



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01819511.3

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1309524C

[22] 申请日 2001.8.8 [21] 申请号 01819511.3

[30] 优先权

[32] 2000. 9. 27 [33] US [31] 09/671,527

[86] 国际申请 PCT/US2001/024794 2001. 8. 8

[87] 国际公布 WO2002/026435 英 2002. 4. 4

[85] 进入国家阶段日期 2003. 5. 26

[73] 专利权人 埃姆科尔股份有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 Y·博古斯拉夫斯基 A·古拉瑞

A·N·帕特尔 J·C·拉蒙

[56] 参考文献

CN1249531A 2000. 4. 5

CN1204938A 1999. 1. 13

US5061084 1991. 10. 29

WO9959196A1 1999. 11. 18

审查员 孙 锐

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张政权

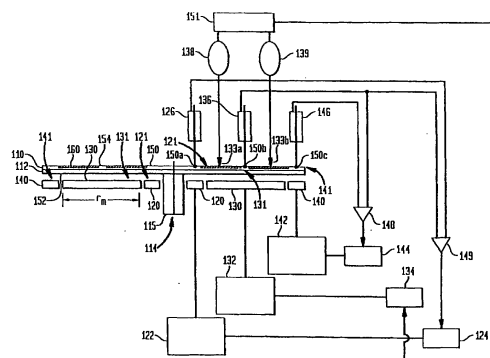
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

控制衬底温度均匀性的装置和方法

[57] 摘要

提供一种装置和方法，该装置和方法用于在化学气相沉积反应室内提供充分均匀的衬底温度。该方法和装置利用一个基架(110)固定反应室内的衬底(160)，以及将多个加温元件(120, 130, 140)安置成能加热该基架和衬底。衬底高温计(138, 139)测量衬底的温度以提供一个表示加工温度的信号。该信号用在反馈回路(151, 134, 132)中，控制一个或多个加温元件。提供至少两个对准在基架不同区域的基架高温计(126, 136, 146)。比较来自基架高温计的信号以提供一个不均匀温度的指示。该指示用于一个单独的反馈回路(149, 124, 122)内，调整其他的加温元件，以保持基架上温度的均匀性。



1、一种用于控制化学气相沉积反应室内的衬底加热的装置，其特征在于，包括：  
一个基架，用于在反应室内固定至少一个衬底，所述基架包括第一区域和第二区域；  
第一个或第二个加温元件，其被设置为能加热所述基架和所述至少一个衬底，所述第一个加温元件被安置能优先加热所述的第一区域；

至少一个衬底高温计，用于通过测量来自所述一个或多个衬底中的至少一个衬底的热辐射，测量一个加工温度；以及

第一个基架高温计，提供第一区域信号，表示来自所述基架第一区域的热辐射；和  
第二个基架高温计，提供第二区域信号，表示来自所述基架第二区域的热辐射。

2、如权利要求1中的所述装置，其特征在于，还包括与所述的第一和第二基架高温计连接的第一个比较器，所述的第一个比较器设置成能提供第一差分信号，表示所述第一和第二区域信号间的差别，还包括一个或多个控制器，其被构建或安置为至少部分地依据所述的加工温度来控制所述第二个加温元件的工作，并且至少部分地依据所述的第一个差分信号来控制所述第一个加温元件的工作。

3、如权利要求1中的所述装置，其特征在于，所述至少一个衬底高温计包括一个发射率补偿高温计，并且所述基架高温计包括非发射率补偿高温计。

4、如权利要求3中的所述装置，其特征在于，所述基架有一个中心轴，所述第一和第二区域被设置在离所述中心轴不同的径向距离处。

5、如权利要求4中的所述装置，其特征在于，所述的第一区域径向地放置在所述的第二区域的内侧，所述基架还含有第三区域，径向地放置在所述第二区域的外侧，该装置还包括：第三个基架高温计，提供第三区域信号，所述表示来自所述基架的第三区域的热辐射；以及第二个比较器，连接到所述第二和第三基架高温计，所述的第二比较器安置成能提供第二个差分信号，表示所述第二和第三区域信号之间的差别，所述的一个或多个控制器用于至少部分依据所述第二个差分信号，控制所述的第三个加温元件。

6、如权利要求 5 中的所述装置，其特征在于，所述的加温元件被径向地隔开。

7、如权利要求 5 中的所述装置，其特征在于，还包括一个旋转驱动器，使所述基架绕所述的轴旋转。

8、如权利要求 5 中的所述装置，其特征在于，还包括：第一个电源，用于给所述第一个加温元件提供功率；第二电源，用于给所述第二个加温元件提供功率；第三电源，用于给所述第三个加温元件提供功率；所述一个或多个控制器控制所述电源的工作。

9、如权利要求 2 中的所述装置，其特征在于，所述一个或多个控制器包括：第一个控制器，响应所述第一个差分信号而不是响应所述加工温度，控制所述第一个加温元件；和第二个控制器，响应所述加工温度而不是响应所述第一差分信号，控制所述的第二个加温元件。

10、一种用于控制化学气相沉积反应室内衬底加热的装置，其特征在于，包括：  
一个基架，用于在反应室内固定至少一个衬底，所述基架包括第一区域和第二区域；  
加热所述基架的装置；

测量加工温度的装置，通过测量所述一个或多个衬底中至少一个衬底的温度，来测量所述加工温度；

用于提供第一区域信号和第二区域信号的装置，所述第一区信号表示与所述基架的所述第一区域温度相关的一个参数，所述第二区域信号表示与所述基架的所述第二区域温度相关的一个参数；以及

控制所述加热装置的装置，以致至少部分依据所述测得的加工温度与一个加工设置温度的比较，将所述加工温度保持在一个目标温度上，以及至少部分依据所述区域信号的比较，保持所述基架的所述区域间的温度的均匀性。

11、一种控制化学气相沉积装置内的衬底温度的方法，其特征在于，包括：  
提供一个基架，用于支撑所述化学气相沉积装置内的所述衬底；

加热所述基架和所述衬底；  
测量所述衬底的所述温度；  
从所述基架的至少两个区域分别获得与基架温度有关的参数指示；  
比较来自所述至少两个区域的所述参数指示，以获得一个差分信号；以及  
响应所述测得的温度和所述差分信号调整传送到所述区域的热量，以将所述测得的温度保持在加工设置温度，并将所述差分信号保持在一个预选电平。

12、如权利要求 11 的所述方法，其特征在于，所述预选电平实际上等于零。

13、如权利要求 12 的所述方法，其特征在于，所述至少一个衬底含有一个定向反射面，并且测量所述衬底温度的所述步骤包括使用一个发射率补偿高温计。

14、如权利要求 13 的所述方法，其特征在于，得到所述参数的所述指示的所述步骤包括使用至少一个非发射率补偿高温计。

15、如权利要求 14 的所述方法，其特征在于，得到所述参数的所述指示的所述步骤包括使用至少两个非发射率补偿高温计。

16、如权利要求 15 的所述方法，其特征在于，所述的基架含有一个漫反射表面。

17、一种化学气相沉积装置内的一片或多片半导体晶片的热处理的方法，其特征在于，包括：

提供一个基架，支撑所述化学气相沉积装置内的所述的一片或多片半导体晶片；  
将所述基架上的所述一片或多片半导体晶片加热到某一目标加工温度；  
用一个发射率补偿高温计测量所述半导体晶片的温度；  
提供一个差分信号，所述差分信号与所述基架上的至少两个区域间的温度差有关；  
以及  
至少部分依据所述差分信号，调整所述基架的至少两个区域中一个区域内的温度。

---

18、如权利要求 17 中的所述方法，其特征在于，所述提供一个差分信号的步骤包括用一个或多个非发射率补偿高温计来检测来自所述基架的热幅射。

## 控制衬底温度均匀性的装置和方法

### 技术领域

本发明涉及衬底温度的测量和控制，本发明特别涉及到在衬底上沉积一层涂层时，控制衬底温度均匀性的一种装置和方法。

### 背景技术

各种行业使用不同的方法在固体衬底上形成一层薄层或薄膜。例如，半导体装置的生产使用化学汽相沉积技术或其他沉积技术在衬底上沉积各种材料。在半导体装置生产过程中，加热的衬底（例如平面硅或砷化镓晶片或者其他的合适的材料），暴露于能与之起反应的气体中，在晶片表面沉积所需要的材料。通常，沉积的材料形成取向附生膜，该附生膜复制了底层晶片的晶体点阵结构。

因此，众所周知，这些涂层的晶片再进行处理，制成半导体装置，比如激光器，晶体管，发光二极管，和各种其他的装置。例如，在发光二极管制作过程中，沉积晶片上的薄膜层形成二极管的有源元件。沉积的薄膜层的厚度、成分和质量决定了所生产的半导体装置的特性。因而，沉积处理必须能够在每片晶片的前表面上沉积成分和厚度均匀的薄膜。随着大直径晶片的使用，以及能同时在几片晶片沉积涂层的装置的使用，这种一致性的要求变得日益迫切。

在一个典型的现有技术的沉积装置中，如图1所示，晶片10安装在晶片基架12内，将晶片基架12依次安装在基座14上。基座14可以安装在旋转支撑轴16上，该旋转支撑轴使晶片基架旋转。通常，基座14，晶片基架12和晶片10放置在一个封闭处理的反应堆18内。加热装置20对称地放置在基座14下面，给基座加热，这使得晶片基架12和安装在上面的晶片10也受热。晶片基架12的旋转是用来提高沉积区温度的均匀性，以及在沉积区上的原材料气体或蒸汽的均匀性。正如技术中知道的，把反应物放进反应室内，然后在晶片表面上沉积一层薄膜。

传统的晶片基架（如图2所示的晶片基架12）包括在其表面上的多个圆柱形晶片

盒 22 用以固定这些晶片，因为在镀膜处理时，该晶片基架会旋转。一般地，这些晶片基架还包括一个环形的法兰 24，用以举起晶片基架并将其运进或运出反应室。在晶片基架的下表面，还包括一个环形壁 26，用于将晶片基架定位并固定在基座的中心位置，因为镀膜处理时，当该装置要旋转，并用于在基座的上表面和晶片基架的下表面之间形成一层间隙 28，该隙消除由晶片基架和基座之间的接触点产生晶片基架的局部加热，并因此提高了从基座到晶片基架的热量传送的均匀性。

以一种可重复的、准确的和不依赖处理条件的方法准确地测量和控制晶片的温度，是很重要的。同时，保持正在镀膜的晶片表面和每片晶片表面上某一均匀的温度，也是很重要的。目标加工温度的偏差和晶片温度仅几摄氏度的不均匀性，也会导致由这些晶片制成的装置有缺陷，而导致最终品的不合格。处理过程中，通常用高温计测量晶片表面的温度。高温计是一种非接触式的测量装置，检测晶片表面的热辐射。

用高温计进行温度测量的精确度很大程度上取决于被测量体表面的光学特性，特别是发射率。发射率是一个在相同温度下比较来自实际表面的热辐射和来自“黑体”或理想的辐射体的热辐射的参数。用一个黑体辐射源对高温计进行校准。半导体晶片的发射率值取决于沉积在半导体晶片上的材料、衬底掺杂、表面粗糙度和晶片温度。发射率也取决于晶片表面上薄膜的厚度，并且该发射率值在镀膜处理中还会改变。因此，半导体晶片温度的测量希望包括使用发射率补偿高温计，设计成能用于克服由晶片发射率改变引起的测量误差。

需要一种系统，能在晶片表面上提供更加均匀的温度分布，以致在每片晶片的整个表面上能沉积一屋更均匀的涂层。

### **发明内容**

本发明提供用于控制衬底加热的方法和装置。本发明的一个方面包括用于给化学汽相沉积反应室内的衬底加热的装置。该装置包括一个基架，用于在反应室内固定至少一个衬底，而该基架包括第一区域和第二区域。基架通常有一个中心轴，而第一和第二区域只是在基架上离中心轴的不同径向距离沉积的区域。可以提供一个旋转驱动器，使基架绕中心轴转动。

这些装置也希望包括第一个和第二个加温元件，安置成能给基架和至少一个的衬底加热。较佳地安置第一个加温元件优先给第一区域加热，也就是，主要给基架的第一区域提供热量。这些装置最好还包括至少一个衬底高温计，能直接在衬底表面测量加工温度。衬底高温计希望是发射率补偿高温计，如此，加工温度测量表示不依赖于衬底发射率的衬底温度。这些装置希望更进一步包括至少两个基架高温计，每个这种基架高温计与基架表面的一个区域相联系。至少两个基架高温计较佳地是非发射率补偿高温计。每个基架高温计用来提供一个区域信号，表示来自基架相联区域的热辐射。

该装置最佳地包括一个与第一个和第二个基架高温计连接的第一比较器。安置该第一比较器，以提供第一个差分信号，表示第一和第二区域信号之间的差别。最佳地，一个或多个控制器构造并安置成能至少部分依据加工温度，控制第二个加温元件的工作。控制器也可以至少部分依据第一差分信号，控制第一个加温元件的工作。

最佳地，一个或多个控制器能提供单独的反馈回路，如此，依据加工温度而不管差分信号，来控制第二个加温元件，但是第一个加温元件是依据差分信号而不管加工温度来控制的。通常在处理期间，不知道基架表面的发射率，并且该发射率会改变。因为基架表面通常具有漫反射系数，一个发射率补偿高温计不能用于校正该基架的发射率。因此，来自基架高温计的区域信号不能正常地提供基架温度的准确测量。但是，因为在基架的两个区域内，基架表面的发射率通常是相同的，由比较器提供的差分信号表示两个区域之间的温度差。通过最小化该差分信号，该系统能保证跨过基架两个区域的温度均匀性，进而提高衬底的温度均匀性。

可以使用不止两个区域。例如，第一区域可以径向地放置在第二区域的内侧，而且基架可以有第三区域，径向地放置在第二区域的外侧。这些装置可以包括第三个基架高温计，用来提供第三区域的信号，表示来自基架第三区域的热辐射。可安置第二比较器，以提供第二差分信号，表示第二个和第三区域信号之间的差别。一个或多个控制器用于至少部分依据第二差分信号，控制第三个加温元件。

本发明的另一个方面包括一种控制化学气相沉积装置内的衬底温度的方法。依据本发明这个方面的方法希望包括提供一个基架，用于支撑在化学气相沉积装置内的衬底。至少一个加温元件用于把衬底和基架加热到一个加工设置温度。根据本发明的一个方面，较佳地使用一个发射率补偿高温计测量衬底的温度。从基架上的至少两个区



域获得一个与基架温度有关的参数的指示。例如，某参数的指示可以表示来自两个区域的热辐射强度，由非发射率补偿高温计测得。在至少两个区域内的这种参数的指示进行相互比较，以获得与两个区域间的温度差别有关的一个差分信号。对传送到基架的区域中至少一个区域的热量进行调整，例如，通过对输入到一个或多个加温元件的功率进行调整，直到差分信号到达一个预选电平。通常，这个预选电平实际上等于零，因此这两个区域会保持在相同的温度。

本发明另外的特征和优点将会在以下的描述中阐明。应当认为前面所述的大体描述和下列的详细描述是示范性的，并且打算提供如权利要求所述的更深入的说明。

### **附图说明**

图 1 是现有技术的镀膜装置的示意性前视横截面图；

图 2 是现有技术晶片基架的示意性前视横截面图，显示了安装在晶片基架上面的晶片，一个基座，一个用于支撑基座的支撑轴和一种用于加热其座的传统加热装置；

图 3 是本发明装置的一个实施例的原理和前视横截面图；

图 4 是图 1 实施例中所用的晶片基架的顶视平面图；及

图 5 是实验所得数据的图解表示，显示了晶片温度均匀性和基架温度均匀性之间的关系。

### **具体实施方式**

现在，将详细参考本发明较佳实施例，其中的一个例子在附图中阐明。图 3 示出本发明装置的一个较佳实施例。如所示的，按一种组合关系将衬底基架 110 固定在基座 112 上，基座 112 安装在主轴 114 上，绕中心轴 115 旋转。

衬底基架 110 可以由耐熔材料制成，例如钼，石墨或涂了一层石墨的碳化硅，该衬底基架 110 一般为盘式实体，具有上表面 150 和下表面 152。上表面 150 通常

按一个平面延伸，并包括多个圆柱形的腔体或晶片盒（pocket）154，每个晶片盒的大小都足以放得下衬底 160。现在参考图 4，所示的衬底基架 110 包括十六个腔体或晶片盒 154，总共容纳 16 个衬底 160，这些晶片盒或许是，例如，半导体晶片。晶片盒 154 的位置是这样安置的，4 个晶片盒 154a 安置在邻近轴 115 的内圈，10 个晶片盒 154b 安置在环绕着内圈的外圈上。然而，应该认为基架可以设计成能够容纳少至一个，多至四十或更多个衬底。

第一个加温元件 120 被放置在基架的第一个或径向内环带 121 的下面，因此，来自第一个加温元件的热量优先直接传给基架的内环带。也就是说，内侧加温元件 120 提供的热量集中在基架的内环带 121 上，尽管内侧加温元件发出的热量也将某种程度地影响基架其他环带的温度。第二个或中间加温元件 130 被安装在第二个或中间环带 131 的下面，该中间环带 131 位于区域 121 径向外侧，因此，加温元件 130 优先给中间环带加热。相似地，第三个或外侧加温元件 140 较佳地安置在基架第三个或外环带 141 的下面，该外环带位于区域 131 径向的外侧，因此，加温元件 140 优先加热外环带。

加温元件 120，130 和 140 较佳地相对于轴 115 对称。这些加温元件可以是传统的电阻加热器。中间的加温元件 130 的功率希望比其他的加温元件更大。同样地，中间加温元件的径向跨度  $r_m$  希望比其他加温元件的相应的尺寸大。加温元件 120 与第一个或内侧电源 122 连在一起，内侧电源 122 依次与第一个或内侧控制器 124 连接，因此，控制器 124 能够调整由电源 122 提供的功率，并从而调整由元件 120 发出的热量。相似地，加温元件 130 与第二个或中间电源 132 连接，该电源依次与第二个或中间控制器连接。外侧加温元件 140 与第三个或外侧电源 142 连接，该外侧电源 142 依次与第三个或外侧控制器 144 连接。

这些装置还包括第一个或内侧基架高温计 126，第二个或中间基架高温计 136 和第三个或外侧基架高温计 146。这些基架高温计是非发射率补偿高温计。因此，每个基架高温计提供一个信号，表示碰撞到高温计上的热辐射。安置基架高温计 126，以接收来自焦点 150a 的热辐射，焦点 150a 位于相对于反应室的一个固定位置。该焦点落在基架 110 的上表面 150 上，在基架的第一个或内环带 121 内。如参考图 4 最能理解的，基架 110 绕轴 115 的旋转将使得焦点 150a 在基架的上表面上，内环带 121 内掠过一条轨迹 153a。轨迹 153a 与轴 115 同心，并且位于晶片盒 150a 的内圈

之内。因此，不管基架的旋转位置，焦点 150a 将始终落在基架的上表面，而不是落在晶片盒之内所容纳的衬底上。所以，内侧基架高温计 126 提供一个信号，这里称为第一个或内环带信号，表示从内环带 121 内的基架上表面 150 发出的热辐射。

第二个或中间基架高温计 136 接收来自焦点 150b 的热辐射，此焦点在中间环带 131 上，晶片盒 154a 的内圈与晶片盒 154b 的外圈之间，掠过一条轨迹 153b。因此，第二个高温计 136 提供第二区域信号，表示在第二个或中间环带 131 上的基架上表面发出的热辐射。同样的，第三个或外侧高温计 146 探测来自焦点 150c 的热辐射，该焦点在第三个或外环带 141 上，外部晶片盒 154b 的外侧的外部表面掠过。因此，高温计 146 提供第三区域信号，表示由基架第三个或外环带发出的热辐射。

由基架高温计 126, 136 和 146 提供的区域信号并不能准确地表现不同区域上基架的实际温度。来自基架每个区域的热辐射是基架表面发射率的一个函数，也是温度的函数。基架由未知发射率的材料制成，由于基架表面上可以沉积各种材料，其发射率随每次使用沉积装置而变化。此外，基架表面的发射率随温度变化而变化。然而，在基架整个上表面，基架的发射率和温度之间的关系实际上是相同的。因此，如果基架表面上的两个区域发出相同强度的热辐射，那么他们的温度是相同的。此外，至少在化学气相沉积中所用的温度的范围内，发出的热辐射强度仅随温度的变化而变化。因此，如果基架表面的第一部分发射的热辐射强度高于该表面的第二部分，第一部分的温度就高一些。所以，当由基架高温计提供的区域信号不能提供各个区域的绝对温度测量，这些信号包括一个与温度有关的参数指示---来自基架表面的热辐射。

第一个或内侧基架高温计 126 和第二个或中间基架高温计 136 的信号输出连接到第一个比较器 149 的输入接头，该比较器在它的输出端提供第一个差分信号。该第一个差分信号表示来自高温计 126 的第一区域信号和来自高温计 136 的第二区域信号之间的差别。第一差分信号的大小与区域信号之间差值的大小成比例，然而，第一差分信号的符号表示那一个区域信号大一些。第一个比较器 149 的输出连接到第一个或内侧控制器 124，以使将第一差分信号提供给第一个控制器。第二个或中间的基架高温计 136 和第三个或外侧基架高温计 146 的信号输出连接到第二个比较器 148 的输入接头，以便第二个比较器能提供第二个差分信号，表示来自高温计 146 的第三或外环带信号和来自高温计 136 的第二或中间环带信号之间的差别。第二个

比较器的输出连接到第三个或外侧控制器 144 的输入。

这些装置还包括两个衬底高温计 138 和 139，他们是发射率补偿高温计。术语“发射率补偿高温计”指的是一种传统仪器。安置该仪器以测量物体的热辐射，并也可安置该仪器以测量有关物体发射率的一个物体参数。因此，该仪器提供一个能高精度表示物体的温度的信号，而不管该物体发射率的变化。例如，除测量由物体发出的热辐射的传统元件之外，一个发射率补偿高温计可以包括一个瞄准需测量物体的幅射-发射元件，如激光器，和一个探测器，用于测定被物体反射的来自激光器的热辐射的比例。典型的发射率高温计仅为具有镜反射率的物体提供准确温度读数。

安置衬底高温计 138，以监视焦点 133a 处的温度。因为基架绕轴 115 旋转，这个焦点在基架 110 的上表面，掠过一条轨迹 135a，该轨迹横截晶片盒 154a。因此，当焦点 133a 对准一个晶片盒的时候，如图 4 中所示，高温计测量放置在晶片盒内的衬底 160 的温度。衬底通常含有带有镜反射率的表面，并能够准确地测量衬底表面的发射率和温度。在基架其他的旋转位置上，焦点 133a 本身对准晶片盒之间的基架表面。因为基架表面有漫反射系数，高温计 138 不能准确地测量基架表面的温度。较佳地，高温计 138 在这些旋转位置内暂时无效，以便它提供一个只能表示衬底 160 温度的信号。例如，该装置可以包括检测基架和/或主轴 114 的旋转位置的装置（未示出），并且在焦点 133 a 对准晶片盒 154a 间的那些旋转位置上，即刻中断来自高温计的输出信号。

其它的衬底高温计 139 测量焦点 133b 处的温度，该焦点掠过一条轨迹 135b，该条轨迹横截晶片盒 154b。高温计 139 按与高温计 138 相同的方式运行，但是高温计 139 提供一个表示安装在晶片盒 154b 内的衬底 160 的温度信号。

衬底高温计 138 和 139 连接到信号处理电路 159，该电路安置成能均匀来自这些高温计的信号，以提供一个表示衬底平均温度的信号。衬底平均温度也常称作加工温度。信号处理电路 159 的输出连接到第二个或中间控制器 134 的输入。

运行过程中，在依据本发明一个实施例的一种方法内，晶片基架 110 装载衬底 160。第二个或中间控制器 134 把由信号处理电路 159 传送的衬底平均温度或加工温度与一个加工设置温度进行比较，得到一个错误信号，并且给第二个或中间电源 132

提供一个校正信号。控制器的转移函数希望是一个比例积分微分，或“PID”控制函数，在此函数中，校正信号包括：与错误信号成比例的项，与错误信号超时的整数成比例的项和与错误信号的一阶导数成比例的项。因此，如果加工设置温度和平均加工温度之间存在差值，中间控制器 134 调整由中间电源 132 提供的功率。例如，如果加工温度低于加工设置温度，控制器 134 会发信号通知电源 132 增加传送给加温元件 130 的功率，直到加工温度约等于加工设置温度为止。

第三个或外侧控制器 144 对来自比较器 148 的第二个差分信号与表示所需差分信号的预选电平进行比较。通常，在希望将基架的第三个或外环带 131 与第二个或中间环带 121 保持相同温度的地方，这个预选电平为零。第三个或外侧控制器提供一个控制信号，希望使用一个类似于如上面所讨论的 PID 转移函数。该控制信号使第三个或外侧电源 142 增加或降低传送给外侧加温元件 140 的功率。

例如，如果来自比较器 148 的第二差分信号的符号表示外侧基架高温计 146 检测的热辐射比中间基架高温计 136 检测的多，那么表示基架的第三或外环带 141 的温度比第二或中间环带更热，第三个或外侧控制器 144 会发信号通知外侧电源 142 减少传送给外侧加温元件 140 的功率，直到差分信号达到预选电平为止。假设预选电平为零，达到这个电平表示来自第二个或中间基架高温计 136 的区域信号和来自第三个或外侧基架高温计 146 的区域信号完全相等，并因此表示基架的区域 131 和 141 的温度相同。当然，如果来自比较器 148 的差分信号最初表示第三个或外侧高温计 146 检测的热辐射少于第二个或中间的高温计 136 检测到的热辐射，控制器 144 会发信号通知电源 142 增加传送给第三个或外侧加温元件 142 的功率，从而增加传送到区域 141 的热量。

第一个或内侧控制器 124 的工作方式实际与第三个或外侧控制器 144 相同，只是控制器 124 响应来自比较器 149 的第一差分信号，并控制电源 122 以控制由第一个或内侧加温元件 120 产生的热量，并从而控制传送到第一个或内环带 121 的热量。因此，希望使用如上所述的 PID 转移函数，控制器 124 将来自比较器 149 的第一差分信号与预选电平进行比较，通常这个预选电平为零，依据这种比较产生一个错误信号，并依据该错误信号产生一个控制信号。该控制信号施加到第一个或内侧电源 122。如果来自中间基架高温计 136 和内侧基架高温计 126 的区域信号不同，那么来自比较器 149 的第一差分信号会使内侧控制器 124 改变提供给内侧加温元件 120 的

功率，直到来自内侧基架高温计 126 和中间基架高温计 136 的区域信号之间的差别减小到预选电平，通常这个电平为零，表示这两个高温计得到完全相等的热辐射，并因此第一个或内环带的温度与第二个或外环带的温度实际上相等。正如此处所用的，实际相等意味着在衬底表面的两个位置上的热辐射的差别小于约 2%，较佳地应小于约 1%，更佳地应小于约 0.5%。

这样，上述的装置和方法通过使用发射率补偿衬底高温计直接测量其衬底温度，提供实际的衬底（晶片）温度的精确调整，而且通过使用测量来自基架的热辐射，保持基架上温度的均匀性，尽管基架有漫反射的表面，这使它不能实际获得发射率补偿的测量值，并从而使它不能实际获得基架的准确温度测量值。

实验表明，通过维持基架径向上的实际基架温度的均匀性，而维持保持加工温度，导致衬底表面上较好的温度均匀性。

图 5 是一种图解表示法，显示晶片和基架温度均匀性之间关系。Y 轴表示温度，单位是摄氏度，X 轴表示在衬底表面上的径向距离，以任意单位表示。实验显示，当外侧基架高温计读数高于内侧高温计读数时，如图 5 中上面的曲线所示，横过晶片表面上的温度变化可以大于  $7.5^{\circ}\text{C}$ 。当根据本发明的较佳实施例调整基架的温度时，使内侧基架高温计的温度指示值与外侧基架高温计的温度指示值相等时，跨过晶片表面的温度差别约小于  $5^{\circ}\text{C}$ 。

可以认为，本发明不限制于这儿所示和所述的高温计，加温元件，电源，比较器或控制器的数目或者排列。仅作为例子，可以使用多于三个的基架高温计以得到多于两个的差分信号。相反地，可以省略内侧加温元件 120 或外侧加温元件 140，连同省略与省略的加温元件相关的基架高温计，比较器，控制器和电源，以提供仅有两个加温元件的一种系统。在这样的一种系统中，中间加温元件 130 用于给与省略的加温元件相关的基架区域加热，并因此该基架将只有两个单独可控制的区域。在更进一步的变化中，毫无选择地安置上面所述的实施例中的第二个或中间加温元件，以给整个基架充分地加热，因此该元件给第一区域 121，第三区域 141 和第二区域 131 充分加热。在这种排列中，第一个加温元件 120 和第三个加温元件 140 给第一和第三区域 121 和 141 局部地提供额外的，增加的热量，以克服在这些区域发生的额外热量损失。

为清楚起见，比较器 148，149，处理器 159，和控制器 124，134 和 144 都以功能块的形式显示。那些技术熟练人员会明白，这些元件可以被分别实行，或者可以互相集成在一起。例如，信号处理元件，如比较器和控制器，可以在计算机内实行，该计算机具有通用处理器和合适的软件指令，模数转换器和数模转换器。也可以在单一仪器内实现几个基架高温计的功能，该仪器含有一个热幅射感应元件和一面移动镜或用于移动该仪器焦点位置的其他光学装置，因此该光学装置能检测不同时刻来自不同位置的热辐射。在这种情况下，当该仪器监视来自在另一个焦点的热幅射，以获得另一个区域信号时，该装置可以包括采样保存电路或数字存储器，该数字存储器用于保存表示来自一个焦点的一个区域信号或热幅射的一个数值。同样的，两个衬底高温计的功能可以集成在单个仪器内。再进一步，欠佳的变化，只有一个衬底高温计用于从单个焦点仅获得一个衬底温度，而该单个衬底温度用作加工温度。

在参考图 1~4 的上述较佳实施例中，通过与用于控制第二个或中间加温元件的反馈回路完全独立的反馈回路，第二个或中间加热器只依据加工温度或衬底平均温度进行控制，而第一个或第三个（内侧和外侧）加温元件只依据差分信号进行控制。然而，在该方法的变化中，对某些或全部加热器的反馈回路可以部分地依据差分信号以及部分地依据加工温度。例如，通过同时增加第一个和第二个加温元件的功率，但是第一个加温元件的功率增加值小于第二个加温元件，可以调整控制器，以形成第一或内环带比第二或中间环带热，但是希望加工温度低的情况。一种能实现该目的的方法是，通过将第一个控制器 124 提供的控制信号与 1 的和乘以第二个控制器 134（响应于加工温度）提供的控制信号，获得第一个电源 122 的控制信号。但是，通常不必要如此复杂。

替代装置可用于调整传送到基架的某个特定区域的热量，从而增加或减少该区域的温度。例如，可以通过保持与某个区域相关的加温元件的功率，以及将加温元件移近基架，来增加该区域的温度。同样地，也可以通过增加基架某区域和加温元件间的距离来降低该区域的温度。在另一个实施例中，可以提供与特定区域相关的加温元件作为多个小型加温元件。可以通过给与某区域相关的更多个小型加温元件提供功率来增加该区域的温度，或者通过给与该特殊区域相关的较少几个加温元件提供功率来降低该区域的温度。在另一个实施例中，加热和制冷元件可按组合方式用于加热或冷却该基架上的各区域，响应如上所述控制信号。还在另一个实施例中，每一种这些加温和冷却排列的组合

可用于增加或降低特定基架区域的温度。

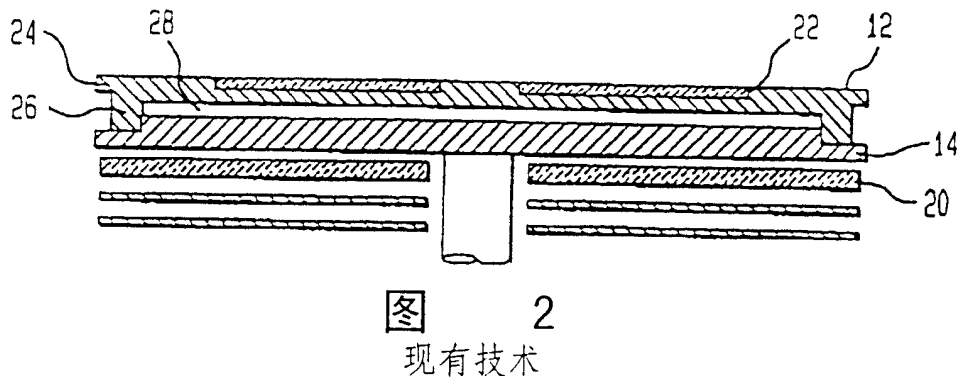
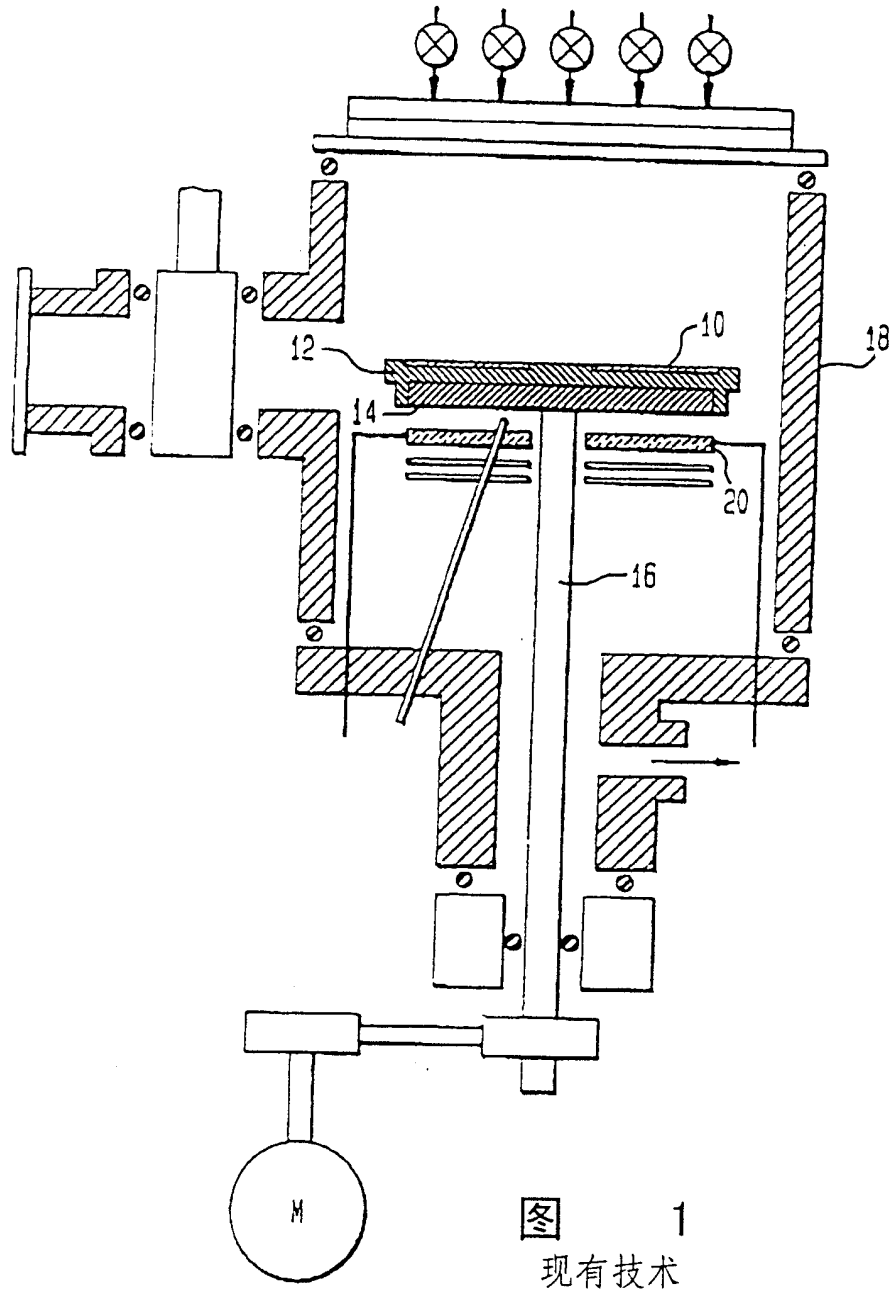
本发明可以使用除上述的盘式基架之外的所有基架。在一个例子中，一个普通圆柱的，鼓型基架能够绕其中心轴旋转，并且该基架含有安装在环形圆柱表面的晶片。该基架可以包括多个轴向而非径向间隔的区域，而且加温元件和基架高温计可以依此安置。

上述的第一个和第三个控制器 149 和 148 把差分信号与某个预选电平进行比较，获得一个错误信号。如果高温计都有相同的性能，并且如果比较器不将任何偏差引入该差分信号中，把该预选电平设置为零，将在基架的不同区域产生最均匀的温度。然而，如果高温计的性能互相不相同，或者如果比较器将某些偏差引入该差分信号中，那么非零差分信号将表示最均匀的温度分布。因此，这些比较器所用的预选电平可以设置成相同或不同的非零值，以保持均匀的温度分布。同样，由这些比较器所用的预选电平可以设成非零值以故意在基架的不同区域内产生不均匀温度。

在上述的较佳实施例中，测量来自基架的热辐射强度，作为与温度相关的一个参数。可以检测来自该基架的热辐射光谱成分而不是热辐射强度。可以使用其他与温度有关的参数实行本发明，这些参数是在化学气相沉积装置的环境中测量的。例如，可以在基架的不同区域内检测基架自己的电气性能，或者检测安装在基架上的变换器的电气性能。

对于那些技术熟练人员会明白：可以对本发明做各种修改和改变，并没有背离本发明的精神和范畴。因此，本发明试图覆盖所提供的本发明的修改和改变，他们都在所附的权利要求及其类似要求的范围内。







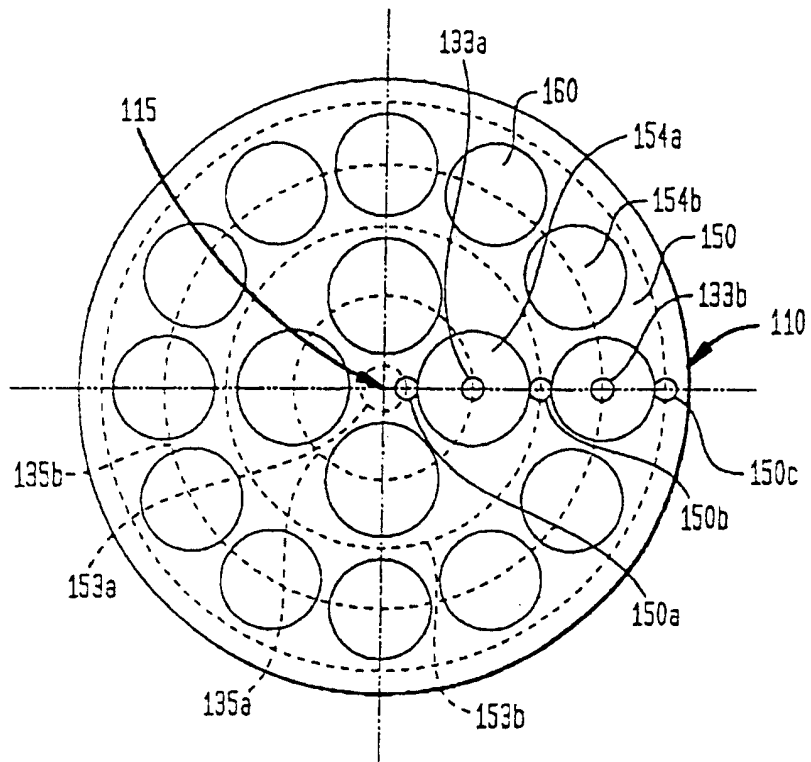
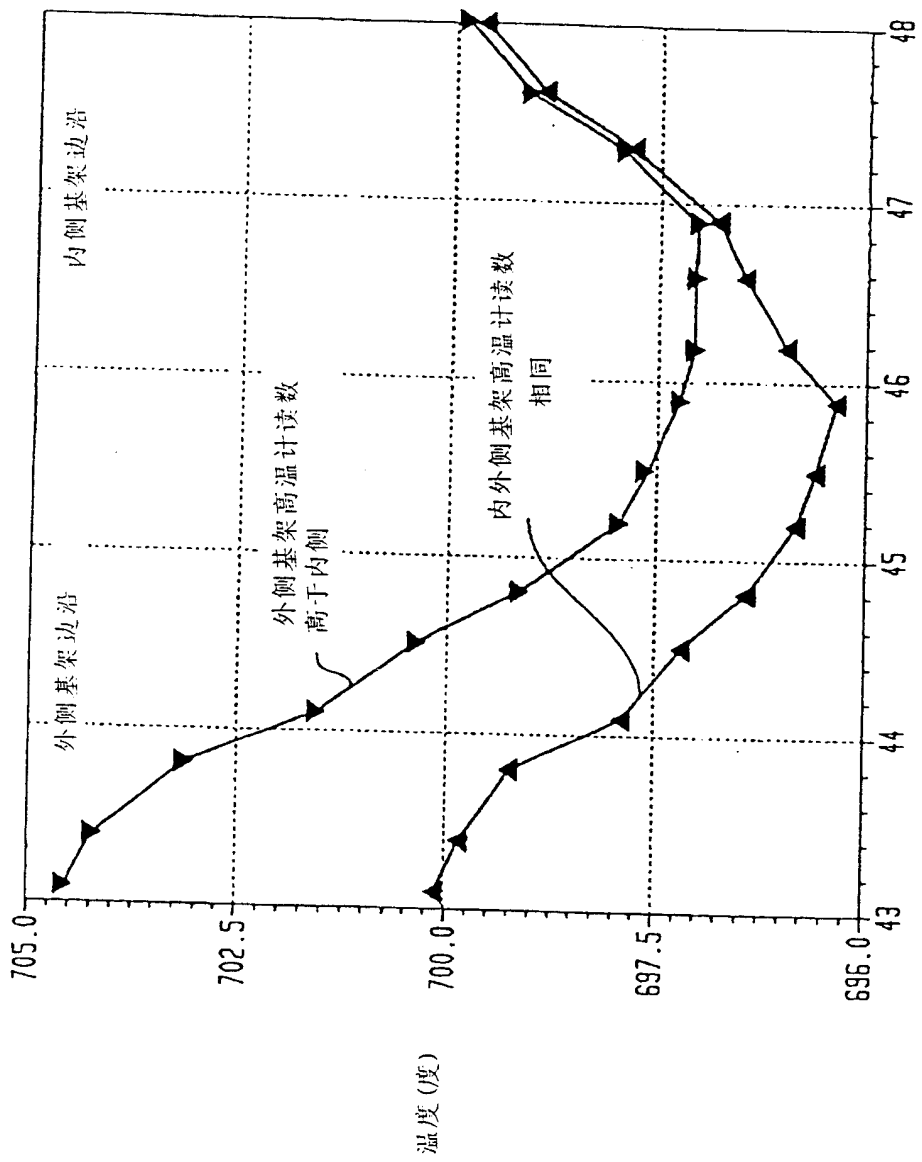


图 4



晶片上的距离(任意单位)

图 5