

G09G 3/20 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102842281 A, 2012.12.26

US 2017316735 A1, 2017.11.02

US 2016104424 A1, 2016.04.14

US 2018144685 A1, 2018.05.24

US 2018074569 A1, 2018.03.15

CN 102346999 A.2012.02.08

CN 104464630 A, 2015.03.25

CN 104575367 A, 2015.04.29

CN 104658484 A, 2015.05.27

CN 104715712 A.2015.06.17

CN 105139807 A.2015.12.09

CN 106205486 A, 2016.12.07

US 2018005583 A1,2018.01.04

CN 106531074 A, 2017.03.22

US 2005024352 A1.2005.02.03

US 2018005575 A1,2018.01.04

审查员 陈伟彬

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IP2018/036597 2018.09.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/066024 JA 2020.04.02

(73) 专利权人 夏普株式会社
地址 日本国大阪府堺市堺区匠町1番地

(72)发明人 冈部达 家根田刚士

(74) 专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代理有限公司 44334

专利代理师 叶乙梅

(51) Int.Cl.

G09G 3/3233 (2006.01)

权利要求书5页 说明书18页 附图9页

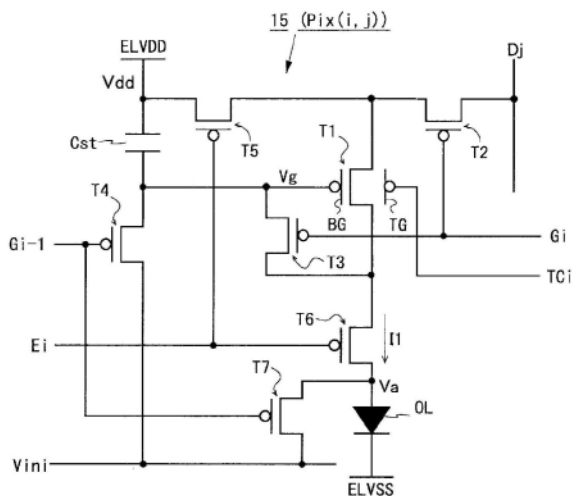
(54) 发明名称

显示装置及其驱动方法

(57) 摘要

本申请公开了即使在进行中止驱动时也能够进行不发生闪烁的良好的显示的电流驱动型的显示装置。在像素电路(15)中,在基于第一初始化晶体管(T4)的栅极电压(Vg)的初始化后,数据信号线(Di)的电压经由写入控制晶体管(T2)和驱动晶体管(T1)被写入保持电容器(Cst)。之后,发光控制晶体管(T5)、(T6)导通,有机EL元件(OL)通过来自驱动晶体管(T1)的驱动电流(I1)而发光。在该发光期间,即使栅极电压(Vg)由于截止状态的第一初始化晶体管(T4)的漏电流而降低,也能够通过增大提供给驱动晶体管(T1)的阈值控制端子(TG)的阈值控制电压来补偿该降低。其结果是,即使因中止驱动而刷新周期变长,

也能抑制由上述栅极电压 (V_g) 的降低而引起的亮度的增大,能够防止闪烁的发生。



1. 一种显示装置,其具有:多条数据信号线;多条扫描信号线,其与所述多条数据信号线交叉;以及多个像素电路,其沿着所述多条数据信号线和所述多条扫描信号线配置成矩阵状,其特征在于,具备:

第一电源线及第二电源线;

数据信号线驱动电路,其驱动所述多条数据信号线;

扫描信号线驱动电路,其选择性地驱动所述多条扫描信号线;

阈值控制电路,其设置在所述多个像素电路的外部或内部,

各像素电路与所述多条扫描信号线中的任意一个对应的同时,与所述多条数据信号线中的任意一个对应,并且包括通过电流被驱动的显示元件、保持电容器以及驱动晶体管,

所述驱动晶体管具有用于控制流过该驱动晶体管的电流的主控制端子和用于控制其阈值的阈值控制端子,

所述驱动晶体管的所述主控制端子经由所述保持电容器与所述第一电源线连接,

各像素电路在选择了对应的扫描信号线时,对应的数据信号线的电压作为数据电压被写入所述保持电容器,

在所述显示元件的发光期间,构成为所述显示元件的驱动电流在从所述第一电源线经由所述驱动晶体管及所述显示元件到达所述第二电源线的路径上流动,根据所述保持电容器所保持的电压,通过所述驱动晶体管控制所述驱动电流,

所述阈值控制电路对于各像素电路,在所述显示元件的发光期间,向所述阈值控制端子提供使所述驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压,以补偿由该像素电路内的漏电流而引起的所述保持电容器的保持电压的变化。

2. 如权利要求1所述的显示装置,其特征在于,

还具备初始化电压供给线,

各像素电路还包括初始化开关元件,

所述驱动晶体管的所述主控制端子经由所述初始化开关元件与所述初始化电压供给线连接,

在所述显示元件的发光期间,使所述保持电容器的保持电压变化的所述漏电流包括截止状态的所述初始化开关元件的漏电流。

3. 如权利要求2所述的显示装置,其特征在于,

还包括与所述多条扫描信号线分别对应的多条阈值控制线,

所述多条阈值控制线分别连接在与对应的扫描信号线连接的像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子,

所述阈值控制电路在所述多个像素电路的外部生成应施加于所述多个像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子的阈值控制电压,并经由所述多条阈值控制线提供给所述多个像素电路。

4. 如权利要求3所述的显示装置,其特征在于,所述阈值控制电路针对所述多条阈值控制线生成共用的阈值控制电压,并将该共用的阈值控制电压经由所述多条阈值控制线供给至所述多个像素电路。

5. 如权利要求3所述的显示装置,其特征在于,所述阈值控制电路生成根据时间 t 的函数 $V_{tc}(t)$ 在各刷新周期内变化的电压,来作为应该由各阈值控制线供给的阈值控制电压,

所述时间 t 的函数 $V_{tc}(t)$ 以连接在与该阈值控制线对应的扫描信号线上的像素电路中的数据电压的写入时刻的时间间隔相当的刷新周期而周期性地变化,并且在将该像素电路中的数据电压的各写入时刻设为时刻 $t=0$ 时,由下式给出,

$$V_{tc}(t) = V_{tcI} + (V_{drp} - |V_{th}(0)| - V_{ini})t / \{(C_{st} \cdot R_{off}) (C_t/C_b)\}$$

在此, V_{tcI} 是所述数据电压的写入时刻的所述阈值控制端子的电压, V_{drp} 是与应写入连接至与该阈值控制线对应的扫描信号线的像素电路的数据电压的代表值相当的值, $V_{th}(0)$ 是所述数据电压的写入时刻的所述驱动晶体管的阈值, V_{ini} 是所述初始化电压供给线的电压, C_{st} 是所述保持电容器的电容值, R_{off} 是截止状态的所述初始化开关元件的电阻值, C_t 是所述驱动晶体管的所述阈值控制端子中的栅极绝缘膜电容的值, C_b 是所述驱动晶体管的所述主控制端子中的栅极绝缘膜电容的值。

6.如权利要求5所述的显示装置,其特征在于,所述代表值对于各阈值控制线确定相同的值。

7.如权利要求5所述的显示装置,其特征在于,所述代表值是针对各阈值控制线而确定的值,是与应写入到与该阈值控制线对应的扫描信号线连接的像素电路的数据电压的平均值相当的值。

8.如权利要求2所述的显示装置,其特征在于,

还具备分别沿着所述多条数据信号线而设置的多条阈值控制线,

所述多条阈值控制线的每一个连接到与该阈值控制线对应的数据信号线连接的像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子,

所述阈值控制电路在所述多个像素电路的外部生成针对所述多条阈值控制线所共用的阈值控制电压,并将该共用的阈值控制电压经由所述多条阈值控制线供给到所述多个像素电路,来作为应提供给所述多个像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子的阈值控制电压。

9.如权利要求1至8的任意一项所述的显示装置,其特征在于,所述显示装置具有:

通常驱动模式,其以重复依次选择所述多个扫描信号线并向所述多个像素电路写入数据电压的刷新期间的方式,驱动所述扫描信号线驱动电路和所述数据信号线驱动电路;以及

中止驱动模式,驱动所述扫描信号线驱动电路和所述数据信号线驱动电路,使得所述刷新期间和非刷新期间交替出现,所述非刷新期间将所述多个扫描信号线设为非选择状态,停止向所述多个像素电路写入数据电压,

所述阈值控制电路在所述通常驱动模式中,向各像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子提供恒定电压作为所述阈值控制电压;在所述中止驱动模式下,在各像素电路中,在所述显示元件的发光期间,向所述阈值控制端子提供使所述驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压,以补偿由该像素电路内的漏电流引起的所述保持电容器的保持电压的变化。

10.如权利要求9所述的显示装置,其特征在于,所述阈值控制电路在所述中止驱动模式下,对各像素电路,在所述显示元件的发光期间,将使所述阈值控制端子的电位相对于由所述保持电容器的保持电压的变化所引起的所述主控制端子的电位变化而向相反方向变化的电压作为所述阈值控制电压,并施加给所述阈值控制端子。

11. 如权利要求1至10的任意一项所述的显示装置,其特征在于,所述驱动晶体管具有作为所述主控制端子的第一栅极电极、作为所述阈值控制端子的第二栅极电极、以及第一绝缘膜和第二绝缘膜,

所述第一栅极电极隔着所述第一绝缘膜而与所述驱动晶体管的相当于沟道区域的半导体层的一个面相对地配置,

所述第二栅极电极隔着所述第二绝缘膜与相当于所述沟道区域的所述半导体层的另一个面相对地设置。

12. 如权利要求11所述的显示装置,其特征在于,所述第二栅极电极与所述半导体层的隔着所述第二绝缘膜的电容大于所述第一栅极电极与所述半导体层的隔着所述第一绝缘膜的电容。

13. 如权利要求2所述的显示装置,其特征在于,

各像素电路还包括所述阈值控制电路,

所述阈值控制电路具有阈值控制开关元件、阈值控制电容器以及阈值控制电阻元件,

所述驱动晶体管的所述阈值控制端子经由所述阈值控制电容器与所述第一电源线连接,并且经由所述阈值控制开关元件与所述初始化电压供给线连接,并且经由所述阈值控制电阻元件与所述第一电源线连接,

所述阈值控制电路构成为,所述阈值控制开关元件在包含所述阈值控制电路的像素电路中的每个数据电压的写入时刻从截止状态变化为导通状态。

14. 如权利要求13所述的显示装置,其特征在于,各像素电路中的所述阈值控制开关元件的控制端子与对应于该像素电路的扫描信号线或紧邻该对应的扫描信号线之前选择的扫描信号线连接。

15. 如权利要求13或14所述的显示装置,其特征在于,

所述驱动晶体管具有作为所述主控制端子的第一栅极电极、作为所述阈值控制端子的第二栅极电极、以及第一绝缘膜和第二绝缘膜,

所述第一栅极电极隔着所述第一绝缘膜而与所述驱动晶体管的相当于沟道区域的半导体层的一个面相对地配置,

所述第二栅极电极隔着所述第二绝缘膜与相当于所述沟道区域的所述半导体层的另一个面相对地配置。

16. 如权利要求15所述的显示装置,其特征在于,所述第二栅极电极与所述半导体层的隔着所述第二绝缘膜的电容比所述第一栅极电极与所述半导体层的隔着所述第一绝缘膜的电容小。

17. 如权利要求1至16的任意一项所述的显示装置,其特征在于,

所述驱动晶体管为P沟道型晶体管,

所述第一电源线的电压比所述第二电源线的电压高。

18. 一种驱动方法,其是具有多条数据信号线、与所述多条数据信号线交叉的多条扫描信号线、第一和第二电源线、以及沿着所述多条数据信号线和所述多条扫描信号线而配置成矩阵状的多个像素电路的显示装置的驱动方法,其特征在于,具备:

数据信号线驱动步骤,其驱动所述多条数据信号线;

扫描信号线驱动步骤,其选择性地驱动所述多条扫描信号线;

阈值控制步骤,其控制所述多个像素电路中包含的驱动晶体管的阈值,

各像素电路与所述多条扫描信号线中的任意一个对应的同时,与所述多条数据信号线中的任意一个对应,并且包括通过电流被驱动的显示元件、保持电容器以及所述驱动晶体管,

所述驱动晶体管具有用于控制流过该驱动晶体管的电流的主控制端子和用于控制其阈值的阈值控制端子,

所述驱动晶体管的所述主控制端子经由所述保持电容器与所述第一电源线连接,

各像素电路在选择了对应的扫描信号线时,对应的数据信号线的电压作为数据电压被写入所述保持电容器,

在所述显示元件的发光期间,构成为所述显示元件的驱动电流在从所述第一电源线经由所述驱动晶体管及所述显示元件到达所述第二电源线的路径上流动,根据所述保持电容器所保持的电压,通过所述驱动晶体管控制所述驱动电流,

在所述阈值控制步骤中,对于各像素电路,在所述显示元件的发光期间,向所述阈值控制端子施加使所述驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压,以补偿由该像素电路内的漏电流而引起的所述保持电容器的保持电压的变化。

19. 如权利要求18所述的驱动方法,其特征在于,所述显示装置还具备初始化电压供给线,

各像素电路还包括初始化开关元件,

所述驱动晶体管的所述主控制端子经由所述初始化开关元件与所述初始化电压供给线连接,

在所述显示元件的发光期间,使所述保持电容器的保持电压变化的所述漏电流包括截止状态的所述初始化开关元件的漏电流。

20. 如权利要求19所述的驱动方法,其特征在于,所述显示装置还具备与所述多条扫描信号线分别对应的多条阈值控制线,

所述多条阈值控制线的每一个连接在与对应的扫描信号线连接的像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子,

在所述阈值控制步骤中,在所述多个像素电路的外部生成应施加于所述多个像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子的阈值控制电压,并经由所述多条阈值控制线提供给所述多个像素电路。

21. 如权利要求18至20的任意一项所述的驱动方法,其特征在于,所述显示装置具有:

通常驱动模式,其以重复依次选择所述多条扫描信号线并向所述多个像素电路写入数据电压的刷新期间的方式,执行所述扫描信号线驱动步骤和所述数据信号线驱动步骤;以及

中止驱动模式,其以进行显示图像的刷新的刷新期间和将所述多条扫描信号线作为非选择状态并停止所述显示图像的刷新的非刷新期间交替出现的方式,执行所述扫描信号线驱动步骤和所述数据信号线驱动步骤,

所述阈值控制步骤包括:

在所述通常驱动模式下,向各像素电路中的所述驱动晶体管的所述阈值控制端子提供恒定电压以作为所述阈值控制电压的步骤;和

在所述中止驱动模式下,在各像素电路中,在所述显示元件的发光期间,向所述阈值控制端子提供使所述驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压,以补偿由该像素电路内的漏电流而引起的所述保持电容器的保持电压的变化的步骤。

22.如权利要求19所述的驱动方法,其特征在于,各像素电路还包括阈值控制开关元件、阈值控制电容器以及阈值控制电阻元件,

所述驱动晶体管的所述阈值控制端子经由所述阈值控制电容器与所述第一电源线连接,并且经由所述阈值控制开关元件与所述初始化电压供给线连接,并且经由所述阈值控制电阻元件与所述第一电源线连接,

在所述阈值控制步骤中,所述阈值控制开关元件通过在包含所述阈值控制电路的像素电路中的每个数据电压的写入时刻从截止状态变化为导通状态,从而生成应提供给所述驱动晶体管的所述阈值控制端子的所述阈值控制电压。

显示装置及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示装置,更详细地,涉及一种电流驱动型的显示装置及其驱动方法,该显示装置具有由有机EL(Electro Luminescence)显示装置等的电流驱动的显示元件。

背景技术

[0002] 近年来,具备包含有机EL元件(也称为有机发光二极管(Organic Light Emitting Diode:有机发光二极管))的像素电路的有机EL显示装置已经实用化。有机EL显示装置的像素电路除了有机EL元件以外,还包括驱动晶体管、写入控制晶体管、保持电容器等。在驱动晶体管或写入控制晶体管中,使用薄膜晶体管(Thin Film Transistor),在作为驱动晶体管的控制端子的栅极端子上连接有保持电容器,从驱动电路经由数据信号线,将与表示应显示的图像的影像信号对应的电压(更详细而言,表示在该像素电路中应形成的像素的灰度值的电压)作为数据电压,提供给该保持电容器。有机EL元件是以与流过它的电流相应的亮度发光的自发光型显示元件。驱动晶体管与有机EL元件串联地设置,根据保持电容器所保持的电压,控制流经有机EL元件的电流。

[0003] 另一方面,作为低耗电的显示装置,已知进行中止驱动(也称为间歇驱动或低频驱动)的显示装置。所谓中止驱动,是在连续显示相同图像时设置驱动期间(刷新期间)和中止期间(非刷新期间),在驱动期间使驱动电路动作,在中止期间使驱动电路的动作停止的驱动方法。中止驱动可以适用于像素电路内的晶体管的截止特性良好(截止电流小)的情况。进行中止驱动的显示装置例如记载在专利文献1中。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本国特开2004-78124号公报

[0007] 专利文献2:日本国特开2017-83813号公报

[0008] 专利文献3:日本国特开2013-3569号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 在有机EL元件和驱动晶体管的特性中会发生偏差和变动。因此,为了在有机EL显示装置中进行高画质显示,需要补偿这些元件的特性的偏差、变动。在像素电路的内部进行这样的元件的特性的补偿的有机EL显示装置中,该像素电路例如构成为:在将驱动晶体管的栅极端子的电压即保持在保持电容器中的电压初始化为规定电平后,经由二极管连接状态下的驱动晶体管,用数据电压对保持电容器进行充电。在该构成的像素电路中,设置有用于对保持电容器所保持的电压进行初始化的初始化晶体管,保持电容器的一个端子(与驱动晶体管的栅极端子连接的端子)经由该初始化晶体管与初始化电压的供给线连接。

[0011] 若在具备上述那样的像素电路的显示装置中进行上述的中止驱动时,则在中止期间中,有机EL元件的亮度降低或者上升,每次驱动期间开始时,有机EL元件的亮度恢复为本

来的亮度。在中止驱动中,中止期间的长度与通常的帧期间(1/60秒)相比格外长,显示装置的驱动频率相较于通常驱动实质上大幅降低(例如10Hz以下)。这样,当驱动频率由于中止驱动大幅降低时,由于中止期间和驱动期间的反复而产生的有机EL元件的亮度变化被视认为闪烁。

[0012] 因此,期望即使在电流驱动型的显示装置中进行中止驱动时,也能够进行不发生闪烁的良好的显示。

[0013] 用于解决课题的方案

[0014] 本发明的一些实施方式所涉及的显示装置具有:多条数据信号线;多条扫描信号线,其与所述多条数据信号线交叉;以及多个像素电路,其沿着所述多条数据信号线和所述多条扫描信号线配置成矩阵状,其特征在于,具备:

[0015] 第一电源线及第二电源线;

[0016] 数据信号线驱动电路,其驱动所述多条数据信号线;

[0017] 扫描信号线驱动电路,其选择性地驱动所述多条扫描信号线;

[0018] 阈值控制电路,其设置在所述多个像素电路的外部或内部,

[0019] 各像素电路与所述多条扫描信号线中的任意一个对应的同时,与所述多条数据信号线中的任意一个对应,并且包括通过电流被驱动的显示元件、保持电容器以及驱动晶体管,

[0020] 所述驱动晶体管具有用于控制流过该驱动晶体管的电流的主控制端子和用于控制其阈值的阈值控制端子,

[0021] 所述驱动晶体管的所述主控制端子经由所述保持电容器与所述第一电源线连接,

[0022] 各像素电路在选择了对应的扫描信号线时,对应的数据信号线的电压作为数据电压被写入所述保持电容器,

[0023] 在所述显示元件的发光期间,构成为所述显示元件的驱动电流在从所述第一电源线经由所述驱动晶体管及所述显示元件到达所述第二电源线的路径上流动,根据所述保持电容器所保持的电压,通过所述驱动晶体管控制所述驱动电流,

[0024] 所述阈值控制电路对于各像素电路,在所述显示元件的发光期间,向所述阈值控制端子提供使所述驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压,以补偿由该像素电路内的漏电流而引起的所述保持电容器的保持电压的变化。

[0025] 本发明其他的一些实施方式所涉及的驱动方法是具有多条数据信号线、与所述多条数据信号线交叉的多条扫描信号线、第一和第二电源线、以及沿着所述多条数据信号线和所述多条扫描信号线而配置成矩阵状的多个像素电路的显示装置的驱动方法,其特征在于,具备:

[0026] 数据信号线驱动步骤,其驱动所述多条数据信号线;

[0027] 扫描信号线驱动步骤,其选择性地驱动所述多条扫描信号线;

[0028] 阈值控制步骤,其控制所述多个像素电路中包含的驱动晶体管的阈值,

[0029] 各像素电路与所述多条扫描信号线中的任意一个对应的同时,与所述多条数据信号线中的任意一个对应,并且包括通过电流被驱动的显示元件、保持电容器以及所述驱动晶体管,

[0030] 所述驱动晶体管具有用于控制流过该驱动晶体管的电流的主控制端子和用于控

制其阈值的阈值控制端子，

[0031] 所述驱动晶体管的所述主控制端子经由所述保持电容器与所述第一电源线连接，

[0032] 各像素电路在选择了对应的扫描信号线时，对应的数据信号线的电压作为数据电压被写入所述保持电容器，

[0033] 在所述显示元件的发光期间，构成为所述显示元件的驱动电流在从所述第一电源线经由所述驱动晶体管及所述显示元件到达所述第二电源线的路径上流动，根据所述保持电容器所保持的电压，通过所述驱动晶体管控制所述驱动电流，

[0034] 在所述阈值控制步骤中，对于各像素电路，在所述显示元件的发光期间，向所述阈值控制端子施加使所述驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压，以补偿由该像素电路内的漏电流而引起的所述保持电容器的保持电压的变化。

[0035] 有益效果

[0036] 根据本发明的上述几个实施方式，在显示装置中的任意的像素电路中，在选择与该像素电路对应的扫描信号线并向该像素电路内的保持电容器写入数据电压后的发光期间，无论保持于该保持电容器的电压由于该像素电路内的漏电流而变化，都对阈值控制端子施加使该驱动晶体管的阈值变化的阈值控制电压，以补偿该保持电压的变化、即补偿驱动晶体管的主控制端子的电压变化。由此，保持电容器中的保持电压的变化所引起的驱动电流的变化被抑制。其结果是，能够防止产生由于显示元件的亮度在刷新周期变化而导致的闪烁。另外，即使在像进行中止驱动时那样刷新周期较长的情况下，也能够防止闪烁的发生，因此通过与中止驱动配合，能够减少功耗并且显示看不到闪烁的良好图像。

附图说明

[0037] 图1是表示第一实施方式所涉及的显示装置的整体结构的框图。

[0038] 图2是表示在上述第一实施方式所涉及的显示装置中进行正常驱动时的动作的信号波形图。

[0039] 图3是表示在上述第一实施方式所涉及的显示装置中进行中止驱动时的动作的信号波形图。

[0040] 图4是表示上述第一实施方式中的像素电路的结构的电路图。

[0041] 图5是示意性地表示上述第一实施方式中的像素电路所包含的驱动晶体管的结构的截面图。

[0042] 图6是用于说明上述第一实施方式中的像素电路的动作的信号波形图。

[0043] 图7是表示上述第一实施方式中的像素电路的复位动作的电路图(A)、表示该像素电路的数据写入的动作的电路图(B)、以及表示该像素电路的点亮动作的电路图(C)。

[0044] 图8是用于说明在没有驱动晶体管的阈值控制的情况下进行了中止驱动时的问题点的波形图。

[0045] 图9是用于说明上述第一实施方式的作用/效果的波形图。

[0046] 图10是表示第二实施方式所涉及的显示装置的整体结构的框图。

[0047] 图11是表示上述第二实施方式中的像素电路的结构的电路图。

[0048] 图12是用于说明上述第二实施方式所涉及的显示装置的驱动的信号波形图。

[0049] 图13是表示上述第二实施方式中的像素电路的其他结构例的电路图。

具体实施方式

[0050] 以下,参照附图对实施方式进行说明。另外,在以下提及的各晶体管中,栅极端子相当于控制端子,漏极端子及源极端子的一方相当于第一导通端子,另一方相当于第二导通端子。另外,虽然以下实施方式中的晶体管都是作为P沟道型来说明的,但是本发明不限于此。此外,以下实施方式中的晶体管例如是薄膜晶体管,但本发明不限于此。此外,本说明书中的“连接”只要没有特别说明,就是指“电连接”,在不脱离本发明的主旨的范围内,不仅包括直接连接的情况,还包括意味着经由其他元件的间接连接的情况。

[0051] <1. 第一实施方式>

[0052] <1.1 整体结构>

[0053] 图1是表示第一实施方式所涉及的有机EL显示装置10的整体结构的框图。该显示装置10是进行内部补偿的有机EL显示装置。即,在该显示装置10中,各像素电路具有补偿其内部的驱动晶体管的阈值电压的偏差或变动的功能(详细内容后述)。

[0054] 如图1所示,该显示装置10具备显示部11、显示控制电路20、数据侧驱动电路30、扫描侧驱动电路40以及电源电路50。数据侧驱动电路作为数据信号线驱动电路(也称为“数据驱动器”)发挥功能。扫描侧驱动电路40作为扫描信号线驱动电路(也称为“栅极驱动器”)和发光控制电路(也称为“发射驱动器”)发挥功能。在图1所示的结构中,这些扫描侧的两个电路作为一个扫描侧驱动电路40被实现,但是这两个电路也可以是适当分离后的结构,另外,这两个电路也可以是分开配置在显示部11的一侧和另一侧的结构。另外,扫描侧驱动电路和数据信号线驱动电路的至少一部分也可以与显示部11一体地形成。这些点在后述的其他实施方式或变形例中也相同。电源电路50生成应供给显示部11的后述的高电平电源电压ELVDD、低电平电源电压ELVSS、初始化电压Vini、以及应供给显示控制电路20、数据侧驱动电路30及扫描侧驱动电路40的电源电压(未图示)。

[0055] 在显示部11上配置有m条(m为2以上的整数)的数据信号线D1~Dm和与它们交叉的n+1条(n为2以上的整数)的扫描信号线G0~Gn,沿着n条扫描信号线G1~Gn分别设置有n条发光控制线(发射线)E1~En。另外,在显示部11上设置有沿着m条数据信号线D1~Dm及n条扫描信号线G1~Gn,呈矩阵状配置的m×n个的像素电路15,各像素电路15与m条数据信号线D1~Dm中的任意一个对应,并且对应于n条扫描信号线G1~Gn中的任意一条(以下,在区别各像素电路15的情况下,也可以将与第i条扫描信号线Gi及第j条数据信号线Dj对应的像素电路称为“第i行j列的像素电路”,由符号“Pix(i,j)”表示)。除此之外,本实施方式中的显示部11中,沿着n条扫描信号线G1~Gn分别配置有n条阈值控制线TC1~TCn。n条发光控制线E1~En分别对应于n条扫描信号线G1~Gn,n条阈值控制线TC1~TCn也分别对应于n条扫描信号线G1~Gn。因此,各像素电路15也对应于n条发光控制线E1~En的任意一条以及n条阈值控制线TC1~TCn的任意一条。

[0056] 另外,在显示部11上,配置有在各像素电路15中共用的未图示的电源线。即,设置有用供给用于驱动后述的有机EL元件的高电平电源电压ELVDD的电源线(以下称为“高电平电源线”,与高电平电源电压同样地用符号“ELVDD”表示)、以及用于供给用于驱动有机EL元件的低电平电源电压ELVSS的电源线(以下称为“低电平电源线”,与低电平电源电压同样地用符号“ELVSS”表示)。更详细地说,低电平电源线ELVSS是多个像素电路15共用的阴极。此外,在显示部11上还设置有用供给用于各像素电路15的初始化的复位动作(也称为“初

始化动作”)中使用的初始化电压Vini的未图示的初始化电压供给线(与初始化电压同样地用符号“Vini”表示)。高电平电源电压ELVDD、低电平电源电压ELVSS以及初始化电压Vini从电源电路50被供给。

[0057] 显示控制电路20从显示装置10的外部接收输入信号Sin,该输入信号Sin包含表示应显示的图像的图像信息以及用于图像显示的时序控制信息,基于该输入信号Sin生成数据侧控制信号Scd及扫描侧控制信号Scs,并分别将数据侧控制信号Scd输出到数据侧驱动电路(数据信号线驱动电路)30,将扫描侧控制信号Scs输出到扫描侧驱动电路(扫描信号线驱动/发光控制电路)40。另外,显示控制电路20包括基于输入信号Sin生成阈值控制信号TC(1)~TC(n)并分别施加到显示部11中的阈值控制线TC1~TCn的阈值控制电路22。以下将详细说明这些阈值控制信号TC(1)~TC(n)。

[0058] 数据侧驱动电路30基于来自显示控制电路20的数据侧控制信号Scd,驱动数据信号线D1~Dm。即,数据侧驱动电路30基于数据侧控制信号Scd,并行输出表示应显示的图像的m个数据信号D(1)~D(m),并分别施加到数据信号线D1~Dm。

[0059] 扫描侧驱动电路40基于来自显示控制电路20的扫描侧控制信号Scs,作为驱动扫描信号线G0~Gn的扫描信号线驱动电路、以及驱动发光控制线E1~En的发光控制电路发挥功能。

[0060] 更具体地,扫描侧驱动电路40作为扫描信号线驱动电路,基于扫描侧控制信号Scs,在各帧期间内,在与一个水平期间对应的规定期间中依次选择扫描信号线(G0~Gn),对所选择的扫描信号线Gk施加激活的信号(低电平电压),并且对非选择的扫描信号线施加非激活的信号(高电平电压)。由此,一并选择与所选择的扫描信号线Gk($1 \leq k \leq n$)对应的m个像素电路Pix(k,1)~Pix(k,m)。其结果是,在该扫描信号线Gk的选择期间(以下称为“第k扫描选择期间”),从数据侧驱动电路30被施加到数据信号线D1~Dm的m个数据信号D(1)~D(m)的电压(以下,有时不区分这些电压而仅称为“数据电压”)作为像素数据,分别写入像素电路Pix(k,1)~Pix(k,m)。

[0061] 另外,扫描侧驱动电路40作为发光控制电路,基于扫描侧控制信号Scs,在第i水平期间对第i个发光控制线Ei施加表示非发光的发光控制信号(高电平电压),在除此之外的期间施加表示发光的发光控制信号(低电平电压)(参照后述的图6)。与第i条扫描信号线Gi对应的像素电路(以下也称为“第i行的像素电路”)Pix(i,1)~Pix(i,m)内的有机EL元件在发光控制线Ei的电压为低电平期间,以与分别写入到第i行的像素电路Pix(i,1)~Pix(i,m)的数据电压对应的亮度发光。

[0062] <1.2概略动作>

[0063] 接下来,参照图2和图3,说明本实施方式所涉及的显示装置10的概略动作。本实施方式所涉及的显示装置10具有通常驱动模式和中止驱动模式这两种动作模式。在通常驱动模式中,如图2所示,在1帧期间依次选择扫描信号线G0~G1,在显示部11(的像素电路Pix(1,1)~Pix(n,m))中重复进行写入图像数据的刷新期间(以下也称为“RF期间”),与之相对,在中止驱动模式中,如图3所示,交替地重复这样的刷新期间和将扫描信号线G0~G1维持为非选择状态而停止向显示部11写入图像数据的非刷新期间(以下也称为“NRF”期间)。在中止驱动模式中,在非刷新期间中,继续显示在扫描侧和数据侧驱动电路即将停止之前的刷新期间被写入的图像数据。因此,中止驱动模式在显示静止图像的情况下对显示装置

的消耗功率的削减是有效的。

[0064] 来自外部的输入信号 S_{in} 包含动作模式信号 S_m ,该动作模式信号 S_m 表示是否以上述那样的通常驱动模式和中止驱动模式中的任意动作模式驱动显示部11。该动作模式信号 S_m 作为扫描侧控制信号 S_{cs} 的一部分,被提供给扫描侧驱动电路40,并且作为数据侧控制信号 S_{cd} 的一部分被提供给数据侧驱动电路30。扫描侧驱动电路40根据该动作模式信号 S_m 所示的动作模式,驱动扫描信号线 $G_0 \sim G_n$ 以及发光控制线 $E_1 \sim E_n$,数据侧驱动电路30根据该动作模式信号 S_m 所示的动作模式,驱动数据信号线 $D_1 \sim D_n$ 开始。另外,显示控制电路20(中的阈值控制电路22)根据该动作模式信号 S_m 所示的动作模式,驱动阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$ 。

[0065] 在本实施方式中,对于各像素电路 $P_{ix}(i,j)$,在与其对应的扫描信号线 G_i 在选择状态时进行数据写入动作,在紧邻该扫描信号线 G_i 之前的扫描信号线 G_{i-1} 的选择状态时进行复位动作,驱动发光控制线 E_i ,使得各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 在进行该数据写入动作和复位动作的期间中成为非发光状态($i=1 \sim N$)。即,如图2和图3所示,在RF期间,发光控制线 $E_1 \sim E_n$ 以与扫描信号线 $G_0 \sim G_n$ 的驱动连动的方式,每两个水平期间依次成为激活状态。另外,如后所述,在本实施方式的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中,P沟道型晶体管被用作发光控制晶体管T5、T6(参照后述的图4),因此当施加低电平(L电平)的电压时,各发光控制线 E_i 成为激活状态,当施加高电平(H电平)的电压时,成为非激活状态。

[0066] 另外,如图2所示,在通常驱动模式下,各阈值控制线 TC_i 的电压维持在预先确定的阈值控制初始电压 V_{tcI} ,各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中的驱动晶体管的阈值不变化(后面详述)。

[0067] 与此相对,在中止驱动模式下,如图3所示,各阈值控制线 TC_i 的电压在NRF期间(非刷新期间),随着时间的经过而逐渐增大,在下一RF期间(刷新期间)降低到阈值控制初始电压 V_{tcI} 。另外,在中止驱动模式下的NRF期间,各扫描信号线 $G_0 \sim G_n$ 被维持为非选择状态(H电平),并且各发光控制线 $E_1 \sim E_n$ 被维持为激活状态(L电平)。因此,在NRF期间中,扫描侧和数据侧驱动电路停止,每个像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 根据保持在其上的数据电压继续发光。

[0068] <1.3像素电路的结构>

[0069] 接下来,将参照图4和图5,对本实施方式中的像素电路15的结构进行说明。

[0070] 图4是表示本实施方式中的像素电路15的结构的电路图,更详细地说,是表示与第 i 条扫描信号线 G_i 和第 j 条数据信号线 D_j 对应的像素电路15、即第 i 行 j 列的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的结构的电路图($1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$)。如图4所示,像素电路15包括作为显示元件的有机EL元件OL、驱动晶体管T1、写入控制晶体管T2、阈值补偿晶体管T3、第一初始化晶体管T4、第一发光控制晶体管T5、第二发光控制晶体管T6、第二初始化晶体管T7以及保持电容器 C_{st} 。在该像素电路15中,驱动晶体管T1以外的晶体管T2~T7作为开关元件发挥功能。

[0071] 在像素电路15上连接有:与其对应的扫描信号线(以下,在关注像素电路的说明中也称为“对应扫描信号线”) G_i 、对应扫描信号线 G_i 的紧前的扫描信号线(为扫描信号线 $G_1 \sim G_n$ 的扫描顺序中的紧前的扫描信号线,以下,在关注像素电路的说明中也称为“先前扫描信号线”) G_{i-1} ,与其对应的发光控制线(以下,在关注像素电路的说明中也称为“对应发光控制线”) E_i 、与其对应的阈值控制线(以下,在关注像素电路的说明中也称为“对应阈值控制线”) TC_i 、与其对应的数据信号线(以下,在关注像素电路的说明中也称为“对应数据信号线”) D_j 、初始化电压供给线 V_{ini} 、高电平电源线 $ELVDD$ 、以及低电平电源线 $ELVSS$ 。

[0072] 如图4所示,在像素电路15中,驱动晶体管T1的源极端子经由写入控制晶体管T2与

对应数据信号线Dj连接,并且经由第一发光控制晶体管T5与高电平电源线ELVDD连接。驱动晶体管T1的漏极端子经由第二发光控制晶体管T6与有机EL元件OL的阳极电极连接。驱动晶体管T1的栅极端子经由保持电容器Cst与高电平电源线ELVDD连接,并且经由阈值补偿晶体管T3与该驱动晶体管T1的漏极端子连接,并且经由第一初始化晶体管T4与初始化电压供给线Vini连接。有机EL元件OL的阳极电极经由第二初始化晶体管T7与初始化电压供给线Vini连接,有机EL元件OL的阴极电极与低电平电源线ELVSS连接。另外,写入控制晶体管T2和阈值补偿晶体管T3的栅极端子与对应扫描信号线Gi连接,第一和第二发光控制晶体管T5、T6的栅极端子与对应发光控制线Ei连接,第一初始化晶体管T4和第二初始化晶体管T7的栅极端子与先前扫描信号线Gi-1连接。本实施方式中的像素电路15的驱动晶体管T1是具有顶栅电极TG和底栅电极BG的薄膜晶体管(后面将详细说明)。另外,第二初始化晶体管T7的栅极端子可以代替先前扫描信号线Gi-1而连接到对应扫描信号线Gi。

[0073] 图5是表示驱动晶体管T1的一个结构例的截面图。如图5所示,在作为由玻璃基板或聚酰亚胺等的树脂材料形成的柔性基板的绝缘体基板110上形成的防潮层的无机绝缘膜112上,形成底栅电极BG,并形成栅极绝缘膜BGI以覆盖底栅电极BG。在该栅极绝缘膜BGI上形成半导体层,该半导体层由作为沟道区域的本征半导体122和作为经由该沟道区域以相对的方式形成的源极区域的导体121a以及作为漏极区域的导体121b构成。在这样构成的半导体层上进一步形成栅极绝缘膜TGI,在其上形成有顶栅电极TG。以覆盖该顶栅电极TG的方式依次形成第一无机绝缘膜114和第二无机绝缘膜116,在其上形成用于与其他元件电连接的金属层120a、120b。作为源极区域的导体121a通过接触孔与金属层120a电连接,作为漏极区域的导体121b通过接触孔与金属层120b电连接。在第二无机绝缘膜116上以覆盖金属层120a、120b的方式形成有作为平坦化膜的绝缘层118。

[0074] 如上所述,驱动晶体管T1具备顶栅电极TG和底栅电极BG(参照图5),该顶栅电极TG隔着栅极绝缘膜TGI与沟道区域(本征半导体层)122的一个面(图中为上表面)相对地配置,该底栅电极BG隔着栅极绝缘膜BGI与沟道区域122的另一个面相对地配置。以下,将这样在沟道区域的一面侧和另一面侧具有栅极电极的结构称为“双栅极型”。在像这样的双栅极型的晶体管中,可以将其两个栅极电极的一方作为本来的控制端子(用于控制流过该晶体管的电流的端子)使用,将另一方的栅极电极作为利用提供给该栅极电极的电压用于控制该晶体管的阈值的端子来使用。在本实施方式中的驱动晶体管T1中,在该两个栅极电极BG、TG中,将底栅电极BG也作为用于控制源极・漏极之间的电流的主栅极端子(也称为“主控制端子”)来使用,将顶栅电极TG作为用于控制晶体管T1的阈值的阈值控制端子来使用。因此,驱动晶体管T1将作为主栅极端子的底栅电极BG连接到保持电容器Cst,将作为阈值控制端子的顶栅电极TG连接到对应阈值控制线TCi。另外,以下,在仅称为“栅极端子”时,指的是“主栅极端子”。

[0075] 驱动晶体管T1在饱和区域中工作,并且在发光期间流过有机EL元件OL的驱动电流I1由下式(1)给出。式(1)所包含的驱动晶体管T1的增益 β 由下式(2)给出。

$$[0076] \quad I1 = (\beta/2) (|V_{gs}| - |V_{th}|)^2$$

$$[0077] \quad = (\beta/2) ((|V_g - ELVDD| - |V_{th}|)^2 \dots (1)$$

$$[0078] \quad \beta = \mu \times (W/L) \times C_{ox} \dots (2)$$

[0079] 其中,在上述式(1)及式(2)中, V_{gs} 、 V_{th} 、 μ 、 W 、 L 、 C_{ox} 分别表示驱动晶体管T1的栅

极・源极间电压、阈值、迁移率、栅极宽度、栅极长度、以及每单位面积的栅极绝缘膜电容。

[0080] <1.4像素电路的动作>

[0081] 接下来,参照图6和图7,对本实施方式中的像素电路15的动作进行说明。

[0082] 图6是用于说明本实施方式中的像素电路的动作的信号波形图。图7(A)是表示本实施方式中的像素电路15的复位动作的电路图,图7(B)是表示该像素电路15的数据写入动作的电路图,图7(C)是表示该像素电路15的点亮动作的电路图。

[0083] 图6示出了如上构成的图4的像素电路15、即第*i*行*j*列的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的复位动作、数据写入动作以及点亮动作中的各信号线(对应发光控制线 E_i 、先前扫描信号线 G_{i-1} 、对应扫描信号线 G_i 、对应数据信号线 D_j 、阈值控制线 TC_i)的电压、驱动晶体管T1的主栅极端子的电压(以下称为“栅极电压”)V_g、以及有机EL元件OL的阳极电极的电压(以下称为“阳极电压”)V_a的变化。在图6中,时刻t₁~t₆的期间是第*i*行的像素电路 $P_{ix}(i,1) \sim P_{ix}(i,m)$ 的非发光期间。时刻t₂~t₄的期间是第*i*-1水平期间,时刻t₂~t₃的期间是第*i*-1条扫描信号线(先前扫描信号线) G_{i-1} 的选择期间即第*i*-1扫描选择期间。该第*i*-1扫描选择期间相当于第*i*行的像素电路 $P_{ix}(i,1) \sim P_{ix}(i,m)$ 的复位期间。时刻t₄~t₆的期间是第*i*水平期间,时刻t₄~t₅的期间是第*i*条扫描信号线(对应扫描信号线) G_i 的选择期间即第*i*扫描选择期间。该第*i*扫描选择期间相当于第*i*行的像素电路 $P_{ix}(i,1) \sim P_{ix}(i,m)$ 的数据写入期间。

[0084] 在第*i*行*j*列的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中,如图6所示,当在时刻t₁中,发光控制线 E_i 的电压从L电平改变为H电平时,第一发光控制晶体管T5和第二发光控制晶体管T6从导通状态变为截止状态,并且有机EL元件OL成为非发光状态。

[0085] 在时刻t₂中,通过先前扫描信号线 G_{i-1} 的电压从H电平变为L电平,先前扫描信号线 G_{i-1} 成为选择状态。因此,第一初始化晶体管T4变为导通状态。由此,驱动晶体管T1的主栅极端子的电压即栅极电压V_g被初始化为初始化电压V_{ini}。初始化电压V_{ini}是在向像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 写入数据电压时,能够将驱动晶体管T1维持为导通状态的程度的电压。另外,在时刻t₂,当先前扫描信号线 G_{i-1} 变为选择状态时,第二初始化晶体管T7也变为导通状态。其结果是,有机EL元件OL的寄生电容中的蓄积电荷被放电,有机EL元件的阳极电压V_a被初始化为初始化电压V_{ini}(参照图6)。另外,在将像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中的阳极电压V_a与其他像素电路中的阳极电压V_a进行区别时,使用符号“V_a(*i,j*)”(以下也同样)。进而,在本实施方式中,在该时刻t₂中,对应阈值控制线 TC_i 的电压被初始化为预先确定的阈值控制初始电压V_{tcI},之后在下一帧期间内,在先前扫描信号线 G_{i-1} 成为选择状态之前(到下一帧期间中的第*i*-1选择扫描期间的开始时刻为止)逐渐增大。

[0086] 时刻t₂~t₃的期间是第*i*行的像素电路 $P_{ix}(i,1) \sim P_{ix}(i,m)$ 的复位期间,在像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中,在该复位期间如上所述,第一初始化晶体管T4处于导通状态。图7(A)示意性示出了该复位期间中的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的状态,即复位动作时的电路状态。在该图7(A)中,虚线的圆表示作为其中的开关元件的晶体管处于截止状态,虚线的矩形表示作为其中的开关元件的晶体管处于导通状态(这样的表现方法在图7(B)以及在图7(C)中也采用)。在该复位期间,如图7(A)所示,第一和第二初始化晶体管T4、T7处于导通状态。图6示出此时的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中的栅极电压V_g(*i,j*)的变化。另外,在将像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中的栅极电压V_g与其他像素电路中的栅极电压V_g进行区别时,使用符号“V_g(*i,j*)”(以下也同样)。

[0087] 在时刻t₃,通过先前扫描信号线 G_{i-1} 的电压变为H电平,先前扫描信号线 G_{i-1} 成为

非选择状态。因此,第一初始化晶体管T4变为截止状态。在从该时刻t3到第i扫描选择期间的开始时刻t4为止的期间,通过数据侧驱动电路30,开始向数据信号线Dj施加作为第i行j列的像素的数据电压的数据信号D(j),至少在第i扫描选择期间的结束时刻t5之前继续该信号D(j)的施加。

[0088] 在时刻t4,如图6所示,通过对应扫描信号线Gi的电压从H电平变化为L电平,对应扫描信号线Gi成为选择状态。因此,在像素电路Pix(i,j)中,写入控制晶体管T2和阈值补偿晶体管T3变为导通状态。

[0089] 时刻t4~t5的期间是第i行的像素电路Pix(i,1)~Pix(i,m)的数据写入期间,在该数据写入期间,如上所述,写入控制晶体管T2及阈值补偿晶体管T3处于导通状态。图7(B)示意性地示出该数据写入期间中的像素电路Pix(i,j)的状态,即数据写入动作时的电路状态。在该数据写入期间,对应数据信号线Dj的电压作为数据电压Vdata,经由二极管连接状态的驱动晶体管T1被提供给保持电容器Cst。其结果是,如图6所示,栅极电压Vg(i,j)朝着由下式(5)给出的值变化。

$$[0090] \quad Vg(i,j) = Vdata - |Vth| \cdots (5)$$

[0091] 即,在该数据写入期间内,实施了阈值补偿的数据电压被写入保持电容器Cst,栅极电压Vg(i,j)成为由上述式(5)提供的值。

[0092] 之后,在时刻t6,发光控制线Ei的电压变为L电平。伴随于此,第一发光控制晶体管T5和第二发光控制晶体管T6变为导通状态。时刻t6以后是发光期间,在该发光期间内,在像素电路Pix(i,j)中,如上所述,第一和第二发光控制晶体管T5、T6处于导通状态,写入控制晶体管T2、阈值补偿晶体管T3、第一初始化晶体管T4以及第二初始化晶体管T7处于截止状态。图7(C)示意性地示出了该发光期间中的像素电路Pix(i,j)的状态,即点亮动作时的电路状态。在该发光期间(时刻t6以后),电流I1从高电平电源线ELVDD经由第一发光控制晶体管T5、驱动晶体管T1、第二发光控制晶体管T6以及有机EL元件OL流向低电平电源线ELVSS。该电流I1由上述式(1)给出。考虑到驱动晶体管T1为P沟道型且为 $ELVDD > Vg$,通过上述式(1)和(5),该电流I1由以下公式给出。

$$[0093] \quad I1 = (\beta/2) (ELVDD - Vg - |Vth|)^2$$

$$[0094] \quad = (\beta/2) (ELVDD - Vdata)^2 \cdots (6)$$

[0095] 如上所述,在时刻t6以后,无论驱动晶体管T1的阈值Vth如何,有机EL元件OL都流过与第i扫描选择期间中的对应数据信号线Dj的电压即数据电压Vdata相应的驱动电流I1,从而以与该数据电压Vdata相应的亮度发光。

[0096] 如本实施方式那样,在使用了构成为将驱动晶体管的栅极电压初始化之后,经由二极管连接状态的驱动晶体管将数据电压写入保持电容器的像素电路的显示装置中,各像素电路被控制为不仅在该数据写入的期间(图6所示的第i扫描选择期间),而且在其之前的复位期间(图6所示的第i-1扫描选择期间)内也不会点亮有机EL元件,至少在两个期间成为非发光状态。

[0097] <1.5用于阈值控制的结构及动作>

[0098] 如上所述,在本实施方式中,在中止驱动模式下,各像素电路Pix(i,j)的驱动晶体管T1的阈值Vth通过提供其阈值控制端子(顶栅电极)TG的阈值控制线TCi的电压、即阈值控制信号TC(i)的电压(以下称为“阈值控制电压”)Vtc(i)被控制(参照图3、图6)。在说明本

实施方式的作用以及效果之前,首先,对在中止驱动模式下不进行驱动晶体管T1的阈值控制的情况下的问题进行说明。另外,在下面的说明中参照的附图中,图8是用于说明不控制驱动晶体管的阈值而进行了中止驱动的情况下的问题点的波形图,图9是用于说明本实施方式的作用以及效果的波形图。

[0099] 在中止驱动模式中,如图3所示,在相邻的两个RF期间之间设置了较长的NRF期间,因此针对像素电路Pix(i,j)的数据电压的写入周期(刷新周期)与通常驱动模式相比格外长,例如成为0.1秒左右以上(刷新率在10Hz以下)。因此,在包括NRF期间的发光期间中,由截止状态的第一初始化晶体管T4的漏电流I_{off}引起的保持电容器C_{st}的蓄积电荷的变化量变大。其结果是,在中止驱动模式下的一个刷新周期T_{ref}-PD中,驱动晶体管T1的栅极电压V_g(i,j)的降低量也变大。这样,降低的栅极电压V_g(i,j)在下一RF期间通过写入新的数据电压而上升(图8所示的时刻Tw1~Tw4表示该写入的时刻)。因此,在中止驱动模式下,如图8所示,驱动晶体管T1的栅极电压V_g(i,j)在刷新周期T_{ref}-PD中周期性地变化。与此对应,如图8所示,像素电路Pix(i,j)中的有机EL元件OL的亮度L(i,j)逐渐变亮,这被视为闪烁。

[0100] 与此相对,在本实施方式中,在各像素电路Pix(i,j)中,阈值控制线TC_i被驱动,以使经由阈值控制线TC_i向该驱动晶体管T1的阈值控制端子TG提供的电压V_{tc}(i)如图3、图6所示的那样变化。由此,驱动晶体管T1的阈值的绝对值|V_{th}|在包括NRF期间的发光期间中逐渐上升,并且在下一个RF期间中的第i-1选择扫描期间的开始时刻t₂(该时刻与图9所示的数据写入的时刻Tw1~Tw4实质上为同一时刻)中,降低到阈值控制初始电压V_{tcI}。其结果是,在中止驱动模式下,向驱动晶体管T1的阈值控制端子TG施加的阈值控制电压V_{tc}(i),如图9所示在刷新周期T_{ref}-PD中周期性地变化。

[0101] 在此,由于驱动晶体管T1是P沟道型,所以向阈值控制端子TG施加的电压V_{tc}(i)在正方向上越高,驱动晶体管T1的阈值的绝对值|V_{th}|越大(电流变得难以流动)。从上述式(1)中可以看出,阈值的绝对值|V_{th}|的增大在使由驱动晶体管T1引起的有机EL元件OL的驱动电流I₁减少,从而降低亮度的方向上起作用。因此,通过根据驱动晶体管T1的特性,适当地设定发光期间的阈值控制电压V_{tc}(i)的变化率,如图9中的实线所示,可以降低像素电路Pix(i,j)中的有机EL元件OL的亮度L(i,j)的变化。因此,在中止驱动模式下,可以抑制由第一初始化晶体管T4的漏电流所引起的保持电容器C_{st}的蓄积电荷量的变化而带来的闪烁的发生。

[0102] 以下,对像这样用于抑制闪烁的发生的阈值控制电压V_{tc}(i)的具体的设定方法进行说明。

[0103] 在发光期间中,从驱动晶体管T1流向有机EL元件OL的驱动电流I₁由上述式(1)给出。在此,为了便于说明,假设V_{dd}=ELVDD,考虑到驱动晶体管T1为P沟道型,若设为V_{dd}>V_g,则驱动电流I₁可以表示为下式。

$$[0104] \quad I_1 = (\beta/2) (V_{dd} - V_g - |V_{th}|)^2 \cdots (7)$$

[0105] 另外,由于栅极电压V_g=V_g(i,j)根据发光期间中的第一初始化晶体管T4的漏电流I_{off}而变化,因此如果将该栅极电压V_g看作时间t的函数并设为V_g(t),将像素电路Pix(i,j)的数据写入期间的结束时刻t₅设为t=0(参照图6),则在内部补偿的本实施方式中,根据上述式(5)

$$[0106] \quad V_g(0) = V_{data} - |V_{th}| \cdots (8)$$

[0107] 由于发光期间中处于截止状态的第一初始化晶体管T4的漏电流 I_{off} 而变化的栅极电压 $V_g(t)$ 能够通过图4以及图7(C)如下式所示。

$$[0108] \quad V_g(t) = (V_g(0) - V_{ini}) \exp(-t / (C_{st} \cdot R_{off})) + V_{ini} \cdots (9)$$

[0109] 在此, V_{ini} 表示初始化电压, C_{st} 表示保持电容器 C_{st} 的电容值, R_{off} 表示第一初始化晶体管T4的截止电阻。

[0110] 考虑到由第一初始化晶体管T4的漏电流 I_{off} 引起的栅极电压 V_g 的变化,可以使用上述式(8)和(9)所示的 $V_g(t)$,将驱动电流 I_1 表示为以下公式:

$$[0111] \quad I_1 = (\beta/2) (V_{dd} - V_g(t) - |V_{th}|)^2 \cdots (10)$$

[0112] 因此,在中止驱动模式下不进行驱动晶体管T1的阈值控制的情况下,在像素电路 $Pix(i, j)$ 中,根据上述式(8)、(9),栅极电压 $V_g(t)$ 在数据写入期间后的发光期间,从上述式(8)所示的 $V_g(0)$ 逐渐降低,并通过在下一RF期间中的数据电压的写入而上升到上述(8)所示的 $V_g(0)$ 。即,如图8所示,栅极电压 V_g 在中止驱动模式下的刷新周期 T_{ref-PD} 中周期性地变化。当栅极电压 V_g 像这样变化时,根据上述式(8)、(10),驱动电流 I_1 在数据写入期间后的发光期间中,从 $I_1 = (\beta/2) (V_{dd} - V_g(0) - |V_{th}|)^2 = (\beta/2) (V_{dd} - V_{data})^2$ 所示的值逐渐增加,并且通过在下一RF期间中的数据电压的写入,降低到 $I_1 = (\beta/2) (V_{dd} - V_{data})^2$ 所示的值。相应地,如图8所示,电流驱动型的有机EL元件OL的亮度 $L(i, j)$ 在中止驱动模式下的刷新周期 T_{ref-PD} 中周期性地变化。像这样的有机EL元件OL的亮度 $L(i, j)$ 的变化被认为闪烁。

[0113] 与此相对,在本实施方式的中止驱动模式下,在各像素电路 $Pix(i, j)$ 中,通过经由阈值控制线TC_i向驱动晶体管T1的阈值控制端子(顶栅电极)TG提供阈值控制电压 $V_{tc}(i)$,控制该驱动晶体管T1的阈值 V_{th} 。由此,为了抑制由栅极电压 V_g 的变化而引起的驱动电流 I_1 的变化,将该阈值视为时间 t 的函数 $V_{th}(t)$,理想地只要以成为 $V_g(t) + |V_{th}(t)| = V_g(0) + |V_{th}(0)| \cdots (11)$ 的方式控制阈值 $V_{th}(t)$ 即可。这样的话,根据上述式(10),驱动电流 I_1 不会变化而维持以下公式所示的值。

$$[0114] \quad I_1 = (\beta/2) (V_{dd} - V_g(0) - |V_{th}(0)|)^2 \cdots (12)$$

[0115] 在此,设为 $t / (C_{st} \cdot R_{off})$ 足够小,通过下述式对上述式(9)所示的 $V_g(t)$ 进行近似。

$$[0116] \quad V_g(t) = (V_g(0) - V_{ini}) (1 - t / (C_{st} \cdot R_{off})) + V_{ini} \cdots (13)$$

[0117] 根据上述式(11)、(13)成为:

$$[0118] \quad |V_{th}(t)| = |V_{th}(0)| + (V_g(0) - V_{ini}) t / (C_{st} \cdot R_{off}) \cdots (14)$$

[0119] 另一方面,如本实施方式那样,当将驱动晶体管T1的顶栅电极TG作为阈值控制端子时,阈值的绝对值 $|V_{th}|$ 可以由关于顶栅电极TG的电压 V_{tg} 的下述的一次式来表示。

$$[0120] \quad |V_{th}| = a \cdot V_{tg} + b$$

[0121] 在本实施方式中,由于向顶栅电极TG提供作为 V_{tg} 而提供的阈值控制电压 $V_{tc}(i)$,所以上述式能够以如下方式重写。

$$[0122] \quad |V_{th}| = a \cdot V_{tc}(i) + b \cdots (15)$$

[0123] 在该式(15)中, a 是常数,等于顶栅电极TG和底栅电极BG的栅极绝缘膜电容的比 C_t/C_b ($a = C_t/C_b$)。在本实施方式的中止驱动模式下,通过使作为 V_{tg} 被提供给顶栅电极TG的阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 变化,阈值 V_{th} 发生变化,因此将两者看作时间 t 的函数 $V_{th}(t)$ 、 V_{tc}

(i,t), 如果将 $t=0$ 时的阈值控制电压设为 $V_{tc}(i,0)=V_{tcI}$, 则根据上述式(15), $b=|V_{th}(0)|-a \cdot V_{tcI}$ 。

[0124] 根据该式和上述式(15), 可以得到以下公式。

$$[0125] \quad V_{tc}(i,t) = \{|V_{th}(t)| - b\} / a$$

$$[0126] \quad = \{|V_{th}(t)| - |V_{th}(0)| + a \cdot V_{tcI}\} / a \cdots (16)$$

[0127] 如果将上述式(14)代入该式(16), 则成为:

$$[0128] \quad V_{tc}(i,t) = V_{tcI} + (V_g(0) - V_{ini})t / \{(C_{st} \cdot R_{off}) \cdot a\}$$

$$[0129] \quad = V_{tcI} + (V_g(0) - V_{ini})t / \{(C_{st} \cdot R_{off}) (C_t/C_b)\} \cdots (17)$$

[0130] 因此, 在本实施方式的中止驱动模式下, 在各像素电路 $Pix(i,j)$ 中($i=1 \sim n, j=1 \sim m$), 从写入了数据电压的时刻 $t=0$ 经过发光期间(包含NRF期间), 到在下一RF期间写入数据电压为止的期间(1刷新周期 T_{ref} -PD期间), 根据上述式(17)而变化的阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 以经由阈值控制线 TC_i 被提供给该像素电路 $Pix(i,j)$ 中的驱动晶体管T1的阈值控制端子(顶栅电极)TG的方式, 通过阈值控制电路22生成阈值控制信号 $TC(1) \sim TC(n)$, 并分别施加到阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$ (参照图9、图3)。在此, 由上述式(17)所示的阈值控制电压 $V_{tc}(i,t)$ 相当于阈值控制信号 $TC(i)$ 的电压。

[0131] 另外, 上述式(17)中包含的 $V_g(0)$ 根据上述的式(5), 为 $V_g(0) = V_{data} - |V_{th}(0)|$, 因此, 由上述式(17)所示的阈值控制电压 $V_{tc}(i,t)$ 依赖于应写入该像素电路 $Pix(i,j)$ 的数据电压 V_{data} (即对应数据信号线 D_j 的电压)。但是, 将应写入与对应阈值控制线 TC_i 对应的像素电路 $Pix(i,1) \sim Pix(i,m)$ 的 m 个数据电压 V_{data} 的平均值、或表示这些 m 个数据电压 V_{data} 中最低亮度的数据电压确定为数据电压代表值 V_{drp} , 使用与该数据电压代表值 V_{drp} 对应的栅极电压 $V_g(0) = V_{drp} - |V_{th}(0)|$, 根据式(17)生成阈值控制电压 $V_{tc}(i,t)$ 即可。即, 对于各阈值控制线 TC_i ($i=1 \sim n$), 确定相对于应写入与该阈值控制线 TC_i 对应的像素电路 $Pix(i,1) \sim Pix(i,m)$ 的数据电压的数据电压代表值 V_{drp} , 将应提供给与该阈值控制线 TC_i 对应的像素电路 $Pix(i,1) \sim Pix(i,m)$ 中的驱动晶体管T1的阈值控制端子TG的阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 生成为由时间 t 的函数 $V_{tc}(i,t)$ 表示的电压即可, 该时间 t 的函数 $V_{tc}(i,t)$ 由使用了该数据电压代表值 V_{drp} 的下述式给出。

$$[0132] \quad V_{tc}(i,t) = V_{tcI} + (V_{drp} - |V_{th}(0)| - V_{ini})t / \{(C_{st} \cdot R_{off}) (C_t/C_b)\} \cdots$$

$$[0133] \quad (18)$$

[0134] 从上述式(18)可知, 如果 $C_t > C_b$, 即阈值控制端子侧的栅极绝缘膜电容 C_t 比主控制端子侧的栅极绝缘膜电容 C_b 大, 则即使减小阈值控制电压 $V_{tc}(i,t)$ 的变动(上下的宽度), 也能够抑制驱动晶体管T1的栅极电压 V_g 的变化所引起的驱动电流 I_1 的变动。

[0135] 另外, 代替上述的数据电压代表值 V_{drp} , 也可以将每1帧期间应写入显示部11b中的 $n \times m$ 的像素电路 $Pix(i,j)$ 的 $n \times m$ 个的数据电压的平均值、或者表示这些 $n \times m$ 个的数据电压 V_{data} 中的最低亮度的数据电压确定为数据电压代表值 V_{drp} 。此外, 替代地, 也可以将基于各种显示图像而预先确定的值作为与上述 $n \times m$ 个的数据电压 V_{data} 相对的数据电压代表值 V_{drp} 。在这些情况下, 由于对于各阈值控制线 TC_i 确定同一数据电压代表值 V_{drp} , 因此从显示控制电路20对于所有的像素电路 $Pix(1,1) \sim Pix(n,m)$ 中的驱动晶体管T1的阈值控制端子TG, 赋予由使用了同一数据电压代表值 V_{drp} 的上述式(18)给出的时间 t 的函数 $V_{tc}(i,t)$ 所表示的阈值控制电压、即由同一时间函数 $V_{tc}(i,t) = V_{tc}(t)$ 所表示的阈值控制电压。

[0136] 另外,如上所述,在向全部的像素电路 $P_{ix}(1,1) \sim P_{ix}(n,m)$ 提供由同一时间函数 $V_{tc}(t)$ 所表示的阈值控制电压的情况下,如图1所示,也可以代替沿着扫描信号线 $G1 \sim G_n$ 设置的 n 条的阈值控制线 $TC1 \sim TC_n$,而沿着数据信号线 $D1 \sim D_m$ 设置 m 条的阈值控制线 $TC1 \sim TC_m$ 。另外,在如上述那样由同一时间函数 $V_{tc}(t)$ 表示的阈值控制电压被提供给全部的像素电路 $P_{ix}(1,1) \sim P_{ix}(n,m)$ 的情况下,应设置的阈值控制线不一定要与扫描信号线 $G1 \sim G_n$ 或数据信号线 $D1 \sim D_m$ 一对一的对应,因此,阈值控制线的条数也可以比扫描信号线 $G1 \sim G_n$ 的条数或数据信号线 $D1 \sim D_m$ 的条数少。

[0137] <1.6效果>

[0138] 根据上述那样的本实施方式,在中止驱动模式下,在各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中,由于发光期间的第一初始化晶体管 $T4$ 的漏电流所引起的保持电容器 C_{st} 的保持电压的降低(蓄积电荷量的变化)、即栅极电压 V_g 的降低通过阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 的增大而被补偿(图9)。即,在各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中,由于阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 被提供给阈值控制端子 TG ,栅极电压 V_g 的变化被补偿,该阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 使阈值控制端子 TG 的电位相对于在发光期间的保持电容器 C_{st} 的保持电压的变化所引起的主栅极端子的电位变化(栅极电压 V_g 的变化)向相反的方向变化。由此,能够抑制由栅极电压 V_g 的降低所引起的驱动电流的增大,能够防止由于有机EL元件OL的亮度在刷新周期 $T_{ref}-PD$ 变化而导致的闪烁的发生。因此,在中止驱动模式下,能够降低功耗,并且显示看不到闪烁的良好图像。

[0139] <2.第二实施方式>

[0140] <2.1整体结构以及概略动作>

[0141] 图10是表示第二实施方式所涉及的有机EL显示装置10b的整体结构的框图。本实施方式所涉及的显示装置10b也是进行内部补偿的有机EL显示装置。该显示装置10b也与上述第一实施方式相同,具备显示部11b、显示控制电路20、数据侧驱动电路30、扫描侧驱动电路40b以及电源电路50。但是,在本实施方式中,显示部11b没有设置阈值控制线 $TC1 \sim TC_n$,在这一点上与上述第一实施方式不同。另外,与此相应地,本实施方式中的显示控制电路20不包括阈值控制电路。关于本实施方式的整体结构中的其他点,由于与上述第一实施方式相同(参照图1),所以对相同或对应的部分赋予相同的参照符号,省略说明。

[0142] 与上述第一实施方式相同,本实施方式所涉及的显示装置10b也具有通常驱动模式和中止驱动模式这两种动作模式。另外,与上述第一实施方式相同,在通常驱动模式下,如图2所示,重复刷新期间(RF期间),而在中止驱动模式下,如图3所示,交替地重复刷新期间(RF期间)和非刷新期间(NRF期间)。另外,在本实施方式中,在各像素电路内生成用于控制驱动晶体管的阈值 V_{th} 的电压 V_{tc} (详细内容后述)。

[0143] <2.2像素电路的结构>

[0144] 接下来,参照图11说明本实施方式中的像素电路15的结构。

[0145] 图11是表示本实施方式中的像素电路15b的结构的电路图,更详细地说,是表示与第 i 条扫描信号线 G_i 和第 j 条数据信号线 D_j 对应的像素电路15b即第 i 行 j 列的像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的结构的电路图($1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$)。如图11所示,该像素电路15b与上述第一实施方式中的像素电路15相同(图4),包括作为显示元件的有机EL元件OL、驱动晶体管 $T1$ 、写入控制晶体管 $T2$ 、阈值补偿晶体管 $T3$ 、第一初始化晶体管 $T4$ 、第一发光控制晶体管 $T5$ 、第二发光控制晶体管 $T6$ 、第二初始化晶体管 $T7$ 以及保持电容器 C_{st} 。除此之外,该像素电路15b还包括

阈值控制晶体管T8、阈值控制电容器Ctc以及阈值控制电阻元件Rtc。该阈值控制电阻元件Rtc的电阻值与阈值控制晶体管T8的导通电阻相比足够大。另外,该电阻值比阈值控制晶体管T8的截止电阻小(在本实施方式中,该电阻值比阈值控制晶体管T8的截止电阻小得多)。例如,如图5所示,像这样的阈值控制电阻元件Rtc可以使用形成在栅极绝缘膜BGI上的半导体层中的导体区域来实现,另外也可以使用晶体管来实现。在后一种情况下,例如,如图13所示,使用P沟道型的晶体管T9,该P沟道型的晶体管T9通过减小沟道宽度W并延长沟道长度而使导通电阻比通常大,通过将对应发光控制线Ei连接到其栅极端子,可以实现阈值控制电阻元件Rtc。

[0146] 此外,在该像素电路15b中,驱动晶体管T1以外的晶体管T2~T8作为开关元件发挥功能。另外,与上述第一实施方式相同,驱动晶体管T1是具有顶栅电极TG和底栅电极BG的双栅极型的P沟道型晶体管(参照图5),底栅电极BG作为用于控制流过该驱动晶体管T1的电流的主栅极端子来使用,顶栅电极TG作为用于控制该驱动晶体管T1的阈值的阈值控制端子来使用。

[0147] 在像素电路15上连接有:作为与其对应的扫描信号线的对应扫描信号线Gi、作为与其对应的发光控制线的对应发光控制线Ei、作为与其对应的数据信号线的对应数据信号线Dj、初始化电压供给线Vini、高电平电源线ELVDD、以及低电平电源线ELVSS。在像素电路15b中,这些信号线、电源线等与阈值控制晶体管T8、阈值控制电容器Ctc以及阈值控制电阻元件Rtc以外的元件(有机EL元件OL、驱动晶体管T1、写入控制晶体管T2、阈值补偿晶体管T3、第一初始化晶体管T4、第一发光控制晶体管T5、第二发光控制晶体管T6、第二初始化晶体管T7以及保持电容器Cst)的连接形式、以及阈值控制晶体管T8、阈值控制电容器Ctc以及阈值控制电阻元件以外的该元件之间的连接方式与上述第一实施方式中的像素电路15相同(参照图4、图11)。

[0148] 如图11所示,本实施方式中的像素电路15b与上述第一实施方式不同,包括阈值控制晶体管T8、阈值控制电容器Ctc以及阈值控制电阻元件Rtc,驱动晶体管T1的阈值控制端子(顶栅电极)TG经由阈值控制电容器Ctc与高电平电源线ELVDD连接,并且经由阈值控制晶体管T8与初始化电压供给线Vini连接,并且经由阈值控制电阻元件Rtc与高电平电源线ELVDD连接。

[0149] <2.3像素电路的动作>

[0150] 图12是用于说明本实施方式中的像素电路15b的动作的信号波形图,示出了如上述那样构成的图11的像素电路15b即第i行j列的像素电路Pix(i,j)的复位动作、数据写入动作以及点亮动作中的各信号线(对应发光控制线Ei、先前扫描信号线Gi-1、对应扫描信号线Gi、对应数据信号线Dj、阈值控制端子TG)的电压、驱动晶体管T1的主栅极端子的电压(栅极电压)Vg、以及有机EL元件OL的阳极电极的电压(阳极电压)Va的变化。

[0151] 如果将图12所示的信号波形图与图6所示的信号波形图进行比较的话可知,与各像素电路Pix(i,j)连接的各信号线(对应发光控制线Ei、先前扫描信号线Gi-1、对应扫描信号线Gi、对应数据信号线Dj)与上述第一实施方式相同地被驱动,在本实施方式的像素电路Pix(i,j)中,也进行与上述第一实施方式相同的复位动作、数据写入动作以及点亮动作。但是,在本实施方式中,对各像素电路Pix(i,j)的驱动晶体管T1的阈值控制端子TG施加的电压不是经由对应阈值控制线TCi从显示控制电路20内的阈值控制电路被提供的,而是在该

像素电路Pix(i, j)内使用阈值控制晶体管T8、阈值控制电容器Ctc以及阈值控制电阻元件Rtc被生成的。以下将详细说明。

[0152] <2.4用于阈值控制的结构以及动作>

[0153] 在本实施方式的各像素电路Pix(i, j)中,驱动晶体管T1的阈值控制端子TG的电压(以下称为“阈值控制电压”)Vtc如图12所示那样变化。即,阈值控制晶体管T8的栅极端子连接有对应扫描信号线Gi,因此,如图12所示,在相当于第i扫描选择期间的数据写入期间的开始时刻t4,阈值控制晶体管T8从截止状态变化为导通状态,并在数据写入期间的结束时刻t5为止维持在导通状态。因此,在时刻t4,阈值控制电压Vtc降低到初始化电压Vini,并维持初始化电压直到时刻t5。之后,在数据写入期间的结束时刻t5,阈值控制晶体管T8改变为截止状态,并且维持截止状态,直到对应扫描信号线Gi在下一RF期间成为选择状态。在数据写入期间的结束时刻t5以后,阈值控制晶体管T8处于截止状态的期间,阈值控制电压Vtc变化为如下。以下,将阈值控制电压Vtc视为时间t的函数,设为Vtc(t),将数据写入期间的结束时刻t5设为t=0。

[0154] 当阈值控制晶体管T8处于导通状态时,阈值控制电容器Ctc通过高电平电源线ELVDD和初始化电压供给线Vini被充电,从而保持电压Vdd-Vini。之后,在数据写入期间的结束时刻t5,阈值控制晶体管T8成为截止状态,之后,在阈值控制晶体管T8处于截止状态的期间,阈值控制电容器Ctc的蓄积电荷经由阈值控制电阻元件Rtc放电。因此,此时的阈值控制电压Vtc(t)可以用以下公式表示。

[0155] $Vtc(t) = (Vini - Vdd) \exp(-t / (Ctc \cdot Rtc)) + Vdd \cdots (19)$

[0156] 在此,假定 $t / (Ctc \cdot Rtc)$ 足够小,通过以下公式近似上述式(19)所示的Vtc(t)。

[0157] $Vtc(t) = (Vini - Vdd) \{1 - t / (Ctc \cdot Rtc)\} + Vdd$

[0158] $= Vini + (Vdd - Vini) t / (Ctc \cdot Rtc) \cdots (20)$

[0159] 在本实施方式中,与上述第一实施方式同样地,通过使阈值控制电压Vtc变化,也能够抑制由于发光期间的第一初始化晶体管T4的漏电流引起的栅极电压Vg的降低而带来的驱动电流I1的增大。为此,在本实施方式中,考虑Vtc(0)=Vini,通过与上述式(17)和上述式(20)进行比较,可以看出,为了满足下面的公式,设定阈值控制电容器Ctc的电容量(这也用符号“Ctc”表示)以及阈值控制电阻元件Rtc的电阻值(这也用符号“Rtc”表示)即可。

[0160] $(Vdd - Vini) / (Ctc \cdot Rtc) = (Vg(0) - Vini) / \{(Cst \cdot Roff) \cdot Ct / Cb\}$

[0161] $Ctc \cdot Rtc = (Vdd - Vini) (Cst \cdot Roff) (Ct / Cb) / (Vg(0) - Vini) \cdots (21)$

[0162] 另外,上述式(21)中包含的Vg(0)根据上述式(5)为 $Vg(0) = Vdata - |Vth(0)|$,因此,满足上述式(21)的电容量Ctc和电阻值Rtc依赖于应写入像素电路Pix(i, j)的数据电压Vdata。然而,与上述第一实施方式相同,确定数据电压代表值Vdrp,并使用与该数据电压代表值Vdrp对应的栅极电压 $Vg(0) = Vdrp - |Vth(0)|$,根据式(20)设定阈值控制电容器的电容量Ctc和阈值控制电阻元件的电阻值Rtc即可。然而,由于电容量Ctc和电阻值Rtc是电路常数,因此在本实施方式中所确定的数据电压代表值Vdrp是固定值。

[0163] 另外,如从上述式(21)可知,如果 $Ct < Cb$ 、即阈值控制端子侧的栅极绝缘膜电容Ct比主控制端子侧的栅极绝缘膜电容Cb小,则与 $Cst \cdot Roff$ 相比,即使减小 $Ctc \cdot Rtc$ 小,对于由于驱动晶体管T1的栅极电压Vg的变化而引起的驱动电流I1的变动的抑制,能够得到期望的效果。

[0164] <2.5效果>

[0165] 根据上述那样的本实施方式,在各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 内,构成有阈值控制电路24(参照图11),该阈值控制电路24使用阈值控制电容器 C_{tc} 、阈值控制晶体管T8和阈值控制电阻元件 R_{tc} ,生成阈值控制电压 V_{tc} ,通过该阈值控制电压 V_{tc} 控制驱动晶体管T1的阈值 V_{th} 。由此,即使驱动晶体管T1的栅极电压 V_g 由于第一初始化晶体管T4的漏电流而降低,也能够抑制驱动电流 I_1 的增大。因此,不在显示部上设置阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$,另外,也不经由这些阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$ 生成应施加在各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 上的阈值控制电压 $V_{tc}(1) \sim V_{tc}(n)$,可以获得与上述第一实施方式相同的效果(参见图9)。

[0166] <3.变形例>

[0167] 本发明不限于上述实施方式,只要在不脱离本发明的范围内,就能够进一步实施各种变形。

[0168] 例如,在上述第一实施方式中,在通常驱动模式下,阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 固定于 V_{tcI} ,但也可以与中止驱动模式同样地使阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 变化(参照图3、图9)。

[0169] 另外,在上述第一实施方式中,在中止驱动模式下,通过阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$,对于各行的像素电路 $P_{ix}(i,1) \sim P(i,m)$,在与该行对应的时机变化的阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 被施加于该行的像素电路 $P_{ix}(i,1) \sim P(i,m)$ 中的驱动晶体管T1的阈值控制端子TG(参照图3)。但是,在NRF期间(非刷新期间)足够长的中止驱动模式下,作为应分别施加到阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$ 的阈值控制信号 $TC(1) \sim TC(n)$,也可以生成相同值的电压(由同一时间函数所表示的电压) V_{tc} 。此外,在这种情况下,可以使 n 条的阈值控制线 $TC_1 \sim TC_n$ 与1条的阈值控制线通用化,将作为同一时间函数的阈值控制电压 V_{tc} 提供给所有像素电路 $P_{ix}(1,1) \sim P(n,m)$ 中的驱动晶体管T1的阈值控制端子TG。

[0170] 在上述第一和第二实施方式中,驱动晶体管T1中的顶栅电极TG用作阈值控制端子,底栅电极BG用作主栅极端子(用于控制驱动晶体管T1中流动的电流的控制端子)(图4、图11),取而代之的是,也可以将顶栅电极TG作为主栅极端子使用,将底栅电极BG作为阈值控制端子使用。

[0171] 在上述第一实施方式及第二实施方式的中止驱动模式中,施加于各像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的驱动晶体管T1的阈值控制端子TG的阈值控制电压 $V_{tc}(i)$ 、 V_{tc} 以与该像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中的数据电压的写入时刻的时间间隔相当的刷新周期周期性地变化。即,如图3以及图9等所示,在1刷新周期内,从阈值控制初始电压 V_{tcI} 随着时间的经过逐渐增大,在每个数据电压的写入时刻,返回到阈值控制初始电压 V_{tcI} (其中,在第二实施方式中 $V_{tcI}=V_{ini}$)。返回到该阈值控制初始电压 V_{tcI} (V_{ini})的时刻更详细地说,在第一实施方式的中止驱动模式下,如图6所示,是该像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的复位期间(第 $i-1$ 扫描选择期间)的开始时刻 t_2 ,在第二实施方式中,如图12所示,是该像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 的数据写入期间(第 i 扫描选择期间)的开始时刻 t_4 。但是,阈值控制电压 $V_{tc}(t)$ 返回到阈值控制初始电压 V_{tcI} (V_{ini})的时刻只要是非发光期间内(优选是在数据写入期间的开始时刻 t_4 之前的期间 $t_1 \sim t_4$ 内)即可,不限于图6或图12所示的时刻。因此,例如在上述第二实施方式中,如图11所示,对应扫描信号线 G_i 连接到像素电路 $P_{ix}(i,j)$ 中的阈值控制晶体管T8的栅极端子,但取而代之的是,也可以将先前扫描信号线 G_{i-1} 连接到该栅极端子。另外,在NRF期间(非刷新期间)足够长的中止驱动模式下,将阈值控制电压 $V_{tc}(t)$ 返回到阈值控制初始电压 V_{tcI} (V_{ini})的时刻设定非发

光期间内的某个时刻,对补偿由于第一初始化晶体管T4等的漏电流而引起的保持电容器Cst的保持电压(栅极电压Vg)的降低这样的效果几乎没有影响。

[0172] 在上述第一和第二实施方式中,使用了分别如图4和图11所示的内部补偿方式的像素电路15、15b,但像素电路的结构不限于这些结构。即,作为根据保持电容器中保持的电压,由驱动晶体管控制有机EL元件等的电流驱动型的显示元件的驱动电流的结构,只要是在发光期间存在由于像素电路内的漏电流而使该保持电容器中的保持电压变化的可能性的结构,就能够应用本发明。另外,在上述第一及第二实施方式中,在像素电路15、15b中,作为驱动晶体管T1而使用P沟道型的晶体管(参照图4及图11),但即使在驱动晶体管T1等使用N沟道型的晶体管(例如,由In-Ga-Zn-O(氧化铟镓锌)形成沟道层的N沟道型薄膜晶体管,所述In-Ga-Zn-O(氧化铟镓锌)是以铟(In)、镓(Ga)、锌(Zn)和氧(O)为主要成分的氧化物半导体)的情况下,也可以应用本发明,通过本发明的应用,可以获得同样的效果(即使在中止驱动时也能够进行不产生闪烁的良好显示的效果)。

[0173] 在上述第一和第二实施方式中,作为在显示图像中产生闪烁的栅极电压Vg(保持电容器Cst的保持电压)的降低的主要原因,仅考虑第一初始化晶体管T4的漏电流,对栅极电压Vg的下降进行算式化,导出用于补偿该下降的阈值控制电压Vtc的算式。作为栅极电压Vg降低的主要原因,即使在无法忽视其它路径引起的漏电流(例如,由从驱动晶体管T1的主栅极端子经由阈值补偿晶体管T3、发光控制晶体管T6以及有机EL元件OL而到达低电平电源线ELVSS的路径所引起的漏电流)的情况下,也能够通过与上述同样的想法,对栅极电压Vg的下降进行算式化,导出用于补偿该下降的阈值控制电压Vtc的算式。

[0174] 以上,以有机EL显示装置为例说明了实施方式及其变形例,但本发明不限于有机EL显示装置,只要是使用了电流驱动的显示元件的显示装置即可应用。在此可使用的显示元件是通过电流控制亮度或透射率等的显示元件,例如除了有机EL元件即有机发光二极管(Organic Light Emitting Diode(OLED))之外,无机发光二极管或量子点发光二极管(Quantum dot Light Emitting Diode(QLED))等可以使用。

[0175] 附图标记说明

[0176] 10、10b 有机EL显示装置

[0177] 11、11b 显示部

[0178] 15、15b 像素电路

[0179] Pix(i, j) …像素电路(i=1~n, j=1~m)

[0180] 20 显示控制电路

[0181] 22、24 阈值控制电路

[0182] 30 数据侧驱动电路(数据信号线驱动电路)

[0183] 40 扫描侧驱动电路(扫描信号线驱动/发光控制电路)

[0184] 40b 扫描侧驱动电路(扫描信号线驱动/发光控制电路)

[0185] Gi 扫描信号线(i=1~n)

[0186] Ei 发光控制线(i=1~n)

[0187] TCi 阈值控制线(i=1~n)

[0188] Dj 数据信号线(j=1~m)

[0189] Vini 初始化电压供给线、初始化电压

- [0190] ELVDD 高电平电源线(第一电源线)、高电平电源电压
- [0191] ELVSS 低电平电源线(第二电源线)、低电平电源电压
- [0192] OL 有机EL元件(显示元件)
- [0193] Cst 保持电容器
- [0194] Ctc 阈值控制电容器
- [0195] Rtc 阈值控制电阻元件
- [0196] T1 驱动晶体管
- [0197] T2 写入控制晶体管
- [0198] T3 阈值补偿晶体管
- [0199] T4 第一初始化晶体管(初始化开关元件)
- [0200] T5 第一发光控制晶体管
- [0201] T6 第二发光控制晶体管
- [0202] T7 第二初始化晶体管
- [0203] T8 阈值控制晶体管(阈值控制开关元件)
- [0204] BG 主栅极端子、底栅电极(第一栅极电极)
- [0205] TG 阈值控制端子、顶栅电极(第二栅极电极)
- [0206] BGI 栅极绝缘膜(第一绝缘膜)
- [0207] TGI 栅极绝缘膜(第二绝缘膜)
- [0208] Va 阳极电压
- [0209] Vg 栅极电压
- [0210] Vtc 阈值控制电压
- [0211] Tref-PD 中止驱动模式中的刷新周期

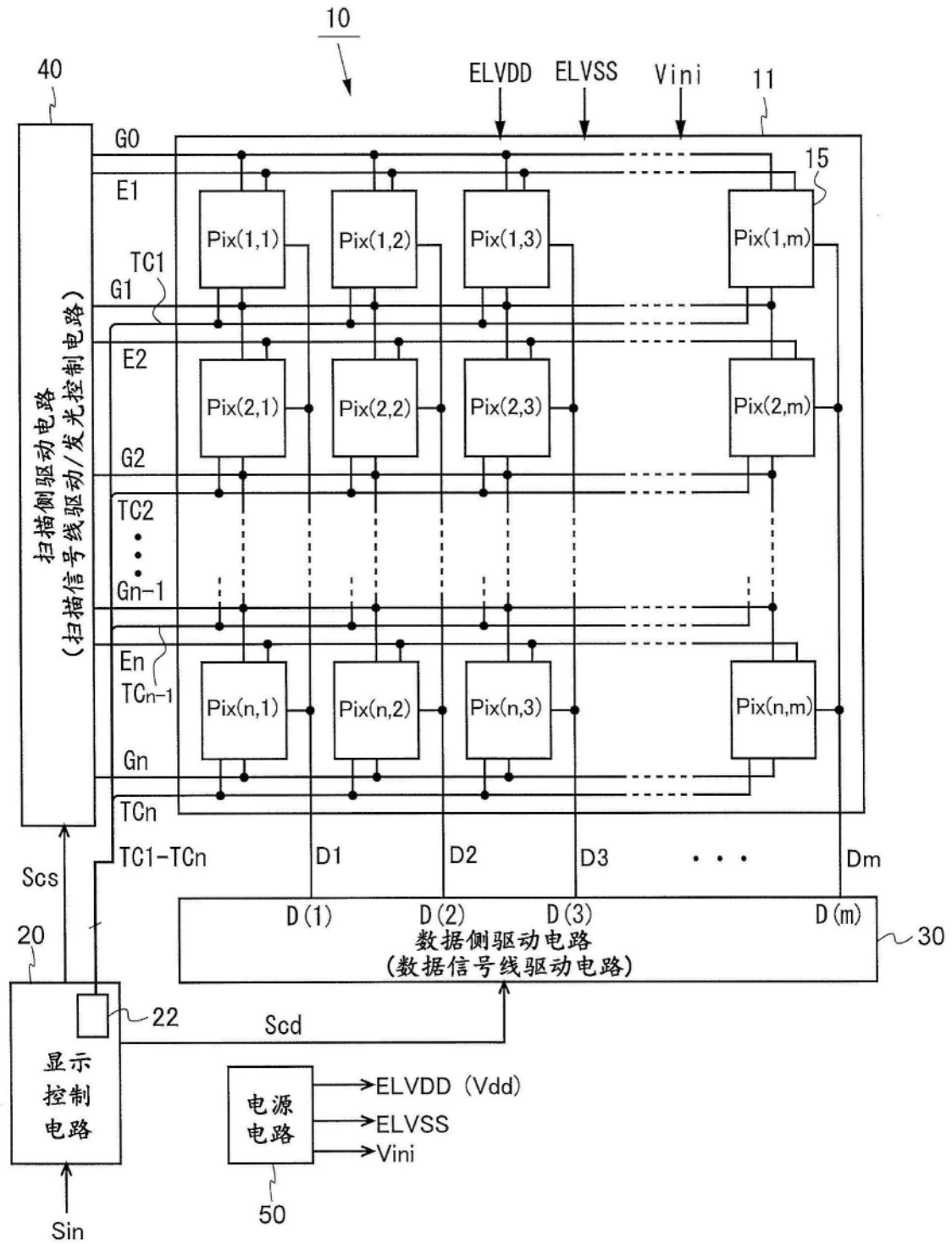


图1

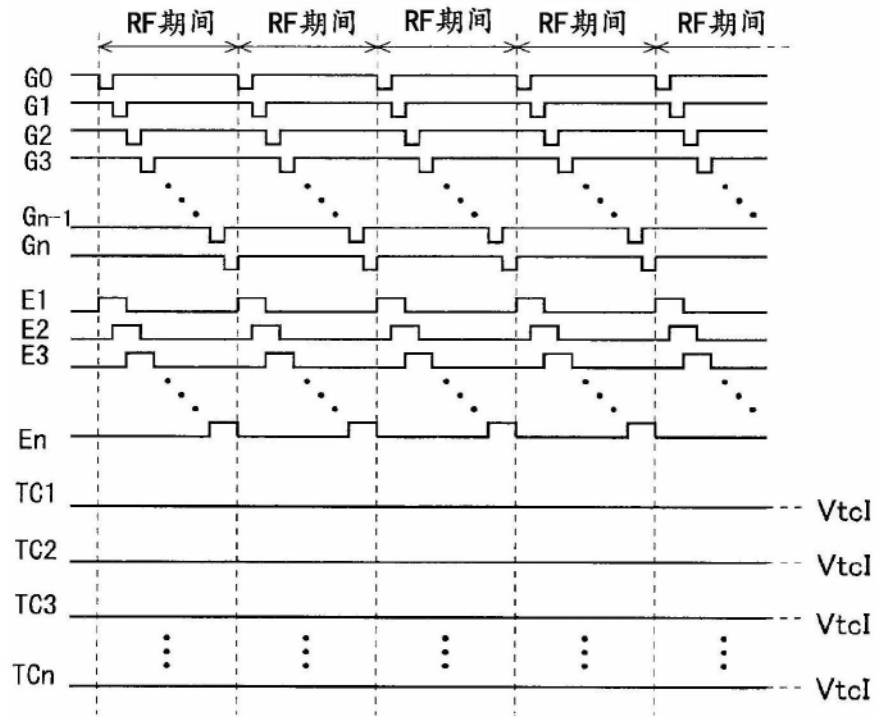


图2

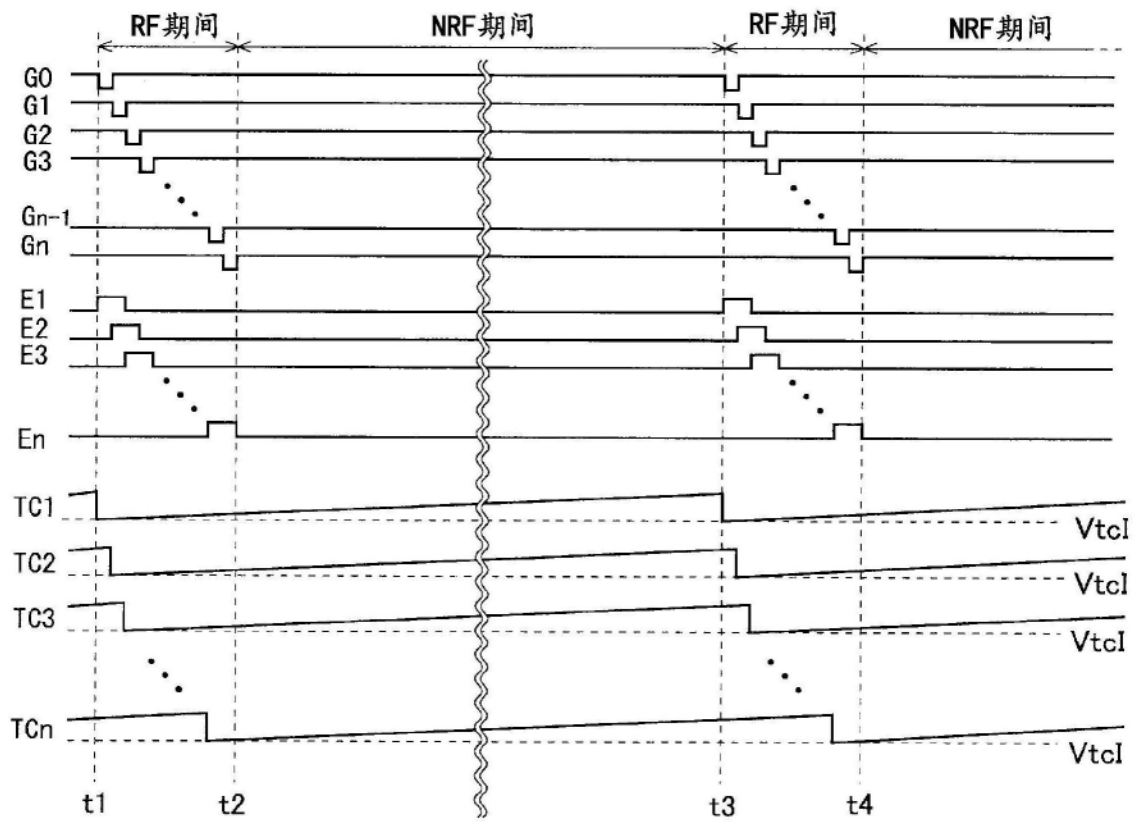


图3

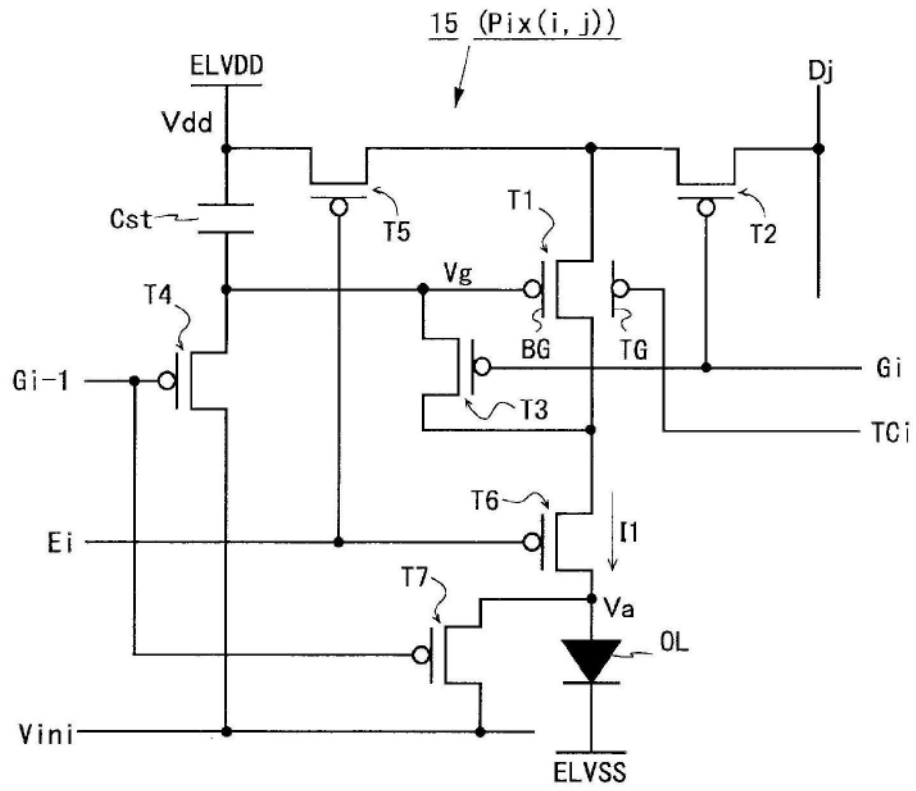


图4

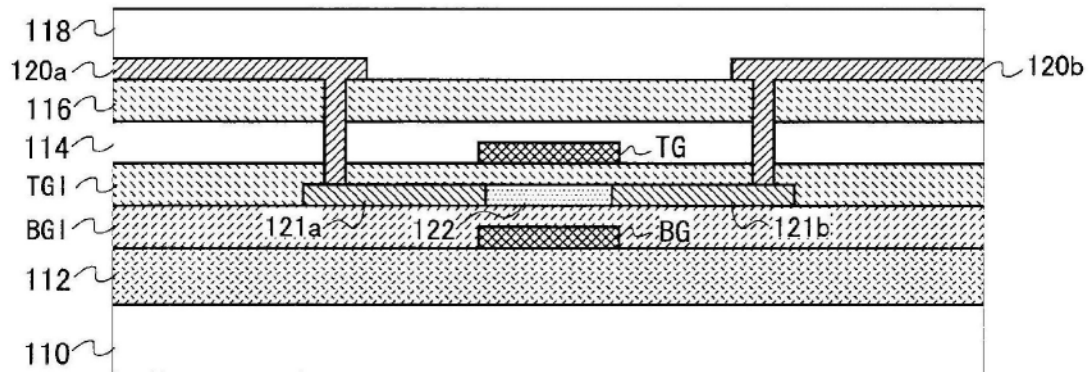


图5

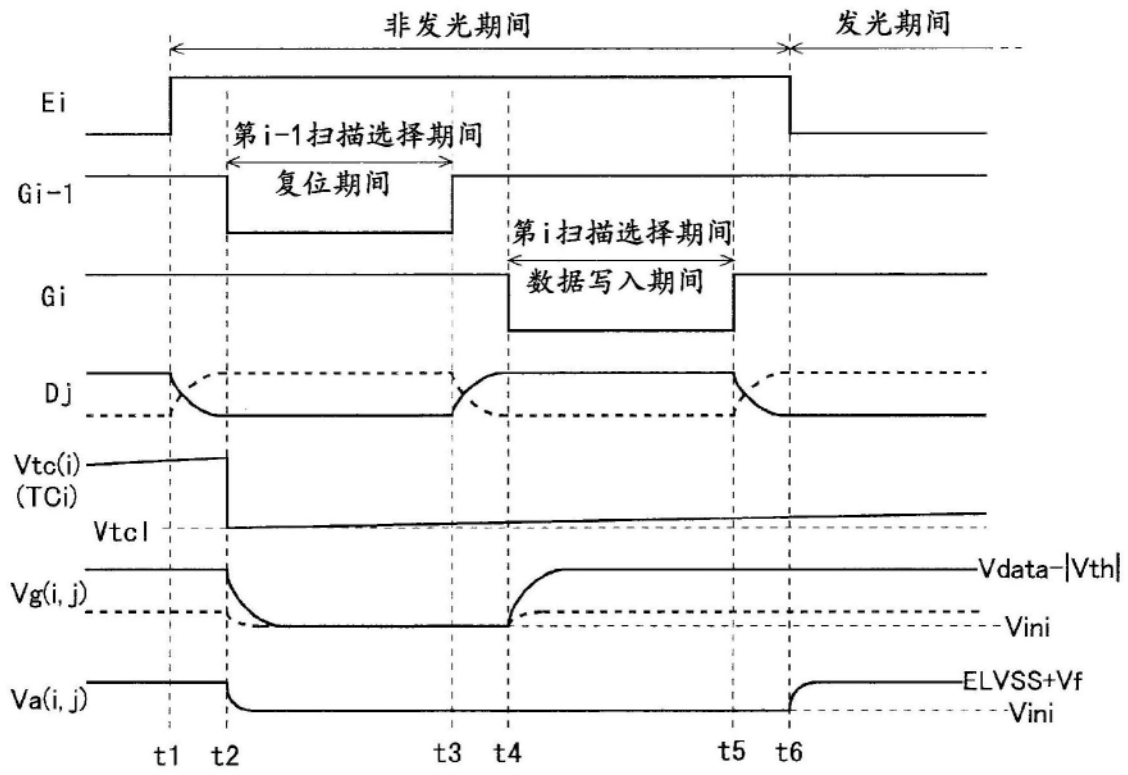


图6

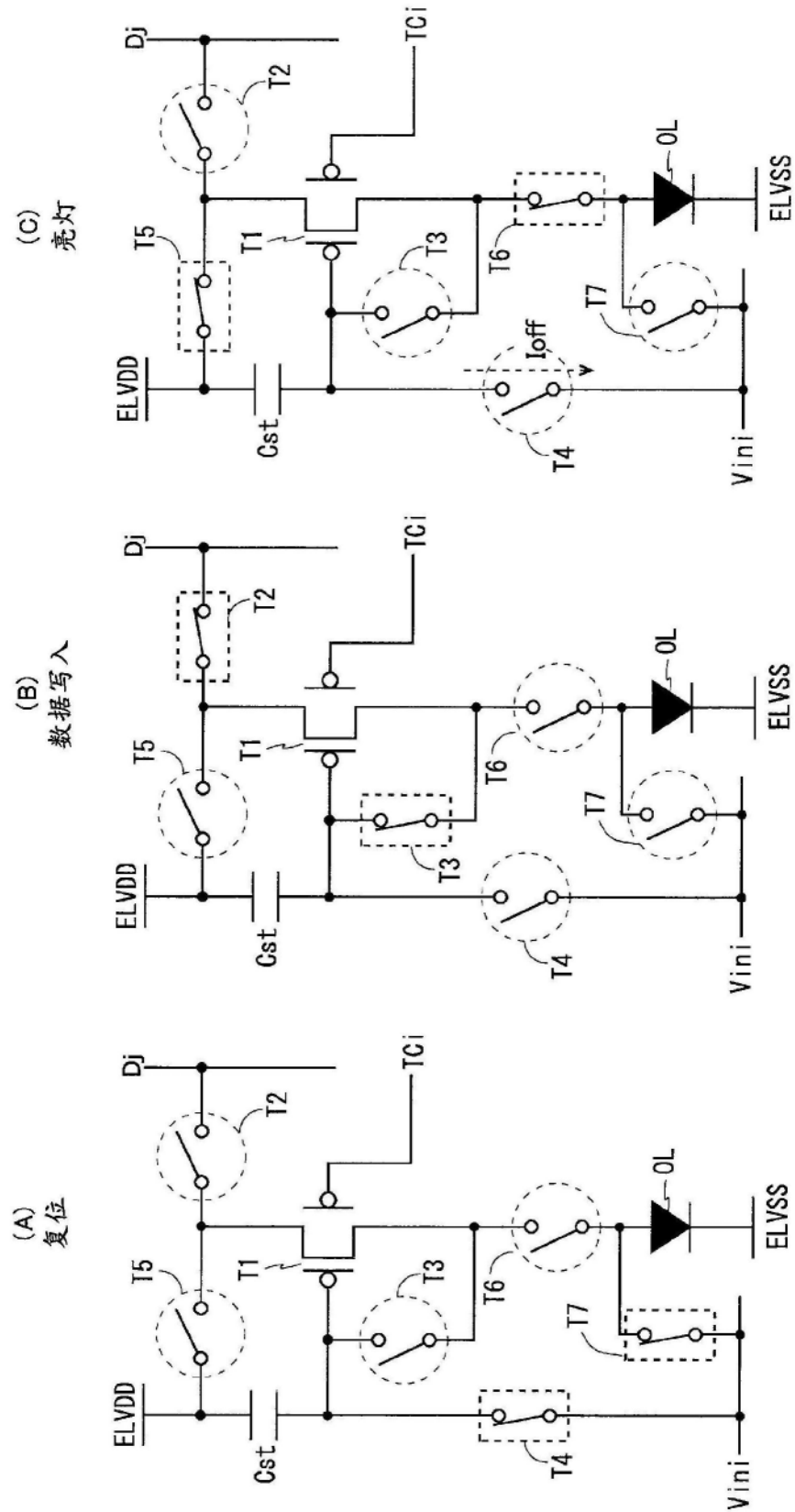


图7

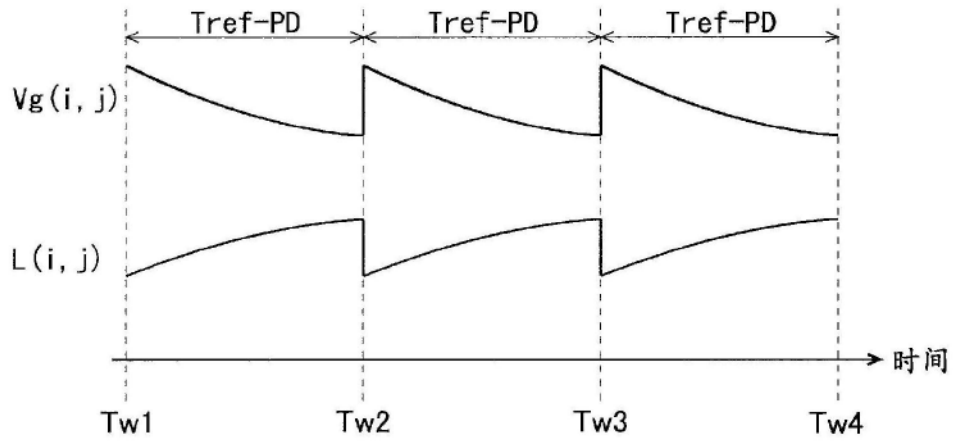


图8

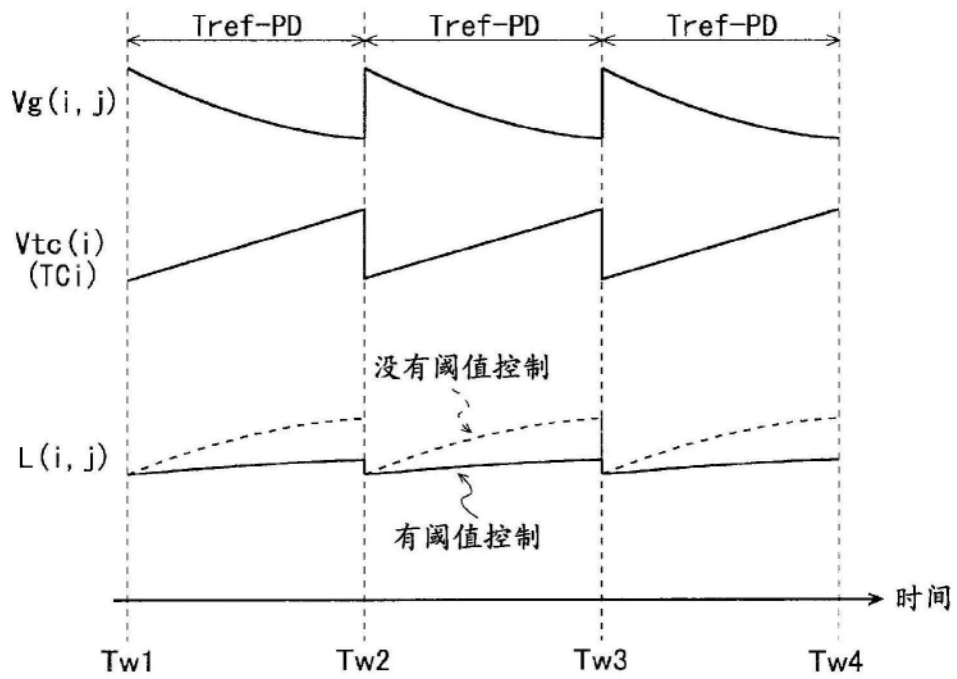


图9

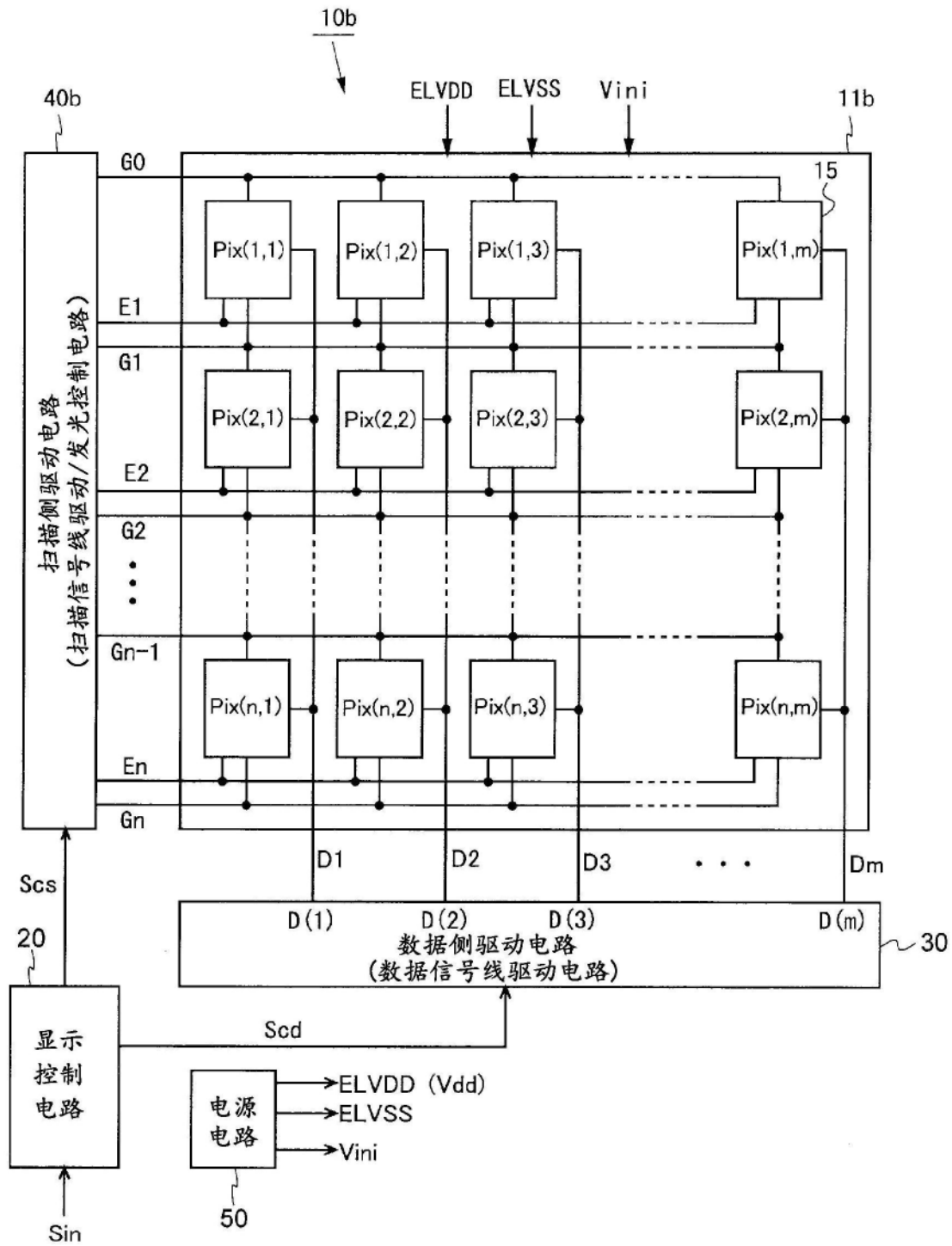


图10

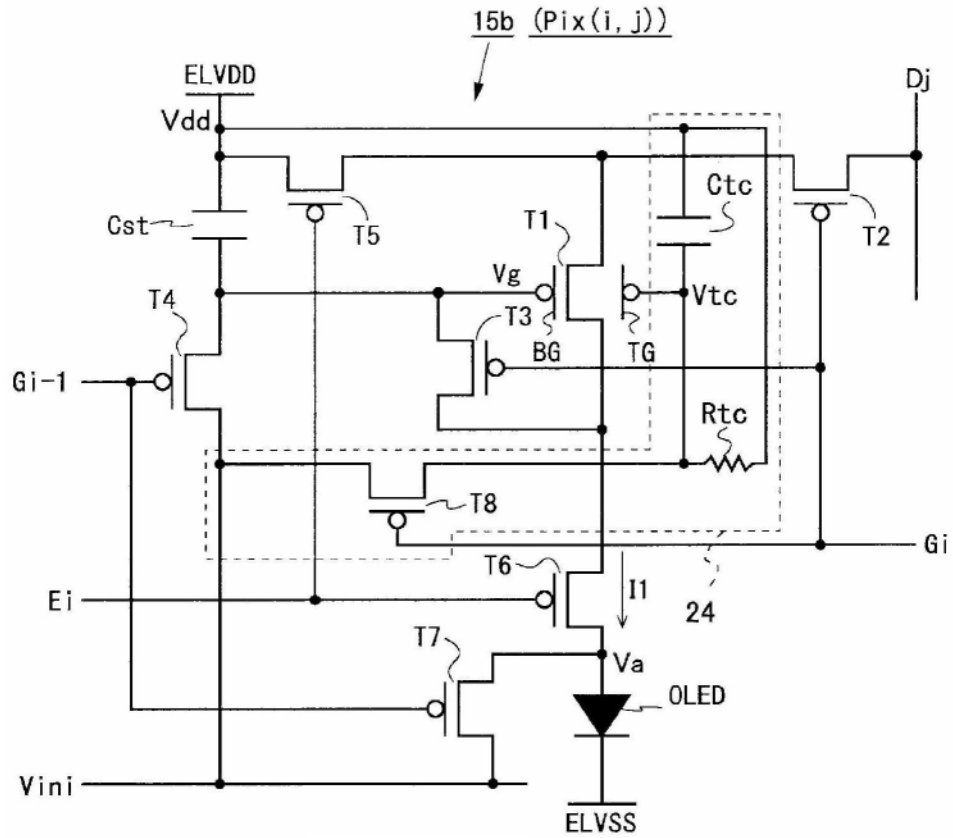


图11

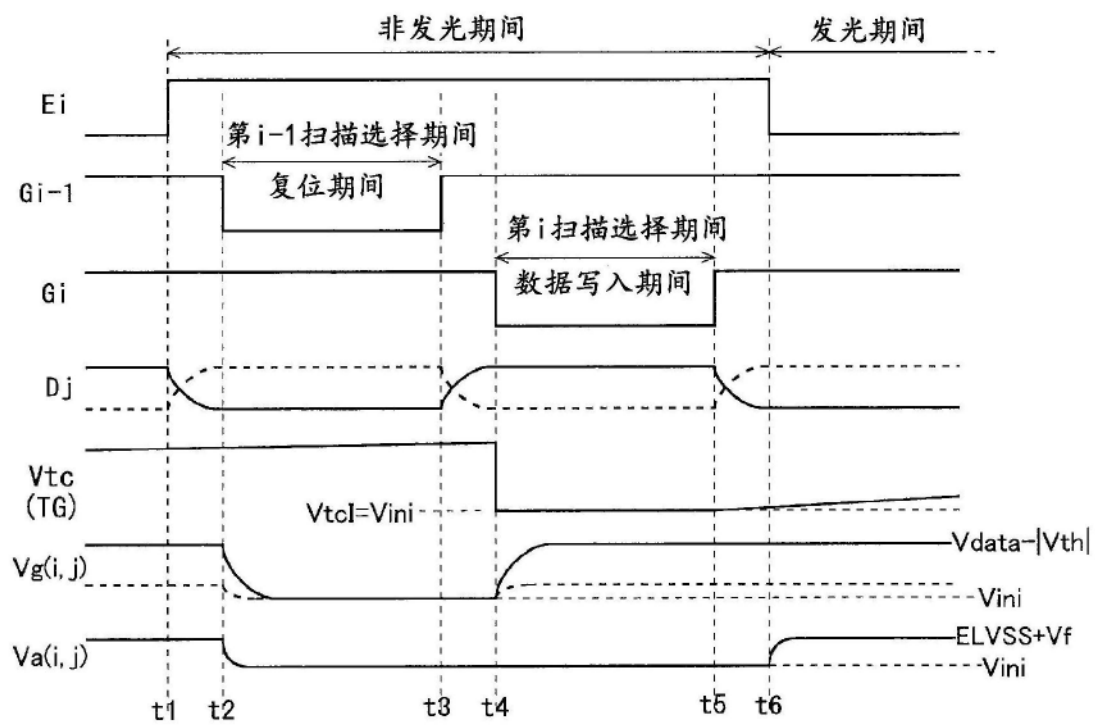


图12

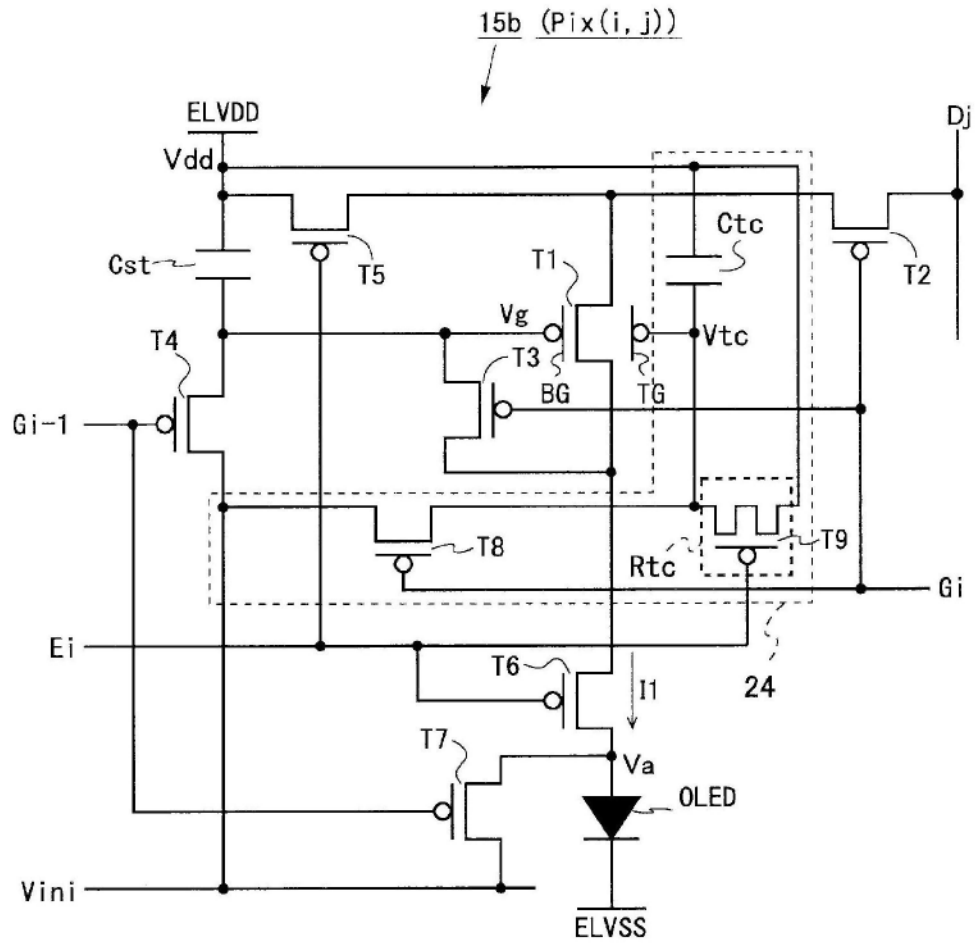


图13