



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113165086 B

(45) 授权公告日 2024.12.13

(21) 申请号 201980057122.5

(22) 申请日 2019.08.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113165086 A

(43) 申请公布日 2021.07.23

(30) 优先权数据
62/725,766 2018.08.31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.01

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/049051 2019.08.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/047400 EN 2020.03.05

(73) 专利权人 杜博林公司有限责任公司
地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 L·弗瑞德 L·达尔克

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283
专利代理师 林治辰 李健

(51) Int.Cl.
B23B 31/30 (2006.01)

(56) 对比文件
JP H09100976 A, 1997.04.15
CN 103711809 A, 2014.04.09

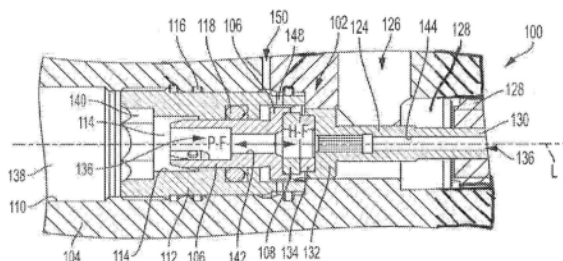
审查员 蔡天泽

权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称
旋转密封件

(57) 摘要

一种用于沿着旋转机械部件和非旋转机械部件之间的不可压缩流体路径使用的旋转接头，包括非旋转密封载体，该非旋转密封载体包括非旋转密封件，该非旋转密封件与非旋转密封载体一起限定内侧的净液压表面和外侧的净气动表面。处于压力下的不可压缩流体与净液压表面的接触产生闭合力，并且处于压力下的可压缩流体与净气动表面的接触产生打开力。



1. 一种旋转接头,所述旋转接头沿旋转机械部件和非旋转机械部件之间的不可压缩流体路径设置,包括:

安装套筒,所述安装套筒设置在形成于所述非旋转机械部件中的孔中,所述安装套筒形成滑动孔;

非旋转密封载体,所述非旋转密封载体可滑动地且密封地设置在所述滑动孔中,所述非旋转密封载体包括非旋转密封元件,其中所述非旋转密封元件和所述非旋转密封载体限定出内侧的净液压表面和外侧的净气动表面;

旋转密封元件,所述旋转密封元件设置在所述旋转机械部件上;

其中,所述非旋转密封载体能够沿轴向方向在延伸位置和缩回位置之间移动,在所述延伸位置,所述旋转密封元件和所述非旋转密封元件接触以形成机械面密封,在所述缩回位置,所述旋转密封元件和所述非旋转密封元件分离以沿所述轴向方向形成间隙;以及

其中,在操作期间,处于压力下的不可压缩流体与所述净液压表面的接触产生沿闭合方向的闭合力,所述闭合力趋于将所述非旋转密封载体从所述缩回位置朝向所述延伸位置推动;以及

其中,在操作期间,可压缩流体适于提供并存在于相对于所述非旋转密封载体的外部,并围绕所述机械面密封,使得处于压力下的可压缩流体与所述净气动表面的接触产生沿打开方向的打开力,所述打开力趋于将所述非旋转密封载体从所述延伸位置朝向所述缩回位置推动。

2. 根据权利要求1所述的旋转接头,所述旋转接头还包括设置在所述安装套筒和所述非旋转密封载体之间的弹簧,所述弹簧设置成在所述闭合方向上提供弹簧力。

3. 根据权利要求2所述的旋转接头,其中,当沿所述闭合方向存在的总闭合力大于沿所述打开方向存在的总打开力时,形成所述机械面密封。

4. 根据权利要求3所述的旋转接头,其中,所述总闭合力包括所述弹簧力和由作用在所述净液压表面上的所述不可压缩流体产生的所述闭合力。

5. 根据权利要求3所述的旋转接头,其中,所述总闭合力主要由所述弹簧闭合力提供,所述弹簧闭合力大于由作用在所述净气动表面上的所述可压缩流体产生的所述打开力。

6. 根据权利要求1所述的旋转接头,其中,当沿所述闭合方向存在的总闭合力大于沿所述打开方向存在的总打开力时,形成所述机械面密封。

7. 根据权利要求6所述的旋转接头,其中,所述总闭合力主要由作用在所述净液压表面上的所述不可压缩流体提供。

8. 根据权利要求6所述的旋转接头,其中,所述总打开力主要由作用在所述净气动表面上的所述可压缩流体提供。

9. 根据权利要求1所述的旋转接头,其中,所述可压缩流体是空气,并且其中,所述不可压缩流体是冷却剂。

10. 一种用于操作旋转接头的方法,包括:

提供可滑动地且密封地设置在滑动孔内的非旋转密封载体,所述非旋转密封载体包括非旋转密封元件;

在所述非旋转密封元件和所述非旋转密封载体的内侧上限定净液压表面;

在所述非旋转密封元件和所述非旋转密封载体的外侧上限定净气动表面;

提供设置在旋转机械部件上的旋转密封元件;以及

使所述非旋转密封载体沿轴向方向在延伸位置与缩回位置之间移动,在所述延伸位置,所述旋转密封元件与所述非旋转密封元件接触以形成机械面密封,在所述缩回位置,所述旋转密封元件与所述非旋转密封元件分离以沿所述轴向方向形成间隙;

其中,通过提供与所述净液压表面接触的不可压缩流体以在闭合方向上产生闭合力,从而完成从所述缩回位置到所述延伸位置的移动;以及

其中,通过提供与所述净气动表面接触的相对于所述机械面密封在外部并且围绕所述机械面密封的可压缩流体以在打开方向上产生打开力,从而完成从所述延伸位置到所述缩回位置的移动。

11. 根据权利要求10所述的方法,所述方法还包括提供弹簧,所述弹簧设置成提供沿所述闭合方向的弹簧力。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,当沿所述闭合方向存在的总闭合力大于沿所述打开方向存在的总打开力时,形成所述机械面密封。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述总闭合力包括所述弹簧力加上所述闭合力,所述闭合力由作用在所述净液压表面上的所述不可压缩流体产生。

14. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述总闭合力主要由所述弹簧闭合力提供,所述弹簧闭合力大于由作用在所述净气动表面上的所述可压缩流体产生的所述打开力。

15. 根据权利要求10所述的方法,其中,当沿所述闭合方向存在的总闭合力大于沿所述打开方向存在的总打开力时,形成所述机械面密封。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述总闭合力主要由作用在所述净液压表面上的所述不可压缩流体提供。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述总打开力主要由作用在所述净气动表面上的所述可压缩流体提供。

18. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述可压缩流体是空气,并且其中,所述不可压缩流体是冷却剂。

19. 一种旋转接头,所述旋转接头沿旋转机械部件和非旋转机械部件之间的不可压缩流体路径设置,包括:

安装套筒,所述安装套筒设置在形成于所述非旋转机械部件中的孔中,所述安装套筒形成滑动孔;

非旋转密封载体,所述非旋转密封载体可滑动地且密封地设置在所述滑动孔中,所述非旋转密封载体包括非旋转密封元件,其中,所述非旋转密封元件和所述非旋转密封载体限定出内侧的净液压表面和外侧的净气动表面;

旋转密封元件,所述旋转密封元件设置在所述旋转机械部件上;以及

弹簧,所述弹簧设置在所述安装套筒和所述非旋转密封载体之间,所述弹簧将弹簧力提供到所述非旋转密封载体上;

其中,所述非旋转密封载体能够沿轴向方向在延伸位置和缩回位置之间移动,在所述延伸位置,所述旋转密封元件和所述非旋转密封元件接触以形成机械面密封,在所述缩回位置,所述旋转密封元件和所述非旋转密封元件分离以沿所述轴向方向形成间隙;以及

其中,在操作期间,处于压力下的不可压缩流体与所述净液压表面和所述弹簧的接触

在闭合方向上产生闭合液压力和弹簧力,该闭合液压力和弹簧力趋于将所述非旋转密封载体从所述缩回位置朝向所述延伸位置推动;以及

其中,在操作期间,可压缩流体适于提供并存在于相对于所述非旋转密封载体的外部,并围绕所述机械面密封,使得处于压力下的可压缩流体与所述净气动表面的接触在打开方向上产生打开力,所述打开力趋于将所述非旋转密封载体从所述延伸位置朝向所述缩回位置推动。

20.根据权利要求19所述的旋转接头,其中,当沿所述闭合方向存在的总闭合力大于沿所述打开方向存在的总打开力时,形成所述机械面密封。

旋转密封件

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求在2018年8月31日提交的主题名称为“旋转接头”的第62/725,766号临时美国专利申请的优先权。

背景技术

[0003] 在机床中,主轴可以被描述为包括旋转轴或转轴的装置,该旋转轴或转轴通常承载切削或其它工具。根据机器的类型,主轴可由各种类型的动力驱动以使轴或轴杆旋转,所述动力例如电动机、液压或气动马达等。在使用气动动力来驱动轴的应用中,轴可以包括连接到轴并且封装在心轴的壳体內的涡轮机叶片,该心轴具有滚动的或其它形状,其迫使以高压提供的空气经过叶片以使轴旋转。在典型的操作条件下,供应加压空气,例如90psi,并使轴以高速旋转,例如65,000RPM。在用于形成部件的机器中,例如CNC机器,所谓的空气涡轮轴是已知的。

[0004] 虽然空气涡轮轴在提供可执行机械加工操作的高速轴方面是有用的,但其高速操作可在轴工具与工件之间产生热量,这通常通过提供冷却剂的外部流来解决,所述外部流既冷却工件又移除碎屑。然而,冷却剂流到工件的区域上的定位不总是最佳的,或甚至是不可能的,尤其是当机械加工工件的窄腔内的区域时。

发明内容

[0005] 在一个方面,本发明描述了一种旋转接头,该旋转接头沿着旋转机械部件和非旋转机械部件之间的不可压缩流体路径设置。旋转接头包括安装套筒,该安装套筒设置在形成于非旋转机械部件中的孔中。安装套筒形成滑动孔,非旋转密封载体可滑动地且密封地设置在该滑动孔中。该非旋转密封载体包括非旋转密封元件,该非旋转密封元件与非旋转密封载体一起限定内侧的净液压表面和外侧的净气动表面。旋转密封元件设置在旋转机械部件上。非旋转密封载体可在延伸位置和缩回位置之间沿轴向移动,在延伸位置,旋转和非旋转密封元件接触以形成机械面密封,在缩回位置,旋转密封元件和非旋转密封元件分离以沿轴向方向形成间隙。在操作期间,处于压力下的不可压缩流体与净液压表面的接触在闭合方向上产生趋于将非旋转密封载体从缩回位置朝向延伸位置推动的闭合力。此外,在操作期间,处于压力下的可压缩流体与净气动表面的接触产生在打开方向上的打开力,该打开力趋于将非旋转密封载体从延伸位置推向缩回位置。

[0006] 在另一方面,本发明描述了一种用于操作旋转式接头的方法。该方法包括提供可滑动地且可密封地设置在滑动孔内的非旋转密封载体,该非旋转密封载体包括非旋转密封元件;在非旋转密封元件和非旋转密封载体的内侧限定净液压表面;在非旋转密封元件和非旋转密封载体的外侧限定净气动表面;提供设置在旋转机械部件上的旋转密封元件;以及使非旋转密封载体在轴向方向上在延伸位置和缩回位置之间移动,在延伸位置,旋转密封元件和非旋转密封元件接触以形成机械面密封,在缩回位置,旋转密封元件和非旋转密封元件分离以沿轴向方向形成间隙。在一个实施例中,通过提供与净液压表面接触的不可

压缩流体以在闭合方向上产生闭合力,从而完成从缩回位置到延伸位置的移动,并且通过提供与净气动表面接触的可压缩流体以在打开方向上产生打开力,从而完成从延伸位置到缩回位置的移动。

[0007] 在又一方面,本发明描述了一种旋转接头,该旋转接头沿着旋转机械部件和非旋转机械部件之间的不可压缩流体路径设置。旋转接头包括设置在形成于非旋转机械部件中的孔中的安装套筒,安装套筒形成滑动孔,可滑动且可密封地设置在滑动孔中的非旋转密封载体,非旋转密封载体包括非旋转密封元件,其中非旋转密封元件和非旋转密封载体在内侧限定净液压表面,在外侧限定净气动表面,设置在旋转机械部件上的旋转密封元件,以及设置在安装套筒和非旋转密封载体之间的弹簧,弹簧将弹簧力提供到非旋转密封载体上。非旋转密封载体在操作期间可在延伸位置和缩回位置之间沿轴向方向移动,在延伸位置,旋转和非旋转密封元件接触以形成机械面密封,在缩回位置,旋转密封元件和非旋转密封元件分离以沿轴向方向形成间隙。处于压力下的不可压缩流体与净液压表面和弹簧的接触在闭合方向上产生闭合液压力和弹簧力,该闭合液压力和弹簧力趋于将非旋转密封载体从缩回位置朝向延伸位置推动,并且处于压力下的可压缩流体与净气动表面的接触在打开方向上产生打开力,打开力趋于将非旋转密封载体从延伸位置朝向缩回位置推动。

附图说明

[0008] 图1是根据本发明的穿过空气心轴的截面图,示出了处于关闭位置的旋转密封件;以及

[0009] 图2是图1的空气心轴的剖视图,示出了处于打开位置的旋转密封件。

[0010] 图3和图4是根据本发明的在旋转主轴的不同操作条件下作用在密封环上的力的示意图。

[0011] 图5是穿过具有根据本发明的替代实施例的闭合弹簧的空气心轴的横截面图。

具体实施方式

[0012] 本发明涉及一种用于延伸穿过空气心轴的冷却剂通道的旋转密封件。根据本发明的空气主轴有利地构造成允许流体冷却剂在机加工过程中通过主轴,从而可以实现冷却剂流的更可靠和精确的布置。给定主轴的轴的相对高的旋转速度,旋转密封件构造成当液体冷却剂通过轴提供时产生密封,并且当冷却剂流中断时在旋转密封件的密封环之间弹出或产生间隙,使得可避免由于干运行状态和/或密封环的加热而对密封件造成的损坏。众所周知,产生机械面密封的旋转密封件,通常称为“旋转接头”,当在没有冷却和/或润滑介质的情况下以高速运行时,易于加热,并且可能损坏。在本文所述的结构中,当由于冷却剂流动或更一般地由于不可压缩流体流通过接头而在接头内存在液压时,旋转式接头的气动表面和液压表面操作以促使密封环彼此接触。接触的密封件形成机械面密封,其允许冷却剂从非旋转机器部分密封流动到主轴的旋转轴中。当轴仍然旋转时,例如在操作之间和/或当轴的旋转减慢时,当冷却剂流中断时,从外部施加到心轴内的旋转接头的气动压力产生趋于将密封环推离彼此的力,这在环之间产生空气间隙,其有效地避免密封环的干运转状况。

[0013] 在一个实施例中,根据本发明的密封装置被构造成当加压冷却剂存在于冷却剂通道中时保持两个密封环彼此接触。存在于冷却剂通道中的加压冷却剂将净液压力施加到可

滑动的非旋转密封载体和密封元件或环上,以在闭合方向上(即,朝向旋转密封环)推动非旋转密封载体。该净液压力大于由在外部沿相反(打开)方向作用在密封件支座上的加压空气所施加的净气压力。

[0014] 当冷却剂流动中断时,液压力消失并且密封环分离以产生空气间隙以形成在两个密封环之间,使得由于干运转而避免了由于密封环之间的摩擦引起的过度加热。密封件支座被气动力推动而移动,该气动力不再被液压力克服。当密封环分离时,空气进入冷却剂通道并清除可能残留在其中的任何冷却剂。

[0015] 图1和2示出了在两个操作位置的穿过根据本发明的空气心轴100的一部分的横截面。在图1的图示中,旋转接头102被示出为处于关闭或密封位置,并且在图2的图示中,旋转接头102被示出为处于弹出或打开位置。空气主轴100可以是在计算机数字控制(CNC)机器中操作的空气主轴,该CNC机器提供加压空气源以给轴提供动力,并且还提供液体冷却剂源,以用于冷却和清洁连接到轴的工具(未示出)在操作期间从工件(未示出)切削材料的区域。

[0016] 空气主轴100包括旋转部分和非旋转部分或机械部件。具体地,非旋转机械部件104可滑动地且可密封地容纳非旋转密封载体106。非旋转密封载体106包括附接或以其它方式形成在其上的非旋转密封环108,其与非旋转密封载体106一起可滑动地设置在非旋转机械部件104的孔110内。在所示的实施例中,形成滑动孔114的安装套筒112直接安装到孔110中,非旋转密封载体106可滑动地且密封地设置在该滑动孔114中。

[0017] 安装套筒112和孔110之间的密封以及滑动孔114和非旋转密封载体106之间的密封分别通过径向密封件116和118来实现。如图所示,密封件116设置在相对于彼此静止的部件之间,而密封件118适应非旋转密封载体106和滑动孔114之间的滑动运动。密封件118和116具体表现为O形环,但也可使用其它类型的密封件。其它密封类型的例子包括唇形密封、U形杯密封等。

[0018] 为了防止非旋转密封载体106相对于非旋转机械部件104旋转,非旋转密封载体106形成至少部分地平行于主轴100的纵向轴线“L”延伸的槽120。销122连接到滑动孔114的壁上,并径向向内延伸。销122与槽120配合,并且其尺寸被设置成使得槽120可沿销122轴向滑动,但不能沿周向滑动,从而防止非旋转密封载体106的相对旋转,而不会抑制其在操作期间沿纵向轴线L的方向上的轴向运动。

[0019] 空气主轴100还包括旋转部件。在图中所示的局部横截面中,示出了空气涡轮轴的部分。具体地,轴124由轴承(未示出)可旋转地支撑,并且布置成当通过形成在非旋转机械部件104中的空气入口126和空气通道128提供压缩空气时旋转。在空气入口126处提供的空气将行进通过空气通道128,并且经过连接到轴124的轴向涡轮机叶片128,从而导致叶片和轴转动。

[0020] 轴124包括细长主体130和扩大直径的插孔132,旋转密封环134共同旋转地安装在该插孔132上。分段冷却剂通道136由多个对齐的孔和开口形成,这些孔和开口形成在机器的各个部件中。冷却剂通道136从形成在非旋转机械部件104中的冷却剂开口138(其也是孔110的开口)延伸通过滑动孔114的开口端140,通过具有大致管状构造的非旋转密封载体106的内孔142,通过旋转密封环134和非旋转密封环108的中心开口,并且通过延伸通过轴124的细长本体130的孔或筒144。

[0021] 当空气心轴工作时,通过空气入口126提供的压力下的空气存在于相对于非旋转密封载体的外部。非旋转密封载体106的暴露于压力空气的各种外表面共同提供了净气动表面,气动力 $P-F$ 作用于该净气动表面上,对于特定结构而言,该气动力与在入口126处提供的空气压力成比例。图4中示出了近似于跨过环形密封环界面I的气动力 $P-F$ 的形状或分布的示意图。如图4所示,对于从外部施加到管接头的气压 P_1 和内部压力 P_0 ,气动力 $P-F$ 具有抛物线分布,其由图表中曲线下的阴影区域表示。在没有其它动态力作用在非旋转密封载体上的情况下(即,不包括摩擦力),由施加到界面I上的所示曲线下方的面积表示的外部施加的总气动力 $P-F$ 将倾向于沿朝向非旋转机械部件104的方向,即沿图1和2中所示的定向中的左侧,推动非旋转密封载体106,如图2中的箭头所示。结果,如图2所示,非旋转密封载体106与非旋转密封环108一起将更深地移动或缩回到滑动孔114中,导致在密封环108和134之间形成分离或间隙146。当销122邻接槽120的端部时,或更典型地,当空气压力推动非旋转密封载体106和非旋转密封环108远离旋转密封环134时,非旋转密封载体106的缩回可停止。

[0022] 当在冷却剂开口138处提供加压冷却剂时,非旋转密封载体106的暴露于加压冷却剂的各种内表面共同提供净液压表面,在该净液压表面上有液压力 $H-F$,对于特定结构,该液压力 $H-F$ 与在入口138处提供的冷却剂的压力成比例。图3中示出了近似于穿过环形密封环界面I的液压力 $P-H$ 的形状或分布的示意图。如图3所示,对于内部施加到管接头的流体压力 P_1 和外部压力 P_0 (在这种情况下,为空气压力),液压力 $P-H$ 具有大致线性的分布,其由图线下方的阴影区域表示。注意,虽然该图表示出了线性分布,但是当气动分布和液压分布的量值彼此更接近时,合力可以由曲线最佳地表示。在所示实施例中,例如,接头内部的流体压力可以比从外部施加在接头上的空气压力大几个数量级,这导致图3的图表中的界面I上的主要线性的力分布。然而,从外部施加到接头的较高空气压力将趋向于使集合曲线更朝向抛物线形状成形。

[0023] 非旋转密封载体106,与非旋转密封环108和旋转密封环134一起,被构造成使得液压 $H-F$ 大于为机器选择的工作空气和冷却液压力的气压 $P-H$ 。这样,等于液压和气动力($H-F-P-F$)之差的净力(不包括任何静态力,例如摩擦力)将倾向于朝着轴124的方向推动非旋转密封载体106,即朝着图1和图2中所示的方向向右推动非旋转密封载体106。结果,如图1所示,非旋转密封载体106与非旋转密封环108一起将向外移动或从滑动孔114伸出,导致间隙146闭合并且密封环108和134彼此密封接合。

[0024] 当密封环108和134以将非旋转密封环108推入或偏压到旋转密封环134中的方式接触时,非旋转密封载体106的延伸可停止。这种偏压在密封环108和134之间的界面处形成机械面密封,其保持围绕冷却剂通道136的密封,这允许在操作期间在压力下将冷却剂从非旋转机械部件104传输到轴124的孔144中并通过该孔144。当冷却剂供应停止时,液压和相应的力 $H-F$ 也停止。

[0025] 在空气压力持续存在的情况下,并且在液压力 $H-F$ 减小到几乎为零的情况下,气动力 $P-F$ 改变作用在非旋转密封载体106上的净力的方向,并促使密封环分开,如上所述。在这种情况下,空气进入冷却剂通道136还有助于从通道136清除任何剩余的冷却剂。从间隙146溢出的冷却剂可被收集并引导通过形成在安装套筒112中的排放开口148,并且还通过形成在非旋转机械部件104中的相应排放开口150。因此,间隙146的打开和关闭可以通过在旋转

接头102内部提供加压冷却剂而被选择性地控制,同时接头102外部的空气压力存在并且旋转轴124。这样,在密封环连接时,可以实现由密封环产生的密封界面的冷却剂润滑和冷却,并且密封件的分离可以在干运转条件下保护密封环。

[0026] 应当理解,本文所述的结构可用于除了空气涡轮机心轴之外的应用中,空气涡轮机心轴在本文中作为示例性实施例来描述。通常,根据本发明的旋转接头可以在任何应用中操作,其中,在存在由可压缩流体对旋转接头的外部加压的情况下,可以施加由不可压缩流体对旋转接头的内部加压。在这种情况下,利用不可压缩流体的内部加压将提供趋于克服趋于将密封环推开的气动力而关闭接头的密封环之间的密封的净液压力。当不可压缩流体的施加中断时,液压力将减小,并将允许由可压缩流体从外部施加在接头上的气动力将密封环推开。因此,接头的密封环的工作位置将取决于由不可压缩流体的压力提供的内力和由可压缩流体的压力提供的外力之间的压力差。这种压力差有时会对接头的密封环产生净打开或净闭合效果。可以设想,根据本发明的旋转接头的平衡比可以大于50%,包括大于100%,该平衡比可以被定义为接头的净闭合面积与净打开液压或气动面积的比。

[0027] 图5示出了空气心轴200的一个可选实施例的横截面图,在该实施例中,与图1和2所示空气心轴100的相应结构和特征相同或相似的结构和特征由先前为简单起见而使用的相同附图标记表示。因此,空气心轴200包括旋转和非旋转部分或机械部件。更具体地,非旋转机械部件104可滑动地且可密封地容纳非旋转密封载体106。非旋转密封载体106包括附接或以其它方式形成在其上的非旋转密封环108,其与非旋转密封载体106一起可滑动地设置在非旋转机械部件104的孔110内。安装套筒212形成滑动孔214,并直接安装到孔110中。滑动孔214与滑动孔114(图1)的不同之处在于,相对于滑动孔214沿径向方向至少部分地向内延伸的载体凸缘211将孔分成第一圆柱形空腔202和第二圆柱形空腔204。非旋转密封载体106可滑动地且可密封地设置在滑动孔214内。

[0028] 为了防止非旋转密封载体106相对于非旋转机械部件104旋转,非旋转密封载体106形成至少部分地平行于主轴200的纵向轴线“L”延伸的槽120。在该实施例中,形成在锁定螺母223中的径向突起222延伸到槽120中并且与槽120配合。伸出部222的尺寸被设置成使得槽120可沿其滑动但不能沿周向滑动,从而防止非旋转密封载体106的相对旋转,而不会在操作期间抑制其沿纵向轴线L的方向的轴向运动。

[0029] 空气心轴200还包括闭合弹簧206。如图所示,弹簧206是轴向压缩弹簧,但是也可以使用其它装置,例如由多于一个元件制成的压缩件、由诸如橡胶的弹性材料制成的主体等。弹簧206用于在非旋转密封载体106上施加偏压力,该偏压力趋于沿闭合方向,即朝向旋转密封件134推动非旋转密封件108。闭合弹簧力的大小可以是恒定的,或者可以与非旋转密封载体106在滑动孔214内的轴向位置成比例或以其他方式相关。闭合弹簧206被轴向地约束或设置在凸缘211的面向非旋转密封环108的环形面213和非旋转密封载体106的径向向外延伸的面之间,该径向向外延伸的面例如邻近非旋转密封件108的外周。

[0030] 当空气心轴如上所述操作时,所提供的压力下的空气提供了净气动表面,气动力P-F作用于该净气动表面上,对于特定结构,该气动力与所提供的空气压力成比例。弹簧力与由内部压力提供的液压力一起抵抗气动力,以增大倾向于在朝向非旋转机械部件104的方向上推动非旋转密封载体106的总力。这允许在密封圈108和134之间保持密封,以使接头200中存在的液压低于空气心轴或接头100,甚至在不存在液压的情况下(当然,取决于为弹

簧206选择的常数和施加的气压值)。因此,可以设想,旋转接头200的平衡比可以选择为小于50%。

[0031] 本文引用的所有参考文献,包括出版物、专利申请和专利,均通过引用并入本文,其程度如同每篇参考文献单独且具体地指明通过引用并入本文并且在本文中整体阐述。

[0032] 在描述本发明的上下文中(尤其是在以下权利要求的上下文中)使用的术语“一”和“一个”和“该”和“至少一个”以及类似的指示物应被解释为覆盖单数和复数,除非本文另有指示或与上下文明显矛盾。除非本文另有说明或与上下文明显矛盾,使用术语“至少一个”后接一个或多个项目的列表(例如,“A和B中的至少一个”)应理解为是指选自所列项目(A或B)的一个项目或所列项目(A和B)中的两个或更多个的任何组合。术语“包括”、“具有”、“包含”和“含有”应被解释为开放式术语(即,意味着“包括但不限于”),除非另有说明。除非本文另有说明,本文中对数值范围的叙述仅旨在用作单独提及落入该范围内的每个单独值的速记方法,并且每个单独值被并入说明书中,如同其在本文中被单独叙述一样。除非本文另有说明或与上下文明显矛盾,否则本文所述的所有方法可以任何合适的顺序进行。除非另有要求,否则本文提供的任何和所有实例或示例性语言(例如,“诸如”)的使用仅旨在更好地说明本发明,而不是对本发明的范围施加限制。说明书中的语言不应被解释为指示任何未要求保护的元素对于本发明的实践是必要的。

[0033] 本文描述了本发明的优选实施例,包括发明人已知的实施本发明的最佳模式。在阅读了前面的描述之后,那些优选实施例的变型对于本领域的普通技术人员来说是显而易见的。发明人期望技术人员适当地采用这些变型,并且发明人希望本发明以不同于本文具体描述的方式实施。因此,本发明包括适用法律所允许的所附权利要求中所述主题的所有修改和等同物。此外,本发明包括上述元件在其所有可能变化中的任何组合,除非本文另有说明或与上下文明显矛盾。

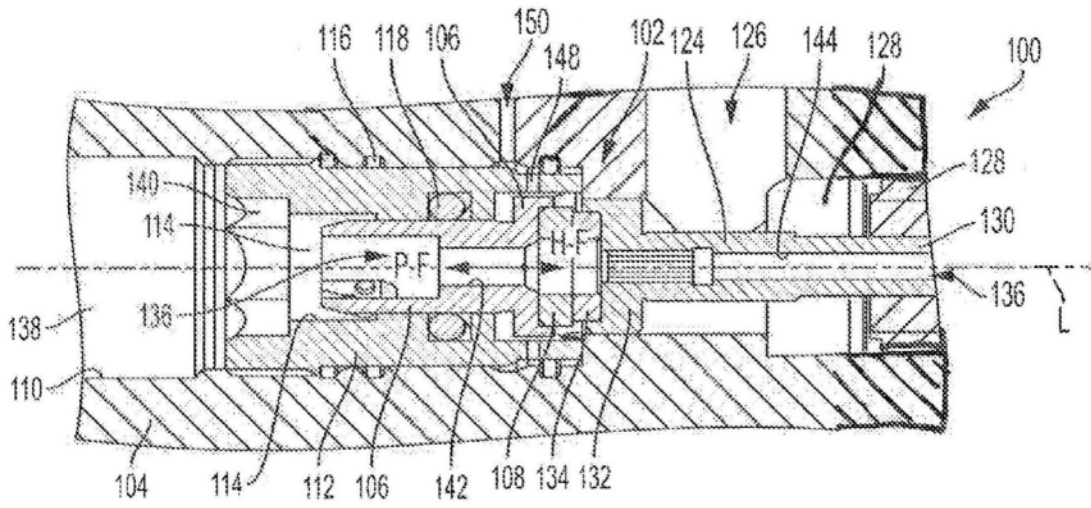


图1

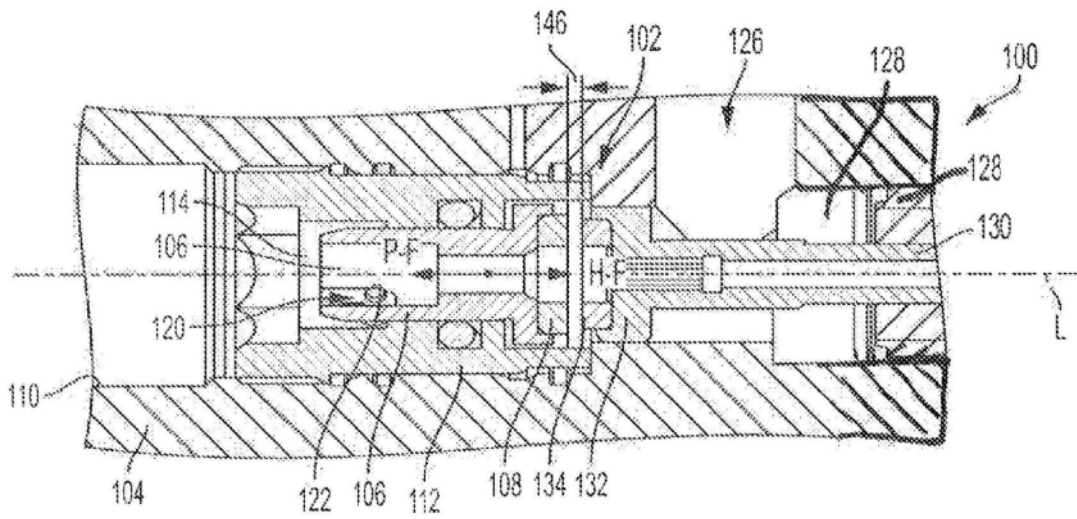


图2

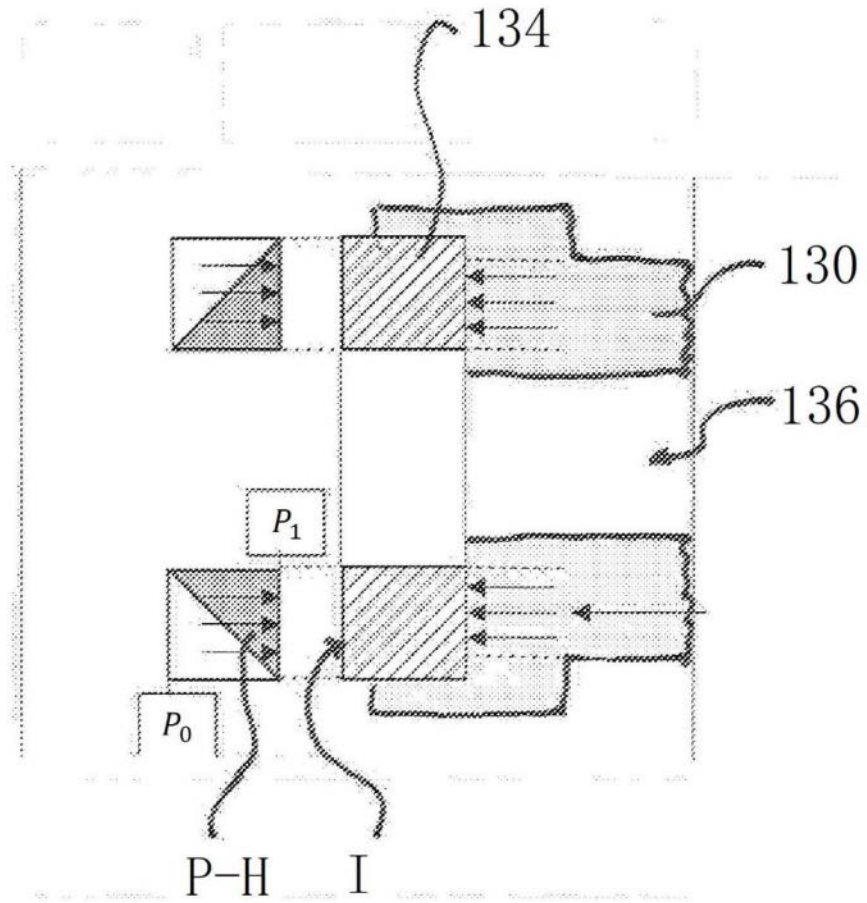


图3

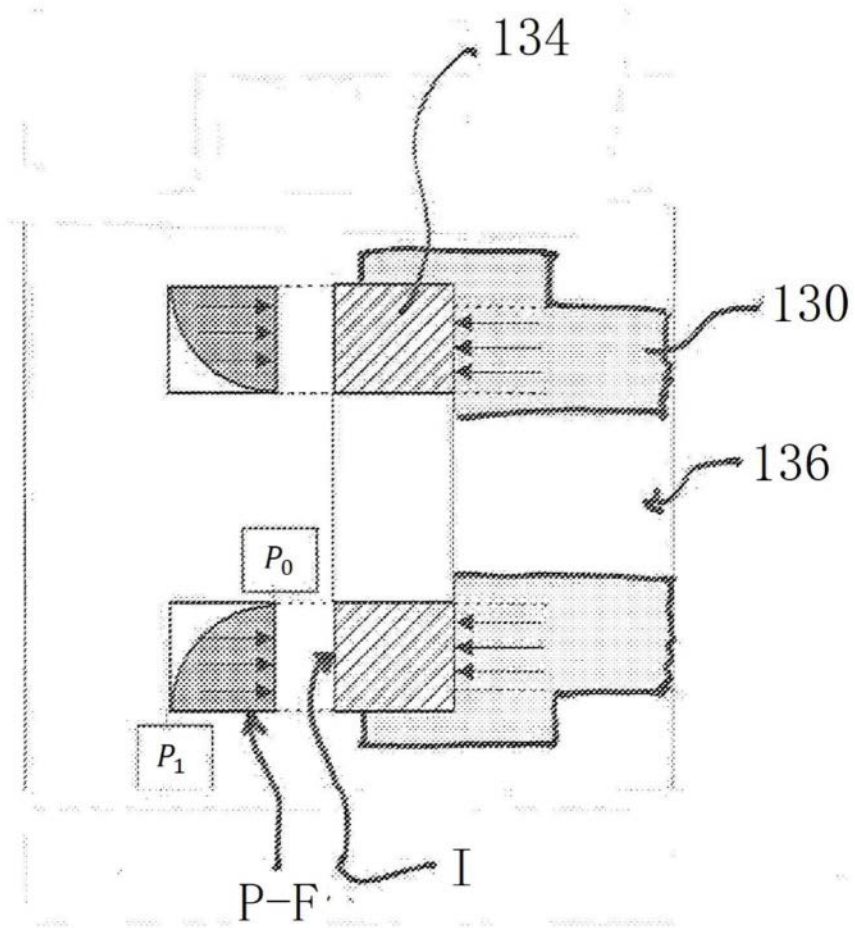


图4

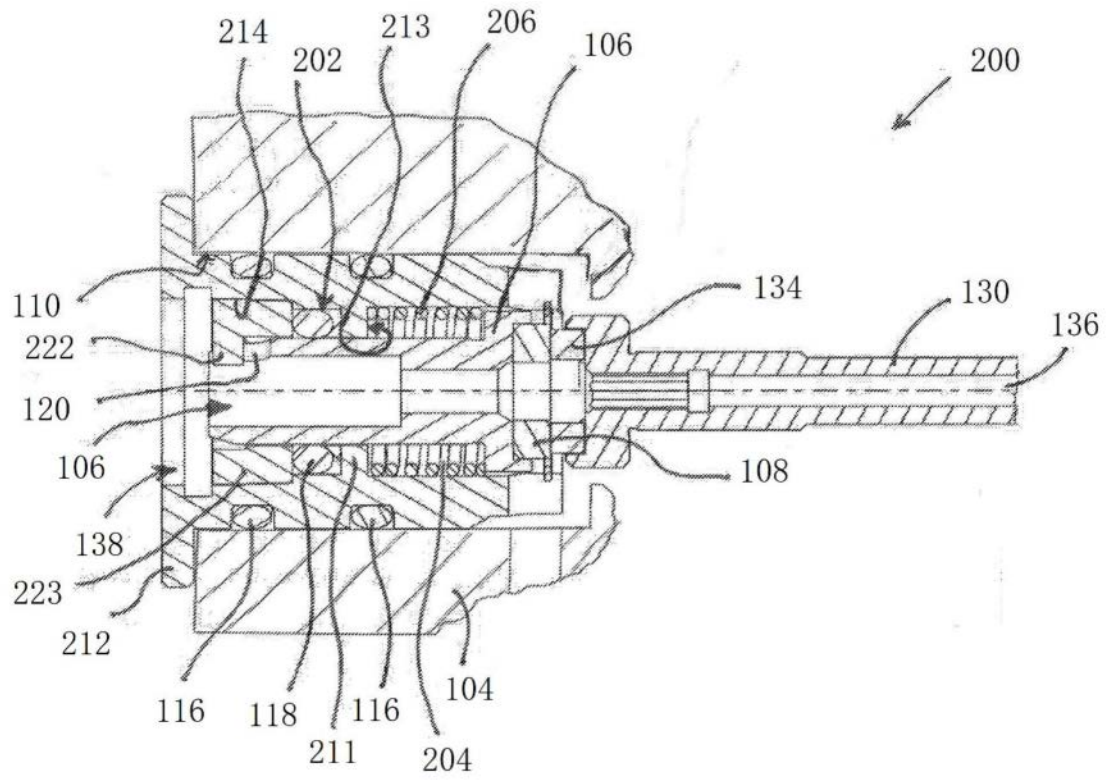


图5