(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112309903 B
(45)授权公告日 2024.09.06

(21)申请号 202010708287.9

(22)申请日 2020.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112309903 A

(43)申请公布日 2021.02.02

(30)优先权数据
2019-138966 2019.07.29 JP

(73)专利权人 株式会社斯库林集团
地址 日本京都府京都市上京区堀川通寺之内上4丁目天神北町1番地之1

(72)发明人 奥谷学 阿部博史 石津岳明

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
专利代理师 杨贝贝 臧建明

(51)Int.Cl.
H01L 21/67(2006.01)
F26B 5/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 105826219 A,2016.08.03
US 2019027383 A1,2019.01.24

审查员 蒋奉君

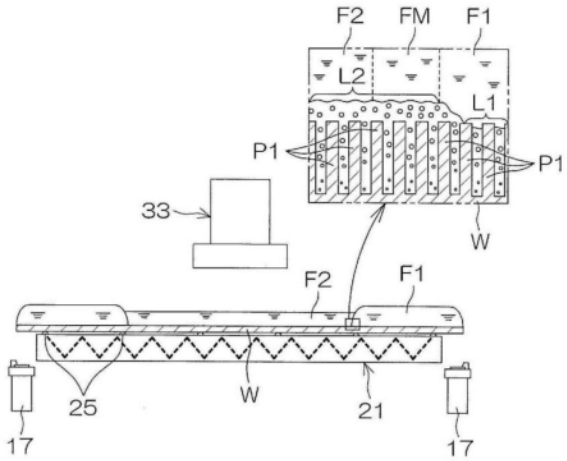
权利要求书2页 说明书19页 附图10页

(54)发明名称

基板处理方法及基板处理装置

(57)摘要

本发明提出一种基板处理方法及基板处理装置。在第二液体供给工序中,在基板的上表面形成第二液膜、及包围第二液膜的侧方的第一液膜。而且,在蒸汽层形成工序中,形成通过对基板进行加热而与基板的上表面接触的第二液体蒸发所成的第二蒸汽层,在所述第二蒸汽层上保持第二液膜。由于第二液膜中所含的第二液体的蒸汽压高,故可将浮起的第二液膜的下表面的高度位置保持得高。通过向浮起的第二液膜吹附气体,在第二液膜上形成孔,通过朝向基板的外周扩大所述孔,将第一液体及第二液体向基板外排除。



CN 112309903 B

1.一种基板处理方法,包括:

液膜形成工序,向水平保持的基板的上表面供给第一液体及具有较所述第一液体的蒸汽压更高的蒸汽压的第二液体,在所述基板的上表面形成包含所述第二液体的第二液膜、及包含所述第一液体且包围所述第二液膜的侧方的第一液膜;

蒸汽层形成工序,通过对所述基板进行加热,至少使与所述基板的上表面接触的所述第二液体蒸发,在所述第二液膜及包围所述第二液膜的侧方的所述第一液膜存在于所述基板的上表面的状态下,在所述第二液体与所述基板的上表面之间形成包含所述第二液体的蒸汽的第二蒸汽层,且将所述第二液膜保持在所述第二蒸汽层上;以及

气体吹附排除工序,在形成所述第二蒸汽层之后,向所述第二液膜吹附气体而部分排除所述第二液体,由此在所述第二液膜上开孔,进而朝向所述基板的外周扩大所述孔,使所述第二液膜在所述第二蒸汽层上移动,由此将所述第一液体及所述第二液体向所述基板外排除。

2.根据权利要求1所述的基板处理方法,其中所述第二液体的表面张力较所述第一液体的表面张力更低。

3.根据权利要求1或2所述的基板处理方法,其中所述液膜形成工序包括:

向所述基板的上表面供给所述第一液体的工序;以及

向所述基板的上表面供给所述第二液体,将所述基板的上表面上的所述第一液体中仅一部分所述第一液体置换为所述第二液体的工序。

4.根据权利要求1或2所述的基板处理方法,其中所述液膜形成工序包括:

自第一液体喷嘴朝向所述基板的上表面的外周部喷出所述第一液体的工序;以及

自与所述第一液体喷嘴不同的第二液体喷嘴朝向所述基板的上表面的中央部喷出所述第二液体的工序。

5.根据权利要求1或2所述的基板处理方法,其中所述第二液体的比重较所述第一液体的比重更大。

6.一种基板处理装置,包括:

基板保持单元,将基板保持为水平;

第一液体供给单元,向由所述基板保持单元保持的所述基板的上表面供给第一液体;

第二液体供给单元,向由所述基板保持单元保持的所述基板的上表面供给具有较所述第一液体的蒸汽压更高的蒸汽压的第二液体;

加热器,对由所述基板保持单元保持的所述基板进行加热;

气体吹附单元,向由所述基板保持单元保持的所述基板吹附气体;以及

控制装置,控制所述第一液体供给单元、所述第二液体供给单元、所述加热器及所述气体吹附单元,且

所述控制装置执行:

液膜形成工序,利用所述第一液体供给单元及所述第二液体供给单元向所述基板的上表面供给所述第一液体及所述第二液体,在所述基板的上表面形成包含所述第二液体的第二液膜、及包含所述第一液体且包围所述第二液膜的侧方的第一液膜;

蒸汽层形成工序,通过利用所述加热器对所述基板进行加热,至少使与所述基板的上表面接触的所述第二液体蒸发,在所述第二液膜及包围所述第二液膜的侧方的所述第一液

膜存在于所述基板的上表面的状态下,在所述第二液体与所述基板的上表面之间形成包含所述第二液体的蒸汽的第二蒸汽层,且将所述第二液膜保持在所述第二蒸汽层上;以及

气体吹附排除工序,在形成所述第二蒸汽层之后,利用所述气体吹附单元向所述第二液膜吹附气体而部分排除所述第二液体,由此在所述第二液膜上开孔,进而朝向所述基板的外周扩大所述孔,使所述第二液膜在所述第二蒸汽层上移动,由此将所述第一液膜中所含的第一液体及所述第二液膜中所含的第二液体向所述基板外排除。

基板处理方法及基板处理装置

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请主张基于2019年7月29日提出的日本专利申请2019-138966号的优先权,所述申请的全部内容通过引用而组入至本说明书中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种基板处理方法及基板处理装置。作为处理对象的基板的例子中包括半导体晶片、液晶显示装置或有机电致发光(Electroluminescence,EL)显示装置等平板显示器(Flat Panel Display,FPD)用基板、光盘用基板、磁盘用基板、磁性光盘用基板、光掩模用基板、陶瓷基板、太阳电池用基板等。

背景技术

[0004] 在半导体装置或FPD等的制造工序中,对半导体晶片或FPD用玻璃基板等基板进行根据需要的处理。

[0005] 自以前以来提出抑制图案倒塌的同时使基板干燥的各种方法。关于US 2017/282210 A1中记载的方法,在利用淋洗液进行淋洗处理后,将水平保持的基板上的淋洗液置换为有机溶剂,形成覆盖基板的上表面的整个区域的有机溶剂的液膜。然后,使加热器接近水平保持的基板的下表面而对基板进行加热。由此,与基板接触的有机溶剂蒸发而在基板的上表面上形成蒸汽层,在所述蒸汽层上保持有机溶剂的液膜。在此状态下,向有机溶剂的液膜吹附气体,自有机溶剂的液膜部分排除有机溶剂,由此在有机溶剂的液膜上开孔。由此,在基板的上表面内形成气液界面。然后,通过扩大所述孔,有机溶剂的液膜在蒸汽层上移动,气液界面朝向基板的外周移动。通过气液界面到达基板的外周端,抑制图案倒塌的同时使基板的上表面干燥。

发明内容

[0006] 关于US 2017/282210 A1中记载的干燥方法,若图案高度(凸状图案的高度)较形成于基板上的蒸汽层的厚度更大,则如图11A所示,蒸汽层上的有机溶剂的液膜有可能与图案的上部接触。在此种状态下,若执行US 2017/282210 A1中记载的干燥方法,则有发生图案倒塌的担忧。

[0007] 具体而言,在图11A所示的状态下,向浮起的有机溶剂的液膜吹附气体,由此在有机溶剂的液膜形成孔。继而,孔扩大。当形成孔时或扩大孔时,与图案接触的有机溶剂的表面张力施加至图案的上部,如图11B所示,有图案在气液界面或其内侧倒塌的担忧。

[0008] 因此,所述发明的目的之一在于提供一种可在抑制图案倒塌的同时使基板干燥的基板处理方法及基板处理装置。

[0009] 所述发明的一实施方式提供一种基板处理方法,其包括:液膜形成工序,向水平保持的基板的上表面供给第一液体及具有较所述第一液体的蒸汽压更高的蒸汽压的第二液体,在所述基板的上表面形成包含所述第二液体的第二液膜、及包含所述第一液体且包围

所述第二液膜的侧方的第一液膜;蒸汽层形成工序,通过对所述基板进行加热,至少使与所述基板的上表面接触的所述第二液体蒸发,在所述第二液体与所述基板的上表面之间形成包含所述第二液体的蒸汽的第二蒸汽层,且将所述第二液膜保持在所述第二蒸汽层上;以及气体吹附排除工序,在形成所述第二蒸汽层之后,向所述第二液膜吹附气体而部分排除所述第二液体,由此在所述第二液膜上开孔,进而朝向所述基板的外周扩大所述孔,使所述第二液膜在所述第二蒸汽层上移动,由此将所述第一液体及所述第二液体向所述基板外排除。

[0010] 根据所述方法,在第二液体供给工序中,在基板的上表面形成第二液膜、及包围第二液膜的侧方的环状的第一液膜。而且,在蒸汽层形成工序中,形成通过对基板进行加热而与基板的上表面接触的第二液体蒸发所成的第二蒸汽层,在所述第二蒸汽层上保持第二液膜。即,第二液膜以自基板的上表面浮起的状态得到保持。由于第二液膜中所含的第二液体的蒸汽压高,故第二蒸汽层的膜厚大。因此,可将浮起的第二液膜的下表面的高度位置保持得高。因而,能够将第二液膜的下表面配置于较图案的上端更靠上方。

[0011] 通过向浮起的第二液膜吹附气体,在第二液膜上形成孔。由此,形成孔的外缘、即气液界面。然后,通过朝向基板的外周扩大所述孔,使第二液膜在浮起的状态下移动,向基板外排除。由于作用于基板上的第二液膜的摩擦阻力小至可视为零,故可利用通过气体的流动产生的按压力这一小的力,自基板排除第二液膜。

[0012] 在扩大孔的期间,第二液膜在维持第二液膜的侧方被第一液膜包围的状态的同时移动。因此,气液界面持续设置于第二液膜上。另外,浮起的第二液膜的下表面的高度位置通过第二蒸汽层而保持得高,因此,在扩大孔的期间中能够将设置于第二液膜的气液界面持续配置于较图案的上端更靠上方。因而,在扩大孔的整个期间,能够阻止图案在气液界面与第二液体接触。在所述情况下,在扩大孔的整个期间,可阻止第二液体的表面张力在所述气液界面上作用于图案的上部。由此,可在抑制图案倒塌的同时使基板干燥。

[0013] 在所述发明的一实施方式中,所述第二液体的表面张力较所述第一液体的表面张力更低。

[0014] 根据所述方法,第二液体的表面张力较第一液体的表面张力更低。即,包围第二液膜的侧方的环状的第一液膜中所含的第一液体的表面张力高。通过由第一液膜包围第二液膜的侧方,第二液体自基板上的流出被第一液膜阻挡。在将第一液膜及第二液膜合并后的液膜整体中,利用液膜的外周部中所含的液体的表面张力来保持液膜的形态。由于液膜整体的外周部包括表面张力高的第一液体,故在将第一液膜及第二液膜合并后的液膜整体中可保持液膜的形态。

[0015] 若在不设置第一液膜而仅由第二液膜构成基板上的液膜的情况下,由于第二液体的表面张力低,故无法确保可形成具有充分厚度的蒸汽层的充分的加热时间,其结果,可能无法使基板上的液膜良好地浮起。

[0016] 相对于此,如所述方法般通过由第一液膜包围第二液膜的侧方,可使第二液膜的膜厚充分变厚。由于第二液膜的膜厚充分厚,故可于不在第二液膜上形成意想不到的裂纹或孔的情况下,花费充分的时间对第二液膜进行加热,由此可使蒸汽层的厚度充分变厚。因此可使第二液膜良好地浮起。

[0017] 另外,根据图案的高度的不同,也设想图案的上端位于与浮起的第二液膜的下表

面同等的高度位置，或者较所述下表面更靠上方的情况。在所述情况下，在扩大孔的期间中，在气液界面图案与第二液体持续接触，在所述气液界面，第二液体的表面张力作用于图案的上部。然而，由于第二液体的表面张力低，故作用于图案的表面张力低。由此能够抑制图案的倒塌。因而，即便在图案与浮起的第二液膜接触的情况下，也可在抑制图案倒塌的同时使基板干燥。

[0018] 在所述发明的一实施方式中，所述液膜形成工序包括：向所述基板的上表面供给所述第一液体的工序；以及向所述基板的上表面供给所述第二液体，将所述基板的上表面上的所述第一液体中仅一部分所述第一液体置换为所述第二液体的工序。

[0019] 根据所述方法，仅将基板的上表面上的一部分第一液体置换为第二液体。由此，环状的第一液膜至少残留在基板的上表面的外周部，第二液体积存在第一液膜的内侧。由此，可比较容易地在基板的上表面形成第二液膜、及包围第二液膜的侧方的第一液膜。

[0020] 在所述发明的一实施方式中，所述液膜形成工序包括：自第一液体喷嘴朝向所述基板的上表面的外周部喷出所述第一液体的工序；以及自与所述第一液体喷嘴不同的第二液体喷嘴朝向所述基板的上表面的中央部喷出所述第二液体的工序。

[0021] 根据所述方法，可通过自相互不同的喷嘴的溶液喷出来实现用于形成第一液膜的第一液体的供给、以及用于形成第二液膜的第二液体的供给。由此，可比较容易地在基板的上表面形成第二液膜及包围第二液膜的侧方的第一液膜。

[0022] 在所述发明的一实施方式中，所述第二液体的比重较所述第一液体的比重更大。

[0023] 根据所述方法，由于第二液体的比重大，故在第一液体与第二液体的界面，由于比重差而第二液体进入第一液体与基板之间。位于图案间槽深处的液体也可利用第二液体进行置换。由此，可利用第二液体良好地置换位于图案之间的液体。

[0024] 所述发明的另一实施方式提供一种基板处理装置，其包括：基板保持单元，将基板保持为水平；第一液体供给单元，向由所述基板保持单元保持的所述基板的上表面供给第一液体；第二液体供给单元，向由所述基板保持单元保持的所述基板的上表面供给具有较所述第一液体的蒸汽压更高的蒸汽压的第二液体；加热器，对由所述基板保持单元保持的所述基板进行加热；气体吹附单元，向由所述基板保持单元保持的所述基板吹附气体；以及控制装置，控制所述第一液体供给单元、所述第二液体供给单元、所述加热器及所述气体吹附单元，且所述控制装置执行：液膜形成工序，利用所述第一液体供给单元及所述第二液体供给单元向所述基板的上表面供给所述第一液体及所述第二液体，在所述基板的上表面形成包含所述第二液体的第二液膜、及包含所述第一液体且包围所述第二液膜的侧方的第一液膜；蒸汽层形成工序，通过利用所述加热器对所述基板进行加热，至少使与所述基板的上表面接触的所述第二液体蒸发，在所述第二液体与所述基板的上表面之间形成第二蒸汽层，且将所述第二液膜保持在所述第二蒸汽层上；以及气体吹附排除工序，在形成所述第二蒸汽层之后，利用所述气体吹附单元向所述第二液膜吹附气体而部分排除所述第二液体，由此在所述第二液膜上开孔，进而朝向基板的外周扩大所述孔，使所述第二液膜在所述第二蒸汽层上移动，由此将所述第一液膜中所含的第一液体及所述第二液膜中所含的第二液体向所述基板外排除。

[0025] 根据所述构成，在第二液体供给工序中，在基板的上表面形成第二液膜、及包围第二液膜的侧方的环状的第一液膜。而且，在蒸汽层形成工序中，形成通过对基板进行加热而

与基板的上表面接触的第二液体蒸发所成的第二蒸汽层,在所述第二蒸汽层上保持第二液膜。即,第二液膜以自基板的上表面浮起的状态得到保持。由于第二液膜中所含的第二液体的蒸汽压高,故第二蒸汽层的膜厚大。因此,可将浮起的第二液膜的下表面的高度位置保持得高。因而,能够将第二液膜的下表面配置于较图案的上端更靠上方。

[0026] 通过向浮起的第二液膜吹附气体,在第二液膜上形成孔。由此,形成孔的外缘、即气液界面。然后,通过朝向基板的外周扩大所述孔,使第二液膜在浮起的状态下移动,向基板外排除。由于作用于基板上的第二液膜的摩擦阻力小至可视为零,故可利用通过气体的流动产生的按压力这一小的力,自基板排除第二液膜。

[0027] 在扩大孔的期间,第二液膜在维持第二液膜的侧方被第一液膜包围的状态的同时移动。因此,气液界面持续设置于第二液膜上。另外,浮起的第二液膜的下表面的高度位置通过第二蒸汽层而保持得高,因此,在扩大孔的期间中能够将设置于第二液膜的气液界面持续配置于较图案的上端更靠上方。因而,在扩大孔的整个期间,能够阻止图案在气液界面与第二液体接触。在所述情况下,在扩大孔的整个期间,可阻止第二液体的表面张力在所述气液界面上作用于图案的上部。由此,可在抑制图案倒塌的同时使基板干燥。

[0028] 本发明中的所述或又一目的、特征及效果是参照附图并通过以下叙述的实施方式的说明而明确。

附图说明

[0029] 图1A是自上方观察所述发明的一实施方式的基板处理装置的示意图。

[0030] 图1B是自侧方观察所述基板处理装置的示意图。

[0031] 图2是水平观察所述基板处理装置所包括的处理单元的内部的示意图。

[0032] 图3是自上方观察图2所示的旋转卡盘及热板的示意图。

[0033] 图4是表示图1A所示的控制装置的硬件的框图。

[0034] 图5是将利用所述基板处理装置进行处理的基板的表面放大表示的剖面图。

[0035] 图6是用于说明利用所述基板处理装置进行的基板处理例的流程图。

[0036] 图7A是表示进行所述基板处理例时的基板的状态的示意图。

[0037] 图7B是表示图7A的下一状态的示意图。

[0038] 图7C是表示图7B的下一状态的示意图。

[0039] 图7D是表示图7C的下一状态的示意图。

[0040] 图7E是表示图7D的下一状态的示意图。

[0041] 图7F是表示图7E的下一状态的示意图。

[0042] 图8A是自上方观察图7B所示的状态的基板的示意图。

[0043] 图8B是自上方观察图7D所示的状态的基板的示意图。

[0044] 图8C是自上方观察图7E所示的状态的基板的示意图。

[0045] 图8D是自上方观察图7F所示的状态的基板的示意图。

[0046] 图9是用于说明第一变形例的示意图。

[0047] 图10是用于说明第二变形例的示意图。

[0048] 图11A是表示图案倒塌的机理的示意图。

[0049] 图11B是表示图案倒塌的机理的示意图。

[0050] 1:基板处理装置

[0051] 2:处理单元

[0052] 3:控制装置

[0053] 3a:计算机本体

[0054] 3b:CPU

[0055] 3c:主存储装置

[0056] 3d:周边装置

[0057] 3e:辅助存储装置

[0058] 3f:读取装置

[0059] 3g:通信装置

[0060] 4:腔室

[0061] 5:旋转卡盘(基板保持单元)

[0062] 6:加热器

[0063] 7:处理杯体

[0064] 11:隔壁

[0065] 11a:送风口

[0066] 11b:搬入搬出口

[0067] 12:挡板13:风机过滤单元(FFU)

[0068] 14:排气管

[0069] 15:排气阀

[0070] 16:旋转基座

[0071] 16u:上表面

[0072] 17:卡盘销

[0073] 18:旋转轴

[0074] 19:旋转马达

[0075] 20:卡盘销驱动单元

[0076] 21:热板

[0077] 22:发热体

[0078] 23:外壳

[0079] 24:基座部

[0080] 25:突出部

[0081] 26:支撑轴

[0082] 27:板升降单元

[0083] 31:化学液喷嘴

[0084] 32:淋洗液喷嘴

[0085] 33:上表面喷嘴

[0086] 34:化学液配管

[0087] 35:化学液阀

[0088] 36:喷嘴移动单元

[0089] 37:淋洗液配管

[0090] 38:淋洗液阀

[0091] 39:喷嘴移动单元

[0092] 40:第一液体喷嘴

[0093] 41:第二液体喷嘴

[0094] 42:气体喷嘴

[0095] 40a、41a、42a:喷出口

[0096] 43:喷嘴本体

[0097] 43a:凸缘部

[0098] 44:第一液体配管

[0099] 45:第一液体阀

[0100] 46:第二液体配管

[0101] 47:第二液体阀

[0102] 48:气体配管

[0103] 49:气体阀

[0104] 50:流量调整阀

[0105] 51:喷嘴移动单元

[0106] 52:外壁构件

[0107] 53:杯体

[0108] 54:防护部

[0109] 54u:上端

[0110] 55:圆筒部

[0111] 56:顶部

[0112] 57:防护部升降单元

[0113] 96:气体喷出口

[0114] 97:气体配管

[0115] 98:气体阀

[0116] 101:第一液体喷嘴

[0117] 102:第二液体喷嘴

[0118] A1:旋转轴线

[0119] CA:载体

[0120] CR:中央机器人

[0121] F1:第一液膜

[0122] F2:第二液膜

[0123] F3:第三液膜

[0124] FM:混合液的液膜

[0125] H1、H2:手

[0126] H:孔

[0127] HC:主计算机

[0128] IF:气液界面

[0129] IR:装卸机器人

[0130] L1:第一蒸汽层

[0131] L2:第二蒸汽层

[0132] LP:装载口

[0133] P:程序

[0134] P1:图案

[0135] RM:可移动介质

[0136] S:结构体

[0137] S1～S13:工序

[0138] T:高度

[0139] TW:塔

[0140] W:基板

[0141] W1:线宽

[0142] W2:间隙

[0143] Wa:表面

具体实施方式

[0144] 图1A是自上方观察所述发明的一实施方式的基板处理装置1的示意图。图1B是自侧方观察基板处理装置1的示意图。

[0145] 如图1A所示,基板处理装置1是对半导体晶片等圆板状的基板W一张一张进行处理的单片式装置。基板处理装置1包括:装载口LP,保持收纳基板W的载体CA;多个处理单元2,利用处理液或处理气体等处理流体对自装载口LP上的载体CA搬送的基板W进行处理;搬送机器人,在装载口LP上的载体CA与处理单元2之间搬送基板W;以及控制装置3,控制基板处理装置1。

[0146] 搬送机器人包括:装卸机器人IR,相对于装载口LP上的载体CA进行基板W的搬入及搬出;以及中央机器人CR,相对于多个处理单元2进行基板W的搬入及搬出。装卸机器人IR在装载口LP与中央机器人CR之间搬送基板W,中央机器人CR在装卸机器人IR与处理单元2之间搬送基板W。中央机器人CR包括支撑基板W的手H1,装卸机器人IR包括支撑基板W的手H2。

[0147] 多个处理单元2形成在俯视时绕中央机器人CR配置的多个塔TW。图1A示出形成有四个塔TW的例子。中央机器人CR也能够进入任一塔TW。如图1B所示,各塔TW包括上下层叠的多个(例如三个)处理单元2。

[0148] 图2是水平观察基板处理装置1所包括的处理单元2的内部的示意图。图3是自上方观察旋转卡盘5及热板21的示意图。

[0149] 如图2所示,处理单元2是向基板W供给处理液的湿式处理单元。处理单元2包括:腔室4,具有内部空间且为箱型;旋转卡盘(基板保持单元)5,在腔室4内将一张基板W保持为水平的同时绕通过基板W的中央部的垂直的旋转轴线A1旋转;多个喷嘴,朝向由旋转卡盘5保持的基板W喷出处理流体(处理液及处理气体);加热器6,用于自下方对基板W进行加热;以及处理杯体7,绕旋转轴线A1包围旋转卡盘5且为筒状。

[0150] 如图2所示,腔室4包括:隔壁11,设置有供基板W通过的搬入搬出口11b且为箱型;以及挡板12,开闭搬入搬出口11b。风机过滤单元FFU 13配置在设置于隔壁11的上部的送风口11a上。FFU 13始终将清洁空气(经过滤器过滤的空气)自送风口11a供给至腔室4的内部。腔室4内的气体通过与处理杯体7的底部连接的排气管14自腔室4排除。由此,在腔室4的内部始终形成清洁空气的下降气流。排除至排气管14内的排气的流量根据配置在排气管14内的排气阀15的开度而加以变更。

[0151] 如图2所示,旋转卡盘5包括:旋转基座16,以水平姿势保持且为圆板状;多个卡盘销17,在旋转基座16的上方以水平姿势保持基板W;旋转轴18,自旋转基座16的中央部沿着旋转轴线A1向垂直下方延伸;以及旋转马达19,通过使旋转轴18旋转而使旋转基座16及多个卡盘销17旋转。多个卡盘销17在周向上空开间隔而配置在旋转基座16的上表面16u的外周部。多个卡盘销17能够在与基板W的周端接触而握持基板W的关闭状态和自基板W的周端退避的打开状态之间开闭。多个卡盘销17在打开状态下与基板W的外周部的下表面接触,自下方支撑基板W。

[0152] 如图2所示,在卡盘销17上结合有用于开闭驱动卡盘销17的卡盘销驱动单元20。卡盘销驱动单元20例如包括:连杆机构,收纳于旋转基座16的内部;以及驱动源,配置在旋转基座16外部。驱动源例如包括滚珠丝杠机构与对其赋予驱动力的电动马达。卡盘销驱动单元20的具体的构成例记载于日本专利特开2008-034553号公报等中。

[0153] 如图2及图3所示,加热器6包括配置在基板W与旋转基座16之间的热板21。热板21包括:发热体22,通过通电产生焦耳热;以及外壳23,收纳发热体22。发热体22及外壳23配置在基板W的下方。发热体22连接于对发热体22供给电力的配线(未图示)。发热体22的温度通过控制装置3而变更。热板21的中心线配置在基板W的旋转轴线A1上。即便旋转卡盘5旋转,热板21也不旋转。

[0154] 如图3所示,热板21的外壳23包括:配置在基板W的下方的圆板状的基座部24、以及自基座部24的上表面向上方突出的多个半球状的突出部25。基座部24的上表面与基板W的下表面平行(即水平),具有较基板W的直径更小的外径。多个突出部25在自基座部24的上表面向上方远离的位置与基板W的下表面接触。多个突出部25配置在基座部24的上表面内的多个位置,以使得基板W受到水平支撑。基板W在基板W的下表面自基座部24的上表面向上方离开微小间隔(例如逗点数mm)的状态下受到水平支撑。

[0155] 当控制装置3使发热体22发热时,热板21的上表面(即,外壳23的上表面)均匀地升温至规定的加热温度为止。由此,可自下方均匀地对基板W进行加热。

[0156] 如图2所示,热板21通过自热板21的中央部向下方延伸的支撑轴26而受到水平支撑。热板21相对于旋转基座16而能够上下移动。热板21经由支撑轴26而与板升降单元27连接。板升降单元27使热板21在上侧位置(图7C所示的位置)与下侧位置(图2所示的位置)之间垂直地升降。

[0157] 如图2所示,多个喷嘴包括:化学液喷嘴31,朝向基板W的上表面喷出化学液;淋洗液喷嘴32,朝向基板W的上表面喷出淋洗液;以及上表面喷嘴33,朝向基板W的上表面选择性地喷出第一液体、第二液体及气体。

[0158] 化学液喷嘴31可为在腔室4内能够水平移动的扫描喷嘴,也可为固定于腔室4的隔壁11的固定喷嘴。对于淋洗液喷嘴32及上表面喷嘴33也相同。在图2中示出如下例子:化学

液喷嘴31、淋洗液喷嘴32及上表面喷嘴33为扫描喷嘴,并设置有与这些三个喷嘴分别对应的三个喷嘴移动单元。

[0159] 化学液喷嘴31与向化学液喷嘴31引导化学液的化学液配管34连接。当打开安装在化学液配管34上的化学液阀35时,自化学液喷嘴31的喷出口向下方连续喷出化学液。自化学液喷嘴31喷出的化学液可为包含硫酸、硝酸、盐酸、氢氟酸、磷酸、乙酸、氨水、过氧化氢水、有机酸(例如柠檬酸、草酸等)、有机碱(例如TMAH(tetramethylammonium hydroxide):氢氧化四甲基铵等)、表面活性剂、及防腐蚀剂中的至少一种的溶液,也可为所述以外的液体。

[0160] 虽未图示,但化学液阀35包括:阀体,设置有供化学液通过的环状阀座;阀主体,相对于阀座而能够移动;以及致动器,使阀主体在阀主体与阀座接触的关闭位置和阀主体离开阀座的打开位置之间移动。对于其他阀也相同。致动器可为气动致动器或电动致动器,也可为这些以外的致动器。控制装置3通过控制致动器,开闭化学液阀35。

[0161] 化学液喷嘴31与喷嘴移动单元36结合,所述喷嘴移动单元36使化学液喷嘴31在垂直方向及水平方向中的至少一个方向上移动。喷嘴移动单元36使化学液喷嘴31在向基板W的上表面供给自化学液喷嘴31喷出的化学液的处理位置、与化学液喷嘴31俯视时位于处理杯体7周围的待机位置之间水平移动。喷嘴移动单元36包括滚珠丝杠、马达等。对于其他喷嘴移动单元也相同。

[0162] 淋洗液喷嘴32与向淋洗液喷嘴32引导淋洗液的淋洗液配管37连接。当打开安装在淋洗液配管37上的淋洗液阀38时,自淋洗液喷嘴32的喷出口向下方连续喷出淋洗液。自淋洗液喷嘴32喷出的淋洗液例如为纯水(去离子水:DIW(Deionized Water))。淋洗液可为碳酸水、电解离子水、氢水、臭氧水、稀释浓度(例如1ppm～100ppm左右)的盐酸水、以及稀释浓度(例如1ppm～100ppm左右)的氨水中的任一种。

[0163] 淋洗液喷嘴32与喷嘴移动单元39结合,所述喷嘴移动单元39使淋洗液喷嘴32在垂直方向及水平方向中的至少一个方向上移动。喷嘴移动单元39使淋洗液喷嘴32在向基板W的上表面供给自淋洗液喷嘴32喷出的淋洗液的处理位置、与淋洗液喷嘴32俯视时位于处理杯体7周围的待机位置之间水平移动。

[0164] 上表面喷嘴33包括:在下端具有凸缘部43a的圆筒状的喷嘴本体43、以及在喷嘴本体43的内部沿着旋转轴线A1上下延伸的三个流体喷嘴。三个流体喷嘴包括第一液体喷嘴40、第二液体喷嘴41、以及气体喷嘴42。即,上表面喷嘴33具有作为喷出液体的液体喷嘴的功能、与作为喷出气体的气体喷嘴的功能双方。

[0165] 第一液体喷嘴40与向第一液体喷嘴40引导第一液体的第一液体配管44连接。当打开安装在第一液体配管44上的第一液体阀45时,自第一液体喷嘴40的喷出口40a向下方连续喷出第一液体。由第一液体喷嘴40、第一液体配管44及第一液体阀45构成用于向保持在旋转卡盘5上的基板W的上表面供给第一液体的第一液体供给单元。

[0166] 第二液体喷嘴41与向第二液体喷嘴41引导第二液体的第二液体配管46连接。当打开安装在第二液体配管46上的第二液体阀47时,自第二液体喷嘴41的喷出口41a向下方连续喷出第二液体。由第二液体喷嘴41、第二液体配管46及第二液体阀47构成用于向保持在旋转卡盘5上的基板W的上表面供给第二液体的第二液体供给单元。

[0167] 第二液体的蒸汽压较第一液体的蒸汽压更高。第二液体的表面张力较第一液体的

表面张力更低。第二液体的比重较第一液体的比重更大。第一液体的表面张力可较水的表面张力更低。第二液体的沸点可较水的沸点更低。同样地,第一液体的沸点可较水的沸点更低。

[0168] 以下,对第一液体为IPA(大气压及室温下的蒸汽压:4.4KPa、室温下的表面张力:0.021N/m、比重:0.79)的液体(也简称为IPA)、第二液体为HFE的液体的例子进行说明。

[0169] 作为HFE,例如可使用住友3M股份有限公司制造的商品名诺维克(Novec)(注册商标)系列的HFE。具体而言,作为HFE,例如可例示诺维克(Novec)7100/7100DL(化学式:$C_4F_9OCH_3$)、诺维克(Novec)7200(化学式:$C_4F_9OC_2H_5$)、诺维克(Novec)7300(化学式:$C_6F_{13}OCH_3$)、HFE71IPA(氢氟醚共沸状混合物)、诺维克(Novec)(注册商标)7000等。所例示的HFE中任一者的蒸汽压较IPA均高,表面张力较IPA均低。所例示的HFE中任一者的比重较IPA或水均大。

[0170] 气体喷嘴42与向气体喷嘴42引导气体的气体配管48连接。当打开安装在气体配管48上的气体阀49时,以与变更气体的流量的流量调整阀50的开度对应的流量,自气体喷嘴42的喷出口42a向下方连续喷出气体。自气体喷嘴42喷出的气体为氮气等惰性气体。惰性气体也可为氦气或氩气等氮气以外的气体。由气体喷嘴42、气体配管48、气体阀49及流量调整阀50构成用于向保持在旋转卡盘5上的基板W的上表面吹附气体的气体吹附单元。

[0171] 上表面喷嘴33与喷嘴移动单元51结合,所述喷嘴移动单元51使上表面喷嘴33在垂直方向及水平方向中的至少一个方向上移动。喷嘴移动单元51使上表面喷嘴33在向基板W的上表面供给自上表面喷嘴33中所含的三个喷嘴喷出的流体(第一液体、第二液体或气体)的处理位置、与上表面喷嘴33俯视时位于处理杯体7周围的待机位置之间水平移动。通过利用喷嘴移动单元51进行的上表面喷嘴33的移动,使第一液体喷嘴40、第二液体喷嘴41及气体喷嘴42一体地移动。

[0172] 在凸缘部43a的外周面,环状的气体喷出口96朝向外方开口。

[0173] 多个气体喷出口96也可上下空开间隔而设置在凸缘部43a的外周面。

[0174] 气体喷出口96与向气体喷出口96引导气体的气体配管97连接。当打开安装在气体配管97上的气体阀98时,自气体喷出口96向外方连续喷出气体。自气体喷出口96喷出的气体为氮气等惰性气体。惰性气体也可为氦气或氩气等氮气以外的气体。

[0175] 处理杯体7包括:多个防护部(guard)54,接收自基板W向外方排除的处理液;多个杯体53,接收由多个防护部54向下方引导的处理液;以及外壁构件52,包围多个防护部54及多个杯体53且为圆筒状。图2示出设置有四个防护部54与三个杯体53、且最外侧的杯体53与自上数起的第三个防护部54一体的例子。

[0176] 防护部54包括:圆筒部55,包围旋转卡盘5;以及顶部56,自圆筒部55的上端部朝向旋转轴线A1向斜上方延伸且为圆环状。多个顶部56上下重叠,多个圆筒部55配置为同心圆状。顶部56的圆环状的上端相当于俯视时包围基板W及旋转基座16的防护部54的上端54u。多个杯体53分别配置在多个圆筒部55的下方。杯体53形成接收通过防护部54向下方引导的处理液的环状的溶液接收槽。

[0177] 处理单元2包括分别使多个防护部54升降的防护部升降单元57。防护部升降单元57使防护部54位于自上侧位置至下侧位置的任意位置。图2示出两个防护部54配置在上侧位置且其余两个防护部54配置在下侧位置的状态。上侧位置是将防护部54的上端54u配置

在较配置有由旋转卡盘5保持的基板W的保持位置更靠上方的位置。下侧位置是将防护部54的上端54u配置在较保持位置更靠下方的位置。

[0178] 当向旋转的基板W供给处理液时,将至少一个防护部54配置在上侧位置。在所述状态下,若将处理液供给至基板W时,处理液自基板W向外方甩出。所甩出的处理液与和基板W水平相向的防护部54的内表面碰撞,并被引导至与所述防护部54相对应的杯体53。由此,将自基板W排除的处理液收集到杯体53中。

[0179] 图4是表示控制装置3的硬件的框图。

[0180] 控制装置3是包括计算机本体3a和与计算机本体3a连接的周边装置3d的计算机。计算机本体3a包括:CPU 3b(中央处理器(central processing unit):中央处理装置),执行各种指令;以及主存储装置3c,存储信息。周边装置3d包括:辅助存储装置3e,存储程序P等信息;读取装置3f,自可移动介质(removable media)RM读取信息;以及通信装置3g,与主计算机HC等其他装置进行通信。

[0181] 控制装置3与输入装置及显示装置连接。当用户或维护人员等操作者对基板处理装置1输入信息时,对输入装置进行操作。将信息显示在显示装置的画面中。输入装置可为键盘、点击元件(pointing device)、及触摸屏的任一种,也可为这些以外的装置。兼作输入装置及显示装置的触摸屏显示器也可设置在基板处理装置1。

[0182] CPU 3b执行存储在辅助存储装置3e中的程序P。辅助存储装置3e内的程序P可预先安装在控制装置3中,也可通过读取装置3f自可移动介质RM传送至辅助存储装置3e,也可通过通信装置3g自主计算机HC等外部装置传送至辅助存储装置3e。

[0183] 辅助存储装置3e及可移动介质RM是即便不供给电力也保持存储的非易失性存储器。辅助存储装置3e例如为硬盘驱动器等磁存储装置。可移动介质RM例如为紧致盘(compact disk)等光盘或存储卡等半导体存储器。可移动介质RM为记录有程序P的计算机可读取记录介质的一例。可移动介质RM是有形的而非临时的记录介质。

[0184] 辅助存储装置3e存储多个配方。配方是规定基板W的处理内容、处理条件、及处理顺序的信息。多个配方在基板W的处理内容、处理条件、及处理顺序中的至少一个中相互不同。控制装置3以按照由主计算机HC指定的配方对基板W进行处理的方式控制基板处理装置1。控制装置3以执行以下叙述的基板处理例的方式编程。

[0185] 以下,说明对在表面Wa形成有图案的基板W进行处理的情况。

[0186] 图5是将利用基板处理装置1进行处理的基板W的表面Wa放大表示的剖面图。作为处理对象的基板W例如为硅晶片,基板W的表面Wa相当于形成有晶体管或电容器等元件的元件形成面。在图案形成面即基板W的表面Wa形成有图案P1。图案P1例如为微细图案。如图5所示,图案P1也可为具有凸形形状的结构体S配置成矩阵状者。在所述情况下,结构体S的线宽W1设置为例如1nm～45nm左右,图案P1的间隙W2设置为例如1nm～数μm左右。图案P1的高度(膜厚)例如为10nm～1μm左右。另外,图案P1的纵横比(高度T相对于线宽W1的比)例如可为5～100左右(典型的是5～30左右)。另外,图案P1也可为由微细的沟槽形成的线状图案反复排列而成者。另外,图案P1也可通过在薄膜上设置多个微细孔(空隙(void)或者孔(pore))来形成。

[0187] 其次,对基板处理例进行说明。

[0188] 图6是用于说明利用基板处理装置1进行的基板W的基板处理例的工序图。图7A～

图7F是表示进行基板处理例时的基板W的状态的示意图。图8A～图8D是自上方观察各状态的基板W的示意图。以下,参照图2～图6。适宜参照图7A～图7F及图8A～图8D。

[0189] 经处理的基板W例如为硅晶片等半导体晶片。

[0190] 在利用基板处理装置1对基板W进行处理时,进行向腔室4的内部搬入基板W的基板搬入工序(图6的S1)。

[0191] 具体而言,在所有防护部54位于下侧位置、所有扫描喷嘴位于待机位置的状态下,中央机器人CR(参照图1A)在利用手H1支撑基板W的同时使手H1进入腔室4内。然后,在基板W的表面Wa朝上的状态下,中央机器人CR将手H1上的基板W放置在多个卡盘销17上。之后,通过卡盘销驱动单元20的驱动,将多个卡盘销17按压至基板W的外周面,基板W被多个卡盘销17握持。在将基板W放置在旋转卡盘5上之后,中央机器人CR使手H1自腔室4的内部退避。

[0192] 其次,控制装置3控制旋转马达19来使基板W开始旋转(图6的S2)。由此,基板W以化学液供给速度(100rpm以上且未满1000rpm)旋转。

[0193] 接着,进行将化学液供给至基板W的上表面而形成覆盖基板W的上表面整个区域的化学液的液膜的化学液供给工序(图6的S3)。

[0194] 具体而言,控制装置3控制喷嘴移动单元36,使化学液喷嘴31自待机位置移动至处理位置。之后,控制装置3打开化学液阀35,开始自化学液喷嘴31喷出化学液。当自打开化学液阀35起经过规定时间时,控制装置3关闭化学液阀35。由此,停止自化学液喷嘴31喷出化学液。之后,喷嘴移动单元36使化学液喷嘴31移动至待机位置。

[0195] 自化学液喷嘴31喷出的化学液与以化学液供给速度旋转的基板W的上表面碰撞后,利用离心力沿基板W的上表面向外方流动。因此,将化学液供给至基板W的上表面整个区域,形成覆盖基板W的上表面整个区域的化学液的液膜。在化学液喷嘴31喷出化学液时,控制装置3控制喷嘴移动单元36,可以化学液相对于基板W的上表面的着液位置通过中央部与外周部的方式使着液位置移动,也可使着液位置在基板W的上表面的中央部静止。

[0196] 接着,进行将淋洗液供给至基板W的上表面并冲洗基板W上的化学液的淋洗液供给工序(图6的S4)。

[0197] 具体而言,在至少一个防护部54位于上侧位置的状态下,控制装置3控制喷嘴移动单元39,使淋洗液喷嘴32自待机位置移动至处理位置。之后,控制装置3打开淋洗液阀38,开始自淋洗液喷嘴32喷出淋洗液(例如纯水)。为了在开始喷出淋洗液之前切换接收自基板W排除的液体的防护部54,控制装置3可控制防护部升降单元57来使至少一个防护部54垂直移动。当自打开淋洗液阀38起经过规定时间时,控制装置3关闭淋洗液阀38,停止自淋洗液喷嘴32喷出淋洗液。之后,控制装置3控制喷嘴移动单元39,使淋洗液喷嘴32移动至待机位置。

[0198] 自淋洗液喷嘴32喷出的淋洗液与以淋洗液供给速度(100rpm以上且未满1000rpm)旋转的基板W的上表面碰撞后,利用离心力沿基板W的上表面向外方流动。基板W上的化学液被置换为自淋洗液喷嘴32喷出的淋洗液。由此,形成覆盖基板W的上表面整个区域的淋洗液的液膜。在淋洗液喷嘴32喷出淋洗液时,控制装置3控制喷嘴移动单元39,可以淋洗液相对于基板W的上表面的着液位置通过中央部与外周部的方式使着液位置移动,也可使着液位置在基板W的上表面的中央部静止。

[0199] 接着,为了将基板W的上表面上的淋洗液置换为第一液体而进行将第一液体供给

至基板W的上表面的第一液体供给工序(图6的S5)。

[0200] 具体而言,在至少一个防护部54位于上侧位置的状态下,控制装置3控制旋转卡盘5,使基板W以置换速度旋转。置换速度可与淋洗液供给速度相等,也可不同。在将上表面喷嘴33配置于处理位置的状态下,控制装置3打开第一液体阀45,开始自第一液体喷嘴40喷出第一液体。在开始第一液体的喷出之前,控制装置3为了切换接收自基板W排除的液体的防护部54,可控制防护部升降单元57来使至少一个防护部54垂直移动。

[0201] 自第一液体喷嘴40喷出的第一液体与以置换速度旋转的基板W的上表面碰撞后,沿基板W的上表面向外方流动。基板W上的淋洗液被置换为自第一液体喷嘴40喷出的第一液体。由此,形成覆盖基板W的上表面整个区域的第一液膜F1(第一液体的液膜。以下相同)。然后,利用第一液体对基板W上的图案P1之间的淋洗液进行置换。在所述例子中,在使上表面喷嘴33在自第一液体喷嘴40喷出的第一液体与基板W的上表面的中央部碰撞的中央处理位置静止的状态下,进行第一液体的供给。然而,也可控制喷嘴移动单元51,以第一液体相对于基板W的上表面的着液位置通过中央部与外周部的方式使着液位置移动。

[0202] 在将淋洗液的液膜置换为第一液膜F1之后,进行在停止第一液体的喷出的同时将第一液膜F1保持在基板W的上表面上的第一液体覆液工序(图6的S6)。

[0203] 具体而言,在第一液体喷嘴40在中央处理位置静止的状态下,控制装置3控制旋转马达19,使基板W的旋转速度自置换速度降低至第一覆液速度。第一覆液速度例如为超过0且50rpm以下的速度。分阶段进行自置换速度至第一覆液速度为止的减速。在基板W的旋转速度降低至第一覆液速度之后,控制装置3关闭第一液体阀45,停止第一液体的喷出。

[0204] 当基板W的旋转速度降低至第一覆液速度时,施加至基板W上的第一液体的离心力减弱。因此,第一液体不会自基板W的上表面排除或者仅排除微量。因而,在停止第一液体的喷出之后,也可将覆盖基板W的上表面整个区域的第一液膜F1保持在基板W上。在将淋洗液的液膜置换为第一液膜F1之后,即便微量的淋洗液残留在图案P1(参照图5)之间,所述淋洗液也会溶入第一液体中并在第一液体中扩散。由此,可减少残留在图案P1之间的淋洗液。

[0205] 接着,为了将基板W的上表面上的第一液体中仅一部分第一液体置换为第二液体(即,部分置换)而进行将第二液体供给至基板W的上表面的第二液体供给工序(图6的S7)。

[0206] 具体而言,在至少一个防护部54位于上侧位置的状态下,控制装置3控制旋转马达19,使基板W以第二覆液速度旋转。第二覆液速度例如为超过0且10rpm以下的速度。第二覆液速度可与第一覆液速度相等,也可不同。第二覆液速度可为0rpm。即,也可在第二液体供给工序(S7)中停止基板W的旋转。

[0207] 控制装置3打开第二液体阀47,如图7A所示,开始自第二液体喷嘴41喷出第二液体。为了在开始喷出第二液体之前切换接收自基板W排除的液体的防护部54,控制装置3可控制防护部升降单元57来使至少一个防护部54垂直移动。

[0208] 自第二液体喷嘴41喷出的第二液体在基板W的上表面的中央部与第一液膜F1碰撞。第二液体贯穿第一液膜F1,与基板W的上表面的中央部碰撞。位于基板W的上表面的中央部的第一液体通过第二液体的供给,沿基板W的上表面向外方冲流。与基板W的上表面的中央部碰撞的第二液体自基板W的上表面的中央部沿基板W的上表面在所有方向向外方流动。由此,如图7A所示,在基板W的上表面形成有形成在基板W的上表面的中央部的大致圆形的第二液膜F2(第二液体的液膜。以下相同)、及包围第二液膜F2的侧方的环状的第一液膜F1。

[0209] 第二液体的比重较第一液体的比重更大。因此,在第一液体与第二液体的界面,第二液体因重力而移动至基板W的上表面侧,第一液体移动至第二液体上。即,由于比重差,第二液体进入第一液体与基板W之间(参照图7A)。由此,在基板W的上表面形成有第二液膜F2的区域中,图案P1之间的第一液体被表面张力更低的第二液体置换。

[0210] 当第二液体喷嘴41喷出第二液体时,第二液体喷嘴41在自第二液体喷嘴41喷出的第二液体与基板W的上表面的中央部碰撞的中央处理位置(图7A所示的位置)静止。当继续喷出第二液体时,第二液膜F2的外径逐渐增加,并且环状的第一液膜F1的宽度逐渐减少。

[0211] 如所述般,在第一液体与第二液体的界面,由于比重差而第二液体进入第一液体与基板W之间,但当继续喷出第二液体时,此种界面沿基板W的上表面向外方移动。因而,位于图案P1(参照图5)之间的槽的深处的液体也可利用第二液体进行置换。由此,可减少残留在第二液体与基板W之间的第一液体,可确实地将第一液体置换为表面张力更低的第二液体。

[0212] 如图7B及图8A所示,在所有的第一液膜F1均自基板W的上表面消失之前,关闭第二液体阀47。由于基板W的旋转速度为第二覆液速度(例如,超过0且10rpm以下的速度或者0rpm(旋转停止)),故其余的第一液体不会自基板W的上表面排除或者仅排除微量。因而,在停止第二液体的喷出的状态下,如图8A所示,在基板W的上表面形成覆盖基板W的上表面的中央部的大致圆形的第二液膜F2、及包围第二液膜F2的侧方的环状的第一液膜F1,所述第一液膜F1及第二液膜F2被保持在基板W的上表面(液膜形成工序)。

[0213] 对图8A所示的第一液膜F1及第二液膜F2进行说明。

[0214] 包围第二液膜F2的侧方的第一液膜F1中所含的第一液体的表面张力较第二液体更高。而且,通过由第一液膜F1包围第二液膜F2的侧方,第二液体自基板W上的流出被第一液膜F1阻挡。在将第一液膜F1及第二液膜F2合并后的液膜整体中,利用其外周部中所含的液体的表面张力来保持液膜的形态。由于液膜整体的外周部包括表面张力高的第一液体,故在将第一液膜F1及第二液膜F2合并后的液膜整体中可保持液膜的形态。

[0215] 若存在于基板W的上表面的第二液体的量过少,则在第二液膜F2的内径扩大至基板W的外径附近的状态下(参照图8D),第二液膜F2无法保持环状。另一方面,若存在于基板W的上表面的第二液体的量过多,则存在于基板W的上表面的第一液体的量过少,在将第二液膜F2与第一液膜F1保持在基板W的上表面上的状态下(参照图8A),无法利用第一液膜F1支撑第二液膜F2。因此,保持在基板W的上表面的第二液膜F2的大小设定为:在第二液膜F2的内径扩大至基板W的外径附近的状态下(参照图8D),第二液膜F2可保持环状,且在将第二液膜F2与第一液膜F1保持在基板W的上表面上的状态下(参照图8A),可利用第一液膜F1支撑第二液膜F2。在所述例子中,如图8A所示,第一液膜F1的宽度被设定为与第二液膜F2的半径为相同程度。第一液膜F1的宽度与第二液膜F2的半径之比优选为1:2～2:1。

[0216] 将第一液膜F1及第二液膜F2形成于基板W的上表面之后,进行蒸汽层形成工序(图6的S8),所述蒸汽层形成工序是通过利用热板21对基板W进行加热,在第一液体与基板W的上表面之间形成第一蒸汽层L1,且在第二液体与基板W的上表面之间形成第二蒸汽层L2。在蒸汽层形成工序(S8)中,第一液膜F1主要保持在第一蒸汽层L1上,且第二液膜F2主要保持在第二蒸汽层L2上。

[0217] 具体而言,在基板W以第二覆液速度旋转的情况下(第二覆液速度超过0的值),控

制装置3在至少一个防护部54位于上侧位置的状态下使基板W的旋转停止。在基板W不旋转的情况下(第二覆液速度为0rpm),控制装置3使至少一个防护部54位于上侧位置,维持基板W不旋转的状态。而且,控制装置3控制卡盘销驱动单元20,解除基板W的握持。握持解除后,基板W通过多个卡盘销17而自下方受到支撑。

[0218] 另外,控制装置3开始向热板21供给电力,使热板21的上表面的整个区域或者大致整个区域发热,使热板21的上表面升温至规定的加热温度。由此,可均匀地对基板W进行加热。加热温度为第二液体的沸点以上。另外,加热温度为第一液体的沸点以上。

[0219] 然后,控制装置3控制板升降单元27,使此前位于下侧位置的热板21上升至上侧位置。在热板21朝向上侧位置上升的过程中,热板21的多个突出部25与基板W的下表面接触。通过使热板21进一步上升,如图7C所示,由热板21提起的基板W自多个卡盘销17向上方分离。由此,将基板W自多个卡盘销17交接至热板21,通过热板21而基板W得到支撑。在所述状态下,热板21与基板W的下表面接触,因此基板W在热板21上静止的同时利用热板21而受到加热。

[0220] 热板21的发热可在蒸汽层形成工序(S8)开始前开始。具体而言,热板21的发热可在将第二液体供给至基板W之前或之后开始,也可在将第二液体供给至基板W的同时开始。

[0221] 由于基板W的表面Wa的温度(即,形成于表面Wa的图案P1的温度)为第二液体的沸点以上,故第二液体在第二液膜F2与基板W的界面蒸发,多个小气泡介隔存在于第二液体与基板W的上表面之间。通过第二液体在第二液膜F2与基板W的界面的所有场所蒸发,在第二液膜F2与基板W之间形成包含第二液体的蒸汽的第二蒸汽层L2(参照图7C)。由此,第二液体远离基板W的上表面,第二液膜F2自基板W的上表面浮起。而且,第二液膜F2主要保持在第二蒸汽层L2上。此时,作用于基板W上的第二液膜F2的摩擦阻力小至可视为零。

[0222] 另外,在基板W的表面Wa的温度(即,形成于表面Wa的图案P1的温度)为第一液体的沸点以上的情况下,第一液体在第一液膜F1与基板W的界面蒸发,多个小气泡介隔存在于第一液体与基板W的上表面之间。通过第一液体在第一液膜F1与基板W的界面的所有场所蒸发,在第一液膜F1与基板W之间形成包含第一液体的蒸汽的第一蒸汽层L1(参照图7C)。由此,第一液体远离基板W的上表面,第一液膜F1自基板W的上表面浮起。而且,第一液膜F1主要保持在第一蒸汽层L1上。此时,作用于基板W上的第一液膜F1的摩擦阻力小至可视为零。

[0223] 如图7C所示,严格地说,在第一液膜F1与第二液膜F2之间的界面形成有第一液体与第二液体的混合液的液膜FM。

[0224] 第二液膜F2中所含的第二液体的蒸汽压较第一液膜F1中所含的第一液体的蒸汽压更高,因此第二蒸汽层L2的膜厚较第一蒸汽层L1的膜厚更大。因此,如图7C所示,浮起的第二液膜F2的下表面较浮起的第一液膜F1的下表面更高。另外,由于第二液膜F2中所含的第二液体的蒸汽压较第一液膜F1中所含的第一液体的蒸汽压更高,故可能也有时第二蒸汽层L2伸出至第一液膜F1的一部分的下方。

[0225] 在图案P1的高度T(参照图5)较浮起的第一液膜F1的下表面更高的情况下,如图7C所示,有时第一液膜F1与图案P1接触。即便在所述情况下,由于第二液体的蒸汽压较第一液体的蒸汽压更高,故如图7C所示,能够将第二液膜F2的下表面配置在较图案P1的上端更靠上方。

[0226] 在第一液膜F1及第二液膜F2浮起之后,执行通过气体将第一液体及第二液体排除

至基板W外的气体吹附排除工序(图6的S9及图6的S10)。气体吹附排除工序包括:孔形成工序(S9),通过向浮起的第二液膜F2吹附气体而部分排除第二液体,在第二液膜F2上开孔H;以及孔扩大工序(S10),使第一液膜F1在第一蒸汽层L1上移动且使第二液膜F2在第二蒸汽层L2上移动,将孔H扩大至基板W的上表面的外周为止。

[0227] 具体而言,控制装置3打开气体阀49,开始自气体喷嘴42的喷出口42a喷出气体。自气体喷嘴42喷出的气体的温度可为室温,也可较室温更高。自气体喷嘴42喷出的气体在基板W的上表面的中央部与第二液膜F2碰撞之后,沿着第二液膜F2的表面向外方流动。由此,形成自基板W的上表面的中央部向外方流动的气流。

[0228] 当向第二液膜F2的中央部吹附气体时,第二液膜F2中所含的第二液体因气体的压力而被推挤向外方。进而,通过气体的供给而促进第二液体的蒸发。由此,第二液膜F2的中央部的厚度减少,如图7D及图8B所示,在第二液膜F2的中央部形成大致圆形的孔H(孔形成工序(S9))。孔H是使基板W的上表面露出的露出孔。为了形成孔H,自气体喷嘴42喷出的气体的流量例如为5L/min。

[0229] 之后,控制装置3增大流量调整阀50的开度,使自气体喷嘴42喷出的气体的流量增大至例如15L/min。由此,自沿着第二液膜F2的表面向外方流动的气体对基板W上的第二液体施加使第二液体向外方移动的力,从而第二液体沿着基板W的上表面向外方流动。

[0230] 随着第二液体沿着基板W的上表面向外方流动,如图7E及图8C所示,环状的第二液膜F2的内径及外径增加。即,孔H的外缘(即,第二液膜F2的内周)扩大(孔扩大工序(S10))。基板W的上表面的外周部上的第一液体被第二液体按压向外方,并自基板W排除。

[0231] 之后,通过进一步扩大孔H的外缘,如图7F及图8D所示,自基板W排除第一液膜F1,仅环状的第二液膜F2残留在基板W的上表面上。之后,控制装置3增大流量调整阀50的开度,进一步增大自气体喷嘴42喷出的气体的流量。在所述例子中,气体的喷出流量例如以50L/min→80L/min阶段性地增大。由此,孔H的外缘(即,第二液膜F2的内周)阶段性地扩大。

[0232] 在扩大孔H的期间,第二液膜F2在维持第二液膜F2的侧方由第一液膜F1包围的状态的同时向外方移动。此种第一液膜F1及第二液膜F2的移动是在下方分别维持第一蒸汽层L1及第二蒸汽层L2的同时进行。因此,气液界面IF持续设置在第二液膜F2上。浮起的第二液膜F2的下表面的高度位置通过第二蒸汽层L2而持续保持得高。因此,在扩大孔H的期间中,即便在气液界面IF,也能够将第二液膜F2的下表面持续配置在较图案P1的上端更靠上方。因而,在扩大孔H的整个期间,在气液界面IF图案P1不与第二液体接触。

[0233] 通过将孔H扩大至基板W的上表面的整个区域,自基板W的上表面排除第一液体及第二液体。如所述般,作用于基板W上的第一液膜F1及第二液膜F2的摩擦阻力均小至可视为零,因此可以小的力(由气体的流动产生的按压力)自基板W的上表面排除第一液膜F1及第二液膜F2。在孔H扩大至整个区域后的基板W的上表面不存在可目视的大小的液滴。

[0234] 当开始热板21向上侧位置的配置起经过预定的加热时间时,控制装置3控制板升降单元27来使热板21下降至下侧位置。在热板21朝向下侧位置下降的过程中,将热板21上的基板W放置于多个卡盘销17上,热板21自基板W远离下方。由此,将基板W自热板21交接至多个卡盘销17。之后,通过卡盘销驱动单元20的驱动,基板W被多个卡盘销17握持。

[0235] 接着,进行通过基板W的高速旋转来使基板W干燥的干燥工序(图6的S11)。

[0236] 具体而言,控制装置3打开气体阀98,开始自上表面喷嘴33的气体喷出口96喷出气

体。由此,在基板W的上方形成自基板W的中央部朝向基板W的外周部的横向的环状气流。利用将所述环状气流、和由自气体喷嘴42喷出并沿着基板W的上表面向外方流动的气体形成的放射状气流合并后的两层气流,来保护基板W的上表面。自上表面喷嘴33的气体喷出口96的气体喷出也可在干燥工序(S11)开始前开始。例如,自气体喷出口96的气体喷出可自第一液体供给工序(S5)开始后开始,也可自第二液体供给工序(S7)开始后开始。

[0237] 然后,控制装置3控制旋转马达19,以较淋洗液供给速度更大的高旋转速度(例如数千rpm)使基板W旋转。若在基板W的上表面上残留有第一液体的液滴及第二液体的液滴的情况下,也将这些液滴自基板W的上表面去除,从而基板W干燥。当在开始基板W的高速旋转后经过规定时间时,控制装置3控制旋转马达19而使基板W的旋转停止(图6的S12)。

[0238] 接着,进行自腔室4搬出基板W的搬出工序(图6的S13)。

[0239] 具体而言,控制装置3控制防护部升降单元57,使所有防护部54下降至下侧位置。另外,控制装置3关闭气体阀49及气体阀98,停止自气体喷嘴42及气体喷出口96喷出气体。另外,控制装置3控制喷嘴移动单元51,使上表面喷嘴33退避到待机位置。

[0240] 之后,中央机器人CR使手H1进入腔室4内。在多个卡盘销17对基板W的握持被解除之后,中央机器人CR利用手H1支撑旋转卡盘5上的基板W。之后,中央机器人CR利用手H1支撑基板W的同时使手H1自腔室4的内部退避。由此,自腔室4搬出处理完毕的基板W。

[0241] 以上,根据所述实施方式,在第二液体供给工序(S7)中,在基板W的上表面形成第二液膜F2、及包围第二液膜F2的侧方的第一液膜F1。而且,在蒸汽层形成工序(S8)中,形成通过对基板W进行加热而与基板W的上表面接触的第二液体蒸发所成的第二蒸汽层L2,在所述第二蒸汽层L2上保持第二液膜F2。即,第二液膜F2以自基板W的上表面浮起的状态得到保持。由于第二液膜F2中所含的第二液体的蒸汽压高,故第二蒸汽层L2的膜厚大。因此,可将浮起的第二液膜F2的下表面的高度位置保持得高。因而,能够将第二液膜F2的下表面配置于较图案P1的上端更靠上方。

[0242] 通过向浮起的第二液膜F2吹附气体,在第二液膜F2上形成孔。由此,形成孔H的外缘、即气液界面IF。然后,通过朝向基板W的外周扩大所述孔H,使第二液膜F2在浮起的状态下移动,向基板W外排除。由于作用于基板W上的第二液膜F2的摩擦阻力小至可视为零,故可利用通过气体的流动产生的按压力这一小的力,自基板W排除第二液膜F2。

[0243] 在扩大孔H的期间,第二液膜F2在维持第二液膜F2的侧方被第一液膜F1包围的状态的同时移动。因此,气液界面IF持续设置于第二液膜F2上。另外,浮起的第二液膜F2的下表面的高度位置通过第二蒸汽层L2而保持得高,因此,在扩大孔H的期间中能够将设置于第二液膜F2的气液界面IF持续配置于较图案P1的上端更靠上方。因而,在扩大孔H的整个期间,能够阻止图案P1在气液界面IF与第二液体接触。在所述情况下,在扩大孔H的整个期间,可阻止第二液体的表面张力在所述气液界面IF上作用于图案P1的上部。由此,可在抑制图案P1倒塌的同时使基板W干燥。

[0244] 另外,第二液体的表面张力较第一液体的表面张力更低。即,包围第二液膜F2的侧方的环状的第一液膜F1中所含的第一液体的表面张力高。通过由第一液膜F1包围第二液膜F2的侧方,第二液体自基板W上的流出被第一液膜F1阻挡。在将第一液膜F1及第二液膜F2合并后的液膜整体中,利用液膜的外周部中所含的液体的表面张力来保持液膜的形态。由于液膜整体的外周部包括表面张力高的第一液体,故在将第一液膜F1及第二液膜F2合并后的

液膜整体中可保持液膜的形态。

[0245] 若在不设置第一液膜F1而仅由第二液膜F2构成基板W上的液膜的情况下,由于第二液体的表面张力低,故无法确保可形成具有充分厚度的蒸汽层的充分的加热时间,其结果,可能无法使基板W上的液膜良好地浮起。

[0246] 相对于此,如所述实施方式般通过由第一液膜F1包围第二液膜F2的侧方,可使第二液膜F2的膜厚充分变厚。由于第二液膜F2的膜厚充分厚,故可于不在第二液膜F2上形成意想不到的裂纹或孔的情况下,花费充分的时间对第二液膜F2进行加热,由此可使第二蒸汽层L2的厚度充分变厚。因此可使第二液膜F2良好地浮起。

[0247] 另外,图案P1的高度T(参照图5)高,也设想图案P1的上端位于与浮起的第二液膜F2的下表面同等的高度位置,或者较所述下表面更靠上方的情况。在所述情况下,在扩大孔H的期间中,在气液界面IF图案P1与第二液体持续接触,在所述气液界面IF,第二液体的表面张力作用于图案P1的上部。然而,由于第二液体的表面张力低,故作用于图案P1的表面张力低。由此能够抑制图案P1的倒塌。因而,即便在图案P1与浮起的第二液膜F2接触的情况下,也可在抑制图案P1倒塌的同时使基板W干燥。

[0248] 另外,通过仅将基板W的上表面上的一部分第一液体置换为第二液体,环状的第一液膜F1至少残留在基板W的上表面的外周部,第二液体积存在第一液膜F1的内侧。由此,可比较容易地在基板W的上表面形成第二液膜F2、及包围第二液膜F2的侧方的第一液膜F1。

[0249] 以上,对所述发明的一实施方式进行了说明,但本发明也可以其他形态实施。

[0250] 例如,在液膜形成工序中,如图9所示,也可通过自两个喷嘴即第一液体喷嘴101及第二液体喷嘴102喷出液体,在基板W的上表面形成第二液膜F2、及包围第二液膜F2的侧方的环状的第一液膜F1。

[0251] 具体而言,通过使基板W旋转的同时自第一液体喷嘴101朝向基板W的上表面的外周部喷出第一液体,向基板W的上表面的外周部供给第一液体。由此,在基板W的上表面的外周部形成环状的第一液膜F1。另外,通过自与第一液体喷嘴101不同的第二液体喷嘴102朝向基板W的上表面的中央部喷出第二液体,向基板W的上表面供给第二液体。由此,在基板W的上表面的中央部形成圆形的第二液膜F2。即,可通过自相互不同的喷嘴(第一液体喷嘴101及第二液体喷嘴102)的溶液喷出来实现用于形成第一液膜F1的第一液体的供给、以及用于形成第二液膜F2的第二液体的供给。认为自第一液体喷嘴101供给第一液体与自第二液体喷嘴102供给第二液体是相互同时进行,但这些的供给也可相互前后进行。

[0252] 另外,在液膜形成工序中,也可不形成包含两种液体(第一液体及第二液体)的液膜,而形成包含三种以上的液体的液膜。例如,如图10所示,可在基板W的上表面形成有第二液膜(例如HFE的液膜)F2、包围第二液膜F2的侧方的环状的第一液膜(例如IPA的液膜)F1、以及包围第一液膜F1的侧方的环状的第三液膜(第三液体(例如水(纯水))的液膜)F3。第三液体的表面张力较第二液体更高。若就表面张力的高度而言,则第二液体＜第一液体＜第三液体。

[0253] 另外,在所述实施方式中,将第一液体设为IPA并将第二液体设为HFE进行了说明,但作为第一液体及第二液体的其他组合,也可将第一液体设为水(大气压及室温下的蒸汽压:3.2KPa,表面张力:0.072N/m,比重:1),将第二液体设为IPA。

[0254] 另外,在所述实施方式中,蒸汽层形成工序也可自基板W上的第二液膜F2的形成前

开始利用热板21进行的对基板W的加热。具体而言,在第一液膜F1形成在基板W的上表面之后,开始利用热板21进行的对基板W的加热。之后,在对基板W进行加热的状态下,在基板W的上表面形成第二液膜F2。然后,通过继续进行基板W的加热,在第一液体与基板W的上表面之间形成第一蒸汽层L1,且在第二液体与基板W的上表面之间形成第二蒸汽层L2。

[0255] 另外,在所述实施方式中,热板21可在远离基板W的下表面的状态而非与基板W的下表面接触的状态下,对基板W进行加热。具体而言,板升降单元27使热板21在接近位置与下侧位置之间升降。接近位置是热板21的多个突出部25隔开规定间隔与基板W的下表面相向的位置。利用配置在接近位置的热板21来对基板W进行加热。基板W的温度可通过变更热板21的加热温度来加以变更,也可通过变更基板W与热板21的间隔(即,变更接近位置的高度位置)来加以变更。

[0256] 在所述情况下,在孔扩大工序(S9)中,可使基板W旋转。此时,可利用基板W的旋转所产生的离心力、与自气体喷嘴42喷出并沿着第二液膜F2的表面向外方流动的气体所产生的按压力这两者来扩大孔H,也可在孔扩大工序(S9)中不增大气体的喷出流量,仅利用基板W的旋转所产生的离心力来扩大孔H。

[0257] 另外,在孔扩大工序(S9)中,也可通过使基板W的上表面上的来自气体喷嘴42的气体的吹附位置自基板W的上表面朝向基板W的外周部移动来扩大孔H。

[0258] 另外,在孔扩大工序(S9)中,也可在基板W的上表面设置基板W的中央部变高且基板W的外周部变低的温度梯度,利用因基板W的中央部与基板W的外周部的温度差引起的自基板W的中央部朝向基板W的外周部的流动,使第一液膜F1及第二液膜F2朝基板W的外周移动(也可扩大孔H)。基板W的上表面的温度梯度例如可通过将热板21的上表面划分成多个区域并使这些区域的加热温度不同来实现。

[0259] 在所述实施方式中,也可将热板21以外的加热器配置在基板W的下方。加热器可为灯,也可为热板21及灯以外。灯可为发出红外线(例如,近红外线)的红外线灯、或者包含发光二极管的发光二极管(light emitting diode,LED)灯,也可为这些以外的灯。

[0260] 另外,在所述实施方式中,说明了基板处理装置1为对作为基板W的一例的半导体晶片进行处理的装置的情况,但基板处理装置也可为对液晶显示装置用基板、有机电致发光(electroluminescence,EL)显示装置等平板显示器(Flat Panel Display,FPD)用基板、光盘用基板、磁盘用基板、磁性光盘用基板、光掩模用基板、陶瓷基板、太阳电池用基板等基板进行处理的装置。

[0261] 可将所述所有构成中的两个以上加以组合。也可将所述所有工序中的两个以上加以组合。

[0262] 虽详细说明了本发明的实施方式,但这些只不过是用于使本发明的技术内容明确的具体例,本发明不应限定于这些具体例来进行解释,且本发明的精神及范围仅受所附权利要求的限定。

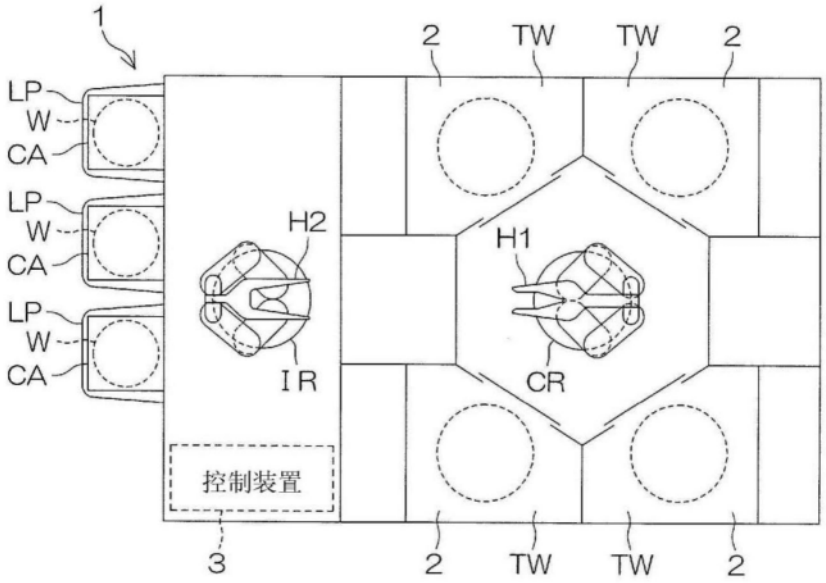

1
2
TW
TW
2
LP
W
CA
LP
W
CA
LP
W
CA
H2
H1
IR
CR
控制装置
3
2
TW
TW
2

图1A

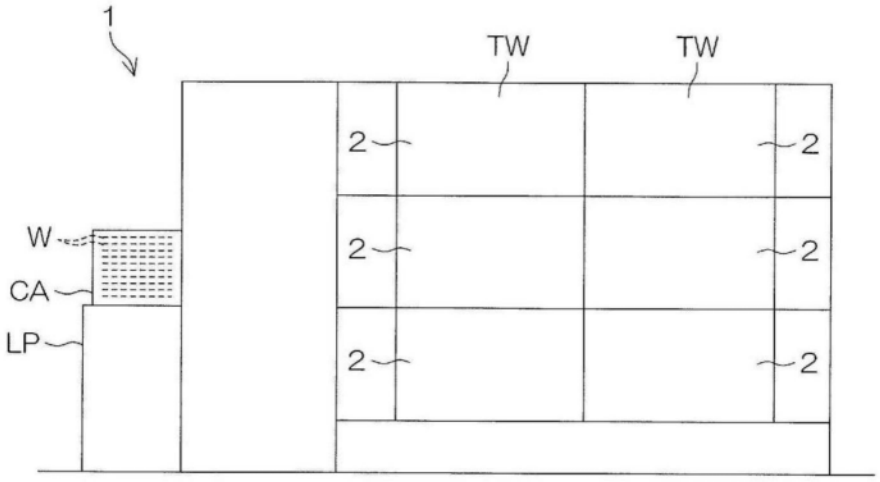

1
TW
TW
2
2
2
2
2
2
2
W
CA
LP

图1B

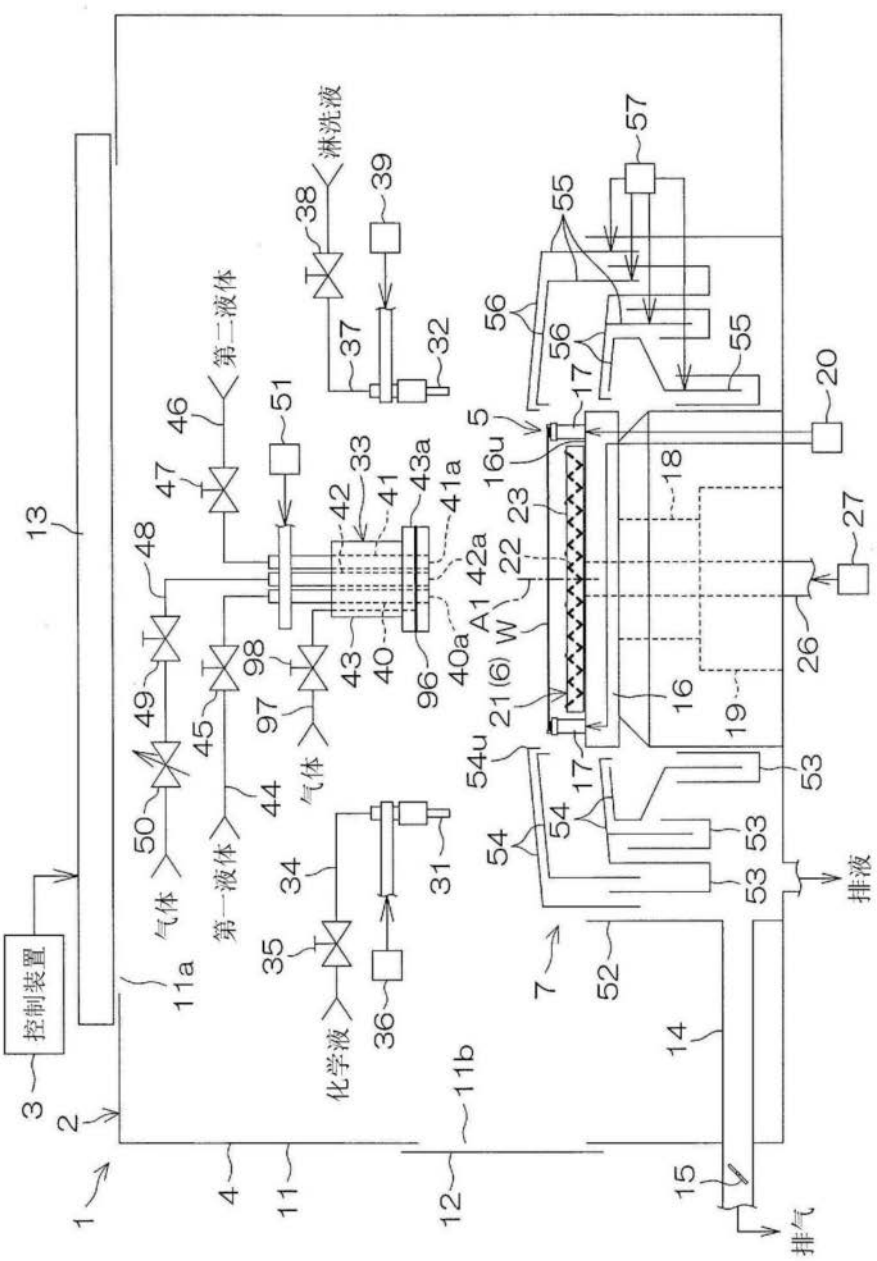


图2

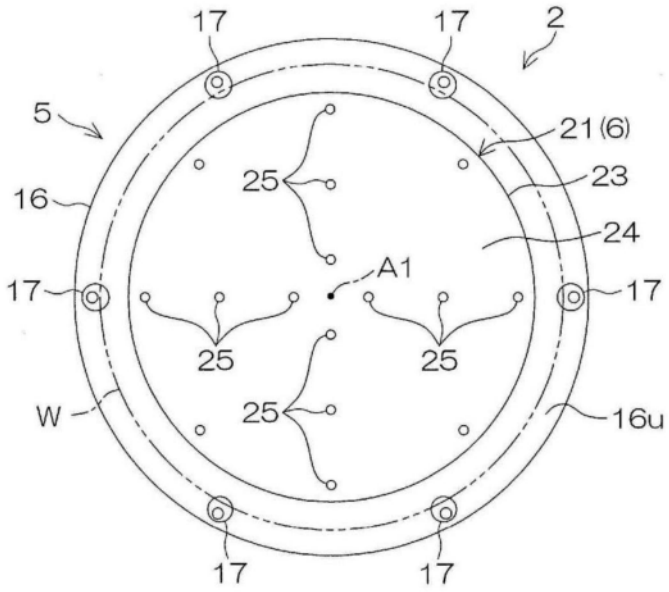

17
17
2
5
21(6)
25
23
16
24
A1
17
17
25
25
W
25
16u
17
17

图3

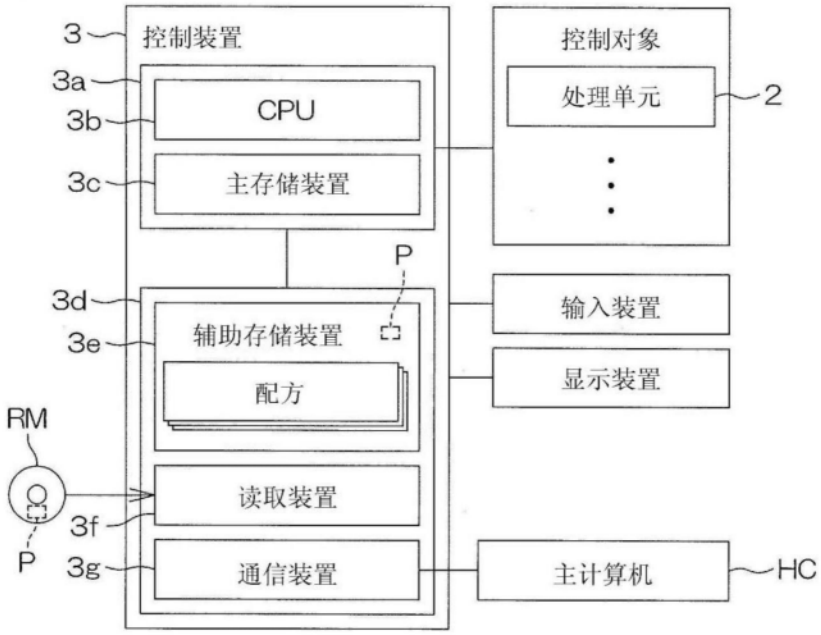

3
控制装置
3a
CPU
3b
主存储装置
3c
P
3d
辅助存储装置
3e
配方
RM
读取装置
3f
P
3g
通信装置
控制对象
处理单元
2
输入装置
显示装置
主计算机
HC

图4

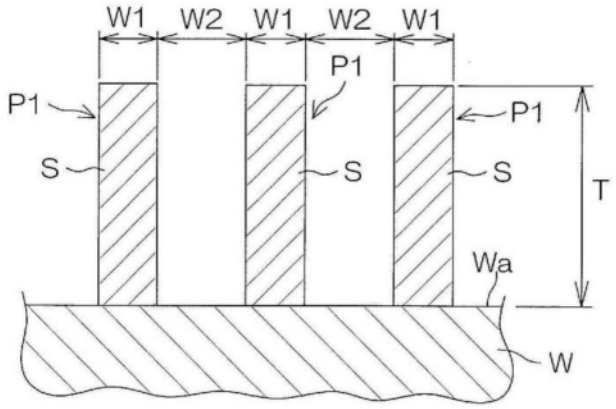


图5

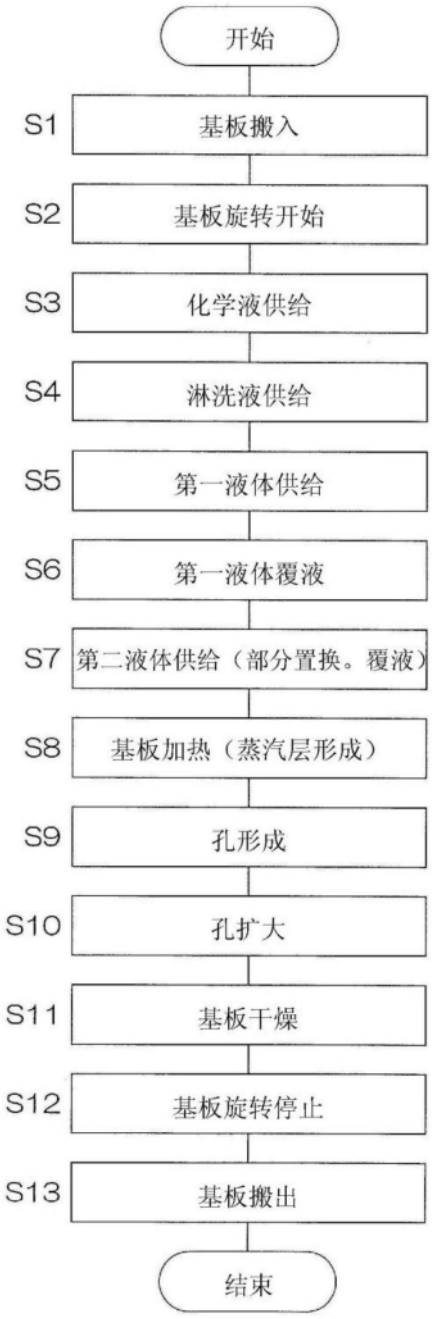

开始
S1
基板搬入
S2
基板旋转开始
S3
化学液供给
S4
淋洗液供给
S5
第一液体供给
S6
第一液体覆液
S7
第二液体供给（部分置换。覆液）
S8
基板加热（蒸汽层形成）
S9
孔形成
S10
孔扩大
S11
基板干燥
S12
基板旋转停止
S13
基板搬出
结束

图6

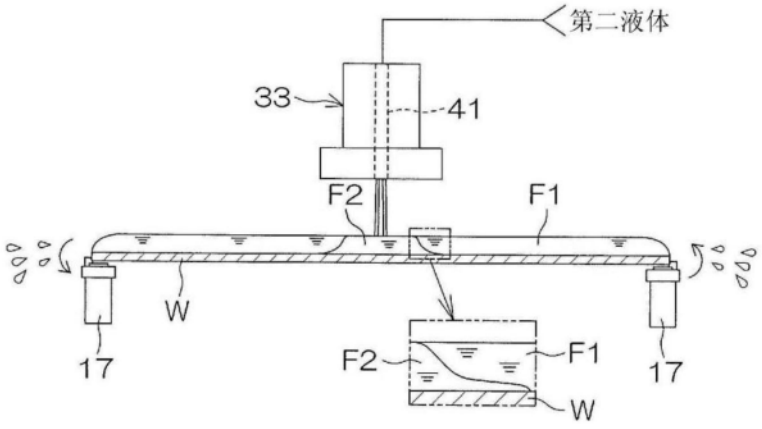

第二液体
33
41
F2
F1
W
17
F2
F1
W
17

图7A

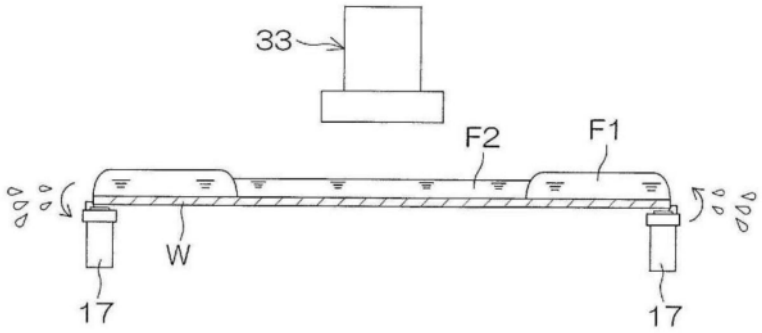

33
F2
F1
W
17
17

图7B

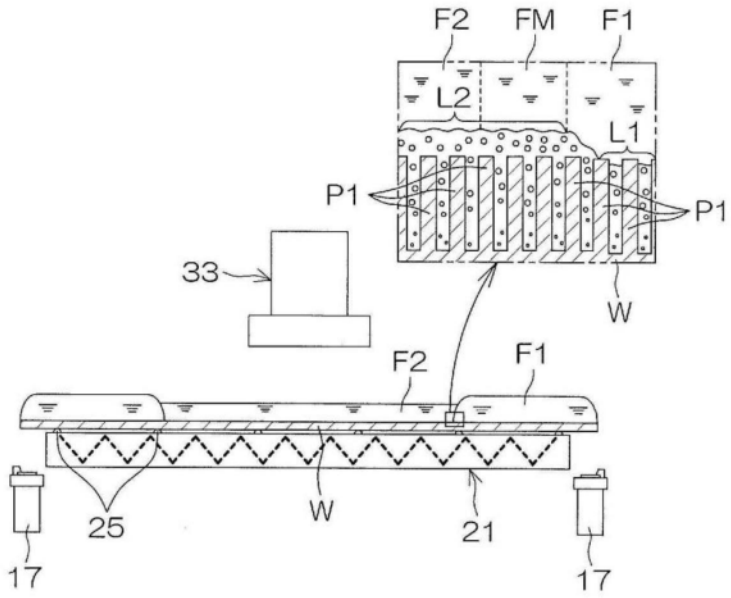

F2
FM
F1
L2
L1
P1
P1
33
W
F2
F1
25
W
21
17
17

图7C

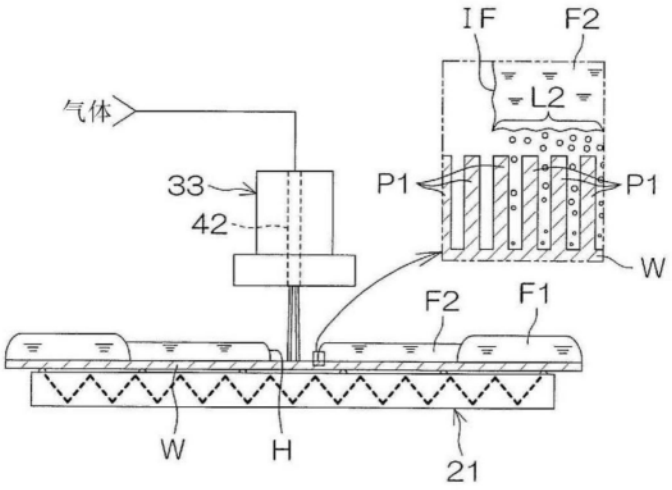

IF
F2
L2
气体
33
42
P1
P1
W
F2
F1
W
H
21

图7D

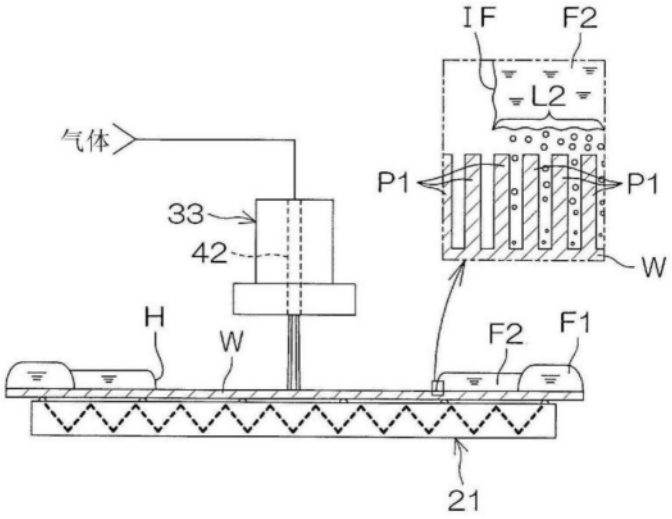

IF
F2
L2
气体
P1
P1
33
42
W
H
W
F2
F1
21

图7E

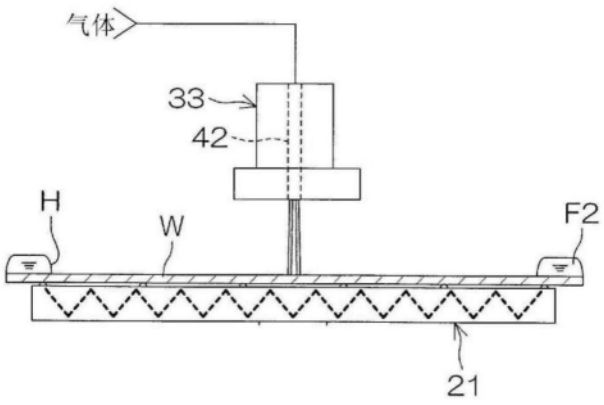

气体
33
42
H
W
F2
21

图7F

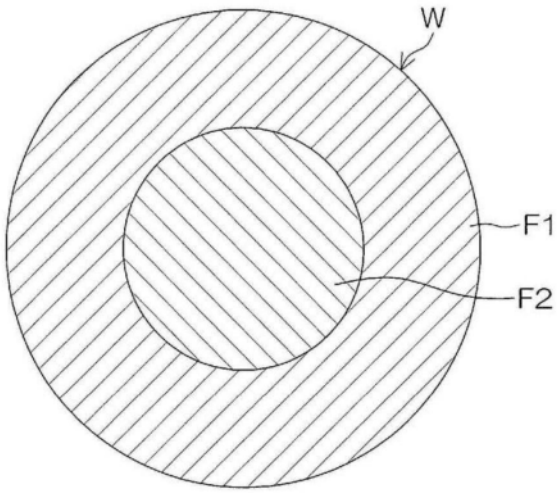


图8A

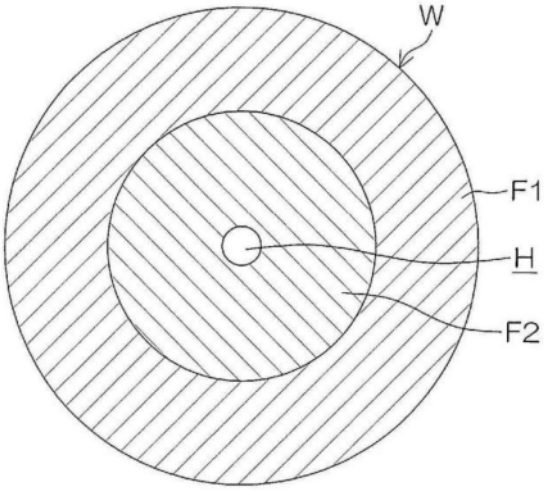


图8B

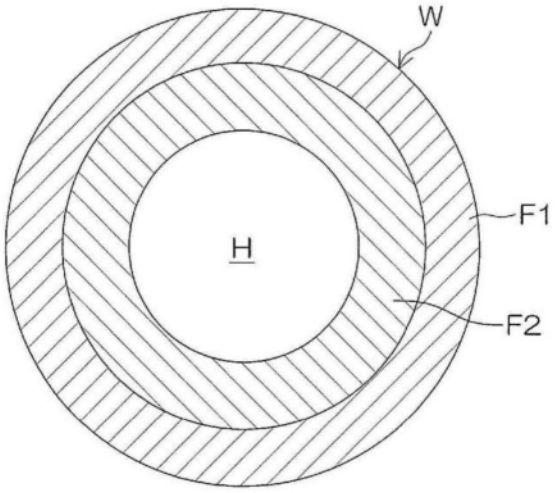


图8C

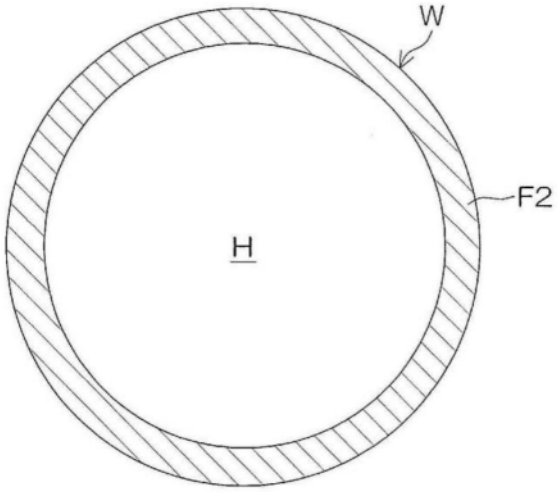


图8D

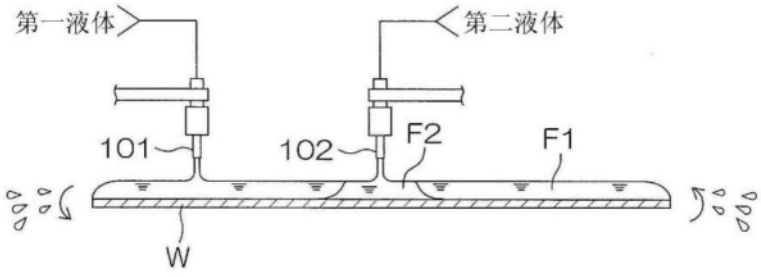


图9

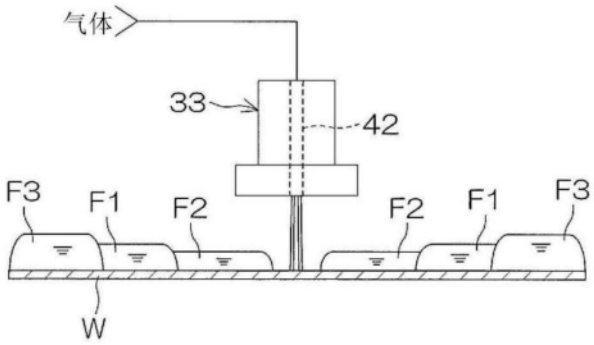


图10

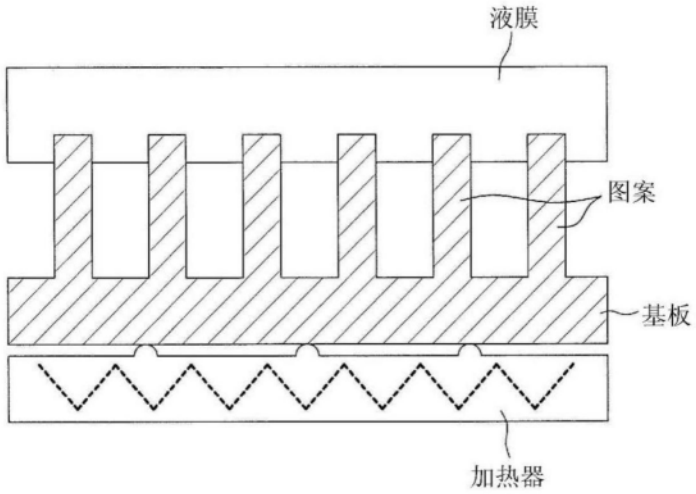


图11A

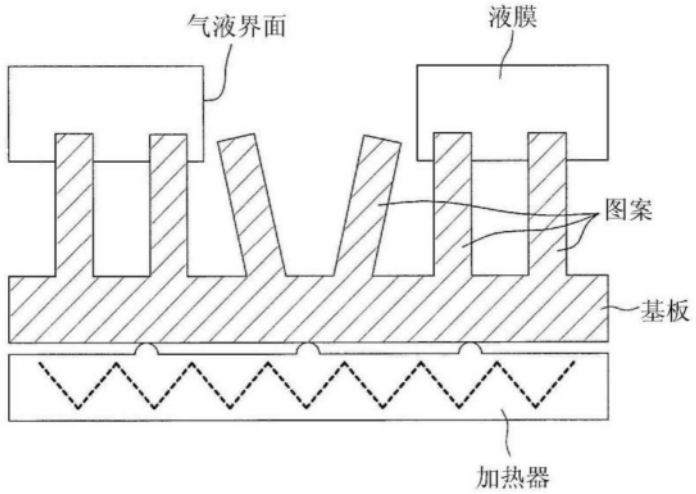


图11B