

[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 03119377.3

[45] 授权公告日 2009年8月26日

[11] 授权公告号 CN 100533673C

[22] 申请日 2003.3.14 [21] 申请号 03119377.3

[30] 优先权

[32] 2002.3.18 [33] JP [31] 2002-073957

[73] 专利权人 东京毅力科创株式会社

地址 日本国东京都

[72] 发明人 高濑均 长山将之 三桥康至

中山博之

[56] 参考文献

CN1328368A 2001.12.26

审查员 聂少岩

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

代理人 龙淳

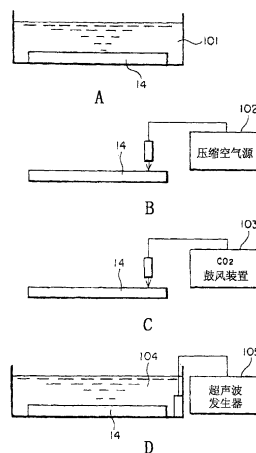
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

清洗等离子加工装置的方法

[57] 摘要

本发明提供一种彻底清洗等离子加工装置中待清洗元件表面上的沉积物的方法，不会有任何已经在待清洗元件表面上形成的阳极涂层或喷雾涂层的损伤。这种清洗方法包括浸入有机溶剂（例如丙酮）的化学清洗步骤(a)；接着吹入压缩空气，以便去除已经由化学处理过的缓冲板(14)脱落的沉积物的步骤(b)；接着，通过采用 CO₂ 鼓风装置(103) 鼓风物理清除残留在缓冲板(14) 边缘的沉积物，和缓冲板(14) 浸入纯水(104)，并给予超声振动清除残留在缓冲板(14) 上的沉积物的 f 步骤。



1. 一种清洗其上形成有沉积物的元件的方法，所述沉积物在用至少含有氟气的加工气体对衬底进行等离子加工的过程中形成，所述方法依次包括：至少含有有机溶剂的清洗液通过以预定时间接触其上有沉积物的待清洗元件，化学清除沉积物的化学清洗步骤；然后在所述的化学清洗步骤之后，清洗介质通过鼓风至待清洗元件，物理除去沉积物的物理清洗步骤。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的有机溶剂含有至少一种选自乙醇、异丙醇、丁醇、丙酮、甲基乙基酮和甲基丁基酮的物质。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的物理清洗步骤通过以压缩空气鼓风干冰丸的 CO₂ 鼓风步骤实施。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其中 CO₂ 鼓风步骤用的空气压力是 3.0 至 4.2kg/cm²。

5. 如权利要求 3 所述的方法，其中 CO₂ 鼓风步骤用的干冰丸的大小是 3.0mm 至 0.6mm。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述的物理清洗通过借助于压缩空气和高压水的空气喷射清洗实施。

7. 如权利要求 6 所述的方法，其中所述的空气喷射清洗在 7 至 14MPa 的水压和 0.2 至 0.35MPa 的空气压力下进行。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中在待清洗元件表面上已经形成阳极氧化物涂层或喷雾涂层。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述方法进一步包括在化学

步骤和物理步骤之间通过压缩空气从该待清洗元件吹扫该沉积物的步骤。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其中在物理清洗步骤之后待清洗元件浸入纯水，以便以由超声产生的超声振动清洗。

11. 一种清洗其上形成有沉积物的元件的方法，所述沉积物在用至少含有氟气的加工气体对衬底进行等离子加工的过程中形成，所述方法依次包括：至少含有有机溶剂的清洗液通过以预定时间接触其上有沉积物的待清洗元件，化学清除沉积物的化学清洗步骤；通过压缩空气从该待清洗元件吹扫该沉积物的吹扫步骤；和然后在所述的吹扫步骤之后，清洗介质通过鼓风至待清洗元件，物理除去沉积物的物理清洗步骤。

12. 一种清洗其上形成有沉积物的元件的方法，所述沉积物在用至少含有氟气的加工气体对衬底进行等离子加工的过程中形成，所述方法依次包括：至少含有有机溶剂的清洗液通过以预定时间接触其上有沉积物的待清洗元件，化学清除沉积物的化学清洗步骤；和然后在所述的化学清洗步骤之后，清洗介质通过鼓风至待清洗元件物理除去沉积物的物理清洗步骤，其中在物理清洗步骤之后待清洗元件浸入纯水，以便以由超声产生的超声振动清洗。

清洗等离子加工装置的方法

技术领域

本发明涉及一种通过采用 CF 系列气体，清洗进行例如等离子蚀刻氧化硅涂层时形成的沉积物的方法，和由这种方法清洗的等离子加工装置。

背景技术

在半导体装置的微结构的制造中，已经频繁地采用等离子加工装置用于蚀刻半导体装置预期位置。

在这样的蚀刻装置中，频繁形成和蓄积于蚀刻室中、在蚀刻加工期间形成的沉积物，其中氧化硅涂层通过采用含有氟气，例如 CF 系列化合物的蚀刻气体蚀刻。因此，必须周期性的进行这种蚀刻装置沉积物的清洗。

现有技术清洗用蚀刻装置已经使用具有清洗液，例如有机溶剂的化学清洗，或者选择性地物理清洗，例如喷射水流、空气喷射等。

如上讨论，现有技术清洗加工室中形成的沉积物用的清洗技术，其中氧化硅通过采用 CF 系列气体蚀刻，已经使用采用清洗液，例如有机溶剂的化学清洗，或者选择性地采用喷射水流或空气喷射的物理清洗。

然而，在上述清洗的常规方法中，纯化学清洗步骤不能彻底除去待清洗元件的细微部分形成的沉积物，例如它的边缘部分。另一方面，物理清洗方法，例如使用喷射水流或空气喷射可能在沉积物上，例如阳极氧化物涂层和/或喷雾涂层，产生损伤或脱落现象，当这种沉积物作为阳极氧化物涂层和/或喷雾涂层形成于待清洗元件表面上时。

已经在如此情形的考虑下得出本发明，并且本发明通过不会有任何沉积物(例如，沉积在待清洗元件表面上的阳极氧化物涂层(阳极铝涂层)和/或喷雾涂层)损伤地处理等离子涂层，提供彻底清洗形

成于等离子加工装置(室)内的沉积物的方法。

已经研发本发明以便解决上述问题。

附图简述

图 1 是按照本发明的清洗方法的一项实施方案的示意图。

图 2 表示等离子蚀刻装置的示意性结构。

图 3 是按照本发明的清洗方法的另一项实施方案示意图。

发明简述

按照本发明的第一实施方案,提供一种通过引入至少含有氟气的加工气体进入处理室,其中该室处理衬底的待处理等离子涂层,清洗形成在等离子加工装置内部的沉积物的方法,它依次包括,通过以清洗液接触其上有沉积物的待清洗元件预定时间化学清除沉积物的化学清洗步骤,和在所述的化学清洗步骤之后,通过清洗介质鼓风待清洗元件物理除去沉积物的步骤。

按照本发明的第二实施方案,所述的清洗液包含至少一种有机溶剂。

按照本发明的第三实施方案,这种有机溶剂包括至少一种选自乙醇、异丙醇、丁醇、丙酮、甲基乙基酮和甲基丁基酮的物质。

按照本发明的第四实施方案,物理清洗步骤通过以压缩空气鼓风干冰丸的 CO₂ 鼓风步骤实施。

按照本发明的第五实施方案,CO₂ 鼓风步骤用的空气压力是 3.0 至 4.2kg/cm²。

按照本发明的第六实施方案,CO₂ 鼓风步骤用的干冰丸的大小是 0.3mm 至 0.6mm。

按照本发明的第七实施方案,所述的物理清洗通过借助于压缩空气和高压水的空气喷射清洗实施。

按照本发明的第八实施方案,所述的空气喷射清洗在 7 至 14MPa 的水压和 0.2 至 0.35MPa 的空气压力下进行。

按照本发明的第九实施方案,在待清洗元件表面上已经形成阳极氧化沉积物或喷雾涂层。

按照本发明的第十实施方案，这种方法进一步包括在化学步骤和物理步骤之间暴露于空气吹扫该待清洗元件的步骤。

按照本发明的实施方案，在物理清洗步骤之后待清洗元件浸入纯水，以便以由超声产生的超声振动清洗。

按照本发明，这里提供由含有氟气的加工气体清洗在等离子加工装置中产生的沉积物的方法，它依次包括通过以清洗液接触已经沉积的待清洗物质预定时间，化学清除沉积物的化学步骤；和在所述化学步骤之后，通过鼓风清洗介质至待清洗元件，物理除去沉积物的物理步骤。

按照本发明的实施方案，这里提供通过以含有氟气的加工气体处理，清洗形成于室内的沉积物的装置，它包括，其上具有沉积物的待清洗元件和清洗处理液接触预定时间的沉积物化学清除器，和在所述化学清除器之后，鼓风清洗介质至待清洗元件的沉积物物理清除器。

具体实施方案

参考附图，下面将解释本发明的实施方案：

图2是蚀刻装置的结构示意图，其中1表明铝制圆柱真空室，它的内部是密闭的，为等离子蚀刻室。

真空室1为梯形圆柱形，具有直径较小的上部1a，和直径较大的下部1b，并且在电学上接地。进一步地，这里在真空室1内提供用于支承作为待加工衬底的半导体片W的支承台（接受器）2，定位其待加工表面，向上和几乎水平。

支承台2由例如铝制成，并且由支承基4通过绝缘板3例如陶瓷板支承。进一步地，这里在支承台2的上边提供由导电或绝缘材料制成的聚焦环5。

进一步地，这里在半导体片W上表面提供静电夹盘6以静电吸附半导体片W。静电夹盘6在绝缘元件6b内具有静电电极6a，其中电极6a与直流电源13连接。电极6a由电源13充电以施加电压，接着半导体片W由库仑力吸附。

进一步地，在支承台2计数冷却介质通道（未显示）和气体传

入通道(未显示)以便供给 He 气至半导体片的背表面,以有效冷却半导体片 W, 这样以便于控制片的温度在希望的温度。

支承台 2 和支承基 4 通过由具有滚珠丝杠 7 的滚珠丝杠机械举升, 并且以不锈钢(SUS)制成的波纹管 8 封装支承基 4 下提供的驱动装置, 它进一步由波纹管盖 9 覆盖。

在支承台 2 的中心附近, 提供并连接供应电源以提供高频电力的电源线 12。电源线 12 与匹配器 11 和高频电源 10 连接, 其中频率 13.56 至 150MHz 的高频电力由电源 10 供入支承台 2。

在聚焦圈 5 边缘提供圈形的具有大量成形裂缝的缓冲板 14, 其中真空室 1 的空间借助于通过经由此缓冲板 14 的排气口 19 连接的排气机 20 排气, 以产生真空。

另一方面, 支承台 2 之上的真空室的天花板提供喷淋头 16, 面对并平行于支承台 2, 并且接地。因此, 支承台 2 和喷淋头 16 形成一对电极, 起电极对作用。

喷淋头 16 在其下表面具有许多注气孔 18, 在其上部具有气体引入口 16。进一步地, 在其内部形成气体缓和用空间 17。气体引入口 16 与加工气体供给管 15a 连接, 该管另一端与加工气体供应源 15 连接, 以便供给蚀刻加工气体(蚀刻气体)。

开启和关闭半导体片 W 运载舱的闸阀 24 位于真空室 1 的下部外壁的上端。

另一方面, 绕真空室 1 上部的外壁与真空室 1 同心地提供形成环磁场的机械装置 21, 以便在支承台 2 和喷淋头 16 之间形成磁场。这种机械装置 21 能够以给定的旋转速率绕真空室 1 旋转。

通过采用蚀刻气体, 它包括 CF 系列气体, 例如含有碳和氟原子的分子, 如 CH_2F_2 、 C_4F_6 、 C_5F_8 (环状和链状)、 CF_4 、 CHF_3 、 C_4F_8 (环状和链状), 所述的等离子蚀刻装置会蚀刻在半导体片 W 上的形成的氧化硅涂层。

下面将解释这种蚀刻步骤:

首先, 闸阀 24 打开, 接着通过采用运载机械(未显示)经位于闸阀(24)附近的负荷闸室(未显示)将半导体片 W 引入真空室 1, 然后, 放在低于预定水平的支承台 2 上。接着, 静电夹盘 6 的电极

6a 由直流电源 13 在给定的电压充电，这样以致于通过库仑力吸附半导体片 W。

其后，在运载机械退出真空室 1 之后，闸阀 24 关闭，接着支承台 2 举升至图 2 所示的位置，室 1 排气，以便通过排气系统 20 的真空泵经排气口 19 抽真空。

室 1 排气至给定程度的真空后，给定的蚀刻气体由加工气体源 15 以给定的流速供入真空室 1，这样以致于真空室的压力保持在给定值，例如 1.33Pa 至 133Pa(10mTorr 至 1000mTorr)。

在这样的条件下，由高频电源 10 施加支承台 2 高频电力(例如，13.56MHz)。

这种情形下，在加工空间内，在作为上电极的喷淋头 16 和作为下电极的支承台 2 之间形成高频场，并且同时，归因于磁场发生机械装置 21 的磁场形成，接着，在这样的条件下，进行蚀刻氧化硅涂层的蚀刻步骤。

给定的蚀刻步骤完成之后，停止源于高频电源 10 的高频电力以结束蚀刻步骤，接着，进行晶片放电的相反步骤，以由真空室 1 放电完成的晶片 W。

重复这样的步骤，然后，当蚀刻步骤的总期间达到 5 小时时，缓冲板 14 退出真空室 1，接着被清洗。

缓冲板 14 由环状板制成，其中放射状形成大量裂缝，并且在其表面涂敷铝喷雾涂层。

缓冲板 14 在由真空室拿出或放电时，具有大量的层叠在其表面上的沉积物。

其上涂有沉积物的缓冲板 14 如图 1 所示浸入作为化学清洗用清洗液的有机溶剂 101 (例如，丙酮)。化学清洗持续约定时间(例如，1 至 12 小时)，接着从有机溶剂 100 取出缓冲板 14。

然后，自缓冲板 14 表面脱落或除去的沉积物通过以压缩空气(空气吹扫)吹，进一步由该板彻底清除(b)。当这个步骤结束时，大多数沉积物由缓冲板 14 的表面清除，然而，裂缝边缘形成的沉积物可能保留。

因此，CO₂鼓风通过鼓风设备 103 施加至这种缓冲板 14，以便彻

底清除可能残留在缓冲板 14 边缘的沉积物(c)。

在这样通过 CO₂ 鼓风设备 103 物理清洗中,通过压缩空气吹入干冰丸,由那里的喷口注入缓冲板 14,发生碰撞,这样以致于由缓冲板除去沉积物。进一步地,沉积物暴露于热冲击,在那里产生微裂,并且进一步地,升华干冰丸产生的膨胀能会除去缓冲板的沉积物。

采用 CO₂ 鼓风设备 103 的物理清洗用压缩空气的压力范围是,例如 3.0kg/cm² 至 4.2kg/cm²,干冰丸的大小是例如,0.3mm 至 0.6mm。采用 CO₂ 鼓风设备 103 的物理清除必需的时间是约 10 分钟。

采用 CO₂ 鼓风设备 103 的物理清洗用压缩空气用压力太高时,会损伤缓冲板 14 上形成的涂层。相反,当压缩空气的压力太低时,彻底清除沉积物的时间会更长。因此,上述优选压力会是好的。

即使当压缩空气的压力在以上优选范围内,采用 CO₂ 鼓风设备 103 的较长的物理清洗会被预言在形成的涂层上产生严重的损伤。然而,在物理清洗之前,通过上述方法以有机溶剂进行化学清除时,大多数沉积物会由这种化学清除除去,因此,应缩短物理清除必需的时间,这样以致于形成涂层上的损伤更少。

进一步地,不考虑清洗开始沉积物的数量,采用有机溶剂的化学清洗完成时沉积物的状态似乎不变,并且进一步裂缝末端边缘的沉积物会保留。于是,不考虑清洗开始沉积物的数量,采用 CO₂ 鼓风设备 103 的物理清洗必需的时间会是持续的(约 10 分钟),因此,物理清洗不可能损伤涂层。在物理清洗是持续的和简短的所需的时期,这是有益的,即使每个装置之间沉积物的数量是不同的。

当采用 CO₂ 鼓风设备 103 的物理清洗步骤完成时,彻底清除残留在缓冲板 14 边缘的沉积物,但是这里未发现之前已经在缓冲板 14 表面上形成的氧化铝喷雾涂层被损坏。

最后,缓冲板 14 浸入纯水 104,这样以致于超声波发生器 105 给予纯水 104 超声振动,以便进行缓冲板 14 的超声清洗(漂洗)。

能够彻底清除缓冲板 14 表面上形成的沉积物,在缓冲板 14 表面上形成的氧化铝喷雾层的涂层(其厚度约是 200 微米)不会有任何损坏。

在上述本发明的实施方案中,采用丙酮(它是有机溶剂)的情

形，举例说明作为用于化学清洗的清洗液，然而，同样可以选择性地使用除了丙酮之外的其它清洗液，并且进一步地选择性地使用适于清洗液的其它有机溶剂。

例如，氢氟醚（可得到的是 HFE-7100；注册商标，Sumitomo Three M Co.）和 IPA（异丙醇）混合物适用于清洗液，以和以上所述一样的方式，接着，清洗的结果和以上所述的溶剂一样好。

除了上述溶剂之外，醇类似物，例如乙醇、异丙醇和 1-丁醇，和例如甲基乙基酮的酮适用于化学清洗。

参考上述实施方案，举例说明了已经形成在缓冲板 14 表面上的氧化铝喷雾涂层。和以上所述一样的清洗步骤应用至在缓冲板 14 表面上形成阳极氧化物涂层（约 50 微米厚度）的情形，导致能够完全清除在缓冲板 14 表面上形成的沉积物，在阳极氧化物涂层上不会有任何损伤。

图 3 举例说明了本发明的又一实施方案。在此实施方案中，采用空气喷射装置 103a 的空气喷射方法代替 CO₂ 鼓风设备 103 用于本发明的物理清洗，以通过空气喷射达到物理清洗。其它的适于物理清洗的情形如图 1 所示。

上述空气喷射 103a 是用于执行其中高压水与压缩空气混合的物理清洗，以便对着缓冲板 14 注射，从而物理除去缓冲板 14 上形成的沉积物。这种采用空气喷射装置 103a 的物理清洗中使用的水压范围是，例如 7 至 14MPa，空气喷射的压力是，例如 0.2 至 0.35MPa。当这些压力太高时，可能损伤缓冲板 14 表面上形成的涂层。进一步地，当这些压力太低时，清除沉积物的时间可能更长。因此，这些压力应该在上述范围之内。然后，通过空气喷射装置 103a 达到彻底物理清除的必需时间是约 8 分钟。

如上所阐明的，即使当空气喷射装置 103a 用于物理清洗时，代替 CO₂ 鼓风设备 103，会由缓冲板 14 的表面彻底清除沉积物，在缓冲板 14 表面上形成的氧化铝喷雾涂层制涂层和阳极氧化物涂层制涂层上，不会有任何损伤。

即使当化学清洗用清洗液是丙酮时，清洗结果与它是 HFE-7100；（注册商标，可得自 Sumitomo Three M Co.）和 IPA（异丙醇）的

混合物时一样好。

在上述实施方案中，描述了适于缓冲板 14 的按照本发明的清洗，但是这种清洗可用于真空室的其它元件。

上述实施方案采用 CF 系列气体作为蚀刻气体，其它的加工气体，例如不含碳原子和含氟原子的气体，例如 NF_3 和 SF_4 可用于蚀刻气体。进一步地，在上述实施方案中，举例说明了蚀刻装置的清洗，但是其它的等离子装置，例如等离子 CVD 装置可按照本发明清洗。

按照本发明，可彻底清除形成在待清洗元件上的沉积物，不会有任何影响已经在待清洗元件表面上形成的阳极氧化物涂层和喷雾涂层的损伤。

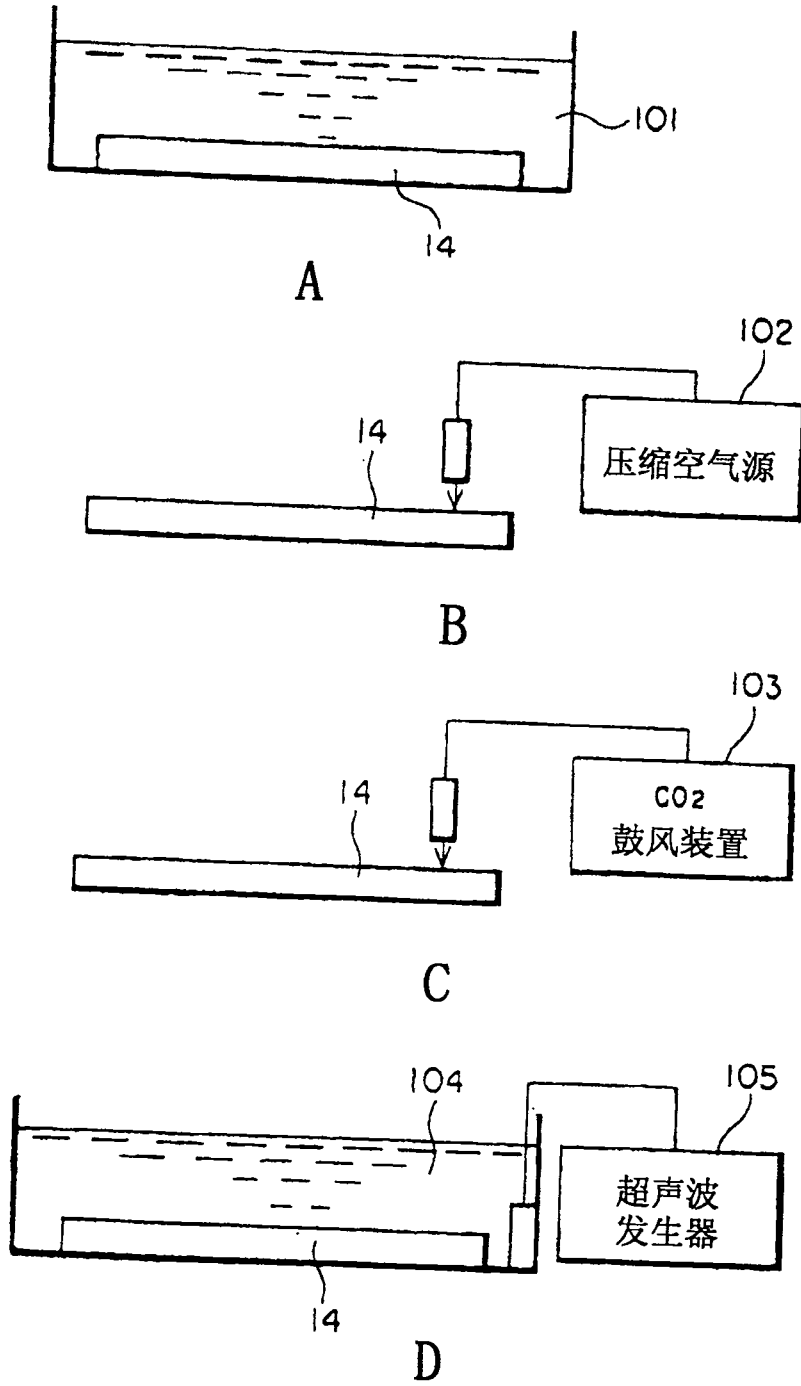


图1

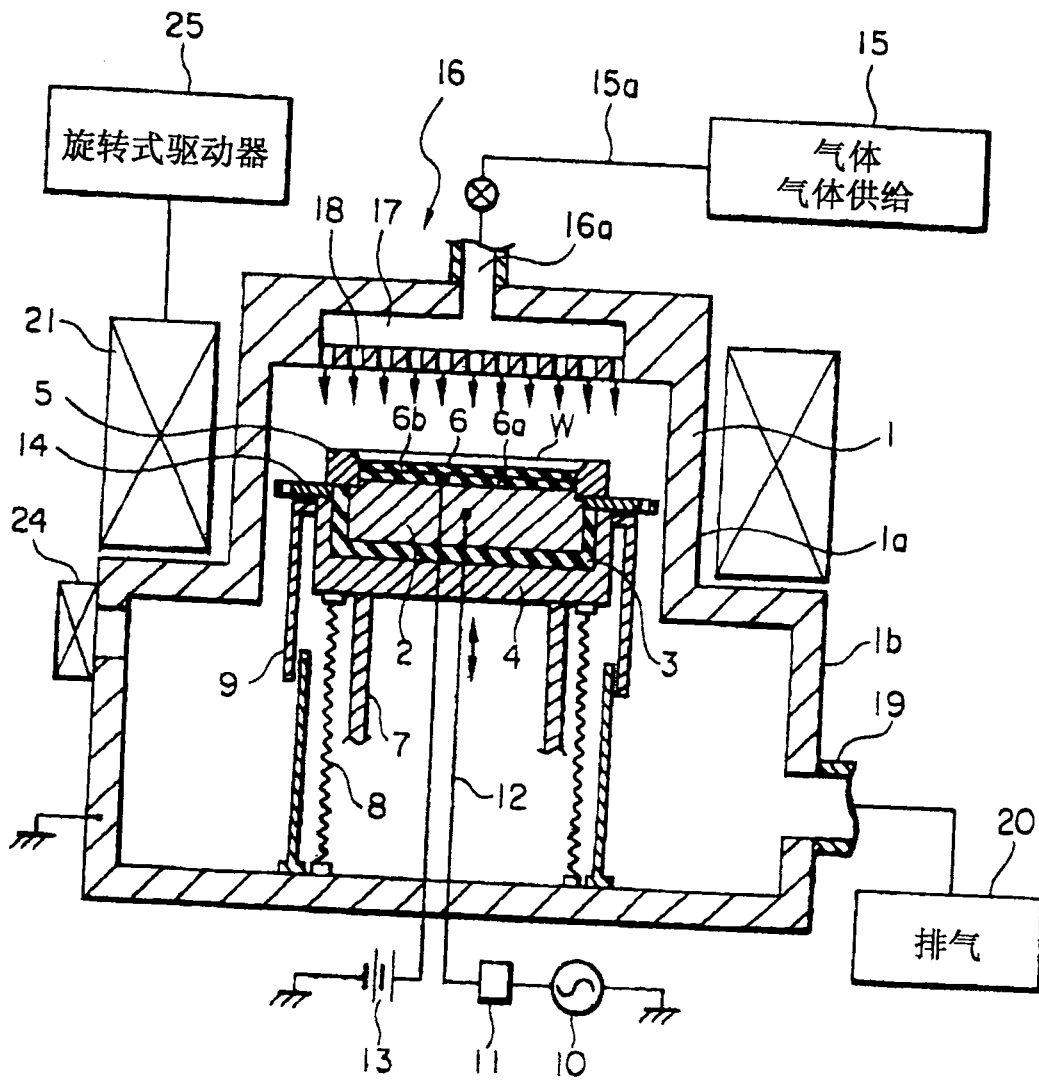


图2

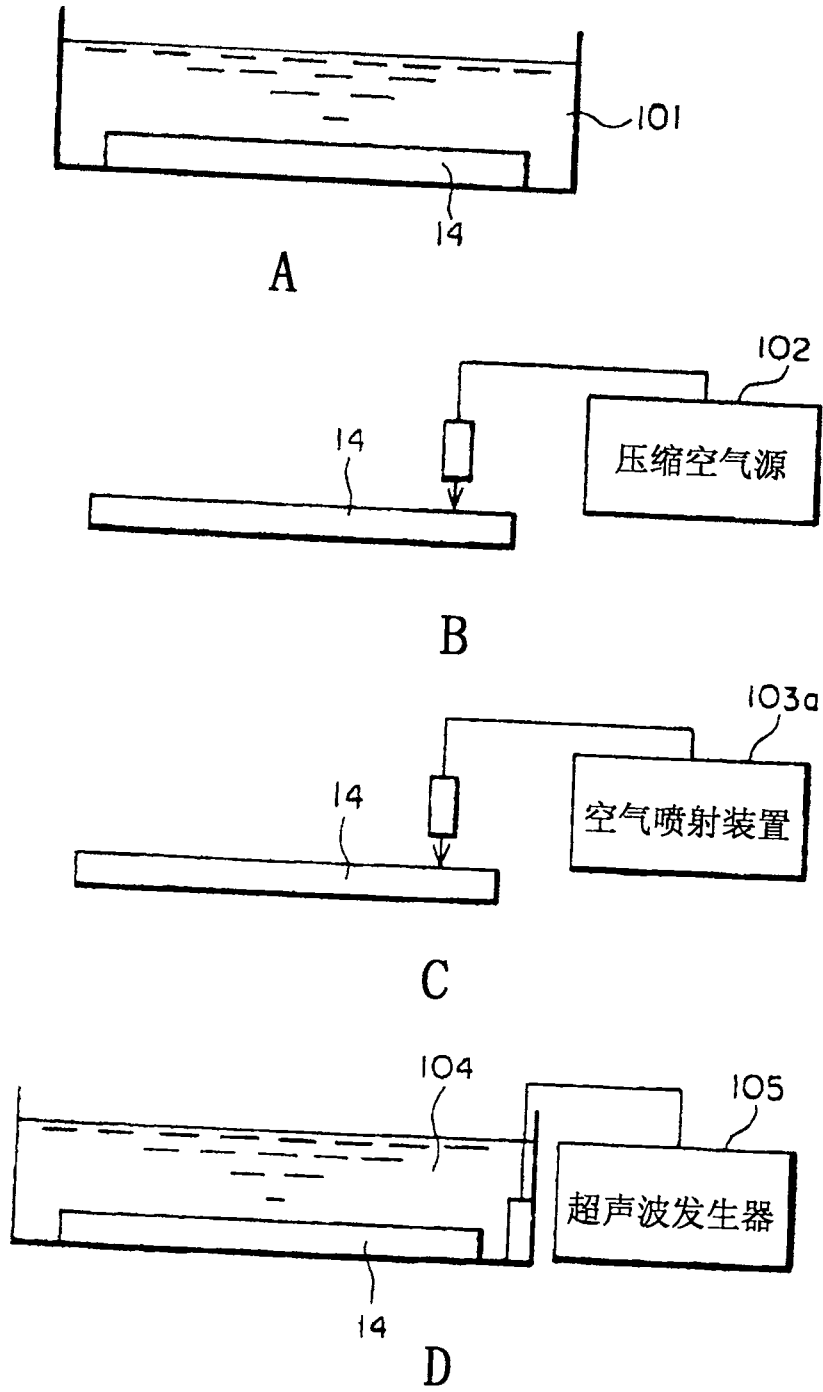


图3