

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610006773.6

[51] Int. Cl.

F02C 7/057 (2006.01)

F02C 9/20 (2006.01)

F04D 27/02 (2006.01)

F04D 29/56 (2006.01)

[43] 公开日 2007年2月7日

[11] 公开号 CN 1908405A

[22] 申请日 2006.2.7

[21] 申请号 200610006773.6

[30] 优先权

[32] 2005.8.3 [33] JP [31] 2005-224948

[71] 申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 藤井健太郎 外山浩三

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 李香兰

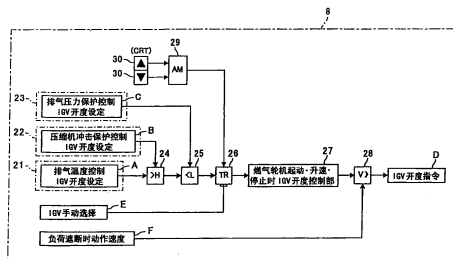
权利要求书1页 说明书18页 附图10页

## [54] 发明名称

燃气轮机的进口导叶控制装置

## [57] 摘要

提供一种可进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的 IGV 开度控制的燃气轮机的进口导叶 IGV 控制装置。其根据：由排气温度控制部(21)设定的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部(22)设定的 IGV 开度 B；和由排气压力保护控制部(23)设定 IGV 开度 C，来设定 IGV 开度指令 D。此时，既可选择 IGV 开度 A 和 IGV 开度 B 当中的高值，且选择该高值选择值 IGV 开度 C 当中的低值，将该低值选择值作为 IGV 开度指令 D 设定(燃气轮机背压高回避优先模式)；又可选择 IGV 开度 A 和 IGV 开度 C 当中的低值，选择该低值选择值和 IGV 开度 B 当中的高值，将该高值选择值作为 IGV 开度指令 D 设定(压缩机冲击回避优先模式)。并且，也可由切换器切换这些模式。



1、一种燃气轮机的进口导叶控制装置，装备在燃气轮机中，该燃气轮机具有燃气轮机本体、燃烧器、进口导叶的压缩机，进行上述进口导叶  
5 的开度控制，进口导叶控制装置特征在于：

根据：由第 1 进口导叶开度设定机构，进行从上述燃气轮机本体排出的排气的温度不超过限制值那样设定的第 1 进口导叶开度；和由第 2 进口导叶开度设定机构，进行上述压缩机的压力比不超过上述压缩机的冲击压力比那样设定的第 2 进口导叶开度；和由第 3 进口导叶开度设定机构，进行从上述燃气轮机本体排出的排气的压力不超过限制值那样设定的第 3 进口导叶开度，来设定进口导叶开度指令。  
10

2、如权利要求 1 所记载的燃气轮机的进口导叶控制装置，其特征在于：

选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，且选择该高值选择值和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，作为上述进口导叶开度指令设定该低值选择值。  
15

3、如权利要求 1 所记载的燃气轮机的进口导叶控制装置，其特征在于：

选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，选择该低值选择值和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，作为上述进口导叶开度指令设定该高值选择值。  
20

4、如权利要求 1 所记载的燃气轮机的进口导叶控制装置，其特征在于：

备有模式切换机构，其在选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，且选择该高值选择值和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，作为上述进口导叶开度指令设定该低值选择值的燃气轮机背压高回避优先模式；和选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，选择该低值选择值和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，作为上述进口导叶开度指令设定该高值选择值的压缩机冲击回避优先模式当  
25  
30 中切换。

## 燃气轮机的进口导叶控制装置

5

## 技术领域

本发明涉及具有燃气轮机本体、燃烧器、有进口导叶的压缩机而构成的进口导叶控制装置。

## 10 背景技术

在具有：燃气轮机本体、和燃烧器、和有进口导叶（Inlet Guide Vane : IGV）的压缩机构成的燃气轮机中，备有进行IGV的开度控制的IGV控制装置，和控制对燃烧器的燃料供给量的燃料控制装置等各种控制装置和保护装置。

15 而在原IGV控制装置中，是由压缩机的吸气温度（流入压缩机的大气温度）修正的燃气轮机输出（作为吸气温度的函数设定的修正系数和燃气轮机输出之积）决定IGV开度指令，进行IGV的开度控制的。由吸气温度修正燃气轮机输出，是由于在吸气温度高时和低时，考虑空气的密度不同，决定IGV开度指令的。

20 另外，在下述专利文献1中，记载着燃气轮机的防冲击控制装置，在下述专利文献2中，记载着具有进行IGV开度控制、以使排气温度为所定温度的控制装置的燃气轮机设备。

专利文献1：特开平10-47079号公报；

专利文献2：特开2003-206749号公报。

25 如上所述，在原IGV控制装置中，由修正吸气温度的燃气轮机输出，只决定IGV开度，不进行如下（1）～（3）的控制。

（1）从燃气轮机本体排出的排气的温度不达到排气温度限制那样的IGV开度控制。

（2）压缩机的压力比（进口压力和出口压力之比）不达到压缩机的  
30 冲击限制那样的IGV开度控制。

(3) 从燃气轮机本体排出的排气(燃烧气体)的压力(燃气轮机背压)不达到排气温度限制值那样的IGV开度控制。

若排气温度和排气压力(燃气轮机背压)过高,则有导致排气导管等的损伤和破损的危险;若压力比过高,则会产生冲击,有导致压缩机的损伤和破损的危险。因此,即使在IGV控制装置中,也应进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的IGV开度控制。在燃气轮机的保护装置中,例如排气压力一达到所定值就紧急停止燃气轮机,并且,当压力比和排气温度达到所定值时,某些保护功能动作,而为了降低这样的紧急停止等的保护功能动作的可能性,以实现燃气轮机连续运行(提高运行率),还应在IGV控制装置中,进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的IGV开度控制。

另外,上述专利文献1的防冲击控制和上述专利文献2的排气温度控制,都是进行单个控制的,不是进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的IGV开度控制的。

## 发明内容

因此,本发明鉴于上述情况,其目的在于提供:可进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的IGV开度控制的燃气轮机的进口导叶(IGV)控制装置。

解决上述课题的第1发明的燃气轮机的进口导叶控制装置,备置于具有燃气轮机本体、和燃烧器、和有进口导叶的压缩机构成的燃气轮机中,其特征在于:在进行上述进口导叶的开度控制的燃气轮机的进口导叶控制装置中,

根据由第1进口导叶开度设定机构,进行从上述燃气轮机本体排出的排气的温度不超过限制值那样设定的第1进口导叶开度;和由第2进口导叶开度设定机构,进行上述压缩机的压力比不超过上述压缩机的冲击压力比那样设定的第2进口导叶开度;和由第3进口导叶开度设定机构,进行从上述燃气轮机本体排出的排气的压力不超过限制值那样设定的第3进口导叶开度,来设定进口导叶开度指令。

而且,第2发明的燃气轮机的进口导叶控制装置,其特征在于,在第

1 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置中，

选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，且选择该高值选择值和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，作为上述进口导叶开度指令设定该低值选择值。

5 而且，第 3 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置，其特征在于，在第 1 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置中，

选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，选择该低值选择值和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，作为上述进口导叶开度指令设定该高值选择值。

10 而且，第 4 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置，其特征在于，在第 1 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置中，具有进行：

选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，且选择该高值选择值和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，作为上述进口导叶开度指令设定该低值选择值的燃气轮机背压高回避优先模式；

15 和选择上述第 1 进口导叶开度和上述第 3 进口导叶开度当中的低值，选择该低值选择值和上述第 2 进口导叶开度当中的高值，作为上述进口导叶开度指令设定该高值选择值的压缩机冲击回避优先模式切换的模式切换机构。

## 20 发明效果

按照第 1 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置，由于根据：由第 1 进口导叶开度设定机构，进行从燃气轮机本体排出的排气的温度不超过限制值那样设定的第 1 进口导叶开度；和由第 2 进口导叶开度设定机构，进行压缩机的压力比不超过压缩机的冲击压力那样设定的第 2 进口导叶开度；  
25 和由第 3 进口导叶开度设定机构，进行从燃气轮机本体排出的排气的压力不超过限制值那样设定的第 3 进口导叶开度，来设定进口导叶开度指令，故可进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的进口导叶开度控制。因此，可降低因紧急停止等保护功能动作的可能性，可实现燃气轮机连续运行（提高运行率）。

30 尤其是按照第 2 发明的燃气轮机的进口导叶控制装置，通过提高选择

第1进口导叶开度和第2进口导叶开度当中的高值，且选择该高值选择值和第3进口导叶开度当中的低值，作为进口导叶开度指令设定该低值选择值，由于可进行燃气轮机背压高回避优先的进口导叶开度控制，故可更可靠地防止因排气压力高（燃气轮机背压高）引起的燃气轮机的紧急停止，  
5 可实现燃气轮机连续运行（提高运行率）。

并且，按照第3发明的燃气轮机的进口导叶控制装置，通过选择上述第1进口导叶开度和上述第3进口导叶开度当中的低值，选择该低值选择值和上述第2进口导叶开度当中的高值，作为上述进口导叶开度指令设定该高值选择值，由于可进行压缩机冲击回避优先的进口导叶开度控制，故  
10 可更可靠地回避压缩机冲击。

而且，按照第4发明的燃气轮机的进口导叶控制装置，由于具有：进行选择上述第1进口导叶开度和上述第2进口导叶开度当中的高值，且选择该高值选择值和上述第3进口导叶开度当中的低值，作为上述进口导叶开度指令设定该低值选择值的燃气轮机背压高回避优先模式；和选择上述  
15 第1进口导叶开度和上述第3进口导叶开度当中的低值，选择该低值选择值和上述第2进口导叶开度当中的高值，作为上述进口导叶开度指令设定该高值选择值的压缩机冲击回避优先模式切换的模式切换机构。故可根据燃气轮机的运行状况等，任意选择燃气轮机背压高回避优先的进口导叶开度控制，和压缩机冲击回避优先的进口导叶开度控制。

20

## 附图说明

图1是涉及本发明的实施方式例1的燃气轮机的IGV控制装置及燃气轮机的概况图。

图2是表示上述IGV控制装置的全体构成框图。

25 

图3是表示上述IGV控制装置中的排气温度控制部的构成框图。

图4是表示上述IGV控制装置中的压缩机冲击保护控制部的构成框图。

图5是表示上述IGV控制装置中的排气压力保护控制部的构成框图。

图6是表示压缩机的吸气量和排气温度的关系图。

30 

图7是表示压缩机的压力比和排气温度的关系图。

图 8 是表示有关排气温度限制的 IGV 开度负载图表例图。

图 9 是表示压缩机的吸气量和压力比的关系图。

图 10 是表示有关压缩机冲击限制的 IGV 开度负载图表例图。

图 11 是表示 IGV 开度指令和冲击压力比之间的关系图。

5 图 12 是表示 IGV 开度指令和冲击压力比调整量之间的关系图。

图 13 是表示压缩机的吸气量和排气压力之间的关系图。

图 14 是表示有关排气压力限制的 IGV 开度负载图表例图。

图 15 是表示涉及本发明实施方式例 2 的燃气轮机的 IGV 控制装置全体构成框图。

10 图 16 是表示涉及本发明实施方式例 3 的燃气轮机的 IGV 控制装置全体构成框图。

### 符号说明

- 1、 燃气轮机， 2、 燃气轮机本体， 3、 燃烧器， 4、 压缩机， 5、 发  
15 动机， 6、 IGV， 7、 调节器， 8、 燃气轮机的 IGV 控制装置， 9、 功率  
表， 10、 吸气温度检测器， 11、 吸气压力检测器， 12、 车室压力检测  
器， 13、 排气导管， 14、 烟囱， 15、 排气温度检测器， 16、 排气压力  
检测器， 17、 燃气轮机转速检测器， 21、 排气温度控制部， 22、 压缩  
机冲击保护控制部， 23、 排气压力保护控制部， 24、 高值选择器， 25、  
20 低值选择器， 26、 切换器， 27、 燃气轮机起动·升速·停止时 IGV  
开度控制部， 28、 速度设定器， 29、 模拟存储器， 30、 IGV 开度增减  
按钮， 31、 函数发生器， 32、 乘法器， 33、 34、 函数发生器， 35、  
高值选择器， 36、 加法器， 37、 相位补偿器， 38、 减法器（偏差运算  
器）， 39、 PI 控制器， 41、 42、 函数发生器， 43、 乘法器， 44、 减法  
25 器， 45、 信号发生器， 46、 函数发生器， 47、 乘法器， 48、 函数发  
生器， 49、 加法器， 50、 除法器， 51、 减法器（偏差运算器）， 52、 PI  
控制器， 53、 54、 55、 函数发生器， 56、 乘法器， 57、 减法器， 61、  
函数发生器， 62、 乘法器， 63、 函数发生器， 64、 加法器， 65 减法器  
（偏差运算器）， 66、 PI 控制器， 78、 燃气轮机的 IGV 控制装置， 81、  
30 低值选择器， 82、 高值选择器， 83、 切换器， 88 燃气轮机的 IGV

控制装置。

## 具体实施方式

以下，根据图详细说明本发明的实施方式例。

### 5 <实施方式例 1>

图 1 是涉及本发明的实施方式例 1 的燃气轮机的 IGV 控制装置及燃气  
轮机的概况图；图 2 是表示上述 IGV 控制装置的全体构成框图；图 3 是表  
示上述 IGV 控制装置中的排气温度控制部的构成框图；图 4 是表示上述  
IGV 控制装置中的压缩机冲击保护控制部的构成框图；图 5 是表示上述  
10 IGV 控制装置中的排气压力保护控制部的构成框图。

并且，图 6 是表示压缩机的吸气量和排气温度的关系图；图 7 是表示  
压缩机的压力比和排气温度的关系图；图 8 是表示有关排气温度限制的  
IGV 开度负载图表例图；图 9 是表示压缩机的吸气量和压力比的关系图；  
图 10 是表示有关压缩机冲击限制的 IGV 开度负载图表例图；图 11 是表示  
15 IGV 开度指令和冲击压力比之间的关系图；图 12 是表示 IGV 开度指令和  
冲击压力比调整量之间的关系图；图 13 是表示压缩机的吸气量和排气压  
力之间的关系图；图 14 是表示有关排气压力限制的 IGV 开度负载图表例  
图。

如图 1 所示，燃气轮机 1 是由燃气轮机本体 2，和燃烧器 3，和旋转  
20 轴与燃气轮机本体 1 的旋转轴结合的压缩机 4 构成的，在该燃气轮机 1 中，  
具有发电机 5，构成燃气轮机发电设备。发电机 5 的旋转轴也与燃气轮机  
本体 1 的旋转轴结合。

因此，与在压缩机 4 中被压缩的高压吸气的同时，在燃烧器 3 中燃烧  
燃料，若由该燃烧气体使燃气轮机本体 2 旋转，则发电机 5 由燃气轮机本  
25 体 2 旋转驱动并发电。发电机 5 的发电电力通过未图示的送电系统送电。  
在燃气轮机本体 2 中作功后，从燃气轮机本体 2 排出的燃烧气体（排气），  
通过排气导管 13 由烟囱 14 排放到大气中。而在从烟囱 14 排放排气前，  
有时也由热交换器等回收其排热。

在该燃气轮机运行时，压缩机 4 的吸气量由设在压缩机 4 进口的进口  
30 导叶（IGV）6 的开闭调整。IGV6 的开闭驱动，由在 IGV6 中具有伺服

电机等的调节器 7 进行。而 IGV6 的开度控制（调节器 7 的驱动控制）由 IGV 控制装置 8 进行。对其具体的构成后述，而在 IGV 控制装置 8 中，输入从设置在燃气轮机发电设备的各种检测器输出的检测信号。

即，在发电机 5 的送电系统中设置功率表 9。在压缩机 4 的进口侧，  
5 设置吸气温度检测器 10 和吸气压力检测器 11，在压缩机 4 的出口侧，设置车室压力检测器 12。在燃气轮机本体 2 的出口侧，设排气温度检测器 15 和排气压力检测器 16。而在燃气轮机 1 的旋转部分设燃气轮机转速检测器 17。

功率表 9 检测发电机 5 的发电功率，将该检测信号输出到 IGV 控制装  
10 置 8。吸气温度检测器 10 检测压缩机 4 的进口侧吸气（流入压缩机 4 的大气）的温度并将该检测信号输出到 IGV 控制装置 8。吸气压力检测器 11 检测压缩机 4 的进口侧吸气（流入压缩机 4 的大气）的压力并将该吸气压力的检测信号输出到 IGV 控制装置 8。车室压力检测器 12 检测作为压缩机 4 的出口侧吸气压力比（从压缩机 4 排出的吸气压力）的车室压力，并  
15 将该车室压力的检测信号输出到 IGV 控制装置 8。而排气温度检测器 15，检测从燃气轮机本体 2 排出的排气温度，将该排气温度的检测信号输出到 IGV 控制装置 8。排气压力检测器 16 检测从燃气轮机本体 2 排出的排气压力（燃气轮机背压），将该排气压力的检测信号输出到 IGV 控制装置 8。燃气轮机转速检测器 17 检测燃气轮机 1 的转速，并将该燃气轮机转速的  
20 检测信号输出到 IGV 控制装置 8。

再者，在燃气轮机发电设备中，除 IGV 控制装置 8 外，还设置了控制对燃烧器 3 的燃料供给量的燃料控制装置，和在例如当排气压力、压缩机的压力比及排气温度变得异常高时等，发出报警信号，或进行紧急停止燃气轮机 1 等各种保护动作的保护装置等，而对这些装置的说明省略。

25 在此，对 IGV 控制装置 8 的具体构成进行说明。首先，根据图 2，对 IGV8 控制装置 8 的全体构成进行说明。而 IGV 控制装置的功能以软件构成、由计算机执行，但不限于此，也可以硬件构成。

如图 2 所示，本实施方式例 1 的 IGV 控制装置 8 具有：作为第 1 进口导叶开度设定机构的排气温度控制部 21；和作为第 2 进口导叶开度设定机构的压缩机冲击保护控制部 22；和作为第 3 进口导叶开度设定机构的排气  
30

压力保护控制部 23。

而在 IGV 控制装置 8 中，根据：由排气温度控制部 21，从燃气轮机本体 2 排出的排气的温度不超过限制值那样设定的、作为第 1 进口导叶开度的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部 22，压缩机 4 的压力比（压缩机 4 的进口压力和出口压力比）不超过压缩机 4 的冲击压力比（冲击限制曲线）那样设定的、作为第 2 进口导叶开度的 IGV 开度 B；和由排气压力保护控制部 23，从燃气轮机本体 2 排出的排气的压力不超过限制值那样设定的、作为第 3 进口导叶开度的 IGV 开度 C，设定进口导叶开度指令 D，由该进口导叶开度指令 D，进行 IGV6 的开度控制（调节器 7 的驱动控制）。

具体为，首先，在高值选择器 24 中，选择由排气温度控制部 21 设定的 IGV 开度 A，和由压缩机冲击保护控制部 22 设定的第 2 进口导叶开度 B 之中的高值（任一大的一方的开度）。其后，在低值选择器 25 中，选择高值选择器 24 的高值选择值（IGV 开度 A 或 IGV 开度 B），和排气压力保护控制部 23 设定的 IGV 开度 C 之中的低值（任一小的一方的开度）。而将该低值选择器 25 中的低值选择值（IGV 开度 A，IGV 开度 B 或 IGV 开度 C）作为进口导叶开度指令 D。即，IGV 控制装置 8 为将排气压力保护控制的 IGV 开度 C 作为最优先的“燃气轮机背压高回避优先模式”的构成。

再者，在图示例的控制电路中，由于 IGV 手动操作（由手动设定 IGV 开度指令）和负荷遮断时的 IGV 开度指令的设定等，故在低值选择器 25 后，按顺序设置切换器 26、和燃气轮机起动/升速/停止时 IGV 开度控制部 27、和速度设定器 28。

在切换器 26 中，通常，为了自动控制 IGV6，选择、输出低值选择器 25 的低值选择值；另一方面在从未图示的 IGV 手动选择器输入手动选择信号 E 时，为了切换为手动操作，选择、输出模拟存储器 29 的输出。即，在手动操作时，将模拟存储器 29 的输出（用手动设定的 IGV 开度）作为 IGV 开度指令 D。模拟存储器 29 的输出，通过由操作员操作在 CRT 上所显示的 IGV 开度增减按钮 30 进行增减。

燃气轮机本体 2 起动时，在升速及停止时（即当燃气轮机本体 2 的转速不是额定转速时），发电机 5 不发电，由于不能得到燃气轮机出力（发

电机出力), 故不能根据发电机出力设定 IGV 开度。因此, 此时, 与排气温度控制部 21、压缩机冲击保护控制部 22 及排气压力保护控制部 23 的控制无关, 在燃气轮机启动/升速/停止时 IGV 开度控制部 27 (有关其详细构成省略) 中, 设定 IGV 开度, 将其作为 IGV 开度指令 D。

- 5 在速度设定器 28 中, 为了不会由通常的发电机出力的微小变动等, 造成 IGV6 不频繁地反复开闭动作, 不将输入值原封不动地作为 IGV 开度指令 D 输出, 将输入值的增减限制到所定的速度 (增加率及减少率) 并输出; 另一方面, 在发电机 4 的负荷遮断时, 当输入从未图示的保护装置输出的负荷遮断时动作速度 E 正时, 通过将根据该负荷遮断时动作速度 E 设定
- 10 的高速度的 IGV 开度作为 IGV 开度指令 D, 使 IGV6 关闭的速度加快。

下面, 根据图 3~图 13, 对 IGV 控制装置 8 的排气温度控制部 21、压缩机冲击保护控制部 22 及排气压力保护控制部 23 的具体构成进行说明。

- 首先, 对排气温度控制部 21 进行说明。通过事先研究, 从燃气轮机 1 的热平衡, 求出预先设想排气温度为排气温度限制极限的运行的 IGV6 的
- 15 开度负载图表, 在图 3 中所示的排气温度控制部 21, 根据该 IGV 开度负载图表, 设定先行 IGV 开度, 且当运行中的排气温度像要超过限制值时, 自动反馈修正上述先行 IGV 开度, 打开 IGV6 (使开度变大)。如图 6 所示, 由于具有若吸气量增加, 则排气温度降低这一特性, 故当使排气温度降低时, 使 IGV6 的开度变大, 使吸气量增加。

- 20 若详述, 则如图 3 所示, 在函数发生器 31 中, 作为从吸气温度检测器 10 输入的压缩机入口吸气温度 T1 的函数, 设定修正系数。在乘法器 32 中, 通过将由函数发生器 31 设定的修正系数乘以从功率表 9 输入的发电机出力 (燃气轮机出力) W, 求出吸气温度修正的发电机出力。吸气温度修正发电机出力, 是由于在吸气温度高时和低时, 考虑空气密度不同, 来
- 25 决定 IGV 开度, 在函数发生器 31 中, 例如设定当吸气温度在 15°C 时为 1.0, 当吸气温度在 10°C 时为 0.9, 当吸气温度在 20°C 时为 1.1 的修正系数函数。

- 先行 IGV 开度的设定, 注意用以将图 7 所示的排气温度限制在例如 600°C 的排气温度恒定曲线 L1 (沿排气温度限制曲线 L2 的曲线), 和用以将燃气轮机本体 2 的入口燃烧气体温度限制在例如 1500°C 的调温跟踪曲线 L3
- 30 (沿入口燃烧气体温度限制曲线 L4 的曲线) 这两条, 通过进行其高值选

择而设定。

即，在函数发生器 33 中，设定表示有关上述排气温度控制的 IGV6 的开度负载图表的函数，即由事先研究维持从燃气轮机热平衡预先求出的排气温度恒定曲线 L1、设定排气温度限制极限运行的 IGV 开度负载图表的函数（例如如图 8 所例示的 IGV 开度负载图表 S1 的函数），根据该 IGV 开度负载图表的函数，设定对应由乘法器 32 得到的吸气温度修正后的发电机出力的 IGV6 的开度。在函数发生器 34 中，设定由事先研究维持从燃气轮机热平衡预先求出的调温跟踪曲线 L3 的 IGV 开度负载图表的函数（例如如图 8 所例示的 IGV 开度负载图表 S2 的函数），根据该 IGV 开度负载图表的函数，设定对应由乘法器 32 得到的吸气温度修正后的发电机出力的 IGV6 的开度。

在高值选择器 35 中，选择由函数发生器 33 得到的 IGV 开度和由函数发生器 34 得到的 IGV 开度当中的高值，将其作为先行 IGV 开度设定。其后，在加法器 36 中，如果不作反馈修正，则由高值选择器 35 设定的先行 IGV 开度作为排气温度控制的 IGV 开度 A 输出到高值选择器 24（图 2）。

另一方面，若从排气温度检测器 15 反馈排气温度 T2，则在减法器（偏差运算器）38 中，运算：由相位补偿器 37 对该排气温度 T2 进行相位超前补偿的结果（不一定限制进行相位补偿的情况）、和由未图示的排气温度设定器设定的排气温度设定（例如 600℃）T3 之间的温度偏差（ $T2 - T3$ ）。

其结果，当排气温度 T2 超过排气温度设定 T3、上述温度偏差为正时，通过在 PI（比例·积分）控制器 39 中进行根据该温度偏差的比例·积分运算，求出对应上述先行 IGV 开度的修正值。而此时，在加法器 36 中，通过对从高值选择器 35 输出该修正值的 IGV 开度进行加法运算，反馈修正该先行 IGV 开度设定，该修正后的先行 IGV 开度，作为排气温度控制的 IGV 开度 A 输出到高值选择器 24（图 2）。而该排气温度控制的先行 IGV 开度设的反馈修正量，定为仅正侧（例如 +0~20%）的修正范围（即仅定为使 IGV6 的开度变大侧），在比先行 IGV 开度还使 IGV6 的开度变小侧，不进行修正。

接着，对压缩机冲击保护控制部 22 进行说明。通过事先研究，从燃气轮机 1 的热平衡，预先求出设想压缩机 4 的压力比为冲击限制极限的运

行的 IGV6 的开度负载图表，在图 4 所示的压缩机冲击保护控制部 22 中，根据该 IGV 开度负载图表设定先行 IGV 开度，且当运行中的压缩机 4 的压力比像要超过限制值时，自动反馈修正上述先行 IGV 开度，打开 IGV6（使开度变大）。如图 9 所示，由于具有若吸气量增加，则压缩机 4 的压力比也上升，而对冲击限制曲线的压力比的裕度增加这一特性。因此，当对冲击限制曲线的压力比的裕度增加时，使 IGV6 的开度变大，也可使吸气量增加。

若详述，则如图 4 所示，根据从吸气温度检测器 10 输入的压缩机入口吸气温度 T1，和从燃气轮机转速检测器 17 输入的燃气轮机转速 N，在函数发生器 41、42，加法器 43，减法器 44 及信号发生器 45 中，通过进行下式的运算，求出以燃气轮机转速 N 修正的吸气温度 T1 的修正吸气温度。而下述的 3600 (RPM) 是发动机频率 60Hz 时的燃气轮机转速，发动机频率 50Hz 时的燃气轮机转速为 3000 (RPM)。

$$\text{修正吸气温度} = (\text{吸气温度 } T1 + 273.15) \times (3600 / \text{燃气轮机转速 } N)^2 - 273.15$$

接着，在函数发生器 46 中，作为修正吸气温度的函数，设定修正系数。在乘法器 47 中，通过对从功率表 9 输入的发电机出力（燃气轮机出力）W 乘以在函数发生器 46 中设定的修正系数，求出吸气温度修正的发电机出力。对发电机出力进行吸气温度修正，是由于在吸气温度高时和低时，考虑空气密度不同，决定 IGV 开度。

在函数发生器 48 中，设定有关上述压缩机冲击保护的 IGV6 的开度负载图表的函数（例如如图 10 所示的 IGV 开度负载图表函数），根据该 IGV 开度负载图表的函数，求出对应由乘法器 47 吸气温度修正后的发电机出力的 IGV6 的开度，将其作为先行 IGV 开度设定。即，进行下式的运算，求出先行 IGV 开度。

$$\text{先行 IGV 开度} = FX (\text{发电机出力} \times FX (\text{修正吸气温度}))$$

其后，在加法器 49 中，若不进行反馈修正，则在函数发生器 48 中设定的先行 IGV 开度，作为压缩机冲击保护的 IGV 开度 B 输出到高值选择器 24。

另一方面，若由吸气压力检测器 11 反馈吸气压力（压缩机进口压力）

P1、由车室压力检测器 12 反馈车室压力（压缩机出口压力）P2，则在除法器 50 中，求出这些吸气压力 P1 和车室压力 P2 之比（ $P2/P1$ ）PR1，作为压缩机 4 的压力比。在减法器（偏差运算器）51 中，运算该压缩机 4 的压力比 PR1，和用于防止冲击的冲击压力比设定 PR2 之间的压力比偏差（ $PR1-PR2$ ）。

其结果，当压缩机 4 的压力比 PR1 超出冲击压力比设定 PR2、且上述压力比偏差为正时，通过在 PI（比例·积分）控制器 52 中进行根据该压力比偏差的比例·积分运算，求出对应上述先行 IGV 开度的修正值。而此  
10 时，在加法器 49 中，该修正值通过对由函数发生器 48 输出的先行 IGV 开度进行加法运算，反馈修正该先行 IGV 开度设定，该修正后的先行 IGV 开度作为压缩机冲击保护控制的 IGV 开度 A，输出到高值选择器 24（图 2）。而该压缩机冲击保护控制的先行 IGV 开度设的反馈修正量，定为仅正侧（例如 +0~20%）的修正范围（即仅定为使 IGV6 的开度变大侧），在比先行 IGV6 的开度还使 IGV 开度变小侧，不进行反馈修正。

15 冲击压力比设定 PR2 根据 IGV 开度指令 D 设定。即，在图 4 例中，根据由 IGV 控制装置 8 输出的 IGV 开度指令 D，和由加法器 44 输出的修正吸气温度，通过在函数发生器 53、54、55，加法器 56 及减法器 57 中，进行下式运算，求出冲击压力比设定 PR2。而冲击压力比设定为对应冲击限制曲线，具有适度（例如冲击限制值的 20%）的裕度值。

20 冲击压力比设定 =  $FX(\text{IGV 开度指令}) - FX(\text{IGV 开度指令}) \times FX(\text{修正吸气温度})$

在函数发生器 54 中，设定表示 IGV 开度指令和冲击压力比之间的关系的函数，根据该函数，求出对应 IGV 开度指令 D 的冲击压力比。在函数发生器 53 中，设定表示吸气量温度和加权系数之间的关系的函数，根据  
25 该函数，求出对应修正吸气温度的加权系数。该加权系数当如夏季吸气温度高时，为了降低冲击压力比设定取小的值，如冬季吸气温度低时，为了提高冲击压力比设定取大的值。在乘法器 56 中，对由函数发生器 54 求出的冲击压力比乘以由函数发生器 53 求出的加权系数。其结果，设定考虑吸气温度的冲击压力比。图 11 示出了对应将吸气温度 10℃、15℃、20℃  
30 的加权系数分别设为 0.9、1.0、1.1 时的 IGV 开度指令的冲击压力比的例。

并且，在图示例中，具有函数发生器 55，在此，通过设定微调整用的修正函数，求出对应 IGV 开度指令 D 的冲击压力比的微调整量，也可以进行将该冲击压力比微调整量和由乘法器 56 得到的冲击压力比之间的减法运算的结果，作为压力比设定。例如，IGV 开度指令和冲击压力比之间的关系（函数）不是如图 11 实线所示的单纯的直线，在如图 11 点划线所示，在中间应改变斜率的情况下，也可将图 12 所示的 IGV 开度指令和冲击压力比调整量之间的函数设定到函数发生器 55。

下面，对排气压力保护控制部 23 进行说明。根据事先研究，从吸气温度预先求出设想运行中的排气压力为燃气轮机背压限制极限的 IGV6 的开度负载图表，在图 5 中所示的排气压力保护控制部 23，根据该 IGV 开度负载图表，设定先行 IGV 开度，且当运行中的排气压力像要超过限制值时，自动反馈修正上述先行 IGV 开度，并关闭 IGV6（使开度变小）。如图 13 所示，由于具有若吸气量增加，则排气压力上升这一特性，当使排气压力降低时，可使吸气量减少。

若详述，则如图 5 所示，在函数发生器 61 中，作为从吸气温度检测器 10 输入的压缩机进口吸气温度 T1 的函数，设定修正系数。在乘法器 62 中，通过对从功率表 9 输入的发电机出力（燃气轮机出力）N 乘以由函数发生器 61 设定的修正系数，求出吸气温度修正的发电机出力。对发电机出力进行吸气温度修正，是由于在吸气温度高时和低时，考虑空气密度不同，而决定 IGV 开度。

在函数发生器 63 中，设定表示与上述排气压力保护控制有关的 IGV6 开度负载图表的函数（例如如图 14 所例示的 IGV 开度负载图表函数），根据该 IGV 开度负载图表的函数，求出对应由乘法器 62 进行吸气温度修正后的发电机出力的 IGV6 的开度，将其作为先行 IGV 开度设定。其后，在加法器 64 中，若不进行反馈修正，则由函数发生器 63 设定的先行 IGV 开度作为排气压力保护控制的 IGV 开度 C 输出到高值选择器 24（图 2）。

另一方面，若由排气压力检测器 16 反馈排气压力 P3，则在减法器（偏差运算器）65 中，计算该排气压力 P3，和由未图示的排气压力设定器设定的排气压力设定（上限设定）P4 之间的压力偏差（ $P4 - P3$ ）。

其结果，当排气压力 P3 超过排气压力设定 P4、上述压力偏差为负时，

通过由 PI（比例·积分）控制器 66 进行根据该温度偏差的比例·积分运算，求出对应上述先行 IGV 开度的负的修正值。而此时，在加法器 64 中，通过对由函数发生器 63 输出该负的修正值的先行 IGV 开度进行加法运算（即通过从先行 IGV 开度减去修正值），反馈修正该先行 IGV 开度设定，  
5 该所修正的先行 IGV 开度，作为排气压力保护控制的 IGV 开度 A 输出到高值选择器 24（图 2）。而该排气压力保护控制的先行 IGV 开度设的反馈修正量，定为仅负侧的修正范围（即仅定为使 IGV6 的开度变小侧），在比先行 IGV 开度还使 IGV6 的开度变大侧，不进行修正。

如上所述，由本实施方式例 1 的燃气轮机 IGV 控制装置 8，由于根据：  
10 由排气温度控制部 21，排气温度不超过限制值那样设定的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部 22，压缩机 4 的压力比不超过压缩机 4 的冲击压力比（冲击限制曲线）那样设定的 IGV 开度 B；和由排气压力保护控制部 23，排气压力不超过限制值那样设定的 IGV 开度 C，这些来设定 IGV 开度指令 D，故可进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的 IGV  
15 开度控制。因此，故可降低紧急停止等保护功能动作的可能性，以连续运行燃气轮机（提高运行率）。

而尤其在本实施方式例 1 的燃气轮机的 IGV 控制装置 8 中，由于选择 IGV 开度 A 和 IGV 开度 B 当中的高值，且选择该高值选择值和 IGV 开度 C 当中的低值，通过将该低值选择值作为 IGV 开度指令 D 设定，可进行  
20 燃气轮机背压高回避优先的 IGV 开度控制，故可更可靠地防止由排气压力高（燃气轮机背压高）而引起的燃气轮机 1 的紧急停止，以连续运行燃气轮机 1（提高运行率）。

再者，第 1 进口导叶开度设定机构、第 2 进口导叶开度设定机构及第 3 进口导叶开度设定机构的构成，不一定限于如上所述的排气温度控制部  
25 21、压缩机冲击保护控制部 22 及排气压力保护控制部 23 的构成。第 1 进口导叶开度设定机构可设定从燃气轮机本体排出的排气温度不超过限制值那样的第 1 进口导叶开度；第 2 进口导叶开度设定机构可设定压缩机的压力比不超过压缩机的冲击压力比那样的第 2 进口导叶开度；第 3 进口导叶开度设定机构可设定从燃气轮机本体排出的排气压力不超过限制值那  
30 样的第 3 进口导叶开度。

### 〈实施方式 2〉

图 15 是表示涉及本发明实施方式 2 的燃气轮机的 IGV 控制装置的全体构成框图。在图 15 中，与图 2 同样的部分赋予相同符号。与上述实施方式例 1 的燃气轮机的 IGV 控制装置 8 为“燃气轮机背压高回避优先模式”的构成相对应，在本实施方式 2 的燃气轮机的 IGV 控制装置 78 中，为“压缩机冲击回避优先模式”构成。以下，对该点进行说明。对其他构成，由于与上述实施方式 1 相同，故在此省略说明（参照图 1~图 5）。

如图 15 所示，本实施方式 2 的 IGV 控制装置 78，具有：作为第 1 进口导叶开度设定机构的排气温度控制部 21；和作为第 2 进口导叶开度设定机构的压缩机冲击保护控制部 22；和作为第 3 进口导叶开度设定机构的排气压力保护控制部 23。

而在 IGV 控制装置 78 中，根据：由排气温度控制部 21，作为从燃气轮机本体 2 排出的排气的温度不超过限制值那样设定的第 1 进口导叶开度的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部 22，作为压缩机 4 的压力比（压缩机 4 的进口压力和出口吸气压力的压力比）不超过压缩机 4 的冲击压力比（冲击限制曲线）那样设定的第 2 进口导叶开度的 IGV 开度 B；和由排气压力保护控制部 23，作为从燃气轮机本体 2 排出的排气的压力不超过限制值那样设定的第 3 进口导叶开度的 IGV 开度 C，这些来设定压缩机冲击回避优先的进口导叶开度指令 D，由该进口导叶开度指令 D，进行 IGV6 的开度控制（调节器 7 的驱动控制）。

具体为，首先，在低值选择器 25 中，选择由排气温度控制部 21 设定的 IGV 开度 A，和由排气压力保护控制部 23 设定的 IGV 开度 C 当中的低值（任一小的一方的开度）。其后，在高值选择器 24 中，选择低值选择器 25 的低值选择值（IGV 开度 A 或 IGV 开度 C），和在压缩机冲击保护控制部 22 中设定的第 2 进口导叶开度 B 之间高值（任一大的一方的开度），将其输出到切换器 26。而将该高值选择器 24 中的高值选择值（IGV 开度 A，IGV 开度 B 或 IGV 开度 C）作为进口导叶开度指令 D。即，IGV 控制装置 78 为将压缩机冲击保护的 IGV 开度 B 作为最优先的“压缩机冲击回避优先模式”的构成。

如上所述，即使在本实施方式 2 的燃气轮机负荷控制装置 78 中，由

于也可根据：由排气温度控制部 21，排气的温度不超过限制值那样设定的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部 22，压缩机 4 的压力比不超过压缩机 4 的冲击压力比（冲击限制曲线）那样设定的 IGV 开度 B；和由排气压力保护控制部 23，排气压力不超过限制值那样设定的 IGV 开度 C，来  
5 设定 IGV 开度指令 D，故可进行考虑排气温度和压缩机压力比和排气压力的 IGV 开度控制，降低紧急停止等保护功能动作的可能性，以连续运行燃气轮机（提高运行率）。

而尤其在本实施方式例 2 的燃气轮机的 IGV 控制装置 78 中，由于选择 IGV 开度 A 和 IGV 开度 C 当中的低值，选择该低值选择值和 IGV 开度  
10 B 当中的高值，通过将该高值选择值作为 IGV 开度指令 D 设定，可进行压缩机冲击回避优先的 IGV 开度控制，故可更可靠地回避压缩机冲击。

### 〈实施方式 3〉

图 16 是表示涉及本发明实施方式 3 的燃气轮机的 IGV 控制装置全体构成的框图。在图 16 中，与图 2、图 15 同样的部分赋予相同符号。与上述  
15 上述实施方式 1 的燃气轮机的 IGV 控制装置 8 为“燃气轮机背压高回避优先模式”、上述实施方式 2 的燃气轮机的 IGV 控制装置 78 为“压缩机冲击回避优先模式”的构成相对应，在本实施方式 3 的燃气轮机的 IGV 控制装置 88 中，为可切换“燃气轮机背压高回避优先模式”和“压缩机冲击回避优先模式”构成。以下，对该点进行说明。对其他构成，由于与上述  
20 实施方式 1、2 相同，故在此省略说明（参照图 1~图 5、图 15）。

如图 16 所示，本实施方式 3 的 IGV 控制装置 88，具有：作为第 1 进口导叶开度设定机构的排气温度控制部 21；和作为第 2 进口导叶开度设定机构的压缩机冲击保护控制部 22；和作为第 3 进口导叶开度设定机构的排气压力保护控制部 23。

而在 IGV 控制装置 88 中，根据：由排气温度控制部 21，作为从燃气轮机本体 2 排出的排气的温度不超过限制值那样设定的第 1 进口导叶开度的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部 22，作为压缩机 4 的压力比（压缩机 4 的进口压力和出口吸气压力的压力比）不超过压缩机 4 的冲击压力比（冲击限制曲线）那样设定的第 2 进口导叶开度的 IGV 开度 B；和  
30 由排气压力保护控制部 23，作为从燃气轮机本体 2 排出的排气的压力不超

过限制值那样设定的第3进口导叶开度的IGV开度C,来设定燃气轮机背压高回避优先或压缩机冲击回避优先的进口导叶开度指令D,由该进口导叶开度指令D,进行IGV6的开度控制(调节器7的驱动控制)。

具体为,在“燃气轮机背压高回避优先模式”的情况下,首先,在高值选择器24中,选择由排气温度控制部21设定的IGV开度A,和由压缩机冲击保护控制部22设定的第2进口导叶开度B当中的高值(任一大的一方的开度)。其后,在低值选择器25中,选择高值选择器24的高值选择值(IGV开度A或IGV开度B),和由排气压力保护控制部23设定的IGV开度C当中的低值(任一小的一方的开度)。而将该低值选择器25中的低值选择值(IGV开度A,IGV开度B或IGV开度C)作为进口导叶开度指令D。即,在此,为将排气压力保护控制的IGV开度C作为最优先的“燃气轮机背压高回避优先模式”的构成。

另一方面,在“压缩机冲击回避优先模式”的情况下,首先,在低值选择器81中,选择由排气温度控制部21设定的IGV开度A,和由排气压力保护控制部23设定的IGV开度C当中的低值(任一小的一方的开度)。其后,在高值选择器82中,选择低值选择器81的低值选择值(IGV开度A或IGV开度C),和由压缩机冲击保护控制部22设定的第2进口导叶开度B当中高值(任一大的一方的开度)。而将该高值选择器82的高值选择值(IGV开度A,IGV开度B或IGV开度C)作为进口导叶开度指令D。即,在此,为将压缩机冲击保护控制的IGV开度B作为最优先的“压缩机冲击回避优先模式”的构成。

而在作为模式切换机构的切换器83中,当从未图示的模式切换器输入模式切换信号G时,将输出到切换器26的输出信号(即用于设定IGV开度指令D的输出信号),从低值选择器25的输出信号(由低值选择器25选择的IGV开度A、IGV开度B或IGV开度C)切换到高值选择器82的输出信号(在高值选择器82中选择的IGV开度A、IGV开度B或IGV开度C),或从高值选择器82的输出信号,切换到低值选择器25的输出信号。即,在切换器83中,根据模式切换信号G,进行从“燃气轮机背压高回避优先模式”切换到“压缩机冲击回避优先模式”,或从“压缩机冲击回避优先模式”切换到燃气轮机背压高回避优先模式”。而模式切换

器是由操作员的操作输出模式切换信号 G 的手动设备，但不限于于此，根据所定条件也可为自动输出模式切换信号 G。

如上所述，即使在本实施方式例 3 的燃气轮机负荷控制装置 88 中，由于也可根据：由排气温度控制部 21，排气的温度不超过限制值那样设定的 IGV 开度 A；和由压缩机冲击保护控制部 22，压缩机 4 的压力比不超过压缩机 4 的冲击压力比（冲击限制曲线）那样设定的 IGV 开度 B；和由排气压力保护控制部 23，排气压力不超过限制值那样设定的 IGV 开度 C，设定 IGV 开度指令 D，故可进行考虑排气温度和压缩机的压力比和排气压力的 IGV 开度控制，降低紧急停止等保护功能动作的可能性，以连续运行燃气轮机（提高运行率）。

而尤其在本实施方式例 3 的燃气轮机的负荷控制装置 88 中，由于具有进行：在选择 IGV 开度 A 和 IGV 开度 B 当中的高值，且选择该高值选择值和 IGV 开度 C 当中的低值，将该低值选择值作为 IGV 开度指令 D 设定的“燃气轮机背压高回避优先模式”；和选择 IGV 开度 A 和 IGV 开度 C 当中的低值，选择该低值选择值和 IGV 开度 B 当中的高值，将该高值选择值作为 IGV 开度指令 D 设定的“压缩机冲击回避优先模式”中间切换的切换器 83，故可根据燃气轮机 1 的运行状况等，任意选择燃气轮机背压高回避优先的 IGV 开度控制，和压缩机冲击回避优先的 IGV 开度控制。

## 20 产业上利用的可能性

本发明是有关燃气轮机的 IGV 控制装置，例如从燃气轮机的连续运行和设备保护等观点，对应用于进行更适当的 IGV 开度控制的情况是有用的。

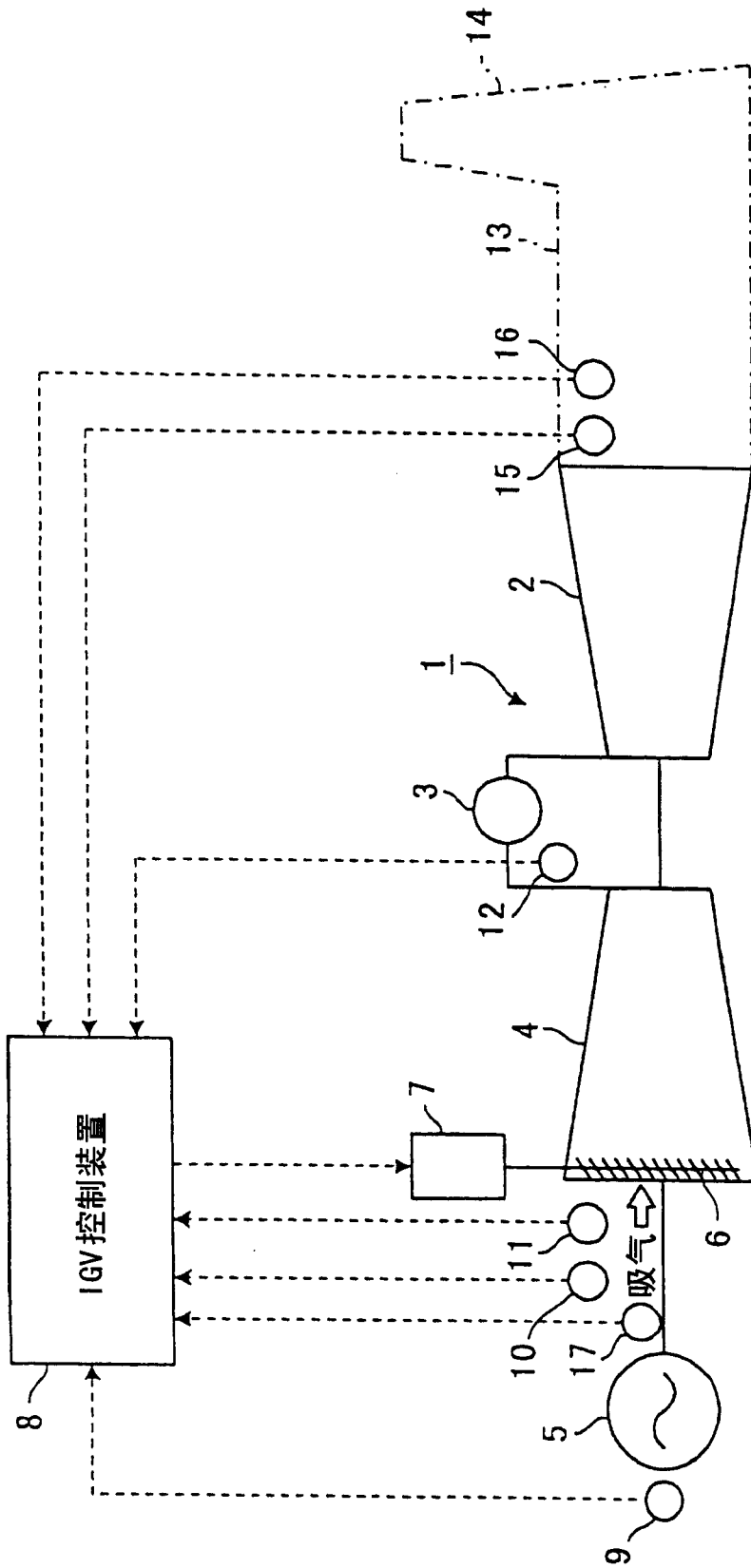


图 1

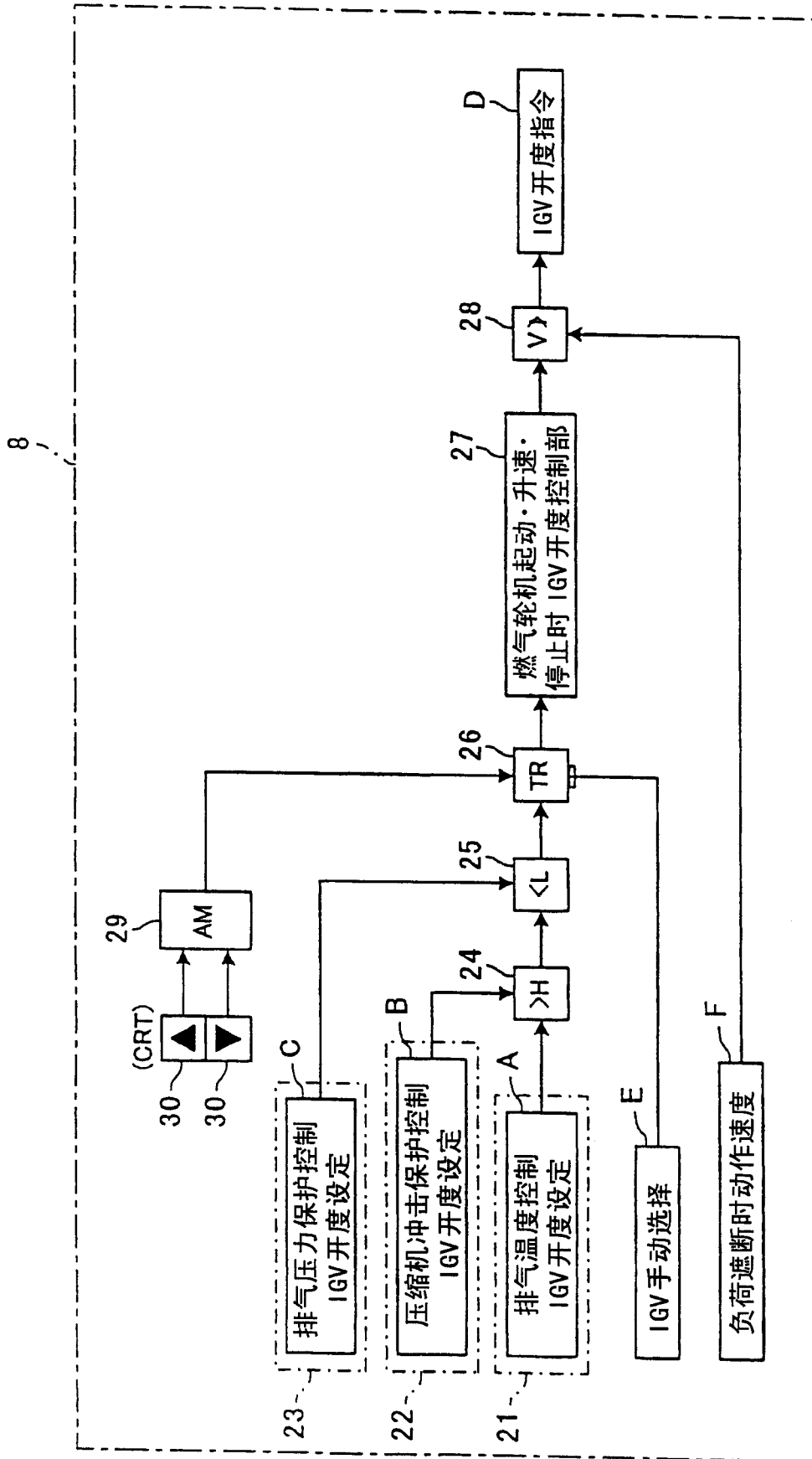


图 2



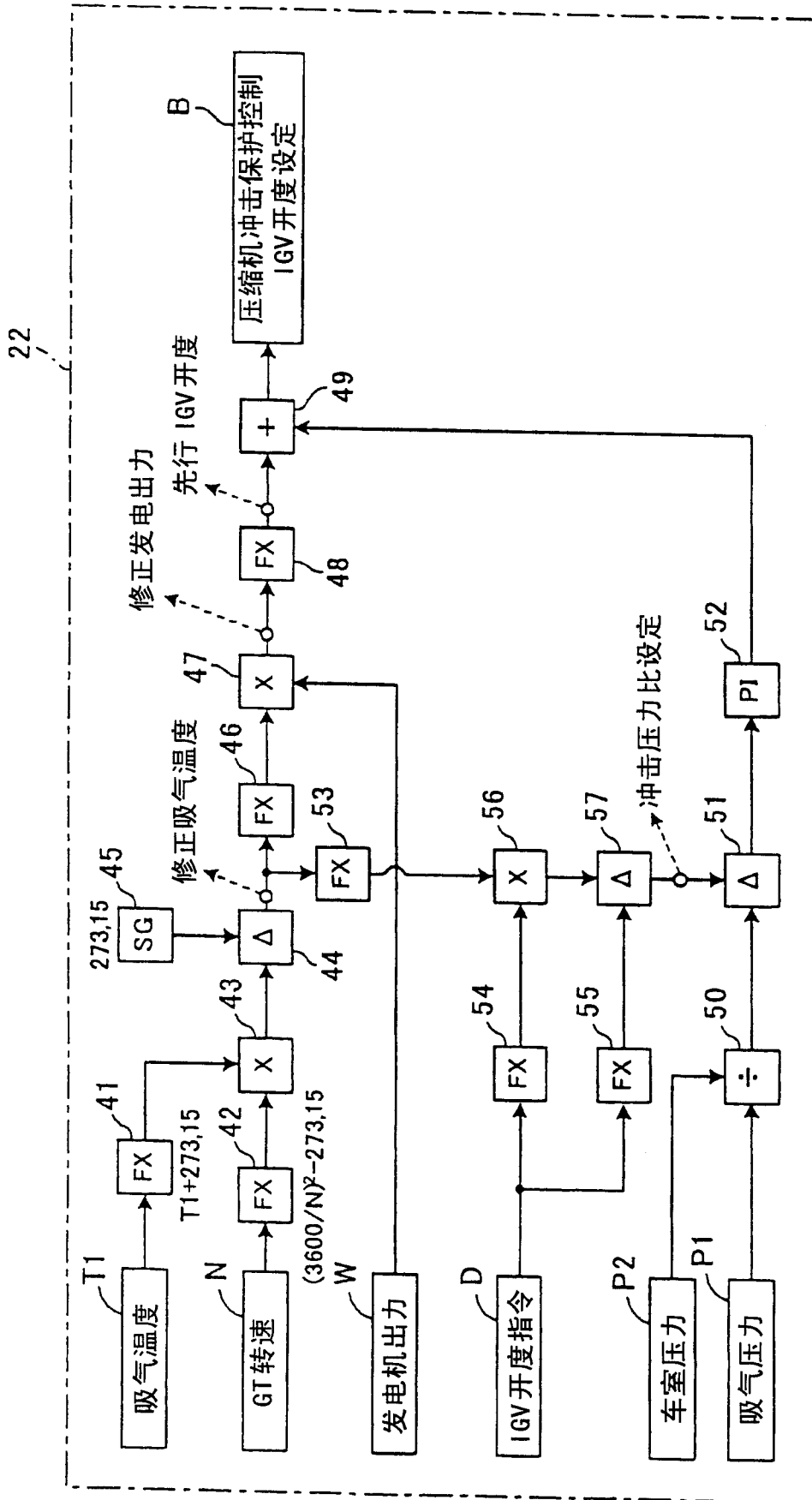


图 4

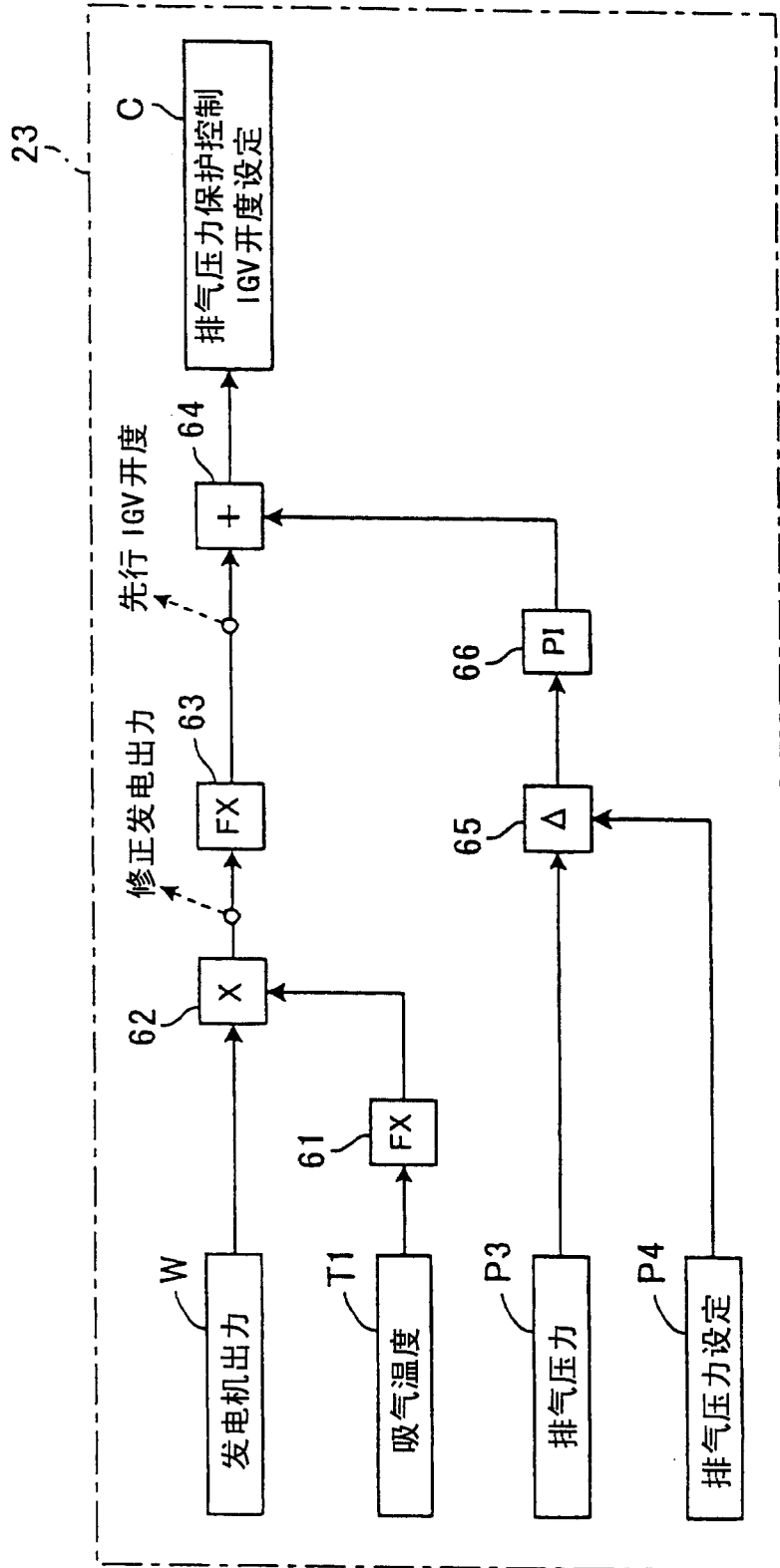


图 5

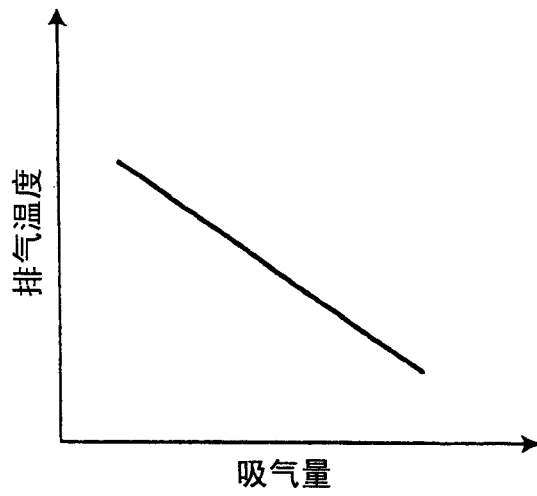


图 6

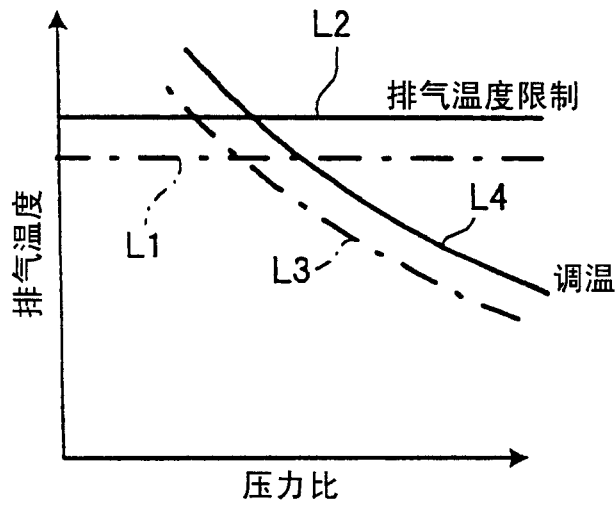


图 7

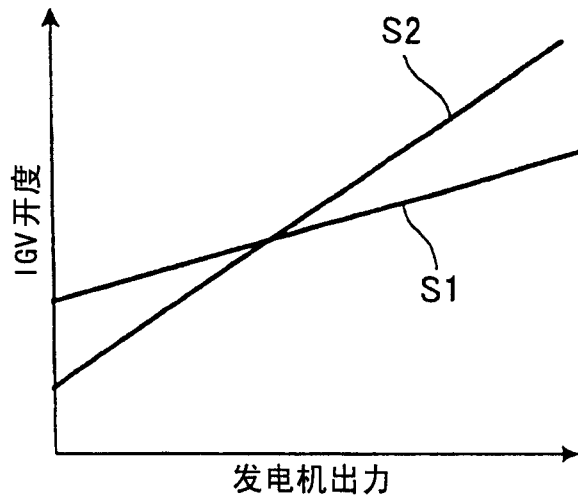


图 8

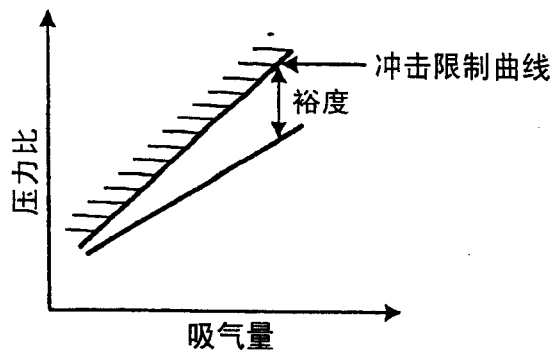


图 9

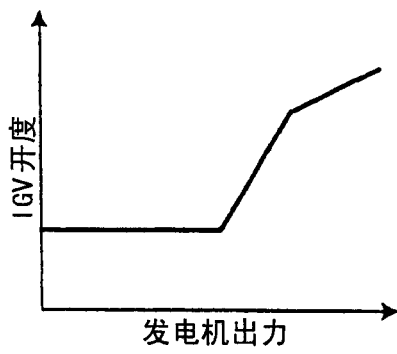


图 10

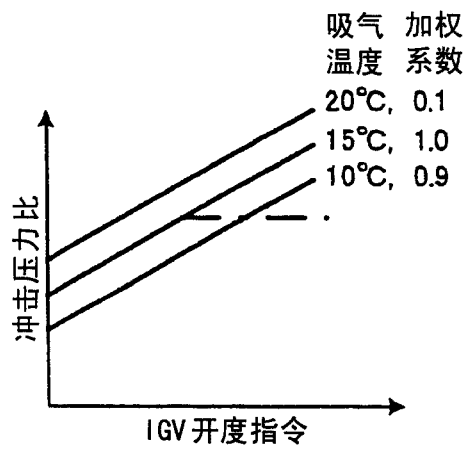


图 11

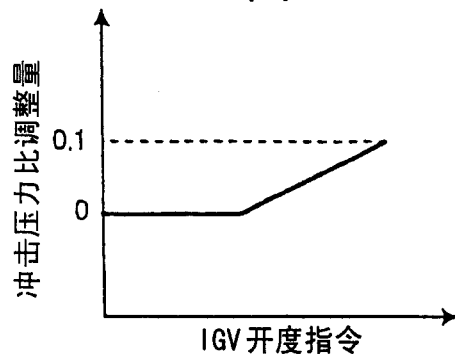


图 12

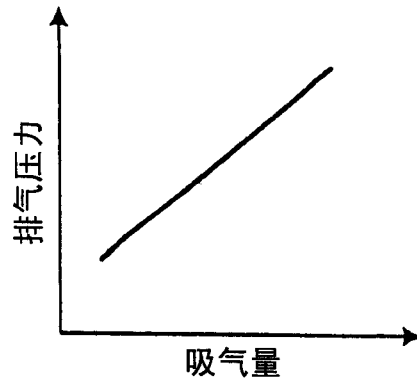


图 13

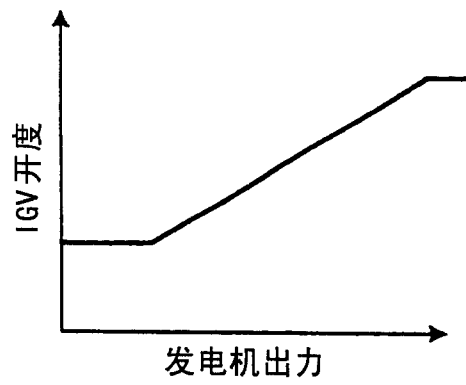


图 14

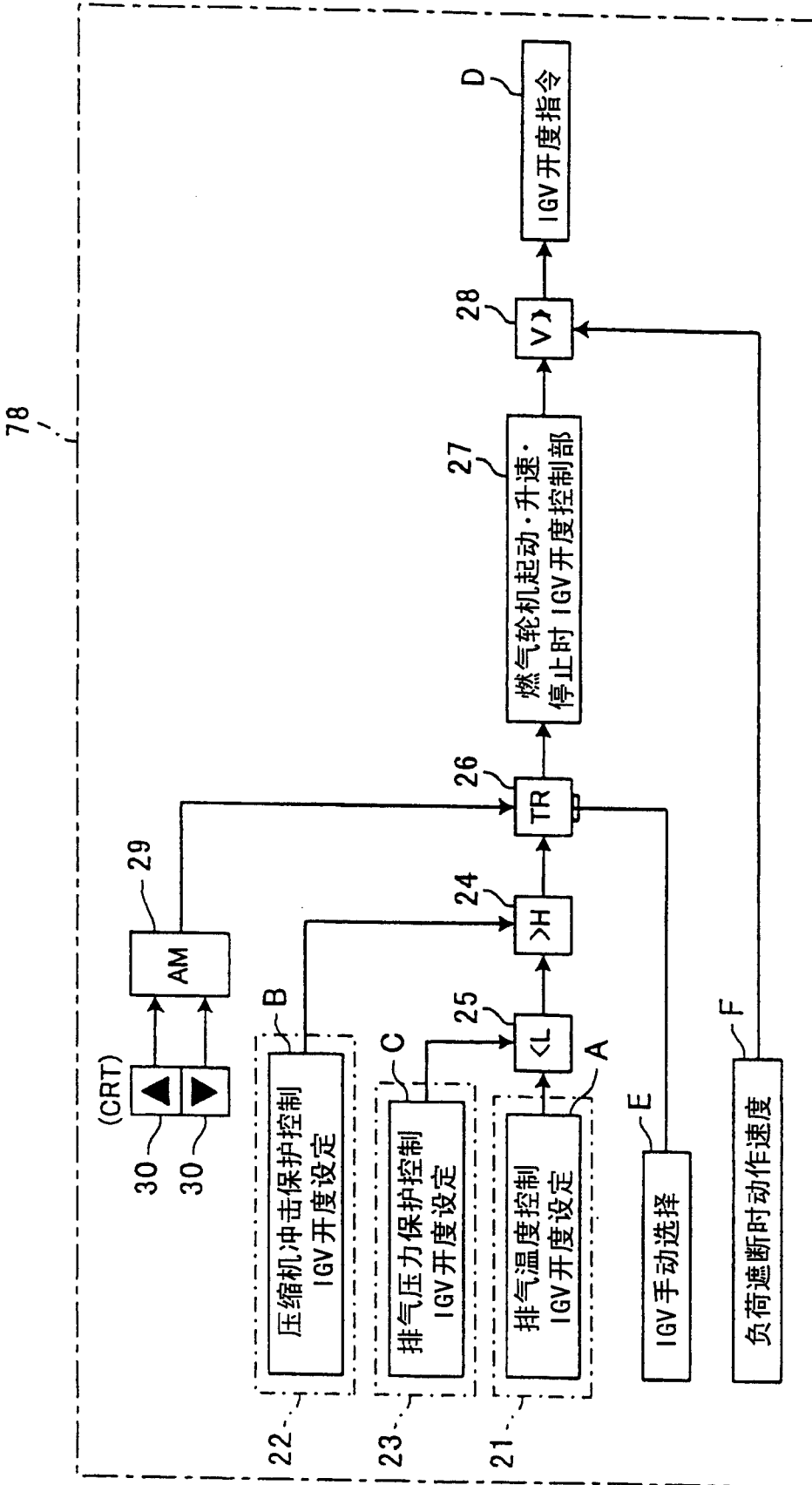


图 15

88

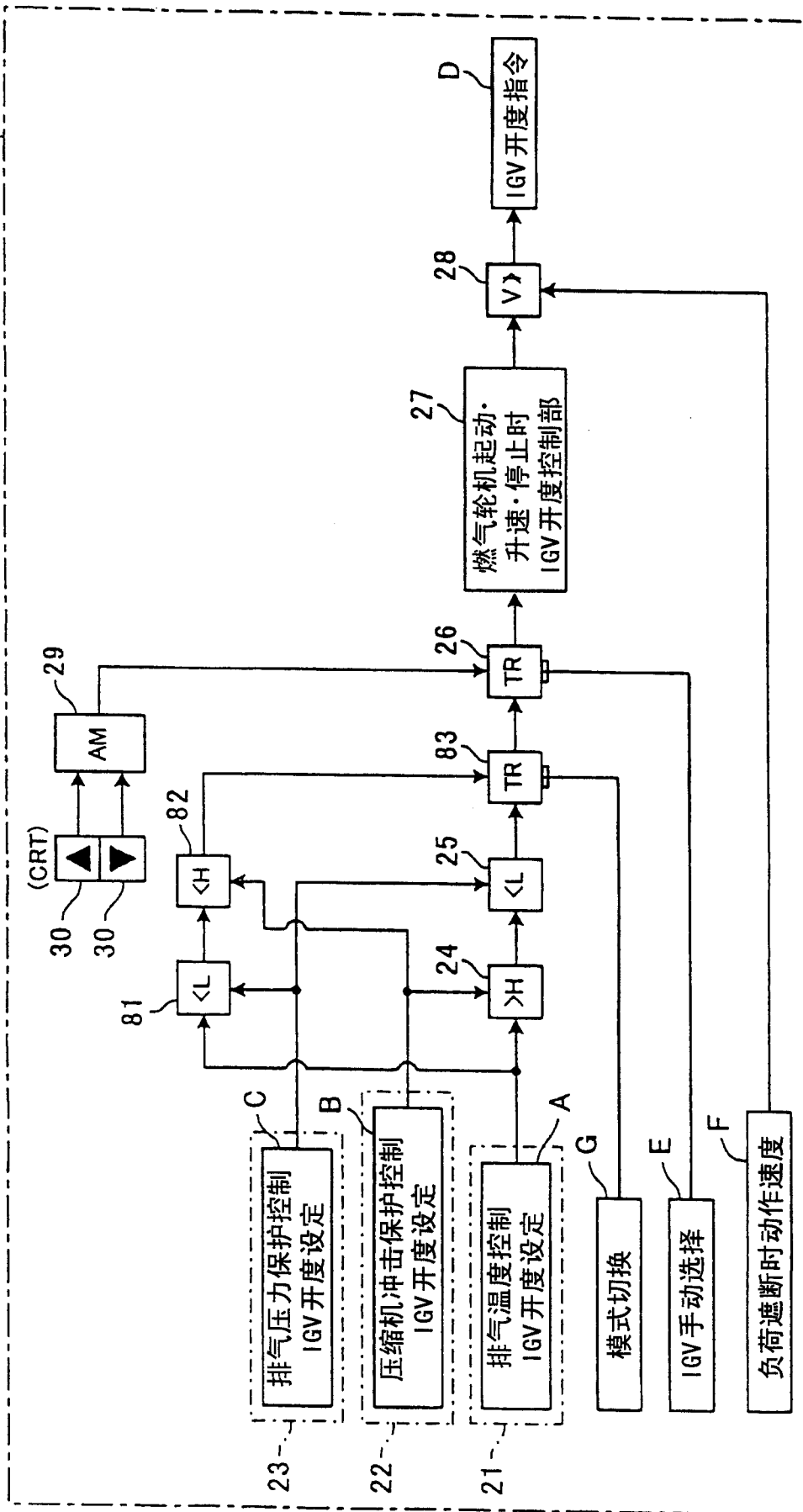


图 16