



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101389785 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 20

(21) 申请号 200780006242. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 05. 21

G23C 16/24 (2006. 01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

10-2006-0045707 2006. 05. 22 KR

CN 1403372 A, 2003. 03. 19, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

JP 平 11-008398 A, 1999. 01. 12, 全文.

2008. 08. 21

US 5904981 A, 1999. 05. 18, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

CN 1194624 A, 1998. 09. 30, 全文.

PCT/KR2007/002457 2007. 05. 21

审查员 朱永全

(87) PCT申请的公布数据

W02007/136209 EN 2007. 11. 29

(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 文相珍

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 李帆

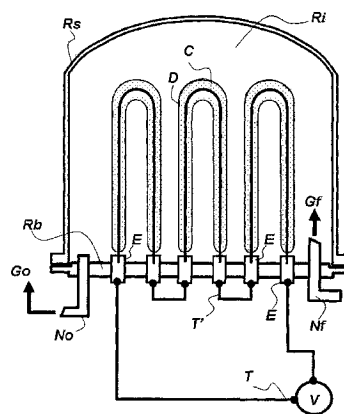
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 9 页

(54) 发明名称

采用金属芯结构制备高纯多晶硅棒的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种采用金属芯结构制备多晶硅棒的方法,包括:将芯结构安装在用来制备硅棒的淀积反应器的内部空间中,其中,芯结构(C)由在金属芯组元表面上形成一层或者多层隔离层构成,并连接到电极结构(E)上;通过电极结构(E)供电将芯结构(C)加热;向内部空间(Ri)中供给反应气体(Gf)用于硅淀积,由此在芯结构(C)的表面沿向外的方向形成淀积产物。依据本发明,淀积产物(D)和芯结构(C)可以方便地从由硅淀积工艺得到的硅棒产物上分离,并且可以将由金属芯组元的杂质引起的淀积产物的污染最小化,由此以更经济便捷的方式制备出高纯度硅。



备芯结构。

14. 依据权利要求 1 的采用金属芯结构制备多晶硅棒的方法,其中,将预先通过在金属芯组元上形成部分隔离层制备的初步的芯结构和电极结构彼此连接并安装在淀积反应器的内部空间中,通过以电极结构供电将初步的芯结构加热,将用于形成另外的隔离层的原料气供给到内部空间中,形成另外的隔离层,由此制备芯结构。

15. 依据权利要求 1 的采用金属芯结构制备多晶硅棒的方法,其中,通过将预先制备的隔离层与金属芯组元组装在一起制备芯结构,组装的方式为使隔离层能包围住金属芯组元。

采用金属芯结构制备高纯多晶硅棒的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种制备棒状多晶硅的方法。更具体地,本发明涉及一种可以将用于加热安装在硅淀积反应器中以批量生产棒状多晶硅 (polycrystalline silicon, silicon polycrystal, multicrystalline silicon 或者 poly-Si) 的芯结构加热的电加热系统的构建和运行中的困难最小化的方法。

背景技术

[0002] 通常,包含多晶结构的高纯度多晶硅被用作半导体器件,太阳能电池,化学处理单元,工业系统或者小型的以及其它高集成度精密器件的重要原料,这些器件分别由具有高纯度或者半导体性能的材料构成。

[0003] 多晶硅采用硅淀积方法制备,其中,硅原子通过高纯度的含有硅原子的反应气体的热分解以及 / 或者氢还原连续淀积到硅表面上。

[0004] 为了批量生产多晶硅,主要已经采用的是钟罩式,管式或者腔式的淀积反应器。依据淀积反应器,所制备的多晶硅通常是棒状的,具有圆形或者椭圆形的横截面,横截面的直径在大约 50-300mm 的范围内。

[0005] 在淀积反应器中,主要安装有用于制备硅棒的芯结构。对于工业生产,芯结构由大量芯单元组成,这些芯单元分别由芯材料(即芯组元)制成。通过芯单元,电可以在淀积反应温度下流动。构成芯结构的芯单元分别与电极单元相连接,在反应器的壳体内实现电加热结构。然后,通过包含有含硅组分的反应气体的淀积反应,硅连续淀积在电加热的芯结构表面上。如上所述,硅淀积的产物在厚度方向上形成并变大,也就是说,在淀积产物的同心横截面上沿向外的径向方向上,因而最终可以获得棒状的多晶硅产品。

[0006] 为得到具有最小杂质污染的高纯度产品,芯结构所代表的芯单元要由无污染的芯组元来制造。芯组元的一种理想材料是形成为如棒状,线状或者丝状,中空导管(duct)或圆管(tube)状,条状或者带状,板状等等的高纯硅。

[0007] 通过在芯结构周围形成淀积产物最终获得的多晶硅棒(i)被分解或者粉碎成大块状,小块状,片状或者颗粒状,(ii)根据尺寸进行分类,(iii)如果需要,进行附加步骤的清洗,以去除在粉碎步骤过程中在碎硅片表面上形成的杂质组分,(iv)在加热到硅熔点以上的坩锅中熔融,然后(v)根据用途制成锭,块,板,带或者薄膜等等。

[0008] 在淀积反应器壳体内构建的电加热结构由被电加热的芯结构和将芯结构电连接到位于壳体外的电源上以及 / 或者将芯单元彼此电连接在一起的电极结构构成。这种电加热结构用来提供(i)维持淀积反应温度所需要的电加热,(ii)用于硅淀积的起始衬底,及(iii)为随连续淀积而在直径和重量上长大的硅棒提供稳定支撑的机械结构。

[0009] 构成芯结构的每个芯单元需要由满足芯结构的功能和作用的芯组元材料制成。为实现这个目的,(i)将高纯度硅单独熔融或者与掺杂组分一起熔融,(ii)对硅熔体进行晶体生长或者浇铸,以及(iii)通过成型工艺以及 / 或者机械加工工艺制备出芯组元,由此将其横截面形状制成圆形,椭圆形,同心圆形或者多边形,三角形,四边形,六边形等等;

其直径或者对角线的长度可以分别在大约 3-30mm 或者 5-100mm 的范围内,其长度在大约 0.5-6m。

[0010] 有多种制备芯组元的方法。每块芯组元可以通过连续的方式制备。或者,通过对大尺寸的单晶硅锭进行简单切割可以同时制备出具有统一尺寸和形状的大量芯组元。进一步,通过将很多短的芯组元在洁净的气氛中熔融连接可以制得长的硅芯组元。

[0011] 依据参考文献“W. C. O' Hara, R. B. Herring 以及 L. P. Hunt, " Handbook of Semiconductor Silicon Technology", 第 46-48 页, Noyes 出版社 1990”中的描述,制备由高纯度硅材料制成的芯组元,比如芯棒,细棒或者具有小直径的起始细丝必然会在采用淀积反应器制备多晶硅棒的过程中带来很多经济和技术上的负担。当芯组元由高纯度硅制成时,高纯度硅的电阻率在室温下相当高,并随着温度的升高急剧下降,只有通过另外的可以充分降低硅的电阻率值的加热结构将构成芯结构的芯单元预先加热到特定的温度或者之上以后,芯结构才能够由于通过在被连接并固定到一对电极单元上的每个芯单元产生了明显电流而开始被电加热。如在美国专利 Nos. 4, 179, 530 (1979) 和 5, 895, 594 (1999) 中所公开的,给制备多晶硅棒的芯结构预热需要一种独立的另外的加热结构和复杂的程序。

[0012] 同时,美国专利 Nos. 3, 941, 900 (1976) 和 4, 215, 154 (1990) 公开了一种技术方案,利用合适构建的电源系统从室温开始就对芯结构进行直接电阻加热,来代替用独立的另外的预热结构对高纯度硅芯组元进行预热。然而,这种方法也有缺点,这种电源电路和系统是高度复杂的,成本高昂,并且需要非常复杂而且精密的操作和控制。

[0013] 不像这些方法,要么采用独立的预热结构对芯结构进行预热,要么采用复杂的电源系统在室温下通过电阻加热对芯结构进行直接加热,人为的往硅芯组元中引入高浓度的 n- 或者 p- 型掺杂剂可以极大的降低电阻率,从而使得在室温下就能直接用高压电对芯结构进行电加热。在将芯结构加热到预先确定的温度范围后,可以容易地根据需要采用低压高流电对芯结构进行加热。这种方法有个缺点是需要复杂的电源结构以及在宽电压和电流范围内的精密操作。

[0014] 另一方面,如果芯组元由非硅的电阻材料,比如电阻率值比硅低很多的金属或者碳基材料制成,在单独的芯单元上形成的硅淀积产物会被从由非硅材料制成的芯组元上产生并扩散的杂质组分污染。然而,存在的好处是,通过提供低压电,可以容易地将芯结构从室温通过电阻加热加热到淀积反应温度以上,而不需要独立的另外的预热步骤。依据美国专利 Nos. 5, 277, 934 (1994) 和 5, 284, 640 (1994), 可以用钨或者钼来代替硅作为芯组元。同时,美国专利 5, 237, 454 (1994) 示例说明了用钼,钨或者锆代替高纯度硅材料制成的芯组元。

[0015] 上述由电阻材料制成的非硅芯结构可以方便地低价制备。然而,通过硅淀积得到的淀积产物不能避免被构成芯结构的每个芯单元的非硅芯组元中所包含的杂质组分所污染。因而,难于将上述采用非硅芯结构的方法应用到高纯度多晶硅棒的商业生产中,因为近来对半导体级质量的纯度需要变得更加急迫。如在上述 O' Hara 等的参考文献 (1990) 中所描述的,这个基本问题在现有技术中也被证实。在采用线状的非硅金属芯单元来用作芯结构来代替硅基芯结构的情况下,存在的好处是可以相当方便的得到硅棒产品。然而,这种方法也有几个缺点:首先,当按需要最终制成了硅棒后,淀积产物和包含在硅棒中的芯结构需要彼此分离以将淀积产物收集作为硅产品。其次,通过高温下的硅淀积工艺形成的

淀积产物有可能被从金属芯组元中释放出的杂质组分所污染。

[0016] 为了可以基于钟罩式淀积工艺,以合理的成本制备高纯度多晶硅,而不存在任何对硅芯结构进行预热的困难,通过解决替代芯材料引起的问题对芯组元采用非硅的电阻材料是值得的。这些问题可包括将芯结构从硅棒产物中分离出来以作为产品收集硅淀积产物的困难步骤,以及可能存在的产品被从非硅芯材料中释放出的金属杂质组分所污染。然而,尽管对芯结构进行预热是如此重要,仍然没有可以利用的简单低廉的解决方案来克服这些采用非硅芯结构所产生的问题。

[0017] 如上所述,开发一种对钟罩式反应器内的芯结构进行预热的改良方法是商业批量生产棒状多晶硅的一个重要技术问题。这种改良所需要的技术方案需要减少对电源和控制系统,以及芯结构的制备和加工工艺的投资成本,实现对淀积反应器的简便操作和控制,提高反应器的生产率,并最终降低制备成本。

[0018] 发明详述

[0019] 因而,本发明的一个目的是解决当芯结构通过采用金属芯组元构成来实现触发硅淀积所需要的电加热,以及在淀积反应器内使芯结构能在结构上支持硅淀积产物以制备棒状多晶硅时所产生的问题。所以,本发明的一个目的是通过在金属芯组元的表面上形成隔离层来将在高温硅淀积工艺过程中由金属芯组元中的杂质组分所引起的对淀积产物的污染最小化。

[0020] 本发明的另一个目的是在完成了硅淀积过程后,从硅棒产物上实现芯结构和淀积产物的简便分离。

[0021] 另外,不像传统的淀积反应器,其中,由高纯度硅材料制成的芯结构需要通过独立的预热工艺来进行预热,然后才能开始其电加热,本发明的一个进一步的目的是通过一种简单直接的办法,不需要任何预热工艺,从室温就开始对芯结构进行电加热。

[0022] 本发明的另一个进一步的目的是通过采用基于物理性能优于硅材料的金属芯组元的更简单的办法设计并构建的淀积反应器,来廉价地制备可以用于半导体器件或者太阳能电池的高纯度多晶硅棒。

[0023] 为了实现上述目的,本发明提供一种采用金属芯结构制备多晶硅棒的方法,其包括步骤:在用来制备硅棒的淀积反应器的内部空间中安装芯结构,其中,芯结构由在金属芯组元的表面上形成一层或者多层隔离层构成,并连接到电极结构上;通过以电极结构供电对芯结构进行加热;向内部空间里供给反应气体来进行硅淀积,由此在芯结构表面上沿向外的方向形成淀积产物。

[0024] 这里,反应气体至少含有一种选自硅烷(SiH_4),二氯氢硅(SiH_2Cl_2),三氯氢硅(SiHCl_3),四氯化硅(SiCl_4)的含硅组分以及它们的混和物。

[0025] 这里,反应气体中进一步含有至少一种选自氢气,氮气,氩气,氦气,氯化氢的气体组分以及它们的混和物。

[0026] 而且,在内部空间中发生的硅淀积反应压力在 1-20 绝对巴的范围内,且反应温度基于淀积产物的表面温度在 650-1,300°C 的范围内。

[0027] 另外,金属芯组元的形状选自棒状,线状,丝状,杆状,条状以及带状,其横截面形状是圆形,椭圆形或者多边形,以及导线管(conduit)、圆管、圆筒(cylinder)、导管状,其横截面形状是同心圆形,同心椭圆形或者同心多边形。

[0028] 并且,金属芯组元是金属或者合金,其中包含至少一种选自钨(W),铼(Re),钌(Os),钽(Ta),钼(Mo),铌(Nb),铱(Ir),铷(Ru),铊(Tc),铪(Hf),铑(Rh),钒(V),铬(Cr),锆(Zr),铂(Pt),钍(Th),镧(La),钛(Ti),镱(Lu),钇(Y),铁(Fe),镍(Ni),铝(Al)的金属元素以及它们的混和物。

[0029] 进一步的,每层由不同的阻挡成分制成的隔离层的层数在1-5的范围内。

[0030] 具体地,构成每层隔离层的阻挡成分选自氮化硅,氧化硅,碳化硅,氮氧化硅以及它们的混和物。

[0031] 构成每层隔离层的阻挡组分还可以选自包含至少一种选自钨(W),铼(Re),钌(Os),钽(Ta),钼(Mo),铌(Nb),铱(Ir),铷(Ru),铊(Tc),铪(Hf),铑(Rh),钒(V),铬(Cr),锆(Zr),铂(Pt),钍(Th),镧(La),钛(Ti),镱(Lu),钇(Y)的金属元素以及它们的混和物的氮化物,氧化物,硅化物,碳化物,氧氮化物或者氧硅化物(oxysilicide)。

[0032] 而且,隔离层的总厚度在10nm-20mm的范围内。

[0033] 具体地,依据本发明的方法进一步包括往隔离层中加入硅层的步骤,其中,硅层的厚度在1 μ m-10mm的范围内,选择硅作为阻挡成分。

[0034] 这里,在将金属芯结构和电极结构彼此连接在一起,并安装到淀积反应器的内部空间中的状态下向隔离层中加入硅层,通过电极结构供电将金属芯结构加热,将形成硅层的原料气在反应条件下供给到淀积反应器的内部空间中,其中,原料气选自在制备多晶硅棒中用来形成淀积产物的反应气体组分,提供反应条件使硅层和淀积产物在晶体结构和热膨胀方面可彼此不同。

[0035] 并且,将金属芯组元和电极结构彼此连接在一起,并安装到淀积反应器的内部空间中,通过电极结构供电将金属芯组元加热,将形成隔离层的原料气供给到内部空间中,形成隔离层,由此制备芯结构。

[0036] 特别地,将预先通过在金属芯组元上形成部分隔离层的初步的芯结构和电极结构彼此连接在一起,并安装到淀积反应器的内部空间中,通过以电极结构供电将初步的芯结构加热,将形成另外的隔离层的原料气供给到内部空间中,形成另外的一层或多层隔离层,由此制备芯结构。

[0037] 还可以通过将预先制备的隔离层与金属芯组元组装在一起来制备芯结构,组装的方式为使隔离层能包围住金属芯组元。

[0038] 附图简述

[0039] 结合附图通过对优选实施方案进行描述,本发明的如上目的,其它特征以及优点将更加明显,其中:

[0040] 图1是依据本发明可以用来制备多晶硅棒的淀积反应器结构的结构示意图。

[0041] 图2是依据本发明可以用来制备多晶硅棒的另一种淀积反应器结构的结构示意图。

[0042] 图3是一个实施方案的平面示意图,其中,芯结构被分成六种芯组,这些芯组依据本发明进行布置。

[0043] 图4是一个实施方案的平面示意图,其中,由具有两个不同部分表面的芯单元构成的芯结构被分成两种芯组,这些芯组依据本发明以及通过上述条件形成的淀积产物的形状进行布置。

[0044] 图 5-9 是示意说明依据本发明在通过在芯组元表面形成隔离层而构成的芯结构表面上沿向外的方向形成硅淀积产物的状态的横截面图 (a) 和纵截面图 (b)。

[0045] 图 5 是在通过在具有圆形横截面的棒状金属芯组元的表面上形成一种隔离层而构成的芯结构表面上沿向外的方向形成淀积产物的工艺示意图。

[0046] 图 6 是在通过在具有圆形横截面的棒状金属芯组元的表面上形成两种隔离层而构成的芯结构表面上向外形成淀积产物的工艺示意图。

[0047] 图 7 是在通过在具有同心矩形横截面的导线管状或圆管状金属芯组元的表面上形成两种隔离层而构成的芯结构表面上向外形成淀积产物的工艺示意图。

[0048] 图 8 是在通过在具有圆形横截面的棒状金属芯组元的表面上形成三种隔离层而构成的芯结构表面上向外形成淀积产物的工艺示意图。

[0049] 图 9 是在通过在具有矩形横截面的板状金属芯组元的表面上形成两种隔离层而构成的芯结构表面上向外形成淀积产物的工艺示意图。

[0050] 最佳实施方案描述

[0051] 现在,对本发明的一个优选实施方案进行详细描述以做参照,其实施例在相应的附图中进行了说明。

[0052] 本发明可以用于所有可以用来制备棒状多晶硅的淀积反应器,而不管淀积反应器的形状和结构,比如是钟罩式的,管式的还是腔式的。由于钟罩式淀积反应器,也被称作西门子反应器,已经被广泛的用于商业目的,在本说明书中,将参考这种钟罩式淀积反应器(此后称作“钟罩式反应器”)来对本发明进行描述。

[0053] 如图 1 或图 2 中所示,钟罩式淀积反应器包括一个靠壳体 R_s 和基座 R_b 形成的密封的内部空间 R_i ,以及由一个或者多个芯单元构成的安装在内部空间 R_i 中的芯结构 C 。

[0054] 机械固定在相应的电极单元上的芯单元靠由电极结构 E 代表的电极单元 E 彼此电连接在一起。通过电力传送结构 T 将电能从安装在壳体 R_s 和基座 R_b 外面的电源 V 供给到电极结构 E 上。

[0055] 在小型的实验室规模的淀积反应器中,芯结构只由一个或者少数量的芯单元构成,并且每个芯单元都在其两端连接到一对电极单元上。而在大规模商业生产多晶硅中采用的淀积反应器中,芯结构 C 由几十到几百个芯单元构成,这些芯单元一般在材料或形状上是相同的。

[0056] 在本发明中的关键词和描述基于如下定义:“芯结构”指一个或者多个“芯单元”的组,其构成衬底,其作为通过淀积反应引起硅淀积产物形成的起始点;并且每个芯单元由用“芯组元”代表的材料构成或组成或制成。

[0057] 并且,由于多个分为相同组的芯单元可以彼此以串联和/或并联的方式电连接在一起,硅淀积几乎可以按相同的方式在分为相同组的芯单元上发生,在单个的芯单元上的操作方法以及观察到的现象或者特征可以以“芯结构”统一描述其代表在本发明中分为相同组的芯单元。

[0058] 一旦芯结构 C 被电加热到硅淀积需要的温度以上,将反应气体 G_f 供给到内部空间 R_i 中,硅淀积反应最初在芯结构的表面上发生。然后,硅淀积产物 D 在芯结构 C 上沿向外的方向形成,最终制备出棒状的多晶硅。在这种工艺中,每个芯单元还起到由反应器反应得到的相应的多晶硅棒的结构支架的作用。

[0059] 依据现有技术,在传统的淀积反应器中,芯结构被制成细的硅丝,也称为细棒或者硅芯棒。这种细材料可以直接从高纯度硅熔体中拉出,形式为细的多晶或者单晶棒。而通过将大的多晶或者单晶硅锭机械加工成预先确定的芯尺寸,可以同时得到多个硅芯棒。由其制成的、并表示为芯结构 C 的芯单元连接到电极结构 E 所代表的相应的电极单元上。如果,采用在室温下具有非常高的电阻率的由高纯度硅构成的芯棒作芯结构,芯结构要安置在一个用石英制成的大的像钟罩一样的称为钟罩的圆罩里,这样,由金属材料制成的反应器壳体 Rs 包围住硅芯棒。进一步,另外在石英钟罩和反应器壳体 Rs 之间安装预热结构,以将多个芯棒预热到大约 350-400°C 的温度或者更高,在此温度下,电阻率降低到大约 2-5ohm-cm 或者更低。然后,通过电极单元 E 所提供的电力开始将芯结构电加热,随着温度升高,结果带来施加在芯结构两端电位差的下降。所以,这种预热工艺需要的淀积反应器配置比图 1 或者图 2 中所示的反应器复杂很多。

[0060] 另一方面,如果硅芯棒被用于大幅度降低电阻率的大量杂质组分所高度污染,或者,如果芯组元由电阻金属材料构成,可以通过从电极结构 E 供电而从室温直接对芯结构 C 进行电加热,而不需要在反应器的壳体 Rs 内另外安装石英钟罩和 / 或独立的预热结构。这可以将淀积反应器的几何形状简化成如图 1 或者图 2 中所示。然而,在这种芯结构上沿向外的方向形成的硅淀积产物可能会被从电阻芯结构中释放出的杂质组分所污染。所以,如上所述,采用上述高度污染的硅或者电阻金属材料作为芯组元来制备需要高纯度的多晶硅产物是困难的。

[0061] 代替选择高纯度硅,高度污染的硅以及电阻金属元素作为芯结构 C 的芯组元材料,如图 5 至图 9 所示,本发明的特征在于在金属芯组元 Ca 的表面上形成一层或多层隔离层 Cb 来构成芯结构 C。

[0062] 在本发明中,无论在金属芯组元表面上的隔离层如何形成,通过向处于中度电位差的电极结构 E 中通入电流,可以方便而迅速的将构成芯结构 C 的电阻材料基金属芯组元 Ca 从室温电加热到淀积反应所需要的反应温度。这里,电能从安装在淀积反应器外面的电源 V 上,通过电力传送结构 T,供应到电极结构 E 上。

[0063] 所以,本发明包括步骤:将芯结构 C 安装在用于制备硅棒的淀积反应器的内部空间 Ri 中,其中,芯结构 C 通过在金属芯组元 Ca 表面上形成一层或者多层隔离层 Cb 而构成,并连接到电极结构 E 上;通过电极结构 E 供电来加热芯结构;以及将反应气体 Gf 供给到内部空间 Ri 中来进行硅淀积;由此在芯结构 C 表面上沿向外的方向形成淀积产物 D。

[0064] 在将芯结构 C 从室温电加热到所需要的反应温度的过程中,对内部空间 Ri 中的压力没有特殊限制。代替在需要复杂得多的结构的高真空下,此步加热可以在常压下进行。然而,可以提前将压力选定在可以进行硅淀积反应的 1-20 绝对巴的范围内。但是,本发明对此没有限制。

[0065] 在该加热过程中,优选将内部空间 Ri 保持在选自氢气,氮气,氩气,氦气或者它们的混和物的气氛中。所选定的保持气氛的气体可以通过供气结构 Nf 或者另外的供气结构引入到内部空间中。

[0066] 进一步,甚至在将芯结构 C 加热到反应温度之前在电加热芯结构 C 的过程中,可以将反应气体 Gf 通过供气结构 Nf 或另外的供气结构供入以诱发淀积反应。但是,本发明对此没有限制。

[0067] 当将芯结构 C 的温度保持在所希望的反应温度范围内时,靠通过包含一个或者多个供气喷嘴的供气结构 Nf 供给的反应气体 Gf,硅淀积在芯结构 C 表面上沿向外的方向进行。

[0068] 在本发明中所用的反应气体 Gf 中含有至少一种选自硅烷 (SiH_4),二氯硅烷 (SiH_2Cl_2),三氯硅烷 (SiHCl_3),四氯化硅 (SiCl_4) 以及它们的混和物的含硅组分。含硅组分的热解和 / 或氢还原导致形成硅淀积产物 D 的硅淀积。

[0069] 尽管只有由含硅组分构成才能制备棒状多晶硅,反应气体 Gf 中可以进一步含有至少一种选自氢气 (H_2),氮气 (N_2),氩气 (Ar),氦气 (He),氯化氢 (HCl) 的气体以及它们的混和物来控制淀积反应特性以及所排出的气体 Go 的组成。

[0070] 在本发明中,发生在内部空间中的硅淀积优选的反应压力在 1-20 绝对巴的范围内,反应温度基于淀积产物的表面温度在 650-1,300 $^\circ\text{C}$ 的范围内。

[0071] 如果反应压力低于 1 绝对巴,硅在淀积产物 D 上淀积的速率以及反应器的产率会很希望的变低。如果不是这样,反应压力越高,反应器从产率上讲就越有利。相比于硅烷,这种特征尤其是在采用三氯硅烷作为含硅组分时更加突出。然而,如果为了显著地提高反应器产率而将反应压力保持在超出 20 巴的水平,会遇到如下严重问题:反应器本身以及与反应器关联的附属单元的制造成本会变得过大;保证工艺安全变得更加困难;以及原材料的供给速率(摩尔/小时)变得太高,以至于使得通过芯结构 C 的电加热不能将淀积产物 D 的表面温度保持在所允许的反应温度范围内。

[0072] 基于温度测量的方便性和可靠性,以及硅需要在芯结构 C 上沿向外的方向连续在淀积产物表面上淀积,还有依据淀积产物 D 在内部空间 Ri 中所处的位置表面温度会有差异的事实,优选将淀积产物 D 的表面温度作为反应温度的基准。

[0073] 尽管反应温度会依据所用反应气体 Gf 的组成而改变,在低于 650 $^\circ\text{C}$ 的温度下,硅淀积速率会显著降低或者可以忽略,反应器产率也会低得不能接受。而且,淀积速率随反应温度增加。然而,温度超过 1,300 $^\circ\text{C}$,在排放气体 Go 中不能回收的组分含量会增加得过多。而且,芯结构 C 中心部位的温度,即,芯组元的温度超过 1,400 $^\circ\text{C}$,会在淀积过程中引起硅棒坍塌,以及通过反应器壳体 Rs 产生巨大的热损失。所以,考虑到比如反应气体 Gf 和排放气体 Go 的组成、压力、硅淀积速率、能量效率以及其它等诸多条件,推荐将代表硅淀积允许的温度范围的反应温度设定在 650-1,300 $^\circ\text{C}$ 的范围内。

[0074] 在依据本发明的制备棒状多晶硅的分批工艺中,淀积产物 D 的直径和表面积、芯结构 C 的热载、通过反应器壳体 Rs 的热损失随运行时间而增加。因而,希望预先确定运行条件,比如反应气体 Gf 的组成和供给速率、反应温度、反应压力、电力供应以及其它等。通过随运行时间改变上述条件以对其进行优化也是重要的。

[0075] 不过依赖于反应条件,硅淀积反应器的生产能力,也就是,淀积产物 D 的表面积,会随构成内部空间 Ri 中的芯结构 C 的芯单元的数量而增加。这样,就可以对反应器的壳体 Rs 进行设计和构建,从而可以在其中排布和安装上几十或者几百个芯单元 C,以及相对应的电极结构 E,但是,在本发明中对芯单元 C 的数量没有限制。

[0076] 金属芯组元 Ca 不但是构成整体以芯结构 C 代表的每个芯单元的核心主要部分的材料,而且是用来机械支撑依据本发明制造的硅棒产物的基本框架。而且,金属芯组元 Ca 需要这样安装,以使得靠它通过电极结构 E 与电源 V 的电连接能产生电阻加热。如果满足了

这些需要,对金属芯组元的形状没有特殊限制。但是,考虑到商业可行性,金属芯组元的形状可以选自棒状,线状,丝状,杆状,条状以及带状,其横截面形状可以是圆形,椭圆形,或者多边形,或者选自导线管、圆管、圆筒、导管状,其横截面形状可以是同心圆形,同心椭圆形,或者同心多边形。

[0077] 例如,图 5,图 6 和图 8 中所示的金属芯组元 Ca 形状是棒状,或者线状或者丝状,横截面是圆形。图 7 中所示的是中空形金属芯组元的例子,形状是导线管或圆管或导管状,中空横截面是同心矩形。图 9 中所示的金属芯组元形状是条状,或者带状,横截面是宽度与高度(或者厚度)之间的尺寸比大的矩形。

[0078] 在本发明中,优选用来构成芯结构的金属芯组元 Ca 的材料的熔点高于反应温度大约至少 500-1,000°C,其电阻率在大约 $1 \mu \text{ohm-cm}$ - 0.1ohm-cm 的范围内,其中,金属芯组元的材料可以是金属或者合金,其包含至少一种选自钨 (W)、铼 (Re)、锇 (Os)、钽 (Ta)、钼 (Mo)、铌 (Nb)、铱 (Ir)、铷 (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)、铁 (Fe)、镍 (Ni)、铝 (Al) 以及它们的混和物的金属元素。

[0079] 如上所述,金属芯组元的形状可以选自棒状,线状,丝状,杆状,条状以及带状,其横截面形状可以是圆形,椭圆形,或者多边形,或者选自导线管、圆管、圆筒和导管状,其横截面形状可以是同心圆形,同心椭圆形,或者同心多边形。

[0080] 只要能够起到可以机械支撑所要制造的硅棒产物的基本框架的作用,并且安装后使得靠它通过电极结构 E 与电源 V 的电连接可以产生电阻加热,对金属芯组元 Ca 的尺寸没有特殊限制。但是,在金属芯组元 Ca 具有圆形横截面时,它的直径优选在 0.1-20mm 的范围内。而中空横截面的厚度优选在 0.1-10mm 的范围内。在大尺寸比的横截面的情况下,其厚度(或者高度)以及宽度优选分别在 0.1-10mm 和 1-200mm 的范围内。

[0081] 除了拥有用于本发明的优异的电性能外,芯组元优选的需要选自高纯度的材料,所包含的无机或者有机杂质组分要尽可能少。这可以导致在芯组元上沿向外的方向形成的淀积产物 D 具有最小的杂质污染。

[0082] 同时,基于芯单元的纵向,每块芯组元可以制成直线形,U 形,W 形以及其它形状,其两端可以固定并安装在一对相应的电极单元 E 上。在管式或腔式淀积反应器中,为了便捷应用,优选采用的是直线形。W 形在电阻电加热器上应用广泛;安装并固定在一对电极单元上的 W 形芯组元有利的是可以按需要制备成足够长,但不利的是,需要预先小心设计,以承受随淀积时间而增加的淀积产物 D 的重量。

[0083] 芯单元还可以这样安装,将 U 形(此后称为“单体类型”)芯单元 C 很好的固定在一对相对应的电极单元 E 上,如图 1 中所示。还可以如图 2 中所示,将一对垂直的芯组元部件和一个将这些垂直部件的上端桥结在一起的水平的芯组元部件组合起来形成电连接在一起的芯单元 C(此后,称为“组合类型”),其很好的固定在一对相对应的电极单元 E 上。

[0084] 构成单个芯结构 C 的芯单元可以通过直接形成像单体类型(U 形)芯单元的单个芯组元来制备,或者也可以将多个的芯组元部件彼此连接起来形成单体类型(U 形)的芯单元。

[0085] 在组合类型芯单元的情况下,其中,芯结构 C 的每个芯单元由多个直线形的芯组元部件构成,被垂直安装在一对相对应的电极单元 E 上的两个垂直的芯组元部件应与水平

的作为桥的芯组元部件物理及电连接。这可以这样实现：(i) 对芯组元部件的连接部分进行机械加工；(ii) 通过采用焊接办法或者等离子体 / 电弧将连接部分焊接或者连接在一起；(iii) 采用连接匹配件或者结合辅助件，比如线形的结合材料，将芯组元部件连接在一起；(iv) 以组合方式应用上述方法。

[0086] 在这种组合类型的芯单元中，希望垂直和水平的芯组元部件具有相同的材料和相同的横截面尺寸。然而，即使垂直和水平的芯组元部件彼此由不同的材料制成，并且具有不同的尺寸、实现本发明仍然没有问题。这里，它们的物理特性，包括横截面尺寸，长度以及其它等，可以根据与温度有关的电学性能确定。进一步推荐对垂直芯组元部件的两端进行加工，由此可以有效地与水平的芯组元部件结合在一起。

[0087] 另外，尽管在附图中没有说明，金属芯组元 Ca 的横截面可以沿其纵向发生变化，但这不会对本发明的应用范围产生损害。

[0088] 如果能够满足芯组元的功用和角色，即，电加热的基础以及支撑长大的硅棒的基本机械支架，而没有任何问题，那么，对电连接到其相应的电极单元 E 上的芯组元 Ca 的两端之间的长度没有限制。但是，考虑到最小生产能力、与淀积反应器的内部空间 R_i 的位置有关的淀积产物 D 的形状间的差异、反应器的构建费用、在淀积过程后需要处理的硅棒产物的重量等，金属芯组元 Ca 的相应长度可以选择在 0.5-20m 的范围内。

[0089] 在确定金属芯组元 Ca 的尺寸和长度时，可以依据金属芯组元 Ca 的长度和横截面面积，从淀积反应的条件、所要得到的硅棒的形状和重量、反应器生产能力等方面来对电加热特性进行优化，由此优化金属芯组元的尺寸和长度。

[0090] 在本发明中可以采用在传统的钟罩式反应器中采用的各种形状的电极结构。由电极结构 E 所代表的每个电极单元可以由下面的组元中的全部或者部分构成：(i) 一个由电阻低的金属导电材料制成的电极，利用这种电极电自加热弱；(ii) 一个将电极和相应的供电的电力传送结构 T，比如缆，杆，管道，轴，导管，有形部件等，彼此互联的电结合单元或者电连接结构；(iii) 一个由碳基材料制成的耦合支撑 (coupling support) 或者卡盘，其将芯单元电连接到电极或者电力传送结构 T 上，并物理支撑住每个芯单元或将电极固定住；(iv) 一个冷却结构，用来通过冷却介质比如气体，水，或者油等，来对电极或者耦合支撑进行冷却；(v) 用于对构成淀积反应器的壳 R_s 或基座 R_b 的金属材料进行电绝缘的绝缘材料，(vi) 用来对上述组元进行结合，密封，绝缘以及组装从而构成单个电极单元的部件，匹配件等。

[0091] 电极结构 E 的相应的电极单元的形状和尺寸可以通过考虑最终所制备的硅棒的直径、芯单元的数量和安装排布、用来安装所有所需要的电极单元 E 的可用空间、以及它们相应的电力传送结构 T，还有保证电自加热弱的电极单元的电极的横截面面积，来进行确定。

[0092] 允许将电极结构 E 安装在淀积反应器的壳体 R_s 或者基座 R_b 上。但是，由于施加在芯结构 C 和电极结构 E 上的硅棒产物的重量（载荷）随反应时间连续增加，如图 1 和图 2 中所示，当要安装的芯单元的形状是简单的或者是线状的时，从结构方面考虑将电极结构 E 安装在基座 R_b 上是有利的。如果芯单元组的形状和结构设计成每个芯单元都可以承受相应的硅棒产物的重量，那么允许将电极单元 E 安装在壳体 R_s 和基座 R_b 中的一个或者两个上，其上都装有冷却结构。

[0093] 在本发明中,电极结构 E 起到将电源系统和芯结构 C 电连接在一起的作用。连接在每个芯单元上的一对电极单元作为单个芯单元的输入和输出端。在电极单元之间的互联构建或者整个电极单元的电路结构可以依据芯结构 C 的安装排布,即,空间布局,以及构建其相应的电源系统的预先要求来进行确定。

[0094] 构成电极结构 E 的电极单元和相应的电力传送结构 T 可以独立安装,然后最后彼此机械和电连接在一起。但是,也允许对多个电极单元 E 和相应的电力传送结构 T 进行设计、制作并预组装成更简单的集成体。

[0095] 构成电极单元的耦合支撑和 / 或电耦合单元通常由方便加工的高纯度石墨材料制成,为了防止或者减少硅淀积产物的碳污染,在这些石墨基组元的表面上经常形成一层功能性陶瓷材料,比如碳化硅。在电极单元的组装和安装中,需要保证这些导电组元和淀积反应器的金属基壳体 Rs 和 / 或基座 Rb 之间的电绝缘性。

[0096] 在反应器运行过程中,每个电极单元会部分暴露到内部空间 Ri 的高温中,这样,需要保护所安装的电绝缘材料或者密封材料不发生热降解。因而,优选采用循环冷却介质对基座 Rb,由金属材料制成的电极,绝缘部件等的一些或者整个面积进行冷却。

[0097] 由于依据本发明在硅淀积反应器的内部空间 Ri 中安装了几十到几百个芯单元,在构建向芯单元上供电的供电系统时,不希望将所有的芯单元串联和 / 或并联在一起。所以,优选将连接到芯结构 C 上的电极单元 E 分成一组或者多个电极组。然后可以向每个电极组上独立供电,用大约 100-200 伏或者低一些的电位差和大约 1,000 安培或者低一些的电流将相应的芯单元电加热。对应于电极组的分类,构成芯结构 C 的多个芯单元分成一个或者多个芯组。

[0098] 在本发明中,如图 3 或者图 4 所示,像应用在芯单元上那样,构成芯结构的多个芯组可以以串联和 / 或并联电路的形式彼此电连接在一起。根据这种连接形式,将电源 V 电连接到电极单元上以及将电极单元彼此电连接的电力传送结构 T 可以安装或者组装在淀积反应器以及相应的供电系统中。

[0099] 在可以安装大量芯单元的大尺寸的反应器壳体 Rs 中,在芯单元之间依据所安装的位置,依赖于供电电路的构建以及运行条件,会产生可观的温度差异。进一步,随淀积产物 D 直径的变大,这个问题会变得更加严重。这样,考虑与为了防止在其上产生硅淀积而进行冷却的反应器壳体 Rs 的内壁相邻安装的芯组或者相应的电极组,淀积反应器的安装排布以及供电系统的构建和运行需要能够对处在与反应器壳体相邻位置的淀积产物 D 的附加加热损失进行补偿。

[0100] 在本发明中,将电源 V 和电极单元 E 电互联在一起的电力传送结构 T 可以安装在淀积反应器的壳体 Rs 和基座 Rb 的外面。进一步,用于电极单元 E 之间互联的电力传送结构 T 或者电连接结构可以安装在任何位置,即,在反应器的里面或者外面,只要能够保证与反应器的金属材料之间实现合适的电绝缘。当安装在淀积反应器的外面时,电力传送结构可包括商业可获得的连接结构或者导电金属,比如缆,杆或者具有小的电能损失的有形体。

[0101] 当实现了合适的电绝缘,将电力传送结构 T 或者电连接结构安装在淀积反应器内部时,例如,刚好位于基座 Rb 的上部来实现多个电极单元 E 的电连接时,为实现该目的,可以采用用石墨材料代替金属材料加工而成的具有所希望的形状的部件。为了防止产生杂质组分或者细粉末,石墨基导电部件表面上优选进行物理和 / 或化学处理以形成一层功能性

陶瓷层,比如碳化硅(SiC)层。

[0102] 用来实现电极单元间互联的电力传送结构 T 本身或者电连接结构本身可以被认为是扩展的电极单元,因为它们电流流过这么大的横截面面积而不产生显著的电阻加热上具有共同之处。因此,多个电极单元 E 以及实现电极单元间互联的电力传送结构 T 或者电连接结构可以设计、加工并安装成集成的单体或者多个集成部件的组合物。这种方法可以大大减少为安装在基座 Rb 的上面或者下面的多个电极单元 E 安装电力传送结构 T 所需要的空间,排除了由于电极单元和相应的电力传送结构之间的连接所带来的元件的电接触电阻,使得可以容易便捷地对反应器进行组装和拆卸,提高安全上的可靠性。

[0103] 如何实现每个芯结构 C 的电极组间的电连接的结构决定了如何构建上述相应芯组的电路。如果可以独立地将电供给到每个电极组上,根据本发明,可以将每个电极组各自电加热的起始时间设定得不同。如果必要,还可以将每个芯组的电压 - 电流条件控制得彼此不同。

[0104] 能够往每个电极组独立供电的供电系统可这样构建,使得各组可以用串联和 / 或并联电路连接在一起。这种电结构可基于在每个芯单元中所需要的电能、电极单元的安装排布(空间布局)和互联方法、电源特性等来进行确定。

[0105] 电源 V 包括电源转换系统,其具有将具有高电压低电流特性的输入电力转换成具有低电压高电流特性的输出电力的功能。在本发明中,电源 V 可以构建成单个的集成电源转换系统,或者可以以分离独立方式构建多个电源转换系统针对每个芯组,即,每个电极组。

[0106] 在硅淀积过程中,单个芯单元的电加热受通过芯单元的电流和相应的硅淀积产物 D,它们的电阻与在相应的一对电极单元之间施加的电位差之间的相互依赖性支配。基于这种电特性,可以随时间控制每个芯结构,每个芯组或者每个芯单元的电加热速率。这可以通过将电压或者电流选作控制参数,操作和控制上述电源 V 来获得。

[0107] 一个淀积反应器的电源 V 可以用到另一个淀积反应器中包含的另一个芯结构 C 上。此时,在一个或者多个淀积反应器中含有的一个或者多个芯结构 C 包括相应的一个或多个芯组、芯单元以及电极单元,可以以基于单个电源 V1 的串联和 / 或并联电路通过相应的电力传送结构 T 彼此电互联在一起。

[0108] 按照钟罩式反应器的基本特性,淀积产物 D 的横截面尺寸,即, $d_1(t)$ 和 $d_2(t)$ 随着淀积过程的反应时间 t 增加,依据芯单元的安装排布,可以观察到硅淀积产物之间的温度和物理形状上的差异。由此,在为淀积反应器构建和运行供电系统时,值得去考虑在芯单元和芯组之间可能存在电性能上的差异,并且电性能会随时间而改变。

[0109] 如果对淀积反应器进行新型设计以更加有效的实施本发明,必须要减少在硅淀积过程中根据芯组和 / 或芯单元而在淀积部分 D 之间产生的温度差异和温度分布。为了满足这个需要,要考虑构成淀积反应器的组件,比如壳体 Rs,基座 Rb,供气结构 Gf,排气结构 No; 温度测量和控制系统等的规格或特性来对芯结构 C 中包含的芯组和芯单元进行合适的排布。而且,淀积产物 D 由于生长而产生的随时间的空间变化,在内部空间 Ri 中依赖于时间的气流分布,通过反应器壳体 Rs 的热传递实现的冷却等,也会影响芯单元的排布(空间布局)。

[0110] 为了适当的往每个芯组或者芯单元上供应可控制的电能,在需要控制的电路中,

利用好电压 - 电流特性的变化是重要的。但是, 由于利用检测到的温度来控制供电系统也是重要的, 需要对淀积反应器进行设计, 以便可以通过安装在壳体 R_s 和 / 或基座 R_b 的合适位置上来采用商业上可以买到的一种或者多种非接触式的温度测量结构, 比如, 高温计, 温度分布测量装置等。

[0111] 同时, 通常要预先确定好供电的控制参数和程序, 以将在淀积反应器的运行过程中允许的温度范围内因安装排布而产生的芯单元间的温度差异最小化。根据这种供电方法, 可以向每个芯组或者芯单元上独立供给控制好的电力。

[0112] 通过相应的电力传送结构 T 向相应的芯结构 C 上供电的电源 V 可以构建成针对每个芯组的单个的独立供电系统。反过来, 多个电源可以集成成一个组合在一起的单一装置, 从中通过相应的电力传送结构 T 将电能独立地供给到每个芯组上。在本发明中, “独立供电”指的是电流或者电压可以独立地调节并施加到每个芯组或者芯单元上, 而不管电源的配置如何。

[0113] 不像传统的利用由硅芯棒或者金属芯组元构成的芯结构的硅棒制备方法, 本发明基于由金属芯组元 Ca 构成的芯结构 C , 每个芯组元 Ca 都包含在其表面上形成的隔离层 C_b , 如图 5 至图 9 中所示。这样, 在表面上覆盖了隔离层的电加热的芯结构 C 上沿向外的方向形成淀积产物 D , 因而, 可以制造出高纯度的多晶硅棒。这里, 在淀积反应器的壳体 R_s 的内部空间 R_i 中具有的芯结构 C 这样安装, 要使构成芯结构 C 的主要框架的金属芯组元 Ca 的两端可以电连接或者物理连接到相应的电极单元 E 上。由此进行的电加热维持淀积产物 D 表面上的淀积反应温度。在本发明中, 在金属芯组元 Ca 表面上形成的隔离层 C_b 起到衬底的作用, 淀积产物 D 的形成在其上开始, 还起到主要框架的作用, 稳固支撑住根据硅淀积过程长大的淀积产物 D 。

[0114] 另外, 在淀积产物 D 的表面上进行硅淀积的过程中, 反应压力在 1-20 绝对巴的范围内, 反应温度在 650-1,300°C 的范围内, 此时, 构成金属芯组元 Ca 表面的隔离层 C_b 起到阻挡作用, 防止杂质组分从相应的金属芯组元 Ca 中扩散到淀积产物 D 中。

[0115] 而且, 由于隔离层 C_b 的材料类型, 结构和物理性能与淀积产物 D 中的多晶硅不同, 隔离层 C_b 和淀积产物 D 可以容易的彼此分离。

[0116] 依据本发明, 在金属芯组元 Ca 的表面上形成的并构成芯结构 C 的隔离层 C_b 可以由一层或者多层构成。如果构成隔离层 C_b 的层数超过 5 层, 在隔离层形成过程中就需要大量时间, 劳动和成本, 就破坏了本发明经济上的优势。因此, 隔离层的层数优选的在 1-5 的范围内, 即, 推荐隔离层 C_b 由 5 种或者以下的层构成。

[0117] 依据本发明, 隔离层 C_b 包含扩散阻挡层的功能, 来防止特殊的组分或者元素在两个金属接触区之间扩散。这里, 构成每层隔离层 C_b 的阻挡组分可以选自 (i) 氮化硅, 氧化硅, 碳化硅或者氧氮化硅, 或者 (ii) 包含至少一种构成金属芯组元的、并选自钨 (W)、铼 (Re)、锇 (Os)、钽 (Ta)、钼 (Mo)、铌 (Nb)、铱 (Ir)、铷 (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) 的金属元素以及它们的混和物的氮化物, 氧化物, 硅化物, 碳化物, 氧氮化物或者氧硅化物。

[0118] 依据本发明, 构成隔离层 C_b 的阻挡组分包含由硅或者选自构成金属芯组元 Ca 的金属中的元素的氮化物构成的物质, 这种氮化物可以包含单一组分的氮化物, 比如 $Si-N$ 、 $W-N$ 、 $Os-N$ 、 $Ta-N$ 、 $Mo-N$ 、 $Nb-N$ 、 $Ir-N$ 、 $Ru-N$ 、 $Tc-N$ 、 $Hf-N$ 、 $Rh-N$ 、 $V-N$ 、 $Cr-N$ 、 $Zr-N$ 、 $Pt-N$ 、 $Th-N$ 、

Ti-N、Lu-N、Y-N 及其它等,以及混和金属氮化物,比如 W-V-N、Ti-Si-N、Ti-C-N、Hf-Ta-Mo-N 等。

[0119] 这些氮化物基组分的大多数具有的熔点在 2,000°C 或者更高,其中,这些氮化物基组分的其它物理性能与金属芯组元 Ca 或者淀积产物 D 的那些性能不同。这些氮化物基组分可以与金属芯组元 Ca 的金属杂质离子相结合,由此使得这些氮化物基组分可以用来形成隔离层 Cb。即使在高反应温度下,氮化物基隔离层 Cb 的氮组分也几乎不会污染淀积产物 D。因而,氮化物基隔离层可以与氧化物基、氧氮化物基、碳化物基、硅化物基或者氧硅化物基隔离层 Cb 一起形成一层或者多层隔离层 Cb,并构成金属芯结构 C。

[0120] 依据本发明,构成隔离层 Cb 的阻挡组分包含由硅或者选自构成金属芯组元 Ca 的金属中的元素的氧氮化物构成的物质,这种氧氮化物可以包含单一组分的氧氮化物,比如 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,以及混和金属氧氮化物,比如 Si-Al-O-N、Hf-Zr-O-N、Mo-W-O-N、V-Mo-W-O-N 等。

[0121] 这些氧氮化物基组分的大多数具有的熔点在 2,000°C 或者更高,其中,这些氧氮化物基组分的其它物理性能与金属芯组元 Ca 或者淀积产物 D 的那些性能不同,并且这些氧氮化物基组分可以与金属芯组元 Ca 的金属杂质离子相结合,由此使得这些氧氮化物基组分可以用来形成隔离层 Cb。即使在高反应温度下,氧氮化物基隔离层 Cb 的氮组分也几乎不会污染淀积产物 D,因而,氧氮化物基隔离层可以与氮化物基、氧化物基、碳化物基、硅化物基或者氧硅化物基隔离层 Cb 一起形成一层或者多层隔离层 Cb,并构成芯结构 C。

[0122] 依据本发明,构成隔离层 Cb 的阻挡组分包含由硅或者选自构成金属芯组元 Ca 的金属中的元素的氧化物构成的物质,这种氧化物可以包含单一组分的氧化物,比如 Si-O、W-O、Ta-O、Nb-O、Hf-O、Zr-O、Ti-O 等,以及混和金属氧化物,比如 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。

[0123] 这些氧化物基组分的大多数具有的熔点在 1420°C 或者更高,其中,这些氧化物基组分的其它物理性能与金属芯组元 Ca 或者淀积产物 D 的那些性能不同,这使得这些氧化物基组分可以与金属芯组元 Ca 的金属杂质离子相结合,因而这些氧化物基组分可以用来形成隔离层 Cb。即使在高反应温度下,氧化物基隔离层 Cb 的氧组分也几乎不会污染淀积产物 D,因而,氧化物基隔离层可以与氮化物基、氧氮化物基、碳化物基、硅化物基或者氧硅化物基隔离层 Cb 一起形成一层或者多层隔离层 Cb,并构成芯结构 C。

[0124] 依据本发明,构成隔离层 Cb 的阻挡组分包含由硅或者选自构成金属芯组元 Ca 的金属中的元素的碳化物构成的物质,这种碳化物可以包含单一组分的碳化物,比如 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,混和金属碳化物,比如 Si-W-C、Ta-Hf-C、Si-Ti-C 等,以及过渡金属碳氮化物,比如 W-C-N、Ta-C-N、Zr-C-N、Ti-C-N 等。

[0125] 这些碳化物基组分的大多数具有的熔点在 2,000°C 或者更高,其中,这些碳化物基组分的其它物理性能与金属芯组元 Ca 或者淀积产物 D 的那些性能不同,这些碳化物基组分可以与金属芯组元 Ca 的金属杂质离子相结合,其可使得这些碳化物基组分用来形成隔离层 Cb。然而,在高反应温度下,碳化物基隔离层 Cb 的碳组分有污染淀积产物 D 的可能,因

而,还希望用氮化物基,氧氮化物基,硅化物基或者氧硅化物基隔离层 Cb 来对淀积产物 D 进行隔离,而不是以单一的隔离层 Cb 的形式应用。

[0126] 依据本发明,构成隔离层 Cb 的阻挡组分包含由硅或者选自构成金属芯组元 Ca 的金属中的元素的硅化物构成的物质,这种硅化物可以包含单一组分的硅化物,比如 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,以及混和金属硅化物,比如 W-V-Si、W-Ti-Si-N、Ti-Zr-Si-C、Hf-Ta-Si-N 等,并且,这些硅化物基组分可以通过往上述硅化物中加入氧元素而包含氧硅化物。

[0127] 可以调节各组分的含量,使这些硅化物基或者氧硅化物 (oxysilicide) 基组分具有的熔点在 1420°C 或者更高,这些硅化物基或者氧硅化物基组分的物理性能与金属芯组元 Ca 或者淀积产物 D 的那些性能不同,这些硅化物基或者氧硅化物基组分可以与金属芯组元 Ca 的金属杂质离子相结合,因而,这些硅化物基或者氧硅化物基组分可以用来形成一层或者多层隔离层 Cb。硅化物基或者氧硅化物基隔离层可以与氮化物基,氧化物基,氧氮化物基或者碳化物基隔离层 Cb 一起形成芯结构 C。

[0128] 如上所述,构成隔离层 Cb 的阻挡组分可以包含具有优异的物理性能的含硼组分,比如氮化物,氧化物,碳化物或者氧氮化物。由于在高反应温度下,硼基隔离层 Cb 中的硼组分有污染淀积产物 D 的可能,优选用氮化物基,氧氮化物基,硅化物基或者氧硅化物基隔离层 Cb 来将金属芯组元 Ca 与淀积产物 D 相隔离,而不是采以单一隔离层 Cb 的形式应用。

[0129] 依据本发明,可以采用各种方法通过在芯组元 Ca 的表面形成隔离层 Cb 来构建芯结构 C。

[0130] 作为形成隔离层的方法的例子,芯结构 C 可以这样构建,用一种或者多种由上述阻挡组分制成的隔离层构成单元来将芯组元 Ca 的表面包围。当一种或多种隔离层构成单元组合成隔离层 Cb 时,每个单元需要预先用阻挡组分来制备或者涂敷成预先确定好的尺寸,形状和数量。然后,可通过将它们组装成层或者通过将它们彼此连接,或者通过将这样制备的隔离层构成单元做进一步的加工,使芯组元 Ca 能被隔离层 Cb 包围,来完成芯结构 C。这种方法尤其适合于通过组装多个芯组元单元构成的组合型的芯单元的情况。由阻挡组分构成的一层或者多层隔离层 Cb 沿厚度方向构成的每个隔离层构成单元可以预先独立地制成圆形的,多边形的,同心圆形的,或者同心多边形的横截面形状。此时,可以通过将这样制备的隔离层构成单元与芯组元 Ca 以同心的方式连接在一起按层状组合来构建芯单元。依据这种方法,在芯组元 Ca 的表面和隔离层之间,在隔离层之间,或者在隔离层构成单元之间,会存在小的间隙,然而,即使存在,这些小间隙对依据本发明在芯组元上沿向外的方向形成淀积产物没有负面影响。

[0131] 不像上面的那样,通过将阻挡组分涂敷在芯组元 Ca 的表面上来形成隔离层 Cb。每种所选的阻挡组分的直接涂层可以按预先确定的厚度施用在它的表面上。如果采用这种直接涂层方法,由多个层构成的隔离层 Cb 甚至可以在同一个涂层设备中按顺序形成,或者可以在多个分离的涂层设备中形成。依据这种方法,所需要的隔离层可以形成得很致密并且紧密,这样,在芯组元 Ca 的表面和隔离层之间,或者在隔离层之间的小间隙就很难看到,不会对淀积产物 D 的形成引起任何问题。

[0132] 另一方面,还可以通过将隔离层构成单元与芯组元组装在一起的结构和隔离层直

接涂层的结构结合起来采用来制备由芯组元和其上面形成的隔离层构成的每个芯单元 C。

[0133] 依据本发明,可以在另一种反应器或者特殊的涂层设备中在芯组元 Ca 的表面上形成部分或者全部的隔离层 Cb。而相同的工作也能在硅淀积反应器中进行;该工作还可以在本发明所采用的淀积反应器或者已有的可以利用的传统淀积反应器的内部空间 Ri 中进行。这里,一个或者多个芯组元 Ca 安装在相应的淀积反应器的电极单元上;当通过电极单元供电时将芯组元加热;然后,将原料气体供给淀积反应器的内部空间中来在芯组元 Ca 的表面上形成隔离层 Cb;最终得到完成了的芯结构 C。

[0134] 同时,隔离层形成工艺也可以采用淀积反应器与另一种涂层设备结合使用的方式按顺序进行;例如,在一个特殊的涂层设备中形成了部分隔离层后,再在依据本发明的淀积反应器或者已有的传统的淀积反应器中另外形成隔离层 Cb 余下的部分。在任意一个淀积反应器中,一个或者多个未完成的芯组元 Ca 被安装在相应的电极单元上;当通过电极单元供电时将芯组元加热;然后,将原料气体供给到淀积反应器的内部空间中来在未完成的芯组元 Ca 的表面上另外形成隔离层 Cb 的余下部分;最终得到完成了的芯结构 C 代表的芯单元组。

[0135] 依据本发明,在制备由单层或者多层构成的隔离层 Cb 的过程中,形成隔离层的方法可以选自大量成熟的涂层方法,比如:(i) 物理气相淀积方法(包括溅射淀积方法,脉冲激光淀积方法,离子注入方法以及离子镀方法等);(ii) 化学气相淀积方法(包括常压化学气相淀积方法,金属有机化学气相淀积方法,等离子体增强化学气相淀积方法等);(iii) 熔融喷涂方法(包括各种喷涂方法以及气浮淀积方法(aerosol deposition method));(iv) 热反应淀积和扩散方法(包括熔融盐方法和粉末法);(v) 溶胶凝胶方法和溶液方法。

[0136] 依据本发明,在芯组元 Ca 的表面上形成的用来构成芯结构 C 的单个隔离层 Cb 的厚度取决于如下参数:芯组元 Ca 的类型或材料,杂质组分的特性,构成隔离层的阻挡组分,以及隔离层的形成方法等。单个隔离层的厚度可为几纳米(nm)到几毫米(mm)的范围。

[0137] 一般的,较厚的隔离层被认为能更可靠地防止杂质组分从芯组元 Ca 向淀积产物 D 中的扩散。然而,隔离层 Cb 厚度超过大约 20mm 会带来过多的成本负担,以及所不必要的沿隔离层 Cb 的大的温度梯度,这会使按需要维持淀积产物 D 的表面温度变得很困难。同时,这里还可以采用最近开发的一种先进技术,其用来形成厚度几纳米(nm)的原子层或者薄膜。这种由该复杂方法形成的厚度在 10nm 或者更小的薄层也可以防止杂质组分的扩散。然而,考虑到经常在芯组元 Ca 表面上和隔离层上检测到的结构缺陷的尺寸,以及芯组元和隔离层之间的界面的实际粗糙尺寸,隔离层 Cb 的厚度需要大于 10nm。因此,在本发明中,在芯结构 C 的芯组元 Ca 上形成的一层或多层隔离层 Cb 的总厚度优选的厚度范围在 10nm-20mm 之间。

[0138] 隔离层 Cb 要么具有导电性,要么具有绝缘性。这需要细心考虑当将其连接并固定在相应的高电导的电极单元上时,芯结构 C 上最外面的隔离层 Cb 的电性能。当隔离层 Cb 具有优异的导电性时,芯组元 Ca 和电极单元通过隔离层 Cb 很好地接触。然而,在隔离层中含有电绝缘性的阻挡组分时,这种隔离层不应该在芯单元的两端上形成,这样,导电电极单元可以直接与电阻性的芯组元相接触,而不是与隔离层相接触,这会引入严重的接触电阻。

[0139] 在从芯组元 Ca 中向淀积产物 D 中迁移的过程中,杂质组分可以与硅原子很好的反应或结合。由此,如果隔离层 Cb 进一步包含含硅作为阻挡组分的硅隔离层来构成芯结构 C,

是没有问题的。为了防止淀积产物 D 被杂质组分污染,硅隔离层可以置于芯组元 Ca 和隔离层 Cb 之间,隔离层 Cb 之间,或者隔离层 Cb 的最外面。如果,进一步加入了硅隔离层,硅层的厚度在 $1\ \mu\text{m}$ -10mm 的范围内。如果它的厚度小于 $1\ \mu\text{m}$,防止杂质污染的阻挡作用就不充分。然而,当厚度大于 10mm,阻挡作用变得没有必要的大,并且需要很多方面的严重牺牲,比如反应器的成本和产量。关于含硅作阻挡组分的硅隔离层 Cb,隔离层 Cb 中包含的硅隔离层 Cb 用反应气体 Gf 作为原料来形成是没有问题的。这里,需要根据晶体结构和热膨胀特性对硅隔离层 Cb 的形成进行优化,这样,可以将硅淀积产物 D 容易地从硅隔离层上分离。

[0140] 因此,可以在依据本发明的淀积反应器或者已有的按现有技术构建的传统淀积反应器中在芯组元 Ca 的表面上形成由阻挡组分和 / 或硅制成的部分隔离层或者整个隔离层 Cb。相同的工作还可以使用特殊的涂层设备,薄膜形成设备或者其它类型的反应器来进行。

[0141] 如上所述,代替在分离的设备中进行,加入含硅作阻挡组分的硅隔离层及构成芯结构 C 的工作可以在本发明所采用的淀积反应器的内部空间 Ri 中进行。而且,还可以采用依据本发明的反应气体 Gf 作隔离层的原料气体来在芯结构 C 上形成硅隔离层。这里,需要根据晶体结构和热膨胀特性对硅隔离层 Cb 的形成进行优化,这样,可以将淀积产物 D 容易地从硅隔离层上分离。

[0142] 同时,在制备用于本发明的芯单元的过程中,在对芯组元 Ca 进行加工之前 / 之后,或者在形成隔离层之前 / 之后或者过程中,或者在进行硅淀积之前,优选在 400 - $3,000^\circ\text{C}$ 的温度范围内进行热处理,以去除或者化学转换剩余的杂质组分。并且,对芯单元或者芯组元进行的热处理可以在比如氢气,氮气,氩气或者氦气等气氛中进行。热处理可以在本发明所用的淀积反应器中,在已有的按现有技术构建的传统淀积反应器中,或者在特殊的热处理或者涂层设备中进行。

[0143] 如上所述,在依据本发明将芯结构从室温快速并容易地电加热到反应温度之后,通过供给反应气体,在芯结构上沿向外的方向形成硅淀积产物。这个硅淀积过程基本上与在传统淀积反应器中所进行的相同。

[0144] 由此,如果可以采用电极单元进行电加热,则通过采用本发明中的金属芯结构代替由硅材料制成的传统芯结构,可以将本发明没有任何困难的应用到根据现有技术中的方法制造和安装的各种可利用的淀积反应器中。

[0145] 依据本发明,一旦硅棒的直径或者对角线长度达到了最大允许值,就完成了硅淀积操作。然后,在两个相邻淀积产物 D 之间发生所不希望的接触之前终止淀积操作。此后,打开反应器,将淀积产物作为产品收集起来。

[0146] 为了采用依据本发明制造的多晶硅产物作为制备多晶或者单晶锭,块,板或者薄膜的原料,必须将硅棒产物分成淀积产物 D 和芯组元以及 / 或者隔离层 Cb。

[0147] 依据本发明,芯组元 Ca,隔离层 Cb 和淀积产物 D 在组分,晶体结构或者物理特性等方面彼此不同。因此,从用本发明所得到的棒状多晶硅上分离并收集淀积产物 D 并不困难。在该分离步骤中,芯组元 Ca 或者隔离层 Cb 可能会损坏或者破碎。但是,如果隔离层形成工艺是在优化条件下进行的,可以将芯组元 Ca 和 / 或隔离层 Cb 按原样回收起来并重新利用。

[0148] 依据本发明制造的高纯度多晶硅产物可用作半导体器件,太阳能电池,化学处理单元,工业系统或者小尺寸高集成度的精密器件的原料,这些器件分别由具有高纯度或者半导体性能的材料构成。

[0149] 用本发明制备的多晶硅产物可以依据所需要的尺寸加工成圆柱形或者六面体形,然后封装起来。而且,可以将多晶硅产物进一步粉碎成大块状,小块状,小片状或者颗粒状的硅产品。如果需要,将产品进一步清洗并干燥,以去除其表面上在粉碎过程中被污染的杂质组分。

[0150] 加工成圆柱状的产品可以用在依据区熔法的单晶生长中。粉碎的具有不规则形状和各种尺寸的产品可以在坩锅中熔融,然后制成单晶或者多晶锭,块,板或者薄膜形状的制品。

[0151] 下面结合下述实施方案对本发明作更详细的描述。但这些实施方案不应被认为是对本发明范围的限制。

[0152] 图 3 所示是一个由相同形状的 36 组芯单元构成的芯结构 C 的平面布局图,其中,每个芯单元都依据本发明具有圆形的横截面,并在金属芯组元 Ca 的表面上形成有隔离层 Cb。在这种淀积反应器中,供电系统可以这样构成,使所有的芯单元都能按串联和 / 或并联电路安置。然而,由于依据电路配置,由电源 V 提供的电压可能会太低或者太高,所以,依据芯结构 C 的安装排布,即,空间布局,这个实施方案中的芯结构 C 被分成了 6 个芯组,芯组 A 到芯组 F。这里,每个芯组包括 6 组芯单元。基于所构建的电路,这个实施方案中的电极 E 通过电力传送结构 T 连接到一个电源上或者多个电源上;使得芯组可以彼此按并联相互连接,而在每个芯组中所包含的芯单元可彼此按串联相互连接。在这种供电系统中,电流在芯组 A 中沿 A1 → A2 → A3 → A4 → A5 → A6 的路径流过,优选提供一种电力传送结构 T' 或者电连接结构,通过它,相邻的电极单元 E 可以依据所构建的电路配置彼此电连接在一起。一旦基于这种芯结构的安装排布和依据此排布构建的供电系统将芯结构 C 电加热,并同时反应气体 Gf 供给到淀积反应器的内部空间 Ri 中,就会在芯结构 C 上沿向外的方向形成并长大硅淀积产物 D。在这个淀积过程中,淀积产物 D 不会被从金属芯组元 Ca 上迁移过来的杂质组分明显污染。结果制成了具有接近圆形的横截面的棒状多晶硅。

[0153] 图 4 所示是由 12 组芯单元构成的芯结构 C 的平面布局图。这里,依据本发明,采用了两种横截面。芯单元各自包括在金属芯组元 Ca 的表面上形成的隔离层 Cb。在这种淀积反应器中,供电系统可以这样构成,使所有的芯单元可以按串联和 / 或并联电路安置。然而,由于依据电路配置,从电源 V 提供的电压可能太低或者太高,所以在这个实施方案中,将芯结构 C 分成由 8 组芯单元构成的芯组 A 和由 4 组芯单元构成的芯组 B。这里,芯组 A 中的每个芯单元由带状或者条状的金属芯组元构成,而芯组 B 由中空的同轴圆管或导管状的金属芯组元构成。这个实施方案中的电极 E 基于所构建的电路通过电力传送结构 T 连接到一个电源上或者多个电源上,使得芯组可以彼此按并联相互连接,而在每个芯组中所包含的芯单元彼此按串联相互连接。在这种供电系统中,电流在芯组 B 中沿 B1 → B2 → B3 → B4 的路径流过,优选提供一种电力传送结构 T' 或者电连接结构,通过它,相邻的电极单元 E 可以依据所构建的电路配置彼此电连接在一起。一旦基于这种芯结构的安装排布和依据此排布构建的供电系统将芯结构 C 电加热,并同时反应气体 Gf 供给到淀积反应器的内部空间 Ri 中,就会在芯结构 C 上沿向外的方向形成并长大硅淀积产物 D。在这个淀积过程中,淀积产物 D 不会被从金属芯组元 Ca 上迁移过来的杂质组分明显污染。结果制成了具有接近圆形的横截面的棒状多晶硅。

[0154] 依据本发明,为了制造出可以用作半导体器件和 / 或太阳能电池的原料的高纯度

多晶硅,在金属芯组元 Ca 的表面上形成隔离层 Cb 是不可或缺的。

[0155] 例如,在图 8 中所示,如果在由纯度 99% 的钨制成的棒状芯组元 Ca 的表面上形成由厚度大约 $30\ \mu\text{m} [= (db-da)/2]$ 的 Ti-N 层、厚度大约 $50\ \mu\text{m}$ 的硅层、以及厚度大约 $10\ \mu\text{m}$ 的 Si-N 层构成的隔离层 Cb,可以防止淀积产物 D 被芯组元 Ca 的杂质组分,比如钨,所污染。隔离层的这个好处很容易通过用电感耦合等离子质谱 (ICP-MS) 等进行分析而验证。

[0156] 作为另一个实施例,如图 6 中所示,在由纯度 99.9% 的钨制成的棒状芯组元 Ca 的表面上形成有两种隔离层,厚度大约 $30\ \mu\text{m} [= (db-da)/2]$ 的 Ti-N 层 Cb 和厚度大约 $800\ \mu\text{m}$ 的 W-Si 层 Cb'。这样,可以防止淀积产物 D 被芯组元 Ca 的杂质组分,比如钨,所污染。

[0157] 当如上所述在隔离层 Cb 中加入硅层时,可以供给在本发明中用于淀积过程的反应气体作为原料气体来形成制备芯结构 C 所需要的硅隔离层。

[0158] 在金属芯组元 Ca 的表面上形成硅隔离层或者各种隔离层的工序可以在特殊的涂层设备或者反应设备中进行。然而,这个步骤可以在金属芯组元 Ca 和电极单元 E 彼此连接在一起并安装在了用于本发明的钟罩式淀积反应器的内部空间中的状态下进行,通过电极单元 E 供电将金属芯组元 Ca 加热,将形成硅层或者其它隔离层的原料气体供给到内部空间中,由此制备出本发明所需要的芯结构 C。

[0159] 同时,也可以通过如下的方法来制备本发明所需要的芯结构 C,其中,将预先在金属芯组元上形成了部分隔离层 Cb' 的初步的芯结构和电极结构 E 彼此连接在一起并安装在淀积反应器的内部空间中,通过电极结构 E 供电将初步的芯结构加热,将用于形成另外的隔离层 Cb'' 的原料气体供给到内部空间中,由此在初步的芯结构的表面上形成包含硅或者其它阻挡组分的另外的隔离层 Cb''。

[0160] 隔离层 Cb 的有益效果可以通过应用由合金代替高纯度的过渡金属制成的芯组元 Ca 来实现。例如,当用在钨 (W) 中加入了 0.2-3wt% 范围内的钍 (Th),镧 (La),以及 / 或者钛 (Ti) 等元素的合金作为金属芯组元 Ca 时,隔离层 Cb 的效果也可以得到。

[0161] 依据本发明,各种隔离层形成模式可以用来防止芯组元 Ca 的组分对淀积产物 D 的污染,芯组元 Ca 可以具有各种形状,比如,图 5,图 6 和图 8 中所示的棒状,线状,或者丝状,具有圆形的横截面,图 7 中所示的导线管、圆管或导管状,具有同心矩形的横截面,图 9 中所示的条状,或者带状,具有矩形的横截面。

[0162] 在制备芯结构 C 时,在形成隔离层的工序中,或者在将芯单元加工成为紧密安装在相应的电极单元上而需要的形状时,杂质组分也会引入到芯结构 C 中,或者在其中产生。因此,在依据本发明应用金属芯结构 C 时,优选将构成芯结构 C 的芯单元在 $400-3,000^\circ\text{C}$ 的温度范围进行热处理。该热处理是为了去除或者化学转换剩余的杂质组分,可以在真空或者高纯的氢气,氮气,氩气或者氦气气氛中进行。

[0163] 如上所述,在采用依据本发明制备的芯结构 C 在淀积反应器内获得了棒状多晶硅之后,必须将用作产品的硅淀积产物 D 从金属芯组元 Ca 或者隔离层 Cb 或者芯结构 C 上分离。依据本发明,上述分离步骤可以容易地进行。在上述分离步骤中损坏的芯结构 C 可以丢弃。而没有损坏的,而是分离并回收的金属芯组元 Ca、隔离层 Cb 或者芯结构 C,如果必要,在合适的清洗步骤之后,可以重复利用来形成硅淀积产物 D。

[0164] 工业实用性

[0165] 如上所述,依据本发明制备多晶硅棒的方法具有如下优点:

[0166] 1) 制备由高纯度硅材料制成的芯结构需要相对很高的花费,因为制作和加工芯结构的过程产量低,因而增加了经济负担。相反,本发明可以基于较廉价的芯材料、制备和加工芯结构中较低的花费和提高的生产率经济高效地制备芯结构。

[0167] 2) 依据本发明,在金属芯组元表面上形成的隔离层可以在硅淀积的高温过程中防止或者减少杂质组分从金属芯组元向淀积产物中的扩散,因而能够采用金属芯组元制备高纯度的多晶硅棒。

[0168] 3) 与不可避免的基于昂贵的供电设备进行复杂操作来将传统的硅基芯结构预热的步骤相反,依据本发明的芯结构可以采用普通廉价的供电设备,进行简单的操作,方便的从室温电加热到反应温度。所以,本发明在设备和芯结构成本,电加热速率,相同产量的淀积反应器的操作周期和淀积反应器的产率等方面具有优势。

[0169] 4) 由于金属芯组元在物理强度上优于硅芯材料,通过淀积获得的多晶硅棒的结构稳定性提高。因而,可以制造出直径和长度更大的多晶硅棒,由此显著提高每个淀积反应器的产量。

[0170] 5) 在本发明中,由于金属芯组元具有的熔点比可用来构成芯结构的硅材料的高得多,金属芯组元的最大允许温度比硅的熔点高,因此,当将芯结构加热时,可以增大硅棒的最大直径,并将硅棒的表面保持在相对较高的温度。结果,可以显著提高硅淀积反应器的产率和经济效率。

[0171] 6) 依据本发明的金属芯结构的特征在于,尽管采用金属芯组元,但可以最小化或者避免产品的污染。因而,本发明可以广泛的应用到各种淀积反应器中来制备棒状多晶硅,而不管淀积反应器的形状和结构,包括:钟罩式,管式或者腔式淀积反应器。本发明甚至可以应用到依据现有技术制造并构建的传统淀积反应器中,提高反应器的产率。

[0172] 尽管结合优选实施方案对本发明进行了描述和阐释,本领域技术人员明白,只要不脱离本发明的精神和范围,可以进行各种修正和改变。所以,本发明覆盖包括在所附权利要求及其等同条款中的修正和改变。

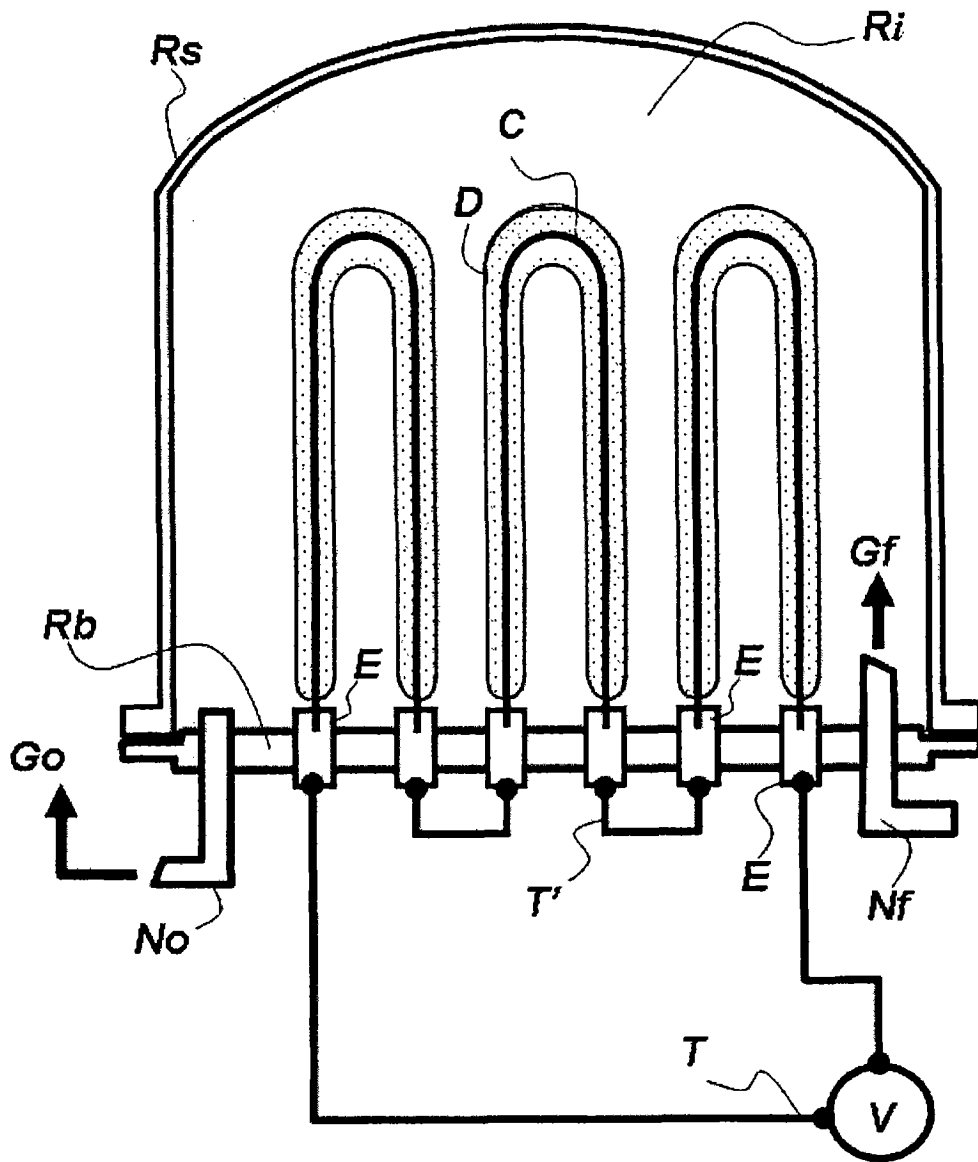


图 1

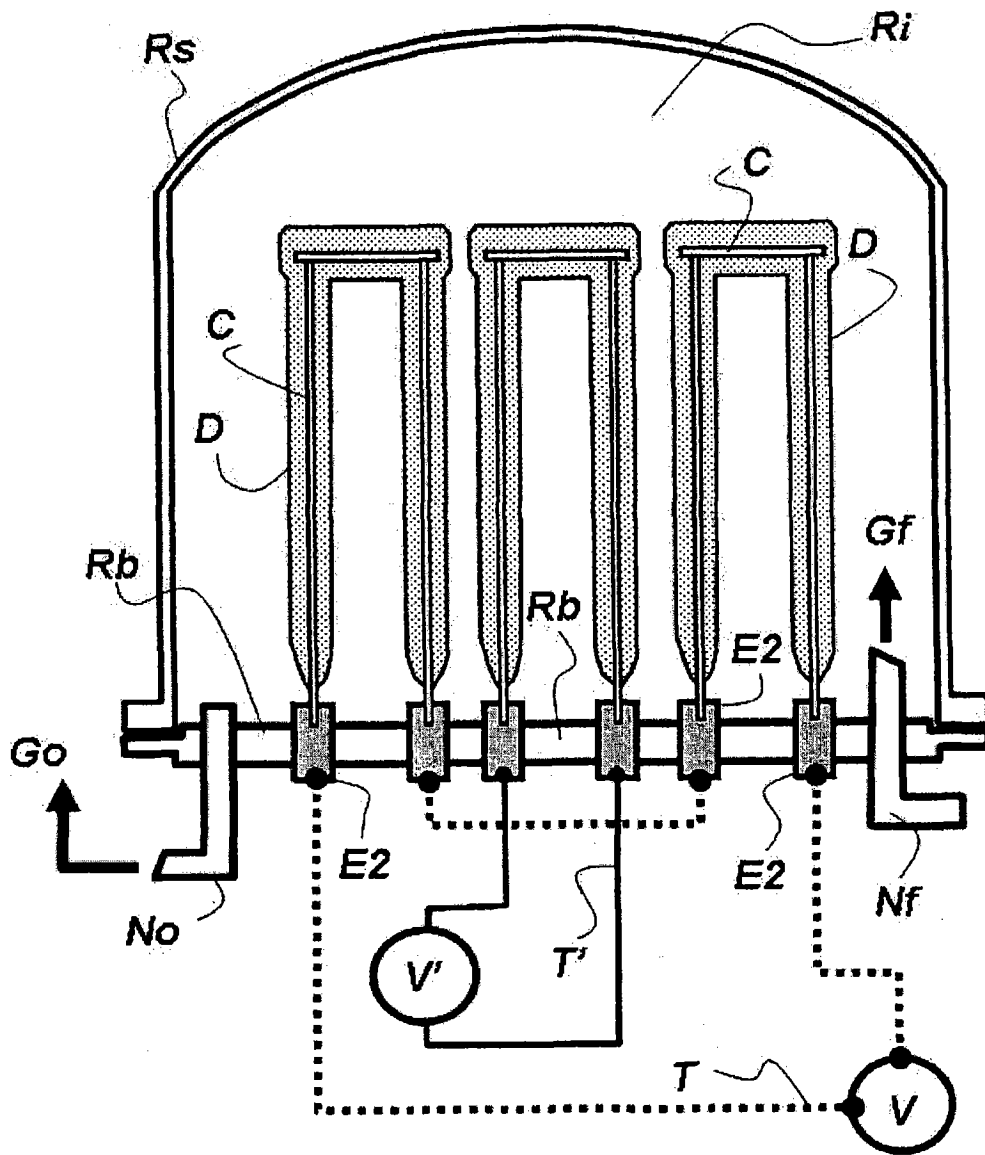


图 2

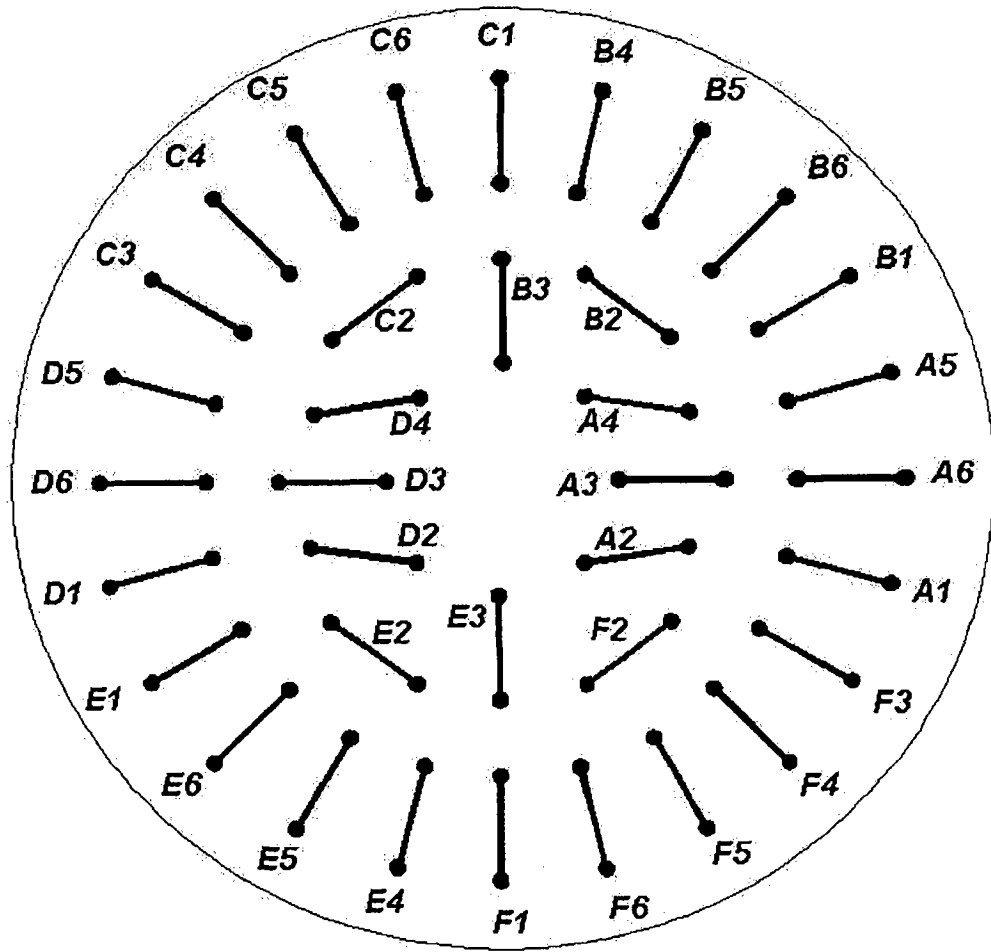


图 3

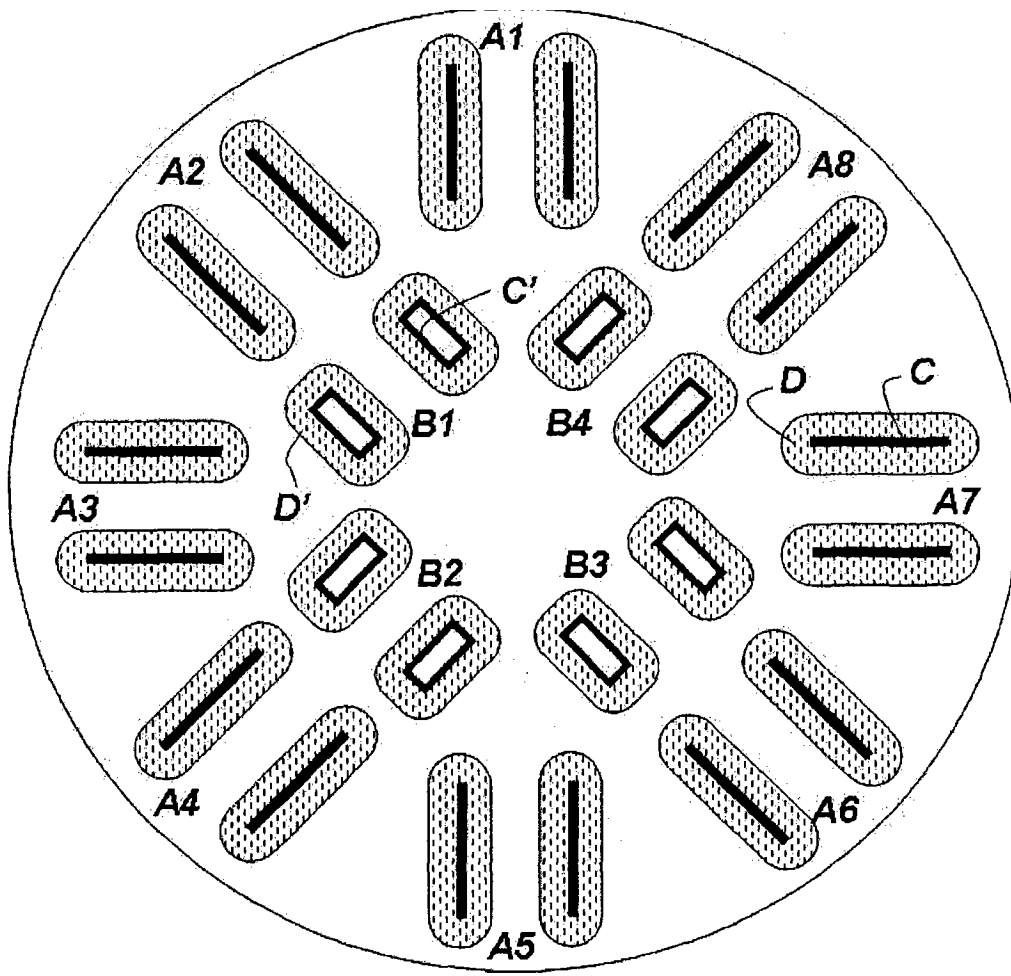


图 4

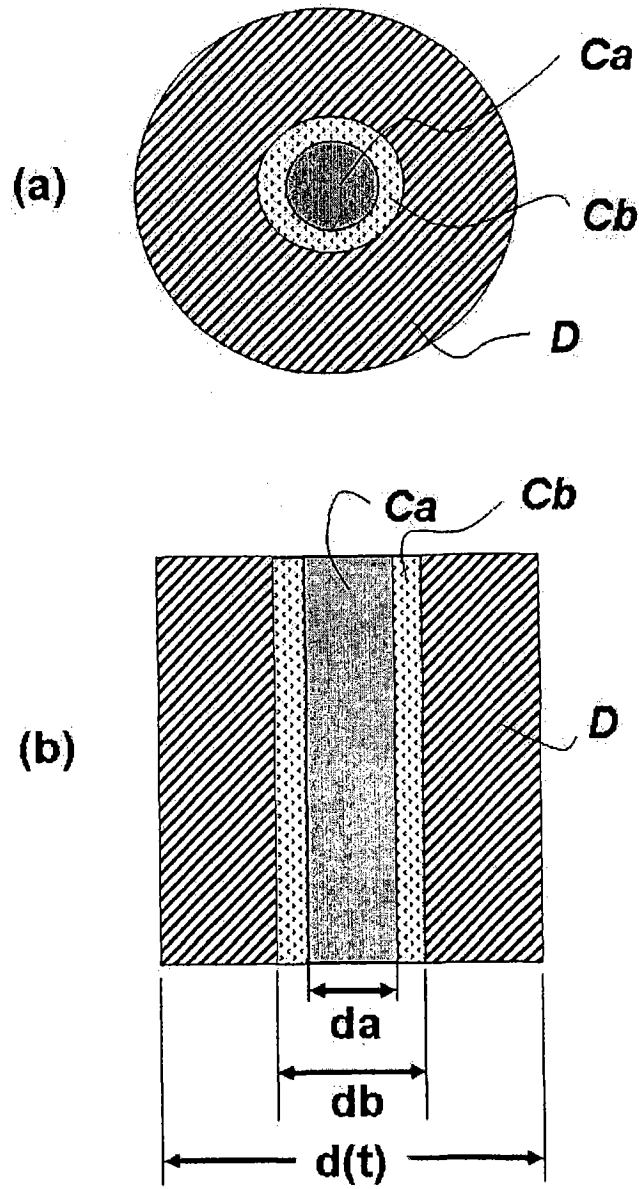


图 5

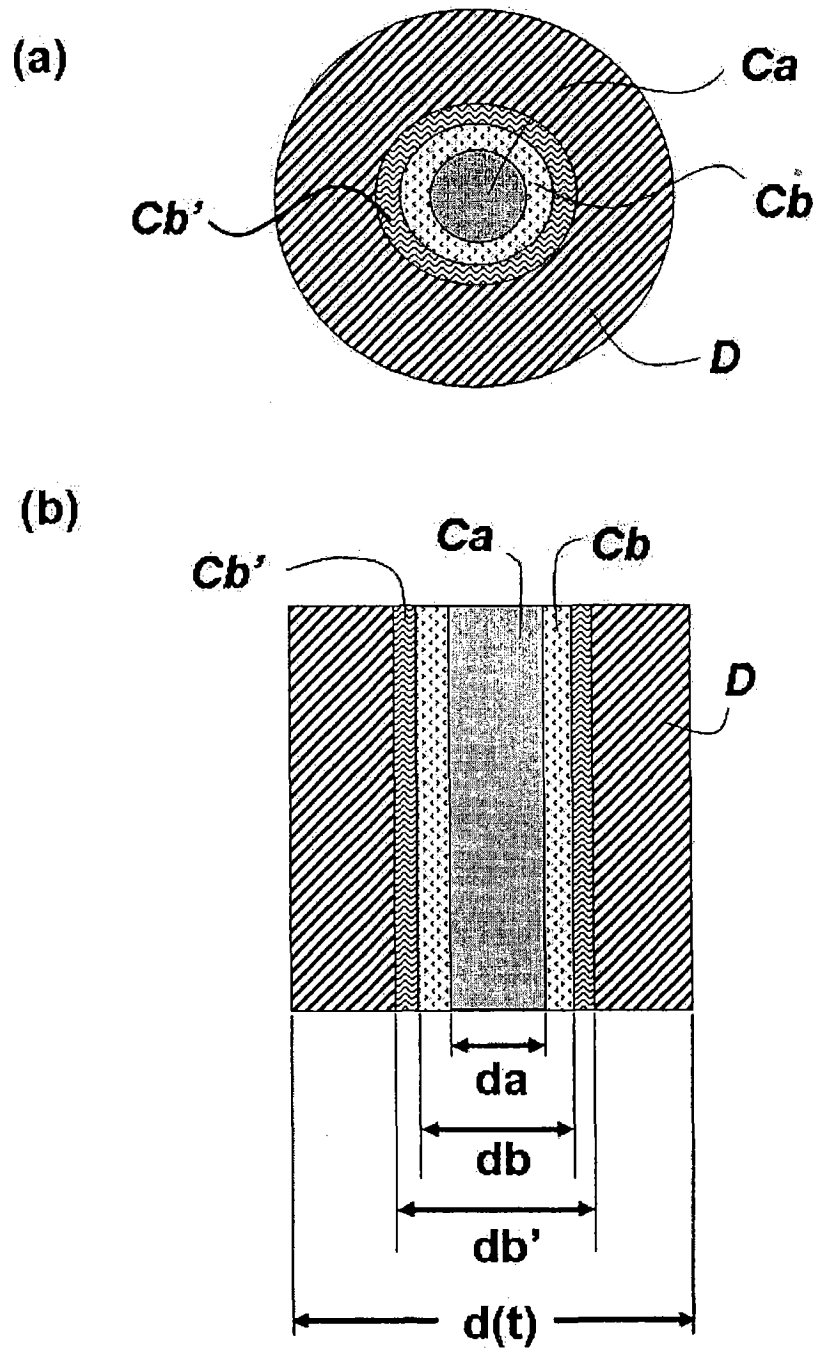


图 6

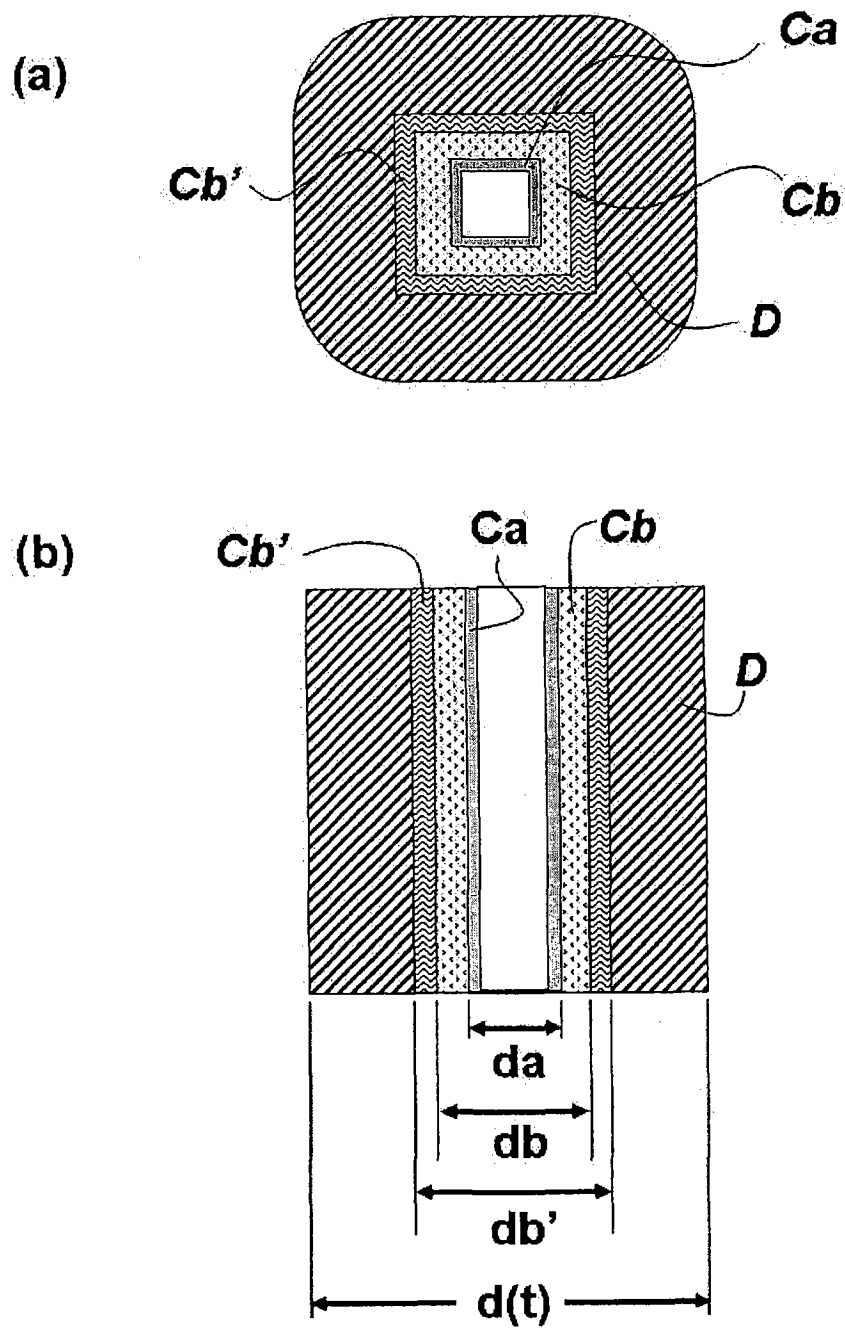


图 7

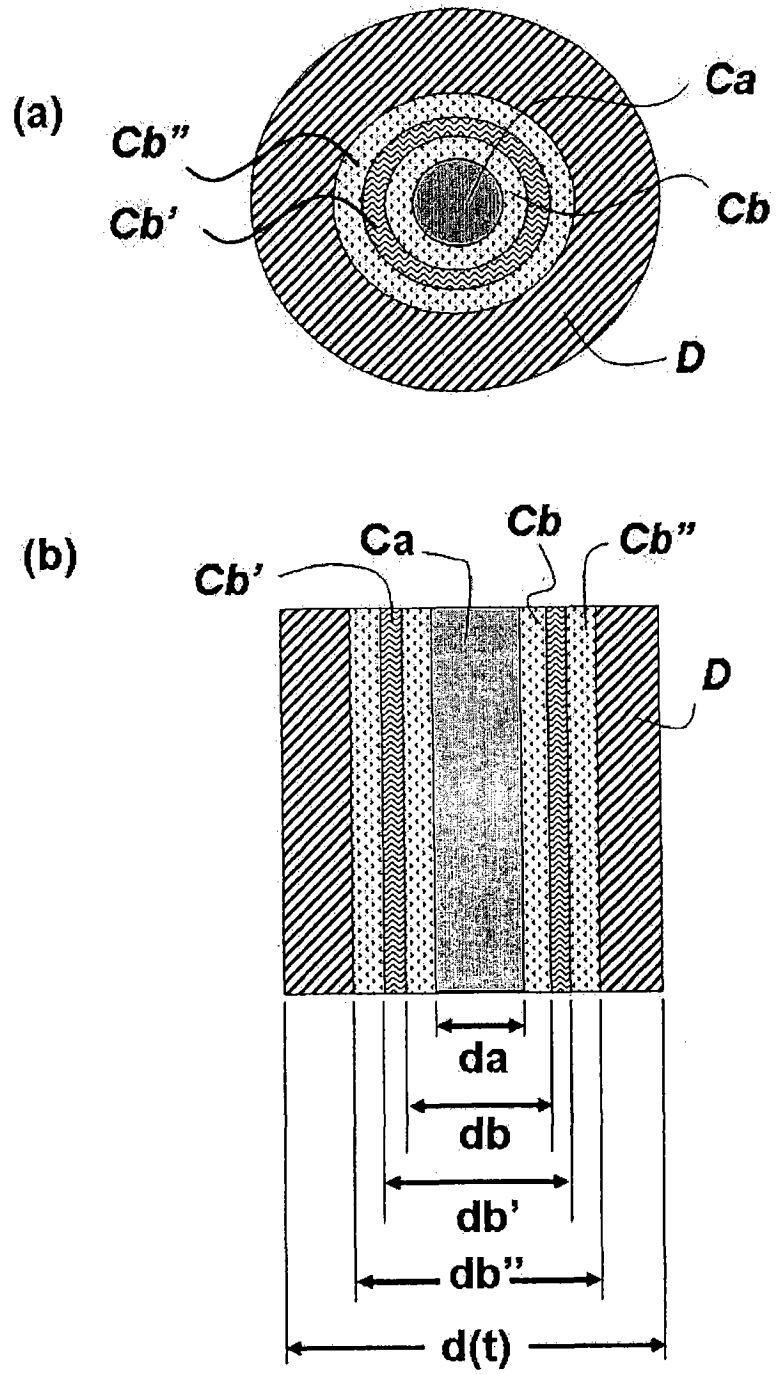


图 8

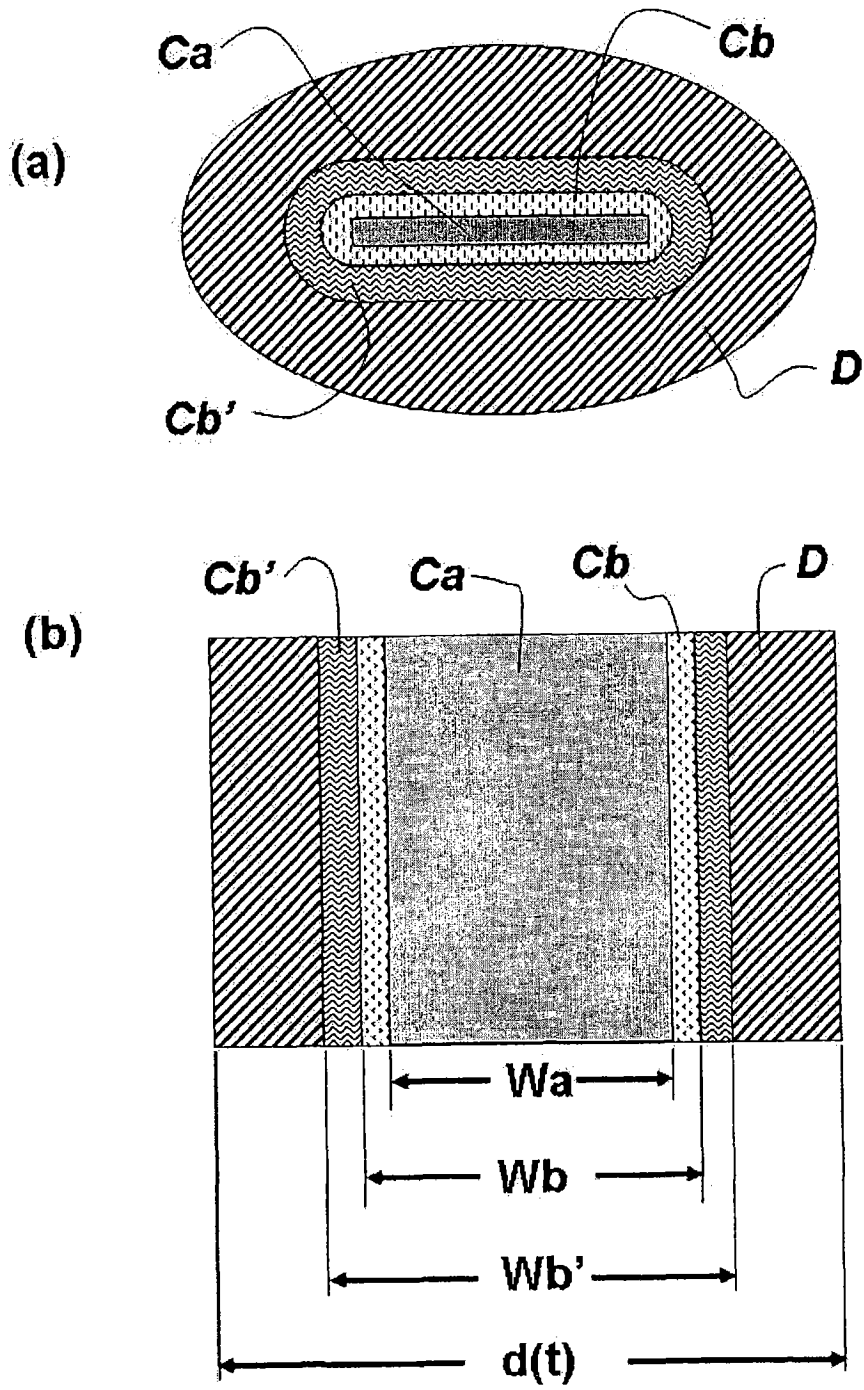


图 9