



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104078399 B

(45)授权公告日 2017. 11. 10

(21)申请号 201410357214.4

(22)申请日 2014.07.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104078399 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(73)专利权人 上海华力微电子有限公司  
地址 201210 上海市浦东新区张江高科技  
园区高斯路568号

(72)发明人 雷通 易海兰

(74)专利代理机构 上海天辰知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 31275  
代理人 吴世华 林彦之

(51)Int. Cl.  
H01L 21/67(2006.01)  
H01J 37/32(2006.01)

(56)对比文件

CN 101421056 A, 2009.04.29,  
US 2005205206 A1, 2005.09.22,  
US 5232511 A, 1993.08.03,

审查员 赵凤瑗

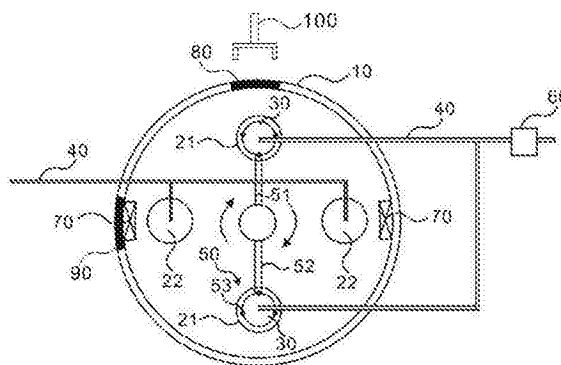
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

用于SiConi蚀刻的反应腔及方法

## (57)摘要

本发明提供了一种用于SiConi蚀刻的反应腔及方法,属于半导体工艺制造领域,通过在反应腔内设置多个晶圆基座,低温基座与高温基座交替围成一圈,旋转架顺着同一方向将晶圆旋转至相邻的晶圆基座进行刻蚀或挥发,直至晶圆旋转至卸载口。本发明结构简单实用,增加晶圆产能,提高经济效益;此外,在晶圆进行挥发工艺时,向晶圆表面输送氩气,可加快晶圆表面刻蚀副产物的挥发速度,进一步提高单位时间内晶圆的产能。



1. 一种用于SiConi蚀刻的反应腔,其特征在于,包括反应腔、两组晶圆基座、输气管道以及旋转架;其中,

所述晶圆基座沿反应腔的圆周方向上均匀分布,一组晶圆基座为相同温度值的低温基座,一组晶圆基座为相同温度值的高温基座,每组晶圆基座的数量为两个或三个,所述低温基座与所述高温基座交替排列围成一圈,所述低温基座的温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ,所述高温基座的温度范围为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ;

所述输气管道设置在各晶圆基座的上方并与其一一对应,所述输气管道为低温基座上的晶圆输送刻蚀剂,为高温基座上的晶圆输送挥发剂;

所述旋转架顺着同一方向旋转,包括依次固定连接的旋转轴、旋转臂和若干用于夹持晶圆的夹持件,所述旋转轴带动所述旋转臂使所述晶圆旋转至相邻晶圆基座;

所述反应腔的腔壁上设有装载口及卸载口,所述装载口对应所述低温基座,所述卸载口对应所述高温基座;所述晶圆通过机械手传送至所述装载口,完成刻蚀工艺后,由机械手从所述卸载口将所述晶圆取出反应腔。

2. 根据权利要求1所述的用于SiConi蚀刻的反应腔,其特征在于,所述低温基座上方的输气管道连接远程等离子体系统,所述远程等离子体系统用于离解等离子体以形成刻蚀剂。

3. 根据权利要求1所述的用于SiConi蚀刻的反应腔,其特征在于,所述反应腔连接真空泵,所述真空泵将反应腔内呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔。

4. 根据权利要求1所述的用于SiConi蚀刻的反应腔,其特征在于,所述低温基座上方的输气管道并联,或/和所述高温基座上方的输气管道并联。

5. 根据权利要求1所述的用于SiConi蚀刻的反应腔,其特征在于,所述旋转架上设有计时器,使所述旋转架按预设时间值旋转预设角度,且所述预设角度与相邻的晶圆基座的夹角角度相等。

6. 根据权利要求1所述的用于SiConi蚀刻的反应腔,其特征在于,所述装载口及所述卸载口分别对应相邻的低温基座和高温基座。

7. 一种基于权利要求1所述的用于SiConi的反应腔的蚀刻方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、机械手将晶圆从装载口放置于所述低温基座上,所述低温基座的温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ;

S2、通入等离子体至远程等离子体系统,离解所述等离子体以形成刻蚀剂,所述刻蚀剂通过所述输气管道输送至低温基座上的晶圆表面,其中,所述等离子体包括含氟前体以及含氢前体;

S3、当晶圆表面产生固态刻蚀副产物,所述旋转架顺着同一方向将晶圆旋转至相邻的高温基座,所述高温基座的温度范围为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ;

S4、所述高温基座上方的输气管道输送挥发剂至晶圆表面,以使固态刻蚀副产物挥发为气态;

S5、真空泵将呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔;

S6、所述旋转架将晶圆旋转至相邻的低温基座,重复步骤S2至S5,直至所述晶圆旋转至卸载口,机械手将晶圆取出反应腔。

8. 根据权利要求7所述的蚀刻方法,其特征在于,所述步骤S2中,含氟前体包括三氟化氮、氟化氢、双原子氟、单原子氟或氟代碳氢化合物中的一种或多种。

9. 根据权利要求7所述的蚀刻方法,其特征在于,所述步骤S2中,含氢前体包括原子氢、分子氢、氨或碳氢化合物中的一种或多种。

10. 根据权利要求9所述的蚀刻方法,其特征在于,所述步骤S2中,所述碳氢化合物为不完全卤代碳氢化合物。

11. 根据权利要求7所述的蚀刻方法,其特征在于,所述挥发剂为氩气。

## 用于SiConi蚀刻的反应腔及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于半导体集成电路制造领域,具体涉及一种用于SiConi蚀刻的反应腔及用于SiConi的刻蚀方法。

### 背景技术

[0002] 集成电路可通过在基板表面上制造复杂图案化材料层的工艺而得以形成。在基板上制作图案化材料需要一些用于移除暴露的材料的受控方法。化学蚀刻用于各种目的,包含将光阻中的图案转移至下方层中、薄化多个层、或是薄化已存在于基板上的特征结构的侧向尺寸。

[0003] SiConi蚀刻通常用于晶圆金属沉积前的预清洗,其作用是去除基板表面的氧化硅,降低接触电阻。SiConi蚀刻是一种远端等离子体辅助的干式蚀刻工艺,该工艺包含让基板同时暴露于等离子体副产物下。SiConi蚀刻对于氧化硅层大部分为共形的且具有选择性的,但是不论硅是非晶硅、结晶硅或多晶硅,都不会轻易地蚀刻硅。选择性对于诸如浅沟槽隔离(shallow trench isolation,STI)与层间介电层(inter-layer dielectric,ILD)凹槽形成之类的应用提供了优点。

[0004] 在基板材料被移除时,SiConi工艺所产生的固态副产物会生长在基板表面上。由于所形成的刻蚀副产物为固态,会覆盖在基板表面阻挡进一步蚀刻,因此需提高外界温度从而使固态副产物升华,进而将固态副产物抽出反应腔。

[0005] 图1为现有的用于SiConi刻蚀反应腔的结构示意图,包括反应腔4,反应腔4内设有一晶圆基座2,晶圆基座2上设有用于夹持晶圆1且可升降的夹持件6,基板1的上方设有加热板3,反应腔4的顶壁上设有用于离解等离子体的远程等离子体系统5(remote plasma system,RPS),远程等离子体系统5与输气管道8连接为晶圆1提供刻蚀剂,反应腔4的侧壁上设有真空泵管道7,所述真空泵管道7用于抽离反应腔4内的被气化的刻蚀副产物。其中,晶圆基座2温度保持在0℃~50℃,加热板3的温度保持在150℃~200℃。

[0006] 现有的用于SiConi的刻蚀方法包括以下步骤:S1、提供一待刻蚀的晶圆1,放置在晶圆基座2上,所述晶圆基座2的温度保持在0℃~50℃且远离所述加热板3;S2、远程等离子体系统5向晶圆1表面输送刻蚀剂;S3、当晶圆1表面产生固态刻蚀副产物,所述夹持件6将晶圆1上升至接近加热板3的位置,所述加热板3的温度保持在150℃~200℃,在高温的作用下使固态刻蚀副产物挥发;S4、真空泵管道7将被气化的刻蚀副产物抽离出反应腔4;S5、所述夹持件6将晶圆1下降至远离加热板3的位置;S6、重复步骤S2至S5一次或多次,直至完成SiConi蚀刻。

[0007] 现有的用于SiConi刻蚀反应腔通过夹持件6做升降运动使晶圆1接近或远离所述加热板3,使晶圆1在低温下刻蚀,在高温下挥发刻蚀副产物,重复升降运动使晶圆1完成SiConi蚀刻。但现有的用于SiConi刻蚀反应腔及方法只能对单枚晶圆进行刻蚀工艺,单位时间内处理晶圆的产量低,处理晶圆的时间长,经济效益不高,因此,本领域技术人员需对现有的SiConi刻蚀反应腔及方法进行改进,增加晶圆产能,提高经济效益。

## 发明内容

[0008] 针对现有技术的不足之处,本发明的目的是提供一种SiConi刻蚀反应腔及方法,增加晶圆产能,提高经济效益。

[0009] 本发明目的通过下述技术方案来实现:提供一种用于SiConi蚀刻的反应腔,包括反应腔、两组晶圆基座、输气管道以及旋转架;其中,

[0010] 所述晶圆基座沿反应腔的圆周方向上均匀分布,一组晶圆基座为相同温度值的低温基座,一组晶圆基座为相同温度值的高温基座,每组晶圆基座的数量为两个或三个,所述低温基座与所述高温基座交替排列围成一圈,所述低温基座的温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ,所述高温基座的温度范围为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ;

[0011] 所述输气管道设置在各晶圆基座的上方并与其一一对应,所述输气管道为低温基座上的晶圆输送刻蚀剂,为高温基座上的晶圆输送挥发剂;

[0012] 所述旋转架顺着同一方向旋转,包括依次固定连接的旋转轴、旋转臂和若干用于夹持晶圆的夹持件,所述旋转轴带动所述旋转臂使所述晶圆旋转至相邻晶圆基座;

[0013] 所述反应腔的腔壁上设有装载口及卸载口,所述装载口对应所述低温基座,所述卸载口对应所述高温基座;所述晶圆通过机械手传送至所述装载口,完成刻蚀工艺后,由机械手从所述卸载口将所述晶圆取出反应腔。

[0014] 优选的,所述低温基座上方的输气管道连接远程等离子体系统,所述远程等离子体系统用于离解等离子体以形成刻蚀剂。

[0015] 优选的,所述反应腔连接真空泵,所述真空泵将反应腔内呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔。

[0016] 优选的,所述低温基座上方的输气管道并联,或/和所述高温基座上方的输气管道并联。

[0017] 优选的,所述旋转架上设有计时器,使所述旋转架按预设时间值旋转预设角度,且所述预设角度与相邻的晶圆基座的夹角角度相等。

[0018] 优选的,所述装载口及所述卸载口分别对应相邻的低温基座和高温基座。

[0019] 本发明还提供一种根据上述所述的用于SiConi的蚀刻方法,包括以下步骤:

[0020] S1、机械手将晶圆从装载口放置于所述低温基座上,所述低温基座的温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ;

[0021] S2、通入等离子体至所述远程等离子体系统,离解所述等离子体以形成刻蚀剂,所述刻蚀剂通过所述输气管道输送至低温基座上的晶圆表面,其中,所述等离子体包括含氟前体以及含氢前体;

[0022] S3、当晶圆表面产生固态刻蚀副产物,所述旋转架顺着同一方向将晶圆旋转至相邻的高温基座,所述高温基座的温度范围为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ;

[0023] S4、所述高温基座上方的输气管道输送挥发剂至晶圆表面,以使固态刻蚀副产物挥发为气态;

[0024] S5、所述真空泵将呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔;

[0025] S6、所述旋转架将晶圆旋转至相邻的低温基座,重复步骤S2至S5,直至所述晶圆旋转至卸载口,机械手将晶圆取出反应腔。

[0026] 优选的,所述步骤S2中,含氟前体包括三氟化氮、氟化氢、双原子氟、单原子氟或氟代碳氢化合物中的一种或多种。

[0027] 优选的,所述步骤S2中,含氢前体包括原子氢、分子氢、氨、碳氢化合物或不完全卤代碳氢化合物中的一种或多种。

[0028] 优选的,所述挥发剂为氩气。

[0029] 本发明提供的用于SiConi刻蚀反应腔通过在反应腔内设置多个晶圆基座,低温基座与高温基座交替围成一圈,旋转架顺着同一方向将晶圆旋转至相邻的晶圆基座进行刻蚀或挥发,直至晶圆旋转至卸载口。结构简单实用,增加晶圆产能,提高经济效益;此外,在晶圆进行挥发工艺时,向晶圆表面输送氩气,可加快晶圆表面刻蚀副产物的挥发速度,进一步提高单位时间内晶圆的产能。

## 附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1为现有的用于SiConi刻蚀反应腔中晶圆远离加热板结构示意图;

[0032] 图2为现有的用于SiConi刻蚀反应腔中晶圆接近加热板结构示意图;

[0033] 图3为本发明中用于SiConi刻蚀反应腔的俯视图。

[0034] 图中标号说明如下:

[0035] 1、晶圆;2、晶圆基座;3、加热板;4、反应腔;5、远程等离子体系统;6、夹持件;7、真空泵管道;8、输气管道;10、反应腔;21、低温基座;22、高温基座;30、晶圆;40、输气管道;50、旋转架;51、旋转轴;52、旋转臂;53、夹持件;60、远程等离子体系统;70、真空泵;80、装载口;90、卸载口;100、机械手。

## 具体实施方式

[0036] 以下将配合图式及实施例来详细说明本发明的实施方式,藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

[0037] 如图3所示,图3为本发明中用于SiConi刻蚀反应腔的俯视图,本发明提供一种用于SiConi蚀刻的反应腔,包括反应腔10、两组晶圆基座、输气管道40以及旋转架50;其中,

[0038] 所述晶圆基座沿反应腔10的圆周方向上均匀分布,一组晶圆基座为相同温度值的低温基座21,一组晶圆基座为相同温度值的高温基座22,每组晶圆基座的数量为两个或三个,所述低温基座21与所述高温基座22交替排列围成一圈,所述低温基座21的温度范围为0℃~50℃,所述高温基座22的温度范围为150℃~200℃。

[0039] 输气管道40设置在各晶圆基座的上方并与其一一对应,输气管道40为低温基座21上的晶圆30输送刻蚀剂,为高温基座22上的晶圆30输送挥发剂;旋转架50顺着同一方向旋转,包括依次固定连接的旋转轴51、旋转臂52和若干用于夹持晶圆30的夹持件53,旋转轴51带动所述旋转臂52使所述晶圆30旋转至相邻晶圆基座。

[0040] 所述反应腔10的腔壁上设有装载口80及卸载口90,所述装载口80对应所述低温基

座21,所述卸载口90对应所述高温基座22;所述晶圆30通过机械手100传送至所述装载口80,完成刻蚀工艺后,由机械手100从所述卸载口90将所述晶圆30取出反应腔10。

[0041] 本发明还包括远程等离子体系统60,与低温基座21上方的输气管道40连接,用于离解等离子体以形成刻蚀剂;以及真空泵70,设置在反应腔10的侧壁上,将反应腔10内呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔10。

[0042] 其中,远程等离子体系统60通过输气管道40为低温基座21上的晶圆30提供刻蚀剂,当晶圆30表面产生固态刻蚀副产物,所述旋转架50将晶圆30旋转至相邻高温基座22,高温基座22上方的输气管道40输送挥发剂至晶圆30表面以使固态刻蚀副产物挥发为气态,真空泵70将呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔10,由此完成一个循环的SiConi蚀刻工艺,根据预设次数重复循环的SiConi蚀刻工艺,直至完成SiConi蚀刻。

[0043] 本发明提供的用于SiConi刻蚀反应腔通过在反应腔10内设置多个晶圆基座,低温基座21与高温基座22交替围成一圈,旋转架50顺着同一方向将晶圆30旋转至相邻的晶圆基座进行刻蚀或挥发,直至晶圆30旋转至卸载口90。本发明结构简单实用,增加晶圆产能,提高经济效益;此外,在晶圆进行挥发工艺时,向晶圆表面输送氩气,可加快晶圆表面刻蚀副产物的挥发速度,进一步提高单位时间内晶圆的产能。

[0044] 本发明中,低温基座21及高温基座22上方均设有输气管道40,低温基座21上方的输气管道40优选为并联,或/和高温基座22上方的输气管道40优选为并联。低温基座21上的输气管道40向晶圆30表面输送刻蚀剂,高温基座22上的输气管道40上晶圆30表面输送挥发剂。

[0045] 此外,旋转架50上设有计时器(图中未示出),使旋转架50按预设时间值旋转预设角度,且预设角度与相邻的晶圆基座的夹角角度相等,旋转架50优选顺着同一方向旋转。

[0046] 一般的,装载口80和卸载口90位于相邻位置,即装载口80及所述卸载口90分别对应相邻的低温基座21和高温基座22,从低温基座21开始刻蚀,在高温基座22完成挥发,旋转架50在反应腔10内旋转至卸载口90位置,即完成SiConi刻蚀刻蚀。

[0047] 此外,本发明还提供一种用于SiConi的蚀刻方法,包括以下步骤:

[0048] S1、机械手100将晶圆30从装载口80放置于所述低温基座21上,所述低温基座21的温度范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ;其中,晶圆30包含氧化硅层,

[0049] S2、向远程等离子体系统60通入等离子体,离解等离子体以形成刻蚀剂,并通过输气管道40输送至低温基座21上的晶圆30表面,等离子体包括含氟前体以及含氢前体;

[0050] 其中,含氟前体包括三氟化氮、氟化氢、双原子氟、单原子氟或氟代碳氢化合物其中的一种或多种,含氟前体优选为 $\text{NF}_3$ ;步骤S2中,含氢前体包括原子氢、分子氢、氨、碳氢化合物或不完全卤代碳氢化合物其中的一种或多种,含氢前体优选为 $\text{NH}_3$ 。

[0051] S3、当晶圆30表面产生固态刻蚀副产物,旋转架50顺着同一方向将晶圆30旋转至相邻的高温基座22,高温基座22的温度范围为 $150^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ;

[0052] S4、高温基座22上方的输气管道40输送挥发剂至晶圆30表面,以使固态刻蚀副产物挥发为气态;其中,所述挥发剂优选为氩气;

[0053] S5、真空泵70将呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔10;

[0054] S6、旋转架50将晶圆30旋转至相邻的低温基座21,重复步骤S2至S5,直至所述晶圆30旋转至卸载口90,机械手100将晶圆30取出反应腔10。

[0055] 实施例一

[0056] 如图3所示,本实施例提供一种用于SiConi蚀刻的反应腔,包括:四个晶圆基座,沿反应腔10的圆周方向上均匀分布,各晶圆基座上均设有温控装置(图中未示出),使晶圆基座分为两个低温基座21和两个高温基座22,低温基座21与高温基座22交替排列围成一圈,各低温基座21的温度值均为30℃,各高温基座22的温度值均为180℃。还包括顺时针方向旋转的旋转架50,旋转架50包括依次固定连接的旋转轴51、旋转臂52和若干用于夹持晶圆的夹持件53,旋转轴51带动两个旋转臂52使晶圆30旋转至下一相邻的晶圆基座,其中旋转架50上设有计时器(图中未示出),使其在预设的时间点旋转预设的角度,预设角度优选为45°。

[0057] 本实施例中,在各晶圆基座的上方设有与其一一对应的输气管道40,低温基座21上方的输气管道40为并联,且高温基座22上方的输气管道40为并联,低温基座21上方的输气管道40连接远程等离子体系统60,输气管道40输送NF<sub>3</sub>和NH<sub>3</sub>至远程等离子体系统(RPS)60,NF<sub>3</sub>和NH<sub>3</sub>在RPS激发下将形成NH<sub>4</sub>F和NH<sub>4</sub>F·HF,NH<sub>4</sub>F和NH<sub>4</sub>F·HF能够刻蚀晶圆30表面的氧化硅,但同时形成固态的(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>吸附在晶圆30表面,从而阻碍刻蚀工艺的进一步进行;高温基座22上的输气管道40向晶圆30输送氩气,在高温及氩气的同时作用下,晶圆30表面的固态的(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>更快的挥发成气态,气态的刻蚀副产物通过反应腔10的侧壁上的真空泵70抽离出反应腔10。

[0058] 本实施例相应的提供用于SiConi的蚀刻方法,包括以下步骤:

[0059] S1、同时提供两枚待刻蚀的晶圆30,由机械手100将两枚晶圆30从装载口80依次放置于两个低温基座21的上方,低温基座21的温度保持30℃;其中,所述晶圆30包含氧化硅层;

[0060] S2、向远程等离子体系统60通入等离子体,离解所述等离子体以形成刻蚀剂,并通过输气管道40输送至低温基座21上的晶圆30表面,其中,所述等离子体为NF<sub>3</sub>和NH<sub>3</sub>,在远程等离子体系统60的激发下形成NH<sub>4</sub>F和NH<sub>4</sub>F·HF,NH<sub>4</sub>F和NH<sub>4</sub>F·HF能够刻蚀晶圆30表面的氧化硅。

[0061] S3、当晶圆30表面产生固态刻蚀副产物(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>,旋转架50将晶圆30旋转至下一个相邻的高温基座22,高温基座22的温度保持180℃;

[0062] S4、高温基座22上方的输气管道40输送氩气至晶圆30表面,以使固态刻蚀副产物挥发为气态;

[0063] S5、真空泵70将呈气态的刻蚀副产物抽离出反应腔10;

[0064] S6、旋转架50将晶圆30旋转至下一个相邻的低温基座21,重复步骤S2至S5一次,直至晶圆30旋转至卸载口90,由机械手100将晶圆30从卸载口90取出反应腔。

[0065] 上述说明示出并描述了本发明的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。



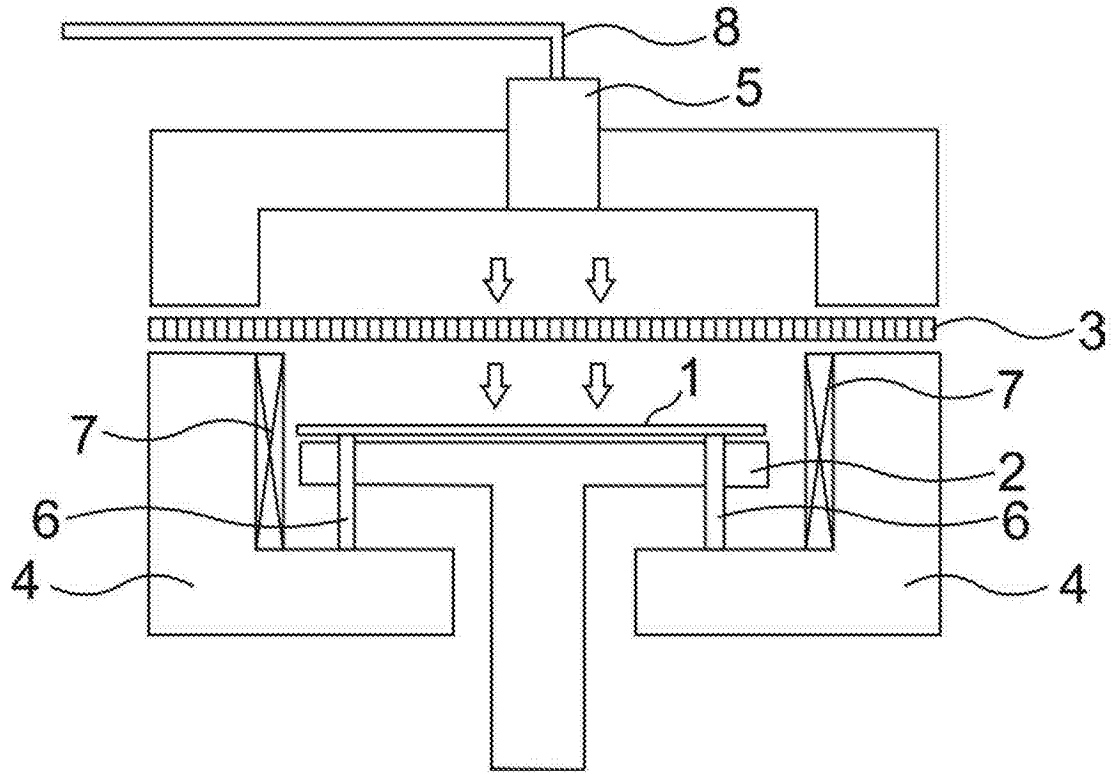


图1

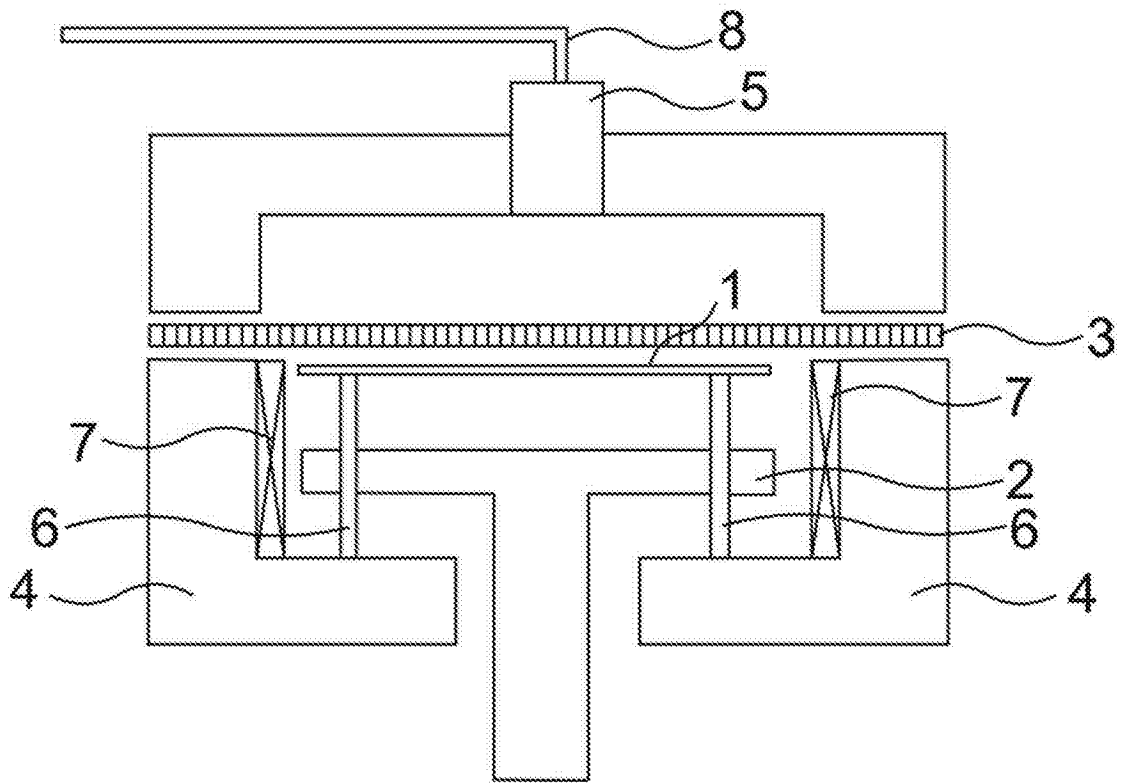


图2

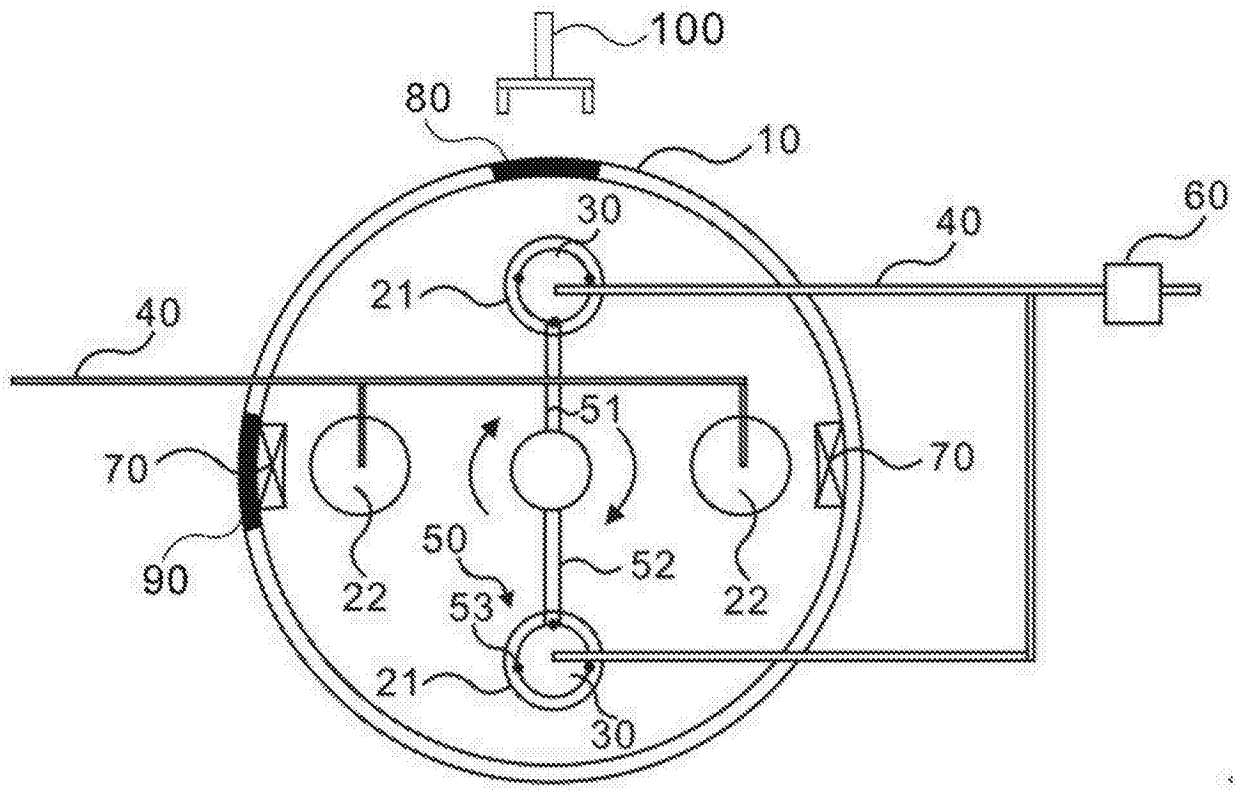


图3