



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104541500 B

(45)授权公告日 2018.11.06

(21)申请号 201380042771.0

(22)申请日 2013.10.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104541500 A

(43)申请公布日 2015.04.22

(30)优先权数据

61/713,474 2012.10.12 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/064612 2013.10.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/059318 EN 2014.04.17

(73)专利权人 统雷有限公司

地址 美国新泽西州

(72)发明人 M·帕克 J·米尔斯 A·帕巴拉

F·阿姆斯特朗 J·埃里克森

G·黑文加 C·泰勒

W·拉特德克

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 谭英强

(51)Int.Cl.

H04N 5/353(2011.01)

H04N 5/372(2011.01)

(56)对比文件

US 2009238446 A1, 2009.09.24,

US 8094902 B2, 2012.01.10,

US 2001021244 A1, 2001.09.13,

EP 2150039 A1, 2010.02.03,

CN 102348965 A, 2012.02.08,

审查员 万雪超

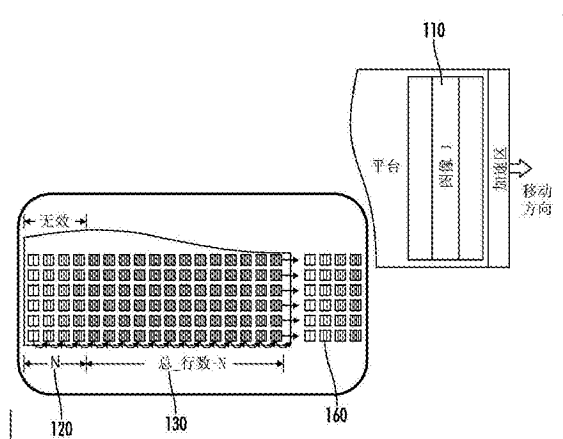
权利要求书1页 说明书5页 附图12页

(54)发明名称

采用CCD成像仪的时间延迟与积分扫描

(57)摘要

一种在时间延迟积分(TDI)模式下操作焦平面阵列的方法,该方法包括:在TDI积分过程中对多个行进行移位,其中移位的行数少于焦平面阵列的总行数;以及读出行数等于焦平面阵列的总行数减去移位的行数的多个行,留下部分积分行。



1. 一种在时间延迟积分 (TDI) 模式下操作焦平面阵列的方法, 所述方法包括:
在TDI积分过程中对多个行进行移位, 其中移位的行数少于焦平面阵列的总行数; 以及
读出行数等于焦平面阵列的总行数减去移位的行数的多个行, 留下部分积分行。
2. 根据权利要求1所述的方法, 其中读出整个焦平面阵列并且丢弃部分积分行。
3. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述焦平面阵列是一个行间CCD。
4. 根据权利要求1所述的方法, 其中曝光时间少于焦平面阵列总行数的读出时间。
5. 根据权利要求1所述的方法, 其中可以在向前或向后的方向上移位。
6. 一种通过焦平面阵列用于执行时间延迟积分 (TDI) 的设备, 其中在TDI积分过程中移位的行数少于焦平面阵列的总行数, 且读出的多行焦平面阵列的行数等于焦平面阵列的总行数减去TDI积分过程中移位的行数, 并留下部分积分行, 所述的设备包括:
配置以通过触发器执行TDI积分的处理器 (240);
用于监测焦平面阵列上移动图像位置的装置 (210);
触发信号发生器 (220), 该触发信号发生器 (220) 配置为产生触发信号来触发焦平面阵列中的电荷移位, 从而使焦平面阵列中的图像移动与焦平面阵列上的所述移位同步; 以及
用于读出来自焦平面阵列的数据的装置 (230)。
7. 根据权利要求6所述的设备, 其中所述触发信号是基于来自编码器的输出信号。
8. 根据权利要求6所述的设备, 其中所述设备是系统中的独立设备。
9. 根据权利要求6所述的设备, 其中所述设备被嵌入到系统的组件中。

采用CCD成像仪的时间延迟与积分扫描

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求序列号为61/713,474、申请日为2012年10月12日的美国临时专利申请的优先权,该美国临时专利申请的内容在此通过引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及图像扫描领域,特别涉及采用CCD成像仪的时间延迟与积分(TDI)扫描。

背景技术

[0004] 行间CCD成像仪可在TDI模式下操作,举例来说,正如美国专利4,922,337中所定义的那样,如在传统的TDI相机中对不停止运动的移动物体进行曝光,同时还可以进行传统的视频直播或对静止物体长时间曝光,这在传统的TDI相机中是不实际的。因此,例如,可以通过持续移动实现大面积高速扫描,然后再通过相同的相机和设备返回到非常小的高倍放大的静止感兴趣区域。

[0005] 当行间CCD操作在TDI模式下用于进行多个,即是少于总行数TOTAL_ROWS的N行的TDI转移时,结束时将出现仅部分曝光的N行后置行。在读出过程中,将TOTAL_ROWS行全部转出,从而需要对应TOTAL_ROWS行的读出时间,但只有TOTAL_ROWS-N行的图像是有用的。因此,读出和丢弃N行浪费了时间,减慢了TDI扫描流程。

[0006] 在大部分扫描应用中,都渴望能在给定的曝光时间内更快速地获取图像。

[0007] DVC公司为OEM客户开发出采用行间系统的TDI系统。然而,其没有试图去调整部分曝光的N行,且整个TDI移位序列都由一个内部时基控制。TDI移位不会单独响应外部控制信号,因此不能响应物体的移动来对该TDI移位进行精确控制。

[0008] 如上所述,另一个TDI系统,带TDI选项的滨松公司(Hamamatsu)的ORCA R2,不允许读出之前进行TDI。该产品只允许连续TDI,其中跨越CCD阵列的全长(全部行数,其中TOTAL_ROWS约等于1040)输送电荷。该方法可以避免出现N行部分曝光的问题,这是因为以连续的形式来曝光和读取所有的行。但是,该方案存在很大的局限性,包括较长的约为120毫秒的最低曝光时长以及固定的、非常大量的TDI转移。

发明内容

[0009] 众所周知,对于给定TDI转移所生成的每个部分曝光后置行,设备的另一端会同步记录相应的空行,类似于输送带。以现有技术记录曝光不足的像素会增加读出时间,从而增加给定面积的扫描时间。提出的方法通过只读出(记录)TOTAL_ROWS-N有效行的方式解决了这个问题,使部分曝光行N从后置侧移至前导侧或设备的读出侧,然后再移出。在那时停止读出,可减少读出时间,从而可更快地进入下一个待扫描的视场。当TDI序列恢复时,在进行TDI转移的同时从设备中同步地对部分曝光行进行记录。通过这种方式,可在减少有效行读出时间的同时,实现对无效行的有需要的丢弃。

[0010] 本发明的实施例提供了一种在部分行间电荷转移读出序列之前操作CCD传感器实现同步时间延迟积分(TDI)扫描的方法,其中,部分行间电荷转移读出序列将自N个TDI转移开始时的不可避免的、部分积分的后置行留存在行间CCD寄存器中。然后,这些留存在设备中的部分积分后置行将作为前导行,丢弃在随后的TDI积分序列中。通过在系列的TDI曝光中免去这些部分积分行的读出,由此减少了读出时间,从而在给定曝光下相应加快扫描的速度。一种替代方法是读出有效行之后恢复部分积分行上的TDI序列,从而重新获得部分积分行并保留CCD传感器的全部原始分辨率。

附图说明

- [0011] 图1为根据本发明实施例的采用行间TDI的第一个移动平台图像序列的示意图;
[0012] 图2为系统框图和根据本发明实施例在平台上投射时的移动平台连续捕捉示意图;
[0013] 图3为本发明实施例中的拜耳(Bayer)色彩阵列的示意图;
[0014] 图4为一个典型4抽头CCD的框图;
[0015] 图5为沿两个方向从右读出寄存器读出电荷的4抽头CCD的框图;
[0016] 图6为沿两个方向从左读出寄存器读出电荷的4抽头CCD的框图;
[0017] 图7为沿一个方向从右读出寄存器读出电荷的4抽头CCD的框图;
[0018] 图8为沿一个方向从左读出寄存器读出电荷的4抽头CCD的框图;
[0019] 图9为根据本发明实施例的用于准备恢复后置行的TDI的阵列的示意图;
[0020] 图10为根据本发明实施例的第一次恢复TDI移位后的阵列的示意图;
[0021] 图11为根据本发明实施例的完成恢复TDI移位后的阵列的示意图;
[0022] 图12为根据本发明实施例的平台移动和TDI控制器流程的示意图;
[0023] 图13为根据本发明实施例的向前和向后方向扫描的示意图。

具体实施方式

[0024] 根据本发明的原理对说明性的实施例所进行的描述旨在要结合附图来进行阅读,其将被视作整个书面说明书的一部分。在公开的本发明的实施例的描述中,任何方向或方位的引用仅仅旨在便于说明,而并非旨在以任何方式限制本发明的范围。相关术语(如,“下部的”、“上部的”、“水平的”、“垂直的”、“上方”、“下方”、“向上”、“向下”、“顶部”和“底部”)及其派生词(例如,“水平地”、“向下地”、“向上地”等)应当被解释为下文所述的或在讨论中的附图所示的方位。这些相关术语仅为方便说明之用,而不能要求设备按照特定方位进行构造或操作,除非有明确说明。除非另有明确规定,否则术语,如“附着”、“粘贴”、“连接”、“耦合”、“互连”和类似术语是指多个结构通过介入结构直接地或间接地相互固定或附着的关系,以及可移动或刚性的附着或关系。此外,通过结合示例性实施例说明本发明的特征和优点。因此,本发明不应被确切地限制于对可单独存在或在其它特征组合中存在的特征的一些可能的非限制性组合进行说明的示例性实施例;本发明的范围由所附权利要求界定。

[0025] 正如当前预期,本文描述了实践本发明的最佳模式或多个模式。本说明书并非旨在从限制层面上进行理解,而是通过结合附图提供仅作解说之用的发明示例,以告知本领域的普通技术人员本发明的优点和构造。在附图的不同视图中,相同的附图标记指代相同

或相似的部件。

[0026] TDI (时间延迟与积分, 亦称时间延迟积分) 是为了跟随焦平面上图像的运动并由此在相对移动过程中逐步积分电荷而响应外部信号的沿CCD寄存器移动电荷的方法——假如图像准确地平行于移位寄存器而进行移动。该方法与可能使用到的二维快照相比, 可使连续移动的曝光时间更长, 而后者需要非常短的“冻结”移动的曝光时间, 以避免图像中出现动态模糊。

[0027] 专用的TDI CCD设备通常为具有用于动态追踪的相对小的 (32至128行) 帧转移垂直CCD阵列的多个线性CCD。电荷在垂直CCD中积分, 然后随着控制系统的命令而转移, 每次转移之间都会进行水平读出。存在线阵CCD, 其只能在有移动时才能生成二维图像。

[0028] 此处描述的行间TDI是用于行间转移设备的典型TDI方法的变形。在此方法中, 电荷先从光电二极管阵列转移进入存储区 (也称作垂直CCD或VCCD), 然后响应外部信号对一行或多行进行移位, 类似于与在帧转移TDI传感器中的电荷移位。随着该流程的重复执行, 通过这些连续的转移和移位来蓄积电荷。行间TDI的一个主要优点在于可生成静止物体的二维图像, 并且设备可在TDI与传统视频或快照模式之间来回切换。

[0029] 在行间转移TDI流程中存在两个基本平台: 积分和读出。积分平台包括在正常读出之前的一系列转移和移位。这是一个很重要的概念, 因为它与传统TDI不同, 除了在移位数量等于行数的界限情况下时序会变换为条带模式之外, 它不会连续读出可生成连续图像“条带”的列。那种情况将在后文中做讨论。相反, TDI流程会生成一系列二维图像, 这些二维图像的时序必须受控, 以使图像拼接在一起从而形成期望的整体。图像生成流程, 如图1中的移动平台所示 (出于简便起见而未示出光电二极管-VCCD的转移)。图1为采用行间TDI的第一个移动平台图像110序列的示意图。在TDI积分过程中, 电荷在N行转移中随平台运动一直蓄积 (积分)。一次或多次移位前的每次转移都是由平台编码器的脉冲波形触发, 从而使蓄积电荷跟随焦平面阵列上的平台移动投射。图1为N行转移后的结果的示意图。有 (total_rows-N行的) 准备读出的有效行130。还有部分积分的N行无效行120。图1还示出了来自上一帧的无效的、部分积分行160。当新的帧被积分时, 部分积分行160被丢弃。

[0030] 为了创建完整的图像剪辑, 一系列的此类图像需要随平台移动而相继地曝光。虽然曝光和读出阶段离散且有序, 但是可以通过控制系统以期望的空间配准 (如, 轻微的重叠) 来捕获物体的相邻图像。换句话说, 读出流程不会让曝光中断, 但是, 根据TDI的移位行数N, TDI (曝光) 会发生在从一个场景到另一个场景的部分移动。对于百万像素的成像仪而言, N可以比设备中的总行数低很多。例如, 在1000行中有100移位。一旦曝光结束, 平台继续将当前场景移出视野, 与此同时只有CCD的前导的、total_rows-N (总_行数-N) 行的有效行被读出。此时, N行后置行被移至CCD的读出侧, 且有效行的读出完成。控制物体的速率, 使新的视场在那时几乎全部进入CCD的视场。一旦新帧的起始部分到达确切位置 (其可以包括或不包括根据系统需要而进行的故意重叠), 则重复该序列。该流程如图2所示, 其中图2还示出了在平台上投射时的移动平台的连续捕捉271、272、273、274。

[0031] 也可以通过颜色滤波阵列, 比如拜耳模式的颜色滤波阵列, 将TDI技术扩展到焦平面阵列。既然那样, 电荷就在各个触发器上从光电二极管转移至VCCD, 随后移位两行。这样就可以在VCCD中留存来自拜耳颜色滤波阵列的电荷空间定向或相位, 并且每两行地重复移位, 并确保来自下一个触发器的电荷以相同的定向进行蓄积, 如图3所示。对其他类型的滤

波阵列而言,可以基于滤波模式的重复期间的行数而改变移位次数。

[0032] 例如,该技术与Truesense Imaging公司销售的某些4抽头设备比如型号为KAI-08050的设备一样可扩展为多抽头设备,电荷可在其中沿两个方向从水平CCD (HCCD) 中读出并且可在VCCD中“左”或“右”移位。而后的设备可让电荷在TDI模式下沿任一方向蓄积。因此,TDI模式可以沿平行于VCCD的任一方向跟随图像的移动而跨越焦平面阵列,从而可以都在两个方向上进行扫描并减少大面积扫描的时间。图4为一个典型4抽头CCD的框图。在正常操作中,电荷沿两个方向从像素阵列410同步转移到阵列任一侧的读出寄存器420a和420b。这实质上将设备分成了4个可同步读出至输出节点430的象限。

[0033] 对4抽头设备的操作还可以如图5所示,其中来自整个阵列的电荷沿两个方向被同步转移到读出寄存器520a的右侧和读出侧。类似地,来自整个阵列的电荷还可被转移到左读出寄存器620b的左侧和读出侧,如图6所示。

[0034] 可以通过在各个方向上应用TDI方法来实现双向TDI。需要注意的是,用于从每半个象限或每个象限同步读出电荷以增加读出速率的分区读出寄存器是不需要的。如图7和图8所示,双向读出替代方案中的每个寄存器720a和820a分别只需要一个读出节点。这就可以在不损害最大读出速率的情况下简化所需的电子设备。

[0035] 替代的方法是留存而非丢弃N行部分积分行,如下所述。读出total_rows-N行的前导有效行后,N行部分积分行920被定位在传感器的读出侧910,如前所述且如图9所示。物体的移动受到控,此时使得在N行部分积分行上的图像配准与该帧的TDI序列的初始部分的图像配准相同。随着图像继续移动,TDI恢复到N行部分积分行上,且如之前一样响应移动来执行第一次TDI移位,如图10所示。这次移位进一步使N行部分积分行积分,从而完成前导行的全部积分且将该行转移入CCD读出寄存器1010。然后对应N-1部分积分行1020读出该行。重复该流程直至N行部分积分行的最后一行被全部积分且读为1110,从而使整个设备(total_rows)实现积分和读出,如图11所示。

[0036] 此处描述了一种使用TDI方法的设备。在图2中,比如型号为Thorlabs MLS203的x-y机动平台260被安装至显微镜(出于简明起见而未示出),且运载有滑片250。比如型号为Thorlabs 15000M-GE的带TDI功能的数字相机230被安装在相机端口上。传送来自平台的编码器脉冲到平台控制器210,并且与用于配置TDI控制器220的所需通信信道一起缓冲和发送编码器脉冲。相机230和平台控制器210连接至主计算机或处理器240,该主计算机或处理器240提供整个系统的控制、图像数据的获取和用户界面。定位该相机,使平台移动的一条轴线与TDI电荷转移的方向平行,并且以适当方式调节光学显微镜,以照亮滑片并将滑片的放大图像聚焦在相机的焦平面上。

[0037] 主计算机采用从物平面至像平面的显微倍率(典型的物镜放大倍率)、TDI移动方向上的平台移动单位长度的平台编码器脉冲数和焦平面阵列的像素间距配置TDI控制器220将编码器脉冲转换成所需的触发脉冲,以便在相机中发动TDI积分序列。在扫描过程中,响应平台移动而生成了一系列触发脉冲,而相机反过来响应触发脉冲来生成了一系列TDI积分序列。

[0038] 该流程的详细描述如下。图12为平台移动和TDI控制器流程的示意图。首先,命令平台移动到起始位置1200,表示为(X,Y)起始。该起始位置可用作绝对原点,从中进一步参照为绝对位置。在达到第一帧的初始位置1220前,平台沿加速路径1210加速至期望速率。在

TDI积分阶段1230过程中,TDI控制器开始将编码器脉冲转换成触发脉冲,直至在位置1240完成了N个TDI积分序列。此时,TDI控制器进一步抑制触发脉冲,且相机开始读出有效的列。继续通过读出阶段1250进行读出,且平台持续移动。当读出TOTAL_ROWS-N行时,读出完成。用全部的后续TDI初始位置的绝对位置来对控制器编程。通过配置来确保TOTAL_ROWS-N行的读出已完成,然后当平台到达下一个TDI初始位置1260时,重复所述流程。继续重复该流程直至平台到达与期望扫描1270的末端对应的绝对位置。

[0039] 如果期望扫描更大区域,则需命令平台至下一个加速区1280的原点。平台通过加速区1290加速,且在新的第一帧的初始位置1295的起始部分恢复TDI序列。对于需要尽可能多个条带的情况,就如在第一条带中那样重复该流程。由此获得的图像将被逐帧传送到主计算机,由主计算机保存并向用户显示。

[0040] 通过采用前述的多抽头设备可以更快执行该流程。由于这些设备可以沿与所涉焦平面阵列的行垂直的任一方向转移电荷,因此可以通过前向和反向的方式进行TDI积分。图13为沿前向1310和反向1320扫描的示意图,其取消了当TDI仅为单向时所需的回扫,因而减少了扫描时间。

[0041] 尽管本发明的描述已经相当详尽且特别对几个所述实施例进行了描述,但其并非旨在局限于任何这些细节或实施例或任何特殊实施例,而是应当将其视作是通过参考所附权利要求考虑到现有技术为这些权利要求提供最广义的可能性解释,从而有效地涵盖本发明的预定范围。此外,上文以发明人可预见的实施例对本发明进行描述,其目的是为了提供有用的描述,而那些目前尚未预见的对本发明的非实质性改动仍可以代表本发明的等效改动。

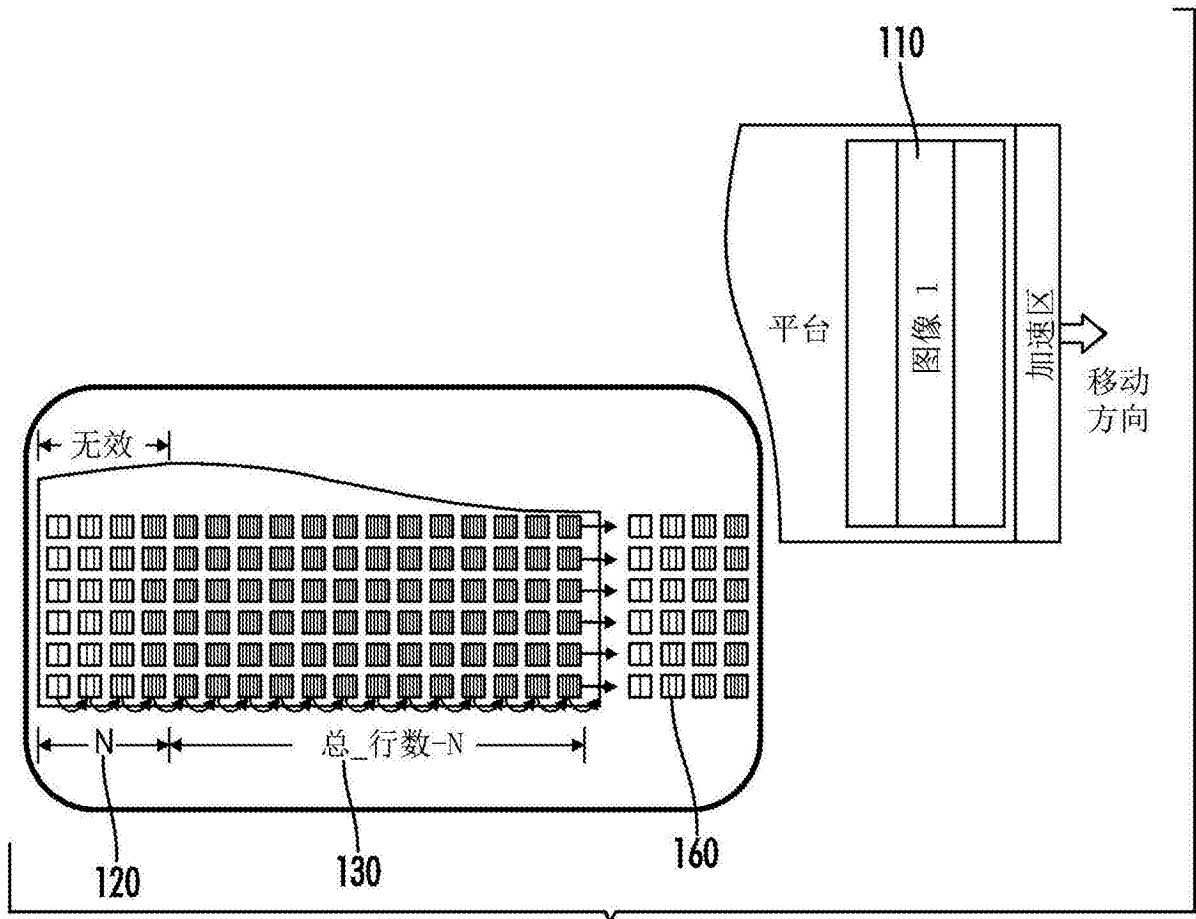


图1

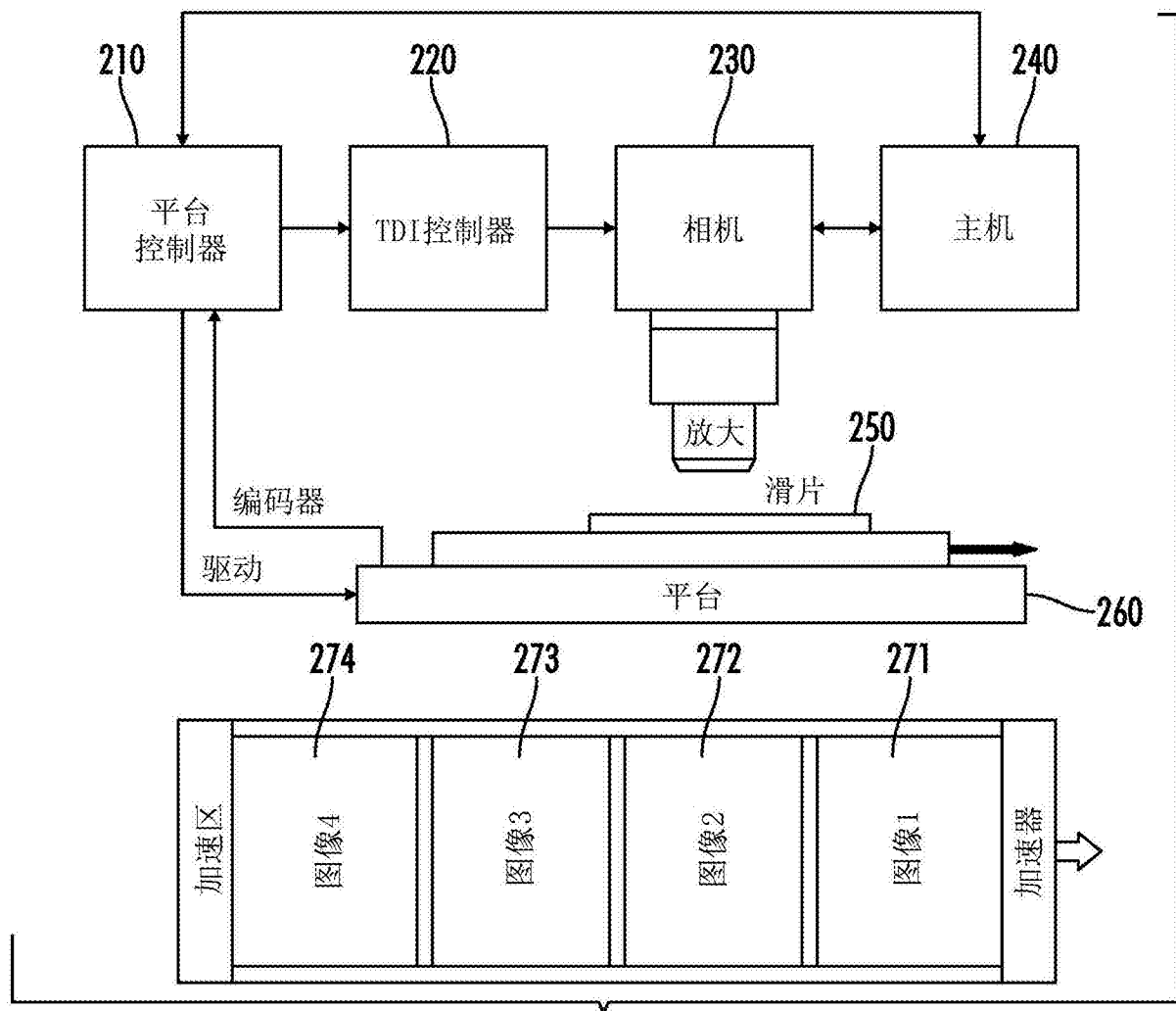


图2

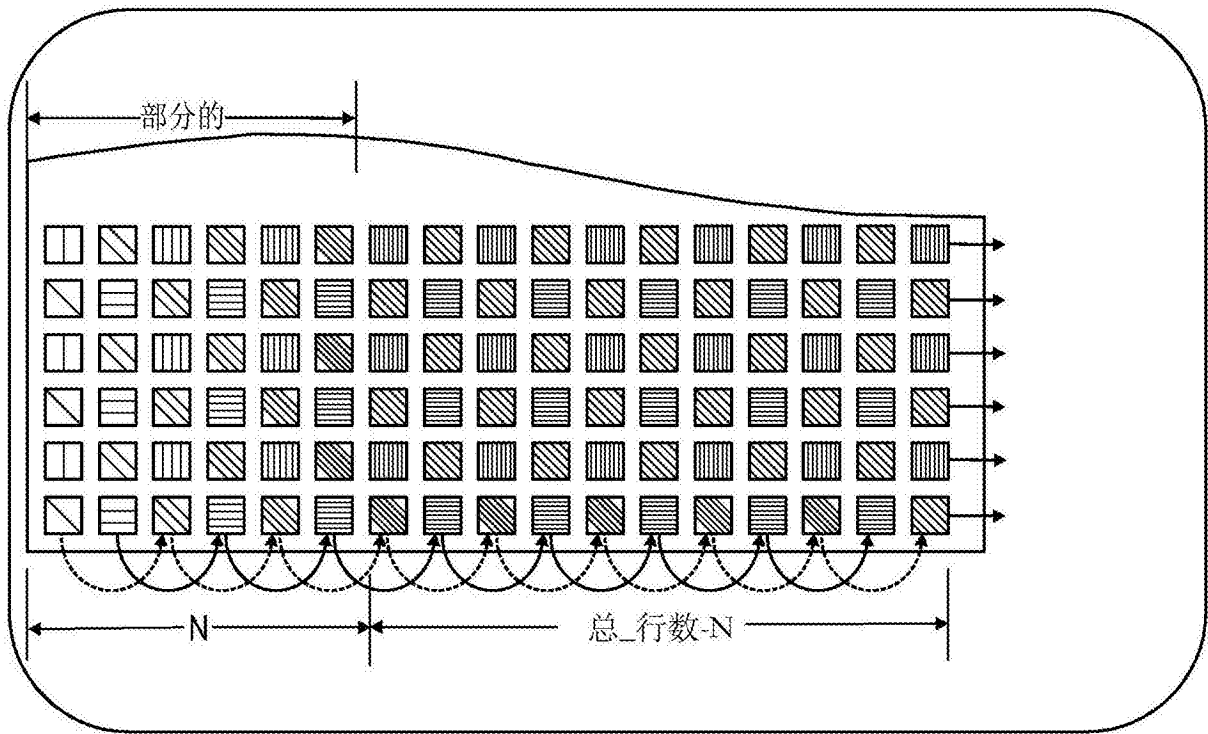


图3

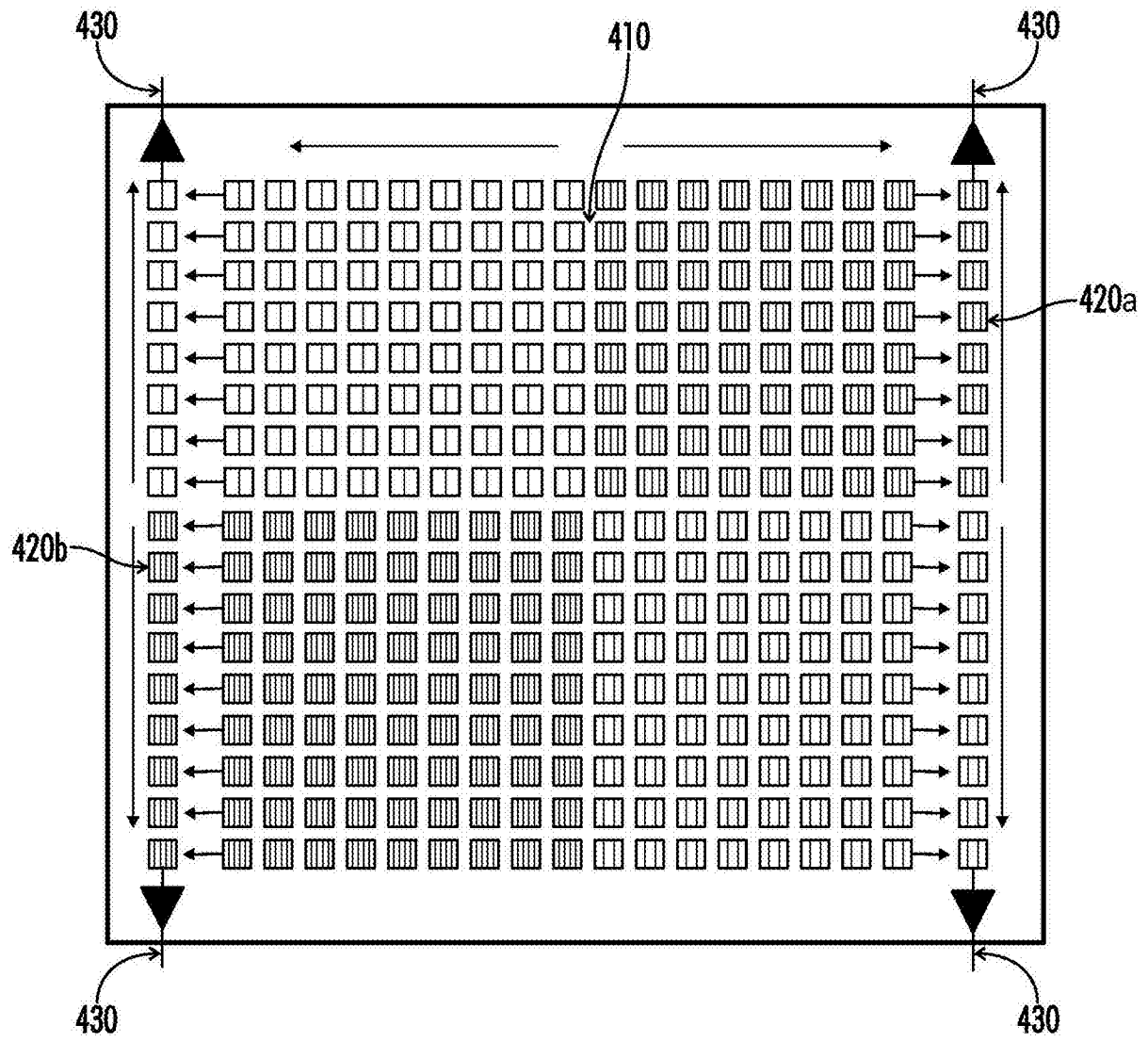


图4

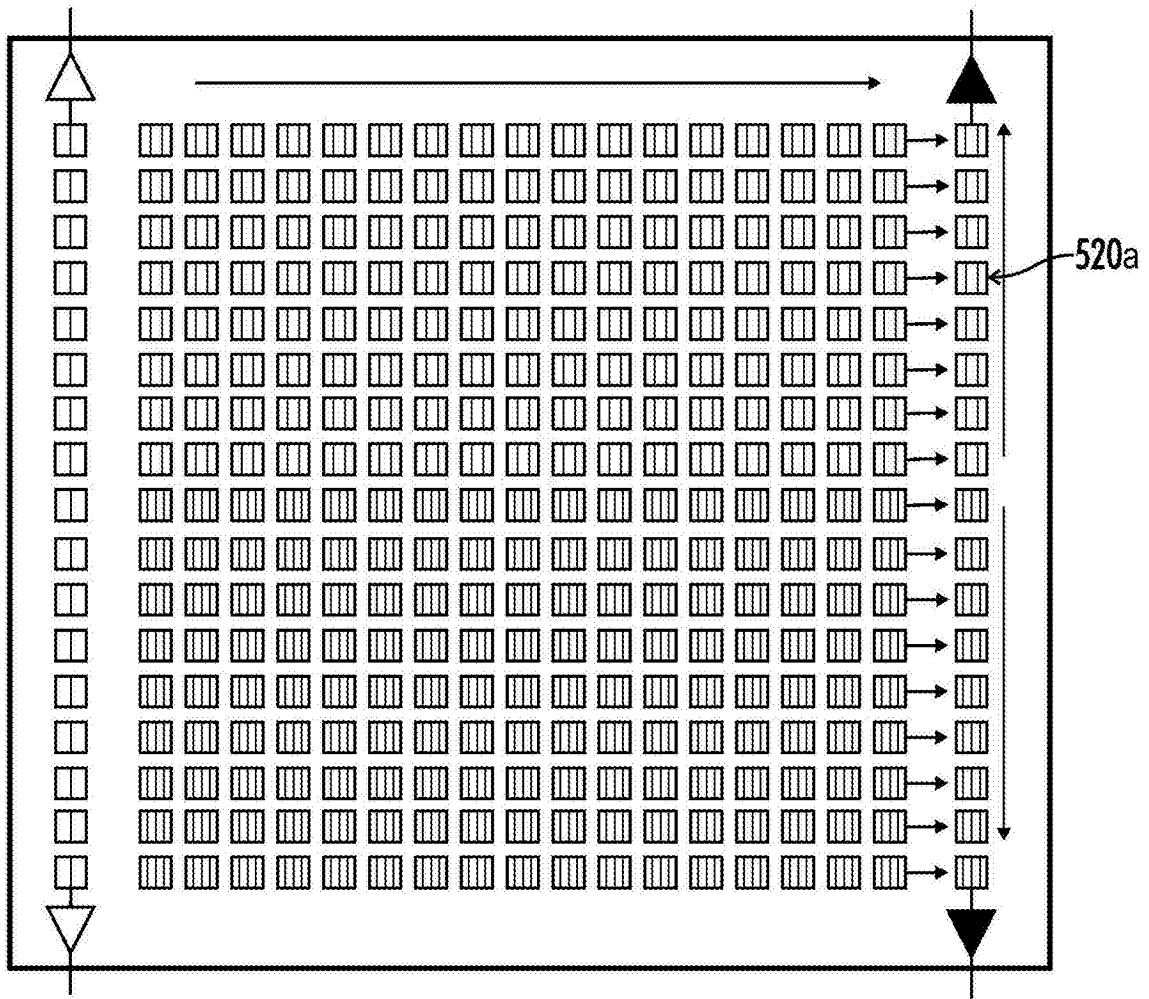


图5

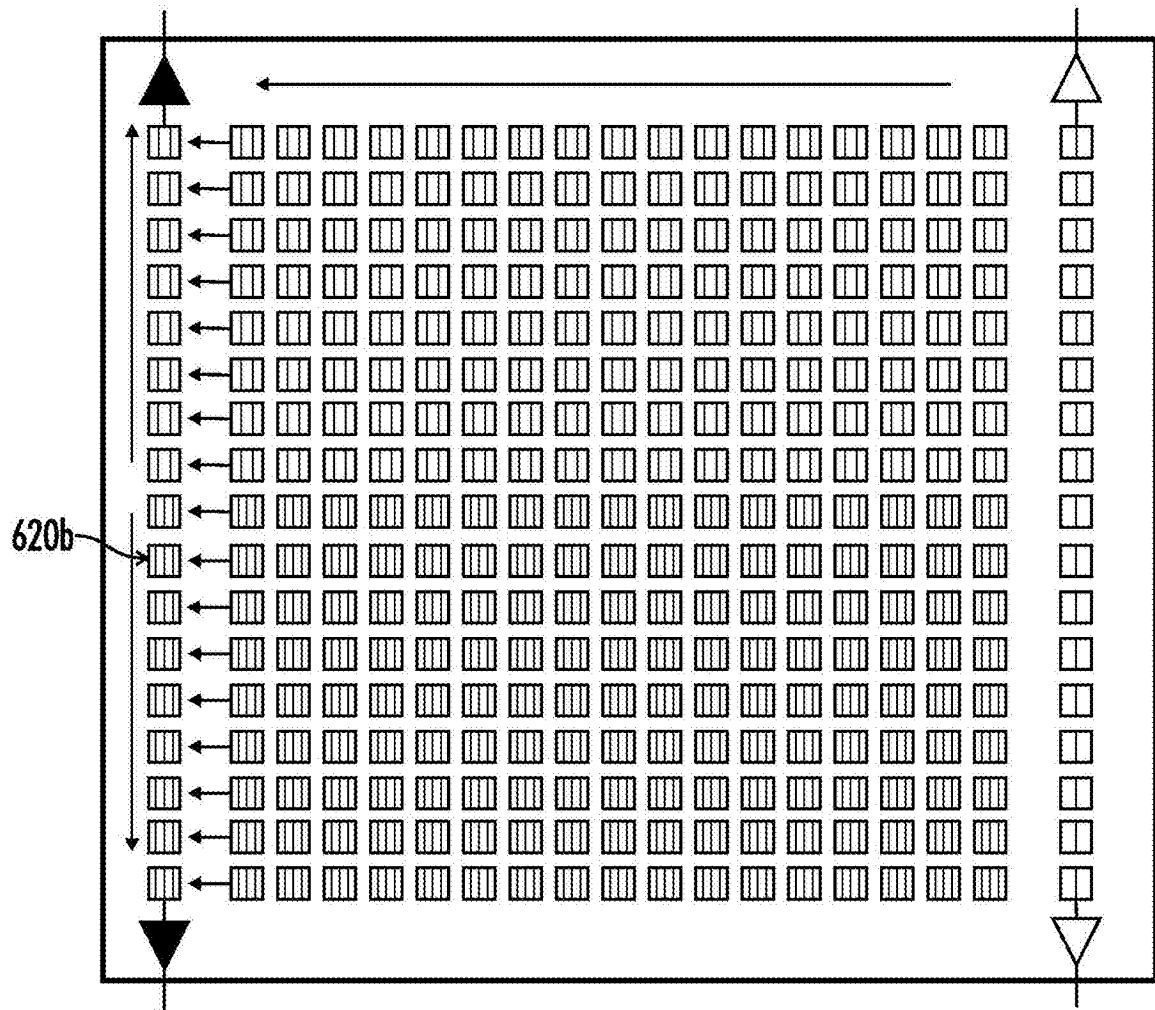


图6

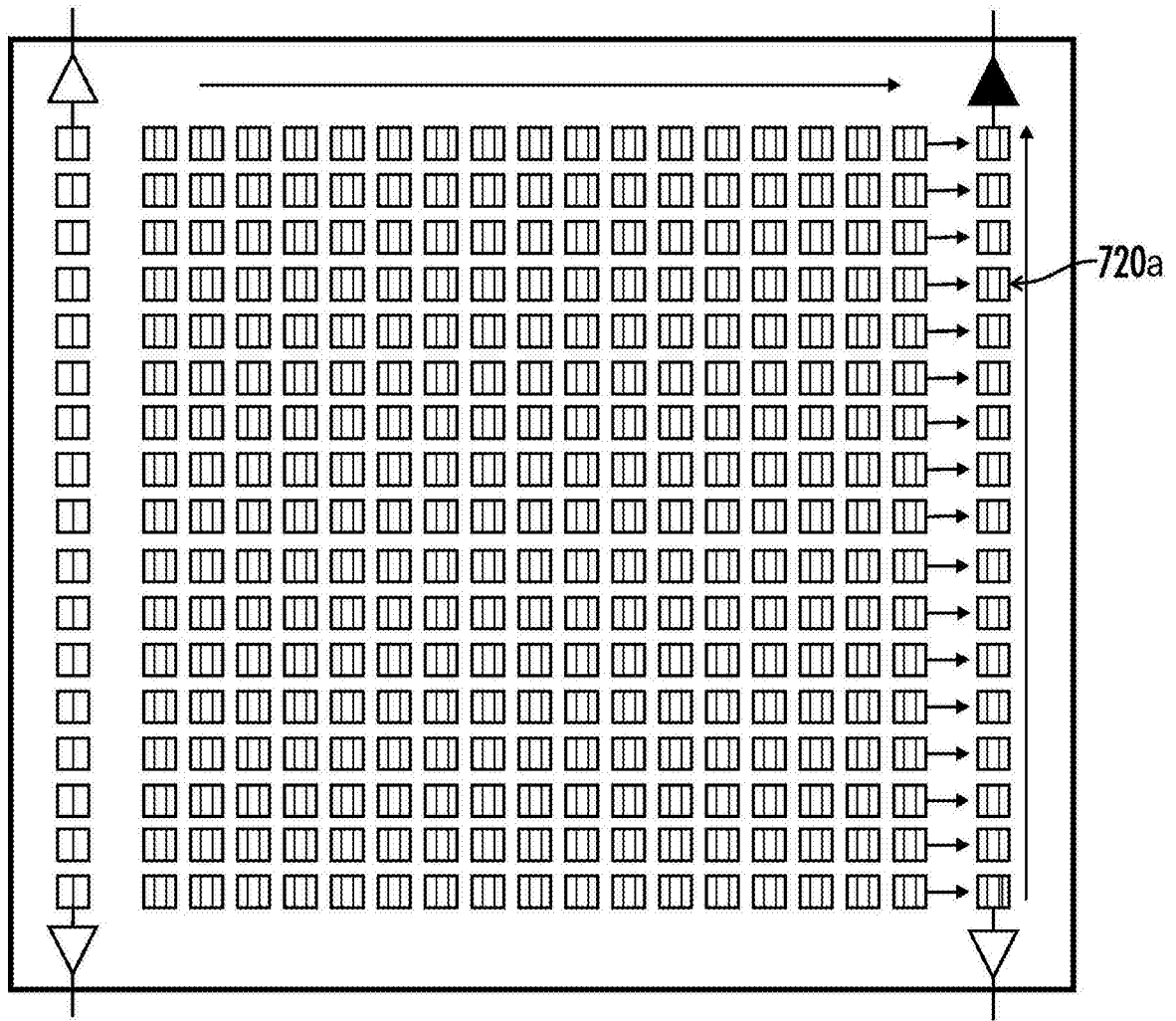


图7

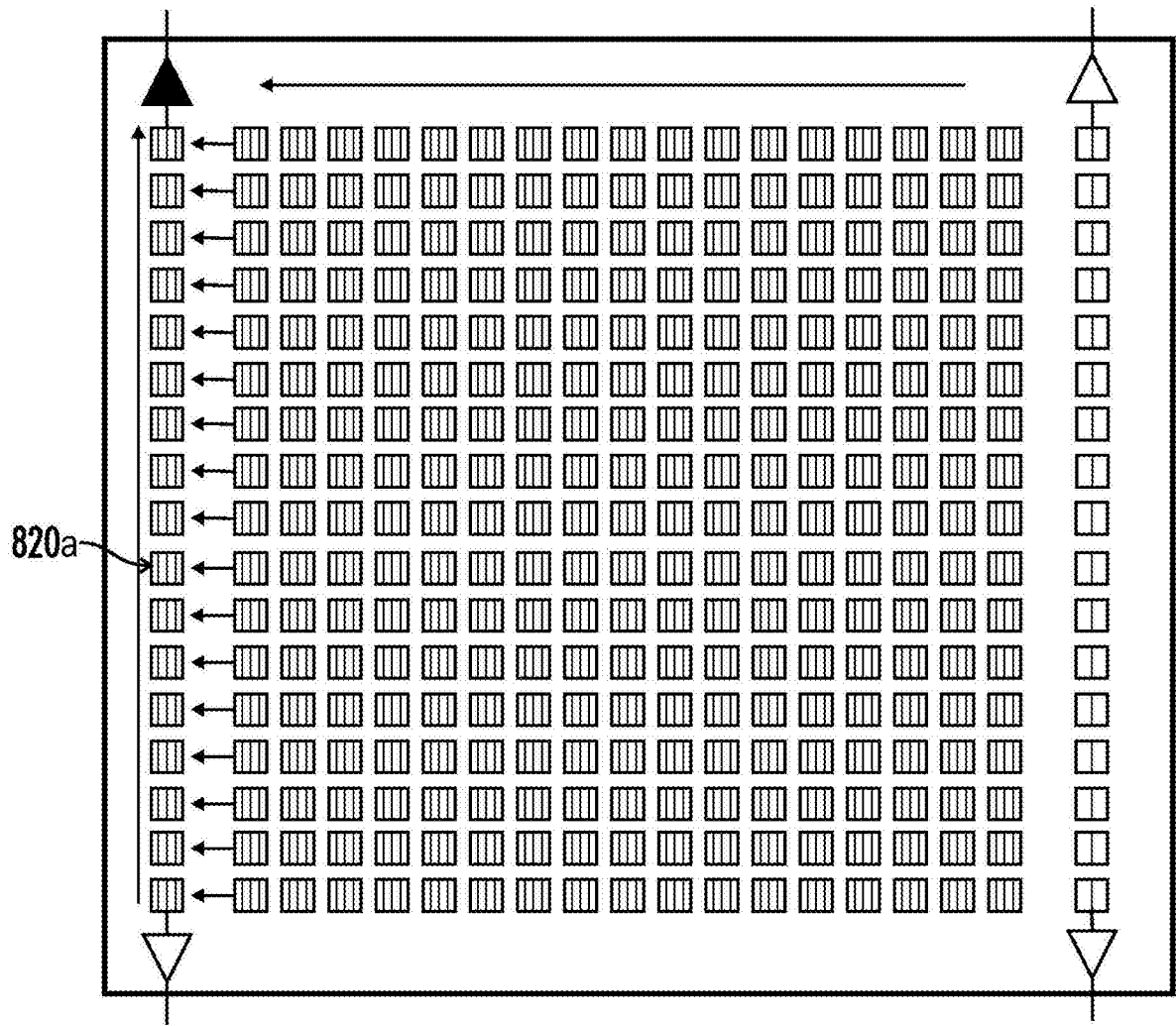


图8

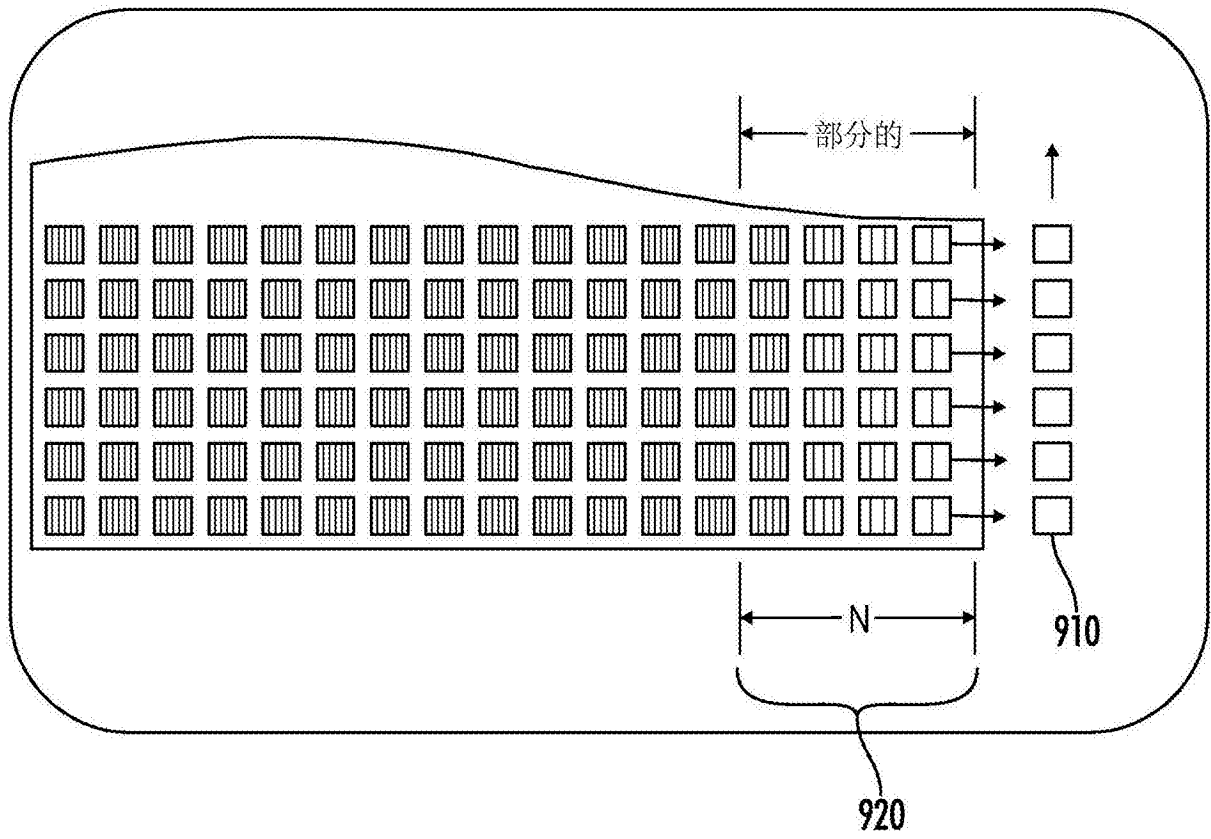


图9

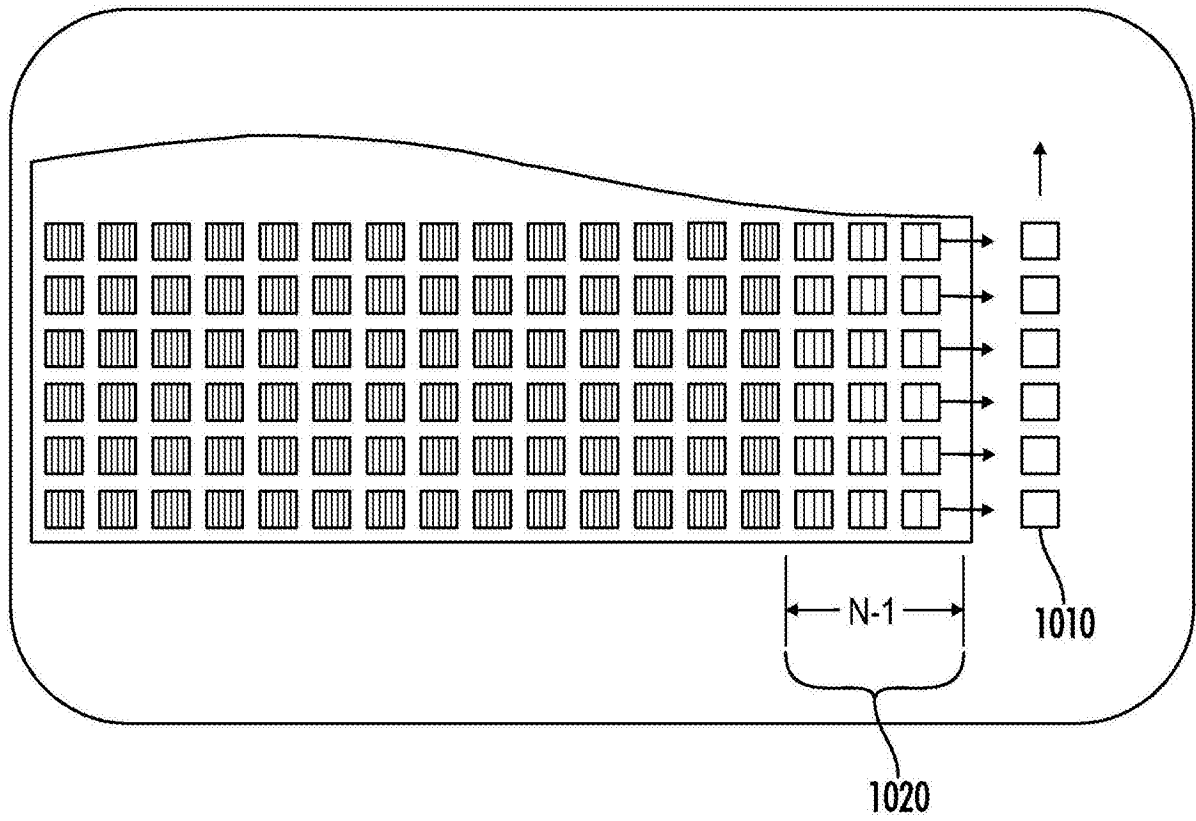


图10

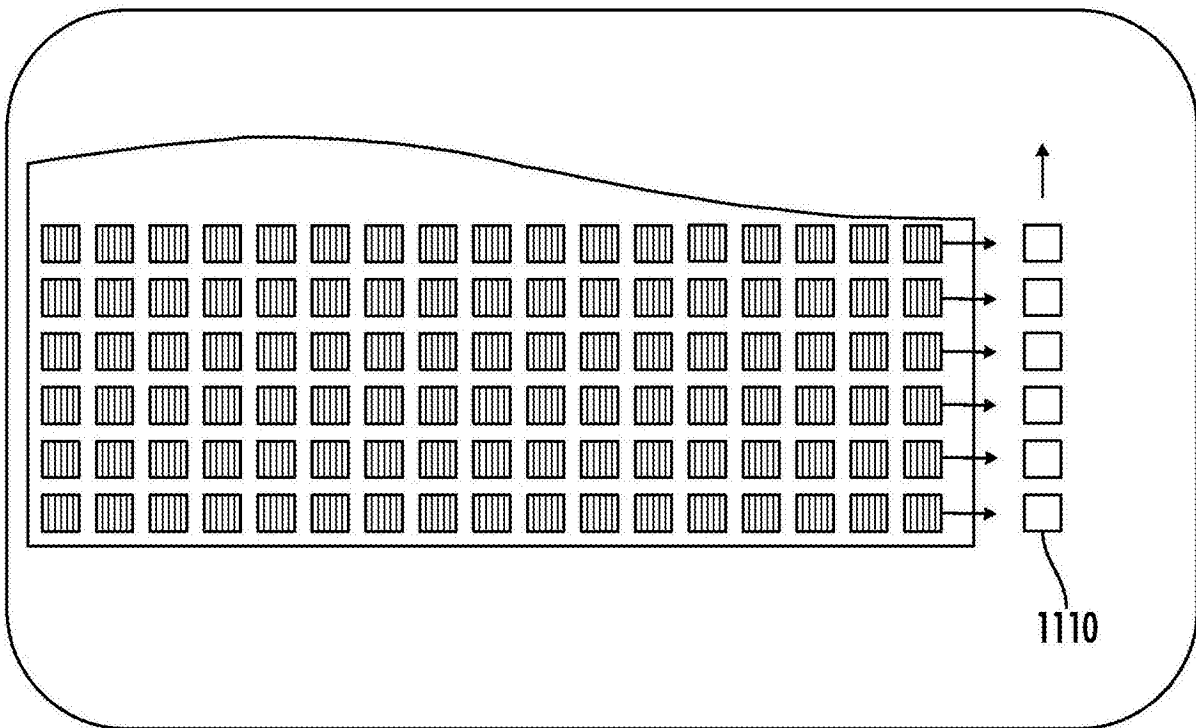


图11

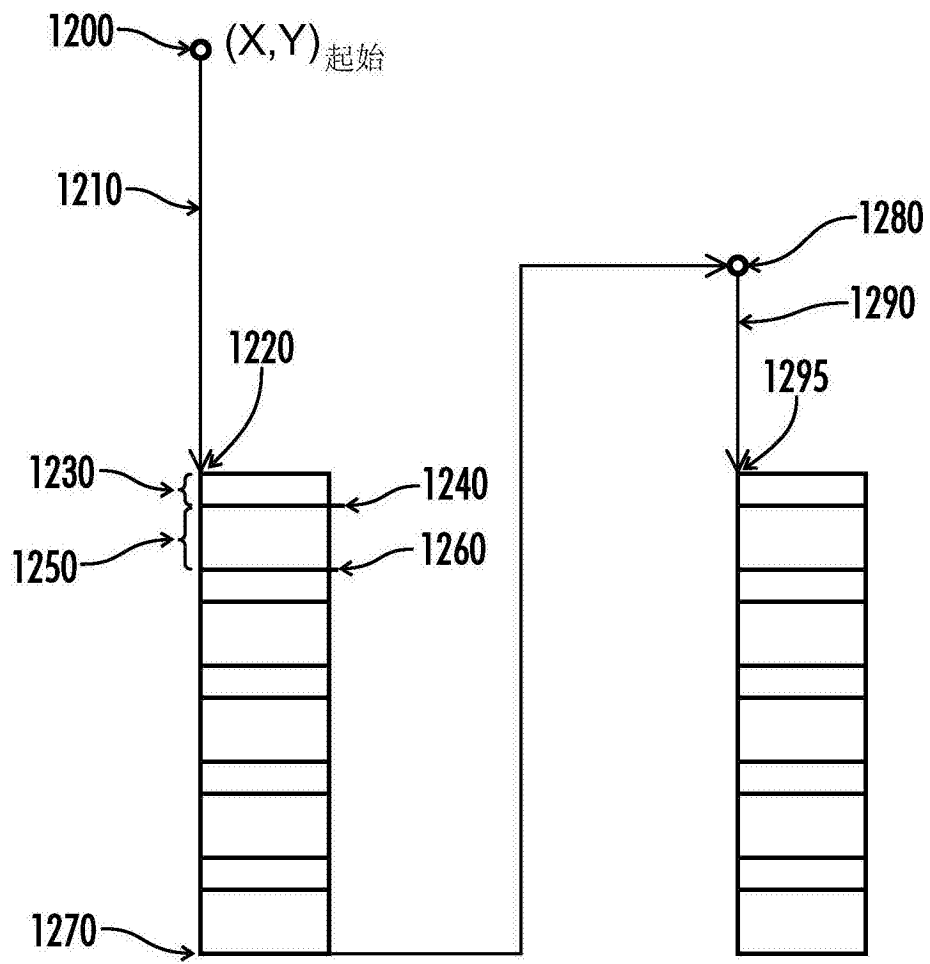


图12

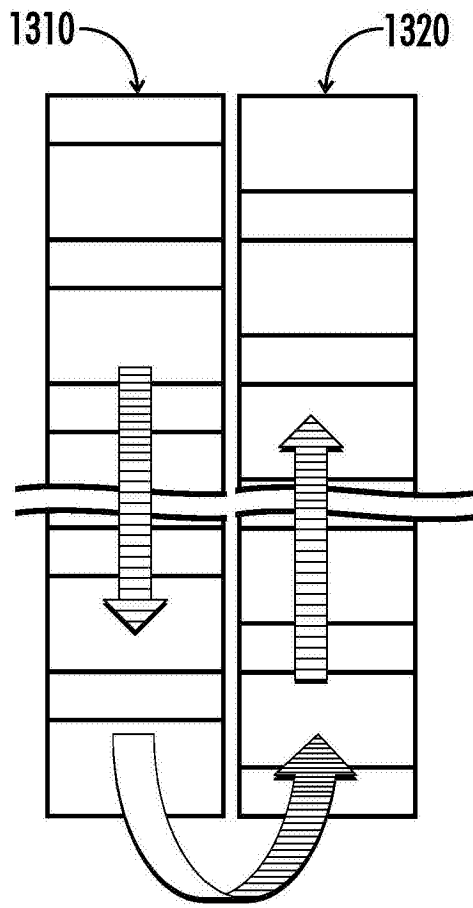


图13