薄膜沉积装置及加热托盘的自动调平方法

技术领域

本申请涉及半导体制造设备领域，特别是涉及一种薄膜沉积装置及加热托盘的自动调平方法。

背景技术

在薄膜沉积设备中，薄膜的均匀性与很多因素有关，比如加热托盘的温度均匀性、喷淋头和加热托盘之间的平行度、工艺气体的均匀性等等。由于每个喷淋头的公差和安装存在误差，难以保证喷淋头和加热托盘之间的平行度，因此需要调节加热托盘的位置。通常，加热托盘与支撑板平行且刚性连接，在支撑板底部设有水平螺丝，通过手动调整水平螺丝使得加热托盘与喷淋头之间平行。但是手动调整费时费力，且依赖于操作人员的手感，导致手动调整的效果参差不齐且效率低下。

发明内容

本发明的目的在于提供一种薄膜沉积装置及加热托盘的自动调平方法，用于解决现有技术中难以精准快速地调整加热托盘与喷淋头之间的平行度的问题。

为实现上述目的及其它相关目的，本发明提供了一种薄膜沉积装置，包括：

加热托盘，用于放置至少三个传感器，所述至少三个传感器围绕所述加热托盘的中心均匀分布；

喷淋头，设置在所述加热托盘上方，且所述喷淋头位于水平面上；

调平机构，与所述加热托盘相连，用于根据所述传感器反馈的距离信息自动调整所述加热托盘的位姿，使得所述加热托盘与喷淋头平行。

优选地，所述调平机构包括固定板、支撑板和至少三个连杆，所述至少三个连杆围绕所述加热托盘的中心均匀分布，每个所述连杆的两端分别与固定板和支撑板铰接，所述固定板与处理腔室的底部固定连接，所述支撑板与所述加热托盘平行且刚性连接。

优选地，所述传感器和连杆的数量均为三个并且一一对应，每个连杆与支撑板

的铰接点在所述加热托盘上具有一投影点，所述加热托盘具有一中心点，每个传感器设置在对应的连杆的投影点和所述中心点的连线上。

优选地，所述距离信息为所述加热托盘与喷淋头之间的间隙值。

本发明还提供了一种加热托盘的自动调平方法，包括以下步骤：

步骤 S1：根据所述传感器反馈的距离信息判断所述加热托盘和喷淋头是否平行；

步骤 S2：当所述加热托盘与喷淋头不平行时，计算出所述加热托盘的当前位姿，调整所述加热托盘的位姿，使得所述加热托盘与喷淋头平行。

优选地，步骤 S2 中计算出所述加热托盘的当前位姿的步骤包括：

预设所述加热托盘的初始位姿和所述传感器的初始坐标；

根据所述传感器反馈的距离信息得到所述传感器的高度信息；

根据所述高度信息计算所述加热托盘相对初始位姿的偏离角度和倾斜角度，进而计算出所述传感器的当前坐标；

根据所述传感器的当前坐标和初始坐标计算出坐标变换矩阵，所述坐标变换矩阵即为所述加热托盘的当前位姿和初始位姿之间的变换矩阵，根据所述变换矩阵求得所述加热托盘的当前位姿。

优选地，步骤 S2 中调整所述加热托盘的位姿，使得所述加热托盘与喷淋头平行的步骤包括：

根据并联机器人反解算法计算出所述调平机构中的多个连杆当前的伸缩量，计算出每个连杆运动到目标位置的调整量，并控制连杆根据所述调整量运动。

优选地，所述偏离角度为所述加热托盘的最高点和最低点的连线与 xz 平面的角度，所述倾斜角度为所述连线与 xy 平面的角度；其中，根据所述加热托盘的初始位姿建立坐标系 O-xyz。

优选地，所述连杆的目标位置为所述加热托盘位于初始位姿时对应的连杆的位置。

优选地，步骤 S1 中的所述距离信息为所述加热托盘与喷淋头之间的间隙值。

如上所述，本发明提供一种薄膜沉积装置及加热托盘的自动调平方法，具有以下有益效果：能够快速调节加热托盘与喷淋头之间的平行度，相对于手动调平更加方便、快捷，且精度更高，从而保证了薄膜沉积的均匀性；而且，在工艺过程中，

通过调整加热托盘和喷淋头之间的平行度，可以调节基板上的膜厚，改善薄膜沉积的均匀性。

附图概述

本申请的特征、性能由以下的实施例及其附图进一步描述。

图 1 显示为本发明实施例中薄膜沉积装置的示意图；

图 2 显示为本发明实施例中三个传感器在加热托盘上的位置示意图；

图 3 显示为本发明实施例中三个传感器在初始平面上的示意图；

图 4 显示为本发明实施例当前三个传感器在经过直线 L 的竖直平面上的投影的示意图。

本申请的较佳实施方式

以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其它优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

需要说明的是，本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想，虽图示中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制，其实际实施时各组件的形态、数量及比例可为一种随意的改变，且其组件布局形态也可能更为复杂。另外，在多个附图中表示的相同附图标记的部分表示相同或同等的部分或部件。

本发明提出一种薄膜沉积装置，如图 1 所示，包括：喷淋头 1、加热托盘 2 和调平机构 3，喷淋头 1 设置在加热托盘 2 上方，且喷淋头 1 始终位于水平面上。调平机构 3 用于调整加热托盘 2 的位置，使得加热托盘 2 与喷淋头 1 平行。调平机构 3 包括至少三个连杆 31、固定板 32 和支撑板 33，多个连杆 31 围绕加热托盘中心均匀分布，连杆 31 的一端与固定板 32 球形铰接，另一端与支撑板 33 连接，支撑板 33 与加热托盘 2 相互平行且为刚性连接，固定板 32 固定设置在处理腔室 4 的底部。该调平机构 3 采用三自由度并联机器人机构，具有一个移动和两个转动的运动。在加热托盘 2 上放置至少三个围绕加热托盘 2

中心均匀分布的传感器，用于获取距离信息以判断加热托盘 2 和喷淋头 1 之间是否平行。

本实施例中连杆 31 为电缸，在控制电缸进行伸缩时，支撑板 33 带动加热托盘 2 运动，使得加热托盘 2 的位置和姿态发生改变。采用三个电缸均匀排布的方式，更好地保证了设备的稳定性。支撑板 33 的材料为高硬度材料，如不锈钢，提升支撑板 33 的刚度可以避免处理腔室 4 内抽真空后支撑板 33 发生较大的形变，保证工艺过程中的整个结构的稳定性。本实施例中传感器的数量也为三个，如图 2 所示，三个传感器 A、B、C 分别设置在三个连杆 31 与加热托盘 2 的连接点 D、E、F 与加热托盘 2 的中心的连线上。其中，三个连杆 31 与加热托盘的连接点为连杆 31 与支撑板 33 的铰接点在加热托盘 2 上的投影点。

本发明还提出一种加热托盘的自动调平方法，采用前文所述的薄膜沉积装置，因此前文所述都可以用于解释该自动调平方法。具体地，该自动调平方法包括以下步骤：

步骤 S1：根据传感器反馈的距离信息判断加热托盘和喷淋头之间是否平行。

本实施例中，采用三个气隙传感器测量加热托盘和喷淋头之间的间隙，计算三个间隙值分别与预设的目标值的差值，或者三个间隙值两两之间的差值，当三个差值中的最大数大于等于预设阈值时，则判定加热托盘和喷淋头之间不平行，反之，则判定加热托盘和喷淋头之间平行。

在一些实施例中，还可以采用三个位置传感器，计算三个传感器的位置分别与预设的目标位置的差值，或者三个传感器的位置两两之间的差值，当三个差值中的最大数小于预设阈值时，则判定加热托盘和喷淋头之间不平行，反之，则判定加热托盘和喷淋头之间平行。

步骤 S2，当加热托盘与喷淋头之间不平行时，计算出加热托盘的偏离角度和倾斜角度，得到传感器的坐标，进而计算出加热托盘的当前位姿，调整加热托盘的位姿，使得加热托盘与喷淋头之间平行。

具体地，步骤 S2 包括以下步骤：

步骤 S21，获取三个传感器的高度信息；

步骤 S22，计算加热托盘相对初始位姿的偏离角度和倾斜角度，进而计算

出三个传感器的当前坐标；

步骤 S23，计算出加热托盘的当前位姿和初始位姿之间的变换矩阵，进而求得加热托盘绕坐标轴的旋转角；

步骤 S24，根据并联机器人反解算法计算出调平机构中的三个连杆当前的伸缩量，计算出每个连杆运动到目标位置的调整量，并控制连杆运动。

图 3 示出了三个传感器在初始平面的示意图，A_0、B_0、C_0表示在初始平面的三个传感器，图 4 示出了当前三个传感器在经过直线 L 的竖直平面上的投影，A_1、B_1、C_1表示在当前位置的三个传感器。本实施例中，由于三个传感器按圆周均匀分布在加热托盘上，三个传感器形成正三角形。设定一个初始平面，即加热托盘位于初始位姿，以三个传感器在初始平面上形成的正三角形的中心为原点O，其中一条中线为y轴，竖直向上的方向为z轴，根据右手定则建立空间直角坐标系O-xyz。

步骤 S21 中，由于喷淋头位于水平面内，与xy平面平行，根据传感器测量的加热托盘和喷淋头之间的间隙值，可以计算得到三个传感器的z坐标。

参照图 3 和图 4，步骤 S22 中，当加热托盘发生倾斜时，由于其形状为圆形，会产生一个最高点和最低点，设定最高点和最低点的连线为直线 L，根据三个传感器的z坐标，计算出直线 L 与xz平面的角度α和直线 L 与xy平面的角度β，再根据这两个角度计算出三个传感器当前在坐标系O-xyz下的坐标。

具体计算过程如下：

$$\delta h_2 = z_2 - z_1$$

$$\delta h_3 = z_3 - z_1$$

$$l_1 = R\cos(90-\alpha) = R\sin\alpha$$

$$l_2 = R\cos(\alpha+30)$$

$$l_3 = R\cos(\alpha-30)$$

$$L_2 = l_1 - l_2$$

$$L_3 = l_1 + l_3$$

$$\sin\beta = \frac{\delta h_2}{L_2} = \frac{\delta h_3}{L_3}$$

$$\frac{\delta h_2}{\delta h_3} = \frac{L_2}{L_3} = \frac{R\sin\alpha + R\cos(\alpha+30)}{R\sin\alpha + R\cos(\alpha-30)}$$

其中，z_1、z_2和z_3分别为三个传感器的z坐标，R为三个传感器到加热托盘

中心的距离，根据以上公式可以求得α和β，进而计算得到三个传感器的当前坐标。

步骤 S23 中，根据三个传感器的当前位置和初始位置，计算出坐标变换矩阵，即为加热托盘的当前位姿和初始位姿的变换矩阵，进而计算出加热托盘的当前位姿。

步骤 S24 中，根据加热托盘的当前位姿，结合并联机器人运动学反解算法，计算出三个连杆当前的伸缩量，进而得到每个连杆运动到目标位置的调整量。具体地，以水平面为加热托盘的初始位姿，相应地，每个连杆也有初始位置，在计算出三个连杆当前的伸缩量后，计算每个连杆运动到初始位置时的调整量，并控制连杆运动。

步骤 S24 中，还可以根据基板上薄膜沉积的不均匀性，设置连杆的目标位置，调整加热托盘和喷淋头的平行度，以改善薄膜沉积的均匀性。具体地，在工艺过程中，当基板上某一区域的薄膜偏厚时，重新设置连杆的目标位置，改变加热托盘的倾斜角度，连杆运动后使得该区域对应的加热托盘和喷淋头之间的间隙值减小，从而改善膜厚的均匀性。

在步骤 S2 结束后，重复步骤 S1，可以实时调整加热托盘的位置，使得加热托盘和喷淋头之间始终保持平行。

上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效，而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下，对上述实施例进行修饰或改变。因此，举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变，仍应由本发明的权利要求所涵盖。

权 利 要 求 书

1. 一种薄膜沉积装置，其特征在于，包括：

加热托盘，用于放置至少三个传感器，所述至少三个传感器围绕所述加热托盘的中心均匀分布；

喷淋头，设置在所述加热托盘上方，且所述喷淋头位于水平面上；

调平机构，与所述加热托盘相连，用于根据所述传感器反馈的距离信息自动调整所述加热托盘的位姿，使得所述加热托盘与喷淋头平行。

2. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述调平机构包括固定板、支撑板和至少三个连杆，所述至少三个连杆围绕所述加热托盘的中心均匀分布，每个所述连杆的两端分别与固定板和支撑板铰接，所述固定板与处理腔室的底部固定连接，所述支撑板与所述加热托盘平行且刚性连接。

3. 根据权利要求 2 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述传感器和连杆的数量均为三个并且一一对应，每个连杆与支撑板的铰接点在所述加热托盘上具有一投影点，所述加热托盘具有一中心点，每个传感器设置在对应的连杆的投影点和所述中心点的连线上。

4. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述距离信息为所述加热托盘与喷淋头之间的间隙值。

5. 一种加热托盘的自动调平方法，采用如权利要求 1-4 任一项所述的薄膜沉积装置，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 S1：根据所述传感器反馈的距离信息判断所述加热托盘和喷淋头是否平行；

步骤 S2：当所述加热托盘与喷淋头不平行时，计算出所述加热托盘的当前位姿，调整所述加热托盘的位姿，使得所述加热托盘与喷淋头平行。

6. 根据权利要求 5 所述的加热托盘的自动调平方法，其特征在于，步骤 S2 中计算出所述加热托盘的当前位姿的步骤包括：

预设所述加热托盘的初始位姿和所述传感器的初始坐标；

根据所述传感器反馈的距离信息得到所述传感器的高度信息；

根据所述高度信息计算所述加热托盘相对初始位姿的偏离角度和倾斜角

度，进而计算出所述传感器的当前坐标；

根据所述传感器的当前坐标和初始坐标计算出坐标变换矩阵，所述坐标变换矩阵即为所述加热托盘的当前位姿和初始位姿之间的变换矩阵，根据所述变换矩阵求得所述加热托盘的当前位姿。

7. 根据权利要求 5 所述的加热托盘的自动调平方法，其特征在于，步骤 S2 中调整所述加热托盘的位姿，使得所述加热托盘与喷淋头平行的步骤包括：

根据并联机器人反解算法计算出所述调平机构中的多个连杆当前的伸缩量，计算出每个连杆运动到目标位置的调整量，并控制连杆根据所述调整量运动。

8. 根据权利要求 6 所述的加热托盘的自动调平方法，其特征在于，所述偏离角度为所述加热托盘的最高点和最低点的连线与xz平面的角度，所述倾斜角度为所述连线与xy平面的角度；其中，根据所述加热托盘的初始位姿建立坐标系O-xyz。

9. 根据权利要求 7 所述的加热托盘的自动调平方法，其特征在于，所述连杆的目标位置为所述加热托盘位于初始位姿时对应的连杆的位置。

10. 根据权利要求 5 所述的加热托盘的自动调平方法，其特征在于，步骤 S1 中的所述距离信息为所述加热托盘与喷淋头之间的间隙值。