

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/311 (2006.01)

H01L 21/3065 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02139983.2

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1296977C

[22] 申请日 2002.12.4 [21] 申请号 02139983.2

[30] 优先权

[32] 2001.12.4 [33] JP [31] 370771/01

[73] 专利权人 安内华株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 佐护康实 小河原米一 宫前昌典

[56] 参考文献

CN1209908A 1999.3.3 H01L21/306

CN1108768A 1995.9.20 G03G15/00

CN1148105A 1997.4.23 C30B33/12

JP5-243190A 1993.9.21 H01L21/302

US4624214A 1986.11.25 H01L21/306

US6171438B1 2001.1.9 C23C16/00

JP11-340208A 1999.12.10 H01L21/3065

US5622918A 1997.4.22 C23C14/24

审查员 白 燕

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 郑建晖

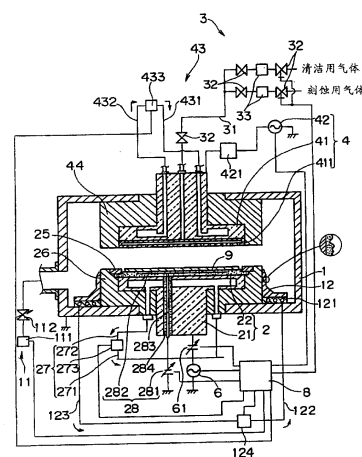
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 4 页

[54] 发明名称

绝缘膜刻蚀装置

[57] 摘要

提供一种有效防止微粒附着在基板上的性能好的绝缘膜刻蚀装置。基板(9)保持在处理室(1)内的基板支架(2)上,由气体导入系统(3)导入刻蚀用气体。在等离子体形成装置(4)中由装置形成等离子体,通过等离子体中活性种和离子的作用来进行基板(9)表面的绝缘膜的刻蚀。控制部(8)在刻蚀结束后,由搬运机器人(51)从处理室(1)内取出基板(9),由排气系统排气处理室(1)后,通过气体导入系统(3)导入清洁用气体,并由等离子体形成单元(4)形成等离子体,通过等离子体作用来去除堆积在处理室(1)内露出面上的膜。设置在比基板保持面低的冷却捕集器(12)被强制冷却,捕集堆积作用的气体分子后堆积多的膜。冷却捕集器(12)可交换,其前面有防止堆积的膜剥离的凹凸部,表面为氧化物或绝缘物。



1、绝缘膜刻蚀装置，它通过在等离子体中生成的种种作用来刻蚀基板表面的绝缘膜，该绝缘膜刻蚀装置包括：

- 5 处理室，在该处理室中进行刻蚀处理；
 基板支架，设置在该处理室中并且保持所述基板；
 气体导入系统，将具有刻蚀作用的气体导入该处理室内；
 等离子体形成装置，形成被导入的气体的等离子体；
 搬运系统，将未处理的基板搬入该处理室内并将处理完的基板搬出该处理

10 室；

 强制冷却的冷却捕集器，用于捕集起堆积作用的气体分子；
 其特征在于：

 该处理室具有排气系统，用于为该处理室排气；

- 所述等离子体形成装置包括与该基板支架对向设置的对向电极，并且在该
15 对向电极和该基板支架之间形成一个放电空间；

 该气体导入系统能够导入用于去除沉积在该处理室的外露表面上的膜的清洁气体，以代替刻蚀用气体；

- 还设有控制部，它控制该排气系统、该气体导入系统、该等离子体形成装置和该搬运系统，该控制部进行以下控制：在刻蚀处理之后，由该排气系统对
20 该处理室进行排气，并且在该处理室经过排气处理之后，通过该搬运系统将处理完的基板搬出该处理室，并且在所述基板被搬运出来之后，通过该气体导入系统向该处理室内导入所述清洁用气体，随后，通过该等离子体形成装置产生该气体的等离子体，所述冷却捕集器设置在一个低于该基板支架的位置上，所述冷却捕集器成环形并且围绕该基板支架，并且在该冷却捕集器和该处理室的
25 室壁之间的空间是空闲的，在该处理室的室壁上设有排气口，该排气口处于在该基板支架和该对向电极之间的放电空间通过在该冷却捕集器和该处理室的室壁之间的所述空闲空间进行排气的位置上。

2、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述冷却捕集器造成在表面上沉积了比其它部位更多的膜。

- 30 3、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述冷却捕集

器的表面形成有用于防止堆积的膜剥离的凹凸部，并且所述冷却捕集器的表面由氧化物或绝缘物构成。

4、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：与所述冷却捕集器距所述基板的距离相比，所述冷却捕集器距所述排气口的距离更小。

5 5、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：设有冷却机构，用于通过使致冷剂循环流经该基板支架来冷却该基板支架，所述控制部也控制该冷却机构，以使在清洁处理时的该基板支架的温度高于在刻蚀处理时的该基板支架的温度。

6、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述等离子体形成装置还包括用于给对向电极施加高频电压的高频电源，还设有冷却机构，用于通过使致冷剂循环流经该对向电极来冷却该对向电极，所述控制部也控制该冷却机构，以使在该清洁处理时的该对向电极的温度高于在刻蚀处理时的该对向电极的温度。

7、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述等离子体形成装置还包括给该对向电极施加高频电压的高频电源，在该基板支架上连接有偏压用电源，该偏压用电源给该基板支架施加高频电压，以便产生自偏压，该自偏压从等离子体中提取离子并使之入射到该基板上，并且在该基板支架与该偏压用电源之间设有一个可变电容，所述控制部也控制该可变电容，以使在该基板支架与该对向电极之间的所述放电空间的周边部的等离子体密度在清洁处理时比在刻蚀处理时更高。

8、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述等离子体形成装置还包括给该对向电极施加高频电压的高频电源，在该基板支架上连接有偏压用电源，该偏压用电源给该基板支架施加高频电压，以便产生自偏压，该自偏压从等离子体中提取离子并使之入射到该基板上，并且在该高频电源和该对向电极之间设有一个可变电容，所述控制部也控制该可变电容，以使在该基板支架与该对向电极之间的所述放电空间的周边部的等离子体密度在清洁处理时比在刻蚀处理时更高。

9、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述等离子体形成装置还包括给该对向电极施加高频电压的高频电源，在该基板支架上连接有偏压用电源，该偏压用电源给该基板支架施加高频电压，以便产生自偏压，

该自偏压从等离子体中提取离子并使之入射到该基板上，该控制部在刻蚀处理时启用该偏压用电源，但在清洁处理时不启用该偏压用电源。

- 10、根据权利要求 1 所述的绝缘膜刻蚀装置，其特征在于：所述等离子体形成装置还包括给该对向电极施加高频电压的高频电源，在该基板支架上连接
5 有偏压用电源，该偏压用电源给该基板支架施加高频电压，以便产生自偏电压，该自偏电压从等离子体中提取离子并使之入射到该基板上，在清洁处理时，该控制部启动该偏压用电源，用于产生比在刻蚀处理时小的自偏压。

绝缘膜刻蚀装置

技术领域

5 本发明涉及一种刻蚀基板表面的绝缘膜的绝缘膜刻蚀装置。

背景技术

对基板的表面处理流行于 LSI（大规模集成电路）和 LCD（液晶显示器）等电子设备的制造过程。其中，刻蚀基板表面绝缘膜的处理是形成细微电路时的主要处理之一。例如，在表面由氧化硅膜或氮化硅膜等绝缘膜覆盖的硅基板上通过光刻法形成抗蚀剂图形，将其作为掩膜，以沿抗蚀剂图形的形状来进行绝缘膜的刻蚀。另外，在刻蚀的部分中，通过埋入钨或铝等来形成细微的布线。

绝缘膜刻蚀装置以使用等离子体进行干刻蚀为主流。具体而言，向处理室内导入气体，由高频放电形成等离子体。导入的气体是 CHF_3 等反应性气体，通过反应性气体在等离子体中生成的活性种的作用和离子的作用来进行刻蚀（反应性离子刻蚀，RIE）。

以作为制品的电子设备的高功能化、高集成度化、性能的进一步提高等为背景，对绝缘膜刻蚀装置的要求也越加严格。尤其是，关于处理室内气氛的清洁度的要求在以电路细微化为背景时越加严格。就这点而言，绝缘膜刻蚀装置中成为问题的是用于刻蚀的气体产生处理室内的膜堆积。下面，以氧化硅膜的刻蚀为例进行说明。

在刻蚀氧化硅膜的情况下，形成 CHF_3 等氟化碳化氢系气体（氟里昂气体）的等离子体。游离在氟化碳化氢系气体的等离子体中的氟与硅反应，生成挥发性的 SiF_4 。另外，游离在等离子体中的氢和碳与氧反应，生成水蒸气和碳酸气体等挥发物。从而，通过反应将氧化硅膜变换为挥发物来进行刻蚀。

25 但是，在使用氟化碳化氢系气体的刻蚀中，由于未反应气体和未分解气体的影响等，在刻蚀过程中，在处理室内的露出面上容易堆积碳系薄膜。膜堆积有时也在刻蚀终止后由残留气体生成。另外，堆积膜是由氟、碳、氢等材料构成的聚合物的膜。

通过内部应力和自重来剥离如此堆积在处理室 1 内露出面上的膜。一旦剥离堆积膜，则排放一定程度大小的微粒子（下面称为微粒）。一旦该微粒粘在

基板表面上, 则除刻蚀形状异常外, 可能导致电路的断路和短路等重大缺陷。另外, 若剥离的堆积膜粘附在基板支架的基板保持面上, 则在后面的刻蚀时, 产生降低基板与基板保持面的接触性的问题。一旦基板与基板保持面的接触性降低, 则刻蚀中基板的温度不稳定并且不均匀, 刻蚀特性可能变差。

- 5 尤其是最近, 以制品的细微化和高功能化为背景, 添加使用各种作用的气体, 由于添加气体的影响, 有可能助长膜堆积。另一方面, 要求尽量减少对刻蚀处理产生影响的微粒的排放量, 某种意义上对绝缘膜刻蚀装置提出相对较严格的要求。

发明内容

- 10 为了解决这种问题而形成本发明, 其技术意义在于提供一种可有效防止微粒附着在基板上的性能优良的绝缘膜刻蚀装置。

- 为了解决上述问题, 本发明提供一种绝缘膜刻蚀装置, 它通过在等离子体中生成的种种作用来刻蚀基板表面的绝缘膜, 该绝缘膜刻蚀装置包括: 处理室, 在该处理室中进行刻蚀处理; 基板支架, 设置在该处理室中并且保持所述基板;
- 15 气体导入系统, 将具有刻蚀作用的气体导入该处理室内; 等离子体形成装置, 形成被导入的气体的等离子体; 搬运系统, 将未处理的基板搬入该处理室内并将处理完的基板搬出该处理室; 强制冷却的冷却捕集器, 用于捕集起堆积作用的气体分子; 其中, 该处理室具有排气系统, 用于为该处理室排气; 所述等离子体形成装置包括与该基板支架对向设置的对向电极, 并且在该对向电极和该
- 20 基板支架之间形成一个放电空间; 气体导入系统能够导入用于去除沉积在该处理室的外露表面上的膜的清洁气体, 以代替刻蚀用气体; 还设有控制部, 它控制排气系统、气体导入系统、等离子体形成装置和搬运系统, 控制部进行以下控制: 在刻蚀处理之后, 由排气系统对处理室进行排气, 在处理室经过排气处理之后, 通过搬运系统将处理完的基板搬出处理室, 并且在基板被搬运出来后,
- 25 通过气体导入系统向处理室内导入清洁用气体, 随后, 通过等离子体形成装置产生气体的等离子体, 冷却捕集器设置在一个低于基板支架的位置上, 冷却捕集器成环形并围绕基板支架, 并且在冷却捕集器和处理室室壁之间的空间是空闲的, 在处理室室壁上设有排气口, 排气口处于在基板支架和对向电极之间的放电空间通过在冷却捕集器和处理室室壁之间的空闲空间进行排气的位置上。

- 30 在上述绝缘膜刻蚀装置的结构中, 冷却捕集器造成在表面上沉积了比其它

部位更多的膜。另外，冷却捕集器的表面形成有用于防止堆积的膜剥离的凹凸部，并且冷却捕集器的表面由氧化物或绝缘物构成。此外，与冷却捕集器距基板的距离相比，冷却捕集器距排气口的距离更小。还可以设有冷却机构，用于通过使致冷剂循环流经基板支架来冷却基板支架，控制部也控制冷却机构，以使在清洁处理时的基板支架的温度高于在刻蚀处理时的基板支架的温度。

此外，等离子体形成装置还包括用于给对向电极施加高频电压的高频电源，还设有冷却机构，用于通过使致冷剂循环流经该对向电极来冷却该对向电极，所述控制部也控制该冷却机构，以使在该清洁处理时的该对向电极的温度高于在刻蚀处理时的该对向电极的温度。

此外，在上述绝缘膜刻蚀装置中，等离子体形成装置还包括给对向电极施加高频电压的高频电源，在基板支架上连接有偏压用电源，偏压用电源给基板支架施加高频电压，以便产生自偏压，该自偏压从等离子体中提取离子并使之入射到该基板上，并且在基板支架与偏压用电源之间设有一个可变电容，所述控制部也控制该可变电容，以使在该基板支架与该对向电极之间的所述放电空间的周边部的等离子体密度在清洁处理时比在刻蚀处理时更高。

在上述的绝缘膜刻蚀装置中，等离子体形成装置还包括给该对向电极施加高频电压的高频电源，在该基板支架上连接有偏压用电源，该偏压用电源给该基板支架施加高频电压，以便产生自偏压，该自偏压从等离子体中提取离子并使之入射到该基板上，并且在该高频电源和该对向电极之间设有一个可变电容，所述控制部也控制该可变电容，以使在该基板支架与该对向电极之间的所述放电空间的周边部的等离子体密度在清洁处理时比在刻蚀处理时更高。

在上述绝缘膜刻蚀装置中，所述等离子体形成装置还包括给对向电极施加高频电压的高频电源，在基板支架上连接有偏压用电源，该偏压用电源给基板支架施加高频电压，以便产生自偏压，自偏压从等离子体中提取离子并使之入射到基板上，控制部在刻蚀处理时启用偏压用电源，但在清洁处理时不启用该偏压用电源。

或者，该等离子体形成装置还包括给对向电极施加高频电压的高频电源，在基板支架上连接有偏压用电源，偏压用电源给基板支架施加高频电压，以便产生自偏电压，自偏电压从等离子体中提取离子并使之入射到基板上，在清洁处理时，控制部启动偏压用电源，用于产生比在刻蚀处理时小的自偏压。

如上所述，在根据本发明的绝缘膜刻蚀装置中，因为通过清洁去除堆积膜，所以抑制堆积膜剥离产生的微粒。因此，降低微粒引起的电路异常等故障，对提高合格率产生贡献。

除上述效果外，因为冷却捕集器捕集堆积作用的气体分子，所以成为问题的对部位的膜堆积量相对变少。因此，清洁频度少，抑制生产率降低。

另外，因为防止膜从冷却捕集器剥离，所以从冷却捕集器产生的微粒变少。这点进一步对提高合格率产生贡献。

此外，因为清洁时的基板支架的温度比刻蚀时高，所以清洁效率高。因此，短时间内结束清洁，提高生产率。

此外，因为清洁时的对向电极温度比刻蚀时高，所以清洁效率高。因此，短时间内结束清洁，提高生产率。

另外，因为放电空间中周边部的等离子体密度比刻蚀处理时高，所以有效地去除基板支架的基板保持面外侧部分的膜。因此，短时间内结束清洁，提高生产率。

除上述效果外，在清洁时进行控制，使偏压用电源停止或以比刻蚀时小的自偏压动作，可不损伤基板支架地进行清洁。

附图说明

图1是表示本发明实施例的绝缘膜刻蚀装置主要部分的结构正面截面示意图；

图2是示意表示图1所示装置的整体平面图；

图3是表示控制部8具备的顺序控制程序示意的流程图；以及

图4是表示对等离子体密度分布的调节进行确认的实验结果的图。

具体实施方式

下面，说明本发明的实施例。

图1是表示本发明实施例的绝缘膜刻蚀装置主要部分的结构正面截面示意图。图1所示装置具备：处理室1，具有排气系统11，并在内部进行刻蚀处理；基板支架2，将基板9保持在处理室1内的规定位置上；气体导入系统3，将刻蚀作用的气体导入处理室1内；等离子体形成装置4，形成导入气体的等离子体；和搬运系统，将未处理的基板9搬入处理室1内，并将处理完的基板9搬出处理室1。

处理室 1 是气密真空容器。处理室 1 由不锈钢等金属形成，电接地。排气系统 11 具备干泵等真空泵 111 及排气速度调节器 112，可将处理室 1 内维持在 10^3Pa - 10Pa 左右的真空压力。

- 基板支架 2 由主支架部 21 和连接主支架部 21 设置的基板保持块 22 构成。
- 5 主支架部 21 由铝或不锈钢等金属形成。基板保持块 22 由氧化铝等电介质形成，其上面成为基板保持面。

基板支架 2 中设置通过静电吸附基板 9 的基板吸附机构 28。基板吸附机构 28 由设置在基板保持块 22 内部的基板吸附电极 282 和向基板吸附电极 282 施加规定的负直流电压的基板吸附电源 281 构成。

- 10 在基板支架 2 中，贯穿内部连通基板保持块 22 地设置绝缘管 284。在绝缘管 284 的内部插入导入部件 283，一端连接在基板吸附电极 282 上。导入部件 283 的另一端连接在基板吸附电源 281 上。另外，有时也可没有基板吸附电极 282，将主支架部 21 整体用作静电吸附。

- 基板保持块 22 整体为凸形的截面形状，在周围形成阶梯。基板保持面为
- 15 突出部分的表面。设置补偿环 25，承载在基板保持块 22 周边部分的阶梯上。补偿环 25 由与单晶硅等基板 9 相同的材料形成。

- 对于刻蚀时刻蚀用气体的消耗和反应生成物的发生，基板 9 的外侧部分与基板 9 的中央部分不同。因此，等离子体的成分在临近基板 9 中央部分的区域和临近基板 9 外侧部分的区域不同。受其影响，基板 9 的表面中，周边部中刻
- 20 蚀特性变化。为了补偿这种周边部刻蚀特性的不均，设置补偿环 25。

- 另外，补偿环 25 与基板 9 一样由支架冷却机构 27 冷却，温度控制到与基板 9 相同的温度。结果，补偿环 25 仅向基板 9 提供与从基板 9 端面的热放射相抵的热，抑制基板 9 周边部的温度降低。若温度不均，则反应生成物的发生等中也产生不均，同样，刻蚀特性变得不均匀，但可通过补偿环 25 来防止它
- 25 们发生。

另外，在基板支架 2 中具备向基板保持面与基板 9 之间的间隙中导入热传递用气体的未图示的热传递用气体导入系统。通常使用氦来作为热传递用气体。

- 基板支架 2 通过绝缘块 26 安装在处理室 1 内。由氧化铝等绝缘材料形成
- 30 绝缘块 26，在绝缘主支架部 21 与处理室 1 的同时，保护主支架部 21 不受等离

子体影响。另外，为了在处理室 1 内不产生真空泄漏，在基板支架 2 与绝缘块 26 之间及处理室 1 与绝缘块 26 之间设置未图示的 O 型圈等密封部件。

在基板支架 2 中设置冷却机构 27。该冷却机构（下面称为支架冷却机构）27 为使致冷剂在设置在主支架部 21 内的空洞中流通的机构。支架冷却机构 27 由向主支架 21 内的空洞提供致冷剂的致冷剂提供管 271、从空洞中排出致冷剂的致冷剂排出管 272 和致冷剂提供及排出用泵或循环器 273 等构成。作为致冷剂，使用例如 20-80 度左右的 3M 公司制造的フロリナート（商品名称），构成为在刻蚀处理中将基板支架 2 整体冷却到同程度的温度。从而，在刻蚀中将基板 9 冷却到 70-130 度左右。

10 气体导入系统 3 导入的刻蚀作用气体（下面称为刻蚀用气体）是 C_4F_8 、 CF_4 或 CHF_3 等氟化碳化氢系气体。另外，也可使用氩和氧等。气体导入系统 3 由存放刻蚀用气体的未图示的高压储气瓶、连接高压储气瓶和处理室 1 的配管 31 和设置在配管 31 上的阀门 32 和流量调节器 33 等构成。

等离子体形成装置 4 对导入的刻蚀用气体产生高频放电，形成等离子体。
15 等离子体形成装置 4 主要由与基板支架 2 相对设置的对向电极 41 和向对向电极 41 施加高频电压的等离子体形成用高频电源 42 构成。

对向电极 41 和基板支架 2 形成所谓平行平板电极。对向电极 41 与基板支架 2 之间的放电空间电容耦合等离子体形成用高频电源 42 形成的高频电路。即，等离子体形成装置 4 形成电容耦合性等离子体。

20 对向电极 41 通过绝缘块 44 气密地嵌入处理室 1 的上部器壁中。对向电极 41 兼作气体导入系统 3 的气体导入路径。即，如图 1 所示，在对向电极 41 的前面固定前面板 411。前面板 411 为中空截面形状，在对向基板支架 2 的面上形成多个气体吹出孔。气体导入系统 3 在前面板 411 内暂时存放气体后，从各吹出孔吹出。

25 使用的等离子体形成用高频电源 42 的频率为 10MHz-600MHz 左右，输出为 0-5000W 左右。在对向电极 41 与等离子体形成用高频电源 42 之间设置匹配器 421。

另外，在对向电极 41 中还设置冷却机构 43。该冷却机构（下面称为电极冷却机构）43 构成为使致冷剂在对向电极 41 内设置的空洞中流通。电极冷却
30 机构 43 由向对向电极 41 内的空洞提供致冷剂的致冷剂提供管 431、从空洞中

排放致冷剂的致冷剂排放管 432 和提供及排放致冷剂用的泵或循环器 433 等构成。作为致冷剂，同样使用 20-80 度左右的フッ素系，在刻蚀处理中，将对向电极 41 冷却到 90-150 度左右。

另外，在本实施例中，在基板支架 2 上连接由通过施加高频电压而形成的自偏压从等离子体中提出离子后入射到基板表面上的偏压用电源 6。偏压用电源 6 是与等离子体形成用高频电源 42 不同的高频电源。偏压用电源 6 的频率为 400kHz-13.56MHz，输出为 0-5000W 左右。另外，在基板支架 2 与偏压用电源 6 之间设置可变电容 61。此外，在偏压用电源 6 与基板支架 2 之间设置未图示的匹配器，有时可变电容 61 是匹配器的一部分。

在处理室 1 内形成等离子体的状态下，若通过电容向基板 9 施加高频电压，则由于等离子体与高频电场的相互作用，基板 9 的表面电位为在频率上叠加负的直流电压的变化。该负的直流分量电压是自偏压。通过自偏压，由等离子体形成指向基板 9 的电场。由该电场提取等离子体中的离子并有效入射到基板 9 上。

图 2 是示意表示图 1 所示装置的整体平面图。如图 2 所示，在该装置中，在中央设置搬运室 50，在其周围设置处理室 1 和负载锁定室 7。在各室的边界部分设置选通管 10。另外，图 2 中示出了多个处理室 1，但有时是进行同样的刻蚀处理，而有时是进行刻蚀处理的前工序或后工序的处理。

在本实施例中，使用多关节臂型的机器人 51 来作为搬运系统。机器人（下面称为搬运机器人）51 将基板 9 保持在臂前端，进行臂的伸缩运动、绕垂直轴的旋转运动、臂的升降运动，将基板 9 搬运到任意位置。

搬运机器人 51 设置在中央的搬运室 50 内。将未处理基板 9 从大气侧搬运到负载锁定室 7 内。搬运机器人 51 从负载锁定室 7 中取出基板 9，搬运到处理室 1 内，放置在基板支架 2 上。在刻蚀处理后，搬运机器人 51 从基板支架 2 上取下基板 9，返回负载锁定室 7。

另外，在负载锁定室 7 的外侧（大气侧）设置自动装卸机 52。自动装卸机 52 从配置在大气侧的盒 53 中将未处理的基板 9 搬入负载锁定室 7 中，并从负载锁定室 7 中将处理完的基板 9 搬出到大气侧的盒 53 中。

另外，如图 1 所示，绝缘膜刻蚀装置具备控制各个部分的控制部 8，控制部 8 控制排气系统 11、气体导入系统 3、静电吸附机构 28、等离子体形成用高

频电源 42、偏压用电源 6、支架冷却机构 27、搬运系统等的动作。

本实施例装置的一个大的特点在于，将刻蚀处理时堆积在处理室 1 内露出面上的膜（下面称为堆积膜）去除并清洁。下面对其进行详细说明。

首先，气体导入系统 3 除可导入上述刻蚀用气体，还可导入清洁作用气体（以下称为清洁用气体）。本实施例中采用氧气作为清洁用气体。气体导入系统 3 根据控制部 8 的控制开关阀 32，导入刻蚀用气体和清洁用气体之一。

通过形成导入氧气的等离子体来进行清洁。氧等离子体的形成与刻蚀时一样，通过高频放电进行。在本实施例中，等离子体形成用高频电源 42 在清洁中兼用。若通过等离子体形成用高频电源 42 形成氧等离子体，则在等离子体中生成很多氧离子和氧活性种。通过这些离子和活性种的出现来去除附着在处理室 1 内的露出面上的刻蚀时的排放物。

具体说明，在本实施例中，如上所述，假定刻蚀氧化硅膜，刻蚀用气体是氟化碳化氢系（氟里昂系）气体。因此，由碳、碳化氢等形成堆积膜。等离子体中的氧离子和氧活性种与这些材料反应后，生成碳酸气体和水蒸气等挥发物。通过排气系统 11 向处理室 1 外排放挥发物。

另外，控制部 8 具备顺序控制程序，用于对包含进行清洁用装置各个部分的最佳控制。图 3 是表示控制部 8 具备的顺序控制程序示意的流程图。下面，兼作说明本装置的动作，用图 3 来说明控制部 8 具备的顺序控制程序。

一旦装置开始运转，则顺序控制程序确认各室通过各自的排气系统排气，变为规定的真空压力。接着，使搬运系统动作，将第一件基板 9 搬入处理室 1 内后，放置在基板支架 2 上。控制部 8 使静电吸附机构 28 动作，将基板 9 静电吸附在基板支架 2 上，并使气体导入系统 3 动作，以规定流量导入刻蚀用气体。在确认处理室 1 内的压力及刻蚀用气体流量变为规定值后，使等离子体形成用高频电源 42 动作，形成等离子体，并使偏压用电源 6 动作。由此，通过等离子体中的离子和活性种的作用，刻蚀基板 9 表面的绝缘膜。另外，支架冷却机构 27 及电极冷却机构 43 在装置运转中基本上经常动作，冷却基板支架 2 及对向电极 41。

刻蚀开始后，顺序控制程序使计时器启动，若计时器的计数达到规定值，则顺序停止偏压用电源 6、静电吸附机构 28 及等离子体形成用高频电源 42 的动作。之后，还停止从气体导入系统 3 导入刻蚀用气体，通过排气系统 11 再

次排气处理室 1。之后，控制搬运系统，从处理室 1 中取出基板 9，返回负载锁定室 7。

之后，顺序控制程序移动到清洁用控制。具体而言，使排气系统 11 动作，再次排气处理室 1。由未图示的真空计确定排气到规定压力后，向气体导入系统 3 发送信号，切换阀 32，以规定的流量导入氧气。在确认氧气的导入量及处理室 1 内的压力维持在规定的值后，顺序控制程序使等离子体形成用高频电源 42 动作，形成等离子体。结果，如上所述，由于氧等离子体的作用去除堆积膜。顺序控制程序与等离子体形成用高频电源 42 的动作基本同时地停止支架冷却机构 27 及电极冷却机构 43 的动作。即，停止流通致冷剂。

10 顺序控制程序在开始清洁的同时启动计时器的计数，计时器的计数一达到规定值，就停止等离子体形成用高频电源 42 的动作。同时，停止气体导入系统 3 的动作。另外，再次启动支架冷却机构 27 及电极冷却机构 43 的动作。

接着，顺序控制程序进行处理下一基板 9 的准备。即，使排气系统 11 动作，再次排气处理室 1，确认排气到规定压力后，使搬运系统动作，将下一基板 9 搬入处理室 1 内。之后，按与上述同样的顺序进行刻蚀。并在处理结束后，对处理个数计数加上 1 后进行更新。

从而，边对每一次处理的每回都进行清洁，边在单张处理中进行基板 9 的刻蚀。在本实施例中，在盒 53 中容纳 25 个基板 9，当结束 25 个基板 9 的刻蚀时，结束一批处理。在本实施例中，在移动到下一批处理前，也进行清洁。即，图 3 中省略图示，但顺序控制程序在处理个数计数达到 25 后，在搬入下一批的最初基板 9 之前，再一次进行清洁。

另外，虽然图 3 中未示出，但顺序控制程序在开始装置运转后，在开始最初一批的处理前，也进行清洁。即，在本实施例中，在各基板 9 的处理间隙及各批的处理间隙进行清洁。

25 具体而言，控制部 8 为具备 CPU、存储器、硬盘等的微型计算机。将上述顺序控制程序安装在硬盘中，在装置运转时，从硬盘中读取后存储在存储器中，由 CPU 执行。

在本实施例的绝缘膜刻蚀装置中，因为通过清洁去除堆积膜，所以抑制了堆积膜的剥离产生的微粒。因此，可有效防止微粒附着在基板 9 的表面上引起的电路故障等异常的产生。另外，不会因微粒附着在基板保持面上而在下次刻

30

蚀时基板 9 的温度变得不均匀、不稳定。尤其是,通过向基板与基板保持面之间导入氦等热传导用气体的结构,虽然热传导用气体必需关在界面内,但若附着微粒,则可能关闭错误。在本实施例中,也可防止这种热传导气体的关闭错误。

- 5 另外,使等离子体形成用高频电源 42 在 60MHz、1500W 动作,以 100sccm 的流量导入氧气,作为清洁用气体,以 5Pa 压力进行清洁时,附着在基板 9 上的粒径大于 0.2 微米的微粒数量稳定地抑制在少于 20 个。

在本实施例中,因为每次对基板 9 的刻蚀进行清洁,所以上述效果好。另外,因为对每批也进行清洁,所以上述效果更好。即,在对每次刻蚀基板 9 进行的清洁时未完全去除堆积膜的情况下,随着处理个数的增加,残留的堆积膜变多。因此,在一批处理结束后,定时进行附加的清洁,可完全去除残留的堆积膜。

另外,在一次刻蚀时堆积的堆积膜量不太多的情况下,清洁的频度可比上述少。例如,对每数次刻蚀进行清洁,仅对每批进行清洁。

- 15 装置在一定程度的长时间运转后,有时湿清洁处理室 1。在该情况下,若进行上述干清洁,则可极大缩短湿清洁所需的整体时间。若示出一实例,则在运转时间为 200 小时后进行湿清洁的装置中,一旦在上述条件下进行清洁,则湿清洁所需的整体时间变为不到 3 小时,大大提高装置的运转效率。

上述顺序控制程序结构中重要的一点是在刻蚀时使支架冷却机构 27 及电极冷却机构 43 动作,而在清洁中不使之动作。这对提高清洁效率并在短时间内结束清洁具有技术上的意义。

- 25 在刻蚀中冷却基板支架 2 主要是因为来自等离子体的热将基板 9 加热到限度以上。加热对向电极 41,也不受到热损伤。另一方面,在清洁时,在基板支架 2 上没有基板 9,与刻蚀相比,清洁所需的时间短。另外,清洁时由于与氧离子和氧活性种的反应,温度越高,效果越好。

因此,在本实施例中,与刻蚀时相比,基板支架 2 和对向电极 41 的温度变高,在清洁中使支架冷却机构 27 和电极冷却机构 43 的动作停止。在基板支架 2 的补偿环 25 的表面和对向电极 41 的对向面(下面)上堆积较多的膜,但将这些膜暴露在高温和氧离子、氧活性种中,被迅速去除。另外,除在清洁中完全停止支架冷却机构 27 和电极冷却机构 43 的情况之外,与刻蚀时相比,有

时降低能力地动作。一旦能力降低，则致冷剂温度上升，致冷剂的流通量减少。

另外，上述顺序控制程序结构中的再一重要之处在于在清洁中不使偏压用电源 6 动作。这具有通过防止在清洁中向基板支架 2 放射过剩的离子来保护基板支架 2 的技术意义。

- 5 如上所述，偏压用电源 6 具有通过从等离子体中提取离子后入射到基板 9 上来提高刻蚀效率的作用。但是，因为清洁中没有基板 9，所以若过剩提取离子，则有时基板支架 2 的基板保持面由于离子入射而受到损伤。因此，清洁中不使偏压用电源 6 动作。

但是，由于在基板保持面以外堆积膜，所以有时也使偏压用电源 6 一定程度动作。此时，基板支架 2 表面中产生的自偏压在不损伤基板保持面的程度上比刻蚀时小。如果作为某种程度的自偏压而没有基板保持面的损伤也依赖于压力，虽然不能一概而论，但在通常考虑作为是清洁时压力的 1-100Pa 的范围内，自偏压为 0-100V 左右。

- 15 另外，在本实施例中，在进行上述清洁的同时，需要特别的工夫来抑制生产率下降。下面对这点进行说明。

作为抑制生产率下降的技术手段，本实施例的装置具备积极堆积堆积膜的冷却捕集器 12。冷却捕集器 12 设置在比基板 9 的表面靠下的位置。具体而言，如图 1 所示，在基板支架 2 的侧面设置冷却捕集器 12。

- 20 另外，装置具有致冷剂块 121 作为冷却冷却捕集器 12 的部件。致冷剂块 121 为通过在内部流通致冷剂来直接冷却的部件。致冷剂块 121 是包围基板支架 2 下端部分的环形部件。另外，设置向致冷剂块 121 内的空洞提供致冷剂的致冷剂提供管 122、从空洞中排放致冷剂的致冷剂排放管 123 和致冷剂提供及排放用泵或循环器 124。另外，设置将排放的致冷剂冷却到规定温度后提供用的未图示的温度调节部。

- 25 冷却捕集器 12 为包围基板支架 2 的形状的筒形。如图 1 所示，冷却捕集器 12 在下端部分具有凸缘部。冷却捕集器 12 的凸缘部部分通过螺钉固定在致冷剂块 121 上，相对致冷剂块 121 热接触性好地固定。另外，为了进一步提高两者的热接触性，在界面中夹入未图示的薄片形部件（例如碳片）。冷却捕集器 12 和致冷剂块 121 的表面不是完全的平坦面，有微小的凹凸。因此，在两者
30 的界面上，形成微小的空间。由于该空间是真空压力，所以热传导性不好。

将片形部件埋入该空间中，使热传导性提高。

例如使用フロリナ-ト和ガルデン作为致冷剂，提供的致冷剂温度为 20-80 度左右。由此，将冷却捕集器 12 在刻蚀时冷却到 40-100 度左右。另外，冷却捕集器 12 的强制冷却虽然必需在刻蚀中进行，但也可以在装置运转中经常强制冷却。

在处理室 1 内，刻蚀中的膜堆积容易在温度低的部位的露出面中产生。这是堆积作用未反应・未分解的刻蚀用气体分子夺得温度低的部位能量后在露出面被捕集的结果。在温度高的部位，堆积作用的气体分子即使到达露出面，也因为维持高的能量而离开露出面，再次游离于处理室 1 内。

根据本实施例的装置，堆积作用的气体分子多在冷却捕集器 12 中被捕集后生长为膜。因此，在处理室 1 内其它部位的膜堆积相对变少。故与没有冷却捕集器 12 的情况相比，在一次刻蚀处理时堆积的膜（还包含刻蚀后残留气体产生的堆积）量变少。这意味着清洁频率少。即，根据设置冷却捕集器 12 的本实施例，通过进行清洁，可进行微粒少的良好刻蚀处理，具有有效抑制清洁频率变多引起的生产率降低的技术意义。

在冷却捕集器 12 的表面上通过捕集到的气体分子堆积生长薄膜。因此，在一定次数的刻蚀处理中使用后，交换冷却捕集器 12。处理室 1 可由未图示的分割部分割。在交换冷却捕集器的情况下，处理室 1 内通风并返回大气压后，分割处理室 1，从致冷剂块 121 中取出冷却捕集器 12。并重新装配去除了表面堆积膜的冷却捕集器 12。

在本实施例中，不使致冷剂直接在冷却捕集器 12 中流通来冷却，使致冷剂在致冷剂块 121 中流通，冷却捕集器 12 可相对致冷剂块 121 自由拆卸地装配。若是使致冷剂在冷却捕集器 12 中直接流通的结构，则在交换冷却捕集器 12 时，必需停止流通致冷剂后从冷却捕集器 12 中取下致冷剂的作用，本实施例中

另外，如图 1 中放大所示，在冷却捕集器 12 的表面上形成微小的凹凸。该凹凸部可防止堆积膜剥离。若为平坦表面，则堆积膜易剥离，若设置凹凸部，则因为通过嵌入凹凸部内而被固定，所以防止剥离。

例如通过喷射加热・熔解的氧化铝的氧化铝熔射来形成这种凹凸部。另外，有时也在通过喷砂法在铝表面形成凹凸部后，氧化铝膜处理表面。

无论如何，最好由氧化物或绝缘物来形成冷却捕集器 12 的表面。这是因为根据与绝缘膜刻蚀中使用气体种类的关系，堆积膜多为有机系的情况。在为有机系膜的情况下，氧化物和绝缘物比铝和不锈钢的亲合性高，剥离少。因此，有时也对冷却捕集器 12 的表面实施氟树脂制的涂布。另外，考虑到热传导性，

5 冷却捕集器 12 的本体和致冷剂块 121 是铝、不锈钢或铜等金属制成的。

另外，在比基板 9 表面低的位置处设置冷却捕集器 12 是考虑到万一从冷却捕集器 12 排放微粒时的问题。如上所述，冷却捕集器 12 的堆积膜剥离少，但即使如此，剥离的可能性也不为零。并且在堆积膜剥离的情况下，若冷却捕集器 12 位于比基板 9 的表面高的位置，则下落时粘附在基板 9 表面上的可能性高。另外，考虑到排气系统 11 的排气路径，冷却捕集器 12 最好相对设置在处理室 1 器壁上的排气口，通过基板 9 的表面设置在更近的位置上。这是因为即使堆积膜剥离，微粒也不会到达基板 9 的表面，而由排气系统 11 排气的可能性高。如图 1 所示，本实施例的装置也满足该结构。

10

另外，本实施例的装置因为清洁效果更高，所以在等离子体形成上凝聚了特别的工夫。下面对此进行说明。

15

如上所述，堆积膜之所以成为问题，是由于剥离产生微粒，并且微粒附着在基板 9 的表面上。因此，越是堆积在靠近基板支架 2 上保持的基板 9 的部位的堆积膜，越容易产生问题。在本实施例的结构中，相当于堆积在包含基板支架 2 的基板保持面的补偿环 25 及其附近的膜。另外，清洁作用于等离子体中产生的氧离子和氧活性种。因此，等离子体密度最好在临近基板支架 2 的周边部分的空间中高。

20

根据发明人的研究，在本实施例的平行平板型电容耦合型高频等离子体中，若调节设置在电源和电极之间的可变电容的电容大小，则可调节等离子体密度在平行于电极（对向电极 41 及基板支架 2）的方向上的分布。

图 4 是表示对该点进行确认的实验结果的图。图 4 所示实验通过以下条件进行。另外，虽然使偏压用电源 6 动作，但自偏压比刻蚀时小，如上述。另外，sccm 是换算为 0 度 1 气压的气体流量（每分钟标准立方厘米）。

25

等离子体形成用高频电源 42：频率 60MHz，输出 1800W

偏压用电源 6：频率 1.6MHz，输出 1800W

30 处理室 1 内的压力：3.3Pa

导入的气体：氧气

气体流量：100sccm

图4的横轴是放电空间中平行于电极的方向的位置，纵轴是等离子体密度（电子或离子的数量密度）。图4中，用●绘制的数据为设可变电容61中的电容为零的情况，用■绘制的数据是为55pF的情况。另外，即使在可变电容61的电容为零的情况下，因为存在游离电容和基板保持块22的静电电容等，所以在基板9与地之间存在一定程度的电容。

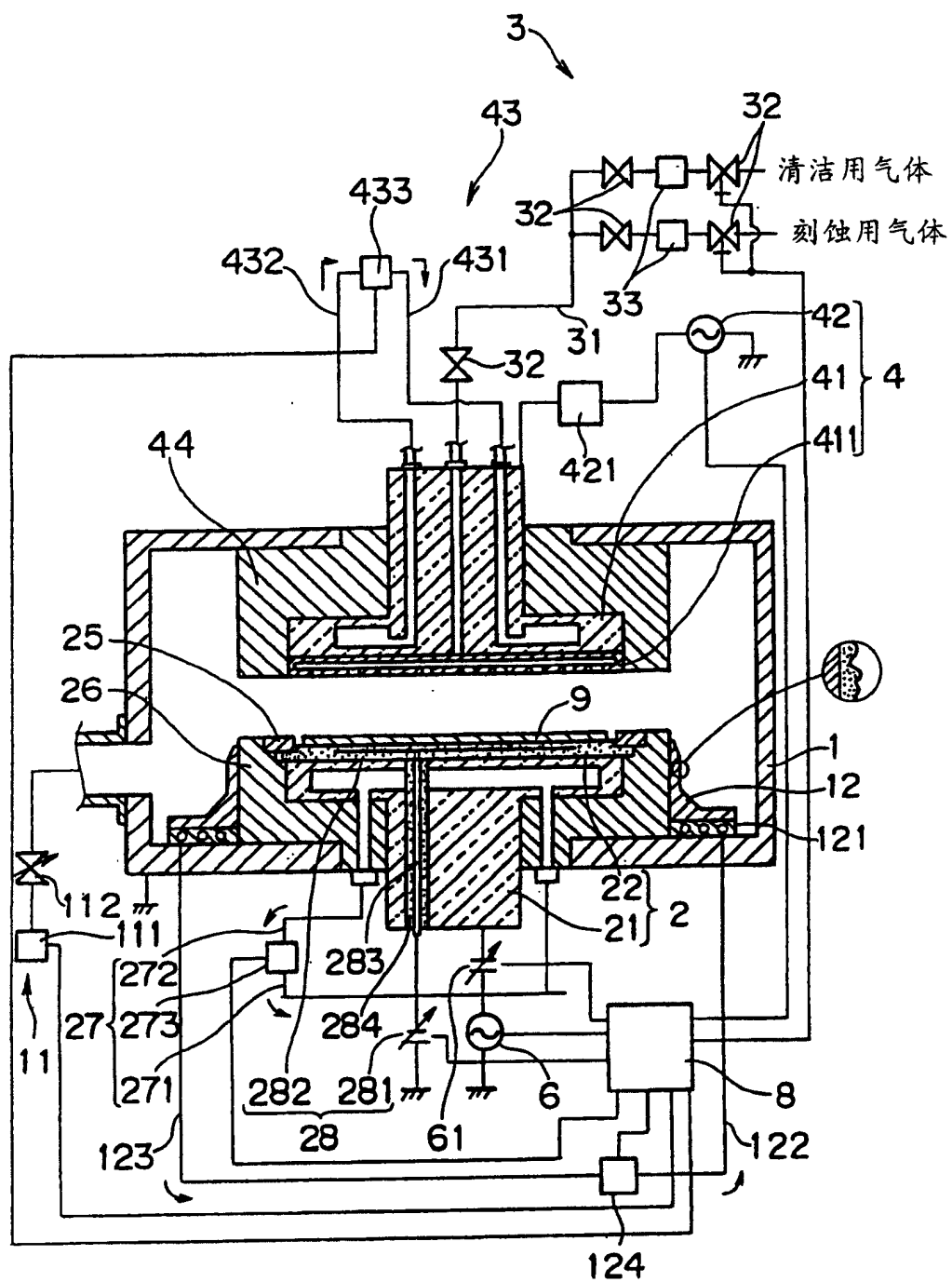
如图4所示，与可变电容61的电容为零的情况相比，若电容为50-60pF左右，则确认周边部分的等离子体密度突出。

在本实施例中，考虑到这点，在偏压用电源6和基板支架2之间设置可变电容61，可调节电容，变为期望的等离子体密度分布。是否在某种程度的电容时有周边部的等离子体密度突出取决于压力、等离子体形成用高频电源42的频率和输出等。因此，在最佳清洁条件下，事先实验观察等离子体密度突出的电容。另外，在清洁时，控制部8进行控制，以变为该电容。即，控制部8单独控制可变电容6，对刻蚀和清洁的每个变为最佳电容。另外，在等离子体形成用高频电源42和对向电极41之间设置可变电容，也可进行控制。

另外，在上述条件下，为了在基板支架2与下方的接地部之间等离子体形成用高频电源42的频率高频下共振，实际上采用55pF的电容。但是，达到该共振，不能由于上述周边部的等离子体密度突出而解释为必须条件。

在上述本实施例的绝缘膜刻蚀装置中，为了在清洁中保护基板支架2的基板保持面，也可在基板保持面上配置与基板9同样形状尺寸的覆盖部件。覆盖部件在刻蚀中在负载锁定室7等内等待，在清洁时由搬运系统搬运，与基板9一样配置在基板保持面上。此时，因为保护基板保持面，所以在刻蚀时产生同程度的自偏压，即使离子入射多，也不成为问题。由不被氧等离子体刻蚀的材料或即使硅和碳等被刻蚀也不成为问题的材料形成覆盖部件，以不排放污染物质。

本发明的绝缘膜刻蚀装置中被刻蚀的绝缘膜不限于上述氧化硅膜和氮化硅膜。另外，除氧外，也可使用 N_2 、 H_2 、 NH_3 、 H_2O 、 CF_4 、 CHF_3 等作为清洁用气体。



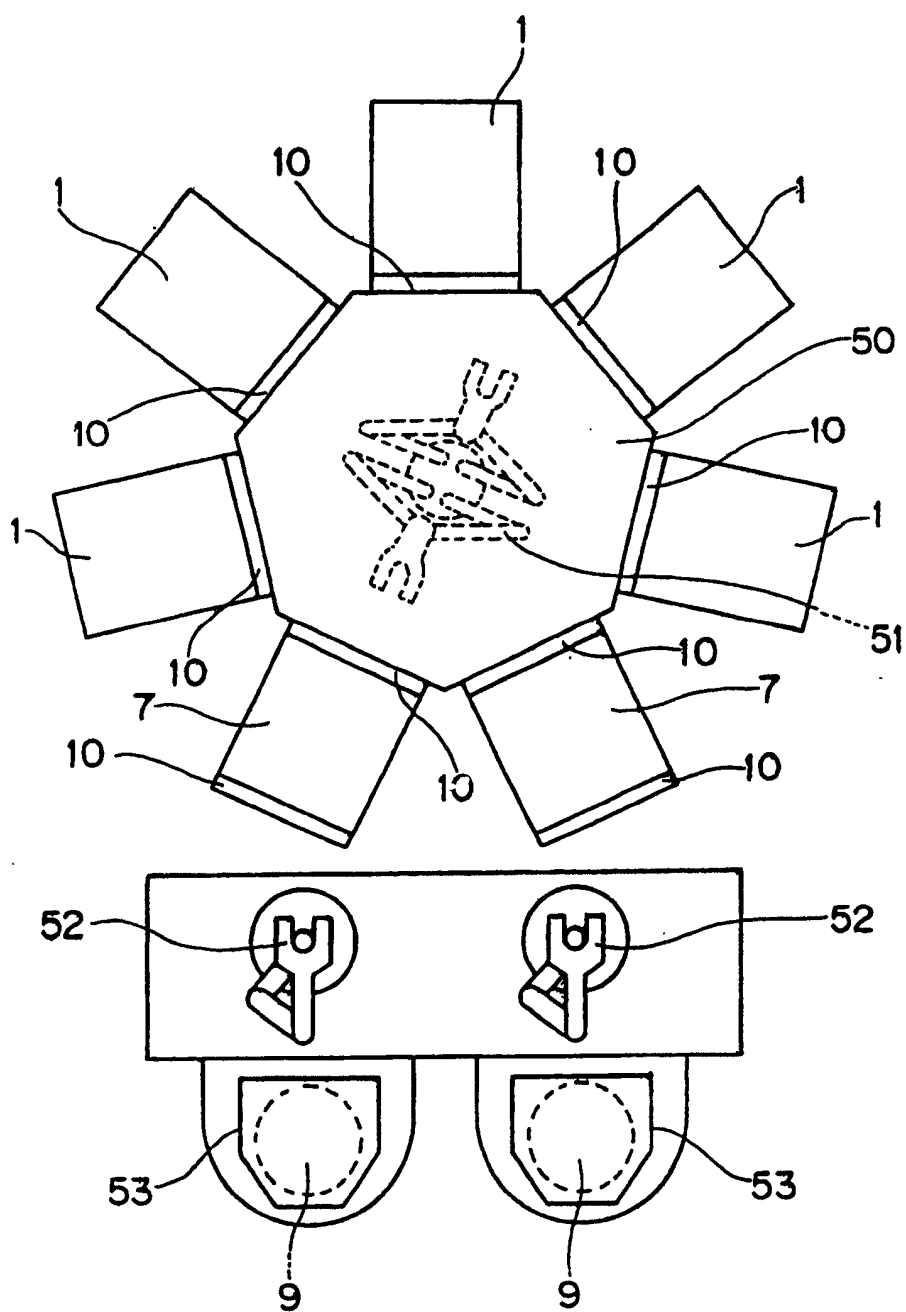


图 2

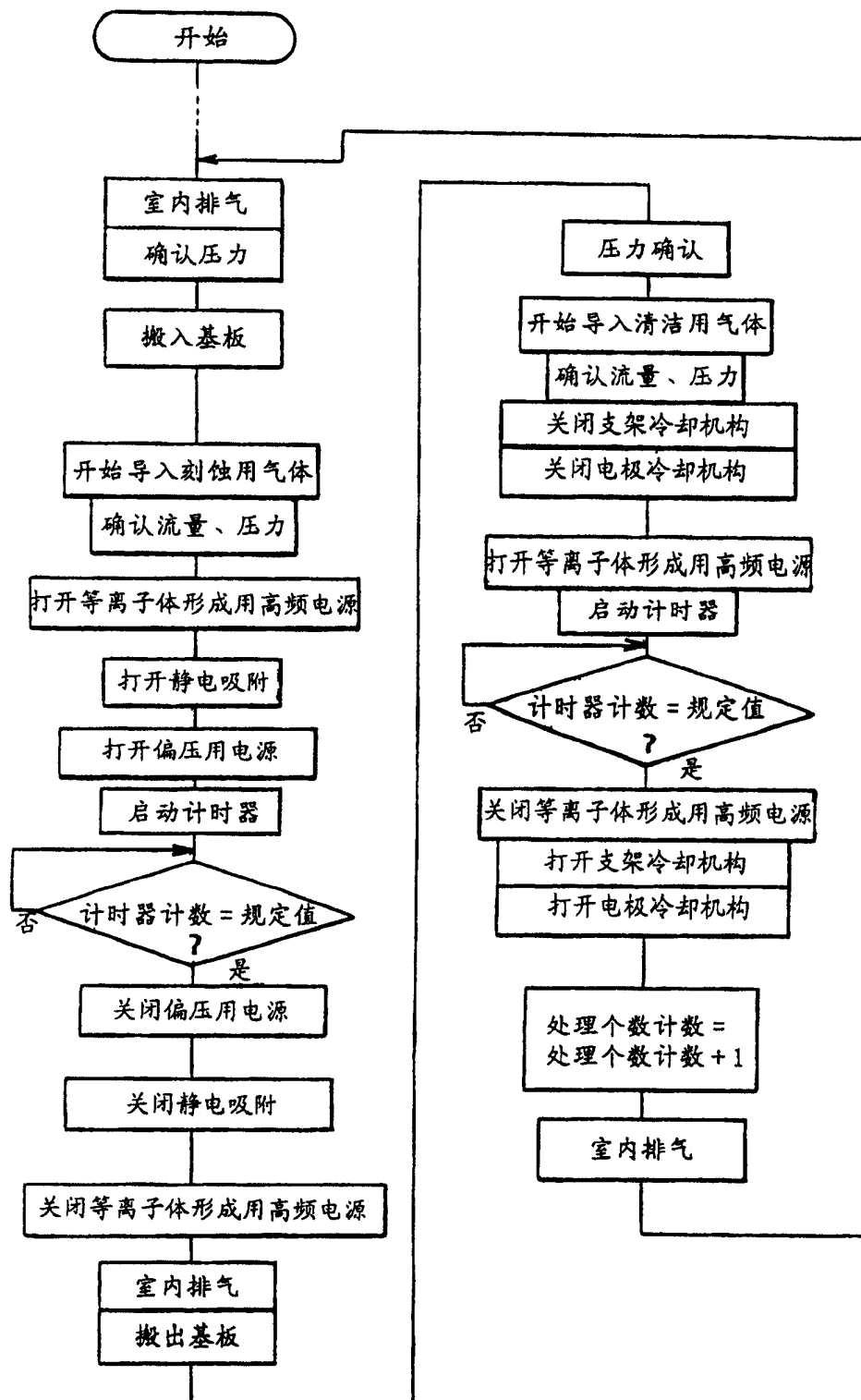


图 3

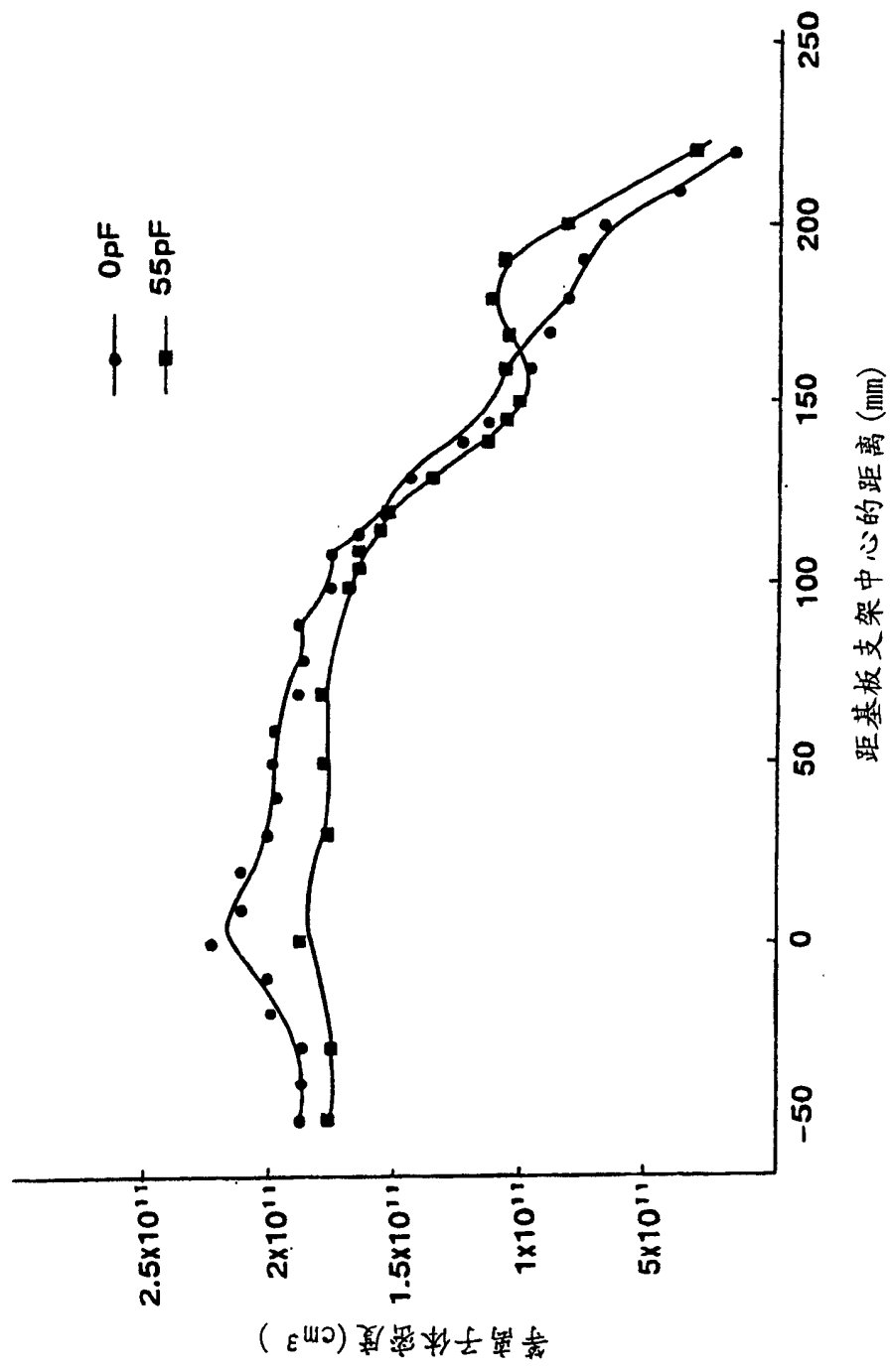


图 4