



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103452667 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201310210268.3

(22)申请日 2013.05.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103452667 A

(43)申请公布日 2013.12.18

(30)优先权数据

13/485273 2012.05.31 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 S.埃卡纳亚克 A.I.西皮奥

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 杨楷

(51)Int.Cl.

F02C 3/04(2006.01)

F02C 9/18(2006.01)

(56)对比文件

US 4651521 A, 1987.03.24,

US 4651521 A, 1987.03.24,

US 5778675 A, 1998.07.14,

CN 101886575 A, 2010.11.17,

US 3792586 A, 1974.02.19,

审查员 张祥

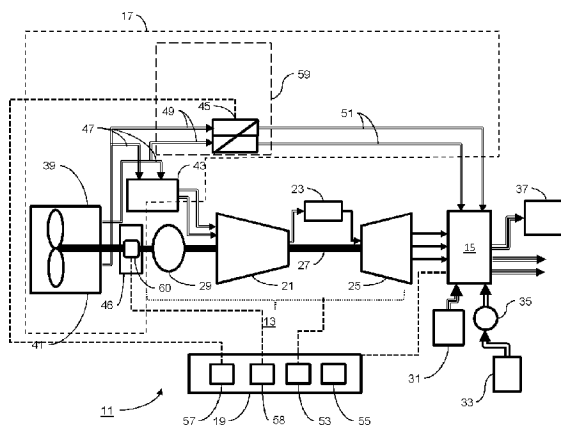
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

用于燃气涡轮系统的增压系统、燃气涡轮系统以及运行燃气涡轮的方法

(57)摘要

本发明涉及具有扭矩转换器系统的燃气涡轮压缩机入口加压系统。一种用于燃气涡轮系统的增压系统包括压缩机、燃烧器、涡轮和轴。增压系统包括提供空气流的风机组件和联接到轴和风机组件上的扭矩转换器。增压系统还包括用于将空气流输出的第一部分传送到压缩机的子系统,以及可选地传送空气流输出的第二部分用于其它用途的旁路子系统。



1. 一种用于燃气涡轮系统的增压系统,所述燃气涡轮系统具有压缩机、燃烧器、涡轮和轴,所述增压系统包括:

提供空气流的风机组件;

联接到所述轴和所述风机组件上的扭矩转换器;

用于将空气流输出的第一部分传送到所述压缩机的子系统;以及

用于可选地传送所述空气流输出的第二部分用于其它用途的旁路子系统;以及

用于控制所述扭矩转换器、从而控制空气流流率的控制子系统,其中用于控制所述扭矩转换器的所述控制子系统包括用于控制所述扭矩转换器中的工作流体泵和可调导叶的扭矩转换器控制子系统;

其中所述燃气涡轮系统进一步包括热回收蒸汽发生器,以及其中,所述旁路子系统将所述空气流输出的所述第二部分传送到所述热回收蒸汽发生器。

2. 根据权利要求1所述的增压系统,其特征在于,进一步包括控制所述旁路子系统的控制系统。

3. 根据权利要求1所述的增压系统,其特征在于,所述旁路子系统包括可变几何构造式分流器。

4. 根据权利要求1所述的增压系统,其特征在于,增压器控制器控制所述空气流输出的所述第二部分。

5. 一种燃气涡轮系统,包括:

压缩机;

燃烧器;

涡轮;

联接到所述涡轮上的轴;

扭矩转换器;

联接到所述扭矩转换器上的、产生空气流的风机;

在所述压缩机和其它用途之间分配所述空气流的旁路子系统;

用于控制所述旁路子系统的控制系统;以及

热回收蒸汽发生器;

其中,所述旁路子系统将分配给其它用途的空气流传送到所述热回收蒸汽发生器。

6. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述扭矩转换器包括工作流体泵和可调导叶。

7. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,进一步包括设置在所述风机和所述热回收蒸汽发生器之间的可变几何构造式分流器,所述热回收蒸汽发生器联接到所述涡轮上。

8. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述旁路子系统包括可变几何构造式分流器。

9. 根据权利要求8所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述可变几何构造式分流器包括管道和闸门。

10. 根据权利要求5所述的燃气涡轮系统,其特征在于,所述风机包括可变桨距式叶片。

11. 根据权利要求6所述的燃气涡轮系统,其特征在于,进一步包括控制所述工作流体

泵和所述可调导叶的控制子系统。

12. 一种运行燃气涡轮的方法, 其中所述燃气涡轮是具有热回收蒸汽发生器的联合循环系统的一部分, 所述方法包括:

用扭矩转换器将风机组件联接到涡轮系统轴上;

确定所述风机组件待提供给所述燃气涡轮中的压缩机的第一流率;

确定所述风机组件待提供给其它用途的第二流率;

对所述压缩机提供所述第一流率, 而对所述其它用途提供所述第二流率;

传送所述第二流率到所述热回收蒸汽发生器; 以及

用所述第二流率吹扫所述热回收蒸汽发生器;

其中, 对所述压缩机提供所述第一流率以及对所述其它用途提供所述第二流率包括控制所述扭矩转换器中的工作流体泵和可调导叶。

13. 根据权利要求12所述的运行燃气涡轮的方法, 其特征在于, 进一步包括:

检测脱开事件; 以及

从所述扭矩转换器排出工作流体。

14. 根据权利要求13所述的运行燃气涡轮的方法, 其特征在于, 进一步包括:

确定期望何时重新联接; 以及

对所述扭矩转换器提供工作流体。

用于燃气涡轮系统的增压系统、燃气涡轮系统以及运行燃气涡轮的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及以Sanji Ekanayake 和Alston I. Scipio的名义共同提交的、名称为“SUPERCHARGED SYSTEM WITH AIR FLOW BYPASS(具有空气流旁路的增压系统)”的同时提交的申请No. 13/485,160,以及以John Anthony Conchieri、Robert Thomas Thatcher和Andrew Mitchell Rodwell的名义共同提交的、名称为“GAS TURBINE COMPRESSOR INLET PRESSURIZATION AND FLOW CONTROL SYSTEM(燃气涡轮压缩机入口加压和流控制系统)”的申请No. 13/485,216,它们均已转让给本发明的受让人通用电气公司。

技术领域

[0003] 本文公开的主题大体涉及燃气涡轮系统,并且更具体而言,涉及具有压缩机入口加压和流控制系统的燃气涡轮系统。

背景技术

[0004] 公用功率发生器使用联合循环系统,因为它们有内在地高的效率和安装成本优点。联合循环系统典型地包括燃气涡轮、热回收蒸汽发生器、发电机、控制器和蒸汽涡轮。联合循环系统使用来自燃气涡轮的热排气来产生蒸汽,蒸汽驱动蒸汽涡轮。与单独所可能实现的相比,燃气涡轮和蒸汽涡轮的组合实现更高的效率。联合循环系统的输出受到海拔和环境温度变化的影响。

[0005] 有各种方法可用于改进联合循环功率装置的性能。可在装置输出或效率方面进行改进,超过通过较高的蒸汽温度、多个蒸汽-压力水平或再热循环可实现的那些。例如,在新的联合循环功率装置上安装气体燃料加热以改进装置效率已经成为普遍现象。另外,燃气涡轮入口空气冷却有时被认为是为了提高燃气涡轮和联合循环输出。另一种方法是增压(压缩机入口加压)。燃气涡轮的增压需要添加额外的风机来提升进入压缩机的入口的空气的压力。典型地,在增压的情况下,额外的压缩级不是由主燃气涡轮轴驱动,而是由电动马达驱动。在一些情况下,风机马达的寄生功率高于燃气涡轮的额外输出,所以最终结果是容量损失。

发明内容

[0006] 根据一个示例性的非限制性实施例,本发明涉及用于燃气涡轮系统的增压系统,燃气涡轮系统具有压缩机、燃烧器、涡轮和轴。增压系统包括提供空气流的风机组件和联接到轴和风机组件上的扭矩转换器。增压系统还包括用于将空气流输出的第一部分传送到压缩机的子系统,以及可选地传送空气流输出的第二部分用于其它用途的旁路子系统。

[0007] 在另一个实施例中,一种燃气涡轮系统包括压缩机、燃烧器、涡轮,以及联接到涡轮上的轴。燃气涡轮系统包括扭矩转换器和联接到扭矩转换器上的风机,风机产生空气流。旁路子系统在压缩机和其它用途之间分配空气流。

[0008] 在另一个实施例中,一种运行燃气涡轮的方法包括用扭矩转换器将风机组件联接到涡轮系统轴上。方法还包括:确定待提供给燃气涡轮中的压缩机的第一流率;确定待提供给其它用途的第二流率;以及对压缩机提供第一流率,而对其它用途提供第二流率。

[0009] 一种用于燃气涡轮系统的增压系统,所述燃气涡轮系统具有压缩机、燃烧器、涡轮和轴,所述增压系统包括:

[0010] 提供空气流的风机组件;

[0011] 联接到所述轴和所述风机组件上的扭矩转换器;

[0012] 用于将空气流输出的第一部分传送到所述压缩机的子系统;以及

[0013] 用于可选地传送所述空气流输出的第二部分用于其它用途的旁路子系统。

[0014] 在另一个实施例中,进一步包括控制所述旁路子系统的控制系统。

[0015] 在另一个实施例中,进一步包括控制所述扭矩转换器、从而控制空气流流率的控制子系统。

[0016] 在另一个实施例中,所述旁路子系统包括可变几何构造式分流器。

[0017] 在另一个实施例中,控制所述扭矩转换器的所述控制子系统包括控制所述扭矩转换器中的工作流体泵和可调导叶的控制子系统。

[0018] 在另一个实施例中,所述燃气涡轮系统进一步包括热回收蒸汽发生器,以及其中,所述旁路子系统将所述空气流输出的所述第二部分传送到所述热回收蒸汽发生器。

[0019] 在另一个实施例中,所述增压器控制器控制所述空气流输出的所述第二部分。

[0020] 一种燃气涡轮系统,包括:

[0021] 压缩机;

[0022] 燃烧器;

[0023] 涡轮;

[0024] 联接到所述涡轮上的轴;

[0025] 扭矩转换器;

[0026] 联接到所述扭矩转换器上的、产生空气流的风机;以及

[0027] 在所述压缩机和其它用途之间分配所述空气流的旁路子系统。

[0028] 在另一个实施例中,所述扭矩转换器包括工作流体泵和可调导叶。

[0029] 在另一个实施例中,进一步包括联接到所述涡轮上的热回收蒸汽发生器,以及设置在所述风机和所述热回收蒸汽发生器之间的可变几何构造式分流器。

[0030] 在另一个实施例中,所述旁路子系统包括可变几何构造式分流器。

[0031] 在另一个实施例中,进一步包括控制所述旁路子系统的控制系统。

[0032] 在另一个实施例中,所述可变几何构造式分流器包括管道和闸门。

[0033] 在另一个实施例中,所述风机包括可变桨距式叶片。

[0034] 在另一个实施例中,进一步包括控制所述工作流体泵和所述可调导叶的控制子系统。

[0035] 一种运行燃气涡轮的方法,包括:

[0036] 用扭矩转换器将风机组件联接到涡轮系统轴上;

[0037] 确定待提供给所述燃气涡轮中的压缩机的第一流率;

[0038] 确定待提供给其它用途的第二流率;以及

- [0039] 对所述压缩机提供所述第一流率,而对所述其它用途提供所述第二流率。
- [0040] 在另一个实施例中,所述燃气涡轮是具有热回收蒸汽发生器的联合循环系统的一部分,并且所述方法进一步包括以所述第二流率吹扫所述热回收蒸汽发生器。
- [0041] 在另一个实施例中,进一步包括:
- [0042] 检测脱开事件;以及
- [0043] 从所述扭矩转换器排出工作流体。
- [0044] 在另一个实施例中,对所述压缩机提供所述第一流率以及对所述其它用途提供所述第二流率的方法要素包括控制所述扭矩转换器中的工作流体泵和可调导叶。
- [0045] 在另一个实施例中,进一步包括:
- [0046] 确定期望何时重新联接;以及
- [0047] 对所述扭矩转换器提供工作流体。
- [0048] 结合附图,根据优选实施例的以下更详细的描述,本发明的其它特征和优点将是显而易见的,附图以示例的方式示出本发明的原理。

附图说明

- [0049] 图1是增压系统的示意图。
- [0050] 图2是扭矩转换器的实施例的简明侧视图。
- [0051] 图3是运行增压系统的示例性方法的流程图。
- [0052] 图4是使风机与燃气涡轮系统脱开的示例性方法的流程图。
- [0053] 部件列表
- [0054] 11 增压系统
- [0055] 13 燃气涡轮系统
- [0056] 15 HRSG系统
- [0057] 17 增压器及旁路系统
- [0058] 19 控制系统
- [0059] 21 压缩机
- [0060] 23 燃烧器
- [0061] 25 涡轮
- [0062] 27 轴
- [0063] 29 发电机和/或机械负载
- [0064] 31 燃料或辅助蒸汽
- [0065] 33 给水供应
- [0066] 35 阀
- [0067] 37 外部蒸汽主机
- [0068] 39 风机组件
- [0069] 41 风机
- [0070] 43 空气冷却子系统
- [0071] 45 可变几何构造式分流器
- [0072] 46 扭矩转换器系统

- [0073] 47 空气冷却管道
- [0074] 49 分流器管道
- [0075] 51 HRSG管道
- [0076] 53 涡轮控制子系统
- [0077] 55 HRSG控制子系统
- [0078] 57 增压器及旁路控制子系统
- [0079] 58 扭矩转换器控制子系统
- [0080] 59 旁路子系统
- [0081] 60 扭矩转换器
- [0082] 61 壳体
- [0083] 63 泵叶轮
- [0084] 65 涡轮叶轮
- [0085] 67 可调导叶
- [0086] 68 流体腔体
- [0087] 69 导叶促动器
- [0088] 70 工作流体泵
- [0089] 71 工作流体供应
- [0090] 72 工作流体返回线路
- [0091] 75 输入轴
- [0092] 77 输出轴
- [0093] 81 运行增压系统的方法
- [0094] 83 确定待提供给压缩机21的第一流率
- [0095] 85 确定待提供给其它用途(方法要素85)的第二流率
- [0096] 87 然后确定由增压器及旁路系统17提供的总流率
- [0097] 89 确定待提供给扭矩转换器60的工作流体的合适的量
- [0098] 91 确定可调导叶67的合适的位置
- [0099] 93 然后可促动工作流体泵70,以提供合适的量的工作流体
- [0100] 95 然后可接合导叶促动器69,以将可调导叶67定位到合适的位置
- [0101] 97 然后可促动旁路子系统,以对压缩机21提供第一流率,以及对其它用途提供第二流率
- [0102] 99 脱开风机的方法
- [0103] 101 检测脱开事件
- [0104] 103 接合工作流体泵
- [0105] 105 从扭矩转换器中排出工作流体
- [0106] 107 确定期望何时重新联接
- [0107] 109 对扭矩转换器提供工作流体。

具体实施方式

[0108] 图1示出增压系统11,其包括燃气涡轮系统13。增压系统11还可包括热回收蒸汽发

生器(HRSG系统15)、增压器及旁路系统17,以及控制系统19。

[0109] 燃气涡轮系统13包括联接到燃烧器23和涡轮25上的压缩机21。轴27将压缩机21联接到涡轮25上,并且可用来驱动发电机和/或机械负载29。燃料和空气在燃烧器23中混合,并且然后被点燃,从而对来自压缩机21的气体流提供能量。燃烧排气被迫进入到涡轮区段中,在那里,高速且大量的气体流通过喷嘴(未显示)被引导到涡轮25的叶片(未显示)上面,从而旋转涡轮25,涡轮25又旋转轴27。轴27对压缩机21提供功率,并且可用来驱动发电机和/或机械负载29。

[0110] HRSG系统15是从燃烧排气中回收热的热交换器。在一些情况下,HRSG系统15可设有燃料或辅助蒸汽31。燃料可用来点燃辅助燃烧室,以提高产生速率。用来产生蒸汽的水由给水供应33提供。水的供应可由阀35控制。

[0111] HRSG系统15可用来产生蒸汽,以驱动外部蒸汽主机37,诸如蒸汽涡轮。燃气涡轮和蒸汽涡轮的这个组合比燃气涡轮或蒸汽涡轮任何单独一个都更高效地产生电。由HRSG系统15产生的蒸汽也可用于其它过程中,诸如区域加热或其它过程加热。

[0112] 增压器及旁路系统17可包括风机组件39、空气冷却子系统43、可变几何构造式分流器45和扭矩转换器系统46。

[0113] 风机组件39可包括风机41。风机41通过扭矩转换器系统46而联接到轴上。风机41可具有固定桨距式叶片或可变桨距式叶片。风机组件39可包括其它构件,诸如轴承、护罩、管道、过滤器等(未显示)。风机组件39在特定的温度和压力下提供空气流。

[0114] 增压器及旁路系统17可包括用以控制空气流的温度的空气冷却子系统43。风机组件39可提高燃气涡轮入口温度,因此,空气冷却子系统43对于避免超过压缩机温度极限和高入口体积流率来说是必要的。空气冷却子系统43可利用传统的冷冻技术,诸如机械冷冻器、介质型蒸发式冷却器和吸收式冷冻器。

[0115] 增压器及旁路系统17还可设有可变几何构造式分流器45,分流器45可包括闸门和旁路管道。可变几何构造式分流器45可用来在燃气涡轮系统13的加速和功率加载序列期间,优化来自风机组件39的空气流和排出压力。可变几何构造式分流器45还可用来根据变化的环境状况而调节功率输出。增压器及旁路系统17与空气冷却管道47、分流器管道49和HRSG管道51共同运行,以管理被引导到空气冷却子系统43和HRSG系统15的空气流的量。由风机组件39提供的空气流可分成传送到空气冷却子系统43的第一部分和传送到HRSG系统15的第二部分。将空气从风机组件39排到排气流中可用来控制来自风机组件39的空气流和排出压力。

[0116] 控制系统19可用来控制增压系统11的运行。控制系统19可包括控制涡轮运行的涡轮控制子系统53和控制HRSG系统15的运行的HRSG控制子系统55,以及控制风机组件39和可变几何构造式分流器45的增压器及旁路控制子系统57,以及控制扭矩转换器系统46的扭矩转换器控制子系统58。旁路子系统59包括分流器管道49、可变几何构造式分流器45和增压器及旁路控制子系统57。涡轮控制子系统53、HRSG控制子系统55、增压器及旁路控制子系统57和扭矩转换器控制子系统58可为联合控制系统的一部分,或者可为共同成网络化的单独的控制器。

[0117] 扭矩转换器系统46可包括扭矩转换器60和额外的构件,诸如工作流体储存器、润滑流体储存器、注入阀和排出阀等(未显示)。在其中控制子系统分开的一些情况下,扭矩转

换器系统46还可包括单独的扭矩转换器控制子系统58。扭矩转换器60(液力流体联接件)可包括壳体61、泵叶轮63、涡轮叶轮65和可调导叶67。泵叶轮63、涡轮叶轮65和可调导叶67在工作流体流过的流体腔体内相互作用。扭矩转换器60还可包括定位可调导叶67的导叶促动器69。扭矩转换器60可还包括联接到工作流体供应71和工作流体返回线路72上的工作流体泵70。燃气涡轮系统轴27可连接到输入轴75上,输入轴75又可连接到泵叶轮63上。输出轴77可连接到涡轮叶轮65上,而且可联接到风机41上。

[0118] 在运行中,输入轴75的机械能通过泵叶轮63而转换成液压能。涡轮叶轮65将液压能转换回机械能,机械能被传递到输出轴77。可调导叶67调整回路中的质量流量。当可调导叶67关闭时(小的质量流量),功率传递为最小。随着可调导叶完全打开(大的质量流量),功率传递为最大。因为质量流量的变化(由于可调导叶67的原因),可调节涡轮叶轮65的速度,以使其匹配风机41的各种运行点。在低速下,涡轮形成其最大扭矩。随着涡轮速度增加,输出扭矩减小。

[0119] 通过改变工作流体的量,可改变从输入轴75到输出轴77的联接程度。这提供改变风机41的旋转速度的能力。

[0120] 可通过使扭矩转换器60清空工作流体来使风机41与轴27脱开。

[0121] 用可变速度式流体联接件(扭矩转换器60)代替直接驱动构造来驱动风机41允许以可变的速度运行风机41,从而对风机41所提供的空气流提供流率控制。风机41与扭矩转换器系统46一起改进系统的部分负载效率和整体柔性和可靠性。可变速度式液力流体联接件(扭矩转换器60)通过最大程度地减少对固定速度式增压器风机上的节流的需要来改进系统的部分负载效率。扭矩转换器60通过提供在风机41或增压器及旁路系统17的其它构件失效的情况下,使风机41与轴27迅速脱开的手段来改进系统的整体可靠性。

[0122] 图3示出运行增压系统11的方法(方法81)。方法81可确定待提供给压缩机的第一流率(方法要素83)。除了其它参数以外,可基于燃气涡轮系统13的运行状况、期望输出和运行包络来确定第一流率。例如,增压水平可由对以较快的速率增加功率输出的期望确定,或者在具有HRSG系统15的增压系统11的情况下,由吹扫HRSG系统15所需的空气量确定。诸如压缩机风机限制、风机可操作性水平(吹扫管路)、燃气涡轮系统是否在其启动循环下运行的其它因素可确定待提供给压缩机21的第一流率。方法81可确定待提供给其它用途的第二流率(方法要素85)。第一流率还可随第二流率的用途而改变。例如如果燃气涡轮系统13是具有HRSG系统15(其带有管燃烧)的增压系统11的一部分,则可基于管燃烧所期望的氧水平来确定第二部分,从而确定第一流率。第二流率的其它用途可包括控制排气温度,控制排气的氧含量、隔室通风、装置HVAC和其它冷却空气/加热空气服务。方法81可确定待由增压器及旁路系统17提供的总流率(方法要素87)。然后方法81可确定待提供给扭矩转换器60的工作流体的合适的量(方法要素89)。方法81可确定可调导叶67的合适的位置(方法要素91)。方法81可促动工作流体泵70(方法要素93),以提供合适的量的工作流体。方法81可接合导叶促动器69,以将可调导叶67定位在合适的位置(方法要素95)。方法81可控制旁路子系统59,以对压缩机21提供第一流率,以及对其它用途提供第二流率(方法要素97)。

[0123] 图4中示出的是用于脱开和重新联接风机41与燃气涡轮系统13的方法(方法99)。方法99可检测脱开事件(方法要素101)。脱开事件可为风机41或增压器及旁路系统17的其它构件失效。方法99可接合工作流体泵(方法要素103),以从扭矩转换器中排出工作流体

(方法要素105)。为重新联接扭矩转换器60,方法99可确定期望何时重新联接(方法要素107)。方法99可将工作流体提供给扭矩转换器(方法要素109),以将风机41重新联接到燃气涡轮系统13上。

[0124] 增压系统11提供许多优点。在技术上,增压系统改变和提高燃气涡轮基本负载容量。增压器及旁路系统17与扭矩转换器系统46一起允许风机41以可变的速率运行。增压系统11没有与马达驱动式装备相关联的电损耗。

[0125] 在商业上,增压系统11可与较少的燃气涡轮系统13一起运行,以对具有处于高的环境温度和/或低的大气压力的设计(额定)点的大型功率生产设施实现期望的电输出容量。这对较低成本的燃料源的应用和/或在高峰电力需求时进行受限制的季节性运行特别有益。

[0126] 本书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,以及实行任何结合的方法。本发明的可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例具有不异于权利要求的字面语言的结构要素,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质性差异的等效结构要素,则它们意于处在权利要求的范围之内。

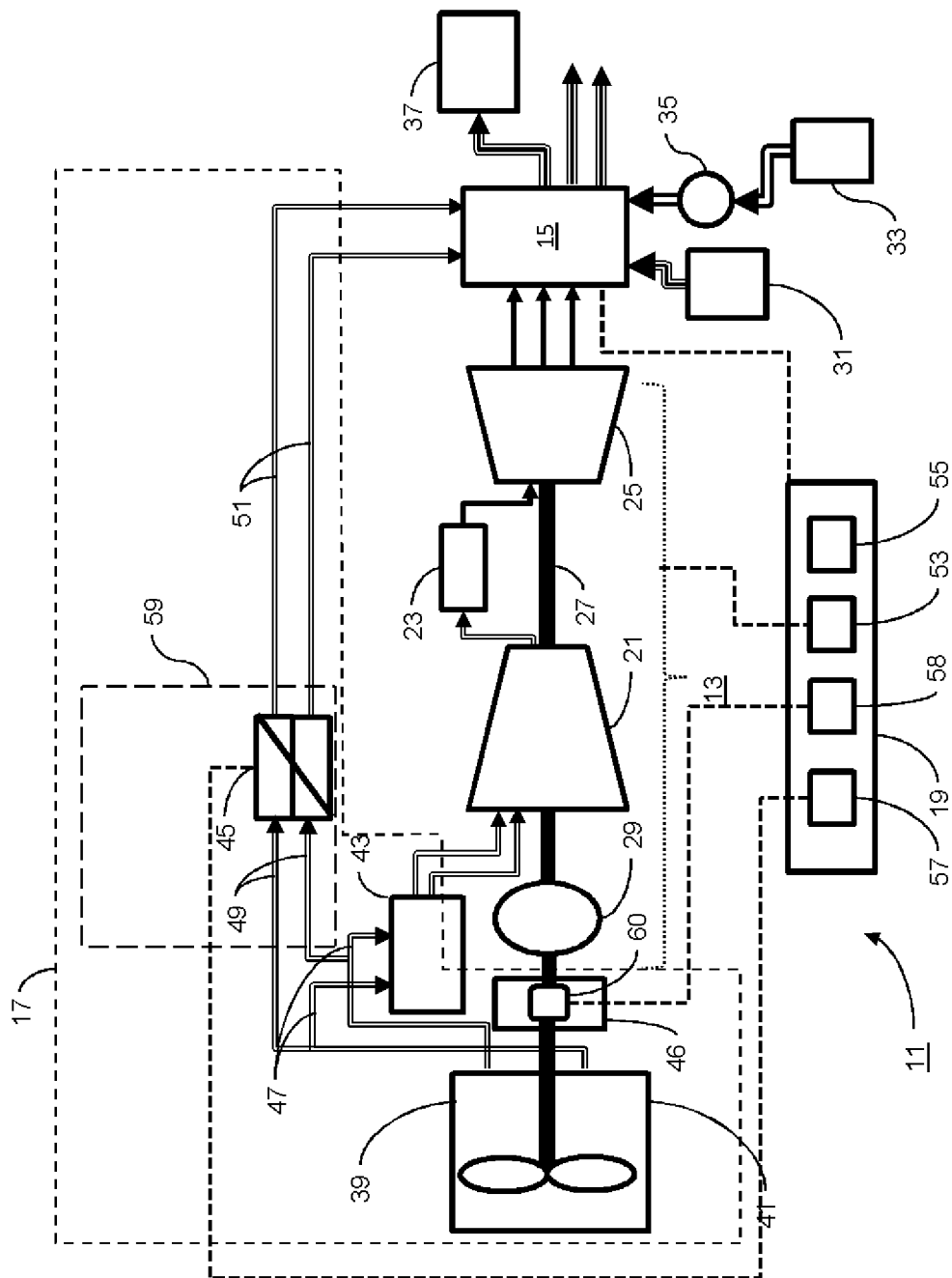


图 1

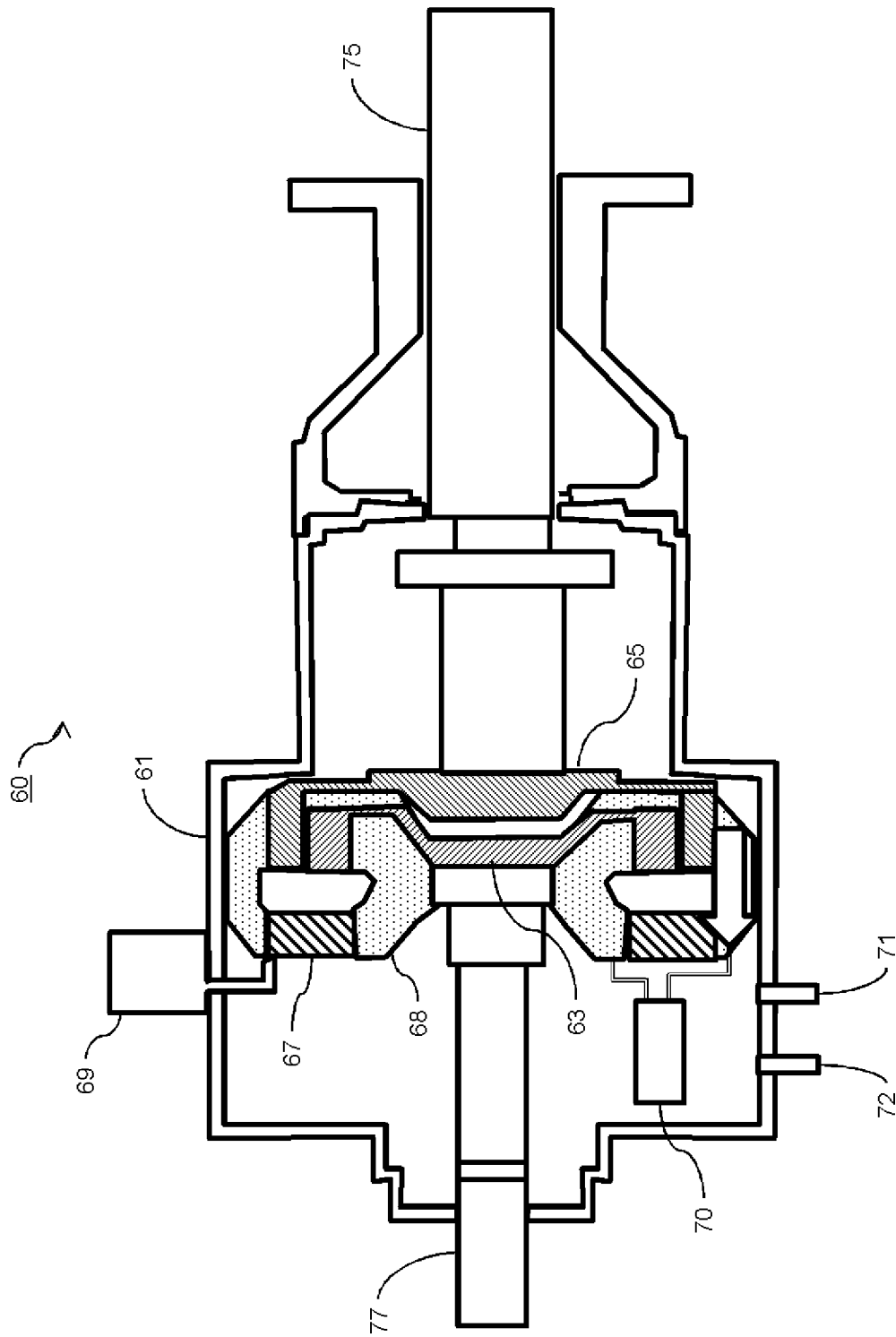


图 2

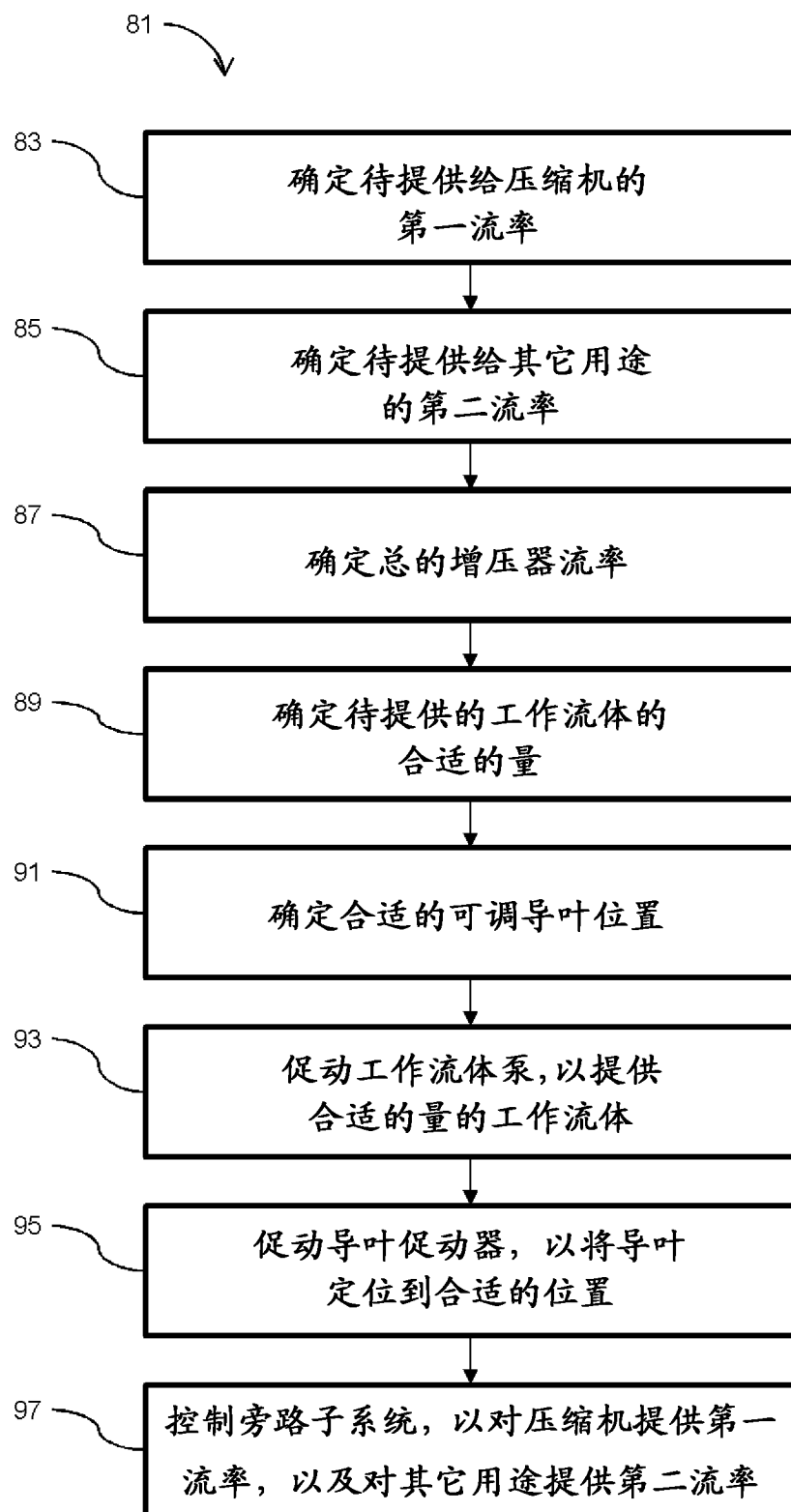


图 3

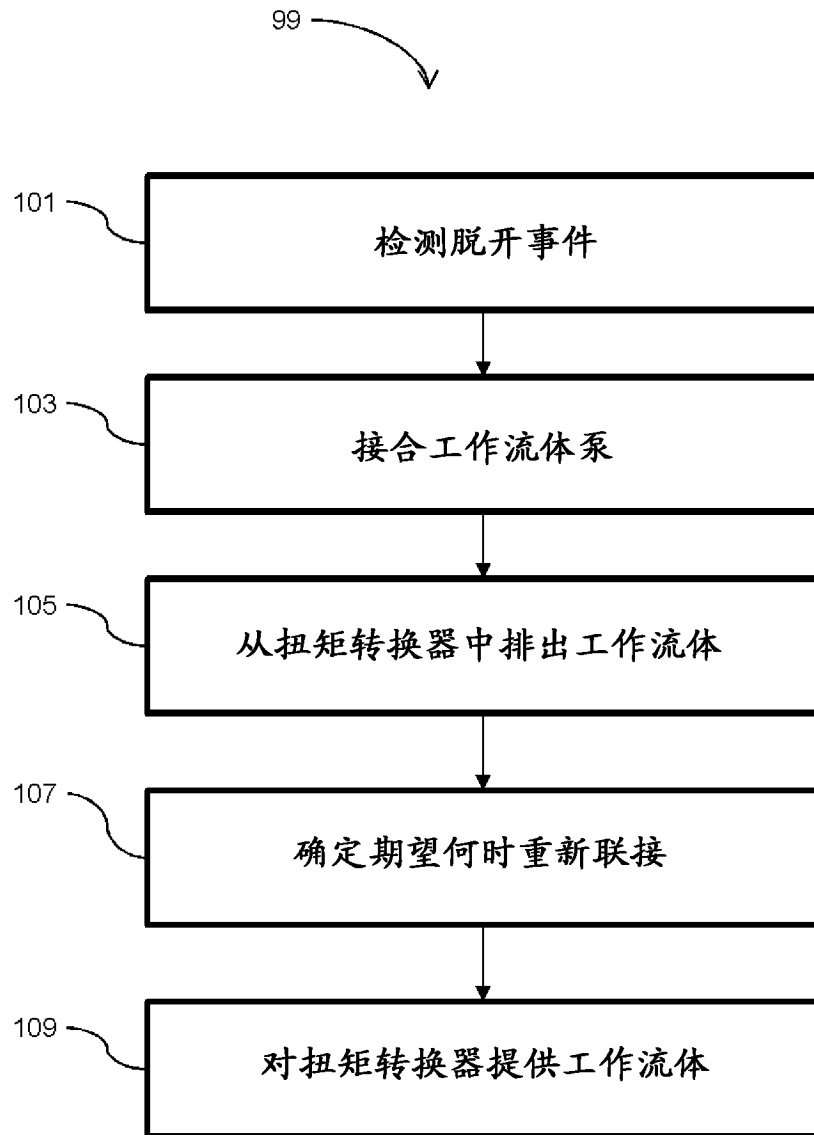


图 4