



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103594059 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 19

(21) 申请号 201310630148. 9

(22) 申请日 2013. 11. 29

(71) 申请人 中国科学院上海高等研究院

地址 201210 上海市浦东新区海科路 99 号

(72) 发明人 刘超 丁毅岭 方娜 田犁 汪宁

章琦 汪辉 封松林

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219

代理人 李仪萍

(51) Int. Cl.

G09G 3/32(2006. 01)

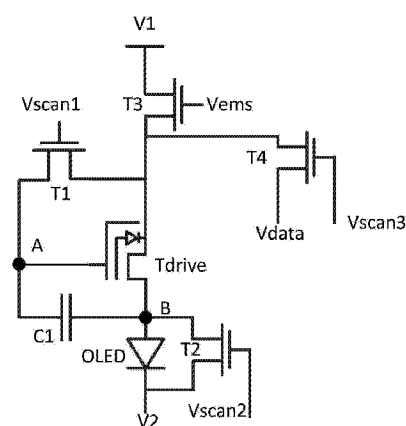
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法

(57) 摘要

本发明提供有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法,该驱动电路包括:第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、驱动晶体管、补偿电容和有机发光二极管,其中,所述驱动晶体管包括内嵌隧穿场效应管,通过该隧穿场效应管可以改变该驱动晶体管的阈值电压,进而改变驱动电流的大小,从而不仅补偿了各像素驱动晶体管阈值电压间的不均匀性,也减小了单个像素的面积,有利于开口率的提高。



1. 一种有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于,所述电路包括:第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、驱动晶体管、补偿电容和有机发光二极管,其中,

所述第一晶体管的栅极接第一扫描控制信号,第一电极与第三晶体管的第二电极、驱动晶体管的漏极和第四晶体管的第二电极相连,第二电极连接补偿电容的第一端和驱动晶体管的控制栅极;

所述第二晶体管的栅极接第二扫描控制信号,第一电极与有机发光二极管的第一极、补偿电容的第二端和驱动晶体管的源极相连,第二电极与有机发光二极管的第二极相连,并接第二电源电压信号;

所述第三晶体管的栅极接发光控制信号,第一电极接第一电源电压信号;

所述第四晶体管的栅极接第三扫描控制信号,第一电极接数据电压信号。

2. 根据权利要求1所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于,所述驱动晶体管除控制栅极、源极、漏极外,还包括半浮栅,且所述半浮栅的掺杂类型与源极、漏极相反;所述半浮栅与漏极掺杂区接触并形成一嵌入式二极管;所述控制栅极延伸至漏极掺杂区上方并覆盖其表面,所述半浮栅、漏极掺杂区及延伸至漏极掺杂区上方的控制栅极形成一嵌入式隧穿场效应晶体管。

3. 根据权利要求1所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于,所述第一晶体管为对称结构,其第一电极、第二电极可互换;所述第二、第三、第四晶体管为对称结构或非对称结构。

4. 根据权利要求3所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于:所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管选自多晶硅薄膜晶体管、非晶硅薄膜晶体管、氧化锌基薄膜晶体管和有机薄膜晶体管中的任意一者。

5. 根据权利要求3所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于:所述第一电极为漏极,第二电极为源极,所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管为N型,所述有机发光二极管的第一极为阳极。

6. 根据权利要求3所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于:所述第一电极为源极,第二电极为漏极,所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管为P型,所述有机发光二极管的第一极为阴极。

7. 一种有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,采用权利要求1~6中任意一项所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,其特征在于,该方法包括:

复位阶段:第二晶体管和第四晶体管导通,第一晶体管和第三晶体管关断,驱动晶体管通过第四晶体管进行放电;

预充电阶段:第一晶体管、第二晶体管和第三晶体管导通,第四晶体管关断,电源电压信号通过第一晶体管和第三晶体管对补偿电容进行充电;

阈值电压存储阶段:第一晶体管和第三晶体管导通,第二晶体管和第四晶体管关断,补偿电容通过驱动晶体管和第三晶体管放电,放电完成时,补偿电容两端的电压即为驱动晶体管的初始阈值电压;

电荷存储阶段:第二晶体管和第四晶体管导通,第一晶体管和第三晶体管关断,数据电压信号经第四晶体管作用于驱动晶体管的漏极,并以电荷形式存储至驱动晶体管的半浮栅

中,驱动晶体管的阈值电压变为第二阈值电压;

发光阶段:第一晶体管、第二晶体管和第四晶体管关断,第三晶体管导通,驱动晶体管驱动有机发光二极管发光。

8. 根据权利要求7所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,其特征在于:在复位阶段,驱动晶体管半浮栅和漏极之间的二极管正偏,通过第四晶体管对驱动晶体管的半浮栅进行放电。

9. 根据权利要求7所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,其特征在于:在预充电阶段,补偿电容充电后的两端电压高于驱动晶体管的初始阈值电压。

10. 根据权利要求7所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,其特征在于:在电荷存储阶段,驱动晶体管中的嵌入式隧穿场效应晶体管导通,数据电压信号经第四晶体管作用于驱动晶体管的漏极,并以电荷形式存储至驱动晶体管的半浮栅中,对驱动晶体管的半浮栅进行充电,充电完成后,驱动晶体管的阈值电压变为第二阈值电压。

11. 根据权利要求7所述的有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,其特征在于:在发光阶段,补偿电容两端的电压差为驱动晶体管的初始阈值电压并保持不变,有机发光二极管的发光亮度在一帧图像的时间内保持不变。

有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示驱动技术,特别是涉及有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法。

背景技术

[0002] 有源矩阵有机发光二极管(Active Matrix/Organic Light Emitting Diode, AMOLED)显示器是当今平板显示器研究领域的热点之一,与传统 OLED 相比,有源矩阵有机发光二极管具有低能耗、宽视角、响应快、对比度高等优点。

[0003] 有源矩阵有机发光二极管的像素中采用的薄膜晶体管主要分为氢化非晶硅薄膜晶体管(a-Si:H TFT)和低温多晶硅薄膜晶体管(LTPS TFT)两种,由于材料本身性质的差异,a-Si:H TFT的载流子迁移率要比LTPS TFT的要低。与采用LTPS TFT的像素相比,采用a-Si:H TFT的像素需要加大器件尺寸,并提高驱动电压,才能实现与LTPS TFT相同的驱动效果,但是,由此也会导致像素的开口率和器件寿命降低。因此,采用LTPS TFT的有源矩阵有机发光二极管器件具有明显的优势。

[0004] 由于实际制造工艺的偏差,像素内的驱动管TFT的阈值电压和载流子迁移率并不完全相同。若不采用补偿技术,像素驱动器件参数的差异将导致显示图像亮度不均匀,从而造成图像显示质量的下降。此外,随着工作时间的累积,器件将会老化,驱动TFT的阈值电压会增大,在相同的电压信号下,驱动TFT的驱动电流变小,从而影响图像的整体亮度。

[0005] 为了解决上述问题,人们提出了很多种补偿方案,作为现有技术中较为典型的补偿方案之一,申请号为201010522409.1、名称为“有源机电致发光显示器的像素驱动电路及其驱动方法”的中国专利提出了一种补偿作用的像素驱动电路,图1和图2分别为现有技术中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路结构示意图和相应的驱动时序示意图。如图1、图2所示,该方案中,有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路包括一个驱动晶体管T2,四个开关晶体管T1、T3、T4、T5,一个耦合电容C1,一个补偿电容C2和一个有机发光二极管OLED,第一晶体管T1控制耦合电容C1为驱动晶体管T2的栅极写入灰度数据电压Vdata,驱动晶体管T2用于驱动有机发光二极管OLED发光,第三晶体管T3通过第四晶体管T4提供充电通路,通过驱动晶体管T2提供放电通路,第四晶体管T4通过驱动晶体管T2控制有机发光二极管OLED发光,第五晶体管T5提供放电通路,避免有机发光二极管OLED在阈值电压存储阶段发光。

[0006] 该方案提供的像素驱动电路能够有效地解决有源矩阵有机发光二极管各个像素点驱动晶体管T2阈值电压的不均匀性,以及有机发光二极管OLED随着工作时间增加导致开启电压的退化。但是该像素结构较为复杂,不利于其开口率的提高,尤其是像素中的两个电容占据的面积较大,很大程度上限制了像素的小型化,不利于有源矩阵有机发光二极管显示器集成度的进一步提高。

发明内容

[0007] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法,用于解决现有技术中有源矩阵有机发光二极管像素驱动器件阈值电压不均匀,以及像素结构复杂,不利于其开口率提高的问题。

[0008] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,该驱动电路包括:第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、驱动晶体管、补偿电容和有机发光二极管,其中,

[0009] 所述第一晶体管的栅极接第一扫描控制信号,第一电极与第三晶体管的第二电极、驱动晶体管的漏极和第四晶体管的第二电极相连,第二电极连接补偿电容的第一端和驱动晶体管的控制栅极;

[0010] 所述第二晶体管的栅极接第二扫描控制信号,第一电极与有机发光二极管的第一极、补偿电容的第二端和驱动晶体管的源极相连,第二电极与有机发光二极管的第二极相连,并接第二电源电压信号;

[0011] 所述第三晶体管的栅极接发光控制信号,第一电极接第一电源电压信号;

[0012] 所述第四晶体管的栅极接第三扫描控制信号,第一电极接数据电压信号。

[0013] 优选地,所述第一晶体管为对称结构,其第一电极、第二电极可互换;所述第二、第三、第四晶体管为对称结构或非对称结构。

[0014] 进一步地,所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管选自多晶硅薄膜晶体管、非晶硅薄膜晶体管、氧化锌基薄膜晶体管和有机薄膜晶体管中的任意一者。

[0015] 优选地,所述第一电极为漏极,第二电极为源极,所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管为N型,所述有机发光二极管的第一极为阳极。

[0016] 优选地,所述第一电极为源极,第二电极为漏极,所述第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管为P型,所述有机发光二极管的第一极为阴极。

[0017] 优选地,所述驱动晶体管包括控制栅极、源极、漏极外,还包括半浮栅,且所述半浮栅的掺杂类型与源极、漏极相反;所述半浮栅与漏极掺杂区接触并形成一嵌入式二极管;所述控制栅极延伸至漏极掺杂区上方并覆盖其表面,所述半浮栅、漏极掺杂区及延伸至漏极掺杂区上方的控制栅极形成一嵌入式隧穿场效应晶体管。

[0018] 相应地,本发明还提供了一有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,采用上述有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路,该方法包括:

[0019] 复位阶段:第二晶体管和第四晶体管导通,第一晶体管和第三晶体管关断,驱动晶体管通过第四晶体管进行放电;

[0020] 预充电阶段:第一晶体管、第二晶体管和第三晶体管导通,第四晶体管关断,电源电压信号通过第一晶体管和第三晶体管对补偿电容进行充电;

[0021] 阈值电压存储阶段:第一晶体管和第三晶体管导通,第二晶体管和第四晶体管关断,补偿电容通过驱动晶体管和第三晶体管放电,放电完成时,补偿电容两端的电压即为驱动晶体管的初始阈值电压;

[0022] 电荷存储阶段:第二晶体管和第四晶体管导通,第一晶体管和第三晶体管关断,数据电压信号经第四晶体管作用于驱动晶体管的漏极,并以电荷形式存储至驱动晶体管的半浮栅中,驱动晶体管的阈值电压变为第二阈值电压;

[0023] 发光阶段:第一晶体管、第二晶体管和第四晶体管关断,第三晶体管导通,驱动晶

体管驱动有机发光二极管发光。

[0024] 优选地,在复位阶段,驱动晶体管的半浮栅和漏极之间的二极管正偏,通过第四晶体管对驱动晶体管的半浮栅进行放电;在预充电阶段,补偿电容充电后的两端电压高于驱动晶体管的初始阈值电压;在电荷存储阶段,驱动晶体管中的嵌入式隧穿场效应晶体管导通,数据电压信号经第四晶体管作用于驱动晶体管的漏极,并以电荷形式存储至驱动晶体管的半浮栅中,对驱动晶体管的半浮栅进行充电,充电完成后,驱动晶体管的阈值电压变为第二阈值电压;在发光阶段,补偿电容两端的电压差为驱动晶体管的初始阈值电压并保持不变,有机发光二极管的发光亮度在一帧图像的时间内保持不变。

[0025] 如上所述,本发明提供的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法,具有以下有益效果:

[0026] 首先,本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路中,采用具有一内嵌二极管/隧穿场效应晶体管的驱动晶体管,通过控制该驱动晶体管的控制栅极和漏极电压实现内嵌二极管/隧穿场效应晶体管偏置,使得电流从漏极流向半浮栅,电荷存储于驱动晶体管的半浮栅中,从而改变了驱动晶体管的阈值电压。由于本发明预先将初始阈值电压存入补偿电容并耦合到驱动晶体管上,有机发光二极管发光时,驱动电流 I_{drive} 仅与阈值电压变化量 ΔV_{th} 有关,而与驱动晶体管的初始阈值电压无关,从而避免了有源矩阵有机发光二极管显示器中各像素结构的驱动晶体管初始阈值电压不均匀性对有机发光二极管发光带来的影响,使显示图像亮度的均匀性得到提高,有源矩阵有机发光二极管显示效果得到改善。

[0027] 其次,与现有技术中各像素驱动电路结构相比,本发明提供的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及驱动方法中,均仅采用单个电容补偿各像素驱动晶体管阈值电压间的不均匀性,提高显示器显示的均匀度,从而进一步提高有源矩阵有机发光二极管显示器的显示效果。与此同时,与现有技术相比,本发明提供的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及驱动方法中,仅包括一个电容结构,以驱动晶体管同时实现驱动和信号存储功能,减少了驱动电路中所需的电容数量,进一步减小了像素面积,极大的简化了像素结构,同时有利于其开口率的提高,能够实现高集成度的像素结构。

附图说明

[0028] 图 1 显示为现有技术中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路结构示意图。

[0029] 图 2 显示为现有技术中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路的驱动时序示意图。

[0030] 图 3 显示为本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路结构示意图。

[0031] 图 4 显示为本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路的驱动晶体管结构示意图。

[0032] 图 5 显示为本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路的驱动晶体管中栅电容分布示意图。

[0033] 图 6 显示为本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路的驱动时序示意图。

[0034] 元件标号说明

[0035] V_{scan1} 第一扫描控制信号

[0036] V_{scan2} 第二扫描控制信号

[0037]	V_{scan3}	第三扫描控制信号
[0038]	V_{ems}	发光控制信号
[0039]	V_2	第二电源电压信号
[0040]	V_1	第一电源电压信号
[0041]	T1	第一晶体管
[0042]	T2	第二晶体管
[0043]	T3	第三晶体管
[0044]	T4	第四晶体管
[0045]	T_{drive}	驱动晶体管
[0046]	C1	补偿电容
[0047]	1	控制栅
[0048]	2	半浮栅
[0049]	3	源极掺杂区
[0050]	4	衬底
[0051]	5	漏极掺杂区
[0052]	6	隧穿场效应晶体管
[0053]	7	扩散区
[0054]	8	二极管
[0055]	9	重掺杂区

具体实施方式

[0056] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0057] 现有技术中补偿各个像素点驱动晶体管阈值电压的不均匀性,大都采用多个电容与晶体管相结合的方式,或者虽然电容数量较少,但晶体管数量较多,造成像素结构复杂,降低了像素的开口率,影响了显像质量。本发明的像素驱动电路不仅能有效地补偿各个像素点驱动晶体管阈值电压的不均匀性,而且将具有内嵌隧穿场效应管的驱动晶体管和单个电容及少量的晶体管配合使用,大大简化了像素的结构。

[0058] 请参阅图 3 本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路结构示意图。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图示中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。以下将结合图 3 说明有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路结构。

[0059] 该有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路包括: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 T_{drive} 、补偿电容 C1 和有机发光二极管 OLED,其中:

[0060] 所述第一晶体管 T1 的栅极接第一扫描控制信号 V_{scan1} ,第一电极与第三晶体管 T3

的第二电极、驱动晶体管 T_{drive} 的漏极和第四晶体管 $T4$ 的第二电极相连,第二电极连接补偿电容 $C1$ 的第一端 A 和驱动晶体管 T_{drive} 的控制栅极;所述第一晶体管 $T1$ 与第三晶体管 $T3$ 协同作用控制补偿电容 $C1$ 第一端 A 的充放电通路;

[0061] 所述第二晶体管 $T2$ 的栅极接第二扫描控制信号 V_{scan2} ,第二电极接有机发光二极管 OLED 的第二极,并接第二电源电压信号 V_2 ,第一电极与有机发光二极管 OLED 的第一极、补偿电容 $C1$ 的第二端 B 和驱动晶体管 T_{drive} 的第二电极相连,所述第二晶体管 $T2$ 为补偿电容 $C1$ 的第二端 B 提供充放电通路,以及避免有机发光二极管 OLED 在发光阶段之外的其他阶段发光;

[0062] 所述第三晶体管 $T3$ 的栅极接发光控制信号 V_{ems} ,第一电极接第一电源电压信号 V_1 ,所述第三晶体管 $T3$ 管通过第一晶体管 $T1$ 控制补偿电容 $C1$ 的充放电通路,并通过驱动晶体管 T_{drive} 控制有机发光二极管 OLED 发光。

[0063] 所述第四晶体管 $T4$ 的栅极接第三扫描控制信号 V_{scan3} ,第一电极接数据电压信号 V_{data} ,所述第四晶体管 $T4$ 用作对驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅充放电的通路。

[0064] 所述驱动晶体管 T_{drive} 用于驱动有机发光二极管 OLED 发光,所述补偿电容 $C1$ 用于保存驱动晶体管 T_{drive} 的初始阈值电压 V_{th} 。

[0065] 需要说明的是,所述第一晶体管 $T1$ 为对称结构,其第一电极、第二电极可互换,在驱动电路工作过程中,可根据电路工作需要及电流走向,任意定义其第一电极、第二电极;所述第二、第三、第四晶体管 $T2/T3/T4$ 为对称结构或非对称结构,一般而言,在驱动电路工作过程中,其第一电极、第二电极不发生变化。

[0066] 本具体实施方式中,各个晶体管源极和漏极的连接关系可做适当变换,例如所述第一电极为漏极,第二电极为源极;或者第一电极为源极,第二电极为漏极。当所述第一电极为漏极,第二电极为源极时,所述第一晶体管 $T1$ 、第二晶体管 $T2$ 、第三晶体管 $T3$ 和第四晶体管 $T4$ 为 N 型,所述有机发光二极管 OLED 的第一极为阳极;当所述第一电极为源极,第二电极为漏极时,所述第一晶体管 $T1$ 、第二晶体管 $T2$ 、第三晶体管 $T3$ 和第四晶体管 $T4$ 为 P 型,所述有机发光二极管 OLED 的第一极为阴极。

[0067] 本具体实施方式中,所述第一晶体管 $T1$ 、第二晶体管 $T2$ 、第三晶体管 $T3$ 和第四晶体管 $T4$ 选自多晶硅薄膜晶体管、非晶硅薄膜晶体管、氧化锌基薄膜晶体管和有机薄膜晶体管中的任意一者。

[0068] 本具体实施方式中,所述驱动晶体管 T_{drive} 包括控制栅极 1、源极掺杂区 3、漏极掺杂区 5 外,还包括半浮栅 2,且所述半浮栅 2 的掺杂类型与源极掺杂区 3、漏极掺杂区 5 相反;所述半浮栅 2 与漏极掺杂区 5 接触并形成一嵌入式二极管;所述控制栅极 1 延伸至漏极掺杂区 5 上方并覆盖其表面,所述半浮栅 2、漏极掺杂区 5 及延伸至漏极掺杂区 5 上方的控制栅极 1 形成一嵌入式隧穿场效应晶体管。

[0069] 需要说明的是,本发明的驱动晶体管 T_{drive} 可以通过控制其控制栅极和漏极电压实现自身阈值电压的改变,将该驱动晶体管 T_{drive} 和单个补偿电容 $C1$ 配合使用,不仅补偿了各个像素点驱动晶体管 T_{drive} 阈值电压的不均匀性,而且简化了驱动电路结构。下面以普通 MOS 晶体管为比较对象说明本发明驱动晶体管 T_{drive} 阈值电压的调控原理:

[0070] 普通 MOS 晶体管沟道的导电性是受栅电压调控的,当栅极电压超过阈值电压时,栅下的半导体表面就会反型(n 型半导体变为 p 型半导体或者相反),感生出导电电荷。栅

电压越大,沟道中的积累的导电电荷数量就越多。

[0071] 图4为本发明有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路中驱动晶体管结构示意图。

[0072] 如图4所示,所述驱动晶体管 T_{drive} 包括控制栅极1、半浮栅2、源极掺杂区3、衬底4、漏极掺杂区5。作为较佳实施方式,驱动晶体管 T_{drive} 结构置于P型衬底4或P型阱区内,其源极掺杂区3、漏极掺杂区5均为N型掺杂,其半浮栅2为P型掺杂的多晶硅结构。需要指出的是,半浮栅2部分位于沟道上方并与衬底4隔离,部分与漏极掺杂区5接触,并在半浮栅2与漏极掺杂区5接触的区域形成一较浅的P型扩散区7,该P型扩散区位于漏极掺杂区5内靠近衬底4表面并与半浮栅2接触的区域,该P型掺杂的半浮栅2及P型扩散区7与N型掺杂的漏极掺杂区5即形成一PN结二极管8。除此之外,控制栅极1通过栅氧化层覆盖半浮栅2表面及位于漏极掺杂区2一侧的侧壁,部分延伸至漏极掺杂区5上方并覆盖其表面,该部分与P型掺杂的半浮栅2/P型扩散区7和漏极掺杂区5引出漏电极的N型重掺杂区9形成一内嵌的隧穿场效应晶体管6。需要说明的是,在部分半浮栅2与衬底4之间、控制栅极1与半浮栅2及衬底4之间均间隔设置有栅氧化层或其他类似的绝缘结构,此为技术领域技术人员所熟知的惯用技术,在此不作赘述。

[0073] 图5为本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路的驱动晶体管中栅电容分布示意图。

[0074] 如图5所示,驱动晶体管 T_{drive} 可以看作在普通晶体管的栅电容介质中插入了一个电极(即半浮栅2),这样就把原来的栅电容分割成了两个电容 C_{g1} 和 C_{g2} 的串联。通过在半浮栅2上注入电荷可以改变驱动晶体管 T_{drive} 的阈值电压,调控沟道的导电性。它的调控阈值电压的原理可以理解为:驱动晶体管 T_{drive} 具有初始阈值电压 V_{th} ,当驱动晶体管 T_{drive} 开始工作时,在半浮栅2上注入的电荷会通过半浮栅2与晶体管沟道之间的栅电容 C_{g2} 在晶体管沟道一侧感应出沟道电荷,半浮栅2上的正电荷越多,沟道中感应的负电荷也越多,N型沟道的导电性越强。这种效果等效到控制栅极1,与半浮栅2充电之前相比,控制栅极1只需加较小的栅电压就可以在沟道中感应出等量的沟道电荷,达到相同的导电效果,这样在形式上驱动晶体管 T_{drive} 的阈值电压就降低了。

[0075] 本具体实施方式还提供一有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法,采用上述有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路实现。请参阅图6本发明中有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路的驱动时序示意图。

[0076] 需要说明的是,在该实施例中,第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3和第四晶体管T4均为N型,定义第一晶体管T1、第二晶体管T2、第三晶体管T3、第四晶体管T4的第一电极为漏极,第二电极为源极,有机发光二极管OLED的第一极为阳极,第二极为阴极。在该实施例中,有机发光二极管的阴极和第二晶体管的第二电极接第二电源电压信号 V_2 ,优选地,第二电源电压信号 V_2 为公共接地电压,或衬底电压。

[0077] 所述电路的驱动方法包括复位阶段、预充电阶段、阈值电压存储阶段、电荷存储阶段和发光阶段。需要说明的是,在复位阶段,驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅2和漏极之间的PN结二极管8正偏,通过第四晶体管T4进行放电;在预充电阶段,补偿电容C1充电后的两端电压高于驱动晶体管 T_{drive} 的初始阈值电压 V_{th} ;在电荷存储阶段,驱动晶体管 T_{drive} 中的嵌入式隧穿场效应晶体管6导通,数据电压信号 V_{data} 经第四晶体管T4作用于驱动晶体管 T_{drive} 的漏极,并以电荷形式存储至驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅2中,对驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅

2 进行充电,充电完成后,驱动晶体管 T_{drive} 的阈值电压变为第二阈值电压 V_{th}' ;在发光阶段,补偿电容 C1 两端的电压差为驱动晶体管的初始阈值电压 V_{th} 并保持不变,有机发光二极管 OLED 的发光亮度在一帧图像的时间内保持不变。

[0078] 还需要说明的是,第一晶体管 T1、第二晶体管 T2、第三晶体管 T3 和第四晶体管 T4 均工作在线性区,驱动晶体管 T_{drive} 工作在线性区或饱和区。

[0079] 优选地,第一晶体管 T1、第二晶体管 T2、第三晶体管 T3 和第四晶体管 T4 均为 N 型,第一电极为漏极,第二电极为源极。在以下描述中,均以此为基础进一步详述本具体实施方式提供的有源矩阵有机发光二极管像素驱动方法每个阶段的驱动过程:

[0080] 复位阶段:第二晶体管 T2 和第四晶体管 T4 导通,第一晶体管 T1 和第三晶体管 T3 关断,驱动晶体管 T_{drive} 通过第四晶体管 T4 进行放电。

[0081] 在该阶段中,第一扫描控制信号 V_{scan1} 和发光控制信号 V_{ems} 置于低电平,第二扫描控制信号 V_{scan2} 和第三扫描控制信号 V_{scan3} 置于高电平,第二晶体管 T2 和第四晶体管 T4 导通,第一晶体管 T1 和第三晶体管 T3 关断,第二晶体管 T2 导通使得有机发光二极管 OLED 阳极和阴极短接,避免有机发光二极管 OLED 在此阶段发光。数据电压 V_{data} 为一个较低的电平,优选地,电压范围为 $-1V \sim -6V$,第二电源电压信号 V_2 为 0,数据电压 V_{data} 通过第四晶体管 T4 到达驱动晶体管 T_{drive} 的漏极,第二电源电压信号 V_2 通过第二晶体管 T2 到达驱动晶体管 T_{drive} 的源极,并经补偿电容 C1 的耦合作用到驱动晶体管 T_{drive} 的控制栅极,此时驱动晶体管 T_{drive} 的控制栅极电压为 V_2 ,漏极电压为 V_{data} ,控制栅极电压高于漏极电压,驱动晶体管 T_{drive} 中半浮栅和漏极之间的 PN 结二极管正偏,驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅通过第四晶体管 T4 放电。

[0082] 预充电阶段:第一晶体管 T1、第二晶体管 T2 和第三晶体管 T3 导通,第四晶体管 T4 关断,第一电源电压信号 V_1 通过第一晶体管 T1 和第三晶体管 T3 对补偿电容 C1 进行充电。

[0083] 在该阶段中,第一扫描控制信号 V_{scan1} 、第二扫描控制信号 V_{scan2} 和发光控制信号 V_{ems} 置于高电平,第三扫描控制信号 V_{scan3} 置于低电平,第一晶体管 T1、第二晶体管 T2 和第三晶体管 T3 导通,第四晶体管 T4 关断,数据电压 V_{data} 无信号输入,第二晶体管 T2 导通使得有机发光二极管 OLED 阳极和阴极短接,避免有机发光二极管 OLED 在此阶段发光。优选地,该阶段中,第一电源电压 V_1 为正电压值,并通过第三晶体管 T3 和第一晶体管 T1 作用到补偿电容 C1 的第一端 A,第二电源电压 V_2 经第二晶体管 T2 作用到补偿电容 C1 的第二端 B,驱动晶体管 T_{drive} 在补偿电容 C1 第一端 A、第二端 B 的两端电压还未充到足够大的值时,处于关断状态,随着充电的进行,补偿电容 C1 第一端 A 电压增大,补偿电容 C1 第一端 A、第二端 B 两端电压超过驱动晶体管 T_{drive} 的初始阈值电压 V_{th} ,驱动晶体管 T_{drive} 导通,补偿电容 C1 的第一端 A 通过第一晶体管 T1 和第三晶体管 T3 进行充电,最终的补偿电容 C1 两端的电压高于驱动晶体管 T_{drive} 的初始阈值电压 V_{th} 。

[0084] 阈值电压存储阶段:第一晶体管 T1 和第二晶体管 T2 导通,第三晶体管 T3 和第四晶体管 T4 关断,补偿电容 C1 通过驱动晶体管 T_{drive} 和第二晶体管 T2 放电,直至补偿电容 C1 两端的电压为驱动晶体管 T 的初始阈值电压 V_{th} 。

[0085] 在该阶段中,第一扫描控制信号 V_{scan1} 和第二扫描控制信号 V_{scan2} 仍为高电平,第三扫描控制信号 V_{scan3} 和发光控制信号 V_{ems} 置于低电平,第一晶体管 T1 和第二晶体管 T2 导通,第三晶体管 T3 和第四晶体管 T4 关断,数据电压 V_{data} 无信号输入,驱动晶体管 T_{drive} 的控制

栅极电压与漏极电压相同,第二电源电压信号 V_2 经第二晶体管 T2 作用到补偿电容 C1 的第二端 B,驱动晶体管 T_{drive} 的控制栅极与源极之间的电压差等于补偿电容 C1 第一端 A 和第二端 B 之间的电压差,补偿电容 C1 的第一端 A 电压高于第二端 B 电压,驱动晶体管 T_{drive} 仍然导通,补偿电容 C1 通过第二晶体管 T2 放电,最终补偿电容 C1 两端的电压为驱动晶体管 T 的初始阈值电压 V_{th} 。

[0086] 电荷存储阶段:第二晶体管 T2 和第四晶体管 T4 导通,第一晶体管 T1 和第三晶体管 T3 关断,数据电压信号 V_{data} 经第四晶体管 T4 作用于驱动晶体管 T_{drive} 的漏极,并以电荷形式存储至驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅中,驱动晶体管 T_{drive} 的阈值电压变为第二阈值电压 V_{th}' 。

[0087] 在该阶段中,第一扫描控制信号 V_{scan1} 和发光控制信号 V_{ems} 置于低电平,第二扫描控制信号 V_{scan2} 和第三扫描控制信号 V_{scan3} 置于高电平,第二晶体管 T2 和第四晶体管 T4 导通,带有显示信息的数据电压信号 V_{data} 经第四晶体管 T4 到达驱动晶体管 T_{drive} 的漏极,第二电源电压信号 V_2 经第二晶体管 T2 到达驱动晶体管 T_{drive} 的源极,即补偿电容 C1 的第二端 B,并经补偿电容 C1 的耦合作用到驱动晶体管 T_{drive} 的控制栅极,即补偿电容 C1 的第一端 A。优选地,数据电压信号 V_{data} 的电压范围为 1V 到 6V,与此同时,该阶段中,与之前的阶段相比,第二电源电压信号 V_2 的电压值降低,电压范围为 0V 到 -6V,此时驱动晶体管 T_{drive} 的漏极偏置,电子从 p 沟道的价带隧穿至导带,驱动晶体管 T 中嵌入的隧穿场效应晶体管开启,电流从漏极流向半浮栅,对驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅进行充电,将电荷存储于驱动晶体管 T_{drive} 的半浮栅中,隧穿场效应晶体管的电流提高了半浮栅的电势,使得驱动晶体管 T_{drive} 的阈值电压降低,变为第二阈值电压 V_{th}' ,与初始阈值电压 V_{th} 相比,变化量为 ΔV_{th} 。

[0088] 发光阶段:第一晶体管 T1、第二晶体管 T2 和第四晶体管 T4 关断,第三晶体管 T3 导通,驱动晶体管 T_{drive} 驱动有机发光二极管 OLED 发光。

[0089] 在该阶段中,第一扫描控制信号 V_{scan1} 第二扫描控制信号 V_{scan2} 和第三扫描控制信号 V_{scan3} 置于低电平,发光控制信号 V_{ems} 置于高电平,第一晶体管 T1、第二晶体管 T2 和第四晶体管 T4 关断,第三晶体管 T3 导通,数据电压信号 V_{data} 无信号输入,第二电源电压信号 V_2 恢复为复位阶段、预充电阶段及阈值电压存储阶段的电压值,优选为 0 或衬底电压;第一电源电压 V_1 为正值,并经第三晶体管 T3 到达驱动晶体管 T_{drive} 的漏极,驱动晶体管 T_{drive} 控制栅极与源极之间的电压差即为补偿电容 C1 第一端 A 和第二端 B 之间的电压差,均为驱动晶体管 T_{drive} 的初始阈值电压 V_{th} ,驱动晶体管 T_{drive} 导通,驱动有机发光二极管 OLED 发光,驱动

晶体管 T_{drive} 工作在饱和区,驱动电流的大小为 $I_{Tdrive} = \frac{1}{2} \mu \frac{W}{L} (V_{th} - V_{th}')^2 = \frac{1}{2} \mu \frac{W}{L} \Delta V_{th}^2$,

[0090] 其中, μ 为载流子迁移率, W/L 为沟道长宽比, ΔV_{th} 为阈值电压变化量, I_{drive} 为驱动电流。

[0091] 在不考虑沟道长宽比 W/L 和载流子迁移率 μ 影响的情况下,驱动电流 I_{drive} 仅与驱动晶体管 T_{drive} 阈值电压变化量 ΔV_{th} 有关,阈值电压变化量 ΔV_{th} 不变,因此驱动电流恒定,有机发光二极管 OLED 的亮度在一帧图像的时间内保持不变。同时,由于驱动电流 I_{drive} 仅与阈值电压变化量 ΔV_{th} 有关,从而可以补偿由于工艺因素造成的不同像素驱动晶体管初始阈值电压之间的差异,使得显示图像亮度的均匀性提高。

[0092] 需要说明的是,在上述驱动方法中,在发光阶段,第一晶体管 T1 的第一电极为源

极,第二电极为漏极;在其他阶段,第一晶体管的第一电极为漏极,第二电极为源极。因此,第一晶体管 T1 为对称结构,在工作过程中,其源极、漏极可互换,并不影响驱动电路整体工作。

[0093] 作为可选实施方式,当第一晶体管 T1、第二晶体管 T2、第三晶体管 T3 和第四晶体管 T4 均为 P 型晶体管时,驱动时序相应地变成适用于 P 型晶体管导通或关断的电平。综上所述,本发明的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法,具有以下有益效果:

[0094] 首先,本发明中有源矩阵有机发光二极管像素单元采用具有一内嵌二极管/隧穿场效应晶体管的驱动晶体管,通过控制该驱动晶体管的控制栅极和漏极电压实现内嵌二极管/隧穿场效应晶体管偏置,使得电流从漏极流向半浮栅,电荷存储于驱动晶体管的半浮栅中,从而改变了驱动晶体管的阈值电压。由于本发明预先将初始阈值电压存入补偿电容并耦合到驱动晶体管上,有机发光二极管 OLED 发光时,驱动电流 I_{drive} 仅与驱动晶体管 T_{drive} 的阈值电压变化量 ΔV_{th} 有关,而与驱动晶体管 T_{drive} 的初始阈值电压 V_{th} 无关,从而补偿了各像素结构的驱动晶体管初始阈值电压不均匀性对有机发光二极管 OLED 发光带来的影响,使显示图像亮度的均匀性得到提高,有源矩阵有机发光二极管显示效果得到改善。

[0095] 其次,与传统的像素驱动电路结构相比,本发明采用单个电容补偿各像素驱动晶体管阈值电压间的不均匀性,提高显示器显示的均匀度,从而进一步提高有源矩阵有机发光二极管显示器的显示效果。与此同时,与现有技术相比,本发明提供的有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及驱动方法中,仅包括一个电容结构,以驱动晶体管同时实现驱动和信号存储功能,减少了驱动电路中所需的电容数量,进一步减小了像素面积,极大的简化了像素结构,同时有利于其开口率的提高,能够实现高集成度的像素结构。

[0096] 所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0097] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

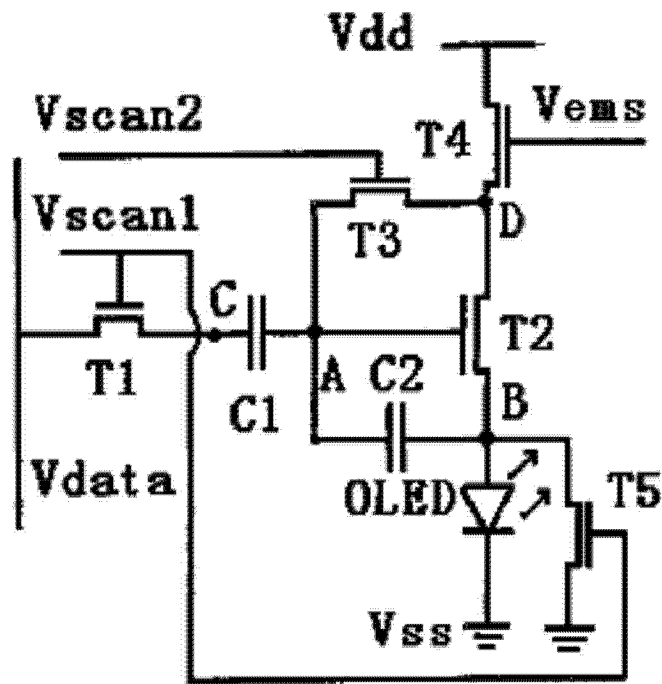


图 1

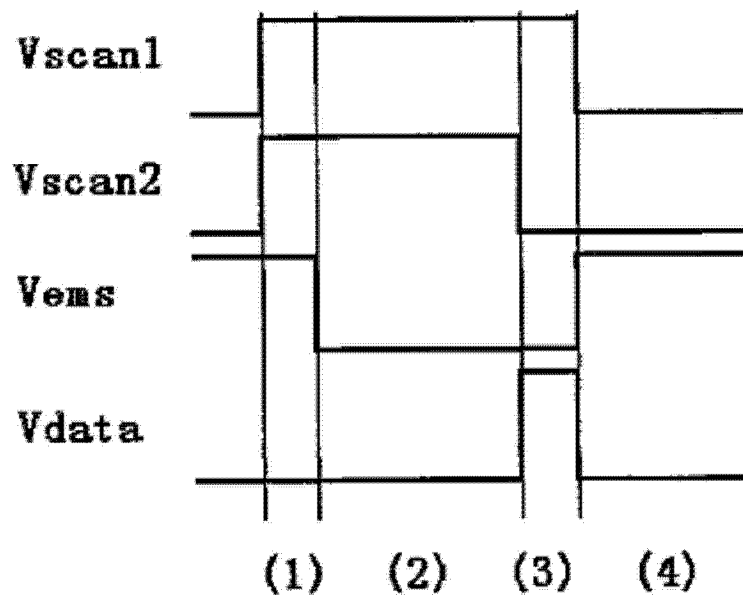


图 2

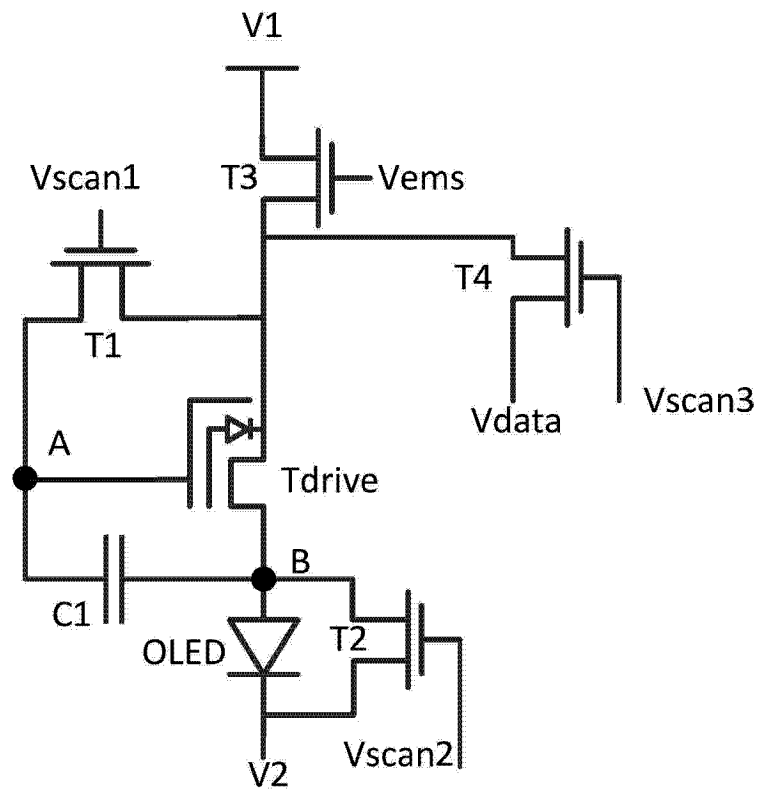


图 3

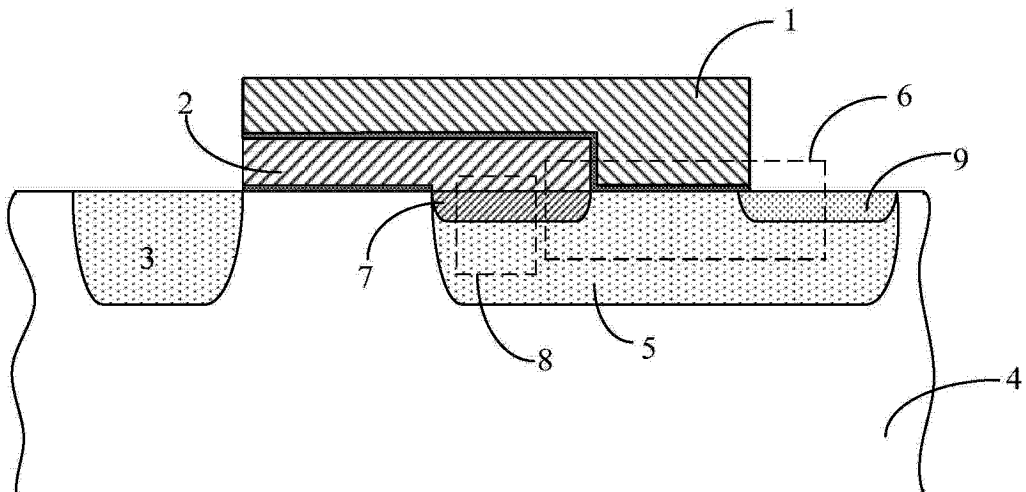


图 4

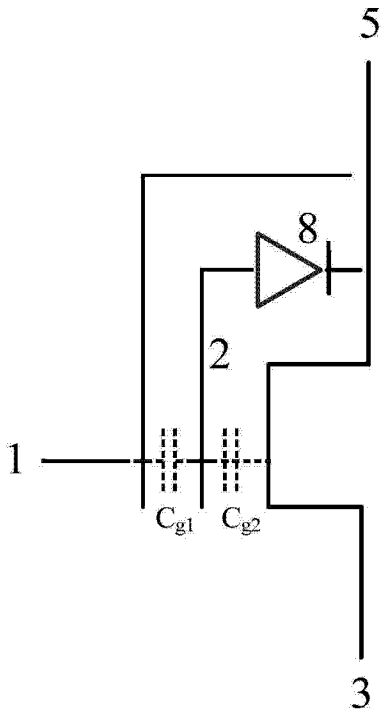


图 5

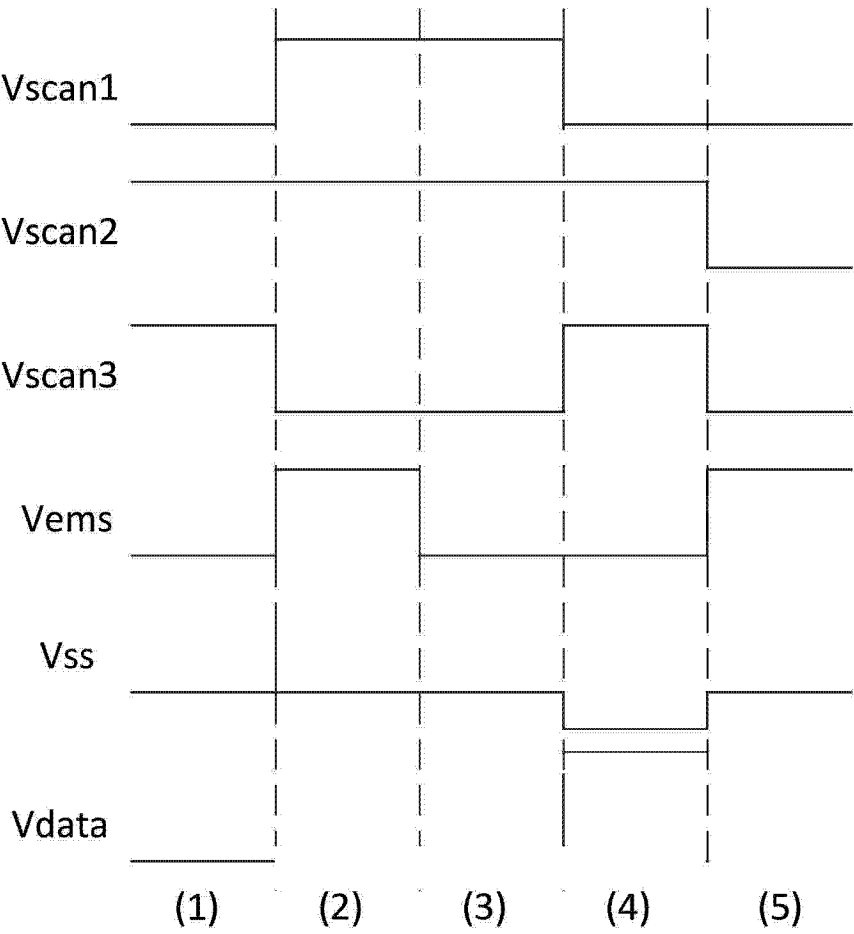


图 6

专利名称(译)	有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法		
公开(公告)号	CN103594059A	公开(公告)日	2014-02-19
申请号	CN201310630148.9	申请日	2013-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院上海高等研究院		
申请(专利权)人(译)	中国科学院上海高等研究院		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院上海高等研究院		
[标]发明人	刘超 丁毅岭 方娜 田犁 汪宁 章琦 汪辉 封松林		
发明人	刘超 丁毅岭 方娜 田犁 汪宁 章琦 汪辉 封松林		
IPC分类号	G09G3/32 G09G3/3233 G09G3/3291		
其他公开文献	CN103594059B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供有源矩阵有机发光二极管像素驱动电路及其驱动方法，该驱动电路包括：第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、驱动晶体管、补偿电容和有机发光二极管，其中，所述驱动晶体管包括内嵌隧穿场效应管，通过该隧穿场效应管可以改变该驱动晶体管的阈值电压，进而改变驱动电流的大小，从而不仅补偿了各像素驱动晶体管阈值电压间的不均匀性，也减小了单个像素的面积，有利于开口率的提高。

