



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101986378 A

(43) 申请公布日 2011. 03. 16

(21) 申请号 201010539074. 4

(22) 申请日 2010. 11. 09

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510641 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 吴为敬 彭俊彪

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 黄磊

(51) Int. Cl.

G09G 3/32 (2006. 01)

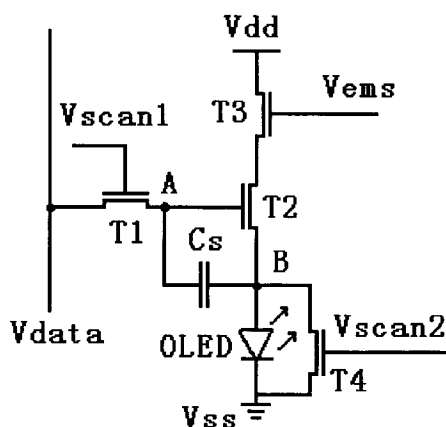
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

有源有机发光二极管显示器像素驱动电路及其驱动方法

(57) 摘要

本发明公开了有源有机发光二极管显示器的像素驱动电路及方法, 包括一个驱动晶体管, 三个开关晶体管, 存储电容和 OLED, 第一晶体管的漏极接数据线, 栅极接第一扫描控制线, 源极接存储电容的 A 端, 第二晶体管漏极接第三晶体管的源极, 栅极接存储电容的 A 端, 源极接第四晶体管的漏极以及存储电容的 B 端, 并通过有机发光二极管与地相连。第三晶体管漏极接电源线, 栅极接发光控制线, 第四晶体管栅极接第二扫描控制线, 源极接地, 本发明电路可以有效补偿晶体管的阈值电压不均匀性和 OLED 开启电压的退化, 使 OLED 显示画面亮度均匀并且实现高对比度。



1. 有源有机发光二极管显示器像素驱动电路,其特征在于,所述驱动电路包括:

第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、OLED;

所述第一晶体管的漏极接数据线,栅极接第一扫描控制线,源极接存储电容的 A 端,所述第一晶体管为数据电压写入到第二晶体管的栅极并存储于存储电容提供通路;

所述第二晶体管漏极接第三晶体管的源极,栅极接存储电容的 A 端,源极接第四晶体管的漏极以及存储电容的 B 端,并通过 OLED 与地相连,所述第二晶体管驱动 OLED 发光;

所述第三晶体管漏极接电源线,栅极接发光控制线,所述第三晶体管为第二晶体管阈值电压存储提供充电通路并为驱动 OLED 发光提供通路;

所述第四晶体管栅极接第二扫描控制线,源极接地,所述第四晶体管提供 OLED 放电通路使 B 点电位降至地电位,并避免 OLED 在重置阶段发光。

2. 权利要求 1 所述有源有机发光二极管显示器像素驱动电路,其特征在于,上述晶体管为多晶硅薄膜晶体管、非晶硅薄膜晶体管、氧化锌基薄膜晶体管或有机薄膜晶体管中的任意一种。

3. 权利要求 1 所述有源有机发光二极管显示器像素驱动电路的驱动方法,其特征在于包括下列步骤:

(1) 重置阶段:第一扫描控制线、第二扫描控制线处于高电平,发光控制线处于低电平,数据线预编程电压通过第一晶体管写入到第二晶体管的栅极,OLED 阳极存储的电荷放电直至其电位与地相等;

(2) 阈值电压存储阶段:第一扫描控制线保持步骤(1)的高电平,第二扫描控制线跳至低电平,发光控制线跳至高电平,通过第三晶体管、第二晶体管对 OLED 阳极 B 点进行充电直到第二晶体管截止;

(3) 数据电压写入阶段:第一扫描控制线为高电平,第二扫描控制线和发光控制线为低电平,数据电压通过第一晶体管写入到第二晶体管的栅极并由存储电容保持至下一帧更新;

(4) 发光阶段:第一扫描控制线、第二扫描控制线为低电平,发光控制线为高电平,第二晶体管驱动 OLED 发光,发光阶段第二晶体管的栅源电压保持不变。

4. 根据权利要求 3 所述的驱动方法,其特征在于,所述步骤(2)第二晶体管阈值电压的存储是通过对 OLED 充电直到第二晶体管截止,存储电容两端存储电压即为第二晶体管的阈值电压。

有源有机发光二极管显示器像素驱动电路及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发光二极管显示器的像素驱动技术,尤其涉及有源有机发光二极管显示器的像素驱动电路及其驱动方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管显示器 (Organic Light Emitting Diode ;OLED) 是全固态工艺,具有体积小,自主发光、可视角度大、响应时间短,制作成本低廉等优点,是继液晶显示器 (LCD)、等离子体显示器 (PDP) 之后的一种极具潜力的平板显示器。

[0003] 有源 OLED 显示器在每一个 OLED 像素都集成了薄膜晶体管 (Thin Film Transistor ;TFT) 和存储电容作为像素驱动电路。由于使用 TFT 驱动每个像素,使得 OLED 在整个帧周期内都是点亮的,类似于直流驱动,克服了无源驱动中使用占空比很小的脉冲信号驱动带来的问题。有源驱动方式降低了发光器件的工作电流和 OLED 上的压降,使得发光器件工作在高效率区并提高了器件的寿命;显示器的功耗也随之降低。AMOLED 虽然工艺相对复杂,成本较高,但耗电量低,可实现高分辨率和大信息显示,是当前的一大技术热点。目前,应用于有源 OLED 的 TFT 主要有非晶硅 TFT 和多晶硅 TFT。多晶硅 TFT 具有较高的载流子迁移率,相比于非晶硅工艺,其特征尺寸可以做到更小,增加了 OLED 像素的开口率。另外,对于多晶硅,可制作 n 型和 p 型的薄膜晶体管,这为使用多晶硅 TFT 实现了在同一衬底上集成制作 OLED 像素驱动电路及外围驱动电路提供了很大的灵活性。但多晶硅晶化设备相当昂贵,工艺复杂,工艺均匀性不好控制。近年来,氧化锌 (ZnO) 基 TFT 及有机 TFT 具有制备温度低、工艺相对简单等优点,也具备应用于有源 OLED 平板显示中的潜力。

[0004] OLED 器件属于电流驱动,需要稳定的电流来控制发光,与 TFT-LCD 利用稳定的电压控制亮度不同。OLED 有源矩阵驱动方式可分为电流编程模式和电压编程模式。电流编程是在数据线上提供一恒定电流通过电流镜的作用控制 OLED 上流过的电流,即根据通入电流的大小控制像素的明暗程度 (灰阶)。采用电流编程技术的 AMOLED 画面具有自动补偿 TFT 器件差异的功能,由此能提供高均匀度及高精细的画质表现,但在低色阶区电流写入不足。在电流编程之前还需要以电压驱动一小段时间使 OLED 本身的寄生电容预充电 (precharge) 使 OLED 的两端电压达到导通电压,这样数据线供给的电流才能精确控制流经 OLED 的电流,这也导致外围驱动芯片设计复杂,成本高。电压编程模式结构简单,开口率高,像素充电迅速,功耗小,控制方便,外围驱动芯片设计容易、成本低。因此近年来对电压编程型像素驱动的研究吸引了越来越多人的参与。传统的电压编程型 AMOLED 像素驱动电路包含两个薄膜晶体管和一个存储电容 (简称 2T1C 电路),其中一个开关 (switching) TFT,一个驱动 (driving) TFT。当扫描线 (scan line) 开启时,外部电路送入电压信号经由开关 TFT 存储在存储电容 (Cs) 中,此电压信号控制驱动 TFT 导通电流大小,也就决定了 OLED 的灰阶;当扫描线关闭时,存储于 Cs 中的电压仍能保持驱动 TFT 在导通状态,故能在一个画面时间内维持 OLED 的固定电流。但实际上,像素阵列中 TFT 特性参数尤其是阈值电压分布不均以及会随时间漂移,另外像素阵列中 OLED 的开启电压分布不均并随时间退化,

这些都使得分配给每个像素的电流大小不一致。如何在像素电路设计上解决 TFT 阈值电压漂移以及 OLED 开启电压退化是有源 OLED 显示技术的重要课题。G. R. Chaji 和 A. Nathan 等技术人员在“A Stable Voltage-Programmed Pixel Circuit for a-Si:H AMOLED Displays”(Journal of Display Technology, VOL. 2, NO. 4, DECEMBER 2006, pp. 347-358) 提出一种补偿电路,该像素驱动电路由 2 个 a-Si:H 薄膜晶体管和一个存储电容构成。参考图 1 和图 2,图 1 给出了该电路拓扑结构,图 2 给出了相应的驱动时序。G. R. Chaji 和 A. Nathan 等技术人员指出,该像素电路能够有效补偿驱动 TFT 的阈值电压漂移和 OLED 的开启电压退化。该电路拓扑结构虽然简单,但电源线 Vdd 需要三种电平又要满足一定的时序要求,同时要保证有足够的电流驱动能力,外围驱动芯片实现起来难度大。另外,在该像素电路的数据电压写入阶段,由于驱动管 T1 导通而造成 T1 管的源端电压漂移,并且其漂移程度跟写入的灰阶数据电压的大小有关,影响了阈值电压的补偿效果。换句话说, T1 管源端电压的漂移等效于 T1 管阈值电压的漂移,从这个意义上,该像素电路未能完全实现对阈值电压的补偿而不能达到显示均匀的目的。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足,提供有源有机发光二极管显示器像素驱动电路,该驱动电路可以有效解决有源有机发光二极管显示器中各个像素点驱动晶体管的阈值电压的不均匀性和 OLED 开启电压的退化,从而使得 OLED 显示器发光亮度均匀。

[0006] 本发明的另一目的在于提供上述像素驱动电路的驱动方法。

[0007] 本发明的目的通过下述方案实现:

[0008] 有源有机发光二极管显示器像素驱动电路,所述驱动电路包括:第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管、OLED;这些晶体管为多晶硅薄膜晶体管、非晶硅薄膜晶体管、氧化锌基薄膜晶体管或有机薄膜晶体管中的任意一种。

[0009] 所述第一晶体管的漏极接数据线,栅极接第一扫描控制线,源极接存储电容的 A 端,所述第一晶体管为数据电压写入到第二晶体管 T2 的栅极并存储于存储电容提供通路;

[0010] 所述第二晶体管漏极接第三晶体管的源极,栅极接存储电容的 A 端,源极接第四晶体管的漏极以及存储电容的 B 端,并通过 OLED 与地相连,所述第二晶体管驱动 OLED 发光;

[0011] 所述第三晶体管漏极接电源线,栅极接发光控制线,所述第三晶体管为第二晶体管阈值电压存储提供充电通路并为驱动 OLED 发光提供通路;

[0012] 所述第四晶体管栅极接第二扫描控制线,源极接地,所述第四晶体管提供 OLED 放电通路使 B 点电位降至地电位,并避免 OLED 在重置阶段发光。

[0013] 上述有源有机发光二极管显示器像素驱动电路的驱动方法,包括下列步骤:

[0014] (1) 重置阶段:第一扫描控制线、第二扫描控制线处于高电平,发光控制线处于低电平,数据线预编程电压通过第一晶体管写入到第二晶体管的栅极, OLED 阳极存储的电荷放电直至其电位与地相等;

[0015] (2) 阈值电压存储阶段:第一扫描控制线保持步骤 (1) 的高电平,第二扫描控制线跳至低电平,发光控制线跳至高电平,通过第三晶体管、第二晶体管对 OLED 阳极 B 点进行充

电直到第二晶体管截止；

[0016] (3) 数据电压写入阶段：第一扫描控制线为高电平，第二扫描控制线和发光控制线为低电平，数据电压通过第一晶体管写入到第二晶体管的栅极并由存储电容保持至下一帧更新；

[0017] (4) 发光阶段：第一扫描控制线、第二扫描控制线为低电平，发光控制线为高电平，第二晶体管驱动 OLED 发光，发光阶段第二晶体管的栅源电压保持不变；

[0018] 上述步骤 (2) 第二晶体管阈值电压的存储是通过对 OLED 充电直到第二晶体管截止，存储电容两端存储电压即为第二晶体管的阈值电压。在数据电压写入阶段，该像素驱动电路利用了 OLED 自身的大电容而使第二晶体管源端电位变化较小。

[0019] 本发明与现有技术相比，优点及效果在于，(1) 本发明提出的有源有机发光二极管显示器的像素驱动电路，它不仅能够补偿各个像素点之间晶体管的阈值电压差异以及 OLED 的退化造成的显示器亮度不均匀性，而且由于采用的设计结构，使得像素点在非工作期间能够实现全黑，从而大大提高了显示器的对比度；(2) 本发明提出的有源有机发光二极管显示器的像素驱动电路，在数据电压写入阶段，该像素驱动电路利用了 OLED 自身的大电容而使 B 点电位变化较小，从而可以减少外加电容的个数，降低了成本并节约了布线空间；而且，外加电容 C_s 的电容值只需达到满足第二晶体管 T2 栅压保持的要求，故无须太大而有利于提高像素开口率。

附图说明

[0020] 图 1 是 G. R. Chaji 和 A. Nathan 等技术人员提出的有源有机发光二极管显示器的像素驱动电路。

[0021] 图 2 是图 1 的信号时序图。

[0022] 图 3 是本发明的有源有机发光二极管显示器像素驱动电路；其中：第一晶体管 T1、第二晶体管 T2、第三晶体管 T3、第四晶体管 T4、存储电容 C_s 、第一扫描控制线 V_{scan1} 、第二扫描控制线 V_{scan2} 、发光控制线 V_{ems} 、电源线 V_{dd} 、地线 V_{ss} 、数据线 V_{data} 、有机发光二极管 OLED。

[0023] 图 4 是图 3 的信号时序图。

具体实施方式

[0024] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细说明，但本发明的实施方式不限于此。

[0025] 实施例

[0026] 如图 3 所示，本发明有源有机发光二极管显示器像素驱动电路，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、存储电容 C_s 、第一扫描控制线 V_{scan1} 、第二扫描控制线 V_{scan2} 、发光控制线 V_{ems} 、电源线 V_{dd} 、地线 V_{ss} 、数据线 V_{data} 、有机发光二极管 OLED。上述这些晶体管可以采用多晶硅薄膜晶体管、非晶硅薄膜晶体管、氧化锌基薄膜晶体管或有机薄膜晶体管中的任意一种。

[0027] 所述第一晶体管 T1 的漏极接数据线 V_{data} ，栅极接第一扫描控制线 V_{scan1} ，源极接存储电容 C_s 的 A 端，所述第一晶体管 T1 为数据电压写入到第二晶体管 T2 的栅极并存储

于存储电容 C_s 提供通路；

[0028] 所述第二晶体管 T2 漏极接第三晶体管 T3 的源极，栅极接存储电容 C_s 的 A 端，源极接第四晶体管 T4 的漏极以及存储电容的 B 端，并通过 OLED 与地相连，所述第二晶体管 T2 驱动 OLED 发光；

[0029] 所述第三晶体管 T3 漏极接电源线 Vdd，栅极接发光控制线 Vems，所述第三晶体管 T3 为第二晶体管 T2 阈值电压存储提供充电通路并为驱动 OLED 发光提供通路；

[0030] 所述第四晶体管 T4 栅极接第二扫描控制线 Vscan2，源极接地 Vss，所述第四晶体管 T4 提供 OLED 放电通路使 B 点电位降至地电位，并避免 OLED 在重置阶段发光。

[0031] 像素驱动电路工作时，第一晶体管 T1、第三晶体管 T3、第四晶体管 T4 均工作于线性区，起驱动作用的第二晶体管 T2 工作在饱和区。各信号线的输入时序如图 4 所示。该像素驱动电路通过以下方法步骤实现：

[0032] (1) 在重置阶段，第一扫描控制线 Vscan1、第二扫描控制线 Vscan2 处于高电平，发光控制线 Vems 处于低电平，数据线预编程电压 V_p 通过第一晶体管 T1 写入到第二晶体管 T2 的栅极，OLED 阳极存储的电荷放电直至其电位与地 Vss 相等；具体是：第一扫描控制线 Vscan1、第二扫描控制线 Vscan2 处于高电平，发光控制线 Vems 处于低电平，数据信号电压 Vdata 为预编程电压 V_p 。A 点电位通过第一晶体管 T1 被重置，OLED 阳极存储的电荷通过第四晶体管 T4 放电直至 B 点电位与公共地 Vss 相等。

[0033] (2) 在阈值电压存储阶段，第一扫描控制线 Vscan1 保持步骤 (1) 的高电平，第二扫描控制线 Vscan2 跳至低电平，发光控制线 Vems 跳至高电平，通过第三晶体管 T3、第二晶体管 T2 对 OLED 阳极 B 点进行充电直到第二晶体管 T2 截止；具体是：第一扫描控制线 Vscan1 保持原来的高电平，第二扫描控制线 Vscan2 跳至低电平，发光控制线 Vems 跳至高电平，关闭第四晶体管 T4，电源 Vdd 通过第三晶体管 T3、第二晶体管 T2 对 OLED 阳极 B 点进行充电直到第二晶体管 T2 截止；此时，B 点电位值为预编程电压 V_p 减去第二晶体管 T2 的阈值电压 V_{th} ，即 $V_B = V_p - V_{th}$ ，则存储电容 C_s 两端电压即为第二晶体管 T2 的阈值电压。

[0034] (3) 在数据电压写入阶段，第一扫描控制线 Vscan1 为高电平，第二扫描控制线 Vscan2 和发光控制线 Vems 为低电平，数据电压通过第一晶体管 T1 写入到第二晶体管 T2 的栅极并由存储电容 C_s 保持至下一帧更新；具体是：第一扫描控制线 Vscan1 为高电平，第二扫描控制线 Vscan2 和发光控制线 Vems 为低电平，数据电压 $V_p + \Delta V_{data}$ 通过第一晶体管 T1 写入到第二晶体管 T2 的栅极并存储于 C_s ，此时根据电容耦合效应 B 点电位为

$$V_B = V_p - V_{th} + \frac{C_s}{C_{OLED} + C_s} \Delta V_{data}, \text{ 其中 } C_{OLED} \text{ 为 OLED 在不发光时自身的电容。}$$

[0035] (4) 在发光阶段，第一扫描控制线 Vscan1、第二扫描控制线 Vscan2 为低电平，发光控制线 Vems 为高电平，第二晶体管驱动 OLED 发光，发光阶段第二晶体管 T2 的栅源电压保持不变；具体是：第一扫描控制线 Vscan1、第二扫描控制线 Vscan2 为低电平，发光控制线 Vems 为高电平，第二晶体管 T2 驱动 OLED 发光，发光阶段第二晶体管的栅源电压保持不变，从而维持 OLED 在一帧时间内亮度不变直到下一帧图像刷新。

[0036] 上述步骤 (2) 第二晶体管阈值电压的存储是通过对 OLED 充电直到第二晶体管 T2 截止，存储电容 C_s 两端存储电压即为第二晶体管 T2 的阈值电压，在数据电压写入阶段，该像素驱动电路利用了 OLED 自身的大电容而使第二晶体管 T2 源端电位变化较小，可以减少

外加电容的个数,节约了布线空间。

[0037] 在本发明的像素驱动电路中,各个像素点的阈值电压 V_{th} 的非均匀性不会影响到发光器件 OLED 的亮度差异。发光器件 OLED 的亮度与流过其电流大小成正比。在数据电压写入阶段,对于各像素点,其存储电容 C_s 两端电压(即第二晶体管 T2 的栅源电压)已经固

$$\text{定在 } V_{gs} = V_p + \Delta V_{data} - \left(V_p - V_{th} + \frac{C_s}{C_{OLED} + C_s} \Delta V_{data} \right) = V_{th} + \frac{C_{OLED}}{C_{OLED} + C_s} \Delta V_{data} \quad (\Delta V_{data} > 0),$$

并且保持到下一帧。对于不同像素点,阈值电压的差异性会导致存储电容 C_s 两端的电压不同,但是由下面的公式可以推导出流过 OLED 的电流确是相同的:

$$[0038] \quad I_{OLED} = \beta (V_{gs} - V_{th})^2$$

$$[0039] \quad = \beta \left(V_{th} + \frac{C_{OLED}}{C_{OLED} + C_s} \Delta V_{data} - V_{th} \right)^2$$

$$[0040] \quad = \beta \left(\frac{C_{OLED}}{C_{OLED} + C_s} \Delta V_{data} \right)^2$$

[0041] 其中 $\beta = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L}$, I_{OLED} 为发光阶段流过第二晶体管 T2 的电流,在其他参数不变的情况下,其大小只与 ΔV_{data} 有关,而与 V_{th} 及 OLED 的导通电压无关。公式中, μ_n 为电子迁移率; C_{ox} 为单位面积的绝缘层电容; L 和 W 分别为第二晶体管 T2 的沟道长度和宽度; V_{th} 为第二晶体管 T2 的阈值电压; V_{gs} 第二晶体管 T2 的栅源电压。

[0042] 需要指出的是,欲使阈值电压存储阶段顺利进行,须满足 $V_p > V_{th}$; 欲使像素电路在非发光阶段 OLED 不发光, OLED 两端电压需低于其开启电压,故须满足

$$V_p - V_{th} + \frac{C_s}{C_s + C_{OLED}} \Delta V_{data} < V_{OLED_th}, \quad V_{OLED_th} \text{ 是 OLED 的开启电压。这样的话,非发光阶段像}$$

素点可以实现全黑,从而大大提高了显示器的对比度。归纳起来,预编程电压 V_p 须满足

$$V_{th} < V_p < V_{OLED_th} + V_{th} - \frac{C_s}{C_s + C_{OLED}} \Delta V_{data} \quad \circ$$

其自身的单位面积电容约为 $25\text{nF}/\text{cm}^2$ 数量级,对于一个典型的 $200\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 发光面积而言,其电容为 5pF 左右。而 C_s 电容值一般小于 1pF 。在数据电压写入阶段,该像素驱动电路利用了 OLED 自身的大电容而使 B 点电位变化较小,因而预编程电压 V_p 选取相对比较容易。通过合理设置参数,是完全可以实现所述功能的。

[0043] 当然,本领域技术人员还可以对本发明上述提出的像素驱动电路结构以及驱动方式作适当变更,例如适当变更像素电路各个开关晶体管的种类(P型或者N型),将各个晶体管的源极和漏极的电连接关系互换等。

[0044] 如上所述便可较好的实现本发明。

[0045] 上述实施例仅为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

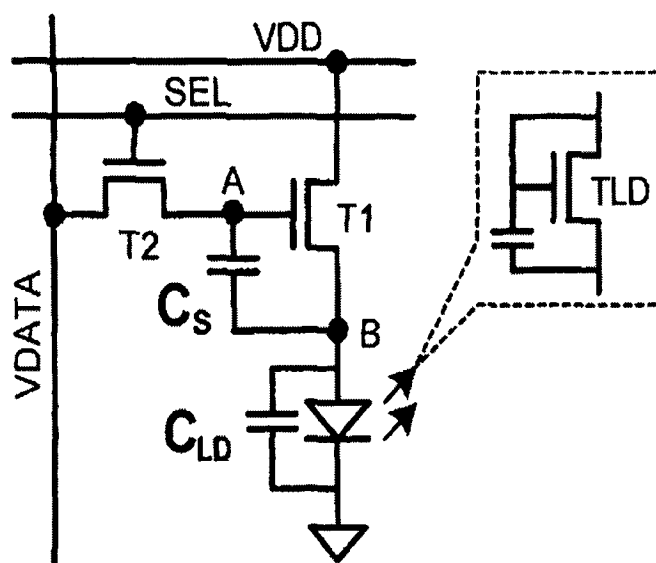


图 1

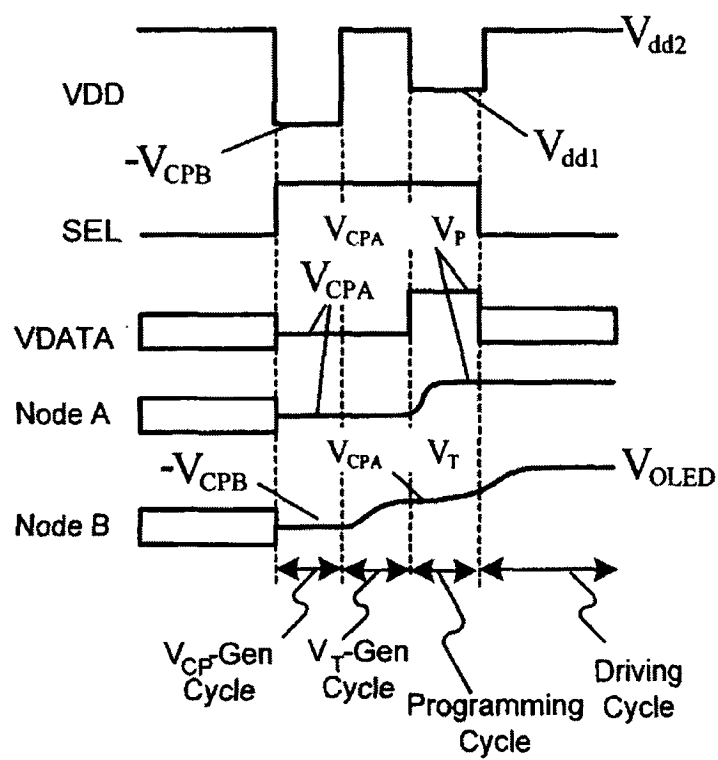


图 2

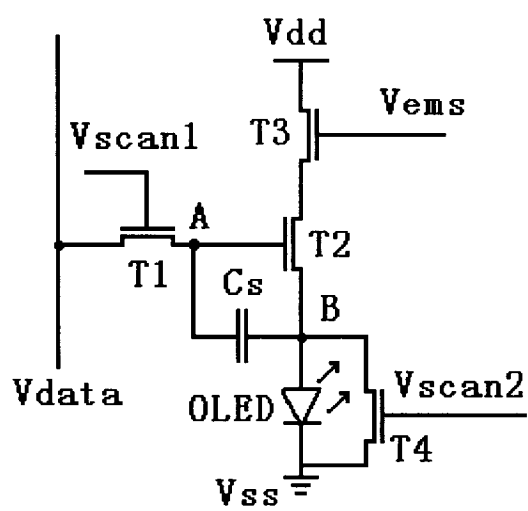


图 3

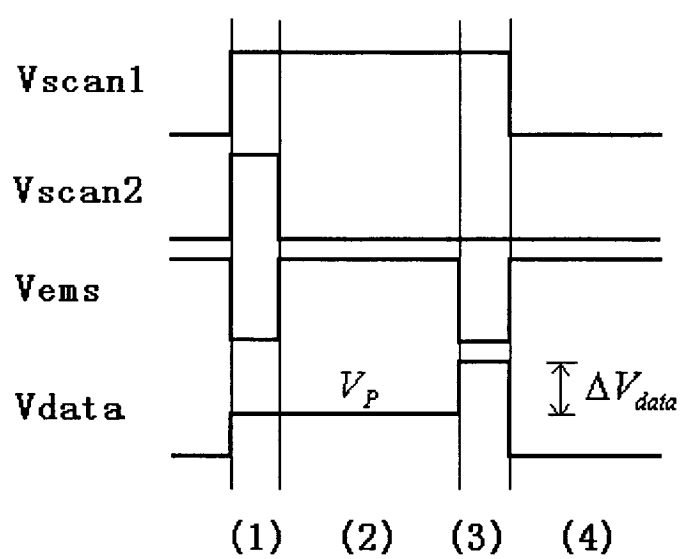


图 4

专利名称(译)	有源有机发光二极管显示器像素驱动电路及其驱动方法		
公开(公告)号	CN101986378A	公开(公告)日	2011-03-16
申请号	CN201010539074.4	申请日	2010-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
[标]发明人	吴为敬 彭俊彪		
发明人	吴为敬 彭俊彪		
IPC分类号	G09G3/32 G09G3/3258		
代理人(译)	黄磊		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了有源有机发光二极管显示器的像素驱动电路及方法，包括一个驱动晶体管，三个开关晶体管，存储电容和OLED，第一晶体管的漏极接数据线，栅极接第一扫描控制线，源极接存储电容的A端，第二晶体管漏极接第三晶体管的源极，栅极接存储电容的A端，源极接第四晶体管的漏极以及存储电容的B端，并通过有机发光二极管与地相连。第三晶体管漏极接电源线，栅极接发光控制线，第四晶体管栅极接第二扫描控制线，源极接地，本发明电路可以有效补偿晶体管的阈值电压不均匀性和OLED开启电压的退化，使OLED显示画面亮度均匀并且实现高对比度。

