



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02801846. X

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1272531C

[22] 申请日 2002.5.27 [21] 申请号 02801846. X

[30] 优先权

[32] 2001. 5. 25 [33] JP [31] 157701/01

[32] 2001. 5. 25 [33] JP [31] 157703/01

[32] 2001. 5. 25 [33] JP [31] 157702/01

[32] 2001. 5. 25 [33] JP [31] 157704/01

[32] 2001. 5. 31 [33] JP [31] 164915/01

[32] 2001. 5. 25 [33] JP [31] 157705/01

[86] 国际申请 PCT/JP2002/005124 2002. 5. 27

[87] 国际公布 WO2002/103171 日 2002. 12. 27

[85] 进入国家阶段日期 2003. 1. 24

[71] 专利权人 揖斐电株式会社

地址 日本岐阜县

[72] 发明人 棚桥一智 堂下正景 高桥秀智

审查员 刘克宽

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 丁香兰

权利要求书 1 页 说明书 87 页 附图 14 页

[54] 发明名称

氧化铝-氧化硅纤维及其制备方法和应用

[57] 摘要

本发明的目的是提供氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，采用该方法可以确保容易地制备机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维，本发明采用由无机盐法得到的氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液作为原料，从而获得母体纤维。其次，在难以使所述母体纤维所含的碳组分发生氧化反应的气氛中加热所述母体纤维，从而烧结所述母体纤维而得到了氧化铝-氧化硅纤维。

1. 氧化铝-氧化硅纤维，该氧化铝-氧化硅纤维中残余的碳量为 1 重量%至 20 重量%，并且氧化铝-氧化硅纤维因含有残余的碳组分而呈现颜色，具有 JIS Z 8721 中所规定的 N0 至 N8 的亮度，其拉伸强度为 1.2GPa 至 2.3GPa，弯曲强度为 1.0GPa 至 2.0GPa，断裂韧性为 $0.8 \text{ MN/m}^{3/2}$ 至 $1.6 \text{ MN/m}^{3/2}$ 。

2. 权利要求 1 所述的氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，该方法包括：纺丝步骤，采用由无机盐法得到的氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液作为原料，所述纺丝料液的粘度为 10 泊到 2000 泊，通过纺丝设备的喷嘴排出到空气中，从而获得母体纤维；和煅烧步骤，在氮气气氛中以 1000°C 到 1300°C 的温度加热所述母体纤维，从而烧结所述母体纤维；其中，所述母体纤维中的碳组分来自有机聚合物，该有机聚合物作为拉丝性能赋予剂而加入到所述氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液中。

3. 具有非圆形截面的氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，从喷嘴排出含有铝盐水溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物的纺丝料液，从而得到母体纤维；吹扫步骤，在所述母体纤维从所述非圆形截面的喷嘴的排出部位排出后，立即用干燥的热空气吹扫所述母体纤维；煅烧步骤，加热并烧结所述母体纤维；其中，所述的干燥热空气的温度为 30°C 到 100°C ，风速为 1m/s 到 50 m/s 。

4. 根据权利要求 3 的氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，其中，所述干燥的热空气沿所述母体纤维的排出方向吹扫。

5. 根据权利要求 3 或 4 的氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，其中，在所述纺丝料液中预先加入水溶性增塑剂。

氧化铝-氧化硅纤维及其制备方法和应用

5 技术领域

本发明涉及氧化铝-氧化硅纤维、陶瓷纤维、陶瓷纤维聚集体、紧固密封材料及其制备方法，以及氧化铝纤维聚集体的制备方法。

背景技术

10 在例如公共汽车、卡车和建筑机械等车辆的内燃机排放的废气中，含有影响环境和人体的细颗粒，这已经成为了一个问题。

现有的各种陶瓷纤维使得废气经过多孔的陶瓷，从而捕集废气中的细颗粒，使废气得到净化。

这种陶瓷纤维的一个例子是，如图 16，在蜂窝式过滤器 30 中，通
15 过粘合剂层 34 将多个多孔的陶瓷部件 40 固定，从而构成柱状的陶瓷块 35，在该柱状陶瓷块 35 周围具有密封材料层 33。再如图 17，沿该多孔陶瓷部件 40 的纵向排列有许多通孔 42，于是，将通孔 42 彼此分隔开来的每一隔墙 43 就作为过滤器。

换言之，如图 17 (b) 所示，对于多孔陶瓷部件 40 中的每一通孔 42，
20 将废气输入端或输出端用填料 41 密封起来，从而使流入通孔 42 的废气总要穿过分隔通孔 42 的隔墙 43，然后通过另一个通孔 42；于是，当废气穿过隔墙 43 时，其中的细颗粒被隔墙 43 捕获，从而净化了废气。

此外，在陶瓷部件 40 的外周附着有密封材料层 33，该密封材料层 33 可阻止废气从暴露在多孔陶瓷部件 40 外部的通孔 42 泄露出去。

25 在大型车辆和柴油发动机车等各种运输工具上，使用了碳化硅作为构成该类多孔陶瓷部件 40 的以非氧化物为基础的陶瓷材料，所述碳化硅具有优异的耐热性和易于回收等优点。

此外，除所述颗粒外，所述废气还含有 CO，NO_x，HC 等，为了除去废气中的这些物质，有人提出采用净化废气的催化转化装置，该装置实

实际上与所述蜂窝式过滤器 30 的形状相同，其内部沉积了例如铂催化剂。

此外，近年来，人们已经对新一代的清洁能源进行了研究，该能源不用石油作为能量的来源，其中，人们认为例如燃料电池是非常具有前景的能源。

5 燃料电池采用由氢气和氧气反应生成水而获得的电作为能量的来源，其工作方式是，从空气中直接获取氧气，而采用经过改性的甲醇和汽油等来获取氢气，在对这些甲醇和汽油等进行改性的过程中，需要采用净化废气的催化转化装置，该装置的形状实际上与所述蜂窝式过滤器 30 相同，在其内部沉积了铜基催化剂。

10 通常，蜂窝式过滤器 30、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置等被安置在圆筒状的金属壳内使用，此时，在蜂窝式过滤器 30、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置等与所述金属壳之间存在空隙，为了填充此空隙，在其中插入了如图 18 所示的紧固密封材料 50。

15 如图 18 所示，紧固密封材料 50 具有凸起结合部 52，该凸起结合部 52 位于基材 51 的短边一侧，并且事实上呈矩形，而凹陷结合部 53 位于另一短边侧。

当把紧固密封材料 50 包覆在蜂窝式过滤器 30 的外周时，凸起结合部 52 和凹陷结合部 53 刚好能相互配合；这样可防止紧固密封材料 50 移
20 位。

习惯上，这类紧固密封材料由如下第一到第四种方法制备。

即，在制备所述紧固密封材料的第一种方法中，首先，将含有氧化铝源和二氧化硅源的起始物质加热到约 2000℃，并在熔融状态下纺丝，然后快速冷却，从而得到氧化铝含量和二氧化硅含量实际上相同的陶瓷
25 纤维。然后，将所述陶瓷纤维聚集成毡状的材料。然后用金属模具冲切该材料，从而制得紧固密封材料。

在制备所述紧固密封材料的第二种方法中，首先，制备含有氧化铝源和二氧化硅源的纺丝料液，然后通过喷嘴排出该料液，从而连续获得正圆形截面的母体纤维。其次，烧结由所述纺丝步骤得到的母体长纤维，

然后将所得的氧化铝-氧化硅纤维切割成预定长度的短纤维。再次，将如此获得的短纤维置于模具内，以便形成毡状的纤维集合体。用金属模具冲切该纤维集合体，从而制得紧固密封材料。

此外，在制备所述紧固密封材料的第三种方法中，预先制备用于无机盐法的纺丝料液，将该料液供给离心喷嘴，于是通过施加在离心喷嘴上的离心力将该纺丝料液吹出喷嘴，从而形成母体纤维。其次，将所得的母体纤维聚集成毡状，用金属模具冲切该毡状的聚集体，以便制备紧固密封材料。

在制备所述紧固密封材料的第四种方法中，首先，将氧化铝纤维料液（氧化铝-氧化硅纤维料液）进行纺丝，以便形成连续的母体长纤维，将该连续的母体长纤维烧结，从而制得氧化铝长纤维。

其次，将该氧化铝长纤维切割成氧化铝短纤维，将该氧化铝短纤维集中、松解并压片，而后将其压制成为毡状的氧化铝纤维聚集体。

然后，该毡状聚集体被冲切成预定的形状，从而制得紧固密封材料。将如此制得的紧固密封材料包覆在所述蜂窝式过滤器、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置的外周，然后将其装入金属壳内；在这种状态下，由于该紧固密封材料沿厚度方向被压缩，所以，在紧固密封材料中就产生对抗该压缩的排斥力（表面压力）。该排斥力可以使所述金属壳内的部件固定，所述金属壳内的部件是如蜂窝式过滤器、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置。

当蜂窝式过滤器、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置等以压嵌式装入所述金属壳内时，金属圆筒部件的截面为 O 形，当使用封壳式（canning）容纳这些物体时采用一合瓣，所述合瓣是由将具有 O 形截面的金属圆筒部件沿轴线方向分隔成多片而形成的。除此方法外，还使用金属壳，其通过使用具有 C 形或 U 形截面的金属圆筒部件，通过焊接、粘接和螺栓紧固等方法使金属壳紧固。

然而，就由第一种方法制得的紧固密封材料而言，由于该部件在使用时要经受振动和例如废气的高温，所以其表面压力会随着时间的推移而逐渐降低，这会相对过早地损害对催化剂载体的紧固和密封状况。

此外，就由第一种方法制得的紧固密封材料而言，要求长期保持蜂窝式过滤器、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置等的紧固性；然而，由所述熔融法制得的常规陶瓷纤维不但无定形成分的含量高，而且其结晶度（富铝红柱石含量）很低，即小于1重量%。因此，

5 当所得的纤维长时间经受高温时，随着结晶化的继续进行会发生热收缩，从而导致纤维的脆化。所以，采用这类纤维制备的紧固密封材料不能提供足够高的初始表面压力，而且在使用中会随时间而大幅度地降低表面压力。

为了解决此类问题，有人提出了将陶瓷纤维的结晶度提高到约10重量%的方法；然而，在此情形下，纤维的硬化降低了紧固密封材料的弹性和韧性，并因此而降低了其密封能力。

10

此外，就由第二种方法制得的紧固密封材料而言，要求长期保持蜂窝式过滤器、净化废气的催化转化装置或燃料电池的催化转化装置等的紧固性；然而，长时间经受高温时，由第二种方法制得的圆形截面的氧化铝-氧化硅纤维容易失去韧性变脆而容易破碎。因此，由此类纤维制得的

15 紧固密封材料的表面压力容易随时间而降低。

此外，就由第三种方法制得的紧固密封材料而言，当采用吹塑法制备陶瓷纤维时，毡状聚集体的单位重量（单位面积的重量）会随位置的不同而差异较大。

20 换言之，纤维的聚集程度不均一所导致的结果是，当被冲切的毡状聚集体的位置不同时，所得的紧固密封材料的表面压力值就会不同。因此，这就不能获得质量稳定性优异的紧固密封材料。

此处，在由所述的第四种方法形成的氧化铝纤维聚集体中，用来制备氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维不具有足够高的机械强度，而且其

25 离差相对较大，因此，氧化铝纤维聚集体的初始表面压力就不足，而且随着时间的推移，所述氧化铝纤维聚集体的表面压力降低的幅度相对较大；所以，需要对此进行改进。

此处，“初始表面压力”是指，在既无载荷又未受热的状态下氧化铝纤维聚集体的表面压力。

发明内容

本发明就是要设法解决所述问题。本发明第一组的目的是：提供紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低；提供氧化铝-氧化硅纤维及其制备方法，所述氧化铝-氧化硅纤维具有优异的机械强度，并适合于制备所述紧固密封材料；以及提供氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，所述方法可确保容易地得到所述机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维。

此外，本发明第二组的目的是：提供紧固密封材料和催化转化装置，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，该表面压力不易随时间而降低，而且具有优异的密封特性；还提供紧固密封材料的制备方法，所述方法适合于获得所述紧固密封材料。

其次，本发明第三组的目的是：提供紧固密封材料，所述密封材料的表面压力不易随时间而降低；还提供氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，所述氧化铝-氧化硅纤维用于所述紧固密封材料。

其次，本发明第四组的目的是：提供质量稳定性优异的紧固密封材料；还提供紧固密封材料的制备方法，所述方法适合于获得所述紧固密封材料。

其次，本发明第五组的目的是：提供紧固密封材料，所述紧固密封材料的表面压力不易随时间而降低；还提供紧固密封材料的制备方法，所述方法适合于获得所述紧固密封材料；还提供陶瓷纤维聚集体及其陶瓷纤维。

其次，本发明第六组的目的是：提供氧化铝纤维聚集体的制备方法，所述氧化铝纤维含有氧化铝短纤维，所述氧化铝短纤维强度高且离差小，因而它可提供足够的初始表面压力，且该表面压力不易随时间而降低。

为了解决本发明所述第一组的问题，发明者们进行了努力研究，经过大量试验和失败，他们幸运地制得了机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维。由此方法获得的氧化铝-氧化硅纤维通常为黑色，其特征明显不同于公知的白色透明的氧化铝-氧化硅纤维。发明者们进一步努力研究了这种

不同于普通纤维的颜色所产生的原因。结果他们发现，由于纤维中残余的碳含量增加了，所以纤维就呈黑色，而且，残余的碳还提高了机械强度。基于这些发现，发明者们进行了进一步的努力研究，最终达到了下述的本发明第一组的目的。

5 根据本发明第一组的第 1 项的发明总括了呈黑色的氧化铝-氧化硅纤维。

根据本发明第一组的第 2 项的发明总括了因含有碳组分而呈黑色的氧化铝-氧化硅纤维。

10 根据本发明第一组的第 3 项的发明总括了氧化铝-氧化硅纤维，所述氧化铝-氧化硅纤维中残余碳的含量为 1 重量%或更多，其因含有残余碳组分而呈黑色，其纤维的拉伸强度为 1.2GPa 或更大，弯曲强度为 1.0GPa 或更大，断裂韧性为 $0.8 \text{ MN/m}^{3/2}$ 或更大。

15 根据本发明第一组的第 4 项的发明总括了氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，采用由无机盐法得到的氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液作为原料，从而获得母体纤维；和煅烧步骤，在难以使所述母体纤维所含的碳组分发生氧化反应的气氛中加热所述母体纤维，从而烧结所述母体纤维。

根据本发明第一组的第 5 项的发明总括了第 4 项的发明，其中在氮气气氛中以 1000°C 到 1300°C 的温度加热所述母体纤维。

20 根据本发明第一组的第 6 项的发明总括了第 4 项或第 5 项的发明，其中所述母体纤维中所含的碳组分来自有机聚合物，所述有机聚合物作为拉丝性能赋予剂而加入到所述氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液中。

25 根据本发明第一组的第 7 项的发明总括了含有根据第 1 项到第 3 项任一项的氧化铝-氧化硅纤维的紧固密封材料，作为所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周。

根据本发明第一组的第 8 项的发明总括了第 7 项的发明，其中所述陶瓷体包括催化剂载体，所述紧固密封材料被用作催化转化装置的紧固

密封材料。

为了解决所述本发明的第二组的问题，根据本发明第二组的第 9 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中，所述紧固密封材料的第一侧表面部位的结晶度不同于第二侧表面部位的结晶度。

根据本发明第二组的第 10 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中，所述紧固密封材料的第一侧表面部位到第二侧表面部位的结晶度逐步增加。

根据本发明第二组的第 11 项的发明总括了包括纤维聚集体片材的发明，其中，纤维聚集体的第一侧表面到第二侧表面的结晶度逐步增加。

根据本发明第二组的第 12 项的发明总括了第 9 项到第 11 项任一发明的发明，其中，第一侧表面部位的结晶度与第二侧表面部位的结晶度相差 3 重量%或更多。

根据本发明第二组的第 13 项的发明总括了第 9 项到第 11 项任一发明的发明，其中，第一侧表面部位的结晶度为 0 重量%到 1 重量%，第二侧表面部位的结晶度为 1 重量%到 10 重量%。

根据本发明第二组的第 14 项的发明总括了第 9 项到第 13 项任一发明的发明，其中，所述陶瓷体包括催化剂载体，所述紧固密封材料被用作催化转化装置的紧固密封材料。

根据本发明第二组的第 15 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中，

结晶度随部位的不同而不同。

根据本发明第二组的第 16 项的发明总括了第 15 项的发明，其中，所述陶瓷体包括催化剂载体，所述紧固密封材料被用作催化转化装置的紧固密封材料。

5 根据本发明第二组的第 17 项的发明总括了第 9 项到第 14 项任一项目的紧固密封材料的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，采用陶瓷纤维的纺丝料液作为原料来获得母体纤维；压片步骤，将所述母体纤维压片，以形成毡状的纤维聚集体；和煅烧步骤，烧结所述纤维聚集体，使第一侧表面的煅烧温度不同于第二侧表面的煅烧温度。

10 根据本发明第二组的第 18 项的发明总括了第 17 项的发明，其中所述煅烧温度的差为 100°C 或更大。

根据本发明第二组的第 19 项的发明总括了第 17 项的发明，其中第一侧表面部位的煅烧温度为 800°C 到 1100°C，第二侧表面部位的煅烧温度为 1100°C 到 1400°C。

15 根据本发明第二组的第 20 项的发明总括了一种催化转化装置，所述催化转化装置包括：催化剂载体；包围在所述催化剂载体外周的圆筒形金属壳；和置于所述部件之间的紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，其中，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述紧固密封材料的安
20 装状态是，使具有相对较小结晶度的第一侧表面与所述金属壳接触，使具有较大结晶度的第二侧表面与所述催化剂载体接触。

为了解决本发明第三组的问题，根据本发明第三组的第 21 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和
25 金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的截面为非圆形。

根据本发明第三组的第 22 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷

体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的截面为变异性。

5 根据本发明第三组的第 23 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的截面为扁平形状。

根据本发明第三组的第 24 项的发明总括了第 21 项到第 23 项任一发明的发明，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的截面基本上为椭圆形或茧形。

10 根据本发明第三组的第 25 项的发明总括了第 21 项或第 22 项的发明，其中所述的氧化铝-氧化硅纤维为中空纤维。

根据本发明第三组的第 26 项的发明总括了第 21 项到第 25 项任一发明的发明，其中所述陶瓷体包括催化剂载体，所述紧固密封材料被用作催化转化装置的紧固密封材料。

15 根据本发明第三组的第 27 项的发明总括了氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，所述氧化铝-氧化硅纤维用于第 21 项到第 26 项任一发明的紧固密封材料，所述方法包括：纺丝步骤，从喷嘴排出含有铝盐水溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物的纺丝料液，从而得到母体纤维；煅烧步骤，加热并烧结所述母体纤维，其中当所述母体纤维从所述非圆形截面的喷嘴的排出部位排出后，立即用干燥的热空气吹扫所述母体纤维。

20 根据本发明第三组的第 28 项的发明总括了用于第 27 项的发明，其中所述干燥的热空气沿所述母体纤维的排出方向吹扫。

根据本发明第三组的第 29 项的发明总括了第 27 项或第 28 项的发明，其中在所述纺丝料液中预先加入水溶性增塑剂。

25 此外，为了解决本发明第四组的问题，根据本发明第四组的第 30 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的直径的离差

在 $\pm 3 \mu\text{m}$ 之内。

根据本发明第四组的第 31 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的长度的离差在 $\pm 4\text{mm}$ 之内。

根据本发明第四组的第 32 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的直径的离差在 $\pm 3 \mu\text{m}$ 之内，所述氧化铝-氧化硅纤维的长度的离差在 $\pm 4\text{mm}$ 之内。

根据本发明第四组的第 33 项的发明总括了第 30 项到第 32 项任一项的发明，其中渣球的含量为 3 重量%或更少。

根据本发明第四组的第 34 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述氧化铝-氧化硅纤维的平均直径为 5 到 $15\mu\text{m}$ ，纤维直径的离差在 $\pm 3\mu\text{m}$ 之内，平均纤维长度为 5 到 20mm ，纤维长度的离差在 $\pm 4\text{mm}$ 之内，其中不含渣球。

根据本发明第四组的第 35 项的发明总括了第 30 项到第 34 项任一项的发明，其中所述陶瓷体包括催化剂载体，所述紧固密封材料被用作催化转化装置的紧固密封材料。

根据本发明第四组的第 36 项的发明总括了第 30 项到第 35 项任一项的紧固密封材料的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，从一喷嘴连续排出含有铝盐水溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物的纺丝料液，从而得到母体长纤维；切割步骤，即把所述长纤维切割为预定长度的短纤维；模压步骤，使所述短纤维三维聚集，由此形成毡状的纤维聚集体；煅烧

步骤，加热并烧结所述毡状的纤维聚集体。

此外，为了解决本发明第五组的问题，发明者们进行了努力研究。

5 结果发现，当对纤维聚集体长时间施加外力而将该纤维聚集体压缩时，组成该纤维聚集体的陶瓷纤维会相互滑移而导致松散，结果导致该纤维聚集体的表面压力降低。因此，为了解决纤维之间的滑移和松散的问题，本发明的发明者们采用了能够获得较好结果的任何手段，并考虑到了纤维之间彼此搭接的区域。于是，他们就如何改善这些区域进一步进行了努力研究，最终达到了本发明第五组的目的。

10 根据本发明第五组的第 37 项的发明总括了一种紧固密封材料，所述紧固密封材料含有作为组成材料的聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维聚集体，所述紧固密封材料被置于陶瓷体和金属壳的空隙之间，所述陶瓷体可使流体流过其内部，所述金属壳包围在所述陶瓷体的外周，其中所述陶瓷纤维通过陶瓷粘合剂彼此结合。

15 根据本发明第五组的第 38 项的发明总括了第 37 项的发明，其中所述陶瓷粘合剂含有组成所述陶瓷纤维的物质。

根据本发明第五组的第 39 项的发明总括了第 37 项的发明，其中所述陶瓷纤维是氧化铝-氧化硅纤维，所述陶瓷粘合剂以氧化铝为主要组分。

20 根据本发明第五组的第 40 项的发明总括了第 37 项到第 39 项任一发明的发明，其中含有 1 重量%到 8 重量%的陶瓷粘合剂。

根据本发明第五组的第 41 项的发明总括了第 37 项到第 40 项任一发明的发明，其中所述陶瓷体包括催化剂载体，所述紧固密封材料被用作催化转化装置的紧固密封材料。

25 根据本发明第五组的第 42 项的发明总括了第 37 项到第 41 项任一发明的紧固密封材料的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，采用陶瓷纤维的纺丝料液作为原料来获得母体纤维；煅烧步骤，加热并烧结所述母体纤维；模压步骤，使由上步得到的陶瓷纤维三维聚集，由此形成毡状的纤维聚集体；和粘合步骤，采用陶瓷粘合剂使形成所述聚集体的陶瓷纤维粘合。

根据本发明第五组的第 43 项的发明总括了第 42 项的发明，其中在所述粘合步骤中，在所述陶瓷粘合剂的原料溶液被施用在形成所述聚集体的陶瓷纤维之间后，加热所述聚集体，以便烧结所述原料溶液中的特定组分，从而形成陶瓷。

- 5 根据本发明第五组的第 44 项的发明总括了第 42 项的发明，其中在所述粘合步骤中，在给所述聚集体中浸渍水溶性金属溶液之后，将所述聚集体干燥并加热，以便使所述溶液中的金属组分烧结形成陶瓷，所述水溶性金属溶液即是所述原料溶液，其粘度较低。

- 10 根据本发明第五组的第 45 项的发明总括了第 44 项的发明，其中所述的水溶性金属溶液的加入量占所述聚集体的 1 重量%到 10 重量%。

根据本发明第五组的第 46 项的发明总括了第 43 项到第 45 项任一项的发明，其中所述陶瓷纤维的纺丝料液是采用无机盐法制得的氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液，所述水溶性金属溶液是含有铝离子的水溶液。

- 15 根据本发明第五组的第 47 项的发明总括了第 37 项到第 41 项任一项的紧固密封材料的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，采用陶瓷纤维的纺丝料液作为原料来获得母体纤维；模压步骤，使所述母体纤维三维聚集，从而形成毡状的聚集体；施用液体物质步骤，使随后将形成陶瓷粘合剂的液体物质粘附到形成所述聚集体的母体纤维彼此搭接的部位；和煅烧步骤，加热所述聚集体，以便烧结所述母体纤维和所述液体物质。

- 20 根据本发明第五组的第 48 项的发明总括了第 47 项的发明，其中在所述施用液体物质的步骤中，将包括所述铝硅母体纤维的聚集体置于高湿度的环境中。

- 25 根据本发明第五组的第 49 项的发明总括了第 47 项的发明，其中在所述施用液体物质的步骤中，将非水性液体物质喷成雾状施用到聚集体上，所述非水性液体物质含有所述氧化铝-氧化硅纤维中所含的无机成分，所述聚集体包括铝硅母体纤维。

根据本发明第五组的第 50 项的发明总括了第 47 项到第 49 项任一项的发明，其中在所述纺丝步骤和所述模压步骤之间进行切割步骤，在该切割步骤中，所述母体纤维的长纤维被切割成预定长度的短纤维。

根据本发明第五组的第 51 项的发明总括了一种陶瓷纤维聚集体，其中，三维聚集的陶瓷纤维通过陶瓷粘合剂而部分地粘合起来。

根据本发明第五组的第 52 项的发明总括了一种陶瓷纤维聚集体，所述聚集体包括具有支链结构的陶瓷纤维。

5 根据本发明第五组的第 53 项的发明总括了一种陶瓷纤维，所述陶瓷纤维具有支链结构。

此外，为了解决本发明第六组的问题，根据本发明第六组的第 54 项的发明总括了氧化铝纤维聚集体的制备方法，所述方法包括：纺丝步骤，采用无机盐法中所用的氧化铝纤维料液作为原料，从而获得连续的母体
10 长纤维；切割步骤，将所述连续的母体长纤维切割成母体短纤维；成毡步骤，采用由上一步骤得到的母体短纤维制备毡状的母体短纤维；煅烧步骤，煅烧所述毡状的母体短纤维，以便制得氧化铝纤维聚集体。

下面将就本发明第一组的“实施”进行阐述。

根据本发明第一组的第 1、2 项和第 3 项的发明，由于黑色的氧化铝
15 -氧化硅纤维通常具有优异的机械强度，所以采用这种纤维就可以获得这样的紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且其表面压力不易随时间而降低。

此处，当纤维的拉伸强度、弯曲强度和断裂韧性均为所述值或更大时，可以获得这样的氧化铝-氧化硅纤维，所述氧化铝-氧化硅纤维具有
20 很高的抗拉伸和抗弯曲性能，并且柔韧而不易断裂。因此，这样可以提高初始表面压力，还可能确保表面压力不随时间而降低。此外，黑色的氧化铝-氧化硅纤维中含有碳组分，由于整个氧化铝-氧化硅纤维内均可发生结晶，故可获得优异的机械强度，如拉伸强度。

根据本发明第一组的第 4 项的发明，可以烧结母体纤维而不使该母
25 体纤维中的碳组分氧化。因此，可以使大量的碳组分保留在纤维中，并因此而确保容易地获得机械强度优异的纤维。

此处，由于母体纤维中的碳组分一般在达到煅烧温度之前就被烧净了，所以，经煅烧步骤得到的氧化铝-氧化硅纤维中几乎没有残余的碳。然而，当在几乎不使碳组分发生氧化反应的环境下加热母体纤维时，可

以想象，碳被留在了纤维中并在一定程度上集合成为陶瓷骨架。

根据本发明第一组的第 5 项的发明，采用便宜的氮气氛作为惰性气氛，在其中进行煅烧步骤；因此，这可降低制造成本。此外，由于煅烧温度在所述优选范围内，所以可稳定地获得具有高强度的氧化铝-氧化硅纤维。

当母体纤维的加热温度低于 1000℃时，母体纤维的烧结步骤就会不充分，在此情形下，即使残余的碳组分是足够的，也难以稳定地获得具有高强度的氧化铝-氧化硅纤维。相比之下，当母体纤维的加热温度超过 1300℃时，氧化铝-氧化硅纤维的强度也不会继续增加，从而不能提高经济效益，而是使之下降。

根据本发明第一组的第 6 项的发明，所述有机聚合物不仅作为拉丝性能改善剂，而且作为加入到母体纤维中的碳源，从而使氧化铝-氧化硅纤维具有适宜的强度。因此，没必要单独地给纺丝料液专门加入碳源，这样就无须对纺丝料液的组成进行大幅度的改性。因此，可预先避免纺丝料液的不均衡，并且因此而防止了氧化铝-氧化硅纤维基本物理性能的下降。此外，由于无须加入碳源，所以可降低制造成本。此外，由于所述有机聚合物易于在纺丝料液中均匀分散，所以碳源在母体纤维中的分散是均匀的。因此，所得的氧化铝-氧化硅纤维中残余的碳含量是均匀的，不会造成机械强度的不均匀。

在此情形下，由于这类有机聚合物通常在约 500℃到 600℃的温度下就会被烧净，所以经煅烧步骤而得到的氧化铝-氧化硅纤维中没有任何残留的有机聚合物。然而，可以想象，当母体纤维在几乎不能使碳组分发生氧化反应的环境下加热时，就可使组成有机聚合物的碳保留在纤维中，并在一定程度上集合成为陶瓷的骨架。

根据本发明第一组的第 7 项的发明，由于采用了机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维作为组成材料，所以可提供初始表面压力高的紧固密封材料，而且表面压力随时间的下降较小。

根据本发明第一组的第 8 项的发明，由于采用了机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维作为组成材料，并用陶瓷体组成催化剂载体，而且由于

采用紧固密封材料作为催化转化装置的紧固密封材料，所以可以提供用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且表面压力较不容易随时间而降低。

换言之，根据本发明第一组的第 8 项的发明，采用第 7 项的紧固密封材料作为用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料包括氧化铝-氧化硅纤维作为其组成材料，而且该紧固密封材料被置于催化剂载体与包覆在催化剂外周的金属壳之间的空隙内。

下面将就本发明第二组的“实施”进行阐述。

根据本发明第二组的第 9 项的发明，第一侧表面部位的结晶度不同于第二侧表面部位的结晶度。根据这种结构，将具有相对较高的结晶度和优异的耐热性的侧表面部位置于高温侧，而将具有相对较低的结晶度和优异的弹性和柔韧性的侧表面部位置于低温侧。因此，高温侧的纤维不容易脆化，而在低温侧可以避免与其他部件产生空隙。于是，可以获得这样一种紧固密封材料，所述紧固密封材料的优点是初始表面压力高，而且表面压力不易随时间而降低，除此之外，所述紧固密封材料还具有优异的密封性能。

根据本发明第二组的第 10 项的发明，由于从第一侧表面到第二侧表面的结晶度逐步增加，所以具有优异的耐热性的第二侧表面部位可被置于高温侧，具有优异的弹性和柔韧性的第一侧表面部位可被置于低温侧。因此，高温侧的纤维不容易脆化，而在低温侧，可以避免与其他部件产生空隙。于是，可以获得这样一种紧固密封材料，所述紧固密封材料的优点是初始表面压力高，而且表面压力不易随时间而降低，除此之外，所述紧固密封材料还具有优异的密封性能。

根据本发明第二组的第 11 项的发明，与由多个结晶度不同的纤维聚集体片材组成的结构不同，本发明无须叠加纤维聚集体而使之彼此结合，于是减少了该装置制备过程中的工序。此外，本发明的结构比多个片材的层叠结构更薄，所以，本发明的结构相对较易于安装在狭窄的空隙中。此外，在多个片材的层叠结构中，流体可穿过纤维聚集体的界面，与此相比，由于本发明第二组第三个发明的这种单片结构内没有界面，所以

不必考虑流体穿过。因此，可提供密封性能优异的结构。

根据本发明第二组的第 12 项的发明，由于第一侧表面部位的结晶度与第二侧表面部位的结晶度相差 3 重量%或更多，因此可以确保改善表面压力特性和密封性能。

- 5 当第一侧表面部位的结晶度与第二侧表面部位的结晶度相差小于 3 重量%时，两侧的结晶度差异就太小，而不能产生预期性能。

- 根据本发明第二组的第 13 项的发明，第一侧表面部位的结晶度和第二侧表面部位的结晶度分别落在所述预期的范围内，从而可以确保改善表面压力特性和密封性能。当第一侧表面部位的结晶度超过 1 重量%，或
- 10 当第二侧表面部位的结晶度低于 1 重量%时，这两侧的结晶度之差就太小，从而不能产生预期的特性。相比之下，当第二侧表面的结晶度超过 10 重量%时，相应部位的耐热性就会降低。

- 根据本发明第二组的第 14 项的发明，由于陶瓷体是由催化剂载体组成的，而且由于采用了用于催化转化装置的紧固密封材料，所以可以提供这样一种用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料的优点是初始表面压力高，而且表面压力不易随时间而降低，除此之外，所述紧固密封材料还具有优异的密封性能。
- 15

- 换言之，根据本发明第二组的第 14 项的发明，第 9 项到第 13 项任一项的紧固密封材料是作为这样一种用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料采用氧化铝-氧化硅纤维作为其组成材料，所述紧固密封材料被置于催化剂载体与包覆在催化剂载体外周的金属壳的空隙中。
- 20

- 根据本发明第二组的第 15 项的发明，结晶度不是均一的，不同部位的结晶度不同。在这种结构中，结晶度相对较高且耐热性优异的部位被置于高温侧，结晶度相对较低且弹性和柔韧性优异的部位被置于低温侧。
- 25
- 因此，这使得高温侧的纤维不易脆化，而在低温侧，可以避免与其他部件之间产生空隙。于是，可以提供这样一种紧固密封材料，所述紧固密封材料的优点是初始表面压力高，而且表面压力不易随时间而降低，除此之外，所述紧固密封材料还具有优异的密封性能。

根据本发明第二组的第 16 项的发明，由于陶瓷体含有催化剂载体，而且由于紧固密封材料被用作用于催化转化装置的紧固密封材料，于是可以获得这样一种用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料的优点是初始表面压力高，而且表面压力不易随时间而降低，除此之外，所述紧固密封材料还具有优异的密封性能。

换言之，根据本发明第二组的第 16 项的发明，采用第 15 项的紧固密封材料作为用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料包括氧化铝-氧化硅纤维作为其组成材料，而且该紧固密封材料被置于催化剂载体与包覆在催化剂外周的金属壳之间的空隙内。

10 根据本发明第二组的第 17 项的发明，烧结毡状的纤维聚集体，烧结方式为，使第一侧表面的煅烧温度与第二侧表面的煅烧温度之间具有一差值，于是，可以相对容易地确保形成各表面的结晶度不同的紧固密封材料。此外，该制备方法还适用于制备这样一种紧固密封材料，在所述紧固密封材料中，从纤维聚集体片材的第一侧表面到第二侧表面的结晶度逐步增加。此外，在该制备方法中一般采用常规的煅烧设备，无须采用专门的煅烧设备。于是，这可以避免设备成本的增加。

20 根据本发明第二组的第 18 项的发明，设定两个侧表面的煅烧温度的差值为 100℃或更大，从而第一侧表面与第二侧表面的煅烧的难易程度不同，而两个侧表面所形成的结晶度也不同。于是，可以更大程度地确保紧固密封材料的两个表面具有不同的结晶度。

根据本发明第二组的第 19 项的发明，设定第一侧表面的煅烧温度低于第二侧表面的温度；因此，煅烧后可以形成从第一侧表面到第二侧表面的结晶度逐步增加的紧固密封材料。

25 当第一侧表面的煅烧温度低于 800℃时，煅烧反应进行得不充分，从而不能获得所需的机械强度。当第一侧表面的煅烧温度高于 1100℃，或当第二侧表面的煅烧温度低于 1100℃时，两个侧表面的结晶度差异太小，从而不能获得所需的特性。当第二侧表面的煅烧温度高于 1400℃时，就会发生过度结晶，从而会导致机械强度和耐热性降低。

下面阐述根据本发明第二组的第 20 项的发明的实施。通常，当采用

催化转化装置时，催化剂载体因直接暴露于高温流体中而具有较高的温度，而金属壳的温度没有催化剂载体的温度高。因此，要求与催化剂载体接触的侧表面尤其具有高的耐热性。考虑到这个问题，所述发明使第二侧表面与催化剂载体接触，所述第二侧表面具有相对较高的结晶度，也即，该侧表面具有优异的耐热性。进而，使第一侧表面与金属壳接触，所述第一侧表面具有相对较低的结晶度，也即，该侧表面具有优异的弹性和柔韧性，虽然其耐热性并不优越。因此，与催化剂载体接触部位的纤维不易脆化，而且可以形成这样的紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。此外，由于与金属壳接触的部位产生了弹力，所以，这种结构可以减少紧固密封材料与金属壳之间产生的空隙，从而提供了密封性能优异的紧固密封材料。

如上所述，可以获得这样一种催化转化装置，所述装置对催化剂载体具有优异的紧固性能，而且其不易泄露流体，并具有高的处理效率。

下面将就本发明第三组的“实施”进行阐述。

根据本发明第三组的第 21 项的发明，非圆形截面的纤维比圆形截面的纤维的弹性好。换言之，所述非圆形截面的纤维的特点是相对易于沿特定的方向弯曲。

进而，这一特性使得该纤维不易断裂，而且这可以长时间保持其排斥力。此处，在本说明书中，“纤维的截面”指沿与纤维伸展方向垂直的方向切割纤维所形成的截面。

根据本发明第三组的第 22 项的发明，具有变异形截面的纤维比具有圆形截面的纤维的弹性更好。换言之，所述变异形截面的纤维的特性是相对易于沿特定的方向弯曲。因此，这一特性使得该纤维不易断裂，而且可长时间保持其排斥力。

根据本发明第三组的第 23 项的发明，扁平截面的纤维比圆形截面的纤维的弹性更好。换言之，所述扁平截面的纤维的特性是相对易于沿特定的方向弯曲。因此，这一特性使得该纤维不易断裂，而且可以长时间保持其排斥力。

根据本发明第三组的第 24 项的发明，当采用椭圆形或茧形截面的纤维形成紧固密封材料时，这些纤维容易相互缠绕，从而使得这些纤维不易相互滑移和松散。因此，这可以减少表面压力的降低。

5 根据本发明第三组的第 25 项的发明，与内部没有空间的纤维相比，内部有空间的中空纤维的绝热性较为优异。因此，当紧固密封材料中采用中空纤维时，可以减少从陶瓷体向金属壳释放热量，因而可以有效地进行催化反应。此外，中空纤维的内部空间可吸收声音和振动，并使之衰减。因此，当紧固密封材料中采用这种纤维时，可以提供优异的绝热和防振性能。

10 根据本发明第三组的第 26 项的发明，由于陶瓷体含有催化剂载体，而且由于紧固密封材料被用作用于催化转化装置的紧固密封材料，于是可以获得可长时间保持排斥力的用于催化转化装置的紧固密封材料。

换言之，根据本发明第三组的第 26 项的发明，本发明第三组的紧固密封材料被用作用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料
15 具有氧化铝-氧化硅纤维作为组成材料，而且所述紧固密封材料被置于催化剂载体与包覆在所述催化剂载体外周的金属壳的空隙之间。

根据本发明第三组的第 27 项的发明，通过非圆形截面的喷嘴排出纺丝料液。刚从喷嘴排出时，母体纤维的截面形状在一定程度上反映了排出部位的截面形状。然而，排出后随着时间的推移，在母体纤维所产生的
20 的表面张力的作用下，母体纤维的截面形状会变圆（换言之，它产生了溶体膨胀效应（Barus 效应）），从而母体纤维的截面就成了圆形。因此，在母体纤维被排出后，立即用干燥热空气吹扫，从而通过除去母体纤维内的水分而将母体纤维干燥固化。因此，可以通过喷嘴的排出部位来使母体纤维保持所需的截面形状，从而相对容易地获得非圆形截面的纤维。

25 根据本发明第三组的第 28 项的发明，干燥的热空气沿母体纤维的排出方向吹扫，从而使纤维干燥并伸展。此外，通过以这种方式进行的伸展处理，可以相对容易地控制纤维的直径和形状。

根据本发明第三组的第 29 项的发明，在纺丝料液中预先加入水溶性增塑剂，从而使纺丝料液的弹性模量降低，并减少了溶体膨胀效应的发

生。于是，在纺丝工序中纺丝料液的排出行为就会变得稳定。于是，在甚至用强力拉伸纤维时也不容易断裂，而且由于弹性形变，纤维的截面形状也不容易呈圆形。此外，所述增塑剂为水溶性的，所以它可均匀地分散于纺丝料液中。于是，可以将溶体膨胀率实际上降低到一固定值，

5 并由此相对容易地得到所需的纤维直径和截面形状。

下面将就本发明第四组的“实施”进行阐述。

根据本发明第四组的第 30 项的发明，当组成紧固密封材料的氧化铝-氧化硅纤维的直径的离差在 $\pm 3 \mu\text{m}$ 之内时，就可使纤维均匀地聚集，从而减少单位重量随部位的变化。于是，这样可以减少表面压力值的离差，

10 并因此而获得稳定的质量。

根据本发明第四组的第 31 项的发明，当组成紧固密封材料的氧化铝-氧化硅纤维的长度的离差在 $\pm 4\text{mm}$ 之内时，就可使纤维均匀地聚集，从而减少单位重量随部位的变化。于是，这样可以减少表面压力值的离差，并因此而获得稳定的质量。

15 根据本发明第四组的第 32 项的发明，通过同时减少纤维直径的离差和纤维长度的离差而产生的协同效应，可以减少单位重量随部位的变化，并由此而减少表面压力值的离差。

根据本发明第四组的第 33 项的发明，紧固密封材料中渣球（非纤维物质）为 3 重量%或更低，从而可以进一步减少单位重量随部位的变化，

20 并由此而进一步减少表面压力值的离差。

根据本发明第四组的第 34 项的发明，可以显著减少单位重量随部位的变化，并由此而进一步减少表面压力值的离差，还可以提高表面压力和改善密封性能。

纤维的平均直径低于 $5\mu\text{m}$ 就会降低纤维的强度，从而难以提供足够的表面压力，而且会产生纤维被呼吸器官吸入的问题。如果纤维的平均直径大于 $15\mu\text{m}$ ，当用这种纤维形成毡状的纤维聚集体时，它的耐风蚀性就会降低，从而损害了密封性能。除这些不利影响外，其断裂强度也可能降低。据信这是由于纤维的表面积的增加而导致了小的划痕的增加，从而产生了该不利影响。

25

当纤维的平均长度低于 5mm 时,会产生纤维被呼吸器官吸入的问题。而且,实际上这种纤维已经不再具有纤维的特性,当用这种纤维形成毡状的聚集体时,纤维不能很好地相互缠结,从而难以获得足够的表面压力。当纤维的平均长度超过 20mm 时,会使纤维彼此过度缠结,从而在用
5 这种纤维形成毡状的聚集体时,纤维的聚集就会不均匀。换言之,聚集体的单位重量随部位的变化就会较大,从而不利于降低表面压力值的离差。

当渣球的含量高时,单位重量随部位的变化就会变大,从而不利于降低表面压力值的离差。

10 根据本发明第四组的第 35 项的发明,由于所述紧固密封材料含有催化剂载体,而且由于所述紧固密封材料被用作用于催化转化装置的紧固密封材料,所以可以降低表面压力值的离差,而且可以提供用于催化转化装置的质量稳定的紧固密封材料。

换言之,根据本发明第四组的第 35 项的发明,本发明第四组的紧固
15 密封材料形成了用于催化转化装置的紧固密封材料,所述紧固密封材料包括氧化铝-氧化硅纤维作为其组成材料,而且该紧固密封材料被置于催化剂载体与包覆在催化剂外周的金属壳之间的空隙内。

根据本发明第四组的第 36 项的发明,由于纺丝工序采用了无机盐法,从而可以通过适当地设定排出部位的形状和尺寸,来把纤维直径控
20 制在窄的范围内。于是,这可以降低纤维直径的离差。此外,该方法把长纤维切割成了短纤维;因此,与由吹塑工艺获得的纤维不同,该方法可以把纤维长度控制在窄的范围内。于是,这可降低纤维长度的离差。除了这些作用外,还可以避免产生渣球。因此,该制备方法可以确保容易地获得所述紧固密封材料。

25 下面将就本发明第五组的“实施”进行阐述。

根据本发明第五组的第 37 项的发明,可以提供一种结构,即,在陶瓷纤维的搭接部位形成交联的桥,从而使各纤维不易滑动和松散。因此,即使当紧固密封材料长时间经受外来压力时,其表面压力也不易降低。此外,在本发明的紧固密封材料中,纤维彼此部分粘合,从而紧固密封

材料的内部空隙没有被完全填充，于是可以保持紧固密封材料最初所要求的物理特性（弹性、绝热性等）。此外，由于采用了具有优异的耐热性的陶瓷粘合剂，所以，即使该紧固密封材料在使用中经受高温，其粘合部位的强度也不易降低。

- 5 根据本发明第五组的第 38 项的发明，由于陶瓷粘合剂由组成陶瓷纤维的物质制得，所以它对纤维具有高的亲合力，并使粘合部位具有高的强度。

因此，可以确保表面压力不随时间而降低。

- 10 根据本发明第五组的第 39 项的发明，由于采用了含有最少量无定形组分的氧化铝-氧化硅纤维，所以可以提高纤维本身的耐热性，从而减少纤维在高温下表面压力的下降。由于主要含有氧化铝的陶瓷粘合剂对氧化铝-氧化硅纤维具有很高的亲合力，所以可以进一步使粘合部位具有更高的强度。

- 15 根据本发明第五组的第 40 项的发明，通过将陶瓷粘合剂的含量设定在所述所需的范围，可以使粘合部位具有高的强度，同时保持其在紧固密封材料中所需的物理性能。

- 20 当所述含量低于 1 重量%时，纤维的相互粘合就不具有高的强度。相比之下，当所述含量高于 8 重量%时，尽管解决了与粘合强度相关的问题，但这会堵塞紧固密封材料中的孔隙，从而不能提供紧固密封材料所需的物理性能。

- 25 根据本发明第五组的第 41 项的发明，由于陶瓷体由催化剂载体组成，而且由于所述紧固密封材料被用作用于催化转化装置的紧固密封材料，所以可以提供这样一种用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料即使长时间受到外来压力的压迫，其表面压力也不易随时间而降低，而且即使经受高温，其粘合部位的强度也不易降低。

换言之，根据本发明第五组的第 41 项的发明，本发明第五组的紧固密封材料形成了用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料包括作为组成材料的氧化铝-氧化硅纤维，所述紧固密封材料被置于催化转化装置与包覆在所述催化剂载体外周的金属壳之间。

根据本发明第五组的第 42 项的发明，由于对母体纤维单独采取了煅烧步骤和粘合工序，所以，与煅烧和粘合工序同时进行的工序相比，两个工序单独进行可以确保获得所需形状的陶瓷纤维，而且，这可确保具有所述所需形状的纤维的粘合。因此，这可确保容易地制得表面压力不易随时间降低的紧固密封材料。

根据本发明第五组的第 43 项的发明，由于液体陶瓷粘合剂的原料溶液具有表面张力，所以，当该原料溶液被应用于聚集体时，可以确保其粘附到纤维的搭接部位。在该状态下加热，粘附到相应部位的原料溶液的特定组分就形成了陶瓷，从而在纤维之间形成了交联结构。

10 根据本发明第五组的第 44 项的发明，由于低粘度的水溶性金属溶液具有表面张力，所以，当用该溶液浸渍聚集体时，可以确保该溶液粘附到纤维的搭接部位。此处，所用的浸渍方法可以确保将该溶液均匀地注入该聚集体内。在此情形下，首先干燥该聚集体，以便在一定程度上除去水分，然后加热，从而使该溶液中粘附到相应部位的金属组分氧化成为陶瓷，从而在纤维之间形成交联结构。

根据本发明第五组的第 45 项的发明，水溶性金属溶液的加入量设定在所述优选的范围内，从而可以增加粘合部位的强度，同时保持了紧固密封材料的物理性能。

20 加入量小于 1 重量%会使溶液粘附到纤维搭接部位的量不足，有时甚至不能使纤维相互牢固地结合。

相比之下，加入量大于 10 重量%容易使过量的溶液填充到紧固密封材料中的孔隙里，这样，有时会削弱紧固密封材料的物理性能。

25 根据本发明第五组的第 46 项的发明，可以由对纤维具有高亲合力的氧化铝在氧化铝-氧化硅纤维之间形成交联结构。因此，这可以增加粘合部位的强度，并因此确保表面压力不随时间而降低。此外，由无机盐法得到的纤维具有晶体结构，这种结构的优点是，与通过熔融法得到的无定形纤维相比，其在高温下具有较高的强度。

于是，这样可以获得在高温下表面压力不易降低的紧固密封材料。

根据本发明第五组的第 47 项的发明，通过煅烧步骤，母体纤维形成

了陶瓷，从而得到了氧化铝-氧化硅纤维。在此情形下，通过纤维的搭接部位被液态物质（即陶瓷粘合剂）粘合起来，该液态物质形成了陶瓷。根据这种方法，在本发明第五组的第 11 项发明中，由于母体纤维的煅烧步骤和粘合工序同时进行，所以，与煅烧步骤和粘合工序分别进行的方式相比，这样可以减少加热步骤，从而降低制造成本。因此，这样可以低成本有效地制备表面压力不易随时间降低的紧固密封材料。

根据本发明第五组的第 48 项的发明，当聚集体处于含有大量水分的高湿环境中时，进入到聚集体中的水蒸汽会凝结为水分。水分可通过表面张力的作用选择性地附着在纤维的搭接部位。由于氧化铝-氧化硅纤维的母体纤维是水溶性的，所以这些搭接部位会因吸附了水分而发生一定程度的溶解。而后，由于溶解而产生的液态物质实质上与该氧化铝-氧化硅纤维具有相同的组成，所以，这实际上在随后形成了陶瓷粘合剂。换言之，根据所述的本发明，那些可在随后形成陶瓷粘合剂的液态物质可以确保粘附到搭接部位。此外，由于该液态物质具有本质上与所述氧化铝-氧化硅纤维基本相同的组成，所以，该液态物质对所述母体纤维具有高的亲合力，从而可以确保纤维的粘合具有高的强度。因此，这可以确保表面压力不随时间而降低。

根据本发明第五组的第 49 项的发明，将非水性液态物质喷成雾状而进行施用，从而可以确保该液态物质浸渍入聚集体内部，并使其通过表面张力的作用选择性地粘附到纤维的搭接部位。换言之，根据所述发明，可以确保使得随后将形成陶瓷粘合剂的液态物质粘附到纤维的搭接部位。并且，所述液态物质是非水性物质，因此，即使其粘附到具有水溶性的氧化铝-氧化硅纤维上，它也不会使纤维溶解。因此，这可以避免出现母体纤维过度溶解并导致纤维强度降低的可能性，而且，该方法无须精确控制条件来防止过度溶解。因此，这可以相对容易地制得紧固密封材料。此外，由于所述液态物质含有氧化铝-氧化硅纤维中所含的无机成分，所以该液态物质对母体纤维具有高的亲合力，而且这可以确保纤维间的相互粘合具有高的强度。因此，这可以确保表面压力不随时间而降低。

根据本发明第五组的第 50 项的发明按如下方式实施。由于母体纤维未被烧结且相对较软，所以在切割工序中，在母体纤维上施加冲击力的部位不易破裂。因此，由烧结所述母体纤维而得到的氧化铝-氧化硅纤维具有优异的机械强度，而且其端面形状也是规则的。于是，这可以提高其初始表面压力。相比之下，如果母体纤维在烧结后再进行切割处理时，切割时的冲击力会使氧化铝-氧化硅纤维在切割部位破裂。这是由于，一般来讲，当母体纤维被烧结为陶瓷时，纤维会硬化，但同时也变脆了。这样，不但氧化铝-氧化硅纤维会具有不规则的端面形状，而且降低了纤维的机械强度。

10 根据本发明第五组的第 51 项的发明，三维聚集的陶瓷纤维通过陶瓷粘合剂彼此部分地粘合，因而该结构中的纤维不易相互滑移和松散，其表面压力也不易降低。此外，由于所述陶瓷纤维聚集体中的纤维是部分地相互粘合的，其内部的孔隙没有被完全填充，从而保持了足够的弹性和绝热性。此外，由于采用了耐热性优异的陶瓷粘合剂，所以，该结构
15 即使在高温下其粘合处的强度也不易降低。

根据本发明的第五组的第 52 项的发明，由于该结构中含有支链结构的陶瓷纤维，所以，与不带支链的结构相比，该结构中的纤维不易相互滑移和松散。

20 根据本发明第五组的第 53 项的发明，将含有支链陶瓷纤维的结构与含有不带支链的陶瓷纤维的结构相比，当形成三维聚集体时，前者比后者较不易发生纤维之间的滑移和松散。于是，具有前一结构的纤维聚集体的表面压力不易降低。

下面将就本发明第六组的“实施”进行阐述。

在本发明的第六组中，在纺丝、切割和成毡工序之后进行煅烧步骤；
25 因此，母体短纤维的切割面没有产生碎屑、毛刺和细微裂口，然后使该母体纤维进行煅烧步骤，从而可以制得机械强度优异的氧化铝短纤维，而后再制得氧化铝纤维聚集体，所述氧化铝纤维聚集体具有足够高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。

附图说明

图 1 是本发明的一个优选实施方式中的紧固密封材料的透视图。

图 2 是所述优选实施方式中的催化转化装置的制备过程的透视图。

图 3 是所述实施方式中的催化转化装置的截面图。

5 图 4 是另一实施方式中的催化转化装置的截面图。

图 5 是毡状纤维聚集体的煅烧步骤示意图，所述纤维聚集体来自本发明第二组的实施方式。

图 6 是在根据本发明第二组的实施例和对比例中，表面压力随时间下降的曲线图。

10 图 7 是根据本发明第二组的另一实施例中的催化转化装置的截面图。

图 8 是根据本发明第三组的优选实施方式中的纺丝设备的示意图。

图 9 是在根据本发明第三组的实施例和对比例中，金属喷嘴形状和由该喷嘴得到的纤维截面形状的示意图。

15 图 10 是在根据本发明第三组的实施例 5 中，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面的 SEM（扫描电子显微镜）照片。

图 11 是在根据本发明第三组的实施例 7 中，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面的 SEM 照片。

20 图 12 是在根据本发明第五组的实施方式中，陶瓷纤维主要部分的放大的截面图。

图 13 是根据本发明第五组的实施例和对比例所进行的对比实验的结果曲线图。

图 14 是根据本发明第五组的形成紧固密封材料的陶瓷纤维的 SEM 照片。

25 图 15 (a) 是氧化铝短纤维切割面的 SEM 照片，该氧化铝短纤维是在根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法中，形成氧化铝纤维聚集体所用的氧化铝纤维，图 15 (b) 是短的氧化铝纤维的切割面的 SEM 照片，该氧化铝短纤维是用于由传统方法制得的氧化铝纤维聚集体的氧化铝纤维。

图 16 是蜂窝式过滤器实例的示意性透视图。

图 17 (a) 是多孔陶瓷部件的一个实施例的示意性的透视图，该陶瓷部件形成了图 16 的蜂窝式过滤器，图 17 (b) 是所述部件沿 A-A 线的截面图。

5 图 18 是紧固密封材料的示意性的平面图。

图标说明

- | | |
|----|--------------------|
| | 1 催化转化装置 |
| | 2 催化剂载体 |
| 10 | 3 金属壳 |
| | 4 紧固密封材料 |
| | 6 氧化铝-氧化硅纤维 |
| | 6A 母体纤维 |
| | 7 陶瓷粘合剂 |
| 15 | 17 流道 |
| | 18 纺丝料液 |
| | 19 喷嘴 |
| | 19a 作为喷嘴的排出部位的金属口型 |
| | 20 催化剂载体 |
| 20 | 30 蜂窝式过滤器 |
| | 33 密封材料层 |
| | 34 粘合层 |
| | 35 陶瓷块 |
| | 40 多孔陶瓷部件 |
| 25 | 41 过滤器 |
| | 42 通孔 |
| | 43 隔墙 |
| | 50 紧固密封材料 |
| | 51 基材部分 |

- 52 凸起结合部
- 53 凹陷结合部
- A1 伸展方向
- M1 纤维聚集体
- 5 S1 第一侧表面
- S2 第二侧表面

具体实施方式

首先，下面将阐述根据本发明第一组的实施方式。

- 10 参见图 1 到图 3，根据本发明第一组的一个实施方式，下面将详细描述用于汽车废气净化装置的催化转化装置。

- 如图 3 所示，根据本发明第一组的实施方式的催化转化装置 1 被置于汽车底盘中的发动机排气管中央。由于从发动机到催化转化装置 1 的距离相对较短，排放到催化转化装置 1 的废气温度高达约 700℃到 900℃。
- 15 当发动机为稀混合气发动机时，排放到催化转化装置 1 的废气温度高达约 900℃到 1000℃。

如图 3 所示，根据本发明第一组的实施方式，催化转化装置 1 基本上由催化剂载体 2、包覆在所述催化剂载体 2 外周的金属壳 3 和置于部件 2 和 3 之间的空隙中的紧固密封材料 4 组成。

- 20 催化剂载体 2 由陶瓷材料制成，所述陶瓷材料的代表物是堇青石等。催化剂载体 2 为截面呈圆形的柱状部件。

此外，催化剂载体 2 的截面形状并不局限于正圆形，而可以是例如椭圆形或长圆形。此时，金属壳 3 的截面形状可相应地分别为椭圆形或长圆形。

- 25 此外，催化剂载体 2 为蜂窝式结构，该结构内具有数个沿轴向伸展的孔隙 5。所述孔隙的壁上装有贵金属基如铂和铑的催化剂，铂和铑等贵金属可净化废气的组分。此处，关于催化剂载体 2，除所述堇青石载体外，还可采用由如碳化硅、氮化硅等制成的如蜂窝式多孔烧结体等。

此外，关于催化剂载体 2，除在该实施方式中显示的模铸成蜂窝形

状的堇青石载体外，还可采用由如碳化硅、氮化硅等制成的如蜂窝式多孔烧结体等。

在图 3 中，催化剂载体 2 的结构为，在每一孔隙 5 的入口端或出口端用密封件密封；然而，如图 4 所示，可以采用催化剂载体 20 的结构，该结构中孔隙 5 的入口端或出口端均未采用密封件密封。

下面将描述如图 3 所示的催化转化装置 1。

当采用例如压嵌式装配时，金属壳 3 采用 O 形截面的金属圆筒。此处，形成该圆筒的金属材料优选耐热性和抗冲击性优异的金属（例如，钢制品等，如不锈钢）。当采用所谓的封壳式而非压嵌式时，所采用的部件为，将所述具有 O 形截面的金属圆筒沿轴向分割为多块而形成的部件（即合瓣）。

除这种结构外，当采用包紧（wrap-tightening）式装配时，金属壳采用例如截面为 C 形或 U 形的金属筒部件，即沿所谓的轴向有一切口（开口部位）的金属筒部件。在此情形下，当安装了催化剂载体 2 时，将固定有紧固密封材料 4 的催化剂载体 2 的结构装入金属壳 3，此时，金属壳 3 包覆并紧固起来，其上的开口端相接（采用焊接、粘合、螺栓紧固等方式）。在采用包壳式时，也以同样方法进行如焊接、粘合和螺栓紧固等结合工作。

如图 1 所示，紧固密封材料 4 为长条毡状，在其一端具有凸起结合部 11，在另一端具有凹陷结合部 12。如图 2 所示，当安装到催化剂载体 2 上时，凸起结合部 11 刚好与凹陷结合部 12 咬合。

此外，可以根据需要改变紧固密封材料 4 的形状。例如，可以采用省去凸起结合部 11 和凹陷结合部 12 的较为简单的形状。

根据本发明第一组的实施方式，紧固密封材料 4 由聚集成毡状（即纤维聚集体）的陶瓷纤维作为主要的组成材料。在根据本发明第一组的实施方式中，所述陶瓷纤维采用了氧化铝-氧化硅纤维 6。此时，氧化铝-氧化硅纤维 6 中的富铝红柱石晶体的含量优选在 0 重量%或以上到 10 重量%或以下的范围内。这种化学组成中无定形成分较少，因而具有优异的耐热性；于是，在受到压缩载荷时可产生高的排斥力。因此，即使该纤

维在空隙中经受高温，其表面压力也不易降低。

氧化铝-氧化硅纤维 6 中氧化铝的含量优选在 40 重量%到 60 重量%的范围内，氧化硅的含量优选为 0 重量%到 60 重量%。

此外，氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径的下限约为 $3\mu\text{m}$ ，其上限约为 $25\mu\text{m}$ ，更优选其平均直径的下限约为 $5\mu\text{m}$ ，其上限约为 $15\mu\text{m}$ 。这是因为，当纤维的平均直径过小时，会产生纤维被呼吸器官吸入的问题。氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均长度的下限约为 0.1 mm，其上限约为 100mm，更优选纤维的平均长度的下限约为 2mm，其上限约为 50mm。

与普通的白色透明的氧化铝-氧化硅纤维不同，根据本发明第一组的实施方式的氧化铝-氧化硅纤维的特点是黑色的。

“黑色的”氧化铝-氧化硅纤维不但包括仅为黑色（漆黑）的纤维，还包括黑灰色的纤维。

此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 的亮度优选 JIS Z 8721 中所规定的 N8 或更低。

此时，亮度的 N 指按如下方法确定的标记。设定黑色的最优亮度为 0，设定白色的最优亮度为 10，将介于该黑色亮度和白色亮度之间的各种颜色的亮度分为 10 个等级，用标记 N0 到 N10 来表示，从而同标记的颜色的亮度表示处于相同的等级。

在实际测量中，用每一种颜色来与对应于 N0 到 N10 的颜色标记相比较。此时，小数点后第一位数字为 0 或 5。

氧化铝-氧化硅纤维 6 的黑色来自纺丝料液中所含的碳组分。

氧化铝-氧化硅纤维 6 中残余的碳组分的含量的下限为 1 重量%或更高，优选地，其下限为 1 重量%，其上限为 20 重量%，更优选其下限为 5 重量%，其上限为 10 重量%。残余的碳组分的含量低于 1 重量%则不能充分提高机械强度。相比之下，残余碳组分的含量过高会损害氧化铝-氧化硅纤维 6 的基本物理特性（例如，耐热性等）。

可以根据制备过程中的参照试样来计算碳组分的含量，或者采用激光拉曼光谱仪，或者根据 X 光的强度比等可以计算出碳组分的含量。

氧化铝-氧化硅纤维 6 的拉伸强度优选为 1.2 GPa 或更大，更优选

1.5 GPa 或更大。该纤维的弯曲强度优选为 1.3 GPa 或更大，更优选 1.5 GPa 或更大。断裂强度为 $0.8 \text{ MN/m}^{3/2}$ 或更大，更优选 $1.0 \text{ MN/m}^{3/2}$ 或更大。这是由于增加纤维的拉伸强度、弯曲强度和断裂强度的值可使氧化铝-氧化硅纤维 6 不但具有足够的抗拉伸和抗弯曲性能，而且具有柔韧性且不易断裂。

此外，根据本发明第一组的实施方式，氧化铝-氧化硅纤维 6 的纤维中含有碳组分，于是，可以想象在整个氧化铝-氧化硅纤维 6 中发生了结晶，从而提高了拉伸强度。

除了正圆形外，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状可以是其他变形状（例如椭圆形、长圆形和大致成三角的形状）。

在安装之前，紧固密封材料 4 的厚度的下限优选为催化剂载体 2 和金属壳 3 之间的空隙的约 1.1 倍，更优选是该空隙的约 1.5 倍。此外，紧固密封材料 4 的厚度的上限优选为催化剂载体 2 和金属壳 3 之间的空隙的约 4.0 倍，更优选是该空隙的约 3.0 倍。如果所述厚度小于 1.1 倍，则不能提供良好的紧固性能，从而使催化剂 2 与金属壳 3 发生偏移或松动。由于这种情况下当然不具有良好的密封性能，废气会从空隙部位泄露出来，从而不能有效地防止污染。此外，厚度大于 4.0 倍就难以将催化剂载体 2 安装到金属壳 3 中，尤其是在采用嵌入式安装法时。因此，这种情况下不能改善安装性能。

安装后，紧固密封材料 4 的松密度 (GBD) 的下限优选为 0.10 g/cm^3 ，其上限优选为 0.30 g/cm^3 ；此外，所述松密度的下限更优选为 0.10 g/cm^3 ，其上限更优选为 0.25 g/cm^3 。当松密度的值很小时，有时难以获得足够高的初始表面压力。相反，当松密度的值很大时，所需要的原材料氧化铝-氧化硅纤维 6 的量就会增加，这会增加成本。

在安装状态下，紧固密封材料 4 的初始表面压力为 50 kPa 或更大，更优选 70kPa 或更大。这是由于，当初始表面压力的值大时，即使表面压力随时间而降低了，也可保持对催化剂载体 2 的良好的紧固性能。

此处，如果需要，可对紧固密封材料 4 采用针刺处理、树脂浸渍处理等。这些方法的采用可沿厚度方向压缩紧固密封材料 4，从而使其变薄。

下面将按顺序阐述根据本发明第一组的催化剂载体 1 的制备方法。

首先，混合铝盐溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物以便形成纺丝料液。换言之，通过无机盐法制得了纺丝料液。铝盐溶液既作为氧化铝源，又作为可使纺丝料液增粘的组分。

- 5 此处，这种水溶性溶液优选碱式铝盐的水溶液。二氧化硅溶胶既作为二氧化硅源，又作为可使纤维具有高强度的成分。有机聚合物可赋予纺丝料液拉丝性能，还可作为碳源，从而使根据本发明第一组的实施方式
- 10 的氧化铝-氧化硅纤维 6 具有良好的机械性能。有机聚合物可采用含碳的直链聚合物，例如 PVA（聚乙烯醇）。此处，可作为碳源的成分不局限于直链聚合物，可以采用分子量相对较低的、非链结构（即非聚合物）的任何成分，只要其含碳即可。

- 其次，真空浓缩所得的纺丝料液，制得具有适合于纺丝加工的浓度、温度和粘度的纺丝料液。在此情形下，优选将浓度为约 20 重量%的纺丝料液浓缩到约 30 重量%到 40 重量%。此外，其粘度优选为 10 泊到 2000
- 15 泊。

进而，由上法制得的纺丝料液通过纺丝设备的喷嘴排出到空气中，从而连续得到截面形状与喷嘴的金属口型相似的母体纤维。经过纺丝加工的母体纤维在连续卷取的同时被拉伸。在此情形下，优选采用例如干燥压力纺丝法。

- 20 此外，由上法得到的母体纤维中所含的碳组分无须从作为拉丝性能赋予剂而加入其中的有机聚合物中获得，而是可以从单独加入其中的碳源中获得。在此情形下，并不局限于例如有机聚合物等有机物，也可采用例如无机物，所述无机物如碳。

- 其次，通过煅烧步骤烧结母体纤维，使其形成陶瓷（结晶化），于是
- 25 母体纤维硬化而得到氧化铝-氧化硅纤维 6。

在煅烧步骤中，有必要将母体纤维在使其中的碳组分（即所述有机聚合物）难以进行氧化反应的环境中加热。更具体来说，在根据本发明第一组的实施方式中，加热在典型的情性气氛即氮气中进行。

此处，使碳组分难以进行氧化反应的环境并不局限于情性气氛，而

是包括例如减压气氛。与在常压气氛中进行加热步骤相比，在减压气氛中进行加热步骤可以抑制氧化反应的进行。

此外，煅烧步骤也可在除氮气以外的惰性气氛例如在氩气中进行，或者在减压惰性气氛中进行。

- 5 在氮气气氛中进行加热步骤时，温度的下限为 1000℃，更优选 1050℃，温度的上限为 1300℃，更优选 1250℃。

10 加热温度低于 1000℃会导致母体纤维的烧结不充分，从而导致难以稳定地提供高强度的氧化铝-氧化硅纤维 6。相比之下，当加热温度超过 1300℃时，氧化铝-氧化硅纤维 6 不具有更高的强度，这样会降低经济效益。

换言之，在根据本发明第一组的氧化铝-氧化硅纤维的制备方法中，母体纤维的加热步骤可以在煅烧步骤中的惰性气氛和/或减压气氛中进行。根据本发明第一组的氧化铝-氧化硅纤维的制备方法可以稳定地得到具有优异的机械强度的氧化铝-氧化硅纤维。

- 15 随后，将由所述各步骤得到的长的氧化铝-氧化硅纤维 6 切割成预定的长度，以便形成一定程度的短纤维。然后，将该短纤维集中、松解并压片，或者将由短纤维分散于水中而形成的纤维分散液注入模具中，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体。进而，将该纤维聚集体冲压成为预定的形状，从而形成黑色的紧固密封材料 4。

- 20 然后，如果需要的话，用有机粘合剂浸渍紧固密封材料 4，然后沿厚度方向将所得的紧固密封材料 4 压缩并铸型。此时的有机粘合剂除可以采用乳胶和如丙烯酸橡胶和丁腈橡胶等外，也可以采用聚乙烯醇和丙烯酸树脂等。

- 25 此外，将紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的外周，并用有机胶带 13 固定。而后，将其进行压嵌、封壳或包紧步骤，从而完成所需的催化转化装置 1。

于是，根据本发明第一组的实施方式，可以获得如下效果。

紧固密封材料 4 中所用的氧化铝-氧化硅纤维 6 由于含有碳组分而为黑色具有优异的机械强度，如纤维拉伸强度、纤维弯曲强度和断裂韧性。

因此，采用该纤维所得到的紧固密封材料 4 具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。因此，可以得到这样一种催化转化装置 1，所述催化转化装置 1 的催化剂载体 2 固定良好，而且具有优异的密封性能。

- 5 当催化转化装置 1 中采用了黑色氧化铝-氧化硅纤维 6 时，即使紧固密封材料 4 吸附了黑色物质如煤烟，其外表的变化也几乎不能觉察。换言之，由于紧固密封材料 4 起初为黑色，使用前后其颜色并无明显变化。这点的好处是，它不会令使用者产生“变坏”或“污染”等印象。

10 根据本发明第一组的实施方式的制备方法，在难以使母体纤维中所含的碳组分发生氧化反应的环境中加热母体纤维，从而进行烧结母体纤维的煅烧步骤。因此，这可以使大量的碳组分保留在氧化铝-氧化硅纤维 6 中，于是确保容易地得到机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维 6。

15 根据本发明第一组的实施方式的制备方法，煅烧步骤进行的环境采用了廉价的氮气氛。因此，这可以降低紧固密封材料 4 的制备成本。此外，由于加热步骤在所述优选的煅烧温度范围内进行，所以，这可稳定地得到高强度的氧化铝-氧化硅纤维 6。

20 根据本发明第一组的实施方式的制备方法，母体纤维中所含的碳组分来自有机聚合物，所述有机聚合物作为拉丝性能赋予剂加入纺丝料液中。因此，无须单独向纺丝料液中专门加入碳源，因此，这样就无须对纺丝料液的组成进行大幅度的改性。于是，这可预先避免纺丝料液的不均衡，并因此而避免了对氧化铝-氧化硅纤维 6 的基本物理性能的损害。此外，由于无须加入碳源，所以，这可以降低制造成本。此外，由于所述有机聚合物易于均匀地分散于纺丝料液中，所以碳源就均匀地分散于母体纤维中。因此，所得的氧化铝-氧化硅纤维 6 中残余碳的含量是均匀的，而且不易导致机械强度的不均一。

25 此外，在根据本发明第一组的实施方式中，举例说明了把根据本发明第一组的紧固密封材料 4 应用于催化转化装置 1 的情形，所述催化转化装置 1 是汽车净化装置中所用催化转化装置；然而，根据本发明第一组的紧固密封材料 4 当然也可应用于除汽车净化装置所用的催化转化装

置 1 之外的其他装置，例如柴油机细颗粒过滤器（DPF）、用作燃料电池改性器的催化转化装置等。

下面将就根据本发明第二组的实施方式进行阐述。

参见图 1 到 6，下面将详细阐述根据本发明第二组的实施方式的催化转化装置，所述催化转化装置用于汽车废气净化装置。

如图 3 所示，根据本发明第二组的实施方式的催化转化装置 1 基本上与根据本发明第一组的催化转化装置相同，所述催化转化装置 1 由催化剂载体 2、包覆在该催化剂载体 2 外周的金属壳 3 和置于所述部件 2 和 3 的空隙之间的紧固密封材料 4 组成。

10 此外，如图 7 所示的另一催化转化装置 1，该转化装置同样具有如下结构：紧固密封材料 4 由多个（本例中为两个）纤维聚集体 M1 的片材组成，各纤维聚集体 M1 具有相互不同的结晶度，而且这些纤维聚集体 M1 可以上下重叠并相互粘合。此时，结晶度较小的纤维聚集体 M1 需与金属壳 3 接触，结晶度较大的纤维聚集体 M1 需与催化剂载体 2 接触。

15 此处，关于催化剂载体 2 和金属壳 3，可以采用与根据本发明第一组所描述的催化转化装置中的 2 和 3 相同的部件；因此，在此略去其描述。

20 此外，催化剂载体 2 的形状并不局限于正圆形，而可以是例如椭圆形或长圆形。在此情形下，金属壳 3 的截面形状可以相应地改为椭圆形或长圆形。

此外，关于催化剂载体 2，除模铸成为该实施方式中所示的蜂窝式堇青石载体外，还可采用例如蜂窝式多孔烧结体，所述多孔烧结体例如碳化硅或氮化硅等的多孔烧结体。

25 此外，如图 4 所示的催化剂载体 20 所示，可以采用无密封件的催化剂载体。

如图 1 所示，紧固密封材料 4 为长的毡状部件，在其一端具有凸起结合部 11，在其另一端具有凹陷结合部 12。如图 2 所示，包覆在催化剂载体 2 之上时，凸起结合部 11 刚好与凹陷结合部 12 咬合。

此外，可以根据需要改变紧固密封材料 4 的形状。例如，可以采用

省去凸起结合部 11 和凹陷结合部 12 的较为简单的形状。

根据本发明第二组的实施方式，紧固密封材料 4 由聚集成毡状（即纤维聚集体 M1）的陶瓷纤维组成，所述陶瓷纤维是所述紧固密封材料 4 的主要成分。在根据本发明第二组的实施方式中，所述陶瓷纤维可以采用氧化铝-氧化硅纤维 6。

在根据本发明第二组的实施方式中，紧固密封材料 4 中富铝红柱石的结晶度不平衡，而是随其部位的不同而不同。换言之，在纤维聚集体 M1 的片材中，第一侧表面 S1 部位的结晶度与第二侧表面 S2 部位的结晶度彼此不同，更具体而言，应当使从第一侧表面 S1 和第二侧表面 S2 的结晶度逐渐增加。

此处，紧固密封材料 4 中的第一侧表面 S1 在煅烧步骤中经受了较低的温度，该侧表面与金属壳 3 接触，金属壳 3 的耐热性要求较低。因此，第一侧表面 S1 可被认为是低温煅烧面或与金属壳接触的面。第二侧表面在煅烧步骤中经受了相对较高的温度，该面与催化剂载体 2 接触，催化剂载体 2 一侧的耐热性要求较高。因此，第二侧表面 S2 可被认为是高温煅烧面或与高温部件接触的面。

在此情形下，第一侧表面 S1 部位的结晶度与第二侧表面 S2 部位的结晶度相差优选 3 重量%或更大。更具体而言，第一侧表面 S1 部位的结晶度优选为 0 重量%到 1 重量%，第二侧表面 S2 部位的结晶度优选为 1 重量%到 10 重量%。

当第一侧表面 S1 部位的结晶度大于 1 重量%以及第二侧表面 S2 部位的结晶度小于 1 重量%时，这两侧的结晶度之差太小，从而不能获得目标特性。当第二侧表面 S2 部位的结晶度大于 10 重量%时，相应部位的耐热性就可能下降。此外，第一侧表面 S1 部位的结晶度优选为 0 重量%，也即，在该相应部位优选采用无定形材料。

此处，采用 X 射线衍射所得到的富铝红柱石的峰为基础来测定所述结晶度；假定此材料在结晶度为 0 重量%时没有峰，用 100%的富铝红柱石测得的峰为结晶度为 100 重量%，根据 100 重量%的值与样品值之比可以测定出相应的结晶度。

此外，根据在氢氟酸中富铝红柱石和二氧化硅的溶解率之差得出其重量比，根据该重量比可以计算出所述结晶度。

关于氧化铝-氧化硅纤维 6 的氧化铝含量、二氧化硅含量、氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径和平均长度，这些参数优选与根据本发明第一组的催化转化装置中所描述的相同；因此，在此省略其描述。

关于位于第二侧表面 S2 的氧化铝-氧化硅纤维 6，分别优选该纤维的拉伸强度为 1.0 GPa 或更大，纤维的弯曲强度为 0.8 GPa 或更大，弹性模量为 9.5×10^{10} N/m² 或更大。关于位于第一侧表面 S1 的氧化铝-氧化硅纤维，分别优选该纤维的拉伸强度为 2.0 GPa 或更大，纤维的弯曲强度为 1.5 GPa 或更大，弹性模量为 11.0×10^{10} N/m² 或更大。其原因在于，随着纤维的拉伸强度、纤维的弯曲强度等的增加，氧化铝-氧化硅纤维 6 会具有很强的抗拉伸和抗弯曲性。

在根据本发明第二组的实施方式中，关于氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状、紧固密封材料 4 在安装前的厚度、紧固密封材料 4 在安装后的松密度 (GBD) 和在紧固密封材料 4 的安装状态下的初始表面压力，它们与本发明第一组的催化转化装置所描述的相同；因此，在此略去其描述。

此处，如果需要，可以对该紧固密封材料 4 进行针刺处理和树脂浸渍处理等。通过采用这些处理，可以在厚度方向上压缩紧固密封材料 4，从而使其沿厚度方向变薄。

下面将按顺序描述根据本发明第二组的催化转化装置 1 的制备方法。

首先，按照与根据本发明第一组的催化转化装置的制备方法中所描述的方法制备纺丝料液，从而制得母体纤维的长纤维。

其次，将该母体纤维的长纤维切割成预定的长度，从而在一定程度上形成短纤维。随后，收集、松解并压片该短纤维，或将由短纤维分散于水中而形成的纤维分散液注入模具中，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体 M1。

在所述压片处理之后，对纤维聚集体 M1 进行煅烧步骤，以便烧结母体纤维，从而形成陶瓷（结晶化的）。于是，母体纤维硬化而形成氧化铝

-氧化硅纤维 6。图 5 显示了电炉 21，这是根据本发明第二组的实施方式中的煅烧设备。

此处，可以采用所列举的电炉 21 之外的煅烧设备来进行煅烧步骤。

所述电炉 21 这种设备的用途是，当把需要被煅烧的物体沿水平方向送入所述电炉 21 时，所述物体可被连续加热和烧结。作为输送工具的网状输送带 23 被封闭在构成电炉 21 的主体 22 中。毡状的纤维聚集体 M1 作为待煅烧物体被置于网状输送带 23 上。作为第一加热装置的上侧电热器 24 置于网状输送带 23 的之上，并距网状输送带 23 有一空隙，作为第二加热装置的下侧电热器 25 置于网状输送带 23 之下，并距网状输送带 23 有一空隙。该电热器 24 和 25 通过控温仪与电源相接，所述控温仪未显示。在该设备中，分别控制这两个电热器 24 和 25 的温度。

在煅烧步骤中，首先在常压下用电炉 21 对所述纤维聚集体 M1 进行预热步骤（预处理），然后，仍在常压下用所述电炉 21 进行正式加热步骤（煅烧步骤）。

在此情形下，改变这两种电热器 24 和 25 的温度设定，以便提供一定程度的温差。换言之，纤维聚集体 M1 在一定的温差下被烧结，所述温差由第一侧表面 S1 的煅烧温度与第二侧表面 S2 的煅烧温度而产生。此处，在根据本发明第二组的实施方式中，上侧的电热器 24 的温度高于下侧电加热器 25 的温度。

在此情形下，进行煅烧步骤的温差优选为 100℃或更高，特别是 200℃或更高。所述温差小于 100℃时，第一侧表面 S1 与第二侧表面 S2 之间烧结难易程度的差值不足，从而难以产生结晶度的差异。

此外，第一侧表面 S1 的煅烧温度优选为 800℃到 1100℃，第二侧表面 S2 的煅烧温度优选为 1100℃到 1400℃，

当第一侧表面 S1 的煅烧温度低于 800℃时，烧结反应进行得不充分，从而不能得到所需的机械强度。当第一侧表面 S1 的煅烧温度高于 1100℃时，或者第二侧表面 S2 的煅烧温度低于 1100℃时，该两侧的结晶度的差异太小，从而不能获得目标特性。

第二侧表面 S2 的煅烧温度高于 1400℃时，结晶进行得太快，从而

导致机械强度和耐热性下降。

此外，煅烧时间（更具体来说，即保持最高加热温度的时间）优选为 10 分钟到 60 分钟。如果煅烧时间过短，即使温度设定得足够高，烧结反应也不能充分进行。因此，这就不能获得所需的机械强度。如果煅烧时间过长，就会降低生产效率，而且结晶会进行得过快，从而导致机械强度和耐热性下降。

在随后的冲切处理中，经过了煅烧步骤的毡状纤维聚集体 M1 被冲切成预定的形状，从而形成紧固密封材料 4。

然后，如果需要的话，用有机粘合剂浸渍紧固密封材料 4 之后，可进一步压缩紧固密封材料 4，并沿厚度方向模压。关于此处所用的有机粘合剂，除乳胶以及如丙烯酸橡胶和丁腈橡胶等外，可以采用聚乙烯醇和丙烯酸树脂等。

进而，将紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的外周，并用有机胶带 13 固定。而后，将其进行压嵌、封壳或包紧步骤，从而完成所需的催化转化装置 1。

此处，所列举的紧固密封材料 4 具有这样一种结构，即，其结晶度沿厚度方向有所差异。相比之下，可以提供结晶度沿长度方向变化的紧固密封材料，或结晶度沿宽度方向变化的紧固密封材料。例如，当后一紧固密封材料被包覆在催化剂载体 2 的周围时，可使催化剂载体 2 的两端之间具有不同的结晶度。换言之，其一端具有优异的耐热性，而另一端具有优异的弹性和柔韧性。因此，当把结晶度较大并具有优异的耐热性的一端朝向废气流入的一侧时，可以得到具有优异的耐热性和抗风蚀性的催化转化装置 1。

因此，根据本发明第二组的实施方式可以达到如下效果。

通常，当采用催化转化装置 1 时，直接暴露在高温废气中的催化剂载体 2 就具有高的温度，而金属壳 3 的温度则不象催化剂载体 2 的那么高。因此，与催化剂载体 2 接触的侧表面尤其需要具有高的耐热性。考虑到这些因素，根据本发明第二组的实施方式的结构是，使第二侧表面 S2 与催化剂载体 2 接触，所述第二侧表面 S2 具有相对较高的结晶度，即

该侧表面具有优异的耐热性。相反，使第一侧表面 S1 与金属壳 3 接触，所述第一侧表面 S1 具有相对较低的结晶度，即该侧表面具有优异的弹性和柔韧性，虽然耐热性并不优越。因此，与催化剂载体 2 接触的部位纤维不易脆化，从而提供了这样一种紧固密封材料 4，所述紧固密封材料 4 具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。此外，由于与金属壳 3 接触的部位产生了弹力，这可以减少该部位与金属壳之间产生空隙，从而提供了密封性能优异的紧固密封材料 4。

如上所述，可以得到这样一种催化转化装置 1，所述催化转化装置 1 对催化剂载体 2 具有优异的紧固性能，不易泄露废气，而且具有良好的处理效率。

根据本发明第二组的紧固密封材料 4 包括纤维聚集体 M1 片材，而且该纤维聚集体 M1 的结晶度从第一侧表面 S1 到第二侧表面 S2 逐步增加。因此，这种结构不同于由多个结晶度不同的纤维聚集体 M1 所组成的结构，前述结构可以省去各个纤维聚集体 M1 上下相互重叠并使其相互粘合的工作，从而减少了制备工序。于是，这可提供易于制备的紧固密封材料 4。

此外，由于与多个片材相叠而成的结构相比，前述结构可以更薄，于是这可相对容易地将前述结构置于窄的空隙之中。于是，这不但可以容易地进行包紧工序，而且在封壳操作时易于进行装配。

此外，在多个片材相互叠合的结构中，废气可穿过纤维聚集体 M1 之间的界面。相比之下，由于紧固密封材料 4 是单片结构，其中没有界面，因此不必考虑废气的从界面之间穿过的问题。于是，这可提供密封性能优异的设备。

在该紧固密封材料 4 中，第一侧表面 S1 部位的结晶度与第二侧表面 S2 部位的结晶度在所述所要求的范围内。因此，这可确保提高表面压力特性和密封特性，从而得到高性能的催化转化装置 1。

根据本发明第二组的实施方式的制备方法，煅烧在一定的温差下进行，所述温差由毡状的纤维聚集体 M1 的第一侧表面 S1 的煅烧温度和第二侧表面 S2 的煅烧温度所形成。因此，这可确保相对容易地制备两个表面的结晶度不同的紧固密封材料 4。此外，这种制备方法尤其适合于具有

如下结构的紧固密封材料 4，所述结构为，在单片的纤维聚集体 M1 中，从第一侧表面 S1 到第二侧表面 S2，结晶度逐步增加。此外，在该制备方法中通常采用常规的煅烧设备，无须采用专门的煅烧设备。因此，这可避免设备费用的增加。

5 在根据本发明第二组的实施方式中，煅烧步骤进行的温度条件为，第一侧表面 S1 和第二侧表面 S2 的煅烧温度在所述优选的范围之内。因此，这可确保制得根据本发明第二组的实施方式中的紧固密封材料 4，在所述紧固密封材料 4 中，从第一侧表面 S1 到第二侧表面 S2 的结晶度逐步增加。

10 此外，根据本发明第二组的紧固密封材料包括聚集成毡状的氧化铝-氧化硅纤维，所述氧化铝-氧化硅纤维是该紧固密封材料的组成材料，所述紧固密封材料被置于催化剂载体和包覆在所述催化剂载体外周的金属壳之间的空隙中，所述紧固密封材料可被制成用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料的特点是，其第一侧表面由无定形材料制成，其第二侧表面由结晶材料制成。

15 利用该结构可以获得用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料的优点是，它具有高的初始表面压力，且该表面压力不随时间而降低，此外，它还具有优异的密封性能。

20 此外，在根据本发明第二组的实施方式中，举例说明了把紧固密封材料 4 应用于催化转化装置 1 的情形，所述催化转化装置 1 是汽车净化装置中所用催化转化装置；然而，根据本发明第二组的紧固密封材料 4 当然也可应用于除汽车净化装置所用的催化转化装置 1 之外的其他装置，例如柴油机细颗粒过滤器（DPF）、用作燃料电池改性器的催化转化装置等。

25 下面将阐述本发明第三组的实施方式。

参见图 1 到 3，以及图 8 和 9，下面将详细阐述根据本发明第三组的实施方式的催化转化装置，所述催化转化装置用于汽车废气净化装置。

如图 3 所示，根据本发明第三组的实施方式的催化转化装置 1 基本上与根据本发明第一组的催化转化装置相同，所述催化转化装置 1 由催

化剂载体 2、包覆在该催化剂载体 2 外周的金属壳 3 和置于所述部件 2 和 3 的空隙之间的紧固密封材料 4 组成。

此处，关于催化剂载体 2 和金属壳 3，可以采用与根据本发明第一组的所描述的催化剂装化装置中的 2 和 3 相同的部件；因此，在此略去 5 其描述。

此外，催化载体 2 的形状并不局限于正圆形，而可以是例如椭圆形或长圆形。在此情况下，金属壳 3 的截面形状可以相应地改为椭圆形和长圆形。此外，关于催化剂载体 2，除模铸成为该实施方式中所示的蜂窝式堇青石载体外，还可采用例如蜂窝式多孔烧结体，所述多孔烧结体例 10 如碳化硅或氮化硅等的多孔烧结体。

此外，如图 4 所示的催化剂载体 20 所示，可以采用无密封件的催化剂载体。

如图 1 所示，紧固密封材料 4 为长的毡状部件，在其一端具有凸起结合部 11，在其另一端具有凹陷结合部 12。如图 2 所示，包覆在催化剂 15 载体 2 之上时，凸起结合部 11 刚好与凹陷结合部 12 咬合。

根据本发明第三组的实施方式的紧固密封材料 4 由集合成毡状（即纤维聚集体 M1）的陶瓷纤维组成，所述陶瓷纤维是所述紧固密封材料 4 的主要成分。在根据本发明第三组的实施方式中，所述陶瓷纤维可以采用氧化铝-氧化硅纤维 6。在此情形下，优选采用富铝红柱石结晶含量为 20 0 重量%或以上到 10 重量%或以下的氧化铝-氧化硅纤维 6。具有该化学组成的纤维可提供优异的耐热性，而且当受到压缩载荷时，所述纤维可产生高的排斥力，因为其无定形组分较少。因此，当这种纤维被置于空隙中时，即使经受高温，其表面压力降低的可能性也相对较低。

氧化铝-氧化硅纤维 6 的化学组成优选为：氧化铝在 68 重量%到 83 25 重量%的范围内，二氧化硅在 32 重量%到 17 重量%的范围内，具体而言，更优选 $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 72 : 28$ 。

如果氧化铝低于 68 重量%，或二氧化硅高于 32 重量%，它可能难以充分地提高耐热性，以及难以在受到压缩载荷时产生足够的排斥力。如果氧化铝高于 83 重量%，或二氧化硅低于 17 重量%，也难以充分地提高

耐热性，以及难以在受到压缩载荷时产生足够的排斥力。

关于氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径和平均长度，这些参数优选与根据本发明第一组的催化转化装置中所描述的相同；因此，在此省略其描述。

- 5 此外，每一氧化铝-氧化硅纤维 6 的拉伸强度优选为 0.1 GPa 或更大，更优选 0.5 GPa 或更大。

此处，根据本发明第三组的氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状需要为非圆形，即其截面形状为其他变形状。图 9 的右列显示了纤维的各种截面形状的例子。实际上为椭圆形截面的纤维（椭圆形截面的纤维）如右
10 列第一行所示，该纤维是扁平截面形状的纤维的一个例子。实际上为茧形截面的纤维（茧形截面的纤维）如右列第二行所示，该纤维是扁平截面形状的纤维的一个例子。此外，内部有空间的中空纤维如右列第三行所示。

此外，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状并不局限于所列举的椭圆形
15 和茧形，其截面形状还可以是，例如长圆形、三角形或矩形。

此外，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状并不局限于所列举的中空形状，其截面形状还可以是，例如内部具有两个或多个空间的形状等。

在根据本发明第三组的实施方式中，关于紧固密封材料 4 在安装前的厚度、紧固密封材料 4 在安装后的松密度（GBD）和在紧固密封材料 4
20 的安装状态下紧固密封材料 4 的初始表面压力，它们优选与本发明第一组的催化转化装置所描述的相同；因此，在此略去其描述。

此处，如果需要，可以对该紧固密封材料 4 进行针刺处理和树脂浸渍处理等。通过采用这些处理，可以在厚度方向上压缩紧固密封材料 4，从而使其沿厚度方向变薄。

- 25 下面将按顺序描述根据本发明第三组的催化转化装置 1 的制备方法。

首先，混合铝盐水溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物以便制得纺丝料液 18。换言之，采用无机盐法制得纺丝料液 18。铝盐水溶液既作为氧化铝源，又作为可使纺丝料液 18 增加粘度的组分。这种水溶性溶液优选

碱式铝盐的水溶液。二氧化硅溶胶既作为二氧化硅源，又作为可使纤维具有高强度的成分。有机聚合物可赋予纺丝料液 18 拉丝性能。

在根据本发明第三组的实施方式中，优选进一步向纺丝料液 18 中加入水溶性增塑剂，所述水溶性增塑剂的作用是，它可降低纤维从喷嘴排出时的溶体膨胀率。所述增塑剂的加入量的下限优选 0.1 重量%，其上限
5 优选 10 重量%，具体而言，其下限更优选 0.1 重量%，其上限更优选 3 重量%。

当所述加入量低于 0.1 重量%时，不能充分降低弹性模量，从而不能获得通过加入增塑剂而降低溶体膨胀率的效果。相比之下，加入量高于
10 10 重量%时，会对氧化铝-氧化硅纤维 6 的物理性能产生不利影响，因为这时纺丝料液 18 中的非陶瓷成分增加了。

此外，除了向纺丝料液 18 中加入水溶性物质外，还可采用其他方法来降低溶体膨胀率。

关于所述增塑剂，优选水溶性有机物，更具体而言，优选高粘度的
15 乙二醇醚。即使加入少量的这类有机物也可确保降低纺丝料液 18 弹性模量。此外，在纺丝工序之后的烧结步骤结束时，乙二醇醚被该步骤中的热完烧净了。

此处，可作为增塑剂的乙二醇醚的例子包括：四甘醇一丁醚（3, 6, 9, 12-四氧杂十六醇）、三甘醇一丁醚（3, 6, 9-三氧杂十三醇）、二
20 甘醇一丁醚（2-(2-丁氧基乙氧基)乙醇）、丙二醇一丁醚、乙二醇一丁醚、丙二醇一甲醚（1-甲氧基-2-丙醇）、丙二醇单甲醚乙酸酯与乙酸的混合物等。除所述乙二醇醚外，还可采用例如粘性有机物作为增塑剂，所述粘性有机物如聚乙二醇和丙三醇等。此外，只可向纺丝料液 18 加入上列
25 有机物中的一种；然而，也可以将上列两种或多种的混合物加入纺丝料液 18。

其次，真空浓缩由上法所得的纺丝料液 18，从而制得具有适合于纺丝加工的密度、温度和粘度的纺丝料液 18。在此情形下，优选将浓度为约 20 重量%的纺丝料液浓缩到约 30 重量%到 40 重量%。此外，其粘度优选为 10 泊到 1500 泊。

进而，由上法制得的纺丝料液 18 通过如图 8 所示的纺丝设备 20 的喷嘴 19 排出到空气中，从而连续得到了截面形状与喷嘴的金属口型 19a 相似的母体纤维 6A。更具体而言，具有如右列第一行所示的椭圆截面的母体纤维 6A，是采用具有如左列第一行所示的矩形截面的金属口型 19a 5 制得的。具有如图 9 右列第二行所示的茧形截面的母体纤维 6A，是采用具有如左列第二行所示的实际为哑铃形截面的金属口型 19a 制得的。具有如图 9 右列第三行所示的中空截面形状的母体纤维 6A，是采用具有如左列第三行所示的实际为 C 形的金属口型 19a 制得的。

此处，在图 9 中表的右列第一行所示的椭圆形截面的情形下，其扁率（短轴与长轴之比）优选为 1:1.1 到 1:1.3。扁率超过 1:3 的纤维会降低初始端面的厚度。

然后，将从金属口型 19a 纺出的母体纤维 6A 连续卷取并拉伸。在此情形下，优选采用例如干燥的压力纺丝法。

优选地，当母体纤维 6A 从金属口型 19a 排出时，立即用干燥的热空气沿母体纤维 6A 的排出方向吹扫。在此情形下，优选用干燥的热空气吹扫，更优选用常温或高于常温的热空气吹扫。采用这种方法可以高效而迅速地干燥母体纤维 6A。

如图 8 所示的纺丝装置 20，在喷嘴 19 中设置供干燥热空气流过的流道 17。流道 17 的一端具有干空气的排出口，所述干空气的排出口的开口向下（与喷嘴 19 同方向）且其位置紧邻喷嘴 19 的金属口型 19a。流道 17 的另一端通过管道与气源相接，所述气源未示出。于是，当供应经过加热和干燥的压缩空气时，干燥的热空气就沿母体纤维 6A 的排出方向（换言之，即拉伸方向 A1：图 8 中向下的方向）排出。结果，当母体纤维 6A 刚被排出就立即被热空气干燥。干燥热空气的温度优选为 30℃ 到 100℃，25 风速优选为 1m/s 到 50 m/s。

随后，通过煅烧步骤使母体纤维 6A 烧结而形成陶瓷（结晶化），从而使母体纤维 6A 硬化而得到氧化铝-氧化硅纤维 6。此处，增塑剂被这期间的热完全烧净了，在氧化铝-氧化硅纤维 6 中几乎没有残留。

在所述煅烧步骤中，优选煅烧的条件为，使富铝红柱石晶体在氧化

铝-氧化硅纤维 6 中的含量为 10 重量%或更低。例如，煅烧步骤中的煅烧温度优选在 1000℃到 1300℃的范围内。煅烧温度低于 1000℃时，就不能使母体纤维 6A 完全干燥并烧结，从而使得难以确保提供优异的耐热性，而且当紧固密封材料 4 承受压缩载荷时，不能产生足够的排斥力。相比之下，如煅烧温度高于 1300℃，氧化铝-氧化硅纤维 6 中富铝红柱石易于结晶。因此，这样就难以把富铝红柱石晶体的含量降低到 10 重量%或更低，从而使得难以确保提供优异的耐热性，而且当紧固密封材料 4 承受压缩载荷时，不能产生足够的排斥力。

随后，把由所述各步骤得到的长的氧化铝-氧化硅纤维 6 切割成预定长度，从而形成一定程度的短纤维。其后，收集该短纤维，将其松解并压片，或者将由短纤维分散于水中所形成的短纤维分散液注入模具，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体。进而，将该纤维聚集体冲切成预定的形状，从而形成紧固密封材料 4。

然后，如果需要的话，用有机粘合剂浸渍紧固密封材料 4，然后沿厚度方向将所得的紧固密封材料 4 压缩并铸型。此时的有机粘合剂除可以采用乳胶及丙烯酸橡胶和丁腈橡胶等外，也可以采用聚乙烯醇和丙烯酸树脂等。

此外，将紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的外周，并用有机胶带 13 固定，所述紧固密封材料 4 由把所述纤维聚集体冲切成预定的形状而形成。而后，将其进行压嵌、封壳或包紧步骤，从而完成所需的催化转化装置 1。

于是，根据本发明第三组的实施方式，可以获得如下效果。

根据本发明第三组的实施方式的紧固密封材料 4 由氧化铝-氧化硅纤维 6 组成，所述氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面不是圆形，而是其他变形式。与圆形截面的纤维相比，这类纤维具有更好的柔韧性。换言之，由于氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面不是圆形，所以其特征是，其沿特定方向的弯曲相对较为容易。该特征使得氧化铝-氧化硅纤维不易折断，而且可使其长时间保持排斥力。于是，当紧固密封材料 4 由这种氧化铝-氧化硅纤维 6 制得时，可以减少表面压力随时间降低的可能性。因此，可以得

到这样一种催化转化装置 1, 所述催化转化装置 1 对催化剂载体 2 具有优异的紧固性能, 而且对废气具有优异的密封性能。

此外, 当采用具有椭圆形和茧形截面的纤维形成紧固密封材料 4 时, 氧化铝-氧化硅纤维 6 容易相互缠绕, 从而使得氧化铝-氧化硅纤维 6 不易相互滑移和松散。

因此, 这可以减少表面压力的降低。

此外, 与内部没有空隙的纤维相比, 中空纤维的绝热性较佳。因此, 采用这种纤维的紧固密封材料 4 可以减少从催化剂载体 2 向金属壳 3 释放热量, 从而使催化反应高效进行。此外, 中空纤维可以通过纤维内部

10 的空隙吸收和削弱声音和振动。因此, 采用这种纤维的紧固密封材料 4, 可以获得具有优异的隔音和减振性能的催化转化装置 1。

根据本发明第三组的实施方式的制备方法, 通过非圆形截面的喷嘴 19 的金属口型 19a 排出纺丝料液 18。刚从金属口型 19a 喷出时, 母体纤维 6A 的截面形状在一定程度上反映了金属口型 19a 的截面形状。然而,

15 排出后随着时间的推移, 在母体纤维 6A 所产生的表面张力的作用下, 其截面形状会变圆 (换言之, 它产生了溶体膨胀效应), 母体纤维 6A 的截面就会变成圆形。因此, 在根据本发明第三组的实施方式中, 在母体纤维 6A 被排出后, 立即用干燥热空气吹扫, 从而通过除去母体纤维 6A 内的水分而将母体纤维干燥固化。因此, 可以通过金属口型 19a 来使母体

20 纤维 6A 保持所需的截面形状, 从而相对容易地获得具有非圆形截面的氧化铝-氧化硅纤维 6。换言之, 需要采用该制备方法来获得上紧固密封材料 4。

根据本发明第三组的实施方式中的制备方法, 干燥的热空气沿母体纤维 6A 的排出方向吹扫, 从而使母体纤维 6A 干燥固化, 并同时

25 进行拉伸。此外, 通过以这种方式进行的拉伸处理, 可以相对容易地控制纤维的直径和形状。因此, 这可容易而有效地制备所需的氧化铝-氧化硅纤维 6。

根据本发明第三组的实施方式中的制备方法, 在纺丝料液 18 中预先加入水溶性增塑剂, 从而使纺丝料液 18 的弹性模量降低, 并减少溶体膨

胀效应的发生。因此，稳定了纺丝料液 18 在纺丝加工中的排出行为。于是，甚至在用强力拉伸时纤维也不容易断裂，而且由于弹性形变，纤维的截面形状也不容易呈圆形。此外，所述增塑剂为水溶性的，所以它可均匀地分散于纺丝料液 18 中。于是，可以将溶体膨胀率实际上降低到一
5 固定值，并由此相对容易地得到所需的纤维直径和截面形状。因此，这可容易而有效地制备所需的氧化铝-氧化硅纤维 6。

此外，本发明第三组可包括用于陶瓷纤维的纺丝设备，所述纺丝设备用来形成根据本发明第三组的紧固密封材料的陶瓷纤维，也即，该陶瓷纤维用的纺丝设备包括：喷嘴，所述喷嘴具有非圆形截面的金属口型；
10 供应干燥热空气的流道，所述流道具有临近所述金属口型的热空气排出口，所述流道的布置可以使干燥热空气沿陶瓷母体纤维的排出方向通过所述干燥热空气排出口排出。

此外，在根据本发明第三组的实施方式中，举例说明了把根据本发明第三组的紧固密封材料 4 应用于催化转化装置 1 的情形，所述催化转化装置 1 是汽车净化装置中所用催化转化装置；然而，根据本发明第三
15 组的紧固密封材料 4 当然也可应用于除汽车净化装置所用的催化转化装置 1 之外的其他装置，例如柴油机细颗粒过滤器（DPF）、用作燃料电池改性器的催化转化装置等。

下面将阐述根据本发明第四组的实施方式。

20 参见图 1 到 3，根据本发明第四组的实施方式，下面将对用于汽车废气净化装置的催化转化装置作详细描述。

如图 3 所示，根据本发明第四组的实施方式中的催化转化装置 1 实际上与根据本发明第一组的催化转化装置相同，所述催化转化装置 1 由催化剂载体 2、包覆在所述催化剂载体 2 外周的金属壳 3 和置于部件 2 和
25 3 之间的空隙中的紧固密封材料 4 组成。

此处，关于催化剂载体 2 和金属壳 3，可以采用与根据本发明第一组所描述的催化转化装置中的 2 和 3 相同的部件；因此，在此略去其描述。

此外，关于催化剂载体 2，除模铸成为该实施方式中所示的蜂窝式

堇青石载体外，还可采用例如蜂窝式多孔烧结体，所述多孔烧结体例如碳化硅或氮化硅等的多孔烧结体。

此外，如图 4 所示的催化剂载体 20 所示，可以采用无密封件的催化剂载体。

- 5 如图 1 所示，紧固密封材料 4 为长的毡状部件，在其一端具有凸起结合部 11，在其另一端具有凹陷结合部 12。如图 2 所示，包覆在催化剂载体 2 时，凸起结合部 11 刚好与凹陷结合部 12 咬合。

- 根据本发明第四组的实施方式，紧固密封材料 4 由聚集成毡状（即纤维聚集体）的陶瓷纤维组成，所述陶瓷纤维是所述紧固密封材料 4 的主要成分。在根据本发明第四组的实施方式中，所述陶瓷纤维可以采用氧化铝-氧化硅纤维 6。此时，优选使用富铝红柱石晶体的含量在 0 重量%或以上到 10 重量%或以下的范围内的氧化铝-氧化硅纤维 6。具有这种化学组成的纤维的无定形成分少，从而提供优异的耐热性，并在施加压缩载荷时具有高的排斥力。因此，即使该纤维被置于空隙中经受高温，其表面压力也不易降低。
- 10
- 15

- 氧化铝-氧化硅纤维 6 中氧化铝含量的允许范围是，其下限为 50 重量%，其上限为 100 重量%，二氧化硅含量的允许范围是，其下限为 0 重量%，其上限为 50 重量%。此处，氧化铝的含量下限优选为 68 重量%，上限优选为 83 重量%，二氧化硅的含量下限优选为 32 重量%，上限优选为 17 重量%；更具体而言，含量更优选为 $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 72 : 28$ 。
- 20

如果氧化铝低于 68 重量%，或二氧化硅高于 32 重量%，会难以充分地提高耐热性，以及难以在受到压缩载荷时产生足够的排斥力。如果氧化铝高于 83 重量%，或二氧化硅低于 17 重量%，也将难以充分地提高耐热性，以及难以在受到压缩载荷时产生足够的排斥力。

- 25 氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径的下限为 $5\mu\text{m}$ ，其上限为 $15\mu\text{m}$ ，纤维直径的离差优选在 $\pm 3\mu\text{m}$ 之内。此外，纤维的平均直径更优选下限为 $7\mu\text{m}$ ，其上限为 $12\mu\text{m}$ ，纤维直径的离差更优选在 $\pm 2\mu\text{m}$ 之内。

纤维的平均直径低于 $5\mu\text{m}$ 就会降低纤维的强度，从而难以提供足够的表面压力，而且会产生纤维被呼吸器官吸入的问题。如果纤维的平均

直径大于 $15\mu\text{m}$ ，当用这种纤维形成毡状的纤维聚集体时，它的耐风蚀性就会降低，从而损害了密封性能。除这些不利影响外，其断裂强度也可能降低。据信这是由于纤维的表面积的增加而导致了小的划痕的增加，从而产生了该不利影响。此外，当纤维直径的离差超过 $\pm 3\mu\text{m}$ 时，纤维的聚集就不均一，结果会使单位重量随部位的不同而变化的程度增加。

氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均长度的下限优选为 5 mm，其上限优选为 20mm，纤维长度的离差优选限制在 $\pm 4\text{mm}$ 之内。纤维的平均长度的下限更优选为 8 mm，其上限更优选为 13mm，纤维长度的离差更优选限制在 $\pm 2\text{mm}$ 之内。

10 当纤维的平均长度低于 5mm 时，会产生纤维容易被呼吸器官吸入的问题。而且，实际上这种纤维已经不再具有纤维的特性，当用这种纤维形成毡状的聚集体时，纤维不能很好地相互缠结，从而难以获得足够的表面压力。当纤维的平均长度超过 20mm 时，会使纤维彼此过度缠结，从而在用这种纤维形成毡状的聚集体时，纤维的聚集就会不均匀。换言之，聚集体的单位重量随部位的变化就会较大，从而不利于降低表面压力值的离差。此外，当纤维长度的离差超过约 $\pm 4\text{mm}$ 时，纤维的聚集就会不均一，导致单位重量随部位的变化就会较大。

15 紧固密封材料 4 中渣球的含量优选为 3 重量%或更低，更优选 0 重量%，也即，根本不含渣球。

20 含有渣球时，单位重量随部位的变化就较大，从而不利于减少表面压力值的离差。

此外，每根氧化铝-氧化硅纤维 6 的拉伸强度优选 0.1GPa 或更高，更优选 0.5GPa 或更高。除正圆形外，各种氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状可为其他变异性（例如，椭圆形、长圆形或实际上为三角形）。

25 根据本发明第四组的催化转化装置，关于紧固密封材料 4 在安装前的厚度、紧固密封材料 4 在安装后的松密度 (GBD) 和紧固密封材料 4 在安装状态下的初始表面压力，优选地，它们与本发明第一组的催化转化装置所描述的相同；因此，在此略去其描述。

此处，如果需要，可以对该紧固密封材料 4 进行针刺处理和树脂浸

渍处理等。通过采用这些处理，可以在厚度方向上压缩紧固密封材料 4，从而使其沿厚度方向变薄。

下面将按顺序描述根据本发明第四组的催化转化装置 1 的制备方法。

- 5 首先，混合铝盐的水溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物以便形成纺丝料液。换言之，通过无机盐法制得了纺丝料液。铝盐的水溶液既作为氧化铝源，又作为可能增加纺丝料液的粘度的组分。

水溶性溶液优选碱式铝盐的水溶液。二氧化硅溶胶既作为二氧化硅源，又作为可使纤维具有高强度的成分。有机聚合物可赋予纺丝料液拉
10 丝性能。

可以向纺丝料液中加入消泡剂等。此处，通过改变铝盐与二氧化硅溶胶的比例，可以在一定程度上控制氧化铝-氧化硅纤维 6 的化学组成。

此外，纺丝料液的组成并不局限于本文所举的例子，可以根据需要
15 来改变纺丝料液的组成，只要不显著降低纤维的纺丝性能和物理性能即可。

其次，真空浓缩所得的纺丝料液，制得具有适合于纺丝加工的浓度、温度和粘度的纺丝料液。在此情形下，优选将浓度约为 20 重量%的纺丝料液浓缩到约 30 重量%到 40 重量%。此外，其粘度优选为 10 泊到 2000 泊。

20 进而，由上法制得的纺丝料液通过纺丝设备的喷嘴排出到空气中，从而连续得到了截面形状与喷嘴的金属口型相似的母体纤维。经过纺丝加工的母体纤维在连续卷取的同时被拉伸。在此情形下，优选采用例如干燥的压力纺丝法。

顺便提一下，通过适当地设定喷嘴排出口的截面形状和尺寸，以及
25 通过将排出、拉伸和卷取条件设为定值，这样就可把纤维直径控制在窄的范围之内。这种方法可以减少纤维直径的离差。

接着，把由所述方法得到的母体长纤维切割成约 0.5mm 到 10mm 的长度，从而形成短纤维。这种短纤维纺丝方法的优点是，它可通过控制纤维长度在窄的范围，从而减小纤维长度的离差，而且可以初步避免渣球

的产生。换言之，所得的短纤维的长度基本上依赖于切割设备的机械精度，所述切割设备的离差范围很小。

此外，用来切割长纤维的切割设备可以采用例如闸刀或其他机械切割设备。

- 5 随后，将该短纤维集中、松解并压片，或者将由短纤维分散于水中而形成的纤维分散液注入模具中，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体。

其次，通过煅烧步骤烧结所述毡状的纤维聚集体，使其形成陶瓷（结晶化），于是母体纤维硬化而得到氧化铝-氧化硅纤维 6。

- 10 在所述煅烧步骤中，煅烧的条件优选为，使在所得的氧化铝-氧化硅纤维 6 中，富铝红柱石晶体含量为 10 重量%或以下。例如，煅烧步骤中的煅烧温度优选在 1000℃到 1300℃的范围内。煅烧温度低于 1000℃时，就不能使母体纤维完全干燥并烧结，从而使得难以确保提供优异的耐热性，而且当紧固密封材料 4 承受压缩载荷时，不能产生足够的排斥力。
- 15 相比之下，如煅烧温度高于 1300℃，氧化铝-氧化硅纤维 6 中富铝红柱石易于结晶。因此，这样就难以把富铝红柱石晶体的含量降低到 10 重量%或更低，从而使得难以确保提供优异的耐热性，而且当紧固密封材料 4 承受压缩载荷时，不能产生足够的排斥力。

- 20 此处，可以不采用所述方法，即母体长纤维被切割成短纤维后再进行煅烧，而是在把长纤维切割成短纤维之前预先进行煅烧。

- 其次，将该纤维聚集体冲切成预定的形状，从而形成紧固密封材料 4。然后，如果需要的话，用有机粘合剂浸渍紧固密封材料 4，然后沿厚度方向将所得的紧固密封材料 4 压缩并铸型。此时的有机粘合剂除可以采用乳胶及丙烯酸橡胶和丁腈橡胶等外，也可以采用聚乙烯醇和丙烯酸
- 25 树脂等。

此外，将紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的外周，并用有机胶带 13 固定。而后，将其进行压嵌、封壳或包紧步骤，从而完成所需的催化转化装置 1。

于是，根据本发明第四组的实施方式，可以获得如下效果。

在根据本发明第四组的实施方式中，紧固密封材料 4 中的氧化铝-氧化硅纤维 6 的纤维直径的离差减小到了 $\pm 3 \mu\text{m}$ 之内，同时纤维长度的离差减小到了 $\pm 4 \text{mm}$ 之内，渣球的含量为 3 重量%或更低。因此，通过这些协同作用，可以显著减少单位重量随部位的变化，并由此而有效地减少表面压力值的离差。于是，这样可获得质量稳定的紧固密封材料 4。

根据本发明第四组的紧固密封材料 4 不但减少了表面压力的离差，而且可以提高表面压力的值；因此，可减少制备紧固密封材料 4 的片材所需的氧化铝-氧化硅纤维 6 的量并因此可降低紧固密封材料 4 的制备成本。

10 根据本发明第四组的实施方式中的制备方法，由于纺丝工序采用了无机盐法，从而可以把纤维直径控制在窄的范围内，并因此这可以降低纤维直径的离差。此外，该方法把长纤维切割成了短纤维；因此，与由吹塑工艺获得的纤维不同，该方法可以把纤维长度控制在窄的范围内。于是，这可降低纤维长度的离差。除了这些作用外，还可以避免产生渣球。因此，该制备方法可以确保容易地获得所述紧固密封材料 4。

如上文所清楚地阐述的，根据本发明第四组的实施方式中的制备方法，可以提供获得所述紧固密封材料 4 所需的方法。

20 根据本发明第四组的实施方式中的制备方法可包括煅烧所得陶瓷的短纤维的方法，该方法是第四组的发明之一；也即，陶瓷短纤维的制备方法，所述陶瓷短纤维的制备方法包括：纺丝工序，在该工序中，含有铝盐水溶液、二氧化硅溶胶和有机聚合物的纺丝料液被连续地从喷嘴中排出，从而得到母体长纤维；切割工序，该工序将所述长的纤维切割成预定的长度从而得到短纤维；和煅烧步骤，该步骤加热并烧结所述短纤维。该方法与陶瓷短纤维的制备方法相关，所述陶瓷短纤维的制备方法
25 可减小纤维的长度和直径的离差。

此外，在根据本发明第四组的实施方式中，举例说明了把根据本发明第四组的紧固密封材料 4 应用于催化转化装置 1 的情形，所述催化转化装置 1 是汽车净化装置中所用的催化转化装置；然而，根据本发明第四组的紧固密封材料 4 当然也可应用于除汽车净化装置所用的催化转化

装置 1 之外的其他装置，例如柴油机细颗粒过滤器（DPF）、用作燃料电池改性器的催化转化装置等。

下面将阐述根据本发明第五组的实施方式。

[第一个实施方式]

5 参见图 1 到 3 以及图 12，下面将详细阐述根据本发明第五组的实施方式的催化转化装置，所述催化转化装置用于汽车废气净化装置。

如图 3 所示，根据本发明第五组的实施方式的催化转化装置 1 实际上与根据本发明第一组的催化转化装置相同，所述催化转化装置 1 由催化剂载体 2、包覆在该催化剂载体 2 外周的金属壳 3 和置于所述部件 2 和
10 3 的空隙之间的紧固密封材料 4 组成。

此处，关于催化剂载体 2 和金属壳 3，可以采用与根据本发明第一组的所描述的催化剂装化装置中的 2 和 3 相同的部件；因此，在此略去其描述。

此外，关于催化剂载体 2，除模铸成为该实施方式中所示的蜂窝式
15 堇青石载体外，还可采用例如蜂窝式多孔烧结体，所述多孔烧结体例如碳化硅或氮化硅等的多孔烧结体。

此外，如图 4 所示的催化剂载体 20 所示，可以采用无密封件的催化剂载体。

如图 1 所示，紧固密封材料 4 为长的毡状的部件，在其一端具有凸
20 起结合部 11，在其另一端具有凹陷结合部 12。如图 2 所示，包覆在催化剂载体 2 上时，凸起结合部 11 刚好与凹陷结合部 12 咬合。

根据本发明第五组的实施方式，紧固密封材料 4 由聚集成毡状（即纤维聚集体）的陶瓷纤维组成，所述陶瓷纤维是所述紧固密封材料 4 的主要成分。在根据本发明第五组的实施方式中，所述陶瓷纤维可以采用
25 氧化铝-氧化硅纤维 6。此时，优先使用富铝红柱石晶体的含量在 0 重量%或以上到 10 重量%或以下的范围内的氧化铝-氧化硅纤维 6。具有这种化学组成的纤维由于无定形成分少，从而可以提供优异的耐热性，并在施加压缩载荷时具有高的排斥力。因此，即使该纤维被置于空隙中经受高温，其表面压力也不易降低。

氧化铝-氧化硅纤维 6 的化学组成优选为：氧化铝在 68 重量%到 83 重量%的范围内，二氧化硅在 32 重量%到 17 重量%的范围内，具体而言，更优选 $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 72 : 28$ 。

5 如果氧化铝低于 68 重量%，或二氧化硅高于 32 重量%，会难以充分地提高耐热性，以及难以在受到压缩载荷时产生足够的排斥力。如果氧化铝高于 83 重量%，或二氧化硅低于 17 重量%，也将难以充分地提高耐热性，以及难以在受到压缩载荷时产生足够的排斥力。

参见示意图 12，当该紧固密封材料 4 由氧化铝-氧化硅纤维 6 组成时，所述纤维通过陶瓷粘合剂 7 部分粘合。于是，这可提供这样一种结构，即，在陶瓷纤维的搭接部位形成交联的桥。换言之，紧固密封材料 4 10 由具有支链结构的氧化铝-氧化硅纤维 6 组成。

此处，在紧固密封材料 4 的内部有空隙。

此外，替代所举例的氧化铝-氧化硅纤维 6，例如也可以使用其它如结晶的氧化铝纤维和氧化硅纤维等形成紧固密封材料 4。

15 所述陶瓷粘合剂 7 优选含有构成陶瓷纤维的物质。上述陶瓷粘合剂 7 的特点是与纤维具有高的亲合性，并使结构部位具有高的强度。因此，可以确保表面压力不随时间降低。因此在本发明第五组的实施方式中，采用主要由氧化铝构成的陶瓷粘合剂。

20 此外，陶瓷粘合剂 7 可选用不构成陶瓷纤维的物质。例如，当选择了氧化铝-氧化硅纤维 6 时，可以采用由氧化锆、氧化钛、氧化钇、二氧化铈、氧化钙或氧化镁等构成的陶瓷粘合剂 7。

陶瓷粘合剂 7 的用量的下限优选为 1 重量%，其上限优选为 8 重量%，而其下限更优选 3 重量%，其上限更优选 7 重量%。

25 当所述用量低于 1 重量%时，纤维之间的粘合强度不高。相比之下，当所述用量超过 8 重量%时，尽管粘合强度不存在问题，但紧固密封材料 4 内部的空隙被填充了，从而不能为紧固密封材料 4 提供所需的物理性能，也即弹性和绝热性。

关于氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径和平均长度，这些参数优选与根据本发明第一组的催化转化装置中所描述的相同；因此，在此略去其

描述。

此外，氧化铝-氧化硅纤维 6 的每根纤维的拉伸强度（相对强度）优选为 0.1GPa 或更高，更优选 0.5GPa 或更高。除图 12 所示的正圆形外，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状可以是其他变形状（例如椭圆形、长圆形和基本上为三角的形状）。

在根据本发明第五组的催化转化装置中，紧固密封材料 4 在安装前的厚度、紧固密封材料 4 在安装后的松密度（GBD）和紧固密封材料 4 在安装状态下的初始表面压力，它们与本发明第一组的催化转化装置所描述的相同；因此，在此略去其描述。

10 此处，如果需要，可以对该紧固密封材料 4 进行针刺处理和树脂浸渍处理等。通过采用这些处理，可以在厚度方向上压缩紧固密封材料 4，从而使其沿厚度方向变薄。

下面将按顺序描述根据本发明第五组的催化转化装置 1 的制备方法。

15 首先，按照与根据本发明第四组的催化转化装置的制备方法中所描述的方法相同的方法制备纺丝料液，从而制得母体纤维的长纤维。

然后，通过进行第一煅烧步骤使母体纤维硬化，从而使母体纤维形成陶瓷（结晶化）；于是，得到了氧化铝-氧化硅纤维 6。

在所述煅烧步骤中，优选煅烧的条件为，使富铝红柱石晶体在氧化铝-氧化硅纤维 6 中的含量为 10 重量%或更低。例如，煅烧步骤中的煅烧温度优选在 1000°C 到 1300°C 的范围内。煅烧温度低于 1000°C 时，就不能使母体纤维 6A 完全干燥并烧结，从而使得难以确保提供优异的耐热性，而且当紧固密封材料 4 承受压缩载荷时，不能产生足够的排斥力。相比之下，如煅烧温度高于 1300°C，氧化铝-氧化硅纤维 6 中富铝红柱石易于
20 结晶。因此，这样就难以把富铝红柱石晶体的含量降低到 10 重量%或更低，从而使得难以确保提供优异的耐热性，而且当紧固密封材料 4 承受
25 压缩载荷时，不能产生足够的排斥力。

其次，采用例如闸刀切割长纤维，将长的氧化铝-氧化硅纤维 6 切割成预定的长度，从而得到一定长度的短纤维。然后，将所述短纤维收集、

松解和压片，或者将由短纤维分散于水中而形成的纤维分散液注入模具，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体。然后，将该纤维聚集体冲切成预定的形状，以便得到紧固密封材料 4。

所述模铸工序之后，进行粘合工序，以便使所述构成纤维聚集体的短纤维通过陶瓷粘合剂相互粘合。更具体而言，进行如下处理。

首先，制备陶瓷粘合剂 7 的原料溶液，然后将其施用到构成纤维聚集体的短纤维之间。换言之，在粘合工序的第一步，进行液态物质的施用处理，在该处理过程中，将液态物质施用到构成纤维聚集体的短纤维之间，以便使其后将形成陶瓷粘合剂 7 的液态物质粘附到构成所述聚集体的母体纤维的搭接部位。在此情形下，所述原料溶液优选采用例如水溶性溶液，所述水溶性金属溶液有例如氯化铝。此处，可以采用非氯化物的铝盐水溶液，也即，含有铝离子的非氯化铝水溶液。此外，可以选择含有除铝离子之外的金属阳离子的水溶液，例如氯化锆水溶液、氯化钛水溶液和氯化铬水溶液等。

此处，作为氯化铝的碱性水溶液的替代物，粘合工序中通常采用氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液。在这种情况下可以制备由构成纤维的物质制成的陶瓷粘合剂。

所述水溶性金属溶液优选具有低的粘度，更具体而言，约为 0.1 厘泊到 10 厘泊。低粘度的水溶性金属溶液易于在其上产生表面张力，这使得可以在短纤维相互搭接的部位提供较好的粘合性能。此外，当粘度过高时，将难以确保溶液均匀地进入纤维聚集体的内部。

纤维聚集体中水溶性金属溶液的加入量的下限 1 重量%，其上限为 10 重量%，更优选地，其下限为 2 重量%，其上限约为 8 重量%。加入量少于 1 重量%会导致附着到纤维搭接部位的溶液量不足，有时不能使纤维相互牢固地粘合。相比之下，加入量大于 10 重量%会导致紧固密封材料 4 内部的空隙被过量的溶液填充，有时会削弱紧固密封材料 4 所应具备的机械性能。

给纤维聚集体施用原料溶液的方法包括，例如将纤维聚集体浸入溶液中，以便使该溶液浸渍进入纤维聚集体的方法；采用喷雾手段将雾状

的溶液喷入纤维聚集体内部的方法；蘸取溶液而使溶液进入纤维聚集体的方法等。在所述方法中，优选浸渍法。浸渍法可以原料溶液确保均匀地进入纤维聚集体的内部。

浸渍处理之后，优选加热并干燥该纤维聚集体。加热和干燥处理可以在一定程度上除去原料溶液中的水分，从而可以稳定地进行下一步的煅烧处理。

其次，再次高温煅烧所述干燥的纤维聚集体，粘附在短纤维搭接部位的原料溶液中的金属组分被烧结，从而形成了陶瓷；于是，陶瓷粘合剂 7 在相应部位形成了交联的桥，从而使短纤维相互粘合起来。

10 然后，如果需要的话，给紧固密封材料 4 浸渍有机粘合剂，然后沿厚度方向将所得的紧固密封材料 4 压缩并铸型。此时的有机粘合剂除可以采用乳胶等如丙烯酸橡胶和丁腈橡胶等外，也可以采用聚乙烯醇和丙烯酸树脂等。

15 然后，将所述纤维聚集体冲切成为预定的形状，从而得到紧固密封材料 4。将所述紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的外周，并用有机胶带 13 固定。而后，将其进行压嵌、封壳或包紧步骤，从而完成所需的催化转化装置 1。

因此，根据本发明第五组的第一个实施方式，可以获得如下效果。

20 根据本发明第五组的第一个实施方式，紧固密封材料 4 可以提供一种结构，即，通过采用陶瓷粘合剂 7，在陶瓷纤维的搭接部位形成交联的桥，从而使各纤维不易滑动和松散。

因此，即使在紧固密封材料长时间经受外来压力时，其表面压力也不易降低。此外，在本发明的紧固密封材料 4 中，由于纤维彼此部分粘合，从而紧固密封材料的内部空隙没有被完全填充。因此，保持紧了固密封材料 4 所要求的内在的物理特性（弹性、绝热性等）。此外，作为交联桥的陶瓷粘合剂 7 具有优异的耐热性。所以，即使该紧固密封材料 4 在使用中经受约 1000℃ 的高温，其粘合部位的强度也不易降低，该优点还可防止表面压力降低。

根据本发明第五组的第一个实施方式，选择了氧化铝-氧化硅纤维 6，

还选择了主要含有氧化铝的陶瓷粘合剂 7。换言之，陶瓷粘合剂 7 含有构成氧化铝-氧化硅纤维 6 的物质。因此，该粘合剂与相应的纤维具有良好的亲合性，于是它提高了粘合部位的强度。因此，这种粘合作用可以确保防止表面压力随时间而降低。此外，具有优异的耐热性能的氧化铝-氧化硅纤维 6 的采用可以减少高温下表面压力随时间而降低的程度。

根据本发明第五组的第一个实施方式，陶瓷粘合剂 7 的用量在所述优选的范围之内。因此，这可提供高的粘合强度，同时可以使紧固密封材料 4 保持所需的特性。

根据本发明第五组的第一个实施方式，在紧固密封材料 4 的制备中，母体纤维的煅烧步骤和粘合工序分别进行。更具体而言，粘合工序在煅烧步骤之后进行。因此，与所述两个步骤同时进行的情形相比，这可确保获得形状较好的氧化铝-氧化硅纤维 6，从而可以确保所述具有所需形状的氧化铝-氧化硅纤维 6 彼此粘合。因此，这可确保容易地制得表面压力不易随时间而降低的紧固密封材料 4。

[第二个实施方式]

下面将阐述根据本发明第五组的第二个实施方式。此处，将主要阐述与根据本发明第五组的第一个实施方式的不同之处，相同的部分将用相同的参考数字指出，而省略了相应的叙述。

在此情形下，按照下述顺序制备具有所述结构的紧固密封材料 4。首先，采用氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液作为原料，按照与根据本发明第五组的第一个实施方式相同的方法进行纺丝工序，以便获得母体纤维的长纤维。其次，进行切割工序，采用闸刀切割长纤维，从而得到一定长度的短纤维。然后，进行模铸工序，方法是收集、松解和压片所述短纤维；或者将由短纤维分散于水中而形成的纤维分散液注入模具，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体。其次，进行液态物质施用工序，方法是使在后来将形成陶瓷粘合剂 7 的液态物质粘附到组成纤维聚集体的母体纤维的搭接部位。其次，在烧结步骤中，加热纤维聚集体，从而同时烧结母体纤维和液态物质。最后，对纤维聚集体进行冲切等处理，以便得到紧固的密封材料 4。

换言之，在根据本发明第五组的第一个实施方式中，液态物质的施用工序是在煅烧步骤之后（在纤维已经形成了陶瓷之后）进行，与之不同的是，在根据本发明第五组的第二个实施方式中，液态物质的涂敷工序是在煅烧步骤之前（在母体纤维未被烧结的状态下）进行，该工序与
5 所述第一实施方式有很大的不同。

下面列出的两个方法是关于液态物质施用工序的具体实施例。

在第一个方法中，将由氧化铝-氧化硅纤维 6 的母体纤维制得的纤维聚集体置于高湿环境下，从而使液态物质进入其中。在此情形下，可以确保高湿环境下存在的水蒸汽进入该纤维聚集体内部，而后凝结成为水
10 分。此外，使水分通过表面张力的作用确保选择性地粘附到纤维的搭接部位。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 的母体纤维是水溶性的。因此，吸附的水分会使母体纤维的搭接部位发生一定程度的溶解。由于因溶解而产生的液态物质实际上与氧化铝-氧化硅纤维 6 的组成相同，所以事实上该液态物质会在后来形成陶瓷粘合剂 7。因此，当在 1000℃到 1300℃的温
15 度范围内进行煅烧步骤时，母体纤维和液态物质同时被烧结为陶瓷，结果是由陶瓷粘合剂 7 在氧化铝-氧化硅纤维 6 之间形成了交联桥。此处，在该方法中，需要控制一定的条件（例如，水蒸汽的量、处理温度和处理时间等），以避免产生母体纤维过度溶解。因此，当把水分通过雾化等步骤直接提供给母体纤维时，有必要考虑过度溶解的问题。

20 第二种方法的特点是，把非水性液态物质喷雾到纤维聚集体上，从而把相应的物质提供给该纤维聚集体，所述非水性液态物质含有与氧化铝-氧化硅纤维 6 的成分相同的无机成分，所述纤维聚集体由氧化铝-氧化硅纤维 6 的母体纤维组成。在此情形下，使非水性液态物质确保进入纤维聚集体的内部，并通过表面张力作用粘附在纤维的搭接部位。关于
25 非水性液态物质，在此列举了例如市售的非水性硅油等。由于硅油中含有硅（Si），而硅是氧化铝-氧化硅纤维 6 中所含的无机元素，所以事实上它可在后来形成陶瓷粘合剂 7。

因此，在 1000℃到 1300℃的温度范围内进行煅烧步骤时，母体纤维和非水性液态物质被同时烧结为陶瓷，结果是由陶瓷粘合剂 7 在氧化铝-

氧化硅纤维 6 之间形成了交联桥。在此情形下，陶瓷粘合剂 7 是硅的氧化物（二氧化硅： SiO_2 ）。此处，除了非水性的硅油外，还可采用例如某种材料，所述材料由例如 TEOS（硅酸乙酯）溶于油而形成。

根据本发明第五组的第二个实施方式，可以获得如下效果。

- 5 在根据本发明第五组的第二个实施方式的制备方法中，母体纤维煅烧步骤和粘合工序同时进行；而在根据本发明第五组的第一个实施方式的制备方法中，煅烧步骤和粘合工序分别进行，相比之下，第二个实施方式的制备方法可以减少加热步骤。因此，这可减少热能的使用，于是节约了制造成本。因此，这可以低成本有效地制备紧固密封材料 4，所述
- 10 紧固密封材料 4 的表面压力不易随时间而减低。

当采用第一种方法时，使在后来形成陶瓷粘合剂 7 的液态物质确保附着到搭接部位。此外，所述液态物质是纤维溶解产生的物质，其基本上具有与氧化铝-氧化硅纤维 6 相同的组成。

- 因此，所述液态物质对母体纤维具有高的亲合力，这可确保使纤维
- 15 的粘合具有高的强度。因此，这可确保表面压力不随时间而降低。

- 采用该第二个方法还使在随后形成陶瓷粘合剂 7 的液态物质确保粘附到纤维相互搭接的部位。此外，在此情形下，采用了非水性的液态物质。因此，即使当该液态物质粘附到水溶性的氧化铝-氧化硅纤维 6 的母体纤维上时，母体纤维也不会被溶解。因此，不必担心氧化铝-氧化硅纤维 6 因其母体纤维的过度溶解而降低强度，也不必小心地设定条件以防止过渡溶解。因此，这可以相对容易地制备紧固密封材料 4。此外，由于所述液态物质含有氧化铝-氧化硅纤维 6 中所含的无机元素，所以它与母体纤维具有高的亲合力，从而确保纤维之间的粘合具有高的强度。于是，这可以确保防止表面压力随时间而下降。
- 20

- 25 在根据本发明第五组的第二个实施方式的制备方法中，在纺丝工序和模压工序之间进行切割工序，使母体长纤维被机械切割为预定长度的短纤维从而获得短纤维。换言之，根据本发明第五组的第二个实施方式的制备方法不同于根据本发明第五组的第一个实施方式的制备方法，在所述后一制备方法中，在煅烧步骤之后进行切割工序，而在所述前一制

备方法中，在煅烧步骤之后进行切割工序。

在采用根据本发明第五组的第一个实施方式的制备方法时，在煅烧步骤之前进行切割工序，这时氧化铝-氧化硅纤维 6 会由于切割时的冲击而在切割部位产生裂纹和碎片。这是由于，当母体纤维被烧结为陶瓷时，通常会变硬，而同时它们也变脆了。于是，氧化铝-氧化硅纤维 6 就会形成不规则的端面形状，而且纤维的机械强度也降低了。

相比之下，由于母体纤维相对较软，当其在切割时受到机械冲击时，它们不易在切割部位发生破裂等现象。因此，由烧结所述母体纤维而得到的氧化铝-氧化硅纤维 6 具有规则的端面形状，而且具有优异的机械强度。因此，根据本发明第五组的第二个实施方式，可以提高初始表面压力。据信，防止了破裂等的发生，也会在一定程度上防止表面压力随时间而降低。

此外，在根据本发明第五组的第二个实施方式的制备方法中，由于被切割的物体是不太硬的母体纤维，所以作为机械切割设备的闸刀的刀片就不易磨损。因此，这就不必频繁更换破损刀片，并因此而防止了制备成本的增加。此外，由于刀片的硬度无须很大，采用普通刀片即可，所以，这可避免增加设备成本。

此外，当采用根据本发明第五组的第二个实施方式中的第二种方法时，可以采用例如蘸取方法，所述蘸取方法能够代替涂敷非水性液态物质的雾化方法。当然，可以将非水性液态物质蒸发而涂敷。

此外，在根据本发明第五组的紧固密封材料的制备方法中，可以施用含有铝离子的水溶液，如氯化铝的碱性水溶液，或所述氧化铝-氧化硅纤维的纺丝料液。

此外，在根据本发明第五组的紧固密封材料的制备方法中，所制备的水溶性金属溶液可以是，其中含有选自下列组中的至少一种物质的水溶液，所述的组由氯化铝、氯化锆、氯化钛和氯化铬组成。

此外，在根据本发明第五组的实施方式中，举例说明了把根据本发明第五组的紧固密封材料 4 应用于催化转化装置 1 的情形，所述催化转化装置 1 是汽车净化装置中所用的催化转化装置；然而，根据本发明第

五组的紧固密封材料 4 当然也可应用于除汽车净化装置所用的催化转化装置 1 之外的其他装置，例如柴油机细颗粒过滤器（DPF）、用作燃料电池改性器的催化转化装置等。

下面将阐述根据本发明第六组的实施方式。

5 根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法包括：纺丝步骤，采用无机盐法中所用的氧化铝纤维料液作为原料，获得连续的母体长纤维；切割步骤，即把所述母体长纤维切割为母体短纤维；成毡步骤，采用由上法得到的母体短纤维形成毡状的母体短纤维；煅烧步骤，煅烧所述毡状的母体短纤维以便制备氧化铝纤维聚集体。

10 在根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法中，煅烧步骤在纺丝步骤、切割步骤和成毡步骤之后进行，从而，不但可有效地提高氧化铝短纤维的强度，用于随后制得的氧化铝纤维聚集体，而且可以制备这样一种氧化铝纤维聚集体，所述氧化铝纤维聚集体具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。

15 其原因解释如下。

换言之，当采用传统方法制备用于氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维时，用氧化铝纤维纺丝料液进行纺丝工序而得到连续的母体长纤维，煅烧该母体长纤维而形成氧化铝长纤维，然后采用机械手段例如切割设备，切割该氧化铝长纤维，从而得到氧化铝短纤维；然而，这样所得到的氧化铝短纤维在其切割面上会有毛刺（见图 15（b））。

20 此处，图 15（a）显示了氧化铝短纤维切割面的 SEM 照片，该氧化铝短纤维是在根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法中，形成氧化铝纤维聚集体所用的氧化铝纤维，图 15（b）是短的铝纤维的切割面的 SEM 照片，该氧化铝短纤维是用于由传统方法制得的氧化铝纤维聚集体的氧化铝纤维。

25 切割氧化铝长纤维时，在所述切割设备等将氧化铝纤维完全切断之前，在氧化铝长纤维上临近切割面的部位会产生碎屑，这些碎屑附着在切割面上，于是在氧化铝长纤维的切割面上形成了毛刺，如图 15（b）所示。

当采用机械手段如切割设备来切割氧化铝长纤维时，切割面受到很大的剪切应力。然而，由于所述氧化铝长纤维是由硬而脆的具有一定强度的陶瓷所形成，所以施加在切割面上的剪切应力会使氧化铝长纤维在一定部位产生碎屑，可以想象，如图 15 (b) 所示，附着在切割面上的碎屑会导致毛刺的产生。

此外，用于氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维相互复杂地缠结在一起，当每根氧化铝短纤维的切割面上都产生了毛刺时，这些相互复杂地缠结在一起的氧化铝短纤维的毛刺就会损伤其他纤维。

仔细观察所述氧化铝短纤维发现，在一些部位，由于所述碎屑和毛刺而产生了细小的裂纹，在另外一些部位，由于切割纤维时所施加的力而产生了细小的裂纹。

于是，这些碎屑、毛刺和细小的裂纹等会导致该氧化铝短纤维不能提供足够的机械强度，从而增大了离差。

此处，氧化铝纤维聚集体的初始表面压力和表面压力随时间的降低，依赖于用于该氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维的机械强度，当每根氧化铝短纤维具有优异的机械强度时，氧化铝纤维聚集体的初始表面压力就能保持足够高，表面压力随时间的降低就会减少。

然而，如前所述，在传统的氧化铝纤维聚集体中，用于氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维的机械强度不够高，其离差较大；因此，这不能使氧化铝纤维聚集体获得足够高的初始表面压力，可以想象，表面压力随时间的降低也会相对较大。

在根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法中，采用切割设备等把切割由纺丝工序得到的长的连续的母体纤维，从而得到母体短纤维；所述母体纤维未经煅烧步骤。换言之，由于所述长的连续的母体纤维在经过纺丝工序之后，只进行了拉伸处理，所以，该母体纤维是软的，即使用刀具等切割该长的连续的母体纤维时，也不会因在切割面上施加了剪切应力而在临近切割面的部位产生碎屑，如图 15 (a) 所示。而且，切割面也不易产生细小裂纹。

于是，与由传统方法制备的氧化铝短纤维相比，由该方法制备的氧

化铝短纤维具有足够高的机械强度和较小的离差，所述氧化铝短纤维在随后被制成了氧化铝纤维聚集体。因此，采用本发明的氧化铝纤维聚集体制备方法所制备的氧化铝纤维聚集体具有高的初始表面压力，而且其表面压力不易随时间而降低。

5 下面将详细阐述根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法。

在根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法中，首先进行纺丝工序，采用在无机盐法中的氧化铝纤维料液作为原料，以便得到长的连续的母体纤维。

10 在纺丝工序中，首先，制备用于无机盐法的所述氧化铝纤维料液。

采用无机盐法制备所述氧化铝纤维料液。更具体而言，优选通过把二氧化硅溶胶与铝盐的水溶液混合来制备所述氧化铝纤维料液。因为该方法可以提供具有高强度的氧化铝纤维。

15 关于所述铝盐的水溶液，可以选择例如碱性的铝盐水溶液。此处，作为铝源的铝盐水溶液是用来使所述氧化铝纤维纺丝料液增粘的物质。

此处，在该氧化铝纤维料液中，铝盐水溶液和二氧化硅溶胶的混合比例优选为，以氧化铝和二氧化硅的当量计，氧化铝占 40 重量%到 100 重量%，而氧化硅占 0 重量%到 60 重量%。

20 此外，如果需要的话，可以向该氧化铝纤维料液中加入有机聚合物。于是，这可使氧化铝纤维料液具有拉丝性能。

有机聚合物可采用含碳的直链聚合物，例如 PVA（聚乙烯醇）等。然而，可作为碳源的成分不局限于直链聚合物，可以采用分子量相对较低的、非链结构（即非聚合物）的任何成分，只要其含碳即可。

25 其次，真空浓缩所得的纺丝料液，从而制得具有适合于纺丝加工的浓度、温度和粘度的氧化铝纤维纺丝料液。在此情形下，优选将浓度为约 20 重量%的纺丝料液浓缩到约 30 重量%到 40 重量%。此外，真空浓缩后的氧化铝纤维料液的粘度优选 1 Pa·s 到 200 Pa·s（10 泊到 2000 泊）。

进而，采用干式压力纺丝等方法，使由上法制得的氧化铝纤维料液通过纺丝设备的喷嘴排出，从而连续获得截面形状与喷嘴的金属口型相

似的原料纤维。经过纺丝加工的原料纤维在连续卷取的同时被拉伸，从而获得了连续的母体长纤维。

对喷嘴的口型没有特别的限制，它可以是任何形状，例如可以选择正圆形、三角形、Y形和星形。

5 此外，优选在纺丝状态下将所述原料纤维拉伸约 100 倍到 200 倍，从而形成连续的母体长纤维。于是，在该范围内可以制得具有适宜强度的氧化铝纤维。当连续的母体长纤维的截面为正圆形时，其平均直径的下限优选为 3 μm ，其上限为 25 μm ，纤维的平直径的下限更优选为 5 μm ，其上限更优选为 15 μm 。

10 此外，优选采用卷缩工序，以便使所述连续的母体长纤维发生卷缩。该方法使氧化铝短纤维在随后的成毡过程中适当地相互缠结。

其次，进行切割工序，以便把所述连续的母体长纤维切割为母体短纤维。

15 在该切割工序中，将所述连续的母体长纤维切割为如下长度，所述长度的下限优选为 0.1 mm，更优选 2 mm，其上限优选为 100 mm，更优选 50 mm。

20 更具体而言，将该连续的多根母体长纤维并排对齐，用矩形刀具等切割，此时，在该切割工序中，切割面优选是平的。如果每一母体短纤维的切割面具有所需的形状，则随后所形成的氧化铝短纤维也具有所需的形状。而如果这些母体短纤维和氧化铝短纤维被人吸入，则会对人体造成严重的伤害。

其次，进行成毡工序，以便采用所得的母体短纤维制得毡状母体短纤维。

25 在该成毡工序中，在把所得的母体短纤维集中、松解和压片之后，再将其压缩，以便得到毡状的母体短纤维。

在该毡状的母体短纤维中，所述母体短纤维处于一定程度的缠结状态。

对所述毡状的母体短纤维的形状没有特别的限制，其形状一般为矩形。

此外，根据氧化铝纤维聚集体的用途来粗略地确定其尺寸。

其次，优选对该毡状母体短纤维进行针刺处理。在该针刺处理中，将针刺入所述毡状母体短纤维中，优选该母体短纤维的上层和下层缠结起来，从而可以得到蓬松而高弹的毡状母体短纤维。

5 然后在煅烧步骤中煅烧所述毡状母体短纤维，以便制得氧化铝纤维聚集体，从而完成根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法。

在该煅烧步骤中，首先，在含有氧气的气氛中，优选在 400℃到 600℃下加热（预处理）所述毡状母体短纤维 10 分钟到 60 分钟。采用该工序的目的是要煅烧并去除用于毡状母体短纤维的母体短纤维中所含的有机组分。

其次，将经过所述预处理的毡状母体短纤维在空气中加热，温度的下限为 1000℃，优选 1050℃，温度的上限为 1300℃，优选 1250℃，以便使母体短纤维烧结。煅烧温度低于 1000℃会使母体短纤维的烧结不充分，从而难以获得高强度的氧化铝纤维聚集体。相比之下，煅烧温度超过 1300℃则不能得到更高强度的氧化铝纤维聚集体，从而导致生产效率

15 和经济效益的下降。

在该煅烧步骤中，用于毡状母体短纤维的母体短纤维被烧结而形成氧化铝短纤维，而且，在所述针刺的工序中，所述母体短纤维复杂地缠结在一起，然后，这些缠结的母体短纤维被烧结煅烧而相互粘接。于是，

20 所制得的氧化铝纤维聚集体具有优异的机械强度。

此外，在经过在所述条件下煅烧的毡状母体短纤维中，有机组分被燃烧而除去了，于是其体积就减少了。

通常，所述氧化铝短纤维主要由氧化铝和二氧化硅组成，而且，该氧化铝短纤维的富铝红柱石晶体的含量优选为 0 重量%到 10 重量%或更低。由于具有该化学组成的氧化铝短纤维中无定形组分的含量较少，所以它具有优异的耐热性，且在受到压缩载荷时具有高的排斥力。因此，当采用根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体作为紧固密封材料时，所述紧固密封材料如背景技术中所述的蜂窝式过滤器 10，即使所述紧固密封材料在金属壳与蜂窝式过滤器 10 之间的空隙中经受高温，所述紧固密

封材料的表面压力也不易降低。

此外，所述氧化铝短纤维的纤维拉伸强度优选为 1.2 GPa 或更大，更优选 1.5 GPa 或更大。此外，所述氧化铝短纤维的纤维弯曲强度优选为 1.0 GPa 或更大，更优选 1.5 GPa 或更大。此外，所述氧化铝短纤维的断裂强度优选为 $0.8 \text{ MN/m}^{3/2}$ 或更大，更优选 $1.3 \text{ MN/m}^{3/2}$ 或更大。这是由于随着纤维的拉伸强度、弯曲强度和断裂强度值的增加，所述氧化铝短纤维不但具有足够的抗拉伸和抗弯曲性能，而且具有柔韧性且不易断裂。

随后，通过冲切等工序，把所述氧化铝纤维形成紧固密封材料，所述紧固密封材料与图 18 所示的紧固密封材料 50 实际上具有相同的形状。

根据用途来适当地确定紧固密封材料的尺寸，当该紧固密封材料要被围绕在蜂窝式过滤器 10 的外周时，例如，如图 16 所示，紧固密封材料的厚度约为蜂窝式过滤器 10 的外径与容纳该蜂窝式过滤器 10 的金属壳的内径之间空隙的约 1.1 到 4 倍，更优选约 1.5 到 3 倍。

如果所述厚度小于 1.1 倍，则当金属壳中容纳有蜂窝式过滤器 10 时，紧固材料就不能对蜂窝式过滤器 10 产生良好的紧固性能，从而使蜂窝式过滤器 10 与金属壳之间发生偏移和松动。由于这种情况下当然不能提供良好的密封性能，废气会从空隙部位泄露出来，从而其防污性能不好。相比之下，厚度大于所述空隙 4 倍就难以将蜂窝式过滤器 10 安装到金属壳中，尤其是在采用压嵌式安装法来把蜂窝式过滤器 10 安装入金属壳时。

此外，在紧固密封材料被容纳在金属壳内后，紧固密封材料的松密度下限优选为 0.1 g/cm^3 ，其上限优选为 0.3 g/cm^3 ，所述紧固密封材料的松密度下限更优选为 0.1 g/cm^3 ，其上限更优选为 0.25 g/cm^3 。当松密度的值小于 0.1 g/cm^3 时，紧固密封材料就难以获得足够高的初始表面压力；相比之下，当松密度的值大于 0.3 g/cm^3 时，所需要的氧化铝短纤维的量就会增加，这会增加成本。

此外，如果需要，可对所述紧固密封材料进行针刺处理，而且，所述紧固密封材料在有机粘合剂中经受了浸渍处理之后，进一步沿厚度方向压缩紧固密封材料。这些处理的进行可使紧固密封材料沿厚度方向被

压缩，从而使其变薄。

所述有机粘合剂除可采用乳胶及丙烯酸橡胶和丁腈橡胶等外，还可采用 PVA 和丙烯酸树脂。

如上所述，在根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法中，
5 氧化铝纤维纺丝料液经过纺丝工序，然后拉伸形成连续的母体长纤维，将所得的连续的母体长纤维切割为母体短纤维；然后，使其形成毡状母体，于是，通过烧结该毡状母体而制得氧化铝纤维聚集体。

根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法，所述母体短纤维的切割面上没有产生碎屑、毛刺和细小裂纹，然后将该母体短纤维烧
10 结，于是可制得机械强度优异的氧化铝短纤维。

换言之，由于用于氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维具有优异的机械强度，所以这样可提供初始表面压力足够高的氧化铝纤维聚集体，所述氧化铝纤维聚集体的表面压力不易随时间而降低。

下面将叙述所述实施方式的更具体的实施例及其对比例；但是，这
15 些实施例并非意在对本发明进行限制。

下面将阐述根据本发明第一组的实施例和对比例。

（实施例 1）

在实施例 1 中，首先，将氯化铝的碱性水溶液（23.5 重量%）、二氧化硅溶胶（20 重量%，二氧化硅的粒度为 15nm）和聚乙烯醇（10 重量%）
20 混合以便制备纺丝料液，所述聚乙烯醇为拉丝性能赋予剂。然后，在 50℃的真空下采用蒸发器浓缩所得的纺丝料液，从而制得浓度为 38 重量%、粘度为 1500 泊的纺丝料液。

制备纺丝料液之后，通过纺丝设备的喷嘴（截面为正圆形）将该纺丝料液连续排出到空气中，在拉伸的同时卷取所得的母体纤维。

其次，对所述母体纤维进行加热步骤（预处理），用电炉在 250℃、
25 常压和氮气氛中加热 30 分钟，然后以同样的方法，用电炉在 1250℃、常压和氮气氛中将母体纤维烧结 10 分钟。

结果得到了正圆形截面的氧化铝-氧化硅纤维 6，所述氧化铝-氧化硅纤维 6 的氧化铝-二氧化硅重量比为 72:28，纤维平均直径为 10.5 μm，

残余碳的含量为 5 重量% (见表 1)。采用公知的方法测定该氧化铝-氧化硅纤维 6 的机械强度, 其纤维的拉伸强度为 2.0 GPa, 纤维的弯曲强度为 1.8 GPa, 以及断裂韧性为 $1.5 \text{ MN/m}^{3/2}$ 。换言之, 实施例 1 的氧化铝-氧化硅纤维 6 具有优异的机械强度。

5 目测所得的氧化铝-氧化硅纤维 6 发现, 其直径和截面形状是均匀的, 可以说其质量是非常稳定的。此外, 该氧化铝-氧化硅纤维 6 呈黑色 (即所谓的炭黑色), 这是未曾有过的新特点。

其次, 将氧化铝-氧化硅纤维 6 的长纤维切割为 5mm 的长度, 从而得到短纤维。随后, 将该短纤维分散于水中, 再将所得的纤维分散液注入
10 模具中, 压缩并干燥, 从而得到毡状的纤维聚集体。然后, 由该纤维聚集体制得样品, 按照下述方法测试样品的表面压力。

首先, 从该纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形, 从而得到用于表面压力测试的试样, 用专用夹具将该试样夹起来, 调节松密度 (GBD) 为 0.30 g/cm^3 。将该状态下的用于表面压力测试的试样保持在 1000
15 $^{\circ}\text{C}$ 的空气中, 分别在 1 小时、10 小时和 100 小时后测试其表面压力。此处, 我们把在未夹持状态和未加热时所测得的表面压力定义为“初始表面压力”, 而把在 100 小时之后的表面压力定义为“耐久性实验之后的表面压力”。此外, 计算表达式 (耐久性实验之后的表面压力/初始表面压力) $\times 100$ (%) 的值, 并将其定义为表面压力随时间降低的比率。表 1
20 显示了这些测试结果。

根据这些测试结果, 在实施例 1 的试样中, 初始表面压力和耐久性实验之后的表面压力均超过了 100kPa, 表面压力随时间降低的比率保持在 50%之内, 这是相对较低的水平。此处, 观察 100 小时之后的试样, 发现氧化铝-氧化硅纤维 6 的特性没有变化, 其颜色仍为黑色。残余碳的含量也保持在 5 重量%。
25

此外, 在将所述毡状纤维聚集体冲切成预定的形状之后, 而且事实上形成了紧固密封材料 4, 将该紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的周围, 然后将所得到的部件 2 压嵌到金属壳 3 中。

采用外径为 $130\text{mm } \phi$ 、长度为 100mm 的整块堇青石作为催化剂载体 2。

采用圆筒部件作为金属壳 3，所述圆筒部件由 SUS304 制成，其截面为 O 形，厚度为 1.5mm，内径为 140mm ϕ 。把按这种方式装配起来的催化转化装置 1 实际安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续的运转实验。结果，在行驶过程中，没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，其初始表面压力增加了，同时确保阻止了表面压力随时间的降低。此外，这可提供优异的抗风蚀性能。

(实施例 2 和 3)

在实施例 2 和 3 中，按照与实施例 1 基本上相同的顺序分别制备氧化铝-氧化硅纤维 6，不同之处在于，煅烧的温度和时间根据表 1 所示作了变化。结果，可得到机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维 6。

此外，当形成用于表面压力测试的试样时，对这些试样测试初始表面压力、耐久性实验之后的表面压力以及表面压力随时间降低的比率，用与实施例 1 相同的方式得到了优选的结果（见表 1）。

当然，没有观察到颜色和残余碳含量的变化。

此外，制备紧固密封材料 4，以便制得催化转化装置 1，装备该催化转化装置 1 后进行连续行驶实验。结果，在行驶过程中，没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，其初始表面压力增加了，同时确保阻止了表面压力随时间的降低。

(对比例 1)

在对比例 1 中，采用与实施例 1 相同组成的纺丝料液进行纺丝，从而得到了母体纤维。其次，对所述母体纤维进行加热步骤（预处理），加热条件为，在 250℃的常压下，在含有氧气的流动空气（即空气）中用电炉加热 30 分钟，随后，在 1250℃的常压下，在同样的流动空气（即空气）中用电炉以同样的方式烧结。

结果，得到了这样一种圆形截面的、白色透明的氧化铝-氧化硅纤维 6，所述氧化铝-氧化硅纤维 6 的氧化铝-二氧化硅重量比为 72:28，纤维的平均直径为 10.2 μm ，残余碳的含量为 0 重量%（见表 1）。该氧化铝-氧化硅纤维 6 的机械强度见表 1，其值约为实施例 1 到 3 的一半。换言之，该对比例 1 的氧化铝-氧化硅纤维 6 明显不如实施例 1 到 3 所得的氧化铝

-氧化硅纤维 6。

此外，制备了用于表面压力测试的试样，从而测得了初始表面压力、耐久性实验之后的表面压力以及表面压力随时间降低的比率，可以肯定，这些值明显不如实施例 1 到 3 的值（见表 1）。

5

表 1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	对比例 1
煅烧气氛	氮气	氮气	氮气	空气
煅烧温度	1250℃	1290℃	1150℃	1250℃
煅烧时间	10 分钟	5 分钟	20 分钟	10 分钟
纤维颜色（亮度）	黑色 (5)	黑色 (6)	黑色 (8)	白色 (9)
残余碳的含量	3 重量%	5 重量%	1 重量%	0 重量%
纤维的平均直径	10.5 μm	10.5 μm	10.5 μm	10.2 μm
纤维的拉伸强度	2.0 Gpa	1.8 Gpa	2.3 Gpa	1.1 Gpa
纤维的弯曲强度	1.8 Gpa	1.6 Gpa	2.0 Gpa	0.9 Gpa
断裂韧性	1.5 MN/m ^{3/2}	1.6 MN/m ^{3/2}	1.5 MN/m ^{3/2}	0.7 MN/m ^{3/2}
松密度	0.10 g/cm ³	0.10 g/cm ³	0.10 g/cm ³	0.10 g/cm ³
初始表面压力	185 kPa	180 kPa	192 kPa	144 kPa
耐久性实验之后的表面压力	107 kPa	105 kPa	105 kPa	35 kPa
表面压力随时间降低的比率	42.2%	41.7%	45.3%	75.7%

其次，下面将阐述根据本发明第二组的实施例和对比例。

（实施例 4）

在实施例 4 中，首先，按照与实施例 1 相同的方法制备母体长纤维。

10 其次，将母体长纤维切割为长度为 5mm 的短纤维。随后，将这些短纤维分散于水中，再将所得的纤维分散液注入模具，压缩并干燥，从而得到毡状的纤维聚集体 M1。

15 在所述压片工序之后进行的煅烧步骤中，对所述母体纤维 M1 进行加热步骤（预处理），条件是用电炉 21 在 250℃、常压和空气中加热 30 分钟，然后以同样的方法，用电炉 21 在常压和空气中将母体纤维烧结。

在实施例 4 中，上侧电热器的温度较高，使煅烧时第一侧表面 S1 的表面温度为 1250℃，而下侧电热器的温度较低，使煅烧时第二侧表面 S2 的表面温度为 1000℃。换言之，使煅烧的温差为 250℃。煅烧时间为 30 分钟。

20 分别在所得纤维聚集体 M1 的第一侧表面 S1 和第二侧表面 S2 的表面部位取样，得到这些部位的氧化铝-氧化硅纤维 6 的试样，对这些纤维的

几个方面进行测试。测试结果如表 2 所示。

氧化铝-氧化硅纤维 6 的第一侧表面 S1 的结晶度明显低于第二侧表面 S2 的结晶度。

相比之下，关于氧化铝-氧化硅纤维 6 的拉伸强度、弯曲强度、弹性模量和伸长率，在第一侧表面 S1 的表面层部位的所述参数明显高于第二侧表面 S2 的表面层的所述参数。

此处，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28，纤维的平均直径为 10.5 μm ，纤维的截面为正圆形。

从该毡状纤维聚集体 M1 上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的试样，用专用夹具将该试样夹起来，调节松密度 (GBD) 为 0.30 g/cm^3 。将该状态下的表面压力测试试样保持在 1000 $^{\circ}\text{C}$ 的空气中，分别在 1 小时、10 小时和 100 小时后测试其表面压力。此处，我们把在 1 小时后测得的表面压力定义为“初始表面压力”，而把在 100 小时之后的表面压力定义为“耐久性实验之后的表面压力”。此外，计算表达式 (耐久性实验之后的表面压力/初始表面压力) $\times 100$ (%) 的值，并将其定义为表面压力随时间降低的比率。图 6 的曲线显示了这些测试的结果。

根据所述测试的结果，在实施例 4 的试样中，初始表面压力和耐久性实验之后的表面压力均超过了 100kPa，经过一定时间表面压力的降低比率保持在相对较低的水平。

按照与实施例 1 相同的方式，把使用了毡状纤维聚集体 M1 的催化转化装置 1 安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续的运转实验。结果，在行驶过程中，没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，其初始表面压力增加了，同时阻止了表面压力随时间的降低。此外，没有发现废气的泄露，于是获得了优异的密封性能以及优异的抗风蚀性能。

(对比例 2)

在对比例 2 中，在 1250 $^{\circ}\text{C}$ 下煅烧 30 分钟，该煅烧过程没有温差。除这点外，基本上按照与实施例相同的条件制备纤维聚集体 M1。

在对比例 2 中，氧化铝-氧化硅纤维 6 的物理性质 (结晶度、纤维的

拉伸强度、弯曲强度、弹性模量和伸长率)实际上与实施例第二侧面 S2 的表层部位的氧化铝-氧化硅纤维 6 的性质相同。换言之, 结晶度等性质随位置并没有明显的不同。

此外, 按照与实施例相同的方法制备用于表面压力测试的试样, 测定其初始表面压力、耐久性实验之后的表面压力以及表面压力随时间降低的比率。如图 6 的曲线所示, 对比例 3 中的试样明显比实施例 4 中的试样差。

表 2

	第一侧面	第二侧面
煅烧温度	1000℃	1250℃
煅烧时间	30 分钟	30 分钟
结晶度	0.0 重量%	8.3 重量%
纤维的拉伸强度	2.3 GPa	1.1 GPa
纤维的弯曲强度	2.0 GPa	0.9 GPa
弹性模量	$11.3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$	$9.8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
伸长率	2.3%	1.0%

下面将阐述根据本发明第三组的实施例和对比例。

(实施例 5)

在实施例 5 中, 按下述方法制备用来测试表面压力的紧固密封材料 4 试样。

首先, 将氯化铝的碱性水溶液 (23.5 重量%)、二氧化硅溶胶 (20 重量%, 二氧化硅的粒度为 15nm)、聚乙烯醇 (10 重量%) 和四甘醇单丁基醚 (1 重量%) 混合以便制备纺丝料液 18。其次, 在 50℃ 的真空下采用蒸发器浓缩所得的纺丝料液 18, 从而制得浓度为 38 重量%、粘度为 1000 泊的纺丝料液 18。

之后, 将纺丝料液 18 供给图 8 的纺丝设备 20。喷嘴 19 的金属口型 19a 的形状为矩形 (长边为 500 μm , 短边为 50 μm), 如图 9 的表的左列第一行所示。在纺丝过程中, 从干燥空气排出口以 10m/s 的速度连续排出 50℃ 的干燥热空气。

于是, 通过金属口型 19a, 纺丝料液 18 被连续地排入空气中, 从而形成母体纤维 6A, 由该法形成的母体纤维 6A 在拉伸的同时被卷取。此时, 干燥的热空气沿母体纤维 6 的排出方向吹扫, 从而进行干燥处理, 在此

同时进行拉伸处理。

此外，用电炉在空气中对所述母体纤维 6A 进行加热步骤（预处理），煅烧条件为 250℃、30 分钟，然后用同样的方式用电炉在 1200℃下烧结 10 分钟。

5 结果得到了根据实施例 5 的椭圆形截面的氧化铝-氧化硅纤维 6（长轴平均值：15 μm，短轴平均值：10 μm），如图 9 的表的右列第一行和图 10 所示。该氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石晶体含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 几乎不含任何有机物。此外，图 10 显示了根据实施例 5 的，氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面形状的 SEM 照片。

其次，将氧化铝-氧化硅纤维 6 的长纤维切割为 5mm 的长度，从而得到短纤维。随后，将该短纤维分散于水中，再将所得的纤维分散液注入模具中，压缩并干燥，从而得到毡状的厚度为 20mm 纤维聚集体。从该纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的实施例 5 的试样。

15 在表面压力试验中，采用压缩夹具将该试样压缩到厚度为 3mm，重复该过程 5 次。此时，测定第一次压缩时的表面压力值和第五次压缩时的表面压力值，根据该测试结果，得出残余表面压力的比例（%），所述残余表面压力的比例是表面压力随时间降低的程度的指标。如表 3 所示，20 该结果为 95.0%。

将该纤维聚集体冲切成预定的形状，从而形成紧固密封材料 4，将该紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的周围，然后将所得的部件 2 压嵌进入金属壳 3。采用外径为 130mm、长度为 100mm 的整块堇青石作为催化剂载体 2。采用圆筒部件作为金属壳 3，所述圆筒部件由 SUS304 制成，25 其截面为 O 形，厚度为 1.5mm，内径为 140mm φ。把按这种方式装配起来的催化转化装置 1 实际安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续运转实验。结果，在行驶过程中，没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，表面压力随时间降低的程度减少了。

（实施例 6）

实施例 6 采用基本上与实施例 5 相同的步骤，所不同的是金属口型 19a 的形状发生了改变。结果得到了根据实施例 6 的椭圆形截面（长轴平均值：30 μm ，短轴平均值：10 μm ）的氧化铝-氧化硅纤维 6。该氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 几乎不含任何有机物。

其次，从该毡状纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的实施例 6 的试样。采用与实施例 1 相同的方法测定该试样的表面压力。结果，在实施例 6 中残余比例为 94.0%（见图 3）。

10 此外，制备紧固密封材料 4，装配催化转化装置 1，然后将该催化转化装置 1 实际安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续的运转实验。结果，行驶试验发现，即使经过很长的时间也没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，表面压力随时间降低的程度减少了。

（实施例 7）

15 实施例 7 采用基本上与实施例 5 相同的步骤，所不同的是金属口型 19a 的形状变成了实际上是哑铃的形状，其尺寸如图 9 的表的左列第二行。结果如图 9 的表的右列第二行和图 11 所示，得到了根据实施例 7 的茧形截面或实际上是花生截面形状（平均宽度：20 μm ，中央平均厚度：5 μm ，边缘部位厚度：10 μm ）的氧化铝-氧化硅纤维 6。该氧化铝-氧化硅纤维 20 6 的富铝红柱石晶体含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 几乎不含任何有机物。此外，图 11 显示了一个 SEM 照片，所述照片是根据实施例 7 的氧化铝-氧化硅纤维 6 的截面。

25 其次，从该毡状纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的实施例 7 的试样。采用与实施例 5 相同的方法测定该试样的表面压力。结果，在实施例 7 中残余比例为 89.9%（见图 3）。

此外，制备紧固密封材料 4，装配催化转化装置 1，然后将该催化转化装置 1 实际安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续的运转实验。

结果，行驶试验发现，即使经过很长的时间也没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，表面压力随时间降低的程度减少了。

(实施例 8)

5 实施例 8 采用基本上与实施例 5 相同的步骤，所不同的是金属口型 19a 的形状变成了实际上是 C 形，其尺寸如图 9 的表的左列第三行。结果如图 9 的表的右列第三行所示，得到了根据实施例 8 的中空截面形状（外径：20 μm ，内径：10 μm ）的氧化铝-氧化硅纤维 6。该氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 几乎不含任何有机物。

10 其次，从该毡状纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的实施例 8 的试样。采用与实施例 1 相同的方法测定该试样的表面压力。结果，在实施例 8 中残余比例为 94.6%（见图 3）。

此外，制备紧固密封材料 4，装配催化转化装置 1，然后将该催化转化装置 1 实际安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续的运转实验。结果，行驶试验发现，即使经过很长的时间也没产生噪音，催化剂载体 2 也没有变黑，于是可以肯定，表面压力随时间降低的程度减少了。

(试验例 1)

20 试验例 1 采用基本上与实施例 5 相同的步骤，所不同的是金属口型 19a 的形状发生了改变。结果得到了根据试验例 1 的椭圆形截面（平均长轴：35 μm ，平均短轴：10 μm ）的氧化铝-氧化硅纤维 6。该氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石晶体含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 几乎不含任何有机物。

25 其次，从该毡状纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的试验例 1 的试样。采用与实施例 1 相同的方法测定该试样的表面压力。结果，在试验例 1 中残余比例为 92.0%（见图 3）。

然而，我们发现其初始表面压力低于各个实施例的初始表面压力。

(对比例 3)

对比例 3 采用基本上与实施例 5 相同的步骤，所不同的是金属口型 19a 的形状变成了直径为 0.2mm 的正圆形，如图 9 的表的左列第四行所示。结果如图 9 的表的右列第四行所示，得到了根据对比例 3 的正圆形截面（外径：10 μm ）的氧化铝-氧化硅纤维 6。该正圆形截面的氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。此处，氧化铝-氧化硅纤维 6 几乎不含任何有机物。

其次，从该毡状纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的对比例 3 的试样。采用与实施例 5 相同的方法测定该试样的表面压力。结果，在对比例 3 中残余比例为 85.0%，这显然不如各个实施例的结果（见图 3）。

于是，我们发现，其表面压力随时间而降低的程度大于各个实施例。

表 3

	纤维截面形状	第一次的表面压力值	第五次的表面压力值	残余比例
实施例 5	椭圆形	202 kPa	192 kPa	95.0%
实施例 6	椭圆形	200 kPa	188 kPa	94.0%
实施例 7	茧形	208 kPa	187 kPa	89.9%
实施例 8	中空形	205 kPa	194 kPa	94.6%
对比例 3	正圆形	213 kPa	181 kPa	85.0%

下面将阐述根据本发明第四组的实施例和对比例。

15 （实施例 9）

在实施例 9 中，按照下述方法制备供测试表面压力的紧固密封材料 4 试样。

20 首先，将氯化铝的碱性水溶液（23.5 重量%）、二氧化硅溶胶（20 重量%，二氧化硅的粒度为 15nm）、聚乙烯醇（10 重量%）和消泡剂（正辛醇）混合以便制备纺丝料液。其次，在 50℃ 的真空下采用蒸发器浓缩所得的纺丝料液，从而制得浓度为 38 重量%、粘度为 1000 泊到 2000 泊的纺丝料液。

把由上法制得的纺丝料液通过纺丝设备的喷嘴连续排出到空气中，在拉伸的同时进行卷取。

25 此时，为了控制纤维的直径，采用了如下条件。也即，喷嘴排出口的直径为 0.1 到 0.2 mm，长度为 0.3 到 2.0 mm，排出速率为 1.5 到 2.0 cm/s；

于是，排出了纺丝料液。用所述排出速率 100 到 200 倍的速率拉伸由所述纺丝料液得到的母体纤维，将该母体纤维缠绕在直径约为 12cm 的卷绕器上。将一长度约为 2 到 4 米的滚筒置于喷嘴的排出口和卷绕器之间，使母体纤维穿过滚筒。滚筒内上半部的温度为 35 到 40℃，下半部的温度为 25 到 30℃。

随后，用闸刀将该母体纤维切割成 10mm 的长度，从而得到了短纤维。然后，将这些短纤维（约 1.0g）分散于水中，再将所得的纤维分散液注入模具，压缩并干燥，从而得到边长为 25mm 的正方形毡状纤维聚集体。

其次，用电炉在空气中加热所述毡状纤维聚集体（预处理），温度为 250℃，时间为 30 分钟，然后用电炉以同样方式在 1250℃下烧结 10 分钟。

结果得到了由正圆形的氧化铝-氧化硅纤维 6 形成的紧固密封材料 4，所述氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石晶体含量约为 8 重量%，氧化铝-二氧化硅的重量比为 72:28。

从所得的实施例 9 的试样中的多个部位抽取氧化铝-氧化硅纤维 6，测定纤维的平均直径（ μm ）及其最小值和最大值、平均纤维长度（mm）及其最小值和最大值以及渣球含量（%）。表 4 显示了所述测量结果。由所述结果可见，在实施例 9 中，纤维直径的离差和纤维长度的离差均很小，于是可以肯定，这些值落在了所述优选的范围内。此外，该样品中不含渣球。

然后，从一大片的毡状纤维聚集体上冲切出多个边长为 25mm 的正方形试样，根据这些试样的面积和重量来测定其单位重量，采用自动记录仪测定其表面压力。表 4 也显示了该结果。此处，表面压力值在 GBD 为 0.30 g/cm^3 时的值。这些值表明，在实施例 9 中，单位重量的离差和表面压力的离差很小，这说明其质量稳定性较好。此外，还发现表面压力的平均值更高了。

（对比例 4）

在对比例 4 中，用蒸发器把与实施例 9 相同的纺丝料液在 50℃的真空下浓缩，从而制得浓度为 38 重量%、粘度为 10 泊到 100 泊的纺丝料液。

纺丝设备采用圆盘形的离心喷嘴，所述离心喷嘴的直径为 50mm 到

100mm，其上有 0.2mm 到 0.8mm 的排出口等间距地分布在 16 个位置。然后，当该喷嘴以 1000rpm 到 2000rpm 的转数旋转时，所产生的离心力使纺丝料液排出，从而形成纤维。此外，用 30℃、0.5 到 1.0 kPa 的空气吹扫所得的母体纤维，收集并进行压片，从而形成毡状纤维聚集体。将
5 该纤维聚集体模压成边长为 25mm 的正方形，然后在与实施例 9 相同的条件下进行预处理和煅烧步骤，从而形成陶瓷。

在由所述吹塑法所得的对比例的试样中，从其多个部位抽取氧化铝-氧化硅纤维 6，测定纤维的平均直径 (μm) 及其最小值和最大值、平均纤维长度 (mm) 及其最小值和最大值以及渣球含量 (%)。表 4 显示了所述
10 测量结果。由所述结果可见，在对比例 4 中，纤维直径的离差和纤维长度的离差均明显大于实施例。此外，该试样中含 3 重量%或更高的渣球。

然后，从一大片的毡状纤维聚集体上冲切出多个边长为 25mm 的正方形试样，根据这些试样的面积和重量来测定其单位重量，采用自动记录仪测定其表面压力。表 4 也显示了该结果。此处，表面压力值在 GBD 为
15 0.30 g/cm³ 时的值。这些值表明，在对比例 4 中，单位重量的离差和表面压力的离差大于实施例 9。此外，还发现表面压力的平均值显著低于实施例 9。

表 4

	实施例 8	对比例 4
纤维的平均直径	7.1 μm	6.8 μm
纤维直径的下限	4.8 μm (-2.3 μm)	1.1 μm (-5.7 μm)
纤维直径的上限	9.2 μm (+2.1 μm)	22.3 μm (+15.5 μm)
纤维的平均长度	10 mm	26 mm
纤维长度的下限	9 mm (-1 mm)	2 mm (-24 mm)
纤维长度的上限	11 mm (+1 mm)	60 mm (+34 mm)
渣球含量	0.0 重量%	3.8 重量%
平均单位重量	1152 g/m^2	1147 g/m^2
单位重量的下限	1093 g/m^2 (-59 g/m^2)	1012 g/m^2 (-135 g/m^2)
单位重量的上限	1183 g/m^2 (+31 g/m^2)	1251 g/m^2 (+104 g/m^2)
平均表面压力	212 kPa	154 kPa
表面压力的下限	201 kPa (-11 kPa)	123 kPa (-31 kPa)
表面压力的上限	218 kPa (+6kPa)	178 kPa (+24 kPa)

*括号内的值为与平均值的差。

下面将阐述根据本发明第五组的实施例和对比例

(实施例 10)

- 5 在实施例 10 中,按照下述方法制备用于测试紧固密封材料 4 的表面压力的试样。

首先,将氯化铝的碱性水溶液(23.5 重量%)、二氧化硅溶胶(20 重量%,二氧化硅的粒度为 15nm)、聚乙烯醇(10 重量%)和消泡剂(正辛醇)混合以便制备纺丝料液。其次,在 50℃的真空下采用蒸发器浓缩所得的纺丝料液,从而制得浓度为 38 重量%、粘度为 1000 泊的纺丝料液。

把由上法制得的纺丝料液通过纺丝设备的喷嘴连续排出到空气中,在拉伸的同时进行卷取。

其次,用电炉在空气中加热所述母体纤维(预处理),温度为 250℃,时间为 30 分钟,然后用电炉以同样方式在 1250℃下烧结 10 分钟。

- 15 结果得到了正圆形的平均纤维直径为 9mm 的氧化铝-氧化硅纤维 6,所述氧化铝-氧化硅纤维 6 的富铝红柱石晶体含量约为 8 重量%,氧化铝-

二氧化硅的重量比为 72:28。

随后，用闸刀将该母体纤维切割成 5mm 的长度，从而得到了短纤维。然后，将这些短纤维（约 1.0g）分散于水中，再将所得的纤维分散液注入模具，压缩并干燥，从而得到边长为 25mm 的正方形毡状纤维聚集体。

5 然后，用 5 重量%的氧化铝的低粘度（1 厘泊）水溶液浸泡该纤维聚集体约 1 到 60 秒，然后将所得的纤维聚集体在 100℃下干燥 10 分钟或更长时间。随后，在 1200℃或更高的温度下烧结该干燥的纤维聚集体 10 分钟，从而在短纤维搭接的部位形成了交联的桥，所述桥由陶瓷粘合剂 7 形成，所述陶瓷粘合剂 7 主要由氧化铝形成。图 14 为本实施例 10 的氧化铝-氧化硅纤维 6 的 SEM 照片，所述氧化铝-氧化硅纤维 6 由陶瓷粘合剂 7 粘合而成。

用该纤维聚集体作为测试表面压力所用的试样，将该试样置于自动记录仪的夹具内。然后沿厚度方向对该试样施加压力，当其厚度被压缩到 3mm 时，分别在 1 小时、10 小时和 100 小时后测试其表面压力（MPa）。15 结果如图 13 的曲线所示。

（对比例 5）

在对比例 5 中，基本上按照与实施例 10 相同的方法制备测试表面压力用的试样。然后，采用自动记录仪按照与实施例 10 相同的方法测定表面压力。结果如图 13 的曲线所示。

20 （测试结果）

根据图 13 的曲线，实施例 10 的初始表面压力高于对比例 5。此外，关于经过 100 小时后表面压力的下降程度，实施例 10 明显小于对比例 5。

此外，在实施例 10 中，将所述纤维聚集体冲切成预定的形状，从而形成紧固密封材料 4，将该紧固密封材料 4 包覆在催化剂载体 2 的周围，25 然后将所得的部件 2 压嵌进入金属壳 3。采用外径为 130mm ϕ 、长度为 100mm 的整块堇青石作为催化剂载体 2。采用圆筒部件作为金属壳 3，所述圆筒部件由 SUS304 制成，其截面为 O 形，厚度为 1.5mm，内径为 140mm ϕ 。把按这种方式装配起来的催化转化装置 1 实际安装在 3 升的汽油发动机内，然后进行连续的运转实验。结果，在行驶过程中，没产生噪音，

催化剂载体 2 也没有变黑。

此处，进行关于纤维直径和其机械强度的测试，在该测试中对比了两种氧化铝-氧化硅纤维 6，其中一种氧化铝-氧化硅纤维 6 由本发明第五组的第二个实施方式的制备方法获得，另一种氧化铝-氧化硅纤维 6 由本
5 发明第五组的第一个实施方式的制备方法获得。

在前一情况下，从切割成预定长度的短纤维中任意挑选 10 根纤维，将这些纤维烧结形成氧化铝-氧化硅纤维 6。然后，测定 10 根氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径和标准偏差。结果，平均直径为 7.1 μm ，标准偏差为 0.74 μm 。此外，用公知的拉伸强度测试方法测定 10 根氧化铝-氧化
10 硅纤维 6，从而测得绝对强度的平均值和标准偏差。结果，平均值为 6.19 gf，标准偏差为 1.88 gf。此外，采用所述拉伸强度试验测定相对强度的平均值和标准偏差。结果平均值为 1.40 GPa，标准偏差为 0.45 GPa。

在后一情形下，将烧结的氧化铝-氧化硅纤维 6 切割为预定的长度，从而得到短纤维，并从中任意选取 10 根纤维。然后，测定这 10 根氧化铝-氧化硅纤维 6 的平均直径及其标准偏差。结果，平均直径为 7.2 μm ，
15 标准偏差为 0.52 μm 。此外，用公知的拉伸强度测试方法测定 10 根氧化铝-氧化硅纤维 6，从而测得绝对强度的平均值和标准偏差。结果，平均值为 4.86 gf，标准偏差为 2.16 gf。此外，采用所述拉伸强度试验测定相对强度的平均值和标准偏差。结果平均值为 1.22 GPa，标准偏差为 0.61
20 GPa。

所述结果表明，与本发明第五组的第一个实施方式的氧化铝-氧化硅纤维 6 相比，本发明第五组的第二个实施方式的氧化铝-氧化硅纤维 6 不但具有优异的机械强度，而且其机械偏差也较小。因此，采用由所述方法获得的氧化铝-氧化硅纤维 6 可以使紧固密封材料 4 具有质量稳定性。

25 下面将阐述根据本发明第六组的实施例和对比例。

(实施例 11)

首先，将氯化铝的碱性水溶液（23.5 重量%）、二氧化硅溶胶（20 重量%，二氧化硅的粒度为 15nm）和聚乙烯醇（10 重量%）混合以便制备纺丝料液，所述聚乙烯醇为拉丝性能赋予剂。其次，在 50℃的真空下采用

蒸发器浓缩所得的纺丝料液，从而制得浓度为 38 重量%、粘度为 150 Pa·s (1500 泊)的纺丝料液。

制备纺丝料液之后，通过纺丝设备的喷嘴（截面为正圆形）将该纺丝料液排出到空气中，在拉伸的同时卷取从而得到连续长度的母体纤维。

5 其次，用矩形刀具将该连续的母体长纤维切割成 7.5mm 的长度，从而制得短纤维，收集该氧化铝短纤维，将其松解并压片，而后将其压制成为毡状的纤维聚集体。

其次，对所述毡状纤维聚集体进行加热步骤（预处理），用电炉在 500℃、常压空气中加热 30 分钟，从而烧净了有机成分，然后用电炉在 10 1250℃、常压空气中将其烧结 10 分钟，从而制得氧化铝纤维聚集体。

所述氧化铝纤维聚集体为正圆形截面，其中的氧化铝-二氧化硅重量比为 72:28，氧化铝短纤维的平均直径为 7.3 μm。

（对比例 6）

按照与实施例 11 相同的方法制备连续的母体长纤维，然后，按照与 15 实施例 11 相同的煅烧条件煅烧该母体长纤维制得氧化铝长纤维。该氧化铝长纤维的平均直径为 7.2 μm。

其次，用矩形刀具将该连续的母体长纤维切割成 5mm 的长度，从而制得氧化铝短纤维，将该氧化铝短纤维松解、收集并压片，而后将其压制成为毡状的纤维聚集体。

20 采用下述方法分别测定根据实施例 11 和对比例 6 的氧化铝纤维聚集体的物理性质，结果如下表 5 所示。

（1）氧化铝短纤维的强度

采用拉伸试验机测定实施例 11 和对比例 6 中的用于氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维的拉伸强度。对任意选取的 10 根氧化铝短纤维进行测试，将其平均值作为根据实施例 11 和对比例 6 的每根氧化铝短纤维的强度，根据其标准偏差计算其离差。

（2）表面压力的测定

从实施例 11 和对比例 6 的每一纤维聚集体上冲切出一个边长为 25mm 的正方形，从而得到用于表面压力测试的试样，我们把在非夹持状态和

未加热时所测得的表面压力定义为“初始表面压力”，将所述用于测定表面压力的试样用专门的夹具夹起来，并将松密度调节至 0.30 g/cm^3 ，然后置于 1000°C 的空气中；于是，把在 100 小时之后的表面压力定义为“耐久性实验之后的表面压力”。

- 5 然后，计算表达式 $[100 - (\text{耐久性实验之后的表面压力}/\text{初始表面压力}) \times 100]$ (%) 的值，计算并得出表面压力随时间降低的比率。

(3) 观察切割面

采用扫描电子显微镜 (SEM) 观察实施例 11 和对比例 6 的氧化铝短纤维的切割面的状态，以便检查其碎屑、毛刺和细小裂纹等。

10

表 5

	纤维的平均直径 (μm)	氧化铝短纤维的强度	
		平均强度 (N)	离差
实施例 10	7.3	6.3×10^{-4}	1.88
对比例 6	7.2	5.0×10^{-4}	2.16

	表面压力 (kPa)		
	初始表面压力	耐久性试验之后的表面压力	表面压力随时间降低的比率 (%)
实施例 10	145	102	29.7
对比例 6	140	91	35

	是否存在碎屑、毛刺和细小裂纹
实施例 10	不存在
对比例 6	存在

表 5 的结果清楚地显示，根据实施例 11 的氧化铝短纤维的平均纤维
15 强度为 $6.3 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，其标准偏差为 1.88，而根据对比例 6 的氧化铝短纤维的平均纤维强度为 $5.0 \times 10^{-4} \text{ N}$ ，其标准偏差为 2.16。根据实施例 11 的氧化铝短纤维的平均强度及其离差优于根据对比例 6 的氧化铝短纤维的平均强度及其离差。

根据实施例 11 的用于测定表面压力的试样的初始表面压力为 145
20 kPa，其耐久性试验之后的表面压力为 102 kPa，而根据对比例 6 的用于测定表面压力的试样的初始表面压力为 140 kPa，其耐久性试验之后的表面压力为 91 kPa；于是，根据实施例 11 的试样的两个表面压力具有较好的结果。

此外，关于用于测定表面压力的试样的表面压力随时间而降低的比率，根据实施例 11 的试样的结果较好。

此外，根据实施例 11 的氧化铝短纤维的切割面上没有碎屑、毛刺和细小的裂纹；然而，根据对比例 6 的氧化铝短纤维的切割面上有许多碎屑、毛刺和细小的裂纹。

工业实用性

如上文所详细描述，根据本发明第一组的第 1 项到第 3 项的发明，由于可以获得优异的机械强度，所以可提供适于获得紧固密封材料的氧化铝-氧化硅纤维，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。

根据本发明第一组的第 4 项的发明，可以提供氧化铝-氧化硅纤维的制备方法，所述制备方法能确保容易地获得机械强度优异的氧化铝-氧化硅纤维。

根据本发明第一组的第 5 项的发明，可以低的成本稳定地获得所述纤维。

根据本发明第一组的第 6 项的发明，可以在降低成本的同时使纤维保持其基本的物理性质。

根据本发明第一组的第 7 项的发明，可以提供紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。

根据本发明第一组的第 8 项的发明，可以提供用于催化转化装置的紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。

根据本发明第二组的第 9 项到第 16 项的发明，可以提供紧固密封材料，所述紧固密封材料具有高的初始表面压力，该表面压力不易随时间而降低，而且具有优异的密封性能。

根据本发明第二组的第 17 项到第 19 项的发明，可以提供紧固密封材料的制备方法，所述制备方法适于获得根据本发明第二组的紧固密封

材料。

根据本发明第二组的第 20 项的发明，可以提供催化转化装置，所述催化转化装置具有高的初始表面压力，该表面压力不易随时间而降低，而且具有优异的密封性能。

- 5 根据本发明第三组的第 21 项到第 26 项的发明，可以提供表面压力不易随时间而降低的紧固密封材料。

根据本发明第三组的第 27 项到第 29 项的发明，可以提供紧固密封材料的制备方法，所述制备方法适于获得根据本发明第三组的紧固密封材料。

- 10 根据本发明第四组的第 30 项到第 35 项的发明，可以提供质量稳定性优异的紧固密封材料。

根据本发明第四组的第 36 项的发明，可以提供紧固密封材料的制备方法，所述制备方法适于获得根据本发明第四组的紧固密封材料。

- 15 根据本发明第五组的第 37 项到第 41 项的发明，可以提供表面压力不易随时间而降低的紧固密封材料。

根据本发明第五组的第 42 项到第 50 项的发明，可以提供紧固密封材料的制备方法，所述制备方法适于获得根据本发明第五组的紧固密封材料。

- 20 根据本发明第五组的第 51 项到第 52 项的发明，可以提供陶瓷纤维聚集体，所述陶瓷纤维聚集体适用于所述根据本发明第五组的优异的紧固密封材料等。

根据本发明第五组的第 53 项的发明，可以提供陶瓷纤维聚集体，所述陶瓷纤维聚集体适用于所述根据本发明第五组的优异的紧固密封材料等。

- 25 根据本发明第六组的氧化铝纤维聚集体的制备方法，可以使用于氧化铝纤维聚集体的氧化铝短纤维的强度更高，而且减少了其离差。因此，可以制备氧化铝纤维聚集体，所述氧化铝纤维聚集体具有高的初始表面压力，而且该表面压力不易随时间而降低。

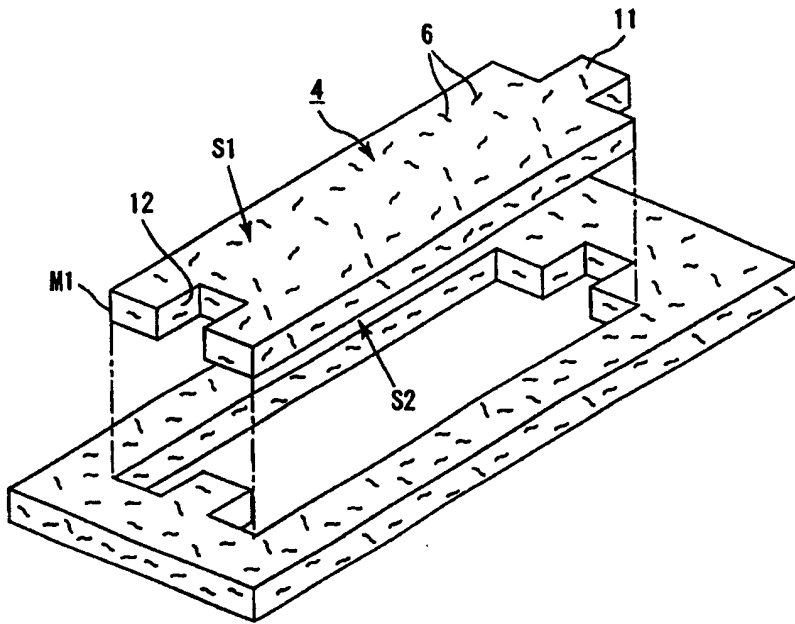


图 1

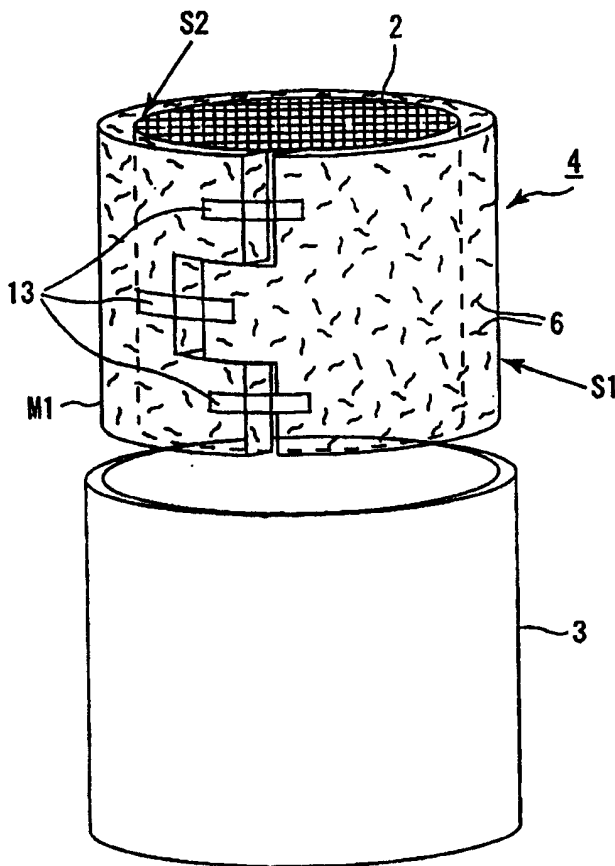


图 2

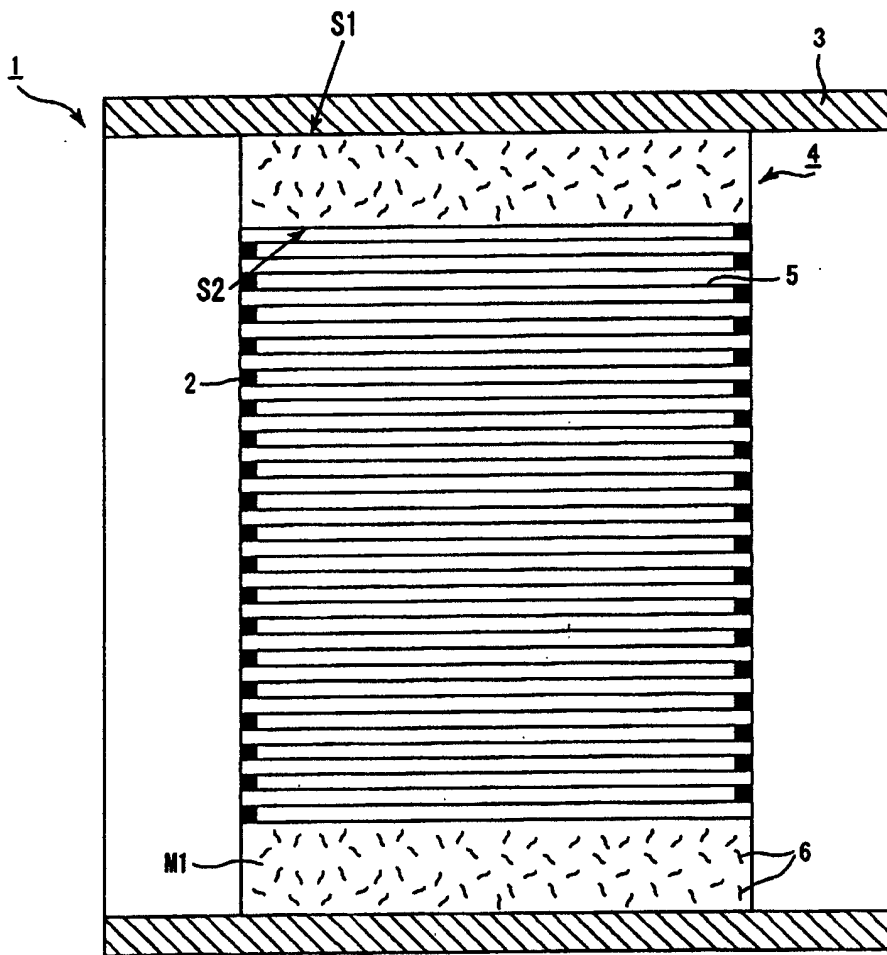


图 3

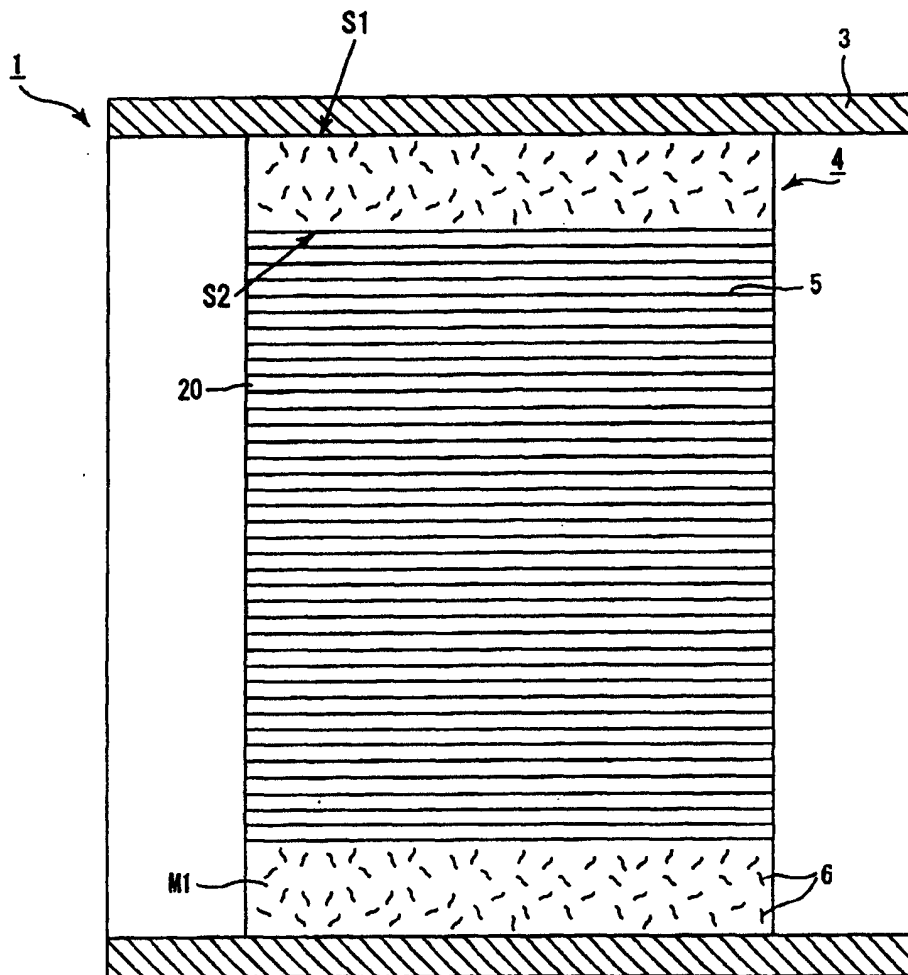


图 4

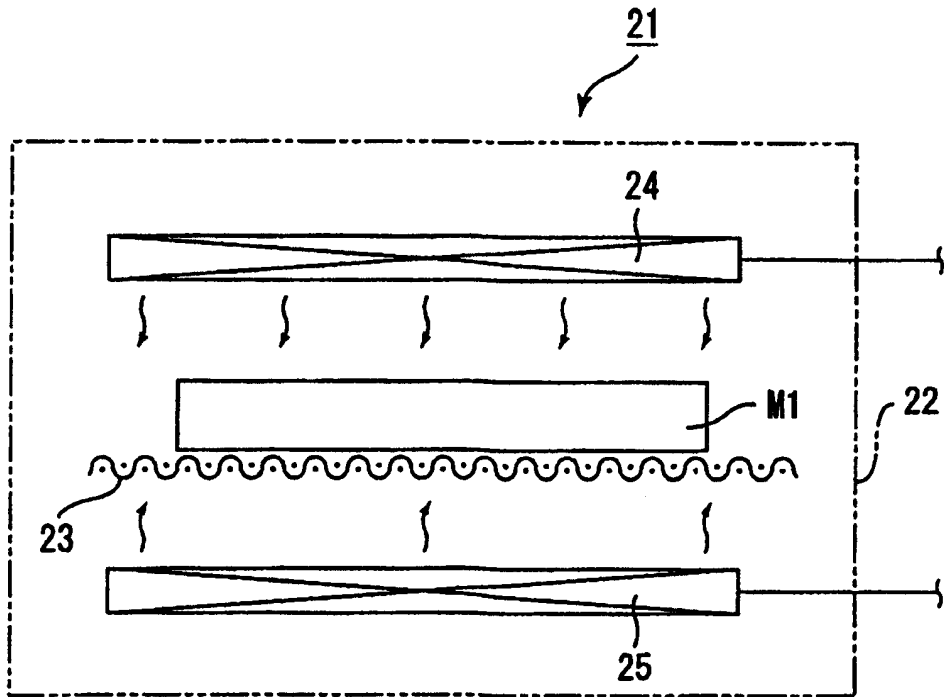
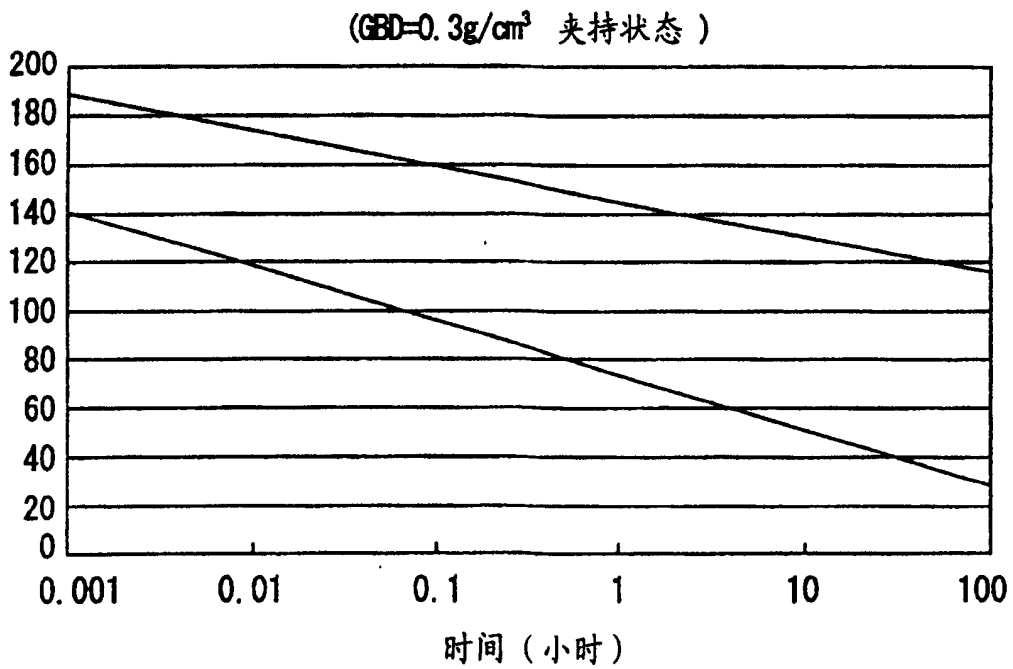


图 5



毡状聚集体的表面压力及其随时间的下降特性

图 6

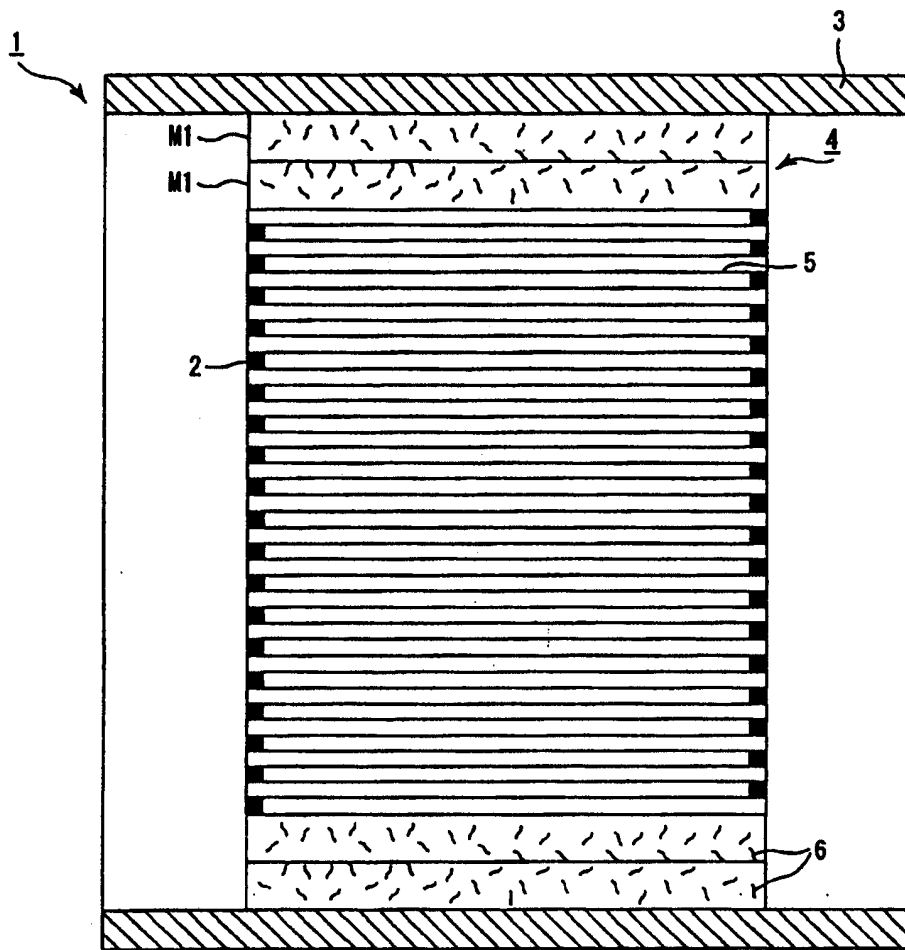


图 7

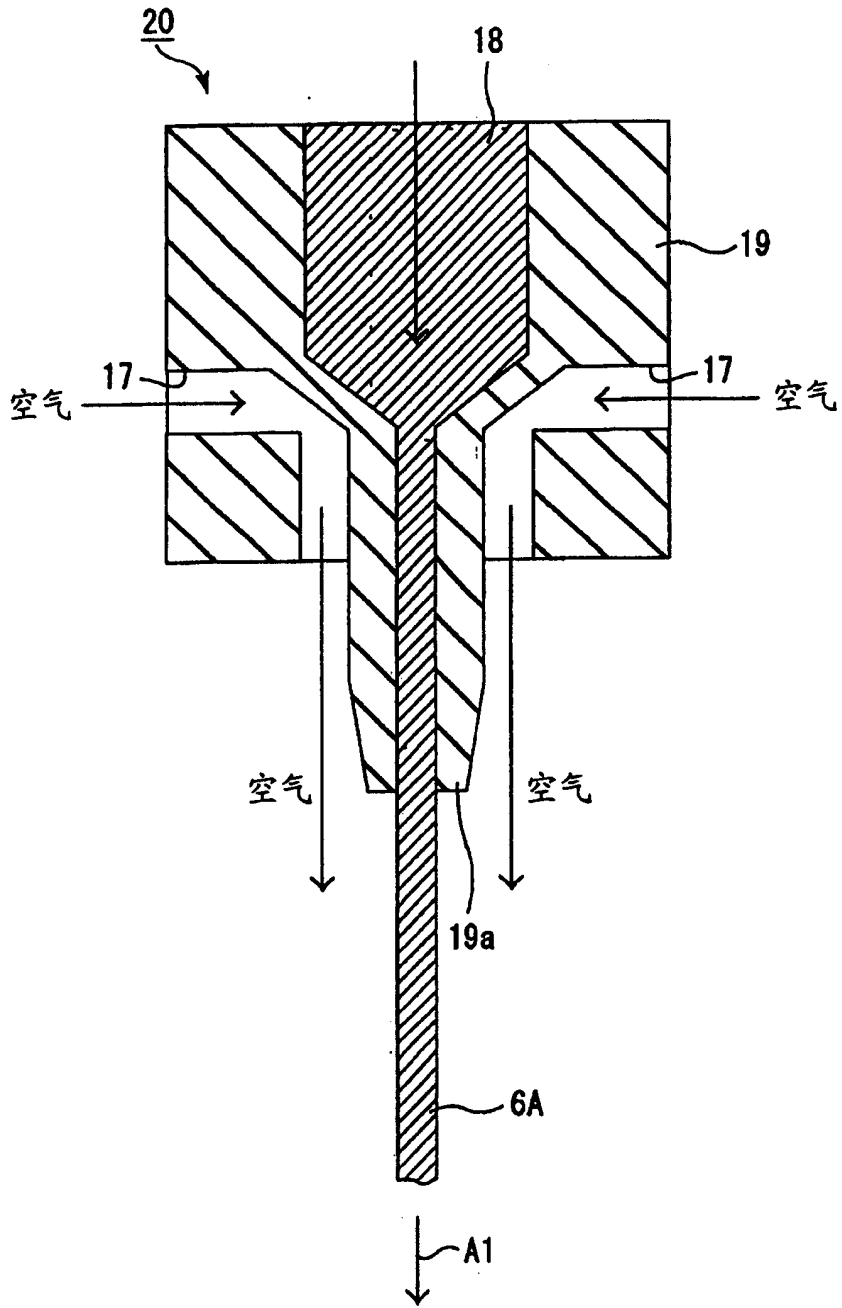


图 8

	喷嘴金属口型形状	纤维截面形状
实施例 5		
实施例 7		
实施例 8		
对比例 3		

图 9

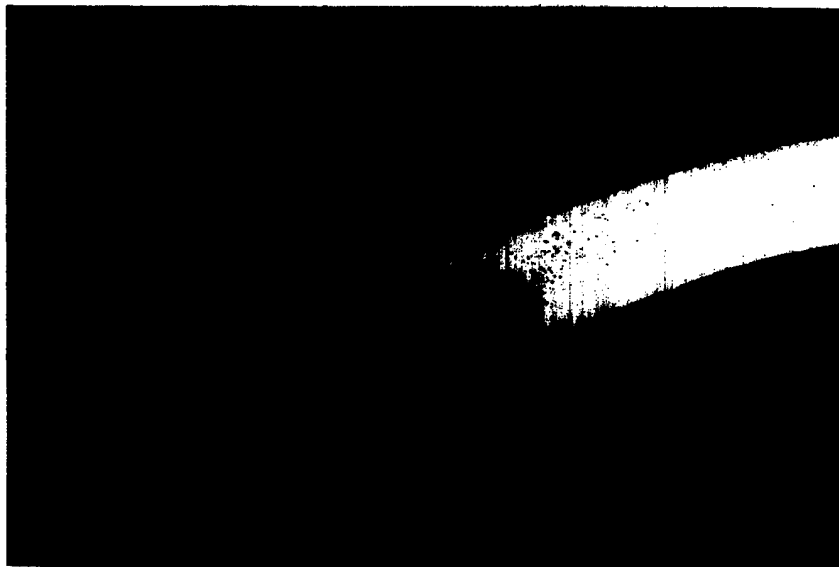


图 10



图 11

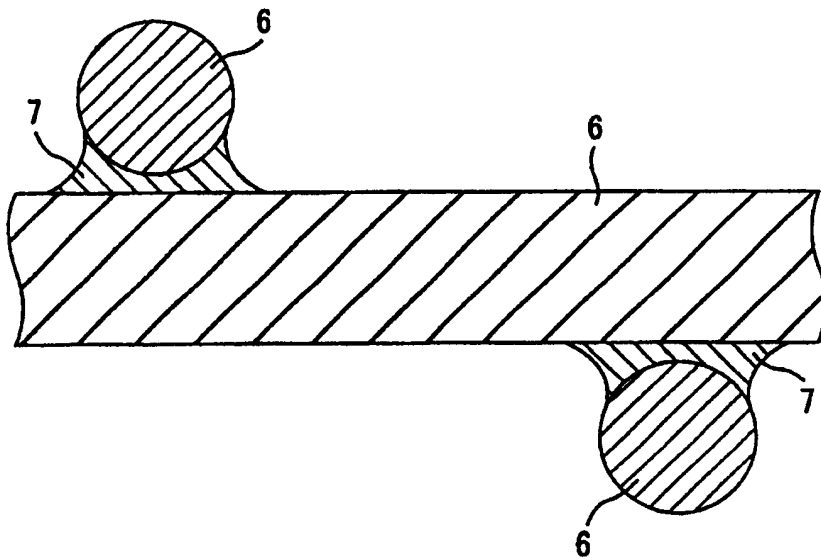


图 12

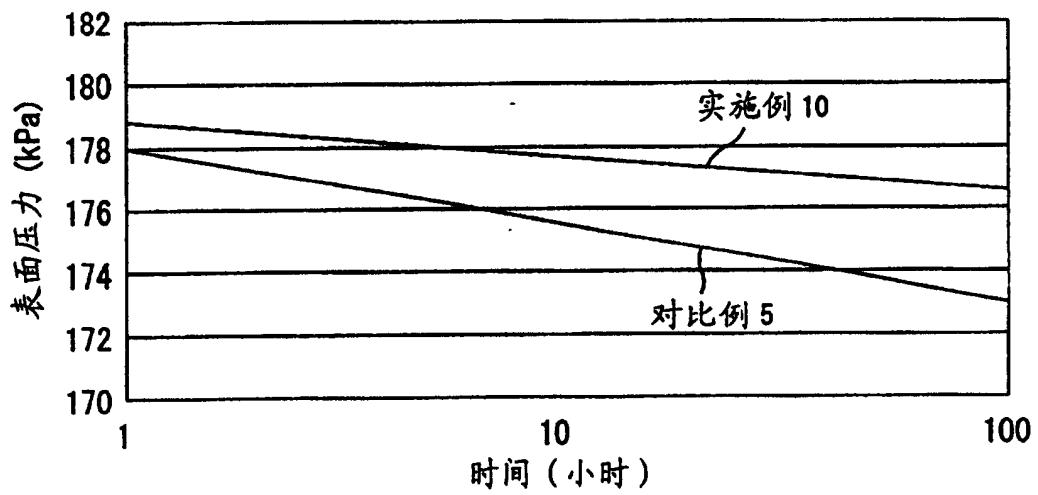


图 13

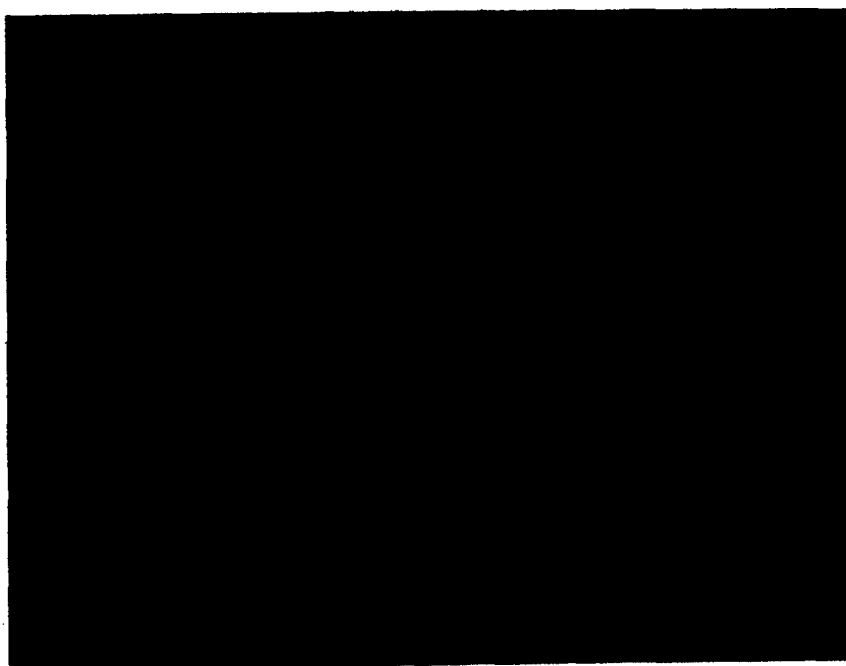
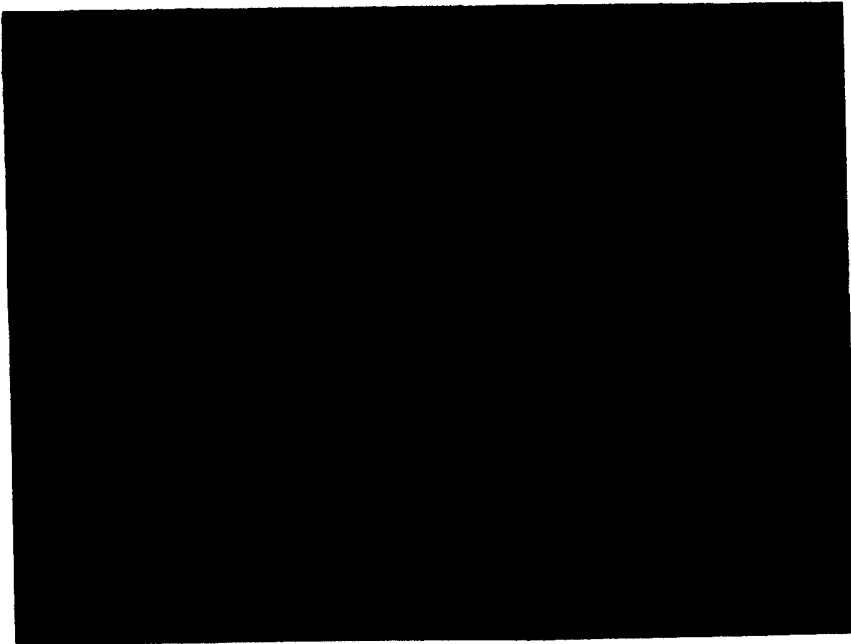


图 14

(a)



(b)



图 15

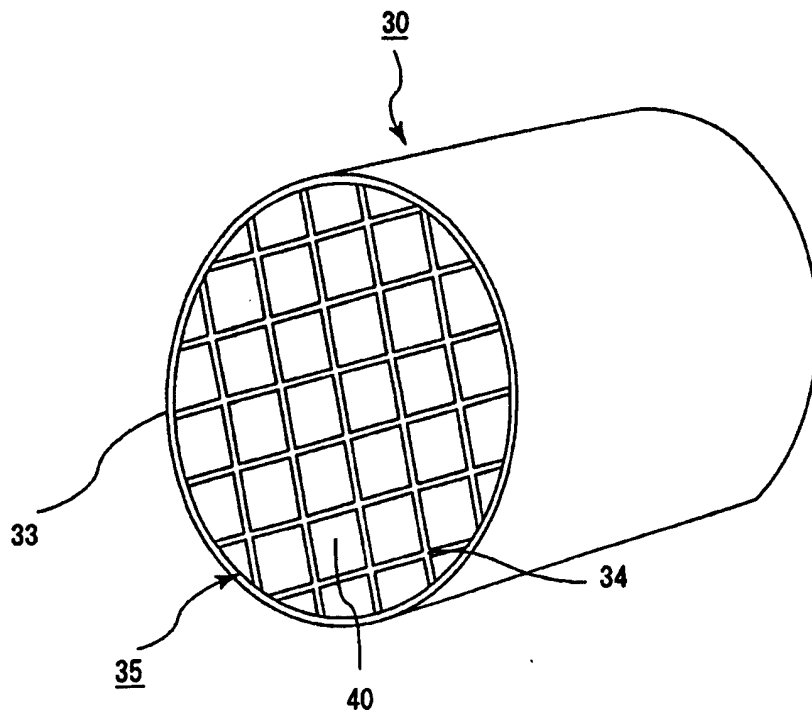
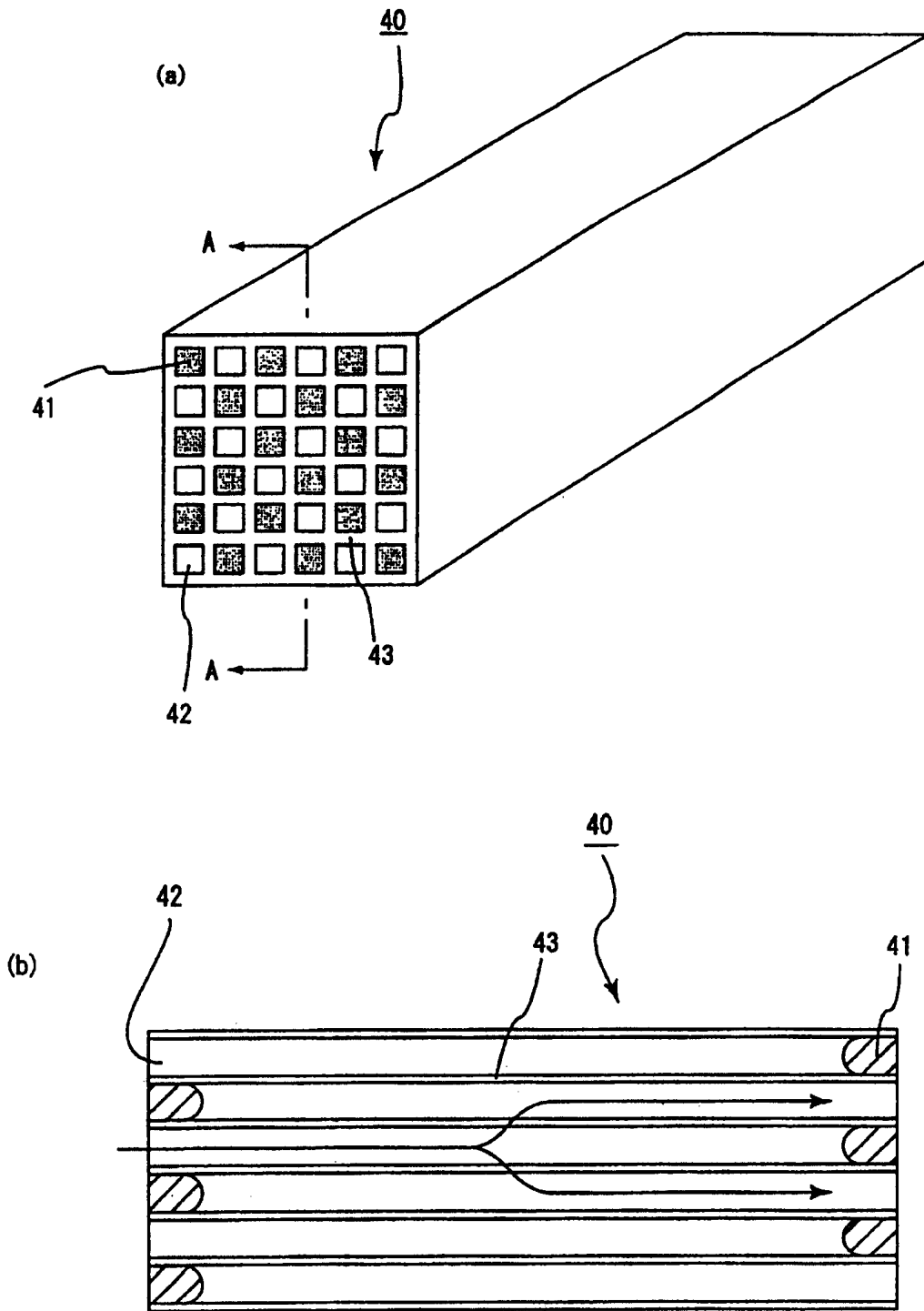


图 16



沿 A-A 线的截面图

图 17

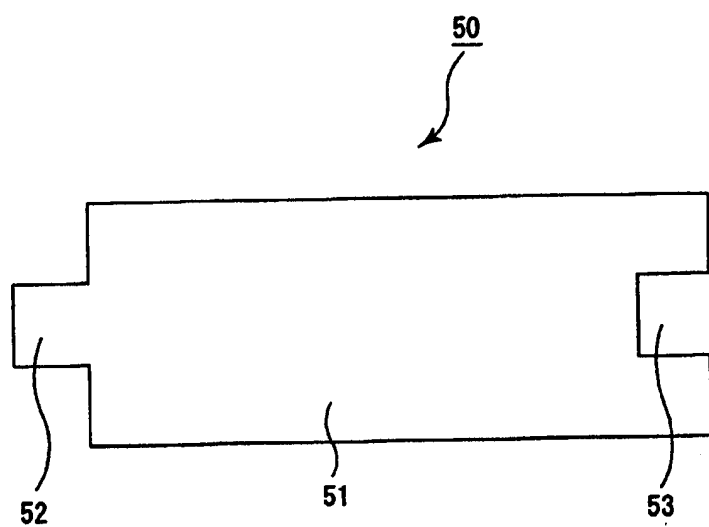


图 18