



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102713493 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201080057451. 9

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

(22) 申请日 2010. 11. 10

代理人 蔡石蒙 车文

(30) 优先权数据

102009054910. 2 2009. 12. 17 DE

(51) Int. Cl.

F28F 21/04 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 06. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/067211 2010. 11. 10

(87) PCT申请的公布数据

W02011/082866 DE 2011. 07. 14

(71) 申请人 西格里碳素欧洲公司

地址 德国威斯巴登

(72) 发明人 马库斯·弗兰兹

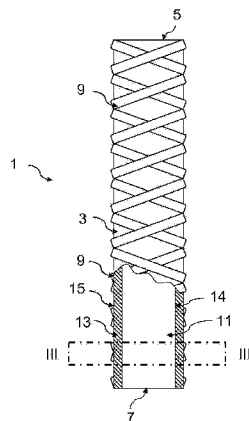
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

纤维加强体

(57) 摘要

本发明涉及一种包括陶瓷材料且可适合于用在换热器中和输送流体的本体(1),其特征在于:本体(3)的外侧(15)在纵向上和/或周向上被至少两束纤维束(9)至少部分地围绕且与其力锁合连接,其中所述纤维束(9)是预张紧的,且所述纤维束(9)的相邻部分以预定距离布置。本发明还涉及一种用来制造本体(1)的方法,包括步骤:(a)提供包括陶瓷材料且可适合于用在换热器中和适合于输送流体的本体(3);以及b)通过至少两束在预定的预张紧作用下的纤维束(9)围绕本体(3)的外侧(15)的至少部分,形成力锁合连接,其中,所述纤维束(9)的相邻部分以预定距离布置。本发明还涉及根据本发明的本体(1)作为换热器中的管或管底的使用。



1. 包括陶瓷材料的本体(1,41),所述本体适合于用在换热器中以及适合于输送流体,其特征在于:所述本体(3,43)的外侧(15,415)在纵向上和/或周向上被至少两束纤维束(9,49)至少部分地围绕且与所述纤维束力锁合连接,其中,所述纤维束(9,49)被预张紧,且所述纤维束(9,49)的相邻部分以预定距离布置。

2. 如权利要求1所述的主体(1,41),其特征在于:所述主体是管状体或封盖,其中多个孔沿所述封盖的纵向延伸,其中,所述纤维束(9,49)形成网状结构。

3. 如前述权利要求1或2中的一项或多项所述的主体(1,41),其特征在于:相邻纤维束之间的距离与所述纤维束的直径的比值在5:1和10:1之间。

4. 如前述权利要求1至3中的一项或多项所述的主体(1,41),其特征在于:所述纤维束(9,49)是碳纤维束。

5. 如前述权利要求1或4中的一项或多项所述的主体(1,41),其特征在于:所述陶瓷材料是密实烧结碳化硅,该密实烧结碳化硅可选地包含至少一种陶瓷或矿物填料。

6. 如前述权利要求1或5中的一项或多项所述的主体(1,41),其特征在于:纤维束(49)和所述外侧(415)之间的所述力锁合连接是从包括粘合剂的组中选择的粘合剂系统(417),所述粘合剂由酚醛树脂、环氧树脂或聚硅氮烷基树脂组成且可能与硅和碳化硅填料混合。

7. 一种制造主体(1,41)的方法,包括步骤:

a) 提供包括陶瓷材料且适合于用在换热器中和适合于输送流体的主体(3,43)以及

b) 通过在预定的预张紧作用下的至少两束纤维束(9,49)围绕所述主体(3,43)的外侧(15,415)的至少部分,形成力锁合连接,其中,所述纤维束(9,49)的相邻部分以预定距离布置。

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于:步骤b)包括通过至少两束纤维束(9,49)围绕所述主体(3,43)的所述外侧(15,415)的至少部分而使得所述纤维束(9,49)呈网状结构的形式。

9. 如前述权利要求7或8中的一项或多项所述的方法,其特征在于,步骤b)包括通过至少两束纤维束(9,49)围绕所述主体(3,43)的所述外侧(15,415)的至少部分而使得相邻纤维束之间的距离与所述纤维束的直径的比值在5:1和10:1之间。

10. 如前述权利要求7至9中的一项或多项所述的方法,其特征在于:在步骤b)之前,将粘合剂系统(417)至少局部地施加到所述主体(43)和/或所述纤维束(49)上,并然后使所述粘合剂系统硬化或对其进行烧制。

11. 如权利要求10所述的方法,其特征在于:所述粘合剂系统(417)从包括粘合剂的组中选择,所述粘合剂由酚醛树脂、环氧树脂或聚硅氮烷基树脂组成,而且在需要时与硅和碳化硅填料混合。

12. 如前述权利要求7至11中的一项或多项所述的方法,其特征在于:所述主体(1,41)是管状体或封盖,其中,多个孔沿所述封盖的纵向延伸。

13. 如前述权利要求7至12中的一项或多项所述的方法,其特征在于:所述纤维束(9,49)是碳纤维束。

14. 如前述权利要求7至13中的一项或多项所述的方法,其特征在于:所述陶瓷材料是密实烧结碳化硅,该密实烧结碳化硅可选地包含至少一种陶瓷或矿物填料。

15. 如前述权利要求 1 至 6 中的一项或多项所述的本体(1,41)作为换热器中的管或管底的使用。

## 纤维加强体

### 技术领域

[0001] 本发明的目的是一种纤维加强体、一种制造该纤维加强体的方法以及其作为换热器中的管或管底(pipe bottom)的使用。

### 背景技术

[0002] 诸如碳化硅管的由陶瓷材料制造的部件经常用于换热器。因为由陶瓷材料制成，因而防漏碳化硅管易于脆性破裂。如果发生机械失效，则管彻底破裂，即裂成碎片。管丧失其整体性。随着腐蚀酸接触无防腐保护的换热器工作仓，用这类管子制造的换热器可能由于该特性的破裂而被破坏。此外，可能发生对与换热器相连接的冷却系统或加热系统的进一步损害。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的问题是提供不易彻底脆性破裂的材料。

[0004] 通过具有权利要求 1 的特征的自体以及具有权利要求 7 的特征的制造该自体的方法来解决该问题。

[0005] 根据本发明的自体是包含陶瓷材料的自体，其适合于用在换热器中和适合于输送流体。该自体的外侧在纵向和 / 或周向上被至少两束纤维束至少部分地围绕且与其力锁合(non-positively)连接。纤维束被预张紧。纤维束的相邻部分以预定的距离布置。通过纤维束加强自体意味着其变得更不易脆性破裂且提高其耐压和承载能力。

[0006] 纤维加强如下提高了自体的特性：提高爆裂压力，自体变得更不易脆性破裂，不易受蒸汽捶击以及不允许的过大工作压力的影响。即使在日常运行过程中，由于老化，例如不正确使用或过应力的状态，流体被引导通过纤维加强体以及在本体中出现纵向裂纹，该自体仍然直到预定差压也不会出现任何显著泄露。由于用纤维束围绕自体，排出或爆出的自体碎片被拦截在一定范围内，使得从自体的初始形状排出或爆出的碎片被围绕的预张紧纤维束保持在预定形状下。防止了碎片从自体爆出以及因此涌出大量的流体。使用自体的换热器通常能够不中断地持续运行，直到计划停车为止。因此，与未加强的自体比较，根据本发明的自体在一定程度上防漏，甚至在故障状态中也是如此。

[0007] 自体优选地是管状体。在本发明的含义内，管状体具体上是指优选地具有圆形横截面并且在其纵向延伸端处的开口以可适合用于输送流体的自体。然而，可替代地，管状体也可呈现方形、椭圆形或其他形状的横截面。管状体的纵向延伸优选地大于其横截面。管状体优选地是具有圆形横截面的管。

[0008] 可替代地，自体是封盖，其中多个孔沿封盖纵向延伸。本发明文中的封盖意思是指具有优选是圆形横截面的自体，其不是呈现单个空腔而是呈现多个空腔。为了使其可适合用于输送流体，封盖具有多个孔，孔沿封盖的纵向延伸且因此表现为空腔。在本发明的含义内，封盖被认为是管状体，其长度维度不是被单个空腔而是被多个空腔穿过，其可通向封盖纵向 g 内的单个空腔或可单独地沿封盖的纵向连续延伸。封盖的纵向延伸优选地小于其横

截面。例如,其可能太小,以至于封盖呈现被在纵向上延伸的孔穿过的圆盘或圆板形状。可替代地,也可想到仅仅是至少部分截面呈现多个孔。

[0009] 在优选的实施例中,纤维束形成网状结构。例如,这意味着至少两束纤维束以例如与本体纵轴成  $\pm 80^\circ$  彼此相对倾斜。

[0010] 网状结构的密度取决于本体应用的特性、本体承受的载荷以及本体强度和尺寸。如果希望本体在破裂的情形下裂成更小的碎片,就需要密实网状结构纤维束。另一方面,较多使用纤维束材料也增加成本,因此在考虑最终材料成本下所用的网状结构纤维束密度须相应地适合于所需效果。

[0011] 在优选实施例中,相邻纤维束之间的距离与纤维束的直径的比值在 5:1 和 10:1 之间。该比值是本体机械载荷的函数。与该比值成比例的本体热阻基本上是不变的。在与纤维束的纵向延伸成一个角度的每个方向中,相对细的纤维束和具有较宽表面积的未覆盖条带交替地位于本体的外侧上。

[0012] 至少两束纤维束可部分或完全地围绕或加强本体。在本体经受重载荷时,需要完全加强。可替代地,出于成本考虑,仅加强那些经受特别重载荷的本体部分是有利的。在管的情形中,例如,具体地说,与其他部件连接的端部是诸如换热器的装置中经受特别载荷或易于破裂的区域且可能需要以加强件形式特别保护。如果本体是承受温度载荷的部件,则还须考虑本体和纤维束可能具有不同的热膨胀系数且因此应相应地调整纤维束布置的长度和宽度。因此,纤维束应以本体的热膨胀能通过纤维束得到补偿或能允许不导致所述本体毁坏这样的方式布置在本体的所述至少一个外侧上。

[0013] 陶瓷材料优选地是密实烧结碳化硅。选择该材料是由于其突出的特性,诸如高热传导率、高强度、高耐酸碱介质腐蚀性和高承载能力。碳化硅优选地是无压烧结碳化硅,其呈现极高耐酸碱介质腐蚀性,其同样能承受很高温度、高温变化稳定性、高导热性、高耐磨性和类似金刚石的硬度。作为另一替代,碳化硅可以是液相烧结碳化硅,其由碳化硅和不同的氧化物陶瓷制造并具有高强度的特点。

[0014] 碳化硅可包含至少一种陶瓷或矿物填料,其中,填料的选择根据应用调整。填料的例子是选自天然形成的石墨薄片、人工生产的电化石墨、炭黑或碳、石墨或碳纤维或硼碳化物组的材料。此外,陶瓷或矿物填料能以颗粒、小片或纤维形式使用,如硅酸盐、碳酸盐、硫酸盐、氧化物、玻璃或从这些中选择的混合物。

[0015] 在优选的实施例中,纤维束是碳纤维束。碳纤维束具有良好拉伸强度、抗腐蚀性和刚度、低断裂伸长率且在被加载本体的应用温度下是稳定的。碳纤维束的特有的性能意味着即使管经受高变化或动态载荷,也保持加强件的预张紧。由于碳纤维束的负热纵向膨胀率,在温度上升的情形中,加强体被进一步预张紧,在较高温度下的破裂压力和密封性压力大于在室温下的相应压力。碳纤维加强如下改进了本体的性能,特别是在碳化硅管的情形中,即:提高了破裂压力,本体变得更不易受蒸汽捶击和不允许的过大工作压力的影响,因为与未加强本体相比,本体在室温下的破裂压力根据尺寸增大 30% 到 40%。纤维束的其他实例是玻璃纤维束或芳纶纤维束。

[0016] 在优选的实施例中,纤维束和本体的外侧之间的力锁合连接是粘合剂系统。其用来将纤维束固定在本体上。粘合剂系统从包括由酚醛树脂、环氧树脂或聚硅氮烷基树脂组成的粘合剂的组中选择。如果需要,粘合剂系统可包含硅或碳化硅填料。在本发明中,其也

可称为胶粘剂。粘合剂系统可包括一种或多种之前提到的粘合剂和 / 或胶粘剂。如果需要, 粘合剂或胶粘剂还可包括硬化催化剂和 / 或增塑剂。这类粘合剂或胶粘剂通常是抗氧化的。这些粘合剂或胶粘剂也都很好地与诸如碳化硅的陶瓷材料和诸如碳纤维束的纤维束粘合并且能够有效地浸湿纤维。

[0017] 粘合剂系统优选地是苯酚树脂。更佳地, 苯酚树脂是酚醛。可替代地, 苯酚树脂也可是酚醛树脂。包含双酚 A-二缩水甘油醚或双酚 F-二缩水甘油醚的树脂系统也适合作为环氧树脂。具体地说, 每种情形中, 基于总重, 包含具体来说按重量计 25 到 50% 数量的甲基六氢酸酐, 加上按重量计大于 50% 的双酚 A-二缩水甘油醚或双酚 F-二缩水甘油醚的树脂系统适合作为环氧树脂系统。聚硅氮烷树脂系统也可优选地用作粘合剂系统。

[0018] 所有以上提到的粘合剂还可包括作为填料的硅或碳化硅。胶粘剂的可塑性通过树脂在混合物中的比例或通过添加增塑剂而可调整为所需的粘合力。在被施加到纤维束上时, 与树脂粘合剂一起使用包含硅或碳化硅的胶粘剂是特别合适的。通过用胶粘剂浸渍纤维束和后续烧制, 碳纤维和硅可形成碳化硅或通过碳化硅作为填料, 浸渍且烧制好的碳纤维呈现为碳化硅。

[0019] 粘合剂系统的选择取决于所需的粘合力以及关键取决于根据本发明的本体的应用特性。在选择环氧树脂作为粘合剂系统时, 将其涂在本体上或者通过其浸渍和强化纤维束, 由于例如硬化层的脆性, 不可能发生拉伸方面的更大降低, 纤维束和本体之间保持刚性连接。例如, 通过使用增塑剂, 这一连接可制成为可变形的, 以阻止在温度变化过程中纤维束和本体的可能的剪切应力或不同的膨胀率。

[0020] 本体和纤维束可通过粘合剂系统固定, 其中粘合剂系统施加在本体上、纤维束上或两者上, 并且然后硬化或进行烧制。可替代地, 本体和纤维束可彼此相互独立地各自设有粘合剂系统且彼此相互固定。在该情形中, 所施加的粘合剂系统可以是相同或者不同的。该选择取决于所需的粘合力且本领域内的技术人员可适当地选择和采用。

[0021] 粘合剂系统可布置在本体和纤维束之间的若干点处或若干部分中, 从而纤维束上的若干预定点固定到本体。可替代地, 纤维束可通过粘合方式完全固定到本体。纤维束优选地完全固定到本体。

[0022] 纤维束可能以纱线的形式存在; 在纤维束缠绕在本体上且可能固定在本体上时, 这是特别正确的。纱线是指由多条细丝组成的纤维束。纱线可呈现为以直线、对角和 / 或以曲线方式行进的若干部分。为了形成网状结构, 至少一根, 优选地是两根纱线以期望的角度, 优选地是  $\pm 80^\circ$  相交在预定点处。纱线部分也可能是相互缠绕的、网状的或通过一些其他方式成为一体的。

[0023] 或者, 纤维束也可能是编织物、铺置网形物、针织物、纺织物或交错纱线的形式, 优选地是纺织物或交错纱线, 纤维束在预张紧状态下被拉到本体上并固定在需要的地方。编织物意思是指面积可测量的织物, 其通过在相反方向上沿对角行进的编织物 / 丝线系统的相交而生产出来, 其中, 被编织的丝线以相对于织物边缘可调整的角度彼此相互交叉。铺置纤维网被认为是一个或多个伸展、叠置的纱线系统组成的面积可测量的织物, 该纱线系统具有不同定向方向, 固定或不固定相交点。针织物是面积可测量的织物, 其中由水平铺置的纱线独立地且连续地形成网状物, 另外, 还能够结合另外的纱线系统以用于加强。包含通常以直角彼此相互交叉的至少两个纱线系统的面积可测量的织物被认为是纺织物。交错纱

线是面积可测量的织物,其通过沿纵向同时形成网状物而由一条或多条线生产;当然,可结合另外的线以用于进一步加强。在该情形中,至少一束具有预定长度的纤维束被认为是纱线。纱线系统意思是指多条纱线。

[0024] 当然,在纤维束以纺织物或交错纱线的形式布置时,纺织物或交错纱线比本体更长也是可能的,使得在需要的地方,纺织物或交错纱线通过其布置在所述本体上而保护本体和其他部件之间的连接。

[0025] 根据本发明的本体可使用以下包括多个步骤的方法来生产:

[0026] a) 提供包括陶瓷材料且适合于用在换热器中和适合于输送流体的本体,

[0027] 以及

[0028] b) 通过在预定的预张紧作用下的至少两束纤维束围绕本体外侧的至少部分,形成力锁合连接,其中纤维束的相邻部分以预定距离布置。

[0029] 通过该方法,装置制造时通常要求的本体耐压性通过用纤维束加强本体来实现。本领域技术人员可根据纤维材料和本体应用领域而调整根据本发明使用的预张紧。

[0030] 步骤 b) 可优选地包括通过至少两束纤维束围绕本体外侧的至少部分而使得纤维束呈网状结构形式。可替代地,可考虑纤维束以面积可测量的织物形式绕着本体拉动。步骤 b) 优选地以相邻纤维束之间的距离与纤维束直径的比值在 5:1 和 10:1 之间这样的方式实施。由此通过对本体的外侧的相对小的覆盖实现本体强度的增加。

[0031] 在优选的实施例中,在步骤 b) 前,将粘合剂系统至少局部地施加到纤维束和 / 或本体上并且然后使之硬化或对其进行烧制。由此,纤维束布置被固定到本体的外侧。用于固定的粘合剂系统优选地从包括粘合剂的组中选择,该粘合剂由酚醛树脂、环氧树脂或聚硅氮烷基树脂组成且可能与硅和碳化硅填料混合。这类粘合剂系统是易使用的并且可适应本体形状或非常适于纤维浸渍,它们在热硬化或烧制之后呈现与诸如碳化硅的陶瓷材料和多种纤维以及具体来说与碳纤维有很好的粘合力。

[0032] 本体和纤维束可通过粘合剂系统固定,其中粘合剂系统施加到本体、纤维束或两者上且然后硬化或进行烧制。不包含作为填料的硅或碳化硅的粘合剂系统硬化,而包含作为填料的硅或碳化硅的粘合剂系统进行烧制。硬化优选地在 120°C 和 180°C 之间的温度下持续一到两个小时,并且在无压环境或 0.5 到 1.5 巴之间的压力下实施。在高温下,即在约 170°C 到 180°C 的温度下,硬化时间达到 15 分钟通常是足够的。温度越高,硬化时间越短。如果粘合剂系统包含硬化催化剂,硬化也可在室温下发生。烧制优选地在超过 1500°C 的温度下持续直到两个小时,并且在无压环境或 0.5 到 1.5 巴之间的压力下实施。粘合剂硬化或胶粘剂进行烧制后,纤维束就被布置在本体的外侧上。

[0033] 本体和纤维束可彼此独立地各自设有粘合剂或胶粘剂,并且然后固定。在该情形中,所施加的粘合剂系统可以是相同或者不同的。本领域的技术人员可选择合适的彼此良好粘合的粘合剂或胶粘剂。

[0034] 在根据本发明的方法的优选实施例中,纤维束用粘合剂或胶粘剂浸渍,然后它们被硬化或进行烧制,并且最终被布置在本体上。

[0035] 粘合剂系统可布置在本体和纤维束之间的若干点或若干部分上,从而使得纤维束的若干预定点固定到本体。可替代地,纤维束可通过粘合剂或胶粘剂完全固定到本体。纤维束优选地完全固定到本体。

[0036] 根据本发明的方法中使用的本体优选地是管状体或封盖,其中,多个孔沿封盖的纵向延伸。

[0037] 根据本发明的方法中使用的陶瓷材料优选地是碳化硅,其可选地包含至少一种陶瓷或矿物填料。

[0038] 根据本发明的方法中,纤维束优选地是碳纤维束。碳纤维束能以纱线形式以预定的预张紧状态绕本体缠绕。可替代地,纤维束以编织物、铺置网状网、针织物、纺织物或交错纱线的形式存在,优选地是纺织物或交错纱线,并且被拉到本体的可能设有硬化粘合剂或烧制胶粘剂的至少一个外侧上。另一方面,对用于根据本发明的方法中的碳纤维束,可想到将其作为设有硬化粘合剂或烧制胶粘剂的纤维束。具体地说,在碳纤维束的情形中,使用硅作为填料的胶粘剂是合适的,因为硅在烧制处理过程中可与碳纤维反应而产生碳化硅并且由此能够实现碳纤维和胶粘剂之间更牢固的粘合。

[0039] 根据本发明的本体特别适合于用作管,例如用于具有增加的机械应力和/或强腐蚀介质和溶剂的换热器,并且也可用于经受压力和温度载荷的所有其他部件。因为高导热性、耐压性和不易脆性破裂,所以其是用来构造换热器的特别理想材料。根据本发明的本体特别优选地用作换热器中的管,因为其是抗腐蚀的且允许高流速,并由此通过可能填充有粒状物的快速流动介质而实现了对于管子的自我清洁效应。附加或可替代地,根据本发明的本体优选地用作换热器中的管底。根据本发明的多根管状体和封盖在组装形式下用作换热器管束。

[0040] 包含根据本发明的本体的换热器呈现例如根据德国专利 DE19714423 的下列结构。换热器包括壳体、具有支撑的基座、用以产生分配腔的间隔件、具有内外管底的分配基座以及布置在管底的孔中且通过密封液密封在其中的管。基座和壳体通常是螺栓拧紧的,其中,间隔件插在基座和壳体之间以产生分配腔。分配基座的内管底的直小于内壳体的直径。外管底的直径较大且因此在壳体和分配腔之间承担密封作用。管以由无压烧结碳化硅制作的管的形式表现出根据本发明的本体,其外侧被预张紧的碳纤维束围绕。如果温度上升,则加强件的预张紧有利地通过碳化硅的负热膨胀系数提高。于是,换热器的工作更加可靠和安全。附加或可替代地,外管底和/或内管底还可包含被预张紧碳纤维束围绕的无压烧结碳化硅。可替代地,除了碳化硅管和碳纤维束的网状结构,管还呈现用于固定两个构件的上述粘合剂系统中的一种粘合剂系统。如果粘合剂系统是抗氧化的,则也可使用氧化剂,用于在使用该粘合剂构造出的换热器工作腔中冷却或加热。

#### 附图说明

[0041] 现参照以下附图进一步解释本发明的特征和优点,但本发明并不不局限于此。

[0042] 图 1 示出根据本发明的本体的示意性侧视图;

[0043] 图 2 示出图 1 所示的根据本发明的本体的另一示意性侧视图,其中示出局部剖视图;

[0044] 图 3 示出了图 2 的放大部分视图,该部分在图 2 中用点划线圈出且标记为 III - III ;  
以及

[0045] 图 4 示出穿过根据本发明的另一本体的部分区域的剖视图。



## 具体实施方式

[0046] 图 1 中示出根据本发明的本体 1 的示意性侧视图。本体 1 包括用无压烧结碳化硅制作的光滑壁管 3。管 3 在其两端部 5、7 处具有开口,因此其适合于输送流体。管 3 具有绕其缠绕的用碳纤维束制作的纱线 9,所述纤维束被高度预张紧并用作管 3 的加强件。纱线 9 呈现为苯酚树脂层(未示出),其作用为粘合剂层。纱线 9 以其在预定点交叉的方式绕管子 3 缠绕,从而形成网状结构。

[0047] 图 2 示出图 1 中所示的根据本发明的本体 1 的另一示意性侧视图。图 2 中,使用与图 1 相同的附图标记标示相同的部件。图 2 中,光滑壁管 3 同样示出具有管端部 5、7,所述管具有绕其缠绕的用预张紧碳纤维束制作的纱线 9,预张紧碳纤维束具有苯酚树脂层。剖视图的一部分进一步示出管 3 的管壁 13,其呈现内侧 14 和外侧 15。内侧 14 界定管 3 的空腔 11,空腔 11 在纵向上不受限制且终止于每个管端部 5、7 处的开口。流体可被引导通过由内侧 14 限制的空腔 11。纱线 9 布置在管壁 13 的外侧 15 上。

[0048] 图 3 示出了图 2 的放大部分,该部分在图 2 中用点划线圈出且标记为 III - III。图 3 中,使用与图 2 相同附图标记标示相同的部件。从放大的视图可以看出,纱线 9 布置在管壁 13 的外侧 15 上,而空腔 11 由管壁 13 的内侧 14 形成。

[0049] 图 4 示出穿过根据本发明的另一本体 41 局部的剖视图。根据本发明的本体 41 是用无压烧结碳化硅制作的光滑壁管 43。管 43 呈现具有内侧 414 和外侧 415 的管壁 413。用苯酚树脂制作的粘合剂 417 设置在管壁 413 的外侧 415 上,用碳纤维制作的纱线 49 布置在粘合剂 417 上。粘合剂 417 仅位于管壁 413 的外侧 415 的布置有纱线 49 的那些区域中。粘合剂 417 用来将纱线 49 固定到管壁 413 的外侧 415 上。管子具有空腔 411,该空腔由管 43 的管壁 413 的内侧 414 限定。

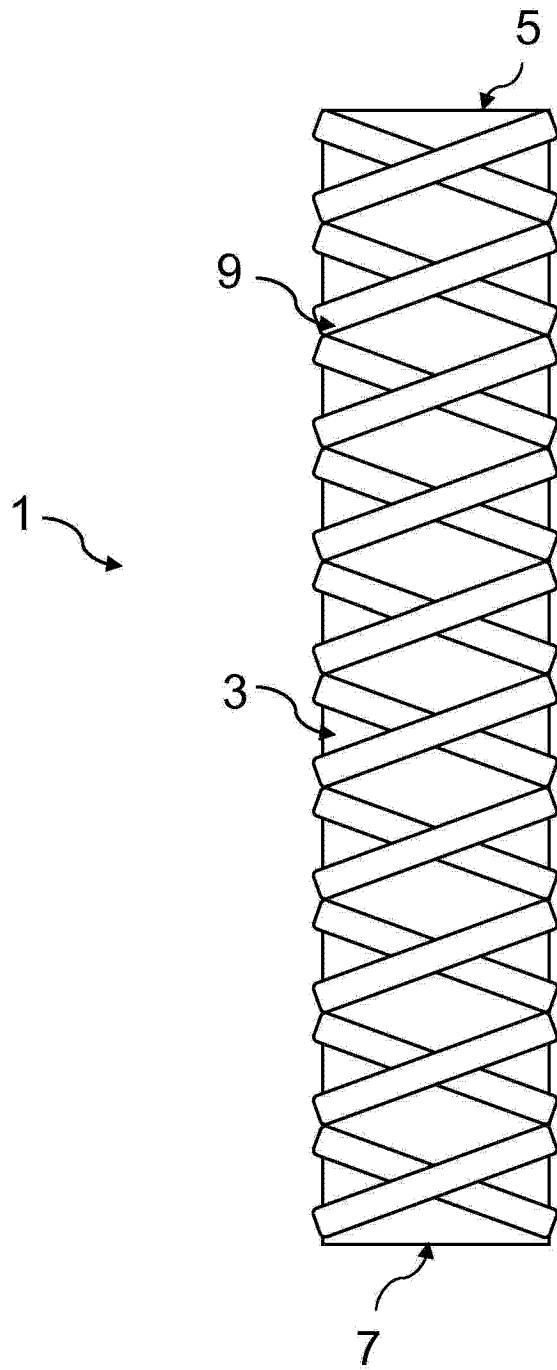


图 1

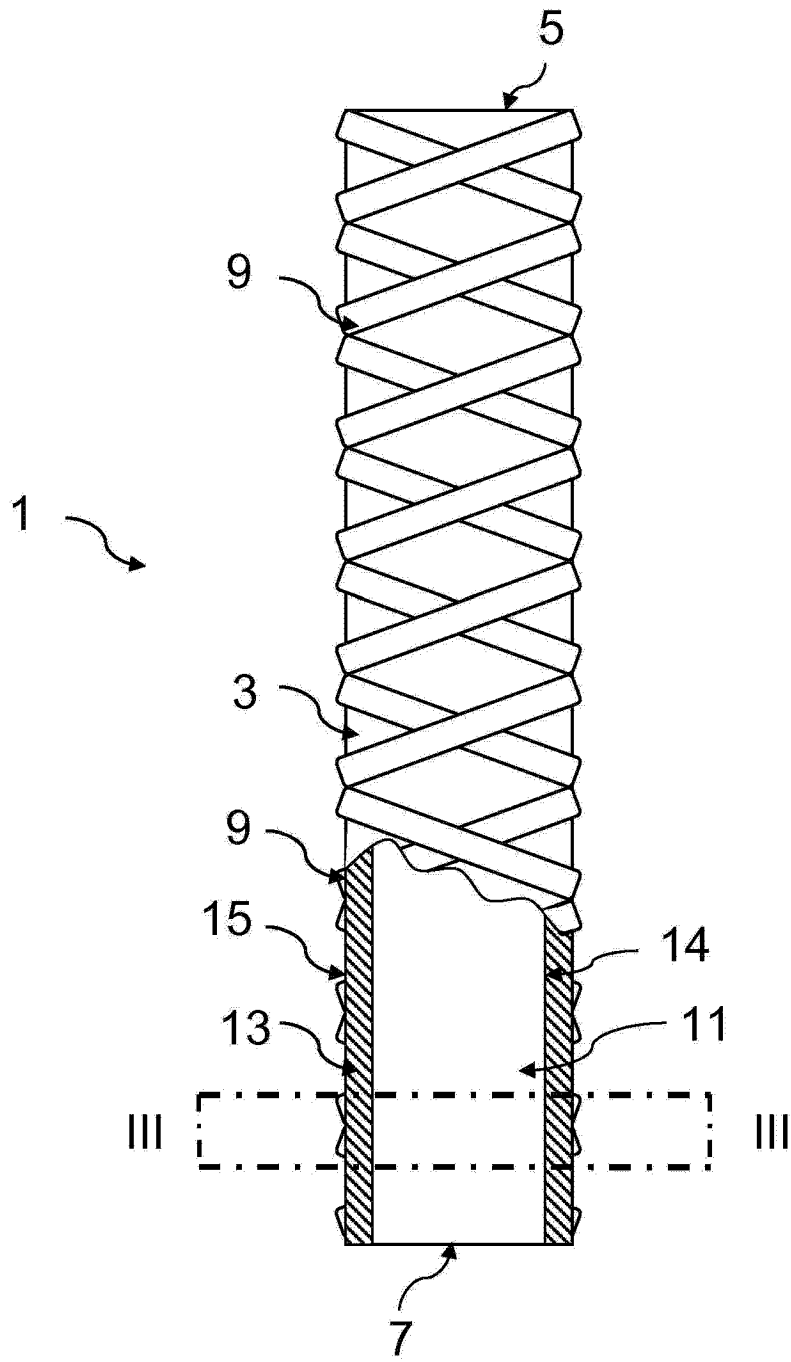


图 2



图 3

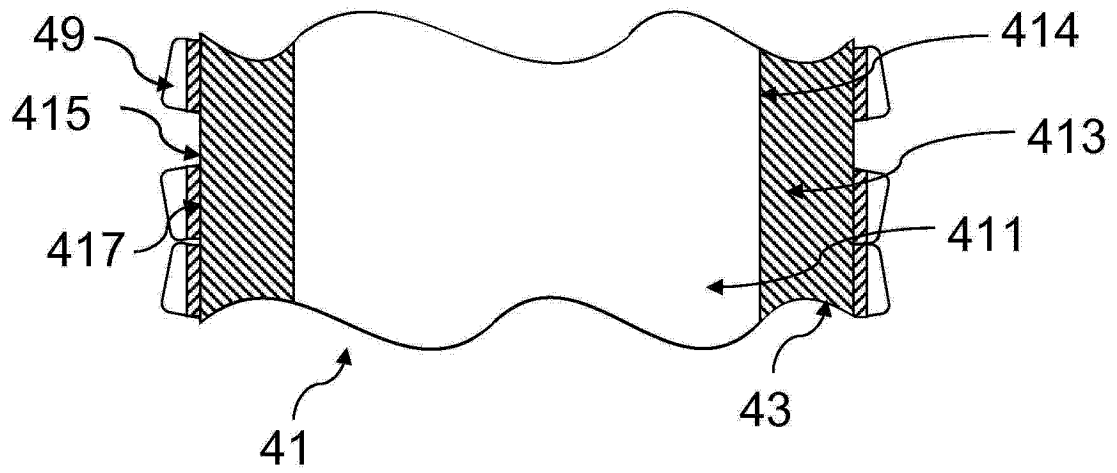


图 4