(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101380726 B
(45)授权公告日 2012.07.25

(21)申请号 200810128099.8

(22)申请日 2008.07.29

(30)优先权数据
2007-229377 2007.09.04 JP

(73)专利权人 株式会社不二制作所
地址 日本东京

(72)发明人 间濑惠二 月田盛夫

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 党晓林

(51)Int.Cl.
B24C 3/12(2006.01)
B24C 5/00(2006.01)

(56)对比文件
JP 昭63-123670 A,1988.05.27, 全文.
CN 1664993 A,2005.09.07, 全文.
JP 特开平8-309681 A,1996.11.26, 全文.
JP 特开2001-162535 A,2001.06.19, 全文.
CN 1772437 A,2006.05.17, 全文.

审查员 高波

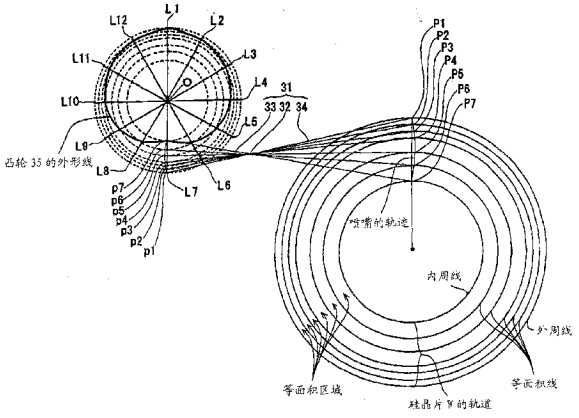
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 14 页

(54)发明名称

磨削加工方法以及磨削加工装置

(57)摘要

本发明提供磨削加工方法以及磨削加工装置，对在旋转轨迹上移动的工件(W)的整面均匀地喷射研磨材料。在使工件在预定的旋转轨迹上旋转移动的同时，一边对每次喷射定量研磨材料的喷嘴(20)的移动速度进行控制，一边使该喷嘴(20)反复在所述旋转轨迹的所述外周线和内周线之间，或者在所述外周线→中心方向→外周线之间往复移动，所述喷嘴(20)的移动速度被控制为：随着朝向所述旋转轨迹的中心侧移动速度相对变快、随着朝向外周侧相对变慢。喷嘴(20)的这种移动速度控制，以同心圆状将工件(W)的旋转轨迹划分成多个等面积区域，使喷嘴(20)分别以恒定时间横穿各等面积区域。



CN 101380726 B

1. 一种磨削加工方法，所述磨削加工方法用喷嘴对工件的表面喷射研磨材料进行磨削，其特征在于，

使所述工件在预定的旋转轨迹上旋转移动，并且

在所述旋转轨迹的外周线内被以该旋转轨迹的中心为中心的同心圆划分成多个等面积区域，以恒定的加工条件喷射研磨材料的喷嘴横穿所述各等面积区域的时间恒定，并在与所述各等面积区域交叉的方向上移动。

2. 一种磨削加工方法，所述磨削加工方法用喷嘴对工件的表面喷射研磨材料进行磨削，其特征在于，

使所述工件在预定的旋转轨迹上旋转移动，并且

所述工件的旋转轨迹具有该旋转轨迹的外周线和以所述旋转轨迹的中心为中心的同心圆的内周线，将所述外周线和内周线之间的间隔划分成多个等面积区域，以恒定的加工条件喷射研磨材料的喷嘴横穿所述各等面积区域的时间恒定，并在与所述各等面积区域交叉的方向上移动。

3. 根据权利要求 2 所述的磨削加工方法，其特征在于，

设所述等面积区域的面积为 ds 时，从旋转轨迹的内周侧朝向外周侧方向移动的喷嘴按照下述方式移动：在距离所述旋转轨迹的中心为半径 r_n 的任意点处，在预定时间内所述喷嘴的移动距离 dx 近似于下式，

$$dx = \sqrt{r_n^2 + \frac{ds}{\pi}} - r_n$$

。

4. 根据权利要求 2 所述的磨削加工方法，其特征在于，

设所述等面积区域的面积为 ds 时，从旋转轨迹的外周侧朝向内周侧方向移动的喷嘴按照下述方式移动：在距离所述旋转轨迹的中心为半径 r_n 的任意点处，在预定时间内所述喷嘴的移动距离 dx 近似于下式，

$$dx = r_n - \sqrt{r_n^2 - \frac{ds}{\pi}}$$

。

5. 根据权利要求 1 所述的磨削加工方法，其特征在于，

使单一的所述工件自转，将所述工件的旋转轨迹的外周线内呈同心圆状划分成相等面积，作为所述等面积区域。

6. 根据权利要求 1 所述的磨削加工方法，其特征在于，

设将所述旋转轨迹划分成多个等面积区域时的直径最小的同心圆的半径为 r_1，所述喷嘴按照下述方式移动：位于从中心开始第 n 个同心圆上的喷嘴在预定时间内向外周方向移动的距离 dx 近似于下式，

$$dx = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

。

7. 根据权利要求 5 所述的磨削加工方法，其特征在于，

设将所述旋转轨迹划分成多个等面积区域时的直径最小的同心圆的半径为 r_1，所述喷嘴按照以下方式移动：位于从中心开始第 n 个同心圆上的喷嘴在预定时间内向内周方向移动的距离 dx_{n-1} 近似于下式，

$$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

。

8. 根据权利要求 2 所述的磨削加工方法，其特征在于，

所述喷嘴在所述旋转轨迹的所述外周线和内周线之间的等面积区域范围内移动。

9. 根据权利要求 1 所述的磨削加工方法，其特征在于，

所述喷嘴横穿所述旋转轨迹的外周线→中心方向→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间进行移动。

10. 一种磨削加工装置，其特征在于，

所述磨削加工装置具有：

喷嘴，其对工件喷射研磨材料；

旋转、输送单元，其使所述工件在预定的旋转轨迹上旋转移动；以及

喷嘴移动控制单元，在所述旋转轨迹的外周线内形成有多个等面积区域，所述等面积区域由以该旋转轨迹的中心为中心的同心圆划分而成，所述喷嘴移动控制单元使所述喷嘴横穿所述等面积区域的时间恒定，并使所述喷嘴在与所述等面积区域交叉的方向上移动。

11. 根据权利要求 10 所述的磨削加工装置，其特征在于，

所述喷嘴移动控制单元具有：

摇臂，其通过以预定的轴支承位置为支点进行摆动，使得所述喷嘴在所述旋转轨迹的所述外周线和与该外周线为同心圆的内周线之间往复移动；以及

凸轮，其与所述摇臂外接，通过旋转使所述摇臂以预定的图形摆动，

在将设在所述摇臂上的喷嘴分别配置在该喷嘴在预定的定时应配置的位置上时，将所述摇臂与所述凸轮之间的接触部分所配置的位置分别作为基准输入点，所述凸轮的外形形状为：每旋转与所述定时对应的旋转角度时依次通过所述基准输入点。

12. 根据权利要求 11 所述的磨削加工装置，其特征在于，

使所述摇臂在与所述工件的旋转轨迹的面正交的面内摆动。

13. 一种磨削加工装置，其特征在于，

所述磨削加工装置具有：

喷嘴，其对工件喷射研磨材料；

旋转、输送单元，其使所述工件在预定的旋转轨迹上旋转移动；

所述工件的旋转轨迹具有外周线和内周线，将该外周线和内周线之间的间隔划分成面积为 ds 的多个等面积区域；以及

喷嘴移动控制单元，其使所述喷嘴横穿所述等面积区域的时间恒定，并使所述喷嘴在与所述等面积区域交叉的方向上移动；并且

所述喷嘴移动控制单元使所述喷嘴以下述方式移动：在距离所述旋转轨迹的中心半径为 r_n 的任意点上，从旋转轨迹的内周侧朝外周侧方向移动的喷嘴在预定时间内移动的距离 dx 近似于下式，

$$dx = \sqrt{r_n^2 + \frac{ds}{\pi}} - r_n$$

。

14. 一种磨削加工装置，其特征在于，

所述磨削加工装置具有：

喷嘴，其对工件喷射研磨材料；

旋转、输送单元，其使所述工件在预定的旋转轨迹上旋转移动；

所述工件的旋转轨迹具有外周线和内周线，将该外周线和内周线之间的间隔划分成面积为 ds 的多个等面积区域；以及

喷嘴移动控制单元，其使所述喷嘴横穿所述等面积区域的时间恒定，并使所述喷嘴在与所述等面积区域交叉的方向上移动；并且

所述喷嘴移动控制单元使所述喷嘴以下述方式移动：在距离所述旋转轨迹的中心半径为 r_n 的任意点上，从旋转轨迹的外周侧朝内周侧方向移动的喷嘴在预定时间内移动的距离 dx 近似于下式，

$$dx = r_n - \sqrt{r_n^2 - \frac{ds}{\pi}}$$

。

15. 根据权利要求 10 所述的磨削加工装置，其特征在于，

将所述工件的旋转轨迹的外周线内以同心圆状等面积地划分而形成 n 个所述等面积区域，设划分成所述等面积区域的直径最小的同心圆的半径为 r_1，所述喷嘴移动控制单元使所述喷嘴以下述方式移动：位于从中心开始第 n 个同心圆上的喷嘴在预定时间内向外周方向移动的移动距离与利用下式规定的移动距离 dx 近似于下式，

$$dx = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

。

16. 根据权利要求 10 所述的磨削加工装置，其特征在于，

将所述工件的旋转轨迹的外周线内等面积地划分成同心圆状，形成 n 个所述等面积区域，设划分成所述等面积区域的直径最小的同心圆的半径为 r_1，所述喷嘴移动控制单元使所述喷嘴以下述方式移动：位于从中心开始第 n 个同心圆上的喷嘴在预定时间内向内周方向移动的移动距离与利用下式规定的移动距离 dx_{n-1} 近似于下式，

$$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

。

磨削加工方法以及磨削加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过喷射磨粒等各种磨削材料、喷砂材料、研磨材料（在本发明中，将这些统称为“研磨材料”。），对被处理对象乃至被加工对象面（在本发明中，称为“工件(W)”。）进行研磨、切削、喷砂、清理等（在本发明中，将这些统称为“磨削”，将它们中使用的方法称为磨削加工方法、将使用的装置称为磨削加工装置。）的磨削加工方法以及磨削加工装置，例如，涉及能够用于将硅晶片等晶片（以下，简称为“工件(W)”。）作为处理对象，对形成在该晶片上的膜或污垢进行磨削的磨削加工方法以及使用所述磨削方法的磨削加工装置。

背景技术

[0002] 例如，对于晶片等半导体器件材料，通过对例如单晶硅晶片实施由多个工序组成的加工来进行制造。在制造这样的半导体器件时，为了监视各工序的状态、讨论各工艺过程中的条件等，在制造工序中使用所谓的被称为测试晶片的测试用晶片。

[0003] 下面，以测试晶片为例，对技术背景、以及课题进行说明。

[0004] 这种测试晶片的使用量很大，多达用于制造实际出售等制品的晶片（原始晶片；prime wafer）的生产量的大约1/3左右。由于这种检查用的测试晶片仅仅是在半导体器件的制造工序中使用的晶片，并不作为最终的制品出厂，因此只要是具有与原始晶片同样的平滑面的晶片即可，即使是再生品也不妨碍使用。

[0005] 因此，对于这种测试晶片，一旦在半导体器件的制造工序中被用于各种测试中后，通过腐蚀来除去在表面上形成的覆膜或污垢之后重复使用。谋求通过这种晶片的再生使用来减少昂贵晶片的使用量、降低制造成本。

[0006] 为了再生这种使用过的测试晶片，作为除去在表面上形成的覆膜等的 方法，以往一直使用化学腐蚀(etching)法。但是，在通过化学腐蚀除去覆膜的情况下，由于腐蚀速度根据材质不同而不同，因此如果将混合有由那些不同材质构成的覆膜的测试晶片浸泡在腐蚀液中，则由于由该材质的不同引起腐蚀速度不同，从而在腐蚀后的测试晶片的表面上产生凹凸。

[0007] 因此，如果想将这样产生的凹凸加工成与原始晶片同样的平坦面，则需要增大下一工序的抛光(polishing)的加工量(tab for polishing)，其结果是，测试晶片的厚度在一次使用中大幅减少，由此再生使用次数受到限制。

[0008] 并且，在上述的进行化学腐蚀的情况下，腐蚀液的使用是不可或缺的，因此腐蚀液或用于清洗腐蚀后的硅晶片的清洗水等都被污染，不能直接废弃，需要进行使腐蚀液无害化的处理，还需要用于进行这种处理的设备等。

[0009] 因此，近年来，谋求从使用药液等的化学处理向不使用药液等的干式处理的转换。

[0010] 作为利用这种干式处理进行硅晶片腐蚀的方法，提出有通过向硅晶片的覆膜形成面喷射粉状体从而研磨除去覆膜的方法（参照日本特开2001-162535号公报）。

[0011] 在上述晶片中，除了测试晶片以外，还包括供再生的假片(dummy wafer)、原始晶

片。

[0012] 如上所述，在通过喷射研磨材料的粉状体来除去所述工件 W 即晶片上的覆膜的方法中，例如，如果想要通过一次处理来同时处理多个晶片，则下述方法是有效的：在转台上，例如以与转台的外周侧相邻并且使晶片的外周与转台的外周缘内侧内接的方式并列配置预定数量的晶片，通过使该转台以该转台的中心为旋转中心旋转（公转，晶片不旋转。）并输送而使晶片旋转移动，对该移动的晶片喷射研磨材料。

[0013] 并且，即使是在处理单一的晶片时，例如，在该晶片是切出多个芯片（切割；dicing or die cutting）用的晶片等大型晶片的情况下，或者在采用蒸镀夹具或模具等的情况下等，通过对确定的一处喷射粉状体无法进行整体加工的情况下，需要以使该晶片的中心与转台的中心重合的方式进行配置来将晶片载置在转台上，一边以该转台的中心为旋转中心旋 转（自转；晶片本身旋转）一边喷射研磨材料。

[0014] 进而，如果想要对在转台上这样移动的晶片的整面喷射研磨材料，则需要进行以下的处理：使喷嘴从所述工件 W 的所述旋转轨迹中的待加工的最外周的线（在本申请说明书中称为“外周线”）到所述工件 W 的所述旋转轨迹中的待加工的最内周的线（在本申请说明书中称为“内周线”）、即使喷嘴以反复在外周线→内周线之间（配置的一个或者多个工件 W 的直径方向）横穿的方式往复移动预定次数［参照图 15(A)］，或者使喷嘴以一个自转的晶片乃至转台上的工件反复在外周线→中心方向→隔着所述外周线的所述中心在与直径方向相反的方向对置的外周线之间横穿的方式往复移动［参照图 15(B)］。

[0015] 但是，在以上述方法使喷嘴移动的情况下，如果使喷嘴的移动速度为恒定速度，则在图 15(A)、(B) 中的任何一种情况下，以这种方法加工的晶片，在旋转（并输送）轨迹的外周侧加工度（主要是磨削的深度）低，在中心侧加工度高。

[0016] 即，如图 16 所示，如果设半径为 r_1 的微小圆，和半径增加为 r_1 的 2 倍、3 倍、4 倍、5 倍的半径为 r_2、r_3、r_4、r_5 的同心圆，则在面积比中，相对于半径为 r_1 的圆，半径为 r_2 的圆为其 4 倍，半径为 r_3 的圆为其 9 倍，半径为 r_4 的圆为其 16 倍，半径为 r_5 的圆为其 25 倍，各圆的面积扩大为半径的倍数的平方 (r_1n^2)，相对于半径为 r_1 的中心圆的面积，形成在其外周的各闭合环状的带状部分的面积随着朝向外周方向面积增加为 3 倍、5 倍、7 倍、9 倍…($r_n = (2n-1)r_1$)。

[0017] 因此，对于载置在以单位时间旋转角度 θ 的恒定速度进行旋转的转台上的晶片，例如，如果利用喷嘴从旋转中心朝向外周方向进行加工，通过使所述喷嘴以单位时间移动距离 r 的恒定速度在所述外周线和与该外周线为同心圆的内周线之间移动，则随着距离中心的移动距离增加，单位时间的加工面积也如图中涂黑的部分所示那样按照上述倍率增加。相反而言，单位面积的加工时间随着从内周侧朝向外周侧而减少。

[0018] 因此，如果由喷嘴喷射的研磨材料的材质、单位时间的研磨材料的喷射量、弧高乃至喷射压力或喷射速度、喷射距离（喷嘴和工件之间的 距离）等其它的加工条件恒定，则在上述那样使喷嘴以恒定速度移动的情况下，会产生下述问题而无法对晶片的整个表面进行均匀的磨削：如上所述，在一个工件的旋转轨迹乃至将多个工件在转台上载置在同心圆上时，在转台的旋转轨迹的外周侧加工度低，在内周侧加工度高。

[0019] 其结果是，如果以加工度低的外周侧为基准设定加工时间等加工条件，则在加工度高的内周侧就会过度地进行磨削，另外，如果按照加工度高的内周侧设定加工条件，则在

加工度低的外周侧就会无法完全除去覆膜而有所残留。

[0020] 特别是硅晶片的尺寸大型化为5英寸、6英寸、8英寸，进而现在又增大为12英寸，一年比一年大型化，伴随着该大型化，所述加工不均匀表现得更加显著。

[0021] 在将多个工件在转台上载置在同心圆上的情况（图15(A)）下，如果想要消除上述旋转轨迹的内周侧和外周侧之间的加工度之差，则在利用上述的磨削装置一旦对晶片进行磨削后，从转台上的夹具等卸下加工后的晶片，重新排列该晶片，使其与上次加工时相比内外周（直径）方向的朝向相反，并再次固定夹具，再次进行磨削处理等，为了使晶片的整面均匀，需要分成多次进行加工作业，磨削作业需要很长时间并且变得繁杂。

[0022] 另外，在以上的说明中，例举了再生测试晶片的情况进行了说明，但是这种问题不仅限于再生测试晶片的情况，在例如对硅晶片的表面进行研磨、磨削，或以预定的粗糙度赋予凹凸，进一步通过喷射研磨材料进行狭缝的形成、切出（切割）等的情况下，通过对在圆周轨迹上移动的硅晶片的表面喷射研磨材料进行的磨削作业都会产生同样的问题。

[0023] 并且，并不仅限于以硅晶片为加工对象的情况，即使是蒸镀夹具或模具的清洗等的磨削、以其它任何工件为对象的磨削加工，对在旋转轨迹上移动的工件进行加工的情况下，都有可能产生上述那样的加工不均匀。

发明内容

[0024] 因此，本发明是为了解决上述那样对在旋转轨迹上移动的工件喷射研磨材料的情况下产生的上述那样的问题而完成的，目的在于提供一种 磨削加工方法以及用于实现所述方法的磨削加工装置，使得在通过喷射研磨材料而进行的工件的磨削中，能够通过比较简单的方法对在旋转轨迹上移动的工件的整面进行均匀的磨削。

[0025] 为了达成上述目的，本发明的磨削加工方法用喷嘴20向工件W的表面喷射研磨材料以进行磨削，其特征在于，使所述工件W在预定的旋转轨迹上旋转移动，并且，在所述工件W的所述旋转轨迹中待加工的最外周的线（即外周线）的内周侧（外周线内）中，假定利用以该旋转轨迹的中心为中心的同心圆分别形成或者划分成多个面积相等（本申请中称为“等面积”）的区域（本申请中称为“等面积区域”），换言之，以等面积的方式同心圆状地划分等面积区域，对以恒定的加工条件喷射研磨材料的喷嘴的移动进行下述控制：使该喷嘴横穿所述多个等面积区域中的各个等面积区域的时间恒定，即随着朝向所述旋转轨迹的中心侧而相对变快，随着朝向外周侧而相对变慢，使所述喷嘴在与所述各等面积区域交叉的方向上移动乃至摆动（第一方面的发明；参照图8、图10、图11）。

[0026] 并且，能够根据需要反复进行所述移动或摆动。

[0027] 对于这样划分等面积区域，例如，将由外周缘位于（转台的）外周线侧的晶片构成的多个工件作为对象时，在所述工件的旋转轨迹具有所述外周线和内周线的情况下，能够将所述外周线和所述内周线之间的间隔划分成所述等面积区域，所述内周线距离所述外周线的距离与所述工件的直径相等，是同心圆的所述工件W的所述旋转轨迹中待加工的最内周的线（第二方面的发明；参照图8、10），或者，在使单一的工件自转时，也可以将所述工件的旋转轨迹的外周线内的空间划分成所述等面积区域（第五方面的发明；参照图11）。另外，如图8、图10所示，即使是在工件W的旋转轨迹是具有内周线的环状旋转轨迹的情况下，也可以如图11所示对该外周线内进行等面积地划分（第一方面的发明）。

[0028] 对于喷嘴 20 的移动，可以使其在所述旋转轨迹的外周线→内周线之间的范围内移动（第八方面的发明），或者，可以以横穿外周线→中心→隔着所述外周线的所述中心在与直径方向相反方向对置的外周线之间的方式进行所述移动乃至摆动（第九方面的发明，图 11）。

[0029] 进而，对于利用上述磨削加工方法的处理，可以以配置在转台 11 的外周的多个工件 W，即以所述旋转轨迹的中心为中心进行公转的工件 W 为对象，或者，也可以以使其中心与转台 11 的中心对应地进行配置的一个工件 W，即以所述旋转轨迹的中心为中心进行自转的工件 W 为对象。

[0030] 并且，本发明的磨削加工装置的特征在于，所述磨削加工装置具有：喷嘴 20，其向工件 W 喷射研磨材料；旋转、输送单元 10，其具有转台 11 等，使所述工件 W 在预定的旋转轨迹上移动；以及喷嘴移动控制单元 30，其对所述喷嘴 20 的移动进行控制，通过所述喷嘴移动控制单元 30 的控制，使所述喷嘴 20 横穿各个等面积区域的横穿时间恒定，所述等面积区域通过利用以该旋转轨迹的（旋转）中心为中心的同心圆划分所述旋转轨迹内部而形成有多个，所述喷嘴移动控制单元 30 按照下述方式对所述喷嘴 20 的移动速度进行控制，并使喷嘴 20 在与所述旋转各等面积区域交叉的方向上移动：随着朝向所述旋转轨迹的中心侧而相对变快，随着朝向外周侧而相对变慢（第十方面的发明）。

[0031] 所述喷嘴移动控制单元 30 具有：摇臂 31，其通过以预定的轴支承位置为支点进行摆动，使所述喷嘴 20 在所述旋转轨迹的所述外周线和与该外周线为同心圆的内周线之间往复移动；以及凸轮 35，其直接或间接地与所述摇臂 31 外接，通过旋转使所述摇臂 31 以预定的图形摆动，在将设在所述摇臂 31 上的喷嘴 20 分别配置在该喷嘴 20 在预定的定时应配置的位置 (P1 ～ P7) 上时，将所述摇臂 31 和所述凸轮之间的接触部分所配置的位置分别作为基准输入点 (p1 ～ p7) 求出，所述凸轮 35 的外形形状能够形成为下述形状：每当旋转与所述定时对应的旋转角度时依次通过所述基准输入点 (p1 ～ p7)（第十一方面的发明；参照图 8、图 10、图 11）。

[0032] 根据本发明的磨削加工方法以及磨削加工装置，在利用以上说明了的本发明的结构使喷嘴 20 移动时，使喷嘴 20 的移动速度如下所述进行变化，能够减少旋转轨迹的内周侧和外周侧之间产生的加工度的变化：随着从旋转移动的工件 W 的旋转轨迹的外周侧朝向内周侧移动速度相对变快，并且，与此相反，随着从内周侧朝向外周侧移动速度相对变慢。

[0033] 其结果是，例如在再生测试晶片时，不需要进行相对于转台多次重 新排列测试晶片进行处理等的作业，能够通过一次处理对测试晶片进行均匀地磨削，由此，能够减少测试晶片的磨削量（厚度的减少），因此，能够增加测试晶片的再生使用次数。

[0034] 此外，凸轮 35 对喷嘴 20 的移动速度进行上述的控制，以使喷嘴 20 以相等的速度横穿所述各等面积区域，通过设置所述凸轮 35，使在旋转轨迹上移动的工件 W 的任意部分中单位面积的加工时间恒定，能够基本彻底消除在旋转轨迹的内外周侧产生的加工不均匀。

[0035] 对于这样的喷嘴 20 的移动，例如，在使所述工件 W 进行以所述转台的旋转轨迹的中心为中心的公转移动等，在不需要对旋转轨迹的中心部喷射研磨材料的情况下，通过下述方式达成：使所述喷嘴的移动范围在所述旋转轨迹的外周线→内周线之间的范围内，即、使所述喷嘴的移动范围在工件的直径内。

[0036] 另一方面，通过使所述喷嘴在所述旋转轨迹的外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间移动，例如即使是在对自转的单一的工件 W 进行磨削加工的情况下，也能够对工件进行均匀地加工。

[0037] 在利用摇臂 31 进行喷嘴 20 的移动的情况下，通过使该摇臂的移动乃至摆动方向位于与工件 W 的旋转轨迹的面正交的面内，由此能够使喷嘴在工件的外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间的移动为直线移动。其结果是，消除了在使喷嘴与工件 W 的旋转方向平行地摆动而使喷嘴呈弧状移动的情况下所产生的等面积区域的宽度和横穿该等面积区域所需要的喷嘴的移动距离之间的差异，能够对喷嘴 20 的移动进行正确地控制。

[0038] 另外，在利用上述各式求得的移动距离 dx(dx_n) 使喷嘴移动的情况下，能够以使相对于任一等面积区域的喷嘴的横穿时间都恒定的方式使喷嘴移动。

附图说明

[0039] 图 1 是喷射 (blast) 加工装置的主视图。

[0040] 图 2 是喷射加工装置的右侧视图。

[0041] 图 3 是喷射加工装置的俯视图。

[0042] 图 4 是喷射加工装置的主视透视图（喷嘴移动控制单元的说明图）。

[0043] 图 5 是喷射加工装置的俯视透视图（喷嘴移动控制单元的说明图）。

[0044] 图 6 是喷嘴移动控制单元（凸轮以及凸轮臂部分）的放大俯视图。

[0045] 图 7 是喷嘴移动控制单元（凸轮以及凸轮臂部分）的放大后视图。

[0046] 图 8 是凸轮形状的确定方法的说明图。

[0047] 图 9 是示出凸轮和转台的位置关系的说明图。

[0048] 图 10 是凸轮形状的确定方法的说明图。

[0049] 图 11 是凸轮形状的确定方法的说明图。

[0050] 图 12 是示出凸轮和转台的位置关系的说明图。

[0051] 图 13 是示出转台的旋转方向和摇臂的摆动方向之间的关系说明图。

[0052] 图 14 是示出组装了本发明的喷射加工装置的硅晶片磨削系统的结构例的主视图。

[0053] 图 15 是示出喷嘴相对于旋转的工件的移动方向的说明图，(A) 是使喷嘴在工件的旋转轨迹的所述外周线和与该外周线为同心圆的内周线之间移动的例子，(B) 是使喷嘴在工件的旋转轨迹的外周线→中心方向→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间移动的例子。

[0054] 图 16 是表示在工件的旋转轨迹的外周线→内周线（半径方向）上以恒定的移动速度移动的喷嘴和加工面积的变化之间的关系的说明图。

[0055] 标号说明

[0056] 1：喷射加工装置（工件（被加工对象面；硅晶片或者晶片）的磨削装置）；

[0057] 2：机壳；

[0058] 3：加工室；

[0059] 10：工件（被加工对象面；硅晶片或者晶片）旋转、输送单元；

[0060] 11：转台；

[0061] 12：夹具；

[0062] 20：喷嘴；

[0063] 30：喷嘴移动控制单元；

[0064] 31(31a、31b、31c)：摇臂；

[0065] 32：旋转轴；

[0066] 33：凸轮臂；

[0067] 34：喷嘴安装臂；

[0068] 35：凸轮；

[0069] 36：电动机（凸轮旋转用）；

[0070] 37：动力传递机构；

[0071] 37a、37b：带轮；

[0072] 37c：传送带；

[0073] 38：轴承；

[0074] 39：连杆；

[0075] 50：集尘器；

[0076] 60：旋风分离器；

[0077] W：工件（被加工对象面；硅晶片或者晶片等）

具体实施方式

[0078] 其次，下面对本发明的实施方式进行说明。

[0079] 另外，在以下的实施方式中，都是以晶片作为磨削加工的对象即工件 W 为例进行说明，但是本发明中的工件 W 并不如前所述那样仅限于晶片或者硅晶片，能够以模具或夹具等各种广泛的产业机械器具和工具以及它们的部件等作为对象。

[0080] 本发明的磨削加工装置是对工件 W（此处，作为一例举出硅晶片 W，在以下的本实施方式的说明中仅称为“晶片 W”。）的表面喷射研磨材料的喷射加工装置 1，所述喷射加工装置至少具有：旋转、输送单元 10，其使晶片 W 在预定的旋转轨迹上旋转移动；喷嘴 20，其对该被输送的晶片 W 喷射研磨材料；以及喷嘴的移动控制单元 30，其使所述喷嘴 20 朝向预定的移动方向以预定的被控制的移动速度移动（参照图 4）。

[0081] 图 1～图 3 所示的喷射加工装置 1 构成为：在由金属板等形成的机壳 2 的内部形成有用于进行喷射加工的加工室 3，并且该机壳 2 的下部形成为朝向下方宽度变窄的倒（四）棱锥状，能够回收在加工室 3 内喷射 的研磨材料。

[0082] 在形成于该机壳 2 内的加工室 3 内配置有：旋转、搬送单元 10，其由转台 11 等构成，所述转台 11 载置作为加工对象的晶片 W 进行旋转，使所述晶片 W 在预定的旋转轨迹上在加工室 3 内移动；以及喷嘴 20，其对安装在该旋转、输送单元 10 上的晶片 W 喷射研磨材料，并且，横跨所述机壳 2 内外设有喷嘴移动控制单元 30，该喷嘴移动控制单元 30 使该喷嘴 20 朝向预定的移动方向以被控制的移动速度移动。

[0083] 在本实施方式中，所述的旋转、输送单元 10 具有转台 11，所述转台 11 在形成于机壳 2 内的加工室 3 内沿水平方向旋转，在图示的实施方式中该转台 11 形成为在俯视图中中

央部分开口的闭合环状（参照图5）。

[0084] 作为加工对象的晶片W可以直接载置在该转台11上进行输送，但在本实施方式中，在所述转台11上设有多个夹具12，所述夹具12形成为能够分别单独安装作为加工对象的晶片W，构成为在该夹具12上分别能够剥离地粘接晶片W或者利用后述的真空卡盘等固定单元固定晶片W（参照图4）。

[0085] 此处，在本实施方式中，该夹具12形成为具有能够载置作为加工对象的晶片W的尺寸的圆盘状，并优选设置固定晶片W的单元，例如对载置的晶片W进行真空吸附的真空卡盘或者进行静电固定的静电卡盘等，以避免载置在该夹具12上的晶片W在加工中被利用喷嘴20喷射的研磨材料或压缩空气等吹飞或者引起位置偏移。

[0086] 该夹具12定位并固定在上述转台11上，由此，各夹具12上的晶片W以稳定的状态固定在转台11上，并且随着转台11的旋转以该转台11的旋转中心为中心公转。

[0087] 所述喷嘴20向通过由所述转台11以及设在该转台11上的夹具12构成的旋转、输送单元10移动的晶片喷射研磨材料，在本实施方式中，所述喷嘴20安装在喷嘴移动控制单元30上，所述喷嘴移动控制单元30使该喷嘴20在横穿晶片W的旋转轨迹的方向上反复移动，喷嘴20利用该喷嘴移动控制单元30在横穿所述晶片W的旋转轨迹的方向上反复移动，同时喷嘴20的移动速度被控制为：移动速度随着朝向转台11的中 心侧而变快，移动速度随着朝向外周侧而变慢。

[0088] 如图5所示，这样的用于对喷嘴20的移动和移动速度进行控制的所述喷嘴移动控制单元30具有：使所述喷嘴20摆动的摇臂31(31a～31c)；以及使该摇臂31摆动的凸轮35，通过使该凸轮35的形状形成为基于本发明的形状，从而能够进行如下的速度控制：使喷嘴20的移动速度如上述那样对应于内→外周方向的位置而变化。

[0089] 在本实施方式中，为了能够将所述凸轮35、对该凸轮进行旋转驱动的电动机36、以及将该电动机36的旋转传递至所述凸轮35的动力传递机构37（在图6和图7所示的例子中，带轮37a、37b以及传送带37c）配置在受研磨材料或粉尘等的影响较少的加工室3外面，在所述机壳2的顶板上设有贯通机壳2内外的轴承38，该轴承38构成为：对贯通机壳2内外设置的旋转轴32进行轴支承，将在机壳2外赋予所述旋转轴32的旋转力传递至机壳2内。

[0090] 进一步设有：在机壳2内安装在与该旋转轴32正交的方向上的喷嘴安装臂34；以及凸轮臂33，其以与所述旋转轴32正交的方式安装在所述机壳2外，与所述凸轮35接触并沿着凸轮35的外周形状摆动，通过所述旋转轴32、喷嘴安装臂34以及凸轮臂33分别形成所述的摇臂31(31a、31b、31c)。

[0091] 在图5所示的实施方式中，该摇臂31(31a、31b、31c)相对于一个喷射加工装置1设有3个，将设在其中2个摇臂31a、31b上的凸轮臂33、33以隔着后述的凸轮35的方式配置（参照图6、图7），在使2个摇臂31a、31b摆动的同时，通过利用连杆39将所述2个摇臂中的一方的摇臂31a的旋转轴32和剩余的1个摇臂31c的旋转轴32连接起来，从而能够通过一个凸轮35的旋转使3个摇臂31a、31b、31c以横穿晶片W的移动轨迹的方式摆动，同时将由该摆动引起的喷嘴20的移动速度控制为如上述那样随着朝向旋转轨迹的中心侧而变快，随着朝向外周侧而变慢。

[0092] 另外，在图示的实施方式中，对上述那样在一个喷射加工装置1上设有3个摇臂

31a、31b、31c的例子进行了说明，但是根据喷射加工装置1的尺寸以及每批处理的晶片W的数量等，能够增减喷嘴20的数量 以及使喷嘴20移动的摇臂31的数量。

[0093] 并且，在图示的实施方式中，在设在各摇臂31(31a、31b、31c)上的喷嘴安装臂34上，分别安装有2个喷嘴20(参照图4和图5)，但对于安装在各摇臂31(31a、31b、31c)上的喷嘴20的数量，可以设置1个，也可以设置2个以上的喷嘴20。

[0094] 对于该摇臂31(31a、31b、31c)，只要能够以横穿晶片W的旋转轨迹的方式使所述喷嘴20往复移动即可，对其安装位置没有特别限定，可以安装在机壳2的某位置上，在图示的实施方式中，作为摇臂31(31a、31b、31c)摆动支点的旋转轴32，在俯视图中配置在转台11的外周侧，并且将凸轮35相对于该旋转轴32配置在转台11的内周侧(参照图5)，但是与此相反，也可以将作为摇臂31支点的旋转轴32配置在内周侧，将凸轮35配置在外周侧，并不仅限于图示的实施方式。

[0095] 对于与所述晶片W的旋转轨迹交叉的所述喷嘴20的移动，如上述那样，其被控制为随着从转台11的外周侧朝向内周侧而速度相对变快，随着从内周侧朝向外周侧而速度相对变慢。

[0096] 如图8所示，这样的喷嘴20的移动速度控制是这样进行控制的：利用同心圆将晶片W的旋转轨迹划分成面积恒定的多个等面积区域，并且使喷嘴20横穿各等面积区域的时间恒定。因此，结果是，喷嘴20的移动速度被控制为按照以下方式变化：移动速度随着从外周侧朝向内周侧移动而变快，移动速度随着从内周侧朝向外周侧而变慢。这样，能够使在相同加工条件下通过喷射研磨材料从而单位时间能够加工的加工面积在该轨迹的内周侧和外周侧恒定。

[0097] 在图8所示的例子中，为了便于说明，示出了将晶片W的旋转轨迹划分成形成为闭合环状的带形的6个等面积区域的例子，但是，通过将该晶片W的旋转轨迹划分成更多的等面积区域，更优选的是，将晶片W的旋转轨迹作为无数微小等面积区域的连续，对喷嘴20的移动进行控制，以使喷嘴20横穿各等面积区域的时间为恒定时间 τ，由此能够更加正确地使单位时间的加工面积恒定。

[0098] 这样，能够消除旋转轨迹的内周侧和外周侧之间的加工不均匀的喷 嘴20的移动速度的变化，作为一例，能够按以下方式算出。

[0099] 在晶片W在内周半径为r、外周半径为R的环状的旋转轨迹上移动的情况中，在喷嘴从晶片W的旋转轨迹的中心侧朝向外周侧横穿该旋转轨迹的外周线→内周线之间的情况下，在距离该旋转轨迹中心的半径为 r_n 的任意点上，设喷嘴在预定时间 τ 内移动的距离为dx、设预定时间 τ 内的加工面积为ds，能够得到下式

[0100] $ds = \pi\{(r_n+dx)^2-r_n^2\} = \pi(2r_n dx+dx^2)$

[0101] $$dx^2 + 2r_n dx - \frac{ds}{\pi} = 0$$

[0102] $$dx^2 + 2r_n dx = (dx + r_n)^2 - r_n^2 = \frac{ds}{\pi}$$

[0103] $$dx + r_n = \sqrt{r_n^2 + \frac{ds}{\pi}}$$

[0104] 作为关于dx的二次方程，忽略负解，能够得到以下的解：

[0105] $$dx = \sqrt{r_n^2 + \frac{ds}{\pi}} - r_n \cdots 式\ (1)$$

[0106] 此处，在将晶片 W 的旋转轨迹分割成 n 个等面积区域的情况中，

[0107] $$ds = \frac{\pi\left(R^2 - r_n^2\right)}{n} \cdots 式\ (2)$$

[0108] 因此，通过将上述式 (2) 代入上述式 (1) 中的 ds 中，同时代入任意点 r_n 的值，由此能够算出从所述任意点 r_n 朝向外周方向移动的喷嘴 20 在每个预定时间 τ 内移动的距离 dx。

[0109] 使用上述的式 (1)、式 (2)，计算在对载置在外径（外周线的直径）为 Φ1400mm，内径（内周线的直径）为 Φ1000mm 的转台上的晶片 W（直径为 400mm）进行磨削加工时喷嘴在每个预定时间 τ 内的移动距离时，则将该转台的内周和外周作为晶片 W 的旋转轨迹的外周和内周，使上述式 (2) 中 R = 700mm、r = 500mm，例举出将所述晶片 W 的旋转轨迹划分为 18 个等面积区域的情况，

[0110] 则根据上述式 (2)，

[0111] $$ds = \frac{\pi\left(R^2 - r^2\right)}{n} = \frac{\pi\left(700^2 - 500^2\right)}{18} = 41888(mm^2)$$

[0112] 因此，设转台的内周边缘为出发点 r_0（r_0 = 500mm），设喷嘴从该出发点 r_0 在预定时间 τ 内向外周方向移动的移动距离为 dx_1，设喷嘴经过预定时间 τ 后的位置（距离旋转轨迹的中心的半径）为 r_1，则根据式 (1)

[0113] $$dx_1 = \sqrt{r_0^2 + \frac{ds}{\pi}} - r_0 = \sqrt{500^2 + \frac{41888}{\pi}} - 500 = 13.2$$

[0114] $r_1 = r_0 + dx_1 = 500 + 13.2 = 513.2$

[0115] 同样，设上述 r_1 为式 (1) 中的 r_n（喷嘴 20 的出发点），计算喷嘴在预定时间 τ 内移动的距离 dx_2、喷嘴经过预定时间 τ 后的位置（距离旋转轨迹中心的半径）r_2，如果以等面积区域的分割数量（= 18）重复同样的作业计算 $dx_2 \sim dx_{18}$、$r_2 \sim r_{18}$，则能够求出各等面积区域的宽度，即每个预定时间 τ 内的喷嘴的移动距离。

[0116] 作为一个例子，利用上述方法求出的每个预定时间 τ 内的喷嘴的移动距离 $dx_1 \sim dx_{18}$、以及距离旋转轨迹的中心的距离 $r_0 \sim r_{18}$ 分别在下述的表 1 中示出。

[0117] 【表 1】

[0118]

移动距离 (mm)	距离中心的半径 (mm)	移动距离 (mm)	距离中心的半径 (mm)
	$r_0 = 500$	$dx_{10} = 10.9$	$r_{10} = 619.3$
$dx_1 = 13.2$	$r_1 = 513.2$	$dx_{11} = 10.7$	$r_{11} = 630.0$
$dx_2 = 12.8$	$r_2 = 526.0$	$dx_{12} = 10.5$	$r_{12} = 640.5$
$dx_3 = 12.5$	$r_3 = 538.5$	$dx_{13} = 10.3$	$r_{13} = 650.8$
$dx_4 = 12.2$	$r_4 = 550.8$	$dx_{14} = 10.2$	$r_{14} = 661.0$
$dx_5 = 12.0$	$r_5 = 562.8$	$dx_{15} = 10.0$	$r_{15} = 670.8$
$dx_6 = 11.7$	$r_6 = 574.5$	$dx_{16} = 9.9$	$r_{16} = 680.7$
$dx_7 = 11.5$	$r_7 = 586.0$	$dx_{17} = 9.7$	$r_{17} = 690.4$
$dx_8 = 11.3$	$r_8 = 597.3$	$dx_{18} = 9.6$	$r_{18} = 700.0$
$dx_9 = 11.1$	$r_9 = 608.4$		

[0119] 在以上的说明中，分别计算了喷嘴 20 从旋转轨迹的中心侧朝向外周侧移动的情

况下，喷嘴 20 在每个预定时间 τ 内的移动距离以及距离中心的半径，但是与此相反，即使是在喷嘴 20 从旋转轨迹的外周侧向内周侧移动的情况下也能够得到同样的效果。

[0120] 即，在任意半径 r_n 的位置，设喷嘴在每个预定时间 τ 内移动的距离 为 dx、设加工面积为 ds，可得到下式：

[0121] $ds = \pi\{r_n^2-(r_n-dx)^2\} = \pi(2r_n dx-dx^2)$

[0122] $$dx^2 - 2r_n dx + \frac{ds}{\pi} = 0$$

[0123] 作为关于 dx 的二次方程式，忽略负解，可以得到以下的解：

[0124] $$dx = r_n - \sqrt{r_n^2 - \frac{ds}{\pi}}$$

[0125] 此处，喷嘴将转台的外周 (r_{18} = R = 700mm) 作为出发点，在预定时间 τ 内的移动距离 dx_{18} 可由下式得出：

[0126] $$dx_{18} = r_{18} - \sqrt{r_{18}^2 - \frac{ds}{\pi}} = 700 - \sqrt{700^2 - \frac{41888}{\pi}} = 9.6$$

[0127] 因此，从喷嘴开始移动经过预定时间 τ 后喷嘴的位置（距离旋转轨迹中心的半径 r_{17}）可由下式得出：

[0128] $r_{17} = r_{18}-dx_{18} = 700-9.6 = 690.4$

[0129] 每个预定时间 τ 内移动的距离以及移动之后距离旋转轨迹中心的距离都与使喷嘴从中心侧向外周侧移动的情况中求得的结果（参照表 1）相同。

[0130] 利用以如上求得的各 r_1 ～ r_{17} 为半径的同心圆在转台上进行分割并划分成等面积区域，并对喷嘴的移动速度进行控制，以使喷嘴以所述的恒定时间 τ 横穿划分后的各等面积区域，由此，能够对喷嘴的移动速度进行控制，以使单位时间的加工面积恒定。

[0131] 这样，用于使喷嘴 20 能够以被控制的速度移动的凸轮 35，如图 6 所示一个例子，能够使用形成为心形的被称为“心形凸轮”的凸轮，通过将其外形形状确定为下述的形状，如上述那样，能够使喷嘴 20 横穿将晶片 W 的旋转轨迹分割为等面积而得到的各等面积区域的移动时间恒定。

[0132] 图 8 是用于说明能够进行所述的喷嘴 20 的移动速度控制的凸轮 35 的外径形状的确定方法的说明图，图中连接两个圆的直线分别表示摇臂 31 的喷嘴安装臂 34 和凸轮臂 33，在该图中，为了便于说明，假定将喷嘴安装臂 34 和凸轮臂 33 在以支点（旋转轴 32、示出在两个圆的大致中 间）为中心的相反方向上配置成直线状的状态，但对于凸轮臂 33 和喷嘴安装臂 34 的配置，也能够形成图 5 所示的 V 字状的带有角度的配置。

[0133] 图中右侧的同心圆是将晶片 W 的旋转轨迹划分成预定数量（在图示的例中为 6 个）的等面积区域的同心圆，图中左侧表示凸轮形状，所述凸轮使所述摇臂 31 摆动，以使喷嘴 20 在该各等面积区域内的通过时间恒定。

[0134] 在图 8 中，点 P1 ～ P7 示出安装在喷嘴安装臂 34 上的喷嘴 20 的移动轨迹和所述晶片的移动轨迹的外周线和内周线、以及形成在所述内外周线之间的划分所述等面积区域的线（等面积线）之间的交点，即喷嘴 20 每经过预定时间 τ 时应处的地点，点 p1 ～ p7 是喷嘴 20 位于所述点 P1 ～ P7 时，所述凸轮臂 33 与凸轮的外周的接触点（输入点）的位置（基准输入点），在 P、p 中相同数字的各点之间存在相互对应关系。

[0135] 另外，在喷嘴安装臂 34 上安装有多个喷嘴 20 的情况下，也可以将其中任一个喷嘴 20 的移动轨迹或者喷嘴 20 的配置区间中喷嘴安装臂 34 上的任意点的移动轨迹与所述内、外周线以及等面积线之间的交点分别设定为所述点 P1 ～ P7。

[0136] 另外，转台 11、摇臂 31 以及凸轮 35 的位置关系，只要能够使喷嘴 20 伴随着凸轮 35 的旋转而以预定的速度变化移动即可，可以随意配置，但在本实施方式中，为了确定凸轮 35 的外形形状，作为一例，如图 9 所示那样配置转台 11、摇臂 31、以及凸轮 35。

[0137] 在图 9 中，所述摇臂 31 是将喷嘴安装臂 34 和凸轮臂 33 配置在通过支点 Q_0（旋转轴 32）的同一直线上而成的部件，将位于摆动范围的中间位置的所述摇臂配置在所述转台的内外周之间的中间圆（以转台的旋转中心为圆心，以 (R+r)/2 为半径的圆）P_C 的切线上，同时，线通过所述中间圆 P_C 和所述切线之间的切点且与所述切线成直角，将所述线与所述转台 11 的外周以及内周之间的交点，分别作为安装在喷嘴安装臂 34 上的喷嘴 20 的移动范围的末端。

[0138] 并且，将凸轮的旋转中心 0 配置在下述位置上：所述旋转中心 0 位于连接所述凸轮臂 33 与所述凸轮外周之间的接触点（输入点）的移动范围的两端的直线的延长线上、即所述凸轮的旋转中心 0 位于连接喷嘴 20 位于转台的外周线上时以及喷嘴 20 位于转台的内周线上时的所述输入点（基准输入点 p1、p7）的直线的延长线上，且所述凸轮的旋转中心 0 位于距离所述输入点（基准输入点 p1、p7）中任一个较近的点为凸轮的最小半径 C_{min} 的位置上，在图示的例中，所述凸轮的旋转中心 0 位于当喷嘴 20 位于转台 11 的内径上时距离移动端侧的距离为凸轮的最小半径 C_{min} 的位置上。

[0139] 因此，凸轮 35 的旋转中心 0 相对于转台的旋转中心 P_0 的配置，可由下式表示：

[0140] $L_x = L_1\cos\theta + L_2\cos\theta = (L_1+L_2)\cos\theta$

[0141] $L_y = r_1 + C_{min} + (L_1+L_2)\sin\theta$

[0142] $$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{r_c - r_1}{L_1}\right)$$

[0143] 另外，凸轮的旋转中心 0 的配置，并不限于图 8、图 9 所示的例子，例如也可以如图 6 所示，将凸轮的旋转中心 0 配置在凸轮臂和凸轮外周之间的接触点的移动轨迹所描绘的圆弧的延长线上。

[0144] 在图 8 中，凸轮 35 的外周形成为下述的形状：在该凸轮 35 向预定的旋转方向旋转 0° ～ 180° 的过程中凸轮 35 的外周依次接触输入点 p1 ～ p7，旋转剩余的 180° ～ 360°（0°）的过程中凸轮 35 的外周依次接触 p7 ～ p1，由此构成为凸轮旋转一次则喷嘴 20 能够进行 P1 ～ P7 并在 P7 折回再次返回 P1 的往复运动。

[0145] 进而，通过使所述凸轮 35 的外周形成为每间隔凸轮 35 的预定旋转角度（在将晶片 W 的旋转轨迹分割成 6 个等间隔区域的图示的实施方式中，为 2 倍的 12 分割即每间隔 30°）依次通过 p1 ～ p7 的形状，能够对喷嘴 20 进行控制，使其每经过恒定时间就通过 P1 ～ P7 各点。

[0146] 这样的凸轮的外形形状是在描绘以所述的凸轮 35 的旋转中心 0 为中心且分别通过各基准输入点 p1 ～ p7 的同心圆的同时，用等角线将该同心圆划分成每个为 30° 的等角度，使其中一条等角线通过基准等角线 L1 与通过所述基准输入点 p1 的圆之间的交点，通过从所述基准等角线 L1 开 始在顺时针、逆时针方向上分别间隔 30° 的等角线 L2、L12 与通

过基准输入点 p2 的圆之间的交点、通过等角线 L3、L11 和通过基准输入点 p3 的圆之间的交点、通过等角线 L4、L10 和通过基准输入点 p4 的圆之间的交点、通过等角线 L5、L9 和通过基准输入点 p5 的圆之间的交点、通过等角线 L6、L8 和通过基准输入点 p6 的圆之间的交点，直到在相对于所述基准等角线 L1 位于相位为 180° 的位置的等角线 L7 上，等角线 L7 和通过基准输入点 p7 的最小圆的交点，由此以大致心形的外周形成凸轮面形状，从而能够使喷嘴 20 反复移动，并能够进行上述的对移动速度的控制。

[0147] 另外，利用上述的方法确定的凸轮 35 的外形形状，即使在改变了凸轮 35 的旋转中心 O 相对于凸轮臂 33 的配置的情况下也能够应用，在参照了图 8 的说明中，以将凸轮的旋转中心 O 配置在基准输入点 p7 侧为例进行了说明，但即使与此相反，在将凸轮的旋转中心 O 设在基准输入点 p1 侧的情况下，也能够容易地确定具有与此对应的形状的凸轮的外形（参照图 10）。

[0148] 另外，在参照了图 8 的说明中，为了便于说明，以将晶片 W 的移动轨迹划分成 6 个等面积区域的情况为例进行了说明，但是例如在将晶片 W 的移动轨迹划分为 18 个、36 个以及更细的等面积区域的同时，在划分为 18 个等面积区域的情况下每 10° 设一条等角线，在划分为 36 个等面积区域的情况下每 5° 设一条等角线等，通过更细地设定等角线，能够更详细地确定凸轮 35 的外周形状，在实施时，能够任意选择合适的所述分割数量。

[0149] 在以上的参照了图 8 ～图 10 的说明中，将喷嘴 20 的反复运动作为在与转台的旋转轨迹的外周线和内周线之间的各等面积区域（闭合环状的轨迹的宽度）交叉的方向上横穿各等面积区域的情况进行了说明，但是在使喷嘴 20 在外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间以横穿旋转的转台的方式反复移动的情况下，通过下述方法，也能够实现使单位时间的加工面积恒定的切削加工、即：将转台划分为多个等面积区域，并对喷嘴的移动进行控制，以使喷嘴 20 以预定时间 τ 横穿各等面积区域。

[0150] 作为一个例子，在使喷嘴 20 在转台上以上述方式移动的情况下，对于位于距离转台的旋转中心任意距离为 r_n 的位置上的喷嘴的移动速度（预 定时间 τ 内的移动距离 dx），能够基于下式得到。

[0151] 设转台的外径（工件乃至晶片直径）为 R、设转台上的面积（总加工面积）为 S，则

[0152] $S = \pi R^2$

[0153] 因此，在将该转台上划分成 n 个等面积区域的情况下，各等面积区域的面积 ds 可由下式表示

[0154] $$ds = \frac{S}{n} = \frac{\pi R^2}{n}$$

[0155] 此处，如果设将转台分割成 n 个的同心圆中最小圆的半径为 r_1、设比所述最小圆大一圈的同心圆的半径为 r_2、大两圈的同心圆的半径为 r_3…，则对于第 n 个圆的半径为 r_n、以及喷嘴在预定时间 τ 内从半径 r_n 的位置向外周方向移动的距离 dx，分别可以由下式表示：

[0156] $\pi r_1^2 = ds$

[0157] $$r_1 = \sqrt{\frac{ds}{\pi}}$$

[0158] $\pi r_2^2 = 2ds$

[0159] $$r_2 = \sqrt{\frac{2ds}{\pi}} = \sqrt{2}r_1$$

[0160] $$dx_1 = \sqrt{2}r_1 - \sqrt{\frac{ds}{\pi}}$$

[0161] $\pi r_n^2 = nds$

[0162] $$r_n = \sqrt{\frac{nds}{\pi}} = \sqrt{n}r_1$$

[0163] $$dx = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

[0164] 另外，喷嘴 20 从旋转轨迹上的预定位置 r_n 朝内周方向在预定时间 τ 内移动的移动距离 dx_{n-1} 可以由下式表示：

[0165] $$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

[0166] 作为一个例子，在使将直径 1400mm(R = 700mm) 的转台分割成等面积区域的分割数量 n 为 18 的情况下，对于喷嘴的任意的位置 r(r_1 ～ r_{18})、以及喷嘴 20 在该位置在预定时间 τ 内向外周方向移动的距离 dx(dx_1 ～ dx_{18})，分别能够如下所示求出（但是，省略 r_4 ～ r_{18}、dx_4 ～ dx_{18} 的计算）。

[0167] $$S = \frac{\pi}{4}1400^2 = 1539380 \quad (mm^2)$$

[0168] $$ds = \frac{S}{n} = \frac{1539380}{18} = 85521 \quad (mm^2)$$

[0169] $\pi r_1^2 = ds$

[0170] $$r_1 = \sqrt{\frac{ds}{\pi}} = \sqrt{\frac{85521}{\pi}} = 165 \quad (mm)$$

[0171] $$r_n = \sqrt{n}r_1$$

[0172] 由此可得

[0173] $$r_2 = \sqrt{2}r_1 = \sqrt{2} \times 165 = 233.3 \quad (mm)$$

[0174] $dx_1 = r_2 - r_1 = 233.3 - 165 = 68.3$(mm)

[0175] $$r_3 = \sqrt{3}r_1 = \sqrt{3} \times 165 = 285.8 \quad (mm)$$

[0176] $dx_2 = 285.8 - 233.3 = 52.5$(mm)

[0177] 如上所述，对于喷嘴 20 在转台的外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间的移动，可以构成为如参照图 15(B) 说明了的那样，使摇臂 31 在与转台的旋转方向平行的方向上摆动，喷嘴 20 呈弧 状地横穿转台，也可以通过使摇臂 31 如图 13 所示在与转台的旋转轨迹的面正交的面上摆动，从而使喷嘴 20 例如在转台的直径上直线地移动。

[0178] 图 11 中示出了图 13 所示的通过在与转台的旋转轨迹的面正交的面上摆动的摇臂

31 对喷嘴 20 的移动速度进行控制时使用的凸轮形状的确定方法的一例，图中左侧所示虚线的同心圆内表示凸轮的外形形状，图中右侧的实线的同心圆分别表示分割成多个等面积区域的工件 W 的旋转轨迹，连接两者的直线是示意性地表示摇臂 31 的直线，这方面与参照图 8、图 10 说明了的凸轮形状的确定方法的说明图相同。

[0179] 但是，在参照图 8、图 10 说明了的凸轮形状中，说明了利用喷嘴 20 位于等面积线上时凸轮与凸轮臂的输入点之间的接触位置处描绘凸轮的外形上的位置，连接这些描绘的点从而确定凸轮形状，但在图 11 所示的实施方式中，描绘下述各点，这些点是在喷嘴 20 位于其移动方向的两端时凸轮臂 33 的位置 (p1 ～ p14)、以及在与喷嘴 20 位于各等面积区域的宽度方向的中间点的位置 (P2 ～ P13) 所对应的位置，通过凸轮的外形上的点，并且连接这些描绘出的点来确定凸轮的外形形状，在这方面与参照图 8、图 10 说明了的确定凸轮的外形形状的方法不同。

[0180] 即，在图示的例中通过下述的方式确定凸轮 35 的外形形状 :在喷嘴 20 横穿各等面积区域时凸轮的旋转角 (15°) 中，在其中间点即旋转了 7.5° 时，喷嘴位于等面积区域的宽度方向的中间点。

[0181] 并且，在上述的参照图 8、图 10 说明了的凸轮中，通过相对于预定的方向旋转 180° ，限制转台在所述外周线和与该外周线成同心圆的内周线之间从外周方向朝向内周方向移动，通过剩余的 180° 的旋转，限制从内周方向朝向外周方向移动，但在本实施方式的凸轮中，限制如上所述那样喷嘴在外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间横穿转台的移动。因此，凸轮 35 构成为下述形状 :通过相对于预定方向旋转 90° ，进行从转台的外周侧至旋转中心的移动，通过 90° ～ 180° 的旋转，进行从旋转中心至外周的移动，限制喷嘴的去程的移动速度，其后，利用从 180° 到 360° (0°) 的旋转，从转台的外周通过中央再次到达外周，能够控制喷嘴 20 的回程的移动速度。因此，相对于将工件乃至晶片的旋 转轨迹等面积地划分所形成的等面积区域的数量，以 4 倍以上的点描绘凸轮的外形形状，在这方面与参照图 8、图 10 说明了的凸轮相比，描点数变多。

[0182] 另外，即使在喷嘴 20 横穿转台的外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间的情况下，也可以如参照图 8、图 10 说明了的那样，在喷嘴 20 位于划分成各等面积区域的等面积线上时，对应于凸轮臂 33 的位置描绘凸轮 35 的外形形状，从而确定凸轮形状。

[0183] 图 11 说明了喷嘴 20 在与转台的旋转轨迹的面正交的方向上摆动的图 13 的情况下的凸轮形状的确定方法，该图 11 的实施方式中的转台、摇臂 31、凸轮 35 的各配置关系，图 12 示出一个例子。

[0184] 如图 12 所示，对于本实施方式的摇臂 31，在旋转轨迹的外周线→中心→隔着所述外周线的中心对置的外周线之间，其摆动范围的中心位置配置在通过转台的旋转中心 P 的直线上，并将凸轮 35 的旋转中心 O 配置在连接基准输入点 p1 和 p14 的延长线上，而且，配置在离开凸轮的中心 O 侧的基准输入点 p14 的距离为凸轮的最小半径 C_{min} 的位置上，凸轮的旋转中心 O 位于离开转台的旋转中心 P 的距离为 Ly、Lx 的位置，Ly、Lx 如下算出 :

[0185] $L_y = (L_1+L_2)\cos\theta$

[0186] $L_x = L_2\sin\theta + C_{min}$

[0187] $$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{R}{L_1}\right)$$

[0188] 在以上说明了的图 11 的结构中，对于凸轮 35 的外形形状，如下述这样确定。

[0189] 首先，在凸轮臂 33 的与凸轮 35 外周接触的位置（输入点）的移动轨迹上，使喷嘴 20 配置在上述的 P1 ～ P14 的位置时的所述输入点的对应位置被确定为基准输入点 p1 ～ p14，在图中左侧的圆内描绘出通过该基准输入点 p1 ～ p14 的同心圆（图 11 中用虚线表示的同心圆）。

[0190] 然后，以工件 W 的圆周轨迹的分割数量（图 11 的实施方式中为 6 个）的 4 倍数量（在图 11 的例子中，每 15° 一根共 24 根），描绘等角度地分割图中左侧的圆的等角度线 L1 ～ L24，并且通过凸轮的旋转中心 O，在等角度线 L1 和 L24 之间以及等角度线 L12 和 L13 之间，设置等角度（图 11 的例中为 7.5° ）地进行分割的基准线 L0。

[0191] 然后，将基准线 L0 与通过基准输入点 p1 的同心圆之间的交点作为该凸轮的最大半径 C_{max} 的位置进行描绘，将基准线 L0 与通过基准输入点 p14 的同心圆的交点作为该凸轮的最小半径 C_{min} 的位置进行描绘。

[0192] 并且，以所述最大半径 C_{max} 的描绘位置作为起点，随着等角度线在旋转方向上离开所述基准线 L0，来描绘下述的半径每次变小一级的同心圆与所述等角度线的交点：L1、L24 与通过 p2 的同心圆的交点，L2、L23 与通过 P3 的同心圆的交点，L3、L22 与通过 p4 的同心圆的交点…L12、L13 和通过 p13 的同心圆的交点，连接描绘的各点形成凸轮的外形形状。

[0193] 另外，在如上构成的喷射加工装置 1 中，在所述转台 11 上的面的任意位置都可以设置鼓风用喷嘴，用于除去堆积在晶片 W 上的研磨材料等。

[0194] 【实施例】

[0195] 下面，示出以不同的加工方法对各种工件乃至晶片进行一次加工循环的实施例。

[0196] 【表 2】

[0197] （实施例 1；加工方法：图 15(A)）

[0198]

工件	硅晶片（测试晶片） 6 英寸×20 枚
转台	Φ1330　　30 rpm
研磨材料	C－1000　　粒径 10 μm～15 μm（＃1000）
喷射压力	0.2 MPa～0.4 MPa
喷嘴（直径）	Φ9 × 6 根/臂 × 3
喷射距离	100 mm
处理时间 喷砂机	180 秒　　往复 5 次 SCM－6ATV—NE—406 （株式会社不二制作所制造） 重力式

[0199] 除去形成在测试晶片表面的膜，并形成了晶片表面没有加工不均匀的均一的平滑镜面，不需要利用抛光装置进行镜面研磨。因此，能够极 大幅度地缩短晶片研磨所需要的

时间，并且不需要抛光装置。并且，由于能够有效地除去形成在晶片上的膜，因此能够使晶片再生。

[0200] 【表 3】

[0201] （实施例 2；加工方法：图 15(B)）

[0202]

工件	真空蒸镀夹具 Φ1200 mm×1
转台	Φ1300 20 rpm
研磨材料	WA－80 粒径 200 μm～150 μm（＃80）
喷射压力	0.4 MPa
喷嘴直径	Φ7 × 4 根/1 臂
喷射距离	150 mm
处理时间 喷砂机	300 秒 往复 3 次 SG－7ATCM—304 （株式会社不二制作所制造） 重力式

[0203] （实施例 2；加工方法：图 15(B)）

[0204]

工件	真空蒸镀夹具 Φ1200 mm×1
转台	Φ1300 20 rpm
研磨材料	WA－80 粒径 200 μm～150 μm（＃80）
喷射压力	0.4 MPa
喷嘴直径	Φ7 × 4 根/1 臂
喷射距离	150 mm
处理时间 喷砂机	300 秒 往复 3 次 SG－7ATCM—304 （株式会社 不二制作所制造） 重力式

[0205] 对于构成为上述方式的喷射加工装置 1，连接有下述装置等：空气压缩机等未图示的压缩空气供给源；集尘器 50，其对在加工室 3 内喷射的研磨材料和切削时产生的粉尘等进行抽吸；以及旋风分离器 60，其用于回收从通过该集尘器 50 从加工室 3 内抽吸来的夹杂有粉尘的研磨材料中除去了粉尘后的研磨材料，构筑如图 14 所示的用于对晶片 W 进行喷射加工的加工系统。

[0206] 进而，在敞开设在所述喷射加工装置 1 的机壳 2 上的开闭门的同时，将晶片 W 安装于配置在机壳 2 内的转台 11 上的夹具 12，启动喷射加工装置 1，则利用安装在摇臂 31(31a、31b、31c) 上的喷嘴 20 来喷射研磨材料，并且，外周与设在该摇臂 31(31a、31b、31c) 上的凸轮臂 33 接触的凸轮 35，接受来自电动机 36 等驱动源的旋转驱动力而以恒定速度朝一定方向旋转。

[0207] 通过该凸轮 35 的旋转，摇臂 31c 以及使凸轮臂 33 与凸轮 35 的外周接触的摇臂 31a、31b 都开始摆动，所述摇臂 31c 的旋转轴 32 经由连杆 39 连接在设于所述摇臂 31a、31b 中的一方 31a 的旋转轴 32 上。

[0208] 通过该摇臂 31(31a、31b、31c) 的摆动，喷嘴 20 以横穿形成为闭合环状的晶片 W 的

移动轨迹的方式反复移动，并且其速度被控制为：在喷嘴 20 从转台 11 的外周侧向内周侧移动时移动速度相对变快，在喷嘴 20 从内周侧向外周侧移动时移动速度相对变慢，由此，能够防止在使喷嘴 20 以恒定的速度移动的情况下所产生的在转台 11 的外周侧和内周侧的加工度不同的问题。

[0209] 特别地，假定将晶片 W 的移动轨迹以等面积方式划分为同心圆状的等面积区域，并对喷嘴 20 进行控制，使该喷嘴 20 横穿各等面积区域的时间恒定，由此，无论晶片 W 被配置在转台 11 上的任何位置，都能够使单位时间的加工面积恒定。

[0210] 其结果是，无论将作为处理对象的晶片 W 载置在转台 11 上的任意位置上，在任意位置都能够以均匀的加工度进行加工。

[0211] 如上所述，对于以本发明的方法进行磨削后的晶片，在所述磨削的目的例如是除去形成在测试晶片的表面的覆膜，以使测试晶片再生的情况下，通过喷射研磨材料而在晶片 W 的表面上产生深度为 18μm 左右的痕迹等。因此，可以根据加工的目的进行后述处理，如利用已知的机械研磨、机械－化学研磨等进行研磨以除去该痕迹等。

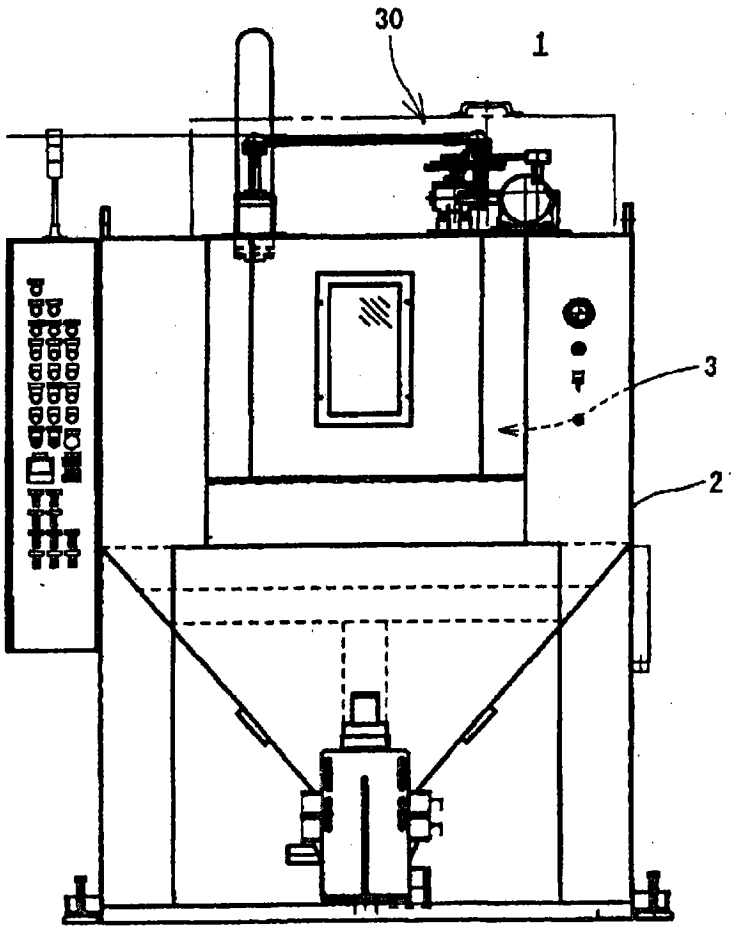


图 1

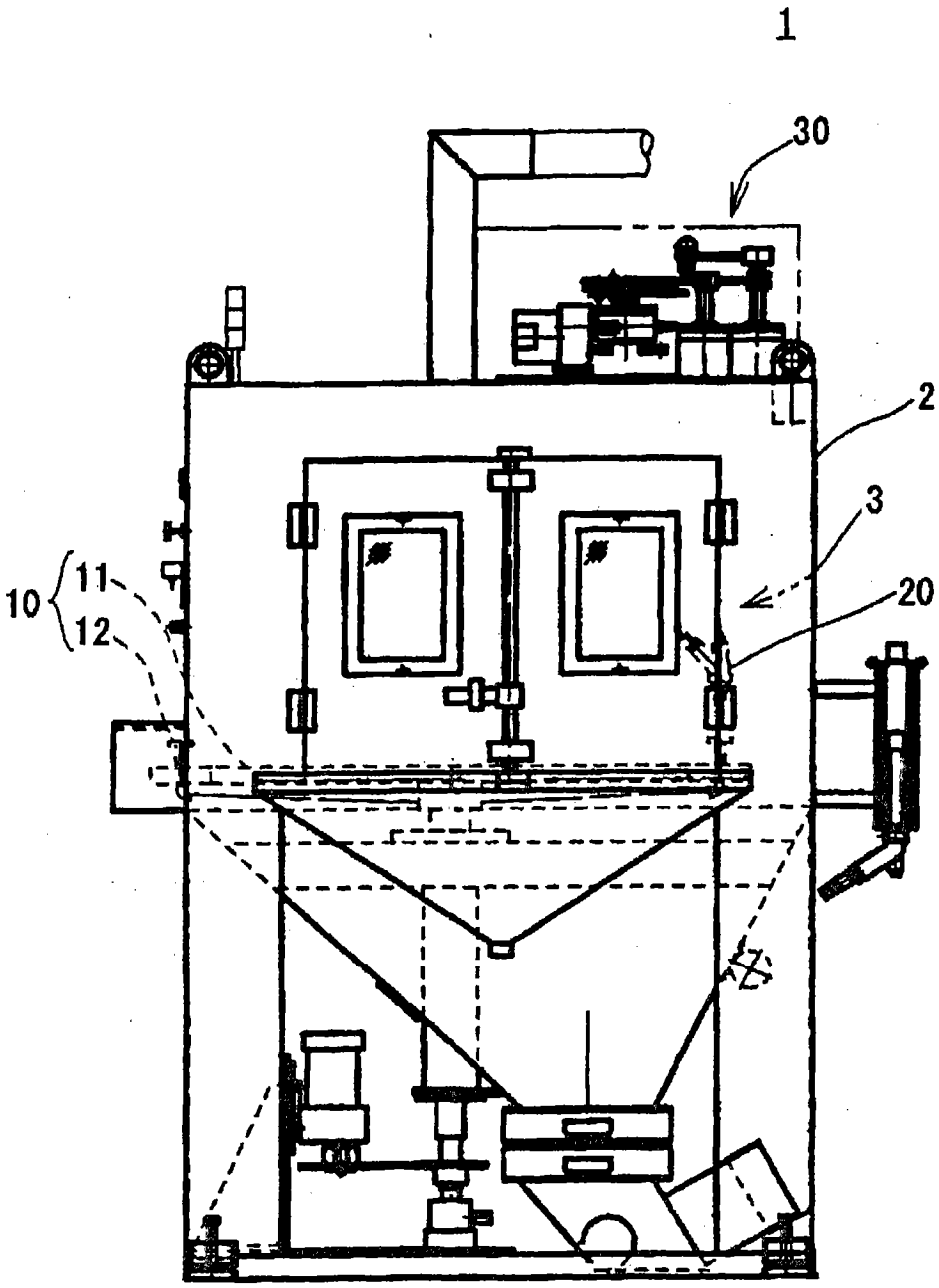


图 2

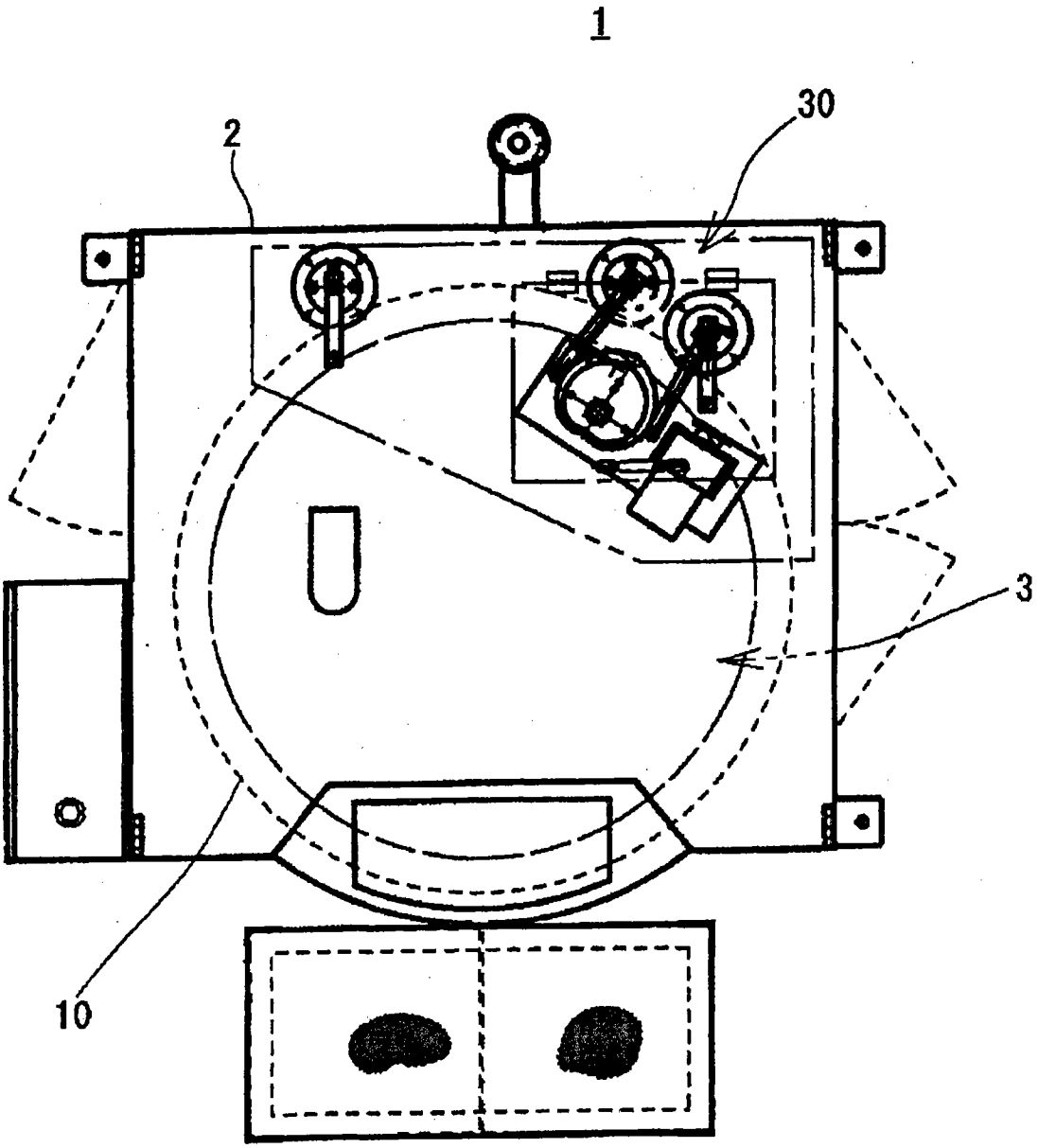


图 3

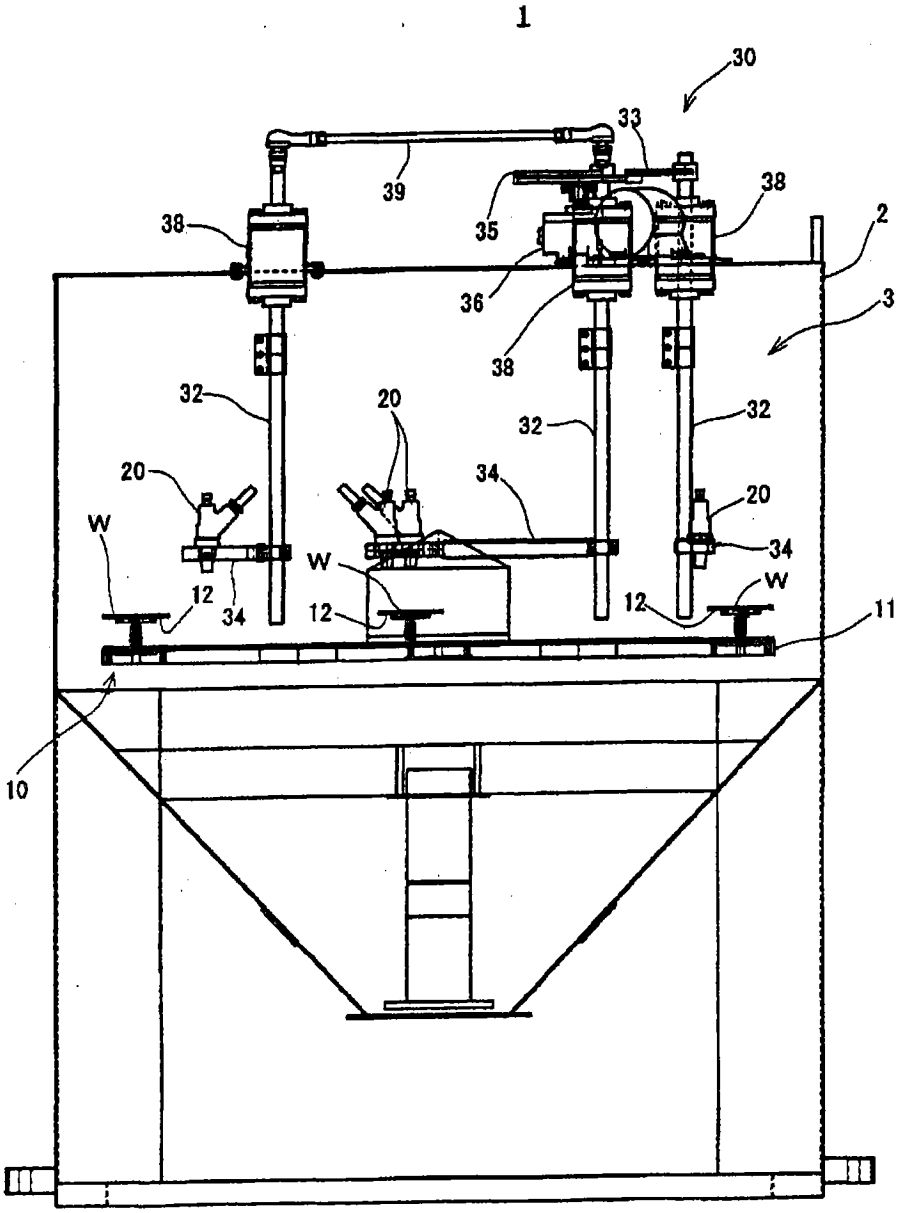

1
30
33
39
35
38
38
2
36
3
38
32
20
32
32
20
34
20
W
34
W
12
34
12
W
12
11
10

图 4

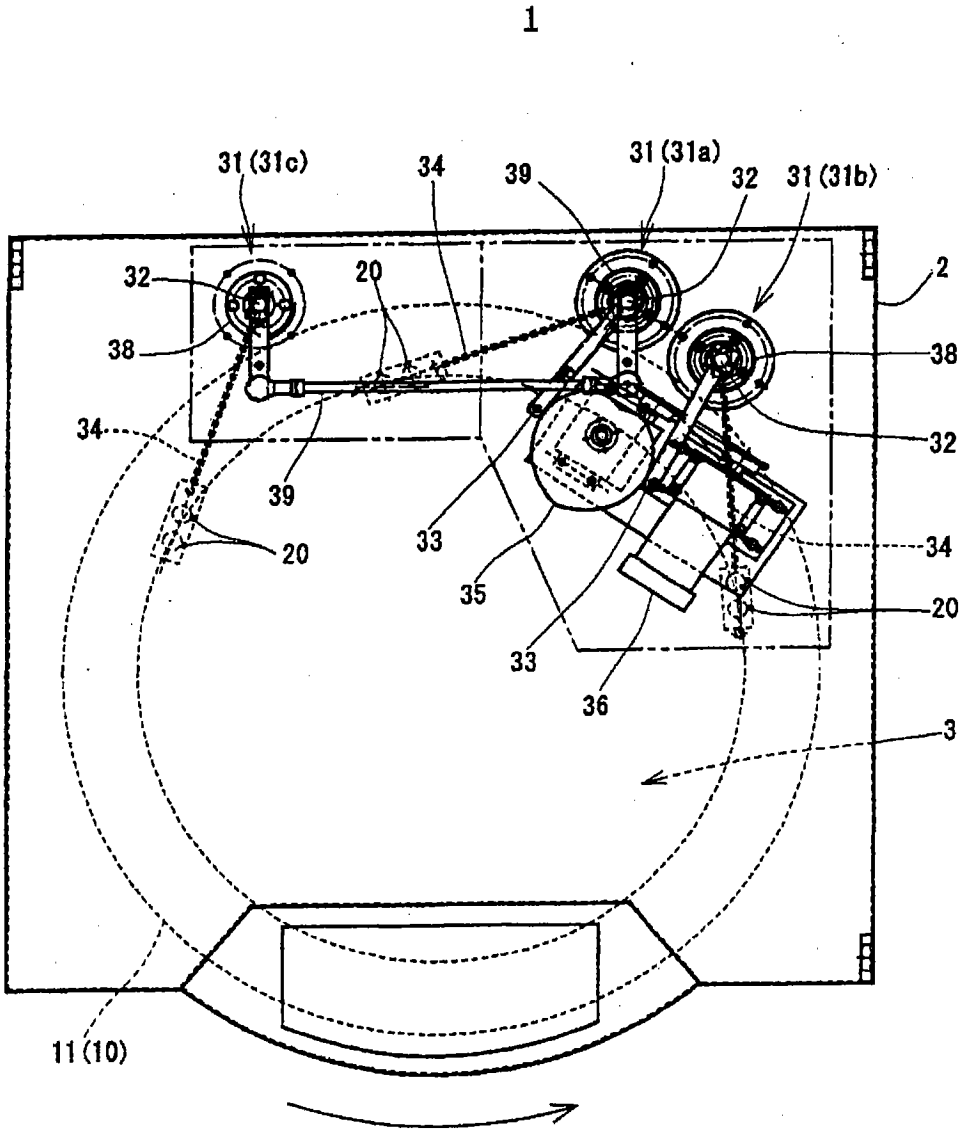

1
31(31c)
34
39
31(31a)
32
31(31b)
2
32
20
38
38
34
32
39
33
34
20
35
20
33
36
3
11(10)

图 5

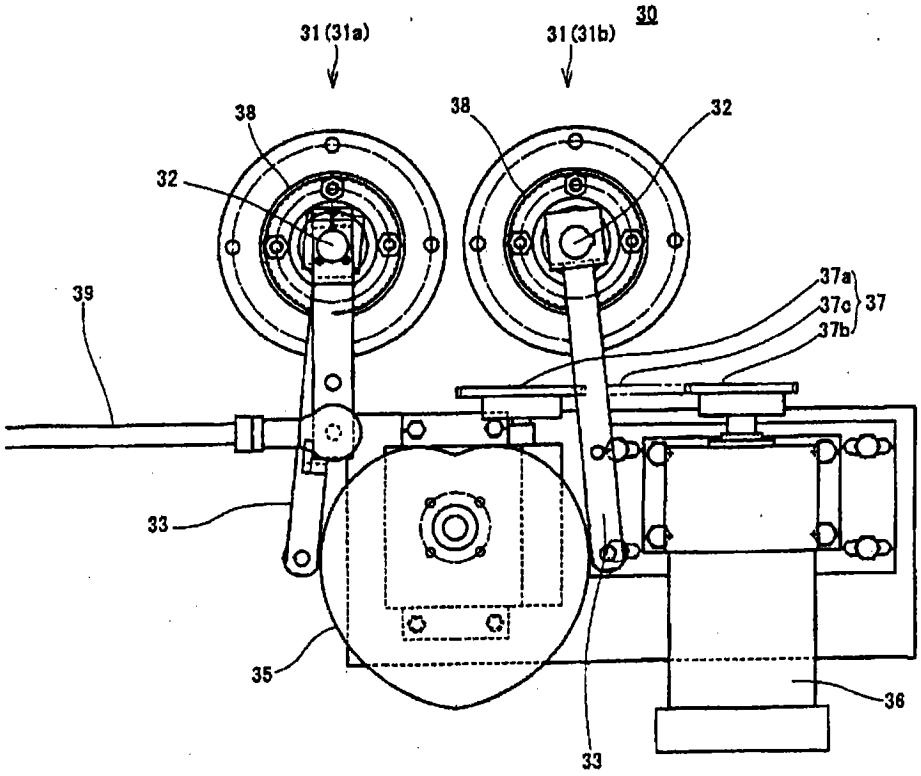

31 (31a)
31 (31b)
30
38
38
32
32
39
37a
37c
37b
37
33
35
36
33

图 6

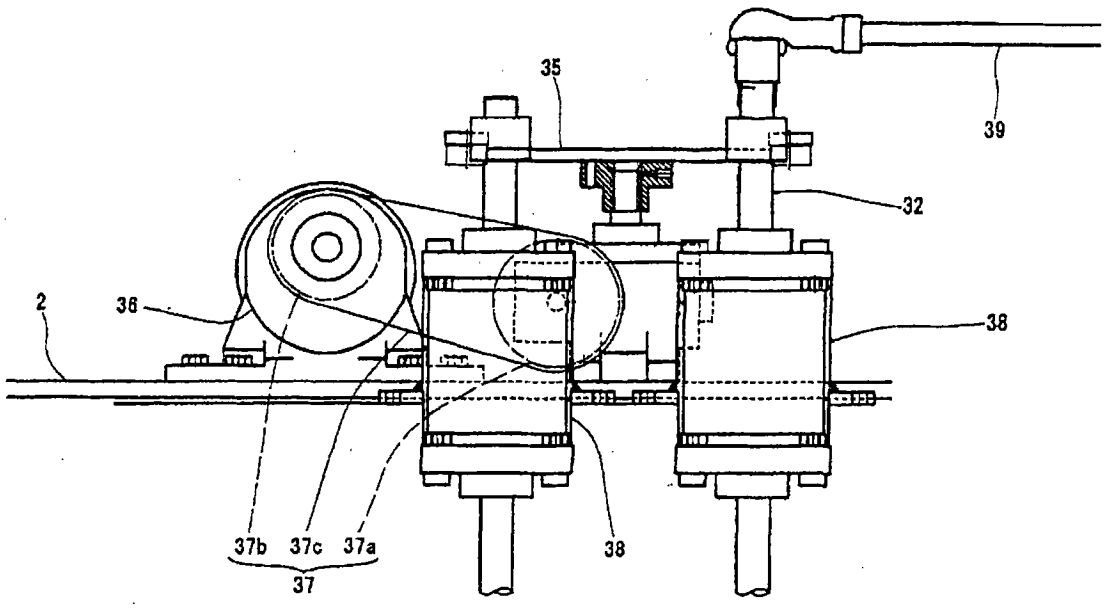

35
39
32
2
36
38
37b
37c
37a
37
38

图 7

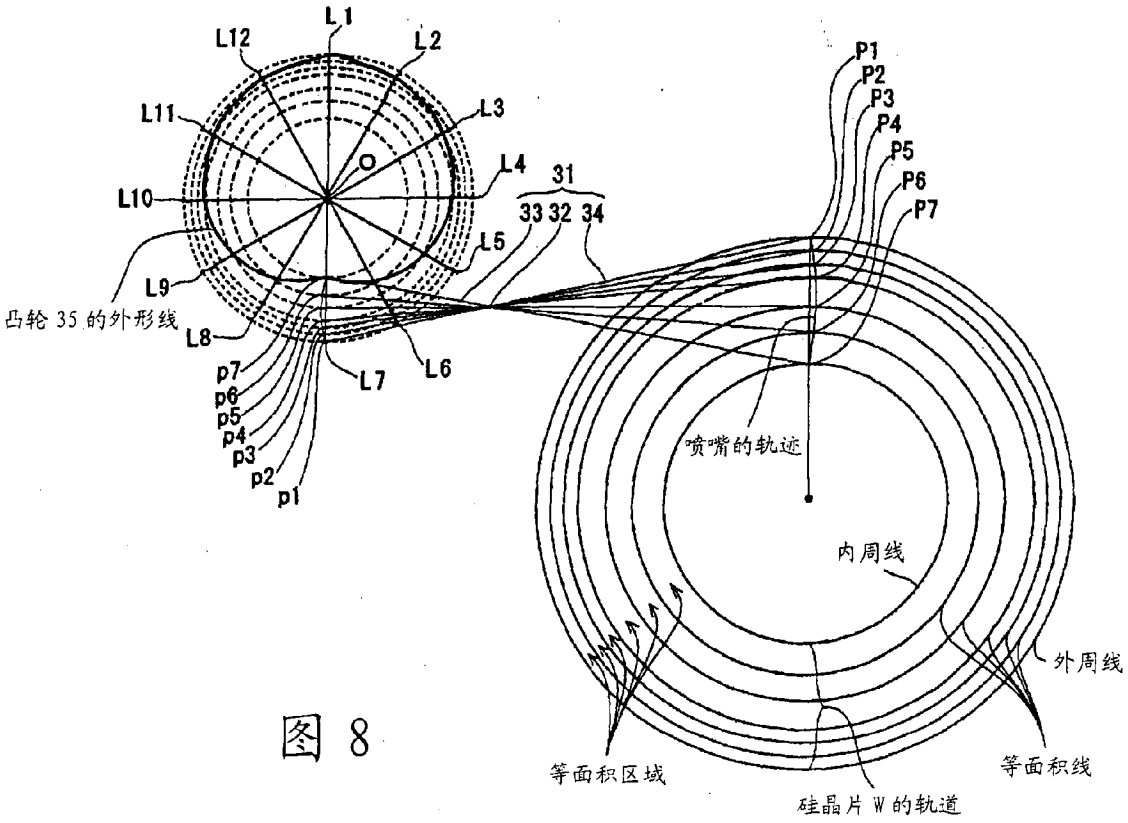

L1
L12
L2
L11
L3
O
L4
31
L10
33 32 34
L5
L9
凸轮 35 的外形线
L8
L7
L6
p7
p6
p5
p4
p3
p2
p1
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
喷嘴的轨迹
内周线
外周线
等面积区域
等面积线
硅晶片 W 的轨道

图 8

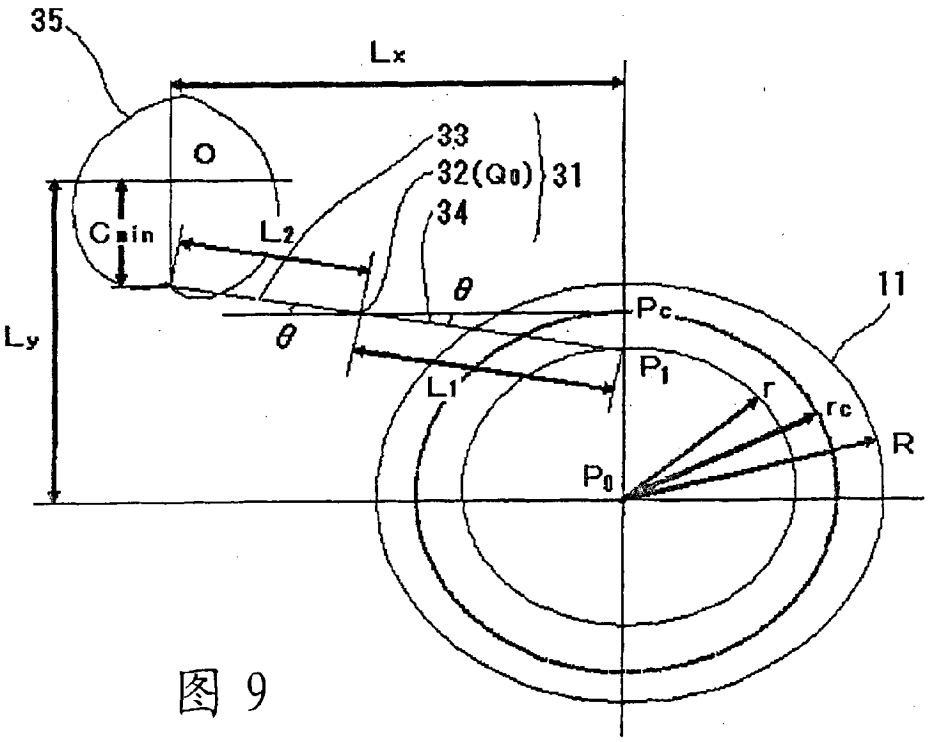

35
Lx
O
33
32(Q0)
31
34
Cmin
L2
θ
θ
Pc
11
Ly
P1
L1
r
rc
R
P0

图 9

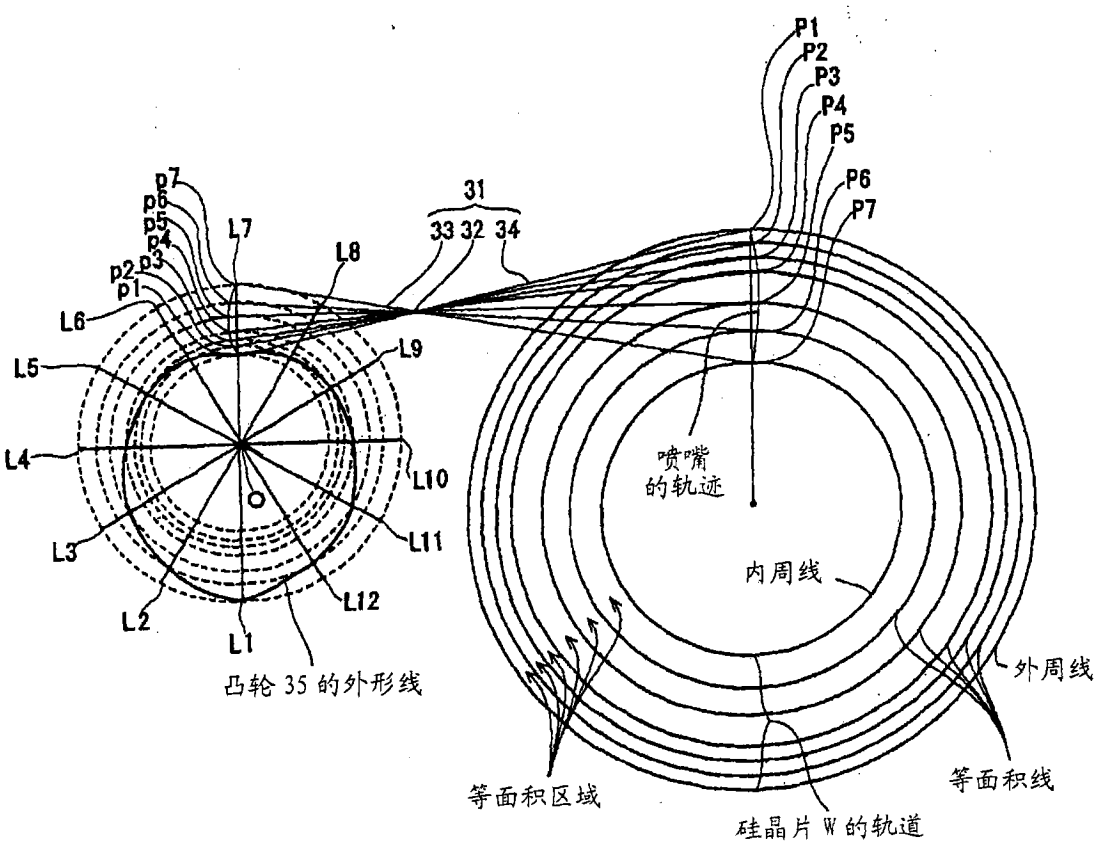

P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
31
33 32 34
p7
p6
p5
p4
p3
p2
p1
L7
L8
L6
L5
L9
L4
L10
L3
L11
L2
L12
L1
凸轮 35 的外形线
喷嘴
的轨迹
内周线
外周线
等面积区域
等面积线
硅晶片 W 的轨道

图 10

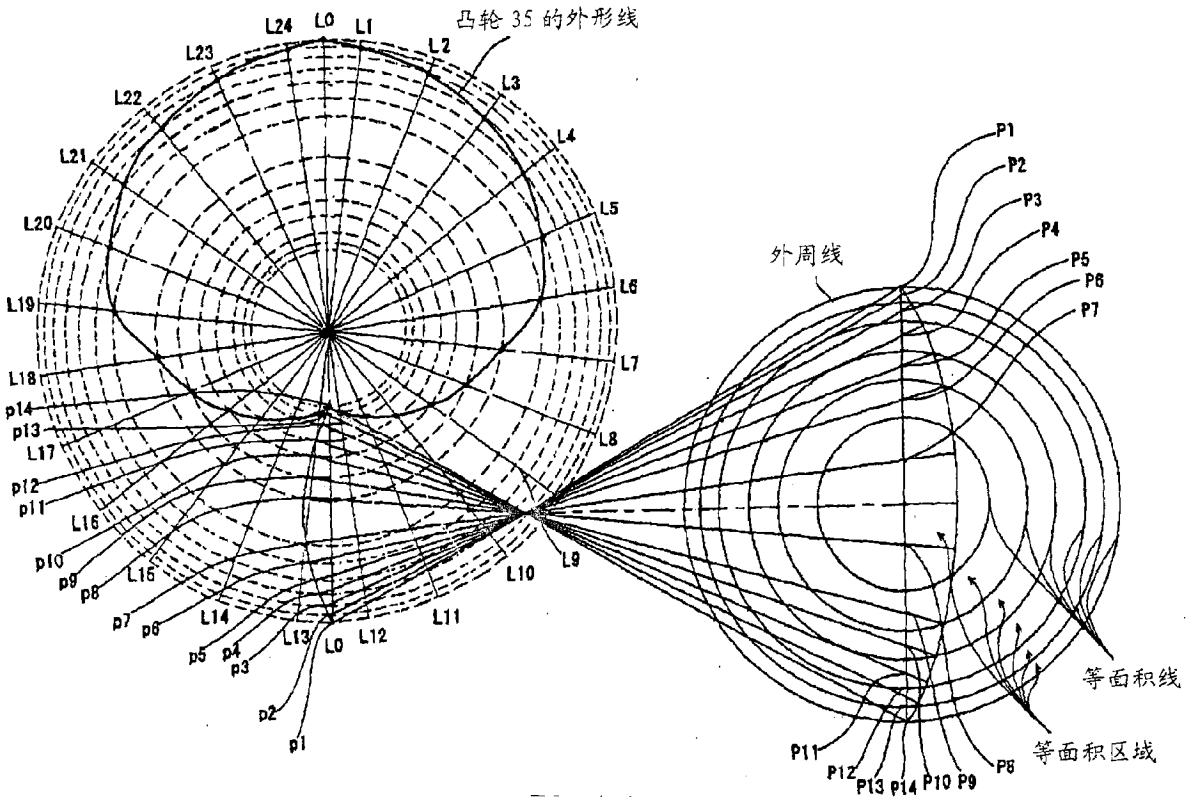

凸轮 35 的外形线
外周线
等面积线
等面积区域
L24 L0 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12 L13 L14 L15 L16 L17 L18 L19 L20 L21 L22 L23
P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12 P13 P14

图 11

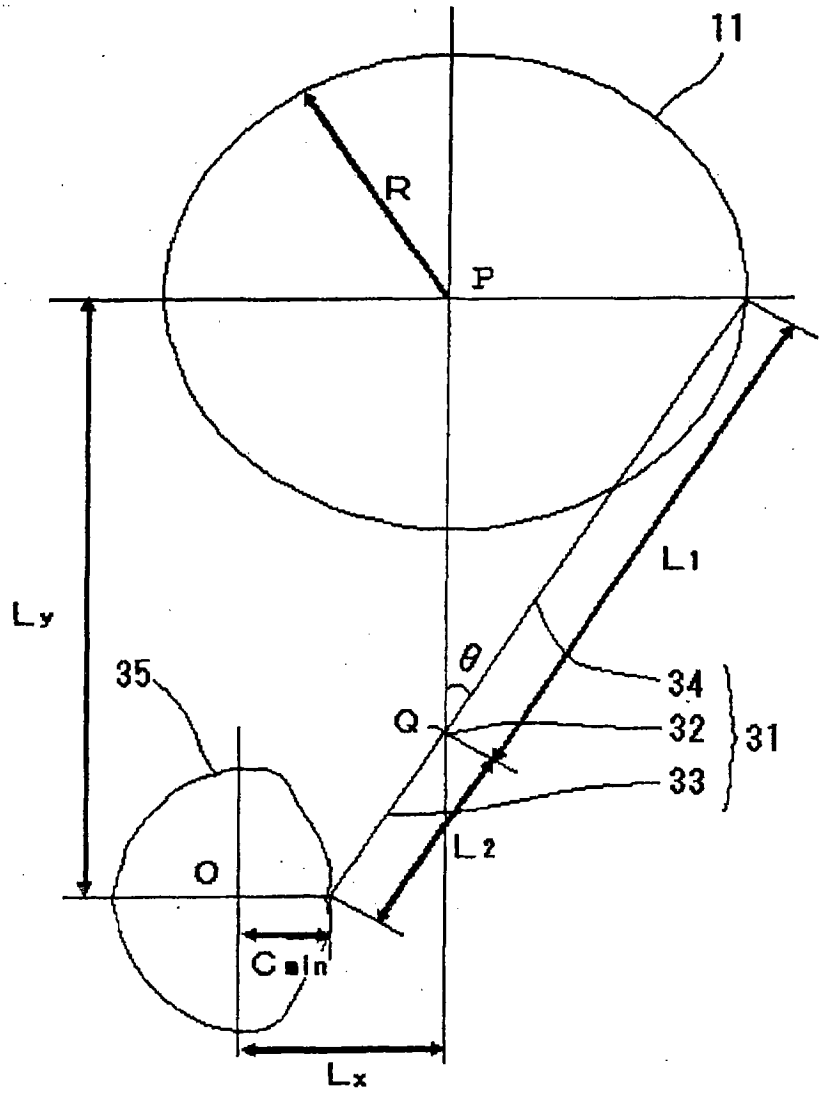


图 12

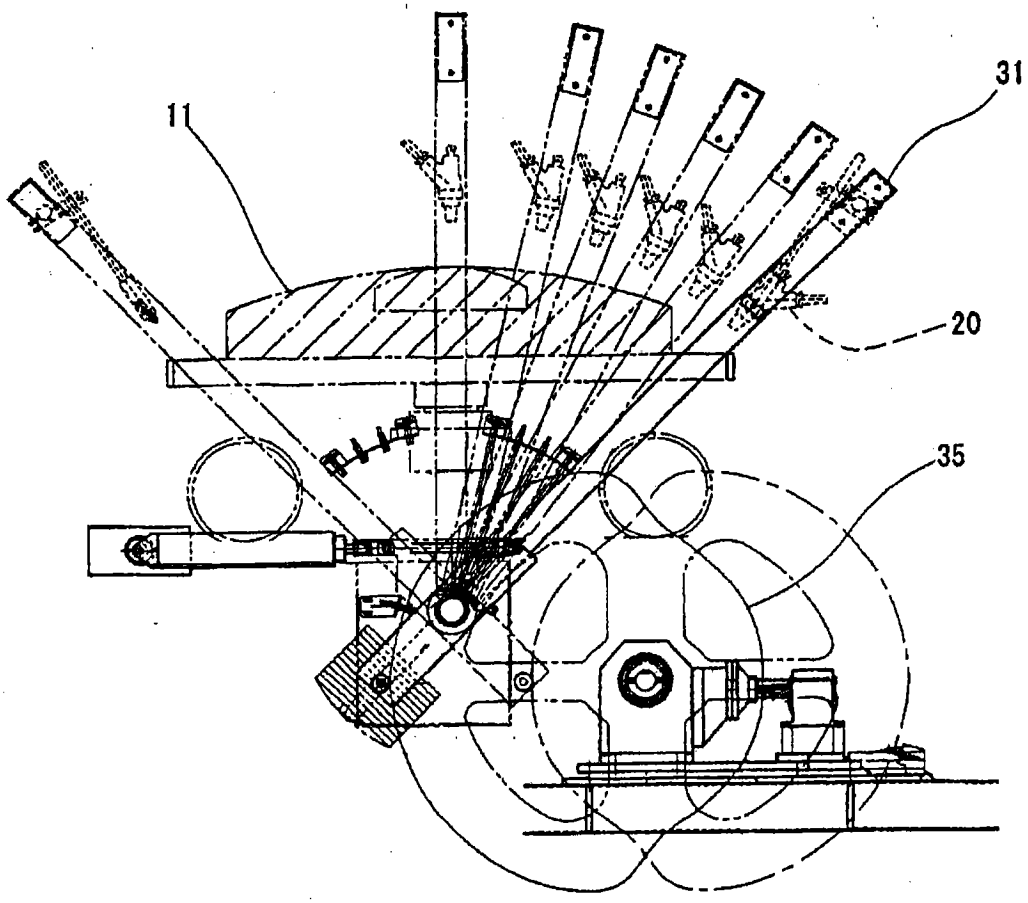


图 13

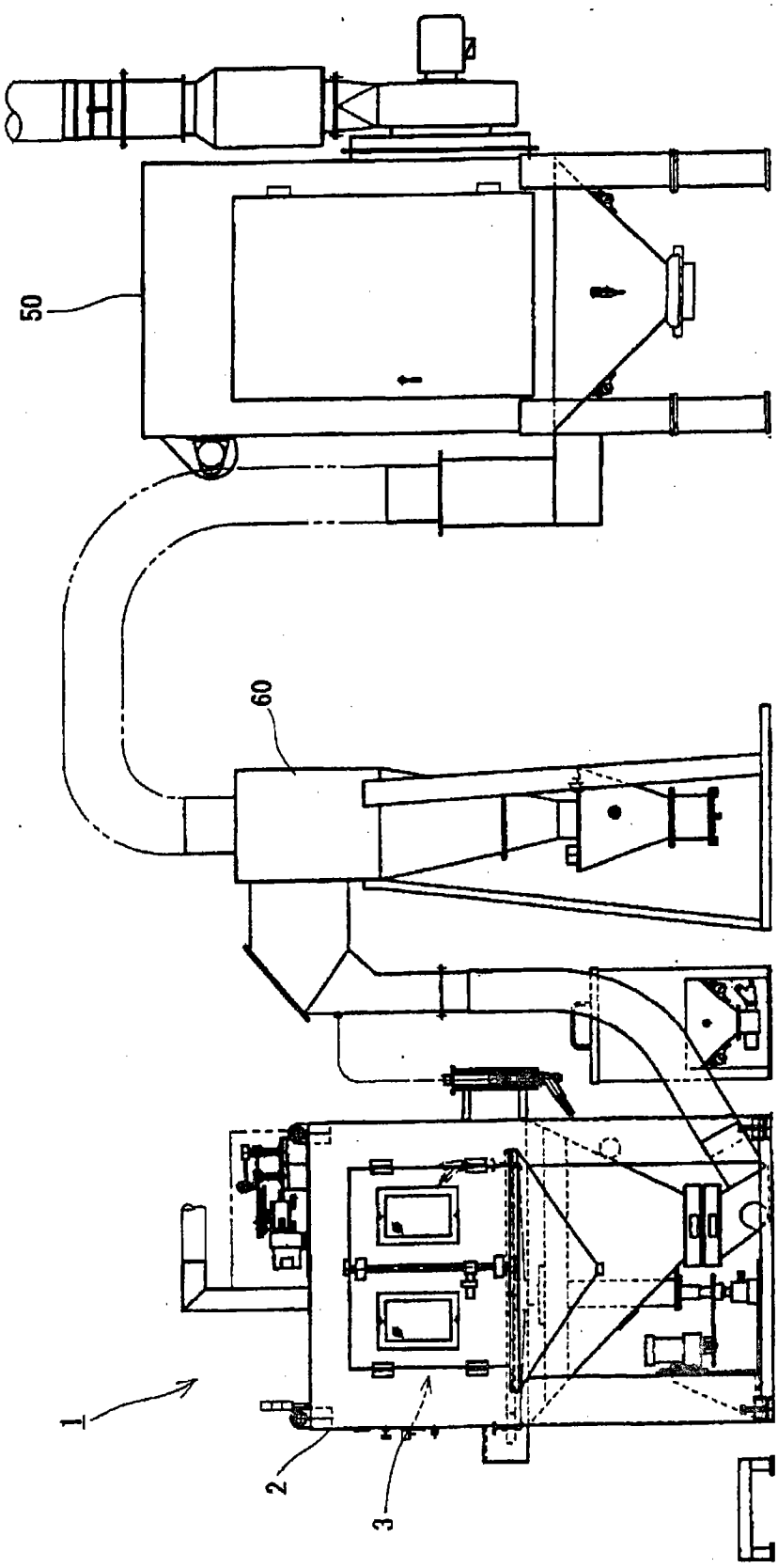


图 14

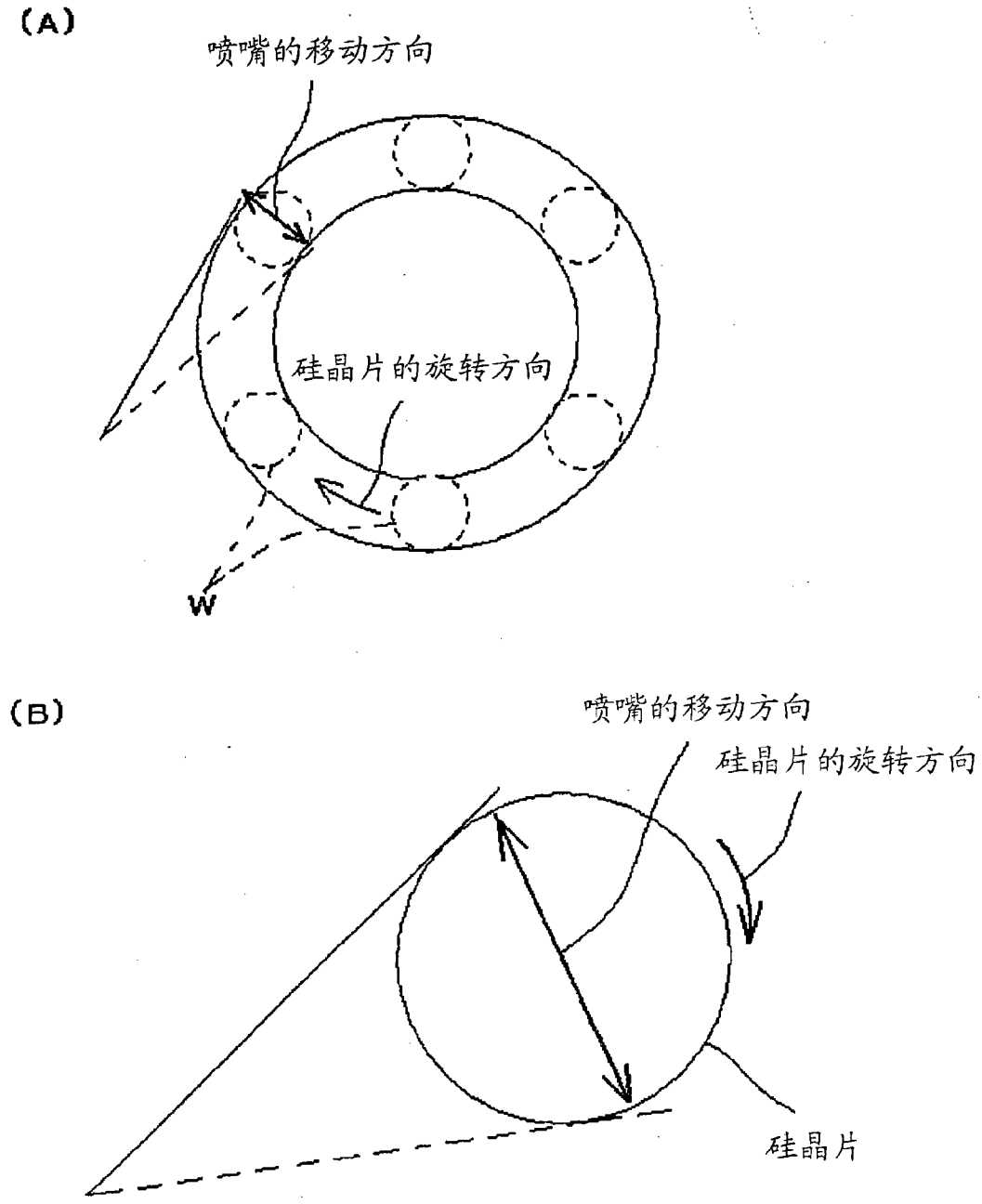


图 15

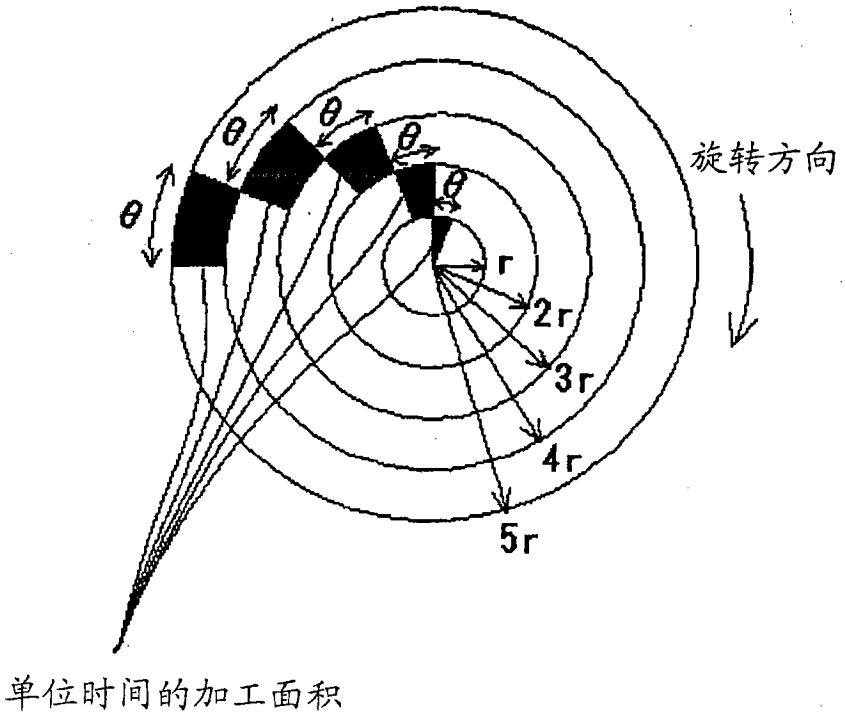


图 16