

薄膜沉积装置及薄膜沉积方法

技术领域

本申请涉及半导体技术领域，涉及一种薄膜沉积装置及薄膜沉积方法。

5

背景技术

PECVD（plasma enhanced chemical vapor deposition，等离子体增强化学气相沉积）设备是用来在基板表面沉积各种介质薄膜的设备，薄膜的厚度均匀性是薄膜沉积工艺的关键参数之一，直接影响薄膜特性和良率。但薄膜的厚度均匀性受到很多不利因素的影响，特别地，基板的受热不均匀是基板薄膜厚度均匀性的重要不利因素之一。

在薄膜沉积的过程中，待沉积薄膜的基板是放在加热托盘上的，加热托盘对基板进行加热，但是由于加热托盘的温度不均匀，导致基板受热不均匀，基板表面沉积的薄膜厚度也不均匀。

因此，提供一种能够使薄膜厚度均匀的薄膜沉积装置及薄膜沉积方法，实属必要。

发明内容

鉴于以上所述现有技术的缺点，本发明的目的在于提供一种薄膜沉积装置及薄膜沉积方法，用于解决现有技术中基板上沉积薄膜均匀性差的问题。

为实现上述目的及其他相关目的，本申请提供一种薄膜沉积装置，包括：加热单元，包括用于对基板加热的加热托盘及支撑所述加热托盘的支撑轴；旋转环，用于承托基板，所述旋转环围绕所述加热托盘设置；动力传递单元，与所述旋转环固定连接；双级磁流体，与所述动力传递单元固定连接；其中，所述动力传递单元与所述双级磁流体可活动地安装于所述支撑轴；当所述动力传递单元与所述双级磁流体被驱动时带动所述旋转环运动，并通过所述旋转环带动所述基板进行旋转运动和/或升降运动。

可选地，所述双级磁流体包括中圈，所述中圈与所述动力传递单元固定连接。

可选地，所述旋转环的内径小于所述基板的外径。

可选地，所述旋转环与所述加热托盘之间在水平方向上具有间隙。

可选地，还包括第一承载部与第三承载部，所述支撑轴固定于所述第一承载部并贯穿所述第三承载部，当所述第一承载部相对于所述第三承载部沿所述
5 支撑轴的延伸方向运动时，所述第一承载部带动所述支撑轴运动，并通过所述支撑轴带动所述加热托盘升降。

可选地，所述双级磁流体和所述力传递单元耦合于所述第一承载部，所述第一承载部通过所述双级磁流体与所述力传递单元带动所述旋转环升降。

可选地，还包括位于第一承载部与第三承载部之间的第二承载部，所述支
10 撑轴还贯穿所述第二承载部、所述双级磁流体、所述力传递单元，所述双级磁流体固定连接于第二承载部，当第二承载部相对于第一承载部运动时，所述第二承载部带动所述双级磁流体、所述动力传递单元沿所述支撑轴进行升降运动。

可选地，所述双级磁流体与所述第三承载部之间设置有第一波纹管，所述第一承载部与第二承载部之间设置有第二波纹管。

15 为实现上述目的及其他相关目的，本发明还提供一种薄膜沉积方法，包括以下步骤：

S1：使基板位于基板支撑单元的末端；

S2：驱动加热托盘与旋转环上升，使加热托盘和旋转环共同与基板接触；

S3：在基板表面沉积一定厚度的薄膜；

20 S4：在步骤 S3 中薄膜沉积结束之后驱动所述旋转环上升，使所述旋转环托起所述基板至与所述加热单元分离；

S5：驱动所述旋转环旋转，并带动所述基板从第一位置旋转至第二位置；

S6：驱动所述旋转环下降至所述加热单元与所述基板再次接触后进行下一次薄膜沉积。

25 如上所述，根据本发明的薄膜沉积装置及薄膜沉积方法，旋转环托起基板进行升降运动使得基板与加热单元分离，在加热单元保持不转的情况下，旋转环带着基板旋转一定角度，旋转环再次带着基板进行升降运动至加热单元接触基板，通过旋转环与加热单元独立运动实现多次薄膜沉积，从而改善基板表面的薄膜均匀性。

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 为本发明实施例中薄膜沉积装置的结构示意图。

5 图 2 为本发明实施例中薄膜沉积装置的剖视图。

图 3 为本发明实施例中薄膜沉积装置的部分结构示意图。

图 4 为图 3 中薄膜沉积装置的侧视图。

本申请的较佳实施方式

10 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他优点与功效。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。

15 如在详述本发明实施例时，为便于说明，表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大，而且所述示意图只是示例，其在此不应限制本发明保护的范围。此外，在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

为了方便描述，此处可能使用诸如“之下”、“下方”、“低于”、“下面”、“上方”、“上”等的空间关系词语来描述附图中所示的一个元件或特征与其他元件或特征的关系。将理解到，这些空间关系词语意图包含使用中或
20 操作中的器件的、除了附图中描绘的方向之外的其他方向。此外，当一层被称为在两层“之间”时，它可以是所述两层之间仅有的层，或者也可以存在一个或多个介于其间的层。本文使用的“介于……之间”表示包括两端点值。

在本申请的上下文中，所描述的第一特征在第二特征“之上”的结构可以包括第一和第二特征形成为直接接触的实施例，也可以包括另外的特征形成在
25 第一和第二特征之间的实施例，这样第一和第二特征可能不是直接接触。

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，遂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型态、数量及比例可为一种随意的改变，其组件布局型态也可能更为复杂。

如图 1 至图 4 所示, 本实施例提供一种薄膜沉积装置, 包括加热单元 100、旋转单元 200、基板支撑单元 300、动力传递单元 400、双级磁流体 500、波纹管 600、承载部 700 和动力单元 800。其中, 双级磁流体 500 通过动力传递单元 400 耦合至旋转单元 200, 带动旋转单元 200 发生旋转运动与升降运动, 动力单元 800 驱动旋转单元 200 和/或加热单元 100 进行升降运动。

如图 2 所示, 加热单元 100 包括加热托盘 110 和用于支撑加热托盘 110 的支撑轴 120, 在基板处理工艺中, 加热托盘 110 贴合基板 W 并对基板 W 进行加热, 支撑轴 120 自加热托盘 110 向下延伸形成并对加热托盘 110 稳定支撑。

旋转单元 200 包括围绕加热托盘 110 设置的一圈旋转环 210、驱动旋转环 210 旋转的马达 220 及承托旋转环 210 的旋转环支撑部 230。结合图 1 和图 2 所示, 旋转环 210 的内径小于基板 W 的外径, 由此, 旋转环 210 与基板 W 接触时, 旋转环 210 可以用于承托基板 W。当旋转环 210 升降或旋转时, 旋转环 210 可带着基板 W 进行升降运动与旋转运动。为了便于旋转环 210 进行升降运动, 旋转环 210 与加热托盘 110 之间在水平方向上留有间隙, 即旋转环 210 的内径大于加热托盘 110 的外径, 所述间隙范围小于 5mm。

马达 220 经由双级磁流体 500 和动力传递单元 400 耦合至旋转环 210, 用于驱动旋转环 210 旋转运动。具体地, 双级磁流体 500 的中圈 520 通过法兰(未标示)固定连接至动力传递单元 400, 旋转环支撑部 230 的一端与旋转环 210 连接, 另一端固定连接至动力传递单元 400。由此, 在马达 220 驱动双级磁流体 500 的中圈 520 发生旋转运动时, 中圈 520 通过动力传递单元 400 和旋转环支撑部 230 带动旋转环 210 同步旋转运动。马达 220 优选为直驱马达, 直接驱动中圈 520 旋转, 不需要减速结构及带传动结构, 结构更加简单, 大大节省了空间。其中, 双级磁流体 500 还包括外圈 510、内圈 530 以及位于内圈 530 与中圈 520 之间的内磁流体(未标示)和位于外圈 510 与中圈 520 之间的外磁流体(未标示)。如图 1 所示实施例中, 马达 220 设置于双级磁流体 500 内圈 530 与外圈 510 之间, 具体的, 马达 220 的转子与中圈 520 连接, 马达 220 的定子与外圈 510 内壁连接。双级磁流体 500 套设于支撑轴 120 的下方外侧, 动力传递单元 400 套设于支撑轴 120 的上方外侧, 并且双级磁流体 500 与动力传递单元 400 固定连接, 使得双级磁流体 500 的中圈 520 和动力传递单元 400 绕着支

撑轴的中心轴线同步旋转，双级磁流体 500 与动力传递单元 400 沿着支撑轴同步进行升降运动。在此，使用双级磁流体 500 不仅可以保证薄膜沉积过程中支撑轴 120 内部密封真空，还可以耦合至旋转单元 200 实现旋转单元 200 的旋转运动与升降运动。此外，在马达 220 的驱动作用下，旋转单元 200 带着基板 W 进行旋转运动，由于动力传递单元 400 通过旋转环支撑部 230 与旋转环 210 固定连接，旋转环 210 带动基板 W 进行同步旋转时，加热单元 100 保持不动，两者之间的相对位置发生变化。

基板支撑单元 300 包括用于承托基板 W 的基板支撑杆 310 及固连至基板支撑杆 310 的基板支撑部 320，基板支撑部 320 套设于动力传递单元 400 的外侧并实现对基板 W 的稳定支撑。当动力传递单元 400 进行升降运动或旋转运动时，基板支撑单元 300 的位置保持不变，基板支撑杆 310 贯穿加热托盘 110 并且通过其末端承托基板 W。

如图 3 及图 4 所示，承载部 700 包括第一承载部 710、第二承载部 720 和第三承载部 730，并且第一承载部 710、第二承载部 720 和第三承载部 730 沿着支撑轴 120 由低到高分布于不同的位置。第一承载部 710 与第二承载部 720 之间设置有第二波纹管 620，由于第二波纹管 620 的两端固定连接于第一承载部 710 与第二承载部 720，因此当第一承载部 710 相对于第二承载部 720 沿着支撑轴 120 运动时，第二波纹管 620 可进行相应伸缩。第二承载部 720 与第三承载部 730 之间连接有双级磁流体 500 与第一波纹管 610，其中第一波纹管 610 两端分别固定连接于第三承载部 730 底部与双级磁流体 500 顶部，因此当第一承载部 710 相对于第二承载部 720 沿着支撑轴 120 的延伸方向运动时，第一波纹管 610 可进行伸长或压缩运动，第二波纹管 620 可进行压缩或伸长运动。在此参照图 2，由于双级磁流体 500 底部与第二承载部 720 固定连接，在第二承载部 720 的带动下双级磁流体 500 沿着支撑轴 120 进行升降运动。参照图 2，支撑轴 120 一端固定于第一承载部 710，并且由下向上依次贯穿第二承载部 720、双级磁流体 500、动力传递单元 400，另一端连接至加热托盘 110 的底部。需说明，第三承载部 730 的位置是固定的，当第一承载部 710 相对于第三承载部 730 沿着支撑轴 120 延伸方向运动时，支撑轴 120 带着双级磁流体 500、动力传递单元 400、加热盘 110 及旋转单元 200 一起进行升降运动。其中第一承载部 710

与第三承载部 730 之间的相对移动通过第一动力部 810 进行驱动，第一承载部 710 与第二承载部 720 之间的相对移动通过第二动力部 820 进行驱动，动力单元 800 的第一动力部 810 与第二动力部 820 均可采用电缸或气缸。例如，第一动力部 810 伸长时，驱动第一承载部 710 向下移动，第一动力部 810 收缩时，
5 驱动第一承载部 710 向上移动。第二动力部 820 伸长时，驱动第二承载部 720 向上移动，第二动力部 820 收缩时，驱动第二承载部 720 向下移动。其中，第一动力部 810 为 2 个或者 3 个，均匀排布于第一承载部 710 与第三承载部 730 之间。优选地，第一动力部 810 选择为 3 个，使得第一承载部 710 与第三承载部 730 受力均匀。其中，第二动力部 820 为 2 个或者 3 个，均匀排布于第一承载部 710 与第二承载部 720 之间。优选地，第二动力部 820 选择为 3 个，使得
10 第一承载部 710 与第二承载部 720 受力均匀。

第一动力部 810 与第二动力部 820 分别驱动第一承载部 710、第二承载部 720 沿着支撑轴 120 延伸方向运动，从而带动旋转单元 200 进行升降运动。其中第一动力部 810 驱动第一承载部 710 相对于第三承载部 730 沿着支撑轴 120
15 延伸方向运动时，带着第二承载部 720、加热单元 100、双级磁流体 500、旋转单元 200、动力传递单元 400、旋转单元 200 进行升降运动。第二动力部 820 驱动第二承载部 720 相对于第一承载部 710 沿着支撑轴 120 延伸方向运动时，带动双级磁流体 500、动力传递单元 400、旋转单元 200 相对于支撑轴 120 进行相对位移，同时基板 W 被旋转单元 200 带着同步升降，而与支撑轴 120 固定连接
20 的加热单元 100 保持静止。

第一动力部 810 可驱动第一承载部 710 与第三承载部 730 之间的相对运动，由于支撑轴 120 的底部与第一承载部 710 固定连接并贯穿第三承载部 730，那么支撑轴 120 可跟着第一承载部 710 相对于第三承载部 730 同步运动与支撑轴 120 固定连接的加热单元 100 进行同步运动。在此，第一承载部 710 与第二
25 承载部 720 通过第二动力部 820 耦合，第一承载部 710 可带动第二承载部 720 进行同步运动，与第二承载部 720 固定连接的双级磁流体 500、旋转单元 200 也进行同步运动。因此，在第一动力部 810 驱动作用下，第一承载部 710 相对于第三承载部 730 运动时，加热单元 100、旋转单元 200 同步向靠近基板 W 的方向移动。

第二动力部 820 可驱动第二承载部 720 与第一承载部 710 之间的相对运动，由于支撑轴 120 贯穿第二承载部 720，那么第二承载部 720 相对于支撑轴 120 可移动。在此，双级磁流体 500 底部与第二承载部 720 固定连接，双级磁流体 500 顶部与动力传递单元 400 连接，而动力传递单元 400 与旋转单元 200 耦合，由此，第二承载部 720 相对于第一承载部 710 沿着支撑轴延伸方向做升降运动时，旋转单元 200 托起基板 W 也做同步升降运动，但与支撑轴 120 固定连接的加热单元 100 保持静止。

本发明中使用上述薄膜沉积装置的薄膜沉积方法包括以下步骤：

S1：使基板位于基板支撑单元的末端；

10 S2：驱动加热托盘与旋转环上升，使加热托盘和旋转环共同与基板接触；
在步骤 S2 中，第一动力部 810 可驱动第一承载部 710 向上运动，由于支撑轴 120 的底部与第一承载部 710 固定连接并贯穿第三承载部 730，那么支撑轴 120 可跟着第一承载部 710 相对于第三承载部 730 同步向上运动，并带动与支撑轴 120 固定连接的加热单元 100 同步向上运动。在此，第一承载部 710 与
15 第二承载部 720 通过第二动力部 820 耦合，第一承载部 710 可带动第二承载部 720 同步向上运动，与第二承载部 720 固定连接的双级磁流体 500、旋转单元 200 也同步向上运动。因此，在第一动力部 810 驱动作用下，第一承载部 710 相对于第三承载部 730 向上运动时，加热单元 100、旋转单元 200 同步向靠近基板 W 的方向移动。

20 S3：在基板表面沉积一定厚度的薄膜；

在步骤 S3 中可采用本领域的常规方法进行薄膜沉积，本申请对此不做限制。

S4：在步骤 S3 中薄膜沉积结束之后驱动旋转环 210 上升，使旋转环 210 托起基板 W 至与加热单元 100 分离；

25 在步骤 S4 中，第二动力部 820 可驱动第二承载部 720 与第一承载部 710 之间的相对运动，由于支撑轴 120 贯穿第二承载部 720，那么第二承载部 720 相对于支撑轴 120 可移动。在此，双级磁流体 500 底部与第二承载部 720 固定连接，双级磁流体 500 顶部与动力传递单元 400 连接，而动力传递单元 400 与旋转单元 200 耦合，由此，第二承载部 720 相对于第一承载部 710 沿着支撑轴

延伸方向做上升运动时，旋转单元 200 托起基板 W 也做同步上升运动，此时，第一承载部 710 的位置不变，支撑轴 120 的高度不变，与支撑轴 120 固定连接的加热单元 100 保持静止。

S5：驱动旋转环 210 旋转，并带动基板 W 从第一位置旋转至第二位置；

5 在步骤 S5 中，由马达 220 驱动旋转环 210 进行旋转运动。可以理解，第二位置不同于第一位置。

S6：驱动旋转环 210 下降至加热单元 100 与基板 W 再次接触后进行下一次薄膜沉积。

10 在步骤 S6 中，第二动力部 820 驱动第二承载部 720 相对于第一承载部 710 沿着支撑轴延伸方向做下降运动，旋转单元 200 也做同步下降运动至基板 W 与加热单元 100 接触的位置。在旋转环 210 下降的过程中，第一承载部 710 的位置固定不变，因此加热单元 100 的位置也固定不变。

薄膜沉积过程中将工艺气体解离为等离子体气体，解离后的等离子体气体在被加热的基板 W 表面进行薄膜沉积。

15 根据本发明中薄膜沉积装置及薄膜沉积方法，双级磁流体 500 与旋转单元 200 耦合实现旋转单元 200 带着基板 W 升降运动使基板 W 与加热单元 100 分离，在旋转单元 200 带着基板 W 旋转后，调整基板 W 与加热单元 100 的接触位置，再使基板 W 与加热单元 100 接触加热，可以使基板 W 的受热更均匀，克服加热托盘温度不均匀的问题。在多次薄膜沉积的过程中，通过基板 W 与加
20 热单元 100 的独立运动，以及多次调整基板 W 的位置，实现改善基板 W 表面的薄膜均匀性。

25 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：
加热单元，包括用于对基板加热的加热托盘及支撑所述加热托盘的支撑轴；
5 旋转环，用于承托基板，所述旋转环围绕所述加热托盘设置；
动力传递单元，与所述旋转环固定连接；
双级磁流体，与所述动力传递单元固定连接；
其中，所述动力传递单元与所述双级磁流体可活动地安装于所述支撑轴；
当所述动力传递单元与所述双级磁流体被驱动时带动所述旋转环运动，并通过
10 所述旋转环带动所述基板进行旋转运动和/或升降运动。
2. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述双级磁流体包括中圈，所述中圈与所述动力传递单元固定连接。
3. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述旋转环的内径小于所述基板的外径。
- 15 4. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述旋转环与所述加热托盘之间在水平方向上具有间隙。
5. 根据权利要求 1 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，还包括第一承载部与第三承载部，所述支撑轴固定于所述第一承载部并贯穿所述第三承载部，当所述第一承载部相对于所述第三承载部沿所述支撑轴的延伸方向运动时，所述
20 所述第一承载部带动所述支撑轴运动，并通过所述支撑轴带动所述加热托盘升降。
6. 根据权利要求 5 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述双级磁流体和所述力传递单元耦合于所述第一承载部，所述第一承载部通过所述双级磁流体与所述力传递单元带动所述旋转环升降。
7. 根据权利要求 5 或 6 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，还包括位于
25 第一承载部与第三承载部之间的第二承载部，所述支撑轴还贯穿所述第二承载部、所述双级磁流体、所述力传递单元，所述双级磁流体固定连接于第二承载部，当第二承载部相对于第一承载部运动时，所述第二承载部带动所述双级磁流体、所述动力传递单元沿所述支撑轴进行升降运动。
8. 据权利要求 7 所述的薄膜沉积装置，其特征在于，所述双级磁流体与

所述第三承载部之间设置有第一波纹管，所述第一承载部与第二承载部之间设置有第二波纹管。

9. 一种薄膜沉积方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1：使基板位于基板支撑单元的末端；

5 S2：驱动加热托盘与旋转环上升，使加热托盘和旋转环共同与基板接触；

S3：在基板表面沉积一定厚度的薄膜；

S4：在步骤 S3 中薄膜沉积结束之后驱动所述旋转环上升，使所述旋转环托起所述基板至与加热单元分离；

S5：驱动所述旋转环旋转，并带动所述基板从第一位置旋转至第二位置；

10 S6：驱动所述旋转环下降至所述加热单元与所述基板再次接触后进行下一次薄膜沉积。