



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102084028 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 16

(21) 申请号 200980123874. 3

C23C 16/46 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 06. 23

C01B 33/035 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/074, 824 2008. 06. 23 US

(56) 对比文件

US 2007/0251455 A1, 2007. 11. 01, 说明书第 0028 段, 附图 2.

(85) PCT 国际申请进入国家阶段日

2010. 12. 23

US 6284312 B1, 2001. 09. 04, 全文.

US 6676916 B2, 2004. 01. 13, 全文.

(86) PCT 国际申请的申请数据

PCT/US2009/003763 2009. 06. 23

US 2007/0251455 A1, 2007. 11. 01, 说明书第 0028 段, 附图 2.

(87) PCT 国际申请的公布数据

W02010/008477 EN 2010. 01. 21

审查员 秦思

(73) 专利权人 GT 太阳能公司

地址 美国新罕布什尔州

(72) 发明人 杰弗里·C·噶姆 基斯·巴伦杰

卡尔·查捷 安迪·施韦因

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 郑特强 黄艳

(51) Int. Cl.

C23C 16/24 (2006. 01)

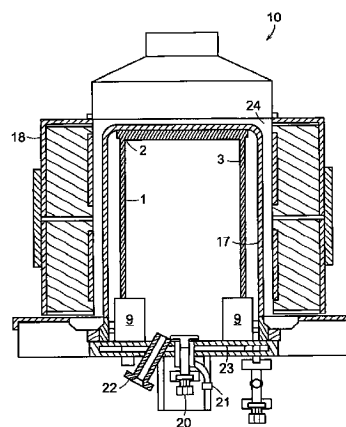
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

在化学气相沉积反应器中用于管丝的夹头及电桥的连接点

(57) 摘要

一种化学气相沉积反应器系统, 包含一个或多个连接至电桥的管丝, 每个管丝还连接至夹头。“夹头到丝”的连接可包含形成在管丝的一端上的晶种, 而该晶种则是连接到该夹头的突出部, 或是该丝可直接形成在夹头上。“电桥到丝”的连接则是将平坦状的横式电桥或矩形电桥连接至该丝内相对应的开口。利用这种连接可在反应器系统的操作期间保持电性连接、并借此达到管丝的电阻加热。



1. 一种化学气相沉积反应器系统,包括:
至少一个具有第一端与第二端的管丝,所述管丝构成用以承载电流;
晶种,贴附至所述管丝的所述第一端;
至少连接至所述晶种的夹头,所述夹头形成有突出部,且所述突出部对应于所述晶种的凹槽,以使所述夹头电性连接至所述管丝的所述第一端;以及
具有凹部、凹槽或切口的电桥,用于接收所述至少一个管丝的所述第二端,所述电桥提供机械支撑给所述至少一个管丝。
2. 如权利要求1所述的系统,其中,所述突出部位于接近所述夹头的中心。
3. 如权利要求1所述的系统,其中,所述晶种能自所述夹头分离。
4. 如权利要求1所述的系统,其中,所述晶种在形成所述管丝后贴附至所述夹头。
5. 如权利要求1所述的系统,其中,所述晶种由石墨制成。
6. 如权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个管丝包括第一与第二管丝,且所述第一与第二管丝中的每一个连接至各自的晶种与夹头。
7. 一种化学气相沉积反应器系统,包括:
具有第一端与第二端的第一管丝,所述第一管丝构成用以承载电流,而所述第二端电性连接到至少一个电极;
具有第一端与第二端的第二管丝,所述第二管丝构成用以承载电流;以及
具有凹部、凹槽或切口其中的电桥,用于连接所述第一与第二管丝,
其中,所述电桥提供机械支撑给所述第一与第二管丝。
8. 如权利要求7所述的系统,其中,所述电桥包括多个凹部,且所述凹部中的每一个用于接合所述第一与第二管丝的所述第一端之一。
9. 如权利要求8所述的系统,其中,所述凹部中的每一个具有用于提供通气路径的至少一个通气孔。
10. 如权利要求7所述的系统,其中,所述电桥组构成用以完整地重叠所述第一与第二管丝的所述第一端的周围。
11. 如权利要求7所述的系统,其中,所述电桥包括凹槽,且所述凹槽用于接合所述第一与第二管丝的所述第一端之一的至少一部分。
12. 如权利要求11所述的系统,其中,所述电桥组构成不会完整地重叠所述第一与第二管丝的所述第一端的周围。
13. 如权利要求7所述的系统,其中,所述电桥包含多个切口,且所述切口用于接合所述第一与第二管丝。
14. 如权利要求7所述的系统,其中,所述电桥由硅制成。
15. 一种化学气相沉积反应器系统,包括:
至少一个具有第一端与第二端的管丝,且所述第一端连接至电桥;
所述电桥具有接触部,用以机械地接合所述至少一个管丝;以及
所述接触部具有凹部、凹槽或切口,用以接合所述管丝的所述第一端,
其中,所述电桥提供机械支撑给所述至少一个管丝。
16. 如权利要求15所述的系统,其中,所述接触部包括至少一个凹部,所述至少一个凹部包括至少一个通气孔。

17. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述接触部组构成用以完整地重叠所述第一端的周围。

18. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述接触部组构成不会完整地重叠所述第一端的周围。

19. 如权利要求 15 所述的系统,其中,所述电桥由硅制成。

20. 一种在化学气相沉积反应器中于夹头上形成管丝的方法,包括下列步骤:

提供连接至所述夹头的晶种,且所述晶种可自所述夹头分离;

将至少一部分的所述夹头插入硅熔体中;

自所述硅熔体抽回所述夹头,使管丝直接形成在所述夹头上,以及

贴附至所述管丝的具有凹部、凹槽或切口的电桥,用于接收所述管丝的第二端,所述电桥提供机械支撑给所述管丝。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其中,所述晶种为能够重复使用的晶种,且能够自所述夹头分离地连接至所述夹头。

22. 如权利要求 20 所述的方法,其中,所述硅熔体容置于坩锅内。

23. 如权利要求 22 所述的方法,还包括下列步骤:

根据容置于所述坩锅内的熔料量,调整所述管丝的长度。

24. 如权利要求 21 所述的方法,还包括下列步骤:

将所述能够重复使用的晶种自所述夹头分离。

25. 一种在化学气相沉积反应器中于夹头上形成管丝的方法,包括下列步骤:

提供连接至所述夹头的晶种;

将至少一部分的所述夹头插入硅熔体;

自所述硅熔体抽回所述夹头,使管丝形成在所述晶种上;

将所述管丝连接至所述夹头;以及

贴附至所述管丝的具有凹部、凹槽或切口的电桥,用于接收所述管丝的第二端,所述电桥提供机械支撑给所述管丝。

在化学气相沉积反应器中用于管丝的夹头及电桥的连接点

[0001] 交互参照

[0002] 本发明主张共同申请中的美国临时申请第 61/074,824 号（申请日为 2008 年 06 月 23 日）的优先权；该美国临时申请公开内容全文并于此作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及能够形成有利于半导体与 / 或光电伏特应用的材料的化学气相沉积 (chemical vapor deposition, CVD) 反应器, 尤其涉及在化学气相沉积反应器中提供用于改进管丝的夹头及电桥连接点的系统与amp;方法。

背景技术

[0004] 化学气相沉积 (chemical vapor deposition, CVD) 是一种化学工艺, 用来制造高纯度、高效能的固体材料。该工艺通常用于半导体与光电伏特工业, 用以制造高质量的硅材料。传统的 CVD 工艺会将棒状结构暴露于一或多种挥发性的前体, 这种前体系在该棒状结构的表面反应与 / 或分解, 用以制造出所需的沉积物。通常也会制造出挥发性的副产品, 而这种副产品可透过位于 CVD 反应器内反应腔的气流来移除。

[0005] 借助在化学气相沉积反应器内的沉积来制造例如多晶硅之类固态材料的其中一种为人所知的方法是西门子法 (Siemens method)。当利用西门子法来制造多晶硅时, 多晶硅于 CVD 反应器内沉积在高纯度的薄硅棒上, 也称为“细棒 (slim rod)”。因为这种细棒是由高纯度的硅制成的, 故细棒相对应的电阻便非常的高。于是在 CVD 工艺的启始阶段 (startup phase) 想要以电流加热这种细棒会非常地困难, 除非这种硅棒以电性的活性元素弥补其不足。

[0006] 按照西门子法, 为了降低细棒的电阻率, 使用加热器将细棒的温度提升至大约 400℃。通常为了加速加热的过程, 会对这种细棒施以数千伏特规模的高压。在此种高压之下, 会有小电流开始流过细棒。该电流在细棒中产生热, 从而降低棒子的电阻, 让更高的电流得以通过而在细棒中产生额外的热。当棒子加热至所需的温度（通常大于 800℃）时, 便可相对地降低电压。

[0007] 参见现有技术的图 1, 该图 1 是由美国专利第 6,284,312 号的图 1 重制而得的。传统的 CVD 反应器包含底板 23、石英钟罩 17、腔盖 24、与置于钟罩 17 和腔盖 24 之间的加热器 18。此外, 电性连通线 (electrical feedthrough) 19、进气口 20、和排气口 21 也都可以整合至底板 23 中。观察窗 22 供作目视检查内部之用。示于图 1 中的反应器可用来将硅的细棒结构以两个垂直部件 11 与 13 的形式而组装, 该两个垂直部件以水平部件 12 连接。在 CVD 工艺中, 多晶硅的沉积物积聚在细棒结构上。

[0008] 对于在反应器中保持电性连接而言, 在 CVD 反应器内传统的细棒之间的连接、及在细棒与对应的夹头之间的连接是很重要的。至于“夹头到丝”的连接, 已知的贴附机构利用螺丝、螺栓、夹具等。在细棒之间已知的连接则是在每个垂直棒的顶端形成有凹槽或是键槽 (key slot)。小型的埋头孔 (counter bore) 或是配合件 (conforming figment) 可形成

在水平棒的端部,使得该水平棒可被施压而套合进这种凹槽中以桥接起该两个垂直棒。

[0009] 如美国专利第 6,284,312 号所述,大直径的硅管丝已被用来代替已知的细棒设计。这种设计淘汰现有技术的 CVD 反应器的昂贵构件,将作为核心组件的细棒与沉积的目标物代换成薄壁的管丝部。这种管丝相对于传统的细棒丝具有数项优点。与传统细棒丝相比,管丝所需的电压较小,因为当使用相同的加热源与功率输出时,管丝可被加热至较高的温度。此项优点是因为管丝较细棒具有更大的表面积可用来吸收辐射热。此外,管丝材料的构件之间,改良后的连接在连接点处提供较小的电阻。因此,与传统细棒发夹式的组构相比,仅需较低的电压便能引发电流通过管丝发夹式的组构。

[0010] 需要改良后的系统与amp;方法,使用管丝代替传统的细棒来完成 CVD 反应器的“夹头到丝”以及“电桥到丝”的连接。

发明内容

[0011] 本发明涉及在化学气相沉积反应器中用于管丝的夹头及电桥连接点的系统与amp;方法。根据本发明的管丝可形成“发夹式组构”,也就是指 CVD 反应器所承接的一个或多个管丝的适当形状,包含管丝的一圈或多圈或曲线的结构。对于“发夹”组构或结构的描述并非用来限制,而是包含其它种类的组构或结构。

[0012] 在垂直的管丝与石墨的夹头支撑物之间的连接、以及管丝发夹式架构的垂直与水平的电桥构件,对于在 CVD 反应器内保持电性连接、及成功地沉积出例如多晶硅之类固态材料是很重要的。这种连接在此指“夹头到丝”与“电桥到丝”的连接点,或分别简称为“夹头”与“电桥”连接点。理想中的夹头与电桥连接点在 CVD 反应循环的期间能提供管丝稳定性,以避免机械故障、保持对于连通线的电性连接、及提供足够的表面积使电流通过以加热管丝至沉积温度。

[0013] 本发明包含化学气相沉积反应器系统,该系统包括:至少一个具有第一端与第二端的管丝,该管丝组构成用来承载电流;晶种,贴附至该管丝的第一端;以及至少连接到该晶种的夹头,该夹头形成有突出部,该突出部对应至该晶种的凹槽,使得该夹头电性连接至该管丝。该突出部通常置于接近夹头的中心。如果管丝直接被拉在夹头上,则晶种可能不会被用作连接点的一部分;但是如果管丝直接被拉在晶种上,则该晶种于管丝形成后会被贴附至夹头。通常晶种是以石墨制成,但是也可用其它适当的材料来制作。该至少一个管丝可包含第一与第二管丝,每个管丝连接至个别的晶种与夹头。

[0014] 本发明还包含化学气相沉积反应器系统,该系统包括:具有第一端与第二端的第一管丝,该第一管丝组构成用来承载电流,该第二端则电性连接到至少一个电极;具有第一端与第二端的第二管丝,该第二管丝组构成用来承载电流;以及电桥,用来连接该第一与第二管丝。该电桥具有至少一个凹部,该凹部用以接合第一与第二管丝的第一端。一个或多个凹部可包含用来提供管丝内的气体的通气路径的至少一个通气孔。

[0015] 该电桥可进一步组构成用来完整地重叠第一与第二管丝的这种第一端的周围。例如,该电桥包含至少两个凹槽,这种凹槽接合第一与第二管丝的第一端的至少一部分。或者,该电桥可组构成不会完整地重叠第一与第二管丝的这种第一端的周围。通常该电桥是由硅构成,但是也可由其它适当的材料构成。

[0016] 本发明还包含化学气相沉积反应器系统,该系统包括:至少一个具有第一端的管

丝,该第一端连接至电桥,该电桥具有接触部,而该接触部用来机械地接合该至少一个管丝。电桥通常由硅构成,但是也可由其它适当的材料构成。该接触部包含至少一个凹部,用来接合该至少一个管丝的第一端。该至少一个凹部还包含至少一个通气孔。该接触部可组构成用来完整地重叠第一端的周围;或者是该接触部可组构成不会完整地重叠第一端的周围。该接触部也包含与第一端的周围接合的至少一个或两个凹槽。

[0017] 本发明还包含一种方法,用来在化学气相沉积反应器内的夹头上形成管丝,该方法包括的步骤有:提供连接至该夹头的晶种,该晶种可自该夹头分离;将至少一部分的夹头插入硅熔体;从该硅熔体处抽回该夹头,使得管丝直接形成在该夹头上。该晶种是一种可重复使用的晶种,连接至该夹头,并可自该夹头分离。该方法还包含根据容置于坩锅内的熔料量,来调整该管丝长度的步骤,并自该夹头分离可重复使用的晶种。例如,该晶种可自夹头分离,并重复使用以制作额外的管丝。另一种用来在化学气相沉积反应器内的夹头上形成管丝的方法所包括的步骤有:提供连接至该夹头的晶种;将至少一部分的夹头插入硅熔体;从该硅熔体处抽回该夹头,使得管丝形成在该晶种上;将该管丝连接至该夹头。

[0018] 从以下配合附图对于优选实施例所做的描述,将使本发明这些与其它的状态与优点变得显而易见。

附图说明

[0019] 本领域技术人员将轻易地了解如何制作并使用本发明的方法与装置,而无须繁复的实验。以下将参考附图叙述本发明的优选实施例。

[0020] 图 1(现有技术)的透视图是现有技术的 CVD 反应器,示出此种反应器的基本构件;

[0021] 图 2 是采用本发明的 CVD 反应器系统的截面图;

[0022] 图 3 是借助晶种而被拉到夹头上的管丝的示意图;

[0023] 图 4 是根据第一优选实施例的“夹头到丝”的连接透视图;

[0024] 图 5 是根据第二优选实施例的“夹头到丝”的连接透视图;

[0025] 图 6 是根据第三优选实施例,具有平坦状电桥连接的管丝组构的透视图;

[0026] 图 7A 是图 6 的平坦状电桥连接的横式电桥的截面顶视图,显示突出穿过横式电桥的上表面的通气孔;

[0027] 图 7B 是图 6 的平坦状电桥连接的横式电桥的底部透视图;

[0028] 图 7C 是图 7B 的横式电桥的底部示意图;

[0029] 图 8 是根据第四优选实施例,具有矩形电桥连接的横式电桥的透视图;

[0030] 图 9A 是图 8 的矩形电桥连接的横式电桥的顶部透视图;

[0031] 图 9B 是图 9A 的横式电桥的顶视示意图;

[0032] 图 10 是根据本发明的管丝组构的透视图,其具有单一切口的电桥连接;其中,该横式电桥被插入垂直的管丝内而完成发夹式组构;

[0033] 图 11A 是图 10 的单一切口电桥连接的横式电桥的截面侧视图;以及

[0034] 图 11B 是图 10 的单一切口电桥连接的横式电桥的底部透视图。

具体实施方式

[0035] 以下参考附图来说明本发明的优选实施例,其中,相同的附图标记代表相同的组件。

[0036] 虽然此处的说明涉及制造多晶硅,但是此处叙述的技术、装置、与方法并不只限定于制造多晶硅,而是对于使用 CVD 反应器与管丝所制造的任意材料都很有用处。例如,这种材料可为碳纤维、纳米碳管、二氧化硅、硅锗、钨、碳化硅、氮化硅、氧氮化硅、氮化钛、与多种高 k 值的电介质。

[0037] 图 2 是能与本发明一起使用的 CVD 反应器系统 10 的截面图。此处的图 2 相当于美国专利第 6, 284, 312 号(其并入于此做为参考)的图 2。尽管本发明所使用的 CVD 反应器系统 10 类似于美国专利第 6, 284, 312 号所揭露的,但是与传统的夹头和电桥连接相比,本发明所描述的用于管丝的夹头与电桥连接点仍然是有利的,故于下文中将详尽描述。

[0038] 图 2 显示的反应器系统 10 优选包含底板 23、石英钟罩 17、腔盖 24、及置于钟罩 17 与腔盖 24 之间的至少一个加热器 18。进气口 20、排气口 21、与电极(未图示)整合至底板 23 中。可视需要设置观察窗 22 作为目视检查内部之用。图 2 的系统使用管丝(发夹)结构来沉积固体材料,而不是传统的细棒组构。本发明所使用的系统 10 的管丝结构优选包含垂直的管丝 1 与 3,以及水平的横式电桥(cross bridge)2。

[0039] 如上所述,管丝发夹式结构内的两种主要连接为:“电桥到丝”的连接(或称“电桥连接”),这指在水平的横式电桥 2 与垂直的管丝 1、3 之间的连接;以及“夹头到丝”的连接(或称“夹头连接”),这指在垂直的管丝 1 与 3、以及夹头 9 之间的连接,可帮助电性连接至用于加热管丝的电极。

[0040] 系统 10 以管丝结构代替传统的细棒结构。根据本发明,管丝 1 与 3 借助将石墨晶种 5 连接到拉丝机的杆子来形成。例如,晶种 5 的细圆柱部可浸入注有硅熔体的坩埚内。一旦接触到以后,晶种 5 可以旋转的方式慢慢地抽出,一边从熔体抽回的时候,圆柱状的管丝 1 一边便固化而成型。借助调整坩埚内硅熔体的量,便能将管丝 1 拉到所需的长度。如图 4 与图 5 所示,一旦在晶种 5 上形成管丝 1 之后,管丝 1 可经由螺纹接合、直接接合或任何其它已知的方式而贴附到夹头 9。然后夹头 9 便贴附至 CVD 反应器系统内的电极。

[0041] 或者,如图 3 所示,借助可重复使用的晶种 5 来形成管丝 1,而该晶种 5 使用螺纹接合至夹头 9 的底部,并且可以分离。夹头 9 的一端在贴附于晶种 5 之后可浸入注有硅熔体的坩埚内。一旦接触到以后,夹头 9 可以旋转的方式慢慢地抽出,一边从熔体抽回的时候,圆柱状的管丝 1 一边便成型并自我形成在夹头 9 上而凝固。所形成的管丝核心是中空的。借助调整坩埚内硅熔体的量,便能将管丝 1 拉到所需的长度。当管丝 1 形成在夹头 9 上之后,可移除晶种 5,而夹头 9 便直接贴附到 CVD 反应器系统中的电极。重复此工艺以制造一对管丝 1 与 3。晶种 5 可由石墨、碳化硅、硅或其它适当材料制成。夹头优选由碳、硅或其它适当材料制成。

[0042] 如图 3 所示,由于这种管丝 1 直接拉至夹头 9 上,故可减少 CVD 反应器中所需组合的零件总数。“夹头到丝”的连接的起始电阻也会降低,这是因为在工艺中两种材料熔融在一起,而非机械地互相连接。由于并没有传统细棒丝组构中多项零件的转接或机械的接合,故相比之下此种工艺有助于进一步降低连接电阻。

[0043] 在传统的细棒组构中,硅棒接合石墨夹头的部分包含氧化层(二氧化硅),该氧化层具有非常高的电阻率,比硅本身的电阻率还要高。因为该二氧化硅层的电阻高,因此会产

生较高的连接电阻。但是当硅管丝如上述被熔融至石墨时,由于硅与石墨之间不存在该氧化层,故可提供较低的连接电阻。

[0044] 本发明提供一种有利的方式将垂直的管丝 1 与 3 连接到各自的夹头 9,并且经由横式电桥 2 而将管丝 1 与 3 连接在一起。这种连接便形成了沉积与制造所需的主体材料所在的管丝发夹式组构的基础。现在将依序讨论这两种连接。

[0045] 1. 夹头到丝的连接

[0046] 根据本发明,“夹头到丝”的连接可提供机械支撑给垂直对齐的管丝 1 和 3、及电性接触区域,其中,电流可透过该电性接触区域传递以便提供管丝电阻加热。参考图 4,提供夹头 9 连接至管丝 1 的第一优选实施例。例如根据上述的拉丝工艺,管丝 1 优选熔融至晶种 5。将硅熔融至石墨可免除此连接的氧化层,可在 CVD 反应循环期间降低发夹开始电阻加热所需的电压。将晶种 5 贴附至管丝 1 可减少管丝 1 本身的切削加工。优选的方式为切削加工夹头 9,以便在夹头 9 大约中心处之内提供突出部 29,用来匹配熔融至管丝 1 的晶种 5 内相对应的凹槽或倒置部位 (inversion),以便在本发明的 CVD 反应循环期间提供给电极的良好稳定性与坚固的电性连接。另一种作法是形成图 4 的“夹头到丝”组构,使得管丝 1 直接熔融至夹头 9,而无需晶种 5。

[0047] 参照图 5,提供夹头 9 连接至管丝 1 的第二优选实施例。本实施例的管丝 1 也是熔融至晶种 5。优选的方式为切削加工夹头 9,以便在夹头 9 大约中心处之内提供突出部 39,用来匹配熔融至管丝 1 的晶种 5 内相对应的倒置部位,以便在 CVD 反应循环期间提供给电极的良好稳定性与坚固的电性连接。可形成图 5 的“夹头到丝”组构,使得管丝 1 直接熔融至夹头 9,而无需晶种 5。如图 5 所示,优选为夹头 9 还经过切削加工以便产生支撑壁 49。支撑壁 49 提供管丝 1 在夹头 9 内的紧密接合以提高稳定性,但是却具有稍微较小的表面积用来沉积多晶硅。此例中,减少的沉积面积只有石墨的表面积。通常不会使用沉积在石墨上的硅,因为该处的硅会被碳物染,故对于本例的影响不大。此外,支撑壁 49 使管丝 1 在 CVD 反应器系统内的机械稳定性得以增加。

[0048] 2. 电桥到丝的连接

[0049] 根据本发明,“电桥到丝”的连接可提供机械支撑给垂直对齐的管丝 1 和 3、以及电性接触区域,其中,电流可透过该电性接触区域传递以便提供管丝电阻加热。硅横式电桥 2 在各垂直的管丝 1、3 上具有一个或多个接点。横式电桥 2 可为一种管状物或棒状物,并且可制成多种形状,包括但不限于:正方形、矩形、与圆柱形。这种接点优选为分散在管丝 1 的顶部四周以形成从电极到电桥 2 的实质均匀的电流路径。

[0050] 电桥的截面积优选应几乎相等于管丝的截面积。与传统的棒状物相比,因为管丝的表面积增加而具有较大的热损失,故需要更高的电流才能使管丝达到适当的沉积温度。因此,如果电桥的截面积远小于管丝的截面积,将造成过热的现象而有可能将电桥熔化。如果电桥的截面积远大于管丝,则会因为电桥维持在比管丝要低的温度,故在电桥上可能仅有极少的沉积或根本没有沉积发生。为了提供发夹足够的支撑,当电桥与管丝的截面积实质匹配时,在两者上方的沉积才会以最佳的方式发生。

[0051] 参考图 6、与图 7A 至图 7C,其显示本发明具有平坦状电桥连接的第三优选实施例。图 6 所示的平坦状电桥连接优选包含平坦状的横式电桥 2,其中,横式电桥 2 的宽度与长度优选为大到足以覆盖管丝 1 与 3 内的接点。如图 7B 与图 7C 所示,在横式电桥 2 的底面上

设置有大的圆形凹部 15,用来容纳垂直的硅管丝 1 与 3 的顶部的各式各样的厚度。在透过管丝 1 与 3 的 CVD 反应循环期间,圆形凹部 15 可提供用于电性连接的大表面积、且改善电流与热的分布。此处凹部 15 显示成圆形,但是也可为其它形状。

[0052] 如图 7A 所示,一个或多个孔洞 14 优选的位置是在圆形凹部 15 的中间附近,在反应循环期间用来在引入工艺气体之前提供作为通气路径,使空气逸散出丝管 1 与 3。换言之,在循环开始的时候残存的空气可从管丝 1 内被带出,以便在引进工艺气体之前除去管丝 1 的空气,避免爆炸或其它危险。除了电桥 2 有通气以外,夹头 9 也有通气以便在该次运转之前使空气有逸散的路径,并在该次运转结束时逸散工艺气体。于该次运转结束、电桥 2 被长满时,夹头 9 相对地温度要低很多,故夹头上并无大量的沉积物。于该次运转结束、以氮气清洗 / 变压 (pressure swing) 反应器时,穿过夹头 9 的通气孔可提供路径让工艺气体逸散。

[0053] 参考图 8 与图 9A 至图 9B,显示具有矩形电桥连接的本发明的第四优选实施例。如图 8 所示,该矩形电桥连接包含双切口的横式电桥 2,且该横式电桥 2 的直径会小于垂直的管丝 1 与 3;电桥 2 静置在管丝 1 与 3 的顶部上。平坦状电桥连接使用的材料较少,因为它并没有完整地覆盖管丝 1 与 3 的开口的整个周围,故本实施例可节省更多成本。这种凹槽或双切口 16 提供至少两个接点供电流流过垂直的管丝 1 与 3。由于本实施例的横式电桥 2 并没有完整地覆盖住管丝 1 与 3 的开口,故横式电桥 2 所需的切削加工较少,并且不需要通气孔。

[0054] 参考图 10 与图 11A 至图 11B,其显示具有矩形电桥连接的本发明的第五优选实施例,提供具有切口的横式电桥 2;该横式电桥 2 的直径小于垂直的管丝 1 与 3,而管丝 1 与 3 则被插入位于管丝上方部分上的孔洞内。横式电桥 2 优选具有尖细的边缘 (tapered edge),并且这种边缘能塞进可钻入管丝 1 与 3 的对应的孔洞内。本实施例在高速的气流下可增加稳定性,因为电桥被连接点处的管丝洞完整地包围着。同时由于设计简单,不但可以减少切削加工,同时因为使用较少的材料故还可降低成本。如图 11A 与图 11B 所示,在横式电桥 2 的每一端都提供有至少一个切口 17。这种切口 17 接合垂直的管丝 1 与 3 的侧壁以形成连接。在另一种作法的实施例中,具有切口的横式电桥 2 接合管丝 1 与 3 的上表面,而非管状物 1 与 3 的上方部分的壁中的孔洞内。

[0055] 上述实施例并非仅能以择一方式实施,而是在同一反应器内可以被一起采用。例如,图 4 所示“夹头到丝”的连接的第一优选实施例,便可以和例如图 7 与图 8A 至图 8C 所描绘的第三优选实施例“电桥到丝”的连接,一起用在同一座反应器内。同样地,同一反应器中也能一起使用不同的“夹头到丝”的连接、及不同的“电桥到丝”的连接。

[0056] 尽管本发明是以相关的优选实施例来说明的,本领域技术人员将能轻易了解可对这种实施例进行变化与修改,并且不会背离由所附权利要求范围所定义的本发明的精神或范围。

[0057] 所有本文中引用的专利、专利公开案、与其它的参考数据,在此处均全文引用作为参考。

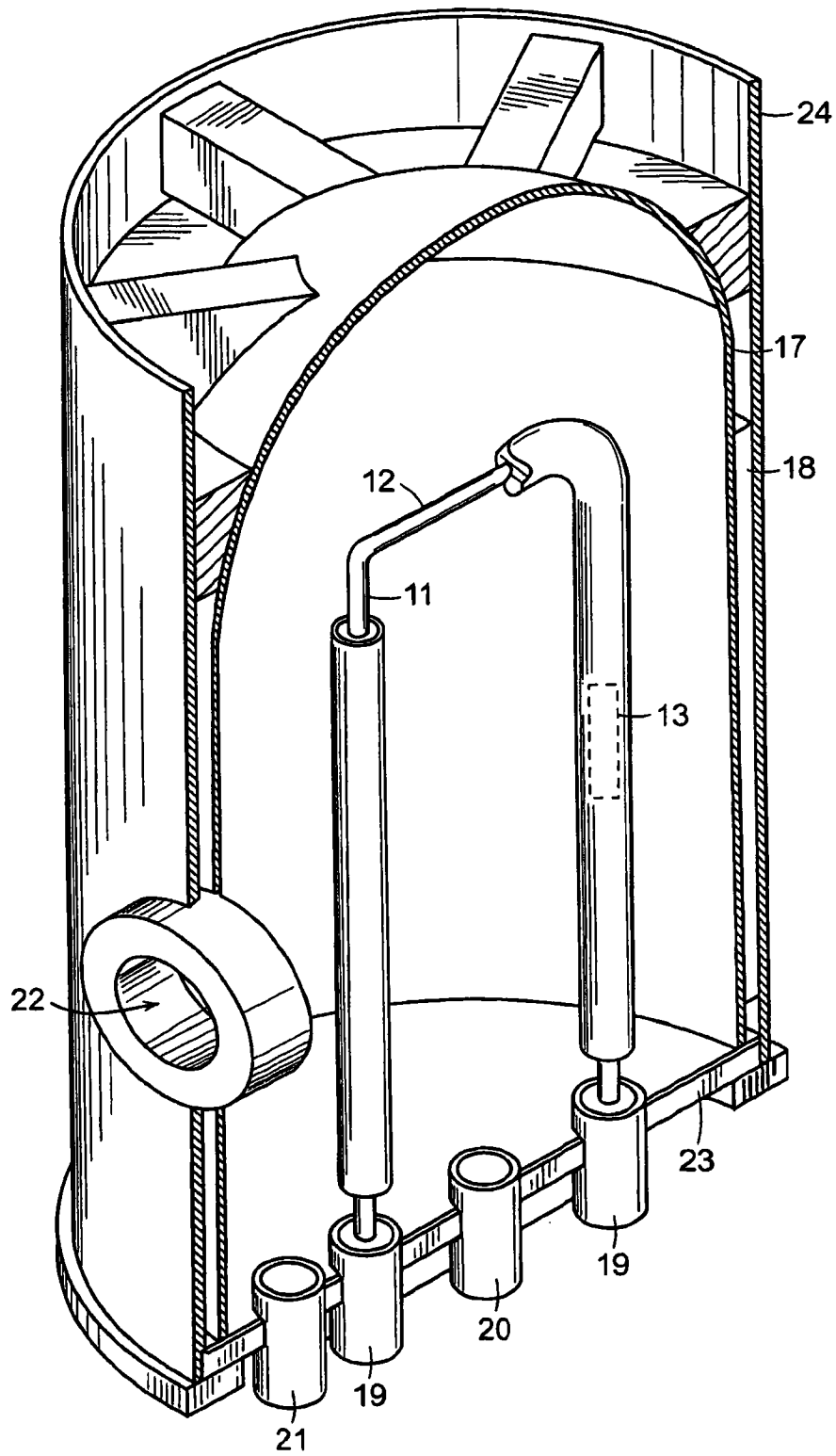


图 1(现有技术)

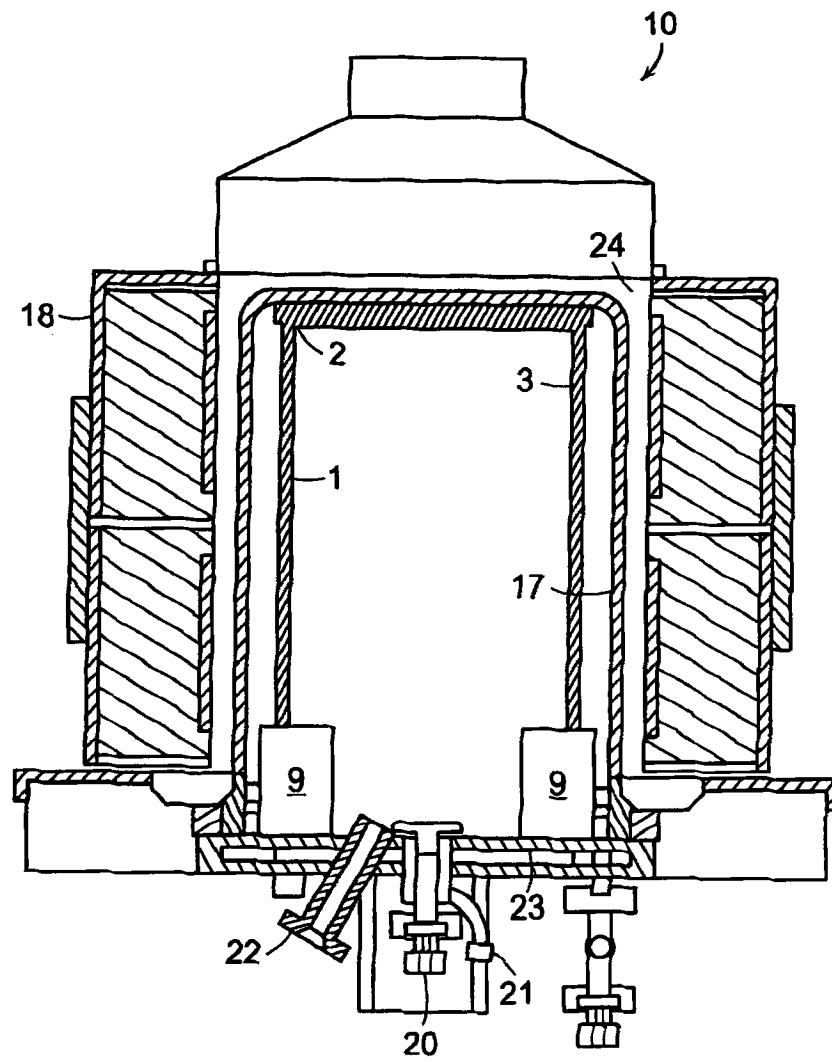


图 2

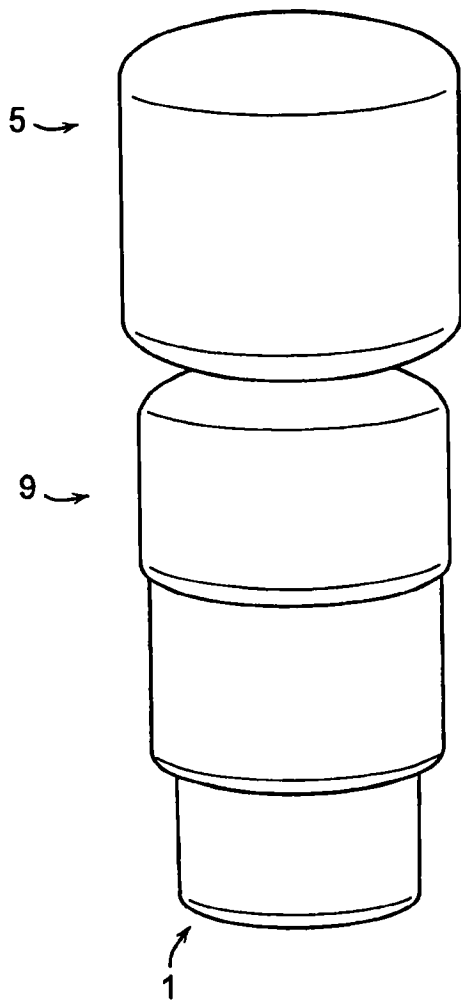


图 3

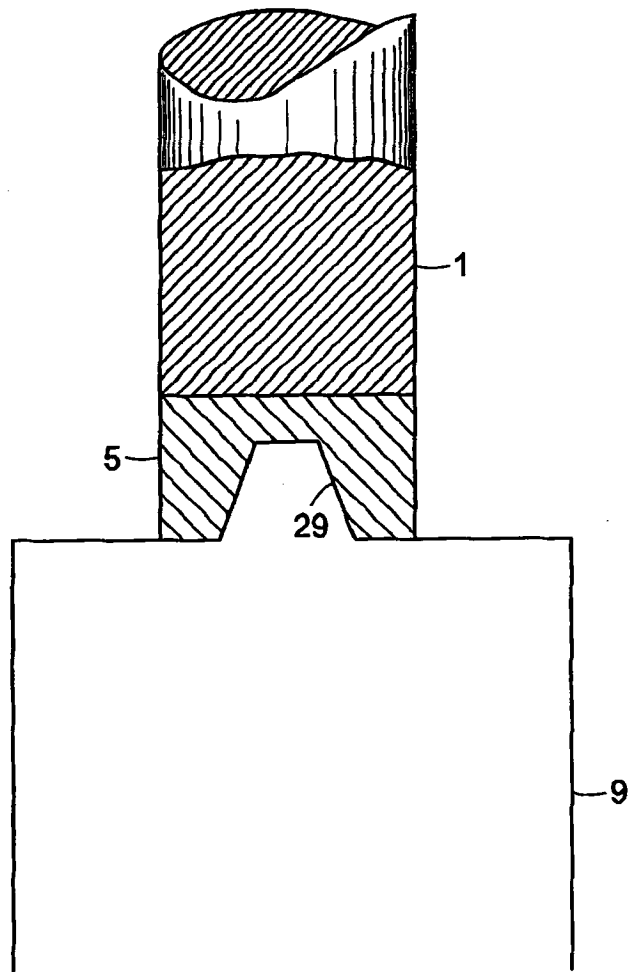


图 4

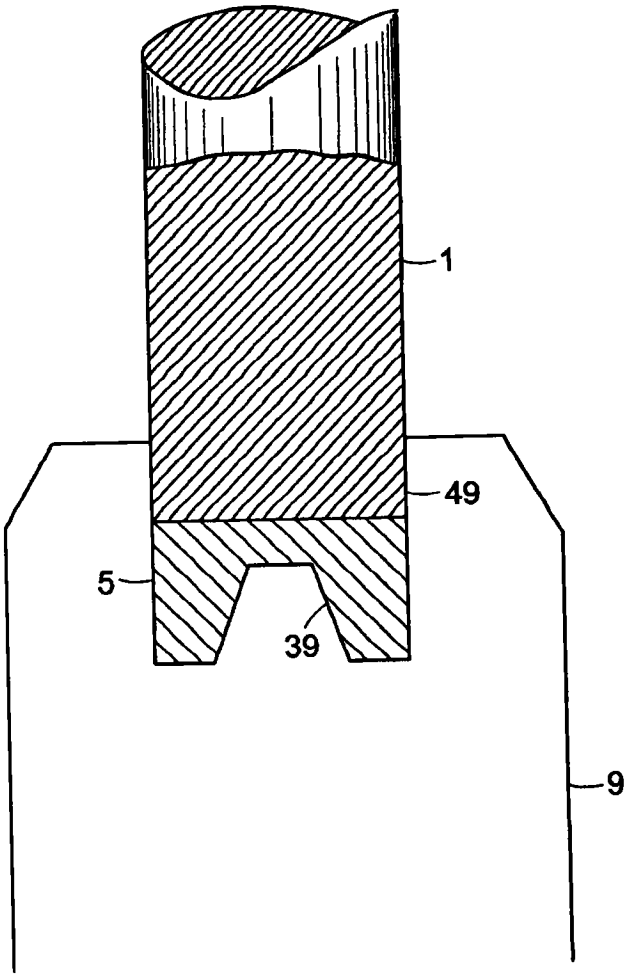


图 5

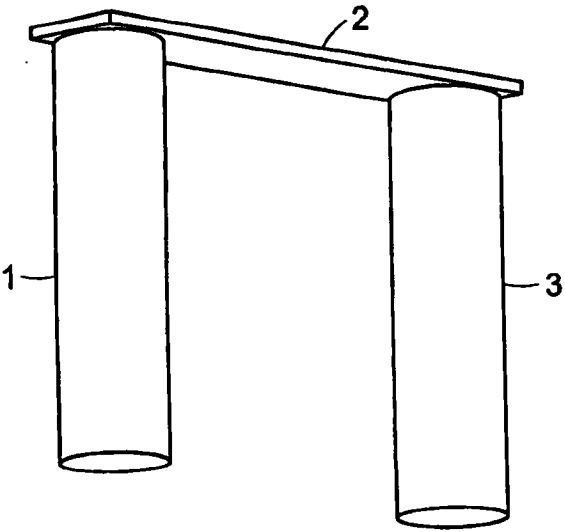


图 6

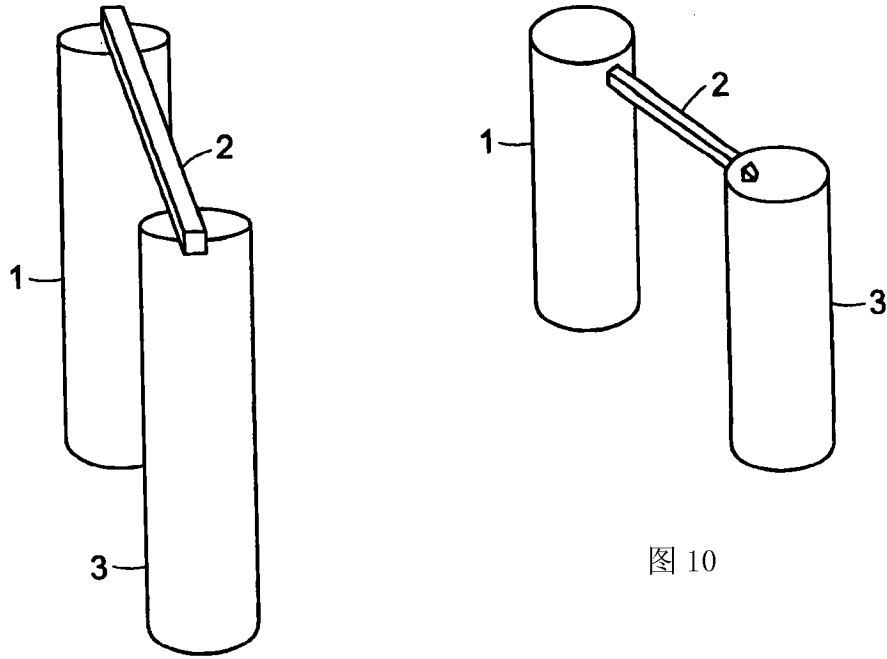


图 10

图 8

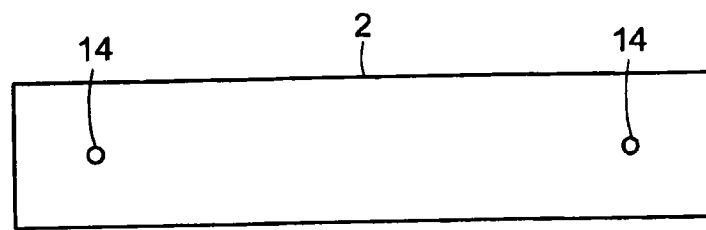


图 7A

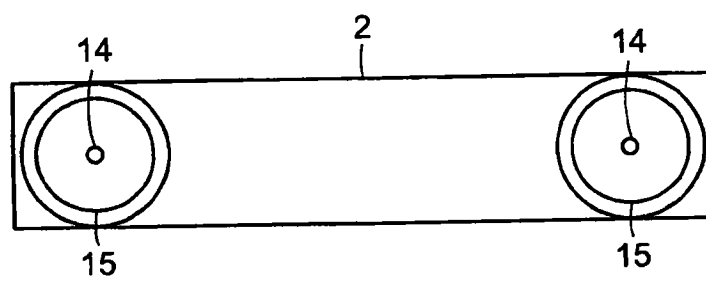


图 7B

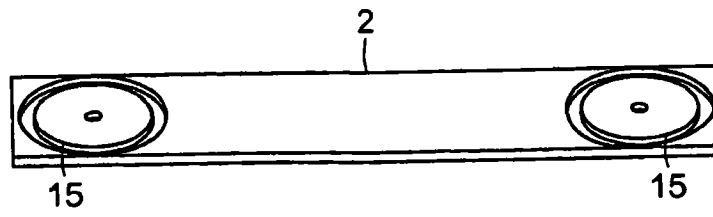


图 7C

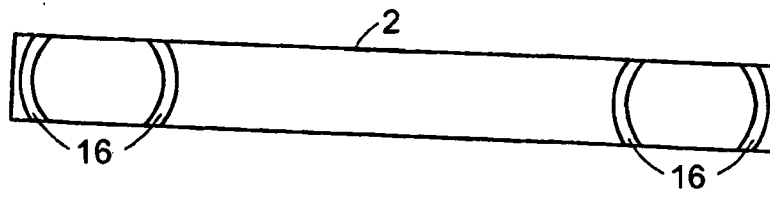


图 9A

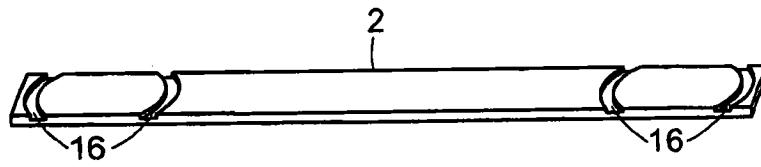


图 9B

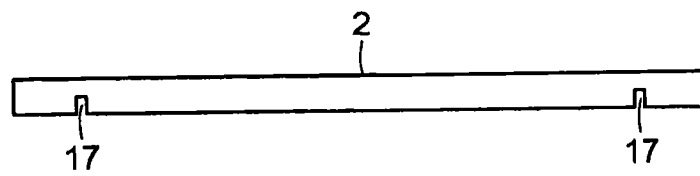


图 11A

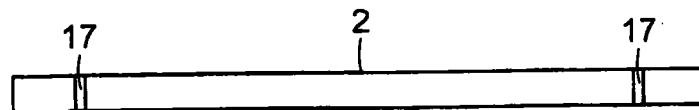


图 11B