



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103244963 B

(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201310049175.7

(22)申请日 2013.02.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103244963 A

(43)申请公布日 2013.08.14

(30)优先权数据

13/370963 2012.02.10 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 A.W.克鲁尔 G.O.克雷默

(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.

F23N 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101900641 A, 2010.12.01,

CN 101836244 A, 2010.09.15,

JP 特开平10-9516 A, 1998.01.16,

审查员 胡茹

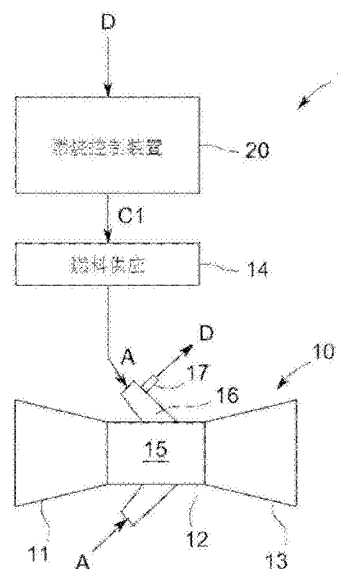
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

检测火焰保持事件的检测系统和方法

(57)摘要

本发明提供一种检测火焰保持事件的检测系统和方法,该系统包括燃烧部段,燃烧部段接收来自压缩器的流体、通过燃烧燃料产生热而加热流体,并且将经加热的流体输出到涡轮部段。燃烧部段包括燃烧器,燃烧器具有在其中燃烧燃料的燃烧室,并且燃烧部段具有感测燃烧室内的静压力的传感器。燃烧控制装置仅仅基于感测到的静压力检测燃烧室中的火焰保持事件。



1. 一种涡轮机的火焰保持事件检测系统,其包括:

燃烧部段,所述燃烧部段接收来自压缩器的流体、通过燃烧燃料产生热而加热流体并且将经加热的流体输出到涡轮部段,所述燃烧部段包括燃烧器,所述燃烧器具有在其中燃烧燃料的燃烧室,并且所述燃烧部段具有感测所述燃烧室内的静压力的传感器;以及

燃烧控制装置,所述燃烧控制装置基于感测到的静压力与预定阈值的比较检测所述燃烧室中的火焰保持事件。

2. 根据权利要求1所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述燃烧器包括喷嘴,并且所述燃烧控制装置基于感测到的静压力控制到达所述喷嘴的燃料供应。

3. 根据权利要求1所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述传感器位于所述燃烧室的内部。

4. 根据权利要求1所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述燃烧控制装置计算感测到的静压力和先前感测的静压力之间的压力差,并且比较所述压力差和预定阈值差以检测火焰保持事件。

5. 根据权利要求1所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述预定阈值是预定静压力水平。

6. 根据权利要求1所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述传感器还感测所述燃烧室内的温度,并且

所述燃烧控制装置基于感测到的静压力和感测到的温度检测所述燃烧室中的火焰保持事件。

7. 根据权利要求6所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述燃烧控制装置还基于感测到的静压力和感测到的温度确定火焰保持事件在所述燃烧室中的位置。

8. 根据权利要求1所述的火焰保持事件检测系统,其特征在于,所述燃烧部段包括对应于多个喷嘴的多个传感器,并且

所述燃烧器包括所述多个喷嘴和所述多个传感器位于其中的多个腔,所述多个腔具有向所述燃烧室敞开的端部。

9. 一种检测火焰保持事件的发电系统,其包括:

涡轮机,所述涡轮机包括燃烧燃料产生热以加热流体的燃烧部段、和用经加热的流体发电的涡轮部段,所述燃烧部段包括传感器;以及

燃烧控制装置,所述燃烧控制装置接收来自所述传感器的所述燃烧部段的被检测的静压力,并且基于所述被检测的静压力与第一预定阈值的比较检测火焰保持事件。

10. 根据权利要求9所述的发电系统,其特征在于,当检测到火焰保持事件时,所述燃烧控制装置调节进入所述燃烧部段中的燃料供应。

11. 根据权利要求9所述的发电系统,其特征在于,所述燃烧控制装置通过比较被检测的静压力和先前检测的静压力计算压力差,并且

所述燃烧控制装置通过比较所述压力差和所述第一预定阈值差检测火焰保持事件。

12. 根据权利要求9所述的发电系统,其特征在于,所述燃烧部段包括具有多个喷嘴的燃烧器,并且

所述传感器包括对应于所述多个喷嘴的多个传感器。

13. 根据权利要求12所述的发电系统,其特征在于,所述燃烧器包括所述多个喷嘴和所

述多个传感器位于其中的多个腔。

14. 根据权利要求9所述的发电系统,其特征在于,所述传感器还感测所述燃烧部段内的温度,并且

所述燃烧控制装置基于感测到的静压力和所述第一预定阈值的比较并且基于感测到的温度和第二预定阈值的比较检测火焰保持事件。

15. 一种检测燃烧室中的火焰保持事件的方法,所述方法包括:

通过静压力传感器检测所述燃烧室中的第一绝对压力;

计算所述第一绝对压力和先前检测到的、所述燃烧室中的第二绝对压力之间的压力差;以及

比较所述压力差和预定阈值差以检测火焰保持事件。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述预定阈值差是经历预定时期的预定大小的绝对压力的增加。

17. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在检测到火焰保持事件之后,调节到达所述燃烧室的燃料输入以纠正火焰保持事件。

18. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

检测所述燃烧室中的温度,以及

基于检测到的温度以及所述压力差与所述预定阈值差的比较检测火焰保持事件。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,基于检测到的温度以及所述压力差与所述预定阈值差的比较检测火焰保持事件包括比较检测到的温度和第一温度阈值,以及

当所述压力差大于所述预定阈值差并且检测到的温度大于所述第一温度阈值时,确定检测到火焰保持事件。

20. 根据权利要求19所述的方法,其特征在于,基于检测到的温度以及所述压力差与所述预定阈值差的比较检测火焰保持事件包括比较检测到的温度和小于所述第一温度阈值的第二温度阈值,以及

当所述压力差大于所述预定阈值差并且检测到的温度小于所述第二温度阈值时,确定检测到火焰保持事件,所述火焰保持事件在未邻近传感器的喷嘴处,所述传感器为所述静压力传感器或用于检测温度的温度传感器。

检测火焰保持事件的检测系统和方法

技术领域

[0001] 本发明所公开的主题涉及涡轮机并且特别地涉及涡轮机中的火焰保持事件的检测。

背景技术

[0002] 涡轮机包括加热通过涡轮机的流体流的燃烧部段。燃烧部段包括燃烧室,在所述燃烧室中点燃燃料以产生加热流动通过涡轮机的流体的热。然而,如果火焰在火焰保持事件中形成于燃烧室的一个或多个表面上,则燃烧室可能损坏。

发明内容

[0003] 根据本发明的一方面,一种检测火焰保持事件的涡轮机包括燃烧部段,燃烧部段接收来自压缩器的流体、通过燃烧燃料产生热而加热流体并且将经加热的流体输出到涡轮部段,燃烧部段包括燃烧器,燃烧器具有在其中燃烧燃料的燃烧室,并且燃烧部段具有感测燃烧室内的静压力的传感器。涡轮机还包括基于感测到的静压力与预定阈值的比较而检测燃烧室中的火焰保持事件的燃烧控制装置。

[0004] 进一步的,所述燃烧器包括喷嘴,并且所述燃烧控制装置基于感测到的静压力控制到达所述喷嘴的燃料供应。

[0005] 进一步的,所述传感器位于所述燃烧室的内部。

[0006] 进一步的,所述燃烧控制装置计算感测到的静压力和先前感测的静压力之间的压力差,并且比较所述压力差和所述预定阈值以检测火焰保持事件。

[0007] 进一步的,所述预定阈值是预定静压力水平。

[0008] 进一步的,所述传感器还感测所述燃烧室内的温度,并且所述燃烧控制装置基于感测到的静压力和感测到的温度检测所述燃烧室中的火焰保持事件。

[0009] 进一步的,所述燃烧控制装置还基于感测到的静压力和感测到的温度确定火焰保持事件在所述燃烧室中的位置。

[0010] 进一步的,所述燃烧部段包括对应于多个喷嘴的多个传感器,并且所述燃烧器包括所述多个喷嘴和所述多个传感器位于其中的多个腔,所述多个腔具有向所述燃烧室敞开的端部。

[0011] 根据本发明的另一方面,一种检测火焰保持事件的发电系统包括涡轮机以及燃烧控制装置,涡轮机包括燃烧燃料产生热以加热流体的燃烧部段、和用经加热的流体发电的涡轮部段,燃烧部段包括传感器;燃烧控制装置接收来自传感器的燃烧部段的被检测的静压力,并且基于被检测的静压力与第一预定阈值的比较而检测火焰保持事件。

[0012] 进一步的,当检测到火焰保持事件时,所述燃烧控制装置调节进入所述燃烧部段中的燃料供应。

[0013] 进一步的,所述燃烧控制装置通过比较被检测的静压力和先前检测的静压力计算压力差,并且所述燃烧控制装置通过比较所述压力差和所述第一预定阈值检测火焰保持事

件。

[0014] 进一步的,所述燃烧部段包括具有多个喷嘴的燃烧器,并且所述传感器包括对应于所述多个喷嘴的多个传感器。

[0015] 进一步的,所述燃烧器包括所述多个喷嘴和所述多个传感器位于其中的多个腔。

[0016] 进一步的,所述传感器还感测所述燃烧部段内的温度,并且所述燃烧控制装置基于感测到的静压力和所述第一预定阈值的比较并且基于感测到的温度和第二预定阈值的比较检测火焰保持事件。

[0017] 根据本发明的又一方面,一种检测燃烧室中的火焰保持事件的方法包括:检测燃烧室中的第一绝对压力;计算第一绝对压力和先前检测到的第二绝对压力之间的差;以及比较差和预定阈值以检测火焰保持事件。

[0018] 进一步的,所述预定阈值是经历预定时期的预定大小的绝对压力的增加。

[0019] 进一步的,所述方法还包括:在检测到火焰保持事件之后,调节到达所述燃烧室的燃料输入以纠正火焰保持事件。

[0020] 进一步的,所述方法还包括:检测所述燃烧室中的温度,以及基于检测到的温度以及所述压力差与所述预定阈值的比较检测火焰保持事件。

[0021] 进一步的,基于检测到的温度以及所述压力差与所述预定阈值的比较检测火焰保持事件包括比较检测到的温度和第一温度阈值,以及当所述压力差大于所述预定阈值并且检测到的温度大于所述第一温度阈值时,确定检测到火焰保持事件。

[0022] 进一步的,基于检测到的温度以及所述压力差与所述预定阈值的比较检测火焰保持事件包括比较检测到的温度和小于所述第一温度阈值的第二温度阈值,以及当所述压力差大于所述预定阈值并且检测到的温度小于所述第二温度阈值时,确定检测到火焰保持事件。

[0023] 这些和其它优点和特征将从结合附图进行的以下描述变得更明显。

附图说明

[0024] 在权利要求中特别地指出并且清楚地要求保护被认为是本发明的主题。本发明的前述和其它特征和优点从结合附图进行的以下详细描述变得明显,其中:

[0025] 图1示出根据本发明的实施例的涡轮机。

[0026] 图2和3示出涡轮机的燃烧器。

[0027] 图4示出燃烧控制装置。

[0028] 图5是随着时间的被检测压力的图表。

[0029] 图6是检测火焰保持事件的方法的流程图。

[0030] 图7是根据另一实施例的检测火焰保持事件的方法的流程图。

[0031] 通过例子参考附图,详细描述解释了本发明的实施例以及优点和特征。

具体实施方式

[0032] 图1示出根据本发明的实施例的涡轮机系统1。涡轮机系统1包括涡轮机10和燃烧控制装置20。根据备选实施例,燃烧控制装置20连接到、安装到涡轮机10或是涡轮机10的一部分。涡轮机10包括压缩器11、燃烧部段12和涡轮部段13。压缩器11吸入并且压缩流体,燃

烧部段12加热流体,并且涡轮部段13用经加热的流体产生功。根据本实施例,流体是空气,并且该功旋转轴,从而用于发电。

[0033] 燃烧部段12包括主体腔15,空气通过所述主体腔从压缩器11传到涡轮部段13。燃烧部段12也包括燃烧器16。涡轮机10包括燃料源14(也称为“燃料供应”),所述燃料源将燃料供应到燃烧器16,如图1中的参考字母A所示。根据一些实施例,空气在插入燃烧器16中之前与燃料混合。在另外的其它实施例中,附加流体与燃料和/或空气混合以在燃烧器16中燃烧。

[0034] 燃烧器16包括传感器17以感测燃烧器16内的一个或多个特性,例如静压力、温度和压差。对应于燃烧器16中的被检测特性的检测信号或数据D被传输到燃烧控制装置20。燃烧控制装置20基于被检测特性确定火焰保持事件是否已发生。

[0035] 图2和3更详细地示出了燃烧器16。燃烧器16包括限定燃烧室18的壳体19。燃烧室18的一个端部9向主体腔15敞开,并且另一端部21对应于将燃料提供给燃烧室18的喷嘴24。喷嘴24容纳在腔23内,所述腔经由燃烧室18的端部21处的开口22连接到燃烧室18。软管或管线25连接到喷嘴24以将燃料供应到喷嘴。

[0036] 在图2所示的实施例中,传感器17突破壳体19,并且传感器17的感测端位于燃烧室18内。通信线26将数据D传输到燃烧控制装置20。传感器17包括静压力传感器27和温度传感器28。根据备选实施例,传感器17仅仅包括静压力传感器27以提供检测火焰保持事件的简单和便宜手段。在另外的其它实施例中,传感器17也包括压差传感器。

[0037] 图2示出燃烧器16的横截面图,其中示出两个传感器17。燃烧室18中的传感器17的数量可以仅仅为一个,或者可以包括大于二的数量。例如,在一个实施例中,至少一个传感器邻近每个开口22定位以提供关于具有火焰保持事件的特定喷嘴24的位置的数据。

[0038] 传感器17的检测部分位于燃烧室18内以检测燃烧室18内的绝对压力、压差和温度中的一个或多个。根据本发明的实施例,传感器17至少包括绝对压力传感器27。在图2和3所示的实施例中,传感器17包括绝对压力传感器27和温度传感器28。燃烧控制装置20接收关于燃烧室18内的温度和绝对压力的数据D,并且基于接收到的数据D确定火焰保持事件是否已发生。温度数据用于检验绝对压力数据,并且还可以用于帮助隔离受到火焰保持事件影响的特定喷嘴24。

[0039] 图3示出本发明的实施例,其中传感器17位于喷嘴24上。根据备选实施例,传感器17位于喷嘴24的侧面上或腔23的侧壁29上。由于传感器17位于腔内,因此传感器17不突破壳体19。通信线26从喷嘴24延伸出以将来自传感器17的数据D提供给燃烧控制装置20。在备选实施例中,传感器17包括电源和无线天线以将感测到的数据D以无线传输的方式传输到燃烧控制装置20。

[0040] 参考图1至3,传感器27将对应于燃烧室18内的被检测绝对压力的检测信号D输出到燃烧控制装置20。燃烧控制装置20确定被检测绝对压力是否对应于火焰保持事件。如果确定被检测绝对压力对应于火焰保持事件,则燃烧控制装置控制燃料源14,从而控制进入燃烧室18中的燃料流动以纠正火焰保持事件。

[0041] 在另一实施例中,检测信号D包括关于燃烧室18内的绝对压力和温度的数据,并且燃烧控制装置20通过分析绝对压力和温度数据检测火焰保持事件是否已发生。另外,绝对压力和温度组合数据提供关于火焰保持事件的位置的附加信息以允许燃烧控制装置20调

节从特定喷嘴24输出的燃料,同时让其它喷嘴24保持不变。

[0042] 如图4中所示,燃烧控制装置20包括信号处理单元32、控制单元33、比较器34和存储器35。信号处理单元32经由输入端子31接收来自传感器17的检测信号D,并且将检测信号D转换成用于数字处理的格式。在一个实施例中,信号处理单元是A/D转换器。预定特性存储在存储器35中。预定特性的例子包括先前测量的压力、先前测量的温度、阈值压力和阈值温度。

[0043] 为了检测火焰保持事件,控制单元33获得来自数据D的当前检测的绝缘压力和来自存储器35的先前存储的绝对压力,并且比较当前检测的压力和先前存储的压力。先前存储的压力对应于预定时间间隔(例如一秒)的压力。换句话说,比较器24比较当前检测的压力和一秒前检测并且存储在存储器35中的压力。如果该压力之间的差超过存储在存储器35中的预定阈值,则控制单元33确定火焰保持事件已发生,并且调节控制信号C1以调节喷嘴24的输出。在该实施例中,通过检测突然和显著的静压力增加而检测火焰保持事件。

[0044] 在以上实施例中,静压力传感器27由燃烧控制装置20单独使用以检测燃烧室18中的火焰保持事件。静压力传感器27的使用提供火焰保持事件的简单和成本效益高的检测系统。

[0045] 在另一实施例中,检测信号D包括关于绝对压力和温度的数据。控制单元33执行当前检测的绝对压力和先前检测的绝对压力的分析,如上所述,然后控制单元33分析温度数据以确认被检测火焰保持事件,或隔离具有火焰保持事件的一个或多个喷嘴24。分析温度数据包括比较温度数据和存储在存储器35中的预定阈值温度数据或存储在存储器35中的先前检测的温度数据。根据该实施例,如果静压力传感器27和温度传感器28都检测到与火焰保持事件一致的特性,则控制单元33调节控制信号C1以纠正火焰保持事件。

[0046] 根据另一实施例,比较器34比较当前检测的静压力数据和存储在存储器35中的阈值静压力数据。阈值静压力数据是根据燃烧器16的操作规范设定的预设值。例如,燃烧器16被设计成在静压力的预定范围内操作,并且阈值静压力数据对应于该范围的上限。

[0047] 控制单元33至少包括处理器,并且还包括支持逻辑和存储器。尽管图4示出信号处理单元32和比较器34是独立于控制单元33的部件,但是根据备选实施例,信号处理单元和比较器是由控制单元33的处理器基于存储在存储器(例如存储器35或控制单元33的高速缓冲存储器或其它存储器)中的程序执行的操作。备选地,信号处理单元32和比较器34是控制单元33的一部分,所述控制单元是包括信号处理单元32和比较器34的电路或集成电路的PCB系统。

[0048] 图5示出对应于燃烧室18内的检测信号D的被检测的静压力和温度的例子。在对应于本实施例中的秒的时间t1、t2、t3和t4检测特性。然而,在备选实施例中,以包括小于一秒的增量的其它时间增量检测静压力。在图5的图形中,竖直轴分别表示以PSI计的静压力相对于基本压力的变化,和以华氏度计的温度相对于基本温度的变化。基本压力和值对应于平均正常操作压力和温度。

[0049] 在时间t1,在检测到火焰保持事件之前,被检测压力和温度处于基本水平,在图5的图形中显示为0(表示相对于基本水平的变化,并且不是压力和温度的绝对值)。在时间t2,压力相对于基本压力增加20PSI,但是温度相对于基本温度减小5华氏度。在时间t3,压力相对于基本压力增加大约80PSI,但是温度相对于基本温度增加大约30度。在时间t4,压

力相对于基本压力增加大约50PSI,或相对于时间 t_3 处的读数减小大约30PSI。温度相对于基本温度减小大约35华氏度。

[0050] 当仅仅考虑静压力时,燃烧控制装置20比较时间 t_2 处的压力和时间 t_1 处的压力。如果差(大约20PSI)大于预定阈值,则燃烧控制装置20确定火焰保持事件已发生,并且调节控制信号C1以纠正火焰保持事件。如果差小于预定阈值,则燃烧控制装置20接收时间 t_3 处的下一个检测信号D,并且比较该静压力和时间 t_2 的静压力。如果差(大约60PSI)大于预定阈值,则燃烧控制装置20确定火焰保持事件已发生,并且调节控制信号C1以纠正火焰保持事件。

[0051] 根据另一实施例,静压力值与预定静压力值阈值而不是先前检测的静压力值比较。例如,如果静压力阈值设定成比基本PSI水平大+30PSI,则一旦被检测PSI水平相对于基本值超过+30PSI,燃烧控制装置20就将确定火焰保持事件已发生。

[0052] 根据又一实施例,分析被检测温度以检验火焰保持事件是否已发生。参考图5中所检测的温度值,燃烧控制装置20可以确定:由于当压力增加时温度传感器28检测到温度的减小,因此火焰保持事件发生在未邻近传感器17的喷嘴24处。如果检测到温度的增加,则燃烧控制装置20可以确定火焰保持事件发生在邻近传感器17的喷嘴24处。此外,如果未检测到明显的温度变化,则燃烧控制装置20可以确定压力的变化是由于除火焰保持事件以外的事件引起。因此,温度数据与静压力数据组合以检验火焰保持事件并且隔离与火焰保持事件关联的喷嘴24。

[0053] 图6示出检测火焰保持事件的方法。在操作501中检测静压力P1。燃烧器16的传感器17检测燃烧室18内的静压力,并且将对应于被检测的静压力P1的检测信号D传输到燃烧控制装置20。

[0054] 在操作502中,计算被检测的静压力P1和先前检测的静压力P2之间的差。燃烧控制装置20的控制单元33接收被检测的静压力P1和存储在存储器35中的先前检测的静压力P2中的每一个压力以计算该差。

[0055] 在操作503中,该差与预定阈值差PTH1比较。燃烧控制装置20的比较器34接收来自控制单元33的差并且接收来自存储器35的预定阈值差PTH1。如果确定算出的差不大于预定阈值差PTH1,则操作结束,并且检测下一静压力。

[0056] 然而,如果确定算出的压力差大于预定阈值差PTH1,则在操作504中确定火焰保持事件已发生或正在发生。在操作505中,调节到达燃烧室的输入以纠正火焰保持事件。控制单元33调节控制信号C1、C2、C3和C4中的一个或多个的值以控制燃料源14、空气源15以及到达一个或多个喷嘴24的燃料分配中的一个或多个,以调节进入燃烧室18中的燃料和/或空气输入。

[0057] 根据上述实施例,使用在燃烧室中仅仅采用传感器的简单和成本效益高的硬件配置在燃烧室中检测火焰保持事件。然而,尽管关于火焰保持事件描述了本发明的实施例,但是可以根据上述结构由检测到的燃烧室中的压力的变化而检测任何事件。

[0058] 图7示出根据另一实施例的检测火焰保持事件的方法的流程图。在操作506中,检测燃烧室16的特性。特性至少包括燃烧室16中的静压力,并且还可以包括例如温度和压差。在图7所示的实施例中,燃烧室特性包括静压力和温度。

[0059] 被检测的静压力P3与阈值静压力PTH2比较。根据不同实施例,被检测的静压力P3

对应于当前检测的压力,或对应于当前检测的压力和先前检测的静压力的差,如图6中所述。在操作507中被检测的静压力P3与阈值压力PTH2比较。根据备选实施例,阈值压力PTH2是对应于预定时期的压力的差的阈值或对应于预定压力值。

[0060] 如果被检测的静压力P3大于阈值压力PTH2,则在操作508中确定被检测温度T1是否大于第一阈值温度TTH1。如果这样的话,则确定火焰保持事件已发生,并且在操作510中至少调节到达燃烧室16的燃料输入以纠正火焰保持事件。

[0061] 如果被检测温度T1不大于第一阈值温度TTH1,则在操作509中确定被检测温度T1是否小于第二阈值温度TTH2,第二阈值温度TTH2小于第一阈值温度TTH1。如果这样的话,则确定火焰保持事件可能在更远离传感器17的喷嘴24处已发生,并且在操作510中调节到达燃烧室16的输入以纠正火焰保持事件。如果确定被检测温度T1不小于第二阈值温度TTH2,则可以确定压力的变化不是由火焰保持事件导致,并且不调节到达燃烧室16的输入。

[0062] 尽管仅仅结合有限数量的实施例详细地描述了本发明,但是应当容易理解本发明不限于这样的公开实施例。相反地,本发明可以进行修改以包含到目前为止未描述、但是与本发明的精神和范围一致的任何数量的变型、更改、替代或等效布置。另外,尽管已描述了本发明的各实施例,但是应当理解本发明的方面可以仅仅包括所述实施例中的一些。因此,本发明不应当被认为由前面的描述限制,而是仅仅由附的权利要求的范围限制。

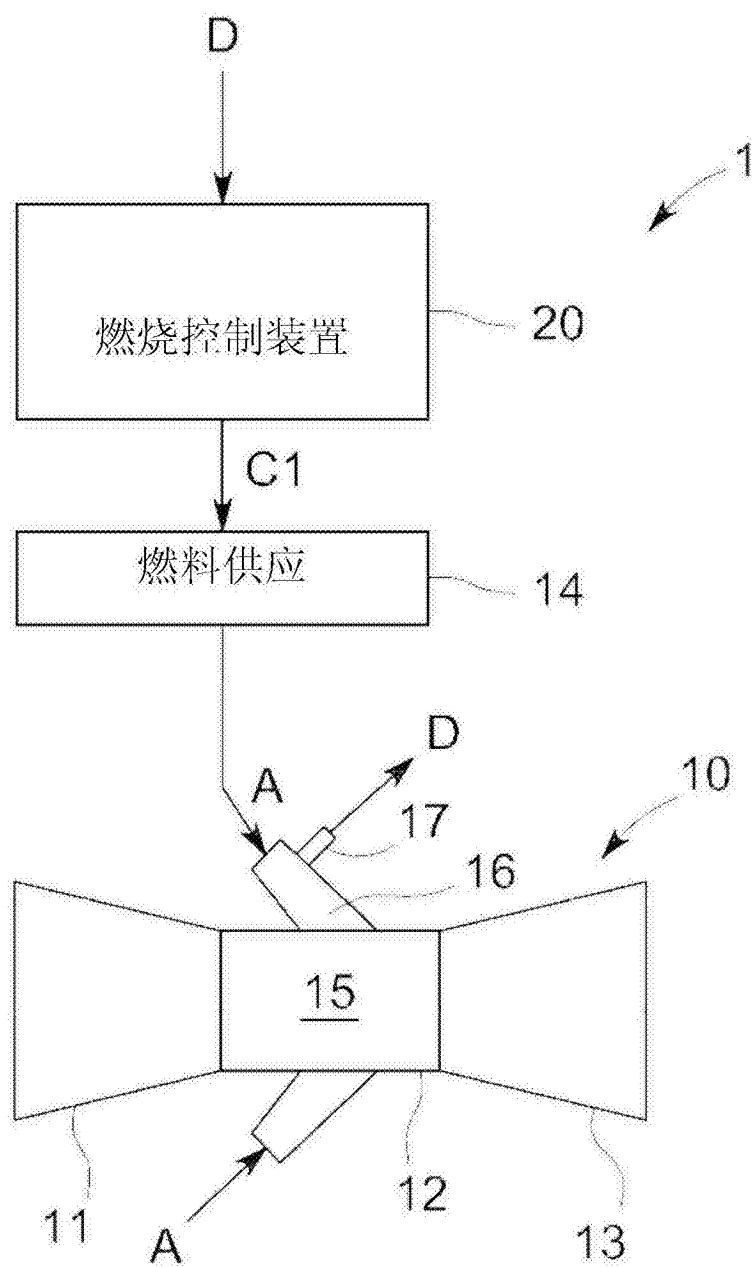


图1

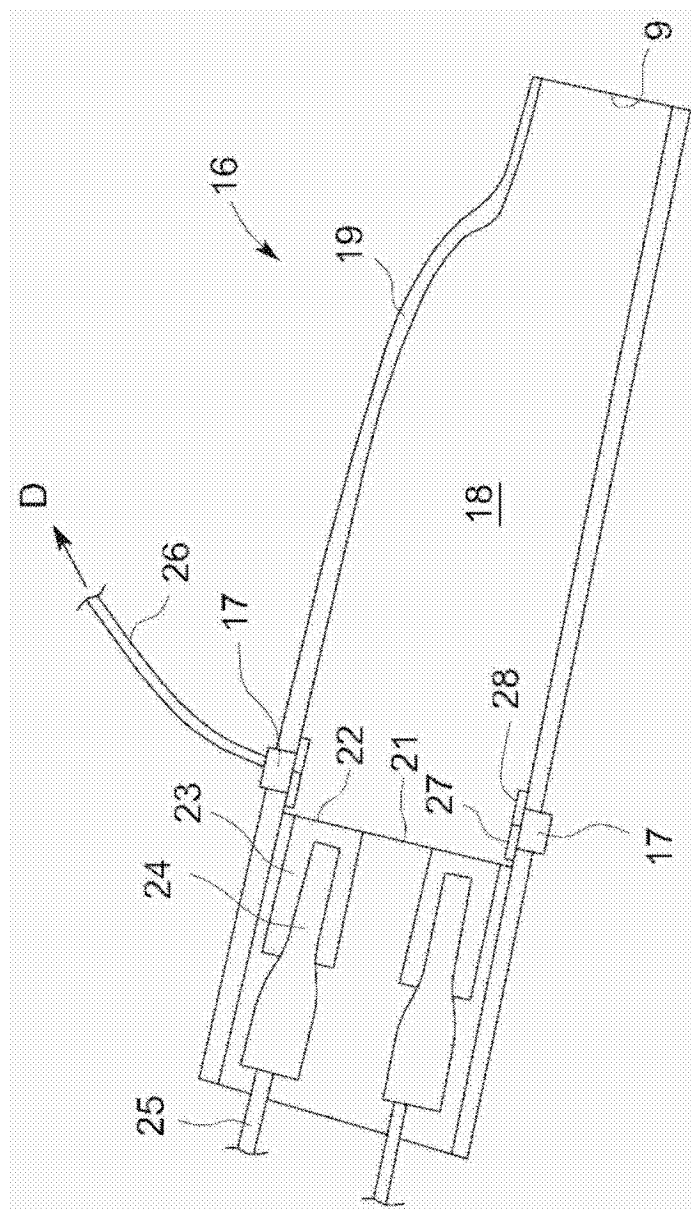


图2

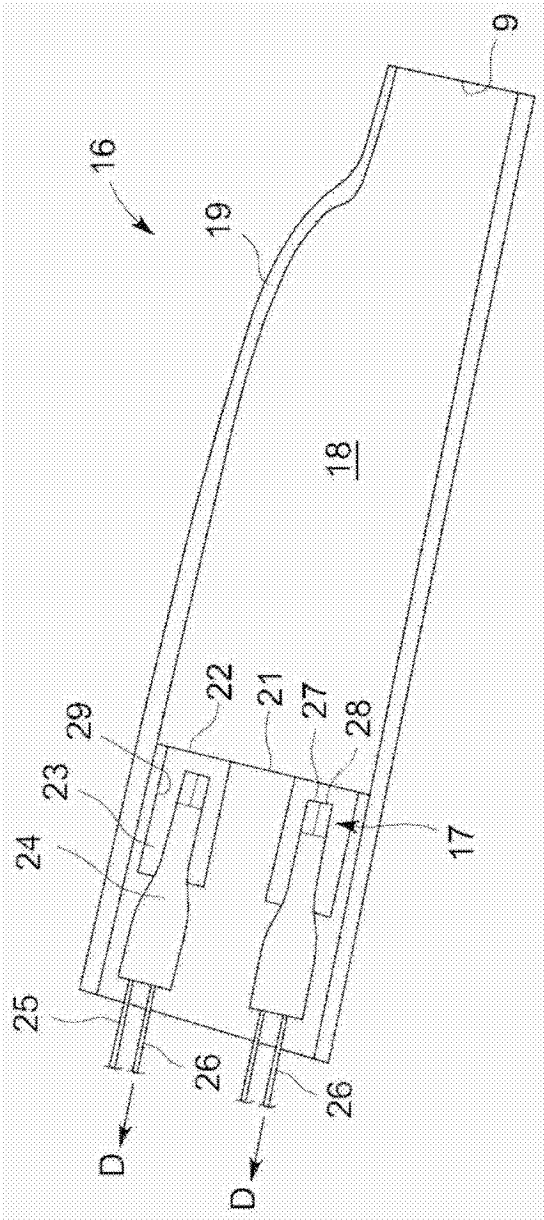


图3

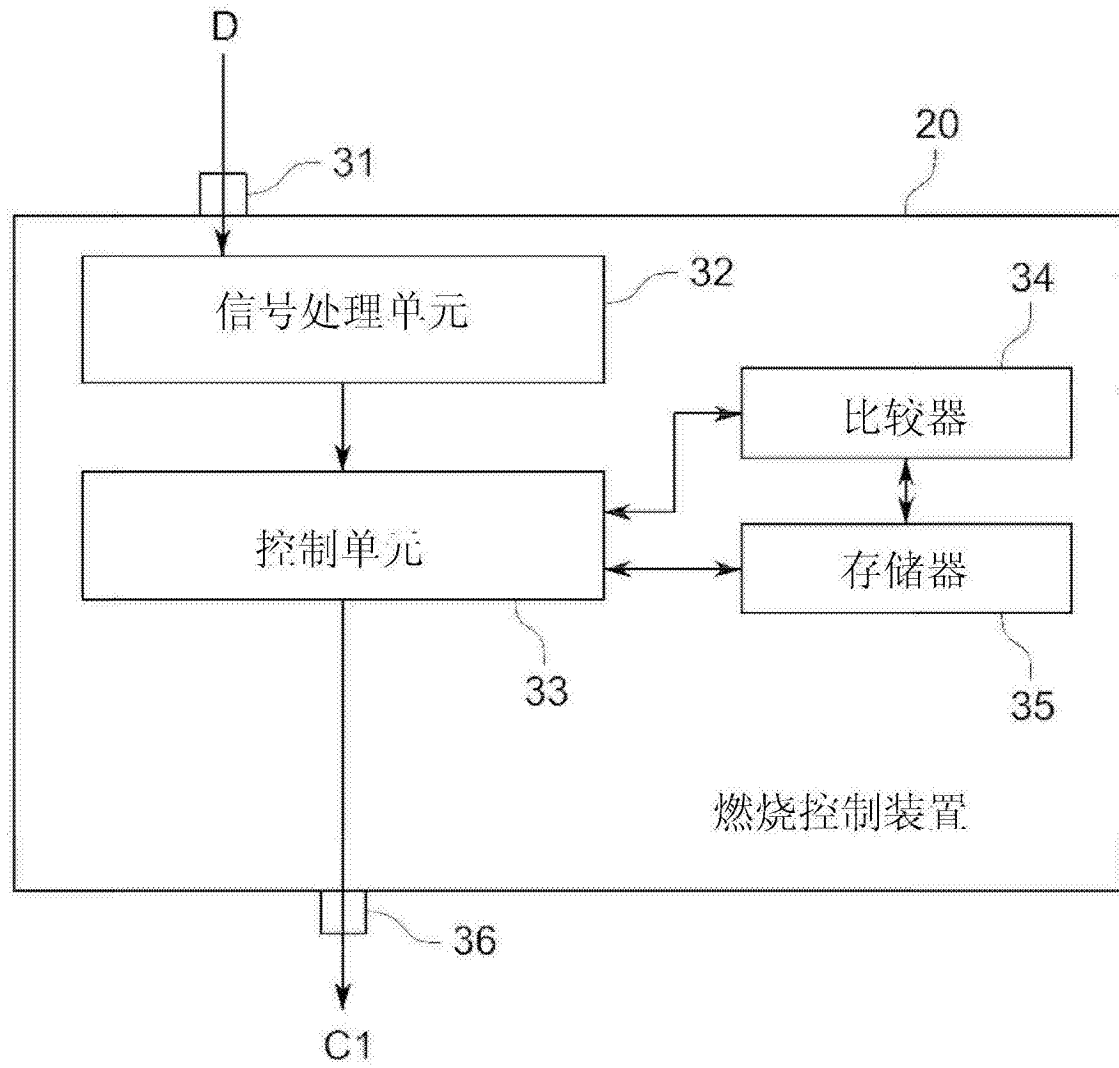


图4

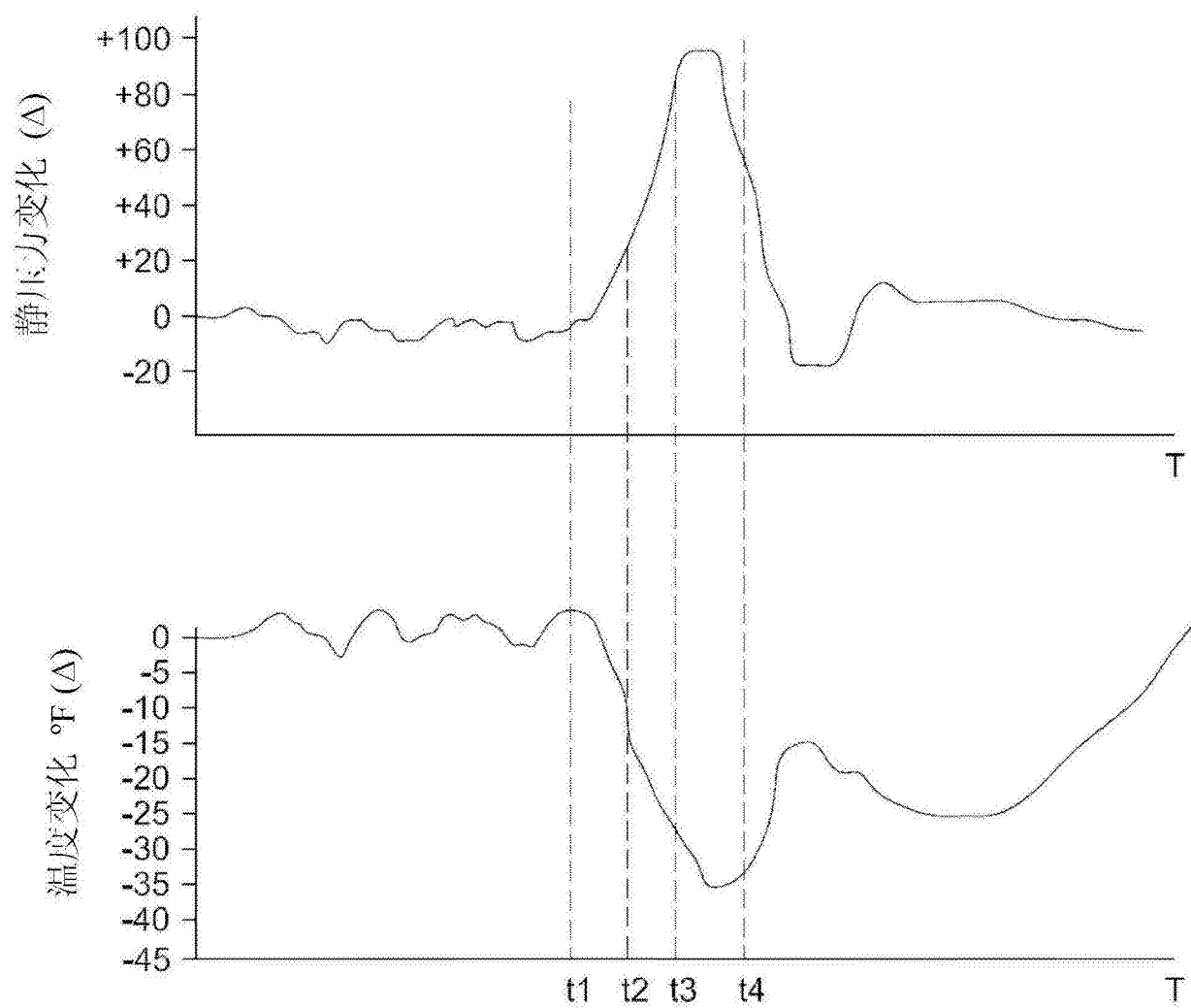


图5

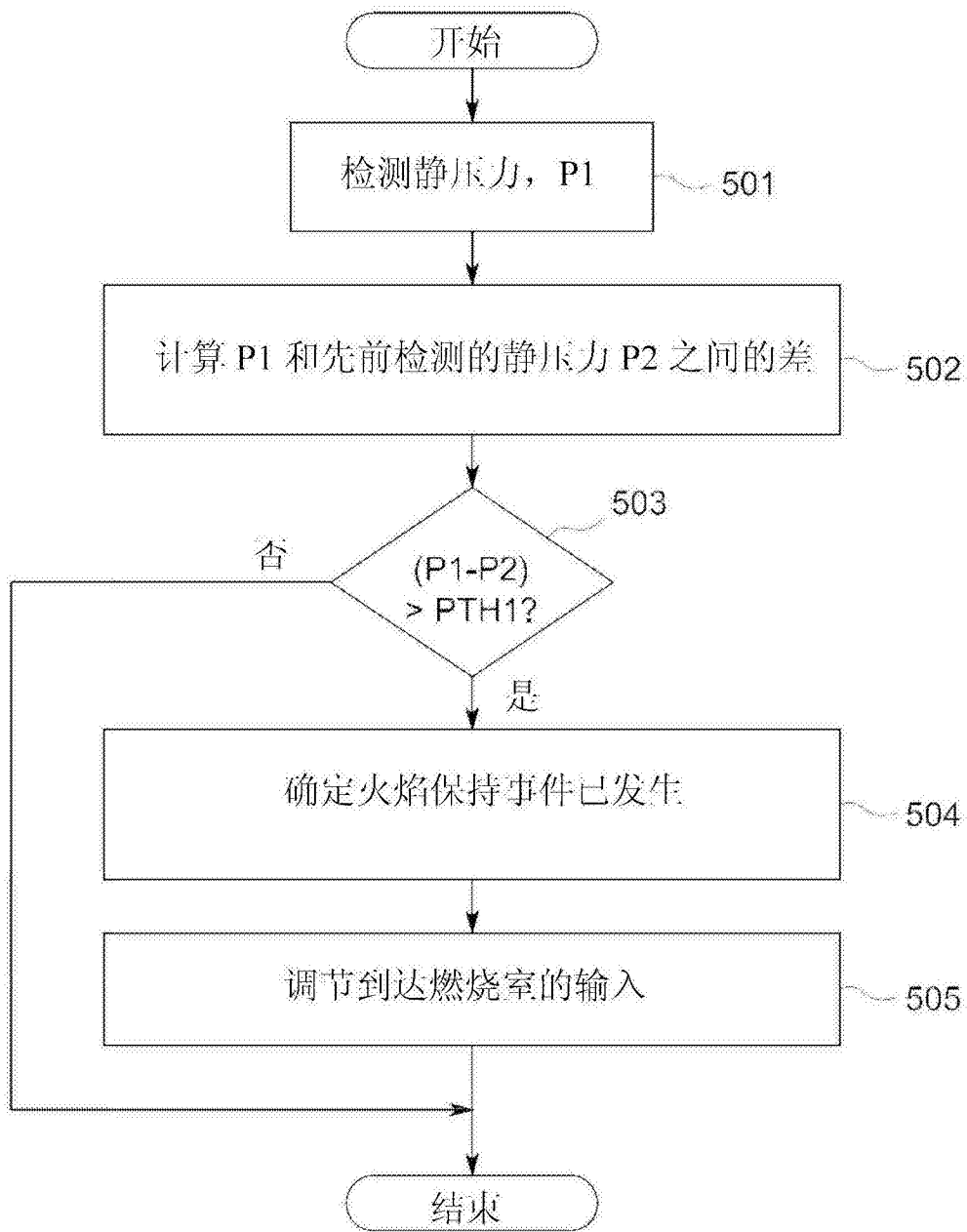


图6

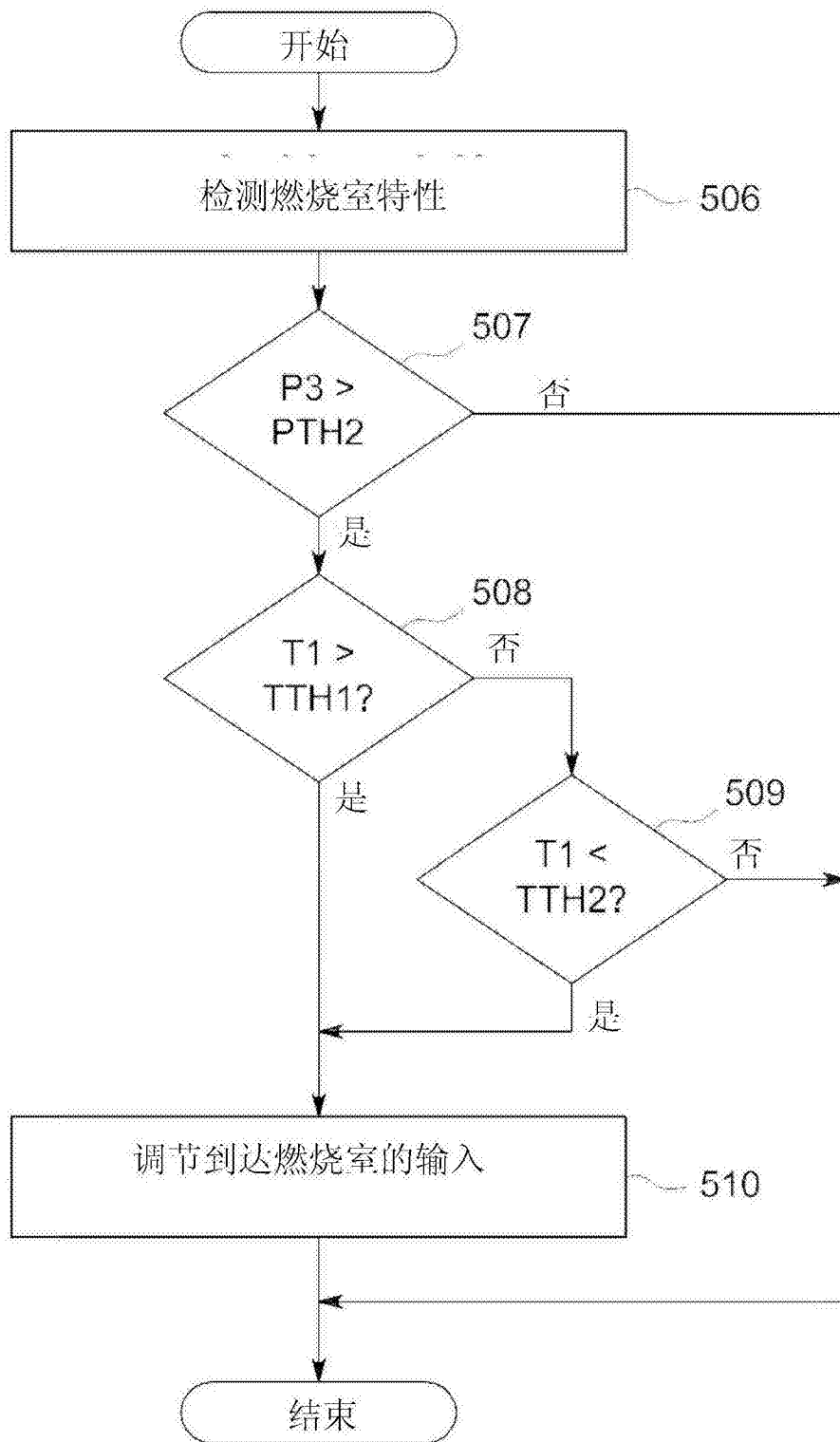


图7