



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104508275 B

(45)授权公告日 2017.05.31

(21)申请号 201480002036.1

(22)申请日 2014.03.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104508275 A

(43)申请公布日 2015.04.08

(30)优先权数据

2013-060683 2013.03.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/001139 2014.03.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/147978 JA 2014.09.25

(73)专利权人 川崎重工业株式会社

地址 日本兵库县神户市

(72)发明人 宫本世界 岩崎英和 西村元彦

野中洋辅

(74)专利代理机构 上海瀚桥专利代理事务所

(普通合伙) 31261

代理人 曹芳玲

(51)Int.Cl.

F02D 19/02(2006.01)

F02D 41/02(2006.01)

F02M 21/02(2006.01)

F02B 19/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 101418745 A, 2009.04.29,

JP 特开2004-197623 A, 2004.07.15,

JP 特开2012-17695 A, 2012.01.26,

JP 特开2006-132478 A, 2006.05.25,

JP 特开平8-105820 A, 1996.04.23,

JP 特开2011-149308 A, 2011.08.04,

WO 2010/074273 A1, 2010.07.01,

JP 昭63-109275 A, 1988.05.13,

审查员 杨阳

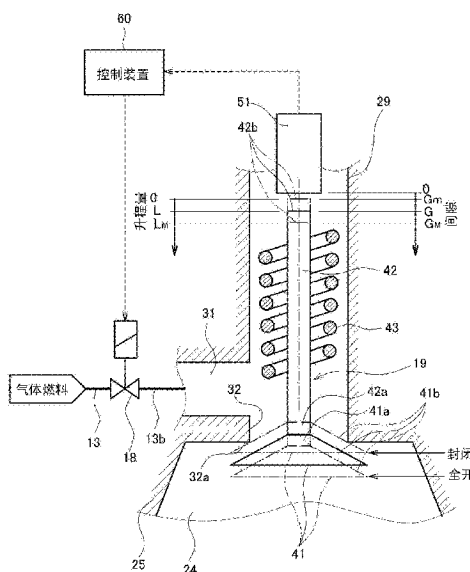
权利要求书1页 说明书14页 附图9页

### (54)发明名称

副室式气体发动机的燃料供给控制装置

### (57)摘要

燃料供给控制装置(100)具备:将气体燃料供给至副室(24)内的副室燃料供给阀(18);介于副室燃料供给阀(18)及副室(24)之间,阻止来自于副室(24)的逆流的止回阀(19);检测止回阀(19)的动作状态的阀状态检测装置(51);检测发动机循环内的旋转角度的旋转角度检测装置(56);和决定副室燃料供给阀(18)的动作指令值的控制装置(60)。控制装置(60)基于来自于阀状态检测装置(51)及旋转角度检测装置(56)的信号将止回阀(19)的实际动作状态与旋转角度相对应而得到止回阀(19)的实际动作状态,并且以使该得到的实际动作状态接近目标动作状态的形式修正副室燃料供给阀(18)的动作指令值。



1. 一种副室式气体发动机的燃料供给控制装置,具备:  
将气体燃料供给至副室内的副室燃料供给阀;  
介于所述副室燃料供给阀及所述副室之间,阻止来自于所述副室的逆流的止回阀;  
其特征在于,所述燃料供给控制装置还具备:  
检测所述止回阀的动作状态的阀状态检测装置;  
检测曲轴的旋转角度或凸轮轴的旋转角度中的至少一个的旋转角度的旋转角度检测装置;和  
决定所述副室燃料供给阀的动作指令值的控制装置;  
所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与所述旋转角度相对应的所述止回阀的实际动作状态,并且以使该实际动作状态接近目标动作状态的形式修正所述副室燃料供给阀的动作指令值。
2. 根据权利要求1所述的副室式气体发动机的燃料供给控制装置,其特征在于,  
具备检测副室式气体发动机的运行状态的运行状态检测装置;  
所述控制装置根据来自于所述运行状态检测装置的信号设定所述目标动作状态。
3. 根据权利要求1或2所述的副室式气体发动机的燃料供给控制装置,其特征在于,  
所述止回阀的动作状态包括所述止回阀的开阀时期;  
所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与所述旋转角度相对应的所述止回阀的实际开阀时期,并且以使该实际开阀时期接近目标开阀时期的形式修正所述副室燃料供给阀的动作指令值。
4. 根据权利要求3所述的副室式气体发动机的燃料供给控制装置,其特征在于,  
在所述实际开阀时期超过允许提前量而与所述目标开阀时期相比提前的情况下,所述控制装置使所述副室燃料供给阀的开阀时期进行延迟修正;  
在所述实际开阀时期超过允许延迟量而与所述目标开阀时期相比延迟的情况下,所述控制装置使所述副室燃料供给阀的开阀时期进行提前修正。
5. 根据权利要求1或2所述的副室式气体发动机的燃料供给控制装置,其特征在于,  
所述止回阀的动作状态包括所述止回阀的闭阀时期;  
所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与所述旋转角度相对应的所述止回阀的实际闭阀时期,并且以使该实际闭阀时期接近目标闭阀时期的形式修正所述副室燃料供给阀的动作指令值。
6. 根据权利要求1或2所述的副室式气体发动机的燃料供给控制装置,其特征在于,  
所述止回阀具有在封闭向所述副室开口的燃料口的封闭位置和远离所述封闭位置的全开位置之间移动的阀体,通过使所述阀体从所述封闭位置向所述全开位置移动以此使所述燃料口开放而使所述止回阀开阀;  
所述阀状态检测装置能够检测所述阀体的移动量;  
所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与对应于所述旋转角度的所述阀体的移动量相关的移动量变化的实际积分值,并且基于该实际积分值与所述移动量变化的目标积分值的比较结果判断所述止回阀是否正常。

## 副室式气体发动机的燃料供给控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及应用于具备主燃烧室及副室的副室式气体发动机中的燃料供给控制装置。

### 背景技术

[0002] 在副室式气体发动机中,为了提高主燃烧室的燃烧效率而实现节能化,并且抑制排气中的包含未燃碳氢化合物成分的不完全燃烧成分以实现清洁化,重要的是保持正常的副室的燃烧状态。为了保持正常的副室的燃烧状态,有效的是将适量的气体燃料适时地供给至副室。因此,在现有的副室式气体发动机中,将向副室供给气体燃料的副室燃料供给阀形成电磁式,并且根据发动机转速等的发动机运行状态控制副室燃料供给阀的开闭。例如,将副室燃料供给阀的开阀时期或闭阀时期设定在分别适合燃料向副室的供给开始或供给结束的时期。

[0003] 在副室式气体发动机中,止回阀介于副室燃料供给阀和副室之间。止回阀在允许从副室燃料供给阀向副室的流动的同时阻止来自于副室的逆流,借助于此保护副室燃料供给阀以免受到来自于副室内产生的火焰和燃烧气体等的损伤,并且允许向副室的燃料供给。以往,关于副室式气体发动机用的止回阀,例如弹簧式、磁铁式及凸轮驱动式等的各种驱动气门形式已被公开。

[0004] 专利文献1公开弹簧式的止回阀。该止回阀通过弹簧的弹力对阀体施力,以此使其处于常闭状态。在电磁阀(副室燃料供给阀)开阀时,因通过了电磁阀的气体燃料的压力而阀体与弹力对抗地移动从而止回阀开阀。于是,气体燃料通过止回阀后被供给至副室内。

[0005] 现有技术文献:

[0006] 专利文献:

[0007] 专利文献1:日本特开2011-149308号公报。

### 发明内容

[0008] 发明要解决的问题:

[0009] 止回阀(尤其是弹簧式或磁铁式)存在因随着时间劣化或异物咬入等而对副室燃料供给阀的动作的响应性发生变化的情况。然而,现状是例如在副室燃料供给阀开阀时止回阀立刻开阀这样的预想下,控制副室燃料供给阀。即使在这样的预想下继续进行控制,也会导致向副室的实际的燃料供给开始时期、燃料供给结束时期及燃料供给期间随着止回阀的响应性的变化而偏离当初的预想,从而存在无法实现将气体燃料适时地供给至副室的这样的控制目的的担忧。进而难以保持正常的副室的燃烧状态、提高主燃烧室的燃烧效率、改善排气中成分。

[0010] 因此,本发明的目的是提供能够将气体燃料更加适时地供给至副室的副室式气体发动机的燃料供给控制装置。

[0011] 解决问题手段:

[0012] 根据本发明的副室式气体发动机的燃料供给控制装置具备：将气体燃料供给至副室内的副室燃料供给阀；介于所述副室燃料供给阀及所述副室之间，阻止来自于所述副室的逆流的止回阀；检测所述止回阀的动作状态的阀状态检测装置；检测曲轴的旋转角度或凸轮轴的旋转角度中的至少一个的旋转角度的旋转角度检测装置；和决定所述副室燃料供给阀的动作指令值的控制装置；所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与所述旋转角度相对应的所述止回阀的实际动作状态，并且以使该实际动作状态接近目标动作状态的形式修正所述副室燃料供给阀的动作指令值。

[0013] 根据上述结构，控制装置使用来自于阀状态检测装置及旋转角度检测装置的信号掌握何时止回阀开阀、止回阀开阀多长时间或何时止回阀闭阀等的止回阀的动作状态。控制装置以使该止回阀的实际动作状态接近目标动作状态的形式修正副室燃料供给阀的动作指令值。换言之，控制装置以使止回阀的动作状态变成目标动作状态的形式执行反馈控制，并且在该反馈控制中操作副室燃料供给阀。

[0014] 通过执行这样的控制，即使发生止回阀的响应性的变化，也可以应对该情况而使止回阀按照当初的预想工作，可以确保止回阀适时开阀的状况。因此，可以适当地控制向副室供给燃料的实际的燃料供给开始时期、燃料供给结束时期及燃料供给期间，因此可以维持正常的副室的燃烧状态，进而可以改善主燃烧室的燃烧效率和排气成分等。又，控制装置并不是操作止回阀本身，因此无需在止回阀中采用复杂的配气方式。又，对于当前工作中的副室式气体发动机，也可以在不进行发动机主体（例如汽缸盖周围）的大幅度的形状变更的情况下，即可制作带来前述的作用的燃料供给控制装置。像这样，在考虑到容易改装这一点时也是有益处的。

[0015] 也可以是具备检测气体发动机的运行状态的运行状态检测装置；所述控制装置根据来自于所述运行状态检测装置的信号设定所述目标动作状态。

[0016] 根据所述结构，控制装置以使实际动作状态接近根据气体发动机的运行状态设定的目标动作状态的形式执行反馈控制，因此即使气体发动机的运行状态发生变化，也可以追随其变化而使止回阀按照当初的预想继续工作。

[0017] 也可以是所述止回阀的动作状态包括所述止回阀的开阀时期；所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与所述旋转角度相对应的所述止回阀的实际开阀时期，并且以使该实际开阀时期接近目标开阀时期的形式修正所述副室燃料供给阀的动作指令值。

[0018] 根据所述结构，控制装置反馈控制止回阀的开阀时期，因此可以使止回阀适时开阀，借助于此可以确保适时的向副室供给燃料的燃料供给开始时期。又，控制装置在执行止回阀的开阀时期的反馈控制时修正副室燃料供给阀的动作指令值。该动作指令值以往在燃料供给控制中被利用，因此可以容易实现带来前述作用的控制。

[0019] 也可以是在所述实际开阀时期超过允许提前量而与所述目标开阀时期相比提前的情况下，所述控制装置使所述副室燃料供给阀的开阀时期进行延迟修正；在所述实际开阀时期超过允许延迟量而与所述目标开阀时期相比延迟的情况下，所述控制装置使所述副室燃料供给阀的开阀时期进行提前修正。

[0020] 根据所述结构，如果实际开阀时期与目标开阀时期相比提前，则使副室燃料供给阀的开阀时期进行延迟修正，因此可以与此相对应地延迟实际开阀时期，可以使其接近目

标开阀时期。在实际开阀时期与目标开阀时期相比提前时也与此相同。

[0021] 也可以是所述止回阀的动作状态包括所述止回阀的闭阀时期；所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与所述旋转角度相对应的所述止回阀的实际闭阀时期，并且以使该实际闭阀时期接近目标闭阀时期的形式修正所述副室燃料供给阀的动作指令值。

[0022] 根据所述结构，控制装置反馈控制止回阀的闭阀时期，因此可以使止回阀的开阀期间保持为适当的期间，可以使止回阀适时闭阀，可以确保适时的向副室供给燃料的燃料供给的结束时期。控制装置在执行止回阀的闭阀时期的反馈控制时修正副室燃料供给阀的动作指令值，此时该动作指令值以往在燃料供给控制中被利用，因此可以容易实现带来前述的的作用的控制。另外，在将闭阀期间与开阀时期一起进行反馈控制的情况下，能够将开阀期间也维持为与当初的预想一致。借助于此，可以确保适当的向副室供给燃料的燃料供给量及燃料供给期间。

[0023] 也可以是所述止回阀具有被允许在封闭向所述副室开口的燃料口的封闭位置和远离所述封闭位置的全开位置之间移动的阀体，通过使所述阀体从所述封闭位置向所述全开位置移动以此使所述燃料口开放而使所述止回阀开阀；所述阀状态检测装置能够检测所述阀体的移动量；所述控制装置基于来自于所述阀状态检测装置及所述旋转角度检测装置的信号而得到与对应于所述旋转角度的所述阀体的移动量相关的移动量变化的实际积分值，并且基于该得到的实际积分值与所述移动量变化的目标积分值的比较结果判断所述止回阀是否正常。

[0024] 在这里，如果考虑到控制装置以防止止回阀的开阀时期和闭阀时期等脱离当初的预想的形式执行反馈控制的这一点，则在止回阀的移动量过大或止回阀的移动量不足的情况下，目标积分值与实际积分值之间的偏差增大。像这样，如果止回阀的移动量过大或过小，则通过止回阀的燃料量或燃料压与当初的预想相比过大或过小，难以保持正常的副室内的燃烧状态。根据所述结构，可以掌握这样的状况，从而判断止回阀是否正常。

[0025] 发明效果：

[0026] 由以上说明可知，本发明可以提供能够将气体燃料更加适时地供给至副室内的副室式气体发动机的燃料供给控制装置。

## 附图说明

[0027] 图1是示出根据实施形态的气体发动机的整体结构的概念图；

[0028] 图2是将应用于图1所示的气体发动机中的燃料供给控制装置的概要结构与汽缸的周边结构一起示出的概念图；

[0029] 图3是示出图2所示的止回阀及阀状态检测装置的结构的一个示例的概念图；

[0030] 图4是示出图2所示的燃料供给控制装置的结构框图；

[0031] 图5是示出通过图4所示的控制装置执行的燃料供给控制的步骤的流程图；

[0032] 图6是概念性地示出图3所示的止回阀的实际动作状态的一个示例和目标动作状态的一个示例的图表；

[0033] 图7中的图7(a)是概念性地示出使用于目标动作状态的设定中的运行区域的一个示例的图表，图7(b)是示出目标动作状态的设定的一个示例的图表，图7(c)是示出目标动

作状态的设定的另一示例的图表；

[0034] 图8中的图8(a)是示出实际开阀时期相对于目标开阀时期延迟、实际闭阀时期相对于目标闭阀时期提前的情况的一个示例的图表,图8(b)是示出实际开阀时期相对于目标开阀时期提前、实际闭阀时期相对于目标闭阀时期延迟的情况的一个示例的图表,图8(c)是示出实际动作状态与目标动作状态大致相符合的情况的一个示例的图表；

[0035] 图9是概念性地示出图3所示的止回阀的动作量变化的实际积分值的一个示例和目标积分值的一个示例的图表。

## 具体实施方式

[0036] 以下,参照附图说明实施形态。对于相同或相应的要素在所有附图中标以相同的符号并省略重复的详细说明。

[0037] [气体发动机的整体结构]

[0038] 图1是示出根据实施形态的气体发动机1的整体结构的概念图。图1所示的气体发动机1通过燃烧气体燃料及进气的混合气而在输出轴2中产生旋转输出。输出轴2与交流发电机及船舶用推进器等的负荷3连接,根据本实施形态的气体发动机1适合利用为发电机的驱动源及船舶用主机等。

[0039] 气体发动机1是副室式、往复式、四冲程式的发动机,在发动机主体内具有多个汽缸4。汽缸4的排列方式不限于为了方便图示而例示的并列型,也可以是V型。在气体发动机1中设置有进气通路5及排气通路6。进气通路5是用于将来自于增压器的进气供给至各汽缸4中的通路,包括与汽缸4分别对应的多个进气道7。排气通路6是用于将来自于各汽缸4的排气供给至增压器中且/或排出至外气的通路,包括与汽缸4分别对应的多个排气道9。

[0040] 在气体发动机1中,为了将来自于燃料供给源的气体燃料供给至各汽缸4而设置有燃料管路11。燃料管路11包括从燃料供给源延伸的共通路12、和与汽缸4分别对应的多个分歧管路13,各分歧管路13包括主燃料管路13a和副室燃料管路13b。主燃料管路13a是将来自于燃料供给源的气体燃料导入至对应的汽缸4的进气道7的系统,例如将共通路12与该进气道7连接。副室燃料管路13b是将来自于燃料供给源的气体燃料导入至对应的汽缸4的副室24(参照图2)的系统,例如将共通路12与该副室24连接。

[0041] 与汽缸4分别对应地设置有主燃料供给阀16、副室燃料供给阀18、止回阀19及点火器20。主燃料供给阀16配置在对应的主燃料管路13a上。副室燃料供给阀18及止回阀19配置在对应的副室燃料管路13b上。点火器20点火对应的副室24(参照图2)内的混合气。

[0042] 图2是将应用于图1所示的气体发动机1中的燃料供给控制装置100的概要结构与汽缸4的周边结构一起示出的概念图。首先,参照图2说明汽缸4的周边结构。图2仅图示一个汽缸4,但是其他汽缸也是相同的。如图2所示,在汽缸4内可往复运动地插入有活塞21。活塞21通过连杆22与输出轴2连接。汽缸4中活塞21的上表面侧的空间构成主燃烧室23。尽管主燃烧室23通过隔壁25与副室24隔开,但是另一方面通过形成于隔壁25的连通孔26与副室24连通。进气道7及排气道9在主燃烧室23的顶部开口。进气门27开闭进气道7,排气门28开闭排气道9。

[0043] 隔壁25形成为在其上部开放碗状,副室24形成于其内侧。隔壁25通过其下部局部地构成主燃烧室23的顶部,连通孔26贯通该下部。隔壁25被安装件29从上方覆盖,安装件

29通过其下部局部地构成副室24的顶部。安装件29具有容纳点火器20的点火器孔30、构成副室燃料管路13b的下游端部的燃料通路31。点火器孔30在安装件29的下部开口。在图2中,作为点火器20,例示以产生火花的电极从点火器孔30的开口向副室24内突出的形式定位在点火器孔30内的火花塞,但是点火器20也可以是先导燃料喷射阀。

[0044] 在进气行程中,进气门27及主燃料供给阀16开阀。来自于燃料供给源的气体燃料通过主燃料供给阀16,并且通过配置于主燃料管路13a的下游端的燃料喷嘴17喷射至进气道7内,与进气同时供给至主燃烧室23内。在压缩行程中,混合气在主燃烧室23内被压缩,压缩的混合气通过连通孔26还供给至副室24内。点火器20在压缩行程结束时期附近工作,使副室24内的混合气燃烧。在副室24内产生的火焰通过连通孔26传播至主燃烧室23内,借助于此主燃烧室23内的混合气也燃烧。在膨胀行程后的排气行程中,排气门28打开排气道9,主燃烧室23内及副室24内的燃烧气体排出至排气通路6。

[0045] 燃料通路31具有形成于安装件29的下部而在副室24的顶部开口的燃料口32,副室燃料管路13b通过该燃料口32与副室24连通。止回阀19位于副室燃料管路13b上且介于副室燃料供给阀18与副室24之间。止回阀19允许从副室燃料供给阀18(以及燃料供给源)向副室24内的气体燃料的流动,另一方面阻止从副室24向副室燃料供给阀18的逆流。在本实施形态中,止回阀19安装于安装件29而容纳于燃料通路31内,并且开闭燃料通路31或燃料口32。止回阀19通常在使燃料口32封闭的闭阀状态下阻止前述逆流,并且在使燃料口32开放的开阀状态下允许前述流动。

[0046] 副室燃料供给阀18在进气行程中的适当时机开阀而在压缩行程或排气行程中的适当时机闭阀。副室燃料供给阀18是电磁阀,具体而言是常闭阀,又是开闭阀。另外,在图2中,例示将副室燃料供给阀18配置在安装件29的外部的情况,但是副室燃料供给阀18也可以配置在安装件29上或其内部。在气体发动机1中设置有控制电磁式的副室燃料供给阀18的控制装置60。控制装置60决定副室燃料供给阀18的动作指令值(开阀时期、闭阀时期及开阀期间),并且根据该动作指令值驱动副室燃料供给阀18。

[0047] 在副室燃料供给阀18的开阀期间中,来自于燃料供给源的气体燃料通过副室燃料供给阀18,并且被供给至燃料通路31内。止回阀19以响应副室燃料供给阀18的开阀的形式开阀,借助于此气体燃料通过止回阀19,并且通过燃料口32供给至副室24内。在副室燃料供给阀18闭阀时,止回阀19也与此响应地闭阀,从而气体燃料向副室24的供给被停止。止回阀19在作为副室燃料供给阀18的闭阀期间中的膨胀行程及排气行程中,阻止燃烧气体从副室24沿着副室燃料管路13b逆流,借助于此保护电磁式的副室燃料供给阀18以免受到来自于燃烧气体的损伤。

[0048] 副室24内的混合气是在从主燃烧室23供给的混合气中混合导入至副室燃料管路13b的气体燃料而成的气体,并且配制为与主燃烧室23内的混合气相比浓。以能够将使副室24内生成的混合气的空气过剩率达到所要值时所需的燃料量从燃料口32供给至副室24内的形式,根据发动机运行状态决定副室燃料供给阀18的开阀期间。燃料压在共通路12上大体上调节为保持恒定,因此可以通过开阀期间的调节来调节通过副室燃料供给阀18的燃料量。以即使副室24的内压因压缩行程的进行而处于上升途中也能够与该内压对抗地将上述所需的燃料量从燃料口32适当地供给至副室24内的形式,又,以能够将从燃料口32供给的气体燃料在点火时期之前均匀地遍布在副室24内而使燃料浓度分布在副室24内达到均

一化的形式,根据发动机运行状态决定副室燃料供给阀18的开阀时期及闭阀时期。

[0049] 副室燃料供给阀18根据这样决定的动作指令值(开阀时期、闭阀时期及开阀期间)进行工作,以此将气体燃料根据发动机运行状态适时适量地供给至副室24内,谋求将副室24内的混合气的空气过剩率及燃料浓度分布控制为目标值。借助于此,保持正常的副室24内的燃烧状态,而且将火焰适当地传播至主燃烧室23而保持正常的主燃烧室23内的燃烧状态,谋求提高汽缸4内的燃烧效率、改善排气成分。

[0050] 通过了副室燃料供给阀18的气体燃料如果不通过止回阀19则无法到达副室24内,因此为了实现上述控制目的,而要求止回阀19对副室燃料供给阀18的开闭的响应性与所预想的一致。因此,在该气体发动机1中应用到执行用于将止回阀19的动作维持为与当初的预想一致的控制的燃料供给控制装置100。根据该燃料供给控制装置100,即使止回阀19产生劣化、咬入或个体差异等,又,即使止回阀19采用无法主动地控制开闭的配气方式(例如,弹簧式及磁铁式),也可以使止回阀19的动作持续稳定化。

[0051] [燃料供给控制装置]

[0052] 燃料供给控制装置100除了前述的副室燃料供给阀18、止回阀19及控制装置60以外,还具备阀状态检测装置51及旋转角度检测装置56。副室燃料供给阀18、止回阀19及阀状态检测装置51对每个汽缸4分别设置(参照图1)。旋转角度检测装置56及控制装置60是单个的,且由多个汽缸4共用。旋转角度检测装置56检测输出轴(曲轴)2的旋转角度或未图示的凸轮轴的旋转角度中的至少一个旋转角度。控制装置60例如以CPU、ROM、RAM及输入输出接口为主体构成。控制装置60的输出侧与对多个汽缸4分别设置的多个副室燃料供给阀18连接。控制装置60对于每个副室燃料供给阀18分别决定其动作指令值。控制装置60的输出侧也可以与主燃料供给阀16及点火器20连接。

[0053] 控制装置60的输入侧与多个阀状态检测装置51及单个的旋转角度检测装置56连接。各阀状态检测装置51检测对应的止回阀19的动作状态。动作状态包括止回阀19是否处于开阀状态。又,如下所述,如果止回阀19为升降式止回阀,则动作状态也可以包括止回阀19的升程量。而且,控制装置60也可以参照升程量来测定是否处于开阀状态。

[0054] 图3是示出图2所示的止回阀19及阀状态检测装置51的结构的一个示例的概念图。如图3所示,止回阀19具有被允许在封闭向副室24开口的燃料口32的封闭位置和远离该封闭位置的全开位置之间移动的阀体41。阀体41从封闭位置向全开位置移动,以此开放燃料口32。

[0055] 在本实施形态中,止回阀19由采用通过燃料压的作用使阀体41移动这样的配气方式的升降式止回阀构成,是提升阀式。具体而言,阀杆42在燃料口32内可移动地容纳于燃料通路31内,并且通过其移动方向打开侧(图4纸面的下侧)的端部42a与高度低的圆锥形状或蘑菇状的阀体41的顶部41a连接。当副室燃料供给阀18闭阀时,停止向燃料通路31的燃料供给,阀体41及阀杆42因施力构件43的施力而受到向移动方向关闭侧(图4的纸面的上侧)的施力,阀体41的表面部41b从副室24内就坐于燃料口32周围的阀座32a上,阀体41及阀杆42停止在封闭位置上,燃料口32被封闭,止回阀19处于闭阀状态。当副室燃料供给阀18开阀时,在阀体41的表面部41b中面向燃料通路31内的表面受到燃料压,从而可以使阀体41及阀杆42与施力对抗地从封闭位置移动至移动方向打开侧。借助于此,阀体41从阀座32a离开,燃料口32被开放,止回阀19处于开阀状态。全开位置从封闭位置向移动方向打开侧仅相隔

最大升程量LM。阀体41及阀杆42被允许向其移动方向(即,阀杆42的轴线方向、燃料口32的法线方向且与阀座32a成直角的方向)打开侧从封闭位置移动至全开位置。

[0056] 在图3中,作为施力构件43例示将弹力作为前述的施力来发挥的弹簧,但是施力构件43也可以是将磁力作为前述的施力来发挥的磁铁(即,配气方式不限于弹簧式,也可以是磁铁式)。在图3中,作为弹簧例示配置在阀杆42的外周侧且在燃料通路31内在阀杆42的移动方向上变形的线圈式,但是弹簧的配置及形状可以适当变更。止回阀41不限于提升式,可以适当变更为针式和球式等的其他形式。

[0057] 在本实施形态中,阀状态检测装置51由间隙传感器构成。间隙传感器以从阀杆42的移动方向关闭侧(图4的纸面的上侧)的端部42b向该关闭侧相隔配置的形式安装于安装件29,检测自身与阀杆42(尤其是阀杆42的关闭侧端部42b)之间的间隙G。间隙传感器的检测方式不特别限定,例如可以采用涡电流式、静电容量式或超声波式等。间隙G随着阀体41及阀杆42的升程量L而变化。在间隙传感器检测到在本结构中可检测的间隙范围中的最小值 $G_m$ 时,阀体41及阀杆42的升程量为零,阀体41及阀杆42位于封闭位置。在间隙传感器检测到前述间隙范围内的最大值 $G_M$ 时,阀体41及阀杆42的升程量L为前述的最大升程量LM,阀体41及阀杆42处于全开位置。像这样,间隙传感器实质上发挥作为检测升程量L的升程量传感器的功能。

[0058] 图4是示出图2所示的燃料供给控制装置100的结构的框图。旋转角度检测装置56检测由进气、压缩、膨胀及排气的四行程构成的一个发动机循环内的旋转角度。“旋转角度”相当于一个发动机循环(即,活塞21往复两次而输出轴2旋转两周的期间)内的活塞21的位置及曲轴角(输出轴2的旋转角)。另外,在图2中,作为旋转角度检测装置56,例示配置在输出轴2附近而检测曲轴角的曲轴角传感器,但是也可以检测如进排气门27、28的驱动用凸轮轴那样与输出轴2联动的旋转构件的旋转角。

[0059] 控制装置60可以基于来自于旋转角度检测装置56的信号而得到发动机转速(输出轴2的角速度)。因此,旋转角度检测装置56具有检测作为发动机运行状态的一个示例的发动机转速的转速检测装置的功能,并且也是检测发动机运行状态的运行状态检测装置55的一个示例。

[0060] 控制装置60的输入侧也与检测发动机运行状态的运行状态检测装置55连接。运行状态检测装置55也可以包括:检测气体发动机1的负荷或检测控制装置60执行负荷的推定运算所需的参数的负荷检测装置;检测冷却水温的水温检测装置;检测排气温度的排气温度检测装置;检测增压压力的增压压力检测装置;检测气体燃料的性状(例如源压力或甲烷数量)或检测控制装置60执行燃料性状的推定运算所需的参数的燃料性状检测装置等。即,发动机运行状态也可以包括发动机转速、负荷、冷却水温、排气温度、增压压力及燃料性状。

[0061] 控制装置60将通过阀状态检测装置51、旋转角度检测装置56及运行状态检测装置55检测到的检测值每隔微小的规定控制周期(例如5毫秒)依次输入。控制装置60基于来自于阀状态检测装置51及旋转角度检测装置56的信号,使止回阀19的动作状态与旋转角度相对应而作为实际动作状态,并且以使该得到的实际动作状态接近目标动作状态的形式修正副室燃料供给阀18的动作指令值,并且根据该动作指令值驱动副室燃料供给阀18。换言之,控制装置60在对止回阀19的动作状态与旋转角度关联地执行反馈控制时,操作副室燃料供给阀18。又,控制装置60基于来自于运行状态检测装置55的信号设定副室燃料供给阀

18的修正前的动作指令值、和止回阀19的目标动作状态。

[0062] 控制装置60具有作为用于执行相关控制的功能模块的、指令值设定部61、测定部62、目标状态设定部63、目标状态存储部64、比较部65、指令值决定部66及驱动部67。指令值设定部61、测定部62、目标状态设定部63、比较部65及指令值决定部66由控制装置60的软件要素(例如预先存储在ROM中的程序)实现。目标状态存储部64由控制装置60的硬件要素(例如ROM)实现,驱动部67由控制装置60的硬件要素或与控制装置60的输出侧连接的硬件要素(例如用于副室燃料供给阀18的驱动器)实现。

[0063] 图5是示出通过图4所示的控制装置60执行的燃料供给控制的步骤的流程图。以下,按照图5所示的步骤说明图4所示的模块61~67的动作或作用,对于气体发动机1及燃料供给控制装置100的构成要素适当标以图1~图4所标示的参考符号。图5所示的一系列处理对于每一个发动机循环分别执行。也可以是每当经过规定的多个发动机循环时执行一次,还可以是每当经过规定的实际时间时执行一次。

[0064] 如图5所示,首先,指令值设定部61根据来自于运行状态检测装置55的信号设定副室燃料供给阀18的动作指令值(步骤S11)。目标状态设定部63基于来自于运行状态检测装置55的信号设定止回阀19的目标动作状态(步骤S12)。测定部62基于来自于阀状态检测装置51及旋转角度检测装置56的信号,使止回阀19的动作状态与旋转角度相对应而得到止回阀19的动作状态,从而得到止回阀19的实际动作状态(步骤S13)。步骤S11~S13的顺序可以适当变更。

[0065] (修正前动作指令值的设定)

[0066] 在步骤S11中,动作指令值包括副室燃料供给阀18的开阀时期、闭阀时期及开阀期间,但是在这三个中如果设定两个,则自动决定剩余的一个。因此,指令值设定部61只要至少设定两个动作指令值即可。在这里,为了方便说明,而作为动作指令值设定开阀时期及闭阀时期。

[0067] 为了如上所述那样将气体燃料适时适量地供给至副室24内,并且使在副室24内生成的混合气的空气过剩率达到目标值且使燃料浓度分布在副室24内均一化,而根据发动机运行状态决定动作指令值。尽管图示省略,但是控制装置60预先存储与发动机运行状态相对应的动作指令值的对应关系(例如映射图或计算式),指令值设定部61根据该对应关系决定动作指令值。

[0068] (实际动作状态的测定)

[0069] 图6是概念性地示出图3所示的止回阀19的实际动作状态的一个示例和目标动作状态的一个示例的图表。在图6中,表示随着旋转角度进展而止回阀19的升程量L如何变化的移动量变化在以旋转角度作为横轴且以升程量L作为纵轴的二维直角坐标系中表示为直线和/或曲线。单点划线表示实际移动量变化 $C_r$ 的一个示例,该实际移动量变化 $C_r$ 是使通过作为阀状态检测装置51的一个示例的间隙传感器检测到的升程量与通过作为旋转角度检测装置56的一个示例的曲轴角传感器检测到的曲轴角相对应而得到的。实线表示控制装置60预先存储或根据发动机运行状态进行设定的目标移动量变化 $C_i$ 的一个示例。在以下的说明中,也可以将在上述直角坐标系中显示的直线和/或曲线称为“升程曲线”。

[0070] 在步骤S13中,作为与旋转角度相对应的止回阀19的实际动作状态,测定部62测定作为止回阀19从闭阀状态切换为开阀状态的实际时期(旋转角度)的实际开阀时期 $Tr_1$ 、和

作为止回阀19从开阀状态切换为闭阀状态的实际时期(旋转角度)的实际闭阀时期 $Tr_2$ 。测定部62还测定表示实际移动量变化 $Cr$ 的实际升程曲线的实际积分值 $Sr$ (参照图9),具体在后文详述。

[0071] 阀状态检测装置51形成为检测升程量 $L$ 的结构,因此控制装置60可以测定实际移动量变化 $Cr$ 的实际积分值 $Sr$ 。相反地,尽管阀状态检测装置51不是形成为直接检测是否处于开阀状态的结构,但是控制装置60将与旋转角度相对应的升程量 $L$ 与用于开阀判定的阈值 $L_1$ 和用于闭阀判定的阈值 $L_2$ 分别进行比较,以此可以测定状态切换时期(实际开阀时期 $Tr_1$ 及实际闭阀时期 $Tr_2$ )。在图6中,为了便于说明,作为两个阈值 $L_1$ 、 $L_2$ ,例示不相同的大于零的一定值,但是阈值 $L_1$ 、 $L_2$ 可以设定为作为一定值的零(参照图8),也可以设定为相同值(参照图8),也可以随着发动机运行状态可变地进行设定(图示省略)。

[0072] 测定部62将有增加倾向的升程量 $L$ 与开阀阈值 $L_1$ 相等或超过它的时期(旋转角度)作为实际开阀时期 $Tr_1$ 进行测定。又,测定部62将有减少倾向的升程量 $L$ 与闭阀阈值 $L_2$ 相等或低于它的时期(旋转角度)作为实际闭阀时期 $Tr_2$ 进行测定。例如,在开阀阈值 $L_1$ 为一定值的零的情况下(参照图8),测定部62将升程量 $L$ 从零转为增加而超过零的时期 $Tr_s$ (即,阀体41及阀杆42开始从封闭位置向打开侧移动的时期)作为实际开阀时期 $Tr_1$ 进行测定。例如,在闭阀阈值 $L_2$ 为一定值的零的情况下(参照图8),测定部62将升程量 $L$ 从正值变为等于零的时期 $Tr_e$ (即,向关闭侧移动的阀体41及阀杆42在封闭位置上停止的时期)作为实际闭阀时期 $Tr_2$ 进行测定。

[0073] (目标动作状态的设定)

[0074] 在步骤S12中,目标状态设定部63设定目标动作状态,例如目标动作状态包括目标开阀时期 $Ti_1$ 、目标闭阀时期 $Ti_2$ 及目标积分值 $Si$ (参照图9)。

[0075] 目标开阀时期 $Ti_1$ 是升程量 $L$ 应当满足与在实际开阀时期 $Tr_1$ 的测定中使用的条件相同的条件的目标时期。例如,如果开阀阈值 $L_1$ 为零,则目标开阀时期 $Ti_1$ 是升程量 $L$ 应当从零转变为增加而超过零的目标时期 $Ti_s$ (参照图8)。目标闭阀时期 $Ti_2$ 是升程量应当满足与在实际闭阀时期 $Tr_2$ 的测定中使用的条件相同的条件的目标时期。例如,如果闭阀阈值 $L_2$ 为零,则目标闭阀时期 $Ti_2$ 是升程量应当从正变为等于零的目标时期 $Ti_e$ (参照图8)。

[0076] 根据图6所示的目标移动量变化 $Ci$ 的一个示例,升程量 $L$ 在从目标开阀时期 $Ti_1$ 开始的微小的期间内由开阀阈值 $L_1$ 增加至最大升程量 $LM$ ,在某个期间维持最大升程量 $LM$ ,在副室燃料供给阀18闭阀后,响应于此地在直至目标闭阀时期 $Ti_2$ 的微小期间内由最大升程量 $LM$ 减少至闭阀阈值 $L_2$ 。在图6中,作为向最大升程量 $LM$ 增加的倾向及从最大升程量减少的倾向,例示线形,但是这些倾向可以变更为非线形。

[0077] 指令值设定部61在根据发动机运行状态设定副室燃料供给阀18的动作指令值时,使止回阀19的动作适当地响应于该副室燃料供给阀18的动作,因此目标状态设定部63根据发动机运行状态设定目标开阀时期 $Ti_1$ 及目标闭阀时期 $Ti_2$ 。即,根据发动机运行状态(乃至副室燃料供给阀18的开阀时期、闭阀时期及开阀期间)变更目标移动量变化 $Ci$ 的始期 $Ti_s$ 及终期 $Ti_e$ 。

[0078] 例如,目标开阀时期 $Ti_1$ 是对根据发动机运行状态决定的副室燃料供给阀18的开阀时期加上所需的响应性而成的时期,并且以成为与副室燃料供给阀18的开阀时期相同的时期或紧随其后的适当时期的形式根据发动机运行状态进行设定。目标闭阀时期 $Ti_2$ 也相

同,以成为与副室燃料供给阀18的闭阀时期相同的时期或紧随其后的适当时期的形式根据发动机运行状态进行设定。

[0079] 图7(a)是概念性地示出使用于目标动作状态的设定中的运行区域的一个示例的图表,图7(b)是示出目标动作状态的设定的一个示例的图表,图7(c)是示出目标动作状态的设定的另一示例的图表。目标状态设定部63基于来自于运行状态检测装置55的信号特别指定发动机的运行区域。如图7(a)所例示,运行区域也可以由发动机转速的区域a~c和负荷的区域I~IV的组合(例如I-a、II-b等)构成。也可以使用其他发动机运行状态。

[0080] 如图7(b)所示,目标状态存储部64也可以预先存储与多个运行区域分别对应的多个目标移动量变化 $C_i$ 。在该情况下,目标状态设定部63根据被特别指定的运行区域从多个目标移动量变化 $C_i$ 中选择设定一个目标移动量变化 $C_i$ 。如图7(c)所示,目标状态存储部64也可以存储单个的目标移动量变化 $C_i$ 。在该情况下,目标状态设定部63根据被特别指定的运行区域修正目标移动量变化 $C_i$ ,借助于此设定与发动机运行区域相对应的目标移动量变化 $C_i$ 。例如,在运行区域为高负荷域或高旋转域时,所需的燃料量比较多,因此将目标开阀期间设定为比较长。

[0081] 另外,目标移动量变化 $C_i$ (目标升程曲线)是为了便于说明而图示的。如果目标移动量变化 $C_i$ 不被直接与实际移动量变化 $C_r$ 进行比较,则目标状态存储部64也可以不存储目标移动量变化 $C_i$ 本身。如本实施形态那样,在表示目标移动量变化 $C_i$ 的目标升程曲线的目标积分值 $C_i$ 成为实测值的比较对象的情况下,由于如果目标升程曲线已定则目标积分值 $C_i$ 是能够事先取得的值,因此只要存储该目标积分值 $C_i$ 即可。

[0082] (动作指令值的修正)

[0083] 返回至图5,在步骤S11~S13之后,比较部65将通过测定部62测定的实际动作状态与通过目标状态设定部63设定的目标动作状态进行比较,并且基于比较结果修正副燃料喷射阀18的开阀时期及闭阀时期。

[0084] 比较部65判定实际开阀时期 $Tr1$ 相对于目标开阀时期 $Ti1$ 的偏差是否在允许范围 $\Delta Tp1$ (参照图8)内(步骤S21),如果偏差不在允许范围 $\Delta Tp1$ 内(S21:否),则判定实际开阀时期 $Tr1$ 是否相对于目标开阀时期 $Ti1$ 提前(步骤S22)。该允许范围 $\Delta Tp1$ 是包括零的概念,在步骤S21中,也可以判定实际开阀时期 $Tr1$ 是否与目标开阀时期 $Ti1$ 一致。在下述的步骤S31中也相同。

[0085] 在实际开阀时期 $Tr1$ 相对于目标开阀时期 $Ti1$ 超过允许范围 $\Delta Tp1$ 且提前的情况下(S22:是),指令值决定部66使通过指令值设定部61设定的副室燃料供给阀18的开阀时期进行延迟修正(步骤S23)。在实际开阀时期 $Tr1$ 相对于目标开阀时期 $Ti1$ 超过允许范围 $\Delta Tp1$ 且延迟的情况下(S22:否),指令值决定部66使通过指令值设定部61设定的副室燃料供给阀18的开阀时期进行提前修正(步骤S24)。提前及延迟修正量可以是与偏差无关地预先设定的一定值,也可以是根据偏差按比例进行设定,在按比例设定时也可以规定修正量上限。在下述的步骤S33、S34中也相同。

[0086] 在开阀时期的修正后进行步骤S31。又,在实际开阀时期 $Tr1$ 相对于目标开阀时期 $Ti1$ 在允许范围 $\Delta Tp1$ 内时(S21:是),指令值决定部66不修正通过指令值设定部61设定的开阀时期,而进行步骤S31。

[0087] 比较部65判定实际闭阀时期 $Tr2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti2$ 的偏差是否在允许范围

$\Delta T_{p2}$ (参照图8)内(步骤S31),如果偏差不在允许范围内(S31:否),则判定实际闭阀时期 $Tr_2$ 是否相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 提前(步骤S32)。

[0088] 在实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 超过允许范围 $\Delta T_{p2}$ 且提前的情况下(步骤S32:是),指令值决定部66使通过指令值设定部61设定的副室燃料供给阀18的闭阀时期进行延迟修正(步骤S33)。在实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 超过允许范围 $\Delta T_{p2}$ 且延迟的情况下(S32:否),指令值决定部66使通过指令值设定部61设定的副室燃料供给阀18的闭阀时期进行提前修正(步骤S34)。

[0089] 在闭阀时期的修正后进行步骤S41。又,在实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 在允许范围 $\Delta T_{p2}$ 内时(S31:是),指令值决定部66不修正通过指令值设定部61设定的闭阀时期,而进行步骤S41。

[0090] 驱动部67以在通过指令值决定部66决定的开阀时期使副室燃料供给阀18开阀的形式,且以在通过指令值决定部66决定的闭阀时期使副室燃料供给阀18闭阀的形式驱动副室燃料供给阀18。另外,与开阀时期的修正相关的步骤S21~S24也可以在与闭阀时期的修正相关的步骤S31~S34之后执行。

[0091] 图8(a)是示出实际开阀时期 $Tr_1$ 相对于目标开阀时期 $Ti_1$ 延迟且实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 提前的情况的一个示例的图表,图8(b)是示出实际开阀时期 $Tr_1$ 相对于目标开阀时期 $Ti_1$ 提前且实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 延迟的情况的一个示例的图表,图8(c)是示出实际动作状态大致符合目标动作状态的情况的一个示例的图表。

[0092] 如图8(a)所示,在实际开阀时期 $Tr_1$ 相对于目标开阀时期 $Ti_1$ 延迟的情况下,止回阀19的响应性因某种原因而比当初的预想过于变差。根据上述控制,在这样的状况下,使副室燃料供给阀18的开阀时期进行提前修正(参照图5的步骤S22、S24),因此止回阀19的响应性的变化被抵消,并且止回阀19的实际开阀时期 $Tr_1$ 被修正为提前。借助于此,可以使止回阀19的实际开阀时期 $Tr_1$ 接近目标开阀时期 $Ti_1$ (参照图8(c))。在实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 延迟的情况下也相同(参照图5的步骤S32、S34、图8(b)及图8(c))。

[0093] 如图8(b)所示,在实际开阀时期 $Tr_1$ 相对于目标开阀时期 $Ti_1$ 提前的情况下,可以认为止回阀19的响应性因某种原因而与当初的预想相比过于变好。根据上述控制,在这样的状况下,使副室燃料供给阀18的开阀时期进行延迟修正(参照图5的步骤S22、S23),因此止回阀19的响应性的变化被抵消,并且止回阀19的实际开阀时期 $Tr_1$ 被修正为延迟。借助于此,可以使止回阀19的实际开阀时期 $Tr_1$ 接近目标开阀时期 $Ti_1$ (参照图8(c))。在实际闭阀时期 $Tr_2$ 相对于目标闭阀时期 $Ti_2$ 提前的情况下也相同(参照图5的步骤S32、S33、图8(a)及图8(c))。

[0094] 如上所述在根据本实施形态的燃料供给控制装置100中,执行止回阀19的实际开阀时期 $Tr_1$ 及实际闭阀时期 $Tr_2$ 的反馈控制,在该反馈控制中操作副室燃料供给阀18。随着发动机循环的进行而该反馈控制多次重复。即使止回阀19随着时间劣化或发生异物咬入等,又,即使止回阀19采用无法主动地控制其开闭的配气方式,也可以应对该情况而使止回阀19的实际开阀时期 $Tr_1$ 及实际闭阀时期 $Tr_2$ 分别收敛于目标开阀时期 $Ti_1$ 及目标闭阀时期 $Ti_2$ ,从而可以向副室24内适时适量地持续供给气体燃料。因此,可以适当地控制向副室24供给燃料的实际燃料供给开始时期、实际燃料供给结束时期,因此可以维持正常的副室24

的燃烧状态,进而可以改善主燃烧室23的燃烧效率和排气成分等。

[0095] 又,关于当前工作中的副室式气体发动机,也可以在不引起发动机主体(例如汽缸盖周围)的大幅度的形状变更的情况下(即,将阀状态检测装置51安装于止回阀19附近,并且将实现测定部62、目标状态设定部63、比较部65及设定值决定部66的软件要素增加到控制装置60),制作带来相关作用的燃料供给控制装置100。本实施形态在考虑到像这样可容易改装的这一点时也是有利的。

[0096] 又,在根据本实施形态的燃料供给控制装置100中,对于与汽缸4分别对应的多个副室燃料供给阀18分别求出动作指令值,并且相互独立地驱动控制各副室燃料供给阀18。因此,即使止回阀19对副室燃料供给阀18的响应性在汽缸4之间存在个体差异,也可以通过副室燃料供给阀18的开阀时期及闭阀时期的修正抵消该个体差异。因此,可以对于所有的汽缸4将气体燃料适时适量地供给至副室24内,从而可以使汽缸4所分担的负荷均一化。

[0097] (积分值的比较)

[0098] 返回至图5,在用于判定动作指令值的修正与否以及用于决定需要修正的情况下的修正量的步骤S21~S24、S31~S34之后,测定部62测定止回阀19的移动量变化的实际积分值 $S_r$ (参照图9),目标状态设定部63设定止回阀19的移动量变化的目标积分值 $S_i$ (参照图9)(步骤S41)。接着,比较部65将实际积分值 $S_r$ 与目标积分值 $S_i$ 进行比较,并且判定实际积分值 $S_r$ 相对于目标积分值 $S_i$ 的比例或偏差是否在允许范围内(步骤S42)。例如比较部65判定实际积分值 $S_r$ 是否为目标积分值 $S_i$ 的规定比例 $\alpha$ 以上( $S_r \geq S_i \times \alpha, \alpha < 100\%$ )。如果比例或偏差在允许范围内(S42:是),则结束一系列处理,再次返回至步骤S11而再次开始下一次的处理。如果比例或偏差不在允许范围内(S42:否),则控制装置60输出异常信号(步骤S43)。

[0099] 图9是概念性地示出图3所示的止回阀19的动作量变化的实际积分值 $S_r$ 的一个示例、和目标积分值 $S_i$ 的一个示例的图表。在图9中,与图6相同地实际移动量变化 $C_r$ 及目标移动量变化 $C_i$ 的一个示例在横轴为旋转角度且纵轴为升程量 $L$ 的二维直角坐标系中表示为升程曲线。

[0100] 实际积分值 $S_r$ 是表示实际移动量变化 $C_r$ 的实际升程曲线的时间积分值(参照图9的朝向右下方的阴影线区域)。考虑到升程量 $L$ 每隔微小的规定控制周期 $\Delta T$ (例如5毫秒)依次被输入至控制装置60,测定部62通过将在从升程量 $L$ 由零转为增加的时期 $T_{rs}$ 至升程量 $L$ 恢复至零的时期 $T_{re}$ 的期间 $D_r$ 内依次输入的升程量 $L$ 求出总和并以此求出实际积分值 $S_r$ 。又,也可以通过将表示实际升程曲线的函数在上述期间 $D_r$ 内进行积分以此求出实际积分值 $S_r$ 。另外,如果开阀阈值 $L_1$ 为零,则实际开阀时期 $T_{r1}$ 与前述时期 $T_{rs}$ 相等而位于积分区间的区间下端。如果闭阀阈值 $L_2$ 为零,则实际闭阀时期 $T_{r2}$ 与前述时期 $T_{re}$ 相等而位于积分区间的区间上端。在本实施形态中,在阀状态检测装置51中采用检测升程量 $L$ 的间隙传感器,因此测定部62可以测定实际积分值 $S_r$ 。

[0101] 像这样测定部62测定实际积分值 $S_r$ ,因此控制装置60(例如目标状态存储部64)预先存储移动量变化的目标积分值 $S_i$ 。目标积分值 $S_i$ 是表示目标移动量变化 $C_i$ 的目标升程曲线的时间积分值(参照图9的朝向左下方的阴影线区域),是设定目标移动量变化 $C_i$ 即可得到的值。

[0102] 这样得到的积分值 $S_r$ 、 $S_i$ 与通过止回阀19供给至副室24内的气体燃料量为正相关。另一方面,如上所述,以使止回阀19的实际开阀时期 $T_{r1}$ 及实际闭阀时期 $T_{r2}$ 分别接近目

标开阀时期 $Ti1$ 及目标闭阀时期 $Ti2$ 的形式进行控制。因此,在实际积分值 $Sr$ 为显著小于目标积分值 $Si$ 的值时,可以推定处于阀体41无法正常移动、燃料源压力降低、或者副室燃料管路13b中副室燃料供给阀18与止回阀19之间发生燃料泄漏等、发生了仅修正副室燃料供给阀18的动作指令值是无法应对的某种异常的状况之下。如果处于这样的状况之下,则难以维持正常的副室24内的燃烧状态以使气体发动机1继续工作。在本实施形态中,如果实际积分值 $Sr$ 相对于目标积分值 $Si$ 的比例或偏差不在允许范围内,则输出异常信号。即,控制装置60基于来自于阀状态检测装置51及旋转角度检测装置56的信号而得到与对应于旋转角度的止回阀19的阀体41的移动量相关的移动量变化的实际积分值 $Sr$ ,并且基于该实际积分值 $Sr$ 与移动量变化的目标积分值 $Si$ 的比较结果判断止回阀19是否正常工作。像这样根据本实施形态的气体发动机1可以基于该异常信号开始故障安全控制或停止气体发动机1的运行,从而也可以较好地应对如上述那样的状况。

[0103] 以上说明了实施形态,但是上述结构只是一个示例,在不脱离本发明的主旨的范围内可以适当变更、删除及增加。例如,在上述实施形态中,在副室燃料管路上设置单个止回阀,但是也可以串联地排列设置多个止回阀。在该情况下,如果将配置在最下游的止回阀的动作状态与上述相同地进行反馈控制,则可以得到与上述相同的作用效果。

[0104] 工业应用性:

[0105] 本发明如果应用于副室式气体发动机则有益处,并且应用本发明的副室气体发动机可以例如发电设备及船用主机等各种用途作为原动机利用。

[0106] 符号说明:

- [0107] 1 气体发动机;
- [0108] 2 输出轴(曲轴);
- [0109] 18 副室燃料供给阀;
- [0110] 19 止回阀;
- [0111] 24 副室;
- [0112] 32 燃料口;
- [0113] 41 阀体;
- [0114] 51 阀状态检测装置;
- [0115] 55 运行状态检测装置;
- [0116] 56 旋转角度检测装置;
- [0117] 60 控制装置;
- [0118] 100 燃料供给控制装置;
- [0119]  $Tr1$  实际开阀时期;
- [0120]  $Tr2$  实际闭阀时期;
- [0121]  $Ti1$  目标开阀时期;
- [0122]  $Ti2$  目标闭阀时期;
- [0123]  $Cr$  实际移动量变化;
- [0124]  $Ci$  目标移动量变化;
- [0125]  $Sr$  实际积分值;
- [0126]  $Si$  目标积分值;

[0127] L 升程量。

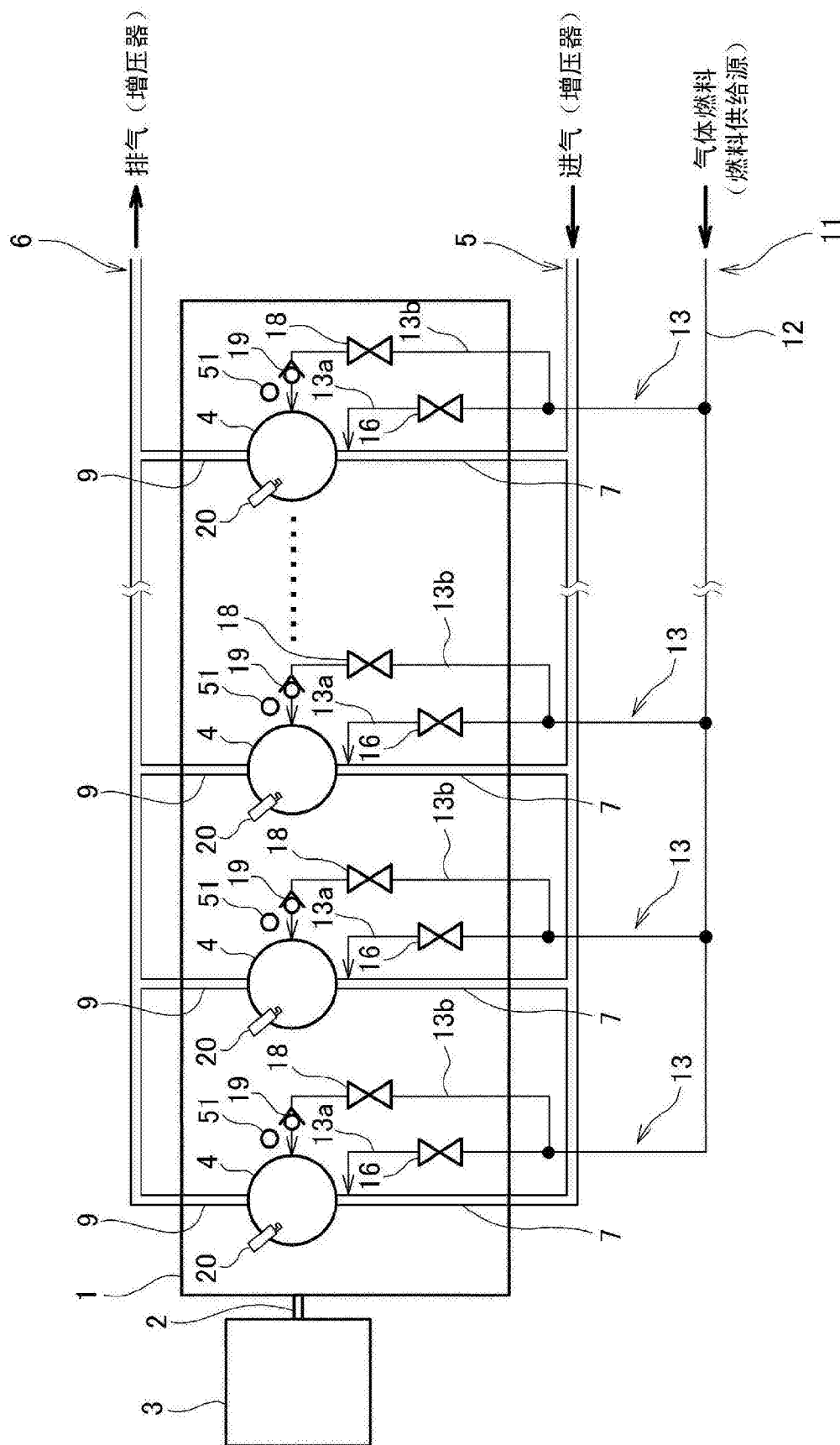


图 1

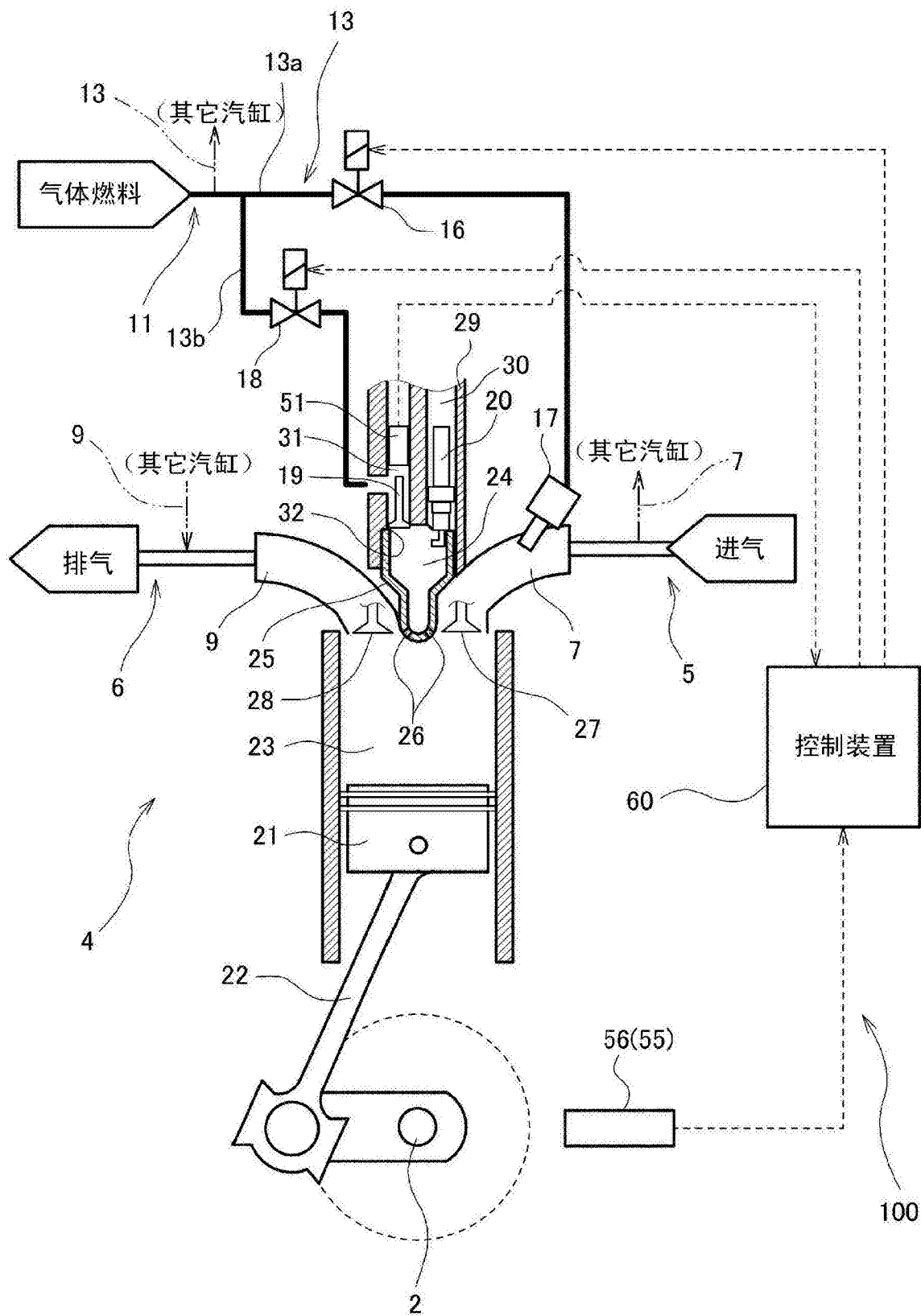


图2



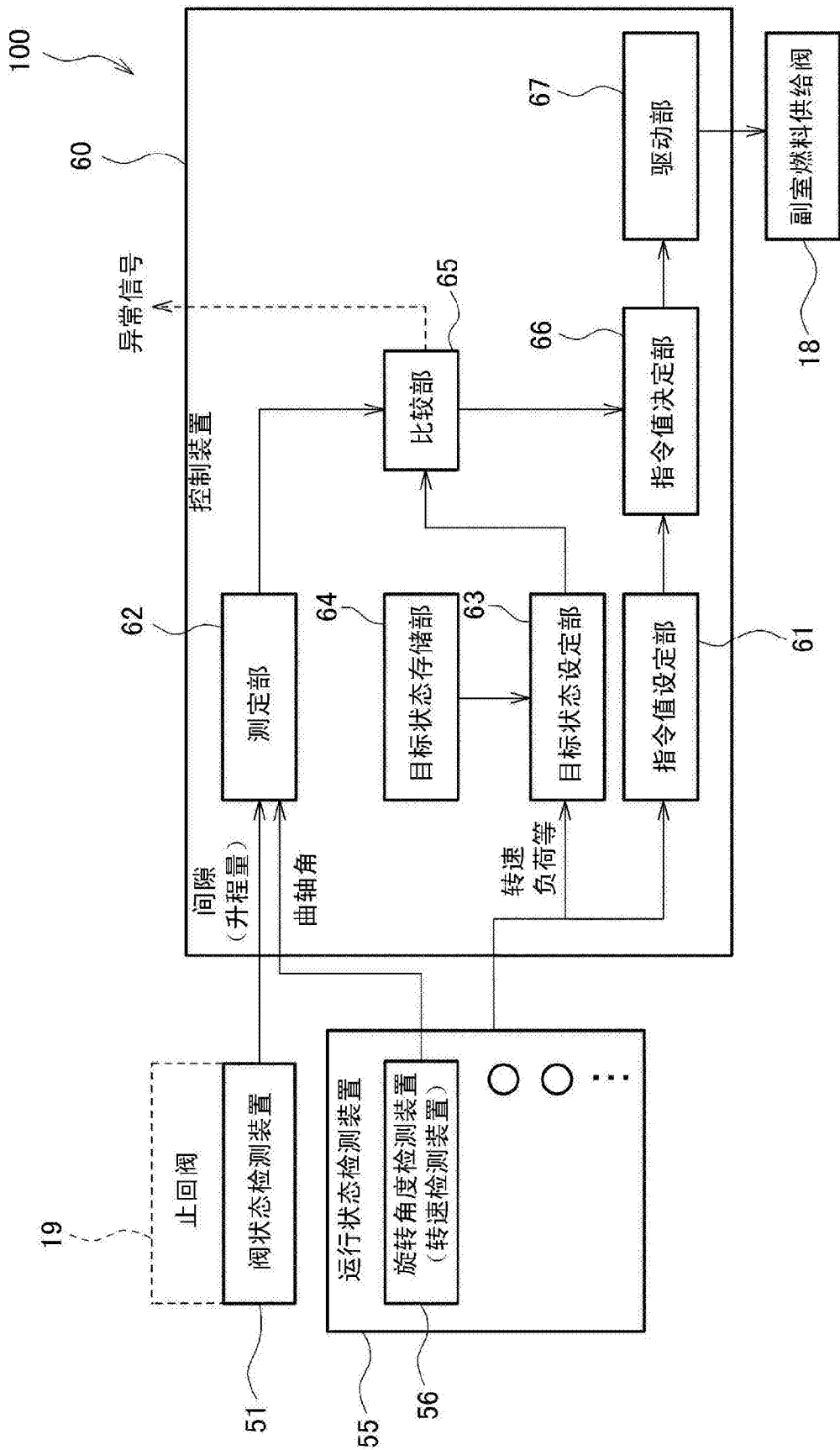


图4

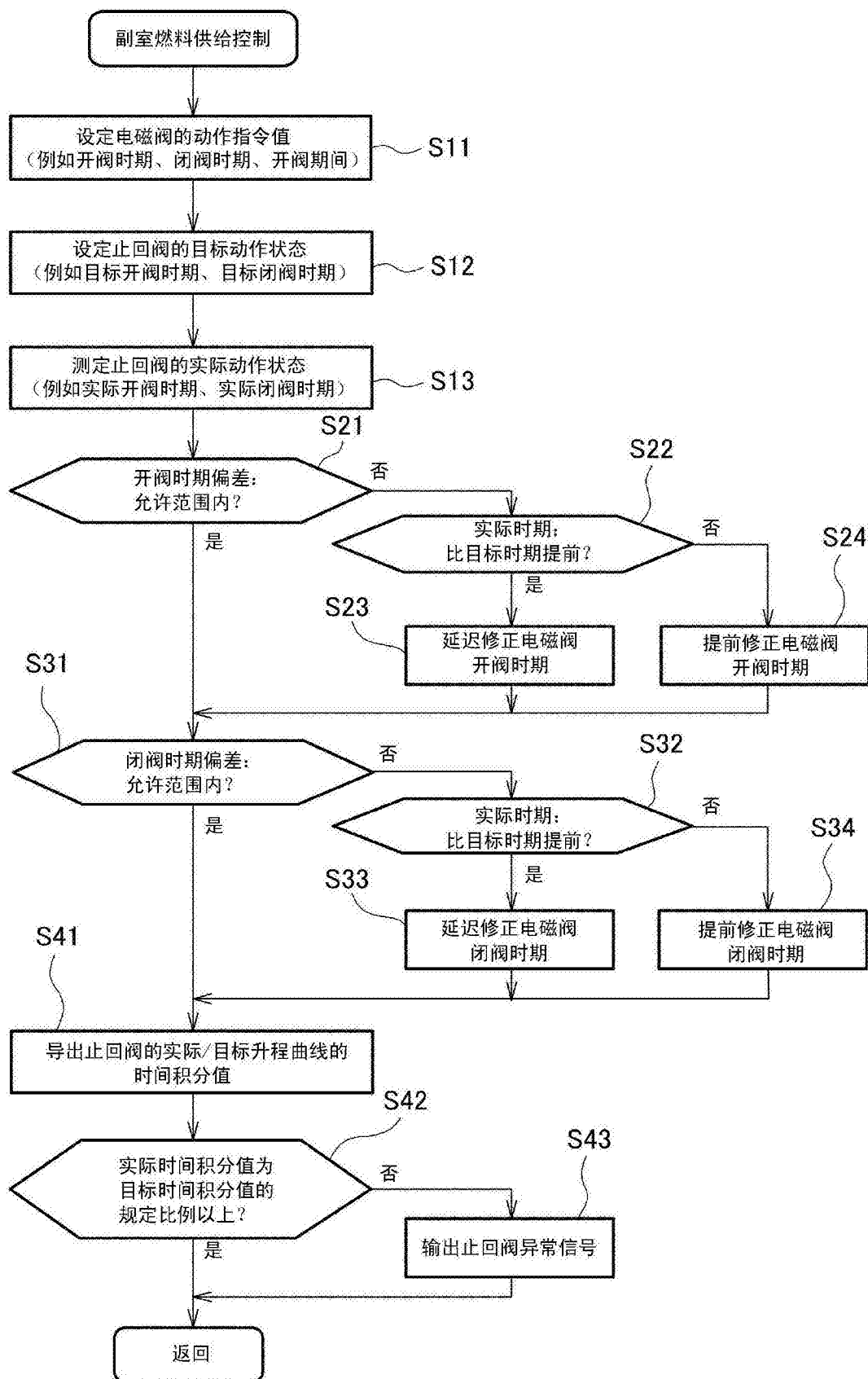


图5

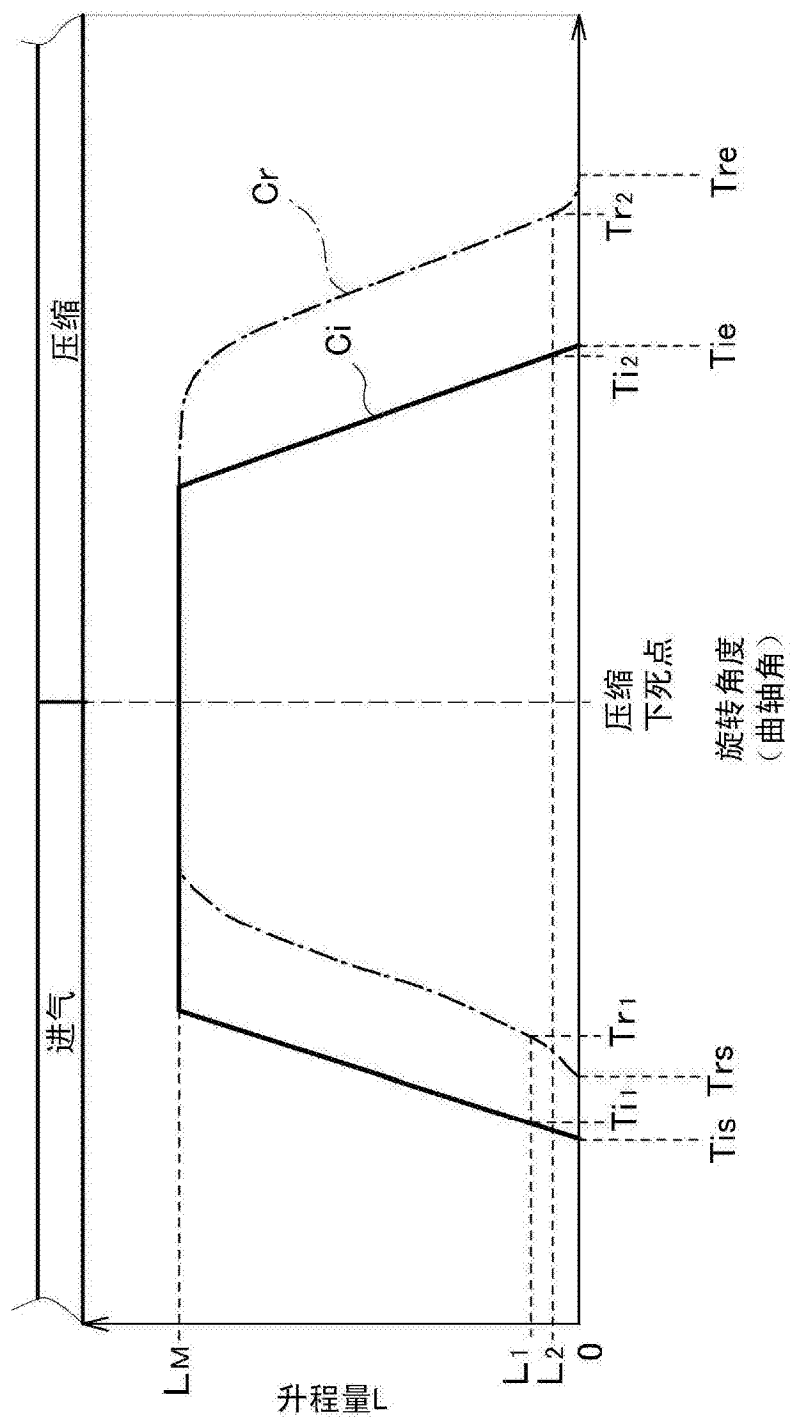


图6

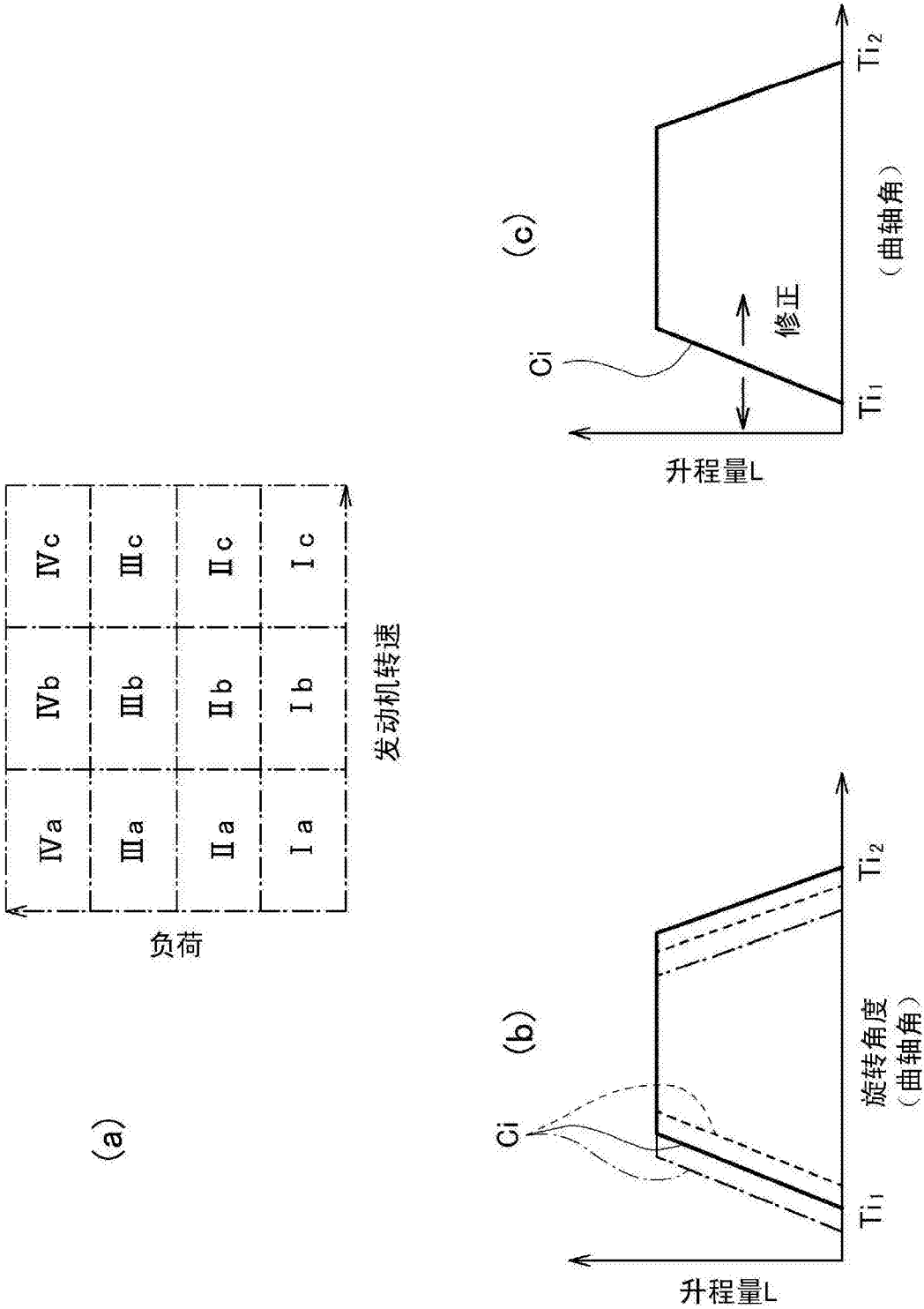


图7

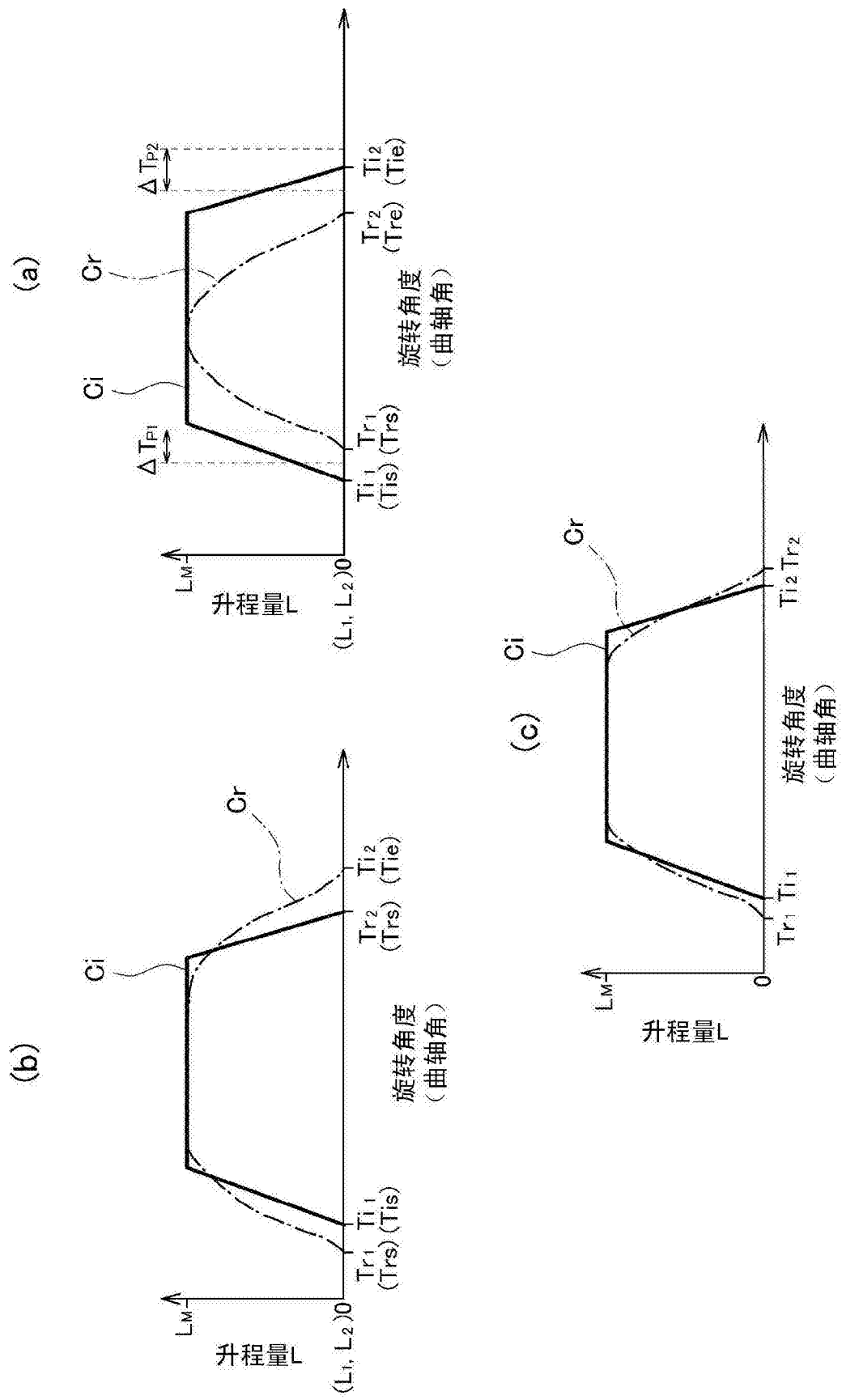


图8

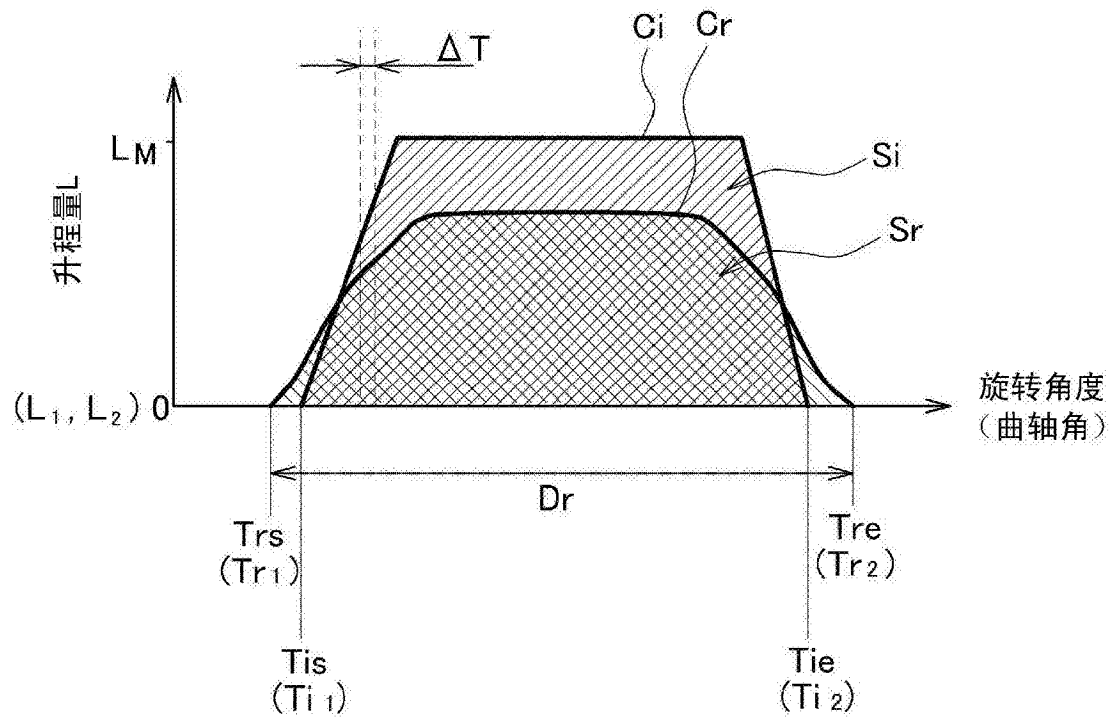


图9