



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104050926 A

(43) 申请公布日 2014.09.17

(21) 申请号 201410319880.9

(22) 申请日 2014.07.07

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
932 号

(72)发明人 廖聪维 邓联文 黄生祥 刘胜
宋德夫

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 黃美成

(51) Int. Cl.

G09G 3/32 (2006.01)

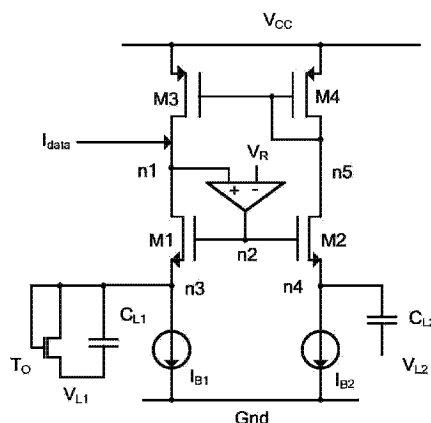
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

一种 OLED 数据驱动电路、基于该电路的有源 TFT OLED 面板及其驱动方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 OLED 数据驱动电路、基于该电路的有源 TFT OLED 面板及其驱动方法,该电流驱动电路由以下部分构成:电流前馈部分;电流反馈部分;比较放大器;动态补偿部分;偏置电源;该数据驱动电路能够快速度、高精度地给电流型 TFT OLED 像素编程。该基于数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板的栅极驱动线是普通面板的两倍,并且一根栅极线方向的像素按照所在数据线的奇偶性而分成不同的两组,同一行线方向的两组像素的栅极扫描时间分别是普通面板上栅极扫描时间的一半,并且这两组栅极扫描线互补顺次地打开同一行线方向的像素。



1. 一种 OLED 数据驱动电路,其特征在于,包括电流前馈模块、电流反馈模块、比较放大器以及偏置电源;

其中,所述数据驱动电路的外部输入电流源 I_{data} 和所述电流反馈模块的输出端均与所述电流前馈模块的输入端相连,所述电流前馈模块的控制端的电流为数据驱动电路的外部输入电流 I_{data} 和电流反馈模块输出的电流之和,所述电流前馈模块的输出电流用于 OLED 像素单元驱动;

所述比较放大器的第一输入端连接到所述电流前馈模块的输入端,第二输入端连接参考电压源 V_R ,输出端与所述电流前馈模块的控制端及所述电流反馈模块的输入端相连;

所述电流反馈模块的输入端与所述比较放大器的输出端相连,输出端输出反馈电流至所述比较器的第一输入端;

所述偏置电源输出参考电压至比较放大器,输出参考电流到所述电流前馈模块及电流反馈模块。

2. 根据权利要求 1 所述的 OLED 数据驱动电路,其特征在于,所述偏置电源包括第一电流源 IB_1 、第二电流源 IB_2 及参考电压源 V_R ,所述第一电流源 IB_1 和第二电流源 IB_2 分别为电流前馈模块和电流反馈模块提供电流,所述参考电压源 V_R 为所述比较放大器供电;

所述第一电流源 IB_1 和第二电流源 IB_2 的负极均接地。

3. 根据权利要求 2 所述的 OLED 数据驱动电路,其特征在于,所述电流前馈模块包括第一晶体管 M1,所述第一晶体管 M1 为 N 型 MOS 管;

第一节点 n1 为所述比较放大器的第一输入端,第二节点 n2 为所述比较放大器的输出端,第三节点 n3 为所述第一电流源 IB_1 的正极;

所述第一晶体管的漏极耦合到第一节点 n1,栅极耦合到第二节点 n2,源级耦合到第三节点 n3。

4. 根据权利要求 3 所述的 OLED 数据驱动电路,其特征在于,所述电流反馈模块包括第二晶体管 M2、第三晶体管 M3 及第四晶体管 M4,所述第二晶体管 M2 为 N 型 MOS 管,第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 为 P 型 MOS 管;

所述第四节点 n4 为所述第二电流源 IB_2 的正极,所述第五节点 n5 为第四晶体管的漏极;

所述第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 的源级均耦合到第一电压源 V_{cc} ,所述第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 的栅极均耦合至第五节点 n5,所述第四晶体管 M4 的漏极均耦合于第五节点 n5,所述第三晶体管的漏极与所述第一晶体管 M1 的漏极相连,且耦合于第一节点 n1;所述第二晶体管 M2 的漏极耦合到第五节点 n5,栅极与所述第一晶体管 M1 的栅极相连且耦合于第二节点 n2,源极耦合于第四节点 n4。

5. 根据权利要求 4 所述的 OLED 数据驱动电路,其特征在于,所述比较放大器的正输入端与第一节点 n1 相连,负输入端与参考电压源 V_R 相连,输出端与第二节点 n2 相连。

6. 根据权利要求 5 所述的 OLED 数据驱动电路,其特征在于,所述比较放大器还包括第五晶体管 M5、第六晶体管 M6、第七晶体管 M7、第八晶体管 M8 以及第三电流源 IB_3 ,所述第五晶体管 M5 及第六晶体管 M6 为 P 型 MOS 管,第七晶体管 M7 及第八晶体管 M8 为 N 型 MOS 管;

第六节点 n6 为所述第三电流源 IB_3 的负极,第七节点 n7 为第五晶体管的漏极;

所述第三电流源 IB_3 的正极耦合到第一电压源 V_{cc} ,负极耦合到第六节点 n6;

所述第五晶体管 M5 和第六晶体管 M6 的源级均耦合至第六节点 n6, 所述第五晶体管 M5 的栅极与第一节点 n1 耦合, 所述第五晶体管 M5 的漏极耦合于第七节点 n7; 所述第六晶体管 M6 的栅极与所述参考电压源 V_R 相连, 所述第六晶体管 M6 的漏极耦合至第二节点 n2;

所述第七晶体管 M7 和第八晶体管 M8 的源级均接地, 所述第七晶体管 M7 和第八晶体管 M8 的栅极均耦合于第七节点 n2, 所述第八晶体管 M8 的漏极耦合于第二节点 n2。

7. 根据权利要求 1-6 任一项所述的 OLED 数据驱动电路, 其特征在于, 还包括动态补偿模块, 所述动态补偿模块的输出端与所述电流前馈部分的输入端及所述比较放大器的输出端相连, 所述偏置电源为所述动态补偿模块供电。

8. 根据权利要求 7 所述的 OLED 数据驱动电路, 其特征在于, 所述动态补偿模块包括第九晶体管 M_p 和补偿电容 C_p ; 所述第九晶体管 M_p 为 N 型 MOS 管;

所述第八节点 n8 为第九晶体管的源级;

所述第九晶体管 M_p 的栅极耦合到第二节点 n2, 漏极耦合到第一节点 n1, 源极耦合到第八节点 n8;

所述补偿电容 C_p 的第一端耦合到第八节点 n8, 第二端接地。

9. 一种基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板, 其特征在于, 采用权利要求 1-8 任一项所述的 OLED 数据驱动电路, 包括有 $N \times M$ 个 OLED 像素单元, 其中 N 为有源 TFT OLED 面板阵列列方向的像素数量, M 为有源 TFT OLED 面板阵列行方向的像素数量, N 和 M 均为大于等于 1 的整数;

所述有源 TFT OLED 面板阵列包括有 $2 \times N$ 条栅极驱动线 $V_g^1 \sim V_g^{2N}$, M 条数据驱动线 $V_d^1 \sim V_d^M$;

所述有源 TFT OLED 面板阵列上由两条栅极驱动线 V_g^{2k-1} 、 V_g^{2k} 驱动一行 TFT OLED 像素, 并作为一组栅极驱动线, 其中 k 为整数, 而且 $1 \leq k \leq N$;

每组栅极驱动线上所连的像素按照所在列线顺序编号的奇偶性分为两类, 包括奇数列像素与偶数列像素; 奇数列像素的栅极驱动端连接到栅极驱动线 V_g^{2k-1} , 数据驱动端连接到所述的 OLED 数据驱动电路的第三节点 n3; 偶数列像素的栅极驱动端连接到栅极驱动线 V_g^{2k} , 数据驱动端连接到所述 OLED 数据驱动电路的第四节点 n4。

10. 一种基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板的驱动方法, 其特征在于, 采用权利要求 9 所述的基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板, 每组栅极驱动线上所连的像素按照所在列线的奇偶性分为两类, 包括奇数列像素与偶数列像素, 奇数列像素与偶数列像素互补编程; 当奇偶数列像素中, 其中一列像素处于数据驱动编程状态时, 另一列像素为保持当前状态。

一种 OLED 数据驱动电路、基于该电路的有源 TFT OLED 面板 及其驱动方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 OLED 数据驱动电路、基于该电路的有源 TFT OLED 面板及其驱动方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管显示器 (organic light emitting diode, OLED) 具有主动发光、高亮度、高对比度等优点,其广泛地被认为成为替代液晶显示 (LCD) 的下一代显示技术。与电压驱动型的 LCD 技术不同, OLED 是基于有机材料的一种电流型半导体发光器件,其通过载流子的注入与复合产生发光现象,发光强度与注入的电流成正比。OLED 的驱动方法分为无源型 (PMOLED) 和有源型 (AM OLED)。其中,在 OLED 的每个像素中都增加了薄膜晶体管 (TFT),用于 OLED 的编程和驱动的 AM OLED 技术由于能够克服 PM OLED 分辨率低、功耗大和寿命短等缺点,因而更有希望用于大尺寸高分辨率的显示场合。

[0003] 按照像素电路编程方式的不同,AM OLED 又分为电流编程型 (current program, CP) 以及电压编程型 (voltage program, VP)。不少研究结果表明:电流编程型较之电压编程型更加精确。电压编程型像素电路则在编程精度、温度补偿、以及对 OLED 补偿等方面存在缺陷。而电流编程像素驱动电路不仅可以补偿 TFT 的特性退化,例如阈值电压的漂移、载流子迁移率不均匀等,还能够补偿温度变化或者 OLED 老化 (例如 OLED 的开启电压上升) 带来的显示性能退化。因此,电流编程型 OLED 像素架构更有可能被工业化大生产所采用。

[0004] 但是电流编程像素驱动电路也存在一个严重的缺点,即建立时间 (settling time) 过长。尤其是对像素进行低灰度、小驱动电流编程时,往往需要长达数百微秒以上的编程时间才能建立起稳定的像素电流。由于过长的建立时间,在高帧频或者高分辨率的情况下, OLED 像素没有足够的时间进行电流状态的切换,这将导致 OLED 面板所能表现的灰度等级减少。即使采用迁移率更高的先进的 TFT 技术,例如氧化物 TFT (IGZO TFT)、多晶硅 TFT 等,电流编程像素驱动电路编程时间过长的的问题仍然存在。电流编程型像素电路虽然补偿性能优越,却因为建立时间过长在大尺寸高分辨率场合的应用受到极大的限制。

[0005] 通常认为,加快电流像素驱动电路的编程的方法有以下一些:(1) 减小寄生电容;(2) 增大数据电流;(3) 减小编程电压与数据线起始电压 V_0 的差值,采用混合型驱动方式。但是寄生电容的值由工艺决定,尤其是面板上寄生电容的来源复杂,要较大幅度地减少寄生电容不容易。而增大数据电流则会带来功耗太大的问题。混合驱动的方式使得驱动电路的复杂程度大为增加。因此,实用的、快速的电流型数据驱动电路是实现 AMOLED 高画质、大型化的关键问题。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种 OLED 数据驱动电路、基于该电路的有源 TFT OLED 面板及其驱动方法,其目的在于,提供一种数据驱动电路,能够快速度、高精度地给电流型 TFT OLED 像素

编程。

[0007] 一种 OLED 数据驱动电路,包括电流前馈模块、电流反馈模块、比较放大器以及偏置电源;

[0008] 其中,所述数据驱动电路的外部输入电流源 I_{data} 和所述电流反馈模块的输出端均与所述电流前馈模块的输入端相连,所述电流前馈模块的控制端的电流为数据驱动电路的外部输入电流 I_{data} 和电流反馈模块输出的电流之和,所述电流前馈模块的输出电流用于 OLED 像素单元驱动;

[0009] 所述比较放大器的第一输入端连接到所述电流前馈模块的输入端,第二输入端连接参考电压源 V_R ,输出端与所述电流前馈模块的控制端及所述电流反馈模块的输入端相连;

[0010] 所述电流反馈模块的输入端与所述比较放大器的输出端相连,输出端输出反馈电流至所述比较器的第一输入端;

[0011] 所述偏置电源输出参考电压至比较放大器,输出参考电流到所述电流前馈模块及电流反馈模块。

[0012] 所述偏置电源包括第一电流源 IB_1 、第二电流源 IB_2 及参考电压源 V_R ,所述第一电流源 I_{B1} 和第二电流源 I_{B2} 分别为电流前馈模块和电流反馈模块提供电流,所述参考电压源 V_R 为所述比较放大器供电;

[0013] 所述第一电流源 IB_1 和第二电流源 IB_2 的负极均接地,所述参考电压源 V_R 为所述比较放大器供电。

[0014] 提供偏置电流到电流前馈模块、电流反馈模块及比较放大器,使得以上各个电路部分的晶体管具有合适的偏置状态。

[0015] 所述电流前馈模块包括第一晶体管 M1,所述第一晶体管 M1 为 N 型 MOS 管;

[0016] 第一节点 n1 为所述比较放大器的第一输入端,第二节点 n2 为所述比较放大器的输出端,第三节点 n3 为所述第一电流源 I_{B1} 的正极;

[0017] 所述第一晶体管的漏极耦合到第一节点 n1,栅极耦合到第二节点 n2,源级耦合到第三节点 n3。

[0018] 合成数据电流 I_{data} 和电流反馈部分电流,并且将加和而成的电流输出并提供到 OLED 像素单元。

[0019] 所述电流反馈模块包括第二晶体管 M2、第三晶体管 M3 及第四晶体管 M4,所述第二晶体管 M2 为 N 型 MOS 管,第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 为 P 型 MOS 管;

[0020] 所述第四节点 n4 为所述第二电流源 I_{B2} 的正极,所述第五节点 n5 为第四晶体管的漏极;

[0021] 所述第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 的源级均耦合到第一电压源 V_{cc} ,所述第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 的栅极均耦合至第五节点 n5,所述第四晶体管 M4 的漏极均耦合于第五节点 n5,所述第三晶体管的漏极与所述第一晶体管 M1 的漏极相连,且耦合于第一节点 n1;所述第二晶体管 M2 的漏极耦合到第五节点 n5,栅极与所述第一晶体管 M1 的栅极相连且耦合于第二节点 n2,源极耦合于第四节点 n4。

[0022] 根据 OLED 像素电压动态地调节 TFT 面板上数据线负载电容的充/放电电流,达到减少 OLED 像素的编程时间、加速编程过程的目的。

[0023] 所述比较放大器的正输入端与第一节点 n1 相连, 负输入端与参考电压源 V_R 相连, 输出端与第二节点 n2 相连。

[0024] 比较数据线电压和参考电压, 并根据比较的结果调节电流前馈和反馈模块。

[0025] 所述比较放大器还包括第五晶体管 M5、第六晶体管 M6、第七晶体管 M7、第八晶体管 M8 以及第三电流源 I_{B3} , 所述第五晶体管 M5 及第六晶体管 M6 为 P 型 MOS 管, 第七晶体管 M7 及第八晶体管 M8 为 N 型 MOS 管;

[0026] 第六节点 n6 为所述第三电流源 I_{B3} 的负极, 第七节点 n7 为第五晶体管的漏极;

[0027] 所述第三电流源 I_{B3} 的正极耦合到第一电压源 V_{CC} , 负极耦合到第六节点 n6;

[0028] 所述第五晶体管 M5 和第六晶体管 M6 的源级均耦合至第六节点 n6, 所述第五晶体管 M5 的栅极与第一节点 n1 耦合, 所述第五晶体管 M5 的漏极耦合于第七节点 n7; 所述第六晶体管 M6 的栅极与所述参考电压源 V_R 相连, 所述第六晶体管 M6 的漏极耦合至第二节点 n2;

[0029] 所述第七晶体管 M7 和第八晶体管 M8 的源级均接地, 所述第七晶体管 M7 和第八晶体管 M8 的栅极均耦合于第七节点 n2, 所述第八晶体管 M8 的漏极耦合于第二节点 n2。

[0030] 还包括动态补偿模块, 所述动态补偿模块的输出端与所述电流前馈部分的输入端及所述比较放大器的输出端相连, 所述偏置电源为所述动态补偿模块供电。

[0031] 所述动态补偿模块包括第九晶体管 M_p 和补偿电容 C_p ; 所述第九晶体管 M_p 为 N 型 MOS 管;

[0032] 所述第八节点 n8 为第九晶体管的源级;

[0033] 所述第九晶体管 M_p 的栅极耦合到第二节点 n2, 漏极耦合到第一节点 n1, 源极耦合到第八节点 n8;

[0034] 所述补偿电容 C_p 的第一端耦合到第八节点 n8, 第二端接地。

[0035] 动态地调整补偿电容的反馈深度, 在编程电流较大时, 实施深度补偿, 抑制所述比较放大器的输出节点上的电压振荡, 从而减少所述电流前馈模块和电流反馈模块的纹波电流; 在编程电流较小时, 实施浅补偿甚至关闭补偿模块, 提高所述比较放大器的响应速度, 从而增强所述电流前馈和反馈模块加速小电流编程的效果。

[0036] 一种基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板, 采用所述的 OLED 数据驱动电路, 包括有 $N \times M$ 个 OLED 像素单元, 其中 N 为有源 TFT OLED 面板阵列列方向的像素数量, M 为有源 TFT OLED 面板阵列行方向的像素数量, N 和 M 均为大于等于 1 的整数;

[0037] 所述有源 TFT OLED 面板阵列包括有 $2 \times N$ 条栅极驱动线 $V_G^1 \sim V_G^{2N}$, M 条数据驱动线 $V_D^1 \sim V_D^M$;

[0038] 所述有源 TFT OLED 面板阵列上由两条栅极驱动线 V_G^{2k-1} 、 V_G^{2k} 驱动一行 TFT OLED 像素, 并作为一组栅极驱动线, 其中 k 为整数, 而且 $1 \leq k \leq N$;

[0039] 每组栅极驱动线上所连的像素按照所在列线顺序编号的奇偶性分为两类, 包括奇数列像素与偶数列像素; 奇数列像素的栅极驱动端连接到栅极驱动线 V_G^{2k-1} , 数据驱动端连接到所述的 OLED 数据驱动电路的第三节点 n3; 偶数列像素的栅极驱动端连接到栅极驱动线 V_G^{2k} , 数据驱动端连接到所述 OLED 数据驱动电路的第四节点 n4。

[0040] 一种基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板的驱动方法, 采用所述的基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板, 每组栅极驱动线上所连的像素按照所在列线的奇

偶性分为两类,包括奇数列像素与偶数列像素,奇数列像素与偶数列像素互补编程;当奇偶数列像素中,其中一列像素处于数据驱动编程状态时,另一列像素为保持当前状态。

[0041] 即当奇数列像素处于数据驱动编程状态时,偶数列像素保持着原先的数据状态,反之,当偶数列像素处于数据驱动编程状态时,奇数列像素保持着原先的数据状态。

[0042] 有益效果

[0043] 相比现有技术,本发明具有如下优点:

[0044] 一种 OLED 数据驱动电路由以下部分构成:电流前馈部分;电流反馈部分;比较放大器;动态补偿部分;偏置电源;该数据驱动电路能够快速、高精度地给电流型 TFT OLED 像素编程。

[0045] (1) 编程速度快。在编程电流 I_{data} 之外还根据 OLED 像素电路的电压情况引入了瞬态电流 I_{M3} ,这可以抵消 OLED 像素阵列上由于寄生电容 C_L 的充放电而带来的编程过程中的延迟,于是电流编程的速度较大地提高。即使是小电流、大负载电容情况下,电流编程的速度仍然能够满足高分辨率、较大尺寸显示面板的性能要求。

[0046] (2) 电路稳定性好,编程精度高。通过动态补偿的方法,能够输出较为稳定的大电流。同时,还能够保持小电流的快速度编程、而且编程精度高的特点。

[0047] (3) 电路结构简单,硬件成本低。这种电流驱动电路能够嵌入成熟的 TFT LCD 源极驱动器的架构,结构简单,硬件增加较少。

[0048] (4) 相比于减少寄生电容、增加编程电流等方法,这种新的有源 TFT-OLED 面板技术不需要大幅度地改变 TFT 面板工艺,可行性更高。

[0049] 与普通的有源 TFT-OLED 面板相比,这种基于动态补偿数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板的栅极驱动线是的两倍,并且一根栅极线方向的像素按照所在数据线的奇偶性而分成不同的两组,同一行线方向的两组像素的栅极扫描时间分别是普通面板上栅极扫描时间的一半,并且这两组栅极扫描线互补顺次地打开同一行线方向的像素;且所述面板的驱动方法的时序控制逻辑简单,实现复杂度低。

[0050] (5) 这种 TFT OLED 面板的单元像素电路只需要四个 TFT,面板整体的结构简单,能够保证较高的成品率。

附图说明

[0051] 图 1 为 TFT OLED 面板结构示意图;

[0052] 图 2 为 TFT OLED 像素示意图,其中,(a) 电压型,(b) 电流型;

[0053] 图 3 为电流型 TFT OLED 像素等效电路图,其中,图 (a) 是详细等效电路图,图 (b) 为电路等效 OLED 像素的电流编程效果图;

[0054] 图 4 为采用恒定电流源驱动电流型 TFT OLED 像素的效果示意图;

[0055] 图 5 为本发明所述的 TFT OLED 电流驱动电路框图;

[0056] 图 6 为本发明所述的 TFT OLED 电流驱动电路的比较放大器电路图;

[0057] 图 7 为本发明所述的 TFT OLED 电流驱动电路的瞬态响应 (a) 小电流瞬态响应 (b) 大电流瞬态响应;

[0058] 图 8 为电容补偿改善大电流瞬态响应的电路图以及瞬态响应图;

[0059] 图 9 为本发明采用动态补偿的快速度的 TFT OLED 电流驱动电路;

[0060] 图 10 为本发明采用动态补偿的快速度的 TFT OLED 电流驱动电路的瞬态响应, 其中, (a) 大电流瞬态响应, (b) 小电流瞬态响应;

[0061] 图 11 为本发明所述的 TFT OLED 电流驱动的面板结构示意图。

具体实施方式

[0062] 下面将结合附图和实施例对本发明做进一步的说明。

[0063] 图 1TFT OLED 面板结构示意图。该显示面板由二维像素阵列、栅极线、数据线构成。在 TFT OLED 面板的外围, 需要栅极驱动器和数据驱动器分别提供栅极扫描信号和数据驱动信号。与 TFT LCD 不同, TFT OLED 是电流驱动型显示器件。因此要求 TFT OLED 的像素电路能够提供稳定的驱动电流, 使得 TFT OLED 发出具有相应强度的光, 实现显示灰阶。在这里, TFT 的类型可以是非晶硅 TFT、多晶硅 TFT、有机 TFT 或者氧化物 TFT。这里仅仅以氧化物 TFT 显示面板为例做出说明, 但是本发明所揭示的驱动技术不能认为仅仅局限于氧化物 TFT 显示面板。

[0064] 图 2 是现有技术中的 TFT OLED 像素示意图。其中, 图 2(a) 是电压型 TFT OLED 像素示意图, 图 2(b) 是电流型 TFT OLED 像素示意图。电压型 TFT OLED 像素电路由选择管 T_s 和驱动管 T_d 构成。当栅极扫描信号为高电平时, 选择管 T_s 打开, 驱动管 T_d 的栅极-源极被编程到对应于一定灰度的电压。当栅极扫描信号为低电平时, 选择管 T_s 关闭, 驱动管 T_d 提供对应着一定灰度等级的驱动电流给像素 OLED。

[0065] 电流型 TFT OLED 像素电路由两个开关管 T1 和 T2, 镜像管 T3 和驱动管 T4 构成。当栅极扫描信号为高电平时, 选择管 T1 和 T2 打开。镜像管 T3 的栅极-漏极被短接到一起。由于镜像管 T3 的电流等于编程电流 I_{DATA} , 镜像管 T3 的栅极-漏极根据电流-电压关系由编程电流 I_{DATA} 确定。

[0066] 当栅极扫描信号为高电平时, 选择管 T1 和 T2 关闭。镜像管 T3 的漏极因为悬浮也没有电流流过。但是因为 T3 的栅极-源极电容的存储作用, 镜像管 T3 的栅极-源极之间保持着对应于一定灰度的电压。驱动管 T4 的栅极-源极分别与镜像管 T3 的栅极-源极相连。因此编程电流 I_{DATA} 根据驱动管 T4 和镜像管 T3 的沟道宽度、长度的比例而被精确镜像到驱动管 T4 的沟道电流。该关系可以用以下数学式子表达:

$$[0067] \quad I_{T3} = I_{data} = \frac{1}{2} \beta (V_{GS3} - V_{T3})^2 \quad (1)$$

$$[0068] \quad I_{T4} = I_{T3} \frac{(W/L)_{T3}}{(W/L)_{T4}} \quad (2)$$

[0069] 图 2(a) 所示的电压型像素驱动电路虽然具有结构简单的优势, 但是对于 TFT 的性能漂移以及不均匀无法实现补偿。从而这种像素电路输出的驱动电流最后会不稳定而影响显示的效果。图 2(b) 所示的电流型像素电路能够实现对 TFT 的性能漂移以及不均匀实现补偿, 是一种有希望应用于高画质的 AM OLED 面板上的像素阵列设计方案。

[0070] 表达式 (1) 和 (2) 仅仅描述了稳态时的电流-电压关系。实际上, 由于像素电路内部以及周边存在的寄生电容等因素, 要最终达到 (1) 和 (2) 的稳定解, 需要经过一段瞬态过程。例如, T1 的漏极上连接着数据线, 由于数据线-栅极线的交叠、T1 和 T2 的栅极-漏

极交叠寄生电容等原因,数据线上具有不小的寄生电容 C_L 。在 T1 和 T2 被选通的阶段,寄生电容 C_L 与给 OLED 编程的通路 T1 ~ T3 是并联的关系。因此在 T3 管的导通电流达到 I_{DATA} 之前,寄生电容 C_L 也要吸收一定的电流,然后才能在 T3 的栅极和漏极建立起合适的电压。或者说寄生电容 C_L 上也要一定的时间才能够形成与编程电流 I_{DATA} 对应的电压,瞬态过程所必须的这段时间被称为建立时间 (settling time)。

[0071] 根据 AM OLED 的面板驱动机理,建立时间应该控制在栅极扫描时间之内才能够达到高分辨率的图像。定性分析可知,建立时间的值与寄生电容 C_L 、编程电流 I_{DATA} 的值有关。要缩短建立时间,有以下一些方法:(1) 减小寄生电容 C_L 的值;(2) 增加编程电流 I_{DATA} ;(3) 预先给寄生电容 C_L 上充电到与编程电流 I_{DATA} 相应的电压值。

[0072] 建立时间的精确值要通过研究像素电路的瞬态过程,解电流、电压关系的方程得到。图 3 是 OLED 像素的等效电路图。其中图 3(a) 是较详细的等效电路图。在图 3(a) 中,由于电路还是较为复杂,仍然存在较多的非线性元素,不容易获得电路的解析解。因此,假定 OLED 上电压较为稳定,且通过调节 V_{SS} 的值,使得 OLED 的阳极电位接近于零电平;还假定 R_{T1} 和 R_{T2} 在编程阶段远小于 T3 的导通电阻,并忽略 R_{T1} 和 R_{T2} 对像素电路编程瞬态过程的影响。在此假定的基础之上,采用如图 3(b) 所示电路等效 OLED 像素的电流编程过程。

[0073] 为了推导最坏情况下的建立时间,假定在 $t = 0$ 时,二极管连接的 T3 流过的电流为 0。由前面的分析可知,在电流编程开始之后,编程电流 I_{DATA} 被分为两路传输,其第一路流过导通的 T3,其第二路给 C_L 充电。在这第二路电流的作用下, C_L 上被存储上足够多的电荷,因此其上的电位逐步地抬高。当 C_L 上的电压小于 V_{T3} 时, T3 尚处于阈值电压以下的区域,因此 T3 上几乎无电流流过;这时, I_{DATA} 的绝大部分电流给 C_L 充电。当 C_L 上电压超过 V_{T3} 时, I_{DATA} 的绝大部分电流通过 T3 流走, C_L 上的电压逐渐趋于稳定。在稳定状态时, C_L 上的电压不再变化,其值由 T3 流过的电流值决定。因此:

$$[0074] \quad I_{data} = I_{CL} + I_{T3} \quad (3)$$

[0075] 其中:

$$[0076] \quad I_{CL} = C_L \frac{dV}{dt} \quad (4)$$

$$[0077] \quad I_{T3} = \frac{\beta_{T3}}{2} (V - V_{T3})^2 \quad (5)$$

[0078] 上式子中, V 是 C_L 上的电压, β 是 T3 的导通因子。

$$[0079] \quad \beta_{T3} = \mu C_I \left(\frac{W}{L} \right)_{T3}, \quad I_{T3}(t=0)=0 \quad (6)$$

[0080] 可以解得

$$[0081] \quad I_{T3} = I_{data} \left(\frac{1 - e^{-\frac{t}{\tau}}}{1 + e^{-\frac{t}{\tau}}} \right)^2 \quad (7)$$

[0082] 其中,时间因子 τ 等于

$$[0083] \quad \tau = \frac{C_L}{\sqrt{2\beta I_{data}}} \quad (8)$$

[0084] 从时间因子的表达式可以看出,因为数据线上 C_L 较大,电流型像素电路的时间因子较大。这意味着采用简单的恒流源进行电流型像素电路的编程会造成编程时间太长的问題。尤其在编程电流 I_{DATA} 较小时,问題更加严重。例如,典型的编程电流为最大值 $1 \mu A$,最小编程电流 $20nA$,则二者的时间常数的差别多达 7 倍。

[0085] 另一方面,采用导通因子更大的 TFT 有希望减少时间因子。增加导通因子的主要办法是增大 T3 的尺寸,提高 TFT 的迁移率等。但是,不少研究结果表明,即使采用迁移率较高的 IGZO TFT,采用恒定电流源对像素进行电流编程仍然无法在高分辨率应用场合采用电流编程方式。图 4 是模拟得到的采用 IGZO TFT (迁移率为 $8cm(V \cdot s)^{-1}$) 电流型像素编程电路的电流对应关系图。在已经采用了较高载流子迁移率的 IGZO TFT 情况下, C_L 即使减少到了 $2pF$,在编程电流 I_{DATA} 小于 $0.4\mu A$ 以后,即使编程电流的差别达到 $0.1 \mu A$ 都变得不可区分。因此,由于电流建立时间过长,特别是小电流的建立时间过长,如果采用简单的恒流源进行电流型像素电路的编程显示器则无法获得可接受的分辨率。

[0086] 图 5 是本发明所揭示的一种实现快速编程的电流驱动电路。该发明的主要思路是利用电路反馈产生额外的电流,该额外电流用于补偿因为寄生电容 C_L 充电而造成的编程电流损失,从而实现快速编程。下面结合附图,详细说明这种快速编程的电流驱动电路是如何实现的。

[0087] 如图 5 所示,一种 OLED 数据驱动电路,包括电流前馈模块、电流反馈模块、比较放大器以及偏置电源;

[0088] 其中,所述数据驱动电路的外部输入电流源 I_{data} 和所述电流反馈模块的输出端均与所述电流前馈模块的输入端相连,所述电流前馈模块的控制端的电流为数据驱动电路的外部输入电流 I_{data} 和电流反馈模块输出的电流之和,所述电流前馈模块的输出电流用于 OLED 像素单元驱动;

[0089] 所述比较放大器的第一输入端连接到所述电流前馈模块的输入端,第二输入端连接参考电压源 V_R ,输出端与所述电流前馈模块的控制端及所述电流反馈模块的输入端相连;

[0090] 所述电流反馈模块的输入端与所述比较放大器的输出端相连,输出端输出反馈电流至所述比较器的第一输入端;

[0091] 所述偏置电源输出参考电压至比较放大器,输出参考电流到所述电流前馈模块及电流反馈模块。

[0092] 所述电流前馈模块包括第一晶体管 M1,所述第一晶体管 M1 为 N 型 MOS 管;

[0093] 第一节点 n1 为所述比较放大器的第一输入端,第二节点 n2 为所述比较放大器的输出端,第三节点 n3 为所述第一电流源 I_{BI} 的正极;

[0094] 所述第一晶体管的漏极耦合到第一节点 n1,栅极耦合到第二节点 n2,源级耦合到第三节点 n3。

[0095] 合成数据电流 I_{data} 和电流反馈部分电流,并且将加和而成的电流输出并提供到 OLED 像素单元。

[0096] 所述电流反馈模块包括第二晶体管 M2、第三晶体管 M3 及第四晶体管 M4, 所述第二晶体管 M2 为 N 型 MOS 管, 第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 为 P 型 MOS 管;

[0097] 所述第四节点 n4 为所述第二电流源 I_{B2} 的正极, 所述第五节点 n5 为第四晶体管的漏极;

[0098] 所述第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 的源级均耦合到第一电压源 V_{cc} , 所述第三晶体管 M3 和第四晶体管 M4 的栅极均耦合至第五节点 n5, 所述第四晶体管 M4 的漏极均耦合于第五节点 n5, 所述第三晶体管的漏极与所述第一晶体管 M1 的漏极相连, 且耦合于第一节点 n1; 所述第二晶体管 M2 的漏极耦合到第五节点 n5, 栅极与所述第一晶体管 M1 的栅极相连且耦合于第二节点 n2, 源极耦合于第四节点 n4。

[0099] 根据 OLED 像素电压动态地调节 TFT 面板上数据线负载电容的充 / 放电电流, 达到减少 OLED 像素的编程时间、加速编程过程的目的。

[0100] 所述比较放大器的正输入端与第一节点 n1 相连, 负输入端与参考电压源 V_R 相连, 输出端与第二节点 n2 相连。

[0101] 比较数据线电压和参考电压, 并根据比较的结果调节电流前馈和反馈模块。

[0102] 以下是图 5 所示电路的定性分析:

[0103] 在比较放大器和电流反馈通路的作用下, 供给 OLED 像素的电流除开 I_{DATA} , 实际上还多出了从 M3 提供的电流。因此, I_{DATA} 以及从 M3 流出的电流共同提供给 OLED 像素以及 OLED 面板上数据线上的寄生电容。理论上, 如果 M3 提供的电流正好对应于寄生电容 C_L 的充 / 放电电流, 则编程电流对应于 OLED 像素电流; 而如果 M3 提供的电流瞬时而且准确地对应于寄生电容 C_L 的充 / 放电电流, 则 OLED 像素的编程时间为 0。

[0104] 以上定性分析的正确性可以通过对该电流驱动电路的瞬态过程计算进行验证。如图 5 所示, C_{L1} 和 C_{L2} 分别是相邻的两条列线上的寄生电容。在同一块面板上, 相邻列线上寄生电容值的匹配程度理论上较高。加上该驱动电路的镜像设计, 假设 C_{L1} 和 C_{L2} 上电压相同。因此:

$$[0105] \quad I_{M3} = I_{M4} = C_{L2} \frac{dV}{dt} \quad (9)$$

[0106] 此外

$$[0107] \quad I_{M3} + I_{data} = I_{OLED} + C_{L1} \frac{dV}{dt} \quad (10)$$

[0108] 假设

$$[0109] \quad C_{L1} = C_{L2} \quad (11)$$

[0110] 则

$$[0111] \quad I_{data} = I_{OLED} \quad (12)$$

[0112] 以上表达式说明, 如果这种电流补偿能够精确而且速度足够快, 则 I_{OLED} 与编程电流 I_{DATA} 一一对应, 而且这种对应关系是与时间无关的。换言之, 理想情况下, 由于这种电流补偿, OLED 的电流编程时间是 0。但是实际上, 由于比较放大器并非理想, 例如比较放大器的增益带宽有限; 加之电路本身存在不对称因素等因素, OLED 电流的产生仍然需要一定的时间, 只是该编程时间得益于这种电流补偿机制而能够极大地减少。

[0113] 所述比较放大器还包括第五晶体管 M5、第六晶体管 M6、第七晶体管 M7、第八晶体管 M8 以及第三电流源 IB_3 ，所述第五晶体管 M5 及第六晶体管 M6 为 P 型 MOS 管，第七晶体管 M7 及第八晶体管 M8 为 N 型 MOS 管；

[0114] 第六节点 n6 为所述第三电流源 I_{B3} 的负极，第七节点 n7 为第五晶体管的漏极；

[0115] 所述第三电流源 IB_3 的正极耦合到第一电压源 V_{CC} ，负极耦合到第六节点 n6；

[0116] 所述第五晶体管 M5 和第六晶体管 M6 的源级均耦合至第六节点 n6，所述第五晶体管 M5 的栅极与第一节点 n1 耦合，所述第五晶体管 M5 的漏极耦合于第七节点 n7；所述第六晶体管 M6 的栅极与所述参考电压源 V_R 相连，所述第六晶体管 M6 的漏极耦合至第二节点 n2；

[0117] 所述第七晶体管 M7 和第八晶体管 M8 的源级均接地，所述第七晶体管 M7 和第八晶体管 M8 的栅极均耦合于第七节点 n2，所述第八晶体管 M8 的漏极耦合于第二节点 n2。

[0118] 图 6 示意的是一种比较放大器的实现电路。该比较放大器的正输入端 V_{I+} 连接到 I_{DATA} ，负输入端 V_{I-} 连接到参考电压源 V_R 。当 V_{I+} 小于 V_{I-} 时，输出为低电平电压。此时，M1 和 M2 关断。这样有利于 M1 的漏极电压快速地积累、上升。当 V_{I+} 上升并超过参考电压源 V_R 时，输出为高电平电压。从而，M1 和 M2 充分地打开，M1 和 M2 的源极被抬高到较高电平。从而 C_{L1} 和 C_{L2} 上快速地得到高电平电压。采用图 6 所示的放大器结构后， V_{I+} 与参考电压源之间的正、负差值均快速地放大并反馈到 M1 和 M2 的栅极上。这样可以通过 M1 和 M2 的栅极电压调节，控制给 C_L 以及 T_O 充电量的大小。从而达到自动控制的效果。

[0119] 图 7 是对本发明提出的数据驱动电路模拟得到的快速度的 TFT OLED 电流驱动电路的瞬态响应。其中图 7(a) 是小电流的瞬态响应，图 7(b) 大电流的瞬态响应。相比于图 4，采用本发明所述的电流驱动电路以后，TFT OLED 像素的电流驱动瞬态响应极大地改善。尤其是在小电流情况下，即使是小于 20nA 的数据电流，也能够 在 $10\mu s$ 的编程时间之内准确地完成编程。因此采用了这种快速度电流驱动电路以后，TFT OLED 的分辨率可以提高到 XGA 甚至以上的水平。

[0120] 但是，如图 7(b) 所示，这种电流驱动器的大电流瞬态响应出现了较显著的振荡。虽然这些电流振荡最终能够稳定下来，并趋近于所希望的编程电流值，但是这些振荡电流最终稳定需要不少的时间。例如， $1\mu A$ 的编程电流情况下，振荡电流的稳定超过 $20\mu s$ 。另一方面，这些电流振荡极有可能引起电路偏置不稳定，最终放大器以及电路进入失调状态，从而影响图像的显示效果。因此，需要采取措施抑制大电流情况下电流驱动器的电流振荡。

[0121] 根据电路频率补偿原理，在电路中加入补偿电容能够改善电路的频率响应，抑制电路输出的振荡。作为一种实施例，例如在 M2 的栅极-漏极之间加入补偿电容，则能够显著地改善大电流的瞬态特性。图 8 示意了具有补偿电容的快速电流驱动器电路以及瞬态分析示意图。其中，图 8(a) 是一种具有补偿电容的快速电流驱动器电路；图 8(b) 是这种快速电流驱动器电路的瞬态分析模拟结果。

[0122] 一方面，补偿电容能够抑制编程电流的振荡。例如，当 I_{DATA} 为 $1\mu A$ 时，建立时间减小到小于 $10\mu s$ 。这是因为两个原因：(1) M1、M2 的栅极因为补偿电容的加入而增加了输出极点的值。(2) 补偿电容也增加了 M2 的漏极极点的值。这两个极点的增加都使得大电流情况下，反馈电流的产生速度变慢。因此大电流特性中振荡减少。

[0123] 然而，另一个方面，由于上述两个内部极点的增加使得小电流的瞬态特性变差。如

图 8 所示, $0.1 \mu s$ 的编程时间从原先的 $7 \mu s$ 增加到大于 $25 \mu s$ 。因此, 虽然大电流由于频率补偿而特性改善, 小电流的输出则变得缓慢。仅仅通过增加补偿电容并不能同时实现小电流和大电流的快速编程。

[0124] 因此, 需要一种智能的补偿办法: 在小电流时不需要补偿, 保持小电流的快速编程; 仅仅是输出为振荡的大电流时, 补偿的机制才发挥作用, 稳定输出电流, 这种补偿方法即动态补偿。

[0125] 还包括动态补偿模块, 所述动态补偿模块的输出端与所述电流前馈部分的输入端及所述比较放大器的输出端相连, 所述偏置电源为所述动态补偿模块供电。

[0126] 所述动态补偿模块包括第九晶体管 M_p 和补偿电容 C_p ; 所述第九晶体管 M_p 为 N 型 MOS 管;

[0127] 所述第八节点 n_8 为第九晶体管的源级;

[0128] 所述第九晶体管 M_p 的栅极耦合到第二节点 n_2 , 漏极耦合到第一节点 n_1 , 源极耦合到第八节点 n_8 ;

[0129] 所述补偿电容 C_p 的第一端耦合到第八节点 n_8 , 第二端接地。

[0130] 动态地调整补偿电容的反馈深度, 在编程电流较大时, 实施深度补偿, 抑制所述比较放大器的输出节点上的电压振荡, 从而减少所述电流前馈模块和电流反馈模块的纹波电流; 在编程电流较小时, 实施浅补偿甚至关闭补偿模块, 提高所述比较放大器的响应速度, 从而增强所述电流前馈和反馈模块加速小电流编程的效果。

[0131] 图 9 是一种基于动态补偿原理的电流驱动电路。 C_p 是补偿电容, M_p 是开关管。只有在编程电流为大电流时, M_1 和 M_2 的栅极电位才会上升到较高电位并打开 M_p 。而编程电流为小电流时, M_1 和 M_2 的栅极电位尚不足以打开 M_p 。因此一方面, 当编程为大电流时, 在瞬态过程中, 输入端新增加了补偿电容 C_p , 这对于抑制大电流时的电流振荡有好处。另一方面, 当编程为小电流时, 补偿回路没有导通, 因此小电流编程速度仍然较快, 并不会受到补偿电容的影响。从而这种电路能够同时实现大电流和小电流的快速编程。

[0132] 图 10 是模拟得到的基于动态补偿原理的电流驱动电路的瞬态响应。其中图 10(a) 是大电流的瞬态响应, 图 10(b) 小电流的瞬态响应。相比于图 4 以及图 7, 采用这种基于动态补偿原理的电流驱动电路以后, TFT OLED 像素的电流驱动瞬态响应得到了极大地改善。在全部的编程电流情况下, 输出不仅是稳定的, 而且均保持着较快的速度。在 TFT 技术继续发展, 迁移率更高、寄生电容更小的情况下, 这种动态补偿原理的电流驱动电路有望将 TFT OLED 像素的电流驱动速度提升到 $5 \mu s$ 以下, 从而实现大屏幕、高分辨的 AM OLED 显示。

[0133] 一种基于 OLED 数据驱动电路的有源 TFT OLED 面板, 采用所述的 OLED 数据驱动电路, 包括有 $N \times M$ 个 OLED 像素单元, 其中 N 为有源 TFT OLED 面板阵列列方向的像素数量, M 为有源 TFT OLED 面板阵列行方向的像素数量, N 和 M 均为大于等于 1 的整数;

[0134] 所述有源 TFT OLED 面板阵列包括有 $2 \times N$ 条栅极驱动线 $V_g^1 \sim V_g^{2N}$, M 条数据驱动线 $V_d^1 \sim V_d^M$;

[0135] 所述有源 TFT OLED 面板阵列上由两条栅极驱动线 V_g^{2k-1} 、 V_g^{2k} 驱动一行 TFT OLED 像素, 并作为一组栅极驱动线, 其中 k 为整数, 而且 $1 \leq k \leq N$;

[0136] 每组栅极驱动线上所连的像素按照所在列线顺序编号的奇偶性分为两类, 包括奇数列像素与偶数列像素; 奇数列像素的栅极驱动端连接到栅极驱动线 V_g^{2k-1} , 数据驱动端连

接到所述的 OLED 数据驱动电路的第三节点 n_3 ;偶数列像素的栅极驱动端连接到栅极驱动线 V_g^{2k} ,数据驱动端连接到所述 OLED 数据驱动电路的第四节点 n_4 。

[0137] 图 11 与这种电流驱动电路相对应的 TFT OLED 面板的结构示意图。对比图 1 所示的现有技术中普通 TFT OLED 面板结构,这种面板的栅极驱动线是普通面板的两倍,并且一根栅极线方向的像素按照所在数据线的奇偶性而分成不同的两组。其工作过程以第一行为例:第一行的像素分为第一组和第二组,其第一组像素的选择 TFT 的栅极均连接到 $VG(1, 1)$,其第二组像素的选择 TFT 的栅极均连接到 $VG(1, 0)$ 。

[0138] 当 $VG(1, 1)$ 为高电平, $VG(1, 0)$ 为低电平时,第一行上的奇数列 TFT OLED 像素并行地编程,第一行上偶数列的 TFT OLED 像素关断,为不可编程状态。此时,偶数列上的电容是作为上述电流驱动器的补偿电容 C_{L2} ,而奇数列上的电容才是电流驱动器的负载电容 C_{L1} 。

[0139] 当 $VG(1, 0)$ 为高电平, $VG(1, 1)$ 为低电平时,第一行上的偶数列 TFT OLED 像素并行地编程,第一行上奇数列的 TFT OLED 像素关断,为保持当前数据状态。此时,奇数列上的电容是作为上述电流驱动器的补偿电容 C_{L2} ,而偶数列上的电容才是电流驱动器的负载电容 $CL1$ 。

[0140] 上述实施例只是本发明的举例,尽管为说明目的公开了本发明的最佳实施例和附图,但是本领域的技术人员可以理解:在不脱离本发明及所附的权利要求的精神和范围内,各种替换、变化和修改都是可能的。因此,本发明不应局限于最佳实施例和附图所公开的内容。

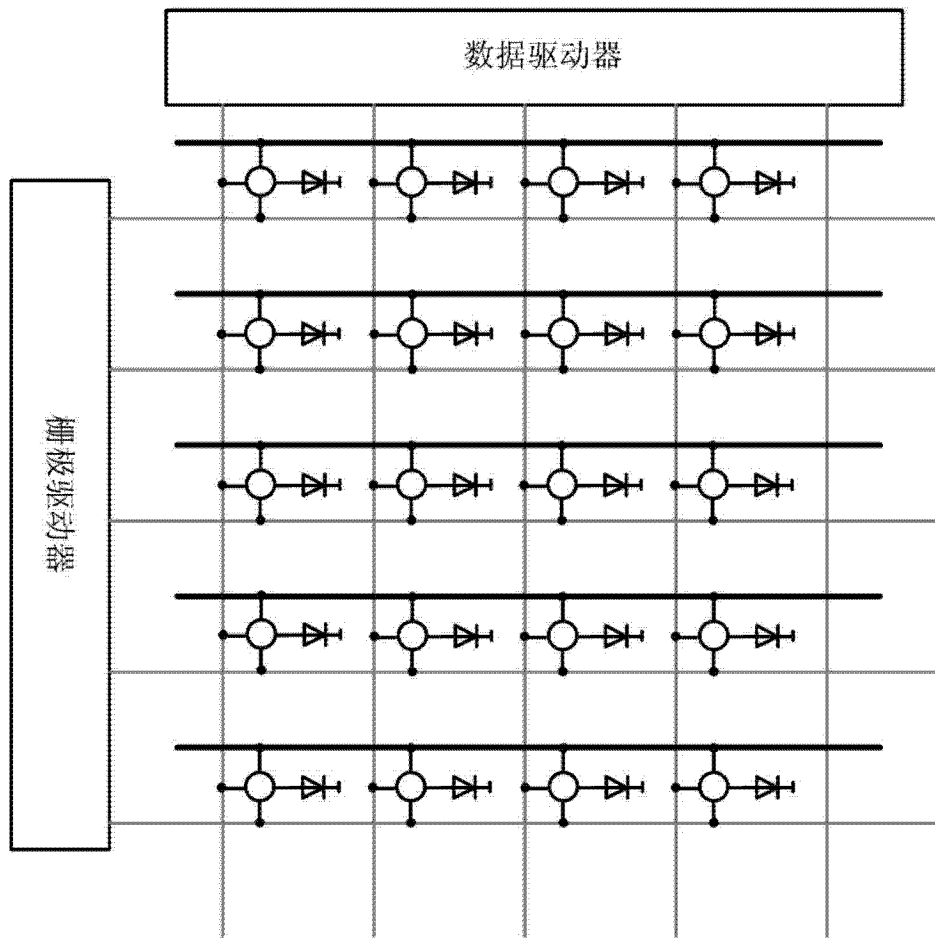
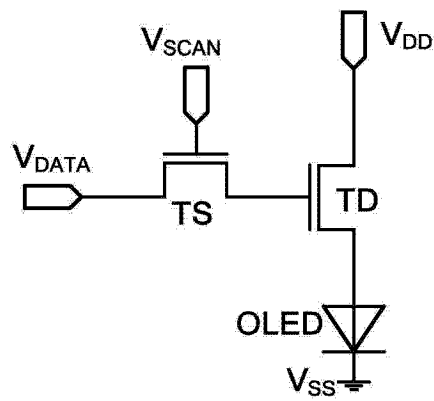
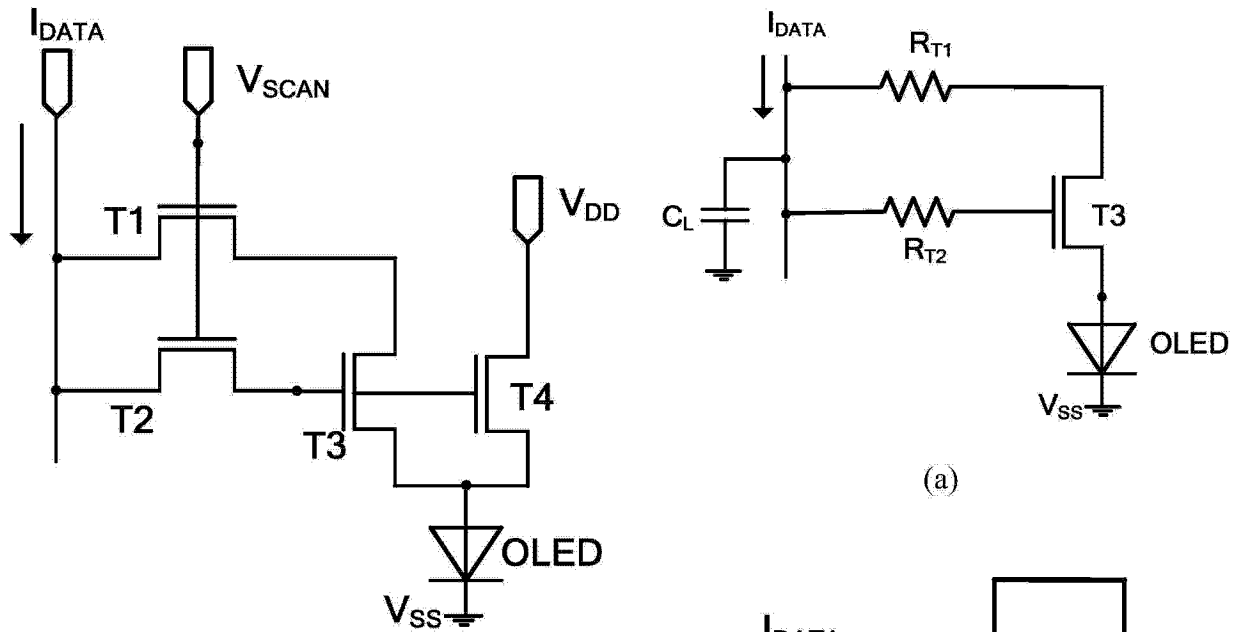


图 1



(a)



(b)

图 2

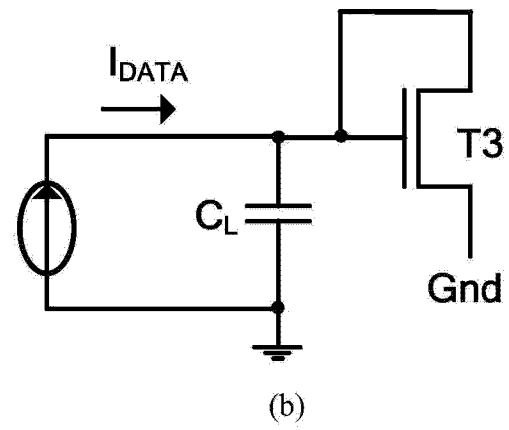


图 3

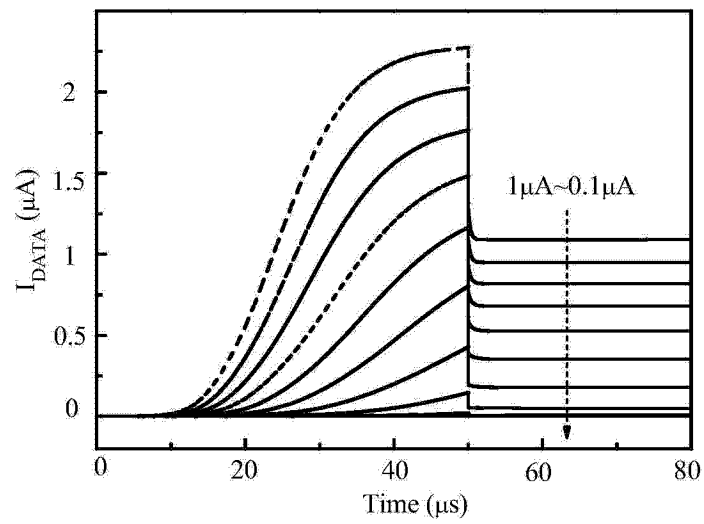


图 4

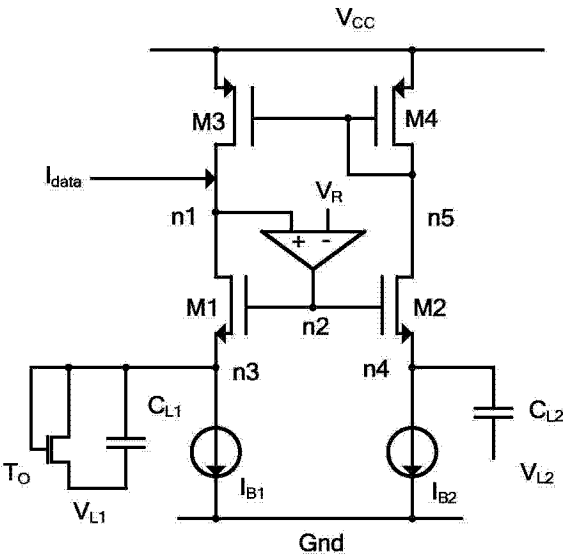


图 5

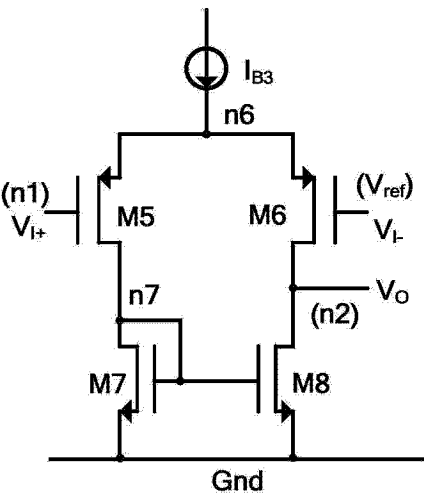
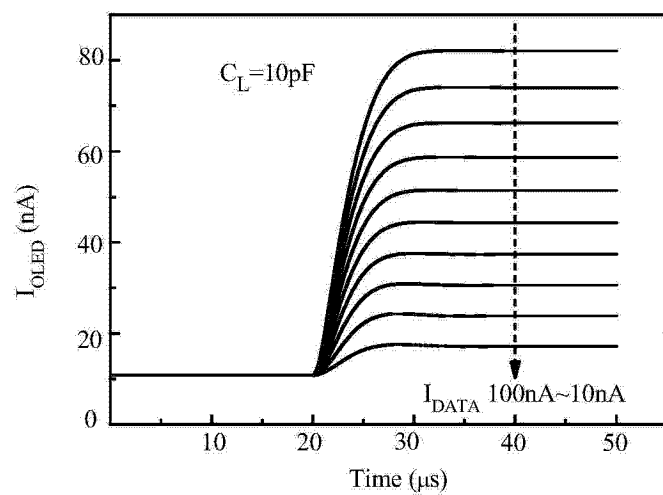
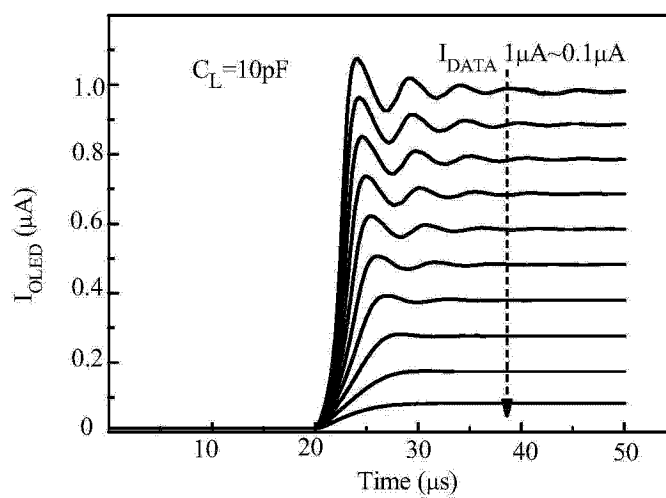


图 6

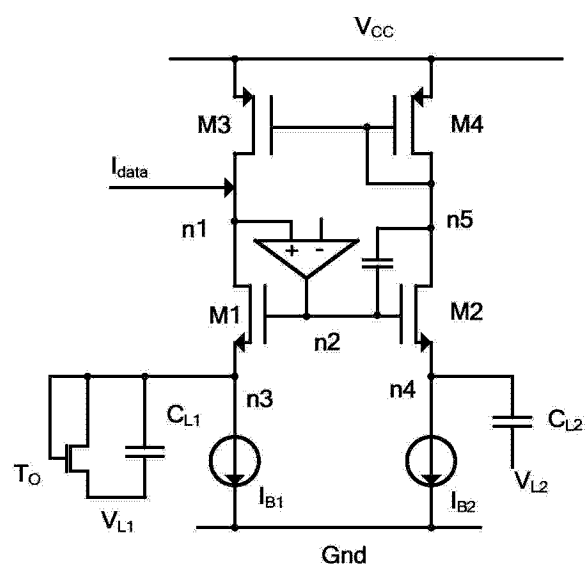


(a)

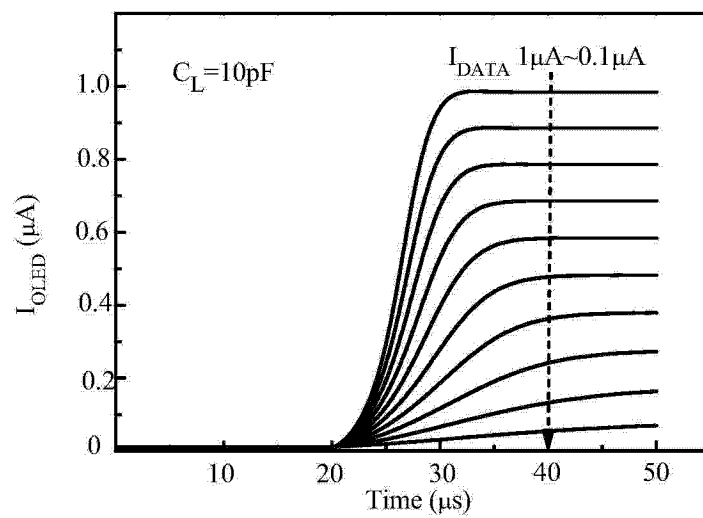


(b)

图 7



(a)



(b)

图 8

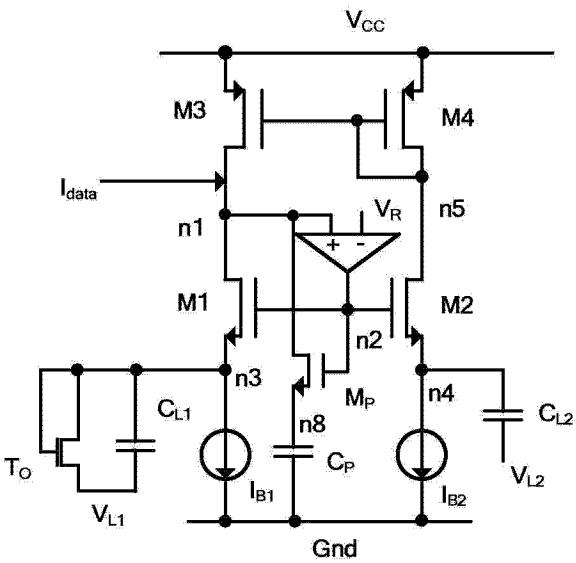
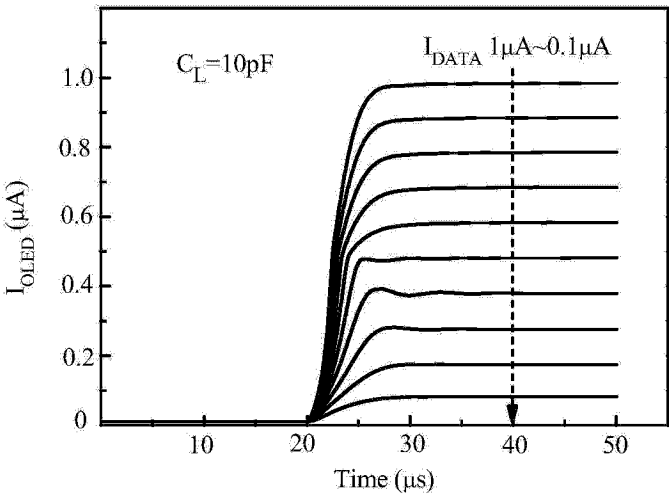


图 9



(a)

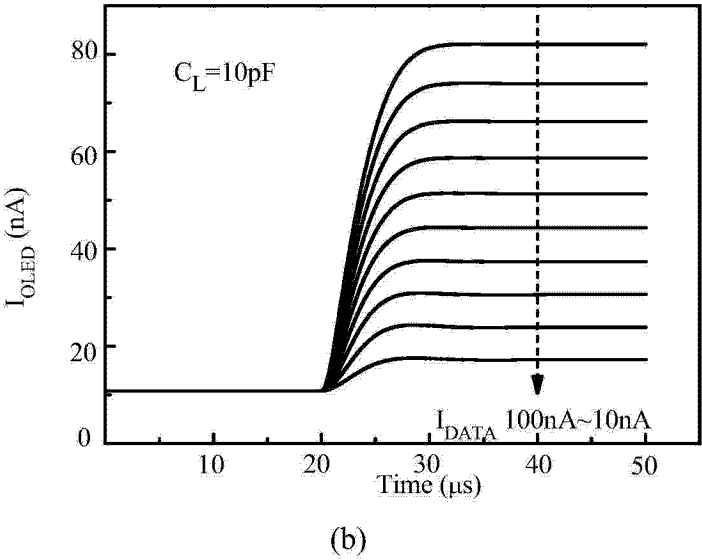


图 10

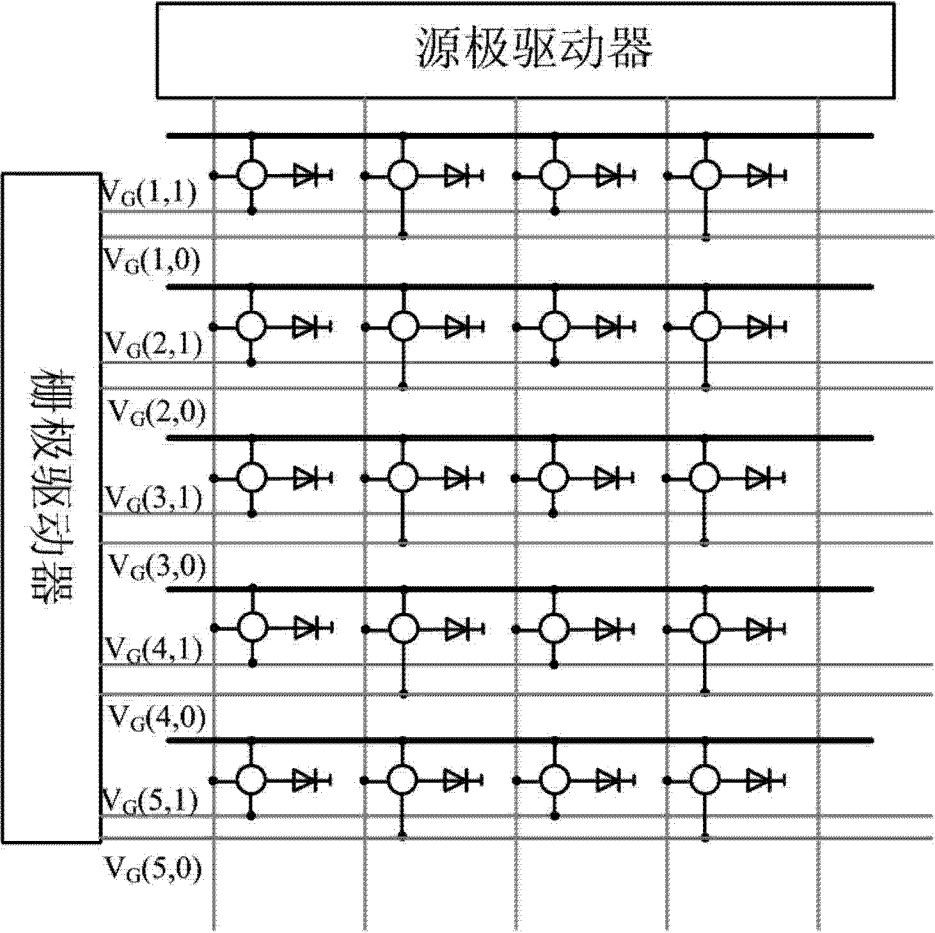


图 11

专利名称(译)	一种OLED数据驱动电路、基于该电路的有源TFT OLED面板及其驱动方法		
公开(公告)号	CN104050926A	公开(公告)日	2014-09-17
申请号	CN201410319880.9	申请日	2014-07-07
[标]申请(专利权)人(译)	中南大学		
申请(专利权)人(译)	中南大学		
当前申请(专利权)人(译)	中南大学		
[标]发明人	廖聪维 邓联文 黄生祥 刘胜 宋德夫		
发明人	廖聪维 邓联文 黄生祥 刘胜 宋德夫		
IPC分类号	G09G3/32 G09G3/3275		
代理人(译)	黄美成		
其他公开文献	CN104050926B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种OLED数据驱动电路、基于该电路的有源TFT OLED面板及其驱动方法，该电流驱动电路由以下部分构成：电流前馈部分；电流反馈部分；比较放大器；动态补偿部分；偏置电源；该数据驱动电路能够快速、高精度地给电流型TFT OLED像素编程。该基于数据驱动电路的有源TFT OLED面板的栅极驱动线是普通面板的两倍，并且一根栅极线方向的像素按照所在数据线的奇偶性而分成不同的两组，同一行线方向的两组像素的栅极扫描时间分别是普通面板上栅极扫描时间的一半，并且这两组栅极扫描线互补顺次地打开同一行线方向的像素。

