

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101271663 B

(45) 授权公告日 2010.12.22

(21) 申请号 200710305777.9

(22) 申请日 2007.09.26

(30) 优先权数据

260650/2006 2006.09.26 JP

083360/2007 2007.03.28 JP

(73) 专利权人 卡西欧计算机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小仓润

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 胡建新

(51) Int. Cl.

G09G 3/30 (2006.01)

G09G 3/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1612192 A, 2005.05.04, 全文.

WO 2006/000101 A1, 2006.01.05, 全文.

WO 2005/069267 A1, 2005.07.28, 全文.

JP 特开平 8-330600 A, 1996.12.13, 全文.

审查员 孙洁君

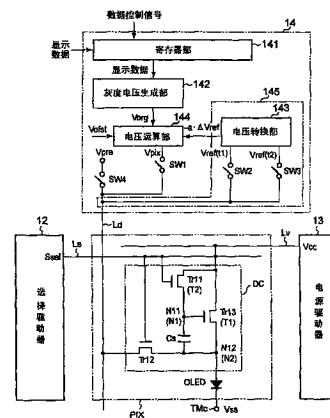
权利要求书 4 页 说明书 38 页 附图 40 页

(54) 发明名称

显示驱动装置及其驱动方法、显示装置及其驱动方法

(57) 摘要

本发明提供一种显示驱动装置及其驱动方法、显示装置及其驱动方法。使发光元件按照与显示数据相应的最佳的亮度等级进行发光。数据驱动器在预充电期间,通过数据线(Ld)向电容器(Cs)施加预充电电压(Vpre)。在结束施加预充电电压后,按照过渡响应期间(Ttrs)中的不同的定时,电压转换部(143)读取第一参照电压和第二参照电压,根据各参照电压的差分生成补偿电压(a·ΔVref)。电压运算部(144)根据补偿电压(a·ΔVref),补偿灰度级电压生成部(142)所生成的具有与显示数据相应的值的原灰度级电压。这样,电压运算部生成与发光驱动用晶体管的元件特性的变动量相对应的修正灰度级电压,施加给数据线。



1. 一种显示装置,其特征在于,具有:
发光元件,按照与被供给的电流相应的灰度级进行发光;
象素驱动电路,向上述发光元件供给与通过数据线施加的电压相应的电流;
预充电电压源,通过上述数据线向上述象素驱动电路施加规定的预充电电压;
电压读取部,在上述预充电电压源施加预充电电压之后,按照规定的过渡响应期间内的不同的定时,多次读取上述数据线的电压;
修正灰度级信号生成部,根据按上述不同的定时读取到的上述数据线的电压间的差分电压,生成具有与上述象素驱动电路固有的元件特性相对应的电压值的修正灰度级信号,施加给上述象素驱动电路。
2. 如权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,
具有原灰度级电压生成部,生成用于使上述发光元件按照期望的亮度等级进行发光的、具有不取决于上述象素驱动电路固有的元件特性的电压值的原灰度级电压。
3. 如权利要求 2 所述的显示装置,其特征在于,
上述修正灰度级信号生成部根据上述原灰度级电压、基于上述差分电压生成的第一补偿电压、基于上述象素驱动电路固有的元件特性决定的第二补偿电压,生成上述修正灰度级信号。
4. 如权利要求 3 所述的显示装置,其特征在于,
上述修正灰度级信号生成部具有运算电路,该运算电路用于对上述原灰度级电压、上述第一补偿电压和上述第二补偿电压进行运算而生成上述修正灰度级信号。
5. 如权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,
具有黑灰度级电压源,用于向上述象素驱动电路施加黑灰度级电压,该黑灰度级电压用于使上述发光元件进行黑显示,
具有开关,该开关用于在上述电压读取部按上述规定的过渡响应期间内的不同的定时多次读取上述数据线的电压之后,按规定的定时连接上述黑灰度级电压源和上述数据线。
6. 如权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,
具有连接路径转换开关,该连接路径转换开关用于按规定的定时将上述数据线分别与上述电压读取部、上述修正灰度级信号生成部和上述预充电电压源连接。
7. 如权利要求 6 所述的显示装置,其特征在于,
在向上述象素驱动电路施加上述预充电电压,利用上述连接路径转换开关切断了上述预充电电压源和上述数据线之后,上述电压读取部按照具有比上述数据线的电压收敛到上述象素驱动电路固有的收敛电压值的时间短的时间的上述过渡响应期间内的不同的定时,多次读取上述数据线的电压。
8. 如权利要求 7 所述的显示装置,其特征在于,
在利用上述连接转换开关连接了上述预充电电压源和上述数据线时,上述预充电电压源施加具有比上述象素驱动电路固有的上述收敛电压值的绝对值大的电压值的上述预充电电压。
9. 如权利要求 6 所述的显示装置,其特征在于,
进一步具有控制部,该控制部在规定的期间内执行下述动作:利用上述连接路径转换开关连接上述预充电电压源和上述数据线,并向上述象素驱动电路施加上述预充电电压的

动作；利用上述连接路径转换开关连接上述电压读取部和上述数据线，并按上述过渡响应期间内的不同的定时多次读取与上述象素驱动电路固有的元件特性相对应的上述数据线的电压的动作；以及，利用上述连接路径转换开关连接上述修正灰度级信号生成部和上述数据线，并向上述象素驱动电路施加上述修正灰度级信号的动作。

10. 如权利要求 1 所述的显示装置，其特征在于，具有：

选择驱动器，通过选择线向上述象素驱动电路施加表示施加上述修正灰度级电压的选择信号，并将上述象素驱动电路设为选择状态；以及

显示板，将以上述发光元件和上述象素驱动电路为一组的多个显示象素配置成矩阵状，

上述多个显示象素在行方向和列方向上并排排列，

上述数据线与上述多个显示象素中沿着上述列方向排列的多个显示象素的上述象素驱动电路连接，

上述选择线与上述多个显示象素中沿着上述行方向排列的多个显示象素的上述象素驱动电路连接。

11. 如权利要求 1 所述的显示装置，其特征在于，

上述象素驱动电路具有与上述发光元件串联连接的驱动晶体管，

上述象素驱动电路固有的元件特性的变动量是上述驱动晶体管的阈值电压的变动量。

12. 如权利要求 1 所述的显示装置，其特征在于，

上述象素驱动电路具有：与上述发光元件串联连接的驱动晶体管；连接在上述驱动晶体管和上述数据线之间的选择晶体管；以及使上述驱动晶体管成为二极管连接状态的二极管连接用晶体管。

13. 如权利要求 12 所述的显示装置，其特征在于，

在上述象素驱动电路中，

在上述驱动晶体管的电流路径的一端侧连接按规定的定时转换设定电位的电源电压，并且在上述驱动晶体管的电流路径的另一端侧连接上述发光元件的一端，

在上述选择晶体管的电流路径的一端侧连接上述驱动晶体管的上述电流路径的另一端侧，并且在上述选择晶体管的电流路径的另一端侧连接上述数据线，

在上述二极管连接用晶体管的电流路径的一端侧连接上述电源电压，并且在上述二极管连接用晶体管的电流路径的另一端侧连接上述驱动晶体管的控制端子，

上述选择晶体管和上述二极管连接用晶体管的控制端子共同连接到上述选择线上，

上述发光元件的另一端与一定的基准电压连接。

14. 如权利要求 11 所述的显示装置，其特征在于，

利用第一电压成分与第二电压成分的和，决定在上述驱动晶体管的控制端子和电流路径的一个端子之间保持的电压，所述第一电压成分是由于使上述发光元件按照期望的亮度等级进行发光的、不取决于上述象素驱动电路固有的元件特性的电压成分，所述第二电压成分由上述驱动晶体管的阈值电压的规定倍数构成，并且，将决定上述第二电压成分的规定倍数设定在 1.05 以上。

15. 如权利要求 11 所述的显示装置，其特征在于，

利用第一电压成分与第二电压成分的和，决定通过上述修正灰度级信号中的至少一个

指示亮度等级的上述修正灰度级信号而保持在上述驱动晶体管的控制端子和电流路径的一个端子之间的电压,所述第一电压成分是由于使上述发光元件按照期望的亮度等级进行发光的不取决于上述像素驱动电路固有的元件特性的电压成分,所述第二电压成分由上述驱动晶体管的阈值电压的规定倍数构成。

16. 如权利要求 11 所述的显示装置,其特征在于,

基于通过上述修正灰度级信号保持在上述驱动晶体管的控制端子和电流路径的一个端子之间的电压,将上述选择晶体管的元件尺寸和上述选择信号的电压设定为,使得通过上述驱动晶体管的上述电流路径流向上述发光元件的驱动电流,在使上述发光元件发光的全部亮度等级中,伴随上述驱动晶体管的阈值电压的变动的电流值的变动量在未产生上述驱动晶体管的阈值电压的变动的初始状态中的最大电流值的 2% 以内。

17. 如权利要求 1 所述的显示装置,其特征在于,

上述修正灰度级信号生成部根据按上述不同的定时读取到的上述数据线的电压间的差分电压和上述像素驱动电路中保持的电压,生成具有与上述像素驱动电路固有的电压特性相对应的电压值的修正灰度级信号,并施加给上述像素驱动电路。

18. 一种显示装置,其特征在于,具有:

发光元件,按照与供给的电流相应的灰度级进行发光;

像素驱动电路,向上述发光元件供给与通过数据线施加的电压相应的电流;

预充电电压源,通过上述数据线向上述像素驱动电路施加规定的预充电电压;

电压读取部,在上述预充电电压源施加预充电电压之后,按照规定的过渡响应期间内的不同的定时,多次读取上述数据线的电压;

修正灰度级信号生成部,根据按上述不同的定时读取到的上述数据线的电压间的差分电压和上述像素驱动电路中保持的电压,生成具有与上述像素驱动电路固有的电压特性相对应的电压值的修正灰度级信号,并施加给上述像素驱动电路。

19. 如权利要求 18 所述的显示装置,其特征在于,

具有原灰度级电压生成部,生成用于使上述发光元件按照期望的亮度等级进行发光的、具有不取决于上述像素驱动电路固有的电压特性的电压值的原灰度级电压。

20. 如权利要求 19 所述的显示装置,其特征在于,

上述修正灰度级信号生成部根据上述原灰度级电压、和基于上述差分电压及上述像素驱动电路固有的电压特性生成的补偿电压,生成上述修正灰度级信号。

21. 如权利要求 20 所述的显示装置,其特征在于,

上述修正灰度级信号生成部具有运算电路,该运算电路对上述原灰度级电压和上述补偿电压进行运算,生成上述修正灰度级信号。

22. 如权利要求 18 所述的显示装置,其特征在于,

上述像素驱动电路具有与上述发光元件串联连接的驱动晶体管,

上述像素驱动电路固有的电压特性是基于保持在上述驱动晶体管的控制端子和电流路径的一个端子之间的电压的变化的电压特性。

23. 一种显示装置的驱动方法,其特征在于,

通过数据线向像素驱动电路施加规定的预充电电压,

在施加上述预充电电压后,按照具有比上述数据线的电压收敛到上述像素驱动电路固

有的收敛电压值的时间短的时间的过渡响应期间内的不同的定时,多次读取上述数据线的电压,

根据按上述不同的定时读取的上述数据线的电压间的差分电压,生成具有与上述像素驱动电路固有的元件特性相对应的电压值的修正灰度级信号,

向上述像素驱动电路施加所生成的修正灰度级信号,

从上述像素驱动电路向发光元件供给与通过数据线施加的电压相应的电流。

24. 一种显示驱动装置,其特征在于,具有:

预充电电压源,通过数据线向与发光元件连接的像素驱动电路施加规定的预充电电压;

电压读取部,在上述预充电电压源施加预充电电压之后,按规定的过渡响应期间内的不同的定时多次读取上述数据线的电压;

修正灰度级信号生成部,根据按上述不同的定时读取的上述数据线的电压间的差分电压,生成具有与上述像素驱动电路固有的元件特性相对应的电压值的修正灰度级信号,并施加给上述像素驱动电路。

25. 一种显示驱动装置的驱动方法,其特征在于,

通过数据线向与发光元件连接的像素驱动电路施加规定的预充电电压,

在施加上述预充电电压之后,按规定的过渡响应期间内的不同的定时多次读取上述数据线的电压,

根据按上述不同的定时读取到的上述数据线的电压间的差分电压,生成具有与上述像素驱动电路固有的元件特性相对应的电压值的修正灰度级信号,

将生成的修正灰度级信号施加给上述像素驱动电路。

显示驱动装置及其驱动方法、显示装置及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示驱动装置和显示驱动装置的驱动方法、显示装置和显示装置的驱动方法。

背景技术

[0002] 当前存在具有矩阵状排列了有机 EL (electroluminescence, 即场致发光) 元件、无机 EL 元件、发光二极管 (LED) 等电流驱动型的发光元件的显示板的显示装置。

[0003] 例如, 日本特开平 8-330600 号公报公开了一种利用电压信号控制电流的有源矩阵型的驱动显示装置。该驱动显示装置对每个象素设置了电流控制用薄膜晶体管和开关用薄膜晶体管, 所述电流控制用薄膜晶体管在对栅极施加了与图像数据相对应的电压信号时, 向有机 EL 元件流电流, 所述开关用薄膜晶体管使对该电流控制用薄膜晶体管的栅极的电压信号的供给导通或截止。日本特开平 8-330600 号公报所公开的驱动显示装置利用施加到电流控制用薄膜晶体管的栅极的电压信号的电压值, 控制有机 EL 元件发光时的亮度等级。

[0004] 但是, 一般地, 晶体管的阈值电压随着时间的经过而变动。因此, 在日本特开平 8-330600 号公报的驱动显示装置中, 伴随着时间经过, 向有机 EL 元件供给电流的电流控制用薄膜晶体管的阈值电压也变动。这样, 就有流到有机 EL 元件中的电流的值变动, 有机 EL 元件发光时的亮度等级变动的危险。

发明内容

[0005] 本发明鉴于上述问题点, 目的在于提供一种显示装置, 该显示装置即使在向发光元件供给发光用的电流的晶体管的阈值电压变动了的情况下, 发光元件的灰度级也不变动。

[0006] 为了解决上述问题, 本发明的显示装置, 具有:

[0007] 发光元件, 按照与被供给的电流相应的灰度级进行发光;

[0008] 象素驱动电路, 向上述发光元件供给与通过数据线施加的电压相应的电流;

[0009] 预充电电压源, 通过上述数据线向上述象素驱动电路施加规定的预充电电压;

[0010] 电压读取部, 在上述预充电电压源施加预充电电压之后, 按照规定的过渡响应期间的不同的定时, 多次读取上述数据线的电压;

[0011] 修正灰度级信号生成部, 根据按上述不同的定时读取到的上述数据线的电压间的差分电压, 生成具有与上述象素驱动电路固有的元件特性相对应的电压值的修正灰度级信号, 施加给上述象素驱动电路。

[0012] 另外, 为了解决上述问题, 提供一种用于使本发明的显示装置进行其特征动作的驱动方法。

[0013] 此外, 为了解决上述问题, 本发明的显示驱动装置, 具有:

[0014] 发光元件, 按照与供给的电流相应的灰度级进行发光;

- [0015] 象素驱动电路,向上述发光元件供给与通过数据线施加的电压相应的电流;
- [0016] 预充电电压源,通过上述数据线向上述象素驱动电路施加规定的预充电电压;
- [0017] 电压读取部,在上述预充电电压源施加预充电电压之后,按照规定的过渡响应期间内的不同的定时,多次读取上述数据线的电压;
- [0018] 修正灰度级信号生成部,根据按上述不同的定时读取到的上述数据线的电压间的差分电压和上述象素驱动电路中保持的电压,生成具有与上述象素驱动电路固有的电压特性相对应的电压值的修正灰度级信号,并施加给上述象素驱动电路。
- [0019] 另外,为了解决上述问题,提供一种用于使本发明的显示驱动装置进行其特征动作的驱动方法。
- [0020] (发明效果)
- [0021] 根据本发明,即使在向有机 EL 元件供给发光用电流的晶体管的阈值电压变动了的情况下,也能够使发光元件以期望的亮度等级发光。

附图说明

- [0022] 图 1 是示出在本发明的实施方式的显示装置中适用的显示象素的主要部分结构的图。
- [0023] 图 2 是示出显示象素的各动作中的信号波形的图。
- [0024] 图 3A 是示出显示象素的写入动作时的动作状态的图。
- [0025] 图 3B 是示出显示象素的写入动作时的等效电路的图。
- [0026] 图 4A 是示出显示象素的写入动作时的驱动晶体管的动作特性的一例的图。
- [0027] 图 4B 是示出写入动作时的有机 EL 元件的驱动电流与驱动电压的关系的一例的图。
- [0028] 图 5A 是示出显示象素的保持动作时的动作状态的图。
- [0029] 图 5B 是示出显示象素的保持动作时的等效电路的图。
- [0030] 图 6 是示出显示象素的保持动作时的驱动晶体管的动作特性的图。
- [0031] 图 7A 是示出显示象素的发光动作时的动作状态的图。
- [0032] 图 7B 是示出显示象素的发光动作时的等效电路的图。
- [0033] 图 8A 是示出显示象素的发光动作时的驱动晶体管的动作特性的一例的图。
- [0034] 图 8B 是示出发光动作时的有机 EL 元件的负荷特性的一例的图。
- [0035] 图 9 是示出实施方式 1 中的显示装置的结构方框图。
- [0036] 图 10 是示出实施方式 1 中的数据驱动器和显示象素(象素驱动电路和发光元件)的主要部分的结构图。
- [0037] 图 11 是示出从选择动作到发光动作的各过程的图。
- [0038] 图 12 是显示装置的驱动控制中的时间图。
- [0039] 图 13 是显示装置的选择动作中的时间图。
- [0040] 图 14 是示出预充电动作中的数据驱动器和显示象素的动作状态的图。
- [0041] 图 15 是示出第一参照电压的读取动作中的数据驱动器和显示象素的动作状态的图。
- [0042] 图 16 是示出第二参照电压的读取动作中的数据驱动器和显示象素的动作状态的

图。

[0043] 图 17 是示出显示装置的写入动作中的数据驱动器和显示像素的动作状态的图。

[0044] 图 18 是示出显示装置的保持动作中的数据驱动器和显示像素的动作状态的图。

[0045] 图 19 是示出显示装置的发光动作中的数据驱动器和显示像素的动作状态的图。

[0046] 图 20 是示出选择期间中的施加到数据线上的电压的一例的图。

[0047] 图 21 是示出过渡响应期间的经过时间与驱动晶体管的源极端子的电位变化的关系的图。

[0048] 图 22 是示出驱动晶体管的阈值电压与参照电压的差分的关系的图。

[0049] 图 23 是示出数据驱动器的电路结构的一例的图。

[0050] 图 24 是示出作为数据驱动器所适用的数字 - 模拟转换器的从数字电压转换成模拟电压时的特性的图。

[0051] 图 25 是示出具有本实施方式的显示区域的显示装置的驱动方法的动作定时的图。

[0052] 图 26 是示出实施方式 2 中的数据驱动器和显示像素（像素驱动装置和发光元件）的主要部分的结构图。

[0053] 图 27A 是示出包含了寄生在像素驱动电路中的电容成分的等效电路的图。

[0054] 图 27B 是示出与在图 27A 中示出的电容成分 C_s 相对应的等效电路的图。

[0055] 图 28A 是示出实施方式 2 中的显示像素的写入动作时的等效电路的图。

[0056] 图 28B 是示出实施方式 2 中的显示像素的发光动作时的等效电路的图。

[0057] 图 28C 是示出与在图 28B 中示出的电容成分 C_{gd13}' 相对应的等效电路的图。

[0058] 图 28D 是示出与在图 28B 中示出的电容成分 C_s'' 相对应的等效电路的图。

[0059] 图 29A 是示出用于说明电荷量不变的法则的第一模型的图。

[0060] 图 29B 是示出用于说明电荷量不变的法则的第二模型的图。

[0061] 图 30A 是示出用于说明在施加了高电平的选择信号时、在显示像素中保持了电荷的状态的模型的图。

[0062] 图 30B 是示出用于说明在施加了低电平的选择信号时、在显示像素中保持了电荷的状态的模型的图。

[0063] 图 31A 是示出选择过程的等效电路中的电压的图。

[0064] 图 31B 所示出非选择状态转换过程的等效电路中的电压的图。

[0065] 图 32A 是示出从选择过程（写入动作）转移到非选择状态时的电压的变化的图。

[0066] 图 32B 是示出非选择状态保持过程中的电压的变化的图。

[0067] 图 33A 是示出非选择状态保持过程的等效电路中的电压的图。

[0068] 图 33B 是示出电源电压转换过程的等效电路中的电压的图。

[0069] 图 33C 是示出发光过程的等效电路中的电压的图。

[0070] 图 34 是示出写入动作时的等效电路中的电压的图。

[0071] 图 35 是示出写入动作中的数据电压和原灰度级电压对于输入数据的关系的图。

[0072] 图 36 是示出写入动作中的修正灰度级电压和阈值电压对于输入数据的关系的图。

[0073] 图 37A 是示出发光动作中的发光驱动电流和阈值电压对于输入数据的关系的第

一例子的图。

[0074] 图 37B 是示出发光动作中的发光驱动电流和阈值电压对于输入数据的关系的第二例子的图。

[0075] 图 38A 是示出发光动作中的发光驱动电流和阈值电压的变动对于输入数据的关系的第一例子的图。

[0076] 图 38B 是示出发光动作中的发光驱动电流和阈值电压的变动对于输入数据的关系的第二例子的图。

[0077] 图 38C 是示出发光动作中的发光驱动电流和阈值电压的变动对于输入数据的关系的第三例子的图。

[0078] 图 39A 是示出不具有“ γ 效果”时的发光驱动电流和阈值电压对于输入数据的关系的第一例子的图。

[0079] 图 39B 是示出不具有“ γ 效果”时的发光驱动电流和阈值电压对于输入数据的关系的第二例子的图。

[0080] 图 40 是示出为了产生本发明的效果而设定的常数与输入数据的关系的图。

[0081] 图 41 是示出在用于确认本发明的效果的实验中使用的有机 EL 元件的电压与电流的关系的图。

[0082] 图 42 是示出在显示像素（像素驱动电路）中使用的晶体管的沟道内寄生电容与电压的关系的图。

具体实施方式

[0083] 以下说明本发明的实施方式涉及的显示装置和显示驱动装置。本实施方式是适用于使用电流驱动型的发光元件显示像素的显示装置 1 中的例子。该发光元件可以是任意的发光元件，下面对发光元件为有机 EL 元件的情况进行说明。

[0084] 首先，关于本实施方式的显示装置 1 所具有的显示像素 PIX 进行说明。如图 1 所示，显示像素 PIX 具有像素驱动电路 DC 和有机 EL 元件 OLED。像素驱动电路 DC 具有晶体管 T1、晶体管 T2、电容器 Cs。晶体管 T1 和晶体管 T2 的元件结构和特性等任意，但以下适用 n 沟道型的薄膜晶体管。

[0085] 晶体管 T1 是用于使有机 EL 元件 OLED 发光驱动的 n 沟道型的薄膜晶体管（以下称作“驱动晶体管”）。驱动晶体管 T1 的漏极端子与电源端子 TMv 连接，源极端子与接点 N2 连接，栅极端子与接点 N1 连接。向该电源端子 TMv 施加电源电压 Vcc，该电源电压 Vcc 具有根据像素驱动电路 DC 的动作状态而不同的电压值。

[0086] 保持晶体管 T2 的漏极端子与电源端子 TMv（驱动晶体管 T1 的漏极端子）连接，源极端子与接点 N1 连接，栅极端子与控制端子 TMh 连接。向控制端子 TMh 施加保持控制信号 Shld。

[0087] 电容器 Cs 连接在驱动晶体管 T1 的栅极端子和源极端子之间（接点 N1 与接点 N2 之间）。即使是形成在驱动晶体管 T1 的栅-源极端子之间的寄生电容，电容器 Cs 也可以是与该寄生电容并联了电容元件的电容器。

[0088] 有机 EL 元件 OLED 是有机 EL 元件，按照与供给的电流相应的灰度级进行发光。有机 EL 元件 OLED 阳极端子与接点 N2 连接，向阴极端子 Tmc 施加基准电压 Vss。该基准电压

V_{ss} 的值恒定。此外,向与该接点 N2 连接的数据端子 T_m 施加与显示数据的灰度级值相对应的数据电压 V_{data}。

[0089] 下面关于具有上述结构的显示像素 PIX 的控制方法进行说明。

[0090] 像素驱动电路 DC 向电容器 C_s 施加与显示数据的灰度级值相应的电压,对电容器 C_s 进行充电(以下称作“写入动作”)。在写入动作结束后,电容器 C_s 保持写入的电压(以下称作“保持动作”)。另外,根据电容器 C_s 所保持的充电电压,向有机 EL 元件 OLED 流过与显示数据的灰度级相应的灰度级电流,有机 EL 元件 OLED 发光(以下称作“发光动作”)。在有机 EL 元件 OLED 发光时的亮度等级与显示数据的灰度级相对应。

[0091] 像素驱动电路 DC 如图 2 所示依次执行上述的写入动作、保持动作、发光动作。以下,关于用于使显示像素 PIX 执行各动作的条件进行说明。

[0092] (写入动作)

[0093] 在写入动作中,向电容器 C_s 写入与显示数据的灰度级值相应的电压。这时,有机 EL 元件 OLED 处于不发光的熄灯状态。在像素驱动电路 DC 的写入动作期间,驱动晶体管 T1 示出图 4A 所示的动作特性。

[0094] 图 4A 中用实线表示的特性线 SP_w 示出了将适用于驱动晶体管 T1 的 n 沟道型薄膜晶体管进行二极管连接时的、漏-源极间电压 V_{ds} 和漏-源极间电流 I_{ds} 的初始状态的关系。特性线 SP_w 上的点 PM_w 是驱动晶体管 T1 的动作点。用虚线表示的特性线 SP_{w2} 是在驱动晶体管 T1 中产生了伴随着驱动履历的特性变化时的特性。如图 4A 所示,漏-源极间电压 V_{ds} 是阈值电压 V_{th} 和电压 V_{eff_gs} 的和,具有以下数学式 (1) 所示的关系。

[0095] $V_{ds} = V_{th} + V_{eff_gs}$ (1)

[0096] 在特性线 SP_w 上,漏-源极间电压 V_{ds} 一超过阈值电压 V_{th} (栅-源极间的阈值电压=漏-源极间的阈值电压),漏-源极间电流 I_{ds} 就伴随着漏-源极间电压 V_{ds} 的增加而非线性增加。此外,漏-源极间电压 V_{ds} 中,图 4A 中的 V_{eff_gs} 是有效地形成漏-源极间电流 I_{ds} 的电压。

[0097] 此外,图 2 中示出的写入动作中,在有机 EL 元件 OLED 的驱动电流与驱动电压之间示出图 4B 所示的特性。图 4B 中用实线表示的特性线 SP_e 示出了初始状态中的、施加到有机 EL 元件 OLED 的阳极-阴极之间的驱动电压 V_{oled} 与流过阳极-阴极之间的驱动电流 I_{oled} 的关系。在特性线 SP_e 中,驱动电压 V_{oled} 一超过阈值电压 V_{th_oled},驱动电流 I_{oled} 就伴随着驱动电压 V_{oled} 的增加而非线性地增加。此外,图 4B 中的特性线 SP_{e2} 示出特性伴随着有机 EL 元件 OLED 的驱动履历而变化时的驱动电压 V_{oled} 与驱动电流 I_{oled} 的关系的一例。

[0098] 如图 3A 所示,在写入动作中,向保持晶体管 T2 的控制端子 T_{mh} 施加导通电平(高电平)的保持控制信号 Sh_{ld},使保持晶体管 T2 导通。这样,就使驱动晶体管 T1 的栅-漏极间连接(短路),将驱动晶体管 T1 设定为二极管连接状态。另外,向电源端子 T_{mv} 施加写入动作的第一电源电压 V_{ccw},向数据端子 T_m 施加与显示数据的灰度级值相对应的数据电压 V_{data}。

[0099] 这时,向驱动晶体管 T1 的漏-源极间流过与漏-源极间的电位差 (V_{ccw}-V_{data}) 相应的电流 I_{ds} (以下称作“期待值电流”)。将数据电压 V_{data} 设定为用于该期待值电流 I_{ds} 得到必要的电流值的电压值,所述必要的电流值是使有机 EL 元件 OLED 按照与显示数据

的灰度级值相应的亮度等级进行发光所必要的值。此外,这时,栅-漏极间短路,驱动晶体管 T1 处于二极管连接的状态。因此,如图 3B 所示,驱动晶体管 T1 的漏-源极间电压 V_{ds} 与栅-源极间电压 V_{gs} 相等,用以下的数学式 (2) 表示。再有,向电容器 C_s 写入该栅-源极间电压 V_{gs} (充电)。

$$[0100] \quad V_{ds} = V_{gs} = V_{ccw} - V_{data} \quad (2)$$

[0101] 下面,关于第一电源电压 V_{ccw} 进行说明。驱动晶体管 T1 是 n 沟道型的晶体管。因此,作为驱动晶体管 T1 的漏-源极间电流 I_{ds} 流动的条件,需要栅极电位是高于源极电位的高电位(正)。如图 3B 所示,栅极电位与漏极电位(第一电源电压 V_{ccw}) 相等,源极电位与数据电压 V_{data} 相等。因此,在漏-源极间电流 I_{ds} 流动时,需要以下的数学式 (3) 成立。

$$[0102] \quad V_{data} < V_{ccw} \quad (3)$$

[0103] 用于使有机 EL 元件 OLED 熄灯的条件是,有机 EL 元件 OLED 的阳极端子中的电压与阴极端子 TMc 中的电压的差为有机 EL 元件 OLED 的发光阈值电压 V_{th_oled} 以下。如图 3B 所示,接点 N2 与有机 EL 元件 OLED 的阳极端子连接。此外,接点 N2 与数据端子 TmD 连接,施加数据电压 V_{data} 。另一方面,向阴极端子 TMc 施加具有恒定值的基准电压 V_{ss} 。

[0104] 即,在写入动作中,为了使有机 EL 元件 OLED 熄灯,数据电压 V_{data} 与基准电压 V_{ss} 的差最好在有机 EL 元件 OLED 的发光阈值电压 V_{th_oled} 以下。这时,接点 N2 的电位 V_{data} 满足以下的数学式 (4)。再有,在将基准电压 V_{ss} 设定为接地电位 0V 的情况下,用以下的数学式 (5) 表示数学式 (4)。

$$[0105] \quad V_{data} - V_{ss} \leq V_{th_oled} \quad (4)$$

$$[0106] \quad V_{data} \leq V_{th_oled} \quad (5)$$

[0107] 即,在写入动作中,向电容器 C_s 写入驱动晶体管 T1 的栅-源极间电压 V_{gs} ,并且,为了使有机 EL 元件 OLED 熄灯,根据上述数学式 (2) 和数学式 (5),需要成立以下的数学式 (6) 所示的关系。

$$[0108] \quad V_{ccw} - V_{gs} \leq V_{th_oled} \quad (6)$$

[0109] 另外,在将驱动晶体管 Tr13 进行了二极管连接时,关于栅-源极间电压 V_{gs} ,将成立的数学式 (1) 的关系 ($V_{gs} = V_{ds} = V_{th} + V_{eff_gs}$) 代入数学式 (6),得到以下的数学式 (7)。

$$[0110] \quad V_{ccw} \leq V_{th_oled} + V_{th} + V_{eff_gs} \quad (7)$$

[0111] 在有效地形成漏-源极间电流 I_{ds} 的电压 $V_{eff_gs} = 0$ 时,用以下的数学式 (8) 表示数学式 (7)。如该数学式 (8) 所示,在写入动作中,写入电平即第一电源电压 V_{ccw} 的值必须要设定为发光阈值电压 V_{th_oled} 与驱动晶体管 T1 的阈值电压 V_{th} (栅-源极间的阈值电压=漏-源极间的阈值电压) 的和以下。

$$[0112] \quad V_{ccw} \leq V_{th_oled} + V_{th} \quad (8)$$

[0113] 一般地,图 4A 所示的驱动晶体管 T1 的特性和图 4B 所示的有机 EL 元件的特性伴随着驱动履历而变化。以下,关于写入动作中的伴随着驱动履历的驱动晶体管 T1 和有机 EL 元件 OLED 的特性变化的影响进行说明。

[0114] 首先,从驱动晶体管 T1 的特性开始说明。如图 4A 所示,驱动晶体管 T1 的阈值电压伴随着驱动履历,比初始状态的阈值电压 V_{th} 增大阈值电压的变化量 ΔV_{th} 。此外,阈值电

压伴随着驱动履历变化时的特性线 SPw2 成为向高电压侧大致平行移动初始的特性线 SPw 的特性。这时,为了得到与显示数据的灰度级值相应的灰度级电流(漏-源极间电流 I_{ds}),需要使数据电压 V_{data} 增大阈值电压的变化量 ΔV_{th} 。

[0115] 下面说明写入动作中的有机 EL 元件 OLED 的特性变化的影响。一般,有机 EL 元件的电阻随着驱动履历而增高。这时,如图 4B 所示,在有机 EL 元件 OLED 的电阻变化后的特性线 SPe2 中,与电阻变化前的初始特性线 SPe 相比,驱动电流 I_{oled} 的增加相对于驱动电压 V_{oled} 的增加的比例(增加率)减小。

[0116] 即使在电阻变高了的情况下,为了使有机 EL 元件 OLED 按照与显示数据的灰度级值相应的亮度等级进行发光,最好向有机 EL 元件 OLED 供给与该灰度级值相应的驱动电流 I_{oled} 。要供给这样的驱动电流 I_{oled} ,最好使驱动电压 V_{oled} 增大特性线 SPe2 中的电压与特性线 SPe 中的电压的差分电压。再有,在驱动电流 I_{oled} 是最大值 I_{oled_max} 时,该差分电压等于最大值 ΔV_{oled_max} 。在满足上述条件的设定之后写入动作一结束,显示像素 PIX 执行保持动作。

[0117] (保持动作)

[0118] 在保持动作中,如图 5A 所示,向控制端子 TMh 施加截止电平(低电平)的保持控制信号 Shld。这样,保持晶体管 T2 就截止,切断驱动晶体管 T1 的栅-漏极间的电气连接。因此,解除驱动晶体管 T1 的二极管连接,停止向电容器 Cs 充电。如图 5B 所示,电容器 Cs 保持在写入动作中充电的驱动晶体管 T1 的漏-源极间的电压 V_{ds} (=栅-源极间电压 V_{gs})。

[0119] 解除了驱动晶体管 T1 的二极管连接时的漏-源极间电压 V_{ds} 与漏-源极间电流 I_{ds} 的关系遵照图 6 中的实线表示的特性线 SPh。这时,栅-源极间电压 V_{gs} 保持一定的值(例如,在保持动作中保持在电容器 Cs 中的电压的值)。

[0120] 图 6 中的特性线 SPw 实质上与图 4A 中示出的写入动作中的特性线 SPw 相同,示出了对驱动晶体管 T1 进行了二极管连接时的特性。特性线 SPh 与特性线 SPw 的交点成为保持时的动作点 PMh。图 6 中的特性线 SPo 示出从特性线 SPw 所示的电压 V_{gs} 减去阈值电压 V_{th} 的关系。特性线 SPo 与特性线 SPh 的交点 Po 中的漏-源极间电压 V_{ds} 的值示出 V_{po} 。

[0121] 驱动晶体管 T1 按照特性线 SPh 进行动作时,漏-源极间电压 V_{ds} 从 0v 到夹断电压 V_{po} 的区域是不饱和区域。在不饱和区域中,伴随着漏-源极间电压 V_{ds} 的增大,漏-源极间电流 I_{ds} 增大。此外,电压 V_{ds} 在夹断电压 V_{po} 以上的区域是饱和区域。在饱和区域中,即使漏-源极间电压 V_{ds} 增大,漏-源极间电流 I_{ds} 也几乎不变化。

[0122] 再有,也可以在将电源电压 V_{cc} 从写入动作的第一电源电压 V_{ccw} 转换为发光动作的第二电源电压 V_{cce} 时(从保持动作转移到发光动作时),进行保持控制信号 Shld 的从导通电平向截止电平的转换。在满足上述条件的设定下一结束保持动作,显示像素 PIX 就执行发光动作。

[0123] (发光动作)

[0124] 如图 7A 所示,发光动作中,接着上述的保持动作,向保持晶体管 T2 的控制端子 TMh 施加截止电平(低电平 L)的保持控制信号 Shld。这时,解除了驱动晶体管 T1 的二极管连接。取代写入动作的第一电源电压 V_{ccw} ,作为端子电压 V_{cc} ,向电源端子 TMv 施加发光动作的第二电源电压 V_{cce} 。该第二电源电压 V_{cce} 与第一电源电压 V_{ccw} 相比为高电位。

[0125] 这样,如图 7B 所示,与栅-源极间电压 V_{gs} 的值相应的电流 I_{ds} 流过驱动晶体管 T1

的漏 - 源极间。另外,将该电流 I_{ds} 供给到有机 EL 元件 OLED,有机 EL 元件 OLED 按照与电流 I_{ds} 的值相应的亮度进行发光。在发光动作中,要保持电流 I_{ds} 恒定,就最好保持栅 - 源极间电压 V_{gs} 恒定。因此,例如最好向栅 - 源极间施加电容器 C_s 所保持的电压 (从保持动作期间到发光动作期间充电到电容器 C_s 的电压)。

[0126] 在发光动作中,在使栅 - 源极间电压 V_{gs} 恒定时,有机 EL 元件 OLED 按照图 8A 中的实线表示的负荷线 SP_e 进行动作。负荷线 SP_e 将电源端子 TM_v 与有机 EL 元件 OLED 的阴极端子 TM_c 之间的电位差 ($V_{cce}-V_{ss}$) 的值作为基准,将有机 EL 元件 OLED 的驱动电压 V_{oled} 与驱动电流 I_{oled} 的关系反转来示出。此外,图 8A 中的特性线 SPh 实质上与图 6 中示出的保持动作中的特性线 SPh 相同。

[0127] 如图 8A 所示,在从保持动作转移到发光动作的情况下,驱动晶体管 T1 的动作点从保持动作中的动作点 PM_h 向发光动作中的动作点 PM_e (保持动作中的特性线 SPh 与有机 EL 元件 OLED 的负荷线 SP_e 的交点) 移动。该动作点 PM_e 如图 8A 所示,是在驱动晶体管 T1 的漏 - 源极间和有机 EL 元件 OLED 的阳极 - 阴极间,分配电源端子 TM_v 与有机 EL 元件 OLED 的阴极端子 TM_c 之间的电位差 ($V_{cce}-V_{ss}$) 的点。即,在发光动作中的动作点 PM_e ,如图 7B 所示,驱动晶体管 T1 处于向漏 - 源极间施加了电压 V_{ds} 的状态,有机 EL 元件 OLED 处于向阳极 - 阴极间施加了驱动电压 V_{oled} 的状态。

[0128] 若使写入动作中的流过驱动晶体管 T1 的漏 - 源极间的期待值电流 I_{ds} 和发光动作时供给到有机 EL 元件 OLED 的驱动电流 I_{oled} 一致,则有机 EL 元件 OLED 就按照与显示数据的灰度级值相应的亮度等级进行发光。因此,最好将发光动作中的驱动晶体管 T1 的动作点 PM_e 维持在图 8A 中示出的饱和区域内。

[0129] 另一方面,有机 EL 元件 OLED 的驱动电压 V_{oled} 在显示灰度级最高时成为最大值 V_{oled_max} 。即,为了使有机 EL 元件 OLED 按照与显示数据的灰度级值相应的亮度等级进行发光,最好将发光动作的第二电源电压 V_{cce} 设定为满足以下的数学式 (9) 的关系。再有,数学式 (9) 的左边是施加到上述的电源端子 TM_v 和有机 EL 元件 OLED 的阴极端子 TM_c 之间的电压。另外,若将施加到有机 EL 元件 OLED 的阴极端子中的基准电压 V_{ss} 设定为接地电位 0V,就用以下的数学式 (10) 表示数学式 (9)。

$$[0130] \quad V_{cce}-V_{ss} \geq V_{po}+V_{oled_max} \quad (9)$$

$$[0131] \quad V_{cce} \geq V_{po}+V_{oled_max} \quad (10)$$

[0132] 下面说明发光动作中的有机 EL 元件 OLED 中的特性变化的影响。如图 4B 所示,有机 EL 元件 OLED 随着驱动履历而电阻增高,驱动电流 I_{oled} 相对于驱动电压 V_{oled} 的增加率减少。这时,如图 8B 所示,有机 EL 元件 OLED 的负荷线 SP_e 的倾斜变缓。即,随着驱动履历,有机 EL 元件 OLED 的负荷线按 $SP_e \rightarrow SP_{e2} \rightarrow SP_{e3}$ 变化。随之,驱动晶体管 T1 的动作点在特性线 SPh 上按 $PM_e \rightarrow PM_{e2} \rightarrow PM_{e3}$ 变化。

[0133] 在驱动晶体管 T1 的动作点存在于饱和区域内的期间 ($PM_e \rightarrow PM_{e2}$),驱动电流 I_{oled} 维持写入动作中的期待值电流 I_{ds} 的值。但是,在动作点存在于不饱和区域 ($PM_{e2} \rightarrow PM_{e3}$) 的情况下,驱动电流 I_{oled} 比写入动作中的期待值电流 I_{ds} 减少。驱动电流 I_{oled} 一减少,发光元件就按照低于与显示数据的灰度级值相应的亮度等级的亮度等级进行发光。

[0134] 在图 8B 的例子中,夹断点 Po 存在于不饱和区域和饱和区域的边界。因此,发光动

作中的动作点 P_{Me} 与夹断点 P_o 之间的电位差成为用于在有机 EL 元件的电阻变高时维持发光动作中的驱动电流 I_{oled} 的补偿差额。换言之,与驱动电流 I_{oled} 的电流值相对应的补偿差额成为夹断点的轨迹 SP_o 与有机 EL 元件的负荷线 SP_e 之间的特性线 SP_h 上的电位差。再有,驱动电流 I_{oled} 一增大,补偿差额就减少。此外,施加到电源端子 TM_v 与有机 EL 元件 OLED 的阴极端子 TM_c 之间的电压 ($V_{cce}-V_{ss}$) 一增大,补偿差额就增大。

[0135] 在上述的实施例中,利用晶体管的电压控制各发光元件的亮度等级(以下称作“电压灰度级控制”)。这时,利用预定的晶体管的漏-源极间电压 V_{ds} 和漏-源极电流 I_{ds} 的初始的特性,设定数据电压 V_{data} 。但是,利用这样的方法一设定数据电压 V_{data} ,阈值电压 V_{th} 就随着驱动履历而增大。因此,供给到发光元件中的驱动电流就不与显示数据(数据电压)相对应,发光元件不按照适当的亮度等级进行发光。特别是在适用了非晶晶体管作为晶体管的情况下,元件特性显著变动。

[0136] n 沟道型非晶硅晶体管中,伴随着驱动履历和经时变化,产生对栅极绝缘膜的载流子陷阱。利用该载流子陷阱抵消栅极电场,在漏-源极间电压 V_{ds} 与漏-源极间电流 I_{ds} 之间的特性中,阈值电压 V_{th} 增大。在图 4A 的例子中,在写入动作中,从初始状态的特性 SP_w 向高电压侧的特性 SP_{w2} 转移。这样,在将漏-源极间电压 V_{ds} 设定为恒定时,漏-源极间电流 I_{ds} 减少,发光元件的亮度降低。再有,在图 4A 所示的例子中,将非晶晶体管设计成栅极绝缘膜厚为 $300\text{nm}(3000 \text{ \AA})$ 、沟道宽为 $500 \mu\text{m}$ 、沟道长为 $6.28 \mu\text{m}$ 、阈值电压为 2.4V 。

[0137] 在晶体管的元件特性变动的情况下,主要是阈值电压 V_{th} 增大。在元件特性的变动后,示出漏-源极间电压 V_{ds} 与漏-源极间电流 I_{ds} 的关系的特性线 SP_{w2} 成为大致平行移动了初始状态中的特性线 SP_w 的状态。因此,通过在初始的特性线 SP_w 的漏-源极间电压 V_{ds} 上相加与初始的阈值电压 V_{th} 的变化量 ΔV_{th} 相对应的一定的电压(以下称作“偏置电压 V_{ofst} ”),得到与变动后的特性线 SP_{w2} 大致一致的特性。即,在向像素驱动电路 DC 写入显示数据的写入动作中,向驱动晶体管 T1 的源极端子(接点 N2)施加已加上了特性线 SP_w 上的漏-源极间电压 V_{ds} 和补偿电压 V_{ofst} 的电压(以下称作“修正灰度级电压 V_{pix} ”)。

[0138] 这样就能够补偿因为阈值电压 V_{th} 的变动而引起的元件特性的变化。即,能够向有机 EL 元件 OLED 供给具有与显示数据相应的值的发光驱动电流 I_{em} 。被供给的有机 EL 元件 OLED 按照与显示数据相应的亮度等级进行发光。

[0139] (实施方式 1)

[0140] 以下,关于利用上述的显示像素 PIX 显示像素的实施方式 1 的显示装置 1 进行说明。首先,说明显示装置 1 的结构。如图 9 所示,显示装置 1 具有:显示区域 11、选择驱动器 12、电源驱动器 13、数据驱动器(显示驱动装置)14、控制部 15、显示信号生成电路 16、显示板 17。

[0141] 显示区域 11 具有多条选择线 L_s 、多条数据线 L_d 、多个显示像素 PIX。各选择线 L_s 配置在显示区域 11 的行方向(图 9 中的左右方向)上。各选择线 L_s 相互平行。各数据线 L_d 配置在显示区域 11 的列方向(图 9 中的上下方向)上。各数据线 L_d 相互平行。各显示像素 PIX 配置在各选择线 L_s 与各数据线 L_d 的各交点附近,呈 n 行 \times m 列(n 、 m 是正的整数)的格栅状。

[0142] 选择驱动器 12 按照规定的定时向各选择线 L_s 供给选择信号 S_{sel} 。该选择信号 S_{sel} 是指示应该向电容器 C_s 写入与显示数据的灰度级值相应的电压的显示像素 PIX 的信

号。选择驱动器 12 也可以由 IC(IntegratedCircuit) 芯片、晶体管的任一个构成。

[0143] 电源驱动器 13 按照规定的定时,向与选择线 Ls 并行配置在行方向上的多条电源电压线 Lv 供给规定的电压电平的电源电压 Vcc。

[0144] 数据驱动器(显示驱动装置)14 按照规定的定时,向各数据线 Ld 施加修正灰度级电压 Vpix(Vpix(i)、Vpix(i+1) 等)。

[0145] 控制部 15 根据从显示信号生成电路 16 供给的定时信号,生成用于控制各部分的动作的信号,供给到各部分。例如,控制部 15 供给用于控制选择驱动器 12 的动作的选择控制信号、用于控制电源驱动器 13 的动作的电源控制信号、用于控制数据驱动器 14 的动作的数据控制信号。

[0146] 显示信号生成电路 16 根据从显示装置 1 的外部输入的影像信号,生成显示数据(亮度等级数据),供给到数据驱动器 14。此外,显示信号生成电路 16 根据生成的显示数据,抽出用于在显示区域 11 显示图像的定时信号(例如,系统时钟等),供给到控制部 15。该定时信号也可以由显示信号生成电路 16 生成。

[0147] 显示板 17 是设置了显示区域 11、选择驱动器 12、数据驱动器 14 的基板。也可以在该基板上设置电源驱动器 13。此外,也可以在显示板 17 上设置数据驱动器 14 的一部分,在显示板 17 的外部设置剩余的部分。这时,显示板 17 内的数据驱动器 14 的一部分可以用 IC 芯片构成,也可以用晶体管构成。

[0148] 在显示板 17 的中央配置着格栅状排列了各显示像素 PIX 的显示区域 11。各显示像素 PIX 分为配置在显示区域 11 的上方区域中的组和配置在下方区域中的组。各组中包含的显示像素 PIX 分别与分支的电源电压线 Lv 连接。再有,在实施方式 1 中,假设在上方区域的组中包含第 1 ~ (n/2) 行(在此 n 是偶数)的显示像素 PIX。此外,假设在下方区域的组中包含第 (n/2+1) ~ n 行的显示像素 PIX。

[0149] 上方区域的组的各电源电压线 Lv 与第一电源电压线 Lv1 连接。下方区域的组的各电源电压线 Lv 与第二电源电压线 Lv2 连接。所述第一电源电压线 Lv1 和第二电源电压线 Lv2 独立地与电源驱动器 13 连接。因此,通过第一电源电压线 Lv1 向第 1 ~ (n/2) 行的显示像素 PIX 共通地施加电源电压 Vcc。通过第二电源电压线 Lv2 向第 (n/2+1) ~ n 行的显示像素 PIX 共通地施加电源电压 Vcc。电源驱动器 13 通过第一电源电压线 Lv1 施加电源电压 Vcc 的定时与通过第二电源电压线 Lv2 施加电源电压 Vcc 的定时不同。

[0150] 图 9 中示出的显示像素 PIX 如图 10 所示,具有像素驱动电路 DC 和有机 EL 元件 OLED。像素驱动电路 DC 具有晶体管 Tr11、选择晶体管 Tr12、驱动晶体管 Tr13、电容器 Cs。该晶体管 Tr11 对应于图 1 中示出的保持晶体管 T2,驱动晶体管 Tr13 对应于图 1 中示出的驱动晶体管 T1。再有,各晶体管 Tr11 ~ Tr13 可以是任意种类的晶体管,但以下全部适用 n 沟道型的场效应型晶体管。

[0151] 保持晶体管 Tr11 是用于对驱动晶体管 Tr13 进行二极管连接的晶体管。保持晶体管 Tr11 的栅极端子与选择线 Ls 连接,漏极端子与电源电压线 Lv 连接,源极端子与接点 N11 连接。向选择线 Ls 施加选择信号 Ssel。该选择信号 Ssel 与图 2 中示出的保持控制信号 Shld 相同。

[0152] 图 10 中示出的选择晶体管 Tr12 的栅极端子与选择线 Ls 连接,源极端子与数据线 Ld 连接,漏极端子与接点 N12 连接。该接点 N12 对应于图 1 中示出的接点 N2。此外,驱动

晶体管 Tr13 的栅极端子与接点 N11 连接,漏极端子与电源电压线 Lv 连接,源极端子与接点 N12 连接。接点 N11 对应于图 1 中示出的接点 N1。

[0153] 电容器 Cs 与图 1 中示出的 Cs 相同。图 10 中示出的电容器 Cs 与接点 N11 和接点 N12 之间(驱动晶体管 Tr13 的栅-源极间)连接。有机 EL 元件 OLED 的阳极端子与接点 N12 连接,向阴极端子 TMc 施加一定的基准电压 Vss。

[0154] 在写入动作中,向像素驱动电路 DC 内的电容器 Cs 施加与显示数据的灰度级值相对应的修正灰度级电压 Vpix。这时,修正灰度级电压 Vpix、基准电压 Vss、在发光动作中施加给电源电压线 Lv 的高电位的电源电压 Vcc(Vcce) 满足上述的数学式(3)~(10)的关系。因此,在写入中,有机 EL 元件 OLED 处于熄灯的状态。再有,像素驱动电路 DC 不限于图 10 所示的结构,只要具有与图 1 中示出的各元件相对应的元件,在驱动晶体管 T1 的电流路径上串联设置了电流驱动型的发光元件 OLED,就可以任意构成。发光元件不限于有机 EL 元件 OLED,也可以是发光二极管等其他的电流驱动型的发光元件。

[0155] 选择驱动器 12 例如由移位寄存器和输出电路部(输出缓冲器)构成。移位寄存器根据来自控制部 15 的选择控制信号,依次输出与各行的选择线 Ls 相对应的移位信号。输出电路部将该移位信号的电平转换为规定的选择电平(高电平 H 或低电平 L)。转换后,输出电路部将其作为选择信号 Ssel,按照规定的定时,依次向各行的选择线 Ls 输出。

[0156] 例如,选择驱动器 12 在图 13 所示的选择期间 Tsel(包含预充电期间 Tpre、过渡响应期间 Ttrs、写入期间 Twrt 的期间)中,向已连接了各行的显示像素 PIX 的选择线 Ls 供给高电平的选择信号 Ssel。选择驱动器 12 按照规定的定时,向每个行供给选择信号 Ssel,依次设定各行的显示像素 PIX 为选择状态。构成选择驱动器 12 的晶体管也可以与适用于像素驱动电路 DC 内的各晶体管 Tr11~Tr13 的晶体管相同。

[0157] 电源驱动器 13 根据来自控制部 15 的电源控制信号,在选择期间 Tsel 中,向各电源电压线 Lv 施加低电位的电源电压 Vcc(=Vccw)。此外,电源驱动器 13 在发光期间向各电源电压线 Lv 施加高电位的电源电压 Vcc(=Vcce)。在图 9 的例子中,电源驱动器 13 在上方区域的组中包含的显示像素 PIX 的动作中,通过第一电源电压线 Lv1 向这些显示像素 PIX 施加电源电压 Vcc。此外,电源驱动器 13 在属于上方区域的组中的显示像素 PIX 的动作中,通过第二电源电压线 Lv2 施加电源电压 Vcc。

[0158] 电源驱动器 13 也可以具有定时信号产生器和输出电路部。定时信号产生器根据来自控制部 15 的电源控制信号,生成与各电源电压线 Lv 相对应的定时信号。定时信号产生器例如是依次输出移位信号的移位寄存器等。此外,输出电路部将定时信号转换为规定的电压电平(电压值 Vccw 和 Vcce),向各电源电压线 Lv 施加与该电压电平相对应的电源电压 Vcc。若电源电压线 Lv 的数量少,则电源驱动器 13 也可以不设置在显示板 17 上,而设置在控制部 15 中。

[0159] 数据驱动器(显示驱动装置)14 生成与从显示信号生成电路 16 供给的每个显示像素 PIX 的显示数据(亮度等级)相对应的信号电压(原灰度级电压 Vorg),进行修正。数据驱动器 14 利用原灰度级电压 Vorg 的修正,生成与各显示像素 PIX 中设置的驱动晶体管 Tr13 的元件特性(阈值电压)相对应的修正灰度级电压 Vpix。生成后,数据驱动器 14 通过数据线 Ld,向各显示像素 PIX 施加修正灰度级电压 Vpix。

[0160] 如图 10 所示,数据驱动器 14 具有寄存器部 141、灰度级电压生成部 142、电压转换

部 143、电压运算部 144 和转换开关 SW1 ~ SW4。灰度级电压生成部 142、电压运算部 144 和转换开关 SW1 ~ SW4 分别设置在各列的数据线 Ld 上,在整个数据驱动器 14 中设置了 m 个。

[0161] 此外,电压读取部 145 具有电压转换部 143 和转换开关 SW2、SW3。电压转换部 143 和转换开关 SW2、SW3 与数据线 Ld 连接。再有,构成为从数据线 Ld 到各转换开关 SW1 ~ SW4 的布线电阻和电容相互大致相等。因此,数据线 Ld 所产生的电压降对于各转换开关 SW1 ~ SW4 的某一个也大致相等。

[0162] 寄存器部 141 具有移位寄存器和数据寄存器。移位寄存器根据来自控制部 15 的数据控制信号,依次输出移位信号。数据寄存器根据输出的移位信号,依次取入亮度等级数据,并行地向各列中设置的灰度级电压生成部 142 传送。数据寄存器在取入亮度等级数据时,取入与显示区域 11 上的 1 个行显示像素 PIX 相对应的数据。

[0163] 灰度级电压生成部 142 生成原灰度级电压 Vorg 并输出。该原灰度级电压 Vorg 是具有与每个显示像素 PIX 的显示数据(亮度等级)相应的值,指示各有机 EL 元件 OLED 的亮度等级的电压。再有,由于原灰度级电压 Vorg 施加在有机 EL 元件 OLED 的阳极-阴极之间,因此,不取决于驱动晶体管 Tr13 的阈值电压 Vth。在驱动晶体管 Tr13 按照图 4A 中示出的特性线 SPw 进行动作的情况下,灰度级电压生成部 142 向数据线 Ld 输出相加了该原灰度级电压 Vorg 和阈值电压 Vth 的电压的绝对值 ($|Vorg+Vth|$)。这时,利用电源电压线 Lv 与数据线 Ld 之间的电位差,向晶体管 Tr13 流过使有机 EL 元件 OLED 按照与显示数据相应的亮度等级进行发光的电流。

[0164] 在写入动作中,在从电源电压线 Lv 向数据线 Ld 流过电流的情况下,灰度级电压生成部 142 对将原灰度级电压 Vorg 和阈值电压 Vth 相加的电压乘以 -1,并输出。此外,在从数据线 Ld 向电源电压线 Lv 流过电流的情况下,灰度级电压生成部 142 不在加上了原灰度级电压 Vorg 和阈值电压 Vth 时的电压乘以系数,并输出。再有,将原灰度级电压 Vorg 设定为显示数据的亮度等级越高,就越高的正电压。

[0165] 灰度级电压生成部 142 也可以具有例如 DAC(Digital to Analogue Converter) 和输出电路。DAC 根据从未图示的电力供给部供给的灰度级基准电压,将显示数据的数字信号电压转换为模拟信号电压。再有,该灰度级基准电压是与亮度等级值的数相应的基准电压。输出电路按照规定的定时,将已用 DAC 转换了的模拟信号电压作为原灰度级电压 Vorg 进行输出。

[0166] 电压转换部 143 向数据线 Ld 施加规定的预充电电压。施加结束后,在过渡响应期间(自然缓和期间),通过各数据线 Ld,按多个不同的定时读取电容器 Cs 的电压。在图 12 的例子中,电压转换部 143 在第一读取定时 t1,读取第一参照电压 Vref(t1),在第二读取定时 t2,读取第二参照电压 Vref(t2)。

[0167] 读取后,电压转换部 143 决定用于推断晶体管 Tr13 的特性变动后的阈值电压的系数 a。此外,电压转换部 143 求出第一参照电压 Vref(t1) 与第二参照电压 Vref(t2) 的差分 $\Delta Vref$ 。接着,电压转换部 143 通过将系数 a 和差分 $\Delta Vref$ 相乘,生成第一补偿电压 $a \cdot \Delta Vref$,向电压运算部 144 输出。

[0168] 在图 10 的例子中,将在写入动作中流过数据线 Ld 的电流设定成从数据线 Ld 向数据驱动器 14 流动。因此,将第一补偿电压 $a \cdot \Delta Vref$ 设定为 $a \cdot \Delta Vref < Vccw - Vth1 - Vth2$ 。Vth1 是晶体管 Tr13 的阈值电压,Vth2 是晶体管 Tr12 的阈值电压。这时,从电源电压线 Lv

开始,通过晶体管 Tr13 的漏-源极间、晶体管 Tr12 的漏-源极间和数据线 Ld 流电流。

[0169] 电压运算部 144 将来自灰度级电压生成部 142 的原灰度级电压 Vorg、来自电压转换部 143 的第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ 和预先设定的第二补偿电压 Vofst 相加减。在灰度级电压生成部 142 具有 DAC 的情况下,在模拟信号的状态下处理该加减法。再有,根据晶体管 Tr13 的阈值电压 Vth 的输出变动特性等设定第二补偿电压 Vofst。接着,电压运算部 144 将利用加减法求得的电压作为修正灰度级电压 Vpix,向数据线 Ld 输出。若是在写入动作中,电压运算部 144 将修正灰度级电压 Vpix 设定为满足以下的数学式 (11)。

$$[0170] \quad V_{pix} = a \cdot \Delta V_{ref} - V_{org} + V_{ofst} \quad (11)$$

[0171] 各转换开关 SW1 ~ SW4 根据来自控制部 15 的数据控制信号,分别转换导通或截止。转换开关 SW1 使利用电压运算部 144 向数据线 Ld 的修正灰度级电压 Vpix 的施加导通或截止。转换开关 SW2、SW3 使电压转换部 143 读取数据线 Ld 的电压的动作导通或截止。所述转换开关 SW2 和 SW3 分别按照不同的定时进行动作。转换开关 SW4 使向数据线 Ld 的预充电电压 Vpre 的施加导通或截止。

[0172] 控制部 15 控制选择驱动器 12、电源驱动器 13 和数据驱动器 14,使各驱动器按照规定的定时进行动作。选择驱动器 12 依次设定显示像素 PIX 为选择状态。电源驱动器 13 向各电源电压线 Lv 施加电源电压 Vcc。数据驱动器 14 向各显示像素 PIX 供给修正灰度级电压 Vpix。

[0173] 各显示像素 PIX 的像素驱动电路 DC 在控制部 15 的控制下,执行一系列的驱动控制动作。该驱动控制动作由修正灰度级电压设定动作(预充电动作、过渡响应、参照电压读取动作)、写入动作、保持动作、发光动作构成。利用驱动控制动作,像素驱动电路 DC 在显示区域 11 中显示基于影像信号的图像信息。

[0174] 显示信号生成电路 16 抽出从显示装置 1 的外部输入的影像信号中包含的亮度等级信号。抽出后,对于每个显示区域 11 的 1 个行,显示信号生成电路 16 都向数据驱动器 14 供给该亮度等级信号。在影像信号包含定义显示图像的定时的定时信号的情况下,显示信号生成电路 16 也可以抽出定时信号并向控制部 15 输出。这时,控制部 15 根据定时信号所定义的定时,向各驱动器输出各控制信号。

[0175] (显示装置的驱动方法)

[0176] 下面,说明显示装置 1 的驱动方法。再有,以下用显示像素 PIX(i, j) 表示配置在显示区域 11 (n 行 × m 列) 上的位置 (i, j) 上的各显示像素 PIX (1 ≤ i ≤ n, 1 ≤ j ≤ m)。

[0177] 如图 11 所示,实施方式 1 的显示装置 1 的驱动方法由选择过程、非选择状态转换过程、非选择状态保持过程、电源电压转换过程、发光过程构成。各过程是在各显示像素 PIX 中执行的动作,在整个显示区域 11,各显示像素 PIX 独立进行各过程的动作。该选择过程是执行图 13 所示的动作(预充电动作、修正灰度级电压设定动作、写入动作)的过程。此外,非选择状态保持过程是执行图 2 所示的保持动作的过程,发光过程是执行图 2 所示的发光动作的过程。

[0178] 如图 12 所示,显示装置 1 在每个规定的循环期间 Tcyc 反复进行一系列的动作。将循环期间 Tcyc 设定为例如 1 个显示像素 PIX 显示 1 帧图像的 1 个像素所需要的期间。在实施方式 1 中,将循环期间 Tcyc 设定为 1 行显示像素 PIX 显示影像帧的 1 行图像所需要的期间。

[0179] 首先,在选择期间 Tsel 内的修正期间 Tdet 执行预充电动作。在预充电动作中,电压转换部 143 向各列的数据线 Ld 施加规定的预充电电压 Vpre。这样,各行中就从电源电压线 Lv 向数据线 Ld 流过预充电电流 Ipre。之后,如图 13 所示,转换开关 SW4 截止,停止电压转换部 143 的预充电电压 Vpre 的施加。从而,预充电动作结束。再有,停止预充电电压 Vpre 的施加的定时包含在修正期间 Tdet 中。

[0180] 另外,若从停止预充电电压 Vpre 的施加时开始一经过图 13 所示的第 1 读取定时 t1,电压转换部 143 就读取第一参照电压 Vref(t1)。接着,从停止时开始一经过图 13 中示出的第二读取定时 t2,电压转换部 143 就读取第二参照电压 Vref(t2)。

[0181] 另外,在修正灰度级电压设定动作中,灰度级电压生成部 142 生成与从显示信号生成电路 16 供给的显示数据相对应的原灰度级电压 Vorg。电压运算部 144 对灰度级电压生成部 142 生成的原灰度级电压 Vorg 实施修正,生成修正灰度级电压 Vpix。电压运算部 144 一生成修正灰度级电压 Vpix,就结束修正灰度级电压设定动作。之后执行写入动作。

[0182] 在写入动作中,电压运算部 144 对各数据线 Ld 施加修正灰度级电压 Vpix。这样,就向电容器 Cs 流写入电流(晶体管 Tr13 的漏-源极间电流 Ids)。

[0183] 在保持动作中,向电容器 Cs 充电与已利用写入动作写入到晶体管 Tr13 的栅-源极间的修正灰度级电压 Vpix 相应的电压(流写入电流左右的电荷)并保持。以下,将保持动作中的期间称作“保持期间 Thld”。

[0184] 在发光动作中,如图 12 所示,根据电容器 Cs 所保持的充电电压,向有机 EL 元件 OLED 供给发光驱动电流 Iem(Iem(i)、Iem(i+1)等)。有机 EL 元件 OLED 按照与显示数据相应的亮度等级进行发光。以下,将发光动作中的期间称作“发光期间 Tem”。在发光期间 Tem 中,期望发光驱动电流 Iem 与晶体管 Tr13 的漏-源极间电流 Ids 一致。

[0185] 以下,以第 i 行的显示像素 PIX 为例,关于上述的选择动作中的各动作详细地进行说明。在当前处理中的第 i 行的显示像素 PIX 涉及的选择期间 Tsel 内执行参照电压读取动作和修正灰度级电压生成动作。

[0186] 如图 13 所示,将在修正期间 Tdet 中执行预充电动作的期间称作“预充电期间 Tpre”。在该预充电期间 Tpre 中,向电源电压线 Lv 施加电源电压 Vccw。电压转换部 143 向各数据线 Ld 施加规定的预充电电压 Vpre。这样,在配置在特定行(例如第 i 行)的各显示像素 PIX 的晶体管 Tr13,流过与预充电电压 Vpre 相应的漏-源极间电流 Ids。电容器 Cs 累积与预充电电压 Vpre 相应的电荷。

[0187] 如图 13 所示,在预充电动作结束时,像素驱动电路 DC 使转换开关 SW4 截止,停止预充电电压 Vpre 的施加。从预充电动作结束时开始进行过渡响应。因此,以下将预充电动作结束的定时称作“过渡响应开始定时 t0”。此外,以下将过渡响应的开始到结束为止的期间称作“过渡响应期间 Ttrs”。

[0188] 在过渡响应期间 Ttrs 中,首先,数据驱动器 14 进行参照电压读取动作。电压转换部 143 在经过了过渡响应开始定时 t0 后到达第一读取定时 t1 时,通过数据线 Ld 读取晶体管 Tr13 的栅-源极间保持着的电容器 Cs 的充电电压。读取到的充电电压成为图 13 所示的第一参照电压 Vref(t1)。另外,电压转换部 143 在第二读取定时 t2 读取图 13 所示的第二参照电压 Vref(t2)。以上结束参照电压读取动作。

[0189] 接着,在图 13 所示的修正期间 Tdet,像素驱动电路 DC 进行修正灰度级电压生成动

作。在修正灰度级电压生成动作中,电压运算部 144 根据第一参照电压 $V_{ref}(t1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t2)$, 设定修正灰度级电压 V_{pix} 。

[0190] 如图 14 所示,在预充电期间 T_{pre} ,电源驱动器 13 向与第 i 行的显示像素 PIX 连接的电源电压线 L_v 施加写入动作电平的电源电压 V_{cc} ($=$ 第一电源电压 $V_{ccw} \leq$ 基准电压 V_{ss})。此外,选择驱动器 12 向第 i 行的选择线 L_s 施加选择电平 (高电平) 的选择信号 S_{sel} 。将第 i 行的显示像素 PIX 设定为选择状态。

[0191] 这时,在第 i 行的各显示像素 PIX 中,各晶体管 Tr_{11} 变为导通,各驱动晶体管 Tr_{13} 变为二极管连接状态。这样,将电源电压 V_{cc} ($= V_{ccw}$) 施加到驱动晶体管 Tr_{13} 的漏极端子和栅极端子 (接点 N_{11} 、电容器 C_s 的一端侧) 上。此外,晶体管 Tr_{12} 也变为导通,晶体管 Tr_{13} 的源极端子 (接点 N_{12} 、电容器 C_s 的另一端侧) 与各列的数据线 L_d 电连接。

[0192] 与该定时同步,控制部 15 供给数据控制信号。数据驱动器 14 如图 13 所示,截止转换开关 SW_1 ,如图 13 所示导通转换开关 $SW_2 \sim SW_4$ 。这样,通过各数据线 L_d 向各电容器 C_s 施加规定的预充电电压 V_{pre} 。

[0193] 在预充电电压 V_{pre} 的施加中,元件特性变动后的驱动晶体管 Tr_{13} 的阈值电压的最大值成为初始时的阈值电压 V_{th0} 与阈值电压的变动值 ΔV_{th} 的最大值 ΔV_{th_max} 的和。此外,晶体管 Tr_{12} 的漏-源极间电压的最大值成为初始时的漏-源极间电压 V_{ds12} 与晶体管 Tr_{12} 的电阻增高所产生的漏-源极间电压 V_{ds12} 的变动值 ΔV_{ds12} 的最大值 ΔV_{ds12_max} 的和。另外,假设图 14 所示的选择晶体管 Tr_{12} 与除了选择晶体管 Tr_{12} 以外从电源电压线 L_v 到数据线 L_d 的布线电阻所产生的电压降为 V_{vd} 。这时,设定预充电电压 V_{pre} 满足以下的数学式 (12)。再有,数学式 (12) 的左边所示的电位差 ($V_{ccw}-V_{pre}$) 是施加到选择晶体管 Tr_{12} 和驱动晶体管 Tr_{13} 的电压。

$$[0194] \quad V_{ccw}-V_{pre} \geq (V_{th0}+\Delta V_{th_max})+(V_{ds12}+\Delta V_{ds12_max})+V_{vd} \quad (12)$$

[0195] 假设输出到选择线 L_s 的选择信号 S_{sel} 在修正期间 T_{det} 中是正电压,在除此以外的期间中是负电压。这时,施加到晶体管 Tr_{12} 的栅极端子的电压不是显著偏向正电压的状态。因此,漏-源极间电压的变动值 ΔV_{ds12} 的最大值 ΔV_{ds12_max} 与驱动晶体管 Tr_{13} 的阈值电压的变动值 ΔV_{th} 的最大值 ΔV_{th_max} 相比,小到可以忽视的程度。因此,能够用以下的数学式 (12a) 表示数学式 (12)。

$$[0196] \quad V_{ccw}-V_{pre} \geq (V_{th0}+\Delta V_{th_max})+V_{ds12}+V_{vd} \quad (12a)$$

[0197] 即,向电容器 C_s 的两端 (晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间) 施加与预充电电压 V_{pre} 的值相应的电压。施加到电容器 C_s 的电压大于驱动晶体管 Tr_{13} 的元件特性变动后的阈值电压 V_{th} 。因此,如图 14 所示,驱动晶体管 Tr_{13} 变为导通,与该电压相应的预充电电流 I_{pre} 流到晶体管 Tr_{13} 的漏-源极间。从而,在电容器 C_s 的两端快速累积基于该预充电电流 I_{pre} 的电荷 (按照预充电电压 V_{pre} 的电压)。

[0198] 显示像素 PIX 所具有的像素驱动电路 DC 具有图 10 所示的结构。因此,为了从数据线 L_d 向数据驱动器方向流过预充电电流 I_{pre} ,将预充电电压 V_{pre} 设定成相对于写入动作电平 (低电平) 的电源电压 V_{ccw} 成为负电位 ($V_{pre} < V_{ccw} \leq 0$)。

[0199] 在预充电动作中,假设施加到晶体管 Tr_{13} 的源极端子的信号是电流信号。该情况下,由于数据线 L_d 所具有的布线电容和布线电阻、像素驱动电路 DC 中包含的电容成分,有电容器 C_s 中的电位 (充电电压) 的变化变慢的危险。但是,在实施方式 1 中,由于施加的

预充电电压 V_{pre} 是电压信号, 能够在预充电期间 T_{pre} 的初期快速充电电容器 C_s 。这时, 如图 13 所示, 电容器 C_s 的充电电压的变化是在急速接近于预充电电压 V_{pre} 之后, 在预充电期间 T_{pre} 的剩余期间内缓慢地向预充电电压 V_{pre} 收敛。

[0200] 再有, 在预充电期间 T_{pre} 中, 将施加到有机 EL 元件 OLED 的阳极端子 (接点 N12) 的预充电电压 V_{pre} 的电压设定为比施加到阴极端子 TM_c 中的基准电压 V_{ss} 低。此外, 将电源电压 V_{ccw} 设定在基准电压 V_{ss} 以下。因此, 由于有机 EL 元件 OLED 不是正偏压的状态, 因此没有电流流过。从而, 在预充电期间 T_{pre} , 有机 EL 元件 OLED 不发光。

[0201] 在预充电期间 T_{pre} 结束后的过渡响应期间 T_{trs} (自然缓和期间), 数据驱动器 14 如图 13 所示仍维持转换开关 SW1 截止状态, 仍维持转换开关 SW2 ~ SW3 导通状态。此外, 数据驱动器 14 如图 13 所示, 将转换开关 SW4 从导通转换为截止。这样, 切断向数据线 L_d 和处于选择状态的第 i 行的显示像素 PIX (像素驱动电路 DC) 施加预充电电压 V_{pre} 。

[0202] 这时, 如图 15 所示, 晶体管 Tr_{11} 和 Tr_{12} 维持导通状态。因此, 像素驱动电路 DC 维持与数据线 L_d 的电连接的状态, 但切断向数据线 L_d 施加电压。这样, 将电容器 C_s 的另一端侧 (接点 N12) 设定为阻抗高的状态。

[0203] 利用上述的预充电动作, 在晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间 (电容器 C_s 的两端) 维持晶体管 Tr_{13} 的变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th_max}$) 以上的电位差。因此, 如图 15 所示, 晶体管 Tr_{13} 维持导通状态, 从电源电压线 L_v 通过晶体管 Tr_{13} 流过渡电流 I_{ref} 。此外, 在过渡响应期间 T_{trs} (自然缓和期间), 如图 13 所示, 晶体管 Tr_{13} 的源极端子侧 (接点 N12、电容器 C_s 的另一端侧) 的电位逐渐上升接近于漏极端子侧 (电源电压线 L_v 侧) 的电位。随之, 通过晶体管 Tr_{12} 电连接的数据线 L_d 的电位也逐渐上升。

[0204] 在过渡响应期间 T_{trs} , 由于电容器 C_s 中累积的电荷的一部分放电, 因此, 晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 降低。因此, 数据线 L_d 的电位变化为从预充电电压 V_{pre} 向晶体管 Tr_{13} 的变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 收敛。若过渡响应期间 T_{trs} 长, 则电位差 ($V_{ccw} - V(t)$) 变化为向 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 收敛。在此, $V(t)$ 是随着时间 t 变化的数据线 L_d 中的电位, 如图 13 所示, 在预充电期间 T_{pre} 的结束时刻, 与预充电电压 V_{pre} 相等。但是, 在过渡响应期间 T_{trs} 过长的情况下, 选择期间 T_{sel} 变长, 因此, 显示特性特别是动画显示特性显著降低。

[0205] 因此, 在实施方式 1 中, 将过渡响应期间 T_{trs} 设定为比晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 收敛到变动后的阈值电压 ($V_{th} + \Delta V_{th}$) 的期间短。此外, 适当地设定过渡响应期间 T_{trs} , 使得在选择期间 T_{sel} 像素驱动电路 DC 能够执行预充电动作和写入动作。即, 将过渡响应期间 T_{trs} 的结束定时 (第二读取定时) 设定为晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 正在变化的状态中的特定的定时。再有, 在过渡响应期间 T_{trs} , 有机 EL 元件 OLED 也不发光。施加到有机 EL 元件 OLED 的阳极端子侧的接点 N12 的电压值, 比施加到阴极端子 TM_c 的基准电压 V_{ss} 低, 因此不是正偏压状态。

[0206] 下面关于参照电压读取动作进行说明。显示装置 1 在过渡响应期间 T_{trs} 多次执行该动作。该参照电压读取动作与图 13 所示的动作相同。即, 电压转换部 143 在第一读取定时 t_1 读取通过图 15 所示的转换开关 SW2 连接的数据线 L_d 的电位 (第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$)。第一读取定时 t_1 只要是过渡响应期间 T_{trs} 的结束时刻以外, 就可以是过渡响应期间 T_{trs} 的任意的定时。

[0207] 在读取第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 之后,如图 16 所示,电压读取部 145 使转换开关 SW2 截止。接着,电压转换部 143 在第二读取定时 t_2 ,使转换开关 SW3 导通,通过数据线 Ld 读取电容器的充电电压(第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$)。在实施方式 1 中,该第二读取定时 t_2 是过渡响应期间 T_{trs} 的结束时刻。即,图 13 所示的过渡响应期间 T_{trs} 等于(第二读取定时 t_2)-(过渡响应开始定时 t_0)。再有,第二读取定时 t_2 不限于过渡响应期间 T_{trs} 的结束时,也可以是与第一读取定时 t_1 不同的过渡响应期间 T_{trs} 内的任意的定时。

[0208] 如图 15 和 16 所示,数据线 Ld 通过已被设定为导通状态的选择晶体管 Tr12,与驱动晶体管 Tr13 的源极端子(接点 N12)连接。利用与晶体管 Tr13 的栅-源极间电压 V_{gs} 相对应的电压,与时间 t_1 的函数共同决定电压转换部 143 读取到的第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 。

[0209] 在过渡响应期间 T_{trs} 中,该电压 V_{gs} 根据晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 而不同。因此,根据栅-源极间电压 V_{gs} 的变化,能够大致确定阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$)。这时,伴随着阈值电压的变动量 ΔV_{th} 增大,栅-源极间电压 V_{gs} 的变化的比例变小。

[0210] 在晶体管 Tr13 中,随着阈值电压 V_{th} 的变动,变动量 ΔV_{th} 增大。因此,从第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 减去第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 的差分的电压值 $\Delta V_{ref}(=V_{ref}(t_2)-V_{ref}(t_1))$ 、以下称作“差分电压”)变小。因此,根据第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$,能够确定晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$)。

[0211] 此外,能够用以下的数学式 (13a) 表示第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$,用以下的数学式 (13b) 表示第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 。再有,数学式 (13a) 所示的 $V_{gs}(t_1)$ 是第一读取定时 t_1 中的晶体管 Tr13 的栅-源极电压,数学式 (13b) 所示的 $V_{gs}(t_2)$ 是第二读取定时 t_2 中的栅-源极间电压。 V_R 是晶体管 Tr12 的源-漏极电阻所产生的电压降 V_{ds12} 和布线电阻 V_{vd} 所产生的电压降的和。

$$[0212] \quad V_{ccw} - V_{ref}(t_1) = V_{gs}(t_1) + V_R \quad (13a)$$

$$[0213] \quad V_{ccw} - V_{ref}(t_2) = V_{gs}(t_2) + V_R \quad (13b)$$

[0214] 即,从过渡响应期间 T_{trs} 内的任意的定时 (t_1) 到结束定时 (t_2) 之间,数据线 Ld 中的电位的变化 ($V_{ref}(t_2) - V_{ref}(t_1)$) 取决于晶体管 Tr13 的栅-源极间电压的变化 ($V_{gs}(t_2) - V_{gs}(t_1)$)。此外,根据该变化量确定晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 。

[0215] 电压转换部 143 通过缓冲器保持读取到的第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 的各电压之后,求出上述的差分电压 ΔV_{ref} 。另外,电压转换部 143 将差分电压 ΔV_{ref} 反相放大并转换电压电平,作为“第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ ”,向电压运算部 144 输出。以上,参照电压读取动作结束,像素驱动电路 DC 执行显示数据的写入动作。

[0216] 下面关于该写入动作进行说明。在写入动作中,控制部 15 向图 10 所示的电压读取部 145 所具有的转换开关 SW1 ~ SW4 供给数据控制信号。这样,如图 17 所示,转换开关 SW1 变为导通,转换开关 SW2 ~ SW4 变为截止。这样就电连接数据线 Ld 和电压运算部 144。此外,电源驱动器 13 输出写入用的第一电源电压 V_{ccw} 。

[0217] 接着,来自图 9 所示的显示信号生成电路 16 的显示数据通过寄存器部 141,被传送到设在各列(各数据线 Ld)的灰度级电压生成部 142。灰度级电压生成部 142 从传送到

的显示数据取得写入对象即显示像素PIX(已设定为选择状态的显示像素PIX)的亮度等级值。另外,灰度级电压生成部142判别亮度等级值是否是第0灰度级。

[0218] 若亮度等级值是第0灰度级,则灰度级电压生成部142向电压运算部144输出用于使有机EL元件OLED进行无发光动作(或者黑显示动作)的规定的灰度级电压(黑灰度级电压)Vzero。将该黑灰度级电压Vzero通过图17所示的转换开关SW1施加到数据线Ld上。这时,电压运算部144不进行基于差分电压 ΔV_{ref} 的修正处理(对晶体管Tr13的阈值电压 V_{th} 的变动的补偿处理)。将黑灰度级电压Vzero设定为($-V_{zero} < V_{th} - V_{ccw}$)。这时,在进行了二极管连接的晶体管Tr13中,栅-源极间电压 V_{gs} ($\dot{=} V_{ccw} - V_{zero}$)变得比阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压($V_{th0} + \Delta V_{th}$)低,成为 $V_{gs} < V_{th}$ 。再有,为了抑制晶体管Tr12和Tr13的各阈值电压的变动,最好黑灰度级电压Vzero是 $V_{zero} = V_{ccw}$ 。

[0219] 另一方面,若亮度等级值不是第0灰度级,灰度级电压生成部142生成具有与该亮度等级值相应的电压值的原灰度级电压Vorg,并向电压运算部144输出。电压运算部144使用电压转换部143输出的图17所示的第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ 进行修正,使得该原灰度级电压Vorg具有与晶体管Tr13的阈值电压 V_{th} 的变动相应的电压值。

[0220] 电压运算部144进行运算,使得原灰度级电压Vorg、第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ 和第二补偿电压Vofst满足上述的数学式(11)。为了生成修正灰度级电压Vpix而进行该运算。再有,根据晶体管Tr13的阈值电压 V_{th} 的变动特性(阈值电压 V_{th} 与参照电压的差分电压 ΔV_{ref} 的关系)等,求出第二补偿电压Vofst。此外,原灰度级电压Vorg是随着显示数据的灰度级变高而电位变高的正电压。

[0221] 电压运算部144一生成修正灰度级电压Vpix,就通过转换开关SW1施加给数据线Ld。第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ 的系数a是正的值,第二补偿电压Vofst成为取决于晶体管Tr13的设计的正的值($-V_{ofst} < 0$)。将修正灰度级电压Vpix设定成以写入动作电平的电源电压 V_{cc} ($= V_{ccw} \leq$ 基准电压 V_{ss})为基准,相对地成为负电位。因此,修正灰度级电压Vpix随着灰度级变高而向负电位侧变低(电压信号的振幅变大)。

[0222] 根据晶体管Tr13的阈值电压 V_{th} 或与变动后的阈值电压($V_{th0} + \Delta V_{th}$)相应的补偿电压($a \cdot \Delta V_{ref} + V_{ofst}$),向已被设定为选择状态的显示像素PIX中所包含的晶体管Tr13的源极端子(接点N12),施加已修正了原灰度级电压Vorg的修正灰度级电压Vpix。因此,向晶体管Tr13的栅-源极间(电容器Cs的两端)写入与修正灰度级电压Vpix相应的电压 V_{gs} 。在这样的写入动作中,不是向晶体管Tr13的栅极端子和源极端子流过与显示数据相应的电流来设定电压,而是直接施加期望的电压。因此,能够将各端子和接点的电位快速设定为期望的状态。

[0223] 再有,在写入期间 T_{wrt} ,将施加到有机EL元件OLED的阳极端子上的修正灰度级电压Vpix设定为比施加到阴极Tmc上的基准电压 V_{ss} 低。因此,有机EL元件OLED处于反偏压状态,不发光。以上,写入动作结束,显示装置1进行保持动作。

[0224] 下面,关于该保持动作进行说明。如图12所示,在保持期间 T_{hd} ,选择驱动器12向第i行的选择线Ls施加非选择电平(低电平)的选择信号Ssel。这样,如图18所示,保持晶体管Tr11变为截止,解除驱动晶体管Tr13的二极管连接状态。此外,利用非选择电平的选择信号Ssel,图18所示的选择晶体管Tr12也变为截止,切断晶体管Tr13的源极端子(接点N12)与数据线Ld的电连接。这时,在第i行的晶体管Tr13的栅-源极间(电容器

Cs 的两端) 保持阈值电压 V_{th} 或已补偿了变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 的电压。

[0225] 此外,如图 12 所示,在保持期间 Th_{ld} ,选择驱动器 12 向第 $(i+1)$ 行的选择线 L_s 施加选择电平(高电平)的选择信号 S_{sel} 。这样,将第 $(i+1)$ 行的显示像素 PIX 设定为选择状态。以后,在各行中执行上述的修正灰度级电压设定动作和写入动作,直到同一组的最终行的选择期间 T_{sel} 结束。这时,选择驱动器 12 按照不同的定时,依次向各行的选择线 L_s 施加选择电平的选择信号 S_{sel} 。再有,如图 25 所示,已经结束了修正灰度级电压设定动作和写入动作的各行的显示像素 PIX 继续保持动作,直到向所有行的显示像素 PIX 写入修正灰度级电压 V_{pix} (与显示数据相应的电压)。

[0226] 例如,在驱动控制成使各组内的全部显示像素 PIX 一齐发光时,在写入动作和发光动作之间进行该保持动作。这时,如图 25 所示,保持期间 Th_{ld} 在每个行中不同。在图 18 的例子中,转换开关 $SW_1 \sim SW_4$ 全部截止。但是,如图 12 所示,在第 i 行的显示像素 PIX 正在进行保持动作时(第 i 行的保持期间 Th_{ld}),第 $(i+1)$ 行以后的显示像素 PIX 与修正灰度级电压设定动作和写入动作并行进行。因此,在各行的显示像素 PIX 的每个选择期间 T_{sel} ,都按照规定的定时个别地转换控制各转换开关 $SW_1 \sim SW_4$ 。以上,保持动作结束,显示像素 PIX 进行发光动作。

[0227] 下面,关于该发光动作进行了说明。如图 12 所示,在发光动作中(发光期间 T_{em}),选择驱动器 12 向各行(例如第 i 行和第 $(i+1)$ 行)的选择线 L_s 施加非选择电平(低电平)的选择信号 S_{sel} 。此外,如图 19 所示,电源驱动器 13 向电源电压线 L_v 施加发光动作电平的电源电压 V_{cc} (第二电源电压 V_{cce})。该第二电源电压 V_{cce} 是比基准电压 V_{ss} 高电位的正电压($V_{cce} > V_{ss}$)。

[0228] 设定第二电源电压 V_{cce} ,使得电位差($V_{cce} - V_{ss}$)比晶体管 Tr_{13} 的饱和电压(夹断电压 V_{po})与有机 EL 元件 OLED 的驱动电压 V_{oled} 的和大。因此,与图 7 和图 8 所示的例子同样,晶体管 Tr_{13} 在饱和区域进行动作。此外,向有机 EL 元件 OLED 的阳极侧(接点 N_{12})施加与已利用写入动作写入到晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间的电压($V_{ccw} - V_{pix}$)相应的正电压。另一方面,由于向阴极端子 T_{Mc} 施加基准电压 V_{ss} (例如,接地电位),因此,有机 EL 元件 OLED 变为反偏压状态。

[0229] 如图 19 所示,从电源电压线 L_v 通过晶体管 Tr_{13} 向有机 EL 元件 OLED 流过发光驱动电流 I_{em} 。由于该发光驱动电流 I_{em} 具有与修正灰度级电压 V_{pix} 相应的电流值,因此,有机 EL 元件按照期望的亮度等级进行发光。再有,有机 EL 元件 OLED 在下一个循环期间 T_{cyc} 继续发光动作,直到电源驱动器 13 开始施加写入动作电平的电源电压 V_{cc} ($= V_{ccw}$)。

[0230] (显示装置的驱动方法)

[0231] 下面关于上述显示装置 1 的驱动方法进行说明。图 20 的例子是数据线 L_d 中的电压变化。这时,作为像素驱动电路 DC 的各晶体管,适用非晶硅晶体管。设定数据线 L_d 的电压和电源电压 V_{cc} ,使得向数据驱动器 14 侧引入流向像素驱动电路 DC 的电流。此外,将预充电电压 V_{pre} 设定为 $-10V$ 。另外,分别设定选择期间 T_{sel} 为 $35 \mu sec$ 、预充电期间 T_{pre} 为 $10 \mu sec$ 、过渡响应期间 T_{trs} 为 $15 \mu sec$ 、写入期间 T_{wrt} 为 $10 \mu sec$ 。该选择期间 $T_{sel} = 35 \mu sec$ 相当于在假设显示区域 11 的扫描线(选择线)的数量是 480 条、帧速率为 60fps 时分配给各扫描线的选择期间。

[0232] 在显示装置 1 的驱动控制动作中,在选择期间 T_{sel} 依次执行预充电动作、参照电

压读取动作、写入动作。

[0233] 在预充电动作中,数据驱动器 14 使转换开关 SW4 导通。这样,就向数据线 Ld 施加负电压的预充电电压 V_{pre} (-10V)。这时,如图 20 所示,数据线电压急剧降低。之后,数据线电压随着根据数据线 Ld 的布线电容和布线电阻的时间常数,逐渐向预充电电压 V_{pre} 收敛。利用该数据线电压的变化,在已被设定为选择状态的行中,在晶体管 Tr13 的栅-源极间保持与预充电电压 V_{pre} 相应的栅-源极间电压 V_{gs} 。

[0234] 之后,在过渡响应开始定时 t_0 ,数据驱动器 14 使转换开关 SW4 截止。这时,切断向数据线 Ld 施加预充电电压 V_{pre} ,阻抗变高。但是,由于利用电容器 C_s 的充电电压,在晶体管 Tr13 的栅-源极间保持栅-源极间电压 V_{gs} ,因此,晶体管 Tr13 维持导通状态。因此,向晶体管 Tr13 的漏-源极间流过渡电流 I_{ds} 。

[0235] 在流过渡电流 I_{ds} 期间,漏-源极间电压 V_{ds} 的电位降低,与该电压 V_{ds} 同电位的栅-源极间电压 V_{gs} 的电位也降低。这时,电压 V_{gs} 变化为向晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 接近。因此,晶体管 Tr13 的源极端子(接点 N12)的电位随着时间经过而逐渐上升。

[0236] 在实施方式 1 的驱动控制动作中,从数据线 Ld 向数据驱动器 14 引入流向显示像素(像素驱动电路)的电流。因此,将数据线 Ld 的电压设定为成为比电源电压 V_{cc} 低电位的负电压。这时,如图 20 所示,晶体管 Tr13 的栅-源极间电压 V_{gs} 越低,晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 越高。

[0237] 在过渡响应状态中,随着时间的经过,晶体管 Tr13 的栅-源极间电压 V_{gs} 向着阈值电压 V_{th} 或变动后的阈值电压 ($V_{th0} + \Delta V_{th}$) 上升。之后,该电压 V_{gs} 变化为如图 21 所示的特性线 ST1 和 ST2 所示向阈值电压 V_{th} 收敛。将过渡响应期间 T_{trs} 设定为比电压 V_{gs} 收敛到阈值电压 V_{th} 的期间短。

[0238] 这时,数据线电压的每个时间上的变化,阈值电压 V_{th} 的绝对值越小,栅-源极间电压 V_{gs} 的上升就越大。此外,阈值电压 V_{th} 的绝对值越大,栅-源极间电压 V_{gs} 的上升越小。在接近于初始状态的阈值电压 $V_{th}(L)$ 的情况下,由于变动 ΔV_{th} 小,因此电压 V_{gs} 的上升变化很大。此外,在变动 ΔV_{th} 大的情况下,电压 V_{gs} 的上升变化很小。在图 21 的例子中,根据特性线 ST1、ST2,检测第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 。检测后,确定各特性线 ST1、ST2 的变化,能够从该变化推断收敛电压即阈值电压 $V_{th}(L)$ 、 $V_{th}(H)$ 。这样,第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 成为过渡响应期间 T_{trs} 、晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 的函数。

[0239] 下面,关于驱动晶体管 Tr13 的阈值电压和第一参照电压与第二参照电压的差分电压 ΔV_{ref} 的关系进行说明。在以下的例子中,与图 20 中示出的例子同样地设定预充电电压 V_{pre} 为 -10V。另外,设定过渡响应期间 T_{trs} 为 $15 \mu sec$ 、从过渡响应开始定时 t_0 (过渡响应期间 T_{trs} 的开始时刻)到第一读取定时 t_1 的时间为 $10 \mu sec$ 、从过渡响应开始定时 t_0 到第二读取定时 t_2 的时间为 $15 \mu sec$ 。

[0240] 此外,作为晶体管 Tr13 的驱动能力,设定用于计算漏-源极间的饱和电流 I_{ds} ($= K \times (W/L) \times (V_{gs} - V_{th})^2$) 的常数 K 为 7.5×10^{-9} 、沟道宽度 W 与长度 L 的比为 80/6.5。另外,假设选择晶体管 Tr12 的源-漏极间电阻为 $13M\Omega$ 、电容器 C_s 和像素寄生电容 C_{pix} 的和即像素内电容 $C_s + C_{pix}$ 为 $1pF$ 。设定数据线 Ld 的寄生电容 C_{para} 为 $10pF$,数据线 Ld 的布线

电阻 Rdata 为 10k Ω 。

[0241] 这时,在晶体管 Tr13,阈值电压 Vth(初始的阈值电压 Vth0+ 阈值电压的变化量 ΔV_{th}) 与参照电压的差分电压 ΔV_{ref} 之间的关系示出图 22 的特性。即,阈值电压 Vth 越低,差分电压 ΔV_{ref} 越高。此外,阈值电压 Vth 越高,差分电压 ΔV_{ref} 越低。由于该特性大致是线性,因此差分电压 ΔV_{ref} 与阈值电压 Vth 的关系如以下的数学式 (14) 所示,能够用一次函数 $y = a \cdot x + b$ 的形式表示。该斜率 a 实质上与上述的数学式 (11) 所示的 a 相同。在图 22 的例子中,a 的值大致是 2。Vofst 是设差分电压 ΔV_{ref} 为 0 时的阈值电压 Vth(理论值),是根据检验条件设定的固有的电压值。

$$[0242] \quad V_{th} = -a \cdot \Delta V_{ref} - V_{ofst} \quad (14)$$

[0243] 在写入动作中,向数据线 Ld 施加修正灰度级电压 Vpix。数据线电压如图 20 所示,在急剧上升后向着修正灰度级电压 Vpix 收敛。因此,在已被设定为选择状态的行中,在晶体管 Tr13 的栅-源极间(电容器 Cs 的两端)保持与修正灰度级电压 Vpix 相应的栅-源极间电压 Vgs。电压运算部 144 通过将原灰度级电压 Vorg、第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ 和第二补偿电压 Vofst 相加减,生成该修正灰度级电压 Vpix。在此,将原灰度级电压 Vorg 设定为与初始状态中的显示数据(亮度等级数据)相应的电压值。在初始状态中,阈值电压 Vth 不变动。因此,修正灰度级电压 Vpix 能够用以下的数学式 (15) 表示。

$$[0244] \quad V_{pix} = -|V_{org} + V_{th}| \quad (15)$$

[0245] 将数学式 (15) 代入数学式 (14) 中,得到上述的数学式 (11)。电压运算部 144 通过按照数学式 (11) 将各电压相加减,能够生成具有与阈值电压的变动 ΔV_{th} 相对应地实施了补偿处理的值的修正灰度级电压 Vpix。在有机 EL 元件 OLED 不发光的情况下,最好不取决于数学式 (15),将修正灰度级电压 Vpix 设定为电源电压 Vcc(=发光动作电平的第二电源电压 Vcce)。

[0246] 下面,关于实现上述的显示装置的驱动方法时的数据驱动器 14 的具体结构进行说明。如图 23 所示,数据驱动器 14 的主要部分具有灰度级电压生成部 142、电压转换部 143、电压运算部 144 和转换开关 SW1 ~ SW4。此外,数据线 Ld 具有寄生电容 Cpara 和布线电阻 Rdata。

[0247] 灰度级电压生成部 142 具有数字-模拟电压转换器(以下称作“DA 转换器”)V-DAC。在本实施方式中,该 DA 转换器 V-DAC 具有图 24 所示的电压转换特性。DA 转换器 V-DAC 将从显示信号生成电路 16 供给的亮度等级数据(数字信号)转换成模拟信号电压。转换后的模拟信号电压是原灰度级电压 Vorg。DA 转换器 V-DAC 向电压转换部 143 输出该原灰度级电压 Vorg。

[0248] 再有,在图 24 的例子中,晶体管 Tr13 的漏-源极间电流 Ids 与数字输入灰度级大致成比例。因此,有机 EL 元件 OLED 的发光亮度与流过的电流的值(或电流密度)大致成比例,对于数字输入,按照线性的亮度等级进行显示器显示。

[0249] 图 23 所示的电压转换部 143 具有电压跟随器型的多个放大电路和多个反相放大电路。在放大电路中,运算放大器 OP11 的+侧输入端子通过转换开关 SW2 与数据线 Ld 连接。此外,运算放大器 OP11 的输出端子与运算放大器 OP11 的一侧输入端子连接。此外,在其他放大电路中,运算放大器 OP12 的+侧输入端子通过转换开关 SW3 与数据线 Ld 连接。此外,运算放大器 OP12 的输出端子与运算放大器 OP12 的一侧输入端子连接。

[0250] 在反相放大电路中,运算放大器 OP2 的 + 侧输入端子通过电阻 R 与运算放大器 OP12 的输出端子连接。运算放大器 OP2 的一侧输入端子通过电阻 R1 与运算放大器 OP11 的输出端子连接,并且通过电阻 R2 与运算放大器 OP2 的输出端子连接。

[0251] 具有运算放大器 OP11 的放大电路保持第一参照电压 $V_{ref}(t1)$ 的电压电平。此外,具有运算放大器 OP12 的放大电路保持第二参照电压 $V_{ref}(t2)$ 的电压电平。再有,保持电容 C_f 是用于保持第一参照电压 $V_{ref}(t1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t2)$ 的电压电平的电容。

[0252] 反相放大电路计算第一参照电压 $V_{ref}(t1)$ 与第二参照电压 $V_{ref}(t2)$ 的差分电压 ΔV_{ref} ,将差分电压 ΔV_{ref} 的电压极性反转。另外,反相放大电路按照由电阻 R 和 R1 的比 $R2/R1$ 决定的电压放大率,放大已反转了极性的电压 $(-\Delta V_{ref})$ 。放大后得到的电压 $[-(R2/R1) \cdot \Delta V_{ref}]$ 是上述的第一补偿电压。此外,比 $R2/R1$ 相当于数学式 (14) 所示的斜率 a。另外,反相放大电路向电压运算部 144 输出第一补偿电压 $[-(R2/R1) \cdot \Delta V_{ref}]$ 。

[0253] 电压运算部 144 具有加法电路。该加法电路具有图 23 所示的运算放大器 OP3。通过电阻 R 向运算放大器 OP3 的 + 侧输入端子施加基准电压。该 + 侧输入端子通过另外的电阻与第二补偿电压 V_{ofst} 的外部输入端子连接。另一方面,一侧输入端子通过电阻 R 与运算放大器 OP2 的输出端子连接。该一侧输入端子通过另外的电阻与 DA 转换器 V-DAC 连接,另外,通过另外的电阻与运算放大器 OP3 的输出端子连接。

[0254] 电压运算部 144 将原灰度级电压 V_{org} 、第一补偿电压 $[-(R2/R1) \cdot \Delta V_{ref}]$ 和第二补偿电压 V_{ofst} 相加减,生成修正灰度级电压 V_{pix} 。另外,电压运算部 144 通过转换开关 SW1 向数据线 Ld 输出该修正灰度级电压 V_{pix} 。

[0255] 各转换开关 SW1 ~ SW4 由晶体管开关构成。各转换开关 SW1 ~ SW4 根据从控制部 15 供给的数据控制信号(转换控制信号 OUT、REF1、REF2、PRE 的某一个),变为导通或截止。这样,数据驱动器 14(电压运算部 144、电压转换部 143、预充电电压 V_{pre} 的外部输入端子)与数据线 Ld 的连接变为导通或截止。

[0256] (显示装置的驱动方法)

[0257] 下面,关于显示装置 1 的有特点的驱动方法进行说明。如图 9 所示,实施方式 1 的各显示像素 PIX 分为配置在显示区域 11 的上方区域的组和配置在下方区域的组。分别通过不同的电源电压线 Lv1 和 Lv2 向各组中包含的显示像素 PIX 施加独立的电源电压 V_{cc} 。因此,各组中包含的多行的显示像素 PIX 一齐进行发光动作。

[0258] 说明这样的驱动方法中的显示像素 PIX 的动作定时。以下,用在图 9 中示出的显示区域 11 中排列 12 行的显示像素,各显示像素分为第 1 ~ 6 行的组(配置在显示区域 11 的上方区域的组)和第 7 ~ 12 行的组(配置在显示区域 11 的上方区域中的组)的例子进行说明。如图 25 所示,首先,使各行的显示像素 PIX 依次执行修正灰度级电压设定动作(预充电动作、过渡响应、参照电压读取动作)和写入动作。另外,写入动作一结束,就使该组内的全部显示像素 PIX 按照与显示数据相应的亮度等级一齐发光。每个组依次反复进行该发光动作。这样,就在显示区域 11 上显示 1 个画面的数据。

[0259] 例如,假设通过第一电源电压线 Lv1,向第 1 ~ 6 行的组的各显示像素 PIX 施加了低电位的电源电压 $V_{cc}(=V_{ccw})$ 。这时,从第 1 行开始到第 6 行,在各行中反复执行修正灰度级电压设定动作、写入动作和保持动作。在各行的显示像素 PIX 中,电压运算部 144 从电压转换部 143 取得与驱动晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 相对应的第一补偿电压 $a \cdot \Delta V_{ref}$ 。

另外,向显示像素 PIX 写入修正灰度级电压 V_{pix} 。结束了写入动作的行的显示像素 PIX 转移到保持动作。

[0260] 在对第 6 行的显示像素 PIX 写入的写入动作结束了的定时,电源驱动器 13 通过第一电源电压线 Lv1 向各显示像素 PIX 施加高电位的电源电压 $V_{cc}(=V_{cce})$ 。这样,使该组(第 1~第 6 行)中包含的全部显示像素 PIX 一齐按照与各显示像素 PIX 中写入的显示数据(修正灰度级电压 V_{pix})相应的亮度等级进行发光。该组的显示像素维持发光的状态,直到在第 1 行的显示像素 PIX 中设定下一个修正灰度级电压 V_{pix} 。该维持的期间是第 1~第 6 行的发光期间 T_{em} 。再有,在该驱动方法中,第 6 行(上方区域的组的最终行)的显示像素 PIX 在写入动作后不执行保持动作而进行发光动作。

[0261] 另一方面,在第 1~第 6 行的组的各显示像素 PIX 的写入动作结束的定时,电源驱动器 13 通过第二电源电压线 Lv2 向第 7 行~第 12 行的组的各显示像素 PIX 施加写入动作的电源电压 $V_{cc}(=V_{ccw})$ 。然后,从第 7 行开始到第 12 行,在各行中反复执行与上述第 1~第 6 行的组的动作实质上相同的动作(修正灰度级电压设定动作、写入动作、保持动作)。再有,在这些动作中,第 1~第 6 行的组的显示像素维持发光动作。

[0262] 在对第 12 行的显示像素 PIX 的写入动作结束了的定时,电源驱动器 13 向各显示像素 PIX 施加发光动作的电源电压 $V_{cc}(=V_{cce})$ 。这样,使该组(第 7~第 12 行)的 6 行的显示像素 PIX 一齐发光。以上,能够在向各组的全部行的显示像素 PIX 的写入结束的时刻,使该组内的全部显示像素 PIX 一齐发光。此外,能够控制在各组内的各行的显示像素中设定了修正灰度级电压时和流过写入电流 I_{ds} 时,该组内的各显示像素不发光。

[0263] 在图 25 的例子中,将 12 行的显示像素 PIX 分为 2 个组,数据驱动器 14 控制为使得各组的显示像素按照不同的定时进行发光。因此,可以将 1 个帧期间 T_{fr} 中利用无发光动作进行黑显示的期间所占的比例(以下称作“黑插入率”)设定为 50%。一般地,为了不使人感到运动图像模糊和重影(にじみ)而清晰地看到,最好该黑插入率在 30%以上。因此,根据本驱动方法,能用比较良好的显示像质进行数据显示。

[0264] 再有,划分各行的显示像素的组的数量不限于 2 个,也可以是 3 个以上。此外,各组中包含的行不限于连续的行,也可以分为第奇数行和第偶数行的组。此外,电源电压线 Lv 不限于与划分后的各组连接,也可以与各行连接。这时,通过向各电源电压线独立施加电源电压 V_{cc} ,能够使各行的显示像素 PIX 个别地发光。

[0265] 如上所述,根据本发明的实施方式 1,在显示数据的写入期间 T_{wrt} ,向驱动晶体管 Tr13 的栅-源极间直接施加修正灰度级电压 V_{pix} ,在电容器 Cs 中保持期望的电压。该修正灰度级电压 V_{pix} 具有已补偿了显示数据和驱动晶体管的元件特性的变动的电压值。这样,就能够基于修正灰度级电压 V_{pix} ,控制流向发光元件(有机 EL 元件 OLED)的发光驱动电流 I_{em} ,能够使发光元件按照期望的亮度等级进行发光。即,能够通过电压指定(电压施加)来控制发光元件的显示灰度级。

[0266] 因此,在规定的选择期间 T_{sel} 内,迅速且准确地向各显示像素写入与显示数据相应的灰度级信号(修正灰度级电压)。这样,本发明的显示装置 1 能够抑制产生显示数据的写入不足,能够使显示像素按照与显示数据相应的最佳的亮度等级进行发光。

[0267] 再有,实施方式 1 即使适用于使显示区域大型化的情况、将显示区域做成更精细的情况、显示低灰度级的数据的情况、在小型的显示区域上流向显示像素的电流小的情况

中的任意情况中,都能够通过电压指定(电压施加)控制发光元件的显示灰度级。在这一点上,本发明的灰度级控制方法比通过流过与显示数据相应的电流来进行写入动作(保持与显示数据相应的电压)的电流指定来控制灰度级的方法有利。

[0268] 根据实施方式 1,在向显示像素 PIX 所具有的像素驱动电路 DC 写入显示数据之前,取得已与驱动晶体管 Tr13 的阈值电压 V_{th} 的变动相对应地补偿了原灰度级电压 V_{org} 的第一补偿电压。之后,在写入动作中,生成已根据该补偿电压和根据检验条件设定的固有的电压值(第二补偿电压)修正的灰度级信号(修正灰度级电压 V_{pix}),施加给发光 EL 元件 OLED。这样,补偿阈值电压的变动的的影响,各显示像素(发光元件)按照与显示数据相应的适当的亮度等级进行发光。因此,能够抑制各显示像素 PIX 的发光特性的偏差。

[0269] 根据实施方式 1,按相互不同的读取定时读取数据线电压(第一参照电压和第二参照电压),根据读取到的各数据线电压相互的差分电压 ΔV_{ref} ,生成补偿电压。这样,即使在基准电压变动了的情况下,也能够抑制对补偿电压的影响。能够生成已与驱动晶体管的阈值电压的变动对应地最佳地修正的灰度级信号(修正灰度级电压)。

[0270] 根据实施方式 1,数据驱动器 14 输出的灰度级信号(修正灰度级信号)是电压信号。因此,在写入动作中,即使在晶体管 Tr13 的漏-源极间电流 I_{ds} 的值小的情况下,也能够快速地设定与该电流 I_{ds} 相应的栅-源极间电压 V_{gs} 。这与直接控制晶体管 Tr13 的漏-源极间电流 I_{ds} 的电流值来控制像素的亮度等级的方法不同。因此,在选择期间 T_{sel} ,能够向晶体管 Tr13 的栅-源极间和电容器 C_s 写入修正灰度级电压 V_{pix} 。从而,在像素驱动电路 DC 的结构上,不需要存储修正灰度级电压 V_{pix} 生成用的修正数据的存储装置(例如,帧存储器等)。

[0271] 根据实施方式 1 的驱动方法,即使在多个显示像素中阈值电压 V_{th} 不同的情况下,也根据第一参照电压和第二参照电压推断各阈值电压 V_{th} ,修正各阈值电压 V_{th} 。这样就能够使多个像素按照相同的发光特性(例如相同亮度)进行动作。例如,假设显示像素 A 中的晶体管 Tr13 的阈值电压为 V_{th_A} ,显示像素 B 的晶体管 Tr13 的阈值电压为 V_{th_B} 。按照数学式(14)补偿驱动晶体管 Tr13 的阈值电压。此外,假设流向各显示像素的晶体管的漏-源极间的电流为 I_A 、 I_B 。在饱和区域中, I_A 、 I_B 分别用以下的数学式(16)、(17)来表示。再有,数学式(16)、(17)中的 K 是系数。

$$[0272] \quad I_A = K \{ (V_{org} + V_{th_A}) - V_{th_A} \}^2 = K \cdot \{V_{org}\}^2 \quad (16)$$

$$[0273] \quad I_B = K \{ (V_{org} + V_{th_B}) - V_{th_B} \}^2 = K \cdot \{V_{org}\}^2 \quad (17)$$

[0274] 这样,不仅是驱动晶体管 Tr13 的阈值电压的变化量 ΔV_{th} 的影响,也能够补偿各晶体管间的阈值特性的偏差的影响。因此,根据实施方式 1,在基本没有阈值电压 V_{th} 的变动 ΔV_{th} 的初始状态中,即使显示像素 A 的阈值电压和显示像素 B 的阈值电压不同的情况下,也补偿各显示像素所具有的各驱动晶体管 Tr13 的阈值电压的变动,得到均匀的显示特性。

[0275] (实施方式 2)

[0276] 在实施方式 1 中,根据各参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和 $V_{ref}(t_2)$ 的差分电压 ΔV_{ref} 修正原灰度级电压 V_{org} ,生成了修正灰度级电压 V_{pix} 。然后,说明了向各显示像素 PIX 施加该修正灰度级电压 V_{pix} 的电压指定型的灰度级控制方法。在实施方式 1 中示出的灰度级控制方法中,以能够利用连接在驱动晶体管 Tr13 的栅-源极间的电容器 C_s 充分地抑制寄生

在显示像素 PIX 中的电容成分的影响为前提。此外,以在电源电压 V_{cc} 从写入电平转换为发光电平的情况下,电容器 C_s 中保持的写入电压也不变动为前提。

[0277] 但是,在便携式电话机等这样的便携式电子装置中,很多情况下要求面板尺寸的小型化和精细的像质。在这样的要求下,有时不能够将电容器 C_s 的累积电容设定为比显示像素 PIX 的寄生电容大。该情况下,在转移到发光动作时,若电容器 C_s 中已充电的写入电压一变动,则驱动晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 就变动。因此,发光驱动电流 I_{em} 变动,各显示像素不按照与显示数据相应的亮度等级进行发光。

[0278] 为了避免该问题,只要取代修正灰度级电压 V_{pix} 补偿驱动晶体管 Tr_{13} 的阈值电压 V_{th} 的变动,而补偿发光驱动电流 I_{em} 的值就可以。以下,关于进行这样的动作的本发明的实施方式 2 的显示装置 1 进行说明。

[0279] 首先,说明实施方式 2 的显示装置 1 的结构。实施方式 2 的显示装置 1 的基本结构与图 9 和图 10 中示出的例子相同。即,如图 26 所示,实施方式 2 的显示像素 PIX 实质上与实施方式 1 相同。在显示像素 PIX 所具有的像素驱动电路 DC 内包含:与发光元件 OLED 串联连接的驱动晶体管 Tr_{13} 、选择晶体管 Tr_{12} 、用于将驱动晶体管 Tr_{13} 进行二极管连接的保持晶体管 Tr_{11} 。

[0280] 此外,在实施方式 2 中,数据驱动器(显示驱动装置)14 取代图 10 所示的结构,具有图 26 所示的结构。

[0281] 实施方式 2 的灰度级电压生成部 142 与实施方式 1 同样地生成原灰度级电压 V_{org} 并输出。为了对于该原灰度级电压 V_{org} ,使发光元件按照期望的亮度等级进行发光,补偿像素驱动电路(驱动晶体管 Tr_{13})的固有的电压特性。

[0282] 数据驱动器 14(显示驱动装置)具有加减法部(电压读取部)146 和转换部 147,以取代图 10 中示出的电压转换部 143。此外,数据驱动器 14 具有反相运算部(修正灰度级信号生成部)148,以取代图 10 中示出的电压运算部 144。另外,数据驱动器 14 具有转换开关 SW_5 。而且,将加减法部 146、转换开关 SW_2 和 SW_3 统称为“电压读取部 149”。在各列的数据线 L_d 中分别设置了 m 组的加减法部 146、转换部 147、反相运算部 148 和转换开关 SW_5 。

[0283] 加减法部(电压读取部)146 向数据线 L_d 施加规定的预充电电压 V_{pre} 。加减法部 146 在规定的过渡响应期间 T_{trs} (自然缓和期间),分别按照不同的定时读取第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$ 和第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 。此外,加减法部 146 从第二参照电压 $V_{ref}(t_2)$ 减去第一参照电压 $V_{ref}(t_1)$,求出差分电压 $\Delta V_{ref}(=V_{ref}(t_2)-V_{ref}(t_1))$ 。另外,加减法部 146 向转换部 147 输出从差分电压 ΔV_{ref} 减去了预先设定的补偿电压 V_{ofst} 的电压($\Delta V_{ref}-V_{ofst}$)。

[0284] 转换部 147 在加减法部 146 输出的电压($\Delta V_{ref}-V_{ofst}$)上乘以规定的系数 α 。该系数 α 用于推断晶体管 Tr_{13} 的特性变动后的阈值电压 V_{th} 。乘法计算后,转换部 147 向反相运算部 148 输出得到的电压 $\alpha \cdot (\Delta V_{ref}-V_{ofst})$ 。再有,转换部 147 生成的电压 $\alpha \cdot (\Delta V_{ref}-V_{ofst})$ 能够如以下的数学式(21)所示,表示为阈值电压 V_{th} 的规定数 β 倍。再有,以下将 $\beta \cdot V_{th}$ 称作“补偿电压”。

[0285]
$$\beta \cdot V_{th} = \alpha \cdot (\Delta V_{ref}-V_{ofst}) = \alpha \cdot (V_{ref}(t_2)-V_{ref}(t_1)-V_{ofst}) \quad (21)$$

[0286] 反相运算部 148 将来自灰度级电压生成部 142 的原灰度级电压 V_{org} 和来自转换部 147 的补偿电压 $\beta \cdot V_{th}$ 相加,生成修正灰度级电压(修正灰度级信号) V_{pix} 。这时,若

灰度级电压生成部 142 具有 DA 转换器, 反相运算部 148 就以模拟信号的状态将原灰度级电压 V_{org} 和补偿电压 $\beta \cdot V_{th}$ 相加。另外, 反相运算部 148 通过数据线 L_d , 向电容器 C_s 充电已生成的修正灰度级电压 V_{pix} (写入动作)。再有, 在实施方式 2 中, 反相运算部 148 也将修正灰度级电压 V_{pix} 设定为负极性, 使得在向显示像素 PIX 的写入动作中, 从数据线 L_d 向数据驱动器 14 流写入电流。这时, 将修正灰度级电压 V_{pix} 设定为满足以下的数学式 (22)。再有, 数学式 (22) 中, $\beta > 1$ 、原灰度级电压 $V_{org} > 0$ 、 $V_{in} < 0$ 。

$$[0287] \quad V_{pix} = -V_{in} = -V_{org} - \beta \cdot V_{th} \quad (22)$$

[0288] 转换开关 SW_5 连接在反相运算部 148 的输出端子和施加黑灰度级电压 V_{zero} 的电源端子之间。再有, 最好转换开关 SW_5 的电阻和电容与各转换开关 $SW_1 \sim SW_4$ 的电阻和电容相等。转换开关 SW_5 根据来自控制部 15 的数据控制信号变为导通或截止。这样, 转换开关 SW_5 就控制黑灰度级电压 V_{zero} 施加到数据线 L_d 。

[0289] 在亮度等级是第 0 灰度级的情况 (有机 EL 元件 OLED 不发光的情况) 下, 灰度级电压生成部 142 不输出原灰度级电压 V_{org} 。这时, 通过转换开关 SW_5 向反相运算部 148 的输出端子施加黑灰度级电压 V_{zero} 。能够用以下的数学式 (23) 表示数学式 (22)。即, 实施方式 2 的显示驱动装置 14 通过具有上述的结构, 能够补偿像素驱动电路 (驱动晶体管 Tr_{13}) 的固有的电压特性, 并且能够生成用于使发光元件 OLED 按照期望的亮度等级进行发光的修正灰度级电压 V_{pix} , 并施加给电容器 C_s 。

$$[0290] \quad V_{pix} = -V_{in} = V_{zero} \leq V_{th} \quad (23)$$

[0291] (显示装置的驱动方法)

[0292] 下面, 说明实施方式 2 的显示装置 1 的驱动方法。在实施方式 2 中, 与实施方式 1 同样地, 首先进行修正灰度级电压的设定动作。加减法部 146 向各列的数据线 L_d 施加规定的预充电电压 V_{pre} 。这样, 加减法部 146 就从电源电压线 L_v 向各行的数据线 L_d 流预充电电流 I_{pre} 。之后, 加减法部 146 停止施加预充电电压 V_{pre} 。停止后, 加减法部 146 在过渡响应期间 T_{trs} 中, 在到达第一读取定时 t_1 时, 读取第一参照电压 $V_{pre}(t_1)$ 。此外, 加减法部 146 在到达第二读取定时 t_2 时, 读取第二参照电压 $V_{pre}(t_2)$ 。该过渡响应期间 T_{trs} 与实施方式 1 同样地设定为比晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 收敛到变动后的阈值电压 ($V_{th} + \Delta V_{th}$) 的期间短。

[0293] 接着, 反相运算部 148 按照根据差分电压 $\Delta V_{ref} (= V_{pre}(t_2) - V_{pre}(t_1))$ 设定的补偿电压 $\beta \cdot V_{th}$, 修正原灰度级电压 V_{org} 。反相运算部 148 通过该修正, 生成数学式 (22) 所示的修正灰度级电压 V_{pix} , 并施加给各数据线 L_d 。向各显示像素 PIX 流过基于该修正灰度级电压 V_{pix} 的写入电流 I_{wrt} 。该写入电流 I_{wrt} 相当于晶体管 Tr_{13} 的漏-源极间电流 I_{ds} 。

[0294] 因此, 在实施方式 2 中, 将驱动晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 设定为满足以下的数学式 (24), 以便电压 V_{gs} 能够补偿写入电流 I_{wrt} 。数学式 (24) 中的 V_{d0} 是在写入动作中施加到晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间的电压 V_{gs} 内的、与指定灰度级 (数字位) 相应地进行变化的电压。 γV_{th} 是取决于阈值电压 V_{th} 的电压。该 V_{d0} 相当于第一补偿电压, γV_{th} 相当于第二补偿电压。再有, 用以下的数学式 (25) 定义数学式 (24) 中的常数 γ 。

$$[0295] \quad V_{gs} = 0 - (-V_d) = V_{d0} + \gamma V_{th} \quad (24)$$

$$[0296] \quad \gamma = 1 + (C_{gs11} + C_{gd13}) / C_s \quad (25)$$

[0297] 通过满足数学式 (24), 在实施方式 2 中, 能够利用修正灰度级电压 V_{pix} 修正在发光动作中从晶体管 $Tr13$ 流向有机 EL 元件 OLED 的发光驱动电流 I_{em} 。实施方式 1 的不同点在于, 修正灰度级电压 V_{pix} 补偿了晶体管 $Tr13$ 的阈值电压 V_{th} 的变动。再有, 如图 27A 所示, 数学式 (25) 中的 C_{gs11} 是接点 N11 和接点 N13 之间的寄生电容。 C_{gd13} 是接点 N11 和接点 N14 之间的寄生电容。 C_{para} 是数据线 Ld 的寄生电容, C_{pix} 是有机 EL 元件 OLED 的寄生电容。

[0298] 在上述的显示装置的驱动方法中, 在从写入动作转移到发光动作时, 施加到选择线 Ls 上的选择信号 $Ssel$ 从高电平向低电平转换。此外, 施加到电源电压线 Lv 上的电源电压 V_{cc} 从低电平向高电平转换。因此, 驱动晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间电压 (电容器 C_s 中保持的电压) V_{gs} 有可能变动。在实施方式 2 中, 将该电压 V_{gs} 设定为满足数学式 (24) 所示的关系, 以便补偿写入电流 I_{wrt} 。

[0299] 下面, 导出决定在发光动作中流向有机 EL 元件 OLED 的发光驱动电流 I_{em} 的栅-源极间的电压 V_{gs} 。再有, 以下, 假设写入动作中的电源电压 $V_{cc} (= V_{ccw})$ 是接地电位 GND。如图 28A 所示, 在写入动作中, 向显示像素 PIX 施加选择电平 (高电平) 的选择信号 $Ssel (= V_{sh})$ 和写入动作的电源电压 $V_{cc} (= V_{ccw} = GND)$ 。另外, 反相运算部 148 向显示像素 PIX 施加电位比电源电压 $V_{ccw} (= GND)$ 低的负极性的修正灰度级电压 $V_{pix} (= -V_{in})$ 。

[0300] 这样, 晶体管 $Tr11$ 和选择晶体管 $Tr12$ 就变为导通, 向驱动晶体管 $Tr13$ 的栅极 (接点 N11) 施加电源电压 $V_{ccw} (= GND)$ 。此外, 向晶体管 $Tr13$ 的源极 (接点 N12) 施加负极性的修正灰度级电压 V_{pix} 。这样, 在晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间产生电位差, 晶体管 $Tr13$ 变为导通。这时, 从施加电源电压 V_{ccw} 的电源电压线 Lv 向数据线 Ld 流写入电流 I_{wrt} 。在形成在晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间的电容器 C_s 中保持与该写入电流 I_{wrt} 的值相应的电压 V_{gs} (写入电压 V_d)。

[0301] 再有, 图 28A 所示的 C_{gs11}' 是在晶体管 $Tr11$ 的栅极电压 (选择信号 $Ssel$) 从高电平变化为低电平时在晶体管 $Tr11$ 的栅-源极间产生的有效寄生电容。此外, C_{gd13} 是在驱动晶体管 $Tr13$ 的源-漏极间电压处于饱和区域中时, 在晶体管 $Tr13$ 的栅-漏极间产生的寄生电容。

[0302] 另一方面, 如图 28B 所示, 在发光动作中, 向选择线 Ls 施加非选择电平 (低电平) 的电压 ($-V_{sl} < 0$) 的选择信号 $Ssel$, 施加高电位的发光用的电源电压 $V_{cc} (= V_{cce}$ 、例如 $12 \sim 15V$)。此外, 选择晶体管 $Tr12$ 变为截止, 切断反相运算部 148 向数据线 Ld 施加修正灰度级电压 $V_{pix} (= -V_{in})$ 。

[0303] 此外, 通过向选择线 Ls 施加具有电压 V_{sel} 的选择信号 $Ssel$, 晶体管 $Tr11$ 变为截止, 切断向晶体管 $Tr13$ 的栅极 (接点 N11) 施加电源电压 V_{cc} 。此外, 切断向晶体管 $Tr13$ 的源极 (接点 N12) 施加修正灰度级电压 V_{pix} 。这时, 在电容器 C_s 中保持写入动作中在晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间产生的电位差 ($0 - (-V_d) = V_d$)。因此, 仍维持栅-源极间的电位差 V_d , 晶体管 $Tr13$ 维持导通状态。这样, 从电源电压线 Lv 向有机 EL 元件 OLED 流过与栅-源极间的电压 $V_{gs} (= V_d)$ 相应的发光驱动电流 I_{em} 。然后, 有机 EL 元件 OLED 按照与该电流 I_{em} 的值相应的亮度等级进行发光。

[0304] 再有, 图 28B 中示出的接点 N12 中的电压 V_{oe1} 是发光动作中的有机 EL 元件 OLED 的电压 (以下称作“发光电压”)。 C_{gs11} 是在晶体管 $Tr11$ 的栅极电压 (选择信号 $Ssel$) 是

低电平 ($-V_{s1}$) 时在栅 - 源极间产生的寄生电容。再有,用以下的数学式 (26) 表示图 28A 所示的 C_{gs11}' 与图 28B 所示的 C_{gs11} 的关系。再有,数学式 (26) 中的电压 V_{sh1} 是选择信号 S_{sel} 的高电平 (V_{sh}) 与低电平 ($-V_{s1}$) 之间的电位差 ($V_{sh}-(-V_{s1})$)。

$$[0305] \quad C_{gs11}' = C_{gs11} + (1/2) \times C_{ch11} \times V_{sh}/V_{sh1} \quad (26)$$

[0306] 随着从写入动作向发光动作的转移,转换选择信号 S_{sel} 和电源电压 V_{ce} 的电压电平。这时,在写入动作中,在晶体管 Tr_{13} 的栅 - 源极间保持的电压 V_{gs} ($= V_d$) 按照数学式 (27) 进行变动。数学式 (27) 中的 c_{gd} 、 c_{gs} 、 c_{gs}' 是用电容器 C_s 的电容将各寄生电容 C_{gd} 、 C_{gs} 、 C_{gs}' 进行标准化的值, $c_{gd} = C_{gd}/C_s$ 、 $c_{gs} = C_{gs}/C_s$ 、 $c_{gs}' = C_{gs}'/C_s$ 。再有,以下,将电压 V_{gs} 随着施加到像素驱动电路 D 的电压的变化而变动的特性称作“像素驱动电路 DC 固有的电压特性”。

$$[0307] \quad V_{gs} = \{V_d - (c_{gs} + c_{gd}) \cdot V_{oe1}\} / (1 + c_{gs} + c_{gd})$$

$$[0308] \quad + (c_{gd} \cdot V_{cce} - c_{gs}' \cdot V_{sh1}) / (1 + c_{gs} + c_{gd}) \quad (27)$$

[0309] 通过在施加到像素驱动电路 DC 的控制电压 (选择信号 S_{sel} 、电源电压 V_{cc}) 的转换前后适用“电荷量不变法则”,导出数学式 (27)。如图 29A 和图 29B 所示,在串联连接的电容成分 (电容 C_1 、 C_2) 中,使施加到一端的电压从 V_1 变化为 V_1' 。这时,能够用以下的数学式 (28a) ~ (28d) 表示变化前的各电容成分的电荷量 Q_1 、 Q_2 和变化后的各电容成分的电荷量 Q_1' 、 Q_2' 。

$$[0310] \quad Q_1 = C_1 (V_1 - V_2) \quad (28a)$$

$$[0311] \quad Q_2 = C_2 V_2 \quad (28b)$$

$$[0312] \quad Q_1' = C_1 (V_1' - V_2') \quad (28c)$$

$$[0313] \quad Q_2' = C_2 V_2' \quad (28d)$$

[0314] 通过根据数学式 (28a) ~ (28d) 求出 $-Q_1 + Q_2 = -Q_1' + Q_2'$,能够用以下的数学式 (29) 表示电容成分 C_1 和 C_2 间的连接点的电位 V_2 、 V_2' 的关系。

$$[0315] \quad V_2' = V_2 - \{C_1 / (C_1 + C_2)\} \cdot (V_1 - V_1') \quad (29)$$

[0316] 下面,说明在显示像素 PIX (像素驱动电路 DC 和有机 EL 元件 OLED) 中适用上述的数学式 (28a) ~ (28d)、(29) 所示的关系、并转换选择信号 S_{sel} 时的晶体管 Tr_{13} 的栅极 (接点 N_{11}) 的电位 V_{n11} 。

[0317] 该情况下,可以用图 30A、30B 所示的等效电路置换图 27、28A、28B 所示的等效电路。在图 30A 的例子中,向选择线 L_s 施加选择电平 (高电平电压 V_{sh}) 的选择信号 S_{sel} ,向电源电压线 L_v 施加低电位的电源电压 V_{cc} ($= V_{ccw}$)。在图 30B 的例子中,向选择线 L_s 施加非选择电平 (低电平电压 V_{s1}) 的选择信号 S_{sel} ,向电源电压线 L_v 施加低电位的电源电压 V_{cc} ($= V_{ccw}$)。

[0318] 在施加了选择电平 (V_{sh}) 的选择信号 S_{sel} 时,图 30A 所示的各电容成分 C_{gs11} 、 C_{gs11b} 、 C_{ds13} 、 C_{pix} 、电容器 C_s 中保持的电荷量用以下的数学式 (30a) ~ (30d) 表示。此外,在施加了非选择电平 (V_{s1}) 的选择信号 S_{sel} 时,图 30B 所示的各电容成分 C_{gs11} 、 C_{gs11b} 、 C_{ds13} 、 C_{pix} 、电容器 C_s 中保持的电荷量用以下的数学式 (30e) ~ (30h) 表示。图 30B 所示的接点 N_{11} 和 N_{13} 之间的电容成分 C_{gs11b} 是晶体管 Tr_{11} 的沟道内电容以外的栅 - 源极间寄生电容 C_{gso11} 。此外,图 30A 所示的接点 N_{11} 和 N_{13} 之间的电容成分 C_{gs11b} 是在晶体管 Tr_{11} 的沟道电容 C_{ch11} 乘以 $1/2$ 的值与 C_{gs11} ($= C_{gso11}$) 的和 ($C_{gs11} =$

$C_{ch112}+C_{gs11}$)。

$$[0319] \quad Q_1 = 0 \quad (30a)$$

$$[0320] \quad Q_2 = C_s \cdot V_d \quad (30b)$$

$$[0321] \quad Q_3 = -C_{pix} \cdot V_d \quad (30c)$$

$$[0322] \quad Q_4 = C_{gs11b} \cdot V_{sh} \quad (30d)$$

$$[0323] \quad Q_1' = C_{gd13} \cdot V_1 \quad (30e)$$

$$[0324] \quad Q_2' = C_s \cdot (V-V_1) \quad (30f)$$

$$[0325] \quad Q_3' = -C_{pix} \cdot V \quad (30g)$$

$$[0326] \quad Q_4' = C_{gs11} \cdot V_{sh} \cdot (V_1-V_{s1}) \quad (30h)$$

[0327] 此外,若在图 30A、图 30B 的例子中适用电荷量不变的法则,则接点 N11、接点 N12 中的各电荷的关系就用以下的数学式 (31a)、(31b) 表示。

$$[0328] \quad -Q_1+Q_2-Q_4 = -Q_1'+Q_2'-Q_4' \quad (31a)$$

$$[0329] \quad -Q_2+Q_3 = -Q_2'+Q_3' \quad (31b)$$

[0330] 若在上述的数学式 (30a) ~ (30d) 中适用数学式 (31a) ~ (31b),则接点 N11 中的电位 V_{n11} 、接点 N12 中的电位 V_{n12} 可用以下的数学式 (32a)、(32b) 表示。再有,数学式 (32a)、(32b) 所示的 C_{gs11}' 、 D 分别用以下的数学式 (33a)、(33b) 来定义。

$$[0331] \quad V_{n11} = -V_1 = -(C_{gs11}' \cdot C_{pix}+C_{gs11}' \cdot C_s) \cdot V_{sh1}/D \quad (32a)$$

$$[0332] \quad V_{n12} = -V = -V_d-(C_{gs11}' \cdot C_s) \cdot V_{sh1}/D \quad (32b)$$

$$[0333] \quad C_{gs11}' = C_{gs11}+(C_{ch11}' \cdot C_s)/(2 \cdot V_{sh1}) \quad (33a)$$

$$[0334] \quad D = C_{gd13} \cdot C_{pix}+C_{gd13} \cdot C_s+C_{gs11} \cdot C_{pix}+C_{gs11} \cdot C_s+C_s \cdot C_{pix} \quad (33b)$$

[0335] 将这样的电位的导出方法适用在实施方式 2 的从写入动作到发光动作的各过程中,说明实施方式 2 中的显示装置 1 的驱动方法。实施方式 2 的显示装置 1 的驱动方法与图 11 所示的例子相同,包括选择过程、非选择状态转换过程、非选择状态保持过程、电源电压转换过程、发光过程。

[0336] 即,在实施方式 2 中,选择过程是通过向显示像素 PIX 送出选择电平的选择信号 S_{sel} 来选择该显示像素 PIX,并向该显示像素 PIX 所具有的电容器 C_s 写入与显示数据相应的电压的过程。非选择状态转换过程是使在选择过程中选择的各显示像素 PIX 成为非选择状态的过程。非选择状态保持过程是已在非选择状态转换过程中成为非选择状态的显示像素 PIX 所具有的电容器 C_s 保持充电电压的过程。电源电压转换过程是将施加到与在非选择状态保持过程中保持充电电压的电容器连接的驱动晶体管 Tr_{13} 的电源电压 V_{cc} ,从写入动作电平(低电位)转换为发光动作电平(高电位)的过程。另外,发光过程是使发光元件按照与显示数据相应的亮度等级进行发光的过程。

[0337] 首先,对从选择过程向非选择状态转换过程转移时的各点的电压的变化进行说明。在转移前,如图 31A 所示,晶体管 Tr_{11} 和晶体管 Tr_{12} 通过高电位的选择信号 (V_{sh}) 的施加而导通,向晶体管 Tr_{13} 的漏-源极间流过写入电流 I_{wrt} 。此外,接点 N11 的电位是 V_{ccw} (接地电位),接点 N12 的电位是 $-V_d$ 。

[0338] 在该状态下,若向晶体管 Tr_{11} 和晶体管 Tr_{12} 施加非选择电平的选择信号 S_{sel} ,则如图 31B 所示,晶体管 Tr_{11} 和晶体管 Tr_{12} 从导通转换为截止。将转换后的接点 N11 的电位定义为 $-V_1$,将接点 N12 的电位定义为 $-V$ 。在选择信号 S_{sel} 从正电位的高电平 (V_{sh}) 转换

为负电位的低电平 ($-V_{s1}$) 时, 驱动晶体管 Tr13 的栅 - 源极间电压 V_{gs}' 从 V_d 变化 $-\Delta V_{gs}$ 。这时, 转换后的电压 V_{gs}' (写入电压, 即接点 N11 的电位 V_{n11} 与接点 N12 的电位 V_{n12} 之间的电位差) 用以下的数学式 (34) 表示。

$$[0339] \quad V_{gs}' = V_{n11} - V_{n12} = -V_1 - (-V) = V - V_1$$

$$[0340] \quad = V_d - (C_{gs11}' \cdot C_{pix}/D) \cdot V_{sh1} = V_d - \Delta V_{gs} \quad (34)$$

[0341] 该电压偏移 ΔV_{gs} 用 $C_{gs11}' \cdot C_{pix} \cdot V_{sh1}/D$ 表示。非选择转换过程中的接点 N11 和 N12 之间的电容成分 C_s' 是除了晶体管 Tr13 的栅 - 源极间电容以外形成的寄生电容成分。此外, 数学式 (32a)、(32b)、(33a)、(33b) 中示出的 C_s 是电容成分 C_s' 、晶体管 Tr13 的沟道内电容以外的栅 - 源极间电压寄生电容 C_{gso13} 以及处于饱和区域时的晶体管 Tr13 的沟道内栅 - 源极间电容的和。由于该沟道内栅 - 源极间电容是晶体管 Tr13 的沟道电容 C_{ch13} 的 $2/3$, 因此, 数学式 (32a)、(32b)、(33a)、(33b) 中示出的 C_s 是 $C_s = C_s' + C_{gso13} + (2/3) \cdot C_{ch13}$ 。

[0342] 在处于饱和区域的情况下, 由于沟道内的栅 - 漏极间电容被看作为 0, 因此, C_{gd13} 仅是晶体管 Tr13 的沟道内电容以外的栅 - 漏极间电容 C_{sgo13} 。数学式 (34) 中示出的 C_{gs11}' 是晶体管 Tr11 的沟道内电容以外的栅 - 源极间寄生电容 C_{gso11} 和 $V_{ds} = 0$ 时的晶体管 Tr11 的沟道内栅 - 源极间电容的和。该沟道内栅 - 源极间电容是晶体管 Tr11 的沟道电容 C_{ch11} 的 $1/2$ 和选择信号 S_{sel} 的电压比 (V_{sh}/V_{sh1}) 的累计值。即, 数学式 (34) 中示出的 C_{gs11}' 是 $C_{gs11}' = C_{gso11} + C_{ch11} \cdot V_{sh}/2V_{sh1}$ 。

[0343] 下面, 关于保持显示像素 PIX 的非选择状态的过程 (非选择状态保持过程) 中的电压变化进行说明。如图 32A 所示, 在从选择过程 (写入动作) 向非选择状态转移时, 晶体管 Tr13 基于栅 - 源极间 (电容成分 C_s ,) 中保持的电压 V_{gs}' , 维持导通状态。这时, 接点 N12 的电位是电位比电源电压 V_{cc} ($= V_{ccw}$) 低的负电位 ($-V$), 在晶体管 Tr13 中流过漏 - 源极间电流 I_{ds} 。此外, 如图 32B 所示, 流过该电流 I_{ds} 的结果, 接点 N12 中的电位上升成为 0。

[0344] 晶体管 Tr13 的漏极电压和源极电压进行变化, 直到该漏极电压 (接点 N14 的电位) 与源极电压 (接点 N12 的电位) 的差消失。该变化所需要的时间是 10 几 μ sec。此外, 通过源极电位变化, 晶体管 Tr13 的栅极电位 V_1' 从数学式 (32a)、(32b)、(33a)、(33b) 所示的关系变化为以下的数学式 (35) 所示的关系。

$$[0345] \quad V_1' = \{C_s / (C_{gs11} + C_{gd13}' + C_s'')\} \cdot V$$

$$[0346] \quad - \{(C_{gs11} + C_{gd13} + C_s) / (C_{gs11} + C_{gd13}' + C_s'')\} \cdot V_1 \quad (35)$$

[0347] 再有, 如数学式 (36a) 所示, 数学式 (35) 所示的 C_s'' 是在上述的 C_s' 和 C_{gso13} 中相加了 $V_{ds} = 0$ 时的晶体管 Tr13 的沟道内栅 - 源极间电容 C_{sh13} 的 $1/2$ 的电容。数学式 (35) 中示出的 C_{gd13}' 是上述的 C_{gd13} 和 $V_{ds} = 0$ 时的晶体管 Tr13 的沟道内栅 - 源极间电容 C_{ch13} 的 $1/2$ 的和。即, 用以下的数学式 (36b) 表示 C_{gd13}' 。

$$[0348] \quad C_s'' = C_s' + C_{gso13} + C_{ch13}/2 = C_s - C_{ch13}/6 \quad (36a)$$

$$[0349] \quad C_{gd13}' = C_{gd13} + C_{ch13}/2 \quad (36b)$$

[0350] 另外, 数学式 (35) 中示出的 $-V_1$ 、 V_1' 不是图 29 示出的 V_1 、 V_1' , 分别是图 32A 中的接点 N11 的电位 ($-V_1$) 和图 32B 中的接点 N11 的电位 (V_1')。在非选择状态保持过程中, 图 32B 中示出的接点 N11、N14 间的电容成分 C_{gd13}' 是晶体管 Tr13 的沟道内电容以外的

栅-漏极间电容 C_{sgo13} 与晶体管 $Tr13$ 的沟道电容 C_{ch13} 的 $1/2$ 的和。即, 电容成分 C_{gd13}' 是 $C_{gd13}' = C_{gdo13} + C_{ch13}/2 = C_{gd13} + C_{ch13}/2$ 。

[0351] 下面, 关于从非选择状态保持过程向电源电压转换过程转移, 并进一步从电源电压转换过程转移到发光过程时的各点的电压变化进行说明。如图 33A 所示, 在非选择状态保持过程中, 晶体管 $Tr13$ 的漏-源极间的电位差为 0, 不流过漏-源极间电流 I_{ds} 。此外, 如图 33B 所示, 若从非选择状态保持过程向电源电压转换过程一转移, 电源电压 V_{cc} 就从低电位 (V_{ccw}) 转换为高电位 (V_{cce})。另外, 若从电源电压转换过程一转移到发光过程, 就如图 33C 所示, 通过晶体管 $Tr13$ 向有机 EL 元件 OLED 流过发光驱动电流 I_{em} 。

[0352] 首先, 关于从非选择状态保持过程向电源电压转换过程转移的情况进行说明。这时, 图 33A 中示出的晶体管 $Tr13$ 的漏-源极间电压接近于电位 0。之后, 在电源电压转换过程中, 电源电压 V_{cc} 从低电位 (V_{ccw}) 转换为高电位 (V_{cce})。因此, 晶体管 $Tr13$ 的栅极 (接点 $N11$) 的电位 V_{n11} 和源极 (接点 $N12$) 的电位 V_{n12} 上升。这时的电位 V_{n11} 用数学式 (37a) 表示, 电位 V_{n12} 用数学式 (37b) 表示。再有, $V1''$ 、 V'' 分别是图 33B 中示出的接点 $N11$ 的电位 V_{n11} 、接点 $N12$ 的电位 V_{n12} 。

$$[0353] \quad V_{n11} = V1'' = \{1 + C_{ch13} \cdot (3C_s + 2C_{pix}) / 6D\} V'$$

$$[0354] \quad + (C_{gd13} \cdot C_{pix} + C_{gd13} \cdot C_s) \cdot V_{cce} / D \quad (37a)$$

$$[0355] \quad V_{n12} = V'' = C_{gd13} \cdot C_s \cdot V_{cce} / D + C_{ch13} \cdot (C_{gs11} + C_{gd13} + 3C_s) / 6D \quad (37b)$$

[0356] 另外, 在发光过程中, 由于转换电源电压, 因此晶体管 $Tr13$ 的栅极 (接点 $N11$) 中产生的电位 V_{lc} (图 33C 的例子中的接点 $N11$ 的电位 V_{n11}) 就用以下的数学式 (38) 表示。

$$[0357] \quad V_{n11} = V_{lc} = V1'' + C_s \cdot (V_{pix} - V'') / (C_{gd13} + C_{gs11} + C_s) \quad (38)$$

[0358] 将上述的数学式 (34)、(35)、(37a)、(37b)、(38) 中示出的各电压全部替换为非选择状态转换过程中的电压符号。这样, 驱动晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间电压 V_{gs} 就能够用以下的数学式 (39) 表示。

$$[0359] \quad V_{gs} = V_{n11} - V_{n12} = V_{lc} - V_{oel}$$

$$[0360] \quad = (V_d - \Delta V_{gs})$$

$$[0361] \quad + \{ (C_{gs11} + C_{gd13}) / (C_s + C_{gs11} + C_{gd13}) \}$$

$$[0362] \quad \times \{ C_{gd13} \cdot V_{cce} / (C_{gs11} + C_{gd13}) - V_{oel} - V \} \quad (39)$$

[0363] 在此, 数学式 (39) 中的 V 与数学式 (32b) 中示出的 V 相同, $V = V_d + (C_{gs11}' \cdot C_s / D) \cdot V_{sh1}$ 。此外, V_d 是在写入时的晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间产生的电压, 如数学式 (32b) 所示, 用 $(V_d + (C_{gs11}' \cdot C_s) \cdot V_{sh1} / D)$ 表示。此外, 数学式 (39) 中的电压偏移 ΔV_{gs} 是从图 31A 转换到图 31B 时的接点 $N11$ 和接点 $N12$ 之间的电位差, 如数学式 (34) 所示, 用 $C_{gs11}' \cdot C_{pix} \cdot V_{sh1} / D$ 表示。

[0364] 下面, 基于上述的数学式 (39) 说明阈值电压 V_{th} 对于发光驱动用的晶体管 $Tr13$ 的栅-源极间电压 V_{gs} 的影响。在数学式 (39) 中, 通过代入 ΔV_{gs} 、 V 、 D 的值, 得到以下的数学式 (40)。

$$[0365] \quad V_{gs} = \{ C_s / (C_s + C_{gs11} + C_{gd13}) \} \cdot V_d$$

$$[0366] \quad + \{ (C_{gs11} + C_{gd13}) / (C_s + C_{gs11} + C_{gd13}) \}$$

$$[0367] \quad \times \{ C_{gd13} \cdot V_{cce} / (C_{gs11} + C_{gd13}) - V_{oel} - C_{gs11}' \cdot V_{sh1} / (C_{gs11} + C_{gd13}) \}$$

$$[0368] \quad (40)$$

[0369] 另外,在数学式(40)中,通过用电容成分Cs对各电容成分Cgs11、Cgs11'、Cgd13进行标准化,得到数学式(41)。

$$[0370] \quad V_{gs} = \{V_d - (c_{gs} + c_{gd}) \cdot V_{oe1}\} / (1 + c_{gs} + c_{gd}) + \{c_{gd} \cdot V_{cce} - c_{gs}' \cdot V_{sh1}\} / (1 + c_{gs} + c_{gd})$$

[0371] (41)

[0372] 数学式(41)中的 c_{gs} 、 c_{gs}' 、 c_{gd} 与数学式(27)中示出的 c_{gs} 、 c_{gs}' 、 c_{gd} 相同。数学式(41)的右边第一项仅取决于基于显示数据的指定灰度级和晶体管Tr13的阈值电压Vth。此外,数学式(41)的右边第二项是与晶体管Tr13的栅-源极间电压Vgs相加的常数。

[0373] 这样,为了用电压指定补偿阈值电压Vth,最好将写入时的源极电位(接点N12的电位)-Vd设定为使得发光时的(Vgs-Vth)(决定发光时的驱动电流Ioe1的值)不取决于阈值电压Vth。例如,若在发光时维持了栅-源极间电压 $V_{gs} = 0 - (-V_d) = V_d$,则为了使(Vgs-Vth)不取决于Vth,只要使 $V_{gs} = V_d = V_{d0} + V_{th}$ 的关系成立就可以。这时,发光时的驱动电流Ioe1仅用不取决于Vth的Vd0表示。此外,在发光时的栅-源极间电压从写入时的Vgs变动了的情况下,只要使 $V_d = V_{d0} + \varepsilon V_{th}$ 就可以。

[0374] 将数学式(41)中的右边第一项中的有机EL元件OLED对发光电压Voel的依赖性决定为,使得以下的数学式(42a)~(42c)的关系成立。再有,数学式(42a)~(42c)中的f(x)、g(x)、h(x)分别示出括号内的变量x的函数。即,如数学式(42a)所示,将晶体管Tr13的栅-源极间电压Vgs决定为使其成为发光电压Voel的函数。此外,如数学式(42b)所示,将发光驱动电流Iem决定为使其成为该电压Vgs与阈值电压Vth的差(Vgs-Vth)的函数。另外,如数学式(42c)所示,将发光电压Voel决定为使其成为发光驱动电流Iem的函数。

$$[0375] \quad V_{gs} = f(V_{oe1}) \quad (42a)$$

$$[0376] \quad I_{em} = g(V_{gs} - V_{th}) \quad (42b)$$

$$[0377] \quad V_{oe1} = h(I_{em}) \quad (42c)$$

[0378] 在写入动作中,设用于对驱动晶体管Tr13的源极(接点N12)赋予基于显示数据的电压(灰度级电压)的数据电压为Vd0。该数据电压Vd0如上所述是不取决于阈值电压Vth的项。此外,假设时刻Tx的晶体管Tr13的阈值电压Vth为Vth(Tx),时刻Tx后的时刻Ty的阈值电压为Vth(Ty)。另外,设在时刻Tx施加到发光动作中的有机EL元件OLED的阳极-阴极间的电压为Voelx,设在时刻Ty施加的电压为Voely。

[0379] 这时,假设满足 $V_{th}(Ty) > V_{th}(Tx)$ 的条件,并且在时刻Ty和时刻Tx施加到有机EL元件OLED的电压的差分为 $\Delta V_{oe1} = V_{oe1y} - V_{oe1x}$ 。为了补偿阈值电压的变动部分 ΔV_{th} ,最好通过补偿Vth来使 ΔV_{oe1} 无限地接近于0。因此,最好将上述数学式(41)中的右边第一项的电压Vd设定为如以下的数学式(43)。

$$[0380] \quad V_d = V_{d0} + (1 + c_{gs} + c_{gd}) \cdot \Delta V_{th} \quad (43)$$

[0381] 在数学式(43)中,若设变动部分 ΔV_{th} 是与阈值电压 $V_{th} = 0V$ 的差,则能够表示为 $\Delta V_{th} = V_{th}$ 。此外,因为 $(c_{gs} + c_{gd})$ 是设计值,所以若将常数 ε 定义为 $\varepsilon = 1 + c_{gs} + c_{gd}$,则用以下的数学式(44)表示数学式(43)所示的电压Vd。从该数学式(44)导出上述的数学式(24)、(25)。

$$[0382] \quad V_d \cong V_{d0} + (1 + c_{gs} + c_{gd}) \cdot \Delta V_{th} = V_{d0} + \varepsilon \cdot \Delta V_{th} \quad (44)$$

[0383] 此外,根据该数学式(44)和数学式(41),得到表示不取决于晶体管Tr13的阈值

电压 V_{th} 的电压关系的以下的数学式 (45)。再有, 数学式 (45) 中的 V_{oe10} 是阈值电压 $V_{th} = 0V$ 时的有机 EL 元件 OLED 的发光电压 V_{oe1} 。

$$[0384] \quad V_{gs} - V_{th} = \{V_{d0} - (c_{gs} + c_{gd}) \cdot V_{oe10}\} / (1 + c_{gs} + c_{gd})$$

$$[0385] \quad + (c_{gd} \cdot V_{cce} - c_{gs}' \cdot V_{sh1}) / (1 + c_{gs} + c_{gd}) \quad (45)$$

[0386] 再有, 在是第 0 灰度级的黑显示状态下, 求用于不向晶体管 Tr13 的栅 - 源极间施加阈值电压 V_{th} 以上的电压的条件, 即, 用于不向有机 EL 元件 OLED 流发光驱动电流 I_{em} 的电压条件。假设时刻 0 的数据电压为 $V_{d0}(0)$ 时, 用数学式 (46) 表示上述电压条件。这样, 在图 26 所示的数据驱动器 14 中, 能够决定通过转换开关 SW5 施加到反相运算部 148 的输出端的黑灰度级电压 V_{zero} 。

$$[0387] \quad -V_{d0}(0) = V_{zero} \geq c_{gd} \cdot V_{cce} - c_{gs}' \cdot V_{sh1} \quad (46)$$

[0388] 下面, 说明在实施方式 2 中用于设定修正灰度级电压 $V_{pix} (= -V_{in})$ 以补偿寄生电容所引起的驱动晶体管 Tr13 的栅 - 源极间电压 V_{gs} 的条件。通过进行图 11 中示出的各过程的处理, 驱动晶体管 Tr13 的栅 - 源极间电压 V_{gs} 由其他寄生电容而引起变动。为了补偿该电压 V_{gs} 的变动量, 最好如以下的数学式 (47) 所示地设定写入期间 T_{wrt} (施加修正灰度级电压 V_{pix} 的期间) 中的修正灰度级电压 V_{pix} 。再有, 数学式 (47) 中的 V_{ds12} 是晶体管 Tr12 的漏 - 源极间电压。

$$[0389] \quad V_{pix} = -(V_d + V_{ds12}) = -V_{org} - \beta V_{th} \quad (47)$$

[0390] 在图 34 所示的写入动作中, 流到晶体管 Tr13 的漏 - 源极间的写入电流 I_{wrt} 能够用以下的数学式 (48) 表示。再有, 在数学式 (48) 中, μ_{FET} 是晶体管的迁移率。此外, C_i 是每单位面积的晶体管栅极电容, W_{13} 是晶体管 Tr13 的沟道宽度, L_{13} 是晶体管 Tr13 的沟道长度。另外, V_{dse13} 是写入时的晶体管 Tr13 的有效漏 - 源极间电压, V_{th13} 是晶体管 Tr13 的阈值电压。p 是适合于薄膜晶体管的特性的固有参数 (调整参数)。

$$[0391] \quad I_{wrt} = \mu_{FET} \cdot C_i \cdot (V_d - V_{th13}) \cdot V_{dse13} \cdot (W_{13}/L_{13})$$

$$[0392] \quad \cong p \cdot \mu_{FET} \cdot C_i \cdot (V_d - V_{th13})^2 \cdot (W_{13}/L_{13}) \quad (48)$$

[0393] 此外, 在写入动作中, 能够用以下的数学式 (49) 表示流到晶体管 Tr12 的漏 - 源极间的写入电流 I_{wrt} 。数学式 (49) 中的 V_{th12} 是晶体管 Tr12 的阈值电压, V_{ds12} 是晶体管 Tr13 的漏 - 源极间电压。此外, W_{12} 是晶体管 Tr12 的沟道宽度, L_{12} 是晶体管 Tr12 的沟道长度。

$$[0394] \quad I_{wrt} = \mu_{FET} \cdot C_i \cdot (V_{sh} + V_d + V_{ds12} - V_{th12}) \cdot (W_{12}/L_{12}) \cdot V_{dse12} \quad (49)$$

[0395] 基于数学式 (48)、(49), 能够用以下的数学式 (50a) 表示晶体管 Tr12 的漏 - 源极间电压 V_{dse12} 。此外, 数学式 (50a) 中的 V_{sat12} 是写入时的晶体管 Tr12 的有效漏 - 源极间电压, 用以下的数学式 (50b) 表示。再有, q 是适合于薄膜晶体管的特性的固有的参数 (调整参数)。

$$[0396] \quad V_{dse12} = V_{ds12} / \{1 + (V_{ds12}/V_{sat12})^q\}^{(1/q)} \quad (50a)$$

$$[0397] \quad V_{sat12} = p \cdot (V_{sh} + V_d + V_{ds12} - V_{th12}) \quad (50b)$$

[0398] 一般地, 在 n 沟道非晶硅晶体管中, 具有晶体管处于导通状态的时间 (栅 - 源极间电压是正电压的时间) 越长, 向阈值电压的高电压侧偏移的量越大的趋势。驱动晶体管 Tr13 在发光期间 T_{em} 导通, 该发光期间 T_{em} 在循环期间 T_{cyc} 所占的比例大。因此, 由于晶体管 Tr13 的阈值电压随着时间经过而向正电压侧偏移, 因此晶体管 Tr13 的电阻变高。

[0399] 另一方面,选择晶体管 Tr12 仅在选择期间 Tsel 导通。该选择期间 Tsel 在循环期间 Tcyc 中所占的比例小。因此,与驱动晶体管 Tr13 相比,随着时间经过的阈值电压的偏移小。这样,在导出修正灰度级电压 Vpix 时,晶体管 Tr12 的阈值电压 Vth12 的变动相对于晶体管 Tr13 的阈值电压 Vth13 的变动来说可以忽视,作为不变动来处理。

[0400] 如上述的数学式 (48)、(49) 所示,利用 p 和 q 的 TFT(Thin Film Transistor) 特性调整参数、由晶体管的尺寸决定的参数、晶体管的栅极厚度和非晶硅的迁移率等加工参数、选择信号所具有的电压 Vsh 等的设定值,来决定写入电流 Iwrt。因此,通过对假设数学式 (48) 所示的 Iwrt 和数学式 (49) 所示的 Iwrt 相等时的等式进行数值分析,求出晶体管 Tr12 的漏-源极间电压 Vds12。另外,由于该电压 Vds12 与修正灰度级电压 Vpix 之间有数学式 (47) 所示的关系 ($V_{pix} = -V_d - V_{ds12}$),因此,通过确定 Vds12,能够求出修正灰度级电压 Vpix。

[0401] 在写入期间 Twrt,若反相运算部 148 输出该修正灰度级电压 Vpix,就向晶体管 Tr13 的源极(接点 N12)写入 $-V_d$ 。因此,在写入期间 Twrt 的晶体管 Tr13 中,栅-源极间电压变为 Vgs,漏-源极间电压 $V_{ds} = 0 - (-V_d) = V_d + \varepsilon \cdot \Delta V_{th}$ 。通过在写入期间 Twrt 流过这样的写入电流 Iwrt,能够向有机 EL 元件 OLED 流过已补偿了寄生电容等的影响所产生的阈值电压 Vth 的偏移的驱动电流 Ioled。

[0402] 下面,参照具体的实验结果,对实施方式 2 的显示装置 1 和显示装置 1 的驱动方法所产生的效果进行说明。如数学式 (24) 所示,基于数据电压 Vd0 和阈值电压 Vth 的常数倍 (γ 倍),设定写入动作中的驱动晶体管 Tr13 的源极(接点 N12)的电位 ($-V_d$), ($-V_d = -V_{d0} - \gamma V_{th}$)。利用栅-源极间保持的电压 Vgs 设定该电位。另一方面,如数学式 (22) 所示,基于原灰度级电压 Vorg 和阈值电压 Vth 的常数倍 (β 倍),设定由数据驱动器 14(反相运算部 148)生成的修正灰度级电压 Vpix ($= -V_{in}$), ($-V_{in} = -V_{org} - \beta V_{th}$)。

[0403] 以下,验证用于使数据电压 Vd0 与原灰度级电压 Vorg 的关系不取决于常数 γ 、 β 、阈值电压 Vth 的条件。如图 35 所示,在写入动作中,原灰度级电压 Vorg 的输入数据(指定灰度级)越高,向驱动晶体管 Tr13 的源极赋予与显示数据相应的电压(灰度级电压)的数据电压 Vd0 与原灰度级电压 Vorg 的差 ($V_{d0} - V_{org}$) 就越大。例如,在第 0 灰度级(黑显示状态)下,所述数据电压 Vd0 和原灰度级电压 Vorg 都是 Vzero ($= 0V$)。另一方面,在第 255 灰度级(最高亮度等级)下,数据电压 Vd0 与原灰度级电压 Vorg 的差 ($V_{d0} - V_{org}$) 大约是 1.3V。这是因为所施加的修正灰度级电压 Vpix 越大写入电流 Iwrt 越大,晶体管 Tr13 的源-漏极间电压也越大。

[0404] 再有,在图 35 的例子中,写入动作时的电源电压 Vcc ($= V_{ccw}$) 是接地电位 GND ($= 0V$),发光动作时的电源电压 Vcc ($= V_{cce}$) 是 12V。选择信号 Ssel 的高电平 (Vsh) 和低电平 ($-V_{s1}$) 之间的电位差(电压范围) Vsh1 是 27V。发光驱动用晶体管 Tr13 的沟道宽度 W13 是 $100 \mu m$,晶体管 Tr11 和晶体管 Tr12 的各沟道宽度 W11、W12 都是 $40 \mu m$ 。另外,显示像素 PIX 的尺寸是 $129 \mu m \times 129 \mu m$,像素的数值孔径是 60%,电容器 Cs 的静电电容是 $600 fF (= 0.6 pF)$ 。

[0405] 关于写入动作中对输入数据的、修正灰度级电压和阈值电压的关系进行说明。如数学式 (22) 所示,修正灰度级电压 Vpix ($= -V_{in}$) 取决于常数 β 和阈值电压 Vth。在设该常数 β 一定的情况下,如图 36 所示,阈值电压 Vth 越大,修正灰度级电压 Vpix 就越降低该

阈值电压 V_{th} 。该趋势在输入数据（指定灰度级）的全部灰度级区域中大致相同。

[0406] 在图 36 的例子中，在设定为常数 $\beta = 1.08$ 的情况下，在阈值电压 V_{th} 从 $0V \rightarrow 1V \rightarrow 3V$ 变化时，修正灰度级电压 V_{pix} 相对于各阈值电压 V_{th} 的特性线向低电压方向大致平行移动。此外，在第 0 灰度级（黑显示状态）下，与阈值电压 V_{th} 的值无关，修正灰度级电压 V_{pix} 是 $V_{zero} (= 0V)$ 。再有，图 36 的实验条件与图 35 所示的实验条件相同。

[0407] 下面，关于发光动作中的对输入数据的、有机 EL 元件 OLED 发光驱动电流 I_{em} 与阈值电压 V_{th} 的关系进行说明。再有，输入数据的灰度级数是 256，最低亮度等级是第 0 灰度级，最高亮度等级是第 255 灰度级。从数据驱动器 14 向各显示像素 PIX 施加数学式 (22) 所示的修正灰度级电压 V_{pix} 。这样，在驱动晶体管 Tr_{13} 的栅 - 源极间保持数学式 (24) 所示的写入电压 $V_{gs} (= 0 - (-V_d) = V_d + \gamma V_{th})$ 。这时，在设常数 γ 大致一定的情况下，如图 37A、图 37B 所示，与阈值电压 V_{th} 的值无关，向有机 EL 元件 OLED 流过具有大致一定的电流值的发光驱动电流 I_{em} 。该趋势在输入数据（指定灰度级）的全部灰度级区域中大致相同。再有，图 37A、图 37B 的实验条件与图 35 所示的实验条件相同。

[0408] 图 37A 的例子是设定为常数 $\gamma = 1.07$ 、阈值电压 $V_{th} = 1.0V$ 时的实验结果。此外，图 37B 的例子是设定为常数 $\gamma = 1.05$ 、阈值电压 $V_{th} = 3.0V$ 时的实验结果。比较图 37A 和图 37B，与阈值电压 V_{th} 的值不同无关，发光驱动电流 I_{em} 示出大致相同的特性线。

[0409] 此外，根据该实验结果明确了在大致全部灰度级中，相对于理论值的亮度变化（亮度差）抑制在大概 1.3% 以下的效果（以下，将该抑制效果称作“ γ 效果”）。例如，如图 37A 所示，在 $\gamma = 1.07$ 的情况下，在各指定灰度级 (8bit) 是 63、127、255 时，各亮度变化是 0.27%、0.62%、1.29%。此外，如图 37B 所示，在 $\gamma = 1.05$ 的情况下，在各指定灰度级 (8bit) 是 63、127、255 时，各亮度变化是 0.27%、0.61%、1.27%。

[0410] 下面，关于发光动作中的对输入数据的、发光驱动电流和阈值电压的变动（偏移）关系进行说明。判明了对于“ γ 效果”的阈值电压 V_{th} 的变动量（ V_{th} 偏移幅度）的依存性效果如下，即，在设常数 γ 一定的情况下，阈值电压 V_{th} 的变动幅度越大，与初始的阈值电压 V_{th} 中的发光驱动电流 I_{em} 的电流差越小。

[0411] 如图 38A 和图 38B 所示，在 $\gamma = 1.1$ 、并且 $V_{th} = 1V \rightarrow 3V$ (V_{th} 偏移幅度是 2V) 的情况下，在各指定灰度级 (8bit) 是 63、127、255 时，各亮度变化是 0.24%、0.59%、1.29%。此外，如图 38A 和图 38C 所示，在 $\gamma = 1.1$ 、并且 $V_{th} = 1V \rightarrow 5V$ (V_{th} 偏移幅度是 4V) 的情况下，在各指定灰度级 (8bit) 是 63、127、255 时，各亮度变化是 0.04%、0.12%、0.27%。

[0412] 这样判明了得到阈值电压 V_{th} 的变动量（ V_{th} 偏移幅度）越大，特性线越接近于理论值的效果。即，判明了得到亮度相对于理论值的变化（亮度差）变小（大概抑制在 0.3% 以下）的效果。

[0413] 再有，为了示出本实施方式的效果的优越性，比较具有上述的“ γ 效果”的实验结果和不具有“ γ 效果”的实验结果。所述不具有“ γ 效果”时，是在驱动晶体管 Tr_{13} 的栅 - 源极间设定了在数学式 (24) 所示的关系 ($V_{gs} = 0 - (-V_d) = V_d + \gamma V_{th}$) 中不取决于常数 γ 的电压 V_{th} 时。如图 39A 和图 39B 所示，在不具有“ γ 效果”的情况下，对于输入数据的发光驱动电流和阈值电压的关系与常数 γ 无关，示出了晶体管 Tr_{13} 的阈值电压 V_{th} 越高，发光驱动电流 I_{em} 越小的特性线。再有，图 39A 的例子是设定为常数 $\gamma = 1.07$ 、设定为阈值电压 $V_{th} = 1.0V$ 和 $3.0V$ 时的发光驱动电流 I_{em} 的特性线。图 39B 的例子是设定为

常数 $\gamma = 1.05$ 、设定为阈值电压 $V_{th} = 1.0V$ 和 $3.0V$ 时的发光驱动电流 I_{em} 的特性线。

[0414] 此外,判明了如下情况,即,在大致全部灰度级区域中,相对于逻辑值的亮度变化(亮度差)在 1.0% 以上,特别是在中间灰度级(图 39A 和图 39B 的例子中、第 127 灰度级)以上,相对于逻辑值的亮度变化达到 2% 以上。在 $\gamma = 1.07$ 的情况下,在各指定灰度级(8bit)是 63、127、255 时,各亮度变化是 1.93% 、 2.87% 、 4.13% 。此外,在 $\gamma = 1.05$ 的情况下,在各指定灰度级(8bit)是 63、127、255 时,各亮度变化是 1.46% 、 2.09% 、 2.89% 。

[0415] 在该亮度变化在中间灰度级中达到了大概 2% 的情况下,用户看到图像的残像(焼き付け)。因此,在电容器 C_s 中保持了不取决于常数 γ 的电压 V_{gs} (写入电压、 $-V_d = -V_{d0} - V_{th}$)的情况下,显示像质变差。另一方面,根据实施方式 2,电容器 C_s 中保持的电压是补偿了常数 γ 后的写入电压($= 0 - (-V_d) = V_{d0} + \gamma V_{th}$)。因此,如图 37、图 38 所示,在各灰度级中,能够大幅度地抑制对于逻辑值的亮度变化(亮度差)。这样,实施方式 2 的显示装置 1 就能够防止图像的留存,用最佳的显示像质显示图像。

[0416] 下面,关于修正灰度级电压 V_{pix} 与晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 的关系进行说明。在晶体管 Tr_{13} 的源极(接点 N_{12})与数据线 L_d 之间存在晶体管 Tr_{12} 导通时的电阻所产生的电位差。因此,在接点 N_{12} 中保持将晶体管 Tr_{13} 的阈值电压 V_{th} 的 γ 倍的电压和数据电压 V_{d0} 相加的电压。为了保持该电压,如数学式(22)所示,作为修正灰度级电压 V_{pix} ,在接点 N_{12} 保持将阈值电压 V_{th} 的 β 倍的电压和原灰度级电压 V_{org} 相加的电压。

[0417] 以下,关于数学式(22)、(24)所示的修正灰度级电压 V_{pix} 与晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 的关系中,对于 $V_{pix}(= V_{in})$ 补偿了 βV_{th} 时的 $V_{gs}(= V_d)$ 的变化量 γV_{th} 的关系进行验证。

[0418] 如图 40 所示,在阈值电压 V_{th} 从 $0V$ 变化为 $3V$ 的情况下,决定修正灰度级电压 V_{pix} 的常数 β 对于输入数据(指定灰度级)一定。另一方面,决定晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 的常数 γ 对于输入数据(指定灰度级)按照大致一定的倾斜进行变化。在图 40 的例子中,在中间灰度级(灰度级数是 256 的情况下,第 128 灰度级附近)中,最好在 $\beta = 1.08$ 时设定为 $\gamma = 1.097$,以使得常数 γ 具有理想值(图 40 中的 1 点划线)。由于常数 β 和常数 γ 能够设定为比较接近的值,因此实际上也可以设定为 $\beta = \gamma$ 。

[0419] 根据以上的实验结果,最好决定驱动晶体管 Tr_{13} 的栅-源极间电压 V_{gs} 的常数 $\gamma(= \beta)$ 在 1.05 以上。此外,判明了最好将修正灰度级电压 V_{pix} 设定为,在输入数据(指定灰度级)内的至少一个灰度级中,晶体管 Tr_{13} 的源极(接点 N_{12})中保持的电压 V_d 成为数学式(24)所示的电压($-V_{d0} - \gamma V_{th}$)。

[0420] 另外,最好将晶体管 Tr_{13} 的尺寸(沟道宽度 W 与沟道长度 L 的比 W/L)和选择信号 S_{sel} 的电压(V_{sh} 和 $-V_{s1}$)设定为,这时与阈值电压的变动(V_{th} 偏移)相应的发光驱动电流 I_{em} 的变化相对于初始状态下的最大电流值大概在 2% 以内。

[0421] 修正灰度级电压 V_{pix} 是晶体管 Tr_{13} 的源极电位($-V_d$)加上晶体管 Tr_{12} 的漏-源极间电压的值。电源电压 V_{ccw} 与修正灰度级电压 V_{pix} 的差($V_{ccw} - V_{pix}$)的绝对值越大,写入动作中流向各晶体管 Tr_{12} 、 Tr_{13} 的各漏-源极间的电流的值就越大。因此,修正灰度级电压 V_{pix} 与晶体管 Tr_{13} 的源极电位($-V_d$)的电位差就越大。

[0422] 但是,若减小由晶体管 Tr_{12} 的漏-源极间电压所产生的电压降的影响,阈值电压 V_{th} 的 β 倍的效果仍体现为“ γ 效果”。即,若能够设定满足数学式(24)的关系的补偿电

压 γV_{th} , 就能够补偿从写入动作状态转移到发光动作状态时的发光驱动电流 I_{em} 的值的变动。这时, 需要考虑晶体管 Tr12 的漏 - 源极间电压的影响。

[0423] 如图 35 所示, 将晶体管 Tr12 设定为, 使得晶体管 Tr12 的漏 - 源极间电压在写入动作中是最大亮度等级时 (漏 - 源极间电压最大) 为 13V 左右。这时, 如图 40 所示, 由于最低亮度等级 (第 0 灰度级) 的常数 γ ($\cong 1.07$) 与最高亮度等级 (第 255 灰度级) 的常数 γ ($\cong 1.11$) 的差充分小, 因此能够近似于数学式 (22) 所示的 β 。

[0424] 电源电压 V_{ccw} 与修正灰度级电压 V_{pix} 的差 ($V_{ccw} - V_{pix}$) 内的晶体管 Tr13 的栅 - 源极间电压 V_{gs} 的电压 V_{d0} 成为原灰度级电压 V_{org} 。此外, 将修正灰度级电压 V_{pix} 设定为原灰度级电压 V_{org} 加上补偿电压 βV_{th} 设为负极性的电压。在写入动作中将该修正灰度级电压 V_{pix} 设定为满足数学式 (22)。该情况下, 若最优地设定了晶体管 Tr12 的漏 - 源极间的最大电压, 就能够使常数 γ 近似于常数 β 。这样, 就能够从最低亮度等级到最高亮度等级高精度地显示各灰度级。

[0425] 再有, 关于在实验中使用的有机 EL 元件 OLED (像素尺寸是 $129 \mu m \times 129 \mu m$ 、数值孔径 60%) 的、像素电流相对于驱动电压的变化特性进行说明。如图 41 所示, 该有机 EL 元件 OLED 的像素电流是在驱动电压是负电压的区域中电流值小的 $10 \times 10^{-3} \mu A \sim 10 \times 10^{-5} \mu A$ 状态。此外, 像素电流在驱动电压大概 0V 时值最低, 在驱动电压是正电压的区域中, 随着驱动电压的上升而急剧增加。

[0426] 此外, 关于显示像素 PIX 中适用的晶体管的沟道内寄生电容与电压的关系进行说明。首先, 关于薄膜晶体管 TFT 的寄生电容, 基于一般参照的 Meyer 的电容模型, 示出在栅 - 源极间电压 V_{gs} 大于阈值电压 V_{th} 的条件 ($V_{gs} > V_{th}$)、即在源 - 漏极间形成有沟道的条件下的电容与电压的关系 (电容特性)。

[0427] 在薄膜晶体管的沟道内寄生电容 C_{ch} 中, 有栅 - 源极间的寄生电容 C_{gs_ch} 和栅 - 漏极间的寄生电容 C_{gd_ch} 。各寄生电容 C_{gs_ch} 和 C_{gd_ch} 与沟道内寄生电容 C_{ch} 的电容比 (C_{gs_ch}/C_{ch} 、 C_{gd_ch}/C_{ch}) 在栅 - 源极间电压 V_{gs} 与阈值电压 V_{th} 的差分 ($V_{gs} - V_{th}$) 之间具有规定的特性。

[0428] 如图 42 所示, 在电压比是 0 时 (漏 - 源极间电压 $V_{ds} = 0V$), 电容比 C_{gs_ch}/C_{ch} 和电容比 C_{gd_ch}/C_{ch} 相等, 都是 1/2。在电容比增加而漏 - 源极间电压 V_{ds} 达到饱和区域的状态下, 电容比 C_{gs_ch}/C_{ch} 大概是 2/3, 电容比 C_{gd_ch}/C_{ch} 向 0 渐近。

[0429] 如以上说明, 根据实施方式 2, 显示装置 1 在显示像素 PIX 的写入动作时施加具有数学式 (50a) 所示的电压值的修正灰度级电压 V_{pix} 。因此, 能够在晶体管 Tr13 的栅 - 源极间保持电压 V_{gs} 。再有, 该电压 V_{gs} 设定为对应于显示数据 (亮度等级值), 并且补偿像素驱动电路 DC 中的电压变化的影响。这样, 就能够补偿在发光动作中向有机 EL 元件 OLED 供给的发光驱动电流 I_{em} 的电流值。

[0430] 即, 通过向有机 EL 元件 OLED 流过具有与显示数据相对应的电流值的发光驱动电流 I_{em} , 能够使该有机 EL 元件按照与显示数据相应的亮度等级进行发光。这样, 能够抑制各显示像素中的亮度等级的偏移, 提供显示品质优良的显示装置。再有, 在实施方式 2 中也能够最优地适用与实施方式 1 实质上相同的显示装置的驱动方法。

[0431] 该申请以日本平成 18 年 9 月 26 日向日本专利局申请的特愿 2006-260650 号和日本平成 19 年 3 月 28 日向日本专利局申请的特愿 2007-083360 号专利申请为基础, 在本申

请中放入了所述两个申请的内容。

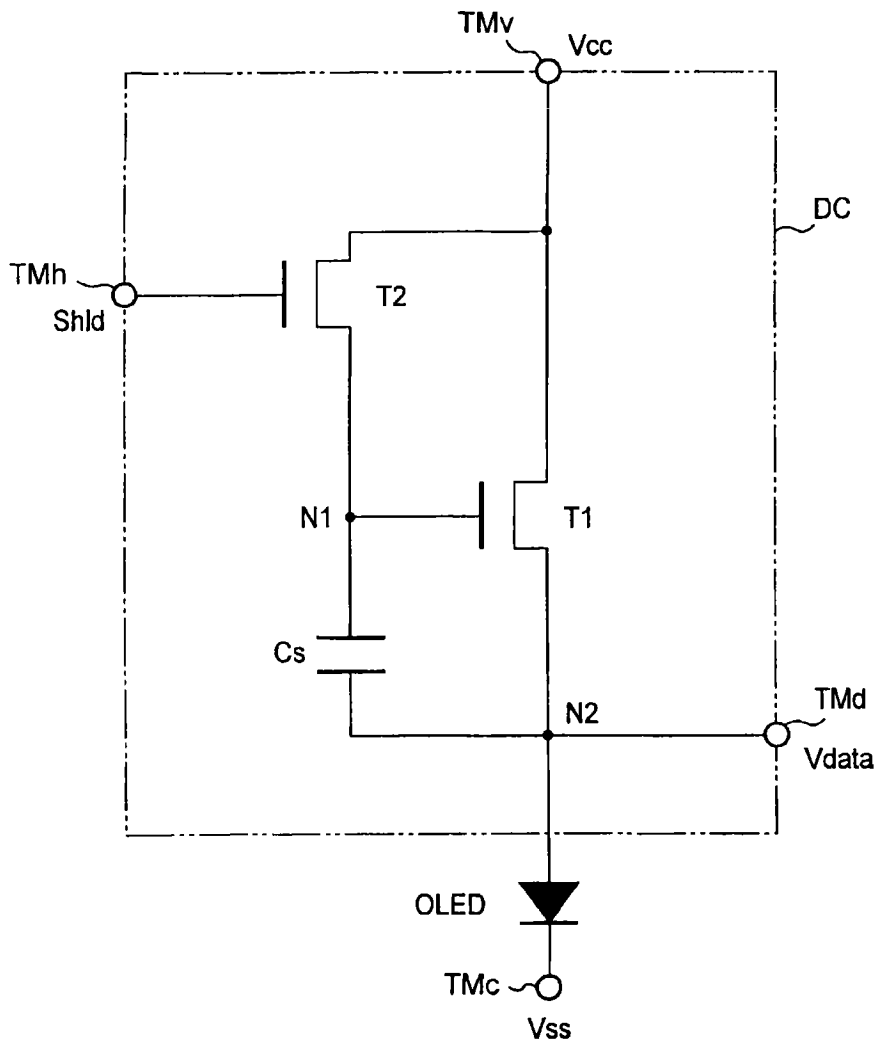


图1

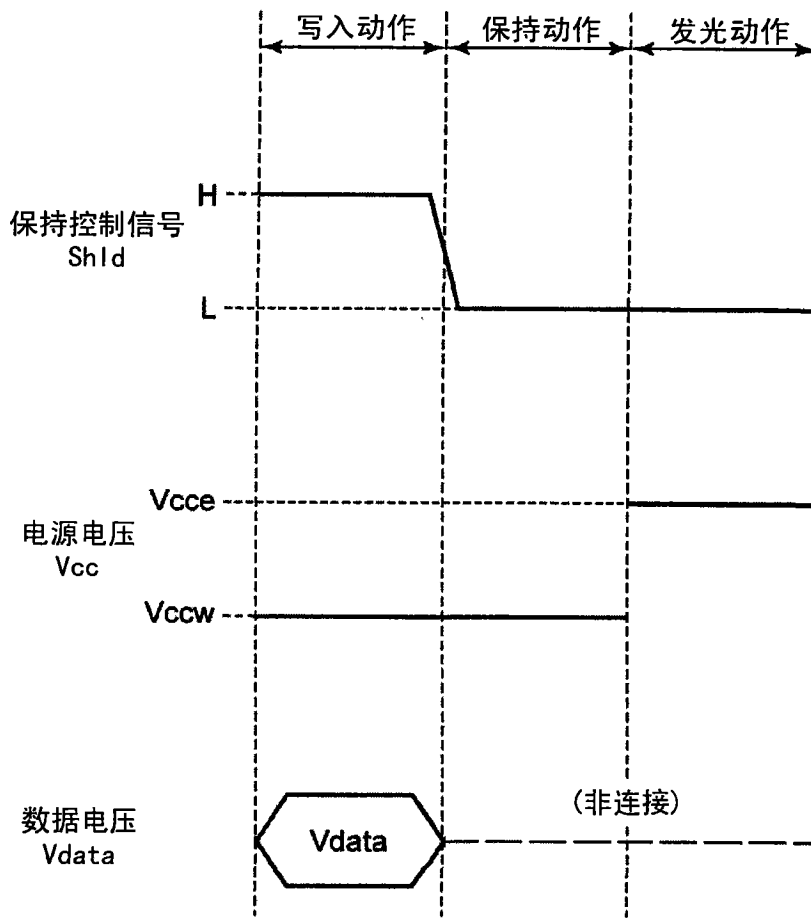


图2

写入动作时

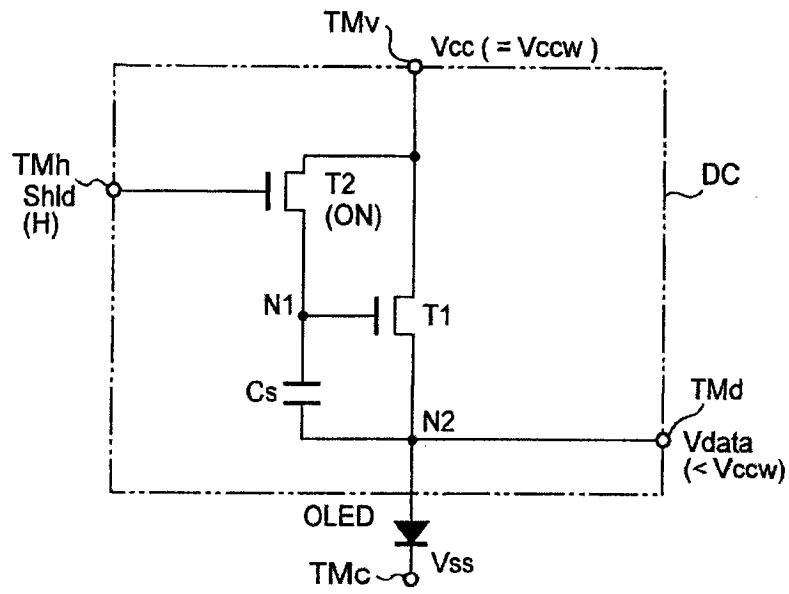


图3A

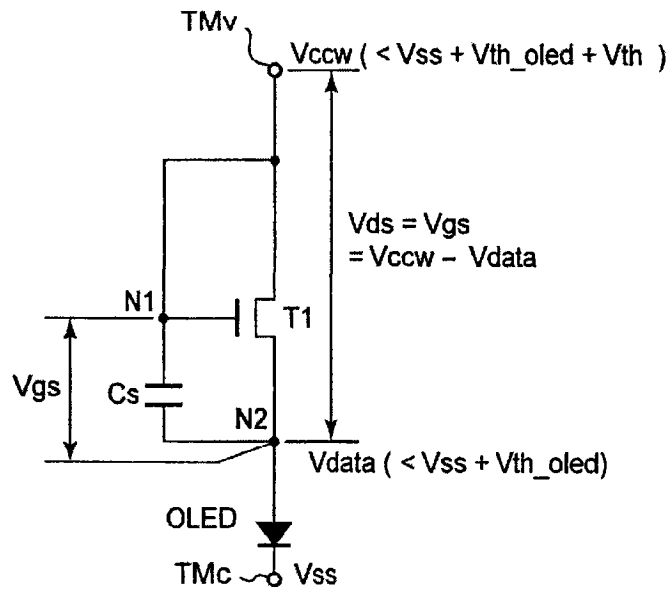


图3B

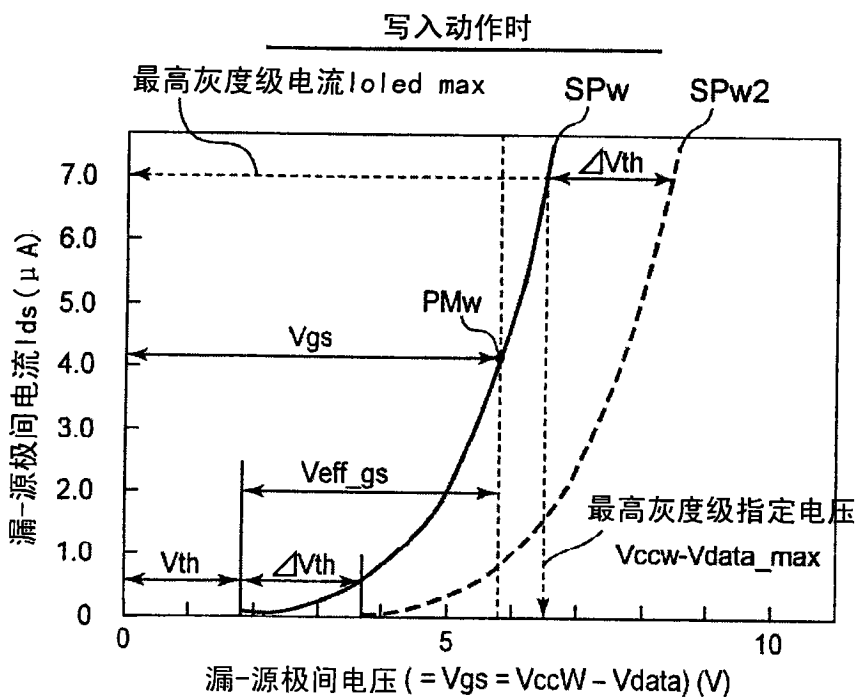


图4A

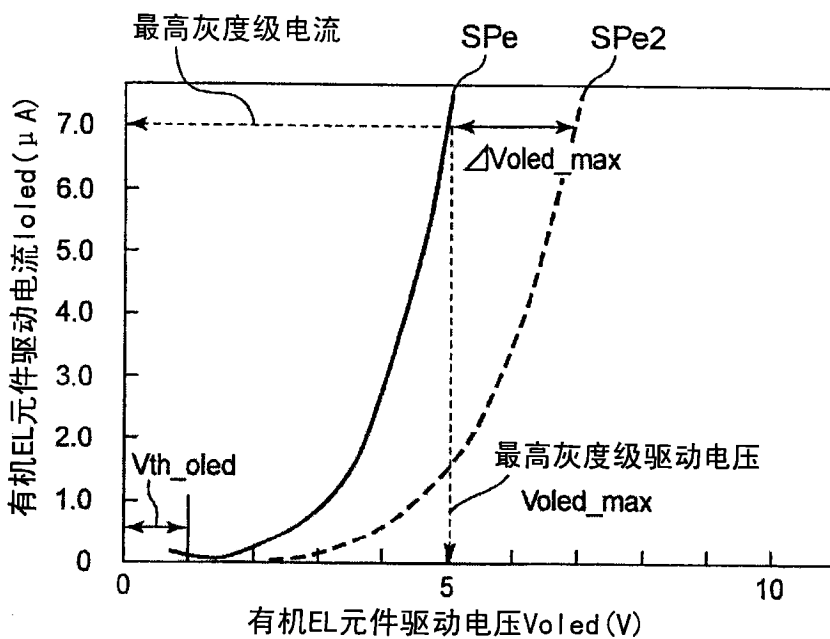


图4B

保持动作时

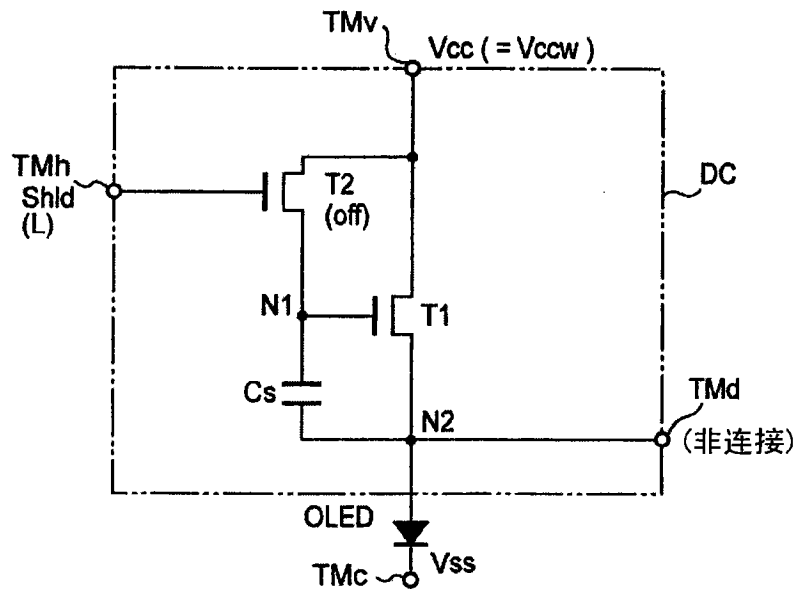


图5A

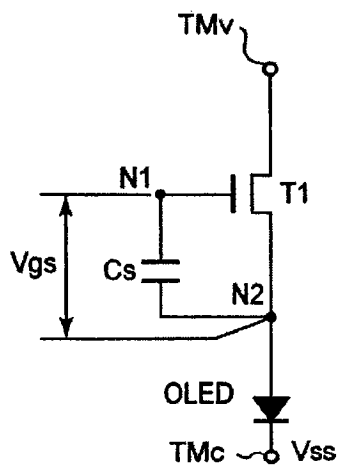


图5B

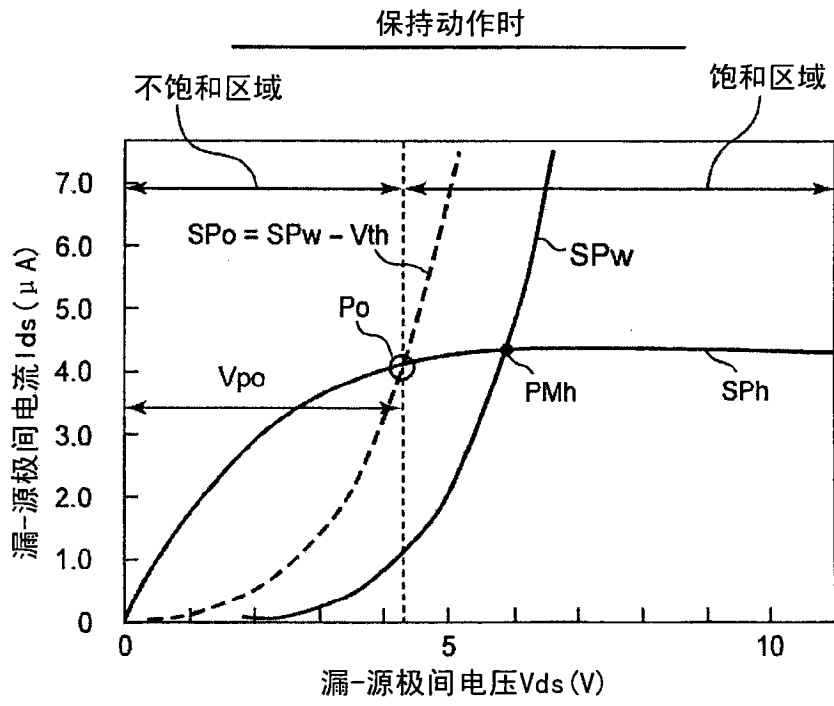


图6

发光动作时

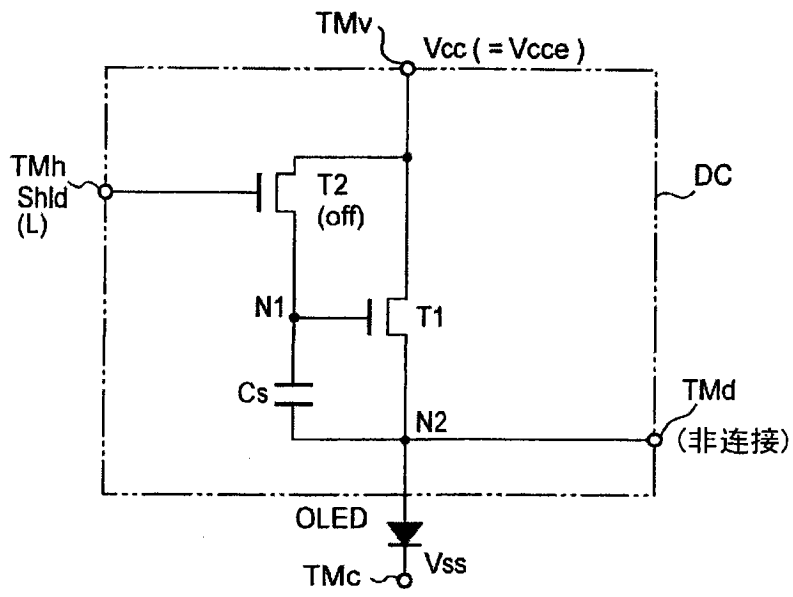


图7A

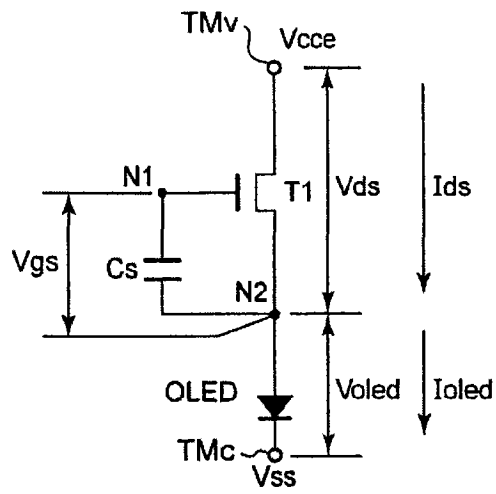


图7B

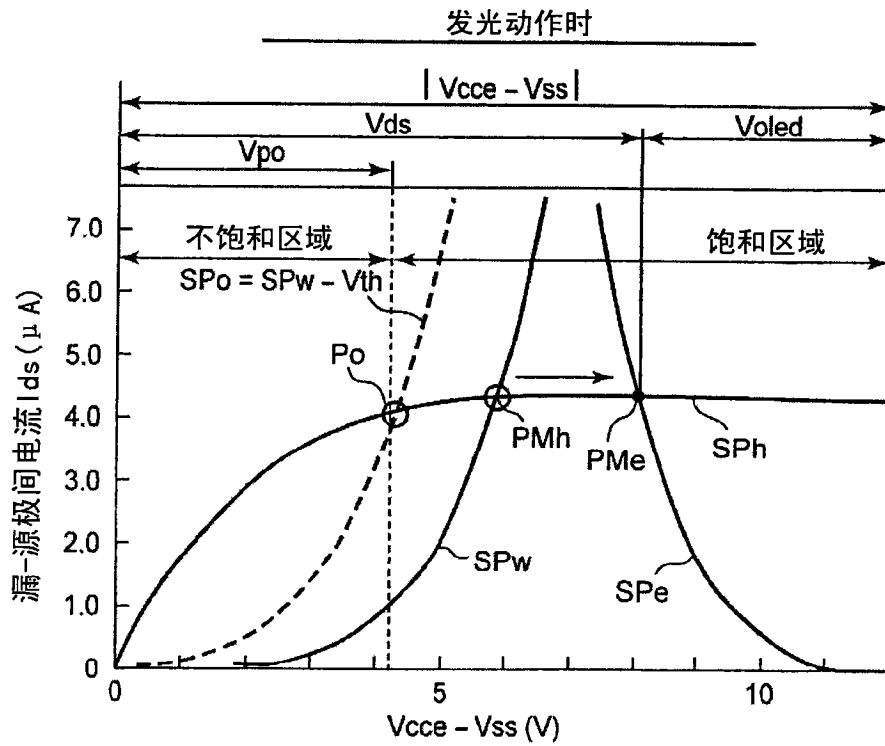


图8A

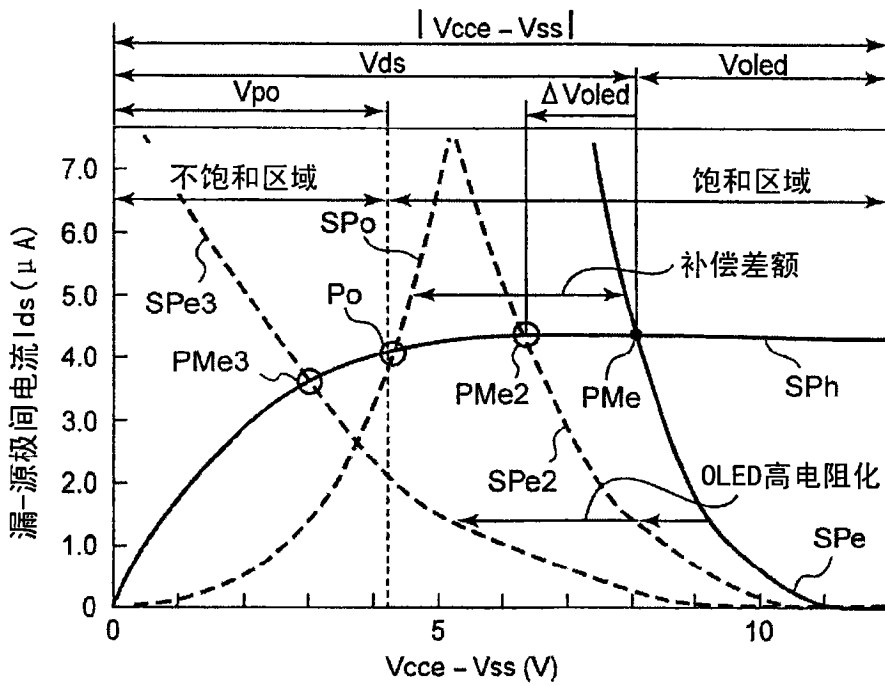


图8B

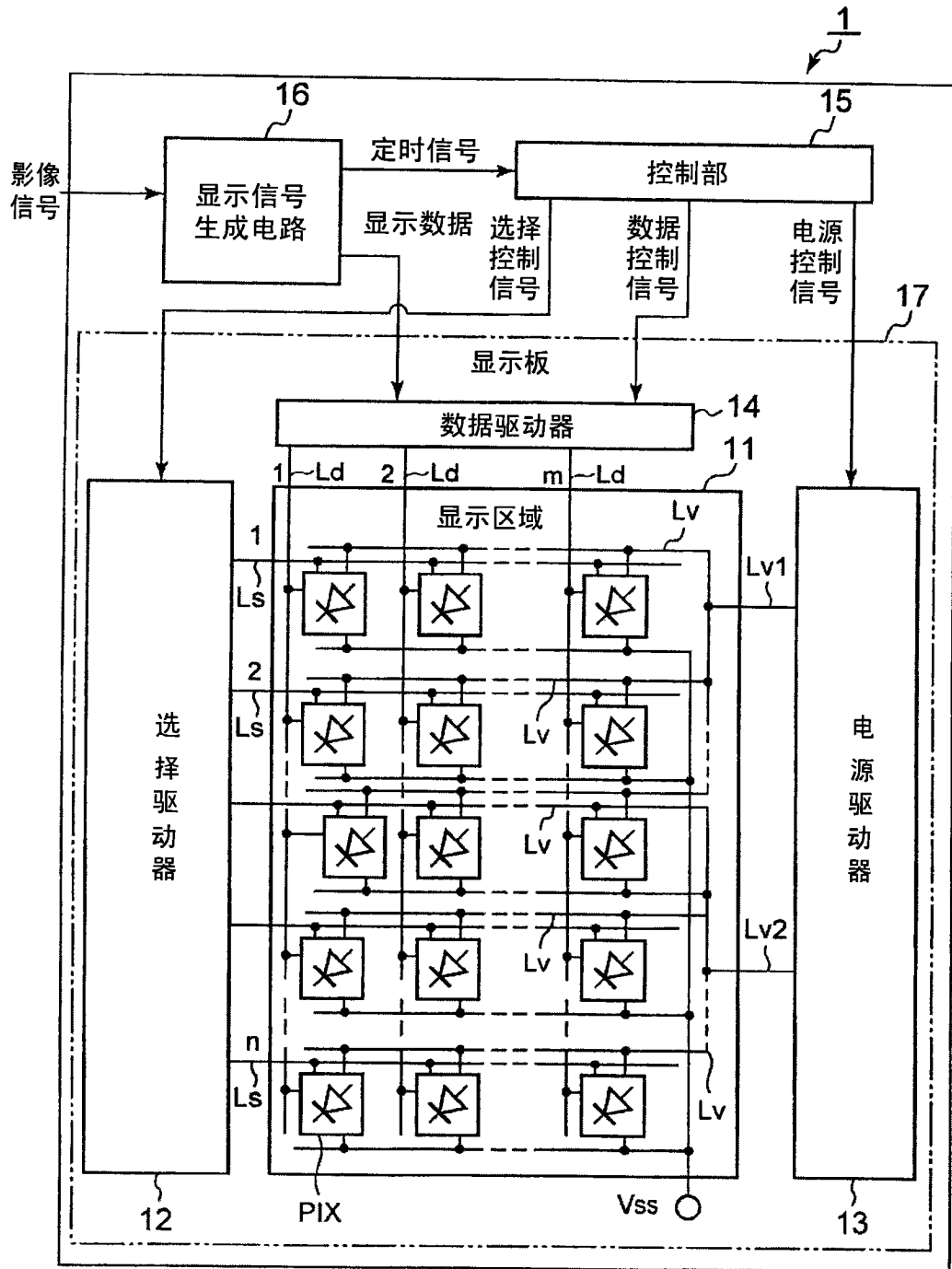


图9

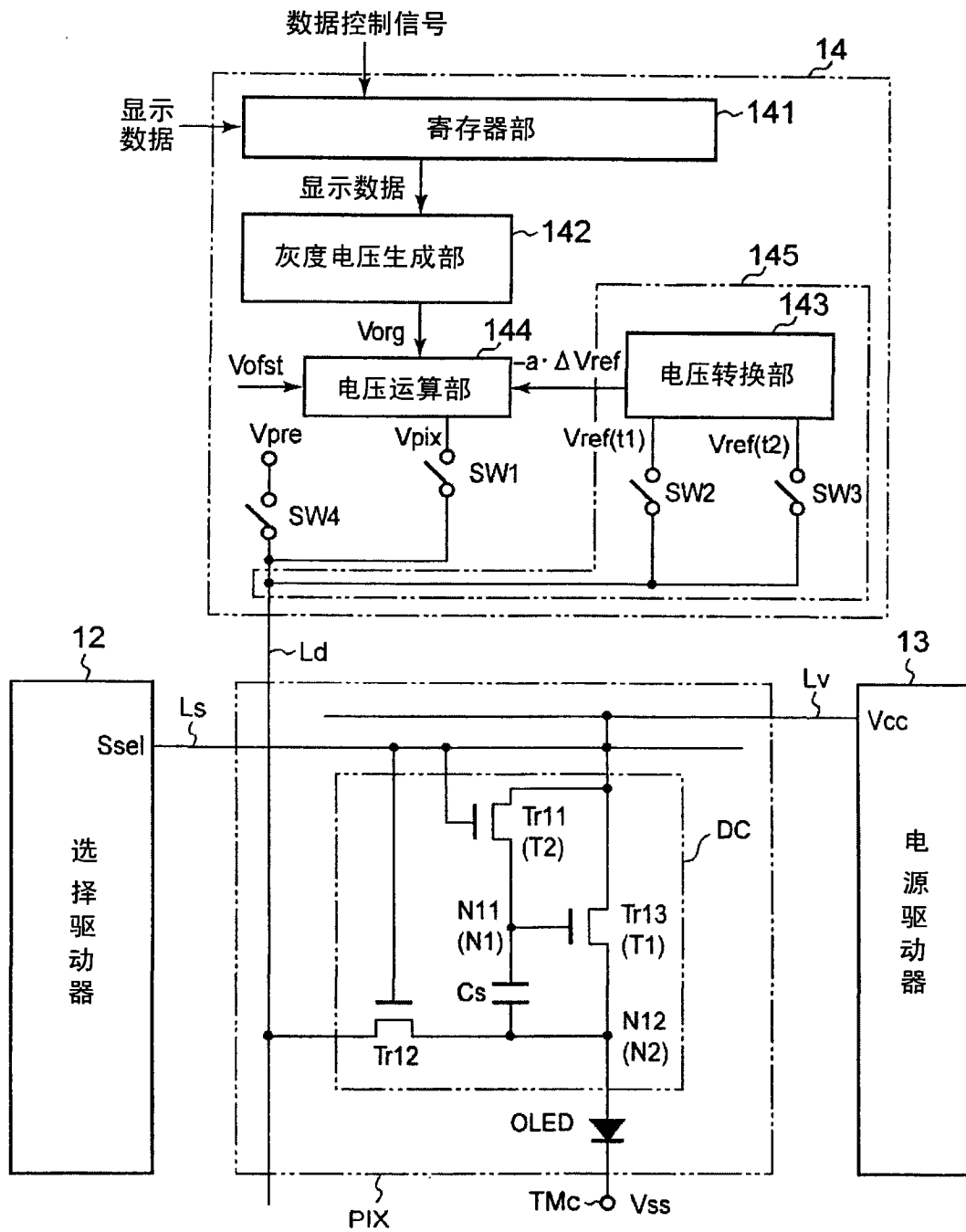


图10

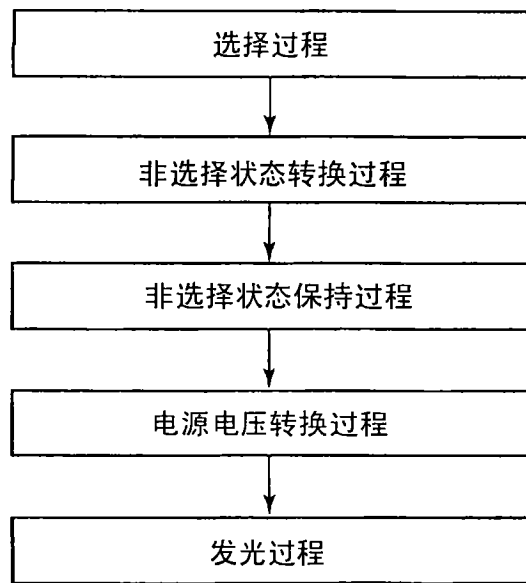


图11

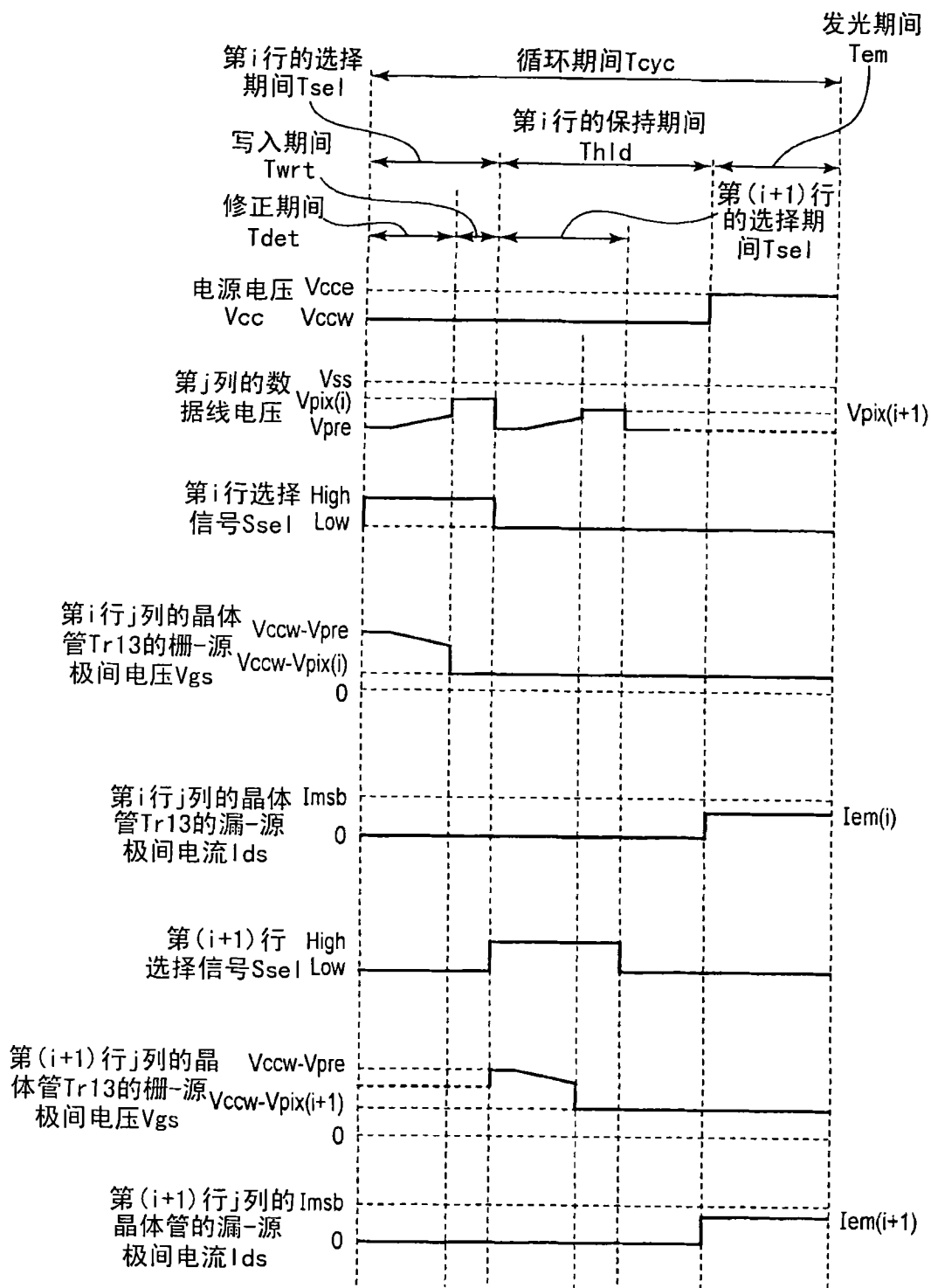


图12

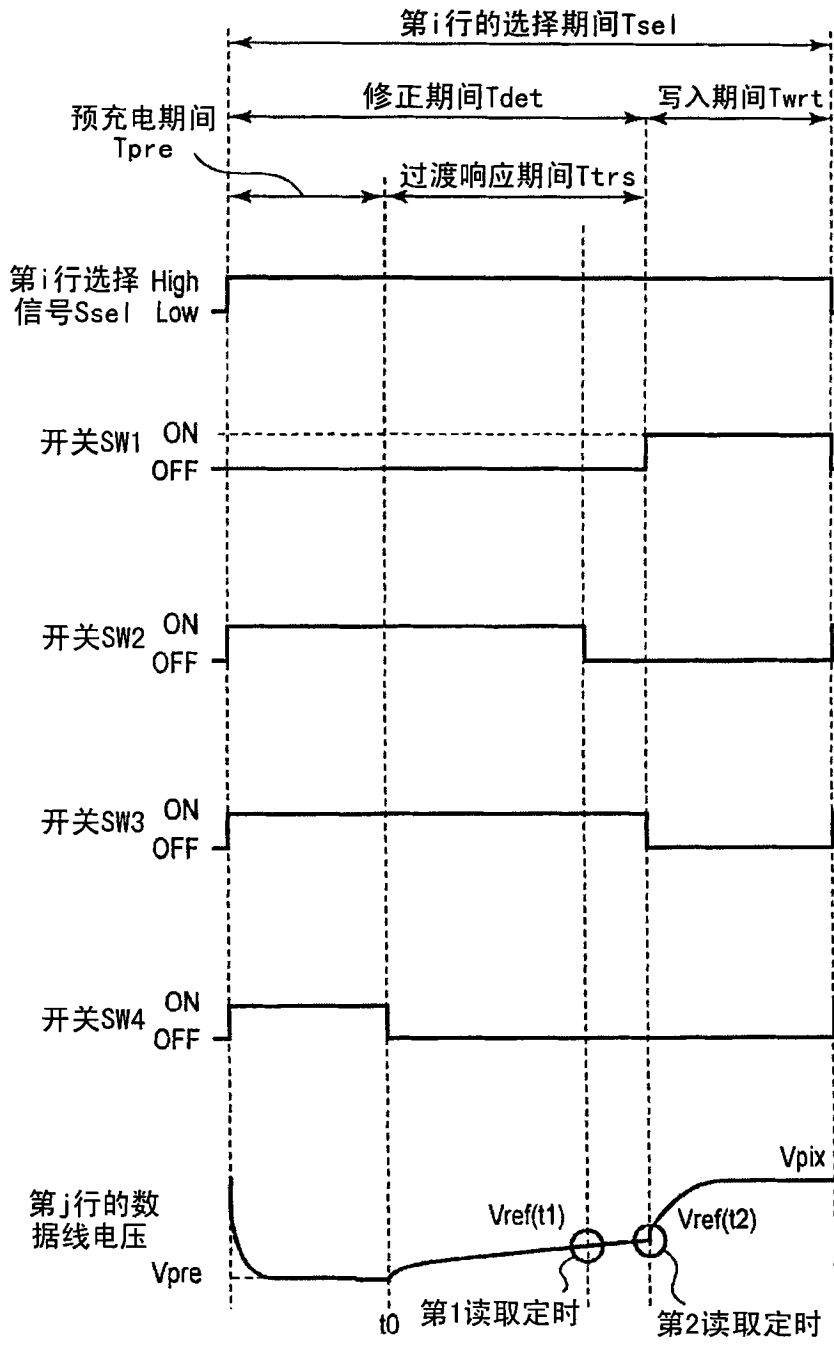


图13

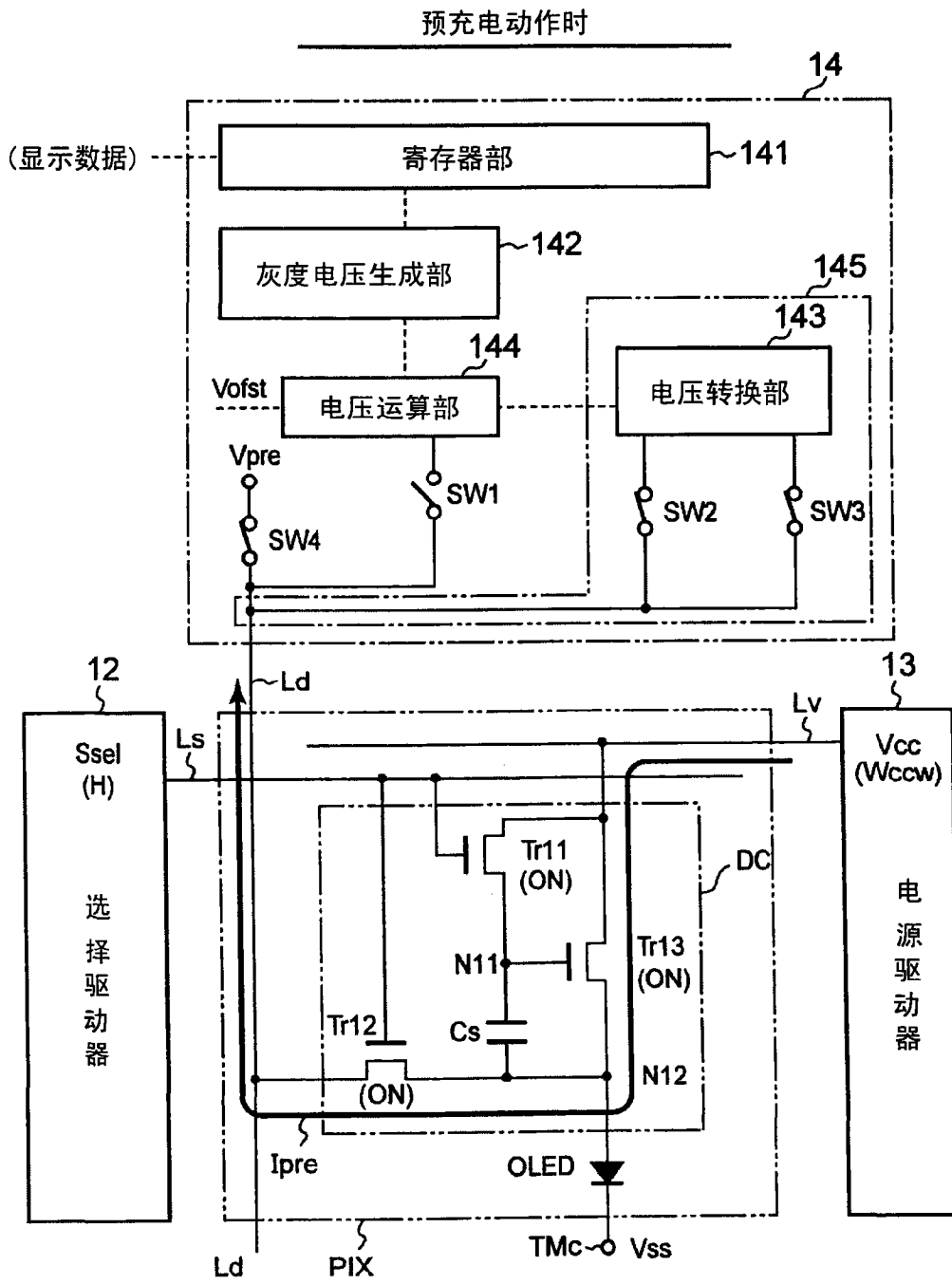


图 14

第二参照信号的读取动作时

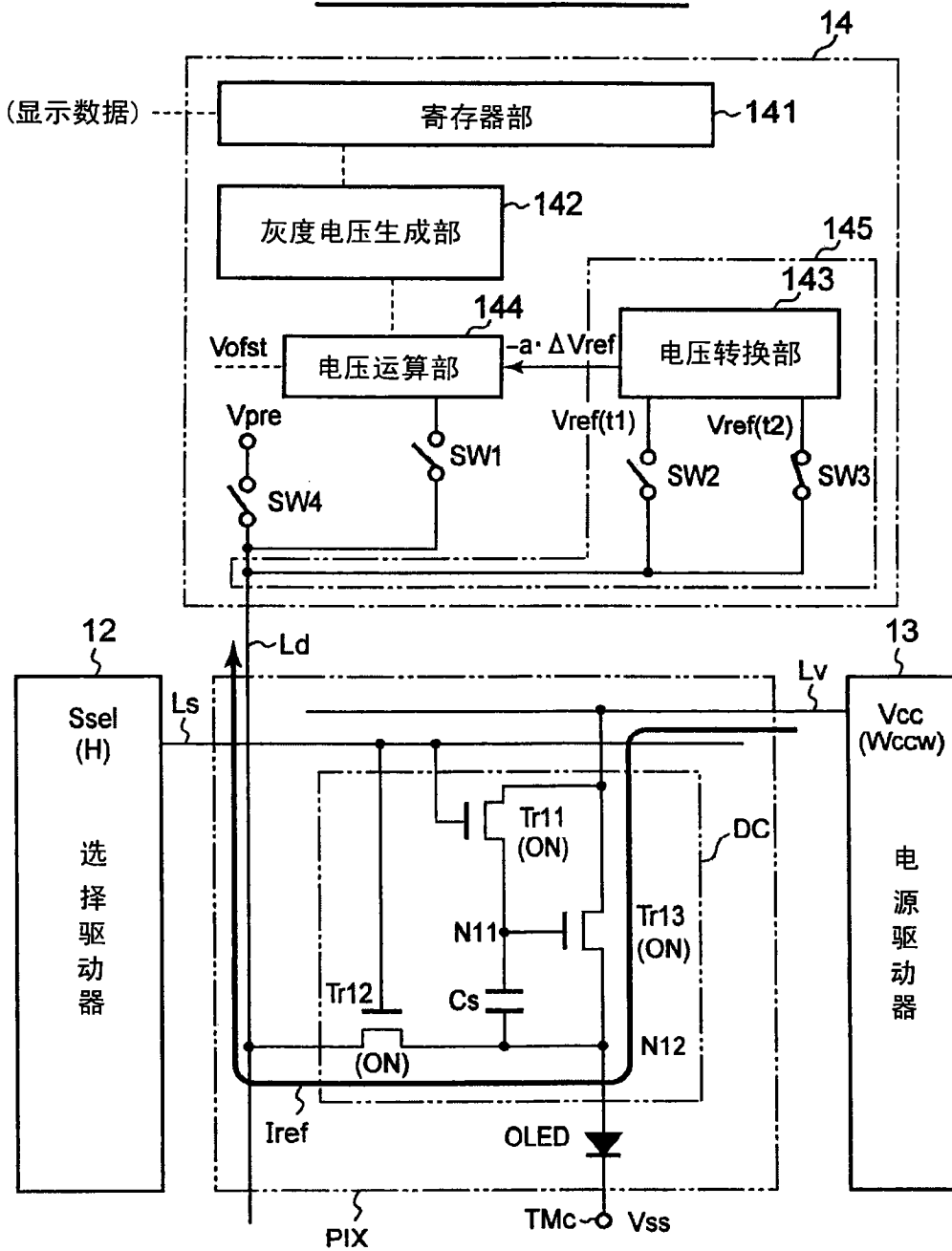


图16

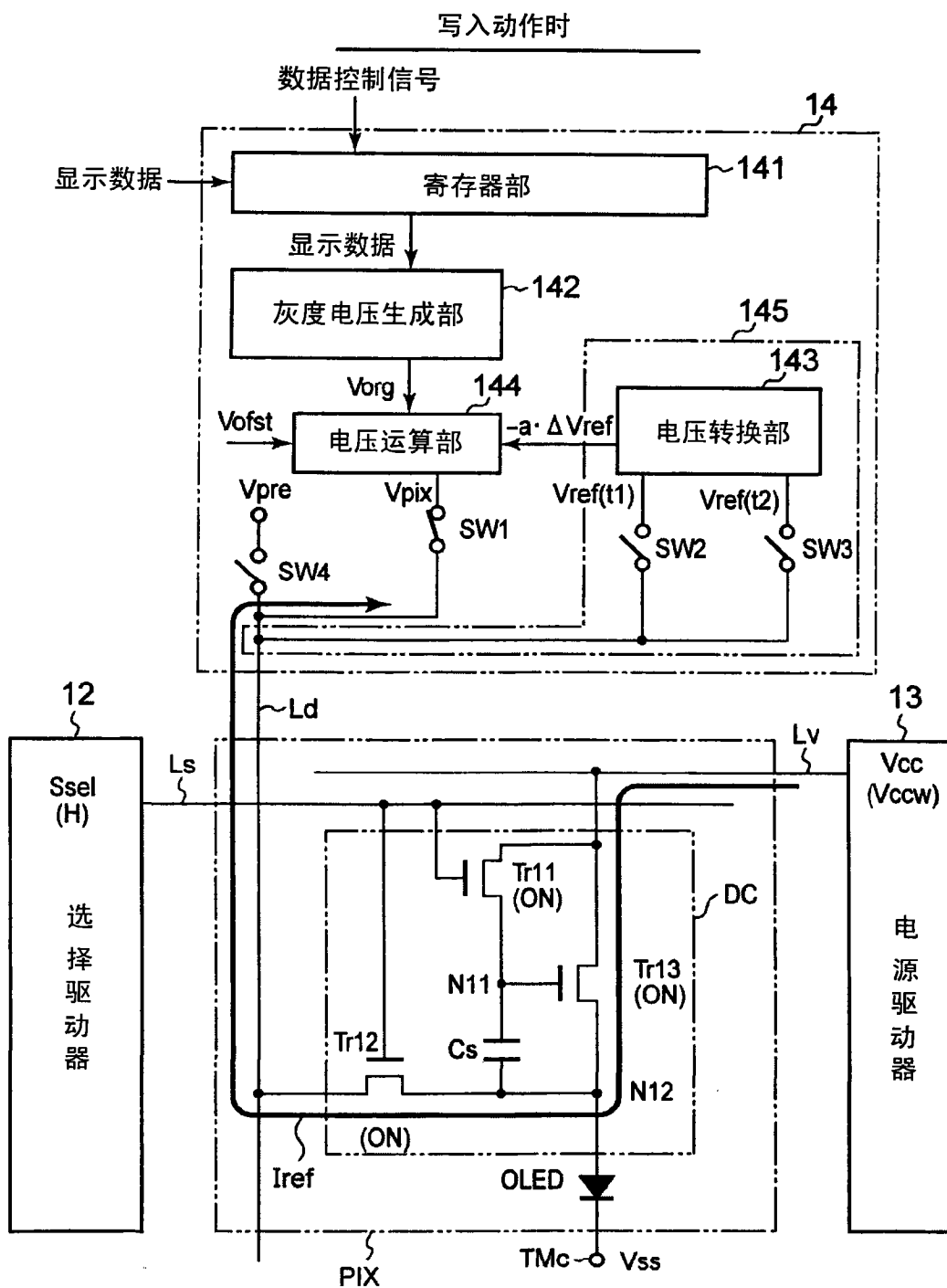


图17

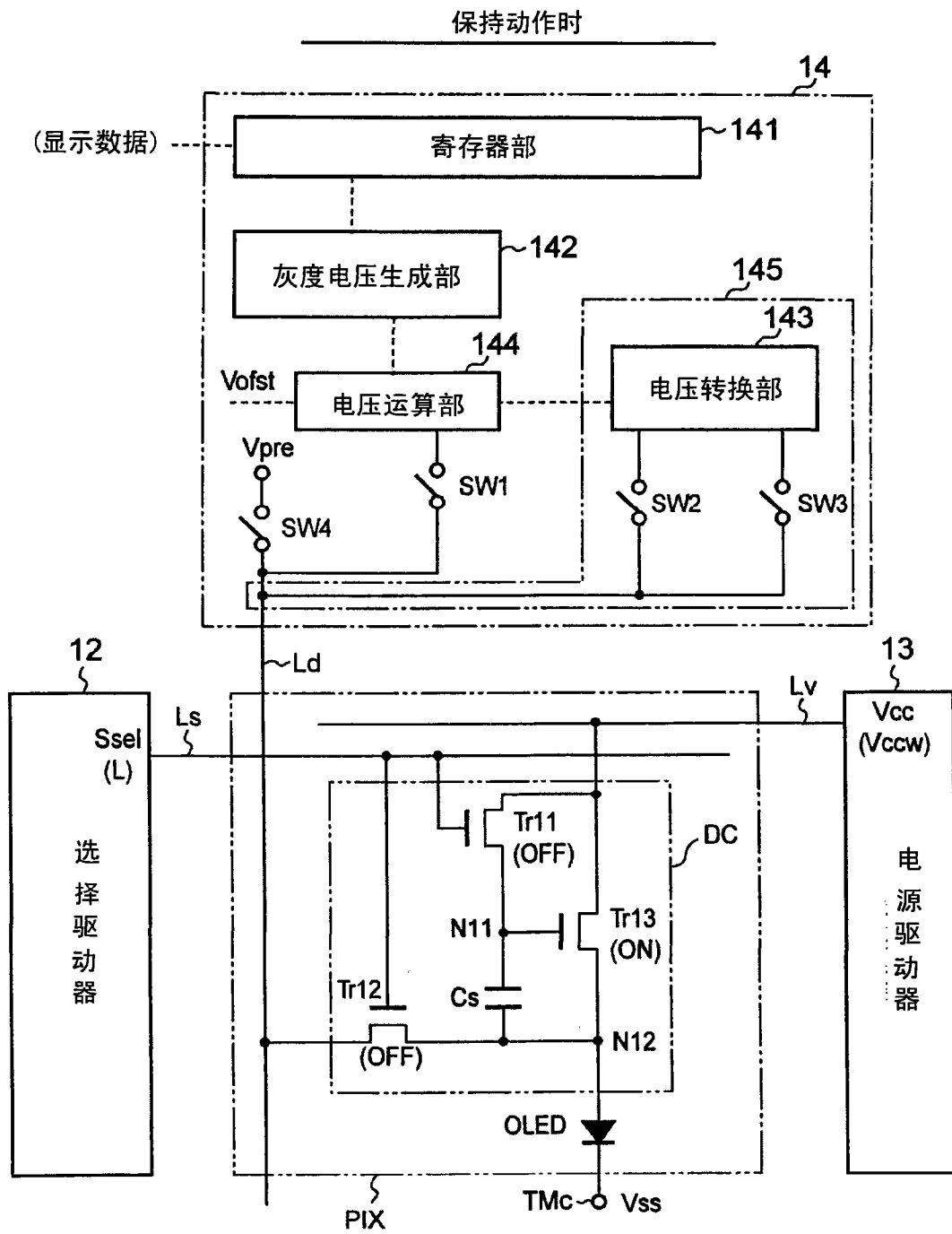


图18

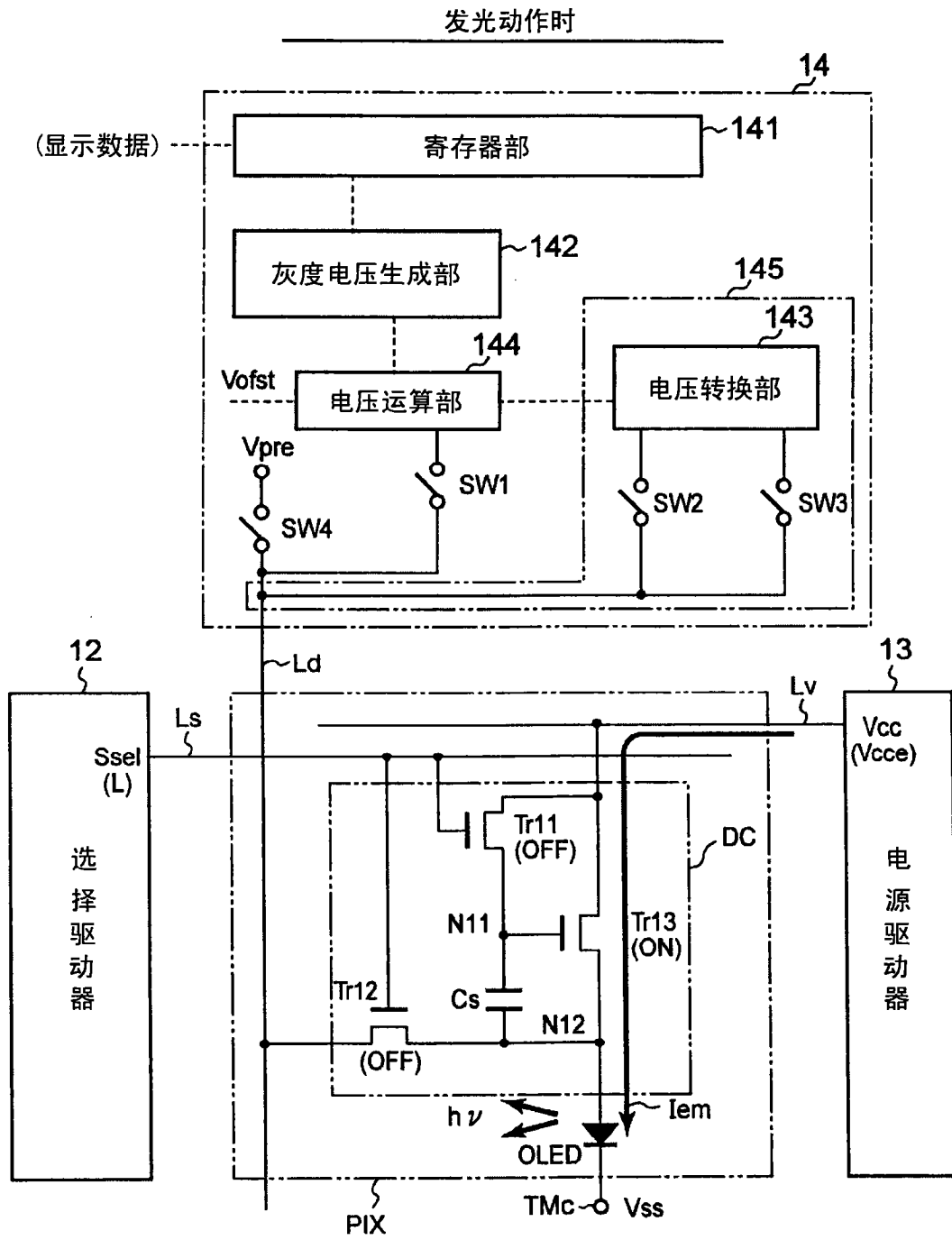


图19

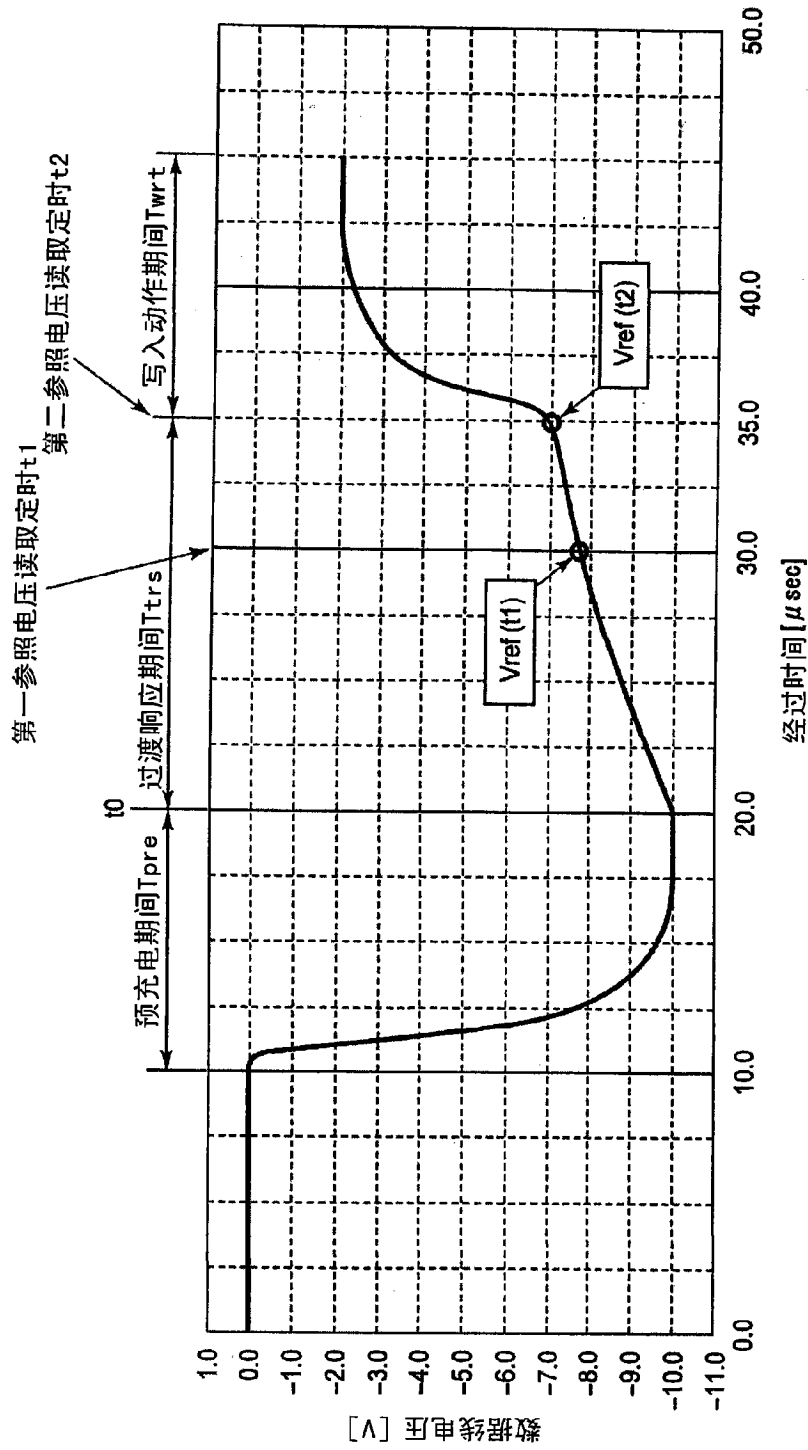


图20

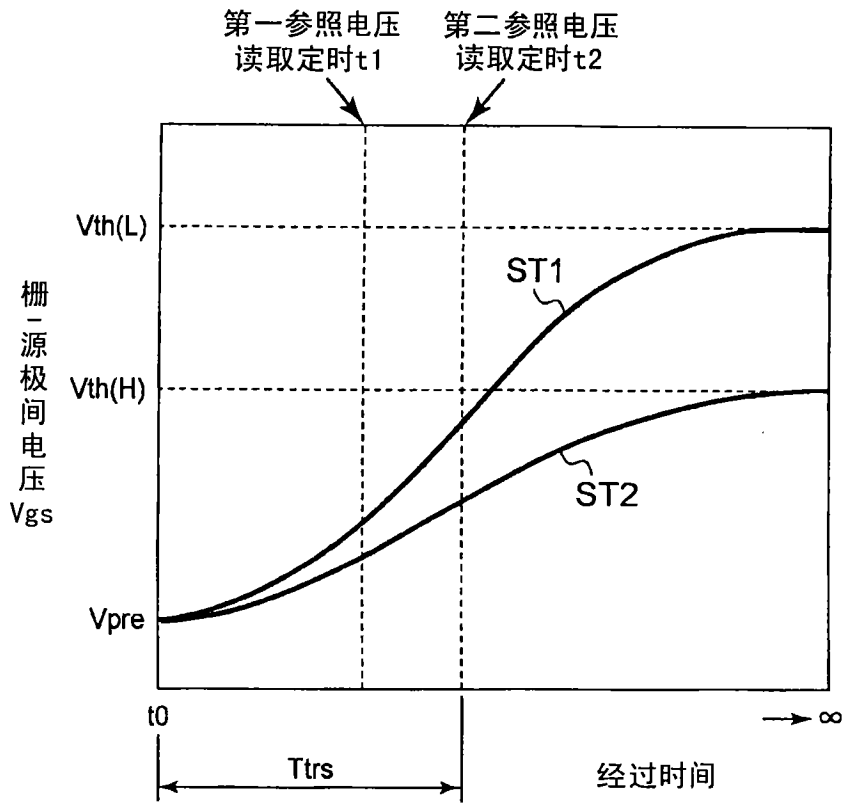


图21

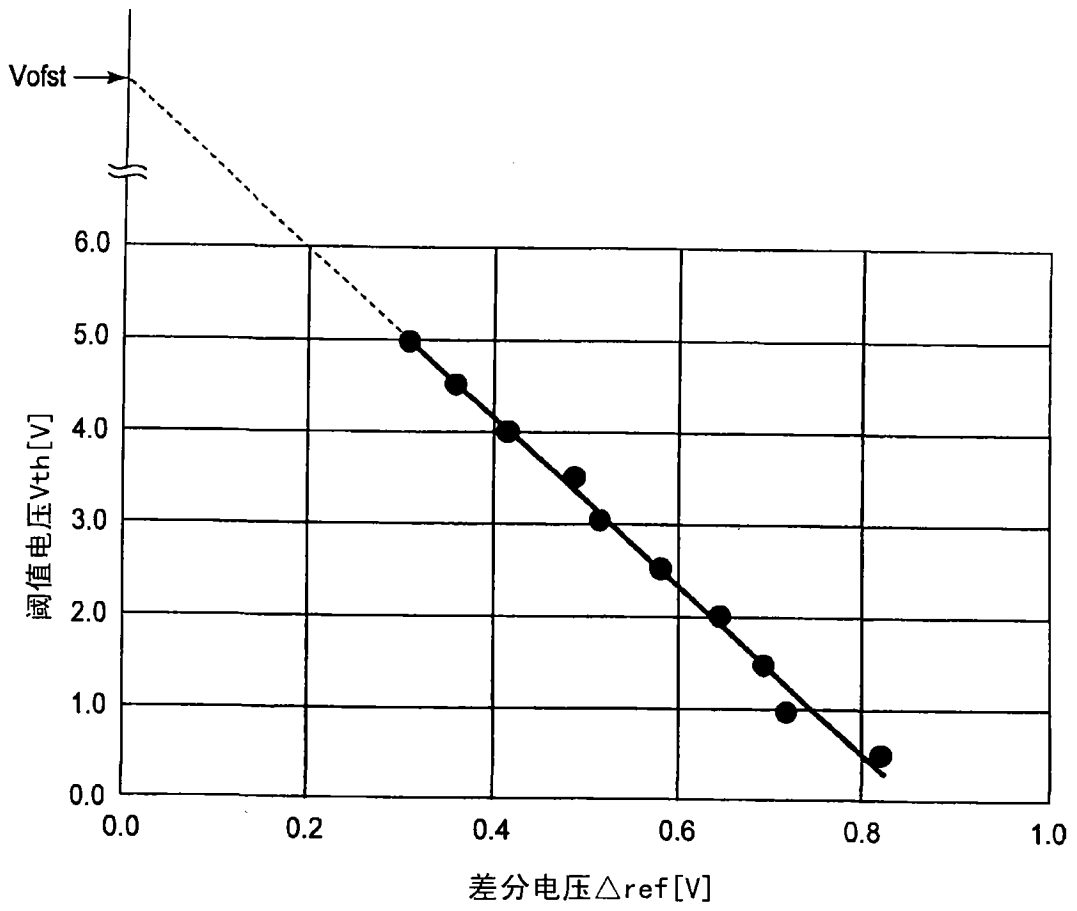


图22

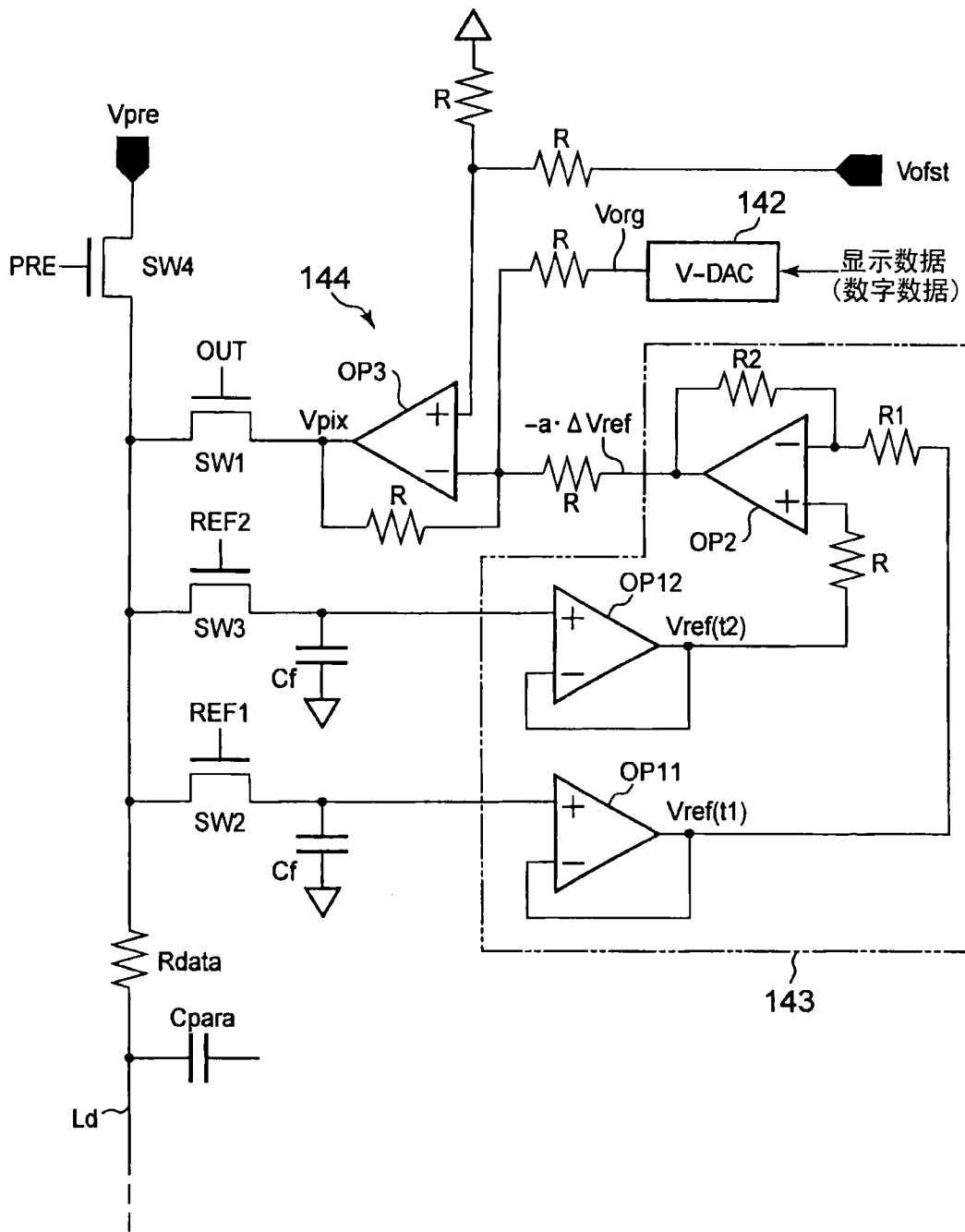


图23

D/A电压转换器的电压转换特性

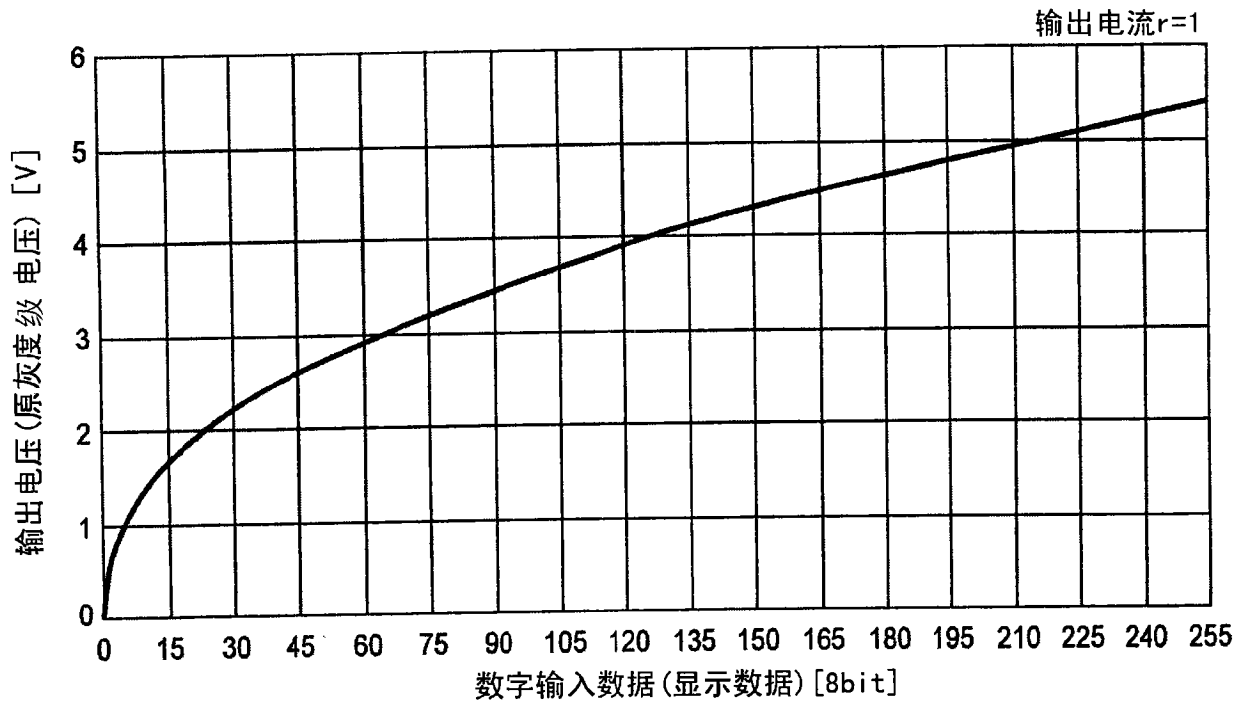
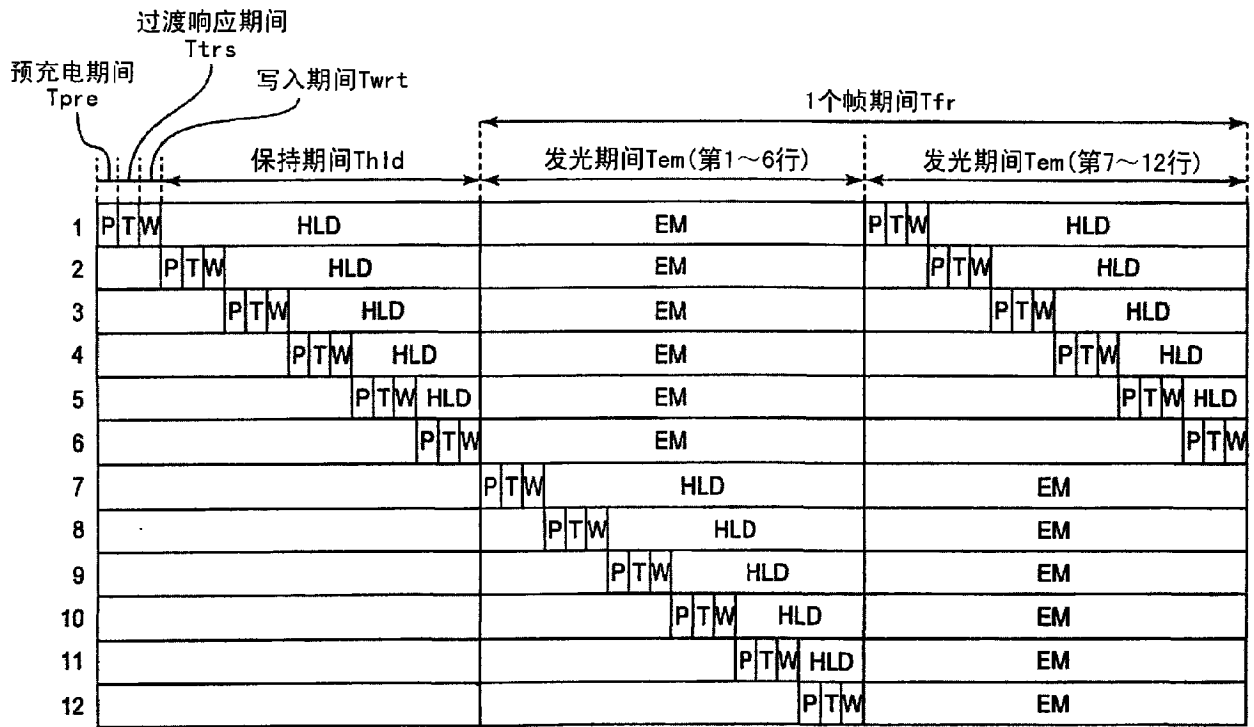


图24



P 预充电动作, T 过渡响应, W 写入动作, HLD 保持动作, EM 发光动作

图25

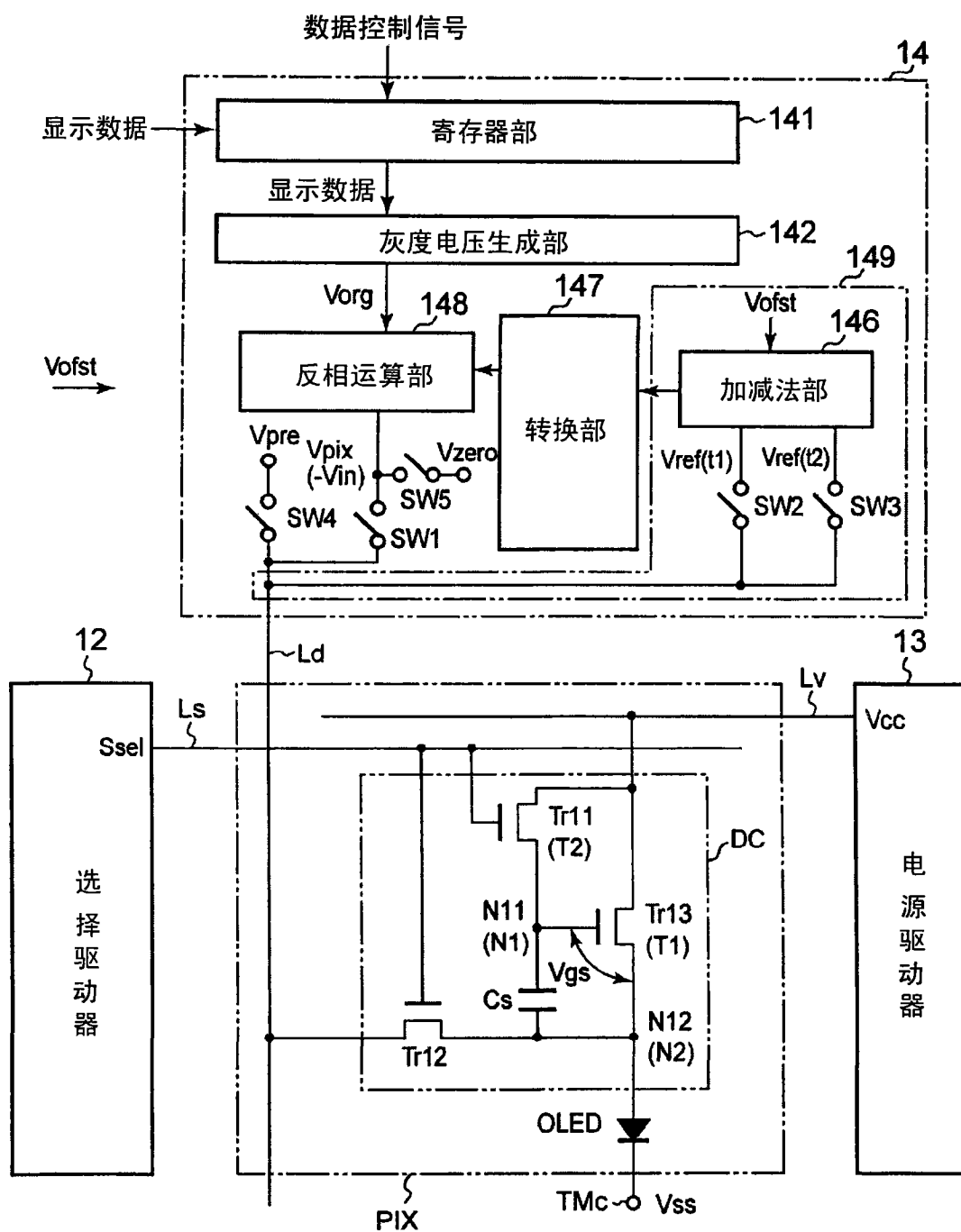


图26

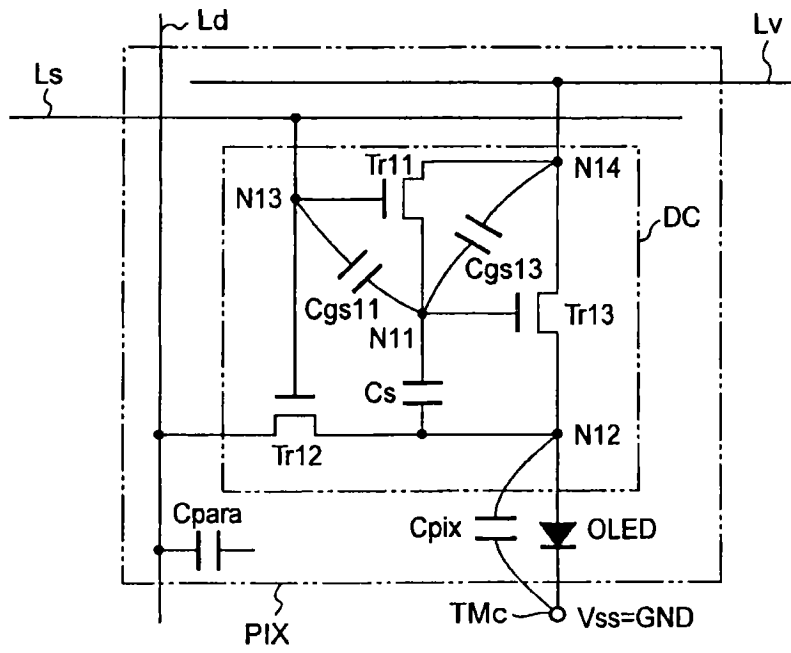


图27A

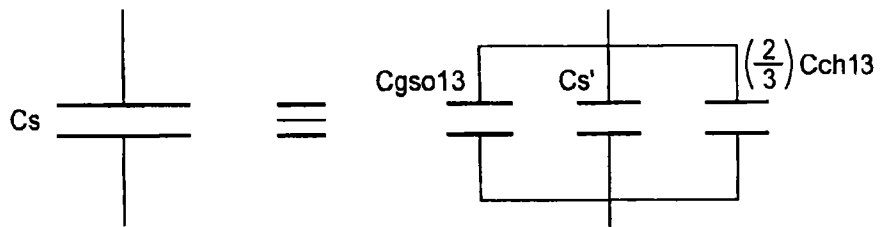


图27B

写入动作时的等效电路

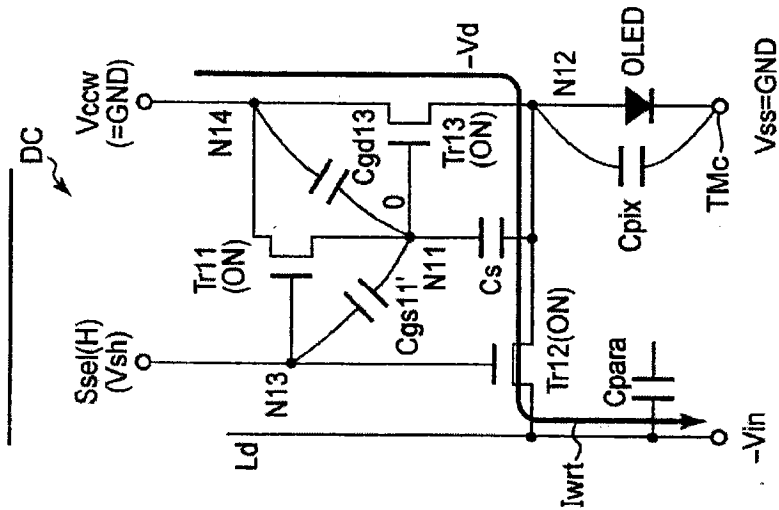


图28A

发光动作时的等效电路

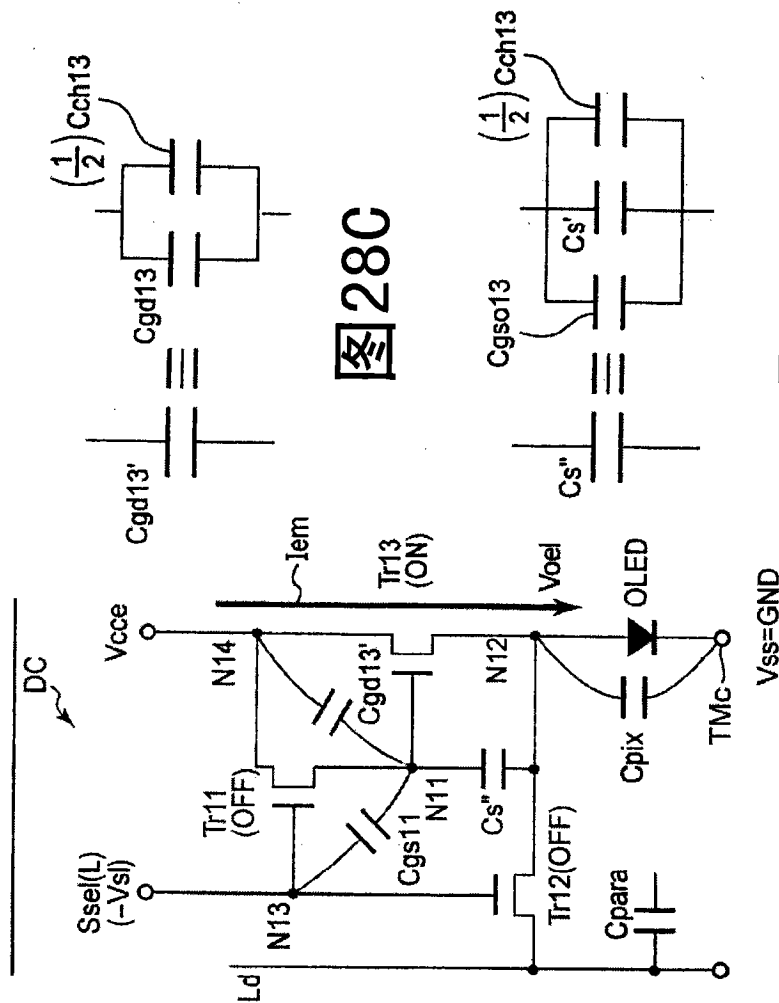


图28B

图28C

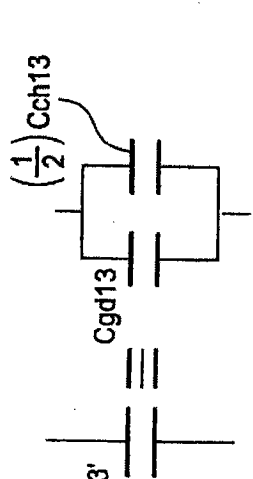
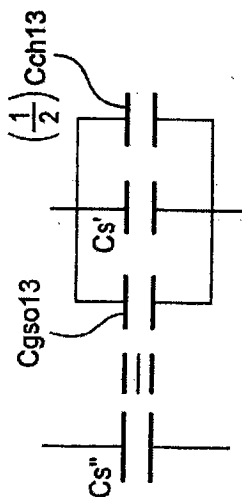


图28D



从选择过程向非选择状态转移时

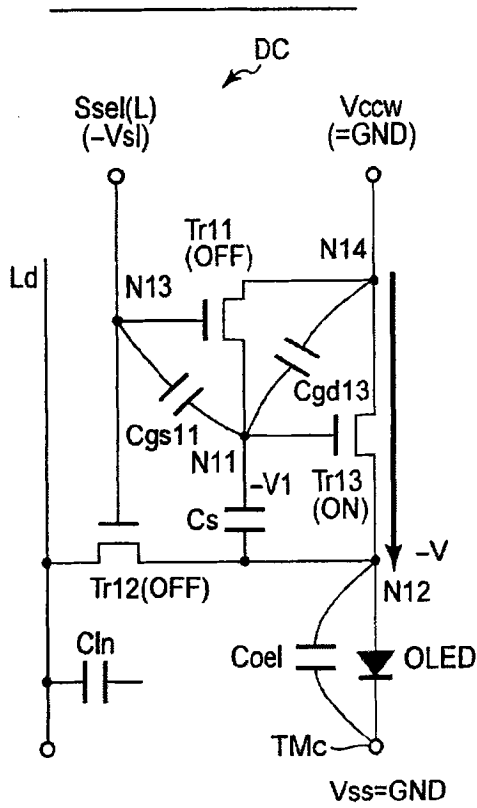


图32A

非选择状态保持过程中的电压的变化

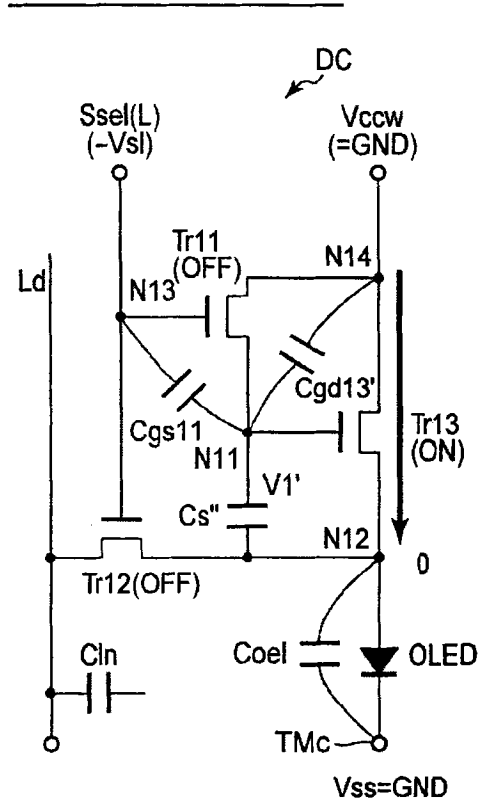


图32B

写入动作时

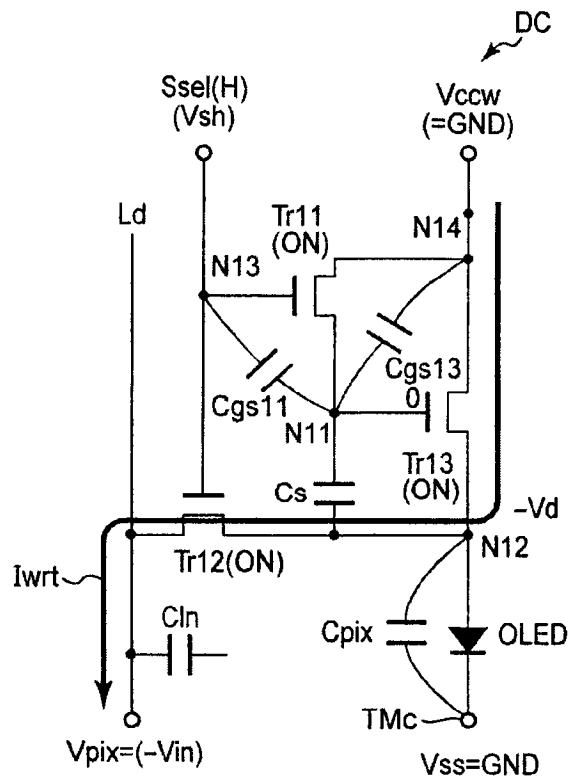


图34

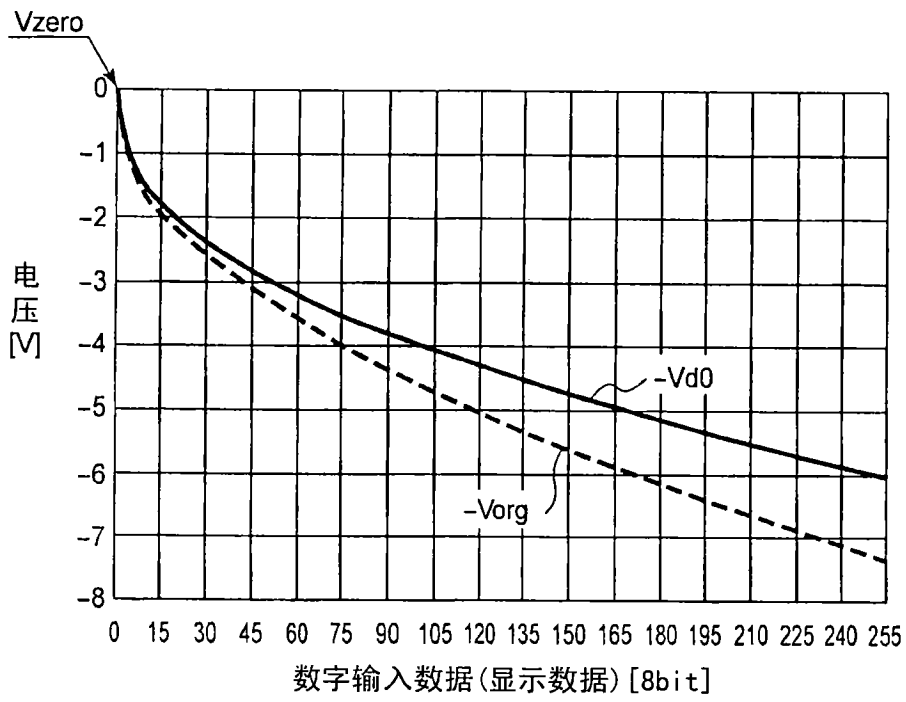


图35

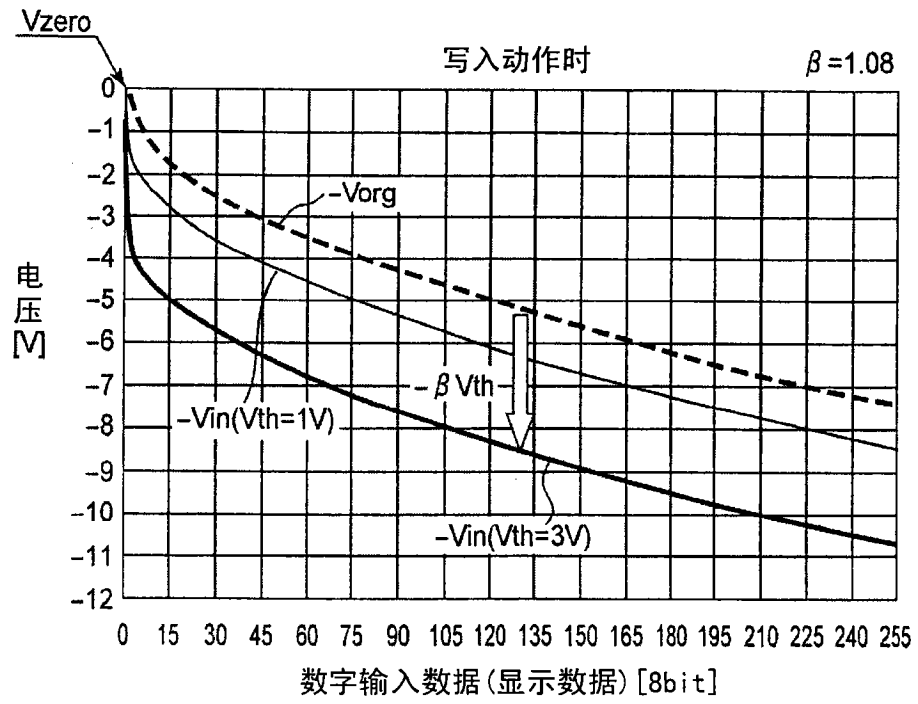


图36

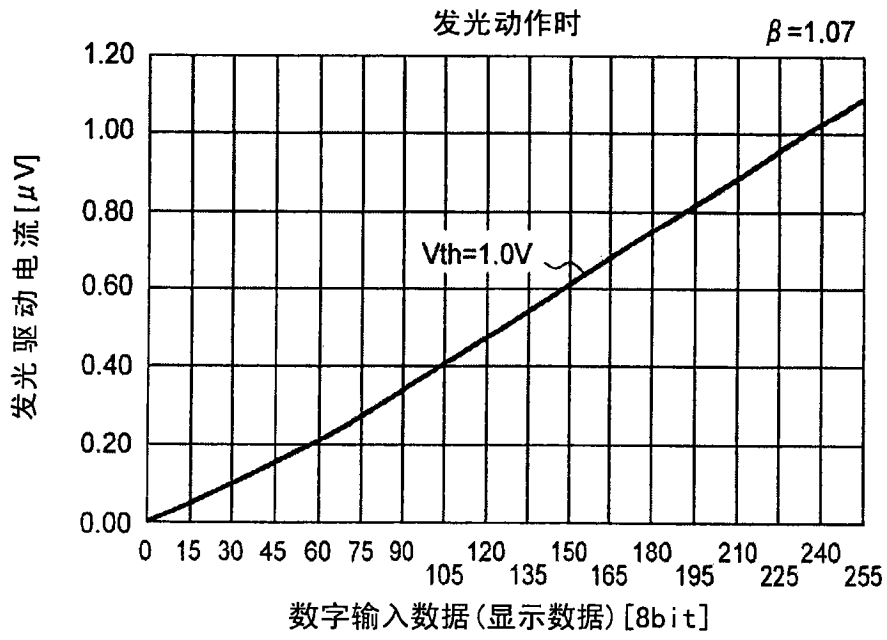


图 37A

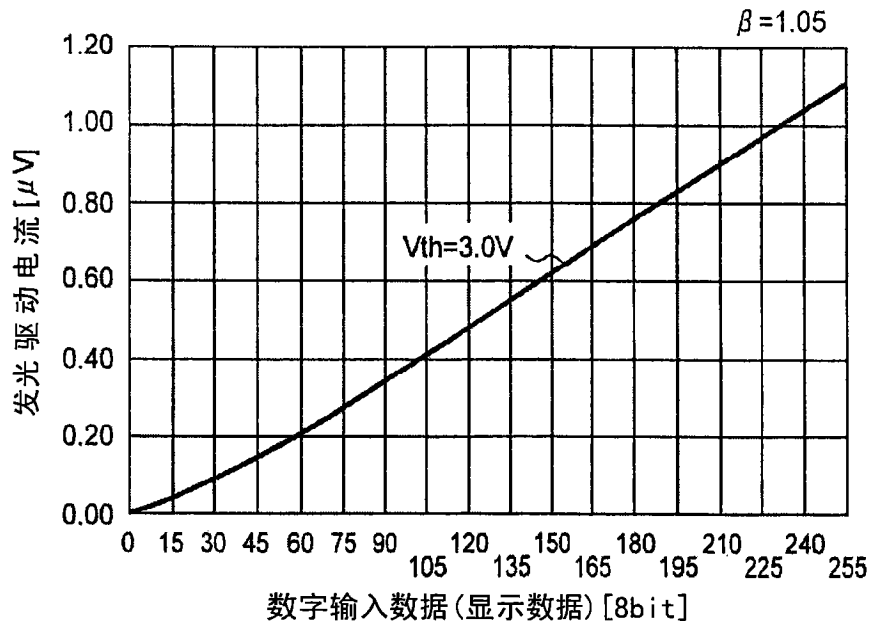


图 37B

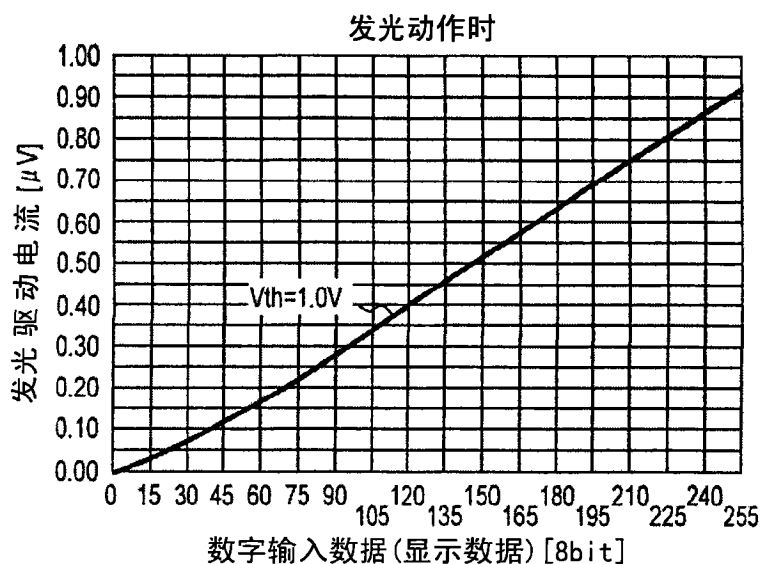


图38A

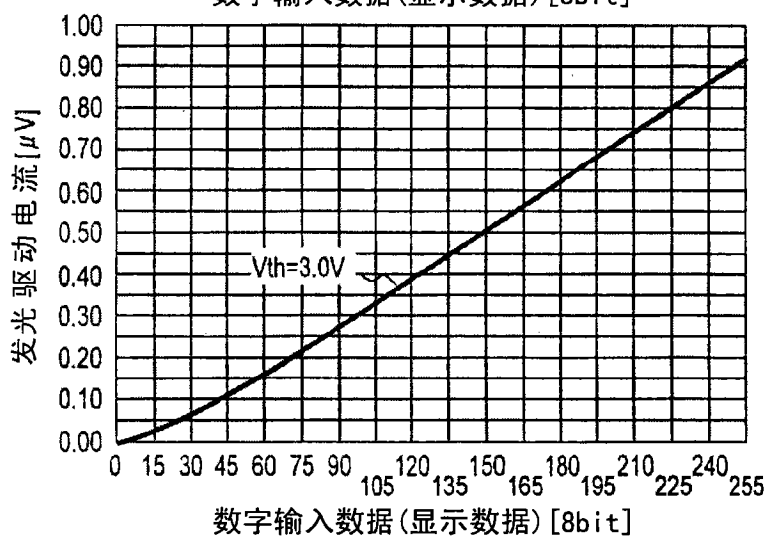


图38B

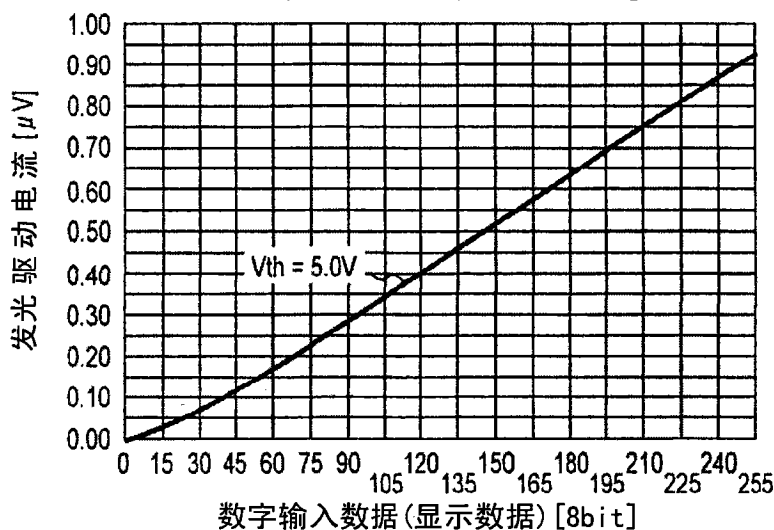


图38C

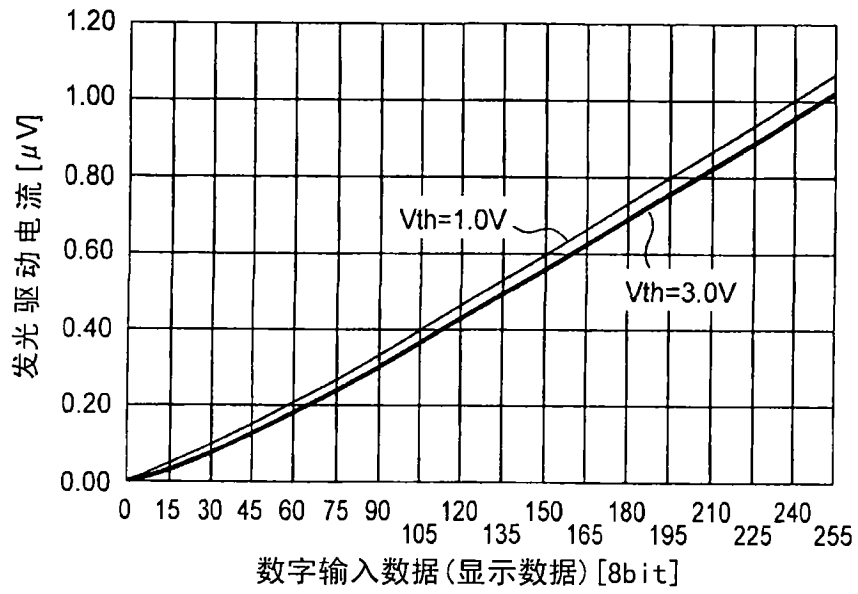


图39A

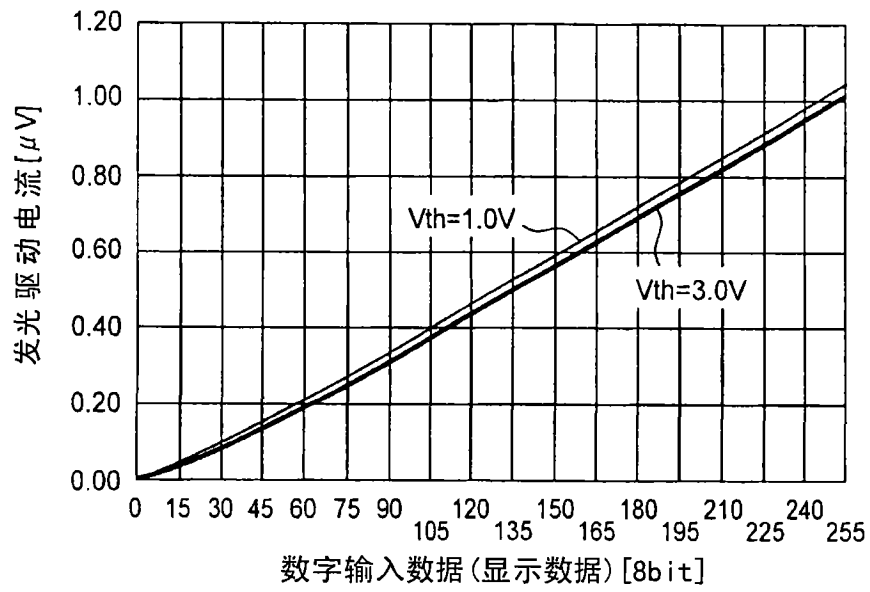


图39B

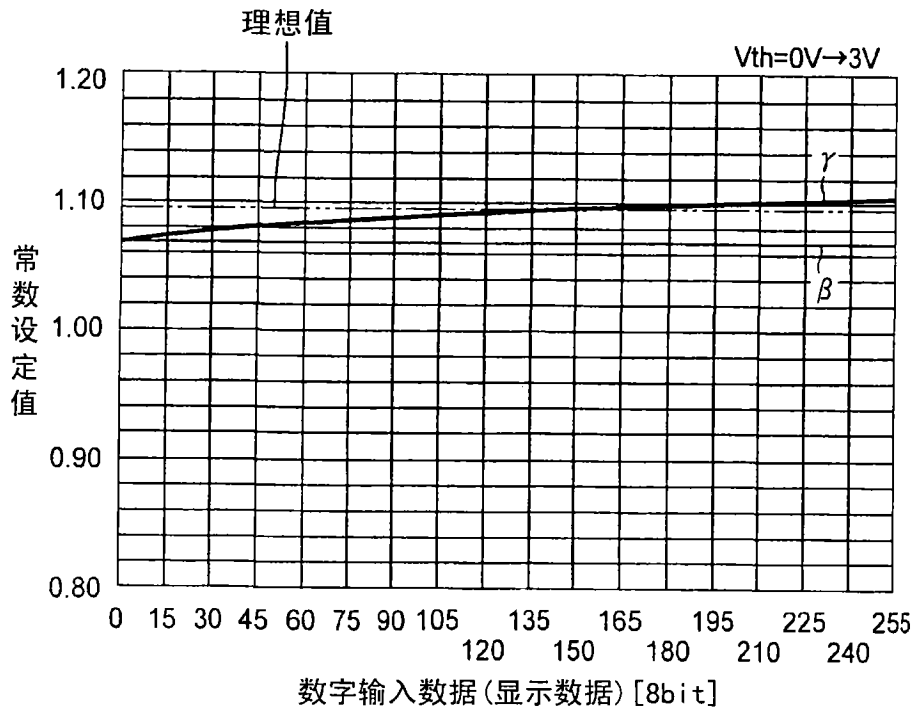


图40

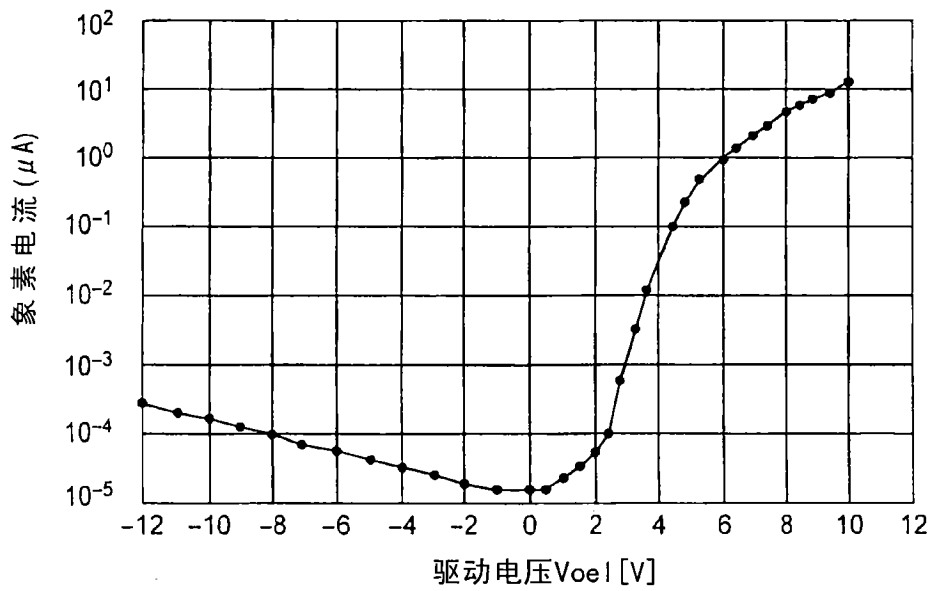


图41

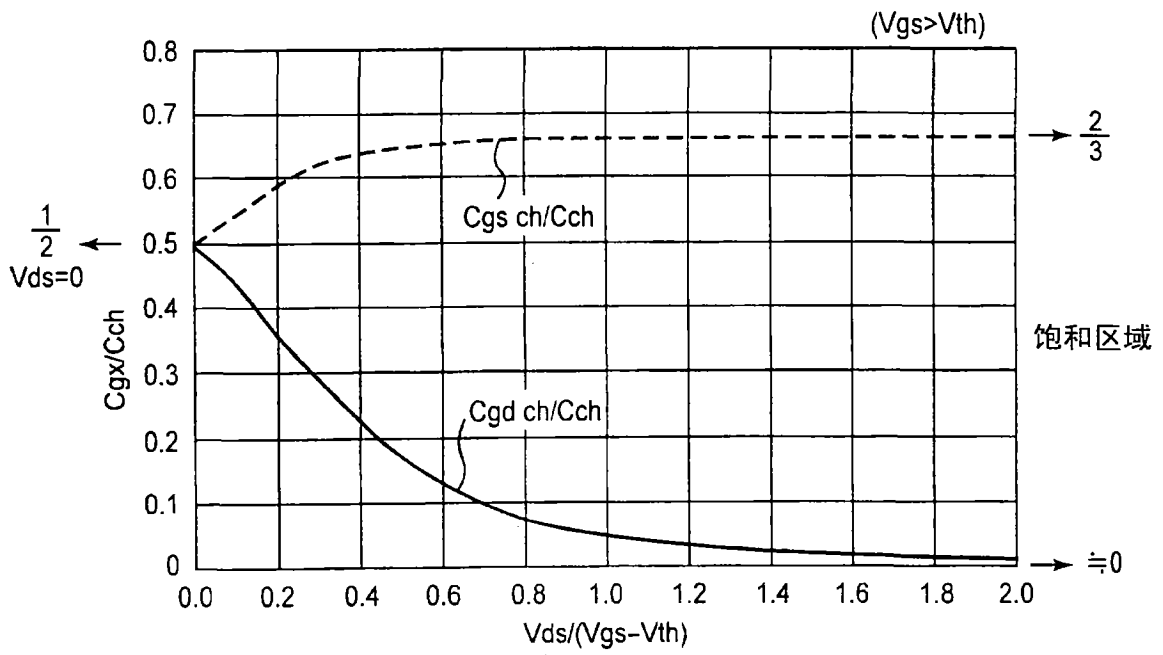


图42