



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108368770 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(21)申请号 201680070541.9

(22)申请日 2016.12.02

(30)优先权数据

62/264,022 2015.12.07 US

62/279,284 2016.01.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.06.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/064766 2016.12.02

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/100097 EN 2017.06.15

(71)申请人 阿凯提兹动力公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 G·雷格纳 M·姜

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵志刚 张凯

(51)Int.Cl.

F02B 25/08(2006.01)

F02B 75/02(2006.01)

F02B 39/10(2006.01)

F02B 33/34(2006.01)

F02B 37/00(2006.01)

F02B 37/013(2006.01)

F02B 37/04(2006.01)

F02B 37/12(2006.01)

F02B 37/16(2006.01)

F02B 37/18(2006.01)

F02B 75/28(2006.01)

F01B 7/02(2006.01)

F02M 26/08(2006.01)

F02M 26/09(2006.01)

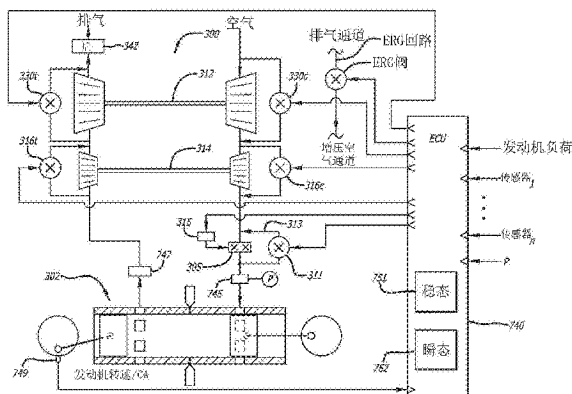
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

重载对置活塞发动机中的空气处理

(57)摘要

具有直流扫气且被构造用于重载操作的二冲程循环对置活塞发动机中的空气处理布置包括与机械增压器串联的顺序布置的涡轮增压器，在一些方面，空气处理系统被装备有EGR通道。



1. 一种二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机(80、302),其包括:

一个或多个气缸(50),每个气缸包括孔(52)、纵向分开的排气端口和进气端口(54和56)以及设置在所述孔中的用于在其中相对运动的一对活塞(60和62),其中所述一对活塞中的第一活塞的运动控制所述排气端口且所述一对活塞的第二活塞的运动控制所述进气端口;

机械增压器(305),所述机械增压器(305)被设置成与所述进气端口(56)流体连通,以提供从所述进气端口(56)到所述排气端口(54)的连续正压差,以便在所述发动机的二冲程操作期间保持气体从所述进气端口到所述排气端口的单向流动;

其特征在于:

顺序涡轮增压器(306),所述顺序涡轮增压器(306)包括第一涡轮增压器(312)和第二涡轮增压器(314),所述涡轮增压器中的每个包括涡轮和压缩机,其中所述第一涡轮增压器的所述压缩机和第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器(305)串联布置,使得所述第一涡轮增压器(312)的所述压缩机与所述第二涡轮增压器(314)的所述压缩机流体连通且所述第二涡轮增压器(314)的所述压缩机与所述机械增压器(305)流体连通,并且所述第一涡轮增压器的所述涡轮和所述第二涡轮增压器的所述涡轮与所述排气端口(54)串联布置,使得所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮与所述排气端口(54)流体连通且所述第一涡轮增压器(312)的所述涡轮与所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮流体连通;

压缩机旁通阀(316c),所述压缩机旁通阀(316c)与所述第二涡轮增压器(314)相关联且与所述第二涡轮增压器的所述压缩机并联设置,所述压缩机旁通阀(316c)具有引起来自所述第一涡轮增压器(312)的所述压缩机的加压空气穿过所述第二涡轮增压器(314)的所述压缩机的闭合设置和引导来自所述第一涡轮增压器(312)的所述压缩机的加压空气穿过所述第二涡轮增压器(314)的所述压缩机到达所述机械增压器(305)的入口的打开设置;以及,

涡轮旁通阀(316t),所述涡轮旁通阀(316t)与所述第二涡轮增压器(314)相关联且与所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮并联设置,所述涡轮旁通阀(316t)具有引起来自所述排气端口(54)的排气穿过所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮的闭合设置和引导来自所述排气端口(54)的排气穿过所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮到达所述第一涡轮增压器(312)的所述涡轮的打开设置。

2. 根据权利要求1所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其中所述第一涡轮增压器为低压涡轮增压器,并且所述第二涡轮增压器为高压涡轮增压器。

3. 根据权利要求2所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

增压空气通道(320),所述增压空气通道(320)包括所述第一涡轮增压器的所述压缩机和所述第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器的所述串联布置,所述串联布置可操作以生成增压空气以用于提供到所述进气端口;以及

EGR回路(400、500、600),所述EGR回路(400、500、600)可操作以使所述排气的一部分循环到所述增压空气通道。

4. 根据权利要求3所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,所述EGR回路包括低压EGR回路(600)、中压EGR回路(500)和高压EGR回路(400)中的一个或多个。

5. 根据权利要求1所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

增压空气通道(320),所述增压空气通道(320)包括所述第一涡轮增压器的所述压缩机和所述第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器的所述串联布置,所述串联布置可操作以生成增压空气以用于提供到所述进气端口;以及

EGR回路(400、500、600),所述EGR回路(400、500、600)可操作以使所述排气的一部分循环到所述增压空气通道。

6.根据权利要求5所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,所述EGR回路包括所述顺序涡轮增压器上游的低压EGR回路(600)、在所述第一涡轮增压器与所述第二涡轮增压器之间的中压EGR回路(500)以及在所述第二涡轮增压器与所述机械增压器之间的高压EGR回路(400)中的一个或多个。

7.根据权利要求1所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

再循环通道(313),所述再循环通道(313)将所述机械增压器的出口耦接至所述机械增压器的入口;以及,

机械增压器再循环阀(311),所述机械增压器再循环阀(311)位于所述再循环通道中。

8.根据权利要求7所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其中所述第一涡轮增压器为低压涡轮增压器,并且所述第二涡轮增压器为高压涡轮增压器。

9.根据权利要求8所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

增压空气通道(320),所述增压空气通道(320)包括所述第一涡轮增压器的所述压缩机和所述第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器的所述串联布置,所述串联布置可操作以生成增压空气以用于提供到所述进气端口(56);以及

EGR回路(400、500、600),所述EGR回路(400、500、600)可操作以使所述排气的一部分循环到所述增压空气通道。

10.根据权利要求9所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,所述EGR回路包括低压EGR回路(600)、中压EGR回路(500)和高压EGR回路(400)中的一个或多个。

11.根据权利要求10所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

增压空气通道(320),所述增压空气通道(320)包括所述第一涡轮增压器的所述压缩机和所述第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器的所述串联布置以生成增压空气以用于提供到所述进气端口;以及

EGR回路(400、500、600),所述EGR回路(400、500、600)可操作以使所述排气的一部分循环到所述增压空气通道。

12.根据权利要求11所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,所述EGR回路包括低压EGR回路(600)、中压EGR回路(500)和高压EGR回路(400)中的一个或多个。

13.根据权利要求7所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括编程的发动机控制单元(ECU)(740),所述编程的发动机控制单元(740)被耦接成响应于发动机转速和进气端口压力控制所述压缩机旁通阀(316c)、所述涡轮旁通阀(316t)和所述机械增压器再循环阀(311)的设置。

14.根据权利要求13所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其中所述第一涡轮增压器为低压涡轮增压器,并且所述第二涡轮增压器为高压涡轮增压器。

15.根据权利要求14所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

增压空气通道(320),所述增压空气通道(320)包括所述第一涡轮增压器的所述压缩机

和所述第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器的所述串联布置,所述串联布置可操作以生成增压空气以用于提供到所述进气端口(56);以及

EGR回路(400、500、600),所述EGR回路(400、500、600)可操作以使所述排气的一部分循环到所述增压空气通道。

16.根据权利要求15所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,所述EGR回路包括低压EGR回路(600)、中压EGR回路(500)和高压EGR回路(400)中的一个或多个。

17.根据权利要求1所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

压缩机旁通阀(330c),所述压缩机旁通阀(330c)与所述第一涡轮增压器(312)相关联且与所述第一涡轮增压器的所述压缩机并联设置,所述压缩机旁通阀(330c)具有引起来自空气入口的未加压的新鲜空气穿过所述第一涡轮增压器(312)的所述压缩机的闭合设置和引导所述未加压的新鲜空气穿过所述第一涡轮增压器(312)的所述压缩机的打开设置;以及,

涡轮旁通阀(330t),所述涡轮旁通阀(330t)与所述第一涡轮增压器(312)相关联且与所述第一涡轮增压器(312)的所述涡轮并联设置,所述涡轮旁通阀(330t)具有引起排气穿过所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮的闭合设置和引导排气穿过所述第一涡轮增压器(312)的所述涡轮的所述涡轮的打开设置。

18.根据权利要求17所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括:

增压空气通道(320),所述增压空气通道(320)包括所述第一涡轮增压器的所述压缩机和所述第二涡轮增压器的所述压缩机与所述机械增压器的所述串联布置以生成增压空气以用于提供到所述进气端口;

排气通道(340),所述排气通道(340)包括所述第一涡轮增压器的所述涡轮和所述第二涡轮增压器的所述涡轮的所述串联布置以从所述排气端口(54)输送排气;以及,

EGR回路(400),所述EGR回路(400)在所述第二涡轮增压器(314)的所述涡轮的入口上游的所述排气通道中具有入口(402),并且在所述第二涡轮增压器(314)的所述压缩机下游的所述增压空气通道中具有出口(403)。

19.根据权利要求1、权利要求5、权利要求7和权利要求17中任一项所述的二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机,其进一步包括排气通道(340),所述排气通道(340)包括所述第一涡轮增压器的所述涡轮和所述第二涡轮增压器的所述涡轮的所述串联布置以及在所述第一涡轮增压器(312)的所述涡轮下游的一个或多个后处理设备(342)。

重载对置活塞发动机中的空气处理

[0001] 优先权

[0002] 本申请要求于2015年12月7日提交的美国临时专利申请No.62/264,022以及于2016年1月15日提交的美国临时申请No.62/279,284的优先权。

[0003] 相关申请

[0004] 本申请包含与于2013年9月27日提交的公开为US 2014/0026563的共同拥有的美国专利申请14/039,856,以及于2015年2月11日提交的要求于2014年12月2日提交的US 61/939,170的优先权的共同拥有的PCT申请US2015/015365的主题相关的主题。

技术领域

[0005] 本领域为二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机。更具体地,本申请涉及通过与机械增压器串联设置的涡轮增压器的多级布置进行的用于对置活塞发动机的空气处理,以提供具有最小泵送损失的增压空气的可变流量。

背景技术

[0006] 二冲程循环发动机为利用曲轴的单次完整旋转和连接到曲轴的活塞的两个冲程完成操作循环的内燃发动机。冲程通常表示为压缩冲程和动力冲程。二冲程循环发动机的一个示例为对置活塞发动机,其中两个活塞头对头地设置在气缸的孔(bore)中以用于在相反方向上往复运动。气缸具有形成于气缸的相应端部附近的气缸侧壁中的纵向间隔的进入端口和排气端口。对置活塞中的每个控制端口中的相应一个端口,从而当在动力冲程(也称为膨胀冲程)期间活塞朝向下止点(BDC)位置移动时打开该端口,并且当在压缩冲程期间活塞从BDC朝向上止点(TDC)位置移动时关闭该端口。端口中的一个端口提供燃烧产物从孔中排出的通道,另一个端口用于允许增压空气进入孔中;这些端口分别被称为“排气”端口和“进气”端口。在直流扫气式对置活塞发动机中,通过进气端口进入气缸的增压空气置换从排气端口流出的排气,因此气体在一个方向(“直流”)—从进气端口到排气端口流过气缸。

[0007] 包括增压空气、排气产物及它们的混合物的气体经由空气处理系统输送通过发动机的气缸。空气处理系统可被装备用于排气再循环(“EGR”)以减少由燃烧产生的不期望的化合物。当发动机循环时,空气处理控制机械响应于发动机工况和操作人员命令通过操作空气处理系统来管理气流。

[0008] 在二冲程直流扫气式对置活塞发动机中,从进气端口到排气端口必须存在连续的正压差,以保持气缸中的气体的期望的单向流动。进一步地,由于进气端口打开的时间很短,因此必须为进气端口提供高的空气质量密度;在发动机起动和加速期间这种需求尤为强烈。通常,通过在刚好位于发动机进气端口上游的增压空气通道中提供快速作用的正排量泵来满足这些需求。这种作用通常由机械增压器(或鼓风机)来充当,该机械增压器从发动机曲轴或通过直接连接(如与皮带、链条或齿轮)或通过单速、多速或连续可变驱动器机械地驱动。由排气能量供以动力的涡轮增压器常置于机械增压器的前方(上游),以便增加送入机械增压器中的进气的密度。

[0009] 与四冲程发动机对应部分相比,二冲程循环对置活塞发动机提供优越的功率密度和制动热效率。迄今为止,这些发动机已成功用于固定应用以及飞行器、海上船只、机车和履带式军用车辆中。

[0010] 可期望通过在现代重载 (heavy duty) 车辆中使用对置活塞发动机来实现类似的益处。根据联邦法规,在美国,重载车辆可被定义为GVWR (车辆总重额定值) 超过8,500磅的车辆,而在加利福尼亚州,重载车辆可被定义为GVWR超过14,000磅的车辆。在其它国家使用类似的定义和分类来定义重载车辆。卡车和公共汽车为重载车辆的示例。在本公开中,被设计和/或构造成给重载车辆提供动力的对置活塞发动机被称为“重载”对置活塞发动机。重载对置活塞发动机必须能够在重载车辆操作期间遇到的正常状况下在规定的效率和排放标准下递送充足的动力。

[0011] 康门 (Commer) TS3发动机代表了对置活塞发动机设计到中载商用卡车的一种成功应用。TS3发动机的空气处理配置不是涡轮增压的;然而,该配置利用将空气以高速送入发动机的三叶曲轴驱动的罗茨型鼓风机来机械增压。取决于型号,TS3发动机的排量在3.26升至3.52升变化,并且功率输出在78.3千瓦至107.4千瓦变化。根据皮罗 (Pirault) 和弗林特 (Flint) 的说法,TS3功率大,从而递送“可比来自同期的等效排量的自然吸气式四冲程柴油卡车发动机的扭矩大可能50%的扭矩。”(对置活塞发动机,进化、使用和未来应用,JP.Pirault和M.Flint,美国汽车工程师协会 (SAE International),宾夕法尼亚州沃伦代尔,2010年,第144页)。

[0012] 具有大排量和高额定功率的二冲程循环发动机必须装备有能够泵送大量致密空气的空气处理系统。可期望当发动机经历扭矩需求的急剧增加时,如当从低发动机转速加速同时负载很重,或遇到陡坡时,重载对置活塞发动机的空气处理系统能够保持可期望的扫气比 ($M_{\text{捕获}}/M_{\text{递送}}$) 和高制动热效率。机械增压器通常用于将增压空气足够快地移动到发动机进气端口以保持扫气比,但长时间猛烈地运行机械增压器增加了泵送损失,这降低了发动机的制动热效率。

[0013] 为了满足重载二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机的增压要求,而没有过多的泵送损失,可期望通过与机械增压器串联的顺序涡轮增压器 (sequential turbocharger) 来减小对空气处理系统中的机械增压器的依赖。

发明内容

[0014] 本发明涉及二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机的空气处理系统,包括与发动机的一个或多个进气端口流体连通的机械增压器和与机械增压器串联的顺序涡轮增压器。顺序涡轮增压器包括用于低压操作的第一级、用于高压操作的第二级以及用于接合或脱离第二级的至少一个阀控旁通电路。在一些实例中,可提供第二阀控旁通电路以接合或脱离第一级。在发动机操作期间,顺序涡轮增压器根据需向机械增压器提供压缩的增压空气。在正常和瞬态发动机工况下,当第一级操作时,第二级可被绕过。当需要高压比时,第二级被接合,从而增加了进一步的增压空气压缩级,这增加了输入到机械增压器的增压空气的压力,并且因此增加了到进气端口的递送增压空气的质量 ($M_{\text{递送}}$)。

[0015] 在一些方面,空气处理系统可装备有EGR回路。在一些进一步的方面,EGR回路可包括在顺序涡轮增压器上游的低压EGR回路、在第一涡轮增压器级与第二涡轮增压器级之间

的中压EGR回路以及在第二级和机械增压器之间的高压EGR回路中的一个。进一步地,空气处理系统可装备有低压EGR回路、中压EGR回路和高压EGR回路中的一个或多个。

附图说明

[0016] 下面描述的附图旨在说明本发明的原理和示例。它们并不旨在为限制性的;以及它们不一定按比例绘制。

[0017] 图1为具有直流扫气的现有技术的二冲程循环对置活塞发动机的示意图,并且适当地标记为“现有技术”。

[0018] 图2为示出用于对置活塞发动机的现有技术空气处理系统的细节的示意图,并且适当地标记为“现有技术”。

[0019] 图3为示出根据第一实施例的用于二冲程循环对置活塞发动机的空气处理系统的细节的示意图。

[0020] 图4为示出根据第二实施例的用于二冲程循环对置活塞发动机的空气处理系统的细节的示意图。

[0021] 图5为示出根据第三实施例的用于二冲程循环对置活塞发动机的空气处理系统的细节的示意图。

[0022] 图6为示出根据第四实施例的用于二冲程循环对置活塞发动机的空气处理系统的细节的示意图。

[0023] 图7为示出根据第五实施例的用于二冲程循环对置活塞发动机的空气处理系统的细节的示意图。

[0024] 图8为示出根据本发明的用于空气处理系统的控制机械化的细节的示意图。

具体实施方式

[0025] 在本公开中,“燃料”为能够用于对置活塞发动机的任何燃料。燃料可为相对均匀的组合物或共混物。例如,燃料可包括柴油燃料、天然气、汽油,或通过压缩、引燃和/或火花点火可点燃的另一等效燃料。进一步地,描述考虑了由压缩空气/燃料混合物引起的点火;然而在一些实例中,可期望提供另外的机制,诸如电热塞、火花塞、引燃喷射或激光电路,以帮助压缩点火。

[0026] 根据本公开,当活塞位于或靠近TDC位置时,燃料被喷射到形成在对置活塞的端面之间的燃烧室中的压缩空气中。在其它方面,在两个端口关闭后不久可在压缩冲程中更早地发生喷射。空气优选为加压的环境空气;然而,它可包括其它组分,诸如排气或其它稀释剂。在任何此类情况下,递送到进气端口的加压空气被称为“增压空气”。

[0027] 根据本公开,对置活塞发动机设置有发动机控制机械化—基于计算机的系统,该系统包括耦接到整个发动机中的相关联的传感器、致动器和其它机器设备的一个或多个电子控制单元,该一个或多个电子控制单元管理各种发动机系统的操作,各种发动机系统包括空气处理系统、燃料系统、冷却系统、润滑系统和其它发动机系统。管理空气处理系统的发动机控制元件被统称为“空气处理控制机械化”。

[0028] 对置活塞结构和操作:图1和图2示出具有直流扫气的现有技术涡轮增压二冲程循环对置活塞发动机10。发动机10具有至少一个端口式气缸50。例如,发动机可具有一个端口

式气缸、两个端口式气缸、三个端口式气缸或者四个或更多个端口式气缸。每个端口式气缸50均具有孔52以及在气缸侧壁的相应端部附近形成或机械加工的纵向间隔的排气端口54和进气端口56。排气端口54和进气端口56中的每个包括一个或多个周向的开口阵列,其中相邻的开口由被称为“桥”的气缸侧壁的实心部分分开。在一些描述中,每个开口被称为“端口”;然而,此类“端口”的周向阵列的构造与图1中示出的端口构造没有区别。活塞60和活塞62可滑动地设置在孔52中,其中两个活塞的端面61和端面63彼此相对。活塞60控制排气端口54,并且活塞62控制进气端口56。在所示的示例中,发动机10进一步包括至少一个曲轴;优选地,发动机包括两个曲轴71和曲轴72。在所示的示例中,发动机的排气活塞60耦接到曲轴71,并且进气活塞62耦接到曲轴72。

[0029] 当活塞60和活塞62靠近TDC时,燃烧室被限定在孔52中在活塞的端面61与端面63之间。燃烧正时经常参考压缩循环中的发生最小燃烧室容积的点;该点被称为“最小容积”。燃料直接喷射到位于端面61与端面63之间的气缸空间中。在一些实例中,在最小容积处或附近发生喷射;在其它实例下,在最小容积之前可发生喷射。燃料通过定位在通过气缸50的侧壁的相应开口中的燃料喷射器喷嘴68和70喷射。优选地,燃料喷射器喷嘴68和70被定位成在孔52的相反的径向方向上喷射相应的燃料喷雾。燃料与通过进气端口56允许进入孔52的增压空气混合。当空气-燃料混合物在端面61与端面63之间被压缩时,压缩空气达到引起燃料点燃的温度;随后燃烧。

[0030] 发动机10包括管理提供到发动机10的增压空气和由发动机10产生的排气的输送的空气处理系统80。代表性的空气处理系统构造包括增压空气通道和排气通道。在空气处理系统80中,增压空气源接收进气且将该进气处理成增压空气。增压空气通道接收增压空气且将该增压空气输送到发动机的至少一个进气端口。排气通道输送来自发动机的至少一个排气端口的排气产物以用于递送到其它排气部件。

[0031] 空气处理系统80包括具有在公共轴123上旋转的涡轮121和压缩机122的涡轮增压器120。涡轮121与排气子系统流体连通且压缩机122与增压空气子系统流体连通。涡轮增压器120从排气中提取能量,该排气离开排气端口54且从收集通过排气端口54输出的排气的排气歧管、充气室或箱125(为了方便起见统称为“排气歧管”)流入排气通道124中。就这一点而言,涡轮121通过穿过涡轮到达排气出口通道128的排气旋转。这使压缩机122旋转,从而导致压缩机通过压缩新鲜空气生成增压空气。增压空气通道126包括压缩机、机械增压器110和进气歧管、充气室或箱130(为了方便起见统称为“进气歧管”)。增压空气通道可进一步包括至少一个增压空气冷却器(在下文中称为“冷却器”),以递送到发动机的进气端口或多个进气端口之前接收并冷却增压空气。由压缩机122输出的增压空气通过增压空气通道126流到冷却器127,由此增压空气被机械增压器110泵送到进气端口。由机械增压器110压缩的增压空气输出到进气歧管130。进气端口56通过进气歧管130接收由机械增压器110泵送的增压空气。第二冷却器129可设置在机械增压器110的输出端与进气歧管130的输入端之间。

[0032] 在一些方面,空气处理系统80可被装备成通过使由燃烧产生的排气的一部分再循环通过发动机的端口式气缸来减少由燃烧产生的NO_x排放。再循环的排气与增压空气混合以降低峰值燃烧温度,这减少了NO_x的产生。该过程被称为排气再循环(“EGR”)。所示的EGR构造获得在扫气期间从端口54流动的排气的一部分,并且经由气缸外部的EGR通道131将排

气的一部分输送到增压空气子系统进气流的进入流中。再循环的排气在阀138(该阀也可被称为“EGR阀”)的控制下流过EGR通道131。

[0033] 图2更详细地示出了空气处理系统80。就这一点而言,增压空气子系统经由空气过滤器150将空气提供给压缩机122。当压缩机122旋转时,压缩空气从压缩机的出口流动,通过增压空气通道126,并且进入机械增压器110的入口151中。由机械增压器110泵送的增压空气流动通过机械增压器的出口152进入进气歧管130中。加压的增压空气从进气歧管130递送到气缸50的进气端口,气缸50的进气端口被支撑在发动机缸体160中。第二冷却器129可设置在增压空气子系统中,串联设置在机械增压器110的输出端与进气歧管130之间。

[0034] 来自气缸50的排气端口的排气从排气歧管125流入涡轮121的入口中,并且从涡轮的出口流入排气出口通道128中。在一些实例中,一个或多个后处理设备162设置在排气通道128中。排气可经由高压EGR通道131再循环,高压EGR通道131在排气歧管125与涡轮121的输入端之间的点处获得来自通道124的排气,并且递送排气以用于在压缩机122的输出端与机械增压器输入端151之间的点处与新鲜增压空气混合。替代地(或另外地),排气可经由低压EGR通道131_{LP}再循环,低压EGR通道131_{LP}在排气出口128与涡轮121的输出端之间的点处获得排气,并且递送排气以用于在压缩机122的输入端上游与新鲜增压空气混合。假定空气处理系统包括高压EGR通道,在EGR阀138的控制下,流出歧管125的排气的一部分再循环通过EGR通道131。EGR通道131经由EGR混合器163耦接到增压空气子系统。在一些实例中,尽管没有必要,但EGR冷却器164设置在EGR通道131中,串联设置在EGR阀138与EGR混合器163之间。在其它实例中,EGR通道131中可没有冷却器。按照图2,可类似地构造低压EGR通道。

[0035] 空气处理系统80被装备用于在增压空气和排气子系统中的分开的控制点处控制气流。在增压空气通道中,增压空气流和增压压力通过将机械增压器的出口152耦接到机械增压器的入口151的再循环通道165的操作来控制。在一些实例中,通道165可被称为“旁通通道”或“分流通道”。根据再循环阀166的设置,再循环通道165将来自机械增压器的出口152的增压空气流分流到机械增压器的入口151。再循环通道能够控制增压空气流入进气歧管130中且因此控制进气歧管130中的压力。可在空气处理系统中的其它控制点处提供其它阀。此类其它阀可包括但不限于与涡轮相关联的背压和废气门阀、与冷却器相关联的旁通阀以及可能其它阀。

[0036] 在一些实例中,通过可变速度机械增压器和/或可变几何涡轮提供气流(和压力)的另外控制。因此,在一些方面,机械增压器110可通过驱动机构(“驱动器”)耦接到曲轴中的一个或发动机的另一旋转元件从而被驱动。驱动器可包括具有离合器的单速变速器、有级变速器或连续可变变速器(CVT)设备,在这种情况下,增压空气流和增压压力可通过使机械增压器的速度变化而变化。在其它实例中,机械增压器可为具有或不具有离合器的单速设备。在涡轮为可变几何设备的那些方面,其具有可响应于改变发动机的速度和负载而变化的有效开口尺寸。

[0037] 重载对置活塞发动机中的空气处理:本发明主要涉及对置活塞发动机中空气处理系统的方面,应当理解,这些方面可与对置活塞发动机中的其它系统和功能(诸如,燃料喷射、冷却、润滑、车载诊断等)结合。

[0038] 图3至图7所示的实施例示出重载二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机的空气处理系统,其中机械增压器在发动机操作期间提供增压并且驱动直流扫气,其中根据本公

开修改根据图2的空气处理系统。

[0039] 在这些实施例中,二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机包括至少一个具有孔的气缸、纵向分开的排气端口和进气端口以及设置在孔中的用于在其中相对运动的一对活塞,其中这对活塞中的第一活塞的运动控制排气端口,并且这对活塞中的第二活塞的运动控制进气端口。机械增压器被设置成与发动机的进气端口流体连通以提供从进气端口到排气端口的连续正压差,以便在发动机的二冲程操作期间保持气体从进气端口到排气端口的单向流动。多级涡轮增压器布置(有时称为“顺序涡轮增压器”)包括至少两个串联设置的涡轮增压器。每个涡轮增压器包括在公共轴上转动的涡轮和压缩机。涡轮增压器的压缩机与机械增压器串联布置,使得第一涡轮增压器的压缩机出口与第二涡轮增压器的压缩机入口流体连通,并且第二涡轮增压器的压缩机出口与机械增压器的入口流体连通。第一涡轮增压器的涡轮和第二涡轮增压器的涡轮与发动机的排气端口串联布置,使得第二涡轮增压器的涡轮入口与排气端口流体连通,并且第一涡轮增压器的涡轮入口与第二涡轮增压器的涡轮出口流体连通。

[0040] 在每个实施例中,空气处理系统被配置有质量空气流动路径(称为“增压空气通道”),该流动路径包括具有耦接到一个或多个气缸进气端口的出口的机械增压器,以及向机械增压器的进气端口提供压缩空气的一个或多个涡轮增压器压缩机。一些实施例进一步包括EGR回路。

[0041] 第一空气处理实施例:图3中示出根据本发明的第一空气处理实施例。该实施例包括二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机302。发动机302包括一个或多个气缸,如同图1和图8中的气缸50。燃料、冷却剂和润滑被提供给发动机,但是没有示出用于这样做的系统。发动机302装备有空气处理系统300。空气处理系统300将新鲜空气输送到发动机302中并且使排气离开发动机302。空气处理系统300包括与发动机302的一个或多个进气端口(未示出)流体连通的机械增压器305和与机械增压器305串联的顺序涡轮增压器306。

[0042] 机械增压器305包括入口307和出口309。期望地,出口309耦接到增压空气冷却器(CAC) 310,增压空气通过该增压空气冷却器310送入到发动机301的进气歧管(未示出)。机械增压器305为由发动机302的曲轴驱动的正排量设备;在一些方面,机械增压器通过直接或间接耦接到曲轴的机械增压器驱动器315操作。优选地,驱动器315包括离合器机构或与离合器机构相关联,该离合器机构将驱动器耦接到曲轴并将驱动器与曲轴去耦。当驱动器耦接到曲轴时,机械增压器操作,从而将由顺序涡轮增压器306产生的加压增压空气流加速(增压)到进气端口56。否则,当驱动器去耦时,机械增压器停止由曲轴驱动。包括机械增压器再循环(SC RECIRC) 阀311的机械增压器再循环通道313连接在机械增压器305的入口307与出口309之间。当驱动机械增压器305时,打开阀311引起加压的增压空气从机械增压器的出口再循环到机械增压器的入口,这能够调制增压。当未驱动机械增压器时,打开阀311使加压的增压空气能够绕过机械增压器并且流到进气端口56。

[0043] 顺序涡轮增压器306包括用于低压操作的第一级涡轮增压器312、用于高压操作的第二级涡轮增压器314以及用于接合或脱离第二级涡轮增压器314的阀控旁通电路316。第一级涡轮增压器312包括在公共轴上转动的低压压缩机和低压涡轮。第二级涡轮增压器314包括在公共轴上转动的高压压缩机和高压涡轮。在一些情况下,第一级涡轮增压器和第二级涡轮增压器分别被称为“大”涡轮增压器和“小”涡轮增压器。阀控旁通电路316包括连接

在高压压缩机的入口与出口之间的压缩机 (COMP) 旁通阀 316c 和连接在高压涡轮的入口与出口之间的涡轮 (TURBO) 旁通阀 316t。

[0044] 第一空气处理实施例包括增压空气通道 320, 增压空气通道 320 包括低压压缩机、高压压缩机和机械增压器 305。未加压的新鲜空气经由空气入口进入增压空气通道, 并且穿过空气过滤器 322 到达低压压缩机的入口。低压压缩机的出口耦接到高压压缩机的入口。在一些方面, 增压空气通道 320 包括定位在低压压缩机的出口与高压压缩机的入口之间的增压空气冷却器 (CAC) 323。在这些情况下, 压缩机旁通阀 316c 连接在 CAC 323 的入口与高压压缩机的出口之间。在增压空气通道 320 中, 高压压缩机的出口耦接到机械增压器 305 的入口 307。在一些方面, 增压空气通道 320 包括定位在高压压缩机的出口与机械增压器 305 的入口 307 之间的 CAC 325。用于在发动机 302 中燃烧的加压的增压空气从机械增压器 305 的出口 309 通过进气歧管 (未示出) 流到发动机的进气端口。

[0045] 第一空气处理实施例包括排气通道 340, 排气通道 340 包括低压涡轮和高压涡轮。高压涡轮的出口耦接到低压涡轮的入口。低压涡轮的出口耦接到排气出口, 排气从该排气出口排到大气。在一些实例中, 排气通道可包括耦接到低压涡轮的出口的在第一涡轮增压器 312 下游的一个或多个后处理设备 342。由在发动机 302 中燃烧产生的排气从排气歧管 (未示出) 流到高压涡轮的入口进入排气通道 340。在排气通道 240 中流动的排气驱动低压涡轮和高压涡轮。

[0046] 另外的实施例: 在一些实例中, 图 3 的空气处理系统可装备有排气再循环 (EGR) 回路, 该排气再循环回路可操作以使由发动机产生的排气的一部分循环到增压空气通道。就这一点而言, 根据本发明的第二空气处理实施例、第三空气处理实施例、第四空气处理实施例和第五空气处理实施例中的每个包括具有 EGR 回路的如图 3 所示的增压空气通道和排气通道。在每种情况下, EGR 回路包括连接到排气通道 340 的入口、连接到增压空气通道 320 的出口以及在 EGR 回路入口与 EGR 回路出口之间的 EGR 阀。

[0047] 在图 4 所示的第二实施例中, 高压 EGR 回路 400 包括回路入口 402、回路出口 403 和在回路入口与回路出口之间的 EGR 阀 405。回路入口 402 耦接到排气通道 340, 在第二涡轮增压器 314 的涡轮上游, 在发动机 302 的歧管出口与涡轮旁通阀 316t 之间。回路出口 403 耦接到增压空气通道 320, 在第二涡轮增压器 314 的压缩机下游, 在压缩机旁通阀 316c 与 CAC 325 的入口之间。

[0048] 在图 5 所示的第三实施例中, 中压 EGR 回路 500 包括回路入口 502、回路出口 503 和在回路入口与回路出口之间的 EGR 阀 505。回路入口 502 耦接到排气通道 340, 在涡轮旁通阀 316t 与低压涡轮的入口之间。回路出口 503 耦接到增压空气通道 320, 在 CAC 323 的入口与低压压缩机的出口之间。另外, 因为可期望冷却再循环排气, 所以能够使 CAC 323 连续地可用于此目的, 在这种情况下, 当高压压缩机被绕过时, CAC 325 变得多余。在这种情况下, 压缩机旁通阀 316c 连接在高压压缩机的入口与 CAC 325 的出口之间。

[0049] 在图 6 所示的第四实施例中, 低压 EGR 回路 600 包括回路入口 602、回路出口 603、在入口与出口之间的 EGR 阀 605 以及在 EGR 阀 605 下游的 EGR 冷却器 607。回路入口 602 耦接到排气通道 340, 在低压涡轮的出口下游。在排气通道 340 包括后处理设备 342 的那些实例中, 回路入口 602 耦接到排气通道 340, 在低压涡轮的出口与后处理设备 342 之间。回路出口 603 耦接到增压空气通道 320, 在低压压缩机的入口上游。在增压空气通道 320 包括空气过滤器 322

的那些实例中,回路出口603耦接到增压空气通道320,在低压压缩机的入口与空气过滤器之间。EGR阀605设置在EGR回路600中,在回路入口602与EGR冷却器607之间。在该实施例中,压缩机旁通阀316c可被连接,以便绕过如图3和图4所示的CAC 323和高压压缩机,或如图5和图6所示的高压压缩机和CAC 325。

[0050] 图7所示的第五实施例为图4所示的第二实施例的变型。在该实施例中,提供第二阀控旁通电路330以接合或脱离第一级涡轮增压器。第二旁通电路330包括与第一涡轮增压器(312)相关联且与第一涡轮增压器的压缩机并联设置的压缩机(COMP)旁通阀330c。压缩机旁通阀(330c)具有引起来自空气入口的未加压的新鲜空气穿过第一涡轮增压器(312)的压缩机的闭合设置和引导未加压的新鲜空气穿过压缩机的打开设置。在优选实施例中,压缩机旁通阀(330c)连接在低压压缩机的入口与增压空气冷却器323的出口之间。在该实施例中,COMP旁通阀316c连接在高压压缩机的入口与出口之间。

[0051] 第二旁通电路330进一步包括与第一涡轮增压器(312)相关联且与第一涡轮增压器(312)的涡轮并联设置的涡轮(TURBO)旁通阀330t。涡轮旁通阀(330t)具有引起排气穿过第二涡轮增压器(314)的涡轮的闭合设置和引导排气穿过第一涡轮增压器(312)的涡轮的打开设置。涡轮旁通阀(330t)连接在低压涡轮的入口与出口之间。

[0052] 第五实施例在再循环排气被输送通过高压EGR回路400且高压涡轮为可变几何(VGT)涡轮设备的情况中为特别有用;另外的旁通电路330能够在特别的发动机操作点处实现期望的扫气比,同时保持低于峰值气缸压力极限。

[0053] 空气处理控制机械化:按照图8,对空气处理系统300的气体输送配置的控制通过控制机械化来实现,该控制机械化包括编程的ECU(发动机控制单元)740、在ECU上执行的空气处理算法、空气处理阀311、316c和阀316t、330c和阀330t以及发动机传感器。在一些方面,空气处理控制机械化可进一步包括机械增压器驱动器315以及可能的控制低压涡轮和高压涡轮的几何形状的其他驱动器。通过使空气处理阀的设置变化来执行空气处理系统控制。就这一点而言,例如,再循环阀311与机械增压器相关联,以便使ECU 740能够控制增压空气通过机械增压器305的流动。机械增压器再循环阀311通过将出口309与入口307连接的再循环通道313排出由机械增压器305产生的加压的增压空气,以便在发动机302的进气端口56处调制增压空气压力并抑制喘振。压缩机旁通阀316c和涡轮旁通阀316t与第二级涡轮增压器314相关联,这使ECU 740能够响应于发动机扭矩的需求的突然增加而控制如增压所需的提供给机械增压器的增压空气的质量;在图7的第五实施例中,由压缩机旁通阀330c和涡轮旁通阀330t提供另外的控制。

[0054] 压缩机旁通阀316c与第二涡轮增压器314的压缩机并联设置,并且具有引起来自第一涡轮增压器312的压缩机的加压空气穿过第二涡轮增压器314的压缩机的闭合设置,以及引导来自第一涡轮增压器312的压缩机的加压空气穿过第二涡轮增压器314的压缩机到达机械增压器305的入口307(或按照第三实施例和第四实施例直接地,或按照第一实施例和第二实施例经由CAC325)的打开设置。

[0055] 涡轮旁通阀316t与第二涡轮增压器314的涡轮并联设置,并且具有引起来自发动机的排气端口的排气穿过第二涡轮增压器314的涡轮的闭合设置,以及具有引导来自排气端口56的排气穿过第二涡轮增压器314的涡轮到达第一涡轮增压器312的涡轮的打开设置。

[0056] 在图7所示的第五实施例中,压缩机旁通阀330c与第一涡轮增压器312的压缩机和

增压空气冷却器323并联设置,并且具有引起来自周围环境的新鲜空气穿过第一涡轮增压器312的压缩机的闭合设置,以及将来自周围环境的新鲜空气引导至第二涡轮增压器314的压缩机入口的打开设置。涡轮旁通阀330t与第一涡轮增压器312的涡轮并联设置,并且具有引起排气穿过第一涡轮增压器312的涡轮的闭合设置,以及具有引导排气穿过第二涡轮增压器31的涡轮到达后处理设备342的打开设置。

[0057] 为了快速、精确的自动操作,优选的是,这些和其它空气处理阀为具有步进设置或连续可变设置的高速、计算机控制的设备。ECU 740与响应于ECU发出的控制信号操作空气处理阀的致动器(未示出)进行控制通信。

[0058] ECU 740通过各种传感器监测空气处理系统工况。就这一点而言,例如,机械增压器入口和出口增压空气压力可用气压传感器来测量。进入增压空气子系统的空气质量流量可通过低压压缩机上游的空气质量流量(MAF)传感器来测量;EGR通道中的排气流量可由EGR阀下游的传感器测量;并且机械增压器入口处的气体温度可通过气体温度传感器测量。特别地,ECU 740通过气压传感器P检测进气歧管130处的增压空气压力。另外,ECU 740通过接合发动机的曲轴中的一个的速度传感器749检测发动机转速和曲轴角度(CA)。使用多个系数,ECU 740计算发动机负荷。发动机负荷系数例如可包括燃料流、加速器/节气门位置、发动机转速、环境状况以及可能其它系数。使用编程的控制模块,ECU 740在具有在稳态模块751中实现的算法的稳态模式中、在具有在瞬态模块752中实现的算法的瞬态模式中以及在其它模式中操作发动机。

[0059] 按照图3和图8,顺序涡轮增压器306的高压级和低压级能够被操作,以通过操作空气处理阀316c和316t以及空气处理阀330c和330t的ECU 740来使递送到机械增压器305的质量空气压力变化。关于排气通道340,当阀316t被致动成完全闭合时,由在发动机302中燃烧产生的排气驱动高压涡轮;当阀316t被致动成完全打开时,排气绕过高压涡轮。在任一情况下,排气流到低压涡轮并驱动低压涡轮。然而,在第一种情况下,排气能量在高压涡轮与低压涡轮之间分配,而在第二种情况下,低压涡轮接收所有的排气能量。

[0060] 关于增压空气通道320,空气被低压压缩机接收并压缩。由低压压缩机产生的压缩空气流向高压压缩机的入口。当阀316c完全闭合时,由低压压缩机产生的所有压缩空气被高压压缩机进一步压缩,从而使增压空气压力升高超过由低压级正常产生的压力。当阀316c完全打开时,离开低压压缩机的压缩空气绕过高压压缩机。在两种情况下,压缩的增压空气流到机械增压器305且通过机械增压器305加速。然而,当增压空气被两个压缩机压缩时,增压空气具有比当增压空气仅通过低压压缩机压缩时的压力更高的压力(并且因此,更高的质量)。因此,情况是这样的:当两个压缩机均在运行中时,输入到机械增压器的增压空气具有更高的质量,并且被递送用于燃烧的增压空气的质量($M_{\text{递送}}$)更高。因此,机械增压器无需如响应于当通过单个压缩机送入时那样猛烈地驱动以提供增压。所以,能够减少在高扭矩需求期间的可归因于机械增压器操作的泵送损失。

[0061] 优选地,旁通阀316c和316t由ECU 740一起操作(如旁通阀330c和330t一样)以平稳地响应扭矩需求的改变。考虑到空气处理阀的步进或连续可变操作,高压涡轮增压器314能够渐进地(且平稳地)转换进入操作和离开操作。因此,对于如在稳态操作模式中将遇到的低负荷、低发动机转速,ECU 740保持旁通阀完全打开,从而绕过高压涡轮增压器314并且允许仅低压涡轮增压器312压缩空气以用于提供到机械增压器305。当扭矩需求足够急剧地

上升以致于增加发动机转速和负荷引起转变到发动机操作的瞬态模式时,ECU 740引起旁通阀闭合,从而引起高压涡轮增压器对($M_{\text{输送}}$)中的增压要求的快速响应。在瞬态操作期间,ECU 740将旁通阀316c和316t(和/或旁通阀330c和330t)设置为适合于所需增压水平。然后,随着扭矩需求减小(如由发动机转速和负荷的减小所指示),当发动机转速/负荷引起转换回到稳态操作模式时,ECU 740渐进地重置旁通阀。

[0062] 在此,可更清楚地理解增压空气冷却器的作用。当压缩空气沿增压空气通道中的压缩机和机械增压器通过时,由于由伴随着压力增加的温度升高而引起的膨胀,压缩空气的质量开始减小。穿过增压空气冷却器降低了压缩空气的温度,从而保持压缩空气的质量。

[0063] 如图4至图8所示,在图3的重载空气处理实施例中可通过调整由ECU740执行的稳态和瞬态算法保持对NO_x的控制,以包括通过控制EGR阀或多个阀调制在高压EGR回路、中压EGR回路和低压EGR回路中的任何一个或任何组合中的再循环排气。

[0064] 尽管本公开描述了用于重载二冲程循环直流扫气式对置活塞发动机的特定空气处理实施例,但是这些实施例仅被陈述作为本公开的基本原理的示例。因此,实施例不应被认为具有任何限制意义。

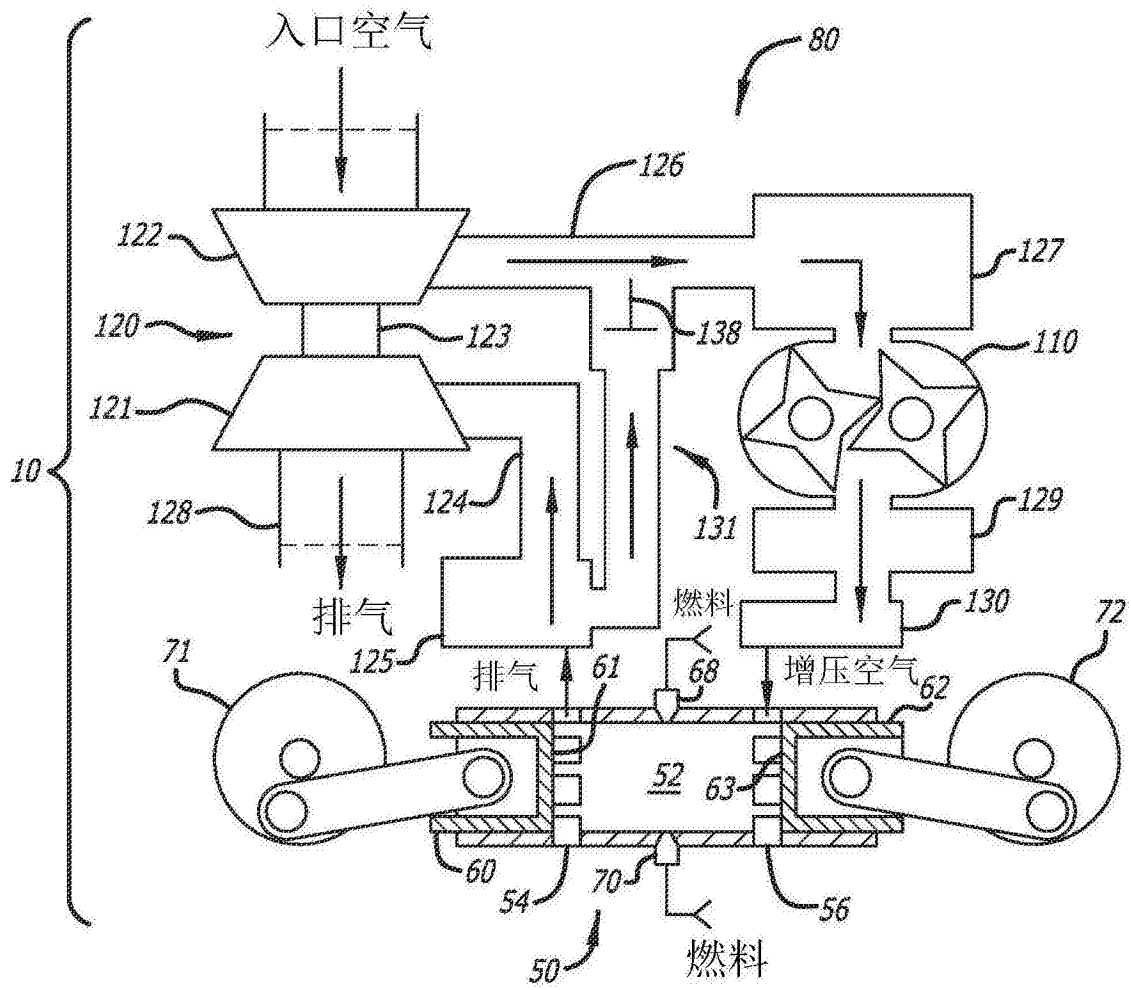


图1 (现有技术)

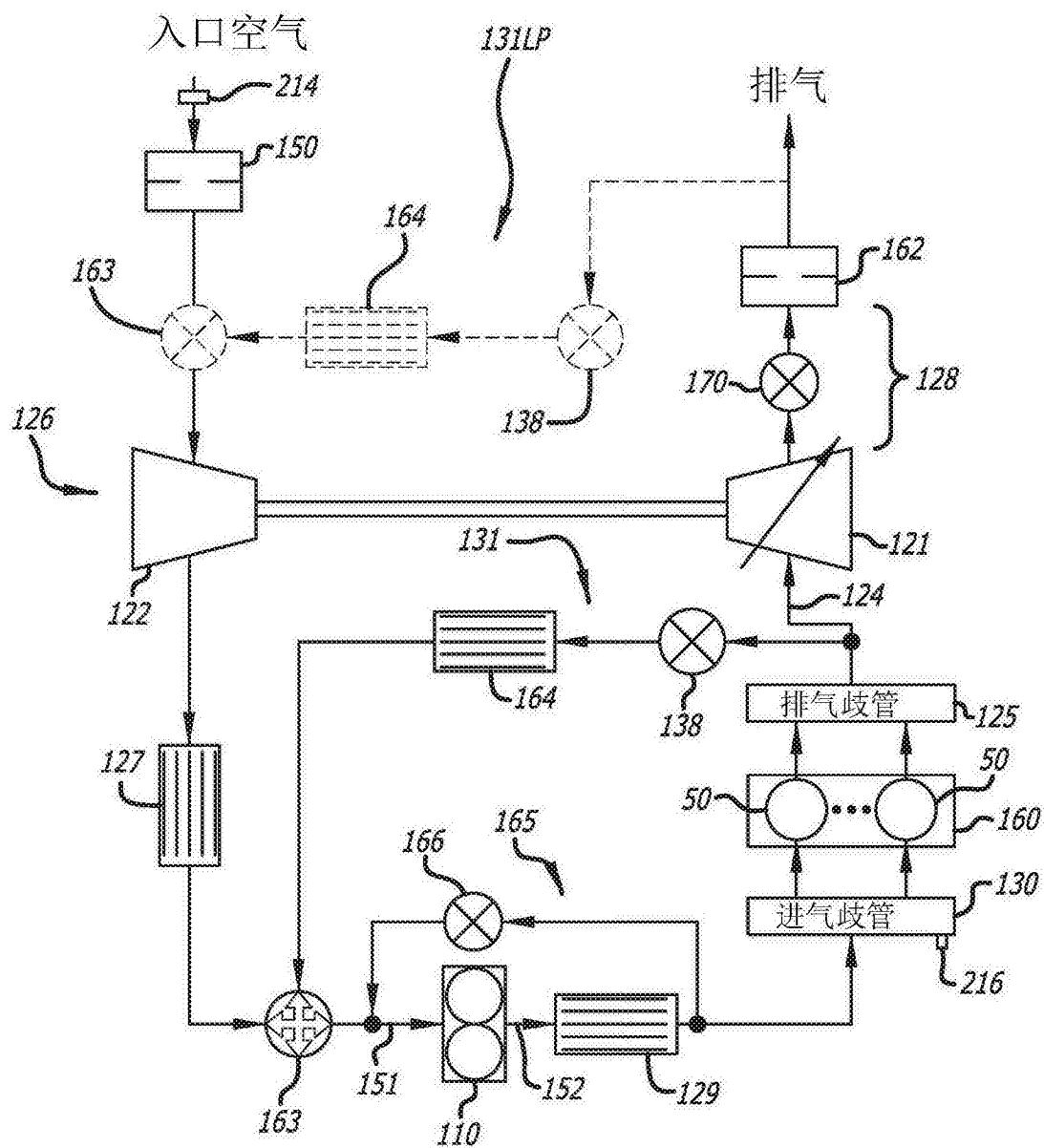


图2(现有技术)

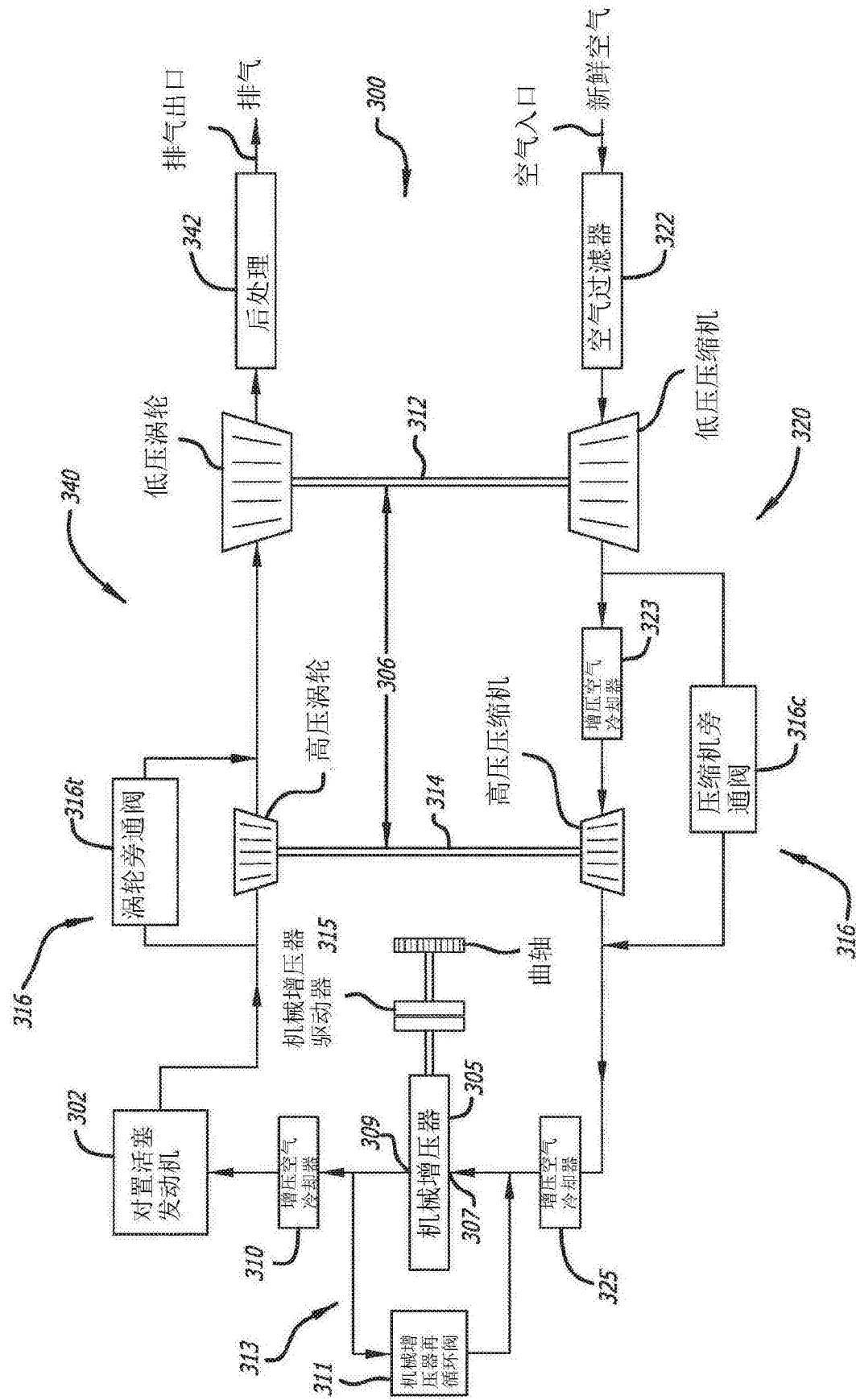


图3

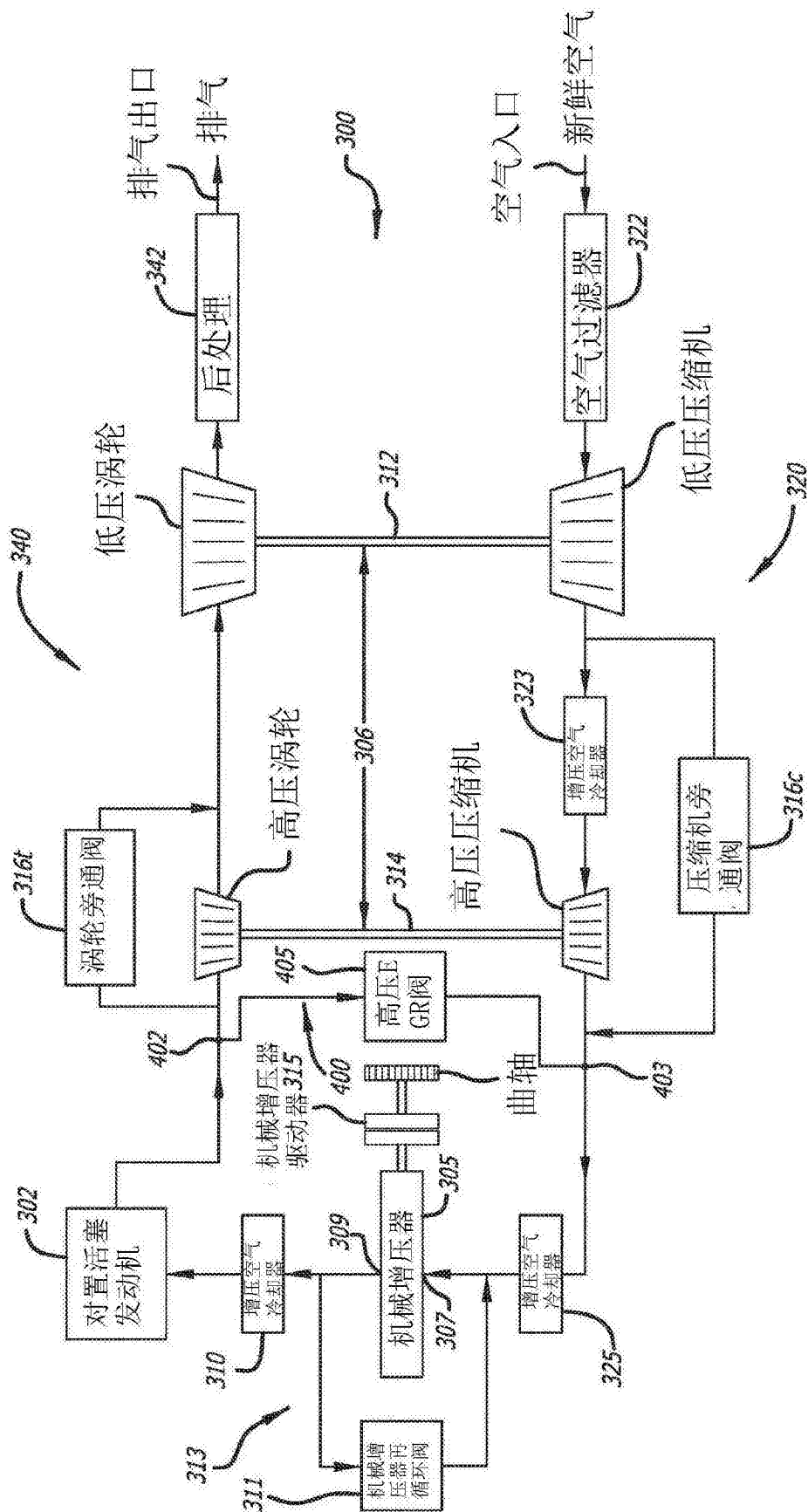


图4

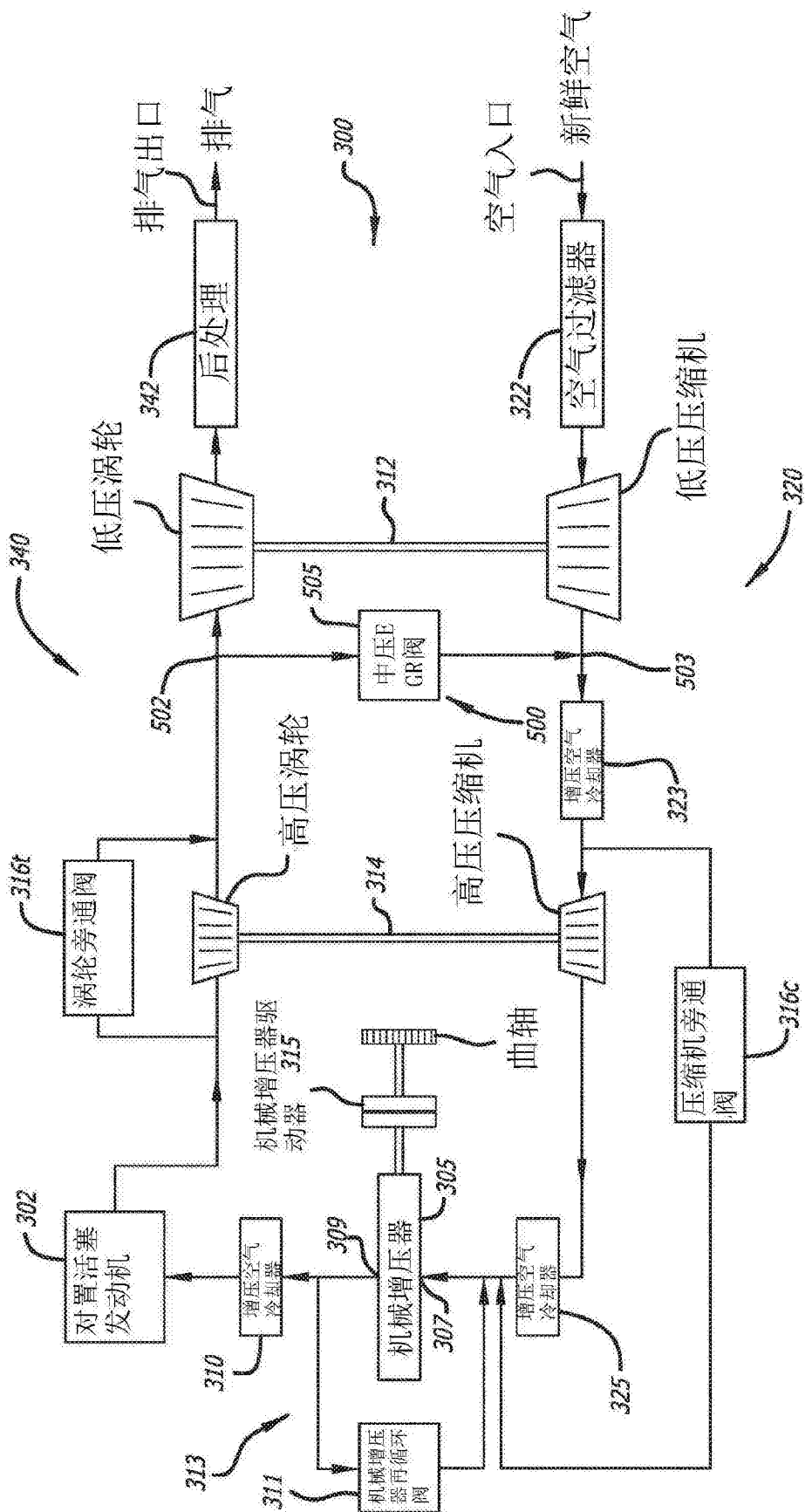


图5

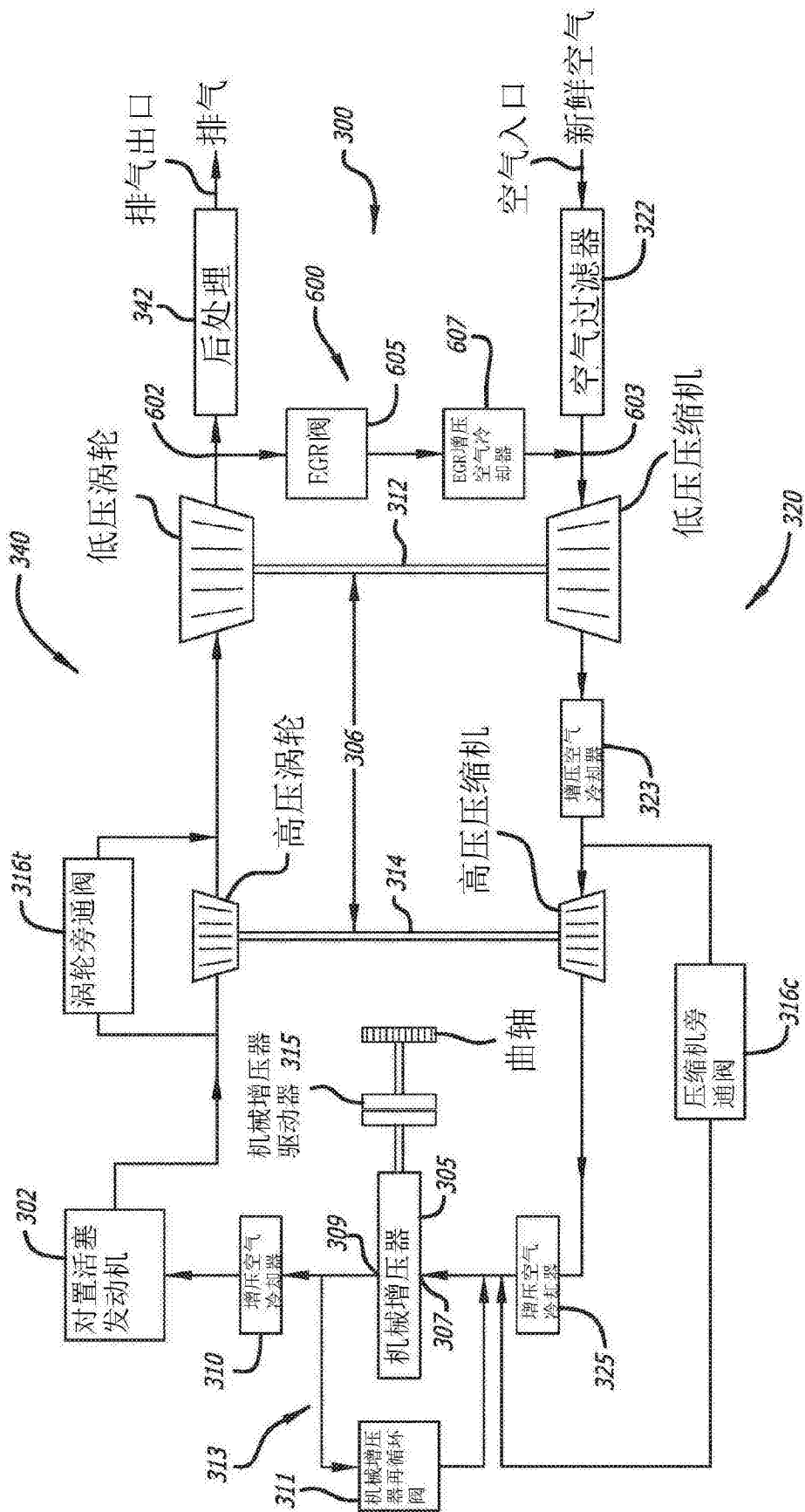


图6

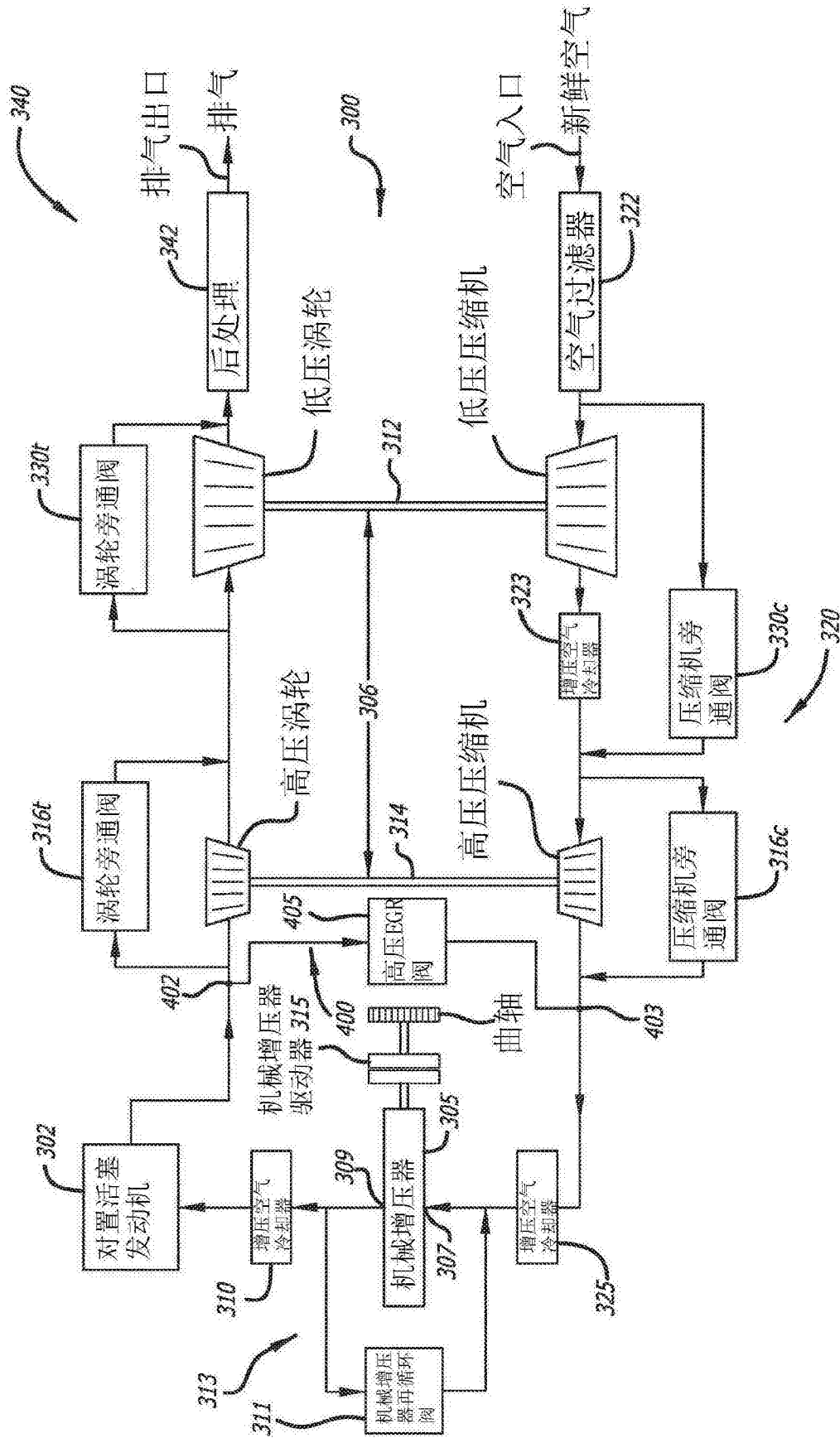


图7

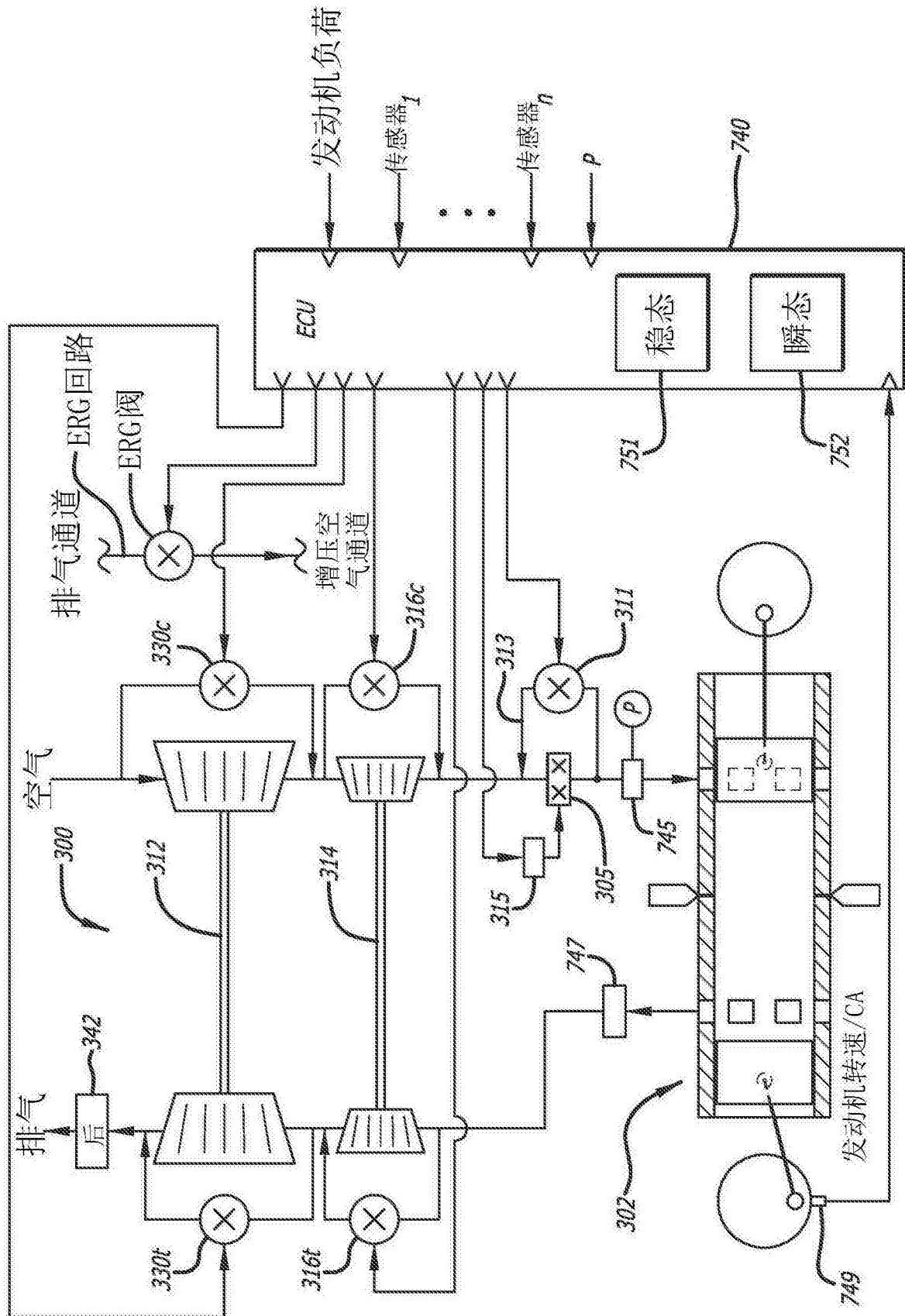


图8