



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103299060 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201180050750. 4

F02D 19/02(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 08. 22

F02M 21/04(2006. 01)

F02B 43/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

2011-018439 2011. 01. 31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/068860 2011. 08. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/105076 JA 2012. 08. 09

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 西尾秀树 铃木元 清水裕一

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 谢丽娜 关兆辉

(51) Int. Cl.

F02D 41/30(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101680397 A, 2010. 03. 24, 全文.

CN 101680377 A, 2010. 03. 24, 全文.

CN 1831318 A, 2006. 09. 13, 全文.

JP 2004-211674 A, 2004. 07. 29, 全文.

JP 2003-278605 A, 2003. 10. 02, 全文.

JP 2006-009603 A, 2006. 01. 12, 全文.

审查员 汪炫妍

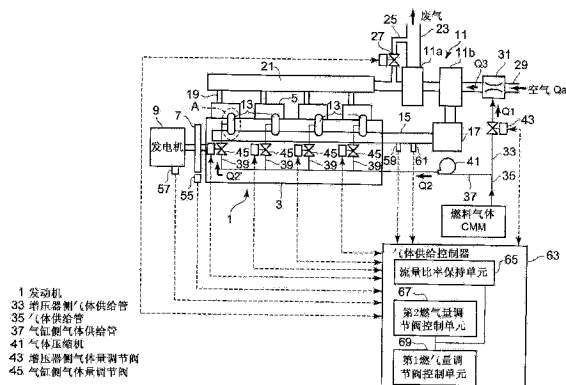
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

燃气发动机的燃料气体供给方法及装置

(57) 摘要

一种燃气发动机, 气体供给管 (35) 分岔为增压器侧气体供给管 (33) 和气缸侧气体供给管 (37), 具备控制各自的通路流量的增压器侧气体量调节阀 (43) 和气缸侧气体量调节阀 (45), 其特征在于, 在燃料气体的浓度发生变化时, 通过气体供给控制器 (63), 首先控制气缸侧气体量调节阀 (45), 以使增压器侧气体供给管 (33) 的燃料气体量 Q_1 和气缸侧气体供给管 (37) 的燃料气体量 Q_2 的比率 Q_1/Q 具有固定关系, 同时使发动机输出维持固定, 然后控制增压器侧气体量调节阀 (43) 以达到基于固定比率的燃料气体量 Q_1 。



1. 一种燃气发动机的燃料气体供给方法，

上述燃气发动机中，供给卡路里低且存在变动的燃料气体的燃料气体通路分岔为增压器侧气体供给通路和气缸侧气体供给通路，所述增压器侧气体供给通路与设置于增压器的空气入口侧的混合器连接，所述气缸侧气体供给通路与通向气缸的供气通路连接，并且安装有用于压缩上述燃料气体的气体压缩机，

上述燃气发动机具备第 1 燃料气体调节阀和第 2 燃料气体调节阀，所述第 1 燃料气体调节阀控制上述增压器侧气体供给通路的流量，所述第 2 燃料气体调节阀控制上述气缸侧气体供给通路的流量，

上述燃料气体供给方法的特征在于，

使通过上述第 1 燃料气体调节阀调节的增压器供给通路的燃料气体量 Q_1 和通过上述第 2 燃料气体调节阀调节的气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 的流量比率 Q_1/Q_2 保持为固定值，

在燃料气体的燃气浓度发生变化时，调节上述第 2 燃料气体调节阀从而调节上述燃料气体量 Q_2 ，以使发动机输出维持固定，

之后，基于上述流量比率计算上述燃料气体量 Q_1 ，根据该燃料气体量 Q_1 调节上述第 1 燃料气体调节阀。

2. 根据权利要求 1 所述的燃气发动机的燃料气体供给方法，其特征在于，当燃料气体的燃气浓度上升时，降低上述燃料气体量 Q_2 以使上述发动机输出维持固定，并且基于保持为固定值的上述流量比率降低上述燃料气体量 Q_1 ，抑制通过上述混合器混合并被导入增压器的混合燃料气体的燃气浓度的上升，使其保持为大致固定值。

3. 根据权利要求 1 所述的燃气发动机的燃料气体供给方法，其特征在于，当燃料气体的燃气浓度下降时，增加上述燃料气体量 Q_2 以使上述发动机输出维持固定，并且基于保持为固定值的上述流量比率增加上述燃料气体量 Q_1 ，抑制通过上述混合器混合并被导入增压器的混合燃料气体的燃气浓度的下降，使其保持为大致固定值。

4. 根据权利要求 2 所述的燃气发动机的燃料气体供给方法，其特征在于，保持为上述大致固定值的燃气浓度是燃料气体相对于空气不足可燃下限燃气浓度的预定浓度。

5. 根据权利要求 3 所述的燃气发动机的燃料气体供给方法，其特征在于，保持为上述大致固定值的燃气浓度是燃料气体相对于空气不足可燃下限燃气浓度的预定浓度。

6. 根据权利要求 1 所述的燃气发动机的燃料气体供给方法，其特征在于，上述燃气发动机为发电用发动机，通过使上述发动机输出维持固定，而以该燃气发动机的发电输出固定的方式运转。

7. 根据权利要求 1 所述的燃气发动机的燃料气体供给方法，其特征在于，上述燃料气体为发热量低且易发生变动的煤矿沼气。

8. 一种燃气发动机的燃料气体供给装置，其中，

供给卡路里低且存在变动的燃料气体的燃料气体通路分岔为增压器侧气体供给通路和气缸侧气体供给通路，所述增压器侧气体供给通路与设置于增压器的空气入口侧的混合器连接，所述气缸侧气体供给通路与通向气缸的供气通路连接，并且安装有用于压缩上述燃料气体的气体压缩机，

上述燃料气体供给装置具备第 1 燃料气体调节阀和第 2 燃料气体调节阀，所述第 1 燃

料气体调节阀控制上述增压器侧气体供给通路的流量,所述第2燃料气体调节阀控制上述气缸侧气体供给通路的流量,

上述燃料气体供给装置的特征在于,

具备控制上述第1燃料气体调节阀和上述第2燃料气体调节阀的开度的气体供给控制器,

在该气体供给控制器中设置有:

流量比率保持单元,使通过上述第1燃料气体调节阀调节的增压器供给通路的燃料气体量 $Q1$ 和通过上述第2燃料气体调节阀调节的气缸侧气体供给通路的燃料气体量 $Q2$ 的流量比率 $Q1/Q2$ 保持为固定值;

第2燃料气体调节阀控制单元,在燃料气体的燃气浓度发生变化时,调节上述第2燃料气体调节阀从而调节上述燃料气体量 $Q2$,以使发动机输出维持固定;以及

第1燃料气体调节阀控制单元,在通过该第2燃料气体调节阀控制单元调节燃料气体量 $Q2$ 后,基于上述流量比率计算上述燃料气体量 $Q1$,并根据该燃料气体量 $Q1$ 调节上述第1燃料气体调节阀的开度。

燃气发动机的燃料气体供给方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及将经由燃料气体通路供给的燃料气体和空气混合,将混合气体供给到燃烧室并使其燃烧的燃气发动机的燃料气体供给方法及装置。

背景技术

[0002] 以往,在燃气发动机、特别是小型燃气发动机中,一般采用在增压器上游使燃料气体和空气混合并将其供给到燃烧室的增压器前吸入方式。

[0003] 像这样通过增压器前吸入方式供给全部气体时,随着燃料气体的卡路里变动,供气室中的燃气浓度也发生变动,可能会因供气室内气体的浓度而导致在供气室内产生自燃等异常燃烧,供气室内的安全程度依赖于燃料气体卡路里。

[0004] 另一方面,由于现有的大型燃气发动机大多需要燃料气体与空气的混合比(空燃比)及气体投入量在各气缸均匀化,因而通过在各气缸的紧前方设置的燃料气体调节阀向燃烧室供给燃料气体。通过采用该方式,能够使供给到各气缸的空燃比及气体投入量均匀化,并且能够使各气缸的做功高效化,进一步,由于在气缸紧前方将燃料气体和空气混合,因而能够缩短混合气体供给路径的可燃区域,从而提高安全性。

[0005] 另外,作为结合上述两种方式的技术,公知专利文献1(特开2001-132550号公报)的技术,在该技术中,具备如下两种供给单元:将通过气体压缩机升压之前的燃料气体供给到增压器上游的供气通路的供给单元;以及将通过气体压缩机升压了的燃料气体喷射供给到通向气缸室的供气通路或气缸内的供给单元。向增压器上游的供气通路供给的供给单元被设置成在供给作用状态和停止状态之间切换自如。

[0006] 然而,在专利文献1所示的技术中,在将通过气体压缩机加压了的燃料气体供给到气缸内的燃料气体供给系统中,需要将燃料气体压缩成比增压空气压高压,但作为燃料气体使用煤矿沼气等低卡路里气体(发热量低的气体)的情况下,为了压缩低压且大流量的气体,需要大型且大容量的气体压缩机。另外,在将燃料气体供给到增压器上游的供气通路的供给系统中,在供气通路中,可能会因燃料气体的燃气浓度达到可燃下限以上而产生自燃等异常燃烧。

[0007] 因此,在专利文献2(特开2006-249954号公报)中公开了以下结构:构成为将燃料气体的一方与增压器入口空气混合而将该混合气供给到增压器,并且将燃料气体的另一方与各个气缸的供气通路内的供气混合而将该混合气供给到发动机的各气缸,设置有调节增压器侧气体供给通路的气体流量的增压器侧气体量调节阀、和调节各个气缸侧气体供给通路的气体流量的气缸侧气体量调节阀,并设置有气体量控制器,所述气体量控制器控制增压器侧气体量调节阀的开度,调节向增压器侧气体供给通路供给的燃料气体量,以使供给到增压器的混合气中的燃料气体浓度保持在可燃下限燃气浓度以下。

[0008] 由此,能够完全消除增压器出口的燃料气体的自燃等异常燃烧的可能性,并且在使用低卡路里气体(发热量低的气体)燃料时,也能够降低用于压缩向各个气缸的供气通路供给的燃料气体的气体压缩机的动力,从而使该气体压缩机小型化、小容量化。

[0009] 作为表示与该专利文献 2 相同的燃料气体供给结构的文献,也公知专利文献 3(特开 2009-144626 号公报)。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献 1:特开 2001-132550 号公报

[0013] 专利文献 2:特开 2006-249954 号公报

[0014] 专利文献 3:特开 2009-144626 号公报

发明内容

[0015] 发明要解决的课题

[0016] 如上所述,根据专利文献 2、3,即使是低卡路里气体也能够确保充足的燃料气体供给量,另外,能够使用于压缩燃料气体的气体压缩机小型化、小容量化,进一步,将供给到增压器的混合气中的燃料气体浓度调节为保持在可燃下限燃气浓度以下,从而在供气通路中不会使燃料气体的燃气浓度达到可燃下限以上而产生自燃等异常燃烧。

[0017] 然而,并未具体公开进行该自燃等异常燃烧的防止的控制及结构。进一步,希望如下控制方法:即使在燃料气体发生卡路里变动的情况下,也不使用直接测量燃料气体的浓度的浓度计而利用简单的结构,并且可靠地使可燃性的燃料气体不会在供气通路内产生异常燃烧。

[0018] 因此,本发明鉴于上述问题,其目的在于提供一种燃气发动机的燃料气体供给方法及装置,在卡路里低且发热量易发生变动的燃料气体中,通过燃料气体量的供给控制,能够可靠且简单地防止燃料气体在包含增压器出口在内的供气通路内的自燃等异常燃烧,从而确保安全性。

[0019] 用于解决课题的手段

[0020] 因此,本发明为了解决此问题,提供一种燃气发动机的燃料气体供给方法,上述燃气发动机中,供给卡路里低且存在变动的燃料气体的燃料气体通路分岔为增压器侧气体供给通路和气缸侧气体供给通路,所述增压器侧气体供给通路与设置于增压器的空气入口侧的混合器连接,所述气缸侧气体供给通路与通向气缸的供气通路连接,并且安装有用于压缩上述燃料气体的气体压缩机,上述燃气发动机具备第 1 燃料气体调节阀和第 2 燃料气体调节阀,所述第 1 燃料气体调节阀控制上述增压器侧气体供给通路的流量,所述第 2 燃料气体调节阀控制上述气缸侧气体供给通路的流量,上述燃料气体供给方法的特征在于,

[0021] 使通过上述第 1 燃料气体调节阀调节的增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和通过上述第 2 燃料气体调节阀调节的气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 的流量比率 Q_1/Q_2 保持为固定值,在燃料气体的燃气浓度发生变化时,调节上述第 2 燃料气体调节阀从而调节上述燃料气体量 Q_2 ,以使发动机输出维持固定,之后,基于上述流量比率计算上述燃料气体量 Q_1 ,根据该燃料气体量 Q_1 调节上述第 1 燃料气体调节阀。

[0022] 根据本发明,将通过第 1 燃料气体调节阀调节的增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和通过第 2 燃料气体调节阀调节的气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 的关系,设定为使流量比率 Q_1/Q_2 保持为固定值,在燃料气体的燃气浓度发生变化时,首先调节第 2 燃料气体调节阀从而调节燃料气体量 Q_2 ,以使发动机输出维持固定。之后,基于流量比率计

算燃料气体量 Q_1 , 根据该燃料气体量 Q_1 调节第 1 燃料气体调节阀的开度。

[0023] 这样, 将增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 控制为使流量比率 Q_1/Q 固定, 并且首先控制第 2 燃料气体调节阀以使发动机输出维持固定, 然后基于流量比率控制燃料气体量 Q_1 , 从而能够防止从增压器侧气体供给通路导入的燃料气体的浓度上升为在供气管内产生自燃、引火、爆炸等异常燃烧的浓度。结果提高了安全性。

[0024] 另外, 在本发明中, 未设置燃气浓度计, 通过控制燃料气体量 Q_1 及 Q_2 , 就能够防止供气管内的自燃、引火、爆炸等异常燃烧从而确保安全性, 因此能够使控制装置简单化, 并使整个系统构成为轻量、小型。

[0025] 卡路里低且存在变动的燃料气体为例如像煤矿沼气 (Coal Mine Methane, CMM 气体)、填埋气体 (生物气) 等这样的、通过混合空气和沼气而成的气体, 在沼气浓度发生变化时, 根据其变化, 若浓度升高则发动机输出上升, 若浓度降低则发动机输出下降。

[0026] 因此, 为了在沼气浓度的变化时使发动机输出固定, 在沼气浓度升高时, 降低燃料气体流量, 在沼气浓度降低时, 增加燃料气体流量。

[0027] 因此, 在该燃料气体流量增减时, 如何设定气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 和从增压器侧气体供给通路导入的燃料气体量 Q_1 的关系成为问题。

[0028] 在将从增压器侧气体供给通路导入的燃料气体量 Q_1 控制为总是固定的情况下, 当燃料气体的沼气浓度升高时, 从增压器侧气体供给通路导入的沼气成分增大, 从而具有易达到在供气管内产生自燃、引火、爆炸等异常燃烧的浓度的危险性。

[0029] 然而, 本发明的特征在于, 对增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 进行控制而将流量比率 Q_1/Q_2 设定为固定比率的关系。进一步, 将发动机输出控制为固定, 并且首先通过第 2 燃料气体调节阀从 Q_2 开始进行控制。

[0030] 因此, 在沼气浓度升高时, 降低气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 以达到固定输出, 并且根据固定比率, 也降低增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 , 因此能够避免以下危险性: 从增压器侧气体供给通路导入的沼气成分增大, 在供气管内产生自燃、引火、爆炸等异常燃烧。

[0031] 即, 本发明优选, 当燃料气体的燃气浓度上升时, 降低上述燃料气体量 Q_2 以使上述发动机输出维持固定, 并且基于上述固定的流量比率降低上述燃料气体量 Q_1 , 抑制通过上述混合器混合并被导入增压器的混合燃料气体的燃气浓度的上升, 使其保持为大致固定值。此外优选, 保持为上述大致固定值的燃气浓度是燃料气体相对于空气不足可燃下限燃气浓度的预定浓度。

[0032] 此外优选, 当燃料气体的燃气浓度下降时, 增加上述燃料气体量 Q_2 以使上述发动机输出维持固定, 并且基于上述固定的流量比率增加上述燃料气体量 Q_1 , 抑制通过上述混合器混合并被导入增压器的混合燃料气体的燃气浓度的下降, 使其保持为大致固定值。

[0033] 这样, 当燃料气体的燃气浓度下降时, 增加上述燃料气体量 Q_2 以使上述发动机输出维持固定, 并且基于上述固定的流量比率增加上述燃料气体量 Q_1 , 因此能够迅速达到固定输出。

[0034] 另外优选, 上述燃气发动机为发电用发动机, 通过使上述发动机输出维持固定, 而以该燃气发动机的发电输出固定的方式运转。

[0035] 进一步,适于上述燃料气体为发热量低且易发生变动的煤矿沼气的情况。

[0036] 另外,用于实施本发明的燃气发动机的燃料气体供给方法的供给装置为一种燃气发动机的燃料气体供给装置,其中,供给卡路里低且存在变动的燃料气体的燃料气体通路分岔为增压器侧气体供给通路和气缸侧气体供给通路,所述增压器侧气体供给通路与设置于增压器的空气入口侧的混合器连接,所述气缸侧气体供给通路与通向气缸的供气通路连接,并且安装有用于压缩上述燃料气体的气体压缩机,上述燃料气体供给装置具备第 1 燃料气体调节阀和第 2 燃料气体调节阀,所述第 1 燃料气体调节阀控制上述增压器侧气体供给通路的流量,所述第 2 燃料气体调节阀控制上述气缸侧气体供给通路的流量,上述燃料气体供给装置的特征在于,

[0037] 具备控制上述第 1 燃料气体调节阀和上述第 2 燃料气体调节阀的开度的气体供给控制器,在该气体供给控制器中设置有:流量比率保持单元,使通过上述第 1 燃料气体调节阀调节的增压器供给通路的燃料气体量 Q_1 和通过上述第 2 燃料气体调节阀调节的气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 的流量比率 Q_1/Q_2 保持为固定值;第 2 燃料气体调节阀控制单元,在燃料气体的燃气浓度发生变化时,调节上述第 2 燃料气体调节阀从而调节上述燃料气体量 Q_2 ,以使发动机输出维持固定;以及第 1 燃料气体调节阀控制单元,在通过该第 2 燃料气体调节阀控制单元调节燃料气体量 Q_2 后,基于上述流量比率计算上述燃料气体量 Q_1 ,并根据该燃料气体量 Q_1 调节上述第 1 燃料气体调节阀的开度。

[0038] 根据本发明,通过气体供给控制器的流量比率保持单元,使通过第 1 燃料气体调节阀调节的增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和通过第 2 燃料气体调节阀调节的气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 的关系为流量比率 Q_1/Q_2 保持为固定值,通过第 2 燃料气体调节阀控制单元,在燃料气体的燃气浓度发生变化时,首先调节第 2 燃料气体调节阀以使发动机输出维持固定,在通过该第 2 燃料气体调节阀控制单元调节燃料气体量 Q_2 后,通过第 1 燃料气体调节阀控制单元,基于燃料气体量 Q_2 的调节量和流量比率计算燃料气体量 Q_1 ,并根据该燃料气体量 Q_1 调节第 1 燃料气体调节阀的开度。

[0039] 这样,将增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 控制为使流量比率 Q_1/Q 固定,并且首先控制第 2 燃料气体调节阀以使发动机输出维持固定,然后基于流量比率控制燃料气体量 Q_1 ,从而能够防止从增压器侧气体供给通路导入的燃料气体的浓度上升为在供气管内产生自燃、引火、爆炸等异常燃烧的浓度,能够提高安全性。

[0040] 发明效果

[0041] 在如上所述的各方法发明及装置发明中,在卡路里低且发热量易发生变动的燃料气体中,通过控制燃料气体量的供给,能够可靠且简单地防止包括增压器出口在内的供气通路内的燃料气体的自燃等异常燃烧,从而确保安全性。

[0042] 即,将增压器侧气体供给通路的燃料气体量 Q_1 和气缸侧气体供给通路的燃料气体量 Q_2 控制为使流量比率 Q_1/Q 固定,并且首先控制第 2 燃料气体调节阀以使发动机输出维持固定,然后基于流量比率控制燃料气体量 Q_1 ,从而能够防止从增压器侧气体供给通路导入的燃料气体的浓度上升为在供气管内产生自燃、引火、爆炸等异常燃烧的浓度。结果提高了安全性。

附图说明

[0043] 图 1 是本发明的实施方式的燃气发动机的燃料气体供给装置的整体结构图。

[0044] 图 2 是表示气体供给控制器内的流量阀调节单元的流量和开度的一例的特性，(a) 表示第 1 燃料气体调节阀，(b) 表示第 2 燃料气体调节阀。

[0045] 图 3 是表示流向吸供气口的燃料气体的流入状态的说明图。

[0046] 图 4 表示气体供给控制器的控制流程。

[0047] 图 5 是说明燃料气体量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 的关系和供气管内的供气燃气浓度 H 的示意图。

[0048] 图 6 是表示与比较例的对比的图表，(a) 表示流量 Q_1 ，(b) 表示流量 Q_2 ，(c) 表示 Q_1/Q_2 的比率状态，(d) 表示供气通路内的燃气浓度。

具体实施方式

[0049] 下面，利用图示的实施方式详细说明本发明。

[0050] 其中，本实施方式所记载的构成零件的尺寸、材质、形状及其相对配置等，只要未特别进行特定记载，则本发明的范围不仅限于此，其只不过是说明例。

[0051] 参照图 1，对本实施方式的燃气发动机的燃料供给装置的整体结构进行说明。在该图中，发动机（燃气发动机）1 由气缸体 3 和气缸盖 5 构成，另外，在该发动机 1 安装有经由飞轮 7 直接连接并驱动的发电机 9。

[0052] 另外，设置有由排气涡轮 11a 及压缩机 11b 构成的增压器 11，在上述各气缸盖 5 的供气入口连接供气支管 13，并设置有连接上述压缩机 11b 的供气出口和上述各供气支管 13 的供气管 15、及对在该供气管 15 中流动的供给气体进行冷却的供气冷却器 17。

[0053] 将与各气缸盖 5 的排气出口连接的各排气管 19 和排气集合管 21 连接，该排气集合管 21 与排气涡轮 11a 连接，并安装有用于排来自排气涡轮 11a 的废气出口的废气的排气出口管 23。

[0054] 另外，设置有排气旁通管 25，其从排气集合管 21 的排气涡轮 11a 的入口侧分岔而对该排气涡轮 11a 进行旁通，与该排气涡轮 11a 的出口侧的排气出口管 23 连接。另外，在该排气旁通管 25 上设置有改变通路面积的排气旁通阀 27。

[0055] 设置有用将空气从外部导入上述增压器 11 的压缩机 11b 的增压器入口空气通路 29，在增压器入口空气通路 29 设置有混合器 31，该混合器 31 与增压器侧气体供给管（增压器侧气体供给通路）33 连接。

[0056] 另外，从收容卡路里低且存在变动的燃料气体的燃料气体罐（省略图示）导入燃料气体的气体供给管（燃料气体供给通路）35，在中途从该气体供给管 35 分岔为上述增压器侧气体供给管 33 和气缸侧气体供给管（气缸侧气体供给通路）37，进一步，气缸侧气体供给管 37 在中途按气缸分岔而变成气体供给支管 39，并与各供气支管 13 连接。进一步，在气缸侧气体供给管 37 设置有压缩在该气缸侧气体供给管 37 中流动的燃料气体的气体压缩机 41。

[0057] 此外，卡路里低且存在变动的燃料气体为煤矿沼气（CMM 气体）、填埋气体（生物气）等，本实施方式中表示使用煤矿沼气的例。该煤矿沼气（Coal Mine Methane, CMM 气体）通过混合空气和沼气而构成。煤层中包含在其生成过程中产生的沼气，所谓煤矿沼气是指在挖掘煤时从煤层及其周围涌出的沼气，一般煤矿沼气浓度的变动幅度为 15%–50%。

[0058] 在增压器侧气体供给管 33 上设置有控制流向增压器入口空气通路 29 的燃料气体流量 Q_1 的增压器侧气体量调节阀 (第 1 燃料气体调节阀) 43。另外,在各气体供给支管 39 上设置有控制在各该气体供给支管 39 中流动的燃料气体流量 Q_2' 的气缸侧气体量调节阀 (第 2 燃料气体调节阀) 45。并且,作为在各该气体供给支管 39 中流动的燃料气体流量 Q_2' 的所有气缸数的合计,控制由气缸侧气体供给管 37 供给的燃料气体流量 Q_2 。

[0059] 另外,在图 3 中表示图 1 的供气支管 13 的 A 部分的燃料气体的流入状态。

[0060] 通过供气支管 13 向图 3 的供气口 47 供给被增压器 11 加压了的燃料气体。该燃料气体将通过增压器入口空气通路 29 导入混合器 31 的空气 Q_{ai} 和通过增压器侧气体供给管 33 导入混合器 31 的燃料气体流量 Q_1 混合,而流入合计流量 Q_3 。

[0061] 另一方面,在与各供气支管 13 连接的各该气体供给支管 39 中流动的燃料气体流量 Q_2' ,通过供气阀 49 的阀杆 51 与气缸盖 5 的滑动部、或形成于滑动部的槽 53 等通路而导入供气口 47。

[0062] 分别设置有检测发动机转速的转速传感器 55、检测发电机 9 的负载即发动机负载的负载检测器 57、检测供气管 15 的供气压力的供气压力传感器 59、检测供气管 15 的供气温度的供气温度传感器 61。进一步,将来自这些传感器的信号输入到气体供给控制器 63。

[0063] 在该气体供给控制器 63 中设置有:流量比率保持单元 65,将通过增压器侧气体量调节阀 43 调节的增压器侧气体供给管 33 的燃料气体量 Q_1 和通过气缸侧气体量调节阀 45 调节的气缸侧气体供给管 37 的燃料气体量 Q_2 的流量比率 Q_1/Q_2 保持为固定值;第 2 燃料气体调节阀控制单元 67,在燃料气体的燃气浓度变化时,调节气缸侧气体量调节阀 45 从而调节燃料气体量 Q_2 ,以使发动机输出维持固定;第 1 燃料气体调节阀控制单元 69,在通过该第 2 燃料气体调节阀控制单元 67 调节燃料气体量 Q_2 后,基于设定的流量比率计算燃料气体量 Q_1 ,并根据该燃料气体量 Q_1 调节增压器侧气体量调节阀 43 的开度。

[0064] 发动机 1 运转时,来自气体供给管 35 的燃料气体在该气体供给管 35 的中途分岔。分岔的燃料气体的一方通过增压器侧气体供给管 33 导入混合器 31,在该混合器 31 中与来自增压器入口空气通路 29 的空气混合,该混合燃料气体被导入增压器 11 的压缩机 11b。

[0065] 由该压缩机 11b 加压为高温、高压的混合燃料气体被供气冷却器 17 冷却而降温,并通过供气管 15 流入各气缸的供气支管 13 内。

[0066] 另外,分岔的燃料气体的另一方进入气缸侧气体供给管 37,被气体压缩机 41 压缩,并通过各气缸的各该气体供给支管 39 进入各供气支管 13,如图 3 那样,在供气口 47 内混入到通过供气管 15 流入各气缸的供气支管 13 内的混合燃料气体中,而被送到各气缸内。

[0067] 另外,在发动机 1 的各气缸内燃烧的燃料气体,在燃烧后作为废气通过排气管 19 在排气集合管 21 合流并被供给到增压器 11 的排气涡轮 11a,在驱动该排气涡轮 11a 后,通过排气出口管 23 排出到外部。

[0068] 接下来,参照图 4 对在具有上述结构的燃气发动机的燃料气体供给装置中作为燃料气体的煤矿沼气 (CMM 气体) 的沼气浓度发生变化时的控制方法说明如下。

[0069] 首先,在步骤 S1 中,煤矿沼气 (CMM 气体) 的沼气浓度发生变化后,在步骤 S2 中,燃料气体的发热卡路里发生变动,因此发动机 1 的输出发生变动。随之,来自发电机 9 的发电输出发生变动,通过转速传感器 55 或负载检测器 57 检测其变动值。

[0070] 然后,在步骤 S3 中,相对于该发电机输出变化,进行输出调节以使发电机输出返

回到变化前的状态。该输出调节大体上如下进行：通过步骤 S3 的由气缸侧气体量调节阀（第 2 燃料气体调节阀）45 调节的气缸侧气体供给管 37 的燃料气体量 Q2 的调节、和步骤 S7 的由增压器侧气体量调节阀 43 调节的增压器侧气体供给管 33 的燃料气体量 Q1 来进行。

[0071] 在步骤 S3 中,进行普通的电子调节功能,控制各气缸侧气体量调节阀 45 的开度,以便达到基于来自转速传感器 55 的发动机转速的检测值设定的目标转速、或达到基于来自负载检测器 57 的负载检测值设定的发电输出。

[0072] 即,当燃料气体的燃气浓度上升时,以降低燃料气体量 Q2 的方式控制各气缸侧气体量调节阀 45 的开度,以使发动机输出维持固定,另外,当燃料气体的燃气浓度下降时,以增加燃料气体量 Q2 的方式控制各气缸侧气体量调节阀 45 的开度,以使发动机输出维持固定。

[0073] 接下来,在步骤 S4 中,根据步骤 S3 的各气缸侧气体量调节阀 45 的阀开度,计算在各气体供给支管 39 中流动的燃料气体流量 Q2'。在该计算时,基于如图 2(b) 所示的气体供给控制器 63 内的第 2 燃料气体调节阀控制单元 67 的流量和阀开度的特性关系进行计算。另外,作为在各气体供给支管 39 中流动的燃料气体流量 Q2' 的所有气缸数的合计,计算由气缸侧气体供给管 37 供给的燃料气体流量 Q2。

[0074] 接下来,在步骤 S5 中,根据在使流量比率 Q1/Q2 保持为固定值的流量比率保持单元 65 中设定的固定比率值(例如,小于 1 的值),计算增压器侧气体供给管 33 的燃料气体量 Q1。

[0075] 接下来,在步骤 S6 中,根据增压器侧气体供给管 33 的燃料气体量 Q1,计算增压器侧气体量调节阀 43 的开度。然后,在步骤 S7 中,基于该算出的开度进行增压器侧气体量调节阀 43 的开度调节。

[0076] 接下来,在步骤 S8 中,基于转速传感器 55 或负载检测器 57 的检测值判断发电机 9 的输出是否被保持。在未被保持的情况下,返回到步骤 S3,再次重复从控制各气缸侧气体量调节阀 45 的开度起的步骤。

[0077] 另外,在步骤 S8 中发电机 9 的输出保持固定状态时结束。同时,进入步骤 S9,在发电输出保持固定状态的情况下,判断为增压器出口流量 Q3 保持固定,不进行排气旁通阀 27 的控制。该排气旁通阀 27 的控制是在外气温度、压力发生变化时,为了避免空燃比的变化从而维持稳定燃烧,而将增压器出口流量 Q3 控制为固定。该增压器出口流量 Q3 的固定控制基于来自供气压力传感器 59 及供气温度传感器 61 的信号进行。

[0078] 基于燃料气体量 Q1、Q2、Q3 的关系,参照图 5 的示意图说明从混合器 31 至压缩机 11b、再从压缩机 11b 的供气出口至与各供气支管 13 连接的供气管 15 内的供气燃气浓度 H。

[0079] 在来自增压器侧气体供给管 33 的燃料气体量 Q1 中,若设沼气浓度为 m%,则沼气量为 $Q1 \times m$,空气量为 $Q1 \times (1-m)$ 。同样地,在来自气缸侧气体供给管 37 的燃料气体量 Q2 中,若设沼气浓度为 m%,则沼气量为 $Q2 \times m$,空气量为 $Q2 \times (1-m)$ 。

[0080] 压缩机 11b 的下游侧的流量 Q3 为 $Q3=Q_{ai}+Q1$ 。另外,该压缩机 11b 的下游侧的供气燃气浓度 H 可表示为 $H=(Q1 \times m)/(Q1+Q_{ai})$ 。

[0081] 在此,根据发电机 9 的发电输出固定(负载固定)的条件、即基于沼气流量的卡路里量固定, $(Q1+Q2) \times m = \text{固定} = K1$ (相对于沼气浓度变化,效率(输出)的变化非常小,因而设其固定)。

[0082] 进一步,在压缩机 11b 的出口气体量固定的情况下, $Q_3=Q_{ai}+Q_1=$ 固定 $=K_2$ 。

[0083] 另外,作为本发明的特征项的流量比率 $Q_1/Q_2=$ 固定 $=K_3$ 。

[0084] 基于这些 K_1 、 K_2 、 K_3 的条件,若改写该压缩机 11b 的下游侧的供气燃气浓度 H 的 $H=(Q_1 \times m)/(Q_1+Q_{ai})$ 式,则如下述 (1) 所示。

$$[0085] \quad H=(Q_1 \times m)/(Q_1+Q_{ai})$$

$$[0086] \quad =(Q_1 \times m)/(Q_1+Q_3-Q_1)$$

$$[0087] \quad =(Q_1/Q_3) \times m$$

$$[0088] \quad =(Q_1 \times m)/Q_3$$

$$[0089] \quad =(K_1/(1+K_3)) \times 1/K_2 \quad \cdots (1)$$

[0090] 因此,可表示压缩机 11b 的下游侧的供气燃气浓度 H 固定。进一步,参照图 6,说明确认试验结果。

[0091] 图 6 在横轴表示作为燃料气体供给的 CMM 气体的沼气浓度, (a) 在纵轴表示流量 Q_1 , (b) 在纵轴表示流量 Q_2 , (c) 在纵轴表示 Q_1/Q_2 的比率, (d) 在纵轴表示供气管内的燃气浓度。

[0092] 此外,比较例表示将增压器前气体供给量的流量 Q_1 控制为固定的情况,图 6(a) ~ (d) 中用虚线表示。在该比较例的情况下,由于流量 Q_1 固定,因而当燃料气体中的沼气浓度变高时,为了进行发动机输出固定的控制而降低流量 Q_2 ,但由于流量 Q_1 维持在固定状态,因而 Q_1/Q_2 的比率如 (c) 那样增大,并且流量 Q_1 中的沼气浓度上升,从而供气管内的沼气浓度上升,如 (d) 所示,存在沼气浓度上升至产生自燃并爆炸等的危险区域的危险性。

[0093] 在本实施方式中,当燃料气体量中的沼气浓度变高时,减少流量 Q_2 以使发动机输出固定(图 6(b)),之后,根据固定比率(图 6(c))减少流量 Q_1 (图 6(a))。

[0094] 这样基于 Q_1/Q_2 的固定比率、输出固定控制,如式 (1) 所示,压缩机 11b 的下游侧的供气燃气浓度 H 固定(图 6(d)),能够可靠地防止供气管内的沼气浓度上升并且上升至沼气自燃并爆炸等的危险区域。

[0095] 这样,通过仅控制增压器侧气体供给管 33 的燃料气体量 Q_1 和气缸侧气体供给管 37 的燃料气体量 Q_2 的流量的简单控制,就能够可靠地防止从增压器侧气体供给管 33 导入、并被导入供气管 15 内的燃料气体的浓度上升至在供气管内产生着火、爆炸等异常燃烧的程度。结果能够提高安全性。

[0096] 相反地当燃料气体的燃气浓度下降时,增加燃料气体量 Q_2 以使发动机输出维持固定,并且基于上述固定的流量比率增加燃料气体量 Q_1 ,从而抑制通过混合器 31 混合并被导入增压器 11 的压缩机 11b 的混合燃料气体的燃气浓度的下降、使其保持为大致固定值而发挥作用,进一步,增加上述燃料气体量 Q_2 以使发动机输出维持固定,并且基于上述固定的流量比率增加上述燃料气体量 Q_1 ,因而也具有能够迅速达到固定输出的作用。

[0097] 产业利用性

[0098] 根据本发明,在卡路里低且发热量易发生变动的燃料气体中,通过控制燃料气体量,能够可靠且简单地防止燃料气体在包括增压器出口在内的供气通路内的着火、爆炸等异常燃烧,从而确保安全性,因而适用于燃气发动机的燃料气体供给方法及装置。

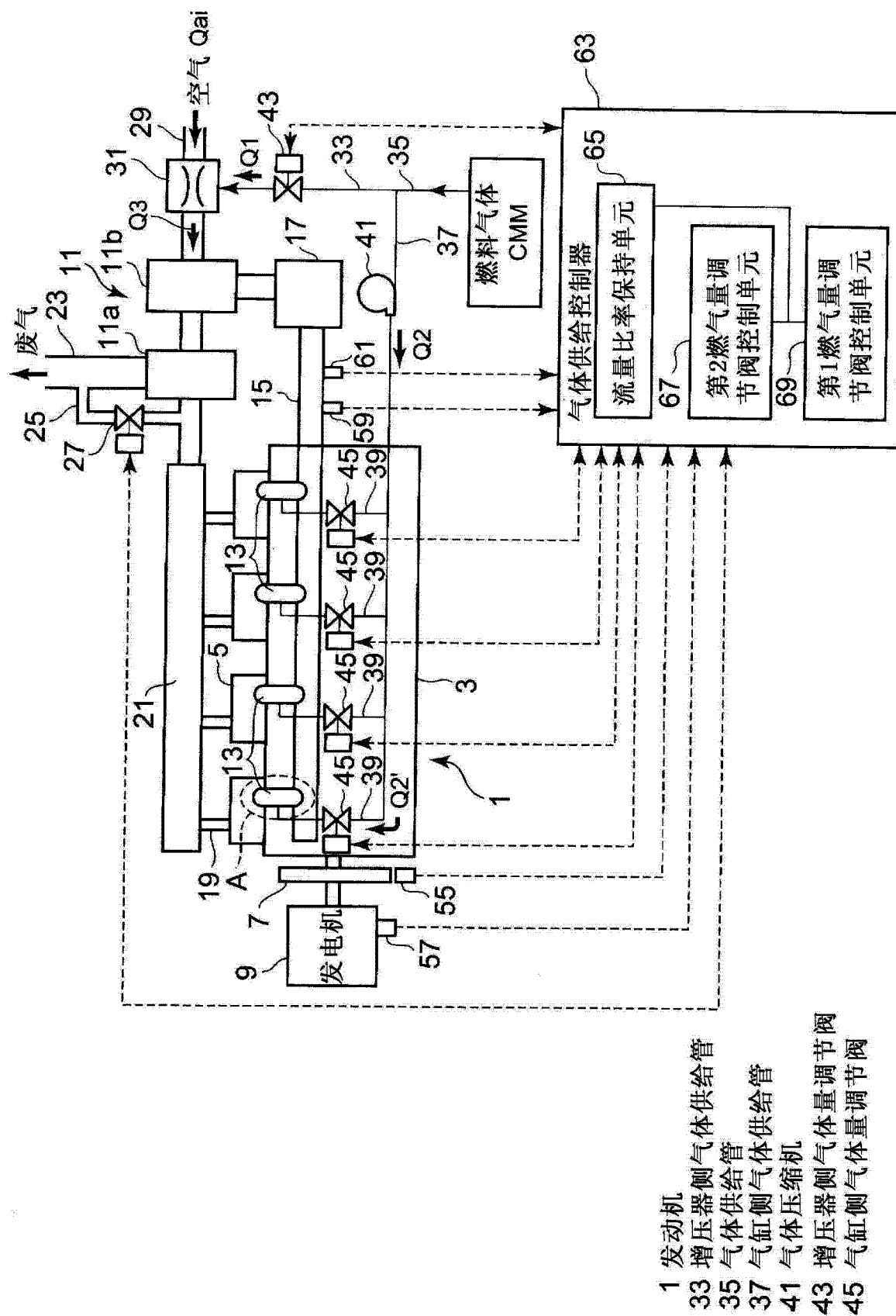


图 1

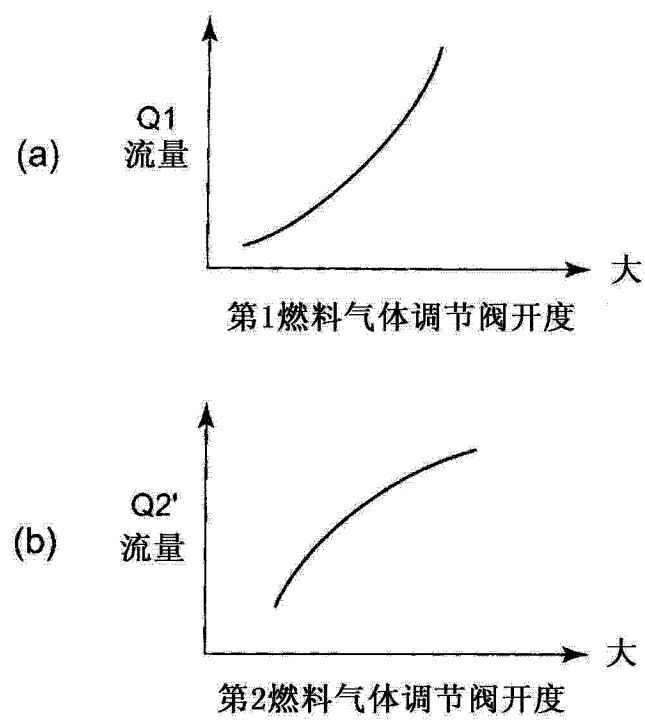


图 2

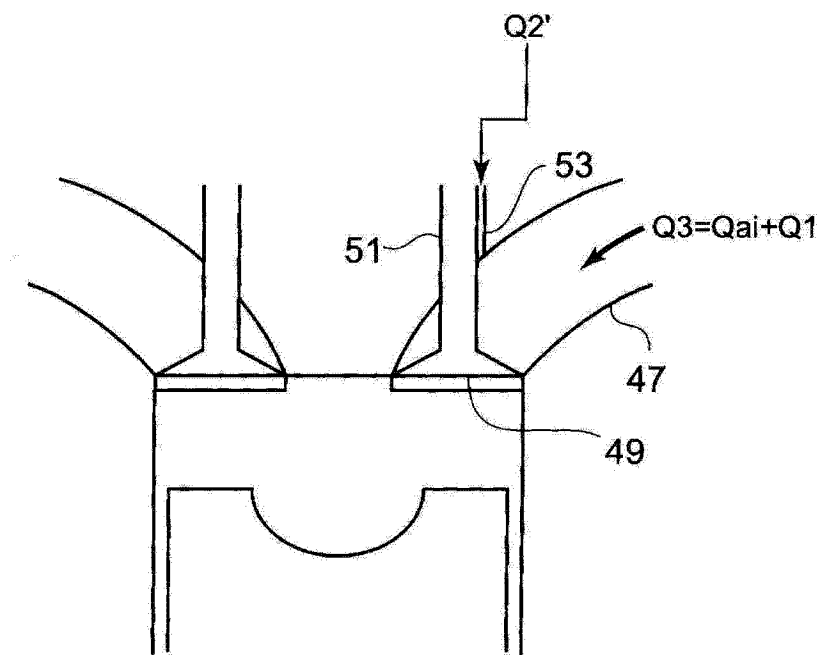


图 3

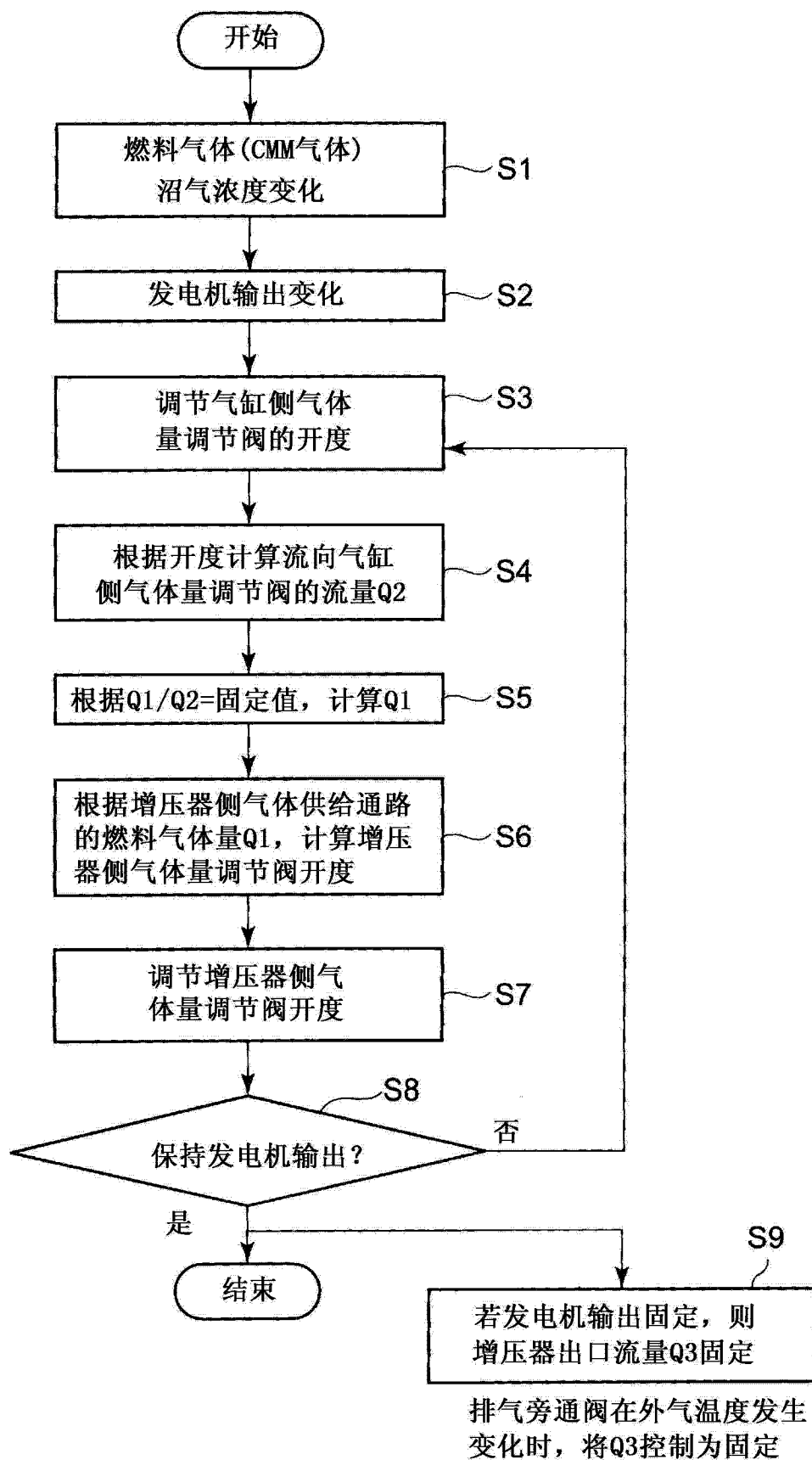


图 4

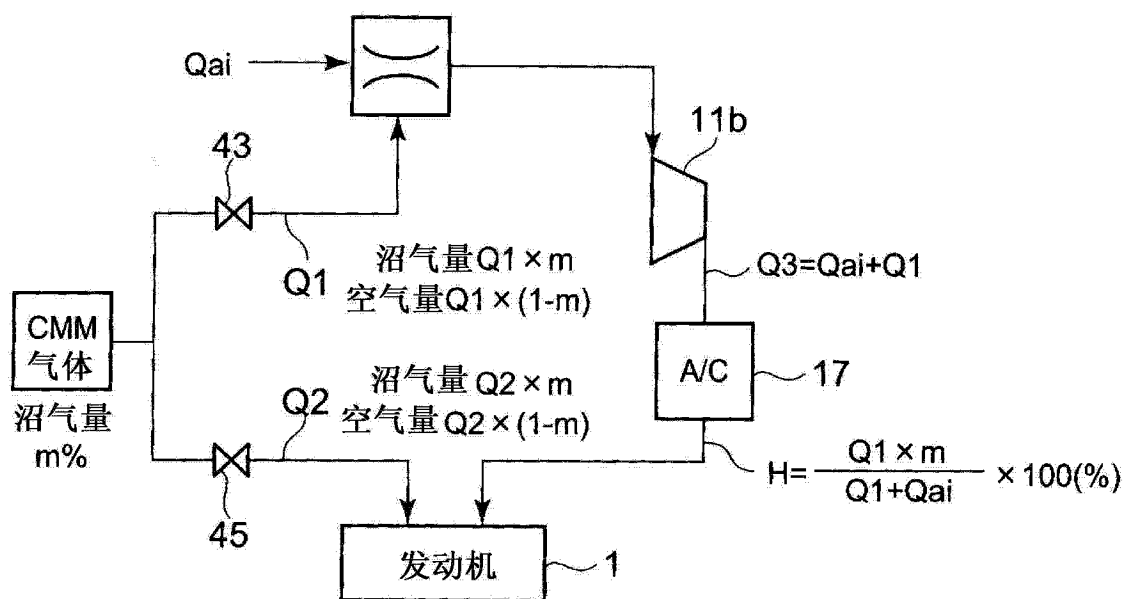


图 5

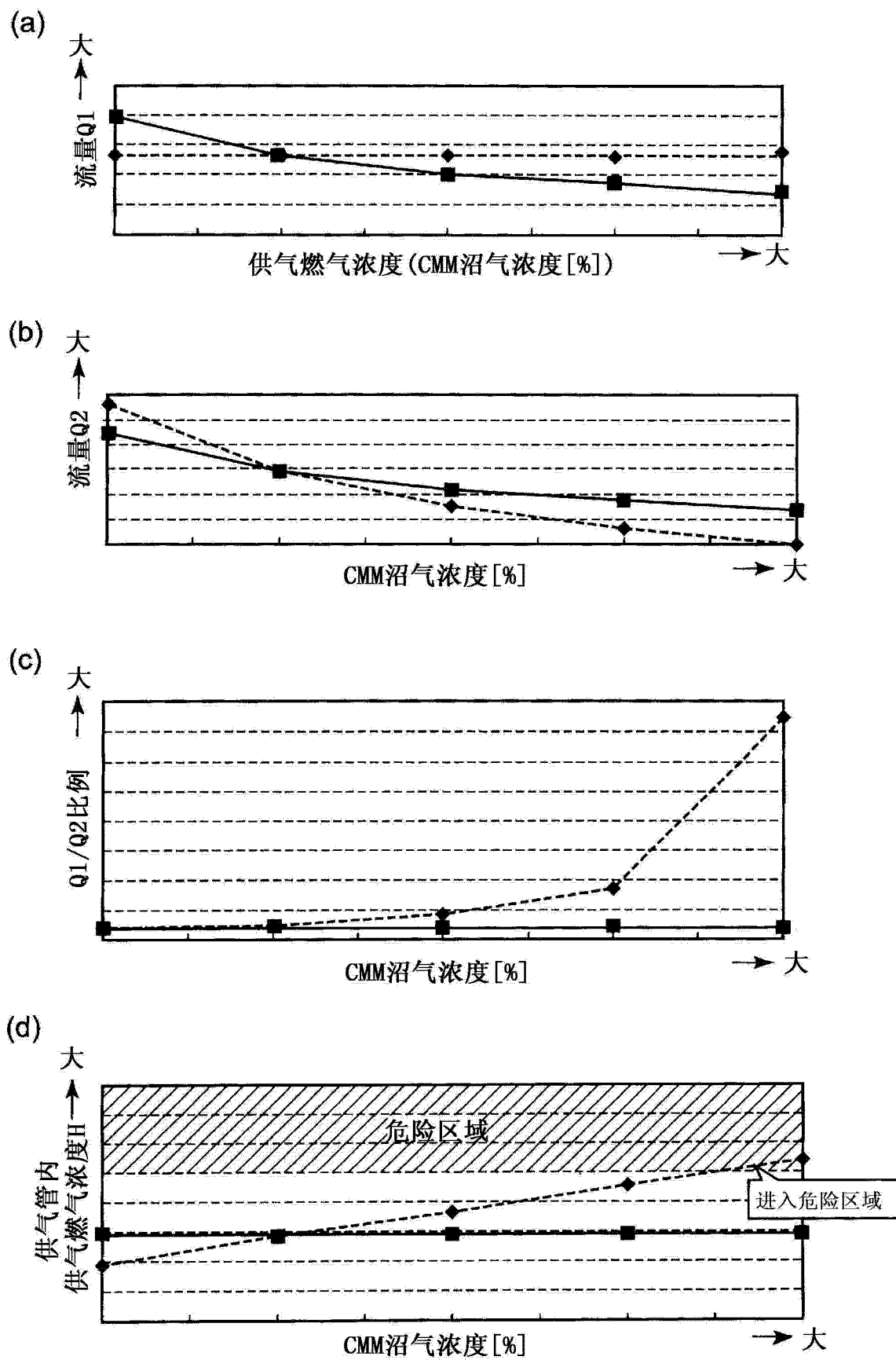


图 6