



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106531074 B

(45)授权公告日 2019.02.05

(21)申请号 201710015312.3

G09G 3/3233(2016.01)

(22)申请日 2017.01.10

G09G 3/3258(2016.01)

G09G 3/3266(2016.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106531074 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(73)专利权人 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幢509室

(72)发明人 朱仁远 陈泽源 刘刚 李玥

(74)专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444

代理人 王刚 龚敏

(51)Int.Cl.

G09G 3/3208(2016.01)

(56)对比文件

CN 106297666 A, 2017.01.04, 说明书第40-205段, 图1-8.

CN 102034426 A, 2011.04.27, 全文.

CN 103440840 A, 2013.12.11, 全文.

CN 103531151 A, 2014.01.22, 全文.

EP 1611566 A1, 2006.01.04, 全文.

审查员 彭镇

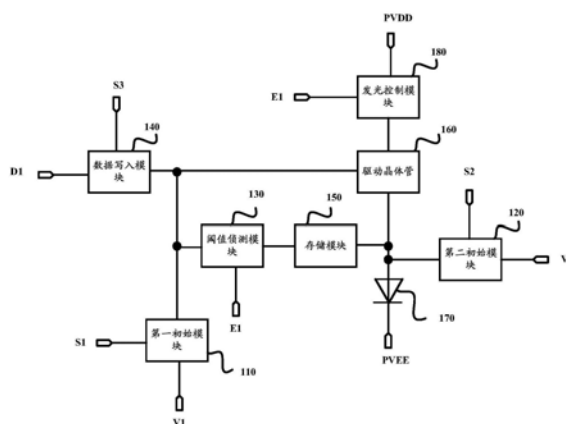
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

有机发光像素驱动电路、驱动方法以及有机发光显示面板

(57)摘要

本申请公开了一种有机发光像素驱动电路、驱动方法以及有机发光显示面板。第一初始化模块初始化驱动晶体管的栅极;第二初始化模块初始化发光元件的阳极;阈值侦测模块与驱动晶体管的栅极电连接,基于发光控制信号线上的信号侦测驱动晶体管的阈值电压;数据写入模块与数据线电连接,向像素驱动电路提供数据线上的信号;存储模块电连接在阈值侦测模块与驱动晶体管的源极之间,存储数据线写入的信号;驱动晶体管基于第一电源电压端生成供发光元件发光的驱动电流;发光元件的阴极与第二电源电压端电连接,发光元件基于驱动电流发光。本申请方案可以避免阈值电压对发光元件的影响,使得发光元件发光的工作电流保持稳定,提高显示面板亮度的均匀性。



1. 一种有机发光像素驱动电路,其特征在于,包括:

第一初始化模块、第二初始化模块、阈值侦测模块、数据写入模块、存储模块、驱动晶体管、发光元件以及发光控制模块;

参考电压线、初始化信号线、第一扫描信号线、第二扫描信号线、第三扫描信号线、发光控制信号线、数据线、第一电源电压端和第二电源电压端;

其中,所述第一初始化模块与所述参考电压线和所述驱动晶体管的栅极电连接,并基于所述第一扫描信号线的信号将所述参考电压线上的信号输出到所述驱动晶体管的栅极,以初始化所述驱动晶体管的栅极;

所述第二初始化模块与所述初始化信号线和所述发光元件的阳极电连接,并基于所述第二扫描信号线的信号将所述初始化信号线上的信号输出到所述发光元件的阳极,以初始化所述发光元件的阳极;

所述阈值侦测模块与所述驱动晶体管的栅极电连接,并基于所述发光控制信号线上的信号侦测所述驱动晶体管的阈值电压;

所述数据写入模块与所述数据线电连接,并基于所述第三扫描信号线的信号向所述像素驱动电路提供数据线上的信号;

所述存储模块电连接在所述阈值侦测模块与所述驱动晶体管的源极之间,用于存储所述数据线写入的信号;

所述驱动晶体管用于生成供发光元件发光的驱动电流;

所述发光元件的阴极与所述第二电源电压端电连接,所述发光元件基于所述驱动电流发光;

所述发光控制模块与所述驱动晶体管电连接,并基于所述发光控制信号线将第一电源电压端的信号传输到所述驱动晶体管。

2. 根据权利要求1所述的驱动电路,其特征在于,所述第一初始化模块包括第一晶体管,所述第二初始化模块包括第二晶体管,所述阈值侦测模块包括第三晶体管,所述存储模块包括第一电容;

所述第一晶体管的第一极与所述参考电压线电连接,所述第一晶体管的第二极与所述驱动晶体管的栅极电连接,所述第一晶体管的栅极与所述第一扫描信号线电连接;

所述第二晶体管的第一极与所述初始化信号线电连接,所述第二晶体管的第二极与所述发光元件的阳极电连接,所述第二晶体管的栅极与所述第二扫描信号线电连接;

所述第三晶体管的第一极与所述驱动晶体管的栅极电连接,所述第三晶体管的第二极与所述第一电容的第一极电连接,所述第三晶体管的栅极与所述发光控制信号线电连接;

所述第一电容的第二极与所述驱动晶体管的源极电连接。

3. 根据权利要求2所述的驱动电路,其特征在于,所述数据写入模块包括第四晶体管,所述发光控制模块包括第五晶体管;

所述第四晶体管的第一极与所述数据线电连接,所述第四晶体管的第二极与所述驱动晶体管的栅极电连接,所述第四晶体管的栅极与所述第三扫描信号线电连接;

所述第五晶体管的第一极与所述第一电源电压端电连接,所述第五晶体管的第二极与所述驱动晶体管的漏极电连接,所述第五晶体管的栅极与所述发光控制信号线电连接。

4. 根据权利要求2所述的驱动电路,其特征在于,所述第一扫描信号线复用为所述第三

扫描信号线；

所述数据写入模块包括第四晶体管，所述第四晶体管的第一极与所述数据线电连接，所述第四晶体管的第二极与所述第一电容的第一极电连接，所述第四晶体管的栅极与所述第一扫描信号线电连接。

5. 根据权利要求3-4之一所述的驱动电路，其特征在于，所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、第五晶体管以及驱动晶体管均为NMOS晶体管或均为PMOS晶体管。

6. 一种用于驱动如权利要求1所述的有机发光像素驱动电路的驱动方法，其特征在于，所述有机发光像素驱动电路还包括发光控制模块；

所述驱动方法包括：

在初始化阶段，所述第一初始化模块基于所述第一扫描信号线的信号将所述参考电压线上的信号输出到所述驱动晶体管的栅极，所述第二初始化模块基于所述第二扫描信号线的信号将所述初始化信号线上的信号输出到所述发光元件的阳极，完成所述驱动晶体管和所述发光元件的初始化；

在阈值侦测阶段，所述阈值侦测模块基于所述发光控制信号线的信号导通，所述第一初始化模块基于所述第一扫描信号线的信号将所述参考电压信号线的信号输出到所述驱动晶体管的栅极，完成对所述驱动晶体管的阈值侦测；

在数据写入阶段，所述数据写入模块基于所述第三扫描信号线的信号将所述数据线上的信号输出到所述驱动晶体管的栅极，所述有机像素驱动电路完成数据写入；

在发光阶段，所述第一初始化模块基于所述第一扫描信号线的信号截止，所述第二初始化模块基于所述第二扫描信号线的信号截止，所述数据写入模块基于所述第三扫描信号线截止，发光控制模块基于所述发光控制信号线的信号导通，所述驱动晶体管生成驱动电流，所述发光元件发光。

7. 根据权利要求6所述的驱动方法，其特征在于，所述第一扫描信号线上的信号与所述第三扫描信号线上的信号相比，延迟预定时间。

8. 根据权利要求7所述的驱动方法，所述第三扫描信号线上的信号和所述发光控制信号线上的信号为反相信号。

9. 一种用于驱动如权利要求1所述的有机发光像素驱动电路的驱动方法，其特征在于，所述第一扫描信号线复用为所述第三扫描信号线；

在初始化阶段，所述第一初始化模块基于所述第一扫描信号线的信号将所述参考电压线上的信号输出到所述驱动晶体管的栅极，所述第二初始化模块基于所述第二扫描信号线的信号将所述初始化信号线上的信号输出到所述发光元件的阳极，完成所述驱动晶体管和所述发光元件的初始化；

在阈值侦测阶段，所述数据写入模块基于所述第一扫描信号线的信号导通，将所述数据线上的信号传输到所述存储模块，所述阈值侦测模块基于所述发光控制信号线的信号截止，所述第一初始化模块基于所述第一扫描信号线的信号将所述参考电压信号线的信号输出到所述驱动晶体管的栅极，完成对所述驱动晶体管的阈值侦测；

在数据写入阶段和发光阶段，所述存储模块将数据线上的信号耦合到所述驱动晶体管的栅极，所述第一初始化模块基于所述第一扫描信号线的信号截止，所述第二初始化模块基于所述第二扫描信号线的信号截止，所述阈值侦测模块基于所述第一发光控制信号线导

通,所述驱动晶体管生成驱动电流,所述发光元件发光。

10.根据权利要求9所述的驱动方法,其特征在于,在所述阈值侦测阶段,所述发光元件的阳极的电压与所述第二电源电压端的电压之间的电压差小于所述发光元件的开启阈值电压,所述发光元件不发光。

11.一种有机发光显示面板,包括多行像素单元,其特征在于,每行所述像素单元包括多个如权利要求1所述的有机发光像素驱动电路。

12.根据权利要求11所述的有机发光显示面板,其特征在于,每行所述像素单元连接一条所述第一扫描信号线、一条所述第二扫描信号线和一条所述第三扫描信号线。

13.根据权利要求12所述的有机发光显示面板,其特征在于,所述有机发光像素驱动电路包括发光控制模块,所述发光控制模块与所述驱动晶体管电连接,并基于所述发光控制信号线将第一电源电压端的信号传输到所述驱动晶体管;

与第*i*行像素单元连接的第三扫描信号线复用为第*i*+1行像素单元的第一扫描信号线,*i*为正整数。

14.根据权利要求12所述的有机发光显示面板,其特征在于,每行所述像素单元连接一条所述发光控制信号线;

所述发光控制信号线的输出信号为与所述第三扫描信号线电连接的输出单元经反相器反相后得到的信号。

有机发光像素驱动电路、驱动方法以及有机发光显示面板

技术领域

[0001] 本公开一般涉及显示技术领域,尤其涉及一种有机发光像素驱动电路、驱动方法以及有机发光显示面板。

背景技术

[0002] 有机发光显示面板通过采用有机发光元件来显示图像,有机发光显示面板具有响应快、功耗低等优点,越来越广泛地被应用在各种电子设备中。

[0003] 通常,有机发光显示装置的显示面板包括被布置为矩阵形状的多个像素,并且这些像素中的每一个均包括有机发光元件。因此,有机发光元件工作状态的好坏直接影响其均匀性和亮度。有机发光元件为电流控制组件,通常使用的是薄膜晶体管在饱和状态时产生的电流来驱动。因制造工艺的限制,尤其是使用低温多晶硅技术制成的驱动管的阈值电压 V_{th} 均匀性非常差且有漂移,导致输入相同的灰阶电压时会产生不同的驱动电流。驱动电流的不一致性使有机发光元件的工作状态不稳定,导致了有机发光面板的显示亮度均匀性差。

发明内容

[0004] 鉴于现有技术中的上述缺陷或不足,期望提供一种有机发光像素驱动电路、驱动方法以及有机发光显示面板,以期解决现有技术中存在的技术问题。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种有机发光像素驱动电路,包括第一初始化模块、第二初始化模块、阈值侦测模块、数据写入模块、存储模块、驱动晶体管以及发光元件;参考电压线、初始化信号线、第一扫描信号线、第二扫描信号线、第三扫描信号线、发光控制信号线、数据线、第一电源电压端和第二电源电压端;其中,上述第一初始化模块与上述参考电压线和上述驱动晶体管的栅极电连接,并基于上述第一扫描信号线的信号将参考电压线上的信号输出到驱动晶体管的栅极,以初始化驱动晶体管的栅极;上述第二初始化模块与上述初始化信号线和上述发光元件的阳极电连接,并基于上述第二扫描信号线的信号将初始化信号线上的信号输出到发光元件的阳极,以初始化发光元件的阳极;上述阈值侦测模块与上述驱动晶体管的栅极电连接,并基于上述发光控制信号线上的信号侦测驱动晶体管的阈值电压;上述数据写入模块与上述数据线电连接,并基于上述第三扫描信号线的信号向上述像素驱动电路提供数据线上的信号;上述存储模块电连接在阈值侦测模块与驱动晶体管的源极之间,用于存储数据线写入的信号;驱动晶体管用于基于第一电源电压端生成供发光元件发光的驱动电流;发光元件的阴极与上述第二电源电压端电连接,发光元件基于驱动电流发光。

[0006] 第二方面,本申请实施例还提供了一种用于驱动上述的有机发光像素驱动电路的驱动方法,该有机发光像素驱动电路还包括发光控制模块;驱动方法包括:在初始化阶段,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压线上的信号输出到驱动晶体管的栅极,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号将初始化信号线上的信号输出到发光元

件的阳极,完成驱动晶体管和发光元件的初始化;在阈值侦测阶段,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压信号线的信号输出到驱动晶体管的栅极,完成对驱动晶体管的阈值侦测;在数据写入阶段,数据写入模块基于第三扫描信号线将数据线上的信号写入驱动晶体管的栅极,有机像素驱动电路完成数据写入;在发光阶段,驱动晶体管导通,并基于第一电源电压端生成驱动电流,发光元件基于驱动电流发光。

[0007] 第三方面,本申请实施例还提供了一种用于驱动上述的有机发光像素驱动电路的驱动方法,上述第一扫描信号线复用为第三扫描信号线;在初始化阶段,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压线上的信号输出到驱动晶体管的栅极,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号将初始化信号线上的信号输出到发光元件的阳极,完成驱动晶体管和发光元件的初始化;在阈值侦测阶段,数据写入模块基于第一扫描信号线的信号导通,将数据线上的信号传输到存储模块,阈值侦测模块基于发光控制信号线的信号截止,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压信号线的信号输出到驱动晶体管的栅极,完成对驱动晶体管的阈值侦测;在数据写入阶段和发光阶段,存储模块将数据线上的信号耦合到驱动晶体管的栅极,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号截止,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号截止,阈值侦测模块基于第一发光控制信号线导通,驱动晶体管生成驱动电流,发光元件发光。

[0008] 第四方面,本申请实施例还提供了一种有机发光显示面板,包括多行像素单元,每行像素单元包括多个上述的有机发光像素驱动电路。

[0009] 按照本申请的有机发光像素驱动电路和有机发光显示面板,通过发光控制信号线控制阈值侦测模块的开启,使得发光元件在发光时可以对驱动晶体管漂移的阈值电压进行补偿,保证了驱动电流的均匀性和稳定性,提高了有机发光显示面板的显示均一性。

附图说明

[0010] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0011] 图1A示出了根据本申请一个实施例的有机发光像素驱动电路的示意性结构图;

[0012] 图1B为图1A所示实施例的有机发光像素驱动电路的一种可选实现方式的示意性结构图;

[0013] 图1C示出了用于驱动图1B所示的有机发光像素驱动电路的时序图;

[0014] 图2A示出了根据本申请另一个实施例的有机发光像素驱动电路的示意性结构图;

[0015] 图2B为图2A所示实施例的有机发光像素驱动电路的一种可选实现方式的示意性结构图;

[0016] 图2C示出了用于驱动图2B所示的有机发光像素驱动电路的时序图;

[0017] 图3示出了用于驱动图1A或图1B所示的有机发光像素驱动电路的驱动方法的示意性流程图;

[0018] 图4示出了用于驱动图2A或图2B所示的有机发光像素驱动电路的驱动方法的示意性流程图;

[0019] 图5示出了根据本申请的有机发光显示面板的一个实施例的示意性结构图;

[0020] 图6示出了根据本申请的有机发光显示面板的另一个实施例的示意性结构图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关发明,而非对该发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与发明相关的部分。

[0022] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0023] 请参考图1A,其示出了根据本申请的有机发光像素驱动电路一个实施例的示意性结构图。如图1A所示,本实施例中的有机发光像素驱动电路包括第一初始化模块110、第二初始化模块120、阈值侦测模块130、数据写入模块140、存储模块150、驱动晶体管160以及发光元件170。本实施例的有机发光像素驱动电路还包括参考电压线V1、初始化信号线V2、第一扫描信号线S1、第二扫描信号线S2、第三扫描信号线S3、发光控制信号线E1、数据线D1、第一电源电压端PVDD和第二电源电压端PVEE,如图1A所示。

[0024] 在本实施例中,第一初始化模块110与参考电压线V1和驱动晶体管160的栅极电连接,并基于第一扫描信号线S1上的信号导通该第一初始化模块110,以使第一初始化模块110可以将参考电压线V1上的信号输出到驱动晶体管160的栅极,初始化该驱动晶体管160。第二初始化模块120与初始化信号线V2和发光元件170的阳极电连接,并基于第二扫描信号线S2上的信号导通该第二初始化模块120,以使初始化信号线V2上的信号输出到发光元件170的阳极,初始化发光元件170。

[0025] 在本实施例中,阈值侦测模块130与驱动晶体管160的栅极电连接,并基于发光控制信号E1上的信号侦测驱动晶体管160的阈值电压 V_{th} 。数据写入模块140与数据线D1电连接,并基于第三扫描信号S3向驱动电路提供数据线D1上的信号。存储模块150电连接在阈值侦测模块130和驱动晶体管160的源极之间,进一步地数据写入模块140通过阈值侦测模块130与存储模块150电连接,如图1A所示。当阈值侦测模块130导通时,该存储模块150可以用于存储数据线D1上的数据信号电压,并补偿驱动晶体管160的阈值电压。这样一来,发光元件170在发光时,存储模块150可以对驱动电路的阈值电压进行补偿,保证了发光元件170的电流的稳定性,提高了有机发光面板的显示均一性。

[0026] 在本实施例的一些可选的实现方式中,有机发光像素驱动电路还可以包括发光控制模块180,如图1A所示。该发光控制模块180可以与驱动晶体管160和发光控制信号线E1电连接,发光控制模块180可以基于发光控制信号线E1输出的信号将第一电源电压端PVDD的信号传输到驱动晶体管160。

[0027] 在本实施例中,发光控制信号线E1控制阈值侦测模块130的开启,使得驱动晶体管160的阈值电压 V_{th} 和数据线D1上的信号存储到存储模块150,以使该存储模块150在发光元件170发光时对驱动晶体管160的阈值电压 V_{th} 的漂移进行补偿,保证了驱动电流的均匀性和稳定性,提高了有机发光显示面板的显示均一性。

[0028] 具体地,有机发光像素驱动电路可以如图1B所示,图1B为图1A所示实施例的有机发光像素驱动电路的一种可选实现方式的示意性结构图。如图所示,第一初始化模块110包括第一晶体管T1,第二初始化模块120包括第二晶体管T2,阈值侦测模块130包括第三晶体管T3,存储模块150包括第一电容C1。第一晶体管T1的第一极与参考电压线V1电连接,第一晶体管T1的第二极与驱动晶体管160的栅极电连接,第一晶体管T1的栅极与第一扫描信号

线S1电连接。第二晶体管T2的第一极与初始化信号线V2电连接,第二晶体管T2的第二极与发光元件170的阳极电连接,第二晶体管T2的栅极与第二扫描信号线S2电连接。第三晶体管T3的第一极与驱动晶体管160的栅极电连接,第三晶体管T3的第二极与第一电容C1的第一极电连接,第三晶体管T3的栅极与发光控制信号线E1电连接。第一电容C1的第二极与驱动晶体管160的源极电连接。

[0029] 数据写入模块140包括第四晶体管T4,发光控制模块180包括第五晶体管T5,如图1B所示。第四晶体管T4的第一极与数据线D1电连接,第四晶体管T4的第二极与驱动晶体管160的栅极电连接,第四晶体管T4的栅极与第三扫描信号线S3电连接。第五晶体管T5的第一极与第一电源电压端PVDD电连接,第五晶体管T5的第二极与驱动晶体管160的漏极电连接,第五晶体管T5的栅极与发光控制信号线E1电连接。

[0030] 在本实施例的一些可选的实现方式中,第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3、第四晶体管T4、第五晶体管T5以及驱动晶体管可以均为NMOS晶体管,如图1B所示。需要说明的是,图1B仅为示例性的驱动电路图,在实际应用过程中,可以根据应用场景的需要来设置各晶体管为NMOS晶体管或是PMOS晶体管。

[0031] 在本实施例中,如图1B所示,驱动晶体管160的栅极和源极之间连接有第三晶体管T3和第一电容C1。发光控制信号线E1可以控制第三晶体管T3导通,以侦测驱动晶体管160的阈值电压 V_{th} ,并将阈值电压值 V_{th} 存储到第一电容C1。发光元件170发光时,第一电容C1通过耦合作用使得驱动晶体管160的栅极和源极的电压差值恒定,使得发光元件170的驱动电流稳定,提高了有机发光显示面板的显示均一性。

[0032] 下面,以第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3、第四晶体管T4、第五晶体管T5和驱动晶体管160均为NMOS晶体管为例,结合如图1C所示的时序图来描述图1B所示实施例的工作原理。

[0033] 在第一阶段P1,向第一扫描信号线S1、第二扫描信号线S2和发光控制信号线E1施加高电平信号,向第三扫描信号线S3施加低电平信号,并向参考电压线V1施加参考电压 V_{ref} ,向初始化信号线V2施加初始化信号电压 V_{init} 。第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3和第五晶体管T5导通,第一晶体管T1将参考电压线V1上的参考电压 V_{ref} 输出到N1节点(N1节点是第一晶体管T1的第二极、第三晶体管T1的第一极、第四晶体管T4的第二极、驱动晶体管160的栅极交汇的节点),从而使得驱动晶体管160的栅极的电位为 V_{ref} ;第二晶体管T2将初始化信号线V2上的初始化信号电压 V_{init} 输出到N2节点(N2节点是第二晶体管T2的第二极、发光元件170的阳极、第一电容C1的第二极交汇的节点),从而使得发光元件170的阳极的电位为 V_{init} 。

[0034] 接着,在第二阶段P2,向第一扫描信号线S1和发光控制信号线E1施加高电平信号,向第二扫描信号线S2和第三扫描信号线S3施加低电平信号,并向参考电压线V1施加参考电压 V_{ref} ,第一晶体管T1导通,从而使得第一晶体管T1向N1节点输出参考电压,N1节点的电位达到 V_{ref} ,即驱动晶体管160的栅极的电位 V_g 的电位为 V_{ref} ,第五晶体管T5导通,驱动晶体管160导通,驱动晶体管160经过第一阶段P1导通,第一电源电压端PVDD的信号经过驱动晶体管160将N2节点的电位从 V_{init} 抬高到 $V_{ref}-V_{th}$,驱动晶体管160截止,此时驱动晶体管160的源极的电位 V_s 为 $V_{ref}-V_{th}$ 。在这里, V_{th} 为驱动晶体管160的阈值电压。在第二阶段P2结束时,N2节点的电位为 $V_{ref}-V_{th}$,即发光元件170的阳极的电位为 $V_{ref}-V_{th}$,而发光元件

170的阴极的电位为第二电源电压端PVEE的第二电源电压为PVEE,则发光元件170的阳极与阴极的电压差为 $V_{ref}-V_{th}-PVEE$,且该电压差小于发光元件170的开启阈值电压 V_{oled} ,该发光元件170不发光。

[0035] 在第三阶段P3,向第三扫描信号线S3施加高电平信号,向第一扫描信号线S1、第二扫描信号线S2和发光控制信号线E1施加低电平信号,并向数据信号线D1施加数据信号电压 V_{data} ,第四晶体管T4导通,从而使得数据信号线D1的数据信号电压 V_{data} 输出到N1节点。又由于发光元件170自身具有一电容 C_{oled} ,该电容 C_{oled} 的两极可以认为连接在发光元件170的两端的,如图1B所示,由于电容 C_{oled} 的自举作用,即该电容 C_{oled} 可以使得自身两端的压差保持不变,且该发光元件170的阴极的第二电源电压PVEE保持不变,因此,N2节点的电位保持不变,仍为 $V_{ref}-V_{th}$ 。在该阶段P3通过发光元件170自身的电容 C_{oled} 来保持N2节点的电位,而不引入其它电容元件,使得有机发光像素驱动电路的结构简单,减像素驱动电路在显示面板中所占版图面积。

[0036] 在第四阶段P4,向发光控制信号线E1施加高电平信号,向第一扫描信号线S1、第二扫描信号线S2和第三扫描信号线S3施加低电平信号,第三晶体管T3导通,第一电容C1的两端的电压差为N1节点和N2节点的电压差,即C1的两端电压差为 $V_{data}-V_{ref}+V_{th}$ 。在该第四阶段P4中,第五晶体管T5和驱动晶体管160导通,N2节点的电位从上述 $V_{ref}-V_{th}$ 升高至PVEE+ V_{oled} ,发光元件170发光,170此时发光元件170的阳极的电压为PVEE+ V_{oled} ,即驱动晶体管160的源极的电位 V_s 为PVEE+ V_{oled} 。由于第一电容C1的自举作用,第一电容C1的两端的电压差保持不变,当第一电容C1的第一极的电位变化量为PVEE+ $V_{oled}-V_{ref}+V_{th}$ 时,第一电容C1的第一极的电位变为 $V_{data}+(PVEE+V_{oled}-V_{ref}+V_{th})$ 即N1节点的电位为PVEE+ $V_{oled}+V_{data}-V_{ref}+V_{th}$ 。那么根据发光元件生成驱动电流的公式,流过驱动晶体管160的、用于驱动发光元件170发光的驱动电流 I_{oled} 将与该驱动晶体管160的栅源电压 V_{gs} (栅极与源极之间的电压)与其阈值电压 V_{th} 的差值的平方成正比。这里的驱动晶体管160的栅源电压 V_{gs} 为N1节点和N2节点的之间的电压,因此发光元件的驱动电流 $I_{oled} \propto (V_{gs}-V_{th})^2 = (V_g-V_s-V_{th})^2 = (PVEE+V_{oled}+V_{data}-V_{ref}+V_{th})-(PVEE+V_{oled})-V_{th})^2 = (V_{data}-V_{ref})^2$ 。由此可见,发光元件170的驱动电流 I_{oled} 与驱动晶体管160的阈值电压 V_{th} 无关,实现了对驱动晶体管160阈值电压的补偿。

[0037] 此外,发光显示面板中的不同行的像素单元通常连接同一第一电源电压端PVDD,由于不同行像素单元与第一电源电压端PVDD的距离不同,导致第一电源电压端PVDD向不同行的像素单元的输出第一电源电压时存在电压衰减的问题,而在本实施例中,发光元件170的驱动电流 I_{oled} 与第一电源电压端PVDD的第一电源电压PVDD也无关,解决了显示面板中第一电源电压端向不同行像素单元提供第一电源电压存在电压衰减的问题,提高了发光显示面板的显示区电流的均匀性,提高发光显示面板的显示效果。

[0038] 因此,当将本实施例的有机发光像素驱动电路应用到有机发光显示面板上时,由于发光电流与驱动晶体管160的阈值电压 V_{th} 和第一电源电压端PVDD的第一电源电压PVDD无关,不会因驱动晶体管160的阈值差异和第一电源电压端PVDD的电压衰减导致显示不均等现象发生,提高了发光显示面板显示的均匀性。

[0039] 请继续参考图2A,其示出了根据本申请的有机发光像素驱动电路的另一个实施例的示意性结构图。

[0040] 与图1A所示实施例类似,本实施例的有机发光像素驱动电路同样包括第一初始化模块210、第二初始化模块220、阈值侦测模块230、数据写入模块240、存储模块250、驱动晶体管260以及发光元件270。有机发光像素驱动电路也包括参考电压线V1、初始化信号线V2、第一扫描信号线S1、第二扫描信号线S2、第三扫描信号线S3、发光控制信号线E1、数据线D1、第一电源电压端PVDD和第二电源电压端PVEE,如图2A所示。

[0041] 在本实施例中,第一初始化模块210与参考电压线V1和驱动晶体管260的栅极电连接,并基于第一扫描信号线S1上的信号导通该第一初始化模块210,以使第一初始化模块210可以将参考电压线V1上的信号输出到驱动晶体管260的栅极,初始化该驱动晶体管260。第二初始化模块220与初始化信号线V2和发光元件270的阳极电连接,并基于第二扫描信号线S2上的信号导通该第二初始化模块220,以使初始化信号线V2上的信号输出到发光元件270的阳极,初始化发光元件270。

[0042] 在本实施例中,阈值侦测模块230与驱动晶体管260的栅极电连接,并基于发光控制信号线E1上的信号侦测驱动晶体管260的阈值电压 V_{th} 。数据写入模块240与数据线D1电连接,并基于第三扫描信号S3向驱动电路提供数据线D1上的信号。存储模块250电连接在上述阈值侦测模块230和驱动晶体管260的源极之间,并且数据写入模块240与存储模块250电连接,该存储模块250用于存储数据线D1上的数据信号电压,并补偿驱动晶体管260的阈值电压 V_{th} 。这样一来,发光元件270在发光时,存储模块250可以对驱动电路的阈值电压进行补偿,保证了发光元件270的电流的稳定性,提高了有机发光面板的显示均一性。

[0043] 在本实施例的一些可选的实现方式中,上述第一扫描信号线S1可以复用为上述第三扫描信号线S3,以使数据写入模块240可以基于第一扫描信号线S1上的信号可以向机发光像素驱动电路写入数据信号。

[0044] 本申请的上述实施例提供的有机发光像素驱动电路,通过发光控制信号线E1控制阈值侦测模块230的开启,使得驱动晶体管260的阈值电压 V_{th} 和数据线D1上的信号存储到存储模块250,以使该存储模块250对驱动晶体管260的阈值电压 V_{th} 的漂移进行补偿,保证了驱动电流的均匀性和稳定性,提高了有机发光显示面板的显示均一性。

[0045] 具体地,有机发光像素驱动电路可以如图2B所示,图2B为图2A所示实施例的有机发光像素驱动电路的一种可选实现方式的示意性结构图。如图所示,第一初始化模块210包括第一晶体管T1,第二初始化模块220包括第二晶体管T2,阈值侦测模块230包括第三晶体管T3,存储模块250包括第一电容C1。第一晶体管T1的第一极与参考电压线V1电连接,第一晶体管T1的第二极与驱动晶体管260的栅极电连接,第一晶体管T1的栅极与第一扫描信号线S1电连接。第二晶体管T2的第一极与初始化信号线V2电连接,第二晶体管T2的第二极与发光元件270的阳极电连接,第二晶体管T2的栅极与第二扫描信号线S2电连接。第三晶体管T3的第一极与驱动晶体管260的栅极电连接,第三晶体管T3的第二极与第一电容C1的第一极电连接,第三晶体管T3的栅极与发光控制信号线E1电连接。第一电容C1的第二极与驱动晶体管260的源极电连接。

[0046] 进一步地,数据写入模块240包括第四晶体管T4,如图2B所示,该第四晶体管T4的第一极与数据线D1电连接,第四晶体管T4的第二极与第一电容C1的第一极电连接,第四晶体管T4的栅极与第三扫描信号线S3电连接。第一扫描信号线S1可以复用为第三扫描信号线S3,此时数据写入模块240可以基于第一扫描信号线S1的信号输出数据电压信号,即第四晶

体管T4的栅极与第一扫描信号线S1电连接。

[0047] 在本实施例的一些可选的实现方式中,第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3、第四晶体管T4、驱动晶体管260可以均为NMOS晶体管,如图2B所示。需要说明的是,图2B仅为示例性的驱动电路,在实际应用过程中,可以根据应用场景的需要来设置各晶体管为NMOS晶体管或PMOS晶体管。

[0048] 在本实施例中,如图2B所示的有机发光像素驱动电路,驱动晶体管260的栅极与第一晶体管T1电连接,驱动晶体管260的源极与第二晶体管T2电连接。第一扫描信号线S1可以控制第一晶体管T1导通,且第二扫描信号线S2控制第二晶体管T2截止,以侦测驱动晶体管260的阈值电压 V_{th} 。

[0049] 下面,以第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3、第四晶体管T4和驱动晶体管260均为NMOS晶体管为例,结合如图2C所示的时序图来描述图2B所示实施例的工作原理。

[0050] 在第一阶段P1,向第一扫描信号线S1和第二扫描信号线S2施加高电平信号,向发光控制信号线E1施加低电平信号,并向参考电压线V1施加参考电压 V_{ref} ,向初始化信号线V2施加初始化信号电压 V_{init} 。第一晶体管T1、第二晶体管T2和第四晶体管T4导通,第一晶体管T1将参考电压线V1上的参考电压 V_{ref} 输出到N1节点(N1节点是第一晶体管T1的第二极、第三晶体管T1的第二极、驱动晶体管260的栅极交汇的节点),从而使得驱动晶体管260的栅极电位为 V_{ref} ;第二晶体管T2将初始化信号线V2上的初始化信号电压 V_{init} 输出到N2节点(N2节点是第二晶体管T2的第二极、发光元件270的阳极、第一电容C1的第二极交汇的节点),从而使得发光元件270的阳极的电位为 V_{init} 。

[0051] 在第二阶段P2,向第一扫描信号线S1施加高电平信号,向第二扫描信号线S2和发光控制信号线E施加低电平信号,并向参考电压线V1施加参考电压 V_{ref} ,向数据信号线D1施加数据信号电压 V_{data} 。第一晶体管T1导通,从而使得第一晶体管向N1节点输出参考电压, N1节点电位仍为 V_{ref} ,即驱动晶体管260的栅极的电位 V_g 的电位为 V_{ref} 。第二晶体管T2截止,驱动晶体管260经过第一阶段P1导通,第一电源电压端PVDD的信号经过驱动晶体管260将N2节点的电位从 V_{init} 抬高到 $V_{ref}-V_{th}$,驱动晶体管260截止,此时驱动晶体管260的源极的电位 V_s 为 $V_{ref}-V_{th}$ 。在这里, V_{th} 为驱动晶体管260的阈值电压。第四晶体管T4导通,从而使得数据线D1的数据信号 V_{data} 输出到第一电容C1的第一极,又因为第一电容C1的第二极的电位(即N2节点的电位)为 $V_{ref}-V_{th}$,因此第一电容C1的两端的电压差为 $V_{data}-V_{ref}+V_{th}$ 。在第二阶段P2结束时,N2节点的电位为 $V_{ref}-V_{th}$,即发光元件270的阳极的电位为 $V_{ref}-V_{th}$,而发光元件270的阴极的电位为第二电源电压端PVEE的第二电源电压为PVEE,则发光元件270的阳极与阴极的电压差为 $V_{ref}-V_{th}-PVEE$,且该电压差小于发光元件270的开启阈值电压 V_{oled} ,该发光元件270不发光。

[0052] 在第三阶段P3,向发光控制信号线E1施加高电平信号,向第一扫描信号线S1和第二扫描信号线S2施加低电平信号,第三晶体管T3导通,使得第一电容C1的两端电连接在驱动晶体管260的栅极和源极之间。在该第三阶段P3中,驱动晶体管260导通,N2节点的电位从上述 $V_{ref}-V_{th}$ 升高至 $PVEE+V_{oled}$,发光元件270发光,此时发光元件270的阳极的电位为 $PVEE+V_{oled}$,即驱动晶体管260的源极的电位 V_s 为 $PVEE+V_{oled}$ 。在第二阶段P2结束时,第一电容C1的两端的电压差为 $V_{data}-V_{ref}+V_{th}$,由于第一电容C1的自举作用,第一电容C1的两端的电压差保持不变,当第一电容C1的第一极的电位变化量为 $PVEE+V_{oled}-V_{ref}+V_{th}$ 时,第

一电容C1的第一极的电位变为Vdata+ (PVEE+Voled-Vref+Vth)。即驱动晶体管260的栅极的电位Vg为PVEE+Voled+Vdata-Vref+Vth。那么根据发光元件270生成驱动电流的公式,流过驱动晶体管260的、用于驱动发光元件270发光的驱动电流Ioled将与该驱动晶体管260的栅源电压Vgs (栅极与源极之间的电压) 与其阈值电压Vth的差值的平方成正比。因此发光元件270的驱动电流 $I_{oled} \propto (V_{gs} - V_{th})^2 = (V_g - V_s - V_{th})^2 = ((PVEE + Voled + Vdata - Vref + Vth) - (PVEE + Voled) - V_{th})^2 = (Vdata - Vref)^2$ 。由此可见,发光元件270的驱动电流Ioled与驱动晶体管260的阈值电压Vth无关,实现了对驱动晶体管260阈值电压的补偿。

[0053] 可见,当将本实施例提供的有机发光像素驱动电路应用到有机发光显示面板上时,由于发光电流与驱动晶体管260的阈值电压Vth无关,不会因驱动晶体管260的阈值差异导致显示不均等现象发生,提高了发光显示面板显示的均匀性。

[0054] 接下来请参考图3所示,其示出了根据本申请的有机发光像素驱动电路的驱动方法在一个帧周期内的一种示意性流程图。需要说明的是,本实施例中的有机发光像素驱动电路的驱动方法可以用于驱动如图1A或图1B所示的有机发光像素驱动电路,如图所示,该驱动电路包括发光控制模块180。该有机发光像素驱动电路的驱动方法具体包括以下步骤:

[0055] 步骤301,在初始化阶段,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压线上的信号输出到驱动晶体管的栅极,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号将初始化信号线上的信号输出到发光元件的阳极,完成驱动晶体管和发光元件的初始化;

[0056] 步骤302,在阈值侦测阶段,阈值侦测模块基于发光控制信号线的信号导通,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压信号线的信号输出到驱动晶体管的栅极,完成对驱动晶体管的阈值侦测;

[0057] 步骤303,在数据写入阶段,数据写入模块基于第三扫描信号线的信号将数据线上的信号输出到驱动晶体管的栅极,有机像素驱动电路完成数据写入;

[0058] 步骤304,在发光阶段,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号截止,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号截止,数据写入模块基于第三扫描信号线截止,发光控制模块基于发光控制信号线的信号导通,驱动晶体管生成驱动电流,发光元件发光。

[0059] 具体地,当上述驱动方法用于驱动如图1B所示的有机发光像素驱动电路时,该驱动方法的初始化阶段、阈值侦测阶段、数据写入阶段和发光阶段的工作过程如下:

[0060] 在初始化阶段,第一晶体管T1在第一扫描信号线S1的控制下,将参考电压线V1的参考电压Vref传输到驱动晶体管160的栅极,第二晶体管T2在第二扫描信号线S2的控制下将初始化信号线V2上的初始化电压Vinit输出到发光元件170的阳极,完成驱动晶体管160和发光元件170的初始化。

[0061] 在阈值侦测阶段,第一晶体管T1在第一扫描信号线S1的控制下,将参考电压线V1的参考电压Vref输出到驱动晶体管160的栅极,第三晶体管T3在发光控制信号线E1的控制下,将第一电容C1耦接在驱动晶体管160的源极和栅极,通过第一电容C1的耦合作用完成对驱动晶体管160的阈值侦测。

[0062] 在数据写入阶段,第四晶体管T4在第三扫描信号线S3的控制下,将数据线D1上的数据信号电压输出到驱动晶体管160的栅极,该有机像素驱动电路完成数据写入。

[0063] 在发光阶段,第一晶体管T1在第一扫描信号线S1的控制下截止,第二晶体管T2在第二扫描信号线S2的控制下截止,第四晶体管T4在第三扫描信号线S3的控制下截止,且第

五晶体管T5在发光控制信号线E1的作用下导通,驱动晶体管160生成驱动电流,发光元件170发光。

[0064] 可选地,第一扫描信号线S1上的信号与第三扫描信号线S3上的信号相比,延迟预定时间,如图1C所示,第三扫描信号线S3上的信号和发光控制信号线E1上的信号为反相信号。

[0065] 需要说明的是,在本实施例提供的驱动方法中,在阈值侦测阶段,发光元件的阳极的电压与第二电源电压端PVEE的电压之间的电压差小于发光元件的开启阈值电压,发光元件不发光。

[0066] 请继续参考图4,其示出了根据本申请的有机发光像素驱动电路的驱动方法在一个帧周期内的另一种示意性流程图。需要说明的是,本实施例中的有机发光像素驱动电路的驱动方法可以用于驱动如图2A或图2B所示的有机发光像素驱动电路,并且该有机发光像素驱动电路中的第一扫描信号线S1可以复用为第三扫描信号线S3。则该有机发光像素驱动电路的驱动方法具体包括以下步骤:

[0067] 步骤401,在初始化阶段,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压线上的信号输出到驱动晶体管的栅极,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号将初始化信号线上的信号输出到发光元件的阳极,完成驱动晶体管和发光元件的初始化。

[0068] 步骤402,在阈值侦测阶段,数据写入模块基于第一扫描信号线的信号导通,将数据线上的信号传输到存储模块,阈值侦测模块基于发光控制信号线的信号截止,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号将参考电压信号线的信号输出到驱动晶体管的栅极,完成对驱动晶体管的阈值侦测。

[0069] 步骤403,在数据写入阶段和发光阶段,存储模块将数据线上的信号耦合到驱动晶体管的栅极,第一初始化模块基于第一扫描信号线的信号截止,第二初始化模块基于第二扫描信号线的信号截止,阈值侦测模块基于第一发光控制信号线导通,驱动晶体管生成驱动电流,发光元件发光。

[0070] 具体地,当上述驱动电路用于驱动如图2B所示的有机发光像素驱动电路时,该驱动方法的初始化阶段、阈值侦测阶段、数据写入阶段和发光阶段的工作过程如下:

[0071] 在初始化阶段,第一晶体管T1在第一扫描信号线S1的控制下,将参考电压线V1的参考电压Vref传输到驱动晶体管260的栅极,第二晶体管T2在第二扫描信号线S2的控制下将初始化信号线V2上的初始化电压Vinit输出到发光元件270的阳极,完成驱动晶体管260和发光元件270的初始化。

[0072] 在阈值侦测阶段,第四晶体管T4在第一扫描信号线S1的控制下将数据线D1上的数据信号Vdata传输到第一电容,第三晶体管T3在发光控制信号线E1的控制线截止,第一晶体管T1在第一扫描信号线S1的控制下将参考电压V1的参考电压Vref传输到驱动晶体管260的栅极,完成对驱动晶体管260的阈值侦测。

[0073] 在数据写入阶段和发光阶段,第一电容C1将数据线D1上的数据信号Vdata耦合到驱动晶体管260的栅极,第三晶体管T3在发光控制信号线E1的控制下导通,第一电容C1连接在驱动晶体管260的栅极和源极之间,驱动晶体管260导通,生成驱动电流,发光元件270发光。

[0074] 需要说明的是,在本实施例提供的驱动方法中,在阈值侦测阶段,发光元件的阳极

的电压与第二电源电压端PVEE的电压之间的电压差小于发光元件的开启阈值电压,发光元件不发光。

[0075] 参见图5所示,其示出了根据本申请的有机发光显示面板的一个实施例的示意性结构图。

[0076] 图5所示的有机发光显示面板包括多行像素单元510,每行像素单元510包括多个有机发光像素驱动电路,有机发光显示面板中的每行像素单元510中的每一个像素单元均包含一个有机发光像素驱动电路。

[0077] 在本实施例中,有机发光像素驱动电路可以如图1A或图1B所示,该有机发光像素驱动电路可以包括与驱动晶体管电连接的发光控制模块,该发光控制模块可以基于发光控制信号线将第一电源电压端的信号传输到驱动晶体管。有机发光显示面板中的每行像素单元连接一条第一扫描信号线、一条第二扫描信号线和一条第三扫描信号线。例如,在一些应用场景中,第一扫描信号线的信号 $S1 \sim S_m$ 、第二扫描信号线的信号 $S1' \sim S_m'$ 和第三扫描信号线的信号 $S1'' \sim S_m''$ 可以分别由三个移位寄存器520、530和540来生成。在这些应用场景中,第一扫描信号线的信号 $S1 \sim S_m$ 可以具有与图1C中的S1相同的波形,第二扫描信号线的信号 $S1' \sim S_m'$ 可以具有与图1C中的S2相同的波形,第三扫描信号线的信号 $S1'' \sim S_m''$ 可以具有与图1C中的S3相同的波形。

[0078] 或者,有机发光像素驱动电路可以如图2A或图2B所示,此时第一扫描信号线S1可以复用为第三扫描信号线S3。有机发光显示面板中的每行像素单元连接一条第一扫描信号线和一条第二扫描信号线。

[0079] 本实施例的有机发光显示面板,由于采用了上述的有机发光像素驱动电路,可以实现对驱动晶体管的阈值电压补偿,提高了本实施例的有机发光显示面板的亮度均一性。此外,上述的有机发光像素驱动电路还解决了显示面板中不同行像素单元的第一电源电压存在电压衰减的问题,并且该有机发光像素驱动电路仅引入一个电容,可以使得像素电路在显示面板中所占版图面积较小,有利于高PPI显示面板的实现。

[0080] 参见图6所示,为本申请另一个实施例的有机发光显示面板的示意性结构图。

[0081] 本实施例的有机发光显示面板同样包括多行像素单元610,每行像素单元610包括多个本申请各实施例的有机发光像素驱动电路。例如,每行像素单元610中的每一个像素单元均包含一个如图1A或图1B所示的有机发光像素驱动电路。此外,每行像素单元均连接一条第一扫描信号线、一条第二扫描信号线和一条第三扫描信号线。

[0082] 在本实施例中,有机发光显示面板包含的有机发光像素驱动电路可以如图1A或1B所示,各有机发光像素驱动电路包括一条第一扫描信号线、一条第二扫描信号线和一条第三扫描信号线。在有机发光显示面板中,与第i行像素单元连接的第三扫描信号线复用为第i+1行像素单元的第一扫描信号线,i为正整数。

[0083] 具体而言,如图5所示,第一行像素的第三扫描信号线复用为第二行像素的第一扫描信号线。这样一来,各有机发光像素驱动电路所需的第一扫描信号和第三扫描信号可以通过同一个移位寄存器620生成,从而进一步减小了有机发光显示面板中电路所占版图面积。

[0084] 本实施例的有机发光显示面板中的各有机发光像素驱动电路例如可以采用如图1C所示的时序来进行驱动。

[0085] 此外,由图1C所示的时序图可以看出,在每个像素单元对应的有机发光像素驱动电路中的发光控制信号线上施加的控制信号可以由第三扫描信号线施加的控制信号反相得到。本实施例中的有机发光显示面板中生成第三扫描信号线上的信号的移位寄存器可以包括两个信号输出端,其中一个信号输出端与第三扫描信号线电连接,另一个信号输出端通过一反相模块与发光控制信号线电连接,此时可以得到如图1C所示的第三扫描信号和发光控制信号。因此,上述有机发光显示面板的驱动电路进一步减小了有机发光显示面板中电路所占版图面积。

[0086] 需要说明的是,如果有机发光显示面板中的各有机发光像素驱动电路如图2A或图2B所示,本实施例的有机发光显示面板中的各有机发光像素驱动电路例如可以采用如图2C所示的时序来进行驱动。同样地,由图2C可以看出,第一扫描信号线输出的信号与发光控制信号线输出的信号互为反相信号。本实施例中的有机发光显示面板中生成第一扫描信号线上的信号的移位寄存器也可以包括两个信号输出端,其中一个信号输出端与第一扫描信号线电连接,另一个信号输出端通过一反相模块与发光控制信号线电连接,此时可以得到如图2C所示的第一扫描信号和发光控制信号。因此,上述有机发光显示面板的驱动电路进一步减小了有机发光显示面板中电路所占版图面积。

[0087] 本领域技术人员应当理解,本申请中所涉及的发明范围,并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案,同时也应涵盖在不脱离所述发明构思的情况下,由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。例如上述特征与本申请中公开的(但不限于)具有类似功能的技术特征进行互相替换而形成的技术方案。

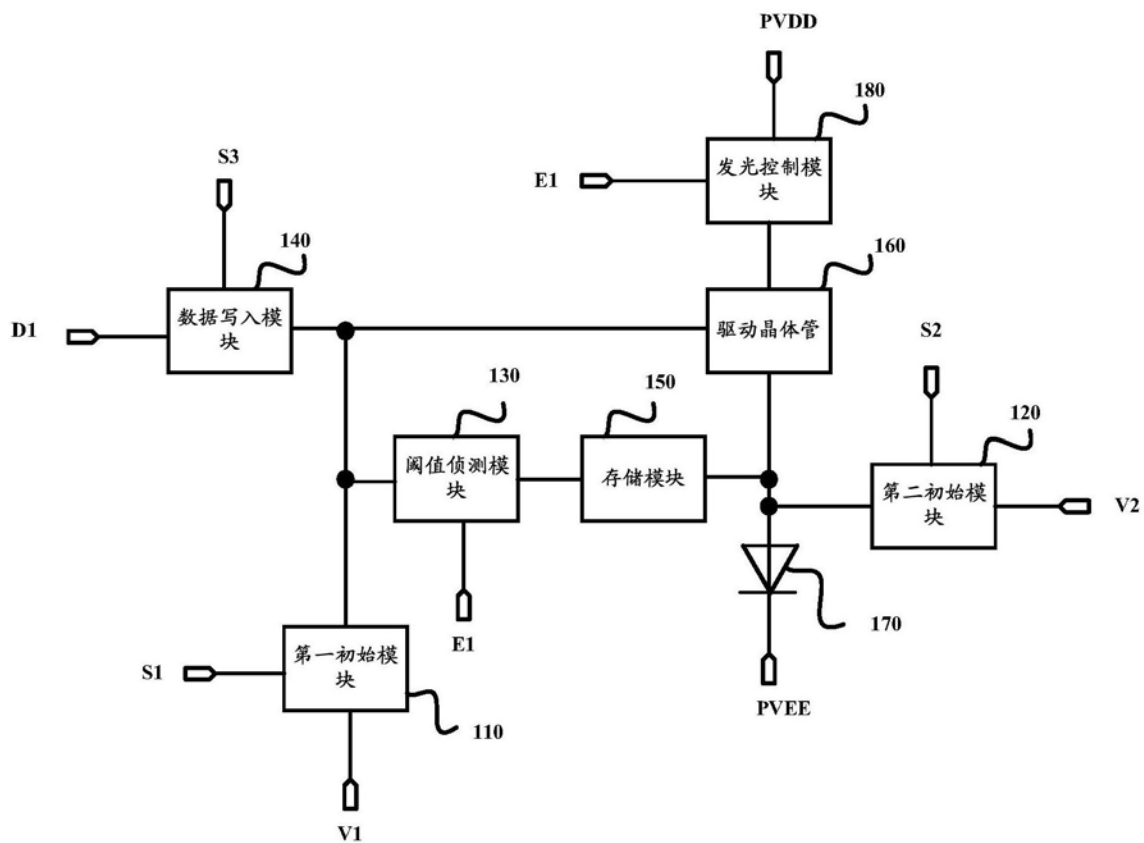


图1A

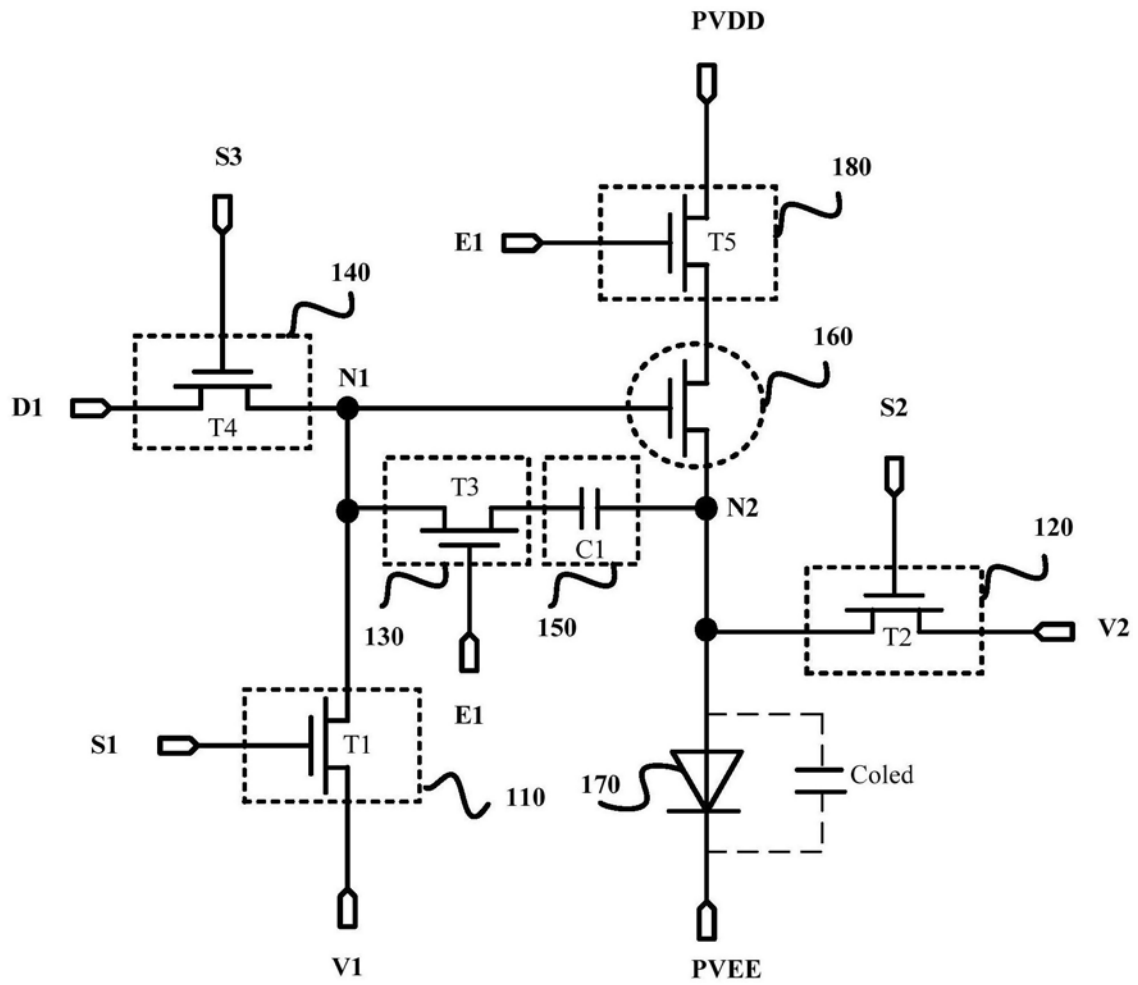


图1B

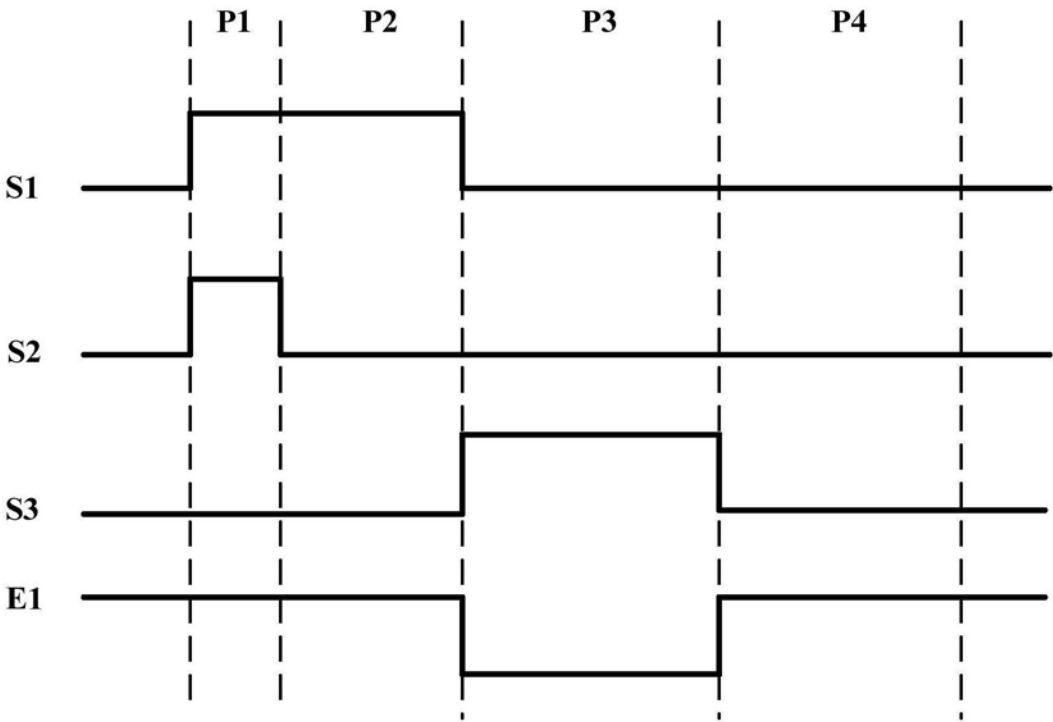


图1C

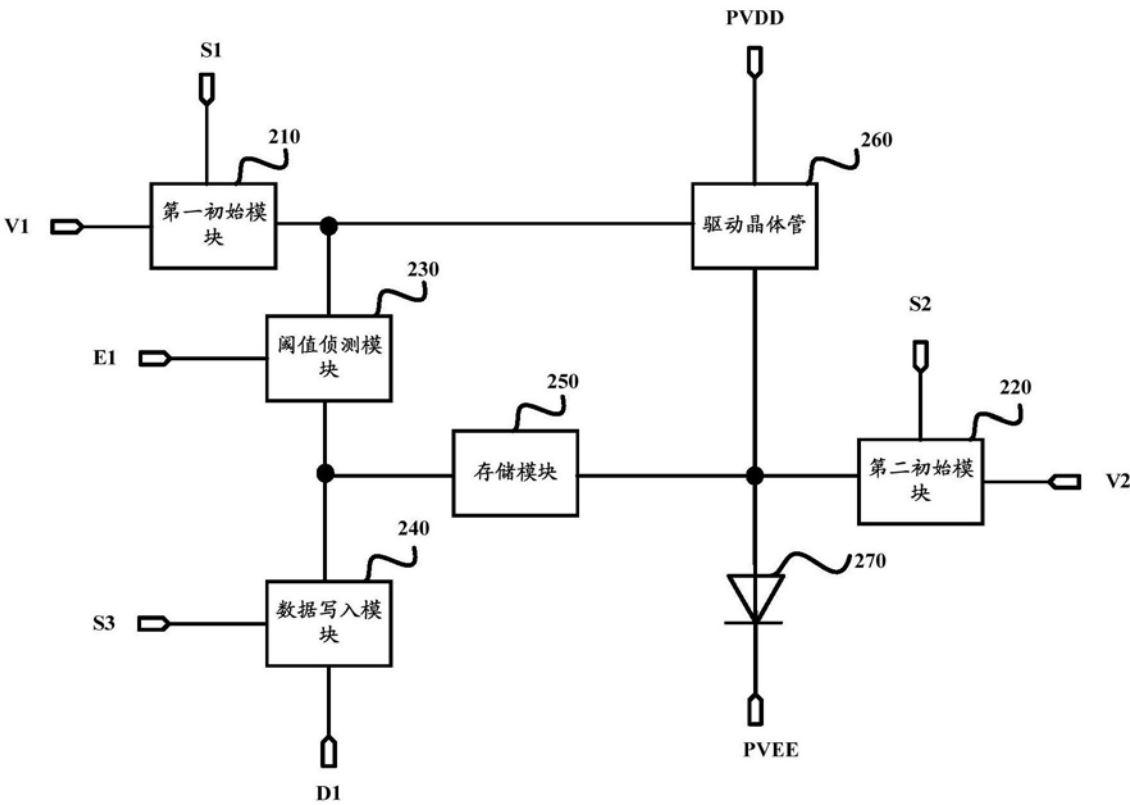


图2A

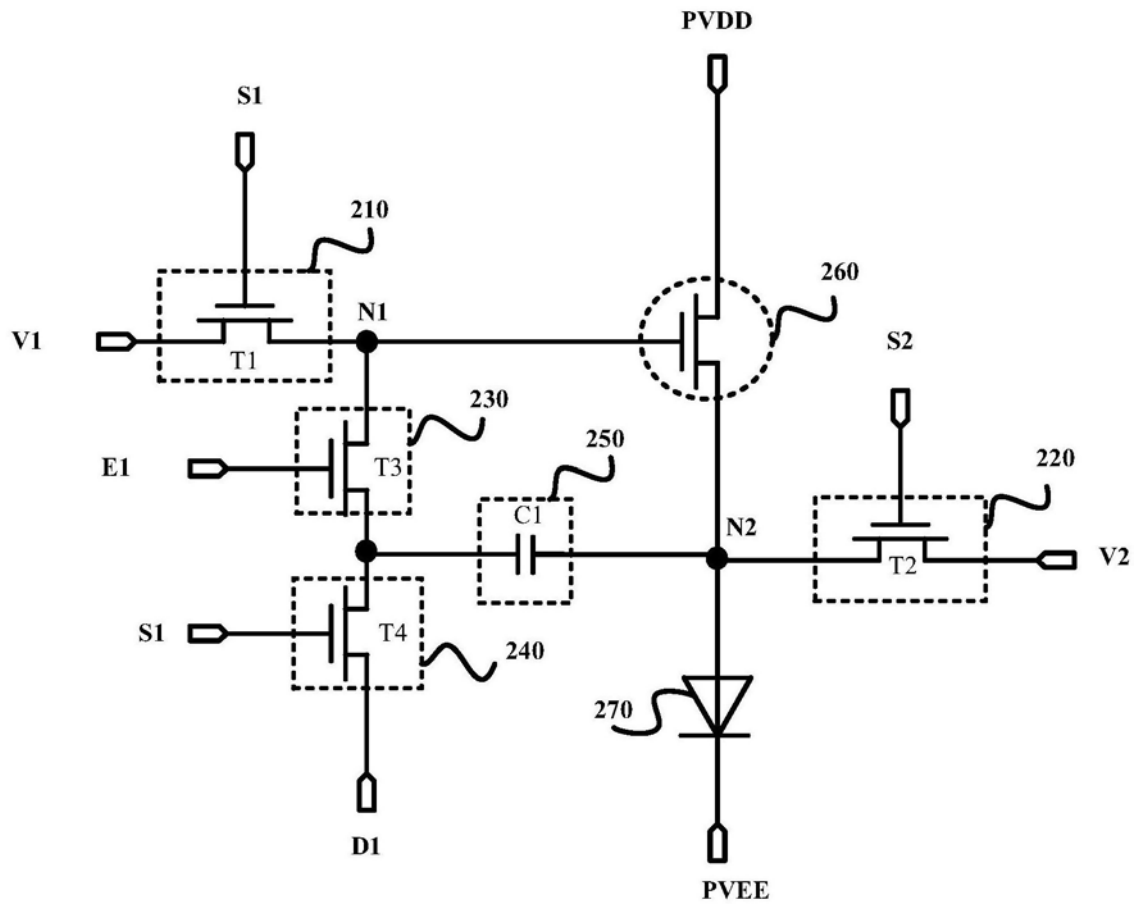


图2B

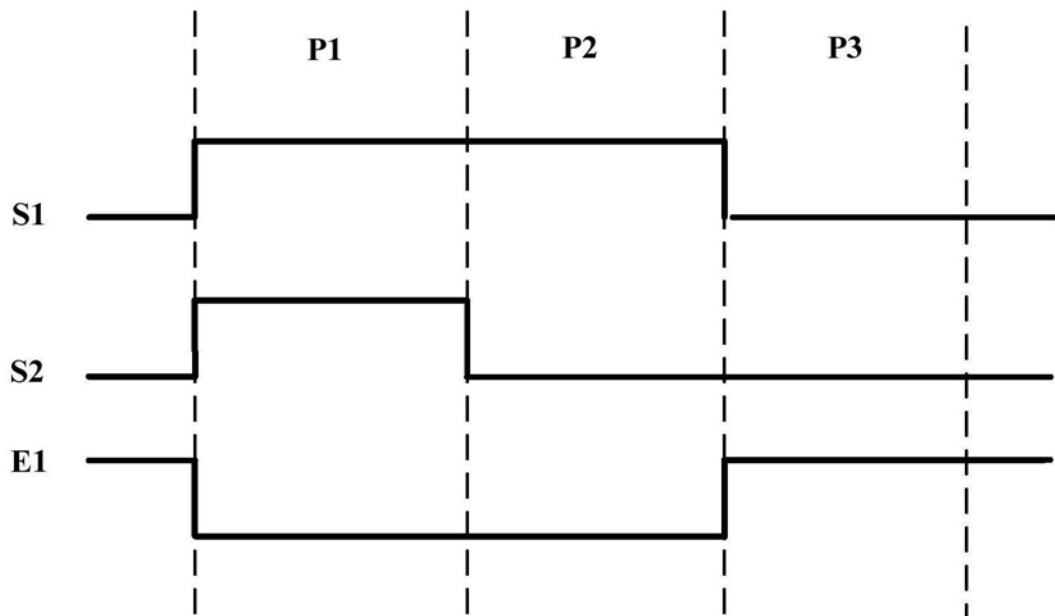


图2C

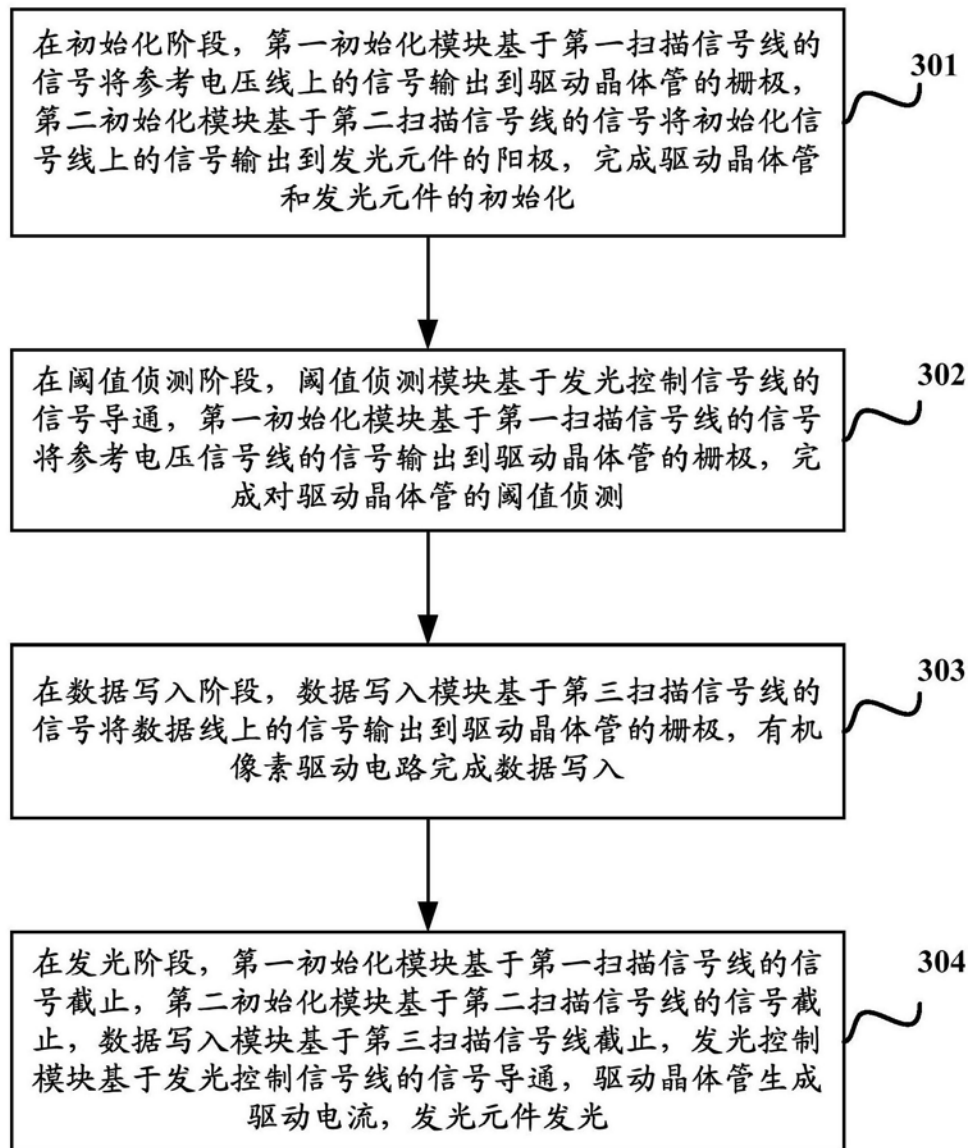


图3

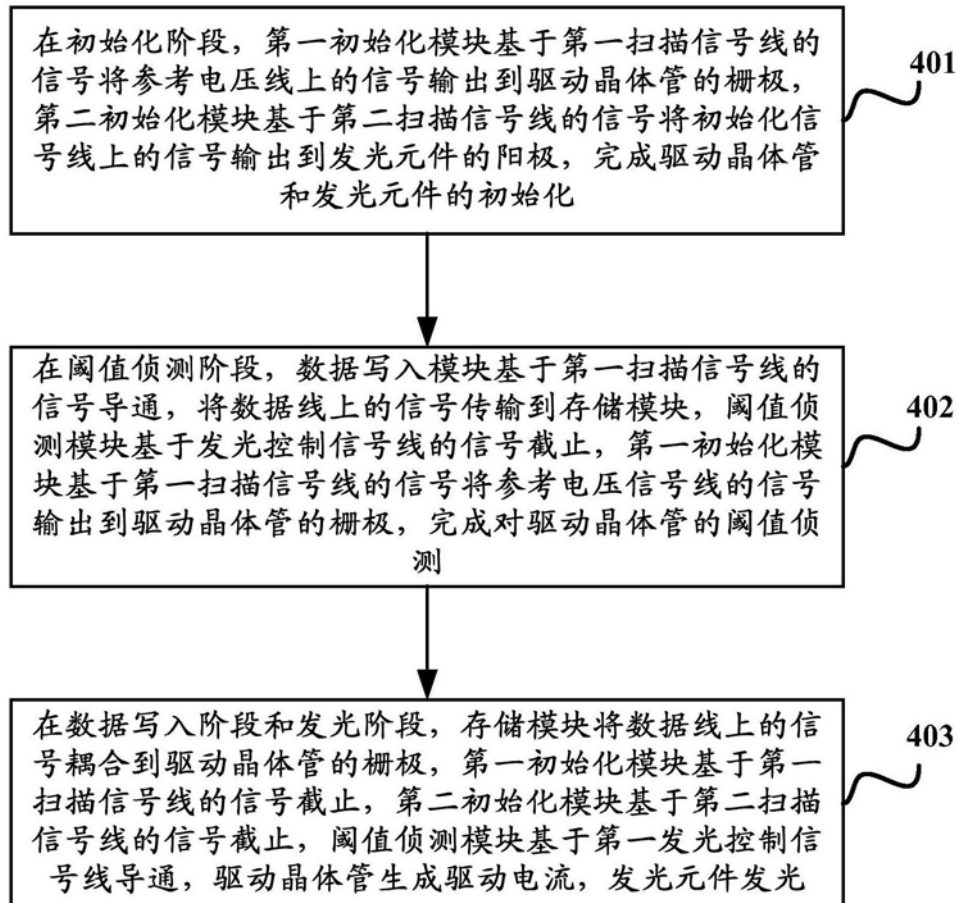


图4

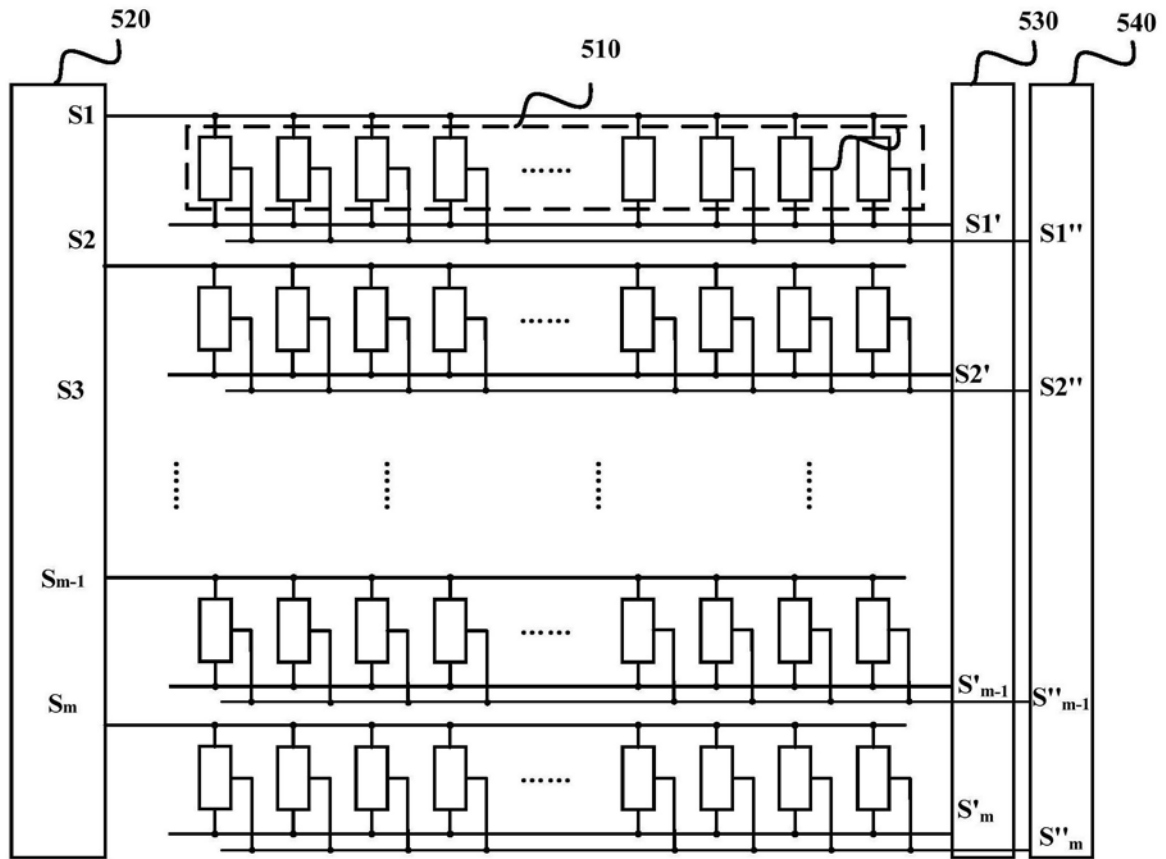


图5

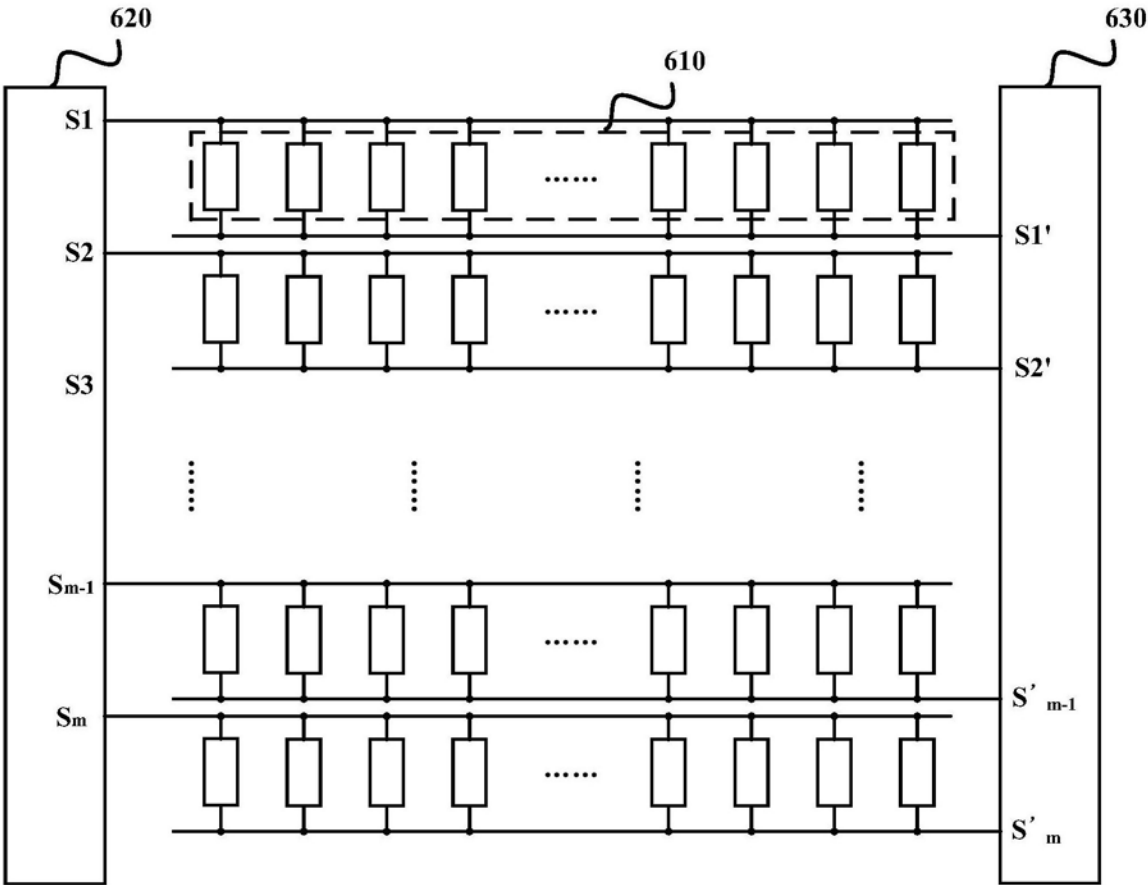


图6

