



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105683530 B

(45)授权公告日 2018.02.13

(21)申请号 201480060031.4

(22)申请日 2014.10.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105683530 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(30)优先权数据

13190849.3 2013.10.30 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.04.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/072703 2014.10.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/062948 DE 2015.05.07

(73)专利权人 西门子股份公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 T·恩格勒 M·古特穆斯

T·科尔斯泰恩斯 M·科莱南哈曼

N·科努维尔 K·苏塞尔贝克

M·特蒂尔特 U·瓦格纳

F·威德纳

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

F02C 9/18(2006.01)

F23R 3/26(2006.01)

(56)对比文件

WO 9823902 A1, 1998.06.04,

CN 1076014 A, 1993.09.08,

CN 1840864 A, 2006.10.04,

DE 4339724 C1, 1995.01.19,

EP 1770331 A2, 2007.04.04,

审查员 牛亚楠

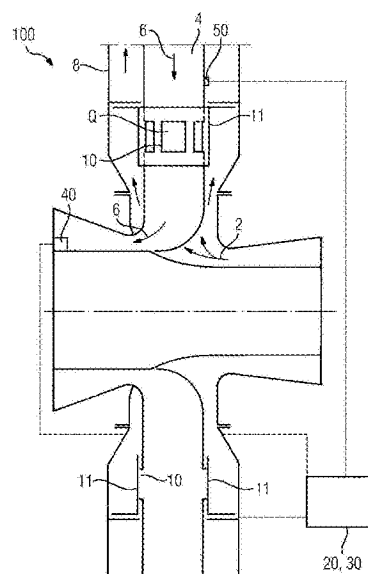
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

具有可调节的旁通流动通道的燃气涡轮机的部分负载操作

(57)摘要

发明涉及燃气轮机(100)和合适的操作方法,其中燃气轮机(100)包括用于提供压缩空气(2)的压气机(1)、设置有燃烧器(3)的燃烧室(4)和膨胀涡轮机(5),其中还设置了被设计成在燃气轮机(100)的操作期间供给压缩空气(2)经过燃烧器(3)并至燃烧室(4)中产生的热气体流(6)的旁通流动通道(10),并且其中另外旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)可由调节部件(11)调节,并且其中另外包括被设计成以如下方式调节旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)的调节单元(20):使得开口横截面(Q)的变化速度被选择成使得燃烧室(4)的相对燃烧室压力降(Δ BDV)或材料温度(MT)大致恒定、特别是使得燃烧室的相对燃烧室压力降(Δ BDV)或材料温度(MT)变化不超过10%。



1. 一种用于以部分负载操作燃气涡轮机(100)的方法,所述燃气涡轮机包括用于提供压气机空气(2)的压气机(1)、设置有燃烧器(3)的燃烧室(4)和膨胀涡轮机(5),此外设置被配置成以便在燃气涡轮机操作期间输送压气机空气(2)经过所述燃烧器(3)并至所述燃烧室(4)中产生的热气体流(6)的旁通流动通道(10),并且所述旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)此外能够通过设定部件(11)来调节,所述方法包括以下步骤:

-1) 以部分负载操作所述燃气涡轮机(100);

-2) 自动调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)使得所述开口横截面(Q)的变化速率(V)被以如下方式选择:使得所述燃烧室(4)的相对燃烧室压力损失(Δ BDV)或材料温度(MT)基本上恒定;

在第一时间段(ZA1)期间执行第一方法,所述第一方法用于利用以下步骤而以部分负载操作所述燃气涡轮机(100):

-3) 以部分负载操作所述燃气涡轮机(100);

-4) 调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)使得所述开口横截面(Q)的所述变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)基本上恒定,

并且,在第二时间段(ZA2)期间执行上述步骤1)和2),所述第二时间段(ZA2)紧随所述第一时间段(ZA1)。

2. 如权利要求1所述的方法,

其特征在于,

自动调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)使得所述开口横截面(Q)的变化速率(V)被以如下方式选择:使得所述燃烧室(4)的所述相对燃烧室压力损失(Δ BDV)或所述材料温度(MT)变化不超过10%。

3. 如权利要求1所述的方法,

其特征在于,

调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)使得所述开口横截面(Q)的所述变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)变化不超过10%。

4. 如权利要求1所述的方法,

其特征在于,

用于利用以下步骤以部分负载操作所述燃气涡轮机(100)的第一方法:

-以部分负载操作所述燃气轮机(100);

-调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)使得所述开口横截面(Q)的所述变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)基本上恒定,

在第一时间段(ZA1)期间被执行直到第一热特性(TK1)达到预定第一极限值(GW1),第一时间段(ZA1)跟着是执行上述步骤1)和2)的第二时间段(ZA2)。

5. 如权利要求4所述的方法,

其特征在于,

-调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)使得所述开口横截面(Q)的所述变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)变化不超过10%。

6. 如权利要求1-5之一所述的方法,

其特征在于,

利用部分负载降低来执行上述步骤1)和2)直到第二热特性(TK2)达到预定第二极限值(GW2),所述开口横截面(Q)的变化接着被以如下方式选择:使得所述开口横截面(Q)被降低。

7.如权利要求6所述的方法,

其特征在于,

使得所述开口横截面(Q)被再次逐步地增加。

8.如权利要求6所述的方法,

其特征在于,

在所述开口横截面(Q)的降低的情况下并且当由所述第二热特性(TK2)达到第三预定极限值(GW3)时,所述开口横截面(Q)的所述变化被以如下方式选择:使得所述开口横截面(Q)被再次增加。

9.如权利要求8所述的方法,

使得所述开口横截面(Q)被再次逐步地增加。

10.如权利要求1-5之一所述的方法,

其特征在于,

所述方法在引导导叶调节范围(LSVB)以下执行。

11.一种适用于执行如权利要求1-10之一所述的方法的燃气轮机(100),所述燃气轮机包括用于提供压气机空气(2)的压气机(1)、设置有燃烧器(3)的燃烧室(4)和膨胀涡轮机(5),此外设置被配置成以便在燃气轮机(100)操作期间输送压气机空气(2)经过所述燃烧器(3)并至所述燃烧室(4)中产生的热气体流(6)的旁通流动通道(10),并且所述旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)此外可通过设定部件(11)来调节,

其特征在于,

所述燃气轮机进一步包括被配置成以便以如下方式自动调节所述旁通流动通道(10)的所述开口横截面(Q)的调节单元(20),使得所述开口横截面(Q)的所述变化速率被以如下方式选择:使得所述燃烧室(4)的所述相对燃烧室压力损失(Δ BDV)或材料温度(MT)基本上恒定。

12.如权利要求11所述的燃气轮机,

其特征在于,

所述开口横截面(Q)的所述变化速率被以如下方式选择:使得所述燃烧室(4)的所述相对燃烧室压力损失(Δ BDV)或材料温度(MT)变化不超过10%。

13.如权利要求11所述的燃气轮机,

其特征在于,

所述燃气轮机此外包括调整电路(30)和测量探测器(40),所述测量探测器(40)被配置成以便记录热特性(TK2)并且所述调整电路(30)被配置成以便在部分负载降低的情况下和当达到所述热特性(TK2)的预定极限值(GW2)时以如下方式选择所述开口横截面(Q)的所述变化:使得所述开口横截面(Q)被再次降低。

14.如权利要求13所述的燃气轮机,

其特征在于,

使得所述开口横截面(Q)再次被逐步地降低。

15. 如权利要求11-14之一所述的燃气轮机，

其特征在于，所述燃气轮机(100)被以如下方式配置：使得被输送至所述燃烧器(3)的所述压气机空气(2)至少部分地被提供以便借助于通过所述燃烧室(4)中的冷却通道(7)的给送使所述燃烧室(4)的热气体部件。

16. 如权利要求15所述的燃气轮机，

其特征在于，

所述燃烧室(4)的热气体部件包括火焰管底部。

具有可调节的旁通流动通道的燃气涡轮机的部分负载操作

技术领域

[0001] 本发明涉及用于以部分负载 (partial load) 操作燃气涡轮机的方法, 燃气涡轮机包括用于提供压气机空气的压气机、设置有燃烧器的燃烧室和膨胀涡轮机, 此外设置了旁通流动通道, 被配置成用于在燃气涡轮机操作期间将压气机空气输送经过燃烧器并至燃烧室中产生热气体流的旁通流动通道。本发明还涉及这样的燃气涡轮机。

背景技术

[0002] 燃气涡轮机可以由于针对CO排放量的极限值要求而典型地仅以在其功率范围上朝向较低部分负载范围被约束的方式操作。这是因为, 当部分负载操作被降低至较低功率时, 燃烧的主区温度典型地连续减小。当该主区温度下降低于燃气涡轮机典型的温度极限值时, CO排放的量增加, 有时呈指数增加, 因为CO形成CO₂的燃烧不再发生至充分的程度。当达到预定极限值时, 部分负载操作因此必须被约束至较低功率以便不违反CO排放极限值。这样的约束同样在被联接至这样的燃气涡轮机的蒸汽涡轮机系统的操作上具有影响 (在联合循环电站、CCPP的意义上), 因为低于极限值无法达到很可能由运营商期望的功率降低。

[0003] 由于遵从预定CO排放极限值, 因此电站运营商被迫周期性地关闭燃气涡轮机, 或被联接至该燃气涡轮机的蒸汽电站系统, 或者保持在处于高于技术上可能的最小功率的部分负载范围中。

[0004] 结果存在对提供燃气涡轮机或用于操作这样的燃气涡轮机的方法的技术要求, 使其能够进一步降低部分负载范围而同时没有超出CO排放极限值。换言之, 燃气涡轮机的部分负载范围特别地意在在遵从CO排放极限值的同时被向下扩展。首先, 该部分负载范围应该被提供在可通过合适的引导导叶调节获得的用别的方式在技术上可得到的负载范围 (所谓的引导导叶调节范围) 以下。

[0005] 用于这些技术要求的一个解决方案途径可以通过公开US 2010/0175387 A1和US 5,537,864来具体说明。在这些文献中, 提出了借助于旁通流动通道通过合适的控制以使得主区温度大致不改变的方式来调节从压气机吹出来的空气的量。然而因为不能直接测量主区温度自身, 所以这些控制总是依赖于预定的假设或估计。

[0006] 在这点上应该指出的是, 主区温度 (TPZ) 是从燃烧器和火焰周围的能量平衡确定出的平均温度, 其描述了完成化学反应之后的热气体的热力学状态。TPZ因此与燃烧气体中的CO的比例相关。

发明内容

[0007] 因此期望提供一种可以避免现有技术的上面提到的问题并且与此同时可以提供可更好地在计量学上记录的参考量的更加高度发展的方法。

[0008] 发明的目的通过如权利要求1所要求保护的、如在上面和下面所描述的用于操作这样的燃气涡轮机的方法并且通过如权利要求7所要求保护的如下面所描述的燃气涡轮机来实现。

[0009] 特别地,发明的目的通过一种用于以部分负载操作燃气涡轮机的方法来实现,燃气涡轮机包括用于提供压气机空气的压气机、设置有燃烧器的燃烧室和膨胀涡轮机,此外设置了被配置成以便在燃气涡轮机操作期间输送压气机空气经过燃烧器并至燃烧室中产生的热气体流的旁通流动通道,并且旁通流动通道的开口横截面此外可通过设定部件来调节,方法包括以下步骤:

[0010] -以部分负载操作燃气涡轮机;

[0011] -调节旁通流动通道的开口横截面使得开口横截面的变化速率被以如下方式选择:使得燃烧室的相对燃烧室压力损失或材料温度基本上恒定,特别地使得燃烧室的相对燃烧室压力损失或材料温度变化不超过10%。

[0012] 发明的目的此外通过一种适用于执行如上面或下面所呈现的方法的燃气涡轮机来实现,燃气涡轮机包括用于提供压气机空气的压气机、设置有燃烧器的燃烧室和膨胀涡轮机,此外设置了被配置成以便在燃气涡轮机操作期间输送压气机空气通过燃烧器并至燃烧室中产生的热气体流的旁通流动通道,并且旁通流动通道的开口横截面此外可通过设定部件来调节,燃气涡轮机此外包括被配置成以便以如下方式调节旁通流动通道的开口横截面的调节(adjustment)单元,使得开口横截面的变化速率被以如下方式选择:使得燃烧室的相对燃烧室压力损失或材料温度基本上恒定,特别地使得相对燃烧室压力损失变化不超过10%。

[0013] 调节单元在该情况中优选地被配置为调整(regulating)单元,但它也可以被配置为控制单元。该情况中的调节单元允许开口横截面的变化速率或者开口横截面的自动调节。

[0014] 应该指出的是,相对燃烧室压力损失可以被确定为燃烧室差别压力与压气机最终压力的比率。在该情况中,燃烧室差别压力通过在燃烧室上或内的不同测量位置处测量出的两个静压力的差给出。典型地,一个压力确定在燃烧器之前或者在燃烧器的区域中确定出,并且一个压力值在燃烧室内侧、例如在燃烧区的端部。通过考虑与描述压气机的端部的静压力并且同样可以在计量学上被记录的如名字已经所描述的压气机最终压力的比率将所确定出的两个压力值的压力差相关联。

[0015] 同样应该指出的是,根据发明的燃烧室材料温度涉及可以直接或间接地在计量学上被记录的材料温度。这样的温度特别是燃烧室壁的温度、燃烧室瓦的温度或者例如燃烧室还包括的火焰管组成部件的温度。

[0016] 燃气涡轮机中的如上面所描述的旁通流动通道的提供已经从现有技术已知。例如,DE 43 39 724 C1描述了在压气机出口与涡轮机出口之间具有公共壁的气体配件。该壁具有覆盖该壁中的相应狭槽的滑动件。狭槽在该情况中以旁通流动通道的意义来理解。狭槽可以通过致动滑动件在其开口横截面方面被可变地调节。根据DE 43 39 724 C1的教导,做出了根据燃气涡轮机功率调节狭槽的设置,以便使涡轮机中的质量流量保持在合适数量级的幅值。在甩(shedding)负载的情况下,为了避免燃气涡轮机的自动加速,狭槽可以例如通过合适的致动被立即近似移动至最终位置,以便避免由压气机空气旁通燃烧器。然而DE 43 39 724 C1中所描述的操作模式排他性地用于功率调整并因此不允许依照CO排放极限值执行的操作。

[0017] 在这点上应该指出的是,DE 43 39 724 C1的公开通过明确引用被并入本申请中。

[0018] 旁通流动通道的开口横截面的调节现在可以确保遵从CO排放极限值的操作模式可以在部分负载操作的情况下获得。在该情况中,例如,旁通流动通道的开口横截面可以作为时间的函数变化使得开口横截面的变化速率以如下方式选择:使得主区温度基本上恒定。优选地,主区温度在该情况中保持基本上恒定地低于由引导导叶调节范围确定的燃气轮机功率范围。当达到最小引导导叶调节范围时,主区温度因此典型地仍然处于高于如下温度:在该温度下CO排放值上的显著增加是预期的。该温度的合适的估计从现有技术已知。

[0019] 在这样的热估计或合适的计算方法的基础上,旁通流动通道的开口横截面也可以在处于特别是低于由引导导叶调节范围所确定的燃气轮机功率范围的部分负载功率的情况下计算出,在该情况中基本上恒定的主区温度可以例如被确保作为边界条件。这样的估计或计算方法有时也可以基于测试测量。如果部分负载操作现在被降低至较低值,则根据发明执行旁通流动通道的开口横截面的至较大值的连续调节,使得产生了在旁通流动通道的下游区域(燃烧室)与旁通流动通道的上游区域(压气机空气充气室)之间的增加的压力均衡。

[0020] 作为这样做的结果,确定通过燃烧器的压气机空气的流量的压力差也被降低。与此同时一取决于燃气轮机的实施例而变化一也可以修改用于燃烧室冷却的冷却功率,这例如由于压气机空气的进入燃烧室的冷却通道内的流动用于使燃烧室中的热气体部件冷却而产生。在这点上,申请人的型号SGT X-200E的燃气轮机是特别提到的,其中这样的冷却通道被设置为用于通过冲击冷却使火焰管底部冷却的冷却空气孔(也参见例如DE 43 39 724 C1)。

[0021] 由于被输送至燃烧室的压气机空气流动的压力的降低,所以存在有在燃烧室中的热气体部件的冷却功率上的降低。如果用于燃烧室的热气体部件的热负载现在由于降低的冷却而变得太大,则单独组成部件的材料损伤和故障是预期的。为了预见这样的发展,现在根据发明提出执行旁通流动通道的开口横截面的变化速率的调整,具体地以如下方式调节:使得燃烧室的相对燃烧室压力损失或材料温度被用作调节量。通过基本上恒定的相对燃烧室压力损失,用于使燃烧室中的热气体部件冷却的压气机空气的流量同样保持基本上恒定。这导致基本上恒定的冷却速率,使得可以避免燃烧室中的热气体部件被暴露所至的温度的增加。

[0022] 根据一个实施例,提出了通过用于利用以下步骤以部分负载操作燃气轮机的方法来操作燃气轮机:

[0023] -以部分负载操作燃气轮机(100);

[0024] -调节旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)使得开口横截面(Q)的变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)基本上恒定,并且特别地变化不超过10%。这特别意在部分负载的降低的情况下执行,并且具体地初始直到用于燃烧室的热气体部件的热负载变得太大。随后,可以做出通过如权利要求1所要求保护的方法来操作燃气轮机的设置,使得燃烧室中的或者燃烧室中的热气体部件处的所得到的冷却功率基本上恒定。根据该实施例,主区温度因此初始被用作合适的调节量,燃烧室的相对燃烧室压力损失或材料温度被用作在达到不被进一步超过的温度极限值之前的进一步的调节量。通过操作的组合模式,或者操作的各个独立模式,确保了CO排放值可以被保持基本上恒定,或者处于低于预

定CO极限值。

[0025] 旁通流动通道的开口横截面的变化速率因此在部分负载操作的过程中被以如下方式调整:使得低于系统特定极限值(例如由引导导叶调节范围确定)的部分负载的降低可以成为可能的。

[0026] 根据发明,可以将旁通流动通道的开口横截面的变化执行为随着时间的连续和/或逐步变化,各个变化以如下方式执行:使得潜在的调节量(例如相对燃烧室压力损失)保持基本上恒定,但特别地变化不超过10%。待执行的各个变化可以在离散变化的情况中被存储在调节单元的内插点的范围中,这于是如果如要引起开口横截面的合适变化。开口横截面的变化速率在该情况中应理解为在单独离散内插点上的时间平均。

[0027] 根据发明的第一和特别优选的实施例,在第一时间段期间执行用于利用以下步骤以部分负载操作燃气涡轮机的第一方法:

[0028] -以部分负载操作燃气涡轮机(100);

[0029] -调节旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)使得开口横截面(Q)的变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)基本上恒定,并且特别地变化不超过10%。在第二时间段期间执行如权利要求1的方法,特别地其中第二时间段直接跟随第一时间段。如已经在上面详细说明的,以该方式可以获得处于部分负载的燃气涡轮机的特别高效的操作模式,这即使在非常低的部分负载范围中也允许了遵从CO的操作。根据一个实施例,对于部分负载特别优选地的是在该情况中在时间段上被降低,并且特别是在两个时间段上被降低。

[0030] 根据依照发明的方法的另一实施例,用于利用以下步骤以部分负载操作燃气涡轮机的第一方法:

[0031] -以部分负载操作燃气轮机(100);

[0032] -调节旁通流动通道(10)的开口横截面(Q)使得开口横截面(Q)的变化速率(V)被以如下方式选择:使得主区温度(TPZ)基本上恒定,并且特别地变化不超过10%,在第一时间段期间被执行直到第一热特性达到预定第一极限值,特别地这跟着是执行如权利要求1的方法所在的第二时间段。第一热特性在该情况中特别地是在燃烧室的热气体部件处的冷却功率的度量。到这个程度,当超过热极限值(第一极限值)时,即使利用仍然低的部分负载也获得了与第一时间段期间相比燃气涡轮机的更加可靠的操作,而不会超过CO排放极限值。

[0033] 根据另一特别优选的方法,如权利要求1的方法利用部分负载降低来执行直到第二热特性达到预定第二极限值,特别地开口横截面的变化接着被以如下方式选择:使得开口横截面被降低、特别是被逐步地降低。这样的方法-技术预防措施有时可能是必要的,因为相对燃烧室压力损失取决于环境条件,并且燃烧室的热气体部件的充分的冷却功率因此不能总是被确保,例如当环境温度非常高时。如果充分的冷却功率于是没有被提供,尽管旁通流动通道的开口横截面的连续或逐步增加,那么第二热特性的第二极限值可以被超过。热特性特别是记录了在燃烧室中的热负载并因此确保燃气涡轮机的热可靠操作的合适的调节量。用于该热负载的合适的特性量可以例如是借助于热电偶已直接或间接被记录的测量出的材料温度(优选在燃烧室中),或者是替代特性,例如相对燃烧室压力损失或另一合适的热的量。

[0034] 如果现在由第二热特性达到第二极限值,则旁通流动通道的开口横截面被降低。

该降低优选地以总体范围的大约10%的步骤中执行。作为其结果,冷却空气流量再次增加并且燃烧室的热气体部件被用更多冷却功率供给。根据一个实施例,利用逐步变化的该过程可以特别地重复进行直到第二热特性达到高于进一步的第三热极限值的值。

[0035] 根据依照该实施例的方法的一个细化,在开口横截面的降低的情况下并且当由第二热特性达到第三热预定极限值时,开口横截面的变化被以如下方式选择:使得开口横截面被再次增加、特别地被再次逐步增加。逐步增加可以在该情况中优选地在总体范围的大约10%的步骤中执行。由于初始降低的如此执行的滞后和接着随后的旁通流动通道的开口横截面的再次增加,所以可以获得燃气轮机操作的稳定的调整。

[0036] 根据依照发明的方法的一个特别优选的实施例,方法在引导导叶调节范围以下执行。作为其结果,如上面所说明的,部分负载功率范围可以被进一步降低,但没有超过C0极限值的风险。以该方式,可以显著地提高燃气轮机操作的灵活化。

[0037] 根据依照发明的燃气轮机的第一特别优选的实施例,燃气轮机此外包括调整电路和测量探测器,测量探测器被配置成以便记录热特性并且调整电路被配置成以便在部分负载降低的情况下和当达到热特性(第二热特性)的预定极限值(第二极限值)时以如下方式选择开口横截面的变化:使得开口横截面被再次降低、特别是被逐步地降低。

[0038] 如已经在上面提到的,以该方式可以获得燃气轮机的稳定调整,并且与此同时可以考虑到相对燃烧室压力损失对环境条件的依赖性。同样,与此同时可以确保通过充分冷却进行的燃烧室的热气体部件的保护。

[0039] 根据依照发明的燃气轮机的另一特别优选的实施例,燃气轮机被以如下方式配置:使得被输送至燃烧器的压气机空气至少部分地被提供以便借助于通过燃烧室中的冷却通道的给送使燃烧室的热气体部件、特别是火焰管底部冷却。通过燃烧室中的冷却通道的提供、特别地当执行如权利要求1所要求保护的方法时,充分的冷却功率可以被确保。过热和结果对燃烧室的热部件造成的损伤因此可以被防止。

附图说明

[0040] 下面将在独立附图的帮助下详细地描述发明。在该情况中,具有相同附图标记的技术特征具有相同的技术效果。

[0041] 同样应该指出的是,下面的附图应仅仅示意地进行解释,并且可以基于其的关于发明的可实施性没有约束。

[0042] 同样应该指出的是,下面所说明的技术特征以彼此任何组合的方式要求保护,只要组合可以实现发明的目的。

[0043] 图1示出利用旁通流动通道的完全闭合和打开的开口横截面的作为相对燃气轮机功率(ΔGTP)的函数的主区温度(TPZ)的变化的示意性表示;

[0044] 图2示出对应于处于部分负载的根据发明的操作模式的合适实施例在引导导叶调节范围(LSVB)以下的作为校正涡轮机输出温度(OTC)的函数的相对开口横截面(RQ)的图解性表示;

[0045] 图3示出在操作期间以降低当达到第二极限值(GW2)和第三极限值(GW3)时的部分负载功率的作为时间(t)的函数的第二热特性(TK2)的功能曲线;

[0046] 图4在流程图表示中示出如权利要求1所要求保护的根据发明的方法的实施例;

[0047] 图5在立体横向截面图示出根据发明的燃气涡轮机的实施例；

[0048] 图6示出图5所示的燃气涡轮机的简化示意性局部截面图。

具体实施方式

[0049] 图1示出作为相对燃气轮机功率 ΔGTP (单位%) 的函数的主区温度 TPZ (单位 $^{\circ}C$) 的曲线的图解性表示。在该情况中,表示出燃气涡轮机的操作的两个根本不同的模式,即,一个模式(操作模式200)利用完全闭合的旁通流动通道的和一个模式(操作模式210)利用完全打开的旁通流动通道。对于两个操作模式200和210可以清楚地看到,引导导叶调节范围 $LSVB$ 的区域中的较平坦的曲线,在该区域上燃气轮机可以通过引导导叶的以不同部分负载功率在引导导叶调节范围 $LSVB$ 中的合适调节利用传统部分负载操作来操作。然而通过调节引导导叶的在该引导导叶调节范围 $LSVB$ 以下的部分负载操作的支持不再可能。发明可得到的范围优选地涉及处于下面的这些范围。结果,它们处于利用闭合的旁通流动通道的范围200与表示利用打开的旁通流动通道的操作模式的范围210之间。

[0050] 例如,图1表示出用于进一步图示出进一步的操作点的两个点220、230。操作点220表示利用部分打开的旁通流动通道达到如例如利用基本负载时所存在的主区温度 TPZ 的具有最小引导导叶的引导导叶调节范围的操作状态。与此相比,操作点230表示同样达到对于基本负载的主区温度 TPZ 但是利用完全打开的旁通流动通道来实现的操作状态。然而操作点230在相对燃气轮机功率方面显著地低于技术上可能的最小引导导叶调节范围 $LSVB$ 。

[0051] 图2表示出作为校正涡轮机输出温度 OTC 的函数的相对开口横截面 RQ 的功能曲线。相对开口横截面 RQ 涉及现有的、即调节过的开口横截面 Q 与最大可能的开口横截面的比率。在该情况中,所表示出的操作模式具有在引导导叶调节范围 $LSVB$ 以下的有着多个内插点的控制曲线。利用减小的校正涡轮机输出压力 OTC 、即利用减小的部分负载功率,在第一时间段 $ZA1$ 期间初始地选择要求旁通流动通道10的开口横截面 Q 的调节以如下方式执行的操作模式,使得:开口横截面 Q 的变化速率 V 被选择成使得主区温度 TPZ 基本上恒定,并且特别地变化不超过10%。在该第一时间段 $ZA1$ 期间,基本上恒定的主区温度 TPZ 可以因此被确保,使得 CO 排放值可以被保持高于不被超过的特定极限值。

[0052] 在直接跟随第一时间段 $ZA1$ 的第二时间段 $ZA2$ 期间,操作模式被以如下方式修改,使得:它现在根据如权利要求1所要求保护的实施例来执行。在该情况中,对于燃气轮机,旁通流动通道10的开口横截面 Q 的调节被以如下方式执行,使得:开口横截面 Q 的变化速率 V 被选择成使得燃烧室4的相对燃烧室压力损失 ΔBDV 或材料温度 MT 基本上恒定,并且特别地使得相对燃烧室压力损失 ΔBDV 或材料温度 MT 变化不超过10%。根据该操作模式,能够确保用于燃烧室中的热气体部件的充分的冷却功率仍然是可得到的,并且因此可以在遵从 CO 排放极限值的同时防止对这些组成部件造成的热损伤。

[0053] 表示中所示出的进一步的内插点或操作状态分别涉及分别从现有技术已知的内插点或操作状态,并且将不进一步进行说明。

[0054] 图2中给出的校正涡轮机输出温度 OTC 对应于与空气温度有关地被校正的涡轮机输出温度,如例如在 EP 1 462 633 A1 中所详细说明书的。

[0055] 图3示出作为时间的函数的第二热特性 $TK2$ 的在部分负载降低的情况下所执行的变化。在该情况中,示出了初始在小的时间点处部分负载降低也需要第二热特性 $TK2$ 的降

低。然而,当超过预定第二极限值GW2时,旁通流动通道10的横截面Q的变化被以如下方式被选择,使得开口横截面Q现在被降低、特别是逐步地降低。逐步降低在该情况中用开口横截面Q的变化曲线 ΔQ 指示出。因此,初始执行开口横截面Q以两个台阶降低,使得热特性TK2的曲线再次被抬高高于第二极限值GW2。在开口横截面Q的两个台阶降低之后,第二热特性TW2的曲线达到第三预定极限值GW3,该值现在要求开口横截面Q再次增加、特别是再次逐步地增加。在当前情况中,开口横截面Q的增加再次以与前两个台阶相当尺寸的两个台阶发生,使得所得到的开口横截面Q对应于逐步变化的初始之前所存在的开口横截面Q。这导致强烈减小的热特性的稳定化并因此导致燃气轮机10的以部分负载的操作的稳定化。根据变化曲线 ΔQ 的开口横截面Q的变化在该情况中通过激起相应调整的调节单元20来执行。

[0056] 图4示出如权利要求1所要求保护的根据发明的方法的实施例,其包括以下步骤:

[0057] -以部分负载操作燃气轮机100(第一方法步骤400);

[0058] -调节旁通流动通道10的开口横截面Q使得开口横截面Q的变化速率V被以如下方式选择,使得:燃烧室4的相对燃烧室压力损失 ΔBDV 或材料温度MT基本上恒定,特别是使得燃烧室4的相对燃烧室压力损失 ΔBDV 或材料温度MT变化不超过10%(第二方法步骤410)。

[0059] 图5示出通过根据发明的燃气轮机100的立体局部截面图,该燃气轮机基本上对应于由申请人销售的型号SGT5-2000E。除压气机1和膨胀涡轮机5之外,该情况中的燃气轮机100还包括设置有多个燃烧器3的燃烧室4。在燃气轮机100的操作期间,压气机空气2被从燃烧室4外侧上的压气机1横向地输送至燃烧器3。由于在燃烧室4与被给送至燃烧室4的外侧的压气机空气2的压力之间的静压力差,所以从该压气机空气2取得的冷却空气通过冷却通道7流动到燃烧室4内。压气机空气2的其余部分接着被给送至燃烧器3并且与合适的燃料一起燃烧。燃烧产物被从燃烧室4排出作为热气体流6排出并且被给送至膨胀涡轮机5以进行机械工作。

[0060] 所表示出的燃气轮机100具有旁通流动通道10(未进一步详细示出),其被配置成以便在燃气轮机100的操作期间输送压气机空气2经过燃烧器3并至燃烧室4中产生的热气体流6,在该情况中旁通流动通道10的开口横截面Q可以此外通过设定部件11来调节。该设定部件11在这里也未详细示出。

[0061] 图6示出通过如图5所示的燃气轮机100的实施例的示意性侧视图,其表示出旁通流动通道10和用于调节旁通流动通道10的开口横截面Q的设定部件11两者。在燃气轮机100的操作期间,压气机空气2初始被从压气机1(未进一步示出)输送至燃烧室4。压气机空气2在该情况中通过燃烧室4与外壁8之间的容积被给送至燃烧器3。在该情况中,压气机空气2流动经过旁通流动通道10,旁通流动通道具有开口横截面Q并且将燃烧室4与外壁8之间的区域流动地连接至燃烧室4自身。开口横截面Q可以通过被配置为设定部件11的滑动件来调节(关于该技术的更多详细评论可以在DE 43 39 724 C1中找到)。结果,压气机空气2的流动在开口横截面Q处被分开,一部分进一步流动至燃烧室4的燃烧器3,而另一部分通过开口横截面Q流动到燃烧室4内用于压力均衡。

[0062] 被给送至燃烧器3的压气机空气2的流动此外被减少,因为该压气机空气2的一部分可以通过冷却通道7(未进一步示出)流动到燃烧室4内并且在该情况中将燃烧室4的热气体组成部件(未进一步示出)、特别是火焰管底部冷却。冷却功率在该情况中与冷却通道处存在的静压力差成正比。

[0063] 燃气轮机100此外具有调节单元20,其包括被配置用于旁通流动通道10的开口横截面Q的合适调节的调整电路30。燃气轮机100同样具有测量探测器40,其记录热特性(例如涡轮机输出温度)并将测量值通信至调节单元20或调整电路30。燃气轮机100同样具有被布置在燃烧室4中的第二测量探测器50,其被配置成以便在计量学上记录燃烧室4的材料温度MT并且将测量值通信至调节单元20或调整电路30。调节单元20确保旁通流动通道10的开口横截面Q被以如下方式调节,使得:开口横截面Q的变化速率V被选择成使得主区温度TPZ基本上恒定,并且特别是变化不超过10%,或者使得:开口横截面Q的变化速率V被选择成使得燃烧室4的相对燃烧室压力损失 ΔBDV 或材料温度MT基本上恒定,并且特别是使得燃烧室4的材料温度MT变化不超过10%。

[0064] 进一步的实施例可以在从属权利要求中找到。

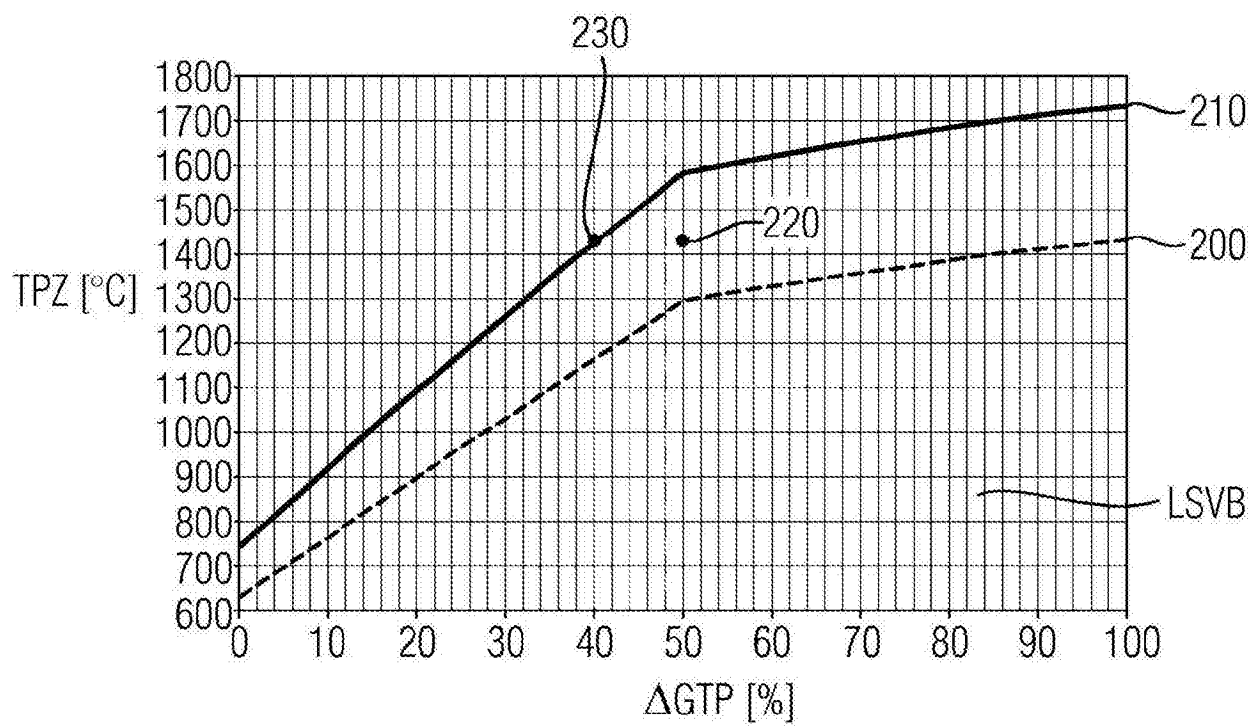


图1

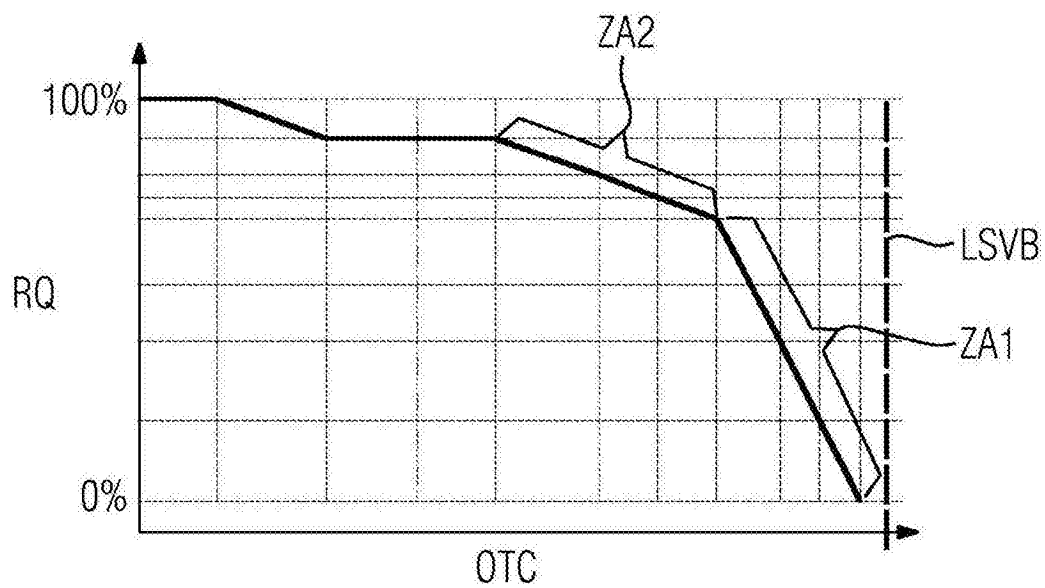


图2

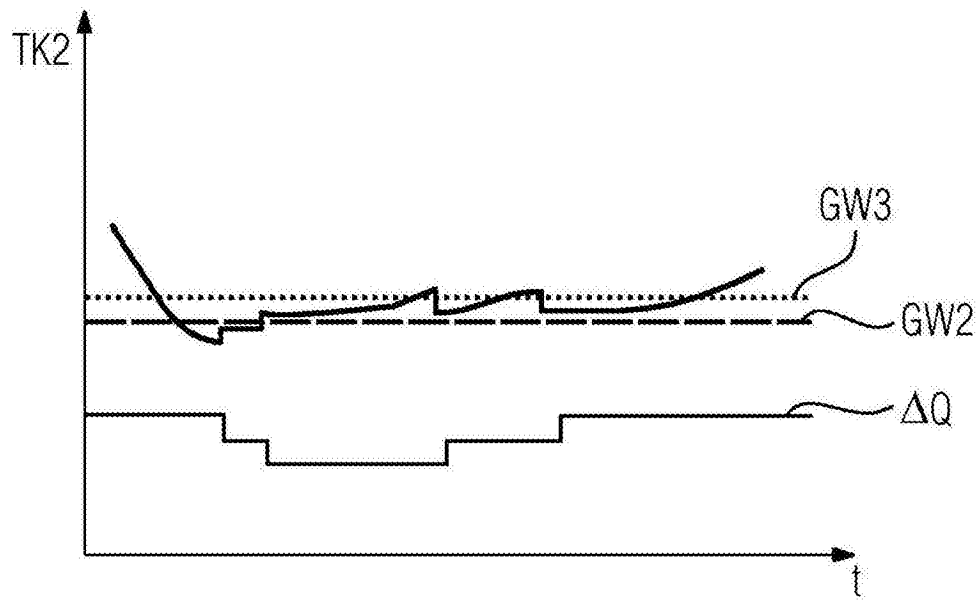


图3

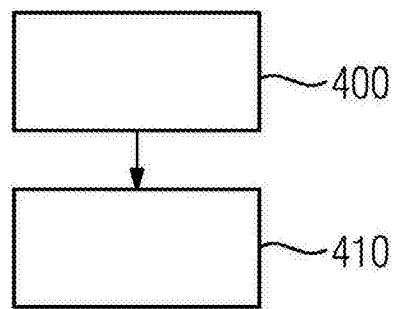


图4

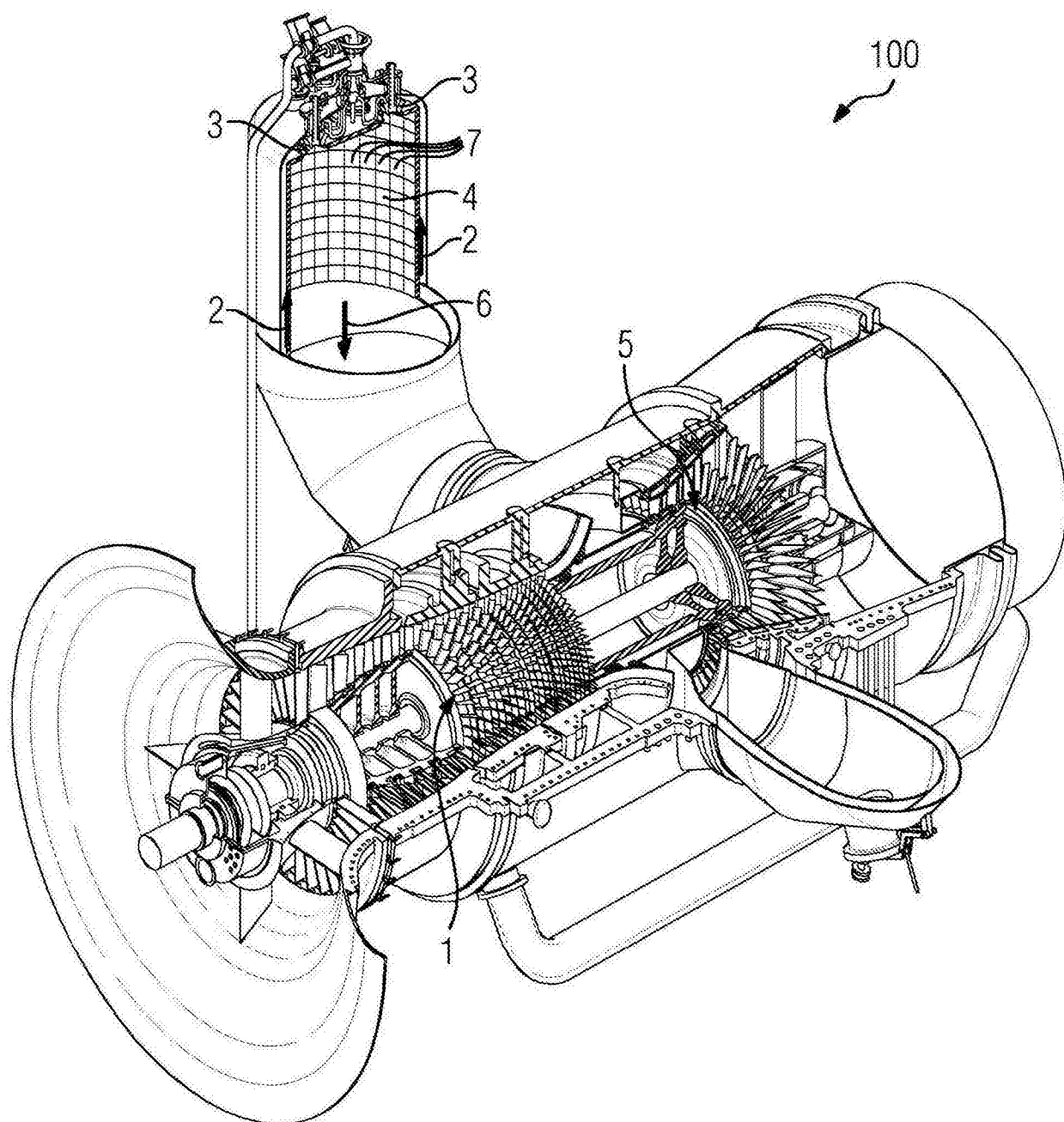


图5

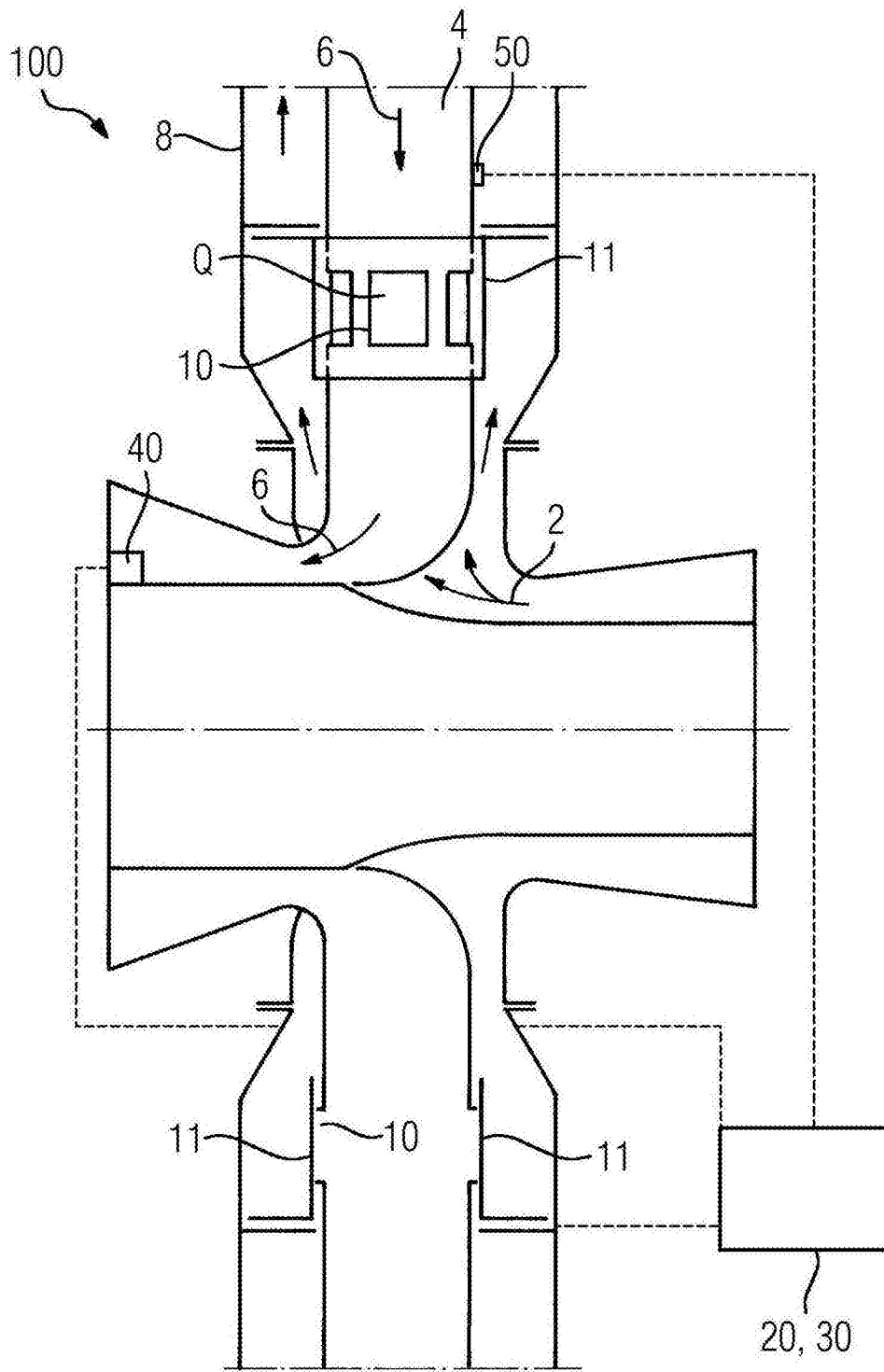


图6