[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 21/302 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510067931.4

[45] 授权公告日 2008 年 5 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 100388430C

[22] 申请日 2005.4.28
[21] 申请号 200510067931.4
[30] 优先权
[32] 2004. 4.28 [33] JP [31] 2004 - 134174
[73] 专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京都
[72] 发明人 守屋刚 中山博之
[56] 参考文献
US5298720A 1994.3.29
US5858108A 1999.1.12
JP11 - 330056A 1999.11.30
JP2000 - 269313A 2000.9.29
审查员 郭金霞

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 龙 淳

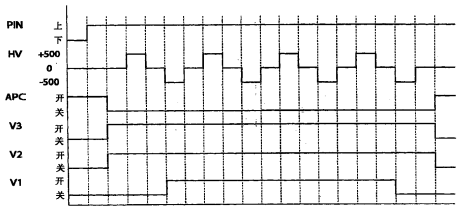
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 8 页

[54] 发明名称

基板清洗装置和基板清洗方法

[57] 摘要

本发明提供一种不损伤基板，可以充分去除附着于基板的背面的异物的基板清洗装置。作为基板清洗装置的等离子体处理装置(1)备有：腔室(10)；配置于该腔室(10)内并载置晶片(W)的基座(11)；配置于该基座(11)，施加高电压的电极板(20)；给所述腔室(10)内排气的粗排放管线；在基座(11)和晶片(W)之间产生空间(S)的顶推销(30)；把 N_2 气体供给到空间(S)的传热气体供给孔(27)，和向腔室 10 内导入处理气体等的浇淋头(33)，在生成空间 S 时，极性不同的高电压交互地施加于电极板(20)，N_2 气体向着晶片(W)的背面喷出到空间(S)，并且腔室(10)内被排气，进而在腔室(10)内被减压时，N_2 气体向腔室(10)导入。



1. 一种基板清洗装置，其特征在于，备有

收容基板的收容室；

配置于该收容室内，载置所述基板的载置台；

配置于该载置台，施加电压时使所述基板吸附于所述载置台的电极；

对所述收容室内进行排气的排气装置；

使该载置台和所述基板离开而在所述载置台和所述基板之间产生空间的分开装置；和

把气体供给到所述空间的气体供给装置，

在产生所述空间时，电压施加于所述电极，所述气体供给装置把气体供给到所述空间，所述排气装置对所述收容室进行排气。

2. 如权利要求 1 所述的基板清洗装置，其特征在于，

还备有在所述收容室内被减压且产生所述空间时，把气体导入所述收容室内的气体导入部。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的基板清洗装置，其特征在于，

电压不连续地施加于所述电极。

4. 如权利要求 3 所述的基板清洗装置，其特征在于，

极性不同的电压交互地施加于所述电极。

5. 如权利要求 4 所述的基板清洗装置，其特征在于，

所述电压的绝对值为 500V 以上。

6. 如权利要求 5 所述的基板清洗装置，其特征在于，

所述电压的绝对值为 2 kV 以上。

7. 如权利要求 1 所述的基板清洗装置，其特征在于，

所述排气装置是在产生所述空间时，把所述收容室内的压力保持

于 133 Pa 以上的设备。

8. 如权利要求 7 所述的基板清洗装置，其特征在于，

所述排气装置在产生所述空间时，把所述收容室内的压力保持于 1.33×10^{3} ～1.33×10^{4} Pa 的范围内。

9. 一种基板清洗装置，其特征在于，备有

收容基板的收容室；

配置于该收容室内，载置所述基板的载置台；

对所述收容室内进行排气的排气装置；

使该载置台和所述基板离开而在所述载置台和所述基板之间产生空间，并且与所述基板接触而把电压施加于所述基板的分开装置；

把气体供给到所述空间的气体供给装置；和

向所述收容室内导入气体的气体导入部，

在产生所述空间时，所述分开装置将电压施加于所述基板，所述气体供给装置把气体供给到所述空间，所述排气装置对所述收容室进行排气，进而，在所述收容室内被减压且产生所述空间时，所述气体导入部把气体导入所述收容室内。

10. 一种基板清洗方法，去除附着于基板的背面的异物，其特征在于，该方法包括

把基板收容于收容室的收容步骤；

把所述基板载置于配置于所述收容室的载置台的载置步骤；

使所述载置台和所述基板离开以便在所述载置台和所述基板之间产生空间的离开步骤；

在产生所述空间时，把电压施加于配置于所述载置台的电极的电压施加步骤；

在产生所述空间时，把气体供给到所述空间的气体供给步骤；和

在产生所述空间时，对所述收容室内进行排气的排气步骤。

11. 如权利要求 10 所述的基板清洗方法，其特征在于，

还包括在所述收容室内被减压且产生所述空间时，把气体导入所述收容室内的气体导入步骤。

12. 如权利要求 10 或 11 所述的基板清洗方法，其特征在于，

在所述电压施加步骤里，把电压不连续地施加于所述电极。

13. 如权利要求 12 所述的基板清洗方法，其特征在于，

在所述电压施加步骤里，把极性不同的电压交互地施加于所述电极。

14. 一种基板清洗方法，去除附着于基板的背面的异物，其特征在于，该方法包括：

把基板收容于收容室的收容步骤；

把所述基板载置于配置于所述收容室的载置台的载置步骤；

使所述载置台和所述基板离开以便在所述载置台和所述基板之间产生空间的离开步骤；

在产生所述空间时，把电压施加于所述基板的电压施加步骤；

在产生所述空间时，把气体供给到所述空间的气体供给步骤；

在产生所述空间时，对所述收容室内进行排气的排气步骤；和

在所述收容室内被减压且产生所述空间时，把气体导入所述收容室内的气体导入步骤。

基板清洗装置和基板清洗方法

技术领域

本发明涉及基板清洗装置和基板清洗方法，特别是涉及去除附着于施加了等离子体处理的基板的背面的异物的基板清洗装置和基板清洗方法。

背景技术

通常，在半导体器件的制造过程中，对作为被处理体的半导体晶片（以下称为‘晶片’），施行蚀刻或溅射、CVD（化学气相成长）等用等离子体的处理（以下称为‘等离子体处理’）。

例如，用来施行蚀刻处理的等离子体处理装置80，如图8中所示，备有：收容晶片的圆筒形容器81，配置于该圆筒形容器81的内部，作为载置晶片的载置台的基座82，与载置晶片的面（以下称为‘载置面’）相对并配置成贯通基座82的顶推销83。基座82在载置面上配置有连接于直流电源84的电极的静电卡盘85，进而，在其内部，有连接于高频电源86的下部电极87（例如，参照专利文献1）。

在等离子体处理装置80中，静电卡盘85靠静电吸附力把晶片吸附于载置面后，把高频电力施加于下部电极87，在圆筒形容器81内的上面与基座82之间产生高频电场，使导入圆筒形容器81内的处理气体分离而产生等离子体。产生的等离子体靠围着晶片的周缘配置的聚集环（未图示）聚集于晶片的表面，蚀刻在晶片的表面上所形成的氧化膜。

此外，施行了蚀刻处理的晶片，靠顶推销83从载置面抬起，由进入圆筒形容器81的关节臂（Scalar arm）等搬送装置（未图示）从圆筒形容器81中搬出。

在蚀刻处理中产生的等离子体当中，未聚集于晶片的表面者，碰撞于圆筒形容器81的内壁而产生颗粒。此外，在蚀刻处理中，产生反应生成物。虽然这些颗粒或反应生成物其大部分靠未图示的排气装置

从圆筒形容器 81 中排出，但是残留于圆筒形容器 81 内的一部分颗粒或反应生成物堆积于载置面。此外，基座 82 起因于等离子体等而产生的颗粒也堆积于载置面。这些堆积于载置面的颗粒或反应生成物在晶片载置于载置面时，作为异物附着于晶片背面。作为这种附着于晶片背面的颗粒或反应生成物的去除方法，用清洗液等的湿清洗是公知的。

此外，作为不使用清洗液的方法，在靠顶推销抬起来的晶片与载置面之间产生等离子体，通过产生的等离子体的离子的溅射的作用，或自由基引起的化学反应的作用去除晶片背面的颗粒的去除方法也是公知的（例如，参照专利文献 2）。

【专利文献 1】特开平 5－226291 号公报（图 1）

【专利文献 2】美国专利第 4962049 号公报（第二栏第 67 行至第三栏第 17 行）

但是，如果反复晶片清洗则清洗液被污染。因而，存在着因在晶片清洗中被污染的清洗液中所含有的颗粒等晶片表面被污染这样的问题。此外，蚀刻处理所施加的晶片被搬入下道工序的腔室时，未去除的颗粒有时污染该腔室内部。

此外，在靠等离子体去除晶片背面的颗粒的场合，由产生的等离子体对晶片表面施行过度的等离子体处理而损伤晶片。例如，存在着对晶片表面施行过度的蚀刻处理而产生过度蚀刻这样的问题。

发明内容

本发明的目的在于提供一种不损伤基板，可以充分去除附着于基板的背面的异物的基板清洗装置和基板清洗方法。

为了实现上述目的，技术方案 1 所述的基板清洗装置，其特征在于，备有：收容基板的收容室；配置于该收容室内，载置前述基板的载置台；配置于该载置台，施加电压时把前述基板吸附于前述载置台的电极；对前述收容室内进行排气的排气装置；使该载置台和前述基板离开而在前述载置台和前述基板之间产生空间的分开装置；以及把气体供给到前述空间的气体供给装置，在产生前述空间时，电压施加于前述电极，前述气体供给装置把气体供给到前述空间，前述排气装置对前述收容室进行排气。

技术方案 2 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 1 所述的基板清洗装置中，还备有在前述收容室内被减压且产生前述空间时，把气体导入前述收容室内的气体导入部。

技术方案 3 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 1 或 2 所述的基板清洗装置中，电压不连续地施加于前述电极。

技术方案 4 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 3 所述的基板清洗装置中，极性不同的电压交互地施加于前述电极。

技术方案 5 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 4 所述的基板清洗装置中，前述电压的绝对值为 500 V 以上。

技术方案 6 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 5 所述的基板清洗装置中，前述电压的绝对值为 2 kV 以上。

技术方案 7 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 1 至 6 中的任何一项中所述的基板清洗装置中，前述排气装置在产生前述空间时，把前述收容室内的压力保持于 133 Pa 以上。

技术方案 8 所述的基板清洗装置，其特征在于，在技术方案 7 所述的基板清洗装置中，其特征在于，前述排气装置在产生前述空间时，把前述收容室内的压力保持于 1.33×10^{3} ～1.33×10^{4} Pa 的范围内。

为了实现上述目的，技术方案 9 所述的基板清洗装置，其特征在于，备有：收容基板的收容室；配置于该收容室内，载置前述基板的载置台；对前述收容室内进行排气的排气装置；使该载置台和前述基板离开而在前述载置台和前述基板之间产生空间，并且接触于前述基板而把电压施加于前述基板的分开装置；把气体供给到前述空间的气体供给装置；和将气体导入前述收容室内的气体导入装置，在产生前述空间时，电压施加于前述基板，前述气体供给装置把气体供给到前述空间，前述排气装置对前述收容室进行排气，进而，在前述收容室内被减压且产生前述空间时，前述气体导入部把气体导入前述收容室内。

为了实现上述目的，技术方案 10 所述的基板清洗方法，是去除附着于基板的背面的异物的基板清洗方法，其特征在于，其中包括：把基板收容于收容室的收容步骤；把前述基板载置于配置于前述收容室的载置台的载置步骤；使前述载置台和前述基板离开以便在前述载置

台和前述基板之间产生空间的离开步骤；在产生前述空间时，把电压施加于配置于前述载置台的电极的电压施加步骤；在产生前述空间时，把气体供给到前述空间的气体供给步骤；和在产生前述空间时，给前述收容室内排气的排气步骤。

技术方案 11 所述的基板清洗方法，其特征在于，在技术方案 10 所述的基板清洗方法中，还包括在前述收容室内被减压且产生前述空间时，把气体导入前述收容室内的气体导入步骤。

技术方案 12 所述的基板清洗方法，其特征在于，在技术方案 10 或 11 所述的基板清洗方法中，在前述电压施加步骤里，把电压不连续地施加于前述电极。

技术方案 13 所述的基板清洗方法，其特征在于，在技术方案 12 所述的基板清洗方法中，在前述电压施加步骤里，把极性不同的电压交互地施加于前述电极。

为了实现上述目的，技术方案 14 中所述的基板清洗方法，是去除附着于基板的背面的异物的基板清洗方法，其特征在于，其中包括：把基板收容于收容室的收容步骤；把前述基板载置于配置于前述收容室的载置台的载置步骤；使前述载置台和前述基板离开以便在前述载置台和前述基板之间产生空间的离开步骤；在产生前述空间时，把电压施加于前述基板的电压施加步骤；在产生前述空间时，把气体供给到前述空间的气体供给步骤；在产生前述空间时，给前述收容室内排气的排气步骤；以及在前述收容室内被减压且产生前述空间时，把气体导入前述收容室内的气体导入步骤。

如果用技术方案 1 所述的基板清洗装置，则因为在载置台和基板之间产生空间时，电压施加于配置于载置台的电极，故在上述空间中产生静电场而静电的应力作用于基板的背面。借此，附着于基板的背面的异物脱离。此外，因为在产生上述空间时，气体供给到空间，收容室内被排气，故在空间中产生气流，脱离的异物靠该气流从空间中被排出，进而从收容室被排气。因而，基板清洗装置可以不损伤基板而充分去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 2 所述的基板清洗装置，则由于在收容室内被减压时，气体被导入收容室内，所以在收容室内产生行进冲击波，附着

于基板的背面的异物靠该冲击波向空间脱离。因而，可以不损伤基板而高效率地去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 3 所述的基板清洗装置，则因为电压不连续地施加于电极，故向基板的电压的施加反复。借此，静电的应力反复作用于基板的背面。因而，可以更充分地去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 4 所述的基板清洗装置，则因为极性不同的电压交互地施加，故可以防止基板的带电。如果基板带电，则通过电压的施加作用于基板的背面的电气的应力减小。因而，通过防止基板的带电，可以防止附着于基板的背面的异物的去除效率的降低。

如果用技术方案 5 所述的基板清洗装置，则因为在产生空间时施加于电极的电压为 500V 以上，故可以加大作用于基板的背面的电气的应力，可以可靠地进行异物的脱离。

如果用技术方案 6 所述的基板清洗装置，则因为上述电压为 2 kV 以上，故可以更加加大上述静电的应力。

如果用技术方案 7 所述的基板清洗装置，则因为排气装置把收容室内的压力保持于 133 Pa 以上，故在空间中可以产生气体粘性力大的粘性流。从基板的背面脱离的异物被卷入粘性流而与收容室内的气体一起从收容室中被排气。因而，可以可靠地去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 8 所述的基板清洗装置，则因为排气装置把收容室内的压力保持于 $1.33\times10^{3}\sim1.33\times10^{4}$ Pa 的范围内，故在空间中可以可靠地产生粘性流。

如果用技术方案 9 所述的基板清洗装置，则因为在载置台和基板之间产生空间时，分开装置把电压施加于基板，故在上述空间中产生静电场而静电的应力作用于基板的背面。借此，附着于基板的背面的异物脱离。进而，因为在产生空间且收容室内被减压时，气体导入部把气体导入收容室内，故在收容室内产生行进冲击波，附着于基板的背面的异物靠该冲击波向空间脱离。此外，因为在产生上述空间时，气体供给到空间，收容室内被排气，故在空间中产生气流，脱离的异物被该气流从空间中排出，进而从收容室中排气。因而，基板清洗装置，可以不损伤基板而充分去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 10 所述的基板清洗方法，则因为在载置台和基板之间产生空间时，电压施加于设置于载置台的电极，故在上述空间中产生静电场而静电的应力作用于基板的背面。借此，附着于基板的背面的异物脱离。此外，因为在产生上述空间时，气体供给到空间，收容室内被排气，故在空间中产生气流，脱离的异物靠该气流从空间被排出，进而从收容室中被排气。因而，可以不损伤基板而充分去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 11 所述的基板清洗方法，则由于在产生上述空间且收容室内被减压时，气体被导入收容室内，所以在收容室内产生行进冲击波，附着于基板的背面的异物靠该冲击波向空间脱离。因而，可以不损伤基板而高效率地去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 12 所述的基板清洗方法，则因为电压不连续地施加于电极，故向基板的电压的施加反复。借此，静电的应力反复作用于基板的背面。因而，可以更充分地去除附着于基板的背面的异物。

如果用技术方案 13 所述的基板清洗方法，则因为极性不同的电压交互地施加，故可以防止基板的带电。如果基板带电，则通过电压的施加作用于基板的背面的电气的应力减小。因而，通过防止基板的带电，可以防止附着于基板的背面的异物的去除效率的降低。

如果用技术方案 14 所述的基板清洗方法，则因为在载置台和基板之间产生空间时，电压施加于基板，故在上述空间中产生静电场而静电的应力作用于基板的背面。借此，附着于基板的背面的异物脱离。进而，因为在产生空间且收容室内被减压时，气体导入收容室内，故在收容室内产生行进冲击波，附着于基板的背面的异物靠该冲击波向空间脱离。此外，因为在产生上述空间时，气体供给到空间，收容室内被排气，故在空间中产生气流，脱离的异物被该气流从空间中排出，进而从收容室中排气。因而，可以不损伤基板而充分去除附着于基板的背面的异物。

附图说明

图 1 是表示作为根据本发明的第一实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置的概略构成的截面图。

图 2 是图 1 的等离子体处理装置中所实行的基板清洗处理的顺序图。

图 3 是表示作为根据本发明的第二实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置中的顶推销的概略构成的图。

图 4 是表示根据本发明的第三实施方式的基板清洗装置的概略构成的截面图。

图 5 是表示图 4 的基板处理装置所配置的基板处理系统的概略构成的图。

图 6 是示意地表示本发明的实施例中的从晶片的背面的去除颗粒的情形的图，图 6（a）是示意地表示在阀 V1 打开期间，向电极板 20 反复交互施加＋2 kV 和－2 kV 的电压的场合的空间 S 的情形的图，图 6（b）是示意地表示从图 6（a）开始经过数秒后的空间 S 的情形的图，图 6（c）是示意地表示从图 6（b）开始经过数秒后的空间 S 的情形的图。

图 7 是表示本发明的实施例中的颗粒的去除的观测结果的曲线。

图 8 是表示历来的用来对晶片施行蚀刻处理的等离子体处理装置的概略构成的图。

符号说明：1、56 等离子体处理装置；10、43 腔室；11 基座；12、65 排气路；13 隔板；14APC（自动压力控制阀）；15TMP（涡轮分子泵）；16、46DP（干式泵）；17、45 排气管；18 高频电源；19 匹配器；20、35、47 电极板；22、41、48 直流电源；24 聚集环；25 冷却介质室；26 配管；27 传热气体供给孔；28 传热气体供给线；29 传热气体供给管；30、40 顶推销；31、52 搬入搬出口；32、53 门阀；33 浇淋头；34 通气孔；36 电极支撑体；37 缓冲室；38 处理气体导入管；39 磁铁；42 基板清洗装置；44 工作台；49 气体供给孔；50 气体供给线；51 销子；54 气体导入管；55 基板处理系统；57、62 搬送臂；58 负载锁定室；59 处理站；60 负载端口；61 方位器；63 负载单元；64 气体供给管。

具体实施方式

下面，参照附图就本发明的实施方式进行说明。

首先，就作为根据本发明的第一实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置进行详述。

图 1 是表示作为根据本发明的第一实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置的概略构成的截面图。

在图 1 中，作为对晶片 W 施行蚀刻处理的蚀刻处理装置所构成的等离子体处理装置 1 有金属制，例如，铝或不锈钢制的圆筒形腔室（收容室）10，在该腔室 10 内，设有作为载置晶片 W 的工作台的圆柱形的基座（载置台）11。

在腔室 10 的侧壁与基座 11 之间，形成作为把基座 11 上方的气体向腔室 10 之外排出的流路发挥功能的排气路 12。在此排气路 12 的中途配置环状的挡板 13，排气路 12 的相比于挡板 13 而在下游的空间连通于作为可变式蝶形阀的自动压力控制阀（automatic pressure control valve）（以下称为‘APC’）14。APC 14 连接于作为抽真空用的排气泵的涡轮分子泵（以下称为‘TMP’）15，进而，经由 TMP 15 连接于作为排气泵的干式泵（以下称为‘DP’）16。虽然以下把由 APC 14、TMP 15 和 DP 16 所构成的排气流路称为‘主排放管线’，但是此主排放管线不仅由 APC 14 进行腔室 10 内的压力控制而且由 TMP 15 和 DP 16 把腔室 10 内减压到几乎真空状态。

此外，上述排气路 12 的相比于隔板 13 而处于下游的空间，连接于与主排放管线分开的排气流路（以下称为‘粗排放管线’）（排气装置）。使此粗排放管线与上述空间与 DP 16 连通。备有直径例如为 25 mm 的排气管 17、和设在排气管 17 的中途的阀 V2。此阀 V2 可以隔断上述空间与 DP 16。粗排放管线由 DP 16 排出腔室 10 内的空气。

在基座 11 上，等离子体生成用的高频电源 18 经由匹配器 19 电气上连接着。此高频电源 18 把规定的高频，例如，13.56 MHz 的高频电力施加于基座 11。借此，基座 11 作为下部电极发挥功能。

在基座 11 的内部上方，配置着用静电吸附力吸附晶片 W 的由导电膜组成的圆盘状的电极板 20。直流电源 22 电气上连接于电极板 20。

晶片 W 靠因从直流电源 22 施加于电极板 20 的直流电压而产生的库仑力或约翰逊－拉别克（Johnsen-Rahbek）力吸附保持于基座 11 的上面。此外，由硅（Si）等制成的圆环状的聚集环 24 把在基座 11 的上

方产生的等离子体向晶片 W 聚集。

此外，在基座 11 的内部，例如，设有在圆周方向上延长的环状的冷却介质室 25。在此冷却介质室 25 中，从冷却单元（未图示）经由配管 26 循环供给规定温度的冷却介质，例如，冷却水，基座 11 上的晶片 W 的处理温度靠该冷却介质的温度来控制。

在基座 11 的上面吸附晶片 W 的部分上，开孔了多个传热气体供给孔（气体供给装置）27。这些传热气体供给孔 27 经由配置于基座 11 内部的传热气体供给线 28，连通于有阀 V3 的传热气体供给管 29，把来自连接于传热气体供给管 29 的传热气体供给部（未图示）的传热气体，例如，He 气供给到基座 11 的上面与晶片 W 的背面之间的间隙。借此，晶片 W 与基座 11 的热传递性提高。再者，阀 V3 可以隔断传热气体供给孔 27 与传热气体供给部。

此外，在基座 11 的上面吸附晶片 W 的部分上，配置着作为从基座 11 的上面突出自如的提升销的多个顶推销（分开装置）30。这些顶推销 30，通过电动机（未图示）的旋转运动靠滚珠丝杠等变换成直线运动，在图中上下方向上移动。在晶片 W 被吸附保持于基座 11 的上面时，顶推销 30 被收容于基座 11，在从腔室 10 搬出施行蚀刻处理等等离子体处理结束的晶片 W 时，顶推销 30 从基座 11 的上面突出而使晶片 W 从基座 11 离开向上抬起。此时，在基座 11 的上面与晶片 W 的背面之间形成空间 S。

在腔室 10 的侧壁上，安装着开闭晶片 W 的搬入搬出口 31 的门阀 32。此外，在腔室 10 的室顶部上，配置着处于接地电位的作为上部电极的浇淋头 33。借此，来自高频电源 18 的高频电压施加于基座 11 与浇淋头 33 之间。

室顶部的浇淋头 33，包括具有多个通气孔 34 的下面的电极板 35，和能够装拆地支撑该电极板 35 的电极支撑体 36。此外，在该电极支撑体 36 的内部设有缓冲室 37，来自处理气体供给部（未图示）的处理气体导入管 38 连接于此缓冲室 37。在此处理气体导入管 38 的中途配置着阀 V1。此阀 V1 可以隔断缓冲室 37 与处理气体供给部。此外，在腔室 10 的周围，配置着环状或同心状地延长的磁铁 39。

在此等离子体处理装置 1 的腔室 10 内，由磁铁 39 形成朝一定方

向的水平磁场，并且靠施加于基座 11 与浇淋头 33 之间的高频电压形成竖直方向的 RF 电场，借此，在腔室 10 内经由处理气体进行磁控管放电，在基座 11 的表面附近处由处理气体生成高密度的等离子体。

在此等离子体处理装置 1 中，在蚀刻处理之际，首先使门阀 32 成打开状态把加工对象的晶片 W 搬入腔室 10 内，载置于基座 11 之上。然后，从浇淋头 33 以规定的流量和流量比把处理气体（例如，规定的流量比率的由 C_4F_8 气体、O_2 气体和 Ar 气体组成的混合气体）导入腔室 10 内，靠 APC 14 等使腔室 10 内的压力成规定值。进而，从高频电源 18 把高频电力供给到基座 11，从直流电源 22 把直流电压施加于电极板 20，把晶片 W 吸附于基座 11 上。然后，从浇淋头 33 所喷出的处理气体如上所述等离子体化。在此等离子体中所生成的自由基或离子靠聚集环 24 聚集于晶片 W 的表面，蚀刻晶片 W 的表面。

在上述等离子体处理装置 1 中，所生成的等离子体当中，未聚集于晶片 W 的表面者撞击腔室 10 的内壁等而产生颗粒。产生的颗粒当中，未被主排放管线或粗排放管线所排出的颗粒堆积于基座 11 的上面。此堆积于上面的颗粒，在晶片 W 载置于基座 11 的上面时，作为异物附着于晶片 W 的背面。适应于此，在等离子体处理装置 1 中，在对晶片 W 施行蚀刻处理后，靠顶推销 30 使晶片 W 从基座 11 的上面离开而产生空间 S 时，高电压施加于电极板 20，N_2 气体等从传热气体供给孔 27 供给到空间 S，腔室 10 内靠粗排放管线排气。进而，在腔室 10 内靠粗排放管线减压期间，从浇淋头 33 向腔室 10 内导入处理气体。借此，附着于晶片 W 的背面的颗粒被排出。下面，就在等离子体处理装置 1 中所实行的，排除附着于晶片 W 的背面的颗粒的基板清洗方法进行说明。

图 2 是在图 1 的等离子体处理装置中所实行的基板清洗处理的顺序图。此基板清洗处理在对晶片 W 施行蚀刻处理后实行。

在图 2 中，本处理所实行的前提条件是晶片 W 被施行蚀刻处理且载置于基座 11 的上面的状态，电压未施加于电极板 20（HV 0），APC 14 打开（APC OPEN）且 TMP 15 动作。也就是说，是腔室 10 内靠主排放管线减压（抽真空），阀 V1～V3 全都关闭（V1 CLOSE，V2 CLOSE，V3 CLOSE）的状态。

首先，收容于基座 11 的（PIN DOWN）顶推销 30 使晶片 W 从基座 11 离开而向上抬起（PIN UP）。此时，虽然顶推销 30 把晶片 W 从基座 11 抬起的高度未特别限制，但是优选是 10～20 mm。借此，在基座 11 的上面与晶片 W 的背面之间形成空间 S。

接着，APC14 关闭（APC CLOSE），并且排气管 17 的阀 V2 和传热气体供给管 29 的阀 V3 打开（V2 OPEN，V3 OPEN），传热气体供给孔 27 向抬起的晶片 W 的背面把 N_2 气体喷出到空间 S，粗排放管线把喷出到空间 S 的 N_2 气体与腔室 10 内残存的气体一起向腔室 10 之外排出。借此，在空间 S 中产生从晶片 W 的背面向基座 11 的外周部流动的，气体粘性力大的粘性流。此时，因为如果腔室 10 内为规定的压力以上，则粘性流容易产生，故粗排放管线排出腔室 10 内的 N_2 气体等，以便腔室 10 内的压力不低于规定的压力，例如，133 Pa（1 torr），优选是，腔室 10 内的压力维持于规定的压力范围，例如，1.33×10^3～1.33×10^4 Pa（10～100 torr）的范围。借此，可以在空间 S 中可靠地产生粘性流。粘性流卷入后述的从晶片 W 的背面脱离的颗粒并与腔室 10 内的气体一起从腔室 10 排出。

接着，直流电源 22 把极性不同的高电压，例如，＋500 V 和－500 V 的电压交互地施加于电极板 20（HV ＋500，HV －500）。此时，起因于对电极板 20 的高电压的施加，在腔室 10 内，特别是，在空间 S 中产生静电场，静电的应力，例如，麦克斯韦（Maxwell）应力作用于晶片 W 的背面。借此，附着于晶片 W 的背面的颗粒的附着力减弱，该颗粒脱离。该脱离的颗粒被上述粘性流从空间 S 中排出到腔室 10 之外。上述静电的应力在对电极板 20 的高电压的施加时和停止时，有效地作用于晶片 W 的背面。这里，在等离子体处理装置 1 中，因为对电极板 20 的高电压的施加反复进行，故有效的静电的应力反复地作用于晶片 W 的背面。因而，可以更充分地去除附着于晶片 W 的背面的颗粒。

交互地对电极板 20 所施加的电压的绝对值优选大一些，例如，500 V 以上，优选是，2 kV 以上。借此，可以加大作用于晶片 W 的背面的静电的应力，可以可靠地进行颗粒的脱离。

此外，如果反复进行对电极板 20 的同一极性的高电压的施加，则

电极板 20 带电（充电），结果，作用于晶片 W 的背面的静电的应力减小，有时附着于晶片 W 的背面的颗粒的去除效率降低。在等离子体处理装置 1 中，因为对电极板 20 交互地施加极性不同的高电压，故电极板 20 不会带电，可以防止附着于晶片 W 的背面的颗粒的去除效率的降低。

再者，如上所述，上述静电的应力的有效的作用关系到对电极板 20 的高电压的施加的次数，与对电极板 20 的高电压的施加时间关系不大。因而，对电极板 20 的高电压的施加时间也可以为例如 1 秒以下。

在上述对电极板 20 的极性不同的高电压的交互的施加期间，处理气体导入管 38 的阀 V1 打开（V1 OPEN），从浇淋头 33 代替处理气体向腔室 10 内导入非活性气体，例如，N_2 气体。此时，因为腔室 10 内靠粗排放管线减压，故在浇淋头 33 的正下方产生急剧的压力上升，借此，所导入的 N_2 气体生成行进冲击波，所生成的行进冲击波达到抬起的晶片 W。结果，冲击力加到晶片 W 上，附着于晶片 W 的背面的颗粒脱离。此时也是，脱离的颗粒被上述粘性流从空间 S 向腔室 10 之外排出。

再者，在等离子体处理装置 1 中，为了有效地进行 N_2 气体导入时的腔室 10 内的浇淋头 33 正下方的压力上升，在处理气体导入管 38 中优选是在阀 V1 下游配置节流孔结构，例如，流量控制装置（质量流量控制器）或减速阀。

然后，在处理气体导入管 38 的阀 V1 打开的状态（V1 OPEN），对电极板 20 的极性不同的高电压的交互的施加进行了规定次数，例如，4 次后，处理气体导入管 38 的阀 V1 关闭（V1 CLOSE），APC 14 打开（APC OPEN），并且排气管 17 的阀 V2 和传热气体供给管 29 的阀 V3 关闭（V2 CLOSE，V3 CLOSE），本处理结束。

虽然上述施行了基板清洗处理的晶片 W 经由搬入搬出口 31 从腔室 10 中搬出，向搬送腔室，例如，负载锁定室搬入，但是由于充分去除了附着于晶片 W 的背面的颗粒，所以负载锁定室内不会被颗粒所污染。

如果用上述基板清洗方法，则因为在基座 11 和晶片 W 之间产生空间 S 时，极性不同的高电压交互地施加于电极板 20，故在上述空间

S 中产生静电场而静电的应力作用于晶片 W 的背面，进而，在产生上述空间 S 且腔室 10 内靠粗排放管线减压时，因为 N_2 气体被导入腔室 10，故在腔室 10 内产生行进冲击波，所生成的行进冲击波使冲击力加在晶片 W 上。借此，附着于晶片 W 的背面的颗粒向空间 S 脱离。因而，因为在颗粒的脱离中不需要等离子体的离子引起的溅射，或自由基引起的化学反应，故不损伤晶片 W。

此外，因为在产生上述空间 S 时，N_2 气体从传热气体供给孔 27 喷出到空间 S，喷出到该空间 S 的 N_2 气体靠粗排放管线向腔室 10 之外排出，故在空间 S 中产生 N_2 气体的粘性流。脱离的颗粒被卷入上述粘性流而从空间 S 中向腔室 10 之外排出。

因而，可以不损伤晶片 W 而充分地去除附着于晶片 W 的背面的颗粒。

在上述等离子体处理装置 1 中，虽然由粗排放管线排出腔室 10 内的 N_2 气体等以便腔室 10 内的压力不低于规定的压力，但是也可以不靠粗排放管线，而通过减小 APC 14 的开度靠主排放管线，排出腔室 10 内的 N_2 气体等以便腔室 10 内的压力不低于规定的压力，即使借助于此也可以在空间 S 中产生粘性流。

此外，本发明不仅适用于作为蚀刻处理装置而构成的等离子体处理装置，也可运用于其他等离子体处理装置，例如，作为 CVD 装置或灰化装置而构成的等离子体处理装置。

接下来，就作为根据本发明的第二实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置进行详述。

由于作为根据本发明的第二实施方式的等离子体处理装置，其构成、作用与上述第一实施方式基本上是同一的，所以就重复的构成、作用省略说明，以下进行就不同的构成、作用的说明。

虽然在作为根据第二实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置中，与第一实施方式同样，在晶片 W 靠后述的顶推销 40 从基座 11 的上面离开而产生空间 S 时，产生静电场而静电的应力作用于晶片 W 的背面，但是在静电场不起因于对电极板 20 的高电压的施加，而起因于由顶推销 40 对晶片 W 的高电压的施加这一点上与第一实施方式不同。

图 3 是表示作为根据第二实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置中的顶推销的概略构成的图。

在图 3 中，顶推销 40 是由导电体组成的棒状体，接触于晶片 W 的背面的一端形成为半球状，另一端电气上连接于直流电源 41。此外，虽然顶推销 40 的表面，为了防止从该表面的放电，优选是由介电体等所覆盖，但是半球状的一端的表面，为了对晶片 W 施加高电压，导体露出。顶推销 40，通过电动机（未图示）的旋转运动靠滚珠丝杠等变换成直线运动，在图中上下方向上移动。

此外，多个顶推销 40 在基座 11 的上面处配置于吸附晶片 W 的部分。而且，顶推销 40 从基座 11 的上面突出而使晶片 W 离开基座 11 向上抬起。此时，与第一实施方式同样，在基座 11 的上面与晶片 W 之间形成空间 S。

在作为根据第二实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置中，对晶片 W 施行蚀刻处理后，在晶片 W 靠顶推销 40 离开基座 11 的上面而产生空间 S 时，高电压经由顶推销 40 从直流电源 41 施加于晶片 W，N_2 气体从传热气体供给孔 27 供给到空间 S，腔室 10 内靠粗排放管线排气。进而，在腔室 10 内靠粗排放管线减压期间，从浇淋头 33 向腔室 10 内导入处理气体。

此外，在作为根据第二实施方式的基板清洗装置的等离子体处理装置中所实行的基板清洗方法，虽然在代替极性不同的高电压交互地施加于电极板 20，经由顶推销 40，极性不同的高电压交互地施加于晶片 W 这一点上与第一实施方式不同，但是在空间 S 中产生静电场，静电的应力作用于晶片 W 的背面，附着于晶片 W 的背面的颗粒的附着力减弱，该颗粒脱离的情况，与第一实施方式是同一的。

此外，经顶推销 40 施加于晶片 W 的高电压例如 500V 以上，优选 2kV 以上，高电压的施加时间可以为 1 秒以下，这与实施方式 1 相同。

如果用上述基板清洗方法，则因为在基座 11 和晶片 W 之间产生空间 S 时，经由顶推销 40，极性不同的高电压交互地施加于晶片 W，故在上述空间 S 中产生静电场而静电的应力作用于晶片 W 的背面，进而，在产生上述空间 S 且腔室 10 内靠粗排放管线减压时，因为 N_2 气体被导入腔室 10，故在腔室 10 内产生行进冲击波，所生成的行进冲击

波使冲击力加在晶片 W 上。借此，附着于晶片 W 的背面的颗粒向空间 S 脱离。因而，因为在颗粒的脱离中不需要等离子体的离子引起的溅射，或自由基引起的化学反应，故不损伤晶片 W。

此外，因为在产生上述空间 S 时，N_2 气体从传热气体供给孔 27 喷出到空间 S，喷出到该空间 S 的 N_2 气体靠粗排放管线向腔室 10 之外排出，故在空间 S 中产生 N_2 气体的粘性流。脱离的颗粒被卷入上述粘性流而从空间 S 中向腔室 10 之外排出。

因而，可以不损伤晶片 W 而充分地去除附着于晶片 W 的背面的颗粒。

接下来，就作为根据本发明的第三实施方式的基板清洗装置进行详述。

根据第三实施方式的基板处理装置，在不对晶片 W 施行等离子体处理，仅进行晶片 W 的背面的清洗这一点上，与上述第一和第二实施方式不同。

图 4 是表示根据本发明的第三实施方式的基板清洗装置的概略构成的截面图。

在图 4 中，基板清洗装置 42 具有金属制例如铝或不锈钢制的箱状的腔室 43，在该腔室 43 内，配置着载置晶片 W 的圆柱状的工作台 44。

在腔室 43 的侧壁与工作台 44 之间，形成作为把工作台 44 上方的气体向腔室 43 之外排出的流路发挥功能的排气路 65。此排气路 65 连接于粗排放管线。此粗排放管线使排气路 65 与作为排气泵的 DP 46 连通，备有直径例如为 25 mm 的排气管 45 和设置于排气管 45 的中途的阀 V5。此阀 V5 可以隔断排气路 65 与 DP 46。粗排放管线靠 DP 46 排出腔室 43 内的气体。

在工作台 44 的内部上方，配置着由用来以静电吸附力吸附晶片 W 的导电膜组成的圆盘状的电极板 47，直流电源 48 电气上连接于电极板 47。晶片 W 靠因从直流电源 48 施加于电极板 47 的直流电压产生的库仑力吸附保持于工作台 44 的上面。

在工作台 44 的上面吸附晶片 W 的部分上，开孔着多个气体供给孔 49。这些气体供给孔 49 经由配置于工作台 44 内部的气体供给线 50 连通于具有阀 V6 的气体供给管 64，把来自连接于气体供给管 64 的第

一气体供给部（未图示）的气体，例如 N_2 气体供给到工作台 44 的上面与晶片 W 的背面的间隙。再者，阀 V6 可以隔断气体供给孔 49 与第一气体供给部。

此外，在工作台 44 的上面吸附晶片 W 的部分上，配置着从工作台 44 的上面突出的多个销子 51。销子 51 抬起搬入腔室 43 内的晶片 W 使之从工作台 44 离开。此时，在工作台 44 的上面与晶片 W 的背面之间形成空间 S。这些销子 51 与顶推销 30 同样也可以在图中上下方向上移动。

在腔室 43 的侧壁上，安装着开闭晶片 W 的搬入搬出口 52 的门阀 53。此外，在腔室 43 的室顶部上连接着从第二气体供给部（未图示）向腔室 43 内导入气体例如 N_2 气体的气体导入管 54。在此气体导入管 54 的中途配置着阀 V4。此阀 V4 可以隔断腔室 43 内与第二气体供给部。

此基板清洗装置 42，例如，配置于并行型的基板处理系统，去除附着于由该基板处理系统备有的后述的等离子体处理装置 56 施行了等离子体处理的晶片 W 的背面的颗粒。

图 5 是表示图 4 的基板处理装置所配置的基板处理系统的概略构成的图。

在图 5 中，基板处理系统 55 备有：由蚀刻处理晶片 W 的等离子体处理装置 56 和配置了把晶片 W 交接于该等离子体处理装置 56 的环型单张拾取式的搬送臂 57 的负载锁定室 58 所构成的处理站 59，收容储存一批晶片 W 的载置箱的负载端口 60，预对正晶片 W 的方位器 61，上述基板清洗装置 42，以及作为矩形的公共搬送路，配置了关节型双臂式的搬送臂 62 的负载单元 63。虽然处理站 59、负载端口 60、方位器 61 和基板清洗装置 42 能够装拆地连接于负载单元 63，但是基板清洗装置 42 配置于与负载单元 63 的长边方向相关的一端，经由负载单元 63 与方位器 61 相对。

在此基板处理系统 55 中，在等离子体处理装置 56 中施行了等离子体处理的晶片 W，靠负载锁定室 58 内的搬送臂 57 和负载单元 63 内的搬送臂 62 搬入基板清洗装置 42。基板清洗装置 42 实行后述的基板清洗方法而去除附着于晶片 W 的背面的颗粒。

下面，就在基板清洗装置 42 中所实行的基板清洗方法进行说明。

此基板清洗方法所实行的前提条件是晶片 W 被施行蚀刻处理且载置于工作台 44 的上面的状态，电压未施加于电极板 47，阀 V4～V6 全都关闭的状态。

首先，向腔室 43 搬入的晶片 W 载置于从工作台 44 的上面突出的销子 51 上。此时，销子 51 把晶片 W 从工作台 44 抬起的高度，与第一实施方式同样，为 10～20 mm 就可以了。借此，在工作台 44 的上面与晶片 W 的背面之间形成空间 S。

接着，门阀 53 关闭，并且排气管 45 的阀 V5 和气体供给管 64 的阀 V6 打开，气体供给孔 49 向抬起的晶片 W 的背面把 N_2 气体喷出到空间 S，粗排放管线把喷出到空间 S 的 N_2 气体向腔室 43 之外排出。借此，在空间 S 中产生从晶片 W 的背面向工作台 44 的外周部流动的 N_2 气体的粘性流。此时，与第一实施方式同样，按照腔室 43 内的压力不低于规定的压力的方式粗排放管线排出腔室 43 内的 N_2 气体。粘性流卷入后述的从晶片 W 的背面脱离的颗粒并从腔室 43 排出。

接着，直流电源 48 把极性不同的高电压交互地施加于电极板 47。此时，在空间 S 中产生静电场，静电的应力作用于晶片 W 的背面，附着于晶片 W 的背面的颗粒的附着力减弱，该颗粒脱离，与第一实施方式是同样的。然后，脱离的颗粒被上述粘性流从空间 S 中排出到腔室 43 之外。

进而，对电极板 47 所施加的高电压，例如，500V 以上，优选是，2 kV 以上。以及高电压的施加时间，例如也可以是 1 秒以下的情况与第一实施方式是同样的。

在上述对晶片 W 的极性不同的高电压的交互的施加期间，气体导入管 54 的阀 V4 打开，N_2 气体从气体导入管 54 导入腔室 43 内。此时，因为腔室 43 内靠粗排放管线减压，故在腔室 43 的室顶部的正下方产生急剧的压力上升，所导入的 N_2 气体生成行进冲击波，冲击力因所生成的行进冲击波而加到晶片 W 上，附着于晶片 W 的背面的颗粒脱离，与第一实施方式是同样的。此时也是，脱离的颗粒被上述粘性流从空间 S 向腔室 43 之外排出。再者，在基板清洗装置 42 中，与第一实施方式同样，在气体导入管 54 中优选是在阀 V4 下游配置节流孔结构。

然后，在气体导入管 54 的阀 V4 打开的状态，对晶片 W 的极性不同的高电压的交互的施加进行了规定次数后，气体导入管 54 的阀 V4、排气管 45 的阀 V5 和气体供给管 64 的阀 V6 关闭，本处理结束。虽然上述施行了基板清洗处理的晶片 W 经由搬入搬出口 52 从腔室 43 中搬出，向负载单元 63 或负载端口 60 搬入，但是由于充分去除了附着于晶片 W 的背面的颗粒，所以负载单元 63 或负载端口 60 内不会被颗粒所污染。

如果用上述基板清洗方法，则因为在工作台 44 和晶片 W 之间产生空间 S 时，极性不同的高电压交互地施加于晶片 W，故在上述空间 S 中产生静电场而静电的应力作用于晶片 W 的背面，进而，在产生上述空间 S 且腔室 43 内靠粗排放管线减压时，因为 N_2 气体被导入腔室 43，故在腔室 43 内产生行进冲击波，所生成的行进冲击波使冲击力加在晶片 W 上。借此，附着于晶片 W 的背面的颗粒向空间 S 脱离。因而，因为在颗粒的脱离中不需要等离子体，故不损伤晶片 W。

此外，因为在产生上述空间 S 时，N_2 气体从气体供给孔 49 喷出到空间 S，喷出到该空间 S 的 N_2 气体靠粗排放管线向腔室 43 之外排出，故在空间 S 中产生 N_2 气体的粘性流。脱离的颗粒被卷入上述粘性流而从空间 S 中向腔室 43 之外排出。

因而，可以不损伤晶片 W 而充分地去除附着于晶片 W 的背面的颗粒。

在上述基板清洗装置 42 中，虽然基板清洗装置 42 备有独自的 DP 46，但是也可以基板清洗装置 42 和等离子体处理装置 56 共有 DP，借此，可以简化基板处理系统 55 的构成。

虽然在上述实施方式中，就等离子体处理装置作为基板清洗装置发挥功能的场合，或设置专用的基板清洗装置的场合进行了说明，但是构成基板处理系统的其他装置，也可以作为根据本发明的基板清洗装置发挥功能。

例如，在负载锁定室作为根据本发明的基板处理装置发挥功能的场合，该负载锁定室备有：搬送臂、给负载锁定室排气的排气装置，以及把气体导入负载锁定室内的气体导入装置，搬送臂优选是包括从晶片载置面突出的销子、在晶片 W 和晶片载置面之间产生静电场的电

极、以及向背面喷出气体的气体喷射装置。在此负载锁定室内，在晶片 W 被销子从晶片载置面抬起而产生空间 S 时，高电压施加于电极，气体向晶片 W 的背面喷射，负载锁定室内靠排气装置排气。进而，在负载锁定室内被排气装置减压期间，从气体导入装置向负载锁定室内导入气体。

实施例

接下来，具体地说明本发明的实施例。

以下的实施例，在上述等离子体处理装置 1 中实行。

首先，准备颗粒大量地附着于背面的晶片 W，把该晶片 W 载置于腔室 10 内的从基座 11 突出的顶推销 30 之上。

然后，靠主排放管线使腔室 10 内减压后，关闭 APC 14，并且打开排气管 17 的阀 V2 和传热气体供给管 29 的阀 V3，一边给腔室 10 内稳定地排气，一边从传热气体供给孔 27 把 N_2 气体向晶片 W 的背面喷出。借此，一边使腔室 10 内保持于 6.65×10^3 Pa（50 torr）以上，一边在空间 S 中产生粘性流。

接着，打开阀 V1 以流量 7.0×10^4 SCCM 把 N_2 气体导入腔室 10 内。在阀 V1 打开期间，把对电极板 20 的＋2 kV 和－2 kV 的电压的交互施加反复 6 次，然后，关闭阀 V1。进而，再次，打开阀 V1 以流量 7.0×10^4 SCCM 把 N_2 气体导入腔室 10 内，在阀 V1 打开期间，把对电极板 20 的＋2 kV 和－2 kV 的电压的交互施加反复 5 次，然后，关闭阀 V1。此时，把激光照射于空间 S，通过由 CCD 摄像机摄像而观测起因于颗粒的杂散光。所摄像的杂散光的情形示于图 6。

图 6（a）是示意地表示在阀 V1 打开期间，把对电极板 20 的＋2 kV 和－2 kV 的电压的交互施加反复的场合的空间 S 的情形的图。这里，颗粒靠因所导入的 N_2 气体而产生的行进冲击波和因电压的交互施加而产生的静电的应力从晶片 W 的背面大量地脱离，观测到脱离的颗粒成为一群 L 的情形。

图 6（b）是示意地表示从图 6（a）开始经过几秒后的空间 S 的情形的图。这里，在空间 S 中观测到颗粒的一群 L 因从晶片 W 的背面向基座 11 的外周部流动的粘性流而从空间 S 排出的情形。

图 6（c）是示意地表示从图 6（b）开始经过几秒后的空间 S 的情

形的图。这里，观测到颗粒的一群 L 从空间 S 完全排除的情形。

汇总这些观测结果的曲线示于图 7。

在图 7 中，横轴是时间，纵轴表示颗粒的个数、电压值和压力值。此外，V_E 表示施加于电极板 20 的电压，V_W 表示因 V_E 而在晶片 W 引起的电压。P 表示腔室 10 内的压力。进而，图中所绘制的各点表示在各观测时间所观测到的颗粒的个数。再者，P 的值成为恒定的部分是腔室 10 内的压力超出可测量范围的部分。

由图 7 可以看出，在阀 V1 刚刚打开而 N_2 气体大量地导入腔室 10 内后，颗粒因产生的行进冲击波而大量地从晶片 W 的背面脱离，进而，颗粒通过反复对电极板 20 的电压的交互施加而进一步脱离。借此可以看出， 通过 N_2 气体向腔室 10 内的大量导入和上述电压的交互施加的反复可以使附着于晶片 W 的背面的颗粒充分地脱离。进而可以看出，因为在第二次的 N_2 气体向腔室 10 内的大量导入和上述电压的交互施加的反复中脱离的颗粒减少，所以通过进行一次 N_2 气体向腔室 10 内的大量导入和上述电压的交互施加的反复，可以有效地使颗粒脱离。

此外，虽然由同时设在粗排放管线的中途的，利用激光散射法的颗粒监视器观测到经由粗排放管线从腔室 10 内所排出的颗粒，但是可以得到与图 7 同样的观测结果。借此可以看出粘性流从腔室 10 内有效地排出脱离的颗粒。

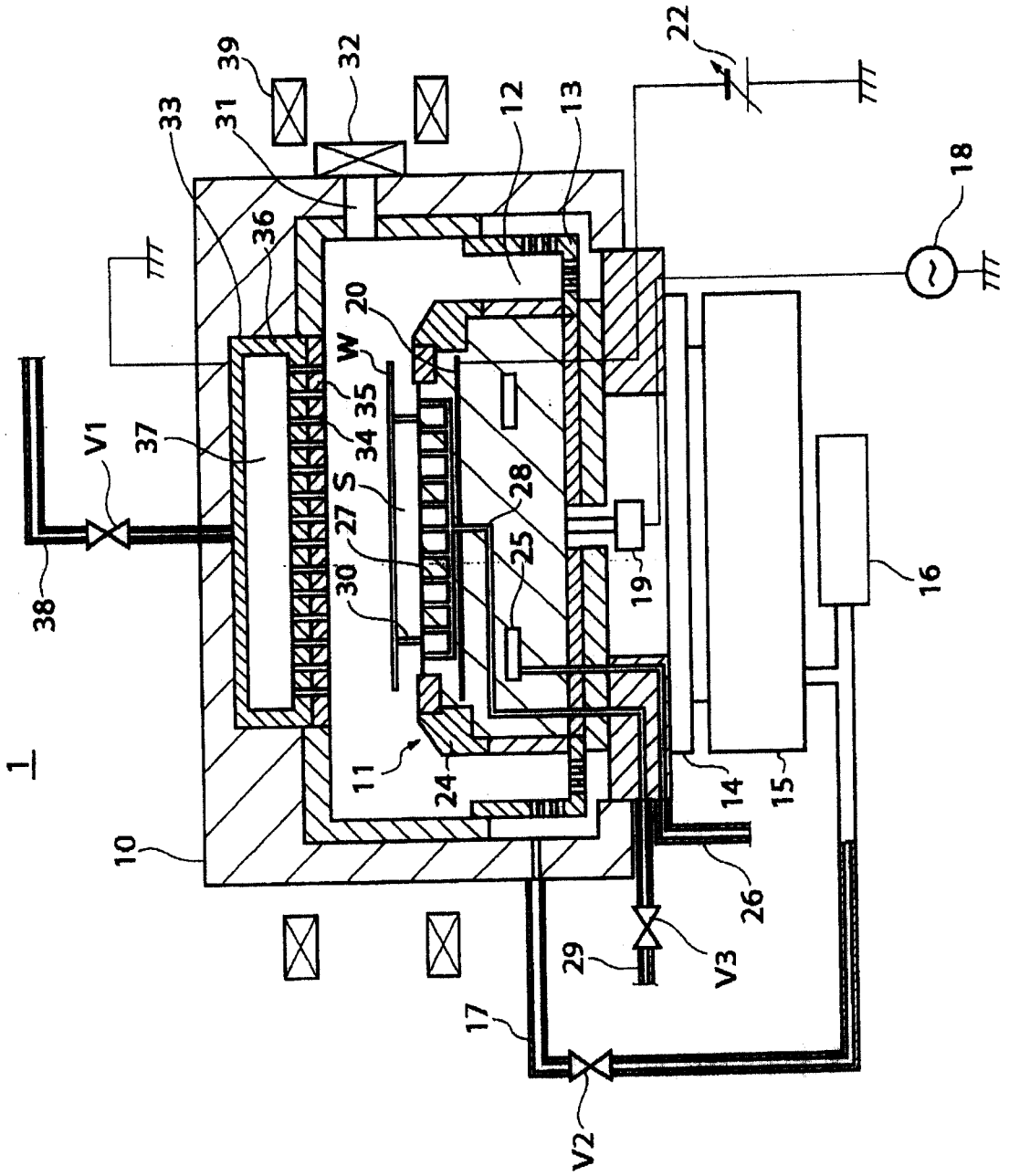

1
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
22
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
S
W
V1
V2
V3

图1

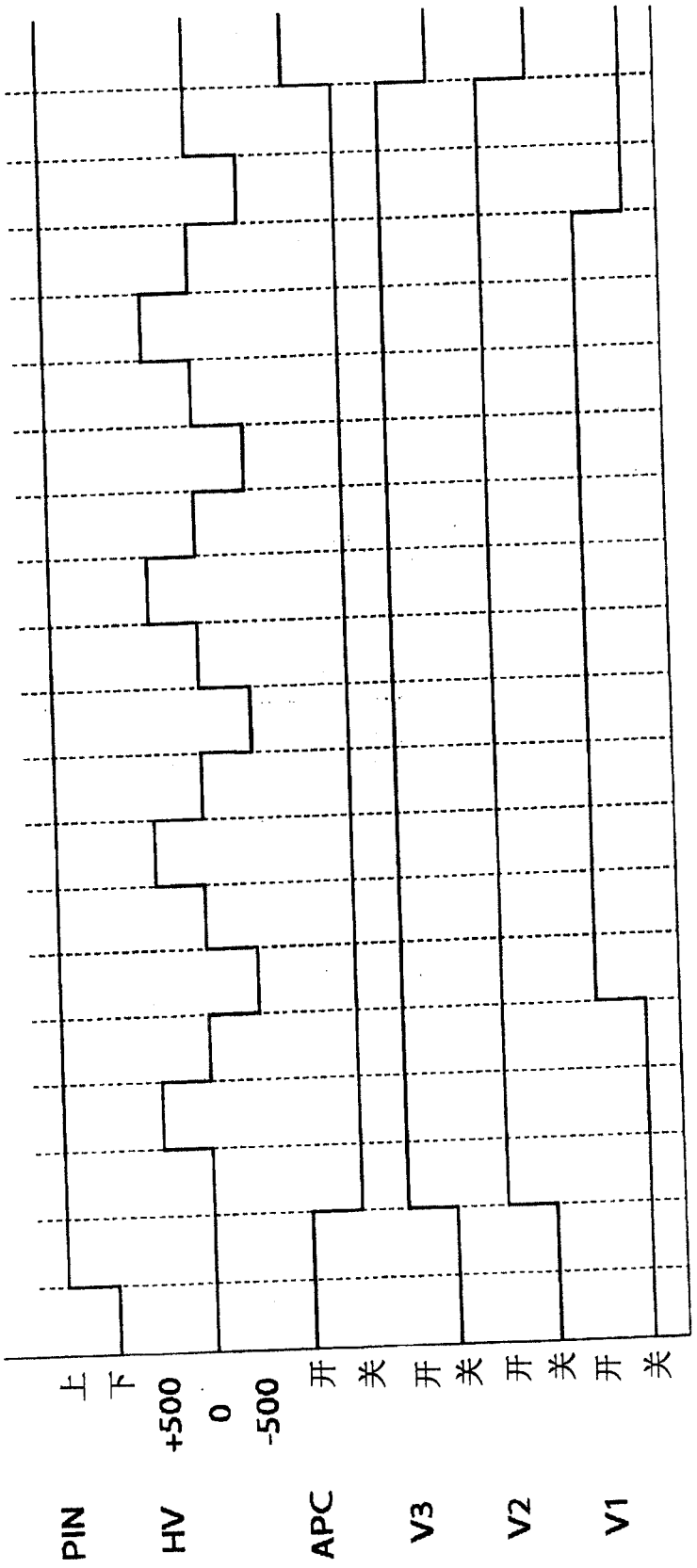


图2

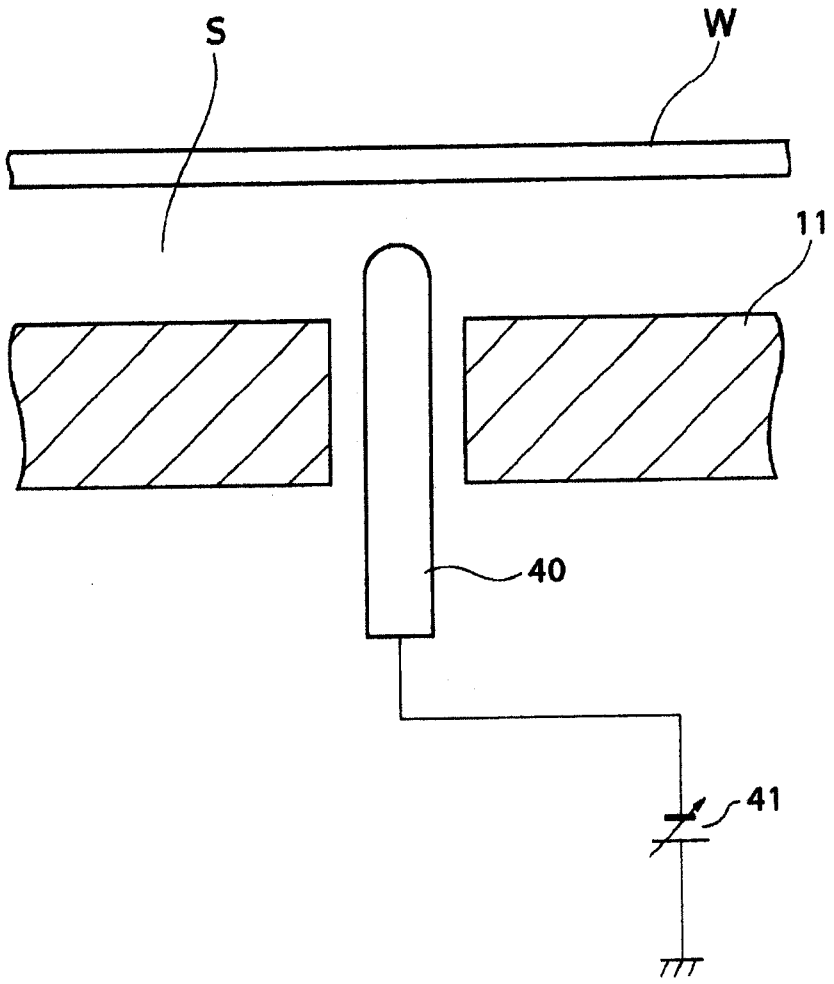


图3

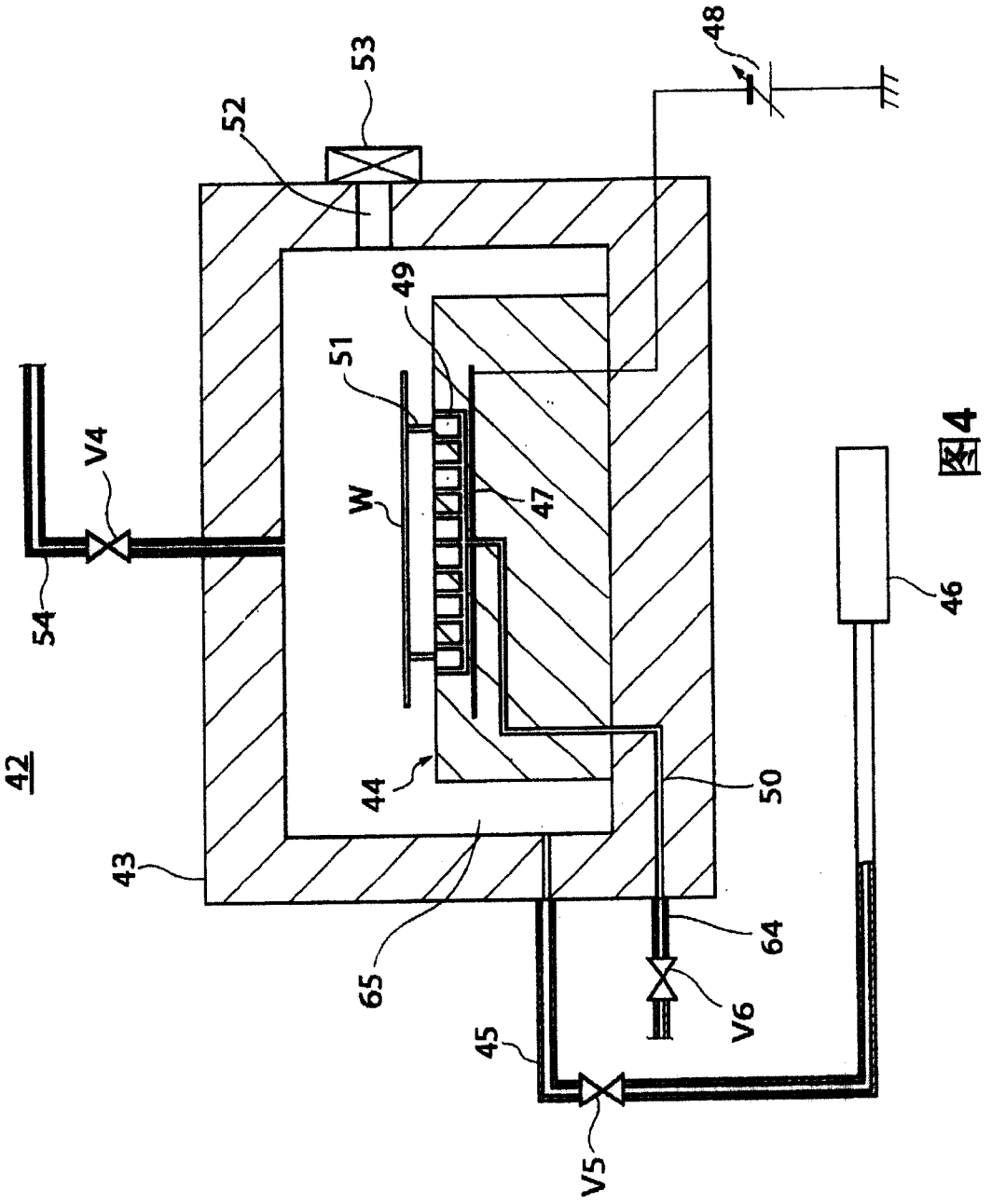


图4

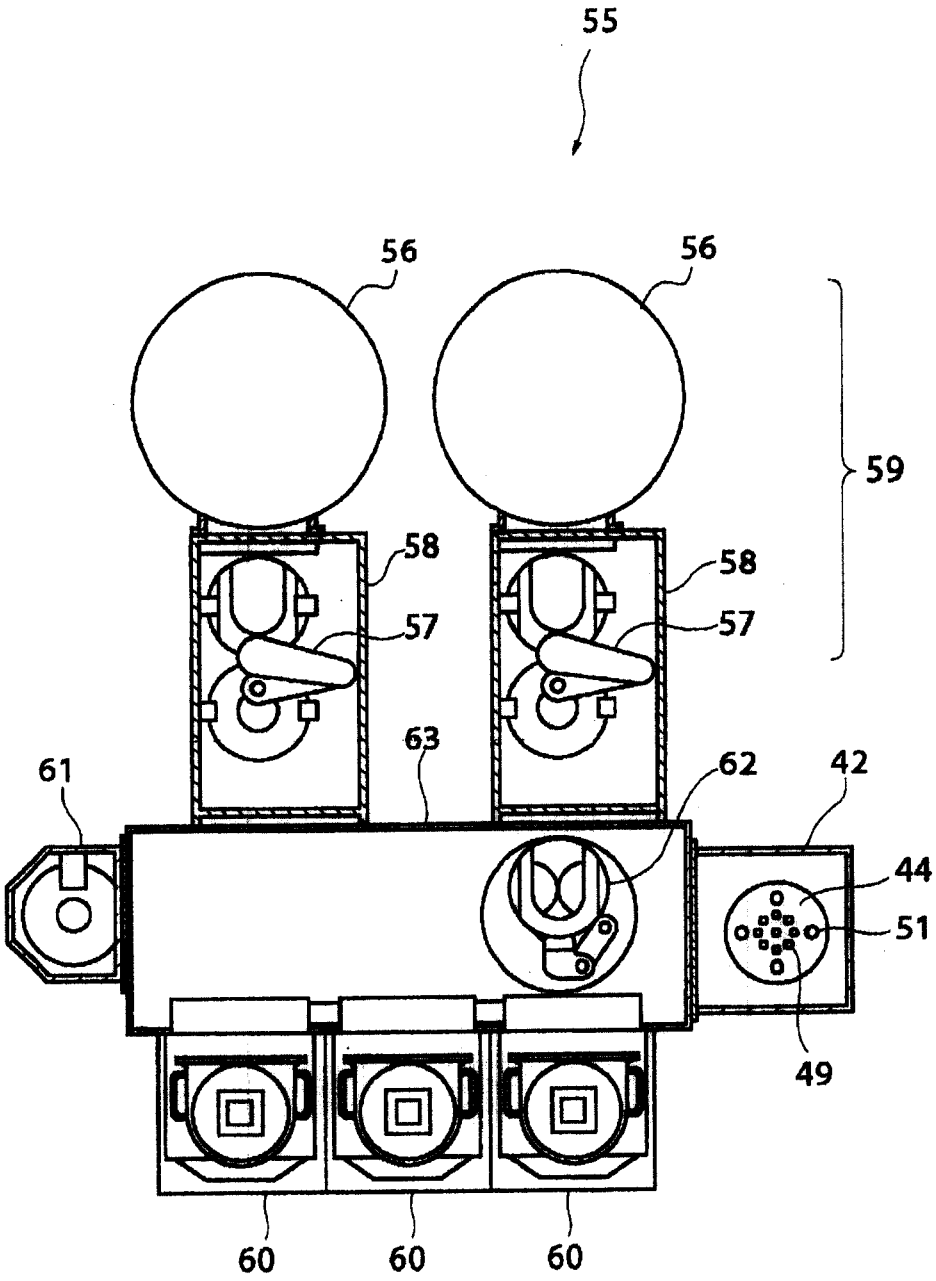
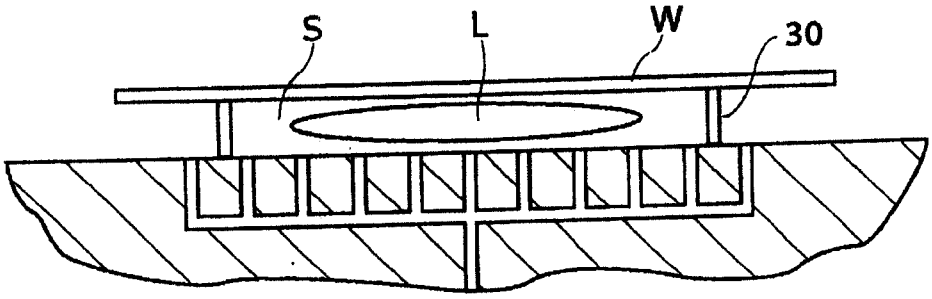
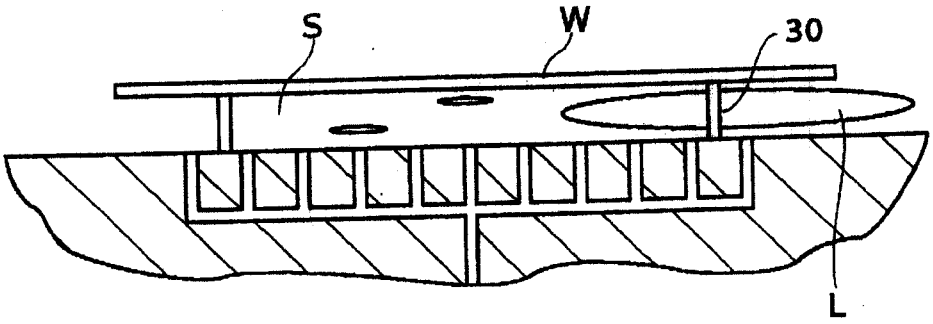


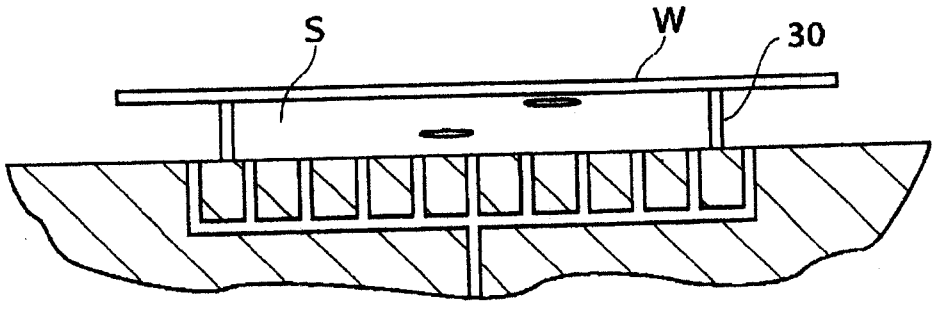
图5



(a)



(b)



(c)

图6

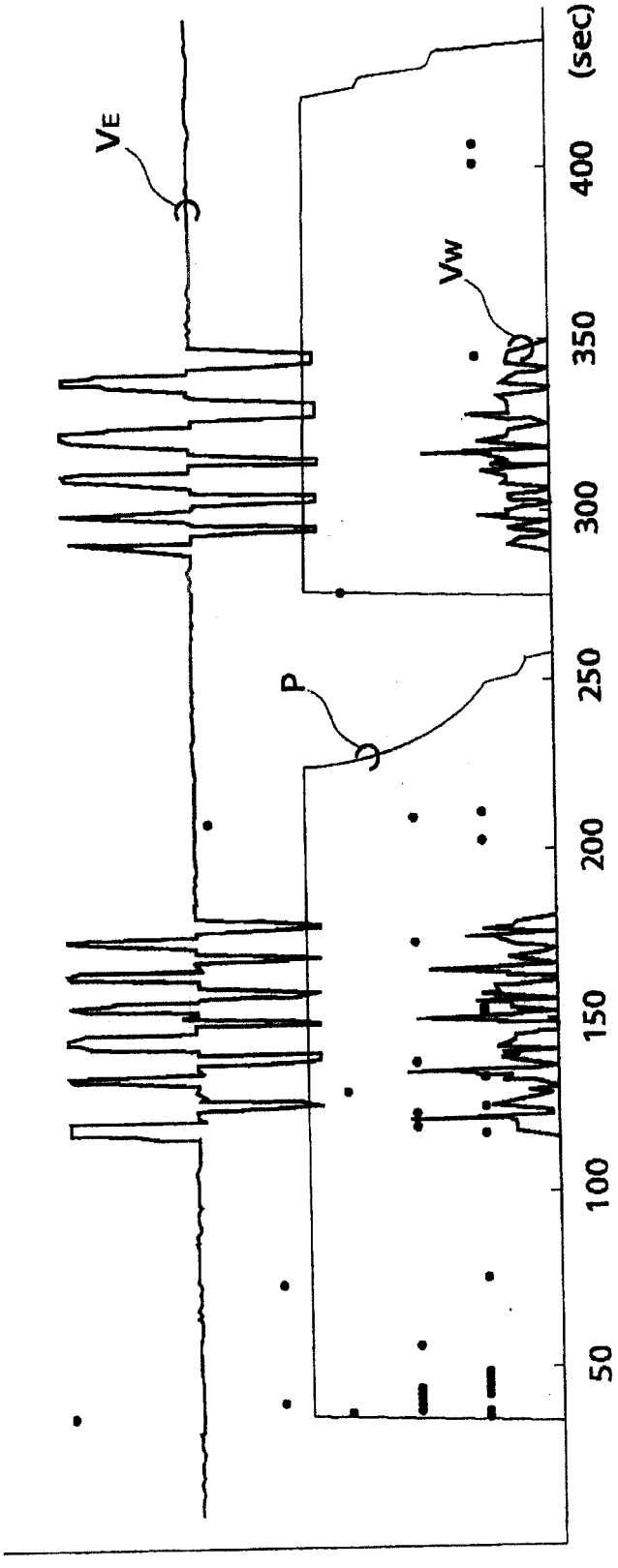


图7

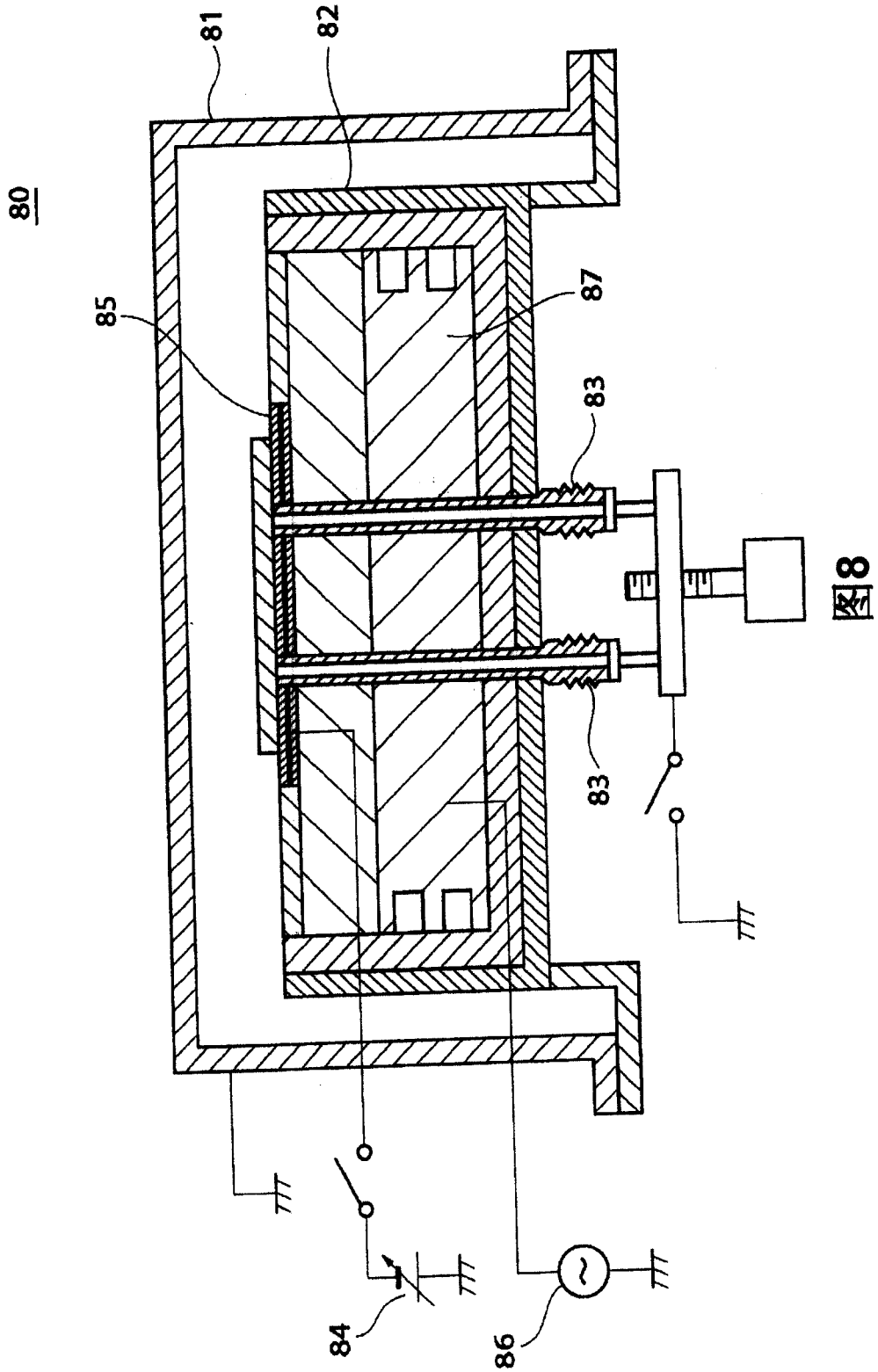


图8