



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105179123 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201510531653. 7

F02B 19/16(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 01. 18

F02M 25/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

F02M 25/07(2006. 01)

102011008957. 8 2011. 01. 19 DE

F02M 61/18(2006. 01)

102011018846. 0 2011. 04. 27 DE

(62) 分案原申请数据

201280014195. 4 2012. 01. 18

(71) 申请人 GETAS 热力驱动系统有限公司

地址 德国迪伦

(72) 发明人 乌尔里克·罗斯 迪特尔·沃伊特

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司

公司 11372

代理人 吴大建 刘华联

(51) Int. Cl.

F02M 31/16(2006. 01)

F02M 31/087(2006. 01)

F02B 23/08(2006. 01)

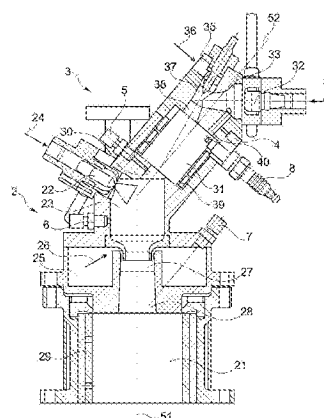
权利要求书2页 说明书21页 附图9页

(54) 发明名称

轴向活塞式马达和用于操作轴向活塞式马达的方法

(57) 摘要

提供轴向活塞式马达,其包括至少一个主燃烧器并且包括至少一个预燃烧器,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与所述主喷嘴区域相连接,它甚至在非稳态操作条件下具有提升的操作和控制特性,预燃烧器的预喷嘴区域具有至少一个辅助性热气体输送器。



1. 轴向活塞式马达 (1), 其具有热交换器, 所述热交换器具有排放气流和与所述排放气流相分离的工作气流, 所述热交换器将热量从排放气流传递到工作气流, 其中所述热交换器具有纵向轴线, 其中所述热交换器具有沿着纵向轴线延伸的工作气体室, 并且其中所述热交换器具有沿着纵向轴线延伸的排放气体室, 其特征在于, 所述热交换器的壳体、所述工作气体室和 / 或所述排放气体室彼此机械连接, 在其纵向延伸的第一端部处刚性连接并且在其纵向延伸的第二端部处弹性连接。

2. 根据权利要求 1 所述的轴向活塞式马达 (1), 其特征在于, 所述弹性连接由金属膜实现。

3. 根据权利要求 2 所述的轴向活塞式马达 (1), 其特征在于, 所述弹性的膜将所述工作气体室、所述排放气体室和 / 或所述热交换器的壳体相对于彼此和相对于环境密封。

4. 根据权利要求 2 所述的轴向活塞式马达 (1), 其特征在于, 工作气体室入口穿过所述膜, 所述入口将工作气体冷流引导至所述热交换器中。

5. 根据权利要求 1 所述的轴向活塞式马达 (1), 其特征在于, 所述弹性连接设置在所述热交换器的冷侧上。

6. 根据权利要求 1 所述的轴向活塞式马达 (1), 其特征在于, 所述刚性连接通过螺纹连接来进行。

7. 轴向活塞式马达 (1), 其具有至少一个主燃烧器 (2) 并且具有至少一个预燃烧器 (3), 所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域 (21) 以及至少一个主喷嘴区域 (23), 所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域 (31) 以及至少一个预喷嘴区域 (33), 其中所述预燃烧区域 (31) 通过至少一个热气体输送器 (30) 与所述主喷嘴区域 (23) 相连接, 其特征在于, 在所述主喷嘴区域 (23) 的预燃烧器侧上设置环形区域 (30A)。

8. 轴向活塞式马达 (1), 其具有至少一个主燃烧器 (2) 和具有至少一个预燃烧器 (3), 所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域 (21) 以及至少一个主喷嘴区域 (23), 所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域 (31) 以及至少一个预喷嘴区域 (33), 其中所述预燃烧区域 (31) 通过至少一个热气体输送器 (30) 与所述主喷嘴区域 (23) 相连接, 其特征在于, 在所述主喷嘴区域 (23) 的预燃烧器侧设置用于进入到主喷嘴区域中 (23) 中的热气体输送器 (30) 的环形喷嘴。

9. 轴向活塞式马达 (1), 其具有至少一个主燃烧器 (2) 和具有至少一个预燃烧器 (3), 所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域 (21) 以及至少一个主喷嘴区域 (23), 所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域 (31) 以及至少一个预喷嘴区域 (33), 其中所述预燃烧区域 (31) 通过至少一个热气体输送器 (30) 与所述主喷嘴区域 (23) 相连接, 其特征在于, 所述主燃烧器在主混合管道 (27) 的主喷嘴区域侧具有环形喷嘴 (25A)。

10. 根据权利要求 7 至 9 中任一项所述的轴向活塞式马达 (1), 其特征在于, 至少在一不仅平行于所述主燃烧器轴线 (51)、而且平行于所述预燃烧器轴线 (52) 和 / 或所述输送器轴线定向的投影面中, 所述预燃烧器轴线 (52) 和 / 或所述输送器轴线 (30A) 与所述主燃烧器轴线 (51) 构成位于 75° 和 105° 之间的角度。

11. 轴向活塞式马达 (1), 其具有至少一个主燃烧器 (2) 并且具有至少一个预燃烧器 (3), 所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域 (21) 以及至少一个主喷嘴区域 (23), 所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域 (31) 以及至少一个预喷嘴区域 (33), 其中所述预燃烧区

域 (31) 通过至少一个热气体输送器 (30) 与主喷嘴区域 (23) 相连接, 其特征在于, 包括空转的和至少一个局部负载以及主燃烧器 (2) 的主喷嘴 (22) 和预燃烧器 (3) 的预喷嘴 (32), 其中所述主喷嘴 (22) 和所述预喷嘴 (32) 通过控制单元彼此相连。

12. 用于操作轴向活塞式马达 (1) 的方法, 所述轴向活塞式马达 (1) 具有至少一个主燃烧器 (2) 和具有至少一个预燃烧器 (3), 其中所述预燃烧器 (3) 的排放气流混入到所述主燃烧器 (2) 的主燃料流 (24) 中, 其特征在于, 所述预燃烧器 (3) 的排放气流从环形区域 (30A) 沿切线输送到所述主喷嘴区域 (23) 中。

13. 根据权利要求 12 所述的用于操作轴向活塞式马达 (1) 的方法, 其特征在于, 排放气流混合到所述预燃烧器 (3) 的预燃料流 (34) 中。

14. 根据权利要求 12 所述的用于操作轴向活塞式马达 (1) 的方法, 所述轴向活塞式马达 (1) 具有至少一个压缩器级 (11)、具有至少一个主燃烧器 (2) 和具有至少一个预燃烧器 (3), 其中所述压缩器级 (11) 将主空气流 (26) 输送到主燃烧器 (2), 并且将预空气流 (36) 输送到预燃烧器 (3), 其特征在于, 混合到主燃料流 (24) 中的排放气流由预空气流 (36) 和预燃料流 (34) 形成。

15. 根据权利要求 12 所述的用于操作轴向活塞式马达 (1) 的方法, 所述轴向活塞式马达 (1) 具有至少一个压缩器级 (11)、具有至少一个主燃烧器 (2) 和具有至少一个预燃烧器 (3), 其中所述压缩器级 (11) 将主空气流 (26) 输送到主燃烧器 (2), 并且将预空气流 (36) 输送到预燃烧器 (3), 其特征在于, 主燃料流 (24) 和主空气流 (26) 在主燃烧区域 (21) 的上游混合。

轴向活塞式马达和用于操作轴向活塞式马达的方法

[0001] 本申请是申请日为2012年1月18日、题目为“轴向活塞式马达和用于操作轴向活塞式马达的方法”的中国专利申请201280014195.4的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种轴向活塞式马达和一种用于操作轴向活塞式马达的方法。

背景技术

[0003] 从现有技术中已充分了解轴向活塞式马达,其可表征为具有连续式内部燃烧特性的能量转换机器。就此而言,具有相对于驱动轴轴向地布置和振动的活塞的轴向活塞式马达的压缩器级将压缩的空气输送到膨胀器级,所述膨胀器级也具有相对于驱动轴轴向地布置和振动的活塞。而后能够在轴向活塞式马达的动力输出轴处获得机械驱动能量,而燃料输送到位于压缩器级和膨胀器级之间的压缩空气处,燃料/空气混合物燃烧,而通过由此得到的排放气能够获得正的活塞功,伴随着膨胀器级中的体积增加。

[0004] 因此,例如还未公开的文献PCT/DE2010/000874显示了根据此作用原理来起作用的动力机械。就此而言,燃料的热量释放并不是通过封闭负载的燃烧而在气缸内发生(正如在间歇性工作的动力机械中那样),而是在连续式工作的燃烧器中发生。这些用于轴向活塞式马达的燃烧器具有与燃烧区域相连的混合管道,在混合管道中,待燃烧的燃料和由压缩器级输送的空气混合并燃烧,在混合管道的端部处形成稳定的火焰。为了使燃烧稳定化,根据现有技术的轴向活塞式马达另外具有预燃烧器,通过预燃烧器来在燃料进入到混合管道之前将很大程度上为惰性的热气体添加到燃料中。这又带来了燃料的处理。

[0005] 虽然同样通过加热机构、例如电热塞来在燃烧器中对燃料进行处理在现有技术中是已知的,然而在很大程度上为惰性的热气体中混合例如 $\lambda \leq 0$ 的已经燃烧的空气或气体也是可行的。就此而言,为了产生很大程度上为惰性的热气体,在轴向活塞式马达的燃烧器之前切换另一个预燃烧器,该预燃烧器连续地燃烧燃料和新鲜的空气,并将产生的热气体输送到用作主燃烧器的实际燃烧器。就此而言,尚未公开的文献PCT/DE2010/000874公开了有利的是,甚至例如通过电热塞来预先制备将要输送到预燃烧器中的燃料。

[0006] 在对可控性的要求较高的情况中,以及尤其是在主燃烧器和预燃烧器的整体布置内存在脉冲(其中由于膨胀器中的负载变化而产生脉冲)的情况中,尽管存在连续燃烧,然而此根据上述现有技术的具有预燃烧器和主燃烧器的布置在火焰稳定性方面具有劣势。在燃烧器或轴向活塞式马达的脉冲操作或其它非稳态操作条件的情况中,或者还有在操作点跳跃的情况中,在预燃烧器或在主燃烧器中会分别发生实际上能够导致火焰熄灭的状态。

发明内容

[0007] 因此,本发明的任务是获得一种即使在非稳态操作条件下也具有改善的操作和调节状况的轴向活塞式马达。

[0008] 该任务通过这样的轴向活塞式马达来实现,所述轴向活塞式马达具有至少一个主燃烧器并且具有至少一个预燃烧器,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与主喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于,所述预燃烧器的所述预喷嘴区域具有至少一个辅助热气体输送器。

[0009] 就此而言,辅助热气体输送器使得可以在预喷嘴区域内处理要输送到预混合管道的燃料流,因此在预混合管道的出口处产生了明显更稳定的火焰,并且因此预燃烧器可以在低排放的情况下操作,这一方面是由于对燃料的处理,另一方面是由于预燃烧器对预燃烧区域中的脉动和改变的操作条件非常不敏感。

[0010] 另外,提出了一种用于操作具有至少一个主燃烧器和至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达的方法,其中预燃烧器的排放气流混合到主燃烧器的主燃料流中,并且该方法的特征在于,排放气流混合到预燃烧器的预燃料流中。如上所述,此处同样以有利的形式获得了更稳定的火焰形式和显然更好的排放情况。

[0011] 为了在轴向活塞式马达的主燃烧器以及在预燃烧器中形成稳定的火焰,并且为了实现轴向活塞式马达的更好的排放情况,作为用于操作轴向活塞式马达的上述实施方案和方法的替代或附加,提出了另一种用于操作具有至少一个压缩器级、具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达的方法,其中所述压缩器级将主空气流输送到主燃烧器,并且将预空气流输送到预燃烧器,并且其中来自预燃烧器的排放气流混合到主燃烧器的主燃料流中,并且该方法的特征在于,混合到主燃料流中的排放气流由预空气流和预燃料流形成。

[0012] 另外,作为备选或附加,提出了一种用于操作具有至少一个压缩器级、具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达的方法,其中所述压缩器级将主空气流输送到主燃烧器,并且将预空气流输送到预燃烧器,其中来自预燃烧器的排放气流输送到主燃烧器的主燃料流中,并且所述方法的特征在于,能够在一个级中调节预燃料流和预空气流之间的助燃空气比率以及主燃料流和主空气流之间的助燃空气比率。有利的是,在此方法中,一方面仅仅要求一个用于主燃烧器和用于预燃烧器的在流动技术方面为优化的燃烧区域,并且另一方面,该单级燃烧的方法保证了没有具有未完全燃烧的离析物的排放气或具有不理想的高比例的剩余氧的排放气被输送到主喷嘴室的混合区域。优选地,不具有剩余氧的排放气输送到主喷嘴区域或主燃料流。

[0013] 就此而言,“单段”意味着用于调节相应化学计量比率的全部空气在单个的混合过程中混合到相应的燃料流中。结果,不论是具有时间上一个接着一个的不连续的混合过程的多级燃烧,还是所得到的排放气由于进一步混入空气而变得更稀的过程都不会发生。

[0014] 就此而言,需要强调的是,在这种情况下,惰性的或很大程度上为惰性的热气体并不必然理解为例如氦气的惰性气体,而是该用语覆盖了不会直接参与到燃烧中、而是可能参与后续反应的热气体。因此,尤其是,在这个意义上燃烧的排放气可以理解为惰性的热气体,即使它们仍然在燃烧之后的反应中继续反应。

[0015] 另外,作为用于解决如上所述的任务的的方法的替代或附加,提出了一种用于操作具有至少一个压缩级段、具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达的方法,其中所述压缩器级将主空气流输送到主燃烧器,并且将预空气流输送到预燃烧

器,其中来自预燃烧器的排放气流混合到主燃烧器的主燃料流中,并且所述方法的特征在于,主燃料流和主空气流在主燃烧区域的上游混合。这具有如下结果,即当穿过混合部分时主燃料流中所含的燃料和主空气流中的氧气在所产生的混合物中均匀分布,并且在直接位于混合部分之后的燃烧区域或直接位于混合部分之后的燃烧室中可以促发尤其低排放的且同时高效率的燃烧。

[0016] 显然,在具有混合部分的方法中,预反应也可以均匀分布的方式发生在混合物中,并且因此后续的燃烧没有任何高的温度梯度,并且因此没有用于增加的排放物形成的显著的集中区域。应当理解,上述用于混合主燃料流和主空气流的方法中的“温度梯度”意指垂直于流动方向、即沿着火焰前端形成的温度变化。最后,均匀构造的火焰前端即为在混合部分中均匀混合的有利结果。

[0017] 如果主燃料流和主空气流在主混合管道中混合,则产生了更有利的方法。将主混合管道应用于上述方法有利地促进了所形成的混合部分的几何形状限定。因此,可以对主燃料流和主空气流的混合产生具体的影响,这是因为混合部分由主混合管道的壁来预定。

[0018] 对于用于混合主燃料流和主空气流的方法而言尤其有利的是,预燃烧器的排放气流在主燃料流和主空气流混合之前混合到主燃料流中。显然,在具有多种气态组分的流动中,逐步的预混合在每个混合阶段中导致了明显更好的结果。因此,主燃料流和预燃烧器的排放气流的完全的在先混合对主空气流的相继混入具有非常有利的效果。尤其是,通过逐步的混合来尤其好地控制在主燃料流中开始的反应,这是因为如上所述,如果对氧气的混入进行时间补偿,则可以定向方式来对反应时间产生影响。

[0019] 为了对所使用的燃料的反应情况进行改善,对于用于混合主燃料流和主空气流的方法而言额外有利的是,主燃料流在主燃料流与主空气流在环形喷嘴中混合之前流过混合喷嘴。如上所述,该方法的这一实施方案也会导致改善的燃烧顺序,因为可以定向方式对燃料的预反应施加影响。使用有利构形的混合喷嘴不仅提供了影响反应时间的可能性,还提供了限定几何形状的流动进展并且因此限定了主燃料流和排放气流的空间混合情况的可能性。因此,如果这是必要的话,可以对混合喷嘴中的流动施加旋转,或者如果已经存在旋转,则可以保证到主燃烧室的基本无旋转的流动。

[0020] 为了完成上述任务,作为上述解决方案的备选或附加,提出了具有至少一个主燃烧器并且具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与主喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于空转、至少局部的负载,以及通过控制单元彼此相连的主燃烧器的主喷嘴和预燃烧器的预喷嘴。

[0021] 因此,如果作为变化的操作条件的结果,主燃烧器和预燃烧器的不同的燃料流和空气流必须适应于这些不同的操作条件,则主喷嘴和预喷嘴的连接可以有利地用于轴向活塞式马达的整体调节。

[0022] 作为这些的备选或附加方案,上述任务也通过一种用于操作具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达的方法来实现,其中预燃烧器的排放气流混合到主燃烧器的主燃料流中,并且所述方法的特征在于,所述主燃烧器在从空转到最低局部负载的负载跳跃中点燃,并且预燃烧器的预燃料流在负载跳跃中被减少了主燃料流的至

少一半的量,更优选地减少了主燃料流的量。

[0023] 主喷嘴和预喷嘴通过控制单元的连接或者当点燃主燃烧器时预燃料流的减少有利地促进了燃烧器总体的燃烧情况的稳定性,这独立于本发明的其它特征,这是因为从空转到最低局部负载的负载跳跃尽可能均匀地发生,并且没有任何更大的轴向活塞式马达的初始扭矩差。因此,可以减少对于设在轴向活塞式马达之后的传动系和对于具有轴向活塞式马达的机动车辆的驾驶舒适性来说有害的负载激增。

[0024] 就此而言,在空转中,预燃烧器已经优选地递送了足够的燃烧器输出,以便在该空转中以稳定的方式操作轴向活塞式马达。如果需要更高的负载并且因此打开了主燃烧器,则获得了整个燃烧器的尤其均匀和恒定的动力增加,因为总燃料流首先保持恒定,使得预燃料流优选地被减少了大约主燃料流的量,正如上面所解释的那样。然而,正如在实际试验中已经证明的那样,即使是预燃料流减少了所使用的主燃料流的一半,对于轴向活塞式马达的均匀的负载跳跃而言已经足够。然而很清楚,可以调节预喷嘴和主喷嘴之间、以及因此还有预燃料流和主燃料流之间的任何其它的比率或任何其它的连接。

[0025] 为了完成上述任务,作为本发明的上述实施方案的备选或附加,提出了具有至少一个压缩器级、具有至少一个主燃烧器、具有至少一个预燃烧器以及具有至少一个位于压缩器级和主燃烧器的主混合管道之间的主空气管线的轴向活塞式马达,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个具有主燃料流的主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个具有预燃料流的预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与主喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于至少一个位于压缩器级和主燃烧器之间的第二空气管线,所述第二空气管线连接到主燃烧区域和/或位于主燃烧区域下游的主燃烧器。

[0026] 相应地,作为上述用来完成上述任务的方法的备选或附加,提出了一种用于操作具有至少一个主燃烧器、具有至少一个预燃烧器和具有空气流的轴向活塞式马达的方法,其中所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个具有主燃料流的主喷嘴区域,其中所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个具有预燃料流的预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过热气体输送器与所述主喷嘴区域相连接,其中所述空气流具有用于所述主燃烧器的主空气流以及用于所述预燃烧器的预空气流,并且所述方法的特征在于,在所述轴向活塞式马达的空转和/或局部负载时,然而至少在从空转到最低局部负载的负载跳跃的过程中,从空气流中分出至少一个第二空气流,并且所述第二空气流输送到位于主燃烧区域下游的排放气流中和/或输送到主燃烧区域之内。

[0027] 通过上述的第二空气管路或第二空气流,同样可以有利地以尤其均匀和稳定的方式来操作所述轴向活塞式马达在空转时、在局部负载下和尤其在从空转到局部负载的负载跳跃过程中的操作情况,换言之即具有对所使用的负载跳跃的限制。

[0028] 第二空气管线和主空气管线以及预空气管线可有利地为与压缩器级相连接的共用总空气管线的平行的局部空气管线,因此使得也能够独立于本发明的其它特征而简化对马达的控制,因此,第二空气管线有利地减少了输送到主燃烧器中的助燃空气的量,使得也可以减少主燃烧器中的燃料流,这基于必须遵循的稀薄极限。

[0029] 显然,主燃料流的减少而主空气流不减少会在下降到稀薄极限之下的情况中导致火焰主燃烧器中的火焰熄灭。因此,相比于没有第二空气管线的情况,可以将燃烧器的功

率设置得较低,同时仍保持恒定的燃烧/空气比率。第二空气在燃烧区域中的主混合管道的燃烧带之后混合回到剩余空气和排放气流中,该第二空气在该位置处导致排放气的进一步稀释,然而其中燃烧器、尤其是主燃烧器可以稳定的燃烧和低排放来操作,原因即上面所述。

[0030] 就此而言,“稀薄极限”指燃烧器或主燃烧器仍然可以具有稳定火焰地操作而火焰不会熄灭的燃料/空气比率。

[0031] “空转”指轴向活塞式马达的操作点,在该点处没有或只有非常低的动力释放 给轴向活塞式马达的动力输出轴,并且所述轴向活塞式马达可以最低的稳定转速来操作。与此相对,“局部负载”指位于空转和满载之间的任何其它的操作点,其中“满载”指以任何所期望的转速输出的最大扭矩。相应地,“满载”明显不指最大动力输出的点。相应地,“最低局部负载”为位于轴向活塞马达的特性域中的点,在该点处所述轴向活塞马达输出位于空转功率之上的最小可能的正功率,此时主燃烧器运行并且位于空转转速下。正如上面已经解释的,可以单独地操作所述轴向活塞式马达而让预燃烧器空转。

[0032] 对于根据上述实施方案的轴向活塞式马达而言,如果预喷嘴区域通过辅助热气体输送器连接到预燃烧区域,则是更有利的。以此方式,存在如下可能性,即允许以简单和操作可靠的方式而通过从预燃烧区域中摄取的排放气来对注入到预喷嘴区域中的燃料进行处理。就此而言,通过排放气从预燃烧区域到预喷嘴区域的逆流来实施预燃烧器内的内部排放气循环。

[0033] 另外,即便独立于本发明的其它特征,如果预燃烧区域通过辅助热空气输送器与辅助燃烧器相连接,则对于具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达而言也是有利的,其中所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个与喷嘴区域。因此,存在另一种可能性,即将排放气或热的惰性气体输送到预喷嘴区域,而不从预燃烧区域中提取排放气流。就此而言,也可以将任何其它的惰性气体、尽可能惰性的气体输送到预喷嘴区域中作为热气体。这可以例如为加热的氮气、二氧化碳、加热的稀有气体或蒸汽,其中尤其是蒸汽可以在燃烧中使用,以用于减少排放物或燃烧的稳定化。

[0034] 需要指出,关于助燃空气或关于燃烧空气的用语“惰性”尤其描述一种气体混合物,其具有接近于 0 的反应氧的组分,因此,一方面不会发生与所混入的其它燃料的反应,另一方面由于缺乏氧气而不会开始产生排放物,例如氧化氮的形成,其中氧化氮由于其惰性而已经解释为惰性气体。因此,用语“惰性气体”的使用不限于稀有气体和氮气,而是还包括具有接近 0 的氧气含量的排放气。

[0035] 另外,轴向活塞式马达可以如此方式构造,使得主燃料流在进入到主燃烧区域之前为气态的,和/或具有高于燃料沸腾进展的最高沸腾温度的温度。另外,如果预燃料流在进入预燃烧区域之前为气态的和/或具有高于燃料沸腾进展的最高沸腾温度的温度,则对于轴向活塞式马达而言也是可行和有利的。就此而言,这样的轴向活塞式马达的实施方案提供了如下优势,即不通过燃烧中的反应热来获得形成混合物所需的蒸发焓,而是在计量进入助燃空气中的燃料之前已经获得。以此方式,尤其存在这样的可能性,即允许无煤烟的燃烧,这是因为在已经呈现为气态形式的燃料的情况中,燃烧温度远高于液态燃料的情况中的燃烧温度。

[0036] 对于液态燃料而言,就这一点而言,如果该燃料大约具有燃料沸腾进展的最高温

度,则也是有利的,因此导致至少燃料的挥发性组分已经呈现为气态的聚集态。就此而言,“沸腾进展”意指在沸腾中燃料的沸腾曲线的不考虑残屑或损耗的部分。因此,用语“沸腾进展”指代沸腾曲线的连贯曲线部分。另外,“液态燃料”指任何在室温和环境压力下、即在绝对的 20℃和 1bar 下呈现为液态形式的燃料。

[0037] 如果可行,可以此方式已经产生燃料的化学和物理分解,进一步减少了马达所产生的排放物。

[0038] 在关于燃料的聚集态的上述方面中,对于用于操作轴向活塞式马达的方法而言更有利的是,来自排放气流的蒸发热输送到主燃料流中,同时混入排放气流,并且主燃料流转换到气态聚集态。另外,类似有利的是,来自排放气流的蒸发热输送到预燃料流中,同时混入排放气流,并且预燃料流转换到气态聚集态。这些方法预设或要求排放气在被混入之前具有高的温度,并且该温度至少足够用于燃料在混合期间蒸发。正如上面已经解释的,在燃料/空气混合物在燃烧器的混合管道中、例如在预燃烧器的预混合管道或在主燃烧器的主混合管道中燃烧的过程中,该方法的燃烧所释放的热量不再用于该方法的燃料的蒸发,并且因此在燃烧中形成较少的煤烟,这是因为实际的燃烧可在较高的温度水平下发生。

[0039] 除此之外,关于燃料的热处理,不必仅限于对轴向活塞式马达使用液态燃料。尤其是根据上述实施方案,对轴向活塞式马达使用气态燃料同样也是有利的,因为即使不需要施加蒸发焓,该燃料也可以通过使用预反应的热处理来分解到分子水平,并且因此仅会发生很低排放的燃烧。

[0040] 独立于燃料的聚集态(不论是气态还是液态),对于用于操作轴向活塞式马达的方法而言同样有利的是,一方面来自排放气流的热量传递到主燃料流中,同时混入排放气流,并且至少一个主燃料流的组分至少部分地热分解,和/或另一方面,来自排放气流的热量传递到预燃料流中,同时混入排放气流,并且至少一个预燃料流的组分至少部分地热分解。因此,轴向活塞马达中的这种方法不仅在通过获取蒸发热来提升温度水平时,而且在形成混合物之前已经处理了燃料而使 得在该燃料中已经出现了预反应时都提供了减少的煤烟形成的可能性。从而存在这样的可能性,即阻止或减少另外的排放物、例如氧化氮,这是因为通过已经开始的预反应急剧减少了燃料和燃烧总共所需的空气的反应时间,并且抑制了氮氧化合物的形成。显然,通过上述实施方案,例如根据“泽尔多维奇机理(Zeldovich mechanism)”来形成的热学式形成的氧化氮不具有足够长的驻留时间以形成足够的量。

[0041] 由于上述原因,如果输送到预燃料流中的排放气流是从预燃烧区域中提取的,和/或输送到预燃料流中的排放气流是从辅助燃烧器中提取的,则对于用于操作轴向活塞式马达的方法而言也是有利的。就此而言,如果输送到主燃料流中的排放气流是从预燃烧区域中提取的,则对于用于操作轴向活塞式马达的方法而言也是有利的。上面已经解释了该实施方案的优势,其中对到燃料流中的热排放气或任何热的惰性气体的计量允许对燃料进行有利的处理,以得到尽可能低排放的、稳定的和迅速的燃烧。

[0042] 为了在预燃烧器或在主燃烧器中分别对燃料有利地进行处理,对于该方法来说进一步有利的是,在预燃料流混合到预空气流中之前发生排放气流到预燃料流中的混合,和/或在主燃料流混合到主空气流中之前发生排放气流到主燃料流之中的混合。这些实施方案也允许如上所述的燃料的热处理,因此相应地,燃料可以或是在混合管道中混入时已经呈现为气态形式,或是也可以具有燃烧的中间产物。

[0043] 应当理解,独立于本发明的所有其它特征,上述特征对于轴向活塞式马达来说也是有利的。

[0044] 为了完成上述任务,作为本发明的其它特征的备选或附加,提出了具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与主喷嘴区域相连接,其中所述主燃烧器的主燃料流通过主喷嘴引入到所述主喷嘴区域中,并且其中所述轴向活塞式马达的特征在于,所述主燃料流具有位于主喷嘴上游的加热机构。

[0045] 通过上述加热机构,可以保证针对该任务的较好的调控性和针对该任务的轴向活塞式马达的稳定的运行情况,因为通过所述加热机构输入的热量提升和支持了混合物的制备。尤其是,在启动程序之后很快可能会存在温度不足,这可能是缘于冷的燃烧区域壁,并且可以通过加热机构来平衡掉温度不足。如果燃烧器的燃烧情况无法满足负载需求,通过额外的加热机构,也可以操作可靠的方式来获得对燃烧器的短期的高负载需求。

[0046] 在一个有利的实施方案中,用于加热主燃料流的加热机构可以为电加热机构。尤其是,加热机构可以为电热塞。使用电加热机构或电热塞作为加热机构,可以导致所获得的用于加热的热量流分别独立于负载和轴向活塞式马达的操作状态。因此,正如上面已经解释的,优选地可以在轴向活塞式马达的冷启动过程中或在其之后使用电加热机构或电热塞来加热主燃料流。

[0047] 也可以将相应的加热机构用于预燃料流,或用于任何其它的燃料或汽车燃料混合物。

[0048] 因此,加热机构的另一个实施方案也可以包括将热交换器用于加热燃料或汽车燃料流,并且所述热交换器布置在轴向活塞式马达的排放气流中。优选地,就此而言,热交换器可以直接应用于轴向活塞式马达的膨胀器级之后,在那里排放气具有尤其高的温度水平。

[0049] 还应理解的是,用语“燃料”和“汽车燃料”用作同义词,并且燃料或汽车燃料可以包含任何液体,以及气态烃或烃混合物,以及其它的可与空气放能式反应的包含能量的物质。可以理解,不一定是空气,其它与燃料兼容的介质也可以用作反应对象。

[0050] 如果将加热机构、尤其是电加热机构布置在主喷嘴或另一个燃料喷嘴的直接邻近处,则加热机构的使用仍然是有利的。因此,通过尤其短的从加热机构到主喷嘴或到备选燃料喷嘴的相应流动路径减少了热损耗,并且因此要求最小的能量支出来将燃料流加热到所期望的温度。所述燃料的所期望的温度因此来自于燃料在进入所计划的燃烧或混合区域时、例如进入到主喷嘴区域中时预期所具有的温度,而不是来自于燃料由加热机构直接加热到的温度。

[0051] 即使独立于本发明的其它特征,上面所解释的针对燃料或汽车燃料加热的特征对于轴向活塞式马达而言是有利的。

[0052] 为了完成上述任务,作为上述本发明的特征的备选或附加,提出了这样的轴向活塞式马达,其包括至少一个主燃烧器和至少一个预燃烧器,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与主喷嘴区域相连接,其

中所述预燃烧器具有预燃烧器轴线,所述热气体输送器具有输送器轴线,并且所述主燃烧器具有主燃烧器轴线,并且所述轴向活塞式马达的特征在于,至少在不仅平行于主燃烧器轴线而且平行于预燃烧器轴线和 / 或输送器轴线而定向的投影面中,所述预燃烧器轴线和 / 或所述输送器轴线相对于所述主燃烧器轴线构成位于 75° 和 105° 之间的角度,优选地位于 85° 和 95° 之间的角度,并且更优选为 90° 的角度。

[0053] 就此而言,用语“预燃烧器轴线”、“主燃烧器轴线”和“输送器轴线”分别指这样的轴线,它们由相应模块中的主流动方向所限定,并且大致上与这些模块的基本几何形状一致。预燃烧器轴线和主燃烧器轴线大致上与预燃烧室和主燃烧室的主对称轴线相一致,而输送器轴线大致上与通过其将热气体输送到主燃烧器的通道的轴线相一致。如果必要,也就是说,在由于通过多管道或实际上为环形的喷嘴来进行而无法为热气体输送器指定一个主方向的极端情况中,关于此点的用语“输送轴线”也覆盖了这样的平面,所述平面示出了直到进入到主燃烧器中或到主喷嘴区域中的主流动方向。因此,轴线来自在该面中的投影,基于该轴线而具有上述角度的决定。

[0054] 上述轴线的几乎直角的布置导致了高度混合,因为主燃料流必须携带热气体。以此方式,热气体可以尤其好地发挥其效力,并且如果主燃料流被实质上在直线中或与主燃烧室共轴地引导,这尤其适用。

[0055] 独立于上述轴线的布置,为了完成所述任务,同样作为对本发明的其它特征的备选或附加,提出了具有至少一个主燃烧器和至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与所述预喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于,在主喷嘴区域的预燃烧器侧上设置了环形区域。就此而言,需要强调的是,环形区域的特征在于两个同中心布置的壁区域,即内壁和外壁,通过所述壁区域可以强制产生流过所述环形区域的气体的非常均匀的运动。独立于本发明的其它特征,这可导致所述热气体和所述主燃料流的非常良好的均质性。

[0056] 单独地但是尤其是相互影响地,环形区域和轴线的布置带来了在主喷嘴区域中所存在的流体的强制引导,并且减少非均质混合物的区域,其中能够阻止煤烟的形成。另外,包括燃料和排放气或热气体的尤其均质混合的流体在主燃烧器的后续燃烧过程中具有尤其有利的效果。

[0057] 如果预燃烧器轴线和 / 或输送器轴线与所述环形区域相切,则会尤其有利地影响主喷嘴区域中所产生的混合物的均匀化。由于上述轴线的与环形区域相切的构造,所述热气体以尤其均匀的形式流动进入所述环形区域,因此可以避免不期望的气体滞留的死区。就此而言,需要指出的是,如果热气体输送器不具有柱形、锥形或至少基本上为一维的进展,则预燃烧器轴线的方向和输送器轴线的方向可以岔开。就此而言,热气体输送器沿其纵向方向也可以具有曲形或弧形的进展。在这样的情况中,在每个热气体输送器直接通入到主喷嘴区域中或到环形区域中的点处限定了上述输送器轴线。类似地,很明显,如果热气体输送器不具有显著的跨度,即其沿着这些轴线仅具有很短的长度,则预燃烧器轴线和输送器轴线重合。

[0058] 构造成相切于环形区域的预燃烧器轴线或输送器轴线可以相隔一定距离而有利地相切于环形区域布置,其中所述距离与平均环形半径一致。如果所述环形区域与所述主

燃烧器轴线共轴布置,“平均环形半径”实质上与所述环形区域相对于所述环形区域的轴线或所述主燃烧器轴线的最大和最小半径的算术平均数一致。显然,如果所述热气体输送器具有相比所述环形区域的厚度更小的直径,其中“厚度”指数学意义上的环形区域的最小和最大半径之间的差,那么位于预燃烧器轴线和输送器轴线之间的距离也可以大于或小于该平均环形半径。就此而言,沿着热气体输送器的表面延伸的直线可以构造成相切于环形区域的外表面,因此至少在一个点上,热气体输送器恒定地过渡到环形区域的表面上,并且那里尤其地不会形成会产生气流撕裂的边缘。

[0059] 应当理解,用语“相切于”并非特别以严格的数学理念来限定,对于后者而言,相切于环形区域的轴线必须在环形区域的最大半径处在数学意义上接触到环形区域。如上所述,关于环形区域的最大半径,相切的轴线理解为割线,其中上面所定义的平均半径或由平均半径所形成的完整圆形也可以和轴线形成数学意义上的相切布置。需要强调的是,关于平均半径,轴线不仅可以为切线或割线,也可以是相离的线。尤其是,用于“相切于”应当解释为非径向的和非轴向的。

[0060] 平均环形半径优选与主燃烧器轴线共轴地布置,因此热气体和燃料的混合物可以构造成尤其均匀的。

[0061] 为了完成上述任务,作为上述特征的备选或附加,提出了一种用于操作具有至少一个主燃烧器和至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达的方法,其中所述预燃烧器的排放气流混合到所述主燃烧器的主燃料流中,并且该方法的特征在于,所述预燃烧器的排放气流被相切式从环形区域引导到主喷嘴区域中。

[0062] 如上面已经解释过的,以此方式,只要流入的排放气可以均匀地分布于整个环形区域中并且能够与那里的燃料、即主燃料流均匀地混合,就可以实现所述排放气到所述环形区域中或到所述主喷嘴区域中的尤其低脉动的流动。在排放气流流入到环形区域中或到主喷嘴区域中时,在一些条件下,被脉动影响的排放气流的偏转会导致流动中的死区和撕裂,其中由于缺乏良好的混合,在那里会有煤烟形成。

[0063] 显然,用语“死区”不仅用于液体介质的流动,也指气态介质的流动推进中的漩涡区域和分裂。

[0064] 另外,可以对上述方法进行如下改进,即与环形区域的对称轴相距一定距离地将所述预燃烧器的排放气流引导到主喷嘴区域中,并且所述距离与所述环形区域的平均环形半径一致。如上所述,该进一步的实施方案也导致均匀的引入和排放气与主燃料流的良好混合,因为可以实现从热气体输送器到环形区域中的均匀传递或均匀流动。另外,该方法的实施方案使得可以在热气体输送器中构造最大的可能的流动横截面,而不会在环形区域中制造阻碍混合的流动,这是因为可以通过该方法来减少表面扰动,例如由于边缘或角落而产生的那些扰动。

[0065] 作为备选或附加,可以通过具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达来完成上述任务,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与所述预喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于,在所述主喷嘴区域的预燃烧器侧设置用于进入到主喷嘴区域中的热气体输送器的环形喷嘴。这种环形喷嘴也有利地促进热气体和燃料的混合的均匀化,因此可以更好地

形成或制备燃料。

[0066] 备选地或附加地,通过具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达来完成上述任务,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与所述主喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于,所述主燃烧器在主混合管道的主喷嘴区域侧具有环形喷嘴。虽然上述环形喷嘴可用于热气体和燃料的快速混合,并且因此有利地影响了热传输和材料传输,然而在一个有利的实施方案中,设置用于将主空气流输送到主混合管道中的所述环形喷嘴可用于快速的材料运输和所引入的空气的快速混入。由此,先前所处理的燃料的快速燃烧伴随着最小的排放产物而进行,这是因为一方面避免了低氧燃烧带和煤烟,而另一方面只给氮氧化合物的形成留下极少的反应时间。

[0067] 优选地,环形喷嘴与主燃烧器轴线共轴布置,和/或与主喷嘴的主喷射方向共轴布置,这相应地导致了极端均匀的火焰管控。

[0068] 在轴向活塞式马达的另一个有利的实施方案中,环形喷嘴具有至少一个构造为锥形的覆盖面,所述覆盖面具有小于 45° 的锥角。以锐角引导到主混合管道中的流动、例如为主气流的流动有利地导致碰到一起的两股气流的良好混合而不会形成死区。结果是,所述环形喷嘴的实施方案提供了阻止煤烟形成的另一种可能性。

[0069] 用语“构造成锥形的覆盖面”意指环形喷嘴的一个表面,注入的气体沿着所述表面流过所述环形喷嘴。另外,就此而言,其意味着仅局部地构造成锥形的表面,其中大致上喷嘴并不必然要描绘出完整的锥形,而是可以具有截头锥形作为气体引导面。“锥角”因此是由在锥面上延伸的直线和锥形的对称轴所包围的角度。应当理解,环形喷嘴的两个不同的表面可以构造为锥形,但是具有不同的锥角。

[0070] 为了完成上述任务,备选或附加于上述本发明的特征,提出了具有至少一个主燃烧器和具有至少一个预燃烧器的轴向活塞式马达,所述主燃烧器具有至少一个主燃烧区域以及至少一个主喷嘴区域,所述预燃烧器具有至少一个预燃烧区域以及至少一个预喷嘴区域,其中所述预燃烧区域通过至少一个热气体输送器与所述主喷嘴区域相连接,并且所述轴向活塞式马达的特征在于,所述预燃烧区域和/或所述预喷嘴区域在外壁具有绝缘体。上述环形区域也可以相应地具有绝缘体。

[0071] 所述绝缘体可以有利地设置在上述区域或燃烧区域的内侧的外壁上,并且促进减小壁的热流失以及与所述壁的热流失相关联的热效率损失。显然,通过这一措施,也可以优化轴向活塞式马达的整体效率,同时增加热效率。

[0072] 在轴向活塞式马达中,已知通过陶瓷层实现的燃烧区域壁的绝缘体,例如在W02009/062473中所公开的。然而,相比于根据现有技术中在主燃烧区域中使用绝缘体,在预燃烧区域中和/或预喷嘴区域中使用绝缘体提供了明显的优势,这是因为如果通过主燃烧器来进行负载调节,可以在预燃烧器中最大程度地调节稳态条件,以便具有均匀的流动速度。因此,所使用的绝缘体可以定向的方式与所发生的热量流动相配合,从而使得可以针对机械故障达到更大的安全性。

[0073] 相应地,当对预燃烧器使用两级或甚至多级控制时,换言之尤其在通过预燃烧器进行的负载控制的情况中,尽管存在非稳态的条件,然而绝缘体可以意外地为轴向活塞式

发动机带来优势。就此而言,实际试验中已经显示,预燃烧器的绝缘体可以最大程度地抑制任何可能发生的非稳态情况,并且因此可以达到预燃烧器的稳定化的火焰温度和稳定化的排放情况。如果必须将具有均匀质量的热气体输送到后续的主燃烧器中,则这些在预燃烧器中实现的优势具有特别的重要性。一方面,因为预燃烧器的稳定操作,主燃烧器也可以在更稳定的范围中操作,并且另一方面,主燃烧器的调节更加简单,因为消除掉了一些作用于主燃烧器的调节的干扰因素,例如由预燃烧器的非稳态操作情况所导致的。因此,最终可以使用简单的控制环路,因为这可以不需要级联控制或具有复杂状态区域的控制来实现。

[0074] 如果绝缘体构造成陶瓷的,则对于轴向活塞式发动机而言是尤其有利的。因此,通过尤其低的热传导性来提升所述绝缘体。正如进一步可证,备选材料也可用作绝缘体,只要所用材料的融化温度高于相应的燃烧区域温度或喷嘴区域温度。因此,例如高合金奥氏体钢提供了相比非合金钢而言减少了大约三分之二的导热性。另外,就此而言,其它的备选材料、例如钛也是可行的。

[0075] 为了完成上述任务,作为本发明的上述特征的备选或附加,提出了具有至少一个燃料喷嘴和具有至少一个与所述燃料喷嘴相连接的燃料管线的轴向活塞式马达,所述马达的特征在于,所述燃料管线至少部分地构造成至少一个位于所述燃料喷嘴上游的热交换器的吸热腔。只要在注入燃料之前加热通过燃料喷嘴注入的燃料,所述实施方案就可为轴向活塞式发动机提供了优势,并且因此在轴向活塞式马达中或在轴向活塞式马达的燃烧区域中,燃料/空气混合物的形成可以明显更均匀和更迅速地进行,相比于注入冷燃料的情况而言,可以证明其具有更低排放的燃烧。用于此目的的热交换器可以具有所述吸热腔和另外的发热腔,通过它们来传递热流以加热燃料,从而达到所述目的。

[0076] 另外,备选地或附加地,燃料管路自身可以围绕或通过所述轴向活塞式马达的热部件。

[0077] 然而,如果使用流体来加热燃料,所述流体具有从所使用的轴向活塞式马达中引出的热流(例如为排放气),则热交换器的使用尤其带来优势。

[0078] 针对通过热交换的燃料加热而言,如果至少一个热交换器的散热腔至少部分地构造成排放气体管线、冷却剂管线和/或润滑剂管线,则其相应为有利的。显然,所述方法使得可以得到这样的轴向活塞式马达,所述马达不仅具有稳定和低排放的燃烧,而且具有增加的效率水平,这是因为从轴向活塞式马达逸出的能量可被回收并反馈回轴向活塞式马达的环路中。

[0079] 为了完成上述任务,作为上述特征的备选或附加,相应地还提出了用于操作具有至少一个燃料喷嘴和具有至少一个燃料管线的轴向活塞式马达的方法,其中所述燃料管线将燃料流引导至燃料喷嘴,并且所述方法的特征在于,在所述燃料喷嘴的上游处加热所述燃料流。

[0080] 另外,为了完成上述任务,作为本发明的其它特征的备选或附加,提出了用于操作具有至少一个燃料喷嘴和具有至少一个燃料管线的轴向活塞式马达的方法,其中所述燃料管线将燃料流输送到燃料喷嘴,并且所述方法的特征在于,在燃料管线中在所述燃料喷嘴的上游通过在所述燃料管线外部流动的流体来加热所述燃料流。就此而言,加热燃料的所述流体也可以为轴向活塞式马达的排放气流、冷却剂流和/或润滑剂流。

[0081] 另外,为了完成上述任务,作为上述特征的备选或附加,提出了用于操作具有至少

一个燃料喷嘴和具有至少一个燃料管线的轴向活塞式马达的方法,其中所述燃料管线将燃料流输送到燃料喷嘴,并且所述方法的特征在于,在燃料管线中在所述燃料喷嘴的上游通过所述轴向活塞式马达的热流来加热所述燃料流。

[0082] 正如上面已经解释的,上述用于加热燃料的实施方案或用于加热燃料的方法的实施方案也提供如下优势,一方面甚至在注入之前就将燃料提升到一个温度水平,这导致这样的结果,即在燃料和空气的燃烧中,可以基于热的和迅速的燃烧而减少煤烟颗粒和氮氧化合物。

[0083] 另外,上述用于加热燃料的方法提供这样的可行性,即可以将轴向活塞式马达的未使用的余热再循环至轴向活塞式马达的循环过程中,并且因此提升了轴向活塞式马达的热力学效率水平。

[0084] 在前面所指的通过热流加热燃料的情况中,热流尤其可以直接和/或间接地源自摩擦动力,来自余热流和/或来自轴向活塞式马达的排放气流。在内燃机驱动器的主要实施方案中,通过润滑剂流将在动力机械的移动部件之间产生的摩擦动力引导出来,其中所述润滑剂流通过热交换器,并且通过摩擦产生的所述润滑剂流的热量被分散到环境中。就此而言,使用相应存在的润滑剂流和相应存在的所述润滑剂流中的热交换器来加热燃料提供特别的优势,这是因为对于所使用的部件和所使用的构造区域而言,可以没有额外的努力和花费来实现。

[0085] 就此而言,“余热流”意味着动力机械的所有其它热量流的总量,其以辐射能冲击动力机械的表面,或者通过冷却剂环路的加热。考虑到还存在的冷却剂环路,在此情况中非常简单且有利的是,通过冷却剂环路或冷却水环路借助于热交换器来加热燃料管路。

[0086] 作为上述热量或流体环路的附加或备选,使用排放气流来加热燃料也是可行的,其中尤其是如果已经设置了热交换器来加热输入的空气,则可以将另外的热交换器集成到排放气装置组中。

[0087] 优选地可以使用排放气流来加热燃料,这是因为动力机械的排放气通常展示尤其高的温度,换言之即相对于燃料的尤其高的温度梯度。然而,使用单一的材料流或热流来加热燃料并不排除使用额外的材料流或热量流。因此,也可以使用上述用于加热燃料的所有可能性的组合,只要燃料首先由油或水的环路预加热,并且仅随后通过排放气被加热到所期望的温度。

[0088] 优选地,对于用于操作轴向活塞式马达的方法而言,所述燃料流可以加热到大于700℃的温度、更优选大于900℃的温度、甚至更优选大于1100℃的温度来加热燃料。以此方式,保证了燃料不仅以气态形式存在,而且燃料分子在燃料管线中已经打碎,用于更好地与助燃空气反应。

[0089] 为了完成上述任务,作为本发明的上述特征的备选或附加,提出了一种具有热交换器的轴向活塞式发动机,所述热交换器具有排放气流和与所述排放气流相分离的工作气流,所述热交换器将热量从排放气流传递到工作气流,所述热交换器具有纵向轴线,并且具有沿着纵向轴线延伸的工作气体室,所述马达的特征在于,所述热交换器的壳体、工作气体室和/或排放气体室彼此机械式连接,在其纵向延伸的第一端部处刚性地连接,并且在纵向延伸的第二端部处弹性地连接。另外,所述弹性连接具有金属膜。

[0090] 轴向活塞式马达和用于所述轴向活塞式马达的热交换器的上述实施方案的一个

优势来自于所述热交换器的特殊能力：即使在排放气流的尤其高的温度水平下，或者在排放气流和工作气流之间具有非常大的温度差的情况下，其以操作可靠和不漏气的方式允许所述两种流体的热交换。如所期望的那样，高的温度水平导致热交换器中不均匀的纵向延伸，其中所述不均匀的热量延伸可能导致壳体中或热交换器的两个腔体中的尤其大的应力。在最坏的情况中，这些热应力导致热交换器的故障，这导致轴向活塞式马达的故障。

[0091] 一方面，刚性连接的热交换器的腔体或刚性连接到壳体的热交换器的腔体相应地在热交换器的纵向延伸的另一个端部、即第二端部处导致部件的不同的纵向延伸。在所述热交换器的纵向延伸的第二端部处设置了先前所述的弹性膜，所述弹性膜将所述工作气体室、排放气体室和 / 或所述热交换器的壳体相对于彼此和相对于环境以不漏气的方式密封，并且由于其弹性性质，其允许彼此连接的部件的机械长度平均化，而不会出现不允许高的热应力。

[0092] 可以理解，即使在并非由不同材料所制造的热交换器并且因此不会在热交换器中具有不同的纵向延伸的情况中，首先可以在热交换器的纵向延伸的第一端部处使用通过膜片来进行的弹性连接。因此，热交换器中的非均匀的温度分布可以要求有利地使用膜片来用于弹性连接。

[0093] 有利地，弹性连接设置在热交换器的冷侧上，这是因为尤其在高温下，热量对弹性连接的负面影响可以最小化。

[0094] 还理解的是，如果必要的话，上述解决方案或权利要求中的特征也可以结合以能够相应累积性地实施上述优势。

附图说明

[0095] 将使用下面的描述和附图来解释本发明的另外的优势、目标和特性。这显示了：

[0096] 图 1 显示了用于具有主燃烧器和预燃烧器的轴向活塞式马达的燃烧器的示意性剖视图；

[0097] 图 2 显示了根据图 1 的轴向活塞式马达的预燃烧器的示意性剖视图；

[0098] 图 3 显示了根据图 1 和图 2 的预燃烧器的俯视图；

[0099] 图 4 显示了具有根据现有技术的燃烧器的轴向活塞式马达的示意性剖视图 以解释技术背景知识，其中与根据图 1 到图 3 的燃烧器具有相同效应的模块采用相同的附图标记；

[0100] 图 5 显示了轴向活塞式马达的主燃烧器的示意性剖视图，其具有环形区域作为主喷嘴区域；

[0101] 图 6 以剖视图显示了根据图 5 的主燃烧器和预燃烧器的另一个示意性剖视图；

[0102] 图 7 显示了图 6 所示的主燃烧器和预燃烧器的布置的俯视图；

[0103] 图 8 以剖视图显示了具有用于轴向活塞式马达的燃料加热系统的热交换器；

[0104] 图 9 显示了具有另一个燃料加热系统的根据图 6 的主燃烧器和预燃烧器的布置；并且

[0105] 图 10 显示了根据图 9 的燃料加热系统的细节示意图。

具体实施方式

[0106] 图 1 到图 3 中所显示的用于轴向活塞式马达的燃烧器 1 具有主燃烧器 2 和预燃烧器 3。

[0107] 通过热气体输送器 30 与主燃烧器 2 的主喷嘴区域 23 相连的预燃烧器 3 还具有预气体管线 35 和预喷嘴 32, 以用于形成燃料 / 空气混合物。就此而言, 预空气管线 35 通到预混合管道 37 中, 其中预空气管线 35 将预空气流 36 输送到该预混合管道 37 中。

[0108] 另外, 预混合管道 37 配属有预喷嘴区域 33, 预燃料流 34 通过预喷嘴 32 引入到该预喷嘴区域 33 中。在轴向活塞式马达 1 的操作过程中, 在预混合管道 37 的出口处, 在预混合管道 37 中获得的燃料 / 空气混合物以大致上沿等压线的方式燃烧, 并且传递到预燃烧区域 31。

[0109] 就此而言, 燃料 / 空气混合物的燃烧发生在预混合带 38 中的位于预混合管道 37 和预燃烧区域 31 之间的过渡处, 其中预燃烧区域 31 充满热排放气。预燃烧器 3 是所产生的排放气优选为化学计量的排放气, 其在进入预燃烧区域 31 中之后通过热气体输送器 30 传递到主燃烧器 2 中。

[0110] 预燃烧区域 31 通过预燃烧区域壁 39 来进一步限定和冷却, 其优选具有柱状结构, 在此实施方案中, 热气体输送器 30 与预燃烧区域 31 同心地布置。

[0111] 柱状预燃烧区域壁 39 在其背向承燃烧区域 31 的侧部上具有额外的空心腔体, 这带来了针对预燃烧器 3 的周边的额外绝缘作用。为此目的, 设置在预燃烧区域壁 39 上的腔室可以充满空气、排放气、预空气流 36 或冷却水。预空气流 36 穿过预燃烧区域壁 39 的腔室额外地导致了预燃烧区域壁 39 处所释放的热量的回收和再循环, 所述热量通过预空气管线 35 传递回预燃烧器 3。

[0112] 与此相反, 预混合管道 37 以及尤其是预燃烧带 38 布置在预燃烧区域 31 的对称轴的外侧。在此实施方案中, 预混合管道 37 的对称轴或旋转轴与预燃烧区域 31 的旋转轴在热气体输送器 30 内相交。

[0113] 该位于预混合管道 37 和预燃烧区域 31 之间的非对称布置导致了如下结果, 即在预燃烧器 3 的操作过程中, 所产生的排放气的循环以这样的方式进行, 使得排放气流总是冲击到辅助热气体输送器 40 的入口上。在所述实施方案中, 该辅助热气体输送器 40 又连接到预喷嘴区域 33, 并且凭此在预燃烧器 2 中产生内部排放气再循环。

[0114] 由辅助热气体输送器所进行的内部排放气再循环还在预喷嘴区域 33 中至少导致了预燃料流 34 的加热和优选的蒸发, 只要排放气具有足够高的温度。

[0115] 正如图 3 中所尤其显示的, 预燃烧器 3 在预燃烧区域 31 和预喷嘴区域 33 之间具有三个单独的辅助热气体输送器 40。这些辅助热气体输送器 40 布置成关于图 2 的剖面对称, 其中辅助热气体输送器 40 的增加的数量保证了较大的排放气流。

[0116] 就此而言, 还可能的是, 额外的辅助热气体输送器 40 也构造成可控的, 使得输送到预喷嘴区域 33 的排放气流可在数或质量方面调节。如果可行的话使用辅助热气体传感器 4 用于这些调节目的, 其在此情况中可以为温度或压力传感器, 也可以为用于测量排放气组分的兰达 (λ) 传感器。

[0117] 如果排放气具有足够高的温度, 例如 700℃ 的温度, 则预喷嘴区域 33 中所再循环的排放气不仅导致预燃料流 34 的雾化和蒸发, 还导致预燃料流 34 中的第一分解过程或预反应。需要强调的是, 就此而言, “预反应” 意味着燃料的任何反应, 尤其还意指没有氧气参

与的反应。

[0118] 预燃烧器 3 的所述实施方案因此导致预燃烧带 38 中的尤其有效的、热的和迅速的燃烧,因此阻止了煤烟的形成,尤其还有氧化氮的形成。通过该燃烧的实施方案,通过非常高的燃烧温度阻止了煤烟的形成。

[0119] 然而如果泽尔多维奇 (zeldovich) 机理生效,那么在燃料 / 空气混合物的燃烧中的高温会导致非常高的氮氧化物浓度。为此原因,本领域技术人员首先并不会预料到有减少的氮氧化合物的排放,尽管存在有尤其热的燃烧。然而,已经就这一点讨论过,预喷嘴区域 33 中还有主喷嘴区域 23 中的燃料的热处理显然可有利地导致燃料的分子分解,并且因此也明显导致增加了基团的形成,这明显加速了燃烧反应,并且因此阻止了氮氧化合物的形成。

[0120] 已经知道,大多数燃烧过程的反应速度在燃烧过程中不仅取决于温度,还取决于压力。因此,正如在上述实施方案中所实施的那样,如果燃烧温度或燃烧压力更高,则燃料组分与空气的反应会以数量级的方式更迅速地进行。

[0121] 在上述的燃料的处理之后,如果燃烧离析物(即空气和燃料)的预热足够,则在高温水平下燃烧时只为形成热的氮氧化物留下极少时间,并且在将燃料混入到助燃空气中之前,换言之即在实际反应带之前,燃烧链的起始以及链分支已经立即开始。就此而言尤其有利的是,燃料和 / 或助燃空气预热到这样的温度,即高于该温度时尤其是不会形成热性氧化氮,或者根据泽尔多维奇机理的用于形成热性氧化氮的平衡反应尤其不会展现出任何显著的转换。

[0122] 因此尤其优选的是,预喷嘴区域 33 中的预燃料流 34 以及主喷嘴区域 23 中的主燃料流 24 预热到大约 1000°C 的温度,在该温度下尤其不会发生显著的转换。显然,如果在燃料在主燃烧器 2 的预混合管道 37 或主混合管道 27 中混合的期间由于相比于燃料更冷的助燃空气而使温度降落到远低于 1000°C,则预喷嘴区域 33 或主喷嘴区域 23 中的燃料也可以具有较高的温度。

[0123] 为了在预燃烧器 3 中监控和调节过程,预燃烧器 3 还具有火花塞 8、辅助热气体传感器 4 以及热气体传感器 5。显然,火花塞 8 可以用于预燃烧器 3 的启动过程,同时可以通过辅助热气体传感器 4 来测量在辅助热气体输送器 40 中所输送的排放气的温度、压力或组分。同样地,热气体传感器 5 也可以用于监控通过热气体输送器 30 输送到主燃烧器 2 中的排放气。

[0124] 与将预燃烧器 3 中的排放气输送到预喷嘴区域 33 中的方式相类似地,也在主燃烧器 2 中对通过主喷嘴 22 注入的主燃料流 24 进行处理,如上所述。

[0125] 就此而言显然的是,预燃烧器 3 作为主燃烧器 2 的外部热气体生成器发挥作用,在此示例性实施方案中,主燃烧器 2 自身并不具有任何内部的气体再循环。

[0126] 与预喷嘴区域 33 不同,主喷嘴区域 23 与主混合管道 27 和主燃烧区域 21 布置在同一轴线上。主喷嘴区域 23 和主燃烧区域 21 或主混合管道 27 之间的非对称布置也是可行的。通过主空气流 26 输送到主混合管道 27 的助燃空气通过环形通道侧向地流动到主混合管道 27 中,并且在主混合带 28 中反应,以沿等压线的方式释放热量,目的是随即作为排放气首先流动到主燃烧区域 21 中。主空气流 26 通过主空气管线 25 输送到主燃烧器 2 的主混合管道 27,其中主空气管线 25 和预空气管线 35 一起连接到未示出的轴向活塞式马达

1 的压缩器级 11, 如根据现有技术所知和图 4 所示的那样。

[0127] 在主燃烧器 2 中还设置用于控制单元的传感器, 目的是调节燃烧和功率。因此, 在主喷嘴区域 23 上设置喷嘴区域传感器 6, 通过它可以探测主喷嘴区域 21 中的温度、压力和/或排放气组分。另外, 主混合管道 27 具有混合管道传感器 7, 其能够判定主燃烧带 28 中的组分、温度, 或者如果必要的话, 判定主燃烧带 28 中的压力并且将其传递到控制单元。

[0128] 显然, 预燃烧区域的腔室 39 也可以用于加热预燃料流 34 或主燃料流 24。如果燃料通过预燃烧区域壁的腔室, 其已经在注入到预喷嘴区域 33 或主喷嘴区域 23 中之前就摄取了热能, 在注入期间该能量对喷射物的形成或微滴的分解产生积极影响, 因为在与空气混合的过程之前已经对燃料提供了用于形成混合物的能量。在特定操作条件下, 例如轴向活塞式马达 1 的满载时, 也可以以下述方式已经加热了预燃料流 34 或主燃料流 24, 即, 使得其在燃料管线 40 中过渡到气态聚集的状态或者由于在注入到预喷嘴区域 33 或主喷嘴区域 23 中时所存在的压力降而过渡到气态聚集的状态。显然, 上述涉及到预燃料区域壁 39 的实施方案也可以应用于主燃烧区域壁 29

[0129] 在通过图 1 到 3 来描述的轴向活塞式马达 1 的燃烧器布置中, 还应用了一种燃烧方法, 以这样的方式使得在预燃料流 34 和预空气流 36 混合之后, 不会进行助燃空气的进一步输送, 直到在主喷嘴区域 23 中所产生的主燃料流 24 和预燃烧器 3 的热气或排放气的混合物输送到主混合管道 27 中。相比于现有技术, 在主混合管道 27 中或直接在其之前, 而不仅仅在主燃烧室 21 中进行主空气流 26 的混入。就此而言, 尤其是在预燃烧器 3 中所施加的单级燃烧带来了良好的剩余氧含量的可调节性, 其可调节到接近零。因此, 在主喷嘴区域 23 中对通过主燃料流 24 所引入的燃料进行处理, 而不会已经发生氧化。结果是, 所述方法导致了在所输入的热气中没有剩余的氧, 阻止了排放物的产生, 例如氮氧化合物的形成。

[0130] 下面将要使用图 4 来描述根据现有技术的具有压缩器从而级 11 的轴向活塞式马达 1 的一个实施方案, 以便解释技术背景。

[0131] 压缩器级 11 具有彼此平行布置的压缩活塞 13, 并通过预压缩器控制驱动器 15 将空气从环境中摄入, 并且在其压缩之后将所述空气输送到未示出的空气管线中, 所述空气管线至少通入到根据图 1 的燃烧器上的主空气管线 25 中和预空气管线 35 中。

[0132] 根据图 4 的轴向活塞式马达 1 还具有根据现有技术的主燃烧器 2 和预燃烧器 3, 其通过主燃烧区域 21 中所产生的排放气来点燃或驱动具有膨胀器活塞 14 的膨胀器级 12, 其中就此而言, 也可以直接应用根据图 1 到 3 的燃烧器。为此目的, 从主燃烧区域 21 离开的排放气通过相应的投射通道 18 分别传送到膨胀器活塞 14 中的一个, 所述活塞通过正的活塞功将动力释放到轴向活塞式马达 1 的动力输出轴 10。在其通过膨胀器入口阀门 17 输送到膨胀器活塞 14 中之后, 所释放的排放气通过膨胀器出口阀门 16 引导到排放气体管线 44 中。

[0133] 相比于根据图 1 的主燃烧器 2 的实施方案, 根据图 4 的主燃烧器 2 不具有拉瓦尔 (Laval) 喷嘴 9, 在轴向活塞式马达 1 中也可以取消使用拉瓦尔 (Laval) 喷嘴 9, 相反, 其可具有燃烧区域底部 19, 从主燃烧器 2 流出的废气冲击到燃烧区域底部 19 上, 或通过燃烧区域底部 19 将废气偏转到投射通道 18 中。

[0134] 就此而言, 可以清楚根据本发明和根据图 1 的预燃烧器 3 和主燃烧器 2 的另一个优势, 因为由于其几何构型, 所述实施方案导致在两个局部燃烧器中较少的振动。另外, 根

据现有技术的主燃烧器 2 不具有主混合管道 27, 其中主空气流 26 输送到主燃料流 24 中。相反, 图 4 中所示的轴向活塞式马达 1 具有主燃烧带 28, 其已经极大地伸入到主燃烧区域 21 中。然而, 其与根据本发明的轴向活塞式马达 1 的实施方案的一个显著区别在于预燃烧室 3, 在现有技术中, 预燃烧室 3 不具有任何辅助热气体输送器 40, 并且因此在预燃烧器 3 中也不具有稳定的火焰形成。

[0135] 相比于上述实施方案, 根据图 5 的主燃烧器的备选实施方案具有由环形区域 30A 所围绕的主喷嘴区域 23。热气体输送器 30 通入到所述环形区域 30A 中, 其中所述热气体输送器 30 的输送器轴线 53 与主燃烧器轴线 51 以大约 90° 的角度在图 5 所处的投影平面中相交。同时, 主燃烧器轴线 51 为所示出的主燃烧区域 21、主混合管道 27 和主喷嘴区域 23 以及环形区域 30A 的对称轴。类似于环形区域 30A, 引导主空气流 26 的主空气管线 25 也在紧邻于进入到主混合管道 27 中之前构造成环形区域。所述环形主空气管线 25 的实施方案也导致位于主混合管道 27 之中的尽可能均匀的混合物的形成, 因此导致主燃烧带 28 中的均匀燃烧。

[0136] 根据主燃烧器 2 的这种构造, 在环形区域 30A 中以相应的作用方式使用了用来避免壁热量流失的主燃烧区域壁 29。为此目的, 环形区域 30A 具有贴附于环形区域 30A 的外壁上的柱形绝缘体 61。如主燃烧区域壁 29 一样, 绝缘体 61 由陶瓷材料制成, 并且减少了处于环形区域 30A 中的热排放气至主燃烧器 2 的壳体的其余部分的热传导。排放气在进入主混合管道 27 中之前通过环形喷嘴 23A 与主燃料流 24 混合; 该流体通过主喷嘴 22 传递到预喷嘴区域 23。

[0137] 在主燃烧器 2 的操作中, 主喷嘴区域 23 的环形构造允许通过热气体输送器 30 所输送的排放气的围绕主燃烧器轴 51 的循环, 因此最大程度阻止了主喷嘴区域 23 中或还有热气体输送器 30 中的死区, 并且因此使得可以抑制煤烟的形成, 至少抑制由混合造成的煤烟的形成。

[0138] 到主混合管道 27 的输送管线还构造为混合喷嘴 27A, 其中由主燃料流 24 和排放气构成的流体在进入到主混合管道中之前再次受到影响。所显示的锥形构造因此一方面导致气体流动的加速并且对主燃料流 24 和排放气的混合情况具有积极的影响, 而另一方面在环形喷嘴 25A 处产生喷射流, 其促进了从环形喷嘴 25A 离开的主空气流的进一步混合。

[0139] 环形喷嘴 25A 布置在混合管道 27 之前, 并且在周向上为放射状, 目的是均匀地将所处理的燃料流输送到主空气流 26 中。环形喷嘴 25A 的两个锥状构造的喷嘴表面 25B 以锐角延伸到混合管道 27 中, 就此而言, 在此处也避免了例如由流动中的撕裂所导致的死区。环形表面 25B 的平坦的延伸角度进一步意外地促进了所吹入的空气与燃料流的均匀化, 因此基于迅速和均匀的燃烧而避免了排放物。为了在环形喷嘴 25A 中出现流动速度的最佳构造, 环形喷嘴 25A 的两个喷嘴表面 25B 构造成不同的锥角。

[0140] 正如在先前的实施方案中已经证实的那样, 根据图 6 和 7 的在热气体输送器 30 之前的预燃烧器 3 产生化学计量的排放气, 并且将其尽可能沿切线地传递到环形区域 30A 中。在此实施方案中, 预燃烧器轴线 50 和热气体输送器轴线 53 一致, 这是因为热气体输送器 30 构造为与预燃烧器 3 和预燃烧区域 31 共轴的柱状管道。

[0141] 预燃烧器 3 或热气体输送器 30 相对于主喷嘴区域 23 的相切布置导致感应流动 (在图 7 中沿顺时针方向), 所述流动导致主燃料流 24 和预燃烧器的排放气流的尽可能均

匀的混合。环形喷嘴 23A 同样地对此有补充作用。

[0142] 在所述实施方案中,预燃烧区域 31 也具有以陶瓷方式构造的预燃烧区域壁 39,目的是避免热量流失和增加轴向活塞式马达 1 的效率。相比于主燃烧器 2 中的相应构造,预混合管道 37 以及预燃烧带 38 相对于预燃烧器轴 52 以小得多的角度布置。相比于主燃烧器 2,所述偏离式布置促进了根据图 6 的投影面中的循环,因此从预燃烧带 38 离开的排放气局部地冲击到辅助热气体输送器 40 上,并且以此方式其可以被传递到预喷嘴区域 33 中。在预喷嘴区域 33 中或直接在其上游处,通过预喷嘴 32 和与空气管线 35 分别对预燃料流 34 和预空气流 36 进行计量,正如从上述示例性实施方案中已知的。

[0143] 为了控制在轴向活塞式马达 1 处以及在热交换器 81 中所产生的温度,根据图 8 所构造的热交换器 81 具有金属膜 86,其在热交换器 81 的一个纵向端部处将壳体 82 或排放气体室 83 工作气体室 84 机械式地和气密性地相连。在所示实施方案中,工作气体室入口 89 穿过膜 86,所述入口将工作气体冷流 79 引导至热交换器 81 中。工作气体冷流 79 在流经工作气体室 84 时从传递到排放气体室 83 中的排放气体中介流 77 中摄取热量。在发生热量传递之后,工作气体热流 80 再次在工作气体室出口 90 处离开热交换器 81,在该过程之后的进程中,工作气体热流 80 传递到轴向活塞式马达 1 的膨胀器级 12 或到主燃烧器 2 和预燃烧器 3 中。如上所述,工作气体冷流 79 是从轴向活塞式马达 1 的膨胀器级摄取的。另外,排放气体室 83 具有排放气体室入口 87 和排放气体室出口 88,所释放的排放气体中介流 77 进入到所述入口 87 中,或在另一个示例性实施方案中,所释放的排放气体热流 76 直接进入所述入口 87 中,而来自出口 88 的所释放和冷的排放气体冷流 78 传递到周围环境中。

[0144] 在排放气体中介流 77 输送到热交换器 81 之前,在燃料热量交换器 70 中已经进行了燃料冷流 74 的局部热量传递。如工作气体冷流 79 那样,燃料冷流 74 摄取通过排放气体热流 76 可获得的热量,并且在转换到燃料热流 75 之后回收该热量,并将其传递回至轴向活塞式马达 1。如果不使用燃料热交换器 70 或热交换器 81,则在废气中能够获得的热量将释放到环境中而无法被使用,因此,所显示的布置能够增加轴向活塞式马达 1 的热力学效率。

[0145] 正如已经解释的那样,热交换器 81 具有膜 86,膜 86 也设置用于负载均衡,这首先允许排放气体室 83、壳体 82 和工作气体室 84 之间的不均匀的长度延伸。上述室和在此情况中对应于排放气体室 83 的壳体 82 在热交换器 81 的与膜 86 相反的端部处彼此刚性连接。就此而言,该连接通过螺纹连接 85 来进行,螺纹连接 85 将两个室相对于彼此和相对于环境以气密性方式密封。

[0146] 就此而言,“刚性”意指这样的情况,即在螺纹连接 85 处,通过所述螺纹连接 85 所连接的部件之间的长度均衡是不可能的,或仅为可忽略的程度。如同在使用膜 86 时在纵向方向上所要求的那样,通过所选择的设计,在横向于热交换器的对称轴线 91 的方向上的长度均衡不是必要的。相对于其在横向方向上的延伸,热交换器 81 在纵向方向上具有明显更大的延伸,因此导致废气室 83、工作气体室 84 和如果可行的话还有壳体 82 首先出现不均匀的长度延伸。尤其是,通过在此示例性实施方案中由膜 86 所实现的弹性连接,可以将壳体 82 的长度延伸的差异以及排放气体室 83 和工作气体室 84 之间的分离平衡掉。如果必须要应对高的温度(例如在轴向活塞式马达 1 中所产生的温度),那么由于在热交换器的冷端处设置了弹性连接,因此也可以永久保证该位置处的弹性。

[0147] 根据图 9 和图 10 所构造的主燃烧器 2 具有构造成电热塞 71 的另一燃料加热系统。

电热塞 71 设置在燃料管线 72 中,其中燃料管线 72 围绕电热塞 71 的加热端部流动,形成加热区域 73,并且因此被加热到所期望的燃料温度。在稳态的操作中,可以从燃料热交换器 70 的燃料热流 75 中将通过燃料管线 72 输送到该加热区域 73 的主燃料流导出。然而,对于其中不能将燃料热交换器 70 中的足够热量供应到燃料的冷启动而言,通过所示电热塞 71 来加热输送到主喷嘴 22 的主燃料流 24。如果必要,可以通过电热塞 71 来进行温度调节,同时取消燃料热交换器 70,或者燃料热交换器 70 仅能够提供基础的能量。

[0148] 显然,可以自由地选择根据上述实施方案的电热塞 71 的特定布置,并且不必要求相对于主燃烧器轴线 51 的水平布置。然而,所显示的电热塞 71 相对于主燃烧器轴 51 以 90° 的角度布置对于轴向活塞式马达 1 所采用的构造空间而言是有利的,其中该水平布置对轴向活塞式马达的总长度具有不显著的负面影响。

[0149] 就此而言,备选的加热机构也是可行的,目的是将流过加热区域 73 的燃料加热到所期望的温度。因此,取代于电热塞 71,也可以将加热丝穿过加热区域 71,或使其沿着加热区域 73 的表面布置。

[0150] 另外,所示的加热区域 73 的构造也不是必须与加热机构的构造相关联。因此,接近电热塞的形状的加热区域 73 也可以采用非柱形的形状。尤其是,如果加热区域 73 的有效表面积(与进入到加热区域壁中的热源相关)能够增加,其可以偏离加热区域 73 的柱形构造。

[0151] 附图标记列表:

- [0152] 1 轴向活塞式马达
- [0153] 2 主燃烧器
- [0154] 3 预燃烧器
- [0155] 4 辅助热气体传感器
- [0156] 5 热气体传感器
- [0157] 6 喷嘴区域传感器
- [0158] 7 混合管道传感器
- [0159] 8 火花塞
- [0160] 9 拉瓦尔喷嘴
- [0161] 10 动力输出轴
- [0162] 11 压缩器级
- [0163] 12 膨胀器级
- [0164] 13 压缩器活塞
- [0165] 14 膨胀器活塞
- [0166] 15 压缩器控制驱动器
- [0167] 16 膨胀器出口阀门
- [0168] 17 膨胀器入口阀门
- [0169] 18 投射通道
- [0170] 19 燃烧区域底部
- [0171] 21 主燃烧区域
- [0172] 22 主喷嘴

[0173]	23 主喷嘴区域
[0174]	23A 环形喷嘴
[0175]	24 主燃料流
[0176]	25 主空气管线
[0177]	25A 环形喷嘴
[0178]	25B 喷嘴表面
[0179]	26 主空气流
[0180]	27 主混合管道
[0181]	27A 混合喷嘴
[0182]	28 主燃烧带
[0183]	29 主燃烧区域壁
[0184]	30 热气体输送器
[0185]	30A 环形区域
[0186]	31 预燃烧区域
[0187]	32 预喷嘴
[0188]	33 预喷嘴区域
[0189]	34 预燃料流
[0190]	35 预空气管线
[0191]	36 预空气流
[0192]	37 预混合管道
[0193]	38 预燃烧带
[0194]	39 预燃烧区域壁
[0195]	40 辅助热气体输送器
[0196]	44 排放气体管线
[0197]	51 主燃烧器轴线
[0198]	52 预燃烧器轴线
[0199]	53 输送器轴线
[0200]	61 绝缘体
[0201]	70 燃料热交换器
[0202]	71 电热塞
[0203]	72 燃料管线
[0204]	73 加热区域
[0205]	74 燃料冷流
[0206]	75 燃料热流
[0207]	76 排放气体热流
[0208]	77 排放气体中介流
[0209]	78 排放气体冷流
[0210]	79 工作气体冷流
[0211]	80 工作气体热流

- [0212] 81 热交换器
- [0213] 82 壳体
- [0214] 83 排放气体室
- [0215] 84 工作气体室
- [0216] 85 螺纹连接
- [0217] 86 膜
- [0218] 87 排放气体室入口
- [0219] 88 排放气体室出口
- [0220] 89 工作气体室入口
- [0221] 90 工作气体室出口。

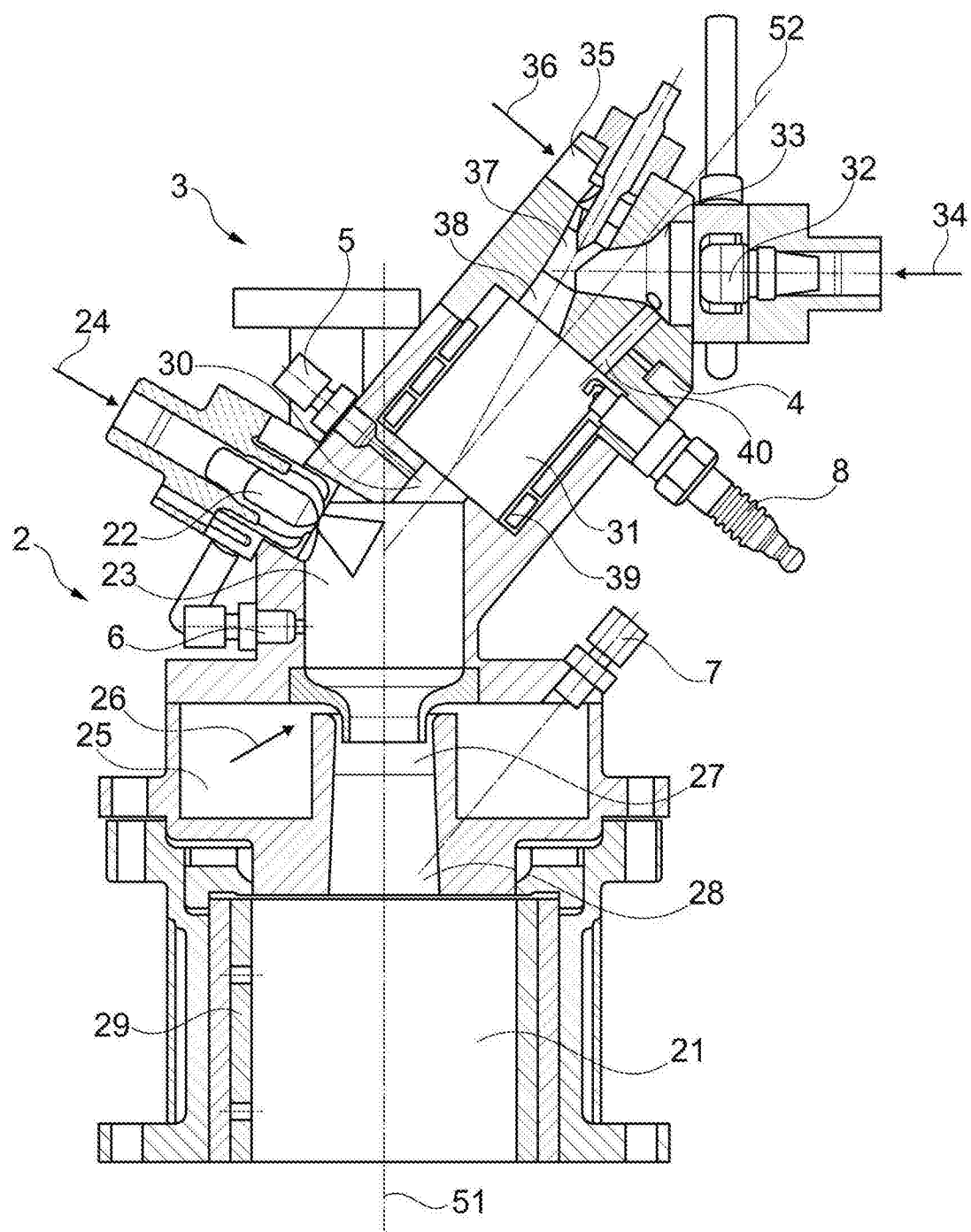


图 1

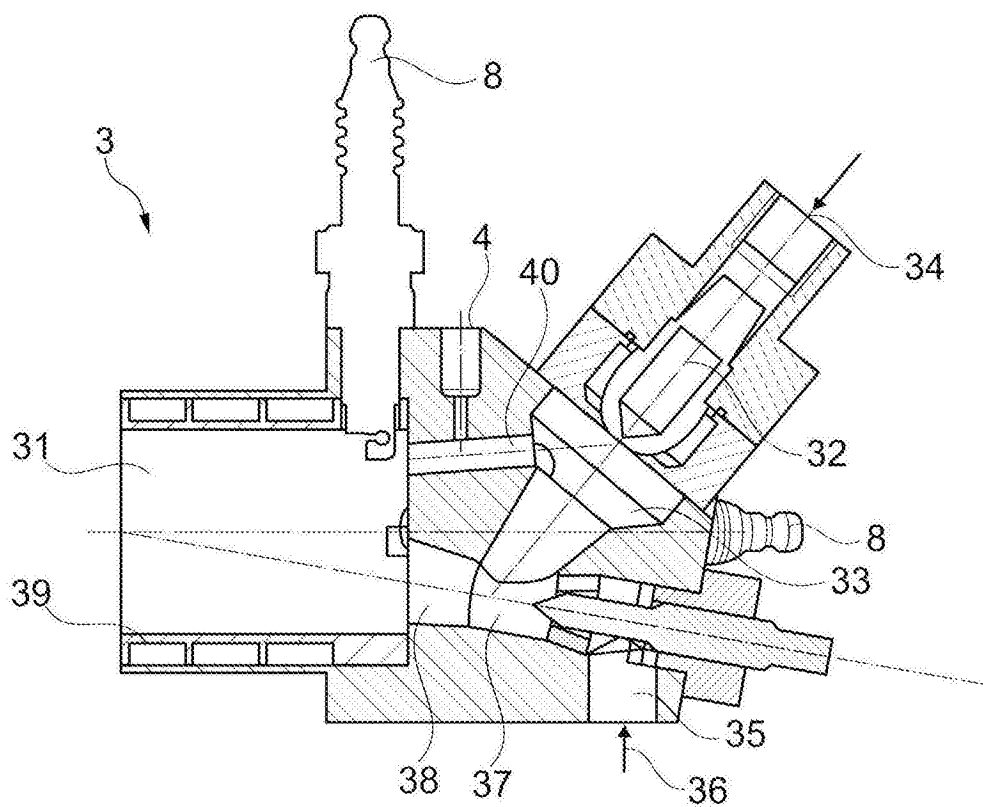


图 2

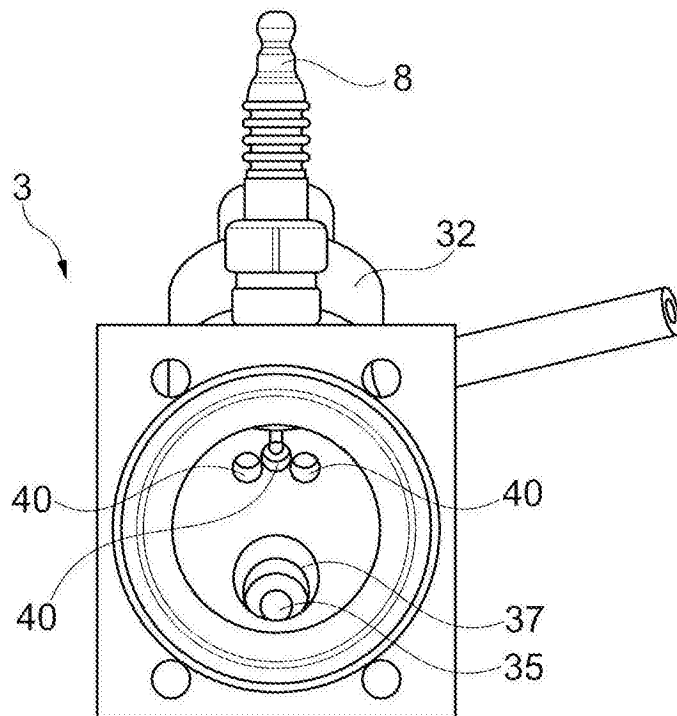


图 3

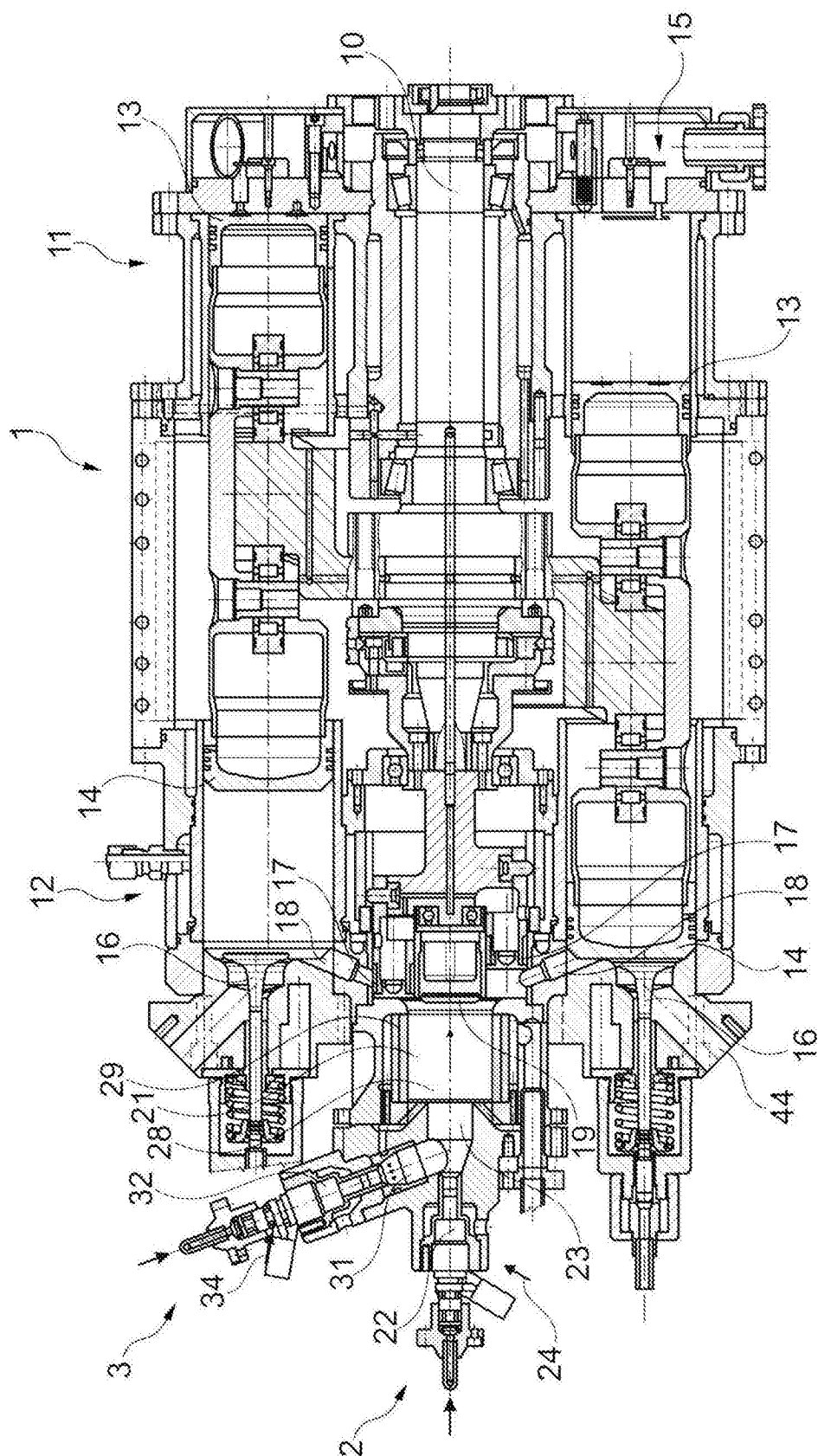


图 4

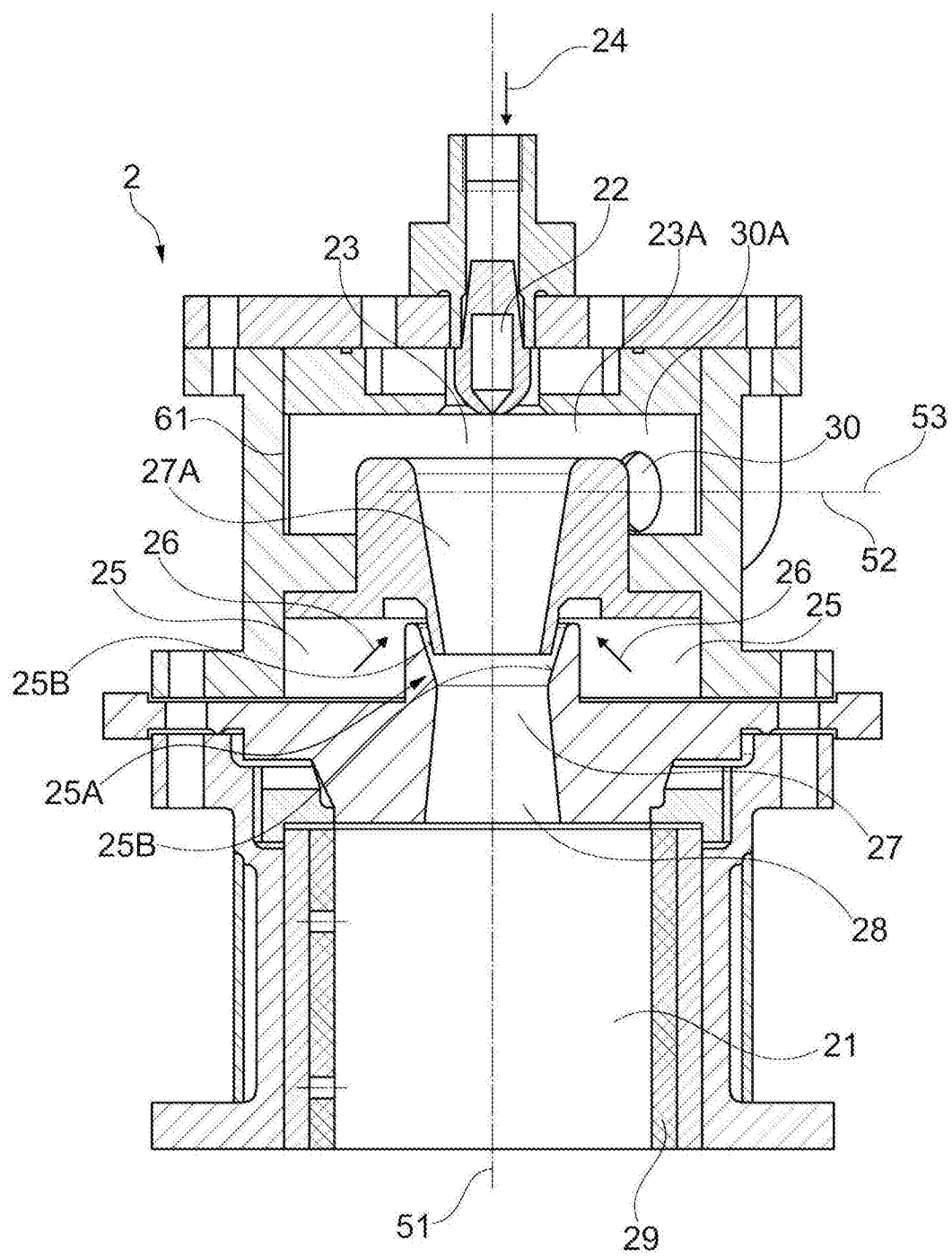


图 5

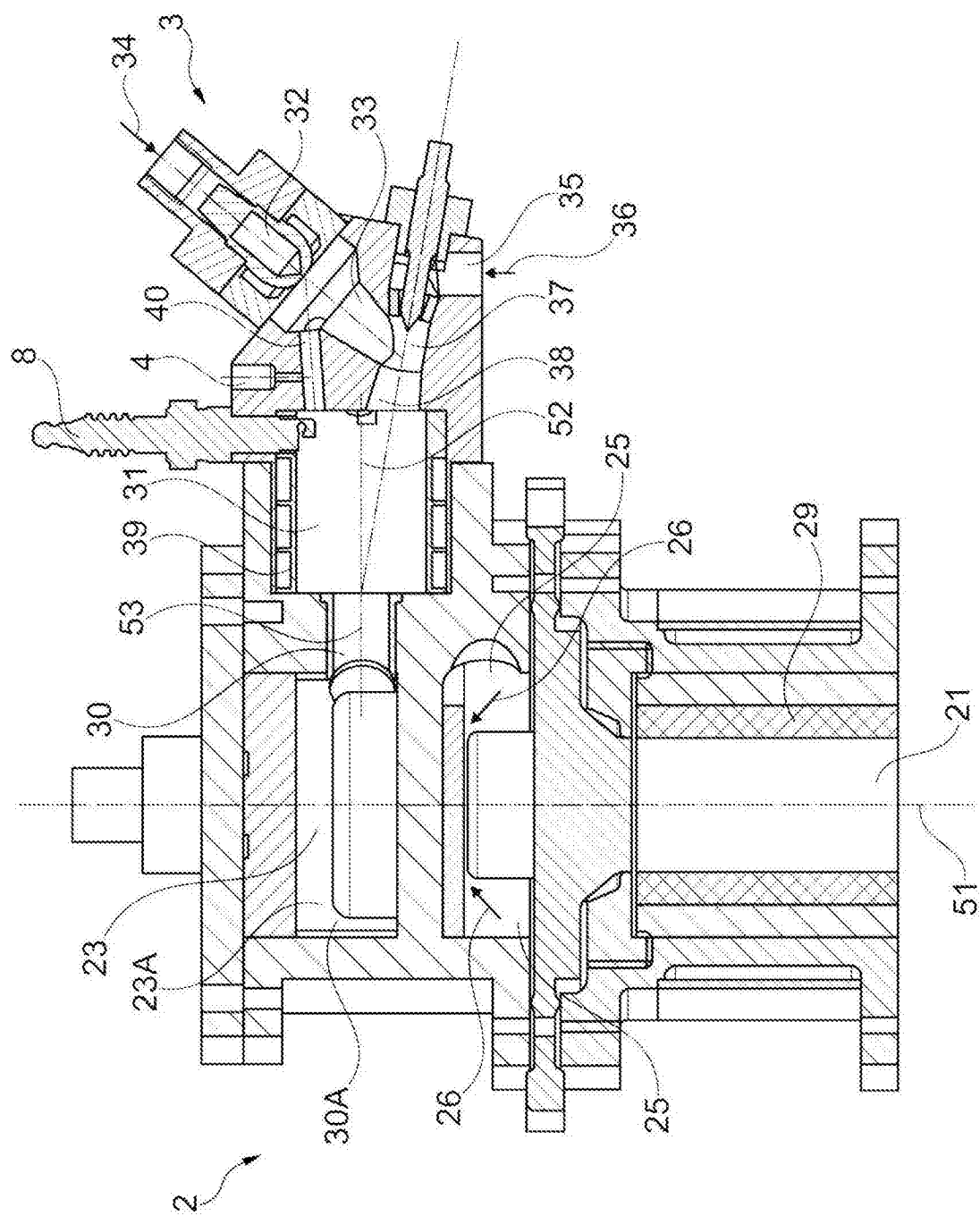


图 6

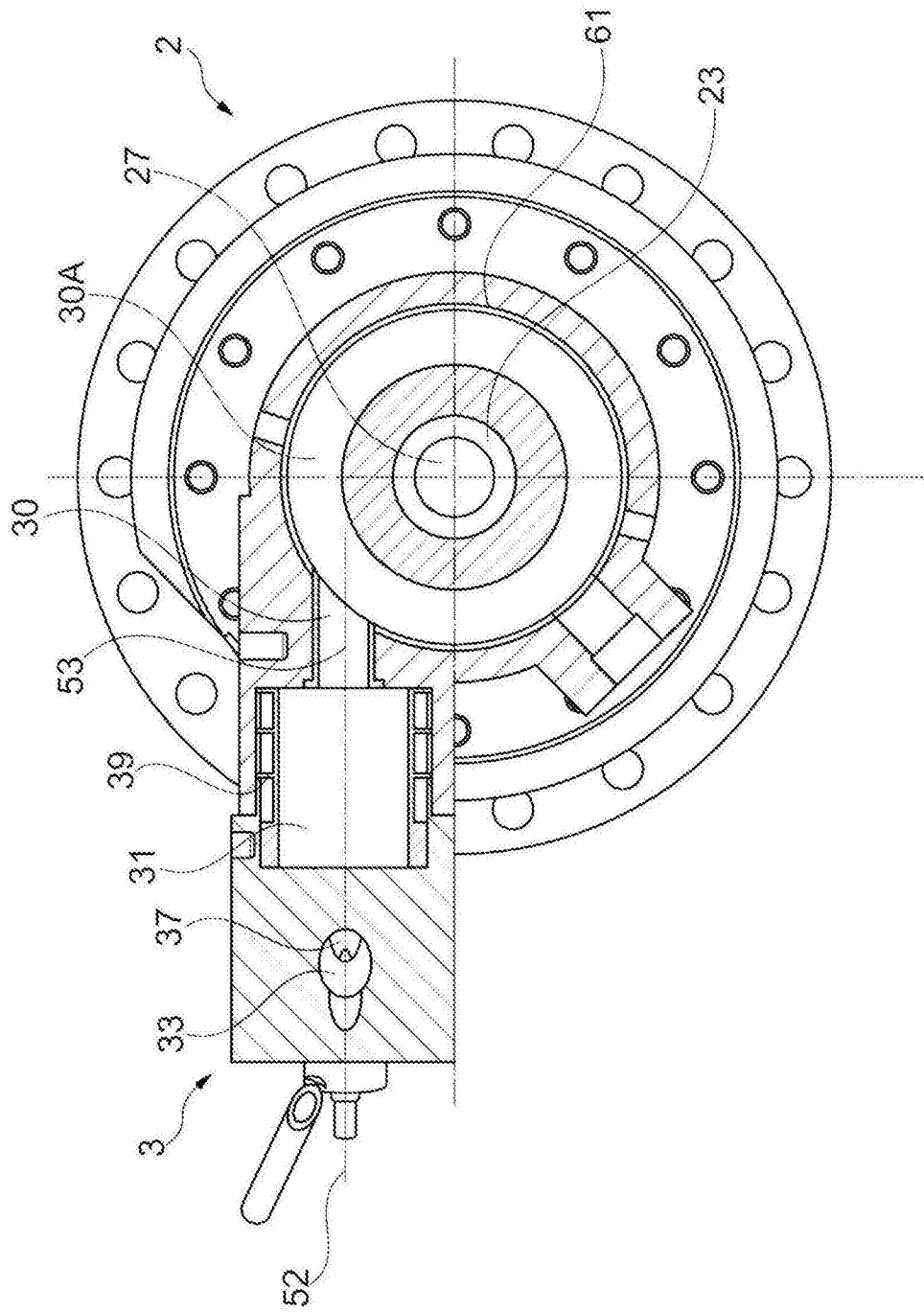


图 7

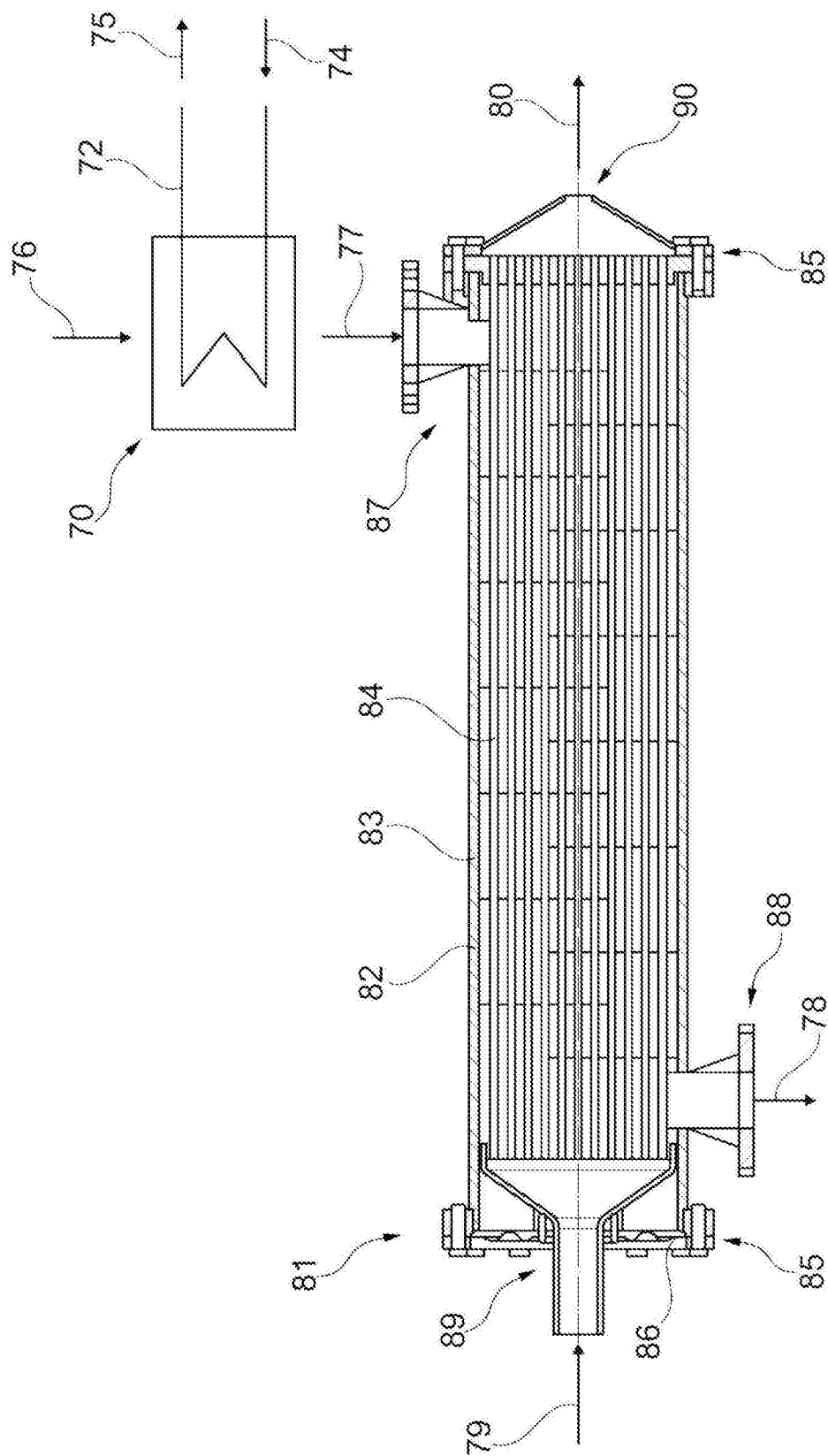


图 8

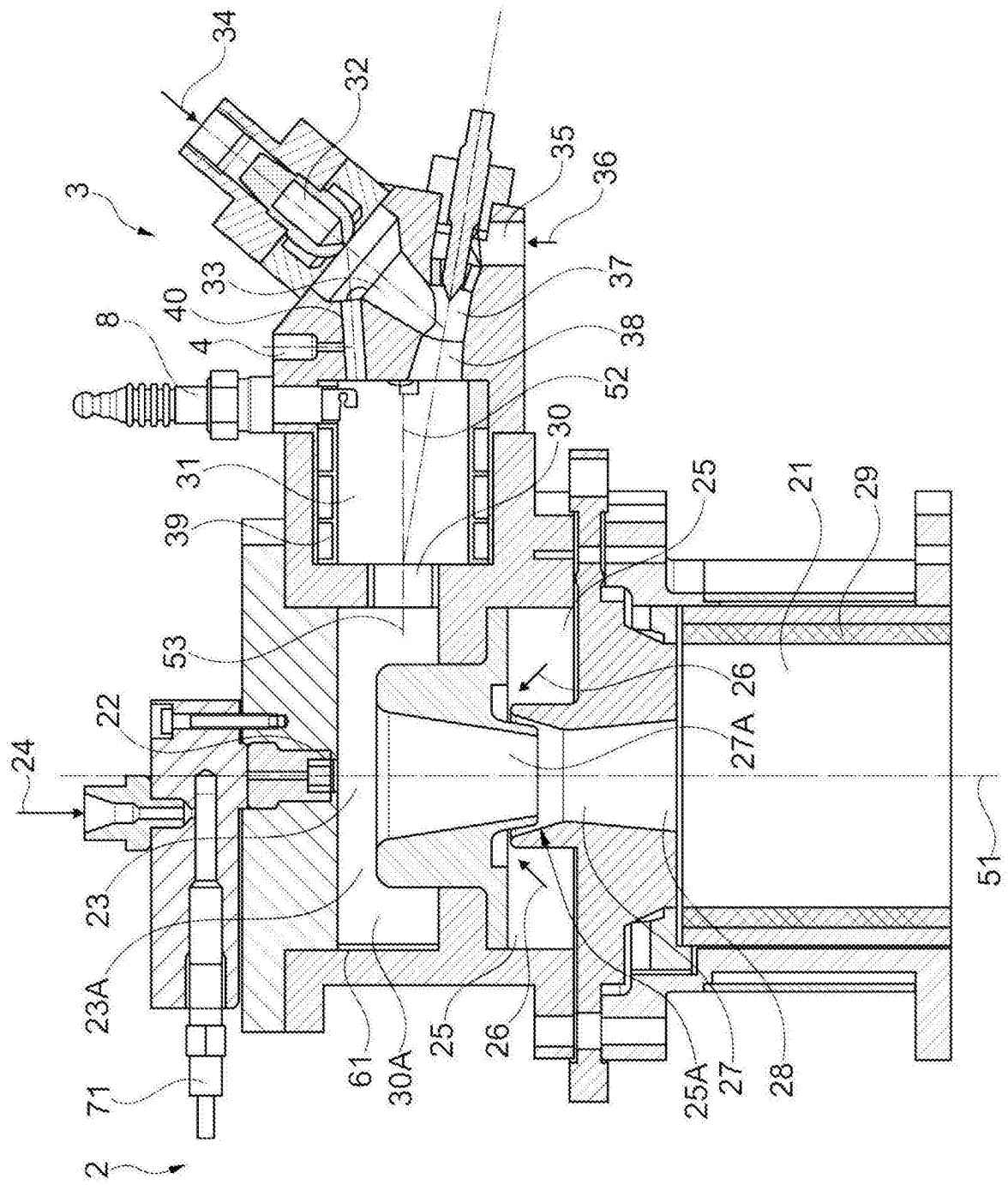


图 9

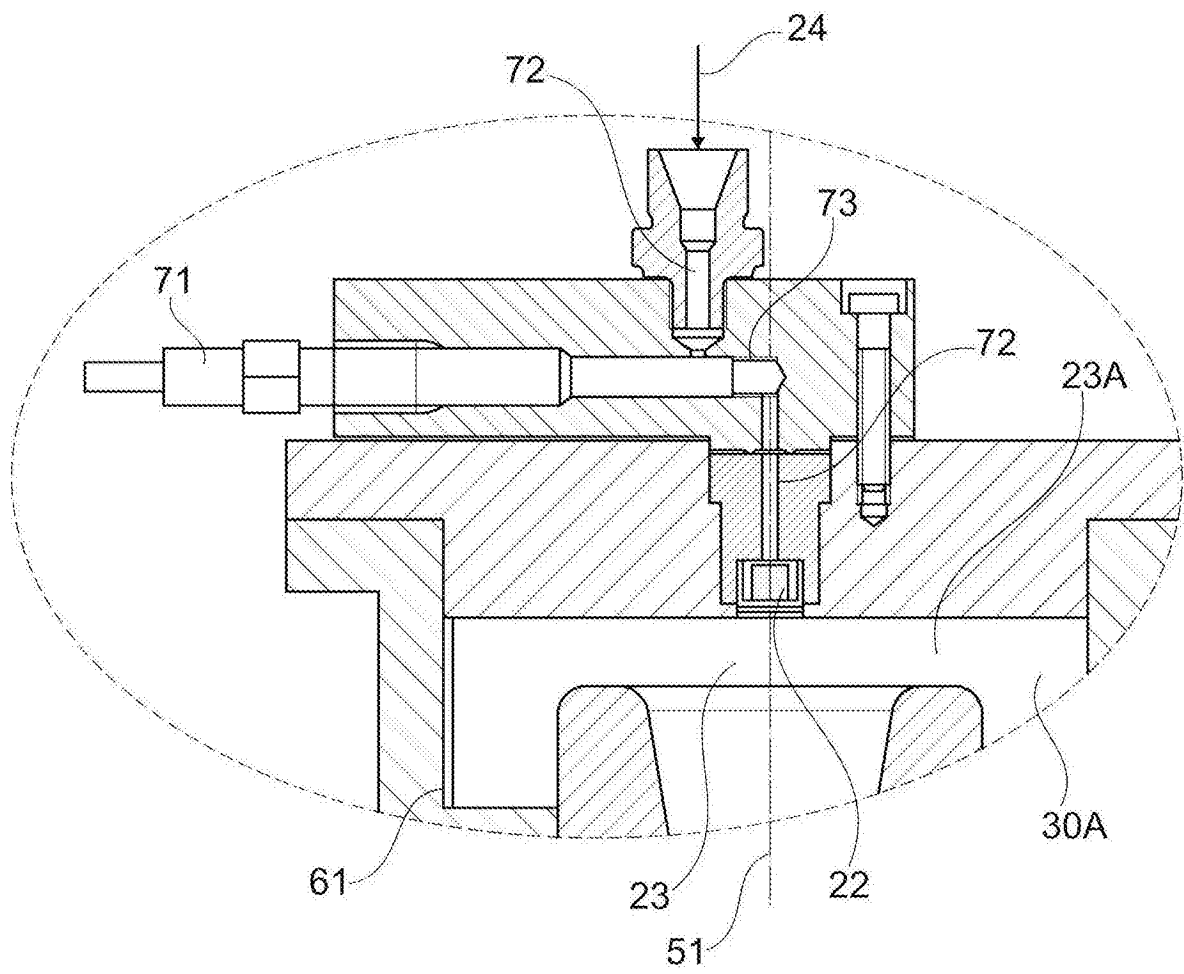


图 10