

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02805768.6

[51] Int. Cl.

H01L 21/31 (2006.01)

H01L 21/22 (2006.01)

G01K 7/02 (2006.01)

C23C 16/46 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006年5月24日

[11] 授权公告号 CN 1257537C

[22] 申请日 2002.3.20 [21] 申请号 02805768.6

[30] 优先权

[32] 2001.3.30 [33] JP [31] 100032/01

[86] 国际申请 PCT/JP2002/002710 2002.3.20

[87] 国际公布 WO2002/082524 日 2002.10.17

[85] 进入国家阶段日期 2003.8.29

[71] 专利权人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 牧谷敏幸 斋藤孝规 爱库曼香留树

S·卡夏卢 A·迪普

D·L·奥迈拉

审查员 白燕

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 龙淳

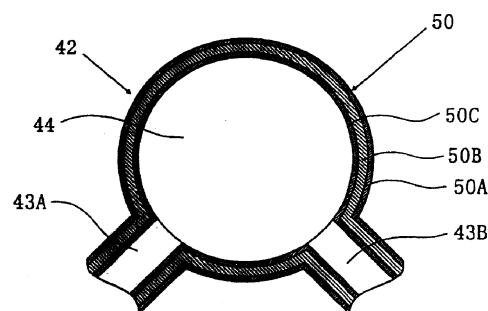
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

[54] 发明名称

热处理装置

[57] 摘要

在配置在热处理装置的处理容器1内的热电偶42的表面,设有防反射膜50,以改善热电偶42的过渡响应能力。在典型的实施方式中,热电偶42是通过将结合铂丝43A和铂铑合金丝43B结合而形成,防反射膜50是由氮化硅层50C、硅层50B以及氮化硅层50A依次层叠而构成的。



1. 一种热处理装置，其特征在于，该装置具有：  
处理容器；  
对装在所述处理容器内的被处理体进行加热的加热器；  
设置在所述处理容器内的温度检测器；  
5 根据所述温度检测器检测出的温度值，控制所述加热器的输出功率的控制部，  
所述温度检测器具有：保护管以及设置在所述保护管内并由在结合部分被结合在一起的一对金属丝构成的热电偶，  
在所述金属丝的至少所述结合部分的表面上形成具有防反射功能的膜，  
10 所述具有防反射功能的膜由多层组成，  
所述多层中，在所述膜的厚度方向上位于最上端的层具有电气绝缘性，  
所述多层中，与所述热电偶的金属丝直接接触的层由对于所述金属丝呈惰性的材料构成。  
15
2. 如权利要求1所述的热处理装置，其特征在于，  
所述多层包括：作为位于所述最上面的层和与所述热电偶的金属丝直接接触的层、由氮化硅构成的层，以及配置在由所述氮化硅构成的层之间的由硅构成的层。  
20
3. 如权利要求2所述的热处理装置，其特征在于，  
所述由硅构成的层中掺有磷。
- 25 4. 如权利要求1所述的热处理装置，其特征在于，  
所述热电偶的表面上形成膜的部分中，对于0.5~5 $\mu\text{m}$ 的波长区域中所有波长的光线的反射率在80%以下。
- 30 5. 如权利要求1所述的热处理装置，其特征在于，  
所述被处理体为硅晶片，  
所述膜由多层构成，

在这些层中包含由硅构成的层，  
该由硅构成的层的厚度，比构成所述多层的由硅构成的层以外的任何一层都厚。

5           6. 如权利要求 5 所述的热处理装置，其特征在于，  
所述由硅构成的层中掺有磷。

7. 如权利要求 5 所述的热处理装置，其特征在于，  
所述多层还包含：在所述膜的厚度方向上，位于最上部的具有电  
10       气绝缘性的层，以及与所述热电偶的金属丝直接接触，并由对于所述  
金属丝呈惰性的材料形成的层，  
所述由硅构成的层，被夹持在所述具有电气绝缘性的层，和由对于  
所述金属丝呈惰性的材料形成的层之间。

15           8. 如权利要求 1 所述的热处理装置，其特征在于，所述处理容器  
可填装被处理体保持器具，其将多个被处理体沿高度方向以规定间隔  
而载置，  
所述加热器可对沿上下方向把所述处理容器进行划分的多个加热  
区域的每个区域进行温度控制，  
20       所述保护管在处理容器内沿上下方向延伸，  
所述热电偶设有多个，  
这些多个热电偶被设置在与所述保护管内的所述加热区域分别对  
应的位置上。

25           9. 如权利要求 1 所述的热处理装置，其特征在于，  
在一个保护管内设置有多个所述热电偶，  
所述具有防反射功能的膜，被设置在存在于所述保护管内的、构成  
所述热电偶的所有金属丝上，并且，构成所述多个热电偶的金属丝具  
有互相电气绝缘的功能。

## 热处理装置

### 技术领域

- 5 本发明是关于热处理装置，特别是有关提高半导体晶片等被处理体的温度测定精度的技术。

### 背景技术

10 在半导体设备的制造工艺中，使用各种各样的热处理装置以对半导体晶片进行氧化、扩散以及成膜等处理。众所周知，批量式的立式热处理装置就是其中一例，它可一次对若干被处理体进行热处理。

批量式的立式热处理装置中，在晶片载置部件上沿上下方向有间隔地设置着多个半导体晶片，然后，晶片载置部件被装在处理容器内部。通过设在处理容器周围的筒形加热器，半导体晶片被加热至规定  
15 温度，并对半导体晶片进行规定的处理。温度控制装置，根据设置在处理容器内的温度检测器检测出的温度值，来控制加热器的发热量，从而使处理容器内即半导体晶片保持在规定的温度。

为得到特性优良且膜质均匀的膜，不但要求各个半导体晶片表面内的温度均匀性好，还要求设置在高度互不相同的位置上的半导体晶片之间的温度均匀性也要高。因此，把处理容器内部按上下方向划分  
20 成多个加热区域（分区），对与各个加热区域一一对应的加热器的发热量进行控制。

这种热处理装置中所使用的温度检测器，由在处理容器内沿上下方向延伸的直管形石英玻璃制的保护管、以及在此保护管内与处理容器的各个加热区域相对应的位置上配置的热电偶构成的。通过各个热  
25 电偶检测出与处理容器内的各个加热区域对应位置的温度，并根据检测出的温度值，对加热器的发热量进行调节。

图6表示现有的典型温度检测器的构造。热电偶60是用铂制造的金属丝61A和铂铑合金制造的金属丝61B连接而构成的。金属丝61A、  
30 61B上分别包覆着氧化铝陶瓷制造的筒形绝缘体构件62A、62B。金属

丝 61A、61B 在石英制造的保护管 65 内延伸，从保护管 65 的端部被引向保护管 65 的外部，并与控制装置连接。

但是，上述温度检测器的问题在于，与晶片相比，它在温度快速升高时的过渡响应迟缓。在半导体晶片的升温过程中，如果热电偶比  
5 半导体晶片升温慢，就无法准确地进行温度控制，而且需要很长时间才能使半导体晶片稳定到规定的处理温度。因此，会使处理所需的全部时间变长，甚至导致生产率降低。

## 发明内容

10 本发明的目的是提供一种热处理装置，它可以改善热处理装置的温度检测器的过渡响应能力，并可以迅速对被处理体的温度进行控制。

本发明人对于温度检测器的过渡响应迟缓的原因进行了研究。研究结果发现，原因在于，热电偶的金属丝（铂金属丝以及铂铑合金金属丝）其表面有金属光泽，对来自被处理体的放射光的反射率很高，从而  
15 而导致放射率小。此外，因筒形绝缘构件使整个热电偶的热容量变大也是其原因所在。本发明人因此得出结论，通过改善热电偶的放射率来改善对被处理体的放射光的响应能力，从而完成了本发明。

即，本发明提供一种热处理装置，它具有处理容器、对装在所述处理容器内的被处理体进行加热的加热器、设置在所述处理容器内的  
20 温度检测器、根据所述温度检测器检测出的温度值，控制所述加热器的输出功率的控制器，所述温度检测器具有保护管、设置在保护管内并在结合部分结合在一起的一对金属丝构成的热电偶。在所述金属丝的至少所述结合部分的表面上形成具有防反射功能的膜。

在热电偶的表面上形成膜的部分，对 0.5~5 $\mu\text{m}$  波长区域的所有波长的光线的反射率，优选在 80%以下，更优选在 50%以下。  
25

具有防反射功能的膜，具有电气绝缘性较好。

具有防反射功能的膜由多层组成较好。这种情况下，优选在膜的厚度方向，位于最上端的一层具有绝缘性，此外，与金属丝接触的一层，优选是用对金属丝呈惰性的材料形成。

30 本发明的典型实施方式中，构成热电偶的金属丝，可以用铂和铂铑合金制造，具有防反射功能的膜，可以通过在金属丝上顺次叠加氮

化硅层、硅层及氮化硅层来构成。硅层也可以是掺有磷的物质。

根据本发明，可以减少热电偶的受热部对被处理体的放射光的反射率（增加放射率）。

另外，在膜上设置具有绝缘性的一层时，也无需用绝缘管包覆每个热电偶的金属丝，就可以减少整个热电偶的热容量。

根据本发明，可以提高热电偶的过渡响应能力，并高度准确地检测出被处理体的温度。因此，就可以精确地控制加热器。

### 附图说明

图 1 是表示本发明的立式热处理装置的一实施例的图，是其大致结构的剖面图。

图 2 是图 1 所示的温度检测器结构的剖面图。

图 3 是图 2 所示温度检测器的热电偶结构的剖面图。

图 4 是图 3 所示热电偶的金属丝及其结合部分的表面形成的膜结构的概略剖面图。

图 5 是表示温度升高时热电偶的过渡响应能力的图。

图 6 是概略地表示现有一种热电偶结构的剖面图。

### 具体实施方式

下面，参照附图，对本发明的一实施方式，即用 CVD 法对半导体晶片进行成膜处理的立式热处理装置进行说明。图 1 是本发明的立式热处理装置结构的略图剖面图。

立式热处理装置具有，双管构造的处理容器（PROCESS TUBE）11，它是由沿上下方向延伸的直管形内管 11A、以及在内管 11A 的周围按规定间隔呈同心状设置的外管 11B 构成的。内管 11A 的上端呈开放状态，外管 11B 的上端被封闭。处理容器 11 的下方空间，相对于晶片载置部件 17 即被处理体保持器具，被作为用来移动半导体晶片的装载区域 L。内管 11A 及外管 11B 都是用具有优良耐热性及抗腐蚀性材料形成的，如高纯度的石英玻璃。

处理容器 11 具有与外管 11B 的下端部相连的短圆筒形的歧管 12。歧管 12 的上端具有凸缘 12A。凸缘 111 被设置在外管 11B 的下端部。

凸缘 12A、111 借助夹在其间的 O 形环等密封部件（图中未示）通过凸缘挤压构件 13 而结合在一起。

内管 11A 从外管 11B 的下端面向下方延伸、插入歧管 12 内，并被设在歧管 12 内侧面的圆形内管支承部 14 支承。

5 供气配管 15 贯穿歧管 12 的侧壁一侧，以把处理气体或惰性气体导入处理容器 11 内。供气配管 15 在内管 11A 内向上方延伸。歧管 12 的侧壁和供气配管 15 之间被气密密封。供气配管 15 与气体供给源连接，图中未示。

10 歧管 12 的侧壁的另一侧上，设置着排气通道 16 用来排出处理容器 11 内的气体。排气通道 16 与具有真空泵及压力控制装置的排气装置（图中未示）连接，这样，处理容器 11 内的压力就被控制。

可升降的升降机 21 被设置在处理容器 11 的下方，用来把晶片载置部件 17 载入和移出处理容器 11。升降机 21 具有圆板形的盖 20，用来封闭处理容器 11 的下端开口 11C。晶片载置部件 17 由高纯度的石英玻璃制造。晶片载置部件 17 上，沿上下方向按规定的间隔，如按 15 5.2~20.8mm 的间隔，装有多个半导体晶片，如 100~150 片左右。

盖 20 上安装有柱状支承构件 22，它与处理容器 11 的轴线方向平行并向上方延伸。支承构件 22 贯穿盖 20。在支承构件 22 的上端，装载晶片载置部件 17 的圆板形支持件 22A 与支承构件 22 设置成一整体。20 支承构件 22 的下端，与设置在盖 20 下部的旋转驱动装置 23 连接。盖 20 上设置着石英制的保温筒 24，支承构件 22 贯穿保温筒 24。

处理容器 11 的外侧设置有筒形加热器 30，用来把装在处理容器 11 内的半导体晶片加热至规定的处理温度。筒形加热器 30 围绕在处理容器 11 的周围。筒形加热器 30 具有圆筒形的绝热构件（图中未示），25 它的里面配设有线状的抗发热元件，并在里面呈螺旋状或蛇行蜿蜒状。抗发热元件与控制器 31 连接，控制器根据后述的温度检测器 40 检测出的半导体晶片的温度值，控制应供的电力以使半导体达到预设的温度。

30 处理容器 11 内，沿高度方向被分成多个区域，在图示例子中被分成 4 个加热区域 Z1~Z4。筒形加热器 30 能够进行所谓的区域控制，换言之，能够独立地对各个加热区域进行温度控制。根据各个加热区域

而设置不同的抗发热元件，控制器 31 可以独立地控制供给各个抗发热元件的电力。

5 处理容器 11 的上方设有平面加热器 32，它与处理容器 11 内的晶片载置部件 17 相对，并与筒形加热器 30 的上端面平行。这样，就能有效地防止从处理容器 11 的上方散发热量，从而能以较高的面内均匀性对半导体晶片进行加热处理。平面加热器 32，是通过把线状的抗发热元件配置在板状的基材上构成的。此抗发热元件也与控制器 31 连接。

处理容器 11 内设置有温度检测器 40，根据该温度检测器 40 检测出的温度值，控制筒形加热器 30 以及平面加热器 32 的发热量。

10 温度检测器 40 处在排气通道 16 的下方，并贯穿歧管 12 的侧壁。歧管 12 的侧壁与温度检测器 40 之间被气密密封着。温度检测器 40 在晶片载置部件 17 与内管 11A 之间形成的环形空间内，沿与内管 11A 的内壁平行的方向向上方延伸。温度检测器 40 的顶端部分在内管 11A 上端的上方处弯曲，直至处理容器 11 的中心位置，并沿着与固定在晶片载置部件 17 上的半导体晶片的面平行的方向延伸。

15 如图 2 所示，温度检测器 40 具有由透明石英玻璃制造的保护管 41、装在保护管 41 内的多个热电偶 42（图示的实施方式中有 5 个）。这些热电偶 42 被设置在与通过平面加热器 32 加热的加热区域相对应的位置（例如平面加热器 32 中心的垂直下方）、以及与通过筒形加热器 30 加热的各个加热区域 Z1~Z4 分别对应的位置上。

20 保护管 41 具有沿上下方向延伸的直管形第 1 部分 41A、与第 1 部分 41A 的上端相连并沿着与第 1 部分 41A 的管轴垂直相交的水平方向（图 2 的向右方向）延伸的第 2 部分 41B、与第 1 部分 41A 的下端相连并沿水平方向（与第 2 部分 41B 相反的方向）延伸的基端部分 41C。

25 保护管 41 的顶端，即第 2 部分 41B 的顶端被密闭着。另外，保护管 41 的基端，即基端一侧部分 41C 的基端，用粘合剂等密封构件 45 密封着。通过密封构件 45 各热电偶 42 的金属丝 43 被拉至保护管 41 外部。各热电偶 42 的金属丝 43 通过辅助导线与控制器 31 的输入端子相连。

30 也可以用密封构件 45 气密密封保护管 41 的基端一侧部分 41C。这种情况下，也可以向保护管 41 内填充用来防止热电偶 42 氧化的氮



气 ( $N_2$  气体) 等惰性气体。

也可以使保护管 41 的内部处于减压状态。如果处理容器 11 内处于减压状态时, 万一保护管 41 发生破裂, 仍可以防止其破裂残片在处理容器内四处飞散。

5 另外, 也可以在保护管 41 的基端部分的整个周围形成环形槽 (图中未示), 此环形槽恰好可以使歧管 12 的侧壁嵌入。这样, 当处理容器 11 内处于减压状态时, 可以防止温度检测器 40 被拉入处理容器 11 内。

10 热电偶 42 的金属丝 43 的直径为 0.5mm 左右。构成各个热电偶的一对金属丝 43, 是由铂 (Pt) 丝 43A 和铂铑合金 (Pt/Rh) 丝 43B 制成的。如图 3 及图 4 所示, 各个金属丝 43A、43B 以及金属丝 43A、43B 的结合部分 44, 即温度检测器的表面上形成膜 50。

15 膜 50 具有对特定波长区域的光线的防反射功能。在金属丝 43A、43B 及结合部分 44 上形成具有防反射功能的膜 50, 这样, 形成膜 50 的部分对 0.5~5 $\mu$ m 波段内的所有波段的光线的反射率, 比没有膜 50 时的金属丝 43A、43B 本身以及结合部分 44 本身的表面的反射率小。

20 可以通过把无机物质制成的多层沿膜厚度方向层叠而构成膜 50。膜 50 上, 最顶层 50A 优选是由具有绝缘性的物质构成, 与金属丝 43A、43B 以及结合部分 44 接触的最底层 50C, 优选是由相对于金属丝 43A、43B 以及结合部分 44 呈惰性的材料形成。此外, “惰性” 的意思是, 至少在半导体晶片的处理温度范围内, 最底层 50C 和金属丝 43A、43B 以及结合部分 44 实际上不发生反应。

25 考虑构成膜 50 的各层 50A~50C 的材料、叠加层数以及厚度等条件, 适当选择折射率互不相同的物质并使其层层叠加, 这样就可以得到具有期望功能的膜 50。

30 热电偶 42 表面上形成膜 50 的部分, 对 0.5~5 $\mu$ m 波长区域内的所有波长的光线的反射率, 优选是 80% 以下, 更优选的则是 50% 以下。这样, 就可以大大提高热电偶 42 的响应能力。此外, 如反射率超过 80%, 则热电偶 42 的升温比半导体晶片的升温迟缓, 因此并不理想。另外, 0.5~5 $\mu$ m 波长区域是在半导体晶片的处理温度范围 (100 $^{\circ}$ C~1200 $^{\circ}$ C) 内, 可以最有效地对半导体晶片进行加热的波长。

更为理想的是，膜 50 用与作为被处理体的半导体晶片相同或类似的材料构成。这样，膜 50 本身的各种特性与半导体晶片接近，就可以使半导体晶片的升温特性与热电偶 42 的升温特性更接近。

基于这种观点，例如，膜 50 在膜的厚度方向上，由氮化硅层和硅层交互层叠而构成较好。图 4 所示的实施例中，膜 50 是通过层叠氮化硅层 50A、硅层 50B 以及氮化硅层 50C 三层而构成。氮化硅层 50A、50C 的厚度被设为  $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ 、硅层 50B 的厚度为  $1\sim 3\mu\text{m}$ 、膜 50 整个厚度为  $1.2\sim 3.6\mu\text{m}$ 。即，从使膜整体的放射率接近半导体晶片的放射率这种观点看，用与半导体晶片相同的材料制成的硅层 50B 的厚度，要比氮化硅层 50A、50C 厚得多。构成层 50A、50C 的材料氮化硅，如前面所述，是着眼于电气绝缘性和相对于金属丝具有惰性的特性而被选定的。氮化硅与半导体晶片的放射率不同，因此，氮化硅层 50A、50C 要达到所需的最薄厚度。但是，层 50A、50C 并非是用与硅层 50B 完全不同的材料构成，而是由作为含有硅的材料的氮化硅构成的。硅层 50B 优选由例如掺有磷 (P) 的硅构成。这样，与未掺有磷 (P) 的硅层的膜 50 相比，可以使  $0.5\sim 5\mu\text{m}$  波长区域内的所有波长的光线的反射率降低 20% 左右，从而发挥优良的防反射效果。

另外，构成膜 50 的层数，也可以在 2 层以下或 4 层以上。各层的厚度并不局限于上述范围。

作为构成膜 50 的材料，除上述的材料之外，可以使用导热性好的材料，如碳化硅 (SiC)、氮化铝 (AlN) 等。此外，从提高反射率减低效果这一观点看，作为这样的材料，优选使用黑色材料。

接下来，对立式热处理装置中实施的被处理体 (半导体晶片) 的热处理进行说明。首先，在装载区域 L 内，装载半导体晶片。半导体晶片的晶片载置部件 17，当盖 20 处于最下端时被装载在舟支持构件 22A 上。然后，盖 20 通过升降机 21 上升，这样晶舟 17 从下端开口 11C 被装入处理容器 11 内，处理容器 11 的下端开口 11C 通过盖 20 被气密密闭。晶片载置部件 17 的最上段以及最下段上设置仿真晶片。

通过排气装置，处理容器 11 内的压力被减至规定的压力，如 13Pa 左右。通过筒形加热器 30 和平面加热器 32，使处理容器 11 内的温度达到规定的温度值。通过旋转驱动装置 23，晶片载置部件 17 处于旋转

的状态，处理气体通过供气配管 15 被导入处理容器 11 内，就可对半导体晶片进行成膜处理。

根据本实施方式，在构成热电偶 42 的金属丝 43A、43B 及两者的结合部分 44 的表面上形成膜 50，因此受热部（结合部分 44）对半导体晶片的辐射光的反射率就会变小（放射率变大）。

因此，热电偶 42 通过接受来自半导体晶片的辐射光而迅速升温。即，可以更准确地检测半导体晶片的过渡温度变化。这样，特别是升温时，可使用筒形加热器 30 和平面加热器 32 更准确地进行温度控制，并可以更迅速地使处理容器 11 内和半导体晶片达到规定的温度。因此，既可以缩短工艺所需的总时间，又可以提高生产率。

此外，因设置了具有电气绝缘性的氮化硅层 50A，所以，无需设置氧化铝陶瓷等材料制成的绝缘构件 62A、62B（参照图 6）来绝缘相邻的金属丝。因此，整个热电偶 42 的热容量变小。这样就可以更准确地检测半导体晶片的过渡温度变化。

另外，在所有的热电偶 42 上，半导体晶片的温度被很准确地检测出，因此可以更准确地进行区域温度控制。所以，不仅各个半导体晶片的面内，即便是安装在互不相同高度位置上的半导体晶片之间，实际上都可以在均匀的温度条件下进行热处理。

此外，与金属丝 43A、43B 以及两者的结合部分 44 接触的一层 50C，是由相对于金属丝 43A、43B 以及结合部分 44 呈惰性的材料制成的，因此，在金属丝 43A、43B 以及结合部分 44 和膜构成物质之间形成合金，就可以防止膜 50 或热电偶的金属丝 43A、43B 以及结合部分 44 发生损坏等。

以上，对本发明的实施方式进行了说明，但本发明并不局限于上述的方式，还可以进行多种多样的改变。即，根据本发明的热处理装置，并不限于进行成膜处理，也可以进行如氧化处理、扩散处理、退火处理等的热处理装置。此外，根据本发明的热处理装置，并不限于所说的立式热处理装置，也可以是其它形式的热处理装置。

## 30 实施例

对于使用图 1 所示结构的热处理装置所进行试验的结果进行说明，

并准备了下面所示规格的热电偶 A~D。

#### [热电偶 A]

使用丝直径为 0.3mm 的铂丝 (43A) 和铂铑合金丝 (43B) 制成热电偶。金属丝 (43A、43B) 和这些金属丝的结合部分 (44) 的表面上, 形成膜(50), 如图 4 所示形态, 它由氮化硅层 50A、硅层 50B 以及氮化硅层 50C 组成。第 1 层(最下层)的氮化硅层 (50C) 的厚度为 0.2 $\mu$ m、第 2 层的硅层(50B)的厚度为 2 $\mu$ m、第 3 层(最上层)的氮化硅层(50C)的厚度为 0.2 $\mu$ m。热电偶 (42) 上形成膜 (50) 的部分中, 对 0.5~5 $\mu$ m 波长区域的光线的反射率为 80%以下。称此为“热电偶 A”。

#### 10 [热电偶 B]

如图 6 所示, 将构成上述热电偶 A 的各个金属丝 (43A、43B) 插入氧化铝陶瓷制造的筒形绝缘构件 (62A、62B) 而形成热电偶。膜 (50) 的规格与热电偶 A 相同。称此为“热电偶 B”。

#### [热电偶 C]

15 作为比较的例子, 除了在各个金属丝以及它们的结合部分的表面上未形成膜之外, 制成与热电偶 A 结构相同的热电偶。称此为“热电偶 C”。

#### [热电偶 D]

20 作为第 2 个比较例子, 除了在各个金属丝以及它们的结合部分的表面上未形成膜之外, 制成与热电偶 B 结构相同的热电偶。称此为“热电偶 D”。

在没有装载被处理体的空状态下的晶片载置部件 (17) 的高度方向上, 在中央位置分别设置了上述 4 个热电偶 A~D。把此晶片载置部件 (17) 装载在处理容器 (11) 内。然后, 使筒形加热器 (30) 和平面加热器 (32) 按一定输出功率工作几分钟, 对于升温时的各个热电偶的升温特性进行调查。图 5 的图表表示其结果。

25 如图 5 的图表所示, 本发明实施例的热电偶 A 和热电偶 B 的升温, 比作为比较例子的热电偶 C 和热电偶 D 的升温快。即, 通过在各个金属丝以及它们的结合部分的表面上形成防反射膜, 就可以确保提高热电偶的响应能力。

30

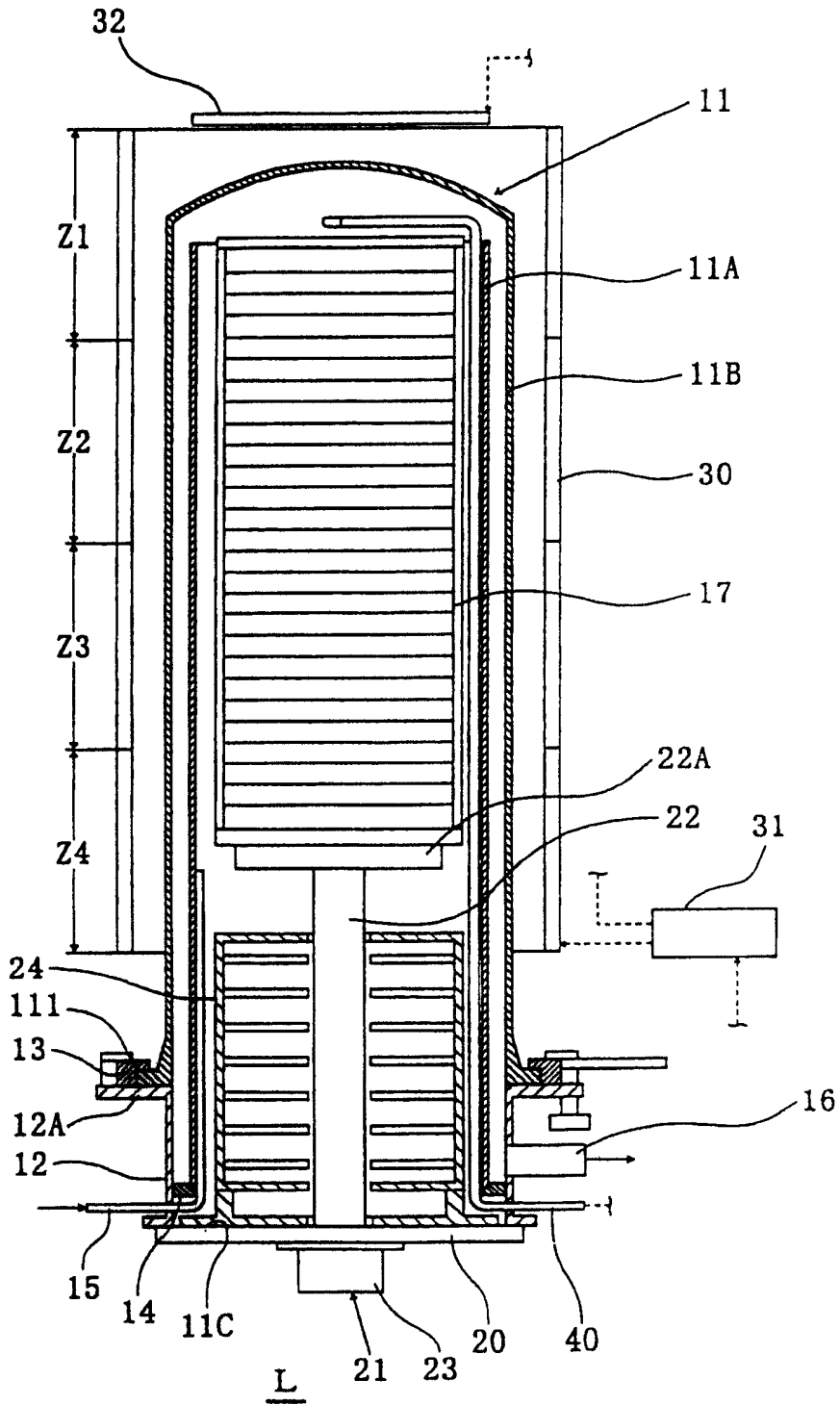


图1

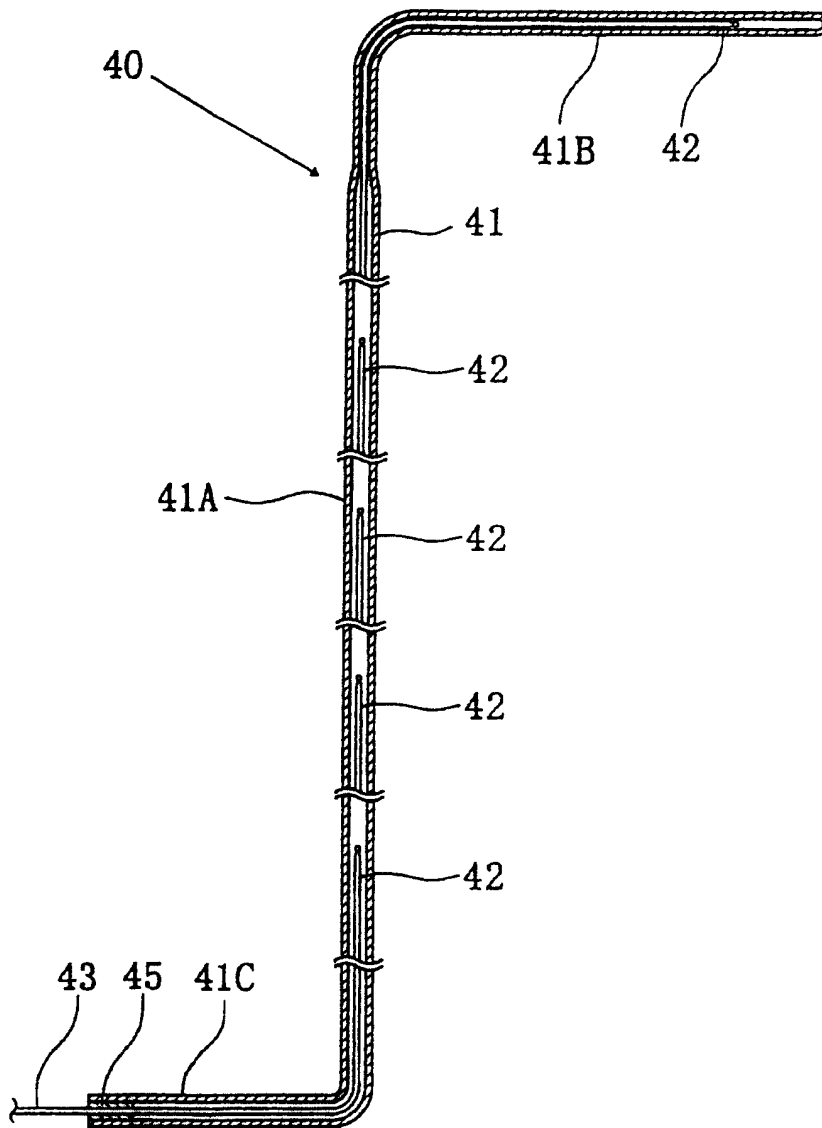


图2

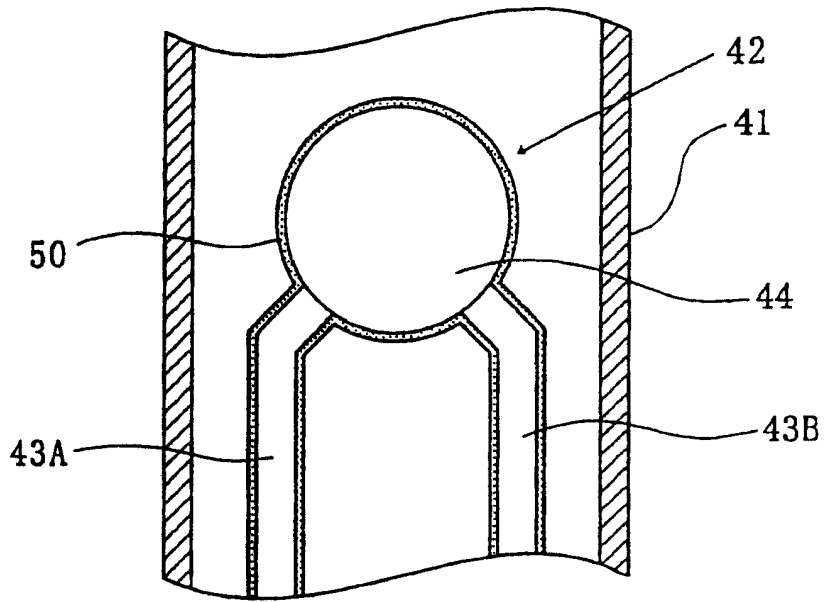


图3

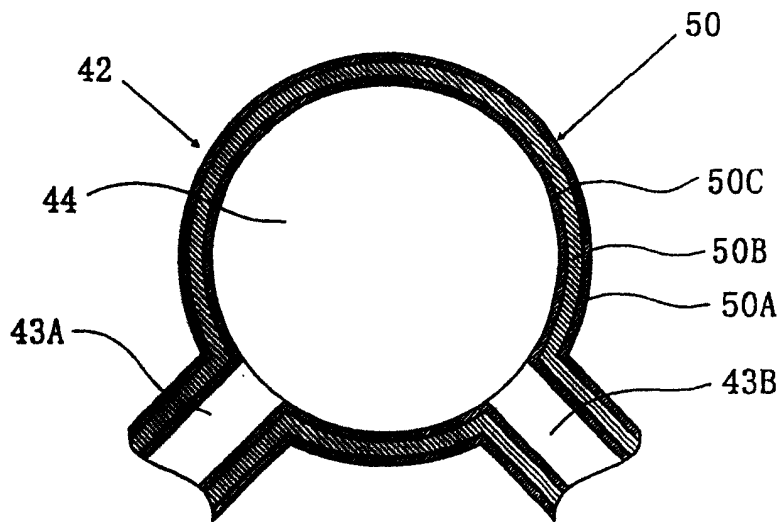


图4

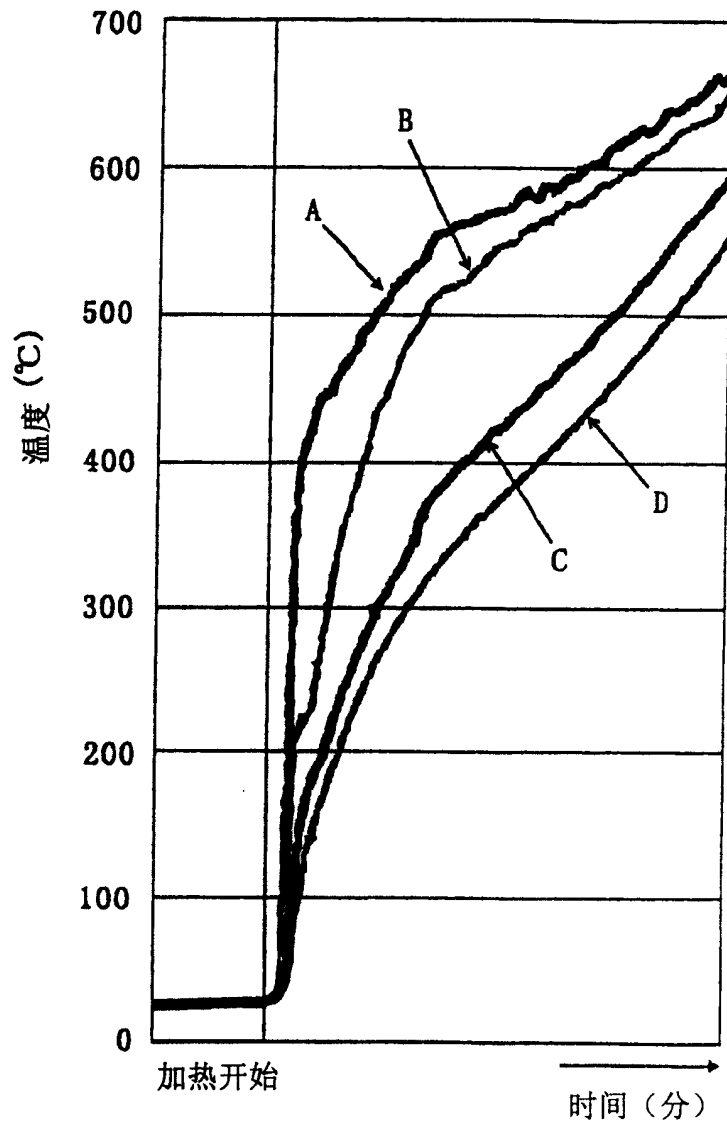


图5



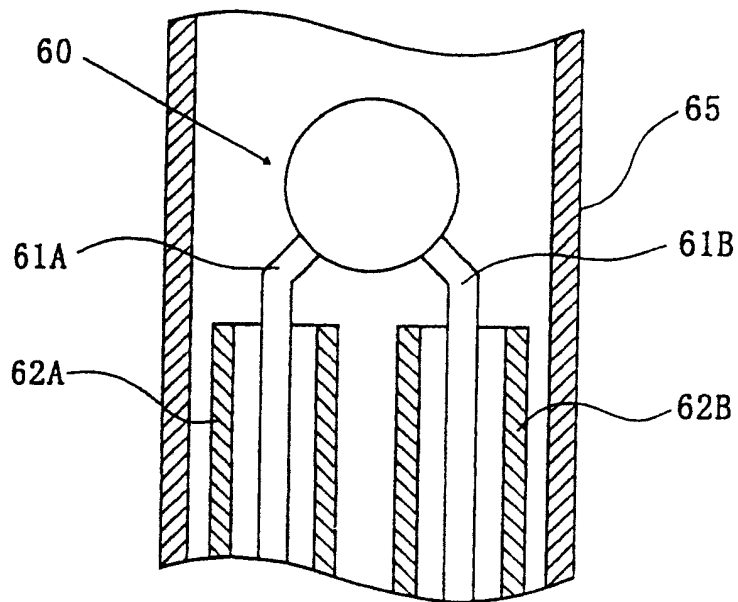


图6