



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116096989 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 26

(21) 申请号 202180055376.0

(22) 申请日 2021.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116096989 A

(43) 申请公布日 2023.05.09

(30) 优先权数据
16/999,321 2020.08.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2023.02.13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2021/046836 2021.08.20

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/040497 EN 2022.02.24

(73) 专利权人 伍德沃德公司
地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 卡特尔·C·贝克
布雷特·弗兰纳里 罗伯特·马扎

奥斯汀·韦德·缪勒

迈克尔·L·哈恩

格里戈尔兹·佩克

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

专利代理师 朱明明 李奕伯

(51) Int. Cl.
F02C 7/232 (2006.01)
F02C 7/228 (2006.01)
F02C 9/26 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102829488 A, 2012.12.19
CN 103748338 A, 2014.04.23
CN 105673209 A, 2016.06.15
US 2003233823 A1, 2003.12.25
US 2010037612 A1, 2010.02.18
US 5916126 A, 1999.06.29

审查员 吴雨亭

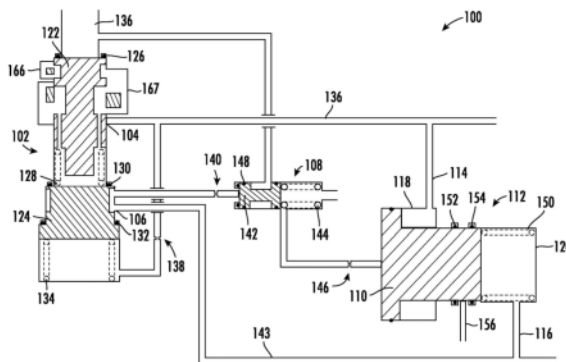
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

双行程分流阀、系统及在其中使用的方法

(57) 摘要

提供了一种被动式分流系统,其用于涡轮发动机控制系统,以向两个燃料歧管提供分流燃料流量,从而根据上升或下降的燃烧燃料流量利用有意不同的分流比针对特定燃烧区对初级和次级燃料喷射器进行供应。该系统包括被动式燃料分配阀(FDV),所述FDV包括初级活塞和次级活塞。所述初级活塞能够在其冲程的一部分期间独立于所述次级活塞移动,并且在其冲程的另一部分期间被液压锁定到次级活塞。还提供了生态阀,以在不同的操作模式期间清空来自初级和/或次级歧管的燃料。包括转换阀以控制所述生态阀的生态活塞的位置。



1. 一种被动式分流系统,其用于涡轮发动机燃料控制系统,以向初级燃料歧管和次级燃料歧管提供分流燃料流量,从而针对其特定燃烧区分别对初级燃料喷射器和次级燃料喷射器进行供应,包括:

被动式燃料分配阀,其被构造为根据上升或下降的燃料质量流速提供有意不同的分流比,所述被动式燃料分配阀包括初级活塞和次级活塞,

其中,所述初级活塞能够独立于所述次级活塞移动,以计量流向发动机燃料供应系统的所述初级燃料歧管的燃料流量,并偏置远离所述次级活塞,

其中,所述次级活塞被构造为计量流向所述发动机燃料供应系统的所述次级燃料歧管的燃料流量,并被偏置以阻止这种流量,并且

其中,所述初级活塞随着增加燃料压力而进行冲程,以计量流向所述初级燃料歧管的燃料流量,并随着增加燃料压力而接触所述次级活塞,以使所述次级活塞计量流向所述次级燃料歧管的流量,在这种计量期间,所述初级活塞和所述次级活塞被液压锁住;

生态阀,其被构造为当所述被动式燃料分配阀的所述次级活塞被定位为禁止燃料流量流向所述次级燃料歧管时,至少储存来自所述次级燃料歧管的燃料;以及

转换阀,其被构造为基于通过所述被动式燃料分配阀供应给所述次级燃料歧管的燃料压力来控制所述生态阀的状态。

2. 根据权利要求1所述的被动式分流系统,其中,所述生态阀进一步被构造为当所述被动式燃料分配阀的所述初级活塞被定位为禁止燃料流量流向所述初级燃料歧管时,储存来自所述初级燃料歧管的燃料。

3. 根据权利要求1所述的被动式分流系统,其中,所述转换阀被构造为交替地向所述生态阀的生态活塞的控制侧供应入口燃料压力或燃料泵操作压力以控制其位置。

4. 根据权利要求1所述的被动式分流系统,其中,所述被动式燃料分配阀被构造为提供操作的低功率模式,所述低功率模式仅以第一速率向所述初级燃料歧管供应燃料,并提供操作的第二主要操作模式,所述第二主要操作模式以合并的第二速率向所述初级燃料歧管和所述次级燃料歧管供应燃料,所述合并的第二速率基本等于所述第一速率,并且其中,所述低功率模式和所命令的所述第二主要操作模式根据所述发动机是来自低功率条件还是高功率条件而各自使用不同的分流比,这种差异限定了流速滞后回线。

5. 根据权利要求4所述的被动式分流系统,其中,在所述被动式燃料分配阀在所述低功率模式下继续向所述初级燃料歧管供应燃料的同时,所述次级燃料歧管被生态阀清空,以确保从所述次级燃料歧管供应的次级燃料喷射器喷嘴在所述低功率模式下在持续操作期间不会因燃料的持续存在而结焦。

6. 根据权利要求1所述的被动式分流系统,其中,所述初级活塞通过具有第一弹簧力的第一弹簧被偏置抵靠第一密封件,从而随着在所述被动式燃料分配阀的入口处增加入口燃料压力,所述初级活塞抵抗所述第一弹簧的所述第一弹簧力进行冲程,以计量从初级燃料歧管端口开口流向所述初级燃料歧管的燃料的流量。

7. 根据权利要求6所述的被动式分流系统,其中,所述被动式燃料分配阀被构造为提供旁路流路,一旦初级燃料歧管端口被完全打开,所述旁路流路对于将燃料回馈到所述被动式燃料分配阀的所述入口是有效的,以便在增加入口燃料压力和初级活塞冲程期间向所述初级燃料歧管提供相对稳定的燃料流量,以形成流向所述初级燃料歧管的燃料流量质量速

率的大致平缓区域。

8. 根据权利要求6所述的被动式分流系统,其中,所述次级活塞通过具有大于所述第一弹簧力的第二弹簧力的第二弹簧被偏置抵靠第二密封件和第三密封件,并且其中,所述被动式燃料分配阀被构造为通过对所述次级活塞的所述第二弹簧力所作用的一侧的限制来提供初级燃料歧管燃料压力。

9. 根据权利要求8所述的被动式分流系统,其中,所述被动式燃料分配阀被构造为,随着增加入口燃料压力,所述初级活塞继续进行冲程,直到所述初级活塞接触所述次级活塞并开始使所述次级活塞离开第二和第三密封件,越过所述第二和第三密封件,所述初级活塞和所述次级活塞被液压锁住。

10. 根据权利要求9所述的被动式分流系统,其中,所述被动式燃料分配阀被构造为在进一步进行其冲程时,在被液压锁住的所述初级活塞和所述次级活塞计量流向所述次级燃料歧管的燃料流量之前,通过限制器向转换阀提供燃料压力,以使所述转换阀能够控制所述生态阀从而将其中储存的燃料向所述次级燃料歧管充入。

11. 一种被动式燃料分配阀,其用于涡轮发动机燃料控制系统,以向初级燃料歧管和次级燃料歧管提供分流的燃料流量,从而针对其特定燃烧区分别对初级燃料喷射器和次级燃料喷射器进行供应,所述被动式燃料分配阀被构造为根据上升或下降的燃料质量流速提供有意不同的分流比,所述被动式燃料分配阀包括:

壳体,其具有入口、初级燃料歧管端口、次级燃料歧管端口和在其中限定的多个流路;

与所述入口连通的初级活塞;

次级活塞;

其中,所述初级活塞能够独立于所述次级活塞移动,以计量从所述初级燃料歧管端口到发动机燃料供应系统的所述初级燃料歧管的燃料流量,并被偏置远离所述次级活塞;

其中,所述次级活塞被构造为计量从所述次级燃料歧管端口流向所述发动机燃料供应系统的所述次级燃料歧管的燃料流量,并被偏置以阻止这种流量,并且

其中,所述初级活塞随着增加所述入口处的燃料压力而进行冲程,以计量经由所述初级燃料歧管端口流向所述初级燃料歧管的所述燃料流量,并随着增加燃料压力而接触所述次级活塞,以使所述次级活塞计量经由所述次级燃料歧管端口流向所述次级燃料歧管的流量,在这种计量期间,所述初级活塞和所述次级活塞被液压锁住。

12. 根据权利要求11所述的被动式燃料分配阀,其中,多个流路、所述初级活塞和所述次级活塞被构造为提供操作的低功率模式,所述低功率模式仅以第一速率向所述初级燃料歧管供应燃料,并提供操作的第二主要操作模式,所述第二主要操作模式以合并的第二速率向所述初级燃料歧管和所述次级燃料歧管供应燃料,所述合并的第二速率基本等于所述第一速率,并且其中,所述低功率模式和所命令的所述第二主要操作模式根据所述发动机是来自低功率条件还是高功率条件而各自使用不同的分流比,这种差异限定了流速滞后回线。

13. 根据权利要求12所述的被动式燃料分配阀,其中,所述初级活塞通过具有第一弹簧力的第一弹簧被偏置抵靠第一密封件,从而随着在所述壳体的入口处增加入口燃料压力,所述初级活塞抵抗所述第一弹簧的所述第一弹簧力进行冲程,以计量从初级燃料歧管端口开口流向所述初级燃料歧管的燃料的流量。

14. 根据权利要求13所述的被动式燃料分配阀,其中,所述多个流路中的一个包括旁路流路,一旦所述初级燃料歧管端口被完全打开,所述旁路流路对于将燃料回馈到所述壳体的所述入口是有效的,以便在增加入口燃料压力和初级活塞冲程期间向所述初级燃料歧管提供相对稳定的燃料流量,以形成流向所述初级燃料歧管的燃料流量质量速率的大致平缓区域。

15. 根据权利要求13所述的被动式燃料分配阀,其中,所述次级活塞通过具有大于所述第一弹簧力的第二弹簧力的第二弹簧被偏置抵靠第二密封件和第三密封件,并且其中,所述多个流路中的一个通过对所述次级活塞的所述第二弹簧力所作用的一侧的限制来提供初级燃料歧管燃料压力。

16. 根据权利要求15所述的被动式燃料分配阀,其中,随着增加入口燃料压力,所述初级活塞继续进行冲程,直到所述初级活塞接触所述次级活塞并开始使所述次级活塞离开第二和第三密封件,越过所述第二和第三密封件,所述初级活塞和所述次级活塞被液压锁住。

双行程分流阀、系统及在其中使用的方法

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及燃料流量分配系统,并且特别是涉及涡轮发动机的分流式燃料流量分配系统。

背景技术

[0002] 现代涡轮发动机的分流控制通常被用于控制流向发动机中两个以上燃烧区的燃料流量,经由从初级歧管和次级歧管供应的多个燃料喷嘴对这些燃烧区进行供给。虽然有众多控制结构可用,但许多这样的系统为此目的使用了简单的分流器值。图6中示出了一种这样的简单分流控制阀,从左到右处于操作模式(全燃料流量)、仅初级流量模式(降低的燃料流量)和操作的关闭模式(无燃料流量)。这种简单的阀操作以平衡与总燃料流量有关的压力,以便控制两个流动回路的燃料流量,这两个流动回路通过独立的初级歧管和次级歧管对多个燃料喷嘴进行供给。

[0003] 随着来自燃料控制系统的燃料压力从图6左侧所示的初级操作条件开始降低,降低的燃料压力允许主分流控制活塞在主控制弹簧的力的作用下向上移动。如图6的中间所示出的,这种移动用于减少,然后消除流向次级歧管的次级流量。随着压力进一步降低,初级流量随着活塞继续向上移动而减少以平衡燃料压力和弹簧力,直到初级燃料流量甚至在如图6最右侧的图示中示出的关闭模式下被停止。

[0004] 虽然不是存在于所有的分流系统中,但图6的阀说明了生态活塞(ecology piston)的存在,该生态活塞在操作模式期间被次级弹簧保持在生态阀座(ecology valve seat)上。然而,一旦通过主分流控制活塞的全行程实现了关闭模式,生态活塞就会被从其阀座上升起,以排空初级歧管和次级歧管,从而防止可能以其他方式留在其中的燃料结焦。来自这些歧管的燃料可以流入生态阀,以准备往回供应给歧管,从而确保一旦发动机运行指令再次发出,这些歧管就能针对来自燃料控制系统的受控流量做好准备。

[0005] 正如现在显而易见的,这些系统通过在其中一个燃料歧管中计量出总流量的一部分来控制流量分配。总流量的其余部分被传输到其他歧管。这种燃料流量分配控制的方法对歧管压力不敏感,因此燃料流量分配准确性不受下游歧管和喷嘴变化的影响。因此,能够在大范围的操作条件下准确地维持总发动机燃料流分配。

[0006] 虽然在许多涡轮发动机装置中极佳地适用,但在某些应用中,需要长时间以低功率操作。与图6所示的在关闭期间只打开生态阀来清空两个歧管的阀不同的是,在这种低功率模式下,期望在继续从初级歧管进行操作的同时清空次级歧管。这样做的目的是为了充实初级回路,以提高熄火余量,并确保在低功率模式下持续操作期间,次级喷嘴不会因为燃料的持续存在而结焦。

[0007] 然而问题是,虽然操作的低功率模式只需要由初级歧管供应燃料,但在所命令的第二主要操作模式(commanded second key operating mode)中,需要从初级歧管和次级歧管二者向发动机供应相同的燃料流速。换句话说,这两种运行模式,即扩展的操作低功率模式和所命令的第二主要操作模式,每一种都使用基本相同的流向发动机的燃料流量,但

依据发动机是来自低功率条件还是高功率条件来使用不同的分流比。此外,在扩展的操作条件下,次级歧管必须被清空,而在所命令的第二主要操作模式下,次级歧管必须保持对燃料做好准备。

[0008] 在燃料系统的技术实施方案中,对意向性的滞后回线的这种要求给被动式分流器阀带来了问题,而没有增加额外的特征来实现在单一流速下的两种不同模式。在一种这样的实施方案中,滞后能够内置于阀逻辑中,并且软件能够被写入计算机逻辑以实现所需的条件。然而,这种主动式计算机驱动控制增加了燃料流量控制系统的复杂性和成本。

[0009] 鉴于上述情况,需要的是一种被动式分流阀解决方案,在第一条件下,当从高功率操作条件发出空转条件指令时,其能够使燃料流向两个歧管,但是在第二条件下,当从低功率操作条件发出空转条件指令时,其仅仅使燃料流向初级歧管。也就是说,第二条件提供了与第一条件相同的空转条件流速,但次级歧管关闭并被清空。与需要电子器件来根据上升或下降的燃烧燃料流量提供不同分流比的解决方案相比,这样的被动式分流阀解决方案为系统成本、重量和可靠性提供了更好的度量。

[0010] 本发明的实施例提供了这样的被动式解决方案。本发明的这些和其他优点,以及其他创造性特征,将从本文提供的本发明的描述中变得显而易见。

发明内容

[0011] 在一个方案中,本发明的实施例提供一种被动式分流系统。在特定实施例中,这样的被动式分流系统被用于涡轮发动机控制系统,以向两个燃料歧管提供分流的燃料流量,从而针对特定的燃烧区对初级和次级燃料喷射器进行供应。优选地,这些实施例提供了如下的能力:对流向初级歧管和次级歧管的燃料进行分流,从而根据上升或下降的燃烧燃料流量以有意不同的分流比来供应喷油器。

[0012] 在一个实施例中,利用了被动式燃料分配阀(FDV),其包括初级活塞和次级活塞。在一个实施例中,初级活塞能够独立于次级活塞移动,以计量流向发动机燃料供应系统的初级歧管的燃料流量,并偏置远离次级活塞。在一个实施例中,次级活塞计量流向发动机燃料供应系统的次级歧管的燃料流量,并被偏置以阻止该流量。初级活塞随着增加燃料压力而进行冲程,以计量流向初级歧管的流量,并随着增加燃料压力而接触次级活塞,使其计量流向次级歧管的流量。优选地,在这种计量期间,初级活塞和次级活塞被液压锁住。

[0013] 在特定实施例中,提供了一种生态阀以清空燃料并将其从初级歧管和/或次级歧管中生态化。在一个实施例中,对这种生态阀的控制是由转换阀提供的。该转换阀感测由FDV供应给次级歧管的燃料压力,以便交替地将入口压力或燃料泵操作压力供应给生态阀的生态活塞的控制侧。

[0014] 在优选实施例中,FDV被配置为提供仅向初级歧管供应燃料的低功率操作模式。FDV还被配置为在所命令的第二主要操作模式中提供与低功率模式相同的燃料流速,所述第二主要操作模式从初级歧管和次级歧管二者向发动机供应燃料。利用FDV的这种配置,操作的两种模式,即,低功率模式和所命令的第二主要操作模式,分别使用流向发动机的基本相同的燃料流量,但是根据发动机是来自低功率条件还是高功率条件而使用不同的分流比,这些差异限定了流速滞后回线,使不同模式中的这些操作成为可能。

[0015] 在优选实施例中,在继续在低功率模式下从初级歧管进行操作的同时清空次级歧

管,以便充实初级回路,从而改善熄火余量,并且确保次级喷嘴不会由于在低功率模式下持续操作期间燃料的持续存在而结焦。

[0016] 当结合附图时,本发明的其他方案、目标和优点将从接下来的详细描述中变得更加显而易见。

附图说明

[0017] 并入说明书中并构成其一部分的附图图示出了本发明的几个方案,并与说明书一起用于解释本发明的原理。在附图中:

[0018] 图1是图示出根据本发明的一个实施例构建的分流式燃料流量系统的关闭状态的简化的燃料流量示意图;

[0019] 图2是图示出图1的分流式燃料流量系统的初级/低功率操作模式的简化的燃料流量示意图;

[0020] 图3是图示出图1的分流式燃料流量系统的全操作模式的简化的燃料流量示意图;

[0021] 图4是标称的初级和次级燃料流量与分流式分流器阀行程相比的简化图示;

[0022] 图5是标称的初级和次级燃料流量的滞后区域与分流式分流器阀行程相比的放大图示;以及

[0023] 图6图示出在操作(向初级燃料歧管和次级燃料歧管二者供应燃料)、仅初级(仅向初级燃料歧管供应燃料)和关闭(既不向初级燃料歧管也不向次级燃料歧管供应燃料)三个操作位置中的现有技术的分流式分流阀。

[0024] 虽然本发明将结合某些优选实施例进行描述,但并不打算将其限制于这些实施例中。相反,意图是涵盖如包括在由所附的权利要求书限定的本发明的主旨和范围内的所有替代方案、变型和等同物。

具体实施方式

[0025] 现在转向附图,在图1-图3中图示出了根据本发明的实施例构建的被动式分流式燃料流量控制系统。这种系统能够根据上升或下降的燃烧燃料流量向多区涡轮发动机的初级燃料歧管和次级燃料歧管提供不同的分流比。正如下文将详细讨论的那样,使用分流式燃料分流阀提供了意向性的滞后回线,在第一条件下,当从高功率操作条件发出空转条件命令时,该滞后回线能够使燃料流量流向两个歧管,但在第二条件下,当从低功率操作条件发出空转条件命令时,仅仅使燃料流量流向初级歧管。即,第二条件提供与第一条件相同的总体空转流速,但次级歧管关闭并被清空。

[0026] 然而,应当注意的是,尽管下面将在燃料流量通过初级歧管和次级歧管被供应到具有不同燃烧区的涡轮发动机的背景下描述由本发明的实施例提供的各种特征和优点,但是这些实施例和操作环境应当以举例的方式采用而不是以限制的方式。

[0027] 如图1-图3中的每个图所示,本发明的分流式燃料控制系统100的实施例包括分流阀(FDV)102,其根据总流量安排初级104和次级106歧管端口开口二者。在图示的实施例中包括转换阀108,其控制生态阀112的双直径生态活塞110的装载/排出。该生态阀112与初级歧管和次级歧管(未示出)二者流体连接,并且因此能够在初级歧管和次级歧管中储存燃料。这种储存是通过将初级歧管经由流动管线114与生态阀112的清空容积118流体连接,以

及通过将次级歧管经由流动管线116与生态阀112的清空容积120流体连接来完成的。

[0028] FDV 102包括初级活塞122和次级活塞124。初级活塞122通过第一弹簧128向上偏压并抵靠第一密封件126,而次级活塞124通过第二弹簧134向上偏压并抵靠第二密封件130和第三密封件132。相对而言,弹簧128的力比弹簧134的力轻。正如下面将参照图2更充分地讨论的那样,随着入口燃料压力在FDV 102的入口136处增加,初级活塞122抵抗弹簧128被向下推,以计量燃料从初级歧管端口开口104经由流动管线136流向初级歧管的流量。该初级歧管燃料压力也通过限制器138提供给次级活塞124的背侧。

[0029] 随着燃料压力在入口136处继续增加,初级活塞122将继续向下移动,并最终将接触次级活塞124。在这一点上,需要克服弹簧134的力,以便使现在被液压锁住的、组合在一起的初级活塞122和次级活塞124继续进行冲程。这种移动将首先使次级活塞124脱离第二130和第三132密封件。次级活塞124的持续移动将导致燃料压力通过限制器140被提供给转换阀108,并计量从次级歧管端口开口106经由流动管线143流向次级歧管的燃料流量,如图3所示。

[0030] 在燃料流量只供应给初级歧管的情况下使发动机长时间运行的能力,要求系统在保持流向初级歧管的燃料流量的同时清空次级歧管。这在图示的实施例中通过切换转换阀108的操作来完成。该转换阀108通过限制器140感测次级活塞124的入口压力,以控制其活塞142抵抗弹簧144的力的位置(以及燃料控制系统的燃料泵的入口压力,即,低压)。活塞142的定位操作成通过将其通过限制器146与图1所示的燃料控制系统入口压力($P_{\lambda\text{口}}$)或与图3所示的燃料控制系统的压力相连,来控制双清空容积生态活塞110。如果提供的燃料压力小于作用在活塞110另一侧的弹簧150的力,则生态阀112将如图1所示,而如果大于作用在活塞110另一侧的弹簧150的力,则如图3所示。当经由管线143的次级流量开启时,生态活塞110处于图3中的装载位置,而当次级流量关闭时,处于图1中的清空位置。提供初级歧管和次级歧管之间的防漏(drop tight)密封是为了防止次级歧管中的结焦。这是通过上文讨论的与FDV 102一体的双面密封构造和转换阀108中的单面密封件148完成的。

[0031] 如今已经讨论了本发明的系统100的实施例的部件,现在将注意力引回到图示出关闭模式的图1。在这种模式下,FDV 102被关闭,提供了次级歧管与初级歧管或上游压力之间的防漏密封。转换阀108被定位为向双直径生态活塞110的入口提供 $P_{\lambda\text{口}}$ 压力,该压力小于弹簧150保持活塞110偏置于非装载状态的力。这种非装载状态提供了初级歧管和次级歧管的生态,即,其清空了否则将会留在这两个歧管中的燃料,并将其存储在生态阀112的两个生态容积中的每一个中。生态活塞110经由密封件152、154提供双重动态密封,所述密封件152、154位于装置外排水管156两侧、使次级歧管管线相对于初级压力密封。

[0032] 快速参照图4和图5,该关闭模式在流向初级歧管的质量流速($Wf P_{\text{初级}}$)和流向次级歧管的质量流速($Wf P_{\text{次级}}$)与初级活塞(122)行程相比的图示中示出为区域160。

[0033] 一旦发动机控制系统发出发动机运行的命令,并且现在参照图2,则燃料泵(未示出)开始向FDV 102的入口136增加燃料压力。这种增加的压力开始克服弹簧128的力,并使初级活塞122进行冲程,从而使燃料现在能够流向初级歧管。

[0034] 当初级歧管端口开口104被计量时,流向初级歧管的燃料流速($Wf P_{\text{初级}}$)的这种初始增加在图4和图5中被示出为线段162。

[0035] 然而,一旦该初级歧管端口开口104完全打开(图2中描绘的条件), $Wf P_{\text{初级}}$ 保持相

对稳定,即,不会随着燃料压力(P22)或初级活塞122冲程的增加(超过图2中所示的位置且在图3中所示的位置之前)而以几乎与片段162期间相同的速度明显增加。该大体上平缓的区域在图4和图5中示出为大体上水平的片段164,在该片段164期间, $Wf P_{初级}$ 在初级活塞122的冲程距离上在该时刻期间可能只增加10-13pph。

[0036] 这种发生会随着在此期间导致初级活塞122的进一步冲程的增加的燃料压力经由图2所示的流路166而被反馈。也就是说,流路166最初用于向初级歧管提供燃料流量,因为它随着初级活塞122向下进行冲程到图2所示的位置(形成图4和图5的区域160)而开始打开。然而,初级活塞122的进一步冲程在图2所示的FDV 102的相反侧打开了流路167。基于随着初级活塞122继续向下进行冲程的两个流路166、167的相对尺寸和计量,流路166开始作用以反馈燃料压力,使得尽管初级活塞122的冲程增加,也形成了图4和图5的大致水平的片段164。换句话说,导致初级活塞122的冲程增加的增加的入口压力大部分经由流路166反馈到入口,而不是导致经由136流向初级歧管的同等增加的压力。

[0037] 在初级活塞122沿线164进行冲程期间(并且直到达到图4和图5的点168为止,将在下面更充分地讨论),FDV 102进行调节以向初级歧管提供总流量,因为次级活塞124保持在双软密封件130、132上,所述双软密封件130、132提供初级歧管和次级歧管之间的防漏密封。这防止了次级喷嘴中的结焦。在这段时间里,转换阀108(通过限制器140)控制压力等于 $P_{次级}$ 压力,并将 $P_{入口}$ 压力作为控制压力(通过限制器146)提供给生态活塞110的背侧,保持生态阀112处于未装载状态。

[0038] 然而,在图5中最佳地示出的点168处,初级活塞122已经接触到次级活塞124并开始使次级活塞124脱离密封件130、132。初级活塞122和次级活塞124继续进行冲程将首先通过限制器140向转换阀108提供P22压力。然而,次级活塞124的构造不允许(即,不开始计量)流向次级歧管的燃料流量,直到达到图5中最佳地示出的点170。

[0039] 在该点170之后,随着总燃料流量在两个歧管之间分隔, $Wf P_{初级}$ 开始减小,而 $Wf P_{次级}$ 开始增加。在这段时间里,转换阀108通过限制器140控制压力变得与P22压力相等,以开始使活塞142向右移动。这最终将P22压力作为控制压力提供给生态活塞110以使其过渡到装载状态。活塞142的移动为生态活塞110的背侧提供了入口压力 $P_{入口}$,使其向右进行冲程。在完全操作模式期间,生态活塞110的这种移动将生态容积120中的燃料提供给次级歧管(并从容积118中提供给初级歧管),如图3所示。

[0040] 在向完全操作模式的过渡中,流向FDV 102的入口流量增加以启动次级流量。初级活塞122的受力能力被克服,并且第一活塞122变为通过液压被锁定至第二活塞124。当被锁定时,两个活塞122/124作为整体一起移动,并且非常类似于根据入口流量在两个歧管之间分隔流量的典型的分流阀而工作。正如在前面的描述中简要提到的,在撞击时,即在次级活塞124移动离开密封件130、132时, $P_{初级}$ 压力被转移到转换阀108,该转换阀108移动活塞142,以向生态活塞110的控制压力侧提供P22压力,使其返回到图3中所示的装载位置。FDV 102以较高的总流量提供全面的歧管均衡。

[0041] 在重新进入关闭(图1)或初级/低功率(图2)操作模式时,即,当从图3的完全操作模式减少燃料流量时,转换阀108再次向生态活塞110提供 $P_{入口}$ 控制压力。这是因为当次级活塞124复位抵靠密封件130、132时次级歧管压力下降,切断了其燃料流量。转换阀108的控制压力通过限制器140回落,使转换活塞142移动回左侧。然而,生态活塞110的排出速度,即,

在弹簧150的力的作用下的向左移动的速度,受到限制器146的限制,以提供满足发动机的需要并最终将次级歧管燃料清空到生态容积120中所需的阻尼量。

[0042] 正如在图5中可以最清楚地看到的,本发明的实施例的先进的双活塞(122/124)FDV 102依据燃料流量是否增加(如上面主要关于线164的讨论)或者减少(下面关于虚线172的讨论)提供了一致的滞后回线。滞后允许以相同的整体燃料流量命令两种不同的发动机操作模式,即,沿虚线172的点174和点170之间的第二主要操作模式和沿实线164的点170左侧的初级/低功率模式(直到过渡到随着降低P22而减小流量的线162)。也就是说,在这两种模式期间,总体燃料流速(在从关闭开始增加流量期间,沿线164的点170左侧,为单独的 $Wf P_{初级}$,或在从完全操作开始减少流量期间,为沿虚线172的 $Wf P_{初级}$ +点174和170点之间的 $Wf P_{次级}$)是相同的。第二主要操作模式为次级歧管提供流量,而初级/低功率模式提供次级歧管的防漏密封和生态。这是通过从较高的流量(>110pph)接近第二主要操作模式,以及从较低的入口流量(<50pph)进入初级/低功率模式来完成的。

[0043] 基于这种理解再次参照图4,图4示出了全标称的初级($Wf P_{初级}$)和次级($Wf P_{次级}$)流量进度对比FDV 102初级活塞122冲程。当在增加流量期间(即,从左到右)进入滞后回线时,启用两种操作模式的滞后回线以实线示出,而当在减少流量期间(即,从右到左)进入滞后回线时,以虚线示出。

[0044] 同样如上所述,提供图5以关注与启动、过渡到空闲和过渡到初级/低功率模式相关的操作范围的区域。图5上指向右边的箭头突出了流量增加的方向,因为流量是通过仅初级操作区(到168点的左侧),然后通过过渡区直到引起次级流量的点170而增加的。当FDV 102平移穿过过渡区时,初级活塞122与次级活塞124接触,并在点168处将次级活塞124推离其密封挡板,并且此后从170点开始启动次级流量。对于全部阀位置,初级和次级活塞122/124作为整体一起行进超过点168,并且在点170处开始并且至右侧的区域中向初级歧管和次级歧管供应燃料。

[0045] 指向左侧的箭头突出了流量减少的方向,因为FDV 102活塞122和124以相比于增加方向明显不同的进度(虚线172)行进回初级/低功率模式。当被液压锁住的活塞122/124在点168处向回行进越过次级活塞停止点时,次级活塞124被固定并且次级歧管再次与初级歧管密封。随着流量进一步减少,初级活塞122平移穿过过渡区,从而完成滞后回线。

[0046] 正如现在将会显而易见的,在第二关键操作模式中,命令与初级/低功率模式相当的计量流量。然而,由于产生冲程的方向是从高功率开始,因此FDV102不关闭次级歧管。在初级/低功率模式下,发动机控制系统最初命令非常低的燃料流量。这允许次级端口开口106关闭,并与初级端口开口104防漏密封,而且转换阀入口压力等于 $P_{次级}$ (或P3)。这为生态活塞110入口提供了 $P_{入口}$,并使生态活塞110进行装载,以便经由管线116将次级歧管清空到容积120中。

[0047] 在发动机被命令关闭的关闭状态时,FDV 102急转关闭,并且生态活塞110清空两个歧管。

[0048] 本文引用的所有参考文献,包括公开出版物、专利申请以及专利均通过参考以如下程度合并到本文中:就像每个参考文献被单独且具体地指示以在本文中以其全部内容通过参考而合并并且提出那样的程度。

[0049] 术语“个”(不定冠词“a”或“an”)和“所述”以及类似名词在描述本发明的情况下

(尤其是在随后的权利要求书的情况下)的使用被解释为覆盖单个和多个,除非在本文中另有说明或通过上下文清楚地否定。术语“包括”(comprising或including)、“具有”以及“包含”被解释为开放性术语(即,意味着“包括,但不限于”),除非另有注解。在本文中对数值范围的陈述仅意在用作单独参考落入所述范围内的每个单独的数值的速记法,除非本文另有说明,并且每个单独的数值被合并到本说明书中,就像其在本文中被单独陈述那样。在本文中描述的全部方法能够以任何合适的顺序执行,除非在本文中另有说明或通过上下文清楚地否定。在本文中提供的任何以及全部示例,或者示例性的语言(例如,“诸如”)的使用仅仅意在更好地阐明本发明并且并非造成对本发明的范围的限制,除非另有要求。说明书中没有语言应当被解释为将任何未要求的元素表明为本发明的实践所必要的。

[0050] 在本文中描述了本发明的优选实施例,包括了发明人已知的用于实施本发明的最好的方式。在阅读前面的描述时这些优选实施例的变型对本领域技术人员而言变得明白易懂。发明人期望有技术的技术人员适当地采用这样的变型,并且发明人意在不同于本文具体描述地实践本发明。因此,如所适用的法律所允许的,本发明包括所附的权利要求书中列举的主题的全部变型例和等同替代方式。而且,本发明包含在全部可能的变型中的上述元素的任何结合,除非在本文中另有说明或通过上下文清楚地否定。

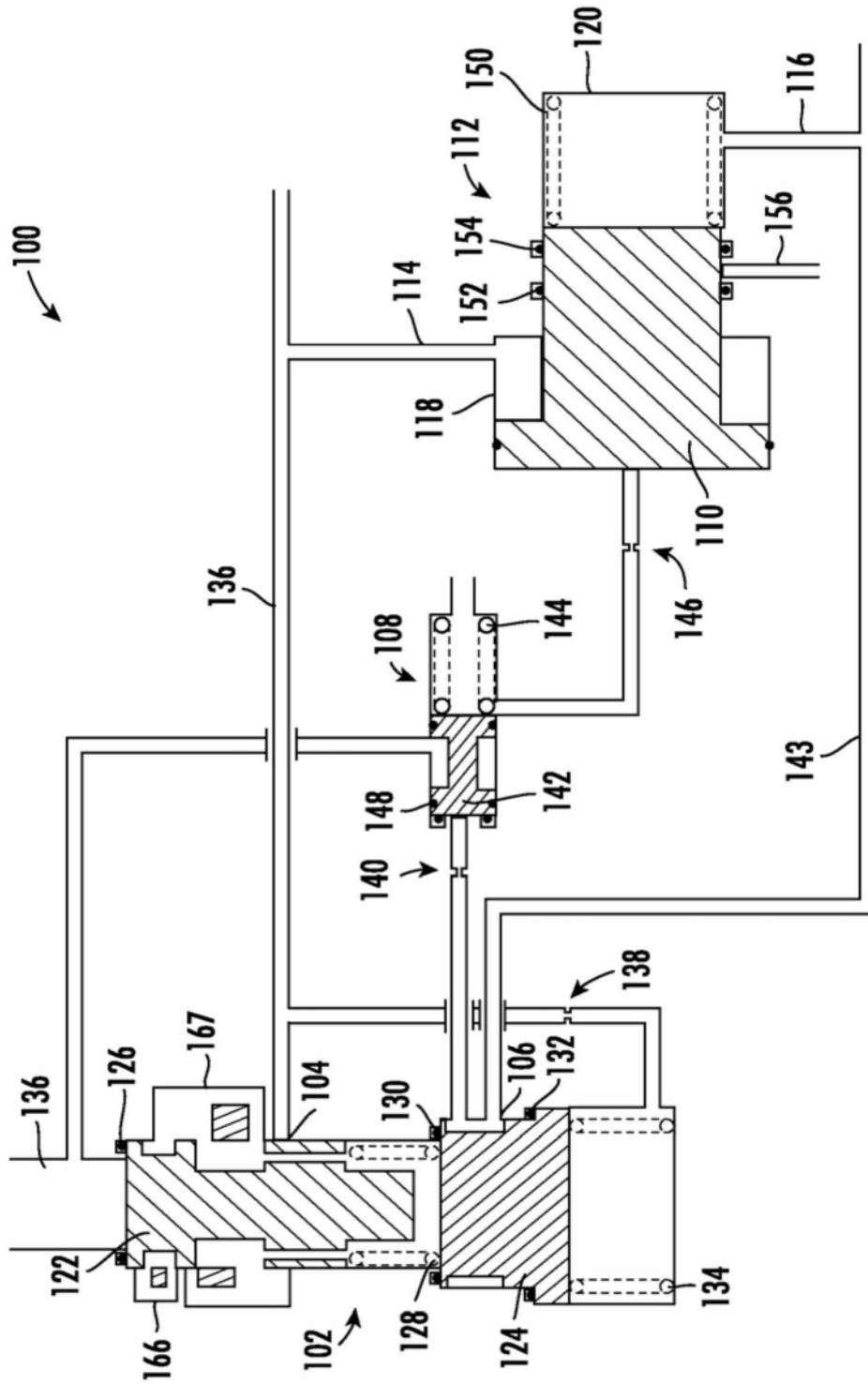


图1

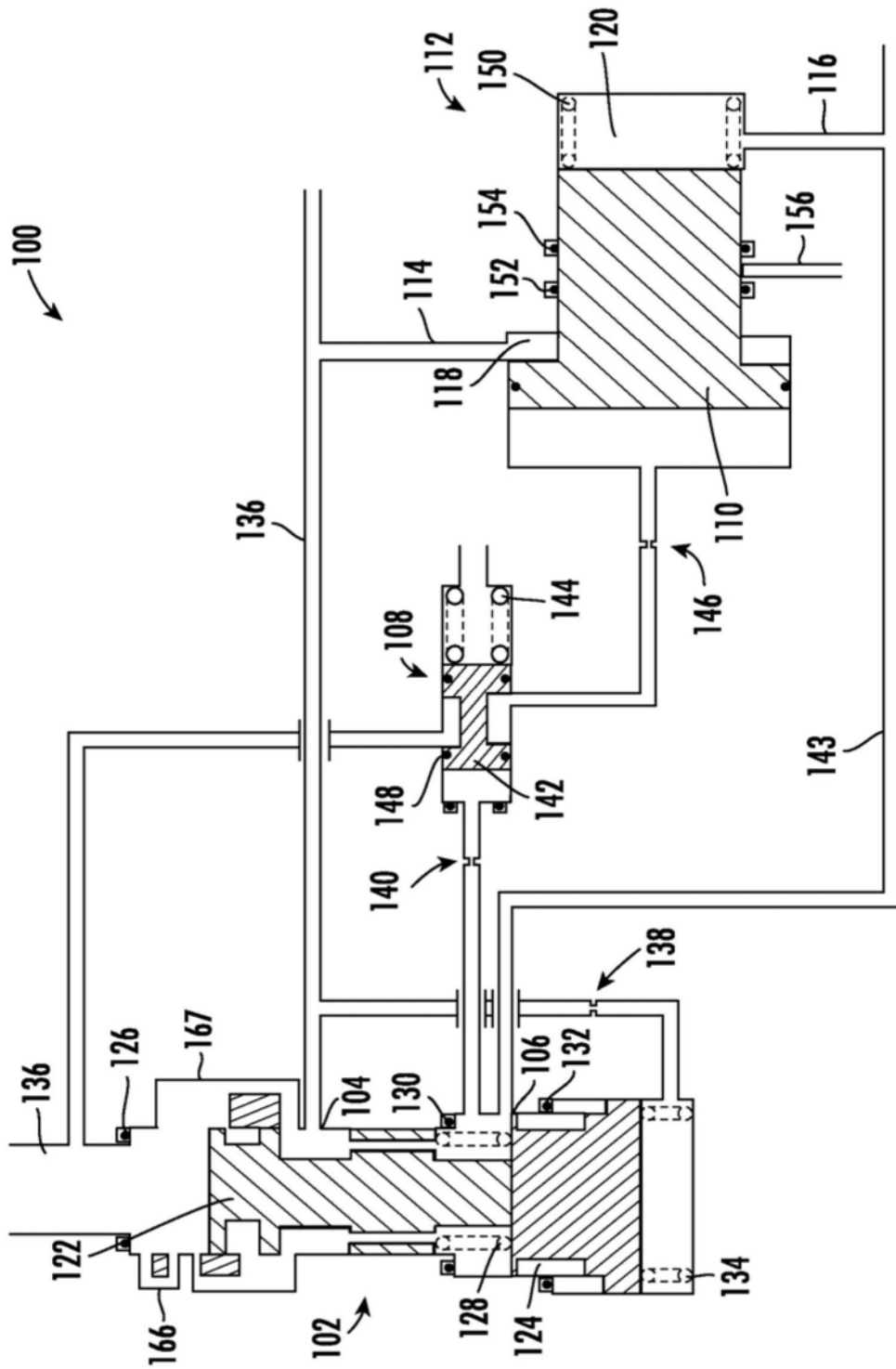


图3

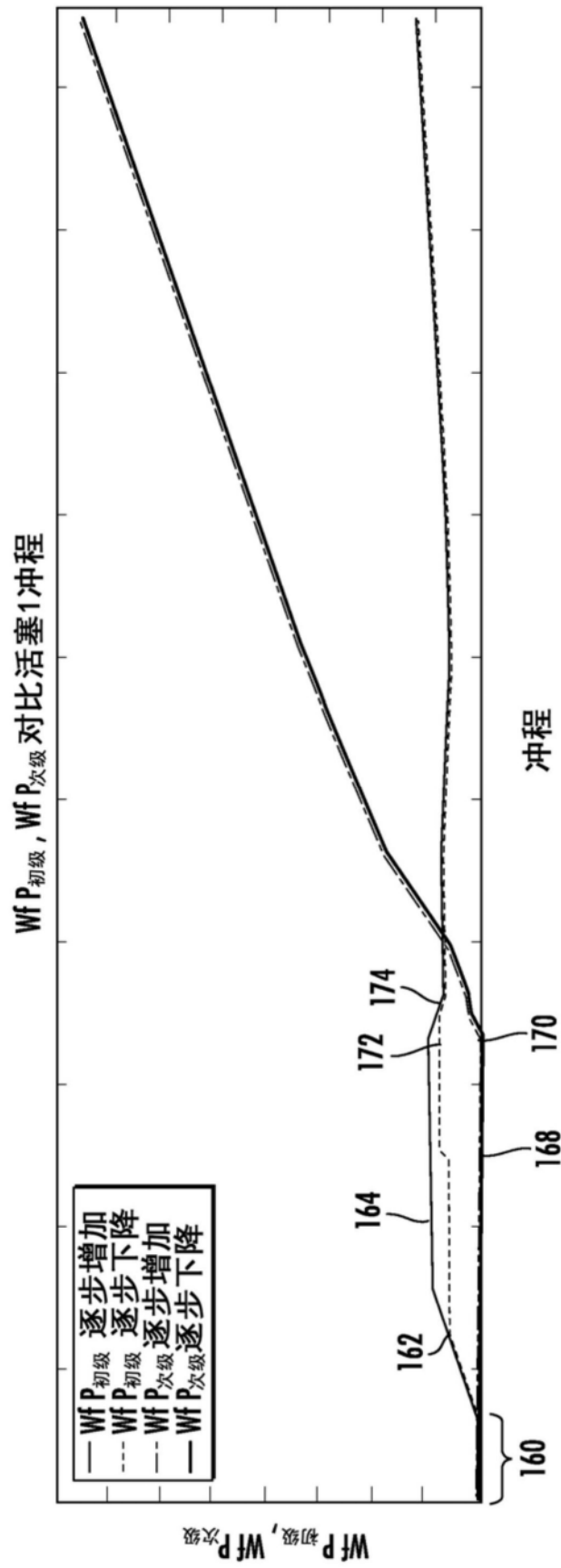


图4

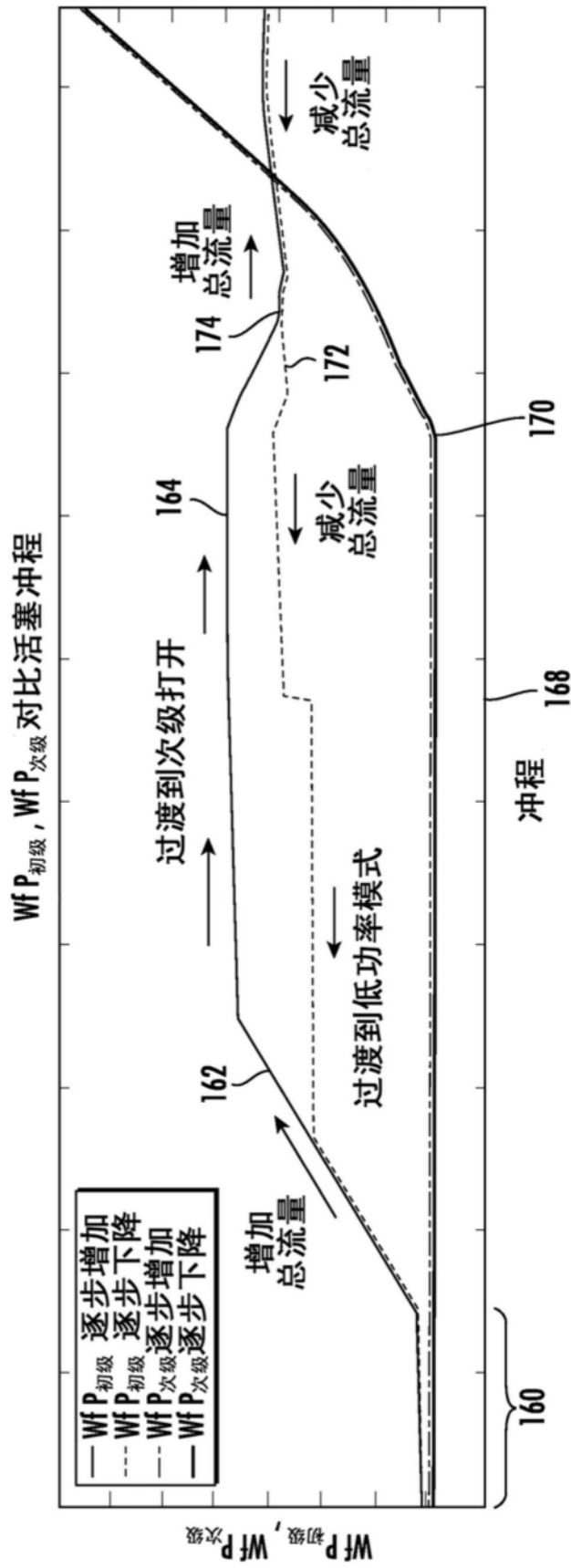


图5

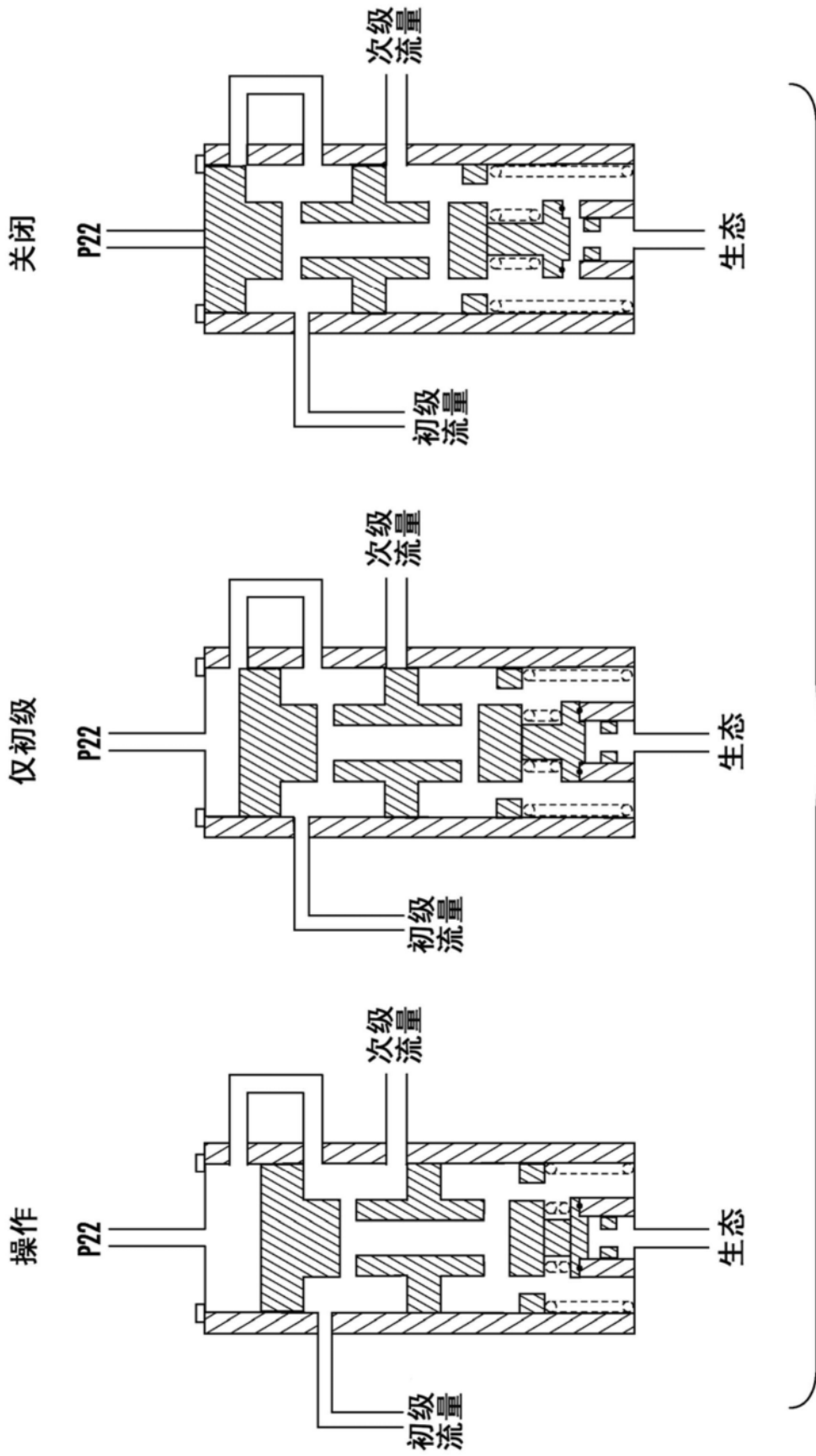


图6
现有技术

图6现有技术