

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104050917 A

(43) 申请公布日 2014.09.17

(21) 申请号 201410253894.5

(22) 申请日 2014.06.09

(71) 申请人 上海天马有机发光显示技术有限公司

地址 201201 上海市浦东新区龙东大道

6111 号 1 檇 509

申请人 天马微电子股份有限公司

(72)发明人 陈丹 钱栋

(74) 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 刘松

(51) Int. Cl.

G09G 3/32 (2006, 01)

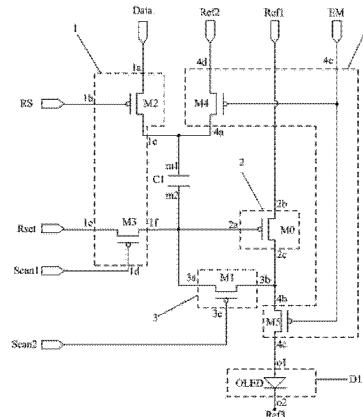
权利要求书3页 说明书14页 附图15页

（54）发明名称

# 一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置

## (57) 摘要

本发明公开了一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置，包括：发光器件、第一电容、复位控制模块、驱动控制模块、补偿控制模块以及发光控制模块；在复位阶段，复位控制模块将复位信号端的复位信号写入到第一电容的第二端；在补偿阶段，复位控制模块将数据信号端的数据信号写入到第一电容的第一端，驱动控制模块通过补偿控制模块对第一电容进行充电；在发光阶段，发光控制模块和第一电容共同控制驱动控制模块驱动发光器件发光。由于驱动控制模块驱动发光器件发光的工作电流与驱动控制模块中的阈值电压无关，因此能避免阈值电压对发光器件的影响，从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定，提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。



CN 104050917 A

1. 一种像素电路,其特征在于,包括:发光器件、第一电容、复位控制模块、驱动控制模块、补偿控制模块以及发光控制模块;其中,

所述复位控制模块的第一信号端与数据信号端相连,所述复位控制模块的第二信号端与复位控制信号端相连,所述复位控制模块的第三信号端分别与所述第一电容的第一端和所述发光控制模块的第一信号端相连;所述复位控制模块的第四信号端与第一扫描信号端相连,所述复位控制模块的第五信号端与复位信号端相连,所述复位控制模块的第六信号端分别与所述第一电容的第二端、所述补偿控制模块的第一信号端、以及所述驱动控制模块的第一信号端相连;

所述驱动控制模块的第二信号端与第一参考信号端相连,所述驱动控制模块的第三信号端分别与所述补偿控制模块的第二信号端和所述发光控制模块的第二信号端相连;所述补偿控制模块的第三信号端与第二扫描信号端相连;

所述发光控制模块的第三信号端与发光控制信号端相连,所述发光控制模块的第四信号端与第二参考信号端相连,所述发光控制模块的第五信号端与所述发光器件的第一端相连;所述发光器件的第二端与第三参考信号端相连;

在复位阶段,在所述第一扫描信号端的控制下,所述复位控制模块将所述复位信号端发送的复位信号写入到所述第一电容的第二端。

2. 如权利要求1所述的像素电路,其特征在于,在补偿阶段,在所述复位控制信号端的控制下,所述复位控制模块将所述数据信号端发送的数据信号写入到所述第一电容的第一端,在所述第二扫描信号端的控制下,所述驱动控制模块通过所述补偿控制模块对所述第一电容进行充电。

3. 如权利要求2所述的像素电路,其特征在于,在发光阶段,在所述发光控制信号端的控制下,所述发光控制模块和所述第一电容共同控制所述驱动控制模块驱动所述发光器件发光。

4. 如权利要求3所述的像素电路,其特征在于,所述驱动控制模块具体包括:驱动晶体管;其中,

所述驱动晶体管的栅极为所述驱动控制模块的第一信号端,所述驱动晶体管的源极为所述驱动控制模块的第二信号端,所述驱动晶体管的漏极为所述驱动控制模块的第三信号端。

5. 如权利要求4所述的像素电路,其特征在于,所述驱动晶体管为P型晶体管,所述第一参考信号端的电压为正电压,所述第三参考信号端的电压低于所述第一参考信号端的电压。

6. 如权利要求5所述的像素电路,其特征在于,所述补偿控制模块具体包括:第一开关晶体管;其中,

所述第一开关晶体管的栅极与所述第二扫描信号端相连,所述第一开关晶体管的源极与所述驱动晶体管的漏极相连,所述第一开关晶体管的漏极与所述第一电容的第二端相连。

7. 如权利要求5所述的像素电路,其特征在于,所述复位控制模块具体包括:第二开关晶体管和第三开关晶体管;其中,

所述第二开关晶体管的栅极与所述复位控制信号端相连,所述第二开关晶体管的源极

与所述数据信号端相连,所述第二开关晶体管的漏极与所述第一电容的第一端相连;

所述第三开关晶体管的栅极与所述第二扫描信号端相连,所述第三开关晶体管的源极与所述复位信号端相连,所述第三开关晶体管的漏极与所述第一电容的第二端相连。

8. 如权利要求 7 所述的像素电路,其特征在于,所述第一开关晶体管、所述第二开关晶体管和所述第三开关晶体管均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管。

9. 如权利要求 8 所述的像素电路,其特征在于,所述复位控制信号端为所述第二扫描信号端;和 / 或

所述复位信号端为所述第一扫描信号端或所述第二参考信号端。

10. 如权利要求 5 所述的像素电路,其特征在于,所述发光控制模块具体包括:第四开关晶体管和第五开关晶体管;其中,

所述第四开关晶体管的栅极和所述第五开关晶体管的栅极均与所述发光控制信号端相连,所述第四开关晶体管的源极与所述第二参考信号端相连,所述第四开关晶体管的漏极与所述第一电容的第一端相连;

所述第五开关晶体管的源极与所述驱动晶体管的漏极相连,所述第五开关晶体管的漏极与所述发光器件的第一端相连。

11. 如权利要求 4-10 任一项所述的像素电路,其特征在于,所述补偿控制模块还包括:第二电容;其中,

所述第二电容的第一端与所述第一参考信号端相连,所述第二电容的第二端与所述驱动晶体管的栅极相连。

12. 一种像素电路,其特征在于,包括:发光器件、第一电容、驱动晶体管、第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件、第四开关器件和第五开关器件;其中,

所述驱动晶体管的源极与第一参考信号端相连,所述驱动晶体管的漏极分别与所述第一开关器件的信号输入端和所述第五开关器件的信号输入端相连,所述驱动晶体管的栅极分别与所述第一电容的第二端、所述第三开关器件的信号输出端、以及所述第一开关器件的信号输出端相连;所述第一开关器件的控制端与第二扫描信号端相连;

所述第二开关器件的信号输入端与数据信号端相连,所述第二开关器件的信号输出端分别与所述第一电容的第一端和所述第四开关器件的信号输出端相连,所述第二开关器件的控制端与复位控制信号端相连;

所述第三开关器件的信号输入端与复位信号端相连,所述第三开关器件的控制端与第一扫描信号端相连;

所述第四开关器件的信号输入端与第二参考信号端相连,所述第四开关器件的控制端分别与所述第五开关器件的控制端和发光控制信号端相连;

所述发光器件的第一端与所述第五开关器件的信号输出端相连,所述发光器件的第二端与第三参考信号端相连。

13. 如权利要求 12 所述的像素电路,其特征在于,

在复位阶段,在所述第一扫描信号端的控制下,所述第三开关器件将所述复位信号端发送的复位信号写入到所述第一电容的第二端;在补偿阶段,在所述复位控制信号端的控制下,所述第二开关器件将所述数据信号端发送的数据信号写入到所述第一电容的第一端,在所述第二扫描信号端的控制下,所述驱动晶体管块通过所述第一开关器件对所述第

一电容进行充电；在发光阶段，在所述发光控制信号端的控制下，所述第四开关器件、所述第五开关器件和所述第一电容共同控制所述驱动控制晶体管驱动所述发光器件发光。

14. 如权利要求 13 所述的像素电路，其特征在于，所述驱动晶体管为 P 型晶体管，所述第一参考信号端的电压为正电压，所述第三参考信号端的电压低于所述第一参考信号端的电压。

15. 如权利要求 14 所述的像素电路，其特征在于，所述第一开关器件、所述第二开关器件、所述第三开关器件、所述第四开关器件和所述第五开关器件均为开关晶体管。

16. 如权利要求 15 所述的像素电路，其特征在于，所述第一开关器件、所述第二开关器件和所述第三开关器件均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管。

17. 如权利要求 16 所述的像素电路，其特征在于，所述复位控制信号端为所述第二扫描信号端；和 / 或

所述复位信号端为所述第一扫描信号端或所述第二参考信号端。

18. 如权利要求 15 所述的像素电路，其特征在于，所述第四开关器件和所述第五开关器件均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管。

19. 如权利要求 18 所述的像素电路，其特征在于，所述第一参考信号端为所述第二参考信号端。

20. 如权利要求 12-19 任一项所述的像素电路，其特征在于，还包括：第二电容；其中，所述第二电容的第一端与所述第一参考信号端相连，所述第二电容的第二端与所述驱动晶体管的栅极相连。

21. 一种有机电致发光显示面板，其特征在于，包括多个如权利要求 1-20 任一项所述的像素电路。

22. 如权利要求 21 所述的有机电致发光显示面板，其特征在于，除了位于所述有机电致发光显示面板最后一行的像素电路之外，位于其余行的所述像素电路的第一扫描信号端均与所述像素电路所在行的扫描线相连，第二扫描信号端均与所述像素电路所在行的下一行的扫描线相连。

23. 一种显示装置，其特征在于，包括如权利要求 21 或 22 所述的有机电致发光显示面板。

## 一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有机电致发光技术领域,尤其涉及一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置。

### 背景技术

[0002] 有机发光显示器 (Organic Light Emitting Diode, OLED) 是当今平板显示器研究领域的热点之一,与液晶显示器相比,OLED 具有低能耗、生产成本低、自发光、宽视角及响应速度快等优点,目前,在手机、PDA、数码相机等显示领域 OLED 已经开始取代传统的 LCD 显示屏。其中,像素电路设计是 OLED 显示器核心技术内容,具有重要的研究意义。

[0003] 与 LCD 利用稳定的电压控制亮度不同, OLED 属于电流驱动,需要稳定的电流来控制发光。由于工艺制程和器件老化等原因,会使像素电路的驱动晶体管的阈值电压  $V_{th}$  存在不均匀性,这样就导致了流过每个像素点 OLED 的电流发生变化使得显示亮度不均,从而影响整个图像的显示效果。

[0004] 例如现有的 2T1C 的像素电路中,如图 1 所示,该电路由 1 个驱动晶体管 T2,一个开关晶体管 T1 和一个存储电容 Cs 组成,当扫描线 Scan 选择某一行时,扫描线 Scan 输入低电平信号,P 型的开关晶体管 T1 导通,数据线 Data 的电压写入存储电容 Cs;当该行扫描结束后,扫描线 Scan 输入的信号变为高电平,P 型的开关晶体管 T1 关断,存储电容 Cs 存储的栅极电压使驱动晶体管 T2 产生电流来驱动 OLED,保证 OLED 在一帧内持续发光。其中,驱动晶体管 T2 的饱和电流公式为  $I_{OLED} = K(V_{SG} - V_{th})^2$ ,正如前述,由于工艺制程和器件老化等原因,驱动晶体管 T2 的阈值电压  $V_{th}$  会漂移,这样就导致了流过每个 OLED 的电流因驱动晶体管的阈值电压  $V_{th}$  的变化而变化,从而导致图像亮度不均匀。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置,用以提高显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0006] 本发明实施例提供的一种像素电路,包括:发光器件、第一电容、复位控制模块、驱动控制模块、补偿控制模块以及发光控制模块;其中,

[0007] 所述复位控制模块的第一信号端与数据信号端相连,所述复位控制模块的第二信号端与复位控制信号端相连,所述复位控制模块的第三信号端分别与所述第一电容的第一端和所述发光控制模块的第一信号端相连;所述复位控制模块的第四信号端与第一扫描信号端相连,所述复位控制模块的第五信号端与复位信号端相连,所述复位控制模块的第六信号端分别与所述第一电容的第二端、所述补偿控制模块的第一信号端、以及所述驱动控制模块的第一信号端相连;

[0008] 所述驱动控制模块的第二信号端与第一参考信号端相连,所述驱动控制模块的第三信号端分别与所述补偿控制模块的第二信号端和所述发光控制模块的第二信号端相连;所述补偿控制模块的第三信号端与第二扫描信号端相连;

[0009] 所述发光控制模块的第三信号端与发光控制信号端相连,所述发光控制模块的第四信号端与第二参考信号端相连,所述发光控制模块的第五信号端与所述发光器件的第一端相连;所述发光器件的第二端与第三参考信号端相连;

[0010] 在复位阶段,在所述第一扫描信号端的控制下,所述复位控制模块将所述复位信号端发送的复位信号写入到所述第一电容的第二端。

[0011] 本发明实施例提供的上述像素电路中,由于补偿控制模块在补偿阶段可以补偿驱动控制模块中的阈值电压的漂移,因此,在发光阶段,可以使驱动控制模块驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关,与驱动控制模块中的阈值电压无关,能避免阈值电压对发光器件的影响,从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定,提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0012] 本发明实施例提供的一种像素电路,包括:发光器件、第一电容、驱动晶体管、第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件、第四开关器件和第五开关器件;其中,

[0013] 所述驱动晶体管的源极与第一参考信号端相连,所述驱动晶体管的漏极分别与所述第一开关器件的信号输入端和所述第五开关器件的信号输入端相连,所述驱动晶体管的栅极分别与所述第一电容的第二端、所述第三开关器件的信号输出端、以及所述第一开关器件的信号输出端相连;所述第一开关器件的控制端与第二扫描信号端相连;

[0014] 所述第二开关器件的信号输入端与数据信号端相连,所述第二开关器件的信号输出端分别与所述第一电容的第一端和所述第四开关器件的信号输出端相连,所述第二开关器件的控制端与复位控制信号端相连;

[0015] 所述第三开关器件的信号输入端与复位信号端相连,所述第三开关器件的控制端与第一扫描信号端相连;

[0016] 所述第四开关器件的信号输入端与第二参考信号端相连,所述第四开关器件的控制端分别与所述第五开关器件的控制端和发光控制信号端相连;

[0017] 所述发光器件的第一端与所述第五开关器件的信号输出端相连,所述发光器件的第二端与第三参考信号端相连。

[0018] 本发明实施例提供的上述像素电路,由于第三开关器件的信号输入端与驱动晶体管的漏极相连,第三开关晶体管的信号输出端与驱动晶体管的栅极和第一电容相连,因此利用第三开关器件和第一电容可以补偿驱动控制模块中的阈值电压的漂移,从而使驱动晶体管驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关,与驱动晶体管的阈值电压无关,能避免阈值电压对发光器件的影响,从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定,提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0019] 相应地,本发明实施例还提供了一种有机电致发光显示面板,包括多个本发明实施例提供的上述任一种像素电路。

[0020] 相应地,本发明实施例还提供了一种显示装置,包括本发明实施例提供的上述任一种有机电致发光显示面板。

[0021] 本发明实施例提供的上述像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置,由于像素电路在补偿阶段可以补偿阈值电压的漂移,因此,在发光阶段,可以使驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关,与阈值电压无关,能避免阈值电压对发光器件的影响,从而使驱动发光器件发光的工作电流保持

稳定,提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

## 附图说明

- [0022] 图 1 为现有的 2T1C 的像素电路的结构示意图;
- [0023] 图 2a 为本发明实施例提供的像素电路的结构示意图之一;
- [0024] 图 2b 为本发明实施例提供的像素电路的结构示意图之二;
- [0025] 图 3a 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之一;
- [0026] 图 3b 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之二;
- [0027] 图 4a 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之三;
- [0028] 图 4b 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之四;
- [0029] 图 5a 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之五;
- [0030] 图 5b 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之六;
- [0031] 图 6a 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之七;
- [0032] 图 6b 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之八;
- [0033] 图 7 为本发明实例一和实例二提供的像素电路的电路时序图;
- [0034] 图 8 为本发明实例三和实例四提供的像素电路的电路时序图;
- [0035] 图 9a 为本发明实施例提供的像素电路的结构示意图之一;
- [0036] 图 9b 为本发明实施例提供的像素电路的结构示意图之二;
- [0037] 图 10a 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之一;
- [0038] 图 10b 为本发明实施例提供的像素电路的具体结构示意图之二;
- [0039] 图 11 为本发明实例五和实例六提供的像素电路的电路时序图;
- [0040] 图 12a 为本发明实施例提供的有机电致发光显示面板中的像素电路的结构示意图之一;
- [0041] 图 12b 为本发明实施例提供的有机电致发光显示面板中的像素电路的结构示意图之二。

## 具体实施方式

[0042] 下面结合附图,对本发明实施例提供的像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置的具体实施方式进行详细地说明。

[0043] 本发明实施例提供的一种像素电路,如图 2a 所示,包括:发光器件 D1、第一电容 C1、复位控制模块 1、驱动控制模块 2、补偿控制模块 3 以及发光控制模块 4;其中,

[0044] 复位控制模块 1 的第一信号端 1a 与数据信号端 Data 相连,复位控制模块 1 的第二信号端 1b 与复位控制信号端 RS 相连,复位控制模块 1 的第三信号端 1c 分别与第一电容 C1 的第一端 m1 和发光控制模块 4 的第一信号端 4a 相连;复位控制模块 1 的第四信号端 1d 与第一扫描信号端 Scan1 相连,复位控制模块 1 的第五信号端 1e 与复位信号端 Rset 相连,复位控制模块 1 的第六信号端 1f 分别与第一电容 C1 的第二端 m2、补偿控制模块 3 的第一信号端 3a、以及驱动控制模块 2 的第一信号端 2a 相连;

[0045] 驱动控制模块 2 的第二信号端 2b 与第一参考信号端 Ref1 相连,驱动控制模块 2 的第三信号端 2c 分别与补偿控制模块 3 的第二信号端 3b 和发光控制模块 4 的第二信号端

4b 相连；补偿控制模块 3 的第三信号端 3c 与第二扫描信号端 Scan2 相连；

[0046] 发光控制模块 4 的第三信号端 4c 与发光控制信号端 EM 相连，发光控制模块 4 的第四信号端 4d 与第二参考信号端 Ref2 相连，发光控制模块 4 的第五信号端 4e 与发光器件 D1 的第一端 o1 相连；发光器件 D1 的第二端 o2 与第三参考信号端 Ref3 相连；

[0047] 在复位阶段，在第一扫描信号端 Scan1 的控制下，复位控制模块 1 将复位信号端 Rset 发送的复位信号写入到第一电容 C1 的第二端 m2；在补偿阶段，在复位控制信号端 RS 的控制下，复位控制模块 1 将数据信号端 Data 发送的数据信号写入到第一电容 C1 的第一端 m1，在第二扫描信号端 Scan2 的控制下，驱动控制模块 2 通过补偿控制模块 3 对第一电容 C1 进行充电；在发光阶段，在发光控制信号端 EM 的控制下，发光控制模块 4 和第一电容 C1 共同控制驱动控制模块 2 驱动发光器件 D1 发光。

[0048] 本发明实施例提供的上述像素电路中，由于补偿控制模块在补偿阶段可以补偿驱动控制模块中的阈值电压的漂移，因此，在发光阶段，可以使驱动控制模块驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关，与驱动控制模块中的阈值电压无关，能避免阈值电压对发光器件的影响，从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定，提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0049] 较佳地，为了便于实施，在本发明实施例提供的上述像素电路中，如图 2a 和图 2b 所示，驱动控制模块 2 具体可以包括：驱动晶体管 M0；其中，

[0050] 驱动晶体管 M0 的栅极为驱动控制模块 2 的第一信号端 2a，驱动晶体管 M0 的源极为驱动控制模块 2 的第二信号端 2b，驱动晶体管 M0 的漏极为驱动控制模块 2 的第三信号端 2c。

[0051] 在具体实施时，本发明实施例提供的上述像素电路中的发光器件 D1 一般为有机发光二极管 (OLED)。发光器件 D1 在驱动晶体管 M0 的饱和电流的作用下实现发光显示。

[0052] 在具体实施时，本发明实施例提供的上述像素电路中，驱动发光器件发光的驱动晶体管 M0 一般为 P 型晶体管。由于 P 型晶体管的阈值电压  $V_{th}$  为负值，为了保证驱动晶体管 M0 能正常工作，对应的第一参考信号端 Ref1 的电压需要为正电压，第三参考信号端 Ref3 的电压需要低于第一参考信号端 Ref1 的电压。下面都是以第三参考信号端 Ref3 的电压为零值为例进行说明。

[0053] 在具体实施时，在本发明实施例提供的上述像素电路中，如图 2a 至图 6b 所示，补偿控制模块具体可以包括：第一开关晶体管 M1；其中，

[0054] 第一开关晶体管 M1 的栅极与第二扫描信号端 Scan2 相连，第一开关晶体管 M1 的源极与驱动晶体管 M0 的漏极相连，第一开关晶体管 M1 的漏极与第一电容 C1 的第二端 m2 相连。

[0055] 具体地，在具体实施时，第一开关晶体管可以为 N 型晶体管，也可以为 P 型晶体管，在此不作限定。当第一开关晶体管为 N 型晶体管时，第二扫描信号端的信号为高电平时，第一开关晶体管处于导通状态；当第一开关晶体管为 P 型晶体管时，第二扫描信号端的信号为低电平时，第一开关晶体管处于导通状态。

[0056] 具体地，当本发明实施例提供的上述像素电路中的补偿控制模块采用上述第一开关晶体管作为具体结构时，其工作原理为：在补偿阶段，第二扫描信号端控制第一开关晶体管处于导通状态，导通的第一开关晶体管使驱动晶体管变为二极管，从而第一参考信

号端的电压  $V_{ref1}$  导通该二极管后,对第一电容进行充电,直至第一电容的第二端的电压为  $V_{ref1} - |V_{th}|$  为止,从而在驱动晶体管的栅极处实现了驱动晶体管的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。在复位阶段和发光控制阶段,第一开关晶体管均处于截止状态。

[0057] 在具体实施时,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 2a 至图 6b 所示,复位控制模块具体可以包括:第二开关晶体管 M2 和第三开关晶体管 M3;其中,

[0058] 第二开关晶体管 M2 的栅极与复位控制信号端 RS 相连,第二开关晶体管 M2 的源极与数据信号端 Data 相连,第二开关晶体管 M2 的漏极与第一电容 C1 的第一端 m1 相连;

[0059] 第三开关晶体管 M3 的栅极与第二扫描信号端 Scan2 相连,第三开关晶体管 M3 的源极与复位信号端 Rset 相连,第三开关晶体管 M3 的漏极与第一电容 C1 的第二端 m2 相连。

[0060] 具体地,在具体实施时,第二开关晶体管可以为 N 型晶体管,也可以为 P 型晶体管,在此不作限定。当第二开关晶体管为 N 型晶体管时,复位控制信号端的信号为高电平时,第二开关晶体管处于导通状态;当第二开关晶体管为 P 型晶体管时,复位控制信号端的信号为低电平时,第二开关晶体管处于导通状态。

[0061] 具体地,在具体实施时,第三开关晶体管可以为 N 型晶体管,也可以为 P 型晶体管,在此不作限定。当第三开关晶体管为 N 型晶体管时,第一扫描信号端的信号为高电平时,第三开关晶体管处于导通状态;当第三开关晶体管为 P 型晶体管时,第一扫描信号端的信号为低电平时,第三开关晶体管处于导通状态。

[0062] 具体地,当本发明实施例提供的上述像素电路中的复位控制模块采用上述第二开关晶体管和第三开关晶体管作为具体结构时,其工作原理为:在复位阶段,第一扫描信号端控制第三开关晶体管处于导通状态,导通的第三开关晶体管将复位信号端发送的复位信号  $V_{rset}$  写入到第一电容的第二端,使第一电容的第二端的电压为  $V_{rset}$ ,从而保证在此阶段中驱动晶体管的栅极处的电压为  $V_{rset}$ 。在此阶段,第二开关晶体管可以处于导通状态,也可以处于截止状态。在补偿阶段,复位控制信号端控制第二开关晶体管处于导通状态,导通的第二开关晶体管将数据信号端发送的数据信号  $V_{data}$  写入到第一电容的第一端,使第一电容的第一端的电压为  $V_{data}$ ,此阶段中第三开关晶体管处于截止状态。在发光控制阶段,第二开关晶体管和第三开关晶体管均处于截止状态。

[0063] 较佳地,为了降低制作工艺,在本发明实施例提供的上述像素电路中,第一开关晶体管、第二开关晶体管和第三开关晶体管均可以为 P 型晶体管或均可以为 N 型晶体管,在此不作限定。

[0064] 较佳地,为了简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,当第一开关晶体管、第二开关晶体管和第三开关晶体管均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管时,如图 3a 和图 3b 所示,复位控制信号端 RS 可以为第二扫描信号端 Scan2,即第二扫描信号端同时控制第一开关晶体管 M1 和第二开关晶体管 M2 的导通与截止;或者,当第一开关晶体管、第二开关晶体管和第三开关晶体管均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管时,如图 4a 和图 4b 所示,复位信号端 Rset 可以为第一扫描信号端 Scan1 或者可以为第二参考信号端 Ref2。当复位信号端 Rset 为第一扫描信号端 Scan1 时,第一扫描信号端 Scan1 既控制第三开关晶体管 M3 的导通与截止,又作为复位信号输入到第三开关晶体管 M3 的源极。

[0065] 较佳地,为了进一步简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,当第一开关晶体管、第二开关晶体管和第三开关晶体管均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管时,如

图 5a 和图 5b 所示,复位控制信号端 RS 为第二扫描信号端 Scan2,同时,复位信号端 Rset 为第一扫描信号端 Scan1 ;或者,复位控制信号端 RS 为第二扫描信号端 Scan2,同时,复位信号端 Rset 为第二参考信号端 Ref2。

[0066] 在具体实施时,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 2a 至图 6b 所示,发光控制模块具体可以包括:第四开关晶体管 M4 和第五开关晶体管 M5 ;其中,

[0067] 第四开关晶体管 M4 的栅极和第五开关晶体管 M5 的栅极均与发光控制信号端 EM 相连,第四开关晶体管 M4 的源极与第二参考信号端 Ref2 相连,第四开关晶体管 M4 的漏极与第一电容 C1 的第一端 m1 相连;

[0068] 第五开关晶体管 M5 的源极与驱动晶体管 M0 的漏极相连,第五开关晶体管 M5 的漏极与发光器件 D1 的第一端相连。

[0069] 较佳地,为了降低制作工艺,在本发明实施例提供的上述像素电路中,第四开关晶体管和第五开关晶体管均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管,在此不作限定。当第四开关晶体管和第五开关晶体管均为 N 型晶体管时,当发光控制信号端的信号为高电平时,第四开关晶体管和第五开关晶体管处于导通状态;当第四开关晶体管和第五开关晶体管均为 P 型晶体管时,当发光控制信号端的信号为低电平时,第四开关晶体管和第五开关晶体管处于导通状态。

[0070] 具体地,当本发明实施例提供的上述像素电路中的发光控制模块采用上述第四开关晶体管和第五开关晶体管作为具体结构时,其工作原理为:在发光控制阶段,发光控制信号端控制第四开关晶体管和第五开关晶体管处于导通状态,导通的第四开关晶体管将第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  写入到第一电容的第一端,使第一电容的第一端的电压由补偿阶段时的  $V_{data}$  变为  $V_{ref2}$ ,由于电容的自举作用,根据电容电量守恒原理,第一电容的第二端的电压由补偿阶段时的  $V_{ref1} - |V_{th}|$  变为  $V_{ref1} - |V_{th}| + V_{ref2} - V_{data}$ ,此阶段由于驱动晶体管工作处于饱和状态,根据饱和状态电流特性可知,流过驱动晶体管且用于驱动发光器件发光的工作电流  $I_{OLED}$  满足公式:  $I_{OLED} = K(V_{sg} - |V_{th}|)^2 = K[V_{ref1} - (V_{ref1} - |V_{th}| + V_{ref2} - V_{data}) - |V_{th}|]^2 = K(V_{data} - V_{ref2})^2$ ,其中 K 为结构参数,相同结构中此数值相对稳定,可以算作常量。可以看出发光器件的工作电流  $I_{OLED}$  已经不受驱动晶体管的阈值电压  $V_{th}$  影响,仅与数据信号端输入的数据信号的电压  $V_{data}$  和第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  有关,彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{th}$  漂移,影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{OLED}$ ,从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0071] 较佳地,为了简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 6a 和 6b 所示,第一参考信号端 Ref1 为第二参考信号端 Ref2。

[0072] 较佳地,在本发明实施例提供的上述像素电路中,为使驱动晶体管的栅极处的电压稳定,如图 2b、图 3b、图 4b、图 5b 和图 6b 所示,补偿控制模块还可以包括:第二电容 C2 ;其中,

[0073] 第二电容 C2 的第一端 n1 与第一参考信号端 Ref1 相连,第二电容 C2 的第二端 n2 与驱动晶体管 M0 的栅极相连。

[0074] 具体地,当本发明实施例提供的上述像素电路中的补偿控制模块采用上述第一开关晶体管和第二电容作为具体结构时,其工作原理为:在补偿阶段,第二扫描信号端控制第一开关晶体管处于导通状态,导通的第一开关晶体管使驱动晶体管变为二极管,从而第一

参考信号端的电压  $V_{ref1}$  导通该二极管后,对第一电容和第二电容进行充电,直至第一电容的第二端的电压为  $V_{ref1}-|V_{th}|$  为止,此时,第一电容两端的电压差为  $V_{data}-V_{ref1}+|V_{th}|$ ,第二电容两端的电压差为  $|V_{th}|$ ,从而在驱动晶体管的栅极处实现了驱动晶体管的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。在复位阶段和发光控制阶段,第一开关晶体管均处于截止状态。

[0075] 需要说明的是本发明上述实施例中提到的驱动晶体管和开关晶体管可以是薄膜晶体管 (TFT, Thin Film Transistor), 也可以是金属氧化物半导体场效应管 (MOS, Metal Oxide Semiconductor), 在此不做限定。在具体实施中,这些晶体管的源极和漏极可以互换,不做具体区分。在描述具体实施例是以驱动晶体管和开关晶体管都为薄膜晶体管为例进行说明的。

[0076] 并且,较佳地,本发明实施例提供的上述像素电路中提到的驱动晶体管和开关晶体管可以全部采用 P 型晶体管设计,这样可以简化像素电路的制作工艺流程。

[0077] 下面以上述像素电路中的驱动晶体管和开关晶体管全部为 P 型晶体管为例对像素电路的工作原理进行详细的说明。

[0078] 实例一:

[0079] 以图 2a 所示的像素电路为例,图 7 为对应的电路时序图。

[0080] 在复位阶段 T1:复位控制信号端 RS 和第一扫描信号端 Scan1 的信号均为低电平信号,第二开关晶体管 M2 和第三开关晶体管 M3 处于导通状态;第二扫描信号端 Scan2 和发光控制信号端 EM 的信号均为高电平信号,第一开关晶体管 M1、第四开关晶体管 M4、第五开关晶体管 M5 和驱动晶体管 M0 处于截止状态。数据信号端 Data 的数据信号  $V_{data}$  通过第二开关晶体管 M2 写入到第一电容 C1 的第一端 m1,复位信号端 Rset 的复位信号  $V_{rset}$  通过第三开关晶体管 M3 写入到第一电容 C1 的第二端 m2,使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压为  $V_{data}$ ,第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{rset}$ ,实现了在复位阶段使驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{rset}$ 。

[0081] 在补偿阶段 T2:复位控制信号端 RS 和第二扫描信号端 Scan2 的信号均为低电平信号,第一开关晶体管 M1 和第二开关晶体管 M2 处于导通状态,同时导通的第一开关晶体管 M1 使驱动晶体管 M0 变为二极管;第一扫描信号端 Scan1 和发光控制信号端 EM 的信号均为高电平信号,第三开关晶体管 M3、第四开关晶体管 M4 和第五开关晶体管 M5 均处于截止状态。数据信号端 Data 发送的数据信号  $V_{data}$  写入到第一电容 C1 的第一端 m1,使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压为  $V_{data}$ ;同时,第一参考信号端 Ref1 的电压  $V_{ref1}$  导通二极管后,对第一电容 C1 进行充电,直至第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{ref1}-|V_{th}|$  为止。此时,第一电容的两端的电压差为  $V_{data}-V_{ref1}+|V_{th}|$ ,从而在驱动晶体管 M0 的栅极处实现了驱动晶体管 M0 的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。

[0082] 在发光阶段 T3:发光控制信号端 EM 的信号端为低电平信号,第四开关晶体管 M4、第五开关晶体管 M5 和驱动晶体管 M0 处于导通状态,复位控制信号端 RS、第一扫描信号端 Scan1 和第二扫描信号端 Scan2 的信号均为高电平信号,第一开关晶体管 M1、第二开关晶体管 M2 和第三开关晶体管 M3 处于截止状态。第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  写入到第一电容 C1 的第一端,使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压由  $V_{data}$  变为  $V_{ref2}$ ,根据电容电量守恒原理,为了保证第一电容 C1 的两端的电压差仍为  $V_{data}-V_{ref1}+|V_{th}|$ ,第一电容 C1 的第二端 m2 的电压由  $V_{ref1}-|V_{th}|$  跳变为  $V_{ref1}-|V_{th}|+V_{ref2}-V_{data}$ 。由于驱动晶体管 M0 工作处于饱和状态,根据饱

和状态电流特性可知,流过驱动晶体管 M0 且用于驱动发光器件 D1 发光的工作电流  $I_{\text{OLED}}$  满足公式:  $I_{\text{OLED}} = K(V_{\text{sg}} - |V_{\text{th}}|)^2 = K[V_{\text{ref1}} - (V_{\text{ref1}} - |V_{\text{th}}| + V_{\text{ref2}} - V_{\text{data}}) - |V_{\text{th}}|]^2 = K(V_{\text{data}} - V_{\text{ref2}})^2$ , 其中 K 为结构参数, 相同结构中此数值相对稳定, 可以算作常量。可以看出发光器件 D1 的工作电流  $I_{\text{OLED}}$  已经不受驱动晶体管 M0 的阈值电压  $V_{\text{th}}$  影响, 仅与数据信号端输入的信号电压  $V_{\text{data}}$  和第二参考信号端的电压  $V_{\text{ref2}}$  有关, 彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{\text{th}}$  漂移, 影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{\text{OLED}}$ , 从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0083] 实例二:

[0084] 以图 2b 所示的像素电路为例, 图 7 为对应的电路时序图。

[0085] 在复位阶段 T1: 工作原理与实例一中复位阶段的工作原理相同。在该阶段, 第一电容 C1 的第一端 m1 的电压为  $V_{\text{data}}$ , 第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{\text{rset}}$ , 实现了在复位阶段使驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{\text{rset}}$ 。

[0086] 在补偿阶段 T2: 工作原理与实例一中补偿阶段的工作原理相同。但是由于在补偿控制模块中增加了第二电容 C2, 因此在该阶段, 第一参考信号端 Ref1 的电压  $V_{\text{ref1}}$  对第一电容 C1 进行充电的同时, 也对第二电容 C2 进行充电, 使第一电容 C1 的两端的电压差为  $V_{\text{data}} - V_{\text{ref1}} + |V_{\text{th}}|$ , 第二电容 C2 两端的电压差为  $|V_{\text{th}}|$ , 从而在驱动晶体管 M0 的栅极处实现了驱动晶体管 M0 的阈值电压  $|V_{\text{th}}|$  的存储。

[0087] 在发光阶段 T3: 工作原理与实例一中发光阶段的工作原理相同。但是由于有第一电容 C1 和第二电容 C2 的耦合作用, 因此驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{\text{ref1}} - |V_{\text{th}}| + (V_{\text{ref2}} - V_{\text{data}})C_{\text{st1}} / (C_{\text{st1}} + C_{\text{st2}})$ , 并且由于第二电容 C2 的增加, 驱动晶体管 M0 的栅极处的电压会比较稳定。由于驱动晶体管 M0 工作处于饱和状态, 根据饱和状态电流特性可知, 流过驱动晶体管 M0 且用于驱动发光器件 D1 发光的工作电流  $I_{\text{OLED}}$  满足公式:  $I_{\text{OLED}} = K(V_{\text{sg}} - |V_{\text{th}}|)^2 = K[V_{\text{ref1}} - (V_{\text{ref1}} - |V_{\text{th}}| + (V_{\text{ref2}} - V_{\text{data}})C_{\text{st1}} / (C_{\text{st1}} + C_{\text{st2}})) - |V_{\text{th}}|]^2 = K[(V_{\text{data}} - V_{\text{ref2}})C_{\text{st1}} / (C_{\text{st1}} + C_{\text{st2}})]^2$ , 其中 K、 $C_{\text{st1}}$  和  $C_{\text{st2}}$  均为结构参数, 相同结构中此数值相对稳定, 可以算作常量。可以看出发光器件 D1 的工作电流  $I_{\text{OLED}}$  已经不受驱动晶体管 M0 的阈值电压  $V_{\text{th}}$  影响, 仅与数据信号端输入的信号电压  $V_{\text{data}}$  和第二参考信号端的电压  $V_{\text{ref2}}$  有关, 彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{\text{th}}$  漂移, 影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{\text{OLED}}$ , 从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0088] 实例三:

[0089] 以图 6a 所示的像素电路为例, 图 8 为对应的电路时序图。

[0090] 在复位阶段 T1: 第一扫描信号端 Scan1 的信号为低电平信号, 第三开关晶体管 M3 变为二极管处于导通状态; 第二扫描信号端 Scan2 和发光控制信号端 EM 的信号均为高电平信号, 第一开关晶体管 M1、第二开关晶体管 M2、第四开关晶体管 M4、第五开关晶体管 M5 和驱动晶体管 M0 均处于截止状态。第二扫描信号端 Scan2 的扫描信号  $V_{\text{scan2}}$  通过导通的二极管写入到第一电容 C1 的第二端 m2, 使第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{\text{scan2}} - |V_{\text{th3}}|$ , 实现了在复位阶段使驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{\text{scan2}}$ , 其中  $V_{\text{th3}}$  为第三开关晶体管 M3 的阈值电压。

[0091] 在补偿阶段 T2: 第二扫描信号端 Scan2 的信号为低电平信号, 第一开关晶体管 M1 和第二开关晶体管 M2 处于导通状态, 同时导通的第一开关晶体管 M1 使驱动晶体管 M0 变为

二极管；第一扫描信号端 Scan1 和发光控制信号端 EM 的信号均为高电平信号，第三开关晶体管 M3、第四开关晶体管 M4 和第五开关晶体管 M5 均处于截止状态。数据信号端 Data 发送的数据信号  $V_{data}$  写入到第一电容 C1 的第一端 m1，使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压为  $V_{data}$ ；同时，第二参考信号端 Ref2 的电压  $V_{ref2}$  导通二极管后，对第一电容 C1 进行充电，直至第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{ref2} - |V_{th}|$  为止。此时，第一电容 C1 的两端的电压差为  $V_{data} - V_{ref2} + |V_{th}|$ ，从而在驱动晶体管 M0 的栅极处实现了驱动晶体管 M0 的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。

[0092] 在发光阶段 T3：发光控制信号端 EM 的信号为低电平信号，第四开关晶体管 M4、第五开关晶体管 M5 和驱动晶体管 M0 处于导通状态，第一扫描信号端 Scan1 和第二扫描信号端 Scan2 的信号均为高电平信号，第一开关晶体管 M1、第二开关晶体管 M2 和第三开关晶体管 M3 均处于截止状态。第二参考信号端 Ref2 的电压  $V_{ref2}$  写入到第一电容 C1 的第一端 m1，使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压由  $V_{data}$  变为  $V_{ref2}$ ，根据电容电量守恒原理，为了保证第一电容 C1 的两端的电压差仍为  $V_{data} - V_{ref2} + |V_{th}|$ ，第一电容 C1 的第二端 m2 的电压由  $V_{ref2} - |V_{th}|$  跳变为  $V_{ref2} - |V_{th}| + V_{ref2} - V_{data}$ 。由于驱动晶体管 M0 工作处于饱和状态，根据饱和状态电流特性可知，流过驱动晶体管 M0 且用于驱动发光器件 D1 发光的工作电流  $I_{OLED}$  满足公式： $I_{OLED} = K(V_{sg} - |V_{th}|)^2 = K[V_{ref2} - (V_{ref2} - |V_{th}| + V_{ref2} - V_{data}) - |V_{th}|]^2 = K(V_{data} - V_{ref2})^2$ ，其中 K 为结构参数，相同结构中此数值相对稳定，可以算作常量。可以看出发光器件 D1 的工作电流  $I_{OLED}$  已经不受驱动晶体管 M0 的阈值电压  $V_{th}$  影响，仅与数据信号端输入的信号电压  $V_{data}$  和第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  有关，彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{th}$  漂移，影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{OLED}$ ，从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0093] 实例四：

[0094] 以图 6b 所示的像素电路为例，图 8 为对应的电路时序图。

[0095] 在复位阶段 T1：工作原理与实例三中复位阶段的工作原理相同。在该阶段，第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{scan2} - |V_{th3}|$ ，实现了在复位阶段使驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{reset}$ 。

[0096] 在补偿阶段 T2：工作原理与实例三中补偿阶段的工作原理相同。但是由于在补偿控制模块中增加了第二电容 C2，因此在该阶段，第二参考信号端 Ref2 的电压  $V_{ref2}$  对第一电容 C1 进行充电的同时，也对第二电容 C2 进行充电，使第一电容 C1 的两端的电压差为  $V_{data} - V_{ref2} + |V_{th}|$ ，第二电容 C2 两端的电压差为  $|V_{th}|$ ，从而在驱动晶体管 M0 的栅极处实现了驱动晶体管 M0 的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。

[0097] 在发光阶段 T3：工作原理与实例三中发光阶段的工作原理相同。但是由于有第一电容 C1 和第二电容 C2 的耦合作用，因此驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{ref2} - |V_{th}| + (V_{ref2} - V_{data})C_{st1}/(C_{st1} + C_{st2})$ ，并且由于第二电容 C2 的增加，驱动晶体管 M0 的栅极处的电压会比较稳定。由于驱动晶体管 M0 工作处于饱和状态，根据饱和状态电流特性可知，流过驱动晶体管 M0 且用于驱动发光器件 D1 发光的工作电流  $I_{OLED}$  满足公式： $I_{OLED} = K(V_{sg} - |V_{th}|)^2 = K[V_{ref2} - [V_{ref2} - |V_{th}| + (V_{ref2} - V_{data})C_{st1}/(C_{st1} + C_{st2})] - |V_{th}|]^2 = K[(V_{data} - V_{ref2})C_{st1}/(C_{st1} + C_{st2})]^2$ ，其中 K、 $C_{st1}$  和  $C_{st2}$  均为结构参数，相同结构中此数值相对稳定，可以算作常量。可以看出发光器件 D1 的工作电流  $I_{OLED}$  已经不受驱动晶体管 M0 的阈值

电压  $V_{th}$  影响, 仅与数据信号端输入的信号电压  $V_{data}$  和第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  有关, 彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{th}$  漂移, 影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{OLED}$ , 从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0098] 在此, 只是以本发明实施例提供的像素电路中的四种结构为例进行了工作原理的说明, 上述本发明实施例提供的其它结构的像素电路的工作原理与上述实例一至实例四相同, 在此不作赘述。

[0099] 基于同一发明构思, 本发明实施例还提供了一种像素电路, 如图 9a 和图 9b 所示, 包括: 发光器件 D1、第一电容 C1、驱动晶体管 M0、第一开关器件 T1、第二开关器件 T2、第三开关器件 T3、第四开关器件 T4 和第五开关器件 T5; 其中,

[0100] 驱动晶体管 M0 的源极与第一参考信号端 Ref1 相连, 驱动晶体管 M0 的漏极分别与第一开关器件 T1 的信号输入端 1a 和第五开关器件 T5 的信号输入端 5a, 驱动晶体管 M0 的栅极分别与第一电容 C1 的第二端 m2、第三开关器件 T3 的信号输出端 3b、以及第一开关器件 T1 的信号输出端 1b 相连; 第一开关器件 T1 的控制端 1c 与第二扫描信号端 Scan2 相连;

[0101] 第二开关器件 T2 的信号输入端 2a 与数据信号端 Data 相连, 第二开关器件 T2 的信号输出端 2b 分别与第一电容 C1 的第一端 m1 和第四开关器件 T4 的信号输出端 4b 相连, 第二开关器件 T2 的控制端 2c 与复位控制信号端 RS 相连;

[0102] 第三开关器件 T3 的信号输入端 3a 与复位信号端 Rset 相连, 第三开关器件 T3 的控制端 3c 与第一扫描信号端 Scan1 相连;

[0103] 第四开关器件 T4 的信号输入端 4a 与第二参考信号端 Ref2 相连, 第四开关器件 T4 的控制端 4c 分别与第五开关器件 T5 的控制端 5c 和发光控制信号端 EM 相连;

[0104] 发光器件 D1 的第一端 o1 与第五开关器件 T5 的信号输出端 5b 相连, 发光器件 D1 的第二端 o2 与第三参考信号端 Ref3 相连。

[0105] 本发明实施例提供的上述像素电路, 由于第三开关器件的信号输入端与驱动晶体管的漏极相连, 第三开关晶体管的信号输出端与驱动晶体管的栅极和第一电容相连, 因此利用第三开关器件和第一电容可以补偿驱动控制模块中的阈值电压的漂移, 从而使驱动晶体管驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关, 与驱动晶体管的阈值电压无关, 能避免阈值电压对发光器件的影响, 从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定, 提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0106] 下面对本发明实施例提供的上述像素电路的工作原理进行简要介绍。

[0107] 具体地, 本发明实施例提供的上述像素电路的工作分为三个阶段, 分别为: 复位阶段、补偿阶段和发光阶段; 其中,

[0108] 在复位阶段, 在第一扫描信号端的控制下, 第三开关器件将复位信号端发送的复位信号写入到第一电容的第二端。即在此阶段, 第一扫描信号端控制第三开关器件处于导通状态, 导通的第三开关器件将复位信号端发送的复位信号  $V_{rset}$  写入到第一电容的第二端, 使第一电容的第二端的电压为  $V_{rset}$ , 从而保证在此阶段中驱动晶体管的栅极处的电压为  $V_{rset}$ 。

[0109] 在补偿阶段, 在复位控制信号端的控制下, 第二开关器件将数据信号端发送的数据信号写入到第一电容的第一端, 在第二扫描信号端的控制下, 驱动晶体管块通过第一开

关器件对第一电容进行充电。即在此阶段,第二扫描信号端控制第一开关器件处于导通状态,导通的第一开关器件使驱动晶体管变为二极管,从而第一参考信号端的电压  $V_{ref1}$  导通该二极管后,对第一电容进行充电,直至第一电容的第二端的电压为  $V_{ref1} - |V_{th}|$  为止,从而在驱动晶体管的栅极处实现了驱动晶体管的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。

[0110] 在发光阶段,在发光控制信号端的控制下,第四开关器件、第五开关器件和第一电容共同控制驱动控制晶体管驱动发光器件发光;即在此阶段,发光控制信号端控制第四开关器件和第五开关器件处于导通状态,导通的第四开关器件将第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  写入到第一电容的第一端,并且使驱动晶体管工作处于饱和状态,导通的第五开关器件将驱动晶体管的漏极与发光器件导通,驱动发光器件发光。

[0111] 本发明实施例提供的上述像素电路中,驱动晶体管驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端处输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关,与驱动晶体管的阈值电压无关,能避免阈值电压对发光器件的影响,即在使用相同的数据信号和相同的第二参考信号加载到不同的像素单元时,能够得到亮度相同的图像,提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0112] 在具体实施时,本发明实施例提供的上述像素电路中的发光器件 D1 一般为有机发光二极管 (OLED)。发光器件 D1 在驱动晶体管 M0 的饱和电流的作用下实现发光显示。

[0113] 在具体实施时,本发明实施例提供的上述像素电路中,驱动发光器件发光的驱动晶体管 M0 一般为 P 型晶体管。由于 P 型晶体管的阈值电压  $V_{th}$  为负值,为了保证驱动晶体管 M0 能正常工作,对应的第一参考信号端 Ref1 的电压需要为正电压,第三参考信号端 Ref3 的电压需要低于第一参考信号端 Ref1 的电压。下面都是以第三参考信号端 Ref3 的电压为零值为例进行说明。

[0114] 具体地,在具体实施时,在本发明实施例提供的上述像素电路中,第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件、第四开关器件和第五开关器件均为开关晶体管。

[0115] 需要说明的是本发明上述实施例中提到的驱动晶体管和开关晶体管可以是薄膜晶体管 (TFT, Thin Film Transistor), 也可以是金属氧化物半导体场效应管 (MOS, Metal Oxide Semiconductor), 在此不做限定。在具体实施中,这些晶体管的源极和漏极可以互换,不做具体区分。在描述具体实施例是以驱动晶体管和开关晶体管都为薄膜晶体管为例进行说明的。

[0116] 具体地,在具体实施时,在本发明实施例提供的上述像素电路中,开关晶体管的源极一般为开关器件的信号输入端,开关晶体管的漏极一般为开关器件的信号输出端,开关晶体管的栅极一般为开关器件的控制端。

[0117] 在具体实施时,在本发明实施例提供的上述像素电路中,作为第一开关器件、第二开关器件、第三开关器件、第四开关器件或第五开关器件的开关晶体管可以为 N 型晶体管,也可以为 P 型晶体管,在此不作限定。当开关晶体管为 N 型晶体管时,开关晶体管的栅极接收的信号为高电平时,开关晶体管处于导通状态;当开关晶体管为 P 型晶体管时,开关晶体管的栅极接收的信号为低电平时,开关晶体管处于导通状态。

[0118] 较佳地,为了简化像素电路的制作工艺流程,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 9a 至图 10b 所示,第一开关器件 T1、第二开关器件 T2 和第三开关器件 T3 可以均为 N 型晶体管,当然第一开关器件 T1、第二开关器件 T2 和第三开关器件 T3 也可以均为 P

型晶体管。

[0119] 较佳地,为了简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 10a 和图 10b 所示,当第二开关器件 T2 和第三开关器件 T3 均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管时,复位控制信号端 RS 可以为第二扫描信号端 Scan2,即第二扫描信号端 Scan2 同时控制第一开关器件 T1 和第二开关器件 T2 的导通与截止。

[0120] 较佳地,为了简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 10a 和图 10b 所示,复位信号端 Rset 可以为第一扫描信号端 Scan1 或者可以为第二参考信号端 Ref2。当复位信号端 Rset 为第一扫描信号端 Scan1 时,第一扫描信号端 Scan1 既控制第三开关器件 T3 的导通与截止,又作为复位信号输入到第三开关器件 T3 的信号输入端。

[0121] 较佳地,为了进一步简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 10a 和图 10b 所示,当第二开关器件 T2 和第三开关器件 T3 均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管时,复位控制信号端 RS 为第二扫描信号端 Scan2,同时,复位信号端 Rset 为第一扫描信号端 Scan1 ;或者,复位控制信号端 RS 为第二扫描信号端 Scan2,同时,复位信号端 Rset 为第二参考信号端 Ref2。

[0122] 较佳地,为了降低制作工艺,在本发明实施例提供的上述像素电路中,第四开关器件和第五开关器件均为 P 型晶体管或均为 N 型晶体管,在此不作限定。较佳地,为了简化电路结构,在本发明实施例提供的上述像素电路中,如图 10a 和图 10b 所示,第一参考信号端 Ref1 为第二参考信号端 Ref2。

[0123] 较佳地,在本发明实施例提供的上述像素电路中,为使驱动晶体管的栅极处的电压稳定,如图 9b 和图 10b 所示,还可以包括:第二电容 C2 ;其中,

[0124] 第二电容 C2 的第一端 n1 与第一参考信号端 Ref1 相连,第二电容 C2 的第二端 n2 与驱动晶体管 M0 的栅极相连。

[0125] 较佳地,本发明实施例提供的上述像素电路中提到的驱动晶体管和作为开关器件的开关晶体管可以全部采用 P 型晶体管的设计,这样可以简化像素电路的制作工艺流程。当然,在具体实施时,本发明实施例提供的上述像素电路中,驱动晶体管采用 P 型晶体管,作为开关器件的开关晶体管可以全部采用 N 型晶体管的设计。

[0126] 下面以上述像素电路中的驱动晶体管为 P 型晶体管、开关晶体管全部为 N 型晶体管为例对像素电路的工作原理进行详细的说明。

[0127] 实例五:

[0128] 以图 9a 所示的像素电路为例,图 11 为对应的电路时序图。

[0129] 在复位阶段 T1 :复位控制信号端 RS 和第一扫描信号端 Scan1 的信号均为高电平信号,第二开关器件 T2 和第三开关器件 T3 处于导通状态;第二扫描信号端 Scan2 和发光控制信号端 EM 的信号均为低电平信号,第一开关器件 T1、第四开关器件 T4、第五开关器件 T5 和驱动晶体管 M0 处于截止状态。数据信号端 Data 的数据信号  $V_{data}$  通过第二开关器件 T2 写入到第一电容 C1 的第一端,复位信号端 Rset 的复位信号  $V_{rset}$  通过第三开关器件 T3 写入到第一电容 C1 的第二端,使第一电容 C1 的第一端的电压为  $V_{data}$ ,第一电容 C1 的第二端的电压为  $V_{rset}$ ,实现了在复位阶段使驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{rset}$ 。

[0130] 在补偿阶段 T2 :复位控制信号端 RS 和第二扫描信号端 Scan2 的信号均为高电平信号,第一开关器件 T1 和第二开关器件 T2 处于导通状态,同时导通的第一开关器件 T1 使

驱动晶体管 M0 变为二极管；第一扫描信号端 Scan1 和发光控制信号端 EM 的信号均为低电平信号，第三开关器件 T3、第四开关器件 T4 和第五开关器件 T5 处于截止状态。数据信号端 Data 发送的数据信号  $V_{data}$  写入到第一电容 C1 的第一端，使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压为  $V_{data}$ ；同时，第一参考信号端 Ref1 的电压  $V_{ref1}$  导通二极管后，对第一电容 C1 进行充电，直至第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{ref1} - |V_{th}|$  为止。此时，第一电容 C1 的两端的电压差为  $V_{data} - V_{ref1} + |V_{th}|$ ，从而在驱动晶体管 M0 的栅极处实现了驱动晶体管 M0 的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。

[0131] 在发光阶段 T3：发光控制信号端 EM 的信号端为高电平信号，第四开关器件 T4、第五开关器件 T5 和驱动晶体管 M0 处于导通状态，复位控制信号端 RS、第一扫描信号端 Scan1 和第二扫描信号端 Scan2 的信号均为低电平信号，第一开关器件 T1、第二开关器件 T2 和第三开关器件 T3 处于截止状态。第二参考信号端 Ref2 的电压  $V_{ref2}$  写入到第一电容 C1 的第一端，使第一电容 C1 的第一端 m1 的电压由  $V_{data}$  变为  $V_{ref2}$ ，根据电容电量守恒原理，为了保证第一电容 C1 的两端的电压差仍为  $V_{data} - V_{ref1} + |V_{th}|$ ，第一电容 C1 的第二端 m2 的电压由  $V_{ref1} - |V_{th}|$  跳变为  $V_{ref1} - |V_{th}| + V_{ref2} - V_{data}$ 。由于驱动晶体管 M0 工作处于饱和状态，根据饱和状态电流特性可知，流过驱动晶体管 M0 且用于驱动发光器件 D1 发光的工作电流  $I_{LED}$  满足公式： $I_{LED} = K(V_{sg} - |V_{th}|)^2 = K[V_{ref1} - (V_{ref1} - |V_{th}| + V_{ref2} - V_{data}) - |V_{th}|]^2 = K(V_{data} - V_{ref2})^2$ ，其中 K 为结构参数，相同结构中此数值相对稳定，可以算作常量。可以看出发光器件 D1 的工作电流  $I_{LED}$  已经不受驱动晶体管 M0 的阈值电压  $V_{th}$  影响，仅与数据信号端输入的信号电压  $V_{data}$  和第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  有关，彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{th}$  漂移，影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{LED}$ ，从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0132] 实例六：

[0133] 以图 9b 所示的像素电路为例，图 11 为对应的电路时序图。

[0134] 在复位阶段 T1：工作原理与实例五中复位阶段的工作原理相同。在该阶段，第一电容 C1 的第一端 m1 的电压为  $V_{data}$ ，第一电容 C1 的第二端 m2 的电压为  $V_{reset}$ ，实现了在复位阶段使驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{reset}$ 。

[0135] 在补偿阶段 T2：工作原理与实例五中补偿阶段的工作原理相同。但是由于在补偿控制模块中增加了第二电容 C2，因此在该阶段，第一参考信号端 Ref1 的电压  $V_{ref1}$  对第一电容 C1 进行充电的同时，也对第二电容 C2 进行充电，使第一电容 C1 的两端的电压差为  $V_{data} - V_{ref1} + |V_{th}|$ ，第二电容 C2 两端的电压差为  $|V_{th}|$ ，从而在驱动晶体管 M0 的栅极处实现了驱动晶体管 M0 的阈值电压  $|V_{th}|$  的存储。

[0136] 在发光阶段 T3：工作原理与实例五中发光阶段的工作原理相同。但是由于有第一电容 C1 和第二电容 C2 的耦合作用，因此驱动晶体管 M0 的栅极处的电压为  $V_{ref1} - |V_{th}| + (V_{ref2} - V_{data})C_{st1}/(C_{st1} + C_{st2})$ ，并且由于第二电容 C2 的增加，驱动晶体管 M0 的栅极处的电压会比较稳定。由于驱动晶体管 M0 工作处于饱和状态，根据饱和状态电流特性可知，流过驱动晶体管 M0 且用于驱动发光器件 D1 发光的工作电流  $I_{LED}$  满足公式： $I_{LED} = K(V_{sg} - |V_{th}|)^2 = K[V_{ref1} - (V_{ref1} - |V_{th}| + (V_{ref2} - V_{data})C_{st1}/(C_{st1} + C_{st2})) - |V_{th}|]^2 = K[(V_{ref2} - V_{data})C_{st1}/(C_{st1} + C_{st2})]^2$ ，其中 K、 $C_{st1}$  和  $C_{st2}$  均为结构参数，相同结构中此数值相对稳定，可以算作常量。可以看出发光器件 D1 的工作电流  $I_{LED}$  已经不受驱动晶体管 M0 的阈值

电压  $V_{th}$  影响, 仅与数据信号端输入的信号电压  $V_{data}$  和第二参考信号端的电压  $V_{ref2}$  有关, 彻底解决了由于驱动晶体管由于工艺制程以及长时间的操作造成的阈值电压  $V_{th}$  漂移, 影响发光器件 D1 的工作电流  $I_{OLED}$ , 从而保证了发光器件 D1 的正常工作。

[0137] 在此, 只是以本发明实施例提供的像素电路中的两种结构为例进行了工作原理的说明, 上述本发明实施例提供的其它结构的像素电路的工作原理与上述实例五和实例六相同, 在此不作赘述。

[0138] 基于同一发明构思, 本发明实施例还提供了一种有机电致发光显示面板, 包括多个本发明实施例提供的上述任一种像素电路。由于该有机电致发光显示面板解决问题的原理与前述一种像素电路相似, 因此该有机电致发光显示面板的实施可以参见像素电路的实施, 重复之处不再赘述。

[0139] 较佳地, 为了简化电路结构, 在本发明实施例提供的上述有机电致发光显示面板中, 如图 12a 和图 12b 所示, 除了位于有机电致发光显示面板最后一行的像素电路之外, 位于其余行的像素电路的第一扫描信号端 Scan1 均与像素电路所在行的扫描线 scan n (其中, n 为大于或等于 1 且小于 N 的正整数, N 为有机电致发光显示面板中扫描线的数量) 相连, 第二扫描信号端 Scan2 均与像素电路所在行的下一行的扫描线 scan n+1 相连。

[0140] 较佳地, 为了简化电路结构, 在本发明实施例提供的上述有机电致发光显示面板中, 当像素电路的具体结构为上述本发明实施例提供的上述 5 个开关晶体管和 1 个驱动晶体管的结构时, 除了位于有机电致发光显示面板第一行的像素电路之外, 位于其余行的像素电路的复位信号端也可以连接至上一级像素电路中第五开关晶体管的漏极, 或第五开关管器件的信号输出端。

[0141] 基于同一发明构思, 本发明实施例还提供了一种显示装置, 包括本发明实施例提供的上述有机电致发光显示面板, 该显示装置可以是显示器、手机、电视、笔记本、一体机等, 对于显示装置的其它必不可少的组成部分均为本领域的普通技术人员应该理解具有的, 在此不做赘述, 也不应作为对本发明的限制。

[0142] 本发明实施例提供的一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置, 包括: 发光器件、第一电容、复位控制模块、驱动控制模块、补偿控制模块以及发光控制模块; 在复位阶段, 在第一扫描信号端的控制下, 复位控制模块将复位信号端发送的复位信号写入到第一电容的第二端; 在补偿阶段, 在复位控制信号端的控制下, 复位控制模块将数据信号端发送的数据信号写入到第一电容的第一端, 在第二扫描信号端的控制下, 驱动控制模块通过补偿控制模块对第一电容进行充电; 在发光阶段, 在发光控制信号端的控制下, 发光控制模块和第一电容共同控制驱动控制模块驱动发光器件发光。由于补偿控制模块在补偿阶段可以补偿驱动控制模块中的阈值电压的漂移, 因此, 在发光阶段, 可以使驱动控制模块驱动发光器件发光的工作电流仅与数据信号端输入的数据信号的电压和第二参考信号端的电压有关, 与驱动控制模块中的阈值电压无关, 能避免阈值电压对发光器件的影响, 从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定, 提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

[0143] 显然, 本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样, 倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内, 则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

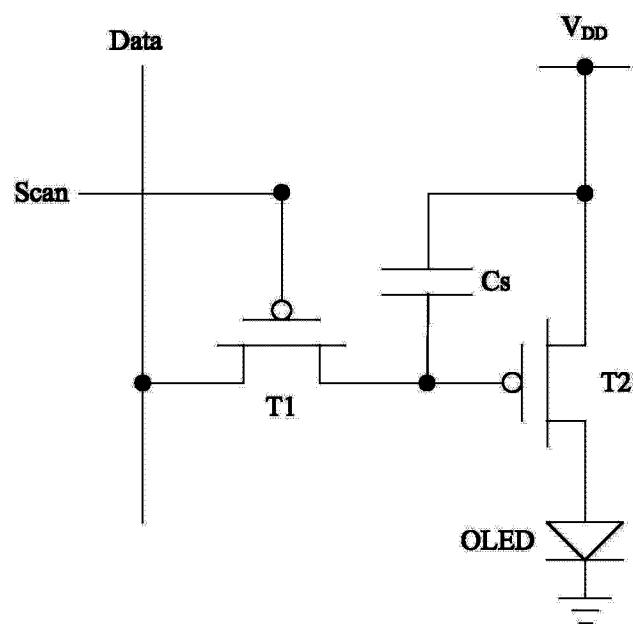


图 1

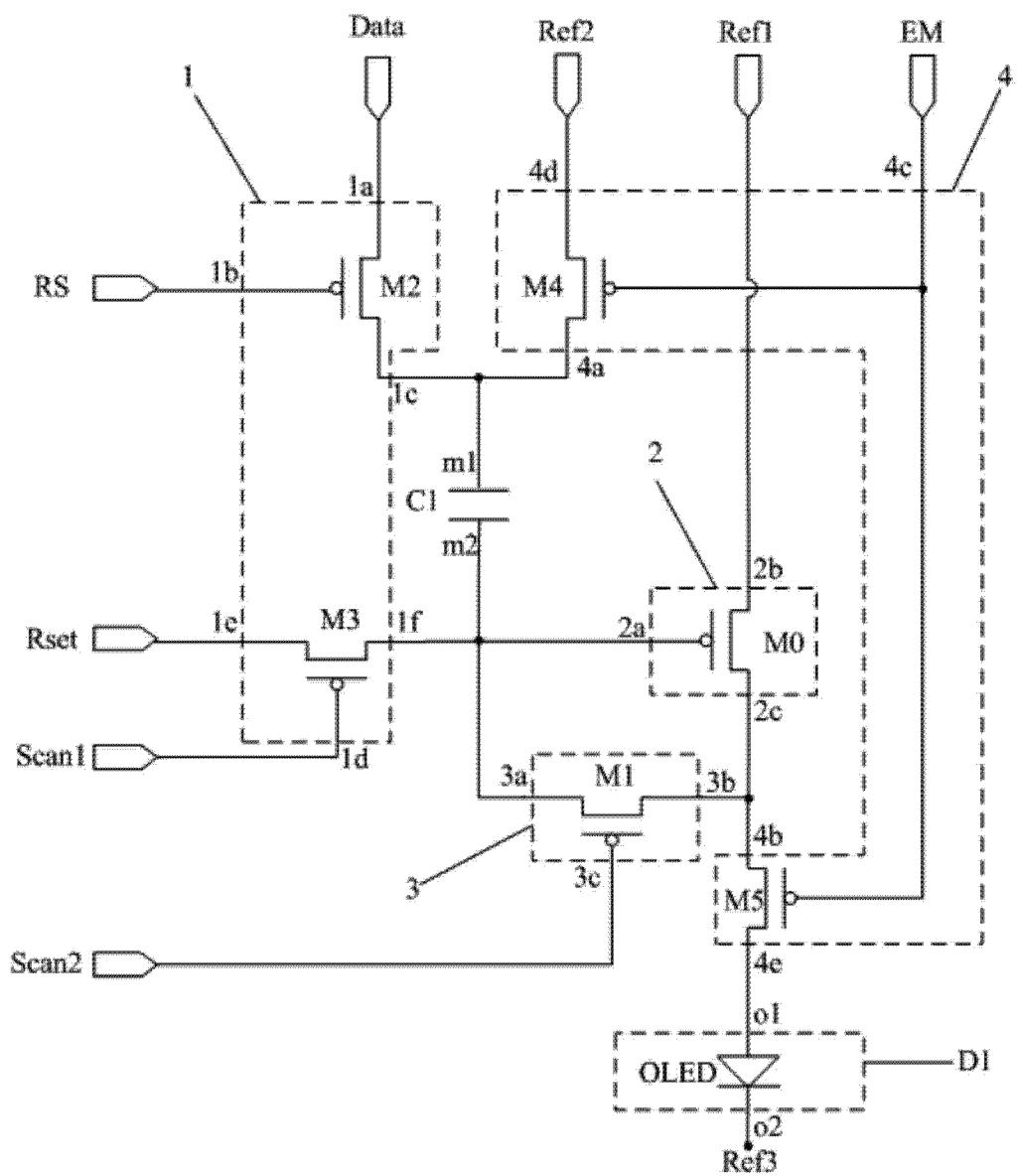


图 2a

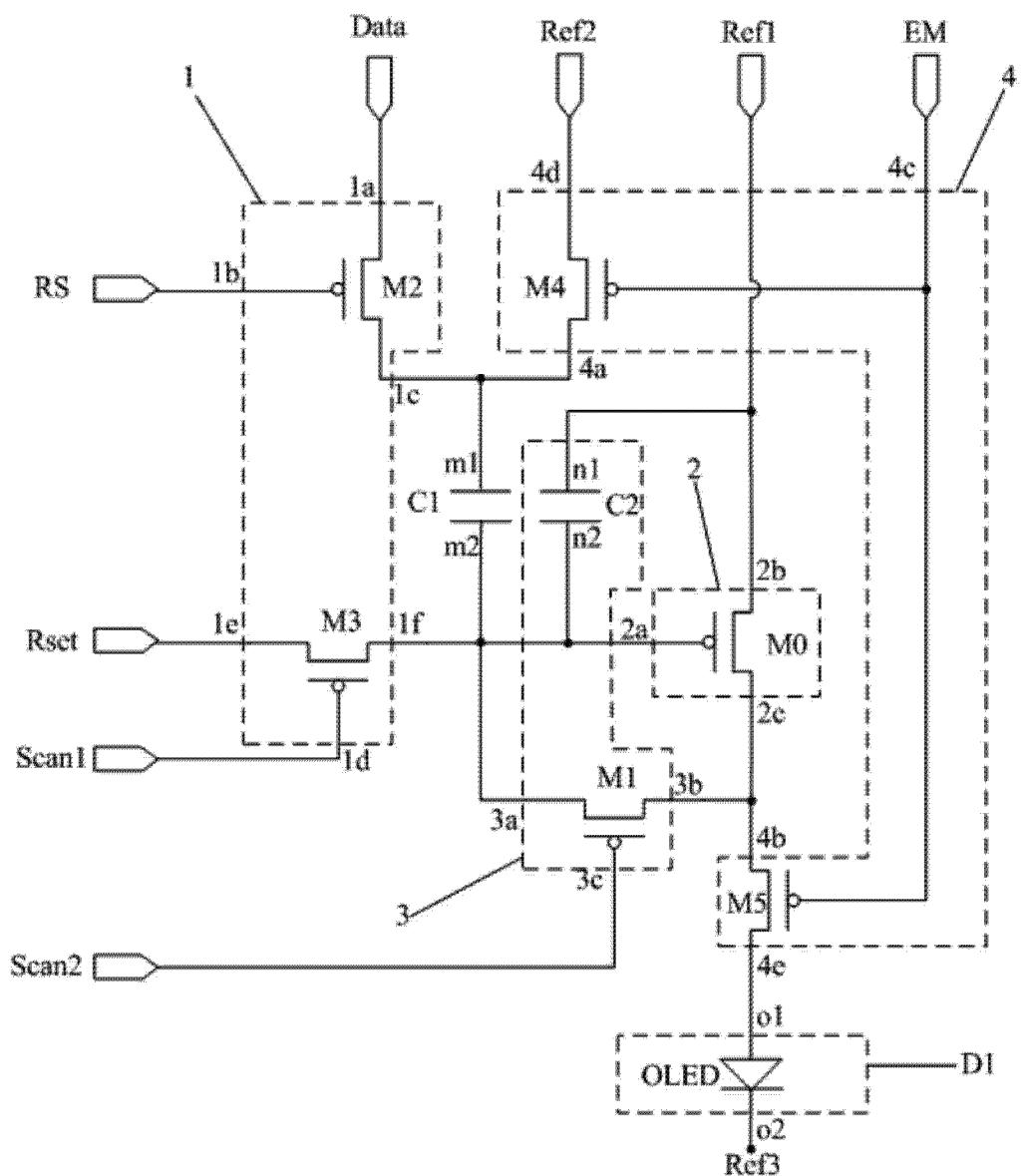


图 2b

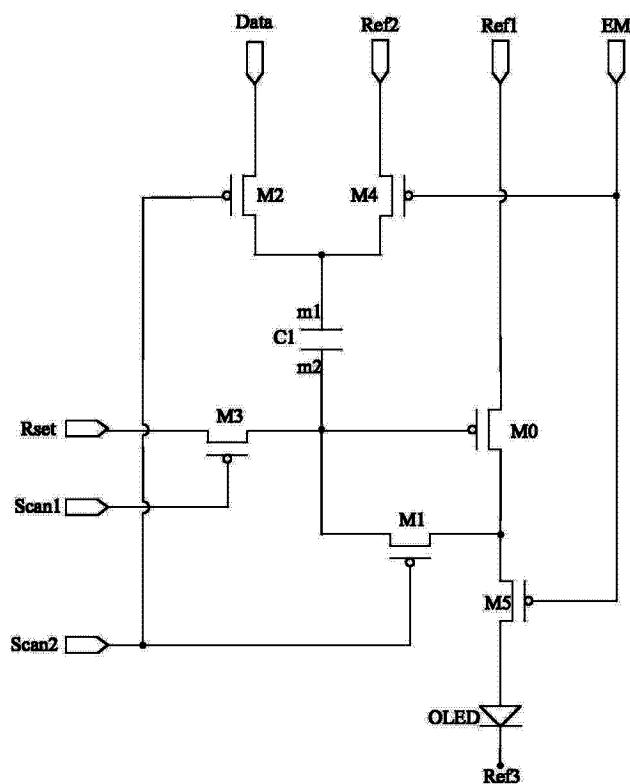


图 3a

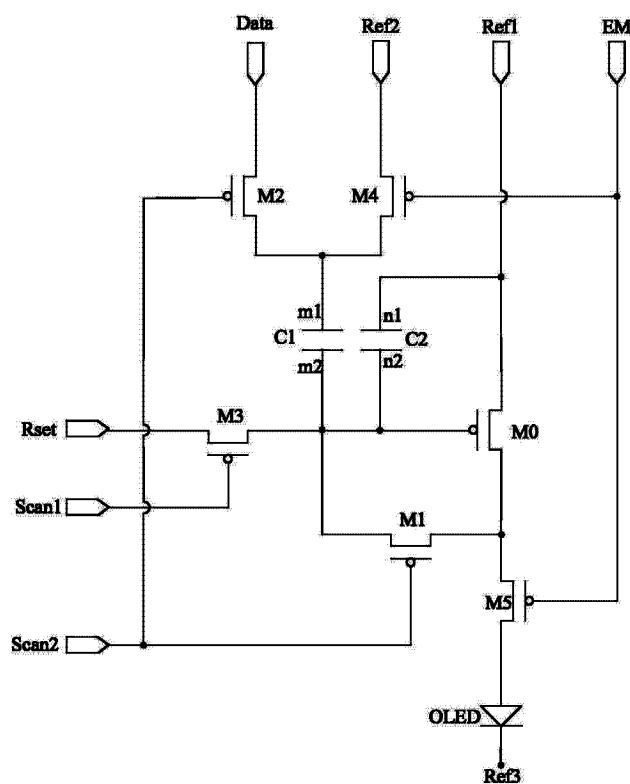


图 3b

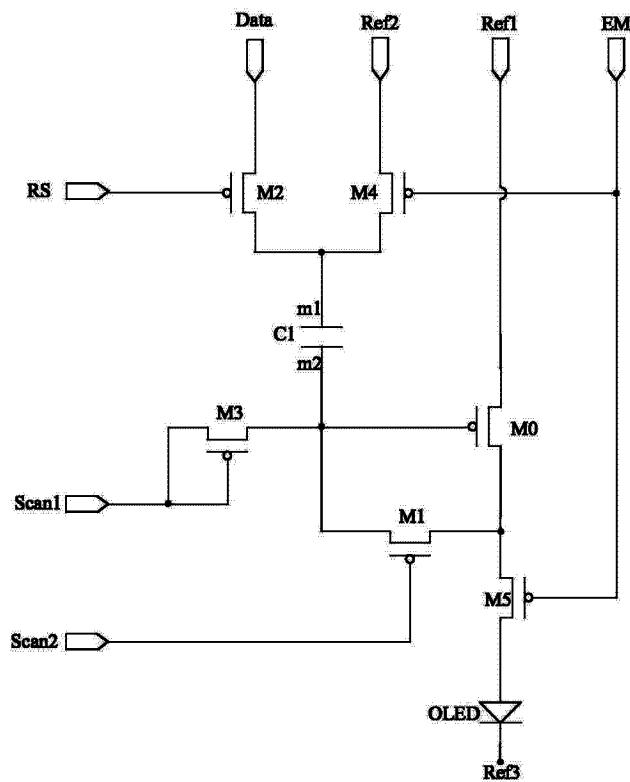


图 4a

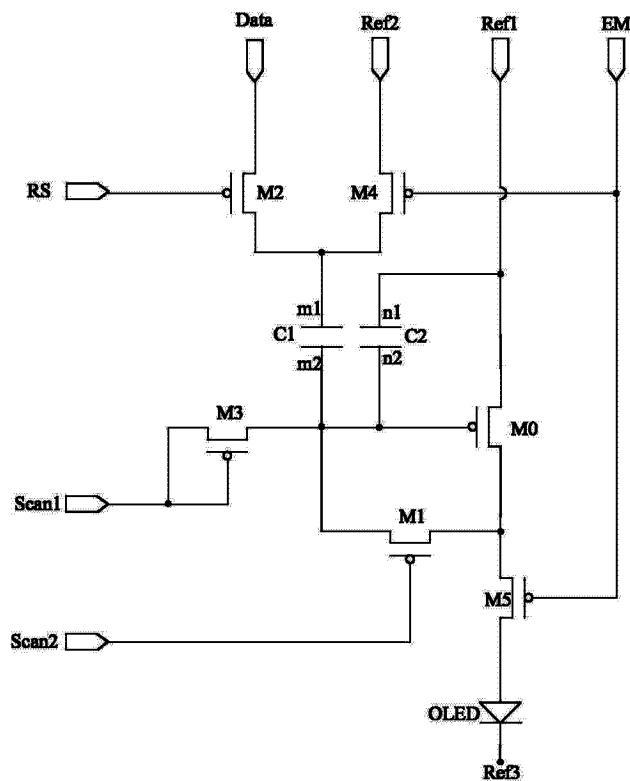


图 4b

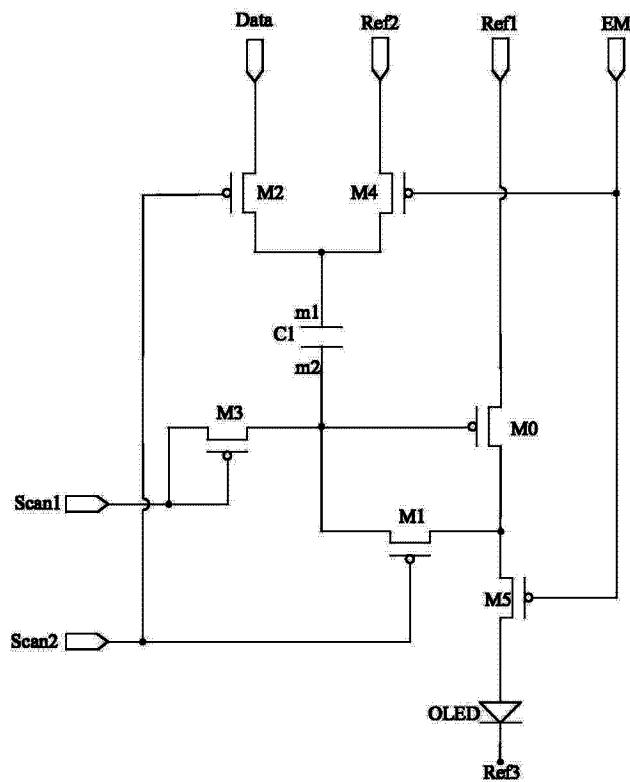


图 5a

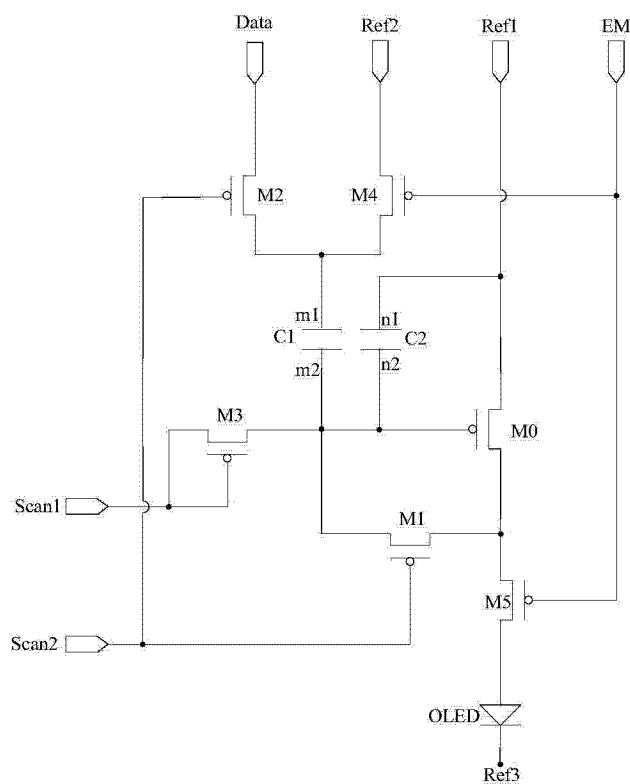


图 5b

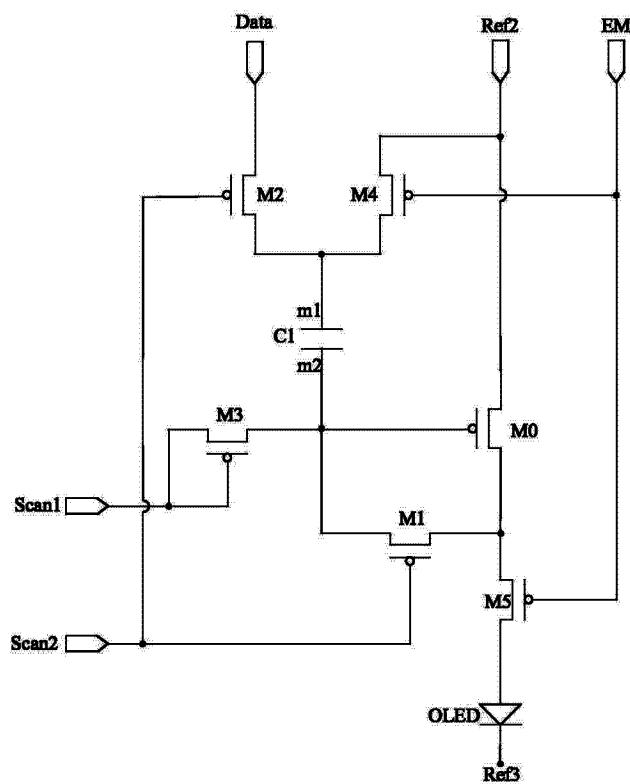


图 6a

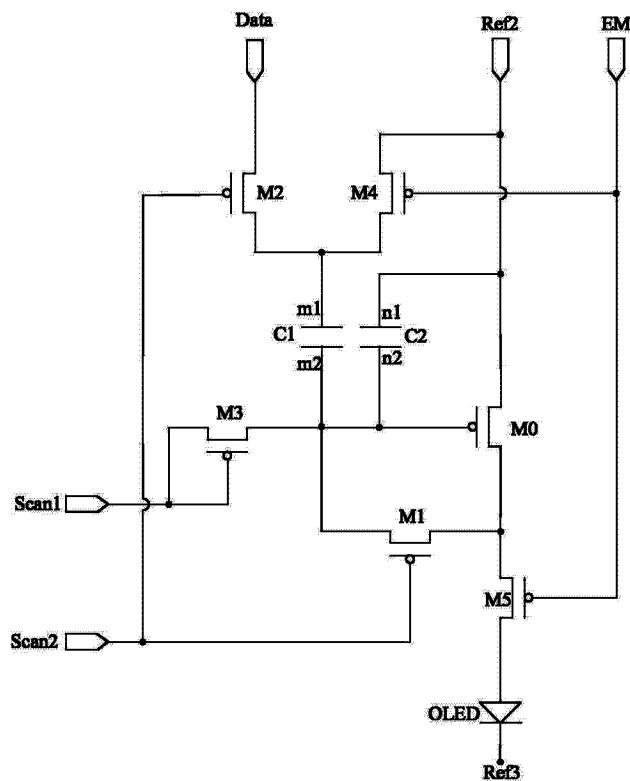


图 6b

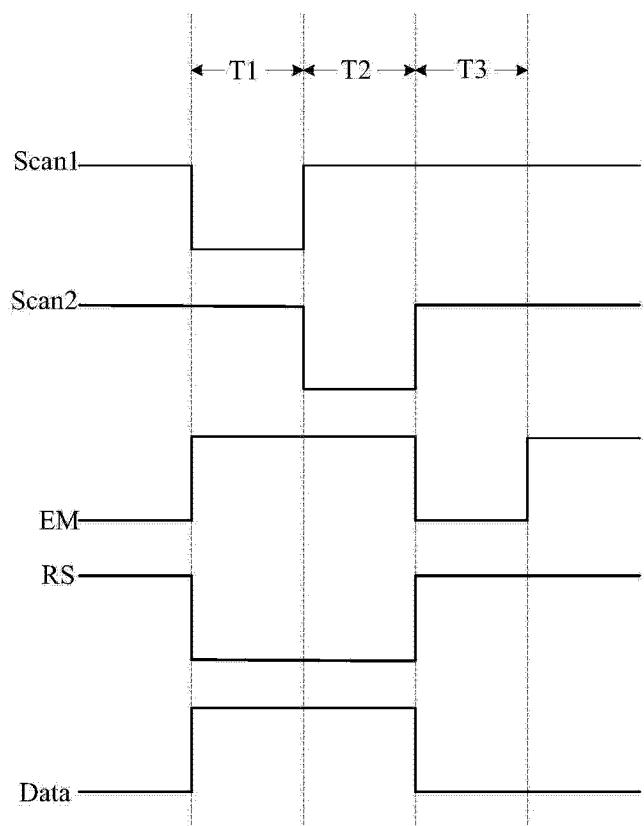


图 7

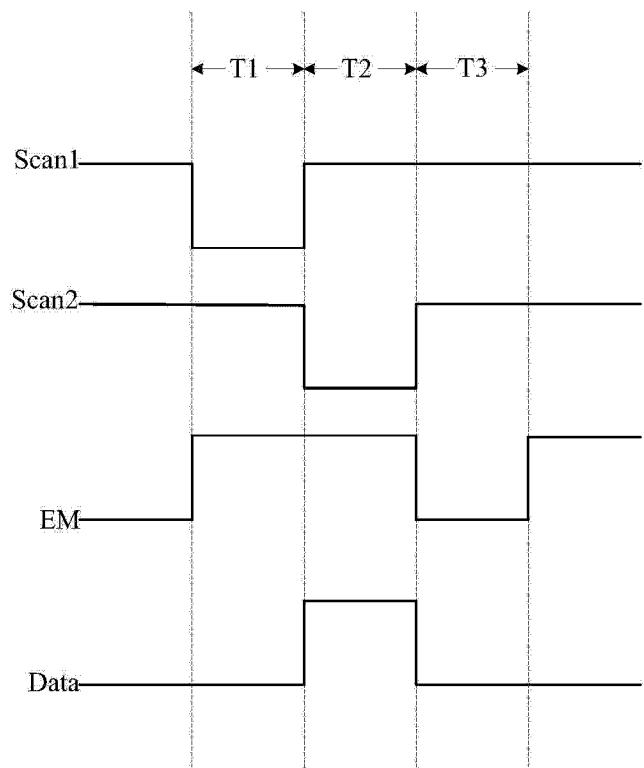


图 8

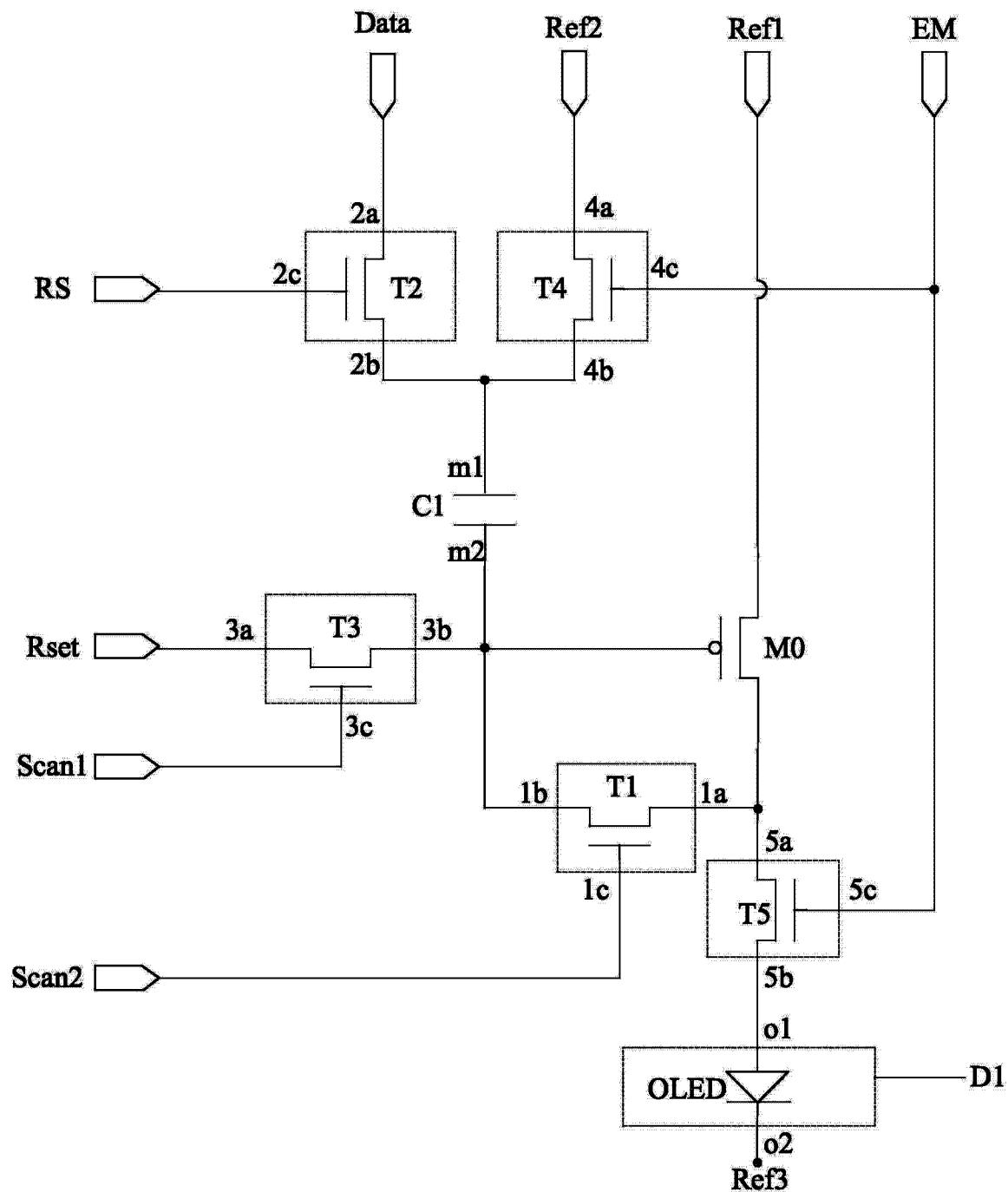


图 9a

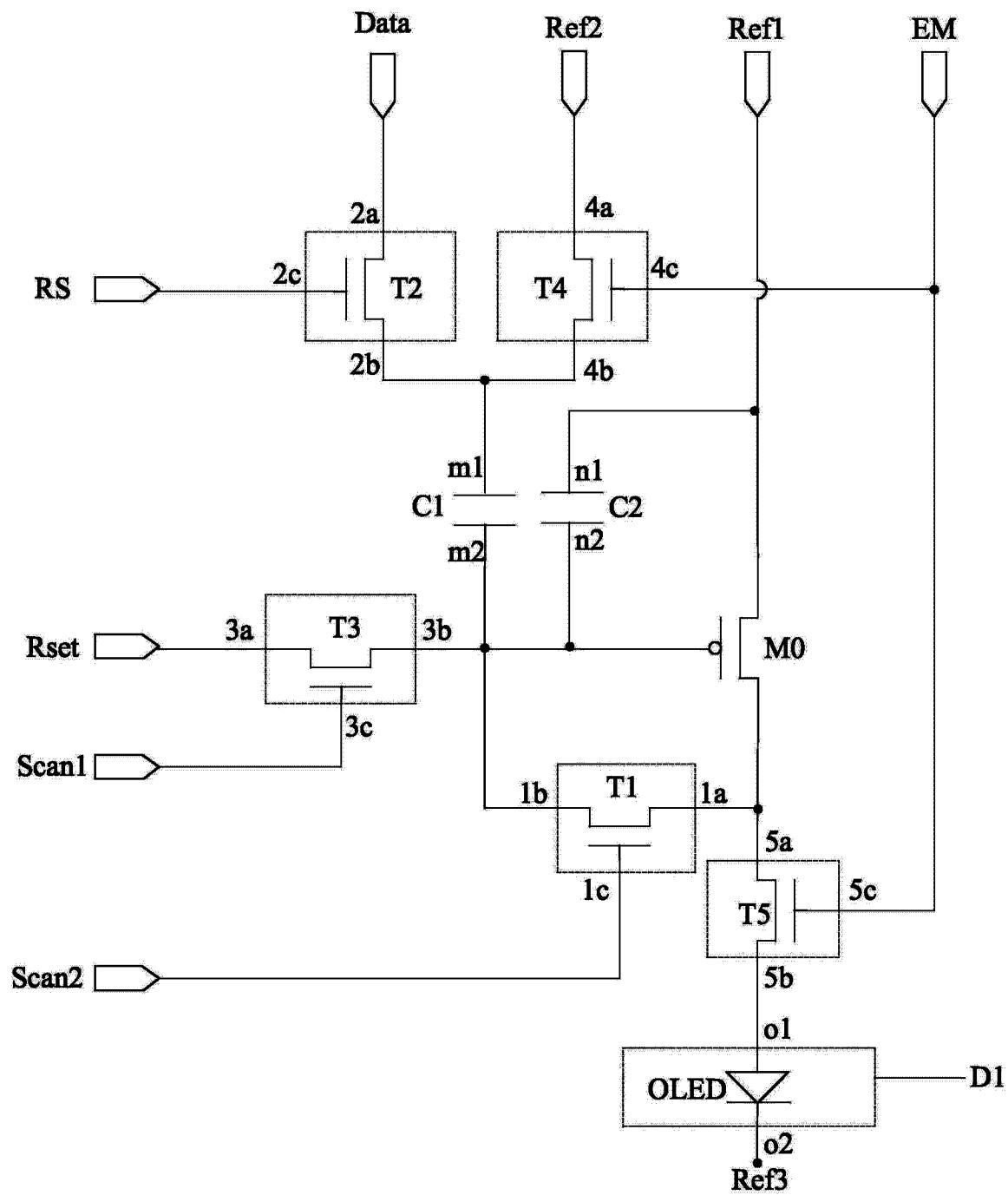


图 9b

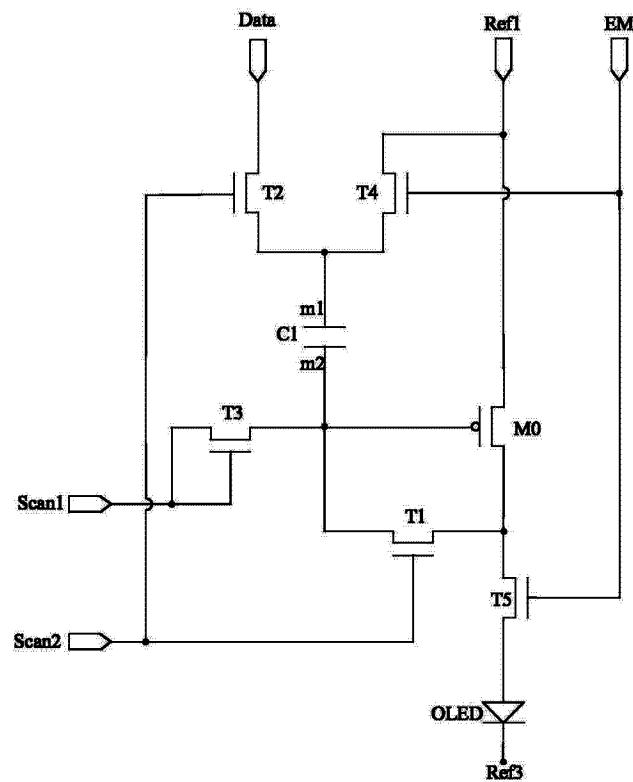


图 10a

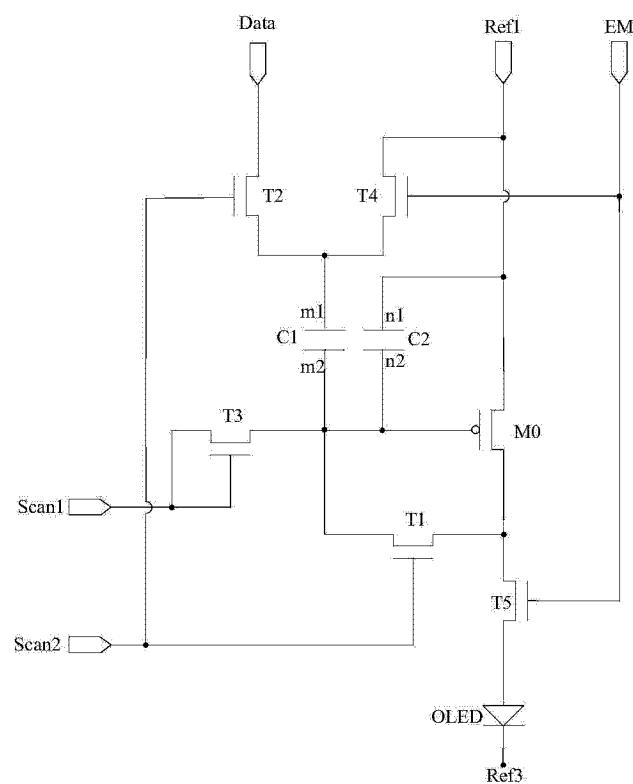


图 10b

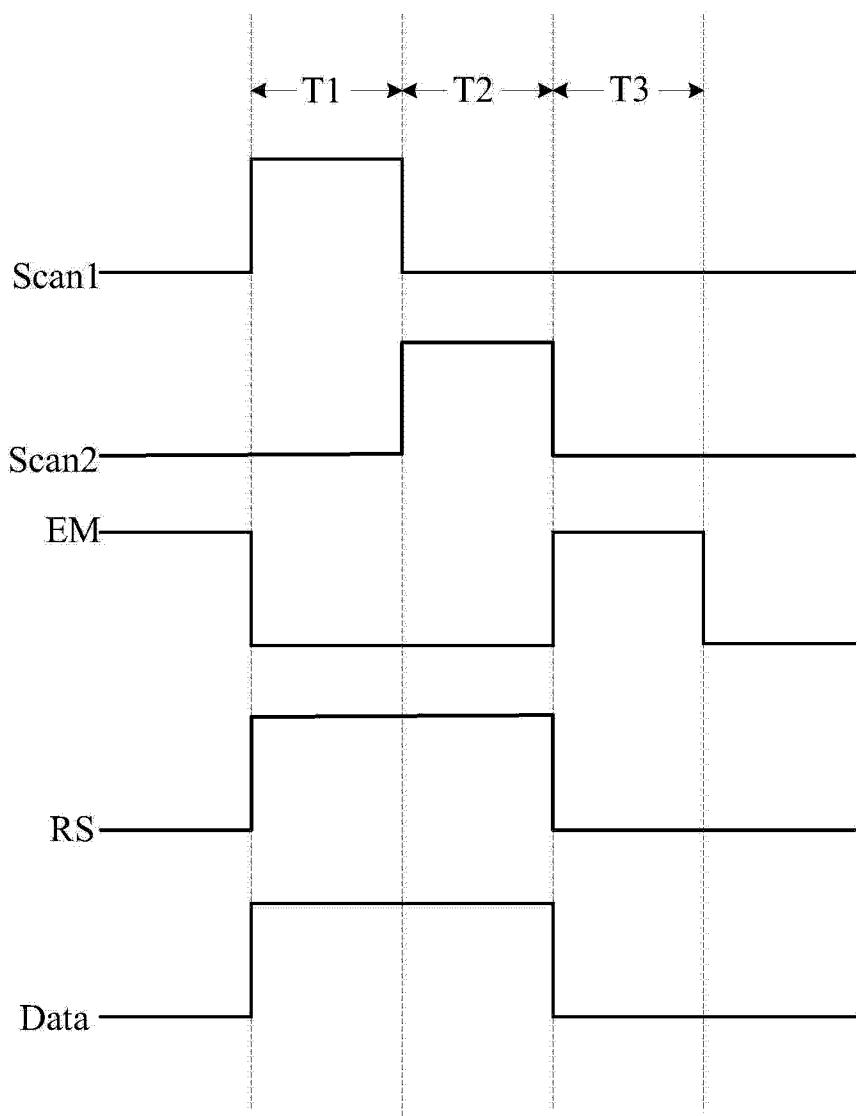


图 11

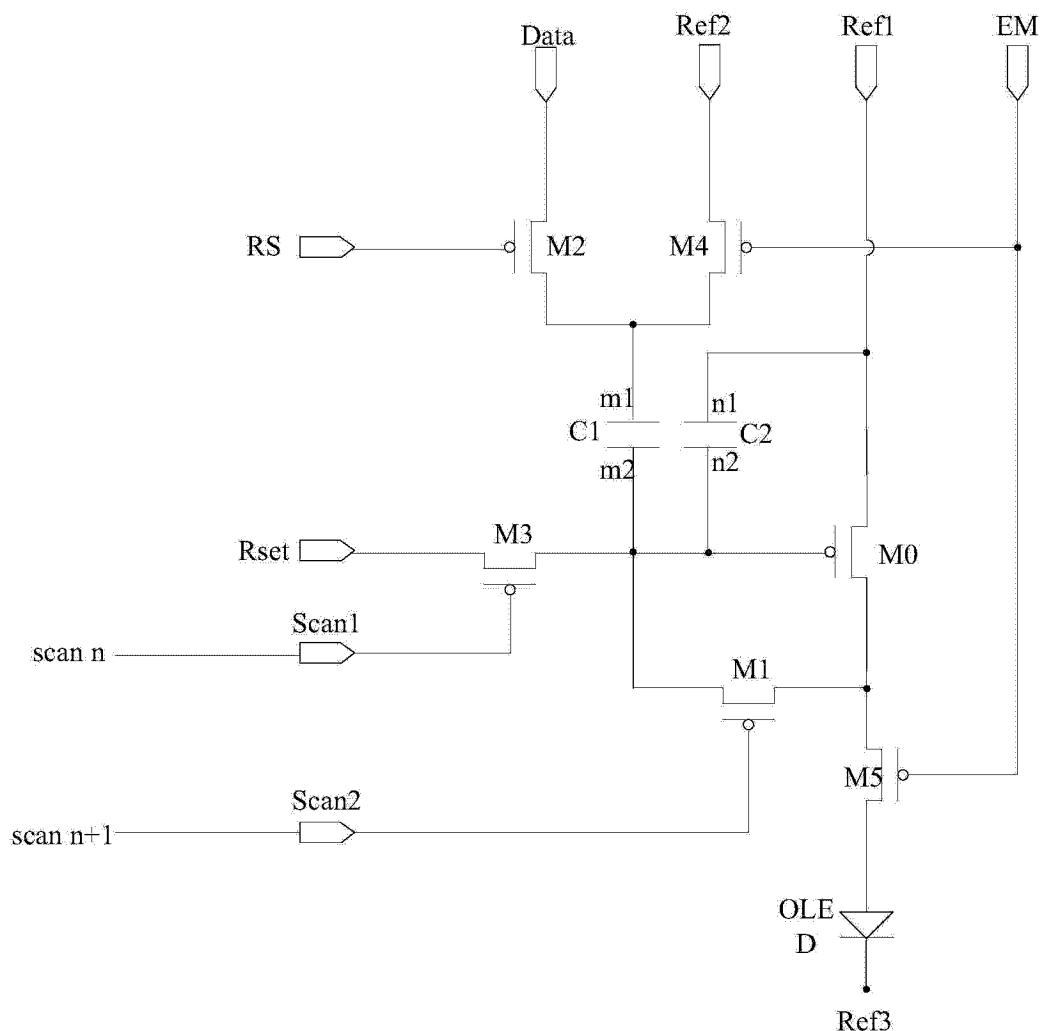


图 12a

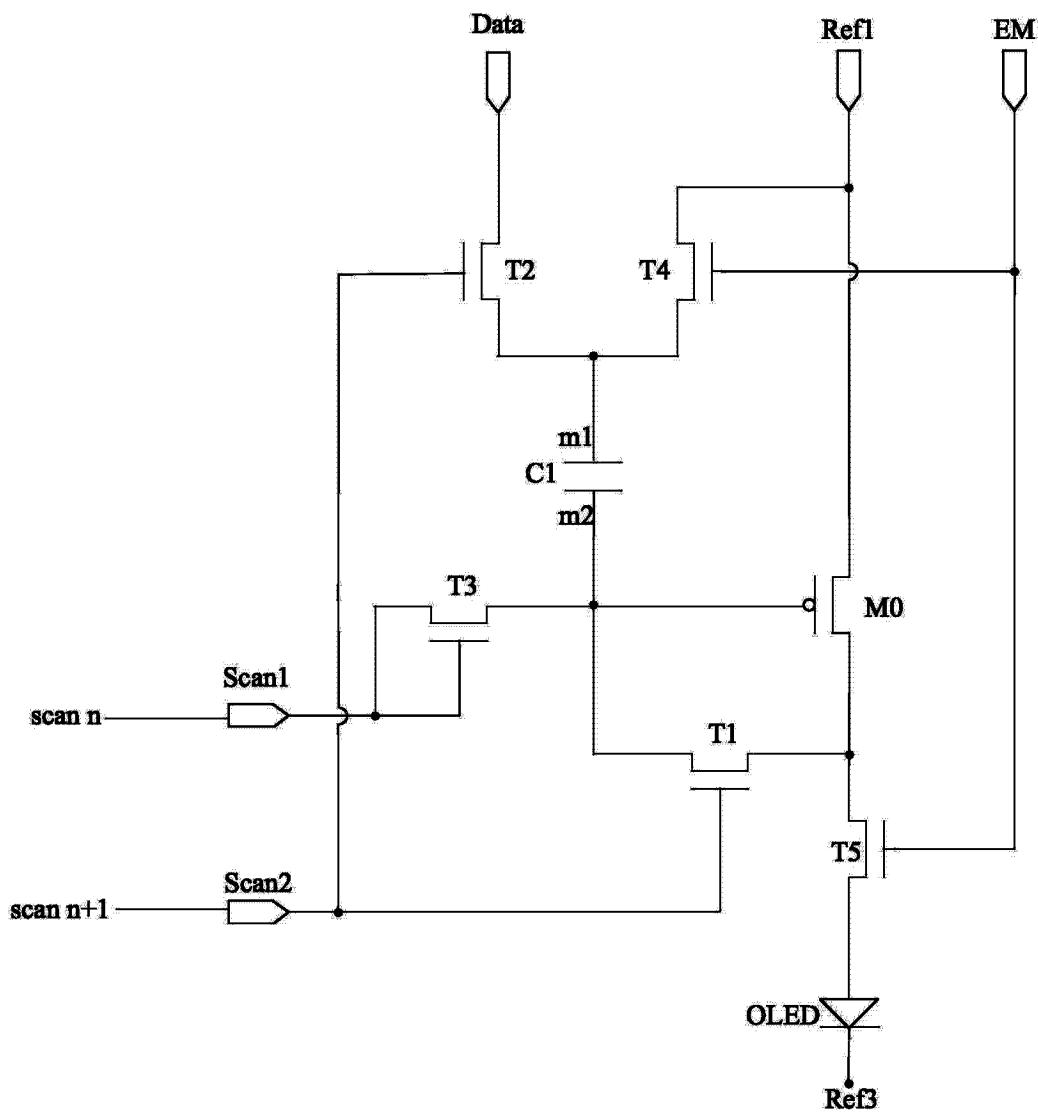


图 12b

专利名称(译)	一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN104050917A</a>	公开(公告)日	2014-09-17
申请号	CN201410253894.5	申请日	2014-06-09
[标]申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司 天马微电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司 天马微电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	上海天马有机发光显示技术有限公司 天马微电子股份有限公司		
[标]发明人	陈丹 钱栋		
发明人	陈丹 钱栋		
IPC分类号	G09G3/32 G09G3/3233 G09G3/3266 G09G3/3291		
CPC分类号	G09G3/3258 G09G3/3233 G09G3/3291 G09G2230/00 G09G2300/0439 G09G2300/0819 G09G2300/0852 G09G2300/0861 G09G2310/0262 G09G2310/062 G09G2310/08 G09G2320/0233 G09G2320/045		
代理人(译)	刘松		
其他公开文献	<a href="#">CN104050917B</a>		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明公开了一种像素电路、有机电致发光显示面板及显示装置，包括：发光器件、第一电容、复位控制模块、驱动控制模块、补偿控制模块以及发光控制模块；在复位阶段，复位控制模块将复位信号端的复位信号写入到第一电容的第二端；在补偿阶段，复位控制模块将数据信号端的数据信号写入到第一电容的第一端，驱动控制模块通过补偿控制模块对第一电容进行充电；在发光阶段，发光控制模块和第一电容共同控制驱动控制模块驱动发光器件发光。由于驱动控制模块驱动发光器件发光的工作电流与驱动控制模块中的阈值电压无关，因此能避免阈值电压对发光器件的影响，从而使驱动发光器件发光的工作电流保持稳定，提高了显示装置显示区域图像亮度的均匀性。

