

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C23C 16/32 (2006.01)

C23C 16/44 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580029175.4

[43] 公开日 2007年8月22日

[11] 公开号 CN 101023198A

[22] 申请日 2005.7.12

[21] 申请号 200580029175.4

[30] 优先权

[32] 2004.8.30 [33] IT [31] MI2004A001677

[86] 国际申请 PCT/EP2005/053328 2005.7.12

[87] 国际公布 WO2006/024572 英 2006.3.9

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.28

[71] 申请人 LPE 公司

地址 意大利米兰

共同申请人 ETC 外延技术中心有限公司

[72] 发明人 S·莱昂内 M·毛切里

G·阿邦丹扎 D·克里帕

G·瓦伦特 M·马西 F·普雷蒂

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所

代理人 龙传红

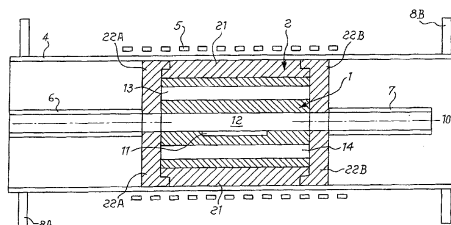
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

CVD 反应器的清洗方法和操作方法

## [57] 摘要

本发明涉及一种清洗 CVD 反应器的反应室 (12) 的方法, 所述方法包括如下步骤: 加热室壁至合适的温度, 并向室内引入气流; 该清洗方法可以有利地用于 CVD 反应器的操作方法中用于在室内向基质上沉积半导体材料; 这种操作方法设想了一种包含如下步骤的生长方法: 依次和循环向室 (12) 内装载基质、向基质上沉积半导体材料和从室 (12) 卸载基质; 在卸载后进行清洗室 (12) 的方法。本发明还涉及与加热一起清洗整个 CVD 反应器的方法, 其设想在气流中存在化学蚀刻组分。



1. 一种清洗CVD反应器的反应室的方法，包括如下步骤：
  - 加热室壁至不低于所要脱除的材料开始升华的温度；
  - 向室内引入气流。
2. 权利要求1的清洗方法，其中所述要脱除的材料为碳化硅。
3. 权利要求1或2的清洗方法，其中所述气体包括稀有气体，优选为氩或氦。
4. 一种清洗CVD反应器的方法，包括如下步骤：
  - 加热反应器壁，反应室壁的加热温度不低于所要脱除的材料开始升华的温度；和
  - 引入与待清洗的反应器壁接触的气流，所述气体含有至少一种对所述要脱除的材料具有反应性的组分。
5. 权利要求1或2或3或4的清洗方法，其中所述气体包括氢气或氢氟酸或氢溴酸。
6. 权利要求1、2、3或4的清洗方法，其中所述气体包括氢氟酸和稀有气体。
7. 权利要求1、2、3或4的清洗方法，其中所述气体包括氢氟酸和氢气。
8. 前述权利要求任一项的清洗方法，其中室壁被加热至高于1800℃的温度，优选为1800-2400℃，更优选为1900-2000℃。
9. 前述权利要求任一项的清洗方法，包括：
  - 室壁温度升高的第一阶段；
  - 室壁温度保持的第二阶段；
  - 室壁温度降低的第三阶段。
10. 权利要求9的清洗方法，其中第二阶段的气体流量高于第一阶段气体流量，优选高五至二十倍。
11. 权利要求10的清洗方法，其中第三阶段的气体流量与第二阶段的气体流量基本相同或更高，优选高一至三倍。

12. 一种用于在基质上沉积半导体材料的 CVD 反应器的操作方法, 所述反应器配有用于沉积的反应室, 其设想了包含依次和循环执行如下步骤的生长过程:

- 在室内装载基质的过程;
- 向基质上沉积半导体材料的过程;
- 从室内卸载基质的过程;

特征在于, 在卸载过程之后, 实施权利要求 1-11 一项或多项的清洗所述室的方法。

13. 权利要求 12 的操作方法, 其中在装载过程之后和沉积过程之前实施吹扫过程。

14. 权利要求 12 或 13 的操作方法, 其中在每一次卸载过程之后均实施所述室的清洗方法。

15. 权利要求 12 或 13 的操作方法, 其中在预定次数的卸载过程之后, 实施所述室的清洗方法。

16. 权利要求 15 的操作方法, 其中所述次数为二至十次。

17. 权利要求 14 的操作方法, 其中所述清洗方法的持续时间少于生长过程的持续时间。

18. 权利要求 17 的操作方法, 其中所述清洗方法的持续时间为生长过程的  $1/2$  至  $1/4$ 。

19. 权利要求 12-18 任一项的操作方法, 其中在沉积过程中沉积碳化硅。

20. 权利要求 19 的操作方法, 其中碳化硅的沉积在  $1500-1700^{\circ}\text{C}$  的温度下实施, 优选为  $1550-1650^{\circ}\text{C}$ 。

21. 权利要求 12-20 任一项的操作方法, 其中反应器壁首先配有至少一个碳化钽或碳化铌的表面层。

22. 一种用于在基质上沉积半导体材料的 CVD 反应器, 特征在于其包含用于实施权利要求 12-21 一项或多项的操作方法的设施。

## CVD 反应器的清洗方法和操作方法

### 技术领域

本发明涉及 CVD 反应器的清洗方法和操作方法

### 背景技术

正如已知的，CVD(化学气相沉积)反应器用于实施外延生长过程，在这期间向基质上沉积薄且均匀的材料层。

在微电子领域，应用 CVD 反应器向基质上沉积薄的半导体材料层，然后制备用于生产电子元件、特别是集成电路的薄片。在生长过程中，半导体材料同时在基质和反应室内壁上沉积：这在所谓的“热壁”CVD 反应器情况下是特别真实的，这是因为只有当温度相当高时，所述材料才沉积。

对于每一过程，在室内壁上都沉积新的材料薄层；经过不同过程之后，所述壁具有一厚层材料。该厚层材料改变了室的几何形状，因此影响了反应气流，并因此影响进一步的生长过程。另外，该厚层材料并未完全压实，在进一步的生长过程中，小颗粒有可能从该层剥离，并且如果它们落在基质上，则会破坏正在生长的基质。

目前，在微电子工业中应用最广泛的半导体材料是硅。尽管目前还没有在微电子工业中大量应用，但非常具有前景的材料为碳化硅。

为了外延生长微电子工业所需要的高质量碳化硅，需要非常高的温度，即高于 1500℃ 的温度及因此比硅外延生长所需的温度要高得多的温度，所述硅外延生长的温度通常为 1100-1200℃。为了获得这些高温，“热壁”CVD 反应器是特别合适的。

因此，用于碳化硅外延生长的 CVD 反应器具体存在着与材料在反应器内壁沉积有关的问题。另外，碳化硅是通过机械和化学方法都特别难以脱除的材料。

解决此问题通常采用的方案是周期性地从反应器中拆除反应室，

并通过机械和/或化学方法对其进行清洗；该操作需要大量时间，并因此包括反应器的长期中断；另外，在一定次数的清洗操作之后，通常必须抛弃或处理所述室。

另外，特别是在实际反应室上游和下游的反应器部分，可能存在硅沉积物，该硅沉积物也必须清除。

### 发明内容

本发明的一般目的是提供用于 CVD 反应器的反应室及用于 CVD 反应器的清洗方法，该方法克服了上述缺点。

这一目的主要通过具有独立权利要求 1 所述功能特征的清洗方法来实现；该方法的其它有利方面在从属权利要求中描述。

按照另一方面，本发明还涉及应用该清洗方法并且具有独立权利要求 12 所述功能特征的 CVD 反应器的操作方法；该方法的其它有利方面在从属权利要求中描述。

通过结合附图考虑如下描述，本发明将变得很清楚。

### 附图说明

图 1 给出了被绝缘外壳包围的反应室的横截面侧视图、横截面正视图和横截面顶视图，本发明的清洗方法可以用于所述反应室；

图 2 给出了包含图 1 组件的 CVD 反应器部分；

图 3 给出了图 2 反应器内部温度的空间分布；和

图 4 给出了在图 2 反应器中实施的本发明操作方法的时间/温度图。

### 具体实施方式

本说明书和这些附图都只是为描述的目的而考虑，因此不构成限制；另外，应该记住的是这些图是示意性的和简化的。

图 1 给出了组成反应室的组件及周围外壳，所述组件作为整体用参考标记 1 表示，所述周围外壳作为整体用参考标记 2 表示。

图 1 的右上侧为中心剖开的组件的正视图，左上侧为中心剖开的组件的侧视图，而左下侧为中心剖开的组件的顶视图。

本发明的清洗方法可以有利地用于例如图 1 所示的室 1。该室特

别适合用于碳化硅外延生长的 CVD 反应器。

室 1 具有容纳基质用的腔 12，半导体材料层在所述基质上沉积；为此目的，腔 12 具有基本平并在 CVD 反应器内沿基本水平位置设置的底壁；腔 12 被其它壁、具体为顶壁和两侧壁所包围。反应气体纵向流过腔 12。室 1 适合于被加热，其加热加方式使腔 12 的所有壁均被加热，并因此加热其中流动的反应气体。通常室 1 适合于利用电磁感应加热；为此目的，室 1 通常由石墨制成，并内衬有碳化硅或碳化钽或碳化铌保护层。图 1 所示室 1 沿轴 10（长度为 300 mm）均匀延伸，并且其横截面具有圆形外形（直径为 270 mm）；替代地，该横截面可以具有多边形或椭圆形的形状。图 1 所示腔 12 的横截面具有基本为矩形的内部形状（宽为 210 mm 和高为 25 mm）；该横截面可以具有不同的形状。

当对着基质的反应室表面（在图 1 的情况下为腔 12 的上壁）非常接近所述基质时，本发明的清洗方法是特别有用的；事实上，在这种情况下，从该表面（更准确地为该表面上生长的层）上剥离的任何颗粒在被反应气流吹走之前均落到基质上。

当室 1 的腔 12 的壁内衬有保护层如碳化钽或碳化铌时，限制了在生长过程中在壁上沉积的材料的粘附，因此更可能形成颗粒；当保护层材料与沉积材料由于不同的晶体结构而不同时，这一点是特别真实的；例如，当由石墨制成并内衬有碳化钽或碳化铌的反应室用于碳化硅生长过程时，就是这种情况。

在图 1 所示类型的反应室中，基质通常被放在托盘上，以有利于在生长过程开始之前装载基质和在生长过程终了时卸载基质。在图 1 的实施例中，托盘用参考标记 3 表示，并且在三个相应的中空孔 31 内能够装载三个圆形的基质；在现阶段，基质的个数可以在最小一个到最大十二个之间变化，并且它们的直径可以在最小两英寸到最大六英寸之间变化，但这与本发明的目的并不相关；很明显，随着基质个数增加，它们的直径将减小。

在图 1 所示类型的反应室中，有利的是设想基质支撑是可以旋转的，从而有利于在基质上均匀沉积；适当清洗反应室并因此脱除室内

壁上沉积的材料对于确保托盘有效且高效的旋转也是有用的。在图 1 所示的实施例中，托盘 3 是可旋转的，虽然实施该旋转的设施并未示出；对于本领域的熟练技术人员来说，使托盘旋转的各种方案都是已知的，如可由 W02004/053189 获知。

在如图 1 所示的具有托盘的室中，有利的是设想托盘置于腔底壁的凹陷内，从而腔的内表面没有突然的凸起或凹陷；确保适当清洗反应室并因而脱除腔底壁上沉积的材料对于保持托盘表面与壁表面对准也是有用的。在图 1 所示的实施例中，(可旋转的)托盘 3 具有薄盘形状(直径为 190 mm 和厚度为 5 mm)，并且置于腔 12 底壁的圆形凹陷 11 内。

如图 1 所示的室的托盘通常也用作感受器，即通过电磁感应加热并其直接加热其所支撑的基质的元件。

图 1 的室 1 具有两个大的通孔 13 和 14，在所述通孔内部，反应气体不流动；因此，在这些孔壁上没有材料沉积，并且因此这些壁对于本发明目的没有太大意义。

关于如图 1 所示的室的许多功能和结构细节，包括孔 13 和 14 的功能和结构，可以由文献 W02004/053187 和 W02004/053188 得到，所述文献在这里作为参考而引用。

外延反应器的反应室必须与周围环境物理隔离，从而精确控制反应环境。外延反应器的反应室也必须与周围环境绝热；事实上，在外延生长过程中，所述室及其环境的温度范围为 1000-2000°C (取决于所沉积的材料)，因此限制热损失是很重要的；为此目的，用绝热结构包围所述室。

在图 1 所示的实施例中，室 1 被绝热壳 2 所包围；壳 2 可以由例如多孔石墨即一种难熔且绝热的材料制成；壳 2 包括圆筒形主体 21 和两个侧盖(左边为 22A 和右边为 22B)，其中所述侧盖通过周边环安装在主体 21 上，所述周边环改善了所述主体和盖之间连接区的绝热。两个盖 22A 和 22B 分别具有两个开口 221A 和 221B 用于使反应气体进入和使废气流出，所述开口与腔 12 具有基本相同的横截面；很明显，

这些开口基本上与腔 12 对准;通过合适的手动或自动工具,这些开口,特别是开口 221A,也可用于装载和卸载基质或装有基质的托盘。

图 2 给出了包含图 1 组件的 CVD 反应器部分。

图 1 的组件插入两或三或四倍反应室长度的长石英管 4 的中心区域;其中管 4 的功能是分散从侧盖 22 和特别是从开口 221 发出的辐射能。

入口连接管 6 和出口导管 7 是正视图;这些元件通常由石英制成;入口连接管 6 的功能是连接具有圆形横截面的反应气体供应管(图 2 未示出)与盖 22A 的开口 221A,其中所述开口具有矩形且非常平的横截面;出口导管 7 的功能是引导排放气去排放废气的管道(图 2 中未示出)。

在图 1 组件的区域内,管 4 在中心区域用螺线管 5 缠绕,其中所述螺线管 5 产生电磁场,所述磁场通过电磁感应加热室 1。

管 4 的两端配有两个侧向法兰,即左手法兰 8A 和右手法兰 8B,用于将所述管固定到所述外延反应器的外壳上。

正如已经提到的,图 2 的组件特别适合于实施碳化硅的外延生长过程,这是因为它的特别设计使得在反应室的腔 12 内产生和保持非常高的温度。

图 3 给出了在碳化硅的外延生长过程中图 2 的组件沿对称轴 10 的典型温度曲线;图 3 的上部部分地给出了图 2 的组件,从而可以更简单地理解空间对应性。

在连接管 6 的始端,温度对应着环境温度,如 20℃;然后所述温度沿连接管 6 逐渐升高;然后在盖 22A 的开口 221A 区域迅速升高;在腔 12 内,温度十分恒定,特别是在腔 12 的放置装有基质的托盘 3 的中心区域内,温度通常为 1500-1700℃,优选为 1550-1650℃;然后在盖 22B 的开口 221B 区域内,温度急剧下降;最后,温度沿导管 7 逐渐下降;腔 12 入口处的温度低于腔 12 出口处的温度,这是由于反应气体在腔 12 内流过的同时起了加热作用。

在如图 3 所示的非均匀温度情况下,材料沿壁的沉积并不均匀;

另外，参考图 2，材料不仅沿腔 12 的壁沉积，还沿连接管 6、导管 7 和两个开口 221 的区域内沉积；例如，在低温区，沉积硅层，而在高温区，沉积碳化硅层。很明显，有利的是可以清洗反应器的所有部件，而与沉积材料无关。

按照本发明，清洗 CVD 反应器的反应室的方法主要包括如下步骤：

-加热室壁至不低于碳化硅开始升华的温度；

-向室内引入气流。

以这种方式，可以很容易且有效地清除在室壁上沉积的材料以及室附近其它部件上沉积的材料，并且这种清除同时受高温和气流影响。典型且有利地，为了输送气体，应用在生长过程应用的相同管道，和为了加热所述室，应用在生长过程中应用的相同设施。因此为了实施本方法，根本不需要拆卸 CVD 反应器或其反应室。

由于温度的原因，沉积材料的分子有可能离开固体壁并进入气相；气流降低了物质在气相中的分压，并因此明显增加了这一迁移；这两种现象的效果是脱除沉积材料；沉积材料的低结晶质量会进一步促进该效果。

在反应室及因此的 SiC 层的情况下，通过加热至合适温度并且气流的主要目的是将如此形成的 SiC 蒸气带走，从而使清洗在最优条件下进行。

另一方面，当清洗方法还涉及 CVD 反应器的其它部件时，此时可能存在硅沉积物并且温度达到最低值，因此加热必须与通过在清洗过程之前引入的合适气流组分进行的化学蚀刻相结合。

基本上，有两个参数与本发明的清洗过程相关：温度和气体组成。

在本发明的清洗方法中应用的气体可以只包含一种化学物质或者包含几种化学物质。

可以有利地用于本发明方法的化学物质包括稀有气体，这是因为它们是高度惰性的，并且因此在反应室内的任何残留物均不会产生问题以确保生长过程；通常可以应用氦或氩，这些物质在微电子工业中是常用的载气。

可以有利地用于本发明方法的化学物质还包括氢气：它对某些物质具有反应性；另外，氢气具有非常低的分子量，因此由于加热壁所形成的化学物质的扩散系数非常高。氢气还有一个主要优点是成本低。

可以有利地用于本发明方法的其它化学物质是氢氟酸或氢溴酸；正如已知的，这些物质对许多材料具有明显的化学蚀刻性能，并因此除物理清除之外还具有化学清除效果。

因此，当需要脱除不同点的不同材料时，应用几种化学物质是特别有利的；例如已经提到的，在图 2 的反应器内，在某些点可能是硅沉积，而在其它点为碳化硅沉积。

化学物质的第一种有利组合设想为氢氟酸和稀有气体；氢氟酸对脱除硅是特别有效的，而稀有气体对高温下脱除碳化硅是特别有效的。

化学物质的第二种有利组合设想为氢氟酸和氢气；氢氟酸对脱除硅是特别有效的，而氢对高温下脱除碳化硅是特别有效的。

在本发明的清洗方法中应用的温度是很高的，通常高于 1800℃，优选高于在基质上生长的工艺温度（对硅来说，该温度通常为 1100-1200℃，而对碳化硅来说，该温度通常为 1550-1650℃）。高温会导致材料从壁上快速脱除（因此是一种快速清洗过程），但比较合适和有利的是选择不太高的温度，以避免仅由于清洗过程而调整反应器。

为了本发明的目的，最重要的温度是反应室壁（参考图 1 和图 2，腔 12 的壁）的温度；但在具有“热壁”反应室的 CVD 反应器中，如图 1 所示，室环境的温度和室壁的温度没有明显差别。

已经被证明适合于获得有效且高效的清洗操作的温度范围优选为 1800-2400℃，更优选为 1900-2000℃；这些温度也适合于脱除碳化硅，而在硅的情况下，也可以应用更低的温度。

本发明的清洗方法可以包括：

- 室壁温度升高的第一阶段；
- 室壁温度保持的第二阶段；
- 室壁温度降低的第三阶段。

例如参考图 4，第一阶段对应于由参考标记 RP2 表示的图段，第

第二阶段对应于由参考标记 BP 表示的图段, 第三阶段对应于由参考标记 FP2 表示的图段。在部分示于图 2 的反应器中, 通过为螺旋管 5 输入能量而使腔 12 壁温升高, 通过应用合适(且已知)的温度控制系统控制螺旋管 5 的能量而保持所述温度, 并且例如通过中断螺旋管 5 的能源供应而降低所述温度。

在三个阶段中, 从壁脱除材料的最有效阶段是第二阶段, 这是因为其温度较高; 但第一阶段的最后部分和第三阶段的初始部分也起一定作用。

控制清洗方法的第三个非常重要的参数是气流。在最简单的情况下, 在整个清洗方法的持续时间内, 气流是相同的。仅作为例子, 给出一个方法实施例的参数值: 气流流量=100 slm(标准升/分钟), 压力=100 mbar(即 10,000 Pa), 温度=1950°C, 气流速度=约 25 m/s。

考虑到清洗方法被分为三个阶段, 如上所示, 第二阶段由于温度最高而使气流最为重要; 在第二阶段, 例如可以应用上述参数值。

优选的是第二阶段的气体流量远高于第一阶段的气体流量, 优选高五至二十倍; 实际上, 如果在温度升高阶段气体流量较高, 则加热气流时会浪费大量热能。

优选的是在第三阶段的气体流量与第二阶段的气体流量基本相同或更高, 优选高一至三倍; 事实上, 在该阶段气体流量较高有助于更快地冷却所述室, 并因此在不降低效率的情况下缩短清洗过程的持续时间, 并且气流保持其脱除效果。

值得指出的是, 按照本发明, 也可以设想几个不同的连续脱除步骤; 这些步骤可以具有不同的持续时间、在不同的温度下实施和应用包含不同化学物质的气流; 这些连续的步骤可以通过包含温度升高的单个步骤和随后包含温度降低的单个步骤进行。

本发明的清洗方法典型且有利地用于操作在基质上沉积半导体材料的 CVD 反应器, 例如部分示于图 2 中的反应器, 其配有沉积用反应室, 例如图 1 中所示的反应器。

本发明的操作方法设想了包含依次和循环执行如下步骤的生长方

法:

- 在室内装载基质的过程;
- 在基质上沉积半导体材料的过程;
- 从室内卸载基质的过程;

在卸载过程后, 实施本发明的清洗室的方法。

清洗方法的频率取决于多种因素, 主要包括沉积方法的特征和清洗方法的特征。

图 4 给出了在图 2 的反应器中实施的本发明的部分操作方法的温度/时间图线; 图 4 给出了对应于卸载过程的时间段 LP、对应于生长过程的时间段 RP1+DP+FP1、对应于卸载过程的时间段 UP、和对应于清洗过程的时间段 RP2+EP+FP2。更具体地, 对应于生长过程的时间段被分为温度升高的时间段 RP1、沉积时间段 DP、和温度降低的时间段 FP1; 而对应于清洗过程的时间段被分为温度升高的时间段 RP2、脱除时间段 EP、和温度降低的时间段 FP2。

本发明的操作方法可以有利地设想为在装载过程之后和在沉积过程之前实施一个吹扫过程; 在图 4 的图中, 该吹扫过程未示出。

吹扫过程的目的是从反应室脱除对生长过程、特别是对沉积过程来说不希望的或有害的气体物质; 一种有害物质为氧(空气的组分), 这是因为它会氧化半导体材料; 一种不希望的物质为氮(空气的组分), 因为它会掺杂半导体材料。

通常在基质的装载和卸载过程中, 有害物质(典型地为空气的组分)会渗透入反应室。如果尚未处理的基质从“吹扫室”中抽出, 以及如果已经处理过的基质被插入“吹扫室”, 则可以避免这种渗透; 通常两个吹扫室可以相同。部分示于图 2 的反应器没有设想任何的“吹扫室”, 因此吹扫过程是必须的。

从反应室脱除不希望的或有害的气体的最方便的方法是在反应室内形成真空。可以应用如下步骤有利地进行:

- a) 用惰性气体如“稀有”气体(典型为氩或氦)填充所述室, 例如在 1 atm(即约 100,000 Pa)下填充;

- b) 在室内形成低强度真空，如 10 Pa；
- c) 在室内形成高强度真空，如 0.0001 Pa。

步骤 b) 可以例如通过常用的真空泵来实施。

步骤 c) 可以例如通过涡轮分子泵来实施。

步骤 a) 很短并且可以持续例如约一分钟。

步骤 b) 很短并且可以持续例如约一分钟。

步骤 c) 可以持续例如 10 或 15 分钟；

很明显该时间取决于所希望的真空强度。

通常，在步骤 c) 中，为了有利于解吸不希望的或有害的材料，使温度升高约 20°C 至约 1200°C。

沉积前，建议通过蚀刻基质表面而处理基质表面。这种处理可以在进行沉积过程的温度升高阶段即参考图 4 的 RP1 阶段以有效和高效方式来进行。为此目的，以 20 m/s 或 25 m/s 的速度引入氢气流就足够了。有利地，在吹扫过程之后可以立即开始预处理基质用的氢气流；例如，其可以在约 1200°C 开始，并在约 1600°C 终止；在沉积过程中，即参考图 4 在 DP 阶段中，氢气流通常还继续。

在本发明的操作方法中，例如在每次卸载过程之后，可以实施室清洗方法。按这种方式，室壁上沉积的材料在沉积之后立即被脱除，因此其破坏作用最小化，特别是与颗粒从壁上分离相关的危险最小化。

对每一生长过程来说，实施清洗方法的实际可能性与本发明清洗方法的持续时间有关，其中该时间是足够短的；事实上，如果清洗过程比生长过程长得多，CVD 反应器的产量可能太低；具体地，清洗过程的持续时间与其实施温度有关。

下列实施例仅是示例性的，其有助于更清楚地理解上述评论；如果碳化硅在 1600°C 下的沉积速度为 10 微米/小时，并且如果在 2000°C 下在给定的氢气流下碳化硅的脱除速度为 100 微米/小时，为了在 1 小时内脱除沉积层，约六分钟就足够了；理论上讲，产品产量仅降低 10%，当考虑到由于颗粒下落引起的缺陷基质的可能性减小的益处时，这种产量降低是很小的。

上面给出的实施例可以借助图 4 更详细地考虑,正如已经提到的,图 4 仅为操作方法的实施例。生长过程设想为从约 20°C 至约 1600°C 的温度升高时间段 RPI、在 1600°C 下的沉积时间段 DP、和从约 1600°C 至约 20°C 的温度降低时间段 FPI;和清洗过程设想为从约 20°C 至约 2000°C 的温度升高时间段 RP2、在约 2000°C 下的脱除时间段 EP、和从约 2000°C 至约 20°C 的温度降低时间段 FP2。在反应器中,如部分示于图 2 的反应器中,温度可以以例如约 50°C/分钟的速度升高和降低。在图 4 的实施例中,RPI 段持续约 30 分钟,FP1 段持续约 60 分钟,RP2 段持续约 40 分钟,和 FP2 段持续约 80 分钟;DP 段持续约 60 分钟;EP 段持续约 6 分钟;因此生长过程持续约 150 分钟,而清洗过程持续约 126 分钟,即稍短于生长过程,而产品产量降低约 45%。但在上述计算中,完全没有考虑装载过程、卸载过程和吹扫过程的持续时间;如果考虑这些时间段,清洗过程将比生长过程持续更短的时间,因此产品产量可能只降低 20-30%。

因此,正如已经提到的,对于清洗过程,有利的是持续比生长过程更短的时间,优选为生长过程时间的 1/2 至 1/4。

关于上述某些阶段的持续时间现在需要提出两条意见。装载和卸载基质的阶段 LP 和 UP 的持续时间在很大程度上取决于 CVD 反应器的自动化程度。脱除在壁上沉积的材料不仅发生在 EP 阶段,而且如果存在气流还发生在室温相当高例如高于 1,500°C 时;因此,脱除开始于 RP2 阶段并终止于 FP2 阶段,虽然在开始时和在终止时相当慢,而在 EP 阶段,脱除将处于其最大速度;在此观察的基础上,有可能正确选择清洗过程各步的持续时间。

在任何情况下,如果 CVD 反应器的产量的降低量非常小,则本发明的操作方法可以设想为在预定次数的卸载过程及因此在生长过程之后进行室清洗过程。可以在二到十之间有利地选择所述次数。

本发明涉及清洗方法和操作方法两者,其用于 CVD 反应器以在基座上沉积半导体材料。

本发明在反应器中是特别有利的,其中在沉积过程中,由于前面

已经提到的原因在高温下沉积碳化硅；为了使沉积材料有较好质量，碳化硅的沉积在 1500-1700℃ 的温度下进行，优选为 1550-1650℃，同时为了最佳脱除，脱除在 1800-2400℃ 的温度下进行，优选为 1900-2000℃。

本发明特别适用于反应器中反应室壁首先配有至少一个碳化钽或碳化铌表面层的情况；正如已经提到的，作为室保护层的表面层由石墨制成。

应注意碳化钽或碳化铌的表面层是特别耐用的，因此造成清洗过程的持续时间并不关键；实际上，当不存在耐用表面层时，为了避免不仅脱除壁上的沉积材料且同时脱除所述壁的材料，必须精确计算清洗过程的持续时间。

为了实施本发明的清洗方法或操作方法，CVD 反应器必须配有合适的设施。在 CVD 反应器中，实施本发明的清洗方法所必需的机械部件、电部件和物质大部分已经存在；另外，CVD 反应器通常配有计算机化的电子控制系统；因此，为了实施本发明，调整控制反应器的软件程序通常基本上就足够了。

应理解上述描述参考用于碳化硅沉积的 CVD 反应器进行。但当在 CVD 反应器中反应室和/或反应器部件形成不希望的硬壳或沉积，而为了确保反应器的正确操作，必须脱除这些材料，此时本发明可用于 CVD 反应器的所有这些情况。

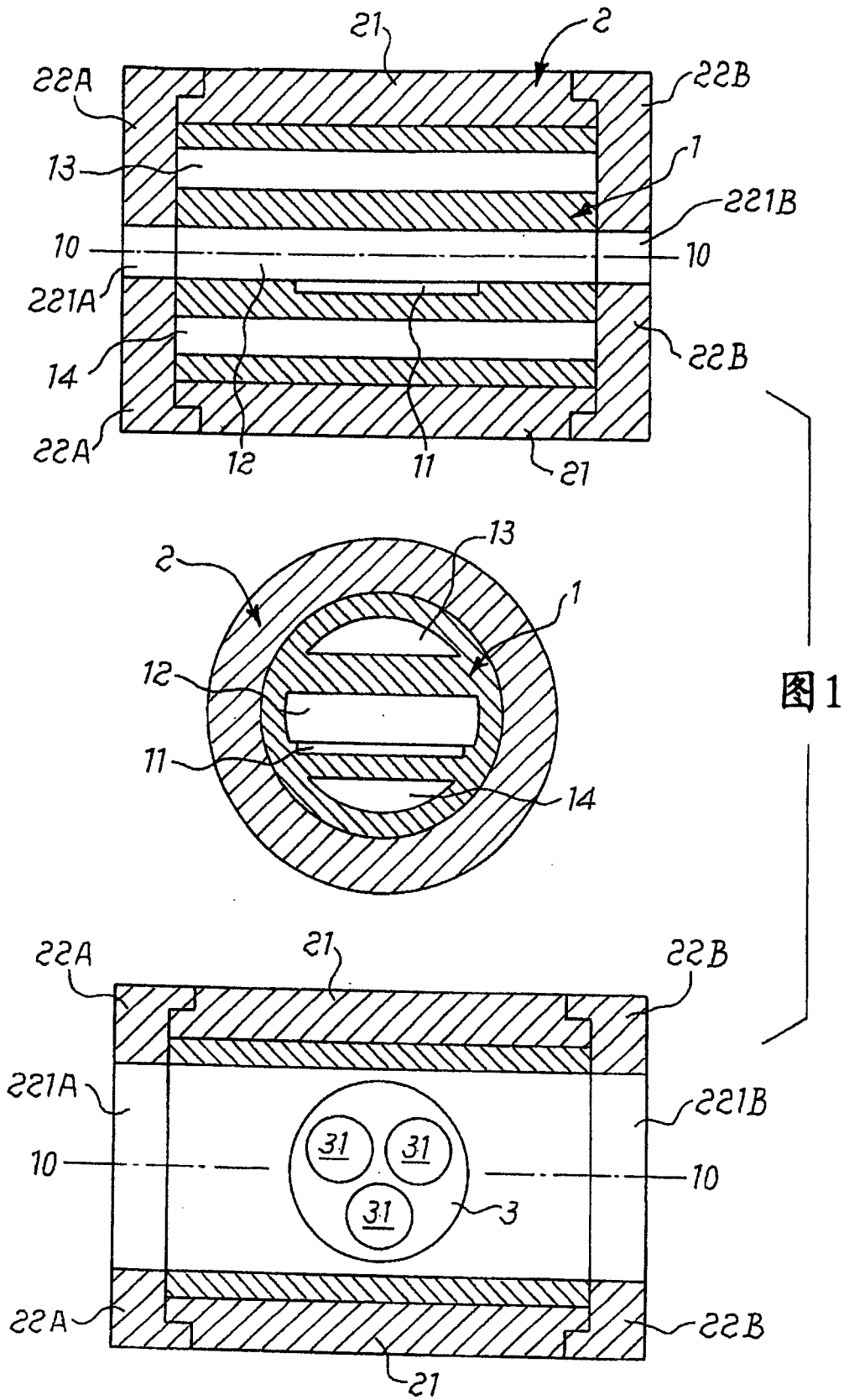
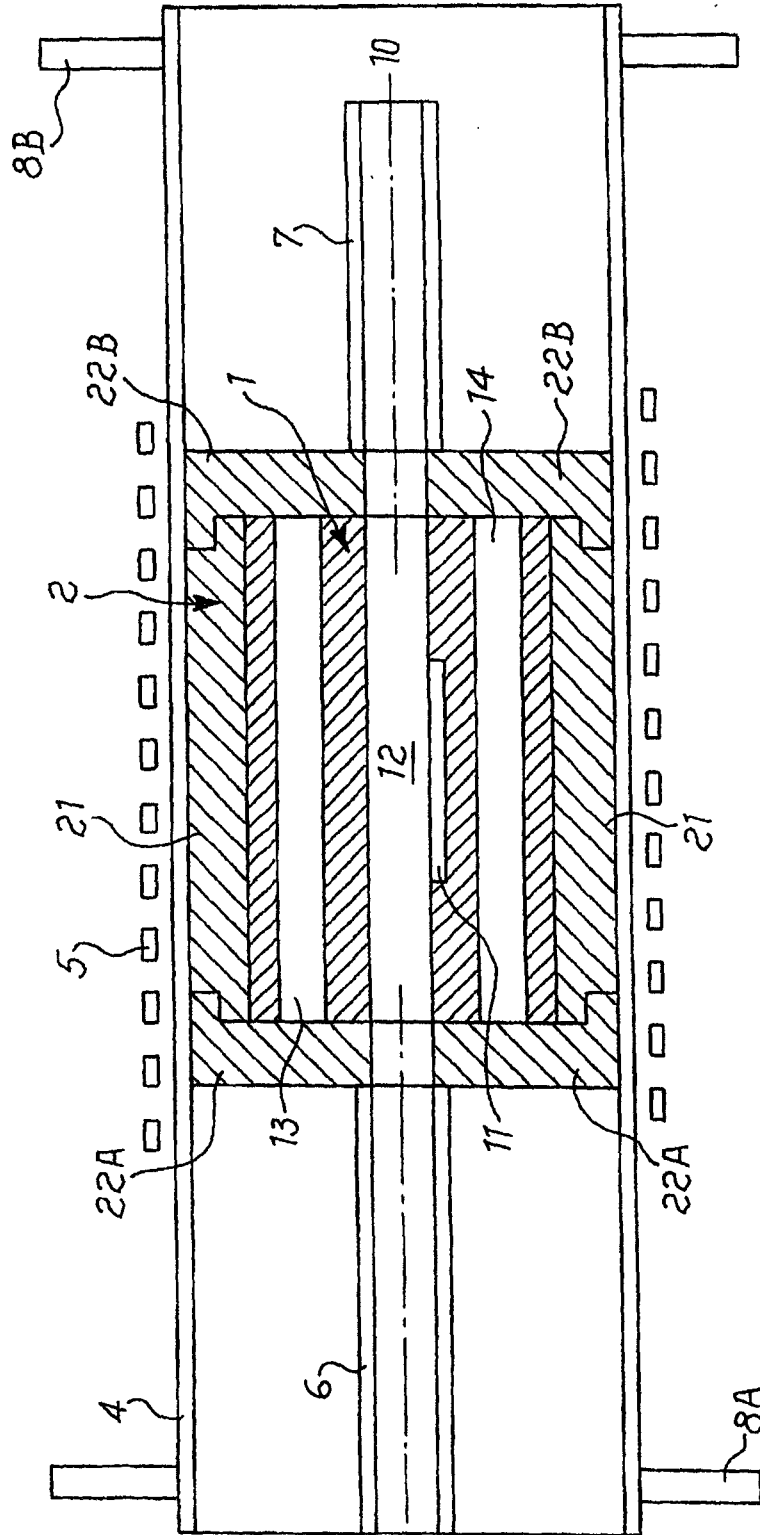


图2



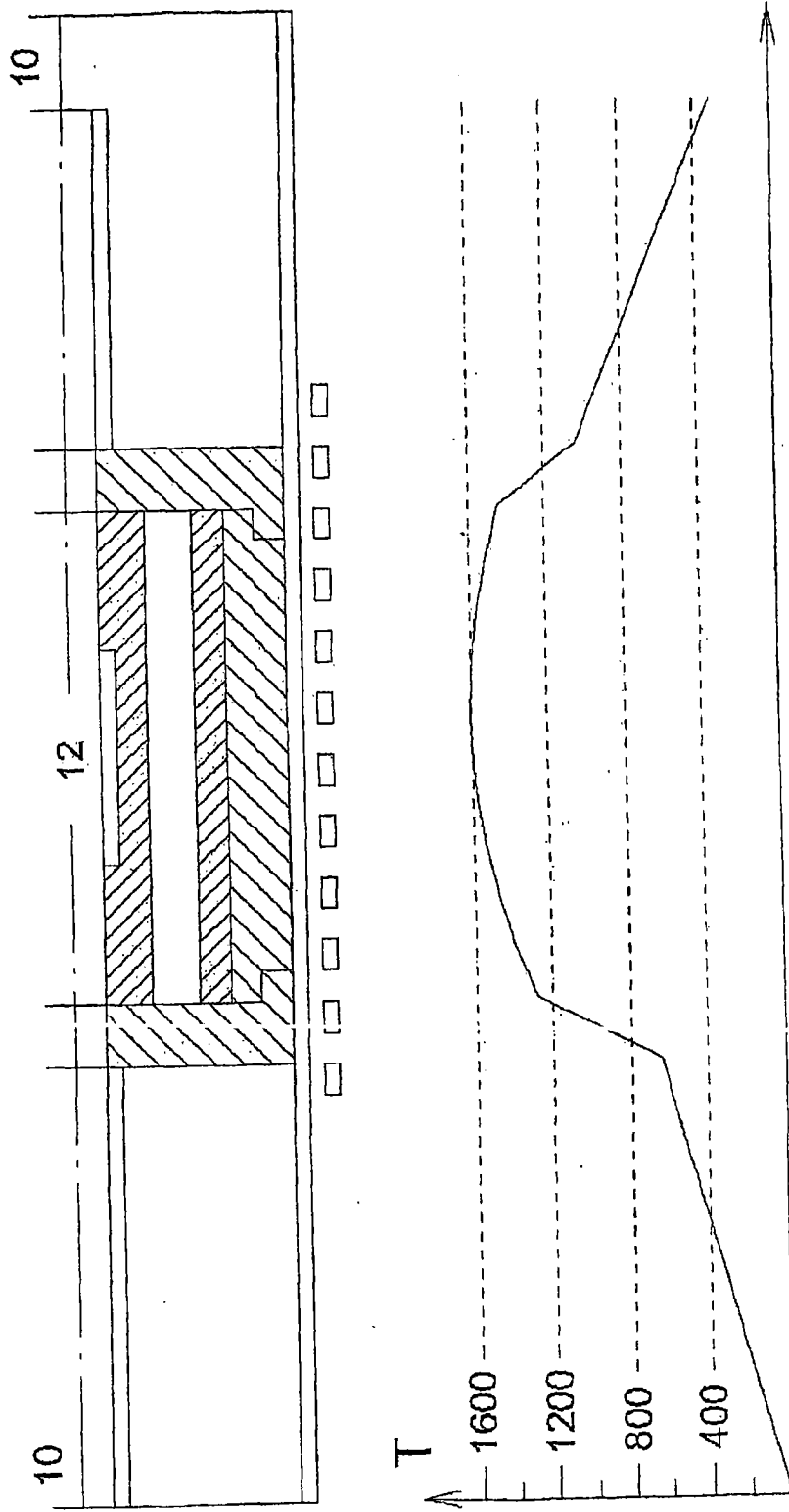


图3

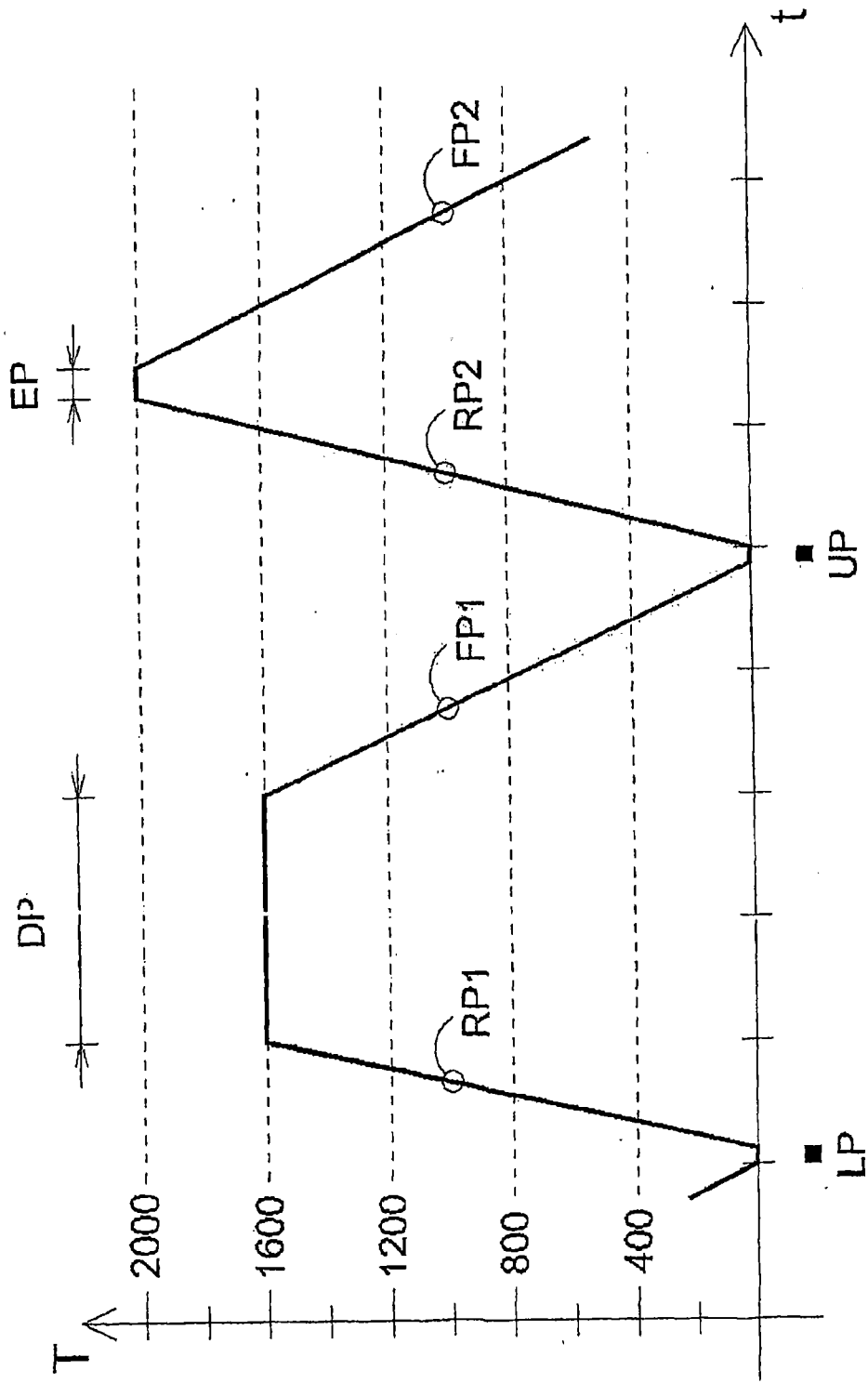


图4