定地遮挡从栅绝缘膜 304 与遮光部 303B 的下端部之间泄漏出的光。因此,在像素 20G、20B 及 20R 的每一个中,能够确定地抑制由于蓝色光的辐射的影响所引起的特性移动。

[0194] 《对工作实例 1 的改进 4》

[0195] 图 19 是示出了根据对工作实例 1 的改进 4 的遮光配置结构的截面图。参照图 19，在根据对工作实例 1 的改进 4 的遮光配置结构中，遮光部 303B 的下端部被电连接至驱动晶体管 22 的源极的配线 305。

[0196] 通过根据本改进 4 的遮光配置结构，由于遮光部 303B 在驱动晶体管 22 的源极与有机 EL 元件 21 的阳极之间建立了电连接，所以遮光部 303B 也能够被用作电连接的接触部。因此，能够实现对蓝色光的遮光配置结构，而不会通过提供遮光部 303B 引起像素结构的复杂化。

[0197] (1-2. 工作实例 2)

[0198] 图 20 是示出了根据工作实例 2 的遮光配置结构的截面图。

[0199] 在根据工作实例 1 的遮光配置结构中，在金属配线层 301G 下面提供遮光部 303G。相反，在根据本工作实例 2 的遮光配置结构中，在多个像素之间在与金属配线层 301G 相同的层中所提供的辅助线 306 下面提供遮光部 303G。此处，为了将阴极电位 Vcath 提供至有机 EL 元件 21 的阴极，通常排列辅助线 306，使其围绕每个像素。

[0200] 对于遮光部 303G，例如，使用与辅助线 306 相同的材料，即，诸如铝的具有高反射率的金属材料。图 20 中示出了用于 B 像素的遮光部 303B，在对于工作实例 1 或改进 2 的绝缘膜 303G-1 至 303G-4 的下端部可以被嵌入栅绝缘膜 304。这也类似地应用于 B 和 R 像素 20B 和 20R。

[0201] 通过这种方式，在辅助线 306 下面提供了遮光部 303B 的情况下，类似于工作实例 1，能够阻挡从 B 像素 20B 所发射的蓝色光被输入至 R 和 G 像素 20R 和 20G。另外，辅助线 306 下面的位置位于像素的外侧，并且存在这样的优点，即，在空间上，制备遮光部 303G 比在金属配线层 301G 下面提供辅助线 306 的情况更容易，并且能够形成很大孔径。

[0202] <2. 改进>

[0203] 在上述实施例中，用于有机 EL 元件 21 的驱动电路基本上具有 2-Tr 结构，包括了两个晶体管 (Tr)，包括驱动晶体管 22 和写入晶体管 23，本发明不限于 2-Tr 结构。具体地，驱动电路能够具有各种像素结构，例如，除了两个晶体管之外还包括用于控制有机 EL 元件 21 发光 / 不发光的晶体管的像素结构，以及附加包括用于将参考电压 Vofs 选择性写入驱动晶体管 22 的栅极的开关晶体管的另一种像素结构。

[0204] 此外，虽然在上述实施例中本发明被应用于使用有机 EL 元件作为像素的电光学元件的有机 EL 显示装置，但是本发明不限于这个应用。具体地，本发明能够被应用于使用其发光亮度响应于流入诸如无机 EL 元件、LED 元件或半导体激光元件的元件的电流值而变化的电流驱动型的电光学元件（即，发光元件）的各种显示装置。

[0205] <3. 应用>

[0206] 根据上述本发明的实施例的显示装置能够被应用于被输入至电子装置的图像信号或在电子装置中所生成的图像信号被显示为图像的各种领域的电子装置的显示装置。

[0207] 通过根据本发明实施例的显示装置，能够抑制由于具有高能量的光的辐射对像素晶体管的沟道的影响所引起的特性移动，从而抑制流入有机 EL 元件的电流的减小及诸如条纹和亮度不均匀性的图片质量的缺陷的出现。因此，通过使用根据本发明实施例的显示装置作为各种领域的电子装置的显示装置，能够预期到电子装置的显示装置的显示质量的

提升。

[0208] 根据本发明实施例的显示装置可以为具有封闭结构的模块型。例如，模块型的显示装置对应于一种显示模块，其中，透明玻璃等相对元件被粘结至显示阵列部。在透明相对部上，可以配置滤色片、保护膜等以及上文所述的遮光膜。需要注意，显示模块可以包括用于将信号等从外部输入至像素阵列部和与此相反输出信号的电路部、柔性印刷电路板(FPC) 等。

[0209] 下面，描述应用了本发明实施例的电子装置的具体实例。具体地，本发明能够被应用于如图 21 到图 25A 至图 25G 所示的这些各种电子装置，例如，数码像机、笔记本型个人计算机、诸如便携式手机的便携式终端装置及摄像机。

[0210] 图 21 示出了应用了本发明的实施例的电视机的外观。参照图 21，所示的电视机包括前面板 102 和由滤色玻璃板 103 等所构成的图像显示画面部 101，并且使用根据本发明的实施例的显示装置作为图像显示画面部 101 被制造。

[0211] 图 22A 和图 22B 示出了应用了本发明实施例的数码像机的外观。参照图 22A 和图 22B，所示的数码像机包括闪光发射部 111、显示部 112、菜单开关 113、快门按钮 114 等。使用根据本发明实施例的显示装置作为显示部 112 来制造数码像机。

[0212] 图 23 示出了应用了本发明实施例的笔记本型个人计算机的外观。参照图 23，所示的笔记本型个人计算机包括主体 121 及用于为了输入字符等被操作的键盘 122、在主体 121 上所提供的用于显示图像等的显示部 123。使用根据本发明实施例的显示装置作为显示部 123 来制造笔记本型个人计算机。

[0213] 图 24 示出了应用了本发明的实施例的摄像机的外观。参照图 24，所示的摄像机包括主体部 131、以及用于拾取图像拾取目标的图像的透镜 132、用于图像拾取的启动 / 停止开关 133、在朝向前方的主体部 131 的一个面上所提供的显示部 134 等。使用根据本发明的实施例的显示装置作为显示部 134 来制造摄像机。

[0214] 图 25A 至图 25G 示出了应用了本发明的实施例的便携式终端装置（例如，便携式手机）的外观。参照图 25A 至图 25G，便携式电视机包括上侧机壳 141、下侧机壳 142、具有铰链 (hinge) 部形式的连接部 143、显示部 144、副显示部 145、背景灯 146、像机 147 等。使用本发明的实施例的显示装置作为显示部 144 或副显示部 145 来制造便携式手机。

[0215] 需要注意，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

10

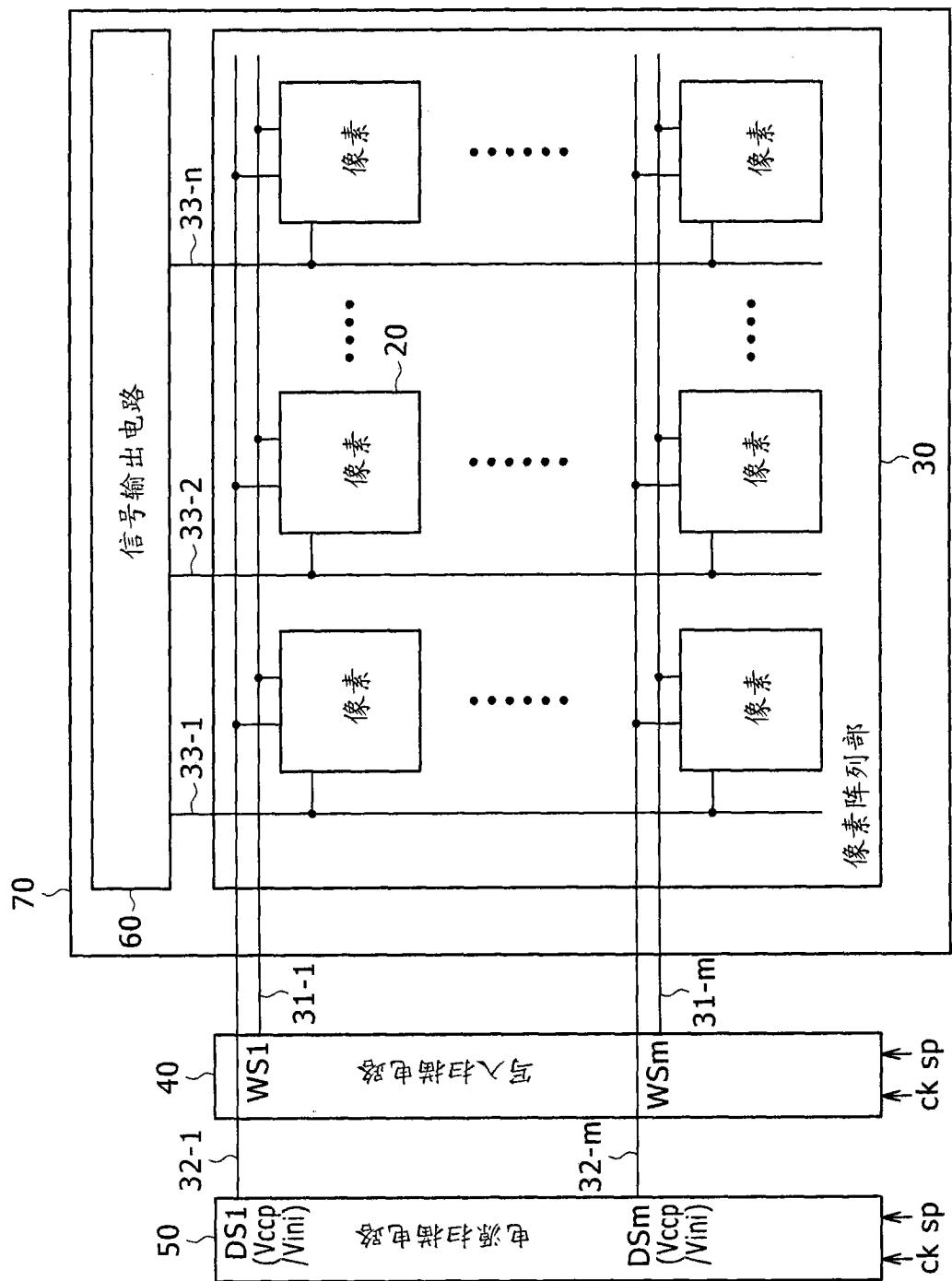


图 1

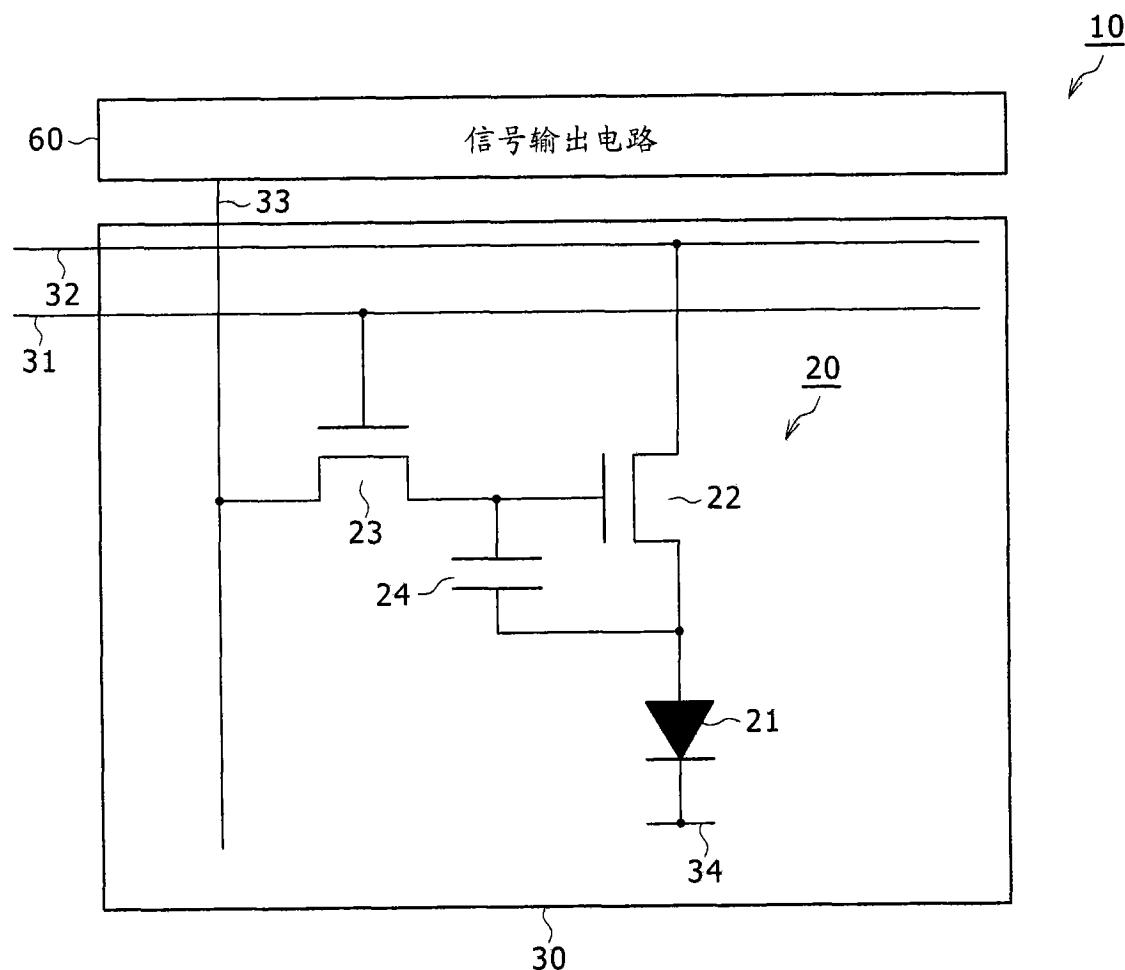


图 2

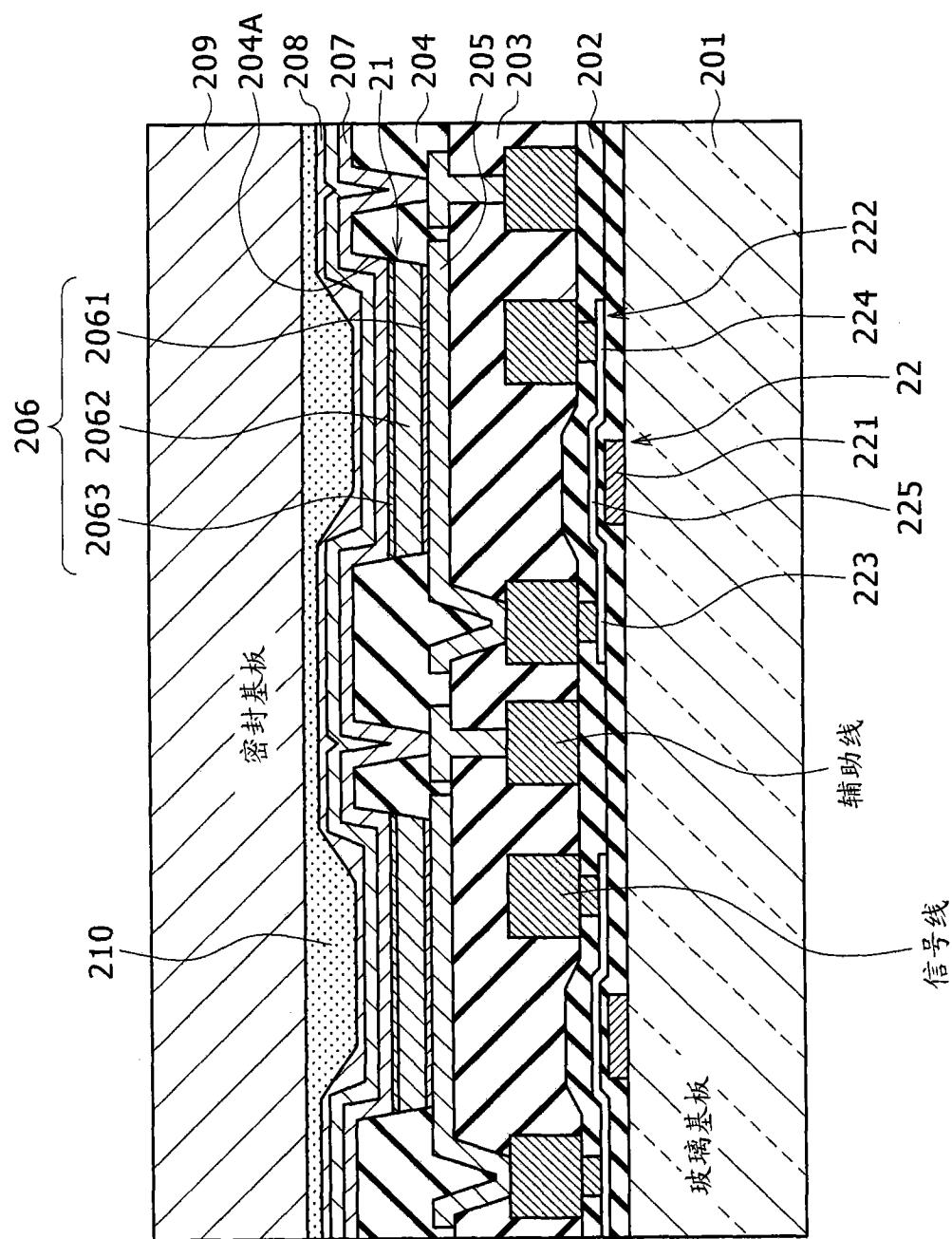


图 3

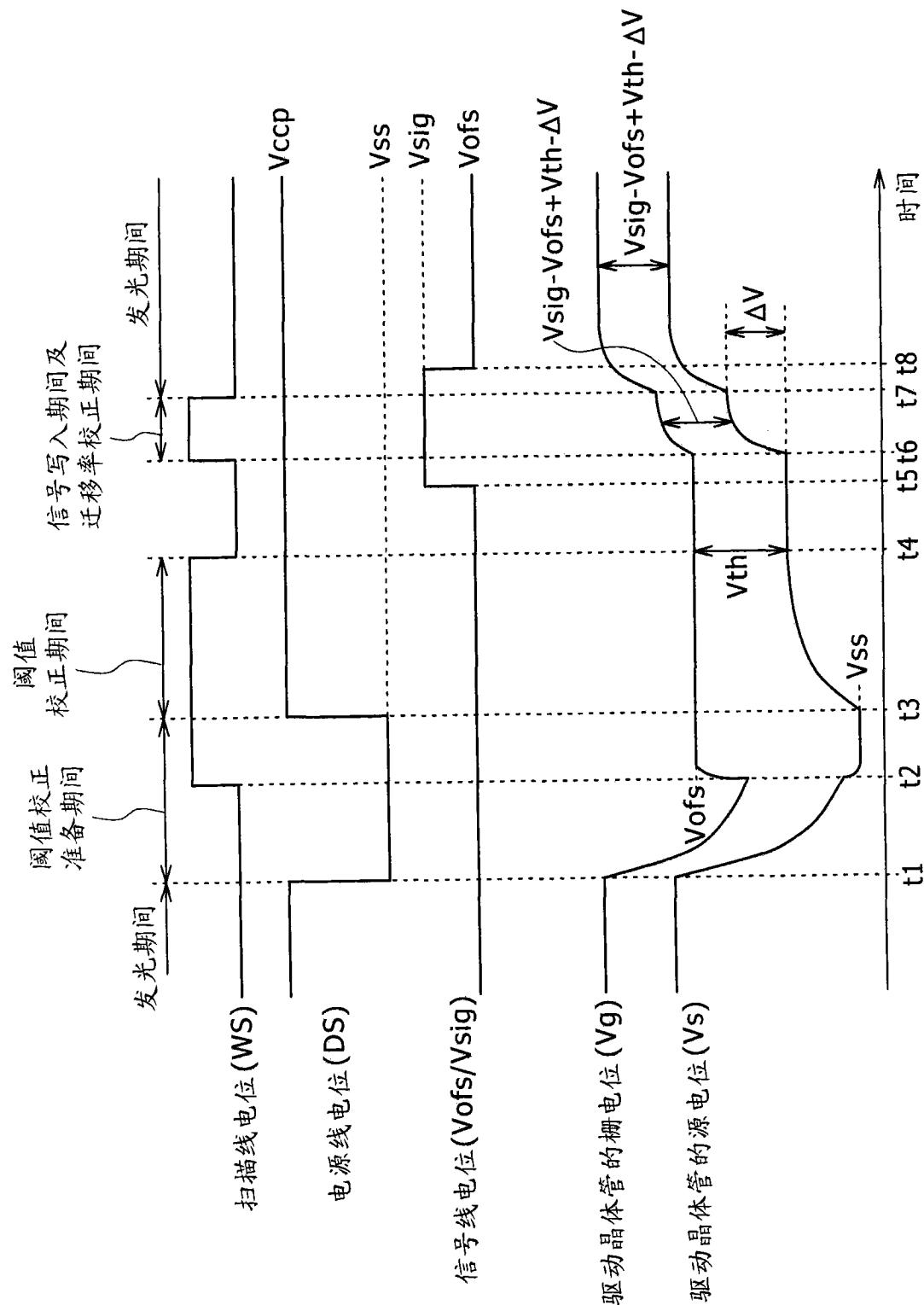


图 4

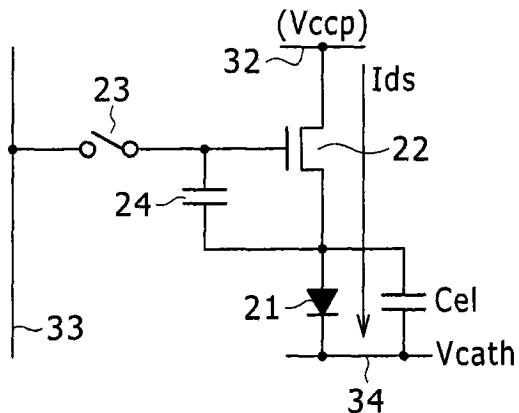
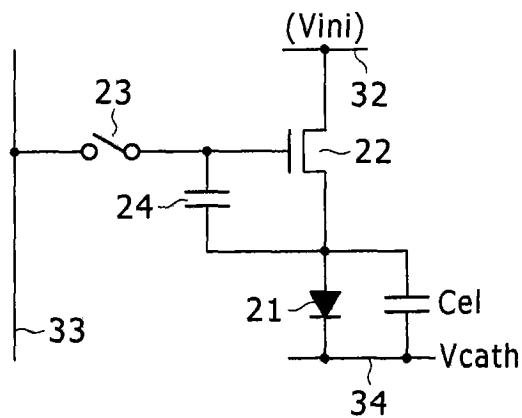
$t=t_1$  之前 $t=t_1$ 

图 5A

图 5B

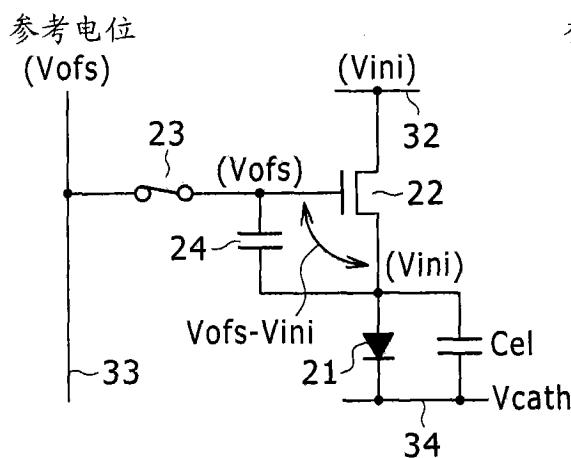
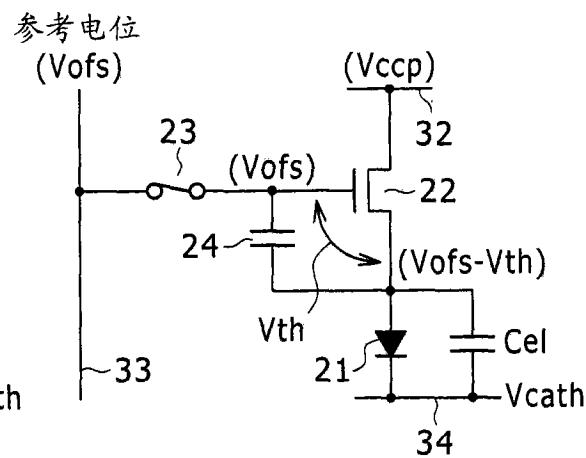
 $t=t_2$  $t=t_3$ 

图 5C

图 5D

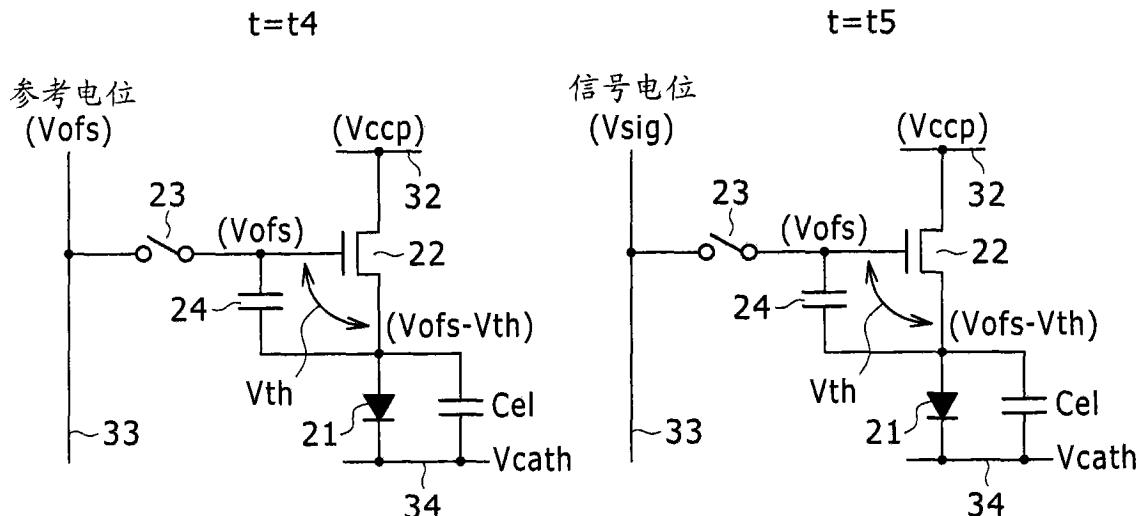


图 6A

图 6B

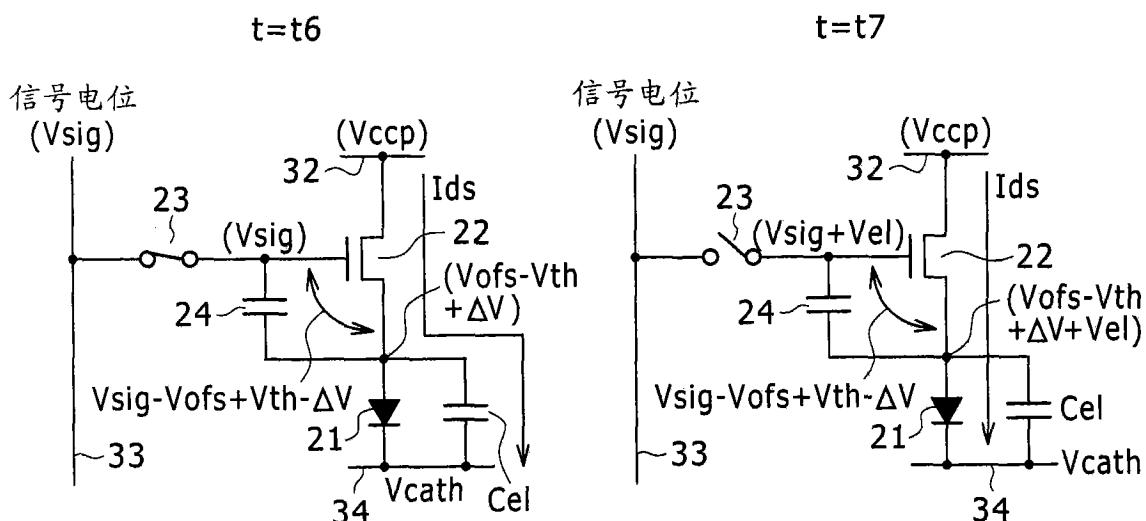


图 6C

图 6D

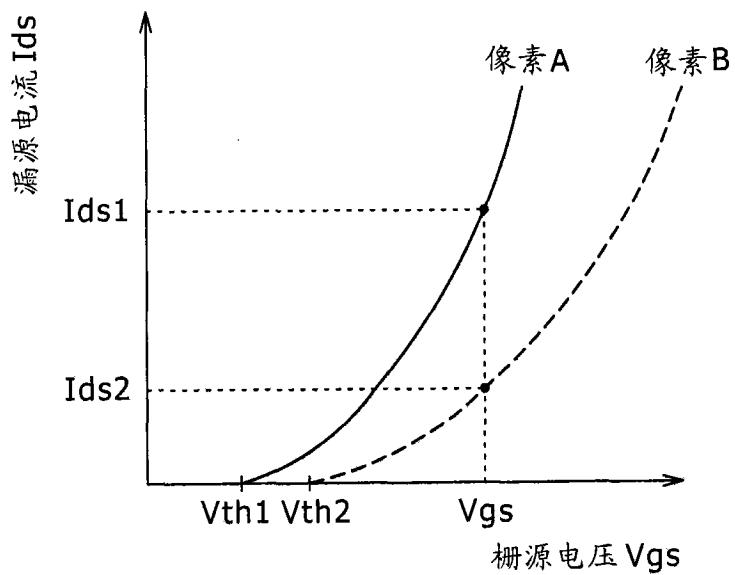


图 7

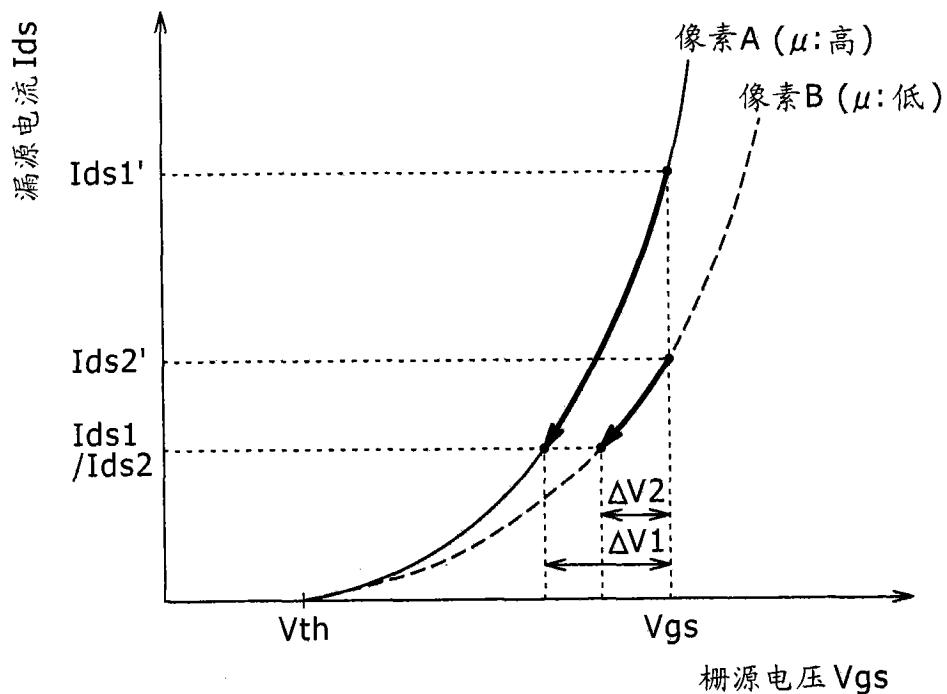


图 8

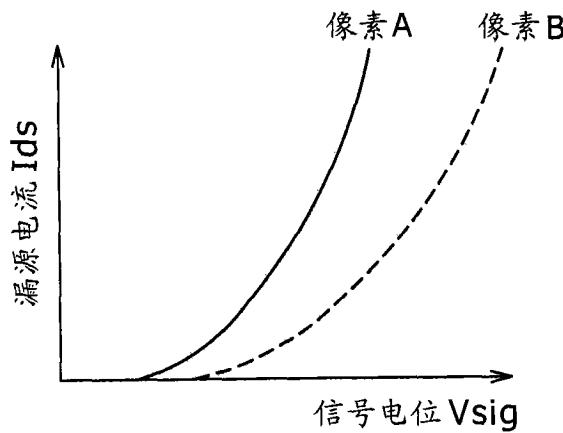


图 9A

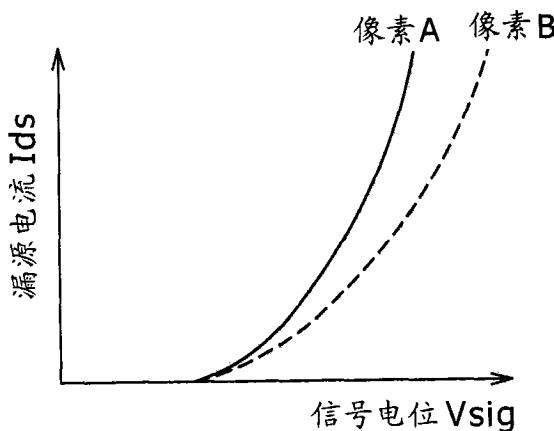


图 9B

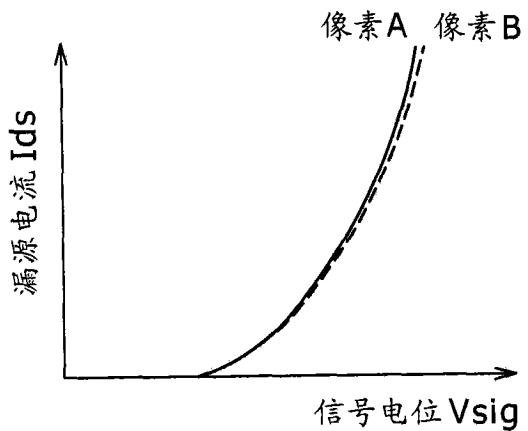


图 9C

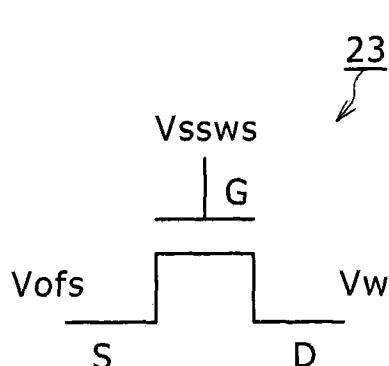


图 10

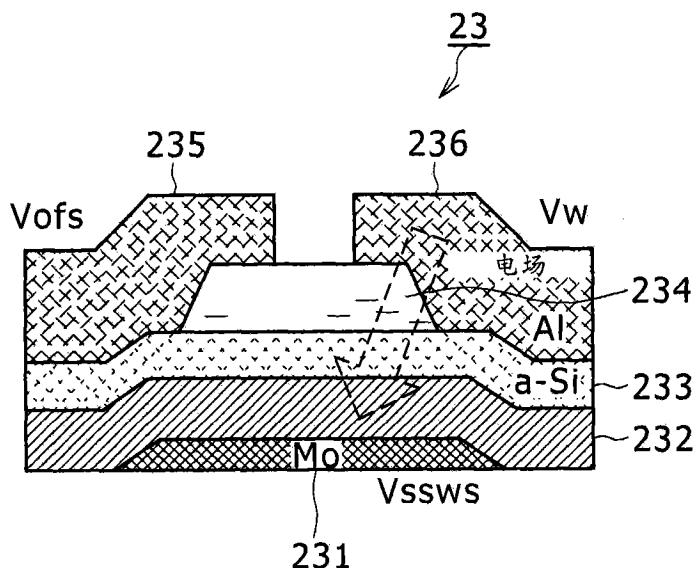


图 11

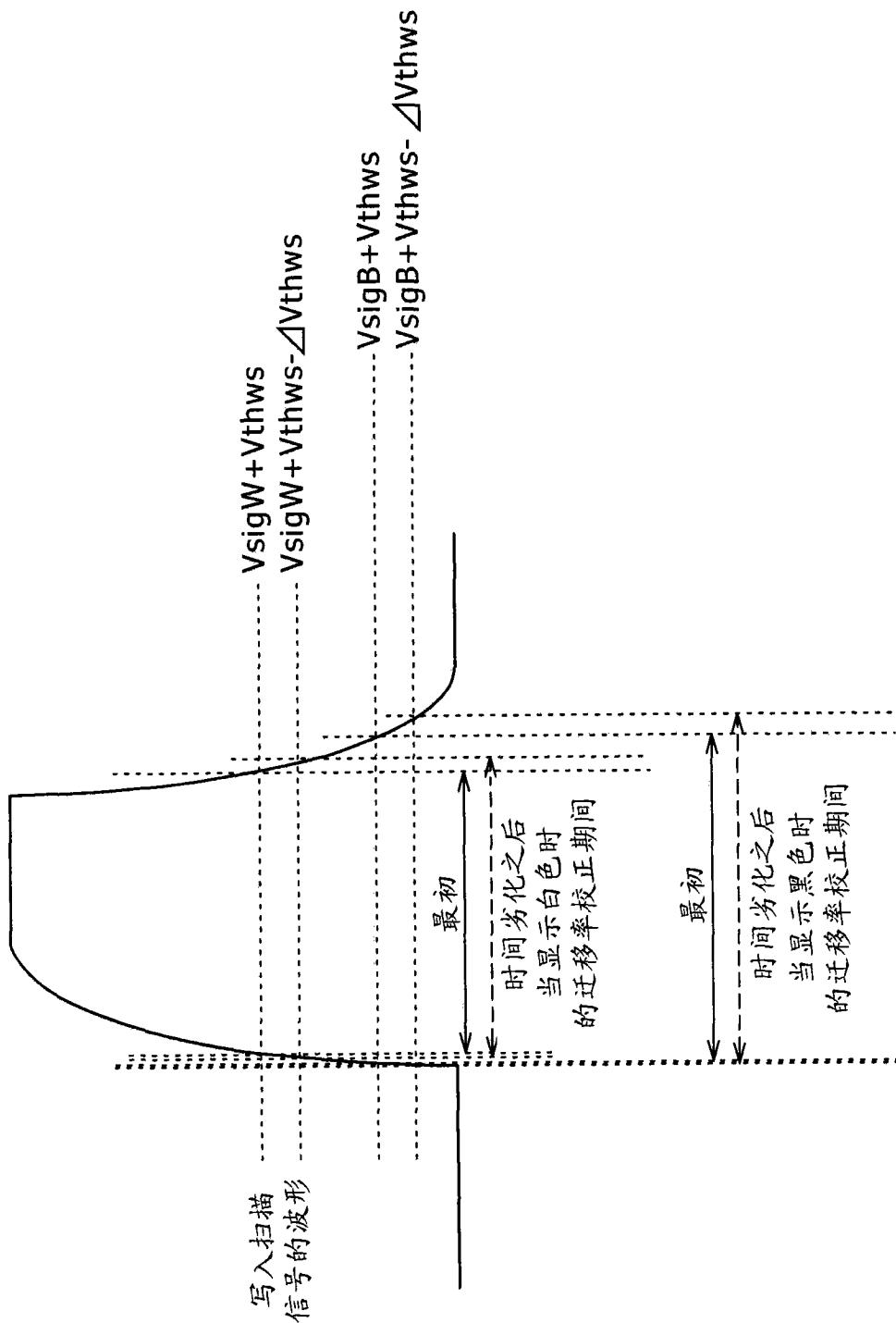


图 12

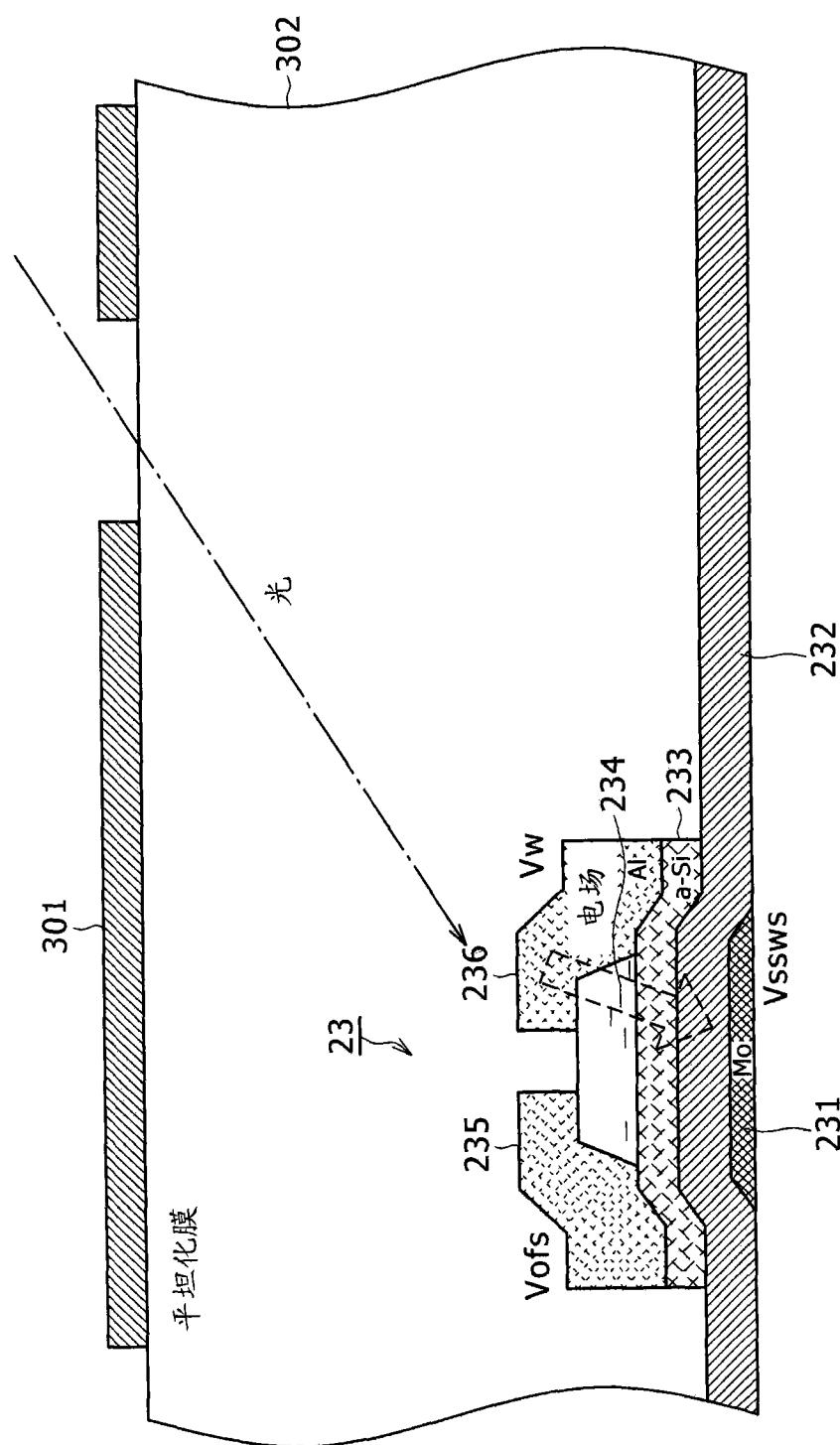


图 13

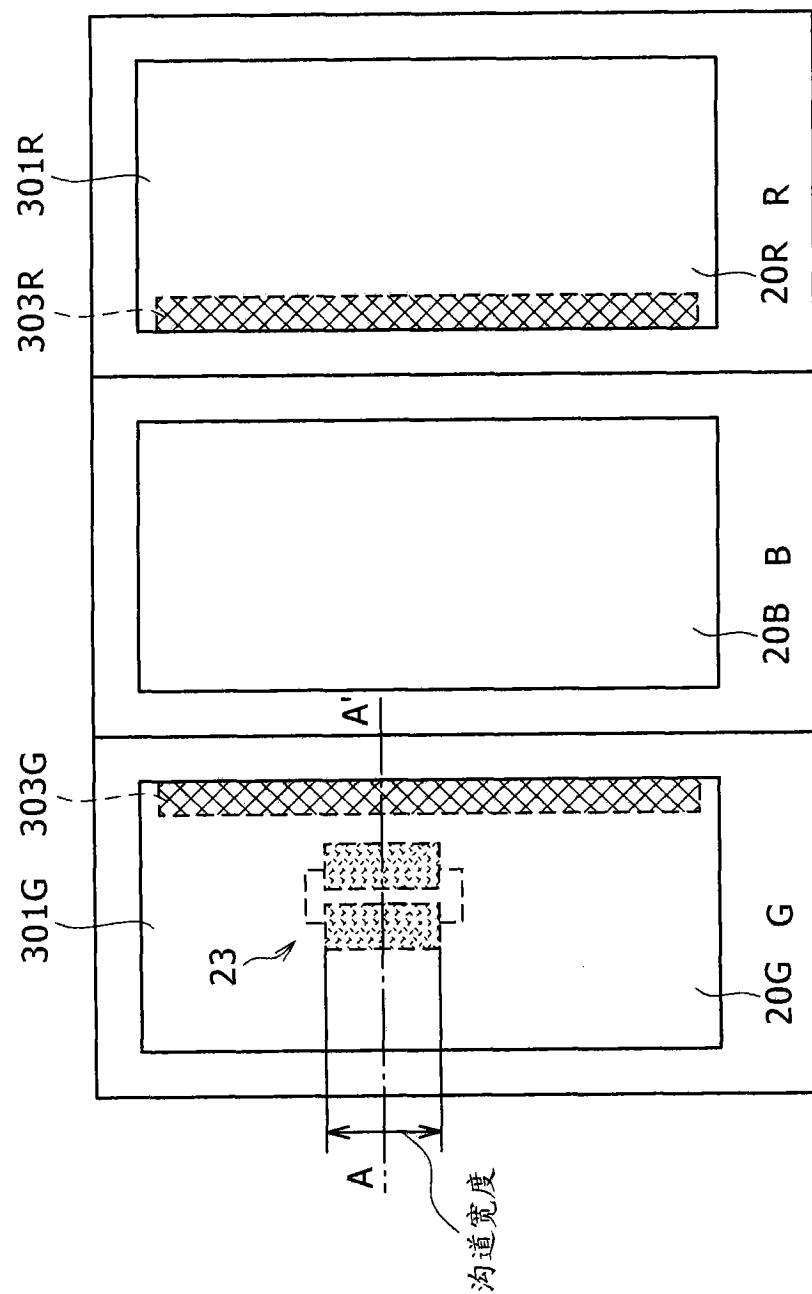


图 14

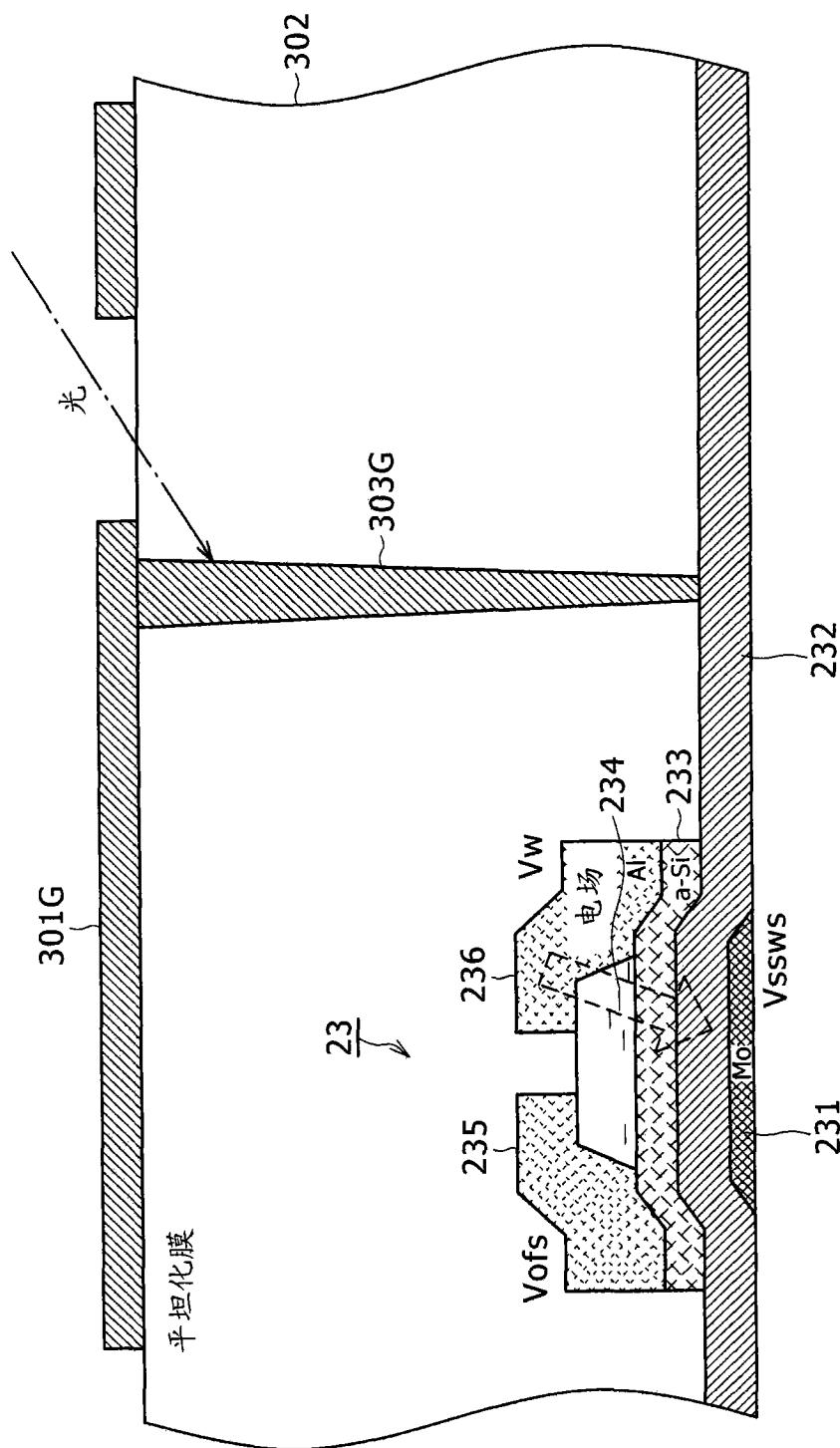


图 15

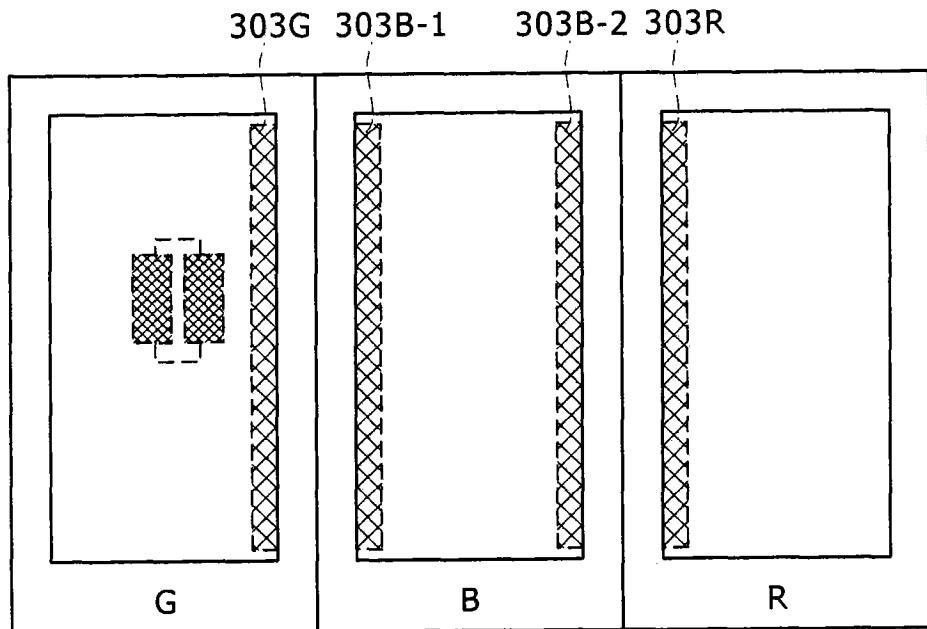


图 16

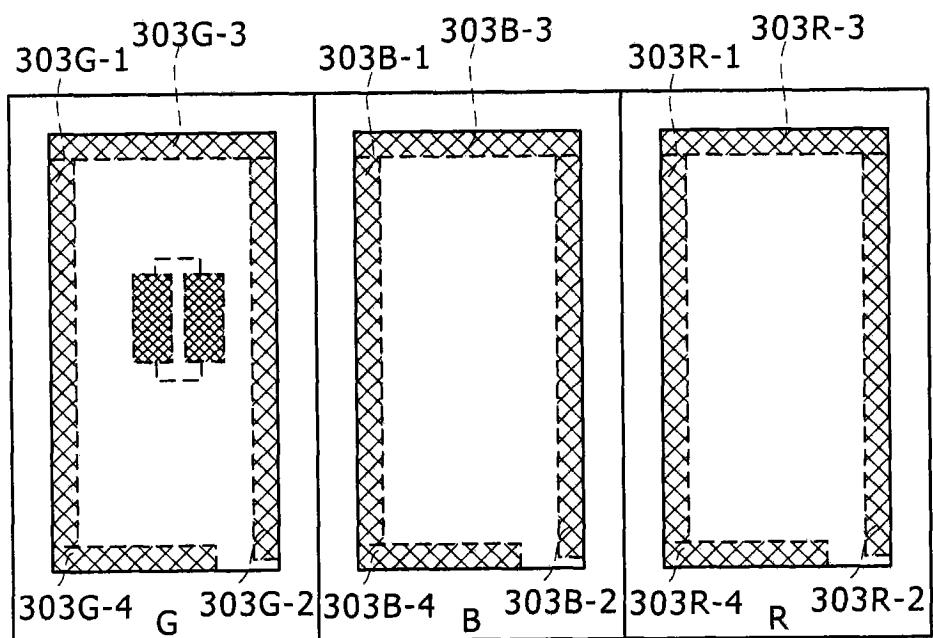


图 17

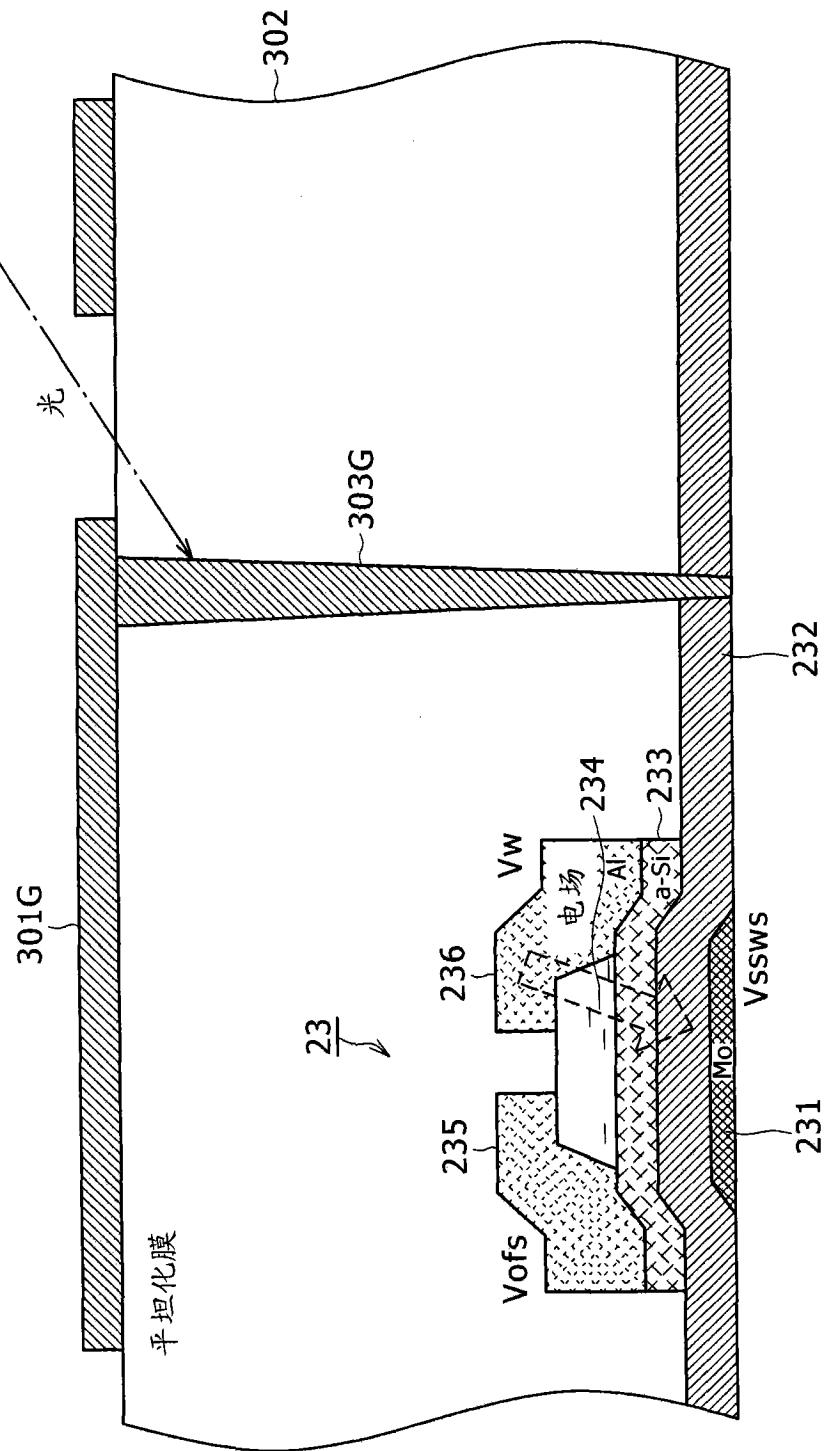


图 18

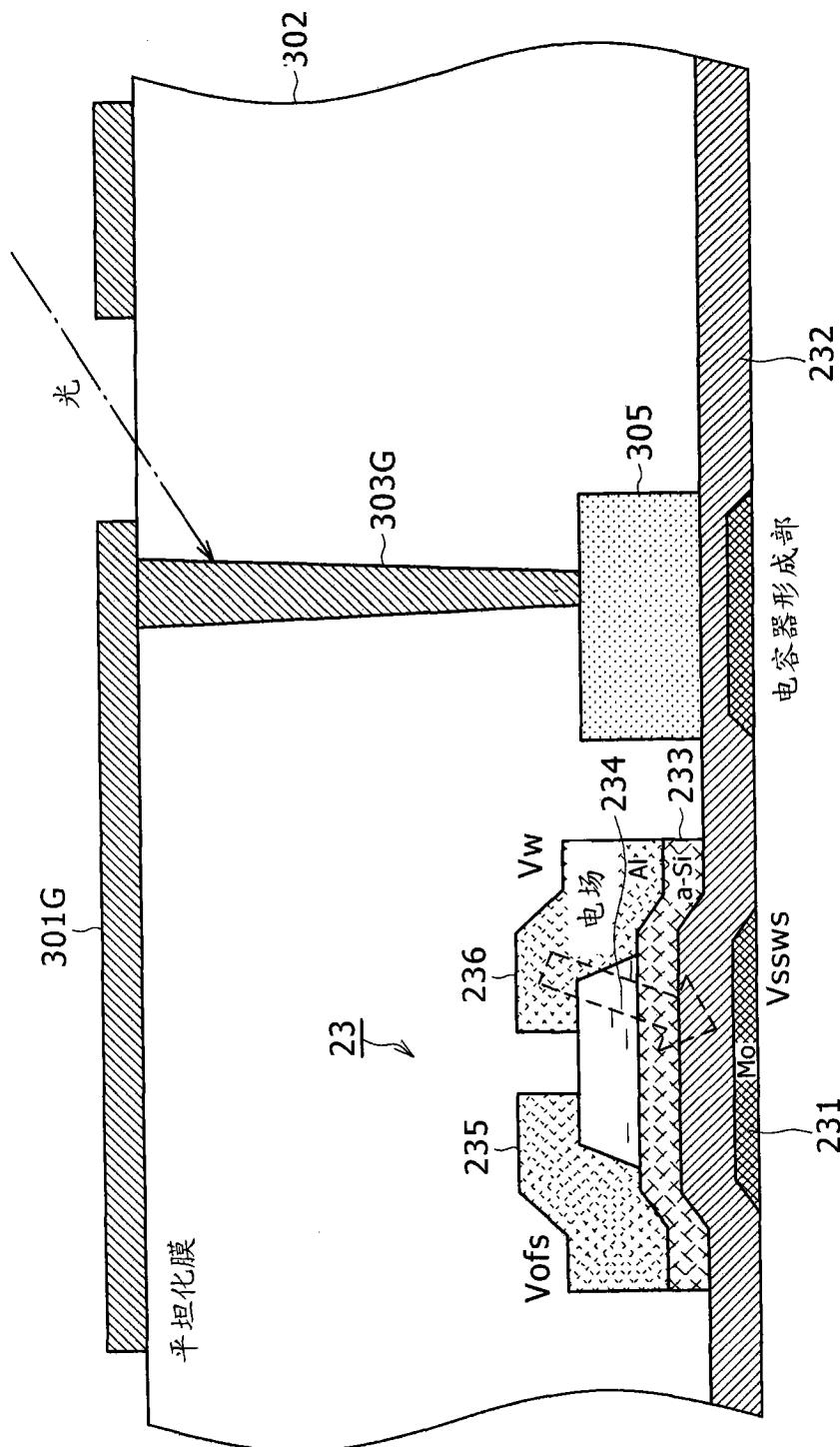


图 19

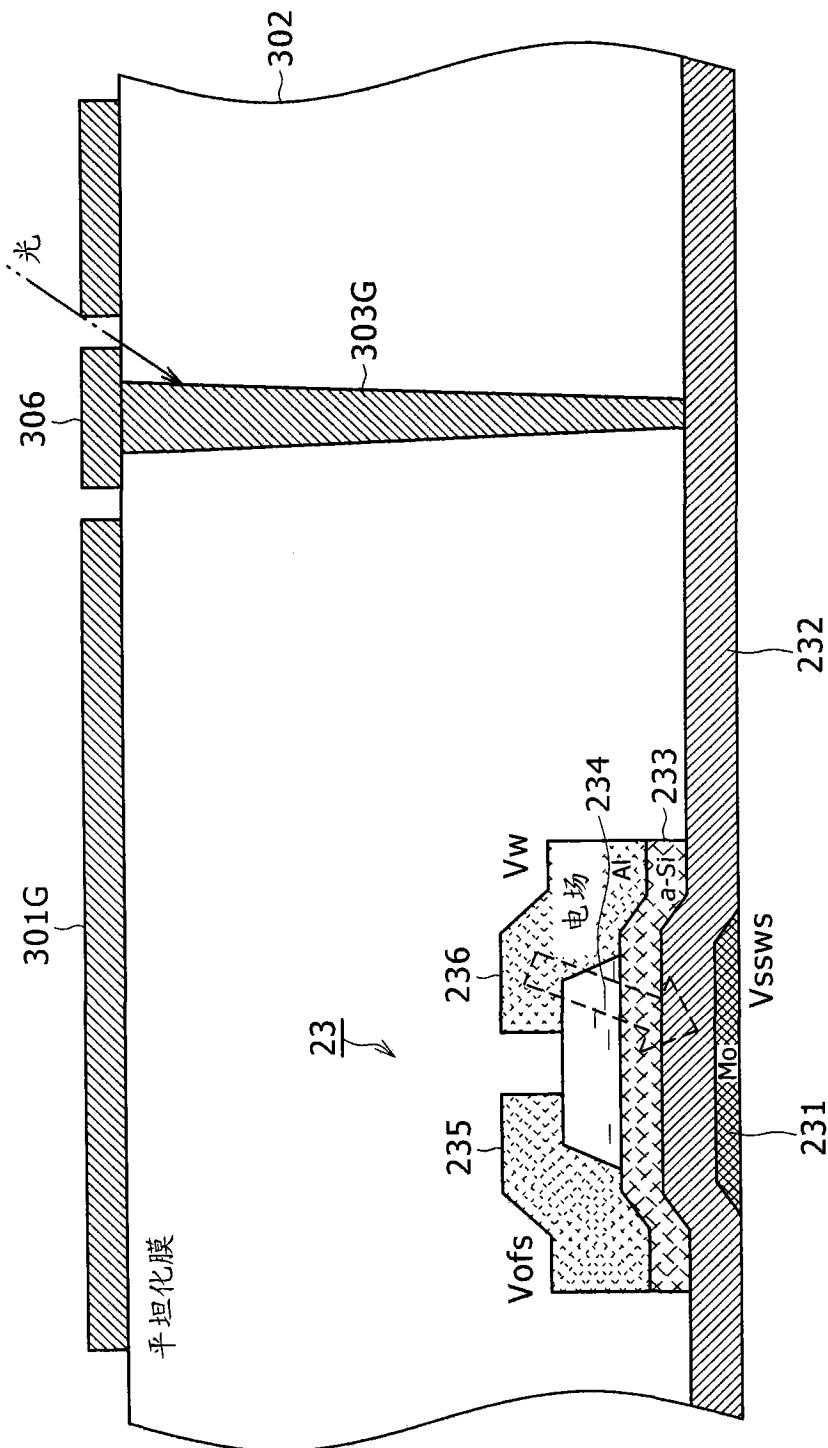


图 20

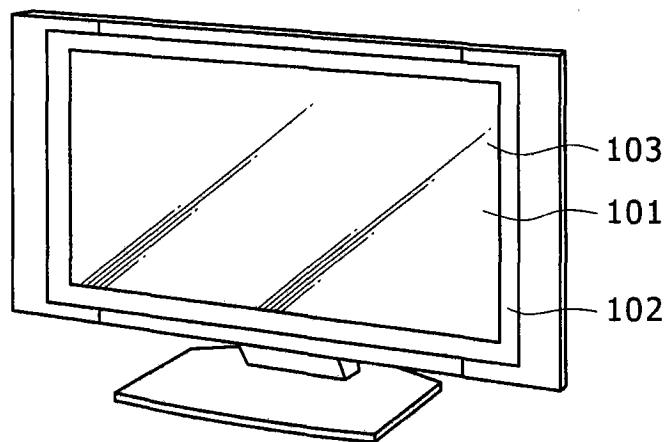


图 21

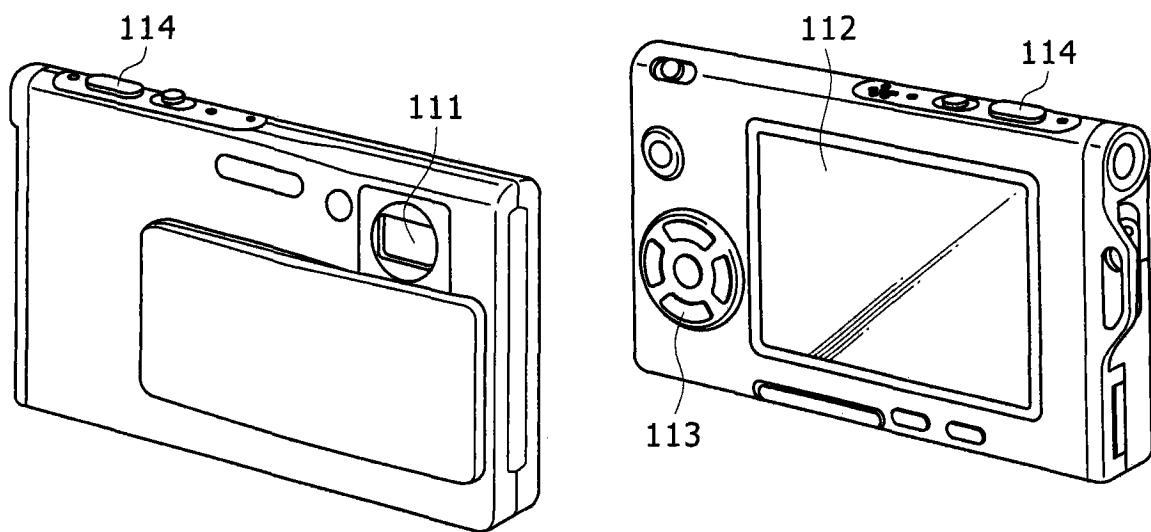


图 22B

图 22A

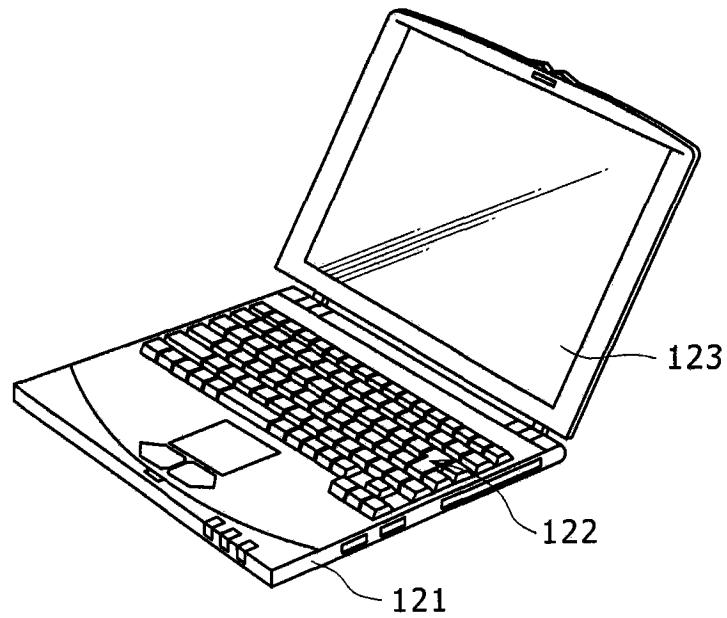


图 23

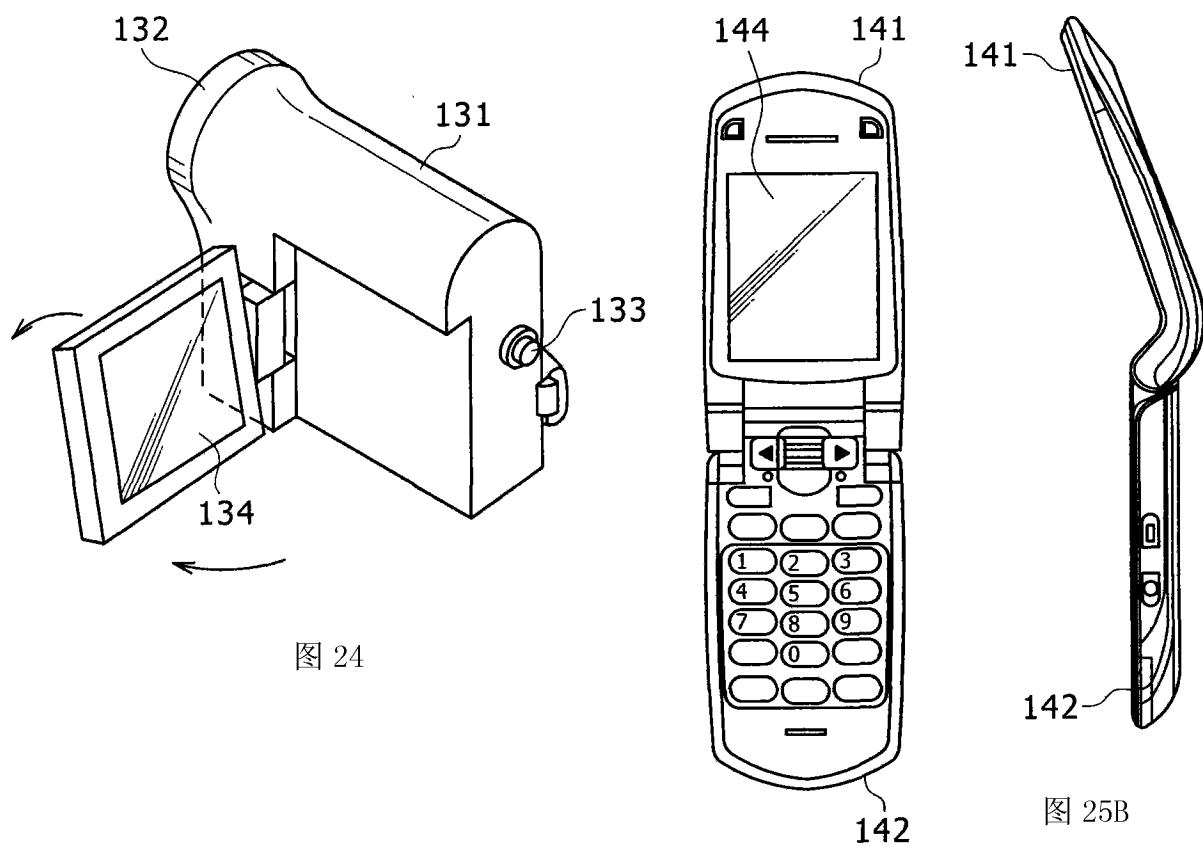


图 24

图 25B

图 25A

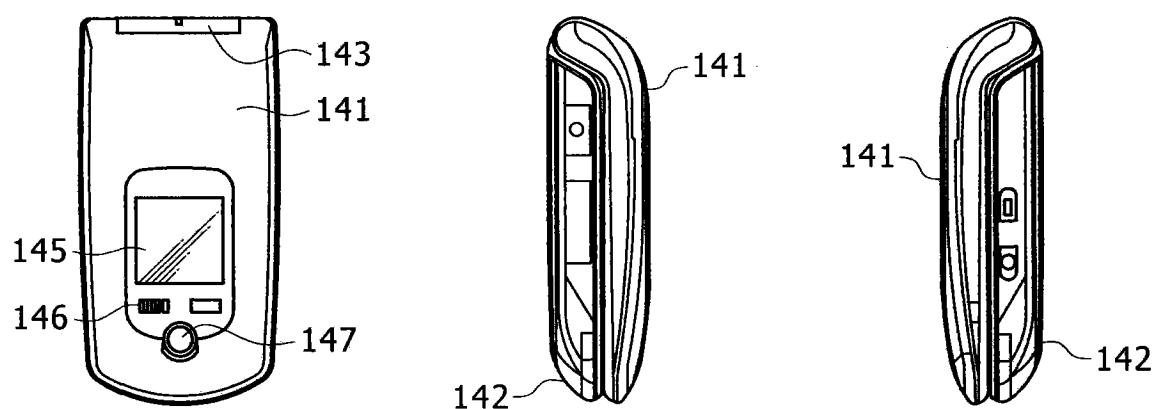


图 25C

图 25D

图 25E

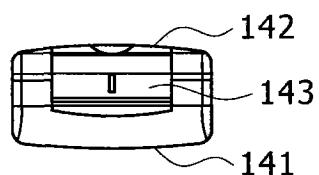


图 25F

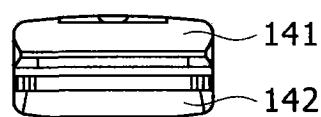


图 25G

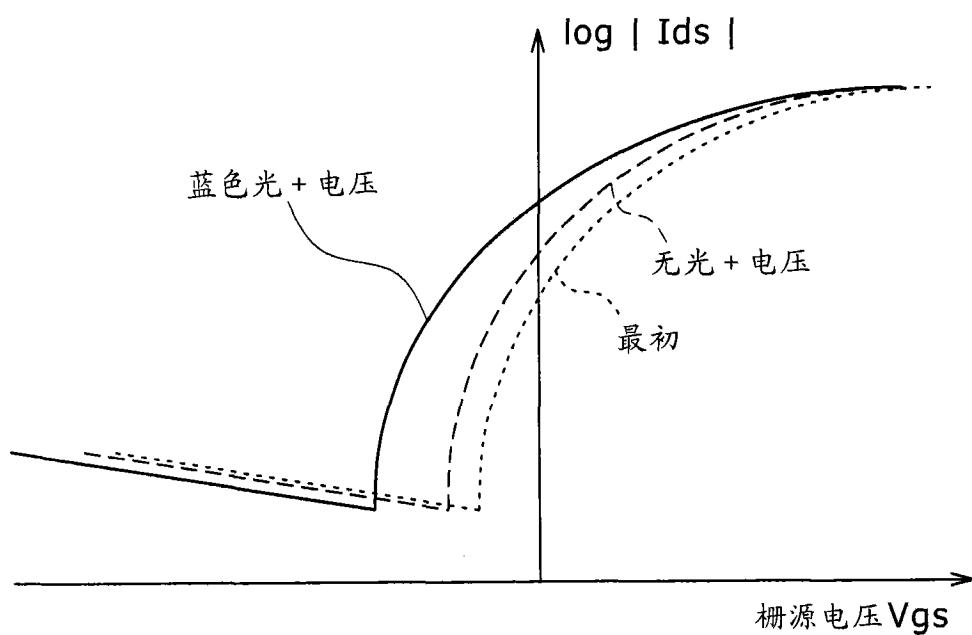


图 26