



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105849392 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(21)申请号 201580003346.X

(22)申请日 2015.02.04

(30)优先权数据

2014-020529 2014.02.05 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.06.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/053057 2015.02.04

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/119135 JA 2015.08.13

(71)申请人 三菱日立电力系统株式会社

地址 日本国神奈川县

(72)发明人 园田隆 东一也 斋藤昭彦

(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 雒运朴

(51)Int.Cl.

F02C 9/54(2006.01)

F01D 17/00(2006.01)

F01D 17/04(2006.01)

F01D 17/10(2006.01)

F01D 17/16(2006.01)

F01D 25/00(2006.01)

F02C 7/042(2006.01)

F02C 9/00(2006.01)

F02C 9/16(2006.01)

F02C 9/28(2006.01)

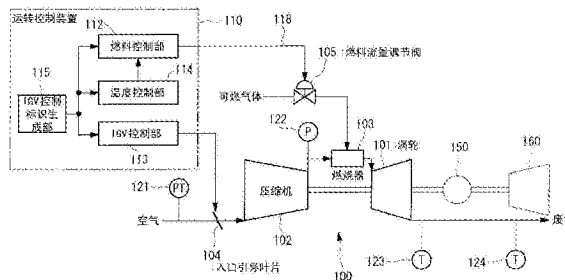
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54)发明名称

燃气涡轮的控制装置、燃气涡轮、以及燃气涡轮的控制方法

(57)摘要

本发明提供燃气涡轮的控制装置、燃气涡轮以及燃气涡轮的控制方法。燃气涡轮(100)将来自前级具备入口引导叶片(104)的压缩机(102)的压缩空气和燃料向燃烧器(103)供给,并利用由燃烧器(103)产生的燃烧气体使涡轮(101)旋转,从而驱动发电机(150)。而且,燃气涡轮(100)的运转控制装置(110)在入口引导叶片(104)没有全开且系统频率为规定阈值α以下或者请求燃气涡轮(100)的输出增加的情况下,将IGV优先打开标识设为有效,在IGV优先打开标识有效的情况下,将入口引导叶片(104)的开度设定为比之前的状态进一步打开。由此,无论燃气涡轮(100)的运转状态如何,都能够不提高涡轮入口温度而实现输出的上升。



1. 一种燃气涡轮的控制装置,该燃气涡轮将来自在前级具备入口引导叶片的压缩机的压缩空气和燃料向燃烧器供给,利用由该燃烧器产生的燃烧气体使涡轮旋转,从而驱动发电机,其中,

所述燃气涡轮的控制装置具备:

IGV控制标识生成机构,在使所述燃气涡轮的输出增加的情况下,该IGV控制标识生成机构将IGV优先打开标识设为有效;以及

入口引导叶片开度设定机构,其在所述IGV优先打开标识有效的情况下,将所述入口引导叶片的开度设定为比之前的状态进一步打开。

2. 根据权利要求1所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

IGV控制标识生成机构在系统频率为规定阈值以下或者请求所述燃气涡轮的输出增加的情况下,将IGV优先打开标识设为有效。

3. 根据权利要求1或2所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

所述入口引导叶片开度设定机构设定入口引导叶片的开度的变化率,以使得涡轮输出的增加比压缩机的动力的增加快。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

所述燃气涡轮的控制装置具备根据车室压力来进行温度调节设定的温度控制机构,

所述温度控制机构具有第一修正机构,该第一修正机构在所述IGV优先打开标识有效的情况下,计算所述入口引导叶片的开度的变化率并计算与该变化率对应的修正量,从而对所述温度调节设定进行修正。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

所述燃气涡轮的控制装置具备根据车室压力来进行温度调节设定的温度控制机构,

所述温度控制机构具有PI控制机构,该PI控制机构根据基于所述温度调节设定的目标值与测量出的桨叶通道温度或者废气温度之间的偏差来进行比例积分控制,生成所述涡轮的桨叶通道温度设定值或者废气温度设定值,在所述IGV优先打开标识有效的情况下,将该PI控制机构中的控制参数设定为预先设定的值。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

所述燃气涡轮的控制装置具备根据车室压力来进行温度调节设定的温度控制机构,

所述温度控制机构具有第二修正机构,该第二修正机构在所述IGV优先打开标识有效的情况下,计算所述入口引导叶片的开度的变化率并计算与该变化率对应的修正量,对基于所述温度调节设定而生成的所述涡轮的桨叶通道温度设定值或者废气温度设定值进行修正。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

所述IGV控制标识生成机构在将所述IGV优先打开标识从有效切换至无效时,以带有一定的延迟的方式将该IGV优先打开标识设为无效。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的燃气涡轮的控制装置,其中,

在所述IGV优先打开标识有效的情况下,与所述入口引导叶片的开度对应地使燃料流量增加。

9. 一种燃气涡轮,其中,

所述燃气涡轮具备:

压缩机,其在前级具备入口引导叶片;
燃烧器,其被供给来自所述压缩机的压缩空气和燃料而产生燃烧气体;
涡轮,其利用由所述燃烧器产生的燃烧气体进行旋转;
发电机,其通过所述涡轮的旋转进行驱动;以及
权利要求1至8中任一项所述的控制装置。

10.一种燃气涡轮的控制方法,该燃气涡轮将来自在前级具备入口引导叶片的压缩机的压缩空气和燃料向燃烧器供给,利用由该燃烧器产生的燃烧气体使涡轮旋转,从而驱动发电机,其中,

所述燃气涡轮的控制方法包括:

IGV控制标识有效步骤,在使所述燃气涡轮的输出增加的情况下,将IGV优先打开标识设为有效;以及

入口引导叶片开度设定步骤,在所述IGV优先打开标识有效的情况下,将所述入口引导叶片的开度设定为比之前的状态进一步打开。

燃气涡轮的控制装置、燃气涡轮、以及燃气涡轮的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气涡轮的控制装置、燃气涡轮、以及燃气涡轮的控制方法。

背景技术

[0002] 通常,在发电厂等中使用的燃气涡轮对在压缩机中压缩后的空气喷射燃料并使该燃料燃烧,其结果是,将所得到的高温高压的燃烧气体导向涡轮而取出输出。图11示出该燃气涡轮的基本结构。燃气涡轮100具备压缩机102、燃烧器103以及涡轮101。向燃烧器103供给由压缩机102压缩后的空气、以及利用根据负荷进行了开度调整的燃料流量调整阀105而调整了流量的可燃气体。在燃烧器103中,燃烧后的高温的燃烧气体被向涡轮101供给且发生膨胀,从而驱动涡轮101。该驱动力被传递至发电机150而进行发电,并且通过传递至压缩机102来驱动压缩机。

[0003] 需要说明的是,在单轴型复合循环发电设备的情况下,燃气涡轮100、发电机150以及蒸汽涡轮160各自的旋转轴一体地结合。

[0004] 另外,在压缩机102的第一级的叶片的前侧设有入口引导叶片(Inlet Guide Vane:IGV)104。该入口引导叶片104通过对压缩机入口的引导叶片的开度进行操作,使在与压缩机102的动叶之间流动且向燃烧器103流入的空气量发生变化,从而将燃气涡轮100的废气温度控制为目标值。吸气通过入口引导叶片104给予周向的速度而导入压缩机102。在压缩机102中,所导入的空气穿过多级动叶和静叶而被给予能量,压力上升。

[0005] 需要说明的是,入口引导叶片104构成为沿周向设有多个的可动叶片被分别可动地支承,利用来自运转控制装置110的驱动信号使致动器工作、进而使这些可动叶片可动,从而调整吸气流量、燃烧温度。

[0006] 更具体地说,运转控制装置110为了生成向入口引导叶片104的致动器发送的IGV开度指令而具备图12所示那样的结构。即,是具备乘法器11、表函数器(FX1)12、限制器13、修正函数器(FX2)14以及限制函数器(FX3)15的结构。基本上,根据发电机输出(GT输出),并且按照图13(a)所示那样的函数来设定IGV开度。而且,利用修正函数器(FX2)14并基于图13(b)所示那样的与压缩机入口温度对应的关系来生成GT输出修正系数K2,利用乘法器11对GT输出乘以该修正系数K2,由此对参照表函数的GT输出值进行修正。另外,利用限制函数器(FX3)15并基于图13(c)所示那样的与压缩机入口温度对应的关系来生成IGV最大开度M1,利用限制器13来限制由表函数器(FX1)12生成的IGV开度,以避免该IGV开度超过IGV最大开度M1。

[0007] 另外,在图11所示那样的结构中,涡轮101的旋转轴与发电机150连结,因此根据系统频率的变动,发电设备的负荷也发生变动。例如,在系统频率降低的情况下,转速也下降,为了维持规定的转速,在燃气涡轮发电设备中,需要增加供给燃料量。作为以上述方式进行与频率变动对应的运转控制的在先技术,例如公开有专利文献1、专利文献2。专利文献1示出如下技术:当检测到系统频率的异常时,切换至将与普通控制不同的系统频率的恢复作为主体的控制。另外,专利文献2示出将系统频率的变化率调整在限制内的自由调节

(governor free)控制的方法。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2004-27848号公报

[0011] 专利文献2:日本特开2003-239763号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的课题

[0013] 近年来,海外、国内的对与提高局部负荷的性能相关的要求都逐步提高。

[0014] 相对于因局部负荷导致频率降低的情况下的伴随着下降率的负荷上升,或者相对于负荷增加指令,在现有技术中,燃气涡轮100使燃料增加,另一方面,从因燃烧温度(涡轮入口温度)的上升导致机器损伤这样的机器保护的观点出发进行温度调节动作,因此担心无法获得所希望的负荷。

[0015] 换句话说,相对于图14(a)所示那样的系统频率的降低,不使燃气涡轮100的入口引导叶片104的开度发生变化(参照图14(b))而仅通过燃料控制进行对应的的话,为了满足图14(c)所示那样的关于轴输出的Grid Code请求响应,如图14(e)所示,可能超过涡轮入口温度的过冲限制值而也超出机器保护的制约。

[0016] 另一方面,在从机器保护的观点出发不允许涡轮入口温度的过冲的情况下,可能无法满足图14(c)所示的关于轴输出的Grid Code请求响应。尤其是在燃气涡轮100和蒸汽涡轮160为同轴的单轴型复合循环发电设备的情况下,如图14(d)所示,由于蒸汽涡轮160的输出(ST输出)的增加延迟,为了满足由Grid Code规定的轴输出,需要通过燃气涡轮100的过负荷运转来弥补蒸汽涡轮160的输出不足。

[0017] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种燃气涡轮的控制装置、燃气涡轮以及燃气涡轮的控制方法,无论燃气涡轮的运转状态如何,都能够不提高涡轮入口温度而实现输出的上升。

[0018] 解决方案

[0019] 为了解决上述课题,本发明的燃气涡轮的控制装置、燃气涡轮以及燃气涡轮的控制方法采用以下的方案。

[0020] 本发明的第一方式涉及一种燃气涡轮的控制装置,该燃气涡轮将来自在前级具备入口引导叶片的压缩机的压缩空气和燃料向燃烧器供给,利用由该燃烧器产生的燃烧气体使涡轮旋转,从而驱动发电机,其中,所述燃气涡轮的控制装置具备:IGV控制标识生成机构,在使所述燃气涡轮的输出增加的情况下、在系统频率为规定阈值以下或请求所述燃气涡轮的输出的情况下,该IGV控制标识生成机构将IGV优先打开标识设为有效;以及入口引导叶片开度设定机构,其在所述IGV优先打开标识有效的情况下,将所述入口引导叶片的开度设定为比之前的状态进一步打开。

[0021] 根据本结构,在使燃气涡轮的输出增加的情况下,利用IGV控制标识生成机构使IGV优先打开标识有效。

[0022] 当IGV优先打开标识有效时,利用入口引导叶片开度设定机构将入口引导叶片的开度设定为比之前的状态进一步打开。

[0023] 由于涡轮入口温度与燃空比(燃料量/燃烧空气量之比)成比例,因此若使开度在入口引导叶片打开的方向上发生变化,则压缩机的吸气流量增加而燃烧空气量增加,因此燃空比即涡轮入口温度降低。

[0024] 另外,存在“涡轮输出=涡轮通过流量×涡轮热降×效率”的关系,若使开度在入口引导叶片打开的方向上发生变化,则压缩机的吸气流量增加而涡轮通过流量也增加,因此,若涡轮通过流量的增大以超出因涡轮入口温度降低导致的热降的方式作出贡献,则发电机的输出增加。

[0025] 因此,无论燃气涡轮的运转状态如何,都能够不提高涡轮入口温度而实现输出的上升。

[0026] 在上述第一方式的基础上,也可以是,IGV控制标识生成机构在系统频率为规定阈值以下或者请求所述燃气涡轮的输出增加的情况下,将IGV优先打开标识设为有效。

[0027] 根据本结构,无论燃气涡轮的运转状态如何,都能够不提高涡轮入口温度而实现输出的上升。

[0028] 在上述第一方式的基础上,也可以是,所述入口引导叶片开度设定机构设定入口引导叶片的开度的变化率,以使得涡轮输出的增加比压缩机的动力的增加快。

[0029] 根据本结构,能够抑制与因打开入口引导叶片而引起的压缩机动力的增加相伴的燃气涡轮输出(发电输出)的暂时减少。

[0030] 在上述第一方式的基础上,也可以是,所述燃气涡轮的控制装置具备根据车室压力来进行温度调节设定的温度控制机构,所述温度控制机构具有第一修正机构,该第一修正机构在所述IGV优先打开标识有效的情况下,计算所述入口引导叶片的开度的变化率并计算与该变化率对应的修正量,从而对所述温度调节设定进行修正。

[0031] 根据本结构,能够加快废气温度设定值或者桨叶通道温度设定值的追随性、过渡性地加快温度设定的延缓,因此能够提高相对于系统频率的变动的负荷即时响应性。

[0032] 在上述第一方式的基础上,也可以是,所述燃气涡轮的控制装置具备根据车室压力来进行温度调节设定的温度控制机构,所述温度控制机构具有PI控制机构,该PI控制机构根据基于所述温度调节设定的目标值与测量出的桨叶通道温度或者废气温度之间的偏差来进行比例积分控制,生成所述涡轮的桨叶通道温度设定值或者废气温度设定值,在所述IGV优先打开标识有效的情况下,将该PI控制机构中的控制参数设定为预先设定的值。

[0033] 根据本结构,能够加快桨叶通道温度设定值或者废气温度设定值的动作,能够提高相对于系统频率的变动的负荷即时响应性。

[0034] 在上述第一方式的基础上,也可以是,所述燃气涡轮的控制装置具备根据车室压力来进行温度调节设定的温度控制机构,所述温度控制机构具有第二修正机构,该第二修正机构在所述IGV优先打开标识有效的情况下,计算所述入口引导叶片的开度的变化率并计算与该变化率对应的修正量,对基于所述温度调节设定而生成的所述涡轮的桨叶通道温度设定值或者废气温度设定值进行修正。

[0035] 根据本结构,直接使桨叶通道温度设定值或者废气温度设定值的动作优先进行,进一步加快追随性,从而能够过渡性地加快温度设定的延缓,能够提高相对于系统频率的变动的负荷即时响应性。

[0036] 在上述第一方式的基础上,也可以是,所述IGV控制标识生成机构在将所述IGV优

先打开标识从有效切换至无效时,以带有一定的延迟的方式将该IGV优先打开标识设为无效。

[0037] 根据本结构,能够防止入口引导叶片的开闭动作频繁地产生。

[0038] 在上述第一方式的基础上,也可以是,在所述IGV优先打开标识有效的情况下,与所述入口引导叶片的开度对应地使燃料流量增加。

[0039] 根据本结构,能够与因入口引导叶片的开度稍微打开而引起的空气流量的增加对应地使燃料流量增加,因此能够防止涡轮入口温度的过度降低。

[0040] 本发明的第二方式涉及一种燃气涡轮,其具备:压缩机,其在前级具备入口引导叶片;燃烧器,其被供给来自所述压缩机的压缩空气和燃料而产生燃烧气体;涡轮,其利用由所述燃烧器产生的燃烧气体进行旋转;发电机,其通过所述涡轮的旋转而进行驱动;以及上述记载的控制装置。

[0041] 本发明的第三方式涉及一种燃气涡轮的控制方法,该燃气涡轮将来自前级具备入口引导叶片的压缩机的压缩空气和燃料向燃烧器供给,利用由该燃烧器产生的燃烧气体使涡轮旋转,从而驱动发电机,其中,所述燃气涡轮的控制方法包括:IGV控制标识有效步骤,在使所述燃气涡轮的输出增加的情况下,将IGV优先打开标识设为有效;以及入口引导叶片开度设定步骤,在所述IGV优先打开标识有效的情况下,将所述入口引导叶片的开度设定为比之前的状态进一步打开。

[0042] 发明效果

[0043] 根据本发明,具有如下的优异效果:无论燃气涡轮的运转状态如何,都能够不提高涡轮入口温度而实现输出的上升。

附图说明

[0044] 图1是本发明的第一实施方式所涉及的燃气涡轮的结构图。

[0045] 图2是本发明的第一实施方式所涉及的IGV控制标识生成部的结构图。

[0046] 图3是本发明的第一实施方式所涉及的IGV控制部的结构图。

[0047] 图4是示出急剧地打开入口引导叶片的情况下的、压缩机动力、涡轮输出、GT输出的时间变化的例子的图。

[0048] 图5是本发明的第二实施方式所涉及的温度控制部的生成温度调节设定的部分的结构图。

[0049] 图6是对本发明的第二实施方式所涉及的温度调节设定的切换进行说明的说明图。

[0050] 图7是本发明的第三实施方式所涉及的温度控制部中的桨叶通道温度控制部的结构图。

[0051] 图8是本发明的第四实施方式所涉及的温度控制部中的桨叶通道温度控制部的结构图。

[0052] 图9是本发明的第五实施方式所涉及的IGV控制标识生成部的结构图。

[0053] 图10是本发明的第六实施方式所涉及的燃料控制部的结构图。

[0054] 图11是现有例中的燃气涡轮的结构图。

[0055] 图12是现有例中的IGV控制部的结构图。

[0056] 图13是对现有例中的IGV控制部的各种函数器所具有的函数进行说明的说明图。

[0057] 图14是在现有例中的系统频率降低时的各种规格量的时序图。

具体实施方式

[0058] 以下,参照附图对本发明的燃气涡轮的控制装置以及控制方法的实施方式进行详细说明。

[0059] (第一实施方式)

[0060] 对本发明的第一实施方式所涉及的燃气涡轮的控制装置以及控制方法进行说明。

[0061] 图1是本第一实施方式所涉及的燃气涡轮100的结构图。

[0062] 在图1中,燃气涡轮100具备压缩机102、燃烧器103以及涡轮101。由压缩机102压缩后的空气、以及由燃料流量调整阀105调节流量后的燃料被供给至燃烧器103,在此通过混合、燃烧而生成高压的燃烧气体。高温的燃烧气体被供给至涡轮101,通过膨胀来驱动涡轮101。该驱动力被传递至发电机150而进行发电,并且通过传递至压缩机102来驱动压缩机102。

[0063] 燃料流量调整阀105根据来自运转控制装置110的燃料控制部112的控制信号118而工作。该燃料流量调整阀105如上述那样通过控制可燃气体的燃料流量来调整负荷,进一步调整废气温度。需要说明的是,在单轴型复合循环发电设备的情况下,燃气涡轮100、发电机150以及蒸汽涡轮160各自的旋转轴被一体地结合。

[0064] 在压缩机102的第一级的叶片的前侧设有入口引导叶片(Inlet Guide Vane:IGV)104。吸气被入口引导叶片104给予周向的速度后被导入压缩机102。在压缩机102中,所导入的空气穿过多级动叶和静叶而被给予能量,压力上升。另外,入口引导叶片104构成为沿周向设有多片的可动叶分别被可转动地支承,根据来自运转控制装置110的IGV控制部113的IGV开度指令使入口引导叶片104的致动器工作而使这些可动叶可动,从而调整吸气流量、燃烧温度。

[0065] 在涡轮101的最终级部设有对通过最终级的桨叶后的气体的温度进行检测的桨叶通道温度检测器123。另外,在比该桨叶通道温度检测器123的配置位置靠下游侧的排气通路上设有对废气的温度进行检测的废气温度检测器124。另外,设有对吸气状态进行检测的吸气状态检测器121,从而检测吸气温度和吸气压力。燃烧器103的车室内的压力由车室内压力传感器122检测。此外,为了检测涡轮101的负荷状态而设有发电机输出传感器(未图示)。

[0066] 而且,由这些桨叶通道温度检测器123、废气温度检测器124、吸气状态检测器121、车室内压力传感器122以及发电机输出传感器检测出的检测信号被输入至运转控制装置110。该运转控制装置110具备:进行燃料的供给控制的燃料控制部112;进行桨叶通道温度控制以及废气温度控制的温度控制部114;进行入口引导叶片104的开度控制的IGV控制部113;以及生成IGV优先打开标识(IGV优先打开信号)的IGV控制标识生成部115。

[0067] 图2是IGV控制标识生成部115的结构图。

[0068] IGV控制标识生成部115在使燃气涡轮100的输出增加的情况下将IGV优先打开标识设为有效。

[0069] 例如,IGV控制标识生成部115在系统频率成为规定阈值 α 以下而输入有低频信号

的情况下,或者在输入有请求燃气涡轮100的输出增加的输出增加请求信号的情况下,利用OR门3将IGV优先打开标识生成有效。需要说明的是,在系统频率为规定阈值 α 以下的情况下,为了使系统频率上升,燃气涡轮100进行输出增加。

[0070] 接下来,IGV控制部113如图3所示那样构成。

[0071] 在图3中,乘法器11、表函数器(FX1)12、限制器13、修正函数器(FX2)14以及限制函数器(FX3)15是与以往(参照图12)相同的结构。在本第一实施方式所涉及的IGV控制部113中,相对于该现有的IGV开度指令,附加有加上了基于IGV优先打开标识的相加量的结构和限制IGV开度的变化率的结构。需要说明的是,在本第一实施方式所涉及的IGV控制部113中,GT输出的值经由滤波器10而输入至乘法器11。

[0072] 在加上了相加量的结构中,由信号切换器19根据IGV优先打开标识来切换信号产生器(SG1)17以及(SG2)18,经由比率限制器(Rate limiter)20,在加法器16中与通常运转时的IGV开度指令相加。

[0073] 由此,在IGV优先打开标识有效的情况下,将入口引导叶片104的开度设定为比之前的状态进一步打开。

[0074] 例如,在信号产生器(SG1)17预先设定“0”,在信号产生器(SG2)18预先设定规定值,当IGV优先打开标识变为有效时,对通常运转时的IGV开度指令加上信号产生器(SG2)18的规定值,使入口引导叶片104的开度比通常打开。

[0075] 另外,限制IGV开度的变化率的结构是如下结构:由信号切换器25根据负荷切断标识来切换信号产生器(SG3)23以及(SG4)24,并将信号向变化率限制器21供给而改变IGV开度的变化率限制值。在此,在信号产生器(SG3)23设定有通常时的变化率限制值(例如,400[%/分]),并且在信号产生器(SG4)24设定有负荷切断时的变化率限制值(例如,3000[%/分])。

[0076] 接下来,对本第一实施方式所涉及的燃气涡轮100的运转控制装置110的运转控制进行说明。

[0077] 在因局部负荷使燃气涡轮100运转的状态下系统频率成为规定阈值 α 以下时,或者在因局部负荷使燃气涡轮100运转的状态下请求燃气涡轮100的输出增加时,通过IGV控制标识生成部115使IGV优先打开标识有效。

[0078] 由此在IGV控制部113中,将入口引导叶片104的开度设定为比之前的状态进一步打开,从而入口引导叶片104的开度比通常稍微打开。

[0079] 通常,涡轮入口温度与燃空比(燃料量/燃烧空气量之比)成比例,因此若使IGV开度在入口引导叶片104打开的方向上发生变化,则压缩机102的吸气流量增加,燃烧空气量增加,因此燃空比即涡轮入口温度降低。

[0080] 即,当IGV优先打开标识有效时,入口引导叶片104比通常设定稍微打开,由此压缩机102的吸气流量比通常的设定增加。由此,燃气涡轮100能够以比通常稍微低的涡轮入口温度进行运转,因此能够通过风量的增加来增加涡轮输出。例如,使入口引导叶片104的开度增加10~20%,使风量比额定流量增加5%~10%。

[0081] 具体地说,存在“涡轮输出=涡轮通过流量 \times 涡轮热降 \times 效率”的关系,若使IGV开度在入口引导叶片104打开的方向上发生变化,则压缩机102的吸气流量增加而涡轮通过流量也增加。因此,若涡轮通过流量的增大以超出因涡轮入口温度降低导致的热降的方式作

出贡献,则发电机150的输出增加。

[0082] 另外,由于压缩机102的吸气流量增加而降低涡轮入口温度,因此能够向燃烧器103投入更多的燃料,通过投入燃料也能够增加涡轮输出。

[0083] 需要说明的是,当打开入口引导叶片104时,压缩机102的吸气流量增加,因此压缩机102的动力增加。因此,如图4的例子所示那样,当急剧地打开入口引导叶片104时,压缩机102的动力比涡轮输出的增加更快速地增加,其结果是,GT输出(发电机输出)可能暂时减少。

[0084] 因此,在比率限制器20中设定变化率,以使得涡轮输出的增加比压缩机102的动力的增加更快。由此,能够抑制与因打开入口引导叶片104引起的压缩机102的动力增加相伴的GT输出的暂时减少。

[0085] 如以上说明的那样,本第一实施方式所涉及的燃气涡轮100的运转控制装置110在系统频率为规定阈值 α 以下或者请求燃气涡轮100的输出增加的情况下,将IGV优先打开标识设为有效,在IGV优先打开标识有效的情况下,将入口引导叶片104的开度设定为比之前的状态进一步打开。

[0086] 因此,无论燃气涡轮100的运转状态如何,都能够不提高涡轮入口温度而实现输出的上升。

[0087] (第二实施方式)

[0088] 以下,对本发明的第二实施方式进行说明。

[0089] 需要说明的是,本第二实施方式所涉及的燃气涡轮100以及IGV控制部113的结构与第一实施方式相同,省略各构成要素的说明。

[0090] 燃气涡轮100根据来自运转控制装置110具备的燃料控制部112的控制信号118来进行燃料流量调整阀105的开度控制,通过燃料流量控制来进行负荷调整。在该燃料控制部112中,基于桨叶通道温度控制中的桨叶通道温度设定值BPCSO、废气温度控制中的废气温度设定值EXCSO、调节控制中的调节设定值GVCSO、或者负荷限制控制中的负荷限制设定值LDCSO,将这些之中的最低值用作针对燃料流量调整阀105的最终的控制信号118。

[0091] 在温度控制部114的桨叶通道温度控制中,测量桨叶通道温度(刚通过涡轮101最终级之后的废气温度),对该桨叶通道温度与基于温度调节设定的目标值进行比较,通过比例积分(PI)控制来生成桨叶通道温度设定值BPCSO。另外,在废气温度控制中,测量废气温度(比涡轮101最终级靠后游的排气管路中的废气温度),对该废气温度与基于温度调节设定的目标值进行比较,通过比例积分(PI)控制来生成废气温度设定值EXCSO。

[0092] 图5是第二实施方式的温度控制部114中的生成温度调节设定(废气温度调节设定)EXREF的部分的结构图。

[0093] 在图5中,温度控制部114的生成温度调节设定EXREF的部分具备函数器(FX11)31、加法器210以及优先信号生成部200。

[0094] 函数器(FX11)31设定有表示通常运转时的车室压力与温度调节设定之间的关系的函数。换句话说,在入口引导叶片104的开度指令值IGV为例如0[度]以上的通常运转时,生成基于函数器(FX11)31的温度调节设定EXREF。

[0095] 另外,优先信号生成部200构成为具备1次延迟滤波器202和203、减法器204、函数器(FX16)205、函数器(FX15)201、乘法器206以及比率限制器207。1次延迟滤波器202、203可

以设置为一个(例如仅202),也可以设置为三个。减法器204、1次延迟滤波器202和203用于计算变化率,只要是检测变化率的结构,则并不局限于该结构。

[0096] 在优先信号生成部200中,首先,利用减法器204来求出由1次延迟滤波器202、203将IGV开度指令值延迟后的信号与未延迟的信号之间的偏差,并将该偏差作为IGV开度指令值的变化率(伪微分值)而得出。然后,在函数器(FX16)205中,根据该IGV开度指令值的变化率的大小(伪微分值)来设定对温度调节设定EXREF的修正量(优先信号)。

[0097] 另外,函数器(FX15)201仅在入口引导叶片104的开度处于规定范围的情况下设定优先信号生成部200的工作范围,例如,作为函数FX15,IGV开度使用将局部负荷时的开度范围设为“1”、将全开时设为“0”那样的函数,通过利用乘法器206对该IGV开度进行乘法运算,能够仅在燃气涡轮100因局部负荷进行运转的状态下使优先信号生成部200的修正(优先信号)有效。

[0098] 另外,比率限制器207限制所获得的对温度调节设定EXREF的修正量、即优先信号的时间变化率,经由该比率限制器207后的修正量由加法器210进行加法运算,从而生成成为温度调节设定EXREF。

[0099] 此时的温度调节设定EXREF的时间的推移如图6(a)的T1所示那样,但实际的桨叶通道温度或者废气温度存在温度的测量延迟,因此如图6(a)的T0所示那样缓慢地变化。对此,在本第二实施方式中,通过对图6(b)所示那样的优先信号生成部200的修正量(优先信号)进行加法运算,使温度调节设定EXREF的时间的推移成为图6(a)的T2所示那样,从而进一步加快实际的桨叶通道温度或者废气温度的追随性。

[0100] 如此,在本第二实施方式中,利用优先信号生成部200(第一修正机构),计算入口引导叶片104的开度的变化率并计算与该变化率相应的修正量,来对温度调节设定EXREF进行修正,因此能够加快桨叶通道温度设定值、废气温度设定值的追随性,能够过渡性地加快温度设定的延缓,从而能够提高相对于系统频率的变动的负荷即时响应性。

[0101] (第三实施方式)

[0102] 以下,对本发明的第三实施方式进行说明。

[0103] 图7是第三实施方式所涉及的温度控制部114中的桨叶通道温度控制部的结构图,关于生成温度调节设定EXREF的部分,使用第二实施方式所涉及的结构而省略说明。需要说明的是,本第三实施方式所涉及的燃气涡轮100以及IGV控制部113的结构与第一实施方式相同,省略各构成要素的说明。

[0104] 在图7中,本第三实施方式所涉及的温度控制部114具备的桨叶通道温度控制部构成为具备信号产生器(SG15)301、(SG16)303、(SG17)308、(SG18)309、(SG19)311和(SG20)312、信号切换器310和313、加法器302、减法器305和306、低值选择器304、以及PI控制器307。

[0105] 利用低值选择器304在由加法器302对温度调节设定EXREF加上规定值SG15后的值与规定值SG16之间选择成为更低值的值,并将该值设为目标值BPREF,利用减法器305求出该目标值BPREF与来自桨叶通道温度检测器123的桨叶通道温度测量值BPT之间的偏差,并利用PI控制器307来进行基于该偏差的比例积分控制,从而生成桨叶通道温度设定值BPCS0。

[0106] PI控制器307中的上限值为基于减法器305的偏差与等待值RCSO之间的偏差。另

外,本第三实施方式所涉及的桨叶通道温度控制部的特征点在于,在IGV优先打开标识有效的情况下,将PI控制307中的控制参数设定为预先设定的值,但在此,根据IGV优先打开标识来切换设定比例增益以及时间常量。

[0107] 即,由信号切换器310根据IGV优先打开标识来切换信号产生器(SG17)308以及(SG18)309,从而生成比例增益。在此,在信号产生器(SG17)308设定有通常时的比例增益,在信号产生器(SG18)309设定有IGV优先打开时的比例增益。另外,由信号切换器313根据IGV优先打开标识来切换信号产生器(SG19)311以及(SG20)312,从而生成时间常量。在此,在信号产生器(SG19)311设定有通常时的时间常量,并且在信号产生器(SG20)312设定有IGV优先打开时的时间常量。需要说明的是,从稳定性的观点出发,优选将比例增益以及时间常量设为更小的值,但在系统频率为规定阈值 α 以下或者请求燃气涡轮100的输出增加的情况下,具有紧急性且使追随性优先,优选将比例增益以及时间常量设为比通常时大的值。

[0108] 如此,在本第三实施方式所涉及的温度控制部114中的桨叶通道温度控制部(废气控制部也相同)中,根据基于温度调节设定EXREF的目标值BPREF与所测量出的桨叶通道温度BPT之间的偏差,由PI控制器307进行比例积分控制,从而生成涡轮101的桨叶通道温度设定值BPCS0。而且,在IGV优先打开标识有效的情况下,由于将PI控制器307中的控制参数(比例增益以及时间常量)设定为预先设定的值,因此能够优先加快桨叶通道温度设定值BPCS0的动作,从而能够提高相对于系统频率的变动、负荷增加时的负荷即时响应性。

[0109] (第四实施方式)

[0110] 以下,对本发明的第四实施方式进行说明。

[0111] 接下来,对本发明的第四实施方式所涉及的燃气涡轮100的运转控制装置110进行说明。

[0112] 图8是本第四实施方式的温度控制部114所涉及的桨叶通道温度控制部的结构图,关于生成温度调节设定EXREF的部分,使用第二实施方式所涉及的结构并省略说明。需要说明的是,本第四实施方式所涉及的燃气涡轮100以及IGV控制部113的结构与第一实施方式相同,省略各构成要素的说明。

[0113] 在图8中,本第四实施方式所涉及的温度控制部114具备的桨叶通道温度控制部构成为具备信号产生器(SG15)301和(SG16)303、加法器302和410、减法器305和306、低值选择器304、PI控制器307、以及优先信号生成部400。

[0114] 利用低值选择器304在由加法器302对温度调节设定EXREF加上规定值SG15后的值与规定值SG16之间选择成为更低值的值,并将该值设为目标值BPREF,利用减法器305求出该目标值BPREF与来自桨叶通道温度检测器123的桨叶通道温度测量值BPT之间的偏差,并利用PI控制器307来进行基于该偏差的比例积分控制,从而生成桨叶通道温度设定值BPCS0。需要说明的是,PI控制器307中的上限值为基于减法器305的偏差与等待值RCS0之间的偏差。

[0115] 本第四实施方式的温度控制部114中的桨叶通道温度控制部的特征点在于,附加有优先信号生成部400(第二修正机构),该优先信号生成部400计算入口引导叶片104的开度的变化率并计算与该变化率相应的修正量,对基于温度调节设定EXREF而生成的桨叶通道温度设定值BPCS0进行修正。优先信号生成部400构成为具备1次延迟滤波器402和403、减法器404、函数器(FX18)405、函数器(FX17)401、乘法器406以及比率限制器407。1次延迟滤

波器也可以是一个、也可以是三个。减法器204、1次延迟滤波器202和203用于计算变化率，只要是检测变化率的结构，并不局限于该结构。

[0116] 在优先信号生成部400中，首先，利用减法器404来求出由1次延迟滤波器402、403将IGV开度指令值延迟后的信号与未延迟的信号之间的偏差，并将该偏差作为IGV开度指令值的变化率(伪微分值)而得出。然后，在函数器(FX18)405中，根据该IGV开度指令值的变化率的大小(伪微分值)来设定对桨叶通道温度设定值BPCS0的修正量(优先信号)。

[0117] 另外，函数器(FX17)401仅在入口引导叶片104的开度处于规定范围的情况下设定优先信号生成部400的工作范围，例如，作为函数FX17，IGV开度使用将局部负荷时的开度范围设为“1”、将全开时设为“0”那样的函数，通过利用乘法器306对该IGV开度进行乘法运算，能够仅在燃气涡轮100因局部负荷进行运转的状态下使优先信号生成部400的修正(优先信号)有效。

[0118] 另外，比率限制器407限制对桨叶通道温度设定值BPCS0的修正量、即优先信号的时间变化率，经由该比率限制器407后的修正量由加法器410进行加法运算，从而生成成为桨叶通道温度设定值BPCS0。

[0119] 如此，在本实施方式中，利用优先信号生成部400(第二修正机构)，计算入口引导叶片104的开度的变化率并计算与该变化率相应的修正量，对桨叶通道温度设定值BPCS0直接加上修正量(优先信号)而进行修正，因此直接使桨叶通道温度设定值BPCS0的动作优先，能够进一步加快追随性，过渡性地加快温度设定的延缓，从而能够提高相对于系统频率的变动、负荷增加时的负荷即时响应性。

[0120] (第五实施方式)

[0121] 接下来，对第五实施方式所涉及的燃气涡轮100的运转控制装置110进行说明。

[0122] 在此，图9是本第五实施方式所涉及的IGV控制标识生成部115的结构图。另外，燃气涡轮100的运转控制装置110的整体结构与上述的第一实施方式～第四实施方式相同，省略各构成要素的说明。

[0123] 本第五实施方式所涉及的IGV控制标识生成部115与第一实施方式相同地，在系统频率为规定阈值 α 以下或者请求燃气涡轮100的输出增加的情况下，将IGV优先打开标识设为有效，但如图9所示，成为对OR门3的输出附加有断开延迟器5的结构。

[0124] 利用该断开延迟器5，当IGV优先打开标识从有效切换至无效时，能够以带有一定的延迟的方式将IGV优先打开标识设为无效。需要说明的是，断开延迟器5的延迟时间例如为锅炉时间常量左右，例如5分钟～10分钟。

[0125] 在此，即便在系统频率没有发生变动的情况下，由于在负荷上升时蒸汽涡轮160的输出(ST输出)的延迟、和发电机150输出的基于温度调节运转的上限，因此在GTCC中，在负荷上升时的高负荷处成为负荷即时响应性(追随性)恶化的状况。因此，虽然通过以IGV优先打开标识使入口引导叶片104进行一定量打开动作而提高负荷追随性，但若条件(达到所希望负荷)成立，则立即进行关闭动作，入口引导叶片104的开闭动作频繁地产生，由此从性能以及部件寿命的观点出发，需要防止频繁产生的情况。

[0126] 对此，在本第五实施方式中，通过在IGV控制标识生成部115上附加断开延迟器5，在负荷上升过程中，在低频信号或者输出增加请求信号断开后一定期间，IGV优先打开标识也保持为有效。

[0127] 由此,从性能以及部件寿命的观点出发,能够防止入口引导叶片104的开闭动作频繁产生。

[0128] (第六实施方式)

[0129] 接下来,对第六实施方式所涉及的燃气涡轮100的运转控制装置110进行说明。

[0130] 在此,图10是本第六实施方式所涉及的燃料控制部112的结构图。另外,燃气涡轮100的运转控制装置110的整体结构与上述的第一实施方式~第五实施方式相同,省略各构成要素的说明。

[0131] 本第六实施方式所涉及的燃料控制部112在IGV优先打开标识有效的情况下,根据入口引导叶片104的开度而使燃料流量增加。

[0132] 燃料控制部112具备对从低值选择部130输出的CS0进行修正的CS0修正部131。

[0133] 作为一例,低值选择部130输入有调节设定值GVCS0、负荷限制设定值LDCS0、桨叶通道温度设定值BPCS0、废气温度设定值EXCS0,并从其中输出最小的CS0。

[0134] CS0修正部131具备信号产生器(SG1)17、信号产生器(SG2)18、信号切换器19、比率限制器20、修正函数器(FX20)136、以及加法器137。

[0135] 信号产生器(SG1)17产生例如为0的第一信号,信号产生器(SG2)18产生表示规定值的第二信号,信号切换器19根据IGV优先打开标识是有效还是无效而切换信号产生器(SG1)17和信号产生器(SG2)18。比率限制器20限制来自信号切换器19的信号的时间变化率,修正函数器(FX20)136计算与根据IGV优先打开标识设定的空气流量的增加相应的燃料流量(CS0)的修正值。加法器137对从低值选择部130输出的CS0加上从修正函数器(FX20)136输出的修正值,并作为修正后的CS0而输出。

[0136] 根据上述那样的结构,在IGV优先打开标识无效的情况下,利用信号切换器19来选择信号产生器(SG1)17的第一信号,与第一信号相应的修正值和从低值选择部130输出的CS0相加。此时,由于第一信号被设定为“0”,因此在IGV优先打开标识无效的情况下,由低值选择部130选择出的CS0作为修正后的CS0而直接输出。

[0137] 另一方面,在IGV优先打开标识有效的情况下,利用信号切换器19来选择信号产生器(SG2)18的第二信号,与第二信号相应的修正值和从低值选择部130输出的CS0相加。由此,在IGV优先打开标识有效的情况下,由低值选择部130选择出的CS0被加上修正值,并作为修正后的CS0输出。由此,在IGV优先打开标识有效的情况下,向燃烧器103供给的燃料流量增加。

[0138] 需要说明的是,利用加法器139将从信号产生器(SG32)138输出的值与从加法器137输出的CS0相加,并经由基于从信号产生器(SG33)140输出的变化率(下降比率)的比率限制器141而计算等待值RCS0。

[0139] 在入口引导叶片104没有全开时使负荷增加的情况下,为了提高负荷追随性而将入口引导叶片104的开度比通常稍微打开,由此担心涡轮入口温度过度降低。在本第六实施方式所涉及的燃气涡轮100的运转控制装置110中,根据因入口引导叶片104的开度稍微打开而引起的空气流量的增加,能够使燃料流量增加,因此能够防止涡轮入口温度的过度降低。

[0140] 以上,使用上述各实施方式对本发明进行了说明,但本发明的技术范围并不局限于上述实施方式所记载的范围。能够在不脱离发明的主旨的范围内对上述各实施方式施加

各种变更或者改进,施加了该变更或者改进的方式也包含于本发明的技术范围内。另外,也可以适当地组合上述各实施方式。

- [0141] 附图标记说明
- [0142] 100 燃气涡轮
- [0143] 101 涡轮
- [0144] 102 压缩机
- [0145] 103 燃烧器
- [0146] 104 入口引导叶片
- [0147] 105 燃料流量调整阀
- [0148] 110 运转控制装置
- [0149] 112 燃料控制部
- [0150] 113 IGV控制部
- [0151] 114 温度控制部
- [0152] 115 IGV控制标识生成部
- [0153] 150 发电机

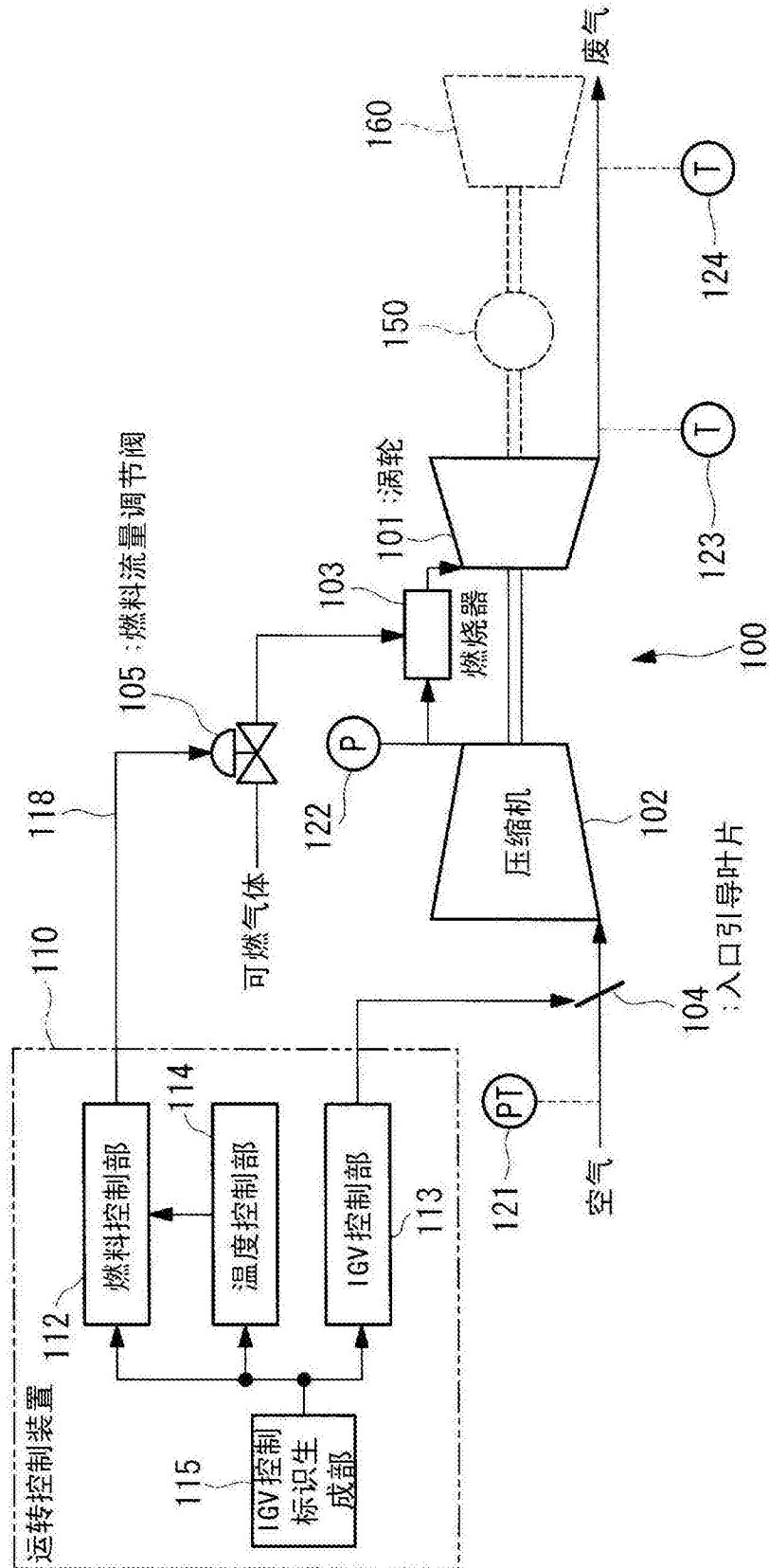


图1

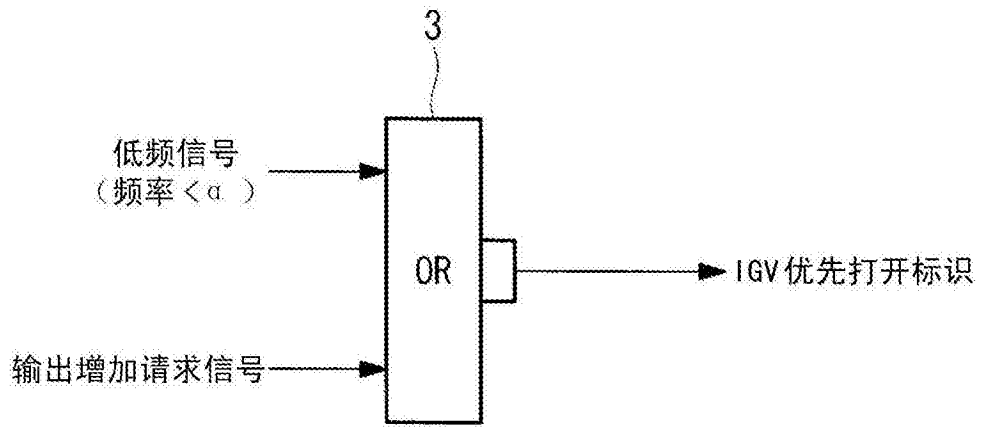


图2

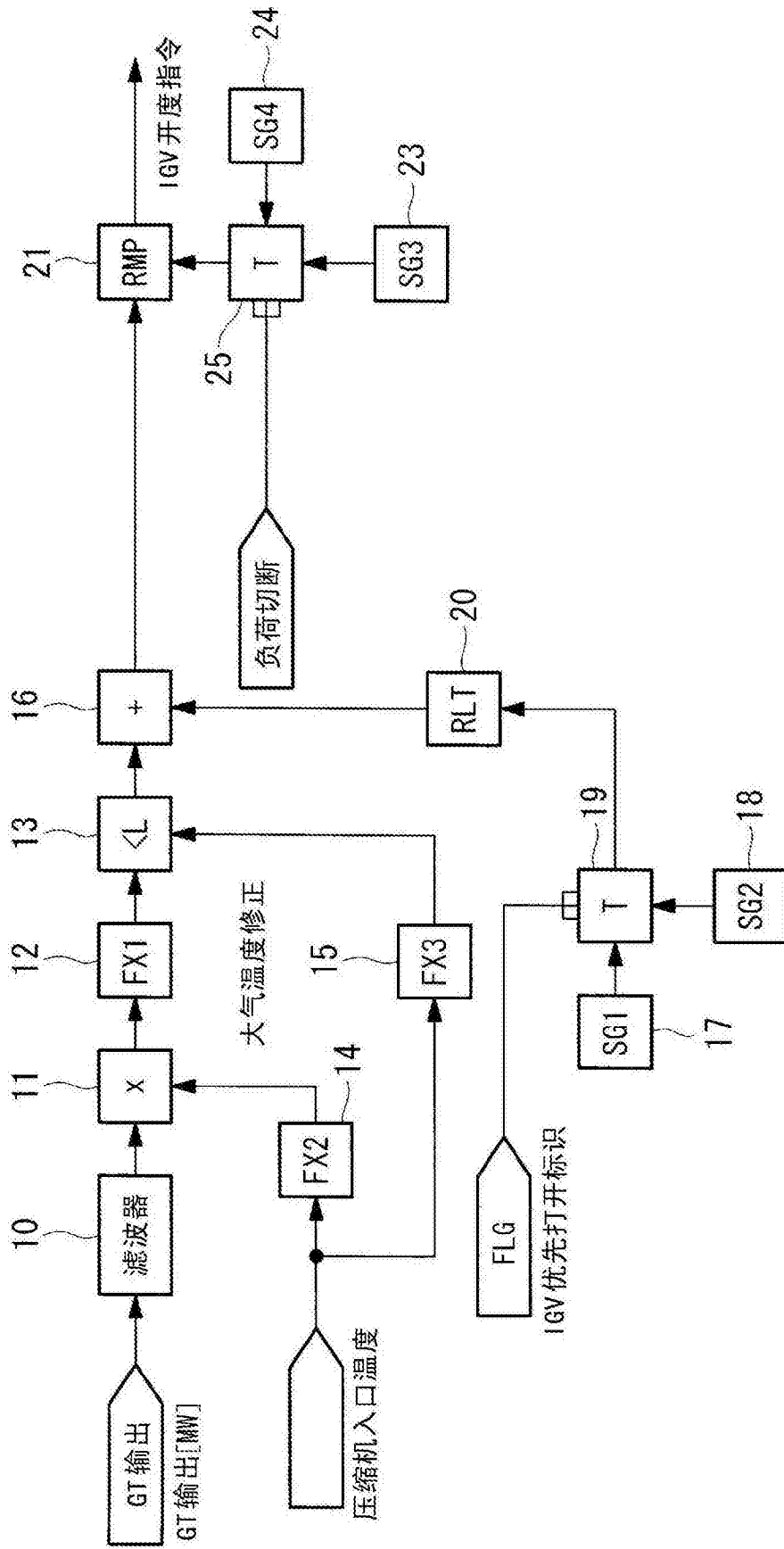


图3

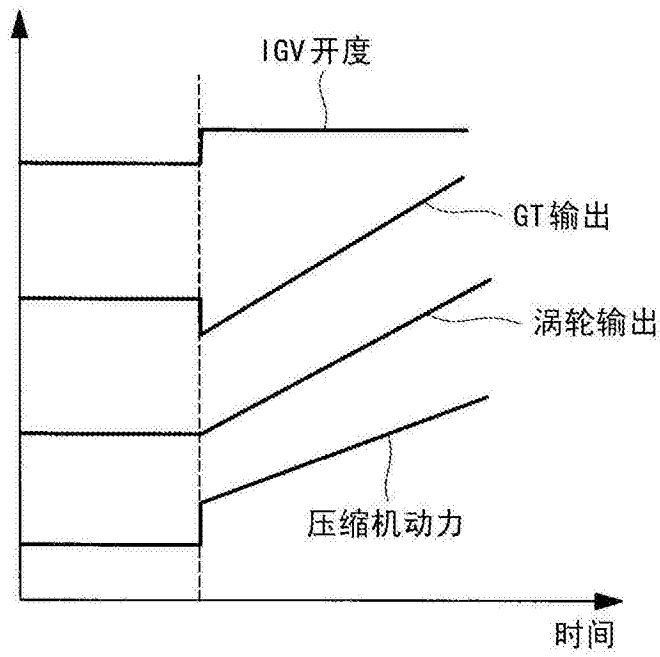


图4

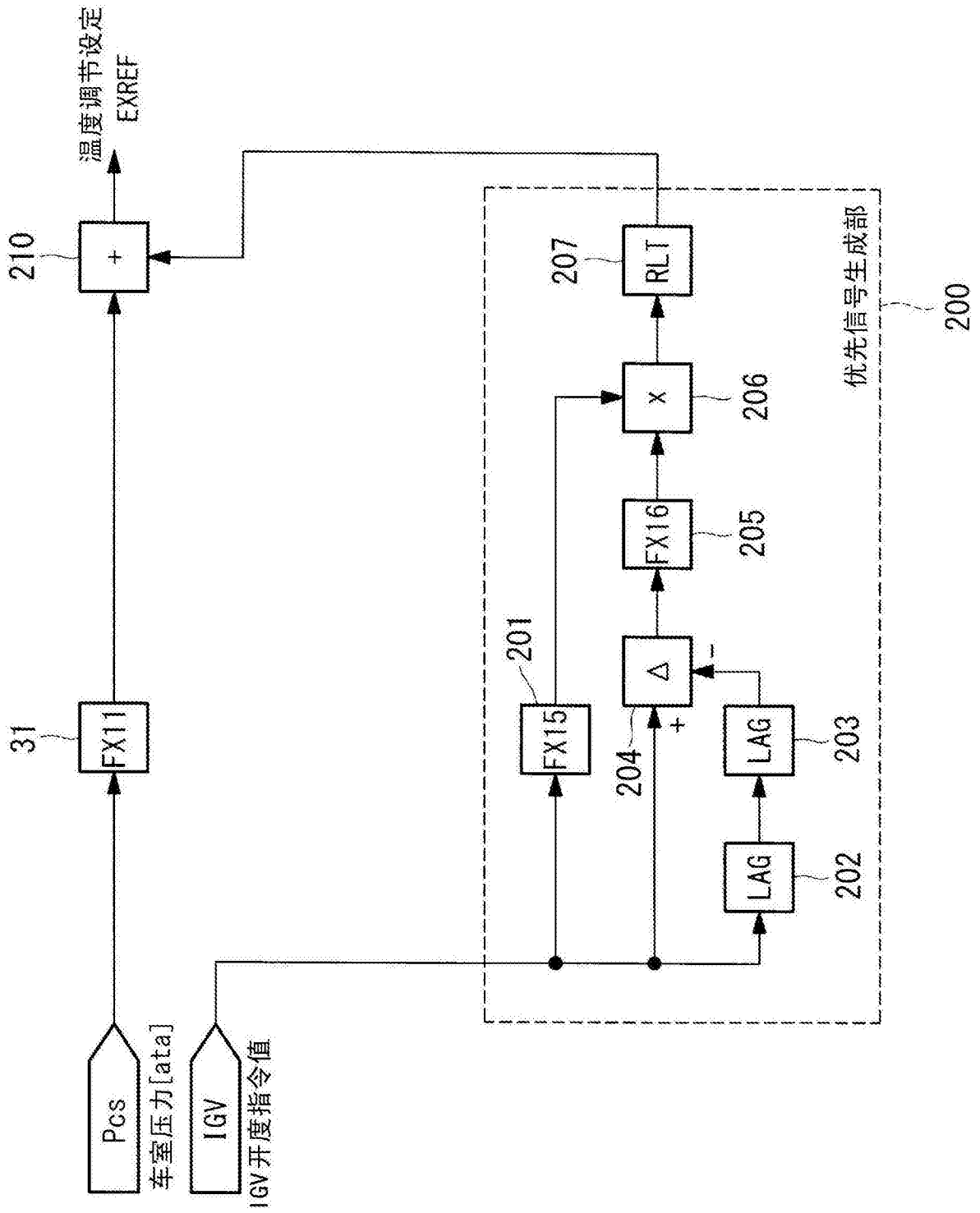


图5

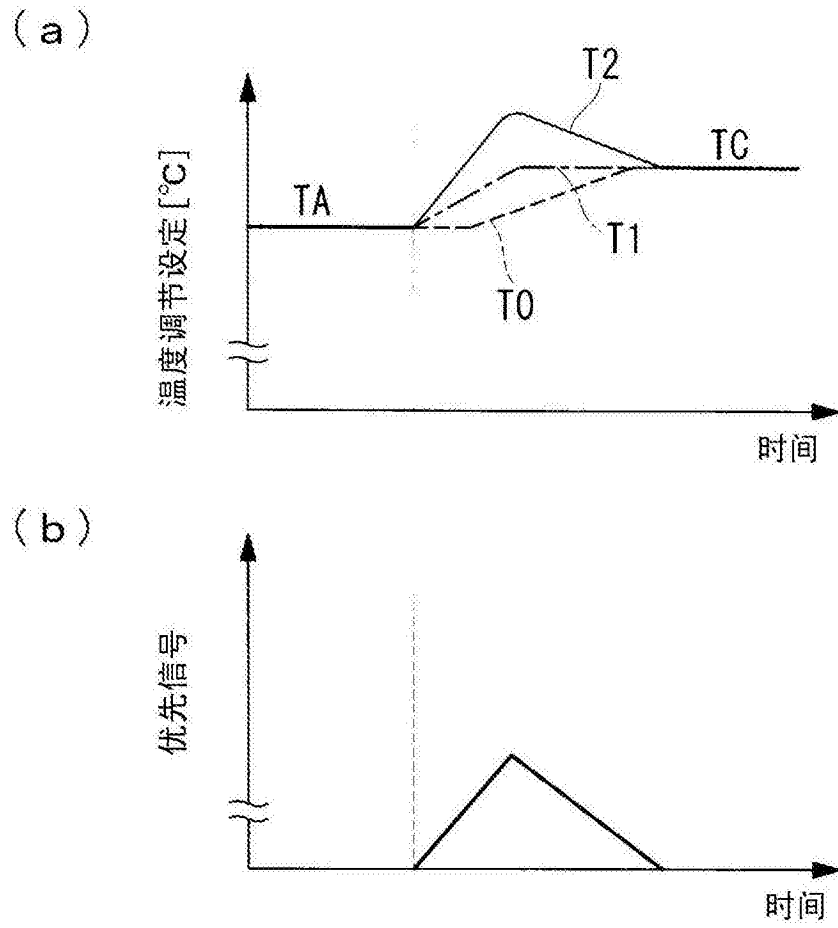


图6

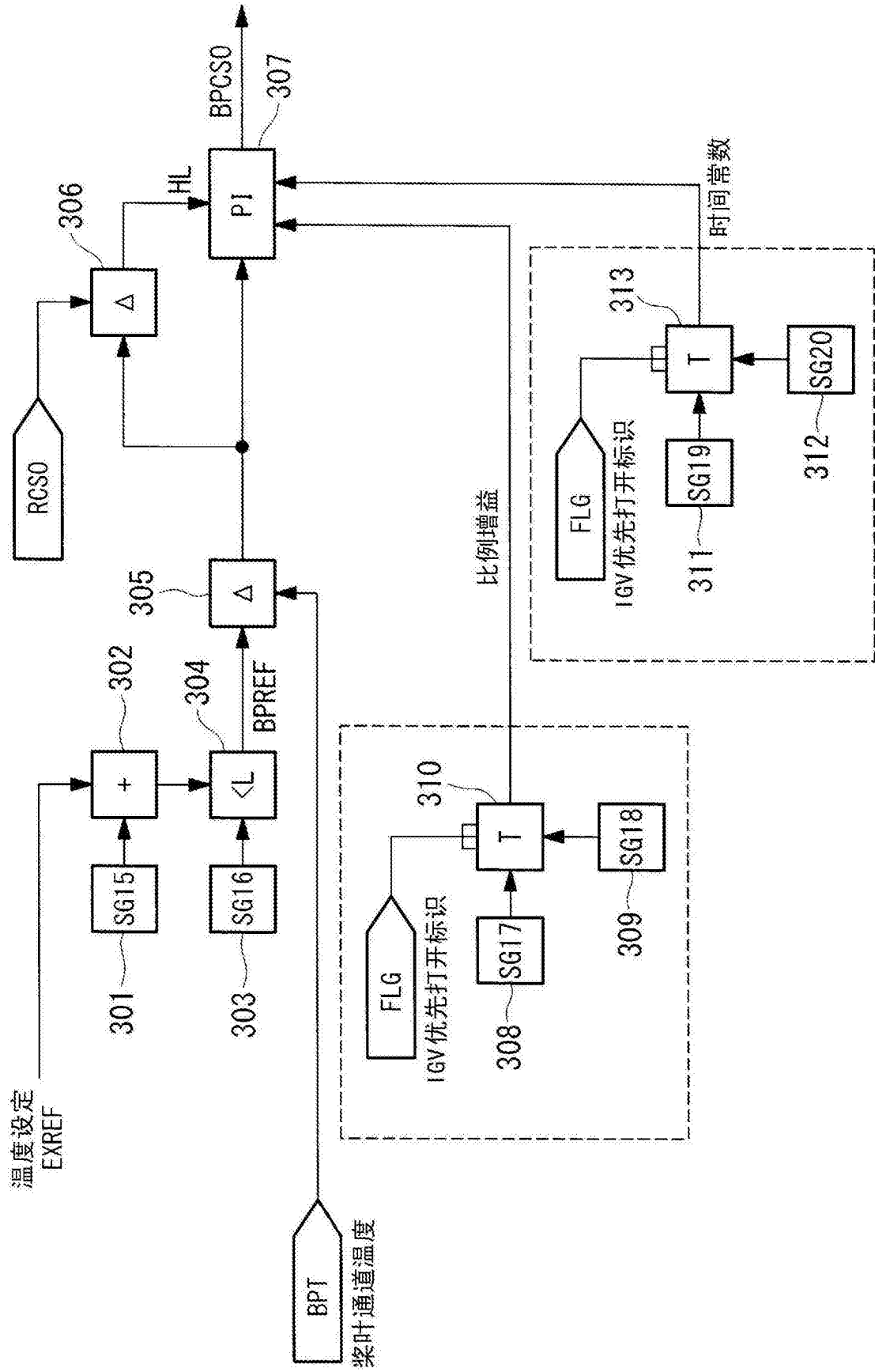


图7

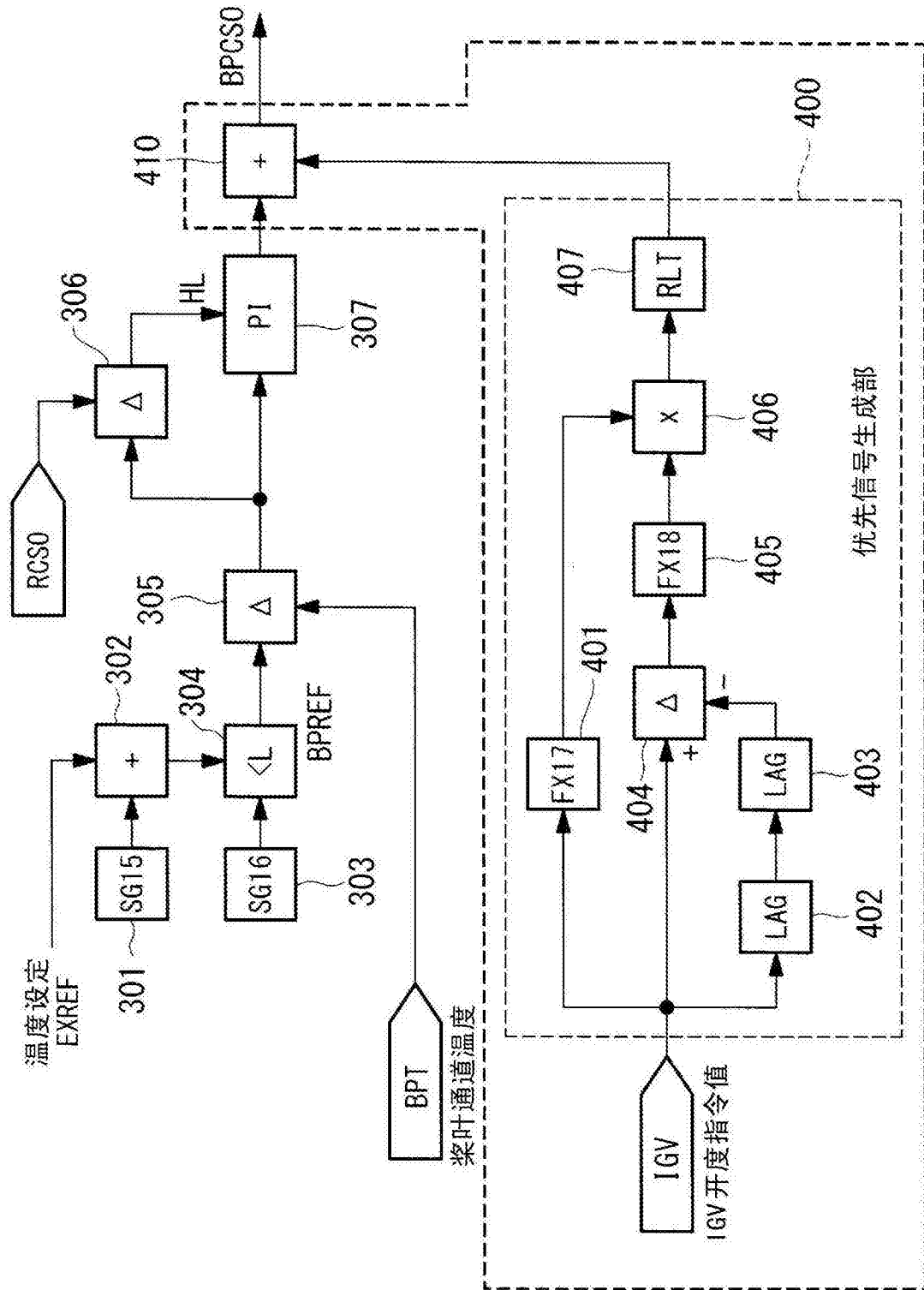


图8

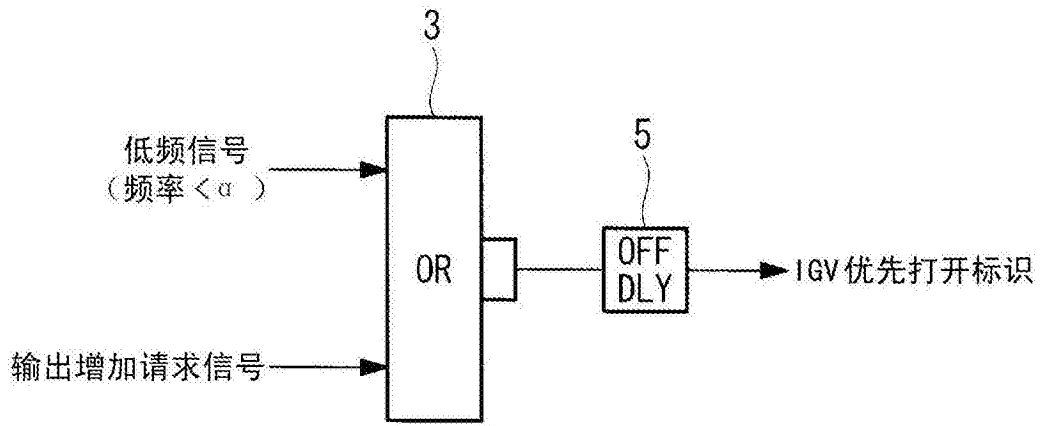


图9

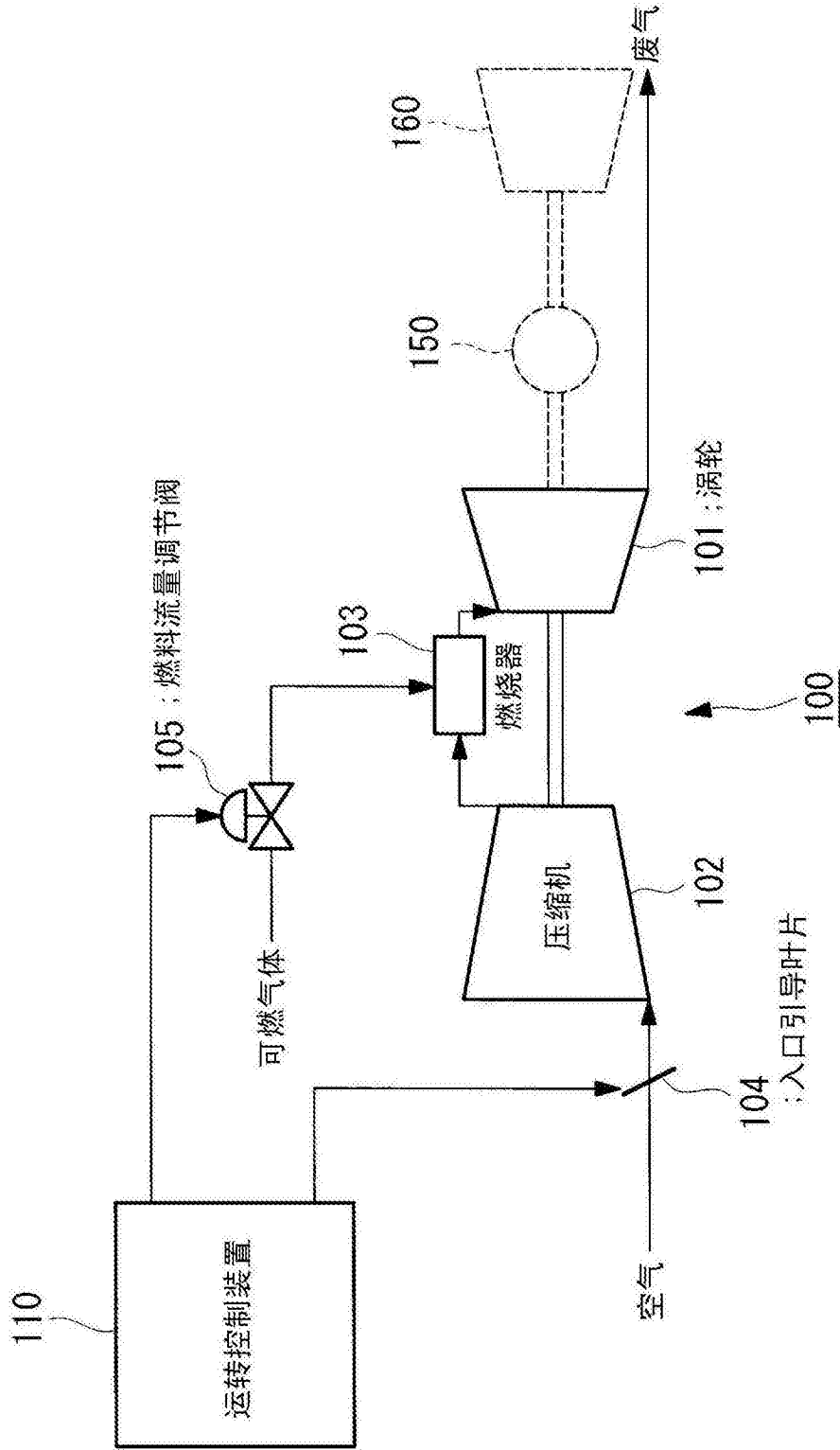


图11

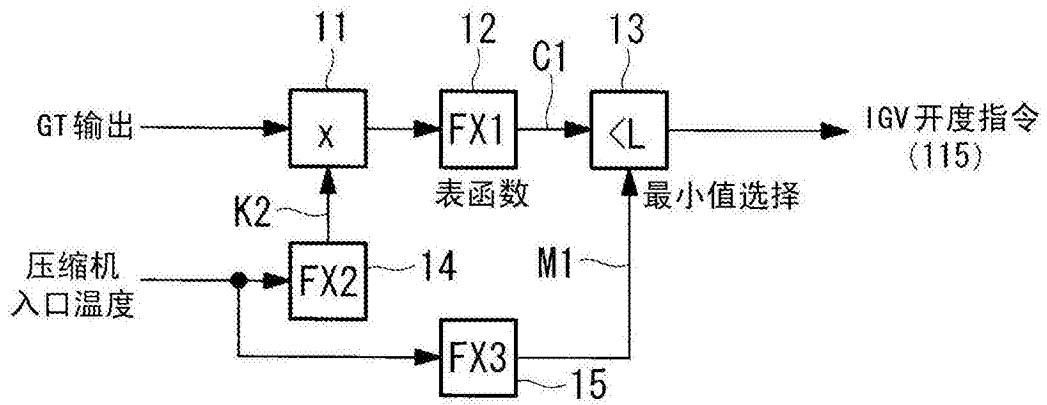


图12

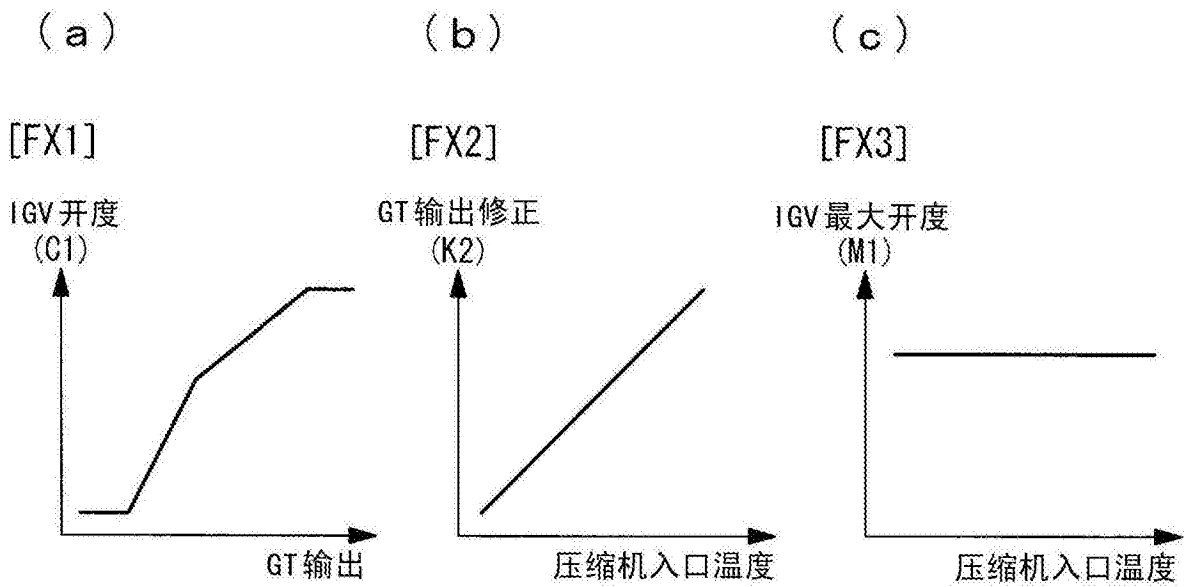


图13

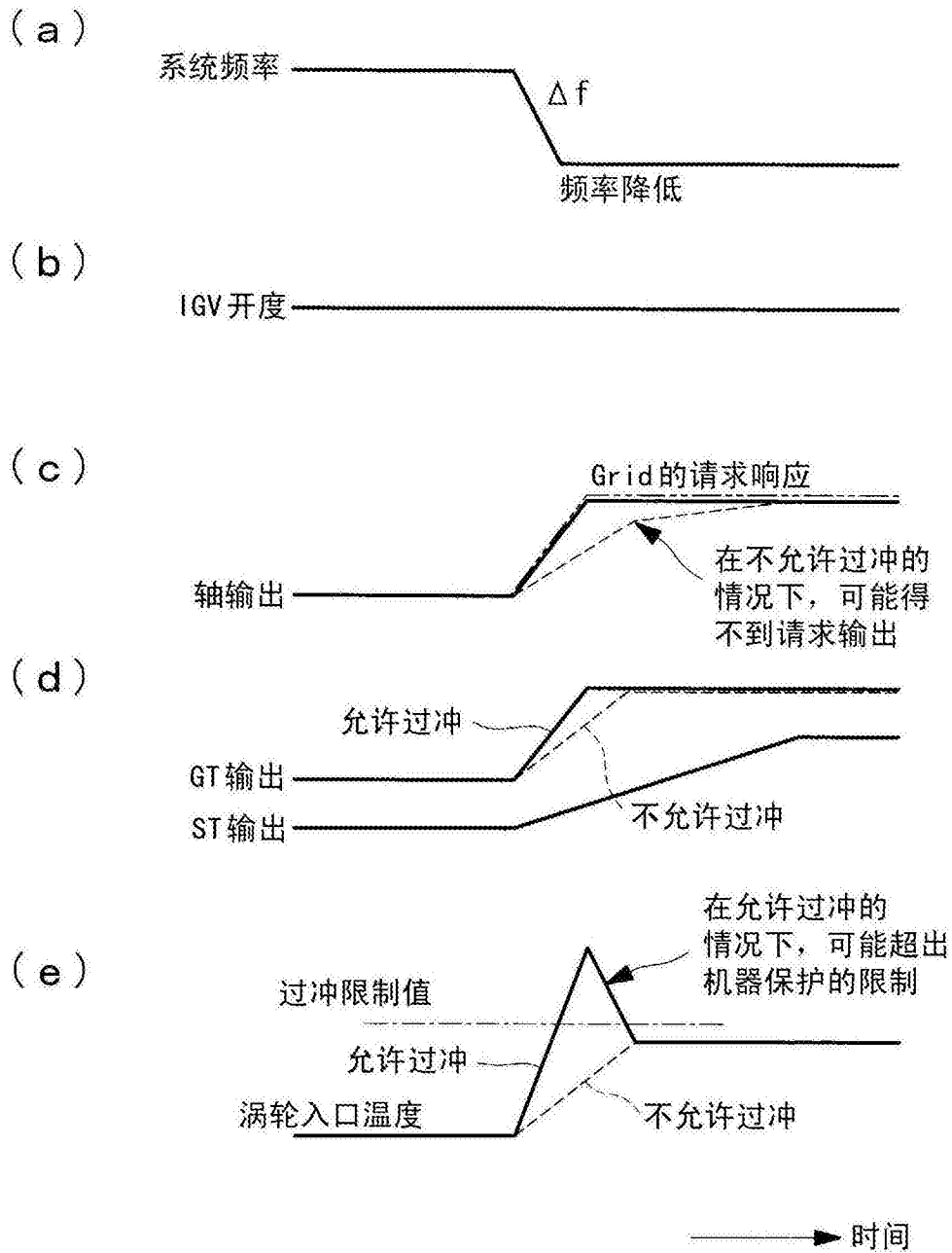


图14