



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112368814 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 28

(21) 申请号 201980026826.6	(73) 专利权人 美特拉斯有限公司
(22) 申请日 2019.04.03	地址 英国布里斯托尔
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 112368814 A	(72) 发明人 格雷戈尔·埃里奥特 埃里克·汤尼斯
(43) 申请公布日 2021.02.12	(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263 专利代理师 樊英如 张华
(30) 优先权数据 1806377.6 2018.04.19 GB	(51) Int.Cl. H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 2020.10.19	(56) 对比文件 CN 103579044 A, 2014.02.12 US 2017005019 A1, 2017.01.05
(86) PCT国际申请的申请数据 PCT/EP2019/058388 2019.04.03	审查员 刘恋恋
(87) PCT国际申请的公布数据 W02019/201603 EN 2019.10.24	

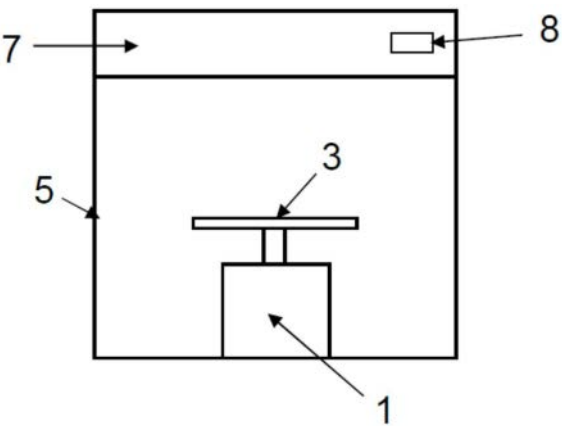
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

(54) 发明名称

半导体晶片质量计量装置和半导体晶片质量计量方法

(57) 摘要

一种半导体晶片质量计量装置,其包括:测量室,其用于测量半导体晶片的重量和/或质量;第一温度改变部件,其用于在将所述半导体晶片传送到所述测量室之前改变所述半导体晶片的温度;以及第一温度传感器,其用于感测第一温度,其中所述第一温度为:所述第一温度改变部件的温度;或当所述半导体晶片在所述第一温度改变部件上时,或当所述半导体晶片离开所述第一温度改变部件时,所述半导体晶片的温度。



1. 一种半导体晶片质量计量装置,其包括:  
测量室,其用于测量半导体晶片的重量和/或质量;  
第一温度改变部件,其用于在将所述半导体晶片传送到所述测量室之前改变所述半导体晶片的温度;以及  
第一温度传感器,其用于感测第一温度,其中所述第一温度为所述第一温度改变部件的温度;  
其中所述第一温度改变部件用于无源地冷却所述半导体晶片或无源地加热所述半导体晶片。
2. 根据权利要求1所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述第一温度改变部件用于无源地冷却所述半导体晶片。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述装置进一步包括用于有源地冷却所述半导体晶片的第二温度改变部件。
4. 根据权利要求1所述的半导体晶片质量计量装置,其中,测量当所述半导体晶片在所述第一温度改变部件上时,或者当所述半导体晶片离开所述第一温度改变部件时,所述第一温度改变部件的温度。
5. 根据权利要求1所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述第一温度传感器被配置为检测:  
由所述半导体晶片引起的所述第一温度改变部件的温度改变;和/或  
由所述半导体晶片引起的所述第一温度改变部件的最高温度。
6. 根据权利要求1所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述装置进一步包括控制单元,所述控制单元被配置为基于以下各项来控制所述装置的操作:  
感测到的所述第一温度;和/或  
感测到的所述第一温度的改变;和/或  
感测到的所述第一温度和作为所述测量室的温度的第二温度之间的差值。
7. 根据权利要求6所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述控制单元被配置为:  
生成警报;和/或  
基于所述第一温度和所述第二温度之间的所述差值以及所述第一温度和所述第二温度之间的所述差值与质量测量误差之间的预定关系,校正针对所述半导体晶片的质量测量。
8. 根据权利要求7所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述预定关系是从针对所述第一温度和所述第二温度之间的不同差值的一个或多个半导体晶片的多个质量计量测量值和所述半导体晶片的已知质量得出的。
9. 根据前述权利要求1-2和4-8中的任一项所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述第一温度改变部件包括热耦合到所述测量室的第一热转移板。
10. 根据权利要求9所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述装置被配置为将所述半导体晶片装载到所述第一热转移板上达预定的时间段,该预定的时间段足以实现所述半导体晶片和所述第一热转移板之间的热平衡。
11. 根据权利要求9所述的半导体晶片质量计量装置,其中:  
该装置包括用于将所述半导体晶片真空夹持到所述第一热转移板上的真空夹具;

该装置包括传感器,所述传感器用于感测所述半导体晶片到所述第一热转移板上的不完全真空夹持;以及

该装置包括控制单元,所述控制单元被配置为基于用于感测所述半导体晶片到所述第一热转移板上的不完全真空夹持的传感器的输出来控制所述装置的操作。

12. 根据权利要求1所述的半导体晶片质量计量装置,其中:

所述第一温度改变部件包括第一热转移板;以及

所述第一温度传感器嵌入在所述第一热转移板中。

13. 根据权利要求12所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述第一温度传感器以距所述第一热转移板的半导体晶片支撑表面1至18mm的距离嵌入在所述第一热转移板中。

14. 根据权利要求12所述的半导体晶片质量计量装置,其中,所述第一温度传感器以距所述第一热转移板的半导体晶片支撑表面2至12mm的距离嵌入在所述第一热转移板中。

15. 一种半导体晶片质量计量方法,其包括:

在将所述半导体晶片传送到用于测量所述半导体晶片的重量和/或质量的测量室中之前,使用第一温度改变部件来改变半导体晶片的温度;以及

感测第一温度,其中所述第一温度为所述第一温度改变部件的温度,其中所述第一温度改变部件用于无源地冷却所述半导体晶片或无源地加热所述半导体晶片。

16. 根据权利要求15所述的半导体晶片质量计量方法,其中,测量当所述半导体晶片在所述第一温度改变部件上时,或者当所述半导体晶片离开所述第一温度改变部件时,所述第一温度改变部件的温度。

17. 根据权利要求15或权利要求16所述的半导体晶片质量计量方法,其中,所述方法包括检测:

由所述半导体晶片引起的所述第一温度改变部件的温度改变;和/或

由所述半导体晶片引起的所述第一温度改变部件的最高温度。

18. 根据权利要求15所述的半导体晶片质量计量方法,其中:

该方法进一步包括在使用所述第一温度改变部件改变所述半导体晶片的温度之前,使用第二温度改变部件改变所述半导体晶片的温度;

所述第一温度改变部件用于无源地冷却所述半导体晶片;以及

所述第二温度改变部件用于有源地冷却所述半导体晶片。

19. 根据权利要求15所述的半导体晶片质量计量方法,其中,所述方法进一步包括基于以下各项执行操作:

感测到的所述第一温度;和/或

感测到的所述第一温度的改变;和/或

感测到的所述第一温度和作为所述测量室的温度的第二温度之间的差值。

20. 根据权利要求19所述的半导体晶片质量计量方法,其中,执行所述操作包括:

生成警报;或者

基于所述第一温度和所述第二温度之间的所述差值以及所述第一温度和所述第二温度之间的所述差值与质量测量误差之间的预定关系,校正针对所述半导体晶片的质量测量。

21. 根据权利要求20所述的半导体晶片质量计量方法,其中,所述预定关系是从针对所

述第一温度和所述第二温度之间的不同差值的一个或多个半导体晶片的多个质量计量测量值以及所述半导体晶片的已知质量得出的。

22. 根据权利要求15-16和18-21中的任一项所述的半导体晶片质量计量方法, 其中, 所述第一温度改变部件包括热耦合至所述测量室的热转移板。

23. 根据权利要求22所述的半导体晶片质量计量方法, 其中:

所述方法包括将所述半导体晶片真空夹持到所述热转移板上;

感测所述半导体晶片到所述热转移板上的不完全真空夹持; 以及

基于感测到所述半导体晶片到所述热转移板的所述不完全真空夹持而执行操作。

## 半导体晶片质量计量装置和半导体晶片质量计量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体晶片质量计量装置和半导体晶片质量计量方法。

[0002] 特别地,本发明涉及一种半导体晶片质量计量装置和半导体晶片质量计量方法,其中,测量温度改变部件的温度,该温度改变部件用于在将半导体晶片传送到测量区域之前改变半导体晶片的温度,或测量其温度被温度改变部件改变的半导体晶片的温度。

### 背景技术

[0003] 使用各种技术,例如包括沉积技术(CVD、PECVD、PVD等)和去除技术(例如化学蚀刻、CMP等),将微电子设备制造在半导体(例如硅)晶片上。可以以改变其质量的方式(例如通过清洁、离子注入、光刻等)进一步处理半导体晶片。

[0004] 根据所制造的设备,每个半导体晶片可以顺序地经过数百个不同的处理步骤,以构建和/或去除其最终操作所必需的层和材料。实际上,每个半导体晶片都通过生产线。

[0005] 生产成品硅晶片所需的处理步骤的成本和复杂性,以及到达可以对其操作进行正确评估的生产线末端所花费的时间,导致了对监控生产线上的设备的操作以及整个处理过程中所处理的晶片的质量的需求,使得可以确保对最终晶片的性能和收率充满信心。

[0006] 晶片处理技术通常引起半导体晶片的质量变化(例如,在半导体晶片的表面处或该表面上或在半导体晶片的本体中)。对半导体晶片的改变的配置通常对于设备的功能至关重要,因此出于质量控制的目的,需要在生产过程中评估晶片以便确定它们是否具有正确的配置。

[0007] 对处理步骤任一侧的晶片质量变化的测量是实现产品晶片计量的一种有吸引力的方法。它成本相对较低,速度较高,并且可以自动适应不同的晶片电路图案。此外,与替代技术相比,它通常可以提供更高精度的结果。例如,在许多典型的材料上,材料层的厚度可以分解到原子级。在所关注的处理步骤之前和之后,对所讨论的晶片进行称重。质量的变化与生产设备的性能和/或晶片的期望性质相关联。

[0008] 在半导体晶片上执行的处理步骤能够导致半导体晶片的质量发生很小的变化,这可能需要进行高精度的测量。例如,从半导体晶片的表面去除少量材料可以使半导体晶片的质量减小几毫克,并且可能期望以 $\pm 100\mu\text{g}$ 或更好的分辨率来测量该变化。

[0009] 在这些高测量精度水平下,由被测量的半导体晶片或测量天平(measurement balance)的温度中的温度变化引起的测量输出中的误差可能变得显著。例如,半导体晶片与测量天平或壳体之间的大约 $0.005^{\circ}\text{C}$ 的温差可以导致半导体晶片的确定质量中的大约 $5\mu\text{g}$ 的误差(或质量变化)。测量装置的不同部分之间的温度变化(即温度不均匀,其例如由于使用测量装置测量的半导体晶片的热负荷而导致)将导致测量输出的误差。另外,如果半导体晶片具有高于测量装置的测量壳体的温度,则可以在测量壳体中的空气中生成气流(例如,对流气流),这会影响测量输出。另外,测量壳体中的空气可以被加热,从而改变其密度和压力,并因此改变空气施加到半导体晶片上的浮力。这也可以影响测量输出。这些影响的量级通常被认为是微不足道的,并且在较低精度的质量测量(例如,以毫克级的分辨率执行

的测量)中被忽略(或未检测到)。

[0010] 在相对较长的时间段(例如,数小时的数量级)中缓慢发生的温度改变可以基本上通过周期性地校准测量装置来解决,或者可以基本上通过进行比较测量来消除。然而,以相同的方式,可能较难解决或消除发生得较快(例如,由于来自多个半导体晶片的高热负荷而发生得较快)的温度改变。

[0011] 刚在生产线中处理后的半导体晶片的温度可以是400-500°C或更高。在处理之后,可以将半导体晶片与其他最近处理的半导体晶片(例如总共25个)一起装载到前开口统一盒(FOUP)中,以在生产线的不同处理位置之间传送。当FOUP到达用于对半导体晶片进行称重的称重装置时,半导体晶片的温度可能仍然很高,例如70°C或更高。相反,称重装置的温度可以为大约20°C。因此,在半导体晶片和称重装置之间可能存在显著的温差。如上所讨论,半导体晶片和称重装置之间的显著的温差可导致重量测量中的误差。对于高精度重量测量,甚至由非常小的温差(例如小于1°C,例如0.001°C)引起的误差也可能是显著的。

[0012] W002/02449描述了一种半导体晶片质量计量方法,该方法旨在减少由测量天平或被测量的半导体晶片中的温度变化引起的测量输出中的误差。在W002/02449中描述的方法中,将半导体晶片从前开口统一盒(FOUP)中移出并放置在与称重装置的腔室热耦合的无源热转移板上,然后再将其放置在称重装置的测量区域上。无源热转移板使半导体晶片的温度与腔室的温度均衡,以保持在其在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 之内。当将半导体晶片装载到测量腔室中时,这种温度均衡可以减小上面讨论的潜在误差。因此,相对于在进行测量之前没有对半导体晶片进行温度均衡的方法,该方法可以使测量输出更加精确。

[0013] W02015/082874公开了在W002/02449中描述的方法中,在称重装置的腔室上可能存在显著的热负荷。例如,当对一系列半导体晶片执行一系列的重量测量(其中在执行重量测量之前半导体晶片通过热转移板从大约70°C冷却到大约20°C)时,在称重装置的腔室上可能有数十瓦量级的热负荷,例如大约50W-100W的热负荷,例如75W的热负荷(假设每小时大约有60个晶片)。

[0014] 该热负荷可能导致称重装置的温度(例如,称重装置的天平的温度)升高或变得不均匀,这可能导致如上所讨论的,称重装置执行的重量测量中出现相应的误差。此外,这种热负荷能够引起气流(例如对流气流)以及天平周围的空气密度和压力变化,这也能够导致称重装置执行的重量测量出现相应的误差。结果,可降低称重装置的精度。当执行高精度测量(例如,精度约为 $\pm 100\mu\text{g}$ 或更佳的测量)时,这些影响可能很显著。例如,当使用称重装置测量第一(或单个隔离的)半导体晶片时,由于由该半导体晶片与称重装置之间的温差引起的对流气流和空气密度变化,可观察到测量输出的变化。

[0015] W02015/082874公开了在使用热转移板使半导体晶片的温度与称重装置的温度均衡以减少称重装置上的热负荷之前,从半导体晶片上去除大部分热负荷。

[0016] 因此,在温度均衡期间,热转移板的温度不应显著变化,因此,半导体晶片的温度将更精确/准确地与所需温度(即,热转移板的原始温度)均衡。

[0017] 在W02015/082874中公开的实施方案中,使用有源热转移板从半导体晶片去除大部分热负荷,然后使用无源热转移板将半导体晶片的温度与测量室的温度均衡,该无源热转移板安装在测量室的上表面上并与测量室保持热平衡。在W02015/082874中公开的特定示例中,热转移板是铝板,其使用具有高导热率的螺栓而栓接到测量室。

## 发明内容

[0018] 本发明人已经认识到,在以上讨论的布置中,热转移板的温度以及因此已经由热转移板冷却之后的半导体晶片的温度可能与测量腔室的温度不同,因此,在对半导体晶片进行测量时引起上文讨论的各种测量误差。这是由于在冷却许多热的半导体晶片时热转移板上的高热负荷而导致的。

[0019] 本发明人已经认识到,通过在将半导体晶片传送到测量室中之前,测量用于改变半导体晶片的温度的温度改变部件的温度,或测量其温度被温度改变部件改变的半导体晶片的温度,可以提高半导体晶片质量计量的精度。

[0020] 因此,最一般地,本发明提供了一种半导体晶片质量计量装置或方法,其中,在将半导体晶片传送到测量室之前,测量用于改变半导体晶片的温度的温度改变部件的温度;或者测量其温度被温度改变部件改变的半导体晶片的温度。

[0021] 如下所讨论,有各种不同的方式,其中可以使用测得的温度来提高半导体晶片质量计量的精度。

[0022] 根据本发明的第一方面,提供了一种半导体晶片质量计量装置,其包括:

[0023] 测量室,其用于测量半导体晶片的重量和/或质量;

[0024] 第一温度改变部件,其用于在将半导体晶片传送到测量室之前改变半导体晶片的温度;以及

[0025] 第一温度传感器,其用于感测第一温度,其中第一温度为:

[0026] 第一温度改变部件的温度;或者

[0027] 当半导体晶片在第一温度改变部件上时,或者当半导体晶片离开第一温度改变部件时,半导体晶片的温度。

[0028] 因此,在本发明的第一方面中,测量第一温度改变部件的温度,或者测量当半导体晶片在第一温度改变部件上或当其离开第一温度改变部件时的半导体晶片的温度。

[0029] 根据本发明的第一方面的装置可以任选地包括以下任选特征中的任意一个,或者在可组合的情况下包括以下任选特征的任意组合。

[0030] 通常,第一温度改变部件将用于降低半导体晶片的温度。换句话说,第一温度改变部件通常是冷却部分。然而,替代地,第一温度改变部件可以是配置为加热半导体晶片以增加半导体晶片的温度的加热部分。

[0031] 通常,例如在没有任何中间步骤的情况下,特别是在没有对半导体晶片进行任何有意的进一步有源或无源冷却的情况下,半导体晶片将在刚离开第一温度改变部件之后即被传送到测量室中。这可以通过具有适当配置的传送机构的装置来实现。例如,可以提供传送器,该传送器被配置为将半导体晶片直接从第一温度改变部件传送到测量室中。

[0032] 当半导体晶片与第一温度改变部件之间没有物理接触时,可以认为半导体晶片已经离开第一温度改变部件。

[0033] 测量室可以部分或完全包围测量区域。

[0034] 测量区域可以包括称重装置,例如称重传感器(load cell),其用于输出指示半导体晶片的质量和/或重量的信息。

[0035] 第一温度改变部件可以用于无源地冷却半导体晶片。无源地冷却是指第一温度改变部件不包括任何动力冷却装置/设备,例如热电冷却设备,例如珀耳帖(Peltier)。替代

地,第一温度改变部件可以用于例如使用动力冷却装置/设备,例如热电冷却设备,例如珀耳帖,有源地冷却半导体晶片。

[0036] 替代地,如上所讨论,第一温度改变部件可以替代地用于无源地或有源地温热半导体晶片。

[0037] 该装置可以进一步包括用于有源地冷却半导体晶片的第二温度改变部件。有源冷却是指第二温度改变部件包括动力冷却设备,例如热电冷却设备,例如珀耳帖。

[0038] 替代地,第二温度改变部件可以用于例如使用动力加热器或加热元件有源地加热半导体晶片。

[0039] 替代地,该装置可以进一步包括用于无源地冷却半导体晶片的第二温度改变部件。例如,第二温度改变部件可以包括空气冷却的无源热转移板。可以通过例如使用风扇在无源热转移板上吹送空气来实现无源热转移板的空气冷却。

[0040] 替代地,第二温度改变部件可以用于无源地加热半导体晶片。

[0041] 替代地,第二温度改变部件可以被配置为通过使半导体晶片与在第二温度改变部件上方或通过第二温度改变部件的空气流达到热平衡来改变半导体晶片的温度。

[0042] 第二温度改变设备可以用于在通过第一温度改变设备冷却半导体晶片之前从半导体晶片去除大部分热负荷。因此,降低了第一温度改变设备上由于冷却半导体晶片而引起的热负荷。

[0043] 替代地,第二温度改变设备可以将半导体晶片冷却到略低于第一温度改变设备的温度的温度,然后第一温度改变设备可以加热半导体晶片。

[0044] 替代地,第二温度改变设备可以被用来在由第一温度改变设备加热或冷却半导体晶片之前向半导体晶片增加大部分热负荷。再次,因此减小了第一温度改变设备上由于加热或冷却半导体晶片而引起的热负荷。

[0045] 第一温度改变设备上减小的热负荷是指由于热负荷而导致的第一温度改变设备的任何温度改变都减小了。这样,使用第一温度改变设备可以更精确地控制半导体晶片的温度。与没有第二温度改变部件的情况相比,这可以允许更准确或更精确地控制测量室中的半导体晶片的温度和/或测量室的温度(和/或温度均匀性)。结果,可以更精确地执行半导体晶片质量计量。

[0046] 例如,在将半导体晶片的温度控制为与测量室的温度基本相同的情况下(通常是这种情况),由于可以使温差最小化,因此可以将由温差引起的任何误差最小化。

[0047] 第一温度改变部件和第二温度改变部件可以彼此热绝缘,例如由诸如气隙或热绝缘材料层之类的热绝缘体隔开。

[0048] 替代地,第二温度改变部件可以形成与本发明的第一方面的装置分开的设备的一部分。因此,第二温度改变部件可以与第一方面的装置结合提供。

[0049] 温度改变部件可以是可用于增加或降低(即改变)半导体晶片的温度的任何设备,例如加热单元/加热器或冷却单元/冷却器。

[0050] 关于第一温度改变设备和第二温度改变设备所使用的术语“第一”和“第二”仅用于区分温度改变设备,并且不表示温度改变设备或它们所导致的半导体晶片的温度改变的顺序。实际上,从下文的讨论中清楚地看出,当存在第二温度改变设备时,首先使用第二温度改变设备改变半导体晶片的温度,然后使用第一温度改变设备进一步改变半导体晶片的



温度。因此,在这种布置中,第二温度改变在第一温度改变之前发生。

[0051] 第二温度改变部件可以引起半导体晶片的温度中的第二温度改变,该第二温度改变包括第二温度改变和由第一温度改变部件引起的半导体晶片的温度的第一温度改变的总和的至少80%,或至少90%,或至少95%,或至少99%。因此,可以通过第二温度改变部件将半导体晶片的大部分热负荷从半导体晶片去除或添加到半导体晶片。结果,当用于引起半导体晶片的温度的第一变化时,第一温度改变部件上的热负荷减小,并且半导体晶片的温度可以更精确/准确地匹配于期望温度。

[0052] 引起半导体晶片的温度的第二改变可以包括将半导体晶片的温度改变为在预定的测量温度(例如,测量室的温度)的 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 内,或在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 内,或在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 内,或在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 内。换句话说,半导体晶片的温度的第二改变可以使半导体晶片的温度接近于预定的测量温度(即,相差在几 $^{\circ}\text{C}$ 之内,使得第一温度改变部件仅需要使半导体晶片的温度有小的改变(对应于向半导体晶片增加小的热负荷或从其上去除小的热负荷)即可。

[0053] 在本发明中,可以当半导体晶片在第一温度改变部件上时,或者当半导体晶片离开第一温度改变部件时,测量第一温度改变部件的温度。

[0054] 当半导体晶片在第一温度改变部件上时监测第一温度改变部件的温度可以提供关于当半导体晶片首先到达第一温度改变部件时温度改变部件和半导体晶片之间的温差的信息。

[0055] 例如,第一温度传感器可以被配置为检测由半导体晶片引起的第一温度改变部件的温度的改变,和/或由半导体晶片引起的第一温度改变部件的最高温度。特别地,当在将半导体晶片被装载在第一温度改变部件上时半导体晶片的温度与第一温度改变部件的温度之间存在差值时,第一温度改变部件的温度可能出现初始激增(spike)。该初始激增可以在本发明中被检测和/或测量,并且可以提供关于进入的晶片温度或者关于进入的晶片温度与第一温度改变部件的温度之间的差的信息。

[0056] 半导体晶片在其离开第一温度改变部件时的温度可以提供有关将半导体晶片装载到测量室中时半导体晶片与测量室之间的温差的信息,如上所讨论,该温差影响了在半导体晶片上执行的测量的精度。

[0057] 半导体晶片质量计量装置可以进一步包括控制单元,该控制单元被配置为基于感测到的第一温度和/或基于感测到的第一温度的改变来控制该装置的操作。

[0058] 例如,控制单元可以被配置为基于感测到的第一温度和/或基于感测到的第一温度的改变来生成警报。

[0059] 例如,当第一温度改变部件的感测温度大于预定值时,该装置可以发出警报。

[0060] 替代地,当第一温度改变部件的感测温度的改变大于预定值时,可以生成警报。

[0061] 警报是为了警告该装置的操作者,以便该操作者知道温度/温度改变。

[0062] 警报可以是可见的和/或可听的和/或可触知的警报。

[0063] 本发明可以包括使用检测到的第一温度改变部件的感测温度的改变来计算其温度被第一温度改变部件改变的晶片的进入温度。当确定进入的晶片的温度大于预定阈值或小于预定阈值时,则可以触发警报。例如,这可能表明在由第一温度改变部件引起的温度改变之前的温度改变步骤是无效的,使得进入第一温度改变部件的半导体晶片的温度过高或过低(对于第一温度改变部件保持基本恒定)。例如,这可能表示上文所讨论的第二温度改

变部件已经发生故障(损坏或无法正常工作)。

[0064] 本发明人已经发现,对半导体晶片执行的质量计量测量的误差与在将半导体晶片装载到测量室中之前,第一温度改变部件或半导体晶片的温度与测量室的温度之间的温差之间存在相关性。因此,将半导体晶片装载到测量室中之前的第一温度改变部件或半导体晶片的温度与测量室的温度的比较提供了能够用于提高半导体晶片质量计量精度的有用信息。

[0065] 因此,该装置可以进一步包括被配置为确定感测到的第一温度和第二温度(即测量室的温度)之间的差的设备或单元。

[0066] 该装置可以进一步包括控制单元,该控制单元被配置为基于感测到的第一温度和第二温度(即测量室的温度)之间的差来控制该装置的操作。

[0067] 替代地或附加地,控制单元可以被配置为基于感测到的第一温度和第二温度(即测量室的温度)之间的差来控制单独的设备或装置的操作。

[0068] 该装置可以包括被配置为测量测量室的第二温度的第二温度传感器。

[0069] 可以在测量第一温度的同时测量该测量室的第二温度。

[0070] 通常,第一温度和第二温度都将在半导体晶片离开第一温度改变设备的时间的同时或之后不久并且就在要将半导体晶片装载到测量室中之前进行测量。在这种情况下,第一温度表示将半导体晶片装载到测量室中时半导体晶片的温度。

[0071] 替代地,可以将测量室的温度精确地控制为预定温度,在这种情况下,可能不需要第二温度传感器。

[0072] 例如,控制单元可以是处理器或计算机。

[0073] 作为本发明的一个示例,控制单元可以被配置为基于第一温度和第二温度之间的差值来生成警报。

[0074] 例如,当第一温度与第二温度之间存在任何差值时,或者当第一温度和第二温度之间的差值大于预定阈值时,该装置可以发出警报。

[0075] 警报是为了警告该装置的操作者,使得该操作者知道第一温度和第二温度之间的差值。

[0076] 警报可以是可见的和/或可听的和/或可触知的警报。

[0077] 替代地或附加地,控制单元可以被配置为基于第一温度和第二温度之间的差值以及第一温度和第二温度之间的差值与质量测量误差之间的预定关系来校正半导体晶片的质量测量。

[0078] 如上文所讨论,本发明人已经发现,在对半导体晶片执行的质量计量测量中的误差与在将半导体晶片装载到测量室中之前,第一温度改变部件或半导体晶片的温度与测量室的温度之间的温差之间存在相关性。

[0079] 因此,当通过预定关系定义该相关性时,第一温度和第二温度之间的差值和预定关系可用于计算或确定对半导体晶片执行的质量计量测量中的相应误差。

[0080] 预定关系可以是例如等式、函数、曲线图、查找表或数据库的形式。

[0081] 预定关系可以从针对第一温度和第二温度之间的不同差值的一个或多个半导体晶片的多个质量计量测量,以及半导体晶片的已知质量得出。

[0082] 可以使用所讨论的装置来执行多个质量计量测量。

[0083] 预定关系通常存储在该装置的存储器中。

[0084] 附加地,或者替代地,在提供第二温度改变单元的情况下,可以基于第一温度和第二温度之间的差值来控制第二温度改变单元。例如,在第一温度大于第二温度的情况下,可以增加由第二温度改变单元提供的有源冷却的量,例如以起到减小第一温度和第二温度之间的差值的作用。

[0085] 第一温度改变部件可以包括热耦合到测量室的第一热转移板。

[0086] 第一热转移板通常是无源热转移板。无源热转移板是指热转移板不通过冷却/加热元件进行冷却或加热,而是仅通过附近的周围环境(surrounding ambient environment)接收其温度。

[0087] 第一热转移板可以与测量室基本处于热平衡。这里的热平衡应定义为两个元件的温差不超过 $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

[0088] 第一热转移板通常是具有高热质量的材料板或块。第一热转移板通常是具有高热质量和高导热率的材料板或块。

[0089] 例如,第一热转移板可以是金属(例如铝)板或块。

[0090] 第一热转移板可以提供在测量室的外表面上或与测量室的外表面成一体。

[0091] 可以例如使用具有高导热率的螺栓将第一热转移板栓接到测量室的外表面。

[0092] 第一温度传感器可以提供在第一热转移板上或内部,并且感测该热转移板的温度。第一温度传感器可以被嵌入在第一热转移板中,例如,在第一热转移板的外表面下方。

[0093] 第一温度传感器可以在距第一热转移板的半导体晶片支撑表面1至18mm之间的距离处嵌入在第一热转移板中。例如,第一温度传感器可以在距第一热转移板的半导体晶片支撑表面2至12mm之间的距离处嵌入在第一热转移板中。这可能意味着第一温度传感器精确地测量接触半导体晶片的半导体晶片支撑表面的温度。

[0094] 该装置可以被配置为将半导体晶片加载到热转移板上达预定时间段,该预定时间段足以实现半导体晶片和热转移板之间的热平衡。

[0095] 替代地,第一温度传感器的输出可以用于确定实现半导体晶片和热转移板之间的热平衡所需的时间,并且可以相应地控制将半导体晶片定位于热转移板上的时间。例如,可以将半导体晶片定位在热转移板上刚好达确定的时间,或者确定的时间加上预定量。相对于将半导体晶片定位在热转移板上达预定时间而言,这可以减少生产时间。

[0096] 因此,半导体晶片的温度被均衡为热转移板的温度。因此,在热转移板通常与测量室基本处于热平衡的情况下,由于热转移板上的热负荷低,因此半导体晶片的温度通常基本被均衡为测量室的温度。

[0097] 该装置可以进一步包括用于将半导体晶片夹持到热转移板上的夹持机构,例如真空夹持机构。

[0098] 该装置可以进一步包括感测装置/感测设备或单元,其用于感测半导体晶片到热转移板的不完全的真空夹持。例如,感测装置/设备或单元可以是例如感测不完全真空的传感器。

[0099] 如果没有将半导体晶片适当地夹持在热转移板上,则可能没有在热转移板处适当地冷却半导体晶片。在当半导体晶片离开热转移板时测量热转移板的温度的情况下,半导体晶片的温度可能是未知的(因为它与热转移板的温度不同),并且半导体晶片的后续测量

的测量误差可能是不可预测的。在这种情况下,由于适当的校正量可能是不可预测的,因此该装置可能生成警报并且不对半导体晶片的测量进行校正。

[0100] 因此,该装置可以包括控制单元,该控制单元被配置为基于传感器的输出来控制该装置的操作,该传感器用于感测半导体晶片到热转移板的不完全的真空夹持。例如,控制单元可以控制该装置向该装置的用户提供警报。控制单元可以与任何先前提到的控制单元相同或作为其附加方案。

[0101] 该装置可以包括被配置为将半导体晶片从第一温度改变单元直接传送到测量室的传送装置/传送器或传送设备。术语“直接”是指不在任何附加单元处停下,例如不在任何另外的温度改变单元处停下。

[0102] 当然,本发明不限于仅提供一个或两个温度改变部件,而是可以提供用于引起半导体晶片的任意数量的温度改变的任意数量的温度改变部件。因此,可能存在用于引起半导体晶片的温度的一系列多个改变的多个温度改变部件。

[0103] 根据本发明的第二方面,提供了一种半导体晶片质量计量方法,其包括:

[0104] 在将第一半导体晶片传送到用于测量半导体晶片的重量和/或质量的测量室中之前,使用第一温度改变部件来改变半导体晶片的温度;以及

[0105] 感测第一温度,其中第一温度为:

[0106] 第一温度改变部件的温度;或者

[0107] 当半导体晶片在第一温度改变部件上时,或者当半导体晶片离开第一温度改变部件时,半导体晶片的温度。

[0108] 根据本发明的第二方面的半导体晶片质量计量方法可以包括上文讨论的第一方面的任选特征中的任何一个,或者在可组合的情况下,包括该任选特征的任意组合。为了简洁起见,在此未明确重复这些任选特征。

[0109] 根据本发明的第二方面的方法可以附加地或替代地包括以下任选特征的一个,或者在可组合的情况下包括以下任选特征的任何组合。

[0110] 当半导体晶片在第一温度改变部件上时,或者当半导体晶片离开第一温度改变部件时,可以测量第一温度改变部件的温度。

[0111] 该方法可以包括检测:

[0112] 由半导体晶片引起的第一温度改变部件的温度改变;和/或

[0113] 由半导体晶片引起的第一温度改变部件的最高温度。

[0114] 该方法可以进一步包括在使用第一温度改变部件改变半导体晶片的温度之前,使用第二温度改变部件改变半导体晶片的温度。

[0115] 第一温度改变部件可以用于无源地冷却半导体晶片。

[0116] 第二温度改变部件可以用于有源地冷却半导体晶片。

[0117] 然而,如上所讨论,第一或第二温度改变部件可以用于有源地或无源地加热或冷却半导体晶片。

[0118] 该方法可以包括基于感测到的第一温度和/或感测到的第一温度的改变来执行操作。例如,执行操作可以包括生成警报。

[0119] 该方法可以包括基于感测到的第一温度与第二温度(即测量室的温度)之间的差值来执行操作。

- [0120] 该方法可以包括基于第一温度和第二温度之间的差值：
- [0121] 生成警报；或者
- [0122] 基于第一温度和第二温度之间的差值以及第一温度和第二温度之间的差值与质量测量误差之间的预定关系，校正半导体晶片的质量测量。
- [0123] 可以从针对第一温度和第二温度之间的不同差值的一个或多个半导体晶片的多个质量计量测量值，以及半导体晶片的已知质量得出预定关系。
- [0124] 温度改变部件可以包括热耦合到测量室的热转移板。
- [0125] 该方法可以包括将半导体晶片真空夹持到热转移板上。
- [0126] 该方法可以进一步包括感测半导体晶片到热转移板的不完全的真空夹持。
- [0127] 该方法可以包括基于感测到半导体晶片到热转移板的不完全真空夹持而执行操作。例如，执行操作可以包括生成警报。

### 附图说明

- [0128] 现在将参考附图仅通过举例的方式来讨论本发明的实施方案，其中：
- [0129] 图1示出了根据本发明的第一实施方案的半导体晶片质量计量装置；
- [0130] 图2示出了根据本发明的第二实施方案的半导体晶片质量计量装置；
- [0131] 图3示出了根据本发明的第三实施方案的半导体晶片质量计量装置；
- [0132] 图4示出了本发明的一些实施方案中的无源热转移板的示意性配置；
- [0133] 图5是示出了由图4的热转移板中的不同温度传感器测量的温度变化的曲线图；
- [0134] 图6是示出了相对于输入晶片温度偏移的质量测量误差的曲线图；
- [0135] 图7是示出了相对于在半导体晶片离开热转移板的时刻的热转移板的温度与测量室的温度之间的差值的质量测量的误差的曲线图；
- [0136] 图8是示出了相对于半导体晶片的进入温度与测量室的温度之间的温差，当半导体晶片在热转移板上时热转移板的最大温度改变的曲线图。

### 具体实施方式

- [0137] 图1示出了根据本发明的第一实施方案的半导体晶片质量计量装置。
- [0138] 半导体晶片质量计量装置包括称重天平1，其具有用于接收半导体晶片的称重盘3。称重天平1被配置为提供测量输出，该测量输出指示装载在称重盘3上的半导体晶片的重量。
- [0139] 称重天平1位于称重室5（测量室）内，该称重室5形成围绕称重天平1的密闭环境，例如，以保持称重天平1周围的空气的基本均匀的空气密度、气压和空气温度，以及防止通风（draught）并提供电磁屏蔽。称重室5具有开口（未示出），例如在称重室5的侧壁上的适当尺寸的狭槽，以允许将半导体晶片例如通过机械手传送到称重室5中，以及将其定位在称重盘3上。当不使用时，开口可以被可打开的门或盖（未示出）覆盖，以允许在使用称重天平1执行测量时将称重室5基本关闭或密封。
- [0140] 热转移板7（“第一温度改变部件”）被定位在称重室5的顶部上。热转移板7包括具有良好导热率的材料（例如A1）块。热转移板还优选地具有高的热质量，使得在向其供应热量时其温度改变缓慢且很少，并且具有良好的横向导热率，从而使热转移板在其上表面范

围内保持基本均匀的温度。在该实施方案中,热转移板7由铝制成,但是在其他实施方案中,可以使用具有良好导热率的任何其他材料。

[0141] 热转移板7被直接定位在称重室5的顶部上,从而在热转移板7和称重室5之间具有良好的热接触。热转移板7与称重室5直接物理接触。热转移板7可以例如使用一个或多个螺栓(未示出)和/或导热粘合层(未示出)附接到固定到称重室5。

[0142] 由于热转移板7与称重室5之间的良好的热接触,热转移板7通常可以与称重室5基本处于热平衡,因此通常可以具有与称重室5基本相同的温度(当热转移板7上的热负荷低时)。称重天平1也可以与称重室5处于热平衡,因此也可以具有与称重室5基本相同的温度。这样,热转移板7通常可以与称重天平1基本处于热平衡,因此通常可以具有与称重天平1基本相同的温度(当热转移板7上的热负荷较低时)。然而,如下文所讨论,当热转移板7上的热负荷高时,热转移板7的温度可能与称重室5的温度不同。

[0143] 在使用中,首先将要测量的半导体晶片定位在热转移板7上以降低其温度。提供真空夹持机构以将半导体晶片真空夹持到热转移板7,以便在热转移板7和半导体晶片之间实现良好的热接触,从而可以在短时间内实现热平衡(例如,在20秒内热转移板和半导体晶片之间的温差小于 $0.01^{\circ}\text{C}$ 。

[0144] 将半导体晶片定位在热转移板7上达预定的时间段,该预定时间段足以实现半导体晶片和热转移板7之间的热平衡。通常,热转移板7和称重室5彼此处于热平衡(当热转移板7上的热负荷低时),从而使半导体晶片达到与称重室5的温度相同的温度。

[0145] 在半导体晶片已经由热转移板7冷却之后,将其从热转移板7传送到称重室5中并定位在称重装置1的称重盘3上以进行测量。

[0146] 将半导体晶片直接从热转移板7传送到称重室5中,例如不在任何中间温度改变单元处逗留。特别地,该装置包括传送机构(未示出),该传送机构被配置为将半导体晶片直接从热转移板7传送到称重室5中。

[0147] 当然,在其他实施方案中,热转移板7可以相对于称重室5位于不同的位置。

[0148] 如图1所示,热转移板7具有嵌入其中的第一温度传感器8,其用于测量热转移板7的温度。如下文所讨论,第一温度传感器8可用于当半导体晶片在热转移板7上,或者在半导体晶片在冷却后离开热转移板7的时刻,测量热转移板7的温度。在第二和第三实施方案的讨论之后,下文讨论提供第一温度传感器8的优点。

[0149] 稍后将在讨论第二和第三实施方案之后讨论第一实施方案的其他特征。

[0150] 图2示出了根据本发明第二实施方案的半导体晶片质量计量装置。

[0151] 图2的半导体晶片质量计量装置与图1的半导体晶片质量计量装置的不同之处在于,它进一步包括第二热转移板9(“第二温度改变部件”)。多个珀耳帖设备11附接到第二热转移板9的底侧。每个珀耳帖设备11具有附接到其底侧的散热器13。可以在第二热转移板9的底侧下方的区域17中提供空气流15,以便从珀耳帖设备11和散热器13中去除热量。当然,空气流的配置可以与图2所示的不同。例如,可以通过风扇将空气从区域17的底部吹出。

[0152] 在图2中,第二热转移板9被示出为定位在称重室5的右侧。然而,在其他实施方案中,第二热转移板9可以被不同地定位,例如定位在称重室5的不同的侧面、在上方或下方,或者比图2所示的更靠近或更远离称重室5。在其他实施方案中,第二热转移板9可以直接或间接地附接到或连接到热转移板7。

[0153] 在使用中,晶片传送器,例如EFEM的机械臂的末端执行器,用于从FOUP(未示出)或替代地从另一处理装置(未示出)中移出半导体晶片,以及将半导体晶片传送到第二热转移板9并将半导体晶片定位在第二热转移板9上。当从FOUP(或另一个处理装置)中移出半导体晶片时,其可能具有约70°C的温度。例如,半导体晶片可能已经在半导体设备生产线的处理站处被处理,该处理站可能已将半导体晶片加热到400至500°C的温度,然后半导体晶片才被装载到FOUP中。

[0154] 当半导体晶片被定位在第二热转移板9上时,热量从半导体晶片传导至第二热转移板9,从而降低了半导体晶片的温度。半导体晶片和第二热转移板9可以实现热平衡(例如,使得它们具有基本相同的温度),具体取决于半导体晶片被定位在第二热转移板9上多长时间。从半导体晶片到第二热转移板9的热传递将起到增加第二热转移板9的温度的作用。在那种情况下,半导体晶片和第二热转移板9的热平衡温度可以不同于半导体晶片的期望温度。为了防止第二热转移板9的温度由于来自半导体晶片的热负荷而升高,第二热转移板9可操作以有源地消散从半导体晶片去除的热负荷。特别地,操作珀耳帖设备11以有源地从第二热转移板9去除热量。换句话说,电力被供应给珀耳帖设备11以使其充当有源热泵,该有源热泵将热量从与其与第二热转移板9接触的上表面传递到附接有散热器13的其下表面。

[0155] 空气流15被提供在第二热转移板9下方的区域17中,在该区域中定位有珀耳帖设备11和散热器13,以便从珀耳帖设备11和散热器13中去除热量。因此,利用第二热转移板9从半导体晶片去除的热量通过空气流15传送并从称重装置的称重室5消散,因此该热量对称重装置的温度没有影响。空气流15可以由例如定位在区域17中或其边缘处的一个或多个风扇生成。换句话说,热量从第二热转移板9有源地消散。

[0156] 如上所述,使热量从第二热转移板9中有源地消散将防止热量积聚在第二热转移板9中,该积聚将导致第二热转移板9的温度升高。在该实施方案中,通过经由第二热转移板9消散而有效/高效地处理了从半导体晶片上去除的热量。这可以使得能够通过使用第二热转移板9更准确/精确地控制半导体晶片的温度。

[0157] 操作第二热转移板9以从半导体晶片去除大部分热负荷,使得半导体晶片的温度降低至接近当其被定位在称重盘3上时半导体晶片的期望温度。第二热转移板9可以去除将半导体晶片的温度降低到期望温度而需要去除的热量的超过90%,或者超过95%,或者超过99%。换言之,第二热转移板9可引起将半导体晶片的温度从其初始温度降低到其被定位在称重盘3上时的期望温度而所需的温度改变的超过90%、超过95%或超过99%。

[0158] 通常,期望使半导体晶片的温度与称重室5的温度基本匹配,使得当半导体晶片被装载到称重盘3上,半导体晶片和称重室5之间基本上没有温差(因此,在半导体晶片和称重天平1之间基本上没有温差)。在该实施方案中,第二热转移板9可以将半导体晶片冷却到称重室5温度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 之内。例如,在称重室具有20°C的温度的情况下,第二热转移板9可以将半导体晶片冷却到 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的温度。然而,在其他实施方案中,由第二热转移板9提供的冷却量可以与此不同,只要第二热转移板9至少提供半导体晶片所需的温度改变的超过50%,并且优选地超过80%即可。

[0159] 一旦使用第二热转移板9将半导体晶片冷却至接近期望温度的温度,就使用晶片传送器将半导体晶片传送至第一热转移板7。优选地,与用于将半导体晶片传送到第二热转

移板9的晶片传送器不同的是,该晶片传送器用于将半导体晶片传送到第一热转移板7。在该实施方案中,EFEM的机械臂的两个不同的末端执行器用于执行两个不同的传送步骤。将半导体晶片传送到第二热转移板9的末端执行器可以通过半导体晶片9加热。如果使用相同的末端执行器来将冷却的半导体晶片从第二热转移板9传送到热转移板7,则它可将热量传递回半导体晶片,从而改变其温度。通过将不同的末端执行器用于第二传送步骤可以避免此问题。末端执行器可以是其上能够支撑半导体晶片的表面,例如被定位在半导体晶片下方的支撑件。末端执行器可以具有特定的装置/设备/单元,其用于在半导体晶片由末端执行器传送时将半导体晶片抓握或夹持就位。

[0160] 末端执行器可以被配置为使得末端执行器和半导体晶片之间的热接触面积最小或减小,以便使末端执行器和半导体晶片之间的热传递最小化。例如,末端执行器可以仅在半导体晶片的边缘处接触半导体晶片。替代地或附加地,末端执行器可以由导热率差的材料(即,热绝缘体)制成,以使末端执行器和半导体晶片之间的热传递最小化。

[0161] 如上所讨论,当将半导体晶片定位在热转移板7上时,在半导体晶片和热转移板7之间存在良好的热接触。因此,半导体晶片通过将热量从半导体晶片传导至热转移板7而得以冷却。半导体晶片和热转移板7可以基本处于热平衡,从而它们具有基本相同的温度,具体取决于半导体晶片被定位在热转移板7上的时间长度。在该实施方案中,可以将半导体晶片定位在热转移板7上一段足以实现热平衡的时间,例如60秒。

[0162] 半导体晶片在被定位在热转移板7上之前已经通过第二热转移板9去除了其大部分热负荷。因此,在温度均衡期间,热转移板7上的热负荷非常低,并且在温度均衡期间(当热转移板7上的热负荷较低时),热转移板7和称重室5(其具有较高的热质量)的温度可以基本保持恒定。另外,必须交换相对少的热量以使半导体晶片与热转移板7达到热平衡。但是,在测量许多半导体晶片的情况下,热转移板上的热负荷可能仍然足以引起热转移板7的温度与称重室5的温度之间的较小偏差。

[0163] 因此,对于本实施方案,因为从半导体晶片去除大部分热负荷以及使半导体晶片的温度均衡的步骤已经分开,所以有可能更精确地/准确地将半导体晶片的温度均衡为期望的温度。例如,对于本实施方案,有可能使半导体晶片的温度与称重室5的温度匹配,以使其精度小于 $0.1^{\circ}\text{C}$ ,或者精度小于 $0.01^{\circ}\text{C}$ ,甚或精度在 $0.001^{\circ}\text{C}$ 的量级。

[0164] 当半导体晶片的温度与热转移板7的温度基本均衡时(例如,当半导体晶片已经在热转移板7上达预定的时间段时),由晶片传送器将半导体晶片从热转移板7传送到称重盘3。然后,称重天平1用于提供指示半导体晶片重量的测量输出。

[0165] 与第一实施方案一样,第一温度传感器8被嵌入在热转移板7中以测量热转移板7的温度。下文在讨论第三实施方案之后讨论提供这种第一温度传感器8的优点。

[0166] 下文在讨论第三实施方案之后讨论本发明的第二实施方案的其他特征。

[0167] 图3示出了根据本发明的第三实施方案的半导体晶片质量计量装置。

[0168] 第二和第三实施方案之间的主要区别在于第二热转移板9的定位。在第三实施方案中,第二热转移板9堆叠在热转移板7上方。热间隙19,例如空气间隙或者绝缘材料层,被定位在热转移板7和第二热转移板9之间,从而使热转移板7、9基本上彼此热绝缘,使得在热转移板7、9之间基本上没有热量可以通过。

[0169] 半导体设备生产设施中的占地面积通常是有限的。因此,为了节省占地面积,将第



二热转移板9堆叠在热转移板7上方(即类似于图3所示的布置)可能是有利的。在这种布置中,半导体晶片在热转移板7、9和称重盘3之间竖直地传送。

[0170] 下文讨论本发明的第一至第三实施方案的其他特征。

[0171] 图1至图3所示的布置仅是示例性布置,并且测量室和温度改变部件的其他配置在本发明中是可能的,并且根据以上公开内容,对于本领域技术人员将是显而易见的。

[0172] 此外,在其他实施方案中,热转移板7、9可以由有源地或无源地加热或冷却半导体晶片的其他类型的温度改变部件代替。

[0173] 如上文所讨论,本发明人已经认识到,在上文所讨论的任何实施方案中以及在其他可能的实施方案中,当测量一系列半导体晶片时,热转移板7的温度可以随时间发生与称重室5的温度的偏差,使得温度不一样。该温差可导致半导体晶片的质量测量中的后续误差(如下文更详细地讨论的)。

[0174] 因此,在本发明的实施方案中,提供了温度传感器以测量:当半导体晶片在第一温度改变部件上时或当半导体晶片离开第一温度改变部件时热转移板7的温度或半导体晶片的温度。

[0175] 在图1至图3中,温度传感器8被示出为嵌入在热转移板7中,以便测量热转移板7的温度。然而,该温度传感器也可以提供在热转移板7的表面上。在另一个实施方案中,该温度传感器可以是不与热转移板7直接接触的非接触温度传感器,例如基于IR的温度传感器。

[0176] 图4示出了根据本发明的示例性实施方案的热转移板7的示例的示意图。在图4中,已经在热转移板7上的各个不同位置中提供了许多不同的温度传感器,以示出对热转移板7的温度的测量。具体地,已经在热转移板7内部的不同深度和高度处提供了温度传感器RTD#5至RTD#9。实际上,可以仅提供单个温度传感器。

[0177] 在图4中提供了多个温度传感器以示出温度传感器的位置对温度传感器的温度测量的影响。然而实际上,将仅提供单个温度传感器,或者仅提供少量温度传感器。例如,单个温度传感器可以提供成实际上尽可能靠近半导体晶片的晶片支撑表面。

[0178] 图5示出了随着在测量之前将一系列热半导体晶片顺序地装载到热转移板7上,由温度传感器RTD#5至RTD#9测量的温度随时间的变化。如图5所示,由于热转移板7上的高热负荷,随着将一系列热半导体晶片装载到热转移板7上,热转移板7的温度随时间升高。

[0179] 热转移板7的温度的这种快速升高可能意味着热转移板7的温度与测量室的温度有偏差,从而导致上文所讨论的质量测量的后续误差。在图1的实施方案中,这种偏差以及后续的误差与图2和图3的实施方案相比将更大,这是由于在图1的实施方案中的热转移板7上的热负荷更大。

[0180] 此外,图5中的曲线图示出了,随着半导体晶片被定位在热转移板7上时热转移板的温度改变,并且特别地,当半导体晶片在热转移板7上时,热转移板7的温度出现峰值(peak)或激增,这是由半导体晶片和热转移板7之间的温差引起的。

[0181] 在本发明的一些实施方案中,可以针对每个半导体晶片检测或测量该峰值/激增,并且当半导体晶片到达热转移板7时,该信息可以用于计算半导体晶片的温度。如下文所讨论,然后可以基于所计算的进入晶片的温度来控制装置或单独装置的操作。

[0182] 图6是实验数据的曲线图,其示出了相对于当将其放置在热转移板7上时的半导体晶片的初始温度与在采样时的测量室的温度之间的差值,针对半导体晶片的后续质量测量

中的误差。

[0183] 由图6可知,当将其放置在热转移板7上时半导体晶片的温度与采样时的测量室的温度之间的差值较大时,这可在后续的质量测定中引起显著的误差。这是由于热转移板7上的大热负荷导致热转移板7的温度随时间与测量室的温度发生偏差。

[0184] 图6中的不同虚线表示来自不同半导体晶片的数据。通过在测量室中进行测量之前使半导体晶片通过热转移板7之前将不同的半导体晶片加热或冷却至相对于测量室的温度不同的温度范围来获得数据。

[0185] 图7是与图6相同的半导体晶片的实验数据的曲线图,其示出了在后续的质量误差与在半导体晶片离开热转移板7的时刻热转移板7与称重室5之间的温差之间的关系。

[0186] 从图7可以看出,在后续的质量误差与在半导体晶片离开热转移板7的时刻热转移板7和称重室5之间的温差之间存在相关性。

[0187] 特别地,存在线性(直线)关系。

[0188] 因此,在(例如根据先前执行的实验)已知这种相关性的情况下,有可能根据半导体晶片离开热转移板7的时刻热转移板7和称重室5之间的温差,确定对半导体晶片执行的后续质量测量中的误差。

[0189] 图8是曲线图,其示出了相对于半导体晶片的进入温度与测量室的温度之间的温差,当半导体晶片在热转移板7上时热转移板7的最大温度改变。如图8所示,当半导体晶片在热转移板7上时,热转移板7的最大温度改变与半导体晶片的进入温度和测量室的温度之间的温差相关联(该曲线图中的线是一条直线)。因此,在本发明的实施方案中,当半导体晶片在热转移板7上时,检测或测量到热转移板7的最大温度改变,并且该信息用于通过使用如图8所示的预定关系来确定半导体晶片的进入温度与测量室的温度之间的温差。

[0190] 尽管在以上示例中测量了热转移板7的温度,但是在其他实施方案中,可以直接测量半导体晶片本身的温度。

[0191] 在本发明的一些实施方案中,提供第二温度传感器以测量称重室5的温度。替代地,可以将称重室5的温度精确地控制为特定温度,从而第二温度传感器是不必要的。

[0192] 在一些实施方案中,该装置提供有控制单元,该控制单元将热转移板7(或半导体晶片)的测量温度与称重室5的测量或已知温度进行比较。例如,控制单元可以通过减法计算这些温度之间的差值。

[0193] 基于该比较,控制单元然后可以控制该装置或单独的设备或装置的操作。

[0194] 在第一示例中,在热转移板7的温度与称重室5的温度不同的情况下,或者在温度相差超过预定量的情况下,控制单元可以被配置为提供警报。

[0195] 例如,该装置可以具有在其上显示可见的警报的显示器。替代地,该装置可以具有扬声器,通过该扬声器提供可听的警报。

[0196] 该警报警告设备的操作员质量测量可能是错误的。

[0197] 在第二示例中,控制单元可以被配置为基于该比较来校正半导体晶片的质量测量。特别地,控制单元可以将质量测量误差与热转移板7(或半导体晶片)和称重室5的温度之间的温差之间的预定关系存储在存储器中。因此,通过将在半导体晶片离开热转移板7的时刻热转移板7(或半导体晶片)的温度与称重室5的温度之间的温差输入成预定关系,预期

的质量测量误差可以输出,然后用于校正针对半导体晶片的质量测量。

[0198] 可以基于诸如图7所示的实验数据来确定预定关系,该实验数据通过对在半导体晶片离开热转移板7的时刻,热转移板7(或半导体晶片)的温度与称重室5的温度之间具有不同的差值的半导体晶片执行多次质量测量而获得。例如,预定关系可以是图7中的线性关系的等式,或者替代地,可以是其他特定关系的查找表。

[0199] 以这种方式校正质量测量值意味着可以将比以前可能有的晶片更热的晶片直接传送到热转移板7,因为可以校正由大的温度偏移引起的误差。这意味着在一些实施方案中,该装置可能不需要提供图2和图3的第二热转移板9。这种有源热转移板9是昂贵的部件,因此如果可以省略该部件,则该装置将具有更高的成本效益,同时由于后续测量误差的校正仍保持适当的精度。

[0200] 为了获得最高的精度,可以如图2和图3所示附加地提供第二热转移板9。

[0201] 在提供第二热转移板9的替代实施方案中,在半导体晶片离开热转移板7的时刻,热转移板7(或半导体晶片)与称重室5的温度之间的确定的差值可以用来改变第二热转移板9的操作。例如,在确定第二热转移板9的温度大于称重室5的温度的情况下,可以增加由有源热转移板9提供的冷却量,以便减小热转移板7(或半导体晶片)与称重室5的温度之间的下游温差。

[0202] 附加地,或者替代地,在本发明的实施方案中,可以测量当半导体晶片在热转移板7上时热转移板7的最大温度改变,并且该信息可以代替地用于控制第二热转移板的操作,例如,可以增加由有源热转移板9提供的冷却量,以便减小当将半导体晶片放置在热转移板7上时热转移板7的后续温度改变。

[0203] 当然,以上讨论的选项不是相互排斥的,并且可以以任何顺序组合。例如,控制单元可以被配置为校正半导体晶片的质量测量并控制第二热转移板的操作,或者提供警报并控制第二热转移板的操作,或者提供警报并校正针对半导体晶片的质量测量等。

[0204] 如上所述,该装置可以包括真空夹持机构,以将半导体晶片真空夹持到热转移板7,从而确保热接触。但是,弯曲严重的晶片将不能适当地夹持在热转移板7上,因此不能在规定时间内与热转移板7达到热平衡。

[0205] 因此,可以提供传感器或其他检测装置/设备/单元,以检测半导体晶片到热转移板7的不完全真空夹持。在检测到不完全真空夹持并且正在测量热转移板7的温度的情况下,则无法确定质量测量中的误差,因为半导体晶片的温度是未知的。因此,当检测到不完全的真空夹持时,该装置可以被配置为不校正质量测量,而是发出警报。

[0206] 该装置可以被配置为在检测到不完全的真空夹持时执行操作,例如生成警报。

[0207] 当然,在本发明的其他实施方案中,可以提供其他类型的温度改变部件来代替上文所讨论的实施方案的热转移板。

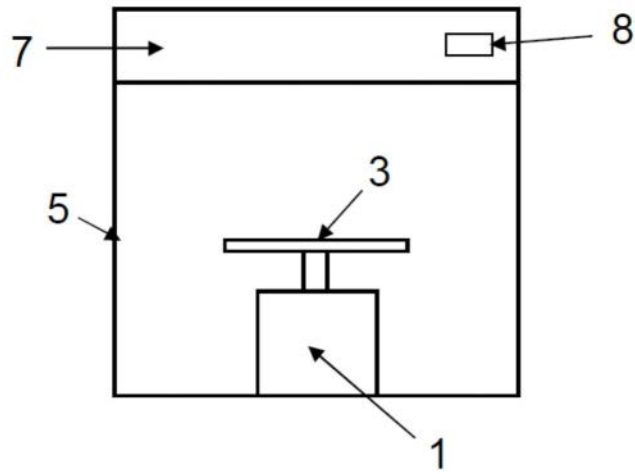


图1

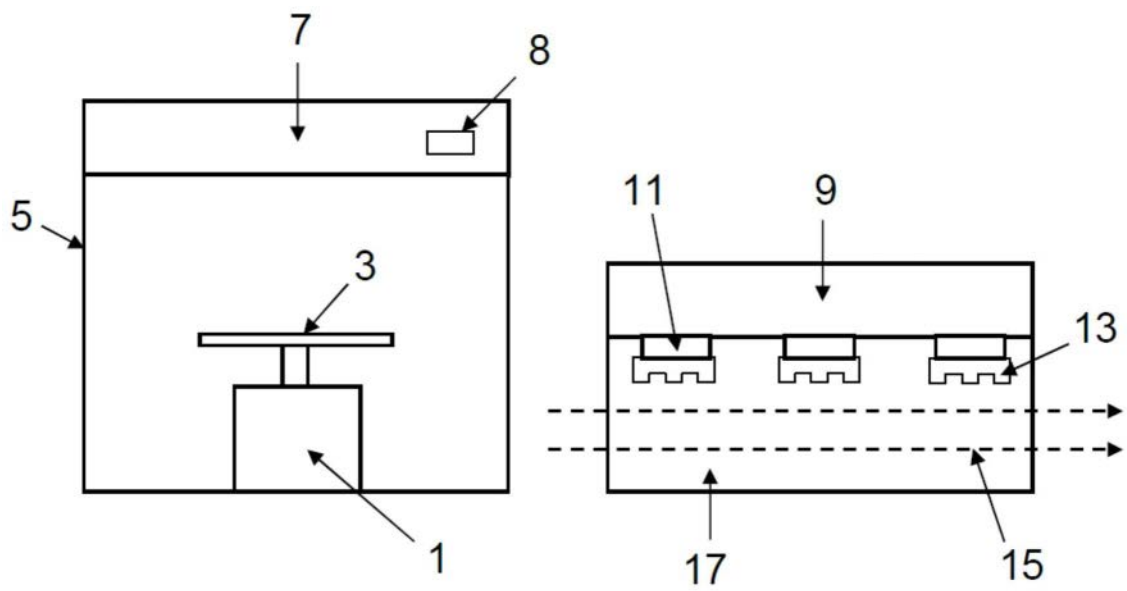


图2

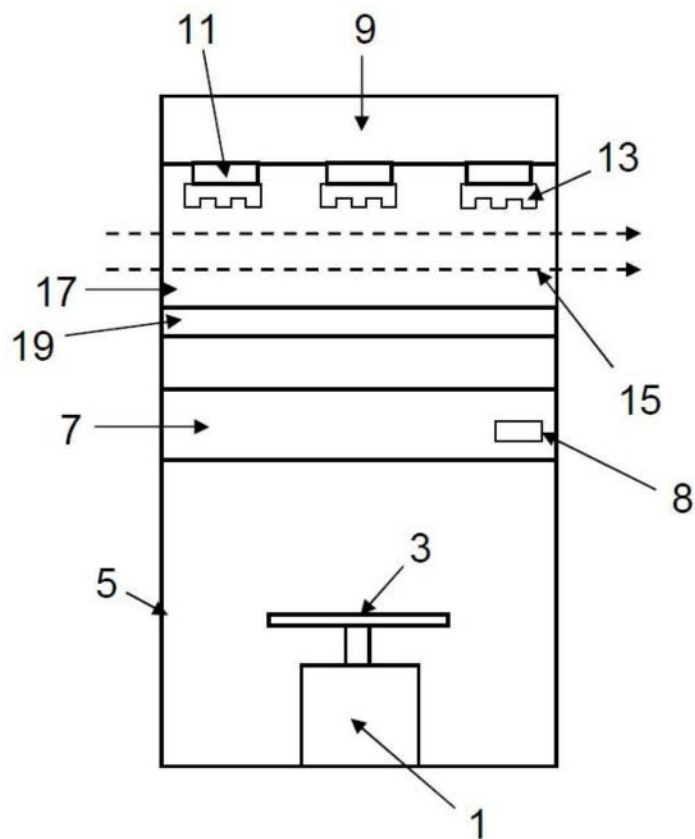


图3

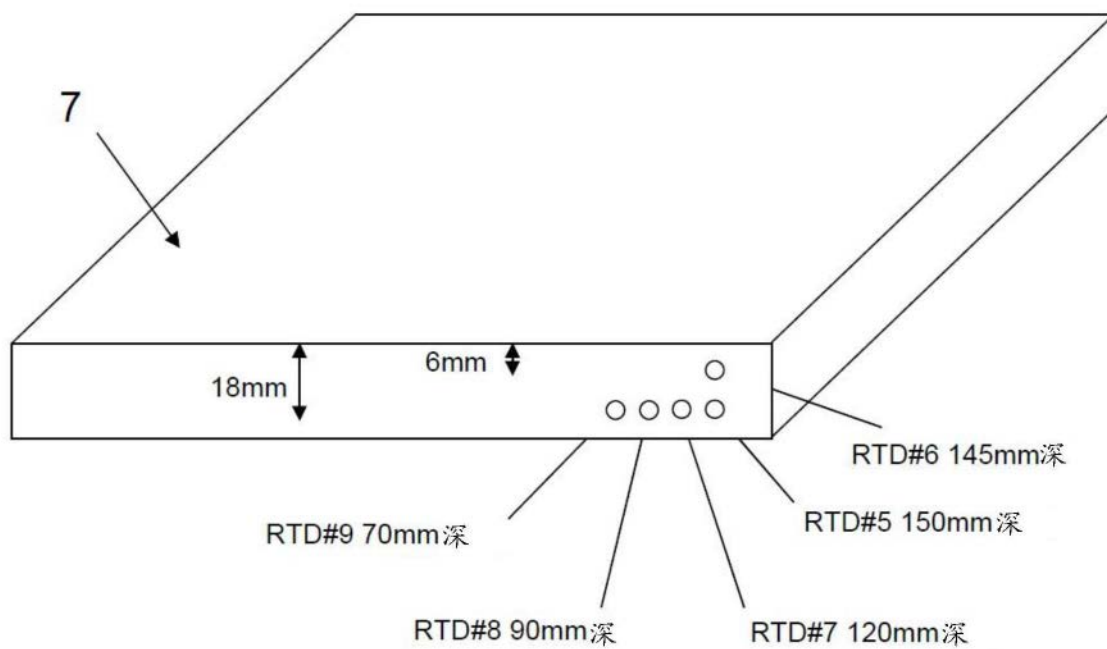


图4

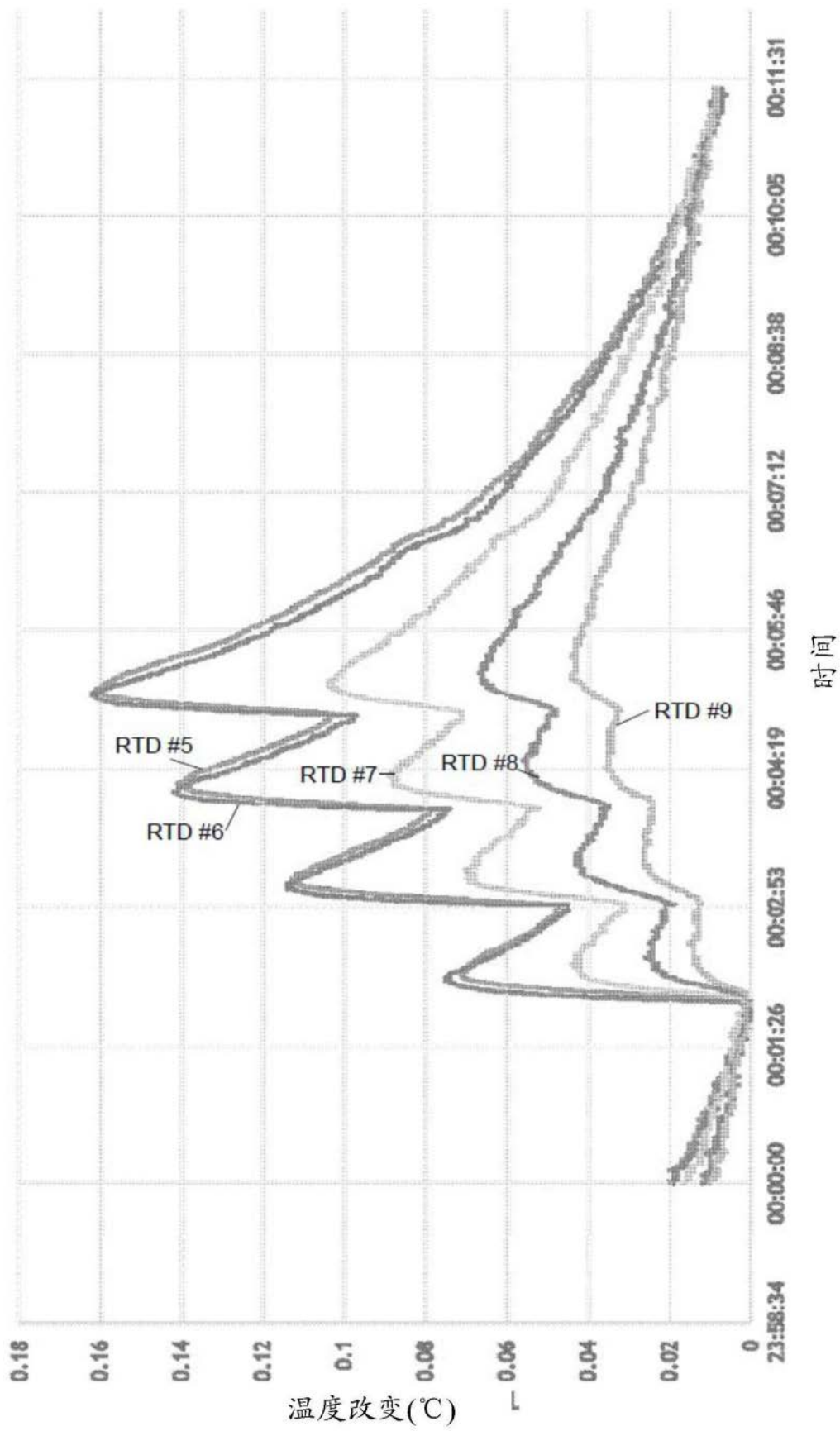


图5

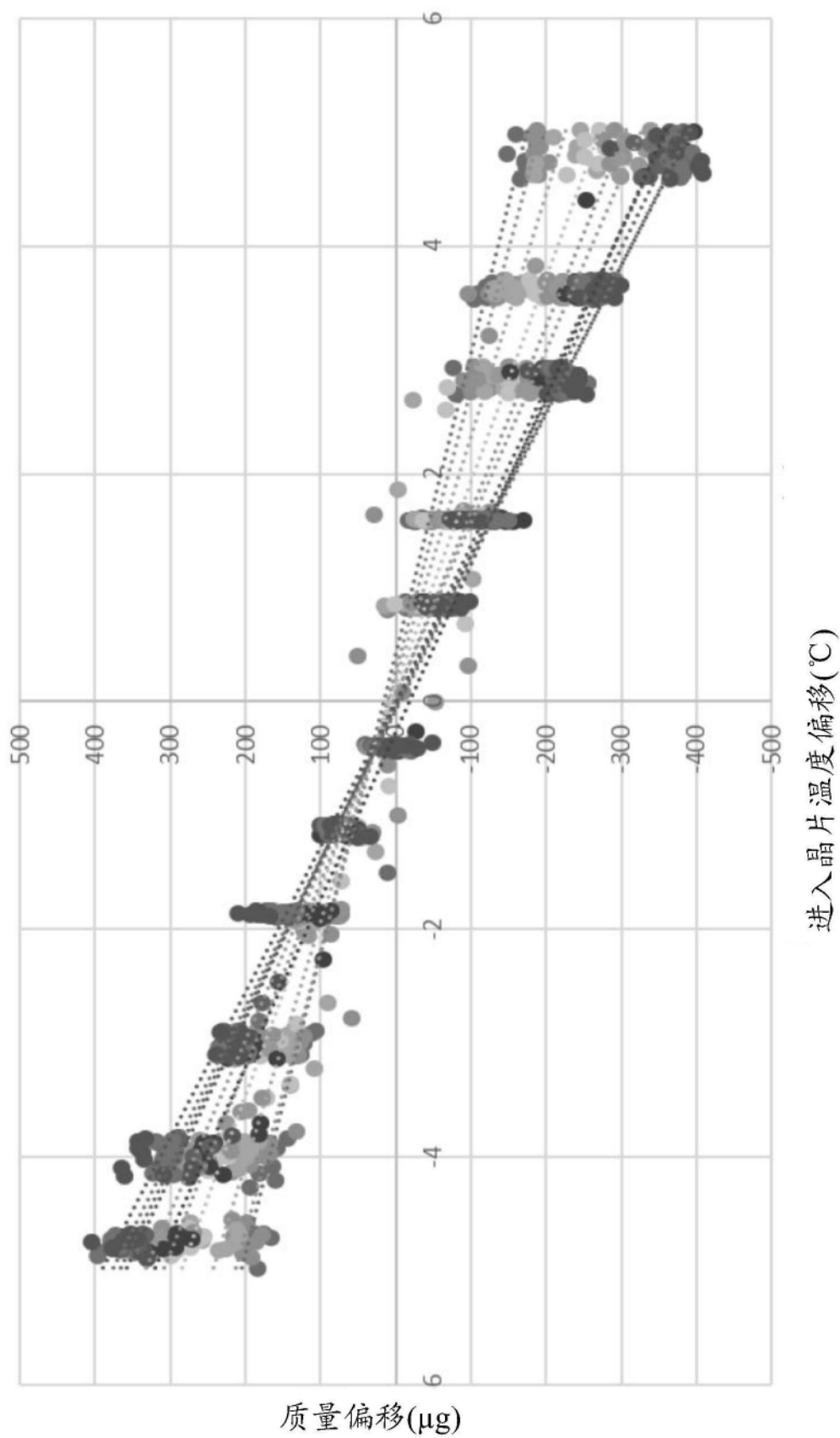


图6

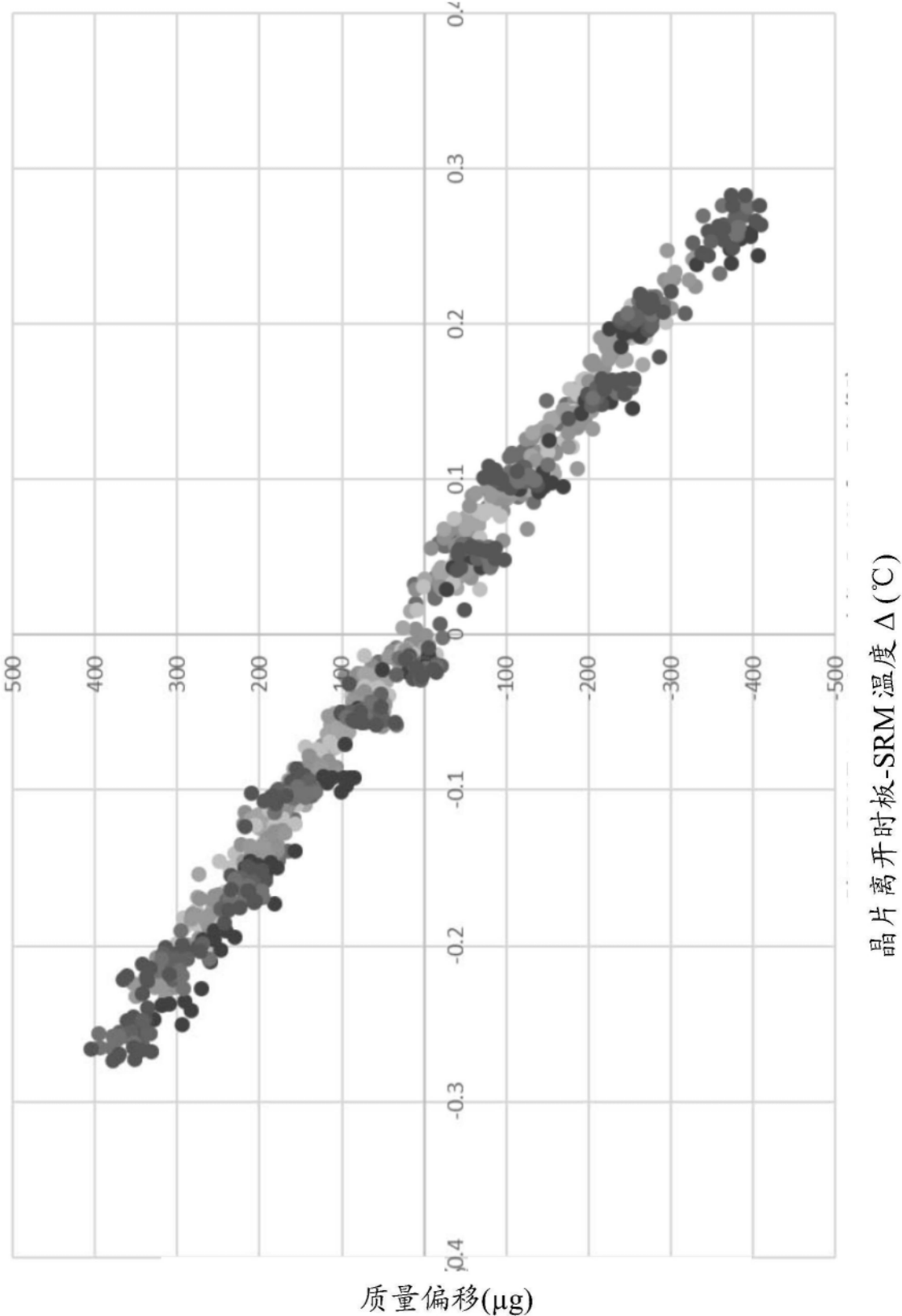


图7



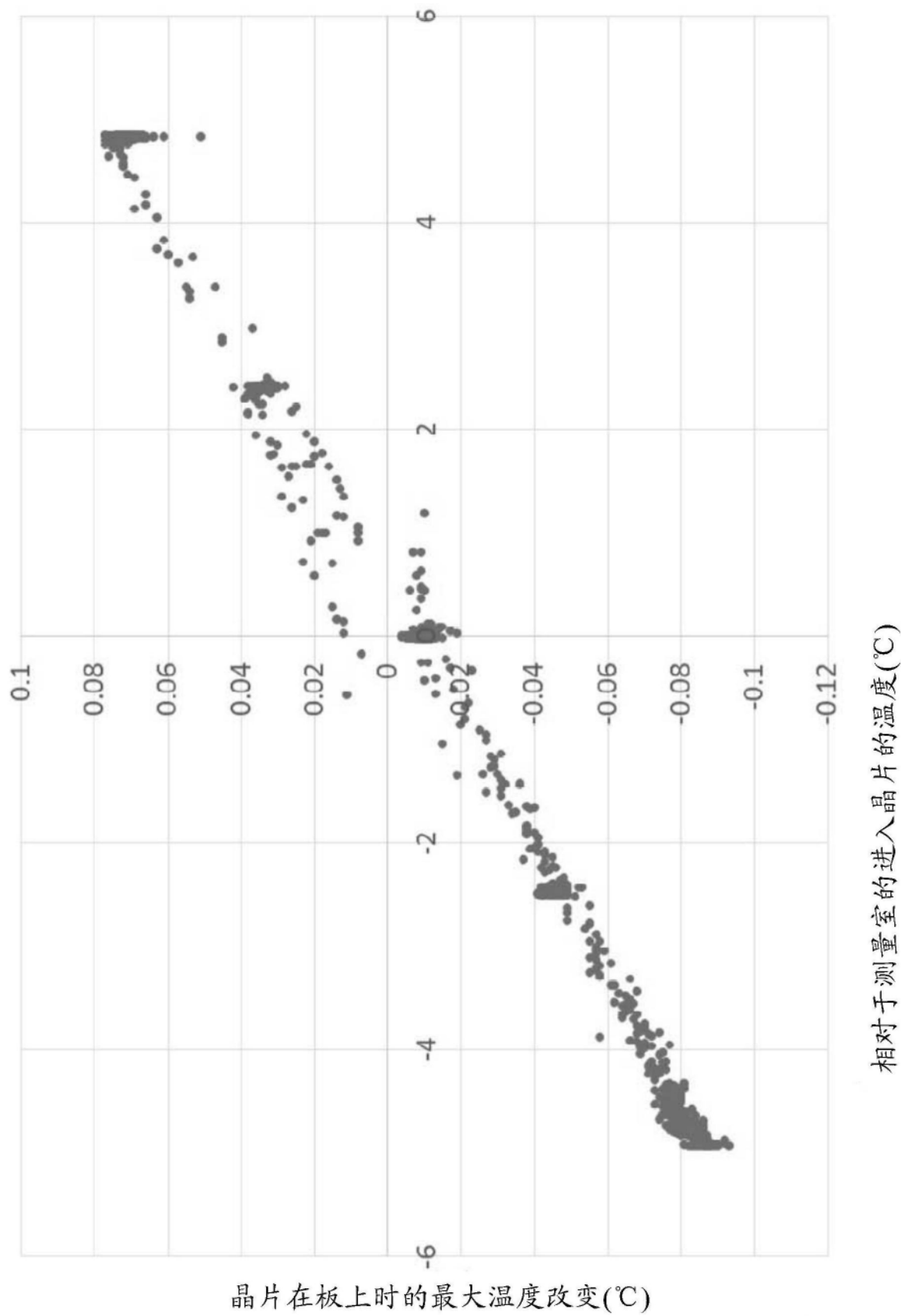


图8