



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118526710 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 23

(21) 申请号 202410634042.4

A61M 60/13 (2021.01)

(22) 申请日 2016.04.29

A61M 60/135 (2021.01)

(30) 优先权数据

A61M 60/148 (2021.01)

15166042.0 2015.04.30 EP

A61M 60/174 (2021.01)

15166045.3 2015.04.30 EP

A61M 60/205 (2021.01)

A61M 60/216 (2021.01)

(62) 分案原申请数据

A61M 60/226 (2021.01)

201680025056.X 2016.04.29

A61M 60/237 (2021.01)

(71) 申请人 ECP发展有限责任公司

A61M 60/414 (2021.01)

地址 德国柏林市

A61M 60/81 (2021.01)

(72) 发明人 托斯顿·西斯 马里奥·谢科尔

B29C 45/26 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 李艳 黄健

(51) Int. Cl.

A61M 60/808 (2021.01)

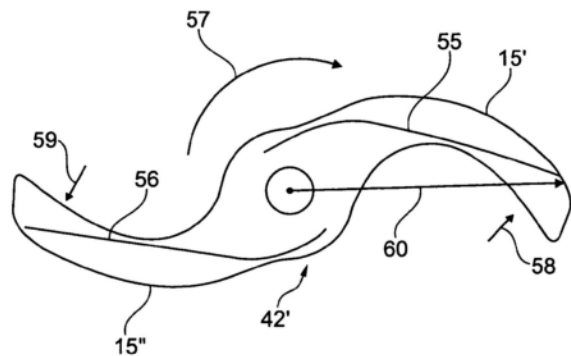
权利要求书4页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

用于流体泵的转子及其制造方法和模具

(57) 摘要

本发明涉及用于可压缩液体泵的转子,尤其是可以通过血管被引入病人体内的血液泵,其中所述转子包括一个或多个输送元件(15),所述转子可在第一压缩状态和第二径向展开状态之间展开和压缩,所述转子至少部分地由塑料制成,所述塑料由加固元件,尤其是由纤维(10,11,13,18,19,55,56,62,63))加固,并且所述转子被设置为围绕转轴(14)转动。根据本发明,所述转子在第一压缩状态下拉紧,在第二展开状态下不受外力,存在第三状态,在所述第三状态下所述转子(42)在加压下处于操作状态。在所述第三状态下,在所述转子中的所述加固元件,尤其是纤维,至少部分地以拉伸方式延伸。



1. 一种用于可压缩液体泵的转子, 尤其是能够通过血管引入被引入病人体内的血液泵, 所述转子包括一个或多个叶轮元件 (15) 并能够在第一压缩状态和第二径向展开状态之间进行径向压缩和展开, 所述转子至少部分地由塑料组成, 所述塑料由线状加固元件, 尤其是由纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63) 加固, 且所述转子旨在围绕转轴 (14) 转动, 其中, 所述转子在所述第一压缩状态下拉紧, 在所述第二展开状态下不受外力, 且存在第三状态, 在所述第三状态下所述转子 (42) 在负荷下处于操作状态, 其特征在于, 在所述第三状态下, 在所述转子中的所述纤维至少部分地以拉伸方式延伸。

2. 根据权利要求1所述的转子, 其特征在于, 在所述转子的第三状态 (操作状态) 下, 所述转子的加固元件, 尤其是所述转子的纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63), 至少部分地在所述转子 (42) 的区域以拉伸方式延伸, 其中所述转子经受伸长应力, 并且, 所述加固元件基本上在所述伸长应力的方向上延伸。

3. 根据权利要求1或2所述的转子, 其特征在于, 超过一半的所述加固元件, 尤其是超过一半的纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63) 被布置在所述转子和/或所述叶轮元件的区域内, 其中, 所述转子或所述叶轮元件在所述操作状态下经受伸长应力。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的转子, 其特征在于, 对于所述转子 (42), 在所述第二展开状态和所述第三操作状态之间基本上不存在关于外形上的不同。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的转子, 其特征在于, 加固元件, 尤其是纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63) 被设置为在所述径向方向上扩展超过所述转轴 (14)。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的转子, 其特征在于, 在所述操作状态下, 至少部分所述加固元件, 尤其是至少部分纤维, 尤其是所述加固元件/纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63) 中的大多数呈局部直线延伸。

7. 根据权利要求1-5中任一项所述的转子, 其特征在于, 在所述操作状态下, 至少部分所述加固元件, 尤其是至少部分纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63), 尤其是所述加固元件/纤维中的大多数沿着所述叶轮元件 (15) 的纵向方向延伸, 所述加固元件/纤维在材料强度科学的意义上具有比所述叶轮元件的中性纤维 (中性轴) 和/或中性平面更小的曲率。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的转子, 其特征在于, 所述转子 (42) 的塑料的肖氏硬度 <math><100D</math>, 尤其是 <math><80D</math>。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的转子, 其特征在于, 大于30%, 尤其是大于50%的第一比例的所述加固元件/纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63) 在所述转子 (42) 的展开状态下基本上拉伸地从布置在最接近所述转子轴 (14) 的部分 (10a, 11a, 13a) 延伸到布置在距离所述转轴 (14) 较远的第二部分 (10b, 11b, 13b)。

10. 根据权利要求1-9中任一项所述的转子, 其特征在于, 第一比例的所述加固元件/纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63), 大于30%的所述加固元件/纤维, 尤其是大于50%的所述加固元件/纤维具有至少为所述叶轮元件的最大高度的30%, 尤其是至少为所述叶轮元件 (15) 的最大高度的50%的相应长度, 所述相应长度在所述展开状态下在所述转子 (42) 的径向方向上测量得到。

11. 根据权利要求9或10所述的转子, 其特征在于, 所述第一比例的所述加固元件/纤维 (10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63) 基本上垂直于所述转轴 (14) 延伸。

12. 根据权利要求1-11中任一项所述的转子, 其特征在于, 所述加固元件/纤维 (10, 11,

13,18,19,55,56,62,63)的直径,尤其是所述第一比例的所述加固元件/纤维(10,11,13,18,19,55,56,62,63)的直径小于40微米。

13.根据权利要求1-12中任一项所述的转子,其特征在于,所述加固元件/纤维(10,11,13,18,19,55,56,62,63)的表面设置有助黏剂。

14.根据权利要求1-13中任一项所述的转子,其特征在于,所述转子的在所述展开状态下的一部分加固元件/纤维,横向延伸至第一部分的所述加固元件/纤维,尤其是与之包围成至少平均30°角。

15.根据权利要求1-14中任一项所述的转子,其特征在于,所述加固元件/纤维至少部分呈织物部的形式,所述织物部具有的纤维沿纵向和横向延伸。

16.根据权利要求1-15中任一项所述的转子,其特征在于,所述加固元件呈薄膜条的形式,其长度至少比其宽度大三倍,尤其是至少大五倍,更尤其是至少大十倍。

17.根据权利要求1-16中任一项所述的转子,其特征在于,所述加固元件被所述塑料包围,至少达到其表面的90%的比例,尤其是达到其表面的99%,更尤其是达到其表面完全被包围,所述转子主要由所述塑料制成。

18.根据权利要求1-17中任一项所述的转子,其特征在于,所述加固元件嵌入的所述塑料材料具有不同的性能,至少在一些区域中,在操作期间所述叶轮元件的没有加载流体反压力的一侧相对于所述叶轮元件的加载所述流体反压力的一侧具有不同的性能,尤其是在没有加载所述流体反压力的一侧更强烈地交联或紧缩,或者在表面上负荷紧缩在所述叶轮元件(82)上的支撑件(86),所述支撑件以一个或多个薄膜、涂层或纤维的形式设置。

19.一种用于可压缩液体泵的转子,其能够在第一压缩状态和第二展开状态之间进行径向展开和压缩,其特征在于,所述转子的一个或多个叶轮元件通过在所述展开状态下注射成型,并同时添加加固元件制造而成,其中所述加固元件的各个侧面均被注射成型材料围绕并在所述展开状态下至少部分地呈拉伸形式,尤其是呈被拉伸到至少90%的形式,更尤其为95%,更尤其为99%。

20.一种用于可压缩液体泵的转子,所述转子包括一个或多个叶轮元件(15)并能够在第一压缩状态和第二径向展开状态之间进行径向压缩和展开,所述转子至少部分地由塑料组成,所述塑料由线状加固元件(10,11,13,18,19,55,56,62,63)加固,且所述转子旨在围绕转轴(14)转动,其中,所述转子在所述第一压缩状态下拉紧,在所述第二展开状态下不受外力,且存在第三操作状态,在所述第三操作状状态下所述转子(42)在负荷下处于操作状态,其特征在于,在所述第三状态下,在所述转子中的所述加固元件至少部分地以拉伸方式延伸;

所述叶轮元件的高度在所述第三操作状态下相对于所述第二展开状态保持不变或者增加很小的量,但其不会变小。

21.一种用于可压缩液体泵的转子,所述转子包括一个或多个叶轮元件(15)并能够在第一压缩状态和第二径向展开状态之间进行径向压缩和展开,所述转子至少部分地由塑料组成,所述塑料由线状加固元件(10,11,13,18,19,55,56,62,63)加固,且所述转子旨在围绕转轴(14)转动,其中,所述转子在所述第一压缩状态下拉紧,在所述第二展开状态下不受外力,且存在第三操作状态,在所述第三操作状状态下所述转子(42)在负荷下处于操作状态,其特征在于,在所述第三状态下,在所述转子中的所述加固元件至少部分地以拉伸方式

延伸；

所述加固元件在所述叶轮元件内延伸，并与叶轮元件的外界表面保持特定最小距离。

22. 一种用于可压缩液体泵的转子，所述转子包括一个或多个叶轮元件(15)并能够在第一压缩状态和第二径向展开状态之间进行径向压缩和展开，所述转子至少部分地由塑料组成，所述塑料由线状加固元件(10, 11, 13, 18, 19, 55, 56, 62, 63)加固，且所述转子旨在围绕转轴(14)转动，其中，所述转子在所述第一压缩状态下拉紧，在所述第二展开状态下不受外力，且存在第三状态，在所述第三状态下所述转子(42)在负荷下处于操作状态，其特征在于，在所述第三状态下，在所述转子中的所述加固元件至少部分地以拉伸方式延伸；

在所述转子中提供多个不同长度的加固元件的分组，其中至少一个分组具有特定的最小长度。

23. 根据权利要求1-22中任一项所述的转子，其特征在于，所述第二展开状态下的转子中的所述加固元件，在没有流体反压力时，呈被拉伸的形式，其被拉伸到这样的程度以使得当过度到第三状态时，它们被拉长了小于5%，尤其是小于1%，所述第三状态构成具有流体反压力的所述操作状态，其中所述拉长尤其是基于加固元件两端之间的距离来测量的。

24. 根据权利要求1-23中任一项所述的转子，其特征在于，在所述转子的第二展开状态下和/或具有流体反压力的第三操作状态下，至少部分所述加固元件，尤其是至少10%的所述加固元件，更尤其是至少30%的所述加固元件，在叶轮元件的至少一个区域内以拉伸和直线方式延伸，所述叶轮元件是弯曲的。

25. 根据权利要求24所述的转子，其特征在于，在叶轮元件中弯曲的区域中，至少两部分的加固元件以拉伸和直线方式延伸，其中所述部分的加固元件延伸的方向在相同的部分中是平行的，但两个不同部分之间的加固元件延伸的方向不同。

26. 根据权利要求1-25中任一项所述的转子，其特征在于，所述加固元件的长度，至少30%的所述元件的长度，尤其是至少50%的所述元件的长度大于所述叶轮元件的平均厚度，尤其是至少为其两倍长，更尤其是至少为其五倍或十倍长。

27. 根据权利要求1-26中任一项所述的转子，其特征在于，所述加固元件尤其是纤维，被引入塑料中，所述加固元件以注射成型方式嵌入在塑料中并且在将所述转子布置进注射模具期间沿着注入所述注射模具的塑料流呈部分曲折的走向。

28. 一种用于通过成型法制造如权利要求1-27中任一项所述的转子(42)的方法，尤其是注射成型法，其中，将所述叶轮元件(15)的材料沿着相对于所述转子轴(14)的径向方向引入所述叶轮元件的体内，在这样的方式下，所述成型材料沿着所述径向方向(30, 31, 32, 33)流进每个单独的所述叶轮元件的体内。

29. 一种用于生产如权利要求1-27中任一项所述的转子的方法，其特征在于，通过模塑制造所述转子，尤其是通过注射成型制造所述转子，其中所述注射成型法通过具有不同注射方向和/或两个不同的注射点的两个连续的阶段实现。

30. 根据权利要求28或29所述的方法，其特征在于，所述转子在所述注射成型之后接收处理，所述处理造成了所述成型材料在操作期间，与相对侧相比，在所述叶轮元件的加载所述流体反压力的一侧上的不同收缩和/或交联。

31. 根据权利要求28-30中任一项所述的方法，其特征在于，将可收缩层应用在至少一个所述叶轮元件的一侧上，该侧与在操作期间暴露于流体反压力的一侧相对。

32. 一种模具,其用于如权利要求1-27中任一项所述的转子(42),其特征在于,在所述叶轮元件(15)的体内设置溢流导管,所述溢流导管位于所述叶轮元件径向边缘(40,41),以使得所述成型材料在径向上不间断地流动。

33. 根据权利要求32所述的模具,其中,所述溢流导管在所述模具的体内的径向外端处形成,以使得所述成型材料在所述叶轮元件的径向外端处流出。

34. 一种模具,其用于如权利要求1-27中任一项所述的转子,其特征在于,所述模具具有至少两个不同的注射开口。

35. 根据权利要求34所述的模具,其中,所述第一数量的注射成型材料通过第一注射开口注射,第二数量的注射成型材料通过第二注射开口注射,连续地或同时地,或者以彼此为可变比例地。

36. 一种用于可压缩液体泵的转子的叶轮元件,其中,在所述叶轮元件(15)的体内设置溢流导管,所述溢流导管位于所述叶轮元件径向边缘(40,41),以使得成型材料在径向上不间断地流动,并且所述叶轮元件由泡沫材料组成,所述泡沫材料被加固纤维固定且能够被压缩,并且所述泡沫材料在所述叶轮元件的体内有孔但在外界表面完整地封闭。

37. 一种用于可压缩液体泵的转子的加固元件,其中,所述加固元件被塑料包围,所述加固元件以注射成型方式嵌入在所述塑料中并且在将所述转子布置进注射模具期间沿着注入所述注射模具的塑料流呈部分曲折的走向。

用于流体泵的转子及其制造方法和模具

[0001] 本申请是申请日为2016年04月29日,申请号为201680025056.X,发明名称为“用于流体泵的转子及其制造方法和模具”的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明申请属于机械领域,具体地,涉及用于流体泵的转子。其尤其能够有利地用于关于导管泵的医学工程领域。

背景技术

[0003] 在流体泵领域,轴向泵或径向泵形式的转子泵在各种实施例中已经众所周知。在这两种情况下,通过转子和固定到所述转子上的叶轮元件的旋转,在轴向或者径向上加速待输送流体。

[0004] 这种类型的泵也可能已经按照现有技术进行了压缩,以将其通过节省空间的方式进行布置或运送。这特别适用于用于医疗应用的导管泵,其经常会被径向压缩和展开,使得能够通过导管或者患者体内的腔将其运送到施用部位然后在其运转之前在施用部位处对其进行展开。这样的泵被用于例如帮助患者的心脏输送血液,为此,所述泵通过血管被运送直到心室或心室内。

[0005] 在这种情况下,会给转子的压缩性和其小尺寸带来特别的挑战。在展开状态下,尽管转子具有压缩性,其必须可重现地呈现变化尽可能小的工作形式(即使在以最大旋转输送速度工作的情况下),以防止效率下降和对待输送血液成分的伤害。

[0006] 为了上述目的,已经考虑和检测了范围广泛的材料以及材料组合的使用。例如,已经从W02010/063494A1中了解到了范围广泛的弹性体(以及与纤维加固的结合)的使用。

[0007] W0 2012/007141 A1公开了一种通过纤维对泵转子的加固,所述纤维能够在转子中以定向形式布置(例如沿径向)。

[0008] 最后,W0 2012/007140 A1公开了一种具有加固元件的泵转子,能够大体上将所述加固元件设置在叶轮元件的外部,例如设置在叶轮元件的表面。

发明内容

[0009] 因此,根据现有的技术背景,本发明的目的在于发明一种上述类型的塑料转子,其在压缩状态和展开状态之间的变形之后具有最低限度的松弛,且其几何形状的重现性尽可能的精确(至少在操作状态下)。

[0010] 所述目的由转子,用于制造转子的方法,以及转子的相应模具实现。

[0011] 这尤其得到用于可压缩流体泵的转子,尤其是能够通过血管被引入患者身体的血液泵,所述转子具有一个或多个叶轮元件且能够在压缩状态和第二径向展开状态之间进行径向压缩和展开,且至少部分地由塑料组成,所述塑料由线状加固元件,尤其是纤维加固,且所述转子旨在围绕着转轴旋转,所述转子在第一压缩状态下被拉紧,在第二展开状态下不受外力作用,且其中存在第三状态,其中在所述第三状态下假定转子处于带负载的操作

状态,其特征在于,在第三状态下,在所述转子中的纤维至少部分地以拉伸的方式延伸。

[0012] 这种类型的液体泵通常在压缩状态下通过端口被引入血管(例如动脉)中,并前进直到心脏的附近或者部分地处于病人的心脏内,使其可以在此处展开。然而,本发明不限于这种类型的血液泵,而是还包括其他类型的具有可压缩、可展开转子的血液泵,或者其他的可以被引入用于医疗或非医疗目的系统的空腔中的液体泵。在压缩状态下,这样的泵的转子通常处于压缩应力下,例如通过外套管的收缩。例如,收缩外套管可以是导管,泵从其中划出以进行扩张。然而,所述泵的转子还可以在压缩状态下通过其他类型的外套管收缩。

[0013] 如果消除压缩力,则泵松弛,或至少泵的转子松弛,并转变到第二展开松弛状态,其中所述转子的径向范围与第一压缩状态相比显著增加。

[0014] 之后,如果泵通过驱动转子转动开始操作,则输送液体,转子转变到操作状态,其对应于在带有输送液体负载的负载状态。特别地,此操作状态应该通过转子的确定几何设计来实现,其应该最大程度地独立于负载的大小。此外,当转子在第二和第三状态之间转换时,转子应经过最小的形式变化。然而,在带有输送液体负载的第三状态下,转子可以以与第二膨胀状态相比转子的直径扩大的方式变形。

[0015] 加固转子的塑料材料的加固元件/纤维应该被布置在塑料材料的基体内,使得在第三状态下,它们至少部分地以拉伸状态延伸,且因此使转子的形式相对于负载稳定。此处,纤维旨在在纵向方向上经受拉力负载。由于纤维在纵向方面实际上是不可拉伸的,所以在纤维的纵向上的相应负载几乎不会导致基体形状的显著变化。因此,转子或者转子的单个元件(例如叶轮元件)从压缩状态改变到操作状态,可以没有困难地在形式上改变,直到纤维至少部分地拉伸。在这一点上,因为纤维锚定在转子的塑料材料中,使得纤维的纵向方向上的运动实际上不可能。即使在带负载的情况下,至少在所述纤维被拉伸的区域内的运动是不可能的。

[0016] 示例解决方案的特定的实施例提供了转子的加固元件/纤维在第三状态(操作状态)下至少部分地以拉伸方式在转子的区域内延伸,在所述区域内所述转子经历伸长应力,并基本上在伸长应力方向上延伸。

[0017] 所述加固元件/纤维应该至少部分的被布置在转子中伸长应力发生的方向上,使得通过将纵向力吸收进入纤维中来拦截这些伸长应力,且转子的形式实际上保持不变或不进一步地改变。

[0018] 例如,这需要至少某些加固元件/纤维在转子的叶轮元件内延伸,其外部已知为中性纤维。在弯曲力学领域已知为中性纤维和/或中性平面的区域,高强度的纤维不会提供任何附加的转子稳定性。在此处的描述的转子中的中性纤维,在弯曲技术中通常是平面,因此术语弯曲中性平面或中性平面在本文中用于提高术语的清楚程度。

[0019] 因为可以设置将超过一半的加固元件/纤维布置在转子和/或叶轮元件的区域中,其中转子和/或叶轮元件在操作状态下经受伸长应力。此处,如果大量纤维被布置在在负载下经受伸长应力的转子或者叶轮元件的区域中是特别有利的。

[0020] 此外,可以设置,对于转子而言,在第二展开状态和第三操作状态之间基本上不存在关于外形上的区别。

[0021] 为了在整体上使得转子具有特别好的稳定性,还可以将加固元件/纤维设置为在径向方向上超过转轴进行扩展。因此,单个叶轮元件不仅能抵抗弯曲而稳定,而且在相对于

靠近转轴线的转子的一部分(例如轮毂)的枢转运动下也能稳定。

[0022] 此外,还可以有利地设置在操作状态下,至少部分纤维,特别是大量的加固元件/纤维部分地在直线上延伸。纤维的其他直线部分或者弯曲部分可以设置在所述加固元件/纤维在直线上延伸的部分之间。

[0023] 还可以设置在操作状态下,至少部分纤维,尤其是大量的加固元件/纤维,沿着叶轮元件的纵向方向延伸,其在材料强度科学的意义上具有比叶轮中性平面更小的曲率。由于加固元件/纤维的这种布置,确保了一方面在操作状态下,加固纤维已经强烈的拉伸,且在另一方面它们在叶轮元件的中性平面外延伸,因此在区域内其可以在负载下经受伸长应力。

[0024] 此外,还可以设置转子的塑料的肖氏硬度 $<100D$,尤其是 $<80D$ 。由于较低的肖氏硬度(例如也可以选择为小于 $80D$),使得嵌入的加固元件/纤维,在材料重度弯曲或屈曲的情况下可以被推入弹性基体,从而将曲率向下限制。这使得元件/纤维断裂的风险降低。

[0025] 此外,对于这种类型的转子,还可以设置第一比例(超过30%,尤其是50%)加固元件/纤维在所述转子的展开状态下,以大幅度拉伸的方式,从它们的距离转子轴最近的部分向距离转轴较远的第二部分延伸。

[0026] 所述转子也可以被设计成使得第一比例(超过加固元件/纤维的30%,特别是超过50%)的加固元件/纤维的长度具有至少为所述叶轮元件的最大高度的30%,尤其是至少为所述叶轮元件的最大高度的50%的相应长度,所述相应长度在所述展开状态下在所述转子(42)的径向方向上测量得到。这会带来稳定力,该稳定力贯穿转子的较大部分,并且整体上稳定该转子。

[0027] 此外,可以有利地设置在操作状态下,第一比例的加固元件/纤维基本上垂直于转轴。由于加固元件/纤维这样的定向,由待输送液体负载产生的转子中的伸长应力可以被最好地吸收。

[0028] 此外,可以将转子设计成使得加固元件/纤维的直径,特别是第一比例的加固元件/纤维的直径小于40微米。通过加固元件/纤维的这种小直径,可以实现小的弯曲半径,使得加固元件/纤维破裂的风险进一步降低。

[0029] 此外,可以在加固元件/纤维的表面设置粘合促进剂。因此,可以将加固元件/纤维良好地锚定在基体的塑料材料内,这进一步提高了加固元件/纤维对伸长应力的吸收。

[0030] 此外,本发明涉及用于制造如权利要求1或随后的权利要求的其中一项所述的方法,尤其是注射成型法,其中将叶轮元件的材料在相对于转轴的径向上引入叶轮元件体内,使得成型材料沿着径向流入每个单独的叶轮元件内。

[0031] 在此类型的方法中,可以沿着例如轴向将成型材料注射进入转子的中心区域中,例如转子毂体内,且可以从此处对其进行径向分配进入单个叶轮元件。然后,沿材料的径向流动方向从内向外填充每个单独的叶轮元件。然而,以指向转子轴的方式,从叶轮元件的径向外端径向向内填充也是可能的。

[0032] 在成型材料中设置的加固元件/纤维或薄膜部分(例如可以由玻璃构成,也可由碳或聚碳酸酯或金属构成)被基体材料流夹带,基本上取向为材料的流动方向。

[0033] 还提出了为上述转子的制造以及所述方法而优化的模具。该模具的特征在于,在叶轮元件的体内的径向延伸边缘处设置有溢流通道,以便成型材料能够在径向方向上不间

断地流动。

[0034] 由于边缘处设置了溢流通道,避免在叶轮元件的边缘区域中形成具有局部回流的漩涡,从而可以形成大的层流。因此,将加固元件/纤维嵌入基体中主要被拉伸的位置处。因为模具使得可以在第二展开状态下(也就是说不受外力)模制转子,因此这是特别有利地。

[0035] 除了设置在叶轮元件的侧边缘处的溢流通道之外,溢流通道也可以在模具体内的径向外端处形成,溢流通道允许成型材料在叶轮元件的径向外端处流出。一旦转子至少部分地凝固在模具中,就可以去除多余的成型材料。

[0036] 关于加固元件/纤维在叶轮元件体内的布置,可以有目的地期望来自弯曲中性平面的空隙,以在当在操作状态下叶轮元件由于发生流体反压力的加载而弯曲时,通过拉伸加固元件/纤维来实现在方向上的特定稳定性。在任何情况下,加固元件/纤维应有利地在叶轮元件内延伸,并应与叶轮元件的外界表面保持特定最小距离。

[0037] 还能够在转子中提供多个不同长度的加固元件/纤维的分组,其中至少一个分组具有特定的最小长度,而一个或多个分组中的加固元件/纤维具有较短的长度或具有一长度分布,该长度分布只有可忽略数量的加固元件/纤维超过第一比例的加固元件/纤维的典型纤维长度。较短的加固元件/纤维的平均长度通常短于三分之一的第一比例的加固元件/纤维的长度。

[0038] 能够有利地设计转子,使得第一比例的加固元件/纤维中的每个加固元件/每个纤维的方向相对于与转子轴(14)径向对齐的位置在轴向和/或方位角方向偏离至多 45° 。然后所述加固元件/纤维在平面上延伸,转子的整个旋转轴也在所述平面上延伸,使得它们能够例如从转轴开始直接起始地径向向外垂直地延伸。然而,所述加固元件/纤维相对于所述转轴的定向径向地呈 45° 到 90° 也是可能的。在一个实施例中,处于任意速率的加固元件/纤维的范围不具有方位角定向(在圆周方向延伸)或仅具有微小的方位角定向。

[0039] 还能够将转子设计为用泡沫材料组成叶轮元件。此处,尤其设想一种闭孔泡沫材料,其能够被加固纤维有效地固定,还能够被轻易地压缩到足够的程度。特别地在泡沫材料的情况下,特别容易实现用于避免降低到临界弯曲半径以下的加固元件/纤维的偏斜,特别是在压缩运动期间。这种泡沫材料通常在叶轮元件的体内有相应的孔,但在外界表面却特别完整地封闭。

[0040] 转子还能够以以下方式构成:所述转子的在展开状态下的一部分加固元件/纤维横向延伸至第一部分的所述加固元件/纤维的方向,尤其是与其包围成至少平均 30° 角。因此,特定的纤维组能够几乎完全阻止转子或转子的叶轮元件在纤维的纵向上弯曲,条件是该弯曲发生在纤维加载了拉应力的方向。如果通过两个纤维分组的不同布置通过上述方式对两个方向进行区分,能够非常有效地稳定三维形式的转子或者转子的部分并加固其抵抗各个方向的弯曲。

[0041] 此外,能够提供所述加固元件/纤维至少部分呈织物部的形式,所述织物部具有沿纵向和横向延伸的纤维。作为示例的织物部能够在其纵向方向上延伸为其横向方向(垂直于纵向方向)的至少两倍,三倍,五倍或十倍,使得它们在每种情况下形成细长带。然后将第一纤维容易地沿纵向方向设置在该织物内,并且,将向其横向延伸的第二纤维容易设置为垂直于第一纤维或与其第一纤维成钝角。

[0042] 作为示例,也可以设置加固元件是以薄膜带形式存在,其长度至少是其宽度的三

倍,特别地至少是其宽度的五倍,更特别的使其宽度的十倍。这些薄膜带可以由各向异性聚合物组成,其例如在纵向上比在横向上具有更大的抗拉强度。然而,它们也可以由各向同性薄膜组成,例如由高强度塑料材料制成,或者由金属制成,例如铝、银、钛、镍钛诺或金。

[0043] 此外,能够有利地提供加固元件由塑料包围,至少达到90%的比例,尤其是达到其表面的99%,更尤其是达到完全将其表面包围,所述转子主要由所述塑料制成。在个别情况下,注射模具中的加固元件可以与模具的壁接触,使得它们出现在成品转子的外表面上。然而,在正常情况下,只有加固元件的端部以暴露的方式布置在转子的外侧,其中,由于在注射成型过程期间加固元件的注入和注射成型材料的流引导,即使这样也是相对不太可能的。

[0044] 就所述转子来说,此外还能够提供加固元件嵌入的塑料材料具有不同的性能,至少在一些区域中,在操作期间所述叶轮元件的没有加载流体反压力的一侧相对于所述叶轮元件的加载所述流体反压力的一侧具有不同的性能,尤其是在没有加载所述流体反压力的一侧更强烈地交联或紧缩,或者在表面上负荷紧缩在所述叶轮元件上的支撑件,所述支撑件以一个或多个薄膜、涂层或纤维的形式设置。在这方面,叶轮元件的两侧旨在表示,特定叶轮元件的体中在弯曲负荷下构成弯曲中性平面或表面的平面或表面两侧的体区域。

[0045] 本发明所寻求的目的之一是转子的第二状态(假定转子在此状态下不受外力)与第三状态下的最小展开不同,所述转子假定在所述第三状态下在操作期间在流体反压力的作用下在流体中旋转。因此,期望转子的已经处于第二状态的加固纤维被拉伸到最大可能的程度,并在他们限制转子的至少没有弯曲的方向上延伸。

[0046] 这能够通过以下内容支持:转子在不受外力的第二状态下的形态与转子占据注射模具的形态不同。通过注射成型材料形成的塑料基体的适当设计,在已经处于没有外力的状态下,通过注射成型材料的弹性力在第三状态的方向上出现变形是可能的,所述变形预先加载纤维。这种效果能够通过如下方式实现,例如:在转子内或转子上设置与加固元件不同的材料,以使转子(特别地,叶轮元件)为预先加载形式。因此,在对基体中的加固元件进行实际模塑期间,这些元件或多或少的不受外力作用,这是通过在注射成型过程完成之后整体改变塑料基体或转子而实现的。例如,可以在从注射模具中取出塑料基质之后对其进行特定处理,使得在操作期间叶轮元件的材料在承受流体反压力的一侧延长,或者在相对侧收缩或各向异性缩短。这能够通过例如塑料基体的不均匀交联来实现,该交联在叶轮元件的中性纤维的两侧上不同。然而,这也可以通过为在操作期间叶轮元件的暴露于流体反压力的一侧的相对侧加薄膜来实现,其中所述薄膜在涂抹之后收缩或能够被收缩(例如通过电子束交联或UV-交联或热处理)。

[0047] 还能够提供一种用于可压缩流体泵的转子,其能够在第一压缩状态和第二展开状态之间进行径向展开和压缩,其中还能够提供转子的一个或多个叶轮元件,所述一个或多个叶轮元件通过注射成型法制造,并同时添加加固元件制造而成,其中所述加固元件的各个侧面均被注射成型材料围绕并在所述展开状态下至少部分地呈拉伸形式,尤其是呈被拉伸到至少90%的形式,更尤其是95%,更尤其是99%或者通过使用织物被拉伸到最大可能的程度。

[0048] 例如,还可以将转子设计为,转子的加固元件在没有流体反压力的展开状态下,被拉伸到这样的程度以使得当过度到第三状态时,它们被拉长了小于5%,尤其是小于1%,所

述第三状态构成具有流体反压力的所述操作状态,其中所述拉长尤其是基于加固元件两端之间的距离来测量的。

[0049] 例如,对转子而言,还能够提供,在所述转子的第二展开状态下和/或具有流体反压力的第三操作状态下,至少部分所述加固元件,尤其是至少10%的所述加固元件,更尤其是至少30%的所述加固元件,在叶轮元件的至少一个区域内以拉伸和直线方式延伸,所述叶轮元件是弯曲的。

[0050] 此外,还能够提供,在叶轮元件在其中弯曲的区域中,在叶轮元件中弯曲的区域中,至少两部分的加固元件以拉伸和直线方式延伸,其中所述部分的加固元件延伸的方向在相同的部分中是平行的,但两个不同部分之间的加固元件延伸的方向不同。能够以织物的形式将多个分组中的纤维引入已经以织物形式彼此连接的注射模具,或者能够将其彼此分离地引入注射模具,尤其是一个接一个地将其引入。

[0051] 转子的另一实施例能够提供加固元件的长度(在此情况下为至少30%,特别地,至少为50%)大于叶轮元件的平均厚度,尤其是至少为其两倍长,更尤其是至少为其五倍或十倍长。可以在填充成型材料时用其他填充元件补充这样长度的加固元件,例如非常短的纤维和/或颗粒,其中所述短纤维还能够以拉伸形式存在。然而,这对转子的曲率的定界几乎没有影响,因为这些纤维通常非常短。在这点上,叶轮元件上任一点的叶轮元件厚度意味着一方向上的程度,叶轮元件在该方向上延伸最小。

[0052] 转子的另一实施例能够提供通过注射成型法将加固元件(尤其是纤维)引入塑料中,所述加固元件以注射成型方式嵌入在塑料中并且在将所述转子布置进注射模具期间沿着注入所述注射模具的塑料流呈部分曲折的走向。

[0053] 此外,本发明还设计用于上述类型的转子的注射模具,其具有设置在叶轮元件体内的溢流导管,所述溢流导管位于叶轮元件径向边缘,以使得成型材料能够在径向上不间断地流动。

[0054] 一种用于制造上述转子的方法,能够提供将叶轮元件的材料沿着相对于转子轴的径向引入叶轮元件体内,通过这样的方式,使得成型材料沿着径向流入每个叶轮元件的体内。

[0055] 由于铸模的溢流导管的布置和大小,流入的成型材料的流向以及沿着该流的纤维的定向也能够被控制。

[0056] 一种用于制造转子的另一方法能够提供转子通过模塑制造所述转子,尤其是通过注射成型制造所述转子,其中所述注射成型法通过具有不同注射方向和/或两个不同的注射点的两个连续的阶段实现。因此,可以以目标方式将在不同方向上不同组内延伸的加固元件/纤维引入注射成型材料。

[0057] 在用于制造转子的方法中,还可以设置转子在注射成型之后接收处理,所述处理造成了所述成型材料在操作期间,与相对侧相比,在所述叶轮元件的加载所述流体反压力的一侧上的不同收缩和/或交联。因此,可以通过产生内应力来负荷转子,在这种方式下转子已经处于第三状态,即操作状态,当转子暴露于流体反压力而不受外力影响时该状态是稳定的。这是通过以下事实实现的,以下面的方式引导和测量内应力:以使加固元件已经被抗拉力加载,所述抗拉力处于转子操作期间加固纤维受到的力的数量级。

[0058] 例如,还可以设置将可收缩层应用在至少一个所述叶轮元件的一侧上,该侧与在

操作期间暴露于流体反压力的一侧相对。

[0059] 替代地或附加地,可以通过示例提供,为注射成型材料在注射模具中设置至少两个不同的注射开口。因此,在成型过程期间,能够以目标方式改变模具中的注射成型材料流,使得因为在各阶段添加加固元件,可以在每种情况下将加固元件布置在注射成型材料的主流方向,故而根据注射成型过程的各阶段将其布置在不同的方向上。为此目的,例如,可以将第一数量的注射成型材料通过第一注射开口注射,将第二数量的注射成型材料通过第二注射开口注射,连续地或同时地,或者以彼此为可变比例地。

附图说明

[0060] 下面将基于附图中的示例性实施例来介绍和解释该发明,其中:

[0061] 图1示意性地示出了被引入患者心室中的导管泵的截面图;

[0062] 图2a示出了用于输送血液的导管泵的转子的细节;

[0063] 图2b通过示例示出了具有纤维的松弛转子的横截面图;

[0064] 图2c示出了第三状态下(即操作状态下)的转子的横截面图,

[0065] 图2d示出了压缩状态下的转子的横截面图,

[0066] 图2e示出了具有弯曲中性平面标记以及通过示例示出的加固纤维的叶轮元件的横截面图;

[0067] 图3示出了包含转子转轴的平面的示意图;

[0068] 图4示出了具有加固纤维的平面叶轮元件的细节;

[0069] 图5a示出了成型过程中纤维的定向;

[0070] 图5b示出了图4的部分的侧视图;

[0071] 图6示出了在弯曲过程之后的图4和5所示的叶轮元件的部分;

[0072] 图7示出了转子的模具工具示意图,其中成型过程由流动箭头指示;

[0073] 图8示出了具有与图7相反的注入方向的转子模具;

[0074] 图9示出了已经采取措施来防止注射成型材料在叶轮元件体内旋转的模具;

[0075] 图10示出另一个模具;

[0076] 图11示出了薄膜状带状加固元件;

[0077] 图12示出了一种织物状加固元件;

[0078] 图13示出了通过叶轮元件的横截面;

[0079] 图14a示出了在不受力状态下的由纤维形成的织物;

[0080] 图14b示出了在负荷下处于最大拉伸状态的图14a的织物;

[0081] 图15a在展开状态下不受外力作用的叶轮元件的透视图;

[0082] 图15b示出了图15a的叶轮元件在由A-A表示的平面部分中的剖视图;

[0083] 图16a在展开状态下不受外力作用的叶轮元件的透视图;

[0084] 图16b示出了图16a的叶轮元件在由B-B表示的平面部分中的剖视图;

[0085] 图17a在展开状态下不受外力作用的叶轮元件的侧视图;以及

[0086] 图17b示出了图17a的叶轮元件在由C-C表示的剖面中的剖视图。

具体实施方式

[0087] 图1示出了具有多个心室的患者的心脏1的横截面,其中心室2连接到主动脉12。导管4通过主动脉12伸入心室2中,其中将具有旋转泵的泵压头3布置在导管4的末端。所述旋转泵可以由旋转轴6驱动,旋转轴6贯穿导管4,所述轴在泵压头3内与泵转子42连接。泵转子在泵压头3的外壳(未以更详细的细节示出)内旋转。

[0088] 柔性轴6与马达7连接,其例如被布置在患者的身体之外。转矩可以例如通过马达7在两个旋转方向8,9上的磁耦合传递到轴6。

[0089] 导管4通常通过端口从体外,穿过皮肤和组织以及血管壁进入主动脉12及其中。

[0090] 泵将血液吸入心室2中,并将其输送到主动脉12。从而心泵可以辅助或至少暂时代替心脏1的功能。

[0091] 除了图中所示的具有机械驱动的导管泵之外,其他泵,尤其是在体内使用的泵也构成了该专利的主题,例如液压或电驱动的泵,包括驱动在人体内的泵。

[0092] 将泵与泵压头,泵外壳和转子一起径向压缩以在主动脉中移位,例如在导管4内移位。然后泵可以从导管4轴向滑动,并且可以径向打开(即可以被展开)。并且可以在此过程中,对泵外壳的材料,特别是对泵转子的要求较高:泵转子的叶轮元件的壁厚度非常薄,但即使在高转速下,仍必须在尺寸上保持稳定并可再现地传送血液。

[0093] 为此,将加固纤维(纤维)嵌入到制造转子的塑料基体中,例如所述塑料可以设置为玻璃纤维或聚碳酸酯纤维。图2a中示出了所述加固元件/纤维的三个示例。示出了三个加固元件/纤维10,11,13,其中每个具有比所述加固元件/纤维10,11,13的第二末端/第二部分10b,11b,13b更靠近旋转轴14的第一末端或第一部分10a,11a,13a。

[0094] 加固元件/纤维10,11,13基本上沿径向,以离开转轴或转子的转轴14的临近点的方式向外延伸。因此,转子42不必如图示例所示那样具有轮毂43。螺旋叶轮元件15也可以具有固有稳定性,使得不需要转子毂。

[0095] 原则上,叶轮元件或叶轮元件15的塑料基体可以用加固元件/纤维进行加固,它们在长度和/或厚度和/或定向方面的分布和布置并不规则。一方面是所述转子的在展开状态下的某一最小比例的加固元件/纤维(如图2b所示)基本上以拉伸的方式延伸远离转轴。在操作状态下,其对应于所述第三状态且在图2c中示出,这些加固元件/纤维被拉伸且额外的受到拉应力,该拉应力是由输送的液体产生的。然而,由于加固元件/纤维的纵向力,所述拉应力不会导致显著的拉长,因此,与不受压力的展开状态相比,几乎不会带来任何转子的变形,或者不会对任何特定的操作点带来进一步的变形。在转子塑料中嵌入的加固元件/纤维总量中符合上述条件的加固元件/纤维的比例应至少为30%或有利地为50%,甚至更有利于地为例如70%,所述比例是基于以加固元件/纤维的体积或质量为基准,或者基于加固元件/纤维的数量进行百分比测量。这里,有利地给出增益元件/纤维的某一最小长度,例如大约为转子半径的至少20%或至少40%或50%。加固元件/纤维可以在从轴向定向填充模具(对应于从轴向向轮毂43中填充)期间容易地改变到叶轮元件15的径向位置,而不会因此而弯曲,因为叶轮元件15和轮毂43之间的角度在 $<30^\circ$ 或优选 $<20^\circ$ 时相对平坦地进行延伸。根据图2a,在叶轮元件15的径向填充期间,增量元件/纤维容易被围绕的基体夹带并且随着材料流动在叶轮元件中径向定向。

[0096] 加固元件/纤维的另一有利性质是特定的最大厚度,其中至多 $40\mu\text{m}$ 的直径可以是

有利的,以便在所述加固元件/纤维的强弯曲的情况下不产生加固元件/纤维的断裂。相比之下,虽然测量为大约 $40\mu\text{m}$,增加元件/纤维具有足够的抗弯性,使其周围的基体在变形后返回到起始状态,并防止在永久弯曲负荷下基体的长期蠕变。直径为 $40\mu\text{m}$ 的加固元件/纤维也抗压缩和抗拉应力的,使得虽然布置在弯曲中性区域外,但加固元件/纤维也产生恢复力矩并抵抗剩余的变形。

[0097] 加固元件/纤维可以用粘合促进剂涂覆,以改善与基体的连接。

[0098] 图2b在松弛展开状态下的转子42'的横截面,其具有叶轮元件15',15"。该状态下的加固元件/纤维55,56为最大拉伸形态,使得它们能够抵抗由于纵向刚度引起的转子的任何进一步的变形。

[0099] 箭头57示出了操作状态下转子转动的方向。箭头58,59示出了叶轮元件15',15"上的负载作用,即由输送运动导致的作用于叶轮元件上的流体反压力。图2b示出了弦60,其表示从转轴沿径向测得的叶轮元件15'的高度。

[0100] 图2c中也示出了弦60,图2c示出了第三状态(即操作状态)下的转子42'。由于负载58,59,加固纤维55,56受到拉应力并把张力吸收到叶轮元件15',15"中。弦60的长度(即叶轮元件的高度)在操作状态下相对于第二状态保持不变或者增加很小的量,但其不会变小。

[0101] 图2d示出了压缩形态下的转子42',其中叶轮元件相对于转子毂折叠。在这个位置,泵可以通过狭窄的通道进入操作位置。

[0102] 图2e示出了操作状态下的叶轮元件15'的横截面的细节图。通过虚线61示出了“弯曲中性纤维”或者“弯曲中性平面”,也就是说,当叶轮元件15弯曲时,在负载下的线或者表面既不经受伸长也不经受压缩。由例如62,63表示的多个加固纤维位于线/平面61一侧,伸长应力在操作状态下创建于该侧上。加固元件/纤维在那里被部分地拉伸,沿直线延伸且还基本上平行于线/平面61。因此,它们可以有效地吸收伸长应力。

[0103] 将在图3的基础上更详细地解释增益元件/纤维的可能定向。转子毂在图3中由16表示,转轴由14表示。以切割矩形示出了平面17,其中平面17包含转轴14,也就是说转轴14完全在平面17中延伸。应当注意,由于叶轮元件通常是螺旋状的,因此平面17不再是平的,而是弯曲的,因此简化了该图示。

[0104] 通过示例已经示出了两个加固元件/纤维18和19,并且其都相对于转轴14基本上沿径向在平面17中延伸。纤维18以与转轴14成一定角度的角度部分地在轴向上进行延伸,其中角度 α 有利地在 45° 和 90° 之间。纤维19被定向成与转轴14成直角的方式布置。实际的叶片以三维的螺旋方式弯曲,使得在许多情况下,在方位角方向上加固元件/纤维的有限程度得到增加。

[0105] 单个加固元件/纤维不必以这样的方式放置,使得它们的第一起点/终点位于转轴14或转子毂16的区域中。它们还可以被布置成使得它们在径向上远离转子轴14和/或转子毂16的两个端点之间延伸。然而,它们也可以在任何情况下超过轴线从第一径向外叶片边缘至多延伸到相对的第二径向叶片边缘。

[0106] 在图4中示意性地示出了叶轮元件的细节20,其中细节20是立方形的。在部20中示出了纤维19。

[0107] 图5a说明了如何实现纤维19的中心定向。当在限定壁53和54之间填充模具时,优选的层流轮廓在中间具有最快流速,并且在壁附近具有最慢速度。以从左到右依次连续的

三个角度位置示出初始偏斜的纤维19,并且在模具中的速度分布的作用下,被由箭头50和51表示的材料流吸引到流剖面的中间的方向。流的速度分布在图中的图表52中示出,其中包括x轴(速度)和y轴(模具中的位置坐标)。

[0108] 图5b示出了侧视图,其中已经透示了部20的材料,使得纤维19大致在叶轮元件的限定面之间的中间的路径是可见的。

[0109] 将基于图6描述纤维在叶轮元件的大幅度弯曲或屈曲下的表现。

[0110] 图6示出了在屈曲之后的叶轮元件的部20。纤维19也会变形。由于纤维具有一定的固有刚性,然而,由于叶轮元件的材料的回弹性而在弯曲的情况下可以沿着箭头21的方向向外推动,以便实现最大可能的纤维的曲率半径,从而抵消了纤维的破裂。因此,在屈曲点的区域内,纤维19在屈曲期间偏离叶轮元件的界定壁之间的中间。在图6中,为了清晰起见,叶轮元件的中心平面至少部分地由虚线22示出。为了实现这一效果,转子的塑料基体的柔软度是有利的,对应的肖氏硬度为<100D,尤其是<80D。

[0111] 将在图7的基础上讨论根据本发明的用于转子的成型工具/模具的设计。

[0112] 图7示出了注射模具的纵向截面,其中包括转子毂的体区域由23表示,并且单个叶轮元件体由24,25,26和27表示。另外,注射方向在图7中用箭头28表示。其他箭头29,30,31,32,33表示注射成型材料沿着所得转子的转轴14轴向流动,并且从那里径向向外流入叶轮元件的体内。例如,其中一个叶轮元件的纵轴已经用点划线44表示。如果在注射成型材料中引入足够数量的适当长度的加固元件/纤维,则这些加固元件/纤维将根据材料的主流向定向,并随着材料凝固而保持原位。

[0113] 被置换的空气和多余的成型材料可以通过开口45从叶轮元件的径向外端处流出。

[0114] 在图8中,示出了相反的注射方向,其中注射成型材料从叶轮元件的径向外端34,35径向向内注入转子23的体内。在这种情况下,也可以引入长加固元件/纤维,按照本发明的方式和方法对它们进行定向和布置。

[0115] 在图9的基础上,示出了在窄叶轮元件36,37的情况下,从内向外径向流动的模塑料通过摩擦在特定叶轮元件体的边缘38,39处旋转,使得当所述材料流入时形成的成型材料不存在层流。

[0116] 在图9中图示的左侧,示出了模具变体,其在边缘40,41的区域中具有溢出开口或溢流槽,一些注射成型材料可以通过该溢出开口或溢流槽沿着转子的轴向流出,使图9右侧所示的旋转消除。因此在叶轮元件37的中央区域产生准层流,使得引入的加固元件/纤维可以将其自身呈拉伸形式布置在“中性纤维”或者中性平面(在泵操作期间发生的弯曲负载下)的周围区域,而不会被注射成型材料的流动影响而变形。一旦凝固,注射成型材料中可以通过注射模具中的叶轮元件体的边缘40,41处的开口排出的部分被去除,例如通过被切断而去除。这对于叶轮元件的外边缘情况是相同的,如图7所示。此处设置两个溢流导管45,没有加固元件/纤维的塑料可以通过它们逃离。

[0117] 由于流出开口的不均匀分布,例如在操作期间暴露于液体的流体反压力的叶轮元件区域附近的较大的流出横截面,成型材料处的流更强,使得相对于与“中性平面”相反的一侧,更多的加固元件/纤维嵌入此处,结果是有大量的加固元件/纤维可以吸收伸长应力。

[0118] 图10示意性地示出了具有第一注射开口71和第二注射开口72的注射模具70,其中两个注射开口71,72布置在中心腔73上相对的两端,转子毂在中心腔73中通过成型过程成

形。形成叶轮元件的空腔已经非常示意性地示出并且由74和75表示。箭头76,77表示流入模具的塑料的流动方向。如果塑料通过第一注射开口71和第二注射开口72连续或以交替的比例注入模具中,则因此会产生不同的液体成型材料的流动方向。如果将加固元件加入这里,则会相应地产生所得转子中的加固元件的不同定向。以这种方式,可以通过控制注射开口的注射速度以及通过在成型法期间改变各种注射开口的注射速度或注射速度的比率来提供不同的定向模式。

[0119] 图11中示出了金属箔或塑料薄膜78形式的加固元件的透视图,所述箔/薄膜例如可以仅仅是几微米厚,几十分之一毫米宽,以及几毫米长。

[0120] 图12示出了作为加固元件的细长织物条,其示意性地仅具有沿纵向延伸的两个纤维79,80和沿横向延伸的多个较短的纤维81。这种织物特别是在纤维的两个纵向方向可以承受拉力。

[0121] 图13示意性地示出了叶轮元件82的横截面。此处,83表示在操作期间位于压力侧并暴露于流体反压力(如箭头84所示)的盖面。

[0122] 与该侧或盖面83相对的盖面由85表示。在所示示例中,涂层86设置在叶轮元件82的这一侧上,并且可以由胶合薄膜或液体涂层提供,例如上漆。

[0123] 在泵操作期间,在叶轮元件82的弯曲的情况下,在力学意义上所谓的中性“纤维”或平面以虚线表示,并已被表示为87。

[0124] 如果假设如图13所示的叶轮元件处于不受力的状态,也就是说没有外力作用在叶轮元件上,则可以设置在该状态下增加元件(其中的一个已经通过示例示出并用88表示)是以伸展的形式存在的,并且不受力。

[0125] 因为由于叶轮元件的弯曲,布置在图中左侧的中性纤维87的一侧发生伸长,如果通过流体反压力84的作用,当转子在流体中旋转时,弯曲力沿箭头84的方向施加到叶轮元件,加固元件88承受拉伸负荷。这种弯曲受到加固元件88的限制,因为它们实际上是抗拉伸的。

[0126] 为了进一步减少不受力的第二状态与第三状态(即负荷状态)之间的转子形态的差异,可以设置在不受力的状态下,也就是说没有任何外力作用于转子的状态下,加固元件88已经被内部材料压力预先加载了。这是在生产转子之后实现的,更具体地说,一旦注射成型过程完全完成,则叶轮元件在盖面83侧被拉伸,或者在盖面85侧收缩。

[0127] 这可以通过如下方式实现,例如,在注射成型过程之后或在注射成型过程期间将涂层86施加到覆盖面85上,例如通过注射模具的浸渍,所述涂层可以在干燥期间或者交联期间紧缩或通过后期处理紧缩,尤其是辐射交联、UV交联或热处理。辐射交联例如也可以通过一个或多个激光束来引入,因此可以以非常聚焦的方式应用在局部。

[0128] 然而,还可以想到,附加于或者替代于覆盖层86,纤维元件82的位于纤维87的中性平面一侧朝向覆盖层85的材料被紧缩,例如通过热处理或通过交联/聚合作用,其不在叶轮元件的另一侧发生,或仅在较小程度上发生。

[0129] 图14a和14b示出了例如由纤维形成的织物。这里,纤维90作为纤维束的一部分以与另一纤维束91呈一定角度的方式延伸,其中纤维束91垂直于附图平面布置,纤维90交替地在左侧和右侧穿过纤维束91。在图14a中,纤维束91彼此间隔一定距离地布置,纤维90具有前后弯曲的走向,代表转子的松弛状态。在代表在操作期间转子的状态的图14b中,纤维

束91以彼此更大的距离a'布置,并且纤维90弯曲的走向程度较小。从图14a和14b可以看出,这种类型的系统在实现纤维90的完全拉伸之前已经基本上稳定了,因为除了图14b的状态,纤维束91将不得不在基材中相对于纤维90呈直角运动,而这一点可以从根本上通过纤维90避免这种情况。

[0130] 图15a在展开状态下不受外力作用的叶轮元件的透视图。图15b示出了图15a的叶轮元件在由A-A表示的平面部分中的剖视图。虚线101和102表示相应叶片的中等纤维或表面。纤维103和104示出了例如在所示的平面部分中的两个纤维的走向。纤维在该状态下弯曲。在带负荷的操作状态下,由于流体的缘故,压力沿示出的箭头方向作用在叶片上,由此所述叶片进一步向外敞开。在完全操作负荷下,纤维103和104至少在分别由105和106表示的区域中被拉伸,因为非常高强度的纤维届时必须在它们的轴向范围内被拉伸,从而避免了叶片的另一开口。这种设计的优点在于叶片的形状实际上恒定在最小转速之上。

[0131] 图16a在展开状态下不受外力作用的叶轮元件的透视图。图16b示出了图16a的叶轮元件在由B-B表示的平面部分中的剖视图。虚线111和112表示相应叶片的中性纤维或表面。纤维113和114示出了例如在所示的剖面平面中的两个纤维的走向。可以看出,这个示例中的纤维已经被拉伸到很大程度。因为纤维的强度非常高,所以进一步伸长纤维是不可能的。即使在由于流动压力,有如图16b中箭头所示的操作状态下的力作用在叶片上,这样的叶片也不会进一步出现显著变形,其优点是叶片形状几乎在整个转速范围内几乎保持不变。

[0132] 图17a在展开状态下不受外力作用的叶轮元件的侧视图。图17b示出了图17a的叶轮元件在由C-C表示的剖面中的剖视图。虚线121和122表示相应叶片的中性纤维或表面。纤维123和124示出了例如在所示的平面部分中的两个纤维的走向。可以看出,这个示例中的纤维已经在广泛的范围内伸展。由于纤维的强度非常高,进一步伸长纤维是不可能的。即使在由于流动压力,有如图17b中箭头所示的操作状态下的力作用在叶片上,这样的叶片也不会进一步出现显著变形。

[0133] 作为上述特征的结果,尤其是由于转子的设计和适当加固元件/纤维的引入,可以带来这样的结果:即使在部分过度拉伸或频繁交替加载或持续应用弯曲加载之后,也可以获得具有足够形状精度的转子的稳定设计。所阐释的制造方法和所提出的注射模具,已经证明了所展示的转子的所说明的生产权宜和有利的可能性。

[0134] 本发明还包括以下方面,其也可以单独和独立地在每种情况下被保护:

[0135] 第一方面:一种用于可压缩流体泵的转子,一种用于可压缩液体泵的转子,尤其是能够通过血管被引入病人体内的血液泵,所述转子具有一个或多个叶轮元件(15)并能够在压缩状态和展开状态之间进行径向压缩和展开,且包括至少部分由线状加固元件加固的塑料,尤其是纤维,且所述转子旨在围绕着转轴旋转,其中所述转子在第一压缩状态下被拉紧,且在第二展开状态下不受外力作用,且其中存在第三状态,其中在所述第三状态下假定转子(42)在带负载的操作状态下,其中转子的各种材料以及它们的分布以一种方式互相适应,以使在转子的第二状态中,拉紧和拉伸加固元件的材料应力是选择性地产生的。

[0136] 第二方面:根据第一方面所述的转子,假定所述加固元件被所述塑料包围,至少达到其表面的90%的比例,尤其是达到其表面的99%,更尤其是达到其表面完全被包围,所述转子主要由所述塑料制成。

[0137] 第三方面:根据第一方面或第二方面所述的转子,其中假定所述加固元件嵌入的所述塑料材料具有不同的性能,至少在一些区域中,在操作期间所述叶轮元件的没有加载流体反压力的一侧相对于所述叶轮元件的加载所述流体反压力的一侧具有不同的性能,尤其是在没有加载所述流体反压力的一侧更强烈地交联或紧缩,或者在表面上负荷紧缩在所述叶轮元件(82)上的支撑件(86),所述支撑件以一个或多个薄膜、涂层或纤维的形式设置。

[0138] 第四方面:根据第一,第二或第三方面所述的转子,其中假定所述转子的一个或多个叶轮元件通过在所述展开状态下注射成型,并同时添加加固元件制造而成,其中所述加固元件的各个侧面均被注射成型材料围绕并在所述展开状态下至少部分地呈拉伸形式,尤其是呈被拉伸到至少90%的形式,更尤其为95%,更尤其为99%。

[0139] 第五方面:根据第一,第二,第三或第四方面所述的转子,其中假定所述第二展开状态下的转子中的所述加固元件,在没有流体反压力时,呈被拉伸的形式,其被拉伸到这样的程度以使得当过度到第三状态时,它们被拉长了小于5%,尤其是小于1%,所述第三状态构成具有流体反压力的所述操作状态,其中所述拉长尤其是基于加固元件两端之间的距离来测量的。

[0140] 第六方面:根据第一,第二,第三,第四或第五方面所述的转子,其中假定在所述转子的第二展开状态下和/或具有流体反压力的第三操作状态下,至少部分所述加固元件,尤其是至少10%的所述加固元件,更尤其是至少30%的所述加固元件,在叶轮元件的至少一个区域内以拉伸和直线方式延伸,所述叶轮元件是弯曲的。

[0141] 第七方面:一种用于制造用于流体泵的转子的方法,尤其是根据第一方面,其中假定所述转子在所述注射成型之后接收处理,所述处理造成了所述成型材料在操作期间,与相对侧相比,在所述叶轮元件的加载所述流体反压力的一侧上的不同收缩和/或交联。

[0142] 第八方面:一种用于制造用于流体泵的转子的方法,尤其是根据第一方面,其中假定通过注射成型,将可收缩层应用在至少一个所述叶轮元件的一侧上,该侧与在操作期间暴露于流体反压力的一侧相对。

[0143] 第九方面:一种用于流体泵的转子的模具,其包括根据第一方面所述的叶轮元件,在所述模具内设置至少两个不同的注射开口。

[0144] 第十方面:根据前述方面中任一方面所述的转子,其中,假定所述加固元件具有二维形状,例如被实施为薄膜片或具有彼此交叉的纤维组的织物(参见图14a和14b)。

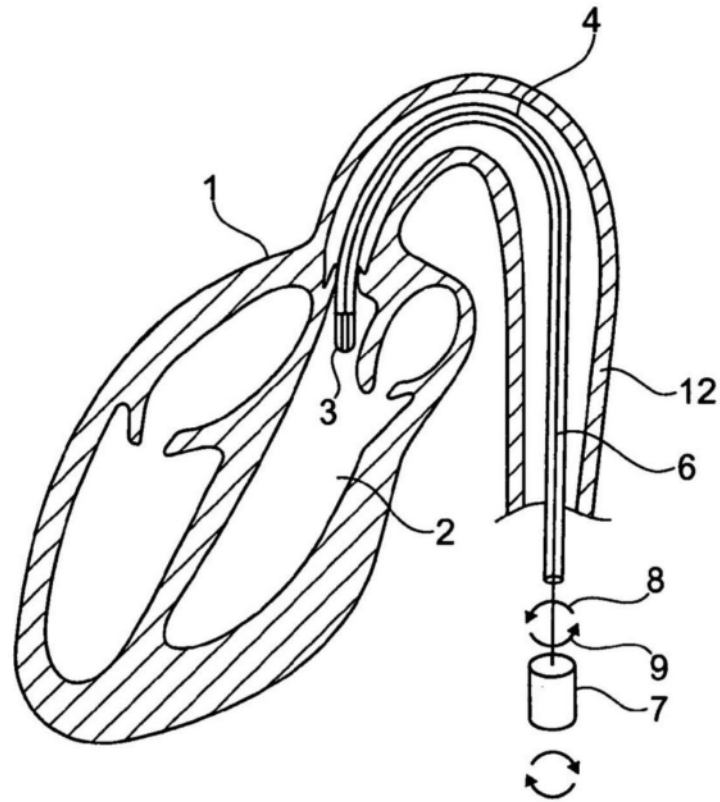


图1

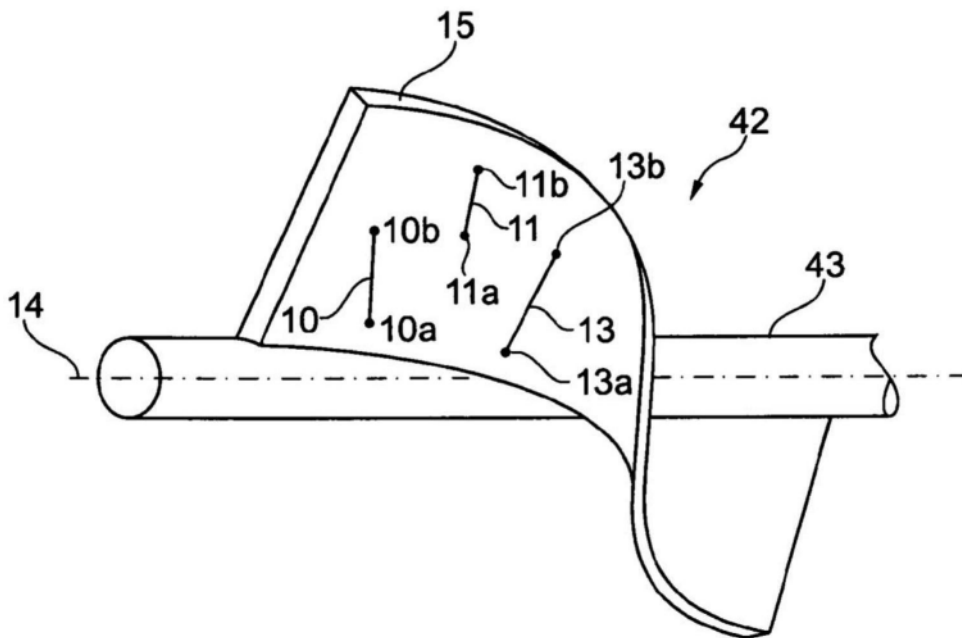


图2a

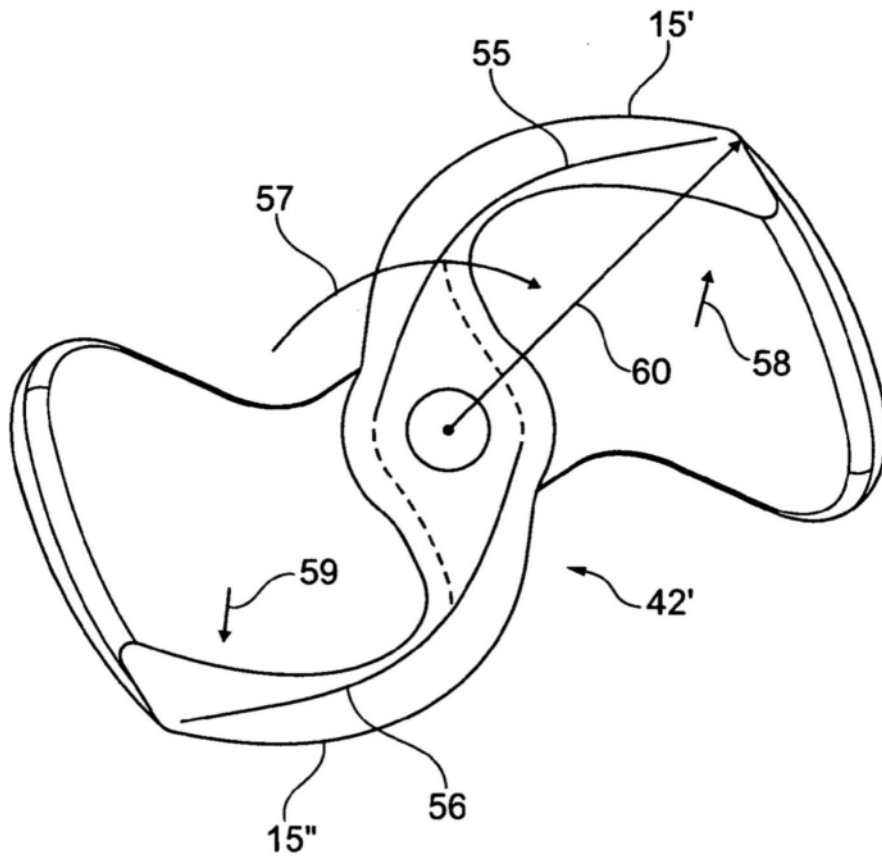


图2b

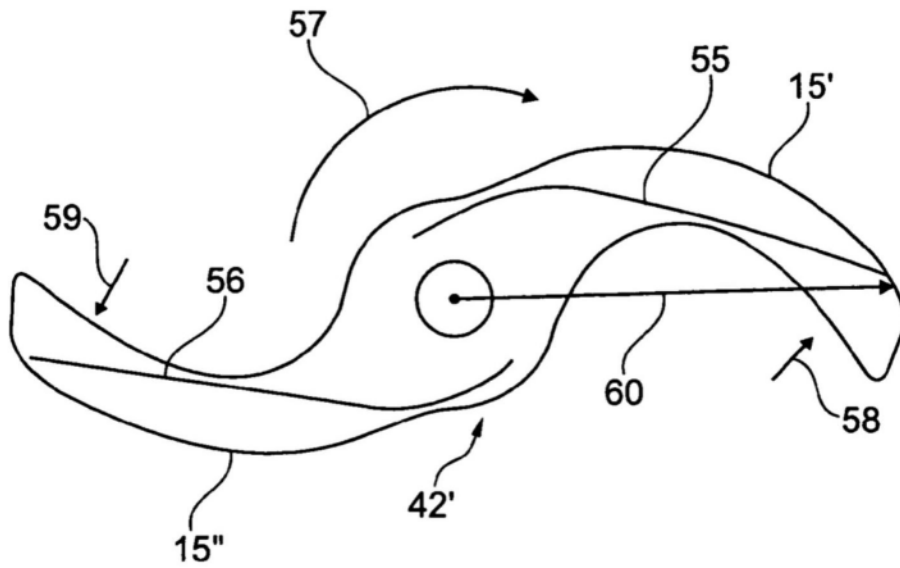


图2c

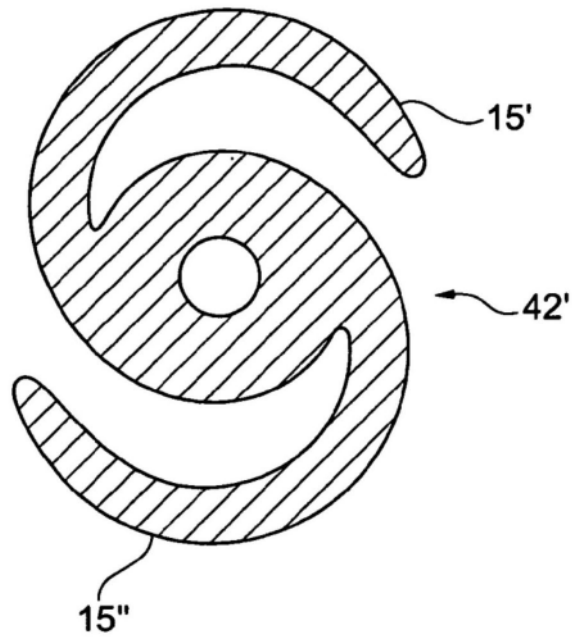


图2d

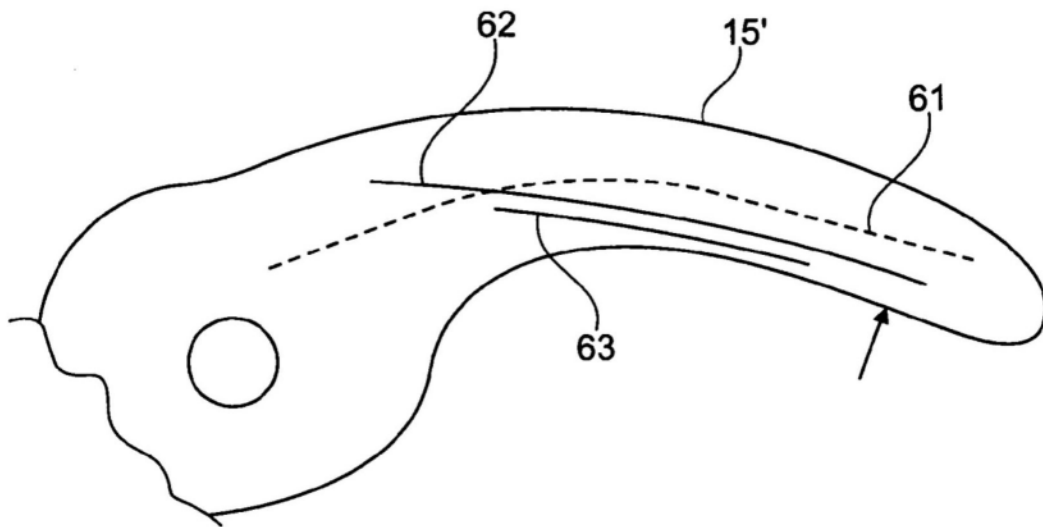


图2e

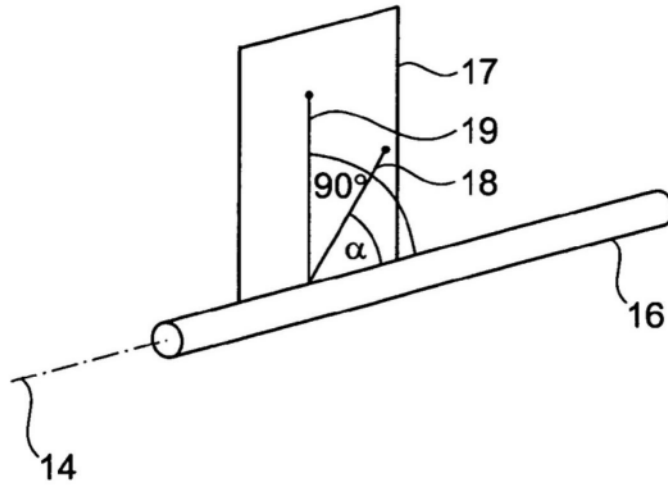


图3

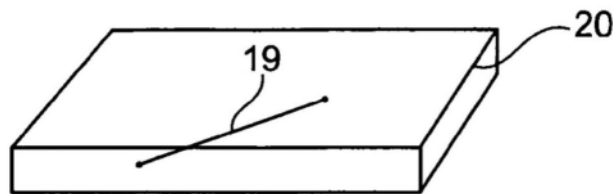


图4

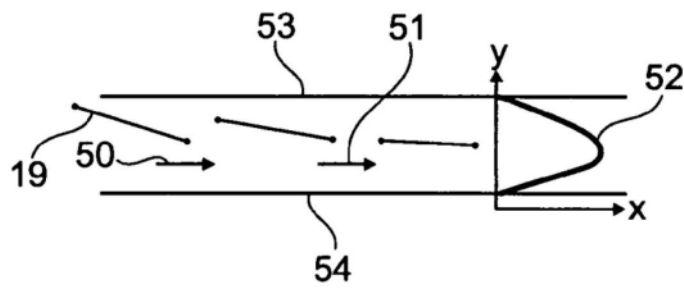


图5a

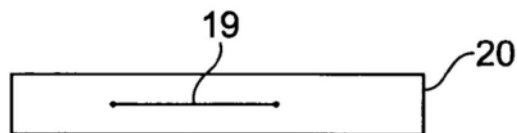


图5b

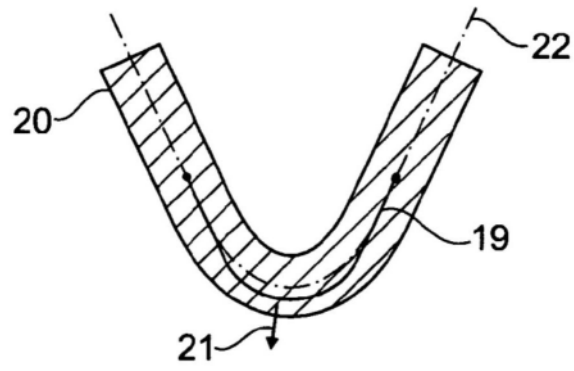


图6

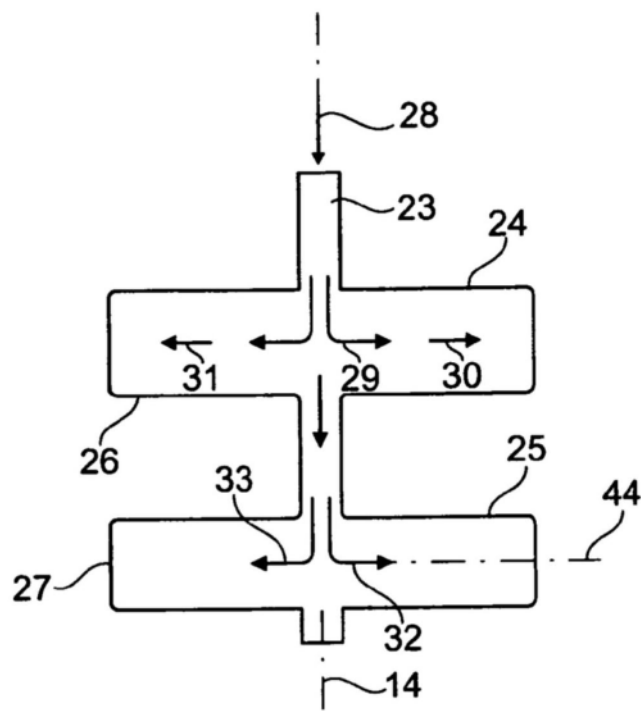


图7

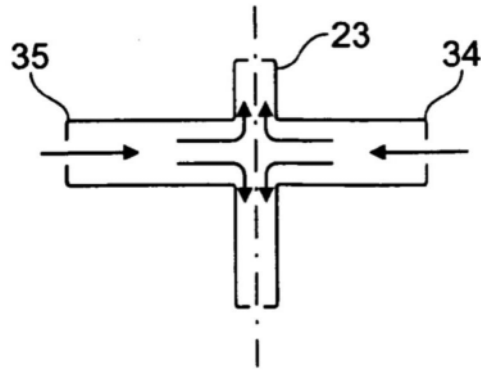


图8

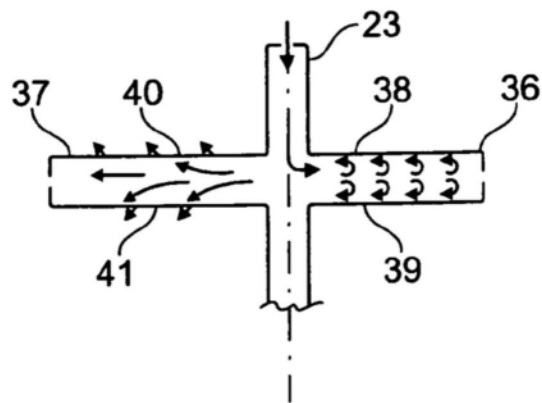


图9

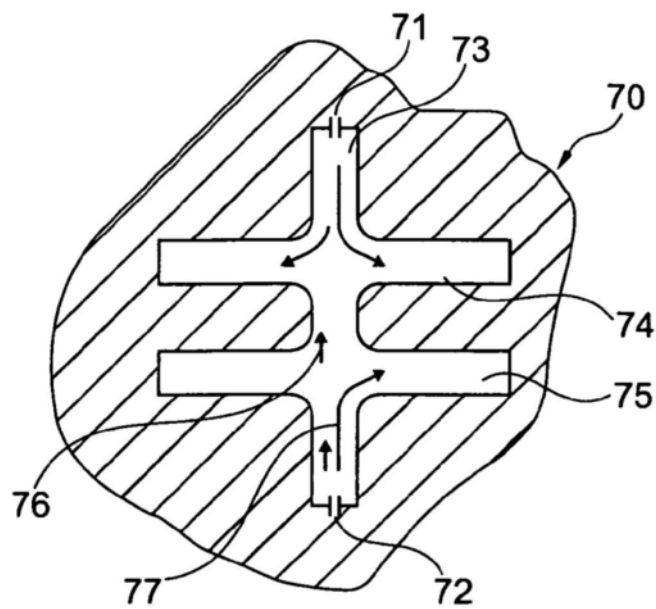


图10

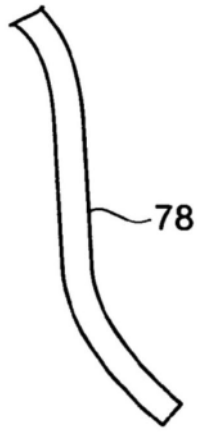


图11

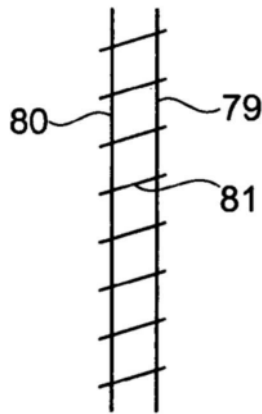


图12

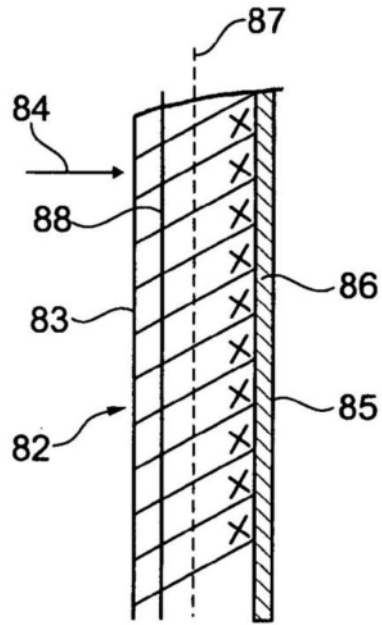


图13

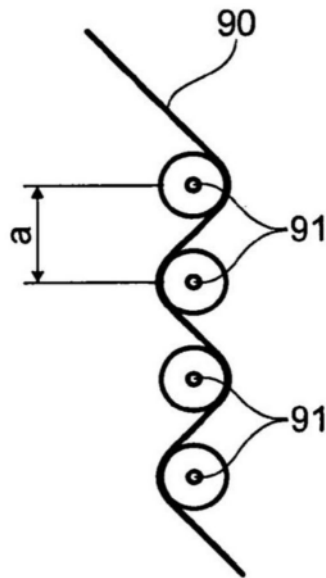


图14a

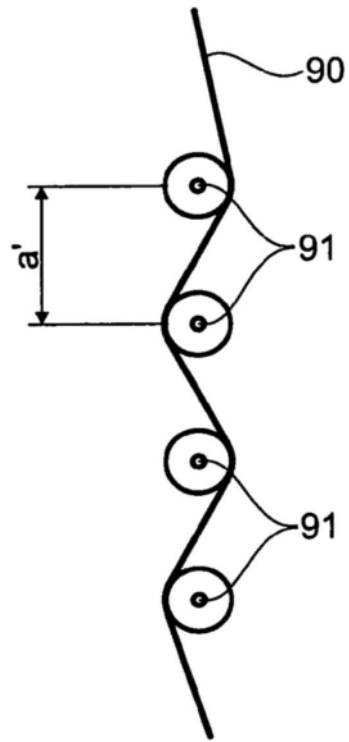


图14b

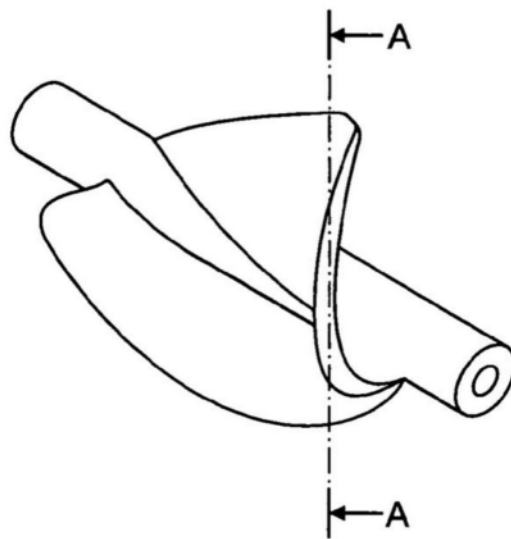


图15a

A-A

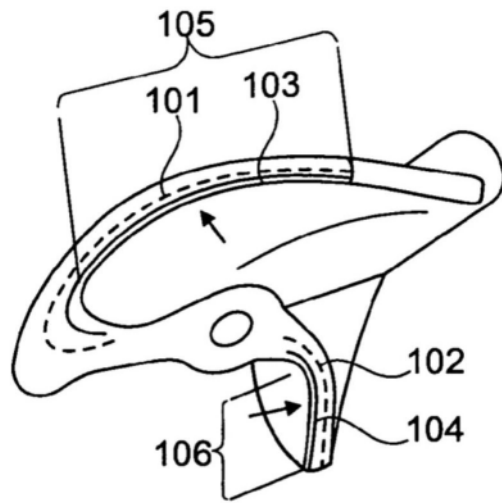


图15b

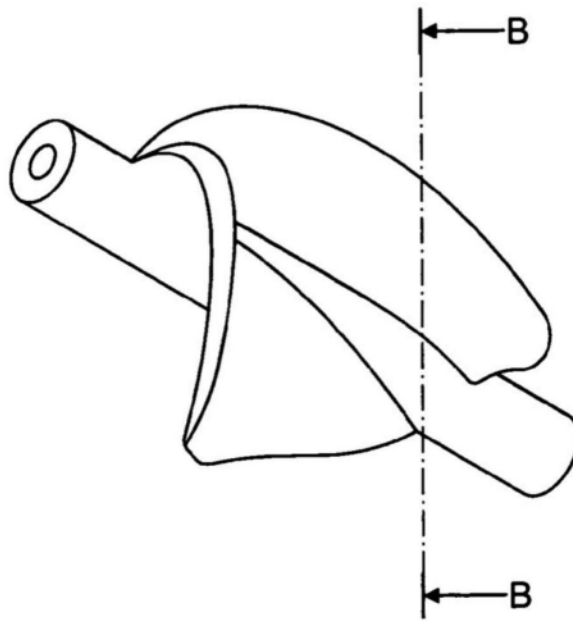


图16a

B-B

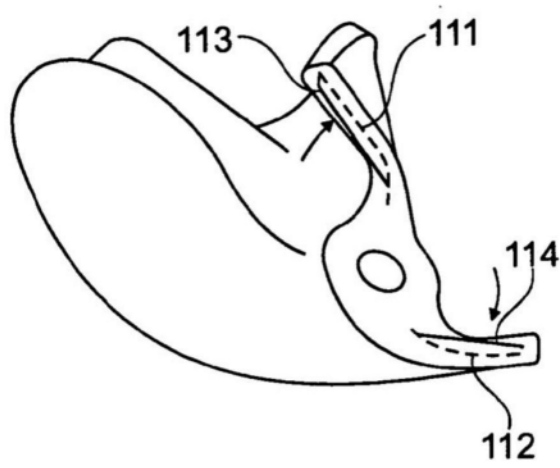


图16b

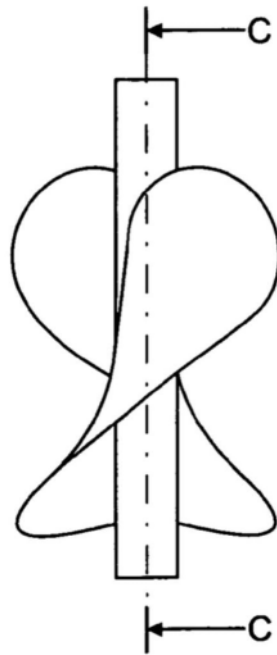


图17a

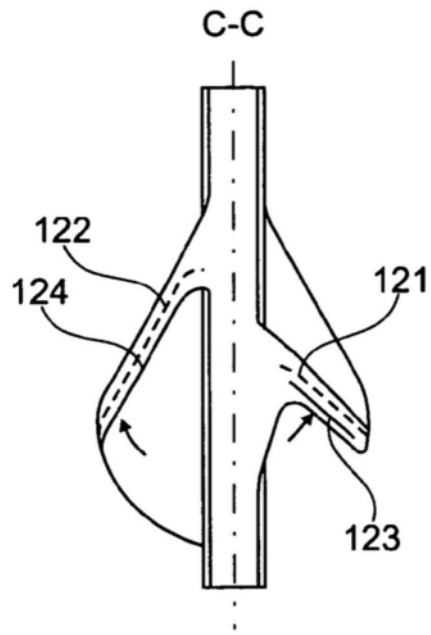


图17b