

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510087183.6

C23C 14/46 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01)
C23C 16/52 (2006.01)
H01L 21/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 2 月 15 日

[11] 公开号 CN 1733966A

[22] 申请日 2002.8.19

[21] 申请号 200510087183.6

分案原申请号 02818269.3

[30] 优先权

[32] 2001.8.23 [33] US [31] 09/938,435

[71] 申请人 应用材料有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 T·K·阮 T·竹原

W·R·喀什巴杰

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 赵蓉民

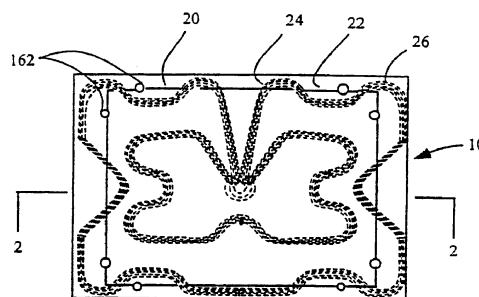
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于加热基片的设备和控制加热基片的基座温度的方法

[57] 摘要

一种用于加热基片的设备和控制加热基片的基座温度的方法，该设备包括：适合支撑基片的基座；第一和第二加热元件，所述第一和第二加热元件被分别设置，以加热所述基座的第一和第二部分，其中所述基座的所述第二部分放射状地位于所述基座的所述第一部分之外；产生第一温度读数的第一热电偶；产生第二温度读数的第二热电偶；和加热器控制器，其被连接用以给所述第一加热元件提供第一电流并且给所述第二加热元件提供第二电流，其中所述加热器控制器响应所述温度读数控制这些电流；其中所述第二热电偶被耦合到所述基座的第三部分，所述第三部分位于所述第一和第二部分之间；及其中所述第一热电偶被耦合到所述基座的第四部分，该部分放射状地位于所述基座的所述第三部分之内。



1. 一种用于加热基片的设备，包括：
适合支撑基片的基座；
- 5 第一和第二加热元件，所述第一和第二加热元件被分别设置，以加热所述基座的第一和第二部分，其中所述基座的所述第二部分放射状地位于所述基座的所述第一部分之外；
产生第一温度读数的第一热电偶；
产生第二温度读数的第二热电偶；和
- 10 加热器控制器，其被连接用以给所述第一加热元件提供第一电流并且给所述第二加热元件提供第二电流，其中所述加热器控制器响应所述温度读数控制这些电流；
其中所述第二热电偶被耦合到所述基座的第三部分，所述第三部分位于所述第一和第二部分之间；及
- 15 其中所述第一热电偶被耦合到所述基座的第四部分，该部分放射状地位于所述基座的所述第三部分之内。
2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述基座的所述第四部分放射状地位于所述基座的所述第一部分之内。
- 20 3. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述基座的所述第二部分与所述基座的周边相邻。
4. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述加热器控制器控制所述
- 25 电流，以使所述第二热电偶的所述温度读数高于所述第一热电偶的所述温度读数。
5. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述加热器控制器控制所述
- 30 电流，以使所述第二热电偶的所述温度读数高于所述第一热电偶的所述温度读数。

6. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中所述加热器控制器控制所述电流, 以使所述第二热电偶的所述温度读数比所述第一热电偶的所述温度读数至少高 10°C 。

5 7. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中所述加热器控制器控制所述电流, 以使所述第二热电偶的所述温度读数比所述第一热电偶的所述温度读数高 10°C 到 20°C 。

8. 根据权利要求 1 所述的设备, 进一步包括:
10 包围所述基座的处理室; 和
 将前体材料分配到所述处理室中, 以在所述基片上形成膜的装置。

9. 根据权利要求 8 所述的设备, 其中:
 所述加热器控制器控制所述电流, 以使所述第二热电偶的所述温
15 度读数超过所述第一热电偶的所述温度读数足够高, 以便在所述基片
 上沉积的所述膜具有小于或等于 6.7% 的厚度均匀性。

10. 根据权利要求 8 所述的设备, 其中:
 所述加热器控制器控制所述电流, 以使所述第二热电偶的所述温
20 度读数超过所述第一热电偶的所述温度读数一定数值, 以相对于当所
 述第一和第二热电偶的所述温度读数相等时所产生的膜的厚度均匀
 性, 提高所述膜的所述厚度均匀性。

用于加热基片的设备和控制加热基片的基座温度的方法

- 5 本申请是于 2002 年 8 月 19 日提交的名称为“用于控制薄膜均匀性的工艺及由此制造的产品”的中国专利申请 028182693 的分案申请。

技术领域

- 10 本发明一般关于薄膜沉积工艺，特别是关于控制该工艺以提高沉积在大表面积应用上的薄膜的厚度均匀性。

背景技术

- 在半导体和 LCD 器件的生产中，为了在工件整体上获得良好性能和可行部件，薄膜均匀性（即，整个膜厚度基本不变）是重要标准。
- 15 基座是一个机械部件，其将基片固定在用于在诸如化学气相沉积（CVD）、等离子体增强化学气相沉积（PECVD）或物理气相沉积（PVD）的制造步骤的处理室中。基座包括固定在芯柱（stem）上的基片固定板(substrate mounting plate)，以及用于在处理室内升高和降低基片的升降组件（lift assmbly）。加热基片固定板以利于制造工艺。一般，加热元件设置在固定板内。由 CVD 方法沉积的大多数膜用源材料
- 20 在处理室中沉积，在该处理室中输入几种能量（例如，等离子体、热、微波）类型的至少一种以促进沉积工艺。当然，源材料取决于要沉积层的种类，例如，其可以包括诸如 SiH_4 、 H_2 、 N_2 、 NH_3 、 PH_3 、 CH_4 、 Si_2H_6 和 O_2 的气态材料，和/或可以包括金属离子和像 TEOS 的有机硅
- 25 酸盐组分的液体源材料。膜在它们沉积时对温度条件极其敏感，尤其是用有机硅酸盐液体源沉积的尤其如此，因为有机硅酸盐液体源的蒸气压高度依赖于温度。因此，当在诸如用于平板工业中的玻璃板的大表面积基片上沉积薄膜时，温度控制是获得膜一致性的关键因素。

- 与发生在相对小规格上（即使从 200mm 到 300mm 的改变，与在
- 30 平板工业中使用的从 550mm×650mm 到最大达 1m×1.2m 的基片相比较也很小）的半导体晶片上沉积相比较，在大规格平板基片上进行的沉

积存在需要解决的一系列其它问题，而这些问题在半导体晶片上沉积膜时并不严重。主要差别是平板基片一般是玻璃，其热稳定明显不如硅晶片。相对于硅晶片，玻璃基片不能在高于大约 600°C 温度之上处理，因为随着玻璃开始液化，在此温度之上损耗掉过多的结构稳定性。

- 5 在高温处理期间，将此问题与平板的大表面积联系起来引起的后果就是：基片的中间部分发生弯曲或下陷。

可选择地，半导体晶片相对较小的表面积有利于用于 PECVD 工艺的小而紧控制的等离子体的触发 (striking)，然而在整个平板上的等离子体的控制和一致性更加复杂。

- 10 在这点上，在平板上形成有机硅酸盐膜的有机成分的均匀沉积，特别是 TEOS，已被证实难以解决，因为在最近五年的研究中，尚未成功地提供利用 TEOS 作为前体，在 550×650mm 或更大的平板上，制造具有≤10%膜均匀性的薄有机硅酸盐膜的一个解决方案。

- 15 随着基片尺寸增加，由于相比较于发生在基本较小的基片，在整个基片表面的较大的表面积和较大的温度变化，膜沉积工艺的温度控制变得更为关键。而且，在诸如平板的例子中，膜均匀性是确定产品性能的关键特性，因为基本上整个基片可以用作最终的产品，与半导体晶片的例子相比较，其将被分成许多部分且因此每一最终部分仅取决于晶片部分中及其直接周围的很小的区域中的膜的均匀性。

- 20 一般而言，现有技术中的基座包括一个单个加热元件，其向作为整体的基座（因此基片）输入能量，通过改变通过加热元件的输入反馈基片温度的改变。美国专利 5977519 公开了一种具有两个加热元件的基座，加热元件具有两个且一般是平行的回路，以在整个固定板上提供基本辐射对称的温度分布，同时，允许在外表面的热损耗。但
25 此专利并没有解决膜的温度依赖问题，特别是有机硅酸盐膜的温度依赖问题，此专利的目的仅在于补偿外表面的热损耗，以便于保持基片基本上均匀的加热。

- 相似地，美国专利 5844205 公开了一种基片支撑结构，例如，该结构包括一对设置内侧和外部回路的加热元件，以便于支撑结构的周边可以被加热到高于内侧的温度。执行该控制以补偿在支撑结构周边
30 发生的较大的热损耗。因此，控制的目的是试图通过在周边附近额外

加热基片补偿来提供均匀的基片温度。然而，相似于美国专利 5977519，此专利没有解决膜的温度依赖性，特别是有机硅酸盐膜，此专利的目的仅在于补偿外表面的热损耗，以便于使基片加热基本均匀。

美国专利 5534072 公开了一种多室 CVD 处理系统，在该处理器系
5 统中，多个灯加热器放置在基片的背面，并且设置有单独的功率控制器以改变由每一灯加热器提供的光，以在整个基片表面获得尽可能均匀的温度。此外，在基座表面上加工与基片接触的台阶区域。通过控制台阶加工区及其深度，该公开指出在基片表面上形成更加均匀的温度分布是可能的，与在前面论述的专利一样，该专利的目的同样是在
10 处理期间获得基片上的温度的均匀性。除一般地公开了温度均匀性是期望的之外，该专利没有以任何方式解决膜的温度依赖性，特别是有机硅酸盐膜。

美国专利 6225601 公开了一种用于加热基座的技术，在该技术中，控制第一和第二加热元件的温度，以便于当加热元件的温度上升到它
15 们各自的最终温度设定点时，第一和第二加热元件的温度差不超过预定值。因此，该专利主要关于用于当加热元件被加热升温时控制加热元件之间相对温度的控制系统。该专利没有解决有机硅酸盐膜的温度依赖性，更不用说用 TEOS 形成的那些膜。

随着向越来越大平板的发展趋势，需要改进的温度控制以确保通
20 过膜沉积工艺获得优良性能的产品。仍然需要在相对大规格的基片诸如平板上，一致地制造有机硅酸盐薄膜、特别是那些利用 TEOS 作为前体形成的相对均匀的薄膜的解决方案。

发明内容

25 本发明主要关于改善沉积薄膜整体上的薄膜厚度均匀性。一种控制沉积在基片上的膜的厚度均匀性的方法包括以下步骤：在处理室中提供基片；控制基片上至少两个不同位置的温度，这两个位置包括基片表面的周边区域和周边区域的表面内侧区域；保持基片表面的周边区域的温度在低于周边区域的表面内侧区域的温度大约 10°C 与高于周
30 边区域的表面内侧区域的温度大约 20°C 之间的范围内；以及沉积有机硅酸盐膜，其中沉积的有机硅酸盐膜具有小于或等于大约 10% 的膜均

匀性。

通过在基座中并且在基片周边区域下面的第一加热元件，可以控制表面周边区域的温度，而通过在基座中并且在周边区域的区域内侧下面的第二加热元件，可以控制周边区域的表面内侧区域的温度，所述控制包括保持周边区域的温度在大约 380°C 至大约 410°C 的范围内，同时，保持周边区域的区域内侧的温度在大约 390°C。

在一个示例中，利用 TEOS 作为前体形成有机硅酸盐膜，并通过保持周边区域的温度在大约 390°C，同时，保持周边的区域内侧的温度在大约 390°C，来控制有机硅酸盐膜的沉积。在另一示例中，将基片周边区域的温度控制在大于 390°C 至大约 400°C，同时，保持周边的区域内侧的温度在大约 390°C。在又一示例中，将基片周边区域的温度保持在大于 400°C 至大约 410°C，同时，保持周边的区域内侧的温度在大约 390°C。

根据本发明，通过在沉积期间，将基片周边区域的温度保持在大约 390°C 至 410°，同时，保持周边的区域内侧的温度在大约 390°C，并且利用 TEOS，可以制造基本上均匀的薄有机硅酸盐膜。

在另一个示例中，涉及在 730mm×920mm 尺寸的基片上的沉积，温度控制包括：保持周边区域的温度在大约 350°C 至大约 460°C 的范围内；同时，保持周边区域的区域内侧的温度在大约 340°C 至大约 450°C 的范围内；同时，保持基片表面的周边区域的温度在低于周边区域的表面内侧区域的温度 10°C 与高于周边区域的表面内侧区域的温度 20°C 之间的范围内。

根据本发明进行的沉积薄有机硅酸盐膜的方法可以包括化学气相沉积、等离子体增强化学气相沉积 (PECVD)、物理气相沉积 (PVD)、快速热处理及其它公知的沉积方法。

虽然本发明可应用于种类广泛的薄膜，例如，可以与半导体和平板技术相关的沉积的薄膜，但此处描述了一种利用 TEOS 作为源材料的薄膜沉积的一个具体例子。

获得改进的厚度均匀性的薄膜也是本发明的目的。

通过阅读本发明的如下的详细描述，本发明的这些和其它目的、优点以及特征对本领域人员将变得显而易见。

附图说明

图 1 是可以用于实践本发明的 CVD 处理室的剖视图。

图 2A 是根据本发明的基片固定板或基座的俯视图。

5 图 2B 是图 2A 的基片固定板沿线 2-2 截取的示意性剖视图。

图 3 是整个系统采用单个加热线以加热整个基座板表面的现有技术的基座的俯视图。

图 4 是图 3 的基座的视图，此基座具有围绕基座的室壁的示意性表示。

10 图 5 是图 2A 的基座的视图，此基座具有围绕基座的室壁的示意性表示。

图 6 是显示膜厚均匀性与要在其上沉积膜的基片的各种温度分布曲线之间关系的图表。

图 7 是显示利用 PECVD（黑圈）和低压 CVD（无等离子体增强）
15 （白圈），在氧化的硅基片上沉积多晶硅薄膜的沉积速率的对数 ($\log_{10}$) 的对数标绘图。（参见 Haijar, J.-J.; Reif, R; 和 Adler D.; «电子材料杂志», 15, 279 (1986)）。

图 8 是显示温度变化与利用 TEOS 作为源材料的有机硅酸盐膜的沉积速率之间的线性关系的图。

20

具体实施方式

在描述本技术和膜之前，应理解该发明不限于如所描述的沉积方法或膜，这些方法和膜是可以变化的。还应该理解这里使用的术语仅用于描述特定的实施例，而非旨在起限制作用，因为本发明的范围将
25 仅由所附的权利要求书限定。

这里所提供的值的范围，应该理解除非上下文清楚地指显示，否则，在范围的上下限值之间与其它规定的或在规定范围中的插入值之间的每一插入到下限值单元的十分之一的值均包含在本发明中。可以独立地包含于较小的范围中的这些较小范围的上下限值同样包含于本
30 发明中，在规定范围内受任何特定的排除限制。其中规定的范围包括一个或两个限制值，排除那两个限制值的任意一个的范围同样包含于

本发明中。

除非限定，否则，本文中使用的所有的技术和科学术语具有相同意思，如本发明所属于的本领域的普通技术人员通常理解的含义一样。虽然相似或等同于本文中所描述的任何方法和材料可以用于本发明的实践和测试，此处所描述的是优选的方法和材料。本文中提到的所有公开物收编入本文以供参考，以公开和描述与引证的公开物有关的方法和/或材料。

应该注意的是，本文中和附属权利要求书中使用的单数形式“一个”、“和”和“所述”包括复数个对象，除非上下文中清楚地指显示。因此，例如，有关“一个膜”包含多个这样的膜，有关“所述加热元件”包含有关一个或多个加热元件以及本领域技术人员公知的等同物，等等。

本文中讨论的公开物仅规定为在本申请的申请日之前的那些公开物。本文中没有被解释作为承认通过优先发明的优势不给本发明优先于这些公开物的资格的任何内容。此外，提供的公开物的日期可能不同于实际的公开物日期，这些日期可能需要单独确认。

术语“基片”广泛地覆盖了要在处理室中处理的任何物体。术语“大基片”指大于 300mm 晶片的基片，并且包括例如平板显示器或玻璃板。

术语“膜均匀性”是指膜的最小或最大厚度与膜的平均厚度的最大厚度差异（variance）的百分比。在排除具有大约 10mm 宽度的周边区域时，一般在不同的位置，沿基片的对角线（当应用于平板时）测量膜厚。

在整个说明书所使用的缩略语如下：

CVD 指化学气相沉积；

PECVD 指等离子体增强化学气相沉积；

TEOS 表示四乙氧基硅烷的首字母缩略词。

本发明关于在基片上薄膜沉积期间及之后改进膜厚均匀性。在下述示例中，薄膜在 CVD 室中沉积，特别关注利用 TEOS 作为前体的有机硅酸盐膜的沉积。然而，应注意本发明虽然很有利地用于来自 TEOS 的有机硅酸盐膜的 CVD 沉积，但不限于此，且可以用其它膜实践，诸

如金属膜、硅膜以及其它有机硅酸盐膜，并且可以在其它类型的处理室中进行，诸如进行快速热处理或物理气相沉积的室。大量的细节描述对于所描述的实施方式而言是明确的，并且可以被替换为本领域技术人员公知的。

- 5 在所有其它事物中，CVD 包括本领域公知的和使用的在基片上沉积薄膜层的一组工艺。一般，基片支撑在真空沉积处理室中，并且基片被加热到几百摄氏度。沉积气体和/或液体注入室中，并且发生化学反应以在基片上沉积薄膜层。此薄膜层可以是介电层（诸如氮化硅、氧化硅或有机氧化硅等）、半导体层（诸如非晶硅）或金属层（诸如钨）。
10 沉积工艺可以是等离子体增强或热增强的。

如图 1 中所示，CVD 设备 130 包括具有固定在芯柱 137 上的基片固定板 20 的基座 135。基座 135 设置在真空处理室 133 内。固定板 20 的上表面 22 将诸如玻璃板（未显示）的基片支撑在基片处理或反应区 141 中。设置升降机构(lift mechanism)(未显示)以提升或降低基座 135。
15 升降杆 (lift pin)（未显示）穿过固定板 20 中的升降杆孔 162 以便于基片通过自动托板 (robot blade)（未显示）穿过室 133 的侧壁 134 中的开口 142 移进和移出室 133。

沉积工艺前体材料（由箭头 123 指示的气体 and/或液体）穿过入口集流管 (manifold) 126 流进室 133 中。然后前体材料流经处理气体分布面板(process gas distribution faceplate)122 中的穿孔阻挡板(perforated blocker plate)124 和孔 121(由图 1 的基片处理区 141 中的小箭头指示)。固定板 20 的上表面 22 平行于面板 122 并且与其紧密间隔开。射频(RF)电源（未显示）用于在气体分布面板 122 与基座 135 之间提供电力以便于激励 (excite) 处理气体/液体混合物以形成等离子体。等离子体的
25 组成物反应以在固定板 20 上的基片表面上沉积期望的膜。

沉积处理气体从室中穿过围绕在反应区 141 的狭缝型孔口 (slot shaped orifice) 131 排放进排气压力通风间 150。气体通过真空截流阀 152 流进连接于外部真空泵（未显示）的排气出口 154。

参考图 2A，显示基座 137 的基片固定板 20 的上表面(upper surface)22 的俯视图。如图显示，配置固定板 20 的上表面 22 以支撑在其上要沉积膜的基片 10（如剖视图中显示）。例如，固定板 20 可以为
30

由高纯度 100.1 级的阳极化铸铝制造的矩形体，用于平板应用，如显示的。当然可以构造成如适合于他们特殊应用的其它形状和尺寸。外部加热元件 24 和内部加热元件 26（两者都示于剖视图中）设置在固定板 20 的表面 22 的下面。为了方便理解，图 2A 中显示这些加热元件，即，
5 使它们位于顶表面（top surface）22 的下面且是不可视的。

加热元件 24 和 26 提供两个并且一般平行的回路。此双回路模式（dual loop pattern）设置有通常一般在整个固定板 20 辐射对称的温度分布，同时，允许在升降杆孔 162 的位置中存在异常。加热元件可分别由独立的热电偶 28 控制并监测，每一热电偶 28 位于表示每一各自的加热元件向其提供能量的区域的位置中。对于每一加热元件分别设置
10 设置有至少一个热电偶。在图 2B 中显示的例子中，两个热电偶 28 分别设置在加热元件 24 和 26 的每一个附近。用一个热电偶提供反馈信号，以控制每个加热元件，而另一个热电偶为备用热电偶，以备第一热电偶失灵情况下使用。通过控制外部电路 24，此独立控制结构形式使基座周边区域以及因此基片的周边区域能独立于内部区域被控制，同时，
15 通过穿过内部电路 26 的输入及相关热电偶的监测来控制 and 监测基片内侧区域的温度。当然，其它加热元件结构提供包含多于两个独立可控的加热元件电路也是可能的。

加热元件 24 和 26 可以在结构上相同，仅在长度和固定板 20 中的
20 定位不同。加热元件 24 和 26 每一个包括导电外壳、加热丝（heating filament）和设置在其间的电绝缘和导热的密封材料（sealing material），如现有技术所公知的。在操作中，通过在丝 32 与外壳之间提供导热但电绝缘的填充物，密封材料可防止加热丝的烧毁或短路。来自加热丝的热量通过密封材料传导到外壳，并且来自外壳的热量传导到固定板
25 20 以加热支撑在其上的基片。外壳可以由导热且导电材料构成，诸如金属。特别地，外壳可以为不锈钢或耐热镍基合金（incoloy）。加热丝由镍铬铁合金（nichrome）丝构成，其由镍和铬组成。外壳的外径 D 大约为 0.220 至 0.314 英寸。

密封材料由基本纯的金刚石粉末组成，例如，诸如来自加利福尼亚州亚伯林达市的 Beta 金刚石产品（Beta Diamond Products）的工业
30 纯度级金刚石材料。金刚石粉末由平均颗粒尺寸在大约五至五十微米

的颗粒组成。大多数颗粒具有大约十五至三十微米的颗粒尺寸。可选择地，例如，密封材料可以由诸如氧化镁或氮化硼的陶瓷材料组成，或由金刚石粉末和诸如氧化镁或氮化硼的陶瓷材料的混合物组成。

加热元件 24 和 26 可以根据常规技术构造。简单地说，加热丝位于空外壳的中央。外壳的一端密封，密封材料灌入外壳中，且摇动组件以沉淀密封材料。然后密封外壳的另一端。并且通过一组压实辊（pressurized roller）牵引组件以压实它。最后加热元件被弯曲成期望的形状。

再次参考图 1，如显示的，固定板 20 与基座 135 的芯柱 137 连接。固定板 20 可以包括顶板、底板（base plate）和其间的焖熟区(braised region)（未显示）。加热元件 24 和 26 设置在固定板 20 中的顶板与底板之间（参见图 2B）。芯柱 137 包括中空型芯，并且配置成与固定板 20 的底板相匹配。接头是真空密封的以使中空型芯的内部处于环境（大气）压强下。在此例中，在芯柱 137 的中空型芯内设置四个加热元件管（未显示）。每一加热元件管包括用于连接加热元件的加热丝的端部的传导导线（未显示）。另外，芯柱 137 固定两个用于连接每一加热元件外壳的接地线（未显示）。这些加热元件管在芯柱 137 的端部终止，并且导线与加热器控制器（未显示）连接，加热控制器给加热元件提供动力，并且监测固定板的温度。每一加热元件的两个导线与加热控制器连接，以使电流穿过加热元件的丝流动。每一加热元件分别由控制器控制，并且设置有以一个或多个热电偶形式（两个，在图 2B 显示的示例中）的独立的反馈装置，以便于每一加热元件的周围区域中的温度可以由控制器独立地监测。另外，接地线与地连接，以分别将每一加热元件的外壳接地。接地的外壳防止流经丝的电流干扰基片处理区中的任何等离子体。

图 3 显示具有固定板 200 的现有技术的基座例子的俯视图，该固定板具有设计成支撑要在其上沉积膜的基片的上表面 220。单个加热元件 240 设置在固定板 200 的表面 220 下面，以加热表面 220 和当基片支撑在其上时加热该基片。为了方便理解，（在剖视图中）显示加热元件 240，即使其位于顶表面 220 下面并且看部见。由于仅提供一个加热电路 240，表面 220 的无差别的加热控制是可能的。在 CVD 沉积工艺

期间，室壁 134 不是独立地加热或直接以任意方式加热。假设室存在于处于室温的房间中，这是一般的情况，则室壁一般会比基座固定板和基片明显的冷一些。由于这个原因，在沉积工艺期间，在从基片中央沿径向向外的方向上存在温度梯度是公知的。

5 例如，参考图 5，在气相沉积工艺期间，测量室壁 134 的外表面的温度大约为 100°C ，在此期间，控制加热元件 240 以使热电偶读数大约在 400°C 。在这种情况下，虽然在沉积期间，基片中央的温度大约为 350°C （实际的基片温度比通过热电偶的读数低大约 50°C ），更接近于室壁 134 的基片的周边将会经受较大的热损耗，并且在一些基片的周边上，测量到接近 330°C 的温度并不少见。具有图 5 中显示的结构，
10 基片周边的温度只能通过增加通过单个加热元件 240 的输入来升高。然而，当然该行为随之会增加基片内侧区域的温度，并且温度梯度问题将得不到修正，因为采用这种结构，基片中央区域总会比基片周边区域热。

15 由于此原因，在现有技术中已经有旨在通过为每一基座提供多于一个的加热源来改善沿基片的温度分布的方法，如上面已经描述的。然而，这些方法旨在保持不变的温度分布，以克服例如由于基座板的构造、基座板与基片的接触面积以及周边热损耗造成的温度分布的不一致。

20 在厚度均匀性的性能上，本发明确定了沉积在基片上的薄层是温度依赖的，在变化程度上，其依赖于要沉积的层的成分。例如，诸如那些利用 TEOS 作为源材料制造的有机硅酸盐层，沉积速率特别容易受温度影响。然而，非晶硅和氮化硅的沉积速率随着温度升高而提高，TEOS 的沉积速率随着温度升高而降低，其沉积速率比非晶硅或氮化硅
25 对温度的变化更加敏感。即，非晶硅或氮化硅的沉积速率的改变与温度的改变呈指数关系，而对于诸如那些利用 TEOS 制造的有机硅酸盐膜，这个关系是线性的。

图 7 显示利用 PECVD（黑圈）和低压 CVD（无等离子体增强）（白圈）在氧化的硅基片上沉积多晶硅薄膜的沉积速率的对数（ $\log_{10}$ ）标
30 绘图。（参见 Haijar, J.-J.; Reif, R; 和 Adler D.; 《电子材料杂志》，15, 279(1986)）。参考 PECVD 标绘图，可以观察到沉积温度从大约 500°C

增加到大约 550°C 导致沉积速率从大约 150Å/min 增加到大约 180Å/min。

相比较, 图 8 显示利用 TEOS 作为源材料的有机硅酸盐膜的温度变化与沉积速率的线性关系。该图显示, 例如, 基座温度从大约 350°C 增加到大约 400°C 导致沉积速率从 1050 Å/min 降低到大约 900 Å/min。可以看出, 利用 TEOS 做前体沉积的有机硅酸盐膜是极其温度敏感的, 且需要十分重视, 以便于在沉积膜中获得基本上均匀的膜。

胜于在整个基片设定均匀的温度分布, 作为均匀薄层分布的理想表面, 本发明已经确定: 控制基片周边区域的温度比基片内侧区域的温度略高, 将会获得比在整个基片具有均匀温度的基片上沉积薄层的情况下更接近均匀的薄层的施加。此效果对于其蒸汽压极其温度依赖的有机硅酸盐液体前体而言最显著, 虽然可以看出相同的关系, 虽然对于其它前体液体和气体而言此效果程度比较而言较小。

例如, 参考图 4, 在 PECVD 室(日本东京 AKT 有限公司的 AKT 3500 PECVD 室)中, 采用在板 20 中具有加热元件 24 和 26 的双加热元件基座 137, 以在 550mm×650mm 尺寸的玻璃基片上沉积 TEOS 薄层。TEOS 液体用作源材料。热电偶 28 用于提供加热元件 24 和 26 的温度独立控制的反馈, 如上所述。在将基片固定在室中的基座上并且密封室之后, TEOS 以 300sccm 的流速流入室中, 氮以 100sccm 流速输入, 并且氧以 5000sccm 流速输入。以大约 0.45W/cm² 的功率密度输入 13.56MHz 的 RF 能量, 且用 500 密耳的间隔产生用于进行沉积的等离子体。沉积工艺进行 60 秒并以下表 1 中列出的各种内侧/外侧温度比重复进行。

25

表 1

内侧温度	外侧温度	平均膜厚	膜均匀性
390°C	380°C	927Å	10.1%
390°C	390°C	895 Å	8.6%
390°C	400°C	900Å	5.0%
390°C	410°C	897Å	4.1%

沉积速率一般为大约 1000 Å/min。对表 1 中显示的四种方案的每一种, 在整个膜的长度上(在通过模中央的线)每分钟厚度测量的结

果显示在图 6 中。

温度与膜厚均匀性之间的明确的关系显示出来，其中较低温度是在基片周边的温度，较厚的膜是在此形成的膜。值得注意的是，通过修正基片周边的温度使其等于内侧温度，膜均匀性仅能轻微地得到改善（与周边较冷的例子相比较）。通过将周边的温度升高到 400°C 而内侧温度在 390°C，测量到了膜均匀性的显著改善。通过将外侧温度进一步升高到 410°C 而内侧温度仍在 390°C，记录到膜均匀性的进一步的改善。特别是，通过将外侧温度升高到比内侧温度高引起层的周边部分厚度的显著降低。

在下表 2 中显示了在 730mm×920mm 尺寸的玻璃基片上利用 TEOS 沉积有机硅酸盐薄膜的结果。TEOS 液体用作源材料。热电偶 28 用于提供加热元件 24 和 26 的温度独立控制的反馈，如上所述。在将基片固定在室中的基座上并且密封室之后，TEOS 以 700sccm 的流速流入室中，氩以 240sccm 的流速输入，并且氧以 6480sccm 的流速输入。以大约 1900 瓦特的功率输入 13.56MHz 的 RF 能量，并且使用 470 密耳的间隔产生用于进行沉积的等离子体。沉积工艺在表 2 中显示的前两个方案的每一个中进行 600 秒，在第 3 种方案中进行 700 秒。

表 2

内侧温度	外侧温度	平均膜厚	膜均匀性
400°C	420°C	8494Å	6.4%
430°C	450°C	6731 Å	6.7%
450°C	460°C	8292 Å	6.0%

20

虽然参考具体的实施例描述本发明，本领域技术人员应该理解，在不脱离本发明的实质精神和范围内，可以做各种变化和等同替换。例如，虽然在一些具体的示例中，用于产生等离子体的 RF 能量的功率密度大约为 0.45W/cm²，应该注意，可以采用大约 0.3 至 0.7W/cm² 的功率密度也可以获得成功的结果，更优选大约为 0.4 至 0.5 W/cm²。此外，可以对本发明的目的、精神和范围做许多修改以适应特定的情形、材料、物质成分、工艺、工艺步骤或步骤。所有此类修改的目的都包含在本发明所附的权利要求书的范围内。

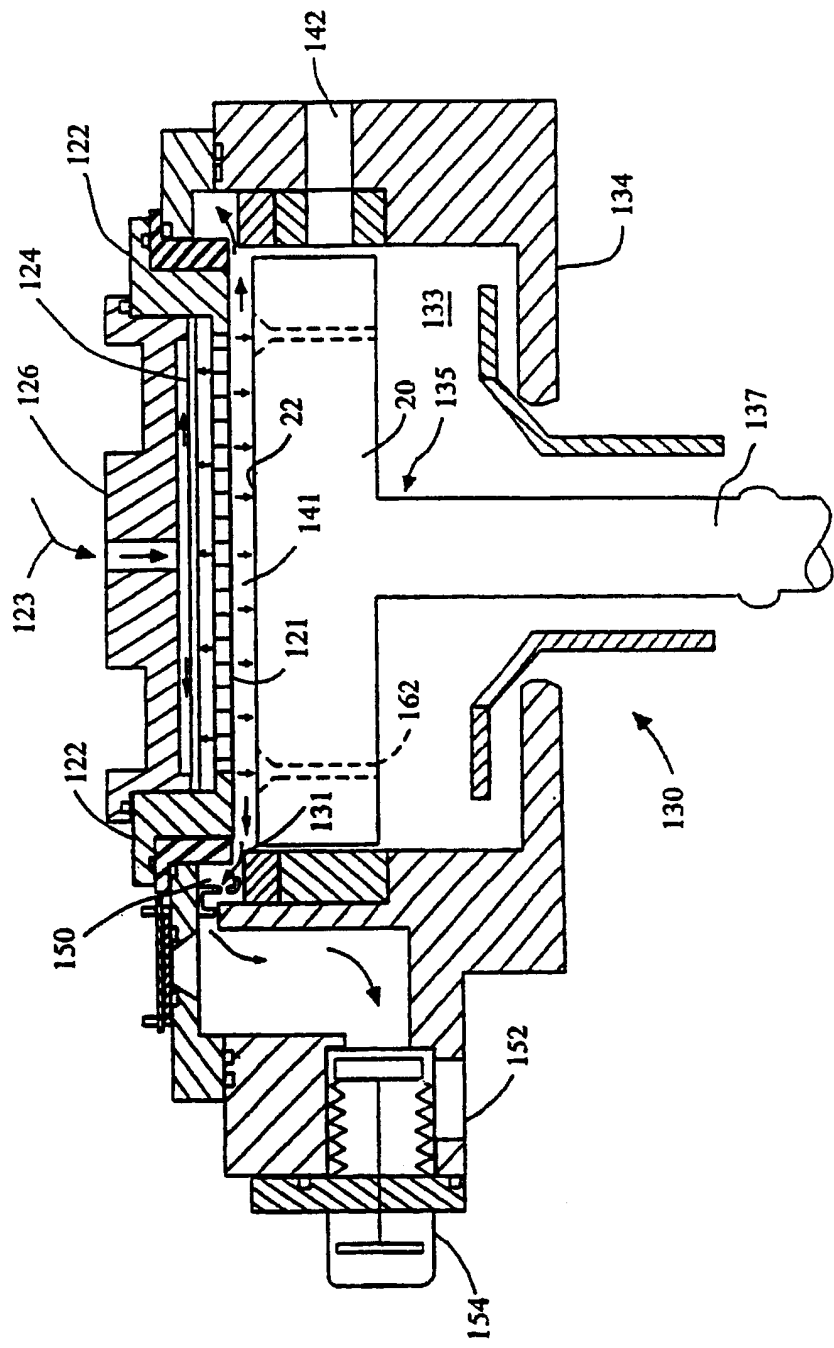


图1

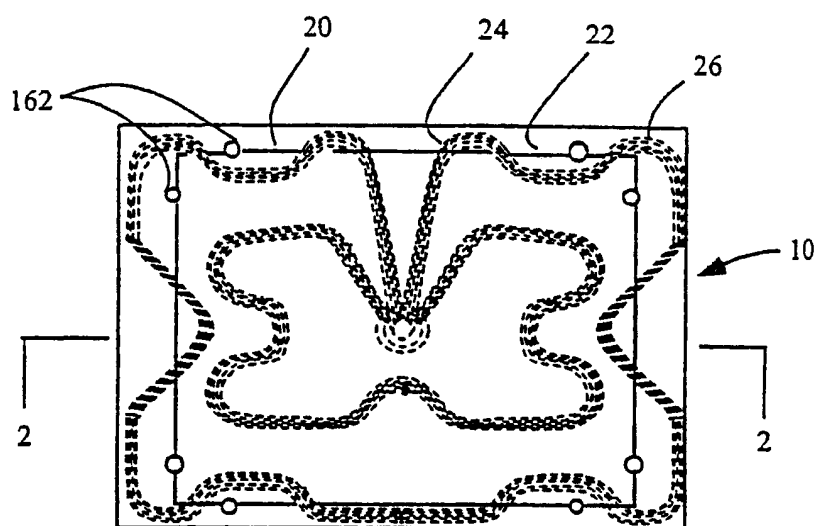


图2A

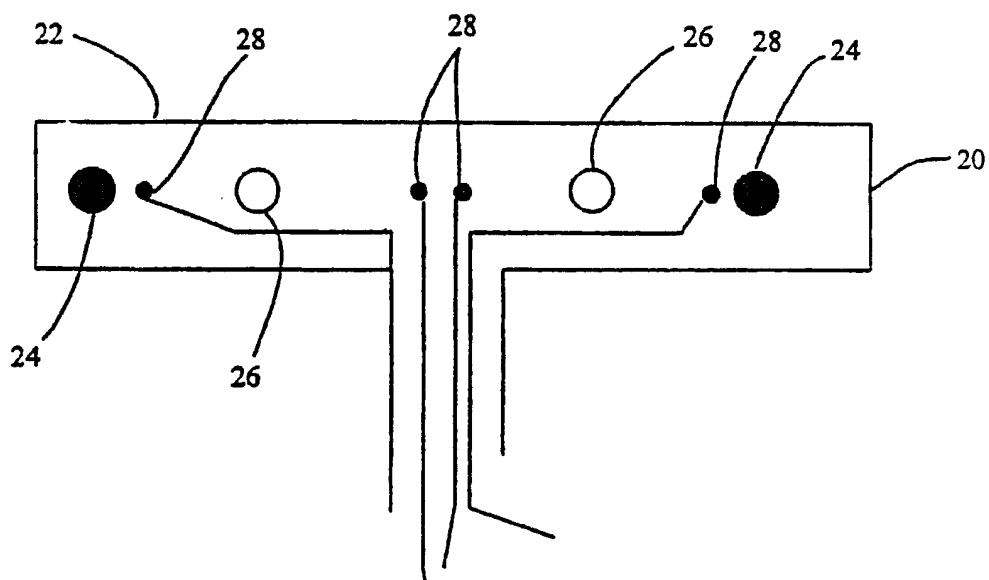


图2B

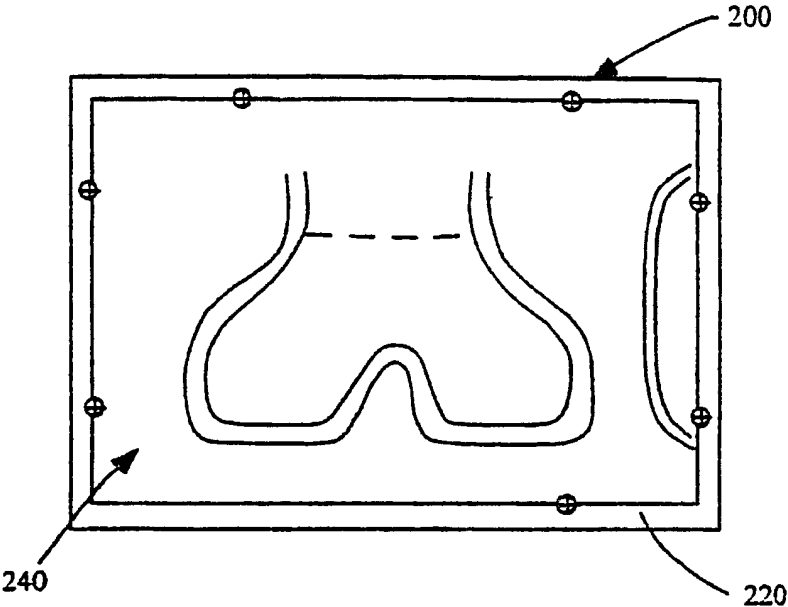


图3

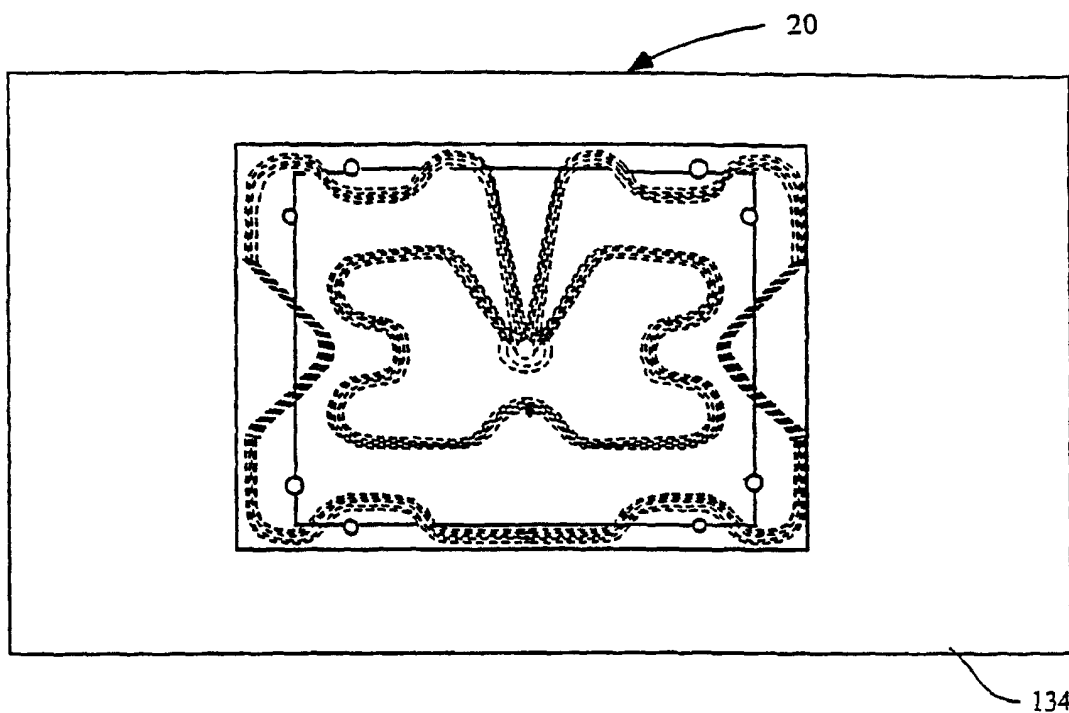


图4

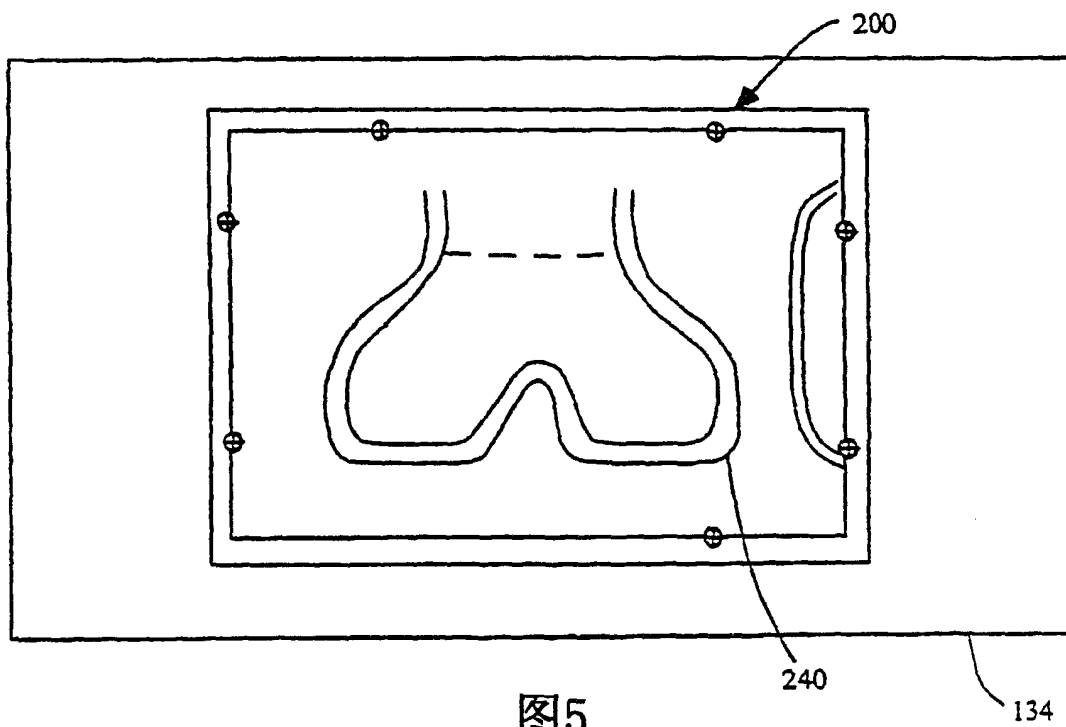


图5

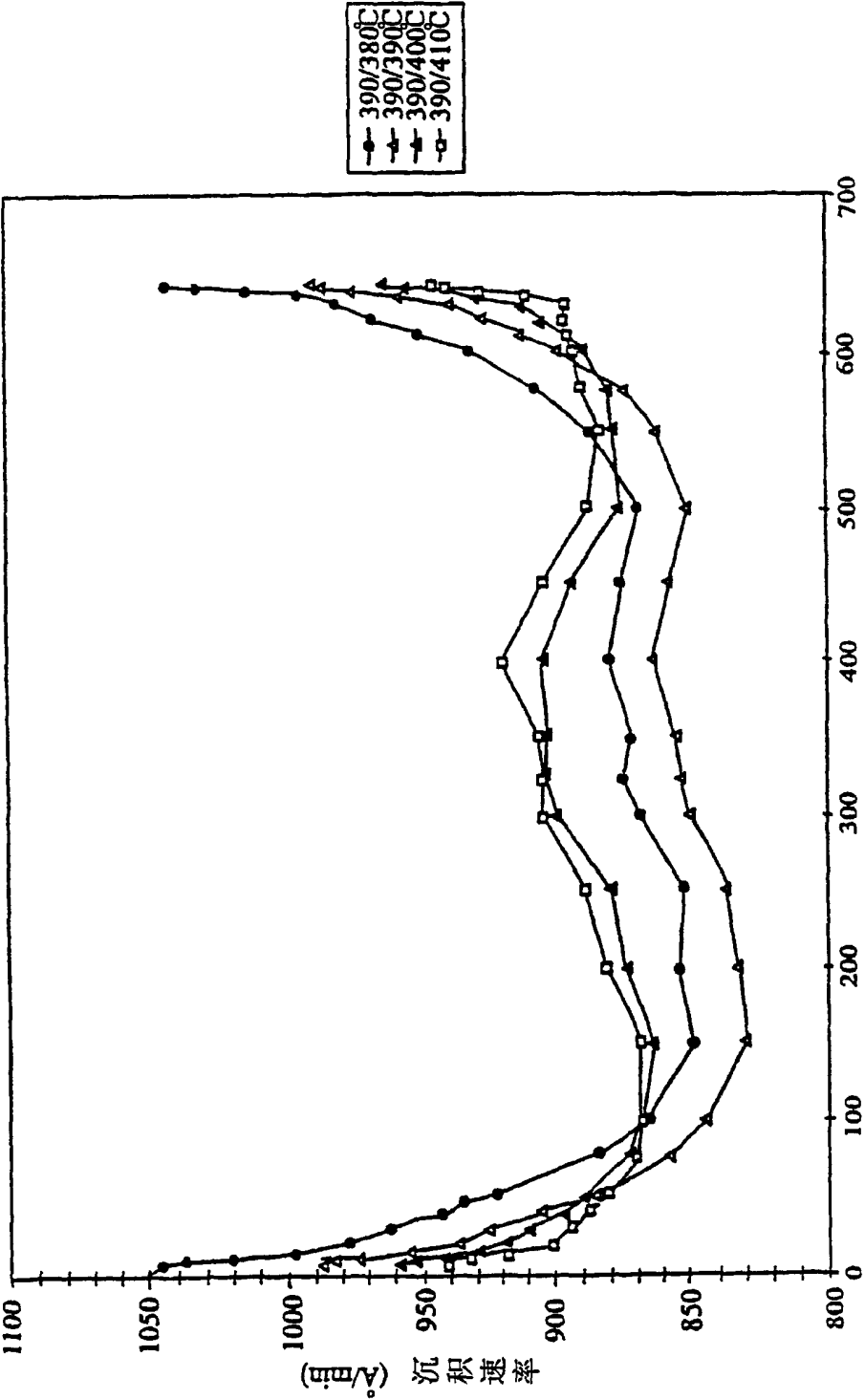


图6

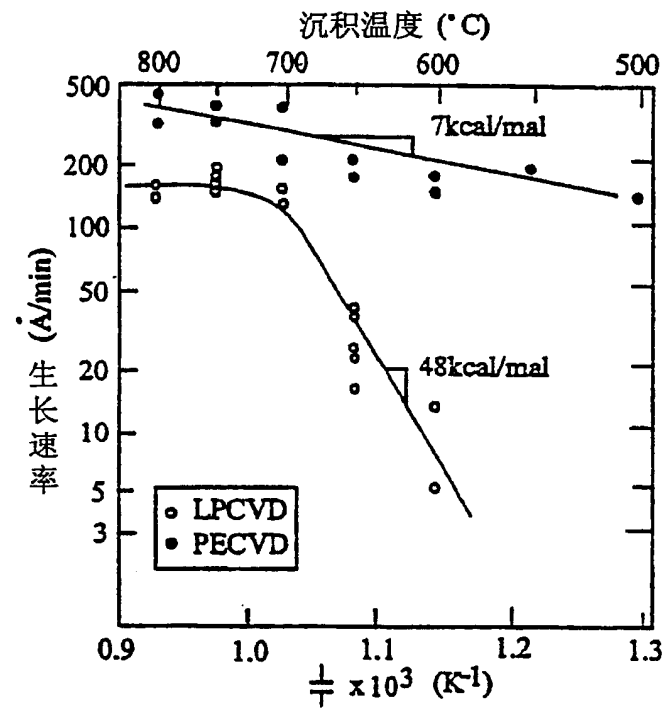


图7

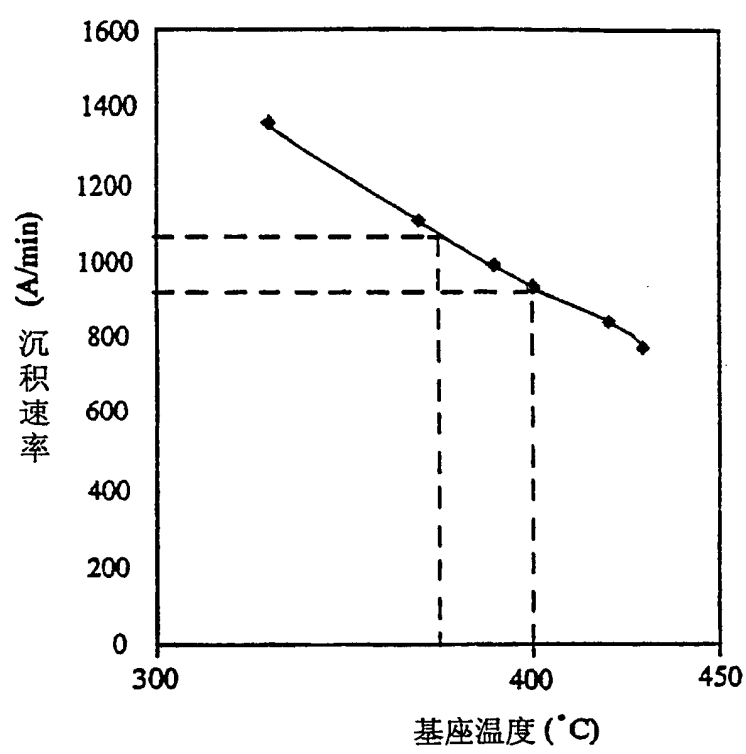


图8