

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/68 (2006.01)

B23Q 3/15 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410096922.3

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1310303C

[22] 申请日 2004.12.6

[21] 申请号 200410096922.3

[30] 优先权

[32] 2003.12.5 [33] JP [31] 2003-408224

[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 西本伸也 中山博之 木村英利

[56] 参考文献

US5745332A 1998.4.28

CN1365518A 2002.8.21

US6636413B2 2003.10.21

审查员 王艳华

[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 邸万杰

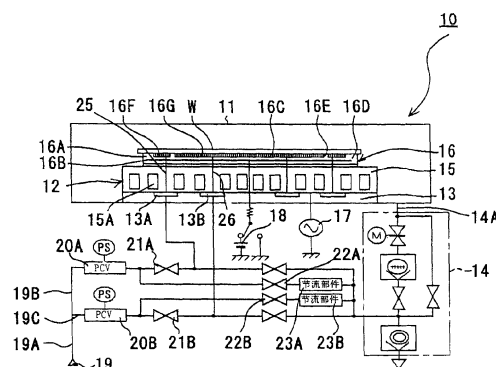
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 7 页

[54] 发明名称

静电吸盘

[57] 摘要

本发明涉及一种使用静电力吸附晶片 W 的静电吸盘(16) 静电吸盘(16) 具有与晶片 W 相接触的多个突起部(16C)，并且，由包含平均粒径为 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 的氧化铝结晶颗粒的陶瓷介电体(16A) 构成突起部(16C)，同时，使突起部(16C) 的与晶片 W 接触的接触面形成为依存于粒径的表面粗糙度 Ra $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 。由此，消除专利文献 1 中所记述的静电吸盘的由升降杆使晶片 W 跳起的顾虑。而且，解决专利文献 2 中所记述的静电吸盘的难以对晶片 W 面内温度均匀地进行控制的问题。



1.一种静电吸盘，使用静电力吸附被吸附基板，其特征在于：

所述静电吸盘，具有与所述被吸附基板相接触的多个突起部，并且，由包含具有规定粒径的结晶颗粒的陶瓷介电体构成所述突起部，同时，使所述突起部的与所述被吸附基板接触的接触面形成为依赖于所述粒径的表面粗糙度，并且以直径为 0.5mm 以下的圆柱状的突起形成所述突起部。

2.根据权利要求 1 所述的静电吸盘，其特征在于：所述粒径是 1~2 μ m，所述接触面的表面粗糙度 Ra 是 0.2~0.3 μ m。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的静电吸盘，其特征在于：所述陶瓷介电体以氧化铝为主要成分。

4.根据权利要求 3 所述的静电吸盘，其特征在于：所述陶瓷介电体包含碳化硅。

5.根据权利要求 1 或 2 所述的静电吸盘，其特征在于：将所述突起部的硬度设定为维氏硬度 Hv 2000 以上。

6.根据权利要求 1 或 2 所述的静电吸盘，其特征在于：将所述多个突起部的与所述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定为 15% 以下。

7.根据权利要求 1 所述的静电吸盘，其特征在于：将所述多个突起部间的距离设定为 1mm 以下。

8.根据权利要求 6 所述的静电吸盘，其特征在于：将所述突起部的高度设定为 30 μ m 以上。

9.根据权利要求1所述的静电吸盘,其特征在于:将所述接触面的表面粗糙度设定为通过等离子体清洗后随着时间变化能够到达的表面粗糙度。

10.一种静电吸盘,使用静电力吸附被吸附基板,并且具有不借助槽就将热传导用气体供给至所述被吸附基板背面从而对所述被吸附基板进行冷却的机构,其特征在于:

所述静电吸盘具有与所述被吸附基板相接触的多个突起部,并且,将所述突起部的与所述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定为15%以下,同时,将所述突起部的高度设定为30 μ m以上。

11.根据权利要求10所述的静电吸盘,其特征在于:以直径为0.5mm以下的圆柱状的突起形成所述突起部。

12.根据权利要求10或11所述的静电吸盘,其特征在于:使所述接触面的表面粗糙度形成Ra为0.25 μ m以下。

13.根据权利要求10或11所述的静电吸盘,其特征在于:将所述多个突起部间的距离设定为1mm以下。

14.根据权利要求10或11所述的静电吸盘,其特征在于:

所述静电吸盘,在外周边缘部及其内侧,具有与所述被吸附基板相接触的第一、第二环状突起部,并且具有向在第一、第二环状突起部间及第二环状突起部的内侧分别形成的第一、第二区域内分别供给热传导用气体的第一、第二气体供给口。

15.根据权利要求14所述的静电吸盘,其特征在于:将第二环状突起部的宽度设定为1.0mm~1.5mm,同时,将与相邻于第二环状突起部的所述突起部的距离设定为2mm以下。

16.一种静电吸盘，使用静电力吸附被吸附基板，其特征在于：

所述静电吸盘，在外周边缘部及其内侧，具有与所述被吸附基板相接触的第一、第二环状突起部，并且具有向在第一、第二环状突起部间及第二环状突起部的内侧分别形成的第一、第二区域内分别供给热传导用气体的第一、第二气体供给口，

第一区域和第二区域分别具有与第一、第二环状突起部不同的多个第一、第二突起部，所述第一、第二突起部分别呈现相同直径的圆柱状，各自的直径为 0.5mm 以下。

17.根据权利要求 16 所述的静电吸盘，其特征在于：

所述第一突起部和所述第二突起部与所述被吸附基板的单位面积的接触面积、各自的突起部的个数密度及各自的突起部的高度的至少一个不同。

18.根据权利要求 17 所述的静电吸盘，其特征在于：

将第一突起部的与所述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定成比第二突起部的与所述被吸附基板的单位面积的接触面积比率要大。

19.根据权利要求 18 所述的静电吸盘，其特征在于：将第二突起部的与所述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定为 15% 以下。

20.根据权利要求 17 所述的静电吸盘，其特征在于：将第一突起部的高度设定成比第二突起部的高度低。

21.根据权利要求 17 所述的静电吸盘，其特征在于：将第二突起部的高度设定为 30 μ m 以上。

22.根据权利要求 17 所述的静电吸盘，其特征在于：将第一突起部的个数密度设定成比第二突起部的个数密度大。

静电吸盘

技术领域

本发明涉及由静电力将被吸附基板吸附固定的静电吸盘，更详细地说，涉及能够提高被吸附基板在处理时的耐消耗性、同时能够将被吸附基板的面内温度控制为所希望的温度的静电吸盘。

背景技术

现有的静电吸盘 1，如图 12 所示，是在被吸附基板（例如晶片）W 的等离子体处理时，作为等离子体处理装置的载置体的一部分而使用，由静电力将晶片 W 吸附在载置体 2 的上面，进行固定。在载置体 2 的载置面的周围，配置有聚焦环 3，由该聚焦环 3 包围静电吸盘 1 上的晶片 W。

而且，载置体 2 上通过匹配器 4A 连接有高频电源 4，在规定的真空度下由高频电源 4 施加规定的高频电力，在与上部电极（未图示）之间产生处理气体的等离子体，由聚焦环 3 将等离子体聚束于晶片 W 上面。在载置体 2 的内部形成冷却介质通路 2A，通过冷却介质在冷却介质通路 2A 中的循环而冷却载置体 2，保持晶片 W 为规定温度。而且，在载置体 2 的内部形成热传导性气体（例如 He 气）的气体通路 2B，该气体通路 2B 在载置体 2 的上面多处开口。

在静电吸盘 1 上形成与气体通路 2B 相对应的贯通孔 1A，从气体通路 2B 所供给的 He 气从静电吸盘 1 的贯通孔 1A 供给到载置体 2 与晶片 W 之间的间隙中，赋予静电吸盘 1 与晶片 W 之间的细小间隙以热传导性。由载置体 2 对晶片 W 效率良好地进行冷却。静电吸盘 1 例如可以是由氧化铝烧结体或氧化铝喷镀构成的陶瓷所形成，其内部存在有连接着直流电源 5 的电极板 1B。静电吸盘 1 通过由直流电源 5 所施加的高压而产生的静电力而静电吸附晶片 W。而且，在载置体 2 上可升降地设置有多个升降杆（未图示），由这些升降杆在静电吸盘 1 上进行晶片 W 授受。

然而，就陶瓷喷镀的静电吸盘来说，晶片 W 的吸附面发脆，容易发生来自该成分的颗粒，颗粒易吸附于晶片 W 背面，产生晶片 W 在洗净工序中的交叉污染的问题。而且，在重复进行对晶片 W 的吸附、脱离的操作期间，静电吸盘 1 的表面逐渐粗糙化，其表面状态发生变化，不能够按照初期对晶片的温度进行控制，存在有晶片温度随时间而发生变化的问题。

另一方面，对于由氧化铝烧结体所形成的静电吸盘 1 来说，例如在专利文献 1 及专利文献 2 中有公开。专利文献 1 中记述了提高针对卤族气体等离子体的耐腐蚀性的静电吸盘。而且在专利文献 2 中记述了在表面形成多个圆点的静电吸盘。这些静电吸盘能够解决上述那样的问题。

[专利文献 1]特许第 3348140 号公报

[专利文献 2]特开 2000—332091 号公报

但是，在专利文献 1 中所记述的静电吸盘的情况下，虽然能够提高耐等离子体性，但与陶瓷喷镀的情况同样，由于静电吸盘与晶片 W 之间的间隔小，而且静电吸盘的静电容量大，所以在使用升降杆将晶片 W 从静电吸盘脱离时，存在有由静电吸盘的残留电荷的吸引力为原因的升降杆使晶片 W 跳起的顾虑。

而且，在专利文献 2 所述的静电吸盘的情况下，由于在吸附面上形成多个圆点，所以能够解决与晶片 W 跳起有关的问题。但是，当静电吸盘上的圆点高度低至为 $5\mu\text{m}$ 以下时，即使是向静电吸盘与晶片 W 之间的间隙供给热传导性气体，也难以对晶片 W 整个面均匀地送达，所以不能迅速地控制晶片温度，在静电吸盘的表面设置放射状的槽虽然能够将热传导性气体送达晶片 W 整个面，但容易产生槽部分与槽以外部分的热传导性气体的热传导差，存在难以将面内温度控制均匀的问题。而且，由于圆点与晶片 W 的接触面积大到为 20%，所以难以由热传导性气体控制为所希望的温度或温度分布。而且，在该静电吸盘的情况下，对耐等离子体性也不明确。

发明内容

本发明是为了解决上述问题而提出的，其目的在于提供一种不会由残留电荷使被吸附基板跳起、能够提高耐等离子体性及耐磨耗性、同时能够迅速且均匀地将被吸附基板整个面的面内温度控制为所希望的温度或温度分布的静电吸盘。

本发明的第一方面所述的静电吸盘，是使用静电力吸附被吸附基板的静电吸盘，其特征在于：上述静电吸盘，具有与上述被吸附基板相接触的多个突起部，并且，由包含具有规定粒径的结晶颗粒的陶瓷介电体形成上述突起部，同时，使上述突起部的与上述被吸附基板接触的接触面形成为依赖于上述粒径的表面粗糙度。

本发明的第二方面所述的静电吸盘的特征在于：在第一方面所述的发明中，上述粒径是 $1\sim 2\mu\text{m}$ ，上述接触面的表面粗糙度 R_a 是 $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ 。

本发明的第三方面所述的静电吸盘的特征在于：在第一或第二方面所述的发明中，上述陶瓷介电体以氧化铝为主要成分。

本发明的第四方面所述的静电吸盘的特征在于：在第三方面所述的发明中，上述陶瓷介电体包含碳化硅。

本发明的第五方面所述的静电吸盘的特征在于：在第一～第四方面中任一方面所述的发明中，将上述突起部的硬度设定为维氏硬度 $H_v 2000$ 以上。

本发明的第六方面所述的静电吸盘的特征在于：在第一～五方面中任一方面所述的发明中，将上述多个突起部的与上述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定为 15% 以下。

本发明的第七方面所述的静电吸盘的特征在于：在第六方面所述的发明中，以直径为 0.5mm 以下的圆柱状的突起形成上述突起部。

本发明的第八方面所述的静电吸盘的特征在于：在第六或七方面所述的发明中，将上述多个突起部间的距离设定为 1mm 以下。

本发明的第九方面所述的静电吸盘的特征在于：在第六～第八方面中任一方面所述的发明中，将上述突起部的高度设定为 $30\mu\text{m}$ 以上。

本发明的第十方面所述的静电吸盘的特征在于：在第一～第九方面中任一方面所述的发明中，将上述接触面的表面粗糙度设定为通过

等离子体清洗后随着时间变化能够到达的表面粗糙度。

本发明的第十一方面所述的静电吸盘，是使用静电力吸附被吸附基板、并且具有不借助槽就将热传导用气体供给至上述被吸附基板背面从而对上述被吸附基板进行冷却的机构的静电吸盘，其特征在于：上述静电吸盘具有与上述被吸附基板相接触的多个突起部，并且，将上述突起部的与上述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定为 15 % 以下，同时，将上述突起部的高度设定为 30 μ m 以上。

本发明的第十二方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十一方面所述的发明中，以直径为 0.5mm 以下的圆柱状的突起形成上述突起部。

本发明的第十三方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十一或十二方面中任一方面所述的发明中，使上述接触面的表面粗糙度形成 Ra 为 0.25 μ m 以下。

本发明的第十四方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十一～十三方面中任一方面所述的发明中，将上述多个突起部间的距离设定为 1mm 以下。

本发明的第十五方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十一～十四方面中任一方面所述的发明中，上述静电吸盘，在外周边缘部及其内侧，具有与上述被吸附基板相接触的第一、第二环状突起部，并且具有向在第一、第二环状突起部间及第二环状突起部的内侧分别形成的第一、第二区域内分别供给热传导用气体的第一、第二气体供给口。

本发明的第十六方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十五方面所述的发明中，将第二环状突起的宽度设定为 1.0mm～1.5mm，同时，将与相邻于第二环状突起部的上述突起部的距离设定为 2mm 以下。

本发明的第十七方面所述的静电吸盘，是使用静电力吸附被吸附基板的静电吸盘，其特征在于：上述静电吸盘，在外周边缘部及其内侧，具有与上述被吸附基板相接触的第一、第二环状突起部，并且，具有向在第一、第二环状突起部间及第二环状突起的内侧分别形成的第一、第二区域内分别供给热传导用气体的第一、第二气体供给口。

本发明的第十八方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十七方面所述的发明中，第一区域和第二区域分别具有与第一、第二环状突起

部不同的多个第一、第二突起部，第一突起部和第二突起部与上述被吸附基板的单位面积的接触面积、各自的突起部的个数密度及各自的突起部的高度的至少一个不同。

本发明的第十九方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十八方面所述的发明中，将第一突起部的与上述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定成比第二突起部的与上述被吸附基板的单位面积的接触面积比率要大。

本发明的第二十方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十九方面所述的发明中，将第二突起部的与上述被吸附基板的单位面积的接触面积比率设定为 15% 以下。

本发明的第二十一方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十八所述的发明中，将第一突起部的高度设定成比第二突起的高度低。

本发明的第二十二方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十八～第二十一方面中任一方面所述的发明中，将第二突起的高度设定为 30 μm 以上。

本发明的第二十三方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十八～第二十二方面中任一方面所述的发明中，将第一突起部的个数密度设定成比第二突起部的个数密度大。

本发明的第二十四方面所述的静电吸盘的特征在于：在第十八～第二十三方面中任一方面所述的发明中，第一、第二突起部分别呈现相同直径的圆柱状，各自的直径为 0.5mm 以下。

根据本发明的第一～二十四方面所述的发明，能够提供可提高耐等离子体性及耐磨耗性、同时能够均匀地控制被吸附基板整个面的面内温度、而且能够使被吸附基板的温度控制性稳定化的静电吸盘。

附图说明

图 1 是表示采用本发明的静电吸盘的一个实施方式的等离子体处理装置的结构图。

图 2 是表示图 1 所示的静电吸盘的突起部的分布状态的放大平面图。

图 3 是表示图 1 所示的静电吸盘的平面图。

图 4 是表示图 1 所示的静电吸盘的主要部分的放大剖面图。

图 5 是表示图 1 所示的静电吸盘的突起部的高度及晶片中的热传导气体的到达距离和到达时间之关系的图。

图 6 是表示用于观察静电吸盘的表面槽对晶片温度影响的热传导分析结果的图，(a) 是表示槽宽及其附近的晶片温度分布的图，(b) 是表示其温度差分布的图。

图 7 是表示用于观察静电吸盘的环状突起部对晶片温度影响的热传导分析结果的图，(a) 是表示密封宽度及其附近的晶片温度分布的图，(b) 是表示其温度差分布的图。

图 8 是表示图 1 所示的静电吸盘和现有的静电吸盘的表面粗糙度随时间变化的图。

图 9 是表示图 1 所示的静电吸盘及现有的静电吸盘和因等离子体造成的消耗速度之关系的图。

图 10 是表示图 1 所示的静电吸盘的表面粗糙度和干式清洗之间关系的图。

图 11 是表示热传导性气体的气压、图 1 所示的静电吸盘的表面粗糙度、和晶片 W 温度之间关系的图。

图 12 是表示采用现有的静电吸盘的等离子体处理装置的结构图。

符号说明：16 静电吸盘，16A 陶瓷介电体，16C 突起部，16D 第一环状突起部，16E 第二环状突起部，16H 第一气体供给口，16I 第二气体供给口。

具体实施方式

本发明的静电吸盘，例如可以通过用于等离子体处理装置中而得到较好的结果。下面，举出用于等离子体处理装置中的静电吸盘为例加以说明。

以下，基于图 1～图 11 所示的实施方式对本发明进行说明。

本实施方式的等离子体处理装置 10 的结构如下，如图 1 所示，具有能够保持高真空度的处理室 11、配置于该处理室 11 内且载置被吸附

基板（例如晶片）W 的载置体 12、以及使该载置体 12 与处理室 11 电气绝缘的绝缘体 13，在由通过排气管 14A 而与处理室 11 相连接的真空排气系统 14 所保持规定真空度的处理室 11 内，对晶片 W 实施规定的等离子体处理。

上述载置体 12，包括电极 15 和由粘结剂贴附于电极 15 上的静电吸盘 16。在电极 15 上连接有高频电源 17，从高频电源 17 向电极 15 施加规定的高频电力，在处理室 11 内产生等离子体。而且，在电极 15 内形成冷却介质流路 15A，向冷却介质流路 15A 内供给冷却介质，通过电极 15 及静电吸盘 16，将晶片 W 控制为规定的温度。如后所述，在静电吸盘 16 上连接高电压直流电源 18，从高压直流电源 18 向静电吸盘 16 施加高电压，在静电吸盘 16 上产生静电力，在静电吸盘 16 上吸附、固定晶片 W。

而且，对上述载置体 12 供给 He 气等热传导性气体，如后所述，由热传导性气体提高静电吸盘 16 与晶片 W 之间的热传导性，对晶片 W 整个面的温度均匀地进行控制。即，在载置体 12 上通过气体管道 19A 而连接供给热传导性气体的供给源 19，气体管道 19A 分为两个系统的第一、第二分支管道 19B、19C。在第一、第二分支管道 19B、19C 上分别安装有第一、第二气体压力控制器 20A、20B 及阀 21A、21B，由这些阀 21A、21B 开闭第一、第二分支管道 19B、19C，同时由气体压力控制器 20A、20B 控制热传导性气体的压力。第一、第二分支管道 19B、19C 在阀 21A、21B 的上游侧进一步分支，通过阀 22A、22B 及节流部件 23A、23B 而连接于真空排气系统 14，由真空排气系统 14 将热传导性气体保持为规定的供给压力。

而且，如图 1、图 2 及图 4 所示，上述静电吸盘 16 由通过粘结材料 A 而粘结于电极 15 的陶瓷介电体 16A 和在陶瓷介电体 16A 内形成的电极层 16B 所构成。在静电吸盘 16 的吸附面、即陶瓷介电体 16A 的上面近乎整个面地形成均等分散的多个突起部 16C。通过这样设置多个突起部 16C，使静电吸盘 16 中的残留电荷的影响得到减轻，能够防止晶片 W 从静电吸盘 16 离开时发生的跳起。这些突起部 16C，如图 2 所示，相互大体等间隔地配置，各自的上端作为与晶片 W 的接触面

而平坦地形成。

上述多个突起部 16C 的与晶片 W 的接触面积,优选设定为晶片 W 的单位面积的 15%以下。该接触面积对晶片 W 的比例越小,由热传导性气体对晶片温度的控制就越容易进行,但比例过小时,借助于用具有比热传导性气体高的热传导率的陶瓷所形成的突起部 16C 的晶片 W 与冷却介质之间的热传导就变小,晶片 W 的平衡温度上升。而晶片 W 的单位面积的接触面积比率超过 15%时,由热传导性气体对温度的控制性降低,这也是不希望的。在本实施方式中,为了实现所希望的平衡温度和温度控制性,设定为 15%。

由热传导性气体对晶片温度的控制性,随着突起部 16C 间的底面及突起部 16C 的侧面的合计的总接触气体面积而发生大的变化。就是说,由热传导性气体向晶片 W 的热传导,除了来自与晶片 W 背面直接接触的部分的热传导之外,还存在有从突起部 16C 间的底面和突起部 16C 的侧面经由突起部 16C 的热传导。因此,总接触气体面积越大,由热传导性气体产生的热传导效率就越好。

在晶片 W 和突起部 16C 的总接触面积相同的情况下,突起部 16C 的高度越高,突起部 16C 的侧面的面积就越大,由于总接触气体面积增大,所以是所希望的。而且,在形成多个各个突起部 16C 的任意高度的水平剖面为相同形状的突起部的情况下,由于各个突起部 16C 的水平剖面(与晶片 W 的接触面)越小,总接触气体面积就越大,所以是优选的。

就突起部 16C 来说,优选将晶片 W 和突起部 16C 的单位面积的接触面积比率[(突起部表面接触部/晶片面积 $\times 100\%$)]设定为 15%以下。若考虑到晶片温度的控制性,优选突起部 16C 的直径为 0.5mm 以下、高度为 30 μm 以上,更优选高度为 40 μm 以上。由于当突起部 16C 的直径与高度的纵横比(高度/直径)大于 1 时,存在有由突起部 16C 与晶片 W 的摩擦等引起破损的顾虑,所以优选直径的下限及高度的上限利用纵横比来计设定为 1 以下的范围。例如可以将各个突起部 16C 设定为圆柱状,水平剖面的直径为 0.5mm,高度为 30 μm 。

为了将突起部 16C 的总侧面面积设定得大,可以使水平剖面形状

为椭圆形或方形，而不是圆形，并且，突起部 16C 的侧面可以是倾斜面或带有台阶，是下侧剖面大的结构，而不是垂直面。为了抑制由切削突起部 16C 的前端边缘部而产生的颗粒，优选是曲面形状。在这种情况下，与晶片 W 的接触面，仅是不包含曲面部分而与晶片 W 相接触的部分。

如图 4 所示，上述多个突起部 16C 间的距离 δ 设定为 2mm 以下，优选为 1mm 以下，更优选为与晶片 W 的厚度 t 大体相等，或比厚度 t 要短。通过将距离 δ 设定得与厚度 t 大体相等，能够使从突起部 16C 上面到晶片 W 的表面的热传导时间与从该突起部 16C 到邻接的突起部 16C 的热传导时间大体相等，能够减小晶片 W 表面的突起部 16C 和空间部之间的温度差。

就上述突起部 16C 的高度来说，若较高的话，则可使热传导性气体能够瞬时充满静电吸盘 16 与晶片 W 间的整个空间，因此这是优选的。考虑到这一点，将上述突起部 16C 的高度设定为 $30\mu\text{m}$ 以上，更优选高度为 $40\mu\text{m}$ 以上。如果不到 $30\mu\text{m}$ ，则热传导性气体到达静电吸盘 16 与晶片 W 之间的整个空间的时间延长，有晶片温度的控制性低下的顾虑。验证这件事的数据为图 5。图 5 是突起部 16C 的高度为 $10\mu\text{m}$ 及 $30\mu\text{m}$ 时的晶片 W 中的热传导性气体的到达距离与时间之关系的图。由图 5 可知，在突起部 16C 的高度为 $10\mu\text{m}$ 的情况下，距气体供给部的距离变长，热传导性气体的到达时间急剧延长，而在其高度为 $30\mu\text{m}$ 的情况下，可以瞬间到达整个晶片 W。

进而，在突起部 16C 的高度低到 $10\mu\text{m}$ 左右时，需要在形成突起部 16C 的底面部设置例如槽等气体扩散机构，使热传导性气体能够通过气体扩散机构迅速扩散，在短时间内到达整个晶片 W。在本实施方式中，如上所述，通过将突起部 16C 的高度设定为 $30\mu\text{m}$ 以上，就没有必要设置气体扩散机构，能够降低制造成本，且不会发生由槽引起的温度不均匀性等问题。

如图 1、图 3 所示，在静电吸盘 16 的外围边缘部形成有与多个突起部 16C 的具有同样高度的第一环状突起部 16D，由该环状突起部 16D 具有能够将供给到静电吸盘 16 与晶片 W 之间间隙的热传导性气体密

封在晶片 W 面内的密封的功能。在第一环状突起部 16D 的内侧与第一环状突起部 16D 同心圆状地形成与多个突起部 16C 同样高度的第二环状突起部 16E。由该环状突起部 16E 将第一环状突起部 16D 内的区域分为两部分。即，如图 3 所示，在第一环状突起部 16D 与第二环状突起部 16E 之间形成环状的第一区域 16F，在第二环状突起部 16E 的内侧形成圆形状的第二区域 16G，第二环状突起部 16E 具有第一、第二区域 16F、16G 间的密封功能。还有，在图 3 中未表示突起部 16C。

因此，在用静电吸盘 16 吸附晶片 W 时，晶片 W 与多个突起部 16C 及第一、第二环状突起部 16D、16E 分别接触，在晶片 W 与静电吸盘 16 之间形成与第一、第二区域 16F、16G 相对应的两个空间。以下，将分别与第一、第二区域 16F、16G 相对应的空间根据需要称为第一、第二空间 16F、16G。

而且，如图 3 所示，在第一、第二区域 16F、16G 中分别形成多个第一、第二气体供给口 16H、16I，在这些气体供给口 16H、16I 上分别连接有后述的第一、第二分支管道 19B、19C。还有，在图 3 中，16J 是升降杆 24 的孔。

如图 1 所示，第一、第二分支管道 19B、19C 连接于在绝缘体 13 上面形成的第一、第二环状凹部 13A、13B，向这些环状凹部 13A、13B 内供给热传导性气体。如该图中所示，在电极 15 及静电吸盘 16 上分别形成与第一、第二区域 16F、16G 相连通的第一、第二连通路 25、26。因此，气体供给源 19 的热传导性气体，经由第一、第二分支管道 19B、19C、第一、第二环状凹部 13A、13B、第一、第二连通路 25、26 及第一、第二气体供给口 16H、16I 而到达静电吸盘 16 的第一、第二空间 16F、16G。

由第一、第二环状突起部 16D、16E 将静电吸盘 16 与晶片 W 之间的空间分为第一、第二空间 16F、16G，由此，能够分别对供给于各空间 16F、16G 内的热传导性气体的压力进行控制。对晶片 W 进行等离子体处理时，晶片 W 的外围边缘部的温度比其内侧的温度要高。因此，可以使第一空间 16F 内的热传导性气体的压力增大，例如设定压力为 40Torr，使热传导性提高，使第二空间 16G 内的热传导性气体的压力

降低,例如设定压力为 10Torr,使第一空间 16F 内的热传导性比第二空间 16G 内的热传导性要高,由此能够对晶片 W 整个面的温度进行均匀地控制。

而且,如果将第一、第二空间 16F、16G 内的突起部 16C 分别定义为第一、第二突起部,则通过将第一突起部的与晶片 W 的接触面积比率设定得比第二突起部的与晶片 W 的接触面积大,可以提高借助于突起部 16C 的晶片 W 与冷却介质之间的热传导,能够均匀地控制晶片 W 整体的温度,但热传导气体对晶片周边部的温度控制性比其内侧低。此时,通过以同样的接触面积比率将第一突起部的个数密度设定得比第二突起部的个数密度大,能够提高热传导性气体对晶片 W 周边部的温度控制性。通过将第一突起部的高度设定得比第二突起部的高度低,同样可以降低晶片周边部的温度。

由于通过采用这样将静电吸盘 16 与晶片 W 间的空间分为两部分,分别独立地对热传导性气体的压力进行控制的结构,能够对晶片 W 周边部与中心部的温度进行单独控制,所以,例如即使是等离子体状态不均匀,也能够对晶片 W 面内的蚀刻速度及蚀刻形状等进行均匀地控制。

第二环状突起部 16E 与第一、第二空间部 16F、16G 内的配置为环状的最近的突起部 16C 之间的距离,设定为 2mm 以下,优选为 1mm 以下,更优选与晶片 W 的厚度 t 大体相等,或比厚度 t 短。为了观察第二环状突起部 16E 与最近的突起部 16C 之间的间隙对热传导的影响,在认为是容易产生影响的结构的突起部区域间设置有具有多种宽度的槽的情况做了验证。

图 6(a)、(b) 是表示使用有限元法在以下的设定条件下所进行的热传导分析的结果。也就是说,图 6(a)、(b) 所示的晶片中的温度分布及温度差分布是表示在如下这样条件下所计算出的结果,即:将突起部区域的接触面积率设定为 15%、将其高度设定为 $30\mu\text{m}$ 、将背侧气体压力设定为 15Torr、将晶片厚度设定为 0.7mm,而且将下部电极的温度设定为 25°C ,使得晶片 W 的温度约为 60°C ,将向晶片输入的热量设定为 $3.4\text{W} / \text{cm}^2$,将槽深(无限长)设定为更容易产生影响的

100 μm ，将槽宽设定为 0mm、1mm、2mm、3mm 及 4mm 这五种情形。

而且，在上述条件下，将涂了抗蚀剂的晶片由氧等离子体进行实际蚀刻，测定了蚀刻速度，结果确认了在槽宽为 1.7mm 的情况下，即使对抗蚀剂进行蚀刻，槽也不会对蚀刻产生影响。比较上述分析结果与试验结果可知，在图 6 (a)、(b) 中所示的分析结果中，由于在槽宽为 2mm 的情况下，晶片的槽宽度中心和其周边的温度差约为 1 $^{\circ}\text{C}$ ，所以为了将槽周边的温度差抑制在 1 $^{\circ}\text{C}$ 以下，优选将槽宽度设定在 2mm 以下。此时，由于突起部间的间隔大到为槽宽以上时，温度差增大，所以优选设定为 1mm 以下，更优选设定为晶片 W 的厚度以下。在本实施方式中，将第二环状突起部 16E 和最近的突起部 16C 的距离设定为 0.5mm。因此，即使是晶片 W 背面由接触面积比率小的突起部 16C 所形成的静电吸盘 16，也不会受第二环状突起部 16E 的影响，能够在晶片 W 整个面实现所希望的温度分布。

在晶片 W 与突起部 16C 的单位面积的接触面积比率为 15% 以下、各个突起部 16C 为圆柱状、水平剖面直径为 0.5mm、高度为 30 μm 的条件下，将背侧气体 (He) 压力在中心部设定为 5Torr、在周边部设定为 40Torr、将电极温度设定为 25 $^{\circ}\text{C}$ 、使得晶片 W 的温度约为 60 $^{\circ}\text{C}$ 的状态下吸附晶片 W，结果是到达平衡温度的 95% 的温度的时间为 14.4 秒，具有与现有的陶瓷喷镀的静电吸盘大体相同的温度响应性。因此，为了使温度响应性更良好，优选将晶片 W 与突起部 16C 的单位面积的接触面积比率设定为 15% 以上，在相同接触面积比率下，圆柱状的突起部 16C 的水平剖面（与晶片的接触面）的直径设定为 0.5mm 以下、高度为 30 μm 以上，这一点得到了验证。在这种情况下，由于平衡温度升高，优选将冷却介质的设定温度降低，以提高冷却能力。

图 7 (a) (b) 是表示使用有限元法在下面的设定条件下对第一、第二环状突起部 16D、16E 的密封宽度的温度分布的影响所进行的热传导分析的结果。即，图 7 (a)、(b) 所示的晶片中的温度分布及温度差分布是表示在如下这样条件下所计算出的结果，即：在将突起部区域的接触面积率设定为 15%、其高度设定为 30 μm 、将背侧气体压力设定为 15Torr、将晶片厚度设定为 0.7mm、而且将下部电极的温度设定为

25℃使得晶片 W 的温度约为 60℃、将向晶片输入的热量设定为 3.4W/cm²、将密封高度设定为 30μm、将密封宽度设定为 0mm、0.5mm、1.0mm、1.5mm 及 2.0mm 这五种情形。

进而可知，由于从抗蚀剂蚀刻速度的观点看，优选温度差约为 1℃以内，所以优选将密封宽度设定为 1.5mm 以下。此时，如果密封宽度过狭，由于担心背侧气体泄漏，所以优选设置为 1mm 以上。关于气体泄漏，在环状突起部的表面粗糙度 Ra 为 0.2~0.3μm 的情况下，为了将泄漏量控制在 1sccm 以下，必须使密封宽度设定在 3mm 以上，在第二环状突起部 15E 的情况下，由于即使有若干泄漏影响也很小，所以优选设定在 1.0~1.5mm 的范围。

而且，形成上述静电吸盘 16 的陶瓷介电体 16A，包含具有规定平均粒径的晶体颗粒，同时，形成（加工）成突起部 16C 的与晶片 W 接触的面（上面）依赖于结晶颗粒平均粒径的表面粗糙度。所谓‘依赖于结晶颗粒平均粒径的表面粗糙度’是指，利用等离子体对陶瓷介电体进行干式清洗，从而对表面进行溅射，随着时间变化，最终达到一定的表面粗糙度，不会再发生更粗糙变化的稳定时的表面粗糙度。就稳定时的表面粗糙度来说，晶体颗粒的平均粒径越小则越小，晶体颗粒的平均粒径越大则越大。

在本实施方式中，晶体颗粒的平均粒径为 1~2μm，由等离子体进行干式清洗最终所达到的表面粗糙度 Ra 为 0.2~0.3μm。所以，预先将突起部 16C 的表面粗糙度 Ra 加工为 0.2~0.3μm。由此，即使是多次重复干式清洗情况，突起部 16C 的表面也不会比该粗糙度更粗糙，能够保持始终稳定的热传导性能，晶片温度的控制性始终稳定。在晶体颗粒的平均粒径大于 2μm 的情况下，由于由等离子体处理进行溅射时随时间变化，稳定的表面粗糙度大于 0.3μm，所以需要预先将突起部 16C 的前端加工为比 0.3μm 大的规定的表面粗糙度。另一方面，在结晶粒径的平均粒径小于 1μm 的情况下，由于由等离子体处理进行溅射时随时间变化，稳定的表面粗糙度小于 0.2μm，所以需要预先将突起部 16C 的前端加工为比 0.2μm 小的规定的表面粗糙度。

图 8 是将维氏（Vickers）硬度高的本实施方式的静电吸盘与不包

含于本发明的静电吸盘的运行时间（在未载置晶片 W 的状态下将静电吸盘暴露于 O₂ 等离子体中，晶片干式清洗的累计时间）与各自突起部 16C 的表面粗糙度的比较图。在图 8 中，本实施方式的静电吸盘用“●”表示，其晶体颗粒的平均粒径为 1~2 μm 。本发明所不包含的静电吸盘用“▲”表示，其晶体颗粒的平均粒径为 12 μm 。由该图可知，本发明以外的静电吸盘在运行时间开始后 40 小时，其表面粗糙度从约 0.1 μm 急剧增到 0.6 μm ，40 小时以后，表面粗糙度在 0.5~0.6 μm 的粗糙状态下恶化，大体稳定。与此相对，本实施方式的静电吸盘 16 从运行开始时的表面粗糙度略小于 0.1 μm ，运行 100 小时后仅增到略大于 0.1 μm ，判明了由等离子体引起的粗糙很轻微。

突起部 16C 的表面粗糙度，由于即使是晶体颗粒的平均粒径不同也能够稳定于依赖于晶体颗粒粒径的表面粗糙度，所以通过预先加工为稳定的表面粗糙度从而使表面粗糙度不会随时间而变化。也就是说，可以判明：在图 8 所示的本实施方式的静电吸盘的情况下，预先加工成 Ra 为 0.25 μm （由于加工精度中有偏差，所以管理范围是 Ra 为 0.2~0.3 μm ），而在该图中所示的本发明以外的静电吸盘的情况下，预先加工成 Ra 为 0.5~0.6 μm 即可。

形成上述静电吸盘 16 的陶瓷介电体 16A，优选是以氧化铝为主要成分的氧化铝烧结体，而且，优选该烧结体中含有碳化硅。通过添加碳化硅能够提高硬度、耐磨性。更优选该静电吸盘 16 是在高温高压下烧结的烧结体。通过高温高压下的烧结能够进一步提高静电吸盘 16 的硬度，可以得到维氏硬度 Hv 为 2000 以上的硬度，还能够进一步提高耐等离子体性及耐磨性，进而能够防止由晶片 W 的吸附、离开而引起的突起部 16C 上面的粗糙。

图 9 是本实施方式的静电吸盘 16 中所使用的烧结体与其它陶瓷的耐等离子体性的比较图。在图 9 中，本实施方式中所使用的烧结体由包含碳化硅、在高温高压下烧结的试样 No.3 所表示，维氏硬度 Hv 为 2200。其它试样 No.1 是由氧化铝喷镀而得到的一般静电吸盘，其维氏硬度 Hv 为 1000。试样 No.2 是由在常压下氧化铝的生坯板烧结的陶瓷介电体所构成的静电吸盘，其维氏硬度 Hv 为 1000。试样 No.4 是以氧

化铝为主要成分、在常压下在与 No.2 不同的条件下烧结生坯板而成的陶瓷介电体所构成的静电吸盘，其维氏硬度 Hv 为 1400。由图 9 可知，本实施方式以外的任意一个试样的维氏硬度 Hv 都低于 2000，因等离子体造成的消耗速度加快，耐等离子体性不良。

而且，图 10 是表示本实施方式的静电吸盘 16 中的突起部 16C 的表面粗糙度和无晶片干式清洗时间的关系图。作为静电吸盘 16，使用了烧结体的氧化铝颗粒的结晶粒径约为 $1\mu\text{m}$ 的物质，如图 10 所示，进行突起部 16C 的表面加工，使表面粗糙度 Ra 在 $0.09\sim 0.29\mu\text{m}$ 的范围内，观察了各静电吸盘 16 和干式清洗时间之间的关系。从图 10 也明确地验证了具有任意表面粗糙度的静电吸盘 16，都随着清洗时间的经过而收敛于一定的表面粗糙度。而且，判明了该收敛值是 Ra 为 $0.25\mu\text{m}$ 。该值换算为另一种表面粗糙度 Ry 时为 $1.7\mu\text{m}$ 。还有，无晶片干式清洗时的等离子体电位 (V_{pp}) 为 600V。

而且，图 11 是对于热传导性气体 (He 气) 的各种压力的突起部 16C 的表面粗糙度与晶片温度稳定的关系。由图 11 可知，突起部 16C 的表面粗糙度 Ra 比 $0.2\mu\text{m}$ 大时，晶片温度缓慢升高，来自载置体 12 一侧的冷却效率缓慢下降。特别是从表面粗糙度 Ra 约为 $0.27\mu\text{m}$ 前后，冷却效率有急剧下降的倾向。但是，判明了当表面粗糙度 Ra 小于 $0.2\mu\text{m}$ 时，表现出大体一定的冷却效率。所以，即使是突起部 16C 的表面粗糙度 Ra 在本发明的 $0.2\sim 0.25\mu\text{m}$ 的范围内的加工中产生偏差，热传导性气体的压力，在 10Torr 条件下，也能抑制为 8°C 的变动，在 40Torr 条件下，也能抑制为 3°C 的变动，能够保持稳定的冷却效率。也就是说，突起部 16C 前端面的表面粗糙度 Ra 为 $0.25\mu\text{m}$ 以下时，表面粗糙度 Ra 的影响减小，在 $0.2\mu\text{m}$ 以下时表现出大体一定的冷却效率。还有，40Torr 与 10Torr 分别是本实施方式的静电吸盘 16 的第一、第二空间 16F、16G 内的压力。

在对突起部 16C 的前端面进行最终加工时，优选将表面粗糙度 Ra 设定为 $0.25\mu\text{m}$ 以下，更优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以下，由此，即使是由于加工偏差等使表面粗糙度发生若干变化，冷却速度也不易于受到表面粗糙度 Ra 的影响。即使是将突起部 16C 的前端面设定为规定的接触面积，实

际上由于表面粗糙度 R_a 的影响,实际的接触面积要小于实际设计值。在表面粗糙度 R_a 大的情况下,即使是同一背侧气体压力,如图 11 所示,晶片 W 的平衡温度升高。所以,在设计静电吸盘的情况下,需要将表面粗糙度 R_a 设定得小,以降低平衡温度。如上所述,优选该表面粗糙度 R_a 在 $0.25\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $0.2\mu\text{m}$ 以下。

如以上的说明,根据本实施方式,静电吸盘 16 由于具有与晶片 W 接触的多个突起部 16C,而且,突起部 16C 是由包含具有 $1\sim 2\mu\text{m}$ 的平均粒径的氧化铝结晶颗粒的陶瓷介电体 16A 所形成,同时,突起部 16C 的与晶片 W 接触的接触面加工成依赖于平均粒径的表面粗糙度 ($0.2\sim 0.3\mu\text{m}$),所以,耐等离子体性高,而且即使反复进行干式清洗操作,突起部 16C 的粗糙度也几乎不会发生变化,从而能够提高晶片温度的控制性,同时能够使晶片温度的控制性稳定化。并且,还不会发生在将晶片 W 从静电吸盘 16 离开时由残留电荷所引起的晶片 W 的跳起及来自静电吸盘 16 的污染。

而且,根据本实施方式,由于静电吸盘 16 的陶瓷介电体含有碳化硅,所以能够进一步提高硬度和耐磨性。而且,由于将突起部 16C 的维氏硬度 H_v 设定为 2000 以上,所以能够提高由使用等离子体的干式清洗的耐磨耗性能。

而且,由于多个突起部的晶片单位面积的接触面积比率设定在 15 % 以下,所以能够进一步提高晶片温度的控制性,将晶片 W 整个面控制为所希望的温度。由于各突起部 16C 的接触面形成直径为 0.5mm 以下的圆柱状,所以突起部 16C 与热传导性气体的热传导性良好,能够通过来自与晶片 W 相接触的热传导性气体的热传导将晶片控制为所希望的温度。由于将多个突起部 16C、16C 间的距离 δ 设定为相当于晶片 W 的厚度 t 的距离以下,所以能够对不与突起部 16C 接触的晶片部分和与突起部 16C 接触的晶片部分均匀地进行加热,进而能够将晶片 W 整个面冷却到所希望的温度。

而且,由于将突起部 16C 的高度设定为 $30\mu\text{m}$ 以上,所以可以不形成热传导性气体用的槽,而在短时间内使热传导性气体充满整个晶片 W,能够提高晶片 W 整个面的温度响应性。由于静电吸盘 16 具有

第一、第二环状突起部 16D、16E，并且，具有向在第一、第二环状突起部 16D、16E 间及第二环状突起部 16E 的内侧分别形成的第一、第二空间 16F、16G 内分别供给热传导用气体的第一、第二气体供给口 16H、16I，所以向第一、第二空间 16F、16G 内供给的热传导用气体的压力能够分别控制，通过将第一空间 16F 内的热传导性气体的压力设定得高于第二空间 16G 内的压力，能够使温度容易升高的晶片 W 外围边缘部的温度比内侧的更易于冷却，将晶片 W 整个面控制为所希望的温度。

还有，本发明并不限于上述实施方式。只要不改变本发明的要旨，都应包含于本发明中。

产业上的可利用性

本发明可以作为等离子体处理装置等的静电吸盘而加以使用。

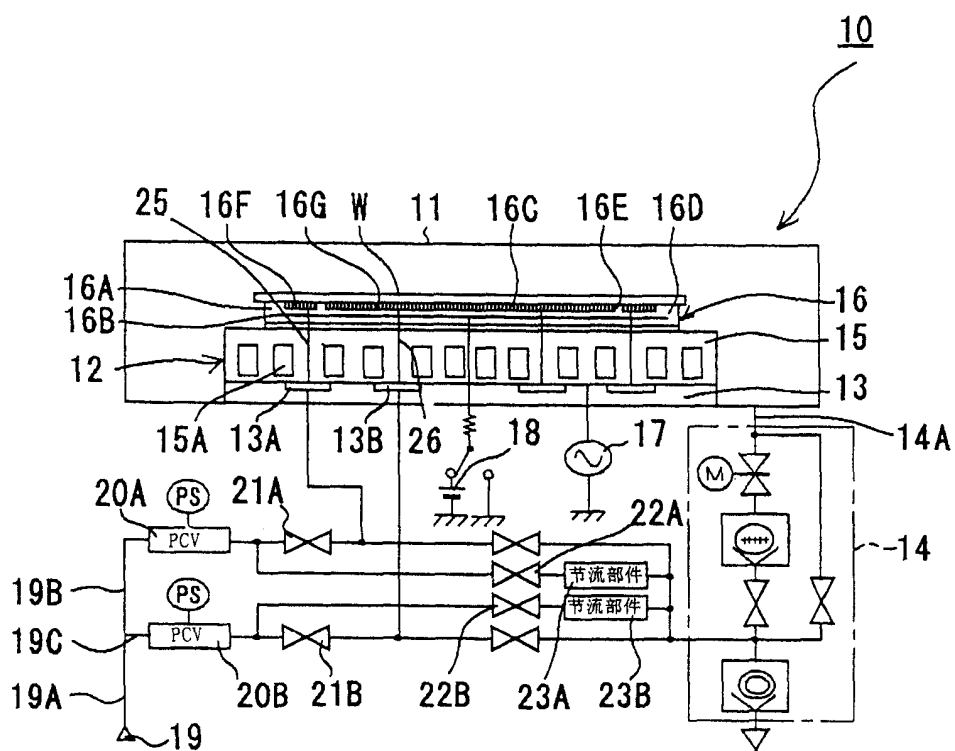


图1

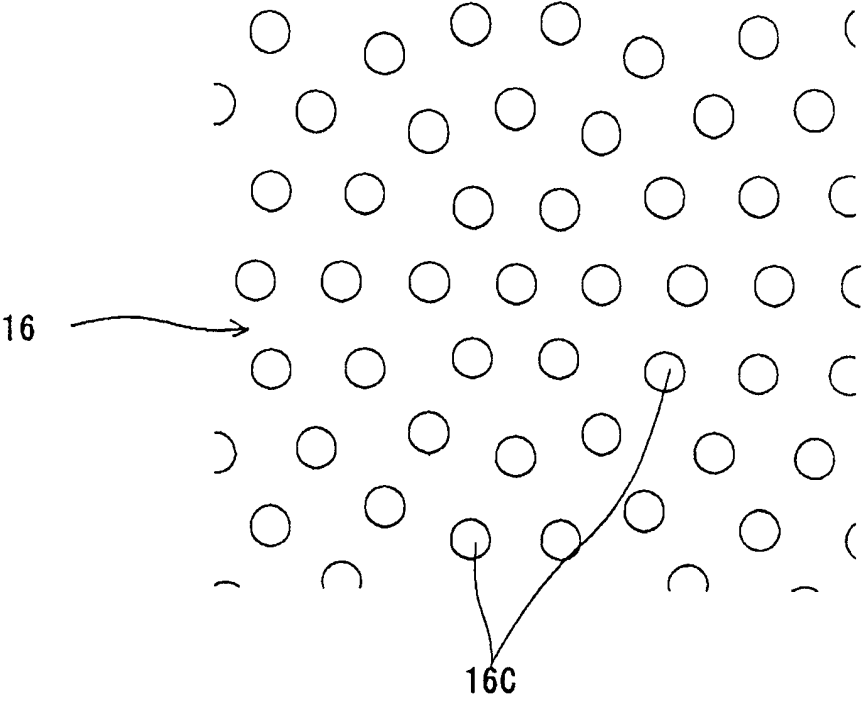


图2

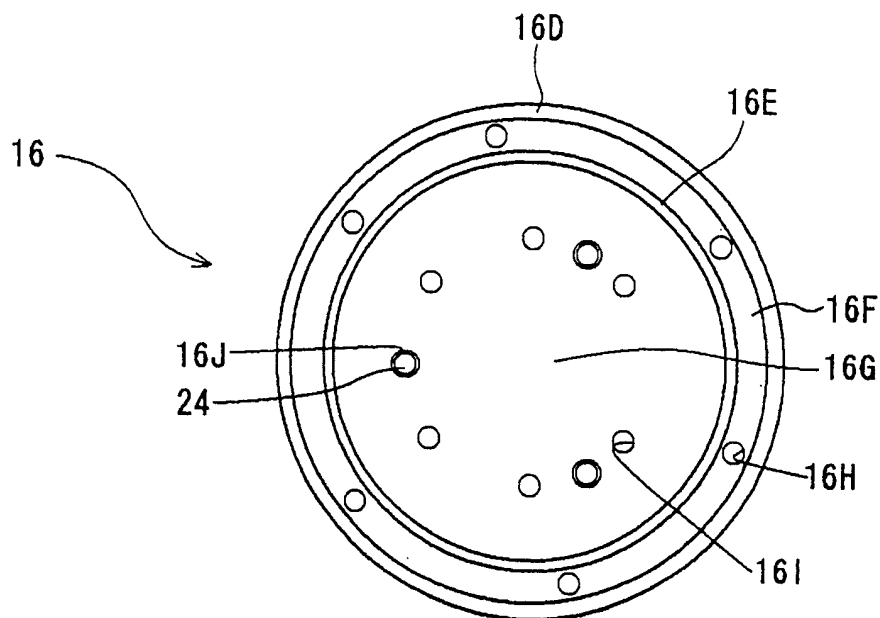


图3

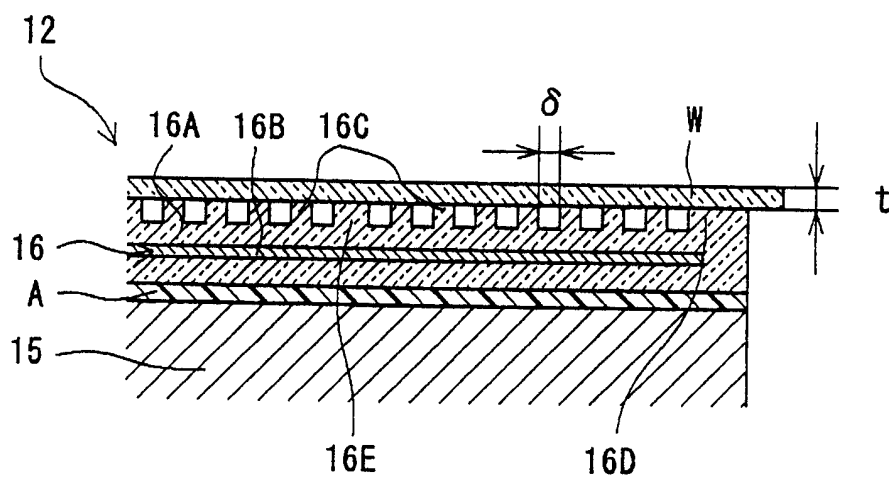


图4

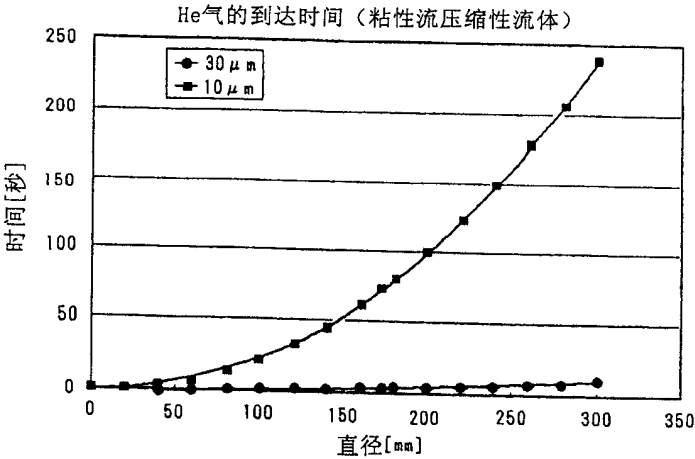


图5

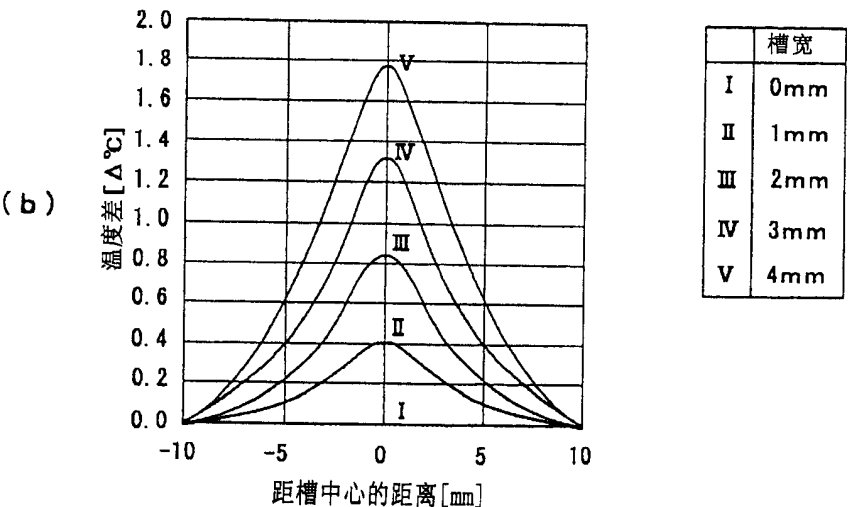
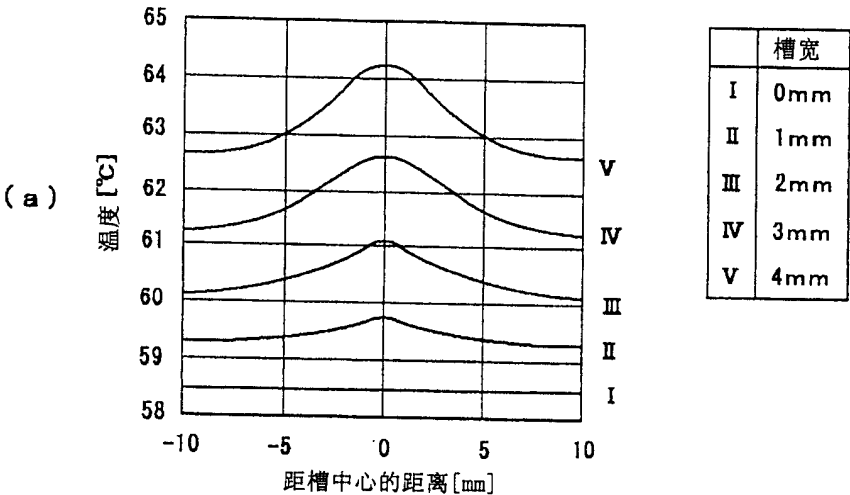


图6

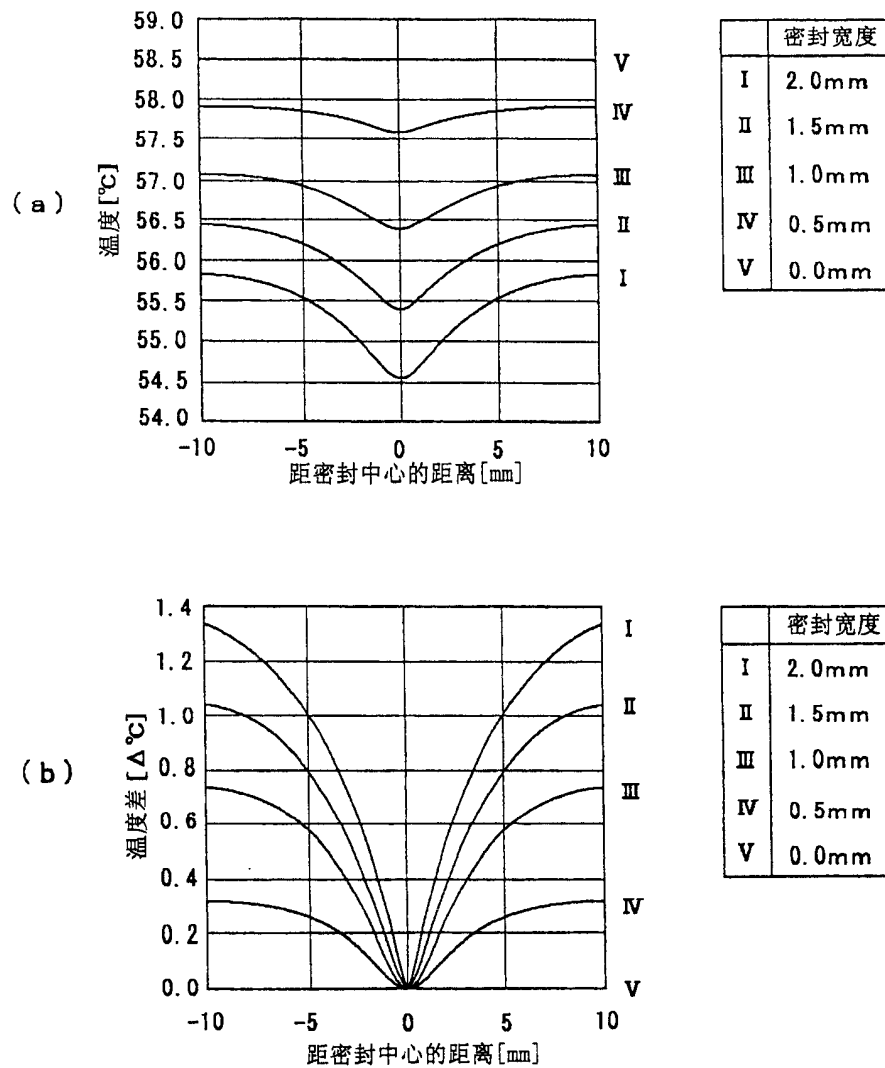


图7

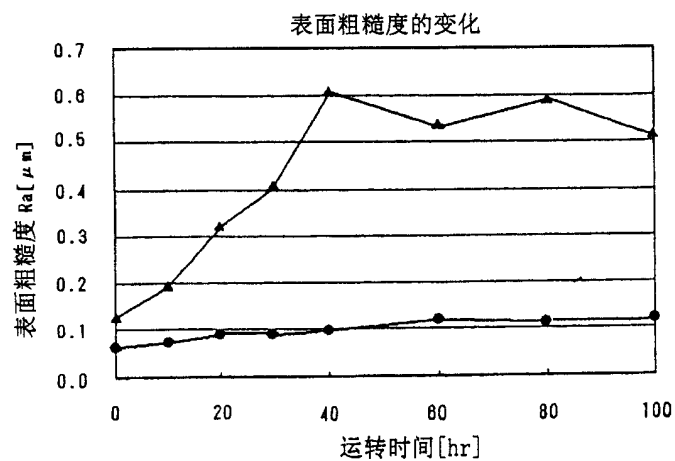


图8

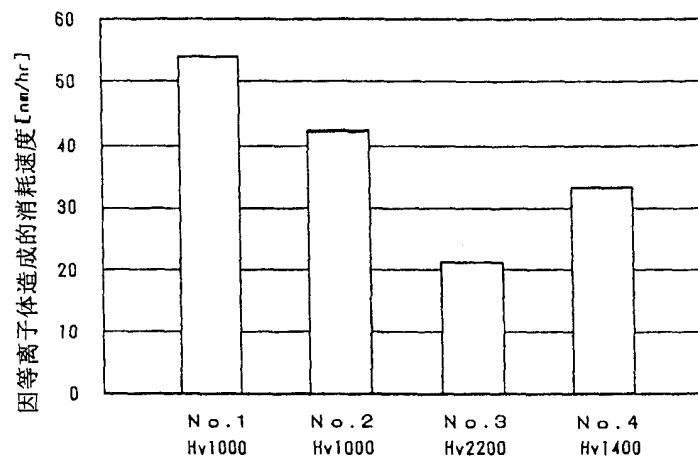


图9

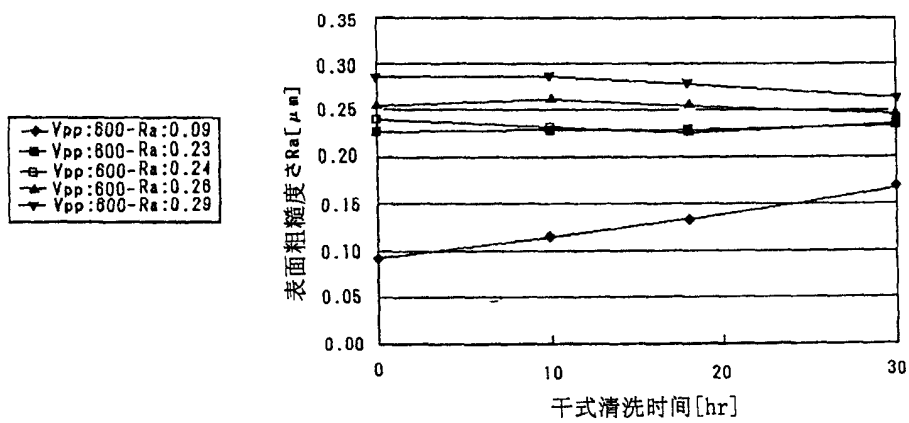


图10

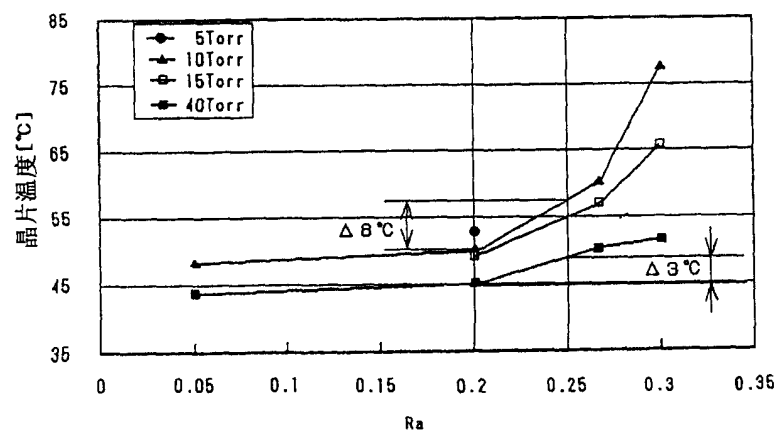


图11

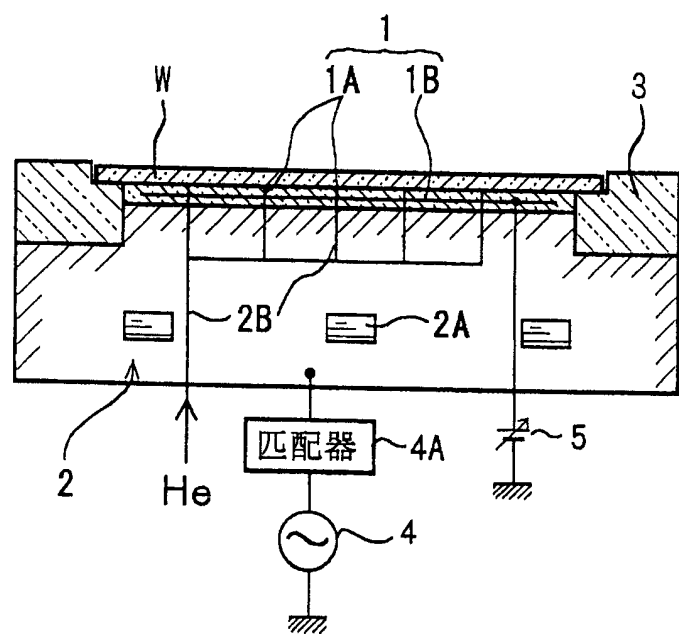


图12