



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101996871 A

(43) 申请公布日 2011.03.30

(21) 申请号 201010145124.0

(22) 申请日 2010.03.31

(30) 优先权数据

12/539,558 2009.08.11 US

(71) 申请人 汉辰科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹市新竹科学工业园区研
新一路 18 号 5 楼

(72) 发明人 沈政辉 唐 · 贝瑞安

(74) 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理
有限责任公司 11019

代理人 寿宁 张华辉

(51) Int. Cl.

H01L 21/265 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

G23C 14/48 (2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 13 页

(54) 发明名称

以离子束均匀布植晶圆的方法

(57) 摘要

本发明是有关于一种以离子束均匀布植晶圆的方法，首先，在晶圆上形成带状的离子束，其中，带状离子束具有沿着第一轴的长度与沿着第二轴的宽度，在此，长度大于晶圆的直径而宽度小于晶圆的直径。然后，沿着通过离子束的一扫描路径，以一移动速度移动晶圆中心，且同时以一旋转速度旋转该晶圆。在同时移动与旋转的期间中，当晶圆通过离子束时，此晶圆被沿着第一轴的离子束完全覆盖，且旋转速度最多是移动速度的数倍。移动速度与旋转速度均可以是常数，或者为相对于离子束在晶圆的一位置的一函数。

形成带状的离子束，其中，带状离子束具有沿着第一轴的长度与沿着第二轴的宽度，在此长度大于晶圆的直径而宽度小于晶圆的直径

301

沿着通过离子束的扫描路径，以一移动速度移动晶圆中心，并且同时相对一特定点以一旋转速度旋转晶圆

302

1. 一种以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其包括以下步骤:

形成具有一带状形状的一离子束,其中,该带状形状具有沿着一第一轴的一长度与沿着一第二轴的一宽度,该长度大于该晶圆的一直径,该宽度小于该圆晶的该直径;以及

沿着通过该离子束的一扫描路径,以一移动速度移动该晶圆的一中心,且同时以一旋转速度旋转该晶圆,其中,当该晶圆通过该离子束时,在沿着该第一轴的方向该晶圆被该离子束完全覆盖,其中,该旋转速度最多是该移动速度的数倍。

2. 根据权利要求1所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中所述的位于该晶圆的一边缘,平行该扫描路径的一切线速度与沿着该扫描路径的该圆晶的该中心的一速度的差值最多是该移动速度的数倍。

3. 根据权利要求1所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中所述的旋转速度小于该移动速度,该旋转速度藉由位于该晶圆的一边缘,平行该扫描路径的一切线速度而定义。

4. 根据权利要求1所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中所述的在该晶圆沿着该扫描路径移动的期间,该旋转速度的一角度值为 $360P/Q$ 度,其中,P 是正整数,Q 也是正整数。

5. 根据权利要求1所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中所述的同时移动与旋转步骤,包含下列的至少一步骤:

当该离子束正布植该圆晶的该中心,以一较低移动速度移动该晶圆,且当该离子束仅布植该圆晶的一边缘,以一较高移动速度移动该晶圆;以及

以大致相同的速度移动该晶圆,不管该离子束正布植该圆晶的该中心或仅怖植该圆晶的一边缘。

6. 根据权利要求1所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中所述的移动速度为一移动速度曲线,且为相对于该晶圆通过该离子束的一位置的一函数,并且该旋转速度为一移动速度曲线,具为相对于该晶圆通过该离子束的一位置的一函数。

7. 根据权利要求6所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中更包含将该移动速度曲线与该旋转速度曲线的至少之一作为下列之一来进行计算:

一常数;以及

一方程式,该方程式具有下列因数的至少一者:

沿着该第一轴的该离子束的一电流密度分布;

沿着与该第一轴交叉的一方向的该离子束的一电流密度分布;

该晶圆上的一预期布植分布;

沿着该第一轴的一预定扫描路径的一净电流密度分布;以及

沿着与该第一轴交叉的一方向的一预定扫描路径的一净电流密度分布。

8. 根据权利要求1所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中更包含一修正误差步骤于该同时移动与旋转步骤,该修正误差步骤包含:

当侦测到该离子束的一误差时,纪录一误差位置,并且藉由阻挡该离子束,立刻暂停该同时移动与旋转步骤;

阻挡该离子束,并且继续该同时移动与旋转步骤的一移动与一旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的一第一端点;

不阻挡该离子束,并且于反转方向继续该移动与该旋转;

于该误差位置阻挡该离子束,并且继续该反转移动与该反转旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的一第二端点;

阻挡该离子束,并且继续移动与旋转该晶圆,直到该晶圆停止于该扫描路径的该第一端点;以及

不阻挡该离子束,且恢复该同时移动与旋转步骤。

9. 根据权利要求 8 所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中更包含一修正第二误差步骤于该修正误差步骤,该修正第二误差步骤包含:

在该反转移动与该反转旋转的期间,当侦测到该离子束的一第二误差时,纪录一第二误差位置,并且藉由阻挡该离子束,立刻停止该修正误差步骤;

在阻挡该离子束的期间,继续该晶圆的该反转移动与该反转旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的该第二端点;

在阻挡该离子束的期间,进行该晶圆的该移动与该旋转,直到该晶圆到达该误差位置;

不阻挡该离子束,且进行该晶圆的该移动与该旋转,直到该晶圆到达该第二误差位置;

阻挡该离子束,并且然后继续该晶圆的该移动与该旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的该第一端点;以及

不阻挡该离子束,且恢复该同时移动与旋转步骤。

10. 根据权利要求 1 所述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其特征在于其中更包含在该晶圆同时移动与旋转的期间,倾斜该晶圆的步骤,该倾斜该晶圆步骤包含下列之一:

当该晶圆绕大致平行该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆于一固定倾斜角度;

当该晶圆绕大致平行该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆,并且于一预定角度范围内,变动一倾斜角度;

当该晶圆绕大致垂直该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆于一固定倾斜角度;以及

当该晶圆绕大致垂直该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆,并且于一预定角度范围内,变动一倾斜角度。

以离子束均匀布植晶圆的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种离子布植的方法,特别是涉及一种变更晶圆与离子束之间的相对运动与相对几何关系,以离子束均匀布植晶圆的方法。

背景技术

[0002] 离子布植工艺通常需要均匀且一致的离子剂量,以及稳定与均匀的离子束,藉以布植晶圆。离子剂量通常是离子束电流密度与晶圆被离子束扫描的时间的函数。

[0003] 由于晶圆尺寸越来越大,半导体制造逐渐趋向所谓的单晶圆系统,也就是一次仅加工一晶圆。通常,单一晶圆的离子布植工艺应用所谓的带状离子束 (ion beam with elongated shape)。当带状离子束所需长度,随着晶圆尺寸越来越大而不断增加,要形成离子束电流强度分布与离子束角度分布均符合均匀度标准的带状离子束越发困难。因此,有必要提出较佳的方法与装置,可在单晶圆离子布植机达到均匀布植,而不需过量的电子束均匀度调校。

[0004] 传统技术通常需要同时移动与旋转直径比离子束长度大的晶圆,使得晶圆的不同部分接收到大致均匀的剂量。首先,如图 1A 所示,形成带状离子束 10,其中,带状的离子束 10 具有沿着二独立轴的长度与宽度,晶圆 11 具有一直径,该直径大于离子束 10 的长度与宽度。接着,如图 1B 所示,在晶圆 11 通过离子束 10 时,晶圆 11 同时移动与旋转。显然地,在离子束 10 小于晶圆 11 直径的状况下,旋转晶圆 11 可用以确保晶圆 11 的各部份都被离子束 10 布植。此外,如图 1C 所示,当离子束 10 在晶圆 11 上的投影区域 12 移动单位距离 Δd 时,由参考点 A、B 以及 C 可以看出在晶圆上的不同点可能有不同的旋转轨迹。值得注意的是,如图 1C 所示,在不同旋转轨迹中,不同点可能会有非常不同的布植结果。因此,为确保在晶圆上的不同点具有大致相当的布植结果,在离子束 10 移动单位距离 Δd 的时间内,有必要使每一点都围绕晶圆中心旋转至少一次,甚至数次。换句话说,旋转速度必须明显高于移动速度。此外,如图 1D 所示,藉由比较离子束 10 投影至参考点 D、E 以及 F 的旋转轨迹的状况,可以得知任一对应于旋转轨迹的被离子束 10 投影部份占其全长一参考点的投影比 (projected ratio) 是随着相对应该参考点与晶圆中心之间的距离增加而减少。因此,要达成大致相等的布植结果,具有较低投影比 (projected ratio) 的部份一点应被投影较长时间,而具有较高投影比 (projected ratio) 的部份一点应被投影较短时间。换句话说,如图 1E 所示,当离子束接近晶圆 11 的中心时,晶圆 11 通过离子束 10 的移动速度必须较高,当离子束 10 接近晶圆 11 的边缘时 (指离子束 10 沿扫描路径移动到远离晶圆 11 的中心时),晶圆 11 通过离子束 10 的移动速度必须较低。

[0005] 另一传统技术是将晶圆依序转动至多个旋转角度,并同时以一移动速度扫描离子束,使得晶圆的不同部分接收到大致均匀的剂量。首先,如图 2A 所示,形成带状的离子束 20,在此,带状的离子束 20 具有沿着离子束 20 的二独立轴的长度与宽度,晶圆 21 具有一直径,该直径与离子束 20 的长度与宽度无关。为强调本说明例与前述说明例的差异,相关图显示晶圆 21 的直径大于离子束 10 的长度与宽度。接着,如图 2B 所示,晶圆 21 位于离子

束 20 的左侧,并且晶圆 21 具有至少数个分离的参考点 A、B、C 以及 D。然后,如图 2C 所示,晶圆 21 通过离子束 20 移动至离子束 20 的右侧,其中,在移动晶圆 21 的期间,晶圆 21 是没有旋转。然后,如图 2D 所示,旋转晶圆 21,使得参考点 A、B、C 以及 D 与离子束 20 之间的相对几何关系改变。然后,如图 2E 所示,晶圆 21 通过离子束 20 移动至离子束 20 的左侧,其中,在移动晶圆 21 的期间,晶圆 21 是没有旋转。之后,重复上述“移动-旋转-移动-旋转”的程序,直到晶圆 21 被大致均匀布植。当重复次数足够时,将晶圆依序转动至多个旋转角度,并以一移动速度扫描离子束的传统技术,可在参考点 A-D 累积大致相等的布植剂量。换句话说,最终布植结果与布植开始时,显示于图 2B 的点 A-D 的位置无关。

[0006] 然而,这些传统技术仍然具有一些不可忽视的缺点。对于第一种传统技术而言,所需要的快速旋转可能会以不同的方式损伤晶圆。例如,形成于晶圆上的微小尺寸结构可能没有足够的结构完整性,藉以承受向心加速度,而且当粒子与晶圆表面碰撞时,旋转可大幅增加动能,从而提高粒子的潜在破坏性。此外,同时移动与旋转晶圆的机制比分别移动与旋转晶圆更加复杂,特别是在高旋转速度时。对于第二种的传统技术来说,怎样算是适当的重复次数并不明确。其中,较多重复次数可以增加布植的均匀性,但是同时也降低产能。显然地,当离子束短于晶圆直径(或说离子束的均匀分布部分短于晶圆直径时),产能将显著下降。因为需要重复更多次数,才能确保晶圆的不同部份被均匀布植。

[0007] 由于目前仍没有应用带状离子束均匀布植晶圆的理想技术,因此,有必要发展新技术以解决此课题,特别是在不需修改传统技术的状况下,解决此课题。

[0008] 由此可见,上述现有的离子布植的方法在使用上,显然仍存在有不便与缺陷,而亟待加以进一步改进。为了解决上述存在的问题,相关厂商莫不费尽心思来谋求解决之道,但长久以来一直未见适用的设计被发展完成,又没有适切的方法能够解决上述问题,此显然是相关业者急欲解决的问题。因此如何能创设一种新的以离子束均匀布植晶圆的方法,实属当前重要研发课题之一,亦成为当前业界极需改进的目标。

[0009] 有鉴于上述现有的离子布植的方法存在的缺陷,本发明人基于从事此类产品设计制造多年丰富的实务经验及专业知识,并配合学理的运用,积极加以研究创新,以期创设一种新的以离子束均匀布植晶圆的方法,能够改进一般现有的离子布植的方法,使其更具有实用性。经过不断的研究、设计,并经过反复试作样品及改进后,终于创设出确具实用价值的本发明。

发明内容

[0010] 本发明的主要目的在于,克服现有的离子布植的方法存在的缺陷,而提供一种新的以离子束均匀布植晶圆的方法所要解决的技术问题是使其避免离子布植之快速旋转损伤晶圆,简化同时移动与旋转晶圆之机制,减少离子布植之重复次数,非常适于实用。

[0011] 本发明的目的及解决其技术问题是采用以下技术方案来实现的。依据本发明提出的一种以离子束均匀布植晶圆的方法,其包括以下步骤:形成具有一带状形状的一离子束,其中,该带状形状具有沿着一第一轴的一长度与沿着一第二轴的一宽度,该长度大于该晶圆的一直径,该宽度小于该晶圆的该直径;以及沿着通过该离子束的一扫描路径,以一移动速度移动该晶圆的一中心,且同时以一旋转速度旋转该晶圆,其中,当该晶圆通过该离子束时,在沿着该第一轴的方向该晶圆被该离子束完全覆盖,其中,该旋转速度最多是该移动速

度的数倍。

[0012] 本发明的目的及解决其技术问题还可采用以下技术措施进一步实现。

[0013] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中所述的位于该晶圆的一边缘,平行该扫描路径的一切线速度与沿着该扫描路径的该晶圆的该中心的一速度的差值最多是该移动速度的数倍。

[0014] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中所述的旋转速度小于该移动速度,该旋转速度藉由位于该晶圆的一边缘,平行该扫描路径的一切线速度而定义。

[0015] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中所述的在该晶圆沿着该扫描路径移动的期间,该旋转速度的一角度值为 $360P/Q$ 度,其中, P 是正整数, Q 也是正整数。

[0016] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中所述的同时移动与旋转步骤,包含下列的至少一步:当该离子束正布植该晶圆的该中心,以一较低移动速度移动该晶圆,且当该离子束仅布植该晶圆的一边缘,以一较高移动速度移动该晶圆;以及以大致相同的速度移动该晶圆,不管该离子束正布植该晶圆的该中心或仅怖植该晶圆的一边缘。

[0017] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中所述的移动速度为一移动速度曲线,且为相对于该晶圆通过该离子束的一位置的一函数,并且该旋转速度为一移动速度曲线,具为相对于该晶圆通过该离子束的一位置的一函数。

[0018] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中更包含将该移动速度曲线与该旋转速度曲线的至少之一作为下列之一来进行计算:

[0019] 一常数;以及

[0020] 一方程式,该方程式具有下列因数的至少一者:

[0021] 沿着该第一轴的该离子束的一电流密度分布;

[0022] 沿着与该第一轴交叉的一方向的该离子束的一电流密度分布;

[0023] 该晶圆上的一预期布植分布;

[0024] 沿着该第一轴的一预定扫描路径的一净电流密度分布;以及

[0025] 沿着与该第一轴交叉的一方向的一预定扫描路径的一净电流密度分布。

[0026] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中更包含一修正误差步骤于该同时移动与旋转步骤,该修正误差步骤包含:

[0027] 当侦测到该离子束的一误差时,纪录一误差位置,并且藉由阻挡该离子束,立刻暂停该同时移动与旋转步骤;

[0028] 阻挡该离子束,并且继续该同时移动与旋转步骤的一移动与一旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的一第一端点;

[0029] 不阻挡该离子束,并且于反转方向继续该移动与该旋转;

[0030] 于该误差位置阻挡该离子束,并且继续该反转移动与该反转旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的一第二端点;

[0031] 阻挡该离子束,并且继续移动与旋转该晶圆,直到该晶圆停止于该扫描路径的该第一端点;以及

[0032] 不阻挡该离子束,且恢复该同时移动与旋转步骤。

[0033] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中更包含一修正第二误差步骤于该修正误差步骤,该修正第二误差步骤包含:

[0034] 在该反转移动与该反转旋转的期间,当侦测到该离子束的一第二误差时,纪录一第二误差位置,并且藉由阻挡该离子束,立刻停止该修正误差步骤;

[0035] 在阻挡该离子束的期间,继续该晶圆的该反转移动与该反转旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的该第二端点;

[0036] 在阻挡该离子束的期间,进行该晶圆的该移动与该旋转,直到该晶圆到达该误差位置;

[0037] 不阻挡该离子束,且进行该晶圆的该移动与该旋转,直到该晶圆到达该第二误差位置;

[0038] 阻挡该离子束,并且然后继续该晶圆的该移动与该旋转,直到该晶圆停止于该扫描路径的该第一端点;以及

[0039] 不阻挡该离子束,且恢复该同时移动与旋转步骤。

[0040] 前述的以离子束均匀布植晶圆的方法,其中更包含在该晶圆同时移动与旋转的期间,倾斜该晶圆的步骤,该倾斜该晶圆步骤包含下列之一:

[0041] 当该晶圆绕大致平行该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆于一固定倾斜角度;

[0042] 当该晶圆绕大致平行该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆,并且于一预定角度范围内,变动一倾斜角度;

[0043] 当该晶圆绕大致垂直该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆于一固定倾斜角度;以及

[0044] 当该晶圆绕大致垂直该离子束的一方向旋转时,倾斜该晶圆,并且于一预定角度范围内,变动一倾斜角度。

[0045] 本发明与现有技术相比具有明显的优点和有益效果。由以上可知,为达到上述目的,本发明提供了一种以离子束均匀布植晶圆的方法。

[0046] 本发明的一特征是晶圆与离子束之间的相对几何关系。离子束的长度不小于晶圆的直径。此外,当晶圆通过离子束时,在平行离子束的一长轴的方向,晶圆的每一个部份均可被沿着第一轴的离子束完全覆盖,因此,晶圆不需如同晶片直径大于离子束长度时的传统技术般,进行晶片直径大于离子束长度的传统技术的快速旋转,藉以确保晶圆的不同部分得到相等布植。当然,本发明仍然需要旋转晶圆,藉以平均其他的非均匀性,例如沿着离子束长轴度的不均匀的离子束电流分布。然而,所需的旋转速度是缓慢的,因为本发明的旋转只用于平均离子束的变动在晶圆的分布,而不是传统技术用于平均有被布植到区域以及没有被与非布植到区域的快速旋转。因此,旋转速度最多是移动速度的数倍,甚至旋转速度可以低于移动速度。

[0047] 在本发明的另一特征中,当晶圆沿着通过离子束的一扫描路径,以一移动速度移动时,此移动速度可为相对于晶圆通过离子束的一位置(或说离子束在晶圆上的投影位置)的一移动速度曲线函数。移动速度曲线的调整没有任何具体限制。例如,沿着扫描路径在晶圆中心与晶圆边缘的移动速度比例并没有特别限制,可以大于1,等于1,或小于1。请注意,快速旋转晶圆的传统技术所需的比例总是大于1。因为在晶圆旋转期间中,当离子束在晶圆上的投影由晶圆中心移向晶圆边缘时,离子束的布植比例是不断下降的。相对地,因为本发明的离子束长度大于或等于晶圆直径,布植的离子可分布于整个晶圆,因此,移动速度曲线可以弹性进行调整以准确地调节最终布植结果。

[0048] 因此,本发明具有明显优点。本发明的旋转速度低于传统的同时移动与旋转的技术所需的旋转速度。使得因为快速旋转速度所引发的传统缺陷得以改善。此外,本发明在离子注入过程中,总是同时移动与旋转晶圆,也使得将晶圆依序转动经历过多个旋转角度所引发的传统缺陷得以改善。

[0049] 此外,当旋转速度藉由位于晶圆边缘的平行扫描路径的切线速度而定义时,旋转速度可小于移动速度。另外,为进一步提高布植的整体均匀性,在晶圆沿着扫描路径移动的期间,可选择性以一旋转速度旋转晶圆,在此旋转速度的一角度值为 $360P/Q$ 度,其中, P 是正整数, Q 也是正整数。例如, P 是 1, Q 是全部扫描次数。

[0050] 本发明的另一特征是移动速度与旋转速度可以是常数或以晶圆与离子束的相对位置为变数的速度曲线。因此,晶片上的最终布植结果可以藉由调整移动速度与 / 或旋转速度进行调整。

[0051] 本发明的另一特征是移动速度与旋转速度可以参照一个或多个下列因素进行调整:离子束电流密度分布,特别是沿着离子束长度的电流密度分布、晶圆的最终预期布植结果以及预定扫描路径。

[0052] 本发明的另一特征是在同时移动与旋转晶圆期间,修正误差的方法。

[0053] 当离子束的误差,例如离子束的扰动 (glitch) 或不稳定被侦测到时,纪录一误差位置,并且藉由阻挡离子束,立刻暂停此同时移动与旋转步骤。接着,于阻挡离子束的状况下,继续同时移动与旋转步骤的移动与旋转,直到晶圆停止于扫描路径的一端点。然后,于不阻挡离子束的状况下,反转移动与旋转的方向,直到抵达误差位置,使得整个电流扫描路径被离子束适当布植。最后,立刻再次阻挡离子束,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点,使得在晶圆的离子束布植结果几忽没有或甚至没有受到离子束的误差的影响。

[0054] 本发明的一相关特征是在上述修正误差的过程中,修正第二误差的方法。在反转移动与反转旋转的期间,当第二误差,例如离子束的扰动或不稳定被侦测时,纪录一第二误差位置,并且立刻阻挡离子束。接着,在阻挡离子束的状况下,继续晶圆的反转移动与反转旋转,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点。然后,在阻挡离子束的状况下,进行晶圆的移动与旋转,直到晶圆到达该误差位置。之后,不阻挡离子束,并且进行晶圆的移动与旋转,直到晶圆到达该第二误差位置,使得整个电流扫描路径被适当离子束布植。最后,立刻再次阻挡离子束,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点,使得在晶圆的离子束布植结果几忽没有或甚至没有受到离子束的误差的影响。

[0055] 本发明的另一特征是当晶圆同时移动与旋转时,晶圆可以被倾斜。倾斜角度可以是固定的,或者倾斜角度可以是在一预定角度范围内,变动的倾斜角度。当晶圆倾斜时,晶圆可围绕平行于离子束的方向旋转。晶圆也可围绕垂直于晶片表面的方向旋转。其中,晶圆上的离子布植角度可以是固定的或可调的。

[0056] 本发明的再一特征提供用于布植晶圆的设备,该设备能够进行所有上述发明特征。该设备至少包含离子束装置、晶圆移动装置、晶圆旋转装置以及控制装置。离子束装置用来提供一布植晶圆的离子束。晶圆移动装置可移动晶圆。晶圆旋转装置可旋转该晶圆。控制装置可操作离子束装置、晶圆移动装置以及晶圆旋转装置。离子束装置、晶圆移动装置以及晶圆旋转装置可以是商业化产品或均等物。其中,关键是控制装置,控制装置可操作离子束装置、晶圆移动装置以及晶圆旋转装置而进行所有上述发明特征。在此,控制装置的细

节并不受限,控制装置可以是一积体电路、由电脑所执行的程式,或其他均等装置。该设备可具有阻挡离子束的元件,例如,阻挡板、偏转器与开关。另外,该设备可具有晶圆倾斜装置,藉以倾斜晶圆。

[0057] 借由上述技术方案,本发明以离子束均匀布植晶圆的方法至少具有下列优点及有益效果:

[0058] 1、本发明以离子束均匀布植晶圆的方法使晶圆不会因为离子布植之旋转而损伤。

[0059] 2、本发明以离子束均匀布植晶圆的方法同时移动与旋转晶圆的机制简单易于执行。

[0060] 3、本发明以离子束均匀布植晶圆的方法减少离子布植之重复次数,使得产能增加。

[0061] 综上所述,本发明是有关于一种以离子束均匀布植晶圆的方法,首先,在晶圆上形成带状的离子束,其中,带状离子束具有沿着第一轴的长度与沿着第二轴的宽度,在此,长度大于晶圆的直径而宽度小于晶圆的直径。然后,沿着通过离子束的一扫描路径,以一移动速度移动晶圆中心,且同时以一旋转速度旋转该晶圆。在同时移动与旋转的期间中,当晶圆通过离子束时,此晶圆被沿着第一轴的离子束完全覆盖,且旋转速度最多是移动速度的数倍。移动速度与旋转速度均可以是常数,或者为相对于离子束在晶圆的一位置的一函数。本发明在技术上有显著的进步,具有明显的积极效果,诚为一新颖、进步、实用的新设计。

[0062] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

附图说明

[0063] 图 1A 至图 1E 是一传统布植技术的操作示意图。

[0064] 图 2A 至图 2E 是另一传统布植技术的操作示意图。

[0065] 图 3 是本发明一实施例的流程示意图。

[0066] 图 4A 至图 4F 是本发明一实施例的操作示意图。

[0067] 图 5A 至图 5D 是本发明一实施例的操作示意图。

[0068] 图 6 是本发明一实施例的流程示意图。

[0069] 图 7 是本发明一实施例的流程示意图。

[0070] 图 8 是本发明一实施例的方块示意图。

[0071] 10 :离子束

[0072] 11 :晶圆

[0073] 12 :投影

[0074] 20 :离子束

[0075] 21 :晶圆

[0076] 40 :离子束

[0077] 41 :晶圆

[0078] 301 :形成带状的离子束,其中,带状离子束具有沿着第一轴的长度与沿着第二轴的宽度,在此长度大于晶圆的直径而宽度小于晶圆的直径。

[0079] 302 :沿着通过离子束的扫描路径,以一移动速度移动晶圆中心,并且同时相对一特定点以一旋转速度旋转晶圆。

[0080] 601 :当侦测到离子束的一误差时,纪录一误差位置,并且藉由阻挡离子束,立刻暂停同时移动与旋转步骤

[0081] 602 :于阻挡离子束的状况下,继续同时移动与旋转步骤的移动与旋转,直到晶圆停止于扫描路径的一端点

[0082] 603 :不阻挡离子束,并且反转移动与旋转的方向

[0083] 604 :于该误差位置立刻阻挡离子束,并且继续反转移动与反转旋转,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点

[0084] 605 :于阻挡离子束的状况下,移动与旋转晶圆,直到晶圆停止于扫描路径的一端点

[0085] 606 :不阻挡该离子束,并且恢复同时移动与旋转晶圆步骤

[0086] 701 :在反转移动与反转旋转的期间,当侦测到离子束的一第二误差时,纪录一第二误差位置,并且藉由阻挡离子束,立刻停止修正误差步骤

[0087] 702 :在阻挡离子束的状况下,继续晶圆的反转移动与反转旋转,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点

[0088] 703 :在阻挡离子束的状况下,进行晶圆的移动与旋转,直到晶圆到达该误差位置

[0089] 704 :不阻挡离子束,并且进行晶圆的移动与旋转,直到晶圆到达该第二误差位置

[0090] 705 :立刻阻挡离子束,然后继续晶圆的移动与旋转,直到晶圆停止于扫描路径的一端点

[0091] 706 :不阻挡离子束,并且恢复同时移动与旋转步骤

[0092] 801 :离子束装置

[0093] 802 :晶圆移动装置

[0094] 803 :晶圆旋转装置

[0095] 804 :控制装置

[0096] θ :角度

[0097] θ_1 :角度

[0098] θ_2 :角度

[0099] A-F :参考点

[0100] Δd :单位距离

具体实施方式

[0101] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的以离子束均匀布植晶圆的方法其具体实施方式、步骤、结构、特征及其功效,详细说明如后。

[0102] 有关本发明的前述及其他技术内容、特点及功效,在以下配合参考图式的较佳实施例的详细说明中将可清楚的呈现。为了方便说明,在以下的实施例中,相同的元件以相同的编号表示。

[0103] 本发明的一些实施例将详细描述如下。然而,除了如下描述外,本发明还可以广泛

地在其他的实施例施行,且本发明的范围并不受实施例的限定,其以之后的专利范围为准。再者,为提供更清楚的描述及更易理解本发明,图式内各部分并没有依照其相对尺寸绘图;不相关的细节部分也未完全绘出,以求图式的简洁。

[0104] 图 3 显示本发明一实施例的流程示意图。首先,如步骤 301 所示,形成带状的离子束,其中,带状离子束具有沿着第一轴的长度与沿着第二轴的宽度,在此长度大于晶圆的直径而宽度小于晶圆的直径。然后,如步骤 302 所示,沿着通过离子束的一扫描路径,以一移动速度移动晶圆中心,并且同时旋转该晶圆,例如,以一旋转速度,环绕晶圆中心旋转。

[0105] 作为一范例,比晶圆直径更长的离子束,可以被视为离子束的均匀部分比晶圆直径更长,或者可以被视为当晶圆边缘的离子束电流数值仍是可侦测时,离子束的均匀部分低于晶圆直径。相对地,显示于图 1A 至图 1E 的传统技术中,“离子束小于晶圆直径”的所需限制是指整个离子束在晶圆边缘下降到零,或者至少是离子束电流数值已经不可侦测。

[0106] 本实施例的一重要机制显示于相关图示,可以进一步解释如下。首先,如图 4A 所示,提供一晶圆 40 与一离子束 41,晶圆 40 具有参考点 A、B、C 以及 D,离子束 41 位于晶圆 40 旁边,例如,在晶圆 40 右侧。离子束 41 的长度大于或等于晶圆 40 的直径,离子束 41 的宽度小于晶圆 40 的直径。然后,如图 4B 所示,在晶圆 40 通过离子束 41 时,同时移动和旋转晶圆 40。其中,移动方向通常是大致平行于离子束 41 的一短轴。无可否认地,当晶圆 40 通过离子束 41 时,沿着离子束 41 的一长轴,离子束 41 可完全覆盖晶圆 40。如图 4C 所示,晶圆 40 可以一角度移动,当晶圆 40 的一参考点位于离子束 41 下方时,在晶圆 40 上沿着通过该参考点且平行离子束 41 长轴的一线的所有点必须位于离子束 41 下方。换句话说,根据本发明的一特征,显示于图 4D 的状况是不可接受的。另外,虽然图 4B 仅显示顺时针旋转的范例,本发明对于顺时针旋转或逆时针旋转并无偏好。然后,如图 4E 所示,在同时移动与旋转之后,晶圆 40 位于离子束 41 的另一侧(例如右侧),其中,在同时移动与旋转的期间中,旋转次数并不受限。然后,如图 4F 所示,再次同时移动与旋转,此时反转移动方向,但维持转动方向,将晶圆 40 移至离子束 41 的另一侧(例如左侧)。本实施例中,只需反转移动方向,至于在反转移动方向时,是否同时反转旋转方向,则是本发明的一个选项。藉由重复图 4A 至图 4B 以及图 4E 至图 4F 的步骤数次,充份的旋转可以确保晶圆 40 被离子束 41 均匀布植。

[0107] 藉由比较图 1C 与图 4B 可以很容易地发现本实施例的一特征。在传统技术中,如果晶圆 11 不旋转,则晶圆 11 的一些部份将被离子束 10 布植,而晶圆 11 的其他部份将不会被离子束 10 布植。因此,所需旋转速度必须够高,才能在同时移动与旋转期间,使得晶圆 40 的一些部分轮流被布植或不被布植。相反地,在本实施例中,即使晶圆 40 没有旋转,晶圆 40 的所有部分仍然可以被离子束 10 布植。旋转基本上只是用来平均离子束电流分布的可能波动。因此,所需旋转速度将大幅低于传统技术。例如,旋转速度最多是移动速度的数倍。而在另一范例中,旋转速度可以低于移动速度,或者当晶圆由离子束的一侧移至另一侧时,旋转次数可低于一。比较旋转速度与移动速度的简易方法是计算位于晶圆的一边缘,平行扫描路径的一切线速度与沿着扫描路径的晶圆中心的一速度的差值。作为一范例,当旋转速度藉由位于晶圆的一边缘,平行扫描路径的一切线速度而定义时,旋转速度可小于移动速度。作为一范例,在晶圆沿着扫描路径移动的期间,旋转速度的一角度值为 $360P/Q$ 度,其中, P 是正整数, Q 也是正整数。例如, P 是 1, Q 是全部扫描次数。

[0108] 藉由比较图 1D 与图 4B 可以证明本实施例的另一特征。传统技术中,晶圆 11 的不同部分在旋转过程中,具有不同的投影比比例 (projected ratio)。靠近晶圆 11 中心的部分, implantation ratio), 最接近晶圆 11 中心的部分, 在旋转过程中几乎总是被布植, 而接近晶圆 11 边缘的部分, 在旋转过程中最多被部份布植。因此, 为了确保晶圆 11 被均匀布植, 当晶圆 11 中心被布植时, 移动速度必须最高, 当仅有晶圆 11 边缘被布植而晶圆 11 中心完全未被布植时, 移动速度必须最低。例如, 移动速度自晶圆 11 中心向外逐渐减少直到晶圆 11 边缘被。相对地, 在本实施例中, 晶圆 40 不同部分的投影比 (projected ratio) 在旋转过程中始终是相等的。因此, 沿着扫描路径通过离子束 41 的晶圆 40 的移动速度不需要进行调整, 藉以平衡由晶圆 40 的不同部分的不同投影比所导致的任何非均匀性。作为一范例, 同时移动与旋转步骤可以选择包含下列群组的一个或多个步骤, 该群组包含: (a) 当离子束 41 布植晶圆 40 的中心时, 以一较高移动速度移动晶圆 40, 且当离子束 41 布植晶圆 40 的一边缘时, 以一较低移动速度移动晶圆 40; (b) 当离子束 41 布植晶圆 40 的中心时, 以一较低移动速度移动晶圆 40, 且当离子束 41 布植晶圆 40 的一边缘时, 以一较高移动速度移动晶圆 40; 以及 (c) 以大致相同的速度移动晶圆 40, 不管离子束 41 布植晶圆 40 的中心或晶圆 40 的一边缘。

[0109] 事实上, 考虑相对于通过离子束 41 的晶圆 40 的一位置的移动速度曲线与旋转速度曲线, 并没有特定的非均匀性需要藉由平均而去除, 其中, 不仅移动速度曲线没有图 1E 所示的传统技术的特定曲线, 而且旋转速度也没有特定曲线。因此, 移动速度曲线和旋转速度曲线均可以灵活地调整或固定, 藉以改善离子束 41 在晶圆 40 上的离子布植。

[0110] 最简单的移动速度曲线是一常数移动速度, 常数移动速度适用于非常稳定与均匀的离子束 41 以及具有非常均匀图案的晶圆 40。然而, 在现实世界中, 晶圆 40 不同部分的许多因素都是非均匀的, 或者在同时旋转和移动时, 许多因素是不稳定的。因此, 移动速度可以是一个或多个可能因素的函数, 使得不均匀或不稳定的因素可以藉由平均而去除。作为一范例, 可能因素可以是沿着第一轴的离子束 41 的一电流密度分布、沿着与第一轴交叉的一方向的离子束 41 的一电流密度分布、一晶圆上的一预期布植分布、沿着第一轴的一预定扫描路径的一净电流密度分布、沿着与第一轴交会的一方向的一预定扫描路径的一净电流密度分布等等。同样地, 虽然旋转速度通常是旋转速度, 旋转速度曲线也可以是一个或多个可能因素的函数。

[0111] 本发明的一主要特征是可以使用“预定扫描路径”与 / 或“预期布植分布”作为计算移动速度曲线与 / 或旋转速度曲线的因素。在传统技术中, “离子束电流分布”以及“晶圆实际布植品质”已普遍使用于计算速度曲线, 但使用“预定扫描路径”以及“预期布植剂量分布”这两个因素则是本发明所提供。

[0112] 虽然在上述实施例中, 晶圆 40 是沿着直线的扫描路径移动, 但并非限定于此。事实上, 与传统的二维扫描相较, 扫描路径的形状可以是直线或弧线。

[0113] 此外, 在本实施例中, 晶圆 40 沿着扫描路径移动, 使得离子束 41 从晶圆 40 的边缘通过晶圆 40 的中心, 到达晶圆 40 相反的边缘。然而, 本发明也可以使晶圆 40 沿着其他扫描路径移动, 使得离子束 41 由晶圆 40 的一部分移动至晶圆 40 的另一部分, 而不是由晶圆 40 的边缘移动至晶圆 40 相反的边缘。显然, 当旋转速度够高和 / 或同时移动与旋转的重复次数够多时, 最后的布植结果将是足够均匀的。

[0114] 此外,虽然上述实施例描述晶圆沿着单一扫描路径重复地前后移动,实施例也可以是依序使用数个扫描路径。当晶圆完成沿着前一个扫描路径的移动/旋转,并且晶圆开始沿着下一个扫描路径进行移动/旋转时,下一个扫描路径的两端点可以和前一个扫描路径的两端点不同。

[0115] 根据一典型实施例,前一个扫描路径的终点为下一个扫描路径的起点,上述特征并非必需或限制实施例的实施。此外,由于不同扫描路径的布植可以分别进行,不同的扫描路径可以对应于不同的移动速度曲线和不同的旋转速度曲线。

[0116] 为了减少通道效应(channeling effect)的数量,当晶圆 40 同时移动与旋转时,可以倾斜晶圆 40。当然,为了相同目的,也可以在晶圆 40 同时移动与旋转时,倾斜离子束 41。

[0117] 通常情况下,如图 5A 与图 5B 所示,晶圆 40 倾斜于一固定倾斜角度,其中,倾斜角度通常是由垂直方向或离子束 41 的方向倾斜数度。然而,如图 5C 与图 5D 所示,本发明的倾斜角度也可以是在一预定角度范围内,变动的倾斜角度。对于不同的倾斜角度范围而言,其优点为可以避免在晶圆 40 上的所有布植区域具有一个共同的倾斜角度(由于非垂直的布植离子束 41),但其缺点为需要较长的旋转时间,藉以确保晶圆 40 上的所有布植区域,在等值方向上具有等值布植区域。

[0118] 当晶圆 40 倾斜时,如图 5C 与图 5D 所示,晶圆 40 可围绕平行于离子束 41 的方向(例如轴)旋转,如图 5A 与图 5B 所示,晶圆 40 也可围绕垂直于晶片表面的方向旋转。前者可以提供晶圆 40 的不同位置,相对于结晶轴的变化,但是旋转晶圆 40 所需要的机构较为复杂。后者可能在晶圆 40 的不同位置,引起不同的倾斜角度,但是旋转晶圆 40 所需要的机构较为简单与便宜。

[0119] 此外,离子束通常并不能持续保持稳定。一些误差,例如离子束的扰动或不稳定,是不可避免的。举例来说,离子束的横截面上的离子电流分布可能偶而会出现突波(Glitch)。在图 2A 至图 2E 所显示的传统技术中,每当晶圆被旋转至某一每一固定旋转方向时的扫描路径都是一直线,晶圆在沿着固定旋转方向移动时,晶圆并不旋转。由于布植结果与离子束在此扫描路径上是由并非单纯由左至右或由右至左的移动无关。因此,在离子束的路径的计算结果,因此,离子束完成修正回正常状况后,便可以马上尽快继续布植。在图 1A 至图 1E 所显示的传统技术中,同时移动与旋转的连续旋转/移动导致高复杂度,即便离子束能尽快修正回正常状况并马上继续布植晶圆,往往也不能达到如同误差从未发生时的布植结果。然而,在此传统技术中,由于旋转速度明显高于移动速度,只要误差的时间够短,由误差引起的损害往往是可以被平均掉而是可以接受的。

[0120] 然而,在本发明的上述实施例中,旋转速度最多是移动速度的数倍,甚至可以低于移动速度。因此,所引发的损害将是明显的。因此,本发明的另一实施例是在同时移动与旋转晶圆期间,修正误差的方法。如图 6 所示,本实施例包含一个或多个下列步骤:

[0121] 首先,如步骤 601 所示,当侦测到离子束的一误差时,纪录一误差位置(即在整个扫描路径的某处侦测到离子束的误差),并且藉由阻挡离子束,立刻暂停同时移动与旋转步骤。接着,如步骤 602 所示,于阻挡离子束的状况下,继续同时移动与旋转步骤的移动与旋转,直到晶圆停止于扫描路径的一端点。然后,如步骤 603 所示,不阻挡离子束,并且反转移动与旋转的方向。之后,如步骤 604 所示,立刻并准确地在于该误差位置阻挡离子束,并且

继续反转移动与反转旋转,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点。然后,如步骤 605 所示,于阻挡离子束的状况下,移动与旋转晶圆,直到晶圆停止于扫描路径的一端点。最后,如步骤 606 所示,不阻挡该离子束,并且恢复同时移动与旋转晶圆步骤。

[0122] 此外,在进行用以同时移动与旋转晶圆期间,修正误差的上述步骤时,也可能发生另一误差。因此,如果一第二误差,例如离子束的扰动或不稳定,发生在修正误差的上述步骤时,本实施例可进一步包含一个或多个下列步骤。当然,如果没有发生第二误差,则本实施例仅在修正误差的步骤中,连续监控离子束。

[0123] 参考图 7,首先,如步骤 701 所示,在反转移动与反转旋转的期间,当侦测到离子束的一第二误差时,纪录一第二误差位置,并且藉由阻挡离子束,立刻停止修正误差步骤。接着,如步骤 702 所示,在阻挡离子束的状况下,继续晶圆的反转移动与反转旋转,直到晶圆停止于扫描路径的另一端点。然后,如步骤 703 所示,在阻挡离子束的状况下,进行晶圆的移动与旋转,直到晶圆到达该误差位置。之后,如步骤 704 所示,不阻挡离子束,并且进行晶圆的移动与旋转,直到晶圆到达该第二误差位置。然后,如步骤 705 所示,立刻阻挡离子束,然后继续晶圆的移动与旋转,直到晶圆停止于扫描路径的一端点。最后,如步骤 706 所示,不阻挡离子束,并恢复同时移动与旋转步骤。

[0124] 本实施例的机制可以简单摘要如下:保持扫描路径固定,选择进行或停止离子束的布植。当发现误差时,首先阻挡离子束,并继续扫描路径的扫描。然后,该扫描路径将再次被来回扫描,藉以补完先前未完成的布植。其中,为防止发生扰动或不稳定的离子束被怖植到晶圆中,当侦测到离子束误差时,离子束立刻被阻挡,然后,离子束沿着扫描路径来回移动,当离子束移动至扫描路径的应布植但尚未布植的部份,离子束才被布植至晶圆,藉以确保整个扫描路径具有完整布植。

[0125] 误差位置与扫描路径的端点(结束终点)可以显示因为离子束出现误差,应布植而未布植的部份。当然,如果在布植该部份时,发生另一误差(即第二误差),上述机制也可用于修正第二误差。误差位置与第二误差位置可以显示因为离子束出现误差,应布植而未布植的部份。毫无疑问地,无论有多少误差出现,上述机制可重复用于修正这些误差。

[0126] 为确保均匀布植,离子束沿着扫描路径必须具有相似的离子束电流分布。由于离子束的扰动或不稳定的持续的时间通常很短,上述实施例在离子束被阻挡后,直接使用离子束去除误差的影响。然而,上述实施例也可以只有在离子束大致等于误差发生前的离子束时,才使用离子束。换句话说,在离子束布植之前,可再执行离子束的监测,特别是未被阻挡的离子束。

[0127] 此外,用于阻挡离子束的方法并不受限。该方法可以是遮住离子束、偏转离子束,或/及直接关闭离子束。

[0128] 本发明的另一实施例提供用于布植晶圆的设备,该晶圆具有一中心与一直径。该设备能够进行所有上述实施例。如图 8 所示,本实施例至少包含离子束装置 (ion beam assembly) 801、晶圆移动装置 (wafer movement driver) 802、晶圆旋转装置 (wafer rotation driver) 803 以及一控制装置 (controller) 804。离子束装置 801 用来提供可布植晶圆的一离子束。当晶圆通过离子束时,晶圆移动装置 802 可沿着通过离子束的一扫描路径,以一移动速度移动晶圆的一中心。其中,该移动速度具有相对于晶圆通过离子束的位置的一移动速度曲线。当晶圆通过离子束时,晶圆旋转装置 803 可以一旋转速度旋转该晶圆,

旋转速度具有相对于晶圆通过离子束的位置的一旋转速度曲线。控制装置 804 可操作离子束装置 801、晶圆移动装置 802 以及晶圆旋转装置 803,使得离子束的横截面轮廓为带状,此带状具有沿着一第一轴的一长度与沿着一第二轴的一宽度,该长度大于晶圆的直径而该宽度小于晶圆的直径,使得晶圆通过离子束时,此晶圆被沿着第一轴的离子束完全覆盖,使得旋转速度最多是移动速度的数倍。

[0129] 作为一范例,离子束装置 801 通常至少具有离子源和分析磁铁单元。例如,晶圆移动装置 802 可具有一载座(holder),藉以夹持一晶圆,晶圆移动装置 802 也可具有马达与和滚子链条,藉以沿着一轨道移动该载座。在一特定实施状况中,晶圆旋转装置 803 可使用一马达与一支撑杆,藉以使得该载座围绕支撑杆旋转。

[0130] 虽然,传统技术也能移动与旋转晶圆,然而,上述实施例并不需要特定移动或旋转(例如很高的旋转速度或一个非常复杂的运动路径)。因此,离子束装置 801、晶圆移动装置 802 以及晶圆旋转装置 803 的细节并非本实施例的关键,并不受限于所揭露的实施例。事实上,任何已知,开发中或将要开发的技术都可以使用。除此之外,根据本发明的一技术特征,本发明的关键是控制装置 804。请注意,控制装置 804 并不限定其结构或执行上的功能或非相应功能,即控制装置 804 并不受限于如何达到上述实施例的方法,而是由其最终功能,如本文中强调和要求。因此,控制装置 804 的细节并不受限,控制装置 804 可以是一积体电路、由电脑所执行的程式,或其他均等装置。

[0131] 作为一简短的摘要,控制装置 804 可达成至少一下列功能:(a) 控制离子束装置 801,藉以调整离子束长度,使得离子束长度大于晶圆直径。(b) 控制晶圆移动装置 802 与晶圆旋转装置 803,藉以调整位于晶圆的一边缘,平行扫描路径的一切线速度,使得切线速度最多是移动速度的数倍。例如,当旋转速度藉由位于晶圆的一边缘,平行扫描路径的一切线速度而定义时,旋转速度可小于移动速度。例如,在晶圆沿着扫描路径移动的期间中,旋转速度的一角度值可以是 $360P/Q$ 度,其中, P 是正整数, Q 也是正整数。(c) 控制晶圆移动装置 802,使得移动速度可灵活调整,而不需要传统技术所要求的限制,例如,传统技术所要求靠近晶圆的中心时,移动速度需要较高,靠近晶圆的边缘时,移动速度需要较低。(d) 计算至少移动速度曲线与旋转速度曲线,成为下列之一:一常数以及一方程式。方程式可具有至少下列因数之一:沿着第一轴的离子束的一电流密度分布、沿着与该第一轴交叉的一方向的离子束的一电流密度分布、一晶圆上的一预期布植分布、沿着第一轴的一预定扫描路径的一净电流密度分布以及沿着与第一轴交叉的一方向的一预定扫描路径的一净电流密度分布。(e) 当有多个扫描路径需依照顺序扫描时,调整每一扫描路径的移动速度曲线与旋转速度曲线。(f) 控制离子束装置 801、控制晶圆移动装置 802 与晶圆旋转装置 803,藉以在晶圆通过离子束时,修正误差,修正误差步骤揭露于图 6 与相关段落。(g) 控制离子束装置 801、晶圆移动装置 802 与晶圆旋转装置 803,藉以进一步在修正误差步骤时,修正第二误差,修正第二误差步骤揭露于图 7 与相关段落。

[0132] 另外,该实施例可以选择性具有一晶圆倾斜装置(wafer tilting driver),藉以在晶圆通过离子束时,倾斜晶圆,藉以减少通道效应(channeling effect)并改善布植均匀性。晶圆倾斜装置可以有至少四种可能的操作,已经讨论于上述实施例。在一预定角度范围内,倾斜角度可以是固定或变动的。旋转轴可以与离子束平行,或者旋转轴可与晶圆垂直。

[0133] 上述的实施例仅为说明本发明的技术思想及特点,其目的在使熟悉此技艺的人士

能了解本发明的内容并据以实施,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围内。

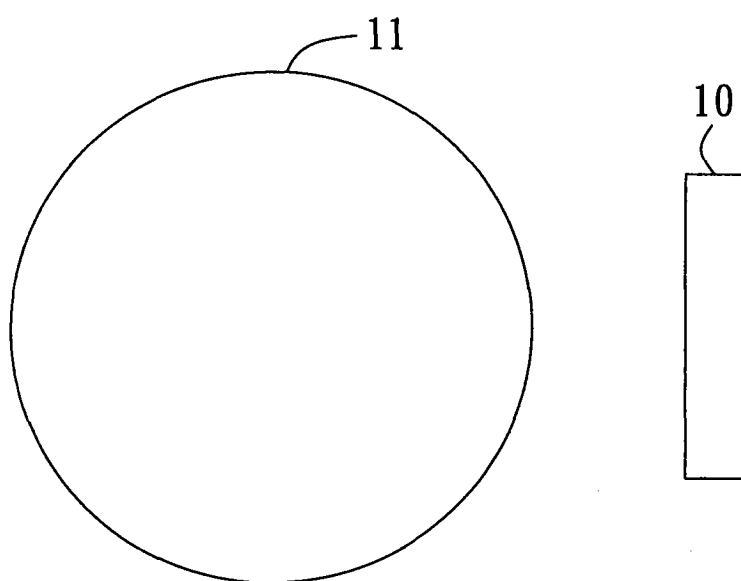


图 1A

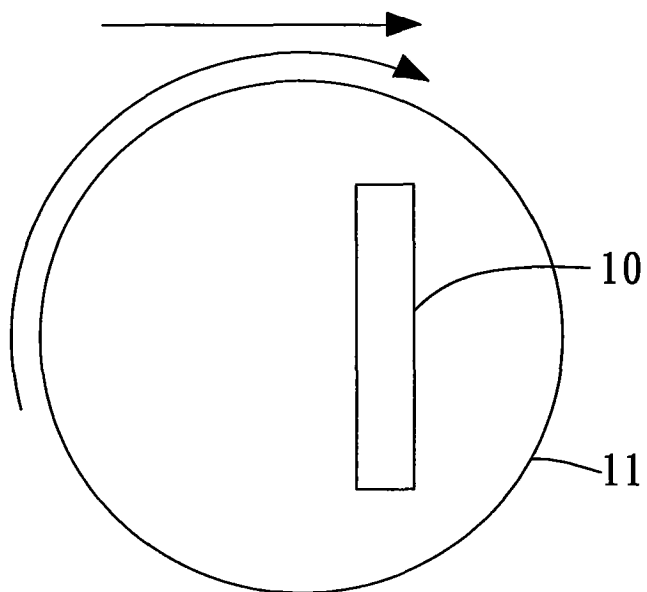


图 1B

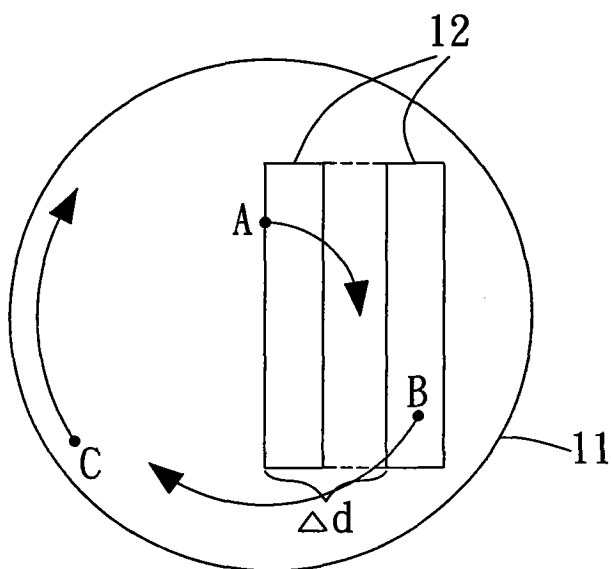


图 1C

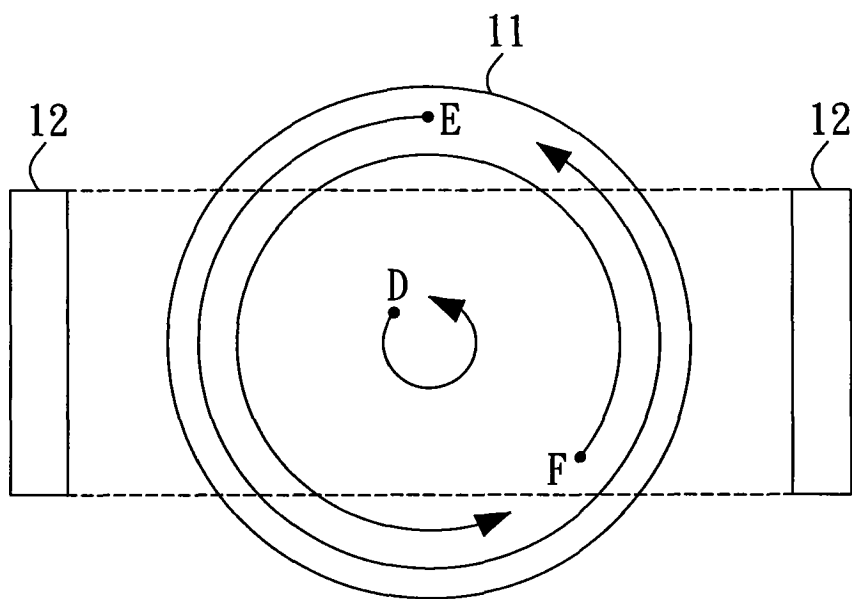


图 1D

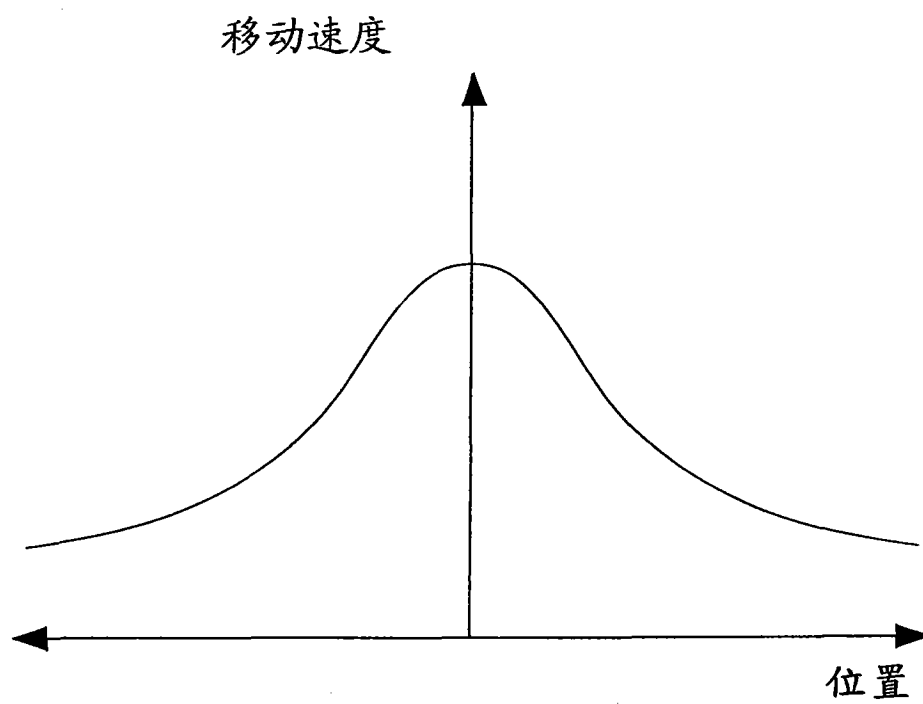


图 1E

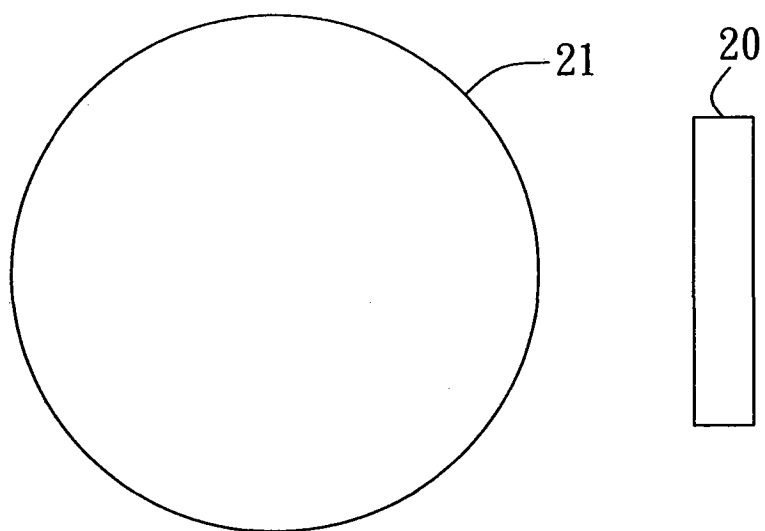


图 2A

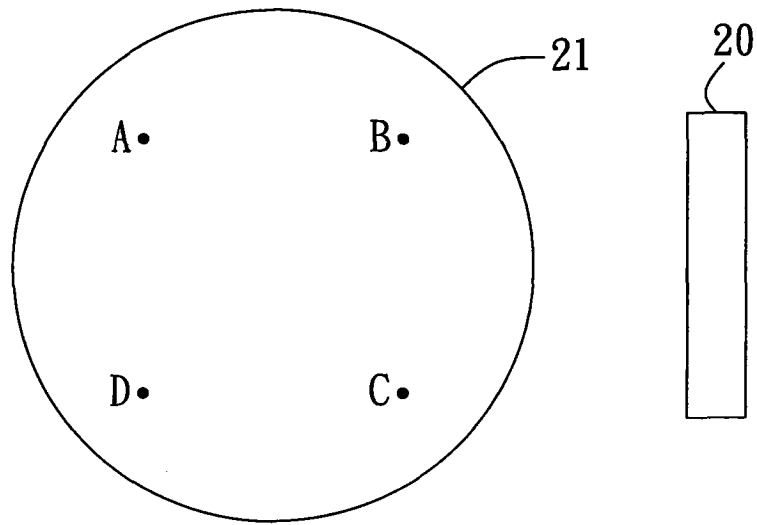


图 2B

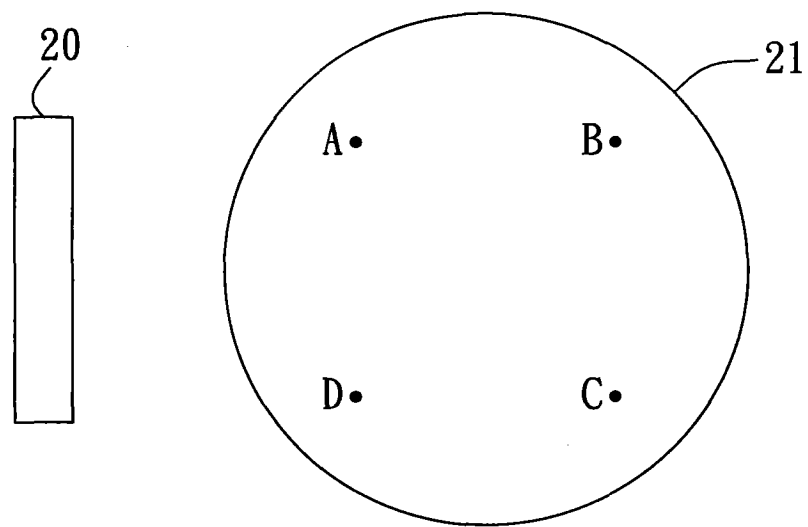


图 2C

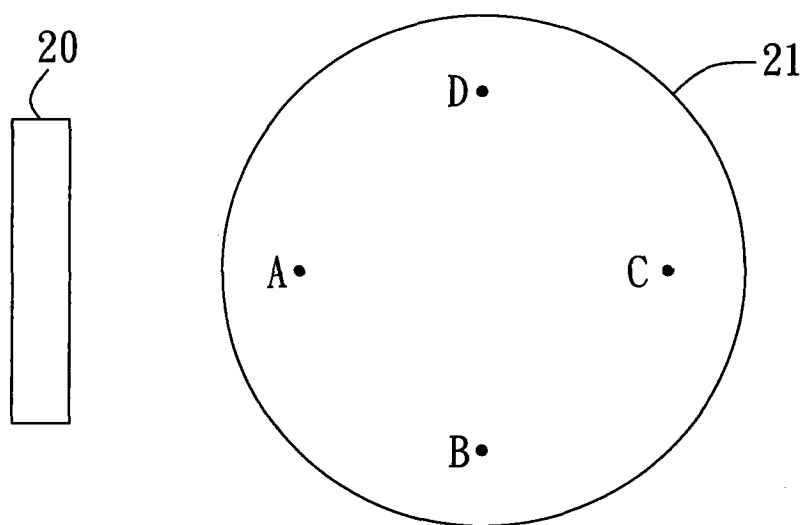


图 2D

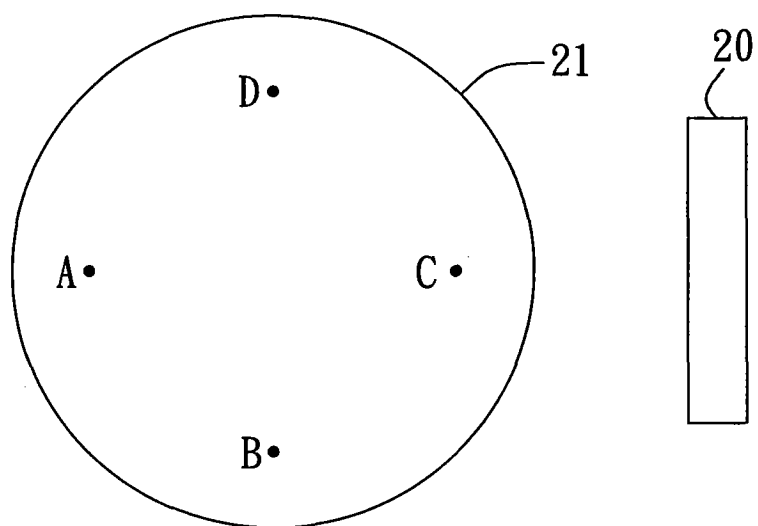


图 2E

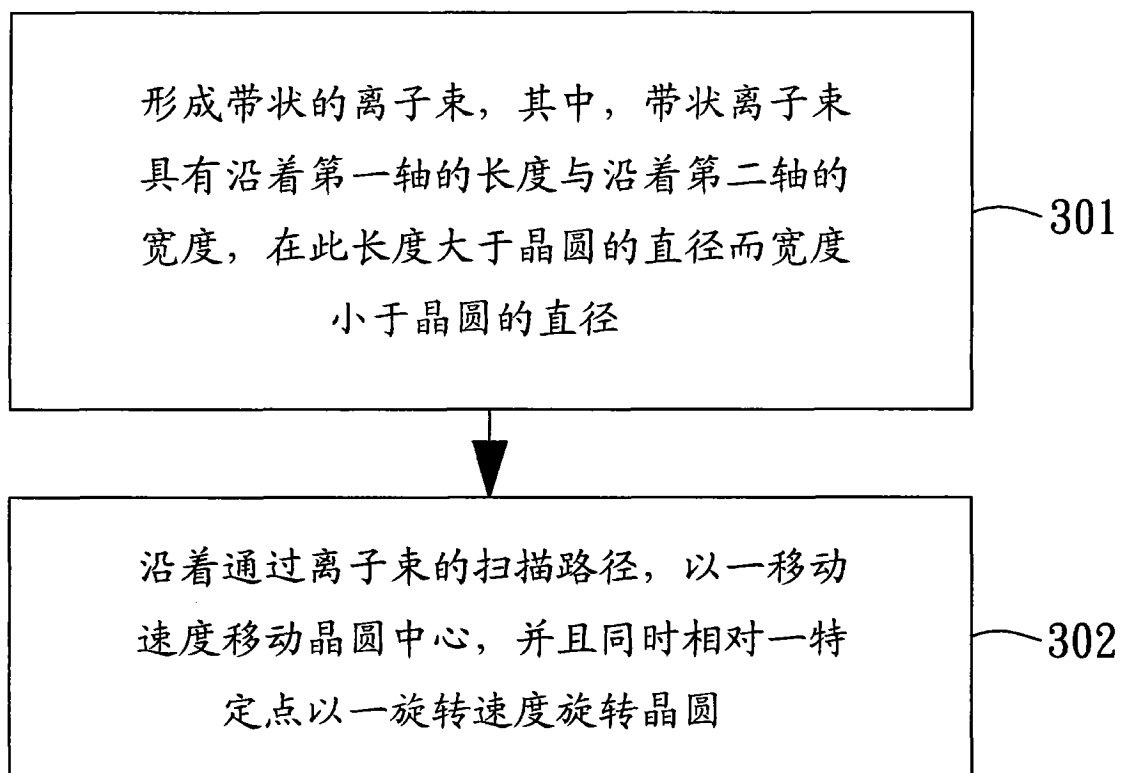


图 3

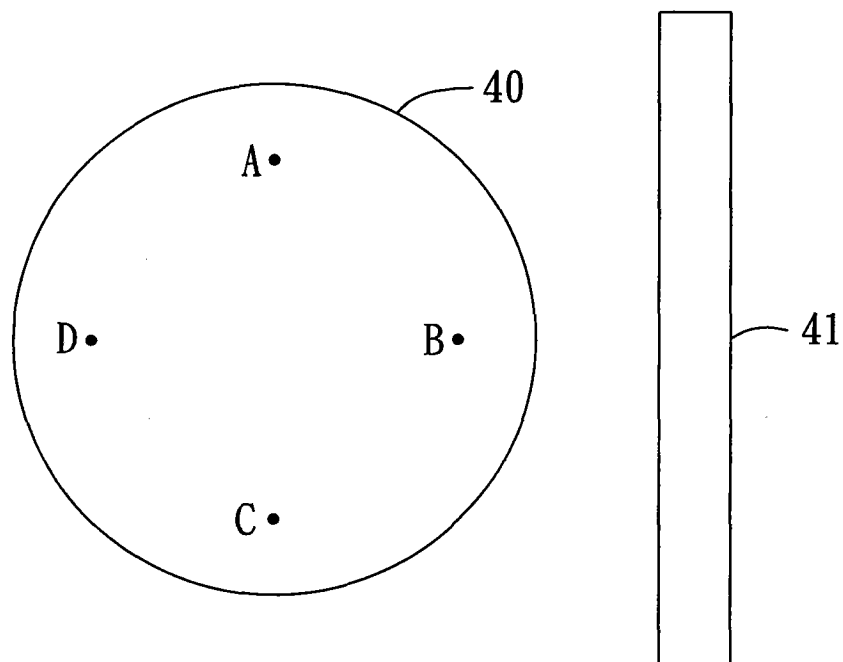


图 4A

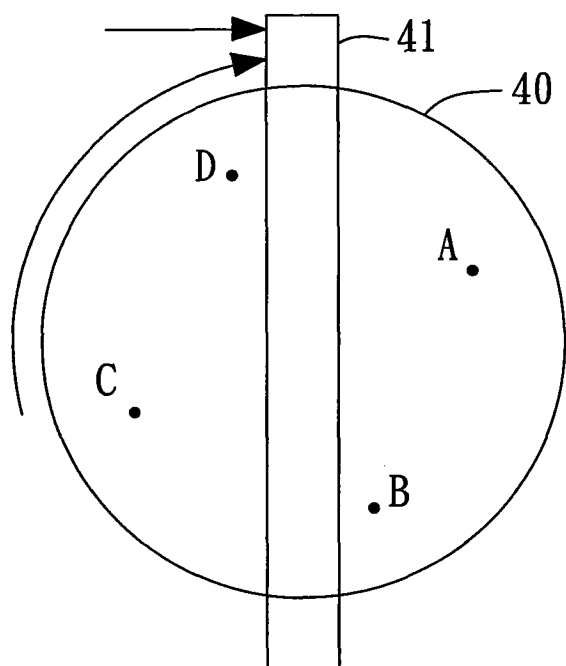


图 4B

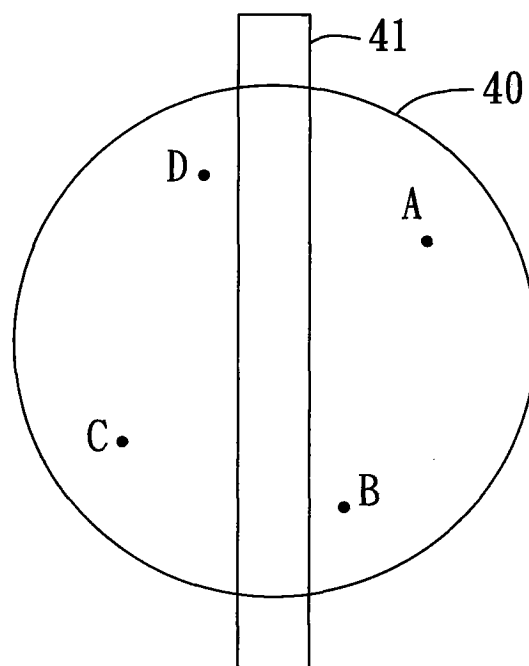


图 4C

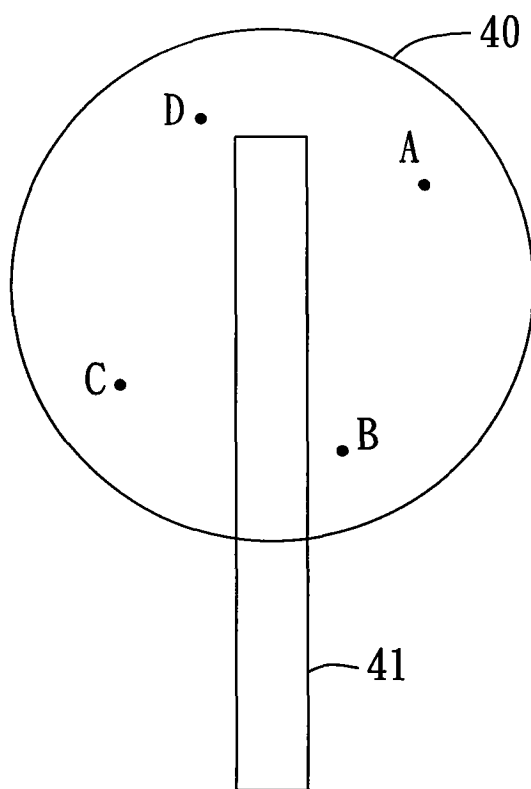


图 4D

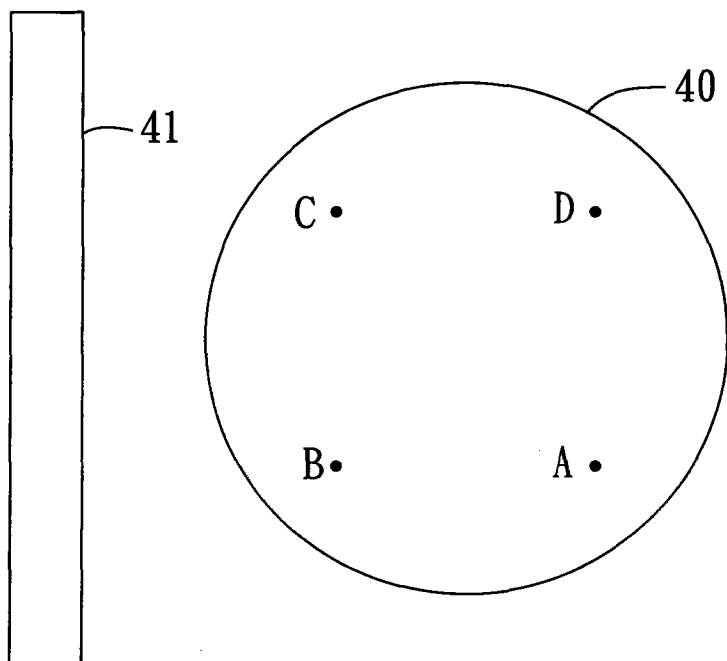


图 4E

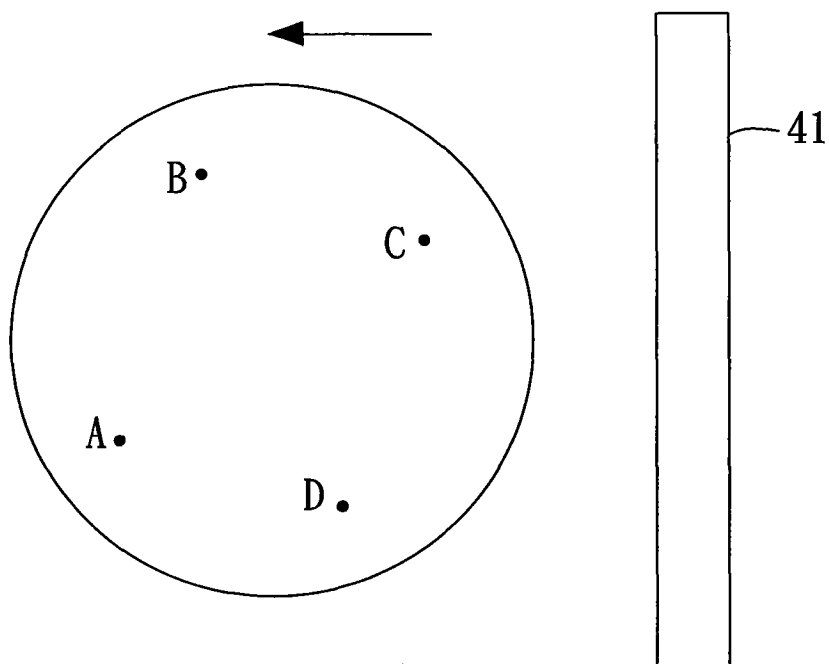


图 4F

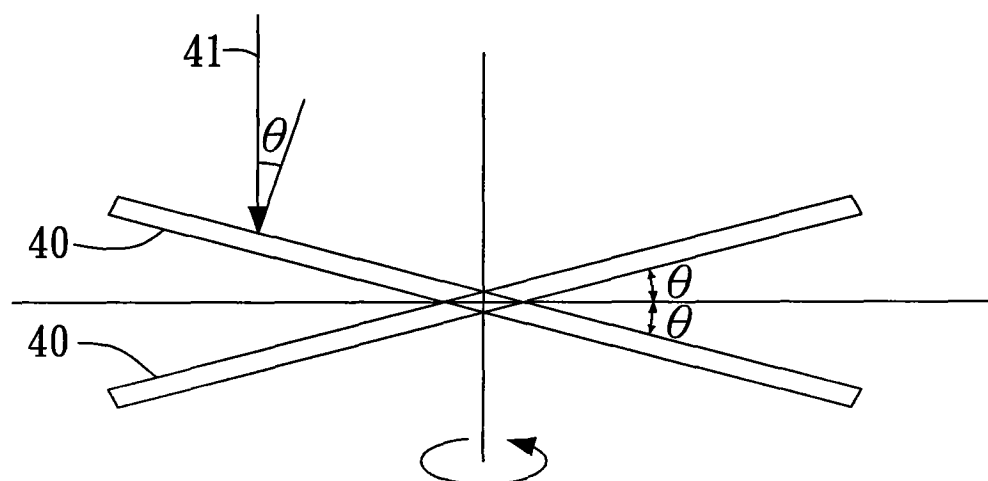


图 5A

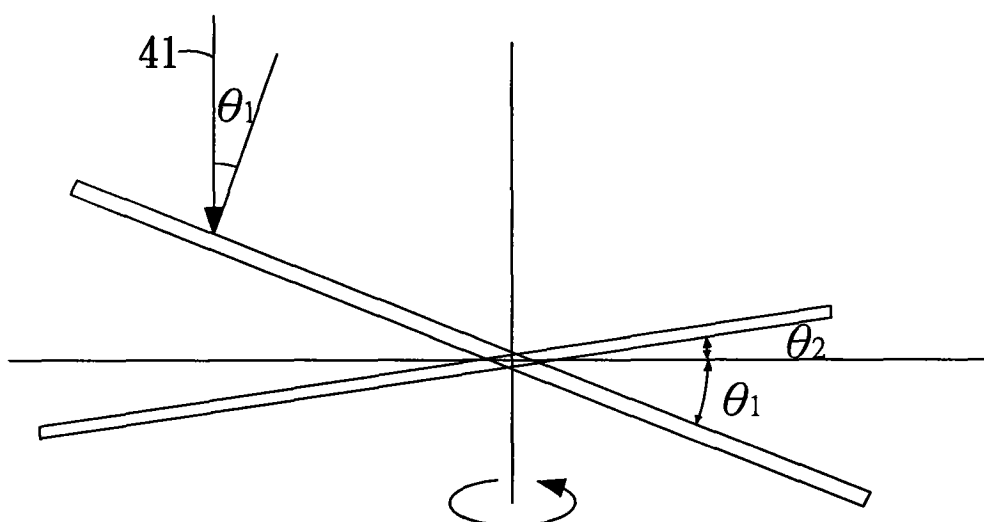


图 5B

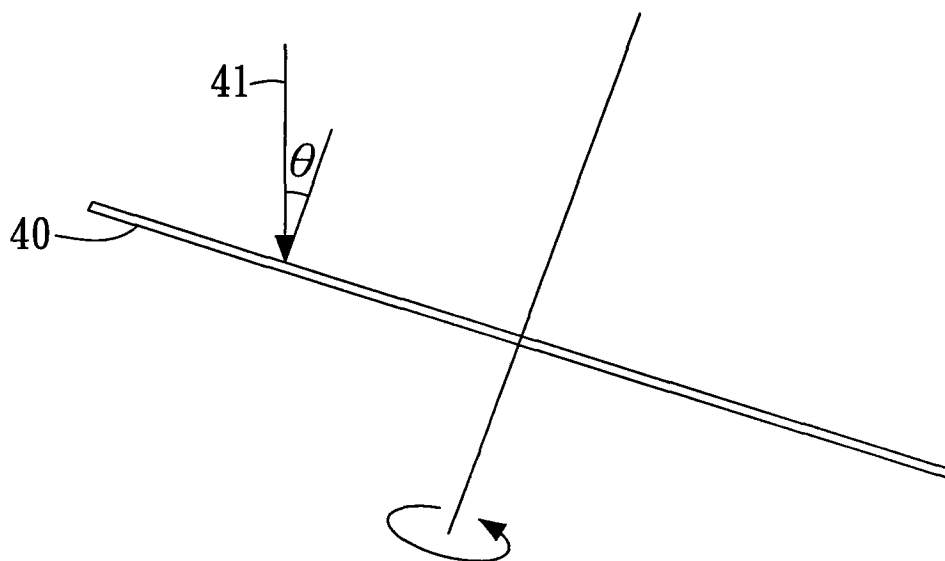


图 5C

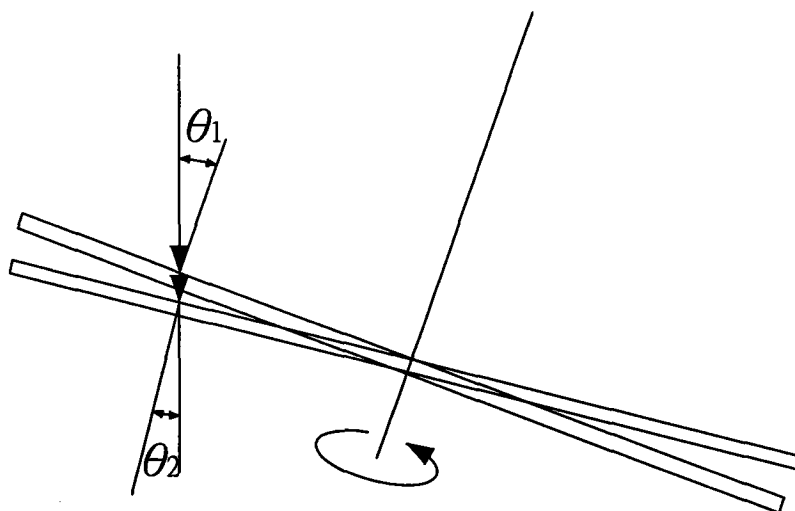


图 5D

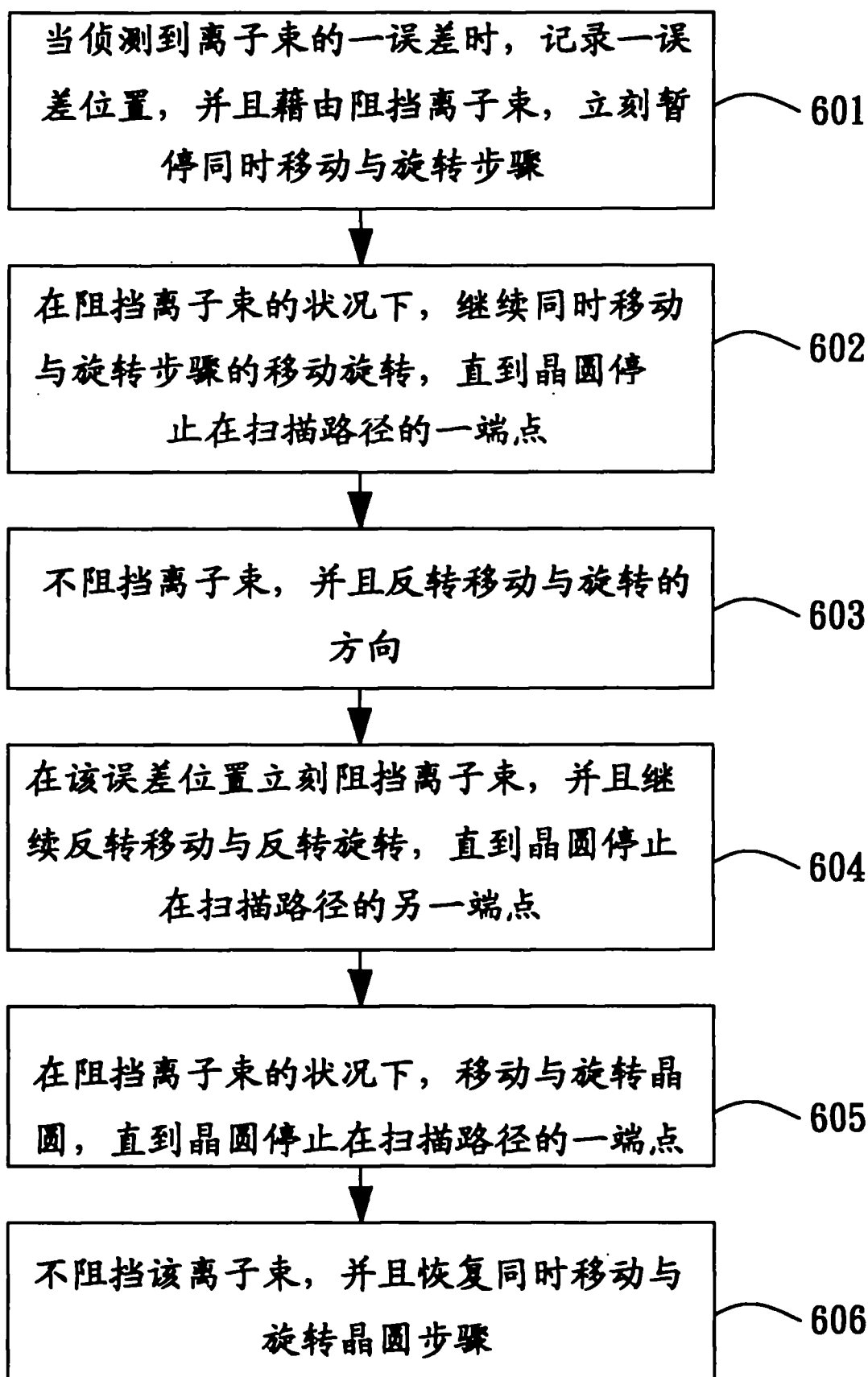


图 6

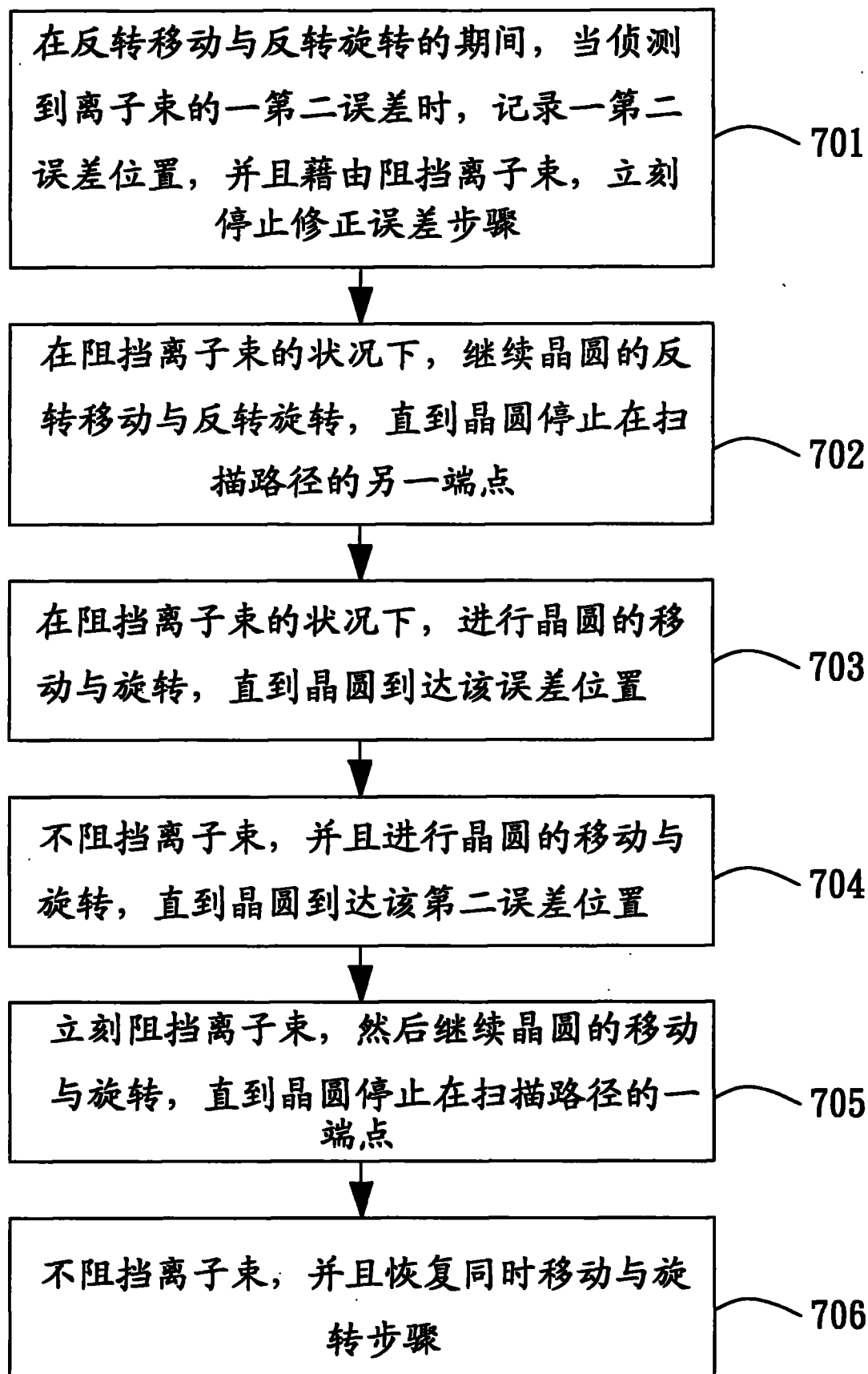


图 7

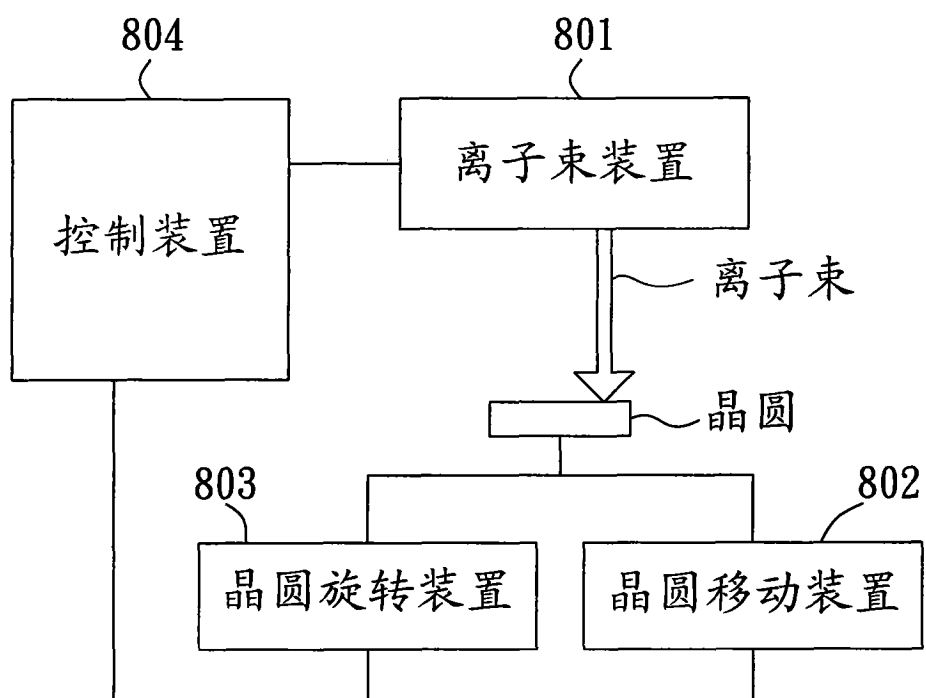


图 8