



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102687245 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 19

(21) 申请号 201080046602. 0

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

(22) 申请日 2010. 10. 19

代理人 臧建明

(30) 优先权数据

61/252, 744 2009. 10. 19 US

12/906, 369 2010. 10. 18 US

(51) Int. Cl.

H01L 21/266 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/053204 2010. 10. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02011/049950 EN 2011. 04. 28

(71) 申请人 瓦里安半导体设备公司

地址 美国麻萨诸塞州格洛斯特郡都利路 35 号

(72) 发明人 班杰明·B·里欧登

尼可拉斯·P·T·贝特曼

查尔斯·T·卡尔森

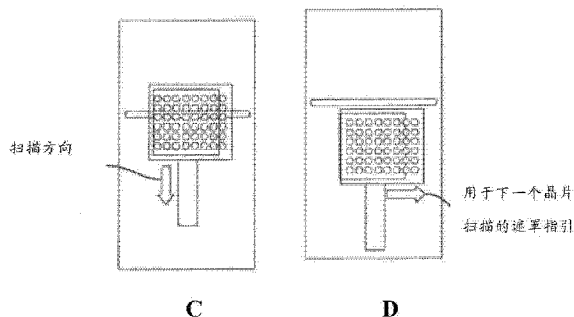
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 17 页

(54) 发明名称

图案化植入用的步进遮罩方法

(57) 摘要

揭示一种移动遮罩以执行衬底的图案化植入的改良方法。所述遮罩具有多个孔隙,且置放于离子源与所述衬底之间。在将所述衬底暴露于离子束之后,将所述遮罩相对于所述衬底指引至新位置且执行后续植入步骤。可经由选择孔隙大小以及形状、指引距离以及植入步骤的数目来产生多种植入图案。在一些实施例中,所述植入图案包含重掺杂水平条带,其中较轻掺杂区域介于所述条带之间。在一些实施例中,所述植入图案包含重掺杂区域的栅格。在其他实施例中,所述植入图案适合于与汇流排结构一起使用。



1. 一种将图案植入至衬底中的方法,包括:

在所述衬底与离子源之间置放具有至少一个孔隙的遮罩;

将所述衬底暴露于所述离子源,藉此将离子植入于与所述孔隙对准的所述衬底的第一区域中;

在第一方向上相对于所述衬底移动所述遮罩,以使得所述孔隙与所述衬底的第二区域对准;以及

将所述衬底暴露于所述离子源,藉此将离子植入于所述衬底的所述第二区域中,藉此所述第一区域的部分与所述第二区域的部分重叠,从而产生重植入区域。

2. 根据权利要求1所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述孔隙包括水平矩形,且所述遮罩在垂直方向上相对于所述衬底移动以便产生多个不同植入的水平条带。

3. 根据权利要求1所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述孔隙具有小于所述衬底的宽度的宽度,且所述遮罩在水平方向上相对于所述衬底移动以便产生植入的水平条带。

4. 根据权利要求1所述的将图案植入至衬底中的方法,其中在所述衬底并未暴露于所述离子源时,相对于所述衬底移动所述遮罩。

5. 根据权利要求1所述的将图案植入至衬底中的方法,还包括重复所述移动暴露步骤,直至在所述衬底中植入所述所要图案为止。

6. 根据权利要求3所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述遮罩包括多个水平配置的孔隙,在诸对邻近孔隙之间具有空间,且其中所述遮罩相对于所述衬底移动达等于诸对邻近孔隙之间的所述空间的距离。

7. 根据权利要求3所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述遮罩包括多个水平配置的孔隙,在诸对邻近孔隙之间具有空间,且其中所述遮罩相对于所述衬底移动达小于诸对邻近孔隙之间的所述空间的距离。

8. 根据权利要求1所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述遮罩包括两行水平配置的孔隙,其中第一行中的所述孔隙具有第一宽度且彼此分离开第一间隔,且第二行中的所述孔隙具有不同于所述第一宽度的第二宽度且彼此分离开第二间隔,且其中所述遮罩相对于所述衬底水平地移动以便产生具有不同植入离子量的行。

9. 根据权利要求8所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述遮罩移动达等于所述第二宽度的距离。

10. 根据权利要求3所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述孔隙包括自所述矩形的顶部或底部中的至少一者延伸的压痕,所述遮罩在垂直方向上相对于所述衬底移动以便产生具有重植入区的栅格。

11. 根据权利要求3所述的将图案植入至衬底中的方法,其中所述孔隙包括自所述矩形的顶部或底部中的至少一者延伸的压痕,所述遮罩在垂直方向上相对于所述衬底移动以便产生具有藉由至少一个垂直条带连接的水平条带的图案。

12. 根据权利要求1所述的将图案植入至衬底中的方法,还包括:

在第二方向上相对于所述衬底移动所述遮罩,以使得所述孔隙与所述衬底的第三区域对准;以及

将所述衬底暴露于所述离子源,藉此将离子植入于所述衬底的所述第三区域中,藉此

所述第一区域的部分、所述第二区域的部分与所述第三区域的部分重叠,从而产生重植入区域。

图案化植入用的步进遮罩方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种经由遮罩的离子植入,尤其涉及一种移动遮罩以执行衬底的图案化植入的方法。

背景技术

[0002] 离子植入是一种将导电率变更杂质引入至衬底中的标准技术。使所要杂质材料在离子源中离子化,使所述离子加速以形成规定能量的离子束,且使离子束指向衬底的表面。离子束中的高能离子渗透至衬底材料的主体中且嵌入至衬底材料的晶格中以形成所要导电率的区域。

[0003] 太阳能电池使用免费自然资源以提供无污染、平等取用的能源。归因于环境关注以及上涨的能源成本,可由硅衬底构成的太阳能电池在全世界变得重要。高效能太阳能电池的制造或生产的任何减少成本、或高效能太阳能电池的任何效率改良将对全世界的太阳能电池的实施具有正面影响。此情形将实现此清洁能源技术的较广可用性。

[0004] 掺杂可改良太阳能电池的效率。图 1 为选择性发射极太阳能电池 210 的横截面图。对发射极 200 掺杂且将额外掺杂剂提供至触点 (contact) 202 下的区域 201 可增加太阳能电池 210 效率 (例如,在太阳能电池连接至电路时所转换的以及收集的电力的百分比)。对区域 201 较重地掺杂会改良导电率且在触点 202 之间具有较少掺杂会改良电荷收集。触点 202 可仅隔开约 2 毫米至 3 毫米。区域 201 可仅为约 100 微米至 300 微米宽。图 2 为指叉型背部触点 (interdigitated back contact, IBC) 太阳能电池 220 的横截面图。在 IBC 太阳能电池中,接面在太阳能电池 220 的背部上。在此特定实施例中,掺杂图案为交替 p 型以及 n 型掺杂区域。可对 p+ 发射极 203 以及 n+ 背表面场 204 掺杂。此掺杂可使 IBC 太阳能电池中的接面能够起作用或具有增加的效率。

[0005] 在过去,使用含有掺杂剂的玻璃或糊状物来对太阳能电池掺杂 (含有掺杂剂的玻璃或糊状物经加热而将掺杂剂扩散至太阳能电池中)。此举并不允许对太阳能电池的各种区域精确掺杂,且若存在空隙、气泡或污染物,则可出现不均匀掺杂。太阳能电池可受益于离子植入,这是因为离子植入允许对太阳能电池精确掺杂。然而,太阳能电池的离子植入可能需要特定掺杂剂图案或仅对太阳能电池衬底的特定区域植入以离子。以前,使用光阻以及离子植入来完成仅对衬底的特定区域植入。然而,使用光阻给太阳能电池生产增加额外成本,这是因为涉及额外制程步骤。太阳能电池表面上的其他硬式遮罩同样昂贵且需要额外步骤。

[0006] 经由遮罩 (诸如,蔽荫遮罩 (shadow mask) 或接近式遮罩 (proximity mask)) 来对衬底植入具有若干缺点。第一、若经由遮罩对衬底植入,则离子植入器的输送量减小,这是因为一些离子束被阻断。第二、遮罩难以按成本有效方式来制造,尤其是具有小孔隙大小的遮罩。第三、遮罩本身可归因于孔隙的大小而为易碎的。若孔隙之间的支撑物或固体遮罩部分变弱,则孔隙可能不与衬底的所要区域对准。在植入期间可导致不良植入区域置放、不良尺寸公差、热膨胀或遮罩的损坏。第四、使用遮罩会产生两个剂量的区域:具有植入剂

量的第一区域以及具有零剂量的第二区域。一些应用可能需要具有交替条状图案的较可定位准的剂量。然而,进行跨越衬底的整个面的毯覆式植入且接着使用遮罩进行选择性的植入需要重新定位遮罩或衬底。此情形减小植入器的输送量,给植入器增加复杂性,且减小植入图案的逼真度(fidelity)。因此,此项技术中需要一种经由遮罩植入的改良方法,且更特定言之,一种移动遮罩以执行衬底的图案化植入的方法。

发明内容

[0007] 揭示一种移动遮罩以执行衬底的图案化植入的改良方法。所述遮罩具有多个孔隙,且置放于离子源与所述衬底之间。在将所述衬底暴露于离子束之后,将所述遮罩相对于所述衬底指引(index)至新位置且执行后续植入步骤。可经由选择孔隙大小以及形状、指引距离以及植入步骤的数目来产生多种植入图案。在一些实施例中,所述植入图案包含重掺杂水平条带,其中较轻掺杂区域介于所述条带之间。在一些实施例中,所述植入图案包含重掺杂区域的栅格。在其他实施例中,所述植入图案适合于与汇流排结构一起使用。

附图说明

[0008] 为了更好地理解本揭示,请参看附图,所述附图以引用的方式并入本文中。

[0009] 图 1 为选择性发射极太阳能电池的横截面图。

[0010] 图 2 为指叉型背部触点太阳能电池的横截面图。

[0011] 图 3 为经由遮罩进行的植入的横截面图。

[0012] 图 4 为遮罩的实施例的前视平面图以及横截面图。

[0013] 图 5A 至图 5D 说明第一顺序扫描方法。

[0014] 图 6 为单一剂量分段遮罩的前视平面图。

[0015] 图 7A 至图 7F 为说明以 2 : 1 的区段: 蔽荫比率进行的顺序扫描。

[0016] 图 8 为多剂量分段遮罩的前视平面图。

[0017] 图 9A 至图 9J 为说明藉由图 8 的遮罩实施例进行的顺序扫描。

[0018] 图 10A 至图 10D 为说明第二顺序扫描方法。

[0019] 图 11A 至图 11F 为遮罩与所得植入区域的比较。

[0020] 图 12A 至图 12B 为遮罩与所得植入图案的实施例。

[0021] 图 13A 至图 13C 为步进遮罩以及所得植入图案的实施例。

[0022] 图 14A 至图 14D 为汇流排的步进遮罩植入的实施例。

[0023] 图 15A 至图 15C 显示使用倾斜植入(angled implant)的实施例。

[0024] 图 16A 至图 16E 为另一遮罩以及所得植入区域的实施例。

[0025] 图 17A 至图 17E 为显示可在两个维度上平移的遮罩的实施例。

具体实施方式

[0026] 本文中结合太阳能电池描述此系统的实施例。然而,此系统的实施例可与(例如)半导体衬底或平板一起使用。因此,本发明不限于下文所描述的特定实施例。

[0027] 图 3 为经由遮罩进行的植入的横截面图。当衬底 100 中的离子植入的特定图案为所要时,可使用遮罩 104。此遮罩 104 可为蔽荫遮罩或接近式遮罩。遮罩 104 在离子束 101

的路径上置放于衬底 100 的前方。衬底 100 可为（例如）太阳能电池。衬底 100 可置放于平板 102 上，平板 102 可使用静电力或物理力 (physical force) 来保持衬底 100。遮罩 104 具有对应于衬底 100 中的离子植入的所要图案的孔隙 105。孔隙 105 可为条带、圆点或其他形状。使用遮罩 104 会消除其他离子植入技术所需的制程步骤（诸如，丝网印刷或微影）。

[0028] 图 4 为遮罩的实施例的前视平面图以及横截面图。遮罩 104 定位于衬底 100 的前方。在每一遍 (pass) 植入之后，将遮罩 104 指引或平移至新位置。遮罩 104 的孔隙 105 经设计以使得在每一遍之后，目标区的总的所要剂量的一部分已施加至衬底 100。遮罩 104 的孔隙 105 沿着经指引的长度隔开，以使每一区域中的剂量变化。经由遮罩定位特征（诸如，遮罩对准插脚 (pin) 107）将遮罩 104 安装至驱动机构 106。遮罩 104 由在与驱动机构 106 相对的侧上的遮罩间隙物 108 来支撑，以维持与衬底 100 的平行性。衬底夹钳 109（其为平板 102 的实例）可为静电的或机械的。在一个实施例中，使用接地插脚将衬底 100 配置于衬底夹钳 109 上。可使用接地插脚来定位遮罩驱动机构 106。遮罩驱动机构 106 可具有等于遮罩图案长度的工作范围。驱动机构 106 可为齿条与小齿轮机构或熟悉此项技术者所知的任何其他驱动机构。

[0029] 在图 4 中所说明的参考插脚 110 的替代实施例中，在夹持之前，可藉由使衬底 100 的边缘滑动至遮罩特征上来直接使衬底 100 与遮罩 104 对齐或对准。此举可将衬底 100 对齐或对准，这是因为遮罩 104 可直接定位于扫描机构 111 上。遮罩 104 无需移动离开对齐表面而移动至新的植入位置。此举可改良衬底对齐的可重复性。

[0030] 遮罩 104 中的孔隙可为任何形状，诸如，方形（如图 4 中所显示）或矩形（如图 13 中所显示）。亦可使用其他形状（诸如，图 12 以及图 14 中所显示的形状）。据称，每一孔隙具有宽度（水平尺寸）以及高度（垂直尺寸）。在一些实施例中，在水平（或横向）方向上指引遮罩，而在其他实施例中，在垂直方向上指引遮罩。在其他实施例中，如图 17 中所描述，在两个方向上指引遮罩。孔隙的大小以及形状、孔隙之间的间隔、指引距离的方向以及量值 (magnitude) 以及植入步骤的数目均有助于判定最终植入图案。

[0031] 图 5A 至图 5D 为说明第一顺序扫描方法。虽然说明扫描衬底 100，但可代替衬底扫描或结合衬底扫描来扫描离子束 101。经由遮罩 104 对衬底 100 植入。接着使遮罩 104 与衬底 100 相对于彼此平移（图 5B 至图 5C）且再次在第二位置中进行植入。此顺序扫描使得能够对整个衬底 100 植入以所要图案。

[0032] 在一些实施例中，诸如图 5A 至图 5D 中所显示，当衬底已移出离子束 101 之外时，可出现遮罩的平移，以便不会在移动期间疏忽地植入离子。举例而言，在图 5A 中，当使用离子束 101 来将离子植入至衬底 100 中时，将遮罩 104 相对于衬底 100 固持于第一位置中。在衬底 100 以及遮罩 104 已移动至离子束之外（图 5B）之后，将遮罩 104 相对于衬底 100 指引至第二位置。接着将衬底 100 以及遮罩 104 移动穿过离子束 101，如图 5C 中所显示。接着将遮罩 104 相对于衬底 100 移动至第三位置，如图 5D 中所显示。为了增加操作的效率，可在衬底位于离子束 101 上方时（如图 5B 中所显示）或在衬底位于离子束下方时（如图 5D 中所显示），平移遮罩 104。意欲按照步阶函数 (step function) 来施加图案。

[0033] 在其他实施例中，可在衬底 100 行进穿过离子束 101 的同时移动遮罩 104。此整合运动（亦即，遮罩 104 与衬底 100 两者同时在不同方向上移动）倾向于使至衬底 100 上的图案变模糊。在此实施例中，所述图案可为在水平方向上为整体的任何轮廓 (profile)。

[0034] 在一个特定例子中,以第一剂量执行对衬底 100 的表面的至少超过 50%的植入。接着可以较高第二剂量对衬底 100 的较小百分比植入。

[0035] 使用图 5A 至图 5D 中所显示的顺序扫描方法将产生具有已被植入的多个水平条带的衬底 100,所述多个水平条带穿插有未被植入的水平条带。在图 5 的此实施例中,可将遮罩 104 横向地(亦即,水平地)移动达等于两个邻近孔隙 104 之间的间隔的距离。遮罩 104 相对于衬底 100 移动的距离被称为指引距离。在孔隙的宽度等于孔隙之间的间隔的宽度的遮罩中,此将用 2 遍来产生所要条状图案。第一遍将产生掺杂棋盘形图案。第二遍将填充掺杂方形之间的空间,藉此将其转换成条带。

[0036] 此技术的一个优点是遮罩的结构完整性增加。具有长孔隙(呈条带的形式)的遮罩可能较易碎且较容易遭受疲劳以及失效。图 5 的遮罩 104 得到加强,这是因为孔隙 105 与遮罩中的材料的量相比而言较小。

[0037] 图 6 为单一剂量分段遮罩 104 的前视平面图。如上文所描述,单一剂量分段遮罩经由狭缝或孔隙 105 对衬底 100 植入以一系列水平条带。每一植入的条带将具有相同剂量,因此称为“单一剂量”遮罩。遮罩的一个特性是:分段孔隙 105 的长度(或宽度)与邻近分段孔隙 105 之间的遮罩部分的长度的比例。此比例称作区段:蔽荫比率(segment-shadow ratio)。举例而言,经设计以用六遍植入条状区域的遮罩 104 将具有为区段:蔽荫比率 5:1。因此,具有较大的区段:蔽荫比率的遮罩将需要较大数目的遍数以产生跨越条带具有均匀剂量的图案。然而,在每一遍期间,会归因于遮罩蔽荫的有限量而植入较多离子。具有较低的区段:蔽荫比率的遮罩将在结构上较具刚性且需要较少步骤来完成均匀条状植入。

[0038] 孔隙形状的另一实例为矩形。若使用矩形形状,则邻接植入步骤具有最低的剂量均匀性缺乏。对于生产,可使用具有圆角的矩形、椭圆形以及坑孔(bored holes),以减少制造成本且减小条带的厚度。

[0039] 图 7A 至图 7C 为说明以 2:1 的区段:蔽荫比率进行的顺序扫描。具有区段:蔽荫比率 2:1 的遮罩 114 可以不同位置的三次植入的序列产生植入图案(图 7A 至图 7C)。在图 7A 至图 7C 中,分别在顶部说明遮罩 114 且在下部说明衬底 100 上的图 7A 至图 7C 的所得植入。在此特定实施例中,遮罩 114 以及/或衬底 100 可平移。在第一遍(图 7A)之后,衬底 100 具有类似棋盘形图案 116 的植入区域。在第二遍(图 7B)之后,孔隙 115 已移动以允许对棋盘形图案之间的区域植入。然而,棋盘形图案的部分 117 承受第二植入,且因此,虽然已产生水平条带 118,但此条带的配料尚不均匀。在第三步骤(图 7C)之后,每一水平条带 118 的所有部分确切地暴露于离子束两次,藉此产生均匀掺杂区域。

[0040] 图 7D 至图 7F 显示在每一步骤期间所达成的植入的不同表示。图 7D 显示在第一遍(图 7A)之后的水平条带 118 的植入图案。此时,已将离子植入至交叉影线区域 112 中。图 7E 显示在第二遍(图 7B)之后的离子植入。先前已植入区域 113 现在显示为白色区域。注意,一些区域承受两次植入,此情形经由较高区块来指示。其他区域承受其第一离子植入,且因此,交叉影线区域 112 以两个不同层次(levels)显示。图 7F 显示在第三遍(图 7C)之后的离子植入。注意,衬底 100 中的水平条带 118 的所有部分确切地承受两个剂量的离子植入。

[0041] 图 8 为多剂量分段遮罩 124 的前视平面图。正交扫描的遮罩的区段的间隔可变化,

以变更各种条带的施加剂量。因此,可在单一遮罩下对衬底植入以多个剂量,而无需执行在衬底的整个面上的“毯覆式”植入(此“毯覆式”植入可不使用遮罩)。在图8中所说明的实施例中,将遮罩孔隙125划分成一系列交替行(row)。较大孔隙126具有区段:蔽荫比率4:1,而较小孔隙127具有区段:蔽荫比率1:4。此遮罩124的实施例对孔隙105之间的区给予较多结构支撑。遮罩124将扫描遍及五个不同位置以产生均匀条带。此情形在图9A至图9E中加以说明。

[0042] 图9A至图9E为说明藉由图8的遮罩实施例进行的顺序扫描。遮罩扫描遍及对应于图9A至图9E的五个不同位置。在第一遍(图9A)之后,大孔隙126达成衬底100上的开放场(open-field)剂量的80%的剂量且小孔隙127达成衬底100上的开放场剂量的20%的剂量。在第二遍(图9B)之后,因为遮罩124的横向移动允许对大孔隙126之间的区域植入,所以形成由大孔隙126形成的水平条带128。注意,尚未完全形成将由小孔隙127产生的窄条带129。事实上,仅植入此等条带129的2/5。在每一遍(图9C、图9D)之后,水平条带128继续增加施加至区域的剂量,而窄条带129继续形成,在诸遍植入之间无重叠。在第五遍之后,水平条带128的所有部分已植入4次(或承受80%剂量)。与此对比,水平条带129的部分确切地植入一次(其等于20%剂量)。

[0043] 图9F至图9J显示此等植入图案的第二表示。每一图的上部线显示水平条带128的植入,而每一图的下部线显示窄条带129的植入。在第一植入(图9A以及图9F)之后,已植入大部分水平条带128,如藉由交叉影线区域122指示。然而,仅植入窄条带129的1/5。在图9G中,先前植入123显示为白色区域,而新植入显示为交叉影线区域122。针对五次植入继续此程序。注意,在五次植入之后,上部线显示条带128的所有部分已确切植入四次。与此对比,下部线显示在此程序期间窄条带129仅植入一次。

[0044] 应注意,本揭示不限于此多剂量分段遮罩124。举例而言,在孔隙的各行之间可能存在垂直间隔,此可产生未被植入的衬底的水平条带。另外,本揭示不限于仅2个不同剂量。可使用具有不同区段:蔽荫比率的额外孔隙来产生各种剂量的水平条带。可使孔隙交织以产生非步阶类型图案。在垂直量测剂量轮廓时,若适当地配置孔隙,则可达成几乎任何目标轮廓。

[0045] 藉由比较,继之以单一遮罩植入的跨越衬底面的毯覆式植入将各自在目标区中承受100%剂量。然而,用以执行毯覆式植入的遮罩的移动将减小植入器的输送量。

[0046] 在一特定实施例中,可使遮罩以及衬底一起相对于离子束101旋转或倾斜。在此实施例中,在类似于本文中所描述的其他实施例的程序中指引分段遮罩植入。遮罩位于较远离衬底之处,以使得对于每一指引的角度,蔽荫移动至不同位置。遮罩的移动需要考虑倾斜角度对穿过孔隙的离子束的影响。图15A显示遮罩194以及衬底100,藉由正交离子束101对衬底100植入以产生植入区域196。图15B显示相对于离子束101倾斜的相同衬底100以及遮罩194。注意,离子束101现对不同于藉由正交植入而植入的区域的区域植入。为了对此进行补偿,可能需要基于倾斜角的方向而使遮罩194最初垂直地或水平地偏离其正交位置,如图15C中所显示。若在植入期间倾斜角保持恒定,则指引距离可能与用于正交植入的指引距离一样。若将使用多个倾斜角执行多次植入,则必须针对每一倾斜角正确地计算初始偏移。沿着植入的条带的剂量均匀性类似于本文中所描述的正交指引遮罩的植入。

[0047] 在又一实施例中,指引距离可变化以达成沿着指引方向的特定分布。换言之,遮罩相对于遮罩而平移的距离可能并不恒定。此举可在衬底上提供非均匀剂量分布。可增加指引距离与区段长度的比率,以减小区段之间的间隙或增加植入的特征的平滑度。可能需要增加指引或步骤以维持相同剂量。为此,可增加扫描速度以达成每一扫描的减小剂量。

[0048] 如上文所叙述,遮罩与衬底之间的平移可处于水平(横向)方向上,或处于垂直方向上。图 10A 至图 10D 为说明第二顺序扫描方法。图 5 显示在垂直于扫描方向的方向上(亦即,横向地)指引遮罩 104 的实施例。此举使遮罩产生由水平条带组成的植入区域。在此扫描方法中,在平行于扫描方向的方向上(亦即,垂直地)移动遮罩 134。遮罩 134 定位于衬底 100 的前方且在预定数目遍植入的后指引至新位置。遮罩 134 的孔隙 135 以及指引距离经设计以使得需要比衬底 100 的其他区的剂量高的剂量的衬底 100 的区第二次暴露于离子束 101。图 10A 显示相对于衬底 100 处于第一位置中的遮罩 134。在完成植入之后,相对于衬底 100(诸如,垂直地)移动遮罩 134,如图 10C 中所显示。接着使遮罩 134 以及衬底 100 与离子束 101 一致地移动,以便在此第二位置中对衬底 100 植入,如图 10D 中所显示。在第一位置以及第二位置两者中暴露的衬底 100 的任何区域将承受两次离子暴露。

[0049] 换言之,可取决于遮罩的类型以及所要植入图案而相对于衬底 100 在垂直方向或水平方向上移动遮罩。

[0050] 图 11A 至图 11E 为遮罩与所得植入区域的比较。图 11A 中的遮罩 144 为具有遮罩对跨距比率(mask-to-span ratio)1 : 1 的遮罩 144。图 11B 中的遮罩 154 具有孔隙 155,其横跨图 11A 的遮罩 144 中的三行孔隙 145 的宽度。孔隙大小、形状以及宽度的其他变化是可能的。在一个特定实施例中,可将图 11B 的遮罩 154 步进或指引至三个不同位置,以完成太阳能电池的植入。图 11C 为在三个不同植入位置中的仅一个位置之后使用图 11B 的遮罩 154 进行的在衬底 100 中的所得植入。图 11D 显示植入图案的不同表示。此图表示衬底 100 的垂直横截面图。除了在遮罩 154 正下方、相邻孔隙 155 之间的区域之外,对衬底 100 的所有区域植入。植入区域 152 显示为交叉影线区域。图 11D 显示在植入位置中的一个植入位置(亦即,图 11C)之后的所得植入。图 11E 显示在两个植入步骤之后使用图 11B 的遮罩 154 进行的在衬底 100 中的所得植入。在第一步骤期间所执行的植入步骤显示为白色区域 153,而新植入藉由交叉影线区域 152 来指示。因为遮罩 154 已向上平移,所以植入区域 152 并不与先前已植入区域 153 对准,藉此产生已植入两次的区域,以及仅植入一次的其他区域。图 11F 显示在完成三个植入步骤之后使用图 11B 的遮罩 154 进行的在衬底 100 中的所得植入。再次,在前两个步骤期间所执行的植入步骤显示为白色区域 153,而新植入藉由交叉影线区域 152 来指示。区域 159 已在所有三个植入步骤期间植入,而其他区域仅在 3 个植入步骤中的确切 2 个植入步骤期间植入。因此,此遮罩图案以及指引距离产生以下特征的衬底:其中,一些区域承受等于其他区域 159 所承受的最大剂量的 2/3 的剂量。

[0051] 在此实例中,较重植入区域 159 的宽度、指引距离以及分离距离(孔隙之间的间隔)几乎相同。然而,此并非要求。事实上,分离距离无需恒定。另外,需要时,每一孔隙的大小可变化。图 16A 显示具有区段:蔽荫比率 1 : 1 的遮罩 144。图 16B 显示分离距离大致等于孔隙开口 165 的三倍的遮罩 164。然而,所得重植入区域 167(参见图 16E)比分离距离窄得多。在此实施例中,使用三个植入步骤来产生以下特征的图案:其中,重植入区域 167 承受三倍于其他区域的剂量的剂量。图 16A 中的遮罩为具有遮罩对跨距比率 1 : 1 的

遮罩 144。图 16B 中的遮罩 164 具有孔隙 165,其横跨图 16A 的遮罩 144 中的一个孔隙的宽度。图 16B 中的遮罩 164 亦具有孔隙 166,其横跨图 11A 的遮罩 144 中的三行孔隙的宽度。邻近孔隙 165、166 之间的分离距离亦横跨一行孔隙 145。孔隙大小、形状以及宽度的其他变化是可能的。图 16C 为在三个不同植入位置中的仅一个位置之后使用图 16B 的遮罩 164 进行的在衬底 100 中的所得植入的垂直剖面表示。在此步骤期间植入的区域显示为交叉影线区域 162。图 16D 显示在两个植入步骤之后使用图 16B 的遮罩 164 进行的在衬底 100 中的所得植入。第一植入步骤显示为白色区域 163,而新植入显示为交叉影线区域 162。图 16E 显示在完成三个植入步骤之后使用图 16B 的遮罩 164 进行的在衬底 100 中的所得植入。区域 167 已在三个植入步骤期间植入,而其他区域仅在 3 个植入步骤中的确切 1 个植入步骤期间植入。

[0052] 步进遮罩概念不限于具有条带形状孔隙的遮罩。图 12A 至图 12B 为遮罩 174 与其所得植入图案的实施例。可藉由设计用以产生适当重叠区域的遮罩来将许多不同图案植入至衬底中。可使重配量特征为离散的且可重复图案达至少某种程度。在图 12A 至图 12B 的实施例中,步进遮罩 174 图案在衬底 100 上产生栅格状图案。在此状况下的孔隙 175 除小压痕 (indentation) 176 外不具有重叠。此等压痕区 176 植入两次且在衬底 100 上形成栅格。图 12B 为在将遮罩 174 移动至第二位置之后在衬底 100 上的所得植入图案。衬底 100 的一些区域 (压痕区) 是以比衬底 100 的其他区域的剂量高的剂量植入。

[0053] 图 17A 至图 17E 表示遮罩 284 以及对应植入。图 17A 显示具有孔隙 285 的遮罩 284。图 17B 显示在遮罩 284 用于一个步骤之后的植入图案。在完成此步骤之后,相对于衬底 100 向右移动遮罩 284,且执行第二植入。图 17C 显示在执行两次植入之后的所得植入图案。注意,遮罩 284 的此移动产生具有非均匀掺杂浓度的水平条带 286。接着垂直向下移位遮罩 284 且执行另一植入。图 17D 显示在三次植入之后的所得图案。接着向左移位遮罩 284 且执行第四植入。所得图案在整个衬底 100 上具有毯覆式植入与呈交叉状图案的额外掺杂,此是因为较重掺杂区域 287 在衬底上形成水平条带与垂直条带两者。

[0054] 图 13A 至图 13C 为步进遮罩以及所得植入图案的实施例。为了便于理解,将遮罩 184 显示为与衬底 100 分离。在植入期间,遮罩 184 实际上将配置于衬底 100 之上,如图 3 中所见。在此实施例中,遮罩 184 具有三个孔隙 185。在图 13A 中,遮罩 184 处于第一位置中且执行植入。此举在衬底 100 中产生第一植入区域 186,其可为太阳能电池。在图 13B 中,遮罩 184 相对于衬底 100 移动或指引至第二位置。在图 13C 中,执行第二植入。此举在衬底 100 中产生第二植入区域 187。现在,衬底 100 具有第一植入区域 186 以及第二植入区域 187。在一些部分中,第一植入区域 186 与第二植入区域 187 重叠,从而形成重掺杂区域 188。重植入区域 188 具有约两倍于第一植入区域 186 以及第二植入区域 187 的剂量,这是因为衬底 100 的此特定区域承受两次植入。当然,其他剂量是可能的。虽然将第一植入区域 186 显示为藉由线分离,但各种植入区域可造成第一植入区域 186 邻接彼此而在其之间无间隙,或具有轻微重叠 (类似重植入区域 187)。然而,归因于植入以及遮罩 184 指引的机械学,小间隙可存在于第一植入区域 186 之间。重植入区域 187 可对应于 (例如) 在图 1 中的触点 202 之下的区域 201,且第一植入区域 186 以及第二植入区域 187 可对应于 (例如) 图 1 中的发射极 200。

[0055] 使用步进遮罩 184 (诸如,图 13A 至图 13C 中所说明的遮罩) 可增加输送量。并不

必须将遮罩 184 自衬底 100 的前方移除。在一个例子中,将遮罩 184 与衬底 100 一起作为夹层 (sandwich) 移除。在另一例子中,将遮罩 184 保持在适当位置中且仅移除衬底 100。使用此步进遮罩 184 亦可减小衬底 100 或平板 102 上的热负载。步进遮罩可改良加工或减少遮罩 184 的成本,此是因为孔隙 185 较大。

[0056] 图 14A 至图 14D 为用以产生在汇流排 (bus-bars) 下方的重掺杂区域的步进遮罩植入的实施例。图 14A 显示可用以产生所要植入图案的遮罩 244。遮罩 244 中的孔隙 245 为不规则形状,其沿着每一孔隙 245 的顶侧具有压痕 246。图 14B 至图 14D 表示实现区域中的掺杂的三次植入的系列,所述区域最终将在衬底 100 的汇流排下方。在一实施例中,触点 (诸如,图 1 的触点 202) 将电流供应至较大汇流排。在此,使用产生图 14B 的左侧上所说明的植入图案的遮罩 244。在一次植入之后的植入图案显示于图 14B 的右侧上。在此特定实施例中,植入区域 247 为 T 形形状。图 14C 显示在执行两个植入步骤之后的所得植入图案。在此实施例中,相对于衬底 100 垂直地指引遮罩 244。归因于指引距离以及孔隙的形状,产生了倒“T”形形状的重掺杂区域 248,其已在两个植入步骤期间得以植入。亦存在仅植入一次的区域,以及不承受植入的其他区域。若将此遮罩 244 步进或指引至第三位置,则所得植入图案说明于图 14D 的右侧上。较暗区域 248 比较轻掺杂区域 (藉由斜线表示) 受到更重掺杂。在汇流排之下的植入将减小重组以及串联电阻。

[0057] 本揭示的范畴不受本文中所描述的特定实施例限制。实际上,一般熟悉此项技术者将自上述描述以及附图显而易见除本文中所描述的实施例以及修改外的本揭示的其他各种实施例以及修改。因此,此等其他实施例以及修改意欲落入本揭示的范畴内。此外,虽然本文中已在针对特定目的的特定环境下的特定实施方案的情况下描述本揭示,但一般熟悉此项技术者将认识到,本揭示的适用性不限于此且可在针对任何数目个目的的任何数目个环境下有益地实施本揭示。因此,下文所阐述的申请专利范围应根据如本文中所描述的本揭示的全广度以及精神来解释。

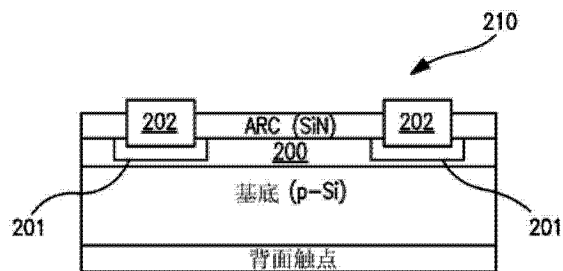


图 1

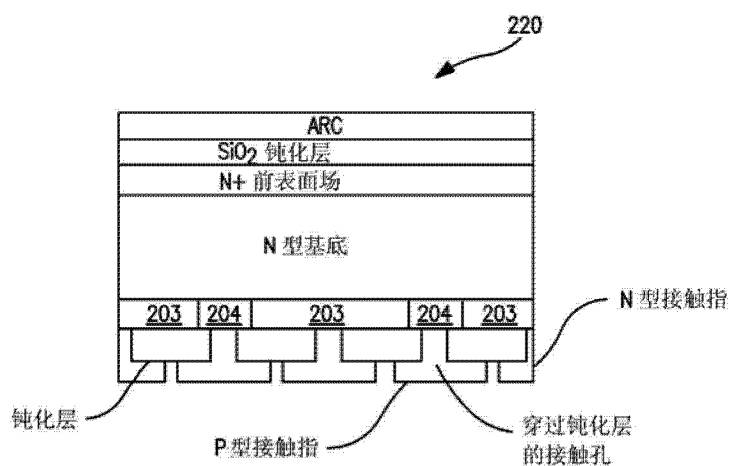


图 2

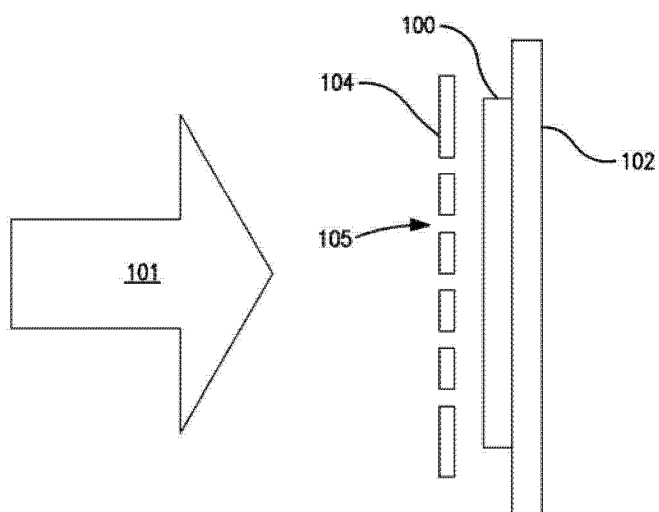


图 3

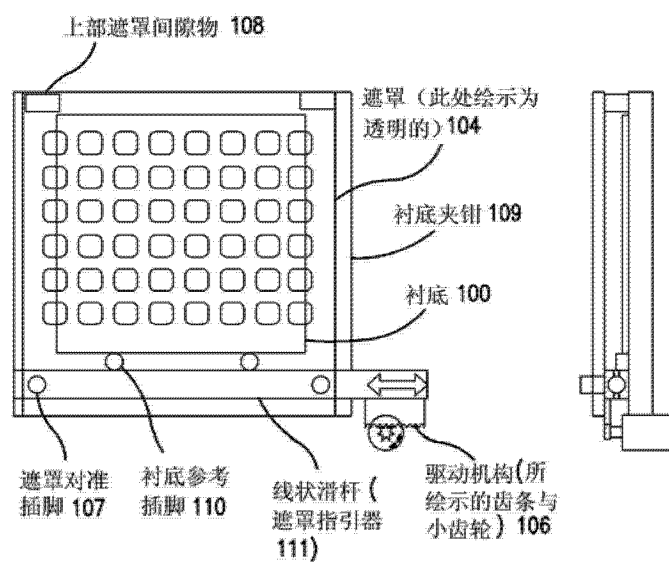


图 4

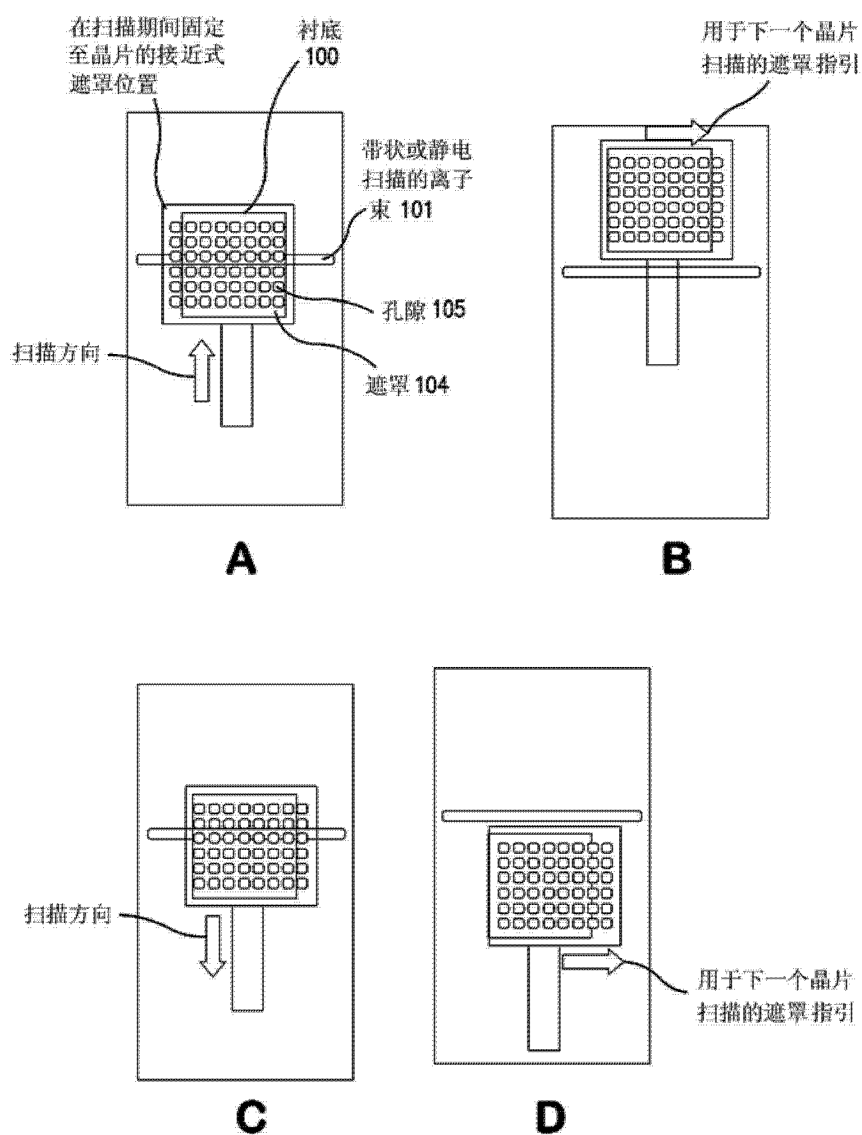


图 5

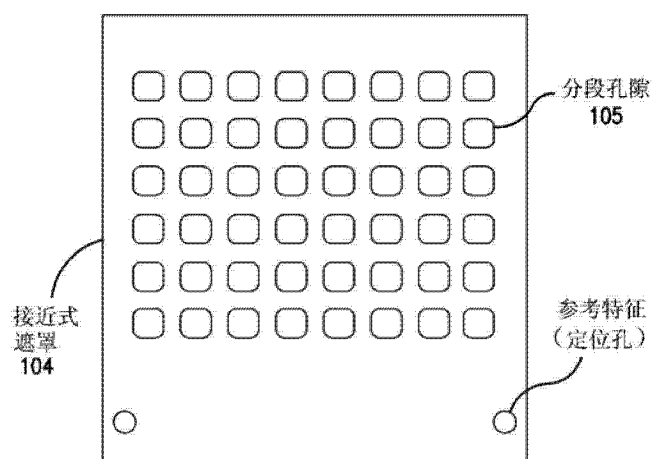


图 6

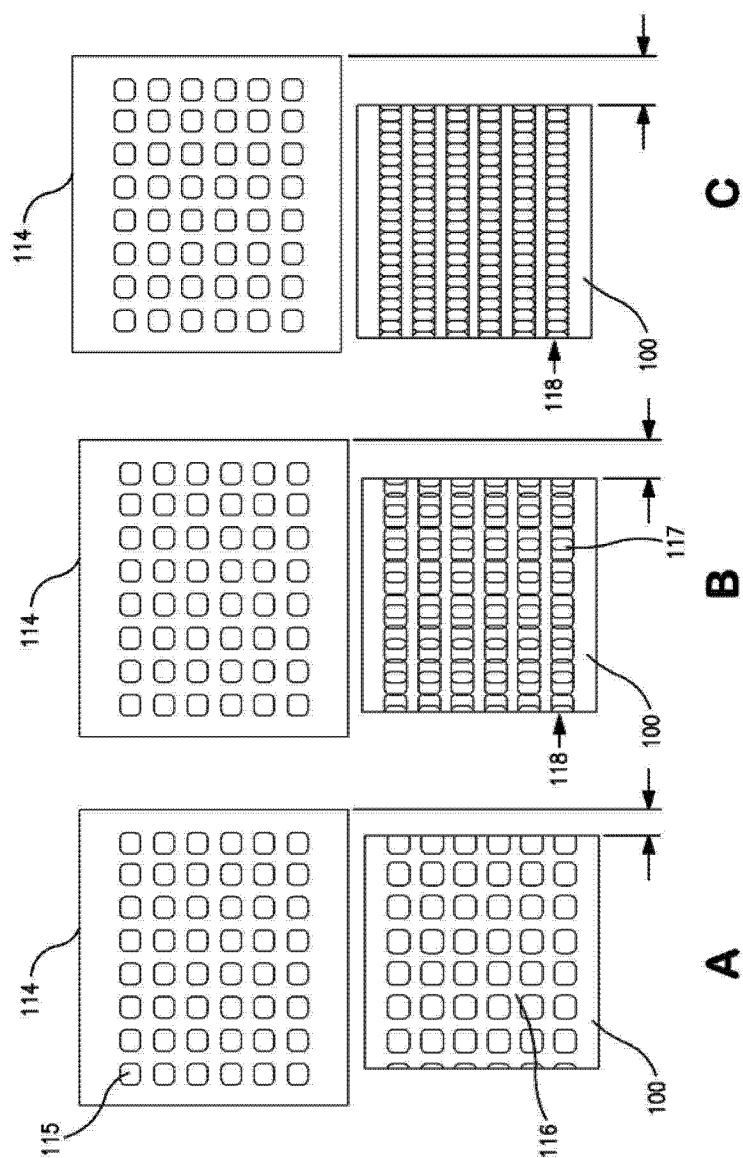


图 7

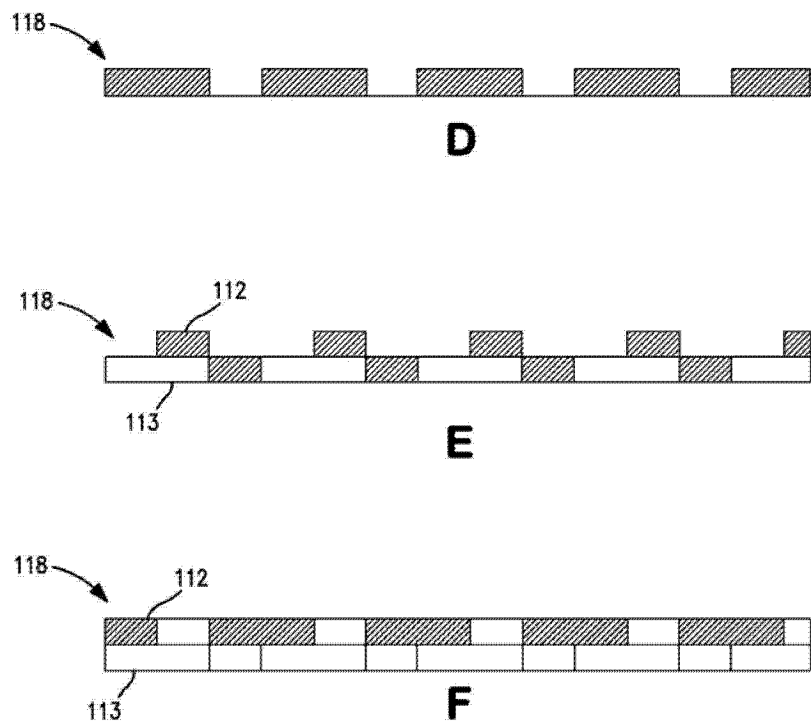


图 7

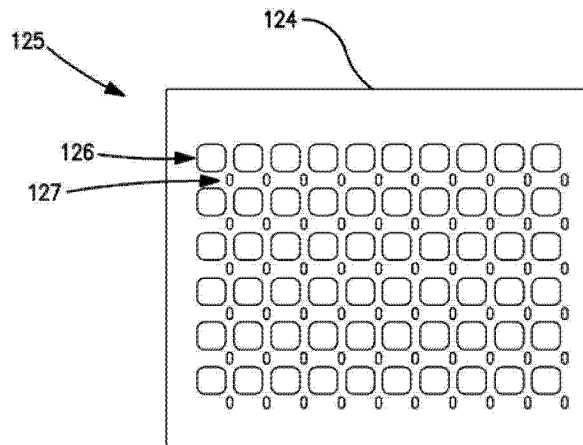


图 8

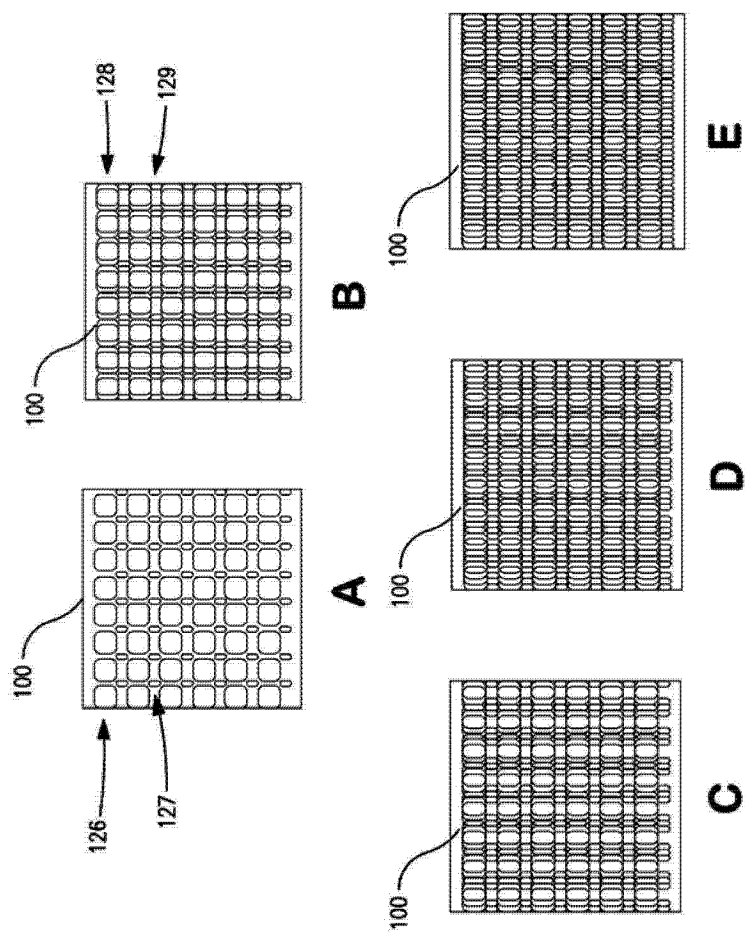


图 9

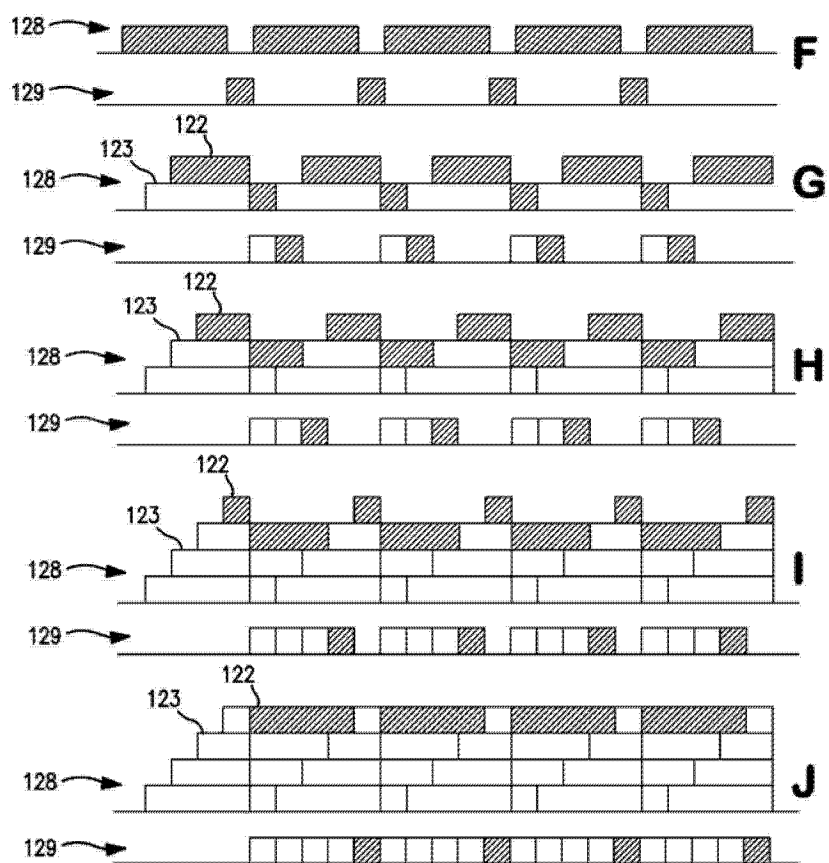


图 9

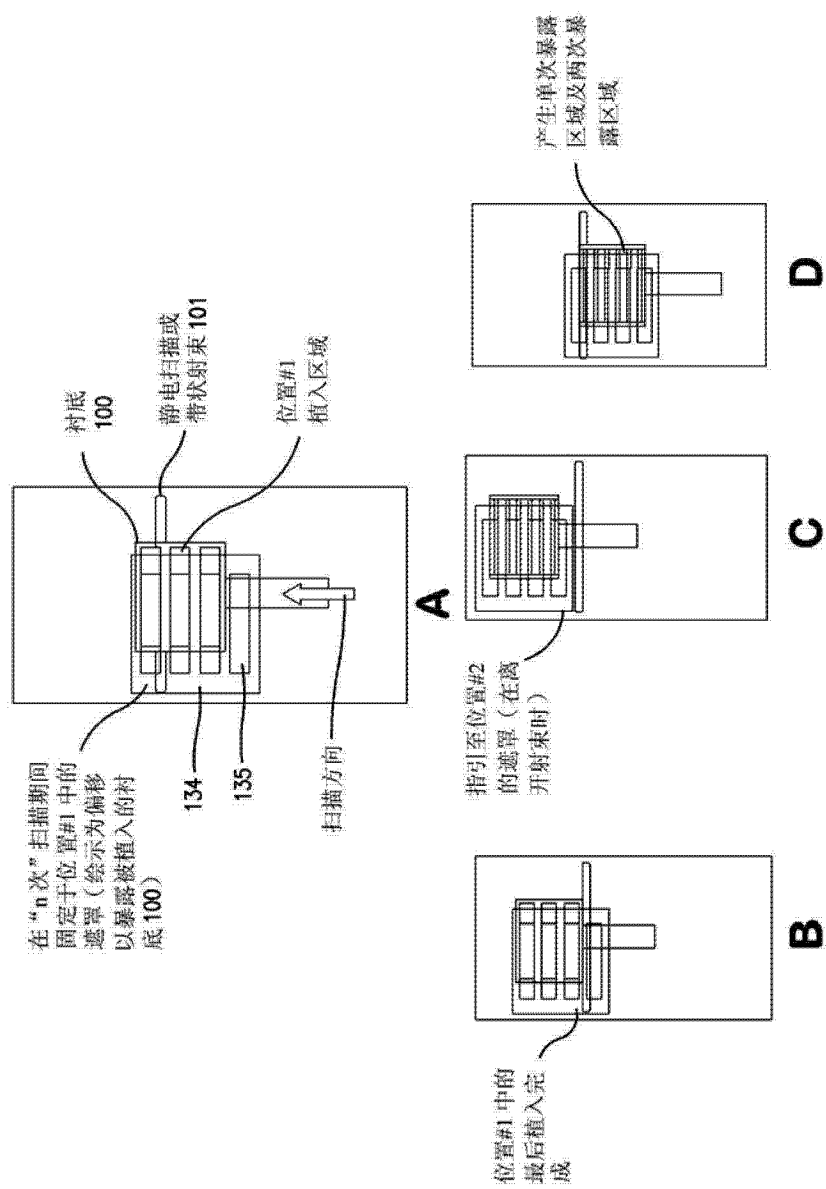


图 10

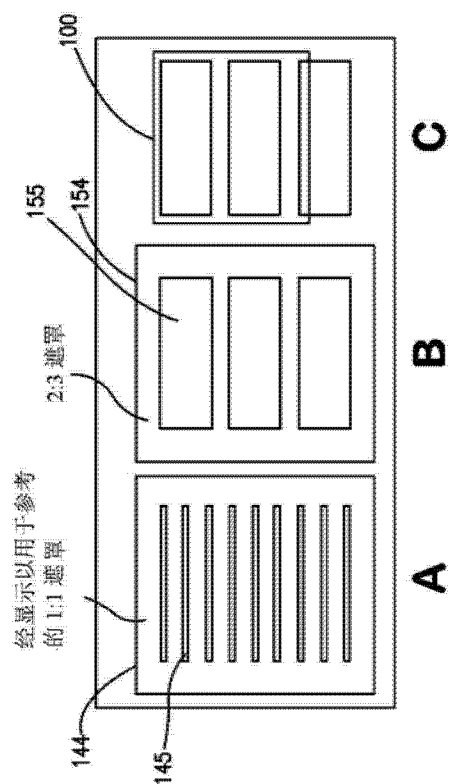


图 11

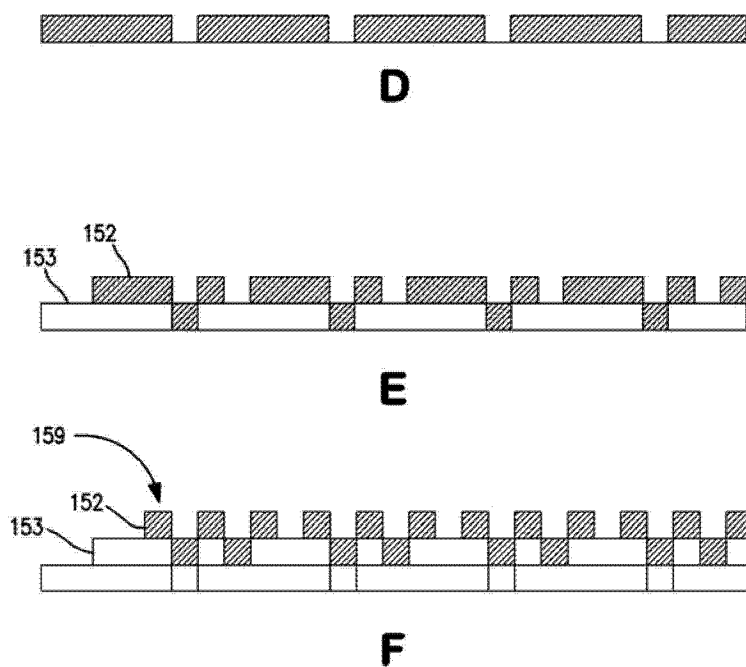


图 11

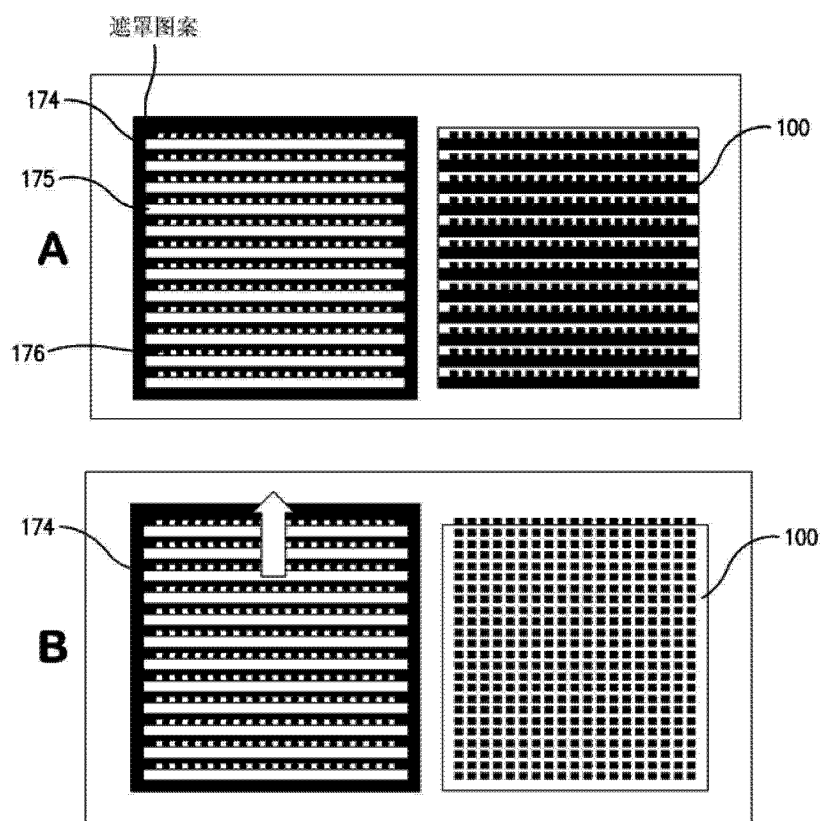


图 12

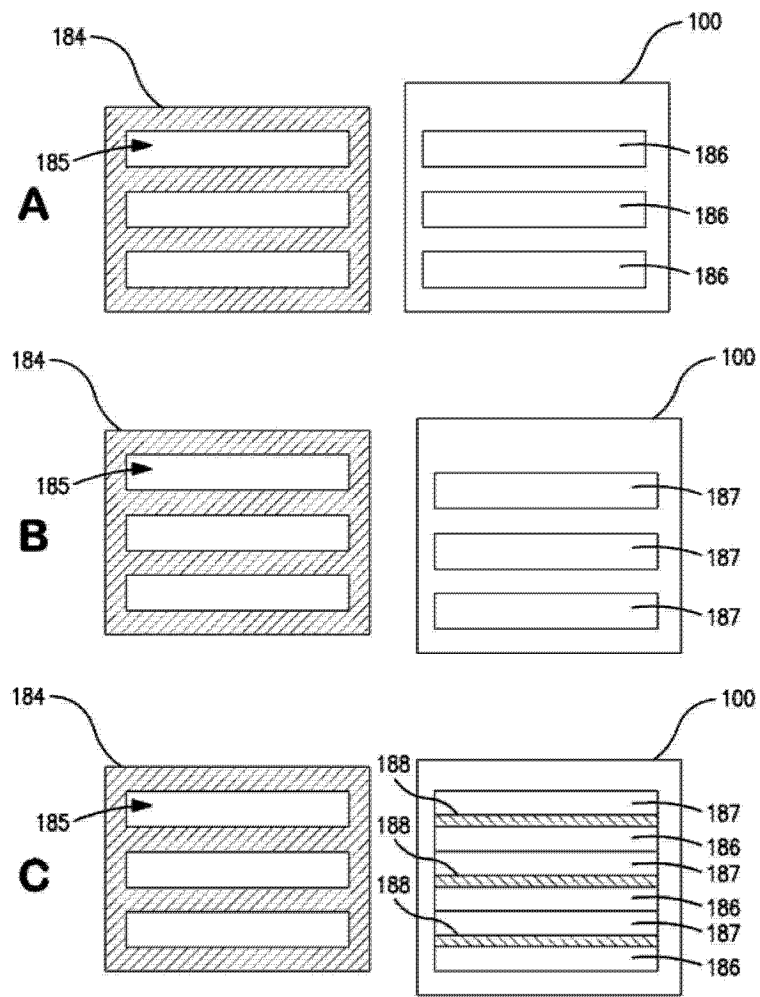


图 13

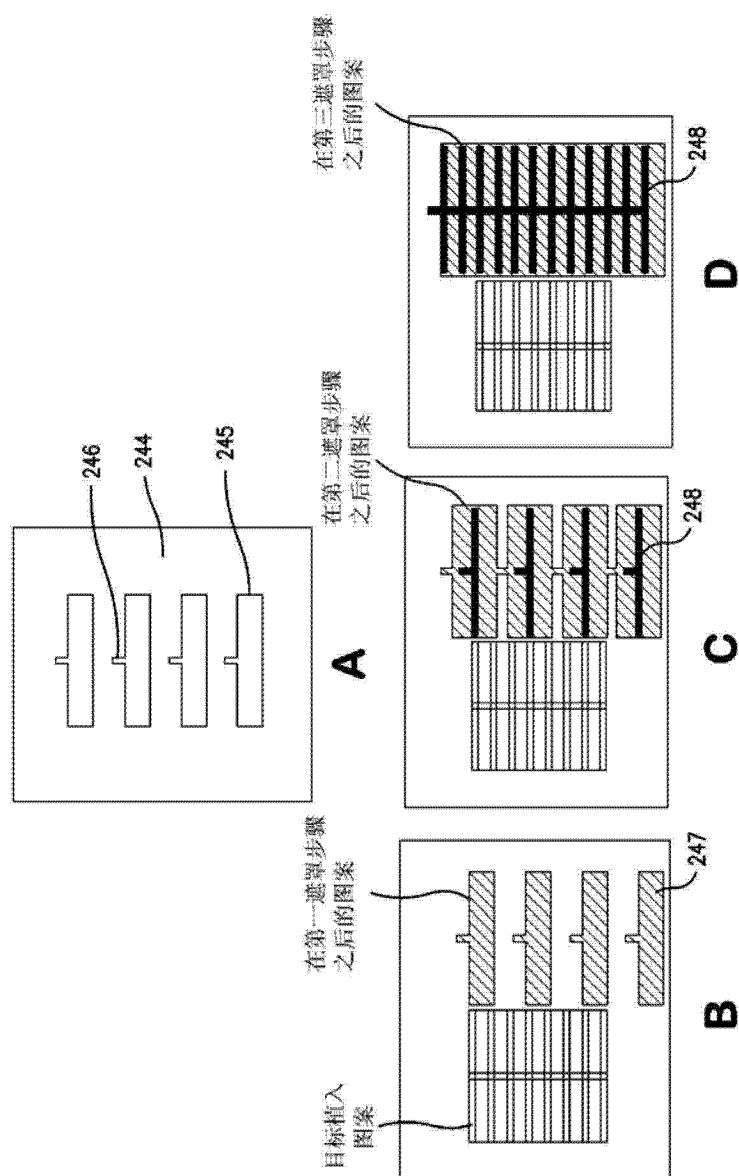


图 14

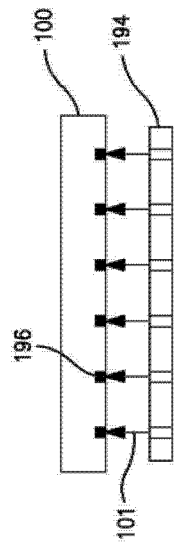


图 15A

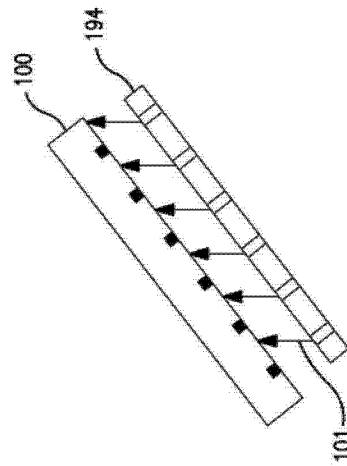


图 15B

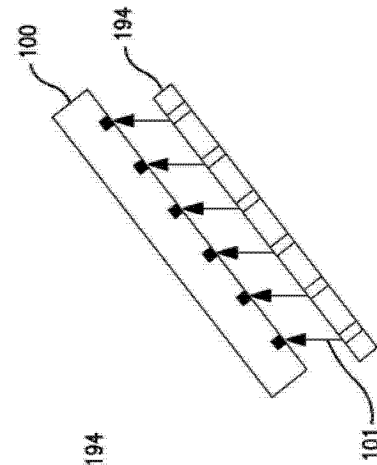


图 15C

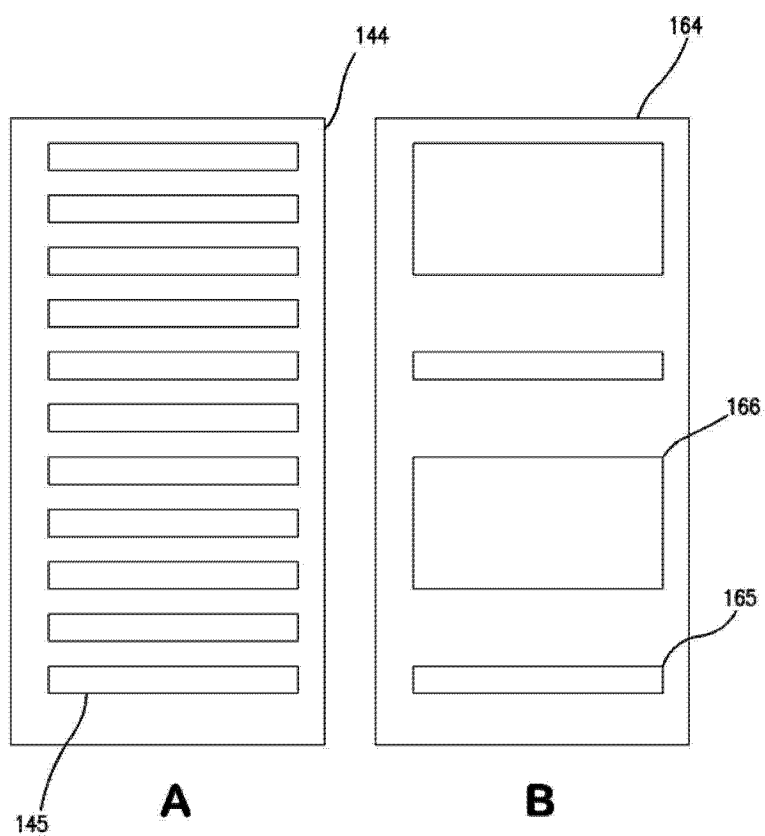


图 16

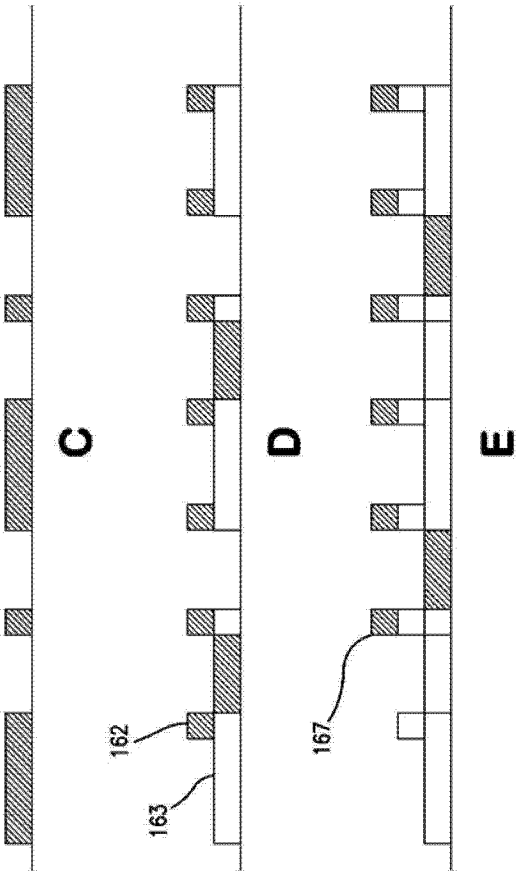


图 16

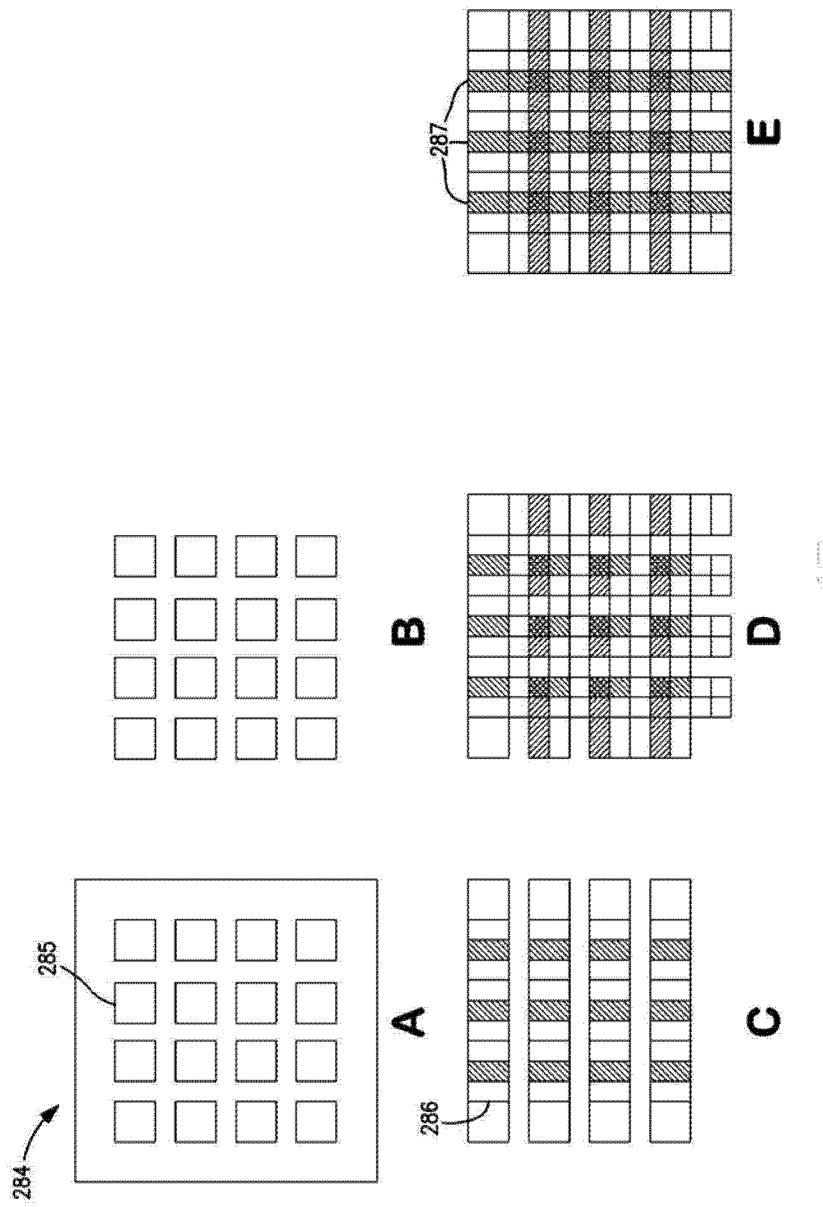


图 17