



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107587990 B

(45)授权公告日 2020.08.18

(21)申请号 201710555559.4

(22)申请日 2017.07.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107587990 A

(43)申请公布日 2018.01.16

(30)优先权数据

16305855.5 2016.07.07 EP

15/227,785 2016.08.03 US

(73)专利权人 卡梅伦技术有限公司
地址 荷兰海牙

(72)发明人 P·伯斯奥德 R·伯斯奥德

(74)专利代理机构 北京世峰知识产权代理有限公司 11713

代理人 卓霖 许向彤

(51)Int.Cl.

F04B 15/02(2006.01)

F04B 1/00(2020.01)

F04B 53/00(2006.01)

审查员 张晶

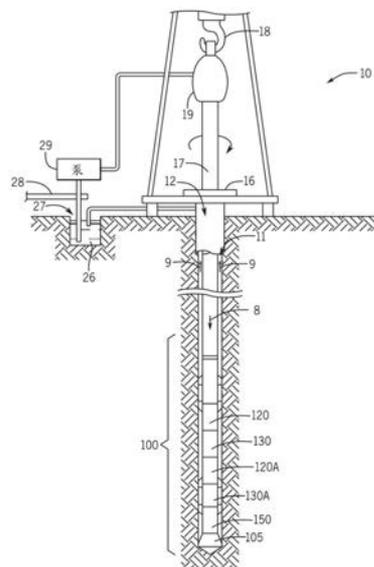
权利要求书2页 说明书10页 附图17页

(54)发明名称

负载平衡的泥浆泵组件

(57)摘要

本发明提供了负载平衡的高容量泥浆泵。在一些实施方案中,通过沿着所述泥浆泵的曲轴将轮毂间隔开来实现负载平衡,其中大齿轮彼此相对地设置在所述曲轴的与外壳相邻的外端上。在这种实施方案中,轮毂沿着曲轴设置在大齿轮之间。可提供由滚子轴承或润滑衬垫机械地支撑在所述泥浆泵中的小齿轮轴(或者分离的一对轴)。本发明还公开了另外的系统、设备和方法。



1. 一种泥浆泵,其包括:

外壳;

曲轴,所述曲轴可旋转地支撑在所述外壳中,所述曲轴具有设置在其上的多个轮毂、第一大齿轮以及第二大齿轮,所述第一大齿轮和所述第二大齿轮定位在所述曲轴的相对端处;

小齿轮轴,所述小齿轮轴驱动所述曲轴,所述小齿轮轴可旋转地支撑在所述外壳中并且具有与所述曲轴上的所述第一大齿轮啮合的第一小齿轮和与所述曲轴上的所述第二大齿轮啮合的第二小齿轮;

多个连杆,所述连杆中的每一个设置在所述曲轴的所述轮毂中的一个上;以及

多个活塞,所述多个活塞泵送泥浆,所述连杆中的每一个耦接到所述多个活塞中的一个,

其中,所述多个轮毂包括四个轮毂,所述四个轮毂设置在所述曲轴上,并且通过所述多个连杆的四个连杆连接以驱动所述多个活塞中的四个活塞,所述泥浆泵的被设置在曲轴上并被配置成连接以驱动所述泥浆泵的任何活塞的每个轮毂都沿着所述曲轴定位在所述第一大齿轮和所述第二大齿轮之间,在所述泥浆泵的被配置成连接以驱动所述泥浆泵的任何两个活塞的任何两个轮毂之间不设置大齿轮。

2. 根据权利要求1所述的泥浆泵,其中:

所述曲轴至少跨越所述外壳的宽度;并且

所述泥浆泵还包括至少两个滚子轴承,所述至少两个滚子轴承定位在可旋转地支撑所述曲轴的所述外壳的外壁中。

3. 根据权利要求1所述的泥浆泵,其中:

所述曲轴跨越所述外壳的宽度小于100%;

所述外壳还包括固定到所述外壳的至少两个支撑梁;并且

所述泥浆泵还包括一个或多个润滑衬垫,所述一个或多个润滑衬垫润滑所述曲轴,其中所述润滑衬垫定位在所述至少两个支撑梁上。

4. 根据权利要求1所述的泥浆泵,其中:

所述小齿轮轴跨越所述外壳的宽度;并且

所述泥浆泵还包括至少两个滚子轴承,所述至少两个滚子轴承定位在可旋转地支撑所述小齿轮轴的所述外壳的外壁中。

5. 根据权利要求1所述的泥浆泵,其中:

所述外壳还包括小齿轮轴支撑结构,所述小齿轮轴支撑结构在所述小齿轮轴的每一端处;并且

所述泥浆泵还包括至少两对滚子轴承;

其中一对滚子轴承定位在所述小齿轮轴的每一端处,其中至少一个滚子轴承设置在每个小齿轮轴支撑结构中;并且

其中每个滚子轴承定位成与所述小齿轮轴和剩余的滚子轴承轴向对准。

6. 根据权利要求1所述的泥浆泵,其中所述小齿轮轴包括至少两个区段,所述至少两个区段可在不移除另一个的情况下独立更换。

7. 根据权利要求6所述的泥浆泵,其中所述小齿轮轴的所述至少两个区段通过所述第

一大齿轮、所述曲轴和所述第二大齿轮间接可旋转地彼此耦接；并且其中小齿轮轴的所述至少两个区段不直接彼此啮合。

8. 根据权利要求6所述的泥浆泵，其中所述小齿轮轴的所述至少两个区段在耦接器处直接可旋转地彼此耦接。

9. 一种泥浆泵组件，其包括：

两个独立的泥浆泵模块，每个泥浆泵模块包括：

外壳；

可旋转的曲轴，所述曲轴包括设置在其上的多个轮毂和大齿轮；

可旋转的小齿轮轴，所述小齿轮轴驱动所述曲轴，所述小齿轮轴具有与所述曲轴上的所述大齿轮啮合的小齿轮；

多个连杆，所述连杆中的每一个耦接到所述曲轴的所述轮毂中的一个；以及

多个活塞，所述多个活塞移动泥浆，所述连杆中的每一个耦接到所述多个活塞中的一个，

其中，所述两个泥浆泵模块被配置成使得所述两个泥浆泵模块能够彼此脱离并独立于彼此运行，但是所述两个泥浆泵模块中的一个的曲轴的一端被紧固到所述两个泥浆泵模块的另一个的曲轴的一端，使得在使用期间所述两个泥浆泵模块的曲轴同步旋转。

10. 根据权利要求9所述的泥浆泵组件，其中，每个泥浆泵模块都包括滚子轴承，所述滚子轴承支撑在支撑所述曲轴的所述外壳的外壁中。

11. 根据权利要求9所述的泥浆泵组件，其中：

每个泥浆泵模块的所述外壳还包括固定到所述外壳的至少两个支撑梁和一个或多个润滑衬垫，所述一个或多个润滑衬垫设置在可旋转地支撑所述曲轴的所述支撑梁上。

12. 根据权利要求9所述的泥浆泵组件，其中，对于每个泥浆泵模块，所述小齿轮轴由所述外壳的外壁中的至少两个滚子轴承可旋转地支撑在所述外壳中。

13. 根据权利要求12所述的泥浆泵组件，其中，每个泥浆泵模块都包括：

小齿轮轴支撑结构，所述小齿轮轴支撑结构固定到所述外壳的外部；以及

至少两对滚子轴承，所述至少两对滚子轴承设置在所述小齿轮轴支撑结构中；

其中一对滚子轴承定位在所述小齿轮轴的最靠近所述外壳和所述小齿轮轴支撑结构的末端处；并且

其中所述一对滚子轴承的每个滚子轴承定位成与所述小齿轮轴和另一个滚子轴承轴向对准。

负载平衡的泥浆泵组件

背景技术

[0001] 该部分旨在向读者介绍各个技术方面,这些方面可能涉及目前所描述的实施方案的各个方面。本论述确信有助于向读者提供背景信息以促进对目前的实施方案的各方面的更好理解。因此,应理解,本论述应从此角度阅读,而不是作为对现有技术的认可。

[0002] 为了满足消费者和工业对自然资源的需求,企业经常投入大量的时间和金钱来从地球上寻找并提取石油、天然气和其他地下资源。尤其是,一旦发现了期望的地下资源(诸如石油或天然气),就经常采用钻探和生产系统来获取并提取资源。根据期望的资源的位置,这些系统可位于陆上或海上。此外,此类系统通常包括安装在井上的井口组件,通过所述井获取或提取资源。这些井口组件可包括控制钻探或提取操作的多种部件,诸如各种壳体、阀、泵、流体管道等。

[0003] 如将了解的,钻探和生产操作采用称为泥浆或钻井液的流体来对钻头提供润滑和冷却,清除岩屑,并且在操作期间维持期望的液体静压力。泥浆可包括所有类型的水基钻井液、油基钻井液或合成基钻井液。泥浆泵可用于使来自地面储罐的大量泥浆沿着数千英尺的钻杆向下移动,从钻头中的喷嘴排出,沿着环形区域向上返回并回到储罐中。如果泥浆泵失效,那么操作停止,并且因此所用所有类型的磨蚀流体在恶劣条件下的可靠性是最大的商业利益。

发明概要

[0004] 下文阐述本文所公开的一些实施方案的某些方面。应理解,这些方面仅被呈现来向读者提供本发明可能采取的某些形式的简要概述,并且这些方面并不旨在限制本发明的范围。实际上,本发明可涵盖在下文可能未阐述的许多方面。

[0005] 本公开的一些实施方案总体涉及泥浆泵。所述泥浆泵包括外壳以及可旋转地支撑在所述外壳中的曲轴。曲轴包括沿着曲轴的长度设置的多个轮毂、第一大齿轮以及第二大齿轮。第一大齿轮和第二大齿轮可定位在曲轴的相对端处,多个轮毂沿着曲轴定位在第一大齿轮和第二大齿轮。泥浆泵还包括驱动曲轴的小齿轮轴。小齿轮轴可旋转地支撑在外壳中并且支撑与曲轴上的第一大齿轮啮合的第一小齿轮。小齿轮轴还支撑与曲轴上的第二大齿轮啮合的第二小齿轮。泥浆泵还包括连杆。连杆中的每一个设置在曲轴的轮毂中的一个轮毂上或与所述一个轮毂成一体。泥浆泵还包括泵送钻井液的活塞。连杆中的每一个耦接到多个活塞中的一个。

[0006] 本公开的某些实施方案总体涉及可互换泥浆泵模块。所述模块可包括外壳以及可旋转曲轴。曲轴的第一端适于在使用期间可旋转地耦接到第二泥浆泵模块的曲轴。曲轴的第二端可旋转地支撑在外壳中。曲轴包括设置在其上的多个轮毂和大齿轮。所述模块还可包括驱动曲轴的可旋转小齿轮轴。小齿轮轴包括与曲轴上的大齿轮啮合的小齿轮。所述模块还可包括多个连杆。连杆中的每一个耦接到曲轴的轮毂中的一个。所述模块还可包括移动钻井液的活塞。连杆中的每一个耦接到多个活塞中的一个。

[0007] 本公开的其他实施方案总体涉及用于制造泥浆泵的方法。所述泥浆泵包括可旋转

曲轴,所述可旋转曲轴具有设置在其上的第一大齿轮、第二大齿轮以及多个轮毂。所述泥浆泵还包括可旋转小齿轮轴,所述可旋转小齿轮轴具有设置在其上的第一小齿轮和第二小齿轮。小齿轮轴和曲轴通过第一大齿轮与第一小齿轮的啮合并且通过第二大齿轮与第二小齿轮的啮合而间接地耦接在一起。所述方法可包括在沿着曲轴的第一位置处设置第一大齿轮。所述方法可包括在沿着曲轴的第二位置处、在曲轴的相对于第一大齿轮的相对端处设置第二大齿轮。所述方法可包括将曲轴定位在外壳中,以使得第一大齿轮与外壳相邻并且第二大齿轮在曲轴的相对端处与外壳相邻。在这种构型中,轮毂沿着曲轴设置在第一大齿轮与第二大齿轮之间。

[0008] 关于目前的实施方案的各个方面,可能存在上述特征的各种改进。其他特征也可并入这些各个方面中。这些改进和附加特征可单独地或以任何组合形式存在。例如,下文关于所示出实施方案中的一个或多个所讨论的各种特征可单独地或以任何组合形式并入到本公开的上述方面中的任一个中。此外,以上呈现的发明概要仅旨在使读者熟悉一些实施方案的某些方面和情境,而不是限制要求保护的主体。

[0009] 附图简述

[0010] 参考附图阅读以下具体实施方式,将更好地理解某些实施方案的这些和其他特征、方面和优点,在所有附图中,类似的符号代表类似的部分,其中:

[0011] 图1总体描绘根据本文所述的一个或多个实现方式的井场系统。

[0012] 图2示出现有技术的泵的侧剖视图。

[0013] 图3示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的示意图。

[0014] 图4A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的替代泥浆泵的示意图。

[0015] 图4B示出根据本文所述的一个或多个实现方式的替代泥浆泵的示意图。

[0016] 图4C示出根据本文所述的一个或多个实现方式的替代泥浆泵的示意图。

[0017] 图5A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的曲轴的示意图。

[0018] 图5B示出根据本文所述的一个或多个实现方式的用于与图5A的曲轴结合使用的作为滚子轴承的替代物的润滑衬垫的横截面。

[0019] 图6A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的替代泥浆泵的示意图。

[0020] 图6B示出根据本文所述的一个或多个实现方式的诸如图6A所示的泥浆泵的替代曲轴的示意图。

[0021] 图6C示出根据本文所述的一个或多个实现方式的诸如图6A所示的泥浆泵的替代曲轴的示意图。

[0022] 图7A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的可单独使用或如图7B所示与镜像模块化单元结合使用的模块化泥浆泵单元的示意图。

[0023] 图8A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的十字头和连杆接口的局部横截面。

[0024] 图8B示出根据本文所述的一个或多个实现方式的图8A的十字头和连杆接口的示意图。

[0025] 图8C示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的十字头和连杆接口的局部横截面。

[0026] 图9A描绘根据本文所述的一个或多个实现方式的从十字头延伸的活塞。

[0027] 图9B是根据本文所述的一个或多个实现方式的图9A的十字头和活塞的剖视图。

[0028] 图10A-10F描绘根据本文所述的一个或多个实现方式的处于各种密封构型的柱塞的各种实施方案。

[0029] 图11A和图11B描绘根据本文所述的一个或多个实现方式的套管中的柱塞。

[0030] 图12A和图12B描绘根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的流体端中的排放阀。

具体实施方式

[0031] 下文描述本公开的具体实施方案。为了提供对这些实施方案的简要描述,可能不会在说明书中描述实际实现方式的所有特征。应了解,在任何工程或设计项目中开发任何此类实际实现方式时,均必须做出与实现方式特定相关的多个决策以便实现开发人员的特定目标,诸如,遵守系统相关约束和业务相关约束,这些约束可能会因实现方式的不同而有所不同。此外,应了解,这种开发工作可能极为复杂且耗时,但对于受益于本发明的普通技术人员而言,这将仍然是设计、制造和生产中的常规任务。

[0032] 在介绍各种实施方案的元件时,冠词“一/一个(a/an)”和“所述(the/said)”旨在意味着存在一个或多个所述元件。术语“包括”和“具有”旨在具有包括性含义,并且意味着除了所列元件之外,可能还有额外的元件。此外,为了方便,使用“顶部”、“底部”、“上方”、“下方”其他方向术语和这些术语的变型,但是不要求部件的任何特定取向。

[0033] 本公开描述了泥浆泵运动学和构造的各种设计变化,以导致刚性较弱、更坚固且可靠的泥浆泵。在下文更详细描述的第一实施方案中,通过沿着泥浆泵的曲轴将轮毂间隔开来实现负载平衡,其中大齿轮彼此相对地设置在曲轴的与外壳相邻的最外端上。在这种实施方案中,轮毂沿着曲轴设置在大齿轮之间。在下文更详细描述的第二实施方案中,新颖的十字头设计实现了到连杆和活塞的连接,从而导致具有至少三个旋转自由度和两个平移自由度的自对准部件。在下文更详细描述第三实施方案中,本公开还包括可应用于柱塞式活塞的各种密封件和/或活塞套筒组件。

[0034] 一般而言,图1示出其中可采用所公开的泥浆泵的井场系统。图1的井场系统可以在陆上或海上。在图1的井场系统中,可通过使用任何合适的技术的旋转钻探来在地下地层中形成井眼11。钻柱12可悬挂在井眼11内并且可具有井底组件100,所述井底组件100在其下端处包括钻头105。图1的井场系统的地面系统可包括定位在井眼11上方的平台和井架组件10,所述平台和井架组件10包括转台16、方钻杆17、吊钩18以及旋转接头19。由任何合适的装置供给能量的转台16可使钻柱12旋转,所述转台16在钻柱12的上端处啮合方钻杆17。钻柱12可通过方钻杆17和旋转接头19从附接到游动滑车(未示出)的吊钩18悬挂下来,所述旋转接头19容许钻柱12相对于吊钩18旋转。可选地,可使用顶部驱动系统,这种系统可以是本领域的普通技术人员熟知的顶部驱动系统。

[0035] 在图1的井场系统中,地面系统还可包括存储在井场处的凹坑/储罐27中的钻井液26(也称为泥浆)。支撑在垫木28上的泵29可经由旋转接头19中的端口将钻井液26递送到钻柱12的内部,从而使钻井液如方向箭头8所指示向下流过钻柱12。钻井液26可经由钻头105中的端口退出钻柱12,并且通过钻柱12的外侧与井眼11的壁之间的环形区域向上循环,如方向箭头9所指示。以这种方式,钻井液26对钻头105进行润滑,并且在钻井液26返回到凹

坑/储罐27以便再循环时将地层岩屑向上携带到地面。钻井液26还用来维持液体静压力并防止井坍塌。钻井液26还可用于遥测目的。图1的井场系统的井底组件100可包括随钻测井(LWD)模块120和120A和/或随钻测量(MWD)模块130和130A、旋转式导向系统和电机150以及钻头105。

[0036] 图2示出现有技术的泥浆泵的剖面侧视图,这个剖面侧视图示出了动力组件的各种部件,所述动力组件是泵的将旋转动能转换成往复运动的部分。如图2所示的泵可用作图1的泵29,但是许多其他泥浆泵(包括具有根据本技术的某些实施方案的下文所述设计的那些泥浆泵)可替代地用作泵29。沿着小齿轮轴48的小齿轮52驱动在曲轴40上旋转的较大齿轮,这个较大齿轮称为大齿轮42(例如,斜齿轮或人字齿轮)。通过电机(未示出)使小齿轮轴48转动。曲轴40转动以引起设置在曲轴40上的轮毂44的旋转运动,每个轮毂44连接到连杆46或与连杆46成一体。通过连杆46,曲轴40(和连接到曲轴40的轮毂44)的旋转运动转换成往复运动。连杆46耦接到十字头54(如图所示,十字头本体和十字头延伸部在本文中可统称为十字头54)。十字头54在受导件57约束的情况下平移移动。小型杆60将十字头54连接到活塞58。在泵的流体端中,每个活塞58往复运动以将泥浆移入和移出泵29的流体端中的阀。

[0037] 使用常规的泥浆泵设计,以超过50%的容量泵送钻井液和/或泵送钻井液更长的时间段会加速泵故障。通过实施下文所述的设计变化的任何组合,泥浆泵可以以更高的容量操作更长的时间段。本文所公开的设计变化包括负载平衡实施方案、自对准动力组件实施方案以及活塞密封实现方式。

[0038] 现在转到图3,示出了负载平衡的泥浆泵。外壳33内设置有小齿轮轴48,所述小齿轮轴48在小齿轮轴48的每个相对端处支撑在滚子轴承51中。通过电机(未示出)驱动小齿轮轴48。一对小齿轮52在小齿轮轴48上旋转。小齿轮52与大齿轮42啮合,所述大齿轮42中的每一个在曲轴40上旋转。如图3中可看到,大齿轮42沿着曲轴40定位成与外壳33相邻,并且小齿轮52同样沿着小齿轮轴48定位成与外壳33相邻。多个轮毂44沿着曲轴40定位在大齿轮42之间,而没有任何轮毂定位在大齿轮42与外壳33的壁之间。

[0039] 通过将最大、最重的齿轮(即大齿轮42)沿着曲轴朝向外部分离,实现了优化的负载平衡。小齿轮52的位置沿着小齿轮轴48基本上朝向外部分进一步有助于整个泵的负载平衡。在其他实施方案中,小齿轮42和大齿轮52可分别定位成离外壳的壁更远,同时仍保持更靠近外壳的壁而不是靠近沿着小齿轮轴48和曲轴40的中点。

[0040] 每个轮毂44与连杆46(通常为锻造金属)成一体,所述连杆46在接口处耦接到十字头54,这将在下文进一步详细讨论。继而,每个十字头54还在另一个接口处耦接到柱塞58(图9A所示)。十字头54在移动方向上受下文进一步讨论的导件(图3中未示出)约束。在流体端中,柱塞58通过入口59和出口61抽入并抽出泥浆。阀端口63是向泥浆泵流体端的机器开口。

[0041] 图4A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的示意图。电机31可操作地耦接到一系列齿轮32。齿轮32使小齿轮轴48旋转。小齿轮轴48在小齿轮轴48的任一端处由位于外壳33的壁中的小齿轮轴滚子轴承51支撑在外壳33中。小齿轮52可在小齿轮轴48上旋转。小齿轮52与大齿轮42啮合,所述大齿轮42在曲轴40上旋转。曲轴40在曲轴40的任一端处、在位于外壳33的壁中的曲轴滚子轴承56上支撑在外壳33中。大齿轮42沿着曲轴40定位在大齿轮42的相对端处、与外壳33的壁相邻。轮毂44沿着曲轴定位在大齿轮42之间。在所示的

实施方案中,轮毂44跨曲轴40大致均匀地间隔开。曲轴40不穿过每个轮毂的中心,而是在径向偏离每个轮毂的中心的位置处,使得轮毂44相对于彼此不同相以驱动活塞。可选地,可以想出其中基于每个单独轮毂44和连杆46的重量和/或大小来针对负载平衡对间距进行优化的实施方案。另外,在图4A中示出了四个轮毂44,但是在本公开中同样设想了具有用于驱动十字头的往复运动的仅仅两个或多达五个轮毂的泵。

[0042] 图4B示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的替代方案的示意图。电机31可操作地耦接到一系列齿轮32。齿轮32使两个分离的小齿轮轴旋转,所述分离的小齿轮轴在图4B中表示为小齿轮轴48A和48B。分离的小齿轮轴48允许更容易地修理泵部件,因为存在足够的空间来在必要时独立地移除每个小齿轮轴。相比之下,单个较长长度的小齿轮轴可具有一旦泵被装配在井场处的有限空间中就在物理上难以移除的长度。小齿轮轴48由至少一对小齿轮轴滚子轴承51A和51B支撑在外壳33中,所述至少一对小齿轮轴滚子轴承51A和51B在外壳33的两侧上位于外壳33的壁中。为了使每个小齿轮轴在重量不足的情况下旋转而不摆动,使用至少两个机械支撑点。因此,固定到外壳33(或与外壳33成一体)的机械支撑件55为各对滚子轴承51A和51B提供支撑。小齿轮52可在每个分离的小齿轮轴48上旋转。小齿轮52与大齿轮42啮合,所述大齿轮42中的每一个可在曲轴40上旋转。在图4B中,大齿轮42和轮毂44沿着曲轴40的定位类似于关于图4A所述的构型。

[0043] 图4C示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的替代方案的示意图。电机31可操作地耦接到一系列齿轮32。齿轮32使两个分离的小齿轮轴48旋转,所述分离的小齿轮轴48在耦接器65处耦接在一起。耦接器65用于两个目的。第一,耦接器65将两个小齿轮轴48机械地彼此紧固,以使得紧固的小齿轮轴48的长度得到机械地支撑。第二,耦接器65用于使小齿轮轴48A和48B的旋转同步,从而允许小齿轮轴48A和48B在组装期间相对于彼此旋转,以得到两个轴的轮毂44之间的适当旋转相位差来驱动活塞。通过断开耦接器65,每个小齿轮轴48可独立于另一个被替换。小齿轮轴48由表示为51A和51B的至少一对小齿轮轴滚子轴承支撑在外壳33中,所述至少一对小齿轮轴滚子轴承在外壳33的两侧上位于外壳33的壁中。如上所述,为了使每个小齿轮轴在重量不足的情况下旋转而不摆动,使用至少两个机械支撑点。因此,固定到外壳33(或与外壳33成一体)的机械支撑件55为各对滚子轴承51A和51B提供锚固点,以支撑每个小齿轮轴48A和48B。小齿轮52可在每个分离的小齿轮轴48上旋转。小齿轮52与大齿轮42啮合,所述大齿轮42中的每一个可在曲轴40上旋转。在图4C中,大齿轮42和轮毂44沿着曲轴40的定位类似于关于图4A所述的构型。

[0044] 在如图4B和4C所示的采用两个独立的分离小齿轮轴的实施方案中,小齿轮轴48的两个区段分别通过第一大齿轮42、曲轴40和第二大齿轮42间接可旋转地彼此耦接。在此类实施方案中,小齿轮轴48的两个区段不直接彼此啮合。

[0045] 图5A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的曲轴的示意图。小齿轮轴48和小齿轮52可如上述实施方案中的任一个实施方案中那样构造。如图5A中可看到,大齿轮42沿着曲轴40定位成与外壳33相邻。小齿轮52可同样沿着小齿轮轴48定位成与外壳33相邻。多个轮毂44沿着曲轴40定位在大齿轮42之间。通过分离最大、最重的齿轮(即,大齿轮42)来实现优化的重量负载平衡。在图5A的实施方案中,曲轴40跨越的长度小于外壳33的宽度。代替用于支撑曲轴40的位于外壳33的壁中的滚子轴承56,机械支撑件62附接到外壳33(或与外壳33成一体)以支撑曲轴40。润滑衬垫64固定到机械支撑件62,以使得曲轴40自由

旋转。图5B示出在图5A所示的实施方案中使用的作为滚子轴承的替代方案的润滑衬垫的实例的横截面。润滑衬垫64可包括下衬垫64A和上衬垫64B,每个衬垫均符合围绕曲轴40的曲线。在优选实施方案中,如图所示,润滑衬垫相对于穿过曲轴40的水平面偏移 30° 。下衬垫64A和上衬垫64B的表面被润滑。可在下衬垫64A与上衬垫64B之间的间隙中将额外的润滑剂添加到与曲轴40接触的表面。

[0046] 图6A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的泥浆泵的替代方案的示意图。在图6A的实施方案中,通过将大齿轮42彼此相邻定位成在曲轴40上居中并且不将轮毂44在曲轴40上定位在大齿轮42之间来实现负载平衡。电机31可操作地耦接到一系列齿轮32。齿轮32使小齿轮轴48旋转。小齿轮轴48由小齿轮轴滚子轴承51支撑在外壳33中,所述小齿轮轴滚子轴承51在外壳33的两侧上位于外壳33的壁中。小齿轮52A和52B可在小齿轮轴48上旋转,并且彼此相邻定位而不彼此啮合。如图6B所示,小齿轮52A和52B在设计上可以是螺旋状的。小齿轮52与大齿轮42啮合,所述大齿轮42中的每一个可在曲轴40上旋转。在图6A的实施方案中,曲轴40跨越的长度小于外壳33的宽度。代替用于支撑曲轴40的位于外壳33的壁中的滚子轴承56,机械支撑件62附接到外壳33或与外壳33成一体以支承或支撑曲轴40和润滑衬垫64(诸如图5B中示出的那些),所述润滑衬垫64固定到机械支撑件62以使得曲轴40自由旋转。

[0047] 在图5A所示的实施方案中,示出了四个轮毂44,并且示出了在轮毂44之间的三个机械支撑件62。在图6A所示的实施方案中,示出了四个轮毂44,并且示出了四个机械支撑件62。如前面所述的实施方案一样,在本公开中同样设想了具有仅仅两个或多达五个轮毂以及一定数量的机械支撑件的泵,所述机械支撑件用于充分地支撑沿着曲轴40的轮毂44的重量,如本领域的普通技术人员可容易地确定的。

[0048] 图6C示出了替代实施方案,其具有相对于外壳33的壁沿着曲轴居中的大齿轮42,其中轮毂44沿着曲轴40设置成轴向远离大齿轮42中的每一个。机械支撑件62从外壳33延伸到轮毂44之间的位置。本公开设想了轮毂和机械支撑件的任何数值组合,在这个意义上,机械支撑件62充分承受承载着大齿轮42和轮毂44的曲轴的负载。负载跨曲轴的长度得到平衡,以便在泵的高容量或全容量使用期间最小化摆动。

[0049] 图7A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的在与镜像模块化单元耦接时可作为泥浆泵操作的模块化单元的示意图。通过提供泥浆泵动力端部件的独立模块,整个泥浆泵是可缩放的。如果一个模块中的任何部件失效,通过互换模块进行快速修理来减少昂贵的停机时间。图7A中所示的可互换的泥浆泵模块包含在外壳33内,并且机械支撑件55固定到外壳33(或与外壳33成一体)。曲轴40设置在外壳33内,并且小齿轮轴48设置在外壳33内。曲轴的第一端适于可旋转地耦接到第二相邻泥浆模块(其将耦接在图7A的右侧)的曲轴。曲轴的第二端诸如通过机械支撑件62可旋转地支撑在外壳33中,所述机械支撑件62具有围绕曲轴40的润滑衬垫64。如图所示,曲轴40具有设置在其上的多个轮毂44和大齿轮42。大齿轮42定位在曲轴的邻近外壳33的第二端处,所述第二端与曲轴40的支撑在外壳33的壁中的那一端相对。泥浆泵模块还可包括用于驱动曲轴40的可旋转小齿轮轴48。小齿轮轴48具有设置在其上的小齿轮52,所述小齿轮52与曲轴40上的大齿轮42啮合。当诸如图7A所示的模块耦接到被构造为图7A中所示模块的镜像的另一个模块时(如在图7B中所看到的),实现了容易修理的可缩放的、负载平衡的泥浆泵。在较小的占用空间和较小的重量的情况下,

在装配中付出的努力也明显较小。图7B示出利用耦接器65耦接在一起的每个模块的曲轴40。耦接器65用于在耦接器65将两个曲轴40紧固在一起的情况下提供机械强度,并且用于使两个曲轴40的旋转同步并允许曲轴相对于彼此旋转,以将轮毂44中的每一个适当地定位成相对于彼此不同相以驱动活塞。

[0050] 对泥浆泵设计的进一步改进解决了围绕十字头的部件的总体刚性。当连杆或活塞与十字头的连接不正确准时,这些部件上可能会发生过早磨损,从而导致泵故障。通过实施本公开的运动学,可实现连杆与十字头导件之间的五个运动自由度:三个旋转自由度和两个平移自由度。本公开想出了如图8A和8B所示的具有销75A(而不是用于将连杆耦接到十字头的简单圆柱销)的十字头,所述销75A具有位于轴承中的球形主体75B,以将连杆固定在十字头本体中。

[0051] 图8A示出根据本文所述的一个或多个实现方式的十字头和连杆接口的剖视横截面。在某些情况下,十字头包括本体,连杆端插入所述本体中或其周围,其中连杆通过穿过连杆和十字头的圆柱销刚性地保持在适当位置中。相比之下,本公开的十字头设计提供了额外的运动自由度。现在转到图8A,导件57将十字头54保持在适当位置中以便往复运动。十字头54包括十字头顶部54T、十字头底部54B以及十字头侧板54S。连杆46插入到十字头54中,并通过具有球形主体75B的销75A固定在适当位置中。球形主体75B可与销成一体,或者球形部件可围绕圆柱销放置。销75A的末端与十字头侧板54S啮合,以在连杆46与十字头54啮合的同时将销75A保持在适当位置中。围绕销75A的球形主体75B紧固的对开轴承76促进连杆46围绕销75A的旋转运动。在连杆46、轴承76和销75A插入十字头54中之后,十字头侧板54S经由穿过十字头侧板54S中的孔74的螺钉(或类似的紧固件)固定在适当位置中。当使用穿过螺钉孔74的紧固件在适当位置中固定到十字头侧板54S时,支撑板54C向销75A提供结构加固。

[0052] 具有球形主体75B的销75A允许在 R_x 、 R_y 和 R_z 方向上(定义成Y轴处于向页面中的往复运动的方向上)的旋转运动,因为连杆46能够围绕销75A的球形主体75B可旋转地运动。这种运动自由度由轴承76促进。图8B示出图8A的十字头和连杆接口的剖视轮廓。如可看到的,连杆46包括两个孔口,其中较大的孔口啮合在曲轴40上的轮毂44周围,并且其中较小的孔口装配到通过导件57往复运动的十字头54中。在采用具有球形主体75B的销75A的情况下,具有轴承76的连杆46围绕销75A自由旋转,从而在 R_x 、 R_y 和 R_z 方向上实现三个旋转自由度。

[0053] 转到图8B,在连杆46和十字头导件57之间实现至少两个平移自由度。在方向 T_y 上的平移运动是组件的有意往复运动,这种往复运动用于移动活塞。键66在往复运动期间保持十字头54与导件57对准。返回到图8A,十字头侧板54S与轴承76之间限定有间隙,从而为连接杆46在十字头54内在 T_x 方向上沿着X轴的平移运动提供设计上的足够自由度。在一些实施方案中,当部件是物理上分离的零件时,球形主体75B可沿着销75A滑动;或者,在其中球形主体75B与销75A成一体的实施方案中,销75A可被构造来在侧板54S之间沿其轴线平移。

[0054] 转到图8C,示出了证明连杆46相对于十字头导件57的至少两个平移自由度的另一个实施方案。可清楚地看到轴承76的分离的零件,所述零件为销75A的球形主体75B提供球形座。在组装中,轴承76的零件可(例如,通过延伸穿过轴承76和连杆46的突出部的紧固件,如图8C的顶部所示)围绕销75A的球形主体75B紧固。销75A的末端示出为与十字头侧板54S

啮合。有意施加在轴承76与十字头侧板54S之间以及轴承76与连杆46之间的可变间隙提供了足够的设计自由度,以便为连杆46在 T_x 方向上的平移运动引入一定程度的机械弹性,如双箭头所表示。

[0055] 在又一个实施方案中,图9A示出本文所述的一个或多个实现方式的十字头和活塞接口的图解。活塞58的连接到十字头54的末端可形成为球形旋钮。在一个实施方案中,球形旋钮可与活塞58成一体;或者,球形旋钮可以是紧固到活塞58的分离部件。任选地,活塞58可具有设置在其上的套筒93,以便改变活塞58的有效直径,这将在下文进一步讨论。转到图9A,通过十字头54的运动迫使柱塞58的旋钮沿着Y轴往复运动,其中柱塞58的球形旋钮90被封闭在十字头54中。图9B示出图9A中所示的十字头和活塞接口的剖视图。进入十字头54的流体端侧92的内部的润滑通道106将润滑剂递送到柱塞58的球形旋钮90。轴承107进一步促进旋转运动。在一个实施方案中,轴承107包括多于一个轴承部件,所述轴承部件具有球形座以接收柱塞58的球形旋钮90,轴承107的轴承部件中的每一个被构造来在组装中围绕柱塞58的球形旋钮90紧固在一起。因此,在十字头54的流体端侧92中、在十字头54与柱塞58之间提供五个运动自由度:由于球形旋钮90,柱塞58能够相对于十字头在三个旋转方向上旋转,并且由于轴承107与十字头外壳之间的有意的游隙,允许在 T_x 和 T_z 方向上进行平移运动。

[0056] 对泥浆泵设计的进一步改进解决了关于活塞的密封故障的问题。在泥浆泵的一些实施方案中,采用在流体端处具有可移动密封头的活塞。然而,当密封件在恶劣的工作状态下受腐蚀时或者当密封头失效(诸如由于断裂)时,泥浆泵失效。作为替代方案,本公开描述了具有围绕活塞58设置的密封件101(以及任选地,套筒93)的无头柱塞。公开了用于监测密封件101的多种装置。此外,根据给定应用中所需的泵压力,套筒93的大小可以是可变的。

[0057] 现在转到图10A,详细示出柱塞58,其中所述柱塞58在 T_y 方向上往复运动。定向密封件101围绕柱塞58设置在流体端上。润滑衬垫94设置在柱塞58的动力端处,可向所述润滑衬垫94再次施加油以对柱塞58进行润滑。在密封件101与润滑衬垫94之间所限定的空腔95中,可包括排放口96,以使得能够监测流体端处的密封件101的质量。当密封件101失效时,泥浆将漏进密封件101的下面和周围,并且从排放口96排空。

[0058] 在替代实施方案中,如图10B所示,润滑衬垫94设置在柱塞58的动力端处。类似于如图10A所示,在密封件101与润滑衬垫94之间所形成的空腔95中,可包括排放口96,以使得能够监测排放端处的密封件101的质量。此外,可提供到空腔95的注入口98,以使得可将水注入到空腔中以将任何泄漏的泥浆从排放口96排出。在一个实施方案中,水可以相对低的压力注入。当密封件101失效时,泥浆将漏进密封件的下面和周围,并且由注入的水从排放口96强行排出。注入的水还用于清洁和保护柱塞58的润湿区域。

[0059] 在替代实施方案中,如图10C所示,润滑衬垫94如在先前实施方案中一样设置在柱塞58的动力端处。油端口100允许添加润滑剂,而排油口102允许润滑剂排出,从而保持活塞58的表面不断地重新拥有润滑剂。这个实施方案还被描绘为具有如上所述的空腔95、排放口96以及注入口98。润滑衬垫94可任选地通过额外的定向密封件97与可能存在泥浆泄漏的区域隔离,所述额外的定向密封件97与流体端中的加压泥浆不接触。可控制或不控制所添加的油润滑剂的流量和温度。

[0060] 在替代实施方案中,如图10D所示,润滑衬垫94设置在柱塞58的动力端处。油端口100允许通过空腔103将润滑剂添加到润滑衬垫94,而回油口104允许润滑剂循环,从而保持

柱塞58的表面不断地重新拥有润滑剂。回油口104通过包括用于对油进行冷却的热交换器110来实现对润滑剂的温度控制。所采用的热交换器110可以是本领域的普通技术人员熟悉的任何类型。在密封件101A与额外的定向密封件101B之间限定有空腔95。额外的定向密封件97防止油从空腔103进入流体端并且与空腔95中的任何泄漏的泥浆混合。可提供到空腔95的注入入口98,以使得可将水注入到空腔95中以清洁柱塞58。在这种实施方案中,与关于图10C所述的低压注入水相比,水可以相对高的压力注入,并且从空腔95强行排出泄漏的流体。因此,润滑衬垫94与密封件101周围的可能存在泥浆泄漏的区域流体地隔离。图10D所示的实施方案不包括排放口96,但是注入到空腔95中的高压水可经过密封件101B退出到泵的流体端中。

[0061] 如图10E所示的替代实施方案类似于图10D中所示的实施方案,但是还包括具有排放口96的空腔99。空腔99设置在密封件101A的末端与定向密封件97之间。排放口96允许监测密封件101的质量。此外,密封元件101A和101B之间的注入入口98和空腔95允许将水注入到空腔95中,这可以通过提供对来自泵工作空间的在密封件101B下方的泥浆泄漏的抵抗力来帮助流体端中的定向密封元件(诸如101B)。

[0062] 在包括排放口96的实施方案中,当密封件101失效时,泥浆可能泄漏并且从排放口96强行排出。注入的水还用于清洁和保护柱塞58的润湿区域。当来自排放口96的流中不存在泥浆颗粒时,密封件101处于良好的工作状态;然而,当来自排放口96的流中存在泥浆颗粒时,表明密封件101已开始失效。

[0063] 图10F示出可添加到密封件101的流体端侧的刮片式密封件112的详细视图。刮片式密封件112可选自用于在被拉向泵的动力端时清洁活塞58的各种已知几何形状的刮片或刮水器类型。

[0064] 此外,由于柱塞58可以是无头柱塞,所以套筒93可围绕活塞58设置。套筒93的厚度可以变化,并且可选择套筒93来基于泥浆泵中的期望压力改变总体有效活塞直径。套筒93围绕柱塞58设置在柱塞58的与泥浆流体连通的流体端处。当采用套筒93时,密封件101和润滑衬垫94围绕定位在活塞58周围的套筒93设置。在图10A-10E所示的实施方案中的每一个实施方案中,套筒93可任选地围绕活塞设置,以基于泵的流体端中的期望压力改变活塞直径。

[0065] 图11A和图11B示出具有套筒93的活塞58,所述套筒93用于操控活塞58的总体有效直径。如前所述,通过添加套筒93来改变活塞58的直径可允许泥浆泵中的压力的变化。例如,图11A示出在围绕活塞58处于适当位置时产生5.5英寸(约14cm)的总体直径的第一套筒93A。相比之下,图11B示出在围绕活塞58处于适当位置时产生8英寸(约20cm)的总体直径的第二套筒93B。

[0066] 最后,在泥浆泵的启动期间,可减少泥浆泵的部件的磨损和应力。图12A和图12B提供泥浆泵的流体端中的排放阀的示意图。在泥浆泵的流体端中没有排放阀的情况下,活塞在泥浆泵的启动期间压缩流体,这可能导致部件的不必要的过载。在此类实施方案中,通过改变驱动泥浆泵的电动机的速度来调节泥浆泵流量。相比之下,如图12A中可看到,排放阀108被添加到在泥浆泵的入口59与出口61之间的流体端中(例如,在泵衬套115的末端处)的流体流中。在泥浆泵的启动期间,可打开排放阀108(例如通过旋转)以在入口59与出口61之间提供直接的流体连通。这种自由流体连通减少了泥浆泵的部件(从电动机31到活塞58)上

的负载。此外，泥浆泵的每段可基本上瞬间停止以调节流量。图12A示出随着流体连通阻塞而关闭的排放阀108。图12B示出在箭头109处所指示的随着流体连通自由流动而打开的排放阀108。

[0067] 虽然本公开的各方面可容易有各种修改和替代形式，具体实施方案已经在附图中通过示例的方式示出并且已经在本文中详细描述。但是，应理解，本发明并不意图限于所公开的特定形式。相反，本发明涵盖属于如所附权利要求书所定义的本发明的精神和范围内的所有改进、等效物和替代方案。

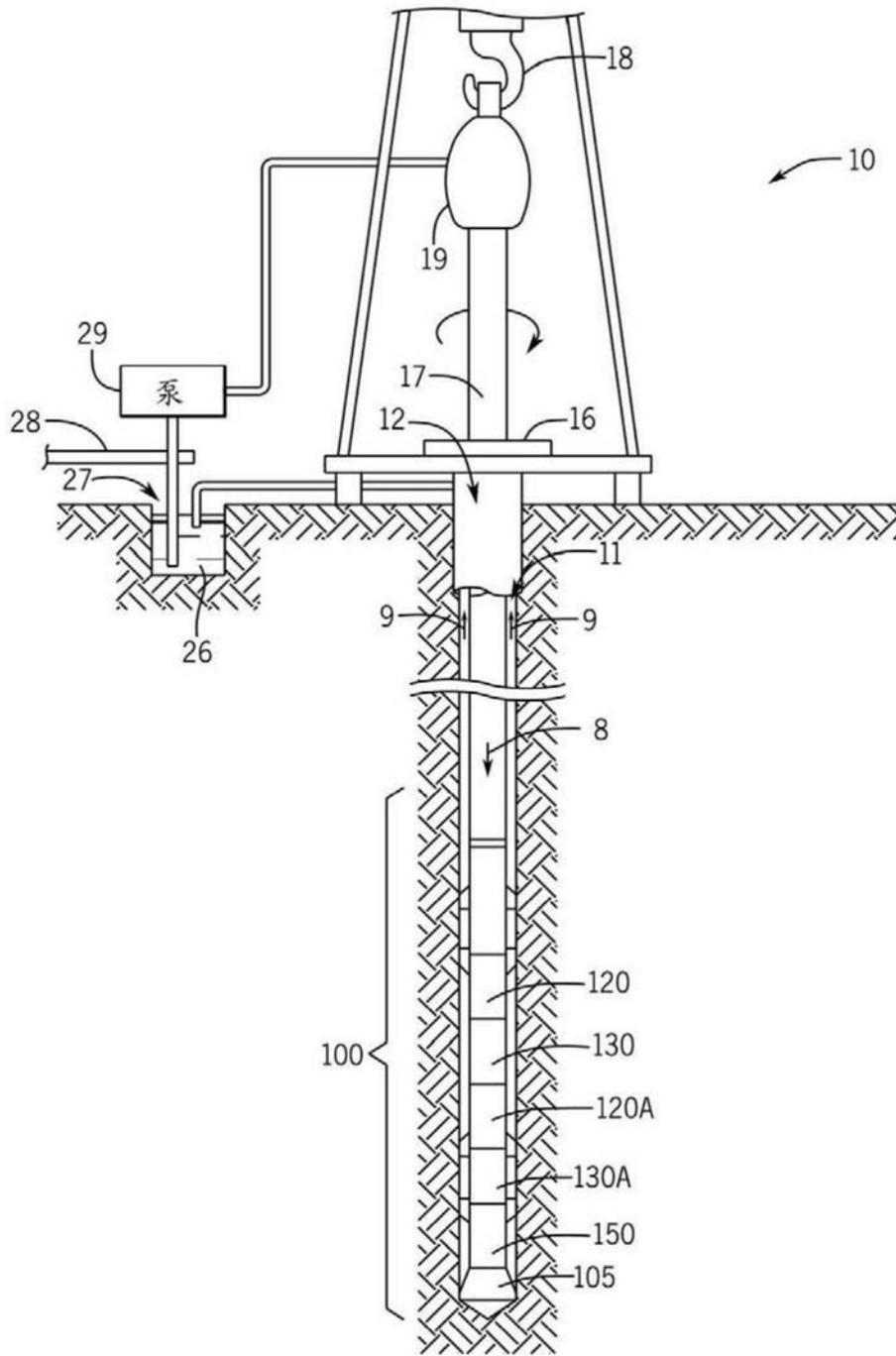


图1

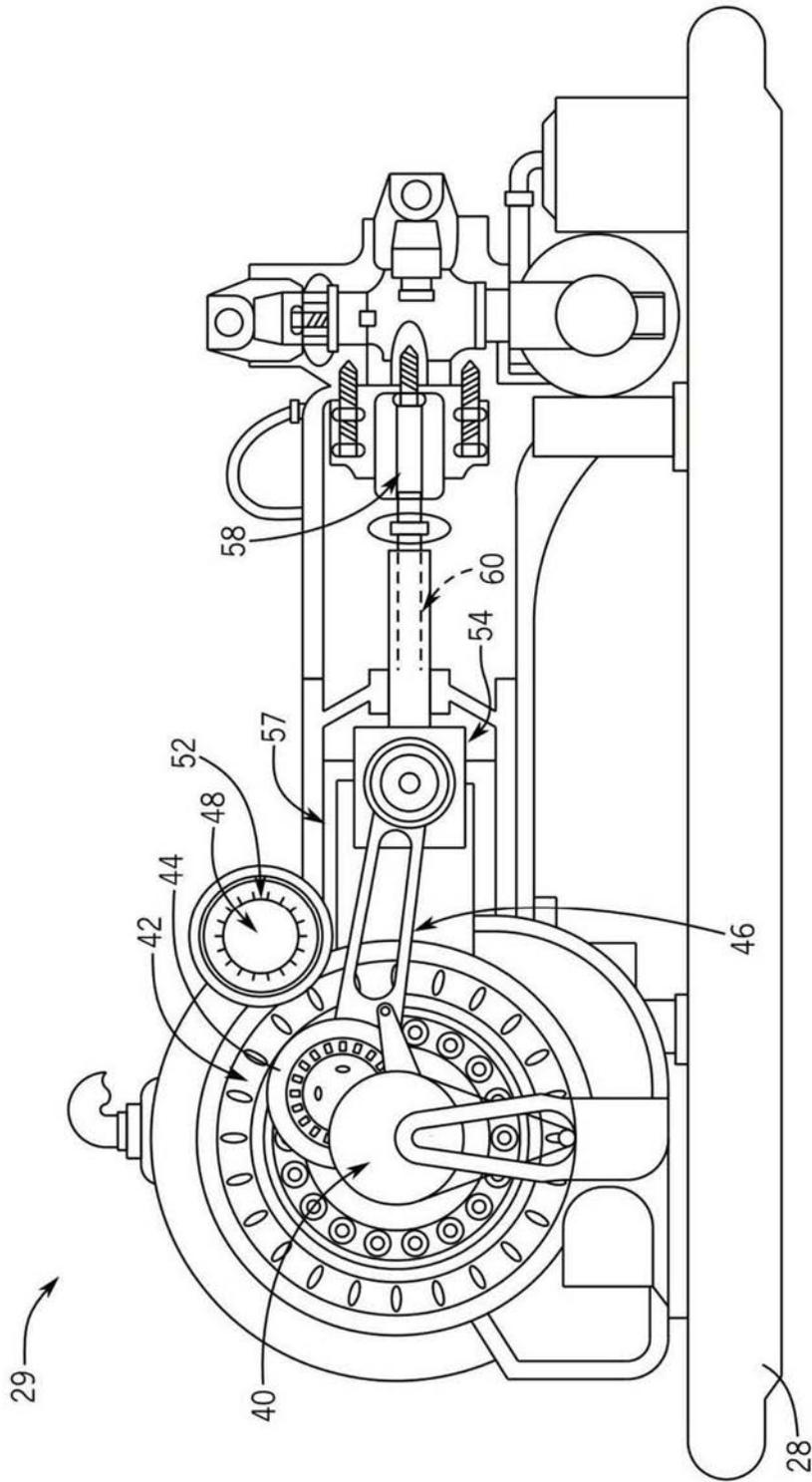


图2

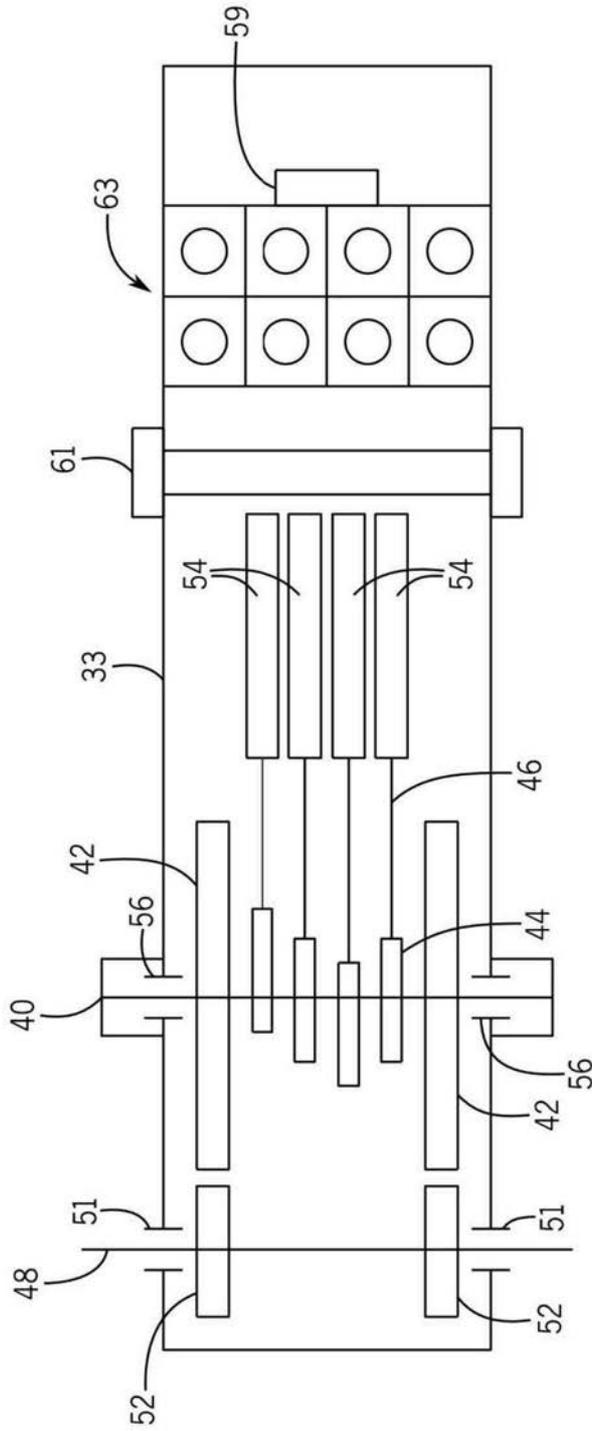


图3

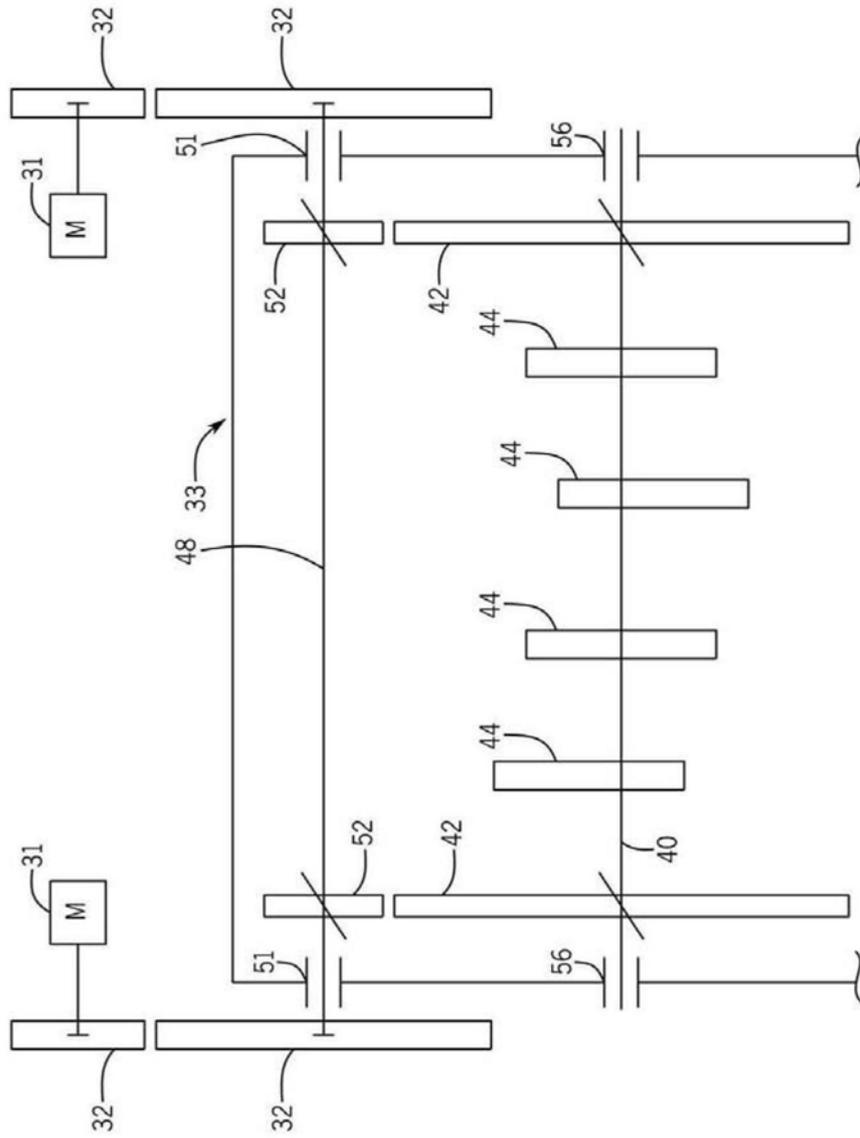


图4A

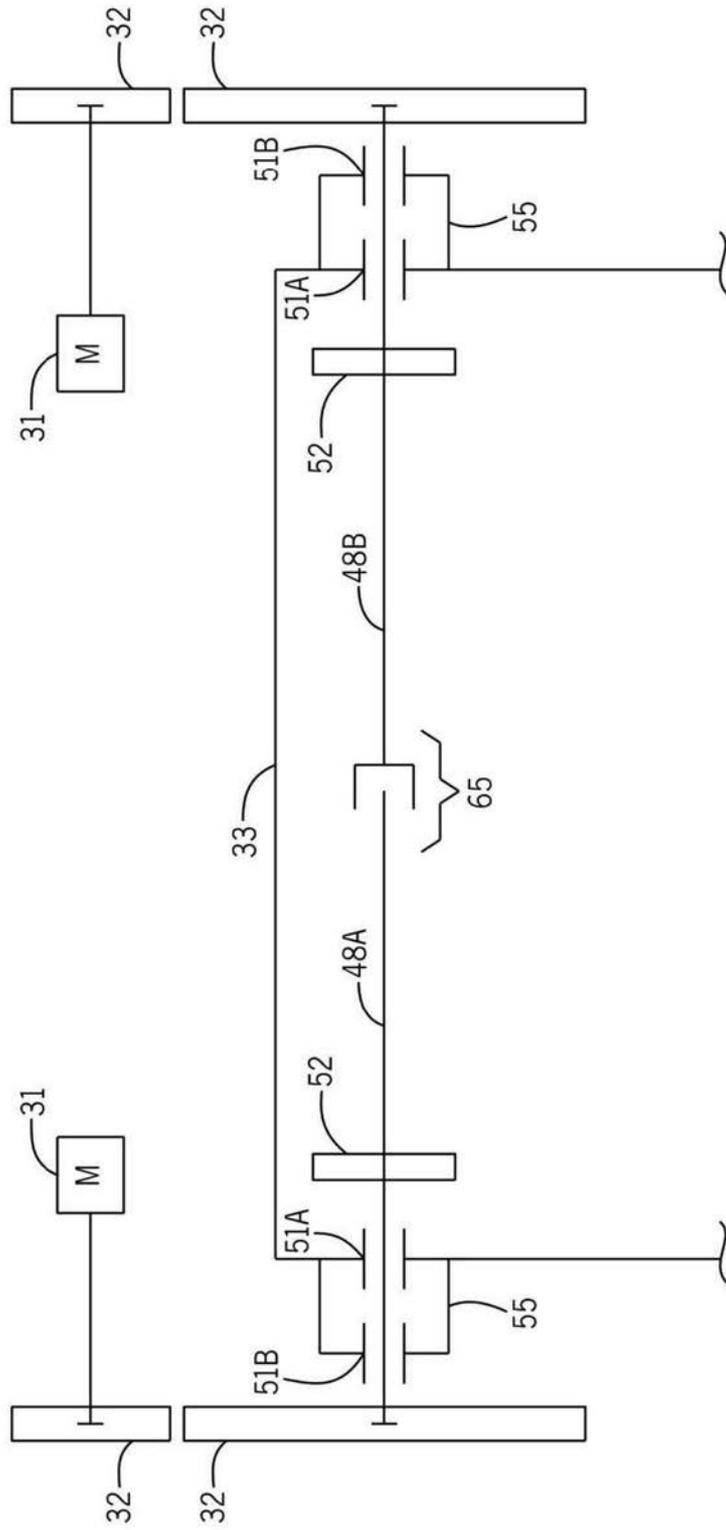


图4C

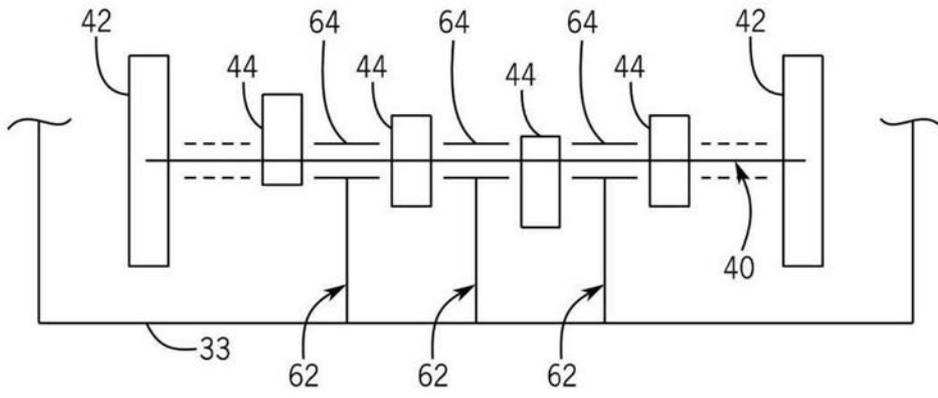


图5A

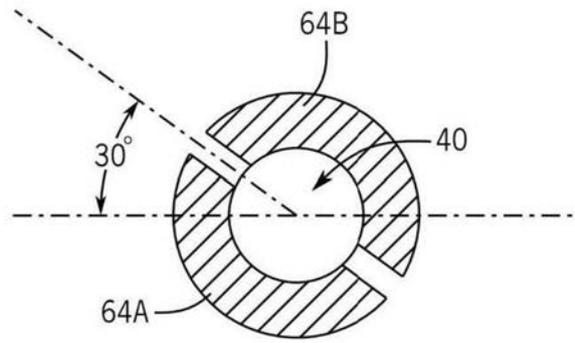


图5B

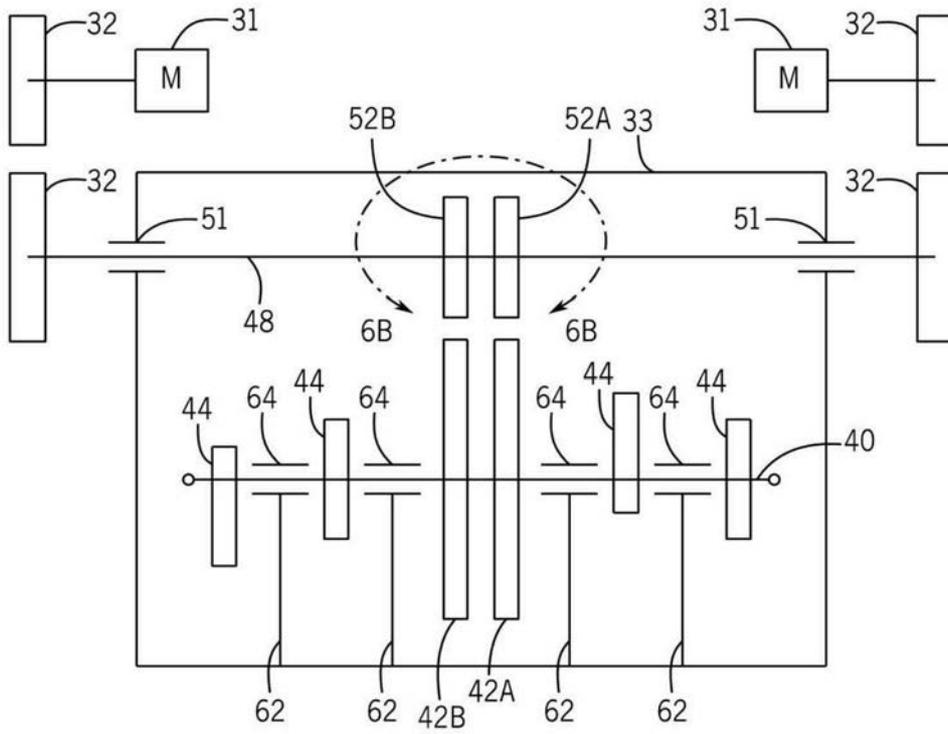


图6A

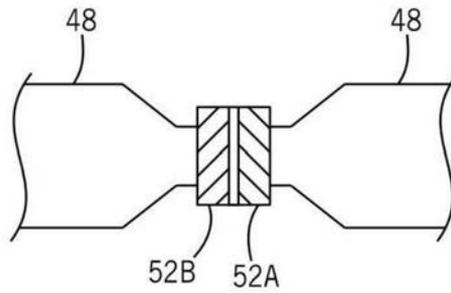


图6B

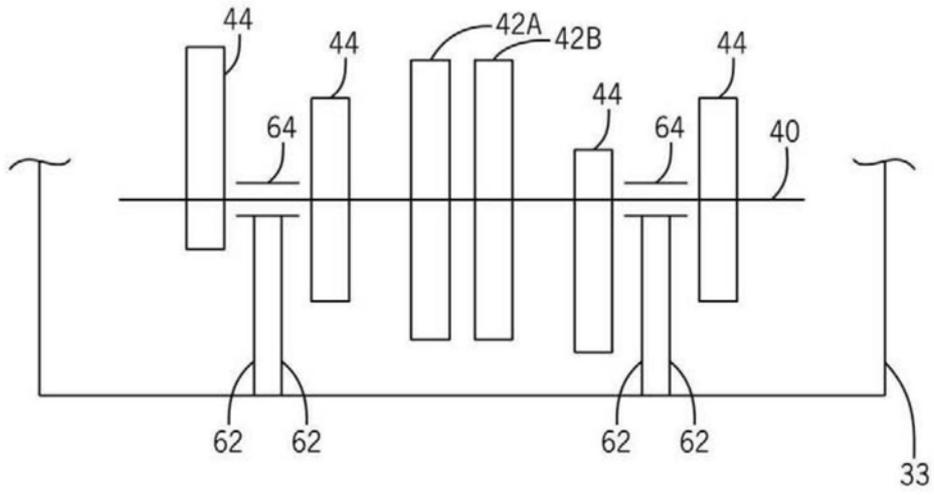


图6C

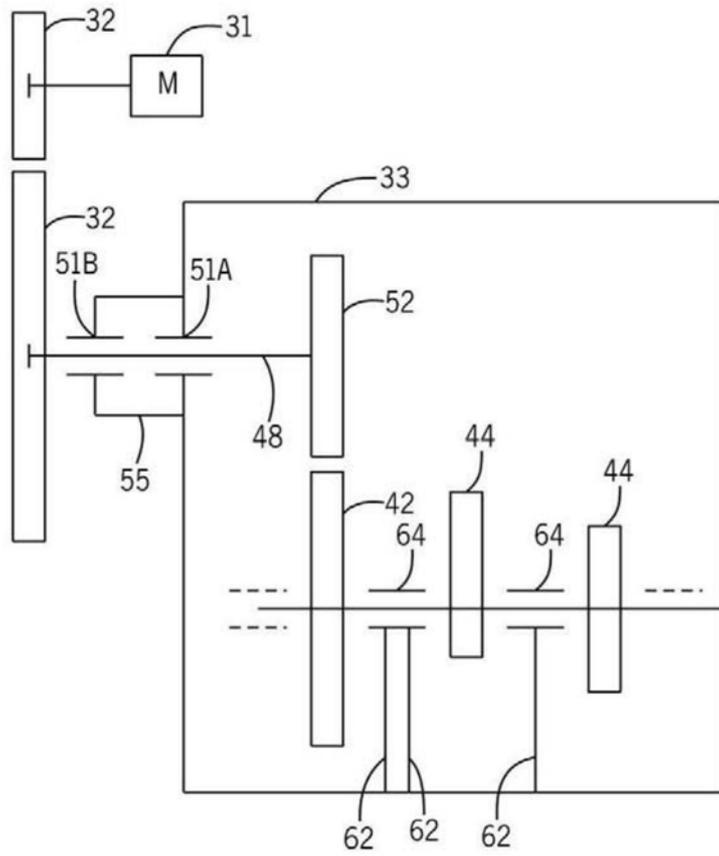


图7A

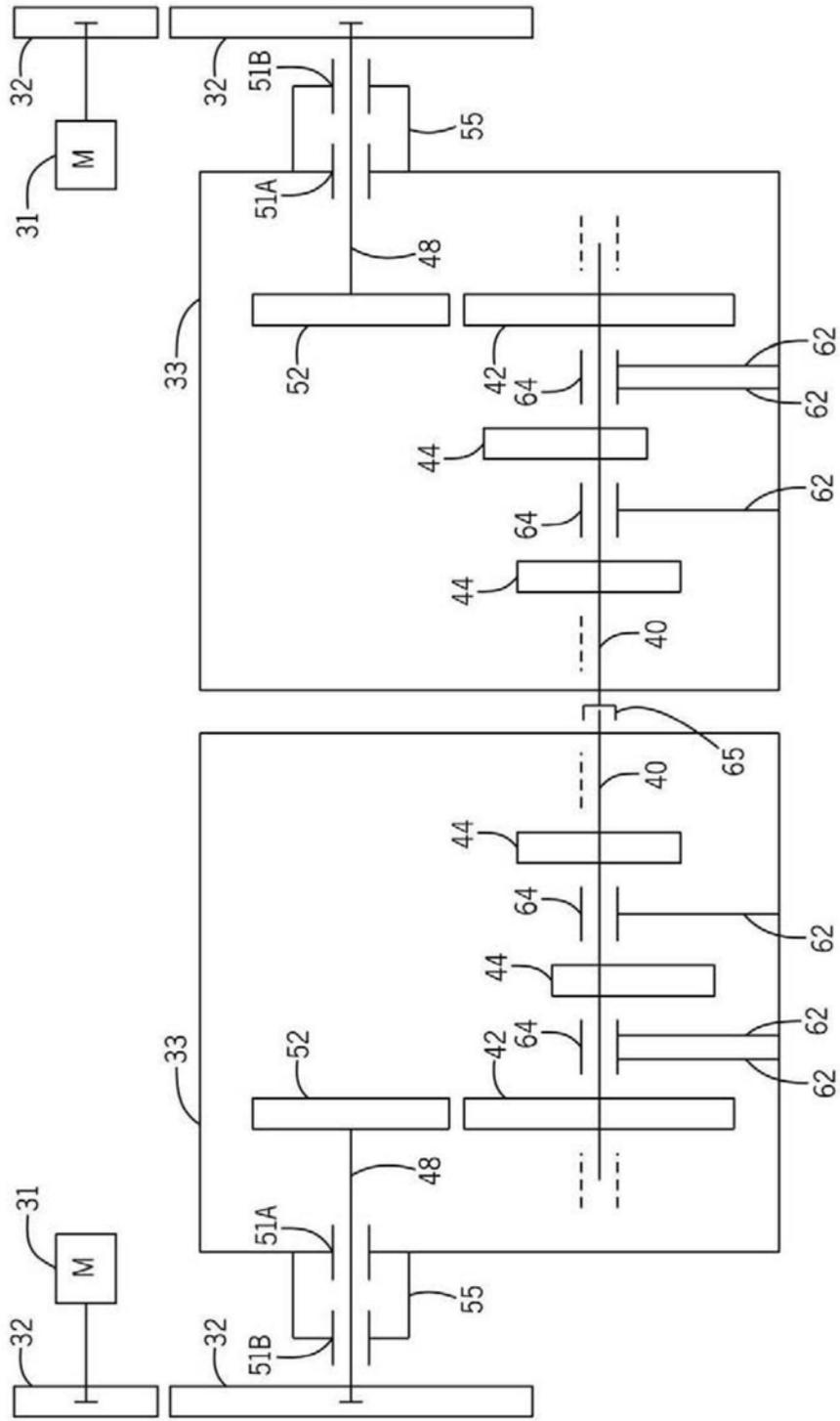


图7B

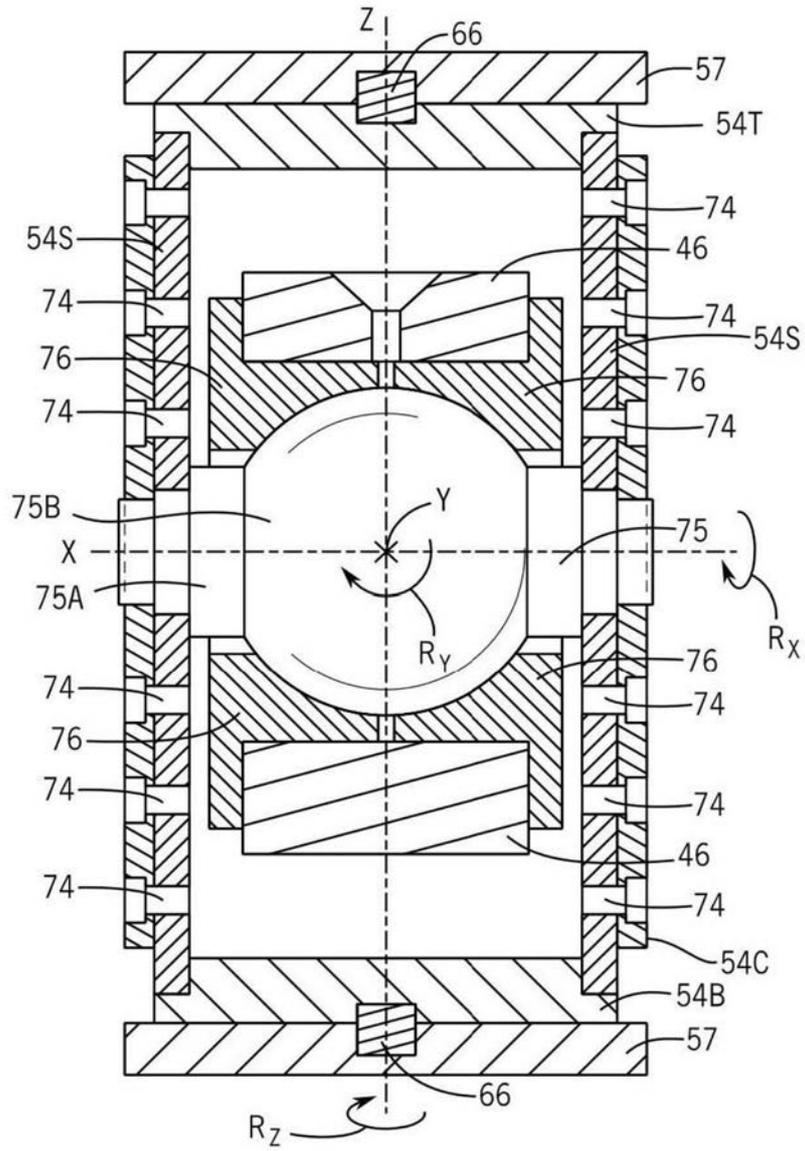


图8A

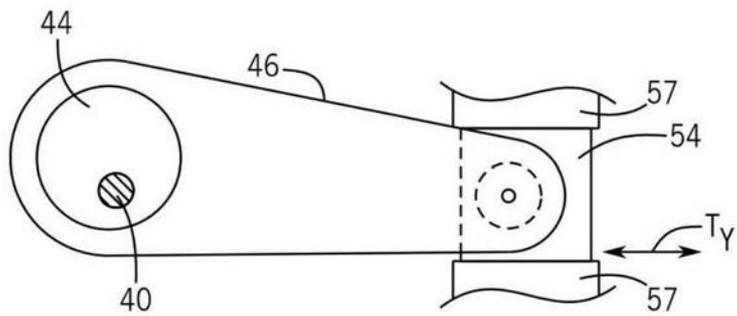


图8B

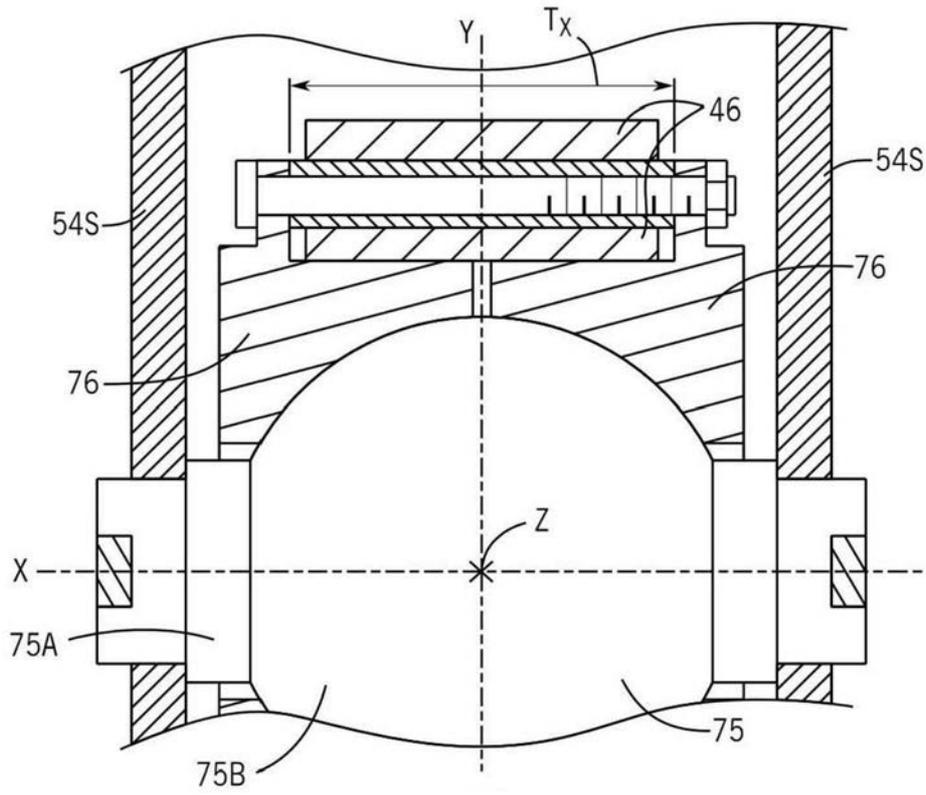


图8C

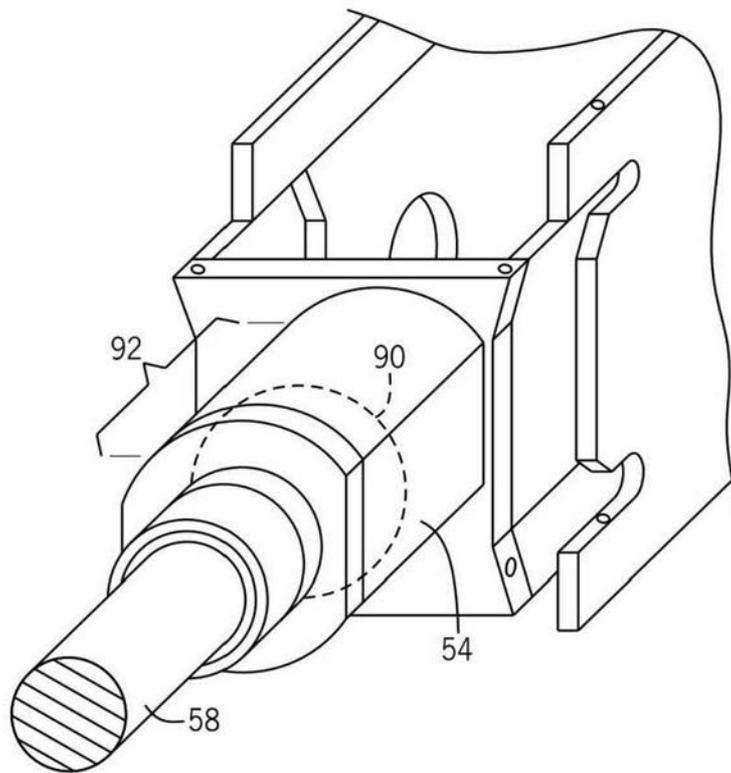


图9A

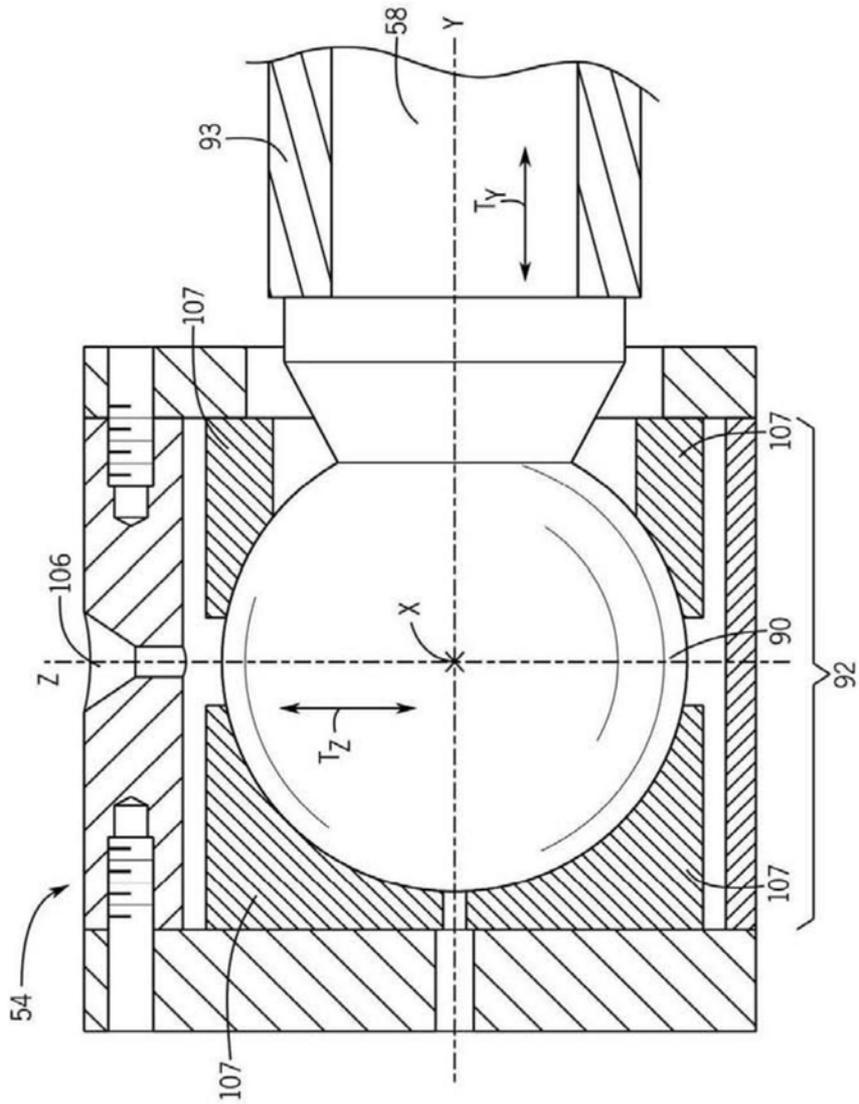


图9B

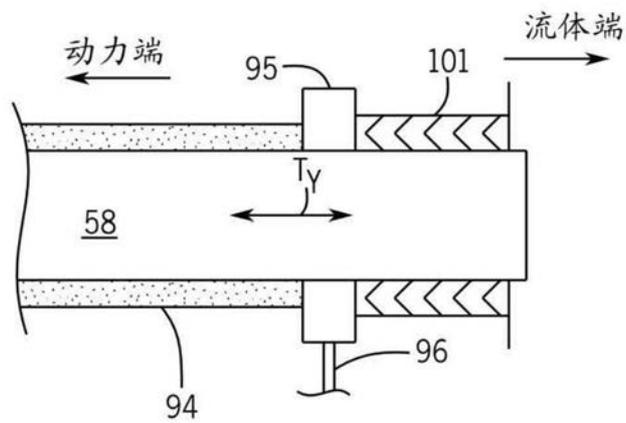


图10A

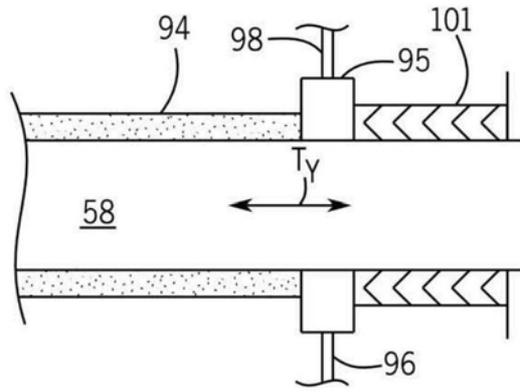


图10B

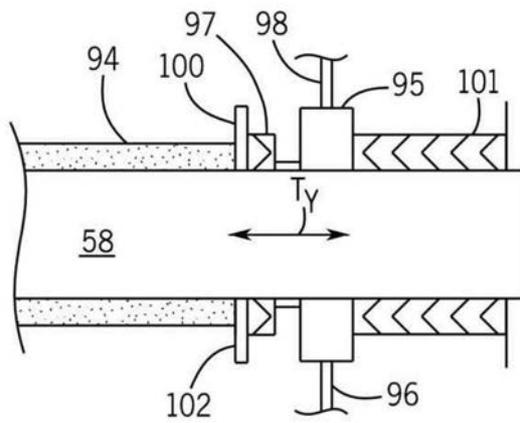


图10C

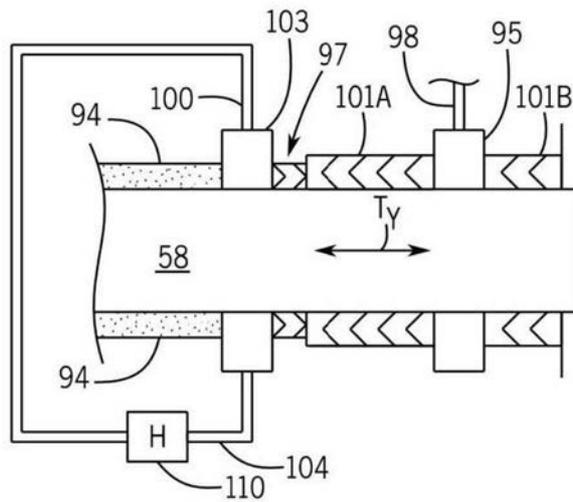


图10D

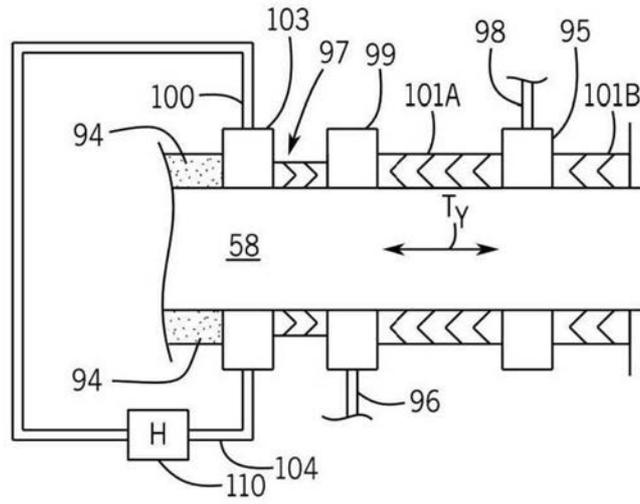


图10E

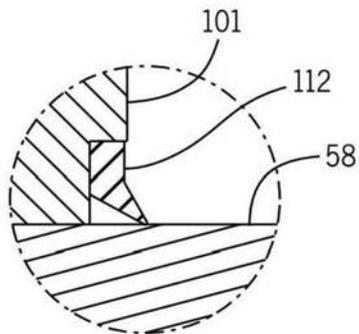


图10F

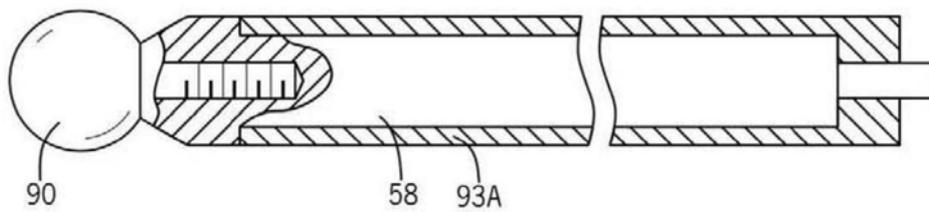


图11A

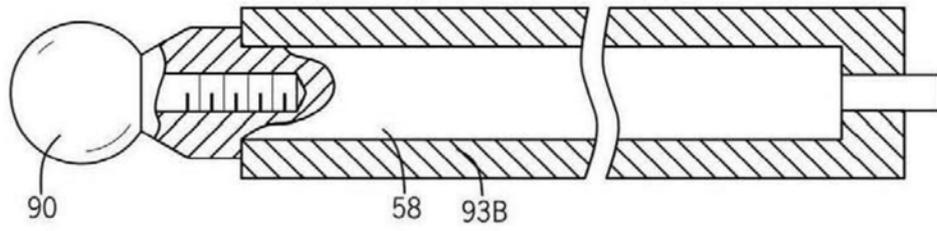


图11B

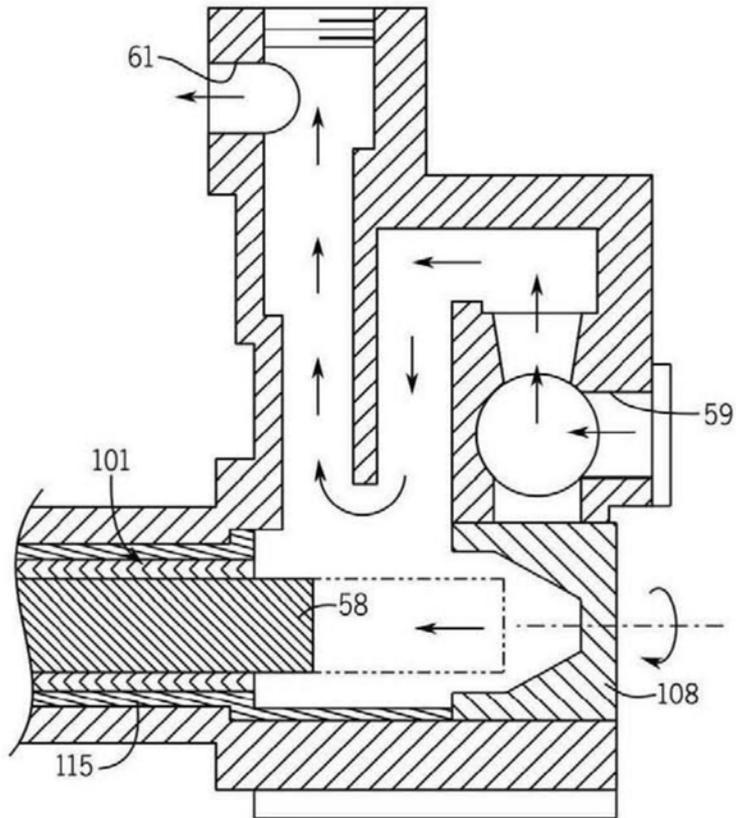


图12A

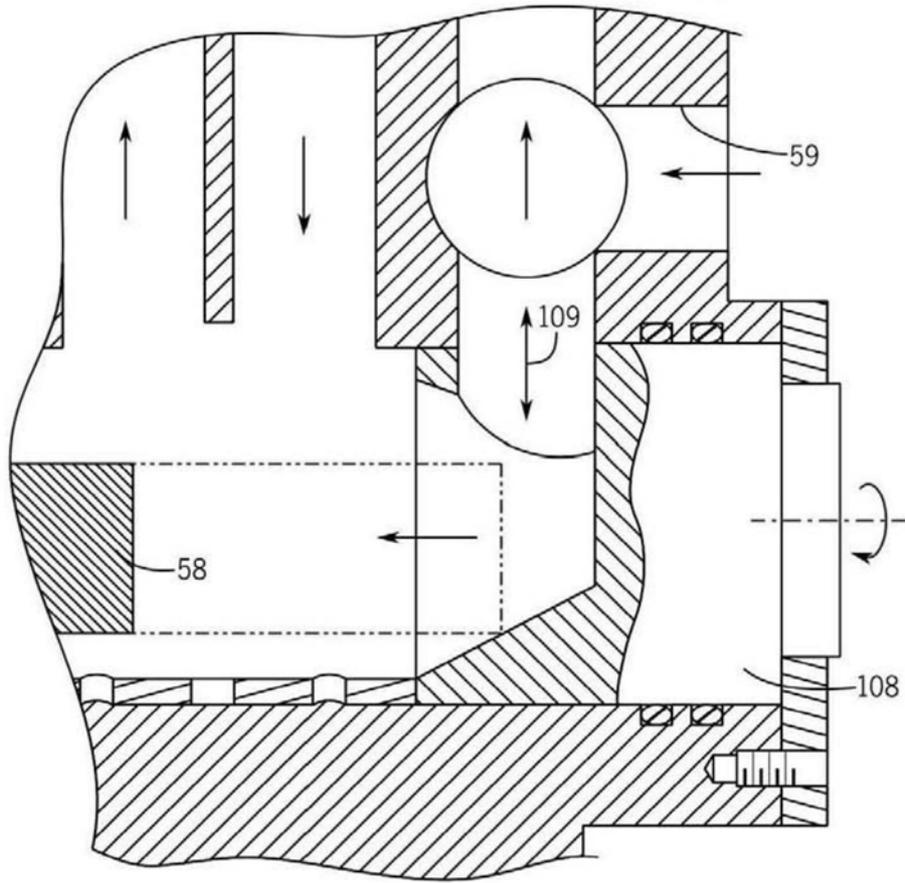


图12B