



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102834859 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 19

(21) 申请号 201180017151. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 02. 01

G09G 3/34 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/300, 735 2010. 02. 02 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 09. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/023402 2011. 02. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02011/097258 EN 2011. 08. 11

(71) 申请人 皮克斯特罗尼克斯公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 J·甘地 J·L·斯泰恩

J·J·菲卓尔

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 钱孟清

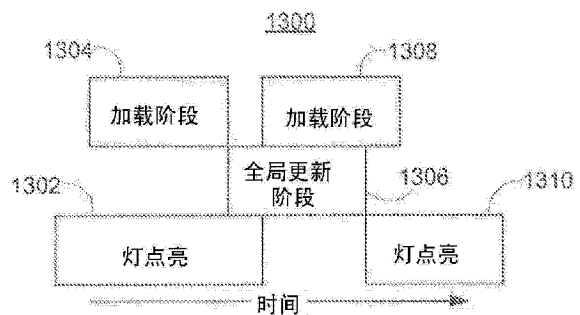
权利要求书 1 页 说明书 28 页 附图 22 页

(54) 发明名称

用于控制显示装置的电路

(57) 摘要

一种操作显示器的方法,包括:在数据加载阶段期间将图像数据加载到像素阵列中的多行像素中的像素;在更新阶段期间致动多行像素;以及在灯点亮阶段期间点亮至少一盏灯以点亮所致动的像素从而在显示器上形成图像,其中更新阶段与加载和点亮阶段中的至少一个在时间上部分重叠。



13A

1. 一种操作显示器的方法,包括:
在数据加载阶段期间将图像数据加载到像素阵列中的多行像素中的像素;
在更新阶段期间致动至少两行和至少两列的像素;以及
在灯点亮阶段期间点亮至少一盏灯以点亮所致动的像素从而在所述显示器上形成图像,其中所述更新阶段与所述加载和点亮阶段中的至少一个在时间上部分重叠。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,对于至少一位的灯输出,所述灯点亮阶段与所述数据加载阶段在时间上完全重叠。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述更新阶段包括传送多个更新信号。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述更新阶段包括第一和第二子阶段。
5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述多个更新信号中的第一更新信号还包括与所述第一和第二子阶段相对应的第一信号阶段和第二信号阶段,并且其中所述数据加载阶段与所述第一更新信号的第一信号阶段的传送在时间上重叠。
6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述第一信号阶段对应于重置阶段。
7. 如权利要求 5 所述的方法,还包括具有与所述第一和第二子阶段相对应的第一信号阶段和第二信号阶段的所述多个更新信号中的第二更新信号,其中所述灯点亮阶段与所述第一更新信号的第二信号阶段和所述第二更新信号的第一信号阶段两者的传送在时间上重叠。
8. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述多个更新信号中的至少一个包括与所述更新阶段的电设置子阶段和机械反应子阶段相对应的第一和第二信号阶段。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述数据加载阶段与所述机械反应子阶段在时间上重叠。
10. 如权利要求 1 所述的方法,还包括在遮光器变换阶段期间移动遮光器,其中所述灯点亮阶段与所述遮光器变换阶段在时间上部分重叠。
11. 如权利要求 10 所述的方法,其特征在于,所述灯点亮阶段在重置阶段期间与所述遮光器变换重叠。
12. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述数据加载阶段与所述更新阶段的结尾和所述灯点亮阶段的开头在时间上重叠。
13. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述加载、致动、以及点亮阶段中的每一个都彼此在时间上至少部分地重叠。
14. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述加载、更新、以及点亮阶段中的至少一个在时间上与至少一个其他阶段部分重叠。
15. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述显示器构建在透明基板上。
16. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述显示器包括 MEMS 光调制器阵列。
17. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述显示器包括基于遮光器的光调制器阵列。

用于控制显示装置的电路

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请要求 2010 年 2 月 2 日提交的题为“显示方法和装置(Display Methods and Apparatus)”的美国临时专利申请 S/N. 61/300, 735 的优先权, 该专利申请通过引用整体结合于此。

发明领域

[0003] 一般而言, 本发明涉及成像显示器的领域, 具体而言, 本发明涉及控制器电路以及用于控制结合到成像显示器中的光调制器的过程。

[0004] 发明背景

[0005] 由机械光调制器构建的显示器是对基于液晶技术的显示器有吸引力的替换。机械光调制器通过好的视角以及宽泛范围的色彩和灰度足够快地显示视频内容。机械光调制器已成功地用于投影显示应用中。使用机械光调制器的直视显示器尚未展现亮度和低功率的足够有吸引力的组合。在本领域中需要快速、明亮、低功率的机械致动直视显示器。具体地, 为了有改进的图像质量和降低的功耗, 需要可高速且低压地驱动的直视显示器。

[0006] 与其中开关电路和光调制器可构建在从硅基板切割的相对较小的管芯上的投影显示器相反, 大多数直视显示器需要在大的基板上制造光调制器。另外, 在许多情况下, 特别是对于背光直视显示器, 控制电路和光调制器两者都优选在透明基板上形成。由此, 许多典型的半导体制造工艺不适用。通常需要开发新的开关电路和控制算法来解决构建在透明基板上的 MEMS 器件的材料、工艺技术、以及性能特性的基本差异。仍然需要结合调制过程连同产生具有丰富级别的灰度和对比率的详细图像的开关电路的 MEMS 直视显示器。

[0007] 概述

[0008] 根据本发明的一方面, 操作显示器的方法包括: 在数据加载阶段期间将图像数据加载到像素阵列中的多行像素中的像素; 在更新阶段期间致动至少两行和至少两列的像素; 以及在灯点亮阶段期间点亮至少一盏灯以点亮所致动的像素从而在显示器上形成图像, 其中更新阶段与加载和点亮阶段中的至少一个在时间上部分重叠。

[0009] 在特定实施例中, 对于至少一位的灯输出, 灯点亮阶段与数据加载阶段在时间上完全重叠。在特定实施例中, 更新阶段包括传送多个更新信号。在一方面, 更新阶段包括第一和第二子阶段。在一方面, 多个更新信号中的第一更新信号还包括与第一和第二子阶段相对应的第一和第二信号阶段, 并且数据加载阶段与第一更新信号的第一信号阶段在时间上重叠。在一方面, 第一信号阶段对应于重置阶段。

[0010] 在一个实施例中, 该方法包括具有与第一和第二子阶段相对应的第一和第二信号阶段的多个更新信号中的第二更新信号, 其中灯点亮阶段与第一更新信号的第二信号阶段和第二更新信号的第一信号阶段两者在时间上重叠。在一方面, 第一信号阶段对应于更新阶段的电设置子阶段, 而第二信号阶段对应于更新阶段的机械反应子阶段。在一方面, 数据加载阶段与机械反应子阶段在时间上重叠。

[0011] 在一个实施例中,该方法还包括在遮光器变换阶段期间移动遮光器,其中灯点亮阶段与遮光器变换阶段在时间上部分重叠。在一方面,灯点亮阶段在重置阶段期间与遮光器变换重叠。在一个实施例中,数据加载阶段与更新阶段的结尾和灯点亮阶段的开头在时间上重叠。在一个实施例中,加载、更新、以及点亮阶段中的每一个都彼此在时间上至少部分地重叠。在一个实施例中,加载、更新、以及点亮阶段中的至少一个在时间上与至少一个其他阶段部分重叠。在一方面,显示器构建在透明基板上。在一方面,显示器包括 MEMS 光调制器阵列。在一方面,显示器包括基于遮光器的光调制器阵列。

[0012] 附图简述

[0013] 根据参考附图的对本发明的以下详细描述,将更容易地理解以上讨论:

[0014] 图 1A 是根据本发明的说明性实施例的显示装置的等距视图;

[0015] 图 1B 是根据本发明的说明性实施例的图 1A 的显示装置的框图;

[0016] 图 1C 是根据本发明的说明性实施例的使用场序色彩技术在显示器上显示图像的方法的时序图;

[0017] 图 1D 是示出根据本发明的说明性实施例的使用编码时分灰度技术的各种图像形成事件的时序的时序图;

[0018] 图 2A 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示器中的说明性基于遮光器的光调制器的立体图;

[0019] 图 2B 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示器中的基于卷帘(rollershade)的光调制器的截面图;

[0020] 图 2C 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示器的替换实施例中的基于光分接器(light-tap)的光调制器的截面图;

[0021] 图 2D 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示器的替换实施例中的基于电润湿(electrowetting)的光调制器的截面图;

[0022] 图 3A 是根据本发明的说明性实施例的适于控制结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示器中的光调制器的控制矩阵的示意图;

[0023] 图 3B 是根据本发明的说明性实施例的连接到图 3A 的控制矩阵的基于遮光器的光调制器阵列的立体图;

[0024] 图 4A 和 4B 是根据本发明的说明性实施例的分别处于打开和关闭状态的双致动遮光器组件的平面图;

[0025] 图 4C 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到基于 MEMS 的显示器中的基于双致动器光分接器的光调制器的截面图;

[0026] 图 5A 是根据本发明的说明性实施例的适于控制图 1A 的显示装置的遮光器组件的控制矩阵的示意图;

[0027] 图 5B 是根据本发明的说明性实施例的对图 5A 的控制矩阵的像素寻址的方法的流程图;

[0028] 图 6 是根据本发明的说明性实施例的适于控制图 1A 的显示装置的遮光器组件的控制矩阵的示意图;

[0029] 图 7 是根据本发明的说明性实施例的对图 6 的控制矩阵的像素寻址的方法的流程图;

- [0030] 图 8A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的阶段图；
- [0031] 图 8B 是根据本发明的说明性实施例的与图 8A 的阶段图相对应的图像生成的时序图；
- [0032] 图 9A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图；
- [0033] 图 9B 是根据本发明的说明性实施例的与图 9A 的阶段图相对应的图像生成的时序图；
- [0034] 图 10A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图；
- [0035] 图 10B 是根据本发明的说明性实施例的与图 10A 的阶段图相对应的图像生成的时序图；
- [0036] 图 11A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图；
- [0037] 图 11B 是根据本发明的说明性实施例的与图 11A 的阶段图相对应的图像生成的时序图；
- [0038] 图 12A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图；
- [0039] 图 12B 是根据本发明的说明性实施例的与图 12A 的阶段图相对应的图像生成的时序图；
- [0040] 图 13A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的又一阶段图；以及
- [0041] 图 13B 是根据本发明的说明性实施例的与图 13A 的阶段图相对应的图像生成的时序图。

[0042] 特定说明性实施例的描述

[0043] 为了提供对本发明的全面理解，现在将描述包括用于显示图像的装置和方法的特定说明性实施例。然而，本领域普通技术人员应当理解，本文中所描述的系统和方法可根据所阐述的应用适当地调整和修改，且本文中所描述的系统和方法可用于其他合适的应用中，并且这些其他添加和修改将不背离其范围。

[0044] 图 1A 是根据本发明的说明性实施例的基于 MEMS 的直视显示装置 100 的示意图。显示装置 100 包括排列成多行和多列的多个光调制器 102a-102d(统称为“光调制器 102”)。在显示装置 100 中，光调制器 102a 和 102d 处于打开状态，从而允许光穿过。光调制器 102b 和 102c 处于关闭状态，从而阻止光通过。如果通过一盏或多盏灯 105 点亮，则通过选择性地设置光调制器 102a-102d 的状态，可利用显示装置 100 来形成用于背光显示的图像 104。在另一实现中，装置 100 可通过反射源自该装置前面的环境光来形成图像。在另一实现中，装置 100 可通过反射来自置于显示器前面的一盏或多盏灯的光(即，通过使用正面光)来形成图像。在关闭和打开状态之一中，光调制器 102 通过例如但不限于遮挡、反射、吸收、过滤、偏振、衍射、或者以其他方式更改光的特性或光路来干扰光学路径中的光。

[0045] 在显示装置 100 中，每一光调制器 102 对应于图像 104 中的像素 106。在其他实现中，显示装置 100 可利用多个光调制器来形成图像 104 中的像素 106。例如，显示装置 100 可包括三种色彩专用的光调制器 102。通过选择性地打开与特定像素 106 相对应的一个或多个色彩专用的光调制器 102，显示装置 100 可生成图像 104 中的彩色像素 106。在另一示例中，显示装置 100 包括每一像素 106 两个或更多个光调制器 102 以提供图像 104 中的灰度。对于图像，“像素”对应于图像分辨率所定义的最小象素(pixel)。对于显示装置 100 的结构部件，术语“像素”是指用于调制形成图像的单个像素的光的组合的机械

和电气部件。

[0046] 由于显示装置 100 不需要成像光学器件,因此它是直视显示器。用户通过直接看显示装置 100 来查看图像。在替换实施例中,显示装置 100 被结合到投影显示器中。在这种实施例中,显示器通过将光投影到屏幕或墙壁上来形成图像。在投影应用中,显示装置 100 实质上小于所投影的图像 104。

[0047] 直视显示器可在透射或反射模式中操作。在透射显示器中,光调制器过滤或选择性地遮挡源自置于该显示器后面的一盏或多盏灯的光。将灯光任选地射入光导或“背光”。通常将透射直视显示器实施例构建到透明或玻璃基板上以便于其中包含光调制器的一个基板直接置于背光顶部的夹层(sandwich)组件排列。在一些透射显示器实施例中,色彩专用的光调制器通过将一滤色片材料与每一调制器 102 相关联来创建。在其他透射显示器实施例中,如下所述,色彩可使用通过交替点亮有不同原色的灯的场序色彩法来生成。可在这些显示器中采用多种不同类型的灯,包括但不限于白炽灯、荧光灯、激光器、发光二极管(LED)、或者本领域技术人员已知的任何其他合适的光源。此外,灯可组合到包含多盏灯的单个组件中。举例而言,红色、绿色和蓝色 LED 的组合可在小的半导体芯片中与白色 LED 组合、或者替代白色 LED,或者组装到小的多灯封装中。类似地,每一盏灯可表示四种色彩的 LED 的组件,举例而言,红色、黄色、蓝色和蓝色 LED 的组合。

[0048] 每一光调制器 102 包括遮光器 108 和孔隙 109。为了点亮图像 104 中的像素 106,遮光器 108 被放置成允许光朝向观察者穿过孔隙 109。为了使像素 106 保持未点亮,遮光器 108 被放置成阻止光通过孔隙 109。孔隙 109 由通过反射或吸光材料图案化的开口限定。

[0049] 显示装置还包括连接到基板和光调制器的用于控制遮光器的移动的控制矩阵。该控制矩阵包括一系列电互连(例如,互连 110、112 和 114),这些电互连包括每行像素至少一个写使能互连 110(也称为“扫描线互连”)、每列像素一个数据互连 112、以及向显示装置 100 中的所有像素、或者至少向来自显示装置 100 中的多列多行的像素提供公共电压的一个公共互连 114。响应于适当电压(“写使能电压 V_{we} ”)的施加,给定行像素的写使能互连 110 使该行像素准备接受新的遮光器移动指令。数据互连 112 传递数据电压脉冲形式的新移动指令。在一些实现中,施加到数据互连 112 的数据电压脉冲直接对遮光器的静电移动作出贡献。在其他实现中,数据电压脉冲控制开关(例如,晶体管、或者其他非线性电路元件),这些开关控制幅值通常高于数据电压的单独致动电压向光调制器 102 的施加。然后,这些致动电压的施加导致遮光器 108 的静电驱动的移动。

[0050] 图 1B 是显示装置 100 的框图 150。参考图 1A 和 1B,如框图 150 所示,除了以上所述的显示装置 100 的元件以外,显示装置 100 包括多个扫描驱动器 152(也称为“写使能电压源”)和多个数据驱动器 154(也称为“数据电压源”)。扫描驱动器 152 向扫描线互连 110 施加写使能电压。数据驱动器 154 向数据互连 112 施加数据电压。在显示装置的一些实施例中,数据驱动器 154 被配置成向光调制器提供模拟数据电压,特别是在图像 104 的灰度以模拟方式推导的情况下。在模拟操作中,光调制器 102 被设计成在通过数据互连 112 施加一范围的中间电压时,导致遮光器 108 中的一范围的中间打开状态、以及因此图像 104 中的一范围的中间点亮状态或灰度。

[0051] 在其他情况下,数据驱动器 154 被配置成只向该控制矩阵施加一组减小的 2、3 或 4 位电压电平。这些电压电平被设计成以数字方式对每一遮光器 108 设置打开状态或关闭

状态。

[0052] 扫描驱动器 152 和数据驱动器 154 连接到数字控制器电路 156 (也称为“控制器 156”)。控制器 156 包括输入处理模块 158, 该输入处理模块 158 将传入图像信号 157 处理成适于显示器 100 的空间寻址和灰度能力的数字图像格式。每一图像的像素位置和灰度数据被存储在帧缓冲器 159 中, 从而数据可按需馈送到数据驱动器 154。以按照行和图像帧分组的预定序列组织的数据以大致串行的方式发送到数据驱动器 154。数据驱动器 154 可包括串行到并行数据转换器、电平转移、以及对于一些应用的数字到模拟电压转换器。

[0053] 显示装置 100 任选地包括一组公共驱动器 153, 也称为公共电压源。在一些实施例中, 公共驱动器 153 向光调制器阵列 103 中的所有光调制器提供 DC 公共电位, 举例而言, 向一系列公共互连 114 供应电压。在其他实施例中, 公共驱动器 153 跟随来自控制器 156 的命令向光调制器阵列 103 发出电压脉冲或信号, 举例而言, 能够驱动和 / 或发起阵列 103 的多行多列中的所有光调制器的同时致动的全局致动脉冲。

[0054] 用于不同显示功能的所有驱动器 (例如, 扫描驱动器 152、数据驱动器 154、以及公共驱动器 153) 通过控制器 156 中的时序控制模块 160 来进行时间同步。来自模块 160 的时序命令经由灯驱动器 168、像素阵列 103 内的特定行的写使能和排序、来自数据驱动器 154 的电压输出、以及提供光调制器致动的电压输出来协调红色、绿色和蓝色、以及白色灯 (分别为 162、164、166 和 167) 的点亮。

[0055] 控制器 156 确定阵列 103 中的每一遮光器 108 可被重置为适于新图像 104 的照度级所依据的排序或寻址方案。合适的寻址、图像形成、以及灰度技术的细节可在美国专利申请 No. 11/326, 696 和 11/643, 042 中找到, 这些专利申请通过引用整体结合于此。新图像 104 可以周期性的间隔设置。举例而言, 对于视频显示器, 彩色图像 104 或各帧视频以范围为从 10 到 300 赫兹的频率刷新。在一些实施例中, 将图像帧设置至阵列 103 与点亮灯 162、164 和 166 同步, 从而交替的图像帧用诸如红色、绿色和蓝色之类的一系列交替的色彩来点亮。每一种对应的色彩的图像帧被称为色彩子帧。在称为场序色彩法的该方法中, 如果色彩子帧以超过 20Hz 的频率交替, 则人脑将对交替的帧图像求平均以感知具有一宽泛和连续范围的色彩的图像。在替换实现中, 可在显示装置 100 中采用具有原色的四盏或更多盏灯, 这些灯采用除红色、绿色和蓝色以外的原色。

[0056] 在一些实现中, 在显示装置 100 被设计成遮光器 108 在打开和关闭状态之间数字切换的情况下, 控制器 156 确定寻址序列和 / 或图像帧之间的时间间隔以产生具有适当灰度的图像 104。通过在特定帧中控制遮光器 108 打开的时间量来生成变化的灰度级的过程被称为时分灰度。在时分灰度的一个实施例中, 控制器 156 根据该像素所期望的照度级或灰度来确定在每一帧内允许遮光器 108 保持打开状态的时间段或一小部分时间。在其他实现中, 对于每一图像帧, 控制器 156 将多个子帧图像设置在阵列 103 的多行多列中, 并且该控制器与灰度值或者在灰度的编码字内所采用的重要值成比例地更改点亮每一子帧图像的持续时间。举例而言, 一系列子帧图像的点亮时间可与二元编码级数 1, 2, 4, 8... 成比例地变化。然后, 根据在像素的灰度二元编码字内的相应位置处的值, 在子帧图像内将阵列 103 中的每一像素的遮光器 108 设置成打开或关闭状态。

[0057] 在其他实现中, 该控制器与特定子帧图像所期望的灰度值成比例地更改来自灯 162、164 和 166 的光的强度。多种混合技术也可用于从遮光器阵列 108 形成色彩和灰度。

举例而言,以上所述的时分技术可与每一像素使用多个遮光器 108 相组合,或者特定子帧图像的灰度值可通过子帧时序和灯强度的组合来建立。这些以及其他实施例的细节可在以上引用的美国专利申请 11/643,042 中找到。

[0058] 在一些实现中,通过各行的顺序寻址(这也称为扫描线),图像状态 104 的数据被控制器 156 加载到调制器阵列 103。对于序列中的每一行或扫描线,扫描驱动器 152 向阵列 103 的该行的写使能互连 110 施加写使能电压,并且数据驱动器 154 顺序地向所选行中的每一列供应与期望遮光器状态相对应的数据电压。该过程重复,直至针对该阵列中的所有行都加载了数据。在一些实现中,用于数据加载的所选行的序列是线性的,从而从该阵列的顶部行进到底部。在其他实现中,为了使视觉伪影最小化,所选行的序列是伪随机的。同样,在其他实现中,排序按照块来组织,其中对于一个块,仅图像状态 104 的特定一小部分的数据举例而言通过按顺序只对该阵列的每一个第五行寻址而加载到该阵列。

[0059] 在一些实现中,用于将图像数据加载到阵列 103 的过程与致动遮光器 108 的过程在时间上分离。在这些实现中,调制器阵列 103 可包括阵列 103 中的每一像素的数据存储元件,并且该控制矩阵可包括用于从公共驱动器 153 携载触发信号的全局致动互连,从而根据存储在存储元件中的数据发起遮光器 108 的同时致动。各种寻址序列可借助于时序控制模块 160 来协调,许多寻址序列在美国专利申请 11/643,042 中进行描述。

[0060] 在替换实施例中,像素阵列 103、以及控制像素的控制矩阵可排列成不同于长方形的行和列的配置。例如,像素可排列成六边形阵列或曲线形的行和列。一般而言,如本文中所使用的,术语扫描线应当指共享写使能互连的任意多个像素。

[0061] 显示器 100 由包括时序控制模块 160、帧缓冲器 159、扫描驱动器 152、数据驱动器 154、以及驱动器 153 和 168 的多个功能块构成。每一块可理解为表示可辨别硬件电路和/或可执行代码的模块。在一些实现中,提供功能块作为借助于电路板和/或电缆连接在一起的不同芯片或电路。替换地,这些电路中的许多电路可与像素阵列 103 一起在同一玻璃或塑料基板上制造。在其他实现中,来自框图 150 的多个电路、驱动器、处理器、和/或控制功能可一起集成在单个硅芯片内,该硅芯片随后直接接合到透明基板保持像素阵列 103。

[0062] 控制器 156 包括编程链接 180,通过该编程链接 180,在控制器 156 内实现的寻址、色彩、和/或灰度算法可根据具体应用的需要更改。在一些实施例中,编程链接 180 传达来自环境传感器的信息(诸如环境光)、或来自温度传感器的信息,从而控制器 156 可根据环境条件调节成像模式或背光功率。控制器 156 还包括提供灯所需的功率、以及光调制器致动的电源输入 182。在必要时,驱动器 152、153、154 和/或 168 可包括用于将 182 处的输入电压转换成足以致动遮光器 108 或者点亮灯(诸如灯 162、164、166 和 167)的各个电压的 DC-DC 转换器,或者与该 DC-DC 转换器相关联。

[0063] 场序色彩/时分灰度

[0064] 响应于观察例如以大于 20Hz 的频率快速改变的图像,人脑对图像一起求平均以感知作为在对应周期内所显示图像的组合作为的图像。该现象可用于通过使用在本领域中称为场序色彩的技术来显示彩色图像,同时针对显示器的每一像素只使用单个光调制器。在显示器中使用场序色彩技术消除了对滤色片、以及每一像素多个光调制器的需求。在场序色彩使能的显示器中,将要显示的图像帧分成多幅子帧图像,每一子帧图像对应于原始图像帧的特定色彩分量(例如,红色、绿色或蓝色)。对于每一子帧图像,显示器的光调制器被设

置成与色彩分量对图像的贡献相对应的状态。然后,光调制器用对应色彩的灯来点亮。子图像按顺序以大脑足以感知作为单个图像的一系列子帧图像的频率(例如,大于 60Hz)显示。用于生成子帧的数据通常断裂在各个存储组件中。例如,在一些显示器中,显示器的给定行的数据保持在该行专用的移位寄存器中。根据固定的时钟周期,图像数据移入每一移位寄存器并从每一移位寄存器移出到显示器的该行中的对应列中的光调制器。

[0065] 图 1C 是与用于使用场序色彩来显示图像的显示过程相对应的时序图,该显示过程可根据本发明的说明性实施例通过图 1B 所述的 MEMS 直视显示器来实现。在此所包括的时序图(包括图 1C 的时序图)遵循以下约定。这些时序图的上部示出光调制器寻址事件。下部示出灯点亮事件。

[0066] 寻址部分通过按时间间隔开的对角线来示出寻址事件。每一条对角线对应于一系列单个数据加载事件,在这些数据加载事件期间数据被加载到光调制器阵列的每一行,一次加载一行。取决于用于寻址和驱动显示器中所包括的调制器的控制矩阵,每一加载事件可能需要允许给定行中的光调制器致动的等待周期。在一些实现中,在致动任何光调制器之前,对光调制器阵列中的所有行寻址。在将数据加载到光调制器阵列的最后一行完成之后,基本同时地致动所有光调制器。

[0067] 灯点亮事件通过与显示器中所包括的灯的每一种色彩相对应的脉冲串示出。每一脉冲指示对应色彩的灯被点亮,由此显示在紧邻的前一寻址事件中加载到光调制器阵列中的子帧图像。

[0068] 在给定图像帧的显示中的第一寻址事件开始的时刻在每一时序图上标记为 AT0。在大多数时序图中,该时刻落在检测到电压脉冲 V_{sync} ($V_{\text{同步}}$) 之后不久,就在显示器接收到的每一视频帧开始之前。每一后续寻址事件发生的时刻被标记为 AT1、AT2、...、AT(n-1),其中 n 是用于显示图像帧的子帧图像的数量。在一些时序图中,对角线还被标记为指示加载到光调制器阵列中的数据。例如,在图 1C 的时序图中,D0 表示针对一帧加载到光调制器阵列中的第一个数据,而 D(n-1) 表示针对该帧加载到光调制器阵列中的最后一个数据。在图 1D 的时序图中,在每一寻址事件期间所加载的数据对应于色彩子帧图像。

[0069] 图 1D 是与编码时分灰度显示过程相对应的时序图,其中图像帧通过显示图像帧的三种色彩分量(红色、绿色和蓝色)中的每一种的四幅子帧图像来显示。所显示的给定色彩的每一子帧图像以与先前子帧图像相同的强度显示长达先前子帧图像的时间段的一半,由此实现子帧图像的三元灰度编码方案。针对每一子帧图像加载到该阵列中的数据被称为子帧数据集,并且以图 1D 为例,子帧数据集被称为位面。位面包括与图像帧中的色彩分量的灰度编码字的单个重要值相对应的显示器的多列多行像素的数据。以二元编码方案为例,每一位面包括与色彩和灰度的编码字的单个二元位相对应的阵列数据。

[0070] 在检测到 V_{sync} 脉冲之后开始显示图像帧。在时刻 AT0 开始的寻址事件中,将在存储位置 M0 处开始存储的第一子帧数据集 R3 加载到光调制器阵列 103 中。然后,在时刻 LT0 点亮红灯。选择 LT0 以使其在已对光调制器阵列 103 中的每一行寻址、且已致动其中所包括的光调制器之后进行。在时刻 AT1,直视显示器的控制器 156 熄灭红灯,并且开始将后续位面 R2 加载到光调制器阵列 103 中。该位面在存储位置 M1 处开始存储。该过程重复,直至所有位面都已显示。例如,在时刻 AT4,控制器 156 熄灭红灯,并且开始将最高有效的绿色位面 G3 加载到光调制器阵列 103 中。类似地,在时刻 LT6,控制器 156 开启绿灯直至时刻

AT7, 在时刻 AT7 该绿灯再次熄灭。

[0071] 该时序图中的 Vsync 脉冲之间的时间段由码元 FT 指示, 其指示帧时间。在一些实现中, 寻址时刻 AT0、AT1 等、以及灯时刻 LT0、LT1 等被设计成在 16.6 毫秒的帧时间 FT 内 (即, 根据 60Hz 的帧速率) 完成每一种色彩四幅子帧图像。在其他实现中, 可更改时间值, 从而在 33.3 毫秒的帧时间 FT 内 (即, 根据 30Hz 的帧速率) 完成每一种色彩四幅子帧图像。在其他实现中, 可采用低至 24Hz 的帧速率, 或者可采用超过 100Hz 的帧速率。

[0072] 在图 1D 的时序图所示的编码时分灰度的特定实现中, 针对要显示的每一种色彩, 控制器将四幅子帧图像输出到光调制器阵列 103。根据二元级数 1, 2, 4, 8, 对四幅子帧图像中的每一幅的点亮加权。因此, 图 1D 的时序图中的显示过程显示每一种色彩的灰度的四位二元字, 即, 该显示过程能够针对每一种色彩显示 16 个不同的灰度级, 不管是否每一种色彩只加载四幅子图像。通过色彩的组合, 图 1D 的时序图的实现能够显示 4000 种以上的不同色彩。

[0073] MEMS 光调制器

[0074] 图 2A 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示装置 100 中的说明性基于遮光器的光调制器 200 的立体图。基于遮光器的光调制器 200 (也称为遮光器组件 200) 包括耦合到致动器 204 的遮光器 202。致动器 204 由两个单独的顺应电极梁致动器 205 (“致动器 205”) 构成, 如 2007 年 9 月 18 日提交的美国专利 No. 7, 271, 945 中所描述的。遮光器 202 在一侧耦合到致动器 205。在基本平行于表面 203 的运动平面上, 致动器 205 在表面 203 上横向地移动遮光器 202。遮光器 202 的相对侧耦合到弹簧 207, 该弹簧提供与致动器 204 所施加的力相反的回弹力。

[0075] 每一致动器 205 包括将遮光器 202 连接到承载锚 208 的顺应承载梁 206。承载锚 208 与顺应承载梁 206 一起用作机械支承件, 从而使遮光器 202 邻近表面 203 悬挂。承载锚 208 将顺应承载梁 206 和遮光器 202 物理连接到表面 203, 并且将承载梁 206 电连接到偏压 (在一些实例中为接地)。

[0076] 每一致动器 205 还包括与每一承载梁 206 相邻放置的顺应驱动梁 216。驱动梁 216 在一端耦合到在驱动梁 216 之间共享的驱动梁锚 218。每一驱动梁 216 的另一端自由移动。弯曲每一驱动梁 216 以使其在驱动梁 216 的自由端和承载梁 206 的锚定端附近离承载梁 206 最近。

[0077] 表面 203 包括用于允许光通过的一个或多个孔隙 211。如果遮光器组件 200 在由例如硅制成的不透明基板上形成, 则表面 203 是该基板的表面, 并且孔隙 211 通过蚀刻穿过基板的孔洞阵列来形成。如果遮光器组件 200 在由例如玻璃或塑料制成的透明基板上形成, 则表面 203 是沉积在基板上的挡光层的表面, 并且这些孔隙通过将表面 203 蚀刻到孔洞阵列 211 中来形成。一般地, 孔隙 211 可以是圆形、椭圆形、多边形、蛇形、或者不规则形状。

[0078] 在操作中, 结合光调制器 200 的显示装置经由驱动梁锚 218 将电位施加到驱动梁 216。可将第二电位施加到承载梁 206。驱动梁 216 和承载梁 206 之间的所得电位差将驱动梁 216 的自由端拉向承载梁 206 的锚定端, 并且将承载梁 206 的遮光器端拉向驱动梁 216 的锚定端, 由此将遮光器 202 向驱动锚 218 横向地驱动。顺应构件 206 用作弹簧, 从而在去除梁 206 和 216 两端的电压时, 承载梁 206 将遮光器 202 压回到其初始位置, 以释放存储在承载梁 206 中的应力。

[0079] 在已去除电压之后,也称为弹性遮光器组件的遮光器组件 200 结合用于将遮光器返回到其静止或松弛位置的被动回复力(诸如弹簧)。多个弹性回复机构和各种静电耦合可设计成静电致动器、或者与静电致动器组合,遮光器组件 200 中所示的顺应梁只是一个示例。其他示例在美国专利 No. 7, 271, 945 和美国专利申请 No. 11/326, 696 中进行了描述,它们通过引用整体结合于此。举例而言,可提供支持操作的“打开”与“关闭”状态之间的突然变换、并且在许多情况下为遮光器组件提供双稳定或滞后操作特性的高度非线性电压-位移响应。其他静电致动器可设计有更多的递增电压-位移响应、以及显著减小的滞后,如对于模拟灰度操作可以是优选的。

[0080] 可以说,弹性遮光器组件内的致动器 205 在关闭或致动位置与松弛位置之间操作。然而,设计者可选择将孔隙 211 放置成使遮光器组件 200 处于“打开”状态(即,透光)或“关闭”状态(即,遮光),只要致动器 205 处于其松弛位置即可。为了说明性的目的,假设在下文中此处所描述的弹性遮光器组件被设计成在其松弛状态中打开。

[0081] 在许多情况下,优选提供两组“打开”和“关闭”致动器作为遮光器组件的部件,以使控制电子设备能够将遮光器静电驱动到打开和关闭状态中的每一个中。

[0082] 在替换实施例中,显示装置 100 包括与基于横向遮光器的光调制器(诸如以上所述的遮光器组件 200)不同的光调制器。例如,图 2B 是根据本发明的说明性实施例的适于结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示装置 100 的替换实施例中的基于滚动致动器遮光器的光调制器 200 的截面图。如在题为“电气显示设备(Electric Display Device)”的美国专利 No. 5, 233, 459、以及题为“空间光调制器(Spatial Light Modulator)”的美国专利 No. 5, 784, 189 中进一步描述的(这些专利的全部内容通过引用结合于此),基于滚动致动器的光调制器包括与固定电极相对设置且偏置成在优选方向上移动、从而在施加电场之后产生遮光器的可移动电极。在一个实施例中,光调制器 220 包括设置在基板 228 和绝缘层 224 之间的平面电极 226、以及具有附连到绝缘层 224 的固定端 230 的可移动电极 222。在缺少任何施加电压的情况下,可移动电极 222 的可移动端 232 向固定端 230 自由滚动以产生成卷状态。在电极 222 和 226 之间施加电压使得可移动电极 222 展开,并且靠着绝缘层 224 平展,由此该可移动电极用作阻挡光穿过基板 228 的遮光器。在去除该电压之后,可移动电极 222 借助于弹性回复力返回到成卷状态。偏向成卷状态可通过制造包括各向异性应力状态的可移动电极 222 来实现。

[0083] 图 2C 是说明性的基于非遮光器的 MEMS 光调制器 250 的截面图。光分接器调制器 250 适于结合到根据本发明的说明性实施例的图 1A 的基于 MEMS 的显示装置 100 的替换实施例中。如在题为“微机械光学开关和平板显示器(Micromechanical Optical Switch and Flat Panel Display)”的美国专利 No. 5, 771, 321, 中进一步描述的(该专利的全部内容通过引用结合于此),根据受抑全内反射的原理,光分接器起作用。即,将光 252 引入光导 254,其中在不受干扰的情况下,由于全内反射,光 252 大部分无法通过其正面或背面逃逸出光导 254。光分接器 250 包括分接器元件 256,该分接器元件具有足够高的折射率,从而响应于分接器元件 256 接触光导 254,入射到与分接器元件 256 相邻的光导 254 的表面上的光 252 通过分接器元件 256 朝向观察者逃逸出光导 254,由此有助于图像的形成。

[0084] 在一个实施例中,分接器元件 256 被形成为柔性透明材料的梁 258 的一部分。电极 260 涂敷梁 258 的一侧的各部分。相对电极 260 设置在光导 254 上。通过在电极 260 两

端施加电压,可控制分接器元件 256 相对于光导 254 的位置以选择性地从光导 254 提取光 252。

[0085] 图 2D 是适于包括在本发明的各个实施例中的第二说明性的基于非遮光器的 MEMS 光调制器的截面图。具体地,图 2D 是基于电润湿的光调制器阵列 270 的截面图。基于电润湿的光调制器阵列 270 适于结合到根据本发明的说明性实施例的图 1A 的基于 MEMS 的显示装置 100 的替换实施例中。光调制器阵列 270 包括在光学腔 274 上形成的多个基于电润湿的光调制器单元 272a-272d (统称为“单元 272”)。光调制器阵列 270 还包括与单元 272 相对应的一组滤色片 276。

[0086] 每一单元 272 包括一层水(或其他透明导电或极性流体) 278、一层吸光油 280、透明电极 282(由例如氧化铟锡制成)、以及置于该层吸光油 280 和透明电极 282 之间的绝缘层 284。这些单元的说明性实现在 2005 年 5 月 19 日公布且题为“显示设备(Display Device)”的美国专利申请公开 No. 2005/0104804 中进一步描述。在本文中所描述的实施例中,电极占据单元 272 的背面的一部分。

[0087] 光调制器阵列 270 还包括光导 288、以及将光 294 射入光导 288 的一个或多个光源 292。一系列光重定向器 291 在与朝前反射层 290 相邻的光导的背面上形成。光重定向器 291 可以是漫射或镜面反射体。调制器阵列 270 包括图案化成一系列孔隙(每一单元 272 一个孔隙)以允许光线 294 穿过单元 272 且朝向观察者的孔隙层 286。

[0088] 在一个实施例中,孔隙层 286 由除通过经图案化的孔隙以外遮挡光通过的吸光材料构成。在另一实施例中,孔隙层 286 由将未穿过表面孔隙的光反射回到光导 288 的背面的反射材料构成。在返回到光导之后,被反射的光可通过朝前的反射层 290 进一步回收。

[0089] 在操作中,向单元的电极 282 施加电压使得该单元中的吸光油 280 移动到单元 272 的一部分中、或者收集在该部分中。由此,吸光油 280 不再阻止光通过在反射孔隙层 286 中形成的孔隙(参见例如单元 272b 和 272c)。然后,在该孔隙处逃逸出光导 288 的光能够通过该单元以及该组滤色片 276 中的对应滤色(例如,红色、绿色或蓝色)片逃逸出以形成图像中的彩色像素。当电极 282 接地时,吸光油 280 返回到其先前位置(如在单元 272a 中),并且覆盖反射孔隙层 286 中的孔隙,从而吸收试图穿过该孔隙的任何光 294。

[0090] 基于辊的光调制器 220、光分接器 250、以及基于电润湿的光调制器阵列 270 不是适于包括在本发明的各个实施例中的 MEMS 光调制器的唯一示例。应当理解,其他 MEMS 光调制器可存在,并且可有利地结合到本发明中。

[0091] 美国专利 No. 7, 271, 945 和美国专利申请 No. 11/326, 696 已描述了遮光器阵列可经由控制矩阵控制以产生图像、在许多情况下产生具有适当灰度的移动图像的各种方法。在一些情况下,控制借助于连接到显示器周边的驱动电路的行和列互连的无源矩阵阵列来完成。在其他情况下,在该阵列(所谓的有源矩阵)的每一像素内包括开关和 / 或数据存储元件以提高显示器的速度、灰度、和 / 或功耗性能是适当的。

[0092] 图 3A 是根据本发明的说明性实施例的适于控制结合到图 1A 的基于 MEMS 的显示装置 100 中的光调制器的控制矩阵 300 的示意图。图 3B 是根据本发明的说明性实施例的连接到图 3A 的控制矩阵 300 的基于遮光器的光调制器阵列 320 的立体图。控制矩阵 300 可对像素阵列 320 (“阵列 320”)寻址。每一像素 301 包括由致动器 303 控制的弹性遮光器组件 302,诸如图 2A 的遮光器组件 200。每一像素还包括具有孔隙 324 的孔隙层 322。

诸如遮光器组件 302 之类的遮光器组件的其他电和机械描述、以及其变体可在美国专利 No. 7, 271, 945 和美国专利申请 No. 11/326, 696 中找到。替换控制矩阵的描述还可在美国专利申请 No. 11/607, 715 中找到。

[0093] 在基板 304 的形成有遮光器组件 302 的表面上, 控制矩阵 300 被制造为漫射或薄膜沉积电路。控制矩阵 300 包括控制矩阵 300 中的每一行像素 301 的扫描线互连 306、以及控制矩阵 300 中的每一列像素 301 的数据互连 308。每一扫描线互连 306 将写使能电压源 307 电连接到对应行像素 301 中的像素 301。每一数据互连 308 将数据电压源 (“Vd 源”) 309 电连接到对应列像素 301 中的像素 301。在控制矩阵 300 中, 数据电压 V_d 提供致动遮光器组件 302 所需的主要能量。由此, 数据电压源 309 还用作致动电压源。

[0094] 参考图 3A 和 3B, 对于像素阵列 320 中的每一像素 301 或每一遮光器组件 302, 控制矩阵 300 包括晶体管 310 和电容器 312。每一晶体管 310 的栅极电连接到像素 301 所处的阵列 320 中的行的扫描线互连 306。每一晶体管 310 的源极电连接到其对应的数据互连 308。每一遮光器组件 302 的致动器 303 包括两个电极。每一晶体管 310 的漏极与对应电容器 312 的一个电极、以及对应致动器 303 的电极之一并联电连接。电容器 312 的其他电极、以及遮光器组件 302 中的致动器 303 的其他电极连接到公共电位或地电位。在替换实现中, 晶体管 310 可用半导体二极管、或金属-绝缘体-金属夹层型开关元件来替代。

[0095] 在操作中, 为了形成图像, 控制矩阵 300 通过依次向每一扫描线互连 306 施加 V_{we} 来按顺序写使能阵列 320 中的每一行。对于写使能行, 向该行像素 301 的晶体管 310 的栅极施加 V_{we} 允许电流流经穿过晶体管 310 的数据互连 308, 从而向遮光器组件 302 的致动器 303 施加电位。在该行被写使能时, 选择性地向数据互连 308 施加数据电压 V_d 。在提供模拟灰度的实现中, 施加到每一数据互连 308 的数据电压相关于位于写使能扫描线互连 306 和数据互连 308 的交点的像素 301 的期望亮度而变化。在提供数字控制方案的实现中, 数据电压被选择为相对较低幅度的电压 (即, 接近于接地的电压)、或者满足或超过 V_{at} (致动阈值电压)。响应于向数据互连 308 施加 V_{at} , 对应遮光器组件 302 中的致动器 303 致动, 从而打开该遮光器组件 302 中的遮光器。即使在控制矩阵 300 停止向一行施加 V_{we} 之后, 施加到数据互连 308 的电压也保持存储在像素 301 的电容器 312 中。因此, 不一定等待和保持一行上的电压 V_{we} 长达足以使遮光器组件 302 致动的时间, 这种致动可在已从该行去除写使能电压之后进行。电容器 312 还用作阵列 320 内的存储致动指令长达点亮图像帧所需的时间段的存储元件。

[0096] 像素 301、以及阵列 320 中的控制矩阵 300 在基板 304 上形成。该阵列包括设置在基板 304 上的孔隙层 322, 该孔隙层 322 包括针对阵列 320 中的各个像素 301 的一组孔隙 324。孔隙 324 与每一像素中的遮光器组件 302 对齐。在一个实现中, 基板 304 由诸如玻璃或塑料之类的透明材料制成。在另一实现中, 基板 304 由不透明材料制成, 但是在该基板 304 中蚀刻孔洞以形成孔隙 324。

[0097] 与控制矩阵 300 同时、或者在对同一基板的后续处理步骤中处理遮光器组件 302 的部件。控制矩阵 300 中的电气部件使用与制造液晶显示器件的薄膜晶体管阵列共同的许多薄膜技术来制造。可用技术在通过引用结合于此的 DenBoer 的有源矩阵液晶显示器件 (Active Matrix Liquid Crystal Displays) (Elsevier, Amsterdam, 2005 年) 中进行了描述。遮光器组件使用与微加工领域或来自微机械设备的制造领域类似的技术来制造。许多

可适用薄膜 MEMS 技术在 Rai-Choudhury 编辑的微光刻、微加工和微制造手册(美国华盛顿州贝灵汉市 SPIE 光学工程出版社,1997 年)中进行了描述。在玻璃基板上形成的 MEMS 光调制器专用的制造技术可在美国专利申请 No. 11/361, 785 和 11/731, 628 中找到,这些专利申请通过引用整体结合于此。举例而言,如在这些申请中所描述的,遮光器组件 302 可由通过化学气相沉积工艺而沉积的非晶硅薄膜构成。

[0098] 遮光器组件 302 与遮光器 303 一起可成为双稳定的。即,遮光器可存在于至少两个平衡位置(例如,打开或关闭),从而使这些遮光器保持在任一位置需要很少的功率或者不需要功率。更具体地,遮光器组件 302 可以是机械双稳定的。一旦遮光器组件 302 的遮光器设置在适当的位置,维持该位置就不需要电能或保持电压。遮光器组件 302 的物理元件上的机械应力可使遮光器保持在适当的位置。

[0099] 遮光器组件 302 与遮光器 303 一起也可成为电双稳定的。在电双稳定的遮光器组件中,存在低于遮光器组件的致动电压的一电压范围,如果该致动电压施加到关闭的致动器(其中遮光器打开或关闭),则即使在遮光器上施加反力,也使致动器保持关闭并使遮光器保持在适当的位置。反力可通过诸如基于遮光器的光调制器 200 中的弹簧 207 之类的弹簧来施加,或者反力可通过诸如“打开”或“关闭”的致动器之类的相对致动器来施加。

[0100] 光调制器阵列 320 被示为每一像素具有单个 MEMS 光调制器。其他实施例是可能的,其中在每一像素中设置多个 MEMS 光调制器,由此提供每一像素中的多于仅二元“开”或“关”光学状态的可能性。特定形式的编码域分灰度是可能的,其中提供该像素中的多个 MEMS 光调制器,并且与每一光调制器相关联的孔隙 324 具有不相等的面积。在其他实施例中,基于辊的光调制器 220、光分接器 250 或基于电润湿的光调制器阵列 270、以及其他基于 MEMS 的光调制器可替代光调制器阵列 320 内的遮光器组件 302。

[0101] 图 4A 和 4B 示出适于包括在本发明的各个实施例中的替换的基于遮光器的光调制器(遮光器组件)400。光调制器 400 是双致动器的遮光器组件的示例,并且在图 4A 中被示为处于打开状态。图 4B 是处于关闭状态的双致动器的遮光器组件 400 的视图。遮光器组件 400 在以上引用的美国专利申请 11/251, 035 中进一步描述。与遮光器组件 200 相反,遮光器组件 400 在遮光器 406 的任一侧包括遮光器 402 和 404。每一致动器 402 和 404 都独立地受到控制。第一致动器(遮光器打开致动器 402)用来打开遮光器 406。第二相对致动器(遮光器关闭致动器 404)用来关闭遮光器 406。两个致动器 402 和 404 都是顺应梁电极致动器。致动器 402 和 404 通过在基本平行于悬挂遮光器的孔隙层 407 的平面上驱动遮光器 406 来打开和关闭遮光器 406。遮光器 406 通过附连到致动器 402 和 404 的锚 408 悬挂在孔隙层 407 上一短距离。包括附连到遮光器 406 的两端的支承件沿着遮光器 406 的移动轴减少了遮光器 406 的平面外运动,并且约束基本平行于基板的平面运动。通过模拟图 3A 的控制矩阵 300,针对相对的遮光器打开和遮光器关闭的致动器 402 和 404 中的每一个,适于与遮光器组件 400 一起使用的控制矩阵可包括一个晶体管和一个电容器。

[0102] 遮光器 406 包括光可穿过的两个遮光器孔隙 412。孔隙层 407 包括一组三个孔隙 409。在图 4A 中,遮光器组件 400 处于打开状态,并且由此遮光器打开致动器 402 已被致动,遮光器关闭致动器 404 处于松弛位置,并且孔隙 412 和 409 的中心线重合。在图 4B 中,遮光器组件 400 已移动到关闭状态,并且由此遮光器打开致动器 402 处于其松弛位置,遮光器关闭致动器 404 已被致动,并且遮光器 406 的挡光部分现在处于适当的位置以遮挡光透过

孔隙 409 (如虚线所示)。每一孔隙绕其周边具有至少一个边缘。例如,长方形孔隙 409 具有四个边缘。在圆形、椭圆形、卵形、或其他弧形孔隙在孔隙层 407 中形成的替换实现中,每一孔隙可能只有单个边缘。在其他实现中,这些孔隙在数学意义上不必分离或脱离,相反可连接。也就是说,在孔隙的各部分或成形区段可维持与每一遮光器的对应性时,这些区段中的若干区段可连接成孔隙的单个连续周长被多个遮光器共享。为了允许具有各个出射角的光穿过处于打开状态的孔隙 412 和 409,向遮光器孔隙 412 提供比孔隙层 407 中的孔隙 409 的对应宽度或尺寸大的宽度和尺寸是有利的。为了在关闭状态中有效地阻挡光逃逸,优选遮光器 406 的挡光部分与孔隙 409 重叠。图 4B 示出遮光器 406 中的挡光部分的边缘和在孔隙 407 中形成的孔隙 409 的一个边缘之间的预定重叠 416。

[0103] 静电致动器 402 和 404 被设计成其电压 - 位移行为向遮光器组件 400 提供了双稳定特性。对于遮光器打开和遮光器关闭的致动器中的每一个,存在低于致动电压的一电压范围,如果该致动电压在该致动器处于关闭状态时施加(其中遮光器打开或关闭),则即使向相对致动器施加致动电压之后,也将使致动器保持关闭并使遮光器保持在适当的位置。维持遮光器相对于这种反力的位置所需的最小电压被称为维持电压 V_m 。

[0104] 图 4C 是包括第一和第二相对致动器的基于非遮光器的 MEMS 光调制器 450 的截面图。光调制器 450 也称为双致动器光分接器,其根据受抑全内反射的原理操作。双致动器的光分接器是如在以上引用的美国专利 No. 5, 771, 321 中所描述的光分接器调制器 250 的变体。双致动器光分接器 450 包括光导 454,其中在不受干扰的情况下,由于全内反射光大部分无法通过其正面或背面逃逸。光分接器 450 还包括盖板 452、以及柔性隔膜或分接器元件 456。分接器元件 456 具有足够高的折射率,从而响应于分接器元件 456 接触光导 454,入射到与分接器元件 456 相邻的光导 454 的表面上的光通过分接器元件 456 朝向观察者逃逸出光导 254,由此有助于图像的形成。

[0105] 分接器元件 456 由柔性透明材料构成。电极 460 耦合到分接器元件 456。光分接器 450 还包括电极 462 和 464。电极 460 和 462 的组合包括第一致动器 470,而电极 460 和 464 的组合包括第二相对致动器 472。通过向第一致动器 470 施加电压,分接器元件 456 可向光导 454 移动,从而允许从光导 454 提取光。通过向第二致动器 472 施加电压,分接器元件可从光导 454 移开,从而限制从光导 454 提取光。

[0106] 致动器 470 和 472 被设计成其电压 - 位移行为向光分接器 450 提供电双稳定特性。对于第一和第二致动器中的每一个,存在低于致动电压的一电压范围,如果该致动电压在该致动器处于关闭状态时施加,则即使在向相对致动器施加致动电压之后,也将使致动器保持关闭并使分接器元件保持在适当的位置。对抗这种反力维持分接器元件的位置所需的最小电压被称为维持电压 V_m 。

[0107] 电双稳定性源自致动器两端的静电力是位置以及电压的强函数的事实。光调制器 400 和 450 中的致动器的梁用作电容器板。电容器板之间的力与 $1/d^2$ 成比例,其中 d 是电容器板之间的局部间隔距离。在关闭的致动器中,致动器梁之间的局部间隔很小。由此,施加小电压可导致关闭致动器的致动器梁之间的相对较强的力。由此,即使其他元件向关闭的致动器施加反力,相对较小的电压(诸如 V_m) 也可使致动器保持关闭。

[0108] 在提供两个相对致动器(例如,出于分别打开和关闭遮光器的目的)的光调制器(诸如 400 和 450)中,调制器的平衡位置将根据每一致动器两端的电压差的组合效果来确

定。换句话说,确定调制器上的平衡力必须考虑所有三个端子(例如,遮光器打开驱动梁、遮光器关闭驱动梁、以及遮光器/承载梁)的电位、以及调制器位置。

[0109] 对于电双稳定的系统,一组逻辑规则可描述稳定状态,并且可用于为调制器开发可靠的寻址或数字控制方案。参考作为示例的基于遮光器的光调制器 400,这些逻辑规则如下:

[0110] 令 V_s 为遮光器或承载梁上的电位。令 V_o 为遮光器打开驱动梁上的电位。令 V_c 为遮光器关闭驱动梁上的电位。令表达式 $|V_o - V_s|$ 指示遮光器和遮光器打开驱动梁之间的电压差的绝对值。令 V_m 为维持电压。令 V_{at} 为致动阈值电压,即在不向相对驱动梁施加 V_m 的情况下致动致动器所需的电压。令 V_{max} 为 V_o 和 V_c 的最大容许电位。令 $V_m < V_{at} < V_{max}$ 。然后,假设 V_o 和 V_c 保持低于 V_{max} :

[0111] 1. 如果 $|V_o - V_s| < V_m$ 以及 $|V_c - V_s| < V_m$

[0112] 则遮光器将松弛到其机械弹簧的平衡位置。

[0113] 2. 如果 $|V_o - V_s| > V_m$ 以及 $|V_c - V_s| > V_m$

[0114] 则遮光器将不移动,即遮光器将保持在打开或关闭状态,不管位置是否由最后一个致动事件建立。

[0115] 3. 如果 $|V_o - V_s| > V_{at}$ 以及 $|V_c - V_s| < V_m$

[0116] 则遮光器将移动到打开状态。

[0117] 4. 如果 $|V_o - V_s| < V_m$ 以及 $|V_c - V_s| > V_{at}$

[0118] 则遮光器将移动到关闭状态。

[0119] 遵守规则 1,在每一致动器上的电压差接近于零的情况下,遮光器将松弛。在许多遮光器组件中,只部分地打开或关闭机械松弛位置,并且由此在寻址方案中优选避免该电压状况。

[0120] 规则 2 的情形使得将全局致动功能包括在寻址方案中成为可能。通过维持提供至少作为维持电压 V_m 的梁电压差的致动器电压,遮光器打开和遮光器关闭电位的绝对值可在宽泛的电压范围(即使电压差超过 V_{at})上在寻址序列中间更改或切换,其中无意的遮光器移动没有危害。

[0121] 规则 3 和 4 的情形是一般在寻址序列期间以确保遮光器的双稳定致动为目标的情形。

[0122] 维持电压差 V_m 可设计成或表达为致动阈值电压 V_{at} 的特定部分。对于在有用程度的双稳定性上设计的系统,维持电压可存在于 V_{at} 的 20% 和 80% 之间的范围内。这有助于确保该系统中的电荷泄漏或寄生电压波动不会导致设定的保持电压偏移至其维持范围以外,即可导致遮光器的无意致动的偏差。在一些系统中,可提供异常程度的双稳定性或滞后,其中 V_m 存在于 V_{at} 的 2% 至 98% 的范围内。然而,在这些系统中,必须当心确保 $V < V_m$ 的电极电压情形可在可用的寻址和致动时间内可靠地获取。

[0123] 图 5A 示出根据本发明的说明性实施例的适于包括在显示装置 100 中的替换控制矩阵 500。控制矩阵 500 控制包括双致动器遮光器组件 512 的像素阵列 504。诸如遮光器组件 400 之类的双致动器遮光器组件是包括单独的遮光器打开和遮光器关闭的致动器的遮光器组件。虽然在图 5A 中只示出一个像素 504,但是应当理解,控制矩阵扩展和结合许多行和列的类似像素,如图 3A 的控制矩阵 300 部分地示出的。另外,控制矩阵可与任何合适

类型的显示调制器一起使用。诸如双和单致动器调制器、以及基于非遮光器的调制器之类的 MEMS 调制器和致动器,以及调制器 200、220、250、270、400 和 500 是落入本发明的范围内的具体示例。基于液晶调制器或等离子体发射的显示器也落入本发明的范围内。

[0124] 控制矩阵 500 包括针对该控制矩阵中的每一列像素 504 的列线互连 502。遮光器组件 504 中的致动器可制成电双稳定或机械双稳定的。光控制阵列 500 被示为每一像素具有单个 MEMS 光调制器。其他实施例是可能的,其中在每一像素中设置多个 MEMS 光调制器,由此提供每一像素中的多于仅二元“开”或“关”光学状态的可能性。特定形式的编码域分灰度是可能的,其中提供该像素中的多个 MEMS 光调制器,并且与每一光调制器相关联的孔隙具有不相等的面积。

[0125] 控制矩阵 500 包括由以行和列方式排列的多个相同像素构成的多条线,在本文中称为整个显示器共用的“全局线”。这些全局线包括致动线互连 506、公共线互连 518、遮光器线互连 520、以及更新线互连 522。在一些实施例中,这些全局线作为整个显示器两端的一个节点而操作。例如,显示器两端的整个更新节点、或者显示器两端的整个致动节点同时改变。在一些实施例中,这些全局线互连可分组成像素子组。例如,每一奇数行像素可具有相连接的全局线,而每一偶数行像素的全局线可单独地连接,从而奇数行可独立于偶数行而操作。控制矩阵 500 包括对每一行排列的像素是唯一的行线 524、以及对每一列排列的像素是唯一的列线 502。控制矩阵中的每一像素 504 包括数据加载晶体管 534、数据存储电容器 538、更新晶体管 536、致动器节点 540 和 542、以及双逆变器锁存器。在控制矩阵 500 中,数据存储电容器 538 连接到公共线互连 518。然而,在一些实施例中,数据存储电容器 538 可连接到遮光器线互连 520。在一些实施例中,公共线互连 518 可用作下一行的行互连 524,并且因此完全消除公共线互连 518。

[0126] 双逆变器锁存器包括由晶体管 526 和 530 构成的第一逆变器、以及由晶体管 528 和 532 构成的第二逆变器。遮光器组件 512 包括与遮光器组件 200 的致动器 204 类似的连接到致动器节点 540 和 542 的静电致动器。当在致动器和遮光器之间施加大于或等于致动电压(也称为充电电压或 V_{at}) 的电压差时,可将遮光器组件驱动到打开状态以允许光通过、或者将其驱动到关闭状态以阻挡光通过。控制矩阵 500 使用互补的两类晶体管:p 沟道和 n 沟道晶体管。因此,该控制矩阵被称为互补的 MOS 控制矩阵或 COMS 控制矩阵。当数据加载晶体管 534、更新晶体管 536、以及交叉耦合的逆变器 530 和 532 中的下晶体管由 nMOS 类型制成时,交叉耦合的逆变器 526 和 528 中的上晶体管由 pMOS 类型的晶体管制成。本领域技术人员应当认识到,在其他实现中,CMOS 晶体管的类型可颠倒(即,用 nMOS 切换 pMOS),或者可使用其他类型的晶体管(即,BJT、JFET、或其他合适类型的晶体管)。

[0127] 在一些实施例中,致动线 506 连接到维持大于或等于 V_{at} 的电压源。遮光器线 520 维持接近于地电位。在一些实施例中,遮光器极性可维持在全致动电压(即,约为 25 伏特)。在特定实施例中,遮光器的极性可按需在一个或多个电位之间周期性地交替。例如,遮光器可在每一全视频帧之后在 25 伏特和 0 伏特之间交替,或者在其他情况下更频繁或不太频繁地交替。遮光器极性可通过向遮光器线互连 520 施加所需电压来控制。在一些实施例中,数据的极性也与遮光器电位交替相对应地交替。

[0128] 每一致动器节点 540 和 542 根据其相应晶体管 526 和 528 的“开/关”状态连接到致动线 506。例如,当连接到左致动器节点 540 的晶体管 526 处于“开”状态时,允许电荷

从致动线 506 流向致动器节点 540。然后,在连接到致动器节点 540 的致动器与遮光器(假设遮光器处于公共电位)之间施加约为 V_{at} 的电压,并且将遮光器驱动到其期望状态。当晶体管 526 处于“关”状态而晶体管 528 处于“开”状态时发生类似的过程,这导致将遮光器驱动到相反状态。在一些实施例中,将向连接到致动器节点 540 的致动器施加约为 V_{at} 的电压,并且向遮光器施加类似的电压,由此在遮光器和致动器之间产生 0 伏特的电位。

[0129] 控制矩阵 500 包括数据存储电容器 538。如在下文中进一步描述的,电容器 538 借助于所存储的电荷将由控制器(诸如控制器 156)发送的“数据”指令(例如,打开或关闭)存储到像素 504 作为数据加载或写入操作的一部分。存储在电容器 538 上的电压部分地确定控制矩阵 500 中的双逆变器锁存器的锁存状态。

[0130] 在数据加载操作期间,该阵列的每一行以寻址序列写使能。控制矩阵 500 中的电压源(未示出)向与所选行相对应的行线互连 524 施加写使能电压。电压向写使能行的行线互连 524 的施加导通对应行线的像素 504 的数据加载晶体管 534,由此写使能这些像素。在所选行像素 504 被写使能时,数据电压源向与控制矩阵 500 中的每一列像素 504 相对应的列互连 502 施加适当的数据电压。由此,将施加到列互连 502 的电压存储在相应像素 504 的数据存储电容器 538 上。在特定实施例中,施加到列互连 502 的电压可以为负或正(例如,范围为从 -5 到 5 伏特)。

[0131] 对控制矩阵 500 中的像素寻址的方法通过图 5B 所示的方法 550 示出。方法 550 在三个通用步骤中进行。首先,在数据加载步骤 552 中,将数据逐行加载到每一像素。接着,在更新锁存状态步骤 554 中,至少部分地基于所存储的数据,将每一像素的锁存设置为正确的状态。最后,在遮光器致动步骤 556 中,致动遮光器。

[0132] 更具体地,方法 550 的帧寻址周期在保持数据状态中通过处于将遮光器可靠地致动到适当致动器节点所需的全电压 V_{at} 处的致动线 506 开始(步骤 558)。例如,该电压可约为 20-30 伏特。然后,控制矩阵 500 行进到通过一次一行地对该控制矩阵中的每一像素 504 寻址的数据加载步骤 522 (步骤 556-570)。为了对特定行寻址,控制矩阵 500 通过向对应行-线互连 524 施加电压(步骤 566)来写使能第一行线,从而有效地将数据加载晶体管 534 切换到导通“开”状态。然后,在判定框 560,控制矩阵 500 针对写使能行中的每一像素 504 确定像素 504 在下一状态中是需要打开还是关闭。例如,在步骤 560,确定对于写使能行中的每一像素 504 该像素(随后)是从其当前状态改变还是保持相同状态。如果要打开像素 504,则控制矩阵 500 将特定数据电压 V_d (例如,1.5V)加载到与该像素 504 所处的列相对应的列互连 502 (步骤 562)。如果像素 504 要关闭,则控制矩阵 500 将特定数据电压 V_d (例如,-1.5V)加载到与该像素 504 所处的列相对应的列互连 502 (步骤 564)。然后,借助于所选像素 504 的数据存储电容器 538 上的电荷来存储施加到与遮光器的下一状态相对应的列互连 502 的数据电压 V_d (步骤 568)。接着,从行线 524 去除该电压(步骤 570),从而有效地将数据加载晶体管 534 切换到非导通“关”状态。一旦将数据加载晶体管 534 设置为“关”状态,列线 502 就准备好向下一所选行中的像素加载数据电压 V_d 。

[0133] 可在任何时间设置数据电压 V_d ,只要它在行线 524 截止时是有效的,从而在数据加载晶体管 534 变成非导通时正确的数据位于数据存储电容器 538 上。在数据加载步骤 552 期间,更新线 522 是无效的,由此将数据存储电容器 538 与交叉耦合的逆变器锁存器的晶体管 526-532 所保持的当前状态隔离。

[0134] V_{we} 向写使能行的扫描线互连 524 的施加导通对应扫描线中的像素 512 的所有写使能晶体管 534。在控制矩阵 500 中的给定行已写使能时,控制矩阵 500 选择性地向该行的所有列同时施加数据电压。在所有数据都已存储在所选行中的电容器 538 上(步骤 560 至 568)之后,控制矩阵 500 将所选扫描线互连接地(步骤 570),并且选择后续扫描线互连来写入。然后,对数据加载过程的控制返回到步骤 566 以写使能下一所选行。在该信息已存储在控制矩阵 500 中的所有行的电容器中之后,触发判定框 582 以行进到全局更新序列。

[0135] 在数据加载步骤 552 中数据已存储在所选行中的电容器 538 上(步骤 566-570)之后,控制矩阵 500 随后行进到更新锁存步骤 554 以使这些像素的各部分或组、或者整个显示器更新到下一保持状态。在方法 550 的步骤 572,通过使致动线 506 上的电压下降至或接近于公共线 518 上的电压,更新锁存序列开始。这使得致动器节点 540 和 542 两者上的电压接近于与公共线 518 相同的电压。接着,在步骤 574 中,激活更新线 522,由此将更新晶体管 536 切换到导通“开”状态并允许所存储的数据从数据存储电容器 538 传递到交叉耦合的逆变器锁存器的晶体管 526-532。如果在致动线 506 的电压变成公共线 518 的电压(步骤 572)之后太早激活更新线 522(步骤 574),则下一状态数据的所存储的下一状态可被没有足够时间衰退的锁存的当前状态数据破坏。该必要的非重叠时序可以是电路寄生、晶体管阈值电压、电容器尺寸、以及所存储的数据电压电平的函数。例如,步骤 572 和 574 之间所需的延迟可约为 $10 \mu s$,然而,取决于显示器,该延迟时间可以是相当地长或相当地短。

[0136] 在步骤 576 中,向致动线 506 施加只高到足以使锁存晶体管操作的中间电压(例如,约等于逆变器晶体管 526 和 530、或者 528 和 532 的阈值电压之和。该电平受到所需时序的细节、寄生电荷注入、详细的晶体管特性等的限制可显著地小)。在步骤 576 中施加到致动线 506 的中间电压用来使锁存到下一状态所使用的功率最小化。在特定实施例中,交叉耦合的逆变器锁存器在低至可靠地进行以减少总体瞬态切换功率的中间电压电平。步骤 574 和 576 使得存储在数据存储电容器 538 上的数据被锁存在像素 504 的交叉耦合的逆变器锁存器中。

[0137] 步骤 576 可与在步骤 574 中激活更新线 522 同时进行,或者在其之前或在其之后进行。例如,在特定实施例中,在步骤 576 中向致动线 506 施加中间电压可在步骤 574 和 578 中创建更新脉冲之后完全实现,或者在步骤 567 中创建的中间电压脉冲可与更新电压脉冲部分地或完全地重叠。在一些实施例中,对交叉耦合的逆变器锁存器的下一状态的控制通过两种状态的重叠来执行,特别是在数据锁存的寄生电容较低时。

[0138] 最后,在步骤 578 中停用更新线 522,由此将更新晶体管 536 切换到非导通“关”状态并将数据存储电容器 538 与像素 504 的交叉耦合的逆变器锁存器隔离。通过在将致动线增加到全电压(步骤 580)之前停用更新线 522(步骤 578),通过不允许数据存储电容器 538 充电到全致动电压节省了相当多的功率。

[0139] 另一方面,有可能根本不具有更新晶体管 536。在此情况下,由于锁存状态逐行地加载,因此数据加载操作可直接改变该锁存状态。这可通过同时还在逐行的基础上使致动节点下降到适当的中间电平或者约 0 随后至中间电平以允许较低的数据电压确定锁存状态、或者通过在整个数据加载操作期间使整个显示器的致动节点下降到适当的中间电平来发生,或者如果功率不是考虑因素、或致动电压低到足以使功率成为次要的考虑因素,则数据电压可处于迫使锁存器进入期望状态的全致动电压电平或更大(其中致动节点维持在全

Vac)。同样,通过消除更新晶体管 536,可节约布局面积。

[0140] 一旦在步骤 554 中已转换数据且已更新锁存状态,控制矩阵 500 就行进到遮光器致动步骤 556,从而将遮光器组件 512 的遮光器移动到其下一状态。遮光器致动步骤 556 包括步骤 580 中的将致动线 506 增加到全电压。全电压可以是将遮光器致动到一侧或另一侧、且将遮光器保持在该位置直至下一帧寻址周期所需的电压。由于锁存状态比更新锁存状态步骤 554 期间更早地设置,因此不存在从致动线 506 通过每一逆变器中的两个串联晶体管(526 和 530、或者 528 和 532)的导通路径。由此,只允许旨在对遮光器电容和各个寄生电容的致动充电的电流流动,从而导致最小的功耗。在步骤 556 中致动遮光器之后,方法 550 返回到像素寻址周期的开始。

[0141] 控制矩阵 500 中的交叉耦合的逆变器锁存器的动作只需要一次遮光器变换来进入其下一状态。显示器控制的先前方法需要两次遮光器变换来完全更新整个显示器。额外遮光器变换的该时间差对更复杂的显示算法是重要的,其中许多显示器更新在一个视频帧时间内完成。另外,控制矩阵 500 创建其中只有一个致动器对遮光器是有吸引力的而其他致动器是没有吸引力的保持数据状态。这有助于防止错误的遮光器状态。

[0142] 在特定实施例中,有可能接近于双电压电平致动操作,从而通过使致动线 506 的电压放慢到足以使交叉耦合的逆变器锁存器的锁存操作在低电压处发生、由此节电来减少交叉耦合的逆变器锁存器的锁存瞬态。更新信号相对于致动节点电压电平的时序允许对数据存储电容器 538 的过量充电的控制以确保较低的功率操作。

[0143] 图 6 是根据本发明的说明性实施例的用于包括在显示装置 100 中的又一合适的控制矩阵 2440。控制矩阵 2440 控制包括双致动器遮光器组件 2444 (即,具有两个遮光器打开和遮光器关闭致动器的遮光器组件)的像素阵列 2442。遮光器组件 2444 中的致动器可制成电双稳定或机械双稳定的。

[0144] 控制矩阵 2440 与图 5A 中的控制矩阵 500 具有相似性。两个控制矩阵利用单个列线互连、单个数据加载晶体管、以及单个数据存储电容器,不管它们是否使用双致动器遮光器组件。然而,代替双逆变器锁存器,控制矩阵 2440 包括在遮光器组件的致动中使用的公共驱动互连 2462。对于在控制矩阵 2440 中给出的示例,公共驱动互连 2462 电连接到遮光器组件 2444 的遮光器打开致动器。

[0145] 遮光器组件 2444 中的致动器可制成电双稳定或机械双稳定的。然而,可采用任何类型的 MEMS 遮光器和致动器组件而不背离本发明的范围。另外,控制矩阵可与其他合适类型的显示调制器一起使用。可采用调制器 200、220、250、270、400 和 450 以及液晶和等离子体发射调制器,而不受限制。

[0146] 控制矩阵 2440 包括针对控制矩阵 2240 中的每一行像素 2442 的扫描线互连 2446。控制矩阵 2440 还包括充电互连 2450、全局致动互连 2454、以及遮光器公共互连 2455。互连 2450、2454、2455 和 2462 在该阵列中的多行和多列像素 2442 之间共享。在一个实现(在下文中详细描述的一个实现)中,互连 2450、2454、2455 和 2462 在控制矩阵 244 中的所有像素 2442 之间共享。

[0147] 控制矩阵中的每一像素 2442 包括遮光器充电晶体管 2456、遮光器放电晶体管 2458、遮光器写使能晶体管 2457、以及数据存储电容器 2459,如图 5A 所示。对于在控制矩阵 2440 中给出的示例,遮光器放电晶体管的漏极连接到遮光器组件 2444 的遮光器关闭致

动器。

[0148] 通过与图 5A 的控制矩阵 500 相比, 充电晶体管 2456 通过不同的电路连接接线到充电互连 2450。代替用于将遮光器连接到致动互连(诸如互连 506)的双逆变器, 充电晶体管 2456 的栅极端子与晶体管 2456 的漏极端子一起直接连接到充电互连 2450。在操作中, 充电晶体管 2456 作为二极管操作, 该充电晶体管可在仅一个方向上传送电流。

[0149] 对控制矩阵 2440 中的像素寻址和致动的方法通过图 7 所示的方法 2470 示出。方法 2470 在三个通用步骤中进行。首先, 存在通过将数据存储到数据存储电容器 2459 中对矩阵逐行地寻址的数据加载操作。在第二通用步骤中, 在步骤 2488, 部分地通过向充电互连 2450 施加电压 V_{at} , 所有致动器同时重置。步骤 2488 有时称为全局更新阶段的第一子阶段。并且最后, 在步骤 2492-2494 中, 通过 a) 借助于全局致动互连 2454 选择性地激活晶体管 2458、以及 b) 改变公共驱动互连 2462 和遮光器公共互连 2455 之间的电位差使其大于致动电压 V_{at} 来设置图像。步骤 2492-2494 有时称为全局更新阶段的第二子阶段。

[0150] 在操作中, 为了周期性地反转遮光器组件 2442 两端的电压的极性, 控制矩阵有利地在两个控制逻辑之间交替。为了清楚起见, 接下来只针对第一控制逻辑来描述控制方法 2470 的细节。在该第一控制逻辑中, 遮光器公共互连 2455 的电位一直维持在接近于地电位。通过直接在充电互连 2450 或公共驱动互连 2462 中的任一个或两者的两端施加电压 V_{at} , 遮光器将保持在打开或改变状态中。(在将要在完成图 7 的讨论之后描述的第二控制逻辑中, 遮光器公共互连保持在电压 V_{at} , 并且将通过使充电互连 2450 或公共驱动互连 2462 维持在接地来维持致动状态。)

[0151] 更具体地, 对于方法 2470 的第一控制逻辑, 在向全局致动互连 2454 施加电压 V_{off} (步骤 2472) 时, 方法 2470 的帧寻址周期开始。互连 2454 上的电压 V_{off} 被设计成确保放电晶体管 2458 不会导通, 不管电压是否已存储在电容器 2459 上。

[0152] 然后, 控制矩阵 2440 行进到一次一行的针对该控制矩阵中的每一像素 2442 的数据加载操作(步骤 2474-2484)。为了对特定行寻址, 控制矩阵 2440 通过向对应扫描线互连 2446 施加电压 V_{we} 来写使能第一条扫描线(步骤 2474)。然后, 在判定框 2476, 控制矩阵 2440 针对写使能行中的每一像素 2442 确定像素 2442 需要打开还是关闭。例如, 如果在重置步骤 2488 要(临时)关闭所有遮光器, 则在判定框 2476 确定对于写使能行中的每一像素 2442 是否(随后)要打开该像素。如果要打开像素 2442, 则控制矩阵 2440 向与该像素 2442 所处的列相对应的数据互连 2448 施加数据电压 V_d (例如, 5V) (步骤 2478)。由此, 使得施加到数据互连 2448 的电压 V_d 借助于所选像素 2442 的数据存储电容器 2459 上的电荷来存储(步骤 2479)。如果在判定框 2476 确定要关闭像素 2442, 则对应的数据互连 2448 接地(步骤 2480)。虽然在该示例中的步骤 2488 之后的临时(或重置)位置被定义为遮光器关闭位置, 但是可提供其中 2488 之后的重置位置为遮光器打开位置的替换遮光器组件。在这些替换情况下, 在步骤 2478, 数据电压 V_d 的施加可导致遮光器打开。

[0153] V_{we} 向写使能行的扫描线互连 2446 的施加导通对应扫描线中的像素 2442 的所有写使能晶体管 2457。在控制矩阵 2440 中的给定行已写使能时, 控制矩阵 2440 选择性地向该行的所有列同时施加数据电压。在所有数据都已存储在所选行中的电容器 2459 上(步骤 2479 和 2481)之后, 控制矩阵 2440 将所选扫描线互连接地(步骤 2482), 并且选择后续扫描线互连来写入(步骤 2485)。在该信息已存储在控制矩阵 2440 中的所有行的电容器中之后,

触发判定框 2484 以开始全局致动序列。

[0154] 在方法 2470 的步骤 2486, 通过致动电压 V_{at} (例如, 40V) 向充电互连 2450 的施加, 也被称为全局更新序列的致动序列开始。作为步骤 2486 的结果, 现在电压 V_{at} 同时施加在控制矩阵 2440 中的所有遮光器组件 2444 的所有遮光器关闭的致动器的两端。接着, 在步骤 2487, 公共驱动互连 2462 上的电位接地。在该第一控制逻辑 (其中遮光器公共电位 2455 保持接近于地电位) 中, 接地的公共驱动互连 2462 将所有遮光器组件 2444 的所有遮光器打开的致动器两端的电压降减小到显著低于维持电压 V_m 的值。然后, 控制矩阵 2440 继续维持这些致动器电压 (从步骤 2486 和 2487) 达足以使所有致动器致动的时段 (步骤 2488)。对于在方法 2470 中给出的示例, 步骤 2488 用来重置和关闭所有致动器从而进入初始状态。然而, 其中重置步骤 2488 用来打开遮光器的方法 2470 的替换方案是可能的。对于此情况, 公共驱动互连 2462 可电连接到所有遮光器组件 2444 的遮光器关闭的致动器。

[0155] 在下一步骤 2490, 控制矩阵将充电互连 2450 接地。遮光器组件 2444 中的遮光器关闭的致动器上的电极提供在充电互连 2450 已接地且充电晶体管 2456 已截止之后存储电荷的电容。所存储的电荷用来在遮光器关闭的致动器两端维持超过维持电压 V_m 的电压。

[0156] 在所有致动器都已通过超过 V_m 的电压来致动且保持在其关闭位置之后, 存储在电容器 2459 中的数据现在可用于通过选择性地打开指定遮光器组件来设置控制矩阵 2440 中的图像 (步骤 2492-2494)。首先, 将全局致动互连 2454 上的电位设置为地电位 (步骤 2492)。步骤 2492 使得放电开关晶体管 2458 根据数据电压是否已存储在电容器 2459 上来导通成为可能。对于其中电压已存储在电容器 2459 上的这些像素, 现在允许存储在遮光器组件 2444 的遮光器关闭的致动器上的电荷通过全局致动互连 2454 耗散。

[0157] 接着, 在步骤 2493, 将公共驱动互连 2462 上的电压回复到致动电压 V_{at} 、或者设置成使公共驱动互连 2462 和遮光器公共互连 2455 之间的电位差大于致动电压 V_{at} 。现在设置这些像素的选择性致动的条件。对于其中电荷 (或电压 V_d) 已存储在电容器 2459 上的这些像素, 遮光器关闭的致动器两端的电压差现在将小于维持电压 V_m , 而遮光器打开的致动器 (其绑定到公共驱动 2462) 两端的电压将处于 V_{at} 。在步骤 2494, 现在将使这些所选遮光器打开。对于其中电荷未存储在电容器 2459 上的这些像素, 晶体管 2458 保持截止, 并且遮光器关闭的致动器两端的电压差将维持为高于维持电压 V_m 。即使已在遮光器打开的致动器两端施加了电压 V_{at} , 遮光器组件 2444 在步骤 2494 也不会致动, 并且将保持关闭。在步骤 2494 期间, 控制矩阵 2440 继续维持在步骤 2492 和 2493 之后设置的这些电压达足以使所有的所选致动器致动的时段。在步骤 2494 之后, 每一遮光器处于其寻址状态, 即由寻址和致动方法 2470 期间所施加的数据电压指示的位置。为了设置后续视频帧中的图像, 该过程再次在步骤 2472 开始。在替换实施例中, 可变换步骤 2486 和 2487 在序列中的位置, 以使步骤 2487 出现在步骤 2486 之前。

[0158] 在方法 2470 中, 所有遮光器在步骤 2488 和步骤 2494 之间的时间 (即, 在没有图像信息可呈现给观察者的时间) 期间同时关闭。然而, 方法 2470 被设计成通过使用数据存储电容器 2459 和全局致动互连 2454 提供对晶体管 2458 的时序控制来使该时滞 (或重置时间) 最小化。通过步骤 2472 的动作, 可在寻址序列期间将给定图像帧的所有数据都写入电容器 2459 (步骤 2474-2485), 而对遮光器组件没有任何即时致动作用。遮光器组件 2444 保持锁定在其在先前图像帧中分配到的位置, 直至寻址完成且其在步骤 2488 统一地致动或重置。

全局致动步骤 2492 允许数据从数据存储电容器 2459 同时转出,从而可使所有遮光器组件同时进入其下一图像状态。

[0159] 与先前描述的控制矩阵一样,所附连的背光的活动可与每一帧的寻址同步。为了利用方法 2470 的寻址序列中所提供的最小时滞,可在步骤 2484 和步骤 2486 之间给出将照明装置关闭的命令。照明装置可在步骤 2494 之后再次打开。在场序色彩方案中,具有一种色彩的灯可在步骤 2484 之后关闭,而具有相同或不同色彩的灯在步骤 2494 之后打开。

[0160] 在其他实现中,有可能向像素的整个阵列的所选部分应用图 7 的方法 2470,因为该方法对串行地更新行和列的不同区域或分组是有利的。在此情况下,多个不同的充电互连 2450、全局致动互连 2454、以及公共驱动互连 2462 可路由到该阵列的所选部分以选择性地更新和致动该阵列的不同部分。

[0161] 如上所述,为了对控制矩阵 2440 中的像素 2442 寻址,数据电压 V_d 可显著地小于致动电压 V_{at} (例如,5V 相对于 40V)。由于致动电压 V_{at} 一帧施加一次、而在控制矩阵 2440 中存在多行时数据电压 V_d 可向每一数据互连 2448 每一帧施加多次,因此与需要数据电压高到还足以用作致动电压的控制矩阵相比,诸如控制矩阵 2440 之类的控制矩阵可节省相当多量的功率。

[0162] 应当理解,图 6 的实施例假设使用 n 沟道 MOS 晶体管。采用 p 沟道晶体管的其他实施例是可能的,在此情况下,偏置电位 V_{at} 和 V_d 的相关符号可颠倒。在替换实现中,存储电容器 2459 和写使能晶体管 2457 可用诸如本领域已知的 DRAM 或 SRAM 电路之类的替换数据存储电路来替代。在替换实现中,半导体二极管和 / 或金属绝缘体金属夹层型薄膜可被替换为代替控制矩阵 2440 中的晶体管的开关。这些替换的示例在美国专利申请 No. 11/326,696 中进行了描述,该专利申请通过引用整体结合于此。

[0163] 如上所述,周期性地或偶尔地颠倒在遮光器组件 2442 的致动器两端出现的电压的符号是有利的。美国专利申请 No. 11/326,696 描述了使用两个控制逻辑来提供周期性的极性反转并确保 0VDC 平均操作。为了实现第二控制逻辑中的极性反转,虽然控制步骤的排序保持相同,但是改变针对图 7 的方法 2470 示出和描述的若干电压分配。

[0164] 在第二控制逻辑中,遮光器公共互连 2455 上的电位维持在接近于 V_{at} 的电压(而不是如第一控制逻辑中的情况的接近于地电压)。在第二控制逻辑中,在其中该逻辑被设置为打开遮光器组件的步骤 2478,数据互连 2448 接地而不是取为 V_d 。在其中该逻辑被设置为关闭遮光器组件的步骤 2480,数据互连取为电压 V_d 。步骤 2486 保持相同,但是在步骤 2487,公共驱动互连在第二控制逻辑中被设置为致动电压 V_{at} 而不是地电压。因此,在第二控制逻辑中的步骤 2487 的结尾,遮光器公共互连 2455、公共驱动互连 2462、以及充电互连 2450 中的每一个都被设置为相同电压 V_{at} 。然后,图像设置序列继续至在步骤 2492 将全局致动互连 2454 接地,这在该第二逻辑中具有只关闭其中电压 V_d 存储在电容器 2459 两端的这些遮光器的效果。在第二控制逻辑中的步骤 2493,公共驱动互连 2462 接地。这具有致动和打开在步骤 2492 未以其他方式致动的任何遮光器的效果。因此,在步骤 2494 表达的逻辑状态在第二控制逻辑中颠倒,并且极性也有效地反转。

[0165] 控制矩阵 2440 可在每一帧之间或在交替子帧图像之间的控制逻辑之间、或者在一些其他周期性的基础上(举例而言,每秒一次)交替。随着时间的流逝,通过充电互连 2450 和遮光器公共互连 2455 施加到遮光器组件 2444 上的净电位平均至 0V。

[0166] 用于协调致动和灯点亮的算法

[0167] 特定算法可用于通过重叠特定像素寻址、电路驱动、以及灯点亮阶段来改进显示设备的效率。除了改进像显示亮度和功效的各方面,相对于通过这些重叠算法提供的时间更有效地寻址和致动显示器的能力允许有附加时间来创建针对左眼和右眼两者的图像以供在显示三维图像时使用。这些算法将在下文中参考以上所述且如在美国专利申请 No. 11/811, 842、12/652, 477、11/643, 042、以及 11/326, 900 中公开的电路来描述,这些专利申请通过引用结合于此。得益于以下算法的这些电路的两个示例在上文中被描述为图 5A 的控制矩阵 500 (称为 S 锁存器驱动)、以及图 6 的控制矩阵 2440 (称为混合驱动)。本领域普通技术人员应当理解,除了所引用的专利申请中所公开的电路以外,下文中所描述的算法也可适用于其他电路。例如,本领域普通技术人员应当理解,除了 MEMS 遮光器以外,本文中所描述的算法可用于驱动其他光调制器。例如,诸如电润湿、光分接器、以及 LCD 光调制器之类的其他光调制器可与本文中所描述的算法组合使用。

[0168] 图 8A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的阶段图 800。阶段图 800 包括数据加载阶段 802、全局更新阶段 804、以及灯点亮阶段 806。图像写入操作由针对所显示的每一位的这三个独立阶段组成。这些阶段的时序和控制通过例如图 1B 中的显示装置 100 中的控制器 156 来实现。

[0169] 在数据加载阶段 802 中,存在将一位数据加载到显示器的每一像素的存储器中所需的一固定时间。数据可以是与要“打开”或“关闭”的期望遮光器位置相对应的“1”或“0”。在全局更新阶段(GUP) 804 中,存在允许遮光器移动到如数据加载所指示的新位置所需的一固定时间。该时间的长度取决于遮光器从打开移动到关闭或者从关闭移动到打开的速度。该阶段所需的时间量取决于遮光器的底层电路和物理构造。全局更新阶段 804 可包括一个或多个子阶段、以及一个或多个不同全局更新信号的传送。这些电路的两个示例由图 5A 的控制矩阵 500 (在本文中称为 S 锁存器驱动)、以及图 6 的控制矩阵 2440 (在本文中称为混合驱动)给出。

[0170] 在混合驱动中,全局更新阶段 804 分成两个子阶段。在第一阶段期间,命令每一遮光器进入关闭位置。在第二阶段期间,根据在该像素上加载的数据,命令遮光器进入打开位置。例如,如果数据为 1,则遮光器将移动到打开位置。如果数据为 0,则遮光器将保持在关闭位置。作为该操作方案的结果,全局更新阶段 104 的持续时间约为遮光器切换状态所花费的时间的两倍。

[0171] 在 S 锁存器驱动中,全局更新阶段 804 可仅由一个阶段或子阶段组成。根据在该像素上加载的数据,命令遮光器进入打开或关闭位置。例如,如果数据为 1,则根据其先前状态,遮光器将保持在或移动到打开位置。如果数据为 0,则根据其先前状态,遮光器将保持在或移动到关闭位置。作为该操作方案的结果,对 S 锁存器驱动电路的全局更新阶段 804 的持续时间等于遮光器切换状态所花费的时间。由此, S 锁存器驱动提供短得多的全局更新阶段 804 的时间,这进而使 LED 占空比能更长,特别是在遮光器速度较慢时。

[0172] 灯点亮阶段 806 示出可“打开”一盏或多盏灯(R、G 或 B、或者其组合)以点亮该显示器的时间。在替换实施例中,可点亮其他色彩或灯(包括但不限于白色、青色、紫色和品红色)、或者其组合。可在这些显示器中采用多种不同类型的灯,包括但不限于白炽灯、荧光灯、激光器、发光二极管(LED)、或者本领域技术人员已知的任何其他合适的光源。例如,点

亮阶段可包括点亮图 1B 的显示装置 100 中的多盏灯 162-167 之一。根据所表示的位,持续时间是可变的。持续时间相对于彼此的相对权重可以是二元或非二元的。每一位时间以显示出特定数量的亮度的灰度级(通常为 8 位或 255 个灰度级)的方式计算。场序色彩算法的示例在上文中参考图 1C 和 1D 来描述。灰度技术在美国专利申请 No. 11/643,042 中更详细地描述,该专利申请通过引用整体结合于此。11/643,042 申请描述了用于产生详细图像的技术。在算法中仔细地组织 RGB 色彩的每一位以生成一帧图像。图像生成的帧速率不得不快到足以生成不闪烁的图像。通常,对于标准显示器,该速率为 60Hz。机械致动的显示器也可根据其执行位分割和其他此类方法的能力来在 45Hz 下产生不闪烁的操作。为了好且低的功率显示操作,优选优化一帧中的总灯点亮时间(LED 占空比)。

[0173] 一帧内的总点亮时间(LED 占空比)确定显示器的亮度。灯占空比越高,显示器的亮度越高。灯占空比影响功率、以及亮度。占空比影响功率的原因在于,灯对电刺激的光学响应是非线性的。其是幂律系数小于 1 的幂律。因此,以低电流(和脉冲亮度)驱动灯是对电力的更有效使用。增大的灯占空比还提供与在灯输出之间没有大的消隐时间相关联的更好的图像性能。这些消隐时间可使图像伪影(例如,动态假轮廓(DFC)和色彩分裂)变差。另外,增大的灯占空比是重要的,因为通过增大的显示尺寸和分辨率,数据加载时间和遮光器行进时间两者都显著地增加,由此减少灯可在帧时间内保持点亮的时间。

[0174] 图 8A 的阶段图 800 表示驱动显示系统的最基本方法。阶段图 800 中所呈现的算法是非常低效的,因为灯占空比将是相当小。图 8B 的时序图 820 与具有所得低的灯占空比的此低效驱动方法相对应。图 8B 的时序图 820 包括与显示器输出 822、遮光器变换 824、遮光器位置 826、灯输出 828、全局更新 830、以及数据加载 832 相关的信息。遮光器变换信息 824 包括延迟时间 852、以及遮光器切换时间段 854。如时序图 820 所示,一个或多个遮光器可在遮光器切换时间 854 期间关闭,并且在全局更新 830 的阶段 2838 期间重新打开。灯输出信息 828 包括红色位 840、绿色位 842、以及蓝色位 850。全局更新 830 包括分割成第一信号阶段 836 和第二信号阶段 838 的第一更新信号、以及分割成第一信号阶段 846 和第二信号阶段 848 的第二更新信号。本领域技术人员应当理解,全局更新 830 可按需包括 2 个以上或 2 个以下的更新信号。数据加载信息 832 包括表示“1”的数据信号 834、以及表示“0”的数据信号 844。本领域技术人员应当理解,在图 8B(以及以下附图)中标记为“1”和“0”的数据信号是说明性示例,而不旨在限制可在数据加载阶段 832 期间发送的数据的类型。例如,在数据加载阶段 832 期间,更具体地在每一数据加载信号 834 和 844,可将一个以上的数据集发送到整个阵列中的一个或多个像素、或者一行或多行像素。例如,在所花的加载数据 834 和 844 的时间期间,可将“0”和“1”数据两者、或者两者的组合发送到一个或多个像素、或者甚至整个像素阵列。参考图 7 的混合驱动寻址方法 2470,数据加载信号 834 和 844 可表示在步骤 2474 和 2485 之间包括的所有数据加载步骤,包括按顺序重复用于加载该阵列中的每一行数据的这些步骤。灯输出 828 是与该系统的其余部分同步的背光输出。遮光器位置 826 指示位于遮光器变换 824 之间。

[0175] 时序图 820 与驱动在上文中参考图 6 和 7 详细描述混合电路相对应。在该示例中,遮光器开始处于“打开”位置,如遮光器位置信息 826 所指示的。在寻址周期的开头,用数据信号 834 将数据加载到显示器。在时序图 820 中,数据信号 834 表示与“打开”的遮光器状态相对应的“1”数据。数据信号 834 施加的持续时间表示阶段图 800 的数据加载阶段

802。如阶段图 800 所示的算法表示的下一阶段是全局更新阶段 804。全局更新阶段 804 通过全局更新信号来发起。在特定实施例中,直到数据加载阶段 802 完全结束,全局更新阶段 804 才开始。由于该示例使用混合驱动,因此全局更新信号分割成两个信号阶段 836 和 838。如上所述,在全局更新 836 的阶段 1 期间,将该显示器的所有遮光器都重置或驱动到“关闭”状态中。全局更新信号的信号阶段 1 可对应于寻址方法 2470 的步骤 2486 至 2490。该变换在遮光器变换信息 824 中通过示出遮光器从打开状态移动到关闭状态的部分 854 来描述。在全局更新 838 的信号阶段 2 期间,将遮光器驱动到在数据加载阶段 802 期间加载的数据所指示的状态。全局更新信号的信号阶段 2 可对应于寻址方法 2470 的步骤 2492 至 2494。在时序图 820 的示例中,在信号阶段 2 期间,将遮光器驱动到与在数据信号 834 中接收到的“1”数据相对应的“打开”状态。在发起全局阶段 836、138 的信号阶段 1 和 2 之后、但在遮光器移动 854 之前,存在延迟时间 152。由此,全局更新阶段 804 的持续时间是两倍(遮光器延迟时间 852+ 遮光器切换时间 854)。

[0176] 时序图 800 所示的示例算法的最后一个阶段是灯点亮阶段 806。在特定实施例中,在全局更新阶段 804 完全结束且遮光器已移动到其预期状态之后,灯点亮阶段 806 开始。在时序图 820 所示的示例中,遮光器已移动到“打开”状态,由此显示灯输出 842 所表示的与绿光相对应的灯点亮。灯输出 842 的持续时间是所表示的位的结果。时序图 820 所示的算法序列的作用可以是,可显示橙色,因为从关闭遮光器的时间起没有透射蓝色。在时序图 820 所示的示例中,在灯输出 142 完成之后,断言下一数据信号 844。遮光器保持“打开”,直至数据信号 844 在下一帧寻址周期的数据加载阶段中完成加载。如时序图 820 所示,存在其中灯关闭、但遮光器仍然打开的大的灯消隐时间 856。这些灯消隐时间导致低的灯占空比,并且相应地导致显示设备的低效操作。

[0177] 图 9A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图 900。阶段图 900 表示用于驱动显示装置的显示算法,该显示算法相对于阶段图 800 的算法增大了灯占空比。阶段图 900 包括灯点亮阶段 902、数据加载阶段 904、全局更新阶段 906、数据加载阶段 910、以及灯点亮阶段 908。

[0178] 在阶段图 900 中,存在数据加载阶段和灯点亮阶段的重叠。例如,数据加载阶段 904 与灯点亮阶段 902 在时间上重叠。类似地,数据加载阶段 910 与灯点亮阶段 908 在时间上重叠。在特定实施例中,可在灯点亮发生时将(下一位的)数据加载到要显示的像素的“像素存储器”中。阶段图 900 所示的算法需要该显示器的背板中的特殊电路设计以使数据可保持在存储器中,从而直至执行全局更新阶段才导致遮光器致动。例如,参考图 6 和 7 所描述的混合驱动电路 2440 可用于驱动该显示器。在混合电路 2440 中,数据存储电容器 2459 可加载有数据以为下一图像帧做准备。在特定实施例中,只要向全局致动互连 2454 施加电压 V_{off} ,存储在电容器 2459 中的数据就不影响遮光器的移动。在特定实施例中,只在如方法 2470 的步骤 2492 所示的将互连 2454 上的电压设置为地电压之后,遮光器可根据存储在电容器 2459 上的数据开始在更新周期中移动。

[0179] 参考图 5A 和 5B 所描述的 S 锁存器驱动电路 500 是可用于驱动在数据加载阶段和灯点亮阶段之间有重叠的显示器的控制矩阵的另一示例。在 S 锁存器电路 2440 中,数据存储电容器 538 可加载有数据以为在下一图像帧做准备。在特定实施例中,只要向更新互连 522 施加电压 V_{off} ,存储在电容器 538 中的数据就可不改变锁存器的状态,也可不影响遮光

器的移动。在特定实施例中,只在方法 550 的步骤 574 激活更新之后,遮光器才可根据存储在电容器 538 上的数据开始在更新周期中移动。

[0180] 图 9B 是根据本发明的说明性实施例的与图 9A 的阶段图相对应的图像生成的时序图 920。时序图 920 类似于图 8B 的时序图 820,不同之处在于,灯输出 940、942、950 与数据信号 934、944、952 重叠。与时序图 820 一样,数据信号 934(以及图 10B 至 13B 所示的类似数据信号)可表示将数据加载到该显示器中的多个像素光调制器、多行光调制器、和 / 或整个光调制器阵列所需的时间段。在时序图 920 中,数据信号 934 在红色灯输出 940 下完全包封(由于大的位长度)。与时序图 920 所示的示例相比,这允许增大的灯占空比。在具有较短的位长度的绿色输出 942 和蓝色输出 950 的情况下,数据加载阶段的持续时间长于绿色和蓝色灯输出 942、950,并且因此在发起全局更新阶段 906 之前必须插入灯的消隐间隔 954、956。由此,如果存在定义好的色彩深度的许多较短的位,则会丢失显著的灯占空比。

[0181] 图 10A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图 1000。阶段图 1000 表示用于驱动显示装置的显示算法,该显示算法相对于阶段图 800 和 900 的算法增大灯占空比。阶段图 1000 包括灯点亮阶段 1002、数据加载阶段 1004、全局更新阶段 1006、以及灯点亮阶段 1008。在阶段图 1000 中,存在数据加载阶段 1004 与灯点亮阶段 1002 和全局更新阶段 1006 两者的重叠。阶段图 1000 所示的算法可在参考如图 3B 所描述的混合驱动电路(参考图 6 和 7 更详细描述)上实现。

[0182] 图 10B 是根据本发明的说明性实施例的与图 10A 的阶段图相对应的图像生成的时序图 1020。时序图 1020 类似于图 9B 的时序图 920,不同之处在于,数据加载信号 1034、1044、1052 与灯输出 1040、1042、1050、以及全局更新信号 1036、1046、1054 的第一阶段重叠。在全局更新信号 1036、1046、1054 的第一信号阶段中,混合驱动的电路更新信号 2454 是无效的,因此像素存储器不与已加载到遮光器上的数据(定义遮光器状态)交互。全局更新信号的第一信号阶段可对应于调制器重置阶段、以及寻址方法 2470 的步骤 2486 至 2490。由此,可在不影响遮光器电位以及遮光器行进和位置的情况下将数据加载到像素存储器中。由于数据加载信号 1034、1044、1052 与全局更新信号 1036、1046、1054 的第一信号阶段重叠,因此消除了与时序图 820 和 920 中找到的灯消隐时间。在消除了灯消隐时间的情况下,甚至在数据加载阶段 1004 显著地长的情形中也显著地改进灯占空比。在时序图 1020 所示的示例算法中,灯点亮阶段 1002 不与全局更新阶段 1006 重叠,并且直至已显示整个色彩位 1040 才断言全局更新信号 1036。

[0183] 图 11A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图 1100。在特定实施例中,阶段图 110 表示用于使用 S 锁存器驱动电路来驱动显示装置的显示算法。S 锁存器驱动电路 500 在上文中参考图 5A 和 5B 更详细地描述。阶段图 1100 包括灯点亮阶段 1102、数据加载阶段 1104、全局更新阶段 1106、数据加载阶段 1108、以及灯点亮阶段 1110。类似于阶段图 1000,阶段图 1100 包括数据加载阶段 1108 与灯点亮阶段 1110 和全局更新阶段 1106 两者的重叠。阶段图 1100 所示的算法可在如以下参考图 11B 所描述的 S 锁存器驱动电路上实现。

[0184] 图 11B 是根据本发明的说明性实施例的与图 11A 的阶段图相对应的图像生成的时序图 1120。时序图 1100 类似于图 10B 的时序图 1020,然而,时序图 1120 可在诸如图 5A 的电路 500 之类的 S 锁存器驱动电路上且使用图 5B 的方法 550 来实现。在 S 锁存器驱动中,

在将数据锁存在遮光器节点上(称为方法 550 中的更新锁存步骤 554)所需的短时间段之后,可在全局更新阶段 1106 的其余部分期间将数据加载到像素存储器中。由于遮光器在全局更新阶段 1106 期间只行进一次(打开到关闭、或者关闭到打开、或者仅保持在打开或关闭位置)的事实,当 S 锁存器驱动电路与混合驱动相比时,全局更新阶段 1106 可小很多。因此,在特定实施例中,用于 S 锁存器驱动电路中的全局更新信号 1136、1148、1154 不需要两个单独的阶段,并且因此具有较短的持续时间。在特定实施例中,在更新锁存步骤期间(即,在方法 550 的步骤 574 和 578 之间),S 锁存器驱动的电路更新信号只在短时间段内是有效的。此后,在遮光器致动步骤 556 期间,像素数据存储电容器(其构成像素存储器)不再与遮光器电通信。因此,可在致动步骤 556 期间将数据加载到存储电容器中,而不干扰遮光器移动。

[0185] 包括数据更新步骤 574 至 578 的更新锁存步骤 554 有时称为全局更新信号的电设置阶段。在一些实施例中,在电设置阶段期间,灯可保持在“开”状态,而数据加载信号保持无效。方法 550 的遮光器致动步骤 556 有时称为全局更新信号的机械反应阶段。在一些实施例中,在机械反应阶段期间,灯保持在“关”状态,而数据加载可继续。允许机械反应阶段和数据加载阶段在时间上重叠。

[0186] 在时序图 1120 中,数据加载信号 1138、1144、1152 与灯输出 1142、1146、1150、以及全局更新信号 1136、1148、1154 重叠。作为数据加载信号 1134、1144、1152 与全局更新信号 1136、1146、1154 之间的重叠的结果,不存在下一全局更新信号之前所需的灯消隐时间。因此,即使在数据加载阶段 1138、1144、1152 显著地长的情形中,也显著地改进灯占空比。此外,由于在与混合驱动电路相比时全局更新阶段 1106 的持续时间更短,因此在与混合驱动相比时 S 锁存器允许甚至更大的灯占空比。在时序图 1120 所示的示例算法中,灯点亮阶段 1102 不与全局更新阶段 1106 重叠,并且直至已显示整个色彩位 1140 才断言全局更新信号 1136。

[0187] 图 12A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图 1200。阶段图 1200 表示用于驱动显示装置的显示算法,该显示算法相对于阶段图 1000 的算法增大灯占空比。阶段图 1200 包括灯点亮阶段 1202、数据加载阶段 1204、全局更新阶段 1206、以及灯点亮阶段 1208。在阶段图 1200 中,存在数据加载阶段 1204、灯点亮阶段 1202、以及全局更新阶段 1206 中的每一个之间的重叠。阶段图 1200 所示的算法可在诸如参考图 6 和 7 所描述的电路 2440 之类的混合驱动电路上实现。

[0188] 在遮光器操作期间,遮光器遮挡光,或者允许光穿过。该显示器被设计有遮光器和下面的孔隙板槽之间的特定重叠。这有助于减少离轴漏光和提供好的离轴对比度。由于该重叠,直到遮光器已行进其行进时间的约 20%,遮光器移动才被记录为光透射改变。在该行进时间期间,不存在光学信号的改变。例如,关闭的遮光器仍然呈现为关闭,而打开的遮光器仍然呈现为光学打开。虽然该遮光器行进时间作为全局更新阶段 1206 的一部分,但是它可用作灯点亮阶段 1202 的一部分,由此提供附加的灯占空比。阶段图 1200 所示的算法可适用于混合电路,而不影响图像的光学质量(即,对比度和色彩)。

[0189] 图 12B 是根据本发明的说明性实施例的与图 12A 的阶段图相对应的图像生成的时序图 1220。时序图 1220 类似于图 10B 的时序图 1020,不同之处在于,灯信号 1240、1242、1250 与全局更新信号 1236、1238、1246、1248、1254、1256 的阶段 1 和 2 两者重叠。

[0190] 全局更新信号 1236、1246、1254 的信号阶段 1 以所有遮光器在该阶段中都移动到“关闭”位置的方式操作。信号阶段 1 可构成全局更新信号的重置阶段，即方法 2470 的步骤 2486 至 2488。在此情况下，在移动到“关闭”位置时，遮光器可仍然透射相同色彩的有显著意义的光（其有助于形成图像）。因此，灯点亮可在全局更新信号 1236、1246、1254 的阶段 1 期间保持在“开”状态，并且向该显示器提供附加的亮度提升。

[0191] 在全局更新信号 1238、1248、1256 的信号阶段 2 中，基于为该像素所加载的数据，将需要移动到打开位置的遮光器被驱动到“打开”位置（方法 2470 的步骤 2490 至 2494）。当遮光器处于“关闭”状态时，通过遮光器的漏光最少。因此，灯可再次切换到“开”状态，而不影响关闭的遮光器的性能（即，不漏光）。由此，针对驱动到打开状态的特定遮光器，可在遮光器从“关闭”变换到“打开”期间提供附加的透光。作为灯点亮阶段 1202、1208 与全局更新阶段 1206 重叠的结果的透光增加允许在与图 10B 的时序图 1020 相比时有更高的灯占空比。

[0192] 图 13A 是根据本发明的说明性实施例的图像生成的另一阶段图 1300。阶段图 1300 表示用于使用诸如图 5A 的电路 500 之类的 S 锁存器驱动电路且使用图 5B 的方法 550 来驱动显示装置的显示算法。阶段图 1300 包括灯点亮阶段 1302、数据加载阶段 1304、全局更新阶段 1306、数据加载阶段 1308、以及灯点亮阶段 1310。类似于阶段图 1200，在阶段图 1300 中存在数据加载阶段 1308 与灯点亮阶段 1310 和全局更新阶段 1306 两者的重叠。阶段图 1300 所示的算法可在如以下参考图 13B 所描述的 S 锁存器驱动电路上实现。

[0193] 图 13B 是根据本发明的说明性实施例的与图 13A 的阶段图相对应的图像生成的时序图 1320。时序图 1320 类似于图 12B 的时序图 1220，然而，时序图 1320 被设计成在诸如图 5A 的电路 500 之类的 S 锁存器驱动电路上且使用图 5B 的方法 550 来实现。在时序图 1320 中，灯输出 1340、1342、1350 与在全局更新信号 1336、1346、1354 开头的短时间段重叠。在一个实施例中，如时序图 1320 所示，灯输出 1340、1342 和 1350 可与寻址方法 550 的更新锁存步骤 554 重叠。然而，在与 S 锁存驱动相关的特定实施例中，如参考时序图 1220 中的混合驱动所描述的遮光器变换时间期间的附加灯重叠是不可能的，因为遮光器行进阶段期间的透光可导致显示器对比度和色彩的劣化。具体地，如果灯在遮光器变换期间点亮，则光可泄漏通过从打开位置关闭的像素、而不是从一帧到下一帧时保持在关闭位置的像素。类似地，与从关闭变换到打开的像素相比，其先前状态为打开的像素可发出更多的光。从旨在处于相同状态的像素所输出的光的该差异导致上述图像劣化。虽然无法在变换时间期间点亮灯，但是即使在慢的遮光器速度和更长的数据加载时间的情况下，驱动方案的不同阶段的其他重叠也允许增大的灯占空比、或者允许保持灯占空比。

[0194] 以下数据表格提供了在混合和 S 锁存器驱动电路两者上使用重叠算法时（如上所述）的关于 3.7” VGA 显示器在 216ppi 下的灯占空比的改进水平的数据：

没有加载和灯重叠的混合驱动		
[0195] 遮光器速度 (μs)	150	230
GUT (μs)	300	460
LED 占空比	45%	11%

[0196]

具有重叠的混合驱动			
遮光器速度 (μs)	150	230	300
GUT (μs)	300	460	600
LED 占空比	66%	44%	16%

具有重叠的 S 锁存器		
遮光器速度 (μs)	150	300
GUT (μs)	180	360
LED 占空比	76%	51%

[0197] 如以上表格所示,遮光器速度为 $150 \mu\text{s}$ 的混合驱动的灯占空比在使用重叠算法时从 45% 增加到 66%,并且在遮光器速度为 $230 \mu\text{s}$ 的混合驱动上使用重叠算法时从 11% 增加到 44%。同样,S 锁存器示出在使用重叠算法时对混合驱动上的灯占空比的显著改进。当在遮光器速度为 $150 \mu\text{s}$ 的 S 锁存器驱动上使用重叠算法时,灯占空比为 76%,并且在遮光器速度为 $300 \mu\text{s}$ 时,灯占空比为 51%。

[0198] 本发明可体现为其他具体形式而不背离其精神或本质特性。因此,以上实施例在所有方面都被认为是说明性的而非限制本发明。

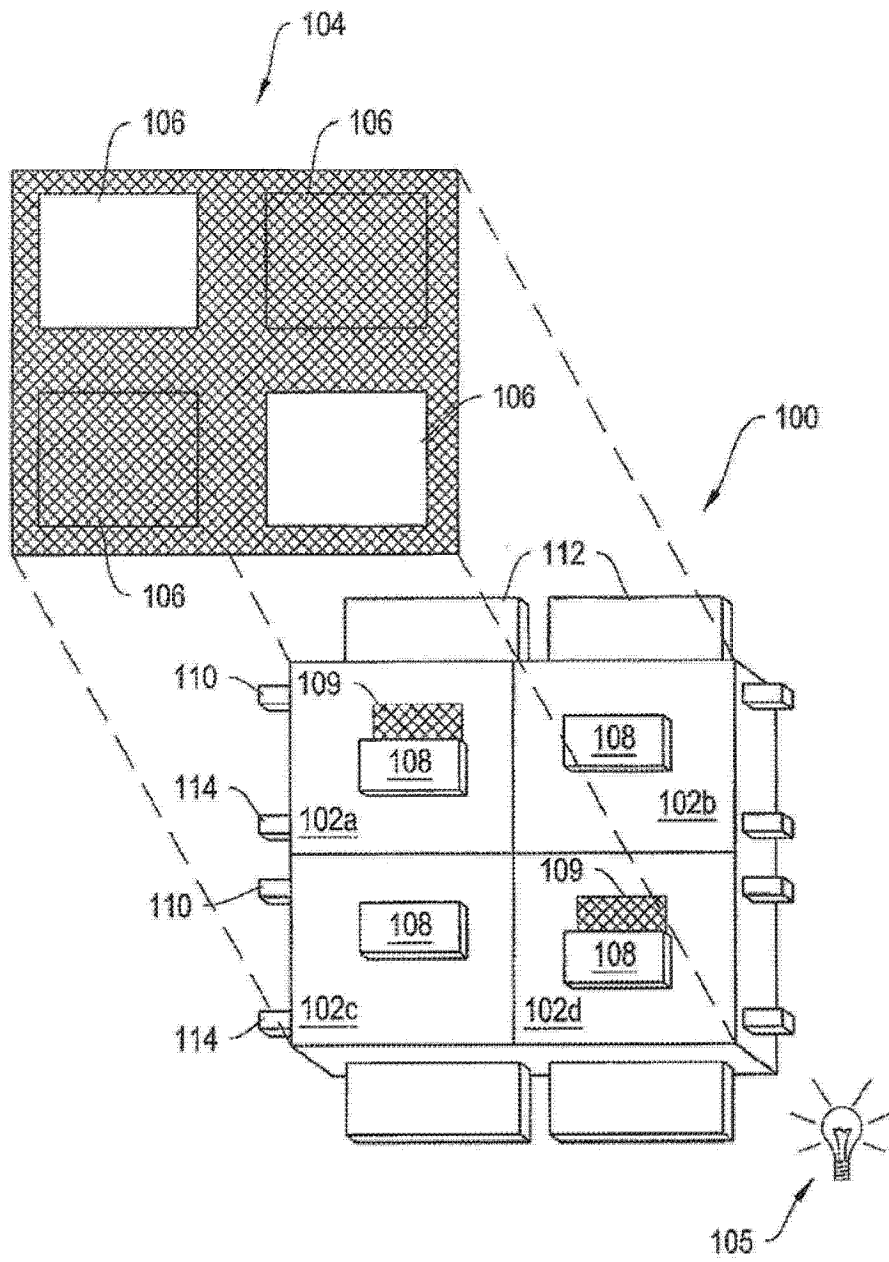


图 1A

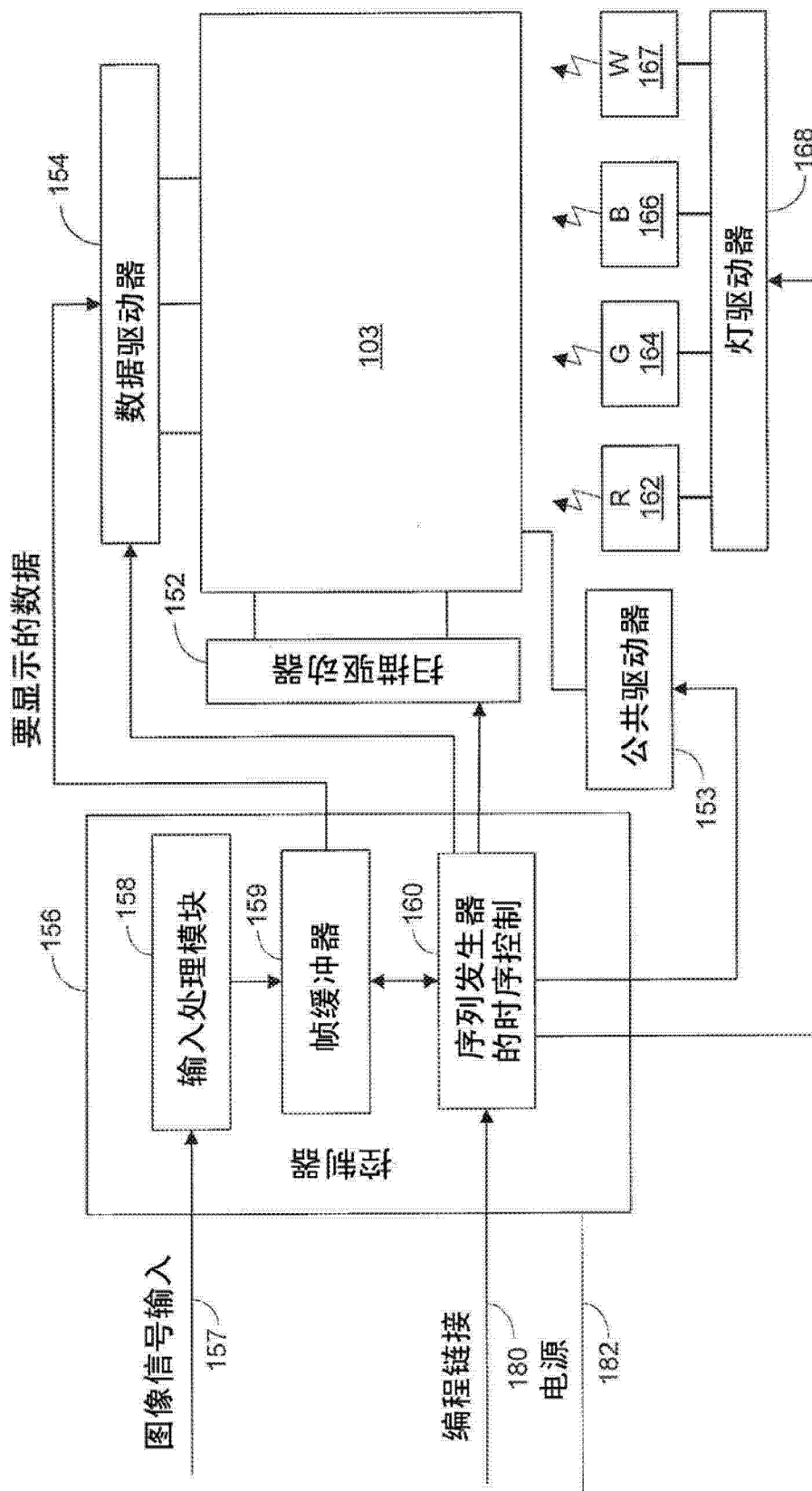


图 1B

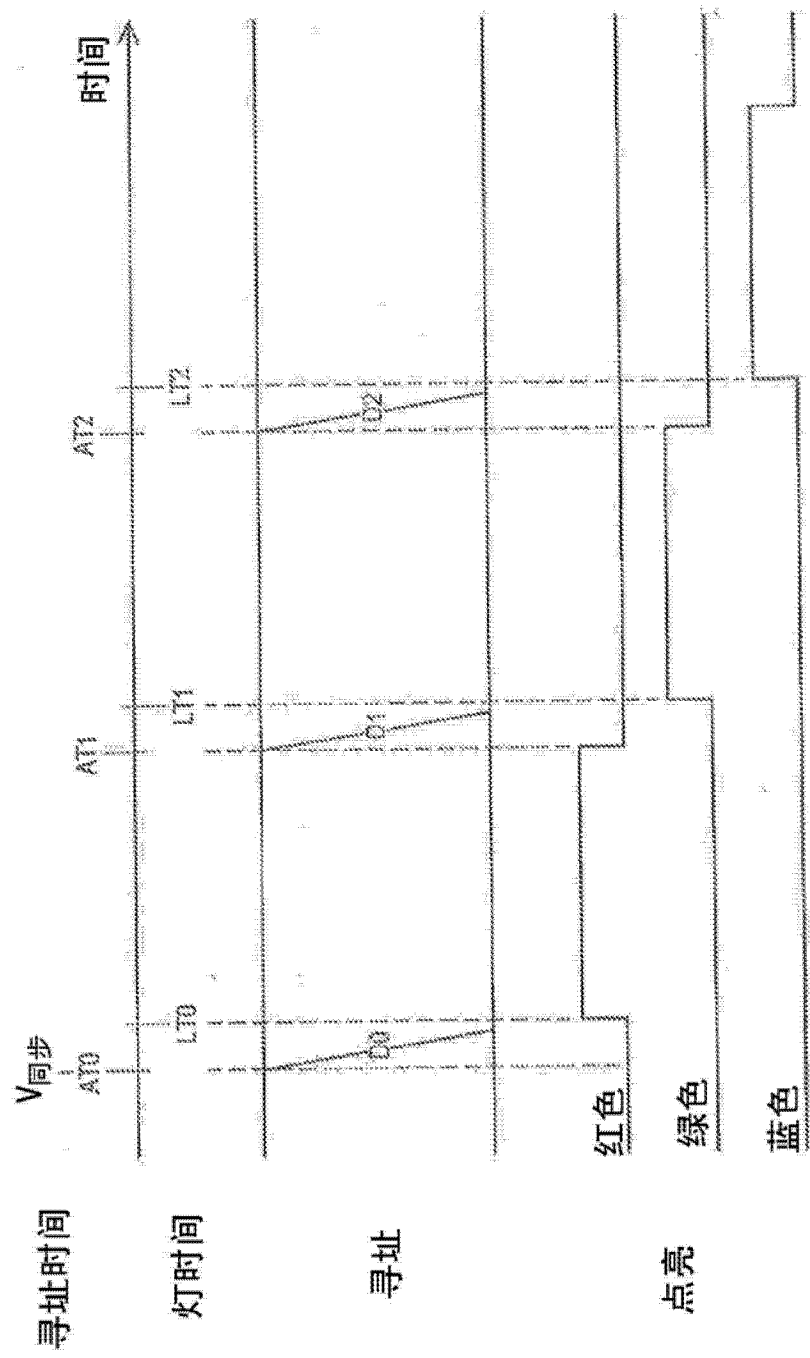


图 1C

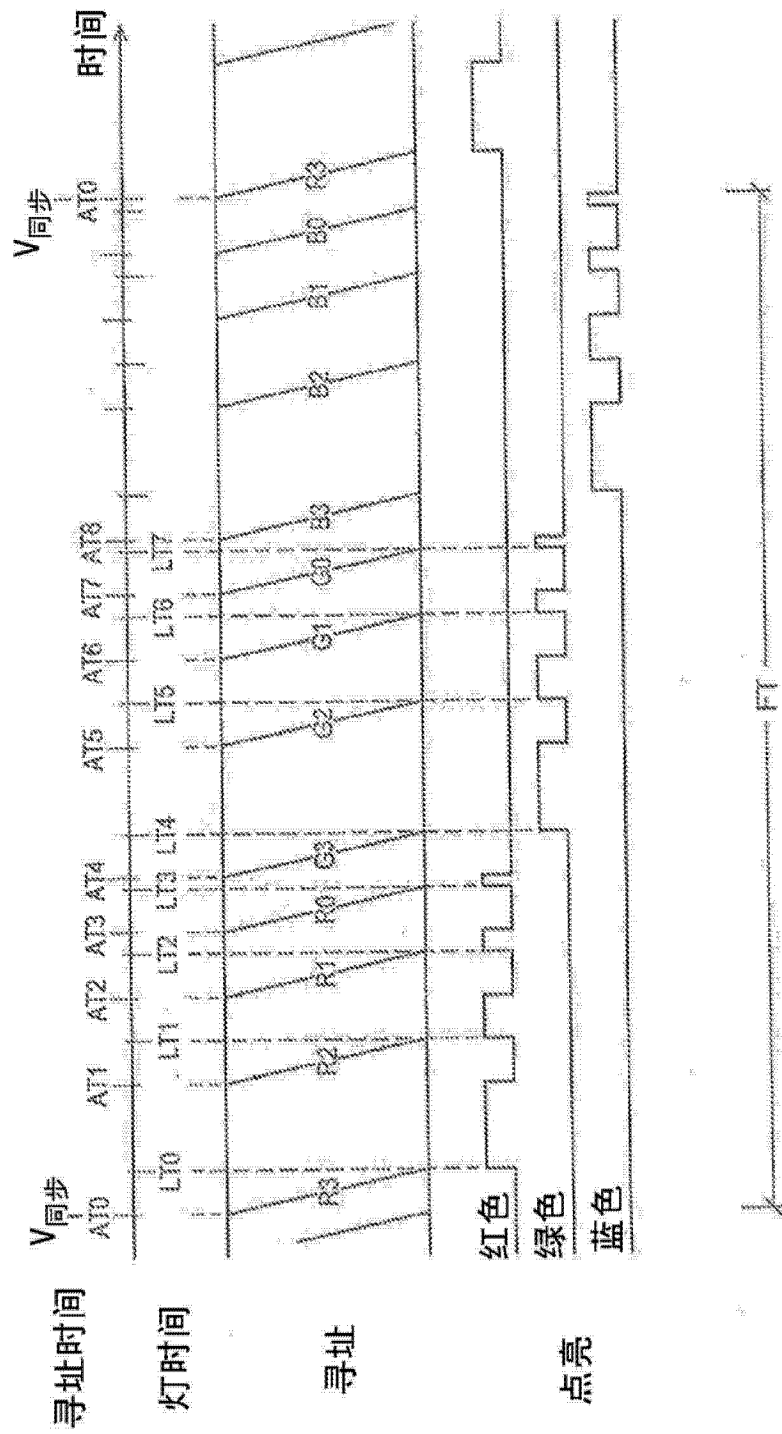


图 1D

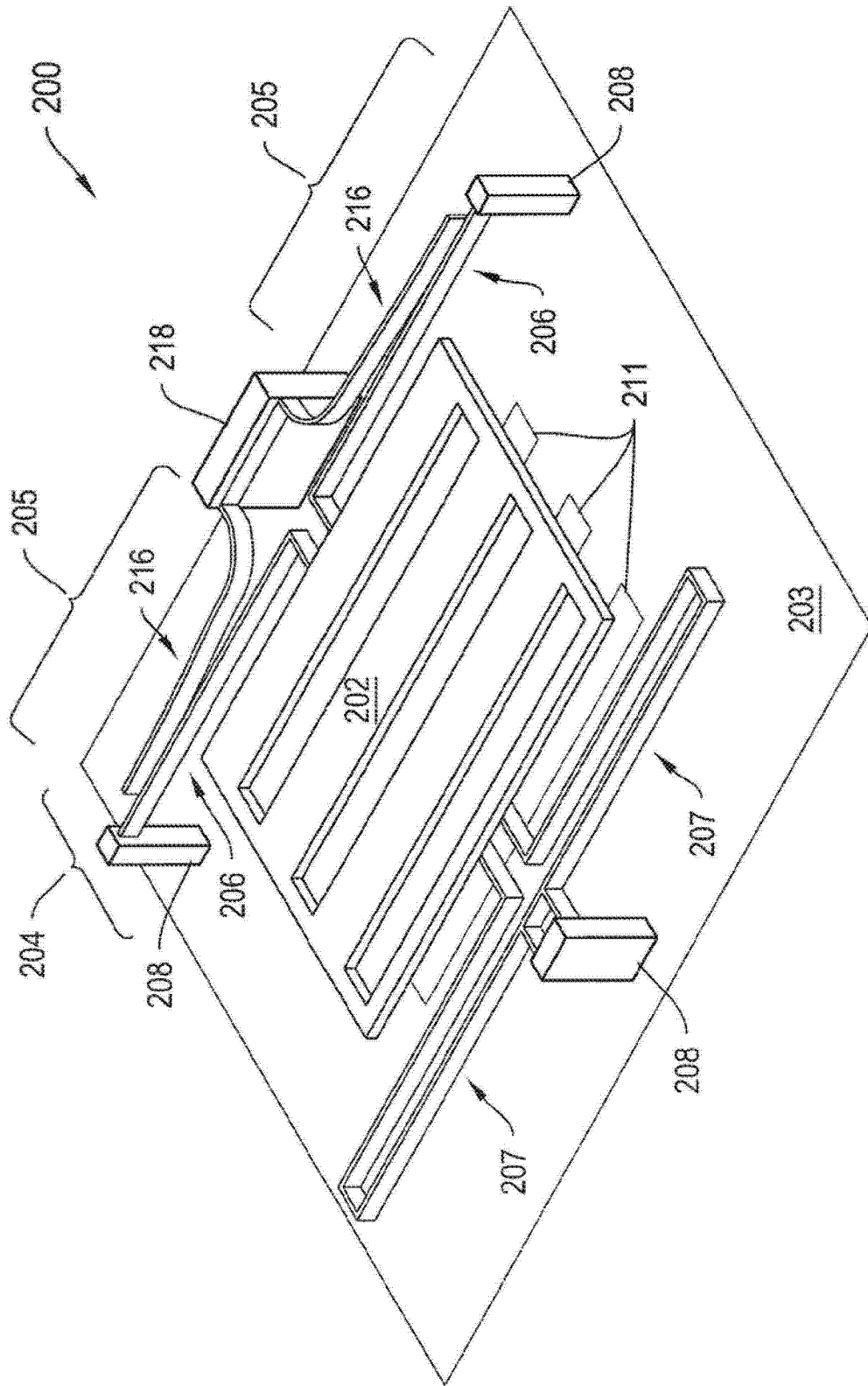


图 2A

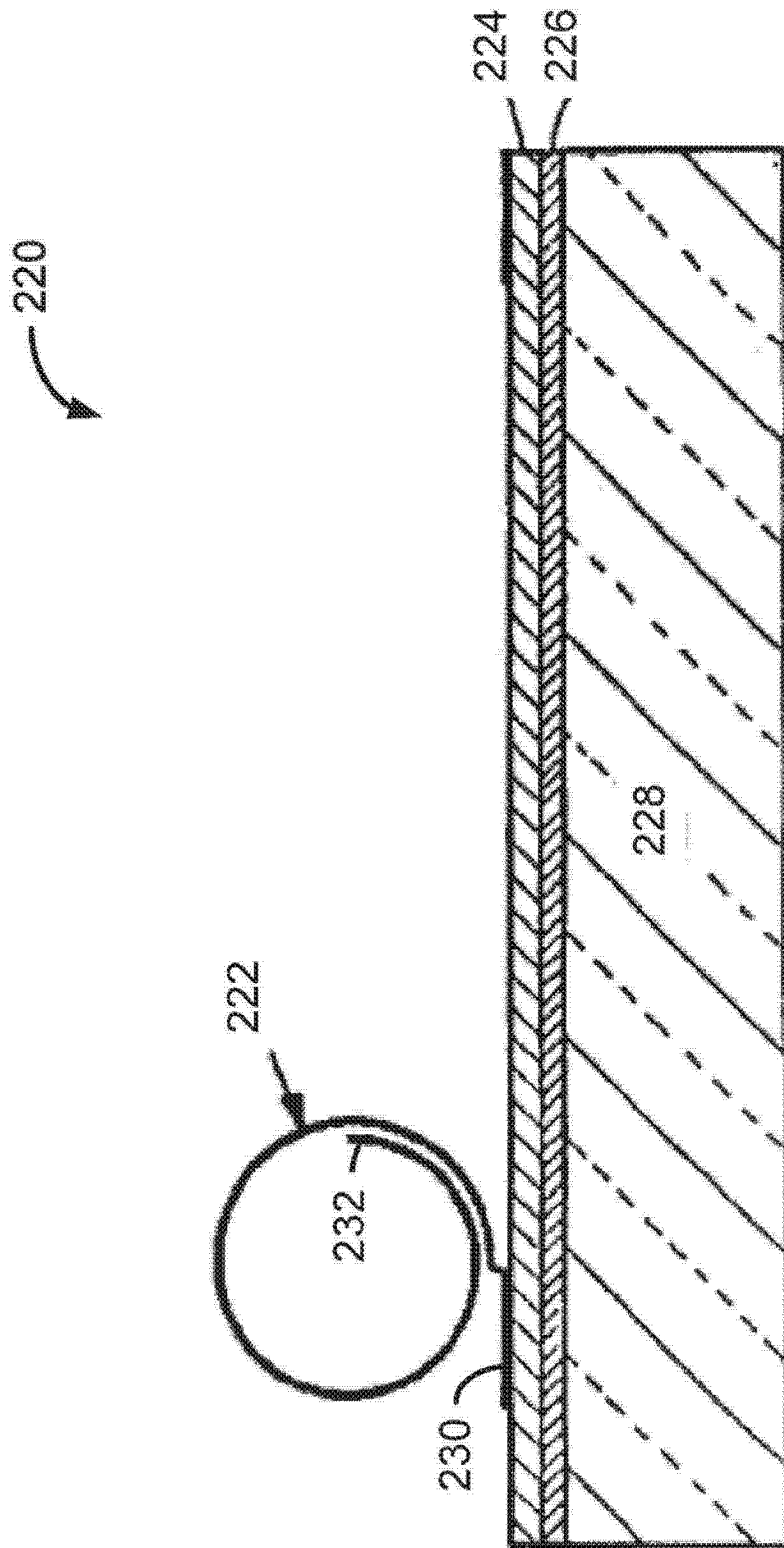


图 2B

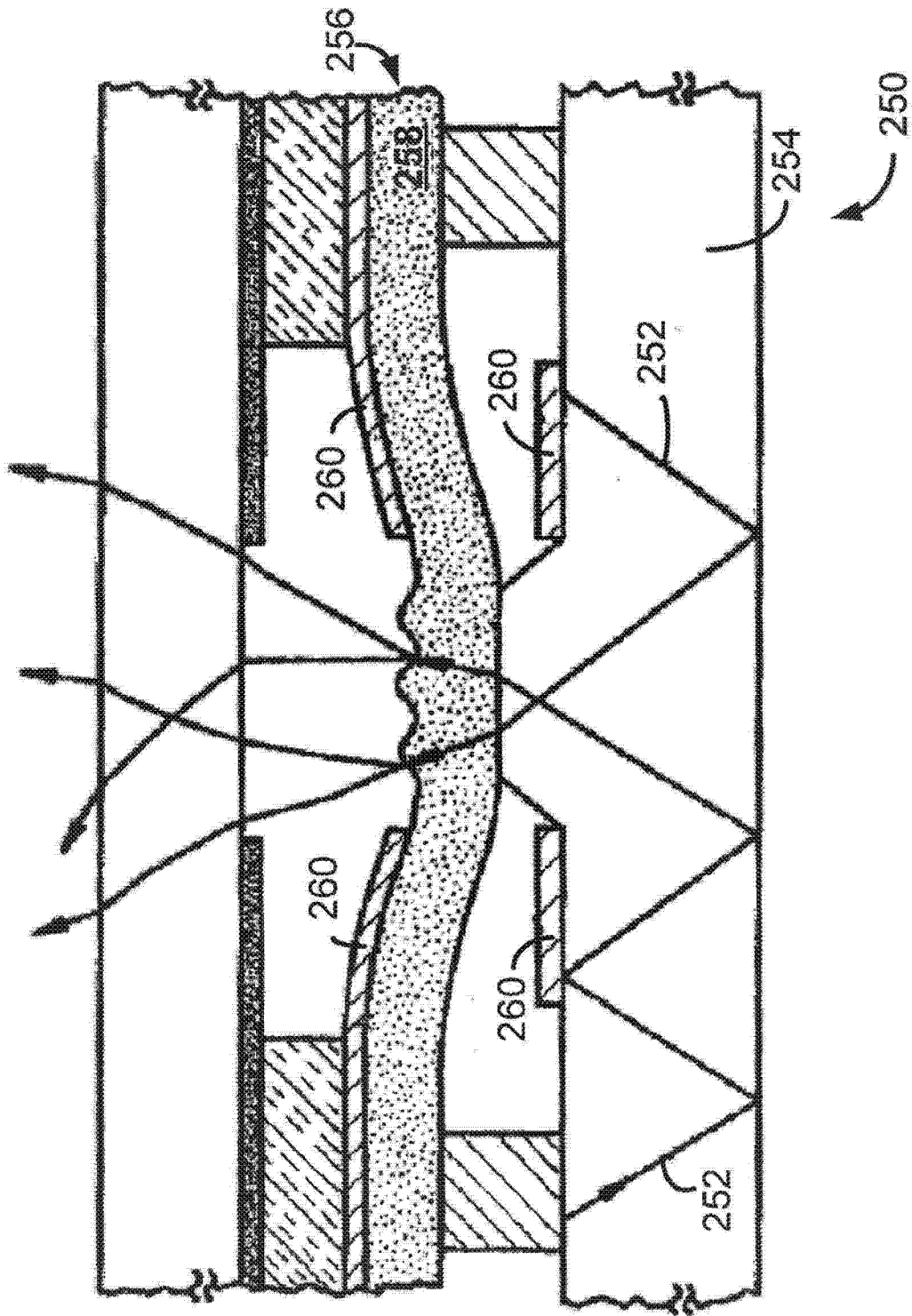


图 2C

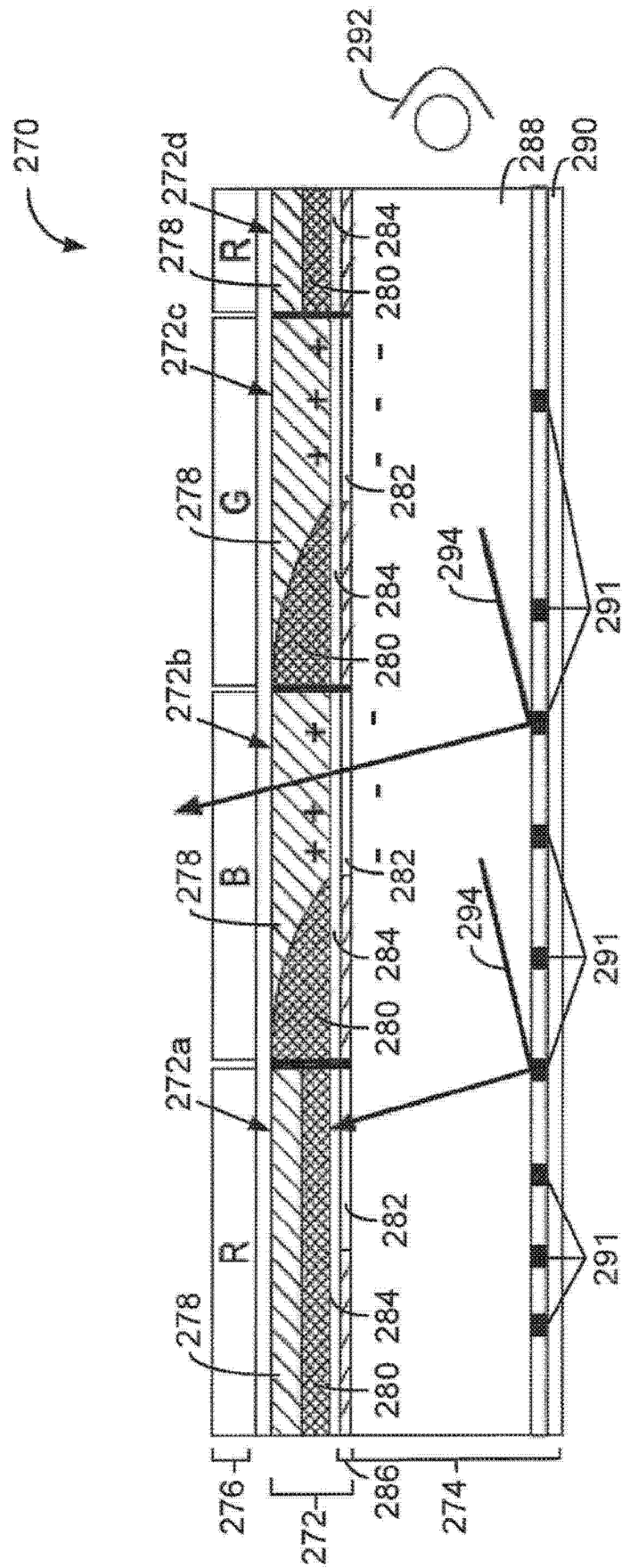


图 2D

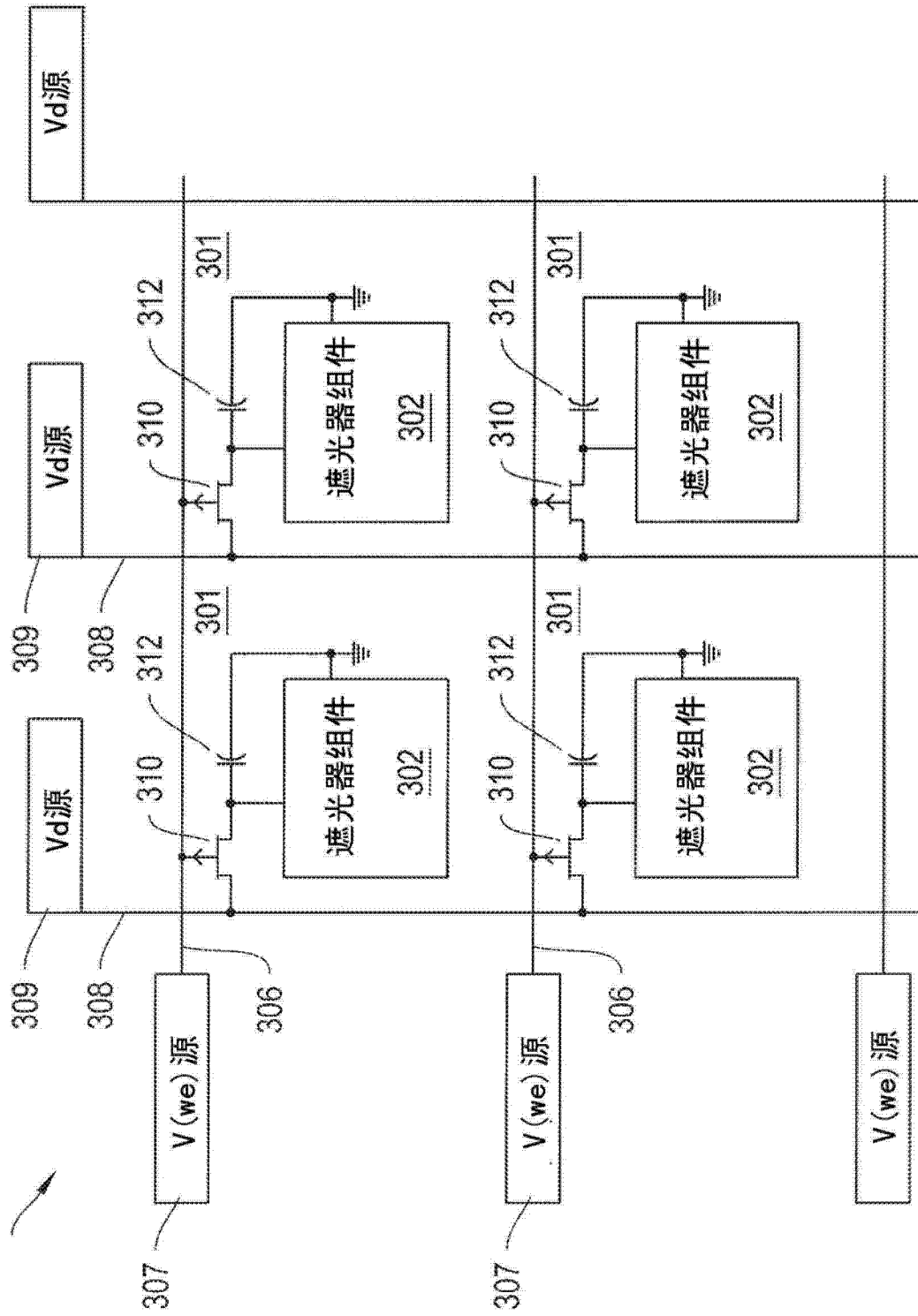


图 3A

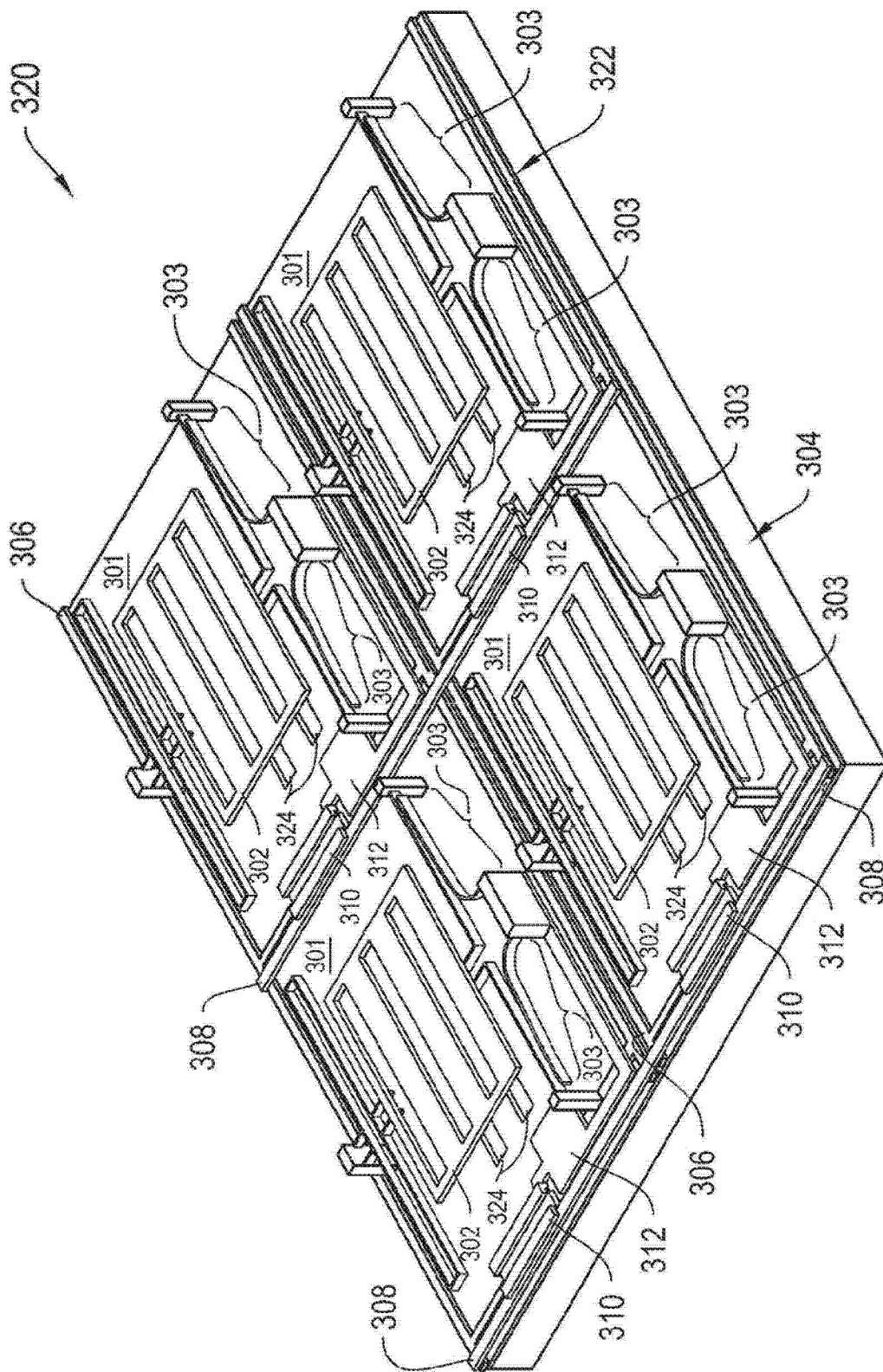


图 3B

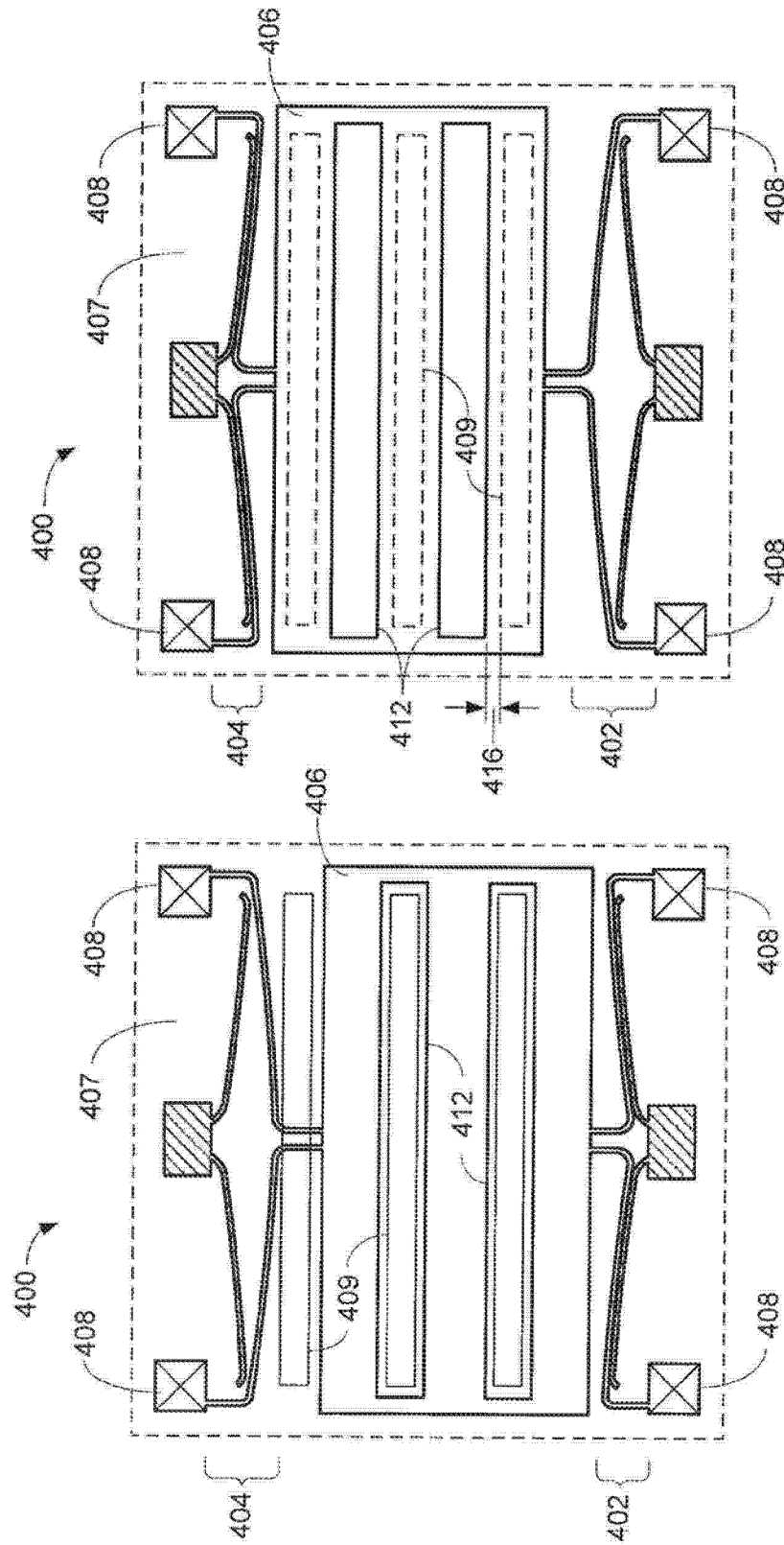


图 4B

图 4A

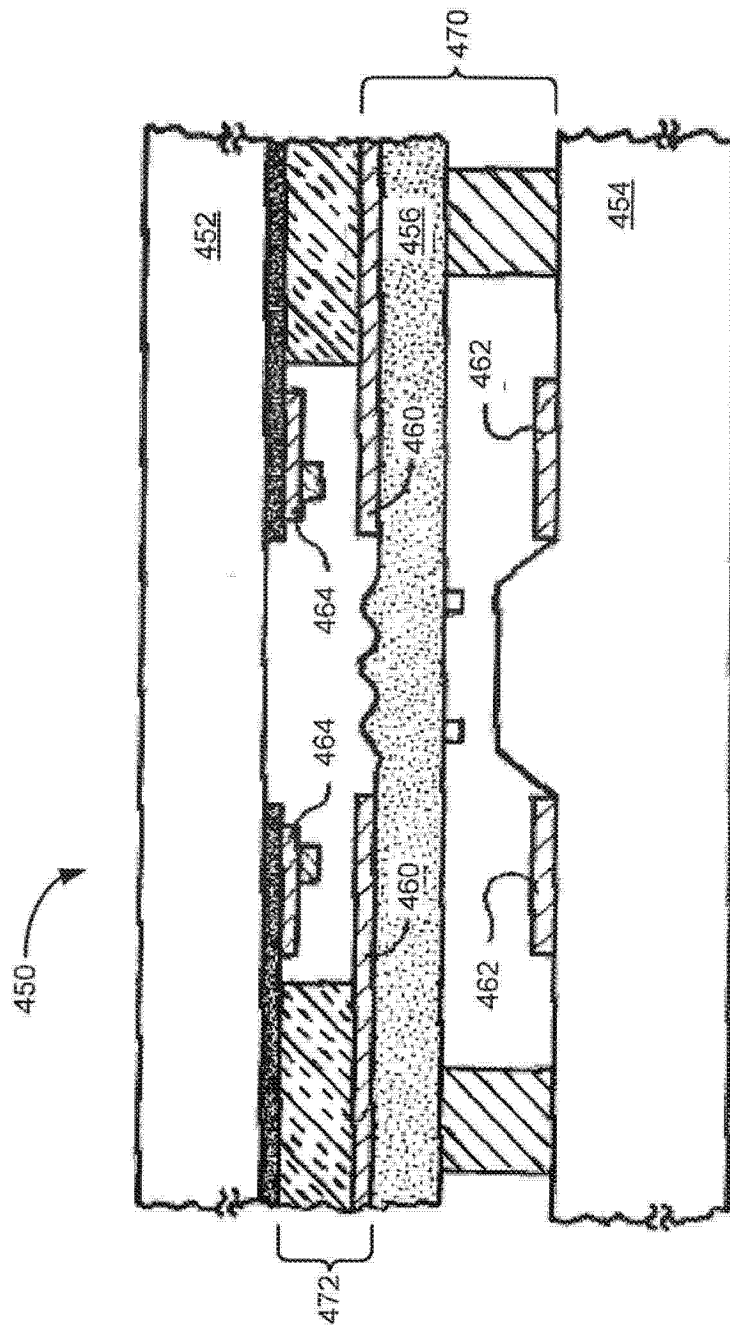


图 4C

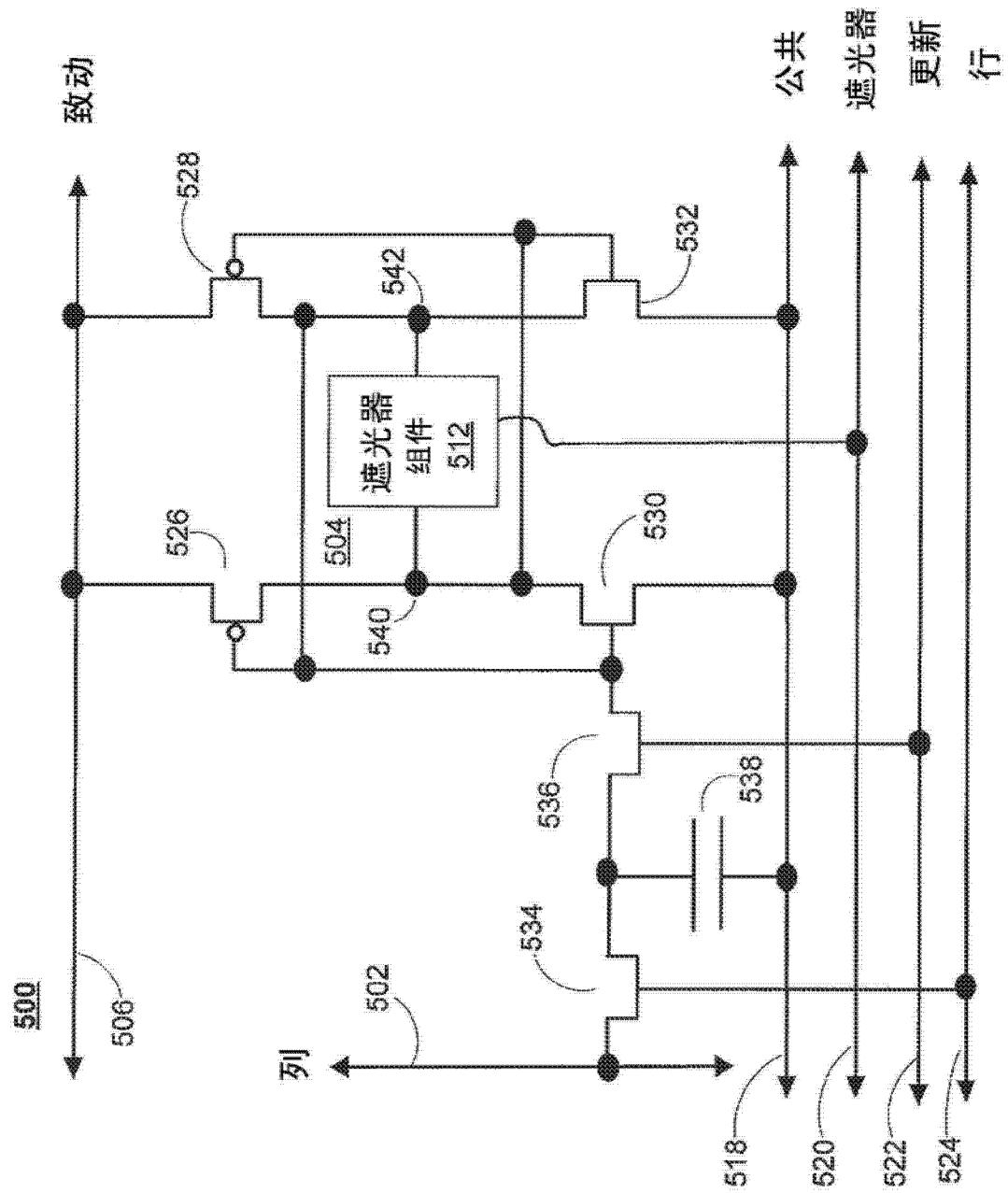


图 5A

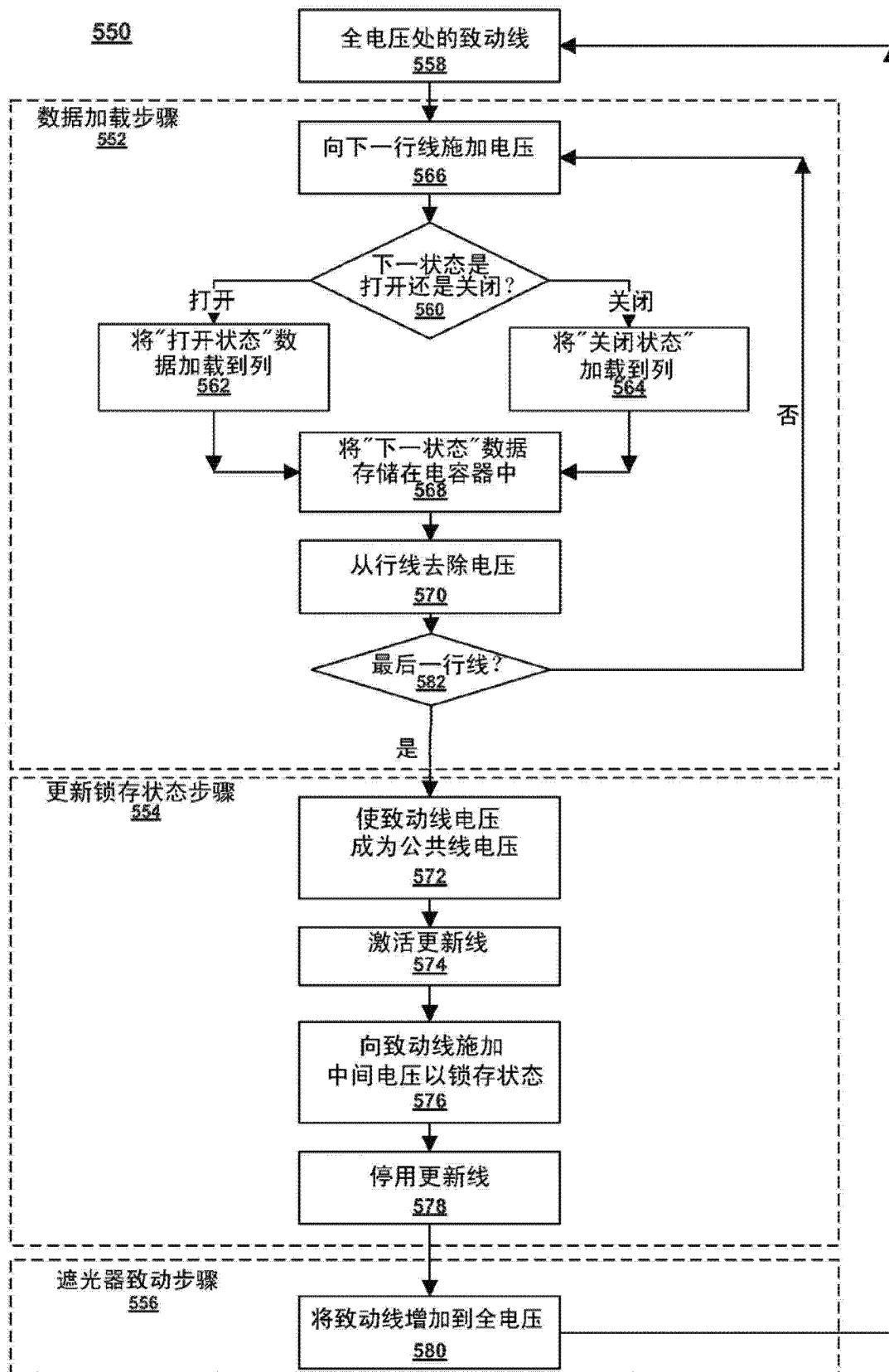


图 5B

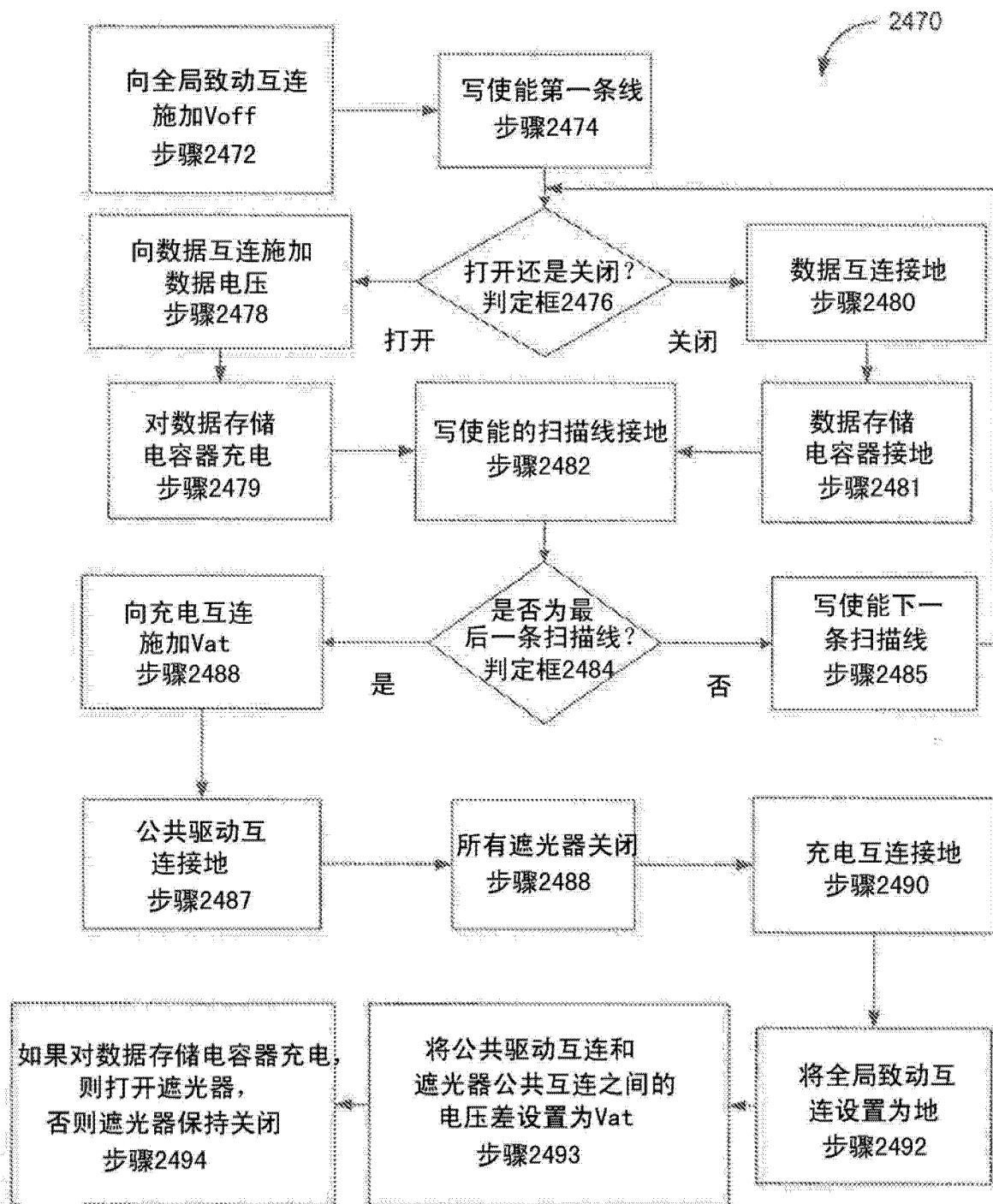


图 7

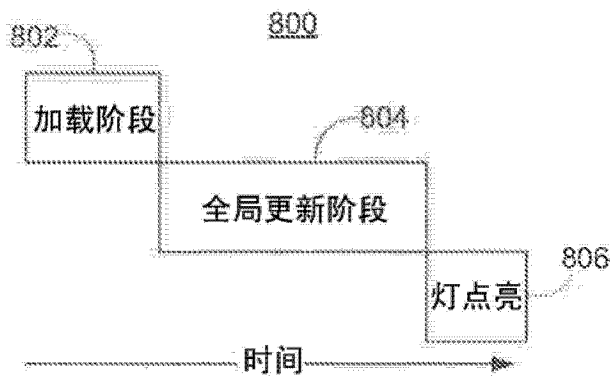


图 8A

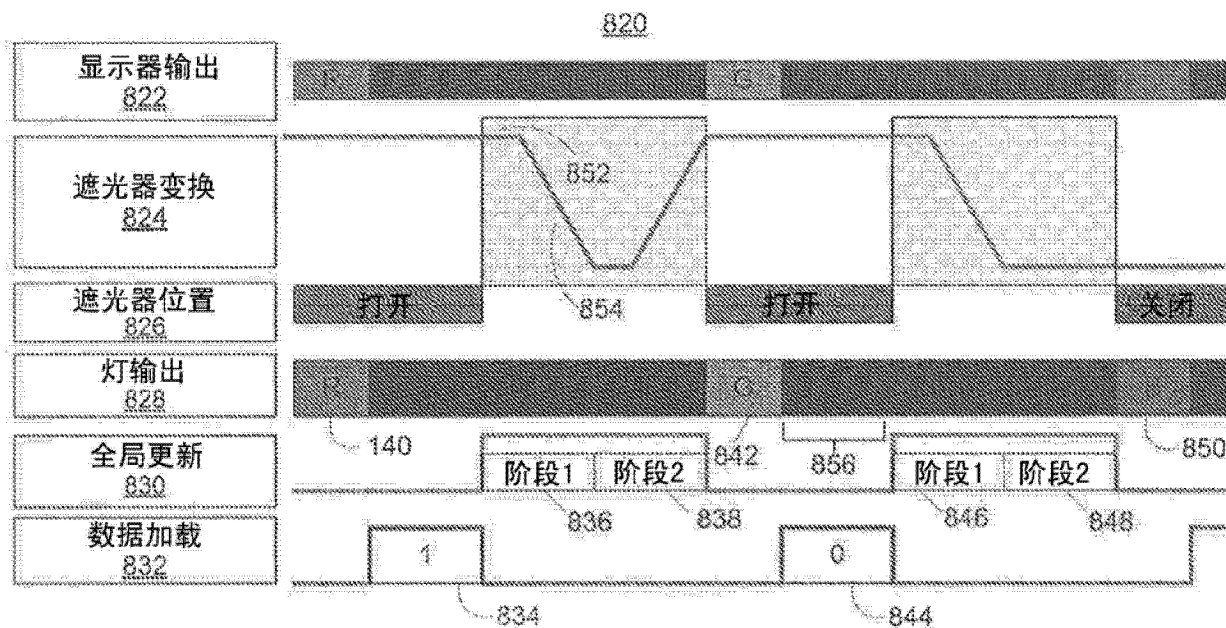


图 8B

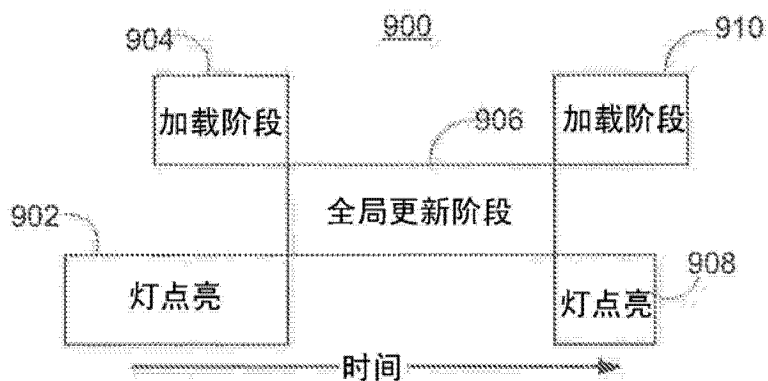


图 9A

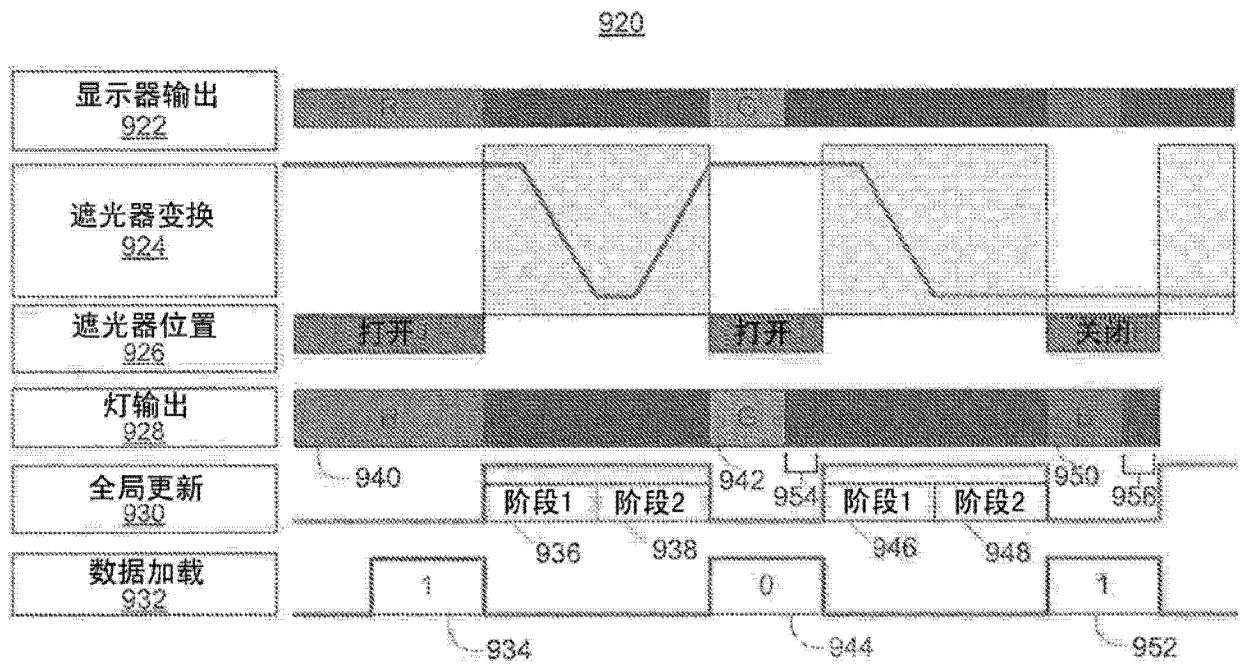


图 9B

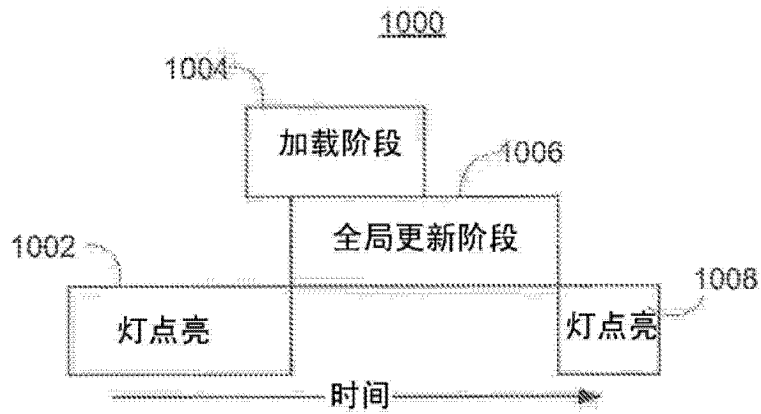


图 10A

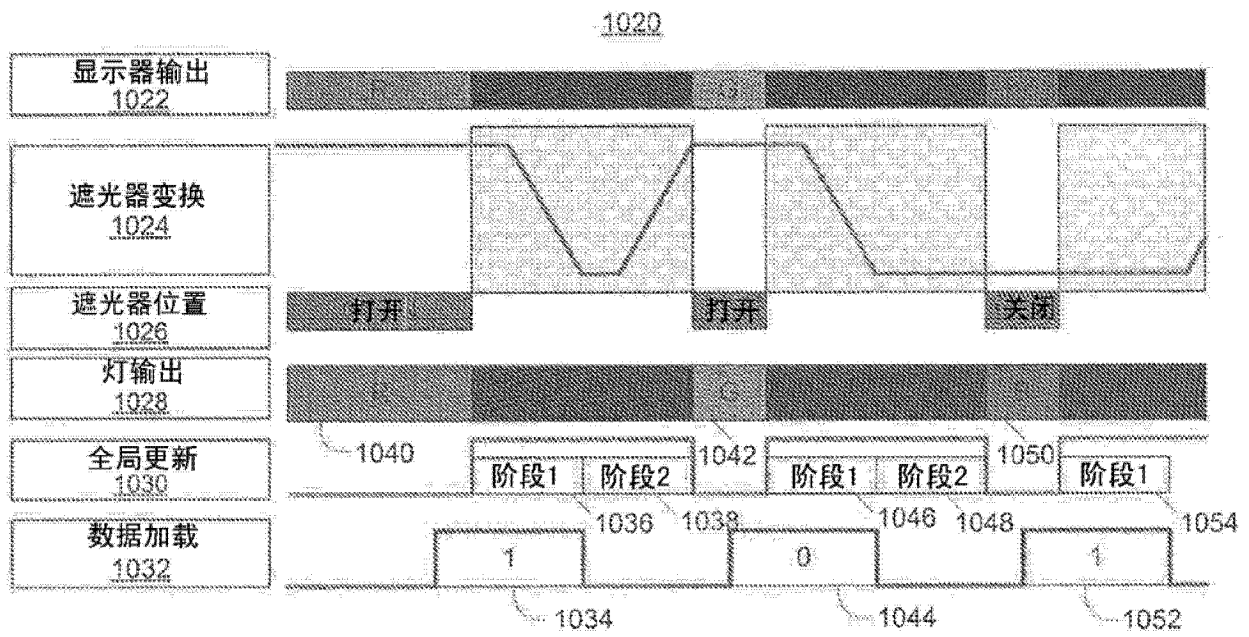


图 10B

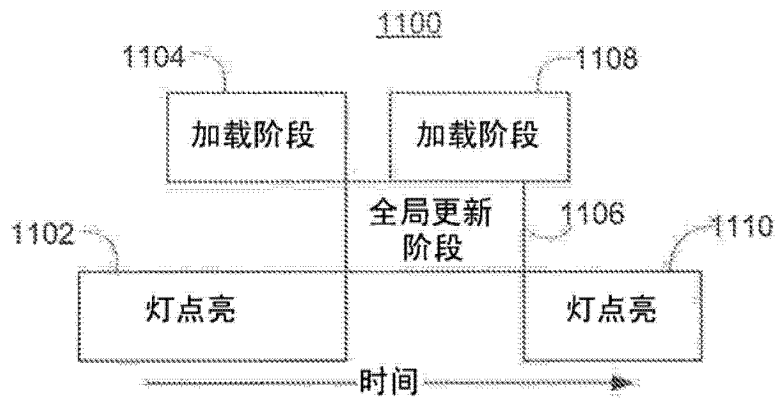


图 11A

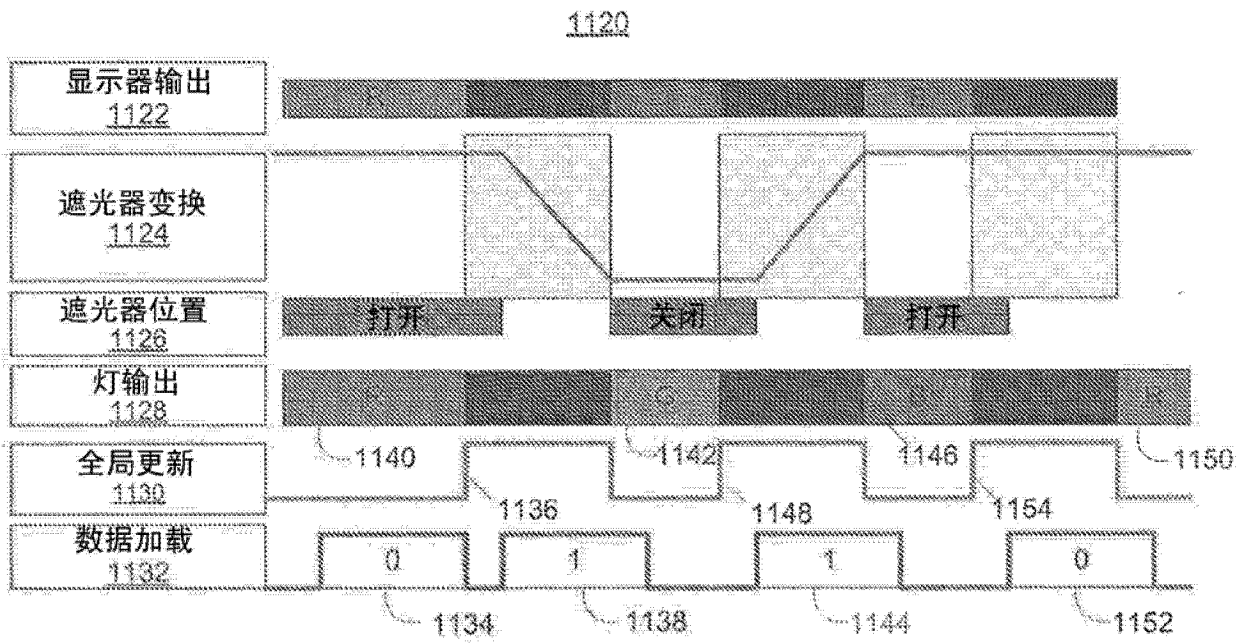


图 11B

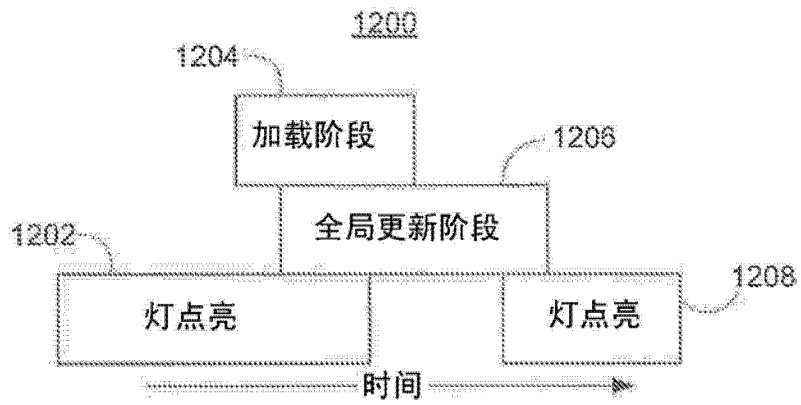


图 12A

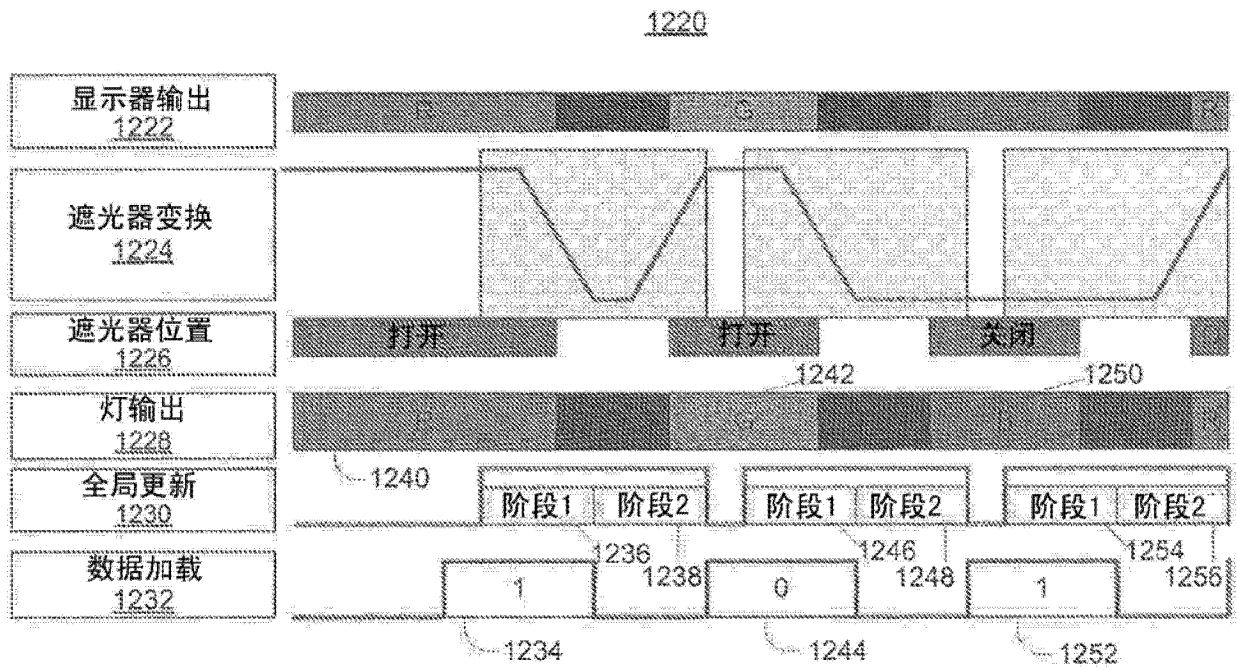


图 12B

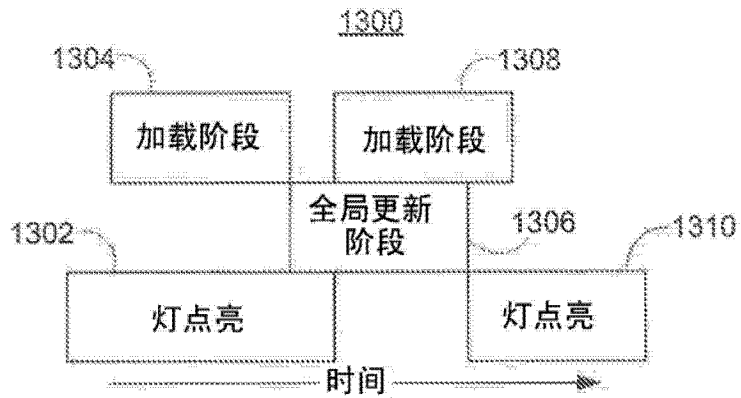


图 13A

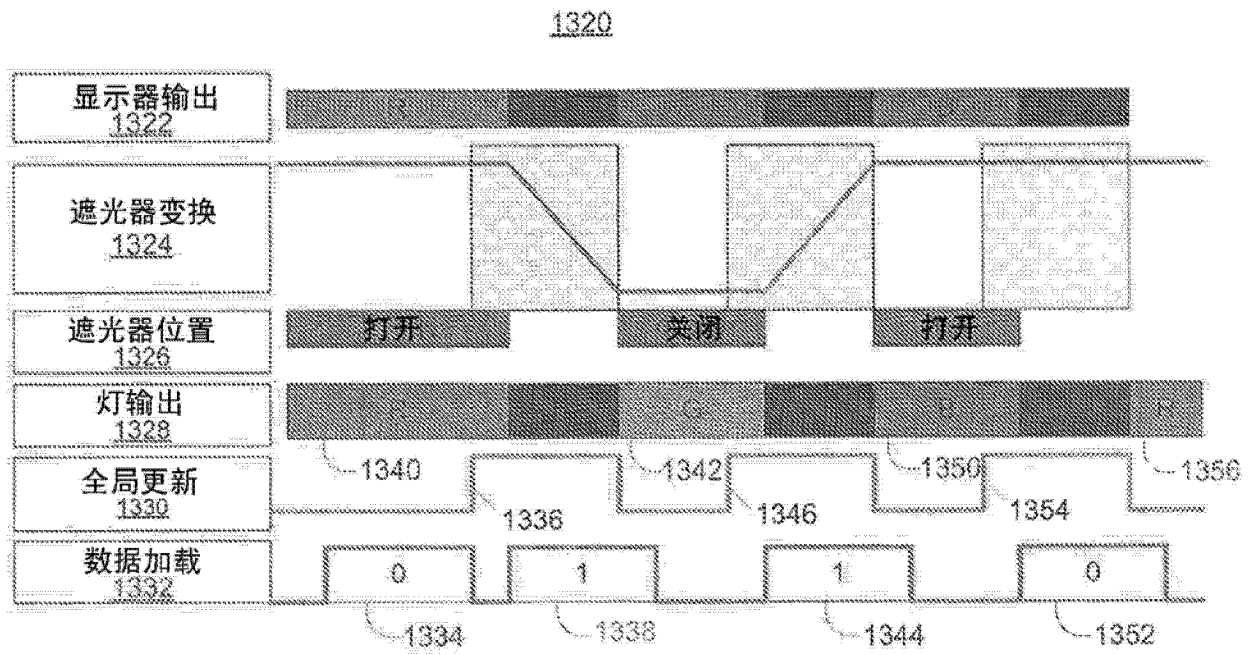


图 13B