



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106876315 B

(45)授权公告日 2020.04.28

(21)申请号 201510922012.4

H01L 21/67(2006.01)

(22)申请日 2015.12.14

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106876315 A

JP 特开2006-332087 A,2006.12.07,
US 5292399 A,1994.03.08,
JP 特开平6-37049 A,1994.02.10,
CN 103646840 A,2014.03.19,

(43)申请公布日 2017.06.20

(73)专利权人 北京北方华创微电子装备有限公司

审查员 王春燕

地址 100176 北京经济技术开发区文昌大道8号

(72)发明人 徐奎 李冬冬 陈鹏

(74)专利代理机构 北京荟英捷创知识产权代理
事务所(普通合伙) 11726

代理人 左文 段志慧

(51)Int.Cl.

H01L 21/687(2006.01)

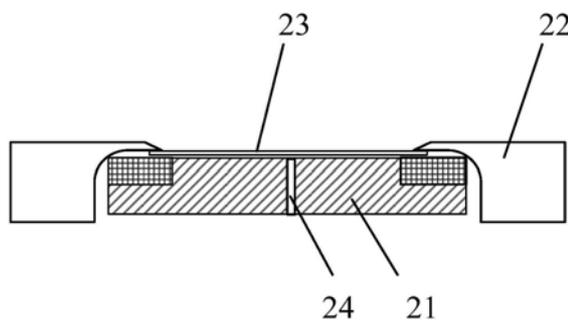
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

压环、预清洗腔室及半导体加工设备

(57)摘要

本发明提供的压环、预清洗腔室及半导体加工设备,其应用在预清洗腔室中,在该预清洗腔室内设置有基座,该基座包括用于承载晶片的承载面。压环用于利用自身重力压住晶片上表面的边缘区域,从而实现与所述晶片的固定;并且,通过向承载面与晶片的下表面之间输送冷却气体,来冷却晶片。并且,压环包括负重体和绝缘体,其中,负重体采用金属制作,以在输送冷却气体时,使压环的整体重量足以承受承载面与晶片下表面之间的气压。绝缘体包覆负重体,以避免等离子体轰击负重体。本发明提供的压环,其可以避免晶片的温度过高,从而不仅可以保证晶片质量,而且还可以缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而可以提高设备产能。



1. 一种压环,其特征在於,应用在预清洗腔室中,在所述预清洗腔室内设置有基座,所述基座包括用于承载晶片的承载面;所述压环用于利用自身重力压住晶片上表面的边缘区域,从而实现对所述晶片的固定;并且,通过向所述承载面与所述晶片的下表面之间输送冷却气体,来冷却所述晶片;

所述压环包括负重体和绝缘体,其中,所述负重体采用金属制作,以在输送冷却气体时,使所述压环的整体重量足以承受所述承载面与所述晶片下表面之间的气压;所述绝缘体包覆所述负重体,以避免等离子体轰击所述负重体;

所述压环还包括沿其周向间隔分布的多个压爪,所述多个压爪叠置在所述晶片的边缘区域,所述压爪的内径自下而上逐渐增大。

2. 根据权利要求1所述的压环,其特征在於,所述绝缘体为环体,所述负重体嵌在所述绝缘体内。

3. 根据权利要求2所述的压环,其特征在於,所述负重体为环体,且与所述绝缘体同心设置;或者,

所述负重体由多个块状体组成,且沿所述绝缘体的周向间隔分布。

4. 根据权利要求1所述的压环,其特征在於,所述负重体为环体,所述绝缘体为壳体,且嵌套在所述负重体的外环表面和上表面;

在所述负重体的内环表面上喷涂绝缘层。

5. 根据权利要求1所述的压环,其特征在於,所述负重体为环体,所述绝缘体为分别喷涂在所述负重体的外环表面、上表面和内环表面上的绝缘层。

6. 一种预清洗腔室,包括设置在其内的基座,所述基座包括用于承载晶片的承载面,其特征在於,还包括压环,所述压环采用权利要求1-5任意一项所述的压环,用于利用自身重力压住晶片上表面的边缘区域,从而实现对所述晶片的固定;并且,通过向所述承载面与所述晶片的下表面之间输送冷却气体,来冷却所述晶片。

7. 根据权利要求6所述的预清洗腔室,其特征在於,所述预清洗腔室还包括绝缘环,所述绝缘环环绕在所述基座的边缘处,用以遮挡所述基座的外周壁与所述压环的内环面之间的间隙;

所述绝缘环的上表面不高于所述承载面。

8. 根据权利要求6所述的预清洗腔室,其特征在於,所述预清洗腔室还包括冷却气路,所述冷却气路设置在所述基座内,用于向所述承载面与所述晶片的下表面之间输送冷却气体。

9. 一种半导体加工设备,包括预清洗腔室,在所述预清洗腔室的顶部设置有线圈,通过向所述线圈加载射频功率,来激发所述预清洗腔室内的反应气体形成等离子体,其特征在於,所述预清洗腔室采用权利要求6-8任意一项所述的预清洗腔室,并且,通过向所述基座加载射频偏压,而使所述等离子体朝向所述晶片运动。

10. 根据权利要求9所述的半导体加工设备,其特征在於,所述半导体加工设备包括物理气相沉积设备。

压环、预清洗腔室及半导体加工设备

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,具体地,涉及一种压环、预清洗腔室及半导体加工设备。

背景技术

[0002] 预清洗技术已被广泛地应用在半导体制备工艺中,特别是对于集成电路、硅穿孔等制造工艺。预清洗的目的是去除晶圆表面上的沾污和杂质,以有利于后续沉积工艺的有效进行,保证集成电路器件的整体性能。

[0003] 常用的预清洗腔室通常采取电感耦合等离子体(ICP)加工设备,其基本原理是利用射频电源产生的高压交变电场,将工艺气体(例如氩气、氦气、氢气和氧气等)激发形成等离子体,该等离子体中具有高反应活性或高能量的离子,这些离子通过化学反应或物理轰击作用,对工件表面进行杂质的去除。

[0004] 图1为现有的预清洗腔室的剖视图。图2为现有的承载装置的剖视图。请一并参阅图1和图2,预清洗腔室由反应腔体1、环形支撑件2和穹顶状的绝缘顶盖4限定而成,在绝缘顶盖4的外侧环绕设置有线圈3,线圈3依次与第一匹配器5和第一射频电源6电连接,用以激发预清洗腔室内的工艺气体形成等离子体。而且,在预清洗腔室内还设置有用于承载晶片9的基座7,基座7依次与第二匹配器10和第二射频电源11电连接,用以在晶片9上产生偏压,从而吸引等离子体朝向晶片9运动,以去除晶片9表面上的杂质。此外,在基座7的边缘处设置有绝缘环8,当晶片9置于基座7上时,该绝缘环8环绕在晶片9周围,且顶端高于晶片9的上表面,以防止晶片9移动。

[0005] 另外,通过向基座7内通入冷却水对基座7进行冷却,从而间接冷却晶片9。然而,由于基座7与晶片9之间无传热介质,而晶片9的温度会在预清洗的过程中迅速上升,导致工艺后晶片的温度仍然较高(在某一刻蚀工艺条件下,刻蚀 300 \AA ,测得晶片中心与边缘的温度为 149°C)。过高的晶片温度会产生以下问题:

[0006] 其一,在目前的半导体封装领域中,晶片的材质为PI、PBO或者BCB等的聚合物,在进行预清洗工艺时,高能离子的轰击会破坏聚合物内的C键,导致在高温条件下晶片的化学性质不稳定,极易形成碳化合物而释放出来,并附着在金属表面,影响晶片质量。

[0007] 其二,由于后续的沉积工艺对晶片的温度要求比较苛刻,这就需要在完成预清洗工艺之后,先冷却晶片之后再进行沉积工艺,从而造成设备产能较低。

发明内容

[0008] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一,提出了一种压环、预清洗腔室及半导体加工设备,其可以避免晶片的温度过高,从而不仅可以保证晶片质量,而且还可以缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而可以提高设备产能。

[0009] 为实现本发明的目的而提供一种压环,应用在预清洗腔室中,在所述预清洗腔室内设置有基座,所述基座包括用于承载晶片的承载面;所述压环用于利用自身重力压住晶

片上表面的边缘区域,从而实现与所述晶片的固定;并且,通过向所述承载面与所述晶片的下表面之间输送冷却气体,来冷却所述晶片;所述压环包括负重体和绝缘体,其中,所述负重体采用金属制作,以在输送冷却气体时,使所述压环的整体重量足以承受所述承载面与所述晶片下表面之间的气压;所述绝缘体包覆所述负重体,以避免等离子体轰击所述负重体。

[0010] 优选的,所述绝缘体为环体,所述负重体嵌在所述绝缘体内。

[0011] 优选的,所述负重体为环体,且与所述绝缘体同心设置;或者,所述负重体由多个块状体组成,且沿所述绝缘体的周向间隔分布。

[0012] 优选的,所述绝缘体还包括沿其周向间隔分布的多个压爪,所述多个压爪叠置在所述晶片的边缘区域。

[0013] 优选的,所述压爪的内径自下而上逐渐增大。

[0014] 优选的,所述负重体为环体,所述绝缘体为壳体,且嵌套在所述负重体的外环表面和上表面;在所述负重体的内环表面上喷涂绝缘层。

[0015] 优选的,所述负重体为环体,所述绝缘体为分别喷涂在所述负重体的外环表面、上表面和内环表面上的绝缘层。

[0016] 优选的,所述负重体还包括沿其周向间隔分布的多个压爪,所述多个压爪叠置在所述晶片的边缘区域。

[0017] 优选的,所述压爪的内径自下而上逐渐增大。

[0018] 作为另一个技术方案,本发明还提供一种预清洗腔室,包括设置在其内的基座,所述基座包括用于承载晶片的承载面,还包括压环,所述压环采用了本发明提供的上述的压环,用于利用自身重力压住晶片上表面的边缘区域,从而实现与所述晶片的固定;并且,通过向所述承载面与所述晶片的下表面之间输送冷却气体,来冷却所述晶片。

[0019] 优选的,所述预清洗腔室还包括绝缘环,所述绝缘环环绕在所述基座的边缘处,用以遮挡所述基座的外周壁与所述压环的内环面之间的间隙;所述绝缘环的上表面不高于所述承载面。

[0020] 优选的,所述预清洗腔室还包括冷却气路,所述冷却气路设置在所述基座内,用于向所述承载面与所述晶片的下表面之间输送冷却气体。

[0021] 作为另一个技术方案,本发明还提供一种半导体加工设备,包括预清洗腔室,在所述预清洗腔室的顶部设置有线圈,通过向所述线圈加载射频功率,来激发所述预清洗腔室内的反应气体形成等离子体,其特征在于,所述预清洗腔室采用了本发明提供的上述预清洗腔室,并且,通过向所述基座加载射频偏压,而使所述等离子体朝向所述晶片运动。

[0022] 优选的,所述半导体加工设备包括物理气相沉积设备。

[0023] 本发明具有以下有益效果:

[0024] 本发明提供的压环,其包括负重体和绝缘体,该负重体采用金属制作,以在输送冷却气体时,使压环的整体重量足以承受承载面与晶片下表面之间的气压;绝缘体包覆负重体,以避免等离子体轰击负重体。通过将上述压环应用在预清洗腔室中,用于利用自身重力压住晶片上表面的边缘区域,可以实现对晶片的固定,从而在向基座的承载面和晶片的下表面之间输送冷却气体时,可以保证晶片与基座的相对位置固定,从而可以实现对晶片的冷却,避免晶片的温度过高,以在保证晶片质量的同时,缩短在完成预清洗工艺之后需要冷

却晶片的时间,进而提高设备产能。

[0025] 本发明提供的预清洗腔室,其通过采用本发明提供的压环,可以避免晶片的温度过高,从而不仅可以保证晶片质量,而且还可以缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而可以提高设备产能。

[0026] 本发明提供的半导体加工设备,其通过采用本发明提供的预清洗腔室,不仅可以保证晶片质量,而且还可以缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而可以提高设备产能。

附图说明

[0027] 图1为现有的预清洗腔室的剖视图;

[0028] 图2为现有的压环的剖视图;

[0029] 图3为本发明实施例提供的压环的安装示意图;

[0030] 图4A为本发明实施例采用的一种压环的剖视图;

[0031] 图4B为图4A中压环的仰视图;

[0032] 图5A为本发明实施例采用的另一种压环的剖视图;

[0033] 图5B为图5A中压环的仰视图;

[0034] 图6A为本发明实施例提供的预清洗腔室的剖视图;以及

[0035] 图6B为图6A中基座和压环的安装示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图来对本发明提供的压环、预清洗腔室及半导体加工设备进行详细描述。

[0037] 图3为本发明实施例提供的压环的安装示意图。请参阅图3,压环22应用在预清洗腔室(图中未示出)中,该预清洗腔室用于采用刻蚀工艺去除晶片表面的杂质,其包括基座21和冷却气路24。其中,基座21包括用于承载晶片23的承载面(基座21的上表面)。冷却气路24设置在基座21内,用于向基座21的承载面与晶片23的下表面之间输送冷却气体,该冷却气体可以用作晶片23与基座21的传热介质,其可以采用氩气或者氦气等等。进一步说,冷却气路24的上端位于基座21的承载面上,冷却气路24的下端竖直向下贯穿基座21,并与气源的管路(图中未示出)的连接。当进行预清洗工艺时,由气源提供的冷却气体经由冷却气路流入基座21的承载面与晶片23的下表面之间的间隙,基于热传导原理,冷却气体会将晶片23的热量传递至基座21,同时,由于冷却气体被源源不断地输送,并重复上述热传导,从而达到降低晶片23的工艺温度的目的。当然,在实际应用中,还可以采用其他任意方式向基座的承载面与晶片的下表面之间输送冷却气体。

[0038] 压环22用于利用自身重力压住晶片23的边缘区域,从而将晶片23固定在基座21上,同时向晶片23施加一定的压力,以在借助冷却气路24向基座21的承载面和晶片23的下表面之间输送冷却气体时,可以保证晶片23与基座21的相对位置固定,避免晶片23被冷却气体吹飞。

[0039] 下面对压环22的具体结构进行详细描述。具体地,图4A为本发明实施例采用的一种压环的剖视图。图4B为图4A中压环的仰视图。请一并参阅图4A和图4B,压环22包括负重体

223和绝缘体222,其中,绝缘体222为环体,且采用诸如石英或陶瓷等的绝缘材料制作。负重体223采用金属制作,且由多个块状体组成,多个块状体内嵌在绝缘体222内,且沿绝缘体222的周向间隔分布。由于绝缘材料的密度低于金属密度,例如,石英的密度 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、陶瓷的密度为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、SUC304不锈钢的密度 $7.93\text{g}/\text{cm}^3$,因而若仅使用绝缘材料制作压环,会导致压环的整体重量无法承受承载面与晶片下表面之间的气压,保证晶片23与基座21的相对位置固定,从而造成在输送冷却气体时,晶片23很容易被冷却气体吹飞。为此,借助采用金属制作的负重体223,可以增加压环的整体重量,从而在输送冷却气体时,使压环22的整体重量足以承受承载面与晶片下表面之间的气压。

[0040] 此外,由于负重体223内嵌在绝缘体222内,即,绝缘体222包覆负重体223,这可以在进行预清洗工艺时,避免等离子体轰击负重体223,从而不仅可以避免有金属颗粒溅射到反应腔室的绝缘顶盖上,形成对射频电源的屏蔽,而且还可以避免压环22与基座21之间发生打火现象,进而可以提高工艺稳定性。

[0041] 通过将上述压环22应用在预清洗腔室中,用于利用自身重力压住晶片23上表面的边缘区域,可以实现对晶片23的固定,从而在向基座21的承载面和晶片23的下表面之间输送冷却气体时,可以保证晶片23与基座21的相对位置固定,从而可以实现对晶片23的冷却,避免晶片23的温度过高,以在保证晶片质量的同时,缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而提高设备产能。

[0042] 需要说明的是,当压环22压住晶片23时,压环22的重量完全落在晶片23的边缘区域,其重量可以采用以下公式计算:

$$[0043] \quad P=mg/S$$

[0044] 其中,P为晶片23的下表面与基座21的承载面之间的压强,单位为Pa;m为压环质量,单位为kg;g为重力加速度,单位为N/kg;S为在晶片23与基座21之间形成的圆形密封区域的面积,单位为 m^2 。根据实验数据,以压强P为800Pa,密封区域的面积S为 0.0625m^2 (密封区域的直径为282mm),重力加速度g为 $9.8\text{N}/\text{kg}$,将这些数据代入上述公式,得到压环22的重量约为5Kg,在这种情况下,负重体223和绝缘体222的重量之和要至少达到5kg,才可以满足在冷却气体背吹的压力下,晶片23相对于基座21的位置固定。由上可知,可以根据不同尺寸的晶片的重量,并利用压环的重量与冷却气体背吹的压力之间的上述关系设计压环的总重量,即,负重体和绝缘体的重量之和,以确保晶片不会被冷却气体吹飞。

[0045] 在本实施例中,绝缘体222还包括沿其周向间隔分布的多个压爪221,多个压爪221叠置在晶片23的边缘区域。具体来说,绝缘体222的内径大于晶片23的直径,并且压爪221为在绝缘体222的内环壁上形成的凸部,该凸部的下表面的内径小于晶片23的直径,从而凸部的下表面能够叠置在晶片23的边缘区域。优选的,压爪221的内径自下而上逐渐增大,即,压爪221的上表面相对其下表面倾斜,且压爪221的上表面下端内径 D_{max} 最大,压爪221的上表面上端内径 D_{min} 最小,这可以在进行工艺时,使更多的离子到达晶片23的边缘处,并且压爪221的上表面相对其下表面倾斜的角度越小,离子到达晶片23的边缘处的数量越多,从而提高晶片23的边缘处的刻蚀速率,进而可以使晶片23边缘处和中心处的刻蚀速率趋于均匀,从而提高工艺均匀性。当然,为了保证压爪221的刚度,压爪221的上表面相对其下表面倾斜的角度也不能过小。另外,还可以采用减小压爪221的厚度H的方法,使更多的离子到达晶片23的边缘处,从而提高晶片23的边缘处的刻蚀速率。当然,在实际应用中,

压爪还可以采用其他任意结构,以提高晶片的边缘处的刻蚀速率。

[0046] 需要说明的是,在本实施例中,负重体223由多个块状体组成,但是本发明并不局限于此,在实际应用中,负重体还可以采用其他任意结构,例如,负重体为环体,且与绝缘体同心设置,只要负重体能够增加压环的整体重量即可。

[0047] 还需要说明的是,在本实施例中,压环22利用压爪221压住晶片23的边缘区域,但是本发明并不局限于此,在实际应用中,也可以省去压爪,而仅利用压环22的环孔周边部分压住晶片23的边缘区域。

[0048] 进一步需要说明的是,在本实施例中,绝缘体222为环体,负重体223内嵌在绝缘体222内,但是本发明并不局限于此,在实际应用中,绝缘体222和负重体223还可以采用以下两种结构:

[0049] 第一种结构,图5A为本发明实施例采用的另一种压环的剖视图。图5B为图5A中压环的仰视图。请一并参阅图5A和图5B,负重体223为环体,绝缘体222为壳体222a,且嵌套在负重体223的外环表面和上表面;在负重体223的内环表面上喷涂绝缘层222b,也就是说,壳体222a和绝缘层222b共同包覆负重体223。在这种情况下,上述压爪221应与负重体223连为一体,并同样被壳体222a和绝缘层222b共同包覆,这同样可以避免负重体223受到等离子体的轰击。除此之外,压爪221的其他结构和功能与前述内容相同,在此不再赘述。需要说明的是,根据实验结果表明,为了确保工艺品质达到最佳水平,壳体222a和绝缘层222b各自的厚度应不小于2mm。

[0050] 第二种结构,该结构与上述第一种结构的区别仅在于:绝缘体222为分别喷涂在负重体223的外环表面、上表面和内环表面上的绝缘层。也就是说,利用绝缘层代替上述壳体222a包覆负重体223的外环表面和上表面,这同样可以避免负重体223受到等离子体的轰击。第二种结构的其他方面与上述第一种结构相同,在此不再赘述。

[0051] 综上所述,通过将本发明实施例提供的压环应用在预清洗腔室中,用于利用自身重力压住晶片上表面的边缘区域,可以实现对晶片的固定,从而在向基座的承载面和晶片的下表面之间输送冷却气体时,可以保证晶片与基座的相对位置固定,从而可以实现对晶片的冷却,避免晶片的温度过高,以在保证晶片质量的同时,缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而提高设备产能。

[0052] 作为另一个技术方案,图6A为本发明实施例提供的预清洗腔室的剖视图。图6B为图6A中基座和压环的安装示意图。请一并参阅图6A和图6B,本发明实施例还提供一种预清洗腔室,其由反应腔体31、环形支撑件32和穹顶状的绝缘顶盖34限定而成,并采用感应耦合的方式激发形成等离子体,具体地,在绝缘顶盖34的外侧环绕设置有线圈33,该线圈33采用螺旋结构,且可以为一匝或多匝,并且多匝的线圈33为立体式柱状螺旋结构。而且,线圈33依次与第一匹配器35和第一射频电源36电连接,用以激发预清洗腔室内的工艺气体形成等离子体。而且,在预清洗腔室内还设置有基座21和冷却气路24。由于二者的结构和功能在本发明提供的压环的上述实施例中已有了详细描述,在此不再赘述。

[0053] 上述预清洗腔室还包括压环22,该压环22采用本发明实施例提供的上述压环22,并且该压环22依次与第二匹配器37和第二射频电源38电连接,用以在晶片23上产生射频偏压,从而使等离子体朝向晶片23运动,以去除晶片23表面上的杂质。在实际应用中,第一射频电源36和第二射频电源38可以分别向线圈33和晶片加载不同频率的射频功率,该频率可

以为400KHz、2MHz、13.56MHz、60MHz等。

[0054] 优选的,预清洗腔室还包括绝缘环25,该绝缘环25采用绝缘材料制作,例如石英,其环绕设置在基座21的边缘处,用以遮挡基座21的外周壁与压环22的内环面之间的间隙,且绝缘环25的上表面不高于基座21的承载面。在进行工艺时,压环22的整体结构无法完全遮挡基座21边缘处的金属部分,该部分容易受到等离子体的轰击,从而影响工艺结果。为此,借助绝缘环25,可以遮挡基座21边缘处的金属部分,保证其不会被等离子体轰击。同时,通过使绝缘环25的上表面不高于基座21的承载面,可以提高边缘电场的耦合效应,从而可以减小晶片边缘与中心之间的刻蚀速率差异,进而可以提高工艺均匀性。

[0055] 本发明实施例提供的预清洗腔室,其通过采用本发明实施例提供的压环,可以避免晶片的温度过高,从而不仅可以保证晶片质量,而且还可以缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而可以提高设备产能。

[0056] 作为另一个技术方案,本发明实施例还提供的一种半导体加工设备,其包括预清洗腔室,在该预清洗腔室的顶部设置有线圈,通过向该线圈加载射频功率,来激发预清洗腔室内的反应气体形成等离子体。而且,预清洗腔室采用本发明实施例提供的上述预清洗腔室,并且通过向该预清洗腔室内的基座加载射频偏压,而使等离子体朝向晶片运动,以去除晶片表面上的杂质。上述半导体加工设备包括物理气相沉积设备。

[0057] 本发明实施例提供的半导体加工设备通过采用本发明实施例提供的上述预清洗腔室,可以避免晶片的温度过高,从而不仅可以保证晶片质量,而且还可以缩短在完成预清洗工艺之后需要冷却晶片的时间,进而可以提高设备产能。

[0058] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

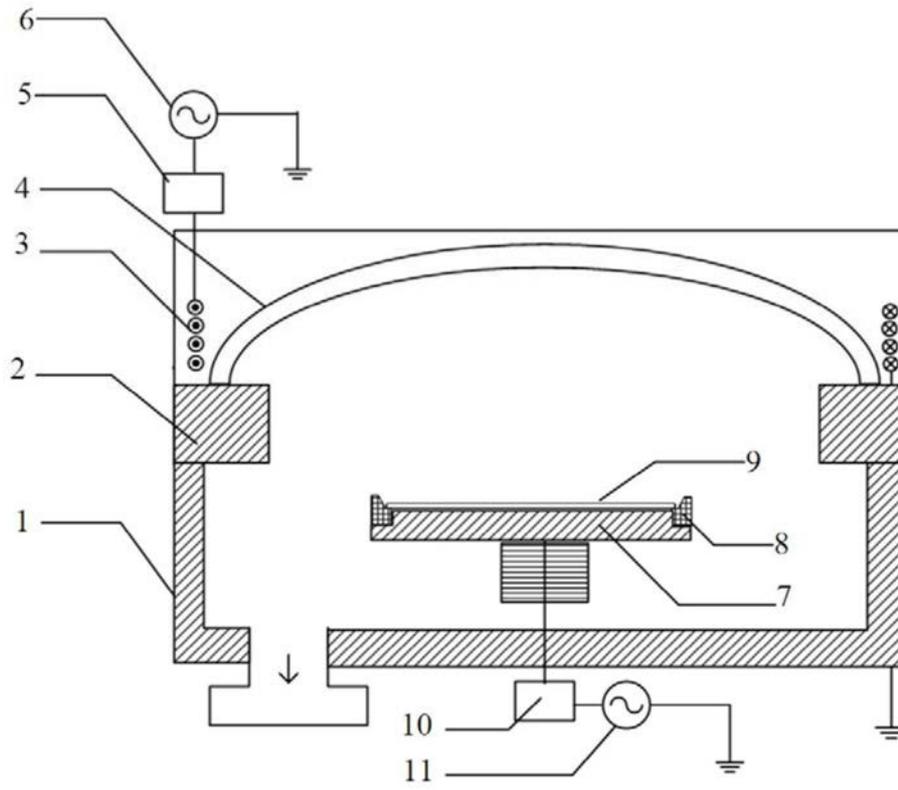


图1

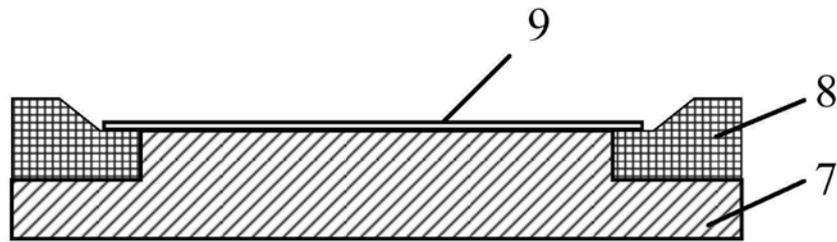


图2

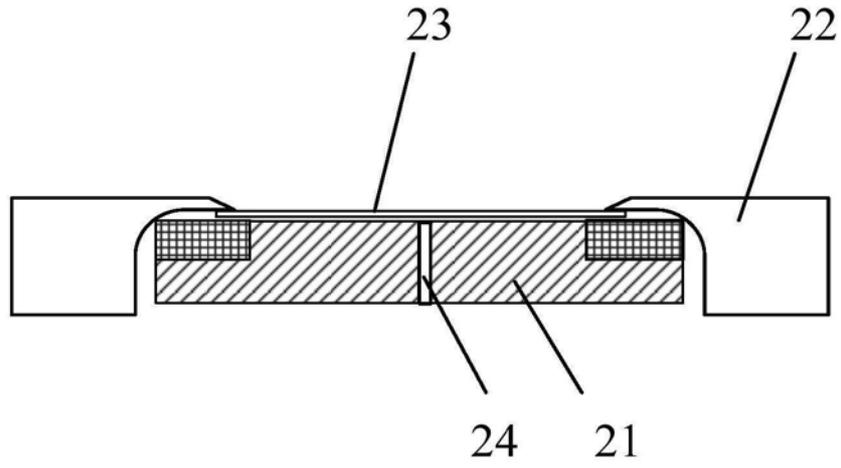


图3

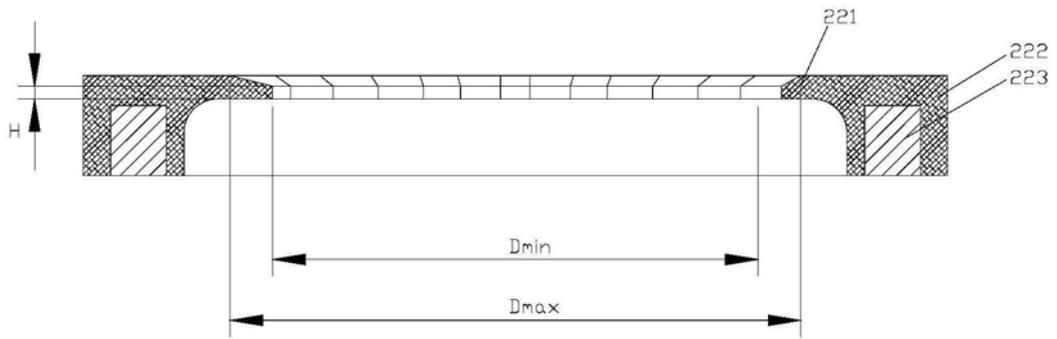


图4A

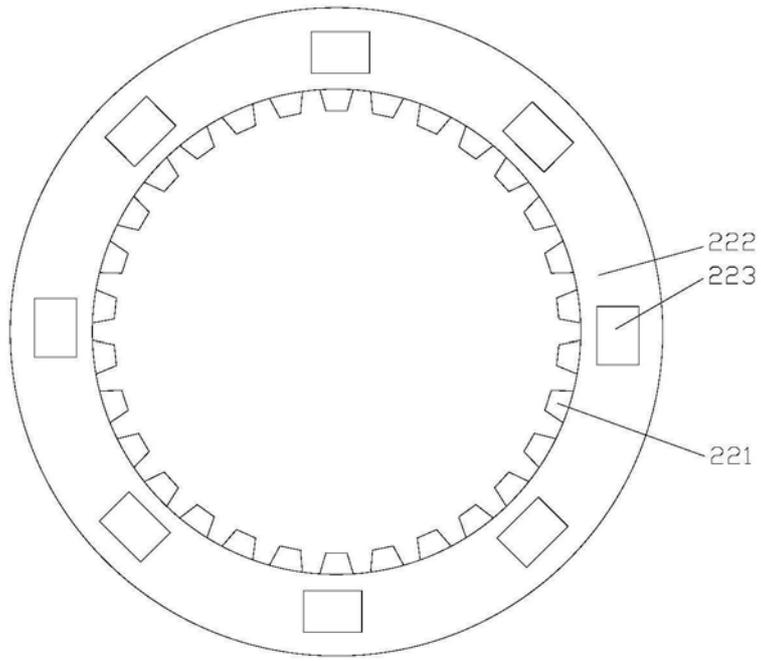


图4B

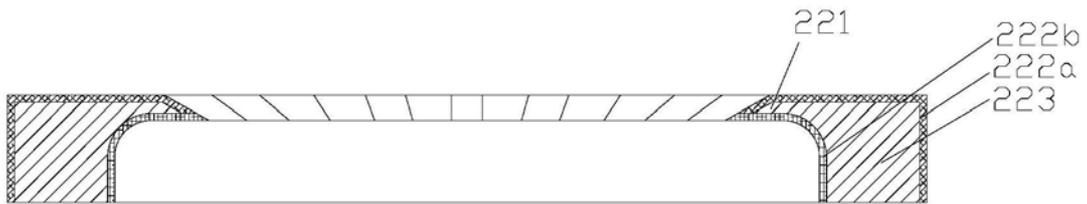


图5A

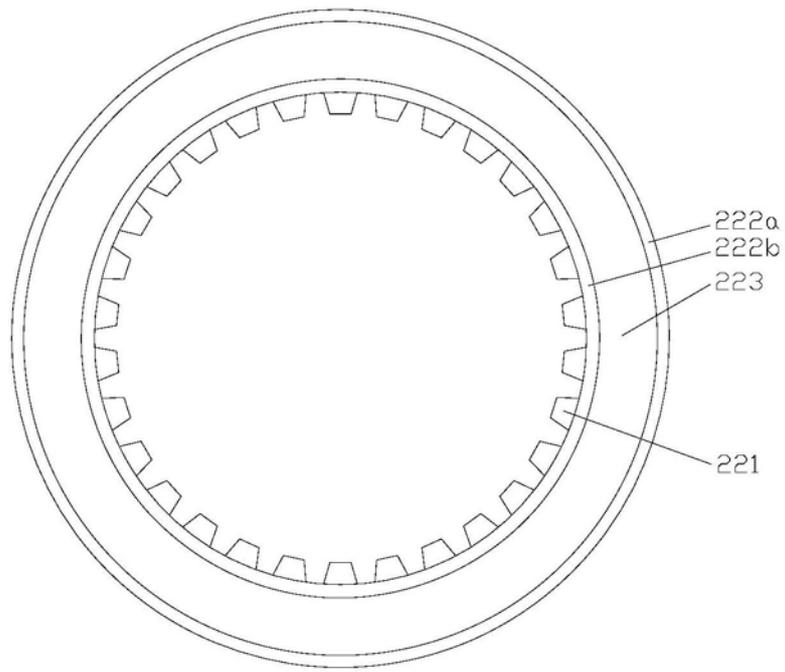


图5B

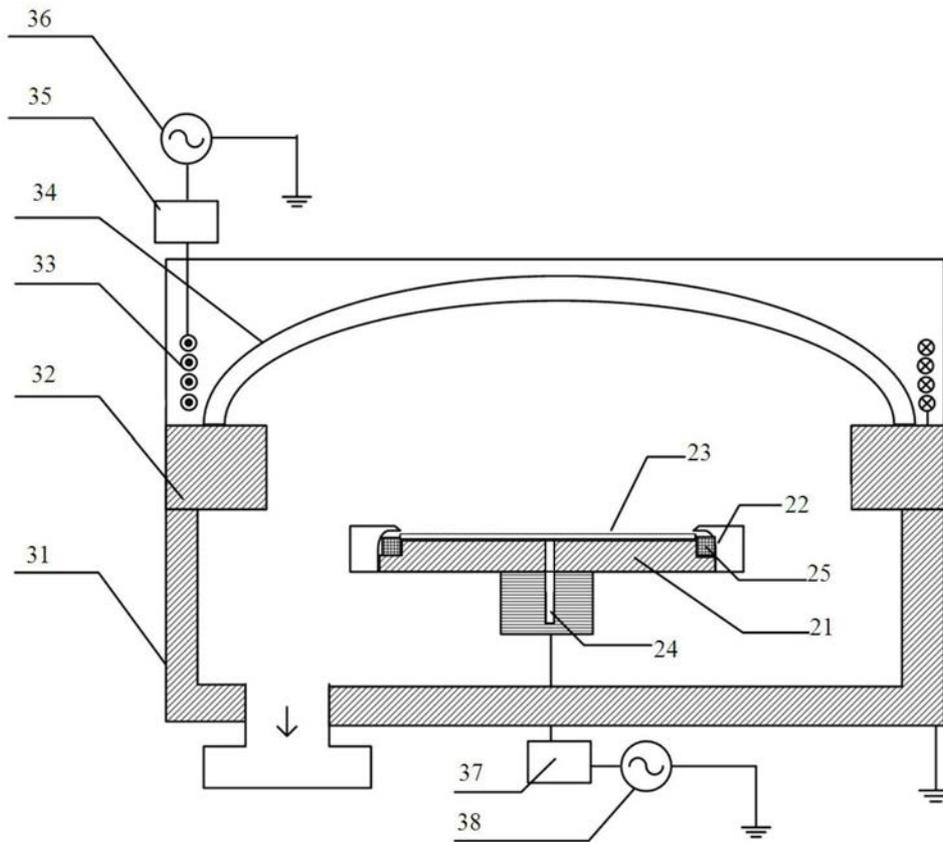


图6A

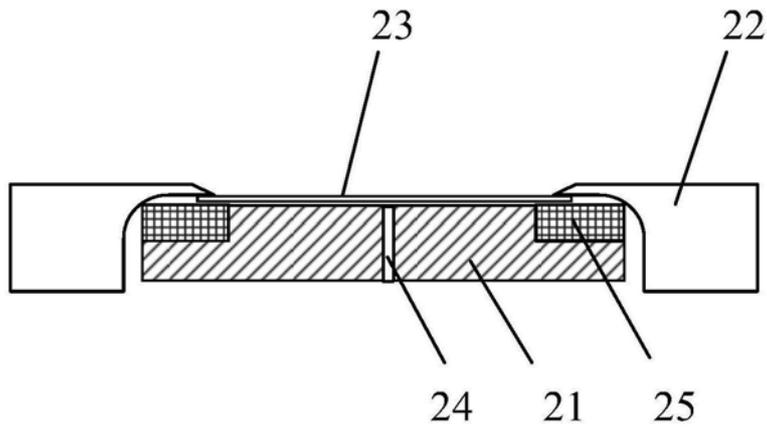


图6B