



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101405437 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 01

(21) 申请号 200780010121. 2

C30B 25/18(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 05. 11

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

10-2006-0042301 2006. 05. 11 KR

CN 1771195 A, 2006. 05. 10, 全文.

CN 1194624 A, 1998. 09. 30, 全文.

CN 1699161 A, 2005. 11. 23, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 09. 22

US 5976481 A, 1999. 11. 02, 全文.

US 6221155 B1, 2001. 04. 24, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2007/002345 2007. 05. 11

审查员 刘冰

(87) PCT申请的公布数据

W02007/133025 EN 2007. 11. 22

(73) 专利权人 韩国化学研究院

地址 韩国大田

(72) 发明人 金希永 尹卿求 朴容起 苏源郁

崔源春

(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 11038

代理人 郭建新

(51) Int. Cl.

C30B 29/06(2006. 01)

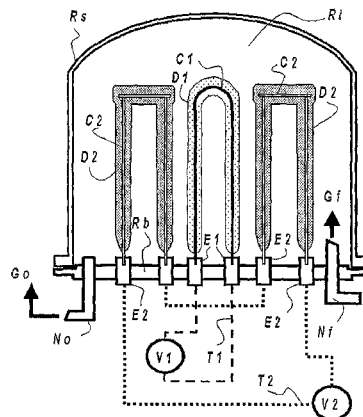
权利要求书 3 页 说明书 29 页 附图 12 页

(54) 发明名称

应用混合芯构件制备高纯硅棒的装置和方法

(57) 摘要

公开了应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法和装置,它包括:将电阻材料制造的第一芯构件与硅材料制造的第二芯构件一起装入沉积反应器的内部空间;对第一芯构件进行电加热和通过电加热的第一芯构件来预热第二芯;对预热的第二芯构件进行电加热;以及呈对第一芯构件和第二芯构件进行电加热的状态将反应气体输入所述内部空间而进行硅沉积。



CN 101405437 B

1. 应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,它包括:

(a) 将电阻材料制造的第一芯构件与硅材料制造的第二芯构件一起装入沉积反应器的内部空间;

(b) 对第一芯构件进行电加热和通过电加热的第一芯构件来预热第二芯;

(c) 对预热的第二芯构件进行电加热;以及

(d) 呈对第一芯构件和第二芯构件进行电加热的状态将反应气体输入所述内部空间而进行硅沉积,

其中,所述电阻材料选自:

金属或合金,它包含至少一种选自下组的金属元素:钨(W)、铼(Re)、锇(Os)、钽(Ta)、钼(Mo)、铌(Nb)、铱(Ir)、钌(Ru)、锝(Tc)、铪(Hf)、铑(Rh)、钒(V)、铬(Cr)、锆(Zr)、铂(Pt)、钍(Th)、镧(La)、钛(Ti)、镧(Lu)、钇(Y)、铁(Fe)、镍(Ni)、铝(Al)及其混合物;

陶瓷金属材料,它包含至少一种选自下组的组分:硅化钼(Mo-Si)、镧铬氧化物(La-Cr-O)、氧化锆及其混合物;或

碳基材料,它包含至少一种选自下组的组分:无定形碳、石墨、碳化硅(SiC)及其混合物。

2. 权利要求1的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,在对预热的第二芯构件进行电加热的步骤中,同时对全部第二芯构件进行电加热或者将第二芯构件分成多个第二芯组,在不同的起始时间开始将它们分组进行电加热。

3. 权利要求1的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,在预热第二芯构件的步骤中,用被电加热到400-3,000°C范围内的温度的第一芯构件将第二芯构件预热到350-1,000°C范围内的温度。

4. 权利要求1或权利要求3的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,在预热第二芯构件的步骤中,在选自由氢、氮、氩、氦及其混合物构成的组的气氛中,在1-20巴绝压范围内的压力下的内部空间预热第二芯构件。

5. 权利要求1的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,为硅沉积反应供给反应气体,由此在反应压力和反应温度下,在第一芯构件和/或第二芯构件外部形成沉积产物,从而分别形成第一沉积产物和/或第二沉积产物。

6. 权利要求5的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,所述反应气体含有至少一种选自下组的含硅组分:甲硅烷(SiH₄)、二氯硅烷(SiH₂Cl₂)、三氯硅烷(SiHCl₃)、四氯硅烷(SiCl₄)及其混合物。

7. 权利要求6的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,所述反应气体进一步含有至少一种选自下组的气体:氢、氮、氩、氦、氯化氢及其混合物。

8. 权利要求5的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,在1-20巴绝压范围内的反应压力下和基于第一沉积产物和/或第二沉积产物的表面温度在650-1,300°C范围内的反应温度下的内部空间发生硅沉积。

9. 权利要求5的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,在第一沉积产物中形成用于太阳能电池的太阳能级多晶硅,而在第二沉积产物中形成用于半导体装置的电子级多晶硅。

10. 权利要求1的应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,其中,所述硅材料选自下组物

质：本征多晶硅、本征单晶硅、掺杂的硅及其混合物。

11. 用于应用混合芯构件制备多晶硅棒并且包括一个进行硅沉积反应的沉积反应器的装置，其特征在于，所述沉积反应器具有一个由底座单元和壳形成的密闭的内部空间并且包括一个将反应气体输入所述内部空间的供气装置，一个用于从所述内部空间排出废气的排气装置和一个硅沉积反应所需的电加热装置；该电加热装置由电极构件和芯构件组成；所述芯构件被分为由电阻材料制造的第一芯构件和硅材料制造的第二芯构件；而且所述电极构件被分为第一电极构件和第二电极构件，它们分别与第一芯构件和第二芯构件连接，而彼此电路独立，

其中，所述电阻材料选自：

金属或合金，它包含至少一种选自下组的金属元素：钨 (W)、铼 (Re)、锇 (Os)、钽 (Ta)、钼 (Mo)、铌 (Nb)、铱 (Ir)、钌 (Ru)、铼 (Tc)、铪 (Hf)、铑 (Rh)、钒 (V)、铬 (Cr)、锆 (Zr)、铂 (Pt)、钍 (Th)、镧 (La)、钛 (Ti)、镧 (Lu)、钇 (Y)、铁 (Fe)、镍 (Ni)、铝 (Al) 及其混合物；

陶瓷金属材料，它包含至少一种选自下组的组分：硅化钼 (Mo-Si)、镧铬氧化物 (La-Cr-O)、氧化锆及其混合物；

碳基材料，它包含至少一种选自下组的组分：无定形碳、石墨、碳化硅 (SiC) 及其混合物。

12. 权利要求 11 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，所述第一电极构件和/或第二电极构件被装在所述底座单元上。

13. 权利要求 11 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，所述第一电极构件被分为一个或多个第一电极组并且所述第二电极构件被分为一个或多个第二电极组，对各电极组独立地供给电力。

14. 权利要求 11 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，这样构建第一电极构件以致从第一电力供应源经过第一电力传导构件独立地提供加热第一芯构件所需的电力，而且这样构建第二电极构件以致从第二电力供应源经过第二电力传导构件独立地提供加热第二芯构件所需的电力。

15. 权利要求 14 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，所述第一电力供应源和第二电力供应源是作为独立的电力转换系统分别构建的或者是作为一个整体电力转换系统构建的。

16. 权利要求 14 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，包含于一个或多个沉积反应器中的所述第一芯构件通过第一电力供应源彼此电连接。

17. 权利要求 14 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，包含于一个或多个沉积反应器中的所述第二芯构件通过第二个电力供应源彼此电连接。

18. 权利要求 11 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，所述第一芯构件或第二芯构件呈选自下组的形状：棒，线，丝，杆，具有圆形、椭圆形或多边形截面形状的条和带，还有管道，管，圆柱，以及具有同心圆、同心椭圆或同轴多边形截面形状的导管。

19. 权利要求 11 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，所述硅材料选自下组物质：本征多晶硅、本征单晶硅、掺杂的硅及其混合物。

20. 权利要求 11 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置，其中，所述第一芯构件是通过在电阻材料制造的第一芯基元表面形成一层或多层由屏障组分制造的隔离层而构建的。

21. 权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,所述隔离层的数量在 1 至 5 的范围内。

22. 权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,构成每层隔离层的屏障组分选自下组物质:本征四氮化三硅、氧化硅、碳化硅、氧氮化硅及其混合物。

23. 权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,构成每层隔离层的屏障组分选自氮化物、氧化物、硅化物、碳化物、氧氮化物或氧硅化物,它包含至少一种选自下组的金属元素:钨(W)、铼(Re)、锇(Os)、钽(Ta)、钼(Mo)、铌(Nb)、铱(Ir)、钌(Ru)、铊(Tc)、铪(Hf)、铑(Rh)、钒(V)、铬(Cr)、锆(Zr)、铂(Pt)、钍(Th)、镧(La)、钛(Ti)、镨(Lu)、钇(Y)及其混合物。

24. 权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,在第一芯构件的第一芯基元上形成的隔离层的总厚度在 10nm 至 20mm 范围内。

25. 权利要求 20 至权利要求 24 任一项的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,在所述隔离层上形成硅层,该硅层的厚度在 $1\mu\text{m}$ -10mm 范围内,并且将硅选作屏障组分。

26. 权利要求 11 或权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,在 400-3,000°C 范围内的温度下热处理构成第一芯构件的第一芯单元。

27. 权利要求 26 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,通过在沉积反应器内的电加热对所述第一芯单元进行热处理。

28. 权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,通过用很多由屏障组分制造的隔离层构成单元环绕第一芯基元表面而构建第一芯构件。

29. 权利要求 20 或权利要求 28 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,所述隔离层是通过用屏障组分涂布第一芯基元表面而形成的。

30. 权利要求 20 的应用混合芯构件制备多晶硅棒的装置,其中,在沉积反应器内形成部分隔离层或全部隔离层。

应用混合芯构件制备高纯硅棒的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制备棒状多晶硅的方法和装置。更具体地说,本发明涉及这样的方法和装置,即,它能将构建和操作电加热系统的困难最小化,所述系统对安装在用于批量生产棒状多晶硅 (polycrystalline silicon) (multicrystalline silicon, polysilicon 或 poly-Si) 的硅沉积反应器内的芯构件进行加热。

背景技术

[0002] 通常,高纯多晶硅被用作半导体装置、太阳能电池、化学加工设备、工业系统、或者小尺寸的和其它高度集成精密装置的重要原料,它们分别由具有高纯度或半导体性能的材料构成。

[0003] 多晶硅是应用硅沉积法制备的,其中,通过高纯度含硅原子的反应气体的热分解和 / 或氢还原可使硅原子连续沉积在硅表面。

[0004] 至于多晶硅的批量生产,主要应用钟罩型、管式或槽式沉积反应器。根据沉积反应器,一般呈棒状制备多晶硅,它的圆形或椭圆形截面的直径在约 50-300mm 范围内。

[0005] 在沉积反应器内,基本上安装芯构件用来制备硅棒。至于商业化生产,所述芯构件由很多分别由芯材料(即,芯基元)制造的芯单元构成,电可以通过它在沉积反应温度下流动。构成芯构件的芯单元分别与电极单元连接,从而构成反应器壳内的电加热装置。然后,通过由含硅组分组成的反应气体的沉积反应,在电加热的芯构件表面连续沉积硅。如上所述,硅沉积产物沿厚度方向,即,在外部,沉积产物的同心截面的径向形成和增大,所以,最后可获得棒状多晶硅产品。

[0006] 为了获得最少杂质污染的高纯度产品,可用无污染的芯基元制备或制造芯构件所代表的芯单元。所述芯基元的理想材料是呈棒、线或丝、空心导管、条或带状、或者片状形成的高纯硅。

[0007] 通过环绕所述芯构件形成沉积产物而最后获得的多晶硅棒被 (i) 分割或粉碎成大块、小块、碎片或颗粒, (ii) 按尺寸分类, (iii) 如何需要的话经历另外的净化步骤,以除去粉碎步骤中在硅碎片上形成的杂质组分, (iv) 在熔锅内加热到硅的熔点以上熔化,然后 (v) 根据用户需要加工成晶锭、块、片、带状或薄膜等。

[0008] 在沉积反应器壳内构建的电加热装置包括电加热的芯构件和电极构件,电极构件与芯构件由电路连接到位于壳外的电源和 / 或与芯构件彼此通过电路连接。该电加热装置的作用是提供 (i) 保持沉积反应温度所需的电加热, (ii) 作为硅沉积的起始基体,以及 (iii) 稳定地支持随着沉积继续进行直径和重量都增大的硅棒的机械结构。

[0009] 构成所述芯构件的各个芯单元应当由满足芯构件的功能和作用的芯基元原料制造或制作。为了实现该目的, (i) 将高纯硅单独熔化或与掺杂组分一起熔化, (ii) 硅熔体经历晶体生长或浇铸,以及 (iii) 通过成型加工和 / 或机械加工制备所述芯基元,于是将它的界面加工成圆形、椭圆形、同心圆或多边形、三角形、四边形或六边形等;它的直径或对角线长度分别在约 3-30mm 或 5-100mm 范围内,它的长度约为 0.5-6m。

[0010] 有几种制备芯基元的方法。可按连续方式制备每一片芯基元。或者可通过简单地切割一块大尺寸的晶体锭而同时制备很多具有相同尺寸和形状的芯基元。此外,可通过在洁净的气氛中将很多芯基元短片熔结而制备一条长的硅芯基元。

[0011] 根据参考文献 W. C. O' Hara, R. B. Herr ing and L. P. Hunt, "Handbook of Semiconductor Silicon Technology", pp46 -48, Noyes, Publication, 1990 中所述,制备由高纯硅原料构成的芯基元,例如芯棒、具有小直径的细长棒或起始 (starter) 丝,在应用沉积反应器制备多晶硅棒的过程中伴随很大的经济负担和技术责任。当芯基元由高纯硅制造时,它的电阻率在室温下极高并且随温度的升高而急剧降低,只有当通过另外的加热装置将构成芯构件的芯单元预热到一定温度或以上从而充分降低硅电阻率的值以后,由于产生流过连接起来并固定在一对电极单元上的芯单元的表现电流,就开始将芯构件电加热。如美国专利号 4, 179, 530 (1979) 和 5, 895, 594 (1999) 中公开的,预热芯构件以制备多晶硅棒需要单独的、另外的预热装置和复杂的操作。

[0012] 同时,美国专利号 3, 941, 900 (1976) 和 4, 215, 154 (1990) 公开了对芯构件应用直流电阻加热的技术,它应用适当地构建的供电系统从室温开始加热,代替用单独的、另外的预热装置预热高纯硅芯基元。但是,该方法也有缺点,即,这种供电电路和系统很复杂并且成本高,还需要很复杂和准确的操作和控制。

[0013] 不同于通过单独的预热装置预热芯构件或者应用复杂的供电系统通过电阻加热而在室温直接加热的那些方法,将高浓度的 n- 型或 p- 型掺杂剂人工掺入硅芯基元而大为降低电阻率,能在室温下用高压电直接对芯构件进行电加热。加热到预定的温度范围后,可以容易利用低压和高电流的电根据需要加热芯构件。该方法的缺点是,它需要复杂的供电装置和在宽的电压和电流范围进行准确的操作。

[0014] 另一方面,如果芯基元由非硅电子材料如电阻率值比硅低得多的金属或碳基材料制造,在各个芯单元上形成的硅沉积产物可能被非硅材料制造的芯基元产生的和扩散的杂质成分污染。但是,有一个优点是,通过供给低压电,可容易通过电阻加热在沉积反应温度对芯构件从室温加热而不用单独的、另外的预热步骤。根据美国专利号 5, 277, 934 (1994) 和 5, 284, 640 (1994), 可应用钨或钼代替硅作为芯基元。同时,美国专利号 5, 237, 454 (1994) 阐述了由钼、钨或锆代替高纯硅材料制造的芯基元。

[0015] 可以方便和低成本地制备如上述由电阻材料制造的非硅芯构件。但是,通过硅沉积获得的沉积产物不能避免受含于构成所述芯构件的各个芯单元的非硅芯基元中杂质成分的污染。所以难于将利用非硅芯构件的上述方法应用于高纯度多晶硅棒的工业化生产,因为近年来对半导体级别质量的杂质要求变得更为严格。在现有技术中也证实了这样的基本问题,如前文 O' Hara 等的参考文献 (1990) 中所述。在应用线形非硅的金属芯单元用于芯构件代替硅基芯构件的情况下,优点是可以很方便地获得硅棒产品。然而,该方法也有几个缺点:首先,当根据需要最后形成硅棒时,含于硅棒内的沉积产物和芯构件应当彼此隔离,因为沉积产物要作为硅产品收集;其次,通过高温下的硅沉积过程形成的沉积产物可能会被出自金属芯基元的成分污染。

[0016] 为了以合理的成本基于钟罩式沉积方法制备高纯多晶硅而在硅芯构件预热时没有任何困难,值得将非硅的、电阻材料用于芯基元,通过解决因芯材料的替代引起的问题;这些问题包括,从硅棒产物分离出芯构件从而作为产品收集硅沉积产物的可能困难的步

骤,以及由出自非硅芯材料的金属杂质成分引起的可能的产品污染。然而,尽管预热芯构件的重要性,还没有简单的、低成本解决办法可克服应用非硅芯构件中引起的那些问题。

[0017] 如前所述,开发预热钟罩式反应器内的芯构件的改良方法和装置是工业化批量生产呈棒状的多晶硅的重要技术问题。所述改良所要求的技术解决方法应当减小供电和控制系统以及制备和加工所述芯构件的工艺的投资成本,能容易操作和控制沉积反应器,增大反应器产率,从而最终降低生产成本。

[0018] 发明公开

[0019] 因此,本发明一个目的是提供消除或减少可能不利地影响从预热所述芯构件方面考虑沉积工艺设备投资成本、加工操作和控制、反应器产率和生产成本的任何因素的方法和装置。

[0020] 本发明另一目的是,为了构建和应用制备棒状多晶硅的工业规模方法,通过下列步骤对硅制造的第二芯构件容易地进行电加热:(a)将电阻材料制造的第一芯构件与硅材料制造的第二芯构件一起装入沉积反应器的内部空间;(b)对第一芯构件进行电加热和通过电加热的第一芯构件来预热第二芯构件;然后(c)对预热的第二芯构件进行电加热。

[0021] 本发明又一目的是解决预热所述芯构件时遇到的问题,而不降低沉积反应器的产量,通过在所述第一和第二芯构件的向外方向形成沉积产物,所述第一芯构件用作第二芯构件的预热器。

[0022] 本发明又一目的是提供这样的方法和装置,即,它能解决预热高纯硅制造的芯构件时遇到的问题,还能在制备棒状多晶硅的现有的、常规沉积反应器内操作。

[0023] 本发明又一目的是提供沉积反应器的结构,操作该沉积反应器的方法和工具,能同时生产两个级分别用于半导体装置和太阳能电池的多晶硅产品。

[0024] 本发明又一目的是提供这样的方法和装置,即,它能将由第一芯构件的外部、径向的硅沉积扩展引起的沉积产物的污染减到最小,所述芯构件包括和代表很多芯单元,它们各自的基元(即芯基元)由非高纯硅的材料制造所以能产生作为产物污染源的杂质组分。

[0025] 为了实现上述目的,本发明提供了应用混合芯构件制备多晶硅棒的方法,它包括:将电阻材料制造的第一芯构件与硅材料制造的第二芯构件一起装入沉积反应器的内部空间;对第一芯构件进行电加热和通过电加热的第一芯构件来预热第二芯构件;对预热的第二芯构件进行电加热;以及呈对第一芯构件和第二芯构件进行电加热的状态将反应气体输入所述内部空间而进行硅沉积。

[0026] 任选地,在对预热的第二芯构件进行电加热的步骤中,同时对全部第二芯构件进行电加热或者将第二芯构件分成很多第二芯组,在不同的起始时间开始将它们分组进行电加热。

[0027] 在一个优选的实施方案中,在预热第二芯构件的步骤中,用被电加热到400-3,000°C范围内温度的第一芯构件将第二芯构件预热到350-1,000°C范围内的温度。

[0028] 任选地,在预热第二芯构件的步骤中,在选自氢、氮、氩、氦及其混合物构成的组的气氛中,在1-20巴绝压范围内的压力下的内部空间预热第二芯构件。

[0029] 在一个优选的实施方案中,将反应气体供给硅沉积反应,由此在反应压力和反应温度下,在第一芯构件和/或第二芯构件外部形成沉积产物,从而分别形成第一沉积产物和/或第二沉积产物。

[0030] 在一个优选的实施方案中,所述反应气体包含至少一种选自下组的含硅组分:甲硅烷(SiH_4)、二氯硅烷(SiH_2Cl_2)、三氯硅烷(SiHCl_3)、四氯硅烷(SiCl_4)及其混合物。

[0031] 任选地,所述反应气体还包含至少一种选自下组的气体组分:氢、氮、氩、氦、氯化氢及其混合物。

[0032] 在一个优选的实施方案中,在 1-20 巴绝压范围内的反应压力下和基于第一沉积产物和 / 或第二沉积产物的表面温度在 650-1,300°C 范围内的反应温度下的内部空间发生硅沉积。

[0033] 任选地,在第一沉积产物中形成用于太阳能电池的太阳能级多晶硅,而在第二沉积产物中形成用于半导体装置的电子级多晶硅。

[0034] 本发明涉及应用混合芯构件制备多晶硅棒的并且包括在其中进行硅沉积反应的沉积反应器的装置,其特征在于,所述沉积反应器具有一个由底座单元和壳形成的密闭的内部空间,还包括一个将反应气体输入所述内部空间的供气装置,一个用于从所述内部空间排出废气的排气装置和一个硅沉积反应所需的电加热装置;该电加热装置由电极构件和芯构件组成;所述芯构件被分为由电阻材料制造的第一芯构件和硅材料制造的第二芯构件;而且所述电极构件被分为第一电极构件和第二电极构件,它们分别与第一芯构件和第二芯构件连接,而彼此电路独立。

[0035] 在一个优选的实施方案中,所述第一电极构件和 / 或第二电极构件被装在所述底座单元上。

[0036] 任选地,所述第一电极构件被分为一个或多个第一电极组并且所述第二电极构件被分为一个或多个第二电极组,对各电极组单独供给电力。

[0037] 在一个优选的实施方案中,这样构建第一电极构件以致从第一电力供应源经过第一电力传导构件独立地提供加热第一芯构件所需的电力,而且这样构建第二电极构件以致从第二个电力供应源经过第二个电力传导构件独立地提供加热第二芯构件所需的电力。

[0038] 任选地,所述第一电力供应源和第二个电力供应源是作为独立的电力转换系统分别构建的或者是作为一个整体电力转换系统构建的。

[0039] 任选地,包含于一个或多个沉积反应器中的所述第一芯构件通过第一电力供应源彼此电连接。

[0040] 任选地,包含于一个或多个沉积反应器中的所述第二芯构件通过第二个电力供应源彼此电连接。

[0041] 在一个优选的实施方案中,所述第一芯构件或第二芯构件呈选自下组的形状:棒,线,丝,杆,具有圆形、椭圆形或多边形截面形状的条和带,还有管道,管,圆柱,以及具有同心圆、同心椭圆或同轴多边形截面形状的导管。

[0042] 在一个优选的实施方案中,其中,所述电阻材料是金属或合金,它包含至少一种选自下组的金属元素:钨(W)、铼(Re)、锇(Os)、钽(Ta)、钼(Mo)、铌(Nb)、铱(Ir)、钌(Ru)、锝(Tc)、铪(Hf)、铑(Rh)、钒(V)、铬(Cr)、锆(Zr)、铂(Pt)、钍(Th)、镧(La)、钛(Ti)、镧(Lu)、钇(Y)、铁(Fe)、镍(Ni)、铝(Al)及其混合物。

[0043] 任选地,所述电阻材料是陶瓷金属材料,它包含至少一种选自下组的组分:硅化钼(Mo-Si)、镧铬氧化物(La-Cr-O)、氧化锆及其混合物。

[0044] 任选地,所述电阻材料是碳基材料,它包含至少一种选自下组的组分:无定形碳、

石墨、碳化硅 (SiC) 及其混合物。

[0045] 在一个优选的实施方案中,所述硅材料选自下组物质:本征多晶硅、本征单晶硅、掺杂的硅及其混合物。

[0046] 还有,所述第一芯构件是通过在电阻材料制造的第一芯基元表面形成一层或多层屏障组分而构建的。

[0047] 这里,所述隔离层的数量在 1 至 5 的范围内,所以所述第一芯构件可能包含一至五种隔离层。

[0048] 在一个优选的实施方案中,构成各隔离层的屏障组分选自下组物质:本征四氮化三硅、氧化硅、碳化硅、氧氮化硅及其混合物。

[0049] 这里,构成各隔离层的屏障组分选自氮化物、氧化物、硅化物、碳化物、氧氮化物或氧硅化物,它包含至少一种选自下组的金属元素:钨 (W)、铼 (Re)、锇 (Os)、钽 (Ta)、钼 (Mo)、铌 (Nb)、铱 (Ir)、钌 (Ru)、铊 (Tl)、铪 (Hf)、铑 (Rh)、钒 (V)、铬 (Cr)、锆 (Zr)、铂 (Pt)、钍 (Th)、镧 (La)、钛 (Ti)、镱 (Lu)、钇 (Y) 及其混合物。

[0050] 任选地,在第一芯构件的第一芯基元表面形成的隔离层的总厚度在 10nm 至 20mm 范围内。

[0051] 任选地,在 400-3,000°C 范围内的温度下热处理构成第一芯构件的第一芯单元而不考虑隔离层的形成,而且热处理可通过在上述沉积反应器内或在常规沉积反应器内的电加热进行。

[0052] 但是,在第一芯构件中,在所述隔离层上形成硅层,该硅层的厚度在 1 μm 至 10mm 范围内,并且将硅选作屏障组分。

[0053] 此时,通过用很多由屏障组分制造的隔离层构成单元环绕第一芯基元表面而构建第一芯构件。

[0054] 另一方面,所述隔离层是通过用屏障组分涂布第一芯基元表面而形成的。

[0055] 任选地,在上述沉积反应器内或在常规沉积反应器内形成部分隔离层或全部隔离层。

[0056] 附图简述

[0057] 通过参照附图描述其优选的实施方案将使本发明的上述目的、其它特征和优点更明显,其中:

[0058] 图 1 是阐释性示意图,它示出本发明制备棒状多晶硅的沉积反应器的内部空间的一个实例;

[0059] 图 2-7 是截面示意图,它们示出第一芯构件与第二芯构件在本发明制备棒状多晶硅的沉积反应器内的阐释性排列;

[0060] 图 8-12 是横截面图 (a) 和纵断面图 (b),它们示出在第一芯单元表面向外形成硅沉积产物的状态,所述第一芯单元是通过在本发明的第一芯基元表面形成隔离层而构成的,其中:

[0061] 图 8 显示阐释性示意图,它示出在第一芯单元表面向外形成硅沉积产物的过程中硅棒的横截面 (a) 和纵断面 (b),所述第一芯单元是通过在具有圆形截面的棒状第一芯基元表面形成一层隔离层而构成的;

[0062] 图 9 显示阐释性示意图,它示出在第一芯单元表面向外形成硅沉积产物的过程中

硅棒的横截面 (a) 和纵断面 (b), 所述第一芯单元是通过在具有圆形截面的棒状第一芯基元表面形成两种隔离层而构成的;

[0063] 图 10 显示阐释性示意图, 它示出在第一芯单元表面向外形成硅沉积产物的过程中硅棒的横截面 (a) 和纵断面 (b), 所述第一芯单元是通过在具有中空的、同轴长方形截面的导管状或管状第一芯基元表面形成两种隔离层而构成的;

[0064] 图 11 显示阐释性示意图, 它示出在第一芯单元表面向外形成硅沉积产物的过程中硅棒的横截面 (a) 和纵断面 (b), 所述第一芯单元是通过在具有圆形截面的棒状第一芯基元表面形成三种隔离层而构成的; 以及

[0065] 图 12 显示阐释性示意图, 它示出在第一芯单元表面向外形成硅沉积产物的过程中硅棒的横截面 (a) 和纵断面 (b), 所述第一芯单元是通过在具有长方形截面的条-(或带-) 状第一芯基元表面形成两种不同的隔离层而构成的。

[0066] 实施本发明的最佳方式

[0067] 现在将详细参照本发明优选的实施方案, 在附图中阐释了它的实施例。

[0068] 本发明可适用于用来制备呈棒状多晶硅的所有沉积反应器, 无论沉积反应器的形状和结构如何, 例如钟罩式、管式或槽式。由于也称为西门子反应器的钟罩式沉积反应器一直最广泛用于工业用途, 在本说明书中将参照这种钟罩式沉积反应器(下文称为“钟罩式反应器”)描述本发明。

[0069] 如图 1 所示, 沉积反应器包括密闭的内部空间 R_i , 由壳 R_s 和底座单元 R_b , 以及安装在内部空间 R_i 中的芯构件 C_1 和 C_2 构成, 芯构件包括一个芯单元或多个芯单元。

[0070] 机械固定在各电极单元上的芯单元, 彼此通过电极单元 E_1 和 E_2 电连接。通过电力传导构件 T_1 和 T_2 从装在壳 R_s 和底座单元 R_b 外部的电力供应源 V_1 和 V_2 将电力供给电极单元 E_1 和 E_2 。

[0071] 在小的实验室规模沉积反应器内, 一个芯构件仅仅包括一个或少量芯单元, 每个芯单元被连接到一对电极单元的两端。另外, 在用于多晶硅的大规模工业生产的沉积反应器内, 芯构件包括数十至数百个芯单元, 它们通常彼此的材料或形状相同。

[0072] 本发明中的关键词和描述都基于如下定义: “芯构件”表示一组构成基体的一个或多个“芯单元”, 它是沉积反应引起的硅沉积产物形成的起点; 而各个芯单元又由“芯基元”代表的材料构成或制造。

[0073] 而且, 由于很多完全相同组的芯单元可以彼此呈串联和/或并联电连接, 所以可在完全相同组的芯单元上以几乎相同的方式发生硅沉积, 关于各个芯单元的操作方法和观察到的现象或特性可根据“芯构件”来集体描述, “芯构件”表示本发明中完全相同组的一组芯单元。

[0074] 一旦将芯构件 C_1 和 C_2 加热到硅沉积所需的温度以上, 并且将反应气体 G_f 输入内部空间 R_i , 在芯构件 C_1 和 C_2 表面就开始发生硅沉积。然后, 分别沿芯构件 C_1 和 C_2 的向外方向形成硅沉积产物 D_1 、 D_2 , 最终呈棒状制备多晶硅。在该方法中, 各个芯单元充当通过反应器操作获得的多晶硅棒各单元的构架。

[0075] 不同于常规方式, 其中, 安装在沉积反应器内部空间的很多芯构件 C_1 、 C_2 由一种选自硅材料或非硅材料的材料制造, 本发明一个独特的特点是, 与电极单元一起构成沉积反应器内的电加热装置时, 芯构件由两种或更多种不同的芯构件组成; 即, 存在至少两种芯

构件如第一芯构件 C1, 它代表一组第一种各自从非硅、电阻材料制造的芯基元构成的芯单元, 以及第二芯构件 C2, 它代表一组第二种各自从硅基材料制造的芯基元构成的芯单元。

[0076] 在本发明中, 基于构成各芯单元的芯基元之间的材料差异, 赋予不同类的芯构件如 C1 和 C2 特别的重要性。根据本发明的分类, 非硅、电阻的芯材料构成开始时被电加热的第一芯单元, 随后自然发生对围绕预先电加热的第一芯单元安装的一个或多个硅材料基第二芯单元的预热, 此处预热主要通过辐射传热发生。在自然发生的预热步骤之后, 硅自身的电阻率随着温度的升高而变得足够低, 以致可用适当的电条件开始第二芯单元的电 (电阻) 加热, 于是能使它迅速变热。

[0077] 同时, 还可将两种或更多不同种具有不同电性能的非硅、电阻材料用于本发明。于是, 基于电阻材料的芯构件可被进一步分为很多第一芯构件; 例如, 当应用两种不同的电阻材料来构建非硅芯构件时, 第一芯构件可被分为两组芯构件, 即 1a 芯构件和 1b 芯构件。在该情况下, 对 1a 芯构件和 1b 芯构件同时或相继供电加热后, 应当自然地主要通过辐射传热机制预热围绕电加热的 1a 芯构件和 1b 芯构件安装的很多硅基第二芯单元。通过上述预热步骤, 硅的电阻率变得足够低以致第二芯构件可被容易而迅速地电加热。

[0078] 下文将基于代表性的具体情况更详细描述本发明, 其中, 代表由非硅电阻材料制造各芯基元构成的第一芯单元整个组的第一芯构件 C1, 以及代表由高纯硅材料制造各芯基元构成的第二芯单元整个组的第二芯构件 C2, 一起被安装在沉积反应器的内部空间 Ri。这里, 高纯度的硅材料表示本征硅或包含人为添加的掺杂剂的掺杂硅, 它们的有害杂质组分浓度都被控制在小于许可的范围。

[0079] 构成第一和第二芯构件 C1 和 C2 的芯单元, 被电连接和机械固定在分别构成第一和第二芯构件的第一组和第二组电极单元 E1 和 E2, 各芯单元被连接到一对电极单元。

[0080] 在本发明中, 基于电阻材料的第一芯构件 C1 和相应的第一组电极构件 E1 构成沉积反应器内的第一电加热装置。于是, 通过以适当的电势差导入电流就可容易而迅速地加热第一芯构件从室温电加热到预热第二芯构件所需的温度。此处从安装在沉积反应器外部的第一电力供应源 V1 经过第一电力传导构件 T1 将电力供给第一组电极构件 E1。

[0081] 另一方面, 硅基第二芯构件 C2 和相应的第二组电极构件 E1 构成沉积反应器内的第二个电加热装置。此处从安装在沉积反应器外部的第二个电力供应源 V2 经过第二个电力传导构件 T2 将电力供给第二组电极构件 E2。

[0082] 在室温下, 高纯硅的电阻率太高以致材料不能被电加热, 除非在它的两端施加特别高的电势差。这导致应用常规电力供应源对构成很多第二芯单元的第二芯构件 C2 电加热时的很大困难 (没有将第二芯构件预热到一定温度范围以上)。至于按本发明开始进行沉积反应器从室温的加热操作, 需要预先对第一芯构件 C1 电加热而不对第二芯构件 C2 供电。位于预先电加热的第一芯构件 C1 附近或周围, 第二芯构件 C2 没有供电时经历自然预热和随后的温度升高。

[0083] 另一方面, 还有预热混合芯构件 C1 和 C2 的备选方法。被充分加热到高温后, 可通过供气装置 Nf 或者用于加热第一芯构件 C1 和 / 或第二芯构件 C2 的另外的供气装置将不含反应气体或含硅组分的高温惰性气体输入沉积反应器的内部空间 Ri。但是, 通过利用这种高温惰性气体单独作为介质而不供电的话, 其实不可能在许可的时间范围内将安装在大容积工业反应器内的混合芯构件, 特别是第二芯构件, 加热到预定的预热温度, 即, 从约

350-400°C（此时硅的电阻率变得足够低低于 2-5 欧姆 - 厘米）至 1,000°C（此时硅表现为充分导电的,抗性）范围内的温度。

[0084] 如本发明启示的那样,如果通过第一芯构件 C1 的预先电加热将第二芯构件 C2 预热到约 350-1,000°C 范围内的温度,电流能不太困难地在第二芯构件 C2 内流动,于是能开始第二芯构件 C2 的电阻加热。这里,预热温度越高,第二芯构件在更低电势差（电压）下被电加热就越容易。

[0085] 在如上述通过第一芯构件 C1 的预先电加热而预热第二芯构件 C2 的过程中,对内部空间内施加的压力没有特别约束。相反,在需要复杂得多的配置的高真空下,可在常压下进行预热。另外,可预先将压力选定在 1-20 巴绝压范围内,此时将进行硅沉积的操作。优选在选自氢、氮、氩、氦及其混合物构成的组的气氛中进行第二芯构件 C2 的预热。选定的气体为了保持所述气氛可通过供气装置 Nf 或另一个供气装置导入内部空间。在该情况下,气流速率可优选设定在使芯构件 C1、C2 不被冷却的这一范围内。

[0086] 考虑到加热温度越高,具有不同温度的两固体表面之间的辐射传热越多,通过来自预先电加热的第一芯构件 C1 的辐射传热引起和保持第二芯构件 C2 的预热,而且随着预热过程的消逝,第二芯构件中的温度升高也受第二芯构件 C2 的相邻单元本身之间的辐射影响。

[0087] 当第一芯构件 C1 的温度 $T(C1)$ 被控制在高到足以使预热的第二芯构件 C2 的温度 $T(C2)$ 在 350-1,000°C 的范围时,需要通过控制第一芯构件 (C1) 的电加热而选定和调节两种芯构件之间的适当温差 [$\Delta T = T(C1) - T(C2)$], 认为可在更高的预热温度 $T(C2)$ 下更容易开始第二芯构件 C2 的电加热。

[0088] 在本发明中,优选的是,在预热第二芯构件 C2 期间,在 400-3,000°C 的范围内将第一芯构件 C1 电加热。在该过程中希望将第一芯构件 C1 与预热第二芯构件 C2 之间的温差 ΔT 保持在 50-2,650°C 的范围内。

[0089] 如果 $\Delta T < 50^\circ\text{C}$ 和 $T(C1) < 400^\circ\text{C}$, 实际上不可能将第二芯构件 C2 预热到 $T(C2) = 350^\circ\text{C}$ 的温度。另一方面,一旦将第一芯构件的温度 $T(C1)$ 保持在高于 3,000°C 以便增大预热过程开始阶段的辐射加热速率而使 ΔT 高于 2,700°C, 第一芯构件 C1 自身可能接近它的熔点,而且位于第一芯构件邻近或周围的基于硅材料的第二芯构件 C2 很可能被熔化。

[0090] 无关紧要的是,如果第二芯构件 C2 被预热到约 400-900°C 的范围使硅的电阻率降到约 0.03-2 欧姆 - 厘米的范围。如果可行的话,可能更优选的是将第二芯构件 C2 预热到 750-850°C 范围内的温度,此时硅的电阻率变得小于约 0.1 欧姆 - 厘米,它的导电性更为明显。如上述的预热条件防止硅芯基元熔化的危险,缩短预热过程所需的时间,于是能在适当电压下开始第二芯构件 C2 的电加热。可通过事先将第一芯构件 C1 电加热到优选在 500-2,500°C 范围内,而更优选在 800-2,000°C 范围内的温度来实现这样的预热条件。

[0091] 在本发明的预热过程中,电加热的第一芯构件 C1 和 / 或预热的第二芯构件 C2 的表面温度可保持在略高于硅沉积的反应温度而不引起严重的问题。例如,如果将包含甲硅烷 (SiH_4) 作为含硅组分的反应气体 Gf 用作在约 650-800°C 范围内的温度进行沉积反应的原料,可将第二芯构件 C2 预热到略高于预定的反应温度的温度,此后就可以开始它的电加热而没有问题。此外,随着根据需保持反应温度时输入反应气体,不难控制对两种并联的芯构件 C1、C2 供电。

[0092] 在如上述将第二芯构件 C2 预热到 350–1,000°C 范围内的温度 $T(C2)$ 以充分降低硅的电阻率之后,就可通过第二组电极构件 E2 从第二组电力供应源 V2 在适当的电势差对它们供电。于是第二芯构件 C2 变为电加热的状态,于是可在反应温度 T_r 下调节它的温度, T_r 代表根据需保持硅沉积反应的预定的许可温度范围。

[0093] 这里,几个因素可能影响在电路方面由串联和 / 或并联电路中的第二芯单元相互连接构成的第二芯构件 C2 的电加热。除了电性质如硅的电阻率以外,电路的结构和沉积反应器的配置细节,例如构成第二芯构件 C2 的第二芯单元的数量,各个芯单元与它相应的电极单元之间的接触电阻等,决定应当如何进行电加热以保持和控制第二芯构件 C2 的温度在 T_r 的水平。

[0094] 由于这个缘故,为了在许可的电压和电流范围内将第二芯构件 C2 电加热,需要按照要求的初步试验预先确定和优化加热混合芯构件的详细条件:第二芯构件 C2 的最终预热温度可在 350–1,000°C 的范围内优化;可随时间在 400–1,000°C 的范围内选定或改变预先电加热的第一芯构件 C1 的温度;并且可随时间以任选的方式将两种芯构件之间的温差 ΔT 保持恒定或改变至少约 50°C 或更高。

[0095] 预热过程完毕,当通过供电进行电加热使第二芯构件 C2 的温度 $T(C2)$ 迅速升高时,控制第一电力供应源 V1 和第二个电力供应源 V2 而根据相应的芯构件 C1 和 C2 的要求供电,以致将反应温度保持恒定或可随时间改变。可根据详细沉积条件如反应气体组成和操作步骤在 650–1,300°C 的范围内预先确定 T_r 的值。

[0096] 在本发明中,第一芯构件 C1 包括一个或多个第一芯单元,并且第二芯构件 C2 包括一个或多个第二芯单元,而各个芯单元与一对电极单元连接。反应器体系的供电系统可按这种方式构建,即,将芯构件代表的芯单元彼此以串联和 / 或并联电路相互连接或者将一个芯单元构成一个独立的电路单元。例如,图 1 阐释了一个供电系统,其中,第一芯构件 C1 由一个第一芯单元构成,并且通过第一电极构件 E1 (即,一对第一电极单元 E1) 被电连接到第一电力供应源 V1;而第二芯构件 C2 由两个彼此串联连接的第二芯单元构成,并且通过第二电极构件 E2 (即,两对第二电极单元 E2) 被电连接到第二个电力供应源 V2。

[0097] 如果本发明应用于图 1 所示的沉积反应器,将从电阻材料制造的第一芯构件 C1 和从硅材料制造的第二芯构件 C2 一起装入沉积反应器的内部空间 R_i ,此处首先对第一芯构件 C1 电加热,并且通过从电加热的第一芯构件 C1 辐射传热来预热第二芯构件 C2。预热过程完毕,通过供电开始对预热的第二芯构件 C2 进行电加热,然后可通过输入反应气体 G_f 开始制备多晶硅棒。

[0098] 不同于由少量芯单元构成的图 1 的实例,需要考虑芯构件由数十至数百个芯单元构成的这个事实,通常,当本发明应用于在工业规模批量生产棒状多晶硅时就是这样。在可安装大量芯单元的大尺寸反应器壳 R_s 内,根据它们的安装位置、供电电路的结构和操作条件,芯单元之间可能出现相当大的温差。不但在硅沉积过程中,而且在从第一芯构件 C1 的初始电加热至预热的第二芯构件的另外电加热的整个过程中,都可能出现芯单元之间的温差问题。因此,在沉积反应器的设计和操作中需要考虑这种温差的可能存在。

[0099] 当第一芯构件 C1 包括少量第一芯单元时,可同时开始进行全部第一芯构件 C1 的电加热。另外,当安装大量第一芯单元时,第一芯构件 C1 还可进一步分为很多第一芯组,这样可在根据各组预定的不同时间开始对各第一芯组进行电加热。于是可能减小或防止出现

由于在初始加热和预热过程中第一芯单元之间存在相当大的温差而引起的问题。

[0100] 当第二芯构件 C2 包括大量第二芯单元时,也可观察到第二芯单元之间相当大的温差。那么,在第二芯单元的预热程度中可能出现某些差异。不同于其它根据需要充分预热的第二芯单元,没有被充分预热的某些第二芯单元不会响应施加于相应的一对第二电极单元的预定电压而产生表观电流。这妨碍预热的第二芯构件的电加热的引发,需要延长预热过程。

[0101] 还有,当第二芯构件 C2 包括少量第二芯单元时,预热过程之后就可同时开始进行全部第二芯构件 C2 的电加热。另外,当安装大量第二芯单元时,第二芯构件 C2 还可进一步分为很多第二芯组,这样可在根据各组预定的不同时间开始对各第二芯组进行电加热。

[0102] 在本发明中,可安排分组开始进行对一些预热的第二芯单元供电,这样可基于第二芯组单独地或相继进行预热的第二芯构件的电加热。那么,布置成不被周围电加热的第二芯单元有效地预热的第二芯组的预热,可被来自另一第二芯组(它在其更迅速完成预热后更早开始被电加热)的另外的辐射传热有效地加速。这种基于单独地或相继开始进行第二芯单元分组的加速预热方法应当导致全部芯构件的电加热的更迅速开始。

[0103] 一旦在通过预热方法充分降低它的电阻率之后就对硅基第二芯单元的电加热,由于它的小横截面积而使它的温度迅速达到沉积反应温度范围。因此,在本发明中,当各第二组开始被电加热时,开始时间之间存在很小的时间间隔。

[0104] 至于通过将各别的芯单元分为不同的组来区别第一芯构件 C1 和 / 或第二芯构件 C2 的单独电加热操作和控制的时间,可伴随下列布置:相应于芯构件的分组要求供电系统包括一些细分的体系从而能分组进行供电的单独开关操作和 / 或调节。考虑到细分的供电系统的额外成本,希望不将芯构件不必要地分为大量的芯组。

[0105] 可按规则排列方式来排列芯单元和相应的电极单元;芯单元的同面位置可能具有左右对称性和 / 或上下对称性,如同 2 至 7 所示。这种排列方式能显著影响第二芯构件 C2 的预热。所以重要的是,在构建本发明的沉积反应器与供电系统时需要考虑那些芯组的数量和它们的空间排列。

[0106] 当本发明应用于现有的常规沉积反应器时,该反应器包括用来预热由硅材料制造的芯构件的另外预热装置,考虑到另外的预热装置在预热第二芯构件 C2 过程中的可能应用,需要确定构成第一芯构件 C1 的第一芯单元的数量和排列方式。

[0107] 在将第一和第二芯构件 C1、C2 如上述那样装入沉积反应器的内部空间 R_i 以后,需要在选自氢、氮、氩和氦构成的组的气氛中,进行预热第二芯构件 C2 的操作,它主要由第一芯构件 C1 的预先开始的电加热来实现。但是,还许可在预热期间将反应气体 G_f 输入内部空间 R_i 以便在第一芯构件 C1 和 / 或第二芯构件 C2 表面进行硅沉积。例如,一旦将第二芯构件 C2 较大程度地预热到约高于 500–600°C 的温度 $T(C_2)$,即使在开始第二芯构件 C2 的电加热以前也可将反应气体 G_f 输入内部空间 R_i 。这意味着硅沉积的操作甚至可能与第二芯构件 C2 的预热操作同时开始进行,而且硅沉积可能主要在第一芯构件 C1 的高温表面开始。但是,如果第二芯构件的温度 $T(C_2)$ 仍然低或者反应气体 G_f 没有被充分加热就被导入内部空间 R_i ,反应气体 G_f 的注入可能冷却第二芯构件 C2,于是第二芯构件 C2 的电加热开始时间可能被显著延迟。因此,如果考虑要及早开始硅沉积,就应当仔细地确定硅沉积的开始时间。

[0108] 为了更安全和更圆满的操作,优选在第二芯构件 C2 的预热过程完毕接着进行的电加热起始之后就进行硅沉积操作。更优选通过起始将反应气体 Gf 输入内部空间 Ri 就开始进行硅沉积,第一和第二芯构件 C1、C2 的所有温度都根据第一电力供应源 V1 和第二个电力供应源 V2 的相应调节而保持稳定在反应温度的许可范围内。

[0109] 本发明的沉积反应器包括一个电加热装置,它由电极构件 E1 和 E2 以及相应的芯构件 C1 和 C2 构成,并且被要求供给硅沉积操作所需的电能。这里,芯构件被分为电阻材料制造的第一芯构件 C1 和硅材料制造的第二芯构件 C2。而且,构成电极构件的全部电极单元被分为第一电极构件 E1 代表的第一电极单元和第二电极构件 E2 代表的第二电极单元,它们二者分别被连接到第一芯构件 C1 和第二芯构件 C2。第一和第二电极构件 E1 和 E2 是彼此电路独立的。当通过一个或多个供气装置 Nf 将反应气体 Gf 输入如前述构成的沉积反应器时,可通过分别被连接到电极构件 E1、E2 的电路独立的芯构件 C1、C2 外部的硅沉积制备多晶硅棒。

[0110] 由于根据其电性质、物理规格和安装排列(共平面布置)方面,构成第一和第二芯构件 C1、C2 的芯单元的传热特性和热损耗彼此存在一定的差异,可观察到两种芯构件 C1、C2 之间的温差。

[0111] 在硅沉积的钟罩式沉积反应器内,更合理的是反应温度 Tr 代表实际许可的温度范围而不是限制一个具体的温度值。当将反应气体 Gf 输入反应器进行本发明的沉积操作时,需要调节单独对第一和第二芯构件 C1、C2 供给的各供电功率以便这样保持反应温度 Tr 以致两种芯构件 C1、C2 之间的温差被保持在 0-200°C 的范围内。

[0112] 在沉积操作中,温度影响很多因素,这些因素包括但不限于:硅沉积的速率;反应的特性;在各个芯构件外部形成的沉积产物的截面尺寸,换句话说,分别在第一和第二芯构件外部形成的沉积产物的最大直径 $d_1(t)$ 和 $d_2(t)$ (文中,图 8 至图 12 中所示的 $d_1(t)$ 阐释在第一芯构件外部形成的沉积产物的纵断面和横截面的不同形状);以及厚度增加的速率。因此,希望将任何类别的温差最小化,不但构成各种芯构件的芯单元之间的温差,而且两种芯构件之间的温差。在硅沉积期间如果在包括第一和第二芯构件 C1、C2 的芯构件之间存在大于 200°C 的温差和温度分布, $d_1(t)$ 和 $d_2(t)$ 之间的差异随时间推移而增大。当一些或任一个芯单元的 $d_1(t)$ 或 $d_2(t)$ 达到最大许可值时,尽管其它沉积产物还没有在其余芯单元上足够多的形成,也应当停止沉积操作。该问题最后引起反应器产率的降低。

[0113] 因此,更有效地实施本发明的沉积反应新设计中,反映了如下方面:应当通过预先电加热的第一芯构件 C1 有效地进行第二芯构件 C2 的预热;而且重要的是尽可能减小硅沉积期间不但在芯构件之间而且在构成各种芯构件的芯单元之间可能产生的温差和温度分布。

[0114] 为了满足这些方面,鉴于构成沉积反应器的部件的规格或特性,例如壳 Rs,底座单元 Rb;供气装置 Gf;排气装置 No;温度测量和控制系统等,应当适当地排列构成每种芯构件的芯单元。还有,由于沉积产物的生长引起的空间随时间的变化,气体在内部空间流动的时间依赖性方式,由通过反应器壳 Rs 的传热引起的冷却等都可能影响芯单元的排列(空间布置)。

[0115] 为了提供适合每种芯构件、芯组或芯单元的控制的电力,重要的是利用要控制的电路中电压-电流特性的改变。但是,由于还重要的是利用检测的温度来控制供电系统,需

要设计沉积反应器使得可通过安装在壳 R_s 和 / 或底座单元 R_b 的适当位置而应用一个或多个非接触型温度测量装置,它是可商购的,例如高温计、温度分布测定装置等。

[0116] 同时,按常规预先确定每一个电力供应源 V_1 和 V_2 的控制参数和步骤以便根据需要控制各电力的供给。电力供应源 V_1 、 V_2 分别供给芯构件 C_1 、 C_2 控制良好的电力,在沉积反应器操作期间将两种芯构件之间的温差在许可的反应温度范围内减到最小。

[0117] 通过相应的电力传导构件 T_1 、 T_2 为相应的芯构件 C_1 、 C_2 供电的电力供应源 V_1 、 V_2 可作为两个分别独立的供电系统 V_1 - T_1 - C_1 和 V_2 - T_2 - C_2 构建,如图 1 所示。反之,也可将两个电力供应源合并为一个装置,通过相应的电力传导构件 T_1 、 T_2 从它单独为芯构件 C_1 、 C_2 供电。在本发明中,“独立的供电”表示可调节电流或电压并且单独供给各芯构件、芯组或芯单元,不论电力供应源的结构如何。

[0118] 另外,对于各种芯构件来说,考虑到构成相应的芯构件的芯单元的数量、尺寸和电性质,可将芯单元与相应的电极构件彼此以串联和 / 或并联电路连接。根据对于各种芯构件形成的电路,确定供给各芯单元的电压和电流值以及其中产生的电阻加热功率。

[0119] 根据本发明的沉积反应器的基本特性,沉积产物的截面尺寸,即 $d_1(t)$ 和 $d_2(t)$ 随沉积过程中反应时间 t 的延长而增大,而且可根据芯单元的安装排列观察到硅沉积产物之间的温度和物理形状的差异。所以,在构建和操作沉积反应器的供电系统时,值得考虑的是,在芯单元、芯组或芯构件之间可能存在电性能的差异,而且电性能可能随时间而变。

[0120] 在本发明中,可选择直流或交流方式对芯构件 C_1 和 C_2 供电。

[0121] 本发明的沉积反应器,其中,进行沉积反应制备呈棒状的多晶硅,包括:由底座单元 R_b 和壳 R_b 形成的内部空间 R_i ;将反应气体 G_f 输入内部空间 R_i 的供气装置 N_f ;从内部空间 R_i 排出废气 G_o 的排气装置 N_o ;以及硅沉积反应所需的电加热装置。

[0122] 整个电加热装置由电极构件和相应的芯构件组成,芯构件分为电阻材料制造的第一芯构件 C_1 与硅材料制造的第二芯构件 C_2 。电极构件分为由第一电极单元 E_1 构成的第一电极构件 E_1 和由第二电极单元 E_2 构成的第二电极构件 E_2 。第一和第二电极构件 E_1 和 E_2 分别与第一芯构件 C_1 和第二芯构件 C_2 连接。这里,应注意第一电极单元 E_1 和第二电极单元 E_2 是彼此电路独立的。

[0123] 允许将第一电极构件 E_1 、 E_2 安装在沉积反应器的壳 R_s 或底座单元 R_b 的任一个上。但是,由于硅棒产物对相应的芯构件 C_1 、 C_2 和电极构件 E_1 、 E_2 施加的重量(负荷)将随反应时间延长而连续增大,当安装的芯单元结构简单或呈线形时,在结构方面可能有利的是,将第一和第二电极构件 E_1 、 E_2 安装在底座单元 R_b 上,如图 1 所示。如果将一组芯单元的形状和结构设计成可使各芯单元能承受各硅棒产物的重量,允许将电极单元 E_1 、 E_2 安装在装有冷却装置的壳 R_s 和底座单元 R_b 的任一个或两个上。

[0124] 在本发明中,电极构件 E_1 、 E_2 起电连接装置的作用,能使电流过构成芯构件 C_1 、 C_2 的相应的芯单元。这里,各电力由安装在沉积反应器壳外部的电力供应源 V_1 、 V_2 分别通过电力传导构件 T_1 、 T_2 来提供。电流过电极构件的细节根据为各预定的电加热装置构建的串联和 / 或并联电路来确定。

[0125] 与各芯单元连接的一对电极单元作为一个芯单元的输入和输出端。电极单元之间相互连接的结构或全部电极单元的电路结构可根据安装排列方式,即,芯构件 C_1 、 C_2 的空间布置以及构建它们相应的供电系统预定的具体要求来决定。

[0126] 用于常规钟罩式反应器的各种形状的电极构件实际上也可直接用于本发明。电极构件代表的各电极单元可能包括下列元件的全部或部分：(i) 由具有低电阻，自身电加热弱的金属导电材料制造的电极；(ii) 电耦合单元或电连接单元，它能将电极和相应的电力传导构件 T1, T2 如电缆，条，管，轴，导管，有形物件等彼此相互连接而供电；(iii) 碳基材料制造的耦合支撑或夹具，它将芯单元与电极或电力传导构件 T1, T2 电连接，物理支撑各芯单元或固定电极；(iv) 用来冷却电极或耦合支撑的冷却装置，它带有冷却介质如气体，水或油等；(v) 用来对构成沉积反应器的壳 Rs 或底座单元 Rb 的金属材料电绝缘的绝缘构件；以及 (vi) 用于本文上述元件的耦合，密封，绝缘和组装以构建各电极单元的零件，组装部件等。

[0127] 电极构件 E1、E2 相应的电极单元的形状和尺寸可通过考虑下列因素来确定，即，最后生产的硅棒的直径，芯单元的数量和安装排列，安装所需的全部电极单元 E1、E2，和它们相应的电力传导构件 T1、T2 可利用的空间，以及自身电加热弱的电极单元的电极横截面积。可逐个安装构成任一电极构件 E1、E2 的电极单元和相应的电力传导构件 T1、T2，最后将它们彼此机械连接和电连接。但是，还允许将很多电极单元和相应的电力传导构件作为一个更简化的整体进行设计、制造和预先组装。当将很多电力传导构件结合成为一个导电的电力传导整体如电连接构件时就可这样做。于是，可呈一个方便安装的更完整、紧凑的形式制造或预先组装一体化电力传导实体和相应的电极单元。

[0128] 构成电极单元的所述耦合支撑和 / 或电耦合单元通常由可被容易生产的高纯度石墨材料来制造。为了防止或减小硅沉积产物的碳污染，通常在这种基于石墨的基元表面形成一层功能陶瓷材料，例如碳化硅。在电极单元的组装和安装时，应当保证这样的导电基元和沉积反应器的金属基壳 Rs 和 / 或底座单元 Rb 之间的电绝缘。

[0129] 在反应器操作期间，各电极单元的一部分可能暴露于内部空间 Ri 的高温，那样的话就需要保护安装的电绝缘材料或密封材料以防热降解。因此，优选的是利用循环冷却介质来冷却底座单元 Rb 的某个区或整个区、金属材料制造的电极、绝缘部件等。

[0130] 在本发明中，可将相应于第一和第二芯构件 C1、C2 的第一和第二电极构件 E1、E2 分别分为一个或多个第一和第二电极组。然后可对第一和 / 或第二电极组的各组单独供电。结果，可根据电极组的分类将各芯构件代表的很多芯单元分为很多芯组。那么，与各芯构件一样，可将构成各芯构件的很多芯组彼此以串联和 / 或并联电路进行电连接。按照这种连接方案，用于将相应的电力供应源与电极单元电连接以及将电极单元彼此电连接的电力传导构件可被安装或组装在沉积反应器和相应的供电系统内。

[0131] 将电力供应源与电极单元电连接的电力传导构件可被安装在沉积反应器的壳 Rs 和底座单元 Rb 的内部、面上或外部。另外，当保证对反应器的金属材料进行适当的电绝缘时，用于将电极单元 E1、E2 相互连接的电力传导构件或电连接构件可被安装在任何位置，即，反应器的内部或外部。如果安装在沉积反应器的外部，电力传导构件可能包括可商购的连接构件或导电金属如电缆、金属条或电力损耗小的形状实体。

[0132] 在适当电绝缘的情况下，将电力传导构件或电连接构件安装在沉积反应器内部，例如，恰好位于将很多电极单元 E1、E2 电连接的底座单元 Rb 的上方，Rb 是为了该用途通过将石墨材料加工成可代表金属材料应用的所需形状而生产的一个实体。为了防止从它自身产生杂质组分或细粉末，石墨基导电体的表面可优选经历物理的和 / 或化学的加工而形成

功能陶瓷层,例如碳化硅层。

[0133] 用于将电极单元相互连接的电力传导构件自身或电连接构件自身可被看成扩大的电极单元,因为它们有某些共性,即,电流过这样大的横截面积而不引起显著的电阻加热。因此,可呈一体化单个的实体或者多个一体化组件的组件来设计、制造和安装很多电极单元 E1、E2,以及用于将电极单元相互连接的电力传导构件或电连接构件。该方法大为减小了安装电力传导构件 T1、T2 和很多装在底座单元 Rb 的上方或下方的电极单元所需的空

间,由于电极单元和相应的电力传导构件之间的连接而省去电接触电阻的元件,使得能容易和方便的组装和拆卸反应器,并且从安全考虑增强可靠性。

[0134] 如上所述,如何将电极组与第一和第二芯构件 C1、C2 的每一种电连接的设计方案决定如何构成相应的芯组的电路。如果能单独对各电极组供电,就可按本发明对各电极组设定各别的起始电加热时间。如果需要的话,还可能对各芯组控制彼此不同的电压-电流条件。

[0135] 可这样构建能对各电极组单独供电的供电系统,以致呈串联和/或并联电路将电极组电连接。这样的电路可基于下列因素来确定,即,各芯单元所需的电力,电极单元的安装排列(空间布置)和相互连接方法,电力供应源的规格等。

[0136] 基本说来,加热第一芯构件 C1 所需的电是单独从第一电力供应源 V1 经过第一电力传导构件 T1 供给第一组电极单元 E1。同样,加热第二芯构件所需的电是单独从第二个电力供应源 V2 经过第二个电力传导构件 T2 供给第二组电极单元 E2。

[0137] 第一电力供应源 V1 和第二个电力供应源 V2 各自包括一个电力转换系统,它的作用是将具有高电压-低电流特性的输入电流转换成具有低电压-高电流特性的输出电流。如果需要的话,各电力供应源 V1、V2 还可包括将交流电转化为直流电的功能。可将 V1、V2 构建为单独安装的电力转换系统,或者可构建为单个的组合型电力转换系统。

[0138] 在硅沉积过程中,各芯单元的电加热经历流过芯单元和硅沉积产物的电流,导电材料的电阻,以及施加于一对相应的电极单元间的电势差之间的相互依赖性。基于该电性质,可以随时间控制各芯构件、各芯组或各芯单元的电加热速率。这可通过如前述操作和控制第一和第二个电力供应源 V1、V2 来实现,将电压或电流的任一个选定为控制参数。

[0139] 同时,可能将一个沉积反应器的第一电力供应源 V1 分配到包括于另一个沉积反应器中的另一个第一芯构件 C1。在该情况下,可基于一个电力供应源 V1 通过相应的电力传导构件 T1 以串联和/或并联电路的方式,将包括于一个或多个沉积反应器中的一个或多个第一芯构件 C1,包括相应的第一芯组、第一组芯单元和第一组电极单元彼此电连接。还可能将一个沉积反应器的第二个电力供应源 V2 分配到包括于另一个沉积反应器中的另一个第二芯构件 C2。在该情况下,可基于一个电力供应源 V2 通过相应的电力传导构件 T2 以串联和/或并联电路的方式,将包括于一个或多个沉积反应器中的一个或多个第二芯构件 C2,包括相应的第二个芯组、第二组芯单元和第二组电极单元彼此电连接。

[0140] 在本发明中,用于构成第一芯构件 C1 的第一组芯单元的每一个的第一组芯单元是由电阻材料制造的,例如金属基或碳基材料,而不是本征的或掺杂的硅。

[0141] 第一芯构件可具有选自下组的形状:棒,线,丝,杆,具有圆形、椭圆形或多边形(三角形、四边形、六边形、八边形等)截面形状的和带,还有导管,管,圆柱,以及具有同心圆、同心椭圆或同轴多边形截面形状的导管。

[0142] 优选的是,用于构成第一芯构件 C1 的电阻材料的电阻率值在约 1 微欧姆 - 厘米至数欧姆 - 厘米范围内。

[0143] 在一个优选的实施方案中,所述电阻材料可能是:(i) 金属或合金,它包含至少一种选自下组的金属元素:钨(W)、铼(Re)、锇(Os)、钽(Ta)、钼(Mo)、铌(Nb)、铱(Ir)、钌(Ru)、锝(Tc)、铪(Hf)、铑(Rh)、钒(V)、铬(Cr)、锆(Zr)、铂(Pt)、钍(Th)、镧(La)、钛(Ti)、镨(Lu)、钇(Y)、铁(Fe)、镍(Ni)、铝(Al)及其混合物;(ii) 陶瓷金属材料,它包含至少一种选自下组的组分:硅化钼(Mo-Si)、镧铬氧化物(La-Cr-O)、氧化锆及其混合物;或者(iii) 碳基材料,它包含至少一种选自下组的组分:无定形碳、石墨、碳化硅(SiC)及其混合物。如上所述,用于构成第一芯构件 C1 的电阻材料可选自宽范围的材料。

[0144] 除了具有用于本发明的优良的电性能之外,第一芯基元还需优选选自包含尽可能少的有机或无机杂质组分的高纯度材料。这可能导致在芯基元外部形成的第一沉积产物 D1 的最小化杂质污染。

[0145] 还优选的是,在 400-3,000°C 范围内的温度下热处理构成第一芯构件 C1 的第一芯单元。在高纯度氢、氮、氩或氦的气氛中进行的热处理可除去或化学转化残余的杂质组分。该工作可在制造第一芯单元的步骤中或者在硅沉积之前进行。如果在安装入用于本发明的沉积反应器或可由现有技术获得的常规沉积反应器以后通过它们自身的电加热进行上述热处理也无关紧要。

[0146] 另一方面,构成第二芯构件 C2 的第二芯单元可由选自下组的硅材料制造:本征多晶硅、本征单晶硅、包含 n- 型或 p- 型掺杂剂的掺杂的硅及其混合物。

[0147] 与第一芯构件 C1 一样,第二芯构件 C2 可具有选自下组的形状:棒,线,丝,杆,具有圆形、椭圆形或多边形(三角形、四边形、六边形、八边形等)截面形状的和带,还有导管,管,圆柱,以及具有同心圆、同心椭圆或同轴多边形截面形状的导管。

[0148] 在本发明中,虽然取决于硅沉积早期硅基芯单元的形状,但多晶硅棒的截面形状逐渐转化为相当圆的或椭圆形,它的尺寸(即厚度)随沉积时间而增大。

[0149] 芯构件 C1、C2 的形状,根据相应的芯基元截面而定,可选自满足下列条件的那些,即,基元材料的工业效用,生产的可能性,它们的加工成型或生产成本,电极构件和芯构件的安装排列(即共平面布置)等。虽然构成两种芯构件 C1、C2 的所有芯单元可能具有相同的截面形状,它们的形状还可能彼此不同。此外,芯构件 C1、C2 的任一种可能包括不同形状的芯组或芯单元。图 4 和图 6 阐释了不同形状的芯构件和 / 或芯组。

[0150] 通常可选定具有圆形截面的棒状芯单元来构成相应的芯构件 C1、C2。棒状芯单元的全部或一部分还可由条(或带)状芯单元或者由空心管状芯单元来代替。在任何情况下,要求适当生产相应的电极单元 E1、E2 以致无论截面形状如何都能稳定地安装芯单元并且可保证它们与相应的电极电接触。

[0151] 如在常规钟罩式反应器中,可用于本发明的芯构件 C1、C2 的尺寸可根据它们的截面选定如下:圆形截面的外观直径可在 3-30mm 范围内,而最长的对角线长度和最短的长度分别在约 5-100mm 和 0.5-6mm 范围内。同时,可优选选定两种芯构件的纵向长度以致将它们二者以几乎相同的高度安装。

[0152] 决定芯构件 C1、C2 的除截面厚度和纵向长度以外的各尺寸的因素是直立安装的构成一个芯单元的芯基元之间的间距。如图 2 所示,间距相应于 1A-1 和 1A-1' 或者 2A-1

和 $2A-1'$ 之间的布置间隔,即,构成或支承一个芯单元的一对电极单元的相邻中心之间的间隔。在具有圆形截面的芯基元的情况下,通常优选的是所述间距(即布置间隔)在将要生产的硅棒产品平均直径的约 1.2-1.8 倍范围内。

[0153] 另一方面,在沉积反应器的内部空间 R_i 需要安装尽可能多的芯单元,于是反应产率和产量可随硅沉积物表面积增大而提高,而且可在其中生产最大量具有预定尺寸的硅棒产品。为此,优选的是相邻芯单元之间的间距,基于不同芯构件的两个直立芯基元之间的最短间距,在将要生产的硅棒产品平均直径的约 1.2-2.4 倍范围内。

[0154] 为了大为提高反应器产率和本发明的正效果,重要的是优化共平面布置,即,芯单元和相应的电极单元的安装排列,以致可将芯单元和相应的电极单元尽可能多地安装在底座单元 R_b 上。芯构件 C_1 、 C_2 ,相应的芯组和相应的芯单元的分类安装可能符合优化的安装排列。

[0155] 在构建用于单独控制对本发明的各芯构件 C_1 、 C_2 ,芯组和芯单元供电的供电系统时,可根据芯单元和电极单元的安装排列以及它们的串联-并联组合连接示意图来设定电路和确定电流流动顺序。这里,如果所需的电压-电流条件符合每个芯单元和相应的电极单元,可将串联或并联连接的任一种方式应用于芯单元的电连接。

[0156] 但是,如果所有芯单元都彼此呈并联连接,对每个芯单元施加的电压就变得很低,就会出现应当提供很高电流的问题。另外,如果太多的芯单元彼此呈串联连接,电路流入端和流出端之间的电势差就很高,于是导致每个芯单元的低电流。

[0157] 彼此呈串联连接的芯单元的数量取决于芯单元的尺寸和它的电性能。为了防止超过约 100-200V 范围的这样高的电势差,就需要通过芯单元的串联和并联两种连接方式的适当组合来构建供电系统。

[0158] 同时,基于芯单元的轴向,一块芯基元可呈直线形、U 形、W 形等形成,并且可将它的两端固定和安装在一对相应的电极单元上。例如,如图 1 中关于第一芯构件 C_1 所示,可这样安装芯单元以致 U 形(下文称为“单个实体型”)芯单元 C_1 完好的固定在一对相应的电极单元 E_1 上。再者,如图 1 中关于第二芯构件 C_2 所示,一对直立的芯基元部分与一个作为桥连接所述直立部件的两个上端的横向芯基元部分被组装一起而形成电连接的芯单元 C_2 (下文称为“组装型”),将它完好的固定在一对相应的电极单元 E_2 上。

[0159] 构成各芯构件的芯单元可这样制备,即,通过直接形成一个芯基元如单个实体型(U 形)芯单元,或者可将很多芯基元部分彼此连接而形成所述单个实体型(U 形)芯单元。这些方法主要可用于制备由第一芯构件 C_1 构成和代表的芯单元,如图 1 所示。上述任一种方法都几乎不可用于制备由第二芯构件 C_2 构成和代表的芯单元,因为由硅材料制造的芯基元部分应当在高纯度气氛中通过等离子体/电弧焊接而被彼此连接,该方法其实难以形成 U 形单个实体。

[0160] 在组装型芯单元的情况下,此时两种芯构件 C_1 、 C_2 各自的芯单元包括很多直线形芯基元部分,被竖立安装在一对相应的电极单元 E_1 、 E_2 上的两个直立芯基元部分应当与起桥梁作用的横向芯基元部分物理连接和电连接。可通过如下方法来实施:(i) 机械加工芯基元部分的连接部分;(ii) 利用焊接方法或者等离子体/电弧来焊接或连接所述连接部分;(iii) 应用连接配件或联接器件如线形联接材料连接芯基元部分;或者(iv) 以组合方式应用前述方法。

[0161] 上述制备组装型芯单元的方法可用于所有第一和第二芯单元,而希望所述直立的和横向芯基元部分具有相同的材料和相同的截面尺寸。不过,在实施本发明时,即使所述直立的和横向芯基元部分由不同的材料制造并且彼此具有不同尺寸也不存在问题。例如,如果应用一对由硅制造的直立芯基元部分作为组装型芯单元构成第二芯单元,可将具有与直立芯基元部分相似的截面形状和面积的硅材料用来制备起桥梁作用的横向芯基元部分。还有,不论是否应用具有和直立芯基元部分不同的截面形状和面积的非硅的,电阻材料来代替应用硅基桥梁都无关紧要。

[0162] 在制备组装型第二芯构件 C2 时,它具有由适合第一芯构件 C1 的电阻材料制造的横向芯基元部分,优选的是确定它的物理规格,包括截面尺寸、长度等,考虑它的温度依赖性电性能。更优选的是制造直立芯基元部分的两端使它们可与横向芯基元部分连接良好。

[0163] 一旦将反应气体 Gf 输入沉积反应器的内部空间 Ri,就发生硅沉积从而在本发明的第一芯构件 C1 和 / 或第二芯构件 C2 向外方向分别形成第一沉积产物 D1 和 / 或第二沉积产物 D2。

[0164] 这里,“向外方向”表示与芯单元表面垂直的方向,即,厚度方向或它的截面径向方向。当按照操作硅沉积那样进行硅沉积时,沉积产物 D1 和 D2 的每一种的直径或对角线长度逐渐增大,于是最终在反应器内形成所需尺寸的多晶硅棒产品。

[0165] 可用于本发明的反应气体 Gf,包含至少一种选自下组的含硅组分:甲硅烷 (SiH_4)、二氯硅烷 (SiH_2Cl_2)、三氯硅烷 (SiHCl_3)、四氯硅烷 (SiCl_4) 及其混合物。含硅组分的热分解和 / 或氢还原导致形成硅沉积产物的硅沉积。

[0166] 虽然仅仅包括所述含硅组分以制备棒状多晶硅,但所述反应气体 Gf 可能还包含至少一种选自下组的气体组分:氢 (H_2)、氮 (N_2)、氩 (Ar)、氦 (He)、氯化氢 (HCl) 及其混合物,用来控制沉积反应的特性和废气 Go 的成分。

[0167] 至于若要在第一和第二沉积产物 D1、D2 的表面发生优选的硅沉积,优选的是在沉积反应器的内部空间 Ri 中,在 1-20 巴绝压范围内的反应压力和基于第一沉积产物 D1 和 / 或第二沉积产物 D2 的表面温度为 650-1,300°C 范围内的反应温度下发生硅沉积。

[0168] 如果反应压力小于 1 巴绝压,沉积产物 D1、D2 上的硅沉积速率和反应器产率就变得不利地低。另外,反应压力越高,就产率来说对沉积反应器越有利。尤其是选定三氯硅烷作为所述含硅组分时,上述特性比应用甲硅烷的情况更显著。但是,如果将反应压力保持在高于 20 巴的水平以显著增大反应器产率,就会遇到如下严重问题:沉积反应器自身和反应器连接的辅助单元的生产成本变得过高;就变得更难以保证操作安全性;而且原料的进料速率 (mol/hr) 变得太高,因为要通过芯构件 C1、C2 的电加热将沉积产物 D1、D2 的表面温度保持在许可的反应温度范围。

[0169] 基于温度测定的方便和可靠性以及考虑到如下事实,即,硅应当在芯构件 C1、C2 的向外方向连续沉积在沉积产物的表面,并且表面温度随内部空间 Ri 中的沉积产物 D1、D2 的安装位置而不同,优选的是将沉积产物 D1、D2 的表面温度看成反应温度的标准。

[0170] 虽然反应温度随应用的反应气体 Gf 而变,在小于 650°C 的温度下,硅沉积速率显著降低或者可忽略,反应器产率变得不利地低。另外,沉积速率随反应温度而增大。然而,在高于 1,300°C 的温度下,废气 Go 中不可被循环的组分含量增大过度。还有,芯构件 C1、C2 的中央部分的温度,即,芯基元的温度超过 1,400°C 可能引起沉积期间硅棒的毁坏,以及通

过反应器壳 R_s 的大量热损耗。因此,建议将代表关于硅沉积许可的温度范围的反应温度设定在 650-1, 300°C 范围内,考虑到条件如反应气体 G_f 和废气 G_o 的成分,压力,硅沉积速率,能量效率等。

[0171] 在制备本发明的棒状多晶硅的分批生产工艺中,沉积产物 D_1 、 D_2 的直径和表面积,芯构件 C_1 、 C_2 的热负荷,通过反应器壳 R_s 的热损耗随操作时间延长而增大。所以希望预先确定操作条件如进料速率和反应气体 G_f 的组成,反应温度,反应压力,供给的电力等。还重要的是,通过随操作时间改变它们而优化上述条件。

[0172] 在根据本发明通过预先电加热的第一芯构件 C_1 预热第二芯构件 C_2 的过程中,由于构成第一芯构件 C_1 的电阻材料隔离第二芯构件 C_2 ,所以可能存在硅基第二芯构件 C_2 的污染。这里应注意如下方面:本发明的预热过程在常压或高压,即,非真空条件下进行;第一芯构件 C_1 的温度小于约 3,000°C,即,该温度小于所述电阻材料的熔点;在所述内部空间内几乎不存在高能量的离子。于是在大致热处理过的第一芯基元表面几乎不可能发生杂质的蒸发或飞溅,认为它不会破坏第二芯基元的纯度和最终不影响第二沉积产物。

[0173] 另一方面,与第二沉积产物 D_2 相比,在所述电阻材料制造的第一芯基元外部形成的第一沉积产物 D_1 具有较高由含于电阻材料中的杂质组分引起污染的风险。因此,根据基于混合芯构件的本发明,可在第一沉积产物 D_1 中形成将用于太阳能电池的太阳能级多晶硅,而在第二沉积产物 D_2 中形成将用于半导体装置的电子级多晶硅。不是在相同的沉积反应器内同时制备两种级多晶硅,可通过形成第一和第二沉积产物 D_1 、 D_2 制备仅仅一种将用于太阳能电池的或半导体装置的多晶硅。

[0174] 一旦按本发明充分地进行硅沉积的操作,硅棒的直径或对角线长度达到最大许可值时,就在沉积产物与另一相邻的沉积产物接触之前停止沉积操作。此后,拆卸反应器并且收集沉积产物棒。

[0175] 为了提高在第一芯基元 C_{1a} 的向外方向形成的第一沉积产物 D_1 的质量,优选的是,通过在电阻材料制造的第一芯基元 C_{1a} 的表面形成一层或多层隔离层 C_{1b} 、 C_{1b}' 、 C_{1b}'' 而构成本发明的第一芯构件 C_1 (见图 8 至 12)。这使得可能防止第一沉积产物 D_1 被含于第一芯基元 C_{1a} 中的组分污染或者将第一沉积产物 D_1 的污染可能性减到最小。如果可通过在第一芯基元 C_{1a} 的表面形成隔离层 C_{1b} 来制备第一芯单元,就有可能在本发明的第一和第二芯构件 C_1 、 C_2 二者表面制备可用于太阳能电池和/或半导体装置的高纯度的硅沉积产物 D_1 、 D_2 。

[0176] 在常规沉积反应器内,在基于电阻材料的第一芯构件 C_1 和硅基第二芯构件 C_2 之间仅仅选定一种芯构件。但是,根据本发明,如图 8 至图 12 中所示,通过在第一芯基元 C_{1a} 的表面形成隔离层 C_{1b} 制备的第一芯构件 C_1 与硅材料制造的第二芯构件 C_2 一起被安装在沉积反应器内;由预先电加热的第一芯构件 C_1 预热第二芯构件 C_2 ;然后开始进行预热的第二芯构件 C_2 的电加热从而在芯构件 C_1 、 C_2 外部分别形成硅沉积产物 D_1 、 D_2 ;最后可制备棒状高纯度多晶硅。

[0177] 因此,在第一芯基元 C_{1a} 的表面形成的隔离层 C_{1b} 起基质作用,在其上开始形成第一沉积产物 D_1 ,并且在沉积过程中防止杂质组分从第一芯基元 C_{1a} 扩散到第一沉积产物 D_1 。隔离层 C_{1b} 在其军事 (martial) 类别、结构和物理性能方面不同于在第一沉积产物 D_1 中形成的多晶硅。所以,在制备硅棒产物完毕容易将隔离层与第一沉积产物 D_1 分离。

[0178] 隔离层 C1b 可能由一层或多层构成。如果层数超过 5, 形成隔离层 C1b 就需要大量时间、劳力和成本, 破坏本发明的经济优势。因此, 隔离层数优选在 1 至 5 的范围内, 即, 建议隔离层 C1b 包括五种层或更少。

[0179] 本发明的隔离层 C1b 具有扩散屏障的作用以防在高温下特定的组分或元素在两个金属接触面之间扩散。这里, 构成隔离层 C1b 各层的屏障组分可选自 (i) 四氮化三硅、氧化硅、碳化硅或氧氮化硅, 或者 (ii) 氮化物、氧化物、硅化物、碳化物、氧氮化物或氧硅化物, 它包含至少一种选自下组的金属元素: 钨 (W)、铼 (Re)、钨 (Os)、钽 (Ta)、钼 (Mo)、铌 (Nb)、铱 (Ir)、钌 (Ru)、锝 (Tc)、铪 (Hf)、铑 (Rh)、钒 (V)、铬 (Cr)、锆 (Zr)、铂 (Pt)、钍 (Th)、镧 (La)、钛 (Ti)、镱 (Lu)、钇 (Y) 及其混合物。

[0180] 构成本发明的隔离层 C1b 的屏障组分包含的物质含有硅的氮化物或选自构成第一芯基元 C1a 的金属的元素, 这种氮化物可能包括单组分氮化物如 Si-N、W-N、Os-N、Ta-N、Mo-N、Nb-N、Ir-N、Ru-N、Tc-N、Hf-N、Rh-N、V-N、Cr-N、Zr-N、Pt-N、Th-N、Ti-N、Lu-N、Y-N 等, 以及混合金属氮化物如 W-V-N、Ti-Si-N、Ti-C-N、Hf-Ta-Mo-N 等。

[0181] 这类基于氮化物的组分大部分具有 2,000°C 或更高的熔点, 此时这类基于氮化物的组分的其它物理性能不同于第一芯基元 C1a 或第一沉积产物 D1 的那些。这类基于氮化物的组分能与第一芯基元 C1a 的金属杂质离子结合, 它能使这类基于氮化物的组分用于形成隔离层 C1b。然而, 基于氮化物的隔离层 C1b 的氮组分在高反应温度下污染第一沉积产物 D1 的可能性小, 所以基于氮化物的隔离层可用于形成一层或多层隔离层 C1b 并且可与基于氧化物、基于氧氮化物、基于碳化物、基于硅化物或基于氧硅化物的隔离层 C1b 一起构成第一芯构件 C1。

[0182] 构成本发明的隔离层 C1b 的屏障组分包含的物质含有硅的氧氮化物或选自构成第一芯基元 C1a 的金属的元素, 其中, 这样的氧氮化物可能包括单组分氧氮化物如 Si-O-N、W-O-N、Os-O-N、Ta-O-N、Mo-O-N、Nb-O-N、Ir-O-N、Ru-O-N、Tc-O-N、Hf-O-N、Rh-O-N、V-O-N、Cr-O-N、Zr-O-N、Pt-O-N、Th-O-N、Ti-O-N、Lu-O-N、Y-O-N 等, 以及混合金属氮化物如 Si-Al-O-N、Hf-Zr-O-N、Mo-W-O-N、V-Mo-W-O-N 等。

[0183] 这类基于氧氮化物的组分大部分具有 2,000°C 或更高的熔点, 此时这类基于氧氮化物的组分的其它物理性能不同于第一芯基元 C1a 或第一沉积产物 D1 的那些, 并且这类基于氧氮化物的组分能与第一芯基元 C1a 的金属杂质离子结合, 它能使这类基于氧氮化物的组分用于形成隔离层 C1b。然而, 在高反应温度下, 基于氧氮化物的隔离层 C1b 的氮组分污染第一沉积产物 D1 的可能性小, 所以基于氧氮化物的隔离层可用于形成一层或多层隔离层 C1b 并且可与基于氮化物、基于氧化物、基于碳化物、基于硅化物或基于氧硅化物的隔离层 C1b 一起构成第一芯构件 C1。

[0184] 构成本发明的隔离层 C1b 的屏障组分包含的物质含有硅的氧化物或选自构成第一芯基元 C1a 的金属的元素, 这种氧化物可能包括单组分氧化物如 Si-O、W-O、Ta-O、Nb-O、Hf-O、Zr-O、Ti-O 等, 以及混合金属氧化物如 W-V-O、Ti-Si-O、Sr-Ti-O、Sr-Ti-Nb-O、Sr-La-Al-O、La-Mn-O、Sr-Hf-O、Nb-Ta-O、Ba-Zr-O、Ba-Mo-O、Ba-Ce-O、Ba-Ti-O、Ca-Ti-O、Sr-Zr-O、Sr-Mn-O、Hf-Ta-Mo-O、Y-Zr-O 等。

[0185] 这类基于氧化物的组分大部分具有 1,420°C 或更高的熔点, 此时这类基于氧化物的组分的其它物理性能不同于第一芯基元 C1a 或第一沉积产物 D1 的那些, 它能使这类基于

氧化物的组分与第一芯基元 C1a 的金属杂质离子结合,所以这类基于氧化物的组分可用于形成隔离层 C1b。然而,基于氧化物的隔离层 C1b 的氧组分在高反应温度下污染第一沉积产物 D1 的可能性小,所以基于氧化物的隔离层可用于形成一层或多层隔离层 C1b 并且可与基于氮化物、基于氧氮化物、基于碳化物、基于硅化物或基于氧硅化物的隔离层 C1b 一起构成第一芯构件 C1。

[0186] 构成本发明的隔离层 C1b 的屏障组分包含的物质含有硅的碳化物或选自构成第一芯基元 C1a 的金属的元素,这种碳化物可能包括单组分碳化物如 Si-C、W-C、Os-C、Ta-C、Mo-C、Nb-C、Ir-C、Ru-C、Tc-C、Hf-C、Rh-C、V-C、Cr-C、Zr-C、Pt-C、Th-C、Ti-C、Lu-C、Y-C 等,混合金属碳化物如 Si-W-C、Ta-Hf-C、Si-Ti-C 等,以及过渡金属碳氮化物如 W-C-N、Ta-C-N、Zr-C-N、Ti-C-N 等。

[0187] 这类基于碳化物的组分大部分具有 2,000°C 或更高的熔点,此时这类基于碳化物的组分的其它物理性能不同于第一芯基元 C1a 或第一沉积产物 D1 的那些,而且这类基于碳化物的组分能与第一芯基元 C1a 的金属杂质离子结合,它能使这类基于碳化物的组分用于形成隔离层 C1b。然而,基于碳化物的隔离层 C1b 的碳组分在高反应温度下具有污染第一沉积产物 D1 的可能性,所以还希望将第一沉积层 D1 与基于氮化物、基于氧氮化物、基于硅化物或基于氧硅化物的隔离层 C1b 分离,而不是呈单独的隔离层 C1b 的形式应用。

[0188] 构成本发明的隔离层 C1b 的屏障组分包含的物质含有硅的硅化物或选自构成第一芯基元 C1a 的金属的元素,这种硅化物可能包括单组分硅化物如 W-Si、Os-Si、Ta-Si、Mo-Si、Nb-Si、Ir-Si、Ru-Si、Tc-Si、Hf-Si、Rh-Si、V-Si、Cr-Si、Zr-Si、Pt-Si、Th-Si、Ti-Si、Lu-Si、Y-Si 等,混合金属硅化物如 W-V-Si、W-Ti-Si-N、Ti-Zr-Si-C、Hf-Ta-Si-N 等,而且这种基于硅化物的组分可能包括通过将氧元素加到前述硅化物中获得的氧硅化物。

[0189] 可按这种方式调节组分的含量以致基于硅化物的或基于氧硅化物的组分具有 1,420°C 或更高的熔点,此时这类基于硅化物的或基于氧硅化物的组分的其它物理性能不同于第一芯基元 C1a 或第一沉积产物 D1 的那些,而且这类基于硅化物的或基于氧硅化物的组分能与第一芯基元 C1a 的金属杂质离子结合,所以这类基于硅化物的或基于氧硅化物的组分可用于形成一层或多层隔离层 C1b。基于硅化物的或基于氧硅化物的隔离层可与基于氮化物、基于氧化物、基于氧氮化物或基于碳化物的隔离层 C1b 一起构成第一芯构件 C1。

[0190] 如前所述,构成隔离层 C1b 的屏障组分可能包含具有优良的物理性能的含硼组分如氮化物、氧化物、碳化物或氧氮化物。由于硼基隔离层 C1b 中的硼组分在高反应温度下可能污染第一沉积产物 D1,所以应当从第一沉积层 D1 将第一芯基元 C1a 与基于氮化物、基于氧氮化物、基于硅化物或基于氧硅化物的隔离层 C1b 完全分离,而不是呈单独的隔离层 C1b 的形式应用。

[0191] 按本发明,可采用多种方法通过第一芯基元 C1a 表面形成隔离层 1b 而构成第一芯构件 C1。

[0192] 形成隔离层 C1 的一个实例是,可通过应用很多如前述的屏障组分制备的隔离层构成单元围绕第一芯基元 C1a 的表面来构成第一芯构件 C1。

[0193] 在通过如上述组装隔离层构成单元的方法形成隔离层 C1b 的情况下,那些屏障单元需要通过生产由屏障组分以预定的尺寸、形状和数量制造的预先组装的单元来制备和/或通过屏障组分涂布各预先组装的单元而制备。于是,隔离层 C1b 围绕的第一芯基元 C1a

可通过分层组装或适当连接或形成预先组装的隔离层构成单元来完成。该方法尤其适合通过组装很多第一芯基元构成组装型第一芯单元的情况。由一层或多层在厚度方向具有屏障组分的隔离层 C1b 构成,可预先单独制备具有圆形、多边形、同心圆形或同心多边形截面形状的各隔离层构成单元。现在可通过分层组装,以同心方式将第一芯基元与这样制备的隔离层构成单元连接在一起而构建第一芯单元。根据该方法,在第一芯基元 C1a 的表面与隔离层之间,在各隔离层之间,或者在隔离层构成单元之间可能存在微小的空隙。但是,即使有的话,微小空隙的存在也不会对按本发明在芯基元的向外方向形成沉积产物产生不利的影

[0194] 与上述情况不同,通过将屏障组分涂布第一芯基元 C1a 的表面而形成隔离层 C1b。可呈预定的厚度对它的表面进行各种选定的屏障组分的直接涂布。如果采用上述直接涂布的方式,由多层构成的隔离层 C1b 甚至可在同一个涂布装置内顺次形成,或者可应用一些单独的涂布装置来形成。按该方法,可以稠密地形成隔离层,所以不大可能在第一芯基元 C1a 和隔离层之间或者在各隔离层之间形成微小的空隙。沉积产物的形成没有任何问题。

[0195] 另一方面,通过结合将隔离层构成单元应用于芯基元的方案和如上述应用直接涂布方法的方案,还可以通过在芯基元上形成隔离层来构成第一芯构件 C1。

[0196] 可在另一种反应器内或者本发明的特殊涂布装置内在第一芯基元 C1a 表面形成部分隔离层或全部隔离层 C1b。另外,还可在沉积反应器内进行相同的工作;该工作也可在用于本发明的硅沉积反应器或者在可获得的现有常规沉积反应器的内部空间 Ri 中进行。在该情况下,在沉积反应器的相应的电极单元上安装一个或多个第一芯基元 C1a,它们在通过电极单元供电时被加热;然后将原料气体输入沉积反应器的内部空间而在第一芯基元 C1a 表面形成隔离层 C1b;最后获得一组完整的第一芯构件 C1。

[0197] 还可能通过应用沉积反应器和另一种涂布装置顺次进行隔离层形成操作;例如,在一个特殊涂布装置内形成部分隔离层后,还可能另外在本发明的沉积反应器或者在现有常规沉积反应器内形成隔离层 C1b 的其余部分。在该情况下,一个或多个不完整的第一芯基元 C1a 被安装在沉积反应器相应的电极单元上,它们在通过电极单元供电时被加热;然后将原料气体输入沉积反应器的内部空间而在不完整的第一芯基元 C1a 表面形成隔离层 C1b 的其余部分;最后获得一组第一芯构件 C1 代表的完整的第一芯单元。

[0198] 在形成本发明的由一层或多层构成的隔离层 C1b 的过程中,形成隔离层的方法可选自一些非常确实的涂布方法如:(i) 物理蒸汽沉积法(包括溅射沉积法,脉冲激光沉积法,离子注射法和离子电镀法等);(ii) 化学蒸汽沉积法(包括常压化学蒸汽沉积法,金属有机化学蒸汽沉积法,等离子体增强化学蒸汽沉积法等);(iii) 熔体喷射涂布法(包括各种喷射方法和气溶胶沉积法等);(iv) 热反应性沉积法和扩散法(包括熔盐法和粉末法);以及(v) 溶胶-凝胶法和溶液法。

[0199] 在形成本发明的第一芯构件 C1 的第一芯基元 C1a 表面形成的各隔离层 C1b 的厚度取决于这样的因素如第一芯基元 C1a 的原料类别,杂质组分的特性,构成隔离层的屏障组分和形成隔离层的方法等。各隔离层的厚度可能在数纳米(nm)至数毫米(mm)的范围内。

[0200] 通常,认为越厚的隔离层能更有效地防止杂质组分从第一芯基元 C1a 扩散到第一沉积产物 D1。但是,厚度大于约 20mm 的隔离层 C1b 会引起太高的成本负担和沿隔离层 C1b 的不必要的大温度梯度,这使得难以将第一沉积产物 D1 的表面温度保持在所需温度。

同时,还可能在这里应用近年来开发的用于形成厚度为数纳米 (nm) 的原子层或薄膜的先进技术。通过复杂方法形成的厚度为 10nm 左右的这种薄层还可防止杂质组分的扩散。但是,考虑到经常在第一芯基元 C1a 和隔离层 C1b 的表面检测到的结构缺陷的尺寸以及第一芯基元和隔离层之间界面的实际粗糙度尺寸,隔离层 C1b 的厚度应当大于 10nm。因此,在第一芯构件 C1 的第一芯基元 C1a 表面形成的隔离层 C1b 的总厚度在本发明中应当优选在 10nm-20mm 的范围内。

[0201] 隔离层 C1b 可能具有导电性或绝缘性。当第一芯构件 C1 的最外隔离层 C1b 被连接和固定在相应的、高导电性的电极单元时,这就需要仔细考虑它的电性能。如果构成第一芯构件 C1 的隔离层 C1b 具有优良的导电性,第一芯基元 C1a 是否通过隔离层 C1b 与电极单元连接无关紧要。然而,当隔离层 C1b 包含具有电绝缘性的屏障组分时,隔离层不应当在第一芯单元的两端形成,所以导电性的电极单元直接与电阻性的第一芯基元接触而不与引起严重接触电阻的隔离层接触。

[0202] 在从第一芯基元 C1a 迁移到第一沉积产物 D1 的过程中,杂质组分能与硅原子良好反应或结合。所以,隔离层 C1b 是否还包含硅隔离层(含有硅作为屏障组分)以构成第一芯构件 C1 无关紧要。为了防止第一沉积产物 D1 被杂质组分污染,可将所述硅隔离层置于第一芯基元 C1a 和隔离层 C1b 之间,隔离层 C1b 彼此之间或者隔离层 C1b 的最外层。在该情况下,优选的是,添加的硅层厚度在 1 μ m-10mm 范围内。如果它的厚度小于 1 μ m,能预防杂质污染的所述屏障变得不够有效。但是,当厚度大于 10mm 时,所述屏障就变得不必要的大并且要求在各方面作出重大损失如成本和反应器的产率。至于含有硅作为屏障组分的硅隔离层 C1b,隔离层 C1b 是否包括通过应用反应气体 Gf 作为原料气体形成的硅隔离层 C1b 都无关紧要。这里,需要根据晶体结构和热膨胀特性来优化硅隔离层 C1b 的形成,这样可容易的从硅隔离层分离硅沉积产物 D1。

[0203] 因此,可在本发明的沉积反应器内,或者在通过现有技术构建的现有常规沉积反应器内第一芯基元 C1a 的表面形成部分隔离层或全部隔离层 C1b 屏障组分和/或硅。还可通过特殊涂布装置、薄层形成装置或另一种反应器来进行同样的工作。

[0204] 不论所述隔离层是否在芯基元 C1a 的表面形成,在制备用于本发明的第一芯单元过程中,加工芯基元 Ca 以前/之后,或者在形成所述隔离层以前/之后或期间,或者在硅沉积操作之前,优选在 400-3,000 $^{\circ}$ C 范围内的温度下进行热处理以除去或者化学转化残余的杂质组分。还有,优选的是在真空压力或者在气氛中如氢、氮、氩或氦等进行第一芯单元或第一芯基元的热处理。可在用于本发明的沉积反应器内,通过现有技术构建的现有常规沉积反应器内,或者在特殊热处理或涂布装置内进行所述热处理。

[0205] 在本发明的第一芯基元 C1a 表面形成的隔离层 C1b 对于第一芯构件作为预热第二芯构件的重要构件的作用没有不利影响。另外,在高温下的硅沉积过程中,隔离层 C1b 能预防或阻止杂质组分从第一芯基元向硅沉积产物 D1 的扩散。这导致通过应用第一芯构件制备高纯度多晶硅。

[0206] 如前所述,一旦开始第一和第二芯构件的电加热,就通过供给反应气体在芯构件的向外方向形成硅沉积产物。该硅沉积的过程与常规沉积反应器中的基本相同。

[0207] 为了将本发明生产的多晶硅产物用作制备多晶或单晶晶锭、块、片或膜的原料,关于在第二芯构件 C2 的外部形成第二沉积产物的情况不必将芯构件与沉积产物彼此分离。

与第二沉积产物的情况相反,关于第一沉积产物的情况必然有必要从在第一芯构件 C1 的外部形成第一沉积产物 D1 分离第一芯基元和 / 或隔离层 C1b。按本发明,第一芯基元 C1a、隔离层 C1b 和第一沉积产物 D1 从组成、晶体结构或物理特性方面彼此不同。因此,不太难以从通过本发明获得的棒状多晶硅分离和收集第一沉积产物 D1。在这样的分离过程中,第一芯基元 C1a 或隔离层 C1b 可能经历损坏或破裂。但是,如果在最适宜的条件下进行隔离层形成操作,有可能按原样回收第一芯基元 C1a 和 / 或隔离层 C1b 和再循环它们供重复应用。

[0208] 可根据所需尺寸将本发明制备的多晶硅产物加工成圆柱形或六面体形然后包装。还可将多晶硅产物进一步粉碎成大块、小块、碎片或颗粒状硅产品。如果必要的话,可进一步清洁产品并且干燥以除去在粉碎过程中其表面污染的杂质组分。

[0209] 可按照悬浮区法 (floating zone method) 将加工成圆柱形的产品用于单晶生长。可在熔锅内融化具有不规则形状和不同尺寸的粉碎的产品,然后加工成单晶或多晶的晶锭、块、片或薄膜状物品。

[0210] 下文将参照图 2-7 详细描述本发明的基本特征和用途,这些图是显示第一芯单元和第二单元在平面内排列的示意图。但是,本发明不限于它们。

[0211] 第一个实施方案

[0212] 图 2 是示出一个安装排列的平面示意图,其中,总计 8 组具有圆形截面的棒状或线状芯单元被安装在沉积反应器内。

[0213] 在该实施例中,第一芯构件 C1 包括 4 组第一芯单元,其中,第一芯单元 1A-1、1A-2、1B-1 和 1B-2 被分为两组第一芯组,芯单元 1A-1 和 1A-2 被称为第一芯组 -A,而芯单元 1B-1 和 1B-2 被称为第一芯组 -B。

[0214] 另一方面,第二芯构件 C2 也包括 4 组第二芯单元,其中,第二芯单元 2A-1、2A-2、2B-1 和 2B-2 被分为两组第二芯组,芯单元 2A-1 和 2A-2 被称为第二芯组 -A,而芯单元 2B-1 和 2B-2 被称为第二芯组 -B。

[0215] 将相应于构成各芯组的芯单元的电极单元彼此串联连接,并且将构成各芯构件的芯组彼此并联连接。于是这样构成供电系统以致相应的芯构件 C1、C2 分别被电连接到电力供应源 V1、V2。

[0216] 要操作如上述构成的沉积反应器,将电力供给第一电加热装置,它包括第一芯构件 C1 和相应于第一芯单元的第一电极构件 E1,在第一芯组 -A 中,电流沿 1A-1 → 1A-1' → 1A-2 → 1A-2' 的路径流动,而且电流还沿 1B-1 → 1B-1' → 1B-2 → 1B-2' 的路径流动。一旦开始将第一芯构件 C1 电加热,放在第一芯单元附近的第二芯单元就开始被自然地预热。

[0217] 如图 2 中所示,不包括安装用于供给和排出气体的喷气嘴所需的空空间,将芯组和芯单元布置在一个地方以致可通过被电加热的第一芯构件 C1 最有效地进行第二芯构件 C2 的预热。也就是说,将芯组和芯单元这样布置以致可容易由第一芯单元 1B-1 和 1B-2 预热第二芯单元 2A-1,可容易由第一芯单元 1A-1 和 1A-2 预热第二芯单元 2B-1,可容易由第一芯单元 1A-1 和 1B-1 预热第二芯单元 2A-2,并且可容易由第一芯单元 1A-2 和 1B-2 预热第二芯单元 2B-2。

[0218] 当被预热到 350-1,000 °C 范围内尽可能高的温度时,就准备在适当电压下对

第二芯构件 C2 电加热。一旦开始第二芯组 -A 和第二芯组 -B 的电加热,电流分别沿 $2A-1 \rightarrow 2A-1' \rightarrow 2A-2 \rightarrow 2A-2'$ 的路径和 $2B-1 \rightarrow 2B-1' \rightarrow 2B-2 \rightarrow 2B-2'$ 的路径流动。可通过控制对各芯构件和各芯组供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围。

[0219] 根据后续的沉积过程,在两种芯构件 C1、C2 上形成硅棒,并且图 2 示出了相应的沉积产物的截面形状,仅仅关于两种芯单元举例,此时硅棒产物的尺寸达到靶值以及第一沉积产物 D1 和第二沉积产物 D2 上的沉积反应终止了。

[0220] 这里,如图中所示,要求将芯构件、芯组、芯单元和相应的电极构件、电极组和电极单元布置在最佳位置以致在反应器的内部空间任何位置可有效地进行第二芯构件 C2 的预热,硅沉积产物 D1、D2 可均匀地生长至靶尺寸,于是反应器的产量可达到最大。

[0221] 第二个实施方案

[0222] 图 3 是示出另一个安装排列的平面示意图,其中,总计 8 组具有圆形截面的棒状或线状芯单元被安装在沉积反应器内,而且第一芯单元的数量与第二芯单元的不同。

[0223] 在该实施例中,第一芯构件 C1 包括 3 组第一芯单元,其中,将第一芯单元 1A-1 至 1A-3 作为一个芯组处理。

[0224] 另一方面,第二芯构件 C2 包括 5 组第二芯单元,其中,将第二芯单元 2A-1 至 2A-5 也作为一个芯组处理。

[0225] 将相应于各芯构件 C1、C2 的芯单元的电极单元彼此串联连接,并且单独地分别与相应的电力供应源 V1、V2 连接,从而构成供电系统。

[0226] 要操作如上述构成的沉积反应器,将电力供给第一电加热装置,它包括第一芯构件 C1 和相应于第一芯单元的电极构件 E1,电流沿 $1A-1 \rightarrow 1A-1' \rightarrow 1A-2 \rightarrow 1A-2' \rightarrow 1A-3 \rightarrow 1A-3'$ 的路径流动。一旦开始将第一芯构件 C1 电加热,放在第一芯单元附近的第二芯单元开始被自然地预热。

[0227] 如图 3 中所示,不包括安装用于供给和排出气体的喷气嘴所需的空空间,将芯组和芯单元布置在一个地方以致可通过被电加热的第一芯构件 C1 最有效地进行第二芯构件 C2 的预热。也就是说,将芯组和芯单元这样布置以致可主要由第一芯单元 1A-2 和 1A-3 预热第二芯单元 2A-1,可主要由第一芯单元 1A-3 预热第二芯单元 2A-2,可主要由第一芯单元 1A-1 和 1A-3 预热第二芯单元 2A-3,可主要由第一芯单元 1A-1 预热第二芯单元 2A-4,并且可主要由第一芯单元 1A-1 和 1A-2 预热第二芯单元 2A-5。

[0228] 当被预热到 $350-1,000^{\circ}\text{C}$ 范围内尽可能高的温度时,就准备在适当电压下对第二芯构件 C2 电加热。一旦开始第二芯构件 C2 的电加热,在第二芯构件 C2 内电流沿 $2A-1 \rightarrow 2A-1' \rightarrow 2A-2 \rightarrow 2A-2' \rightarrow 2A-3 \rightarrow 2A-3' \rightarrow 2A-4 \rightarrow 2A-4' \rightarrow 2A-5 \rightarrow 2A-5'$ 的路径流动。可通过控制对各芯构件供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内。

[0229] 如前所述,虽然第一芯单元的数量与第二芯单元的不同,但在反应器的内部空间任何位置可有效地进行第二芯构件 C2 的预热,所以可容易开始第二芯构件 C2 的电加热。还通过供给反应气体 Gf,通过控制对各芯构件供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内,硅沉积产物 D1、D2 可均匀地生长至靶尺寸,于是反应器的产量可达到最大。

[0230] 第三个实施方案

[0231] 图 4 是示出一个实例的平面示意图,其中,总计 12 组芯单元被安装在沉积反应器内,而且芯构件 C1、C2 包括彼此不同数量的芯组和芯单元。

[0232] 在该实施方案中,第一芯构件 C1 包括 4 组具有圆形截面的棒状第一芯单元,其中,将第一芯单元 1A-1 至 1A-4 作为一个芯组处理。

[0233] 另一方面,第二芯构件 C2 包括 8 组第二芯单元,将它分为两组第二芯组:第二芯组 -A 包括具有圆形截面的棒状芯单元 2A-1、2A-2、2A-3 和 2A-4,而第二芯组 -B 包括具有长方形截面的棒状或带状芯单元 2B-1、2B-2、2B-3 和 2B-4。

[0234] 将相应于构成各芯组的芯单元的电极单元彼此串联连接,而且将第二芯组 -A 和第二芯组 -B 彼此并联连接,于是这样构成供电系统以致相应的芯构件 C1、C2 分别被电连接到电力供应源 V1、V2。

[0235] 要操作如上述构成的沉积反应器,将电力供给第一电加热装置,它包括第一芯构件 C1 和相应于各第一芯单元的第一电极构件 E1,电流沿 1A-1 → 1A-1' → 1A-2 → 1A-2' → 1A-3 → 1A-3' → 1A-4 → 1A-4' 的路径流动,所以第一芯构件 C1 开始被电加热,而放在第一芯单元附近的第二芯单元开始被自然地预热。

[0236] 如图 4 中所示,不包括安装用于供给和排出气体的喷气嘴所需的空空间,将芯组和芯单元呈左右对称 / 上下对称的方式布置以致可通过被电加热的第一芯构件 C1 最有效地进行第二芯构件 C2 的预热。例如,将芯组和芯单元这样布置以致可主要由第一芯单元 1A-2 预热第二芯单元 2A-1,可主要由第一芯单元 1A-1、1A-2 和 1A-3 预热第二芯单元 2A-2,可主要由第一芯单元 1A-2 和 1B-3 预热第二芯单元 2B-2,并且可主要由第一芯单元 1A-3 和 1A-4 预热第二芯单元 2B-1。

[0237] 当被预热到 350-1,000°C 范围内尽可能高的温度时,就准备在适当电压下对第二芯构件 C2 电加热。一旦开始第二芯组 A 和 B 的电加热,电流分别沿 2A-1 → 2A-1' → 2A-2 → 2A-2' → 2A-3 → 2A-3' → 2A-4 → 2A-4' 的路径和沿 2B-1 → 2B-1' → 2B-2 → 2B-2' → 2B-3 → 2B-3' → 2B-4 → 2B-4' 的路径流动。可通过控制对各芯构件和各芯组供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内。

[0238] 此时,虽然允许对第二芯组 -A 和第二芯组 -B 同时电加热,但是是否首先开始第二芯组 -A 的电加热无关紧要,只要它的预热更迅速地完成即可。然后,可通过预先被电加热的第一芯构件和第二芯组 -A 加速第二芯组 -B 的预热。于是,可更早地开始第二芯组 -B 的电加热。

[0239] 根据后续的沉积过程,其中在两种芯构件 C1、C2 上形成硅棒,图 4 示出了相应的沉积产物的截面形状,仅仅关于三组芯单元举例,此时硅棒产物的尺寸达到靶值以及第一沉积产物 D1 和第二沉积产物 D2 上的沉积反应终止了。

[0240] 如前所述,虽然构成芯构件 C1、C2 的芯组和芯单元各自的数量以及各芯单元的截面彼此不同,但在反应器的内部空间任何位置可有效地进行第二芯构件 C2 的预热,所以可同时地或相继地开始它的电加热。通过该预热过程,硅沉积产物 D1、D2 可均匀地生长至靶尺寸,于是反应器的产量可达到最大。

[0241] 第四个实施方案

[0242] 图 5 是示出一个实例的平面示意图,其中,总计 16 组具有圆形截面的芯单元被安装在沉积反应器内,而且芯构件 C1、C2 包括彼此不同数量的芯组和芯单元。

[0243] 在该实施方案中,第一芯构件 C1 包括 4 组棒状第一芯单元,其中,其中将第一芯单元 1A-1 至 1A-4 作为一个芯组处理。

[0244] 另一方面,第二芯构件 C2 包括 12 组棒状第二芯单元,将它分为两组第二芯组:第二芯组 -A 包括芯单元 2A-1、2A-2、2A-3、2A-4、2A-5 和 2A-6,而第二芯组 -B 包括芯单元 2B-1、2B-2、2B-3、2B-4、2B-5 和 2B-6。

[0245] 将相应于构成各芯组的芯单元的电极单元彼此串联连接,而且将第二芯组 -A 和第二芯组 -B 彼此并联连接,于是这样构成供电系统以致相应的芯构件 C1、C2 分别被电连接到电力供应源 V1、V2。

[0246] 要操作如上述构成的沉积反应器,一旦将电力供给第一电加热装置,它包括第一芯构件 C1 和相应于各第一芯单元的电极构件 E1,电流沿 1A-1 → 1A-1' → 1A-2 → 1A-2' → 1A-3 → 1A-3' → 1A-4 → 1A-4' 的路径流动,所以第一芯构件 C1 开始被电加热,而放在第一芯单元附近的第二芯单元开始被自然地预热。

[0247] 如图 5 中所示,不包括安装用于供给和排出气体的喷气嘴所需的空位,将芯组和芯单元呈左右对称 / 上下对称的方式布置以致可通过被电加热的第一芯构件 C1 有效地进行第二芯构件 C2 的预热。但是,从被第一芯构件 C1 预热方面考虑,与第二芯组 -B 相比,安装布置更不利于第二芯组 -A。例如,将第二芯组 -B 的芯单元与平行的第一芯单元平行布置,容易被邻近的一对预先被电加热的各第一芯单元的纵断面预热。但是,第二芯组 -A 的芯单元有点垂直于或更远离第一芯单元以致这些芯单元的预热可能更为延迟。

[0248] 当被预热到 350-1,000 °C 范围内尽可能高的温度时,就准备在适当电压下对第二芯组 -B 电加热。一旦开始第二芯组 B 的电加热,电流沿 2B-1 → 2B-1' → 2B-2 → 2B-2' → 2B-3 → 2B-3' → 2B-4 → 2B-4' → 2B-5 → 2B-5' → 2B-6 → 2B-6' 的路径流动。在该情况下,第二芯组 -A 的芯单元不但被邻近的第一芯单元预热,还被构成第二芯组 -B 的邻近的第二芯单元预热,于是,可更迅速地完成第二芯组 -A 的预热和更早地开始它的电加热。

[0249] 如前所述,当沉积反应器内的全部芯单元相继地开始被电加热后,可通过控制对各芯构件和各芯组供电将两种芯构件 C1、C2 的温度保持在所需的反应温度范围内。

[0250] 虽然第一芯单元和第二芯单元的数量彼此不同,而且如上所述第二芯组被布置在不同的预热环境,但是可相继地开始第二芯构件 C2 的电加热。还通过供给反应气体 Gf,通过控制对各芯构件供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内,硅沉积产物 D1、D2 可均匀地生长至靶尺寸,于是反应器的产量可达到最大。

[0251] 第五个实施方案

[0252] 图 6 是示出一个实例的平面示意图,其中,总计 12 组芯单元被安装在沉积反应器内,而且芯构件 C1、C2 包括彼此不同的截面形状和不同数量的芯组。

[0253] 在该实施方案中,第一芯构件 C1 包括 4 组具有同轴(空心)长方形截面的导管或管状第一芯单元,其中,将第一芯单元 1A-1 至 1A-4 作为一个芯组处理。

[0254] 另一方面,第二芯构件 C2 包括 8 组具有长方形截面的带状或条状第二芯单元,其中,将第二芯单元 2A-1 至 2A-8 也作为一个芯组处理。

[0255] 将相应于构成各芯构件 C1、C2 的芯单元的电极单元彼此串联连接,于是这样构成供电系统以致相应的芯构件 C1、C2 分别被电连接到电力供应源 V1、V2。

[0256] 要操作如上述构成的沉积反应器,将电力供给第一电加热装置,它包括第一芯构

件 C1 和相应于各第一芯单元的第一电极构件 E1, 电流沿 $1A-1 \rightarrow 1A-1' \rightarrow 1A-2 \rightarrow 1A-2' \rightarrow 1A-3 \rightarrow 1A-3' \rightarrow 1A-4 \rightarrow 1A-4'$ 的路径流动, 所以第一芯构件 C1 开始被电加热, 而放在邻近第一芯单元的第二芯单元就开始被自然地预热。

[0257] 如图 6 中所示, 不包括安装用于供给和排出气体的喷气嘴所需的空 间, 将芯组和芯单元呈左右对称 / 上下对称的方式布置以致可通过被电加热的第 一芯构件 C1 最有效地进行第二芯构件 C2 的预热。例如, 可主要由第一芯单元 1A-1 和 1A-4 的邻近部分与第一芯单元 1A-1 的那些分别预热第二芯单元 2A-1 和 2A-2。

[0258] 当被预热到 $3501, 000^{\circ}\text{C}$ 范围内尽可能高的温度时, 就准备在适当电压下对第二芯构件 C2 电加热。一旦开始第二芯构件 C2 的电加热, 电流依次流过芯单元 2A-1 至 2A-7, 而且可通过控制对各芯构件供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内。

[0259] 根据后续的沉积过程, 获得两种不同尺寸的硅棒, 其中在两种芯构件 C1、C2 上分别形成具有相当厚度的沉积产物 D1、D2。图 6 示出了当硅棒产物的尺寸达到靶值以及沉积反应终止时沉积产物的截面形状。

[0260] 如前所述, 虽然第一芯单元和第二芯单元的数量和截面形状彼此不同, 但在反应器的内部空间任何位置可有效地进行第二芯构件 C2 的预热, 所以也可容易地开始第二芯构件 C2 的电加热。还通过供给反应气体 Gf, 通过控制对各芯构件供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内, 硅沉积产物 D1、D2 可均匀地生长至靶尺寸, 于是反应器的产量可达到最大。

[0261] 第六个实施方案

[0262] 图 7 是示出一个平面图的第一象限, 其中, 总计 36 组具有相同圆形截面的芯单元被安装在沉积反应器内, 它的直径比图 5 中所示的反应器的直径更大。这里, 芯构件 C1、C2 包括彼此不同数量的芯组和芯单元。

[0263] 在该反应器中, 第一芯构件 C1 包括 16 组棒状第一芯单元, 其中, 将第一芯单元分为两组第二芯组: 第一芯组 -A 包括芯单元 1A-1 至 1A-8; 而且第一芯组 -B 包括芯单元 1B-1 至 1B-8。图 7 仅仅阐释含于相应于第一象限的第一芯组 -A 的芯单元的四分之一部分。

[0264] 另一方面, 第二芯构件 C2 包括 20 组棒状第二芯单元, 其中, 将第二芯单元分为四组第二芯组: 第二芯组 -A1 包括芯单元 2A-1 至 2A-4; 第二芯组 -A2 包括芯单元 2A-5 至 2A-8; 第二芯组 -B1 包括芯单元 2B-1 至 2B-6; 以及第二芯组 -B2 包括芯单元 2B-7 至 2B-12。图 7 仅仅阐释含于相应于第一象限的第二芯组 -A1 和第二芯组 -B1 的芯单元的四分之一部分。

[0265] 将相应于构成各芯组的芯单元的电极单元彼此串联连接, 而且将第一芯组 -A 和 -B 以及第二芯组 -A1、-A2、-B1 和 -B2 彼此并联连接, 于是这样构成供电系统以致相应的芯构件 C1、C2 分别被电连接到电力供应源 V1、V2。

[0266] 要操作如上述构成的沉积反应器, 将电力供给第一电加热装置, 它包括第一芯构件 C1 和相应于各第一芯单元的电极构件 E1, 在第一芯组 -A 中, 电流沿 1A-1 至 1A-8 的路径流动, 还在第一芯组 -B 中, 电流沿 1B-1 至 1B-8 的路径流动。所以第一芯构件 C1 开始被电加热, 而放在第一芯单元附近的第二芯单元开始被自然地预热。

[0267] 这里, 根据第一芯组以同时的方式或者以相继的方式开始第一芯构件 C1 的电加

热。

[0268] 如图 7 中所示, 不包括安装用于供给和排出气体的喷气嘴所需的空 间, 将芯组和芯单元呈左右对称 / 上下对称的方式布置以致可通过被电加热的第一芯构件 C1 最有效地进行第二芯构件 C2 的预热。但是, 从被第一芯构件 C1 预热方面考虑, 与第二芯组 -B1 和 -B2 相比, 安装布置更不利于第二芯组 -A1 和 -A2。例如, 将构成第二芯组 -B1 和 -B2 的第二芯单元如 2B-2 或 2B-3 与预先被电加热的第一芯单元相邻和平行布置。但是, 虽然构成第二芯组 -A1 和 -A2 的芯单元与第一芯单元相邻布置以致它们比第二芯组 -B1 和 -B2 更难被预热, 所以, 第二芯组 -A1 和 -A2 的预热可能比第二芯组 -B1 和 -B2 更为延迟。

[0269] 当第二芯组 -B1 和 -B2 被预热到 350-1, 000°C 范围内尽可能高的温度时, 就准备在适当电压下对这些第二芯组电加热。在开始对它们供电时, 电流在相应的组中沿第二芯单元 2B-1 至 2B-6 的路径顺次流动, 还沿第二芯单元 2B-7 至 2B-12 的另一条路径顺次流动。然后, 除了相邻的第一芯单元以外, 还可通过构成第二芯组 -B1 和 -B2 的邻近第二芯单元的作用来加速第二芯组 -A1 和 -A2 的预热。根据该相继加热方案, 可以更迅速地完 成第二芯组 -A1 和 -A2 的预热, 于是可加速电加热的开始。在开始对它们供电时, 电流在相应的组中沿第二芯单元 2A-1 至 2A-4 的路径顺次流动, 还沿第二芯单元 2A-5 至 2A-8 的另一条路径顺次流动。

[0270] 如前所述, 当沉积反应器内的全部芯单元相继地开始被电加热后, 可通过控制对各芯构件和各芯组供电将两种芯构件 C1、C2 的温度保持在所需的反应温度范围内。

[0271] 如果预热过程中第二组彼此之间的预热程度不明显, 可同时开始全部芯构件 C2, 即, 全部第二芯组的电加热。

[0272] 虽然第一芯单元和第二芯单元的数量彼此不同, 而且如上所述第二芯组被布置在不同的预热环境, 但是可相继地开始第二芯构件 C2 的电加热。还通过供给反应气体 Gf, 通过控制对各芯构件供电将两种芯构件 C1 和 C2 的温度保持在所需的反应温度范围内, 硅沉积产物 D1、D2 可均匀地生长至靶尺寸, 于是反应器的产量可达到最大。

[0273] 第七个实施方案

[0274] 图 8-12 是示出按照本发明形成硅沉积产物 D1 的阐释性示意图; 这些图显示通过分别沿直径和长度方向切开硅棒产物可观察到的横截面图 (a) 和纵断面图 (b)。

[0275] 如各图中所示, 在构成第一芯单元的第一芯基元 C1a 的表面形成隔离层 C1b、C1b'、C1b''。在第一芯单元的表面向外形成硅沉积产物 D1, 于是生产了硅棒产物。

[0276] 图 8 示出了阐释性显示在第一芯单元的表面向外形成硅沉积产物过程中硅棒的横截面图 (a) 和纵断面图 (b), 所述芯单元是通过在具有圆形截面的棒状第一芯基元的表面形成隔离层而构成的;

[0277] 图 9 示出了阐释性显示在第一芯单元的表面向外形成硅沉积产物过程中硅棒的横截面图 (a) 和纵断面图 (b), 所述芯单元是通过在具有圆形截面的棒状第一芯基元的表面形成两种隔离层而构成的;

[0278] 图 10 示出了阐释性显示在第一芯单元的表面向外形成硅沉积产物过程中硅棒的横截面图 (a) 和纵断面图 (b), 所述芯单元是通过在具有空心、同轴长方形截面的导管状或管状第一芯基元的表面形成两种隔离层而构成的;

[0279] 图 11 示出了阐释性显示在第一芯单元的表面向外形成硅沉积产物过程中硅棒的

横截面图 (a) 和纵断面图 (b), 所述芯单元是通过在具有圆形截面的棒状第一芯基元的表面形成三种隔离层而构成的; 以及

[0280] 图 12 示出了阐释性显示在第一芯单元的表面向外形成硅沉积产物过程中硅棒的横截面图 (a) 和纵断面图 (b), 所述芯单元是通过在具有长方形截面的条状 (或带状) 第一芯基元的表面形成两种隔离层而构成的。

[0281] 如附图中所示, 通过在第一芯基元 C1a 的表面形成一层或多层隔离层 C1b、C1b'、C1b'' 而构成第一芯构件的操作步骤和方法与前文详细描述的不同。

[0282] 工业适用性

[0283] 如前所述, 制备本发明的多晶硅棒的方法和装置具有如下优点。

[0284] 1) 与常规钟罩式方法不同, 通过电阻材料制造的、预先被电加热的第一芯构件来预热高纯硅材料制造的第二芯构件, 所以可容易而迅速地进行第二芯构件的电加热而不用单独的预热装置, 昂贵和复杂的供电装置或复杂的预热程序。

[0285] 2) 考虑到供电和控制设备在常规钟罩式沉积方法中起最重要的作用, 而且经济负担主要归因于预热硅芯构件的成本, 所以本发明具有大为减小沉积操作设备的投资费用和制备棒状多晶硅的生产成本的优点。

[0286] 3) 根据本发明, 不但在第二芯构件表面向外方向, 还在起第二芯构件的预热构件作用的第一芯构件表面向外方向完全相同的形成硅沉积产物, 所以可解决芯构件的预热问题而不降低沉积反应器的产量。

[0287] 4) 本发明的方法能容易而迅速地解决新设计的沉积反应器和常规沉积反应器中的硅芯构件的预热问题, 所以具有其在生产棒状多晶硅中的应用的宽广范围。

[0288] 5) 由于两种具有不同材料性质的芯构件用于本发明的沉积反应器, 有可能同时生产用于太阳能电池和半导体装置的两个不同级的多晶硅产品。

[0289] 6) 在本发明的第一芯基元表面形成的隔离层能抑制或阻碍杂质组分从第一芯基元扩散到沉积产物, 所以即使应用非硅第一芯构件也有可能生产高纯多晶硅产物。

[0290] 虽然本文参照其优选的实施方案描述和阐释了本发明, 但是对于本领域技术人员而言显而易见的是, 可在其中进行各种修饰和改变而不偏离本发明的精神和范围。所以, 希望本发明涵盖属于后附权利要求书及其等同物的范围的本发明的修饰和改变。

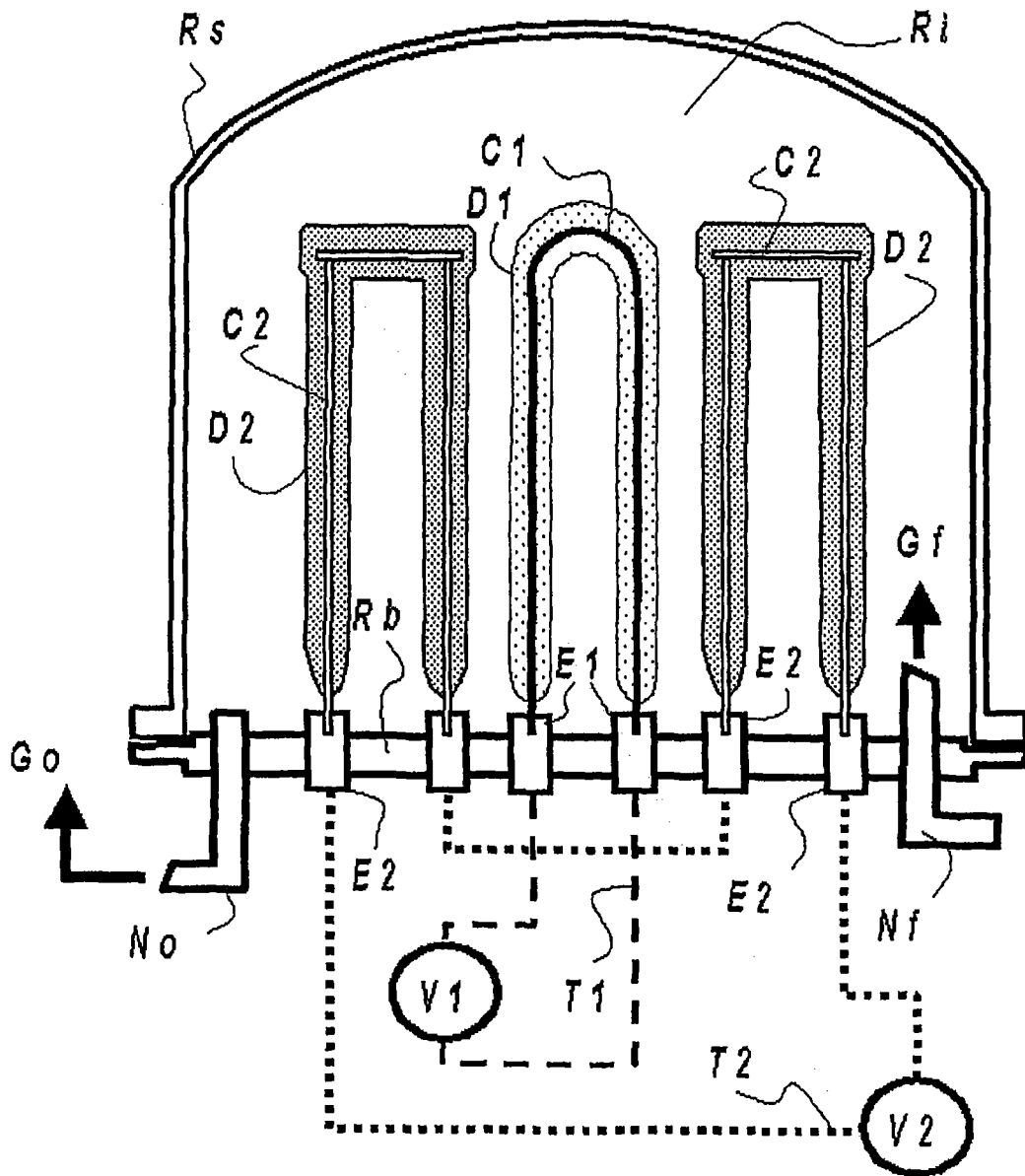


图 1

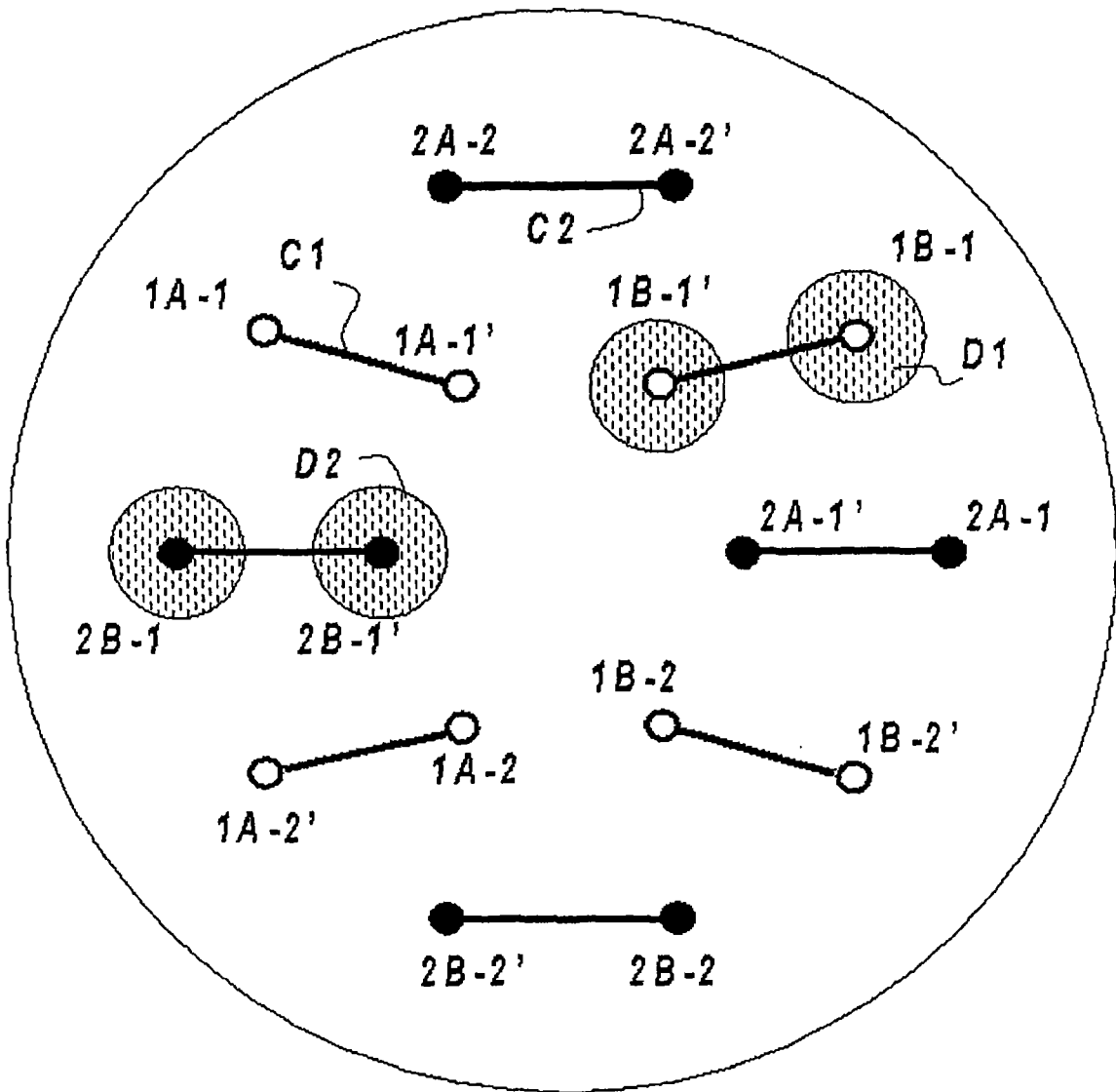


图 2

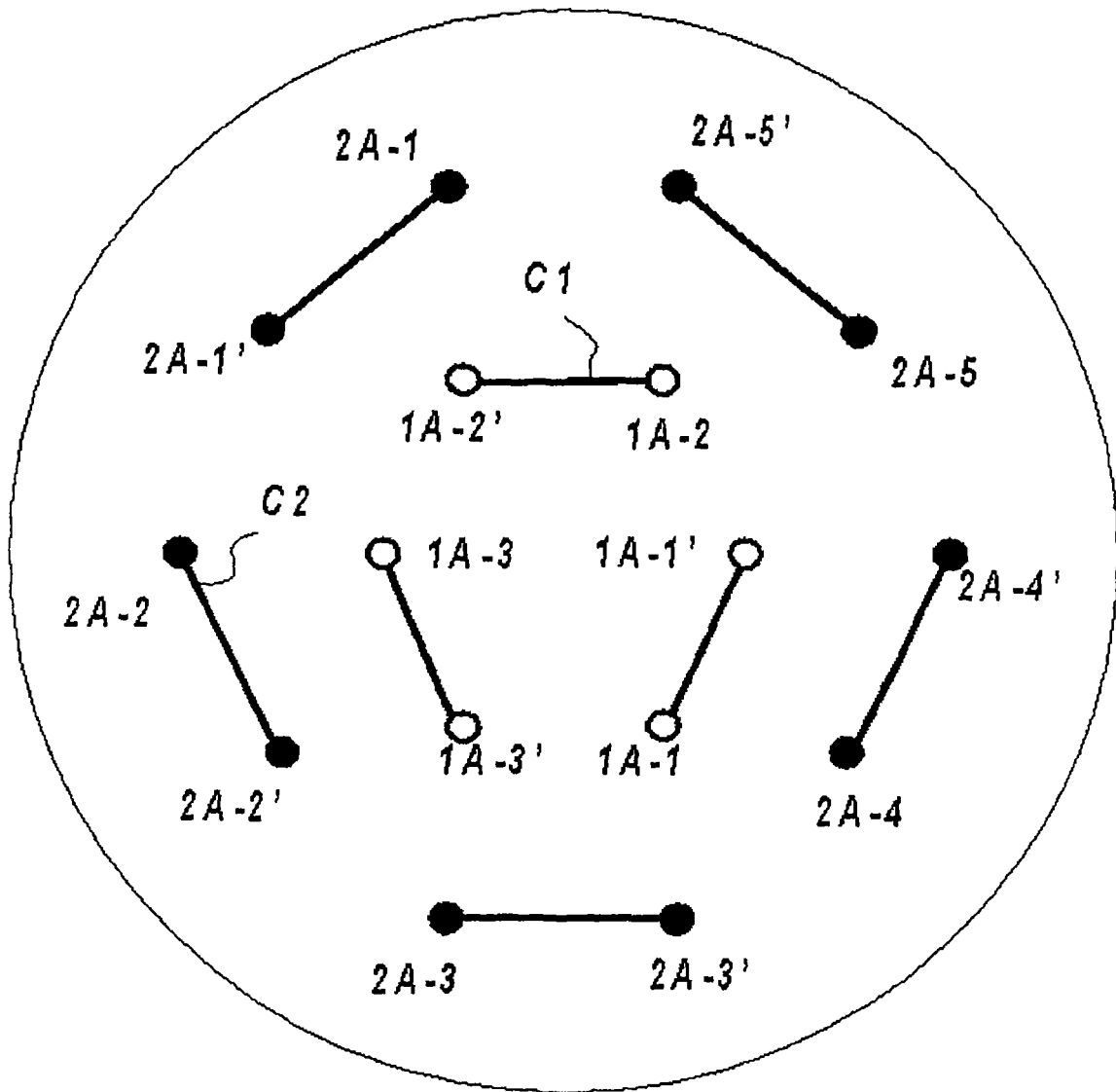


图 3

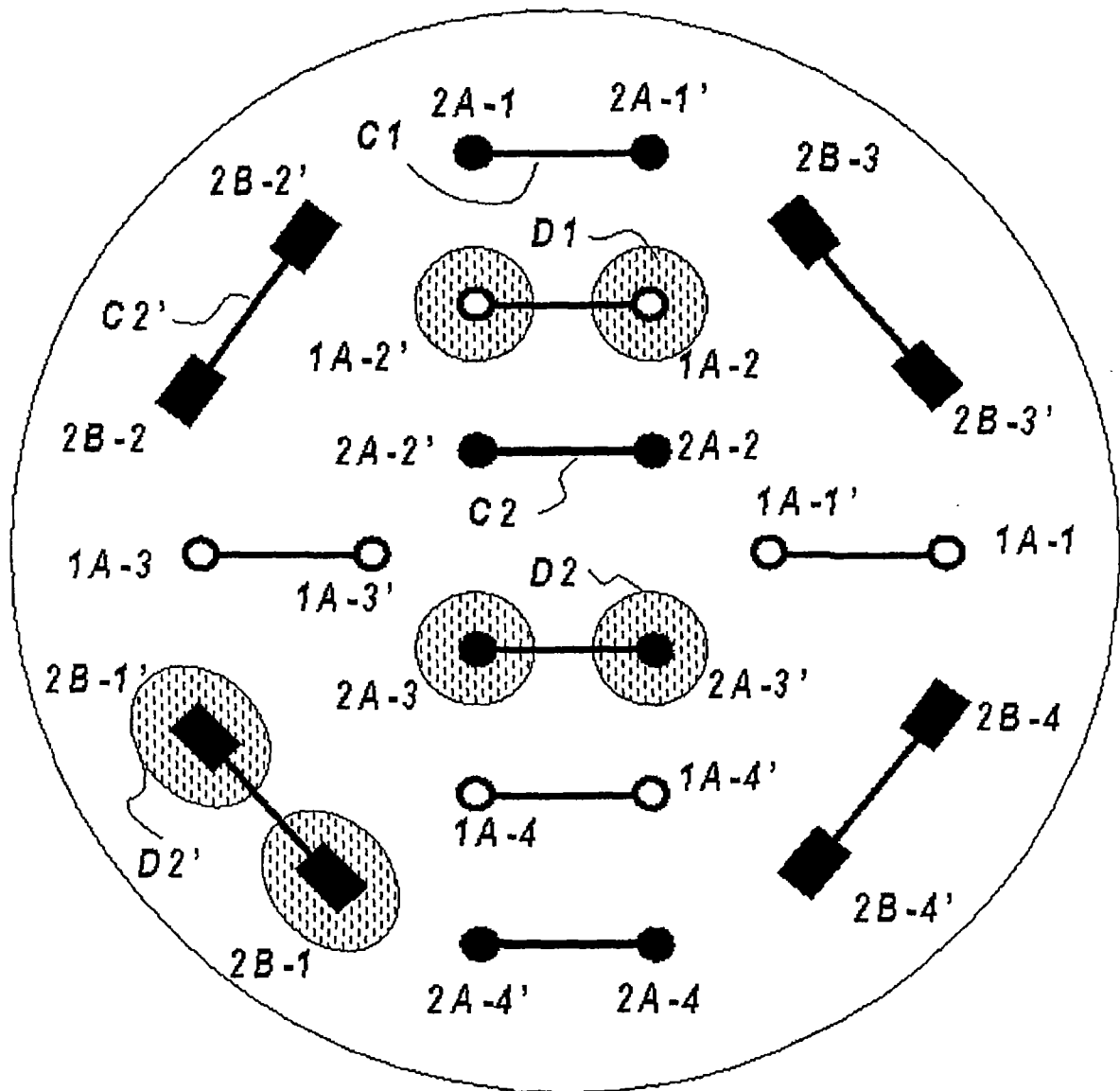


图 4

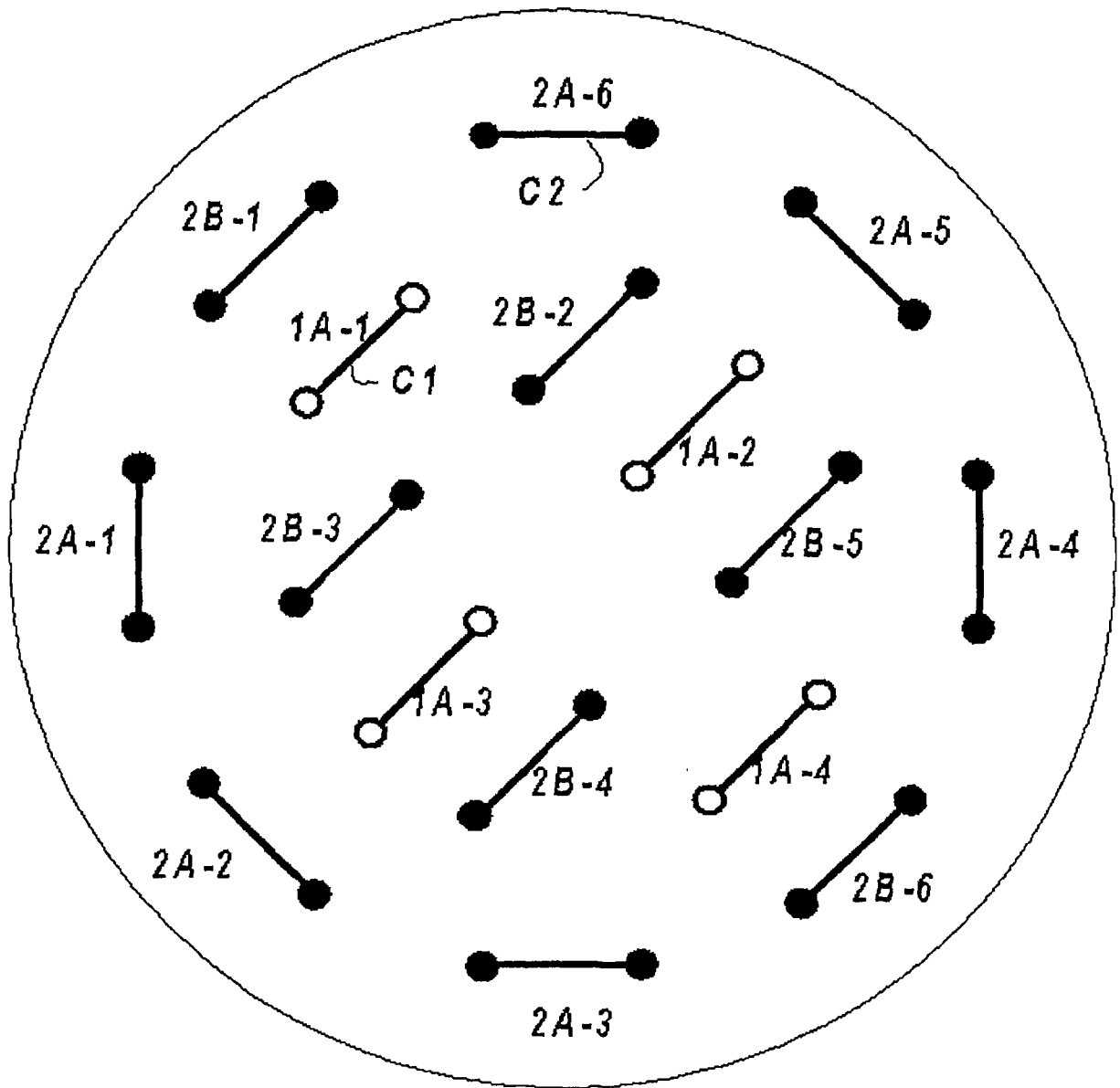


图 5

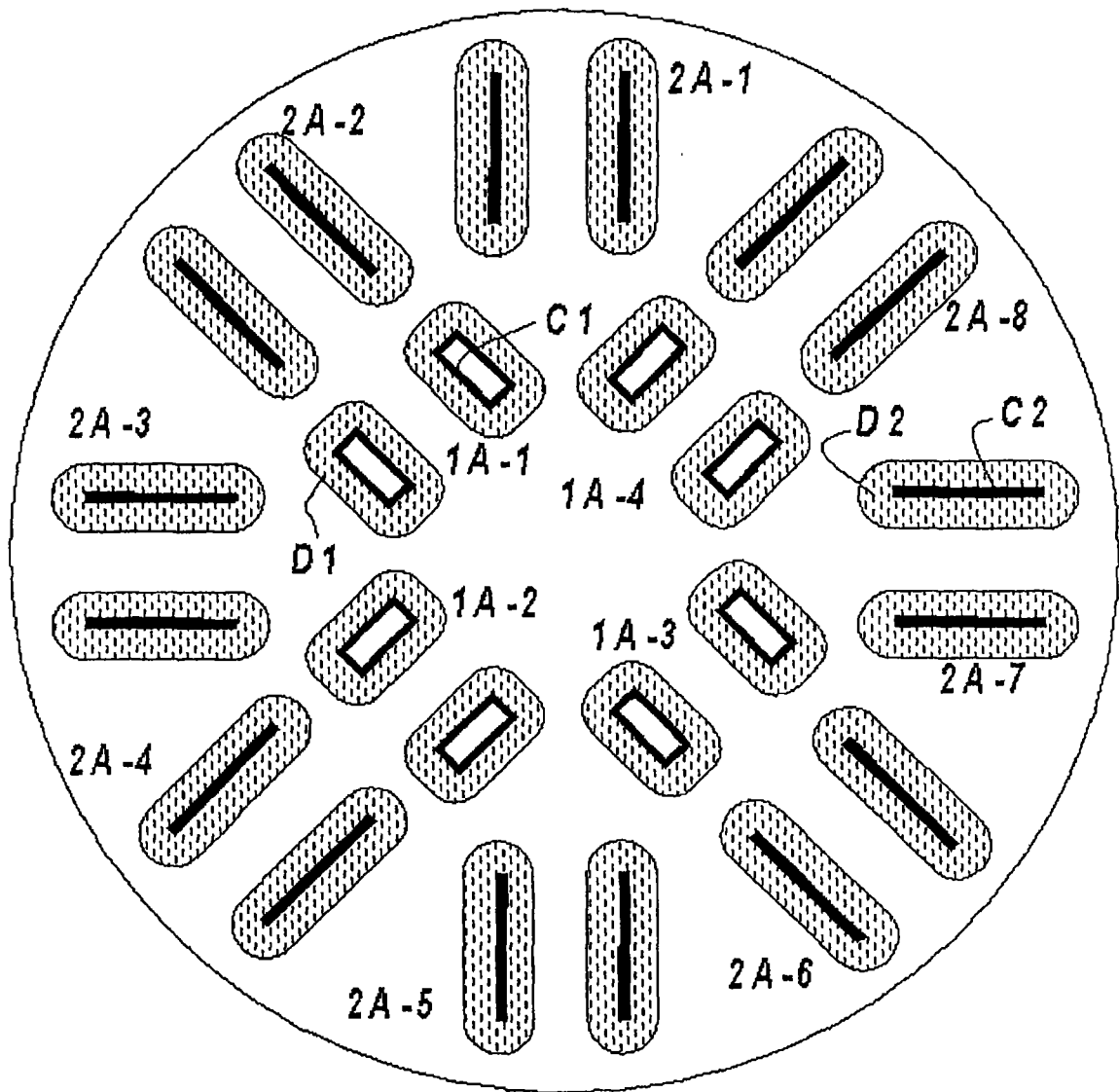


图 6

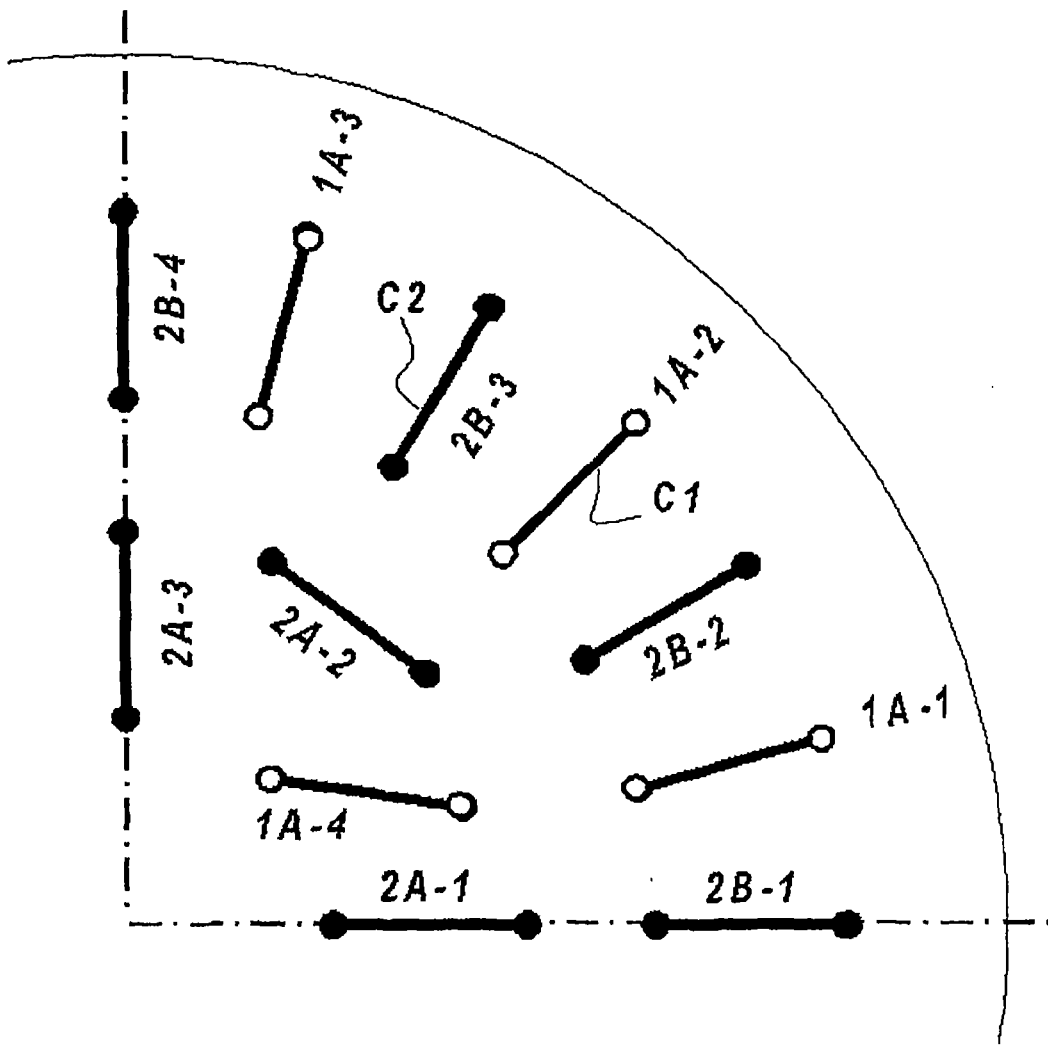


图 7

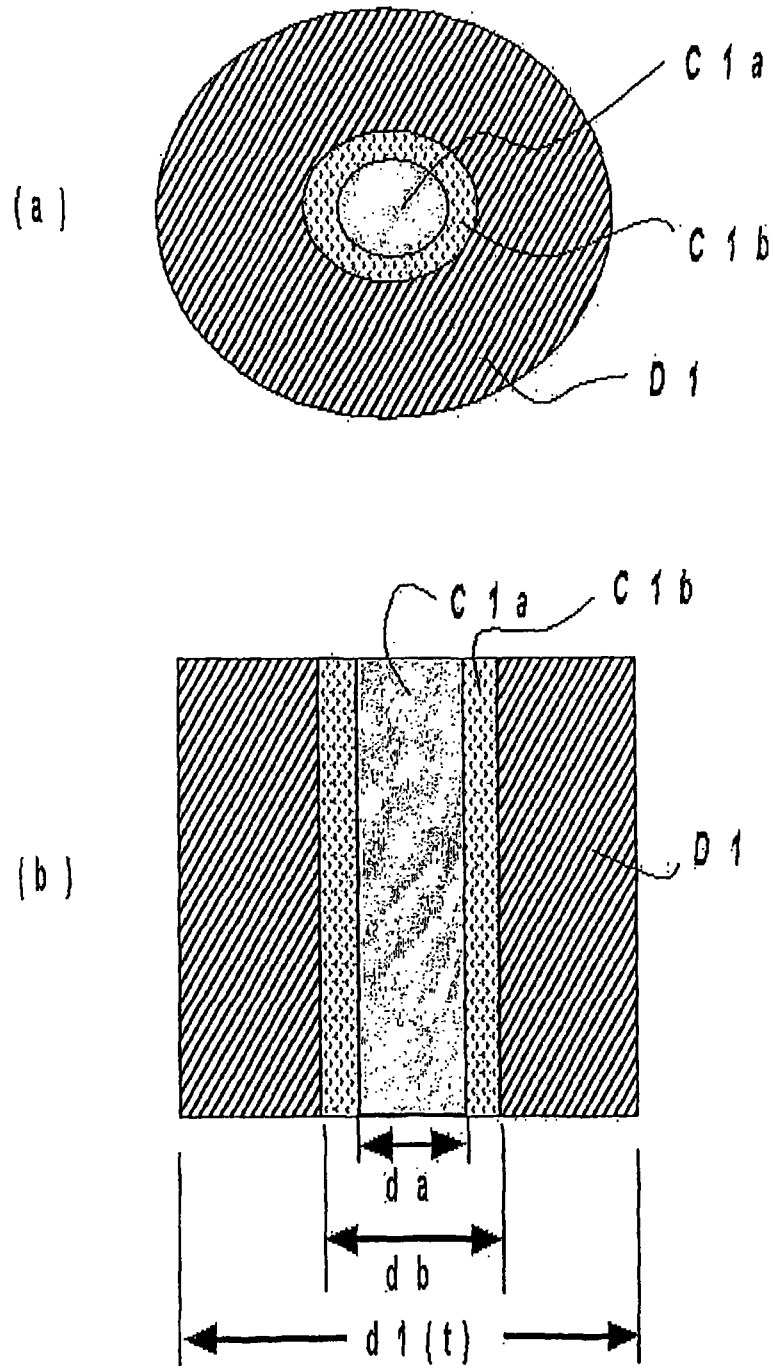


图 8

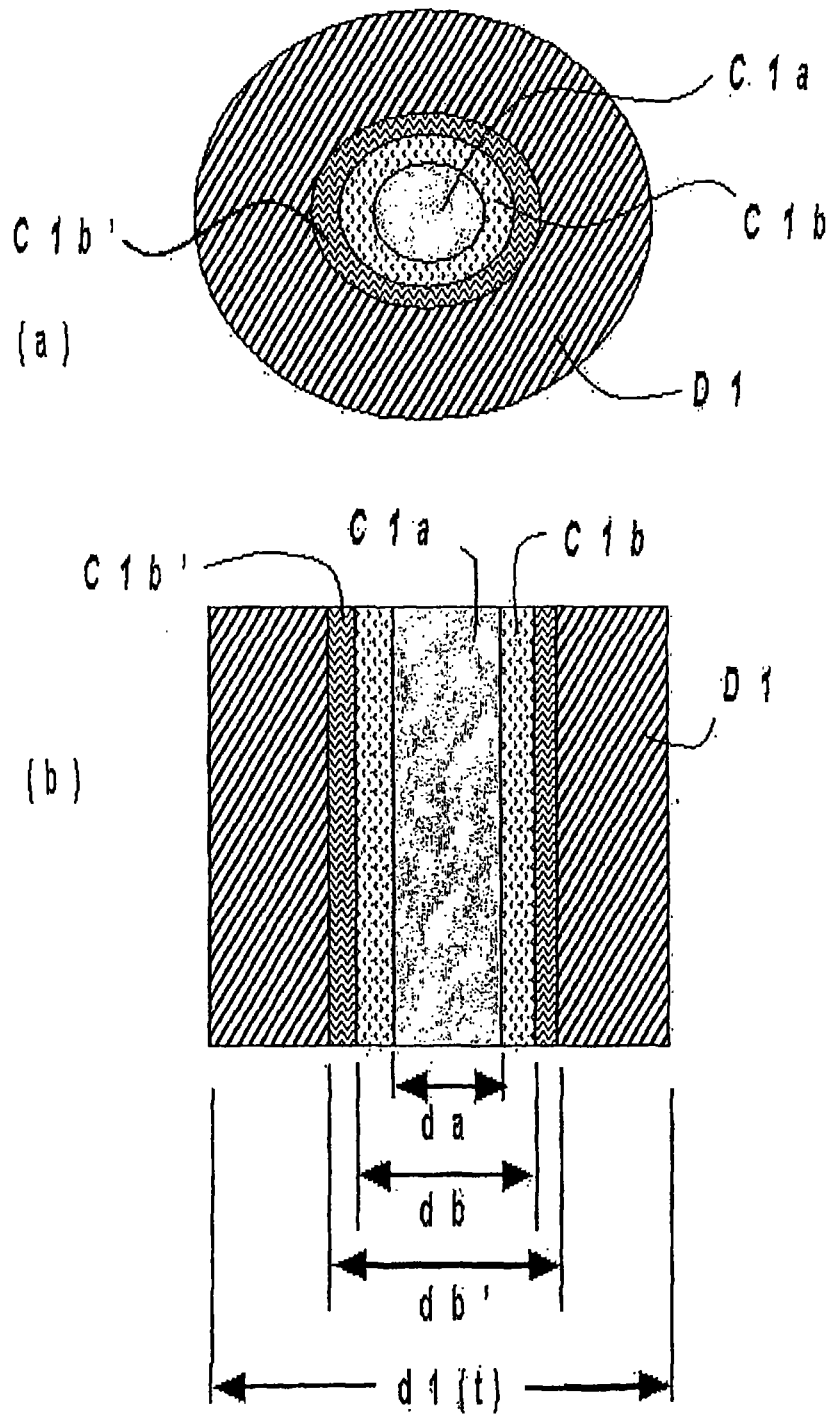


图 9

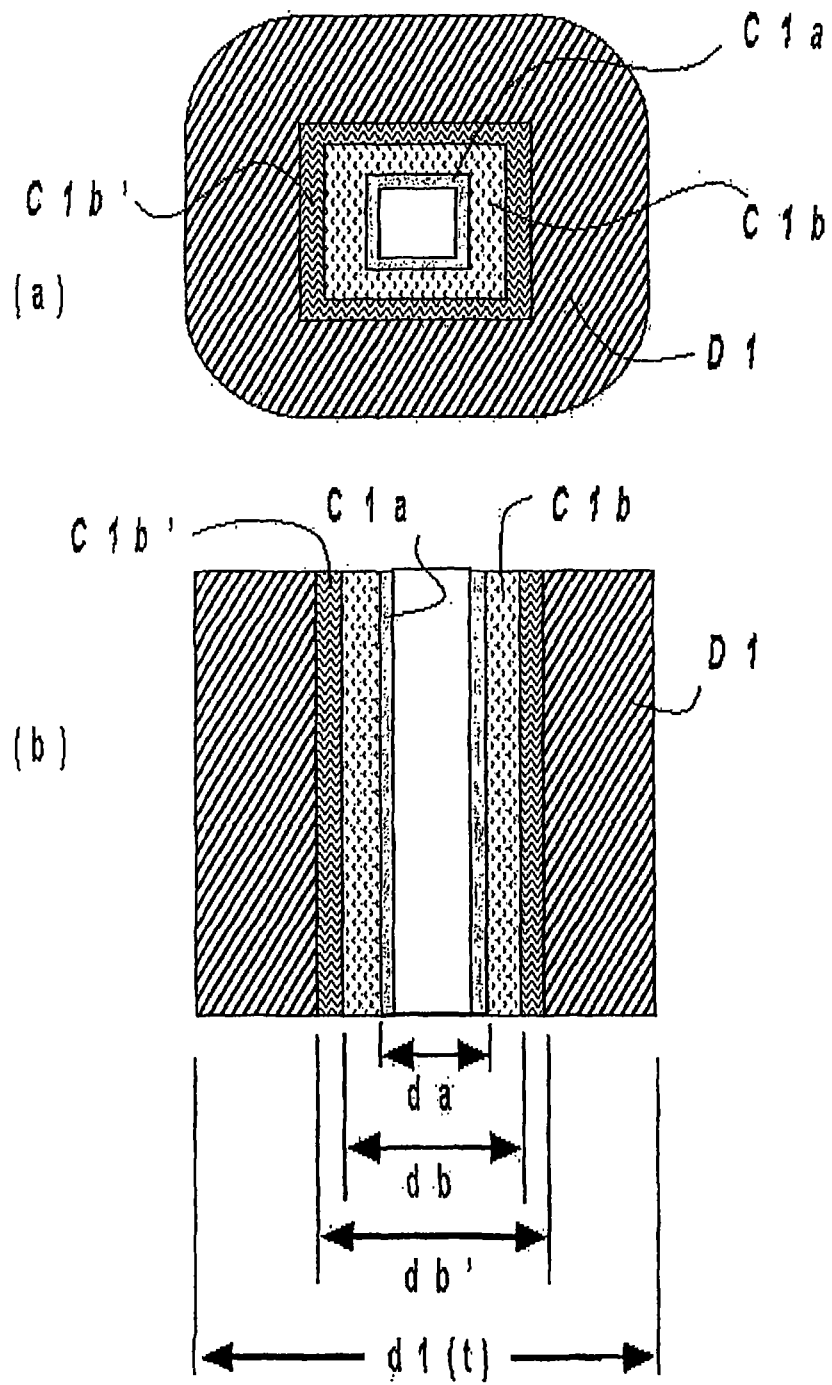


图 10

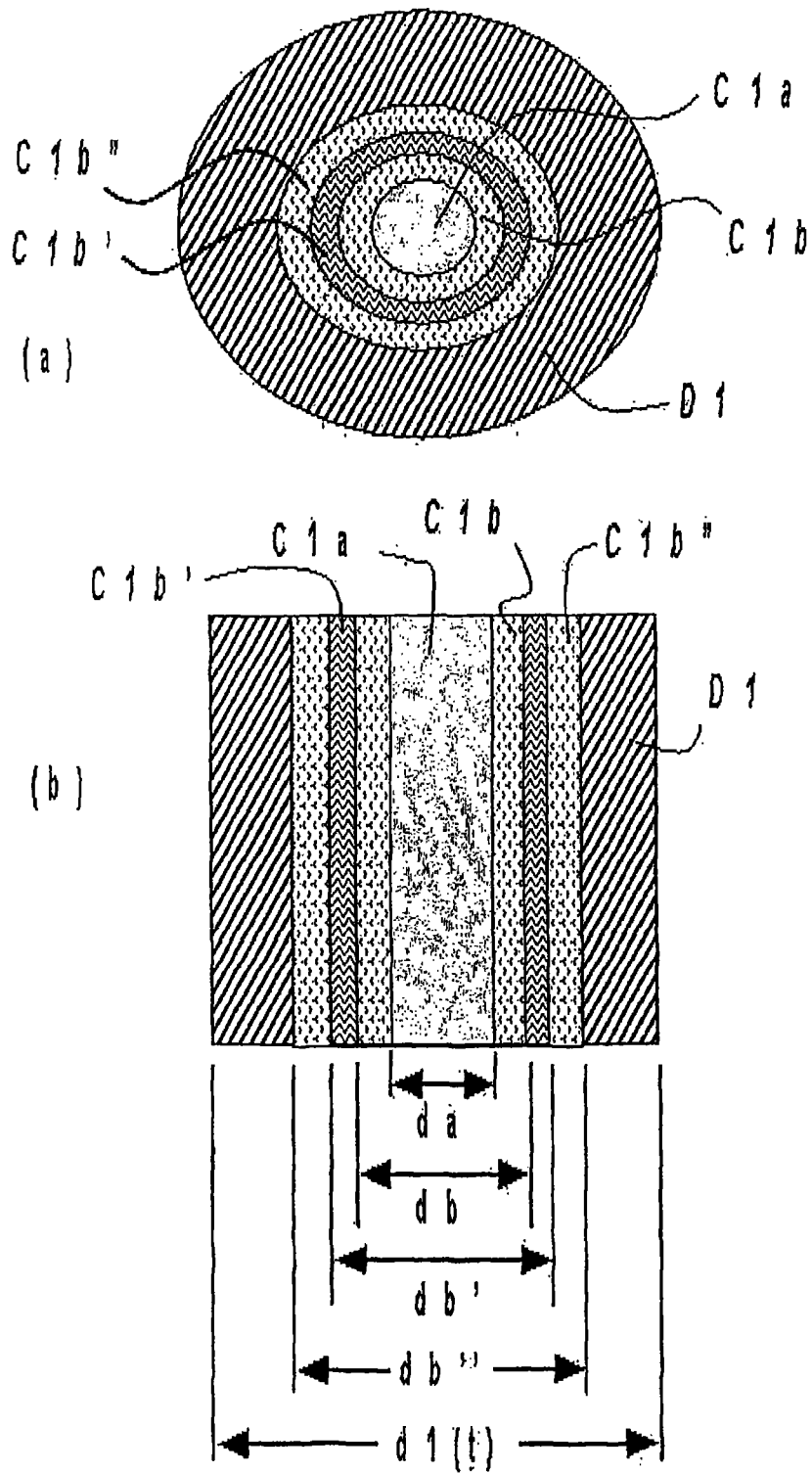


图 11

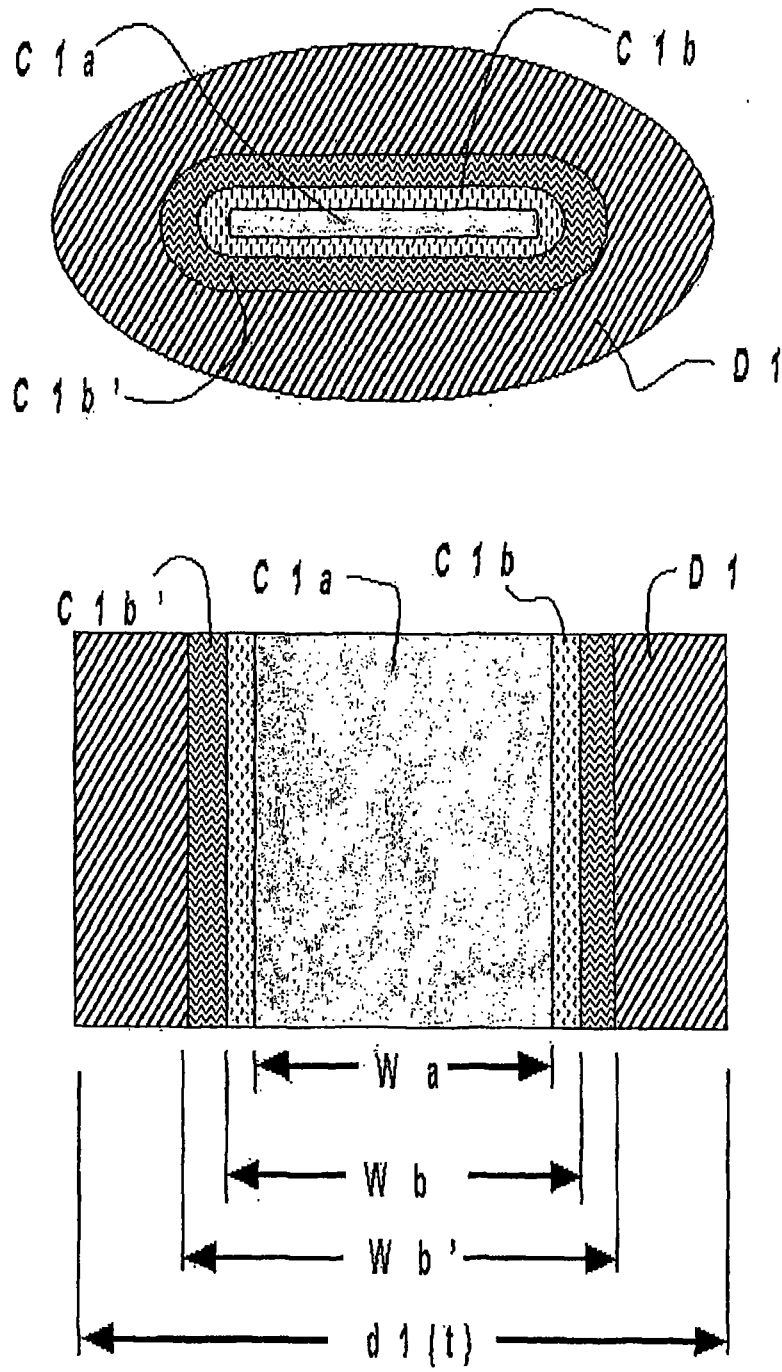


图 12