



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101545572 B

(45) 授权公告日 2011.08.24

(21) 申请号 200910003598.9

CN 1513104 A, 2004.07.14,

(22) 申请日 2009.01.20

CN 101147025 A, 2008.03.19,

(30) 优先权数据

审查员 杨道斌

2008-078562 2008.03.25 JP

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 岩田修一 野村京子 高木司

中野秀明 辻原雅法 安孙子尚平

(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 史雁鸣

(51) Int. Cl.

F16L 59/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1690500 A, 2005.11.02,

CN 1865757 A, 2006.11.22,

CN 1865757 A, 2006.11.22,

JP 2006-017151 A, 2006.01.19,

CN 1920367 A, 2007.02.28,

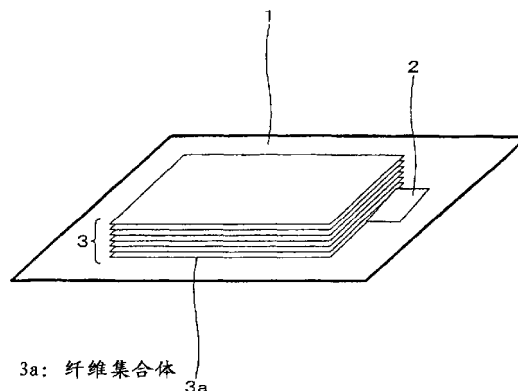
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

真空绝热构件及使用它的绝热箱

(57) 摘要

一种真空绝热构件及使用它的绝热箱,其在处理性及绝热性能方面优良。真空绝热构件(100)具有将纤维集合体(3a)积层而构成的芯构件(3)、和具有阻气性并收容芯构件(3)使内部成为真空的外包装构件(1)。



1. 一种真空绝热构件,具有芯构件和外包装构件,所述芯构件是积层纤维集合体而构成的,上述纤维集合体由无纺布构成,所述外包装构件具有阻气性,收容上述芯构件,其内部被抽成真空,

其特征在于,将上述无纺布的单位面积体积取为 $3.5\text{cc}/\text{m}^2 \sim 13\text{cc}/\text{m}^2$,

将构成上述纤维集合体的纤维的截面形状作为大致 C 字型形状,具有上述大致 C 字型形状的上述纤维的开口部在关闭状态的内径尺寸为上述纤维的外径尺寸的 $20\% \sim 70\%$ 。

2. 如权利要求 1 所述的真空绝热构件,其特征在于,将放入在无纺布袋中的吸附剂收容在上述外包装构件内。

3. 一种绝热箱,其特征在于,所述绝热箱使用了上述权利要求 1 或 2 所述的真空绝热构件。

真空绝热构件及使用它的绝热箱

技术领域

[0001] 本发明涉及真空绝热构件及使用它的绝热箱,特别涉及在处理性及绝热性能方面优良的真空绝热构件及使用它的绝热箱。

背景技术

[0002] 以往,作为在冰箱或冰柜、自动售货机、保冷箱、保温箱、保冷车、车辆用空调机,供热水机等冷热设备的绝热箱中使用的绝热构件,多利用聚氨酯泡沫。近年来,由于节能或省空间大容量化等的市场需求,已开始使用将比聚氨酯泡沫在绝热性能方面更优良的真空绝热构件埋设在聚氨酯泡沫中,同时将真空绝热构件及聚氨酯泡沫并用的方式。此真空绝热构件是指将粉末或发泡体、纤维体等作为芯构件插入在由阻气性的铝箔层压薄膜等构成的外包装构件之中,并能够将其内部保持在数 Pa(帕斯卡)的真空度构成的。

[0003] 这样的真空绝热构件的处理性及绝热性能,受被插入在内部的芯构件的材质的影响。作为真空绝热构件的芯构件,多利用二氧化硅等粉末或聚氨酯等发泡体、纤维的集合体(纤维体)。其中,作为纤维的原材料,利用了玻璃纤维或陶瓷纤维等无机纤维(例如参照专利文献 1 及 8),或者聚丙烯纤维、聚乳酸纤维、芳香聚酰胺纤维、LCP(液晶聚合物)纤维、聚乙烯对苯二酸酯纤维、聚酯纤维、聚乙烯纤维、纤维素纤维等有机纤维(例如参照专利文献 2 及 7)。

[0004] 其中,将在绝热性能方面特别优良的玻璃纤维的集合体作为真空绝热构件的芯构件使用已成为主流。而且,已使这样的无机纤维或者有机纤维集合而构成纤维体,作为真空绝热构件的芯构件利用。作为纤维体的形状,例如棉花状(纤维不规则地相互缠绕而一体化的状态)、将薄片进行了积层的形状(例如参照专利文献 3 及 4)、将薄片以纤维配置方向相互交替的方式进行了积层的形状(例如参照专利文献 5 及 6)等已被公开。

[0005] 专利文献 1:日本特开平 8-028776 号公报(第 2-3 页) 专利文献 2:日本特开平 2002-188791 号公报(第 4-6 页,图 1) 专利文献 3:日本特开 2005-344832 号公报(第 3-4 页,图 1) 专利文献 4:日本特开 2006-307924 号公报(第 5-6 页,图 2) 专利文献 5:日本特开 2006-017151 号公报(第 3 页,图 1) 专利文献 6:日本特公平 7-103955 号公报(第 2 页,图 2) 专利文献 7:日本特开 2006-283817 号公报(第 7-8 项,图 2) 专利文献 8:日本特开 2005-344870 号公报(第 7 页,图 2)

发明内容

发明所要解决的课题

[0006] 如上所述,在过去的真空绝热构件中,主要是无机纤维的玻璃纤维是作为芯构件被使用的。此玻璃纤维具有硬且脆的性质。因此,在真空绝热构件的制造时粉尘飞散,并附着在作业者的皮肤或粘膜等上,所以存在着作业者受到刺激的可能性,其处理性及作业性已成为问题。另外,在考虑再循环的场面的情况下,例如如果是冰箱,则在再循环工厂中

每件产品粉碎,玻璃纤维混在聚氨酯屑等中而被供给至热再循环中,但存在使燃烧效率下降或成为残渣等再循环效率低的缺点。

[0007] 另一方面,将作为有机纤维的聚酯纤维等用于芯构件的真空绝热构件,与将玻璃纤维用于芯构件的真空绝热构件相比,虽然在处理性及再循环性方面优良,但是存在绝热性能差的缺点。也就是说,将聚酯纤维等用于芯构件的真空绝热构件,作为表示绝热性能的指标的热传导率是 $0.0030[\text{W/mK}]$ (参照专利文献 7) 左右,比作为将玻璃纤维用于芯构件的一般的真空绝热构件的热传导率的 $0.0020[\text{W/mK}]$ 大,可以理解在绝热性能方面差。

[0008] 本发明是为了解决上述的课题而作出的,其目的在于提供在处理性及绝热性能方面优良的真空绝热构件及使用它的绝热箱。

为了解决课题的手段

[0009] 本发明的真空绝热构件,具有芯构件和外包装构件,所述芯构件是积层纤维集合体而构成的,上述纤维集合体是无纺布,所述外包装构件具有阻气性,收容上述芯构件,其内部被抽成真空,其特征在于,将上述无纺布的单位面积体积取为 $3.5\text{cc/m}^2 \sim 13\text{cc/m}^2$ 。发明的效果根据本发明的真空绝热构件,因为能够使纤维的配置方向与传热方向大致成直角地配置,所以能够提高绝热性能。另外,根据本发明的绝热箱,因为使用了上述的能够提高绝热性能的真空绝热构件,所以同样地成为在绝热性能方面优良的绝热箱。

[0010] 附图说明

[0011] 图 1 是表示实施方式 1 的真空绝热构件的剖面结构的概略纵剖面图。

图 2 是表示真空绝热构件的概略结构的模式图。

图 3 是放大表示芯构件的纵剖面结构的概略图。

图 4 是表示真空绝热构件的热传导率的测定结果的表。

图 5 是将由图 4 所示的测定结果进行了图形化的坐标图。

图 6 是表示适用于实施方式 2 的真空绝热构件的纤维集合体的结构例的立体图。

图 7 是表示适用了纤维集合体的真空绝热构件的热传导率的测定结果的表。

图 8 是表示适用于实施方式 3 的真空绝热构件的纤维集合体的俯视图。

图 9 是表示适用了纤维集合体的真空绝热构件的热传导率的测定结果的坐标图。

图 10 是表示适用了已使用异形截面的纤维的纤维集合体的真空绝热构件的热传导率的测定结果的表。

图 11 是表示构成实施方式 5 的真空绝热构件的纤维集合体的纤维的模式的模式图。

图 12 是表示适用了使用截面形状为大致 C 字型形状的纤维构成的纤维集合体的真空绝热构件的热传导率的测定结果的表。

符号说明

[0012] 1:外包装构件 2:吸附剂 3 芯构件 3a:纤维集合体 3b:纤维集合体 3c:纤维集合体 5:纤维 100:真空绝热构件

具体实施方式

[0013] 下面,基于附图说明本发明的实施方式。实施方式 1 图 1 是表示本发明的实施方式 1 的真空绝热构件 100 的截面结构的概略纵剖面图。图 2 是表示真空绝热构件 100 的概

略结构的模式图。基于图 1 及图 2,对真空绝热构件 100 的结构进行说明。此真空绝热构件 100 可用于例如冰箱、冰柜、自动售货机、保冷箱、保温箱、保冷车、车辆用空调机、供热水机等冷热设备的绝热箱。另外,包括图 1,在下面的附图中,各构成构件的大小的关系有时与实际的不同。

[0014] 如图 1 所示,真空绝热构件 100 是将芯构件 3 及吸附剂 2 收容在外包装构件 1 内而构成的。外包装构件 1 例如可以由作为阻气层适用了约 $6\mu\text{m}$ 的铝箔、作为最内层的密封层适用了聚乙烯的塑料层压薄膜构成。即,外包装构件 1,只要是具有阻气性,能够将内部维持在减压状态的,无论由哪种材质构成都是可以的。吸附剂 2 是用于吸附真空绝热构件 100 的内部的水分,抑制真空绝热构件 100 的内部的真空度随着时间下降的物质。此吸附剂 2,例如可以将 CaO (氧化 钙) 装入无纺布袋内构成。

[0015] 芯构件 3,在将塑料层压薄膜用作外包装构件 1 的真空绝热构件 100 中,是承担支承大气压力来确保真空绝热构件 100 的内部空间的作用、和将内部空间细小地分割以减小气体的热传导等的作用的芯构件。在此实施方式 1 中,芯构件 3 成为重叠了多层纤维集合体 3a 的多层结构。这样,就准备好了作为绝热方向的厚度方向和与该厚度方向大致垂直地配置的纤维的配置方向。另外,从抑制气体的热传导的观点出发,希望使真空绝热构件 100 的内部空间的距离能够比该真空度中的空气分子的自由行程距离小。

[0016] 图 3 是放大表示芯构件 3 的纵截面结构的概略图。基于图 3 对芯构件 3 的结构详细地进行说明。如图 3 所示,芯构件 3 是通过以纤维没有厚度方向上的重叠的方式使纤维集合体 3a 的各层成为配置在一个方向的状态,并以使纤维大致正交的方式与上下地积层的各层重叠来构成的。具体地讲,芯构件 3 是以纤维的方向大致垂直的方式交替地积层纤维集合体 3a 来形成的,该纤维集合体 3a 是以纤维彼此不重叠的方式向一个方向配置排列进行纺丝的纤维而形成的。

[0017] 纤维集合体 3a 的各层,也可以在将薄膜延伸而使分子定向之后,以割裂的方式进行制造。如果使用这样的方法,由于在割裂薄膜之际,使纤维不完全分离,能够部分地剩留纤维之间的连结部分,通过将割裂后的薄片向与纤维方向正交的方向拉伸,使得在纤维和纤维之间保持间隔,能够制造纤维集合体 3a,所以芯构件 3 的处理性提高。另外,作为构成纤维集合体 3a 的纤维的材质,例如可以使用聚酯等。

[0018] 接着,将得到的芯构件 3 插入在塑料层压薄膜的外包装构件 1 中。然后,使插入了芯构件 3 的外包装构件 1 在温度 100°C 下干燥 5 小时。然后,在将 5g 左右的放入无纺布袋内的 CaO (吸附剂 2) 配置在外包装构件 1 内后,将收容了芯构件 3 及吸附剂 2 的外包装构件 1 放置在真空室内。然后,在真空室中抽真空直到 3Pa,并且就这样地在真空室内将开口部热密封,由此完成了作为真空绝热面板的真空绝热构件 100。

[0019] 图 4 是表示真空绝热构件 100 的热传导率的测定结果的表。图 5 是将由图 4 所示的测定结果图形化的坐标图。基于图 4 及图 5,对作为由上述方法得到的真空绝热构件 100 的绝热性能评价而进行的热传导率的测定结果进行说明。在图 4 及图 5 中,表示了真空绝热构件 100 的平均纤维直径 (d) 及各层内的平均纤维间隔 (P) 和热传导率 (W/mK) 的关系。另外,在图 4 中,作为比较例一并表示了将棉花状纤维 (例如聚酯纤维) 用于芯构件的真空绝热构件的热传导率。另外,在图 5 中,横轴表示平均纤维间隔 / 平均纤维直径 (P/d)、纵轴表示热传导率 (W/mK)。

[0020] 从图 4 及图 5 所示的测定结果可知：在平均纤维间隔 (P) 是平均纤维直径 (d) 的 3 倍至 8 倍的范围内，与比较例相比热传导率小，即在绝热性能方面优良。这被认为是因为，在将比较例的棉花状纤维用于芯构件的真空绝热构件中，存在着纤维朝向作为传热方向的厚度方向的部位，与此相对，在本实施方式 1 的真空绝热构件 100 中，在作为传热方向的厚度方向上，由于只有经与其它纤维的接点才进行传热，所以能得到接触热阻的效果，与其相伴，由于能够减少经过芯构件 3 传递的固体传热，所以能够减小热传导率，即能够提高绝热性能。

[0021] 另一方面，可以知道：在平均纤维间隔 (P) 比平均纤维直径 (d) 的 3 倍小的情况下，与比较例相比热传导率大，即绝热性能变差。这被认为是因为，与比较例相比，因为纤维变密，所以传热的路径变短，另外真空绝热构件 100 中的固体的体积比率变高。另外，这也可以从以下的情况来理解：由于当扩大了平均纤维间隔 (P) (平均纤维直径 (a) 的 3 倍以上) 时，能够减小真空绝热构件 100 中的固体的体积比率，另外能够增大传热距离，所以热传导率逐渐变小。

[0022] 另外，从图 4 及图 5 的测定结果可知：在平均纤维间隔 (P) 是平均纤维直径 (d) 的 3 倍至 7 倍的范围内，热传导率几乎不变，从超过 8 倍之处起热传导率逐渐地增大，即传热性能变差。这被推定为 是因为，随着将平均纤维间隔 (P) 扩大，以纤维彼此的接点为支点的纤维的挠度变大，纤维朝向了厚度方向，并跨过各层之间产生了纤维彼此接触。

[0023] 实施方式 2 图 6 是表示本发明的实施方式 2 的适用于真空绝热构件 100 的纤维集合体 3b 的结构例的立体图。基于图 6，对纤维集合体 3b 的另一个结构进行说明。如图 6 所示，纤维集合体 3b 是通过纺织纤维构成的。这样，通过将纤维做成纺织物，纤维的间隔容易调整，具有能够容易地进行纤维集合体 3b 的处理的优点。例如，使用纤维直径 20μ 的聚酯纤维，将通过平织制造的纤维集合体 3b 积层 300 张作为芯构件 3，与实施方式 1 同样地做，能够得到真空绝热构件 100。另外，积层张数，可以根据所希望的真空绝热构件的厚度进行调整。

[0024] 图 7 是表示适用了纤维集合体 3b 的真空绝热构件 100 的热传导率的测定结果的表。基于图 7，对作为适用已将纤维集合体 3b 积层了的芯构件 3 的真空绝热构件 100 的绝热性能评价而进行的热传导率的测定结果进行说明。在图 7 中表示了真空绝热构件 100 的热传导率 (W/mK)、和作为比较例将与实施方式 1 同样的棉花状纤维用于芯构件的真空绝热构件的热传导率 (W/mK)。从图 7 的测定结果可知：通过纺织纤维，与比较例相比，能够改善绝热性能。

[0025] 实施方式 3 图 8 是表示适用于本发明的实施方式 3 的真空绝热构件 100 的纤维集合体 3c 的俯视图。基于图 8，对纤维集合体 3c 进行说明。如图 8 所示，纤维集合体 3c 由长纤维无纺布构成。这样，通过由长纤维无纺布构成纤维集合体 3c，与纤维集合体 3a 及纤维集合体 3b 相比，具有生产性高的优点。另外，纤维集合体 3c 的端部中的纤维的脱落或松散少，能够进一步提高处理性。

[0026] 无纺布，是在用冷风冷却从纺丝喷嘴溶出的树脂后，使纤维中的分子定向，并在为了提高刚性而由延伸装置延伸后捕集到传送带上，一边以任意的速度移动传送带一边用轧辊加压并卷绕来制造的。另外，将纤维直径做成 $10\mu\text{m}$ ，以便残存在真空绝热构件内的空气的热传导率不到 0.0001W/mK 。另外，捕集到传送带上的无纺布，有时纤维彼此很分散，处理

性差,在此情况下,可以在加压时加热,使纤维彼此熔接。此时,过度的加压及加热熔接,因为增大纤维间的接触面积,导致传热增加,所以最好尽可能减小熔接面积,希望抑制在全部面积的 5% 以下。用此方法,调整传送带的速度等制造条件,制造改变了单位面积重量的纤维集合体 3c,积层 300 张,并与实施方式 1 同样地做,能够得到真空绝热构件 100。

[0027] 图 9 是表示适用了纤维集合体 3c 的真空绝热构件 100 的热传导率的测定结果的坐标图。基于图 9,对作为适用已将纤维集合体 3c 积层了的芯构件 3 的真空绝热构件 100 的绝热性能评价而进行的热传导率的测定结果进行说明。在图 9 中,横轴表示单位面积体积 (cc/m^2)、纵轴表示热传导率 (W/mK)。通常,单位面积重量是用每 1m^2 的纤维的重量表示的,但是在此是用每 1m^2 的体积表示的,以便即使是比重不同的其他材质也能够进行比较。

[0028] 从图 9 所示的测定结果可知:用比 $14\text{cc}/\text{m}^2$ (具体地讲是 $13\text{cc}/\text{m}^2$) 小的单位面积体积,与使用棉花状的芯构件的情况(参照图 4 及图 7)相比,热传导率小,即绝热性能变高。这可以认为是因为,通过使单位面积体积减小,纤维集合体 3c 的厚度变薄,纤维集合体 3c 中的纤维变得不容易朝向厚度方向,能够更容易地朝向作为与绝热方向正交的方向的面方向。另外,虽然可以认为单位面积体积越小,越容易朝向面方向,但如果过低,则纤维集合体 3c 的强度变弱,如果在 $3.5\text{cc}/\text{m}^2$ 以下,就不能够卷绕了。

[0029] 实施方式 4 在本发明的实施方式 4 的真空绝热构件 100 中,将构成纤维集合体的纤维的截面形状做成了三角形截面。也就是说,在此实施方式 4 中,使用异型截面的纤维制造纤维集合体,积层 300 张得到芯构件 3,以用与实施方式 1 同样的方法制造成真空绝热构件 100 的情况为例进行说明。另外,纤维集合体也可以用实施方式 2 及实施方式 3 等任何一种制造方法进行制造,但在此是以用实施方式 3 的制造方法制造纤维集合体的情况为例进行说明。

[0030] 图 10 是表示适用了使用异型截面的纤维的纤维集合体的真空绝热构件 100 的热传导率的测定结果的表。基于图 10,对作为适用了使用异型截面即三角形截面的纤维的纤维集合体的真空绝热构件 100 的绝热性能评价而进行的热传导率的测定结果进行说明。另外,在图 10 中,一并表示了作为比较例将具有同等的截面积的圆形截面的纤维用于芯构件的真空绝热构件的热传导率。从图 10 所示的测定结果中可知:在适用了使用具有三角形截面的纤维的纤维集合体的真空绝热构件 100 中,与适用了使用具有圆形截面的纤维的纤维集合体的真空绝热构件相比,能够提高绝热性能。

[0031] 由于真空绝热构件 100 的内部处于大致真空状态,所以构成芯构件 3 的纤维集合体经外包装构件 1 承受大气压力,但如果以某些纤维彼此的任意的接点为基准来看,纤维是以与其他接点的两侧附近的其他纤维之间的接点为支点承受压力而挠曲着。因此,传热性能提高的原因可以认为,是由于通过将纤维截面做成三角形,与具有同等的截面积的圆形截面的纤维相比,刚性提高,承受大气压力时的纤维的挠曲减小了的缘故。因此,截面形状是未被限定于三角形的,只要是以同等的截面积,提高截面惯性矩的形状,就能够减小在真空绝热构件 100 中承受大气压力时的变形,能够减小真空绝热构件中的固体的体积比率,所以可以认为能够提高绝热性能。

[0032] 实施方式 5 图 11 是表示构成本发明的实施方式 5 的真空绝热构件 100 的纤维集合体的纤维 5 的模式的模式图。基于图 11,对构成真空绝热构件 100 的纤维集合体的纤维 5 进行说明。作为减少其他芯构件的固体传热的方法,如已在日本特开 2007-285496 号公报

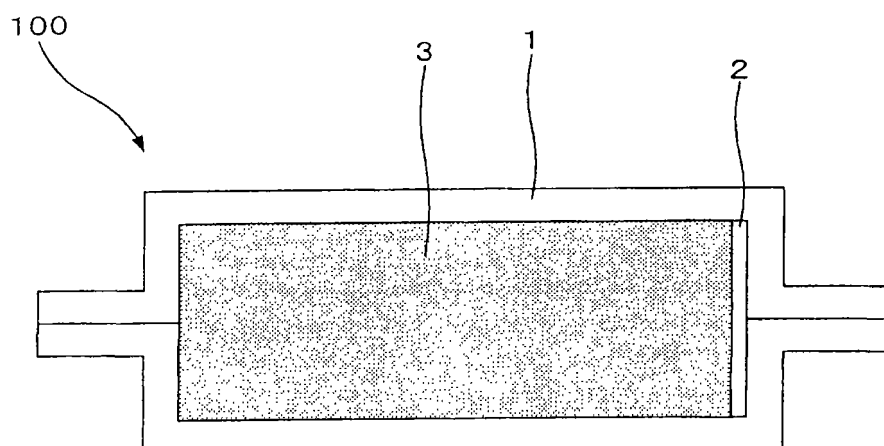
中公开的那样,使用空心纤维的方法已被公开,但空心纤维因为纤维越长在制造真空绝热面板时的空心部的排气性越差,所以具有生产性低的缺点。

[0033] 因此,在实施方式 5 中,通过将纤维 5 的截面形状作成大致 C 字型形状,减少了芯构件 3 的固体传热。另外,纤维集合体以用实施方式 3 的制造方法进行制造的情况为例进行说明。如图 11 所示,通过将纤维 5 的截面形状做成 C 字型形状,提高了真空绝热构件在抽真空工序中的排气性,即能够不使抽真空性恶化,在真空包装后,由于能够与空心纤维同样地减小真空绝热构件中的固体的体积比率,所以能够提高绝热性能。在将此纤维集合体重叠 300 张而插入到外包装构件 1 中后,能够用与实施方式 1 同样的方法得到真空绝热构件 100。

[0034] 图 12 是表示适用了使用截面形状为大致 C 字型形状的纤维 5 构成的纤维集合体的真空绝热构件 100 的热传导率的测定结果的表。基于图 12,对作为适用了使用纤维 5 构成的纤维集合体的真空绝热构件 100 的绝热性能评价而进行的热传导率的测定结果进行说明。另外,在图 12 中,一并表示了作为比较例将圆形截面的纤维用于芯构件的真空绝热构件的热传导率。在此,所述的纤维 5 的外径及内径,是指在真空包装后在大致 C 字型形状的开口部已关闭的状态下的外径及内径。另外,芯构件 3 的密度是将作为芯构件 3 的纤维集合体的重量除以真空绝热构件的内容积的结果。真空绝热构件的内容积是从真空绝热构件的外尺寸减去外包装构件的厚度之后进行计算求出的。

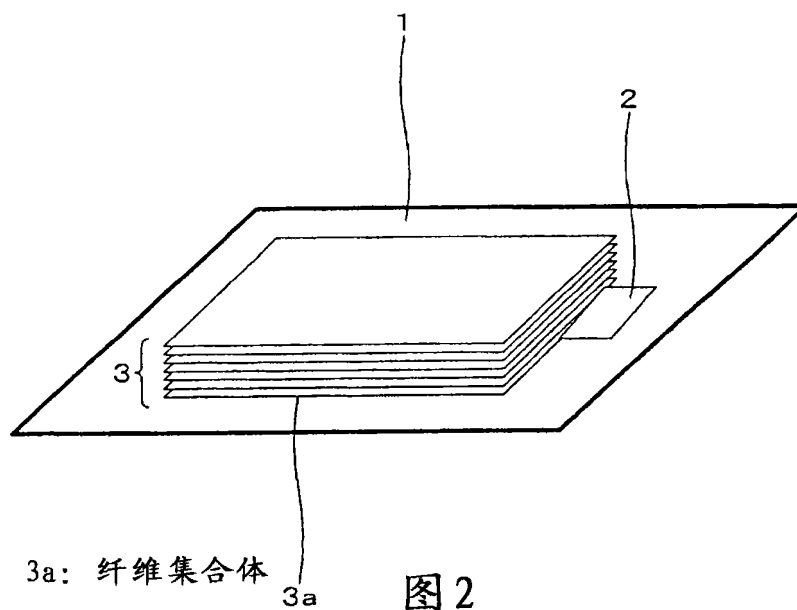
[0035] 从图 12 所示的测定结果能够确认:在纤维 5 的内径尺寸是纤维外径尺寸的 20% 至 70% 的情况下,能够使真空绝热构件 100 中的芯构件 3 的体积比率减小,与是实心截面的纤维的情况相比,绝热性能提高。而且,还可以知道:在内径尺寸是纤维的外径尺寸的 60% 至 70% 的情况下,表示出最优良的绝热性能。在数 Pa 至数十 Pa 左右的真空度下使用的真空绝热构件中,由于芯构件的固体传热对绝热性能的影响大,所以,具有随着使纤维的内径增大而相同纤维外径中的固体的体积比率减小的效果。

[0036] 由此,绝热性能提高了,但另一方面,因为随着内径变大截面惯性矩减小,所以刚性下降,以纤维彼此的交点为支点的挠曲增加,同时,在纤维交点处的纤维体自身的压坏状况增加。因此,可以认为真空绝热构件中的芯构件的密度,不按照因内径扩大导致的固体部分减少的计算那样地下降,而是以内径尺寸在纤维外径的 60% 至 70% 的区域内的芯构件的密度 190kg/m^3 为下限转为增加,绝热性能变差。



- 1: 外包装构件
2: 吸附剂
3: 芯构件
100: 真空绝热构件

图 1



- 3a: 纤维集合体

图 2

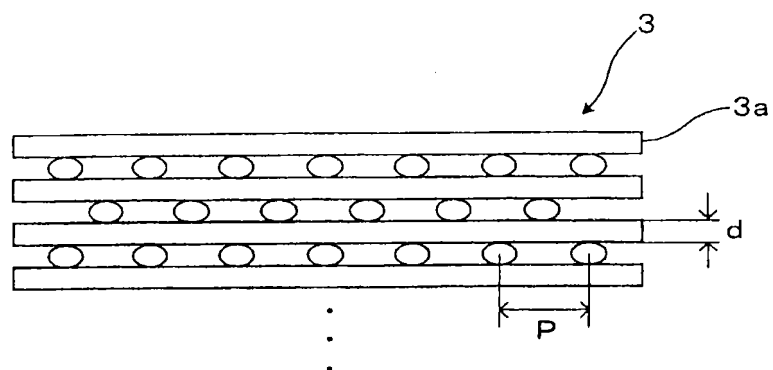


图 3

P/d	热传导率 W/mK
2	0.0042
3	0.0025
4	0.0019
5	0.0019
6	0.0018
7	0.0019
8	0.0026
9	0.0040
10	0.0063
比较例: 棉花状芯构件	0.0030

图 4

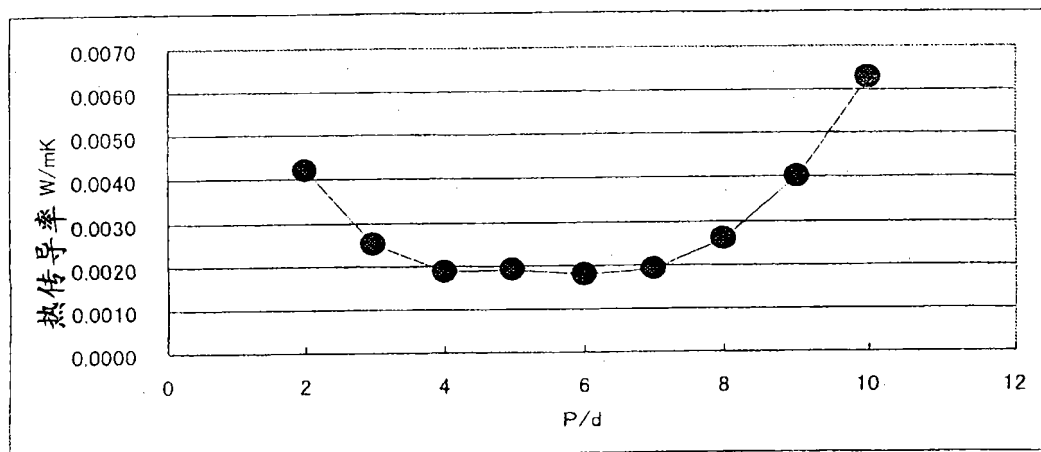


图 5

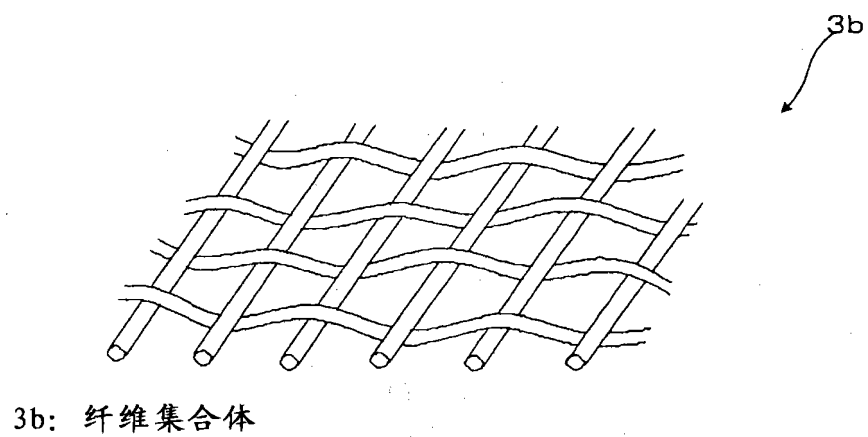


图 6

	热传导率 W/mK
平织	0.0025
比较例: 棉花状	0.0030

图 7

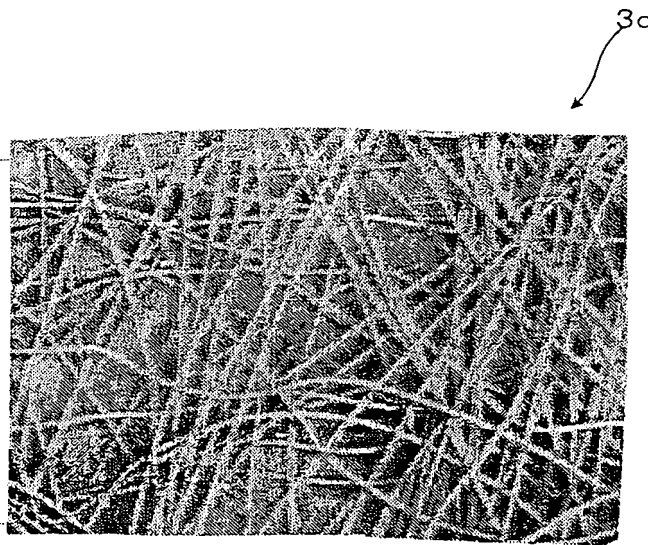


图 8

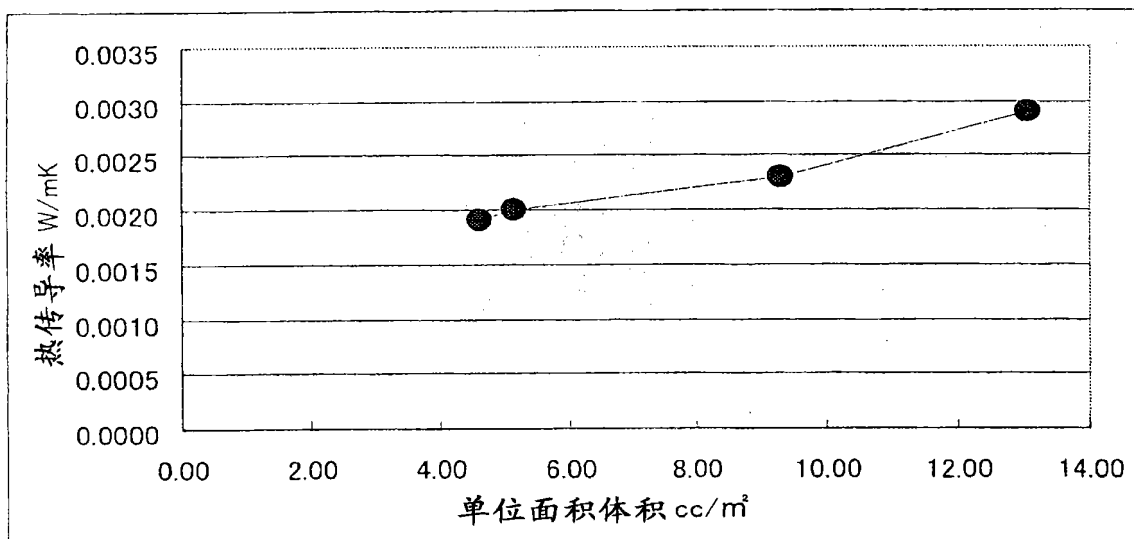


图 9

截面形状	热传导率 W/mK
三角形	0.0017
比较例: 圆形	0.0020

图 10

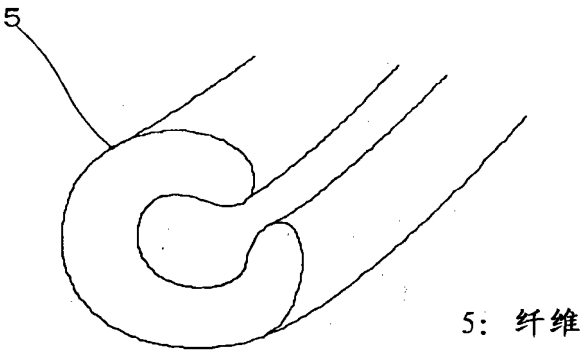


图 11

纤维外径:15 μm		评价结果	
纤维内径 μm	内径/外径	真空绝热构件中的芯构件密度 kg/m^3	热传导率 W/mK
1.5	10%	240	0.0024
3	20%	233	0.0022
4.5	30%	224	0.0019
6	40%	212	0.0018
7.5	50%	200	0.0016
9	60%	190	0.0016
10.5	70%	190	0.0018
12	80%	300	0.0038
比较例 0	0%	241	0.0025

图 12