

一种实时监控晶圆翘曲的方法及装置

技术领域

5            本发明涉及半导体芯片制造技术领域，具体为一种实时监控晶圆翘曲的方法及装置。

背景技术

10           在半导体芯片生产过程中，常采用等离子体增强化学气相沉积（PECVD）方法沉积各种介质层、金属层等。机械手臂将晶圆放置在腔室内的加热托盘上，反应气体通过位于加热托盘正上方的喷淋头进入腔室内，在射频作用下形成等离子体（plasma），反应离子迁移至晶圆表面进行反应，在晶圆表面形成硅化物等薄膜。

15           在薄膜沉积过程中，由于新形成的薄膜与晶圆基底的热膨胀系数不同，两者间产生应力而导致晶圆翘曲形变。

            当薄膜应力较大，特别是薄膜厚度较厚时，会导致晶圆发生较大程度的翘曲而部分脱离加热托盘，加热效率降低，膜质均匀性变差，严重时可能导致电弧产生。

20           目前业内主要通过成膜前后的量测机台来监控薄膜应力，使之控制在一定范围内，但是不能实时监控成膜过程中晶圆的形变情况。

发明内容

            针对上述存在的问题，本发明的目的在于提供一种实时监控晶圆翘曲的方法及装置，在成膜过程中实时监控晶圆翘曲情况。

25           为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

            一种实时监控晶圆翘曲的方法，包括：在晶圆沉积薄膜的过程中，实时监控加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ ，其中， $\Delta P$ 为加热区域的加热功率变化量， $P_0$ 为初始状态加热区域的加热功率，所述加热托盘包括至少两个加热区域，每个加热区域处于设定的恒温控制状态，晶圆设置在所述至

少两个加热区域上，所述晶圆具有对应于每个所述加热区域的晶圆区域；以及根据所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的晶圆区域是否脱离所述加热托盘。

本发明还提供一种实时监控晶圆翘曲的方法，包括：在晶圆沉积薄膜的过程中，实时监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ；

若晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超出预设的阈值，则根据晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系，确定需要改变的工艺条件，采用改变后的工艺条件对晶圆进行处理，从而使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

本发明还提供了一种实时监控晶圆翘曲度的装置，包括：存储器，被配置为存储至少一个映射关系，所述映射关系为晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系；监测器，被配置为实时监控所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ；控制器，被配置为接收所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，若所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超出预设的阈值，则根据晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系，确定需要改变的工艺条件；操作器，被配置为接收改变后的工艺条件，并采用改变后的工艺条件对晶圆进行处理。

与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

运用此发明，在沉积薄膜的过程中实时监控晶圆的翘曲情况，即实时监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，无须借助额外的量测机台。

#### 附图概述

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术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性的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

图1为本发明实施例一提供的实时监控晶圆翘曲的方法流程图。

图2为本发明实施例一提供的加热托盘加热晶圆的状态示意图一。

图3为本发明实施例一提供的加热托盘加热晶圆的状态示意图二。

图4为本发明实施例一提供的加热托盘加热晶圆的状态示意图三。

图5为本发明实施例一内加热线圈、外加热线圈加热功率变化与翘曲度的关系拟合曲线图。

图 6 为本发明实施例二提供的实时监控晶圆翘曲的方法流程图。

图 7 为本发明实施例二提供的薄膜沉积装置示意图。

图 8-图 13 为本发明实施例二提供的薄膜应力和工艺条件之间的关系图。

## 5 本发明的较佳实施方式

为了更清楚地说明本申请的实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些示例或实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图将本申请应用于其他类似情景。除非从语言环境中显而易见或另做说明，图中相同标号代表相同结构或操作。

如本申请和权利要求书所示，除非上下文明确提示例外情形，“一”、“一个”、“一种”和/或“该”等词并非特指单数，也可包括复数。一般说来，术语“包括”与“包含”仅提示包括已明确标识的步骤和元素，而这些步骤和元素不构成一个排它性的罗列，方法或者设备也可能包含其他的步骤或元素。

除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。同时，应当明白，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

在本申请的描述中，需要理解的是，方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，在未作相反说明的情况下，这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请保护范围的限制；方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

为了便于描述, 在这里可以使用空间相对术语, 如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等, 用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是, 空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如, 5 如果附图中的器件被倒置, 则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其他器件或构造之下”。因而, 示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位(旋转 90 度或处于其他方位), 并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

10 此外, 需要说明的是, 使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件, 仅仅是为了便于对相应零部件进行区别, 如没有另行声明, 上述词语并没有特殊含义, 因此不能理解为对本申请保护范围的限制。此外, 尽管本申请中所使用的术语是从公知公用的术语中选择的, 但是本申请说明书中所提及的一些术语可能是申请人按他或她的判断来选择的, 其详细含义在本文的描述的相关部分 15 中说明。此外, 要求不仅仅通过所使用的实际术语, 而是还要通过每个术语所蕴含的意义来理解本申请。

下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

#### 实施例一

20 请参阅图 1, 本实施例提供一种实时监控晶圆翘曲的方法, 该实施例的方法包括以下步骤:

步骤 S110: 在晶圆沉积薄膜的过程中, 实时监控加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ , 其中,  $\Delta P$  为加热区域的加热功率变化量,  $P_0$  为初始状态加热区域的加热功率, 加热托盘包括至少两个加热区域, 每个加热区域处于设定的恒温控制状态, 晶圆设置在至少两个加热区域上, 晶圆具有对应于 25 每个加热区域的晶圆区域; 以及

步骤 S120: 根据加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的晶圆区域是否脱离加热托盘。

以下结合图 2 至图 5 对上述的步骤 S110 和步骤 S120 进行说明。继续参阅图 2, 在薄膜沉积的过程中, 晶圆 2 位于加热托盘 1 上, 加热托盘 1 加热晶圆

2. 加热托盘 1 包括中心加热区域 11 和边缘加热区域 12, 边缘加热区域 12 设于中心加热区域 11 的外周。加热托盘 1 采用双区的方式加热晶圆 2。边缘加热区域 12 包括外加热线圈, 用于对位于边缘加热区域 12 上的晶圆部分加热, 中心加热区域 11 包括内加热线圈, 用于对位于中心加热区域 11 上的晶圆部分加热, 边缘加热区域 12 和中心加热区域 11 合并对整个晶圆 2 进行加热。内加热线圈和外加热线圈动态调整加热功率, 使加热托盘 1 的每个加热区域处于设定的恒温控制状态。

示例性的, 若加热区域的温度低于或者高于设定温度时, 通过继电器来增加或减小加热功率。

10 在沉积薄膜的过程中, 当晶圆 2 没有发生翘曲时, 即如图 2 所示, 晶圆 2 整体上是平整的, 晶圆 2 的中心部分和中心加热区域 11 相接触, 晶圆 2 的边缘部分和边缘加热区域 12 相接触。

然而, 当晶圆 2 发生翘曲时, 晶圆的一些部分会脱离加热托盘 1, 也即不与加热托盘 1 相接触。本实施例的实时监控晶圆翘曲的方法根据中心加热区域 15 11 的加热功率变化率  $\Delta P(C)/P_0(C)$  和边缘加热区域 12 的加热功率变化率  $\Delta P(E)/P_0(E)$  判断晶圆的翘曲状态。其中,  $\Delta P(C)$  表示中心加热区域对应的加热功率变化量,  $\Delta P(E)$  表示边缘加热区域对应的加热功率变化量,  $P_0(C)$  是初始状态中心加热区域对应的加热功率,  $P_0(E)$  是初始状态边缘加热区域对应的加热功率。

20 参阅图 3, 若晶圆 2 的边缘部分与加热托盘 1 的边缘加热区域 12 接触减少, 为了维持设定温度, 外加热线圈的负荷变低, 边缘加热区域 12 的加热功率会变低, 中心加热区域 11 的加热功率未发生变化,  $|\Delta P(C)/P_0(C)| < |\Delta P(E)/P_0(E)|$ , 晶圆 2 发生向上的碗状翘曲。

参阅图 4, 若晶圆 2 的中心部分与加热托盘 1 的中心加热区域 11 接触减少, 25 内加热线圈的负荷变低, 中心加热区域 11 的加热功率会变低,  $|\Delta P(C)/P_0(C)| > |\Delta P(E)/P_0(E)|$ , 晶圆 2 发生向下的倒扣碗状翘曲。需要说明的是, 晶圆 2 的翘曲程度不同, 加热线圈加热功率的变化幅度也不同。

本申请中, 用 BOW 值表示晶圆 2 的翘曲度。晶圆 2 的翘曲状态可以通过晶圆翘曲度 BOW 取值的正负进行区分。参考图 3 和图 4 所示, 假设晶圆 2 的上表

面为正面，下表面为背面，晶圆 2 的翘曲状态包括：晶圆 2 的边缘向其背面弯曲、中间凸起，即晶圆 2 向下翘曲，定义晶圆翘曲度 BOW 取值为负，如图 4 所示；或者晶圆 2 的边缘向其正面弯曲、中间凹陷，即晶圆 2 向上翘曲，定义晶圆翘曲度 BOW 取值为正，如图 3 所示。

5 示例性的，加热托盘 1 不局限包括两个加热区域，加热托盘 1 可以包括多个加热区域，每个加热区域均用于加热晶圆 2。

根据步骤 S110 和步骤 S120，本申请公开的方法实时监控每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ ，根据加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断该加热区域对应的晶圆 2 部分是否脱离加热托盘 1。例如，根据加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 的大小来判断，  
10 当加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 小于某一值时，表示该部分晶圆脱离加热托盘 1。

在一些实施例中，若某一加热区域的 $\Delta P/P_0 < 0$ ，说明该加热区域的加热功率发生了变化，则表明加热区域对应的晶圆部分脱离加热托盘 1。

在本申请公开的实施例中，晶圆 2 的翘曲状态不局限于上述两种状态。示例性的，根据所有加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断晶圆 2 的整体翘曲状态。晶圆 2 的翘曲状态可以呈马鞍状或其他异形。  
15

进一步研究发现，加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 与晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 存在对应关系。由对应关系 $\Delta P(C)/P_0(C) = f1'(\Delta BOW)$ ， $\Delta P(E)/P_0(E) = f2'(\Delta BOW)$ 计算晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，其中， $f1'$ 表示 $\Delta P(C)/P_0(C)$ 和 $\Delta BOW$ 的关系， $f2'$ 表示 $\Delta P(E)/P_0(E)$ 和 $\Delta BOW$ 的关系。 $f1'$ 、 $f2'$ 可以是一种函数，例如一次函数、二次函数等，本申请对此不做限制。若 $\Delta BOW$ 超过预设的阈值，则触发提醒信号至控制器。控制器接收到提醒信号后，可调整晶圆翘曲度。  
20

示例性的，晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 为当前晶圆翘曲度与晶圆 2 的初始翘曲度之间的差值。加热功率变化量 $\Delta P$ 为当前加热区域的加热功率与初始状态  
25 加热区域的加热功率之间的差值。

上述对应关系的确立依据实验获取。实验可以包括如下步骤：

以加热托盘 1 包括中心加热区域 11 和边缘加热区域 12 为例，加热托盘 1 和晶圆 2 设置在腔室内，将未沉积薄膜的晶圆 2 放置在加热托盘 1 上，待晶圆 2 的温度稳定到目标工艺温度和腔室内稳定到目标工艺温度、目标压力、目标

气流等条件后，收集加热托盘 1 的内加热线圈、外加热线圈一定时间内的平均加热功率： $P_0'(C)$  和  $P_0'(E)$ ，此时晶圆 2 是平直状态，其晶圆翘曲度  $BOW_0$  值为 0，其中， $P_0'(C)$  可以是初始状态中心加热区域对应的加热功率，和  $P_0'(E)$  可以是初始状态边缘加热区域对应的加热功率；

- 5 在晶圆 2 上沉积一层已知厚度的氮化硅薄膜，此时晶圆 2 向上弯曲（或向下弯曲），此时晶圆翘曲度  $BOW_1$  已知，待晶圆 2 稳定到目标工艺温度、目标压力、目标气流等条件后，收集加热托盘 1 的内加热线圈、外加热线圈一定时间内的平均加热功率： $P_1(C)$  和  $P_1(E)$ ；

- 再在晶圆 2 上沉积第二层同样的氮化硅薄膜，此时晶圆翘曲度  $BOW_2$  已知，  
10 收集加热托盘 1 的内加热线圈、外加热线圈一定时间内的平均加热功率： $P_2(C)$  和  $P_2(E)$ ；

以此类推，可以获得晶圆 2 在沉积完  $n$  层已知膜层后， $BOW_n$  已知，收集加热托盘 1 的内加热线圈、外加热线圈一定时间内的平均加热功率  $P_n(C)$  和  $P_n(E)$ 。

- 15 参阅图 5，经过拟合，可获得加热托盘 1 内加热线圈、外加热线圈的加热功率与晶圆翘曲度  $BOW$  值变化的关系： $P(C)=f1(BOW)$  及  $P(E)=f2(BOW)$ 。其中， $f1$  表示  $P(C)$  和  $BOW$  的关系， $f2$  表示  $P(E)$  和  $BOW$  的关系， $f1$ 、 $f2$  可以是一种函数，例如一次函数、二次函数等，本申请对此不做限制。需要说明， $f1'$  不同于  $f1$ ， $f2'$  不同于  $f2$ 。

- 20 在沉积薄膜的过程中，加热托盘 1 的加热功率除了受晶圆 2 翘曲导致传热改变的影响外，PECVD 工艺沉积过程中，等离子体场、化学反应、流场、热场作用在晶圆 2 上的热影响也会导致加热托盘 1 加热功率的变化。在热影响处于稳定状态后，等离子体场、化学反应、流场、热场带来的热影响趋于恒定，此时加热托盘 1 加热功率的变化主要受晶圆翘曲度  $BOW$  值变化的影响。考虑到热影  
25 响时，加热托盘 1 内加热线圈、外加热线圈的加热功率与晶圆翘曲度  $BOW$  值变化的关系表示为：

$P(C)=f1(BOW)+C1$  及  $P(E)=f2(BOW)+C2$ ，其中  $C1$  和  $C2$  分别为等离子体场、化学反应、流场、热场对中心加热区域 11 和边缘加热区域 12 带来的影响的加热功率常数。

需要说明的是，本方法的晶圆沉积薄膜过程包括 PECVD 工艺沉积过程，在该过程中，每沉积一次薄膜，等离子体场、化学反应、流场、热场作用在晶圆 2 上时会带来热影响，薄膜沉积过程中热量释放分三个阶段，先是第一次沉积波动阶段再是沉积薄膜稳定阶段最后是第二次沉积波动阶段。此处热影响处于  
5 稳定状态指的是沉积薄膜稳定阶段。根据这些实施例，在确定薄膜沉积反应处于沉积薄膜稳定阶段时，才执行实时监控加热托盘 1 上的每个加热区域的加热功率变化率  $\Delta P/P_0$  的步骤 S110。

在一些实施例中，本方法的晶圆沉积薄膜过程包括 CVD 工艺沉积过程，在该过程中，沉积一次薄膜，化学反应、流场、热场作用在晶圆 2 上时会带来热  
10 影响。在薄膜沉积反应稳定后，化学反应、流场、热场带来的热影响趋于恒定，此时加热托盘 1 加热功率的变化主要受晶圆翘曲度 BOW 值变化的影响。根据这些实施例，在确定薄膜沉积反应处于沉积薄膜稳定阶段时，才执行实时监控加热托盘 1 上的每个加热区域的加热功率变化率  $\Delta P/P_0$  的步骤。P(C)=f1 (BOW)+C3 及 P (E) =f2 (BOW)+C4，其中 C3 和 C4 分别为化学反应、流场、热场对中心加  
15 热区域 11 和边缘加热区域 12 带来的影响的加热功率常数。

CVD 工艺沉积过程中，薄膜沉积过程中热量释放分三个阶段，先是第一次沉积波动阶段再是沉积薄膜稳定阶段最后是第二次沉积波动阶段。此处热影响处于稳定状态指的是沉积薄膜稳定阶段。

为获得加热功率变化量，采用当前的加热功率 P 减去初始状态的加热功率  
20  $P_0$ ，使得上述公式中的常数项 C1~C4 被消除，从而可以消除等离子体场、化学反应、流场、热场等的热影响。

示例性地， $\Delta P (C) = (f1 (BOW)+C1) - (f1 (BOW_0)+C1) = f1 (BOW) - f1 (BOW_0)$ ，其中， $BOW_0$  是晶圆 2 的初始翘曲度。

由于  $\Delta P (C) / P_0 (C) = f1' (\Delta BOW)$ ，因此，  
25  $f1' (\Delta BOW) = (f1 (BOW) - f1 (BOW_0)) / P_0 (C)$ ，该式作为表示 f1 和 f1' 之间的关系的一个示例。

在沉积薄膜的过程中，从沉积薄膜稳定阶段开始，每隔 x 秒读取该段时间内中心加热区域加热功率 P (E)、边缘加热区域加热功率 P (C)，从而实时监控  $\Delta P (C) / P_0 (C)$  和  $\Delta P (E) / P_0 (E)$ ，得到对应关系  $\Delta P (C) / P_0 (C) = f1$

( $\Delta BOW$ ),  $\Delta P(E) / P_0(E) = f2'(\Delta BOW)$ , 由  $\Delta P(C)$  和  $\Delta P(E)$  计算出晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ , 若  $\Delta BOW$  超过预设的阈值, 则触发提醒信号至控制器。其中,  $f1'$  表示  $\Delta P(C) / P_0(C)$  和  $\Delta BOW$  的关系;  $f2'$  表示  $\Delta P(E) / P_0(E)$  和  $\Delta BOW$  的关系。

5 综上, 该监控晶圆翘曲的方法无需另新增量测机台, 直接利用加热托盘 1 自身的内加热线圈、外加热线圈加热功率的变化, 实时计算出晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ 。

10 在一些实施例中, 当晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  超过预设的阈值, 则触发提醒信号至控制器后, 本申请的方法还根据晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  与工艺条件之间的映射关系, 确定需要改变的工艺条件, 根据改变后的工艺条件对晶圆进行处理, 从而使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

## 实施例二

15 本实施例提供了一种实时监控晶圆 2 翘曲的方法, 如图 6 所示, 该方法包括以下步骤:

步骤 S210: 在晶圆沉积薄膜的过程中, 实时监控晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ ;

20 步骤 S220: 若晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  超出预设的阈值, 则根据晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  与工艺条件之间的映射关系, 确定需要改变的工艺条件, 采用改变后的工艺条件对晶圆进行处理, 从而使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

在晶圆 2 的翘曲度为目标翘曲度范围内的情况下, 该晶圆 2 的整体应力分布较为均匀, 且晶圆 2 较为平整, 能够确保后续的半导体制程工艺的顺利进行。用  $BOW$  值表示晶圆 2 的翘曲度。

25 下面以薄膜沉积装置为例, 对本申请所提供的调整晶圆 2 翘曲度的方法, 进行示意性说明。

参阅图 7, 薄膜沉积装置包括: 腔室, 用于进行薄膜沉积; 气体供应组件 3, 用于向腔室内部供应工艺气体; 加热托盘 1, 设置于气体供应组件 3 的下方, 用于承载并加热晶圆 2; 射频源, 用于提供射频功率, 激发腔室内部的工艺气体解离为等离子体并形成等离子场 4, 等离子体在晶圆 2 上进行薄膜沉积。本  
30 申请对气体供应组件 3 的设置位置不做限制, 在一些实施例中, 气体供应组件

3 可以设置在腔室内部的顶壁处。

步骤 S220 中，晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系包括第一对应关系和第二对应关系。其中，第一对应关系为晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与薄膜应力的关系。

5 示例性的，晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与薄膜应力的绝对值呈正相关。即， $\Delta BOW$ 随薄膜应力的增大而增大。

第二对应关系为薄膜应力（Stress）与工艺条件之间的关系。

示例性的，晶圆 2 沉积薄膜，薄膜应力可以分为张应力、压应力。晶圆 2 向上翘曲，对应的薄膜应力为张应力；晶圆 2 向下翘曲，对应的薄膜应力为压  
10 应力。

示例性的，晶圆 2 向下翘曲，定义晶圆翘曲度 BOW 取值为负，晶圆 2 向上翘曲，定义晶圆翘曲度 BOW 取值为正。

步骤 S220 中的工艺条件包括但不限于气体流量、射频功率（RF power）、腔室压力（Pressure）、气体成分配比、沉积薄膜时间、终端匹配参数、气体  
15 供应组件 3 与晶圆 2 间的距离（Spacing）等中的任意一个或多个的组合。

示例性的，终端匹配参数包括但不限于可调电容（C）、频率匹配器等。通过可调电容（C）改变加热托盘 1 的电位从而调节气体供应组件 3 与加热托盘 1 之间的电势差，进而调节腔室内等离子场 4 的分布和能量的大小，由此改变等  
20 离子体作用在晶圆 2 上的冲击力，等离子体在晶圆 2 上进行薄膜沉积时，薄膜应力发生改变。

频率匹配器装载在射频源的后端，调节频率匹配器用于匹配射频源的发射电源和腔室的频率。需要说明的是，上述的腔室内部是真空环境。

示例性的，薄膜应力与沉积薄膜时间呈正相关。即，沉积薄膜时间越长，膜层越厚，对应的薄膜应力越大。

25 不同的膜质（氮化硅/氧化硅/a-Si/碳等）、不同的制程、不同成分配比（recipe）对工艺条件的响应方向及敏感度不同。

示例性的，在第二对应关系中，薄膜应力可以随着工艺条件的变化而变化。薄膜应力和工艺条件之间的关系可以为线性关系。当然，薄膜应力和工艺条件之间的关系，也可以为非线性关系，具体与工艺条件对薄膜应力的影响力相关。

以氮化硅膜层为例，氮化硅膜层由硅烷 (SiH<sub>4</sub>)、氨气 (NH<sub>3</sub>)、氮气 (N<sub>2</sub>) 以一定比例和流量充入腔室后保持设定压力与温度，通过射频 (RF) 形成等离子体 (Plasma) 并成膜。调节工艺条件进行实验，实时监控膜层的应力 (Stress)、折射率 (RI)。应力 (Stress)、折射率 (RI) 均属于膜层属性。在沉积某种  
5 膜层时，调节工艺条件的目的是改变应力 (Stress)，但膜层属性折射率 (RI) 保持不变。具体参阅图 8-图 13。其中，应力的单位是 MPa。

如图 8 所示，薄膜应力 (Stress) 与 SiH<sub>4</sub> 流量之间呈正相关，即薄膜应力 (Stress) 随着 SiH<sub>4</sub> 流量的增大而增大。折射率 (RI) 与 SiH<sub>4</sub> 流量之间呈正相关，即折射率 (RI) 随着 SiH<sub>4</sub> 流量的增大而增大。其中，流量的单位是 sccm，  
10 以下不同气体的流量单位都相同。

如图 9 所示，薄膜应力 (Stress) 与 NH<sub>3</sub> 流量之间呈正相关，即薄膜应力 (Stress) 随着 NH<sub>3</sub> 流量的增大而增大。折射率 (RI) 与 NH<sub>3</sub> 流量之间呈负相关。

如图 10 所示，薄膜应力 (Stress) 与 N<sub>2</sub> 流量之间呈负相关，即薄膜应力 (Stress) 随着 N<sub>2</sub> 流量的增大而减小。折射率 (RI) 与 N<sub>2</sub> 流量之间呈正相关。  
15

如图 11 所示，薄膜应力 (Stress) 与射频功率之间呈负相关，即薄膜应力 (Stress) 随着射频功率的增大而减小。折射率 (RI) 与射频功率之间呈正相关。其中，射频功率的单位是瓦 (W)。

如图 12 所示，薄膜应力 (Stress) 与腔室压力 (Pressure) 之间呈正相关，  
20 即薄膜应力 (Stress) 随着腔室压力的增大而增大。折射率 (RI) 与腔室压力之间呈负相关。其中，腔室压力的单位是托 (Torr)。

如图 13 所示，薄膜应力 (Stress) 与气体供应组件 3 与晶圆 2 间的距离 (Spacing) 之间呈正相关，即薄膜应力 (Stress) 随着 Spacing 的增大而增大。折射率 (RI) 与 Spacing 之间呈负相关。其中，距离的单位是密耳 (mil)。

25 借助上述薄膜应力与工艺条件之间的关系调整薄膜应力，从而调整晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ 。例如，若晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  超出预设的阈值，则可通过减小 SiH<sub>4</sub> 流量和减小 Spacing 来减小薄膜应力数值，薄膜应力可以从张应力变为压应力，从而减小晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  或使得  $\Delta BOW=0$ ，同时保持 RI 不变。

除薄膜应力 (Stress)、折射率 (RI) 以外, 薄膜属性还有刻蚀速率 (ER)、消光系数 (EC)、介电常数 (k) 等。通过实验研究上述属性与工艺条件间的关系, 在需要调节薄膜应力 (Stress) 而不改变其他属性时, 通过上述关系即可计算出需要调节的工艺条件。

- 5 在一些实施例中, 在实时监控晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  的步骤 S210 之前, 还包括: 实时获取晶圆翘曲度 BOW 值, 根据晶圆翘曲度 BOW 值获得晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ 。

晶圆沉积薄膜的过程中, 一种第一膜层和一种第二膜层相互交替沉积形成堆叠结构, 第一膜层具有张应力, 第二膜层具有压应力, 实时获取晶圆翘曲度 BOW 值, 通过调节沉积薄膜时间改变其中一种膜层的厚度来调节堆叠结构的翘曲情况。

示例性的, 第一膜层是 SiN 膜层, 第二膜层是  $SiO_2$  膜层, 当晶圆翘曲度 BOW 值为正时, 增大后续  $SiO_2$  膜层的平均厚度或者减小后续 SiN 膜层的平均厚度; 当晶圆翘曲度 BOW 值为负时, 增大后续 SiN 膜层的平均厚度或者减小后续  $SiO_2$  膜层的平均厚度, 使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

需要说明的是, 第一膜层为具有张应力的一类膜层, 第二膜层为具有压应力的一类膜层。第一膜层、第二膜层可以包括多个膜层, 也可以包括单个膜层, 对于膜层的层数此处不作限制。

可选的实施方式中, 加热托盘 1 包括至少两个加热区域, S210 步骤中, 根据加热区域的加热功率变化率  $\Delta P/P_0$  监控晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ 。

示例性的, 加热托盘 1 包括中心加热区域 11 和边缘加热区域 12, 边缘加热区域 12 设于中心加热区域 11 的外周。步骤 S210 具体实施为: 实时监控中心加热区域 11 的加热功率变化率  $\Delta P(C)/P_0(C)$  和边缘加热区域 12 的加热功率变化率  $\Delta P(E)/P_0(E)$ , 根据  $\Delta P(C)/P_0(C)$  和  $\Delta P(E)/P_0(E)$  判断晶圆 2 的翘曲状态; 若  $|\Delta P(C)/P_0(C)| > |\Delta P(E)/P_0(E)|$ , 则判断晶圆 2 的边缘向其背面弯曲、中间凸起, 即向下弯曲, 若  $|\Delta P(C)/P_0(C)| < |\Delta P(E)/P_0(E)|$ , 则判断晶圆 2 的边缘向其正面弯曲、中间凹陷, 即向上弯曲。

由对应关系  $\Delta P(C)/P_0(C) = f1'(\Delta BOW)$ ,  $\Delta P(E)/P_0(E) = f2'(\Delta BOW)$  计算晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ , 若  $\Delta BOW$  超过预设的阈值, 则触发提醒信号至控

制器。

5 在一些实施例中，控制器接收到提醒信号之后，激活一成膜工艺条件调整程序，该成膜工艺条件调整程序在执行时，用于获取晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系，根据该映射关系确定需要改变的工艺条件，采用改变后的工艺条件对晶圆 2 进行处理，从而使得晶圆 2 翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

在一个可选的实施方式中，加热托盘 1 包括静电卡盘，步骤 S220 中的工艺条件包括静电卡盘的电压，该方法还包括：根据晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 改变静电卡盘的电压，从而使晶圆翘曲度得到改善。

10 示例性的，通过增加静电卡盘的电压来提高加热托盘 1 对晶圆 2 的吸附力，以改善晶圆 2 在加热托盘 1 上的翘曲状态。

15 综上，在沉积薄膜的过程中实时监控腔室内的晶圆 2 翘曲状态，若晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超出预设的阈值，则自动激活成膜工艺条件调整程序从而改变晶圆 2 翘曲状态，避免了因晶圆 2 翘曲带来的膜质恶化以及电弧的问题。由于膜层厚度越大，更容易发生翘曲，采用实时监控晶圆 2 翘曲的方法对于高薄膜应力、高厚度的膜层具有更大的意义。与实施例一相比，实施例二的技术方案不仅获得了晶圆翘曲度及其变化量，还根据这些结果对工艺条件加以调整，以改善晶圆翘曲度。

### 20 实施例三

对应于实施例二提供的实时监控晶圆 2 翘曲的方法，本实施例匹配一种实时监控晶圆 2 翘曲度的装置。该监控晶圆 2 翘曲度的装置包括存储器、监测器、控制器和操作器。

25 存储器被配置为存储至少一个映射关系，映射关系为晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系。

示例性的，实时监控晶圆 2 翘曲度的装置用于薄膜沉积工艺，工艺条件包括气体流量、射频功率（RF power）、腔室压力（Pressure）、气体成分配比、终端匹配参数、气体供应组件 3 与晶圆 2 间的距离（Spacing）等中的任意一个或多个的组合。

30 薄膜沉积工艺的实现借助于薄膜沉积装置。薄膜沉积装置包括：腔室，用

于进行薄膜沉积；气体供应组件 3，用于向腔室内部供应工艺气体；加热托盘 1，设置于气体供应组件 3 的下方，用于承载并加热晶圆 2；射频源，用于提供射频功率，激发腔室内部的工艺气体解离为等离子体气体，等离子体气体在晶圆 2 上进行薄膜沉积。

- 5 示例性的，映射关系包括第一对应关系和第二对应关系，存储器还被配置为存储第一对应关系和第二对应关系。

第一对应关系为晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与薄膜应力的关系，第二对应关系为薄膜应力与工艺条件之间的关系。

监测器被配置为监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 。

- 10 示例性的，监测器被配置为监测加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ ，并根据每个区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，其中， $\Delta P$ 为加热区域的加热功率变化量， $P_0$ 为初始状态加热区域的加热功率，加热托盘包括至少两个加热区域，每个加热区域处于设定的恒温控制状态，晶圆设置在至少两个加热区域上，晶圆具有对应于每个加热区域
- 15 的晶圆区域。

控制器被配置为接收监测器的信息，该信息包括晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，之后激活成膜工艺条件调整程序并根据对应的映射关系确定改变的工艺条件。

- 示例性的，监测器与控制器电信号连接。映射关系包括多个，控制器从多个映射关系中确定要利用的映射关系，从而根据映射关系确定要改变的工艺条件。
- 20 件。

操作器，被配置为从控制器接收改变后的工艺条件，并采用改变后的工艺条件对晶圆 2 进行处理。

- 示例性的，操作器与控制器电信号连接。操作器接收到改变后的工艺条件后，将对应的工艺条件输入至薄膜沉积装置内。调整工艺条件从而改变薄膜应力，进而改变晶圆 2 的翘曲度情况。
- 25 力，进而改变晶圆 2 的翘曲度情况。

综上，在薄膜沉积的过程中，实时监控晶圆 2 翘曲情况，若晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超出预设的阈值，则激活提前预设的成膜工艺条件调整程序，调用相应的映射关系，计算并改变成膜工艺条件，由此改变后续的薄膜应力，使晶圆 2 翘曲得到控制甚至可以利用相反的薄膜应力把翘曲的晶圆 2 恢复至平直状态。

上文已对基本概念做了描述，显然，对于本领域技术人员来说，上述发明披露仅仅作为示例，而并不构成对本申请的限定。虽然此处并没有明确说明，本领域技术人员可能会对本申请进行各种修改、改进和修正。该类修改、改进和修正在本申请中被建议，所以该类修改、改进、修正仍属于本申请示范实施  
5 例的精神和范围。

同时，本申请使用了特定词语来描述本申请的实施例。如“一个实施例”、“一实施例”、和/或“一些实施例”意指与本申请至少一个实施例相关的某一特征、结构或特点。因此，应强调并注意的是，本说明书中在不同位置两次或多次提及的“一实施例”或“一个实施例”或“一替代性实施例”或“示例性  
10 的”并不一定是指同一实施例。此外，本申请的一个或多个实施例中的某些特征、结构或特点可以进行适当的组合。

同理，应当注意的是，为了简化本申请披露的表述，从而帮助对一个或多个发明实施例的理解，前文对本申请实施例的描述中，有时会将多种特征归并至一个实施例、附图或对其的描述中。但是，这种披露方法并不意味着本申请  
15 对象所需要的特征比权利要求中提及的特征多。实际上，实施例的特征要少于上述披露的单个实施例的全部特征。

权 利 要 求

- 1、一种实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，包括：
- 在晶圆沉积薄膜的过程中，实时监控加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ ，其中， $\Delta P$ 为加热区域的加热功率变化量， $P_0$ 为初始状态加热区域的加热功率，所述加热托盘包括至少两个加热区域，每个加热区域处于设定的恒温控制状态，晶圆设置在所述至少两个加热区域上，所述晶圆具有对应于每个所述加热区域的晶圆区域；以及
- 根据所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的晶圆区域是否脱离所述加热托盘。
- 2、根据权利要求1所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，根据所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的晶圆区域是否脱离所述加热托盘的步骤包括：当所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0 < 0$ 时，其所对应的加热区域对应的晶圆区域脱离所述加热托盘。
- 3、根据权利要求1所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述至少两个加热区域包括中心加热区域和边缘加热区域，所述边缘加热区域设于所述中心加热区域的外周；
- 根据所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的晶圆区域是否脱离所述加热托盘的步骤包括：
- 若 $|\Delta P(C)/P_0(C)| > |\Delta P(E)/P_0(E)|$ ，则判断所述晶圆的边缘向其背面弯曲、中间凸起，若 $|\Delta P(C)/P_0(C)| < |\Delta P(E)/P_0(E)|$ ，则判断所述晶圆的边缘向其正面弯曲、中间凹陷，其中， $\Delta P(C)$ 表示所述中心加热区域对应的加热功率变化量， $\Delta P(E)$ 表示所述边缘加热区域对应的加热功率变化量， $P_0(C)$ 是初始状态所述中心加热区域对应的加热功率， $P_0(E)$ 是初始状态所述边缘加热区域对应的加热功率。
- 4、根据权利要求3所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，还包括：获取所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 与晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 之间的对应关系，根据所述对应关系获得当前的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 对应的晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，若所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超过预设的阈值，则触发提醒信号至控制器。

5、根据权利要求4所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述对应关系包括： $\Delta P(C)/P_0(C) = f1'(\Delta BOW)$ 和 $\Delta P(E)/P_0(E) = f2'(\Delta BOW)$ ，其中， $f1'$ 表示 $\Delta P(C)/P_0(C)$ 和 $\Delta BOW$ 的关系， $f2'$ 表示 $\Delta P(E)/P_0(E)$ 和 $\Delta BOW$ 的关系。

5 6、根据权利要求1所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述晶圆沉积薄膜的过程包括PECVD工艺沉积过程，在实时监控加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 的步骤之前，还包括：确定等离子体场、化学反应、流场、热场对于加热托盘的热影响处于稳定状态。

7、根据权利要求1所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述晶圆沉积薄膜的过程包括CVD工艺沉积过程，在实时监控加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 的步骤之前，还包括：确定化学反应、流场、热场对于加热托盘的热影响处于稳定状态。

8、根据权利要求4所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述控制器接收所述提醒信号后，根据所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系，确定需要改变的工艺条件，根据改变后的工艺条件对晶圆进行处理，从而使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

9、一种实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，包括：

在晶圆沉积薄膜的过程中，实时监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ；

若所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超出预设的阈值，则根据所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系，确定需要改变的工艺条件，采用改变后的工艺条件对晶圆进行处理，从而使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

10、根据权利要求9所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述映射关系包括第一对应关系和第二对应关系，其中，

所述第一对应关系包括所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与薄膜应力的关系，  
25 所述第二对应关系包括所述薄膜应力与所述工艺条件之间的关系。

11、根据权利要求9所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，实时监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 的步骤包括：实时监控加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ ，根据所述加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 实时监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，其中，所述加热托盘包括至少两个加热区域，每个加热区域处

于设定的恒温控制状态，晶圆设置在所述至少两个加热区域上，所述晶圆具有对应于每个所述加热区域的晶圆区域， $\Delta P$  为加热区域的加热功率变化量， $P_0$  为初始状态加热区域的加热功率。

- 12、根据权利要求 11 所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述至少两个加热区域包括中心加热区域和边缘加热区域，所述边缘加热区域设于所述中心加热区域的外周；

实时监控晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  的步骤还包括：

- 若  $|\Delta P(C) / P_0(C)| > |\Delta P(E) / P_0(E)|$ ，则判断所述晶圆的边缘向其背面弯曲、中间凸起，若  $|\Delta P(C) / P_0(C)| < |\Delta P(E) / P_0(E)|$ ，则判断所述晶圆的边缘向其正面弯曲、中间凹陷，其中， $\Delta P(C) / P_0(C)$  表示所述中心加热区域对应的加热功率变化率， $\Delta P(E) / P_0(E)$  表示所述边缘加热区域对应的加热功率变化率， $P_0(C)$  是初始状态所述中心加热区域对应的加热功率， $P_0(E)$  是初始状态所述边缘加热区域对应的加热功率。

- 13、根据权利要求 12 所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，还包括：获取所述加热功率变化率  $\Delta P/P_0$  与晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  之间的对应关系，根据所述对应关系获得当前的加热功率变化率  $\Delta P/P_0$  对应的晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$ ，若所述晶圆翘曲度变化量  $\Delta BOW$  超过预设的阈值，则触发提醒信号至控制器。

- 14、根据权利要求 13 所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述对应关系包括： $\Delta P(C) / P_0(C) = f1'(\Delta BOW)$  和  $\Delta P(E) / P_0(E) = f2'(\Delta BOW)$ ，其中， $f1'$  表示  $\Delta P(C) / P_0(C)$  和  $\Delta BOW$  的关系， $f2'$  表示  $\Delta P(E) / P_0(E)$  和  $\Delta BOW$  的关系。

- 15、根据权利要求 9 所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述工艺条件包括气体流量、射频功率、腔室压力、气体成分配比、终端匹配参数、沉积薄膜时间中的一个或任意个的组合。

16、根据权利要求 11 所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，所述加热托盘设置在气体供应组件的下方，所述气体供应组件用于供应沉积于晶圆表面的工艺气体；所述工艺条件包括气体供应组件与晶圆间的距离。

- 17、根据权利要求 9 所述的实时监控晶圆翘曲的方法，其特征在于，在所

述实时监控晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 的步骤之前,还包括:实时获取晶圆翘曲度BOW值,根据所述晶圆翘曲度BOW值获得所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 。

18、根据权利要求17所述的实时监控晶圆翘曲的方法,其特征在于,在晶圆沉积薄膜的过程中,第一膜层和第二膜层相互交替沉积形成堆叠结构,所述  
5 第一膜层具有张应力,所述第二膜层具有压应力,所述方法还包括:当所述晶圆翘曲度BOW值为正时,增大后续第二膜层的平均厚度或者减小后续第一膜层的平均厚度;当所述晶圆翘曲度BOW值为负时,增大后续第一膜层的平均厚度或者减小后续第二膜层的平均厚度,使得晶圆翘曲度控制在目标翘曲度范围内。

19、根据权利要求18所述的实时监控晶圆翘曲的方法,其特征在于,所述  
10 第一膜层是SiN膜层,所述第二膜层是SiO<sub>2</sub>膜层。

20、根据权利要求10所述的实时监控晶圆翘曲的方法,其特征在于,所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与所述薄膜应力的绝对值呈正相关。

21、根据权利要求10所述的实时监控晶圆翘曲的方法,其特征在于,所述工艺条件包括沉积薄膜时间,所述薄膜应力与所述沉积薄膜时间呈正相关。

15 22、根据权利要求11所述的实时监控晶圆翘曲的方法,其特征在于,所述加热托盘包括静电卡盘,所述工艺条件包括静电卡盘的电压,所述方法还包括:根据所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 调节所述静电卡盘的电压。

23、一种实时监控晶圆翘曲度的装置,其特征在于,包括:

20 存储器,被配置为存储至少一个映射关系,所述映射关系为晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系;

监测器,被配置为实时监控所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ;

控制器,被配置为接收所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ,若所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 超出预设的阈值,则根据晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与工艺条件之间的映射关系,确定需要改变的工艺条件;

25 操作器,被配置为接收改变后的工艺条件,并采用改变后的工艺条件对晶圆进行处理。

24、根据权利要求23所述的实时监控晶圆翘曲度的装置,其特征在于,所述映射关系包括第一对应关系和第二对应关系;

所述第一对应关系包括所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ 与薄膜应力的关系,

所述第二对应关系包括所述薄膜应力与所述工艺条件之间的关系。

- 25、根据权利要求 23 所述的实时监控晶圆翘曲度的装置，其特征在于，所述监测器被配置为监测加热托盘上的每个加热区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ ，并根据所述每个区域的加热功率变化率 $\Delta P/P_0$ 判断其所对应的所述晶圆翘曲度变化量 $\Delta BOW$ ，其中， $\Delta P$ 为加热区域的加热功率变化量， $P_0$ 为初始状态加热区域的加热功率，所述加热托盘包括至少两个加热区域，每个加热区域处于设定的恒温控制状态，晶圆设置在所述至少两个加热区域上，所述晶圆具有对应于每个所述加热区域的晶圆区域。
- 5