

说明书

发明名称: 一种气相沉积设备及其上衬垫

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体设备领域，特别涉及一种气相沉积设备及其上衬垫。

背景技术

[0002] 化学气相沉积（Chemical Vapor Deposition，简称CVD）是指反应物质在气态条件下在晶圆表面发生化学反应生成所需材料薄膜的过程。化学气相沉积工艺可以沉积多种材料，包括大范围的绝缘材料、大多数半导体材料和金属材料。

[0003] CVD设备通常包含一反应腔，反应腔包括腔体和腔体顶盖。反应腔内设有托盘，一个或多个晶圆放置在托盘上。托盘下方还设有加热器，由托盘将加热器辐射的热量均匀传递给晶圆。腔体顶盖的下方还设有耐腐蚀的上衬垫，上衬垫的下表面与托盘的上表面之间形成反应区域。

[0004] 进气装置（与托盘的中心区域相对）穿过上衬垫固定安装在腔体顶盖上，工艺气体从进气装置引入至反应区域内，对放置在托盘上的晶圆进行处理。工艺制程中，托盘带动晶圆高速旋转，使到达托盘上表面的不同种类工艺气体在高速旋转的托盘驱动下达到充分混合。工艺气体在特定温度下反应并沉积在晶圆W表面形成所需材料的薄膜，晶圆温度是影响晶圆W上材料沉积的速率的重要因素之一。

[0005] 为了使进气装置流出的工艺气体以层流的方式均匀通过晶圆上表面，上衬垫通常平行于托盘。然而，随着工艺气体沿着托盘的径向方向向外流动，工艺气体的密度逐渐降低，影响薄膜的生长速度。为保证薄膜的生长速度，需要向反应腔内提供大量的工艺气体，导致工艺气体的利用率较低。尤其在生产较大直径的晶圆时，工艺气体的浪费现象尤为突出。

[0006] 如何提高工艺气体的利用率和薄膜的生长速度，并保证晶圆表面薄膜的一致性，是目前亟需解决的问题。

发明概述

技术问题

[0007] 本发明的目的是提供一种气相沉积设备及其上衬垫，该气相沉积设备的上衬垫由第二母线或第三母线绕进气装置的中心轴旋转而成。第二母线、第三母线上各点与晶圆承载面之间的竖直距离、各点与进气装置中心轴之间的水平距离满足设定条件。通过改变上衬垫的形貌，大大提高了反应腔内工艺气体的利用率（也称提高了源效）以及晶圆表面薄膜的沉积速率，同时还兼顾了晶圆表面薄膜厚度的一致性。通过本发明的气相沉积设备能够在消耗更少工艺气体的前提下，在晶圆表面快速生长出高质量的薄膜。

技术方案

[0008] 为了达到上述目的，本发明提供一种气相沉积设备，包含一反应腔，所述反应腔内的下方设有托盘，所述托盘的上表面为晶圆承载面，所述气相沉积设备包含：

[0009] 上衬垫，其设置在所述反应腔内并与所述晶圆承载面相对，所述上衬垫与所述晶圆承载面之间形成反应区域；

[0010] 进气装置，所述进气装置用于横向地向所述反应区域内注入工艺气体；

[0011] 所述上衬垫由第二母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第二母线由第一母线绕其起始点在竖直方向上旋转设定的角度而成，所述第一母线具有靠近所述中心轴的所述起始点和远离所述中心轴的终点；点 x 、 y 为所述第一母线上的任意两点，点 x 、 y 与所述晶圆承载面之间的竖直距离分别记为 h_1 、 h_2 ，点 x 、 y 与所述中心轴之间的水平距离分别记为 l_1 、 l_2 ，点 x 、 y 满足 $h_1 \times l_1 = h_2 \times l_2$ ，

[0012] 或者，所述上衬垫由第三母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第三母线为直线，所述第三母线与所述第一母线共用所述起始点和终点。

[0013] 可选的，所述角度为 $[-2^\circ, 5^\circ]$ ，定义所述第一母线绕所述起始点向靠近所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为负值，所述第一母线绕所述起始点向远离所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为正值。

[0014] 可选的，所述反应腔包含腔室顶盖，其位于所述上衬垫的上方；所述腔室顶盖内设有冷却流体通道。

- [0015] 可选的，所述托盘的下方设有加热装置；沿所述托盘的径向方向，将所述托盘虚拟划分为多个环形温度带，相邻的所述环形温度带之间的温差超过设定的温差阈值；沿所述腔室顶盖的径向方向，将所述腔室顶盖虚拟划分为与所述多个环形温度带分别对应的多个环形调温区；所述环形调温区内的冷却流体通道与腔室顶盖下表面之间的距离取决于对应的所述环形温度带的温度。
- [0016] 可选的，所述腔室顶盖与所述上衬垫之间设有调温机构。
- [0017] 可选的，所述调温机构包括导热板；所述导热板的上表面贴合所述腔室顶盖的下表面。
- [0018] 可选的，所述调温机构还包括形成在所述导热板与所述上衬垫之间的间隙。
- [0019] 可选的，沿着远离所述进气装置的方向，所述间隙先变小后变大。
- [0020] 可选的，沿着远离所述进气装置的方向，所述导热板的厚度先变厚后变薄。
- [0021] 可选的，沿着远离所述进气装置的方向，所述导热板的表面发射率先变大后变小。
- [0022] 可选的，所述气相沉积设备还包括传热气体输入端和传热气体输出端，用于向所述间隙提供流动的传热气体。
- [0023] 可选的，所述传热气体的组分可调。
- [0024] 可选的，所述气相沉积设备还包括抽气环，所述抽气环围绕设置在所述托盘的侧下方。
- [0025] 可选的，所述抽气环包含内环、外环以及连接所述内环和外环的环顶面；沿抽气环的周向方向，在所述环顶面开有多个抽气孔。
- [0026] 可选的，所述气相沉积设备还包括侧壁衬垫，所述侧壁衬垫围绕所述托盘的外周设置，所述侧壁衬垫位于所述上衬垫和抽气环之间。
- [0027] 可选的，所述侧壁衬垫的上端具有向所述进气装置方向延伸的气流引导部。
- [0028] 可选的，所述上衬垫还包括从所述终点向远离所述中心轴的方向延伸的上衬垫承载部，所述上衬垫承载部的底面与所述气流引导部的顶面贴合。
- [0029] 可选的，所述进气装置包括位于不同高度的出气端，最接近所述上衬垫的所述出气端用于供应非活性气体。

- [0030] 本发明还提供一种上衬垫，所述上衬垫用于气相沉积设备，所述气相沉积设备包含一反应腔，所述反应腔内的下方设有托盘，所述托盘的上表面为晶圆承载面；
- [0031] 所述上衬垫设置在所述反应腔内并与所述晶圆承载面相对，所述上衬垫与所述晶圆承载面之间形成反应区域；
- [0032] 所述气相沉积设备还包含一进气装置，所述进气装置用于横向地向所述反应区域内注入工艺气体；
- [0033] 所述上衬垫由第二母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第二母线由第一母线绕其起始点在竖直方向上旋转设定的角度而成，所述第一母线具有靠近所述中心轴的所述起始点和远离所述中心轴的终点；点 x 、 y 为所述第一母线上的任意两点，点 x 、 y 与所述晶圆承载面之间的竖直距离分别记为 h_1 、 h_2 ，点 x 、 y 与所述中心轴之间的水平距离分别记为 l_1 、 l_2 ，点 x 、 y 满足 $h_1 \times l_1 = h_2 \times l_2$ ，
- [0034] 或者，所述上衬垫由第三母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第三母线为直线，所述第三母线与所述第一母线共用所述起始点和终点。
- [0035] 可选的，所述角度为 $[-2^\circ, 5^\circ]$ ，定义所述第一母线绕所述起始点向靠近所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为负值，所述第一母线绕所述起始点向远离所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为正值。

有益效果

- [0036] 与现有技术相比，本发明的有益效果在于：
- [0037] 1) 本发明气相沉积设备的上衬垫由第二母线/第三母线绕进气装置的中心轴旋转而成。第二母线/第三母线上各点与晶圆承载面之间的竖直距离、各点与进气装置中心轴之间的水平距离满足设定条件。通过改变上衬垫的形貌，大大提高了反应腔内工艺气体的利用率以及晶圆表面薄膜的沉积速率，同时还兼顾了晶圆表面薄膜厚度的一致性。通过本发明的气相沉积设备能够在消耗更少工艺气体的前提下，在晶圆表面快速生长出高质量的薄膜。
- [0038] 2) 本发明的腔室顶盖中设有冷却流体通道，能够有效带走由托盘、晶圆辐射至上衬垫的热量，减少反应气体在上衬垫表面沉积，从而有效减少反应腔内的

颗粒污染物，显著提高了晶圆的成品率。同时还能够降低反应腔的清洗频率、大大提高了晶圆加工效率、明显降低了晶圆加工成本。

[0039] 3) 本发明中，根据托盘表面的温差，将托盘虚拟划分为多个环形温度带，并将腔室顶盖虚拟划分为与所述多个环形温度带对应的环形调温区，若环形温度带的温度较高/较低，对应环形调温区内冷却流体通道与腔室顶盖下表面之间的距离较近/较远。这样可以按区域调节上衬垫的温度，有利于减小上衬垫的温度梯度，避免上衬垫发生变形。通过提高上衬垫温度的一致性，还可以提高反应腔内工艺气体温度的一致性（上衬垫与反应腔内的工艺气体之间存在热传递），有益于在晶圆表面生长厚度均匀的薄膜。

[0040] 4) 本发明在腔室顶盖与上衬垫之间设有调温机构，所述调温机构包括设置在腔室顶盖与上衬垫之间的导热板，以及形成在导热板与上衬垫之间的间隙。通过导热板、间隙内的传热气体加强了上衬垫与腔室顶盖之间的热传递，有利于导走上衬垫的热量，防止薄膜在上衬垫表面沉积。

[0041] 5) 沿着远离进气装置的方向，本发明中导热板的厚度、表面发射率、间隙大小随托盘温度变化而变化，实现按区域调节上衬垫的温度，保证上衬垫温度的一致性。

[0042] 6) 本发明中，可以根据反应腔内的工艺、反应腔内的温度实时调节传热气体的组分，以此实时调节上衬垫的温度。在不同材料的沉积工艺中，均能够减少上衬垫的沉积物。

附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明技术方案，下面将对描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一个实施例，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：

[0044] 图1为一种气相沉积设备的示意图；

[0045] 图2为图1的A-A视图；

[0046] 图3为本发明实施例一中，气相沉积设备的示意图；

[0047] 图4为本发明实施例一中，进气装置的示意图；

- [0048] 图5为本发明实施例一中，托盘、侧壁衬垫、抽气环的俯视图；
- [0049] 图6为本发明实施例一、实施例二中，第一母线、第二母线、第三母线的示意图；
- [0050] 图7为生成图1中气相沉积设备的上衬垫的水平直线示意图；
- [0051] 图8为多个实施例中，晶圆表面薄膜平均生长速度、薄膜一致性差异的对比图；
- [0052] 图9为多个实施例中，沿晶圆径向方向，晶圆表面薄膜的沉积速度示意图；
- [0053] 图10为本发明实施例三中，将托盘划分为多个环形温度带、将腔室顶盖划分为多个环形调温区的示意图；
- [0054] 图11为本发明实施例四中，具有渐变厚度的导热板的示意图。

本发明的实施方式

- [0055] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。
- [0056] 应当理解，当在本说明书和所附权利要求书中使用时，术语“包括”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在，但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。
- [0057] 还应当理解，在此本申请说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的而并不意在限制本申请。如在本申请说明书和所附权利要求书中所使用的那样，除非上下文清楚地指明其它情况，否则单数形式的“一”、“一个”及“该”意在包括复数形式。
- [0058] 还应当进一步理解，在本申请说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合，并且包括这些组合。
- [0059] 如在本说明书和所附权利要求书中所使用的那样，术语“如果”可以依据上下文被解释为“当...时”或“一旦”或“响应于确定”或“响应于检测到”。类似地，短语“如果确定”或“如果检测到[所描述条件或事件]”可以依据上下文

被解释为意指“一旦确定”或“响应于确定”或“一旦检测到[所描述条件或事件]”或“响应于检测到[所描述条件或事件]”。

[0060] 另外，在本申请的描述中，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0061] 图1为一种气相沉积设备1，其具有一个反应腔100，在所述反应腔100中可对晶圆W进行处理。反应腔100包含腔室顶盖101和腔室主体102。所述腔室顶盖101覆盖所述腔室主体102，通过腔室顶盖101、腔室主体102共同围成气密性的内部处理空间。腔室顶盖101通常采用金属材料（例如不锈钢）。尽管图1中所示的腔室主体102为圆筒形的，其也可以是其它形状，例如方形、六角形、八角形或任意其他适当的形状。

[0062] 如图1所示，进气装置107（通常采用耐腐蚀且具有良好导热率的不锈钢材料）的顶部穿设腔室顶盖101位于反应腔100内。托盘109设置在进气装置107下方，并与进气装置107相对，托盘109的上表面为晶圆承载面1091。所述晶圆承载面1091与腔室顶盖101之间形成反应区域。进气装置107气路连通外部的工艺气体供应装置（图中未示出），用于向所述反应区域内输送工艺气体。工艺气体可包括载体气体（载气）和工艺气体，工艺气体可包括III族气体与V族气体。在典型的金属有机化学气相沉积过程中，载体气体可为氮气、氢气或氩气等气体。

[0063] 托盘109的材料通常为石墨，具有良好的导热性。托盘下方设有加热元件120，通过所述加热元件120加热托盘109，托盘109再将加热元件120提供的热能传递至晶圆W，工艺气体在特定温度下反应并沉积在晶圆W上形成所需材料的薄膜。

[0064] 托盘109底部固定连接一驱动轴104（可以由外部的电机或气缸驱动），该驱动轴104的底部竖直向下穿设腔室主体102的底壁并位于反应腔100的外部。通过所述驱动轴104驱动托盘109高速旋转，使到达托盘109上表面的不同种类工艺气体在高速旋转的托盘109驱动下达到充分混合。

[0065] 所述排气装置103用于排放反应腔100内的气体，包括反应生成的废气，和未来得及参加反应的部分工艺气体。

[0066] 上衬垫106设置在腔室顶盖101的下方，用于隔离反应腔100内辐射到腔室顶盖101的热量，以及防止在腔室顶盖101上形成沉积物。上衬垫106的材料可以是

石墨。图1中的腔室顶盖101和上衬垫106均具有平板型的结构，可以避免反应腔100存在大规模垂直方向的扩散气流，保证反应腔100内的气流为平流状态，提高反应腔100内气流分布的均一性。

[0067] 由内而外，沿着托盘109的径向方向，工艺气体流动截面108的面积逐渐增大。所述流动截面108为反应腔100内与进气装置107同中心轴的筒形截面，所述筒形截面的顶部、底部分别落在上衬垫106、晶圆承载面1091上。如图1、图2所示，流动截面108与进气装置中心轴的水平距离为 l 时，该流动截面108的面积 $s=2\pi \times l \times h$ ， h 表示流动截面108的高度。当上衬垫106为平板型结构时， h 表示上衬垫106与晶圆承载面1091之间的竖直距离。

[0068] 自进气装置107流出的工艺气体朝着远离进气装置107的方向流动的过程中，流动截面108面积逐渐增大，因而工艺气体的密度逐渐降低，薄膜的沉积速度也越慢。为防止反应腔100内部的工艺气体在其流动方向上逐渐稀薄，则需要加大工艺气体的投放量，这就导致工艺气体的投放量会远大于实际反应所需求用量，造成了浪费。

[0069] 另一方面，上衬垫106所受的热辐射较大，工艺气体容易在上衬垫106表面沉积。上衬垫106表面的沉积物剥落后，容易在反应腔100内形成颗粒污染物，大大降低了晶圆W的成品率。

[0070] 本发明提供了一种气相沉积设备，该气相沉积设备的上衬垫由第二母线或第三母线绕进气装置107的中心轴旋转而成。第二母线、第三母线上各点与晶圆承载面1091之间的竖直距离、与进气装置中心轴之间的水平距离满足设定条件。本发明通过改变上衬垫106的形貌，大大提高了反应腔100内工艺气体的利用率以及晶圆表面薄膜的沉积速率，同时还兼顾了晶圆表面薄膜厚度的一致性。通过本发明的气相沉积设备能够在晶圆表面快速生长出高质量的薄膜。同时本发明还能够按区域调节上衬垫106的温度，快速导走上衬垫106热量的同时，还提高了上衬垫106温度的一致性，不仅大大减少了上衬垫106表面的沉积物，还能够避免上衬垫106因热应力发生变形而损坏。

实施例一

- [0071] 本发明提供一种气相沉积设备2，如图3所示，其包含一反应腔200。所述反应腔200包含腔室顶盖201和腔室主体202。所述反应腔200内设有托盘209、进气装置207、上衬垫206、抽气环230、侧壁衬垫270，所述腔室顶盖201位于所述上衬垫206的上方。
- [0072] 所述托盘209设置在反应腔200内的下方，托盘209的上表面为晶圆承载面2091。上衬垫206与所述晶圆承载面2091相对，上衬垫206与晶圆承载面2091之间形成反应区域C。托盘209的下方设有加热装置220，通过托盘209将加热装置220提供的热能传递至晶圆W，工艺气体在特定温度下反应并沉积在晶圆W上形成所需材料的薄膜。
- [0073] 本实施例中，如图3所示，沿托盘209的周向方向，在托盘209的上表面设有多个凹部，多个用于放置晶圆W的晶圆承载盘205分别设置在多个凹部内。凹部内设有特殊的气道（图中未示出），所述气道用于在晶圆承载盘205与托盘209之间通入一定压力的气体，使晶圆承载盘205可以被气压托起脱离托盘表面，以一定的高度悬浮起来后绕其中心自转。托盘209底部固定连接一驱动轴204，用于驱动托盘209带动晶圆承载盘205一同绕托盘中心高速旋转。通过驱动晶圆承载盘205自转与公转，使到达晶圆上表面的不同种类工艺气体以均匀的分布在晶圆W上沉积。
- [0074] 如图4所示，进气装置207的内部具有多个进气管路2071。所述进气管路2071的进气端20711气路连通外部的工艺气体供应装置（图中未示出）。所述进气管路2071的出气端20712具有水平的一字形结构（其长度方向平行于托盘209的径向方向），用于横向地向所述反应区域C内注入工艺气体，使得工艺气体尽可能水平的通过晶圆表面，并在晶圆表面均匀分布，以提高晶圆表面沉积薄膜的均匀性。不同种类工艺气体的所述出气端20712具有不同的高度，因此能够在竖直方向上分层的向反应腔200内注入多种工艺气体，防止多种工艺气体在到达晶圆W表面之间提前反应。
- [0075] 如图3、图5所示，所述抽气环230围绕设置在所述托盘209的侧下方。抽气环230包含内环231、外环232以及连接所述内环和外环的环顶面233。如图5所示，

沿抽气环230的周向方向，在所述环顶面233开有多个抽气孔235。反应腔200内的气体依序通过抽气环230、排气装置排放至反应腔200外部。

[0076] 如图3、图5所示，所述侧壁衬垫270围绕所述托盘209的外周设置，并位于上衬垫206和抽气环230之间，通过侧壁衬垫270防止工艺气体沉积在反应腔200的内侧壁。本实施例中，如图3所示，侧壁衬垫270具有向进气装置207方向延伸的气流引导部271。所述气流引导部271具有环形结构，从上至下，其内径逐渐增大。通过所述气流引导部271将工艺气体引流至抽气环230。

[0077] 本实施例中，上衬垫206由第一母线①绕进气装置207的中心轴旋转而成。如图6所示，所述第一母线①具有靠近所述中心轴的起始点和远离中心轴的终点O'，所述起始点即上衬垫206的最靠近所述进气装置207的端点。点x、y为所述第一母线①上的任意两点，点x、y与晶圆承载面2091之间的竖直距离分别记为 h_1 、 h_2 ，点x、y与进气装置中心轴之间的水平距离分别记为 l_1 、 l_2 ，点x、y满足 $h_1 \times l_1 = h_2 \times l_2$ 。

[0078] 本实施例中，如图3所示，所述终点O'落在所述气流引导部271的顶面。沿着与托盘径向平行的方向，从所述终点O'向外水平延伸形成一水平段，所述水平段绕进气装置207的中心轴旋转形成一环形的上衬垫承载部2061。所述上衬垫承载部2061的底面贴合所述气流引导部271的顶面，由气流引导部271为上衬垫承载部2061提供支撑。值得一提的是，上衬垫承载部2061的底面和侧壁衬垫270的顶面可以不是水平面，只要能够保证两者能够贴合即可。

[0079] 如图3所示，工艺气体的流动截面208为反应腔200内与进气装置207同中心轴的筒形截面，流动截面208的顶部、底部分别落在上衬垫206、晶圆承载面2091上。易于理解的，与点x对应的流动截面208和与点y对应的流动截面208具有相同的面积S， $S = 2\pi \times h_1 \times l_1$ 。也即是说通过本发明中由第一母线①生成的上衬垫206，使得在托盘209的径向方向上，工艺气体的流动截面面积处处相等。因而本实施例中，在远离进气装置207的方向上，工艺气体的浓度梯度较小（工艺气体浓度的降低主要由于工艺气体在流动过程中持续发生反应并沉积下来）。通过本发明极大地提高了工艺气体的利用率，减少了工艺气体的用量，显著降低了晶圆W加工的成本。

- [0080] 在另一个实施例中，还可以使非活性气体由最接近上衬垫206的所述出气端20712流入所述反应区域C，使得在参与反应的工艺气体和上衬垫206之间形成分离层。这不仅有助于减少上衬垫206表面的沉积物，还能够迫使参与反应的工艺气体更靠近晶圆表面，以此提高工艺气体的利用率。
- [0081] 晶圆表面化学反应的速率受到晶圆表面工艺气体浓度的影响。本实施例中，沿着远离进气装置207的方向，上衬垫206与晶圆承载面2091之间的距离逐渐减小，自进气装置207流出的工艺气体被上衬垫206强制流向晶圆承载面2091，原本沿水平方向输送的工艺气体获得竖直方向的速度分量，从而使得更多的工艺气体往晶圆表面输送以参与晶圆表面的化学反应。因此，通过本发明提高了晶圆表面薄膜的沉积速率。
- [0082] 在一个实验中，通过采用平板型上衬垫106的气相沉积设备1和本实施例的气相沉积设备2（上衬垫206由第一母线①生成），在同样大小的晶圆W（晶圆W自转的同时还随托盘209公转）上沉积相同材料的薄膜。该实验中，气相沉积设备1和气相沉积设备2的反应腔200具有相同的直径，且均使用了相同大小的托盘。该实验中，晶圆直径约为150mm。气相沉积设备1中，上衬垫106与晶圆承载面2091之间的竖直距离与气相沉积设备2中上衬垫206的起始点O与晶圆承载面2091之间的竖直距离相同。需要强调的是，上述数据仅作为示例，不作为本发明的限制。
- [0083] 如图7所示，可以将气相沉积设备1的平板型上衬垫106，看做由水平直线（base）绕进气装置107的中心轴旋转而成。当上衬垫106由水平直线旋转得来时，如图8所示，晶圆表面薄膜的平均长速为2.5896um/h，薄膜厚度一致性差异为3.16%。所述薄膜厚度一致性差异的计算公式为 $(GR_{\max} - GR_{\min}) / GR_{\text{ave}}$ / 2， $GR_{\max}$ 、 $GR_{\min}$ 分别为晶圆表面薄膜的最大、最小生长速度， GR_{ave} 为晶圆表面薄膜的平均生长速度。在理想状态下，我们希望薄膜的平均长速尽可能高，且薄膜厚度一致性差异尽可能小。
- [0084] 在上述实验中，采用由第一母线①得来的上衬垫206进行CVD工艺时，如图8所示，晶圆表面薄膜的平均长速为3.0192um/h，薄膜厚度一致性差异为3.18%。如图9所示，晶圆径向方向上的各个位置处，第一母线①对应的薄膜生长速度始终高于水平直线base对应的薄膜生长速度。以上数据说明，本实施例的气相沉积设

备2显著提高薄膜生长速度的同时，还兼顾了晶圆表面薄膜厚度的一致性。气相沉积设备2能够在晶圆表面快速生长出高质量的薄膜。

- [0085] 本发明中，上衬垫206也可以由第二母线绕进气装置207的中心轴旋转而成。所述第二母线由第一母线①绕其起始点O在竖直方向上旋转设定的角度而成。定义：第一母线①绕其起始点O向靠近晶圆承载面2091的方向旋转时，所述角度为负值；第一母线①绕其起始点O向远离晶圆承载面2091的方向旋转时，所述角度为正值。本发明中，所述角度为 $[-2^{\circ}, 5^{\circ}]$ ，包括 -2° 、 $(-2^{\circ}, 0^{\circ})$ 、 0° 、 $(0^{\circ}, 5^{\circ})$ 、 5° ， $(-2^{\circ}, 5^{\circ})$ 等。
- [0086] 在另一个实施例中，如图6所示，第二母线②由第一母线①旋转得来。该实施例中，沿着远离进气装置207的方向，流动截面208的面积逐渐减小（小于S），与由第一母线①生成的上衬垫206相比，该实施例的上衬垫206可以将更多的工艺气体往晶圆表面输送，不仅可以进一步减小工艺气体的投放量，同时还使得晶圆表面薄膜的平均长速进一步提高。
- [0087] 如图9所示，晶圆径向方向上的各个位置处，第二母线②对应的薄膜生长速度始终高于第一母线①对应的薄膜生长速度。如图8所示，与第二母线②对应的晶圆表面薄膜平均长速为 $3.1660\mu\text{m/h}$ ，薄膜厚度一致性差异为4.13%。同时也可以看出，与第一母线①对应的薄膜厚度一致性差异（3.67%）相比，第二母线②对应的薄膜厚度一致性差异略有增大，但是在可以接受的范围内。
- [0088] 在另一个实施例中，如图6所示，第二母线③由第一母线①旋转得来。如图9所示，晶圆径向方向上的各个位置处，第二母线③对应的薄膜生长速度始终低于第一母线①对应的薄膜生长速度。该实施例中，虽然沿着远离进气装置207的方向，流动截面208的面积仍然逐渐增大，但与采用平板型的上衬垫106相比，仍可以减少工艺气体的投放量、提高工艺气体的源效。该实施例中，如图8所示，晶圆表面薄膜的平均长速为 $2.6786\mu\text{m/h}$ ，薄膜厚度一致性差异为2.37%。与采用平板型的上衬垫相比，该实施例不仅提高了晶圆表面薄膜的平均长速，还减小了薄膜厚度一致性差异，为较佳的实施例。

实施例二

- [0089] 本实施例的上衬垫206由第三母线④绕进气装置207的中心轴旋转而成，如图6所示，所述第三母线④为直线，第三母线④与第一母线①共用所述起始点O和终点O'，第三母线④位于第一母线①和第二母线③之间。
- [0090] 如图9所示，晶圆径向方向上的各个位置处，第三母线④对应的薄膜生长速度低于第一母线①对应的薄膜生长速度、并高于第二母线③对应的薄膜生长速度。如图8所示，与第三母线④对应的薄膜平均长速为2.9127um/h，薄膜厚度一致性差异为3.67%。
- [0091] 与平板型的上衬垫106相比，采用第三母线④生成的上衬垫206在增加工艺气体源效、提高晶圆表面薄膜沉积速度的同时，对晶圆表面薄膜厚度一致性的影响较小，可以忽略不计。

实施例三

- [0092] 本实施例中，如图3、图10所示，腔室顶盖201内设有冷却流体通道2011，由于腔室顶盖201与上衬垫206之间具有良好的热传递，通过所述冷却流体通道2011可以调节腔室顶盖201、上衬垫206的温度。理想状态下，希望上衬垫206的温度比托盘温度低大约100度至200度，一方面可以减少在上衬垫206表面的薄膜沉积，从而有效减少反应腔200内的颗粒污染物，达到提高晶圆W成品率、降低反应腔200的清洗频率的目的。另一方面，上衬垫206与反应腔200内的工艺气体也存在热传递，通过控制上衬垫206的温度，可以避免因上衬垫206的温度过低导致反应腔200内工艺气体的温度不能满足工艺需求。
- [0093] 由于气体流动导致的热传导以及腔体中存在冷却通道，不可避免的使得托盘209各区域的导热性差异较大。本实施例中，基于工艺过程中托盘209的温度分布，沿托盘209的径向方向，将托盘209虚拟划分为多个同心的环形温度带，相邻的所述环形温度带之间的温差超过设定的温差阈值。如图10所示，本实施例中将托盘划分为3个环形温度带D₁、D₂、D₃，环形温度带的数量仅作为示例，不作为本发明的限制。
- [0094] 沿所述腔室顶盖201的径向方向，将所述腔室顶盖201虚拟划分为与所述多个环形温度带分别对应的多个环形调温区。各环形温度带向上衬垫对应的环形区域辐射的热量不同。环形调温区内的冷却流体通道2011与腔室顶盖201下表面之间

的距离取决于对应的环形温度带的温度。如图10所示，本实施例中将腔室顶盖201划分为3个环形调温区 G_1 、 G_2 、 G_3 。

[0095] 如图10所示，环形温度带 D_2 的温度最高，对应环形调温区 G_2 内的冷却流体通道2011与腔室顶盖201下表面之间的距离最近。环形温度带 D_1 的温度最低，对应环形调温区 G_1 内冷却流体通道2011与腔室顶盖201下表面之间的距离最远。这样可以按区域调节上衬垫206的温度，有利于减小上衬垫206的温度梯度，避免上衬垫206因热应力发生变形。通过提高上衬垫206温度的一致性，还可以提高反应腔200内工艺气体温度的一致性，有益于在晶圆表面生长厚度均匀的薄膜。

实施例四

[0096] 本实施例中，腔室顶盖201与上衬垫206之间设有调温机构，用于增强对上衬垫206的调温效果。如图3、图11所示，所述调温机构包括导热板261（铝材质或石英材质），导热板261的上表面贴合腔室顶盖201的下表面。

[0097] 如图3、图11所示，所述调温机构还包括形成在导热板261与上衬垫206之间的间隙262。气相沉积设备还包括传热气体输入端2621，如图3、图11所示，所述传热气体输入端2621穿设腔室顶盖201和导热板261，用于向所述间隙262提供传热气体。

[0098] 易于理解的，导热板261越厚、导热板261的表面发射率越大，导热板261的传热效果越好。基于托盘209的温度分布特点，本实施例中，如图11所示，沿着远离进气装置207的方向，导热板261的厚度先变厚后变薄和/或导热板261的表面发射率先变大后变小。由于沿腔室顶盖201与上衬垫206之间的间距处处一致，导热板261变厚/变薄，则间隙262就变小/变大。因此沿着远离进气装置207的方向，间隙262先变小后变大。

[0099] 本实施例中，导热板261的厚度、导热板261的表面发射率、间隙262大小随托盘209温度变化而变化，有助于按区域调节上衬垫206的温度，提高上衬垫206温度的一致性，避免上衬垫206的温度梯度过大而变形损坏。

[0100] 在另一个实施例中，所述传热气体的组分可调。例如，传热气体可以包括包括氮气、氩气，该两种气体具有不同的导热系数。通过调节氮气与氩气的流量比，可以调节传热气体的导热率，以此实时调节上衬垫206的温度。在不同材料的

沉积工艺中，可以将上衬垫206调节至不同的温度，以此减少上衬垫206的沉积物。在一个实施例中，氮气与氩气的流量比范围为3:1至2:1（此仅作为示例，不作为本发明的限制）。

[0101] 应理解，上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

[0102] 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种气相沉积设备，包含一反应腔，所述反应腔内的下方设有托盘，所述托盘的上表面为晶圆承载面，其特征在于，所述气相沉积设备包含：
- 上衬垫，其设置在所述反应腔内并与所述晶圆承载面相对，所述上衬垫与所述晶圆承载面之间形成反应区域；
- 进气装置，所述进气装置用于横向地向所述反应区域内注入工艺气体；
- 所述上衬垫由第二母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第二母线由第一母线绕其起始点在竖直方向上旋转设定的角度而成，所述第一母线具有靠近所述中心轴的所述起始点和远离所述中心轴的终点；点 x 、 y 为所述第一母线上的任意两点，点 x 、 y 与所述晶圆承载面之间的竖直距离分别记为 h_1 、 h_2 ，点 x 、 y 与所述中心轴之间的水平距离分别记为 l_1 、 l_2 ，点 x 、 y 满足 $h_1 \times l_1 = h_2 \times l_2$ ，
- 或者，所述上衬垫由第三母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第三母线为直线，所述第三母线与所述第一母线共用所述起始点和终点。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的气相沉积设备，其特征在于，所述角度为 $[-2^\circ, 5^\circ]$ ，定义所述第一母线绕所述起始点向靠近所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为负值，所述第一母线绕所述起始点向远离所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为正值。
- [权利要求 3] 如权利要求1所述的气相沉积设备，其特征在于，所述反应腔包含腔室顶盖，其位于所述上衬垫的上方；所述腔室顶盖内设有冷却流体通道。
- [权利要求 4] 如权利要求3所述的气相沉积设备，其特征在于，所述托盘的下方设有加热装置；沿所述托盘的径向方向，将所述托盘虚拟划分为多个环形温度带，相邻的所述环形温度带之间的温差超过设定的温差

阈值；沿所述腔室顶盖的径向方向，将所述腔室顶盖虚拟划分为与所述多个环形温度带分别对应的多个环形调温区；所述环形调温区内的冷却流体通道与腔室顶盖下表面之间的距离取决于对应的所述环形温度带的温度。

- [权利要求 5] 如权利要求3所述的气相沉积设备，其特征在于，所述腔室顶盖与所述上衬垫之间设有调温机构。
- [权利要求 6] 如权利要求5所述的气相沉积设备，其特征在于，所述调温机构包括导热板；所述导热板的上表面贴合所述腔室顶盖的下表面。
- [权利要求 7] 如权利要求6所述的气相沉积设备，其特征在于，所述调温机构还包括形成在所述导热板与所述上衬垫之间的间隙。
- [权利要求 8] 如权利要求7所述的气相沉积设备，其特征在于，沿着远离所述进气装置的方向，所述间隙先变小后变大。
- [权利要求 9] 如权利要求8所述的气相沉积设备，其特征在于，沿着远离所述进气装置的方向，所述导热板的厚度先变厚后变薄。
- [权利要求 10] 如权利要求7所述的气相沉积设备，其特征在于，沿着远离所述进气装置的方向，所述导热板的表面发射率先变大后变小。
- [权利要求 11] 如权利要求7-10任一所述的气相沉积设备，其特征在于，所述气相沉积设备还包括传热气体输入端和传热气体输出端，用于向所述间隙提供流动的传热气体。
- [权利要求 12] 如权利要求11所述的气相沉积设备，其特征在于，所述传热气体的组分可调。
- [权利要求 13] 如权利要求1所述的气相沉积设备，其特征在于，所述气相沉积设备还包括抽气环，所述抽气环围绕设置在所述托盘的侧下方。
- [权利要求 14] 如权利要求13所述的气相沉积设备，其特征在于，所述抽气环包含内环、外环以及连接所述内环和外环的环顶面；沿抽气环的周向方向，在所述环顶面开有多个抽气孔。

- [权利要求 15] 如权利要求13所述的气相沉积设备，其特征在于，所述气相沉积设备还包括侧壁衬垫，所述侧壁衬垫围绕所述托盘的外周设置，所述侧壁衬垫位于所述上衬垫和抽气环之间。
- [权利要求 16] 如权利要求15所述的气相沉积设备，其特征在于，所述侧壁衬垫的上端具有向所述进气装置方向延伸的气流引导部。
- [权利要求 17] 如权利要求16所述的气相沉积设备，其特征在于，所述上衬垫还包括从所述终点向远离所述中心轴的方向延伸的上衬垫承载部，所述上衬垫承载部的底面与所述气流引导部的顶面贴合。
- [权利要求 18] 如权利要求1所述的气相沉积设备，其特征在于，所述进气装置包括位于不同高度的出气端，最接近所述上衬垫的所述出气端用于供应非活性气体。
- [权利要求 19] 一种上衬垫，所述上衬垫用于气相沉积设备，其特征在于，所述气相沉积设备包含一反应腔，所述反应腔内的下方设有托盘，所述托盘的上表面为晶圆承载面；
所述上衬垫设置在所述反应腔内并与所述晶圆承载面相对，所述上衬垫与所述晶圆承载面之间形成反应区域；
所述气相沉积设备还包含一进气装置，所述进气装置用于横向地向所述反应区域内注入工艺气体；
所述上衬垫由第二母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第二母线由第一母线绕其起始点在竖直方向上旋转设定的角度而成，所述第一母线具有靠近所述中心轴的所述起始点和远离所述中心轴的终点；点 x 、 y 为所述第一母线上的任意两点，点 x 、 y 与所述晶圆承载面之间的竖直距离分别记为 h_1 、 h_2 ，点 x 、 y 与所述中心轴之间的水平距离分别记为 l_1 、 l_2 ，点 x 、 y 满足 $h_1 \times l_1 = h_2 \times l_2$ ，
或者，所述上衬垫由第三母线绕所述进气装置的中心轴旋转而成，所述第三母线为直线，所述第三母线与所述第一母线共用所述起始点和终点。

[权利要求 20] 如权利要求19所述的上衬垫，其特征在于，所述角度为 $[-2^{\circ}, 5^{\circ}]$ ，定义所述第一母线绕所述起始点向靠近所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为负值，所述第一母线绕所述起始点向远离所述晶圆承载面的方向旋转时所述角度为正值。