



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102263115 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201110134968. X

(22) 申请日 2011. 05. 24

(30) 优先权数据

2010-123297 2010. 05. 28 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 曾田岳彦

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 罗银燕

(51) Int. Cl.

H01L 27/146(2006. 01)

H01L 21/265(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003034492 A1, 2003. 02. 20, 全文.

W0 2005/096384 A1, 2005. 10. 13, 全文.

JP 特开 2008-60380 A, 2008. 03. 13, 全文.

CN 101615621 A, 2009. 12. 30, 全文.

审查员 方岩

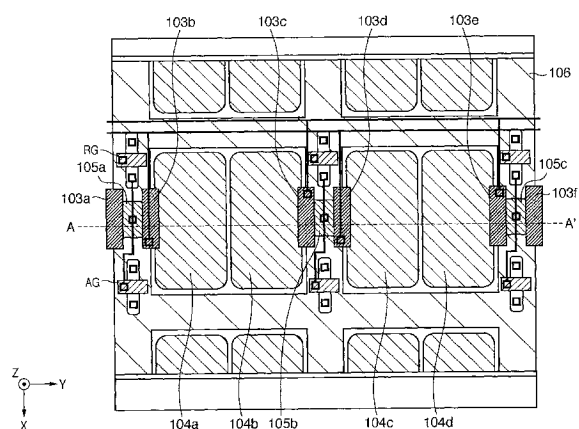
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

固态图像传感器的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及固态图像传感器的制造方法,所述固态图像传感器具有多个像素,各像素具有包含积累区域的光电转换器和传送栅极,积累区域延伸于相应的传送栅极之下,所述多个像素包含多个像素组,各像素组包含N个相邻像素,并且,各像素组中的N个相邻像素的沟道被配置为将N个相邻像素的电荷相互远离地传送,所述方法包括:形成具有与各像素组对应的一个开口的抗蚀剂图案的步骤;以及通过沿N个离子注入方向通过抗蚀剂图案的所述一个开口将离子注入到基板中以在N个相邻像素中的每一个的传送栅极之下注入离子,形成用于N个相邻像素中的每一个的电荷积累区域的步骤。



1. 一种制造固态图像传感器的方法,在所述固态图像传感器中,在半导体基板上形成多个像素,

各像素具有光电转换器和传送栅极,所述光电转换器包含积累电荷的积累区域,所述传送栅极形成用于将在积累区域中积累的电荷传送到电荷-电压转换器的沟道,

积累区域延伸于相应的传送栅极之下,

所述多个像素被配置为包含多个像素组,各像素组包含 N 个相邻像素, N 是不小于 2 的整数,以及

各像素组中的 N 个相邻像素的沟道被配置为将 N 个相邻像素的电荷相互远离地传送,所述方法包括:

形成具有与各像素组对应的一个开口的抗蚀剂图案的步骤; 以及

通过沿 N 个离子注入方向通过抗蚀剂图案的所述一个开口将离子注入到半导体基板中以在 N 个相邻像素中的每一个的传送栅极之下注入离子,来形成用于 N 个相邻像素中的每一个的积累区域的步骤,

其中,当沿传送栅极的栅极宽度的方向被定义为 X 轴、沿传送栅极的栅极长度的方向被定义为 Y 轴、半导体基板的表面的法线被定义为 Z 轴、由 X - Z 面和离子注入方向形成的角度被定义为 α 、抗蚀剂图案的高度被定义为 H 、抗蚀剂图案的所述一个开口的 Y 轴宽度被定义为 L 、并且对于抗蚀剂图案的所述一个开口露出的两个传送栅极之间的距离被定义为 W 时,满足:

$$L/2 < H \cdot \tan \alpha < (L+W)/2。$$

2. 根据权利要求 1 的方法,其中,在形成积累区域的步骤中,在改变离子注入方向的同时,离子被注入到半导体基板中 N 次,以在 N 个离子注入方向中的每一个上将离子注入到半导体基板中。

3. 根据权利要求 1 的方法,还包括形成使各像素组的 N 个相邻像素的积累区域相互隔离的半导体区域的步骤。

4. 根据权利要求 1 的方法,其中, $N=2$ 或 4。

5. 根据权利要求 1 的方法,其中,包含于各像素组中的像素相互具有面对称性。

固态图像传感器的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及固态图像传感器的制造方法。

背景技术

[0002] 日本专利公开 No. 2008-060380 公开了一种固态图像传感器的制造方法,所述固态图像传感器具有像素,所述像素中的每一个包括含有沟道区域和栅电极的 MOS 晶体管、以及在栅电极之下与沟道区域相接触的光电二极管区域。日本专利公开 No. 2006-222427 公开了一种包含以面对称 (plane symmetry) 布置的多个像素的传感器阵列。

[0003] 当日本专利公开 No. 2008-060380 的方法被应用来制造日本专利公开 No. 2006-222427 中描述的传感器阵列时,离子从不同的方向被注入以形成相邻像素的杂质区域。在这种情况下,通常在各自的离子注入步骤中形成不同的抗蚀剂图案。但是,如果如形成光电二极管区域所需要的离子注入的数量那样多地形成抗蚀剂图案,那么步骤的数量增加。另外,像素特性由于抗蚀剂图案之间的对准误差而变化。

发明内容

[0004] 本发明提供有利于简化固态图像传感器的制造并且 / 或者减少像素特性的变化的制造方法。

[0005] 本发明的第一方面提供一种制造固态图像传感器的方法,在所述固态图像传感器中,在半导体基板上形成多个像素,各像素具有光电转换器和传送栅极 (transfer gate),所述光电转换器包含积累电荷的积累区域,所述传送栅极形成用于将在积累区域中积累的电荷传送到电荷 - 电压转换器的沟道,积累区域延伸于相应的传送栅极之下,所述多个像素被配置为包含多个像素组,各像素组包含 N 个相邻像素 (N 是不小于 2 的整数),以及各像素组中的 N 个相邻像素的沟道被配置为将 N 个相邻像素的电荷相互远离地传送,所述方法包括:形成具有与各像素组对应的一个开口的抗蚀剂图案的步骤;以及通过沿 N 个离子注入方向通过抗蚀剂图案的所述一个开口将离子注入到半导体基板中以在 N 个相邻像素中的每一个的传送栅极之下注入离子,形成用于 N 个相邻像素中的每一个的电荷积累区域的步骤。

[0006] 本发明的第二方面提供一种制造固态图像传感器的方法,在所述固态图像传感器中,在半导体基板上形成第一像素和第二像素,第一像素具有第一导电类型的第一半导体区域和第一栅极,第二像素具有第一导电类型的第二半导体区域和第二栅极,第一半导体区域和第二半导体区域被布置在第一栅极和第二栅极之间,以及第一半导体区域延伸于第一栅极之下,并且,第二半导体区域延伸于第二栅极之下,所述方法包括:形成具有与第一像素和第二像素对应的一个开口的抗蚀剂图案的步骤;通过沿第一离子注入方向通过抗蚀剂图案的所述一个开口将离子注入到半导体基板中以在第一栅极之下注入离子而形成第一半导体区域的步骤;以及通过沿第二离子注入方向通过抗蚀剂图案的所述一个开口将离子注入到半导体基板中以在第二栅极之下注入离子而形成第二半导体区域的步骤。

[0007] 从参照附图对示例性实施例的以下描述,本发明的进一步的特征将变得明显。

附图说明

[0008] 图 1 是用于解释根据本发明第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的平面图;

[0009] 图 2 是用于解释根据本发明第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的截面图;

[0010] 图 3A 至 3C 是用于解释根据本发明第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的截面图;

[0011] 图 4A 至 4C 是用于解释根据本发明第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的截面图;

[0012] 图 5 是用于解释注入步骤中的所希望的条件示意图;

[0013] 图 6 是用于解释根据本发明第二实施例的固态图像传感器及其制造方法的截面图;

[0014] 图 7 是用于解释根据本发明第三实施例的固态图像传感器及其制造方法的平面图;

[0015] 图 8 是用于解释根据本发明第三实施例的固态图像传感器及其制造方法的平面图;以及

[0016] 图 9 是用于解释根据本发明第三实施例的固态图像传感器及其制造方法的平面图。

具体实施方式

[0017] 根据本发明实施例的固态图像传感器可包括:包含二维布置的多个像素的像素阵列、选择像素阵列中的行的行选择电路、选择像素阵列中的列的列选择电路、以及经由列信号线从像素阵列读出信号的读出电路。在半导体基板上形成像素阵列、行选择电路、列选择电路和读出电路。典型地,读出电路从像素阵列中的由行选择电路选择的行的像素读出信号。列选择电路从由读出电路读出的像素的信号选择要被外部输出的信号。

[0018] 各像素包含光电转换器和传送栅极,所述光电转换器包含积累电荷的积累区域,所述传送栅极形成用于将积累区域中积累的电荷传送到电荷-电压转换器(浮置扩散)的沟道。电荷-电压转换器可被多个像素共享,或者,各像素可具有电荷-电压转换器。各像素或共享电荷-电压转换器的多个像素可包含复位开关和放大器单元,所述复位开关将电荷-电压转换器的电压复位,所述放大器单元将与电荷-电压转换器的电压对应的信号输出到列信号线。

[0019] 图 1 是用于解释根据本发明第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的平面图。图 2 是沿图 1 中的线 A-A' 获取的截面图。注意,参照图 1,在形成传送栅极 103 之后,在传送栅极 103 上形成抗蚀剂图案 106。在第一实施例的固态图像传感器中,在半导体基板 100 上形成多个像素,所述多个像素中的每一个包含光电转换器和传送栅极 103,所述光电转换器包含积累电荷的积累区域 104,所述传送栅极 103 形成用于将积累区域 104 中积累的电荷传送到电荷-电压转换器 105 的沟道。在图 1 和图 2 中,传送栅极 103 以可区别的

方式被示为传送栅极 103a 至 103f, 积累区域 104 以可区别的方式被示为积累区域 104a 至 104f, 并且, 电荷-电压转换器 105 以可区别的方式被示为电荷-电压转换器 105a 至 105c。在图 1 和图 2 所示的例子中, 两个像素共享一个电荷-电压转换器、一个复位开关和一个放大器单元。复位开关可由具有栅极 RG 的 MOS 晶体管形成。放大器单元可由具有栅极 AG 的 MOS 晶体管形成。

[0020] 半导体基板 100 可包含例如半导体区域 101 和布置于其上的阱区域 102。半导体区域 101 可以是第一导电类型的硅基板。阱区域 102 (或杂质半导体区域) 可以是第二导电类型。可以在阱区域 102 中形成第一导电类型的积累区域 104。第一导电类型可以是 n 型, 并且, 第二导电类型可以是 p 型。作为替代方案, 第一导电类型可以是 p 型, 并且, 第二导电类型可以是 n 型。在半导体基板 100 的表面 (阱区域 102 的表面) 上形成诸如氧化物膜的绝缘膜。在绝缘膜上形成传送栅极 103。当第一导电类型是 n 型并且第二导电类型是 p 型时, 在积累区域 104 中积累电子。当第一导电类型是 p 型并且第二导电类型是 n 型时, 在积累区域 104 中积累空穴。

[0021] 积累区域 104 在阱区域 102 中延伸于传送栅极 103 之下。这使得可以抑制为了将积累区域 104 中的电荷传送到电荷-电压转换器 105 而要给传送栅极 103 施加的电压, 并由此降低电源电压。积累区域 104 的上表面优选被布置在比半导体基板 100 的表面 (阱区域 102 的表面) 深的位置处。具有这种结构的光电转换器被称为埋入型, 所述埋入型可降低由可在绝缘膜 (氧化物膜) 和半导体基板 100 的表面之间的界面处产生的暗电流所引起的噪声。

[0022] 在图 1 和图 2 所示的例子中, 各包含两个相邻像素的多个像素组被周期性排列。在该例子中, 各像素组包含两个积累区域 104 (例如, 积累区域 104a 和 104b) 以及两个传送栅极 103 (例如, 传送栅极 103b 和 103c)。在各像素组中, 在传送栅极 103 (例如, 传送栅极 103b 和 103c) 之下形成的沟道在将电荷相互远离地移动的这样的传送方向上传送电荷。可典型地以面对称布置包含于各像素组中的两个像素 (或者两个积累区域 104)。另外, 在图 1 和图 2 所示的例子中, 属于一个像素组的一个像素和属于相邻像素组的一个像素共享一个电荷-电压转换器、一个复位开关和一个放大器单元。该布置对于改善像素密度是有利的。

[0023] 在图 2 所示的例子中, 共用的阱区域 102 和积累区域 104 形成光电转换器。在光电转换器的积累区域 104 中积累由光电转换器产生的电荷。传送栅极 103 用作 MOS 晶体管的栅极。当行选择电路给传送栅极 103 供给有效电平 (active level) 的电压时, 在传送栅极 103 之下形成 MOS 晶体管的沟道, 使得积累区域 104 中积累的电荷经由沟道被传送到电荷-电压转换器 105。

[0024] 以下将参照图 3A 至 3C 和图 4A 至 4C 描述根据第一实施例的固态图像传感器的制造方法。这里将描述第一导电类型是 n 型并且第二导电类型是 p 型的情况, 以提供更详细的例子。但是, 即使在相反的情况下, 本发明也是可实行的。首先, 在图 3A 所示的步骤中, 制备 n 型半导体基板, 并且硼被注入到其中。由此获得包含在 n 型半导体区域 101 上布置的 p 型阱区域 102 的半导体基板 100。接下来, 在图 3B 所示的步骤中, 在半导体基板 100 的表面 (阱区域 102 的表面) 上形成绝缘膜 (氧化物膜) (未示出)。之后, 在其上形成多晶硅膜。多晶硅膜被构图, 以形成传送栅极 103。

[0025] 接下来执行图 3C 所示的抗蚀剂图案形成步骤。在抗蚀剂图案形成步骤中,在具有传送栅极 103 的半导体基板 100 上执行光刻以形成抗蚀剂图案 106。抗蚀剂图案 106 对应于各像素组具有一个开口 0P。参照图 3C,各开口 0P 具有与两个像素的积累区域对应的面积。在第一实施例中,各像素组包含两个相邻像素。各像素组被配置为使得在两个传送栅极 103 之下形成的沟道在将电荷相互远离地移动的这样的传送方向上传送电荷。

[0026] 接下来执行图 4A 和图 4B 所示的积累区域形成步骤。在图 4A 所示的步骤中,离子(例如,砷离子或磷离子)在用于在传送栅极 103 之下注入离子的离子注入方向上通过抗蚀剂图案 106 的开口 0P 被注入到如下的区域中:在所述区域处,应形成各与从各像素组的两个像素选择的一个像素对应的积累区域(在这种情况下,积累区域 104b 和 104d)。接下来,在图 4B 所示的步骤中,离子(例如,砷离子或磷离子)在用于在传送栅极 103 之下注入离子的离子注入方向上通过抗蚀剂图案 106 的开口 0P 被注入到如下的区域中:在所述区域处,应形成各与从各像素组的两个像素选择的另一像素对应的积累区域(在这种情况下,积累区域 104a 和 104c)。即,使用抗蚀剂图案 106 执行两个注入步骤,以形成各像素组的两个像素的所有积累区域 104。在两个注入步骤中的每一个中,离子注入方向被设定,以在各像素组的两个像素中的相应一个的传送栅极 103 之下注入离子。

[0027] 图 4A 所示的注入步骤的离子注入方向的在沿半导体基板 100 的表面的方向上的分量(+Y 方向)可与图 4B 所示的注入步骤的离子注入方向的在沿半导体基板 100 的表面的方向上的分量(-Y 方向)相反。另外,当将与图 4A 和图 4B 中的 X-Z 面平行的面定义为对称面时,图 4A 所示的注入步骤中的离子注入方向和图 4B 所示的注入步骤中的离子注入方向可具有面对称关系。一个像素组的两个传送栅极 103 可以关于对称面是面对称的。通过使得两个注入步骤中的离子注入方向关于对称面而面对称并且还使得一个像素组的两个传送栅极 103 关于对称面而面对称,可以减少像素之间的特性变化。另外,在两个注入步骤中使用共用的抗蚀剂图案 106 允许减少抗蚀剂图案形成步骤和剥离步骤的数量,并且还提供对于由抗蚀剂图案之间的对准误差所导致的像素之间的特性变化的问题的解决方案。

[0028] 注意,在离子注入方向关于半导体基板的表面的法线倾斜的离子注入(以下将被称为斜离子注入)中,难以将离子注入到抗蚀剂图案之后的区域中。由此,使用具有用于各像素的开口的抗蚀剂图案执行斜离子注入可限制光电转换器的积累区域的面积,并且减少饱和电荷量。另一方面,根据第一实施例,对应于包含两个像素的各像素组形成一个开口,并且,通过开口执行斜离子注入。这允许增加光电转换器的积累区域的面积并改善饱和电荷量。

[0029] 可同时执行上述的两个注入步骤。为此目的,例如,制备具有两个离子注入系统的离子注入装置,各离子注入系统包含产生离子的离子源、传输离子的束线 (beam line)、以及加速离子的加速管。

[0030] 接下来,在图 4C 所示的步骤中,在具有积累区域 104 的半导体基板 100 上形成抗蚀剂图案,并且,离子通过抗蚀剂图案的开口被注入到半导体基板 100 (阱区域 102) 中。由此形成第一导电类型的电荷-电压转换器 105。注意,图 4A、图 4B 和图 4C 所示的注入步骤可伴随有退火步骤。

[0031] 以下将描述图 4A 和图 4B 所示的注入步骤中的所希望的条件。如图 5 所示,沿传送栅极 103 的栅极宽度的方向被定义为 X 轴,沿传送栅极 103 的栅极长度的方向被定义为

Y 轴, 半导体基板 100 的表面的法线 NL 被定义为 Z 轴, 并且, 由 X-Z 面和形成积累区域 104 时的离子注入方向形成的角度 (注入角度) 被定义为 α 。使 H 为抗蚀剂图案 106 的高度, L 为抗蚀剂图案 106 的开口的 Y 轴宽度, 并且 W 为对于抗蚀剂图案 106 的开口 OP 露出的两个传送栅极 103 之间的距离。此时, 优选满足:

$$[0032] \quad L/2 < H \cdot \tan \alpha < (L+W)/2 \quad \dots (1)$$

[0033] 当满足不等式 (1) 的条件 $H \cdot \tan \alpha < (L+W)/2$ 时, 照射半导体基板 100 的离子中的至少一些可到达半导体基板 100; 即, 可以形成积累区域 104。当满足不等式 (1) 的条件 $L/2 < H \cdot \tan \alpha$ 时, 具有面对称性的相邻像素之间的离子注入区域可在空间上分离。为了满足不等式 (1), 对于像素调整抗蚀剂图案高度 H、开口宽度 L、注入角度 α 以及传送栅极 103 之间的距离 W 中的全部或一些。

[0034] 注意, 不仅当以面对称布置两个像素时, 而且当在将电荷相互远离地移动的这样的传送方向 (例如, 相反方向) 上传送电荷时, 第一实施例都是可适用的。

[0035] 将参照图 6 描述根据本发明第二实施例的固态图像传感器及其制造方法。注意, 在第二实施例中未提到的细节可遵从第一实施例。第二实施例的制造方法包括形成半导体区域 107 的步骤, 所述半导体区域 107 中的每一个隔离通过上述的光致抗蚀剂 106 的一个开口形成的两个像素 (换句话说, 包含于一个像素组中的两个像素) 的积累区域 104 (例如, 积累区域 104a 和 104b)。半导体区域 107 具有与积累区域 104 的导电类型 (第一导电类型) 相反的导电类型 (第二导电类型)。半导体区域 107 对颜色混合的防止和灵敏度的改善有贡献。特别是当由在不同的离子注入方向上执行的离子注入形成的两个积累区域 104 相互重叠或者两个积累区域 104 由于离子扩散而相互重叠时, 半导体区域 107 是有用的。在第二实施例中, 例如, 即使抗蚀剂图案 106 的高度 H 不满足不等式 (1), 两个相邻的积累区域 104 也可相互隔离。

[0036] 将参照图 7 至图 9 描述根据本发明第三实施例的固态图像传感器及其制造方法。注意, 在第三实施例中未提到的细节可遵从第一或第二实施例。在第三实施例中, 抗蚀剂图案 106 的一个开口 OP 具有与四个像素的积累区域 104 对应的面积。在第三实施例中, 各像素组包含四个相邻像素。各像素组被配置为在四个传送栅极 103 之下形成在将电荷相互远离地移动的这样的传送方向上传送电荷的沟道。在图 7 所示的例子中, 关于沿 X 轴的对称面和沿 Y 轴的对称面确保包含于一个像素组中的四个像素的面对称性。在第三实施例中, 不仅与 X-Z 面相交而且与 Y-Z 面相交的离子注入方向是可选择的。

[0037] 例如, 如图 8 所示, 当传送栅极 103 关于像素阵列方向斜着延伸时, 离子注入方向可被设定以与 X-Z 面和 Y-Z 面两者相交。同样, 在这种情况下, 积累区域 104 或光电转换器可延伸于传送栅极 103 之下, 并且, 可以改善电荷传送性能。在图 8 所示的例子中, 离子通过一个抗蚀剂图案 106 的一个开口在四个离子注入方向上被注入到半导体基板中, 由此形成包含于一个像素组中的四个像素的积累区域 104。典型地在四个离子注入步骤中完成在四个离子注入方向上的离子注入。

[0038] 作为确定与 X-Z 面和 Y-Z 面两者相交的离子注入方向的替代, 如图 9 示意性地示出的那样, 可分别地 (separately) 设定与 X 轴平行的离子注入方向与与 Y 轴平行的离子注入方向。在这种情况下, 在既在与 X 轴平行的离子注入方向上又在与 Y 轴平行的离子注入方向上注入离子的区域中, 杂质浓度变高。在该实施例中, 优选形成第二实施例中的用于分

离的半导体区域 107 那样的半导体区域,以使四个积累区域 104 相互隔离。

[0039] 当在包含 N 个 (N 为 2 或更大的自然数) 相邻像素的各像素组的传送栅极 103 之下形成的沟道在将电荷相互远离地移动的这样的传送方向上传送电荷时,本发明也是可适用的。在这种情况下,在各注入步骤中,离子在用于在传送栅极 103 之下注入离子的离子注入方向上通过抗蚀剂图案 106 的各开口 OP 被注入到如下的区域中:在所述区域处,应形成从各像素组的 N 个像素选择的一个像素的积累区域 104。在依据所选择的像素(即,应为其形成积累区域的像素)改变离子注入方向的同时,这种注入步骤被执行 N 次,以形成各像素组的 N 个像素的所有积累区域 104。注意,第一至第三实施例使用 N 为偶数的例子。但是, N 可以是奇数。如果 N 是奇数,那么布局效率可能较差。

[0040] 在第一至第三实施例中,多个像素共享一个电荷-电压转换器、一个复位开关和一个放大器单元。本发明不限于该例子。可对于每个像素布置一个电荷-电压转换器、一个复位开关和一个放大器单元。

[0041] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但要理解,本发明不限于公开的示例性实施例。所附的权利要求的范围要被赋予最宽的解释,以包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

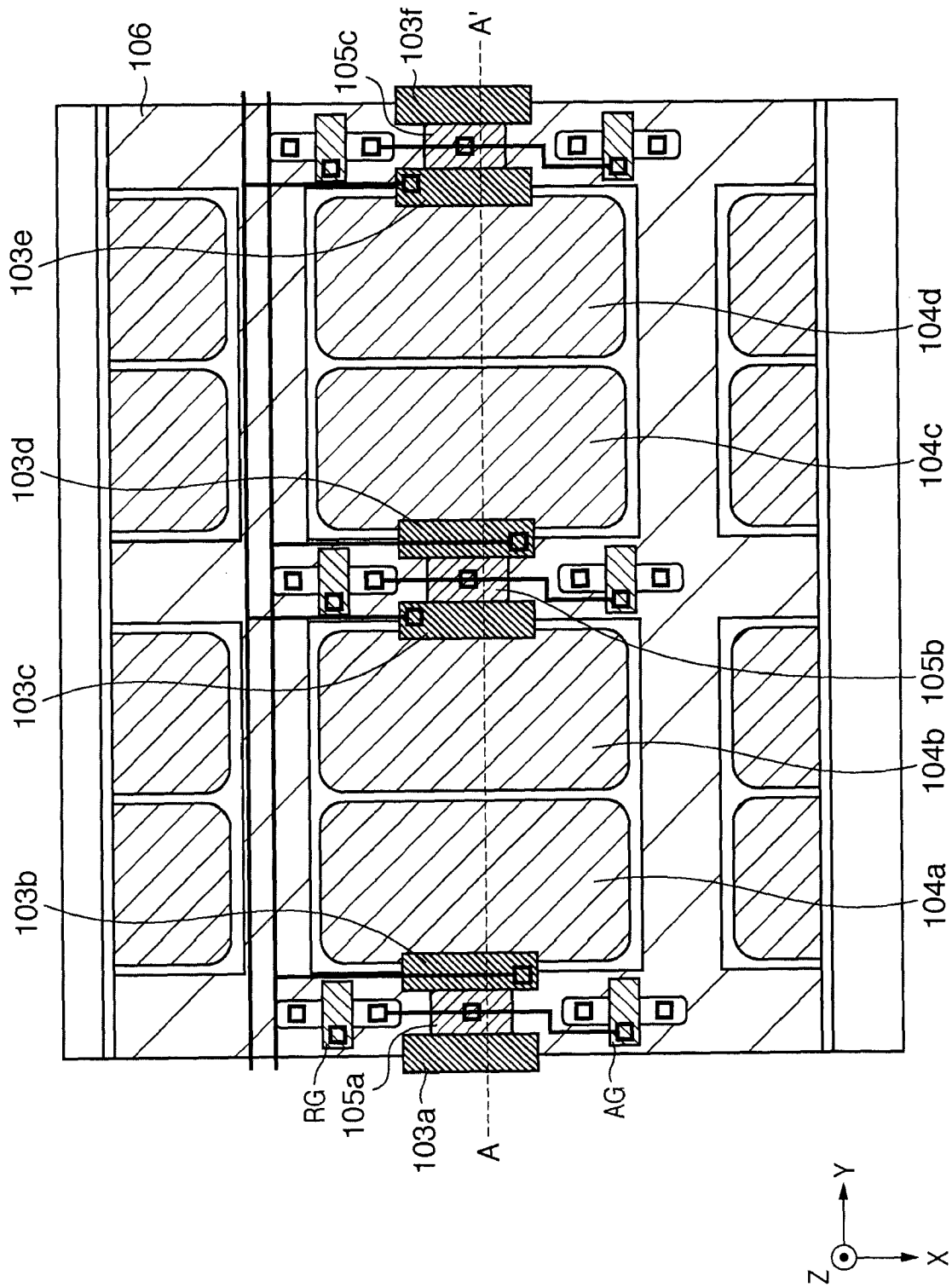


图 1

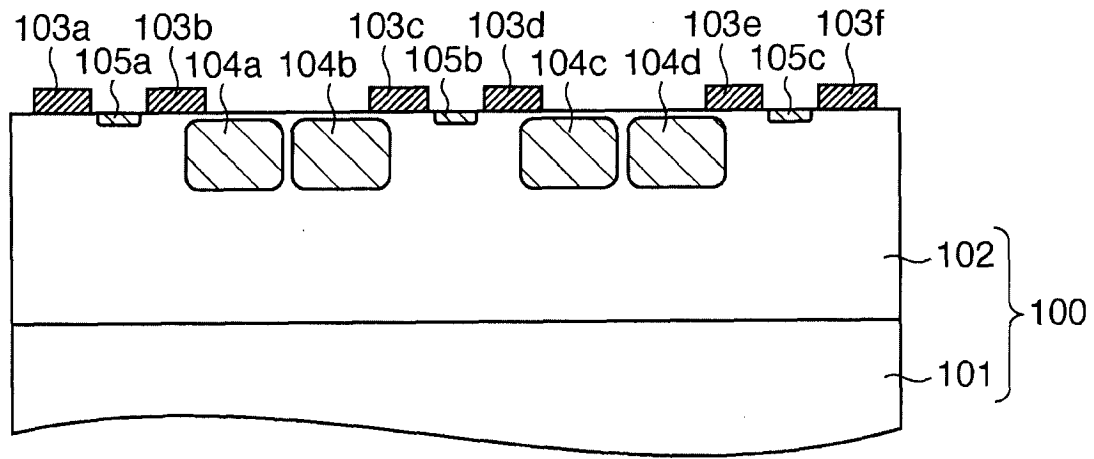


图 2

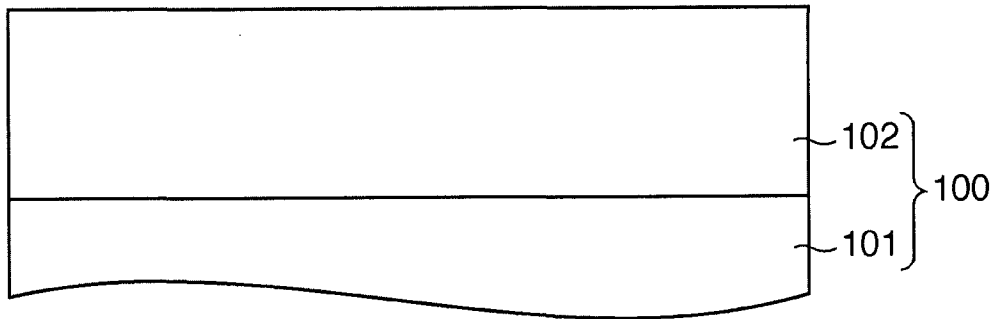


图 3A

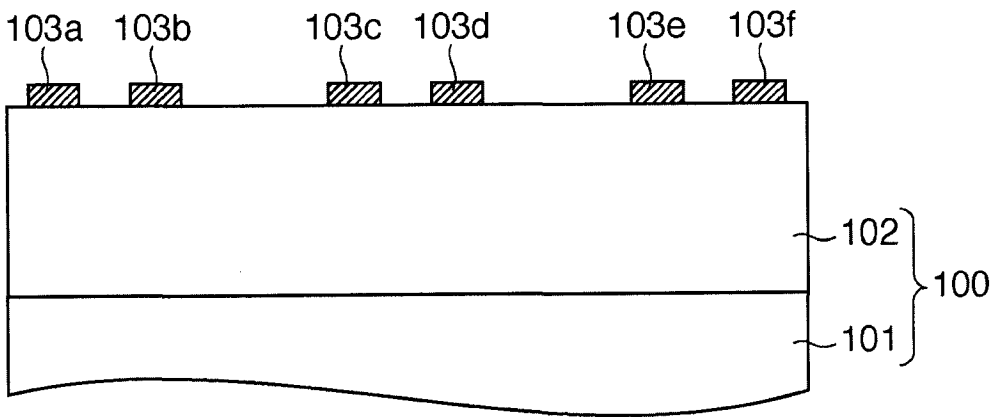


图 3B

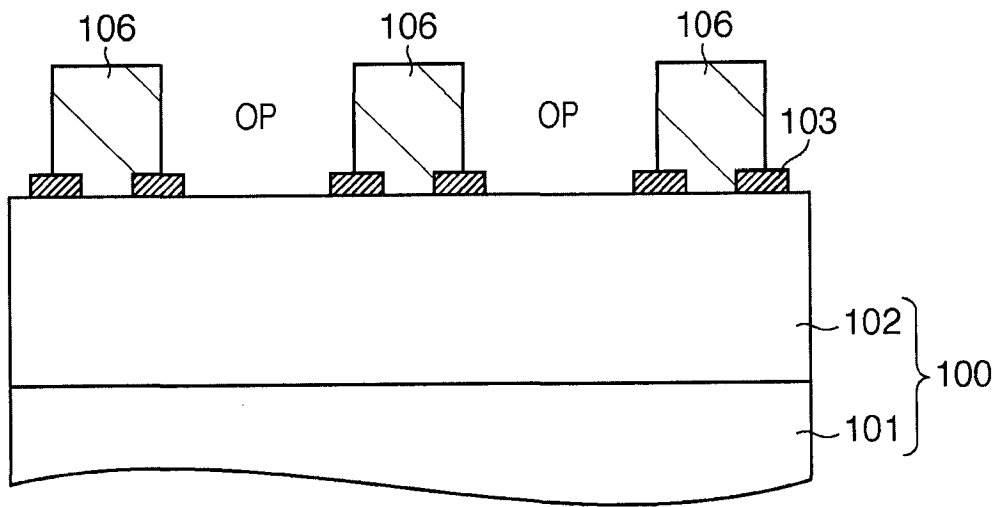


图 3C

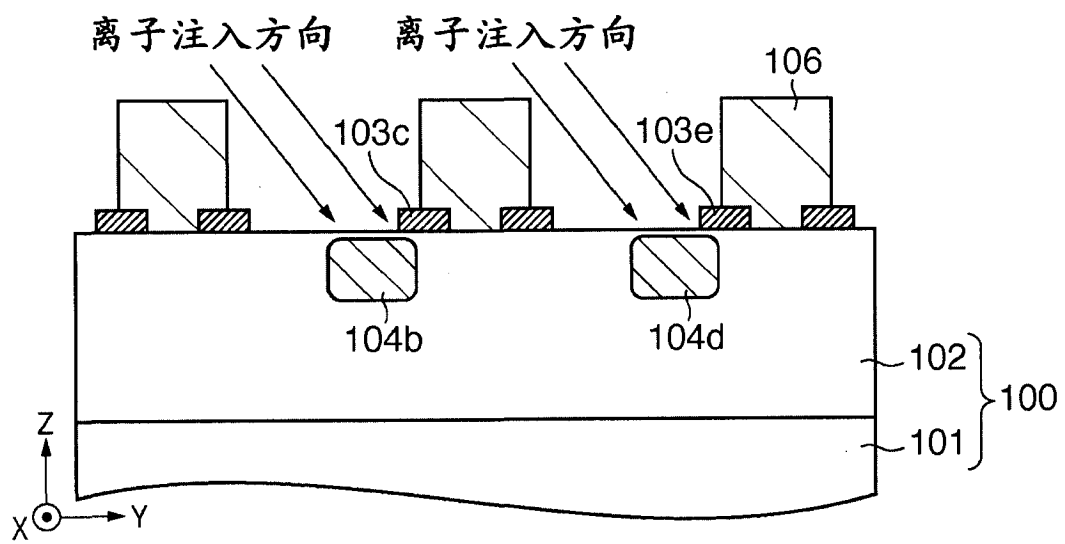


图 4A

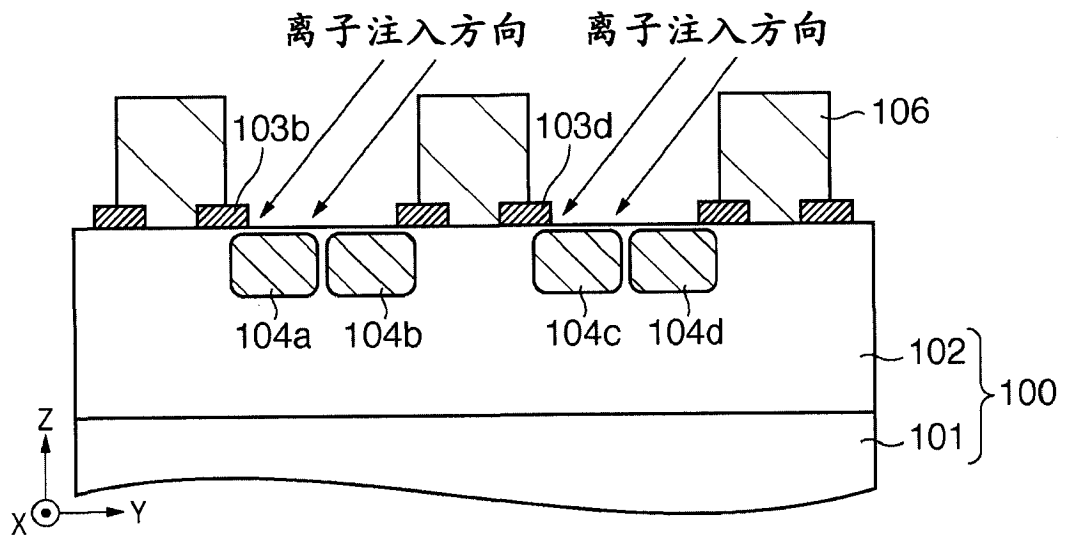


图 4B

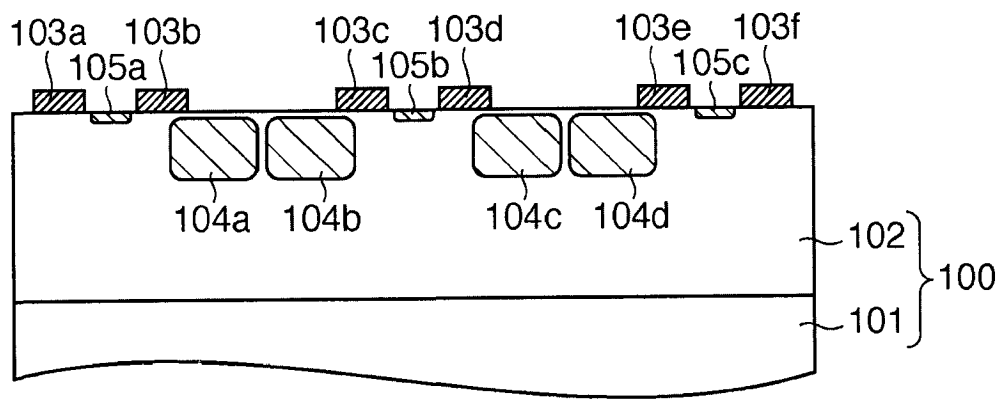


图 4C

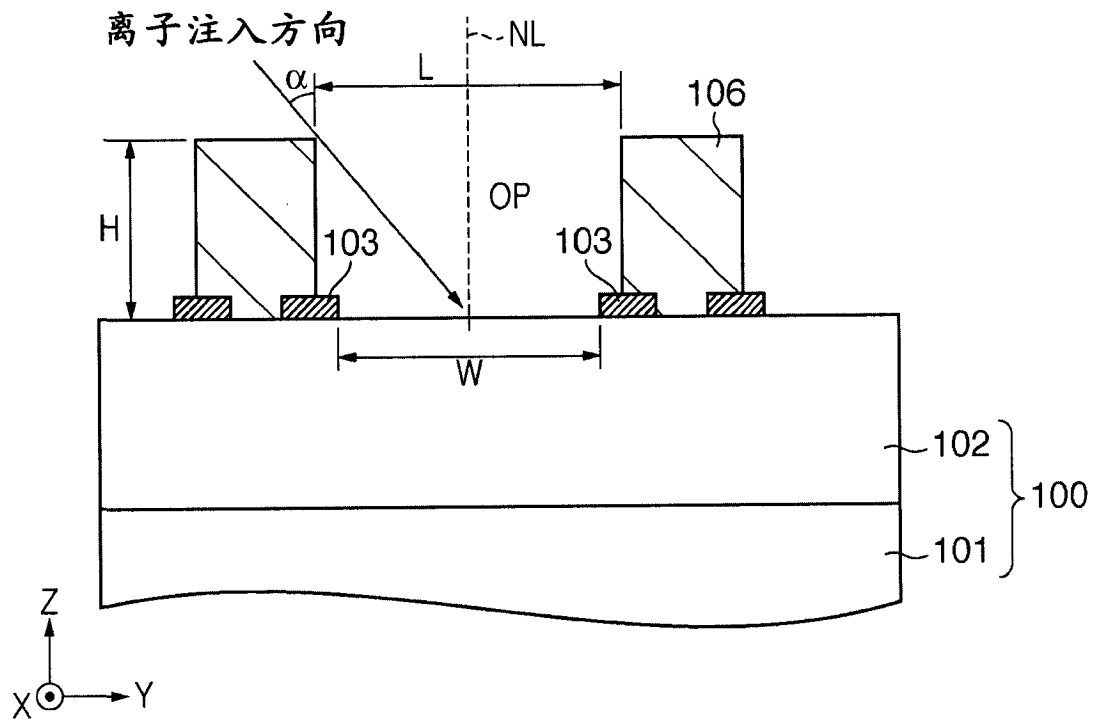


图 5

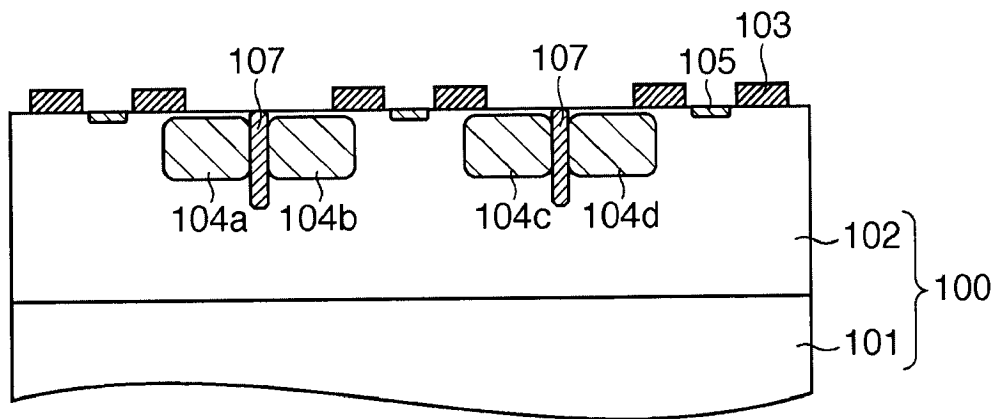


图 6

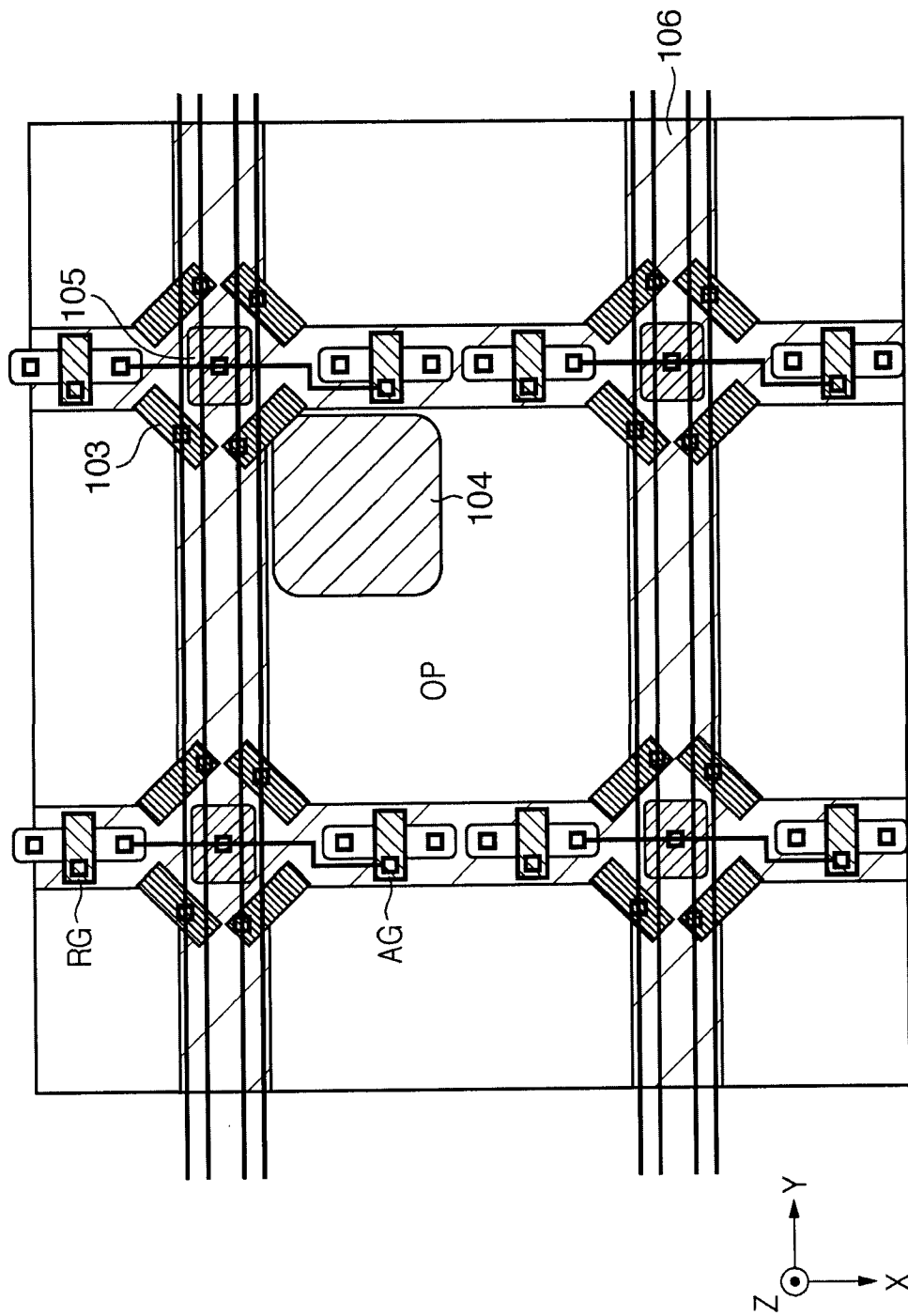


图 7

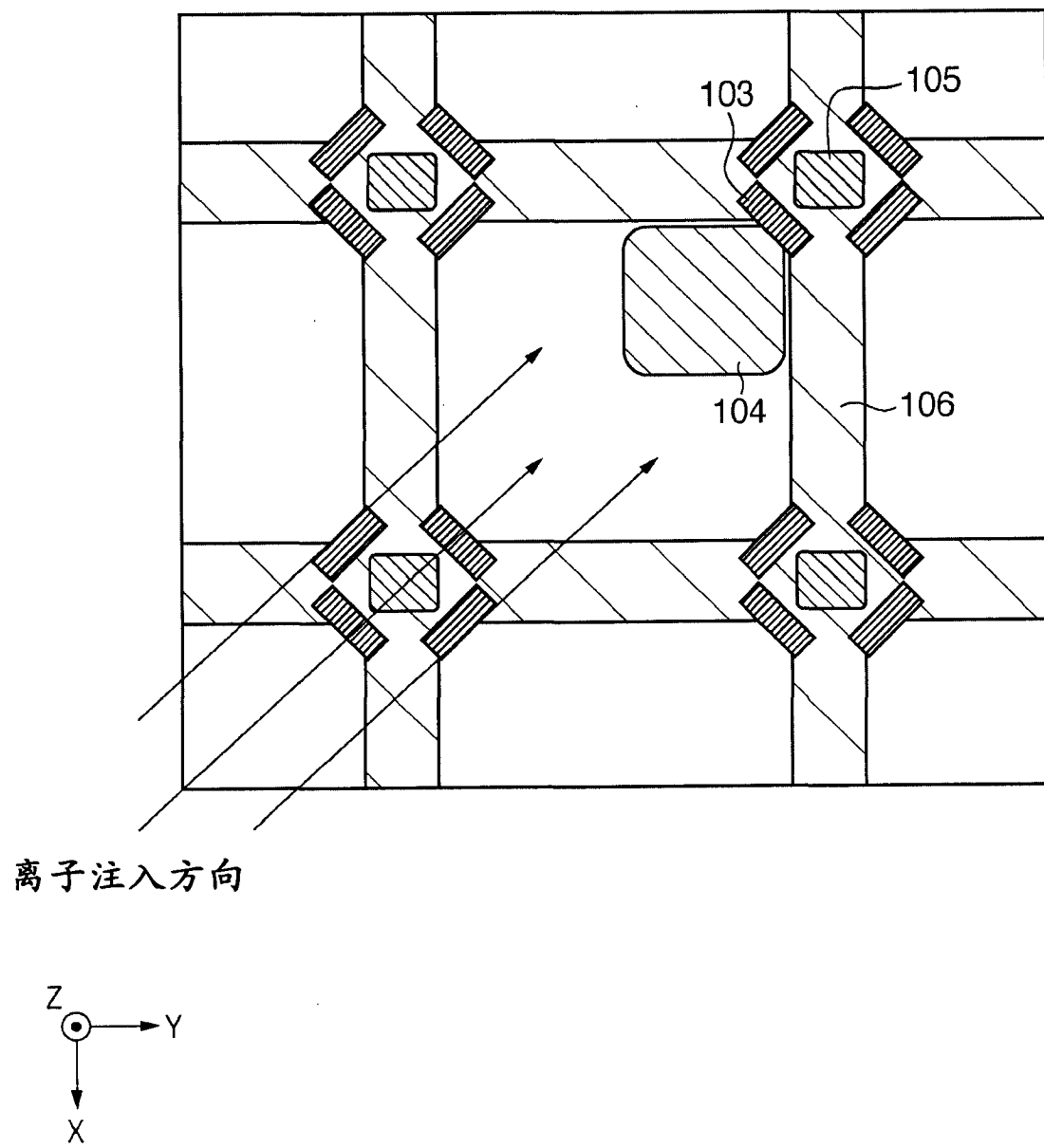


图 8

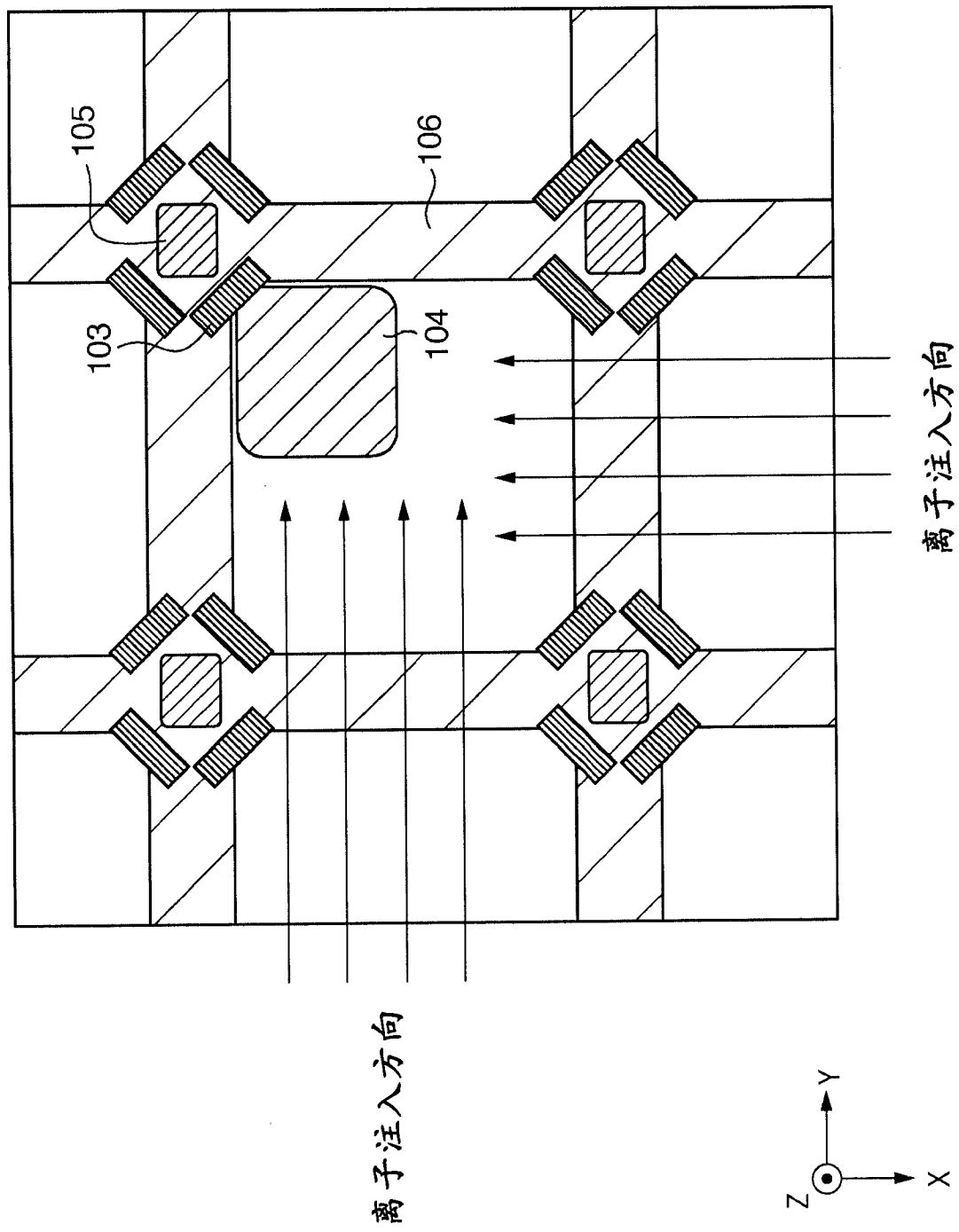


图 9