



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102825020 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 19

(21) 申请号 201210193164. 1

F26B 5/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 06. 12

(30) 优先权数据

2011-133842 2011. 06. 16 JP

(71) 申请人 株式会社荏原制作所

地址 日本东京都大田区羽田旭町 11 番 1 号

(72) 发明人 宫崎充 王新明 松下邦政

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 梅高强 崔巍

(51) Int. Cl.

B08B 3/02 (2006. 01)

H01L 21/02 (2006. 01)

H01L 21/67 (2006. 01)

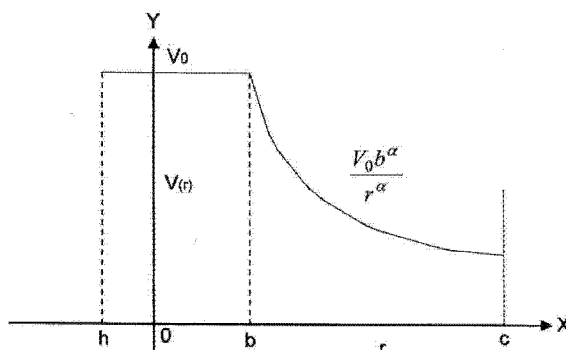
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 12 页

(54) 发明名称

基板处理方法和基板处理单元

(57) 摘要

提供一种基板处理方法,其能够容易地和最佳地控制流体喷嘴的移动速度,同时考虑到与诸如处理时间(处理量)的因素的关系,从而能够在基板表面的整个表面上均匀地进行例如清洁或者干燥的处理。该处理方法包括,当将流体喷嘴从旋转基板的中心移动到外周的同时,从流体喷嘴朝旋转的基板表面喷射至少一种流体,以处理该表面。流体喷嘴以恒定的初始移动速度被从基板的中心移动到预定点。流体喷嘴随后以移动速度 $V(r)$ 从预定点移动,该 $V(r)$ 满足以下关系式: $V(r) \times r^\alpha = C$ (常数), 其中, $V(r)$ 表示,当流体喷嘴经过与基板表面上且与所述基板的中心相距距离“ r ”的位置相对应的位置时,流体喷嘴的移动速度,和 α 表示幂指数。



1. 一种基板处理方法,其特征在于,包含:将流体喷嘴从旋转的基板的中心朝着所述基板的外周移动的同时,从所述流体喷嘴朝向旋转的所述基板的表面喷射至少一种流体,以处理所述表面;

其中,所述流体喷嘴以恒定的初始移动速度从所述基板的所述中心移动到预定点;并且

其中,所述流体喷嘴随后以移动速度 $V(r)$ 从所述预定点移动,所述移动速度 $V(r)$ 满足以下关系式:

$$V(r) \times r^{\alpha} = C \text{ (常数)},$$

其中, $V(r)$ 表示,当所述流体喷嘴经过与位于所述基板的所述表面上并且与所述基板的所述中心相距距离“ r ”的位置相对应的位置时,所述流体喷嘴的所述移动速度;并且 α 表示幂指数。

2. 如权利要求 1 所述的基板处理方法,其特征在于,所述幂指数 α 处于范围 $0 < \alpha \leq 1$ 内。

3. 如权利要求 1 所述的基板处理方法,其特征在于,所述幂指数 α 通过用于使所述流体喷嘴从处理开始位置移动到处理结束位置所必需的允许处理时间而被确定。

4. 如权利要求 1 所述的基板处理方法,其特征在于,当所述流体喷嘴到达与所述基板的所述外周端部对应的位置时,所述流体喷嘴被暂时停止。

5. 一种基板处理单元,其特征在于,包含:

流体喷嘴,所述流体喷嘴用于喷射至少一种流体;

移动机构,所述移动机构用于使所述流体喷嘴从旋转的基板的中心朝着所述基板的外周移动;和

控制部,所述控制部用于控制所述移动机构;

其中,所述移动机构使所述流体喷嘴以恒定的初始移动速度从所述基板的所述中心移动到预定点,并随后使所述流体喷嘴以移动速度 $V(r)$ 从所述预定点移动,所述移动速度 $V(r)$ 满足以下关系式:

$$V(r) \times r^{\alpha} = C \text{ (常数)},$$

其中, $V(r)$ 表示,当所述流体喷嘴经过与所述基板的所述表面上并且与所述基板的所述中心相距距离“ r ”的位置相对应的位置时,所述流体喷嘴的所述移动速度;并且 α 表示幂指数;和

其中,所述控制部根据所述初始移动速度的输入值和用于使所述流体喷嘴从处理开始位置移动到处理结束位置所必需的允许处理时间的输入值来确定所述幂指数 α 和所述移动速度 $V(r)$ 。

6. 如权利要求 5 所述的基板处理单元,其特征在于,所述幂指数 α 处于范围 $0 < \alpha \leq 1$ 内。

基板处理方法和基板处理单元

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基板处理方法和一种基板处理单元，尤其涉及一种基板处理方法和一种被用来执行处理的处理单元，该处理例如为以非接触方式清洁或干燥诸如半导体晶片的基板。

背景技术

[0002] 一种双向喷射(2FJ)清洁方法被认为是一种用于以非接触方式清洁基板表面的清洁法。这种清洁法涉及将包含微小的液滴(液雾)的高速气体从双相喷嘴朝向基板表面喷射，并使微小液滴撞击基板表面。该清洁法利用通过微小的液滴撞击基板表面所产生的冲击波以使微粒等从基板表面移除(清洁)。

[0003] 利用 IPA (异丙醇) 蒸汽的干燥法被认为是用于以非接触方式干燥基板表面的干燥法。这种干燥法涉及将包含 IPA 蒸汽的气体从流体喷嘴朝基板表面的气液界面吹出。该干燥法通过利用在基板表面上的液膜的表面张力的梯度和由 IPA 蒸汽促进的蒸发，使液膜从基板表面汽化和除去。

[0004] 在传统的双向喷射清洁方法中，通常的做法是将混合流体从双相喷嘴朝基板表面喷射同时通过以恒定的角速度摇动摆臂使双向喷嘴以恒速且平行于基板表面移动，该双向喷嘴被安装在摆臂的前端。因此，随着该双向喷嘴朝基板的外周移动，被供给到基板的每单位面积的液滴量逐渐地减少，并且撞击基板表面的液滴的密度减小，从而导致清洁效果变差。

[0005] 在利用 IPA 蒸汽的干燥法中，存在以下情况：改变摆臂的角速度以改变被安装在摆臂的前端部的流体喷嘴的移动速度。在大多情况下，流体喷嘴的移动速度的改变的程度是根据经验来确定的。这样有时会出现流体喷嘴的移动速度不连续，这样的不连续可能导致对基板表面的干燥不均匀。

[0006] 为了减小基板表面的清洁效果的变化，已经提出了一种关于随着与基板的中心的距离增加，逐渐减小诸如清洁喷嘴的流体喷嘴的移动速度的方法，(参见例如，日本平开专利公报 H11-47700, H11-307492 和 2005-93694)。

[0007] 然而，在被提出的该方法中，没有考虑因素之间的关系，诸如处理时间(处理量)和诸如清洁喷嘴的流体喷嘴的移动速度之间的关系。因此，必须要考虑重新设定诸如清洁喷嘴的流体喷嘴的移动速度以例如缩短清洁或者干燥时间，从而增加处理量。

[0008] 已经有申请人提出了用于清洁经过抛光后的基板表面的各种双向喷射清洁方法，该清洁方法将气液混合物喷射到基板表面，和用于利用 IPA 蒸汽干燥基板表面的各种干燥法(参见，例如国际公布号 2007/108315 的刊物和日本平开专利公报 2010-50436 和 2010-238850)。

发明内容

[0009] 鉴于背景技术中的上述问题，提出了本发明。因此，本发明的目的是提供一种基板

处理方法和一种基板处理单元,能够容易地和最佳地控制流体喷嘴的移动速度,同时考虑到与诸如处理时间(处理量)的因素的关系,从而能够在基板表面的整个表面上进行均匀地处理,例如清洁或者干燥。

[0010] 为了达到上述目标,本发明提供了一种基板处理方法,该处理方法包括,当将流体喷嘴从旋转基板的中心移动到外周的同时,从流体喷嘴朝旋转的基板表面喷射至少一种流体,以处理该表面。流体喷嘴以恒定的初始移动速度被从基板的中心移动到预定点。流体喷嘴随后以移动速度 $V(r)$ 从预定点移动,该 $V(r)$ 满足以下关系式:

$$[0011] \quad V(r) \times r^\alpha = C (\text{常数}),$$

[0012] 其中, $V(r)$ 表示,当流体喷嘴经过与基板表面上且与所述基板的中心相距距离“ r ”的位置相对应的位置时,流体喷嘴的移动速度,和 α 表示幂指数。

[0013] 上述关系式中,幂指数 α 的优选范围是 $0 < \alpha \leq 1$ 。

[0014] 幂指数 α 理想地被设置为 1,以便缩短处理时间和增加处理量。如果幂指数 α 超过 1 ($\alpha > 1$),流体喷嘴朝着基板的外周移动的移动速度的减小率很大,导致过长的处理时间。另一方面,如果幂指数 α 被设定为零 ($\alpha = 0$),流体喷嘴朝着基板的外周移动的移动速度保持不变。因此幂指数 α 优选的为 $0 < \alpha \leq 1$ 。

[0015] 幂指数 α 可以通过用于使流体喷嘴从处理开始位置移动到处理结束位置所必需的允许处理时间而确定。

[0016] 当处理时间(处理量)限制时,幂指数 α 和流体喷嘴的移动速度 $V(r)$ 可以基于允许处理时间而被确定。当响应处理时间的请求时,就能够在基板的整个表面均匀地执行处理。

[0017] 在本发明的优选方面中,当流体喷嘴到达与基板的外周端对应的位置时,流体喷嘴被暂时停止。

[0018] 通过将流体喷嘴暂时停止在与基板的外周端对应的位置,同时允许喷嘴保持喷射流体,基本上最脏的基板的外周端区域能够被更彻底地清洁。

[0019] 本发明还提供了一种基板处理单元,该基板处理单元包含:流体喷嘴,用于喷射至少一种流体;移动机构,用于使流体喷嘴从旋转的基板的中心朝着基板的外周移动;和控制部,用于控制移动机构。移动机构使流体喷嘴以恒定的初始移动速度从基板的中心移动到预定点,并随后使流体喷嘴以移动速度 $V(r)$ 从预定点移动,移动速度 $V(r)$ 满足以下关系式:

$$[0020] \quad V(r) \times r^\alpha = C (\text{常数}),$$

[0021] 其中, $V(r)$ 表示,当流体喷嘴经过与基板表面上并且与基板的中心相距距离“ r ”的位置相对应的位置时,流体喷嘴的移动速度;并且 α 表示幂指数。控制部根据初始移动速度的输入值和用于使流体喷嘴从处理开始位置移动到处理结束位置所必需的允许处理时间的输入值来确定幂指数 α 和移动速度 $V(r)$ 。

[0022] 在处理基板时,当流体喷嘴经过与基板表面上且与基板的中心相距“ r ”的位置相对应的位置时,流体喷嘴的移动速度 $V(r)$ 能够通过输入流体喷嘴的初始移动速度和用于流体喷嘴从处理开始位置移动到处理结束位置所必需的允许处理时间而被容易地确定。

[0023] 根据本发明,通过任意设置幂指数 α ,例如基于预期的处理时间(处理量),当所述流体喷嘴经过与基板表面上且与基板的中心相距“ r ”的位置相对应的位置时,喷嘴的移动

速度能够被确定。在响应处理时间的请求的同时能够在基板表面的整个表面均匀地执行处理。

附图说明

[0024] 图 1 是显示根据本实施例的实施例的结合有基板处理单元的基板处理设备的总体构造的平面图；

[0025] 图 2 是根据本发明的基板处理单元的示意性的透视图，该基板处理单元被用作图 1 显示的基板处理设备中的第二清洁单元；

[0026] 图 3 是显示图 2 的基板处理单元的主要部分的平面图；

[0027] 图 4 是显示与基板的中心相距的距离(半径)“ r ”和流体喷嘴沿着流体喷嘴的移动轨迹的移动速度 $V(r)$ 之间的关系，X 轴表示距离(半径)“ r ”，Y 轴表示流体喷嘴的移动速度 $V(r)$ ；

[0028] 图 5 是显示幂指数 α 与初始移动速度 V_0 和允许清洁时间“ t ”($V_0 \times t$) 的积之间的关系图；

[0029] 图 6 是显示与基板的中心相距的距离“ r ”和流体喷嘴的移动速度 $V(r)$ 之间的关系图，该关系根据变化的幂指数 α 被确定；

[0030] 图 7 是显示与基板的中心相距的距离“ r ”和被供应到基板表面的每个单位面积的微小液滴的量(密度)之间的关系，该关系根据变化的幂指数 α 被确定；图 8 是显示用于确定幂指数 α 和流体喷嘴的移动速度 $V(r)$ 之间的关系图；

[0031] 图 9 是显示实例 1 中的残留在基板表面上的污物(defects)的数量与实例 1 和 2 的比较图；

[0032] 图 10 是根据本发明的另一个实施例的基板处理单元(干燥单元)的纵向截面图；

[0033] 图 11 是显示图 10 的基板处理单元的平面图；

[0034] 图 12 是图 10 中的基座的平面图；

[0035] 图 13A 是显示图 12 中的基座和基板支撑构件的一部分的平面图，图 13B 是沿图 12 的线 A-A 的截面图，和图 13C 是沿着图 13B 的线 B-B 的截面图；

[0036] 图 14 是显示第二磁体和第三磁体 483 排列的示意性视图，该视图是从基板支撑构件的轴线方向观察；和

[0037] 图 15A 是显示当基板支撑构件通过提升机构被升高时基板支撑构件和臂的部分截面图，图 15B 是当基板支撑构件通过提升机构被升高时沿图 12 的线 A-A 的截面图，和图 15C 是沿图 15B 的线 C-C 的截面图。

具体实施方式

[0038] 以下将参考附图对本发明的最优实施例加以说明。

[0039] 图 1 是显示根据本实施例的结合有基板处理单元的基板处理设备的总体构造的平面图。如图 1 所示，基板处理设备包括基本长方形的壳体 10 和用于在其上安放基板盒的装载口 12，该基板盒用于储存大量诸如半导体晶片的基板。装载口 12 被设置成邻近壳体 10，并能够被安装有打开的盒、SMIF(标准加工接口)或 FOUN (前端开口片盒)。每个 SMIF 和 FOUN 是气密容器，该气密容器在其中容纳基板盒并且通过利用分隔壁覆盖该气密容器

而能够保持内部环境不受外部环境的影响。

[0040] 在壳体 10 设置有四个抛光单元 14a-14d、每个都用于清洁被抛光后的基板的第一清洁单元 16 和第二清洁单元 18, 和用于干燥被清洁后的基板的干燥单元 20。抛光单元 14a-14d 被排列在基板处理设备的纵向上, 清洁单元 16、18 和干燥单元 20 也被安排在基板处理设备的纵向。第二清洁单元 18 和干燥单元 20 每个都是根据本发明的基板处理单元。

[0041] 第一基板运送自动机(first substrate transport robot)22 被设置在被装载口 12、靠近装载口 12 的抛光单元 14a 和干燥单元 20 围绕的区域中。更进一步, 基板运送装置 24 被设置成与抛光单元 14a-14d 平行。第一基板运送自动机 22 在从装载口 12 接收未被抛光的基板并将该基板传送到基板运送装置 24, 和从干燥单元 20 接收被干燥后的基板并将该基板返回到装载口 12。基板运送装置 24 在从第一基板运送自动机 22 接收到基板后运送该基板并将该基板在基板运送装置 24 自身和抛光单元 14a-14d 中的一个之间运送。

[0042] 第二基板运送自动机 26 被设置在第一清洁单元 16 和第二清洁单元 18 之间, 第二基板运送自动机 26 用于将基板在第二基板运送自动机 26 自身和清洁单元 16 之间传送。更进一步, 第三基板运送自动机 28 被设置在第二清洁单元 18 和干燥单元 20 之间, 第三基板运送自动机 28 用于将基板在第三基板运送自动机 28 自身和清洁单元 18 之间及第三基板运送自动机 28 自身和干燥单元 20 之间传送。

[0043] 在壳体 10 中还设置有用于控制基板处理设备的装置的操作的控制部 30。例如, 如下所述, 控制部 30 控制被设置在第二清洁单元(基板处理单元) 18 中的摆臂 44 的移动, 并由此控制流体喷嘴 46 的移动速度。

[0044] 在本实施例中, 第一清洁单元 16 是通过将滚动清洁构件在具有清洁液的基板的前后表面上摩擦的滚动清洁单元, 滚动清洁构件纵向地延伸。第一清洁单元(滚动清洁单元)16 被设置成也使用兆声波清洁, 兆声波清洁涉及将以频率大约为 1MHz 的超声波施加到清洁液, 并使得通过振动加速产生的清洁液的力作用到粘附在基板表面的微粒上。

[0045] 第二清洁单元 18 是根据本发明的基板处理单元。干燥单元 20 是旋转干燥单元, 其通过将 IPA 蒸汽从正在移动的喷嘴朝基板喷射, 并进一步通过高速旋转基板所产生的离心力干燥该基板。

[0046] 能够使用由被竖直地排列在两部分上的清洁单元 16、18 组成的清洁单元 16, 18。因此, 在该情况下, 清洁部由两个竖直排列的基板处理单元组成。

[0047] 图 2 是根据本发明的基板处理单元的示意性的透视图, 基板处理单元被用作图 1 中所示的第二清洁单元 18; 图 3 是显示图 2 中的基板处理单元的主要部分的平面图。

[0048] 如图 2 和 3 所示, 作为根据本发明的实施例的基板处理单元的第二清洁单元 18 包括清洁槽 40、可旋转的支撑轴 42 和水平地延伸的摆臂 44, 该清洁槽 40 围绕基板 W 的圆周, 该基板 W 通过例如未显示的夹具保持和通过例如夹具的旋转而被旋转, 该支撑轴 42 被设置在清洁槽 40 的旁边, 该摆臂 44 在其基端被联接到支撑轴 42 的上端。流体喷嘴(双向喷嘴) 46 被安装在摆臂 44 的自由端(前端)并可竖直地移动。

[0049] 用于供应诸如 N_2 气体的载气供应线 50 和用于供应诸如纯净水或者含有溶解的 CO_2 气体的水的清洁液的清洁液供应线 52 被连接到流体喷嘴 46。通过从流体喷嘴 46 喷射诸如 N_2 气体的载气和供应到流体喷嘴 46 内的诸如纯净水或者含有溶解的 CO_2 气体的水的洗涤液的混合物, 可以产生包含有微小的清洁液的液滴(雾)的载气的双向喷射流。通过使由

流体喷嘴 46 产生的双向喷射流撞击旋转的基板 W 的表面,能够利用由微小的液滴撞击基板表面而产生的冲击波,从基板表面除去(清洁)微粒等。

[0050] 支撑轴 42 被连接到作为用于旋转支撑轴 42 的驱动机构的马达 54,由此在支撑轴 42 上摆动摆臂 44。马达 54 的转速通过来自控制部 30 的信号控制,以此摆臂 44 的角速度和流体喷嘴 46 的移动速度得到控制。

[0051] 在本实施例中,由 PVA 海绵组成的笔型清洁工具 60 被可旋转地和可竖直移动地安装到摆臂 44 的前端。更进一步,在清洁槽 40 的旁边和上方设置有漂洗液供应喷嘴 62 和化学品供应喷嘴 64,该漂洗液供应喷嘴 62 用于将漂洗液供应到旋转的基板 W 的表面,该基板 W 例如通过夹具被保持,化学品供给喷嘴 64 用于将液体化学品供应到该基板表面。在操作期间,在保持笔型清洁工具 60 的下端与旋转的基板 W 的表面以预定压力接触的同时,笔型清洁工具 60 通过摆臂 44 的摇摆被移动,同时漂洗液或者液体化学品被供应到基板 W 的表面,由此清洁该基板 W 的表面。基板 W 的表面的接触型清洁是可选的,并可以根据需要进行。

[0052] 如图 3 所示,随着摆臂 44 在基板 W 的表面清洁期间移动,液体喷嘴 46 沿着弧形轨迹从偏置位置 A,经过基板 W 的中心 O 的正上方的位置并经过与该中心 O 相距预定距离的预定点 B 的正上方的位置,移动到位于基板 W 外部的清洁结束位置 C。在该清洁期间,包含微小的洗涤液的液滴的载气的双向喷射流被不断地从流体喷嘴 46 朝旋转基板 W 的表面喷射。图 3 显示了流体喷嘴位于预定点 B 的正上方的位置时的流体喷嘴。

[0053] 在本实施例中,当流体喷嘴 46 经过对应于基板 W 的表面的位置的位置(正上方),在与基板 W 的中心相距距离“r”的位置上,流体喷嘴 46 的移动速度 V(r) 的确定满足下列关系表达式:

[0054] $V(r) \times r^\alpha = C$ (常数),

[0055] 其中, α 表示幂指数。

[0056] 流体喷嘴 46 的移动速度随着距基板 W 的中心的距离的变化而变化。这样有可能使从流体喷嘴 46 供应到基板的表面的微小的液滴的量(密度)在基板的整个表面上的每个单位面积上都均匀分布。

[0057] 当流体喷嘴 46 以移动速度 V(r) 移动,在流体喷嘴 46 经过对应于基板的中心的位置(正上方)时,移动速度 V(r=0) 最大。因此,在本实施例中,流体喷嘴 46 以恒定的初始速度被从偏置位置 A (清洁开始位置)移动到对应于预定点 B 的位置,并随后以从初始移动速度逐渐减小的移动速度 V(r) 移动。

[0058] 因此,流体喷嘴 46 以由以下方程 (1) 表示的移动速度 V(r) 移动。

$$[0059] \quad V(r) = \frac{V_0 b^\alpha}{r^\alpha} \quad \dots\dots (1)$$

[0060] 其中,“b”是从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离, V_0 是流体喷嘴 46 的初始移动速度。

[0061] 图 4 显示了与基板 W 的中心 O 相距的距离(半径)“r”和流体喷嘴 46 沿着流体喷嘴 46 的移动轨迹的移动速度 V(r) 的关系,该移动速度由上述方程 (1) 确定。X 轴表示距离(半径)“r”,Y 轴表示流体喷嘴 46 的移动速度 V(r)。在图 4 中,“h”表示从基板 W 的中心 O 到偏置位置 A 的距离,“b”表示从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离,“c”表示从基板 W 的中心 O 到清洁结束位置 C 的距离。

[0062] 根据本实施例,当流体喷嘴 46 经过对应于基板表面上与基板的中心 O 相距距离“r”的位置的位置时,流体喷嘴 46 的移动速度 $V(r)$ 能够例如,基于预计的处理时间(处理量)且通过任意地设定幂指数 α 来确定。这样例如在响应处理时间的请求的同时,能够在整个基板表面上均匀地执行处理。

[0063] 幂指数 α 理想地被设定为 1 ($\alpha=1$),以便缩短处理时间和增加处理量。如果幂指数 α 大于 1 ($\alpha>1$),流体喷嘴 46 向基板的外周移动的移动速度的减小率则太大,导致过长的处理时间。如果幂指数 α 被设定为零 ($\alpha=0$),则另一方面,流体喷嘴 46 向基板的外周移动的移动速度是恒定的。因此建议幂指数设定在 $0<\alpha\leq 1$ 的范围内。

[0064] 幂指数 α 能够,例如,通过以下方程(2)到(4)并利用作为输入参数的流体喷嘴 46 的初始移动速度 V_0 、从基板 W 的中心 O 到偏置位置 A 的距离“h”、从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离“b”和流体喷嘴 46 从偏置位置 A(清洁开始位置)移动到清洁结束位置 C 所必须的允许清洁时间“t”来确定。在以下方程中,“ t_b ”是从预定点 B 到清洁结束位置 C 的运动时间。

$$[0065] \quad t = \frac{h+b}{V_0} + t_b \quad (2)$$

$$[0066] \quad t_b = \int_b^R \frac{1}{V(r)} dr \quad (3)$$

$$[0067] \quad V_0 = \frac{1}{t} \left[h+b + \frac{1}{(\alpha+1)b^\alpha} (r^{\alpha+1} - b^{\alpha+1}) \right] \quad (4)$$

[0068] 例如,当流体喷嘴 46 的初始移动速度 V_0 被设定在 30 毫米/秒、从基板 W 的中心 O 到偏置位置 A 的距离“h”被设定在 10 毫米、从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离“b”被设定在 10 毫米和允许清洁时间被设定在 22 秒时,计算出的幂指数 α 是 0.75 ($\alpha=0.75$)。

[0069] 图 5 显示了幂指数 α 与初始移动速度 V_0 和允许清洁时间“t”($V_0 \times t$) 的积之间的关系,当从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离“b”和从基板 W 的中心 O 到偏置位置 A 的距离“h”都设为 10 毫米时,该关系通过方程(2)到(4)确定。幂指数 α ($=0.75$) 能够通过图 5 所示的关系并基于初始移动速度 V_0 (30 毫米/秒) 和允许清洁时间 t (=22 秒) 的积而被确定。

[0070] 图 6 显示与基板 W 的中心 O 相距的距离“r”与流体喷嘴 46 的移动速度 $V(r)$ 之间的关系,当从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离被设定在 10 毫米时该关系随着幂指数变化而被确定。在图 6 中,初始移动速度 V_0 被设定在 1(任意单位)。图 7 显示了与基板 W 的中心 O 相距的距离“r”和被供应到基板表面的每一个单位面积的微小的液滴的量(密度)之间的关系,当从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离“b”被设定在 10 毫米时,该关系随着幂指数的变化而被确定。在图 7 中,被供应到基板 W 的中心处的微小的液滴的量(密度)被设定为 1(任意单位)。

[0071] 如图 6 和 7 所示,幂指数越接近 1,微小的液滴的密度的分配沿着基板的径向更均匀;因此处理时间“t”在处理量允许情况下应当被设定地尽可能长。

[0072] 在本实施例中,幂指数 α 和流体喷嘴 46 的移动速度 $V(r)$ 通过输入流体喷嘴 46 的初始移动速度 V_0 、从基板 W 的中心 O 到偏置位置 A 的距离“h”、从基板 W 的中心 O 到预定点 B 的距离“b”和允许清洁时间“t”而确定。马达 54 的转速被控制以便流体喷嘴 46 以移

动速度 $V(r)$ 移动。图 8 显示了用于确定幂指数 α 和移动速度 $V(r)$ 的步骤。

[0073] 第一,初始移动速度 V_0 被输入。其次,从基板中心到偏置位置的距离,例如 10 毫米(固定值),和从基板中心到预定点的距离被输入。多个点,例如,三个点(10 毫米、50 毫米和 90 毫米)可以被作为距离“b”选择和输入。接着,允许清洁时间被输入。幂指数 α 从输入值中计算,流体喷嘴 46 的移动速度 $V(r)$ 由计算出的幂指数 α 计算。

[0074] 如果当处理时间(处理量)是有限度时,因此,幂指数 α 和流体喷嘴 46 的移动速度 $V(r)$ 基于流体喷嘴 46 从偏置位置 A (清洁开始位置)移动到清洁结束位置 C 所必须的允许清洁时间而被确定。这样在响应处理时间的要求的同时就能够在整个基板表面上更均匀地执行处理。

[0075] 在被说明的基板处理设备中,基板在装载口 12 中从基板盒取出,该基板被传送到抛光单元 14a-14d 中的一个,并在其中被抛光。抛光后的基板表面在第一清洁单元(滚动清洁单元) 16 中被清洁,之后在第二清洁单元(基板处理单元) 18 中利用双向喷射流被清洁。当在第二清洁单元(基板处理单元) 18 中清洁基板表面时,当流体喷嘴 46 以如上所述的受控速度移动时,双向喷射流被从流体喷嘴 46 朝旋转基板的表面喷射。

[0076] 更具体地说,在执行第一清洁单元 16 中基板的滚动清洁后,基板被传送到第二清洁单元 18。在第二清洁单元 18 中,在旋转基板的同时,漂洗液被从漂洗液供应喷嘴 62 供应到基板的表面,以对基板表面进行几秒(例如,3 秒)漂洗。随后,笔型清洁工具 60 被允许扫过基板表面预定次数(例如,两或三次),同时将液体化学品从化学品供应喷嘴 64 朝着基板表面喷射,以执行对基板表面的射束清洁。射束清洁一结束,对基板表面的双向喷射清洗在同一个第二清洁单元 18 中执行。

[0077] 基板表面的清洁使用双向喷射流,其通过将摆臂 44 摇摆预定次数(例如,一次到四次)以在旋转的基板的上移动流体喷嘴 46 并喷射双向喷射流。摆臂 44 的角速度,即流体喷嘴 46 的移动速度,其通过基于允许处理时间和扫描次数被计算出。在对基板表面的双向喷射流清洁的期间,基板的转速不需要等于通过笔型清洁工具 60 对基板表面的清洁时基板的转速。

[0078] 流体喷嘴 46 到达对应于基板 W 的外周端的位置时,流体喷嘴 46 可以被暂时的停止。通过将流体喷嘴 46 暂时停止在对应于基板 W 的外周端的位置的同时,允许流体喷嘴 46 保持喷射液体,可能是最脏的基板 W 的外周端区域能够被更彻底地清洗。

[0079] 在清洁之后的基板被从第二清洁单元 18 取出并被携带进入干燥单元 20,基板在干燥单元 20 中被旋转式地干燥。干燥后的基板被返回到装载口 12 中的基板盒中。

[0080] 通过使用上述的基板处理设备,进行实验(实例 1 及比较例 1 和 2)。在实例 1 中,TEOS 有图形芯片(基板)在抛光单元 14a-14d 的一个中被抛光 60 秒。在抛光后,基板表面在第一清洁单元(滚动清洁单元)16 中被清洁 30 秒,然后基板表面在第二清洁单元(基板处理单元) 18 中进一步被清洁 22 秒,同时以上述方式控制流体喷嘴 46 的移动速度。清洁后的基板在干燥单元 20 中被旋转式地干燥。在基板被干燥后,基板将进行对遗留在其表面且尺寸不少于 80nm 的颗粒(污物)的数目的测量。在比较例 1 中,相同的基板(TEOS 有图形芯片)以与实例 1 中相同的方式处理,除了基板不受第二清洁单元 18 中的双向喷射流清洁以外。在比较例 2 中,相同的基板以与实例 1 中相同的方式处理,除了在以匀速移动流体喷嘴 46 的同时在第二清洁单元 18 中进行双向喷射流清洁以外。对于比较例中获得的被干燥后

的基板,对颗粒的数目进行相同的测量。测量的结果如图 9 所示。

[0081] 实例 1 及比较例 1 和 2 的比较数据如图 9 所示,在根据本发明的双向喷射流清洁中,控制流体喷嘴 46 的移动速度和喷射双向喷射流能够显著地减少(例如,大约 10%到 50%)的遗留在被清洁后的基板表面上的污物的数目。

[0082] 图 10 是显示根据本发明的另一实施例的用作干燥单元的基板处理单元 400 的竖直截面图,图 11 是图 10 的基板处理单元的平面图。这个实施例的干燥单元(基板处理单元) 400 包括基座 401 和四个圆柱形的基板支撑构件 402,该基板支撑构件 402 被基座 401 支撑。基座 401 被紧固到旋转杆 405 的上端,该旋转杆 405 被轴承 406 可旋转地支撑。轴承 406 被紧固到圆柱形构件 407 的内表面,该圆柱形构件 407 与旋转杆 405 平行。圆柱形构件 407 的下端被安装到安装基座 409 上并且被固定在适当的位置。旋转杆 405 通过滑轮 411 和 412 及传动带 414 被连接到电动机 415,以便基座 401 通过驱动电动机 415 而绕着自身的轴线旋转。

[0083] 旋转盖 450 被紧固到基座 401 的上表面。图 10 显示了旋转盖 450 的竖直截面。旋转盖 450 被排列成围绕基板 W。旋转盖 450 的竖直截面在径向上向内倾斜并且具有平滑的弧度。旋转盖 450 的上端紧邻基板 W,旋转盖 450 的上端的内径稍大于基板 W 的直径。旋转盖 450 的上端具有凹口 450a,每个凹口 450a 的形状为沿着基板支撑构件 402 的圆周表面。凹口 450a 位于与基板支架构件 402 对应的位置。倾斜地延伸的排出孔 451 被形成在旋转盖 450 的底部。

[0084] 用于将作为洗涤液的纯净水供应到基板 W 的表面(前表面)的前喷嘴 454 被设置在基板 W 的上方。前喷嘴 454 被定位成朝向基板 W 的中心。前喷嘴 454 被连接到未在图中显示的纯净水供应源(即,洗涤液供应源)并将纯净水供应到基板 W 的前表面的中心。除了纯净水以外,液体化学品也可以用作洗涤液。用于执行 Rotagoni 干燥的两个平行的流体喷嘴 460 和 461 被设置在基板 W 的上方。流体喷嘴 460 被用于将 IPA 蒸气(异丙醇和氮气的混合物)供应到基板 W 的前表面。流体喷嘴 461 被用于将纯净水供应到基板 W 的前表面,以免基板 W 的前表面被干燥。

[0085] 这些流体喷嘴 460 和 461 被安装到被连接到支撑轴 500 的上端的摆臂 502 的自由端(前端),该支撑轴 500 位于基座 401 的旁边,流体喷嘴 460 和 461 通过支撑轴 500 的旋转而摆动。支撑轴 500 被连接到电动机 504,该电动机 504 作为用于使支撑轴 500 旋转的驱动机构,从而使摆臂 502 在支撑轴 500 上摇摆。电动机 504 的旋转速度通过来自控制部 506 的信号控制,由此摆臂 502 的角速度和流体喷嘴 460、461 的移动速度得以被控制。

[0086] 旋转杆 405 中设置有后喷嘴 463 和喷气头 464,该后喷嘴 463 被连接到洗涤液供应源 465,该喷气头 464 被连接到干燥气体供应源 466。洗涤液供应源 465 中存储有作为洗涤液的纯净水,并将纯净水经过后喷嘴 463 供应到基板 W 的后表面。干燥气体供应源 466 中存储有作为干燥气体的氮气或干燥空气,并将干燥气体经由喷气头 464 供应到基板 W 的后表面。

[0087] 用于提升基板支撑构件 402 的提升机构 470 被设置在圆柱形构件 407 的周围。提升机构 470 被构造能够在垂直方向上相对于圆柱形构件 407 滑动。提升机构 470 包括被设置成与基板支撑构件 402 的下端接触的接触板 470a。第一气室 471 和第二气室 472 被形成在圆柱形构件 407 的外周表面和提升机构 470 的内周表面之间。第一气室 471 和第二

气室 472 分别与第一气体通道 474 和第二气体通道 475 流体连通。第一气体通道 474 和第二气体通道 475 具有被连接到加压气体供应源(没有在图中显示)的端部。当第一气室 471 的压力被增加到高于第二气室 472 中的压力,提升机构 470 被升高。另一方面,当第二气室 472 中的压力被增加到高于第一气室 471 中的压力,提升机构 470 被降低。在图 10 中,提升机构 470 位于下降位置。

[0088] 图 12 是图 10 中的基座 401 的平面图。如图 12 所示,基座 401 包括四个臂 401a,基板支撑构件 402 通过臂 401a 的顶端被可垂直移动地支撑。图 13A 是显示图 12 中的基板支撑构件 402 和基座 401 的一部分的平面图,图 13B 是沿着图 12 的线 A—A 的截面图,图 13C 是沿着线 B—B 的截面图。基座 401 的臂 401a 具有被构造造成可滑动地保持基板支撑构件 402 的保持器 401b。保持器 401b 可以与臂 401a 整体地形成。垂直延伸的贯穿孔被形成在保持器 401b 中,基板支撑构件 402 被插入到该贯穿孔中。贯穿孔的直径稍大于基板支撑构件 402 的直径。因此,基板支撑构件 402 在垂直方向上相对于基座 401 可移动,基板支撑构件 402 可以围绕自身的旋转轴旋转。

[0089] 弹簧架 402a 被附接到基板支撑构件 402 的下部分。弹簧 478 被设置在基板支撑构件 402 的周围,弹簧 478 通过弹簧支架 402a 被支撑。弹簧 478 的上端按压保持器 401b (其为基座的一部分)。因此,弹簧 478 对基板支撑构件 402 施加向下的力。停止件 402b 被形成在基板支撑构件 402 的圆周表面上。停止件 402b 的直径大于贯穿孔的直径。因此,基板支撑构件 402 的向下移动被停止件 402b 限制,如图 13B 所示。

[0090] 在其上安放有基板 W 的支撑销 479 和作为基板保持部分并与基板 W 的外周接触的圆柱形夹具 480 被设置在基板支撑构件 402 的上端。支撑销 479 被排列在基板支撑构件 402 的轴线上。另一方面,夹具 480 被设置成远离基板支撑构件 402 的轴线。因此,随着基板支撑构件 402 的旋转,夹具 480 绕着基板支撑构件 402 的轴线旋转。为了防止产生静电电荷,晶片接触部分优选地由导电材料(优选地为铁、铝、SUS)或碳树脂(例如 PEEK 或 PVC)制成。

[0091] 第一磁体 481 被附接到基座 401 的保持器 401b 以面对基板支撑构件 402 的侧表面。另一方面,第二磁体 482 和第三磁体 483 被设置在基板支撑构件 402 中。第二磁体 482 和第三磁体 483 被设置成在竖直方向上相互远离。钕磁体被优选地用作第一磁体 481、第二磁体 482 和第三磁体 483。

[0092] 图 14 是显示当从基板支撑构件 402 的轴线方向看时第二磁体 482 和第三磁体 483 的配置的示意图。如图 14 所示,第二磁体 482 和第三磁体 483 被排列在基板支撑构件 402 的圆周方向上的不同位置上。具体来说,连接第二磁体 482 和基板支撑构件 402 的中心的线,及连接第三磁体 483 和基板支撑构件 402 的中心的线相交呈预定角度 α 。

[0093] 当基板支撑构件 402 位于如图 13B 所示的下降位置时,第一磁体 481 和第二磁体 482 相对。此时,第一磁体 481 和第二磁体 482 之间产生吸引力。吸引力产生使基板支撑构件 402 绕着自身轴线在使夹具 480 按压基板 W 的外周的方向上旋转 W。因此,如图 13B 所示的下降位置是基板 W 被保持(夹住)的夹持位置。

[0094] 第一磁体 481 和第二磁体 482 并不需要在保持基板 W 的时候一直彼此面对,只要它们彼此足够接近以提供足够的保持力。例如,即使当第一磁体 481 和第二磁体 482 相互倾斜,只要它们相互靠近,这些磁体之间就能够产生磁力。因此,第一磁体 481 和第二磁体

482 并不需要在保持基板 W 的时候一直彼此面对,只要磁力足够大以旋转基板支撑构件 402 从而保持基板 W。

[0095] 图 15A 是显示当基板支撑构件 402 被提升机构 470 升高时基板支撑构件 402 和臂 401a 的一部分的平面图。图 15B 是当基板支撑构件 402 被提升机构 470 升高时沿着图 12 的线 A—A 的截面图。图 15C 是沿着图 15B 的线 C—C 的截面图。

[0096] 当基板支撑构件 402 被提升机构 470 升高到如图 15B 所述的上升位置时,第一磁体 481 和第三磁体 483 相互面对,第二磁体 482 远离第一磁体 481。此时,第一磁体 481 和第三磁体 483 产生引力。该引力产生使基板支撑构件 402 绕着自身轴线在使夹具 480 移动远离基板 W 的方向上旋转 W 的力。因此,如图 15B 所示的上升位置是基板 W 被释放(没有被夹住)的非夹持位置。在这种情况下,当释放基板 W 时,第一磁体 481 和第三磁体 483 并不总是相互面对,只要它们足够靠近以产生足够使基板支撑构件 402 在夹具 480 移动远离基板 W 的方向上旋转的力(磁力)。

[0097] 因为第二磁体 482 和第三磁体 483 被配置在基板支撑构件 402 的圆周方向上的不同位置上,随着基板支撑构件 402 的上下移动,旋转力作用在基板支撑构件 402 上。该旋转力为夹具 480 提供了保持基板 W 的力和释放基板 W 的力。因此,仅仅通过竖直地移动基板支撑构件 402,夹具 480 能够保持和释放基板 W。用这样的方式,第一磁体 481、第二磁体 482 和第三磁体 483 起到保持机构(旋转机构)的作用,该保持机构(旋转机构)使基板支撑构件 402 绕着自身轴线旋转从而使夹具 480 保持基板 W。保持机构(旋转机构)通过基板支撑构件 402 的竖直运动而被操作。

[0098] 提升机构 470 的接触板 470a 被定位在基板支撑构件 402 的下方。当接触板 470a 向上移动,接触板 470a 的上表面与基板支撑构件 402 的下端接触,基板支撑构件 402 通过接触板 470a 克服弹簧 478 的按压力而被升高。每个接触板 470a 的上表面是平坦表面,另一方面,每个基板支撑构件 402 的下端具有半球体的形状。在本实施例中,提升机构 470 和弹簧 478 组成用于使基板支撑构件 402 在竖直方向上移动的驱动机构。需要主要的是,驱动机构并不局限于该实施例。例如,伺服电动机可以被用作驱动机构。

[0099] 凹槽 484 被形成在每个基板支撑构件 402 的侧表面上。凹槽 484 沿着基板支撑构件 402 的轴线延伸,并具有弓形形状的水平横截面。朝着凹槽 484 突出的突起 485 被形成在基座 401 的臂 401a (在本实施例中为保持器 401b) 上。突起 485 的顶端位于凹槽 484,突起 485 基本与凹槽 484 接合。凹槽 484 和突起 485 被设置用来限制基板支撑构件 402 的旋转角。

[0100] 其次,以下将描述具有上述结构的干燥单元(基板处理单元) 400 的操作。

[0101] 首先,基板 W 和旋转盖 450 通过电动机 415 同步旋转。在该状态,前喷嘴 454 和后喷嘴 463 将纯净水供应到基板 W 的前表面(上表面)和后表面(下表面)上,以用纯净水冲洗整个基板 W。被供应到基板 W 的纯净水通过离心力在前表面和后表面的上扩散,从而冲洗基板 W 的整个表面。从旋转的基板 W 甩出的纯净水被旋转盖 450 接住并流进排水孔 451。当基板 W 被冲洗,双向喷嘴 460、461 在它们的特定非工作位置并远离基板 W。

[0102] 然后,前喷嘴 454 停止供应纯净水,前喷嘴 454 被移动到它的特定非工作位置并远离基板 W。双向喷嘴 460、461 被移动到基板 W 上方的偏置位置(清洁开始位置)。当基板 W 被以从 30 到 150/ 分钟范围内的低速旋转时,流体喷嘴 460 将 IPA 蒸气且液体喷嘴 461 将

纯净水供应到基板 W 的前表面上。在该操作期间,后喷嘴 463 将纯净水供应到基板 W 的后表面。

[0103] 正如第二清洁单元(基板处理单元)18 摆臂 44,电动机 504 的旋转速度通过控制部 506 被控制,由此摆臂 502 的角速度和双向喷嘴 460、461 的移动速度得以被控制,双向喷嘴 460、461 同时沿着基板 W 的径向移动到基板 W 外的位置。用这样的方式,基板 W 的前表面(上表面)被干燥。

[0104] 之后,双向喷嘴 460、461 被移动到它们的非工作位置,停止从后喷嘴 463 的纯净水供应。然后,基板 W 被以从 1000 至 1500/分钟范围的高速旋转,从而从基板 W 的后表面除去纯净水。在该操作期间,喷气头 464 将干燥气体供应到基板 W 的后表面。用这样的方式,基板 W 的后表面被干燥。

[0105] 提供本实施例的上述描述是为了使本领域技术人员能够制造和使用本发明。此外,本领域的技术人员很容易可以想到对上述实施例的各种修改,在此限定的基本原理和具体实例也可以应用在其他实施方式中。因此,本发明并不限制在上述的实施例中,而是基于权利要求以及与权利要求等同的内容而限定更广泛的范围。

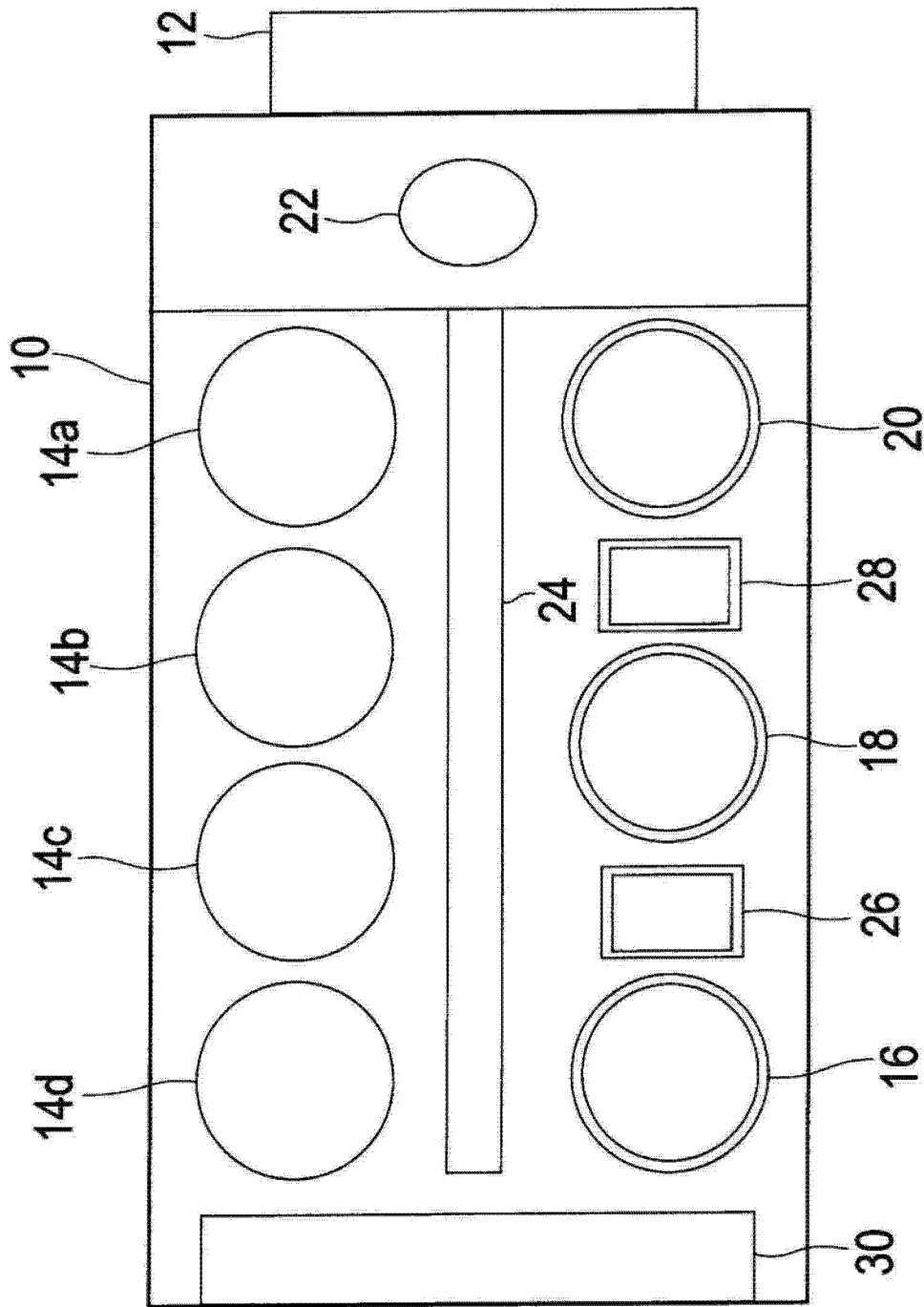


图 1

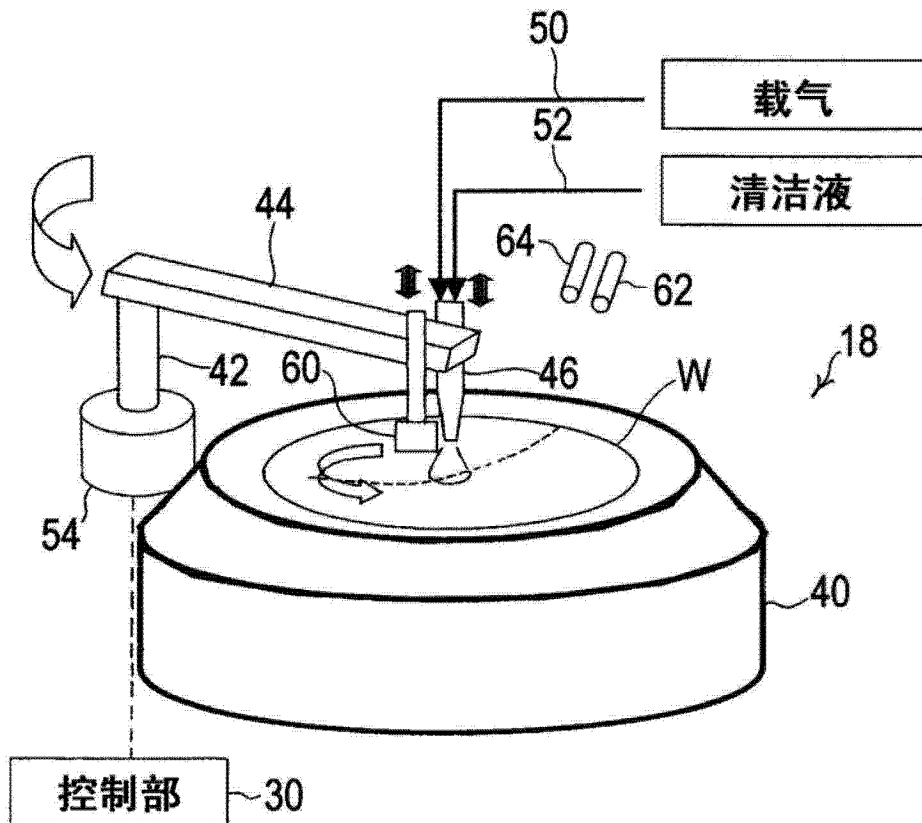


图 2

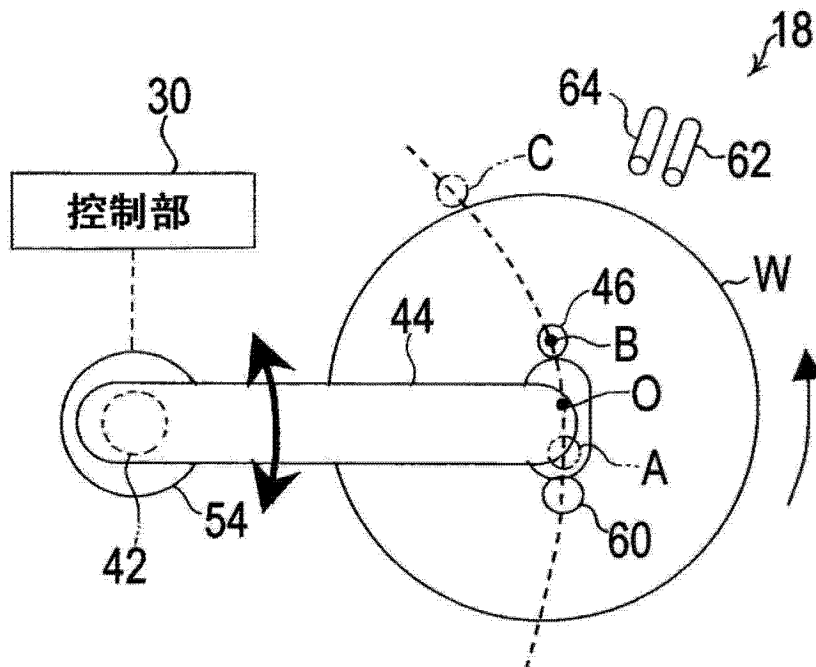


图 3

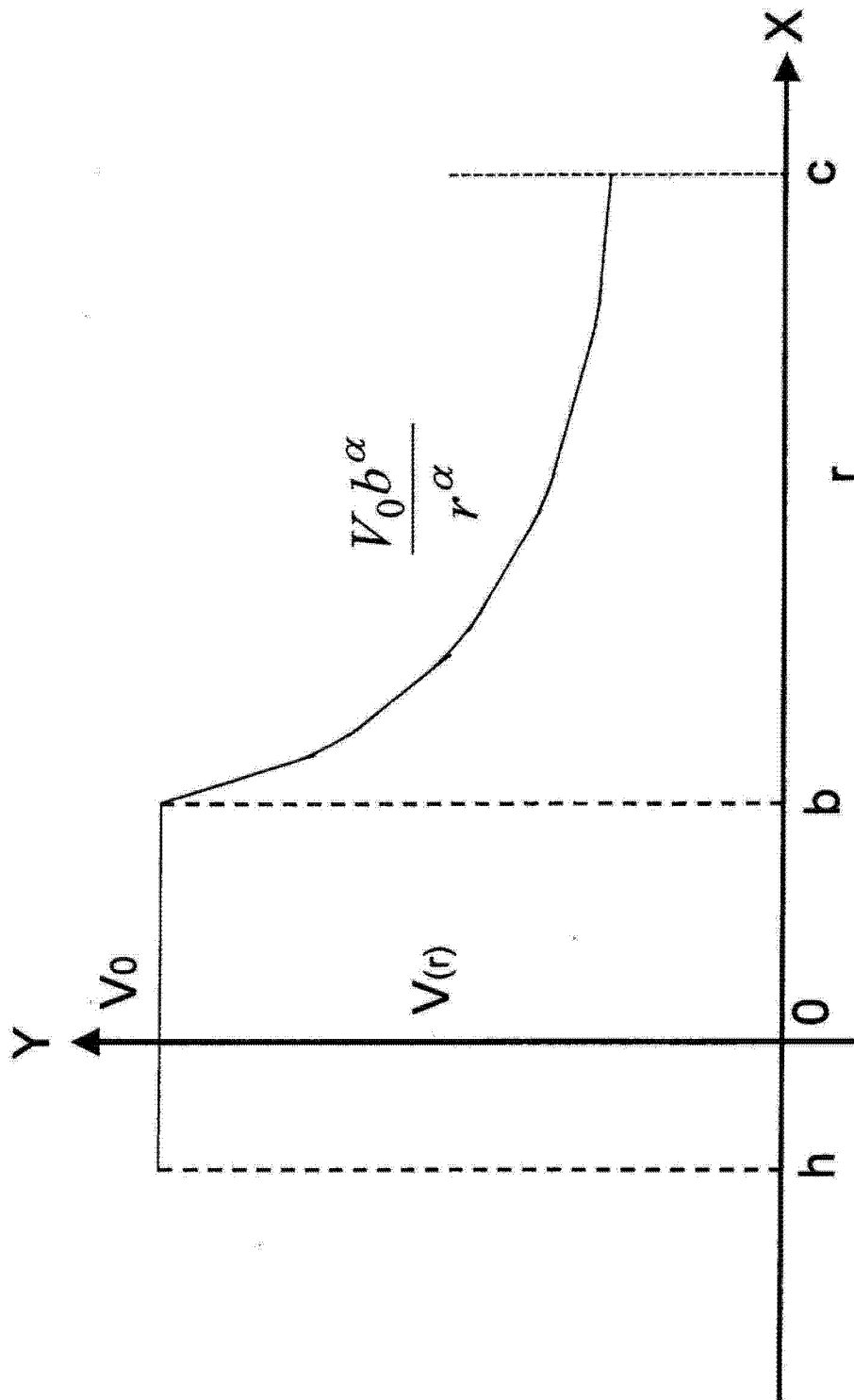


图 4

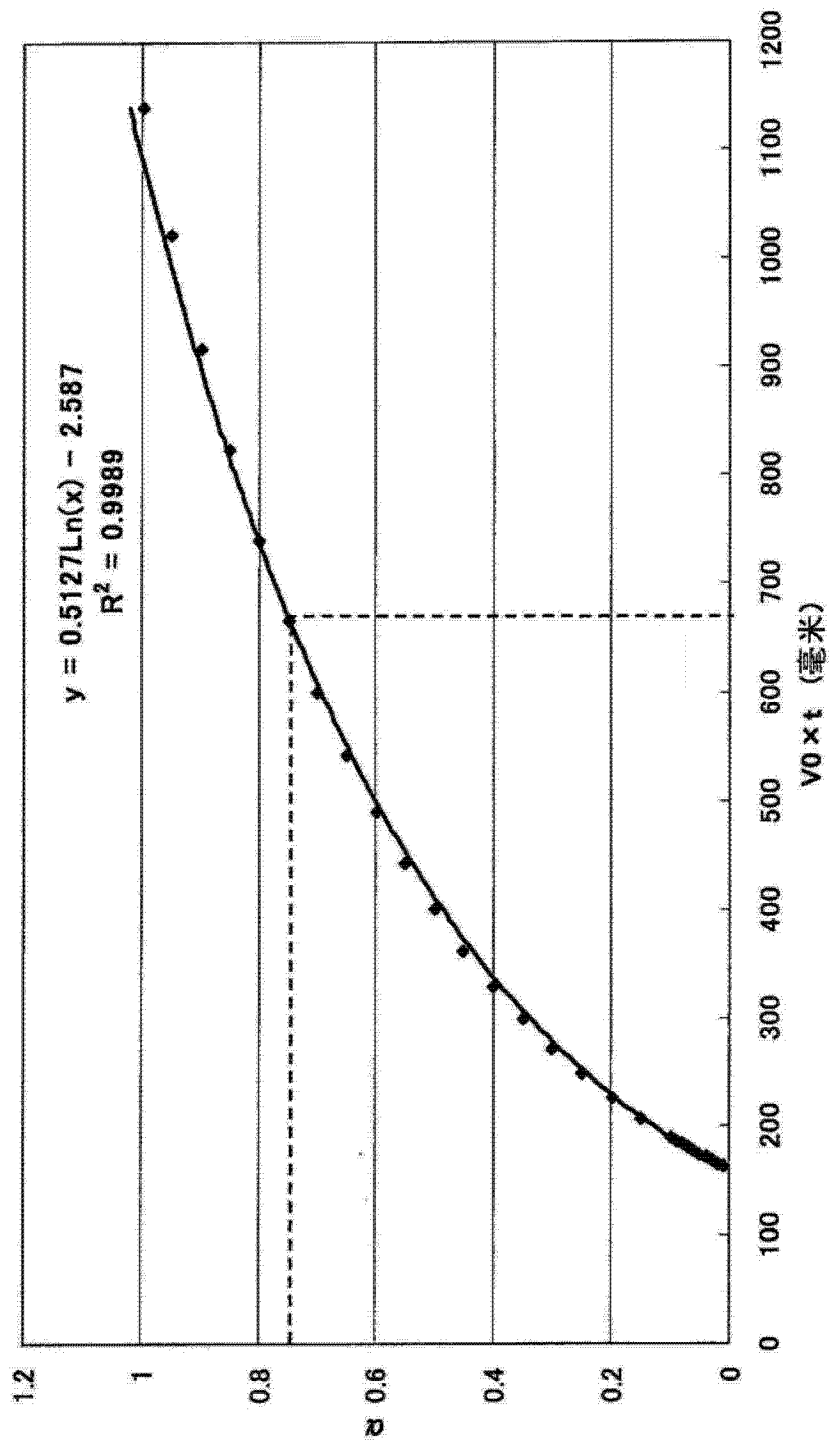


图 5

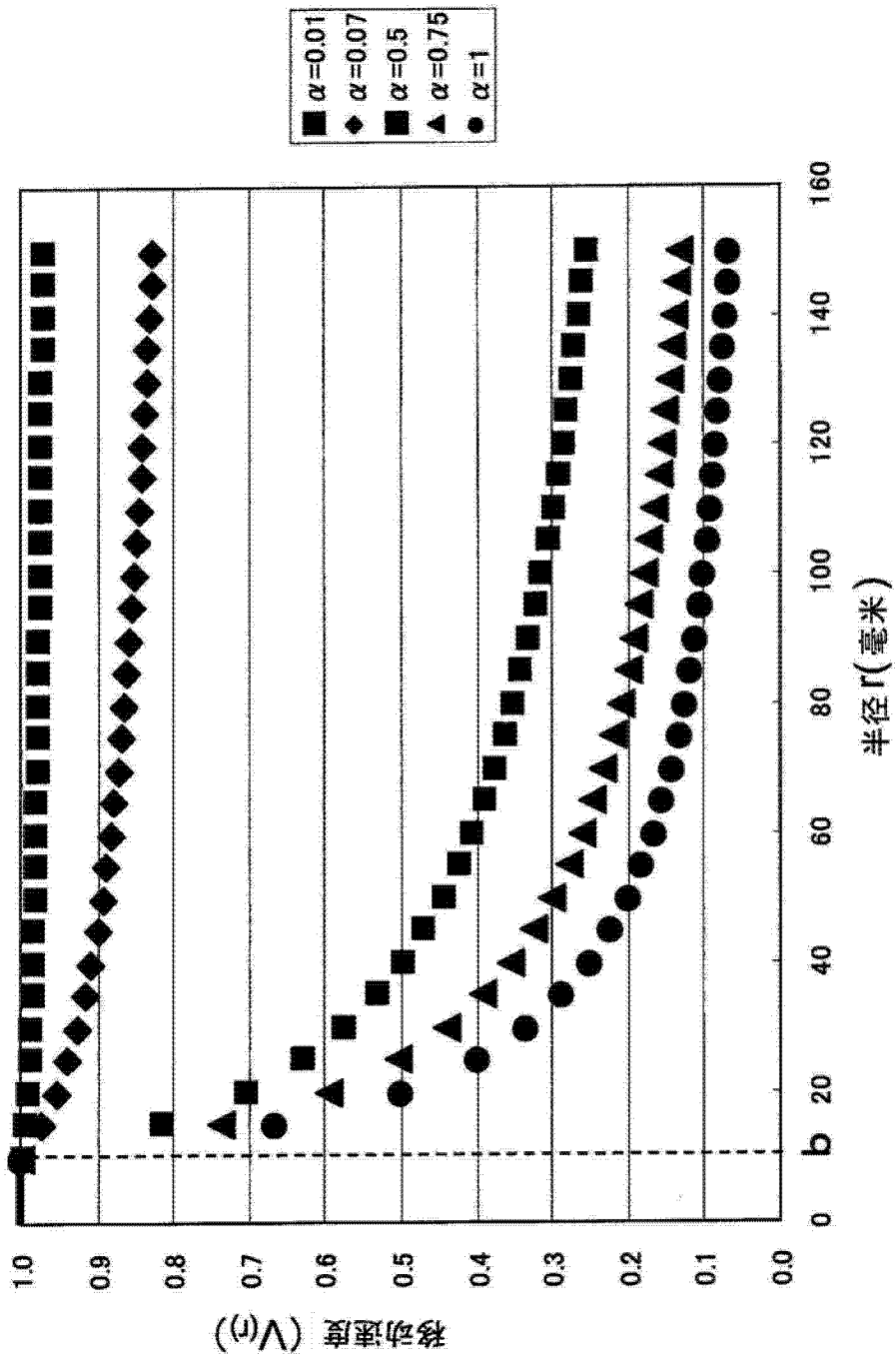


图 6

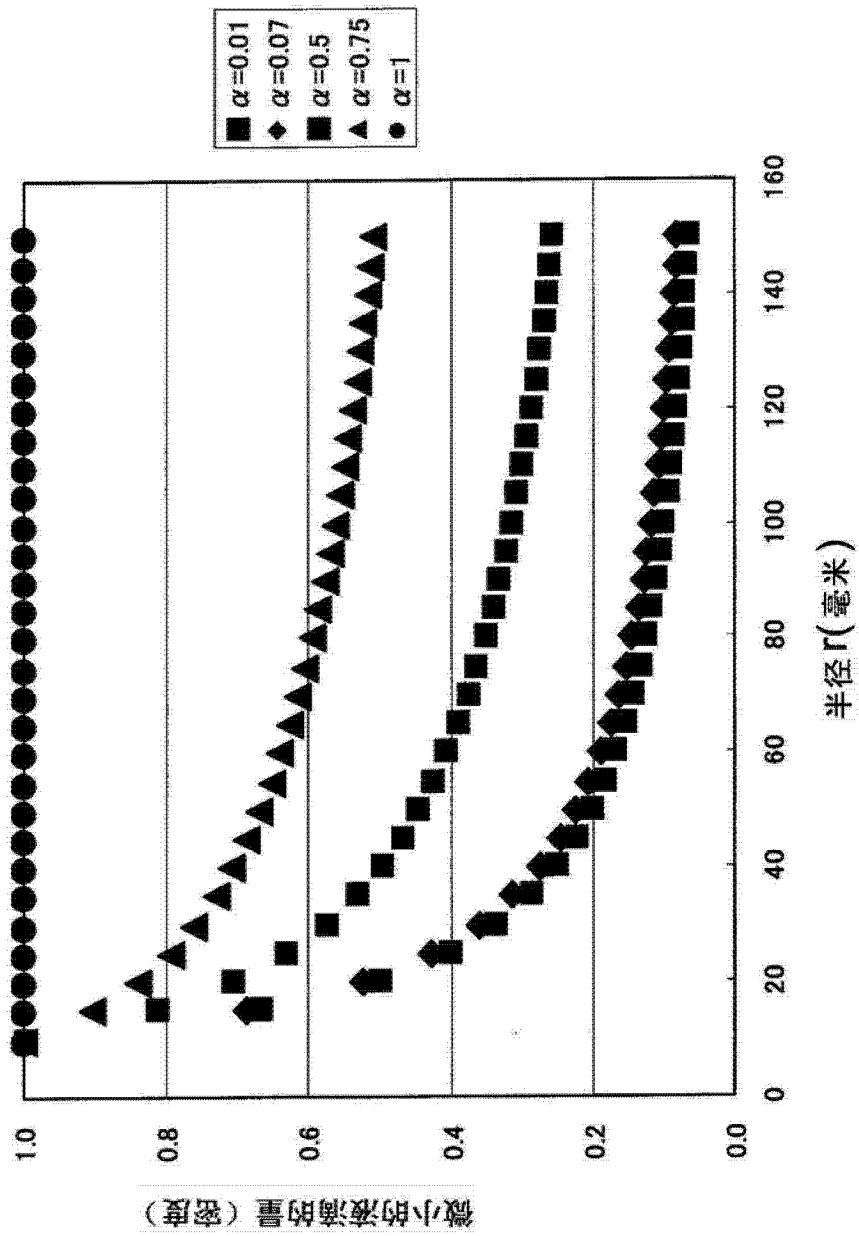


图 7

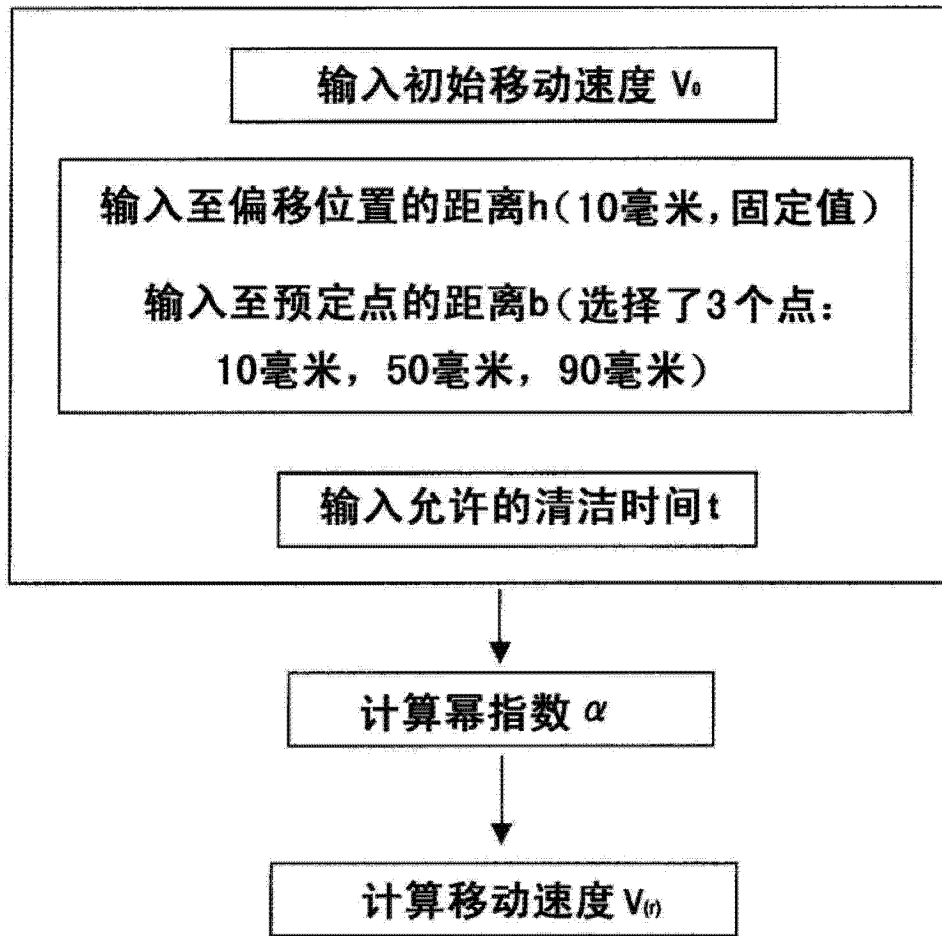


图 8

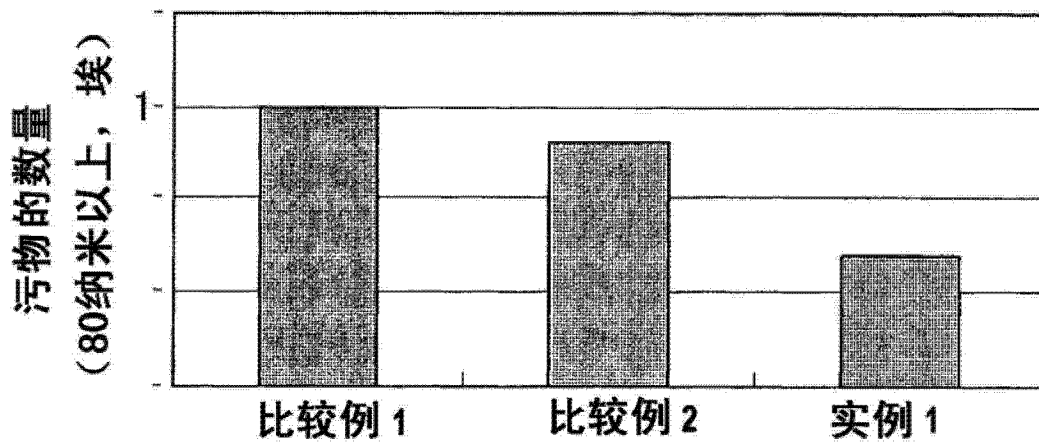


图 9

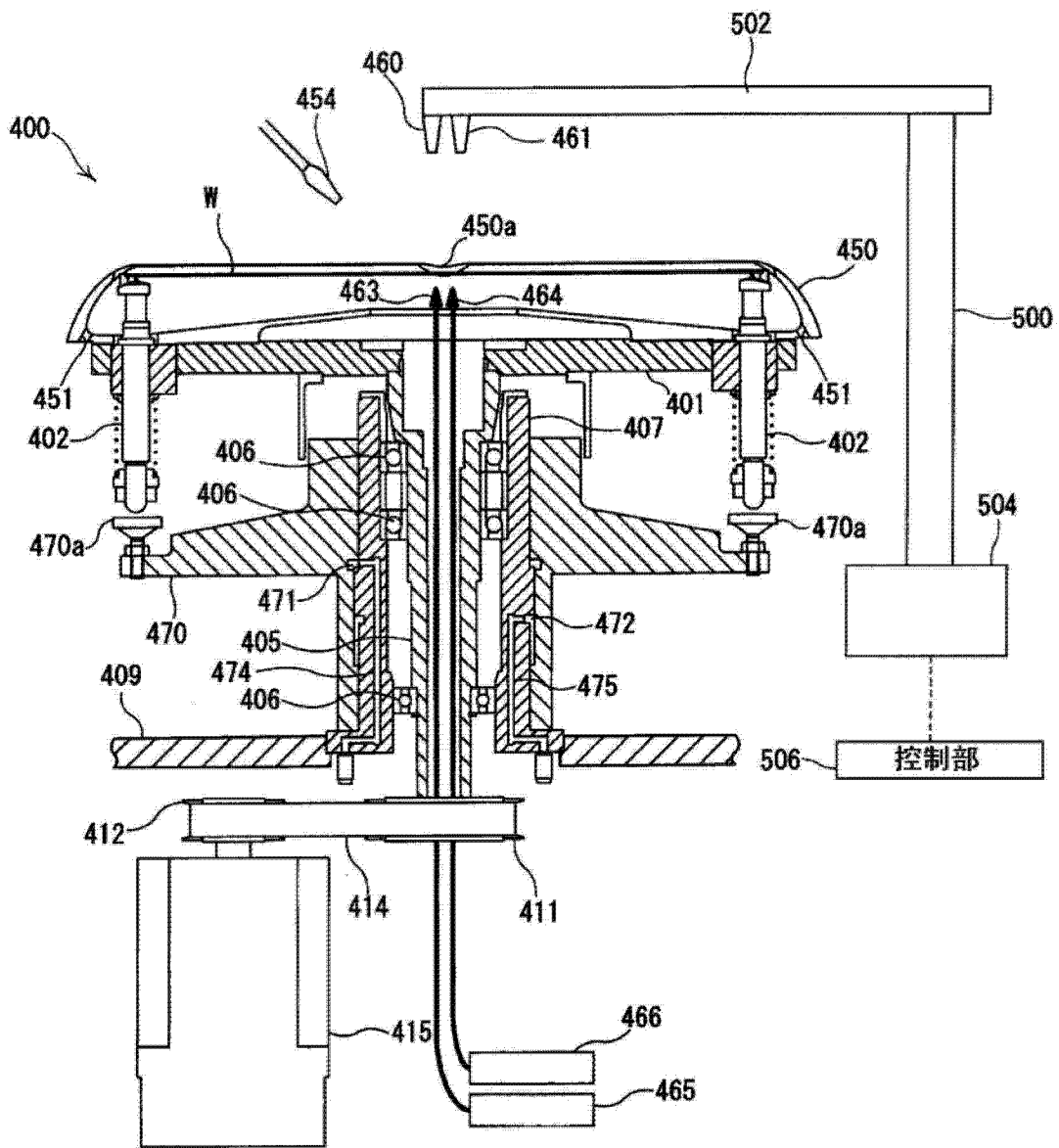


图 10

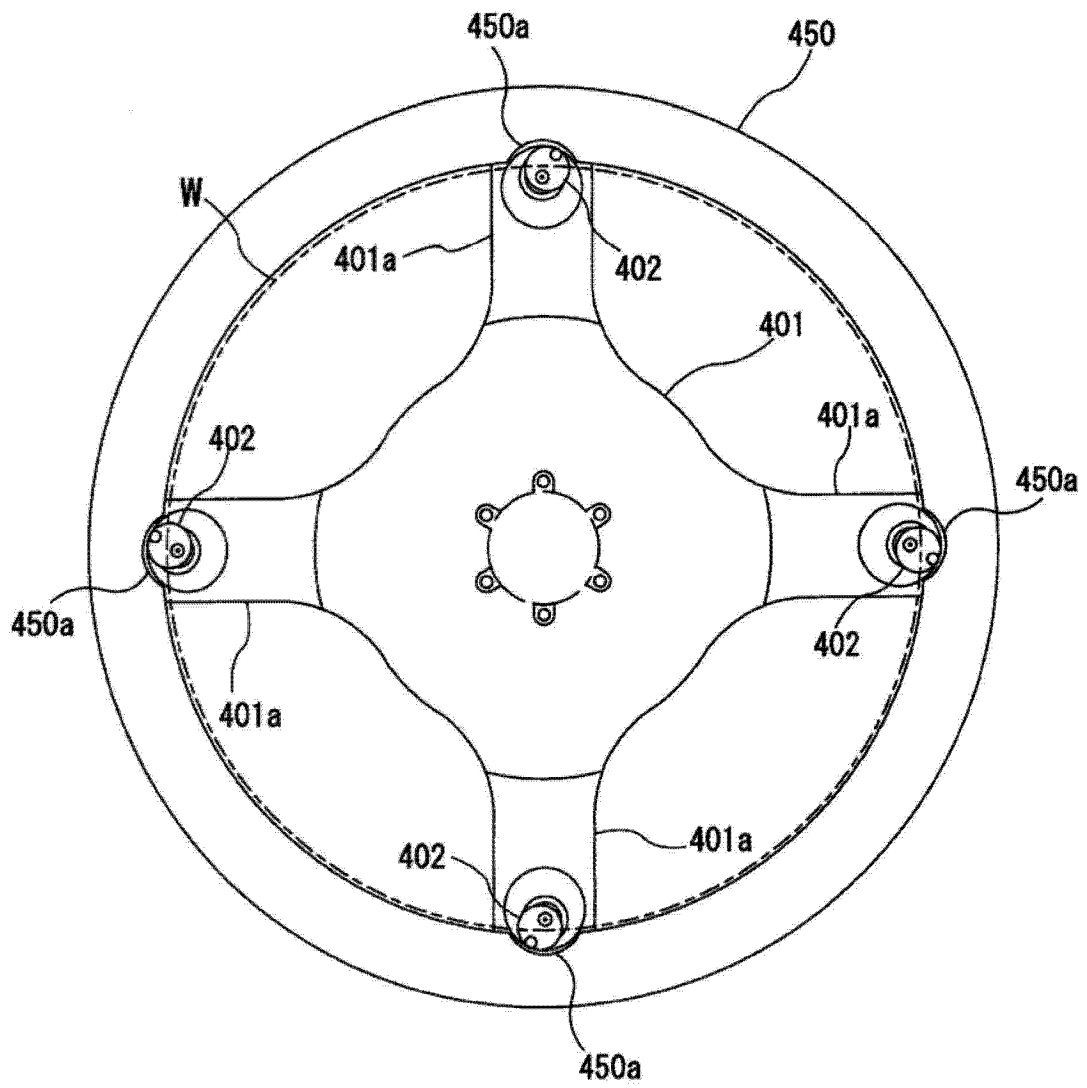


图 11

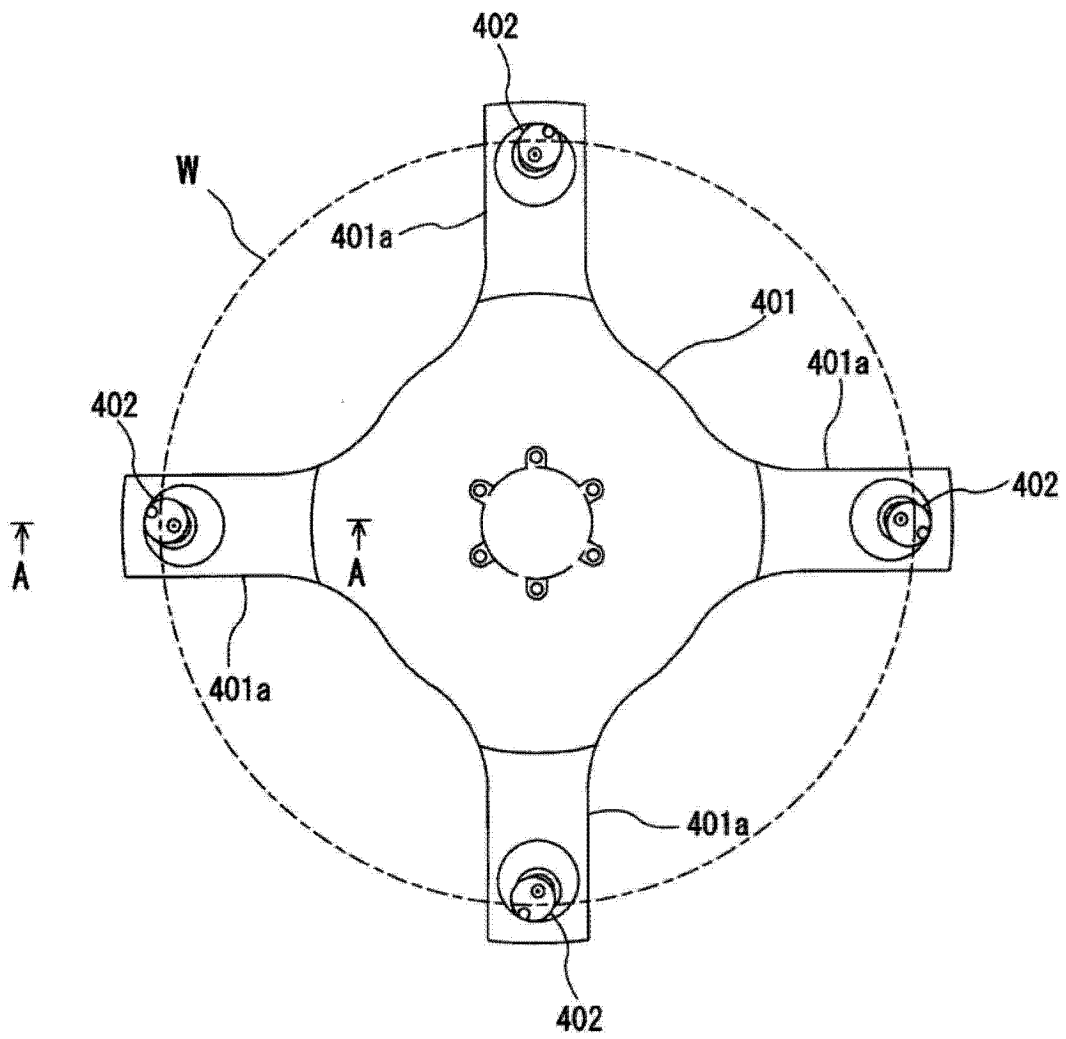


图 12

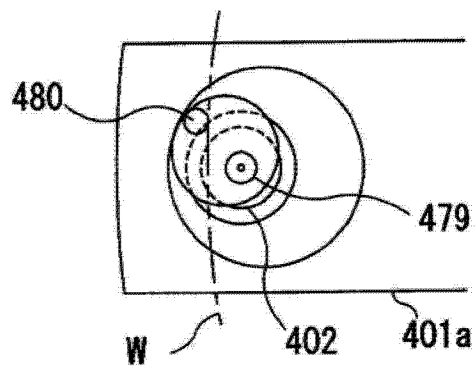


图 13A

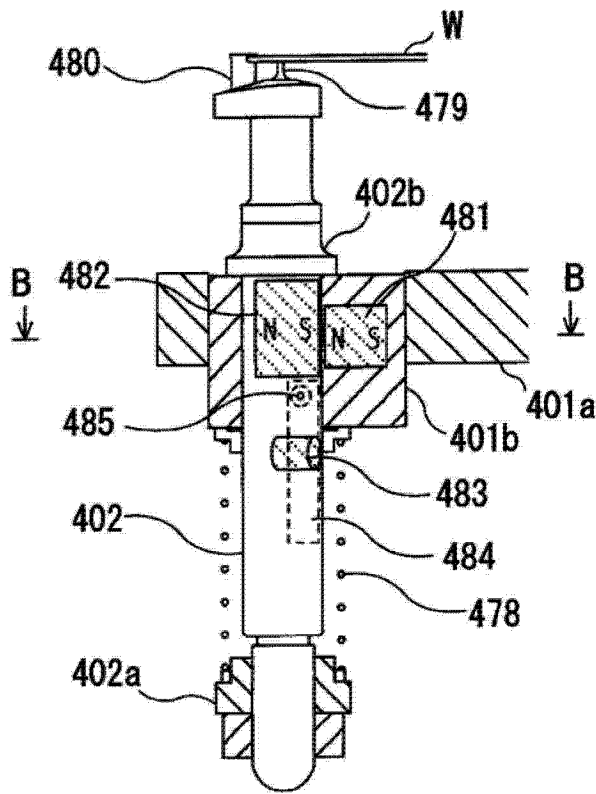


图 13B

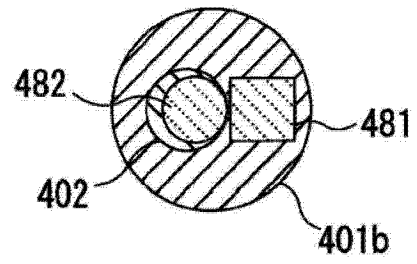


图 13C

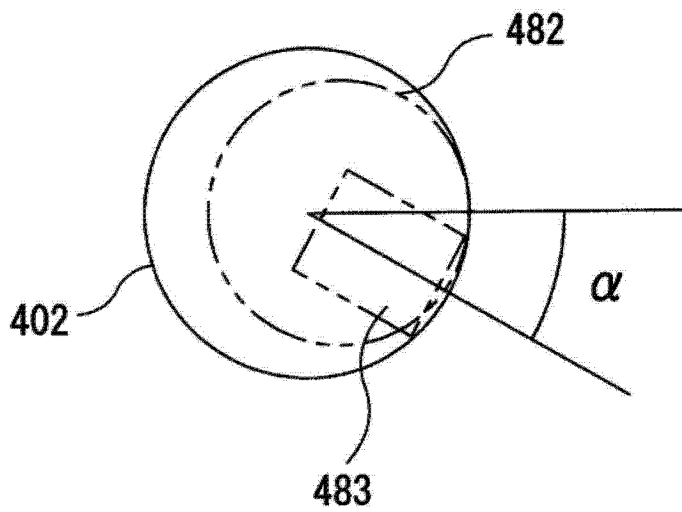


图 14

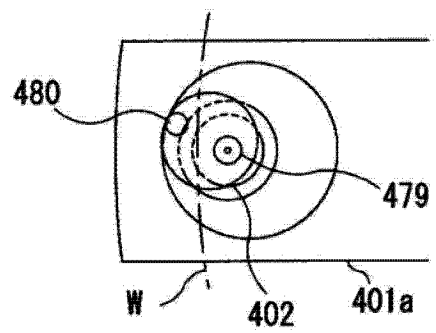


图 15A

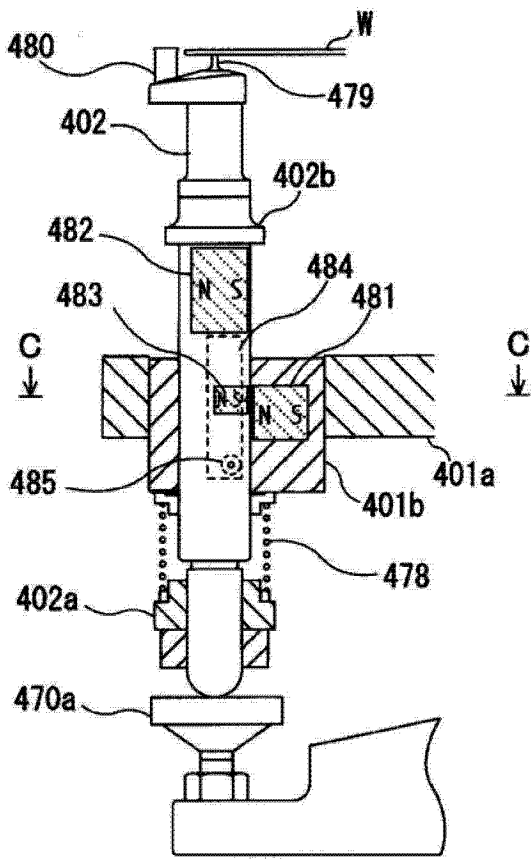


图 15B

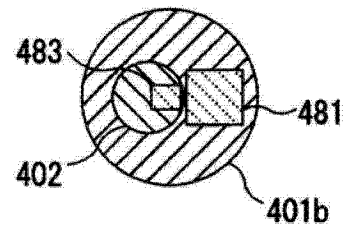


图 15C