



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 03105079.4

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1190765C

[22] 申请日 2003.3.6 [21] 申请号 03105079.4

[71] 专利权人 南开大学

地址 300071 天津市卫津路 94 号

[72] 发明人 熊绍珍 吴春亚 郭 斌 赵 颖

审查员 詹靖康

[74] 专利代理机构 天津市学苑有限责任专利代理
事务所

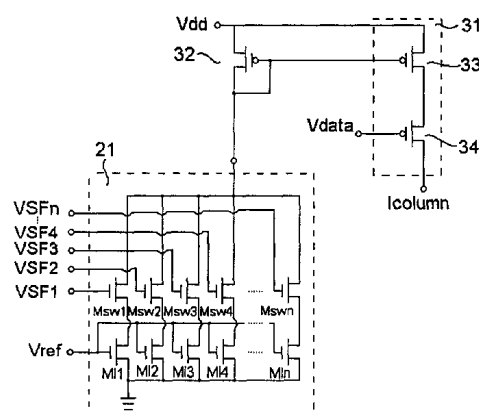
代理人 赵尊生

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称 电流分场显示驱动电路

[57] 摘要

本发明是一种可应用于有机发光二极管 (OLED) 显示屏的电流分场显示驱动电路。它包括受子场变换信号控制的参考电流单元电路部分, 电流输入电路部分和能产生多路相等电流输出的电流输出电路部分。通过将显示周期分为 n 个时间相等的子场, 每个子场输出给 OLED 显示屏的电流分别为 $1, 2, 4, \dots, 2^{n-1}$ 倍单位电流, 利用 OLED 发光与电流的线性关系, 实现总共达 2^n 个灰度级的显示。本发明不需要附加电路就能达到精确而且较高的灰度级表示。本发明的电流分场显示驱动电路可以应用到信息显示领域中的各种形式和规模的无源或有源矩阵 OLED 显示器中, 适应于产业化应用。



ISSN 1008-4274

1、一种电流分场显示驱动电路，其特征在于它主要包括一个参考电流单元或输入电流单元和一个以上个电流输出单元；将主显示周期分为 n 个相等的子场，每个子场对有机发光二极管（OLED）显示屏输出的驱动电流分别为 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍单位电流，利用 OLED 电流与发光的线性关系，可以实现 2^n 个灰度级的显示，所述的电流分场显示驱动电路是指按每个子场为 OLED 显示屏输出驱动电流；

该参考电流单元或输入电流单元包括：

一参考电流晶体管，其源极接地，其栅极接一参考电压信号，其漏极电流为单位电流；一电流输入晶体管，其源极接电源，其漏极接该参考电流晶体管的漏极，其栅极与其漏极相连；

每个电流输出单元包括：

第一电流输出晶体管，其宽长比等于该参考电流晶体管的宽长比，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；

第一子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第一子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；

第二电流输出晶体管，其宽长比等于该参考电流晶体管的宽长比的 2 倍，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；

第二子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第二子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；

第三电流输出晶体管，其宽长比等于参考电流晶体管的宽长比的 4 倍，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；

第三子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第三子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；

第四电流输出晶体管，其宽长比等于该参考电流晶体管的宽长比的 8 倍，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；

第四子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第四子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；

列开关晶体管，其源极接该电流输出单元的输出端，其栅极接列数据信号，其漏级作为该列的输出端。

2、根据权利要求 1 所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于所述的参考电流晶体管为 NMOS 晶体管；所述的电流输入晶体管、电流输出晶体管、子场控制开关晶体管以及列开关晶体管均为 PMOS 晶体管。

3、根据权利要求 1 所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于所述的参考电流单元电路可以实现 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍于单位电流的电流输出，其主要包括 n 个子场电流源，每个子场电流源包括：

子场电流源晶体管，其源极接地，其栅极接参考电压信号；

子场开关晶体管，其源极接该子场电流源晶体管的漏级，其栅极接子场控制信号，其漏级接该参考电流单元电路的输出端。

4、根据权利要求3所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于所述的参考电流单元电路的子场电流源晶体管和该子场开关晶体管均为NMOS晶体管。

5、根据权利要求3所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于所述的参考电流单元电路的第1到第n个子场电流源晶体管的宽长比依次为宽长比的1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍；该第1到第n个子场开关晶体管的栅极依次接第1到第n子场控制信号。

6、根据权利要求1所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于它主要包括：

根据权利要求3所述的参考电流单元电路；

电流输入晶体管，其源极接电源，其栅极与其漏极相连，其漏极接该参考电流单元电路的输出端；

一个以上个电流输出单元，每个电流输出单元包括：

电流输出晶体管，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；列开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接列数据信号，其漏极作为该列的输出端。

7、根据权利要求6所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于所述的电流输入晶体管、电流输出晶体管以及列开关晶体管均为PMOS晶体管。

8、一种根据权利要求1所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于，其主要包括根据权利要求3所述的参考电流单元电路和一个以上个电流输入或输出单元，每个电流输入或输出单元包括：

电流输入或输出晶体管，其源极接电源；

存储电容，其一端接电源，其另外一端接该电流输入或输出晶体管的栅极；

第一开关晶体管，其漏极接该电流输入或输出晶体管的栅极，其源极接该电流输入或输出晶体管的漏极，其栅极接一扫描控制信号；

第二开关晶体管，其漏极接该电流输入或输出晶体管的漏极，其源极接该参考电流单元的输出端，其栅极接该第一开关晶体管的栅极；

电流输出开关晶体管，其源极接该电流输入或输出晶体管的漏极，其栅极接该第一开关晶体管的栅极；

列开关晶体管，其源极接该电流输入或输出晶体管的漏极，其栅极接一列数据信号，其漏极作为该列的输出端。

9、根据权利要求8所述的电流分场显示驱动电路，其特征在于所述的电流输入或输出晶体管、电流输出开关晶体管以及该列开关晶体管均为PMOS晶体管，所述的第一开关晶体管和所述的第二开关晶体管均为NMOS晶体管。

电流分场显示驱动电路

所属技术领域

本发明涉及显示驱动电路，尤其是一种可应用于有机发光二极管（OLED）显示屏的电流分场显示驱动电路。

背景技术

有机发光二极管（OLED）显示自从1987年首次被报道（C. W. Tang and S. A. Vanslyke, <Appl. Phys. Lett.>, 51, p539, 1987）以来，发展十分迅速，是近年国际信息显示学会最受关注的研究领域。OLED的宽视角、快速响应、工艺简单、主动发光等优点，使之比LCD更适用于正蓬勃发展的个人数字助手（PDA）、掌上电脑、电子书籍以及移动通讯（如手机）等中小尺寸应用领域；与非晶硅或多晶硅制造的薄膜晶体管（TFT）的结合，有望形成可与有源矩阵LCD（AM-LCD）相当的有源矩阵OLED（AM-OLED）（Mike Hack, J. J. Brown, J. K. Mahon et al., Performance of High Efficiency AMOLED Displays, IDMC 2000: 435-439），在中大规模尺寸上可与其一争天下。这些特点使OLED能像当前的LCD那样，有望成为下一代平板显示的主流产品。因此，Kodak、Sanyo、Dupont、Pioneer、飞利浦和东芝等国际知名公司都争相进行OLED显示技术的研究和开发。

OLED可分为无源矩阵（PM-OLED）和有源矩阵（AM-OLED）两大类。单色、多色PM-OLED的器件质量性能已能满足商品化的需求，Pioneer等公司已有产业化计划。目前，PM-OLED的研究着重于全色化、产业化技术，拓展它在信息显示方面的应用。要将OLED投入到实际应用中去，就必须有相匹配的驱动和控制电路，因为OLED屏的显示质量和寿命不仅与其本身的性能有关，而且与驱动波形、模式等因素息息相关，是其能否成为下一代平板显示器（FPD）主流产品的关键问题之一。PM-OLED适用于低成本、小规模、低信息量的显示，而AM-OLED适用于高分辨率、大面积、全彩色的显示。OLED的驱动方式可分为电压信号驱动和电流信号驱动。而且使用电流信号可以有效地避免包括OLED和TFT在内的器件特性差异和起伏的影响，还可以避免因电源电压传输压降产生的串扰的影响（A Comparison of Pixel Circuits for Active Matrix Polymer/Organic LED Displays, D. Fish, N. Young, M. Childs, SID 02 DIGEST, pp. 968-971）。

说明书附图8所示的是典型的无源矩阵OLED，所有OLED 83是共阴极的。电压或电流信号施加到列线81上，通过在行扫描线82上施加一选通（低电平）信号，使得位于该行的OLED可以导通发光。图9是典型的电压信号驱动の有源矩阵OLED，其OLED 96是共阴极的。通过在行扫描线91上施加高电平，使选通管93导通，这时列数据线92上的电压信号通过选通管93连接到驱动管94的栅极，同时将存储电容95充电。在驱动管导通后，受其栅源电压的控制输出不同大小的电流，使OLED像素发光并显示不同的灰度级。图10是一种电流信号驱动の有源矩阵OLED，其OLED 108是共阳极的。通过在行扫描线

101 上施加低电平,使选通管 103 和开关管 104 导通,而开关管 105 截止。这时列数据线 102 上的电流信号通过选通管 103 连接到驱动管 106 的漏极,同时通过开关管 104 将存储电容 107 充电,在驱动管导通后,通过流过驱动管 106 漏极的电流和存储电容 107 在驱动管栅极产生的电压的自调整过程,驱动管 106 最终建立起与列数据线 102 上的电流相等的电流。当行扫描线上施加高电平时,选通管 103 和开关管 104 截止,开关管 105 导通,驱动管受其栅源电压的控制输出与刚才同样大小的电流,使 OLED 像素发光。驱动管 106 输出的电流大小只与列数据线 102 上的电流大小有关,通过调整这个电流,可以使驱动管 106 输出不同大小的电流,并使 OLED 显示不同的灰度级。

图 7 是 OLED 显示屏及其驱动电路的系统图。有源/无源矩阵 OLED 显示屏 74 可以由图 8、图 9 或图 10 所示的 OLED 矩阵组成。行扫描驱动电路 71 负责向显示屏上的行扫描线 81、91、101 输出选通信号,依次选通各行。列数据移位寄存器 72 在一个行周期内负责接收来自外部的一行数据信号,并将其锁存用于控制 OLED 的发光和灰度。列信号驱动电路 73 受列数据移位寄存器 72 的控制,向显示屏上的各条列信号线 82、92、102 上输出不同大小的电压或电流信号,使 OLED 发光并显示不同的灰度级。

无源矩阵 OLED 显示,要能在中小尺寸显示上具有可与 STN LCD 相竞争的能力,灰度显示是最重要的。现有报道是采用“脉宽调制”模式实现显示灰度,它的问题是灰度级难于提高和驱动电路较复杂(Satoshi Miyaguchi, Shinichi Ishizuka, Takeo Wakimoto, Organic LED full-color passive-matrix display, Journal of the SID 7/3, 1999: 221-225)。

在有源驱动技术方面,国际上起步的时间并不久远,他们借用现有 TFT-LCD 的已有基础以及与有机发光技术的紧密结合,发展速度相当之快。1996 年才由美国 Planna 公司、Kodark 公司、Sarnoff 研究所和 Princeton 大学等四家提出 TFT-OLED 的研究尝试,2000 年 SID 会上就见到 5.5 英寸多晶硅 AM-OLED 研制成功的示例,2001 年则见 13 英尺 LTPS TFT-OLED 的报道(Tatsuya Sasaoka, Mitunobu Sekiya, Akiya Yumoto et al., “Late-News paper: A13.0-inch AM-OLED Display with Top Emitting Structure and Adaptive Current Mode Programmed Pixel Circuit (TAC),” SID 01 DIGEST, p.384),发展之快可谓神速。但是,有源矩阵 OLED 还存在一些关键问题需要解决,例如大面积显示中像素间发光的不一致性问题,以及高分辨率显示器驱动电路的工作频率过高等问题。利用电流驱动和分场显示(Mayumi Mizukami, Kazutaka Inukai, Hirokazu Yamagata et al., 6-Bit Digital VGA OLED, SID 00 GIGEST: 912-915)的结合,可以很好的解决显示一致性的问题,而电流分场的驱动模式可以避免驱动电路工作在过高的频率下。

要发展我国自己的 OLED 事业,必须采取具有自我 IP 核的“跨越式”发展模式,为此我们提出一种电流分场模式来获得灰度级,这是一种准数字驱动方式,它所能获得的灰度级与子场数和电流比率有关。

发明内容

本发明的目的在于提出一种电流分场显示驱动电路。本发明是通过每个子场的输出

电流的自调整，可以不需要附加电路就能达到精确而且较高的灰度级表示，同时可以实现数字化显示。本发明同时简化了时序和电路结构，而且能实现较高的一致性。因此，本发明可以用简化的电路和时序实现 OLED 显示的较好的一致性和较高灰度级显示。本发明的电流分场显示驱动电路可以应用到信息显示领域中的各种形式和规模的无源或有源矩阵 OLED 显示器中。

本发明主要包括一个参考电流单元电路，一个或一个以上个电流输入电路，以及一个以上个电流输出单元电路；将主显示周期分为 n 个相等的子场，每个子场为 OLED 显示屏输出的驱动电流分别为 $1, 2, 4, \dots, 2^{n-1}$ 倍单位电流，利用 OLED 电流与发光的线性关系，可以实现 2^n 个灰度级的显示，所述的电流分场显示驱动电路的每个子场为 OLED 显示屏输出多路、精确和成比例的驱动电流。

所述的电流分场显示驱动电路主要包括有一个参考/输入电流单元和一个以上个电流输出单元，该参考/输入电流单元包括：

一参考电流晶体管，其源极接地，其栅极接一参考电压信号，其漏极电流为单位电流；一电流输入晶体管，其源极接电源，其漏极接该参考电流晶体管的漏极，其栅极与其漏极相连；

每个电流输出单元包括：

一第一电流输出晶体管，其宽长比等于该参考电流晶体管的宽长比，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；一第一子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第一子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；一第二电流输出晶体管，其宽长比等于该参考电流晶体管的宽长比的 2 倍，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；一第二子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第二子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；一第三电流输出晶体管，其宽长比等于参考电流晶体管的宽长比的 4 倍，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；一第三子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第三子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；一第四电流输出晶体管，其宽长比等于该参考电流晶体管的宽长比的 8 倍，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；一第四子场控制开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接第四子场控制电压信号，其漏极接该电流输出单元的输出端；一列开关晶体管，其源极接该电流输出单元的输出端，其栅极接列数据信号，其漏级作为该列的输出端；

所述的电流分场显示驱动电路可以在 4 个子场输出 4 个成比例的驱动电流，实现 16 级灰度显示；所述的参考电流晶体管为 NMOS 晶体管；所述的电流输入晶体管、电流输出晶体管、子场控制开关晶体管以及列开关晶体管均为 PMOS 晶体管。

所述的参考电流单元电路可以实现 $1, 2, 4, \dots, 2^{n-1}$ 倍于单位电流的电流输出，其主要包括 n 个子场电流源，每个子场电流源包括：

一子场电流源晶体管，其源极接地，其栅极接参考电压信号；

一子场开关晶体管，其源极接该子场电流源晶体管的漏级，其栅极接一子场控制信

号，其漏级接该参考电流单元电路的输出端。

所述的参考电流单元电路的子场电流源晶体管和该子场开关晶体管均为 NMOS 晶体管；所述的参考电流单元电路的第 1 到第 n 个子场电流源晶体管的宽长比依次为单位宽长比的 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍；该第 1 到第 n 个子场开关晶体管的栅极依次接第 1 到第 n 子场控制信号。

本发明主要包括：一所述的参考电流单元电路；一电流输入晶体管，其源极接电源，其栅极与其漏极相连，其漏极接该参考电流单元电路的输出端；

一个以上个电流输出单元，每个电流输出单元包括：一电流输出晶体管，其源极接电源，其栅极接该电流输入晶体管的栅极；一列开关晶体管，其源极接该电流输出晶体管的漏极，其栅极接列数据信号，其漏极作为该列的输出端；所述的电流输入晶体管、电流输出晶体管以及列开关晶体管均为 PMOS 晶体管。

本发明包括所述的参考电流单元电路和一个以上个电流输入/输出单元，每个电流输入/输出单元包括：

一电流输入/输出晶体管，其源极接电源；

一存储电容，其一端接电源，其另外一端接该电流输入/输出晶体管的栅极；

一第一开关晶体管，其漏极接该电流输入/输出晶体管的栅极，其源极接该电流输入/输出晶体管的漏极，其栅极接一扫描控制信号；

一第二开关晶体管，其漏极接该电流输入/输出晶体管的漏极，其源极接该参考电流单元的输出端，其栅极接该第一开关晶体管的栅极；一电流输出开关晶体管，其源极接该电流输入/输出晶体管的漏极，其栅极接该第一开关晶体管的栅极；一列开关晶体管，其源极接该电流输入/输出晶体管的漏极，其栅极接一列数据信号，其漏极作为该列的输出端；所述的电流输入/输出晶体管、电流输出开关晶体管以及该列开关晶体管均为 PMOS 晶体管，所述的第一开关晶体管和所述的第二开关晶体管均为 NMOS 晶体管。

所述的电流分场显示驱动电路，在第一子场时，第一子场控制开关晶体管导通，第二、三、四子场控制开关晶体管截止，在列开关晶体管导通时，电流输出单元输出 1 倍于单位电流的电流；在第二子场时，第二子场控制开关晶体管导通，第一、三、四子场控制开关晶体管截止，在列开关晶体管导通时，电流输出单元输出 2 倍于单位电流的电流；在第三子场时，第三子场控制开关晶体管导通，第一、二、四子场控制开关晶体管截止，在列开关晶体管导通时，电流输出单元输出 4 倍于单位电流的电流；在第四子场时，第四子场控制开关晶体管导通，第一、二、三子场控制开关晶体管截止，在列开关晶体管导通时，电流输出单元输出 8 倍于单位电流的电流。

所述的参考电流单元电路，对应第 1 到第 n 个子场，只有第 1 到第 n 子场控制开关分别导通，其余子场控制开关截止，参考电流电路依次输出 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍于单位电流的电流。

所述的电流分场显示驱动电路，在子场控制信号的作用下，该第 1 到第 n 个子场控制开关依次导通，在该列开关导通时，该电流输出单元向该列输出 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍于单位电流的电流。

所述的电流分场显示驱动电路，当该电流输入/输出单元上的扫描信号为 1，该第一开关晶体管 and 该第二开关晶体管均导通，同时该电流输出开关晶体管截止，该电流输入/输出晶体管接收该参考电流单元电路输出的电流，同时将相应的电压信号存储在存储电容上；当该电流输入/输出单元上的扫描信号为 0 时，该第一开关晶体管 and 该第二开关晶体管均截止，该电流输出开关晶体管导通，如果该列开关晶体管导通，该电流输入/输出晶体管在该存储电容上的电压作用下，继续输出相应的恒定电流。

本发明电流分场显示驱动电路是一种性能优良、新颖实用的无源或有源矩阵有机发光二极管显示屏驱动电路。不同的灰度级则可通过不同的电流组合来实现，对于简单的 4 分场显示，通过显示数据在不同子场控制参考电流的输出，就可以表示出 0-15 的 16 个灰度级。由于 OLED 发光与其电流呈线性关系而与电压呈非线性关系，所以采用电流代替电压驱动能实现更高的灰度一致性和精确度。而要扩展本电路以实现更高的灰度级，不用增加驱动电路的规模，而只需要简单地增加子场数目和相应的参考电流即可。

本发明的电流分场显示驱动电路为等间隔分场，避免了过高的工作频率；而使用成比率的电流在不同子场的组合来实现灰度表示，每一列只需要一个电流输出晶体管和相应的列开关晶体管驱动，省略了其他驱动模式中的数模转换电路、计数电路或比较器电路，简化了电路复杂性，因此成本大大降低。

本发明可以用简化的电路和时序实现 OLED 显示的较好的一致性和较高灰度级显示，从而优于现有的其他驱动电路，而且可以实现数字化显示。对比现有的各种驱动电路，本发明同时简化了时序和电路结构，并能实现比较高的一致性。

本发明无论目的、手段和功效均与现有的驱动技术不同，是有机发光二极管显示驱动电路的一项突破，并且确实具有适用于信息显示产业工业化应用价值的一项发明。此外，本发明极具有改进和提高的功能。本发明可以应用到包括 PDA、掌上电脑、电子书籍以及移动通讯（如手机）和笔记本电脑显示器以及高清晰度电视等各种形式的有机发光二极管显示器中。

附图说明

图 1 是包括一个电流输出单元的电流分场显示驱动电路。

图 2 是本发明的电流分场显示驱动电路的一种参考电流单元电路。

图 3 是包括一个电流输出单元的电流分场显示驱动电路。

图 4 是包括一个电流输出单元的电流分场显示驱动电路。

图 5 是本发明的电流分场显示驱动电路的电流时间关系示意图。

图 6 是本发明的电流分场显示驱动电路用于无源矩阵和有源矩阵 OLED 显示屏的时序和电流分配示意图。

图 7 是作为参考的有机发光二极管显示屏及其驱动电路的系统构造示意图。

图 8 是作为参考的无源矩阵 OLED 显示屏的示意图。

图 9 是作为参考的一种电压信号驱动的有源矩阵 OLED 显示屏的示意图。

图 10 是作为参考的一种电流信号驱动的有源矩阵 OLED 显示屏的示意图。

具体实施方式

本发明结合附图详细描述如下：

图 1 是显示可以实现 16 级灰度的本发明的一个特例。其主要包括有一个参考/输入电流单元 11 和复数个电流输出单元 12。该参考/输入电流单元 11 包括，一 NMOS 参考电流晶体管 M1 和一 PMOS 电流输入晶体管 M2，该晶体管 M1 源极接地，其栅极接参考电压信号 Vref，其漏极电流为单位电流；该晶体管 M2 源极接电源 Vdd，其漏极接参考电流晶体管 M1 的漏极，其栅极与其漏极相连。每个电流输出单元 12 包括，一第一电流输出 PMOS 晶体管 M01，其宽长比等于参考电流晶体管 M1 的宽长比，其源极接电源 Vdd，其栅极接该电流输入晶体管 M2 的栅极，一第一子场控制开关 PMOS 晶体管 MS1，其源极接该电流输出晶体管 M01 的漏极，其栅极接第一子场控制电压信号 VSF1，其漏极接电流输出单元的输出端 Iout；一第二电流输出 PMOS 晶体管 M02，其宽长比等于晶体管 M1 的宽长比的 2 倍，其源极接电源 Vdd，其栅极接晶体管 M2 的栅极，一第二子场控制开关 PMOS 晶体管 MS2，其源极接晶体管 M02 的漏极，其栅极接第二子场控制电压信号 VSF2，其漏极接电流输出单元的输出端 Iout；一第三电流输出 PMOS 晶体管 M03，其宽长比等于晶体管 M1 的宽长比的 4 倍，其源极接电源 Vdd，其栅极接晶体管 M2 的栅极，一第三子场控制开关 PMOS 晶体管 MS3，其源极接晶体管 M03 的漏极，其栅极接第三子场控制电压信号 VSF3，其漏极接电流输出单元的输出端 Iout；一第四电流输出 PMOS 晶体管 M04，其宽长比等于晶体管 M1 的宽长比的 8 倍，其源极接电源 Vdd，其栅极接晶体管 M2 的栅极，一第四子场控制开关 PMOS 晶体管 MS4，其源极接晶体管 M04 的漏极，其栅极接第四子场控制电压信号 VSF4，其漏极接电流输出单元的输出端 Iout；一列开关晶体管 M3，其源极接电流输出单元的输出端 Iout，其栅极接列数据信号 Vdata，其漏极作为该列的输出端 Icolumn。

根据图 1 所示电流分场显示驱动电路，在第一子场时，晶体管 MS1 导通，晶体管 MS2、MS3、MS4 截止，在列开关晶体管 M3 导通时，电流输出单元 12 输出 1 倍于单位电流的电流。在第二子场时，晶体管 MS2 导通，晶体管 MS1、MS3、MS4 截止，在晶体管 M3 导通时，电流输出单元 12 输出 2 倍于单位电流的电流。在第三子场时，晶体管 MS3 导通，晶体管 MS1、MS2、MS4 截止，晶体管 M3 导通时，电流输出单元 12 输出 4 倍于单位电流的电流。在第四子场时，晶体管 MS4 导通，晶体管 MS1、MS2、MS3 截止，在晶体管 M3 导通时，电流输出单元 12 输出 8 倍于单位电流的电流。

图 2 是显示本发明的电流分场显示驱动电路的一种参考电流单元电路 21，可以实现 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍于单位电流的电流输出。该参考电流单元 21 包括 n 个子场电流源，每个子场电流源包括，一子场电流源 NMOS 晶体管 MI1—MIn，其源极接地，其栅极接参考电压信号 Vref；一子场开关 NMOS 晶体管 Msw1—Mswn，其源极接该子场电流源晶体管 MI1—MIn 的漏极，其栅极接一子场控制信号 VSF1—VSFn，其漏极接参考电流单元电路的输出端 Irefout。该第 1 到第 n 个子场电流源晶体管 MI1—MIn 的宽长比依次为宽长比的 1, 2, 4, ..., 2^{n-1} 倍。

图 2 所示的参考电流单元电路 21，对应第 1 到第 n 个子场，只有第 1 到第 n 子场控

制开关晶体管 M_{sw1} — M_{swn} 分别导通, 其余子场控制开关晶体管均截止, 参考电流电路 21 依次输出 1, 2, 4, $\dots$, 2^{n-1} 倍于单位电流的电流。

有关本发明的第二个实例的电流分场显示驱动电路示于图 3, 该电流分场显示驱动电路包括一图 2 所述的参考电流单元电路 21; 一电流输入 PMOS 晶体管 32, 其源极接电源 V_{dd} , 其栅极与其漏极相连, 其漏极接该参考电流单元电路的输出端; 复数个电流输出单元 31, 每个电流输出单元 31 包括, 一电流输出 PMOS 晶体管 33, 其源极接电源 V_{dd} , 栅极接电流输入晶体管 32 的栅极, 一列开关 PMOS 晶体管 34, 其源极接该电流输出晶体管 33 的漏极, 其栅极接列数据信号 V_{data} , 其漏极作为该列的输出端 I_{column} 。

图 3 所示的电流分场显示驱动电路, 在子场控制信号的作用下, 该第 1 到第 n 个子场控制开关依次导通, 在该列开关晶体管 34 导通时, 该电流输出单元 31 向该列输出 1, 2, 4, $\dots$, 2^{n-1} 倍于单位电流的电流。

图 4 是显示可以用于 TFT 有源矩阵 OLED 显示屏的本发明的第三个特例的电流分场显示驱动电路。该电路主要是由动态电流镜电路 41 构成的电流输入/输出单元构成。其特点是可以克服各区域间 TFT 特性的差异, 为 OLED 显示屏提供精确的驱动电流。该电流分场显示驱动电路包括一根据图 2 所示的参考电流单元电路 21 和复数个电流输入/输出单元 41。每个电流输入/输出单元 41 包括: 一电流输入/输出 PMOS 晶体管 M42, 其源极接电源 V_{dd} ; 一存储电容 C_s , 其一端接电源 V_{dd} , 其另外一端接该电流输入/输出晶体管 M42 的栅极; 一第一开关 NMOS 晶体管 M43, 其漏极接该电流输入/输出晶体管 M42 的栅极, 其源极接该电流输入/输出晶体管 M42 的漏极, 其栅极接一扫描控制信号 V_S ; 一第二开关 NMOS 晶体管 M44, 其漏极接该电流输入/输出晶体管 M42 的漏极, 其源极接该参考电流单元 21 的输出端, 其栅极接该第一开关晶体管 M43 的栅极; 一电流输出开关 PMOS 晶体管 M45, 其源极接该电流输入/输出晶体管 M42 的漏极, 其栅极接该扫描控制信号 V_S ; 一列开关 PMOS 晶体管 M46, 其源极接该电流输出开关晶体管 M45 的漏极, 其栅极接一列数据信号 V_{data} , 其漏极作为该列的输出端 I_{column} 。

根据图 4 所示的电流输入/输出单元 41, 当该电流输入/输出单元上的扫描信号 V_S 为 1, 该第一开关晶体管 M43 和该第二开关晶体管 M44 均导通, 同时该电流输出开关晶体管 M45 截止, 该电流输入/输出晶体管 M42 接收该参考电流单元电路 21 输出的电流, 同时会将相应的电压信号存储在存储电容 C_s 上。当该电流输入/输出单元 41 上的扫描信号 V_S 为 0 时, 该第一开关晶体管 M43 和该第二开关晶体管 M44 均截止, 该电流输出开关晶体管 M45 导通, 如果该列开关晶体管 M46 导通, 该电流输入/输出晶体管 M42 在该存储电容 C_s 上的电压作用下, 继续为该列输出与刚才一致的恒定电流。

有关本发明的电流分场显示驱动电路的电流时间关系可以参考图 5。图 5 显示了 4 分场 16 级灰度时应用本发明的第一、第二、第三特例的电流分场显示驱动电路的电流输出和时间的关系示意图。一个显示周期被分成 4 个相等的子场, 在第一到第四子场, 该电流分场显示驱动电路依次输出 1、2、4、8 倍于单位电流的电流。

图 6 显示了本发明的电流分场显示驱动电路用于无源矩阵和有源矩阵 OLED 显示屏的时序和电流分配示意图。对于图 8 所示无源矩阵 PMOLED, 各行平均分配一个显示周期。

对于图 10 所示的有源矩阵 AMOLED，每个子场的写时间相同，每一行的 OLED 在信号写入后开始点亮，通过行扫描电路的控制，每一行依次写入数据然后点亮；而下一子场的行扫描信号依次控制每一行的信号的再次写入，可以作为对前一子场的刷新。整个显示过程避免信号写入时间对显示占空比的影响，充分利用了显示时间。这样不仅可以有效的避免大电流，而且可以达到较高的灰度级。用成比例的驱动电流代替了时钟计数或模拟信号电流输出来表示灰度级，它通过每个子场的数据的自调整，可以不需要附加电路就能达到精确而且较高的灰度级表示。

应用实施例

以图 3 为例，通过计算机模拟（软件 PSPICE 8.0, MicroSim 公司），我们用 CMOS 电路实现了电流分场显示驱动电路。

模拟是假设显示的帧周期为 32ms，分为 4 个子场，则每一子场的宽度为 8ms。对于 64X64 的 PMOLED 显示屏，每一子场中每一行的点亮时间为 $8/64=0.125\text{ms}$ 。对于目前的 OLED 材料，要达到 100 nits 的亮度，其电流密度约为 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ ，对于一个 0.1 乘 0.1mm² 的 OLED 来说，流过它的电流将达到 0.8 到 1uA。对于我们讨论的 PMOLED，由于每一行的显示时间仅为子场周期的 1/64，所以，要使 OLED 在一个子场内达到所需的亮度，其驱动电流应该扩大 64 倍，即大于 50—60uA，我们模拟时选择 50uA。需要指出的是，本电路的电流输出是可以调整的，而其最大输出可高达毫安量级。另外，因为 OLED 有极间电容，对于以上的 OLED 单元，对于电容面密度约为 25nF 的 OLED 材料，其电容可达到 3Pf 左右。因此，在小电流驱动的情况下，OLED 上的电容的充放电时间将比较明显。而模拟结果说明，在最高 50uA 最低 $50/8=6.25\text{uA}$ 的情况下，OLED 的充放电时间是可以接受的。

电路中 4 个参考电流晶体管的宽长比分别为 3/48，3/24，3/12 和 3/6。它们的输出电流比为 1：2：4：8。电流输入和电流输出晶体管的宽长比均为 3/12，开关晶体管的宽长比为 24/3。不同的灰度级则可通过不同的电流组合来实现，通过显示数据在不同子场控制参考电流的输出，可以表示出 0-15 的 16 个灰度级；而由于 OLED 发光与其电流呈线性关系而与电压呈非线性关系，所以采用电流代替电压驱动能实现更高的灰度一致性和精确度。而要扩展本发明以实现更高的灰度级，不需要增加列驱动电路的规模，只仅仅简单地增加子场数目和相应的参考电流即可。

可以看出，本发明的电流分场显示驱动电路为等间隔分场，避免了过高的工作频率；而使用成比率的电流在不同子场的组合来实现灰度表示，每一列只需要 2 个晶体管驱动，省略了其他驱动模式中的数模转换电路、计数电路或比较器电路，简化了电路复杂性，因此成本大大降低。

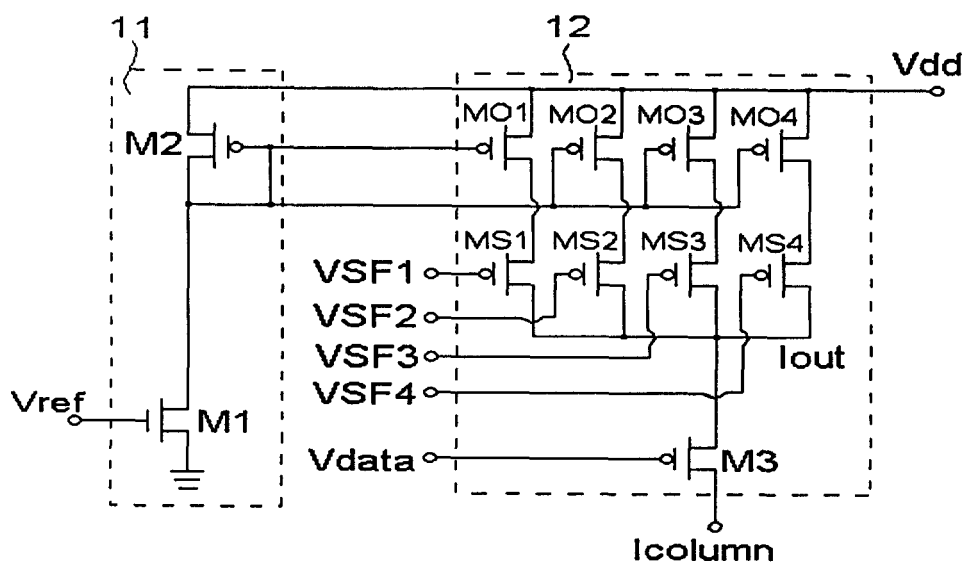


图 1

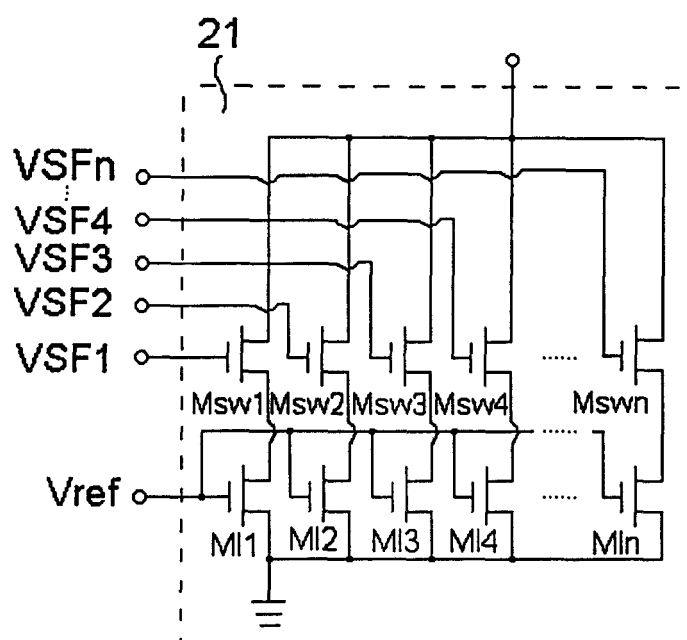


图 2

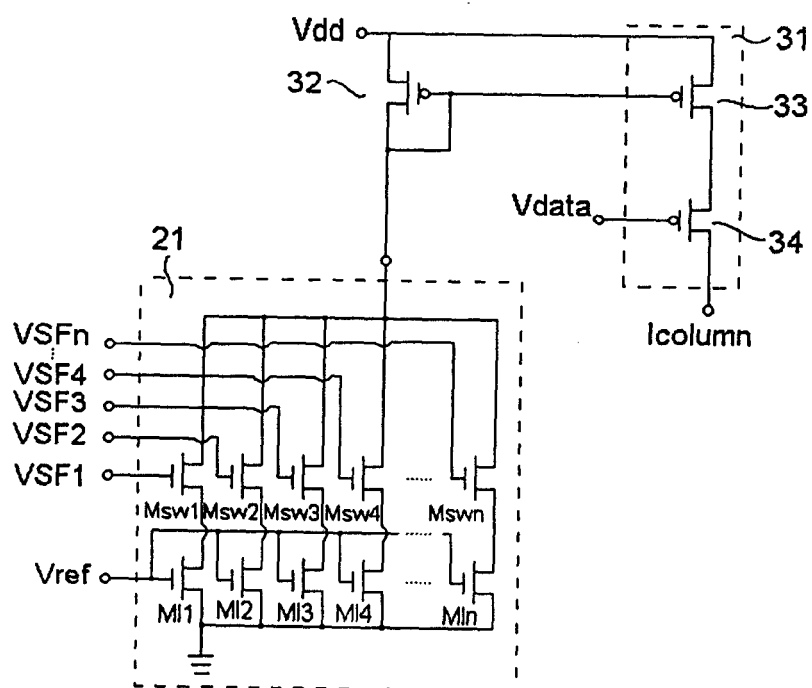


图 3

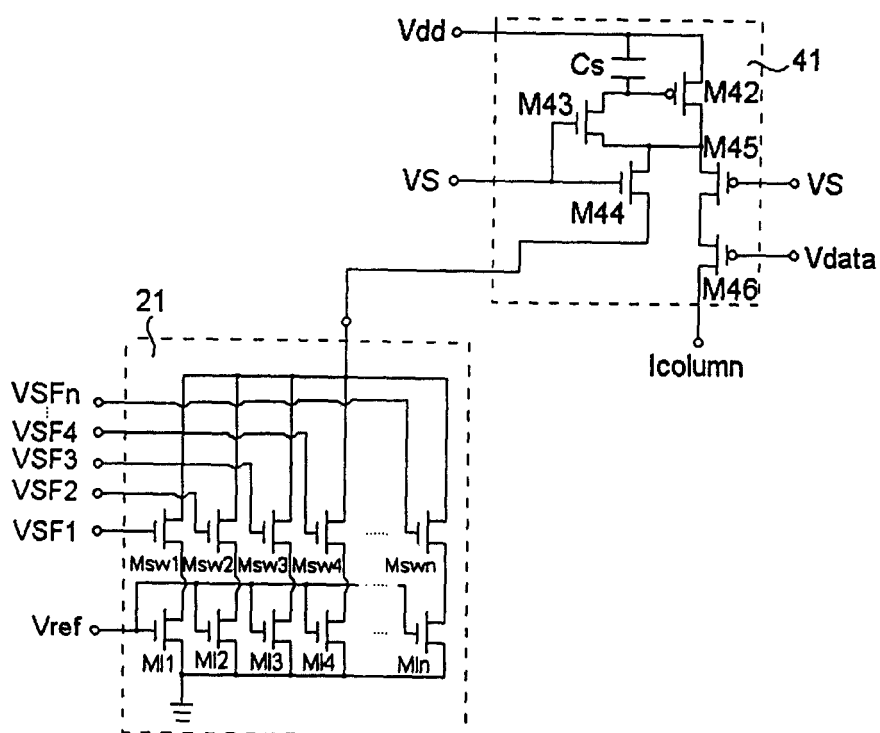


图 4

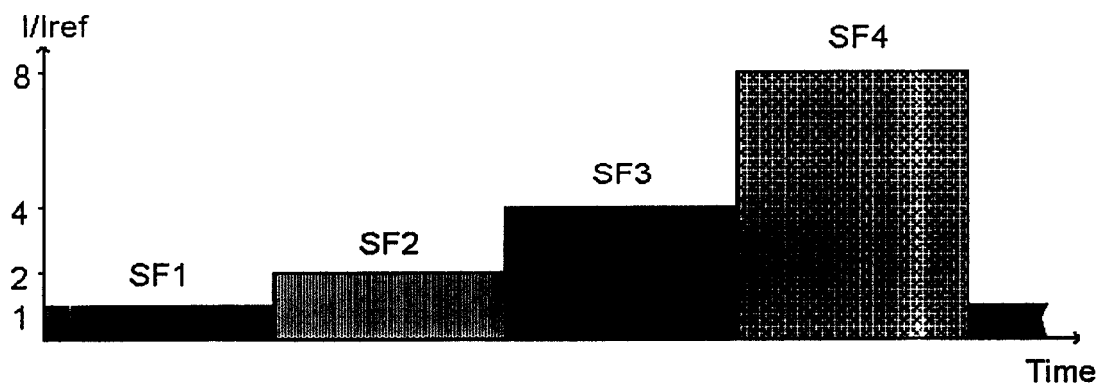


图 5

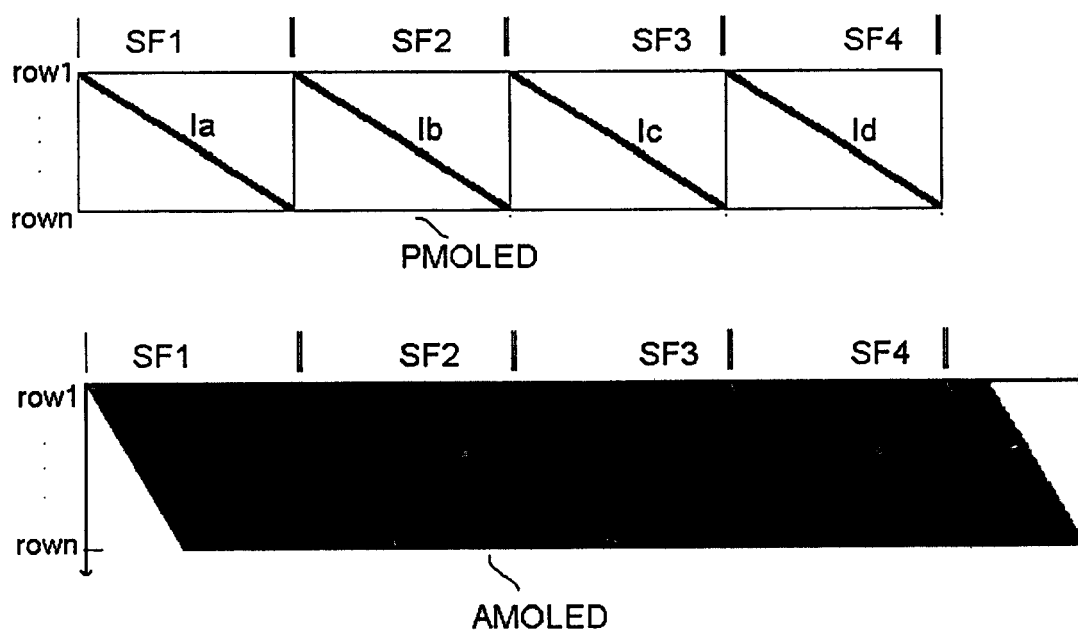


图 6

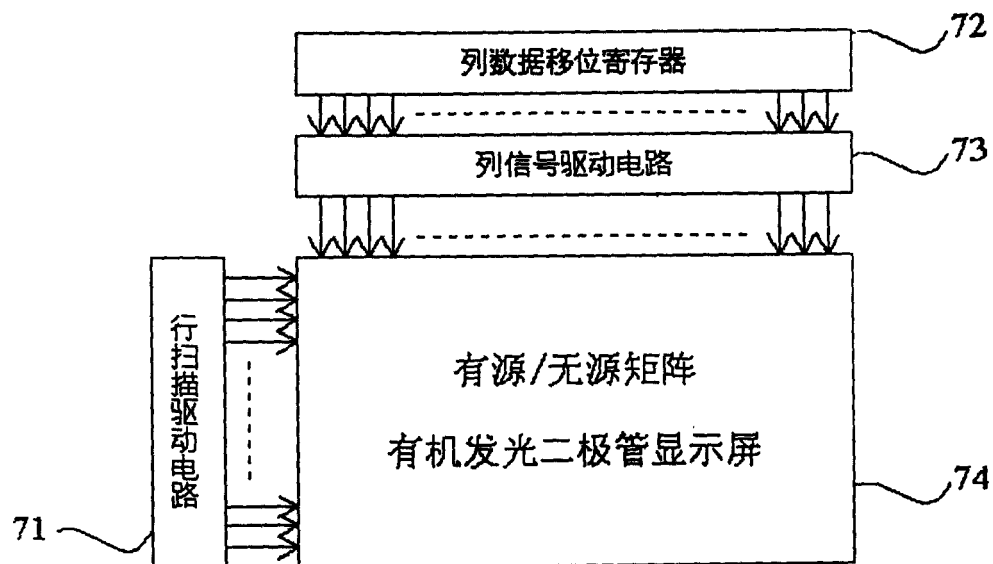


图 7

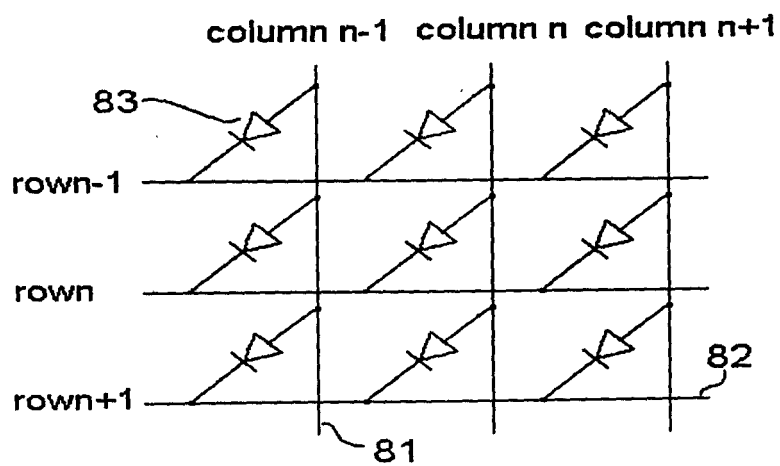


图 8

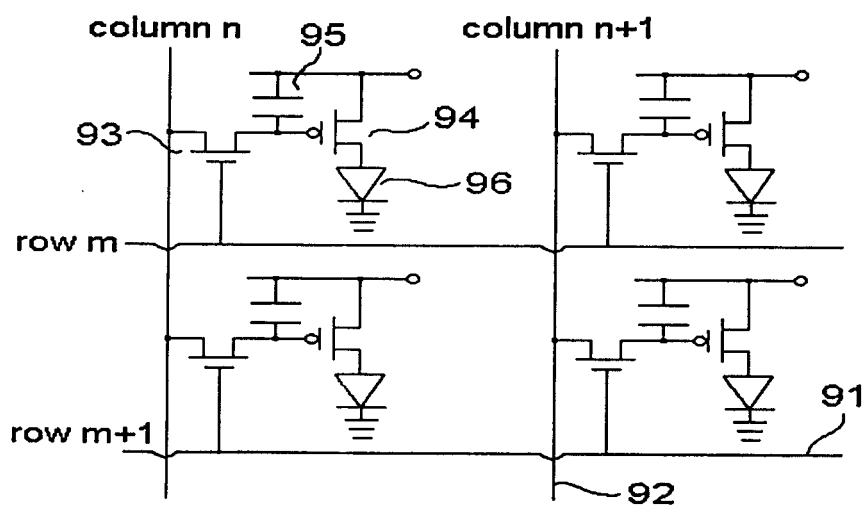


图 9.

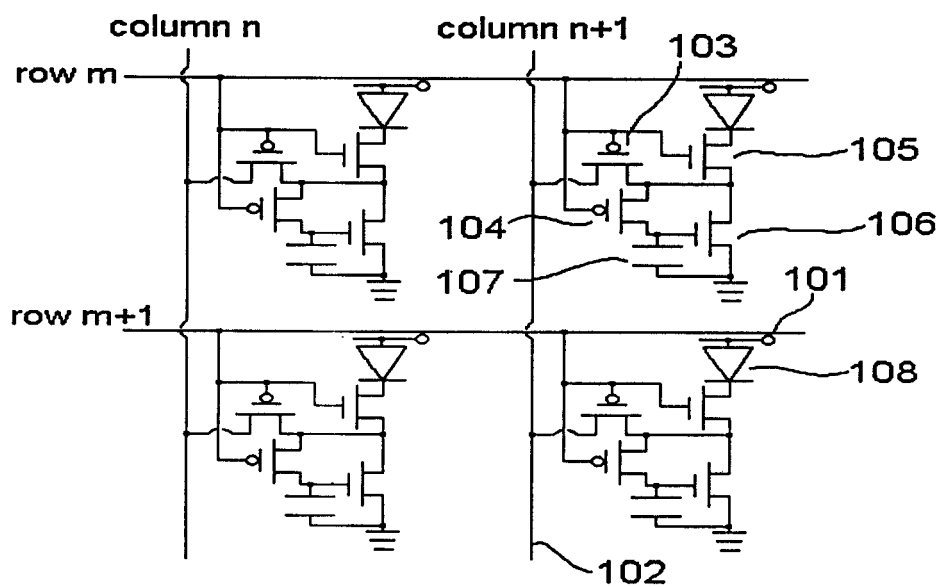


图 10

专利名称(译)	电流分场显示驱动电路		
公开(公告)号	CN1190765C	公开(公告)日	2005-02-23
申请号	CN03105079.4	申请日	2003-03-06
[标]申请(专利权)人(译)	南开大学		
申请(专利权)人(译)	南开大学		
当前申请(专利权)人(译)	南开大学		
[标]发明人	熊绍珍 吴春亚 郭斌 赵颖		
发明人	熊绍珍 吴春亚 郭斌 赵颖		
IPC分类号	G09G3/3233 G09G3/32		
其他公开文献	CN1432985A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明是一种可应用于有机发光二极管(OLED)显示屏的电流分场显示驱动电路。它包括受子场变换信号控制的参考电流单元电路部分，电流输入电路部分和能产生多路相等电流输出的电流输出电路部分。通过将显示周期分为n个时间相等的子场，每个子场输出给OLED显示屏的电流分别为1，2，4，...， 2^{n-1} 倍单位电流，利用OLED发光与电流的线性关系，实现总共达 2^n 个灰度级的显示。本发明不需要附加电路就能达到精确而且较高的灰度级表示。本发明的电流分场显示驱动电路可以应用到信息显示领域中的各种形式和规模的无源或有源矩阵OLED显示器中，适应于产业化应用。

