



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109072784 B

(45) 授权公告日 2021. 01. 15

(21) 申请号 201780024708.2  
(22) 申请日 2017.04.18  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109072784 A  
(43) 申请公布日 2018.12.21  
(30) 优先权数据  
2016-088290 2016.04.26 JP  
2016-245032 2016.12.19 JP  
(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.10.19  
(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/015515 2017.04.18  
(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/188052 JA 2017.11.02

(73) 专利权人 三菱日立电力系统株式会社  
地址 日本国神奈川県  
(72) 发明人 森井尚典 高岛康裕 矢部哲也  
榊贵彦  
(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021  
代理人 吴秋明  
(51) Int.Cl.  
F02C 9/28 (2006.01)  
F02C 3/28 (2006.01)  
F02C 7/057 (2006.01)  
F02C 7/22 (2006.01)  
F02C 9/40 (2006.01)  
F02C 9/50 (2006.01)  
F23R 3/26 (2006.01)  
审查员 闵满满

权利要求书4页 说明书23页 附图18页

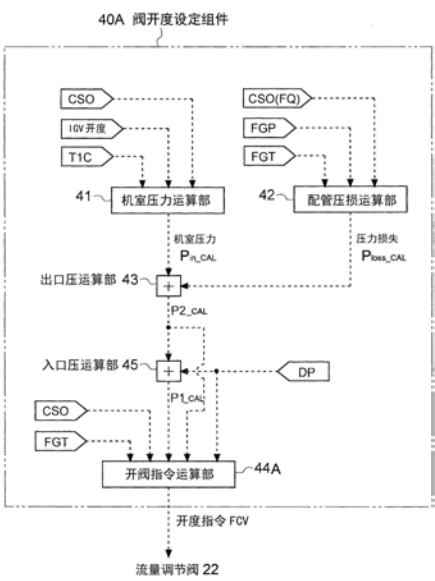
(54) 发明名称

气化复合发电设施的控制装置以及控制方法、和  
气化复合发电设施

(57) 摘要

气化复合发电设施具备：气化炉；构成为能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料来驱动的燃气轮机；和设于从所述气化炉到所述燃气轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀。气化复合发电设施的控制装置具备：用于算出所述燃气轮机的机室压力的机室压力运算部；用于算出从所述流量调节阀到所述燃气轮机的燃烧器为止的所述配管中的压力损失的配管压损运算部；用于基于由所述机室压力运算部算出的所述机室压力和由所述配管压损运算部算出的所述压力损失来算出所述流量调节阀的出口压力的出口压运算部；和构成为基于所述燃气轮机的燃料流量指令、所述出口压运算部的所述出口压力的算出结果、以及所述流量调节阀的差压或所述流量调节阀的入口压力的测量值来求取所述流量调节阀的开度指令的开度指

令运算部。



CN 109072784 B

1. 一种气化复合发电设施的控制装置,所述气化复合发电设施具备:  
气化炉;  
构成为能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料来驱动的燃气涡轮机;和  
设于从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀,  
所述气化复合发电设施的控制装置的特征在于,具备:  
用于算出所述燃气涡轮机的机室压力的机室压力运算部;  
用于算出从所述流量调节阀到所述燃气涡轮机的燃烧器为止的所述配管中的压力损失的配管压损运算部;  
用于基于由所述机室压力运算部算出的所述机室压力和由所述配管压损运算部算出的所述压力损失来算出所述流量调节阀的出口压力的出口压运算部;和  
构成为基于所述燃气涡轮机的燃料流量指令、所述出口压运算部的所述出口压力的算出结果、以及所述流量调节阀的差压或所述流量调节阀的入口压力的测量值来求取所述流量调节阀的开度指令的开度指令运算部。
2. 根据权利要求1所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述开度指令运算部构成为进一步基于所述流量调节阀的下游侧温度的测量值来求取所述开度指令。
3. 根据权利要求1或2所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述机室压力运算部构成为基于所述燃料流量指令、所述燃气涡轮机的压缩机的IGV开度和所述压缩机的吸气温度来算出所述机室压力。
4. 根据权利要求1或2所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述配管压损运算部构成为基于在所述流量调节阀流动的所述可燃性气体的流量、所述流量调节阀的下游侧压力和所述流量调节阀的下游侧温度来算出所述压力损失。
5. 根据权利要求1或2所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
多个所述流量调节阀并行设置在所述配管,  
所述开度指令运算部构成为对多个所述流量调节阀求取公共的所述开度指令。
6. 根据权利要求5所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述开度指令运算部构成为在针对多个所述流量调节阀的所述公共的所述开度指令到达所述流量调节阀的最小开度时,生成将多个所述流量调节阀的至少一个流量调节阀关闭的闭阀指令,并对剩下的所述流量调节阀生成用于实现所述燃料流量指令的开度指令。
7. 根据权利要求5所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述开度指令运算部构成为在阀的切换时维持针对多个所述流量调节阀的所述公共的所述开度指令到达所述流量调节阀的最小开度时的全流量系数。
8. 根据权利要求6所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述开度指令运算部构成为:  
算出与多个所述流量调节阀为所述最小开度时的合成流量系数对应的所述剩下的所述流量调节阀的目标开度;  
算出以第1速率使所述至少一个流量调节阀的开度减少到零的所述闭阀指令;和  
算出以第2速率使所述剩下的所述流量调节阀的开度增加到所述目标开度的所述开度指令。

9. 根据权利要求8所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
设定所述第1速率以及所述第2速率,使得所述至少一个流量调节阀的开度到达零的时间点和所述剩下的所述流量调节阀的开度到达所述目标开度的时间点一致。

10. 根据权利要求1或2所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
所述气化复合发电设施还具备用于对所述燃气涡轮机的燃烧器提供油燃料的油提供配管,

所述气化复合发电设施构成为能通过来自所述配管的所述可燃性气体和来自所述油提供配管的所述油燃料来切换燃料,

在用于实现所述燃料流量指令的开度指令对全部所述流量调节阀都到达该流量调节阀的最小开度时,所述气化复合发电设施构成为从所述可燃性气体切换成所述油燃料。

11. 根据权利要求1或2所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
还具备用于生成所述燃气涡轮机的压缩机的IGV的开度指令值的IGV开度指令生成部,  
所述IGV开度指令生成部构成为:在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

12. 根据权利要求1或2所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
还具备空气旁路阀开度指令生成部,其用于生成空气旁路阀的开度指令值,该空气旁路阀的开度指令值用于调节所述燃气涡轮机的压缩机中生成的压缩空气当中绕开所述燃气涡轮机的燃烧器的燃烧区域的压缩空气量,

所述气化复合发电设施的控制装置构成为:

在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述空气旁路阀的所述开度指令值向开侧增加。

13. 一种气化复合发电设施的控制装置,所述气化复合发电设施具备:  
气化炉;  
以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料而被驱动的燃气涡轮机;和  
并行设置在从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的多个流量调节阀,

所述气化复合发电设施的控制装置的特征在于,  
具备用于算出多个所述流量调节阀各自的开度指令的开度指令运算部,  
所述开度指令运算部构成为对多个所述流量调节阀求取公共的所述开度指令,并在针对多个所述流量调节阀的所述公共的所述开度指令到达所述流量调节阀的最小开度时,生成将多个所述流量调节阀的至少一个流量调节阀关闭的闭阀指令,对剩下的所述流量调节阀生成用于实现所述燃气涡轮机的燃料流量指令的开度指令。

14. 根据权利要求13所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,  
还具备用于生成所述燃气涡轮机的压缩机的IGV的开度指令值的IGV开度指令生成部,  
所述IGV开度指令生成部构成为:在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

15. 根据权利要求13或14所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,

还具备空气旁路阀开度指令生成部,其用于生成空气旁路阀的开度指令值,该空气旁路阀的开度指令值用于调节所述燃气涡轮机的压缩机中生成的压缩空气当中绕开所述燃气涡轮机的燃烧器的燃烧区域的压缩空气量,

所述气化复合发电设施的控制装置构成为:

在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述空气旁路阀的所述开度指令值向开侧增加。

16. 一种气化复合发电设施的控制装置,所述气化复合发电设施具备:

气化炉;和

构成为能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料来驱动的燃气涡轮机,

所述气化复合发电设施的控制装置的特征在于,

具备用于生成所述燃气涡轮机的压缩机的IGV的开度指令值的IGV开度指令生成部,

所述IGV开度指令生成部构成为:在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少,

所述IGV开度指令生成部构成为:在所述可燃性气体的所述燃料比率为100%时,生成使所述IGV成为0%开度的所述开度指令值。

17. 根据权利要求16所述的气化复合发电设施的控制装置,其特征在于,

所述IGV开度指令生成部构成为:在所述气化复合发电设施的启动时进行从所述其他燃料向所述可燃性气体的燃料切换时,随着所述可燃性气体的所述燃料比率的增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

18. 一种气化复合发电设施,其特征在于,具备:

气化炉;

以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料而被驱动的燃气涡轮机;

设于从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀;和

构成为控制所述流量调节阀的权利要求1~15中任一项所述的控制装置。

19. 一种气化复合发电设施的控制方法,所述气化复合发电设施具备:

气化炉;

能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料驱动的燃气涡轮机;和

设于从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀,

所述气化复合发电设施的控制方法的特征在于,具备如下步骤:

算出所述燃气涡轮机的机室压力;

算出从所述流量调节阀到所述燃气涡轮机的燃烧器为止的所述配管中的压力损失;

基于所述机室压力的算出结果和所述压力损失的算出结果来算出所述流量调节阀的出口压力;和

基于所述燃气涡轮机的燃料流量指令、所述出口压力的算出结果、以及所述流量调节阀的差压或所述流量调节阀的入口压力的测量值来求取所述流量调节阀的开度指令。

20. 一种气化复合发电设施的控制方法,所述气化复合发电设施具备:

气化炉;和

能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料驱动的燃气轮机,

所述气化复合发电设施的控制方法的特征在于,具备如下步骤:

生成所述燃气轮机的压缩机的IGV的开度指令值,

在生成所述IGV的所述开度指令值的步骤中,在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少,

在生成所述IGV的所述开度指令值的步骤中,在所述可燃性气体的所述燃料比率为100%时,生成使所述IGV成为0%开度的所述开度指令值。

## 气化复合发电设施的控制装置以及控制方法、和气化复合发电设施

### 技术领域

[0001] 本公开涉及气化复合发电设施的控制装置以及控制方法、和气化复合发电设施。

### 背景技术

[0002] 一般,作为发电效率高的发电设施,已知以将固形燃料气化的可燃性气体为燃料来驱动涡轮的气化复合发电设施。例如在煤气化复合发电设施(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle,集成煤气化联合循环)中,在气化炉将粉煤气化来生成可燃性气体,以该可燃性气体为燃料来驱动燃气涡轮机,通过与燃气涡轮机连结的发电机进行发电。进而,用通过燃气涡轮机的排热生成的蒸汽驱动蒸汽涡轮机,由此更加提升发电效率。

[0003] 在典型的气化复合发电设施中,在从气化炉到燃气涡轮机的燃烧器的燃料提供配管设置压力调节阀以及流量调节阀。流量调节阀监视燃气涡轮机的运转状态,并通过还考虑到燃料(可燃性气体)的卡路里变动的控制指令控制开度,调节提供给燃烧器的燃料流量,由此控制给燃气涡轮机的热输入。压力调节阀构成为:配置于流量调节阀的上游,吸收气化炉、燃气精制设备等上游设备引起的燃料的压力变动等,并确保流量调节阀的大范围控制稳定性。

[0004] 但在燃料提供配管设置压力调节阀以及流量调节阀的情况下,为了得到良好的控制性,需要使阀自身承受某种程度的压力损失,各阀中的压力损失会变大相应的量。为此,在气化炉生成的可燃性气体的需要气体压力变高,招致气化炉的成本增大。

[0005] 为此,尝试通过削减设于燃料提供配管的阀的数量来减低压力损失,谋求设施整体的成本削减。例如在专利文献1中记载了如下结构:将压力调节阀废除,在燃料提供配管仅配置流量调节阀。

[0006] 另外,尽管不是关于气化复合发电设施的技术,但在专利文献2记载了在与燃烧器的多个喷嘴分别连接的各燃料提供配管上配置流量调节阀的结构。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:国际公开第2008/149731号

[0010] 专利文献2:国际公开第2013/105406号

### 发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 然而在上述那样从燃气涡轮机的燃料提供配管撤除压力调节阀、仅配置流量调节阀的结构中,承受压力调节阀中的压力损失而导致的缓冲功能丧失份,需要在流量调节阀中进行更高精度的控制。

[0013] 关于这点,在专利文献1以及2中未公开用于谋求流量调节阀中的控制的高精度化

的具体结构。

[0014] 鉴于上述的事情,本发明的至少几个实施方式目的在于,提供一种即使在从燃气涡轮机的燃料提供配管将压力调节阀废除的情况下也能精度良好地控制流量调节阀的气化复合发电设施的控制装置以及控制方法、和气化复合发电设施。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] (1) 本发明的至少几个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制装置中,所述气化复合发电设施具备:气化炉;构成为能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料来驱动的燃气涡轮机;和设于从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀,所述气化复合发电设施的控制装置具备:用于算出所述燃气涡轮机的机室压力的机室压力运算部;用于算出从所述流量调节阀到所述燃气涡轮机的燃烧器为止的所述配管中的压力损失的配管压损运算部;用于基于由所述机室压力运算部算出的所述机室压力和由所述配管压损运算部算出的所述压力损失来算出所述流量调节阀的出口压力的出口压运算部;和构成为基于所述燃气涡轮机的燃料流量指令、所述出口压运算部的所述出口压力的算出结果、以及所述流量调节阀的差压或所述流量调节阀的入口压力的测量值来求取所述流量调节阀的开度指令的开度指令运算部。

[0017] 在上述(1)的气化复合发电设施的控制装置中,基于燃气涡轮机的燃料流量指令、流量调节阀的出口压力的算出结果、以及流量调节阀的差压或流量调节阀的入口压力的测量值来求取流量调节阀的开度指令。

[0018] 在求取该开度指令的过程中,在算出流量调节阀的出口压力时,基于机室压力的算出结果和从流量调节阀到燃烧器的配管中的压力损失的算出结果来算出流量调节阀的出口压力。由此能考虑从流量调节阀到燃烧器的配管的压力损失地对流量调节阀进行开度控制,能进行高精度的控制。即,例如在煤气化复合发电设施(IGCC)的情况下,相比于燃气涡轮机联合循环发电(GTCC),与燃烧喷嘴的压力损失比较,从机室到流量调节阀下游端的配管压力损失所占的比例更大。因此,在算出流量调节阀的开度指令值时,通过将配管中压力损失加进考虑,能正确地求取开度指令值,能进行更高精度的控制。由此,即使在从燃气涡轮机的燃料提供配管将压力调节阀废除的情况下,也能将所期望的流量的燃料提供给燃烧器。另外,能削减用于算出开度指令值的测量仪器数。

[0019] (2) 在几个实施方式中,在上述(1)的结构基础上,所述开度指令运算部构成为基于所述流量调节阀的下游侧温度的测量值来求取所述开度指令。

[0020] 根据上述(2)的结构,通过还考虑流量调节阀的下游侧温度来合适地控制流量调节阀,能高精度地调节提供给燃烧器的燃料的流量。

[0021] (3) 在几个实施方式中,在上述(1)或(2)的结构的基础上,所述机室压力运算部构成为基于所述燃料流量指令、所述燃气涡轮机的压缩机的IGV开度和所述压缩机的吸气温度来算出所述机室压力。

[0022] 根据上述(3)的结构,能基于燃料流量指令、燃气涡轮机的压缩机的IGV开度和燃气涡轮机的压缩机的吸气温度来高精度地算出燃气涡轮机的机室压力。为此,利用机室压力的算出结果的流量调节阀的出口压力的算出精度提升,能更合适地进行流量调节阀的开度控制。

[0023] (4) 在几个实施方式中,在上述(1)到(3)的任一者的结构的基础上,所述配管压损

运算部构成为基于在所述流量调节阀流动的所述可燃性气体的流量、所述流量调节阀的下游侧压力和所述流量调节阀的下游侧温度来算出所述压力损失。

[0024] 根据上述(4)的结构,通过考虑可燃性气体的流量和流量调节阀的下游侧压力以及下游侧温度,能高精度地算出从流量调节阀到燃烧器的压力损失。为此,利用压力损失的算出结果的流量调节阀的出口压力的算出精度提升,能更合适地进行流量调节阀的开度控制。

[0025] (5)在几个实施方式中,在上述(1)到(4)的任一者的结构的基础上,多个所述流量调节阀并行设置在所述配管,所述开度指令运算部构成为对多个所述流量调节阀求取公共的所述开度指令。

[0026] 在气化复合发电设施中,由于可燃性气体的最大流量大,因此有并排设置多个流量调节阀的情况。

[0027] 在该情况下,根据上述(5)的结构,能以简化手法进行多个流量调节阀的开度控制。

[0028] (6)在几个实施方式中,在上述(5)的结构的基础上,所述开度指令运算部构成为在针对多个所述流量调节阀的所述公共的所述开度指令到达所述流量调节阀的最小开度时,生成将多个所述流量调节阀的至少一个流量调节阀关闭的闭阀指令,并对剩下的所述流量调节阀生成用于实现所述燃料流量指令的开度指令。

[0029] 根据上述(6)的结构,在可燃性气体的流量少时,将多个流量调节阀当中至少一个关闭,并由剩下的流量调节阀调节可燃性气体的流量,通过进行上述这样的流量调节阀的分担变更控制,能在最小开度以上的范围合适地控制各流量调节阀。

[0030] (7)在几个实施方式中,在上述(5)或(6)的结构的基础上,所述开度指令运算部构成为在阀的切换时维持针对多个所述流量调节阀的所述公共的所述开度指令到达所述流量调节阀的最小开度时的全流量系数。

[0031] 根据上述(7)的结构,能在从流量调节阀的切换开始时间点到切换结束时间点的期间(流量调节阀的切换区间的整个期间)稳定地进行燃烧控制。

[0032] (8)在几个实施方式中,在上述(6)或(7)的结构的基础上,所述开度指令运算部构成为:算出与多个所述流量调节阀为所述最小开度时的合成Cv值对应的所述剩下的所述流量调节阀的目标开度;算出以第1速率使所述至少一个流量调节阀的开度减少到零的所述闭阀指令;和算出以第2速率使所述剩下的所述流量调节阀的开度增加到所述目标开度的所述开度指令。

[0033] 根据上述(8)的结构,将多个流量调节阀当中至少一个关闭,由剩下的流量调节阀调节可燃性气体的流量,在进行上述这样的流量调节阀的分担变更控制时,能在分担变更控制的前后维持合成Cv值。因而能通过流量调节阀的分担变更控制来减低带给提供到燃烧器的可燃性气体的流量的影响。

[0034] (9)在几个实施方式中,在上述(8)的结构的基础上,设定所述第1速率以及所述第2速率,使得所述至少一个流量调节阀的开度到达零的时间点和所述剩下的所述流量调节阀的开度到达所述目标开度的时间点一致。

[0035] 根据上述(9)的结构,由于设定第1速率以及第2速率,使得闭阀对象的至少一个流量调节阀的闭阀完成时间点和剩下的流量调节阀的开度到达目标开度的时间点一致,因此



能抑制流量调节阀的分担变更控制中的合成Cv值的变动,能稳定地调节提供给燃烧器的可燃性气体的流量。

[0036] (10) 在几个实施方式中,在上述(1)到(9)的任一者的结构的基础上,所述气化复合发电设施还具备用于对所述燃气涡轮机的燃烧器提供油燃料的油提供配管,所述气化复合发电设施构成为能通过来自所述配管的所述可燃性气体和来自所述油提供配管的所述油燃料切换燃料,在用于实现所述燃料流量指令的开度指令对全部所述流量调节阀都到达该流量调节阀的最小开度时,所述气化复合发电设施构成为从所述可燃性气体切换成所述油燃料。

[0037] 气化复合发电设施例如构成为为了在启动时使用油燃料,另一方面在通常运转时使用可燃性气体作为燃料,能通过油燃料和可燃性气体来切换燃料。

[0038] 在这样的结构的气化复合发电设施的情况下,即使全部流量调节阀的开度指令到达最小开度从而不再能通过流量调节阀合适地缩小可燃性气体的流量,也能通过如上述(10)那样从可燃性气体切换到油燃料,来持续稳定的燃烧控制。

[0039] (11) 本发明的至少其他几个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制装置中,所述气化复合发电设施具备:气化炉;以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料而被驱动的燃气涡轮机;和并行设置在从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的多个流量调节阀,所述气化复合发电设施的控制装置具备用于算出多个所述流量调节阀各自的开度指令的开度指令运算部,所述开度指令运算部构成为对多个所述流量调节阀求取公共的所述开度指令,并在针对多个所述流量调节阀的所述公共的所述开度指令到达所述流量调节阀的最小开度时,生成将多个所述流量调节阀的至少一个流量调节阀关闭的闭阀指令,对剩下的所述流量调节阀生成用于实现所述燃气涡轮机的燃料流量指令的开度指令。

[0040] 根据上述(11)的结构,即使在气化复合发电设施中的可燃性气体的最大流量大的情况下,也能通过并行设置多个流量调节阀来抑制各流量调节阀的大型化,从而减低成本。

[0041] 另外,通过对多个流量调节阀给出公共的开度指令,能简化多个流量调节阀的开度控制。

[0042] 进而,在可燃性气体的流量少时,将多个流量调节阀当中至少一个关闭,由剩下的流量调节阀调节可燃性气体的流量,通过进行上述这样的流量调节阀的分担变更控制,能在最小开度以上的范围合适地控制各流量调节阀。

[0043] (12) 在几个实施方式中,在上述(1)到(11)的任一者的结构的基础上,所述控制装置还具备用于生成所述燃气涡轮机的压缩机的IGV的开度指令值的IGV开度指令生成部,所述IGV开度指令生成部构成为:在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

[0044] 根据上述(12)的结构,通过由IGV开度指令生成部随着可燃性气体的燃料比率增加使IGV的开度减少,能抑制伴随低卡路里的可燃性气体的使用的涡轮入口温度降低,并能提升燃料切换时的燃烧稳定性。

[0045] (13) 在几个实施方式中,在上述(1)到(12)的任一者的结构的基础上,所述控制装置还具备空气旁路阀开度指令生成部,其用于生成空气旁路阀的开度指令值,该空气旁路

阀的开度指令值用于调节所述燃气涡轮机的压缩机中生成的压缩空气当中绕开所述燃气涡轮机的燃烧器的燃烧区域的压缩空气量,所述气化复合发电设施的控制装置构成为:在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述空气旁路阀的所述开度指令值向开侧增加。

[0046] 根据上述(13)的结构,通过由空气旁路阀开度指令生成部随着可燃性气体的燃料比率增加而使空气旁路阀的开度增加,能减低流入燃烧器的燃烧区域的空气量,能提升燃料切换时的燃烧稳定性。

[0047] (14) 本发明的至少几个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制装置中,所述气化复合发电设施具备:气化炉;和构成为能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料来驱动的燃气轮机,所述气化复合发电设施的控制装置具备用于生成所述燃气涡轮机的压缩机的IGV的开度指令值的IGV开度指令生成部,所述IGV开度指令生成部构成为在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

[0048] 在气化复合发电设施的启动时,在直到气化炉中生成可燃性气体为止的期间,有时例如使用油燃料那样的启动用燃料来使燃气轮机工作,来进行气化复合发电设施的运转。在该情况下,由于启动用燃料与可燃性气体的发热量的差异,有伴随相对于全燃料的可燃性气体的燃料比率的变动而燃气轮机入口温度或燃气轮机燃烧器中的燃烧状态受影响的可能性。另外,该问题并不限于气化复合发电设施的启动时,还会在比气化炉中生成的可燃性气体高卡路里的其他燃料与可燃性气体之间进行燃料切换的情况下出现。

[0049] 由此,在上述(14)所涉及的几个实施方式中,不是以上述的课题(即使在从燃气涡轮机的燃料提供配管将压力调节阀废除的情况下,也精度良好地控制流量调节阀)为目的,而是目的在于,提升气化复合发电设施的燃料切换时的燃烧稳定性,并抑制与将可燃性气体用作燃料相伴随的燃气轮机入口温度的降低。

[0050] 根据上述(14)的结构,通过由IGV开度指令生成部随着可燃性气体的燃料比率增加而使IGV的开度减少,能抑制伴随低卡路里的可燃性气体的使用的涡轮入口温度降低,并能提升燃料切换时的燃烧稳定性。

[0051] (15) 在几个实施方式中,在上述(14)的结构的基础上,所述IGV开度指令生成部构成为在所述气化复合发电设施的启动时进行从所述其他燃料向所述可燃性气体的燃料切换时,随着所述可燃性气体的所述燃料比率的增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

[0052] 根据上述(15)的结构,在气化复合发电设施的启动时而从启动用燃料(例如煤油)切换到可燃性气体时,通过按照可燃性气体的燃料比率的增加来使IGV开度减少,能谋求燃烧稳定性的提升和涡轮入口温度的降低的抑制。

[0053] (16) 在几个实施方式中,在上述(14)或(15)的结构的基础上,所述IGV开度指令生成部构成为在所述可燃性气体的所述燃料比率为100%时,生成使所述IGV全闭的所述开度指令值。

[0054] 根据上述(16)的结构,通过将可燃性气体的单一燃料燃烧时的IGV开度设定为全

闭,能将与可燃性气体的燃料比率相应的IGV的开度调整引起的空气量的调节幅度确保得大。

[0055] (17) 本发明的至少几个实施方式所涉及的气化复合发电设施具备:气化炉;以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料而被驱动的燃气涡轮机;设于从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀;和构成为控制所述流量调节阀的上述(1)~(13)中任一项所述的控制装置。

[0056] 根据上述(17)的结构,在气化复合发电设施具备上述(1)所述的控制装置的情况下,能考虑从流量调节阀到燃烧器的配管的压力损失地对流量调节阀进行开度控制,能进行高精度的控制。由此,即使在从燃气涡轮机的燃料提供配管将压力调节阀废除的情况下,也能将所期望的流量的燃料提供给燃烧器。

[0057] 根据上述(17)的结构,在气化复合发电设施具备上述(11)所述的控制装置的情况下,通过对多个流量调节阀给出公共的开度指令,能简化多个流量调节阀的开度控制,并能通过进行流量调节阀的分担变更控制来在最小开度以上的范围合适地控制各流量调节阀。

[0058] (18) 本发明的至少几个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制方法中,所述气化复合发电设施具备:气化炉;能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料驱动的燃气涡轮机;和设于从所述气化炉对所述燃气涡轮机提供所述可燃性气体的配管的流量调节阀,所述气化复合发电设施的控制方法具备如下步骤:算出所述燃气涡轮机的机室压力;算出从所述流量调节阀到所述燃气涡轮机的燃烧器为止的所述配管中的压力损失;基于所述机室压力的算出结果和所述压力损失的算出结果来算出所述流量调节阀的出口压力;和基于所述燃气涡轮机的燃料流量指令、所述出口压力的算出结果、以及所述流量调节阀的差压或所述流量调节阀的入口压力的测量值来求取所述流量调节阀的开度指令。

[0059] 根据上述(18)的气化复合发电设施的控制方法,在求取流量调节阀的开度指令的过程中,在算出流量调节阀的出口压力时,基于机室压力的算出结果和从流量调节阀到燃烧器的配管中的压力损失的算出结果来算出流量调节阀的出口压力。由此能考虑从流量调节阀到燃烧器的配管的压力损失地对流量调节阀进行开度控制,能进行高精度的控制。由此,即使在从燃气涡轮机的燃料提供配管将压力调节阀废除的情况下,也能将所期望的流量的燃料提供给燃烧器。另外,能削减用于算出开度指令值的测量仪器数。

[0060] (19) 本发明的至少其他几个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制方法中,所述气化复合发电设施具备:气化炉;和能以所述气化炉中生成的可燃性气体为燃料驱动的燃气涡轮机,所述气化复合发电设施的控制方法的特征在于,具备如下步骤:生成所述燃气涡轮机的压缩机的IGV的开度指令值,在生成所述IGV的所述开度指令值的步骤中,在所述可燃性气体和比该可燃性气体发热量大的其他燃料之间进行所述气化复合发电设施的燃料切换时,随着所述可燃性气体相对于全燃料的燃料比率增加而使所述IGV的所述开度指令值向闭侧减少。

[0061] 上述(19)的方法用于解决与上述(14)关联而叙述的课题,通过随着可燃性气体的燃料比率增加使IGV的开度减少,能抑制伴随低卡路里的可燃性气体的使用的涡轮入口温度降低,并能提升燃料切换时的燃烧稳定性。

[0062] 发明的效果

[0063] 根据本发明的至少几个实施方式,能考虑从流量调节阀到燃烧器的配管的压力损失对流量调节阀进行开度控制,能进行高精度的控制。由此,即使在从燃气涡轮机的燃料提供配管将压力调节阀废除的情况下,也能将所期望的流量的燃料提供给燃烧器。

## 附图说明

- [0064] 图1是一个实施方式所涉及的气化复合发电设施的整体结构图。
- [0065] 图2是表示一个实施方式所涉及的流量调节阀的控制的整体结构的方框线图。
- [0066] 图3是具备一个实施方式所涉及的控制装置的气化复合发电设施的图。
- [0067] 图4是表示图3所示的控制装置中所含的阀开度设定组件的具体结构的方框线图。
- [0068] 图5是表示具备其他实施方式所涉及的控制装置的气化复合发电设施的图。
- [0069] 图6是表示图5所示的控制装置中所含的阀开度设定组件的具体结构的方框线图。
- [0070] 图7是表示具备一个实施方式所涉及的多个流量调节阀的气化复合发电设施的整体结构的图。
- [0071] 图8是表示图7所示的控制装置中所含的阀开度设定组件的结构例的方框线图。
- [0072] 图9是表示图7所示的控制装置中所含的阀开度设定组件的其他结构例的方框线图。
- [0073] 图10是表示图7所示的控制装置中所含的阀开度设定组件的另外的结构例的方框线图。
- [0074] 图11是表示图7所示的控制装置中所含的阀开度设定组件的另外的结构例的方框线图。
- [0075] 图12A是表示多个流量调节阀(3阀)的开度控制的时序图。
- [0076] 图12B是表示多个流量调节阀(2阀)的开度控制的时序图。
- [0077] 图13是表示多个流量调节阀的合成Cv值的特性的图表。
- [0078] 图14是表示其他实施方式所涉及的燃料提供系统的结构图。
- [0079] 图15是表示燃料切换时的可燃性气体燃料流量指令以及油燃料流量指令与负荷的关系的一例的图表。
- [0080] 图16是表示一个实施方式所涉及的气化复合发电设施的结构图。
- [0081] 图17是表示燃气涡轮机的旁路阀的结构例的图。
- [0082] 图18是表示燃烧筒的结构例的图,图18的(a)是沿着燃烧器轴向的截面图,图18的(b)是表示图18(a)的A-A截面的图。
- [0083] 图19是表示一个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制装置的结构框图。
- [0084] 图20是表示一个实施方式所涉及的燃料切换时的IGV以及旁路阀的开度控制的时序图。

## 具体实施方式

[0085] 以下参考附图来说明本发明的几个实施方式。其中作为实施方式而记载或附图中示出的构成部件的尺寸、材质、形状、其相对配置等并不是将本发明的范围限定于此的意思,只是说明例。

[0086] 最初例示图1来说明几个实施方式所涉及的气化复合发电设施1的整体结构。在

此,图1是一个实施方式所涉及的气化复合发电设施1的整体结构图。

[0087] 另外,在以下的实施方式中,作为一例而说明在气化炉3的燃料中使用煤的煤气化复合发电设施(IGCC)。但本实施方式的设施1的种类并不限于此,可以是例如使用焦炭、石油残渣、沥青、油页岩、废旧轮胎、塑料等其他固形燃料作为作为气化炉3的燃料的设施1。

[0088] 在几个实施方式中,气化复合发电设施1具备气化炉3和以在气化炉3生成的可燃性气体为燃料被驱动的燃气轮机10。

[0089] 更具体地,图1所示的实施方式所涉及的气化复合发电设施1具备煤提供设备2、气化炉3、脱尘装置4、燃气处理设备5和发电设备6。

[0090] 煤提供设备2构成为将煤用磨粉机粉碎来生成粉煤。另外,煤提供设备2通过在空气分离装置17被分离的氮来将粉煤气流运送到气化炉3。

[0091] 气化炉3构成为被提供来自煤提供设备2的粉煤、在脱尘装置4回收的煤焦、来自压缩机16的压缩空气和在空气分离装置17分离的氧,通过气化反应来生成可燃性气体。在气化炉3生成的可燃性气体被运送到脱尘装置4。

[0092] 脱尘装置4构成为从来自气化炉3的可燃性气体将煤焦分离。除去了煤焦的可燃性气体被运送到燃气处理设备5。从可燃性气体分离的煤焦被提供到气化炉3。

[0093] 燃气处理设备5将来自脱尘装置4的可燃性气体中所含的COS变换成 $H_2S$ 以及 $CO_2$ 来生成含 $H_2S$ 的可燃性气体,从该含 $H_2S$ 的可燃性气体将 $HCl$ 、 $NH_3$ 等杂质、 $H_2S$ 除去,来生成以 $CO$ 和 $H_2$ 为主成分的可燃性气体。燃气处理设备5中处理后的可燃性气体通过配管20被提供给发电设备6。

[0094] 另外,在用于将来自气化炉3侧(燃气处理设备5)的可燃性气体提供到燃气轮机10的燃烧器7的配管20设置用于调节提供到燃气轮机10的燃烧器7的可燃性气体的流量的流量调节阀22。参考图2,流量调节阀22被后述的控制装置30控制开度。

[0095] 另外,在配管20设置用于阻断提供到燃烧器7的可燃性气体的提供的阻断阀(图示略)。

[0096] 发电设备6具备:包含燃烧器7、压缩机8以及涡轮9的燃气轮机10;发电机13;排热回收锅炉(HRSG)15;蒸汽轮机12;和冷凝器14。

[0097] 另外,在图1所示的实施方式中,设为将燃气轮机10和蒸汽轮机12一轴配置、设置1台发电机13的结构,但并不限于该结构。例如可以是将燃气轮机10和蒸汽轮机12二轴配置并分别连接2台发电机的结构。

[0098] 另外,在将燃气轮机10和蒸汽轮机12一轴配置的情况下,用例如电力计测量发电机13的输出(IGCC输出),从IGCC的输出的测量结果减去蒸汽轮机12的输出,由此能求取燃气轮机10的输出。另一方面,在将燃气轮机10和蒸汽轮机12二轴配置的情况下,可以测量燃气轮机10的发电机的输出,将其作为燃气轮机10的输出。如此得到的燃气轮机10的输出用在后述的控制装置30中的流量调节阀22的开度控制中。

[0099] 在具有这样的结构的发电设备6的燃气轮机10中,来自压缩机8的压缩空气暂时积存在机室11,该压缩空气被提供到燃气轮机10的燃烧器7。另一方面,来自燃气处理设备5的可燃性气体(燃料)被经由前述的配管20提供到燃烧器7。在燃烧器7中燃烧可燃性气体,燃烧气体被提供到涡轮9。涡轮9通过来自燃烧器7的燃烧气体而被旋转驱动,经由旋转轴驱动压缩机8。由此在压缩机8中生成压缩空气。

[0100] 使涡轮9旋转的燃烧气体作为废气被排出,被提供到排热回收锅炉15。排热回收锅炉15利用来自涡轮9的废气的排热将从冷凝器14提供的水加热来生成蒸汽。然后在排热回收锅炉15生成的蒸汽被提供到蒸汽轮机12。蒸汽轮机12通过来自排热回收锅炉15的蒸汽而被旋转驱动,和燃气轮机10一起经由旋转轴驱动发电机13。由此在发电机13中进行发电。

[0101] 另外,可以在燃气轮机10的涡轮9设置用于测量涡轮9的叶片通过温度的BPT传感器(图示略)。另外,可以在BPT传感器的后游侧设置用于测量燃气轮机10的废气输送管中的废气温度(以下称作废气温度)的EXT传感器(图示略)。

[0102] 可以参考图2对后述控制装置30输入由BPT传感器以及EXT传感器测量的温度、蒸汽轮机12的输出(发电机13的输出)以及燃气轮机10的旋转速度或转速等与气化复合发电设施1的运转状态相关的状态量。在该情况下,可以参考图2,例如BPT传感器以及EXT传感器的温度测量值分别用于算出后述的温度控制指令EXCS0、BPCS0。

[0103] 接下来参考图2来说明上述的气化复合发电设施1中的流量调节阀22的开度控制的概要。

[0104] 图2是表示一个实施方式所涉及的流量调节阀22的控制的整体结构的方框线图。

[0105] 首先,若用轴负荷设定器31设定发电机输出的目标负荷,则设定发电机指令MWD,使得向着该目标负荷以设施负荷变化速率(例如每分3%)变化。减法运算器32通过从发电机指令MWD减去蒸汽轮机输出来算出燃气轮机输出指令GT\_MWD。燃气轮机输出指令GT\_MWD被给到减法运算器33。

[0106] 另外,蒸汽轮机12的输出(蒸汽轮机输出)例如可以根据蒸汽轮机12的入口状态量通过运算求取。或者可以根据蒸汽轮机12的转速以及转矩等测量值通过运算求取蒸汽轮机12的输出。

[0107] 另一方面,在减法运算器37中,从作为气化复合发电设施1的整体的输出(IGCC输出;燃气轮机输出以及蒸汽轮机输出的总和)减去蒸汽轮机输出,来算出燃气轮机输出。该燃气轮机输出被输入到减法运算器33。减法运算器33通过从燃气轮机输出指令GT\_MWD减去燃气轮机输出来求取差分。该差分被PI控制器34进行PI控制,由此求取用于使燃气轮机输出与燃气轮机输出指令GT\_MWD一致的负荷控制指令LDCS0。该负荷控制指令LDCS0被给到选择电路35。

[0108] 对选择电路35除了给予上述负荷控制指令LDCS0以外,还给予基于轴转速算出的调节器控制指令GVCS0、基于温度算出的温度控制指令EXCS0、BPCS0、基于燃料量算出的燃料控制指令FLCS0。选择电路35从这些控制指令中选择最低值的控制指令,将其作为燃料流量指令CS0输出到阀开度设定组件40。另外,燃料流量指令CS0以相当于燃料流量的变量被给出。

[0109] 阀开度设定组件40算出与从选择电路35给予的燃料流量指令CS0对应的阀开度,将该阀开度作为流量调节阀22的开度指令FCV输出。

[0110] 以下参考图3~图6来具体说明用于调节提供到燃气轮机10的可燃性气体(燃料)的流量的流量调节阀22的控制。

[0111] 图3是表示具备一个实施方式所涉及的流量调节阀22的控制装置30A的气化复合发电设施1A的图。图4是表示图3所示的控制装置30A中所含的阀开度设定组件40A的具体结

构的方框线图。

[0112] 图5是表示具备其他实施方式所涉及的流量调节阀22的控制装置30B的气化复合发电设施1B的图。图6是表示图5所示的控制装置30B中所含的阀开度设定组件40B的具体结构的方框线图。

[0113] 另外,以下,在图3以及图4所示的实施方式中的构成要素和图5以及图6所示的实施方式中的构成要素相互有对应关系的情况下,有时对前者在附图标记末尾标注A,对后者在附图标记末尾附加B。另外,在总称图3以及图4中的构成要素和图5以及图6中的构成要素的情况下,不附加A以及B而仅标记附图标记(数字)。

[0114] 首先说明图3~图6所示的控制装置30(阀开度设定组件40)中的流量调节阀22的开度控制中所用的各种测量仪器。

[0115] 在图3所示的例示性的实施方式中,在流量调节阀22的近旁设置用于测量流量调节阀22的前后差压的差压计25。另一方面,在图5所示的例示性的实施方式中,在流量调节阀22的入口侧设置用于测量流量调节阀22的入口压力P1的入口压力计26。

[0116] 另外,为了进行以下说明的控制装置30(阀开度设定组件40)中的流量调节阀22的开度指令FCV的算出,气化复合发电设施1具备差压计25或入口压力计26的至少一方即可。

[0117] 进而气化复合发电设施1也可以还具备其他测量仪器。例如气化复合发电设施1可以如图3以及图5所示那样具备:测量压缩机8的吸气温度T1C的吸气温度计24;用于测量流量调节阀22的下游侧压力FGP的下游侧压力计27;和用于测量流量调节阀22的下游侧温度FGT的下游侧温度计28。

[0118] 这种种测量仪器的测量结果在控制装置30的阀开度设定组件40中为了流量调节阀22的开度控制而被使用,以实现所期望的燃料流量。

[0119] 在几个实施方式中,如图4以及图6所示那样,控制装置30的阀开度设定组件40具备机室压力运算部41、配管压损运算部42、出口压运算部(例如加法运算部)43和开度指令运算部44(44A、44B)。

[0120] 机室压力运算部41构成为算出燃气轮机10的机室压力 $P_{in\_CAL}$ 。

[0121] 例如机室压力运算部41如图4以及图6所示那样构成为:基于从上述的选择电路35(参考图2)给予的燃料流量指令CS0、压缩机8的IGV开度和压缩机8的吸气温度T1C来算出燃气轮机10的机室压力。在该情况下,能高精度地算出燃气轮机10的机室压力。由此,利用机室压力的算出结果( $P_{in\_CAL}$ )的流量调节阀22的出口压力 $P2\_CAL$ 的算出精度提升,能更合适地进行流量调节阀22的开度控制。

[0122] 配管压损运算部42构成为算出从流量调节阀22到燃气轮机10的燃烧器7的配管20中的压力损失 $P_{loss\_CAL}$ 。

[0123] 例如配管压损运算部42如图4以及图6所示那样,构成为基于在流量调节阀22流动的可燃性气体的燃料流量CS0(FQ)、流量调节阀22的下游侧压力(燃料压力)FGP和流量调节阀22的下游侧温度(燃料温度)FGT来算出配管20的压力损失。如此以来,通过考虑可燃性气体的流量、流量调节阀22的下游侧压力FGP以及下游侧温度FGT,能高精度地算出从流量调节阀22到燃烧器7的压力损失。由此,利用配管20的压力损失的算出结果( $P_{loss\_CAL}$ )的流量调节阀22的出口压力P2的算出精度提升,能更合适地进行流量调节阀22的开度控制。

[0124] 出口压运算部43构成为基于由机室压力运算部41算出的机室压力 $P_{in\_CAL}$ 和由配管

压损运算部42算出的配管20的压力损失 $P_{loss\_CAL}$ 来算出流量调节阀22的出口压力 $P2\_CAL$ 。

[0125] 例如如图4以及图6所示那样,出口压运算部43可以是如下那样构成的加法运算部:将由机室压力运算部41算出的机室压力 $P_{in\_CAL}$ 和由配管压损运算部42算出的配管20的压力损失 $P_{loss\_CAL}$ 相加来算出流量调节阀22的出口压力 $P2\_CAL$ 。

[0126] 在几个实施方式中,如图4以及图6所示那样,开度指令运算部44(44A、44B)基于燃气轮机10的燃料流量指令 $CS0$ 、出口压运算部43的出口压力的算出结果 $P2\_CAL$ 、和流量调节阀22的前后差压 $DP$ (图3所示的差压计25的测量结果)或流量调节阀22的入口压力 $P1$ (图5所示的入口压力计26的测量结果)来求取流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。

[0127] 由此,能考虑从流量调节阀22到燃烧器7的配管20的压力损失地对流量调节阀22进行开度控制,能进行高精度的控制。由此,在从燃气轮机10的燃料提供配管20将压力调节阀废除的情况下也能将所期望的流量的燃料提供到燃烧器7。

[0128] 另外,过去在运算流量调节阀的开度指令值的情况下,需要流量调节阀的入口压力、出口压力以及流量调节阀的前后差压当中至少2个测量值,在2个部位设置测量仪器。与此相对,参考图4以及图6,在上述的实施方式中,在算出流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 时,通过使用流量调节阀22的出口压力的运算值( $P2\_CAL$ ),只要测量入口压力 $P1$ 或差压 $DP$ 的任一者就够了。因而与过去相比能削减测量仪器数。

[0129] 另外,开度指令运算部44可以如图4以及图6所示那样,基于流量调节阀22的下游侧温度(测量值) $FGT$ 来求取流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。在该情况下,通过还考虑流量调节阀22的下游侧温度 $FGT$ 来合适地控制流量调节阀22,能高精度地调节提供到燃烧器7的燃料流量。

[0130] 如此在开度指令运算部44算出的流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 被输出到流量调节阀22。

[0131] 在此说明开度指令运算部44中的开度指令的算出手法的一例。

[0132] 在几个实施方式中,开度指令运算部44使用下述式(1)所表征的 $Cv$ 值(流量系数)来求取与燃料流量指令 $CS0$ 相应的流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。

$$[0133] \quad Cv = k \times Q_g \sqrt{\frac{G_g T1}{DP(P1+P2)}} \quad (1)$$

[0134] 其中在上述式(1)中, $k$ 是比例常数(在FCI(Fluid Controls Institute Inc.,美国流体控制学会)规定的 $Cv$ 值计算式的情况下 $k=1/273$ ), $Q_g$ 是燃料气体的体积流量( $Nm^3/h$ ), $G_g$ 是相对于标准状态的空气的燃料气体的比重, $T1$ 是流量调节阀22的入口温度(K), $DP$ 是流量调节阀22的前后差压, $P1$ 是流量调节阀22的入口压力, $P2$ 是流量调节阀22的出口压力。

[0135] 在图4所示的例示性的实施方式中,开度指令运算部44A将流量调节阀22的前后差压的测量值 $DP$ 、流量调节阀22的入口压力算出值 $P1\_CAL$ 、流量调节阀22的出口压力算出值 $P2\_CAL$ 、根据燃料流量指令 $CS0$ 求得的所期望的燃料气体体积流量 $Q_{g\_tgt}$ 、和根据流量调节阀22的下游侧温度 $FGT$ 、上游侧压力 $P1$ 以及下游侧压力 $P2$ 求得的上游侧温度 $T1\_CAL$ 代入到上述式(1),来算出要实现的 $Cv$ 值,求取与相关的 $Cv$ 值对应的流量调节阀22的开度作为开度指令 $FCV$ 。

[0136] 另一方面,在图6所示的例示性的实施方式中,开度指令运算部44B将流量调节阀



22的前后差压的算出值 $DP_{CAL}$ 、流量调节阀22的入口压力测量值 $P1$ 、流量调节阀22的出口压力算出值 $P2$ 、根据燃料流量指令 $CS0$ 求得的所期望的燃料气体体积流量 $Q_{g\_tgt}$ 、和根据流量调节阀22的下游侧温度 $FGT$ 、上游侧压力 $P1$ 以及下游侧压力 $P2$ 求得的上游侧温度 $T1_{CAL}$ 代入到上述式(1),来算出要实现的 $Cv$ 值,求取与相关的 $Cv$ 值对应的流量调节阀22的开度作为开度指令 $FCV$ 。

[0137] 如上述那样,在图4所示的实施方式中,开度指令运算部44A构成基于燃气轮机10的燃料流量指令 $CS0$ 、出口压运算部43的出口压力的算出结果( $P2_{CAL}$ )和流量调节阀22的前后差压的测量值 $DP$ 来求取流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。

[0138] 具体地,在出口压运算部43中将在机室压力运算部41算出的机室压力 $P_{in\_CAL}$ 和在配管压损运算部42算出的配管20的压损 $P_{loss\_CAL}$ 相加,来算出流量调节阀22的出口压力 $P2_{CAL}$ 。另外,在入口压运算部45中将在出口压运算部43算出的出口压力 $P2_{CAL}$ 和在差压计25测量的流量调节阀22的差压 $DP$ 相加,来算出流量调节阀22的入口压力 $P1_{CAL}$ 。然后在开度指令运算部44A中,基于燃料流量指令 $CS0$ 、流量调节阀22的入口压力 $P1_{CAL}$ 以及出口压力 $P2_{CAL}$ 、差压 $DP$ 和在下游侧温度计28测量的下游侧温度 $FGT$ 来算出流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。

[0139] 在该结构中,由于若使用已有的差压计25,就不需要设置用于测量流量调节阀22的入口压力 $P1$ 的入口压力计,因此能削减控制用测量器的设置数。

[0140] 另一方面,在图6所示的实施方式中,如上述那样,开度指令运算部44B构成基于燃气轮机10的燃料流量指令 $CS0$ 、出口压运算部43的出口压力的算出结果( $P2_{CAL}$ )和在入口压力计26测量的入口压力 $P1$ 来求取流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。

[0141] 具体地,在出口压运算部43中,将在机室压力运算部41算出的机室压力 $P_{in\_CAL}$ 和在配管压损运算部42算出的配管20的压力损失 $P_{loss\_CAL}$ 相加来算出流量调节阀22的出口压力 $P2_{CAL}$ 。另外,在差压运算部46,根据在出口压运算部43算出的出口压力 $P2_{CAL}$ 与在入口压力计26测量的入口压力 $P1$ 的差分来算出流量调节阀22的差压 $DP_{CAL}$ 。然后在开度指令运算部44B中,基于燃料流量指令 $CS0$ 、流量调节阀22的入口压力 $P1$ 以及出口压力 $P2_{CAL}$ 、差压 $DP_{CAL}$ 和在下游侧温度计28测量的下游侧温度 $FGT$ 来算出流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 。

[0142] 在该结构中,由于在算出流量调节阀22的开度指令 $FCV$ 时使用在入口压力计26测量的入口压力 $P1$ ,因此能高精度地控制流量调节阀22。

[0143] 接下来参考图7~图11来说明设置多个流量调节阀22的情况下的各流量调节阀22的开度控制。

[0144] 图7是表示一个实施方式所涉及的具备多个流量调节阀22的气化复合发电设施1(1C~1F)的整体结构的图。图8是表示图7所示的控制装置30C中所含的阀开度设定组件40C的结构例的方框线图。图9是表示图7所示的控制装置30D中所含的阀开度设定组件40D的结构例的方框线图。图10是表示图7所示的控制装置30E中所含的阀开度设定组件40E的结构例的方框线图。图11是表示图7所示的控制装置30F中所含的阀开度设定组件40F的结构例的方框线图。

[0145] 如图7所示的那样,在几个实施方式中,气化复合发电设施1(1C~1F)在燃气处理设备5与燃气轮机10之间具有相互并行设置的多个流量调节阀22( $22_1 \sim 22_3$ )。参考图8~图11,各个流量调节阀22( $22_1 \sim 22_3$ )的开度由后述的控制装置30(30C~30F)控制。

[0146] 另外,气化复合发电设施1 (1C~1F) 具备为了各个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度控制而用的种种测量仪器。

[0147] 例如气化复合发电设施1 (1C~1F) 可以如图7所示那样具备用于分别测量流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的前后差压DP (DP<sub>1</sub>~DP<sub>3</sub>) 的多个差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>)、用于分别测量流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1 (P<sub>11</sub>~P<sub>13</sub>) 的多个入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>)。另外,图7中示出气化复合发电设施1 (1C~1F) 具备差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 和入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 的两方的示例,但具备差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 或入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 的至少一方即可。

[0148] 此外,气化复合发电设施1可以进一步具备测量压缩机8的吸气温度T1C的吸气温度计24、用于测量流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的下游侧压力FGP的下游侧压力计27、用于测量流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的下游侧温度FGT的下游侧温度计28。

[0149] 由这样的各种测量仪器得到的测量值被用到控制装置30 (30C~30F) 中的流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度控制。

[0150] 在图8以及图9所示的实施方式中,阀开度设定组件40 (40C~40D) 的开度指令运算部44 (44C~44D) 构成为对多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 求取公共的开度指令FCV<sub>com</sub>。

[0151] 在气化复合发电设施1中,由于可燃性气体的最大流量大,因此有并行设置多个流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的情况。在该情况下,根据将公共的开度指令给到各阀22的上述结构,能以简化手法进行多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度控制。

[0152] 另外,并不限定于对全部流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 算出公共的开度指令的结构,可以是对全部流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 当中至少2个以上的流量调节阀算出公共的开度指令的结构。

[0153] 在图8所示的例示性的实施方式中,阀开度设定组件40C具备机室压力运算部41、配管压损运算部42、出口压运算部43、差压平均运算部47、入口压运算部45和开度指令运算部44C。

[0154] 差压平均运算部47构成为算出在差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 分别测量的差压DP (DP<sub>1</sub>~DP<sub>3</sub>) 的差压平均值DP<sub>m</sub>。

[0155] 入口压运算部45是加法运算部,构成为将在出口压运算部43算出的出口压力P2<sub>CAL</sub>和多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的差压平均值DP<sub>m</sub>相加来算出对各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 公共的入口压力P1<sub>CAL</sub>。

[0156] 开度指令运算部44C构成为基于燃料流量指令CS0、流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1以及出口压力P2<sub>CAL</sub>、差压平均值DP<sub>m</sub>和在下游侧温度计28测量的下游侧温度FGT来算出在多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 中公共的开度指令FCV<sub>com</sub>。在开度指令运算部44算出的开度指令FCV<sub>com</sub>被输出到各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)。

[0157] 根据该结构,由于使用多个流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的差压DP (DP<sub>1</sub>~DP<sub>3</sub>) 的差压平均值DP<sub>m</sub>同时控制多个流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>),因此能谋求运算处理的负荷减轻。

[0158] 另外,在该结构中,由于若使用已有的差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 就不需要设置用于测量流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1 (P<sub>11</sub>~P<sub>13</sub>) 的入口压力计,因此能削减控制用测量器的设置数。

[0159] 在图9所示的实施方式中,成为使用在入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 测量的入口压力P1 (P<sub>11</sub>~P<sub>13</sub>) 来求取用于同时控制多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令FCV<sub>com</sub>的结构。

[0160] 具体地,控制装置30D的阀开度设定组件40D具备机室压力运算部41、配管压损运算部42、出口压运算部43、入口压平均运算部48、差压运算部46和开度指令运算部44D。

[0161] 入口压平均运算部48构成为算出在入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 分别测量的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) 的平均值即入口压力P1<sub>m</sub>。

[0162] 差压运算部46可以是差分器,构成为通过算出在出口压运算部43算出的出口压力P2<sub>CAL</sub>与在入口压平均运算部48算出的入口平均压力P1<sub>m</sub>的差分来算出流量调节阀22的差压DP<sub>CAL</sub>。

[0163] 开度指令运算部44D构成为基于燃料流量指令CS0、流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) 以及出口压力P2<sub>CAL</sub>、在差压运算部46算出的差压DP<sub>CAL</sub>和在下游侧温度计28测量的下游侧温度FGT来算出在多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 中公共的开度指令FCV<sub>com</sub>。在开度指令运算部44D算出的开度指令FCV<sub>com</sub>被输出到各流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0164] 根据该结构,由于使用多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) 的平均值即入口压力P1<sub>m</sub>来同时控制多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) ,因此能谋求运算处理的负荷减轻。

[0165] 另外,在该结构中,由于在算出流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令FCV<sub>com</sub>时使用在入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 测量的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) ,因此能高精度地控制流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0166] 图10所示的实施方式成为使用在差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 测量的差压DP (DP<sub>1</sub>~DP<sub>3</sub>) 来求取用于个别控制多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令FCV (FCV<sub>1</sub>~FCV<sub>3</sub>) 的结构。

[0167] 具体地,控制装置30E的阀开度设定组件40E具备机室压力运算部41、配管压损运算部42 (42<sub>1</sub>~42<sub>3</sub>) 、出口压运算部43 (43<sub>1</sub>~43<sub>3</sub>) 、入口压运算部45 (45<sub>1</sub>~45<sub>3</sub>) 、开度分配运算部49和开度指令运算部44E (44E<sub>1</sub>~44E<sub>3</sub>) 。

[0168] 配管压损运算部42 (42<sub>1</sub>~42<sub>3</sub>) 算出多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 各自中的压力损失P<sub>loss\_CAL</sub> (P<sub>loss\_CAL1</sub>~P<sub>loss\_CAL3</sub>) 。另外,在多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 并行设置在配管20的情况下,通常由于配管20对应于各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 而分岔,因此可以求取包含该分岔的配管的配管20的压力损失。

[0169] 出口压运算部43 (43<sub>1</sub>~43<sub>3</sub>) 可以是加法运算部,构成为通过将在机室压力运算部41算出的机室压力P<sub>in\_CAL</sub>与在各配管压损运算部42 (42<sub>1</sub>~42<sub>3</sub>) 算出的压力损失P<sub>loss\_CAL</sub> (P<sub>loss\_CAL1</sub>~P<sub>loss\_CAL3</sub>) 分别相加来算出各个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 中的出口压力P2<sub>CAL</sub> (P2<sub>CAL1</sub>~P2<sub>CAL3</sub>) 。

[0170] 入口压运算部45 (45<sub>1</sub>~45<sub>3</sub>) 可以是加法运算部,构成为将在各出口压运算部43 (43<sub>1</sub>~43<sub>3</sub>) 算出的各个出口压力P2<sub>CAL</sub> (P2<sub>CAL1</sub>~P2<sub>CAL3</sub>) 和在各差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 测量的流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的差压DP (DP<sub>1</sub>~DP<sub>3</sub>) 相加来算出各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1<sub>CAL</sub> (P1<sub>CAL1</sub>~P1<sub>CAL3</sub>) 。

[0171] 开度分配运算部49可以构成为对多个流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 分配在至少2个以上的流量调节阀中公共的燃料流量。另外,关于开度分配运算部49的具体结构,之后叙述。

[0172] 开度指令运算部44E (44E<sub>1</sub>~44E<sub>3</sub>) 构成为基于在开度分配运算部49中分配的各阀的燃料流量、流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1<sub>CAL</sub> (P1<sub>CAL1</sub>~P1<sub>CAL3</sub>) 以及出口压力P2<sub>CAL</sub> (P2<sub>CAL1</sub>~P2<sub>CAL3</sub>) 、在各差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) 测量的差压DP (DP<sub>1</sub>~DP<sub>3</sub>) 和在下游侧温度

计28测量的下游侧温度FGT来算出针对各个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令。在开度指令运算部44A~44C算出的各开度指令FCV (FCV<sub>1</sub>~FCV<sub>3</sub>) 被输出到各流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0173] 根据该结构,由于个别控制多个流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) ,因此能更高精度地控制各流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0174] 另外,在该结构中,由于若使用已有的差压计25 (25<sub>1</sub>~25<sub>3</sub>) ,就不需要设置用于测量流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力的入口压力计,因此能削减控制用测量器的设置数。

[0175] 图11所示的实施方式成为使用在入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 测量的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) 来求取用于个别控制多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令FCV (FCV<sub>1</sub>~FCV<sub>3</sub>) 的结构。

[0176] 具体地,控制装置30F的阀开度设定组件40F具备机室压力运算部41、配管压损运算部42 (42<sub>1</sub>~42<sub>3</sub>) 、出口压运算部43 (43<sub>1</sub>~43<sub>3</sub>) 、差压运算部46 (46<sub>1</sub>~46<sub>3</sub>) 、开度分配运算部49和开度指令运算部44F (44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>) 。

[0177] 配管压损运算部42 (42<sub>1</sub>~42<sub>3</sub>) 算出多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 各自中的压力损失P<sub>loss\_CAL</sub> (P<sub>loss\_CAL1</sub>~P<sub>loss\_CAL3</sub>) 。另外,在多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 并行设置在配管20的情况下,由于通常配管20对应于各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 而分岔,因此可以求取包含该分岔的配管的配管20的压力损失。

[0178] 出口压运算部43 (43<sub>1</sub>~43<sub>3</sub>) 可以是加法运算部,构成为通过将在机室压力运算部41算出的机室压力P<sub>in\_CAL</sub>与在各配管压损运算部42 (42<sub>1</sub>~42<sub>3</sub>) 算出的压力损失P<sub>loss\_CAL</sub> (P<sub>loss\_CAL1</sub>~P<sub>loss\_CAL3</sub>) 分别相加来算出各个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 中的出口压力P2<sub>CAL</sub> (P2<sub>CAL1</sub>~P2<sub>CAL3</sub>) 。

[0179] 差压运算部46 (46<sub>1</sub>~46<sub>3</sub>) 可以是差分器,构成为通过分别算出在出口压运算部43 (43<sub>1</sub>~43<sub>3</sub>) 算出的各个出口压力P2<sub>CAL</sub> (P2<sub>CAL1</sub>~P2<sub>CAL3</sub>) 与在入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 测量的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) 的差分,来算出各流量调节阀22的差压DP<sub>CAL</sub> (DP<sub>CAL1</sub>~DP<sub>CAL3</sub>) 。

[0180] 开度分配运算部49可以构成为对多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 分配在至少2个以上的流量调节阀中公共的燃料流量。另外,关于开度分配运算部49的具体结构,之后叙述。

[0181] 开度指令运算部44F (44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>) 构成为基于在开度分配运算部49分配的燃料流量、流量调节阀 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) 以及出口压力P2<sub>CAL</sub> (P2<sub>CAL1</sub>~P2<sub>CAL3</sub>) 、在差压运算部46 (46<sub>1</sub>~46<sub>3</sub>) 算出的差压DP<sub>CAL</sub> (DP<sub>CAL1</sub>~DP<sub>CAL3</sub>) 和在下游侧温度计28测量的下游侧温度FGT来算出针对各个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令FCV (FCV<sub>1</sub>~FCV<sub>3</sub>) 。在开度指令运算部44F (44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>) 算出的各开度指令FCV (FCV<sub>1</sub>~FCV<sub>3</sub>) 被输出到各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0182] 根据该结构,由于个别控制多个流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) ,因此能更高精度地控制各流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0183] 另外,在该结构中,由于在算出流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 的开度指令FCV (FCV<sub>1</sub>~FCV<sub>3</sub>) 时使用在入口压力计26 (26<sub>1</sub>~26<sub>3</sub>) 测量的入口压力P1 (P1<sub>1</sub>~P1<sub>3</sub>) ,因此能高精度地控制流量调节阀22 (22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>) 。

[0184] 接下来参考图12~图13来说明开度分配运算部49 (图10以及图11参考) 的细节。

[0185] 另外,图12A是表示多个流量调节阀 (3阀) 22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>的开度控制的时序图。图12B是表示多个流量调节阀 (2阀) 22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>的开度控制的时序图。图13是表示多个流量调节阀22的

合成Cv值的特性的图表。在此,所谓合成Cv值,在多阀的情况下是指将各阀的Cv值(流量系数)合计的值。

[0186] 在几个实施方式中,开度分配运算部49构成为基于燃料流量CS0(FQ)来对开度指令运算部44E<sub>1</sub>~44E<sub>3</sub>、44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>分配燃料流量(开度分担量)。

[0187] 在该情况下,如图12A以及图12B所示那样,开度指令运算部44E<sub>1</sub>~44E<sub>3</sub>、44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>构成为:在由于设施1的运转状态的变动而针对多个流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)的公共的开度指令到达流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)的最小开度MIN时,生成将多个流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)当中一个以上的流量调节阀(22<sub>1</sub>)关闭的闭阀指令,并对剩下的流量调节阀(22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>)生成用于实现燃料流量指令的开度指令。

[0188] 由此,在提供到燃烧器7的可燃性气体的流量少时切换多个流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>),将至少一个流量调节阀(例如流量调节阀22<sub>1</sub>)关闭,由剩下的流量调节阀(例如流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>)调节可燃性气体的流量,通过进行上述这样的流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)的分担变更控制,从而能在最小开度MIN以上的范围合适地控制各流量调节阀22,使得燃气涡轮机10的燃烧控制稳定。

[0189] 另外,开度分配运算部49可以构成为:在多个阀22的开度到达最少开度MIN开始至少一个阀22(22<sub>1</sub>)的关闭操作直到全闭为止的流量调节阀的切换区间的整个期间,将多个阀的最少开度MIN下的合计Cv值始终维持恒定。

[0190] 由此能在从流量调节阀22的切换开始时间点到切换结束时间点的期间(流量调节阀的切换区间的全期间)稳定地进行燃烧控制。

[0191] 在此参考图13来说明开度分配运算的具体思路。

[0192] 在图13中,在提供给通常运转时(运转点a)通过3阀同时控制被控制的流量调节阀22的燃料流量变动而3阀同时到达最少开度MIN(运转点b)的情况下,开始从3阀同时控制向2阀同时控制的切换控制。即,移转到将一阀设为闭操作(关闭的方向的操作)、将剩下2阀设为开操作(打开的方向的操作)的控制。在该情况下,在对3阀当中一阀进行闭操作并对剩下2阀进行开操作的切换区间,维持3阀同时到达最少开度MIN时的3阀的合计Cv值(Cv<sub>1</sub>),维持这时的燃料流量不变。由此,在阀的切换区间中也能得到稳定的燃烧控制。从3阀向2阀的切换直到闭操作的一阀达到全闭为止,都以维持合计Cv值(Cv<sub>1</sub>)的状态持续阀的切换控制。该操作直到最终到达2阀合成Cv值线上的运转点c为止都持续。将该移转期间称作流量调节阀22的切换区间。从运转点b移转到运转点c的中途的开操作中的剩下的2阀的开度以与合计Cv值(Cv<sub>1</sub>)即点b-c线上的任意的运转点X对应的阀开度(RV)(图13中从运转点X拉下到横轴的虚线相交的点)显示。

[0193] 接下来,在到达运转点c后燃料流量进一步降低的运转状态的情况下,通过2阀同时控制,运转点在2阀合计Cv值特性线上向运转点d的方向移动。进而在燃料流量降低而到达运转点d的情况下,从2阀同时控制切换到1阀控制。从2阀同时控制切换到1阀控制的过程与前述的从3阀同时控制移转到2阀同时控制的运转点b~运转点c中的控制的思路相同。即,在从运转点d移转到运转点e的期间维持运转点d中的2阀合计Cv值(Cv<sub>2</sub>)不变,向运转点e,一阀移转到闭操作,剩下的一阀移转到开操作。运转点e是位于1阀Cv值特性线上的运转点,在运转点e,一阀成为全闭,剩下的1阀到达相当于2阀合计Cv值(Cv<sub>2</sub>)的1阀Cv值特性线上的阀开度。

[0194] 在到达运转点e后燃料流量又进一步降低的情况进行,运转点在1阀Cv值特性线上向运转点f的方向移动的同时,持续1阀的控制。在到达运转点f而到达1阀的最少开度MIN的情况下,如详细后述那样,进行从可燃性气体燃料切换到油燃料的控制。

[0195] 另外,开度指令运算部44E<sub>1</sub>~44E<sub>3</sub>、44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>可以构成为:算出与多个流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)为最小开度MIN时的合成Cv值(图13中的Cv1)对应的剩下的流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>的目标开度,算出使至少一个流量调节阀22<sub>1</sub>的开度以第1速率减少到零的闭阀指令FCV<sub>1</sub>,算出使剩下的流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>的开度以第2速率增加到目标开度的开度指令FCV<sub>2</sub>、FCV<sub>3</sub>。

[0196] 例如开度指令运算部44E<sub>1</sub>~44E<sub>3</sub>、44F<sub>1</sub>~44F<sub>3</sub>在3阀全都动作时,使用图13所示的3阀合成Cv值与阀开度的关系来对各流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)算出公共的阀开度指令FCV<sub>com</sub>。然后在伴随设施1的运转状态的变化而多个流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)成为最小开度MIN时,算出使1个流量调节阀22<sub>1</sub>的开度减少到零的开阀指令FCV<sub>1</sub>。另一方面,对剩下的流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>,根据最小开度MIN的时间点t1的3阀合成Cv值即Cv1,使用2阀合成Cv值与阀开度的关系来算出2个流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>的目标开度(即,与用于以2阀实现Cv1的运转点c(参考图13)对应的阀开度),算出2个流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>的开度指令,使得成为该目标开度。

[0197] 由此,在提供给燃烧器7的可燃性气体的流量少时切换多个流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>),将至少一个流量调节阀(例如流量调节阀22<sub>1</sub>)关闭,由剩下的流量调节阀(例如流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>)调节可燃性气体的流量,在进行上述这样的流量调节阀22(22<sub>1</sub>~22<sub>3</sub>)的分担变更控制时,能在分担变更控制的前后维持合成Cv值。因而能通过流量调节阀22的分担变更控制来减低带给提供到燃烧器7的可燃性气体的流量的影响。

[0198] 在该情况下,设定第1速率以及第2速率,使得至少一个流量调节阀22<sub>1</sub>的开度到达零的时间点t2和剩下的流量调节阀22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>的开度到达目标开度的时间点一致。

[0199] 由此能抑制流量调节阀22的分担变更控制中的合成Cv值的变动,能稳定地调节提供给燃烧器7的可燃性气体的流量。

[0200] 图14是进一步表示其他实施方式所涉及的燃料提供系统的结构图。另外,参考该图14在以下说明的实施方式取代前述的可燃性气体燃料中的分担变更控制所涉及的前述的实施方式,或在前述的实施方式的基础上,进行从可燃性气体燃料向油燃料的切换控制。

[0201] 在图14所示的实施方式中,气化复合发电设施1G具备:用于对燃气轮机10的燃烧器7提供可燃性气体的可燃性气体提供系统50;和用于对燃气轮机10的燃烧器7提供油燃料的油提供系统60。

[0202] 该气化复合发电设施1构成为能在油燃料和可燃性气体切换燃料。例如在启动时等低负荷运转区域,由油提供系统60将油燃料提供给燃烧器7,在正常运转时等高负荷运转区域,由可燃性气体提供系统50将可燃性气体提供给燃烧器7。

[0203] 具体地,油提供系统60具备:用于从油罐61将油燃料提供给燃烧器7的油提供配管62;用于压送油燃料的泵63;用于从油燃料除去杂质的过滤器69;设于油提供配管62的压力调节阀64以及流量调节阀65;和用于从流量调节阀65与燃烧器7之间排出油燃料来将压力释放的旁路配管68以及旁路阀67。

[0204] 另外,关于气化炉3以及其外围结构,由于与图1相同,因此在图14中省略。

[0205] 在上述结构中,能切换可燃性气体提供系统50和油提供系统60。

[0206] 在具备这样的结构的气化复合发电设施1中,上述的开度指令运算部44A~44F构成为基于表示提供给燃烧器7的可燃性气体的流量的燃料流量指令来求取流量调节阀22的开度指令。

[0207] 图15是表示燃料切换时的可燃性气体燃料流量指令以及油燃料流量指令与负荷的关系的一例的图表。

[0208] 如图15所示那样,在燃料切换时,表示可燃性气体的流量的可燃性气体燃料流量指令和表示油燃料的流量的油燃料流量指令在负荷MW1与负荷MW2之间慢慢切换。例如在启动时或停止前等低负荷运转区域,燃气轮机10主要以油燃料驱动,在额定运转时等高负荷运转区域,燃气轮机10主要以可燃性气体驱动。为此低负荷运转区域与高负荷运转区域之间的过渡期间成为切换油燃料流量指令和可燃性气体燃料流量指令的切换区域。

[0209] 在该情况下,上述的开度指令运算部44A~44F算出燃性气体提供系统50中的流量调节阀22的开度指令,使其与图15所示那样的可燃性气体燃料流量指令的增减对应。

[0210] 根据上述结构,能基于表示提供给燃烧器7的可燃性气体的流量的燃料流量指令来合适地进行流量调节阀22的开度控制。特别如上述那样,由于基于燃气轮机10的燃料流量指令CS0、流量调节阀22的出口压力的算出结果P2<sub>CAL</sub>、和流量调节阀22的差压测量值DP或流量调节阀22的入口压力测量值P1来求取流量调节阀22的开度指令,因此即使是从燃气轮机10的燃料提供配管20将压力调节阀废除的情况下,也能考虑从流量调节阀22到燃烧器7的配管的压力损失来对流量调节阀22高精度地进行开度控制。

[0211] 另外,在前述的可燃性气体燃料的分担变更控制中,在1阀控制中到达最少开度MIN的情况下,可以将燃料从可燃性气体燃料切换到油燃料。即,在图13中,在1阀的阀开度到达最少开度MIN即运转点f的情况下,如图15所示那样,在负荷MW2下维持相当于流量调节阀22的最少Cv值的燃料流量指令值不变,油燃料的流量调节阀65移转到开操作,可燃性气体燃料的流量调节阀22移转到闭操作。在到达流量调节阀22成为全闭的负荷MW1的情况下,油燃料的流量调节阀65到达维持负荷MW2下的燃料指令值的阀开度。在该移转期间即燃料的切换区域,在维持负荷MW2下的燃料流量的状态下进行切换。

[0212] 如上述那样,根据本发明的至少几个实施方式,能考虑从流量调节阀22到燃烧器7的配管20的压力损失对流量调节阀22进行开度控制,能进行高精度的控制。为此,即使在从燃气轮机10的燃料提供用的配管20将压力调节阀废除的情况下,也能将所期望的流量的燃料提供给燃烧器7。另外,在可燃性气体燃料的燃料流量降低的情况下,也能平稳地进行油燃料的切换,能得到稳定的燃烧控制。

[0213] 另外,在典型的气化复合发电设施中,在启动时,在直到气化炉中生成可燃性气体为止的期间,有时使用例如油燃料那样的启动用燃料来使燃气轮机工作。在该情况下,伴随启动用燃料与可燃性气体的发热量的差异引起的可燃性气体相对于全燃料的燃料比率的变动,有燃气轮机入口温度、燃气轮机燃烧器中的燃烧状态受影响的可能性。另外,该问题并不限于气化复合发电设施的启动时,会在比气化炉中生成的可燃性气体高卡路里的其他燃料与可燃性气体之间进行燃料切换的情况下出现。

[0214] 为此,在几个实施方式中,将气化复合发电设施的燃料切换时的燃气轮机入口温度维持在合适的范围内,并从维持燃烧稳定性的观点出发参考图16~图20进行以下叙述的IGV的开度控制。

[0215] 另外,参考图16~图20在以下说明的实施方式取代阀开度设定组件40中的流量调节阀22的开度控制所涉及的前述的实施方式,或在前述的实施方式的基础上,在燃料切换时进行IGV的开度控制。

[0216] 图16是表示一个实施方式所涉及的气化复合发电设施的结构的图。图17是表示燃气涡轮机的旁路阀的结构例的图。图18是表示燃烧筒的结构例的图,图18的(a)是沿着燃烧器轴向的燃烧筒的截面图,图18的(b)是表示图18的(a)的A-A截面的图。图19是表示一个实施方式所涉及的气化复合发电设施的控制装置的结构框图。图20是表示一个实施方式所涉及的燃料切换时的IGV以及旁路阀的开度控制的时序图。

[0217] 如图16所示那样,气化复合发电设施1H构成为能在从燃气处理设备5经由可燃性气体提供系统50提供的可燃性气体与经由油提供系统60提供的油燃料之间切换在燃烧器7进行燃烧的燃料。另外,在图16所示的例示性的实施方式中,在可燃性气体与油燃料之间切换燃料,但可以取代油燃料而使用比可燃性气体发热量高的任意的燃料(以下将油燃料以及这以外的任意的燃料总称作“高卡路里燃料”)。

[0218] 气化复合发电设施1H与以上使用图14描述的气化复合发电设施1G同样,具备用于调节高卡路里燃料的流量的流量调节阀65和设于流量调节阀65的上游侧的压力调节阀64。由此,能一边通过对压力调节阀64进行开度控制来将流量调节阀65的上游侧的压力维持在合适的范围内,一边通过流量调节阀64的开度控制调节提供给燃烧器7的高卡路里燃料的流量。另外,在图16中,与气化复合发电设施1G公共的构成要素标注相同附图标记,省略各构成要素的详细说明。

[0219] 在几个实施方式中,气化复合发电设施1H如图16所示那样具备:用于调节流入燃气轮机10的压缩机8的空气量的IGV(入口引导翼)80;和设于燃烧器7的空气旁路阀90。

[0220] IGV80构成为能通过致动器82而来回转动。通过用致动器82调节相对于空气流的IGV80的翼角,能在最小值(0%开度)与最大值(100%开度)之间任意调节IGV80的开度。另外,若减小IGV80的开度则流入压缩机8的空气量减少,若加大IGV80的开度,则流入压缩机8的空气量增大。

[0221] 空气旁路阀90如图17所示那样,构成为调节绕开形成于燃烧器7的燃烧筒(内筒)72的燃烧区域73的压缩空气量。即,在燃气轮机10中,压缩机8中生成的压缩空气100经由燃气轮机10的机室11的内部空间101被提供到燃烧器7。在此,在打开空气旁路阀90的状态下,仅作为压缩空气100的一部分的燃烧用空气(参考附图标记102)被提供到燃烧器7的燃烧筒72(燃烧器喷嘴70),作为压缩空气100的剩余部分的旁路空气(参考附图标记104)被提供到燃烧器7的燃烧区域73的下游侧。空气旁路阀90构成为能通过未图示的致动器进行开度控制,空气旁路阀90的开度能在最小值(0%开度)与最大值(100%开度)之间任意调节。另外,若减小空气旁路阀90的开度,则绕开燃烧区域73的空气量(旁路空气104的流量)减少,若加大空气旁路阀90的开度,则绕开燃烧区域73的空气量(旁路空气104的流量)增大。

[0222] 另外,在图17所示的示例中,燃烧器7具备:用于对燃烧筒72内喷射燃料的燃烧器喷嘴70;和用于将来自燃烧筒72的燃烧气体引导到涡轮9的入口的过渡件74。空气旁路阀90可以与过渡件74连接。

[0223] 另外,如图18的(a)以及(b)所示那样,燃烧器7具备设于燃烧筒72的内周侧的鳍片



环110。鳍片环110在周向上具有多个鳍片部112,各鳍片部112沿燃烧器7的轴向延伸。鳍片环110在燃烧器7的轴向上设有多个,下游侧的鳍片环110b的内径大于上游侧的鳍片环110a的外径。另一方面,在燃烧筒72设置冷却空气孔114,经由该冷却空气孔114从机室11的内部空间101将压缩空气102的一部分(冷却空气)导入到燃烧筒72内。导入到燃烧筒72内的冷却空气在鳍片环110a的鳍片部112间沿着燃烧器7的轴向流向下游侧,对燃烧筒72的内壁面(正确说是位于下游侧的其他鳍片环110b的内壁面)进行气膜(film)冷却。

[0224] 在上述结构的气化复合发电设施1H中,在图19所示的控制装置30H的控制下,在可燃性气体与高卡路里燃料间的燃料切换时,按照可燃性气体相对于全燃料的燃料比率来进行IGV80以及空气旁路阀90的开度控制。

[0225] 如图18所示那样,控制装置30H与参考图2说明的控制装置30基本结构是共通的。关于控制装置30H的构成要素当中进行到选择电路35为止的信号处理的构成要素,标注与控制装置30相同的附图标记,省略这里的说明。

[0226] 控制装置30H具备用于基于从选择电路35输出的燃料流量指令CS0来设定可燃性气体和高卡路里燃料各自的燃料流量指令的燃料流量设定部200。燃料流量设定部200具有乘法运算器204以及函数206。乘法运算器204通过将由燃料比率设定器202设定的燃气燃料比率FRCS0(=可燃性气体相对于全燃料所占的比率)和燃料流量指令CS0相乘来算出可燃性气体的燃料流量指令MCS0。另一方面,函数206基于由燃料比率设定器202设定的燃气燃料比率FRCS0来根据燃料流量指令CS0算出高卡路里燃料流量指令SCS0。具体地,函数206通过将燃气燃料比率FRCS0以及燃料流量指令CS0代入到下述式(2)来算出高卡路里燃料流量指令SCS0。

[0227] 
$$SCS0 = CS0 \times (100\% - FRCS0[\%]) / 100\% \quad (2)$$

[0228] 控制装置30H具备用于基于燃料比率设定器202中设定的燃气燃料比率FRCS0来分别算出IGV80以及空气旁路阀90的开度指令值的IGV开度指令生成部210以及旁路阀开度指令生成部220。

[0229] IGV开度指令生成部210在可燃性气体与高卡路里燃料间的燃料切换时,随着可燃性气体相对于全燃料的燃料比率FRCS0增加而使IGV80的开度指令值向闭侧(0%开度)减少,使流入压缩机8的空气量减少。反之,伴随可燃性气体相对于全燃料的燃料比率FRCS0的减少,IGV开度指令生成部210使IGV80的开度指令值向开侧(100%开度)增大,使流入压缩机8的空气量增加。

[0230] 通过由IGV开度指令生成部210随着可燃性气体的燃料比率FRCS0增加而使IGV80的开度减少,能抑制伴随低卡路里的可燃性气体的使用的涡轮9的入口温度降低,并能提升从高卡路里燃料向可燃性气体的燃料切换时的燃烧器7的燃烧稳定性。

[0231] 在几个实施方式中,IGV开度指令生成部210构成为在可燃性气体的燃料比率FRCS0为100%时(可燃性气体的单一燃料燃烧时)生成使IGV80全闭的开度指令值(0%开度)。如此,通过将可燃性气体的单一燃料燃烧时的IGV80的开度设定为全闭,能将与可燃性气体的燃料比率FRCS0相应的IGV80的开度调整中的空气量的调节幅度确保得大。另一方面,在可燃性气体的燃料比率FRCS0为0%时(高卡路里燃料的单一燃料燃烧时),IGV开度指令生成部210输出设定成高卡路里燃料的单一燃料燃烧时用的开度指令值。单一燃料燃烧时用的IGV80的开度指令值可以是大于最小开度(0%开度)且小于最大开度(100%开度)的

值。

[0232] 另外,在图19所示的例示性的实施方式中,按照燃气轮机10的输出以及压缩机8的入口侧的吸气温度,IGV开度指令生成部210对开度指令值进行补正并输出。

[0233] 旁路阀开度指令生成部220在可燃性气体与高卡路里燃料间的燃料切换时,随着可燃性气体相对于全燃料的燃料比率FRCS0增加而使空气旁路阀90的开度指令值向开侧(100%开度)增加,减低提供到燃烧器7的燃烧区域73的空气量。反之,伴随可燃性气体相对于全燃料的燃料比率FRCS0的减少,旁路阀开度指令生成部220使空气旁路阀90的开度指令值向闭侧(0%开度)减少,使提供到燃烧器7的燃烧区域73的空气量增加。

[0234] 通过由旁路阀开度指令生成部220随着可燃性气体的燃料比率FRCS0增加而使空气旁路阀90的开度增加,能抑制从高卡路里燃料向可燃性气体的燃料切换时的燃烧区域73的温度降低,并能提升燃烧器7的燃烧稳定性。

[0235] 在几个实施方式中,旁路阀开度指令生成部220在可燃性气体的燃料比率FRCS0为100%时(可燃性气体的单一燃料燃烧时),将空气旁路阀90的开度指令值设定为能确保上述的鳍片环110的出口的气膜空气量(或气膜空气的流速)的需要量的上限开度。如此,通过将可燃性气体的单一燃料燃烧时的空气旁路阀90的开度指令值设定为根据气膜空气量(或流速)确定的上限开度,能一边有效地进行燃烧器7的燃烧筒72的冷却,一边减低提供给燃烧器7的燃烧区域73的空气量来抑制燃烧区域73的温度降低,并能提升燃烧器7的燃烧稳定性。另一方面,可以在可燃性气体的燃料比率FRCS0为0%时(高卡路里燃料的单一燃料燃烧时),旁路阀开度指令生成部220将空气旁路阀90的开度设定成全闭(0%开度)。

[0236] 另外,在图19所示的例示性的实施方式中,按照燃气轮机10的输出以及压缩机8的入口侧的吸气温度,旁路阀开度指令生成部220对开度指令值进行补正并输出。

[0237] 在几个实施方式中,可以如图19所示那样,控制装置30H进一步具备:上述的实施方式的阀开度设定组件40(40A~40F);和用于对气化复合发电设施1H的压力调节阀64以及流量调节阀65分别进行开度控制的调压阀控制部230以及调流阀控制部240。

[0238] 在图19所示的例示性的实施方式中,阀开度设定组件40(40A~40F)根据从燃料流量设定部200输出的可燃性气体的燃料流量指令MCS0,用上述的手法算出流量调节阀22的阀开度指令。另外,阀开度设定组件40(40A~40F)的流量调节阀22的阀开度指令的算出方法由于如上述那样,因此这里省略说明。

[0239] 另外,调压阀控制部230基于高卡路里燃料的提供系统60中的燃料提供压(FOP)的检测结果,根据从燃料流量设定部200输出的高卡路里燃料的燃料流量指令SCS0来生成压力调节阀64的开度指令。同样地,调流阀控制部240根据从燃料流量设定部200输出的高卡路里燃料的燃料流量指令SCS0来生成流量调节阀65的开度指令。

[0240] 通过这些阀开度设定组件40、调压阀控制部230以及调流阀控制部240的作用,在按照由燃料比率设定器202设定的可燃性气体的燃料比率FRCS0来进行可燃性气体与高卡路里燃料间的燃料切换时,能合适地控制流量调节阀(22、65)以及压力调节阀64。

[0241] 对上述结构的控制装置30H进行的IGV80以及空气旁路阀90的开度控制的一例进行叙述。

[0242] 在图20示出在气化复合发电设施1H的启动时进行从高卡路里燃料(例如油燃料)向可燃性气体的燃料切换的情况下的IGV80以及空气旁路阀90的开度控制的样态。

[0243] 如同图所示那样,在时刻 $t_1 \sim t_2$ ,通过控制装置30H的燃料比率设定器202使燃气燃料比率FRCSO从0%增加到100%。这时,与时刻 $t_1$ 以前的高卡路里燃料的单一燃料燃烧时相比,易于出现与可燃性气体的燃料比率FRCSO的增加相伴的涡轮9的入口温度降低、燃烧器7中的燃烧的不稳定化等问题。为此,控制装置30H的IGV开度指令生成部210在时刻 $t_1 \sim t_2$ ,伴随燃气燃料比率FRCSO的增加而使IGV80的开度指令值从高卡路里燃料的单一燃料燃烧时的设定开度减少到全闭(0%开度)。另一方面,控制装置30H的旁路阀开度指令生成部220在时刻 $t_1 \sim t_2$ ,伴随燃气燃料比率FRCSO的增加而使空气旁路阀90的开度指令值从全闭(0%开度)增大到能确保燃烧筒72的需要气膜冷却量(或流量)的上限开度。

[0244] 另外,图20中的时刻 $t_3$ 是从高卡路里燃料向可燃性气体的燃料切换完成时间点(时刻 $t_2$ )起开始的高卡路里燃料的吹扫的结束时刻。在此,所谓吹扫,是清洗处理,用于通过在燃烧器7的燃烧器喷嘴70的高卡路里燃料的流路流过空气或水等吹扫用流体来防止蓄积于燃烧器喷嘴70内的高卡路里燃料的固化物引起的流路闭塞。

[0245] 在图20所示的例示性的实施方式中,在气化复合发电设施1H的启动时,在燃料切换开始时刻 $t_1 \sim$ 吹扫结束时刻 $t_3$ ,燃气轮机10的输出维持恒定。然后在吹扫结束时刻 $t_3$ 以后,在控制装置30H的控制下,燃气轮机10的输出不断向额定输出增加。

[0246] 本发明并不限于上述的实施方式,还包含在上述的实施方式中加进变形的形态、适宜组合这些形态的形态。

[0247] 例如“在某方向上”、“沿着某方向”、“平行”、“正交”、“中心”、“同心”或“同轴”等表征相对或绝对的配置的表现不仅严密表征这样的配置,还表征带有公差或能得到相同功能程度的角度或距离相对位移的状态。

[0248] 例如“相同”、“相等”以及“均质”等表征事物是相等状态的表现不仅表征严密相等的状态,还表征存在公差或能得到相同功能程度的差的状态。

[0249] 例如表征四边形或圆筒形状等形状的表现不仅表征几何学上严密意义上的四边形或圆筒形状等形状,还表征在能得到相同效果的范围内包含凹凸部或倒角部等的形状。

[0250] 另一方面,“具备”、“包含”或“具有”一个构成要素的表现并非将其他构成要素的存在除外的排他性表现。

[0251] 附图标记的说明

[0252] 1 气化复合发电设施

[0253] 3 气化炉

[0254] 5 燃气处理设备

[0255] 6 发电设备

[0256] 7 燃烧器

[0257] 8 压缩机

[0258] 9 涡轮

[0259] 10 燃气轮机

[0260] 12 蒸汽轮机

[0261] 13 发电机

[0262] 15 排热回收锅炉

[0263] 20 配管

[0264]	22	流量调节阀
[0265]	24	吸气温度计
[0266]	25	差压计
[0267]	26	入口压力计
[0268]	27	下游侧压力计
[0269]	28	下游侧温度计
[0270]	30	控制装置
[0271]	40	阀开度设定组件
[0272]	41	机室压力运算部
[0273]	42	配管压损运算部
[0274]	43	出口压运算部
[0275]	44	开度指令运算部
[0276]	45	入口压运算部
[0277]	46	差压运算部
[0278]	47	差压平均运算部
[0279]	48	入口压平均运算部
[0280]	49	开度分配运算部
[0281]	50	可燃性气体提供系统
[0282]	60	油提供系统
[0283]	70	燃烧器喷嘴
[0284]	72	燃烧筒
[0285]	73	燃烧区域
[0286]	74	过渡件
[0287]	82	致动器
[0288]	90	空气旁路阀
[0289]	110	鳍片环
[0290]	112	鳍片部
[0291]	114	冷却空气孔
[0292]	200	燃料流量设定部
[0293]	202	燃料比率设定器
[0294]	204	乘法运算器
[0295]	206	函数
[0296]	210	开度指令生成部
[0297]	220	旁路阀开度指令生成部
[0298]	230	调压阀控制部
[0299]	240	调流阀控制部

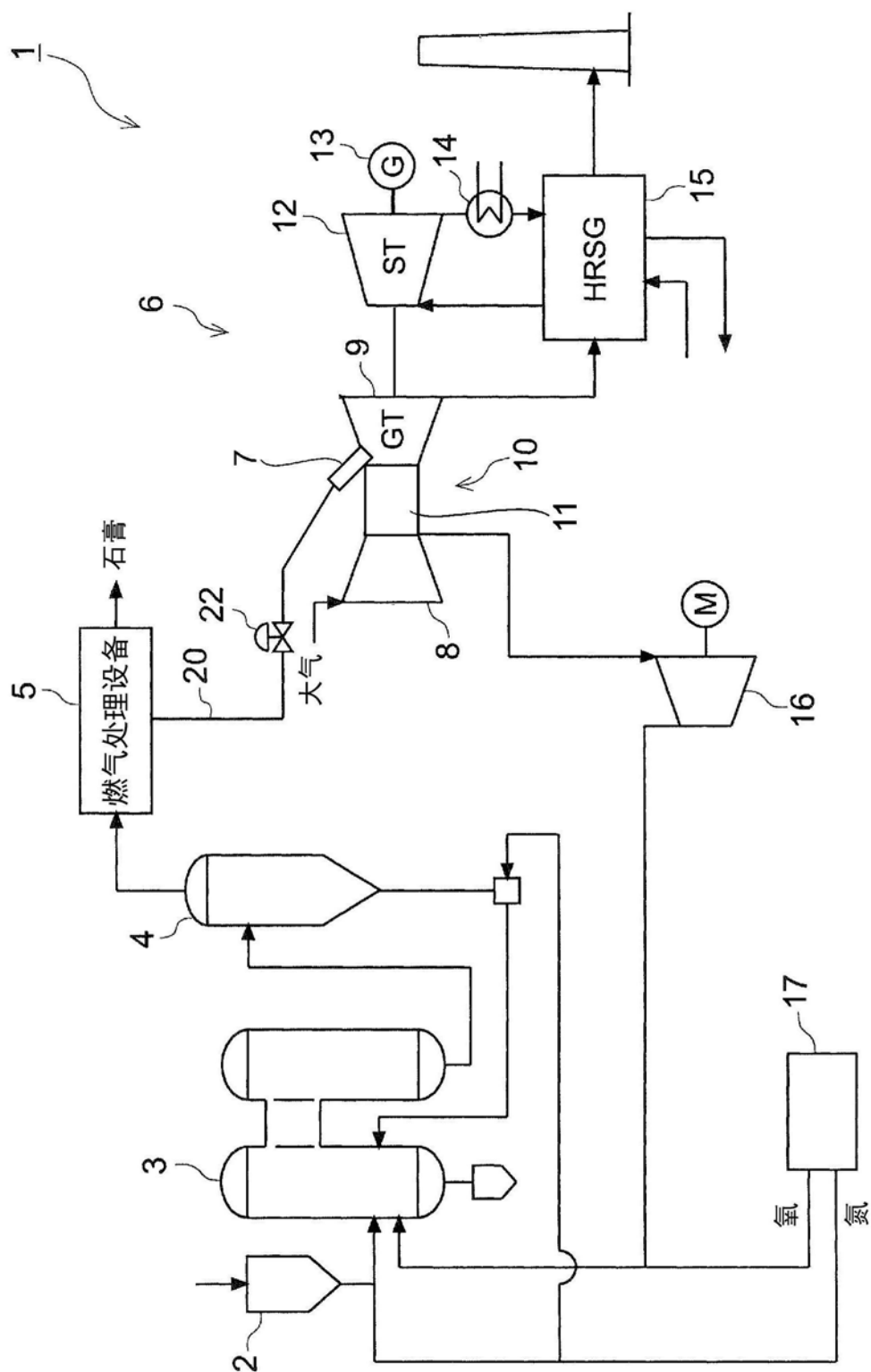


图1

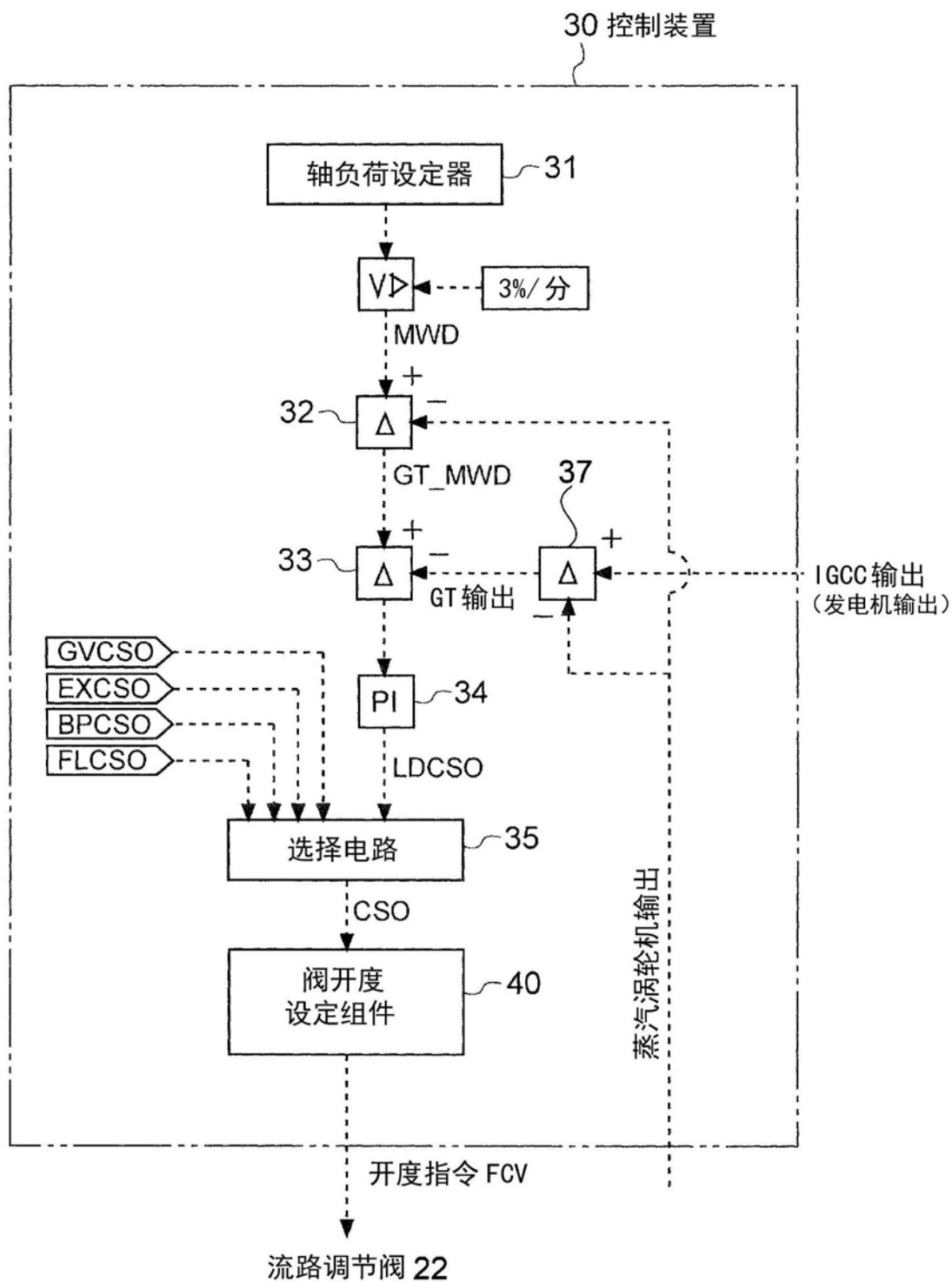


图2

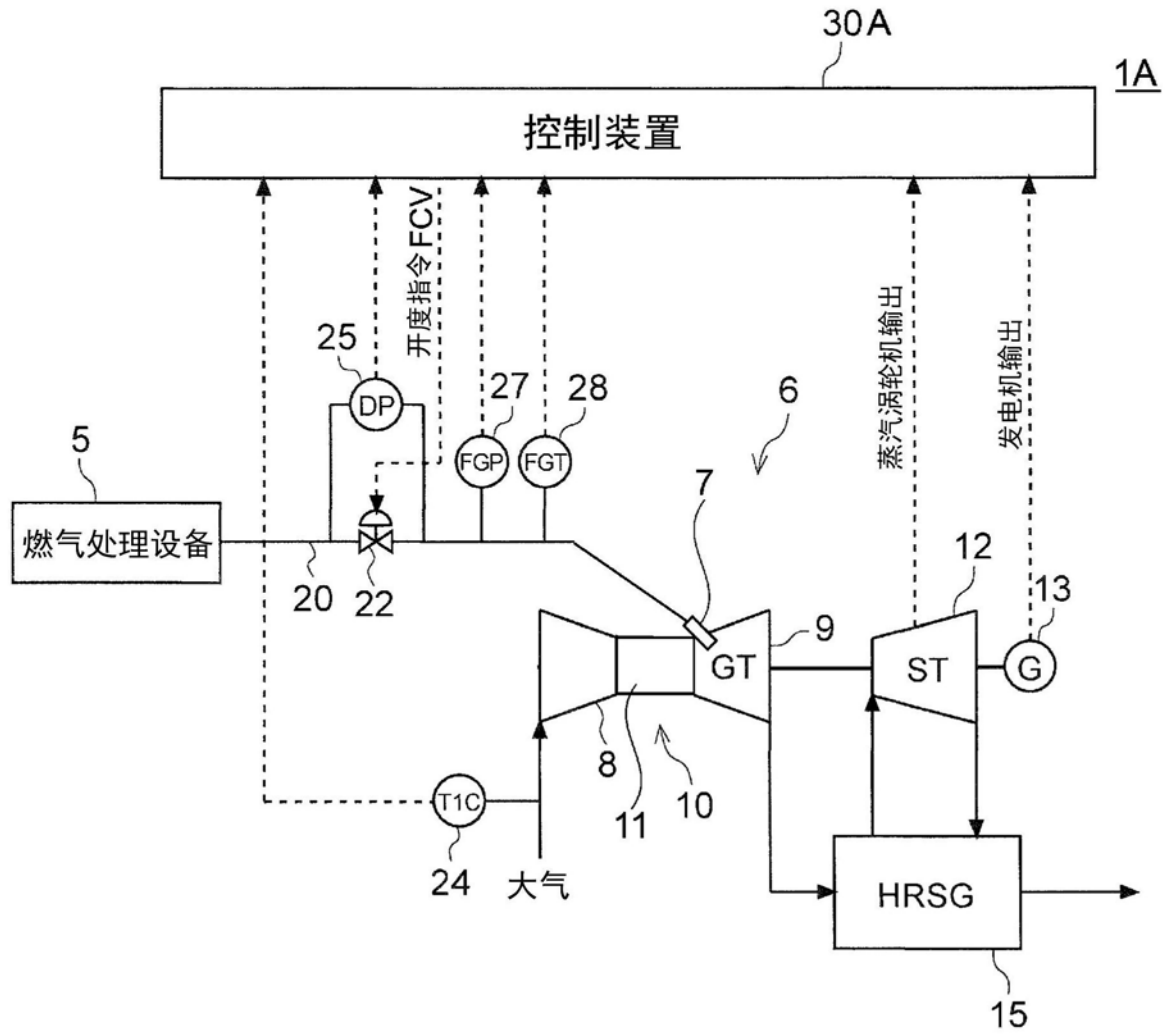


图3

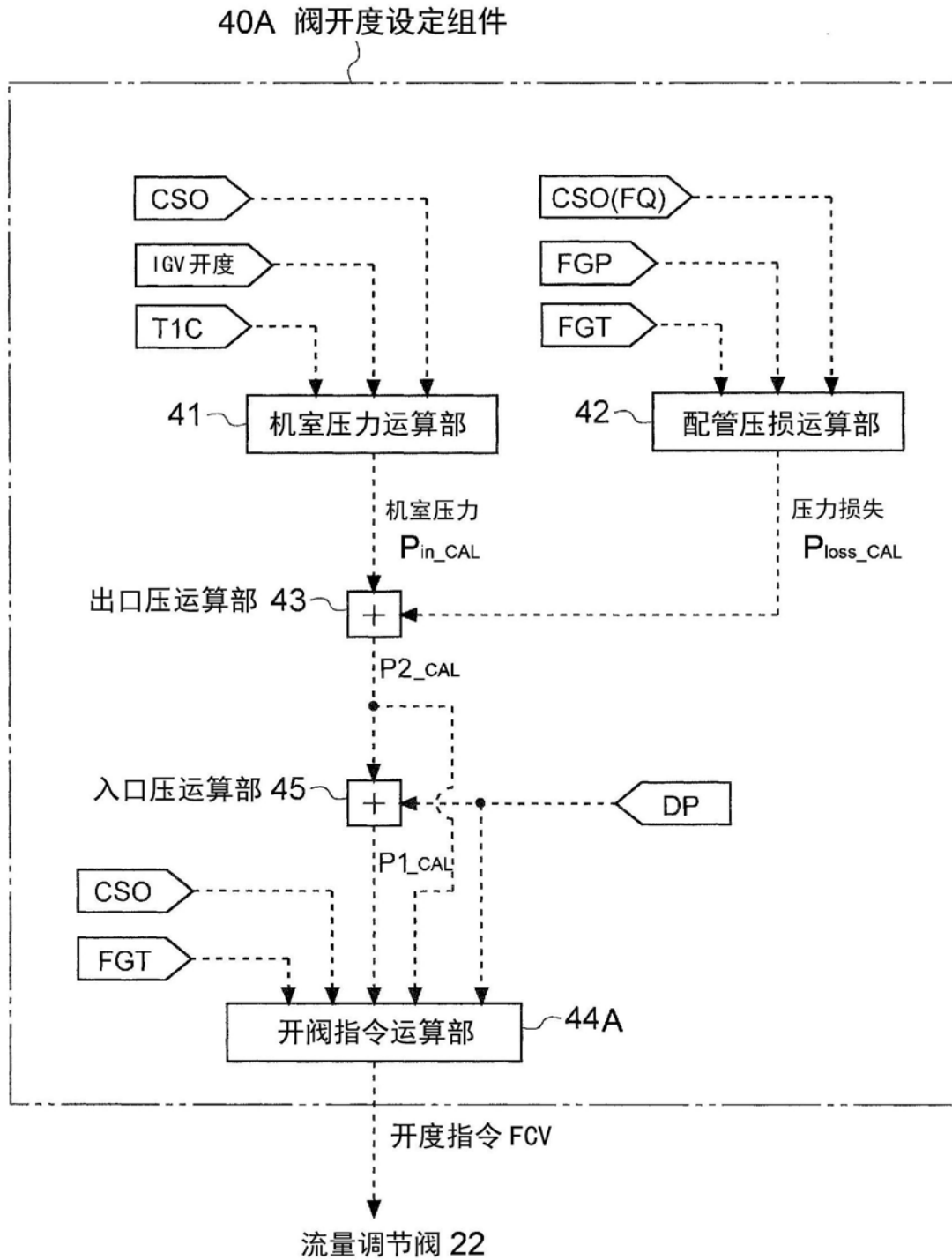


图4



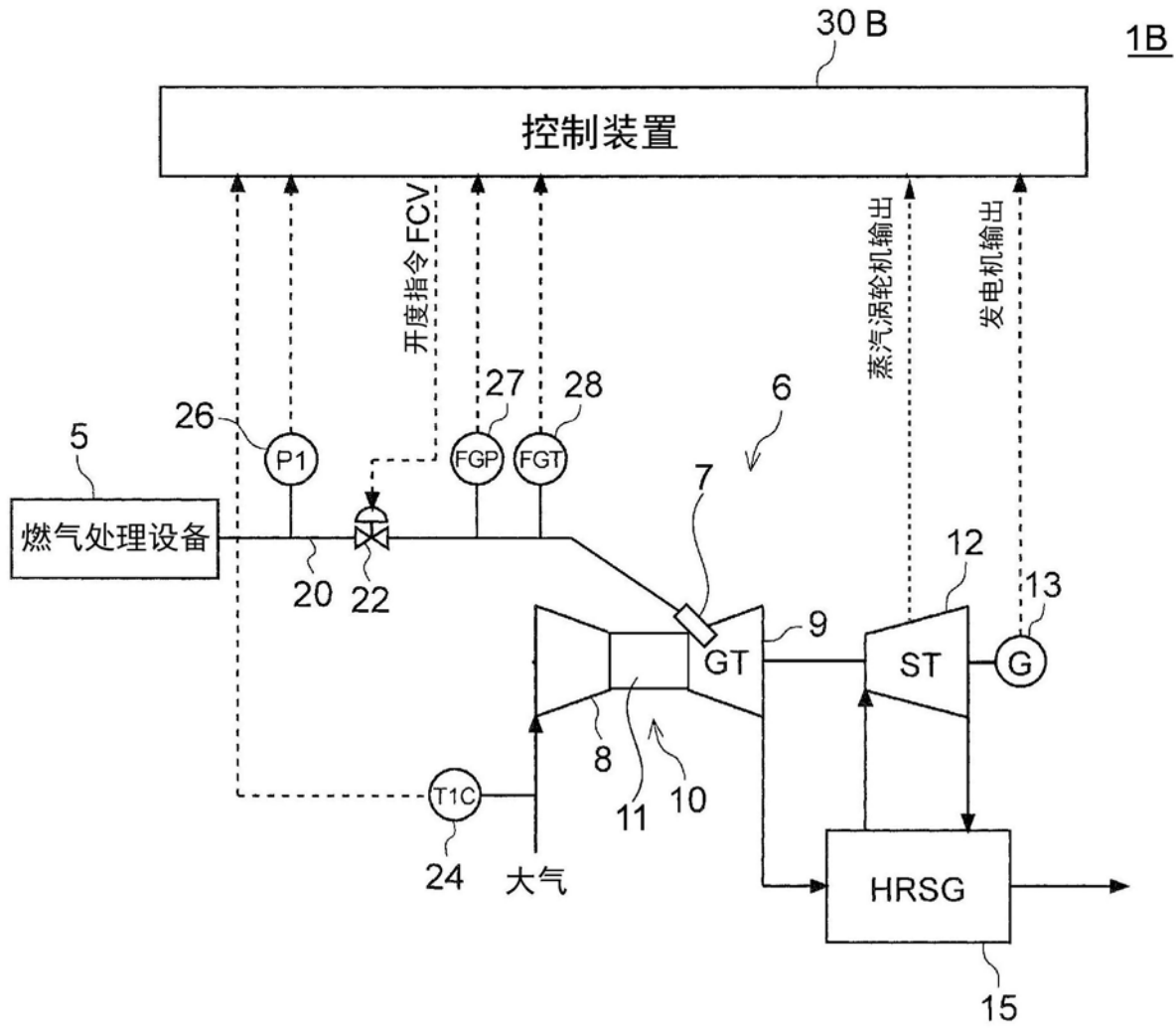


图5

## 40B 阀开度设定组件

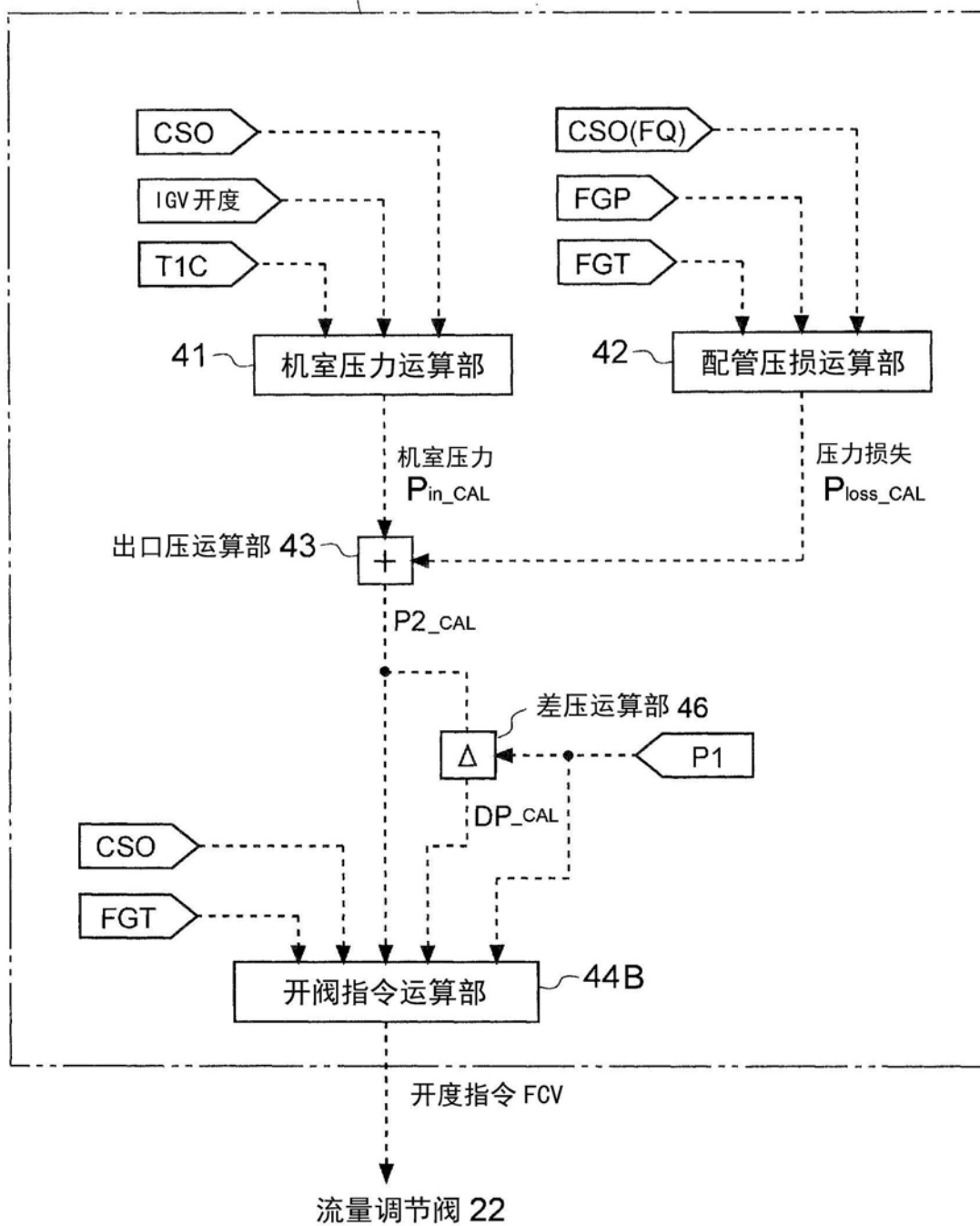


图6

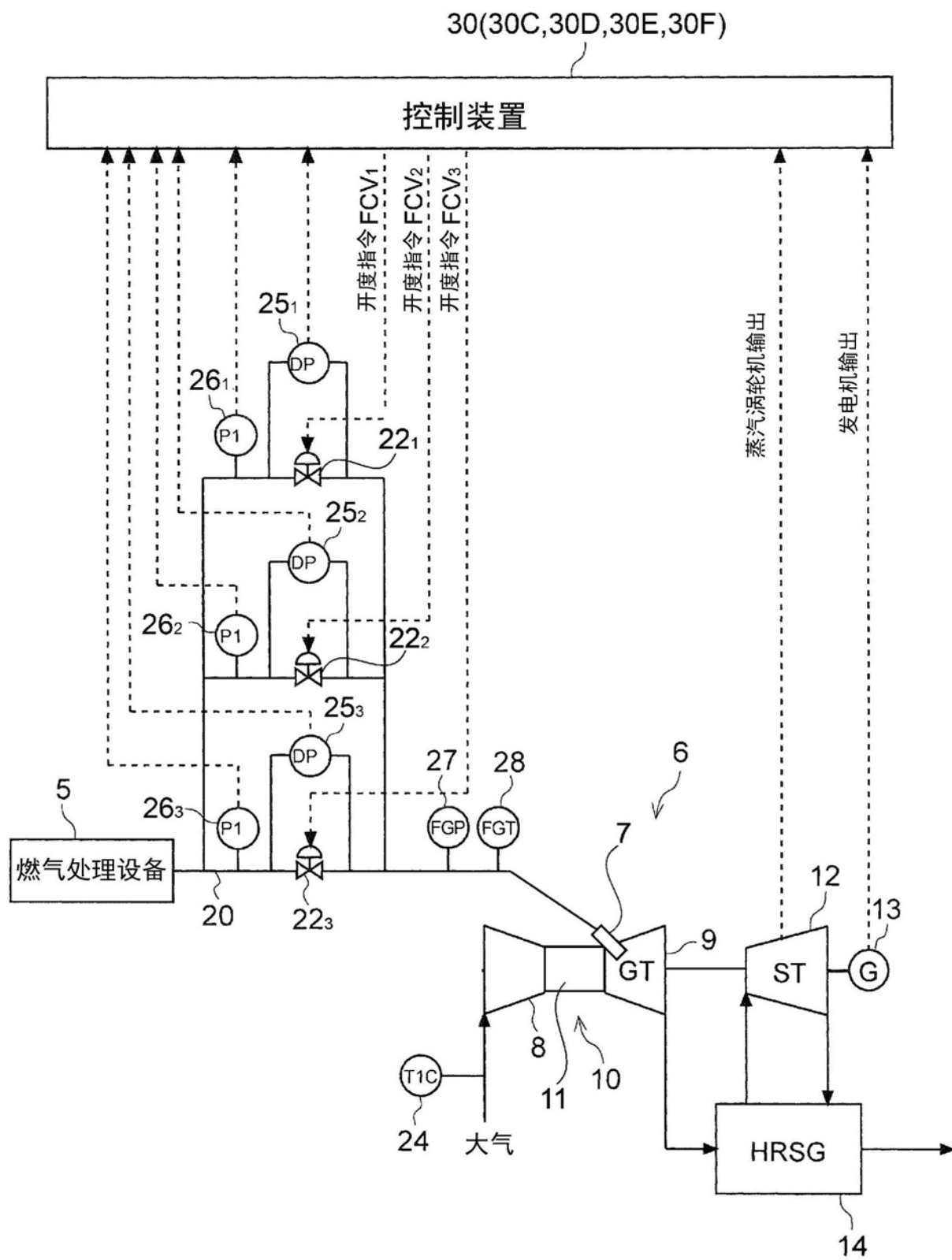
1(1C,1D,1E,1F)

图7

## 40C 阀开度设定组件

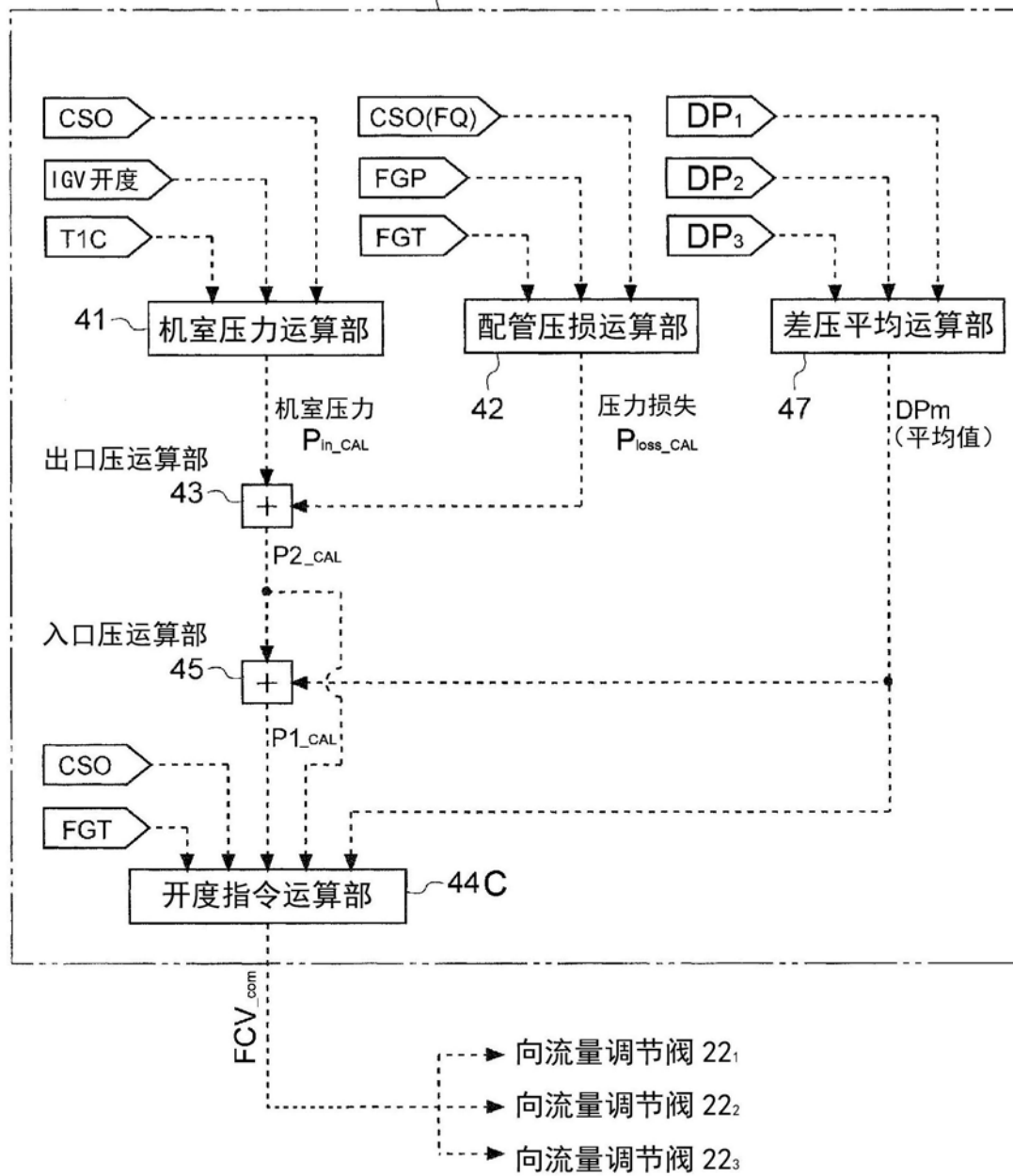


图8

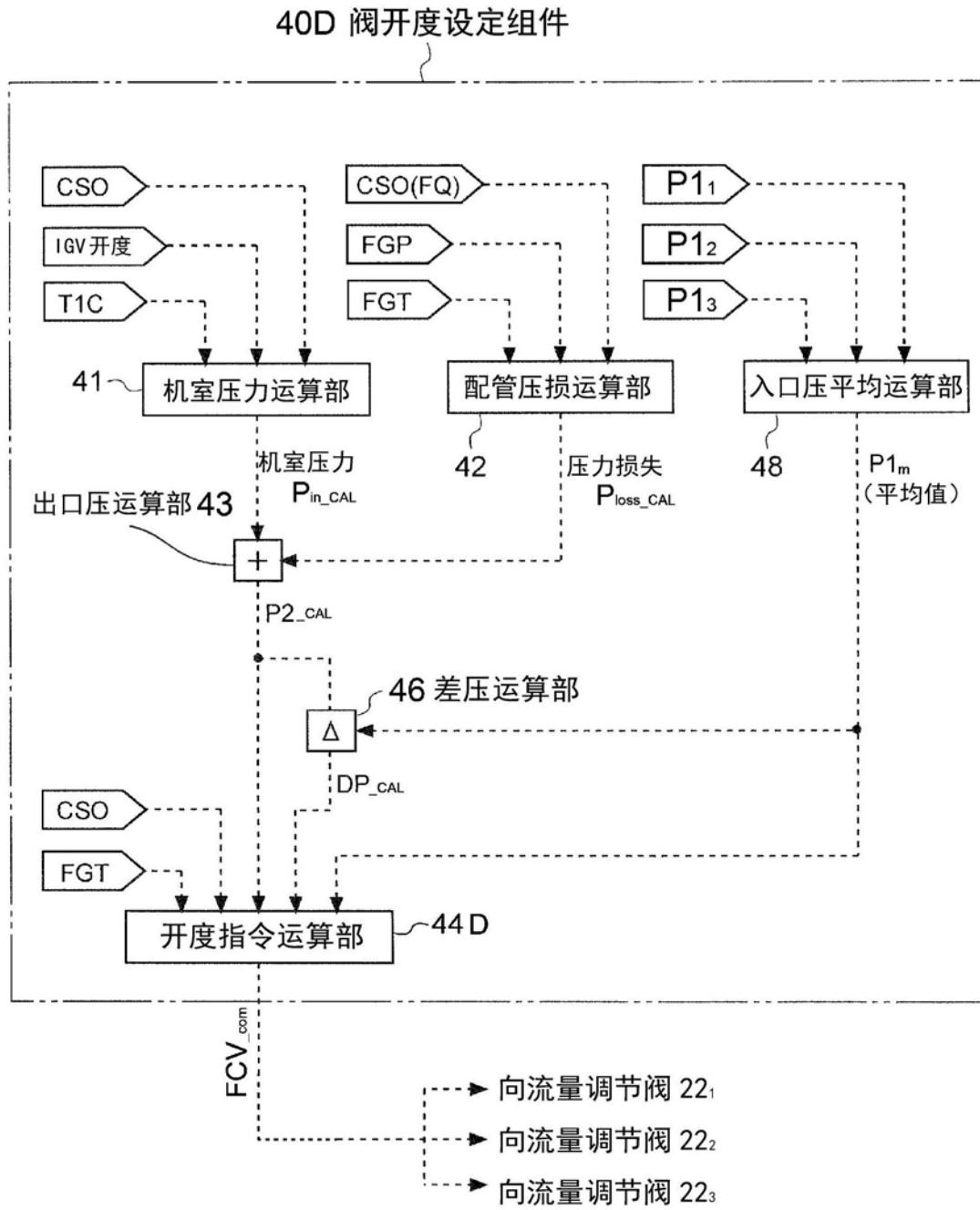


图9

40E 阀开度设定组件

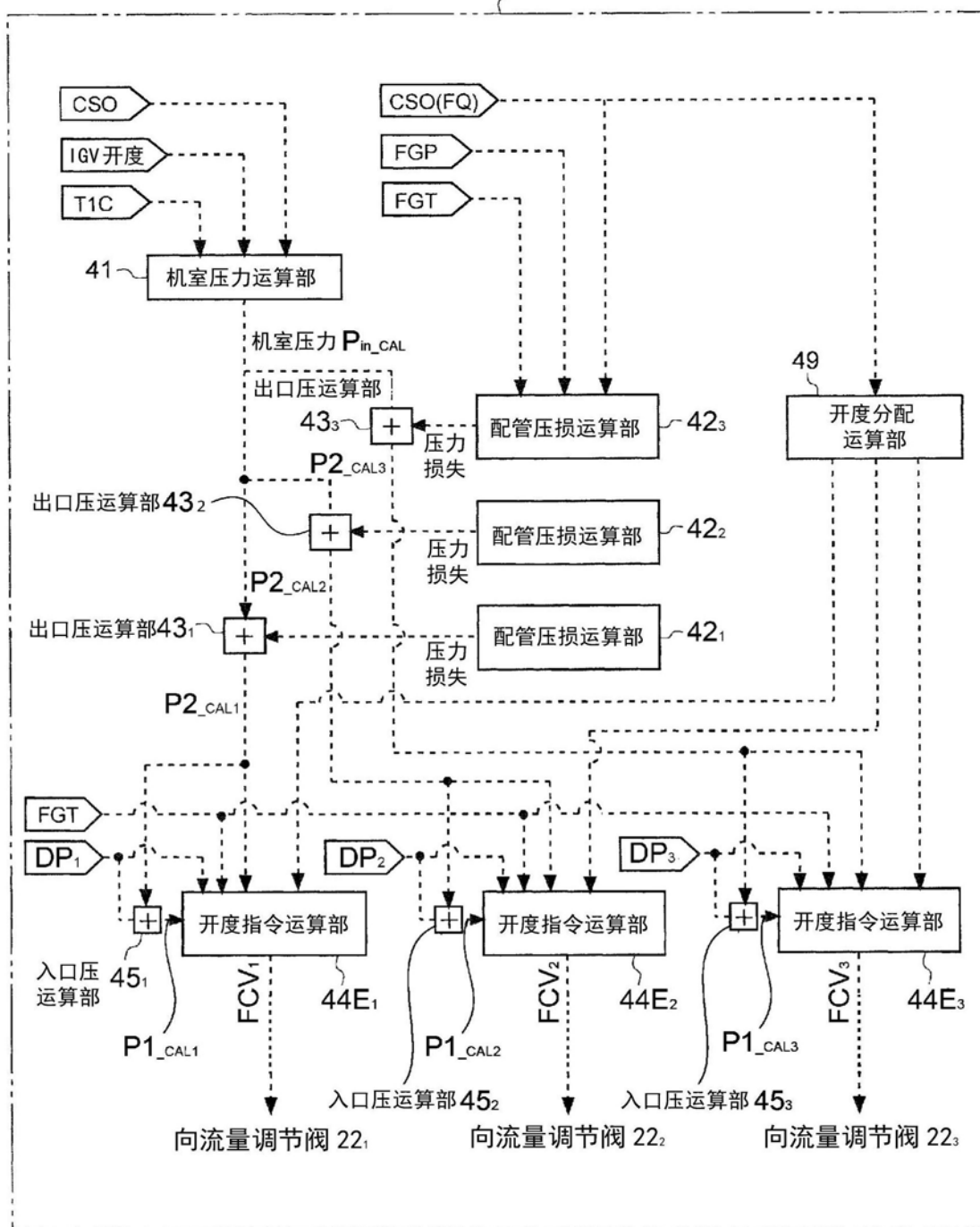


图10

40F 阀开度设定组件

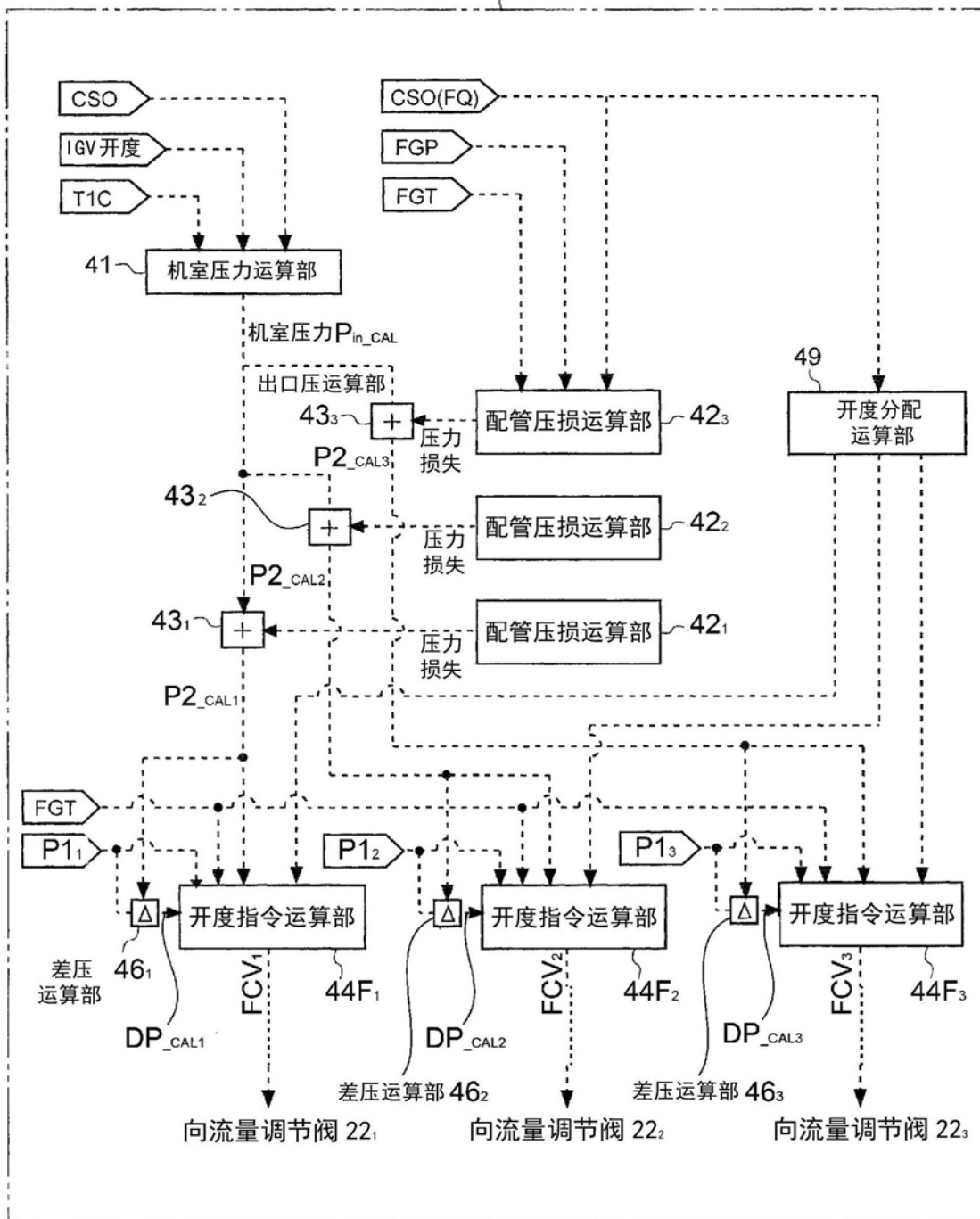


图11

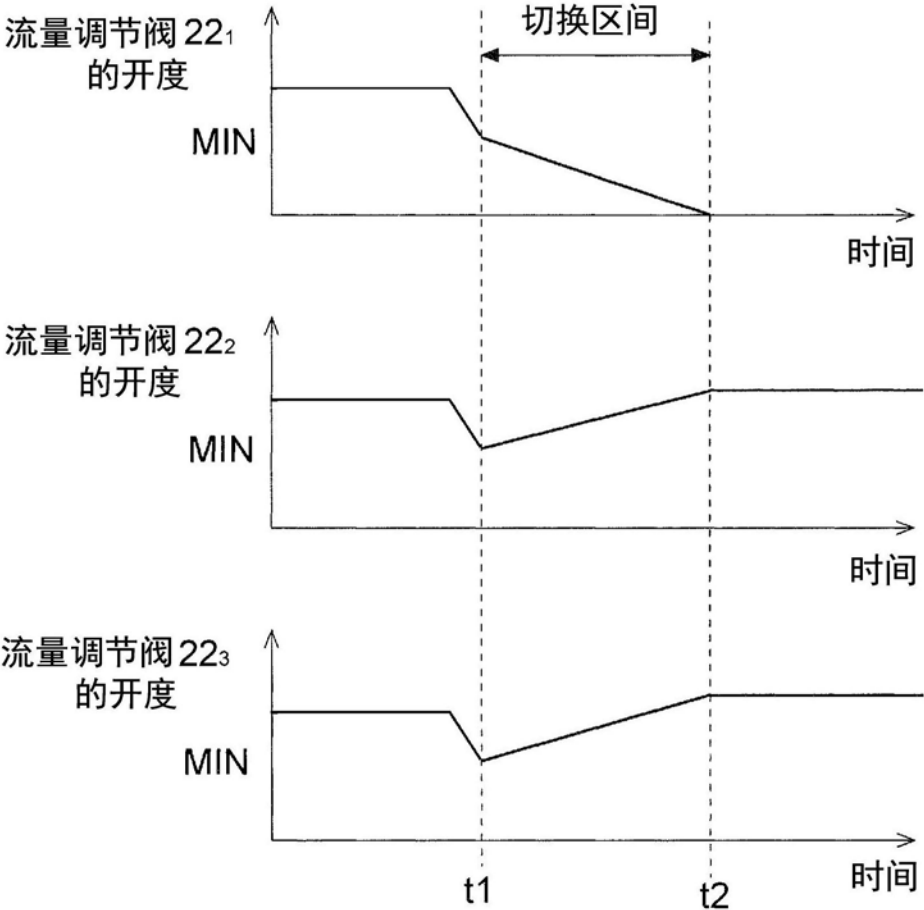


图12A

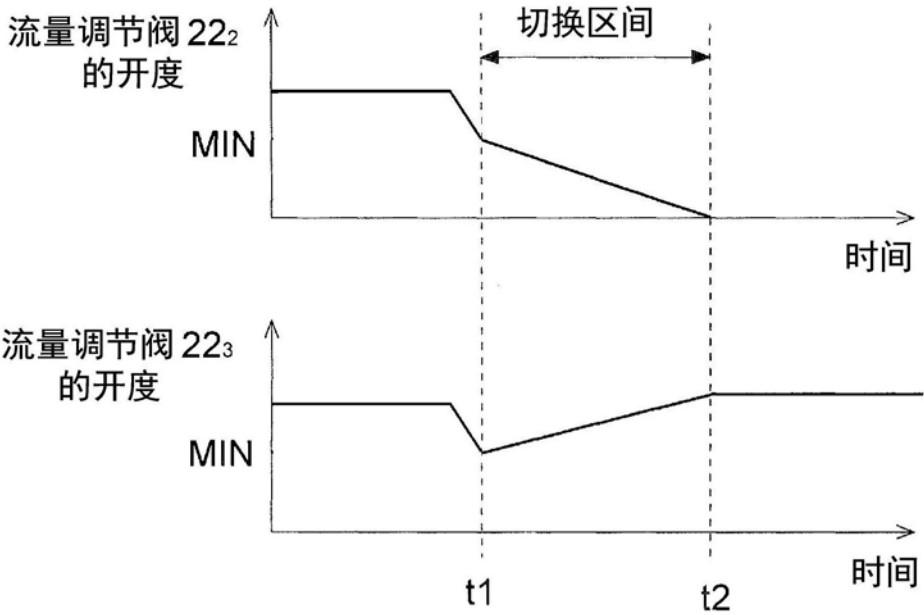


图12B



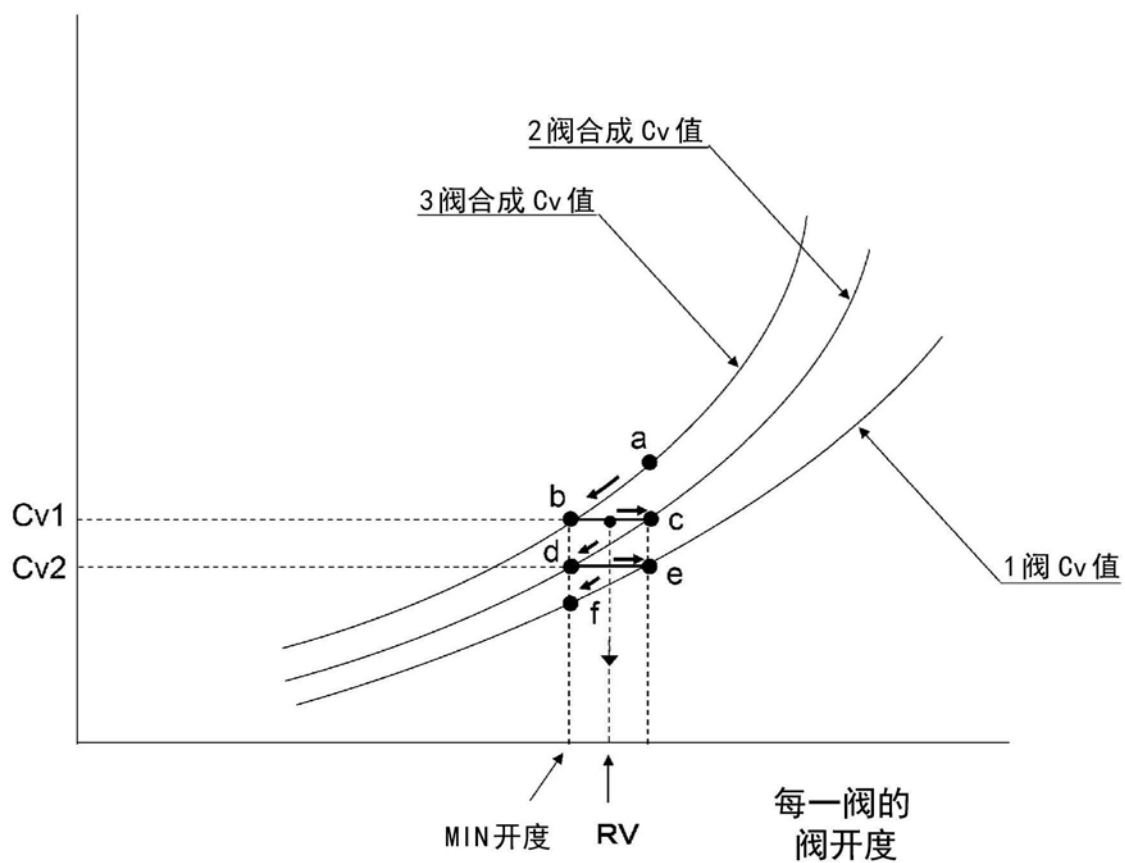
合成  $C_v$  值

图13

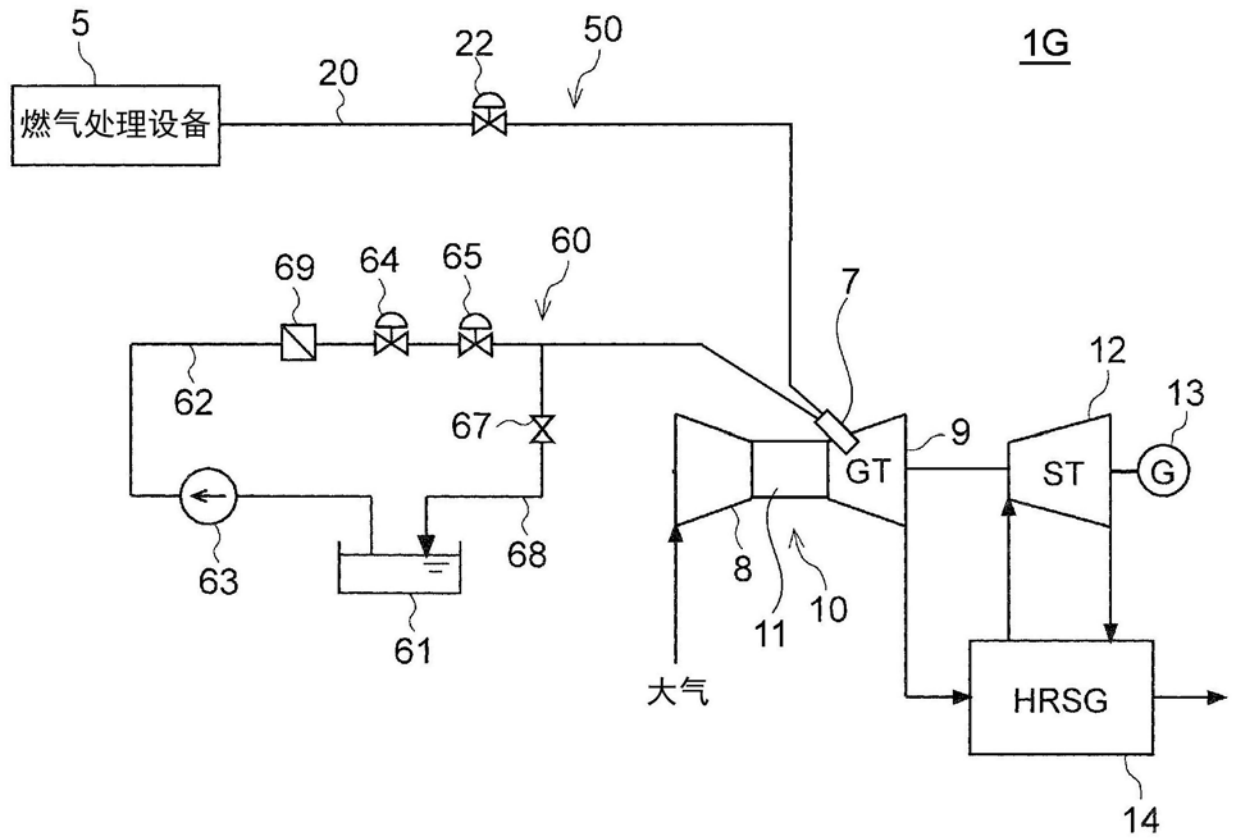


图14

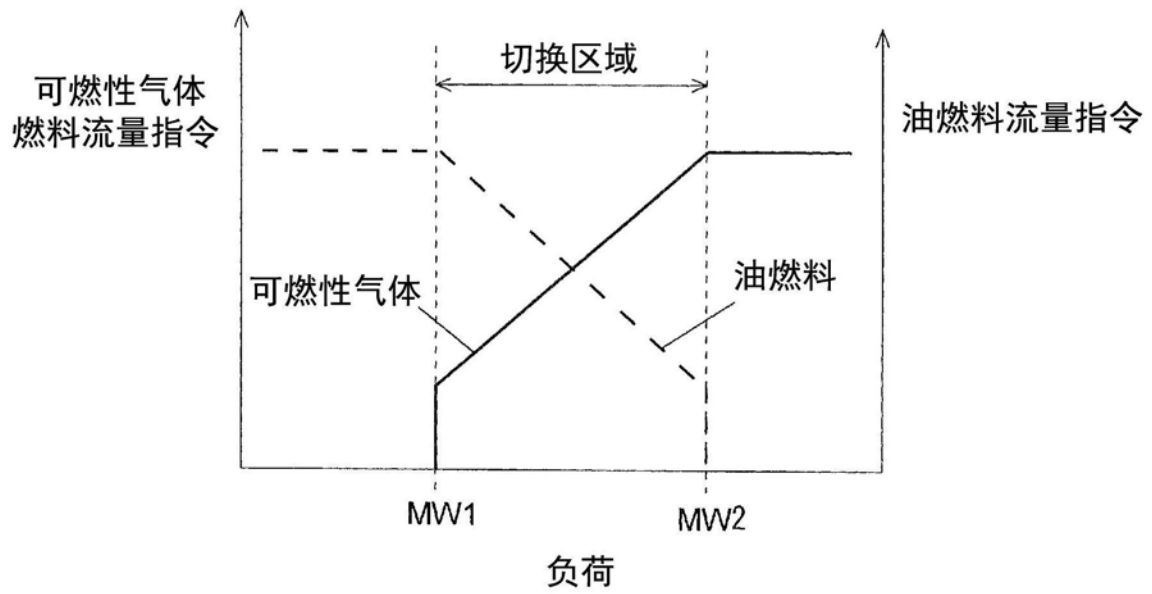


图15



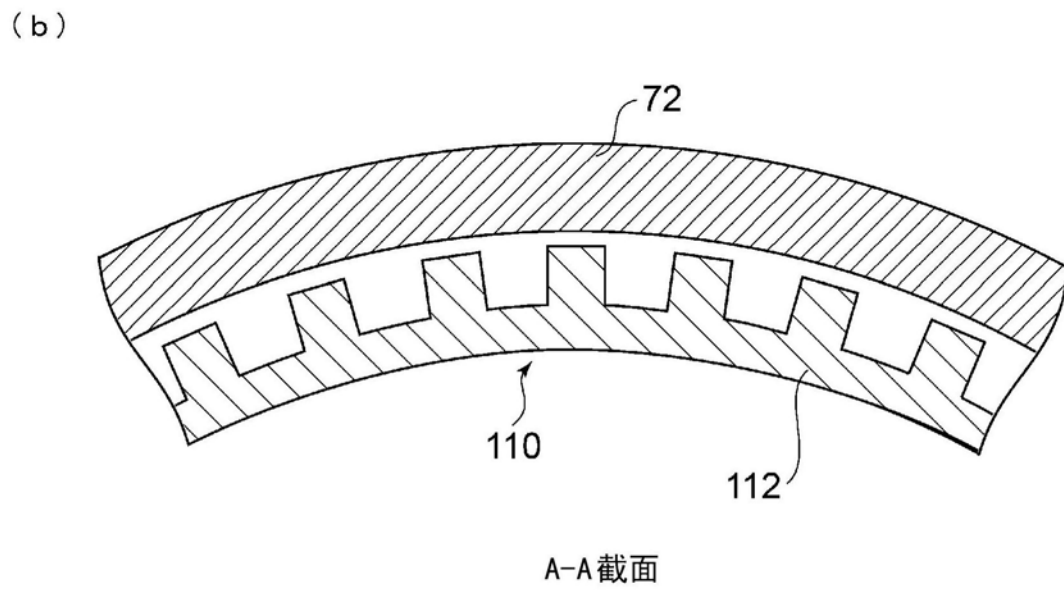
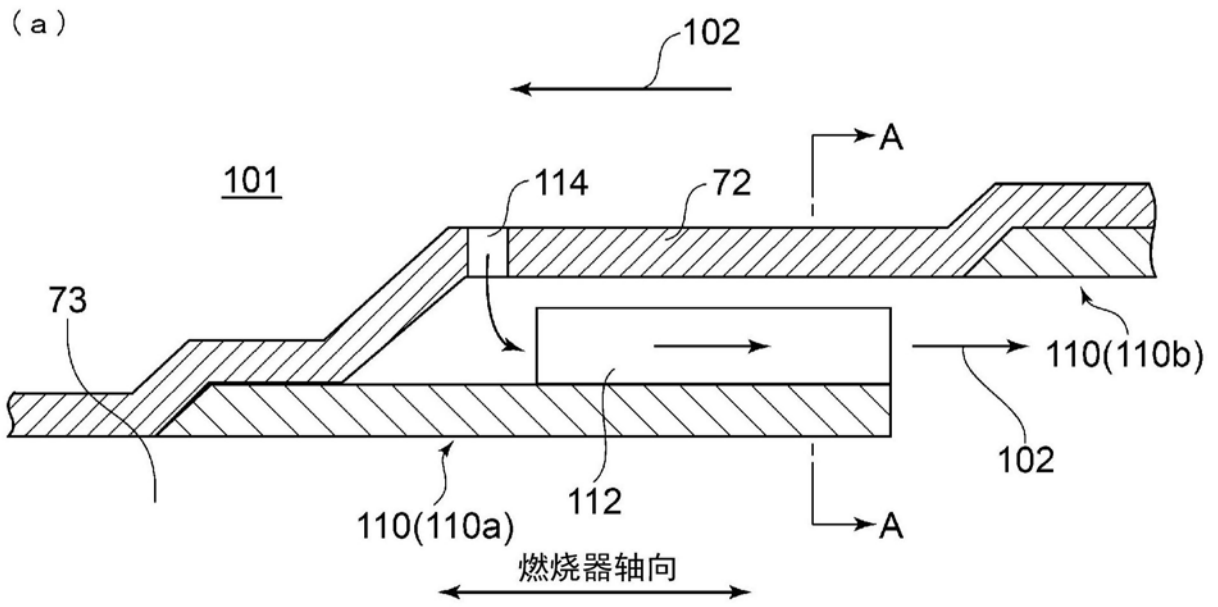


图18

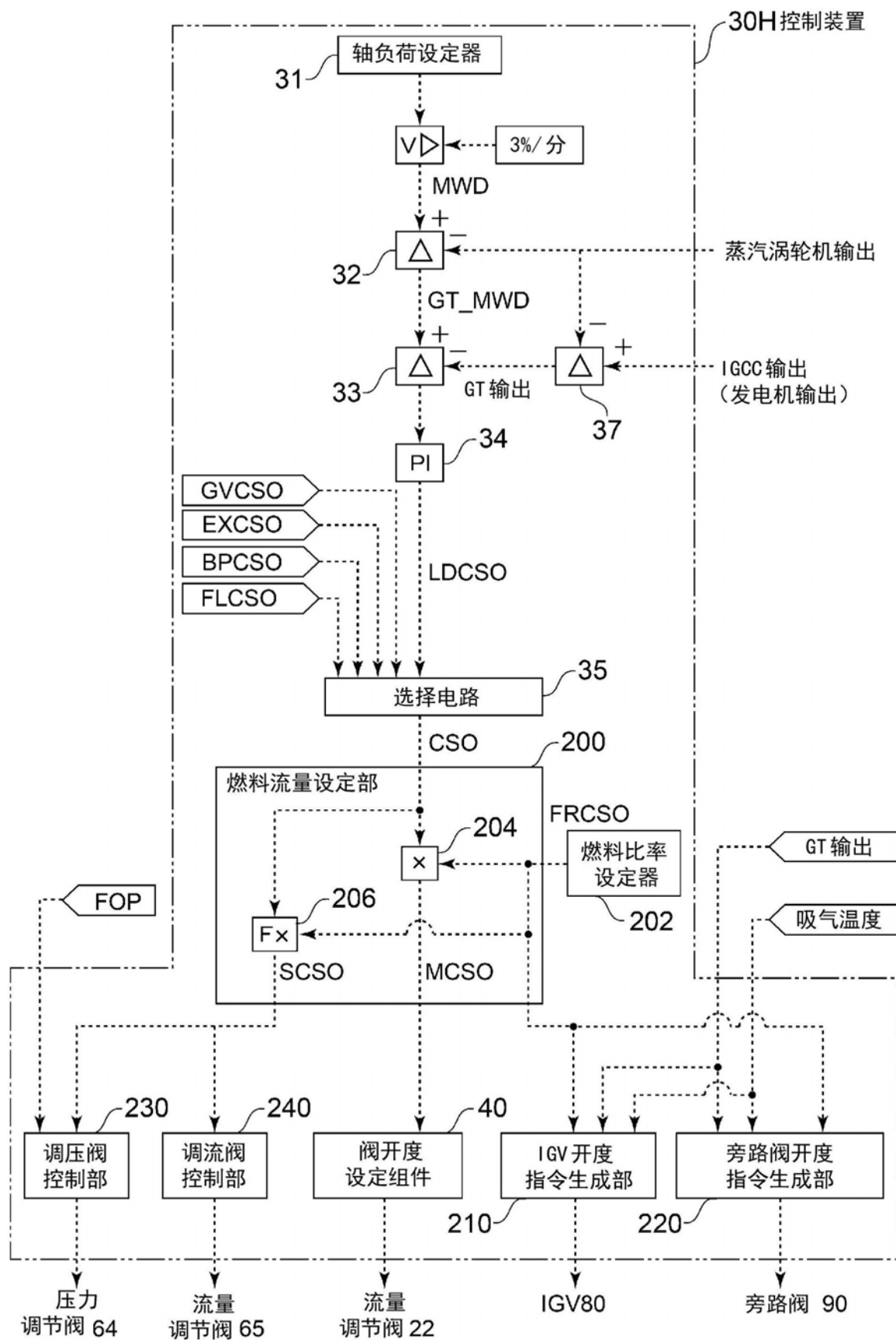


图19

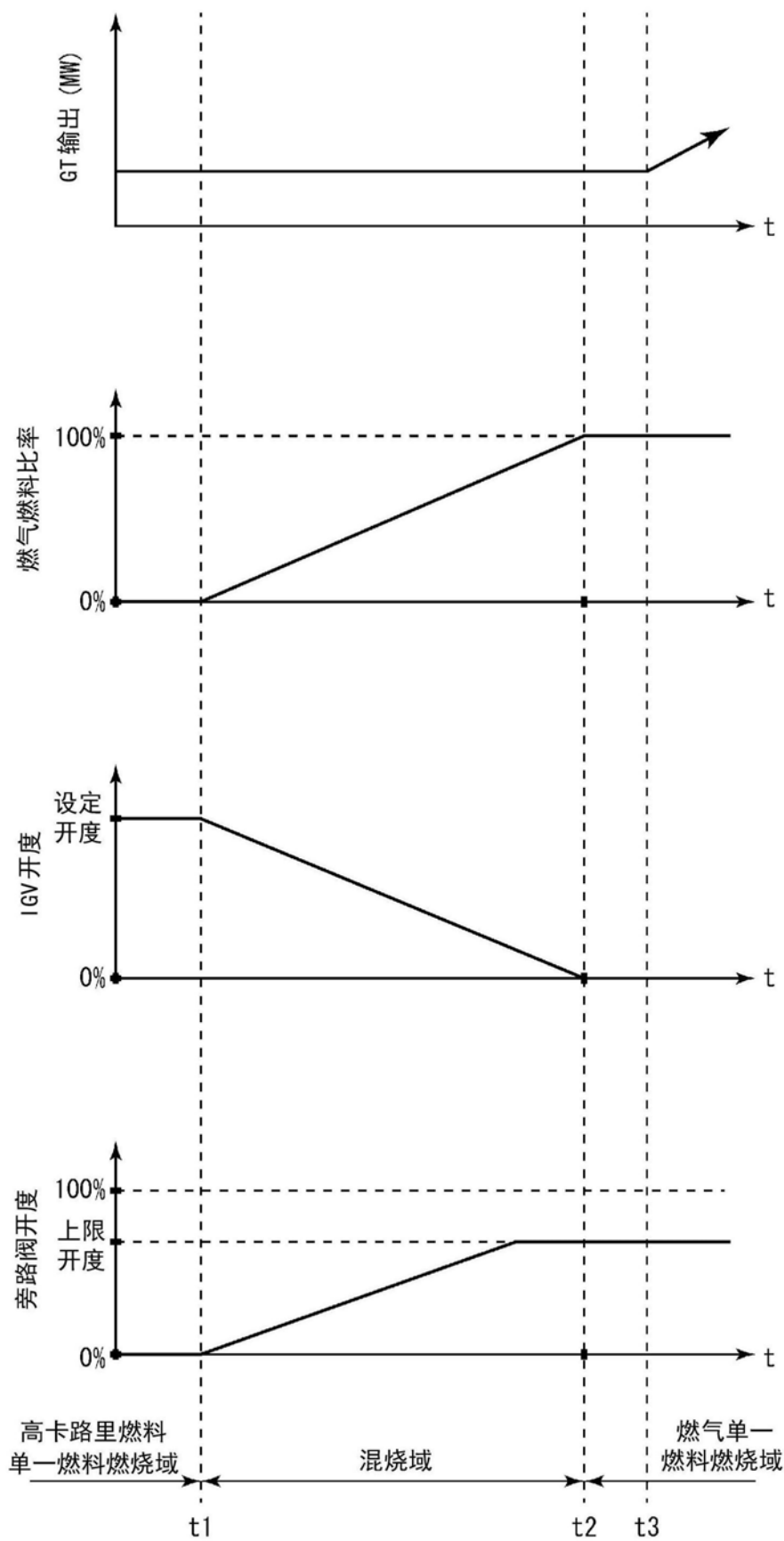


图20