(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110234859 B
(45)授权公告日 2022.03.15

(21)申请号 201880009043.2
(22)申请日 2018.01.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110234859 A
(43)申请公布日 2019.09.13
(30)优先权数据
1750748 2017.01.30 FR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.07.29
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2018/050203 2018.01.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/138456 FR 2018.08.02

(73)专利权人 赛峰飞机发动机公司
地址 法国巴黎
(72)发明人 于盖特·德沃格夫斯
罗伊克·波拉
埃里克·德沃格夫斯
(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 张辛睿 李雪

(51)Int.Cl.
F02C 9/30(2006.01)

审查员 胡浩

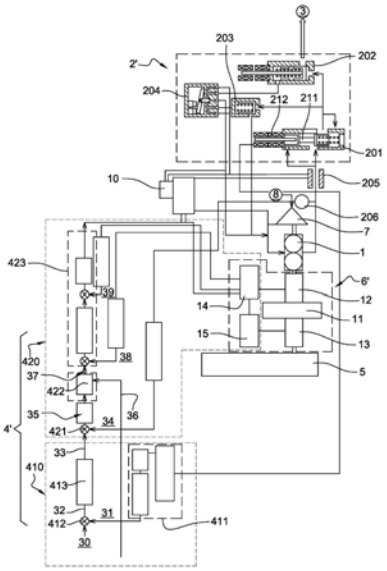
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

用于向涡轮机供应燃料的回路

(57)摘要

本发明涉及一种用于向涡轮机供应燃料的系统，系统包括：泵(1)；液压机械组(2')；被布置成驱动泵(1)的驱动设备(6')；以及分支，该分支包括用于控制可变几何结构(10)的致动器；系统被设计成基于流率设定点值(30)调节燃料流率，所述系统还包括：流率传感器(201)；流率环路(410)，该流率环路被布置成根据流率设定点值(30)与由所述流率传感器(201)提供的测量值(31)确定泵(1)的出口处的压力设定点值(33)；压力传感器(206)；以及压力环路(420)，该压力环路被布置成基于由压力传感器(206)提供的压力测量值(34)与所述压力设定点值(33)之间的差值(35)来控制驱动设备(6')的速度。



CN 110234859 B

1.一种用于涡轮机的燃料供应系统,所述燃料供应系统包括燃料回路,所述燃料回路包括:

-泵(1),所述泵被布置成向所述燃料回路泵送燃料流率,所述燃料流率是所述泵的轴的转速的递增函数;

-液压机械组(2'),所述液压机械组被布置成控制通至燃烧室(3)的燃料出口;

-驱动设备(6'),所述驱动设备被布置成以能够控制的转速驱动所述泵(1)的轴;

-分支,所述分支包括用于控制所述涡轮机的可变几何结构(10)的致动器,所述分支从分流部(205)上的分支连接部开始,所述分流部设置在所述泵(1)的出口与所述液压机械组(2')之间;

所述系统被构造成从流率设定点值(30)开始调节流到所述燃烧室(3)的燃料流率,其特征在于,所述供应系统进一步包括:

-流率传感器(201),所述流率传感器设置在所述液压机械组(2')中;

-流率环路(410),所述流率环路被布置成根据所述流率设定点值(30)以及由所述流率传感器(201)提供的测量值(31)确定所述泵(1)的出口处的压力设定点值(33);

-压力传感器(206),所述压力传感器设置在所述燃料回路中的所述泵(1)的出口处;

-压力环路(420),所述压力环路被布置成根据由所述压力传感器(206)提供的压力测量值(34)与所述压力设定点值(33)之间的差值(35)来控制所述驱动设备(6')的速度,以便将由所述泵提供的流率快速调整为所述流率设定点值(30)。

2.根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,液压延迟装置(207)设置在所述燃料回路中并处于所述分流部(205)与所述可变几何结构(10)的致动器之间,以便使所述驱动设备(6')所需的电功率最小化。

3.一种用于涡轮机的燃料供应系统,所述燃料供应系统包括燃料回路,所述燃料回路包括:

-泵(1),所述泵被布置成向所述燃料回路泵送燃料流率,所述燃料流率是所述泵的轴的转速的递增函数;

-液压机械组(2),所述液压机械组被布置成控制通向燃烧室(3)的燃料出口;

-驱动设备(6'),所述驱动设备被布置成以能够控制的转速驱动所述泵(1)的所述轴;

-分支,所述分支包括用于控制所述涡轮机的可变几何结构(10)的致动器,所述分支从分流部(205)上的分支连接部开始,所述分流部设置在所述泵(1)的出口与所述液压机械组(2)之间;

所述系统被构造成从流率设定点值(30)开始调节流到所述燃烧室(3)的燃料流率,其特征在于,所述供应系统进一步包括:

-计量单元(209),所述计量单元设置在所述液压机械组(2)中,所述液压机械组被布置成将等于所述流率设定点值(30)的流率输送到所述燃料回路的出口(3);

-调节阀(210),所述调节阀被布置成根据所述计量单元(209)两端的压力差而被液压控制,以便将所述调节阀(210)两端的恒定的压力差(35')保持为等于恒定参考压力(40);

-装置(206',206"),用于测量所述调节阀(210)两端的所述压力差(35');

-流率环路(410"),所述流率环路被布置成根据所述流率设定点值(30)和经由所述计量单元(209)测量的流率(41)来控制伺服阀(219)的电流,所述伺服阀用于控制所述计量单

元(209)；

-压力环路(420")，所述压力环路被布置成根据所述调节阀(210)两端的所述压力差(35')相对于所述恒定参考压力(40)的差值来控制所述驱动设备(6')的速度，以便将由所述泵(1)提供的流率快速地调整为所述流率设定点值(30)。

4.根据前述权利要求中任一项所述的燃料供应系统，其中，所述驱动设备(6')用于从所述涡轮机的驱动轴(26)驱动所述泵(1)并且包括周转齿轮减速器(11)，所述周转齿轮减速器包括三个元件，即中心太阳齿轮(11A)、外圈齿轮(11B)和行星架(11U)，所述行星架的行星齿轮(11S)与太阳齿轮和圈齿轮啮合，所述三个元件中的第一个元件用于连接到所述驱动轴(26)，并且所述三个元件中的第二个元件联接到所述泵(1)的轴，所述驱动设备(6')的特征在于，所述三个元件能够围绕所述减速器的轴线旋转移动，其中，所述驱动设备进一步包括至少第一电气装置(12)，所述第一电气装置被布置成驱动所述减速器(11)的所述元件中的第三个元件进行旋转，以便改变所述驱动轴(26)与所述泵(1)的轴之间的转速比。

5.根据权利要求4所述的燃料供应系统，其中，所述驱动设备(6')包括第二电气装置(13)，所述第二电气装置联接到所述减速器(11)的所述元件中的所述第一个元件或所述第二个元件，所述第一电气装置和所述第二电气装置被布置成彼此可逆地传递电功率。

6.根据权利要求3所述的燃料供应系统，其中，所述压力环路(420")被布置成根据所述调节阀(210)两端的所述压力差(35')相对于所述恒定参考压力(40)的差值来控制所述驱动设备(6')的速度，以便当致动所述可变几何结构(10)时，将由所述泵(1)提供的流率快速地调整为所述流率设定点值(30)。

7.一种涡轮机，所述涡轮机包括根据前述权利要求中任一项所述的系统。

8.根据权利要求7所述的涡轮机，其中，所述驱动轴(26)与所述驱动设备(6')之间设置有附件中继箱(5)。

用于向涡轮机供应燃料的回路

技术领域

[0001] 本发明涉及涡轮机械的领域。本发明特别涉及燃料供应回路和该回路中的燃料流率的调节。

背景技术

[0002] 安装在飞行器上的涡轮机械配备有燃料供应回路，从而将燃料输送到燃烧室，必须根据飞行条件按照需要对该输送进行调节。参考图1，燃料回路通常包括主高压容积式泵1，该主高压容积式泵在将燃料喷射到燃烧室3之前将该燃料输送到液压机械组2。组件被布置成确保在至燃烧室的出口处的燃料流率适应于需要。控制箱4通常控制液压机械组2，使得该液压机械组使由泵1泵送的流率适应燃烧室3的需要。

[0003] 通常，泵1由涡轮机附件箱5的输出轴驱动，该涡轮机附件箱5自身由涡轮机的主体的轴(图1中未示出)驱动。驱动设备6通常安装在附件中继箱5的轴与泵1之间，以调整这两个设备之间的转速。该设备确定泵1的速度与涡轮机驱动轴的转速ω之间的比率K。该设备通常还驱动用于从燃料箱8供应回路的装置7。

[0004] 泵1在燃料流率与其驱动速度之间的线性特性Cyl特别取决于该泵的排量。泵1的尺寸必须以这样的方式设定，即，使得该排量允许在低速和高速下提供对于涡轮机的所有运行速度(即，附件中继箱5的输出轴的速度)所需的流率。

[0005] 如在图2中可以看到的，将流率变化率F表示为涡轮机的驱动轴的转速ω的函数，燃料需求F1作为涡轮机速度的函数非线性地变化。涡轮机的驱动轴的转速ω在用于涡轮机点火的最小值ωmin与用于起飞的最大值ωmax之间变化。对应于巡航飞行的速度处于这两个极值之间。

[0006] 根据应用，关键点处于低速点火或高速起飞处。在图2中，该关键点处于点火水平处，泵的排量必须以这样的方式进行选择，即，使得该泵的线性特性等于Cyl1值，以确保在所有飞行条件下都有足够的流率。在某些飞行条件下，该Cyl1值可能显著高于所需的最小Cylmin值，或者甚至高于起飞期间所需的Cyl2值。

[0007] 因此，根据该尺寸，由泵提供的流率遵循图2的流率/转速图上的线L1。因此在驱动速度较大的阶段期间，尤其是在巡航飞行中，泵提供高于燃料流率需求的流率，并因此提供过剩的燃料F2。

[0008] 因此，液压机械组2必须通过再循环环路9使与需求相比过剩的燃料F2返回到泵。

[0009] 当使用燃料回路(如图1中所示)来致动涡轮机的可变几何结构10时，该燃料流率调节问题进一步加剧。对可变几何结构10的致动产生了回路中的燃料需求的变化，在泵1的尺寸设定、液压机械组2的操作和再循环环路9的特性中必须考虑该变化。

[0010] 燃料供应系统的这种结构具有若干缺点。与需求相比，由泵1喷射的流率过剩导致附件中继箱5上的功率消耗过剩，这对涡轮机的效率造成不利影响。机械功率过剩转换成在再循环环路9中消散的热功率，该热功率必须被排空。这对燃料回路的尺寸和质量具有负面影响，特别是对于设置成使该回路中的热量消散的未示出的热交换器。

[0011] 因此，重要的是，使泵1的流率适应涡轮机的不同运行点，以便获得从附件中继箱5汲取的功率，这是现有技术的驱动设备6所不允许的。

[0012] 另外，根据现有技术的液压机械组2(附图中未详述)通常由以下部分组成：

[0013] -由伺服阀控制的计量单元，该伺服阀的位置由位置传感器控制；

[0014] -调节阀，该调节阀将由泵提供的过剩流率泵送到再循环环路9中，并且调节计量单元两端的压力差；

[0015] -截止阀，该截止阀由伺服阀控制，从而允许对燃料系统进行加压并且切断喷射。

[0016] 通常通过考虑与系统泄漏、调节计量单元两端的压力差所需的最小流率以及与可变几何结构10的位移相关的流率的总和相等的过剩流率来进行泵1的尺寸设定。

[0017] 考虑图2中的图，该过剩流率可以代表介于设定泵1的尺寸的总流率的60％至95％之间。

[0018] 假设已经解决了根据涡轮机的运行点调整泵的转速的问题，传统的燃料回路需要该最后的过剩流率。因此，不允许通过对泵1的速度进行的可能调整来达到可能的最大功率增益。

[0019] 本发明的目的在于提供一种解决方案，该解决方案使得能够通过使泵速度适应涡轮机在其各个运行点下的燃料需求而允许获得在功率增益方面更优的优点，并且能够对应于严格的需求从驱动轴汲取功率。

发明内容

[0020] 本发明的第一个目的在于提出一种用于涡轮机的燃料供应系统，该燃料供应系统包括燃料回路，该燃料回路包括：

[0021] -泵，该泵被布置成向所述燃料回路泵送燃料流率，该燃料流率是所述泵的轴的转速的递增函数；

[0022] -液压机械组，该液压机械组被布置成控制通向燃烧室的燃料出口；

[0023] -驱动设备，该驱动设备被布置成以能控制的转速驱动泵的轴；

[0024] -分支，该分支包括用于控制涡轮机的可变几何结构的致动器，所述分支从分流部上的分支连接部开始，该分流部设置在泵的出口与所述液压机械组之间；

[0025] 系统被构造成从流率设定点值开始调节流到所述燃烧室的燃料流率，其特征在于，所述供应系统进一步包括：

[0026] -流率传感器，该流率传感器设置在液压机械组中；

[0027] -流率环路，该流率环路被布置成根据流率设定点值以及由所述流率传感器提供的测量值确定泵的出口处的压力设定点值；

[0028] -压力传感器，该压力传感器设置在燃料回路中的泵的出口处；

[0029] -压力环路，该压力环路被布置成根据由压力传感器提供的压力测量值与所述压力设定点值之间的差值来控制驱动设备的速度，以便将由泵提供的流率快速地调整到流率设定点值。

[0030] 由于通过压力环路所获得的快速反应(该压力环路例如对可变几何结构的致动器的应力作出快速反应)，即使对于具有可变几何结构的结构也可以除去燃料再循环环路。因此，该构思使得能够最佳地利用驱动设备的能力来调整泵的速度，以提供对应于需求的流

率。

[0031] 特别地，在没有压力环路的情况下，来自可变几何结构的致动器的流率需求可能对所喷射的流率产生影响，该影响取决于致动器所需的流率的水平和流率环路的反应时间。

[0032] 因此，该构思使得能够减少用于向涡轮机供应燃料而汲取的功率以及减少热排放。

[0033] 系统的反应性、尤其是压力环路的反应性特别适用于燃料回路用于致动可变几何结构的情况。

[0034] 因此，由于系统的反应性，这种燃料供应系统使得能够完全除去再循环环路。这种燃料供应系统还使用比传统解决方案更简单且不那么笨重的液压机械组。

[0035] 优选地，液压延迟装置设置在燃料回路中，设置在分流部与可变几何结构的致动器之间，以便使驱动设备所需的电功率最小化。

[0036] 这些延迟装置有利地由与压力调节器联接的液压蓄能器形成。

[0037] 这些延迟装置使得能够减少与驱动设备上的反应性和用于控制该设备的装置上的反应性相关的技术约束。这些延迟装置允许主要减少控制驱动设备(即用于控制该设备的机器的尺寸)所需的电功率。

[0038] 本发明的第二个目的在于提出一种用于涡轮机的燃料供应系统，该燃料供应系统包括燃料回路，该燃料回路包括：

[0039] -泵，该泵被布置成向所述燃料回路泵送燃料流率，该燃料流率是所述泵的轴的转速的递增函数；

[0040] -液压机械组，该液压机械组被布置成控制通向燃烧室的燃料出口；

[0041] -驱动设备，该驱动设备被布置成以能控制的转速驱动泵的轴；

[0042] -分支，该分支包括用于控制涡轮机的可变几何结构的致动器，所述分支从分流部上的分支连接部开始，该分流部设置在泵的出口与所述液压机械组之间；

[0043] 系统被构造成从流率设定点值开始调节流到所述燃烧室的燃料流率，其特征在于，所述供应系统进一步包括：

[0044] -计量单元，该计量单元设置在液压机械组中，该液压机械组被布置成将等于流率设定点值的流率输送到燃料回路的出口；

[0045] -调节阀，该调节阀被布置成由计量单元两端的压力差进行液压控制，以便将调节阀两端的恒定的压力差保持为等于恒定参考压力；

[0046] -用于测量调节阀两端的所述压力差的装置；

[0047] -流率环路，该流率环路被布置成根据流率设定点值和经由计量单元测量的流率来控制伺服阀的电流，该伺服阀用于控制计量单元；

[0048] -压力环路，该压力环路被布置成根据调节阀两端的所述压力差相对于恒定参考压力之间的差值来控制驱动设备的速度，以便将由泵提供的流率快速调整到流率设定点值，特别是当致动所述可变几何结构时。

[0049] 压力环路主要在来自可变几何结构的流率需求期间处于活动状态。

[0050] 由于压力环路所获得的快速反应(该压力环路例如对可变几何结构的致动器的应力作出快速反应)，可以大大减小燃料再循环环路。因为保留了最小的再循环环路，这允许

在来自可变几何结构的流率需求期间控制驱动设备，因此该构思使得能够最佳地利用驱动设备的能力来调整泵的速度，以提供几乎对应于需求的流率。

[0051] 特别地，在没有压力环路的情况下，来自可变几何结构的致动器的流率需求因为再循环环路的尺寸未被设定为补偿这些可变几何结构流率需求而可能对所喷射的流率产生影响，该影响取决于致动器所需的流率的水平和流率环路的反应时间。

[0052] 因此，该构思使得能够减少用于向涡轮机供应燃料而汲取的功率以及减少热排放。

[0053] 系统的反应性、尤其是压力环路的反应性特别适用于燃料回路用于致动可变几何结构的情况。

[0054] 这种燃料供应系统使用现有的液压机械组，并且需要使用最小的再循环环路。与现有技术相比，这种燃料供应系统使得能够显著地减少从涡轮机汲取的功率以及热排放。

[0055] 下面所提到的技术特征可以应用于上面所描述的任何燃料供应系统。

[0056] 优选地，驱动设备旨在由所述涡轮机的驱动轴对泵进行驱动并且包括周转齿轮减速器，该周转齿轮减速器包括三个元件，即中心太阳齿轮、外圈齿轮和行星架，该行星架的行星齿轮与太阳齿轮和圈形齿轮啮合，三个元件中的第一个元件旨在连接到驱动轴，并且三个元件中的第二个元件联接到泵的轴，所述设备的特征在于，所述三个元件围绕减速器的轴线可旋转地移动，其中，所述传动设备进一步包括至少第一电气装置，该第一电气装置被布置成驱动减速器的所述元件的第三个元件旋转，以便改变驱动轴与泵的轴之间的转速比。

[0057] 甚至更优选地，驱动设备包括第二电气装置，该第二电气装置联接到减速器的所述元件的第一个元件或第二个元件，第一电气装置和第二电气装置被布置成彼此可逆地传递电功率。

[0058] 两个电气装置之间的功率传递允许减少从涡轮机的轴汲取的功率并且不向设备提供任何电功率。

[0059] 优选地，系统包括电子装置，该电子装置被布置成形成控制第一电气装置的速度反馈环路，以便确保两个电气装置之间的功率传递。

[0060] 系统的动力学取决于被设置成加速第一电气装置和第二电气装置的低惯性并因此重新调节泵的速度的电功率。

[0061] 有利地，流率传感器通过流率计量单元获得，该流率计量单元的位置反映了通过该流率计量单元的流率。

[0062] 本发明还涉及一种涡轮机，该涡轮机包括如前所述的系统。

[0063] 有利地，附件中继箱设置在驱动轴与传动设备之间。

附图说明

[0064] 当参考附图阅读以下非限制性示例的描述时，将更好地理解本发明，并且本发明的其他细节、特征和优点将更清楚地显现，在附图中：

[0065] 图1非常示意性地示出了根据现有技术的燃料回路；

[0066] 图2示出了转速和流率图，示出了由燃料泵提供的流率与如图1中所示的回路的需求之间的差异；

[0067] 图3非常示意性地示出了可以使用本发明的涡轮机的半截面；

[0068] 图4示出了本发明可以使用的周转齿轮减速器的分解图和示意图；

[0069] 图5示出了涡轮机与泵之间的传动系统的示意图，该传动系统使用图4的减速器；

[0070] 图6非常示意性地示出了根据本发明的燃料供应系统的第一实施例；

[0071] 图7非常示意性地示出了根据本发明的燃料供应系统的第一实施例的变型；和

[0072] 图8非常示意性地示出了根据本发明的燃料供应系统的第二实施例。

[0073] 在不同实施方式中具有相同功能的元件在附图中具有相同的附图标记。

具体实施方式

[0074] 在涡轮机(例如图3中所示的双流式涡轮机)中，风扇20处的出口空气流被分成进入发动机的主流P和围绕该发动机的次级流S。然后，主流通过低压压缩机21和高压压缩机22、由先前提到的燃料回路供应的燃烧室3，然后通过高压涡轮24和低压涡轮25。通常，所有高压压缩机22和高压涡轮24作为一个单元在公共轴线26上旋转并且与燃烧室共同形成涡轮机的发动机部分。

[0075] 通常，驱动轴26驱动附件中继箱5，该附件中继箱可以包括连接到输出轴的多个齿轮系，以驱动各个设备单元。在此，齿轮箱的一个输出轴通过驱动设备6’驱动容积泵1，该容积泵供应液压机械组2，该液压机械组将燃料喷射到燃烧室3中。通常，附件中继箱还在驱动轴26与启动器/发电机(该图中未示出)之间进行连接，该启动器/发电机可以用于在启动阶段期间驱动涡轮机或者当涡轮机开启时产生电流。

[0076] 涡轮机还可以具有先前提到的可变几何结构10，该可变几何结构可以在某些使用条件下被激活。该可变几何结构10例如是低压压缩机的入口处的可变节距叶片。

[0077] 在此，参考图6、图7或图8，燃料供应系统在附件中继箱5与泵1之间具有驱动设备6’，该驱动设备6’不同于图1中的系统的驱动设备。泵1可以具有与传统解决方案相同的性质。该泵是旋转容积泵，该泵的流率是转速ω1的递增函数，该泵能够提供喷射到燃烧室3中所需的流率并且对燃料回路进行加压。优选地，该泵具有使出口流率与转速ω1相关的线性特性Cyl。

[0078] 首先，我们将证明存在至少一种解决方案，以使驱动设备6’能够改变附件中继箱5的轴的转速与泵1的轴的转速之间的比率，以便能够使泵1的速度适应涡轮机的不同操作点。

[0079] 所示的驱动设备6’具有周转齿轮减速器，该周转齿轮减速器的特性用于根据涡轮机的不同操作速度使泵1的转速适应燃料流率的需要。

[0080] 参考图4，周转齿轮减速器11包括：

[0081] -中心太阳齿轮11A，该中心太阳齿轮被布置成能够以速度ωA围绕周转齿轮的轴线旋转；

[0082] -行星齿轮11S，该行星齿轮与中心太阳齿轮11A啮合并且由行星架11U承载，行星架11U被布置成能够以速度ωU围绕周转齿轮的轴线旋转；

[0083] -外圈齿轮11B，该外圈齿轮也与行星齿轮11S啮合，圈形齿轮11B被布置成能够以速度ωB围绕周转齿轮的轴线旋转。

[0084] 因此，周转齿轮减速器11的特征在于，其三个元件，即中心太阳齿轮11A、行星架

11U和圈形齿轮11B能够旋转。在此，例如，圈形齿轮11B在用于保护减速器11的固定壳体11C内部自由旋转。

[0085] 减速器11的周转齿轮的运行根据威利斯(Willis)方程而被控制，该威利斯方程表明该周转齿轮是两个自由度的机构，并且在已知中心太阳齿轮11A、行星架11U和圈形齿轮11B中的两个元件的转速的情况下允许对第三个元件的转速进行计算。

[0086] 中心太阳齿轮11A的旋转：ωA

[0087] 行星架11U的旋转：ωU

[0088] 圈形齿轮11B的旋转：ωB

[0089] 威利斯方程：(ωA-ωU)/(ωB-ωU)＝k或ωA-k*ωB+(k-1)*ωU＝0

[0090] 在威利斯方程中，因子k，也称为周转齿轮比，是由齿轮的几何结构决定的常数。对于图4中的减速器11，k＝-ZB/ZA，其中ZA是中心太阳齿轮A的齿数，而ZB是圈形齿轮B的齿数。因此，因子k为负，模量小于1。

[0091] 因此可以理解，如果附件中继箱5的输出轴联接到三个元件中的一个元件并且泵1的轴联接到第二个元件，则通过改变第三个元件的转速，泵1的转速可以在箱5的轴的给定速度下变化。

[0092] 第一电动机12联接到所述第三个元件，以控制该第三个元件的转速。

[0093] 可以相对于周转齿轮减速器11的三个元件以六种组合定位三个设备单元，即附件中继箱5、泵1和电动机12。

[0094] 第二电动机13也联接到减速器11的元件中的一个未连接到第一电动机12的元件。第二电动机13的位置使驱动设备6’的可能组合的数量加倍。这导致下面表格中列出的十二种组合。

[0095] 该表格还表示由箱5的轴的速度ω5和第一电动机12的速度ω12给出泵1的速度ω1的函数。第二电动机13的转速ω13由设备单元的转速决定，该第二电动机与泵1的轴或箱5的输出轴串联联接在减速器11上。在该表格中，选项1对应于第二电动机13与泵1串联联接在减速器11的相同元件上的情况，选项2对应于第二电动机13与附件中继箱5的输出轴串联联接在减速器11的相同元件上的情况。

[0096]

连接箱/泵/第一电动机			泵的速度	连接第二电动机	
箱5连接到行星架11U				选项1	选项2
	电动机12	泵1			
1A	圈形齿轮11B	太阳齿轮11A	ω1=(1-k)*ω5+k*ω12	太阳齿轮A	行星架11U
1B	太阳齿轮11A	圈形齿轮11B	ω1=-ω5*(1-k)/k+ω12/k	圈形齿轮B	行星架11U
箱5连接到圈形齿轮11B				选项1	选项2
	电动机12	泵1			
2A	行星架11U	太阳齿轮11A	ω1=k*ω5+(1-k)*ω12	太阳齿轮A	圈形齿轮B
2B	太阳齿轮11A	行星架11U	ω1=-ω5*k/(1-k)+ω12/(1-k)	行星架11U	圈形齿轮B
箱5连接到太阳齿轮11A				选项1	选项2
	电动机12	泵1			
3A	圈形齿轮11B	行星架11U	ω1=ω5/(1-k)-ω12*k/(1-k)	行星架11U	太阳齿轮A
3B	行星架11U	圈形齿轮11B	ω1=ω5/k-ω12*(1-k)/k	圈形齿轮B	太阳齿轮A

[0097] 表1.

[0098] 在图5中所示的示例中，对应于配置“2B-选项1”，箱5连接到圈形齿轮11B，泵1连接到行星架11U，第一电动机12连接到中心太阳齿轮11A，第二电动机13连接到行星架11U。

[0099] 第一电动机12和第二电动机13各自包括定子和转子。所述电动机12、13在施加到它们的转子的扭矩以及它们的转子的转速ω12、ω13方面是能控制的。这些电动机例如是AC异步电动机。于是，每个电动机12、13的扭矩和速度由电功率以及由专用于每个电动机的转换器14、15发送的电流的频率进行控制。

[0100] 另外，第二电动机13通过所述可逆电压转换器14、15电连接到第一电动机12，以便将功率从一个电动机传递到另一个电动机。

[0101] 另外，参考图6、图7或图8，燃料供应系统与图1中的燃料供应系统的不同之处还在于，控制电子器件4’或4”连接到转换器14，以控制第一电动机12的速度ω12和扭矩，以便调整泵1的速度ω1。通常，转换器15从属于转换器14，以控制第二电动机13的扭矩，以便管理两个电动机之间的功率传递。

[0102] 减速器11的研究表明，作用在太阳齿轮11A上的扭矩CA、作用在圈形齿轮11B上的扭矩CB和作用在行星架11U上的扭矩CU通过以下两种关系相关：

[0103] CA+CB+CU＝0(周转齿轮平衡)

[0104] ωA*CA+ωB*CB+ωU*CU＝0(动态平衡)

[0105] 考虑与这些元件的转速相关的关系，在已知第三个元件的的扭矩的情况下能够计算出作用在减速器11的两个元件上的扭矩。

[0106] 与泵1或箱5串联连接的第二电动机13的转速被确定为等于该设备单元的转速。

[0107] 然而，应当理解的是，根据系统施加的并且被添加到减速器11的相应元件上的泵1或箱的扭矩上的扭矩，该第二电动机为系统提供了额外的自由度。

[0108] 该额外的自由度可以用于确保与第一电动机的功率传递：当第一电动机12进行干预以相对于箱5的驱动使泵1加速时提供功率，或者当第一电动机12进行干预以制动泵1时吸收功率。

[0109] 可以使用除了图5中所示的配置之外的其他配置。选择取决于涡轮机的操作特性。必须完成设备的参数(周转齿轮减速器11的因子k、箱5的出口处的转速ω5相对于涡轮的轴的转速的比率、泵1的线性特性Cyl)的选择以及配置1A至配置3B中的选择，以特别实现以下目标：

[0110] -当涡轮的轴的转速在其最小值ωmin与最大值ωmax之间变化时，允许泵1以速度ω1旋转，调节该速度ω1以提供对应于需要F1的流率Cyl*ω1，如例如图2中所示；

[0111] -使发动机12中消耗的功率最小化，以在涡轮机的操纵范围内调节泵1的速度ω1。

[0112] 另外，对所使用的设备单元的技术约束通常意味着泵1的速度ω1必须高于附件中继箱5的输出轴的速度ω5。

[0113] 具有用于附件中继箱5与泵1之间的驱动系统的两个辅助电动机这一构思非常创新，因为该构思具有以下优点：

[0114] -仅从附件中继箱5中汲取机械功率，该机械功率对应于用于供应可变几何结构的功率需求(压力需求)和用于燃料流率供应的动力需求(燃料流率需求)，

[0115] -减少泵1的排量，

[0116] -显著减小泵流率的再循环环路的尺寸，

[0117] -简化用于燃料调节的液压机械组2的结构，

[0118] -由于该电动机12与第二电动机13之间的功率传递，在通过电动机12控制泵的速度期间不需要外部功率。

[0119] 在上面所描述的系统中，第一电动机12和第二电动机13是专门的专用设备单元，用于操作驱动设备6’。在变型中，涡轮机的启动器可以用作设备的第一电动机或第二电动机。

[0120] 另外，根据本发明，驱动设备6’的转换器14、15和电动机12、13有利地被设计成具有足以在非常短的时间(约百分之一秒)内作出反应的尺寸和电功率。

[0121] 以下开发的燃料供应系统构思允许最佳地使用这种驱动设备6’。

[0122] 现在我们将描述整个燃料供应系统的若干实施例，整个燃料供应系统被布置成充分利用驱动设备6’的能力以调整泵1的速度。

[0123] 参考图6，根据本发明的燃料供应系统的第一实施例包括：

[0124] -驱动设备6’，该驱动设备6’如上面所描述的那样位于附件中继箱5与泵1之间，从而允许调整泵1的速度；

[0125] -泵1，该泵1的尺寸被设定成适应于为根据本发明的系统供应的流率；

[0126] -装置7，该装置7用于从燃料箱8供应回路；

[0127] -改进的液压机械组2’；

[0128] -控制电子器件4’。

[0129] 在此，燃料供应系统还连接到可变几何结构10的致动器。

[0130] 用于该实施例的液压机械组2’包括以下元件：

[0131] -泵1与朝向燃烧室3的喷射之间的燃料流率传感器201；

[0132] -在朝向燃烧室3的喷射处的加压阀202；

[0133] -在流率传感器201与加压阀202之间分支的回流阀203；

[0134] -伺服阀204，该伺服阀基本上控制加压阀202和回流阀203。

[0135] 在优选实施例中，流率传感器201通过改进的计量单元获得。通常用于传统回路中的计量单元包括滑阀211，该滑阀的位置控制通过计量单元的流率。另外，滑阀的位置传感器212通常允许伺服阀从属于计量单元。在此，如传统解决方案的调节阀的控制的情况，滑阀的位置不是由伺服阀控制，而是直接由计量单元两端的压力差控制。已知该计量单元的特性，由滑阀211的位置传感器读取的位置提供了关于真正由泵1喷射的流率的信息。

[0136] 因此，液压机械块2’失去其调节流率的功能，但是保证了流率传感器的功能。该液压机械块保持了切断燃料和为系统加压的功能。

[0137] 加压阀202允许确保可变几何结构的正确运行以及切断所喷射的流率的最小压力。

[0138] 当伺服阀204激活该切断时，回流阀203允许确保排出由泵1提供的流率，以便不增加回路中的压力。

[0139] 此外，根据本发明的燃料回路包括：

[0140] -分流部205，该分流部用于供应环路，该环路用于控制可变几何结构10的致动器；该分流部205在此设置在泵1与液压机械组2’的流率传感器201之间；

[0141] -压力传感器206，该压力传感器设置在泵1的出口处和分流部205的前方。

[0142] 压力传感器206能够提供快速测量，通常具有约100Hz的采样率，以对特别是来自可变几何结构的致动的快速压力变化作出反应。

[0143] 控制电子器件4’具有第一流率环路410(下文中称为流率环路410)，该第一流率环路使用来自未示出的涡轮机计算机的流率设定点值30以及由流率传感器201测量的流率。流率环路410的模块411使用来自流率传感器201的信息来计算在分流部205之后测量的流率31。比较器412计算测量的流率与流率设定点值30之间的差值32。根据流率差值32，模块413计算在泵1的出口处获得的压力设定点值33，从而了解泵1和液压回路的特性。控制电子器件的该流率环路410可以集成到涡轮机的未示出的机载计算机(FADEC)中。有利地，该流

率环路410速度不快。

[0144] 在此，控制电子器件4’包括第二压力环路420(下文中称为压力环路420)，该第二压力环路使用来自流率环路410的压力设定点值33以及由压力传感器206提供的压力测量值34，并且该第二压力环路控制驱动设备6’以便获得泵1的校正速度。流率环路410的反应时间可能太长以至于不能对流率需求对喷射管线的影响作出反应，这就是为什么控制电子器件在该示例中具有第二个更快的局部压力调节环路420。

[0145] 压力环路420始于比较器421，该比较器确定由流率环路410产生的压力设定点值33与由传感器206提供的压力测量值34之间的差值35，该传感器206有利地具有约100Hz的采样率。

[0146] 在此，对于在两个电动机之间具有功率传递的驱动设备6’，该压力环路420控制第一电动机12的速度和扭矩，以校正泵1的速度。

[0147] 第一模块422根据压力差35和泵的速度设定点值36产生第一电动机12的速度设定点值37。对应于流率设定点值30的泵的速度设定点值36可以由涡轮机计算机提供，从而了解泵1和液压回路的特性。压力差35指示是否必须根据诸如可变几何结构10的致动的干扰来快速校正该速度。对于降低的压力34，代数值减小的差35指示流率不足，因此必须增加泵的转速，相反地，如果压力34与压力设定点值33相比增加，则必须降低泵的转速。

[0148] 然后，第二模块423使用速度设定点值连续地提供对第一电动机12的速度和扭矩的校正，并且在该第一电动机12上提供针对速度测量值38和扭矩测量值39的反馈。

[0149] 压力环路420的控制电子器件必须是快速的，以立即对由传感器206检测到的压力变化作出反应，该传感器206通常处于100Hz的采样率。优选地，例如，分别在约200Hz和1000Hz下对速度测量值38和扭矩测量值39进行采样。优选地，压力环路420因此由具有快速电子器件的专用电子箱实现。

[0150] 根据压力信息对驱动设备6’进行控制的该压力环路420允许驱动设备6’的高反应性，以调整泵1的速度，特别是在致动可变几何结构10时。

[0151] 在与可变几何结构10的控制相关的流率需求期间，由压力传感器206测量的压力34不再仅取决于喷射回路，还取决于可变几何结构10的负载。

[0152] 于是，燃料回路中的压力在分流部205处突然改变。由传感器206测量的该压力34的下降由泵1的速度的增加进行补偿，由控制电子器件4’的压力环路420进行控制。

[0153] 根据泵1的出口处的压力设定点值33与压力测量值34之间的差值35对电动机12的控制设定点值进行快速校正。控制电动机12上的该控制设定点值允许增加泵的速度和燃料流率。

[0154] 为了进行该校正，电动机12和电动机13电源的尺寸优选地取决于所需的动力学。

[0155] 当开启涡轮机时，以最小的转速驱动泵1。流率的一部分通过传感器201并且通过回流阀203再循环。

[0156] 然后，调整泵1的速度以达到正确的点火流率设定点值。然后激活伺服阀204，这导致加压阀202的打开、回流阀203的关闭并因此允许将点火流率喷射到燃烧室3。

[0157] 因为这种结构使得能够不再具有再循环环路、减小液压机械组2’的尺寸，并且由于压力环路420用压力差35对驱动设备6’进行控制而能够对流率需求作出快速响应，因此这种结构非常有利。

[0158] 因此，不再需要设定再循环环路的尺寸以消散大的流率过剩，并且这使得能够获得从附件中继箱5中汲取的用于燃料供应的功率。这也使得能够除去存在于传统回路中的调节阀。

[0159] 在基于特定类型的应用进行的初步研究中，其中，根据箱5的速度、所喷射的流率、可变几何结构10的冷却流率、内部泄漏、移动可变几何结构所需的流率以及喷射压力来描述每个操作点，发明人因此发现，无论是否具有用于可变几何结构的液压供应，都有进行喷射所需的显著的功率增益。

[0160] 这一构思也具有其他积极的影响。

[0161] 关于容积泵1，其排量可以比传统解决方案减少至少三分之一。由于小齿轮的直径的减小而还存在整体尺寸的增益，并且还存在质量增益。

[0162] 关于液压机械块2’，存在与伺服阀的消失、调节阀被回流阀替代以及除去电动阀的可能性相关的简化和质量增益。

[0163] 该构思还允许减小热交换器的尺寸。

[0164] 应当注意的是，例如，如果可变几何结构由电气装置控制，则该构思在没有可变几何结构电源的情况下也起作用。在没有可变几何结构的配置中，仅将更容易地实现该解决方案，并且在功率增益方面更有效。

[0165] 在该第一实施例的变型中，参考图7，供应系统保留已经描述的元件，但是液压蓄能器207安装在液压环路上，该液压环路用于在可变几何结构10的致动器与分流部205之间控制该可变几何结构10。

[0166] 优选地，为了不在燃料回路中启动计量延迟，由于该蓄能器207的膨胀或收缩，该蓄能器207在恒定的压力下运行。为此，压力调节器208被安装成使得可变几何结构10两端始终存在恒定的压力差。

[0167] 安装液压蓄能器207形成了液压延迟装置，该液压延迟装置在此使得能够限制驱动设备中的电动机12、13处的需求功率。通常，该液压延迟装置限制了驱动设备6’的与反应性相关的尺寸约束。

[0168] 如在先前的结构中，在与可变几何结构10的控制相关的流率需求期间，根据泵1的出口处的压力设定点值33和由传感器206推断出的压力测量值34，将对驱动设备6’的电动机12的控制设定点值进行快速校正。

[0169] 该解决方案没有任何再循环环路，从而允许优化燃料回路的热排放。

[0170] 在本发明的第二实施例中，参考图8，保留类似于传统解决方案的液压机械组的液压机械组2和再循环环路9’。

[0171] 在这种情况下，根据本发明的燃料供应系统仍然包括：

[0172] -驱动设备6’，该驱动设备6’如上面所描述的那样位于附件中继箱5与泵1之间，从而允许调整泵1的速度；

[0173] -泵1，该泵1的尺寸被设定成适应于为根据本发明的系统供应的流率；

[0174] -装置7，该装置7用于从燃料箱8供应回路。

[0175] 燃料供应系统还连接到可变几何结构10的致动器。根据本发明的燃料回路包括分流部205，以供应用于控制可变几何结构10的致动器的环路，该分流部205在此设置在泵1与液压机械组2之间。

[0176] 用于该实施例的液压机械组2包括以下元件：

[0177] -加压阀202,该加压阀位于朝向燃烧室3的喷射部处；

[0178] -回流阀203,该回流阀在计量单元209与加压阀202之间分支,并且朝向再循环环路9’分支；

[0179] -伺服阀204,该伺服阀基本上控制加压阀202和回流阀203；

[0180] -泵1与朝向燃烧室3的喷射部之间的燃料计量单元209及其控制伺服阀219(或驱动伺服阀219),以符合流率设定点值30；

[0181] -调节阀210,该调节阀运行以使燃料流率再循环,并且该调节阀被布置成由计量单元209两端的压力差进行液压控制,以将调节阀210两端的恒定的压力差35’保持为等于恒定参考压力40。

[0182] 另外,燃料供应系统包括装置206’、206”,用于测量调节阀210两端的压力差35’。

[0183] 更确切地说,燃料供应系统包括安装在燃料回路中的在调节阀210两端的两个传感器206’和206”,由这些传感器206’和206”指示的压力34’和34”允许对压力差35’进行测量。

[0184] 燃料供应系统进一步包括控制电子器件4”,该控制电子器件4”在此与第一实施例的控制电子器件不同。实际上,系统的运行是不同的。

[0185] 如图8中所示,更具体地,控制电子器件4”包括第一流率环路410”(在下文中称为流率环路410”)和第二压力环路420”(在下文中称为压力环路420”),该第一流率环路和第二压力环路彼此平行安装,即流率环路410”和压力环路420”彼此独立。

[0186] 流率环路410”使用来自涡轮机计算机(FADEC)的流率设定点值30和由计量单元209测量的流率41来对控制伺服阀219进行控制(更确切地说,对来自控制伺服阀219的电流进行控制)。流率环路410”允许对喷射到燃烧室3中的燃料流率进行调节。

[0187] 压力环路420”使用调节阀210两端的压力差35’和恒定参考压力40来对驱动设备6’进行控制,从而调整由泵1供应的流率。

[0188] 有利地,传感器206’、206”以快速采样的方式进行操作,以允许压力环路420”在驱动设备6’上作出快速反应。

[0189] 在压力环路420”中,将调节阀210两端的压力差35’与恒定参考压力40进行比较。压力差35’与参考压力40之间的差值允许在驱动设备6’处产生控制。

[0190] 换句话说,这是由传感器206’、206”测量的压力34’、34”之间的压力差35’,如果该压力差35’偏离恒定参考压力40,则指示将进行流率的快速调整。因此,压力环路420”被适配成经由驱动设备6’对泵1的速度进行快速校正。

[0191] 在来自可变几何结构10的需求期间,调节阀210关闭,以补偿液压机械组2的入口处的减小的流率。尽管计量单元209从属于调节阀210,但是在再循环环路9’中流动的流率低的事实导致压力差35’相对于恒定参考压力40的差值,该差值允许对驱动设备6’进行控制。

[0192] 换句话说,如果现有的最小的再循环环路9’不能补偿来自可变几何结构10的流率需求,则调节阀210的完全关闭将不能保证该调节阀两端的压力差35’等于恒定参考压力40并且将对驱动设备6’产生控制。

[0193] 与现有技术相比,再循环环路9’中的流率被最小化,因此在可变几何结构10的致

动期间，始终存在调节阀210两端的压力差35’与恒定参考压力40之间的差值，该差值用于在驱动设备6’处产生控制。

[0194] 与恒定参考压力40相比，对调节阀210两端的压力差35’进行测量允许压力环路420”相应地对泵1的驱动设备6’的电动机12的速度设定点值进行校正。

[0195] 调节阀210的尺寸仅被设定成提供操作可变几何结构10所需的很小比例的流率，以便产生压力差35’与恒定参考压力40之间的差值。

[0196] 该解决方案允许将速度控制解决方案适配到具有现有的流率环路的设备上。

[0197] 图8中所示的燃料供应系统需要使用最小的再循环环路9’。然而，与现有技术相比，这种供应系统允许显著地减少从涡轮机汲取的功率以及热排放。

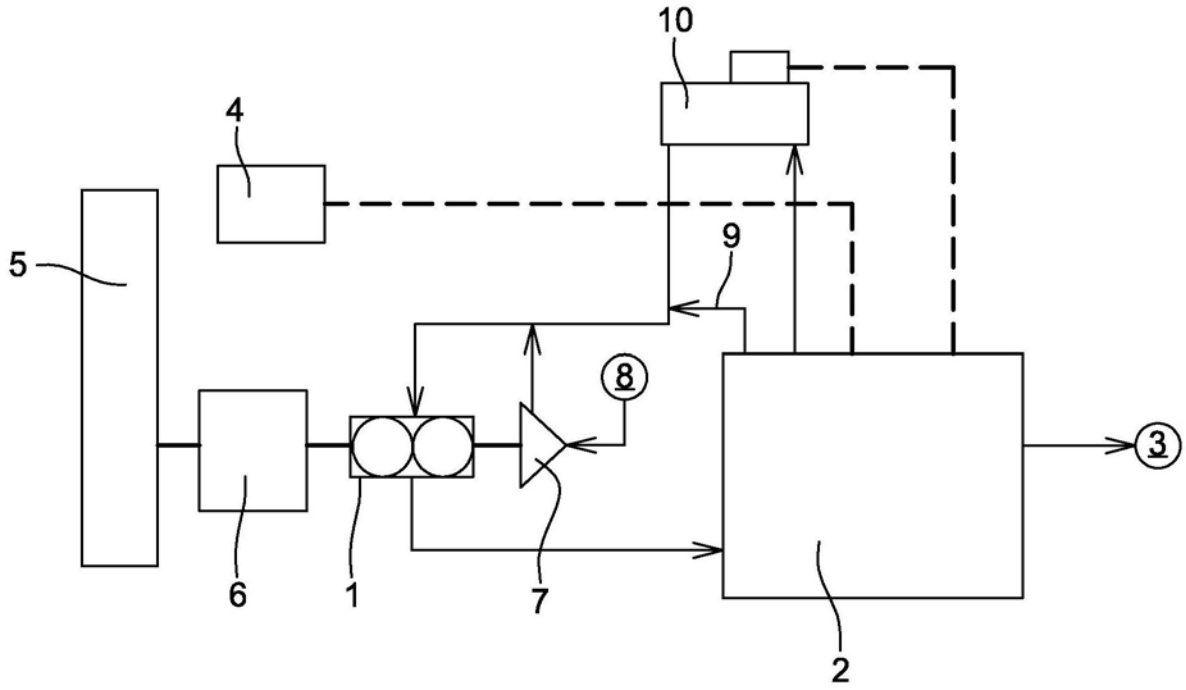


图1

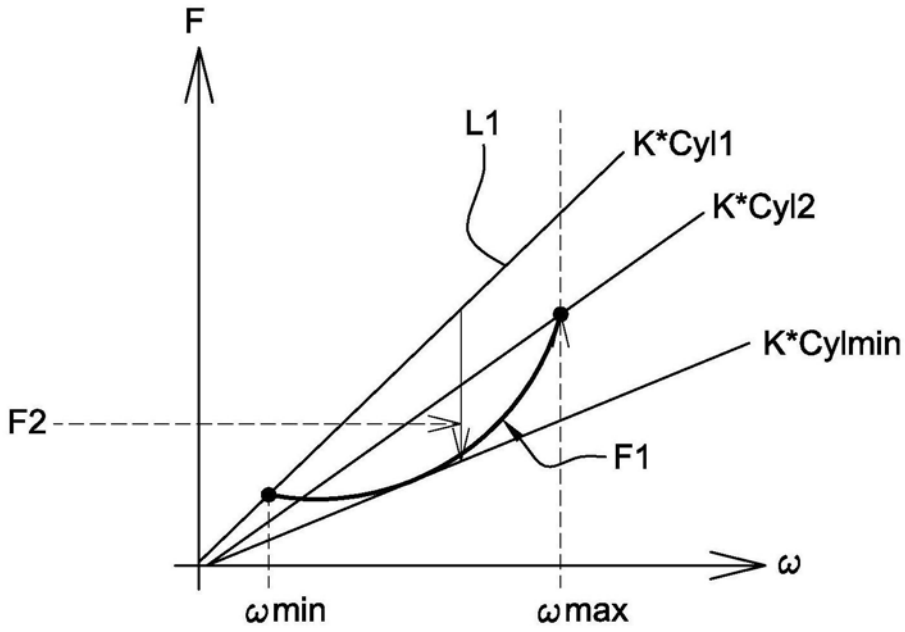


图2

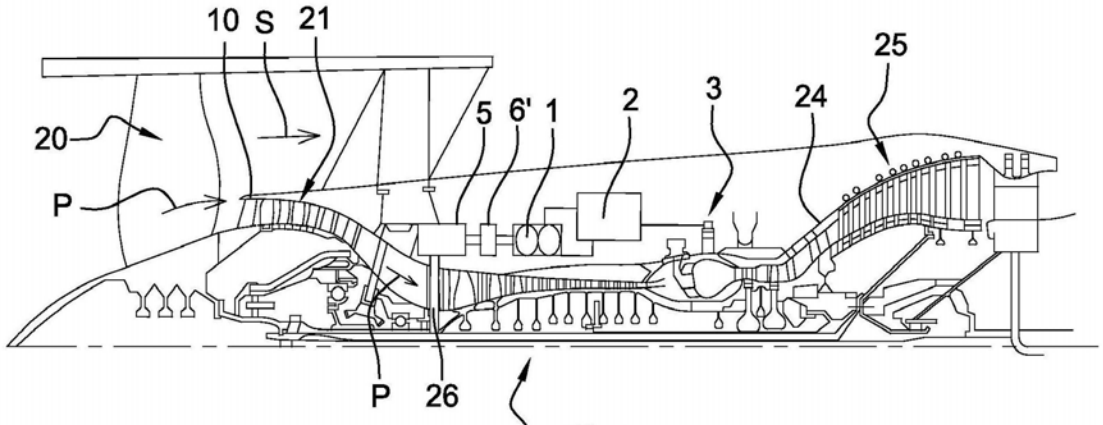


图 3

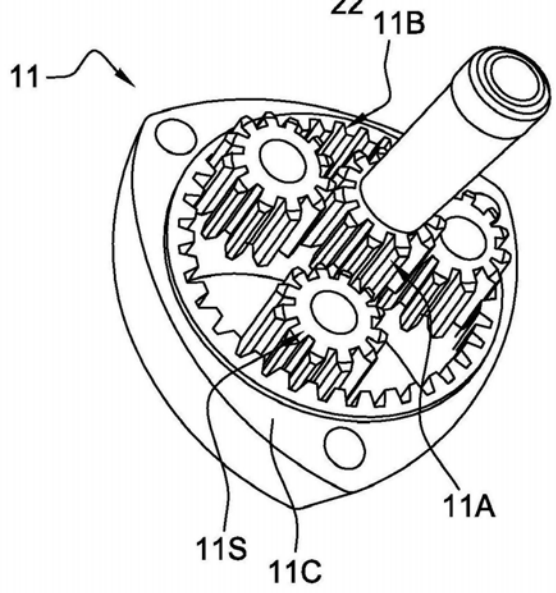


图 4a

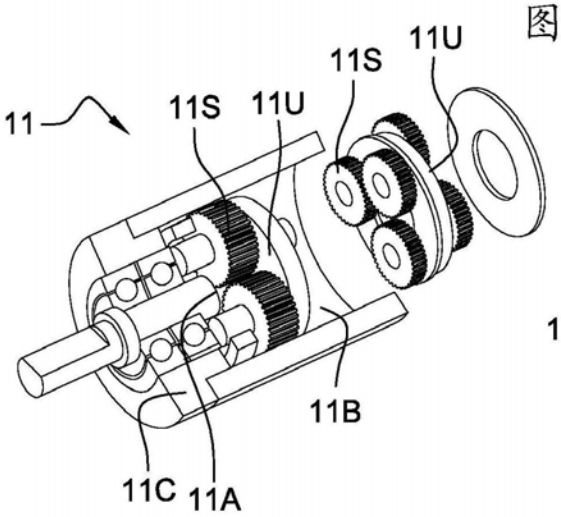


图 4b

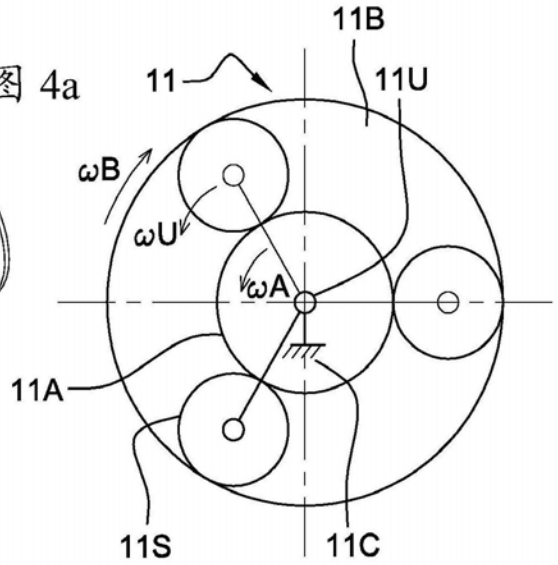


图 4c

图 4

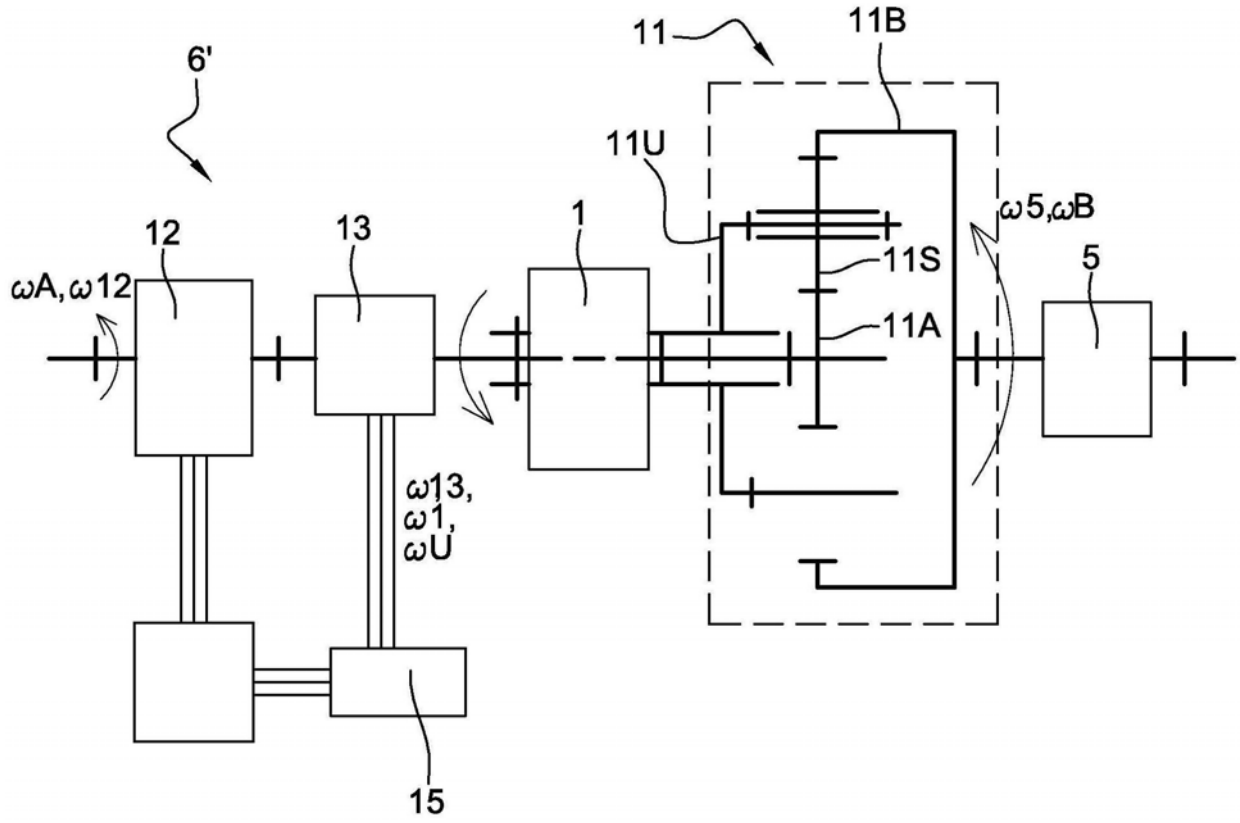


图5

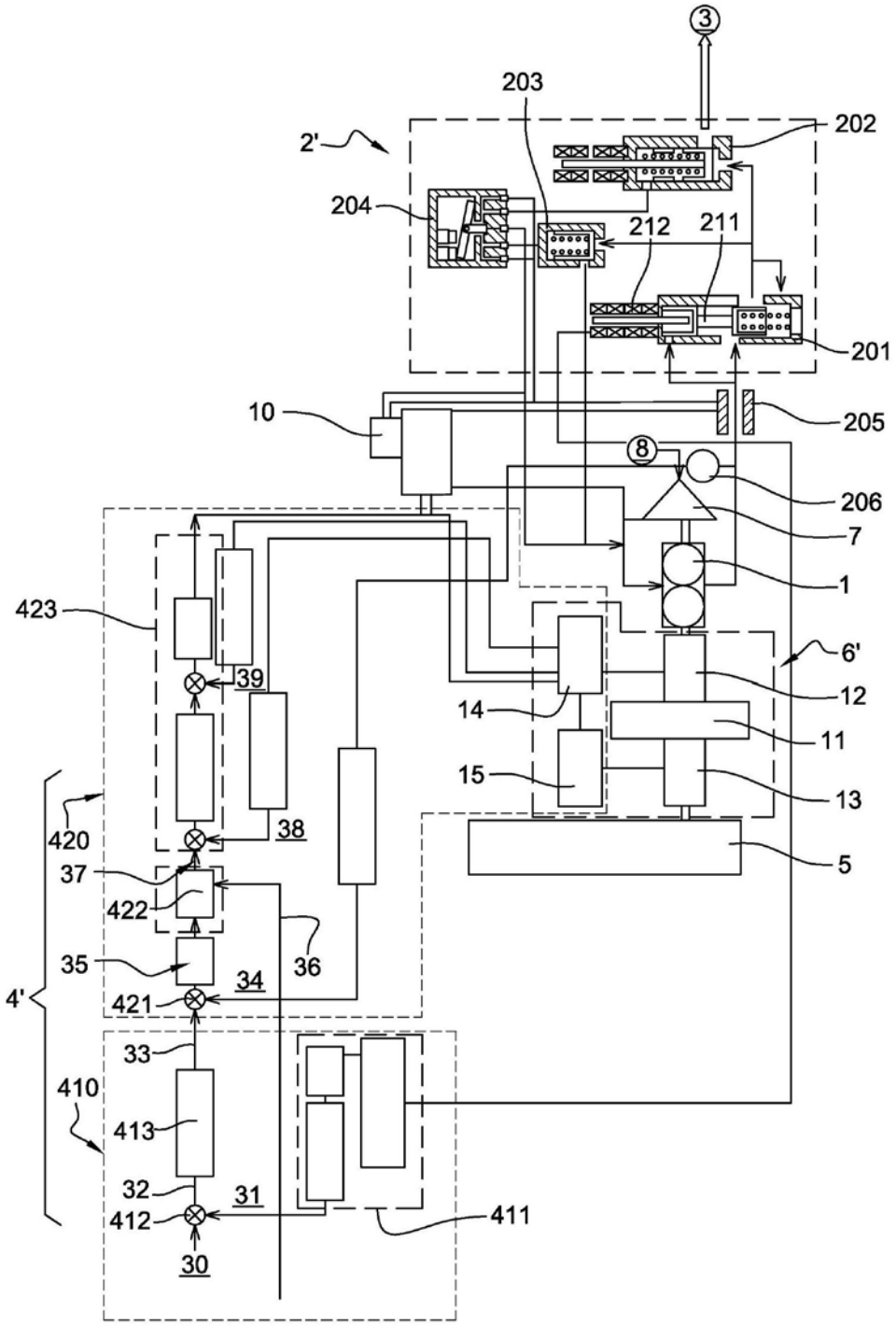

③
203
202
2'
204
212
211
201
10
205
⑧
206
7
1
423
6'
39
12
14
11
15
13
420
38
5
37
422
36
35
34
4'
421
33
410
413
32
31
412
411
30

图6

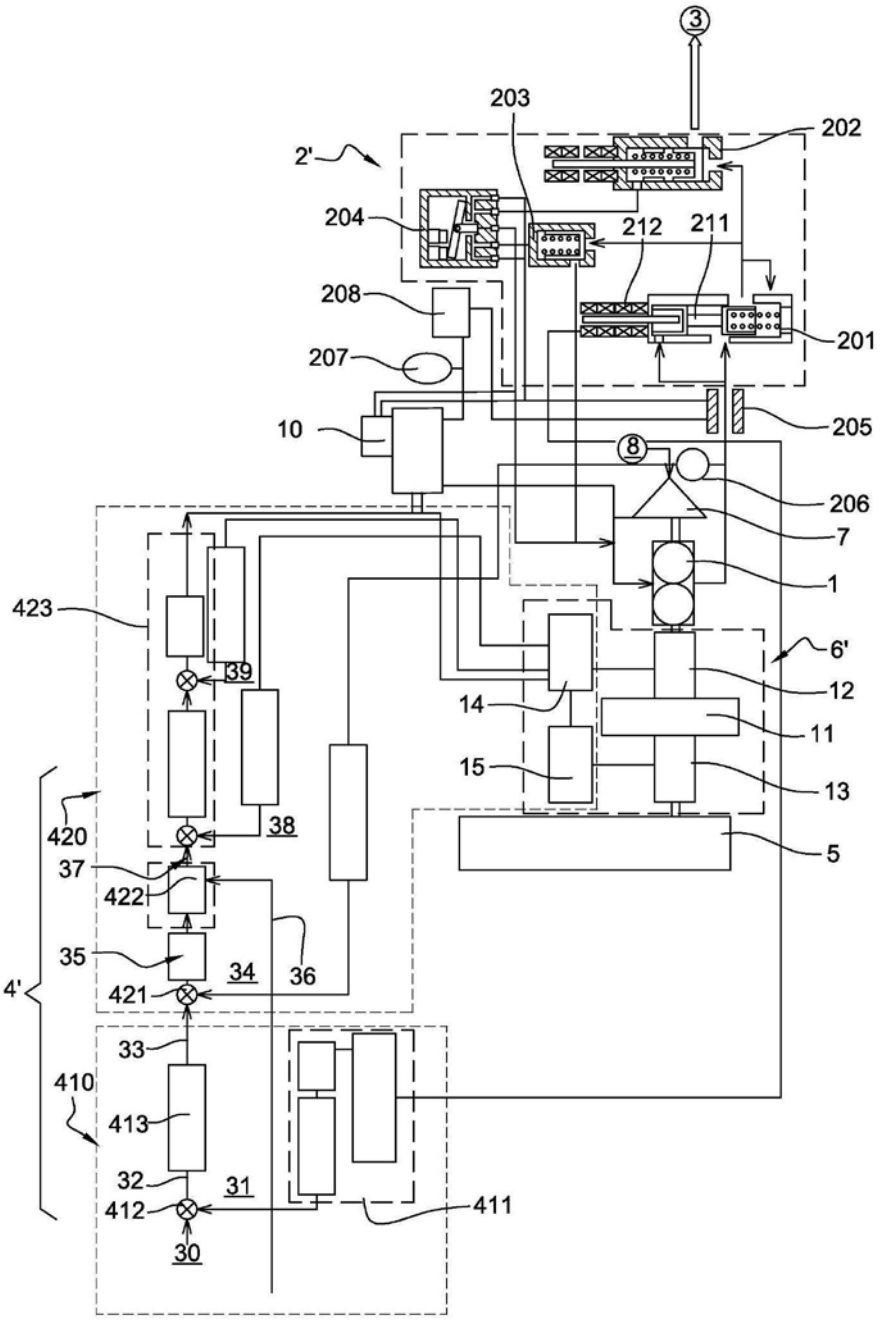

3
203
202
2'
204
212
211
208
201
207
205
10
8
206
7
1
423
6'
39
12
14
11
15
13
420
38
5
37
422
35
34
36
4'
421
33
410
413
32
31
412
411
30

图7

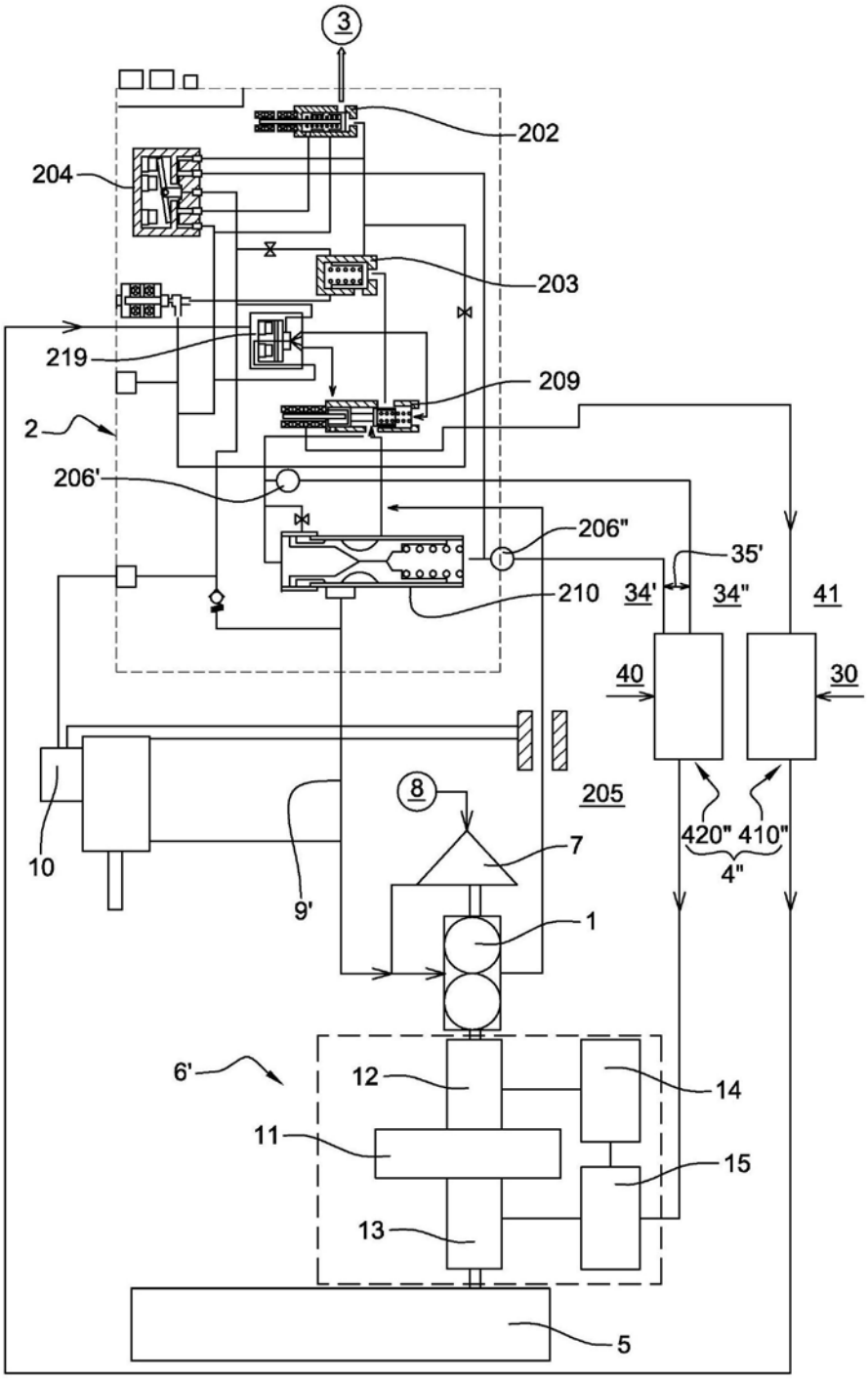

3
202
204
203
219
209
2
206'
206"
35'
210
34'
34"
41
40
30
205
8
7
420"
410"
4"
10
9'
1
6'
12
14
11
15
13
5

图8