



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103375307 B

(45)授权公告日 2017.10.13

(21)申请号 201310127240.3

(22)申请日 2013.04.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103375307 A

(43)申请公布日 2013.10.30

(30)优先权数据
13/445003 2012.04.12 US

(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 L.A.维希曼 S.F.辛普森

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001
代理人 肖日松 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F02C 9/50(2006.01)

(56)对比文件

US 6269624 B1,2001.08.07,
US 2013/0091853 A1,2013.04.18,
US 2012/0023958 A1,2012.02.02,
US 2006/0272331 A1,2006.12.07,
US 2007/0034171 A1,2007.02.15,
US 2009/0284013 A1,2009.11.19,

审查员 刘开

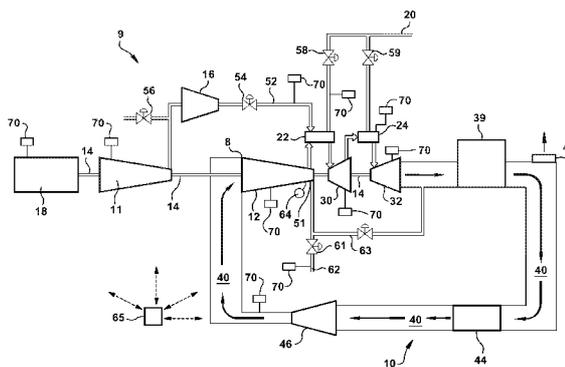
权利要求书7页 说明书27页 附图13页

(54)发明名称

与具有排气再循环的燃气涡轮发动机相关的系统和设备

(57)摘要

本发明涉及与具有排气再循环的燃气涡轮功率设施相关的方法、系统和设备。一种控制包括工作流体和再循环环路的功率设施的方法,其中该功率设施包括可操作地连接到涡轮上的燃烧器,该方法包括以下步骤:使工作流体的至少一部分再循环通过再循环环路;控制功率设施使得燃烧器至少以优选的化学计量比定期操作;以及在燃烧器以优选的化学计量比操作的时间期间从位于再循环环路上的第一提取点和第二提取点中的至少一个提取工作流体。



1. 一种控制包括工作流体和再循环环路的功率设施的方法,其中所述功率设施包括可操作地连接到涡轮上的燃烧器,并且其中所述再循环环路包括:再循环压缩机,位于所述再循环压缩机的下游的所述燃烧器,位于所述燃烧器的下游的所述涡轮,以及构造成将来自所述涡轮的工作流体的输出流引导至所述再循环压缩机的再循环管道,所述方法包括以下步骤:

使所述工作流体的至少一部分再循环通过所述再循环环路;

通过控制在氧化剂输入部供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量和在燃料输入部供应给所述燃烧器的燃料量来控制所述功率设施使得所述燃烧器至少以优选的化学计量比定期操作,其中所述再循环环路构造成除在所述燃烧器中发生的输入以外在所有位置防止氧化剂和燃料的输入;以及

在所述燃烧器以所述优选的化学计量比操作的时间期间从位于所述再循环环路上的第一提取点和第二提取点提取所述工作流体;

确定在所述第一提取点处的工作流体的特性;

确定在所述第二提取点处的工作流体的特性;

基于在所述第一和第二提取点处的工作流体的特性,同时从所述第一提取点和所述第二提取点两者提取所述工作流体;

基于计划下游应用而确定用于所述工作流体的特性的优选值;以及

可控制地混合从所述第一提取点和所述第二提取点提取的工作流体,使得结合的提取工作流体流包括用于所述特性的优选值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述第一提取点包括第一可控提取阀,其中所述第一可控提取阀可控制为至少三种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取不同水平的工作流体的两种打开设定;

所述第二提取点包括第二可控提取阀,其中,所述第二可控提取阀可控制为至少三种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取不同水平的工作流体的两种打开设定;以及

同时从所述第一和第二提取点两者提取所述工作流体包括控制所述第一和第二可控提取阀的设定。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:

控制供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的步骤包括:在氧化剂压缩机中压缩氧化剂;引导来自所述氧化剂压缩机的压缩氧化剂通过氧化剂管道,所述氧化剂管道包括可控制为允许向所述燃烧器输送不同的压缩氧化剂量的至少两种打开设定的可控氧化剂阀;并且操纵所述可控氧化剂阀的设定;并且

控制供应给所述燃烧器的燃料量的步骤包括:经可控燃料阀将来自燃料供应的燃料引导至所述燃烧器,其中,所述可控燃料阀可控制为允许向所述燃烧器输送不同的燃料量的至少两种打开设定;并且操纵所述可控燃料阀的设定。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:

来自所述涡轮的工作流体的输出流包括排气,所述排气经由所述再循环管道引导至所述再循环压缩机;

所述再循环压缩机构造成压缩所述排气,使得来自所述再循环压缩机的工作流体的输

出流包括压缩排气；

控制所述功率设施使得所述燃烧器至少以所述优选的化学计量比定期操作的步骤包括使用构造成控制所述可控氧化剂阀和所述可控燃料阀的设定的计算机化控制单元；并且所述优选的化学计量比包括约为1的化学计量比。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述优选的化学计量比包括介于0.75与1.25之间的化学计量比的范围。

6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述优选的化学计量比包括介于0.9与1.1之间的化学计量比的范围。

7. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括确定用于提取的工作流体的计划下游应用的步骤；

其中，用于所述工作流体的特性的优选值基于给定所述计划下游应用的优选值。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，

当用于所述特性的优选值在介于所述第一提取点处的工作流体的特性与所述第二提取点处的工作流体的特性之间的预定范围内时，从所述第一和第二提取点两者进行提取。

9. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，

当用于所述特性的优选值落入所述第一提取点处的工作流体的特性与所述第二提取点处的工作流体的特性之间时，从所述第一和第二提取点两者进行提取。

10. 根据权利要求8所述的方法，其特征在于，控制混合从所述第一提取点提取的工作流体与从所述第二提取点提取的工作流体混合的步骤，包括使结合的提取工作流体流包括用于所述特性的优选值。

11. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述可控制地混合的步骤包括以下步骤：

控制第一可控提取阀的设定，使得从所述第一提取点提取第一预定量的工作流体；

控制第二可控提取阀的设定，使得从所述第二提取点提取第二预定量的工作流体；以

及

使所述第一预定量的工作流体在结合汇合部与所述第二预定量的工作流体结合使得形成结合的提取工作流体流；

其中，给定所述第一提取点和所述第二提取点处的工作流体的特性，从所述第一提取点提取的所述第一预定量的工作流体和从所述第二提取点提取的第二预定量的工作流体包括一定的工作流体，其一旦混合便产生具有用于所述特性的优选值的结合的提取工作流体流。

12. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述特性包括压力和温度中的至少一个。

13. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，

所述第一提取点包括在所述再循环环路内的预定第一位置；

所述第二提取点包括在所述再循环环路内的预定第二位置；

将在所述再循环环路内的第一位置和所述再循环环路内的第二位置选择成使得在预期的操作状态下，各处的工作流体包括彼此不相似的第一特性和相似的第二特性；

方法还包括以下步骤：使从所述第一提取点提取的工作流体与从所述第二提取点提取

的工作流体混合,使得所述结合的提取工作流体流包括:得到的在期望水平的第一特性,所述期望水平是在所述第一提取点处的第一特性的水平与所述第二提取点处的第一特性的水平之间的水平;以及得到的第二特性,其大致等于所述第一提取点和所述第二提取点处的相似的第二特性的水平。

14. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环环路内的预定第一位置;

所述第二提取点包括在所述再循环环路内的预定第二位置;

将在所述再循环环路内的第一位置和在所述再循环环路内的第二位置选择成使得在预期的操作状态下,各处的工作流体包括彼此不相似的第一特性和不相似的第二特性;

方法还包括以下步骤:使从所述第一提取点提取的工作流体与从所述第二提取点提取的工作流体混合,使得所述结合的提取工作流体流包括:得到的处于期望水平的第一特性,所述期望水平是在所述第一提取点的第一特性的水平与在所述第二提取点的第一特性的水平之间的水平;以及得到的处于期望水平的第二特性,所述期望水平是在所述第一提取点的第二特性的水平与在所述第二提取点的第二特性的水平之间的水平。

15. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;

所述第二提取点包括在所述涡轮内的位置;并且

将在所述再循环压缩机内的位置和在所述涡轮内的位置选择成使得所述不相似的第一特性是温度且所述相似的第二特性是压力。

16. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;

所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;

将在所述再循环压缩机内的位置和在所述再循环管道内的位置选择成使得所述不相似的第一特性是压力且所述相似的第二特性是温度。

17. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述涡轮内的位置;

所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;

将在所述涡轮内的位置和在所述再循环管道内的位置选择成使得所述不相似的第一特性是压力且所述不相似的第二特性是温度。

18. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的第一位置,选择所述第一位置是因为所述第一位置在用于所述功率设施的第一操作模式期间与用于所述工作流体的期望压力或温度水平一致;并且

所述第二提取点包括在所述再循环压缩机内的第二位置,选择所述第二位置是因为所述第二位置在用于所述功率设施的第二操作模式期间与用于所述工作流体的期望压力或温度水平一致;

方法还包括以下步骤:当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体,并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

20. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述涡轮内的第一位置,选择所述第一位置是因为所述第一位置在用于所述功率设施的第一操作模式期间与用于所述工作流体的期望压力或温度水平一致;并且

所述第二提取点包括在所述涡轮内的第二位置,选择所述第二位置是因为所述第二位置在用于所述功率设施的第二操作模式期间与所述期望压力或温度水平一致;

方法还包括以下步骤:当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体,并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

21. 根据权利要求20所述的方法,其特征在于,所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

22. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括以下步骤:从所述第一提取点和所述第二提取点中的至少一个提取所述工作流体和将从其提取的所述工作流体泄放至大气。

23. 一种功率设施,所述功率设施构造成包括工作流体围绕其再循环的再循环环路,所述再循环环路包括构造成从相邻的上游构件接受工作流体的输出流并向相邻的下游构件提供工作流体的输入流的多个构件,其中,所述再循环环路包括:再循环压缩机;位于所述再循环压缩机的下游的燃烧器;位于所述燃烧器的下游的涡轮;以及构造成将来自所述涡轮的工作流体的输出流引导至所述再循环压缩机的再循环管道,所述功率设施包括:

用于从所述再循环环路上的第一提取点提取所述工作流体的第一提取装置,其中所述第一提取点位于所述再循环压缩机内、或所述涡轮内;

用于从所述再循环环路上的第二提取点提取所述工作流体的第二提取装置,其中所述第二提取点位于所述再循环压缩机内、所述涡轮内、或所述再循环管道内;

用于控制所述功率设施的装置,其可使得所述燃烧器至少以优选的化学计量比定期操作;以及

其中,所述控制所述功率设施的装置包括计算机化控制单元,所述计算机化控制单元配置成在所述燃烧器以所述优选的化学计量比操作的时间期间控制从所述第一提取点由所述第一提取装置提取所述工作流体和从所述第二提取点由所述第二提取装置提取所述工作流体;其中所述计算机化控制单元构造成控制混合从所述第一提取点提取的所述工作流体和所述第二提取点提取的所述工作流体,以基于计划下游应用来形成用于经混合的所述工作流体的特性的优选值。

24. 根据权利要求23所述的功率设施,其特征在于,

用于控制所述功率设施使得所述燃烧器至少以所述优选的化学计量比定期操作的所述装置包括用于控制供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的装置和用于控制供应给所述燃烧器的燃料量的装置;

用于提取所述工作流体的第一提取装置包括位于所述第一提取点的第一可控提取阀,并且其中,所述第一可控提取阀可控制为至少两种设定:防止提取工作流体的关闭设定和

允许提取工作流体的打开设定;并且

用于提取所述工作流体的第二提取装置包括位于所述第二提取点的第二可控提取阀,并且其中,所述第二可控提取阀可控制为至少两种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定。

25. 根据权利要求24所述的功率设施,其特征在于,

用于控制供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的装置包括氧化剂压缩机、构造成将来自所述氧化剂压缩机的压缩氧化剂引导至所述燃烧器的氧化剂管道、以及配置在所述氧化剂管道上的可控氧化剂阀,所述可控氧化剂阀可控制为允许向所述燃烧器输送不同的压缩氧化剂量的至少两种打开设定;并且

用于控制供应给所述燃烧器的燃料量的装置包括燃烧器燃料供应,所述燃烧器燃料供应包括可控燃料阀,所述可控燃料阀可控制为允许向所述燃烧器输送不同燃料量的至少两种打开设定。

26. 根据权利要求25所述的功率设施,其特征在于,

来自所述涡轮的工作流体的输出流包括排气,所述排气经由所述再循环管道被引导至所述再循环压缩机;

所述再循环压缩机构造成压缩所述排气,使得来自所述再循环压缩机的工作流体的输出流包括压缩排气;

所述计算机化控制单元构造成控制所述可控氧化剂阀和所述可控燃料阀的设定,以及用于确定所述燃烧器在其下操作的当前化学计量比和所述当前化学计量比是否等于所述优选的化学计量比的装置;

其中,所述优选的化学计量比包括约为1的化学计量比。

27. 根据权利要求23所述的功率设施,其特征在于,所述优选的化学计量比包括在0.75与1.25之间的化学计量比。

28. 根据权利要求23所述的功率设施,其特征在于,所述优选的化学计量比包括在0.9与1.1之间的化学计量比。

29. 根据权利要求26所述的功率设施,其特征在于,用于确定所述燃烧器在其下操作的当前化学计量比的所述装置包括:

用于测量供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的装置和用于测量供应给所述燃烧器的燃料量的装置;并且

所述计算机化控制单元构造成基于测得的供应给各燃烧器的压缩氧化剂量和测得的供应给各燃烧器的燃料量来计算所述燃烧器在其下操作的化学计量比。

30. 根据权利要求29所述的功率设施,其特征在于,用于确定所述燃烧器在其下操作的当前化学计量比的装置包括用于测试从所述燃烧器排出的工作流体的测试装置,所述测试装置包括用于检测过量氧化剂的传感器和用于检测未消耗的燃料的传感器中的至少一个;并且

测试位置包括在所述再循环环路上的位置范围内的位置,所述位置范围是在所述涡轮的入口与沿下游方向位于所述燃烧器的入口后方处之间限定的。

31. 根据权利要求26所述的功率设施,其特征在于,所述计算机化控制单元构造成基于所述燃烧器中的当前化学计量比是否被确定为等于所述优选的化学计量比而选择性地从

所述第一提取点和所述第二提取点中的至少一个提取工作流体。

32. 根据权利要求26所述的功率设施,其特征在于,

所述再循环管道构造成收集来自所述涡轮的一部分排气并且将所述一部分排气引导至所述再循环压缩机的进口;

所述再循环管道还包括热回收蒸汽发生器,所述热回收蒸汽发生器包括锅炉,所述热回收蒸汽发生器构造成使得来自所述涡轮的排气包括用于所述锅炉的热源;

所述再循环管道包括位于其上的冷却装置和鼓风机中的至少一个,所述冷却装置构造成从流经所述再循环管道的排气可控制地去除一定热量,使得在所述再循环压缩机的进口处实现更理想的温度,并且所述鼓机构造成使流经所述再循环管道的排气可控制地循环,使得在所述再循环压缩机的进口处实现更理想的压力。

33. 根据权利要求26所述的功率设施,其特征在于,所述功率设施还包括:

用于确定所述第一提取点处的工作流体的特性的装置;以及

用于确定所述第二提取点处的工作流体的特性的装置;

其中,所述计算机化控制单元构造成基于所述第一和第二提取点处的工作流体的特性而从所述第一和第二提取点两者提取所述工作流体。

34. 根据权利要求33所述的功率设施,其特征在于,所述计算机化控制单元构造成基于所述第一和第二提取点处的工作流体的所述特性和用于所述提取的工作流体的特性的优选值而从所述第一和第二提取点两者进行提取。

35. 根据权利要求34所述的功率设施,其特征在于,所述用于所述工作流体的特性的优选值基于给定所述计划下游应用的优选值。

36. 根据权利要求33所述的功率设施,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;

所述第二提取点包括在所述涡轮内的位置;并且

所述再循环压缩机内的位置和所述涡轮内的位置被选择成具有不相似的温度特性和相似的压力特性。

37. 根据权利要求33所述的功率设施,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;

所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;

在所述再循环压缩机内的位置和在所述再循环管道内的位置被选择成具有相似的温度特性和不相似的压力特性。

38. 根据权利要求33所述的功率设施,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述涡轮内的位置;

所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;

在所述涡轮内的位置和在所述再循环管道内的位置被选择成具有不相似的压力特性和不相似的温度特性。

39. 根据权利要求33所述的功率设施,其特征在于,

所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的第一位置,选择所述第一位置以在用于所述功率设施的第一操作模式期间提供用于所述工作流体的期望压力或温度水平;并且

所述第二提取点包括在所述再循环压缩机内的第二位置,选择所述第二位置以在用于

所述功率设施的第二操作模式期间提供用于所述工作流体的期望压力或温度水平；

当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体，并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

40. 根据权利要求39所述的功率设施，其特征在于，所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

41. 根据权利要求33所述的功率设施，其特征在于，

所述第一提取点包括在所述涡轮内的第一位置，选择所述第一位置以在用于所述功率设施的第一操作模式期间提供用于所述工作流体的期望压力或温度水平；并且

所述第二提取点包括在所述涡轮内的第二位置，选择所述第二位置以在用于所述功率设施的第二操作模式期间提供所述期望压力或温度水平；

所述计算机化控制单元构造成当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体，并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

42. 根据权利要求41所述的功率设施，其特征在于，所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

与具有排气再循环的燃气涡轮发动机相关的系统和设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请与随此同时提交的2012年4月12日提交的美国申请号13/444956、2012年4月12日提交的美国申请号13/444927、2012年4月12日提交的美国申请号13/444906、2012年4月12日提交的美国申请号13/444918、2012年4月12日提交的美国申请号13/444929、2012年4月12日提交的美国申请号13/444948、2012年4月12日提交的美国申请号13/444986和2012年4月12日提交的美国申请号13/445008相关,这些申请通过引用全文并入本申请并构成本申请的一部分。

技术领域

[0003] 本申请大体上涉及燃气涡轮发动机和与其有关的系统。更具体而言,但不以限制的方式,本申请涉及用于实现在化学计量点的操作并在具有排气再循环的各类燃气涡轮系统内提取具有期望特性的工作流体的方法、系统和/或设备。

背景技术

[0004] 氧化剂-燃料比是内燃发动机中存在的氧化剂(通常为空气)与燃料的质量比。如本领域普通技术人员将理解的,如果提供仅足够的氧化剂以完全燃烧所有燃料,则实现1的化学计量比(其在文中可称为“在化学计量点操作”或“化学计量点操作”)。在燃气涡轮系统中,将理解,由于若干原因而可能希望在化学计量点燃烧,包括降低排放水平以及性能调整原因。此外,根据定义,化学计量点操作可用于提供基本无氧气和未消耗燃料的排气(在包括排气再循环的系统的情形中,其可大体称为“工作流体”)。更具体而言,当在化学计量点操作时,流经再循环回路或环路的某些区段的工作流体可由显著高水平的二氧化碳和氮气组成,其在被供给到空气分离单元中时可产生这些气体的基本纯净流。

[0005] 如本领域普通技术人员将理解的,以此方式产生二氧化碳和氮气的气流具有经济价值。例如,二氧化碳的隔离由于与该气体的排放相关的当前环境担忧而具有潜在价值。此外,二氧化碳和氮气的纯净气流在许多工业应用中有用。此外,可将二氧化碳喷射到地下以用于增强油回收。因此,提供可凭其实现化学计量点操作的高效方法的新颖功率设备系统构型和/或控制方法将是有用和有价值的。如果新颖的系统和方法提供了有效途径,通过该有效途径使用再热和排气再循环的现有功率设施可经由相对较小、成本经济的改造而实现改善的操作,则这将是尤其真实的。给定在下文提供的对若干示范性实施例的描述,本发明的系统和方法的其它优点对本领域普通技术人员而言将变得显而易见。

发明内容

[0006] 本申请因此描述了一种控制包括工作流体和再循环环路的功率设施的方法,其中该功率设施包括可操作地连接到涡轮上的燃烧器,该方法包括以下步骤:使工作流体的至少一部分再循环通过再循环环路;控制功率设施使得燃烧器至少以优选的化学计量比定期操作;以及在燃烧器以优选的化学计量比操作的时间期间从位于再循环环路上的第一提取

点和第二提取点中的至少一个提取工作流体。

[0007] 本申请还描述了一种构造成包括工作流体绕其再循环的再循环环路的功率设施，该再循环环路包括构造成从相邻的上游构件接收工作流体的输出流并向相邻的下游构件提供工作流体的输入流的多个构件，其中该再循环环路包括：再循环压缩机；位于再循环压缩机的下游的燃烧器；位于燃烧器的下游的涡轮；以及构造成将来自涡轮的工作流体的输出流引导至再循环压缩机的再循环管道。该功率设施可包括：用于从再循环环路上的第一提取点提取工作流体的第一提取装置；用于从再循环环路上的第二提取点提取工作流体的第二提取装置；用于控制功率设施使得燃烧室至少以优选的化学计量比定期操作的装置；以及用于在燃烧器以优选的化学计量比操作的时间期间从第一提取装置和第二提取装置中的至少一个提取工作流体的装置。

[0008] 在一方面，选择性地仅从所述第一提取点、仅从所述第二提取点或从所述第一和第二提取点两者提取所述工作流体包括以下步骤：当在所述第一提取点处的工作流体的特性在相对于用于所述特性的优选值的预定范围内时，仅从所述第一提取点进行提取；当所述第二提取点处的工作流体的特性落入相对于用于所述特性的优选值的预定范围内时，仅从所述第二提取点进行提取；当用于所述特性的优选值在介于所述第一提取点处的工作流体的特性与所述第二提取点处的工作流体的特性之间的预定范围内时，从所述第一和第二提取点两者进行提取。

[0009] 在一方面，选择性地仅从所述第一提取点、仅从所述第二提取点或从所述第一和第二提取点两者进行提取包括以下步骤：当所述第一提取点处的工作流体的特性大致等于用于所述特性的优选值时，仅从所述第一提取点进行提取；当所述第二提取点处的工作流体的特性大致等于用于所述特性的优选值时，仅从所述第二提取点进行提取；当用于所述特性的优选值落入所述第一提取点处的工作流体的特性与所述第二提取点处的工作流体的特性之间时，从所述第一和第二提取点两者进行提取。

[0010] 在一方面，所述方法还包括可控制地使从所述第一提取点提取的工作流体与从所述第二提取点提取的工作流体混合，使得结合的提取工作流体流包括用于所述特性的优选值的步骤。

[0011] 在一方面，所述可控制地混合的步骤包括以下步骤：控制所述第一可控提取阀的设定，使得从所述第一提取点提取第一预定量的工作流体；控制所述第二可控提取阀的设定，使得从所述第二提取点提取第二预定量的工作流体；以及使所述第一预定量的工作流体在结合汇合部与所述第二预定量的工作流体结合使得形成结合的提取工作流体流；其中，给定所述第一提取点和所述第二提取点处的工作流体的特性，从所述第一提取点提取的所述第一预定量的工作流体和从所述第二提取点提取的第二预定量的工作流体包括一定量工作流体，其一旦混合便产生具有用于所述特性的优选值的结合的提取工作流体流。

[0012] 在一方面，所述特性包括压力和温度中的至少一个。

[0013] 在一方面，所述第一提取点包括在所述再循环环路内的预定第一位置；所述第二提取点包括在所述再循环环路内的预定第二位置；将在所述再循环环路内的第一位置和所述再循环环路内的第二位置选择成使得在预期的操作状态下，各处的工作流体包括彼此不相似的第一特性和相似的第二特性；方法还包括以下步骤：使从所述第一提取点提取的

工作流体与从所述第二提取点提取的工作流体混合,使得所述结合的提取工作流体流包括:得到的在期望水平的第一特性,所述期望水平是在所述第一提取点处的第一特性的水平与所述第二提取点处的第一特性的水平之间的水平;以及得到的第二特性,其大致等于所述第一提取点和所述第二提取点处的相似的第二特性的水平。

[0014] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环环路内的预定第一位置;所述第二提取点包括在所述再循环环路内的预定第二位置;将在所述再循环环路内的第一位置和所述再循环环路内的第二位置选择成使得在预期的操作状态下,各处的工作流体包括彼此不相似的第一特性和不相似的第二特性;方法还包括以下步骤:使从所述第一提取点提取的工作流体与从所述第二提取点提取的工作流体混合,使得所述结合的提取工作流体流包括:得到的处于期望水平的第一特性,所述期望水平是在所述第一提取点的第一特性的水平与在所述第二提取点的第一特性的水平之间的水平;以及得到的处于期望水平的第二特性,所述期望水平是在所述第一提取点的第二特性的水平与在所述第二提取点的第二特性的水平之间的水平。

[0015] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;所述第二提取点包括在所述涡轮内的位置;并且将在所述再循环压缩机内的位置和所述涡轮内的位置选择成使得所述不相似的第一特性是温度且所述相似的第二特性是压力。

[0016] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;将在所述再循环压缩机内的位置和所述再循环管道内的位置选择成使得所述不相似的第一特性是压力且所述相似的第二特性是温度。

[0017] 在一方面,所述第一提取点包括在所述涡轮内的位置;所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;将在所述涡轮内的位置和所述再循环管道内的位置选择成使得所述不相似的第一特性是压力且所述不相似的第二特性是温度。

[0018] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的第一位置,选择所述第一位置是因为所述第一位置在用于所述功率设施的第一操作模式期间与用于所述工作流体的期望压力或温度水平一致;并且所述第二提取点包括在所述再循环压缩机内的第二位置,选择所述第二位置是因为所述第二位置在用于所述功率设施的第二操作模式期间与用于所述工作流体的期望压力或温度水平一致;方法还包括以下步骤:当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体,并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

[0019] 在一方面,所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

[0020] 在一方面,所述第一提取点包括在所述涡轮内的第一位置,选择所述第一位置是因为所述第一位置在用于所述功率设施的第一操作模式期间与用于所述工作流体的期望压力或温度水平一致;并且所述第二提取点包括在所述涡轮内的第二位置,选择所述第二位置是因为所述第二位置在用于所述功率设施的第二操作模式期间与所述期望压力或温度水平一致;方法还包括以下步骤:当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体,并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

[0021] 在一方面,所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减

弱操作模式。

[0022] 在一方面,所述方法还包括以下步骤:从所述第一提取点和所述第二提取点中的至少一个提取所述工作流体和将从其提取的所述工作流体泄放至大气。

[0023] 在一方面,一种功率设施,所述功率设施构造成包括工作流体围绕其再循环的再循环环路,所述再循环环路包括构造成从相邻的上游构件接受工作流体的输出流并向相邻的下游构件提供工作流体的输入流的多个构件,其中,所述再循环环路包括:再循环压缩机;位于所述再循环压缩机的下游的燃烧器;位于所述燃烧器的下游的涡轮;以及构造成将来自所述涡轮的工作流体的输出流引导至所述再循环压缩机的再循环管道,所述功率设施包括:用于从所述再循环环路上的第一提取点提取所述工作流体的第一提取装置;用于从所述再循环环路上的第二提取点提取所述工作流体的第二提取装置;用于控制所述功率设施使得所述燃烧器至少以优选的化学计量比定期操作的装置;以及用于在所述燃烧器以所述优选的化学计量比操作的时间期间从所述第一提取装置和所述第二提取装置中的至少一个提取工作流体的装置。

[0024] 在一方面,用于控制所述功率设施使得所述燃烧器至少以所述优选的化学计量比定期操作的所述装置包括用于控制供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的装置和用于控制供应给所述燃烧器的燃料量的装置;用于提取所述工作流体的第一提取装置包括位于所述第一提取点的第一可控提取阀,并且其中,所述第一可控提取阀可控制为至少两种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定;并且用于提取所述工作流体的第二提取装置包括位于所述第二提取点的第二可控提取阀,并且其中,所述第二可控提取阀可控制为至少两种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定。

[0025] 在一方面,用于控制供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的装置包括氧化剂压缩机、构造成将来自所述氧化剂压缩机的压缩氧化剂引导至所述燃烧器的氧化剂管道、以及配置在所述氧化剂管道上的可控氧化剂阀,所述可控氧化剂阀可控制为允许向所述燃烧器输送不同的压缩氧化剂量的至少两种打开设定;并且用于控制供应给所述燃烧器的燃料量的装置包括燃烧器燃料供应,所述燃烧器燃料供应包括可控燃料阀,所述可控燃料阀可控制为允许向所述燃烧器输送不同燃料量的至少两种打开设定。

[0026] 在一方面,来自所述涡轮的工作流体的输出流包括排气,所述排气经由所述再循环管道被引导至所述再循环压缩机;所述再循环压缩机构造成压缩所述排气,使得来自所述再循环压缩机的工作流体的输出流包括压缩排气;用于控制所述功率设施使得所述燃烧器至少以所述优选的化学计量比定期操作的所述装置包括计算机化控制单元,所述计算机化控制单元构造成控制所述可控氧化剂阀和所述可控燃料阀的设定,以及用于确定所述燃烧器在其下操作的当前化学计量比和所述当前化学计量比是否等于所述优选的化学计量比的装置;其中,所述优选的化学计量比包括约为1的化学计量比。

[0027] 在一方面,所述优选的化学计量比包括在0.75与1.25之间的化学计量比。

[0028] 在一方面,所述优选的化学计量比包括在0.9与1.1之间的化学计量比。

[0029] 在一方面,用于确定所述燃烧器在其下操作的当前化学计量比的所述装置包括:用于测量供应给所述燃烧器的压缩氧化剂量的装置和用于测量供应给所述燃烧器的燃料量的装置;并且所述计算机化控制单元构造成基于测得的供应给各燃烧器的压缩氧化剂

和测得的供应给各燃烧器的燃料量来计算所述燃烧器在其下操作的化学计量比。

[0030] 在一方面,用于确定所述燃烧器在其下操作的当前化学计量比的装置包括用于测试从所述燃烧器排出的工作流体的装置,所述测试装置包括用于检测过量氧化剂的传感器和用于检测未消耗的燃料的传感器中的至少一个;并且所述测试位置包括在所述再循环回路上的位置范围内的位置,所述位置范围是在所述涡轮的入口与沿下游方向位于所述燃烧器的入口后方处之间限定的。

[0031] 在一方面,所述计算机化控制单元构造成基于所述燃烧器中的当前化学计量比是否被确定为等于所述优选的化学计量比而选择性地从所述第一提取点和所述第二提取点中的至少一个提取工作流体。

[0032] 在一方面,所述再循环管道构造成收集来自所述涡轮的一部分排气并且将所述一部分排气引导至所述再循环压缩机的进口;所述再循环管道还包括热回收蒸汽发生器,所述热回收蒸汽发生器包括锅炉,所述热回收蒸汽发生器构造成使得来自所述涡轮的排气包括用于所述锅炉的热源;所述再循环管道包括位于其上的冷却装置和鼓风机中的至少一个,所述冷却装置构造成从流经所述再循环管道的排气可控制地去除一定热量,使得在所述再循环压缩机的进口处实现更理想的温度,并且所述鼓机构造成使流经所述再循环管道的排气可控制地循环,使得在所述再循环压缩机的进口处实现更理想的压力。

[0033] 在一方面,所述功率设施还包括:用于确定所述第一提取点处的工作流体的特性的装置;以及用于确定所述第二提取点处的工作流体的特性的装置;其中,所述计算机化控制单元构造成基于所述第一和第二提取点处的工作流体的特性而选择性地仅从所述第一提取点、仅从所述第二提取点或从所述第一和第二提取点两者提取所述工作流体。

[0034] 在一方面,用于确定所述第一提取点和所述第二提取点处的工作流体的特性的装置包括压力传感器和温度传感器中的至少一个;并且所述计算机化控制单元构造成经由控制所述第一和第二可控提取阀的设定而选择性地仅从所述第一提取点、仅从所述第二提取点或从所述第一和第二提取点两者提取所述工作流体。

[0035] 在一方面,所述计算机化控制单元构造成确定用于工作流体的特性的优选值;并且所述计算机化控制单元构造成基于所述第一和第二提取点处的工作流体的所述特性和用于所述提取的工作流体的特性的优选值而选择性地仅从所述第一提取点、仅从所述第二提取点或从所述第一和第二提取点两者进行提取。

[0036] 在一方面,所述计算机化控制单元构造成确定用于所述提取的工作流体的计划下游应用;其中,用于所述工作流体的特性的优选值基于给定所述计划下游应用的优选值。

[0037] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;所述第二提取点包括在所述涡轮内的位置;并且所述再循环压缩机内的位置和所述涡轮内的位置被选择成具有不相似的温度特性和相似的压力特性。

[0038] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的位置;所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;在所述再循环压缩机内的位置和在所述再循环管道内的位置被选择成具有相似的温度特性和不相似的压力特性。

[0039] 在一方面,所述第一提取点包括在所述涡轮内的位置;所述第二提取点包括在所述再循环管道内的位置;在所述涡轮内的位置和在所述再循环管道内的位置被选择成具有不相似的压力特性和不相似的温度特性。

[0040] 在一方面,所述第一提取点包括在所述再循环压缩机内的第一位置,选择所述第一位置以在用于所述功率设施的第一操作模式期间提供用于所述工作流体的期望压力或温度水平;并且所述第二提取点包括在所述再循环压缩机内的第二位置,选择所述第二位置以在用于所述功率设施的第二操作模式期间提供用于所述工作流体的期望压力或温度水平;当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体,并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

[0041] 在一方面,所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

[0042] 在一方面,所述第一提取点包括在所述涡轮内的第一位置,选择所述第一位置以在用于所述功率设施的第一操作模式期间提供用于所述工作流体的期望压力或温度水平;并且所述第二提取点包括在所述涡轮内的第二位置,选择所述第二位置以在用于所述功率设施的第二操作模式期间提供所述期望压力或温度水平;所述计算机化控制单元构造成当所述功率设施以所述第一操作模式操作时从所述第一提取点提取工作流体,并且当所述功率设施以第二操作模式操作时从所述第二提取点提取工作流体。

[0043] 在一方面,所述第一操作模式包括基本负载操作模式且所述第二操作模式包括减弱操作模式。

[0044] 本申请的这些和其它特征将在回顾下文结合附图对优选实施例进行的详细描述和所附权利要求后变得显而易见。

附图说明

[0045] 图1是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的示例性构型的示意图;

[0046] 图2是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0047] 图3是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0048] 图4是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0049] 图5是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0050] 图6是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0051] 图7是示出与采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施相关的示例性操作方法的流程图;

[0052] 图8是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0053] 图9是示出采用排气再循环和再热燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0054] 图10是示出采用排气再循环和单个燃烧系统的备选功率设施的构型的示意图;

[0055] 图11是示出采用排气再循环和单个燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;

[0056] 图12是示出采用排气再循环和单个燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图;以及

[0057] 图13是示出采用排气再循环和单个燃烧系统的功率设施的备选构型的示意图。

[0058] 部件列表

[0059] 8 指定开始位置

[0060] 9 功率设施

[0061] 10 再循环环路

- [0062] 11 氧化剂压缩机
- [0063] 12 再循环压缩机
- [0064] 14 轴
- [0065] 16 增压压缩机
- [0066] 18 发电机
- [0067] 20 燃料供应
- [0068] 22 上游燃烧器
- [0069] 24 下游燃烧器
- [0070] 30 高压涡轮
- [0071] 32 低压涡轮
- [0072] 39 热回收蒸汽发生器
- [0073] 40 再循环管道
- [0074] 41 再循环通风孔
- [0075] 44 冷却器
- [0076] 46 鼓风机
- [0077] 51 提取点
- [0078] 52 第一氧化剂管道
- [0079] 54 氧化剂阀 (用于第一氧化剂管道52)
- [0080] 56 排气阀
- [0081] 58 上游燃烧器燃料阀
- [0082] 59 下游燃烧器燃料阀
- [0083] 61 提取气体阀
- [0084] 62 提取气体供应
- [0085] 63 涡轮旁通管道
- [0086] 64 用于检测过量氧化剂的传感器
- [0087] 65 控制单元
- [0088] 67 第二氧化剂管道
- [0089] 68 氧化剂阀 (用于第二氧化剂管道67)
- [0090] 70 传感器
- [0091] 75 第一提取点
- [0092] 76 第二提取点
- [0093] 78 上游燃烧器燃料供应
- [0094] 79 下游燃烧器燃料供应
- [0095] 81 第一氧化剂提取位置
- [0096] 83 第二氧化剂提取位置
- [0097] 86 结合点。

具体实施方式

[0098] 现在参照附图,其中在全部若干视图中各种标号表示相似部件,图1至图13提供了

根据本申请的构型的示例性功率设施的示意图。如下文将更详细介绍的,这些功率设施包括给定排气的再循环而实现性能优点的新颖系统架构和构型和/或控制方法。除非另外阐明,否则如文中所用的术语“功率设施”并不意图为排它性的,而是可指文中所述、图中所示或要求保护的任何构型。此类系统可包括两个单独的涡轮、排气再循环、两个燃烧系统和/或热回收蒸汽发生器。

[0099] 如图1中所示,功率设施9包括再循环环路10,其包括工作流体的再循环流。在本发明的某些实施例中,如图1中所示,再循环环路10是来自涡轮的排气凭其循环从而形成工作流体的再循环流的装置。将理解,再循环环路10构造成使得:位于其上的各构件构造成从相邻上游构件接受工作流体的输出流并向相邻下游构件提供工作流体的输入流。注意,将参照环路10上的指定“开始位置8”描述再循环环路10的若干构件。将理解,开始位置8是任意的,并且系统的功能可以以另一方式或参照另一开始位置描述而无实质影响。如图所示,开始位置8位于轴向式压缩机12的进气口。如所构造的,轴向式压缩机12从涡轮接受再循环排气流;因此,轴向式压缩机12在文中称为“再循环压缩机12”。沿下游方向移动,再循环环路10包括与高压涡轮30相关联的上游燃烧器22和与低压涡轮32相关联的下游燃烧器24。将理解,用于描述这些构件的术语目的是描述性的,使得功率设施9的高效描述是可能的。虽然术语并非意在过度限制,但将理解,“上游”和“下游”指定一般是指给定指定的开始位置8而工作流体流经再循环环路10的方向。此外,“高压”和“低压”指定是指给定各涡轮在再循环环路10上的位置而各涡轮30、32中相对于其它涡轮的操作压力水平。

[0100] 在低压涡轮32的下游,再循环管道40将排气导引至再循环压缩机12的进气口,该再循环压缩机12由此使排气从涡轮(或至少其一部分)再循环。若干其它构件可位于再循环管道40上。将理解,这些构件可用于以期望方式(即,以期望温度、压力、湿度等)将排气输送至再循环压缩机12。如图所示,在各种实施例中,在再循环管道40上可包括热回收蒸汽发生器39、冷却器44和鼓风机46。此外,再循环环路10可包括再循环通风孔41,其提供将一定量的排气可控地从再循环管道40排出使得实现期望的流平衡的途径。例如,将理解,在稳态状况下,一定量的排气必须经再循环通风孔41排出,该排气量与分别经由氧化剂压缩机11和燃料供应20进入再循环环路10的压缩氧化剂和燃料的量大致相等。将理解,在喷射到再循环环路10中的氧化剂/燃料与从再循环环路10排出的排气之间实现期望平衡可经由记录进入环路10的压缩氧化剂和燃料的量和离开的排气的量的传感器及再循环环路10内的温度传感器、阀传感器、压力传感器以及其它常规装置和系统来完成。

[0101] 功率设施9可包括氧化剂压缩机11,与再循环压缩机12不同,其未完全集成在再循环环路10中。如下所述,氧化剂压缩机11可为轴向式压缩机,其构造成在再循环环路10内的一个或多个位置处喷射压缩空气或其它氧化剂。在大多数应用中,氧化剂压缩机11将构造成压缩空气。将理解,在其它实施例中,氧化剂压缩机11可构造成供应可被加压并喷射到燃烧系统中的任何类型的氧化剂。例如,氧化剂压缩机11可包括掺有氧气的空气供应。另一方面,再循环压缩机12构造成压缩来自涡轮30、32的再循环排气。在必要时,可提供增压压缩机16,以在氧化剂压缩机11的排出物喷射到再循环环路10中之前增大该排出物的压力,使得实现优选的喷射压力。这样,压缩氧化剂可被有效地输送至一个或多个燃烧器。

[0102] 氧化剂压缩机11和再循环压缩机12可通过驱动两者的单个或公共轴14机械地联接。在公共轴14上还可包括发电机18,而高压涡轮30和低压涡轮32驱动公共轴14和附接至

其的负载。将理解,本发明可用于具有与图中所示的示例性公共轴构型14不同的轴构型的系统中。例如,可使用多个轴,每个轴可包括涡轮中的一个和负载元件中的一个或多个(即,压缩机11、12中的一个或发电机18)。这种构型可包括同心轴或其它。

[0103] 在示例性实施例中,功率设施9的燃烧系统如图所示包括上游燃烧器22和其下游的下游燃烧器24。将理解,如以下更详细说明的,上游燃烧器22和下游燃烧器24可包括任何类型的常规燃烧器、燃烧系统和/或再热燃烧器,并且所选术语仅指在再循环环路10上的相对定位(给定指定起动位置8和流动方向)。通常,如图1中所示和以下更详细说明的,上游燃烧器22通过将燃料在单管(can)式燃烧器或其它类型的常规燃烧器中燃烧而产生的燃烧气体喷射到再循环环路10中而操作。备选地,某些燃烧系统通过直接的燃料喷射而操作。在喷射后,所喷射的燃料在再循环环路10内燃烧。这些方法中的任一种一般增加工作流体的温度和动能,并且燃烧器类型中的任一种可用作上游燃烧器22或下游燃烧器24。燃料供应20可向上游燃烧器22和下游燃烧器24供应诸如天然气的燃料。

[0104] 更具体而言,上游燃烧器22可构造成接受来自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂流和来自燃料供应20的燃料。在该操作模式中,上游燃烧器22可包括一个或多个单管或燃烧室,燃料和氧化剂一起传入其内、混合并点燃,使得形成加压燃烧气体的高能流。上游燃烧器22然后将燃烧气体引导至高压涡轮30中,此处气体膨胀并提取功。下游燃烧器24可构造成在高压涡轮30下游的点处向工作流体添加能量/热量。如图1的实施例中所示,下游燃烧器24可刚好位于低压涡轮32的上游。如上所述,下游燃烧器24之所以这样称呼是因为它在上游燃烧器22下游的点处向工作流体流添加热量/能量。

[0105] 如本领域普通技术人员将理解的,可使用双燃烧或再热系统(例如上述的那些)来实现某些操作优点。这些优点尤其包括:1)燃料灵活性;2)改善的排放;3)较低的总点火温度;4)较少的冷却和密封要求;5)较长的部件寿命;以及6)由于较低的点火温度而使用较廉价的材料。因此,改善如本发明所提供的包括再热系统的功率设施的操作拓宽了再热系统的潜在用途和这些系统通常提供的优点的实现。

[0106] 如上所述,功率设施9还包括再循环管道40。再循环管道40大体形成来自涡轮的排气凭其再循环的流动路径,由此完成再循环环路10。更具体而言,再循环管道40在终止于再循环压缩机12的进气口处的路径上引导来自低压涡轮32的排气。将理解,再循环管道40可使排气沿如图1中所示包括热回收蒸汽发生器39、冷却器44和鼓风机46的途径循环通过若干构件(注意,为了避免不必要的复杂性,热回收蒸汽发生器39已在图1中以简化形式表示)。本领域普通技术人员将理解,本发明的热回收蒸汽发生器39可包括任何类型的系统,其中来自一个或多个燃气涡轮的燃烧排气被用作蒸汽涡轮的锅炉用的热源。

[0107] 在热回收蒸汽发生器39的下游,冷却器44可定位成使得流经再循环管道40的气体流经它。冷却器44可包括足以用于此功能的直接接触冷却器或其它常规换热器,并且可通过从排气提取更多热量而使得排气以期望或优选温度进入再循环压缩机12来操作。冷却器44还可提供再循环气体内的湿度水平凭其被控制为优选水平的装置。即,冷却器44可通过冷却流而从该流提取水,这由此在气体在进入冷却器前被加热至流的温度后降低了再循环气体的湿度水平。如图1中所示,鼓风机46可位于冷却器44的下游;然而,如本领域普通技术人员将理解的,该次序可颠倒。鼓风机46可具有常规设计。鼓风机46可用于更高效地使排气循环通过再循环管道40,使得气体以期望方式输送至再循环压缩机12的进气口。

[0108] 功率设施9可包括若干类型的管道、管件、阀、传感器和凭其控制和维持功率设施9的操作的其它系统。将理解,文中所述的所有阀可被控制为影响行进通过管道的流体的量的各种设定。如已描述的,再循环管道40使来自涡轮30、32的排气再循环到再循环压缩机12的进气口,由此为工作流体提供再循环流动路径。此外,如图1中所示,可提供第一氧化剂管道52,其将来自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂引导至上游燃烧器22。第一氧化剂管道52可包括控制通过该管道的氧化剂的流的氧化剂阀54。第一氧化剂管道52还可包括增压压缩机16,其如以下更详细所述可用于增大该管道内压缩氧化剂的压力。第一氧化剂管道52还可包括通风阀56。通风阀56提供移动通过第一氧化剂管道52的压缩氧化剂的一部分凭其被排出至大气的装置。如图1中所示,本发明的某些实施例通过将来自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂的流提供给上游燃烧器22但不提供给下游燃烧器24来操作。在其它实施例中,例如在图2至图5所示的实施例中,本发明通过将来自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂的流提供给上游燃烧器22和下游燃烧器24来操作。在另外的其它实施例中,本发明通过将来自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂的流提供给下游燃烧器22但不提供给上游燃烧器24来操作。当第一氧化剂管道52上的氧化剂阀54完全关闭(即,被设定成使得不允许来自氧化剂压缩机11的流通过其)时,这种类型的系统例如表示在图2和图4中。

[0109] 燃料供应20可包括向上游燃烧器22和/或下游燃烧器24提供燃料的两个供应管道。如图所示,燃料阀58控制被输送至上游燃烧器22的燃料的量,而另一燃料阀59控制被输送至下游燃烧器24的燃料的量。将理解,虽然图中未示出,但输送至上游燃烧器22和下游燃烧器24的燃料类型不必相同,并且,给定某一系统标准,不同燃料类型的使用可能是有利的。此外,如以下更详细讨论的,燃料阀58和燃料阀59可被控制成使得燃料被输送至两个燃烧器22、24中的仅仅一个。更具体而言,在某些实施例中,燃料阀58可被完全关闭,使得燃料不被输送至上游燃烧器22。在这种情况下,如以下更详细讨论的,两个燃烧器22、24均可依靠输送至下游燃烧器24的燃料来操作。类似地,在某些实施例中,燃料阀59可完全关闭,使得燃料不被输送至下游燃烧器22。在这种情况下,如以下更详细讨论的,两个燃烧器22、24均可依靠输送至上游燃烧器22的燃料来操作。将理解,文中描述为利用完全关闭的阀来操作的系统意图涵盖其中截止阀位于其上的管道完全被省略的系统构型。

[0110] 提取点51包括从工作流体提取气体的点。在优选实施例中,提取点51位于再循环环路10上,使得可有效地提取二氧化碳(CO₂)和/或氮气(N₂)。给定某些操作和系统控制模式,本发明的系统架构允许这种提取发生在如图1中所示位于高压涡轮30和上游燃烧器22两者的上游的位置。更具体而言,如图所示,提取点51可位于刚好在上游燃烧器22中的燃烧反应的上游的位置。提取点51可包括凭其将工作流体内的一部分气体分流到管道中并由此从再循环环路10移除的常规提取装置。可提供提取气体阀61,以控制被提取的工作流体的量。在提取气体阀61的下游,该管道可将提取气体供应62输送至一个或多个下游构件(未示出)。在优选实施例中,提取气体供应62可被引导至通过常规装置使二氧化碳与氮气分离的分离系统(未示出)。如上所述,在分离后,这些气体可用于许多类型的工业应用,诸如例如在食品和饮料行业中的应用。

[0111] 从连接到提取点51上的管道分支,还可包括涡轮旁通管道63,其提供绕开各涡轮30、32的通道。提供涡轮旁通管道63用于起动情形,并且由于其不会实质性地影响本发明的功能而将不进一步讨论。

[0112] 在其它实施例中,提取点51可位于图1的再循环环路10内的不同位置。如以下更详细所述(特别是关于图5和图6),本文提供的架构和控制方法教导了可凭其使燃烧器22、24中的一个在化学计量点或优选化学计量比处或它们附近操作的有效且起作用的装置。即,功率设施9内的燃料和氧化剂供应可采用这样的方式来控制:一旦氧化剂和燃料已在燃烧器22、24中的一个内充分混合、点燃并燃烧,便产生不存在或基本不存在氧化剂和未消耗燃料的排气。在此状态下,排气由高含量二氧化碳和氮气组成,其可被经济地提取以用于其它应用中。如上所述,“在化学计量点操作”或“化学计量点操作”是指在化学计量点处、其附近或其左右可接受或期望的范围内的操作。将理解,“化学计量点”也可指1的化学计量比,因为据说它包括1:1的燃料与氧化剂比例。还将理解,将大于1的比例描述为包含过量氧化剂,而将小于1的比例描述为包含过量燃料。将理解,根据具体功率设施的限制、提取的工作流体的期望特性以及其它标准,化学计量点操作可指在化学计量点或换言之1的化学计量比左右的范围内的化学计量操作。因此,在某些实施例中,“化学计量点操作”可指在被限定在0.75与1.25之间的化学计量比的范围内的操作。在更优选的实施例中,“化学计量点操作”可指在被限定在0.9与1.1之间的化学计量比的范围内的操作。在其它更加优选的实施例中,“化学计量点操作”可指基本在或很接近1的化学计量比的操作。最后,在其它优选实施例中,“化学计量点操作”可指在被限定在大约1.0与1.1之间的化学计量比的范围内的操作。

[0113] 将理解,如果燃烧器22、24中的一个在化学计量点(即,1的化学计量比或者在上述预定范围或另一期望范围之一内)操作,则燃烧器下游的排气基本不存在未消耗燃料和氧气,并基本由可被经济地提取的二氧化碳和氮气(和/或一些其它期望气态特性)组成。因此,根据本发明的实施例,提取点51通常可位于再循环环路10上的任何点,既在1)在化学计量点操作的任一燃烧器22、24的下游又在2)另一燃烧器22、24的上游。本领域普通技术人员将理解,如文中所用的“另一燃烧器的上游”是指燃烧器内氧化剂和/或燃料实际进入再循环环路51的点的上游,且因此,“另一燃烧器的上游”可包括可被解释为在“另一燃烧器”内但也在氧化剂和/或燃料喷射到工作流体流中的位置的上游的区域,例如燃烧器头端内的某些区域。在如图1的构型中,假设下游燃烧器24的燃料输入被控制为在(或基本在)化学计量点产生燃烧,提取点51可位于被限定在下游燃烧器24与沿下游方向位于上游燃烧器22后方处(proceeding)之间的范围内的任何点。在一个优选实施例中,如图1中所示,提取点可在再循环压缩机12的排出口处位于该范围内。将理解,该位置提供高度加压的提取气体,其在某些下游应用中可能有利。

[0114] 功率设施9还可包括测量操作参数、设定以及系统的构件和各种管道内的状况的一个或多个传感器70。一个这种传感器可以是用于检测过量氧化剂的传感器64,诸如例如常规氧传感器。用于检测过量氧化剂的传感器64可刚好位于提取点51的上游,并且可以以预定间隔测量流经再循环环路10的排气或工作流体的氧含量。这样定位的用于检测过量氧化剂的传感器64也可定位成测试工作流体的氧化剂含量,这可提供与在用于检测过量氧化剂的传感器64的直接上游的燃烧器内的化学计量比和/或工作流体的提取是否会产生适当地不存在氧化剂和未消耗燃料的气体供应有关的信息。将理解,用于检测过量氧化剂的传感器64可位于再循环环路10上被限定在提取点51与位于沿上游方向所遇到第一燃烧器22、24后方处之间的范围内。将理解,给定提取点51的定位,在上游方向上遇到的第一燃烧器

22、24是被控制在优选化学计量比的燃烧器22、24。这样,用于检测过量氧化剂的传感器64可用于确定当前希望从再循环环路10提取气体的程度。如以下更详细所述,该系统可包括测量可与系统的任何构件有关的过程变量的基质(host)的其它传感器70。因此,附图示出位于功率设施9周围的示例性位置的多个传感器70。如本领域普通技术人员将理解的,常规系统通常包括除了刚刚在若干图中示出的那些的许多传感器,并且此外,那些其它传感器可位于系统内不同于刚刚指出的那些的位置。将理解,这些传感器70可将它们的读数电子地传达给控制单元65和/或按照控制单元65传达给它们的指令来工作。可与用于检测过量氧化剂的传感器64一起或可互换使用的一个这种传感器70是检测排气中有无未消耗燃料的传感器。与用于检测过量氧化剂的传感器64结合,未消耗燃料传感器70可提供可从其确定上游燃烧器22、24中的化学计量比的测量值以及当前提取工作流体的合适度。本领域的技术人员将理解,可使用其它传感器来收集与燃烧器内发生的燃烧的化学计量特性有关的数据。例如,可使用CO传感器和湿度传感器。

[0115] 功率设施9还可包括根据文中所述的某些实施例工作的控制单元65。将理解,控制单元65可包括电子或计算机实现的装置,其从传感器和其它来源取得与设施操作参数、设定和状态有关的数据,并且按照算法、储存数据、操作人员偏好等来控制功率设施9的各种机械和电气系统的设定,使得实现期望的操作模式。例如,控制单元65可控制功率设施9,使得在燃烧器22、24之一中实现化学计量操作或在优选化学计量比下的操作。将理解,该控制机制可通过平衡喷射到上游或下游燃烧器22、24中的燃料和氧化剂以及考虑在再循环工作流体内行进的来自两个燃烧器22、24中的另一个的任何过量氧化剂或未消耗燃料来实现该目标。一旦实现化学计量操作,控制单元65就可控制提取气体阀61,使得提取以期望速率进行,并且持续期望的时间或者直到改变的状态不再适合提取。可按照从控制单元65接收的可经由有线或无线通信连接发送的电信号来控制管理工作流体的流、气体提取、燃料消耗等的上述各种阀的设定。

[0116] 在使用中,根据示例性实施例的功率设施9可如下操作。氧化剂压缩机11内的叶片的旋转压缩经由第一氧化剂管道52供应给上游燃烧器22的氧化剂。在到达上游燃烧器22前,在一些实施例中可提供增压压缩机16。增压压缩机16可用于将由氧化剂压缩机11供应的氧化剂的压力升高到对于喷射到上游燃烧器22中而言足够或优选的水平。这样,压缩氧化剂的流可在上游燃烧器22内与从再循环压缩机12供应给燃烧器的压缩排气的流结合。将理解,成功地使两股这样的流在上游燃烧器22内结合可采用若干方式完成,并且根据流如何导入上游燃烧器22内,各流的合适压力水平可变化。本发明教导了可凭其控制压力水平使得流可以以合适方式合并同时避免可避免的空气动力学损失、回流和其它可能的性能问题的方法和系统构型。

[0117] 因此,上游燃烧器22可构造成将来自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂流与来自再循环压缩机12的压缩排气流合并并燃烧其中的燃料,从而产生高能、加压的燃烧气流。燃烧气流然后被引导至高压涡轮30内的旋转叶片的级上,这诱发绕轴14的旋转。这样,燃烧气体的能量变换为旋转轴14的机械能。如上所述,轴14可将高压涡轮30联接到氧化剂压缩机11,使得轴14的旋转驱动氧化剂压缩机11。轴14还可将高压涡轮30联接到再循环压缩机12,使得轴14的旋转驱动再循环压缩机12。轴14还可将高压涡轮30联接到发电机18,使得其也驱动发电机18。将理解,发电机18将旋转轴的机械能转化为电能。当然,可由高压涡轮30驱动其

它类型的负载。

[0118] 工作流体(即来自高压涡轮30的排气)然后被引导至低压涡轮32。在到达低压涡轮32之前,下游燃烧器24向流经再循环环路10的工作流体添加热量/能量,如上所述。在图1的实施例中,下游燃烧器24构造成燃烧来自高压涡轮30的排气内的燃料。在备选实施例中,如在图2至图6中所示和下文更详细讨论的,下游燃烧器24可构造成将来自氧化剂压缩机的压缩氧化剂流与来自高压涡轮30的排气流合并并燃烧其中的燃料,从而产生高能、加压的燃烧气流。工作流体然后被引导至低压涡轮32内的旋转叶片的级上,这诱发绕轴14的旋转,由此将燃烧气体的能量变换为旋转轴14的机械能。与高压涡轮30一样,轴14可将低压涡轮32联接到氧化剂压缩机11、再循环压缩机12和/或发电机18。在某些实施例中,高压涡轮30和低压涡轮32可先后驱动这些负载。在其它实施例中,可使用同心轴,使得高压涡轮30驱动同心轴中的一个上的负载的一部分,而低压涡轮32驱动其它同心轴上的剩余负载。另外,在其它系统构型中,高压涡轮30和低压涡轮32可驱动单独的非同心轴(未示出)。

[0119] 从低压涡轮32起,再循环管道40可形成完成本发明的再循环环路10的流动路径。该流动路径最终将来自涡轮30、32的排气输送至再循环压缩机12的进气口。作为该再循环管道40的一部分,排气可由热回收蒸汽发生器39使用。即,排气可提供用于驱动蒸汽涡轮的锅炉的热源,该蒸汽涡轮接收来自热回收蒸汽发生器39的蒸汽。在其下游,排气可由冷却器44进一步冷却以及行进通过鼓风机46。冷却器44可用于降低排气的温度,使得它们在期望的温度范围内输送至再循环压缩机12的进气口。鼓风机46可帮助使排气循环通过再循环环路10。将理解,热回收蒸汽发生器39、冷却器44和鼓风机46可包括常规构件并按照常规方法操作。

[0120] 关于控制单元65的操作,将理解,其可包括电子或计算机实现的装置,该装置取得与设施操作参数和状态有关的数据,并根据算法、储存数据、操作人员偏好等来控制功率设施9的各种机械和电气系统的设定,使得实现期望操作模式,例如,实现在或基本在化学计量点处操作。控制单元65可包括指明功率设施9的机械和电气系统应如何操作的控制逻辑。更具体而言,并且根据本申请的某些实施例,控制单元65通常包括编程逻辑,其指明应该如何监测某些操作参数/储存数据/操作人员偏好/等,以及给定来自监测数据的某些输入应该如何操作诸如如上所述的功率设施9的各种机械和电气系统。控制单元65可响应于控制逻辑的命令而自动控制各种系统和装置的操作,并且在某些情形中,可在采取动作前要求操作人员输入。如本领域普通技术人员将理解的,这种系统可包括监测有关操作参数的多个传感器、装置和仪器,以上讨论了其中一些。这些硬件装置可向控制单元65传输数据和信息,以及由控制单元65控制和操纵。即,按照常规装置和方法,控制单元65可从功率设施9的系统接收和/或获取数据,处理该数据,查询储存的数据,与功率设施9的操作人员通信,和/或按照一组指令或逻辑流程图来控制系统的各种机械和电气设备,如本领域普通技术人员应理解的,该组指令或逻辑流程图可构成由控制单元65操作的软件程序的一部分,且其可包括与本发明的实施例有关的方面。简言之,控制单元65可控制功率设施9的操作,使得其在化学计量点操作,并且在这样操作的同时,提取基本不存在氧气和未消耗燃料的燃烧排气的供应。以下关于图7的讨论涉及用于使文中所述的系统在化学计量点操作和期望排气的提取的根据本发明的逻辑流程图。将理解,这些逻辑流程图可由控制单元用于此类目的。

[0121] 图2至图6提供了包括备选系统构型的本发明的实施例。将理解,这些构型呈现了

用于将来自氧化剂压缩机11的氧化剂喷射到再循环环路10中、向燃烧系统输送燃料和可提取排气的方式的备选策略。这些备选方案中的每一个提供了特定优点,包括可实现并维持化学计量操作的方式。将理解,这些备选方案是示例性的,并且并不意图提供可落入所附权利要求的范围内的所有可能的系统构型的详尽描述。此外,虽然图2至图6示出了燃料和氧化剂两者均被输送至上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个,但将理解,以下描述的某些实施例可用于氧化剂被输送至上游燃烧器22和下游燃烧器24中的仅一个的系统和/或燃料被输送至上游燃烧器22和下游燃烧器24中的仅一个的系统中。任何这些系统的示例可经由对将氧化剂和燃料输送至燃烧器22、24的各种阀54、58、59、68的控制而构成。

[0122] 图2至图4提供了包括第二氧化剂管道67和氧化剂阀68的实施例,其可一起用于向下游燃烧器24供应受控的压缩氧化剂量(其与第一氧化剂管道52相似源自氧化剂压缩机11)。如在图2和图3中所示,第二氧化剂管道67可从第一氧化剂管道52分支,这意味着用于各氧化剂管道的压缩氧化剂来自氧化剂压缩机11的相同供应点抽吸。在图2中,发生分支使得第二氧化剂管道与第一氧化剂管道52的连接发生在第一氧化剂管道52的氧化剂阀54和增压压缩机16的上游。在这种情况下,第二氧化剂管道67由此绕开增压压缩机16。这可用于在第一氧化剂管道52内形成不同压力水平的流,该第一氧化剂管道52将由于增压压缩机16而具有高于第二氧化剂管道67内的压力。由于第一氧化剂管道52向在再循环环路10上位于第二氧化剂管道67上游的点提供压缩氧化剂,因而该构型允许可凭其将各氧化剂管道中的压力控制为适合在不同位置喷射的压力水平的有效装置。在图3中,分支发生在第一氧化剂管道52的氧化剂阀54的下游。更具体而言,第二氧化剂管道52的分支发生在第一氧化剂管道52的氧化剂阀54(其可位于增压压缩机16的下游,如图所示)与燃烧器22之间。

[0123] 如图4中所示,第二氧化剂管道67也可独立于第一氧化剂管道52。如图所示,在此情形中,第二氧化剂管道67可从氧化剂压缩机11内的提取点延伸。用于第二氧化剂管道的提取点可位于第一氧化剂管道52引出其压缩氧化剂流的位置上游的其中一个级上,其例如可位于压缩机排出壳体中。更具体而言,该提取点可构造成在氧化剂压缩机11内的中间级处渗出压缩氧化剂。通过第一氧化剂管道52从压缩机排出壳体或其附近抽吸,该布置引起通过第一氧化剂管道52的压缩氧化剂流的比在第二氧化剂管道67中的更高压力。还将理解,该构型允许第一氧化剂管道52和第二氧化剂管道67具有不同的压力水平而不需包括增压压缩机16。与前面一样,压差可能有用,因为压缩氧化剂的压力可与其在再循环环路10上所使用的位置的压力匹配。

[0124] 图5和图6提供了给定两个燃烧器22、24均从氧化剂压缩机11接收压缩氧化剂供应的事实而用于定位提取点51的不同策略。将理解,将系统构造成具有燃烧氧化剂/燃料的两个点提供了用于产生在化学计量点操作(应注意,如上所述,这是指在化学计量点左右或附近的期望范围内的操作)的新备选方案和因此可提取工作流体的不同位置(如图5和图6中提供的)。如上所述,本文提供的架构和控制方法教导了可凭其使功率设施在化学计量点操作的有效和起作用的装置。可采用这样的方式来控制对功率设施9的燃料和氧化剂供应:一旦氧气(来自所喷射的氧化剂)和燃料已充分混合、点燃并燃烧,便产生基本不存在氧气和未消耗燃料的排气。因此,按照本发明的实施例,提取点51可位于再循环环路10上具有源自化学计量点操作的排气的任何点。如上文关于图1的构型所述,这通常意味着提取点可位于在再循环环路10上的任何位置,既在1)在化学计量点操作的燃烧器22、24的下游又在2)另

一燃烧器22、24的上游。将理解,可在该范围内提供多于一个提取点,并且该布置在不同压力水平对于多个提取气体供应而言有用的情况下可能有用。

[0125] 图5示出具有位于高压涡轮30的后端附近的提取点51的示例性构型。将理解,该提取点51可证实上游燃烧器22在化学计量点操作时是有效的。给定上述原理并假设这种操作,可能的提取点51构成被限定在上游燃烧器22与沿下游方向位于下游燃烧器24后方处之间的范围。即,按照本发明的实施例,功率设施9可被控制成使得导入燃烧器22、24内的氧化剂和燃料的组合作用以优选化学计量比在上游燃烧器22内产生燃烧,这由此在上游燃烧器22的下游形成其中可实现具有期望特性的工作流体的提取的位置范围。

[0126] 图6示出具有刚好位于热回收蒸汽发生器39的上游的提取点51的示例性构型。将理解,该提取点51可证实下游燃烧器24在化学计量点操作时是有效的。给定上述原理并假设这种操作,可能的提取点51构成被限定在下游燃烧器24与沿下游方向位于上游燃烧器22后方处之间的范围。即,按照本发明的实施例,功率设施9可被控制成使得导入燃烧器22、24内的氧化剂和燃料的组合作用以优选化学计量比在下游燃烧器24内产生燃烧,这由此在下游燃烧器24的下游形成其中可实现具有期望特性的工作流体的提取的位置范围。

[0127] 图7示出用于根据本发明的一个示例性实施例操作功率设施9的方法的逻辑流程图100。如本领域普通技术人员将理解的,逻辑流程图100是示例性的。此外,上文关于系统的若干构件所述的任何功能在必要或可能的情况下并入以下讨论中,以帮助执行指定步骤。逻辑流程图100可由控制单元65实施和执行。在一些实施例中,控制单元65可包括任何适当的高功率固态开关装置。控制单元65可为计算机;然而,这仅为在本申请范围内的适当高功率控制系统的示范。在某些实施例中,控制单元65可实施为诸如ASIC的单个专用集成电路,其具有用于总体、系统级控制的主或中央处理器部分,以及专用于在中央处理器部分的控制下执行各种不同的规定组合、功能和其它处理的单独部分。本领域技术人员将理解,该控制单元也可使用各种单独的专用或可编程的集成或其它电子电路或装置、例如包括分立元件电路或可编程逻辑装置的硬连线电子或逻辑电路来实施。控制单元65还可使用合适编程的通用计算机、例如微处理器或微控制器或其它处理设备(例如CPU或MPU)单独或与一个或多个周边数据和信号处理设备结合地实施。一般而言,可使用有限状态机能够在其上实施逻辑流程图100的任何装置或类似装置作为控制单元65。

[0128] 将理解,在一种可能的环境中,控制单元65可包括例如在GE Industrial&Power Systems of Schenectady, N.Y. 出版的Rowen, W.I., “SPEEDTRONIC™ Mark V Gas Turbine Control System”, GE-3658D中描述的通用电气SPEEDTRONIC™燃气涡轮控制系统。控制单元65可以是计算机系统,其具有执行程序以使用传感器输入和来自操作人员的指令来控制燃气涡轮的操作的(多个)处理器。由控制单元65执行的程序可包括用于调节功率设施9的构件的调度算法。由控制单元65所产生的命令可导致任何构件内的致动器例如调节在燃料供应与燃烧器22、24之间调整燃料的流和类型的阀、在压缩机11、12上的入口导叶、以及涡轮30、32上的其它控制设定。此外,控制单元65可部分基于储存在控制单元65的计算机存储器中的算法来调整功率设施9。这些算法例如可使控制单元65能够将排气中的排放水平维持在特定预定极限内,以将燃烧器点火温度维持在预定温度极限内,或将另一操作参数维持在预定范围内。

[0129] 回到图7,本领域普通技术人员将理解,一般而言,流程图100示出反馈环路可如何

构成以提供用于控制一个燃烧器内的化学计量和/或具有期望特性的排气的提取水平的迭代过程的示例。将理解,这种过程的若干步骤可采用许多不同方式描述而不偏离文中阐述的过程的中心思想。文中所述的控制方法可经由与诸如PID控制算法的控制算法结合使用的反馈环路来实施,但也可使用其它控制算法。

[0130] 逻辑流程图100可开始于步骤102,其包括监测和测量功率设施9的操作状态和过程变量(其将一般称为“过程变量”)。如文中所用的过程变量代表正被控制的系统或过程的当前状态。在这种情况下,过程变量可包括可通过任何类型的传感器测量的任何操作参数。更具体而言,在步骤102,控制单元65可按照任何上述方法或任何常规系统(目前的或将来开发的)接收、监测和记录与功率设施9的操作有关的数据。功率设施9和与其有关的若干构件的操作可通过检测系统和环境的各种状态的若干传感器70监测。例如,以下过程变量中的一个或多个可通过传感器70监测:温度传感器可监测设施9周围的周围温度、压缩机11、12的入口和出口温度、排气温度和沿涡轮30的热气体路径的其它温度测量值,压力传感器可监测周围压力、以及在压缩机11、12的入口和出口处及涡轮30、32的排气部和在气流中的其它位置处的静态和动态压力水平。传感器70还可测量在提取点51处的提取水平、通往各燃烧器22、24的燃料流、再循环排气或工作流体内的气体组分(其可包括用于检测过量氧化剂的传感器64以及测量排气内的未消耗燃料或CO或其它气体的水平的其它传感器)、沿再循环管道10的再循环排气的温度和压力,包括与热回收蒸汽发生器39、冷却器44和鼓风机46的操作相关的参数。传感器70还可包括感测与功率设施9的操作有关的各种参数的流量传感器、速度传感器、火焰探测器传感器、阀位置传感器、导叶角度传感器等,这些参数可包括通过第一氧化剂管道52和第二氧化剂管道67的氧化剂流动特性。将理解,该系统还可储存和监测包括与优选或有效的操作模式有关的操作人员偏好的某些“指定设定点”。还将理解,过程变量和/或指定设定点的测量、监测、储存和/或记录可连续地或以有规则的间隔进行,并且不论是否存在图7中将步骤102与其它步骤连接的直线,在逻辑流程图100的若干步骤中的任何步骤中可始终使用更新后的数据或当前数据。从步骤102,该过程可继续至步骤104。

[0131] 在步骤104,该方法可确定构造成以优选化学计量比(其可包括合适的化学计量比的范围)操作的燃烧器22、24中是否有任何一个实际上以优选化学计量比操作。将理解,这可通过比较测得的过程变量、计算当前状态和将当前状态与指定设定点比较来完成。如果确定该操作模式正在进行,则该方法可前进至步骤106。如果确定该操作模式未正在进行,则该方法可前进至步骤114。

[0132] 将理解,可采用若干方式来实现关于有关燃烧器22、24是否正以优选化学计量比操作的确定,并且一旦确定,使用一个或多个控制输入的反馈环便可用于将系统控制在该优选模式内或使系统以这种方式操作。一种方法可以是检测或测量从有关燃烧器排放的排气的含量(content)。这可包括传感器70,例如用于检测过量氧化剂的传感器64,其测量排气中存在的气体和/或其它有关特性。将理解,也可使用检测排气流内未消耗燃料或CO或其它气体的存在的传感器70。测量通往一个燃烧器的输入(即,氧化剂和燃料)的流动特性也可用于确定有关燃烧器内的燃烧是否正以优选化学计量比发生。在这种情况下,例如,可测量进入燃烧器的氧化剂流量,可测量进入燃烧器的燃料流量,并且给定这些输入而作出关于其中燃烧的化学计量特性的确定。也可考虑其它有关的操作特性(例如温度、压力等)。备

选地或与该计算相结合,可在燃烧器的下游或循环的工作流体流内的其它点测量未消耗燃料或CO或其它气体和/或氧气。由此,可作出关于燃烧的化学计量平衡的计算,然后可将其与指定设定点或优选化学计量比比较以确定其是否落入可接受的范围内。

[0133] 在步骤106,在已确定一个燃烧器正在期望化学计量范围内操作的情况下,逻辑流程图100可确定提取点51处的当前提取水平。这可经由检查直接指示该流量水平或可用于计算被提取气体的量的测定的过程变量来完成。该方法还可检查当前提取水平是否满足期望的提取水平或指定设定点。这可通过将实际提取水平(其可测量)与操作人员定义的设定点或偏好比较来完成。如果确定满足期望提取水平,则该方法可循环回到步骤102,在此该过程重新开始。如果确定不满足期望提取水平,则该方法可前进至步骤108。

[0134] 在步骤108,该方法确定一个或多个“控制输入”,其可用于以实现期望提取水平或至少实现减小在实际提取水平与期望提取水平之间的差异的提取水平的方式来操纵系统构件的功能。将理解,“控制输入”是借以控制或操纵功率设施9或其任何构件的操作的许多方式中的一种。这些例如可包括通往燃烧器22、24的燃料流的水平、对通往燃烧器22、24的氧化剂流的控制、压缩机11、12内的入口导叶的角度等。然而,“变化量”是必须操纵控制输入以带来期望操作方式的程度。变化量例如可包括必须增大或减小流向燃烧器11、12的燃料流以带来期望操作的程度。在某些实施例中,在步骤108特别相关的控制输入之一是提取气体阀61的设定。在这种情况下,变化量是需要操纵阀61的设定使得实现期望提取水平的程度。然后该方法可前进至步骤110。将理解,与PID控制器等结合的常规反馈控制机制可用于实现如文中规定的控制。因此,对一个或多个控制输入的变化迭代过程可将系统带向期望操作。

[0135] 在步骤110,在一些实施例中,该方法可在对控制输入作出实际改变之前确定来自步骤108的各个可用控制输入/变化量对设施操作的可能影响。将理解,这些类型的计算可经由常规功率设施控制程序和建模软件、例如文中提及的那些系统和方法以及与它们相似的其它系统和方法来实现。还将理解,这些计算可包含考虑可响应于有关控制输入的建议变化而作出的有效控制措施/对抗措施、经济考虑、功率设施的磨损和断裂、操作人员偏好、设备操作边界等的迭代过程。然后该方法可前进至步骤112。

[0136] 在步骤112,过程100可确定来自上一步骤的可用控制输入/变化量中的哪一个最有利或优选。该确定在很大程度上可基于在步骤110中计算的对系统操作的影响。然后,不论认为哪个控制输入/变化量最有利,该方法都可确定是否应该基于满足提取需求的相关效益是否比与执行该变化量相关的成本重要来执行建议的控制输入/变化量。将理解,在该确定中可包括经济考虑和操作人员偏好。基于该计算,然后该方法可执行或不执行建议的控制输入/变化量。该方法然后可返回步骤102,并且开始凭其实现优选提取水平的迭代过程。

[0137] 如上所述,如果在步骤104确定有关燃烧器未在化学计量点操作,则该方法可前进至步骤114。在步骤114,该方法可确定可用于在有关燃烧器内实现化学计量点操作的一个或多个控制输入/变化量。与以前一样,控制输入包括可改变、操纵或控制功率设施9的操作的方式,并且变化量是必须操纵控制输入以实现期望操作模式的程度。该方法然后可前进至步骤116。

[0138] 在步骤116,该方法可确定来自步骤114的各个可用控制输入/变化量对设备操作

的可能影响。将理解,这些类型的计算可通过常规功率设施控制程序和建模软件、例如文中提及的那些系统和方法以及与它们相似的其它系统和方法来实现。还将理解,这些计算可包含考虑可响应于有关控制输入的建议变化而作出的有效控制措施/对抗措施、经济考虑、功率设施的磨损和断裂、操作人员偏好、设备操作边界等的迭代过程。该方法然后可前进至步骤118。

[0139] 设备操作边界可包括必须服从以便实现高效操作和/或避免对系统的不当磨损和断裂或更严重损坏的任何规定限制。例如,操作边界可包括涡轮30、32或燃烧器构件内的最大允许温度。将理解,超过这些温度可能导致损坏涡轮构件或导致增加的排放水平。另一操作边界包括跨氧化剂压缩机11和再循环压缩机12中的每一个的最大压缩机压力比率。超过该限制可导致单元喘振,这可导致对构件的严重损坏。此外,涡轮可具有最大马赫数,其指示在涡轮的出口处的燃烧气体的最大流率。超过该最大流率可损坏涡轮构件。给定功率设施9内的燃烧器的可能构型,通过各压缩机11、12在燃烧器22、24输送的流的相对压力可以是另一操作边界。即,根据燃烧器22、24的构型和流结合的方式,由氧化剂压缩机11输送的压缩氧化剂的压力必须在由再循环压缩机12供应的压缩氧化剂的压力的特定范围内,以避免动态损失、回流和其它可能的问题。

[0140] 在步骤118,该方法可确定来自上一步骤的可用控制输入/变化量中的哪一个最有利或优选。该确定在很大程度上可基于在步骤116中计算出的对系统操作的影响以及控制输入/变化量能够朝预期操作模式操纵功率设施系统的程度。然后,不论认为哪一个控制输入/变化量最有利,该方法可基于实现化学计量点操作的相关效益(其可包括能够提取工作流体的效益)是否比与执行该变化量相关的成本重要来确定是否应该执行建议的控制输入/变化量。将理解,在该确定中可包括经济考虑和操作人员偏好。基于该计算,该方法然后可执行或不执行建议的控制输入/变化量。该方法然后可返回步骤104,以及凭其最终实现或确定由于某种操作制约而不可能在燃烧器之一内的化学计量点操作的迭代过程。

[0141] 将理解,存在影响燃烧器22、24中的化学计量比的许多可能的控制输入/变化量。在优选实施例中,一个这样的控制输入包括可控地改变输送至燃烧器22、24的压缩氧化剂量。将理解,可控地改变压缩氧化剂的供应可对燃烧器22、24内的化学计量比产生重大影响。例如,如果传感器指示给定对燃烧器的燃料供应,需要更多压缩氧化剂(即,更多氧气)来实现化学计量燃烧,则可通过操纵氧化剂压缩机11的入口导叶和/或改变在氧化剂54、68上的阀设定使得更多压缩氧化剂能够行进通过与燃烧器相关的氧化剂管道52、67来增加压缩氧化剂的供应。另一方面,改变燃料供应是可用于实现以优选化学计量比操作的另一控制输入。在这种情况下,例如,传感器70可指示,给定输送至燃烧器的压缩氧化剂量,需要更多燃料来实现化学计量点操作。可通过操纵燃料阀58、59中的一个或两个来增大输送至一个或两个燃烧器22、24的燃料量。此外,将理解,可通过改变与另一燃烧器直接相关的设定而在一个燃烧器中控制化学计量点燃烧。这是因为,一个燃烧器内改变的设定可在再循环环路10中形成过量氧化剂或未消耗燃料,其最终被摄入另一燃烧器内,由此影响在其中的燃烧化学计量比。

[0142] 在一种示例性控制模式中,输入功率设施9中的燃料/氧化剂可被设定成使得本应在化学计量点操作的不论哪一个燃烧器22、24都存在过量氧化剂(即,大于1的化学计量比)。然后,该控制过程可在通过测量有关过程变量来监测其中的化学计量比的同时在有关

燃烧器22、24内以小的增量减少过量氧化剂(要么通过增大流向燃烧器的燃料流量,要么通过减少氧化剂供应)。在某些实施例中,这可继续到化学计量比在优选范围内同时仍略高于1(即,仍具有过量氧化剂)为止。这可通过在监测其中的化学计量状态的同时对特定燃烧器22、24缓慢增大氧化剂流、减小燃料流或两者来实施。其也可通过对另一燃烧器22、24缓慢增大氧化剂流、减小燃料流或两者使得过量燃料或氧化剂变成工作流体的一部分并被摄入有关燃烧器中来完成。

[0143] 图8和图9提供了根据本申请的示例性功率设施的备选构型的示意图。如图所示,这些功率设施也与上述功率设施相似采用排气再循环和再热燃烧系统。然而,图8和图9的功率设施提供了位于再循环环路上的双提取位置。将理解,虽然上文提供的对构件、系统构型和控制方法的描述可适用于图8和图9的功率设施(并且一部分以下描述的功能可适用于上述构件、系统构型和控制方法),但双提取位置提供了能够实现增强功能的新颖应用,该增强功能可被有益地用于某些操作状态下。与前面一样,功率设施9可包括工作流体围绕其再循环的再循环环路10。再循环环路10可包括多个构件,其构造成从相邻上游构件接受工作流体的输出流并向相邻下游构件提供工作流体的输入流。再循环环路10的构件可包括:再循环压缩机12;上游燃烧器22,其位于再循环压缩机12的下游;高压涡轮30,其位于上游燃烧器22下游;下游燃烧器24,其位于高压涡轮30下游;低压涡轮32,位于下游燃烧器24下游;以及再循环管道40,其构造成通过将工作流体的输出流从低压涡轮32引导至再循环压缩机12来完成环路。如上文关于在若干附图中提供的其它示例性功率设施9的更详细描述,图8和图9的功率设施9还可包括控制并向上游燃烧器和下游燃烧器中的每一个输送一定量压缩氧化剂的系统和构件。如上文关于其它示例性功率设施9所述,图8和图9的功率设施9还可包括控制供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个的燃料量的系统和构件。如图所示,功率设施9还可包括从第一提取点75提取从上游燃烧器22排出的工作流体的系统和构件,以及从第二提取点76提取从下游燃烧器24排出的工作流体的系统和构件。如图8和图9中所示以及上文进一步描述,功率设施9可包括用于控制操作使得上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个以优选化学计量比定期操作的系统和构件,以及用于基于上游燃烧器22和下游燃烧器24中的哪一个以优选化学计量比操作而选择性地从第一提取点75和第二提取点76提取工作流体的装置。

[0144] 在某些实施例中,第一提取点75可包括用于控制在该位置提取的气体的量的第一可控提取气体阀61。第一提取点75可构造在上游燃烧器22与沿下游方向位于下游燃烧器24后方处之间的再循环环路10上。如在图8和图9中所示,用于第一提取点75的一个示例性位置是高压涡轮30的后端。第一可控提取气体阀61可控制为至少两种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定。类似地,第二提取点76可包括用于控制在该位置提取的气体的量的第二可控提取气体阀61。第二提取点76可构造在下游燃烧器24与沿下游方向位于上游燃烧器22后方处之间的再循环环路10上。如图8中所示,第二提取点76的一个示例性位置是低压涡轮32的后端。如图9中所示,用于第二提取点76的另一示例性位置位于冷却器44与鼓风机46之间的再循环管道40上。根据提取气体的要求特性,其它位置是可能的。第二可控提取气体阀61可控制为至少两种设定:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定。

[0145] 在某些实施例中,用于控制供应给上游燃烧器22的压缩氧化剂量的系统和构件可

包括氧化剂压缩机11、构造成将源自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂引导至上游燃烧器22的第一氧化剂管道52、以及构造在第一氧化剂管道52上的第一可控氧化剂阀54,该第一可控氧化剂阀54可控制为至少三种设定:防止向上游燃烧器22输送压缩氧化剂的关闭设定和允许向上游燃烧器22输送不同的压缩氧化剂量的两种打开设定。在某些实施例中,用于控制供应给下游燃烧器24的压缩氧化剂量的系统和构件可包括氧化剂压缩机11、构造成将源自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂引导至下游燃烧器24的第二氧化剂管道67、以及构造在第二氧化剂管道67上的第二可控氧化剂阀68,该第二可控氧化剂阀68可控制为至少三种设定:防止向下游燃烧器24输送压缩氧化剂的关闭设定和允许向下游燃烧器24输送不同压缩氧化剂量的两种打开设定。在某些实施例中,可包括增压压缩机16,其构造在第一氧化剂管道52和第二氧化剂管道67中的至少一个上(其中一个示例在图6中示出)。增压压缩机16可构造增大流经第一氧化剂管道52和第二氧化剂管道67中的至少一个的压缩氧化剂的压力,使得供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的至少一个的压缩氧化剂量包括对应于上游燃烧器22和下游燃烧器24中不论哪一个的优选喷射压力的压力水平。在某些实施例中,在上游端,第一氧化剂管道52可包括第一氧化剂提取位置81,在该位置从氧化剂压缩机11提取压缩氧化剂。在上游端,第二氧化剂管道67可包括第二氧化剂提取位置83,在该位置从氧化剂压缩机11提取压缩氧化剂。在氧化剂压缩机11内,第一氧化剂提取位置81可包括相对于第二氧化剂提取位置83的下游位置。第一氧化剂提取位置81可包括氧化剂压缩机11内对应于上游燃烧器22处的优选喷射压力的预定位置。第二氧化剂提取位置83可包括氧化剂压缩机11内对应于下游燃烧器24处的优选喷射压力的预定位置。

[0146] 在某些实施例中,用于控制供应给上游燃烧器22的燃料量的系统和构件可包括上游燃烧器燃料供应78,其可包括可控上游燃烧器燃料阀或第一可控燃料阀58。第一可控燃料阀58可控制为至少三种设定:防止向上游燃烧器22输送燃料的关闭设定和允许向上游燃烧器22输送不同燃料量的两种打开设定。用于控制供应给下游燃烧器24的燃料量的系统和构件可包括下游燃烧器燃料供应79,其可包括可控的下游燃烧器燃料阀或第二可控燃料阀59。第二可控燃料阀59可控制为至少三种设定:防止向下游燃烧器24输送燃料的关闭设定和允许向下游燃烧器24输送不同燃料量的两种打开设定。在某些实施例中,如图8中所示,上游燃烧器燃料供应78和下游燃烧器燃料供应79可具有公共源和因此相同燃料类型。在其它实施例中,如图9中所示,上游燃烧器燃料供应78和下游燃烧器燃料供应79可具有不同源且可供应不同燃料类型。

[0147] 如上文更详细所述,图8和图9的功率设施9可包括用于控制功率设施9使得上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个以优选化学计量比定期操作的系统和构件。在某些实施例中,包括构造成控制第一和第二可控氧化剂阀54以及第一和第二可控燃料阀58、59的设定的计算机化控制单元65。

[0148] 如上文更详细所述地,在某些实施例中,图8和图9的功率设施9可包括用于确定上游燃烧器22和下游燃烧器24在其下操作的当前化学计量比的系统和构件。在某些示例性实施例中,用于确定上游燃烧器22和下游燃烧器24在其下操作的当前化学计量比的系统和构件包括:用于测量供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24的压缩氧化剂量的系统和构件以及用于测量供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24的燃料量的系统和构件;以及用于基于供应给各燃烧器的测得的压缩氧化剂量和测得的燃料量来计算上游燃烧器22和下游燃烧器24

中的每一个在其下操作的当前化学计量比的系统和构件。在某些示例性实施例中,用于确定上游燃烧器22和下游燃烧器24在其下操作的化学计量比的系统和构件包括:用于测试从上游燃烧器22排出的工作流体的第一测试构件;以及用于测试从下游燃烧器24排出的工作流体的第二测试构件。第一测试构件和第二测试构件各自可包括用于检测过量氧化剂的传感器和用于检测未消耗燃料的传感器中的一个。还可使用一个或多个CO传感器和一个或多个湿度传感器,如本领域普通技术人员将理解的。第一测试位置可包括再循环环路10上的位置范围内的位置。该位置范围可被限定在第一提取点75与沿上游方向位于上游燃烧器22后方处之间。第二测试位置可包括在再循环环路10上的位置范围内的位置。该位置范围可被限定在第二提取点76与沿上游方向位于下游燃烧器24后方处之间。

[0149] 在某些实施例中,用于基于上游燃烧器22和下游燃烧器24中的哪一个正以优选化学计量比操作而选择性地从第一提取点75和第二提取点76提取的系统 and 构件包括计算机化控制单元65。在一个优选实施例中,控制单元65构造成:在上游燃烧器22以优选化学计量比操作期间从第一提取点75提取工作流体;以及在下游燃烧器24以优选化学计量比操作期间从第二提取点76提取工作流体。

[0150] 如文中提供的,图8和图9的功率设施可根据新颖的控制方法来操作。在某些实施例中,这些方法可包括以下步骤:使工作流体的至少一部分再循环通过再循环环路10;控制供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个的压缩氧化剂量;控制供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个的燃料量;控制功率设施9,使得上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个以优选化学计量比定期操作;以及,基于上游燃烧器22和下游燃烧器24中的哪一个以优选化学计量比操作,选择性地从与上游燃烧器22相关的第一提取点75和与下游燃烧器24相关的第二提取点76提取工作流体。选择性地从第一提取点75和第二提取点76提取工作流体的步骤可包括:选择仅在上游燃烧器22以优选化学计量比操作期间从第一提取点75提取工作流体,以及选择仅在下游燃烧器24以优选化学计量比操作期间从第二提取点76提取工作流体。在一个优选实施例中,例如,上游燃烧器22可在低负载操作期间以优选化学计量比操作,并且下游燃烧器24可在全部(full)操作期间以优选化学计量比操作。选择性地从第一提取点75和第二提取点76提取工作流体的步骤可包括控制第一可控提取气体阀61和第二可控提取气体阀61的设定。控制供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个的压缩氧化剂量的步骤可包括操纵第一可控氧化剂阀54和第二可控氧化剂阀68的设定。控制供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个的燃料量的步骤可包括操纵第一可控燃料阀58和第二可控燃料阀59的设定的步骤。

[0151] 控制功率设施9使得上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个以优选化学计量比定期操作的步骤可包括使用构造成控制第一和第二可控氧化剂阀54以及第一可控燃料阀58和第二可控燃料阀59的设定的计算机化控制单元65。优选化学计量比可包括接近1的化学计量比,但文中所述的其它范围也是可能的。

[0152] 在某些实施例中,该方法可包括以下步骤:测量功率设施9的多个过程变量;为功率设施9确定输出要求;基于测得的过程变量和输出要求,为功率设施9确定期望操作模式;确定优选化学计量燃烧器,优选化学计量燃烧器包括上游燃烧器22和下游燃烧器24中对于给定功率设施9的期望操作模式和所选标准以优选化学计量比操作而言优选的任何一个;以及控制功率设施9,使得该优选化学计量燃烧器以优选化学计量比操作。将理解,构造成

具有双燃烧系统的功率设施可选择成在减弱 (turndown) 操作模式期间关闭燃烧系统中的一个, 由此更有效地满足较低输出要求。因此, 在某些实施例中, 期望操作模式包括减弱操作模式, 在该操作模式期间上游燃烧器22和下游燃烧器24中的仅一个操作。在这种情况下, 优选化学计量燃烧器可包括上游燃烧器22和下游燃烧器24中在减弱操作模式期间操作的任何一个。在某些实施例中, 上游燃烧器22是在减弱操作模式期间操作的燃烧器。

[0153] 用于确定优选化学计量燃烧器的所选标准可为若干标准中的任何标准。在某些优选实施例中, 所选标准涉及功率设施9的效率水平。这样, 优选化学计量燃烧器是当以化学计量比操作时提升效率的燃烧器。所选标准还可涉及经济考虑, 即优选化学计量燃烧器是提升功率设施9的收益的燃烧器。

[0154] 在某些实施例中, 本申请的方法还可包括以下步骤: 确定优选化学计量燃烧器在其下操作的当前化学计量比; 确定当前化学计量比是否等于优选化学计量比; 以及, 如果确定当前化学计量比等于优选化学计量比, 则从与优选化学计量燃烧器相关的提取点提取工作流体。在某些实施例中, 这可包括以下步骤: 测量被供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24的压缩氧化剂量; 测量被供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24的燃料量; 并且基于测得的供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24的压缩氧化剂量和测得的供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24的燃料量来计算优选化学计量燃烧器在其下操作的当前化学计量比。在某些实施例中, 确定优选化学计量燃烧器在其下操作的当前化学计量比的步骤包括以下步骤: 如果上游燃烧器22可包括优选化学计量燃烧器, 则测试从上游燃烧器22排出的工作流体; 并且如果下游燃烧器24可包括优选化学计量燃烧器, 则测试从下游燃烧器24排出的工作流体。可通过用于检测过量氧化剂的传感器和用于检测未消耗燃料的传感器中的一个在第一测试位置测试从上游燃烧器22排出的工作流体。第一测试位置可包括再循环环路上在第一提取点75与沿上游方向位于上游燃烧器22后方处之间限定的位置范围内的位置。可通过用于检测过量氧化剂的传感器和用于检测未消耗燃料的传感器中的一个在第二测试位置测试从下游燃烧器24排出的工作流体。第二测试位置可包括在再循环环路上在第二提取点76与沿上游方向位于下游燃烧器24后方处之间限定的位置范围内的位置。这样, 可测试提取前的排气状态以确认期望特征。

[0155] 在某些实施例中, 控制功率设施9使得优选化学计量燃烧器以优选化学计量比操作的步骤包括操作反馈环路控制机制的步骤, 该反馈环路控制机制包括基于测得的多个过程变量来操纵功率设施9的控制输入。上文更详细地讨论了操作反馈环路控制机制的方法。在某些情况下, 将理解, 测量多个过程变量的步骤可包括: 测量供应给优选化学计量燃烧器的压缩氧化剂量和燃料量; 以及基于测得的供应给该优选化学计量燃烧器的压缩氧化剂量和燃料量, 计算在优选化学计量燃烧器中的当前化学计量比。在某些实施例中, 控制输入可包括用于第一可控氧化剂阀54和第二可控氧化剂阀68中对应于优选化学计量燃烧器的任何一个以及第一可控燃料阀58和第二可控燃料阀59中对应于优选化学计量燃烧器的任何一个的设置。

[0156] 在某些实施例中, 测量多个过程变量的步骤可包括测量供应给上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个的压缩氧化剂量和压缩燃料量。计算优选化学计量燃烧器中的当前化学计量比的步骤可包括在上游燃烧器22和下游燃烧器24中的每一个中使测得的氧气量与测得的燃料量平衡, 以确定优选化学计量燃烧器是否从上游燃烧器22和下游燃烧器24中

不是优选化学计量燃烧器的任何一个摄入工作流体中存在的过量燃料或过量氧化剂。

[0157] 在某些实施例中,测量多个过程变量的步骤可包括在再循环环路上既在优选化学计量燃烧器的下游又在上游燃烧器22和下游燃烧器24中不是优选化学计量燃烧器的任何一个的上游的位置测试工作流体含量。控制输入可包括供应给上游燃烧器22的燃料量、供应给下游燃烧器24的燃料量、供应给上游燃烧器22的压缩氧化剂量以及供应给下游燃烧器24的压缩氧化剂量中的至少一个。测试工作流体含量的步骤可包括测量工作流体的氧化剂含量和未消耗燃料含量中的至少一个,该步骤还可包括基于工作流体含量的测试来计算优选化学计量燃烧器中的当前化学计量比的步骤。

[0158] 在某些示例性实施例中,本申请的方法包括控制功率设施9使得上游燃烧器22和下游燃烧器24两者在相同时间段期间以优选化学计量比定期操作。在这种情况下,选择性地从第一提取点75和第二提取点76提取工作流体可包括当两个燃烧器22、24以优选化学计量比操作时从第一提取点75和第二提取点76两者提取工作流体。如在图8和图9中所示,两股提取气流可在结合点86处结合。即,本申请的方法可包括结合从第一提取点75提取的工作流体和从第二提取点76提取的工作流体的步骤。该方法还可包括可控地结合两股提取的工作流体流使得结合的提取工作流体流包括期望特性的步骤。将理解,这可通过控制在每个提取点75、76包括的可控提取气体阀61的设定来完成。根据为其提取提取气体的下游应用,有益的是具有在不同压力水平或温度下提供提取气体的能力。这可通过以期望或受控的量混合从在再循环环路10上的不同点提取的气体来实现。如图9中所示,第一提取点75从相对高温和高压的区域提取气体,而第二提取点76从相对低温和低压的区域提取气体。将理解,通过以受控方式混合两股流,可实现在由不同提取位置限定的特性范围内期望的提取气体特性。

[0159] 现在转到图10至图13,提供了示出采用排气再循环和单个燃烧系统的备选功率设施的构型的示意图。将理解,这些图的功率设施9包括许多与上述功率设施相同的构件,并且这些构件可以以与在本申请中其它地方所述基本相同的方式采用。如上所述,与本领域普通技术人员将理解为不局限于具体构型的任何功率设施有关的任何描述可适用于所有构型,尤其是在此类备选方案可能在权利要求或对其做出的任何修订中描述时。在某些实施例中,功率设施9构造成包括工作流体绕其再循环的再循环环路10。如上所述,再循环环路10可包括构造成从相邻上游构件接受工作流体的输出流并向相邻下游构件提供工作流体的输入流的多个构件。在这种情况下,再循环环路10包括:再循环压缩机12;燃烧器22,其位于再循环压缩机12的下游;涡轮30,其位于燃烧器22的下游;以及再循环管道40,其构造成将来自涡轮30的工作流体的输出流引导至再循环压缩机12。功率设施9构造成具有单个燃烧系统。因此,再循环环路10可构造成在除与燃烧器22有关的输入以外的所有位置防止燃烧气体的输入。如图所示,功率设施9还可包括位于再循环环路10上的第一提取点75和第二提取点76。来自涡轮30的工作流体的输出流包括排气,其经由再循环管道40被引导至再循环压缩机12。再循环压缩机12构造成压缩排气,使得来自再循环压缩机12的工作流体的输出流包括压缩排气。

[0160] 第一提取点75可包括可控制为至少两种设定的可控提取阀61:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定。第二提取点76可包括可控制为至少两种设定的可控提取阀61:防止提取工作流体的关闭设定和允许提取工作流体的打开设定。

[0161] 功率设施9可被操作或控制成使得燃烧器22至少以优选化学计量比定期操作。优选化学计量比可与上述那些比率相似。为了实现这种操作,可控制供应给燃烧器22的压缩氧化剂量和燃料量。压缩氧化剂量可由氧化剂压缩机11、构造成将源自氧化剂压缩机11的压缩氧化剂引导至压缩机22的氧化剂管道52以及构造在氧化剂管道上的可控氧化剂阀54控制,该可控氧化剂阀54可控制为允许向燃烧器22输送不同压缩氧化剂量的至少两种打开设定。燃料量可由具有允许向燃烧器22输送不同燃料量的至少两种打开设定的可控燃料阀58控制。将理解,功率设施9可经由构造成控制可控氧化剂阀54和可控燃料阀58的设定的计算机化控制单元65控制成使得燃烧器22至少以优选化学计量比定期操作,并且可包括用于确定燃烧器22在其下操作的当前化学计量比的系统、上文详细说明的各种系统(不论当前化学计量比是否等于优选化学计量比)、以及实现期望操作模式的控制反馈环路机构。如下文更详细所述地,计算机化控制单元65可构造成基于在燃烧器22中的当前化学计量比是否被确定为等于优选化学计量比以及提取的工作流体的预期下游用途而选择性地从第一提取点75和第二提取点76中的至少一个提取工作流体。

[0162] 在某些实施例中,功率设施9包括再循环管道40,其构造成收集来自涡轮30的排气并将排气引导至再循环压缩机12的进气口。再循环管道40还可包括包括锅炉的热回收蒸汽发生器,热回收蒸汽发生器构造成使得来自涡轮30的排气包括用于锅炉的热源。再循环管道40可包括位于其上的冷却装置44和鼓风机46。冷却装置44可构造成可控地从流经再循环管道40的排气去除热量,使得在再循环压缩机12的进气口实现更理想的温度。鼓风机46可构造成可控地使流经再循环管道40的排气循环,使得在再循环压缩机12的进气口实现更理想的压力。

[0163] 功率设施9可在提取点75、76包括用于确定工作流体的特性性质的仪器、传感器和系统。这些可包括特性的直接测量或基于其它测得过程变量的计算。该特性可包括工作流体的任何性质,例如压力和温度。如上所述,提取的工作流体在某些工业和其它应用中具有经济价值。将理解,如果可根据计划应用以期望特性、例如在期望压力或温度下有效地输送提取的工作流体,则其价值提高。在某些实施例中,用于确定在第一提取点75和第二提取点76处的工作流体的特性的装置可包括压力传感器和/或温度传感器。计算机化控制单元65可构造成基于要在各提取点75、76确定的工作流体的特性而选择性地唯一地或仅从第一提取点75、仅从第二提取点76或从第一提取点75和第二提取点76两者提取工作流体。计算机化控制单元65可经由控制第一和第二可控提取阀61的设定来做到这一点。

[0164] 计算机化控制单元65可构造成确定用于工作流体的特性的优选值。这可经由确定用于提取工作流体的预期下游应用来实现,该确定可经由查询操作人员输入的值或以其它方式来完成。给定预期下游应用,系统然后可基于哪些将是优选值来确定用于工作流体的特性的优选值。

[0165] 提取点75、76可包括各种位置。虽然在图10至图13中提供了与提取点构型有关的少数优选实施例,但将理解,其它实施例是可能的。如在图10中所示,第一提取点75可具有在再循环压缩机12内的位置,并且第二提取点76可具有在涡轮30内的位置。如图11中所示,第一提取点75可具有在再循环压缩机12内的位置,并且第二提取点76可具有在再循环管道40内的位置。如在图12中所示,第一提取点75可具有在再循环压缩机12内的第一位置,并且第二提取点76可具有在再循环压缩机12内的第二位置。如图13中所示,第一提取点75可具

有在涡轮30内的第一位置,并且第二提取点76可具有在涡轮30内的第二位置。这些构型的优点在下文中更详细地讨论。

[0166] 本申请还描述了控制包括上文关于图10至图13讨论的构型的功率设施的方法。一般而言,这些方法可包括以下步骤:使工作流体的至少一部分经再循环环路再循环;控制功率设施,使得燃烧器22至少以优选化学计量比定期操作;以及,在燃烧器22以优选化学计量比操作的时间期间从位于再循环环路10上的第一提取点75和第二提取点76中的至少一个提取工作流体。控制功率设施使得燃烧器22以优选化学计量比定期操作的步骤可包括控制供应给燃烧器22的压缩氧化剂量和燃料量的步骤。

[0167] 该方法还可包括以下步骤:确定第一提取点75处的工作流体的特性;确定第二提取点76处的工作流体的特性;以及,基于在第一提取点75和第二提取点76处的工作流体的特性,选择性地仅从第一提取点75、仅从第二提取点76或从第一提取点75和第二提取点76两者提取工作流体。基于下游应用,该方法可确定用于工作流体的特性的优选值,其还可用于选择性地从提取点75、76提取工作流体。这种类型的操作方法可引起同时从第一提取点75和第二提取点76两者提取工作流体。在这种情况下,该方法可以可控地混合从两个提取点75、76提取的工作流体流,以便形成具有与该特性的优选值一致的特性的结合提取工作流体流。如上所述,用于工作流体的特性的优选值可基于预期下游应用。计算机化控制单元65可构成控制文中所述的各种阀和其它构件的设定,使得实现期望的操作模式。

[0168] 在某些实施例中,选择性地仅从第一提取点75、仅从第二提取点76或从第一提取点75和第二提取点76两者提取工作流体的步骤包括以下步骤:当在第一提取点75处的工作流体的特性相对于该特性的优选值在预定范围内时,仅从第一提取点75提取;当第二提取点76处的工作流体的特性在相对于该特性的优选值的预定范围内时,仅从第二提取点76提取;当该特性的优选值在介于第一提取点75处的工作流体的特性与第二提取点76处的工作流体的特性之间的预定范围内时,从第一提取点75和第二提取点76两者提取。这样,该方法在可这样实现期望特性时可采用仅一个提取点,或者在给定下游应用可采用混合以在更理想状态下输送提取气体时从两个提取点提取。在某些实施例中,这些步骤可包括以下步骤:当第一提取点75处的工作流体的特性大致等于该特性的优选值时,从第一提取点75提取;当第二提取点76处的工作流体的特性大致等于该特性的优选值时,从第二提取点76提取;以及当该特性的优选值落入在第一提取点75处的工作流体的特性与第二提取点76处的工作流体的特性之间时,从第一提取点75和第二提取点76两者提取。当该方法操作以从两个提取点75、76提取工作流体时,可采用如上所述的混合步骤来形成更理想的结合流。在某些实施例中,这可通过以下方式来实现:控制第一可控提取阀61的设定,使得从第一提取点75提取第一预定量的工作流体;控制第二可控提取阀61的设定,使得从第二提取点76提取第二预定量的工作流体;以及使第一预定量的工作流体在结合汇合处与第二预定量的工作流体结合,使得形成结合的提取工作流体流。将理解,给定第一提取点75和第二提取点76处的工作流体的特性,从第一提取点75提取的第一预定量的工作流体和从第二提取点76提取的第二预定量的工作流体可包括预定量的工作流体,其一旦混合便产生具有该特性的优选值的结合的提取工作流体流。如上所述,该特性可以是压力和温度中的一个,但其它特性也是可能的。

[0169] 可预先确定提取点位置,以在输送具有期望特性的提取流时提供期望的操作、效

率和灵活性。一般而言,第一提取点75可具有在再循环环路10内的预定的第一位置,并且第二提取点76可具有在再循环环路10内的预定的第二位置。在一个优选实施例中,再循环环路10内的第一预定位置和再循环环路10内的第二预定位置被选择成使得各处的工作流体包括不相似的第一特性和相似的第二特性。在这种情况下,可混合从第一提取点75和第二提取点76提取的工作流体以实现第一特性的宽水平范围,而混合对得到的第二特性的影响较小,该第二特性将保持在提取流的相似第二特性的水平周围。在其它情形中,可将再循环环路10内的第一预定位置和再循环环路10内的第二预定位置选择成使得各处的工作流体包括不相似的第一特性和不相似的第二特性。此时,可混合从第一提取点75和第二提取点76提取的工作流体,以实现宽范围的第一特性值和宽范围的第二特性值。

[0170] 参照图10,将理解,可将用于第一提取点75的在再循环压缩机12内的位置和用于第二提取点76的在涡轮30内的位置选择成使得不相似的第一特性是压力且相似的第二特性是温度。参照图11,将理解,可将用于第一提取点75的在再循环压缩机12内的位置和用于第二提取点76的在再循环管道40内的位置选择成使得不相似的第一特性是压力且相似的第二特性是温度。可改变用于第二提取点76的位置以产生其它结果,例如产生不相似的温度特性。另一可能的构型包括将第一提取点75定位在涡轮30中且将第二提取点76定位在再循环管道40中,使得在两个提取位置实现不相似的压力和不相似的温度特性。将理解,这种类型的布置可在提取流的混合中提供更大的灵活性,以实现各压力和温度特性的宽范围值。

[0171] 在另一实施例中,如图12中所示,第一提取点75可具有在再循环压缩机12内的第一预定位置,可将该第一预定位置选择成在用于功率设施9的预期第一操作模式期间提供用于提取工作流体的期望压力或温度水平。第二提取点76可具有在再循环压缩机12内的第二预定位置,可将该第二预定位置选择成在用于功率设施9的预期第二操作模式期间提供用于提取工作流体的期望压力或温度水平。将理解,该构型提供了以一致的压力或温度水平、即期望压力或温度水平提取工作流体的灵活性,而不管功率设施9是以第一操作模式或第二操作模式操作。在一优选实施例中,这些模式与基本负载操作模式和减弱操作模式一致。将理解,该构型还提供了在功率设施9的操作模式保持不变的那些时间期间以不同的压力或温度水平提取的有利备选方案。

[0172] 在另一实施例中,如在图13中所示,第一提取点75可具有在涡轮30内的第一预定位置,可将该第一预定位置选择成在用于功率设施9的预期第一操作模式期间提供用于提取工作流体的期望压力或温度水平。第二提取点76可具有在涡轮30内的第二预定位置,可将该第二预定位置选择成在用于功率设施9的预期第二操作模式期间提供提取工作流体的期望压力或温度水平。在这种情况下,将理解,该构型提供了以一致的压力或温度水平、即期望压力或温度水平提取工作流体的灵活性,而不管功率设施9是以第一操作模式或第二操作模式操作。在优选实施例中,这些模式与基本负载操作模式和减弱操作模式一致。将理解,该构型还提供了在功率设施9的操作模式保持不变的那些时间期间以不同的压力或温度水平提取的有利备选方案。

[0173] 根据以上对本发明的优选实施例的描述,本领域技术人员将想到改进、变更和修改。本领域技术内的此类改进、变更和修改意图由所附权利要求涵盖。此外,应当显而易见的是,前文仅涉及本申请的已描述的实施例,并且可在文中作出许多变更和修改而不偏离

由所附权利要求及其等同物限定的本申请的精神和范围。

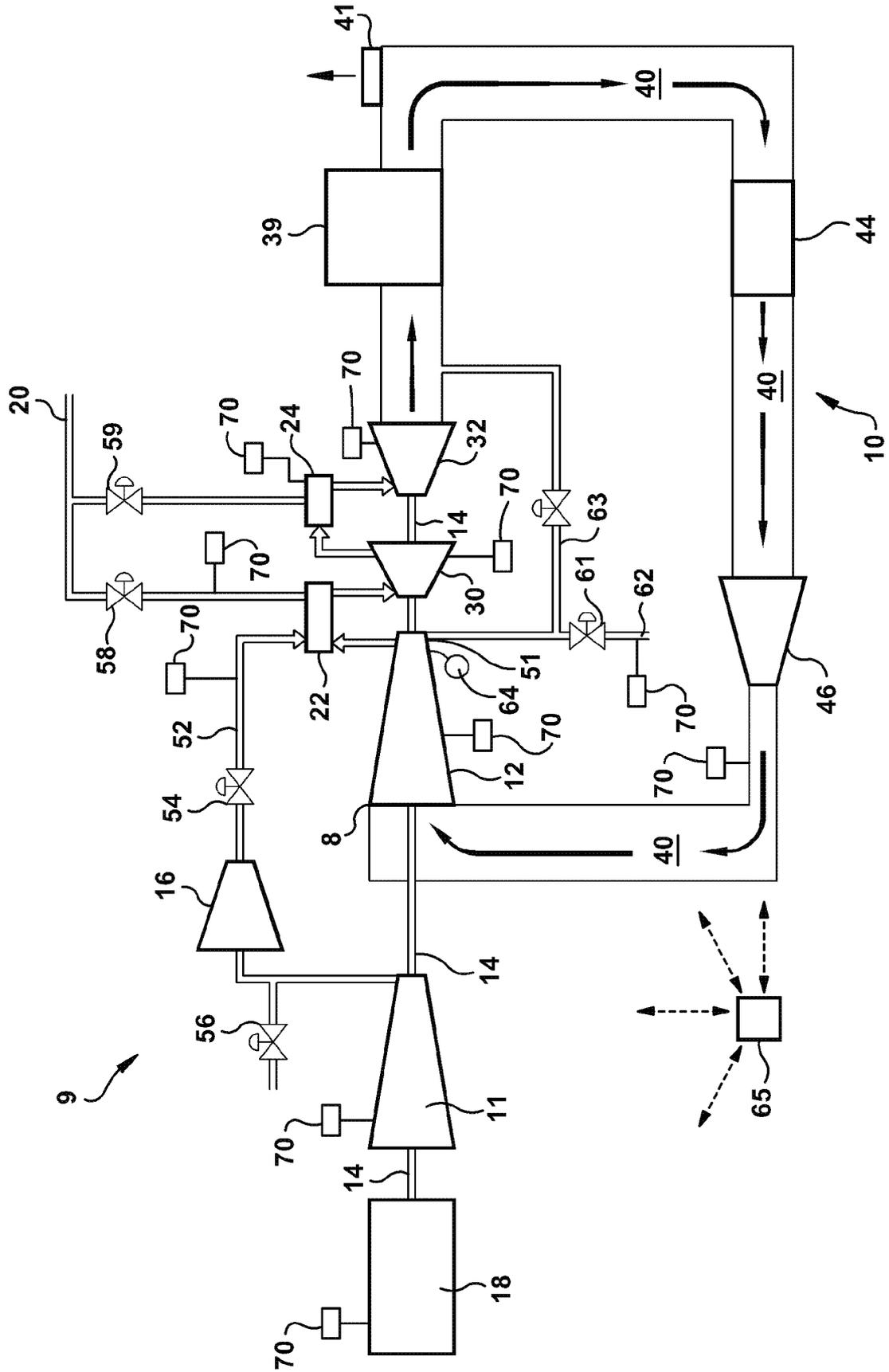


图 1

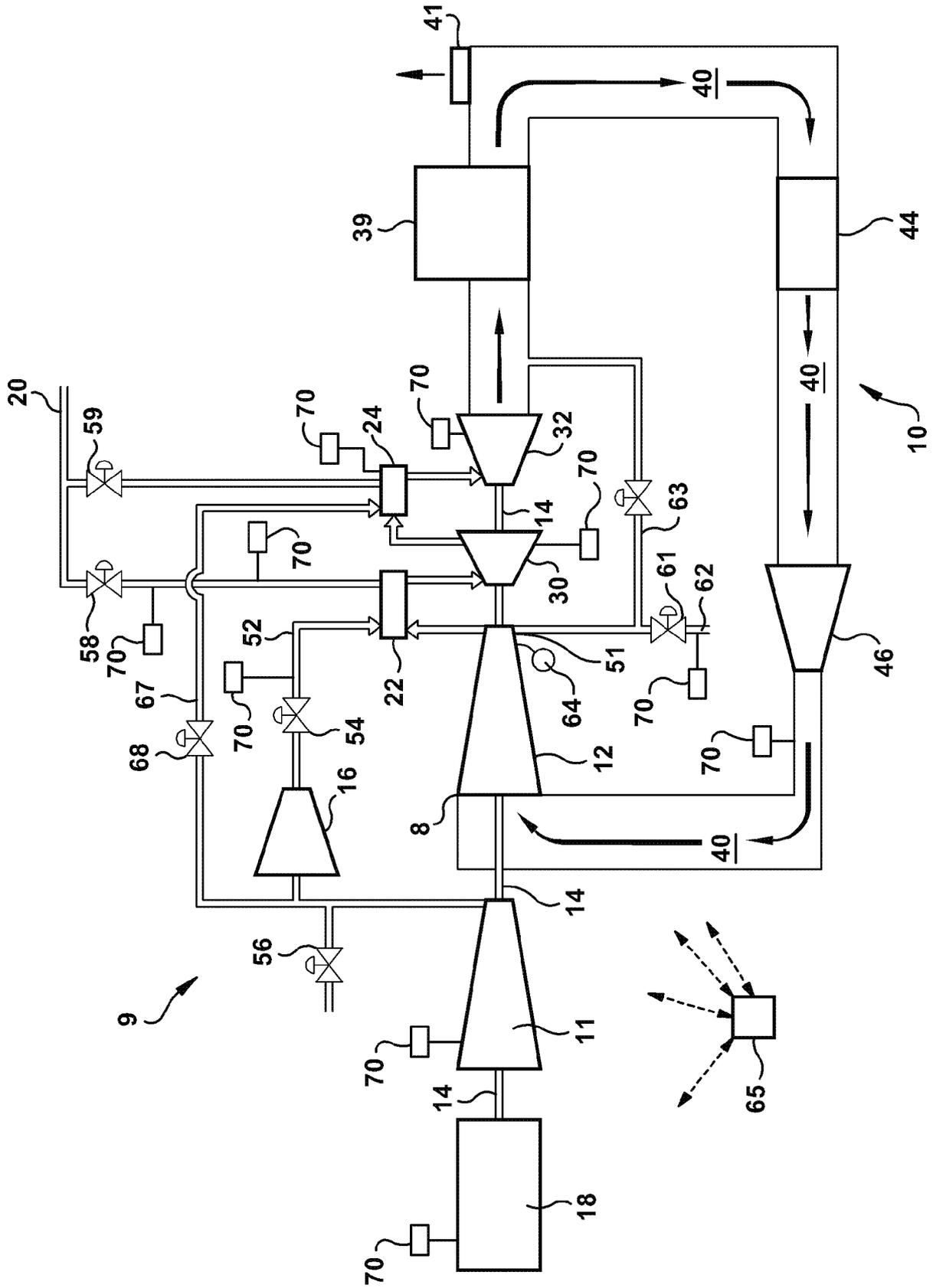


图 2

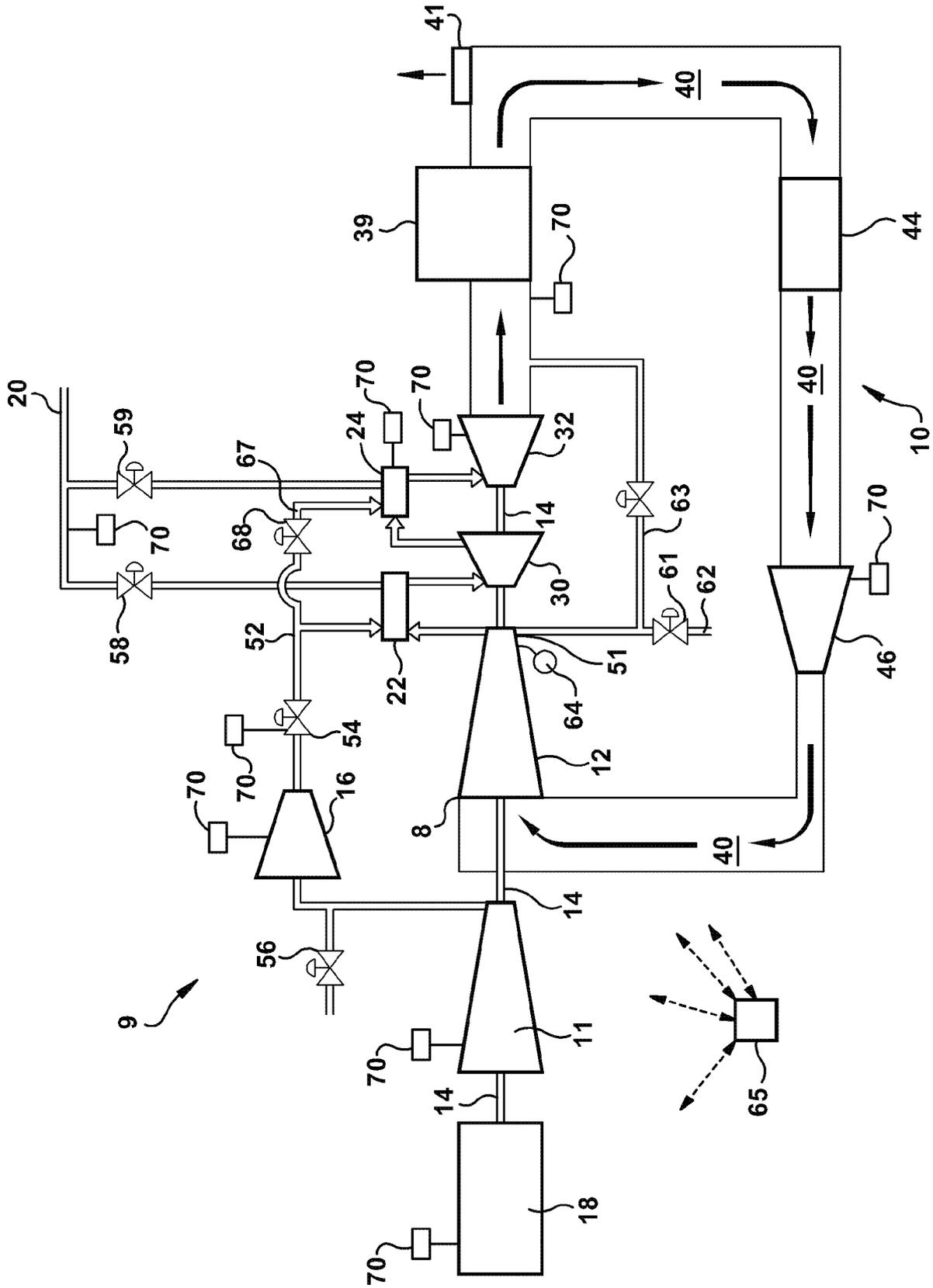


图 3

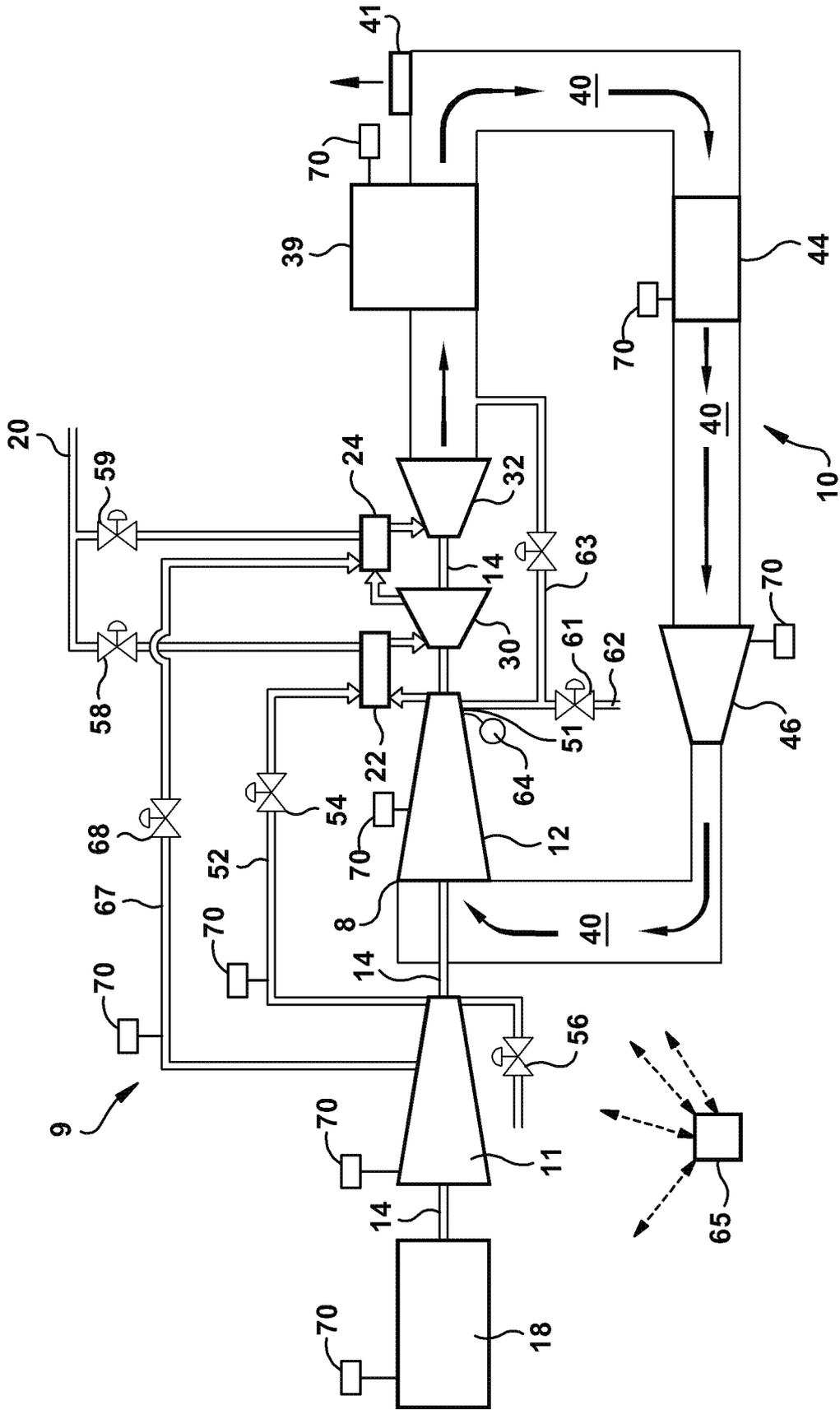


图 4

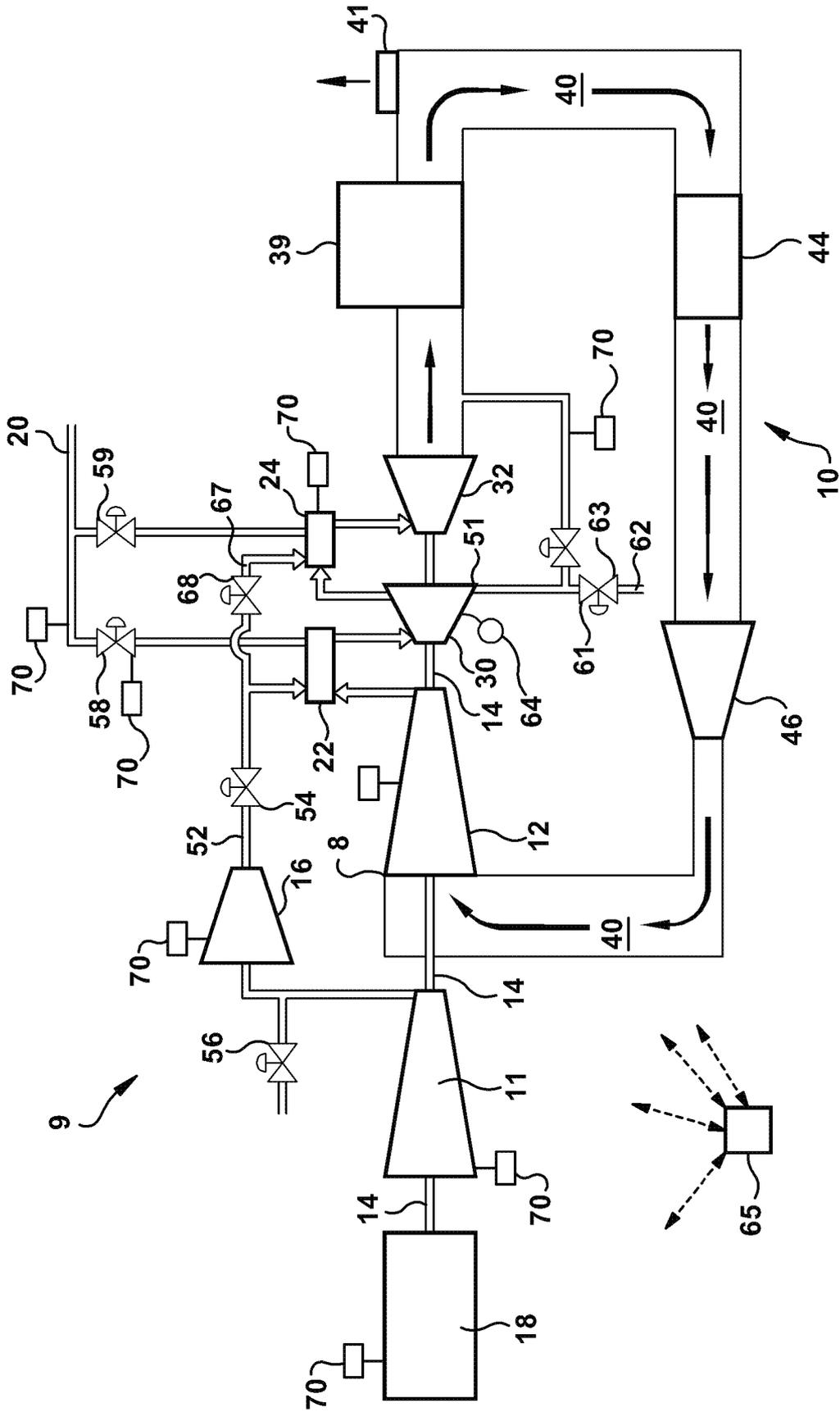


图 5

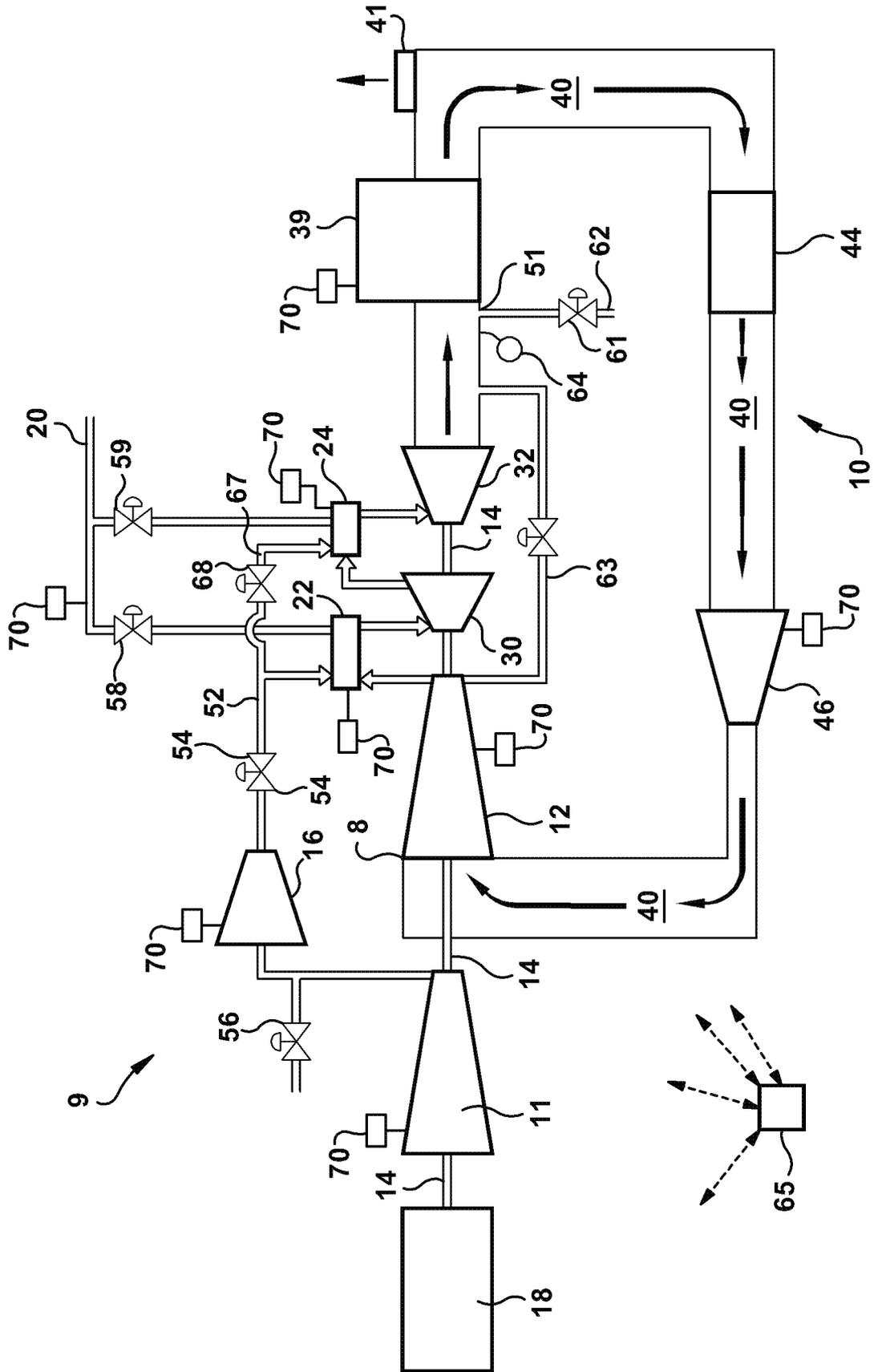


图 6

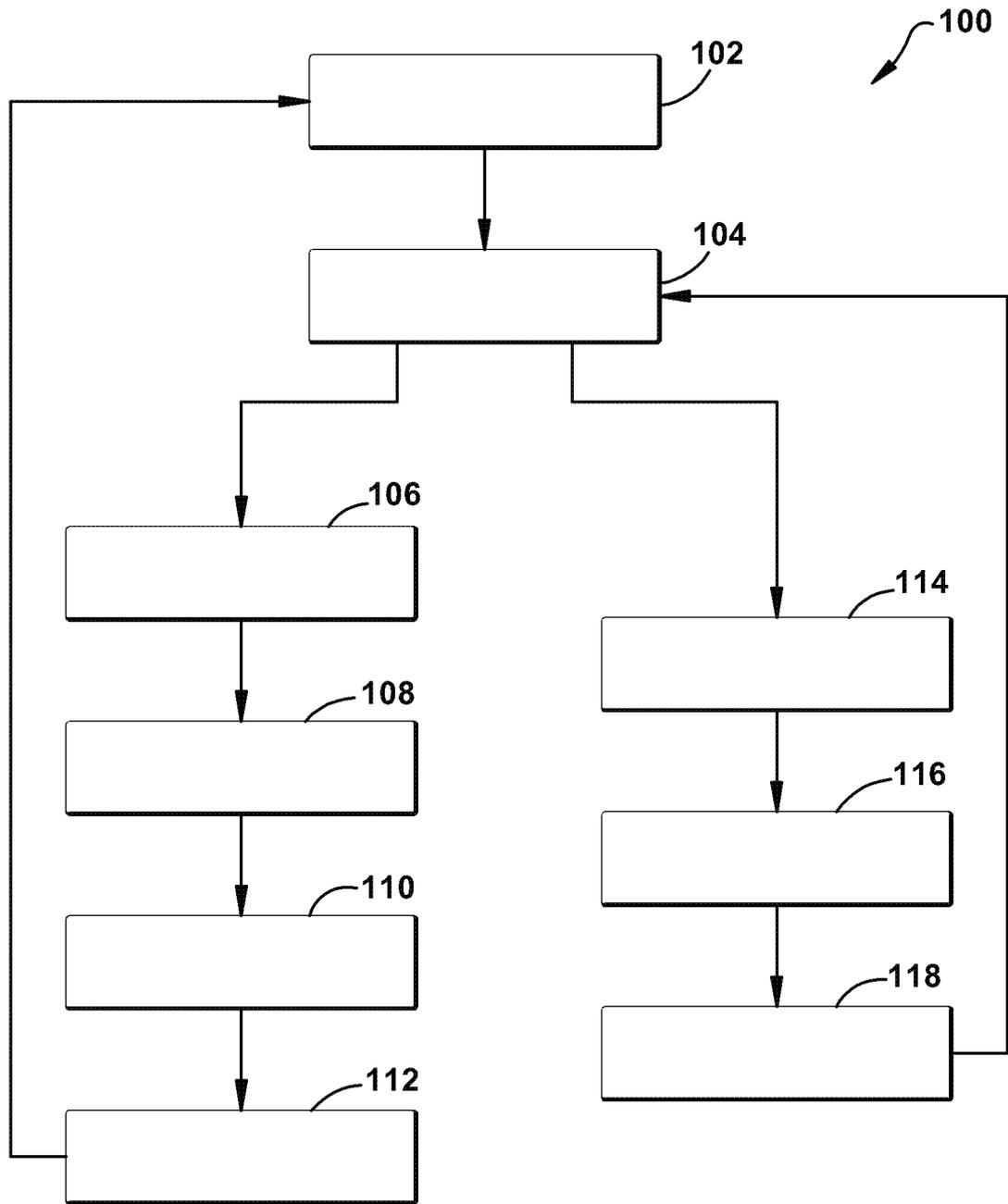


图 7

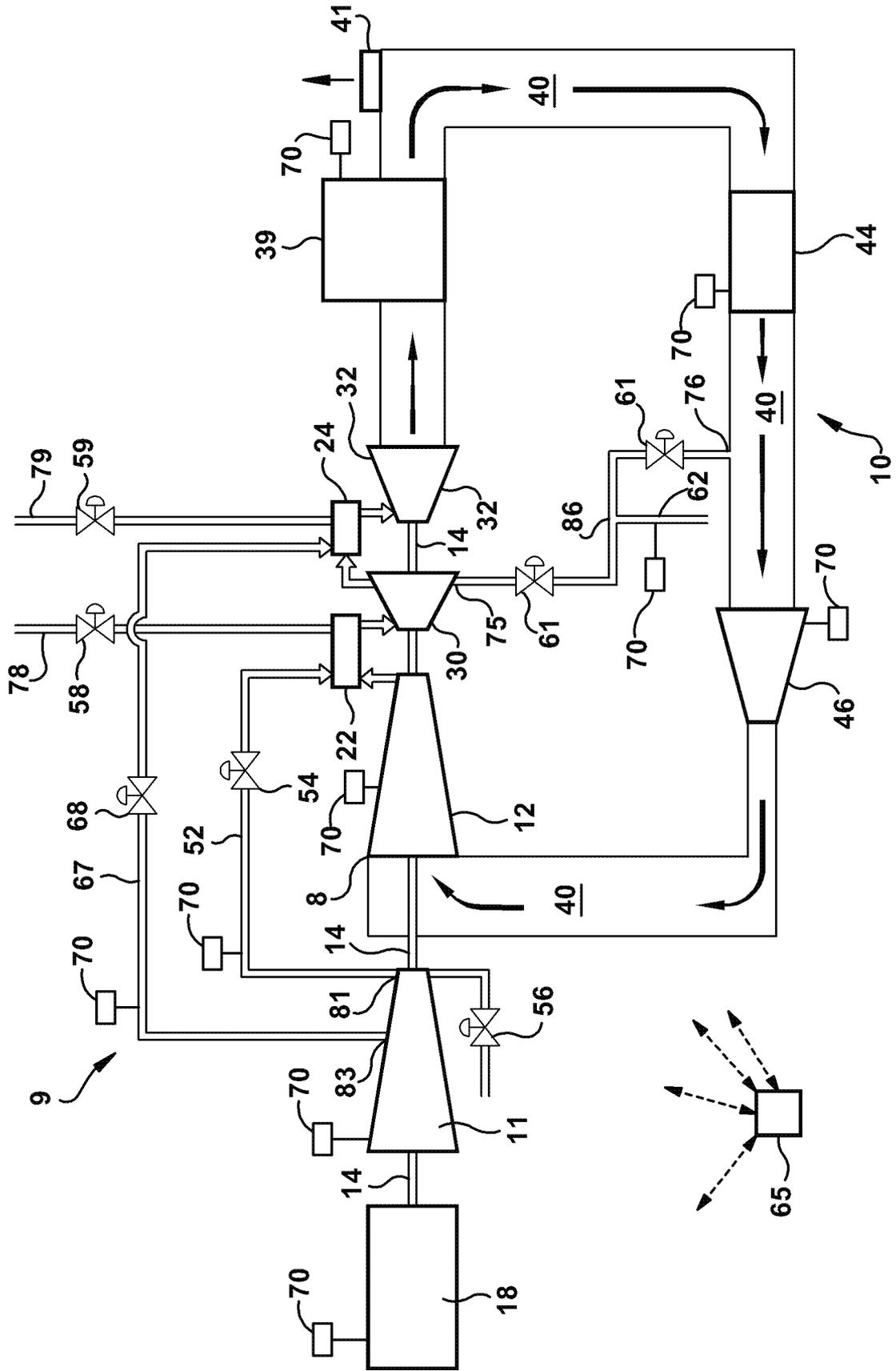


图 9

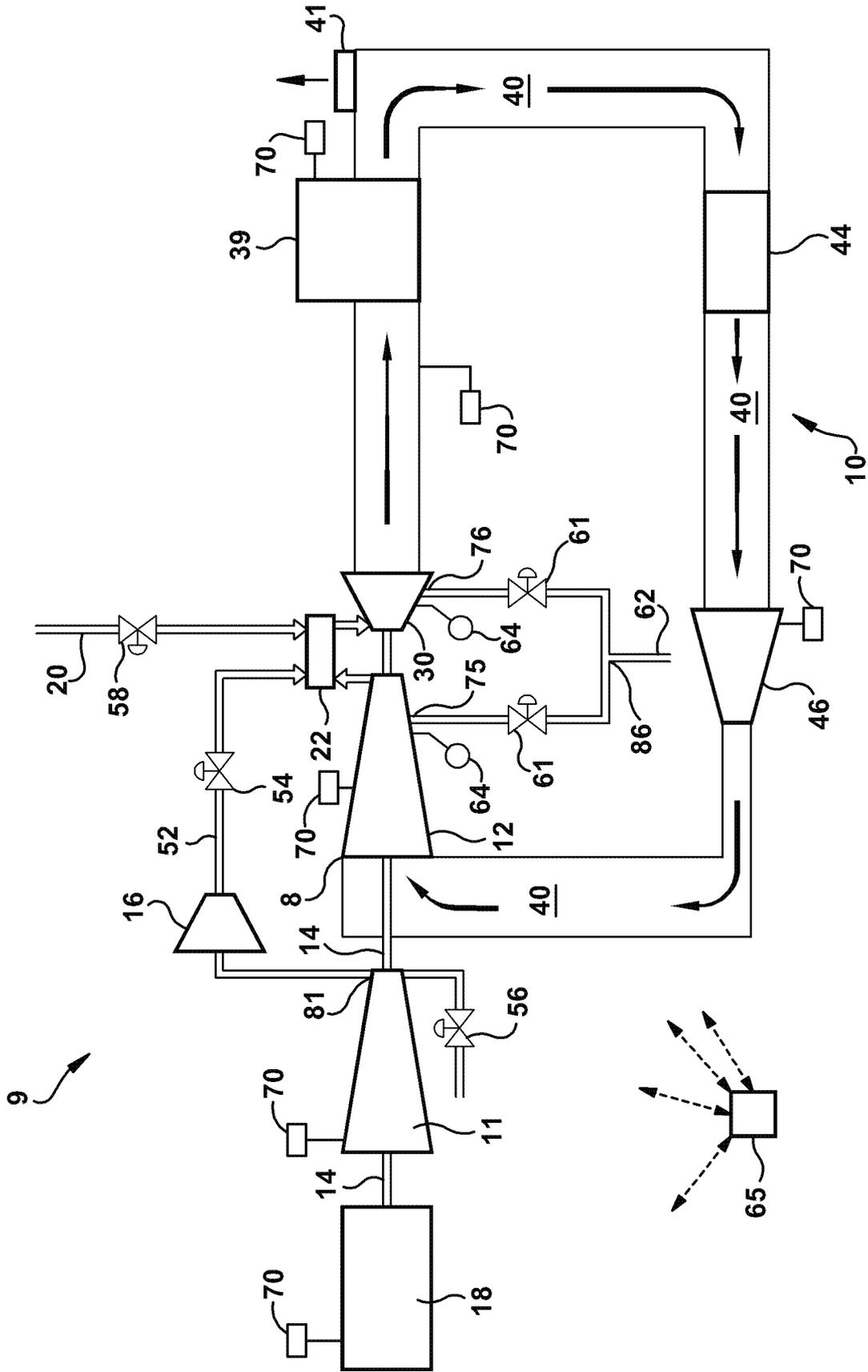


图 10

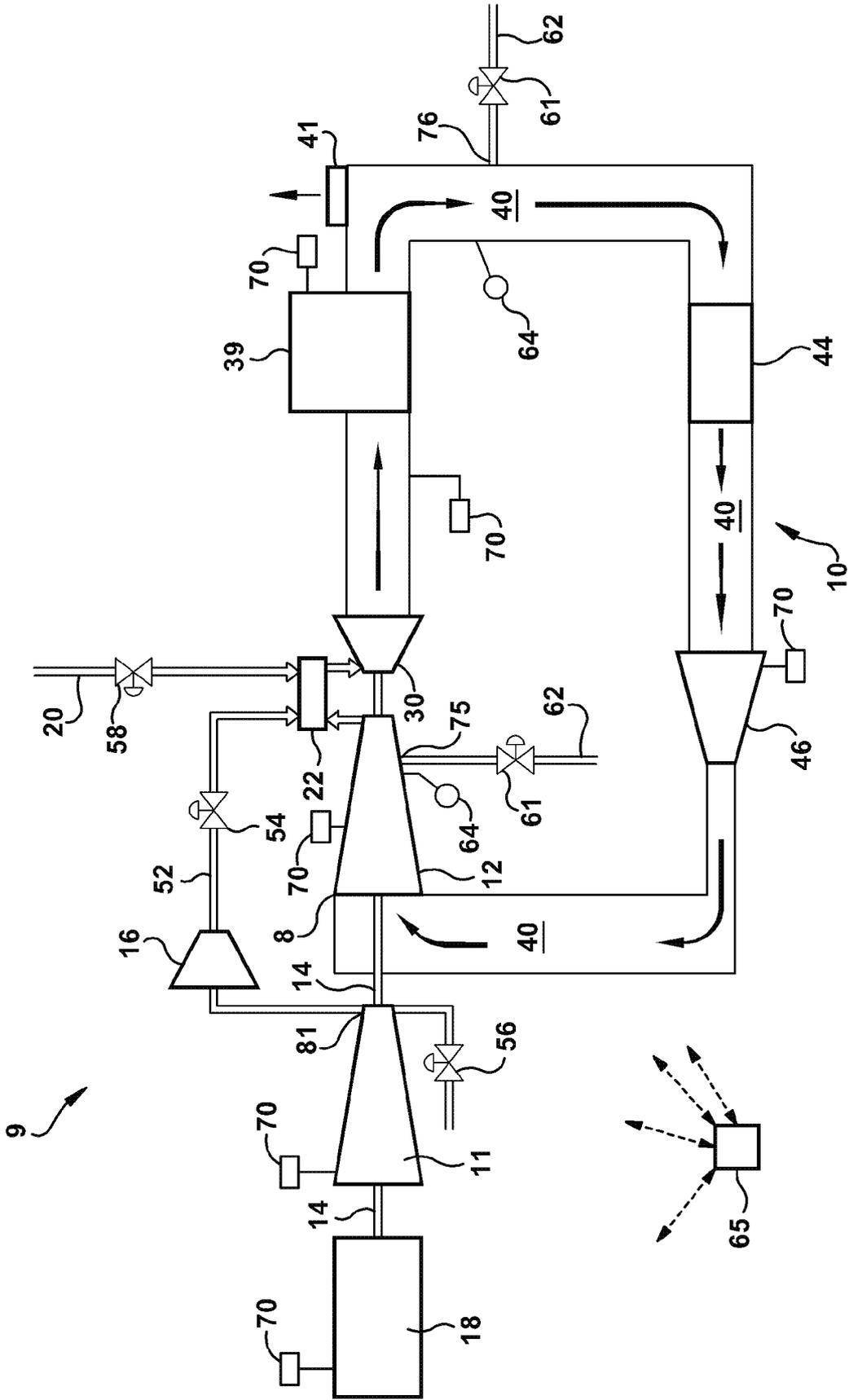


图 11

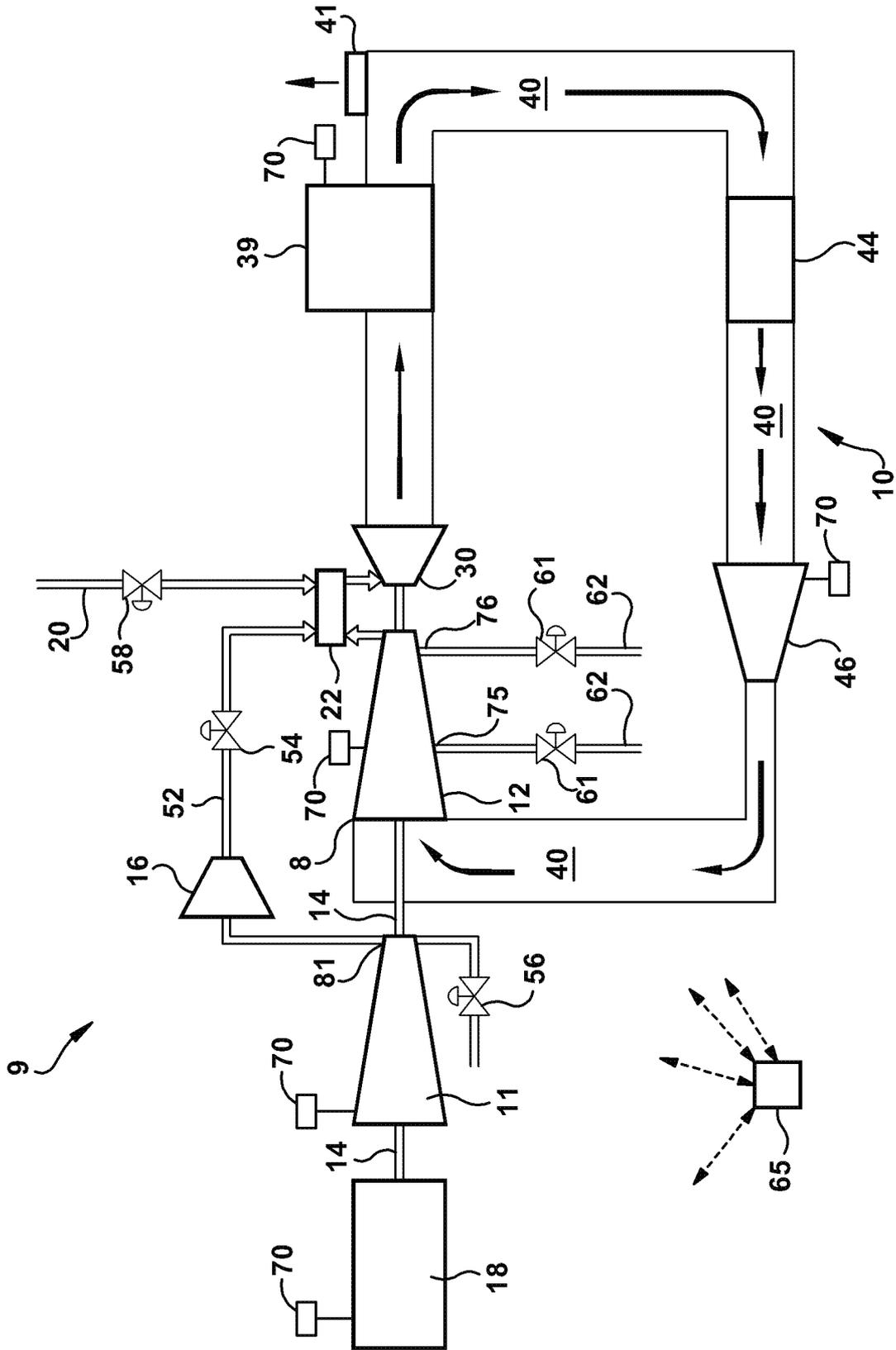


图 12

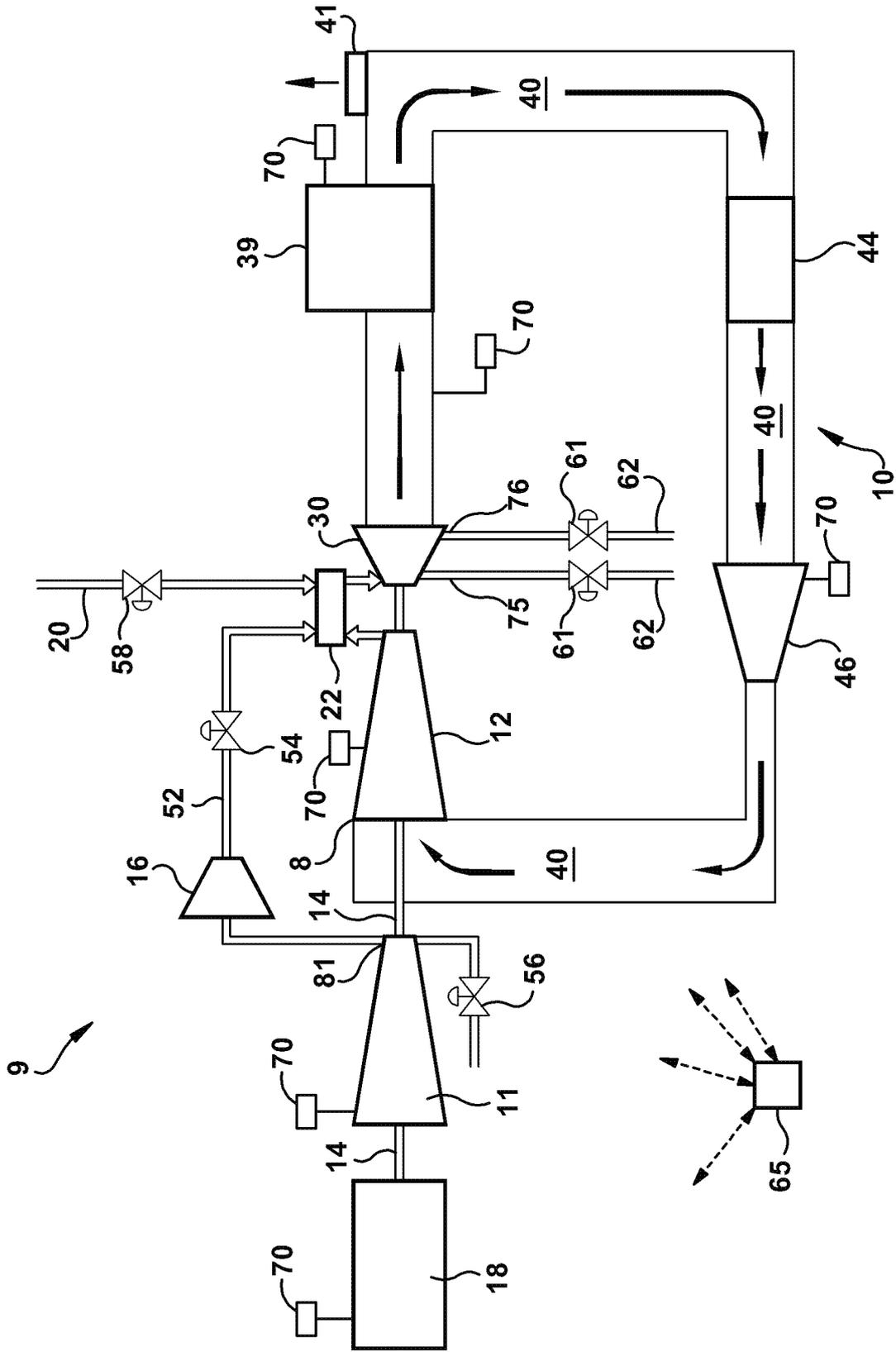


图 13