

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02C 9/28 (2006.01)

F23R 3/28 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610008636.6

[43] 公开日 2007年3月21日

[11] 公开号 CN 1932265A

[22] 申请日 2006.2.20

[21] 申请号 200610008636.6

[30] 优先权

[32] 2005.9.14 [33] JP [31] 266357/05

[71] 申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 藤井健太郎 外山浩三

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 杨 梧

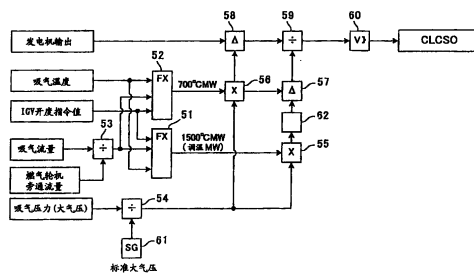
权利要求书 2 页 说明书 38 页 附图 28 页

[54] 发明名称

燃气轮机的燃烧控制装置

[57] 摘要

一种燃气轮机燃烧控制装置，其计算与燃气轮机入口燃烧气体温度成正比例的燃烧负载指令值 (CLCSO)，并能按照本来的思想根据燃烧气体温度来进行辅助比等的燃料比率和燃烧器旁通阀开度的控制。燃气轮机燃烧控制装置的结构如下，其根据 IGV 开度和进气温度和大气压比来计算 700°C MW 和 1500°C MW，根据这些和发电机输出的实测值并通过直线插补把燃气轮机入口燃烧气体温度计算出无量纲化的 CLCSO，根据由 CLCSO 决定的各燃料的比率 (辅助比、顶环比、主比) 来控制辅助燃料流量调节阀 (19)、顶环燃料流量调节阀 (21) 和主燃料流量调节阀 (17) 的开度，这样来控制向各燃料喷嘴 (辅助喷嘴 (25)、顶环喷嘴 (27) 和主喷嘴 (26)) 的燃料供给量。



1、一种燃气轮机的燃烧控制装置，其装备在燃气轮机中，该燃气轮机包括有：燃气轮机本体、具有多种燃料喷嘴的燃烧器、具备入口导向翼的压缩机、分别调整向所述多种燃料喷嘴的燃料供给量的多个燃料流量调节阀，通过控制所述燃料流量调节阀的开度来控制向所述多种燃料喷嘴的燃料供给量，其特征在于，包括有：

第一燃气轮机输出计算装置，其根据所述压缩机的进气温度和所述入口导向翼的开度，来计算与第一燃气轮机入口燃烧气体温度对应的第一燃气轮机输出；

第二燃气轮机输出计算装置，其根据所述压缩机的进气温度和所述入口导向翼的开度，计算与比所述第一燃气轮机入口燃烧气体温度高温的第二燃气轮机入口燃烧气体温度对应的第二燃气轮机输出；

燃烧负载指令计算装置，其根据所述第一燃气轮机输出计算装置计算的所述第一燃气轮机输出、所述第二燃气轮机输出计算装置计算的所述第二燃气轮机输出和所述燃气轮机的输出，通过直线插补把燃气轮机入口燃烧气体温度计算出无量纲化的燃烧负载指令值，

根据由该燃烧负载指令计算装置计算出的所述燃烧负载指令值，决定分别向所述多种燃料喷嘴供给的燃料的比率，通过根据这些燃料的比率来控制所述燃料流量调节阀的开度，控制向所述多种燃料喷嘴的燃料供给量。

2、如权利要求1所述的燃气轮机的燃烧控制装置，其特征在于，

在所述燃气轮机上装备了燃烧器旁通阀，其调整压缩空气相对于所述燃烧器的旁通量，

根据所述燃烧负载指令计算装置计算的所述燃烧负载指令值，通过控制所述燃烧器旁通阀的开度调整所述压缩空气的旁通量。

3、如权利要求1或2所述的燃气轮机的燃烧控制装置，其特征在于，

所述燃气轮机具有燃气轮机旁通装置，其把压缩空气相对于所述燃烧器和所述燃气轮机本体进行旁通，

在所述第一燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述压缩机的全压缩空气量与由所述燃气轮机旁通装置产生的燃气轮机旁通流量的比即燃气轮机旁通比，计算所述第一燃

气轮机输出，

在所述第二燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述燃气轮机旁通比，计算所述第二燃气轮机输出。

4、如权利要求 1、2 或 3 所述的燃气轮机的燃烧控制装置，其特征在于，

在所述第一燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述压缩机的进气压力与标准大气压的比即大气压比，计算所述第一燃气轮机输出，或者，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度、所述燃气轮机旁通比和所述大气压比来计算所述第一燃气轮机输出，

在所述第二燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述大气压比，计算所述第二燃气轮机输出，或者，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度、所述燃气轮机旁通比和所述大气压比来计算所述第二燃气轮机输出。

5、如权利要求 1、2、3 或 4 所述的燃气轮机的燃烧控制装置，其特征在于，

其具备进气温度校正装置，其根据所述压缩机的进气温度来校正所述燃料的比率。

6、如权利要求 5 所述的燃气轮机的燃烧控制装置，其特征在于，

所述进气温度校正装置根据所述燃烧负载指令值调整进气温度校正量。

7、如权利要求 1、2、3、4、5 或 6 所述的燃气轮机的燃烧控制装置，其特征在于，

所述第二燃气轮机输出计算装置计算与所述第二燃气轮机入口燃烧气体温度即最高燃烧气体温度对应的第二燃气轮机输出，

该燃烧控制装置具备学习装置，其在根据从所述燃气轮机本体排出的排气温度与所述压缩机的压力比判断出燃气轮机入口燃烧气体温度达到了所述最高燃烧气体温度后，把由所述第二燃气轮机输出计算装置计算的所述第一燃气轮机输出与所述燃气轮机输出进行比较并且进行校正，以使所述第一燃气轮机输出与所述燃气轮机输出一致。

燃气轮机的燃烧控制装置

技术领域

本发明涉及燃气轮机的燃烧控制装置。

背景技术

在具有燃气轮机本体、燃烧器、具备入口导向翼(Inlet Guide Vane: IGV)的压缩机、调整向所述燃烧器的燃料喷嘴的燃料供给量的燃料流量调节阀的燃气轮机中,装备有通过控制所述燃料流量调节阀的开度来控制所述燃料喷嘴燃料供给量的燃气轮机燃烧控制装置和进行IGV开度控制的IGV控制装置等。

所述燃烧器具有多种燃料喷嘴即以谋求高负载时降低 NO_x 和低负载时燃烧稳定性等为目的,而具备预混合燃烧用主喷嘴和扩散燃烧用的辅助喷嘴,而且有的还进一步以谋求 NO_x 降低等为目的而预混合燃烧用的顶环(トップハット)喷嘴。

图39是表示以往燃气轮机燃烧控制装置中处理流程概要的方块图。如图39所示,在以往的燃气轮机燃烧控制装置中,根据从管理多个发电设备发电机输出的中央供电中心送出的发电机输出指令值,首先设定CSO(阀开度指令值)。然后根据:该CSO、为了得到规定的辅助比而设定的CSO与PLCSO(辅助燃料流量调节阀开度指令值)的函数FX1、为了得到规定的辅助比而设定的CSO与THCSO(顶环燃料流量调节阀开度指令值)的函数FX2和MACSO(主燃料流量调节阀开度指令值)的计算式($\text{MACSO}=\text{CSO}-\text{PLCSO}-\text{THCSO}$),求出PLCSO、THCSO和MACSO,通过据这些阀开度指令值分别控制主燃料流量调节阀的开度、辅助燃料流量调节阀的开度和顶环燃料流量调节阀的开度,控制向主喷嘴的燃料供给量、向辅助喷嘴的燃料供给量和向顶环喷嘴的燃料供给量,并且进行控制以使发电机输出与发电机输出指令值一致。这时,在燃气轮机燃烧控制装置中,若发电机输出实测值与发电机输出指令值不一致,则根据它们的偏差调整CSO以使它们一致。

在装备有用于调整压缩空气相对于燃烧器的旁通量的燃烧器旁通阀的情况下，如图 40 所示那样，在以往的燃气轮机燃烧控制装置中，根据发电机输出（燃气轮机输出）MW 与机室压力 Pcs 函数 FX (Pcs) 的比 (MW / FX (Pcs)) 与 BYCSO (燃烧器旁通阀开度指令值) 的函数 (BYCSO= FX (MW / Pcs))、发电机输出（燃气轮机输出）实测值 MW 与机室压力实测值 Pcs 函数 FX (Pcs) 的比 (MW / FX (Pcs)) 求出 BYCSO，并通过根据该 BYCSO 来控制燃烧器旁通阀的开度，控制压缩空气的旁通量。即，这时是通过进行上述两种控制（燃料流量调节阀开度控制和燃烧器旁通阀开度控制）来控制燃气轮机燃烧状态的。

在现有技术文献中，即下面的专利文献 1 中公开了辅助比自动调整装置，专利文献 2 中公开了燃气轮机燃料供给装置，专利文献 3 中公开了燃烧控制装置。

专利文献 1: 特开平 11-22490 号公报

专利文献 2: 特开平 8-178290 号公报

专利文献 3: 特开平 6-147484 号公报

在上述以往的燃气轮机燃烧控制装置中，是从 CSO (阀开度指令值) 直接求出各燃料流量调节阀的开度指令值 (PLCSO、THCSO、MACSO)。即作为 CSO (阀开度指令值) 的函数来控制辅助比和顶环比等。且燃烧器旁通阀开度是作为发电机输出（燃气轮机输出）MW 与机室压力 Pcs 函数 FX (Pcs) 的比 (MW / FX (Pcs)) 的函数来控制的。因此，以往的燃气轮机燃烧控制装置有下面的问题点。

(1) 即使燃气轮机入口燃烧气体温度是一定的运转状态，由于进气温度（大气温度）变化则进气密度就变化，所以 CSO 和 MW / FX (Pcs) 就变化，辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度等也变化。例如如图 41 所例示的对于进气温度变化的燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与 CSO 的关系那样，当进气温度变化，则燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与 CSO 的关系就变化。若 CSO 变化则 PLCSO 和 THCSO 等也变化，辅助比和顶环比等也就变化。

(2) 即使燃气轮机入口燃烧气体温度是一定的运转状态，由于若燃料气体温度变化则燃料气体的密度就变化，所以 CSO 变化，辅助比和顶环比等也就变化。例如如图 42 所例示的对于燃料气体温度变化的燃气轮机入口

燃烧气体温度 TIT 与 CSO 的关系那样，当燃料气体温度变化则燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与 CSO 的关系就变化。若 CSO 变化则 PLCSO 和 THCSO 等也变化，辅助比和顶环比等也就变化。

(3) 即使燃气轮机入口燃烧气体温度是一定的运转状态，若由压缩机能力的降低等而燃气轮机性能恶化时，则 CSO 和 MW / FX (Pcs) 就变化，辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度等也就变化。

(4) 即使燃气轮机入口燃烧气体温度是一定的运转状态，若燃料气体的性状（燃料气体的发热量）变化，则 CSO 变化，辅助比、顶环比等也就变化。例如如图 43 所例示的对于燃料气体发热量变化的燃气轮机输出（发电机输出）与 CSO 的关系那样，当燃料气体的发热量变化则发电机输出（燃气轮机输出）与 CSO 的关系就变化。若 CSO 变化则 PLCSO 和 THCSO 等也变化，辅助比和顶环比等也就变化。

(5) 且辅助比等和 BYCSO，其控制参数不同。

即本来辅助比、顶环比、主比和燃烧器旁通阀开度都是希望根据燃气轮机入口燃烧气体温度进行控制，但在上述以往的燃气轮机燃烧控制装置中，并没有根据燃气轮机入口燃烧气体温度进行控制，所以产生了上述的问题。但燃气轮机入口燃烧气体温度是非常高的温度（例如最高燃烧气体温度是 1500℃），现状是能长时间测量该燃气轮机入口燃烧气体温度的温度计尚未得到，所以，不能根据燃气轮机入口燃烧气体温度的实测值来控制辅助比、顶环比、主比和燃烧器旁通阀开度。

发明内容

本发明鉴于上述情况而把提供一种燃气轮机燃烧控制装置作为课题，其计算与燃气轮机入口燃烧气体温度成正比例的燃烧负载指令值（CLCSO），并能按照本来的思想控制根据燃气轮机入口燃烧气体温度来进行辅助比等的燃料比率和燃烧器旁通阀开度。

解决所述课题第一发明的燃气轮机燃烧控制装置，其装备在的燃气轮机中，该燃气轮机包括有：燃气轮机本体、具有多种燃料喷嘴的燃烧器、具备入口导向翼的压缩机、分别调整向所述多种燃料喷嘴燃料供给量的多个燃料流量调节阀，其通过控制所述燃料流量调节阀的开度来控制向所述多种燃料喷嘴的燃料供给量，其特征在于，包括有：

第一燃气轮机输出计算装置，其根据所述压缩机的进气温度和所述入口导向翼的开度，来计算与第一燃气轮机入口燃烧气体温度对应的第一燃气轮机输出；

第二燃气轮机输出计算装置，其根据所述压缩机的进气温度和所述入口导向翼的开度，来计算与比所述第一燃气轮机入口燃烧气体温度高温的第二燃气轮机入口燃烧气体温度对应的第二燃气轮机输出；

燃烧负载指令计算装置，其根据所述第一燃气轮机输出计算装置计算的所述第一燃气轮机输出、所述第二燃气轮机输出计算装置计算的所述第二燃气轮机输出和所述燃气轮机的输出，通过直线插补把燃烧气体温度计算出无量纲化的燃烧负载指令值，

根据由该燃烧负载指令计算装置计算出的所述燃烧负载指令值，来决定分别向所述多种燃料喷嘴供给的燃料的比率，通过根据这些燃料的比率来控制所述燃料流量调节阀的开度来控制所述多种燃料喷嘴的燃料供给量。

第二发明的燃气轮机燃烧控制装置是在第一发明的燃气轮机燃烧控制装置中，

利用所述燃气轮机上装备了燃烧器旁通阀调整压缩空气相对于所述燃烧器的旁通量，

根据所述燃烧负载指令计算装置计算的所述燃烧负载指令值，通过控制所述燃烧器旁通阀的开度调整所述压缩空气的旁通量。

第三发明的燃气轮机燃烧控制装置是在第一或第二发明的燃气轮机燃烧控制装置中，

利用所述燃气轮机具有燃气轮机旁通装置把压缩空气相对于所述燃烧器和所述燃气轮机本体进行旁通，

在所述第一燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述压缩机的全压缩空气量与由所述燃气轮机旁通装置产生的燃气轮机旁通流量的比，即燃气轮机旁通比，计算所述第一燃气轮机输出，

在所述第二燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述燃气轮机旁通比，计算所述第二燃气轮机输出。

第四发明的燃气轮机燃烧控制装置是在第一、第二或第三发明的燃气轮机燃烧控制装置中，

在所述第一燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述压缩机的进气压力与标准大气压的比，即大气压比来计算所述第一燃气轮机输出，或者，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度、所述燃气轮机旁通比和所述大气压比来计算所述第一燃气轮机输出，

在所述第二燃气轮机输出计算装置中，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度和所述大气压比来计算所述第二燃气轮机输出，或是或者，根据所述压缩机的进气温度、所述入口导向翼的开度、所述燃气轮机旁通比和所述大气压比来计算所述第二燃气轮机输出。

第五发明的燃气轮机燃烧控制装置是在第一、第二、第三或第四发明的燃气轮机燃烧控制装置中，

具备进气温度校正装置，其根据所述压缩机的进气温度来校正所述燃料的比率。

第六发明的燃气轮机燃烧控制装置是在第五发明的燃气轮机燃烧控制装置中，

所述进气温度校正装置根据所述燃烧负载指令值来调整进气温度校正量。

第七发明的燃气轮机燃烧控制装置是在第一、第二、第三、第四、第五或第六发明的燃气轮机燃烧控制装置中，

所述第二燃气轮机输出计算装置计算与所述第二燃气轮机入口燃烧气体温度，即，最高燃烧气体温度对应的第二燃气轮机输出，

该燃烧控制装置并具备学习装置，其在根据从所述燃气轮机本体排出的排气温度和所述压缩机的压力比判断出燃气轮机入口燃烧气体温度达到了所述最高燃烧气体温度后，把由所述第二燃气轮机输出计算装置计算的所述第一燃气轮机输出与所述燃气轮机输出进行比较并且进行校正，以使所述第一燃气轮机输出与所述燃气轮机输出一致。

在如所述第一发明那样根据燃料的比率（例如辅助比、顶环比、主比）来控制燃料流量调节阀开度的情况下，可以通过任意的控制装置来进行控制，例如可以是下面的结构。

即第一结构的燃气轮机燃烧控制装置是在所述第一发明~第七发明任一项的燃气轮机燃烧控制装置中，包括有：

燃料比率设定装置，其根据所述燃烧负载指令计算装置计算的燃烧负载指令值和燃烧负载指令值与燃料的比率的函数，分别求出向所述多种燃料喷嘴供给的燃料的比率；

燃料流量指令设定装置，其根据与向所述多种燃料喷嘴供给的全燃料流量成正比例的全燃料流量指令值和所述燃料的比率，分别求出向所述多种燃料喷嘴供给的与燃料流量成正比例的燃料流量指令值；

燃料流量设定装置，其根据由该燃料流量指令设定装置设定的所述燃料流量指令值和燃料流量指令值与燃料流量的函数，分别求出向所述多种燃料喷嘴供给的所述燃料流量；

Cv值设定装置，其根据由该燃料流量设定装置设定的所述燃料流量、燃料温度和所述燃料流量调节阀的前压和后压，从Cv值计算式中求出所述燃料流量调节阀的Cv值；

燃料流量调节阀开度指令值设定装置，其根据由该Cv值设定装置设定的Cv值和Cv值与燃料流量调节阀开度的函数，来求出燃料流量调节阀开度指令值，

根据由该燃料流量调节阀开度指令值设定装置设定的所述燃料流量调节阀开度指令值，通过控制所述燃料流量调节阀的开度来控制向所述多种燃料喷嘴的燃料供给量。

第二结构的燃气轮机燃烧控制装置是在第一结构的燃气轮机燃烧控制装置中，

具备燃料温度校正装置，其在测量所述燃料温度的燃料温度计发生异常时，把在该异常发生时一定时间之前，所述燃料温度测量值作为所述燃料温度来使用。

第三结构的燃气轮机燃烧控制装置是在第二结构的燃气轮机燃烧控制装置中，

所述燃料温度校正装置具有：第一的一次迟延运算装置和具有比该第一的一次迟延运算装置的一次迟延常数小的一次迟延常数第二的一次迟延运算装置，其对于所述燃料温度通过所述第一的一次迟延运算装置和所述第二的一次迟延运算装置进行一次迟延运算，并把它们运算结果中小的值

作为所述燃料温度来使用。

第四结构的燃气轮机燃烧控制装置是在第一、第二或第三结构的燃气轮机燃烧控制装置中，其具有：

压力计算装置，其根据从所述燃料流量设定装置设定的所述燃料流量得到的所述所述燃料喷嘴的燃料流量、所述燃料喷嘴的 Cv 值、燃料温度和所述燃料喷嘴的后压，从所述燃料喷嘴的前压计算式来计算与所述燃料喷嘴前压相当的所述燃料流量调节阀的后压；

压力校正装置，其在测量所述燃料流量调节阀后压的压力计发生异常时，把由该压力计算装置计算的所述燃料流量调节阀的后压使用。

第五结构的燃气轮机燃烧控制装置是在第四结构的燃气轮机燃烧控制装置中，

具备学习装置，其把由所述压力计算装置计算的所述燃料流量调节阀的后压与所述燃料流量调节阀后压的实测值进行比较，并校正所述燃料喷嘴的 Cv 值以使所述后压的计算值与所述后压的实测值一致。

根据第一发明的燃气轮机燃烧控制装置，其是根据入口导向翼开度和进气温度来计算第一燃气轮机输出和第二燃气轮机输出，根据这些和燃气轮机输出并通过直线插补把燃气轮机入口燃烧气体温度计算出无量纲化的 CLCSO，通过根据由该 CLCSO 决定的各燃料的比率来控制各燃料流量调节阀的开度，控制各燃料喷嘴的燃料供给量，因此，能按照本来的思想根据燃气轮机入口燃烧气体温度来进行控制，即使进气温度、燃料气体温度和燃料气体性状有变化或燃气轮机的性能恶化，也能保持燃烧负载指令值与各燃料气体比率的关系，即，保持燃气轮机入口燃料气体温度与各燃料气体比率的关系。因此，能进行比以往更合适的燃烧控制。

根据第二发明的燃气轮机燃烧控制装置，其是根据由燃烧负载指令计算装置计算的燃烧负载指令值，通过控制燃烧器旁通阀的开度来控制压缩空气的旁通量，所以即使对于燃烧器旁通阀也能按照本来的思想根据燃气轮机入口燃烧气体温度来进行控制，能保持燃烧负载指令值与燃烧器旁通阀开度的关系，即能保持燃气轮机入口燃烧气体温度与燃烧器旁通阀开度的关系。因此从控制压缩空气旁通流量的观点来看，也能进行比以往更合适的燃烧控制。

根据第三发明的燃气轮机燃烧控制装置，由于也考虑了燃气轮机旁通

比来计算的燃烧负载指令值，所以在具有燃气轮机旁通装置的燃气轮机中也能根据燃气轮机入口燃烧气体温度来进行控制，即使进气温度、燃料气体温度和燃料气体性状有变化或燃气轮机的性能恶化，也能保持燃烧负载指令值（燃气轮机入口燃烧气体温度）与各燃料气体比率的关系，能进行比以往更合适的燃烧控制。

根据第四发明的燃气轮机燃烧控制装置，由于能考虑大气压比来计算的燃烧负载指令值，所以其能更合适地保持燃烧负载指令值（燃气轮机入口燃烧气体温度）与各燃料气体比率的关系，能进行比以往更合适的燃烧控制。

根据第五发明的燃气轮机燃烧控制装置，其把燃料的比率根据压缩机的进气温度来进行校正，所以对于进气温度的变化能进行更合适的燃烧控制。

根据第六发明的燃气轮机燃烧控制装置，其是根据燃烧负载指令值来调整进气温度校正量的，所以能根据负载（燃气轮机输出）来进行合适进气温度校正。

根据第七发明的燃气轮机燃烧控制装置，由于其具备学习装置，其在根据从燃气轮机本体排出的排气温度和压缩机的压力比判断出燃烧气体温度达到了最高燃烧气体温度后，把由第二燃气轮机输出计算装置计算的所述第一燃气轮机输出与燃气轮机输出进行比较并且进行校正，以使第一燃气轮机输出与燃气轮机输出一致，所以即使在燃气轮机性能恶化时，也能保持燃烧负载指令值（燃气轮机入口燃烧气体温度）与各燃料比率的关系和燃烧负载指令值（燃气轮机入口燃烧气体温度）与燃烧器旁通阀开度的关系。

附图说明

图 1 是表示具备本发明实施例燃气轮机燃烧控制装置的燃气轮机概略结构的图；

图 2 是所述燃气轮机中燃烧器的结构图；

图 3 是所述燃气轮机中辅助燃料供给线的辅助连通器部分的概要图；

图 4 是本发明实施例燃气轮机燃烧控制装置的整体概要图；

图 5 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中处理流程概要的方块图；

图 6 是表示燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与 CLCSO 关系的图；

图 7 是表示 CLCSO 与辅助比关系的图；

图 8 是表示 CLCSO 与顶环比关系的图；

图 9 是表示 CLCSO 与燃烧器旁通阀开度指令值关系的图；

图 10 是表示各 IGV 开度中燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与燃气轮机输出（发电机输出）关系的图；

图 11 是表示各 IGV 开度中进气温度与发电机输出（燃气轮机输出）关系的图；

图 12 是表示某 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比中发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 关系的图；

图 13 是表示对于 IGV 开度变化的发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 关系的图；

图 14 是表示对于进气温度变化的发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 关系的图；

图 15 是表示对于燃气轮机旁通比变化的发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 关系的图；

图 16 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中 CLCSO 计算逻辑器结构的方块图；

图 17 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中调温 MW 学习电路结构的方块图；

图 18 是表示压缩机压力比与排气温度关系的图；

图 19 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中燃烧器旁通阀开度指令值的计算逻辑器结构的方块图；

图 20 是表示 CLCSO 与进气温度校正加权关系的图；

图 21 是表示进气温度与校正系数关系的图；

图 22 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中 PLCSO 的计算逻辑器结构的方块图；

图 23 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中 THCSO 的计算逻辑器结构的方块图；

图 24 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中各燃料流量调节阀开度指令值的计算逻辑器结构的方块图；

图 25 是表示 PLCSO 与辅助燃料气体流量 G_{PL} 关系（比例关系）的图；
图 26 是表示阀开度与 C_v 值关系的图；
图 27 是表示 THCSO 与顶环燃料气体流量 G_{fTH} 关系（比例关系）的图；
图 28 是表示 MACSO 与主燃料气体流量 G_{fMA} 关系（比例关系）的图；
图 29 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中燃料气体温度校正逻辑器结构的方块图；

图 30 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中连通器压力校正逻辑器结构的方块图；

图 31 是表示发电机输出（燃气轮机输出）与变化率关系的图；

图 32 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中连通器压力的计算逻辑器结构的方块图；

图 33 是表示所述燃气轮机燃烧控制装置中喷嘴 C_v 值的学习电路结构的方块图；

图 34 是表示具备所述燃气轮机燃烧控制装置的燃气轮机运转结果的图；

图 35 是表示具备所述燃气轮机燃烧控制装置的燃气轮机运转结果的图；

图 36 是表示具备所述燃气轮机燃烧控制装置的燃气轮机运转结果的图；

图 37 是表示具备所述燃气轮机燃烧控制装置的燃气轮机运转结果的图；

图 38 是表示具备所述燃气轮机燃烧控制装置的燃气轮机运转结果的图；

图 39 是表示以往燃气轮机燃烧控制装置中处理流程概要的方块图；

图 40 是表示发电机输出（燃气轮机输出）MW 与机室压力 P_{CS} 函数 $\text{FX}(P_{\text{CS}})$ 的比（ $\text{MW} / \text{FX}(P_{\text{CS}})$ ）与 BYCSO（燃烧器旁通阀开度指令值）函数的图；

图 41 是表示对于进气温度变化的燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与 CSO 关系的图；

图 42 是表示对于燃料气体温度变化的燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与 CSO 关系的图；

图 43 是表示对于燃料气体发热量变化的燃气轮机输出（发电机输出）与 CSO 关系的图。

具体实施方式

以下根据附图详细说明本发明的实施例。

〈结构〉

首先根据图 1~图 3 说明燃气轮机的结构。如图 1 所示，燃气轮机 1 具有：燃气轮机本体 2、多个燃烧器 3 和旋转轴与燃气轮机本体 1 旋转轴结合的压缩机 4，该燃气轮机 1 上具备发电机 5 而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，燃料与由压缩机 4 进气压缩的高压压缩空气一起在燃烧器 3 中燃烧，当通过该燃烧气体使燃气轮机本体 2 旋转时，则利用该燃气轮机本体 2 驱动发电机 5 旋转来发电。发电机 5 发电的电力通过未图示的输电系统进行输电。在燃气轮机本体 2 中进行完工作后而从燃气轮机本体 2 中排出的燃烧气体（排气），则通过排气线 32 从未图示的排气管向大气中排出。该燃气轮机运转时压缩机 4 的进气量是通过设置在压缩机 4 入口处的入口导向翼（IGV）6 的开闭来进行调整的。IGV6 的开闭驱动是通过 IGV6 上具备的伺服电机等的驱动器 7 来进行的。IGV6 的开度控制（驱动器 7 的驱动控制）是通过未图示的 IGV 控制装置进行的。

在各燃烧器 3 上设置有燃烧器旁通线 31，其用于对于各燃烧器 3 把由压缩机 4 压缩的空气进行旁通，该燃烧器旁通线 31 上设置有用于调整压缩空气旁通流量的燃烧器旁通阀 8。在低负载时为了使燃料气体的密度浓而燃烧稳定，则把燃烧器旁通阀 8 的开度变大而使压缩空气的旁通流量变多，另一方面，在高负载时为了谋求 NOx 降低等而把燃烧器旁通阀 8 的开度变小而使压缩空气的旁通流量变少，这样来增加与燃料气体混合的压缩空气的量。而且从压缩机 4 的出口侧到燃气轮机本体 2 的出口侧（排气线 32）设置有燃气轮机旁通线 9，其用于对于燃烧器 3 和燃气轮机本体 2 把由压缩机 4 压缩的空气进行旁通，该燃气轮机旁通线 9 上设置有燃气轮机旁通阀 10（燃气轮机旁通装置），其用于调整压缩空气的燃气轮机旁通流量。这些是为了调整压缩机 4 出口压力（机室压力）等而设置的。

各燃烧器 3 是如图 2 所示的结构。如图 2 所示，燃烧器 3 具有多种燃

料喷嘴，即具有作为第一燃料喷嘴的主喷嘴 26、作为第二燃料喷嘴的辅助喷嘴 25、作为第三燃料喷嘴的顶环喷嘴 27。辅助喷嘴 25 和主喷嘴 26 设置在内筒 28 内，顶环喷嘴 27 设置在内筒 28 与外筒 29 之间。

辅助喷嘴 25 是以谋求燃烧稳定性等为目的的扩散燃烧用的燃料喷嘴，其一体地设置在内筒 28 的中央部。主喷嘴 26 是以 NO_x 降低等为目的而使主燃料气体与压缩空气在燃烧部的上流侧混合后再燃烧的预混合燃烧用的燃料喷嘴，其在辅助喷嘴 25 的周围设置有多个。顶环喷嘴 27 更是以谋求 NO_x 降低等为目的，而使顶环燃料气体与压缩空气在比主喷嘴 26 的情况更靠近上流侧混合后再燃烧的预混合燃烧用的燃料喷嘴，其在比主喷嘴 26 的更靠近外周侧设置有多个。

如图 1 和图 2 所示，在各燃烧器 3 的主喷嘴 26、辅助喷嘴 25 和顶环喷嘴 27 上分别连接有与未图示的燃料罐和气体罐等连接而从燃料气体供给线 11 分岔的主燃料供给线 12、辅助燃料供给线 13 和顶环燃料供给线 14。在主燃料供给线 12 上从上流侧开始按顺序设置有主燃料压力调节阀 16 和主燃料流量调节阀 17，在辅助燃料供给线 13 上从上流侧开始按顺序设置有辅助燃料压力调节阀 18 和辅助燃料流量调节阀 19，在顶环燃料供给线 14 上从上流侧开始按顺序设置有顶环燃料压力调节阀 20 和顶环燃料流量调节阀 21。

在主燃料供给线 12 的主连通器 22 上设置有主连通器压力计 PX1，其用于测量主连通器 22 内的主燃料气体压力，在辅助燃料供给线 13 的辅助连通器 23 上设置有辅助连通器压力计 PX2，其用于测量辅助连通器 23 内的辅助燃料气体压力，在顶环燃料供给线 14 的顶环连通器 24 上设置有顶环连通器压力计 PX3，其用于测量顶环连通器 24 内的顶环燃料气体压力。

在主燃料供给线 12 上设置有主燃料差压计 PDX1，其用于测量主燃料流量调节阀 17 前后的主燃料气体的差压，在辅助燃料供给线 13 上设置有辅助燃料差压计 PDX2，其用于测量辅助燃料流量调节阀 19 前后的辅助燃料气体的差压，在顶环燃料供给线 14 上设置有顶环燃料差压计 PDX3，其用于测量顶环燃料流量调节阀 21 前后的顶环燃料气体的差压。

如图 3 概要所示，辅助连通器 23 用于把通过辅助燃料供给线 13 供给的辅助燃料气体向各燃烧器 3 的辅助喷嘴 25 分配。虽然图示省略了，但主连通器 22 也同样地用于把通过主燃料供给线 12 供给的主燃料气体向各燃

烧器 3 的主喷嘴 26 分配，顶环连通器 24 也同样地用于把通过顶环燃料供给线 14 供给的顶环燃料气体向各燃烧器 3 的顶环喷嘴 27 分配。

主燃料压力调节阀 16 用于调节由主燃料差压计 PDX1 测量的主燃料流量调节阀 17 前后主燃料气体的差压，使其成为一定值，辅助燃料压力调节阀 18 用于调节由辅助燃料差压计 PDX2 测量的辅助燃料流量调节阀 19 前后的辅助燃料气体差压，使其成为一定值，顶环燃料压力调节阀 20 用于调节由顶环燃料差压计 PDX3 测量的顶环燃料流量调节阀 21 前后的顶环燃料气体差压，使其成为一定值。

主燃料流量调节阀 17 用于调节通过主燃料供给线 12 向全燃烧器 3 的主喷嘴 26 供给的主燃料气体的流量，辅助燃料流量调节阀 19 用于调节通过辅助燃料供给线 13 向全燃烧器 3 的辅助喷嘴 25 供给的辅助燃料气体的流量，顶环燃料流量调节阀 21 用于调节通过顶环燃料供给线 14 向全燃烧器 3 的顶环喷嘴 27 供给的顶环燃料气体的流量。

如图 1 所示，在燃料供给线 11 上设置有燃料截止阀 15 和燃料气体温度计 Tf。燃料气体温度计 Tf 测量在燃料供给线 11 中流通的燃料气体的温度，并把该燃料气体温度的测量信号向本燃气轮机 1 上具备的燃气轮机燃烧控制装置 41（参照图 4）等输出。上述的主连通器压力计 PX1、辅助连通器压力计 PX2、顶环连通器压力计 PX3、主燃料差压计 PDX1、辅助燃料差压计 PDX2 和顶环燃料差压计 PDX3 的测量信号也向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。

在发电机 5 的输电系统上设置有功率计 PW，在压缩机 4 的入口侧设置有进气温度计 Ta、进气压力计 PX4 和进气流量计 FX1，在压缩机 4 的出口侧设置有机室压力计 PX5。在燃气轮机旁通线 9 上设置有燃气轮机旁通流量计 FX2。在排气线 32 上设置有排气温度计 Th。

功率计 PW 测量发电机 5 的发电功率（发电机输出：燃气轮机输出），并把该发电机输出（燃气轮机输出）的测量信号向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。进气温度计 Ta 测量压缩机 4 的进气温度（向压缩机 4 流入的大气温度），并把该进气温度的测量信号向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。进气压力计 PX4 测量压缩机 4 的进气压力（向压缩机 4 流入的大气压力），并把该进气压力的测量信号向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。进气流量计 FX1 测量向压缩机 14 流入的进气流量，并把该进气流量的测量信号向燃

气轮机燃烧控制装置 41 等输出。机室压力计 PX5 测量从压缩机 4 排出的压缩空气的压力即机室压力，并把该机室压力的测量信号向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。燃气轮机旁通流量计 FX2 测量通过燃气轮机旁通线 9 流动的压缩空气的燃气轮机旁通流量，并把该燃气轮机旁通流量的测量信号向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。排气温度计 Th 测量从燃气轮机本体 2 排出的排气温度，并把该排气温度的测量信号向燃气轮机燃烧控制装置 41 等输出。

下面根据图 4~图 33 说明燃气轮机燃烧控制装置 41。且燃气轮机负载控制装置 41 的各处理功能由软件（计算机程序）构成并通过计算机实行，并不限于此，也可以由硬件构成。

如图 4 所示，燃气轮机燃烧控制装置 41 把从未图示的中央供电中心送出的发电机输出指令值和从未图示的 IGV 控制装置送出的 IGV 开度指令值输入。发电机输出指令值并不限于是从中央供电中心送出的情况，例如其也可以是通过设置在燃气轮机发电设备上发电机输出设定器来进行设定。在此，作为在 CLCSO（燃烧负载指令值）计算中使用的 IGV 开度，其采用的是 IGV 开度指令值，但也不一定限于于此，例如在测量 IGV 开度情况下，也可以使用该测量值。

且燃气轮机燃烧控制装置 41 中作为如上述那样实测值而输入有：由功率计 PW 测量的发电机输出、由进气温度计 Ta 测量的进气温度、由燃料气体温度计 Tf 测量的燃料气体温度、由排气温度计 Th 测量的排气温度、由进气流量计 FX1 测量的进气流量、燃气轮机旁通流量计 FX2 测量的燃气轮机旁通流量、由主连通器压力计 PX1 测量的主连通器压力、由辅助连通器压力计 PX2 测量的辅助连通器压力、由顶环连通器压力计 PX3 测量的顶环连通器压力、由进气压力计 PX4 测量的进气压力、由机室压力计 PX5 测量的机室压力、由主燃料差压计 PDX1 测量的主燃料气体差压、由辅助燃料差压计 PDX2 测量的辅助燃料气体差压、由顶环燃料差压计 PDX3 测量的顶环燃料气体差压。

然后在燃气轮机燃烧控制装置 41 中根据这些输入信号等来求出：用于进行主燃料气体流量控制的主燃料流量调节阀开度指令值、用于进行辅助燃料气体流量控制的辅助燃料流量调节阀开度指令值、用于进行顶环燃料气体流量控制的顶环燃料流量调节阀开度指令值和用于进行燃烧器旁通流

量控制的燃烧器旁通阀开度指令值。

根据图 5 说明燃气轮机燃烧控制装置 41 处理流程概要时，则首先是根据发电机输出、IGV 开度指令值、进气温度、进气流量与燃气轮机旁通流量的比即燃气轮机旁通比（燃气轮机旁通流量 / 进气流量）、大气压与标准气压的比（大气压 / 标准气压）即大气压比来计算 CLCSO。该 CLCSO 是把燃气轮机入口燃烧气体温度（从燃烧器 3 向燃气轮机本体 2 流入的燃气轮机本体入口燃料气体的温度）变成了无量纲化的值即与燃气轮机入口燃烧气体温度成正比例的值。然后根据该 CLCSO 来求出辅助燃料气体流量（重量流量）对全燃料气体流量（重量流量）的比率，即辅助比、顶环燃料气体流量（重量流量）对全燃料气体流量（重量流量）的比率即顶环比、主燃料气体流量（重量流量）对全燃料气体流量（重量流量）的比率，即主比。

然后根据这些辅助比、顶环比和主比来分别求出各重量流量即辅助燃料气体流量 G_{fPL} 、顶环燃料气体流量 G_{fTH} 和主燃料气体流量 G_{fMA} 。再根据这些辅助燃料气体流量 G_{fPL} 、顶环燃料气体流量 G_{fTH} 和主燃料气体流量 G_{fMA} 来分别求出辅助燃料流量调节阀 19 的 Cv 值、顶环燃料流量调节阀 21 的 Cv 值和主燃料流量调节阀 17 的 Cv 值。然后根据这些辅助燃料流量调节阀 19 的 Cv 值、顶环燃料流量调节阀 21 的 Cv 值和主燃料流量调节阀 17 的 Cv 值来分别求出辅助燃料流量调节阀开度指令值、顶环燃料流量调节阀开度指令值和主燃料流量调节阀开度指令值。对于燃烧器旁通阀 8 也是根据 CLCSO 来求出燃烧器旁通阀开度指令值。

下面详细叙述燃气轮机燃烧控制装置 41 的处理。关于燃气轮机燃烧控制装置 41 的处理，首先说明到计算 CLCSO 之前的处理，然后再说明到根据该 CLCSO 求出各阀的阀开度指令值的处理。

（CLCSO 的计算）

由于把辅助比、顶环比、主比和燃烧器旁通阀开度变成本来思想的燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 的函数，所以就要把燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 无量纲化了的 CLCSO 设定成控制参数。因此来计算 CLCSO。如图 6 所示，CLCSO 与燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 成正比例关系（ $CLCSO \propto TIT$ ）。图示例中，把与燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 作为第一燃气轮机入口燃烧气体温度 700°C 时对应的 CLCSO 设定为 0%，把与燃

气轮机入口燃烧气体温度 TIT 作为比所述第一燃气轮机入口燃烧气体温度高温的第二燃气轮机入口燃烧气体温度的 1500℃ 时对应的 CLCSO 设定为 100%。成为用于计算 CLCSO 基准的第一燃气轮机入口燃烧气体温度和第二燃气轮机入口燃烧气体温度，其并不限定于是 700℃ 和 1500℃，其能适当地进行设定。

预先设定如图 7 例示那样的 CLCSO 与辅助比的关系（函数）、如图 8 例示那样的 CLCSO 与顶环比的关系（函数）和图 9 例示那样的 CLCSO 与燃烧器旁通阀开度指令（BYCSO）的关系（函数）。由于在事前讨论（燃气轮机设计）中得到了燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度的关系，所以根据这个能设定图 7~图 9 例示那样的 CLCSO 与辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度指令（BYCSO）的关系。然后，若求出计算的 CLCSO 和从图 7~图 9 所示的关系求出辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度，则由于 CLCSO 与燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 成正比例关系（ $CLCSO \propto TIT$ ），所以这些辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度对于燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 就唯一地被决定了。即辅助比、顶环比和燃烧器旁通阀开度成为了 CLCSO（燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT）的函数。主比也能根据辅助比和顶环比来求出（详细情况后面叙述），所以其成为了 CLCSO（燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT）的函数。

CLCSO 是根据燃气轮机输出（发电机输出）来计算。即，如图 10 表示的各 IGV 开度中燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与燃气轮机输出（发电机输出）的关系、图 11 表示了各 IGV 开度中进气温度与燃气轮机输出（发电机输出）的关系那样，各进气温度和各 IGV 开度中燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 对于燃气轮机输出（发电机输出）能作为线性处理。于是，从燃气轮机输出（发电机输出）能计算燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT，即 CLCSO。

因此，设定如图 12 所示那样的考虑了 IGV 开度和进气温度，并进一步考虑了燃气轮机旁通比和大气压比（气压 / 标准大气压：作为标准大气压例如使用燃气轮机设置场所的平均大气压）的发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 的关系（函数）。

即首先设定把燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 作为第一燃气轮机入口燃烧气体温度而定在 700℃ 时的发电机输出（燃气轮机输出）即 700℃MW

和把燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 作为第二燃气轮机入口燃烧气体温度而定在 1500℃时的发电机输出（燃气轮机输出）即 1500℃MW。1500℃是在燃气轮机设计时根据燃烧器 3 和燃气轮机本体 4 的耐热性等而定的最高燃烧气体温度（上限值），根据调节温度而不超过该温度，而把 1500℃MW 也叫做调温 MW。这些 700℃MW 和 1500℃MW（调温 MW）能在事前的讨论（燃气轮机设计）中求出。

然后如图 12 所示那样，把对于 700℃MW 的 CLCSO 设定为 0%，把对于 1500℃MW 的 CLCSO 设定为 100%。但这些 700℃MW 和 1500℃MW 都是考虑了 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比的值，即，在某 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比中，燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是 700℃时的发电机输出（燃气轮机输出）和燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是 1500℃时的发电机输出（燃气轮机输出）。

即如图 13 例示那样，随 IGV 开度的不同（例如 0%（进气流路并不是完全关闭）、50%、100%）而发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 的关系不同，如图 14 例示那样，随进气温度的不同（例如 -10℃、40℃）而发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 的关系也不同，如图 15 例示那样，随燃气轮机旁通比的不同而发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 的关系也不同。图示虽然省略了，但随大气压比的不同（例如 1.0、1.1）而发电机输出（燃气轮机输出）与 CLCSO 的关系也不同。

因此，预先设定对应 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比的 1500℃MW 的值。下面的表 1 中例示了对应 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比的 1500℃MW 的设定值。在表 1 的例中设定了 IGV 开度是 0%、50%、100%情况下、进气温度是 -10℃、40℃情况下、燃气轮机旁通比是 10%情况下的 1500℃MW 的值。这些在事前的讨论（燃气轮机设计）中能得到。燃气轮机旁通比是 0%情况下的 1500℃MW 就不用说了，其是由 IGV 开度和进气温度决定的值。例如 IGV 开度（IGV 开度指令）是 100%、进气温度是 -10℃、燃气轮机旁通比是 0%时的 1500℃MW 是 140MW，IGV 开度是 100%、进气温度是 -10℃、燃气轮机旁通比是 10%时的 1500℃MW 是 110MW。

[表 1]

TIT1500℃的情况（1500℃MW）

		IGV 开度		
		0%	50%	100%
进气 温度	-10℃	100MW (70MW 燃气轮 机旁通比 10%)	120MW (90MW 燃气轮 机旁通比 10%)	140MW (110MW 燃气轮 机旁通比 10%)
	40℃	80MW (50MW 燃气轮 机旁通比 10%)	100MW (70MW 燃气轮 机旁通比 10%)	120MW (90MW 燃气轮 机旁通比 10%)

在 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比是表 1 所示值以外的值时(例如 IGV 开度是 60%、进气温度是 10℃、燃气轮机旁通比是 5%时),能把与该 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比对应的 1500℃MW 的值从表 1 所示的 1500℃MW 的值中通过直线插补(内插计算)进行计算。

且若在考虑了该 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比的 1500℃MW 的值上乘上大气压比,则能计算出也考虑了大气压比的 1500℃MW 的值。

具体说明省略了,但 700℃MW 的情况与该 1500℃MW 的情况是同样的,能求出考虑了 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比的值。下面的表 2 中例示了对应 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比的 700℃MW 的设定值。

[表 2]

TIT700℃的情况(700℃MW)

		IGV 开度		
		0%	50%	100%
进气 温度	-10℃	5MW (3MW 燃气轮 机旁通比 10%)	6MW (4MW 燃气轮 机旁通比 10%)	7MW (5MW 燃气轮机 旁通比 10%)
	40℃	3MW (1MW 燃气轮 机旁通比 10%)	4MW (2MW 燃气轮 机旁通比 10%)	5MW (3MW 燃气轮机 旁通比 10%)

若决定了考虑的 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比和大气压比的

700℃MW 和 1500℃MW 的值，则根据这些 700℃MW 和 1500℃MW 的值以及燃气轮机输出（发电机输出）的实测值，并利用直线插补（内插计算）式即下面的式（1）来计算 CLCSO。

[式 1]

$$CLCSO (\%) = \frac{\text{燃气轮机输出的实测值 (MW)} - 700^{\circ}\text{CMW}}{1500^{\circ}\text{CMW} - 700^{\circ}\text{CMW}} \times 100\% \quad (1)$$

根据图 16 所示的 CLCSO 计算逻辑器（燃烧负载指令计算装置）进行说明时，首先在作为第二燃气轮机输出计算装置的函数发生器 51 中，根据利用进气温度实测值、IGV 开度指令值和除法器 53 把进气流量实测值（相当于整体的压缩空气量）与燃气轮机旁通流量的实测值相除而求出的燃气轮机旁通比（燃气轮机旁通流量 / 进气流量），来计算作为第二燃气轮机输出的 1500℃MW（调温 MW）的值。即，求出考虑了 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比的 1500℃MW 的值。该 1500℃MW 值的计算方法如上述那样。

在作为第一燃气轮机输出计算装置的函数发生器 52 中，根据所述进气温度、所述 IGV 开度指令值和所述燃气轮机旁通比，来计算作为第一燃气轮机输出的 700℃MW 的值。即求出考虑了 IGV 开度、进气温度、燃气轮机旁通比的 700℃MW 的值。该 700℃MW 值的计算方法也按照如上所述那样而与 1500℃MW 的情况是相同的。

在除法器 54 中，把进气压力（大气压）实测值与由信号发生器 61 设定的标准大气压相除，来求出大气压比（进气压力 / 标准大气压）。在乘法器 55 中通过把由函数发生器 51 求出的 1500℃MW 的值与由除法器 54 求出的大气压比相乘，而求出也考虑了大气压比的 1500℃MW 的值。把由乘法器 55 求出的 1500℃MW 的值通过作为学习装置的学习电路 62 向减法器 57 输出。学习电路 62 的详细情况在后面叙述。在乘法器 56 中通过把由函数发生器 52 求出的 700℃MW 的值与由除法器 54 求出的大气压比相乘而求出也考虑了大气压比的 700℃MW 的值。

在减法器 57 中，从由乘法器 55 求出的（或在学习电路 62 中被校正的）1500℃MW 的值中减去由乘法器 56 求出的 700℃MW 的值（1500℃MW - 700℃MW：参照上面的（1）式）。在减法器 58 中从发电机输出（燃气轮机输出）的实测值中减去由乘法器 56 求出的 700℃MW 的值（发电机输出（燃

气轮机输出)的实测值 - 700°C MW: 参照上面的(1)式)。

然后,在除法器59中,把减法器58的计算结果与减法器57的计算结果相除(参照上面的(1)式)。这样就能计算出 CLCSO。为了把 CLCSO 以百分比表示,则在除法器59的输出值上乘以100便可。由于随着燃气轮机输出(发电机输出)的微小变动等而 CLCSO 也微小变动,在比率设定器60中,为了不使主燃料流量调节阀17等频繁地反复进行开闭动作,不是从除法器59的输入值直接地作为 CLCSO 而输出,而是限制成规定的增减比率进行输出。

但若长时间运转燃气轮机1,则由压缩机4的压缩性能恶化等而有时引起产生燃气轮机1的性能恶化,随之发电机输出(燃气轮机输出)就低下。即,这时即使燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是 1500°C,发电机输出(燃气轮机输出)也不是图10所例示那样规定(例如额定)的发电机输出(燃气轮机输出)。其结果是,CLCSO 也低下,CLCSO 与燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 的关系产生变化,燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 与辅助比、顶环比、主比和燃烧器旁通阀开度的关系也产生变化。因此,这时就需要把用于计算 CLCSO 的 1500°C MW (调温 MW) 的值也降低。

于是在燃气轮机燃烧控制装置41中,在 CLCSO 的逻辑器中还具备有图17所示那样的 1500°C MW (调温 MW) 的学习电路62。

在学习电路62中,首先在开始 1500°C MW (调温 MW) 的学习之前,由于判断发电机输出(燃气轮机输出)的降低是否是由燃气轮机1的特性恶化所引起的,所以就要判断燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是否达到了最高燃烧气体温度(1500°C)。即,燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是最高燃烧气体温度(1500°C)时,在压缩机4的压力比(压缩机4的入口侧压力与出口侧压力的比)与排气温度之间存在有图18所示那样的关系。因此,在学习电路62中监视从进气压力实测值和机室压力实测值得到的压缩机4的压力比(机室压力/进气压力)和排气温度的实测值,在这些压力比和排气温度是图18所示那样的关系时,则判断燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是达到了最高燃烧气体温度(1500°C),就开始学习。

这时,学习电路62首先在减法器(偏差运算器)63中,求出从图16的 CLCSO 计算逻辑器的乘法器55输入的校正大气压比后的 1500°C MW (调温 MW) 与燃气轮机输出(发电机输出)实测值的偏差(发电机输出 - 1500

°CMW)。在 PI (比例·积分) 控制器 64 中把由减法器 (偏差运算器) 63 求出的偏差通过进行比例·积分运算而求出校正系数。在 LOW 限制器 65 中把由 PI 控制器 64 运算出的校正系数 (0~1) 限制在 0.95~1 的范围内。设置这样的校正系数限制范围, 是由于考虑了由通常的燃气轮机 1 性能恶化所考虑的发电机输出 (燃气轮机输出) 的降低量, 防止由燃气轮机 1 异常的输出降低而引起的多余校正的缘故。在乘法器 66 中, 把所述校正系数与由乘法器 55 输入的 1500°CMW (调温 MW) 相乘, 并把该相乘结果向减法器 (偏差运算器) 63 输出。

通过进行这样的处理, 就把 1500°CMW (调温 MW) 的值校正成与燃气轮机输出 (发电机输出) 的实测值一致。为了把该校正后的 1500°CMW (调温 MW) 的值在 CLCSO 计算中使用, 则向图 16 的 CLCSO 计算逻辑器的减法器 57 输出。低值选择器 67 则选择校正后的 1500°CMW (调温 MW) 和在信号发生器 68 中设定的额定发电机输出 (燃气轮机输出) 的任一个低值, 用于监视器显示等进行输出。

(根据 CLCSO 来计算各阀的阀开度指令值)

下面说明根据上述的 CLCSO 来求出各阀的阀开度指令值为止的处理。

首先, 根据图 19 说明燃烧器旁通阀开度指令值 (BYCSO) 的计算逻辑器。在函数发生器 71 中, 根据图 9 所例示预先设定的 CLCSO 与燃烧器旁通阀开度指令值 (BYCSO) 的函数, 来求出与由 CLCSO 计算逻辑器求出的 CLCSO 相对应的 BYCSO。

在本计算逻辑器中, 对于该燃烧器旁通阀开度指令值进行根据 CLCSO 的校正和根据进气温度的校正。即, 在函数发生器 72 中, 根据通过事前讨论 (燃气轮机设计) 而设定的图 20 所例示的 CLCSO 与校正加权的函数, 来求出与由 CLCSO 计算逻辑器求出的 CLCSO 相对应的校正加权值。在函数发生器 73 中根据通过事前讨论 (燃气轮机设计) 而设定的图 21 所例示的进气温度与校正系数的函数, 来求出与进气温度实测值相对应的校正系数。在乘法器 74 中通过把由函数发生器 72 求出的根据 CLCSO 的校正加权值与由函数发生器 73 求出的根据进气温度的校正系数相乘而求出进气温度校正量。在减法器 75 中从由函数发生器 71 求出的 BYCSO 中减去由乘法器 74 求出的进气温度校正量, 这样来进行 BYCSO 的进气温度校正。即, 函数发生器 72、73、乘法器 74 和减法器 75 构成了进气温度校正装置。

之所以进行对这种由进气温度产生的 BYCSO 校正,是由于与仅由 CLCSO (燃气轮机入口燃烧气体温度)来决定 BYCSO 的情况相比,更合适进行对于进气温度的变化的燃烧控制的缘故。但在低负载(低燃气轮机输出)时即使对于 BYCSO 的进气温度校正量比较大也没有问题,而在高负载(高燃气轮机输出)时由于稍微的 BYCSO 变化也使燃烧状态产生大的变化,所以需要对于 BYCSO 的进气温度校正量极小。因此,如上述那样根据 CLCSO (即燃气轮机输出)来决定校正的加权,通过在该加权值上乘上从进气温度求出的校正系数来决定与 CLCSO 对应的合适的 BYCSO 进气温度校正量。

在燃气轮机燃烧控制装置 41 中,通过根据由本计算逻辑器求出的 CLCSO,通过控制燃烧器旁通阀 8 的开度,而控制压缩空气相对于燃烧器 3 的旁通流量。

下面根据图 22 说明辅助燃料流量指令值 (PLCSO) 的计算逻辑器(燃料流量指令设定装置)。在函数发生器 81 中,根据图 7 所例示预先设定的 CLCSO 与辅助比的函数,求出与由 CLCSO 计算逻辑器求出的 CLCSO 相对应的辅助比。

在本计算逻辑器中,对于该辅助比进行根据 CLCSO 的校正和根据进气温度的校正。即,在函数发生器 82 中,根据通过事前讨论(燃气轮机设计)而设定的图 20 所例示的 CLCSO 与校正加权的函数,来求出与由 CLCSO 计算逻辑器求出的 CLCSO 相对应的校正加权值。在函数发生器 83 中,根据通过事前讨论(燃气轮机设计)而设定的图 21 所例示的进气温度与校正系数的函数,来求出与进气温度实测值相对应的校正系数。在乘法器 84 中,通过把由函数发生器 82 求出的根据 CLCSO 的校正加权值与由函数发生器 83 求出的根据进气温度的校正系数相乘而求出进气温度校正量。在减法器 85 中,从由函数发生器 81 求出的辅助比中减去由乘法器 84 求出的进气温度校正量,这样来进行辅助比的进气温度校正。即函数发生器 82、83、乘法器 84 和减法器 85 构成了进气温度校正装置。

之所以进行由这种进气温度产生的辅助比的校正,是由于与仅由 CLCSO (燃气轮机入口燃烧气体温度)来决定辅助比的情况相比,更合适进行对于进气温度的变化的燃烧控制的缘故。但在低负载(低燃气轮机输出)时即使对于辅助比的进气温度校正量比较大也没有问题,而在高负载

(高燃气轮机输出)时由于稍微的辅助比变化也使燃烧状态产生大的变化,所以需要对于辅助比的进气温度校正量极小。因此,如上述那样根据 CLCSO (即燃气轮机输出)来决定校正的加权,通过在该加权值上乘上从进气温度求出的校正系数来决定与 CLCSO 对应的合适的辅助比进气温度校正量。

然后,在乘法器 86 中,把全燃料流量指令值 (CSO) 与由减法器 85 求出的辅助比相乘来计算 PLCSO。全燃料流量指令值 (CSO) 是与向燃烧器 3 供给的全燃料气体流量 (重量流量) G_f 成正比例的值 ($CSO \propto G_f$)。因此 PLCSO 是与辅助燃料气体流量 G_{PL} 成正比例的值。

全燃料流量指令值 (CSO) 是根据通过事前讨论 (燃气轮机设计) 而设定的发电机输出指令值与 CSO (即全燃料气体流量 G_f) 的关系而设定的。即,在燃气轮机燃烧控制装置 41 中,根据由中央供电中心等设定的发电机输出指令值,并根据预先设定的发电机输出指令值与 CSO 的关系 (函数) 来设定全燃料流量指令值 (CSO)。但是,在燃气轮机燃烧控制装置 41 中,通过未图示的控制部来调整全燃料流量指令值 (CSO),以使发电机输出的实测值与发电机输出指令值一致。例如,把发电机输出实测值与发电机输出指令值的偏差在 PI 控制器中进行比例·积分运算,这样来调整全燃料流量指令值 (CSO),以使发电机输出的实测值与发电机输出指令值一致。

下面根据图 23 说明顶环燃料流量指令值 (THCSO) 的计算逻辑器 (燃料流量指令设定装置)。在函数发生器 91 中,根据图 8 所例示预先设定的 CLCSO 与顶环比的函数,来求出与由 CLCSO 计算逻辑器求出的 CLCSO 相对应的顶环比。

在本计算逻辑器中,对于该顶环比进行根据 CLCSO 的校正和根据进气温度的校正。即,在函数发生器 92 中,根据通过事前讨论 (燃气轮机设计) 而设定的图 20 所例示的 CLCSO 与校正加权的函数,来求出与由 CLCSO 计算逻辑器求出的 CLCSO 相对应的校正加权值。在函数发生器 93 中,根据通过事前讨论 (燃气轮机设计) 而设定的图 21 所例示的进气温度与校正系数的函数,来求出与进气温度实测值相对应的校正系数。在乘法器 94 中,通过把由函数发生器 92 求出的根据 CLCSO 的校正加权值与由函数发生器 93 求出的根据进气温度的校正系数相乘而求出进气温度校正量。在减法器 95 中,从由函数发生器 91 求出的顶环比中减去由乘法器 94 求出的进气温

度校正量，这样来进行顶环比的进气温度校正。即，函数发生器 92、93、乘法器 94 和减法器 95 构成了进气温度校正装置。

之所以进行由这种进气温度产生的顶环比的校正，是由于与仅由 CLCSO（燃气轮机入口燃烧气体温度）来决定顶环比的情况相比，更合适进行对于进气温度的变化的燃烧控制的缘故。但在低负载（低燃气轮机输出）时，即使对于顶环比的进气温度校正量比较大也没有问题，而在高负载（高燃气轮机输出）时由于稍微的顶环比变化也使燃烧状态产生大的变化，所以需要对于顶环比的进气温度校正量极小。因此，如上述那样根据 CLCSO（即燃气轮机输出）来决定校正的加权，通过在该加权值上乘以从进气温度求出的校正系数来决定与 CLCSO 对应的合适的顶环比进气温度校正量。主比也根据辅助比和顶环比来计算，进行进气温度校正，这时的详细情况在后面叙述。

在乘法器 96 中，把由 CSO 和减法器 95 求出的顶环比相乘来计算 THCSO。THCSO 与顶环燃料气体流量（重量流量） G_{fTH} 成正比例。

下面根据图 24 说明各流量调节阀开度指令值的计算逻辑器。

首先，说明辅助燃料流量调节阀开度指令值的计算逻辑器，在函数发生器 101 中，根据图 25 例示的 PLCSO 与辅助燃料气体流量 G_{fPL} 的函数，如上述那样计算与由 PLCSO 计算逻辑器的乘法器 86 求出的 PLCSO 相对应的辅助燃料气体流量 G_{fPL} 的值（燃料流量设定装置）。即，把 PLCSO 变换成重量流量 Q 。PLCSO 与辅助燃料气体流量 G_{fPL} 的函数（正比例关系）是通过事前讨论（燃气轮机设计）而预先设定的。

然后，根据下面的 C_v 值计算式，即下面的式（2）来计算辅助燃料流量调节阀 19 的 C_v 值。

[式 2]

$$C_v = \frac{aG}{289} \sqrt{\frac{\gamma(t+273)}{P_1^2 - P_2^2}}$$

$$a = \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273 + 15.6}{273}$$

式（2）中， t 是在辅助燃料流量调节阀 19 中流动的辅助燃料气体的温

度，作为该辅助燃料气体温度是使用燃料气体温度计 Tf 的测量值。 γ 是对空气的气体密度比，是预先设定的。 G 是在辅助燃料流量调节阀 19 中流动的辅助燃料气体流量（重量流量），作为该辅助燃料气体流量是使用由函数发生器 101 求出的辅助燃料气体流量 G_{fPL} 。 a 是用于把辅助燃料气体流量 G 换算成 15.6°C 、 1ata 中的体积流量 (m^3/h) 所用的系数，是预先设定的。 γ_H 是标准状态下的气体密度。

式 (2) 中， P_2 是辅助燃料流量调节阀 19 的后压（下流侧压力），作为该后压是使用辅助连通器压力计 PX2 的测量值或校正值（详细情况后面叙述）。 P_1 是辅助燃料流量调节阀 19 的前压（上流侧压力），作为该前压是使用在辅助连通器压力计 PX2 的测量值上加上辅助燃料流量调节阀 19 的前后压差（例如 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ ）的值。该前后压差通过辅助燃料压力调节阀 18 而调节成一定值。但并不限于此，作为前后压差也可以使用辅助燃料差压计 PDX2 的测量值，而且在使用压力计测量辅助燃料压力调节阀 18 的前压时，也可以把该测量值作为 P_1 的值使用。

根据计算逻辑器进行说明时，则在函数发生器 102 中，根据实测值或是根据作为压力校正装置的连通器压力校正逻辑器 130（详细情况后面叙述）的辅助连通器压力的校正值（作为后压 P_2 使用），来进行下面式 (3) 的计算。

$$\text{[式 3]} \quad \frac{1}{\sqrt{(4+P_2)^2 - P_2^2}} \quad (3)$$

在函数发生器 103 中，根据通过作为燃料温度校正装置的燃料气体温度校正逻辑器 120（详细情况后面叙述）输入的实测值或是根据燃料气体温度的一定值，来进行下面式 (4) 的计算。

$$\text{[式 4]} \quad \frac{a\sqrt{\gamma(t+273)}}{289} \quad (4)$$

在乘法器 104 中，把由函数发生器 101 求出的辅助燃料气体流量 G_{fPL} （作为辅助燃料气体流量 G 使用）、函数发生器 102 的计算结果与函数发生器 103 的计算结果相乘。这样来进行上述式 (2) 的计算，就能得到辅助燃

料流量调节阀 19 的 Cv 值 (Cv 值设定装置)。在函数发生器 105 中, 根据通过事前讨论 (调节阀的规格) 而预先设定的如图 26 例示那样的辅助燃料流量调节阀开度与 Cv 值的函数, 来求出与由乘法器 104 求出的辅助燃料流量调节阀 19 的 Cv 值相对应的辅助燃料流量调节阀开度, 并把它作为辅助燃料流量调节阀开度指令值输出 (燃料流量调节阀开度指令设定装置)。

然后, 在燃气轮机燃烧控制装置 41 中, 根据由本计算逻辑器求出的辅助燃料流量调节阀开度指令值来控制辅助燃料流量调节阀 19 的开度, 这样来控制辅助燃料气体的流量。

说明顶环燃料流量调节阀开度指令值的计算逻辑器时, 则是在函数发生器 105 中, 根据图 27 例示的 THCSO 与顶环燃料气体流量 G_{TH} 的函数, 如上述那样计算与由 THCSO 计算逻辑器的乘法器 96 求出的 THCSO 相对应的顶环燃料气体流量 G_{TH} 的值 (燃料流量设定装置)。即, 把 THCSO 转换成流量 Q 。THCSO 与顶环燃料气体流量 G_{TH} 的函数 (比例关系) 是通过事前讨论 (燃气轮机设计) 而预先设定的。

然后, 根据上面的式 (2) (Cv 值计算式), 来计算顶环燃料流量调节阀 21 的 Cv 值。但这时在上述式 (2) 中, t 是在顶环燃料流量调节阀 21 中流动的顶环燃料气体的温度, 作为该顶环燃料气体温度是使用燃料气体温度计 Tf 的测量值。 G 是在顶环燃料流量调节阀 21 中流动的顶环燃料气体流量 (重量流量), 作为该顶环燃料气体流量是使用由函数发生器 106 求出的顶环燃料气体流量 G_{TH} 。 a 是为了把顶环燃料气体流量 G 换算成 15.6°C 、 1ata 中的体积流量 (m^3/h) 所用的系数。

式 (2) 中, P_2 是顶环燃料流量调节阀 21 的后压 (下流侧压力), 作为该后压是使用顶环连通器压力计 PX3 的测量值或校正值 (详细情况后面叙述)。 P_1 是顶环燃料流量调节阀 21 的前压 (上流侧压力), 作为该前压是使用在顶环连通器压力计 PX3 的测量值上加上顶环燃料流量调节阀 21 的前后压差 (例如 $4\text{kg}/\text{cm}^2$) 的值。该前后压差通过顶环燃料压力调节阀 20 而调节成一定值。但并不限于此, 作为前后压差也可以使用顶环燃料差压计 PDX3 的测量值, 而且在使用压力计测量顶环燃料流量调节阀 21 的前压时, 也可以把该测量值作为 P_1 的值使用。

根据计算逻辑器进行说明时, 则在函数发生器 107 中, 根据实测值或是根据作为压力校正装置的连通器压力校正逻辑器 140 (详细情况后面叙

述)的顶环连通器压力的校正值(作为后压 P_2 使用),来进行上面式(3)的计算。在函数发生器 103 中,根据燃料气体温度实测值(作为顶环燃料气体温度 t 使用)来进行上面式(4)的计算(与辅助燃料流量调节阀 19 的 C_v 值计算共通)。

在乘法器 109 中,把由函数发生器 106 求出的顶环燃料气体流量 G_{TH} (作为顶环燃料气体流量 G 使用)、函数发生器 107 的计算结果与函数发生器 103 的计算结果相乘。这样来进行上述式(2)的计算,就能得到顶环燃料流量调节阀 21 的 C_v 值(C_v 值设定装置)。在函数发生器 110 中,根据通过事前讨论(调节阀的规格)而预先设定的如图 26 例示那样的顶环燃料流量调节阀开度与 C_v 值的函数,来求出与由乘法器 109 求出的顶环燃料流量调节阀 21 的 C_v 值相对应的顶环燃料流量调节阀开度,并把它作为顶环燃料流量调节阀开度指令值输出(燃料流量调节阀开度指令设定装置)。

然后,在燃气轮机燃烧控制装置 41 中,根据由本计算逻辑器求出的顶环燃料流量调节阀开度指令值来控制顶环燃料流量调节阀 21 的开度,这样来控制顶环燃料气体的流量。

说明主燃料流量调节阀开度指令值的计算逻辑器时,则在加法器 111 中,把由 PLCSO 计算逻辑器的乘法器 86 求出的 PLCSO 与由 THCSO 计算逻辑器的乘法器 96 求出的 THCSO 相加($PLCSO+THCSO$)。在减法器 112 中,从 CSO 中减去加法器 111 的计算结果($MACSO=CSO-PLCSO-THCSO$),这样来计算主燃料流量指令值($MACSO$)(燃料流量指令设定装置)。 $MACSO$ 与主燃料气体流量 G_{fMA} 成正比例。

在函数发生器 113 中根据图 28 例示的 $MACSO$ 与主燃料气体流量 G_{fMA} 的函数,计算与由减法器 112 求出的 $MACSO$ 相对应的主燃料气体流量 G_{fMA} 的值(燃料流量设定装置)。即把 $MACSO$ 变换成流量 Q 。 $MACSO$ 与主燃料气体流量 G_{fMA} 的函数(比例关系)是通过事前讨论(燃气轮机设计)而预先设定的。

然后,根据上面的式(2)(C_v 值计算式),来计算主燃料流量调节阀 17 的 C_v 值。但这时在上述式(2)中, t 是在主燃料流量调节阀 17 中流动的主燃料气体的温度,作为该主燃料气体温度是使用燃料气体温度计 T_f 的测量值。 G 是在主燃料流量调节阀 17 中流动的主燃料气体流量(重量流量),作为该主燃料气体流量是使用由函数发生器 113 求出的主燃料气体流量

G_{fMA} 。a 是用于把主燃料气体流量 G 换算成 15.6°C 、 1ata 中的体积流量 (m^3/h) 所用的系数。

上述式 (2) 中, P_2 是主燃料流量调节阀 17 的后压 (下流侧压力), 作为该后压是使用主连通器压力计 PX1 的测量值或校正值 (详细情况后面叙述)。 P_1 是主燃料流量调节阀 17 的前压 (上流侧压力), 作为该前压是使用在主连通器压力计 PX1 的测量值上加上主燃料流量调节阀 17 的前后压差 (例如 $4\text{kg}/\text{cm}^2$) 的值。该前后压差通过主燃料压力调节阀 16 而调节成一定值。但并不限于于此, 作为前后压差也可以使用主燃料差压计 PDX1 的测量值, 而且在使用压力计测量主燃料流量调节阀 17 的前压时也可以把该测量值作为 P_1 的值使用。

根据计算逻辑器进行说明时, 则是在函数发生器 114 中根据实测值或是根据作为压力校正装置的连通器压力校正逻辑器 150 (详细情况后面叙述) 的主连通器压力的校正值 (作为后压 P_2 使用), 来进行上面式 (3) 的计算。在函数发生器 103 中, 根据燃料气体温度实测值 (作为主燃料气体温度 t 使用) 来进行上面式 (4) 的计算 (与辅助燃料流量调节阀 19 的 C_v 值计算共通)。

在乘法器 115 中, 把由函数发生器 113 求出的主燃料气体流量 G_{fMA} (作为主燃料气体流量 G 使用) 与函数发生器 114 的计算结果与函数发生器 103 的计算结果相乘。这样来进行上述式 (2) 的计算, 就能得到主燃料流量调节阀 17 的 C_v 值 (C_v 值计算装置)。在函数发生器 116 中根据通过事前讨论 (调节阀的规格) 而预先设定的如图 26 例示那样的主燃料流量调节阀开度与 C_v 值的函数, 来求出与由乘法器 115 求出的主燃料流量调节阀 17 的 C_v 值相对应的主燃料流量调节阀开度, 并把它作为主燃料流量调节阀开度指令值输出 (燃料流量调节阀开度指令设定装置)。

然后, 在燃气轮机燃烧控制装置 41 中, 根据由本计算逻辑器求出的主燃料流量调节阀开度指令值来控制主燃料流量调节阀 17 的开度, 这样来控制主燃料气体的流量。

下面说明在计量仪器异常时的校正逻辑器, 即, 燃料气体温度校正逻辑器和连通器压力校正逻辑器。

首先, 根据图 29 说明燃料气体温度校正逻辑器。把燃料气体温度的实测值分别向无用功时间设定器 122 和切换器 123 输入。但在设置有多台 (多

重化)燃料气体温度计 Tf的情况下,是通过低值选择器 121 来输入燃料气体温度的实测值。低值选择器 121 是把多台(图示例是两台)燃料气体温度计 Tf 测量值中的任一低的值进行选择输出。

在无用功时间设定器 122 中,把从燃料气体温度计 Tf 输入的燃料气体温度实测值在输入了该实测值之后经过规定的无用功时间 L 之后再输出。在切换器 123 中,通常是不从在检测由断线等引起的燃料气体温度计 Tf 异常的计量仪器异常检测装置(未图示)输入计量仪器异常信号时,把从燃料气体温度计 Tf 输入(没通过无用功时间设定器 122 的直接输入)的燃料气体温度实测值输出。另一方面,在输入了所述计量仪器异常信号时,在切换器 123 中,向无用功时间设定器 122 侧切换,从该无用功时间设定器 122 把输入的值输出。且在所述计量仪器异常信号切换以后,无用功时间设定器 122 的输出值也是根据输入值而变化,但在切换器 123 中,在所述计量仪器异常信号引起切换的时刻,把从无用功时间设定器 122 输入的燃料气体温度值保持并且持续输出。即,在所述计量仪器异常信号切换以后,从切换器 123 输出一定值的燃料气体温度。

切换器 123 的输出分别向作为第一的一次延迟运算装置的一次延迟运算器 124 和作为第二的一次延迟运算装置的一次延迟运算器 125 输入。设定在减比率用的一次延迟运算器 125 中的一次延迟常数,其小于设定在增比率用的一次延迟运算器 124 中的一次延迟常数。在一次延迟运算器 124 中把从切换器 123 输入的燃料气体温度进行一次延迟运算,在一次延迟运算器 125 中也把从切换器 123 输入的燃料气体温度进行一次延迟运算。然后低值选择器 126 从一次延迟运算器 124 的运算结果和一次延迟运算器 125 的运算结果中选择小的值输出。

在带比率的切换器 127 中,在不从未图示的燃气轮机转速检测装置输入达到额定速度(额定转速)的信号时(即燃气轮机 1 在升速中时),选择设定在信号发生器 128 中一定值的燃料气体温度,并向图 24 的流量调节阀开度指令值计算逻辑器的函数发生器 103 输出,另一方面,在输入了达到所述额定速度的信号时,其选择低值选择器 126 的输出并向同一计算逻辑器的函数发生器 103 输出。为了防止燃料气体温度的急剧变化,在带比率的切换器 127 中,在把选择信号从信号发生器 128 的输出向低值选择器 126 的输出切换时,或是进行相反的切换时,其以规定的比率把输出进行增

减。

下面说明连通器压力校正逻辑器。该连通器压力的校正如前所述，是对辅助连通器的压力、顶环连通器的压力和主连通器的压力分别进行的（参照图 24 的连通器压力校正逻辑器 130、140、150），由于这些连通器压力校正逻辑器 130、140、150 是同样的结构，所以在此就省略了个别的图示和说明，而是根据图 31~图 33 把这些连通器压力校正逻辑器 130、140、150 的处理内容进行汇总说明。

如图 30 所示，在切换器 161 中，通常是在不从检测由断线等引起的辅助连通器压力计 PX2（或顶环连通器压力计 PX3 或主连通器压力计 PX1）异常的计量仪器异常检测装置（未图示）输入计量仪器异常信号时，把从辅助连通器压力计 PX2（或顶环连通器压力计 PX3 或主连通器压力计 PDX1）输入的辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）的实测值向变化比率设定器 162 输出。另一方面，在输入了所述计量仪器异常信号时，切换器 161 向作为压力计算装置的连通器压力计算逻辑器 163 侧切换，并把从该连通器压力计算逻辑器 163 输入的辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）的计算值向变化比率设定器 162 输出。

在变化比率设定器 162 中，根据通过事先讨论（燃气轮机设计）而预先设定的图 31 例示的发电机输出（燃气轮机输出）与变化比率的函数和发电机输出（燃气轮机输出）的实测值或指令值，来设定变化比率，并根据该变化比率来限制从切换器 161 输入并向图 24 的流量调节阀开度指令值计算逻辑器的函数发生器 102（或函数发生器 107 或函数发生器 114）输出的辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）的实测值或计算值的增减率。

在连通器压力计算逻辑器 163 中，在非节流的情况下，把辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）根据由非节流用 Cv 值计算式即下面的式（5）变形而得到的下面的式（6）来计算，在节流的情况下，其根据由节流用 Cv 值计算式，即下面的式（7）变形而得到的下面的式（8）来计算。

[式 5]

$$C_v = \frac{aG}{289} \sqrt{\frac{\gamma(t+273)}{P_2^2 - P_3^2}}$$

$$a = \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273 + 15.6}{273}$$

(5)

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{aG}{289C_v} \sqrt{\gamma(t+273)} \right)^2 + P_3^2}$$

$$a = \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273 + 15.6}{273}$$

(6)

$$C_v = \frac{aG \sqrt{\gamma(t+273)}}{250P_2}$$

$$a = \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273 + 15.6}{273}$$

(7)

$$P_2 = \frac{aG}{250C_v} \sqrt{\gamma(t+273)}$$

$$a = \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273 + 15.6}{273}$$

(8)

式(5)和式(6)中, C_v 是辅助喷嘴25(或是顶环喷嘴27或主喷嘴26)的 C_v 值,作为该 C_v 值使用预先设定的一定值或是由学习电路(详细情况后面叙述)校正的校正值。 t 是从辅助喷嘴25(或是顶环喷嘴27或主喷嘴26)喷射的辅助燃料气体(或是顶环燃料气体或主燃料气体)的温度,作为这些燃料气体的温度是使用燃料气体温度计 T_f 的测量值。 γ 是对于空气的气体密度比,并且是预先设定的。

G 是从辅助喷嘴25(或是顶环喷嘴27或主喷嘴26)喷射的辅助燃料气体流量(重量流量)(或是顶环燃料气体流量(重量流量)或主燃料气体流量(重量流量)),作为这些燃料气体流量是使用由图24的流量调节阀开度指令值计算逻辑器中的函数发生器101求出的辅助燃料气体流量 G_{fPL} (或

是由函数发生器 106 求出的顶环燃料气体流量 G_{fTH} 或是由函数发生器 113 求出的主燃料气体流量 G_{fMA})。

其中辅助燃料气体流量 G_{fPL} (或顶环燃料气体流量 G_{fTH} 或主燃料气体流量 G_{fMA}) 是整体的辅助燃料气体流量 (或是整体的顶环燃料气体流量或是整体的主燃料气体流量), 把它们向各辅助喷嘴 25 (或各顶环喷嘴 27 或各主喷嘴 26) 分配的是各辅助喷嘴 25 (或各顶环喷嘴 27 或各主喷嘴 26) 的燃料气体流量。因此, 把由辅助喷嘴 25 (或是顶环喷嘴 27 或主喷嘴 26) 的数量去除辅助燃料气体流量 G_{fPL} (或顶环燃料气体流量 G_{fTH} 或主燃料气体流量 G_{fMA}) 所得到的值, 作为各辅助喷嘴 25 (或各顶环喷嘴 27 或各主喷嘴 26) 中的辅助燃料气体流量 (或顶环燃料气体流量或主燃料气体流量) G 来使用。a 是为了把这些燃料气体流量 G 换算成 15.6°C 、 1ata 中的体积流量 (m^3/h) 所用的系数, 并且是预先设定的。 γH 是标准状态的气体密度。

式 (5) 和式 (6) 中, P_3 是辅助喷嘴 25 (或是顶环喷嘴 27 或主喷嘴 26) 的后压 (下流侧压力), 作为该后压是使用机室压力计 PX5 的测量值 (参照图 3)。 P_2 是辅助喷嘴 25 (或是顶环喷嘴 27 或主喷嘴 26) 的前压 (上流侧压力), 即辅助连通器压力 (或顶环连通器压力或主连通器压力)。

根据图 32 的计算逻辑器进行说明时, 则是在乘法器 164 中, 在由信号发生器 165 预先设定的辅助喷嘴 25 (或是顶环喷嘴 27 或主喷嘴 26) 的 C_v 值 (一定值) 上乘上由作为学习装置的学习电路 166 计算出的校正系数 (详细情况后面叙述)。在函数发生器 167 中, 根据燃料气体温度的实测值 (作为辅助燃料气体温度 t 或顶环燃料气体温度 t 或主燃料气体温度 t 使用) 进行下面的式 (9) 计算。乘法器 168 中, 把根据如上述那样由图 24 的流量调节阀开度指令值计算逻辑器的函数发生器 101 求出的辅助燃料气体流量 G_{fPL} (或是由函数发生器 106 求出的顶环燃料气体流量 G_{fTH} 或是由函数发生器 113 求出的主燃料气体流量 G_{fMA}) 而得到的辅助燃料气体流量 G (或是顶环燃料气体流量 G 或是主燃料气体流量 G) 与函数发生器 167 的计算结果相乘。在除法器 169 中, 对乘法器 169 的乘法计算结果除以乘法器 164 的计算结果。

$$\begin{aligned} & \text{[式 6]} \\ & \sqrt{\gamma (t + 273)} \quad (9) \end{aligned}$$

在乘法器 171 中, 把除法器 169 的除法计算结果与在信号发生器 170 中设定的下面式 (10) 的值进行相乘。

$$\text{[式 7]} \\ \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273+15.6}{273} \cdot \frac{1}{289} \quad (10)$$

在乘法器 172 中, 把乘法器 171 的乘法计算结果之间相乘 (即求出乘法器 171 乘法计算结果的 2 次幂)。在加法器 173 中, 在机室压力的实测值 (作为辅助喷嘴、顶环喷嘴、或主喷嘴的后压 P_2 使用) 上加上由信号发生器 174 设定的值 (1.0332), 把机室压力计 PX5 的测量值, 即, 机室压力设定为绝对压。在乘法器 175 中, 把加法器 174 的加法计算结果之间相乘 (即求出机室压力 P_2 的 2 次幂)。在加法器 176 中, 把乘法器 172 的计算结果与乘法器 175 的乘法计算结果相加。即, 以到该加法器 176 为止的处理进行下面式 (11) 的计算。然后, 在求根器 177 中, 计算加法器 176 加法计算结果的平方根。即以到该求根器 177 为止的处理进行上面式 (6) 的计算, 能求出在非节流情况下的辅助连通器压力 (或顶环连通器压力或主连通器压力) 的计算值 P_2 。

$$\text{[式 8]} \\ \left(\frac{aG}{289C_v} \cdot \sqrt{\gamma (t+273)} \right)^2 + P_3^2 \quad (11)$$

另一方面在乘法器 179 中, 把所述除法器 169 的计算结果与在信号发生器 178 中设定下面式 (12) 的值相乘。即以到该乘法器 179 为止的处理进行上面式 (8) 的计算, 能求出在节流情况下的辅助连通器压力 (或顶环连通器压力或主连通器压力) 的计算值 P_2 。

$$\text{[式 9]} \\ \frac{1}{\gamma_N} \cdot \frac{273+15.6}{273} \cdot \frac{1}{250} \quad (12)$$

在节流判断器 180 中, 把求根器 177 的输出, 即辅助连通器压力 (或顶环连通器压力或主连通器压力) P_2 与加法器 173 的输出, 即机室压力 (辅助喷嘴、顶环喷嘴或主喷嘴的后压) P_3 进行比较, 在下面的式 (13) 条件成立时则判断为是节流。

[式 10]

$$P_3 \leq \frac{1}{2} P_2 \quad (13)$$

在切换器 181 中，其当节流判断器 180 判断是节流时，则选择乘法器 179 的输出值，并把它作为计算辅助连通器压力（或计算顶环连通器压力或计算主连通器压力） P_2 ，向图 30 的切换器 161 输出，另一方面，当在节流判断器 180 中不判断为节流时（非节流时）则选择求根器 177 的输出值，并把它作为计算辅助连通器压力（或计算顶环连通器压力或计算主连通器压力） P_2 ，向图 30 的切换器 161 输出。

下面根据图 33 说明学习电路 166。在学习电路 166 中，与上述学习电路 62 的情况相同，首先在开始喷嘴 Cv 值的学习之前，判断燃料气体温度 TIT 是否达到了最高燃烧气体温度（1500℃）。即，燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 是最高燃烧气体温度（1500℃）时，在压缩机 4 的压力比（压缩机 4 的入口侧压力与出口侧压力的比）与排气温度之间存在有图 18 所示那样的关系。因此，在学习电路 166 中，监视从进气压力实测值和机室压力实测值得到的压缩机 4 的压力比（机室压力 / 进气压力）和排气温度的实测值，在这些压力比和排气温度是图 18 所示那样的关系时，判断燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 达到了最高燃烧气体温度（1500℃），就开始学习。但并不限于于此，也可以在燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 在达到最高燃烧气体温度（1500℃）之前就开始学习。

当学习电路 166 开始学习，则首先在减法器（偏差运算器）182 中求出由连通器压力校正逻辑器 163 计算的辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力） P_2 与由辅助连通器压力计 PX2（或顶环连通器压力计 PX3 或主连通器压力计 PX1）测量的辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）的偏差。

然后，根据该偏差在 PI 控制器 183 中通过进行比例·积分运算来求出 0~1 范围的校正系数，并把该校正系数向图 32 的连通器压力校正逻辑器 163 的乘法器 164 输出，与信号发生器 165 的喷嘴 Cv 值（一定值）相乘。通过这样为了使辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）的计算值 P_2 与辅助连通器压力（或顶环连通器压力或主连通器压力）的实测值偏差消除而对喷嘴 Cv 值的校正，就能得到更正确的喷嘴 Cv 值。

作用效果

如上所述，根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，其是根据 IGV 开度、进气温度和大气压比来计算 700°C MW 和 1500°C MW，根据这些和发电机输出（燃气轮机输出）的实测值并通过直线插补把燃气轮机入口燃烧气体温度计算出无量纲化的 CLCSO，根据由该 CLCSO 决定的各燃料的比率（辅助比、顶环比、主比）来控制辅助燃料流量调节阀 19、顶环燃料流量调节阀 21 和主燃料流量调节阀 17 的开度，这样来控制向各燃料喷嘴（辅助喷嘴 25、顶环喷嘴 27 和主喷嘴 26）的燃料供给量，因此，能按照本来的思想根据燃气轮机入口燃烧气体温度来进行控制，即使进气温度、燃料气体温度和燃料气体性状有变化以及燃气轮机 1 的性能恶化了，也能保持 CLCSO 与各燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比）的关系，即能够保持燃料气体温度与各燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比）的关系。因此，能进行比以往更合适的燃烧控制。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，其是根据计算出的 CLCSO，通过控制燃烧器旁通阀的开度来控制压缩空气的旁通量，所以即使对于燃烧器旁通阀 8 也能按照本来的思想根据燃气轮机入口燃烧气体温度来进行控制，能保持 CLCSO 与燃烧器旁通阀开度的关系，即能保持燃气轮机入口燃烧气体温度与燃烧器旁通阀开度的关系。因此从控制压缩空气旁通流量的观点来看也能进行比以往更合适的燃烧控制。

例如根据图 34~图 36 所示的燃气轮机运转结果，在发电机输出（燃气轮机输出）一定而使 IGV 打开动作时，了解到对于随着 IGV 打开动作的燃气轮机入口燃烧气体温度 TIT 的降低，辅助比和燃烧器旁通阀开度是随动的。根据图 37 和图 38 的燃气轮机运转结果，了解到即使燃料气体温度变化，辅助比和燃烧器旁通阀开度也不变化。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，其由于把燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比）根据进气温度进行校正，所以对于进气温度的变化能进行更合适的燃烧控制。且这时由于根据 CLCSO 调整的进气温度校正量，所以，能进行根据负载（发电机输出、燃气轮机输出）的合适的进气温度校正。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，其在根据排气温度实测值

和压缩机压力比实测值判断出燃气轮机入口燃烧气体温度达到了最高燃烧气体温度（1500℃）后，把计算出的 1500℃MW 与发电机输出（燃气轮机输出）实测值进行比较，由于其具备使 1500℃MW 与发电机输出（燃气轮机输出）的实测值一致的校正学习电路 62，所以即使燃气轮机 1 的性能恶化了，也能保持 CLCSO（燃气轮机入口燃烧气体温度）与各燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比）的关系，保持 CLCSO（燃气轮机入口燃烧气体温度）与燃烧器旁通阀开度的关系。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，其根据全燃料流量指令值（CSO）和燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比）而求出各燃烧气体的燃料流量指令值（PLCSO、THCSO、MACSO），并根据该燃料流量指令值和燃料流量指令值与燃料气体流量的函数来求出燃料气体流量（辅助燃料气体流量 G_{PL} 、顶环燃料气体流量 G_{TH} 、主燃料气体流量 G_{MA} ），根据该燃料气体流量和燃料气体温度和各燃料流量调节阀 17、19、21 的前压和后压，并根据 C_v 值计算式来求出各燃料流量调节阀 17、19、21 的 C_v 值，根据该 C_v 值和 C_v 值与燃料流量调节阀开度的函数来求出各燃料流量调节阀开度指令值（辅助燃料流量调节阀开度指令值、顶环燃料流量调节阀开度指令值、主燃料流量调节阀开度指令值），因此，能使各燃料流量调节阀 17、19、21 的开度自动地决定而成为规定的燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比）。即只要输入燃料气体比率（辅助比、顶环比、主比），就能自动地计算出与该燃料气体比率对应的各燃料流量调节阀开度指令值（辅助燃料流量调节阀开度指令值、顶环燃料流量调节阀开度指令值、主燃料流量调节阀开度指令值）。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，其由于在燃料气体温度计 T_f 发生异常时，在燃料气体温度校正逻辑器 120 中，把发生该异常时一定时间之前的燃料气体温度实测值作为燃料气体温度使用，所以在由断线等引起的燃料气体温度计 T_f 发生异常时，也不会招致急剧的燃料气体流量变动，能进行稳定的燃烧控制，能继续进行燃气轮机 1 的运转。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41，由于其在燃料气体温度校正逻辑器 120 中具有一次延迟运算器 124 和具有比该一次延迟运算器 124 的一次延迟时间常数小的一次延迟时间常数的一次延迟运算器 125，对于燃料气体温度由一次延迟运算器 124 和一次延迟运算器 125 进行一次延迟运

算, 并把这些运算结果中小的值作为燃料气体温度使用, 所以在能把燃气轮机入口燃烧气体温度的变化速度缓和的同时, 能防止燃烧气体的过量投入。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41, 其具有根据从各燃料气体流量 (辅助燃料气体流量 G_{fPL} 、顶环燃料气体流量 G_{fTH} 、主燃料气体流量 G_{fMA}) 得到的各燃料喷嘴 (辅助喷嘴 25、顶环喷嘴 27、主喷嘴 26) 的燃料气体流量、各燃料喷嘴的 Cv 值、燃料气体温度和燃料喷嘴的后压, 并根据从各燃料喷嘴的 Cv 值计算式得到的各燃料喷嘴的前压计算式来计算与各燃料喷嘴的前压相当的各燃料流量调节阀 (辅助燃料流量调节阀 19、顶环燃料流量调节阀 21、主燃料流量调节阀 17) 后压的连通器压力计算逻辑器 163, 且由于其具备测量各燃料流量调节阀后压的各压力计 (辅助连通器压力计 PX2、顶环连通器压力计 PX3、主连通器压力计 PX1) 在发生异常时, 把由该连通器压力计算逻辑器 163 计算的各燃料流量调节阀后压使用的连通器压力校正逻辑器 130、140、150, 所以在由断线等引起的各压力计 (辅助连通器压力计 PX2、顶环连通器压力计 PX3、主连通器压力计 PX1) 发生异常时, 也能进行燃气轮机 1 的燃烧控制, 所以能继续进行燃气轮机 1 的运转。

根据本实施例的燃气轮机燃烧控制装置 41, 由于其具备把由连通器压力计算逻辑器 163 计算的各燃料流量调节阀 (辅助燃料流量调节阀 19、顶环燃料流量调节阀 21、主燃料流量调节阀 17) 的后压与各燃料流量调节阀的后压实测值 (辅助连通器压力、顶环连通器压力、主连通器压力) 进行比较, 并使所述后压的计算值与所述后压的实测值一致地校正各燃料喷嘴 (辅助喷嘴 25、顶环喷嘴 27、主喷嘴 26) 的 Cv 值的学习电路 166, 所以其能得到更正确的喷嘴 Cv 值, 能得到更正确的所述后压的计算值。

以上以具备具有三种燃料喷嘴即第一燃料喷嘴 (图示例的主喷嘴)、第二燃料喷嘴 (图示例的辅助喷嘴) 和第三燃料喷嘴 (图示例的顶环喷嘴) 的燃烧器的燃气轮机为例进行了说明, 但并不限于此, 本发明也能适用于例如具备具有两种燃料喷嘴 (第一燃料喷嘴、第二燃料喷嘴) 的燃烧器和四种燃料喷嘴 (第一燃料喷嘴、第二燃料喷嘴、第三燃料喷嘴和第四燃料喷嘴) 的燃烧器的燃气轮机。

以上把最高燃烧气体温度设定在了 1500°C , 但当然并不限于此, 在

各自的燃气轮机设计中根据高效率化、机器的耐热性和降低 Nox 的观点，最高燃烧气体温度能适当地设定成例如 1400℃、1600℃。

如上根据燃料的比率（辅助比、顶环比、主比）来控制燃料流量调节阀开度的情况下，也并不限定于一定是如上述那样根据燃料的比率（辅助比、顶环比、主比）来设定各燃料流量调节阀开度指令值的装置，也可以是通过其他的任意控制装置来进行控制。

本发明在具有燃气轮机本体、具有多种燃料喷嘴的燃烧器、具备入口导向翼的压缩机、分别调整所述多种燃料喷嘴燃料供给量的燃料流量调节阀的燃气轮机中，对具备通过控制所述燃料流量调节阀的开度来控制所述多种燃料喷嘴燃料供给量的燃气轮机燃烧控制装置的情况下是适用并且是有用的。

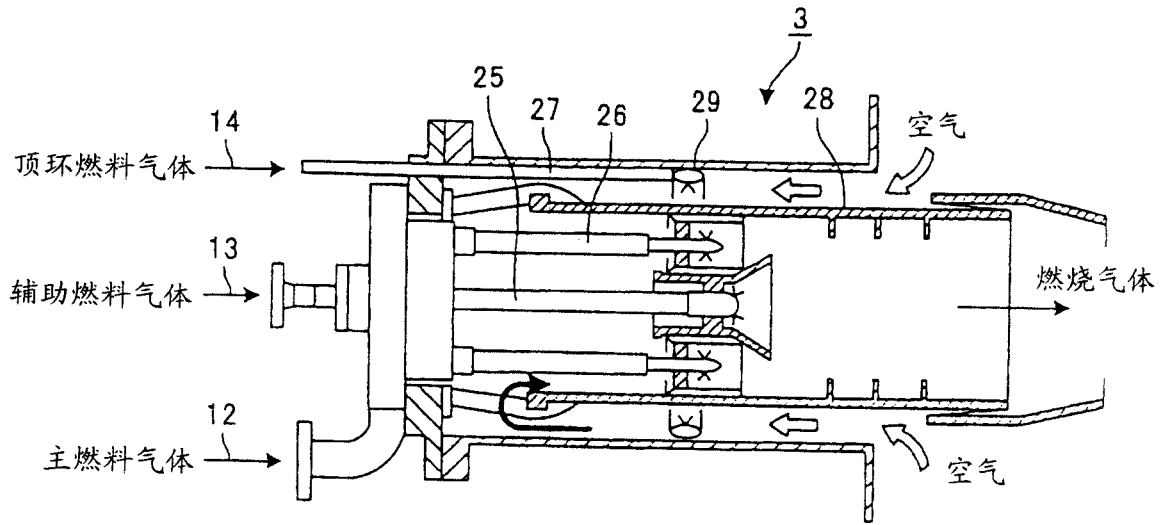


图 2

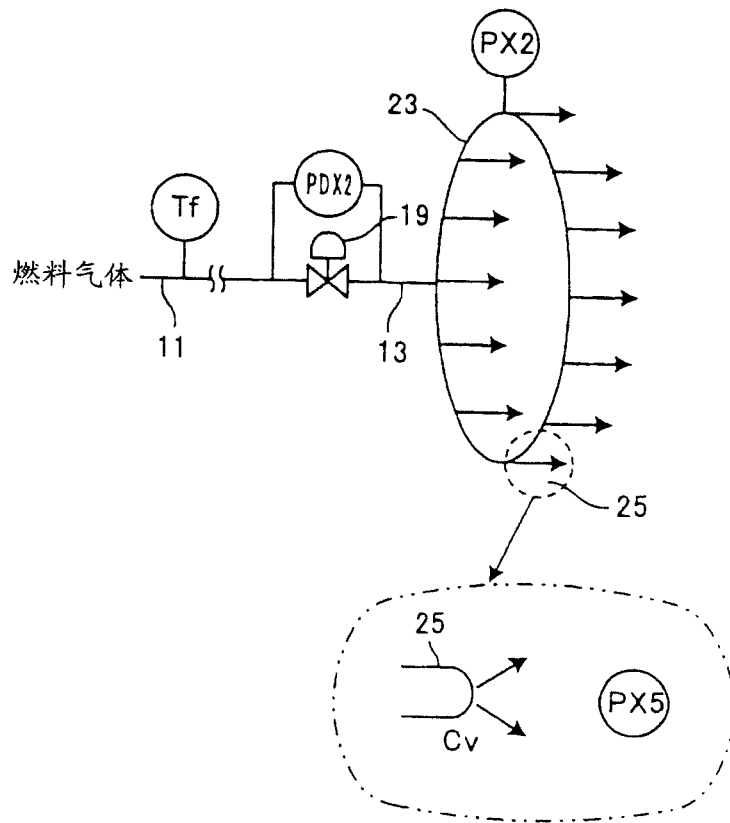


图 3

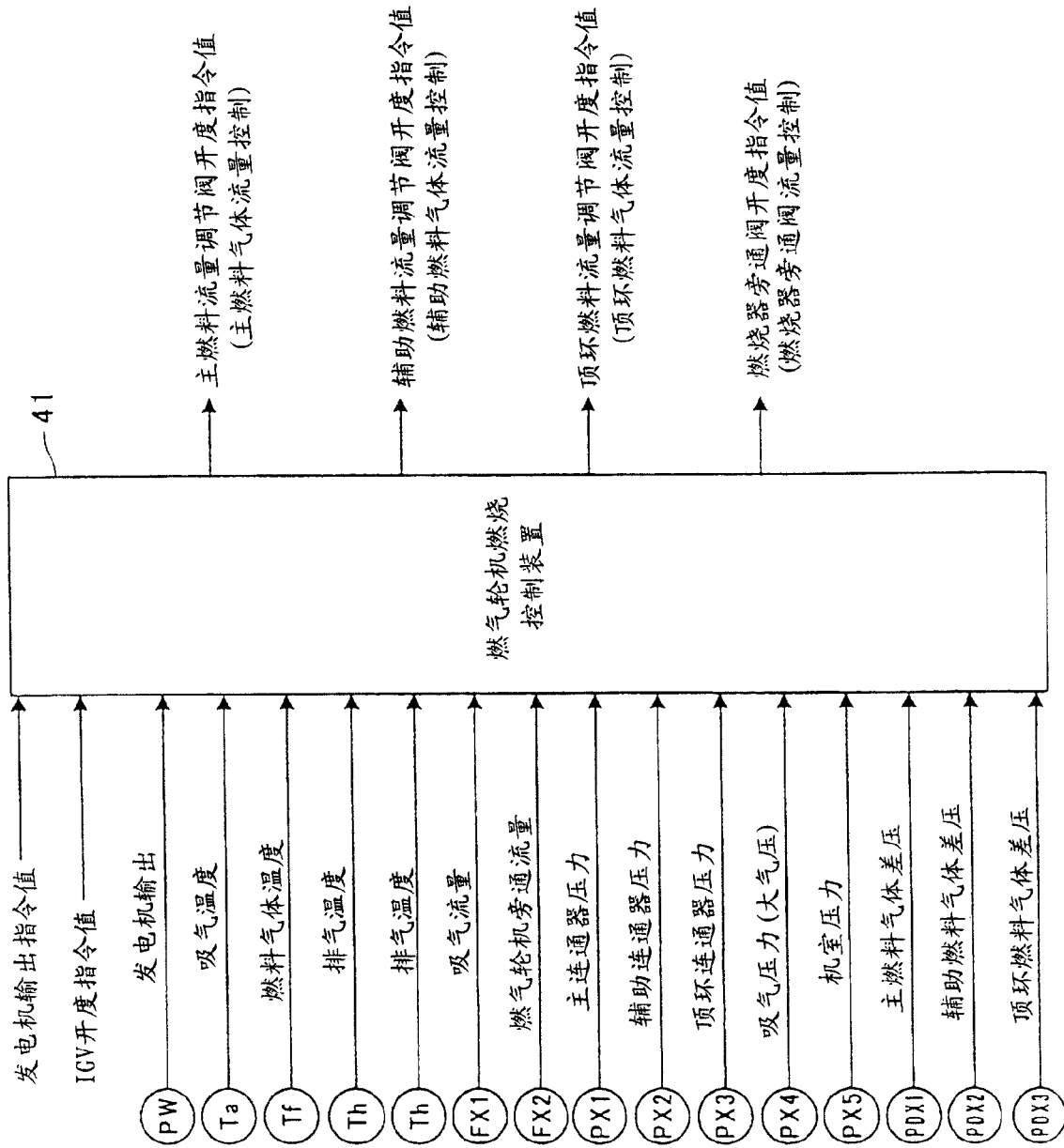


图 4

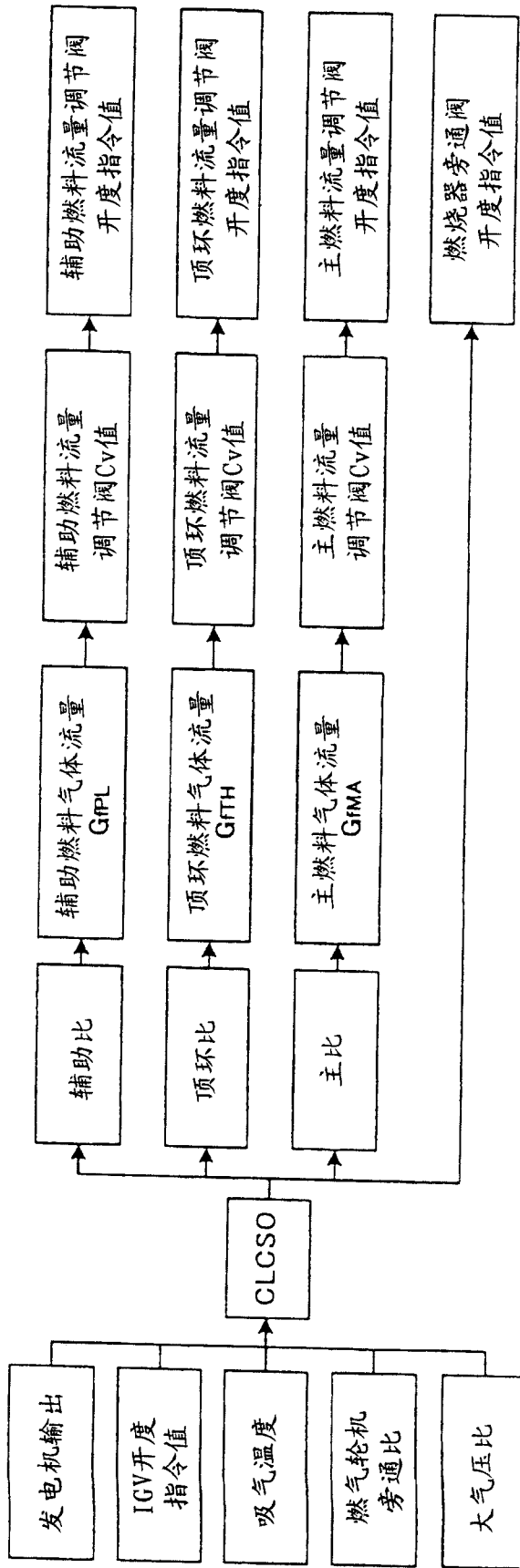


图 5

图 6

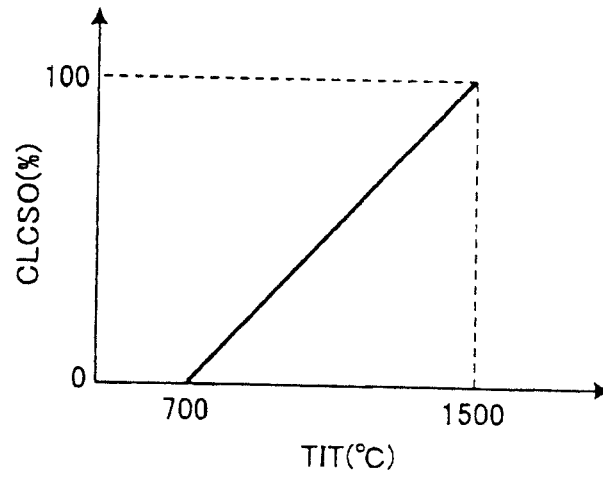


图 7

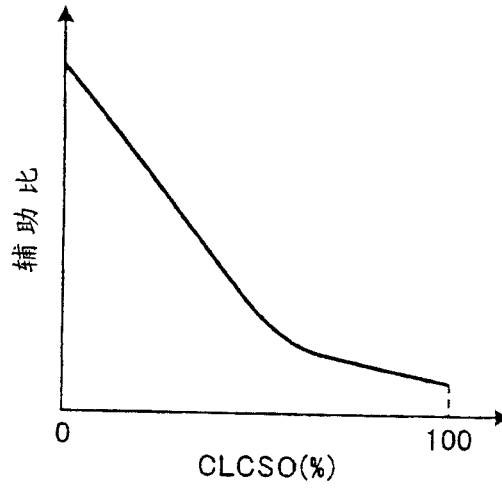


图 8

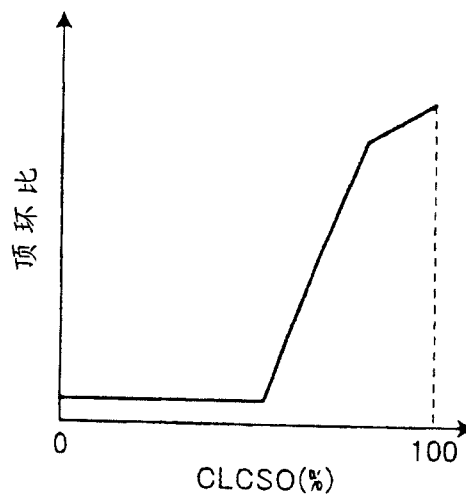


图 9

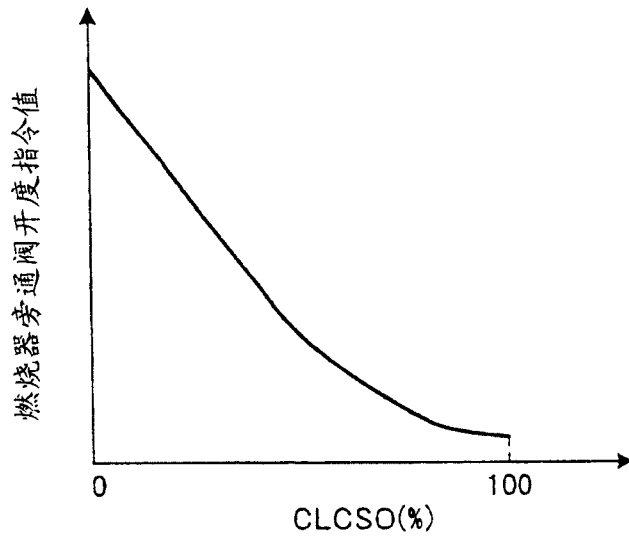


图 10

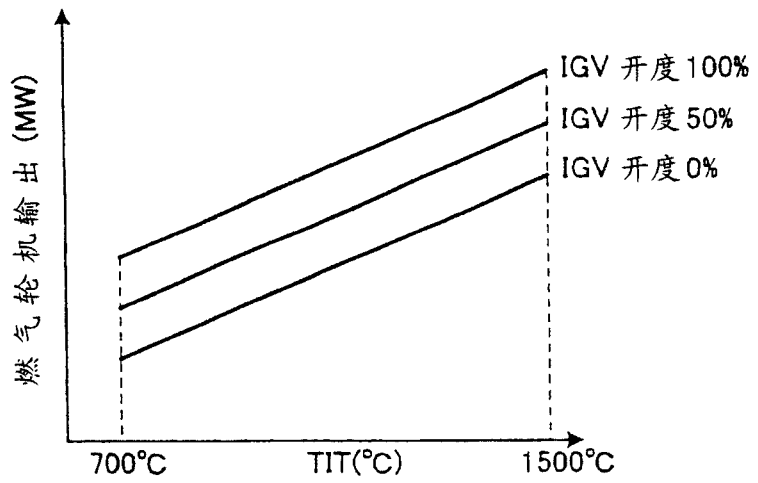
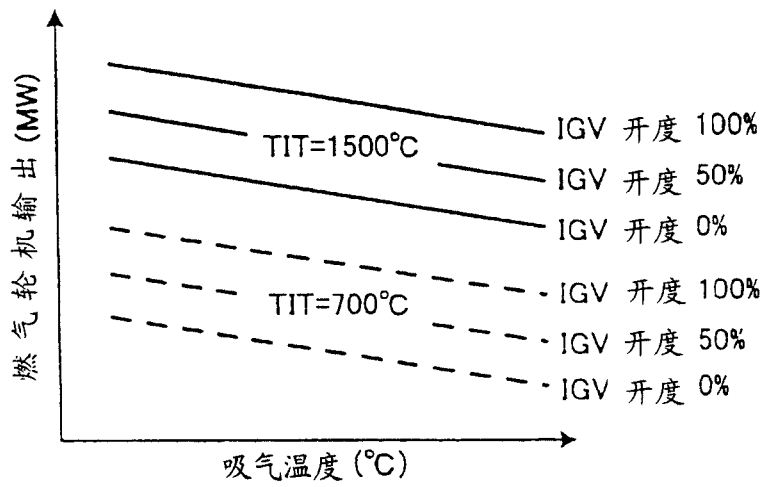


图 11



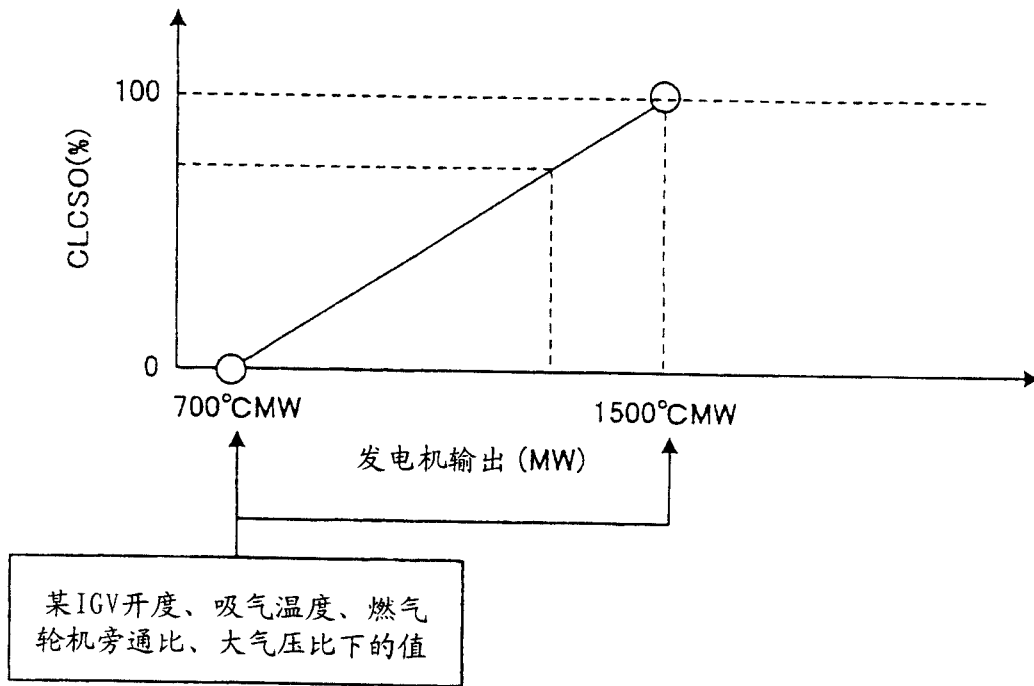
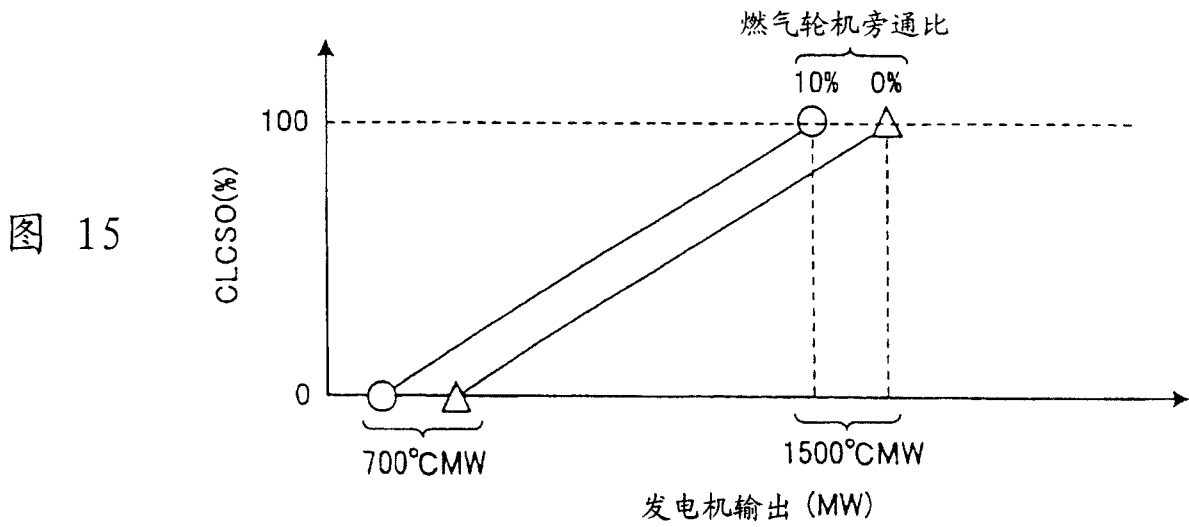
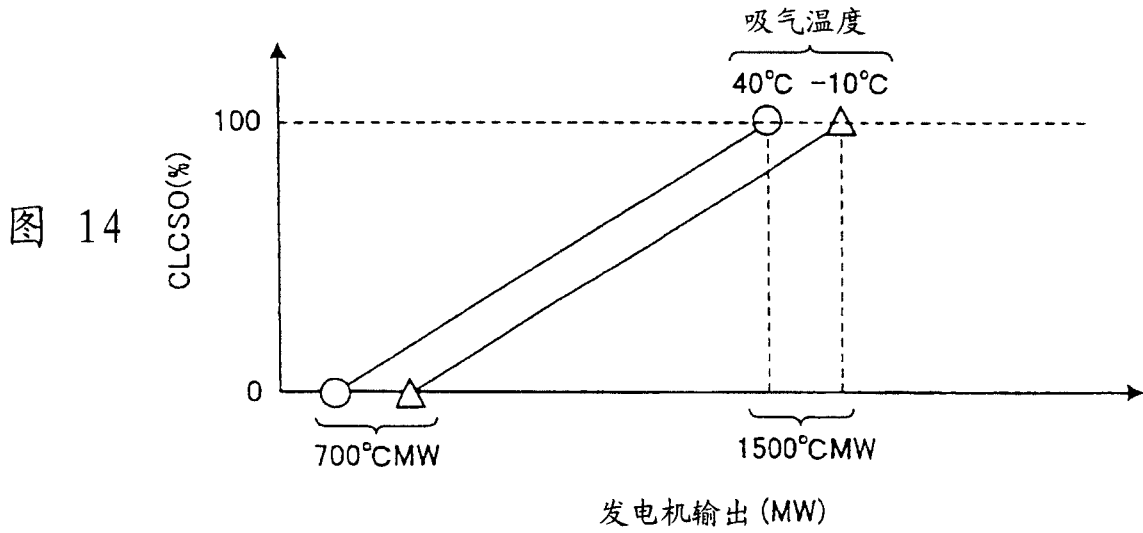
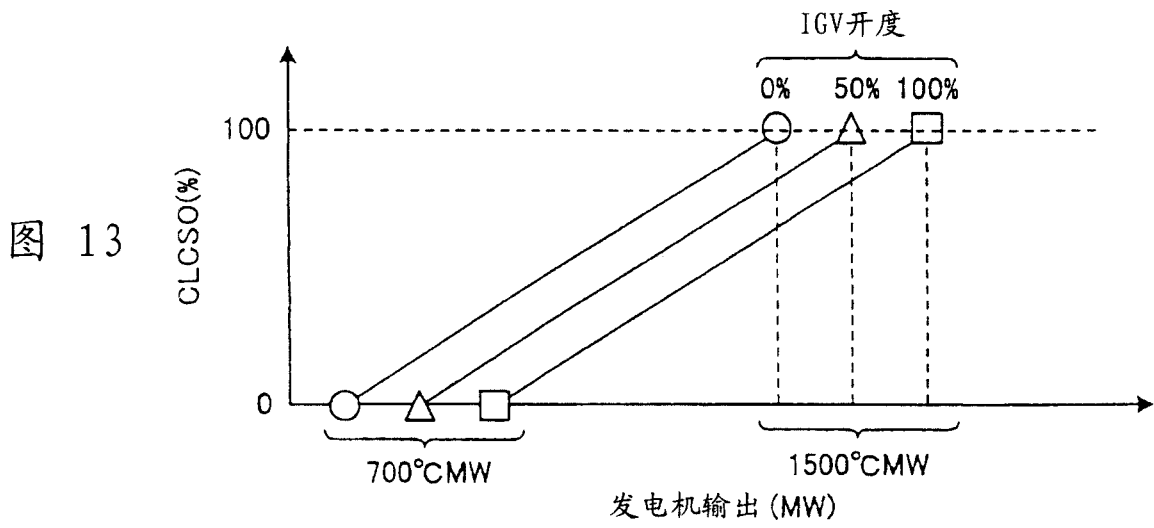


图 12



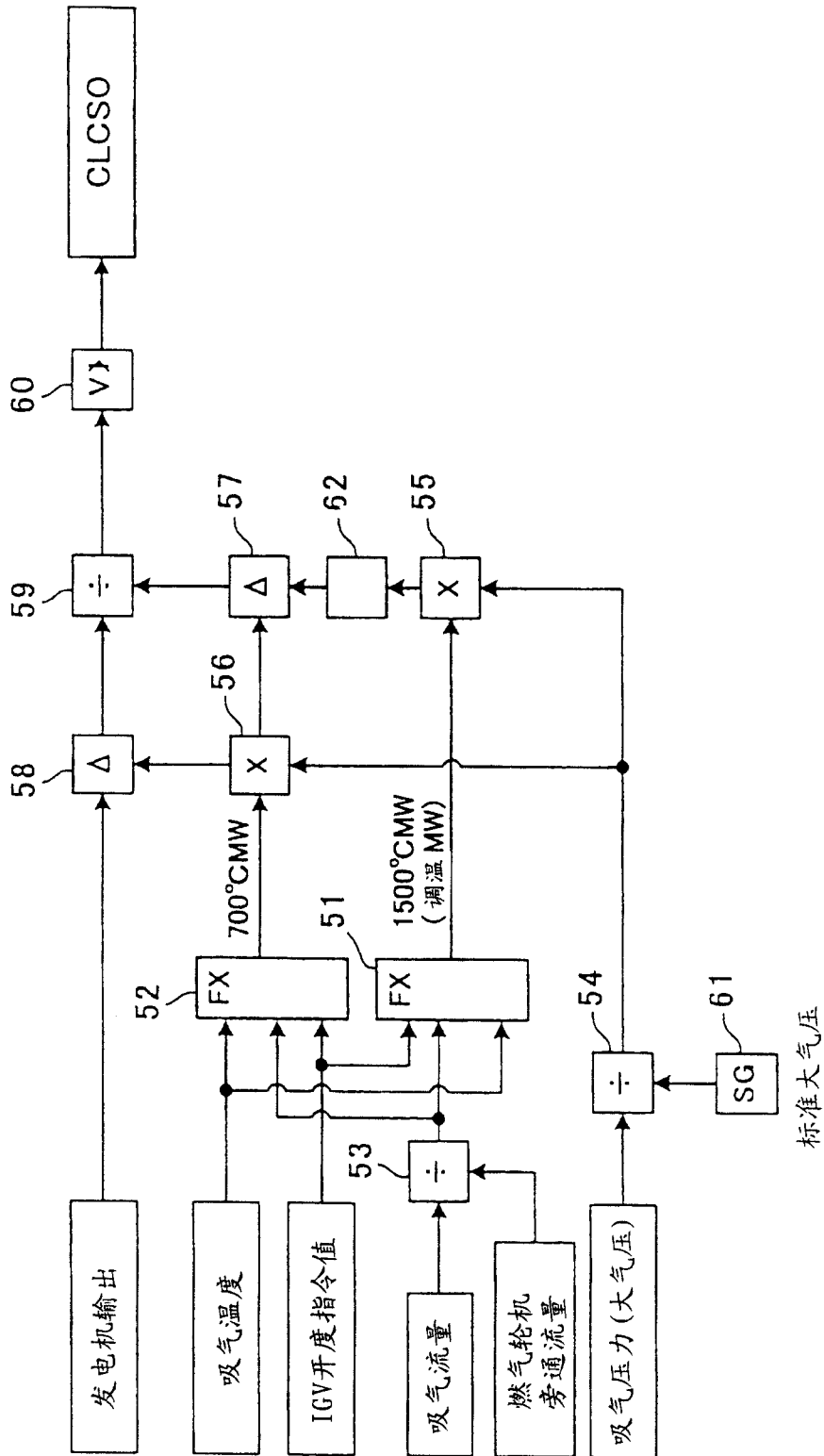


图 16

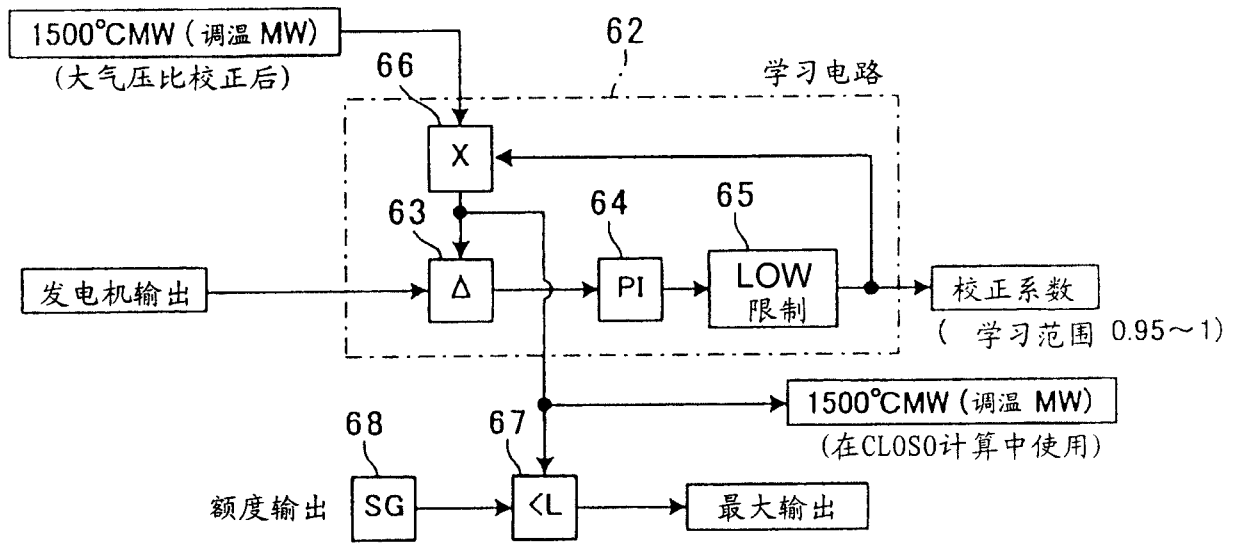


图 17

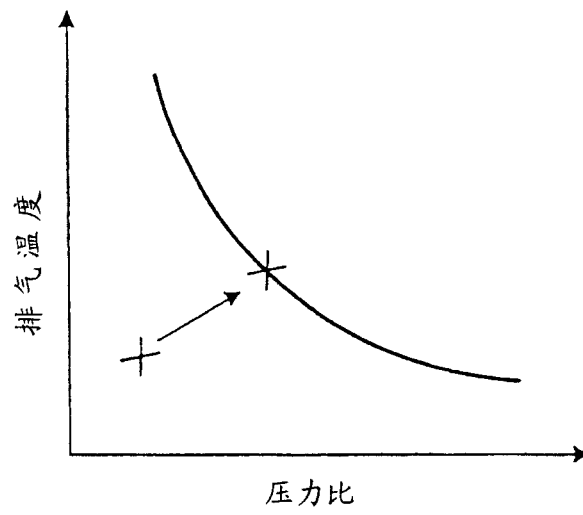


图 18

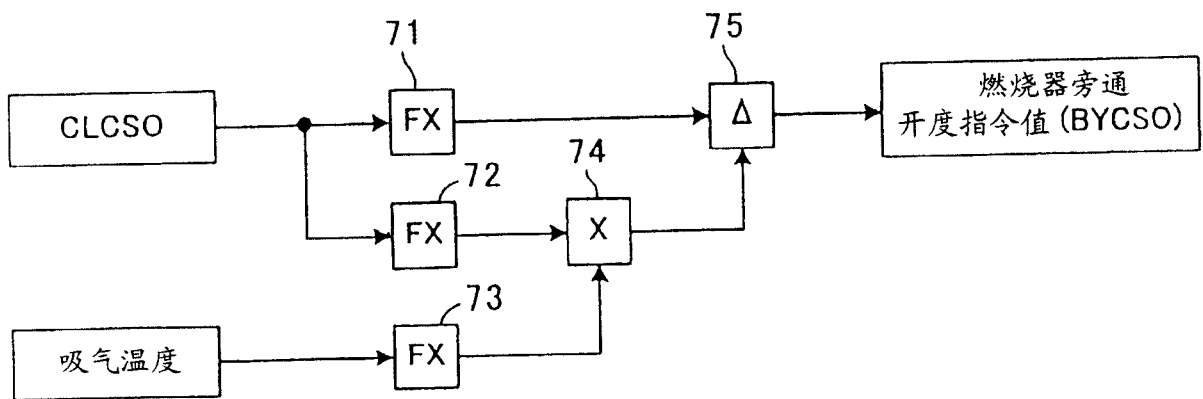


图 19

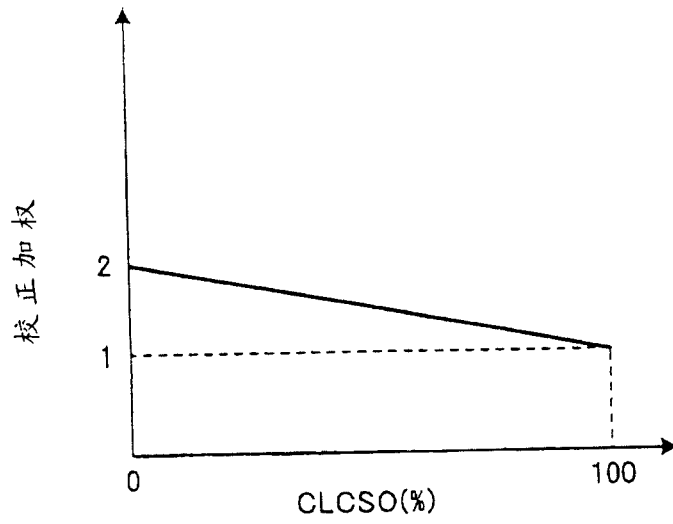


图 20

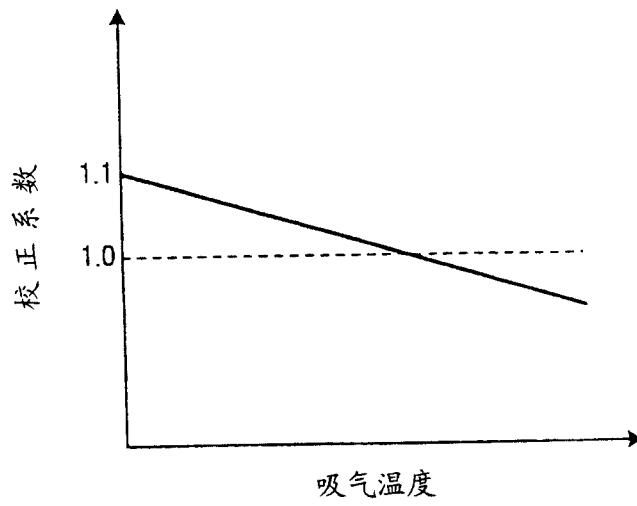


图 21

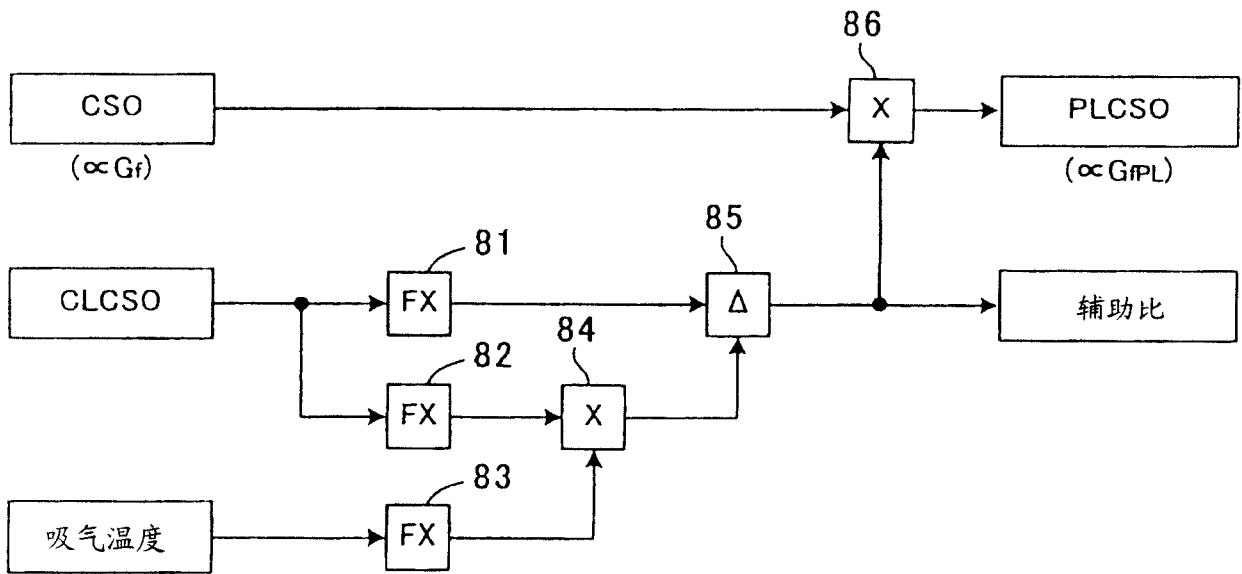


图 22

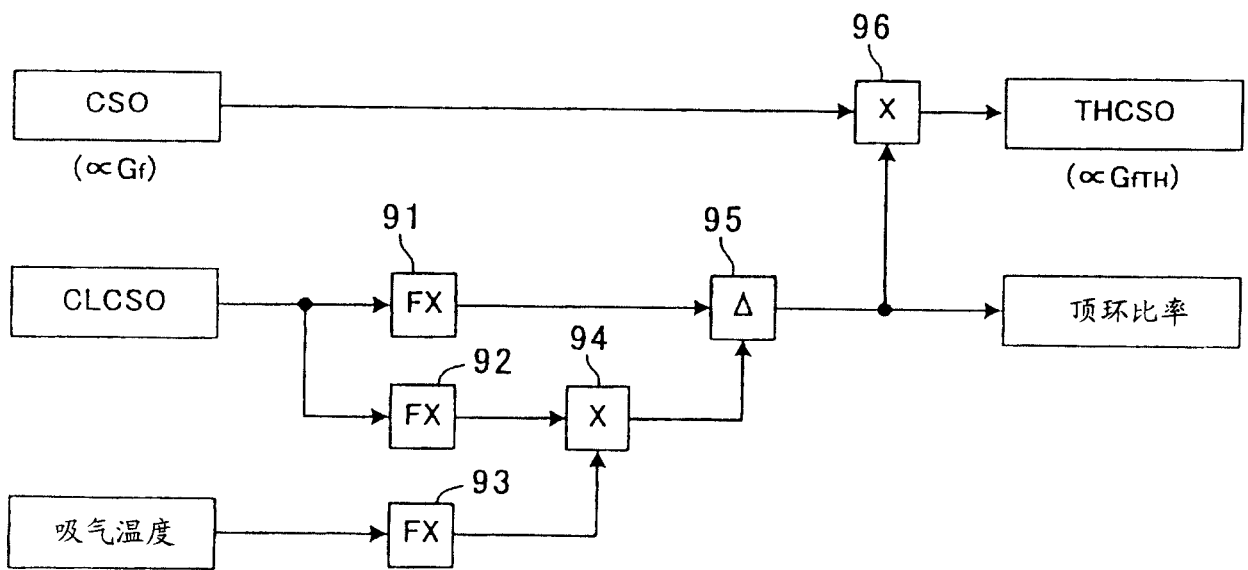


图 23

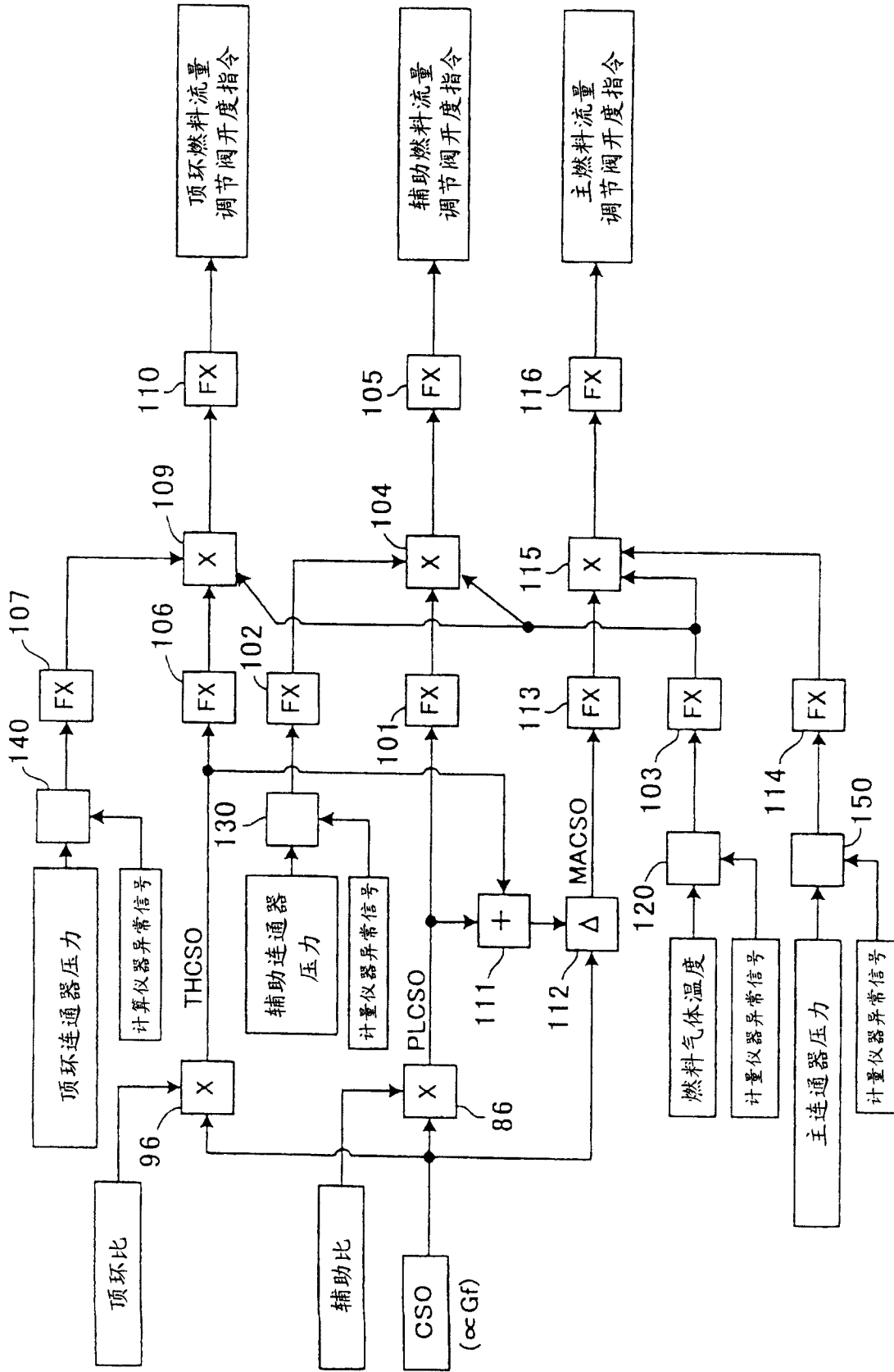


图 24

图 25

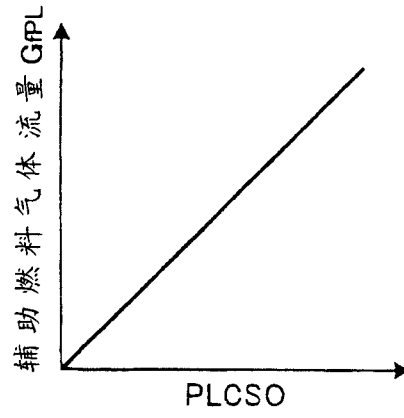


图 26

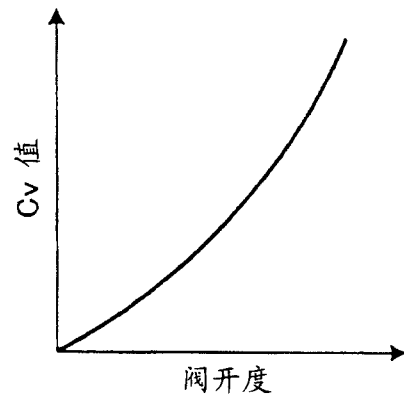


图 27

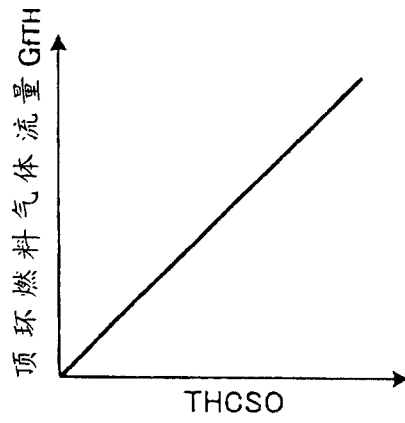
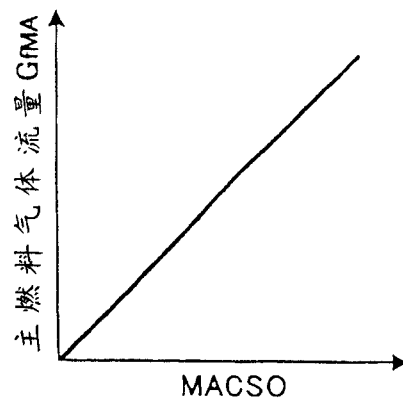


图 28



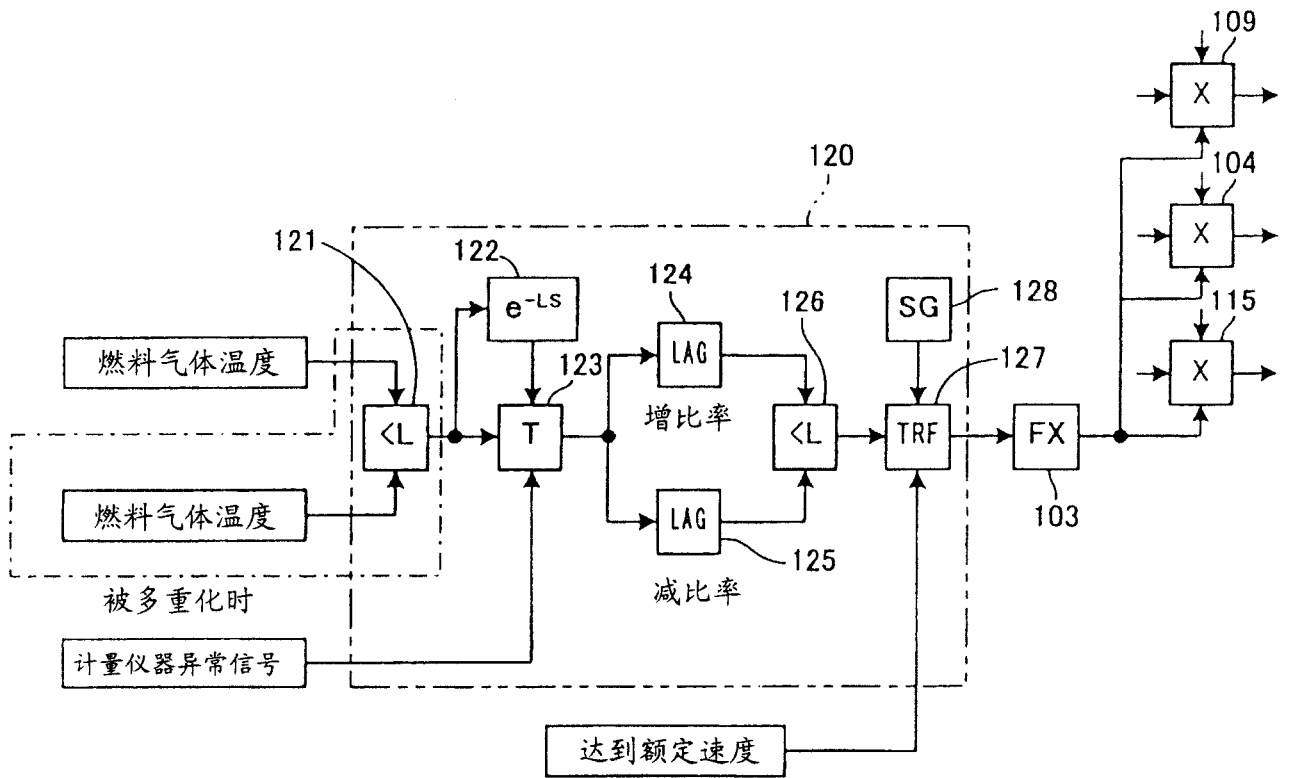


图 29

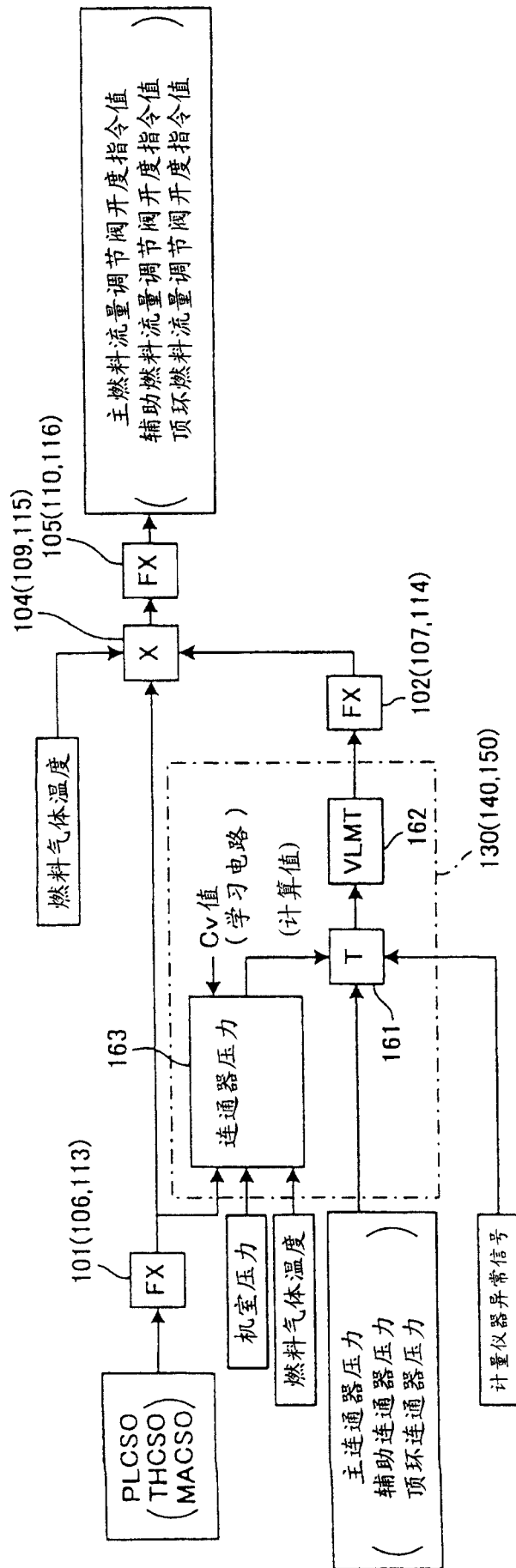


图 30

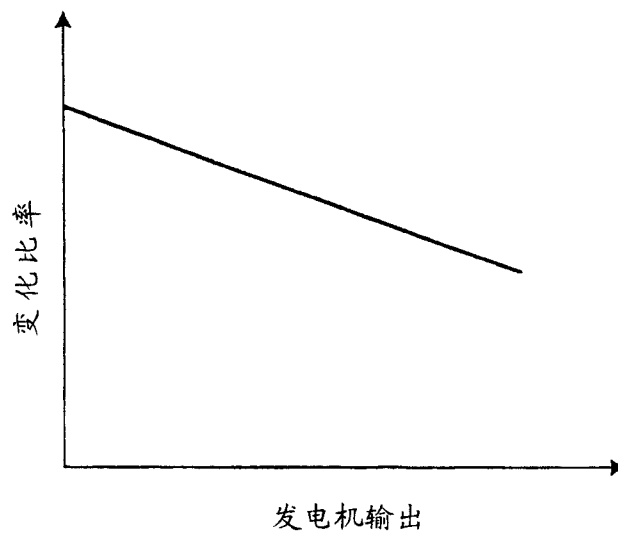


图 31

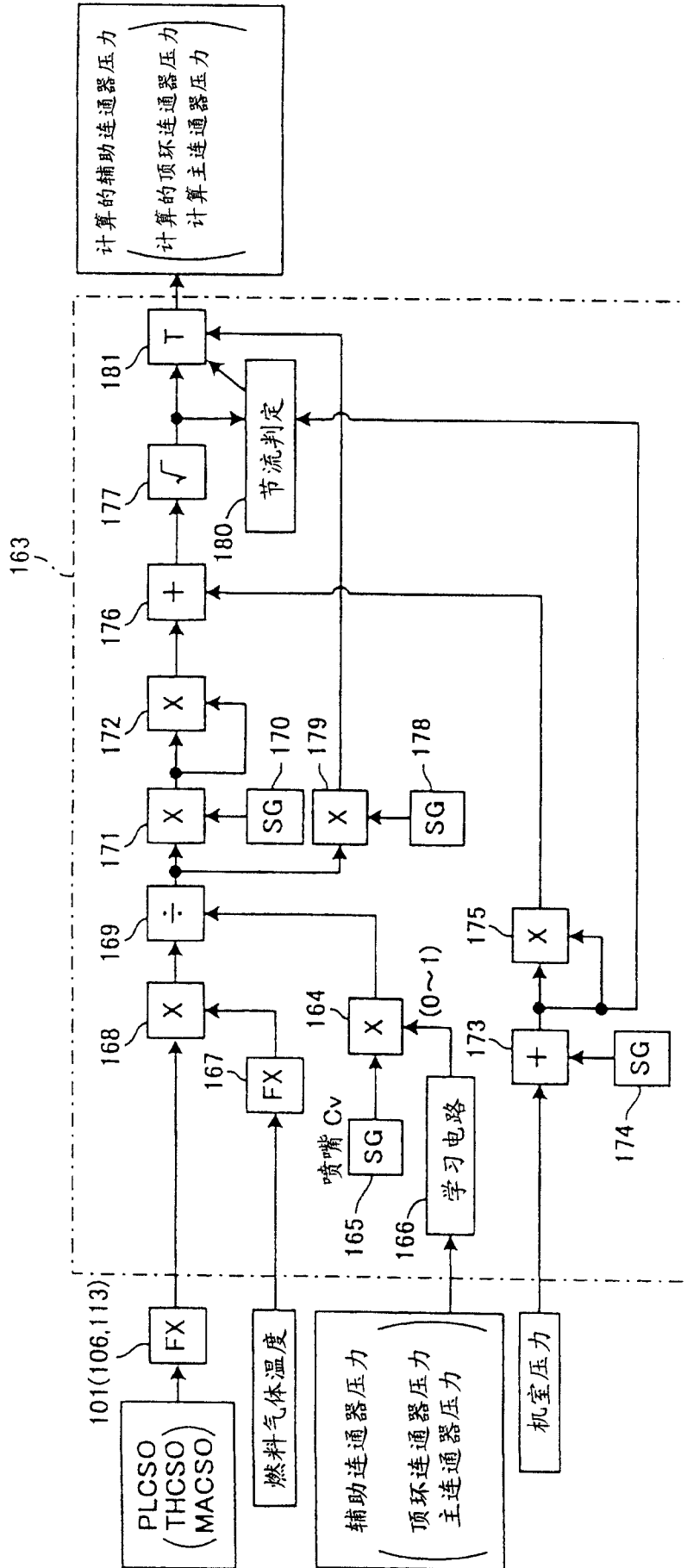


图 32

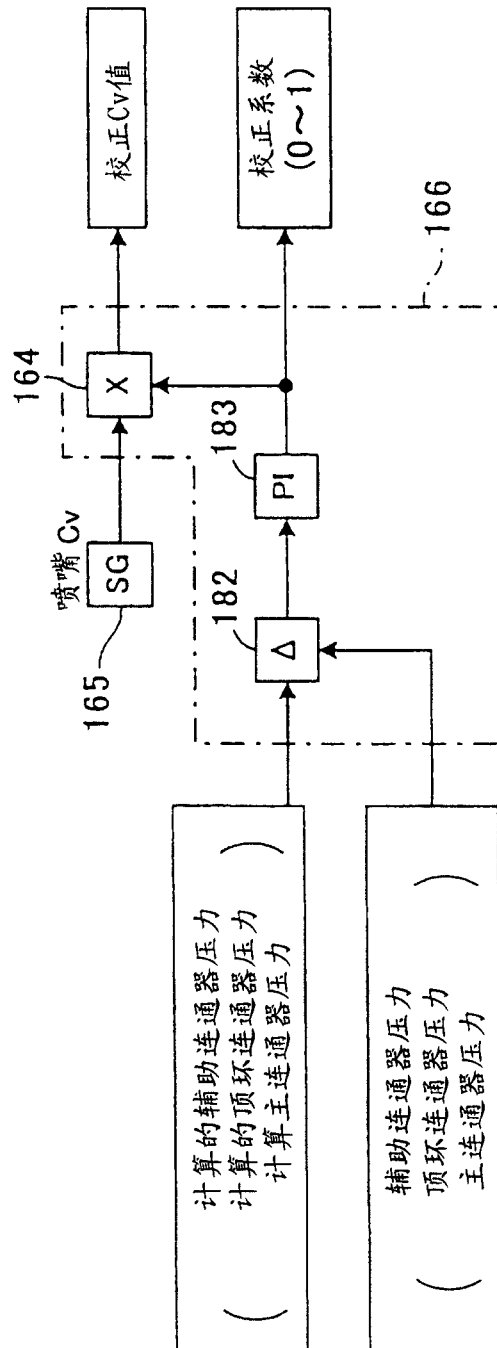


图 33

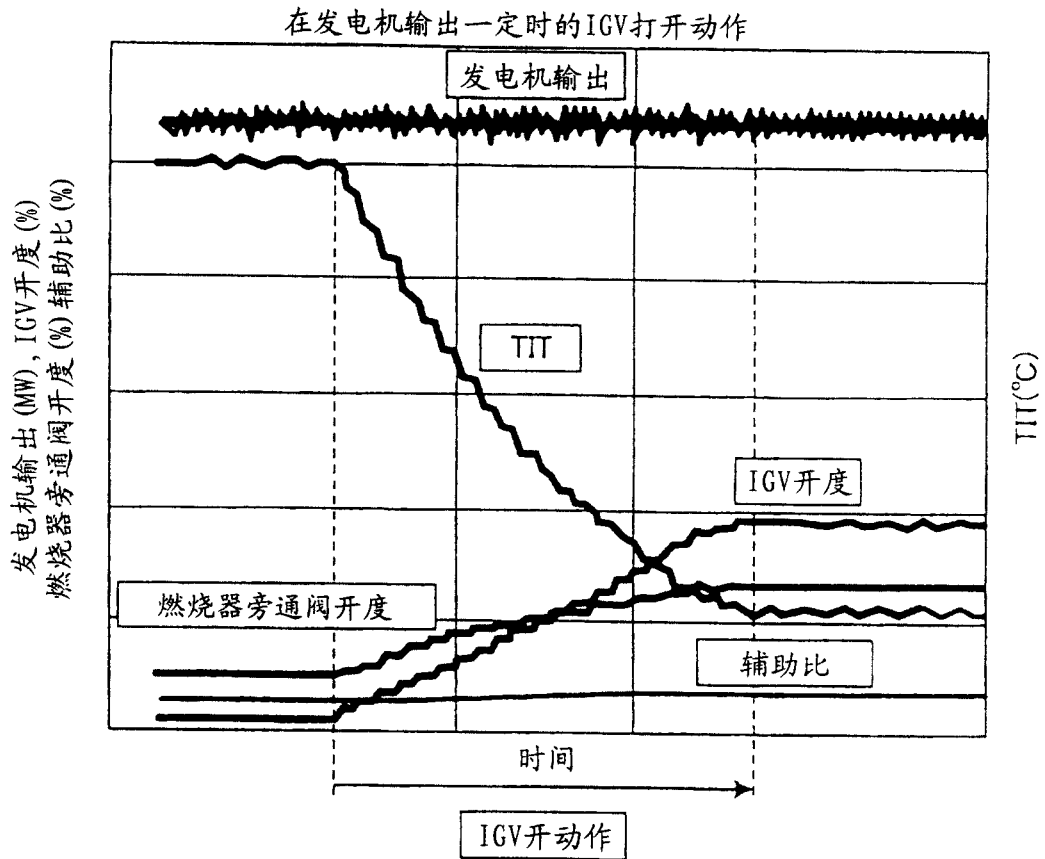


图 34

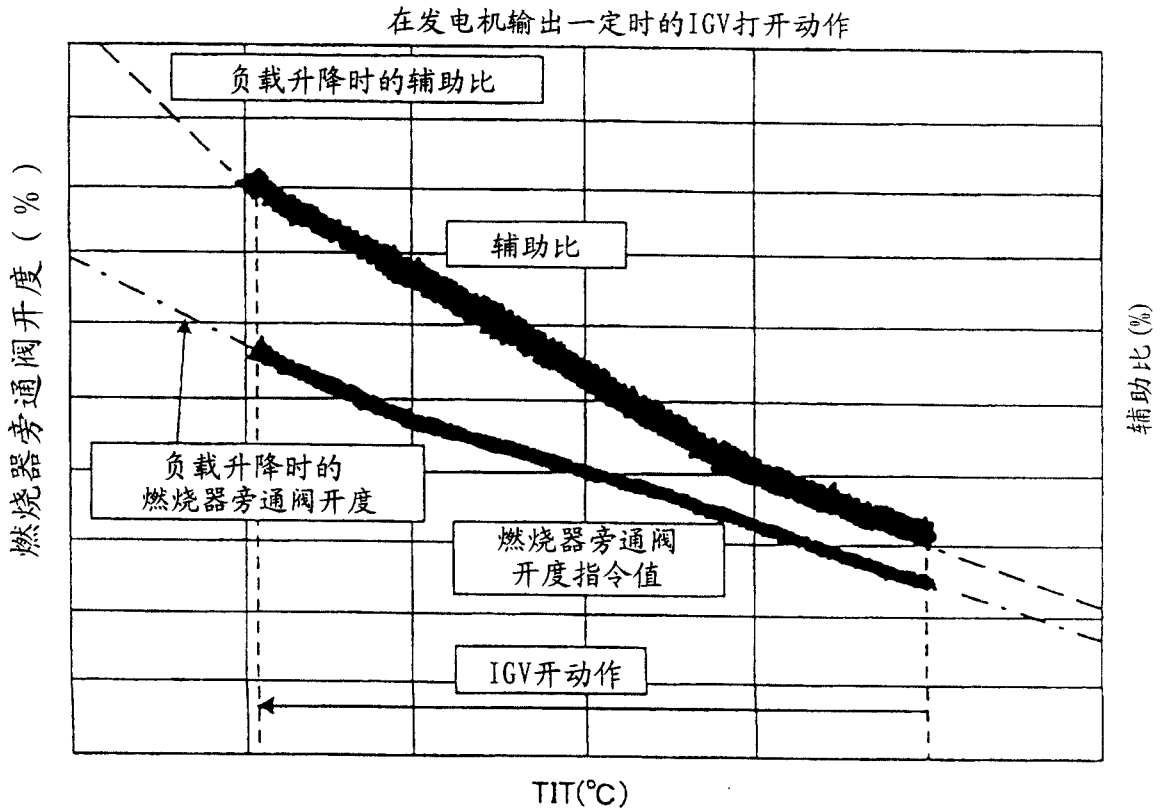


图 35

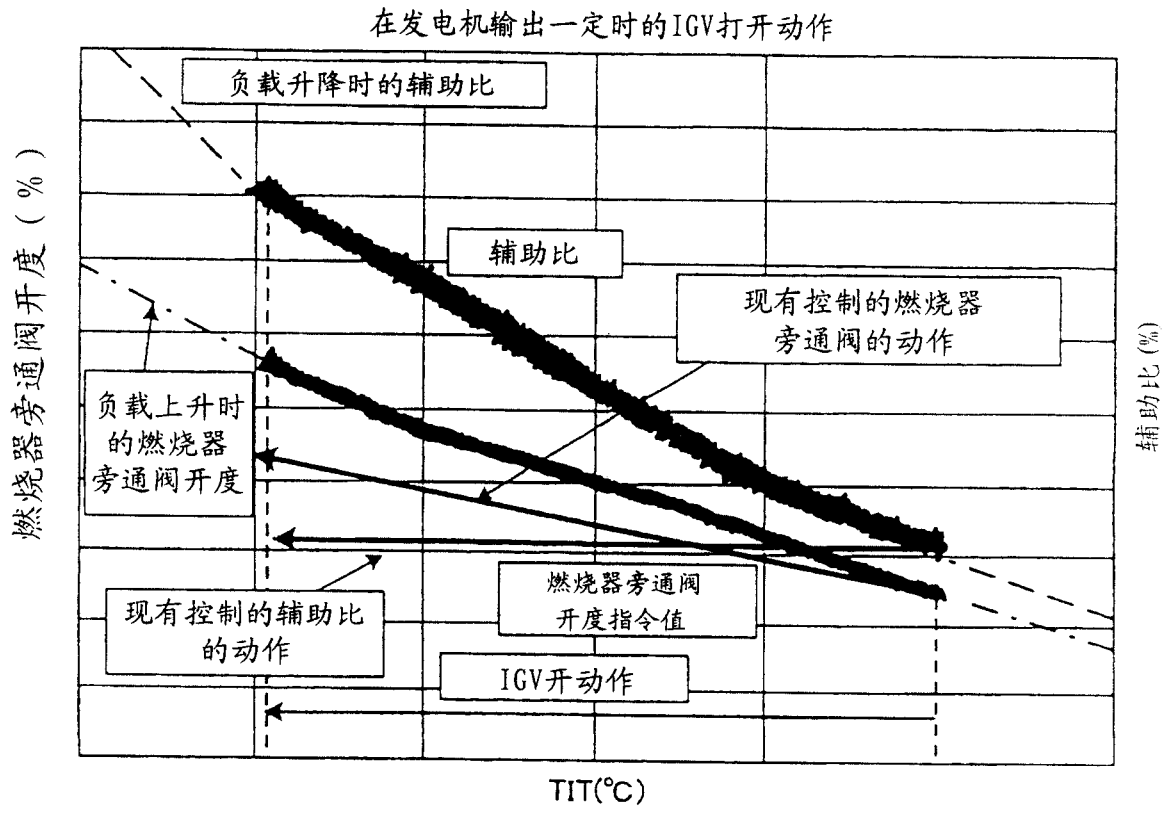


图 36

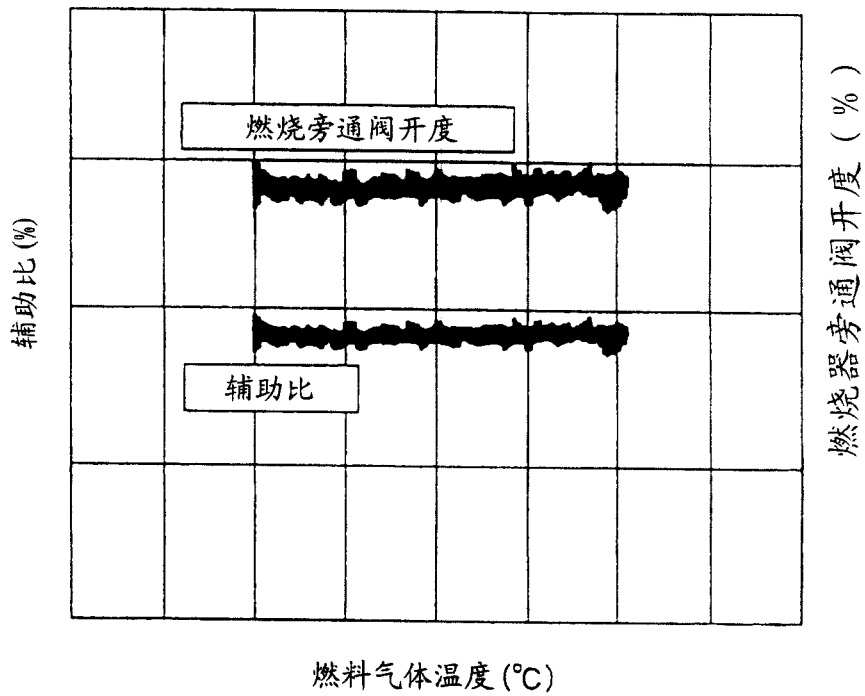


图 37

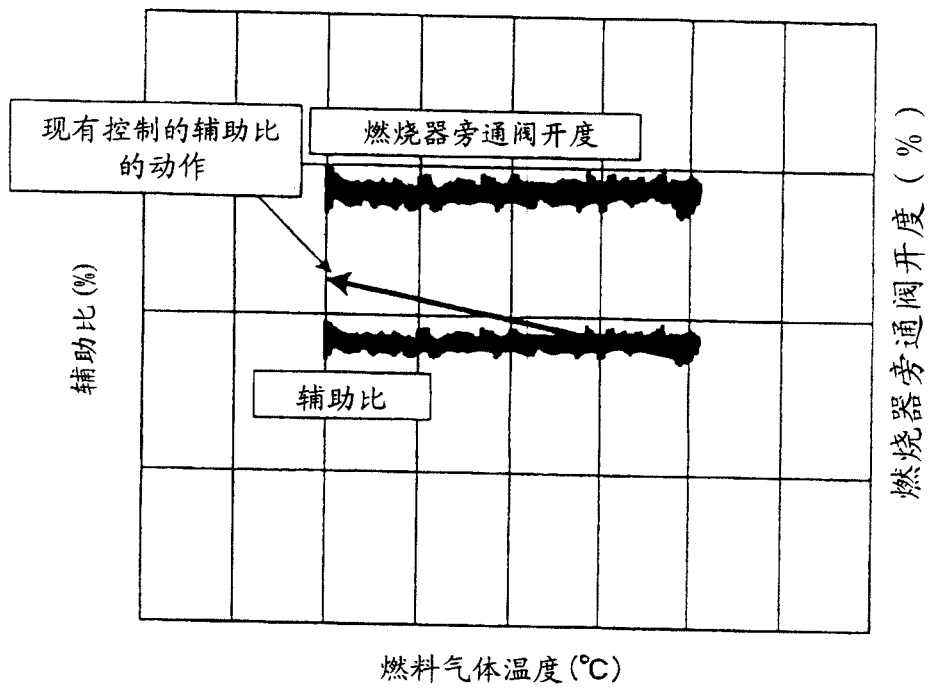


图 38

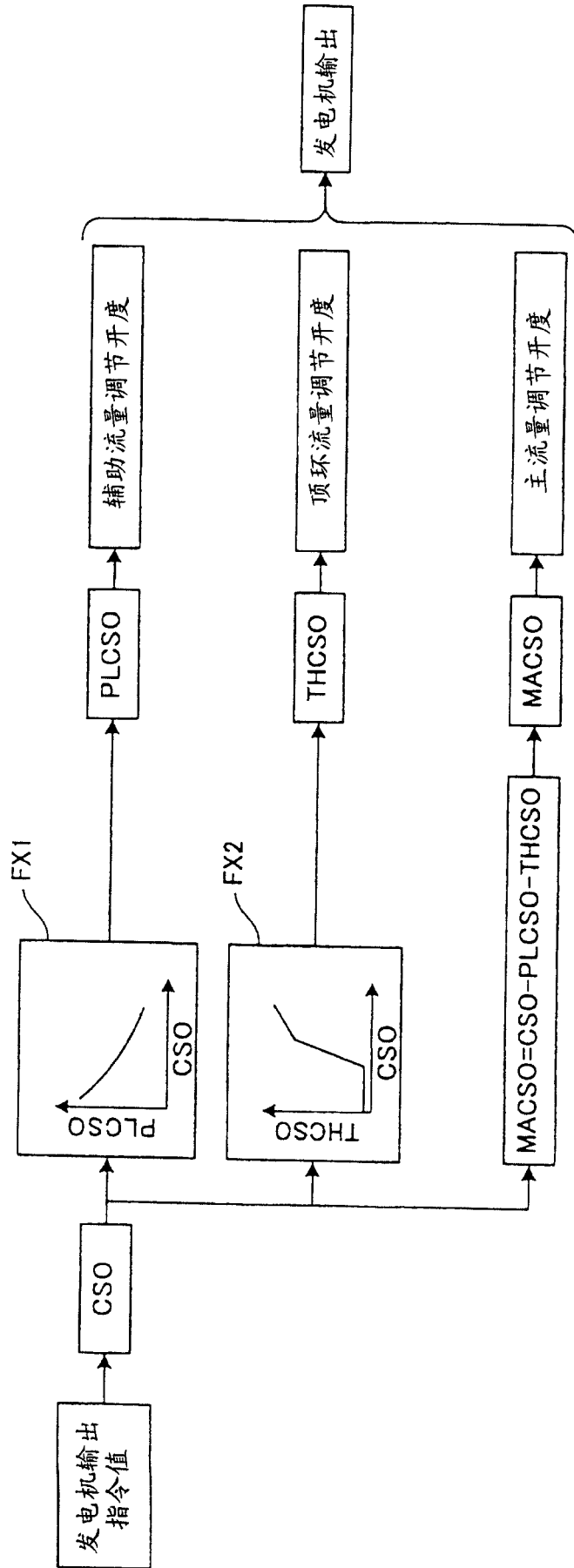


图 39

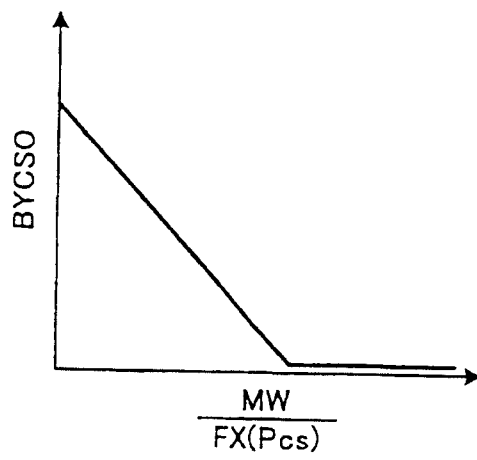


图 40

图 41

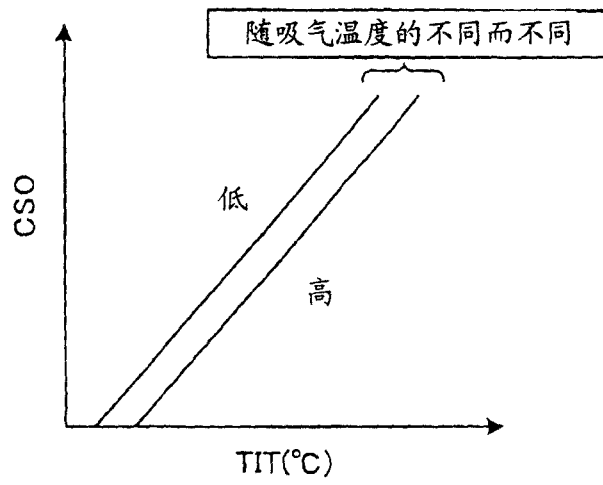


图 42

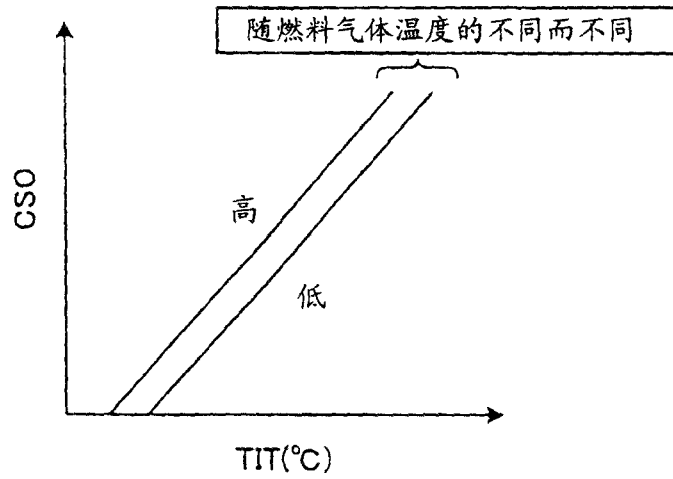


图 43

