



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102483901 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 30

(21) 申请号 201080037938. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 08. 26

G09G 3/36 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/548, 999 2009. 08. 27 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 02. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/046731 2010. 08. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02011/031509 EN 2011. 03. 17

(71) 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 帕特里克·M·坎贝尔

埃里希·C·沃尔特

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

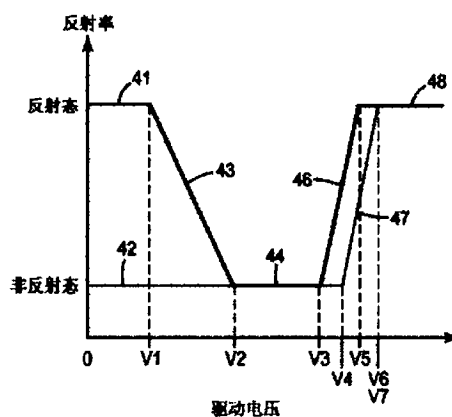
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

大面积胆甾型显示器的快速转变

(57) 摘要

本发明提供无源矩阵显示器,更具体地讲胆甾型液晶显示器的灰度驱动方案。在写入图像前,通过首先将像素驱动至场致向列态然后将所述像素驱动至焦锥态,可给予所述显示器黑色外观。所述驱动方案然后通过将所选的像素驱动至场致向列态而复位像素。然后使用选定和未选定的行电压信号与列电压信号的结合以将图像写入所述显示器。



1. 一种用于驱动具有形成像素的行和列的无源矩阵显示系统的至少一部分的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 通过向所述行输出第一电压脉冲将所述无源矩阵显示系统的所述部分驱动至场致向列态;

(b) 将所述无源矩阵显示系统的所述部分驱动至焦锥态;

(c) 通过向所述行输出第二电压脉冲将所述无源矩阵显示系统的所述部分驱动至场致向列态;

(d) 等候 1 微秒至 6 毫秒范围内的预定时间周期;

(e) 向所述行输出第一行电压信号,其中将所述第一行电压信号施加到正被写入的所述矩阵行;以及

(f) 向所述行输出第二行电压信号,其中将所述第二行电压信号施加到未被写入的所述矩阵行。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括向所述列输出列电压信号,其中所述列电压信号与所述第一行电压信号结合将把像素驱动至所需状态。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中所述所需状态为所需的灰度等级。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述无源矩阵显示器包括胆甾型液晶显示器。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述胆甾型液晶显示器的分辨率在 1dpi 至 10dpi 的范围内。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述电压脉冲的频率在 100Hz 至 1,000Hz 的范围内。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率在 50Hz 至 500Hz 的范围内。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中在 1 个周期至 10 个周期的长度内写入每一行,并且所述周期与所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率成反比。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一电压脉冲的频率高于所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第二电压脉冲的频率高于所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率。

11. 一种用于驱动显示器的系统,包括:

(a) 无源矩阵显示器,其具有形成像素的行和列;

(b) 驱动电路,其被构造成:

通过向所述行输出第一电压脉冲将所述无源矩阵显示系统的所述部分驱动至场致向列态;

将所述无源矩阵显示系统的所述部分驱动至焦锥态;

向所述行输出第二电压脉冲以将所述无源矩阵显示器的一部分驱动至场致向列态;

等候 1 微秒至 6 毫秒范围内的预定时间周期;

向所述行输出第一行电压信号,其中将所述第一行电压信号施加到正被写入的所述矩阵行;以及

向所述行输出第二行电压信号,其中将所述第二行电压信号施加到未被写入的所述矩

阵行 ;以及

(c) 控制器,其电耦合到所述无源矩阵显示器和所述驱动电路,其中所述控制器控制所述第一电压脉冲和所述第二电压脉冲、所述第一行电压信号和所述第二行电压信号。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,还包括被构造成向所述列输出列电压信号的列驱动器,其中所述列电压信号与所述第一行电压信号结合将把像素驱动至所需状态。

13. 根据权利要求 12 所述的系统,其中所述所需状态为所需的灰度等级。

14. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述无源矩阵显示器包括胆甾型液晶显示器。

15. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述无源矩阵显示系统包括多个有源层,其中每个所述层独立地由所述驱动电路驱动。

16. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述胆甾型液晶显示器的分辨率在 1dpi 至 10dpi 的范围内。

17. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述第一电压脉冲和所述第二电压脉冲的频率在 100Hz 至 1,000Hz 的范围内。

18. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率在 50Hz 至 500Hz 的范围内。

19. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述第一电压脉冲的频率高于所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率。

20. 根据权利要求 11 所述的系统,其中所述第二电压脉冲的频率高于所述第一行电压信号和所述第二行电压信号的频率。

大面积胆甾型显示器的快速转变

技术领域

[0001] 本发明涉及用于无源矩阵显示系统的驱动方案。更具体地讲,本发明涉及用于胆甾型液晶显示系统的两阶段灰度驱动方案。

背景技术

[0002] 胆甾型液晶显示器(ChLCD)已经存在了几十年。ChLCD 因其“非易失性存储器”特性而与众不同;一旦将图像写入显示器后,则当前的图像将无限期地保留,直到写入新图像。也可在无背面照明的情况下在环境光中观看 ChLCD。当与其他显示器相比时,上述两个特性可显著降低总功耗。

[0003] 当刷新许多 ChLCD 或改变显示的图像时,首先将像素驱动至均匀的反射态,然后将新的图像写入显示器。此反射态对观察者而言表现为白色闪光。

[0004] 需要一种简单的驱动方案,它可实现无源矩阵显示器的灰度反射并消除将新图像写入 ChLCD 时白色闪光的出现。

发明内容

[0005] 本发明的一个方面包括用于驱动具有形成像素的行和列的无源矩阵显示系统的至少一部分的方法。该方法包括通过向行输出第一电压脉冲将无源矩阵显示系统的所述部分驱动至场致向列态。接下来,该方法包括将无源矩阵显示系统的所述部分驱动至焦锥态。然后,通过向行输出第二电压脉冲将无源矩阵显示系统的所述部分驱动至场致向列态。所述方法还包括等候 1 微秒至 6 毫秒范围内的预定时间周期。在等候步骤之后,将第一行电压信号输出到行,其中将第一行电压信号施加到正在写入的矩阵行;以及将第二行电压信号输出到行,其中将第二行电压信号施加到未写入的矩阵行。

[0006] 本发明的另一方面包括驱动显示器的系统。该系统包括具有形成像素的行和列的无源矩阵显示器、驱动电路和控制器。驱动电路被构造成通过向行输出第一电压脉冲将无源矩阵显示系统的一部分驱动至场致向列态。接下来,其将无源矩阵显示系统的所述部分驱动至焦锥态。然后,通过向行输出第二电压脉冲将无源矩阵显示系统的所述部分驱动至场致向列态。驱动电路然后等候 1 微秒至 6 毫秒范围内的预定时间周期。在等候步骤之后,将第一行电压信号输出到行,其中将第一行电压信号施加到正在写入的矩阵行;以及将第二行电压信号输出到行,其中将第二行电压信号施加到未写入的矩阵行。控制器电耦合到无源矩阵显示器和驱动电路,其中控制器控制第一和第二电压脉冲以及第一和第二行信号。

附图说明

[0007] 图 1 示出了示例性胆甾型液晶显示模块的一部分的剖视图。

[0008] 图 2 示出了含有行、列和像素的 ChLCD 的有源层的示意图。

[0009] 图 3 示出了用于驱动 ChLCD 模块的示例性系统的框图。

- [0010] 图 4 示出了阐明随着施加至像素的电压量而变化的胆甾型液晶像素的反射性的示意图。
- [0011] 图 5 示出了用于将 ChLCD 的像素驱动至场致向列态的示例性电压脉冲。
- [0012] 图 6 示出了用于将像素驱动至焦锥态的两个周期的示例性电压信号。
- [0013] 图 7A 示出了两个周期的示例性第一行电压信号。
- [0014] 图 7B 示出了两个周期的示例性第二行电压信号。
- [0015] 图 8A 示出了导致用于振幅调制的平面态的两个周期的示例性列电压信号。
- [0016] 图 8B 示出了导致用于振幅调制的焦锥态的两个周期的示例性列电压信号。
- [0017] 图 8C 示出了导致用于振幅调制的大约 25% 反射的两个周期的示例性列电压信号。
- [0018] 图 8D 示出了导致用于振幅调制的大约 75% 反射的两个周期的示例性列电压信号。
- [0019] 图 9A 示出了导致用于脉冲宽度调制的平面态的两个周期的示例性列电压信号。
- [0020] 图 9B 示出了导致用于脉冲宽度调制的焦锥态的两个周期的示例性列电压信号。
- [0021] 图 9C 示出了导致用于脉冲宽度调制的所需灰度等级的两个周期的示例性列电压信号。

具体实施方式

[0022] 胆甾型液晶显示器和电气系统

[0023] 本发明包括无源矩阵显示器,其可以为(例如)如图 1 所示的胆甾型液晶显示器。示例性的 ChLCD 在美国专利 No. 5, 453, 863 中有所描述,该专利如同全文阐述般以引用方式并入本文。或者,可使用其他类型的无源矩阵显示器。图 1 中所示的示例性 ChLCD 模块包括三个有源层 17、18、19。有源层可与红色 17、绿色 18 和蓝色 19 相对应,每层可由其自身的电极对 16 寻址。电极可由例如铟锡氧化物(ITO)的材料或任何其他合适的材料制成,例如透明或半透明的聚合物或无机材料。显示器可包括比图 1 所示更少的有源层或更多的有源层。例如,显示器可包括某些颜色的多个有源层或附加的对比层。每个有源层可被独立地驱动或者两个或更多个有源层可被同一驱动电路驱动,例如,当这些有源层具有相同的颜色时。

[0024] 如图 1 和 2 所示,每个有源层 17、18、19 可包括形成可受单独控制的像素 25 的行 22 和列 24 的矩阵。ChLCD 的有源层 17、18、19 通常由手性向列型液晶材料和单元壁结构构成。单元壁和液晶相互配合以响应不同的电场条件而形成焦锥、平面和场致向列织构。场致向列态是瞬态,而焦锥态和平面态则通常是稳定的。施加电场可将材料的光学状态改变为新的状态以便沿这些状态的闭联集反射任何所需的反射等级,从而产生“灰度”。在移除电场之后,当前状态将会无限期地保留。

[0025] 对于在显示器叠堆内的总计六个基底层 12,可将基底层 12 设置在有源层的每一侧。或者,例如,可将单个基底层 12 设置在有源层之间以及总计四个基底层 12 的叠堆的每个端部上。可以按任何合适的方式布置任何数量的基底层 12。随后可将分别由导体 16 和基底 12 包绕的有源层 17、18、19 与总计两个粘合剂层 14 接合,从而产生完整的彩色 ChLCD。

[0026] 在一个实施例中,导电层 16 可包括设置在两个或更多个导电材料层之间的居间

层（未示出）。导电层和居间层可均为透明的或半透明的。居间层可具有能使两个导电层之间电接触的导电通路。当将这些基底组装到 ChLC 显示器内时，可调整电极 16 内各个层的厚度和各个层的光学折射率，以最小化不需要的反射。居间层的用途在 2008 年 6 月 18 日提交的美国专利申请 No. 12/141,544 “Conducting Film or Electrode with Improved Optical and Electrical Performance”（具有改善光学和电性能的导电膜或电极）中有更详细的描述，该专利如同全文阐述般以引用方式并入本文。

[0027] 示例性显示器 1 还可以具有背景层 11。背景层 11 吸收不被有源层反射或散射的光。背景层可以是黑色的，或者作为另外一种选择，它可以是适于光吸收的任何其他颜色。可将显示器 1 封闭于任何合适的材料中，包括但不限于玻璃或柔性塑料。在一个实施例中，符合本发明的显示器中的每一层可以是柔性的，使得整个显示器也为柔性的。

[0028] 图 3 示出了用于驱动符合本发明的显示器 1 的示例性系统的框图。显示器 1 的每个有源层可由同时包括列驱动器 2 和行驱动器 4 的驱动电路驱动。列驱动器 2 和行驱动器 4 传播的信号相交，以控制各个像素的状态。或者，可通过仅使用列驱动器或仅使用行驱动器施加电压。列驱动器 2 和行驱动器 4 可包括单个电子器件或者两个或更多个电子器件。例如，可使用由 Supertex, Inc. 制造的 HV633PG (32 通道、128 级的显示驱动器)。每个驱动器 2、4 可由偏置电压源 10 供电。偏置电压源 10 可由控制器 6 监控并由电源 9 供电，而电源 9 也为控制器 6 供电。例如，控制器 6 可以是由 Microchip Technology, Inc. 制造的 PIC 微控制器。符合本发明的可供选择的电源、电压、控制器和驱动器配置对本领域的技术人员而言将显而易见。控制器电耦合到显示器 1 以及包括列驱动器 2 和行驱动器 4 的驱动电路。

[0029] 当将所需图像写入显示器 1 时，控制器 6 接收来自外部源（例如，用户界面）的输入数据 7，该输入数据与应显示的图像相关。控制器 6 然后访问存储在 RAM8 中的相关图像数据。利用此信息，控制器将数据传送至列驱动器 2 和行驱动器 4，从而指示应施加至显示器的每行和每列的信号、以及信号应当被传送的适当周期数。可使显示器在恒定的正电压或负电压电平下浮动，以允许交流电压信号的范围从零或某一较低的正电压到较高的正电压，或者从较低的负电压到零或较高的负电压。

[0030] 当正在将图像写入显示器时，显示在图 2 中的显示器的每个像素 25 可同时接收行电压信号和列电压信号。行电压信号和列电压信号对应于在像素 25 的位置处相交的行 22 和列 24。在下文所述的示例性实施例中，在任何给定时间点施加给像素的总电压为在相应像素处相交的行电压信号和列电压信号之间的差值。

[0031] 示例性显示器可为任何合适的尺寸并具有任何所需的和可行的分辨率。例如，显示器可具有 1dpi 至 10dpi 范围内的分辨率，或任何其他合适的分辨率。

[0032] 像素响应

[0033] 图 4 示出了有源层中的像素对不同电压电平的响应。电压电平的适当范围的例子示于下表 1 中。

[0034]

电压电平	示例范围
V1	3-10V

V2	5-10V
V3	10-25V
V4	10-31V
V5	10-31V
V6	20-40V
V7	20-100V

[0035] 表 1 :电压电平和对应的示例范围。

[0036] 像素对给定的电压电平的响应取决于初始像素状态。当像素初始处于平面反射态 41 时,将足够低的电压(低于 V1)施加给单元将基本上不改变像素的状态。如图 4 所示,对于给定像素,平面反射态 41、48 导致基本上最高的反射等级。当将 V1 和 V2 之间的电压施加给初始处于平面反射态的像素时,所得的反射态 43 为灰度并取决于但非线性相关于所施加电压的精确度。

[0037] 如果像素初始处于焦锥态 42 时,将低于 V4 的任何电压施加给像素将基本上不改变像素状态。如图 4 所示,处于焦锥态 42 的像素具有非常低的反射等级。相反,像素散射光,从而导致暗或黑色外观。

[0038] 将 V2 和 V3 之间的电压施加给具有任何初始状态的像素将会把像素驱动至焦锥态 44。将 V3 和 V5 之间的电压施加给具有初始平面反射态的像素将导致灰度反射态 46,这取决于但非线性相关于所施加的电压电平。将 V4 和 V6 之间的电压施加给具有初始焦锥反射态的像素将会导致灰度反射态 47,这取决于但非线性相关于所施加的电压电平。将大于 V6 或 V7 的电压施加给具有任何初始反射态的像素将会把像素驱动至与变成平面反射态 48 相关的场致向列态。

[0039] 图 4 中所示的电压电平 V1、V2、V3、V4、V5、V6 和 V7 的精确值可随着显示器中的各个有源层而变化。要为各种状态确定的关键电压电平为 V3(其将会把像素驱动至焦锥态)和 V5(其将会把像素驱动至平面态)。电压电平 V3 和 V5 可根据有源层的颜色而变化。用于图 1 中所示的有源层 17、18、19 的示例性电压示于下表 2 中。

[0040]

有源层	V3	V5
红 17	18V	23V
绿 18	20V	26V
蓝 19	24V	30V

[0041] 表 2 :用于各个有源显示层的示例电压电平。

[0042] 由于像素根据其初始状态会不同地响应电压,因此,若在将图像写入 ChLC 显示器时把所有像素最初都驱动至均匀状态,这是有利的。虽然通常在将新的图像写入 ChLCD 前

将像素驱动至平面反射态,但是本发明提供在显示的图像之间进行转变的可供选择的方法,该方法不会在图像之间产生明亮闪光外观。

[0043] 像素复位和暗化方法

[0044] 本发明包括在将新的图像写入显示器前复位 ChLCD 中像素的方法。图 5 示出了示例性电压脉冲,其可用于在将图像写入 ChLCD 前复位 ChLCD 中像素的至少一部分。可首先将像素驱动至场致向列态来复位像素。当像素处于场致向列态时,构造手性向列型材料,使得液晶指向矢垂直于单元壁。在完成电压脉冲而降低电压后,液晶材料转变到瞬态扭曲平面织构,其中手性向列型材料呈螺旋结构。在不施加另一电压的情况下,瞬态扭曲平面织构将最终转变为扭曲平面织构或焦锥织构,具体取决于存在的条件。

[0045] 当最小电压 52 为零伏特时,图 5 中所示的复位电压脉冲的最大电压 51 可至少和图 4 中所示的 V7 一样大。可根据显示器的直流电压电平调节最大电压 51 和最小电压 52。最大电压 51 和最小电压 52 之间的电压差值可根据将电压施加到哪一有源层(如上表 2 所示)以及其他因素(包括 ChLCD 的物理特性)而变化。电压脉冲频率可在例如 100 和 1,000Hz 之间。更优选地,其频率可为约 400Hz。虽然在图 5 中示出了单个电压脉冲,但可使用不止一个脉冲将像素驱动至场致向列态。

[0046] 当将复位电压脉冲(例如图 5 中所示的示例性脉冲)施加到所需的像素后,可以存在短暂的延迟。该延迟将导致像素扰动,并可改善最终显示图像的对比度。然后,如果延迟时间过长,则液晶将松弛到反射平面态。例如,延迟可以在 1 微秒和 6 毫秒之间。更优选地,延迟可以在 1 和 3 毫秒之间,或在一个示例性实施例中,其可以为约 2 毫秒。最佳的延迟长度受多种因素影响,包括显示器尺寸、分辨率以及显示器的物理和电性质。延迟可以被预定或可以是因为技术限制而存在的自然时间流逝。

[0047] 延迟后,通过把每个有源层中的各像素改变成所需的反射等级来将所需的图像写入显示器。有多种可根据本发明实施的驱动方案,包括具有振幅和脉冲宽度电压调制的双极和单极驱动方案。双极驱动方案的一个例子在美国专利 6,154,190 中有所论述,该专利如同全文阐述般以引用方式并入本文。具有振幅和脉冲宽度调制的示例性单极驱动方案在下文将详细讨论。

[0048] 应用上述复位方法将形成一个图像直接转变为下一图像或新图像在先前的图像上向下滚动的外观。然而,在写入新图像前将 ChLCD 的一部分或全部转变为暗或黑色外观也是可取的。虽然可使用寻址方法复位像素并将图像写入 ChLCD,其中单独地写入每个像素,但是可如下所述将显示器中的所有像素同时转变到暗状态。这将缩短把图像写入 ChLCD 所需的总时间。

[0049] 暗化显示器可包括在复位上述电压脉冲前的两个步骤。首先,可通过同时向显示器的所有行或列输出暗化电压脉冲将显示器驱动至场致向列态。暗化电压脉冲可具有与上图 5 中所示的复位电压脉冲相似的振幅和较之更低的频率,或者可具有任何其他合适的特性以实现所需的场致向列态。比复位脉冲具有更长持续时间的脉冲有时是必要的,以在将该脉冲同时施加到所有像素时,将显示器中的像素驱动至场致向列态。一旦像素处于场致向列态后并在场致向列态松弛到像素将表现出白色外观的反射平面态前,替代地将显示器驱动至焦锥态。可将如图 7A 所示的选定行电压信号同时施加到所有行,以及将图 8B 所示的焦锥列电压信号同时施加到所有列,从而导致图 6 中所示的累积电压信号,其中最大电

压 61 约等于正电压 V3, 最小电压 62 约等于负电压 V3。此高电压暗化脉冲及其随后的焦锥电压的组合将先前的图像擦除, 使面板处于暗状态。可通过行或列驱动器或这两者的任意合适组合, 将暗化电压脉冲和焦锥驱动电压施加到像素。应用暗化电压方法后, 可使用脉冲宽度或振幅调制方法将所需的图像写入 ChLCD。

[0050] 图 7A-7B 示出了用于使用振幅调制或脉冲宽度调制的配置的示例性行电压信号。可将图 7A 中所示的电压信号 V 选定传送至当前正被写入的行。最小电压电平 71 约等于零, 最大电压电平 72 约等于图 4 中所示的 V4。作为另外一种选择, 可升高或降低行电压电平 71、72。如果升高或降低行电压电平 71、72, 则显示器浮动的电压也应进行调整以便其保持在最小电平 71 和最大电平 72 之间的中心电压处。图 7B 示出了可在任何给定时间传送至未被写入的所有行的电压信号。图 7B 中所示的电压信号 V 非选定与图 7A 中所示的电压信号的相位差为 180 度。最大电压电平 73 约等于 V4 和 V3 的和除以 2 ($(V4+V3)/2$)。最小电压电平 74 约等于 V4 和 V3 的差除以 2 ($(V4-V3)/2$)。

[0051] 图 7A-7B 中的示例性行电压信号以两个周期示出。周期的长度可以变化。示例性的周期可为 0.01 秒、或者长至约 0.02 秒或更长、或者短至约 0.002 秒或更短。行电压信号 (例如如图 7A-7B 所示的那些) 的振荡频率与周期成反比。示例性的频率可为约 100Hz、或低至约 50Hz 或高至约 500Hz。

[0052] 写入示例性显示器所需的总时间取决于显示器尺寸和其他物理特性、所涉及的各信号的频率以及信号之间的延迟时间。例如, 显示器可具有如授予 Roberts 等人的美国专利申请公开 No. 2008/0108727 中所述的材料, 该专利如同全文阐述般以引用方式并入本文。具有如 US2008/0108727 中所述的材料的显示器的总驱动时间通过实验确定。所述显示器具有 5dpi 分辨率、 45×35 像素和 $3 \mu\text{m}$ 单元间隙。当配置符合本发明的示例性驱动电路以将图像写入显示器时, 总时间为约 557.5ms。与其相应频率和持续时间一起使用的脉冲如下表 3 所示。

[0053]

信号	频率 (Hz)	周期	持续时间 (ms)
至场致向列态的暗化脉冲	100	1	10
驱动显示器至焦锥态	100	4	40
至 35 行的复位脉冲	400	1	87.5
35 行的 2ms 延迟			70
35 行的选定行电压信号	100	1	350
		总时间	557.5ms

[0054] 表 3: 35 行 ChLCD 的示例驱动时间

[0055] 振幅调制驱动器

[0056] 图 8A-8D 示出了用于振幅调制驱动方法的示例性列电压信号。这些列电压信号可与行信号 (例如如图 7A-7B 中所示的示例性信号) 结合使用, 以将像素驱动至所需的反射态。

行电压信号和列电压信号应具有相同的频率和周期。

[0057] 图 8A 中所示的列电压信号可将像素状态改变为平面反射态。最大电压电平 81 约等于 V_4 , 最小电压电平 82 约为零。图 8A 中所示的列电压信号与图 7B 中所示的行电压信号大约同相。当将图 8A 中所示的电压信号施加至给定列时, 该列中接收如图 7A 中所示的行电压信号的像素将接收在负和正 V_4 之间交替的累积电压信号, 并且将被改变为平面反射态。接收如图 7B 中所示的行电压信号的像素将接收在 V_3 和 V_4 的差值除以 $2((V_3-V_4)/2)$ 的负值和正值之间交替的累积电压信号。由于当显示器处于接地电压电平时从 0 伏特至 V_1 的区域不应改变像素的状态, 因此优选使用具有以下特性的 ChLCD 显示器: V_1 大于或等于 V_4 和 V_3 的差值除以 $2((V_4-V_3)/2)$ 。

[0058] 图 8B 中所示的列电压信号可将像素状态改变为焦锥态。最大电压电平 83 约等于 V_3 , 最小电压电平 84 约等于 V_4 和 V_3 的差值。当将图 8B 中所示的电压信号施加至给定列时, 该列中接收如图 7A 中所示的行电压信号的像素将接收在正和负 V_3 (足以将像素状态驱动至焦锥态的电压电平) 之间交替的累积电压信号。该列中接收如图 7B 中所示的行电压信号的像素将接收在 V_4 和 V_3 的差值除以 $2((V_4-V_3)/2)$ 的正值和负值之间交替的累积电压信号。由于该信号小于或等于 V_1 , 因此接收该信号的像素的状态将不会改变。

[0059] 图 8C 中所示的列电压信号 V_a 可将像素状态改变为平面反射等级的 25% 反射。最大电压电平 85 的确定方式为通过实验表征像素对不同电压电平的响应并利用此信息来找到基于行电压电平的必要列电压以获得所需程度的反射性。随后将最大电压电平 85 硬连接到控制器中。可以同样的方式确定和硬连接最小电压电平 86。

[0060] 这些公式确保所有的灰度电压电平将位于产生焦锥态所需的电压和产生平面态所需的电压之间。因此, 当前未被写入并且接收电压信号 (例如示于图 7B 中的信号) 的所有像素将接收小于 V_1 的累积电压并且其当前状态在视觉上将不会改变。

[0061] 图 8D 中所示的列电压信号 V_b 可将像素状态改变为平面电压的 75% 反射。可通过用于找到最大电压电平 85 和最小电压电平 86 的相同方法来找到最大电压电平 87 和最小电压电平 88。

[0062] 尽管图 8A-8D 中所示的四个列电压信号示出了可用于获得四个灰度色调的电压信号, 但可使用实验方法获得任何数量的色调以确定最小电压电平 86、88 和最大电压电平 85、87。另外, 色调可具有各种等级和增量。例如, 四色调灰度系统可具有用于焦锥态、平面电压的 33% 反射、平面电压的 66% 反射、和平面反射态的色调。

[0063] 脉冲宽度调制驱动器

[0064] 符合本发明的驱动系统也可使用脉冲宽度调制来产生如图 9A-9C 中所示的列电压信号。图 9A-9C 中所示的示例性列电压信号可与行电压信号 (例如图 7A-7B 中所示的示例性信号) 结合使用。行电压信号和列电压信号应具有相同的频率和周期。

[0065] 图 9A 中所示的列电压信号可将像素状态改变为平面反射态。最大电压电平 91 约等于或大于 V_4 , 最小电压电平 92 约为零。图 9A 中所示的列电压信号与图 7B 中所示的行电压信号大约同相。当将图 9A 中所示的电压信号施加至给定列时, 该列中接收如图 7A 中所示的行电压信号的像素将接收在负和正 V_4 之间交替的累积电压信号, 并且无论该像素的初始状态如何该像素都将被改变为平面反射态。接收如图 7B 中所示的行电压信号的像素接收在 V_3 和 V_4 的差值除以 $2((V_3-V_4)/2)$ 的负值和正值之间交替的累积电压信号。

[0066] 图 9B 中所示的列电压信号可将像素状态改变为焦锥态。最大电压电平 93 约等于 V3, 最小电压电平 94 约等于 V4 和 V3 的差值。当将图 9B 中所示的电压信号施加至给定列时, 该列中接收如图 7A 中所示的行电压信号的像素将接收在正和负 V3 (足以将像素状态驱动至焦锥态的电压电平) 之间交替的累积电压信号。该列中接收如图 7B 中所示的行电压信号的像素将接收在 V4 和 V3 的差值除以 2 ((V4-V3)/2) 的正值和负值之间交替的累积电压信号。由于该信号小于或等于 V1, 因此接收该信号的像素的状态将不会改变。

[0067] 图 9C 所示的列电压信号可将像素驱动至位于 0 到 N-1 等级范围内的所需灰度等级 n, 其中 N 为所需灰度等级的总数。图 9C 所示的信号延伸两个周期, 并且每个周期被划分成四个时间段, 每个周期中具有两个时间周期 t199a 和 t299b。图 7C 中的示例性信号在每个周期内循环经过四个电压电平。第一电压电平 95 可具有 tn1 时间周期, 并大约等于或大于 V4。电压电平 95 足够高, 以将像素改变为平面反射态。第二电压电平 96 可具有 t2 时间周期, 并大约等于 V3。电压电平 96 可将像素状态改变为弱散射焦锥态。第三电压电平 97 可为 0 伏并且足够低以致于其基本不会改变像素状态。第四电压电平 98 为第一电压电平 95 和第二电压电平 96 之间的差值。

[0068] 时间周期 t1 和 t2 可由下述公式确定:

[0069]

$$t1 = \frac{n \times \text{驱动周期}}{2(N-1)}$$

[0070]

$$t2 = \frac{(N-1-n)(\text{驱动周期})}{2(N-1)}$$

[0071] 其中驱动周期为与行电压的振荡频率成反比的时间长度。

[0072] 作为另外一种选择, 可重设电压电平的顺序以调谐显示器。然而, 第一电压电平 95 和第三电压电平 97 应该仍具有长度为 t1 的对应时间周期并且第二电压电平 96 和第四电压电平 98 应该仍具有长度为 t2 的对应时间周期。

[0073] 可通过选择 N 的相应值来获得任何所需数量的灰度色调。位于 0 至 N-1 范围内的灰度色调均等地间隔开。

[0074] 尽管图 7A-9C 中示出的信号延伸两个驱动周期, 但信号可重复任何所需数量的周期以便写入像素。例如, 可经历 1 至 10 个周期传送信号, 或在一些实施例中, 经历 2 至 4 个周期, 或经历任何其他所需的周期数。

[0075] 尽管已经结合优选的实施例描述了本公开, 但是本领域的技术人员将认识到, 可以在不脱离本公开的精神和范围的条件下对本发明进行形式和细节上的修改。

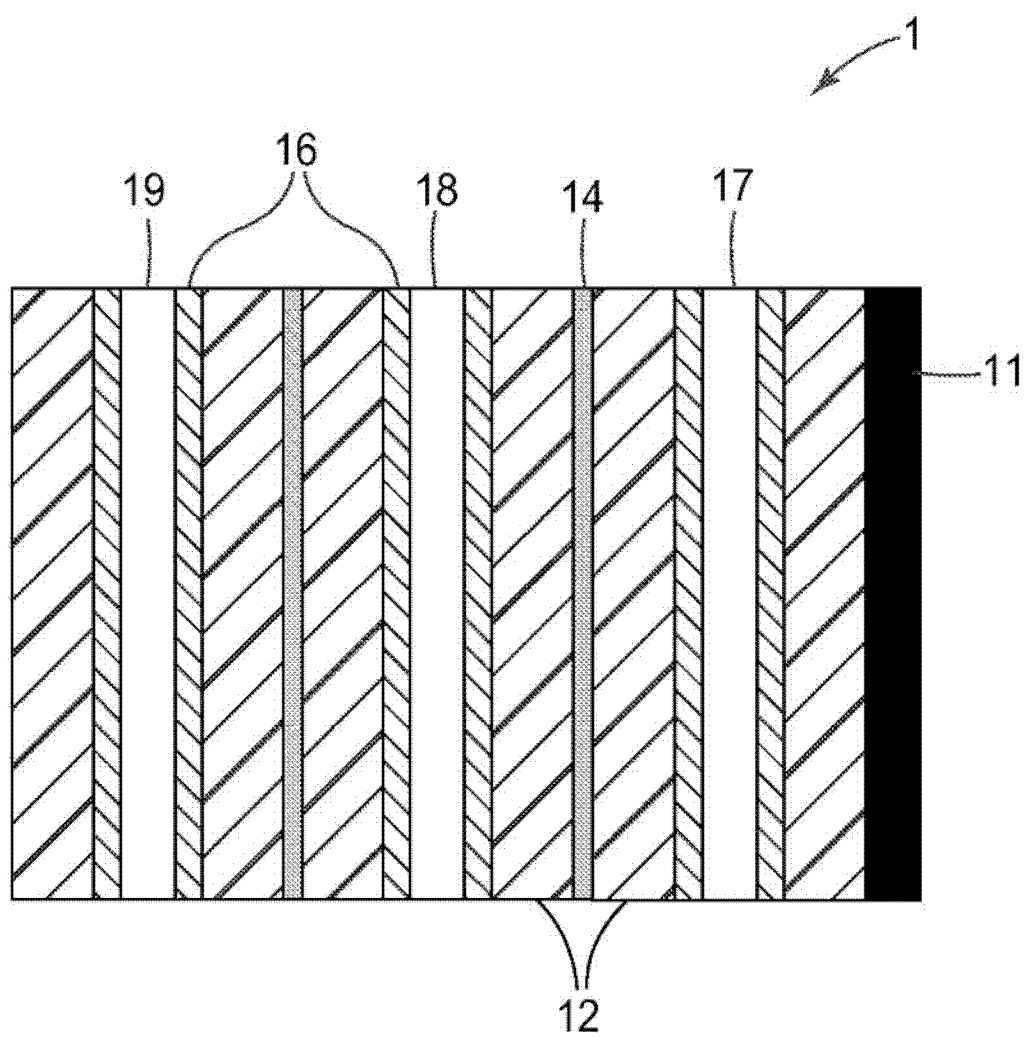


图 1

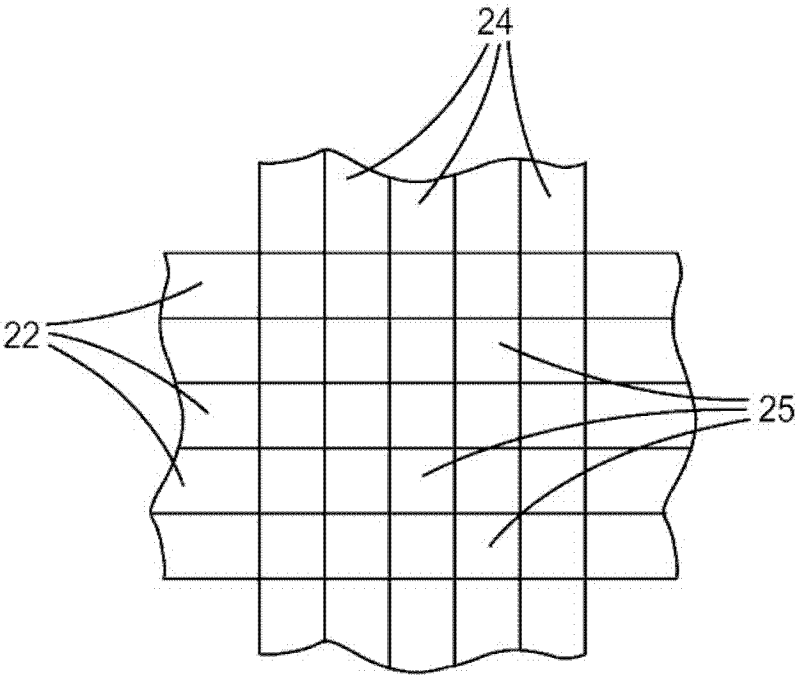


图 2

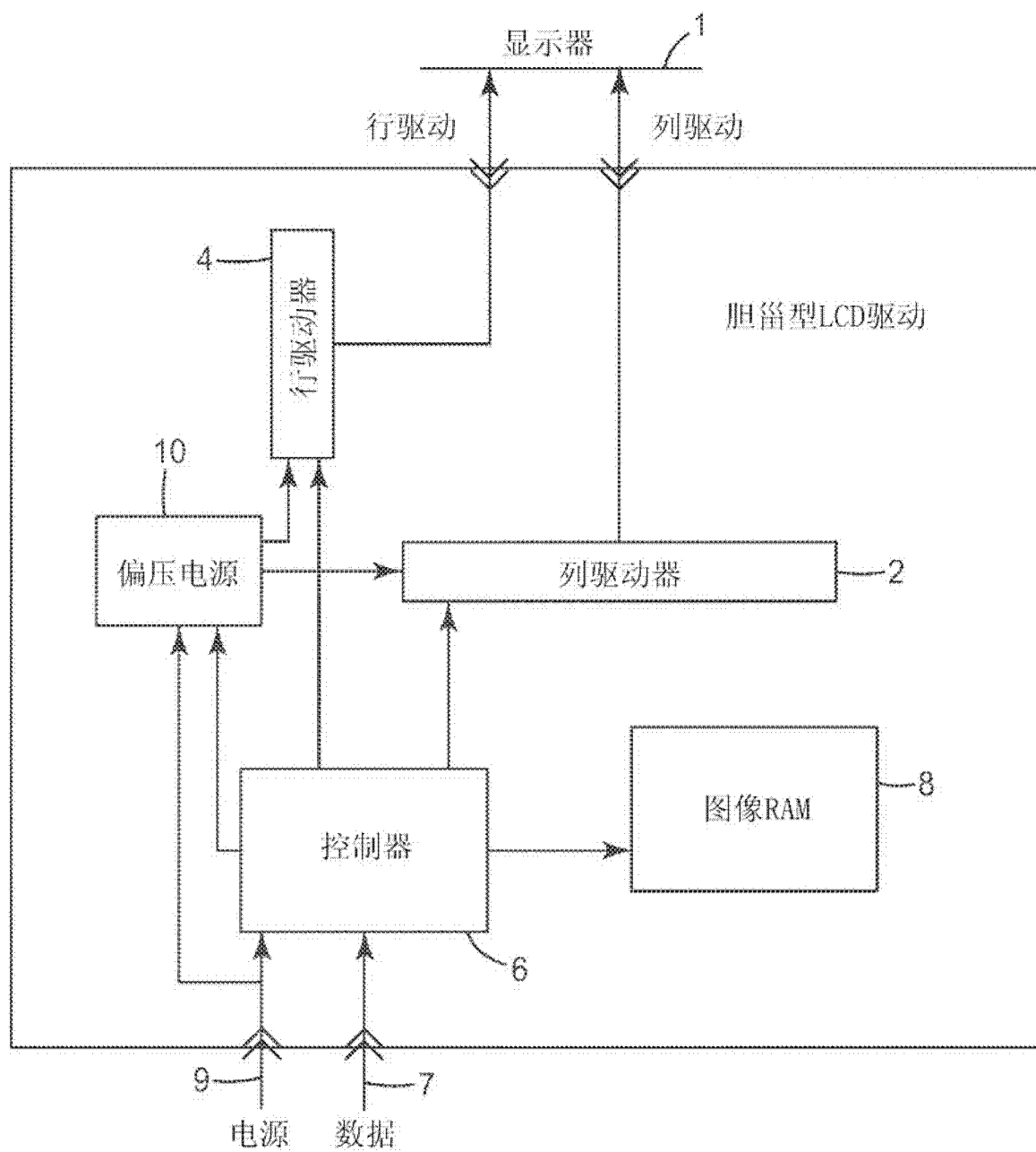


图 3

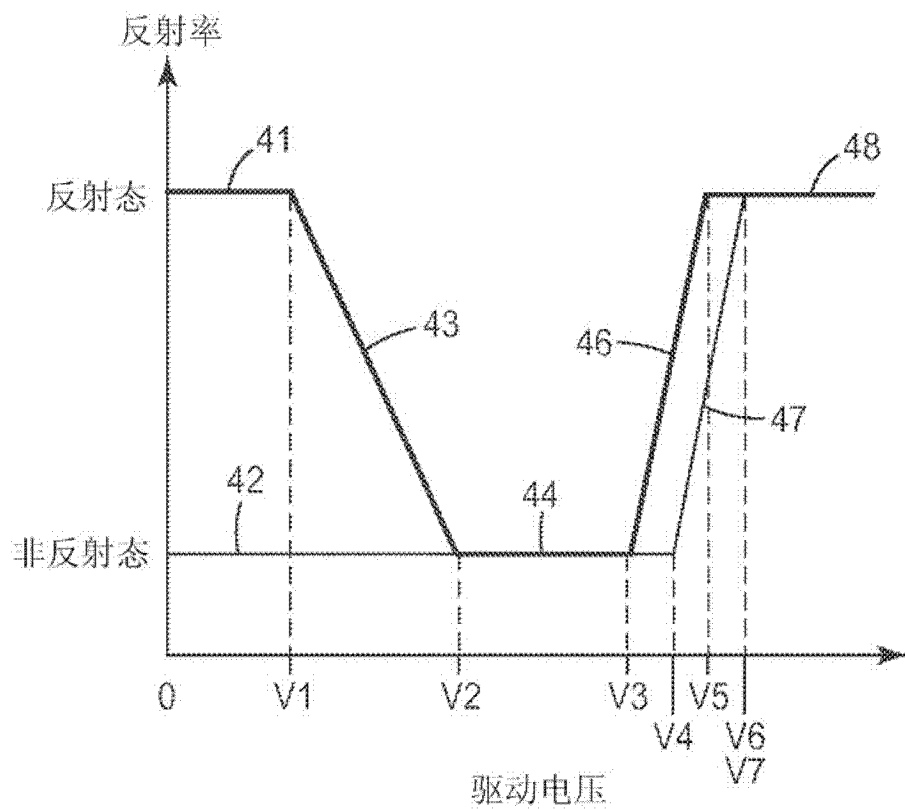


图 4

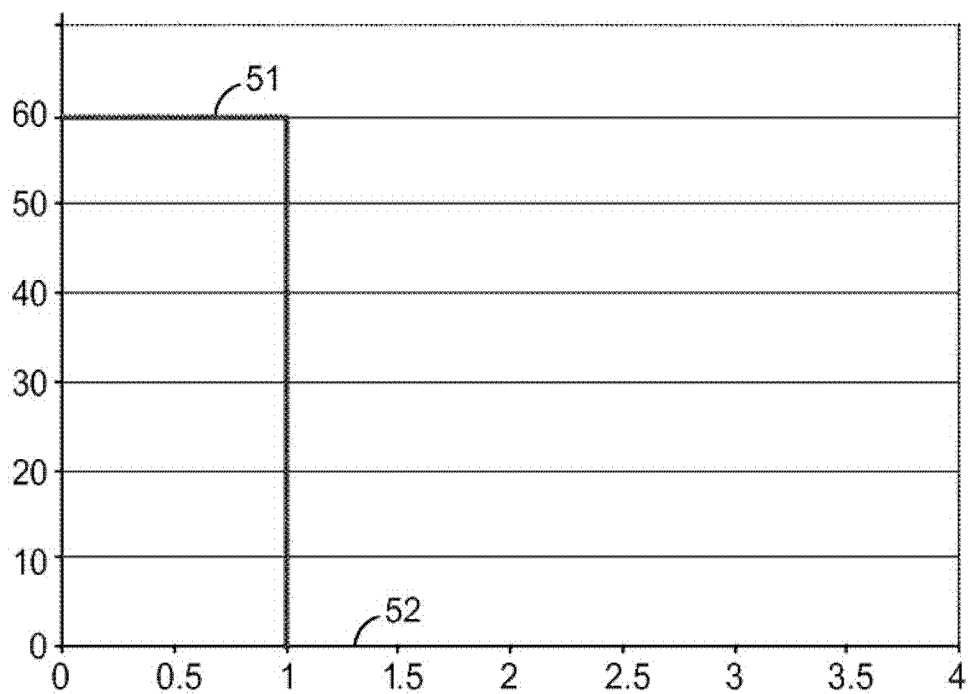


图 5

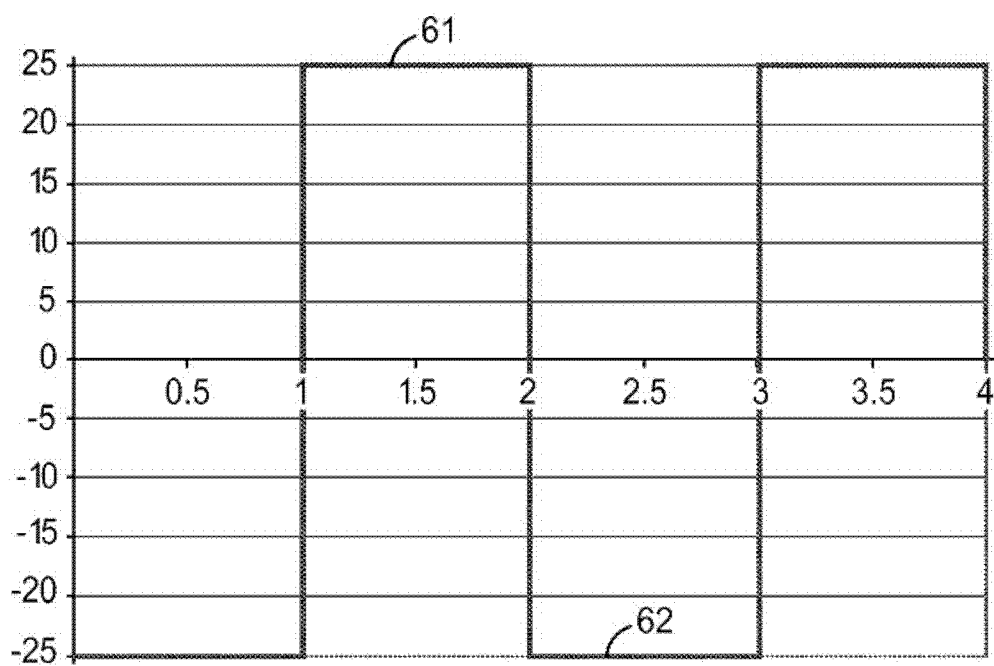


图 6

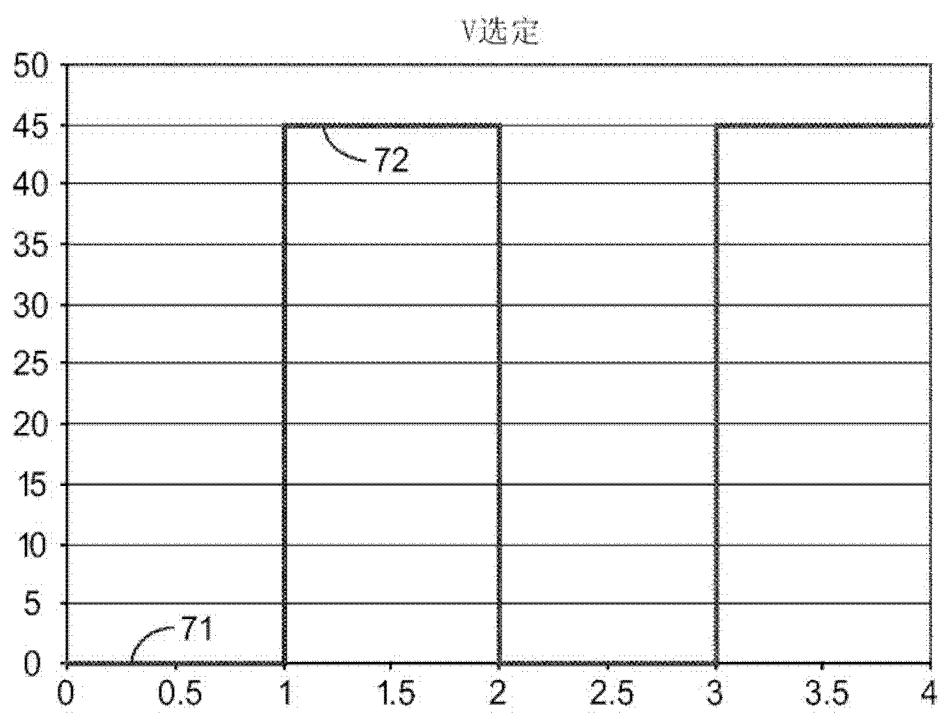


图 7A

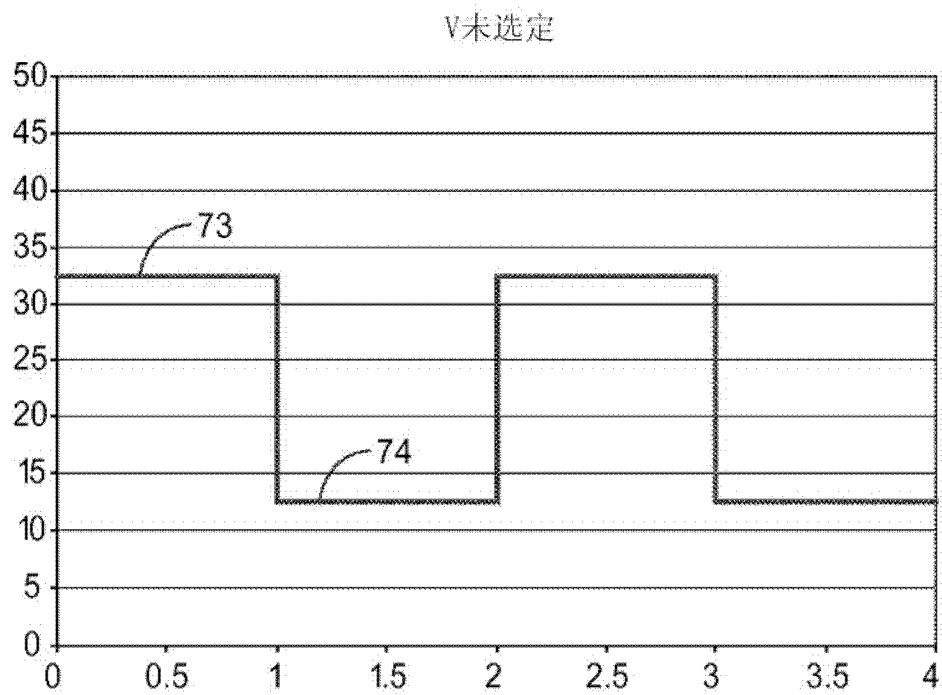


图 7B

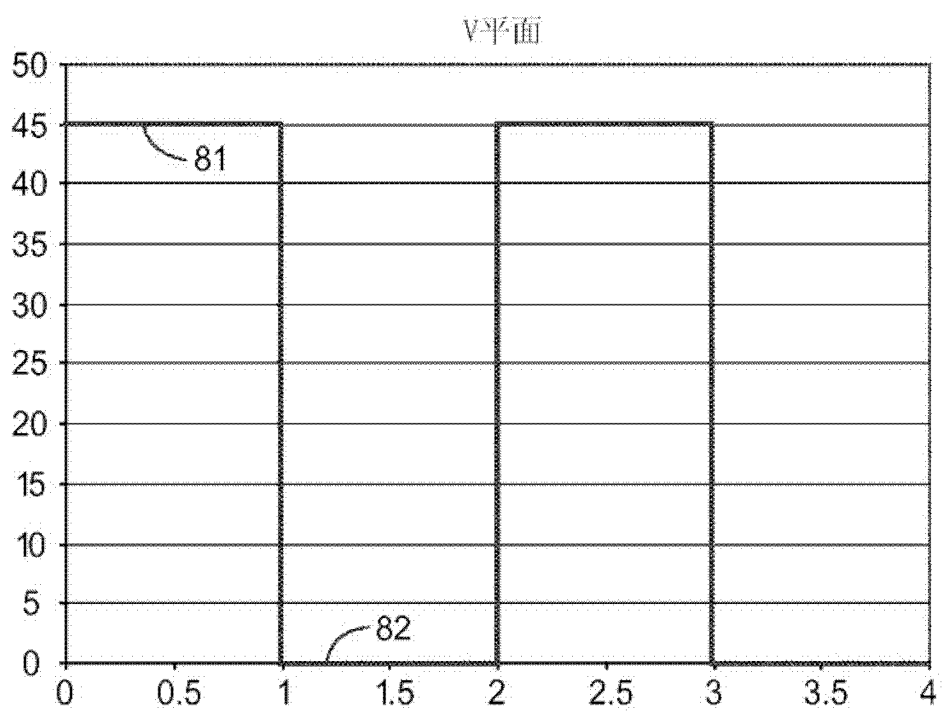


图 8A

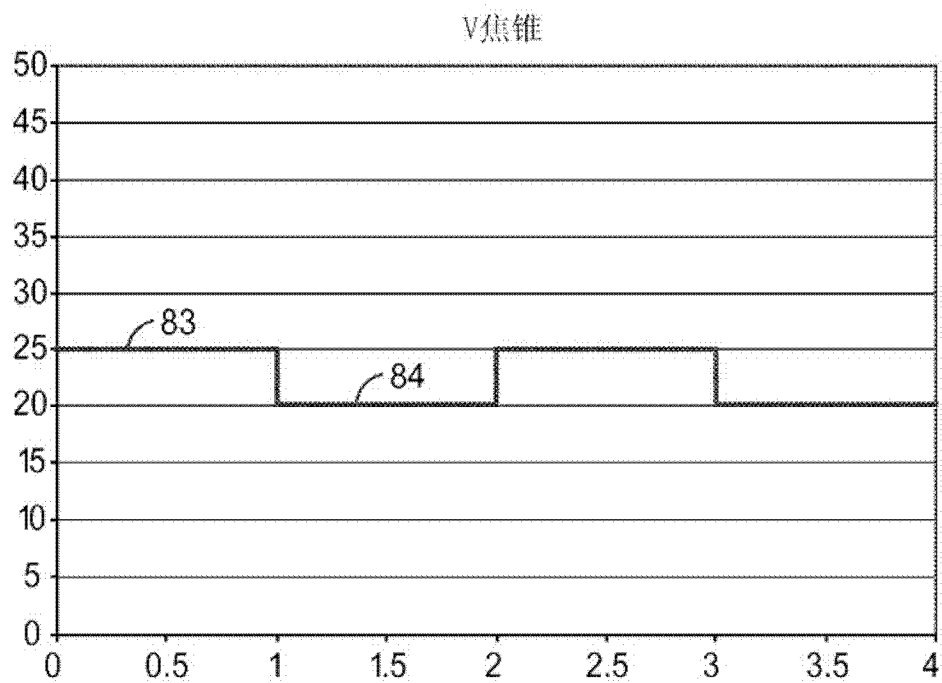


图 8B

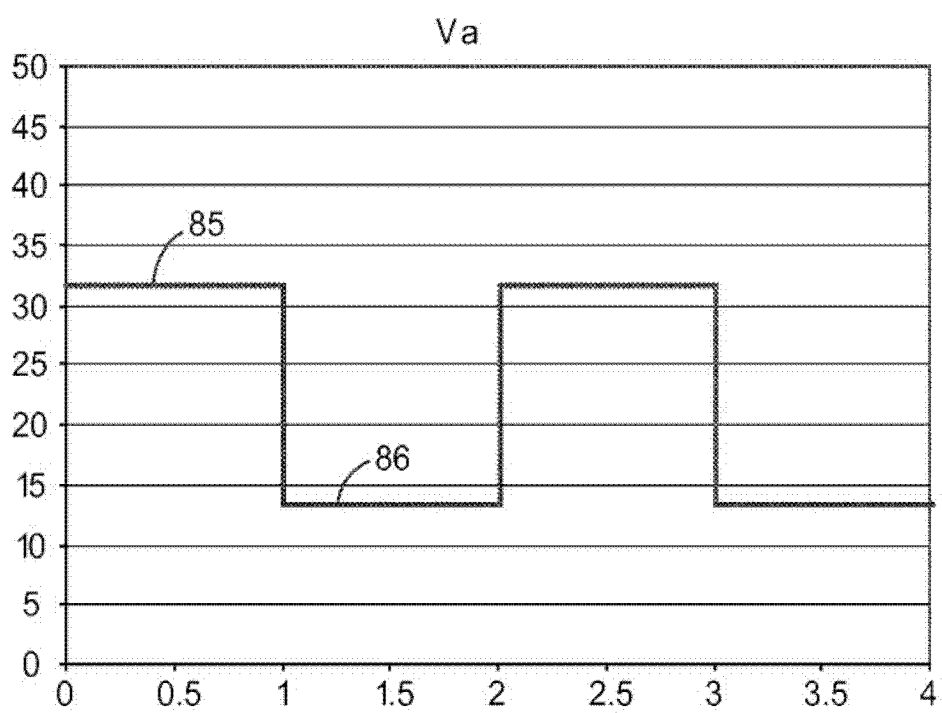


图 8C

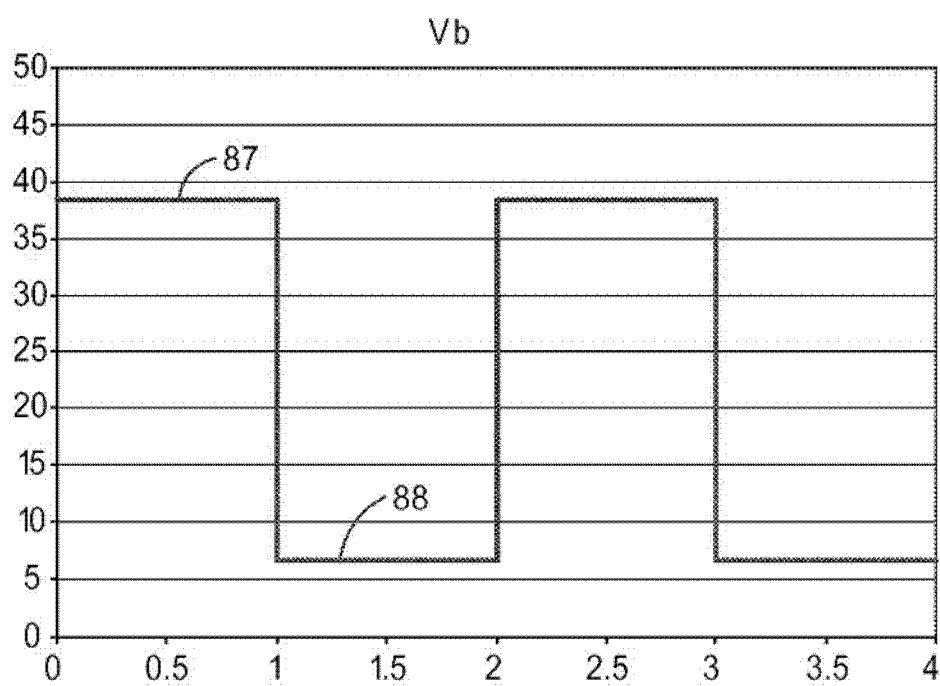


图 8D

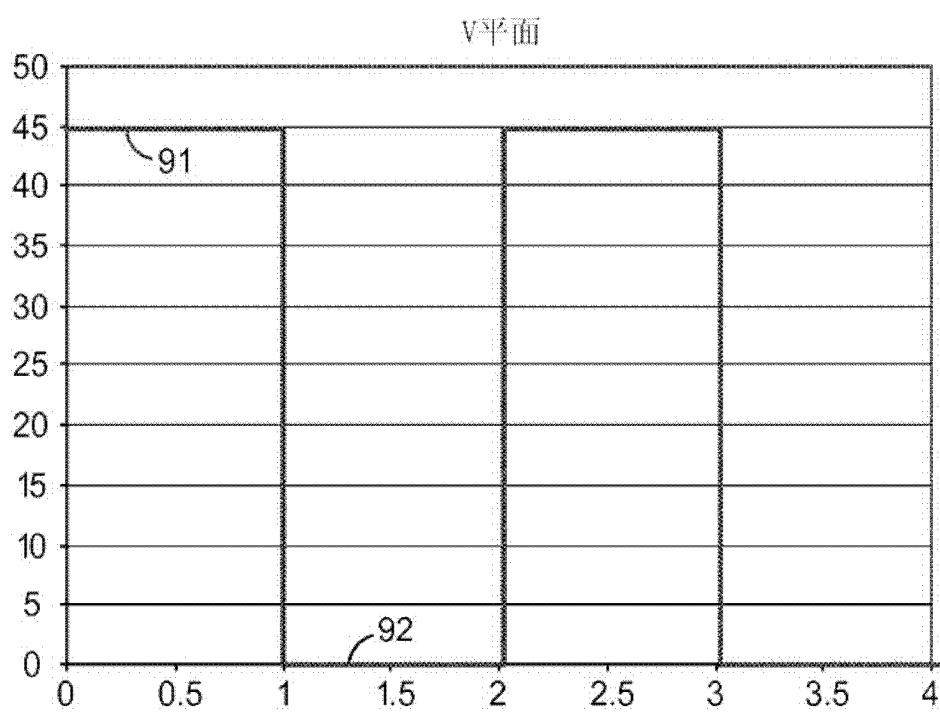


图 9A

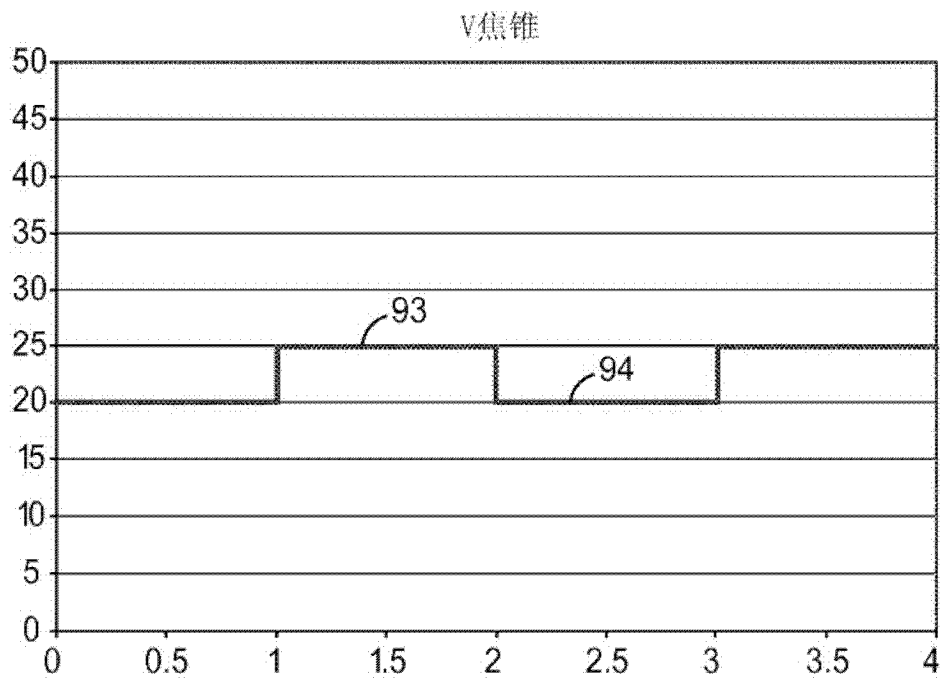


图 9B

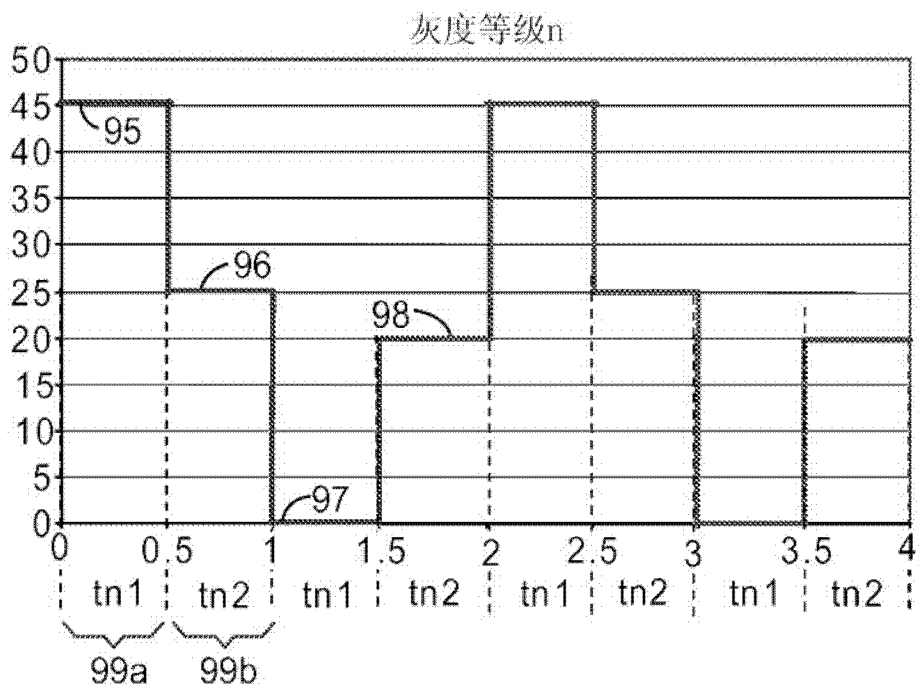


图 9C