



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112628152 B

(45) 授权公告日 2024.09.13

(21) 申请号 202010947601.9

(22) 申请日 2020.09.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112628152 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(30) 优先权数据
19199356.7 2019.09.24 EP

(73) 专利权人 苏尔寿管理有限公司
地址 瑞士温特图尔

(72)发明人 C·D·拉德克利夫 T·乔恩
H·蒂施勒 F·贾尔迪诺
T·威尔辛格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

专利代理师 仝霄 王丽辉

(51) Int.Cl.

F04D 13/06 (2006.01)

F04D 1/06 (2006.01)

F04D 29/22 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

F04D 29/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4976444 A, 1990.12.11

US 3823950 A, 1974.07.16

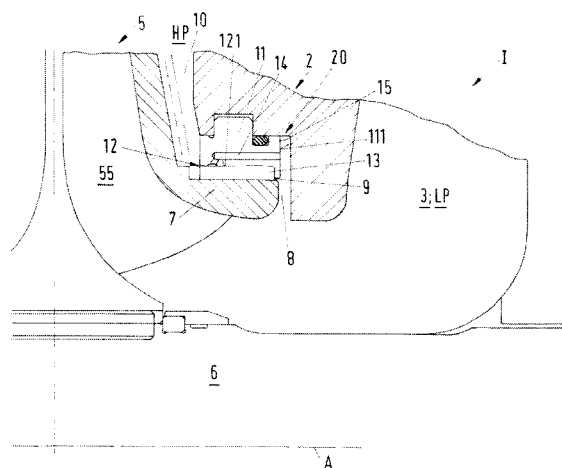
审查员 张敏

(54) 发明名称

用于输送流体的泵

(57) 摘要

提出一种用于输送流体的泵,其包括静止壳体、将流体从低压区域输送到高压区域的至少一个叶轮、使叶轮围绕轴向方向旋转的轴以及限制从高压区域到低压区域的流体流动的分离装置,其中每一叶轮安装在轴上,其中分离装置包括按抗扭方式连接到轴的旋转部分以及被构造成相对于壳体静止的静止部分,其中旋转部分和静止部分被构造成面向彼此并且在静止部分与旋转部分之间界定间隙,间隙布置在高压区域与低压区域之间,其中静止部分包括面向旋转部分的环状凹部,或者旋转部分包括面向静止部分的环状凹部,其中凹部包括底部,并且其中非金属插入件设置在凹部中。设置泄流通道,泄流通道被构造成用于凹部的底部与低压区域之间的流体连通。



1. 一种用于输送流体的泵,其包括静止壳体(2)、用于将所述流体从低压区域(LP、HP1)输送到高压区域(HP1、HP2)的至少一个叶轮(5、51、52、53)、用于使所述叶轮(5、51、52、53)围绕轴向方向(A)旋转的轴(6)以及用于限制从所述高压区域(HP1、HP2)到所述低压区域(HP1、LP)的流体流动的分流装置(20),其中,每一叶轮(5、51、52、53)安装在所述轴(6)上,其中,所述分流装置(20)包括按抗扭方式连接到所述轴(6)的旋转部分(7、35、70)以及被构造造成相对于所述壳体(2)静止的静止部分(8、26),其中,所述旋转部分(7、35、70)和所述静止部分(8、26)被构造造成面向彼此并且在所述静止部分(8、26)与所述旋转部分(7、35、70)之间界定间隙(9),所述间隙(9)布置在所述高压区域(HP1、HP2)与所述低压区域(HP1、LP)之间,其中,所述静止部分(8、26)包括面向所述旋转部分(7、35、70)的环状凹部(12)以及面向所述低压区域的表面(111),或者所述旋转部分(7、35、70)包括面向所述静止部分(8、26)的环状凹部(12)以及面向所述低压区域的表面(111),其中,所述凹部(12)包括底部(121),并且其中,非金属插入件(13)设置在所述凹部(12)中,其特征在于:设置泄流通通道(14),所述泄流通通道(14)被构造造成用于所述凹部(12)的所述底部(121)与所述低压区域(HP1、LP)之间的流体连通,所述泄流通通道(14)被构造为从所述表面(111)沿所述轴向方向延伸的孔,所述孔通过倾斜钻孔连接到所述凹部(12)的所述底部。

2. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述插入件(13)完全填充所述凹部(12),并且其中,所述插入件(13)借助于收缩配合固定到所述凹部(12)。

3. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述泄流通通道(14)在比起所述低压区域(LP、HP1)更靠近于所述高压区域(HP1、HP2)的位置处终止在所述凹部(12)中。

4. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述泄流通通道(14)被构造为分别在所述静止部分中或所述旋转部分中的孔。

5. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述间隙(9)被构造为沿所述轴向方向(A)延伸的环状间隙。

6. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述静止部分(8)包括环绕所述轴(6)的环形托架(11),并且其中,所述凹部(12)设置在所述环形托架(11)中。

7. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述叶轮(5)包括所述旋转部分(7)。

8. 根据权利要求7所述的泵,其中,所述叶轮(5)具有前护罩(7),所述前护罩(7)包括所述旋转部分,使得所述间隙(9)由所述叶轮(5)的所述前护罩(7)和所述插入件(13)界定。

9. 根据权利要求8所述的泵,其中,所述静止部分包括具有环形托架(11)的叶轮开口,所述环形托架(11)被构造造成接收所述叶轮(5)的所述前护罩(7)。

10. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述泵被构造为双吸泵,其中,所述叶轮(5)包括两个前护罩(7),并且其中,所述静止部分(8)包括两个环形托架(11),所述两个环形托架(11)中的每一者被构造造成接收所述叶轮(5)的所述两个前护罩(7)中的一者。

11. 根据权利要求1所述的泵,其中,所述旋转部分包括平衡鼓(70),所述平衡鼓(70)按抗扭方式布置在所述轴(6)上、在所述高压区域(HP1)与所述低压区域(LP)之间,并且其中,所述静止部分(26)被构造造成界定所述间隙(9),使得所述间隙(9)沿着所述平衡鼓(70)沿所述轴向方向(A)从所述高压区域(HP1)延伸到所述低压区域(LP)。

12. 根据权利要求11所述的泵,其中,所述插入件(13)设置在所述平衡鼓(70)的径向外表面中。

13. 根据权利要求1所述的泵, 其中, 所述泵包括第一组叶轮 (51、53) 和第二组叶轮 (53、52), 其中, 所述第一组叶轮 (51、53) 和所述第二组叶轮 (53、51) 按背对背布置方式来布置, 其中, 所述旋转部分包括中心衬套 (35), 所述中心衬套 (35) 相对于所述轴向方向 (A) 按抗扭方式布置在所述轴 (6) 上、在所述第一组叶轮 (51、53) 与所述第二组叶轮 (53、52) 之间, 并且其中, 所述静止部分 (26) 被构造成界定所述间隙 (9), 使得所述间隙 (9) 沿着所述中心衬套 (35) 的径向外表面沿所述轴向方向 (A) 延伸。

14. 根据权利要求1所述的泵, 其中, 所述插入件 (13) 包括塑料或加强碳材料或碳纤维材料或碳纤维碳复合材料。

15. 根据权利要求1所述的泵, 其中, 所述插入件 (13) 由聚醚醚酮制成。

用于输送流体的泵

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于输送流体的泵。

背景技术

[0002] 用于输送流体(例如液体,例如水)的泵用于许多不同行业中。示例是油气行业、发电行业、化学行业、水行业或制浆造纸行业。此类泵通常被构造为具有至少一个叶轮和用于使所述叶轮旋转的轴的离心泵。所述至少一个叶轮可以被例如构造为径向叶轮或轴向或半轴向叶轮或螺旋轴向叶轮。此外,叶轮可以被构造为开放式叶轮或封闭式叶轮,其中护罩设置在叶轮上,所述护罩至少部分地覆盖叶轮的叶片。

[0003] 在此类泵中,可能存在旋转部分非常靠近于非旋转或静止部分的数个位置,例如在轴的轴承中或机械密封件中或平衡装置(例如平衡鼓或中心衬套)中。此外,叶轮或叶轮的护罩通常靠近于静止构件(例如泵壳体的一部分)旋转。叶轮例如布置在静止叶轮开口中,所述静止叶轮开口是泵的相对于外壳静止并且适于接收叶轮的部分。在安装状态下,叶轮位于所述叶轮开口中,使得在叶轮的护罩的外周向表面与静止叶轮开口的内周向表面之间存在间隙(其也称为迷宫)。此间隙在旋转部分与静止部分之间构成空隙。

[0004] 在泵的操作期间,产生回流,所述回流从高压区域(对于单级泵,其为泵的出口附近的区域)流过侧室,并且流过前护罩与静止叶轮开口之间的间隙,回到叶轮的低压侧(对于单级泵,其为泵的入口附近的区域)。

[0005] 需要此间隙以降低旋转部分(即,叶轮)物理接触静止部分的风险。为了增加操作安全性并减少磨损,所述间隙通常以一定安全裕量构造,这意味着间隙的宽度被构造成使得叶轮与静止部分之间的物理接触的风险被最小化。另一方面,间隙的宽度越大,则通过侧室从高压侧到低压侧的回流越大。然而,较大回流降低了泵的效率。

[0006] 如今,在许多应用中,争取泵的最高效使用。期望具有由泵递送的功率(尤其是液压功率)与驱动泵所需的功率的最高可能的比。此期望主要基于增加的环境保护意识和对可用资源的负责任处理以及增长的能源成本。

[0007] 可以通过减小间隙的宽度来实现泵的效率的增加,使得减少回流。为此目的,已知措施是在叶轮的护罩周围提供静止的摩擦环,所述摩擦环带有具有良好摩擦性质的插入件,例如聚醚醚酮(PEEK)。通过此措施,可以减小间隙的宽度(即,旋转部分与静止部分之间的空隙)多达50%,而不危害泵的操作安全性。在旋转部分与静止部分之间的可能接触期间,PEEK插入件显著降低磨损的风险。

[0008] 虽然已经证明此措施在许多应用中是成功的,但是关于插入件还是会出现问题。插入件可能变形或者甚至塌陷,即,插入件尺寸不稳定。这特别导致插入件的过度磨损,并且可以显著降低泵的效率。

发明内容

[0009] 因此,本发明的目的是提出一种用于输送流体的泵,其具有高效率,而没有增加的

磨损,并且没有操作安全性的降低。

[0010] 这些目的通过根据本发明的用于输送流体的泵来实现。

[0011] 因此,根据本发明,提出一种用于输送流体的泵,其包括静止壳体、用于将所述流体从低压区域输送到高压区域的至少一个叶轮、用于使叶轮围绕轴向方向旋转的轴以及用于限制从高压区域到低压区域的流体流动的分离装置,其中每一叶轮安装在轴上,其中分离装置包括按抗扭方式连接到轴的旋转部分以及被构造成相对于壳体静止的静止部分,其中旋转部分和静止部分被构造成面向彼此并且在静止部分与旋转部分之间界定间隙,所述间隙布置在高压区域与低压区域之间,其中所述静止部分包括面向旋转部分的环状凹部,或者所述旋转部分包括面向静止部分的环状凹部,其中凹部包括底部,并且其中非金属插入件设置在所述凹部中。设置泄流通道(relief channel),所述泄流通道被构造成用于凹部的底部与低压区域之间的流体连通。

[0012] 本发明基于以下发现:在分离装置的相邻于高压腔室的一侧处盛行的高压往往穿入插入件与凹部的底部之间。因此,特别在插入件的相邻于低压侧的区域中,凹部的底部与插入件之间的压力产生可以通过推动插入件远离凹部的底部来使插入件变形。通过设置泄流通道(所述泄流通道被构造成在凹部的底部与低压腔室之间实现流体连通),可靠地防止凹部的底部与插入件之间的较大压力累积。因此,朝向凹部的底部按压插入件的压力大于沿着整个插入件在插入件与凹部的底部之间的压力。因此,有效地防止插入件特别是在低压侧处的变形或塌陷。因此,可以显著减小旋转部分与静止部分之间的间隙的宽度,而没有过度磨损的风险,并且不会降低泵的操作安全性。减小间隙的宽度导致泵的效率的显著增加。

[0013] 优选地,插入件完全填充凹部,其中插入件借助于收缩配合固定到凹部。

[0014] 优选措施是,泄流通道在比起低压腔室更靠近于高压腔室的位置处终止在凹部中。泄流通道越靠近于高压腔室终止,则凹部的底部与插入件之间的潜在压力累积就将越小。

[0015] 根据优选设计,泄流通道被构造为分别在静止部分中或旋转部分中的孔,因为这是制造泄流通道的简单方式。

[0016] 此外,优选地,间隙被构造为沿轴向方向延伸的环状间隙。

[0017] 根据优选构造,静止部分包括环绕轴的环形托架,其中凹部设置在托架中。

[0018] 泵可以被构造成使得叶轮包括旋转部分。

[0019] 在优选实施例中,叶轮具有前护罩,所述前护罩包括所述旋转部分,使得间隙由叶轮的前护罩和插入件界定。

[0020] 在此实施例中,有利的是,所述静止部分包括具有环形托架的叶轮开口,所述环形托架被构造成接收叶轮的前护罩。

[0021] 根据本发明的泵可以被构造为双吸泵,其中叶轮包括两个前护罩,并且其中所述静止部分包括两个环形托架,所述两个环形托架中的每一者被构造成接收叶轮的两个前护罩中的一者。

[0022] 在其它实施例中,所述旋转部分包括平衡鼓,所述平衡鼓按抗扭方式布置在轴上、在高压区域与低压区域之间,其中静止部分被构造成界定间隙,使得所述间隙沿着平衡鼓沿轴向方向从高压区域延伸到低压区域。

[0023] 在此类实施例中,插入件可以设置在平衡鼓的径向外表面中。当然,还可以将插入件设置在静止部分中,使得插入件面向平衡鼓的径向外表面。

[0024] 根据仍其它实施例,所述泵包括第一组叶轮和第二组叶轮,其中所述第一组叶轮和所述第二组叶轮按背对背布置方式来布置,其中所述旋转部分包括中心衬套,所述中心衬套相对于轴向方向按抗扭方式布置在轴上、在第一组叶轮与第二组叶轮之间,并且其中静止部分被构造界定间隙,使得所述间隙沿着中心衬套的径向外表面沿轴向方向延伸。

[0025] 优选地,插入件包括塑料或加强碳材料或碳纤维材料或碳纤维碳复合材料。

[0026] 特别有利的是,插入件由聚醚醚酮制成。

[0027] 根据优选实施方案,本发明的其它有利措施和实施例将变得显而易见。

附图说明

[0028] 在下文中将参考本发明的实施例并且参考附图更详细地解释本发明。按示意性图示出:

[0029] 图1:根据本发明的泵的第一实施例的横截面视图,

[0030] 图2:图1中的细节I的放大图示,以及

[0031] 图3:根据本发明的泵的第二实施例的示意性横截面视图。

具体实施方式

[0032] 图1示出根据本发明的泵的第一实施例的横截面视图,所述泵整体用附图标记1表示。图2示出图1中的细节I的放大图示。泵1被设计为用于输送流体(例如液体,例如水)的离心泵。

[0033] 在此第一实施例中,泵1被设计为双吸单级离心泵。此设计是优选实施例中的一者,其在实践中对许多应用有用。当然,本发明并不限于此设计。根据本发明的泵还可以被设计为单吸离心泵或多级离心泵或任何其它类型的离心泵。基于对图1和图2中所示的实施例的描述,所属领域的技术人员构建根据本发明的泵没有问题,所述泵被设计为另一类型的泵、尤其是离心泵,例如单吸泵。

[0034] 双吸泵1包括静止壳体2,静止壳体2具有两个入口3和用于泵送流体的出口4。泵1具有叶轮5,叶轮5具有多个叶片55以用于将流体从低压区域LP输送到高压区域HP。由于泵1被设计为单级泵1,因此低压区域LP位于入口3处(即,低压基本上是泵1的吸入压力),并且高压区域HP位于叶轮5的下游(即,在叶轮5与泵1的出口4之间)。因此,高压基本上是泵1的排放压力。叶轮5布置在可旋转的轴6上以便围绕轴向方向A旋转。轴向方向A由轴6的轴线限定,叶轮5在操作期间围绕轴6旋转。轴6通过驱动单元(未示出在图1中)旋转。

[0035] 垂直于轴向方向A的方向称为径向方向。

[0036] 泵1进一步包括用于密封轴6以防流体泄漏的密封单元50以及用于相对于轴向方向A并且相对于径向方向支撑轴6的轴承单元40。

[0037] 两个入口3相对于轴向方向A彼此相对地布置。因此,根据图1中的图示,流体从左侧并且从右侧沿轴向方向A流到叶轮5,而来自一个入口3的流体沿与来自另一入口3的流体相反的方向流到叶轮5。叶轮5沿径向方向将来自一个入口3的流体和来自另一入口3的流体两者都输送到泵1的出口4。

[0038] 在泵1的操作期间,从高压区域HP通过叶轮5的侧室10到低压区域LP产生回流。显然,所述回流降低泵1的效率。因此,提供用于限制流体的回流的分离装置20。

[0039] 一般来说,分离装置20包括按抗扭方式连接到轴6的旋转部分和被构造成相对于壳体2静止的静止部分。旋转部分和静止部分被构造成面向彼此,并且在静止部分与旋转部分之间界定间隙9。间隙9布置在高压区域HP与低压区域LP之间。

[0040] 在第一实施例中,叶轮5被设计为具有两个前护罩7的封闭双吸叶轮5,其中每一前护罩7面向入口3中的一者。每一前护罩7在面向相应入口3的所述侧上覆盖叶片55。在此第一实施例中,前护罩7构成分离装置20的旋转部分。

[0041] 壳体2设置有两个静止叶轮开口8以用于接收叶轮5的前护罩7。每一静止叶轮开口8相对于泵1的壳体2静止,并且具有圆形横截面,所述圆形横截面具有被构造成用于接收前护罩7的直径。因此,每一静止叶轮开口8环绕前护罩7中的一者,使得在相应叶轮开口8与相应前护罩7之间存在间隙9。

[0042] 因此,在第一实施例中,叶轮开口8构成分离装置20的静止部分。

[0043] 由于在以下描述中足以理解,因此仅参考成对前护罩7和叶轮开口8中的一者,即在图1中作为细节I圈出的一者。此细节I在图2中按放大图示示出。不言而喻,此描述还对第二对前护罩7和叶轮开口8(即,图1中左侧上的一对)有效。

[0044] 在安装状态下,叶轮5同轴布置在静止叶轮开口8内,使得前护罩7的外周向表面面向静止叶轮开口8的内周向表面。因此,前护罩7和静止叶轮开口8在前护罩7与静止叶轮开口8之间形成间隙9。间隙9也称为迷宫。其具有基本上环状形状,并且在高压区域HP与低压区域LP之间提供密封作用或至少节流作用。间隙9沿轴向方向A延伸并且在径向方向上具有极小的宽度,使得甚至在图2的放大图示中也无法识别所述宽度。间隙9或迷宫9抵靠位于入口3处的低压区域LP密封位于高压区域HP旁边的侧室10。侧室10在泵1的出口4附近位于叶轮5的高压侧处,并且由叶轮5的前护罩7和泵1的壳体2界定。在泵1的操作期间,回流从高压区域HP被引导通过侧室10。回流穿过间隙9或迷宫9,并且在入口3旁边到达叶轮5的低压区域LP。间隙9的功能之一是提供某种密封作用以限制回流。这就是间隙9也称为迷宫的原因。

[0045] 在泵1的第一实施例中,构成分离装置20的静止部分的叶轮开口8包括环绕轴6的环形托架11,其中托架11按托架11的径向内表面面向前护罩7的方式固定到界定叶轮开口8的壁。例如,托架11借助于螺钉固定到叶轮开口8的壁。环形托架11也称为摩擦环。密封元件15可以设置在环形托架11的径向外表面中用于托架11与壳体2之间的密封。密封元件15例如是O形环,其插入设置在托架11的径向外表面中的环状沟槽中。

[0046] 托架11设置有环状凹部12,环状凹部12布置在托架11的径向内表面中。凹部包括底部121,底部121是环绕轴6并且径向向外界定凹部12的环状表面。

[0047] 非金属插入件13布置在凹部12中,其中插入件13优选地被构造成使得其完全填充凹部12,并且相对于径向方向在凹部12上方稍微突出。因此,如果分离装置20的旋转部分与静止部分之间存在物理接触,则只有插入件13物理接触前护罩7。插入件13优选地由具有良好摩擦性质(即,良好抗摩擦磨损性)的塑料制成。当然,还存在用于制造插入件13的其它优选材料。例如,插入件13可以包括碳材料或加强碳材料或碳纤维材料或碳纤维碳复合材料,或者可以由其组成。

[0048] 用于插入件13的优选材料中的一者是聚醚醚酮(PEEK)。插入件13可以通过本领域

中已知的任何方式固定在凹部12中。然而,优选地,插入件13借助于收缩配合固定到凹部12。

[0049] 根据本发明,设置泄流通道14,其被构造成用于凹部12的底部121与低压区域LP之间的流体连通。

[0050] 如图2中可见,泄流通道14被设计为托架11中的孔,所述孔从凹部12的底部121延伸穿过托架11到达托架11的面向低压区域LP的表面111。泄流通道14被构造为从表面111沿轴向方向A(即,平行于凹部12)延伸的孔,所述孔通过倾斜钻孔连接到凹部12的底部121。

[0051] 在泵1的操作期间,泄流通道14可靠地防止凹部12的底部121与插入件13的抵靠凹部12的底部121的表面之间的压力累积。如果高压穿入插入件13与凹部12的底部121之间,则防止压力累积,因为压力借助于泄流通道14可靠地释放。因此,在凹部12的底部121处盛行的压力基本上是在低压区域LP中盛行的低压。分离装置20上方的压降仅在间隙9上方发生,这意味着间隙9中的压力始终大于凹部12的底部121处的压力。因此,插入件13始终按压抵靠凹部12的底部121,并且无法变形或塌陷到间隙9中。

[0052] 优选地,泄流通道14在比起低压区域LP更靠近于高压区域HP的位置处终止在凹部12中,使得来自高压区域HP并且在插入件13与凹部12之间穿入的任何流体都立即排放到低压区域LP。

[0053] 在其它实施例中,旋转部分包括具有插入件的凹部。按类似方式,泄流通道设置在旋转部分中,所述泄流通道被构造成用于旋转部分中的凹部的底部与低压区域LP之间的流体连通。

[0054] 图3示出根据本发明的泵1的第二实施例的示意性横截面视图。

[0055] 在对泵1的第二实施例的以下描述中,仅更详细地解释与第一实施例的差别。关于第一实施例的解释也按相同方式或类似方式对第二实施例有效。相同附图标记表示已经参考第一实施例解释的相同特征或功能等效的特征。

[0056] 根据本发明的泵的第二实施例被构造为多级离心泵1。轴6通过包括例如电动马达的驱动单元60驱动以围绕轴向方向A旋转。在其它实施例中,驱动单元60还可以布置在泵1的壳体2内。

[0057] 泵1的壳体2仅包括一个入口3,流体通过入口3进入泵1。此外,壳体2包括用于以与入口3处的流体的压力相比增加的压力来排放流体的出口4。

[0058] 多级泵1包括具有第一级叶轮51、最后一级叶轮52和可选地多个中间级叶轮53的多个叶轮5。作为示例,多级泵1是具有第一级叶轮51、最后一级叶轮52和六个中间级叶轮53的八级泵,所述叶轮全部串联布置在泵轴6上。当然,八个级的数目仅是示例性的。在其它实施例中,多级泵1可以包括多于八个级(例如十个或十二个级),或小于八个级(例如四个或两个级)。

[0059] 当沿流动流体的方向观察时,第一级叶轮51是第一个叶轮,即,第一级叶轮51在入口3旁边并且面向低压区域LP定位。当沿流动流体的方向观察时,最后一级叶轮52是最后一个叶轮5,即,最后一级叶轮52在出口4旁边并且面向泵1的排放压力基本上盛行的第二高压区域HP2定位。第二实施例的第二高压区域HP2对应于第一实施例的高压区域HP。

[0060] 每一叶轮51、52、53按抗扭方式固定地安装在轴6上。多个叶轮51、52、53串联布置在轴上,并且被构造成用于增加流体从低压区域LP到第二高压区域HP2的压力。

[0061] 驱动单元60被构造成在轴6上施加扭矩以用于驱动泵轴6和叶轮51、52、53围绕轴向方向A的旋转。

[0062] 多级泵1可以被构造为竖直泵1,这意味着在操作期间,轴6沿竖直方向延伸,竖直方向是重力方向。因此,轴向方向A与竖直方向一致。

[0063] 在其它实施例中,多级泵可以被构造为水平泵,这意味着在操作期间,轴水平延伸,即,轴向方向A垂直于重力方向。

[0064] 如图3中可见,多个叶轮51、52、53包括第一组叶轮51、53和第二组叶轮52、53,其中第一组叶轮51、53和第二组叶轮52、53按背对背布置方式来布置。第一组叶轮51、53包括第一级叶轮51和接下来三个级的三个中间叶轮53,并且第二组叶轮52、53包括最后一级叶轮52和前面三个级的三个中间叶轮53。在其它实施例中,第一组叶轮可以包括与第二组叶轮不同数目的叶轮。

[0065] 在背对背布置方式中,第一组叶轮51、53和第二组叶轮52、53被布置成使得,由旋转的第一组叶轮51、53的作用产生的轴向推力沿与由旋转的第二组叶轮52、53的作用产生的轴向推力相反的方向引导。如图3中由无附图标记的虚线箭头所指示,流体通过位于壳体2的下端处的入口3进入多级泵1,经过级一(第一级)、二、三和四,然后通过交叉管线34引导到泵1的上端处的第五级叶轮53的吸入侧,经过级五、六、七和八(最后一级),并且然后通过布置在泵1的上端与下端之间的出口4排放。

[0066] 关于多级泵,背对背布置方式对于许多应用是优选的,因为由第一组叶轮51、53产生的作用在轴6上的轴向推力抵消由第二组叶轮52、53产生的轴向推力。因此,所述两个轴向推力至少部分彼此补偿。

[0067] 忽略交叉管线34上方的压降,在第四级叶轮53的下游和交叉管线34中盛行的第四级排放压力基本上与第五级叶轮的吸入侧处的压力相同。此压力称为第一高压,其高于低压区域LP中的吸入压力并且小于第二高压区域HP2中的排放压力。此第一高压盛行的区域称为第一高压区域HP1。因此,相对于第二高压区域HP2,第一高压区域HP1是低压区域,并且相对于低压区域LP,第一高压区域HP1是高压区域。

[0068] 因此,多级泵1可以包括两个分离装置20,即用于限制从第二高压区域HP2到第一高压区域HP1的流体流动的分离装置20,以及用于限制从第一高压区域HP1到低压区域LP的流体流动的另一分离装置20。两个所述分离装置20都可以按与已经参考泵1的第一实施例解释的分离装置20类似的方式来构造。

[0069] 分离装置20中的一者界定从第一高压区域HP1到低压区域LP的流体流动。所述分离装置20的旋转部分包括平衡鼓70(也称为节流衬套),平衡鼓70按抗扭方式布置在轴6上、在第一高压区域HP1与背侧72之间,背侧72按本领域中已知的方式通过平衡管线90连接到入口3处的低压区域LP。忽略平衡管线90上方的压降,背侧72属于低压区域LP。

[0070] 平衡鼓7由分离装置20的静止部分26环绕,使得间隙9形成在平衡鼓70的径向外表面与静止部分26之间。静止部分26被构造相对于壳体2静止。间隙9是平衡鼓70的径向外表面与静止部分26之间的环状间隙。静止部分26被构造限制间隙9,使得间隙9沿着平衡鼓70沿轴向方向A从第一高压区域HP1延伸到背侧72处的低压区域LP。

[0071] 平衡管线90被构造用于使流体从平衡鼓70的背侧72再循环到入口3处的低压侧。在操作期间,离开交叉管线34的加压流体的一部分流过间隙9到达背侧72,进入平衡管

线90,并且再循环到入口3处的低压区域LP。

[0072] 分离装置20中的另一者界定从第二高压区域HP2到交叉管线34开始的第四级叶轮53的排放侧处的第一高压区域HP1的流体流动。所述分离装置20的旋转部分包括中心衬套35,中心衬套35相对于轴向方向A按抗扭方式布置在轴6上、在第一组叶轮51、53与第二组叶轮52、53之间。静止部分26被构造成界定间隙9,使得间隙9沿着中心衬套35的径向外表面沿轴向方向延伸。

[0073] 中心衬套35也是用于减小作用在轴6上的总轴向推力的平衡装置。中心衬套35与轴6一起旋转。当分别沿增加的压力的方向观察时,中心衬套35布置在轴6上、在最后一组叶轮52(其是第二组叶轮的最后一个叶轮)与第四级的中间叶轮53(其是第一组叶轮的最后一个叶轮)之间。中心衬套35由相对于壳体2静止的静止部分26环绕。间隙9形成为中心衬套35的径向外表面与静止部分26之间的环状平衡通路。

[0074] 中心衬套35和间隙9的功能在原理上与平衡鼓70和间隙9的功能相同。在中心衬套35的面向最后一组叶轮52的轴向表面处,第二高压区域HP2的高压盛行,并且在面向第四级的中间叶轮53的另一轴向表面处,较低压力(即,第一高压区域HP1的压力)盛行。因此,流体可以沿着中心衬套35从最后一组叶轮52穿过间隙9到达第四级的中间叶轮53。

[0075] 在其它实施例中,仅存在包括平衡鼓70的分离装置20,而不存在包括中心衬套35的分离装置。在仍其它实施例中,仅存在包括中心衬套35的分离装置20,而不存在包括平衡鼓70的分离装置。另外,还存在包括两个或甚至更多个分离装置20的实施例,分离装置20中的每一者包括平衡鼓70。

[0076] 包括平衡鼓70的分离装置20和包括中心衬套35的分离装置20两者都可以根据本发明来构造,即包括泄流通道14,泄流通道14被构造成分别用于凹部12的底部121与低压区域LP或HP1之间的流体连通。

[0077] 相对于具有平衡鼓70的分离装置20并且相对于具有中心衬套35的分离装置20,可以设置用于在分离装置20的旋转部分中或分离装置20的静止部分中接收插入件13的凹部12。在图3中所示的实施例中,具有平衡鼓70的分离装置20具有凹部12,其中插入件13在旋转部分中,即,在平衡鼓70中。具有中心衬套35的分离装置20具有凹部12,其中插入件13在静止部分26中。

[0078] 在每一情况下,泄流通道14可以按与已经参考泵1的第一实施例解释类似的方式来构造。为了更好地理解,图3额外示出平衡鼓70的放大图,其中插入件13布置在凹部12中,其中插入件13相对于径向方向在平衡鼓70上方凸出。泄流通道14设计为使凹部12的底部121与属于低压区域LP的背侧72连接的孔。作为选项并且如平衡鼓70的放大图示中所示,可以设置多个泄流通道14,例如两个、三个或四个泄流通道14,泄流通道14中的每一者从凹部12的底部121延伸到表面111。其相对于轴向方向A界定平衡鼓,并且面向低压区域LP。

[0079] 静止部分26中面向中心衬套35的泄流通道14可以按即与使静止部分26中的凹部12的底部121与低压区域HP1(其在此情况下是第四级叶轮53的排放侧处的区域)连接的孔类似的方式来构造。

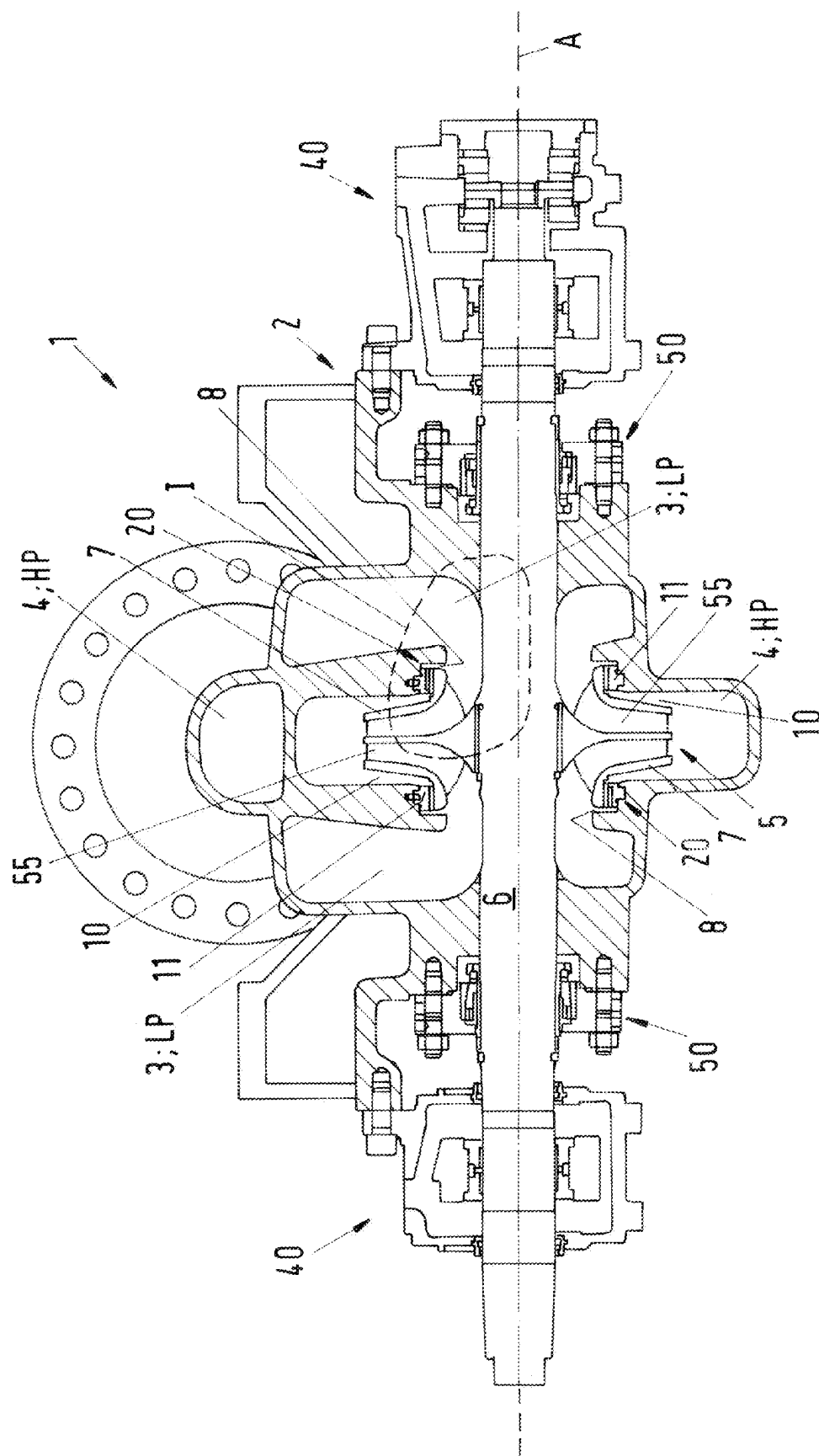


图 1

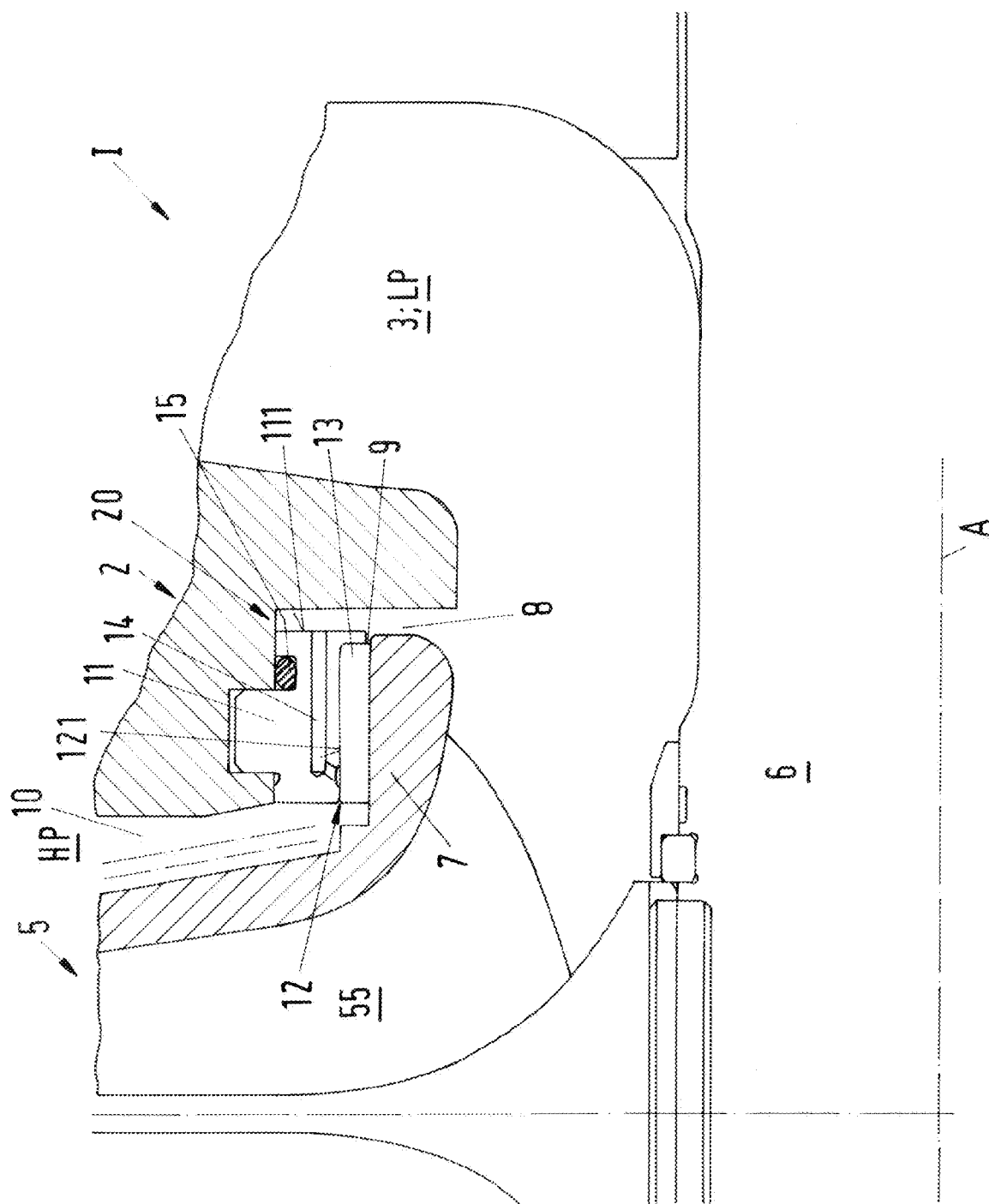


图 2

