



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103967626 B

(45)授权公告日 2016. 11. 23

(21)申请号 201410010971.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.01.10

F02D 17/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 谢敬思

申请公布号 CN 103967626 A

(43)申请公布日 2014.08.06

(30)优先权数据

2013-020297 2013.02.05 JP

(73)专利权人 马自达汽车株式会社

地址 日本广岛县安芸郡

(72)发明人 佐佐木润三 渡边一丰 荒木启二

(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

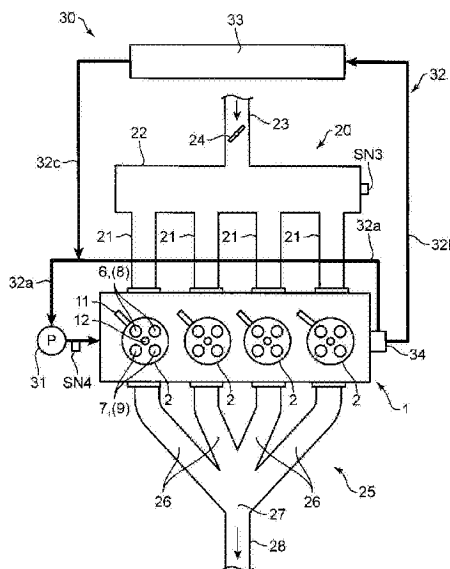
权利要求书1页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

可变汽缸发动机

(57)摘要

本发明提供可变汽缸发动机,具备具有多个汽缸(2)的发动机主体(1)、使用冷却水冷却发动机主体(1)的冷却机构(30)、和控制冷却水的温度且能够根据运行状态改变汽缸(2)的工作数量的控制装置(50)。控制装置(50)在设定于发动机的部分负荷域上的减缸运行区域(A)中减少汽缸(2)的工作数量,并且上述冷却水的温度越低,使减缸运行区域(A)越向高负荷侧扩大。



1. 一种可变汽缸发动机,其特征在於,是具备具有多个汽缸的发动机主体、使用冷却水冷却发动机主体的冷却机构、和控制冷却水的温度且能够根据运行状态改变所述汽缸的工作数量的控制装置的可变汽缸发动机;

所述控制装置在设定于发动机的部分负荷域上的减缸运行区域中减少汽缸的工作数量,并且所述冷却水的温度越低,使所述减缸运行区域越向高负荷侧扩大。

2. 根据权利要求1所述的可变汽缸发动机,其特征在於,

所述减缸运行区域设定在发动机的部分负荷域的规定的转速域上;

所述控制装置是所述冷却水的温度越低,使所述减缸运行区域越向高速侧扩大。

3. 根据权利要求1所述的可变汽缸发动机,其特征在於,所述控制装置在确认为在所述减缸运行区域中的运行中发生异常燃烧的情况下,使所述减缸运行区域缩小。

4. 根据权利要求2所述的可变汽缸发动机,其特征在於,所述控制装置在确认为在所述减缸运行区域中的运行中发生异常燃烧的情况下,使所述减缸运行区域缩小。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的可变汽缸发动机,其特征在於,在设定于所述减缸运行区域内的高负荷侧的第一减缸区域中运行时,所述控制装置与在设定于所述减缸运行区域内的低负荷侧的第二减缸区域中运行时相比,降低所述冷却水的温度。

6. 根据权利要求5所述的可变汽缸发动机,其特征在於,在比所述减缸运行区域靠近高负荷侧或高速侧的区域中运行时,所述控制装置使所有的汽缸工作,并且与在所述第二减缸区域中运行时相比,降低所述冷却水的温度。

可变汽缸发动机

技术领域

[0001] 本发明涉及具备多个汽缸,并且可以进行使多个汽缸中的一部分的汽缸休止的减缸运行的可变汽缸发动机。

背景技术

[0002] 作为如上所述的可变汽缸发动机,例如已知有下述专利文献1的可变汽缸发动机。具体而言,在该专利文献1中,在向减缸运行转移时,执行停止应休止汽缸的进气门的升程动作等的控制。因此,专利文献1的发动机中具备用于停止进气门的机构(气门停止机构),但是该机构为油压式,因此在发动机的冷却水温低时,因油压控制用的油的粘度高等理由,而使休止汽缸的进气门停止所需的时间(气门停止机构的动作所需时间)变长,不能顺利地转移至减缸运行。

[0003] 因此,在下述专利文献1中,在有减缸运行的要求时,发动机的冷却水温与预先设定的下限温度相比,在确认到冷却水温为下限温度以下的情况时,进气门的作用角缩小,凸轮的基圆区间(同一个进气门从闭阀开始至开阀的区间)较长地被设定。借助于此,即使在发动机的冷却水温较低的条件,在基圆区间所经过的期间进气门的停止动作结束,顺利地进行向减缸运行的转移,因此增加减缸运行的机会,从而更加改善燃料消耗性能。

[0004] 专利文献1:日本特开2010-270701号公报。

发明内容

[0005] 另一方面,在上述专利文献1中,在发动机的冷却水温比下限值高时,不进行缩小进气门的作用角的控制,而进气门的升程特性如通常那样进行设定。然而,在该状态下进行减缸运行时,发动机的负荷相对提高,工作汽缸的负担增大,在该情况下,工作汽缸的温度上升而存在引起异常燃烧的担忧。为了避免这样的异常燃烧,只要将进行减缸运行的上限的负荷较低地设定即可,但是这样会削弱燃料消耗量的改善效果。

[0006] 本发明是鉴于上述那样的问题而形成的,其目的是提供尽可能增加燃料消耗性能优异的减缸运行的机会的可变汽缸发动机。

[0007] 作为解决上述问题的方案,本发明是具备具有多个汽缸的发动机主体、使用冷却水冷却发动机主体的冷却机构、和控制冷却水的温度且能够根据运行状态改变上述汽缸的工作数量的控制装置的可变汽缸发动机,其中,上述控制装置在设定于发动机的部分负荷域上的减缸运行区域中减少汽缸的工作数量,并且上述冷却水的温度越低,使上述减缸运行区域越向高负荷侧扩大。

[0008] 根据本发明,冷却发动机主体的冷却水的温度越低,减少汽缸的工作数量的减缸运行区域越向高负荷侧扩大,因此冷却水的温度越低,在越宽的负荷域上执行减缸运行,减缸运行的机会增加而使发动机的燃料消耗性能改善。另一方面,在冷却水的温度较高时,与较低时相比,减缸运行区域在负荷方向上缩小,因此不需要作为异常燃烧对策大幅度延迟点火正时。假设不管冷却水的温度而将减缸运行区域扩大至高负荷侧时,通过延迟处理反

而会使燃料消耗量恶化,但是这样的问题被避免。

[0009] 例如,假定为即便发动机的冷却水的温度较高但是将减缸运行区域扩大至高负荷侧时,在高负荷侧上工作汽缸的温度上升,而存在发生爆震等异常燃烧的担忧。为了避免这一点,只要大幅度延迟点火正时即可,但是依靠这一点是与在相同的运行区域中进行全缸运行(发动机主体的所有汽缸工作的运行)时相比燃料消耗量反而更加恶化。

[0010] 相对于此,如本发明,仅在发动机的冷却水的温度较低(即难以引起异常燃烧)的条件下将减缸运行区域扩大至高负荷侧的情况下,可以避免上述那样的问题,可以仅执行燃料消耗性能优异的减缸运行,而且可以根据发动机的冷却状态增加该机会。

[0011] 在上述发明中,优选的是上述减缸运行区域设定在发动机的部分负荷域的规定的转速域上;上述控制装置是上述冷却水的温度越低,使上述减缸运行区域越向高速侧扩大。

[0012] 根据该结构,冷却发动机主体的冷却水的温度越低,减缸运行区域越向高速侧扩大,因此与如上述的减缸运行区域的向高负荷侧的扩大相结合,冷却水的温度越低,可以在越宽的速度域及负荷域上执行减缸运行,改善发动机的燃料消耗性能。又,在冷却水的温度较高时,与较低时相比,减缸运行区域在旋转方向及负荷方向上缩小,因此不需要作为异常燃烧对策而大幅度延迟点火正时,避免了减缸运行时的燃料消耗量的恶化。

[0013] 即,在冷却水的温度较低时,难以引起爆震等的异常燃烧,因此即使将减缸运行区域扩大至高负荷侧及高速侧,也可以在该扩大区域中减少点火正时的延迟量。借助于此,可以抑制排气的温度上升并确保充分的转矩,因此不需要使空燃比过度变浓化,可以良好地维持在上述扩大区域中的燃料消耗量。另一方面,在冷却水的温度较高时,与上述相反地,在减缸运行区域中的高负荷域或高速域上排气的温度条件等变得严格。因此,在不管冷却水的温度而过分地将减缸运行区域扩大至高负荷侧及高速侧时,与执行全缸运行的情况(此时每一个汽缸的负荷减少因此可以实现理论空燃比下的运行)相比,反而会使燃料消耗量恶化。考虑到上述点,在上述结构中,冷却水的温度越低,使减缸运行区域越向高负荷侧及高速侧扩大(相反地,冷却水的温度越高,越缩小减缸运行区域)。

[0014] 在本发明中,优选的是上述控制装置在确认为在上述减缸运行区域中的运行中发生异常燃烧的情况下,使上述减缸运行区域缩小。

[0015] 像这样,在随着异常燃烧的实际发生而缩小减缸运行区域时,减缸运行区域不会不经意地扩大,可以确实地避免连锁地发生异常燃烧的情况。

[0016] 在本发明中,优选的是在设定于上述减缸运行区域内的高负荷侧的第一减缸区域中运行时,上述控制装置与在设定于上述减缸运行区域内的低负荷侧的第二减缸区域中运行时相比,降低上述冷却水的温度。

[0017] 根据该结构,在减缸运行区域中容易引起爆震等的异常燃烧的第一减缸区域中运行时,强制地降低冷却水温而创造出难以引起异常燃烧的环境,因此可以确实地扩大减缸运行区域并增加减缸运行的机会,可以更有效地改善发动机的燃料消耗性能。

[0018] 在上述结构中,更优选的是在比上述减缸运行区域靠近高负荷侧或高速侧的区域中运行时,上述控制装置使所有的汽缸工作,并且与在所述第二减缸区域中运行时相比,降低上述冷却水的温度。

[0019] 像这样,在比减缸运行区域靠近高负荷侧或高速侧上被设定的全缸运行的区域中降低冷却水的温度的情况下,在该全缸运行区域中尤其是负荷高或转速高的区域(即容易

发生爆震等的异常燃烧的区域),可以确实地防止异常燃烧的发生。

[0020] 在这里,也可以想到在全缸运行区域中也仅在容易发生异常燃烧的一部分的区域中提高冷却能力,但是这样,例如在发动机的运行点脱离第一减缸区域并向高负荷侧或高速侧移动时,有必要频繁地改变冷却水的温度(例如有必要使冷却水的温度以低→高→低地变化),不仅控制变得繁杂,而且在响应性方面也发生问题。相对于此,在上述结构中,在高负荷侧或高速侧的全缸运行区域中一律降低冷却水温,因此可以避免上述那样的问题,并且可以确实地防止爆震的发生。

[0021] 如以上说明,根据本发明,可以提供能够尽量增加燃料消耗性能优异的减缸运行的机会的可变汽缸发动机。

附图说明

[0022] 图1是示出根据本发明的一个实施形态的可变汽缸发动机的整体结构的俯视图;

[0023] 图2是上述发动机的主要部分的剖视图;

[0024] 图3是示出上述发动机的控制系统的框图;

[0025] 图4是根据控制的不同区分上述发动机的运行区域的映射图(map);

[0026] 图5是示出在上述发动机的运行中执行的控制动作的步骤的流程图(第一部分);

[0027] 图6是示出在上述发动机的运行中执行的控制动作的步骤的流程图(第二部分);

[0028] 图7是用于说明减缸运行区域根据发动机的冷却水的温度被扩大的形态的图;

[0029] 图8是用于说明上述发动机的燃料消耗性能的图表;

[0030] 符号说明:

[0031] 1 发动机主体;

[0032] 2 汽缸;

[0033] 30 冷却机构;

[0034] 50 ECU(控制装置);

[0035] A 减缸运行区域;

[0036] A1 第一减缸区域;

[0037] A2 第二减缸区域;

[0038] B2 高速全缸区域;

[0039] B3 高负荷全缸区域。

具体实施方式

[0040] (1)发动机的整体结构

[0041] 图1及图2是示出根据本发明的一个实施形态的可变汽缸发动机的结构的图。这些图中所示的发动机是作为行驶用的动力源搭载在车辆上的四冲程多汽缸汽油发动机。具体而言,该发动机具备:具有直线状排列的四个汽缸2的直列四汽缸型的发动机主体1;用于向发动机主体1内导入空气的进气通路20;和用于排出在发动机主体1中产生的排气的排气通路25;冷却发动机主体1的冷却机构30。

[0042] 发动机主体1具有:内部形成有上述四个汽缸2的汽缸体3;设置于汽缸体3的上部的汽缸盖4;和可往复滑动地插入于各汽缸2内的活塞5。

[0043] 在活塞5的上方形成有燃烧室10,在该燃烧室10内,通过来自于下述的喷射器11的喷射供给以汽油作为主成分的燃料。而且,喷射的燃料在燃烧室10中燃烧,被该燃烧产生的膨胀力向下按压的活塞5在上下方向上往复运动。

[0044] 活塞5通过连杆16与作为发动机主体1的输出轴的曲轴15连接,并且根据上述活塞5的往复运动,曲轴15绕中心轴旋转。

[0045] 在汽缸体3内设置有将曲轴15的转速作为发动机转速进行检测的发动机速度传感器SN1、和检测汽缸体3的振动强度(加速度)的振动传感器SN2。

[0046] 在汽缸盖4上,向燃烧室10喷射燃料(汽油)的喷射器11、和对从喷射器11喷射的燃料和空气的混合气通过火花放电供给点火能量的火花塞12对于每个汽缸2分别设置有一组。

[0047] 在该实施形态的四冲程四汽缸的汽油发动机中,设置于各汽缸2的活塞5以曲轴角 180° (180° CA)的相位差进行上下运动。与此相对应地,在各汽缸2中的点火的正时也设定为分别错开 180° CA相位的正时。具体而言,从图1的左侧的汽缸2开始依次作为1号汽缸、2号汽缸、3号汽缸、4号汽缸时,以1号汽缸→3号汽缸→4号汽缸→2号汽缸的顺序进行点火。

[0048] 另外,详细的在下面叙述,该实施形态的发动机是可进行使四个汽缸2中的两个汽缸休止,而只使剩余的两个汽缸2工作的运行、即减缸运行的可变汽缸发动机。因此,上述那样的点火顺序是通常运行时(使四个汽缸2全部工作的全缸运行时)的顺序而不是减缸运行时的顺序。另一方面,在减缸运行时,在点火顺序不连续的两个汽缸中禁止火花塞12的点火动作,跳着一个汽缸执行点火。

[0049] 各汽缸2的几何压缩比、即活塞5位于下死点时的燃烧室10的容积和活塞5位于上死点时的燃烧室10的容积之比设定成对于汽油发动机来说为较高的值的12以上。

[0050] 在汽缸盖4上设置有用于将从进气通路20供给的空气导入至各汽缸2的燃烧室10的进气道6、用于将在各汽缸2的燃烧室10中产生的排气导出至排气通路25的排气道7、开闭进气道6的燃烧室10侧的开口的进气门8、和开闭排气道7的燃烧室10侧的开口的排气门9。另外,在该实施形态中,对于每一个汽缸2,进气门8及排气门9分别设置有两个。

[0051] 进气门8及排气门9分别由包含配设在汽缸盖4上的一对凸轮轴等的配气机构18、19(图2)与曲轴15的旋转连动地开闭驱动。

[0052] 在用于进气门8的配气机构18中包含对于每个汽缸2个别地可使进气门8的升程动作停止的气门停止机构部18a。气门停止机构部18a只要是能够使进气门8的升程动作停止的部件,就不限定其种类,例如,可以将具备与旋转的凸轮连动地摇动的输入臂、将输入臂的运动传递至进气门8的传递臂和连接这些输入臂和传递臂的连接销的部件作为上述气门停止机构部18a使用。连接销例如通过油压在轴方向上进退驱动,从而在连接输入臂和传递臂的突出位置、和解除两者的连接的后退位置之间可移动。在连接销位于突出位置时,输入臂和传递臂通过该连接销连接,因此输入臂的运动传递至传递臂,而执行进气门8的升程动作。另一方面,在连接销移动至后退位置而解除输入臂和传递臂之间的连接时,输入臂的运动不会传递至传递臂上,因此进气门8的升程动作被停止。在该实施形态中,这样的结构的气门停止机构部18a对于每个汽缸2分别设置有一个,以此可以个别地停止各汽缸2的进气门8的升程动作。

[0053] 同样地,在用于排气门9的配气机构19中包含对于每个汽缸2个别地可使排气门9

的升程动作停止的气门停止机构部19a。另外,气门停止机构部19a的具体的结构与上述用于进气门8的气门停止机构部18a相同,因此省略其说明。

[0054] 进气通路20具有与各汽缸2的进气道6连通的四个独立进气通路21、与各独立进气通路21的上游端部(吸入空气的流动方向上游侧的端部)共通连接的缓冲罐22、和从缓冲罐22向上游侧延伸的一个进气管23。

[0055] 在进气管23的中途部上设置有调节吸入至发动机主体1的的空气的流量的可开闭的节气门24,在缓冲罐22上设置有检测上述吸入空气的流量的空气流量传感器SN3。

[0056] 排气通路25具有与各汽缸2的排气道7连通的四个独立排气通路26、各独立排气通路26的下游端部(排气的流动方向下游侧的端部)在一处集合的集合部27和从集合部27向下游侧延伸的一个排气管28。

[0057] 冷却机构30具备压送发动机冷却用的冷却水的冷却水泵31、被冷却水泵31压送的冷却水在其中循环的冷却水通路32、对冷却水进行冷却的散热器33、切换冷却水通路32内的冷却水的流动的切换阀34和检测冷却水的温度的水温传感器SN4。

[0058] 冷却水通路32具有用于使从发动机主体1排出的冷却水不通过散热器33而再次返回至发动机主体1的第一水通路32a、用于使从发动机主体1排出的冷却水导入至散热器33中的第二水通路32b和用于使从散热器33排出的冷却水导入至第一水通路32a的下游部的第三水通路32c。通过第一水通路32a的下游部导入至发动机主体1内的冷却水在通过形成于发动机主体1的汽缸体3及汽缸盖4的内部的图示省略的水套等后,从发动机主体1排出,并通过切换阀34导出至第一水通路32a的上游部或第二水通路32b中。

[0059] 冷却水泵31例如由从发动机主体1的曲轴15得到驱动力并压送冷却水的机械式的泵形成,设置在位于比第三水通路32c和第一水通路32a的合流部靠近下游侧的位置上的发动机主体1的近旁部。

[0060] 散热器33通过与外气的热交换对冷却水进行冷却,其配设在车辆的行驶风吹到的发动机室内的规定位置上。例如,在车辆为前置发动机方式的车辆的情况下,在设置在发动机室的前表面的前格栅的后方配设有散热器33,从该前格栅所具备的空气导入口导入的外气吹向散热器33,以此将散热器33内的冷却水冷却。

[0061] 切换阀34例如由使用热敏电阻的电气检测式的恒温器形成,设置在第一水通路32a和第二水通路32b的分叉部上。该切换阀34在切断流入至第二水通路32b的冷却水的流动的闭阀状态、和允许向第二水通路32b的冷却水的流动的开阀状态之间可进行切换。

[0062] 具体而言,在通过水温传感器SN4检测到的冷却水的温度小于预先规定的基准温度时,切换阀34闭阀。此时,冷却水仅在第一水通路32a中循环,因此冷却水的温度因在发动机主体1中产生的热而逐渐上升。另一方面,在冷却水的温度达到基准温度以上时,切换阀34开阀,冷却水还流入至第二水通路32b中。即,从发动机主体1导出的冷却水不仅在第一水通路32a内循环,而且通过第二水通路32b还供给至散热器33中,在该散热器33中冷却后,通过第三水通路32c等再次返回至发动机主体1。此时的切换阀34的开度可以连续地变更,通过该开度的设定,任意调节流入散热器33内的冷却水的流量。在切换阀34的开度增大而向散热器33的冷却水的流入量增加时,冷却能力随之改善,冷却水的温度急速下降。

[0063] (2)控制系统

[0064] 接着,利用图3说明发动机的控制系统。该实施形态的发动机的各部分由ECU(发动

机控制单元)50统一地控制。ECU 50如众所周知的那样由微型处理器构成,该微型处理器由CPU、ROM、RAM等构成,相当于根据本发明的控制装置。

[0065] 在ECU 50中依次被输入来自于各种传感器的信息。具体而言,ECU 50与设置于发动机的各部分的上述发动机速度传感器SN1、振动传感器SN2、空气流量传感器SN3及水温传感器SN4电气连接。又,在该实施形态的车辆中设置有检测由驾驶员操作的未在图中的加速器踏板的开度(加速器开度)的加速器开度传感器SN5,ECU 50还与该加速器开度传感器SN5电气连接。ECU 50基于来自于这些传感器SN1~SN5的输入信号得到发动机的转速、振动强度、吸入空气量、冷却水的温度、加速器开度等的各种信息。

[0066] ECU 50基于来自于上述各传感器(SN1~SN5)的输入信号执行各种运算等,并且控制发动机的各部分。即,ECU 50与喷射器11、火花塞12、气门停止机构部18a、19a、节气门24以及切换阀34电气连接,并且基于上述运算的结果等向这些设备分别输出用于驱动的控制信号。

[0067] (3)根据运行状态的控制

[0068] 接着,利用图4~图6说明根据运行状态的发动机控制的具体内容。

[0069] 图4是根据控制的不同将发动机的负荷及转速作为纵轴及横轴表示的发动机的运行区域分为多个区域的映射图。该映射图的大分类为执行使发动机的四个汽缸2中的两个休止的减缸运行的减缸运行区域A、和除此以外的(不进行减缸运行)区域B1、B2、B3。

[0070] 减缸运行区域A设定在发动机转速为预先设定的第一基准速度R1以上第二基准速度R2以下的中间的速度域、且发动机负荷为预先设定的基准负荷L1以下的部分负荷的区域。

[0071] 此外,减缸运行区域A以低于基准负荷L1的负荷L2为界限,分为负荷L2以上的第一减缸区域A1、和小于负荷L2的第二减缸区域A2。

[0072] 又,减缸运行区域A以外的区域(即,所有汽缸工作的全缸运行的区域)分为设定在小于第一基准速度R1的速度域的低速全缸区域B1、和设定在超过第二基准速度R2的速度域的高速全缸区域B2、和设定在位于这些各区域B1、B2之间且超过基准负荷L1的区域的高负荷全缸区域B3。

[0073] 在这里,在低速全缸区域B1、高速全缸区域B2以及高负荷全缸区域B3上分别不进行减缸运行的理由如下。

[0074] 即,在发动机旋转速度低的低速全缸区域B1上,假设进行减缸运行而将工作汽缸减少为两个时,工作汽缸之间的燃烧间隔变得过长,发动机的振动增大。从这样的情况考虑,作为减缸运行区域A的下限的转速的第一基准速度R1需要设定为比发动机的空转速度 R_{min} 大的值,其结果是,在两个速度 R_{min} 、R1之间的速度域上设定有执行全缸运行的低速全缸区域B1。另外,第一基准速度R1可以设定为发动机的额定速度 R_{max} 的1/6左右。

[0075] 另一方面,在减缸运行区域A中与假如将同样的区域设定为全缸运行的情况不同,需要对工作汽缸喷射约两倍的燃料,每一个工作汽缸的负担增大,因此在无准备的情况下扩大减缸运行区域A时,尤其是在其高负荷且高速侧上会引起爆震、即引起火焰传播途中未燃烧的尾气(end gas)自点火的异常燃烧的可能性提高。这是因为负荷越高,燃料的喷射量越增加,而且转速提高时单位时间产生的热量增加,工作汽缸的温度上升。从这样的情况出发,作为减缸运行区域A的上限的转速的第二基准速度R2、和作为减缸运行区域A的上限的

负荷的基准负荷 L_1 分别需要设定为比发动机的额定速度 R_{max} 及最高负荷 L_{max} 小的值,其结果是,在额定速度 R_{max} 和第二基准速度 R_2 之间、以及在最高负荷 L_{max} 和基准负荷 L_1 之间分别设定有高速全缸区域 B_2 及高负荷全缸区域 B_3 。

[0076] 另外,详细内容在下面叙述,第二基准速度 R_2 和基准负荷 L_1 基于发动机的冷却水的温度(通过水温传感器 SN_4 检测的检测值)可变地进行设定。因此, R_2 、 L_1 的各值不能一概地表示,但是作为大致倾向,第二基准速度 R_2 可以设定为额定速度 R_{max} 的 $2/3$ 左右,基准负荷 L_1 可以设定为最高负荷 L_{max} 的 $1/2$ 左右。

[0077] 接着,利用图5及图6的流程图具体地说明发动机的运行中ECU 50所执行的控制动作。另外,这些流程图中示出的处理被执行的前提是发动机处于温态状态,因此冷却水的温度上升至规定值(例如 $80^{\circ}C$)以上。

[0078] 在开始进行图5所示的处理时,ECU 50执行读取各种传感器值的处理(步骤 S_1)。即,ECU 50从发动机速度传感器 SN_1 、振动传感器 SN_2 、空气流量传感器 SN_3 、水温传感器 SN_4 以及加速器开度传感器 SN_5 分别读取检测信号,基于这些信号获得发动机的转速、振动强度、吸入空气量、冷却水的温度、加速器开度等的各种信息。

[0079] 接着,ECU 50基于在上述步骤 S_1 中读取的信息,执行判定发动机是否在减缸运行区域 A 中运行的处理(步骤 S_2)。即,ECU 50基于从发动机速度传感器 SN_1 、空气流量传感器 SN_3 以及加速器开度传感器 SN_5 等得到的信息特别指定发动机的负荷及转速,并且判定从两者的值求得的发动机的运行点(point)是否包含在图4所示的减缸运行区域 A 中。

[0080] 在上述步骤 S_2 中判定为“是”而确认为发动机在减缸运行区域 A 中运行的情况下,ECU 50执行减少汽缸的工作数量的减缸运行(步骤 S_3)。即,ECU 50控制各汽缸2的喷射器11、火花塞12、气门停止机构部18a、19a以使发动机主体1的四个汽缸2中的两个处于休止状态(仅剩余的两个汽缸2工作)。更具体而言,停止休止汽缸的喷射器11及火花塞12的动作,并且驱动休止汽缸的气门停止机构部18a、19a而停止进气门8及排气门9的升程动作。借助于此,在休止汽缸中,燃料喷射及点火被停止,不能执行燃烧。另外,在减缸运行中四个汽缸2中的两个处于休止状态,而休止的汽缸2的组合是点火顺序不连续的组合,例如1号汽缸和4号汽缸的组合、或者2号汽缸和3号汽缸的组合被选定为上述休止汽缸。

[0081] 在如上所述开始减缸运行后,ECU 50执行判定当前的发动机的运行点是否包含在减缸运行区域 A 中的负荷相对高的第一减缸区域 A_1 中的处理(步骤 S_4)。

[0082] 在上述步骤 S_4 中判定为“否”而确认为发动机在低负荷侧的第二减缸区域 A_2 中运行而不是在高负荷侧的第一减缸区域 A_1 中运行的情况下,ECU 50执行将作为冷却机构30的切换阀34被开阀的温度(向散热器33的冷却水的流入被允许的温度)的冷却水的基准温度设定为预先规定的正常基准温度 T_{high} 的处理(步骤 S_{17})。另外,正常基准温度 T_{high} 的值例如可以是 $88^{\circ}C$ 。

[0083] 接着,ECU 50执行控制切换阀34的开度以使发动机的冷却水的温度(以下称为冷却水温,标以符号 T_w)维持在上述步骤 S_{17} 中设定的正常基准温度 T_{high} 的处理(步骤 S_{18})。具体而言,ECU 50控制切换阀34的开度以在冷却水温 T_w 为正常基准温度 T_{high} 以上时,使切换阀34开阀,在冷却水温 T_w 小于正常基准温度 T_{high} 时,使切换阀34闭阀。借助于此,仅在冷却水温 T_w 为正常基准温度 T_{high} 以上时,冷却水流入散热器33内并且被冷却,因此不存在冷却水温 T_w 较大地高于或者低于正常基准温度 T_{high} 的情况,维持在其附近值。

[0084] 接着,说明在上述步骤S4中判定为“是”的情况,即,发动机在减缸运行区域A中高负荷侧的第一减缸区域A1中运行时的控制动作。在该情况下,ECU 50执行将冷却水的基准温度(切换阀34开阀的温度)设定为比上述正常基准温度 T_{high} 低的值的低温基准温度 T_{low} 的处理(步骤S5)。另外,低温基准温度 T_{low} 的值例如可以是78℃。

[0085] 接着,ECU 50执行控制切换阀34的开度以使发动机的冷却水温 T_w 维持在上述步骤S5中设定的低温基准温度 T_{low} 的处理(步骤S6)。即,ECU 50控制切换阀34的开度以在冷却水温 T_w 为低温基准温度 T_{low} 以上时,使切换阀34开阀,在冷却水温 T_w 小于低温基准温度 T_{low} 时,使切换阀34闭阀。

[0086] 在这里,假定为在即将进行上述步骤S6之前的冷却水温 T_w 为上述的正常基准温度 T_{high} 的附近值。在该情况下,冷却水温 T_w 的值大幅度高于低温基准温度 T_{low} (例如 $T_{high}=88℃$ 、 $T_{low}=78℃$ 的情况下约高10℃),因此在上述步骤S6中,切换阀34打开至充分大的开度,大量的冷却水导入至散热器33内。

[0087] 像这样,在上述步骤S6中,实际的冷却水温 T_w 和低温基准温度 T_{low} 的温度差($T_w - T_{low}$)越大,切换阀34的开度设定得越大,流入散热器33的冷却水的流量越增加。这是因为该温度差越大,越提高冷却能力,以此加快冷却水温 T_w 的下降速度而迅速地接近低温基准温度 T_{low} 。

[0088] 在开始了如上述的冷却水温 T_w 的控制后,ECU 50执行基于水温传感器SN4的检测值判定冷却水温 T_w 是否实际下降、更具体而言判定从即将进行上述步骤S6之前的冷却水温 T_w 减去执行步骤S6后的冷却水温 T_w 而得到的温度的下降幅度是否为规定量以上的处理(步骤S7)。

[0089] 在上述步骤S7中判定为“是”而确认为冷却水温 T_w 下降规定量以上的情况下,ECU 50执行减少点火正时的延迟量的处理(步骤S8)。即,在减缸运行区域A中位于高负荷侧的第一减缸区域A1中,本来为了避免爆震(未燃烧的尾气自点火的异常燃烧)而需要延迟点火正时,但是在这里,发动机的冷却水温 T_w 朝着低温基准温度 T_{low} 下降(上述步骤S6),因此容易引起爆震的环境被改善。因此,即使减少点火正时的延迟量,也可以避免爆震,并且可以实现减少延迟量的上述步骤S8的控制。另外,在这里的延迟量是根据在上述步骤S7中特别指定的冷却水温 T_w 的下降幅度进行设定的,水温的下降幅度越大,使延迟量越减少。

[0090] 接着,ECU 50执行使作为减缸运行区域A的上限的负荷的基准负荷 $L1$ 仅增大 ΔX 的处理(步骤S9)。借助于此,减缸运行区域A如图7所示,向高负荷侧仅扩大 ΔX 的增量。负荷的增量 ΔX 是根据在上述步骤S7中已确认的冷却水温 T_w 的下降幅度进行设定的,水温的下降幅度越大 ΔX 越增大。

[0091] 接着,ECU 50执行使作为减缸运行区域A的上限的转速的第二基准速度 $R2$ 仅增大 ΔY 的处理(步骤S10)。借助于此,减缸运行区域A如图7所示,向高速侧仅扩大 ΔY 的增量。转速的增量 ΔY 是根据在上述步骤S7中已确认的冷却水温 T_w 的下降幅度进行设定的,水温的下降幅度越大 ΔY 越增大。

[0092] 如上述那样,在减少点火延迟量且扩大减缸运行区域A后,ECU 50执行基于振动传感器SN2的检测值(发动机主体1的振动强度)判定是否在发动机主体1中引起爆震的处理(步骤S11)。即,在引起爆震那样的异常燃烧时,因急剧的燃烧压力的变化等而导致在发动机主体1中产生较大的振动。因此,在上述步骤S11中,在发动机主体1的振动强度(加速度)

达到规定的阈值以上时,判定为发生了爆震。

[0093] 在上述步骤S11中判定为“是”而确认爆震的發生的情况下,ECU 50为了避免之后的爆震,而执行增加点火正时的延迟量的处理(步骤S12)。又,执行使作为减缸运行区域A的上限的负荷的基准负荷L1仅减少 ΔX ,并且使作为减缸运行区域A的上限的转速的第二基准速度R2仅减少 ΔY 的处理(步骤S13、S14)。借助于此,减缸运行区域A与上述步骤S9、S10时相反地,从暂时扩大的位置在负荷方向及旋转方向上缩小。

[0094] 接着,利用图6说明在上述步骤S2中判定为“否”的情况、即发动机在减缸运行区域A以外的区域(低速、高速、高负荷的各全缸区域B1、B2、B3中任意一个)中运行的情况的控制动作。在该情况下,ECU 50执行使四个汽缸2全部工作的全缸运行(步骤S20)。即,ECU 50控制各喷射器11及火花塞12以对发动机主体1的所有的汽缸2执行燃料喷射及火花点火,并且使各气门停止机构部18a、19a一律处于不工作状态以使所有的汽缸2的进排气门8、9被驱动。

[0095] 接着,ECU 50执行判定基于在上述步骤S1中得到的信息特别指定的当前的发动机的运行点是否包含在低速全缸区域B1中的处理(步骤S21)。

[0096] 在该步骤S21中判定为“是”而确认为发动机在低速全缸区域B1中运行的情况下,ECU 50执行将冷却水的基准温度(切换阀34开阀的温度)设定为正常基准温度 T_{high} (例如88 $^{\circ}C$),并且控制切换阀34的开度以使发动机的冷却水温 T_w 维持在上述正常基准温度 T_{high} 的处理(步骤S22、S23)。

[0097] 另一方面,在该步骤S21中判定为“否”而确认为发动机在高速全缸区域B2或高负荷全缸区域B3中运行的情况下,ECU 50执行将冷却水的基准温度设定为比上述正常基准温度 T_{high} 低的值的低温基准温度 T_{low} (例如78 $^{\circ}C$),并且控制切换阀34的开度以使发动机的冷却水温 T_w 维持在上述低温基准温度 T_{low} 的处理(步骤S24、S25)。

[0098] (4)作用等

[0099] 如以上说明,该实施形态的发动机具备具有多个(四个)汽缸2的发动机主体1、使用冷却水冷却发动机主体1的冷却机构30、和控制发动机的各部分的ECU 50(控制装置)。ECU 50在设定于发动机部分负荷域的减缸运行区域A上执行减少汽缸2的工作数量的减缸运行,并且上述冷却水的温度 T_w 越低,使减缸运行区域A越向高负荷侧及高速侧扩大(图5的步骤S9、S10)。根据这样的结构,具有能够尽量增加燃料消耗性能优异的减缸运行的机会,并且能够有效地改善发动机燃料消耗性能的优点。

[0100] 即,在上述实施形态中,冷却发动机主体1的冷却水的温度 T_w 越低,减少汽缸2的工作数量的减缸运行区域A越向高负荷侧及高速侧扩大,因此冷却水的温度 T_w 越低,减缸运行的机会越增加,从而改善发动机的燃料消耗性能。另一方面,在冷却水的温度 T_w 较高时,与较低时相比,减缸运行区域A在负荷方向及旋转方向上缩小,因此不需要作为异常燃烧对策而大幅度延迟点火正时。假设,不管冷却水的温度 T_w 而扩大减缸运行区域A时,通过延迟处理反而会使燃料消耗量恶化,但是这样的情况被避免。

[0101] 例如,假定为即便冷却水的温度 T_w 较高但是将减缸运行区域A扩大至高负荷侧及高速侧时,在高负荷且高速侧上工作汽缸的温度上升,而存在发生爆震(未燃烧的尾气自点火的异常燃烧)的担忧。为了避免这一点,只要大幅度延迟点火正时即可,但是依靠这一点与在相同的运行区域进行全缸运行(四个汽缸2全部工作的运行)时相比燃料消耗量反而更

加恶化。

[0102] 相对于此,如本发明,仅在发动机的冷却水的温度 T_w 较低(即难以引起爆震)的条件下扩大减缸运行区域A的情况下,可以避免上述那样的问题,可以仅执行燃料消耗性能优异的减缸运行,而且可以根据发动机的冷却状态增加该机会。

[0103] 图8是示出在转速一定的条件下运行发动机时的制动燃料消耗率(brake specific fuel consumption;BSFC)和制动平均有效压力(brake mean effective pressure;BMEP)之间的关系的图表,用实线的曲线表示仅两个汽缸工作的减缸运行时的值,用单点划线的曲线表示四个汽缸全部工作的全缸运行时的值。另外,纵轴的制动燃料消耗率(BSFC)的值越小表示燃料消耗量越优异,横轴的制动平均有效压力(BMEP)的值越大表示负荷越高。

[0104] 从图8的图表可知,在发动机的部分负荷域上执行减缸运行时,燃料消耗量比全缸运行时被改善。然而,在发动机负荷增高时,减缸运行时的燃料消耗量转变为恶化状态,与以相同的条件执行全缸运行的情况相比燃料消耗量恶化。这是因为作为爆震对策延迟点火正时而导致的。即,在点火正时被延迟时,为了得到相同的转矩(或者为了抑制排气的温度上升)需要增大燃料喷射量而使空燃比变浓,因此燃料消耗量恶化。

[0105] 然而,所需的点火正时的延迟量根据发动机主体1的温度状态而不同。为了说明这些,在图8的图表中,在比负荷 L_2 (在图4的图表中成为第一减缸区域A1和第二减缸区域A2的界限的负荷)靠近高负荷侧的位置上,用实线和虚线的曲线表示冷却水温 T_w 不同的情况的燃料消耗量。具体而言,虚线的曲线是与比负荷 L_2 靠近低负荷侧(第二减缸区域A2)的区域相同地冷却水温 T_w 为正常基准温度 T_{high} 时的燃料消耗量,实线的曲线是冷却水温 T_w 为低温基准温度 T_{low} ($<T_{high}$)时的燃料消耗量。

[0106] 从这些实线和虚线的曲线的比较中可理解,在比负荷 L_2 靠近高负荷侧的位置上执行减缸运行时的燃料消耗量在冷却水温 T_w 低时($T_w=T_{low}$),比在冷却水温 T_w 高时($T_w=T_{high}$)得到改善。这是因为在冷却水温 T_w 低时,工作汽缸的温度下降而难以发生爆震,并且不需要为了避免爆震而大幅度延迟点火正时。借助于此,点火正时的延迟量减少,燃料消耗量被改善。

[0107] 如上所述,随着冷却水温 T_w 的下降而减少点火正时的延迟量意味着冷却水温 T_w 越低,可进行低燃料消耗量的减缸运行的区域扩大至更高负荷侧。具体而言,在图8中,冷却水温 T_w 高时的减缸运行时的燃料消耗量(虚线)与在高于上述负荷 L_2 的负荷 L_{1a} 上进行全缸运行时的燃料消耗量一致,相对于此冷却水温 T_w 低时的减缸运行时的燃料消耗量(实线)与在比上述负荷 L_{1a} 还高的负荷 L_{1b} 上进行全缸运行时的燃料消耗量一致。像这样,通过执行减缸运行以此得到燃料消耗改善效果的负荷域的上限值是在低水温时大于高水温时($L_{1b}>L_{1a}$),由此能够理解低水温时可以使低燃料消耗量的减缸运行继续进行至更高负荷侧。

[0108] 从这样的情况出发,在上述实施形态中,冷却水温 T_w 越低,将执行减缸运行的区域、即减缸运行区域A越向高负荷侧扩大(步骤S9)。又,需要爆震对策在减缸运行区域A的高速侧上也是同样的,因此在上述实施形态中,冷却水温 T_w 越低,使减缸运行区域A越向高速侧扩大(步骤S10)。与此对应地,在上述实施形态中,执行燃料消耗性能优异的减缸运行的机会增加,更加改善发动机的燃料消耗性能。

[0109] 又,在上述实施形态中,在减缸运行区域A中的运行中确认到爆震的發生的情况

下,减缸运行区域A不会扩大,相反地从已扩大的位置缩小(步骤S13、S14)。像这样,在随着爆震的实际发生缩小减缸运行区域A的情况下,减缸运行区域A不会无计划地被扩大,可以确实地避免爆震连锁地发生的情况。

[0110] 又,在上述实施形态中,在发动机在设定于减缸运行区域A内的高负荷侧的第一减缸区域A1中运行时,与低负荷侧的第二减缸区域A2时相比,冷却水的基准温度、即允许向散热器33的冷却水的流入的温度下降,随之实际的冷却水温 T_w 下降。根据这样的结构,在减缸运行区域A中尤其容易引起爆震的第一减缸区域A1中运行时,强制地降低冷却水温 T_w 而创造难以引起爆震的环境,因此可以确实地扩大减缸运行区域A并增加减缸运行的机会,可以更加有效地改善发动机的燃料消耗性能。

[0111] 尤其是,上述实施形态的发动机的各汽缸2的几何压缩比为12以上,设定成对于汽油发动机来说是较高的压缩比,因此本来就容易引起爆震。因此,执行上述那样的冷却水温 T_w 的控制的意义较大,并且与随着高压压缩比化实现的热效率的改善相结合,可以得到更优异的燃料消耗性能。

[0112] 又,在上述实施形态中,减缸运行区域A设定在发动机转速为预先设定的第二基准速度R2以下、且发动机负荷为预先设定的基准负荷L1以下的区域,在比第二基准速度R2靠近高速侧、及比基准负荷L1靠近高负荷侧上分别设定有执行全缸运行的高速全缸区域B2及高负荷全缸区域B3。而且,在这些高速全缸区域B2及高负荷全缸区域B3中,与上述第一减缸区域A1时相同地冷却水温 T_w 设定为较低的值(T_{low})(图6的步骤S24、S25)。像这样,在设定于比减缸运行区域A靠近高速侧或高负荷侧的位置上的全缸运行的区域(高速全缸区域B2及高负荷全缸区域B3)中降低冷却水温 T_w 时,在上述各区域B2、B3中尤其是负荷高或者转速高的区域(即容易发生爆震的区域)上可以确实地防止爆震的发生。

[0113] 在这里,也可以想到在高速全缸区域B2及高负荷全缸区域B3中也仅在容易发生爆震的一部分的区域中降低冷却水温 T_w ,但是这样,例如在发动机的运行点从第一减缸区域A1向高速全缸区域B2或高负荷全缸区域B3移动时,有必要频繁地改变冷却水温 T_w (例如有必要使冷却水温 T_w 以低→高→低地变化),不仅控制变得繁杂,而且在响应性方面也发生问题。考虑到这样的问题,在上述实施形态中,在高速全缸区域B2及高负荷全缸区域B3中一律降低冷却水温 T_w 。借助于此,可以避免上述那样的问题,并且可以确实地防止爆震的发生。

[0114] 又,在上述实施形态中减缸运行区域A设定于发动机转速为预先规定的第一基准速度R1以上的区域,并且在比该第一基准速度R1靠近低速侧的区域设定有执行全缸运行的低速全缸区域B1。而且,在该低速全缸区域B1中,与上述第一减缸区域A1时相比,冷却水温 T_w 设定为较高的值(T_{high})(图6的步骤S22、S23)。根据这样的结构,在由于发动机转速低而在燃烧室10内的混合气的流动性容易恶化的条件下,发动机主体1不会无用地被冷却,可以防止HC(hydrocarbon;碳氢化合物)的产生量的增大。

[0115] 另外,在上述实施形态中,通过降低作为冷却机构30的切换阀34开阀(允许向散热器33的冷却水的流入)的温度的基准温度,以此降低实际的冷却水的温度 T_w ,但是也可以通过不按照如上述的基准温度的变更的其他方法降低冷却水温 T_w 。例如,在散热器33配设在前格栅的后方的情况下,设置可改变前格栅所具备的空气导入口的开口面积的所谓的格栅风门(grill shutter),通过开闭该格栅风门而改变吹向散热器33的行驶风的流量,以此可以控制冷却水温 T_w 。或者,也可以作为冷却水泵31,设置通过电动马达驱动的电式泵,

通过调节电动马达的转速而改变冷却水的流量,以此控制冷却水温 T_w 。

[0116] 又,在上述实施形态中,在减缸运行区域A中负荷高的第一减缸区域A1、位于比减缸运行区域A靠近高速侧的位置的高速全缸区域B2、和位于比减缸运行区域A靠近高负荷侧的高负荷全缸区域B3中均执行降低冷却水温 T_w 的控制,但是这样的冷却水温 T_w 的降低控制也可以在变速器的齿轮级较低时禁止。

[0117] 在这里所述的变速器是指使发动机主体1的曲轴15(输出轴)的旋转减速的同时传递至车轮的部件,具有多个齿轮级(例如前进6级、后退1级)。在该变速器的齿轮级低于规定的级数时(例如如果是前进6级的变速器则齿轮级为3速以下时),发动机的运行点的移动剧烈,并且存在立刻换高档(shift up)(变更为高速齿轮级)的可能性。因此,即使在齿轮级较低时降低冷却水温 T_w ,但是实际上发动机主体1的各汽缸2的温度已下降时,可能存在运行点移动至已经不需要降低冷却水温 T_w 的运行区域(例如第二减缸区域A2或低速全缸区域B1)的情况。相对于此,仅在变速器的齿轮级较高时(即运行点的移动缓慢且接近巡航状态时)允许降低冷却水温 T_w 的控制的情况下,即使发动机主体1的温度直到实际下降多少有延迟时间,但是认为在运行点移动至没有必要降低冷却水温 T_w 的运行区域(A2或B1)之前能够充分地降低发动机主体1的温度,因此不存在降低冷却水温 T_w 的控制变得无用的情况。

[0118] 又,在上述实施形态中,尽管将发动机主体1的几何压缩比设定为12以上,但是在将辛烷值(RON)较高的汽油作为燃料使用时,相对地难以引起爆震等的异常燃烧,因此也可以更高地设定几何压缩比。具体而言,在将辛烷值95以上的汽油作为燃料使用时,可以使几何压缩比设定为13以上。相反地,在辛烷值为91以上且小于95时,优选的是仍然像上述实施形态那样将几何压缩比设定为12以上。

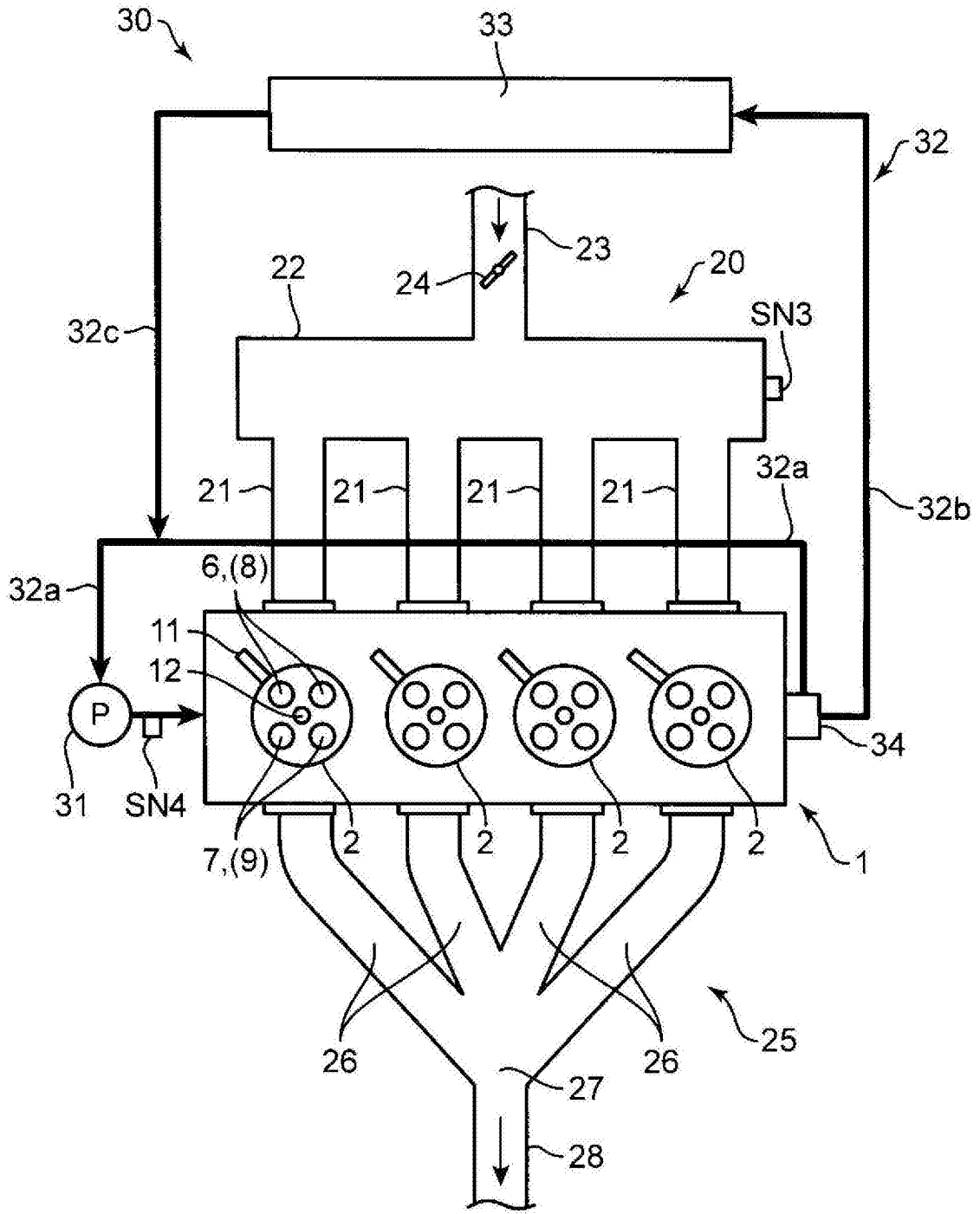


图1

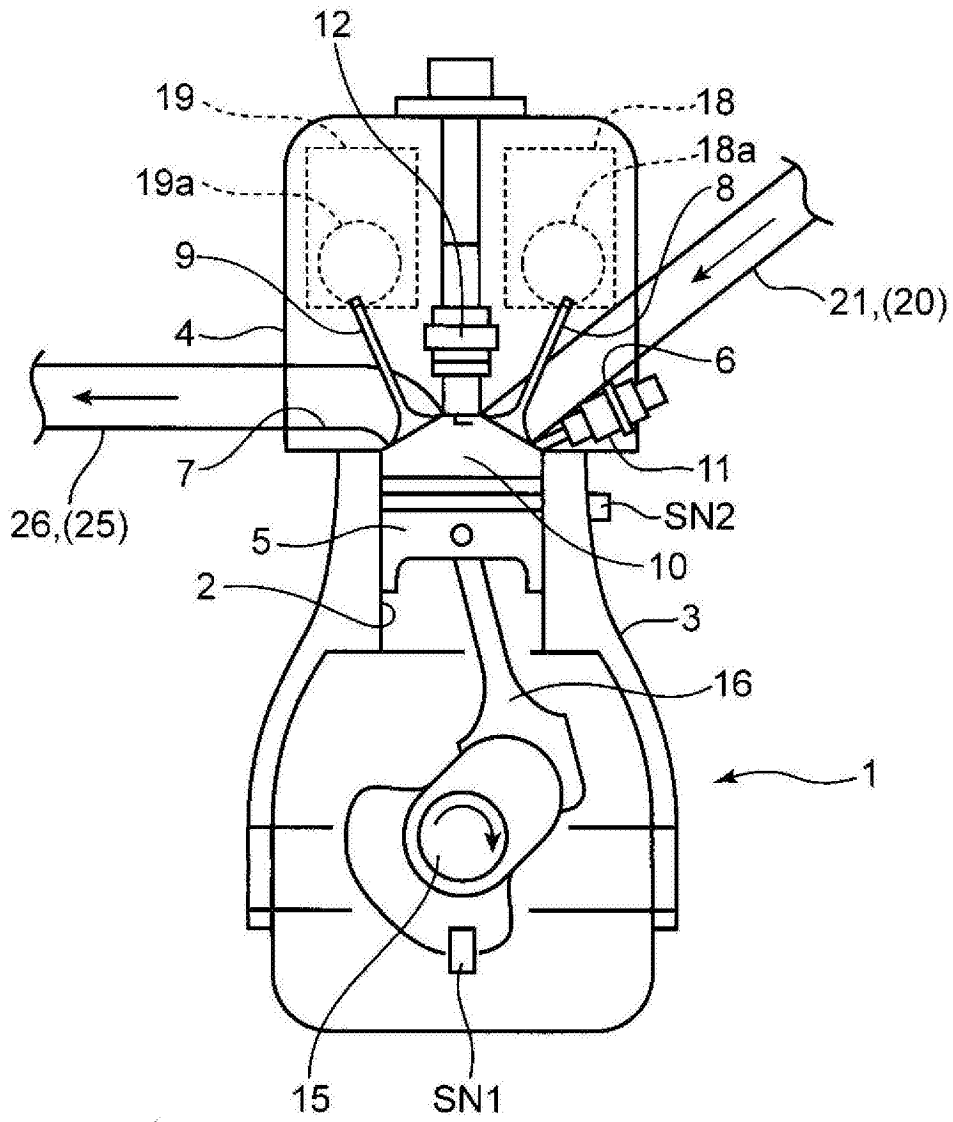


图2

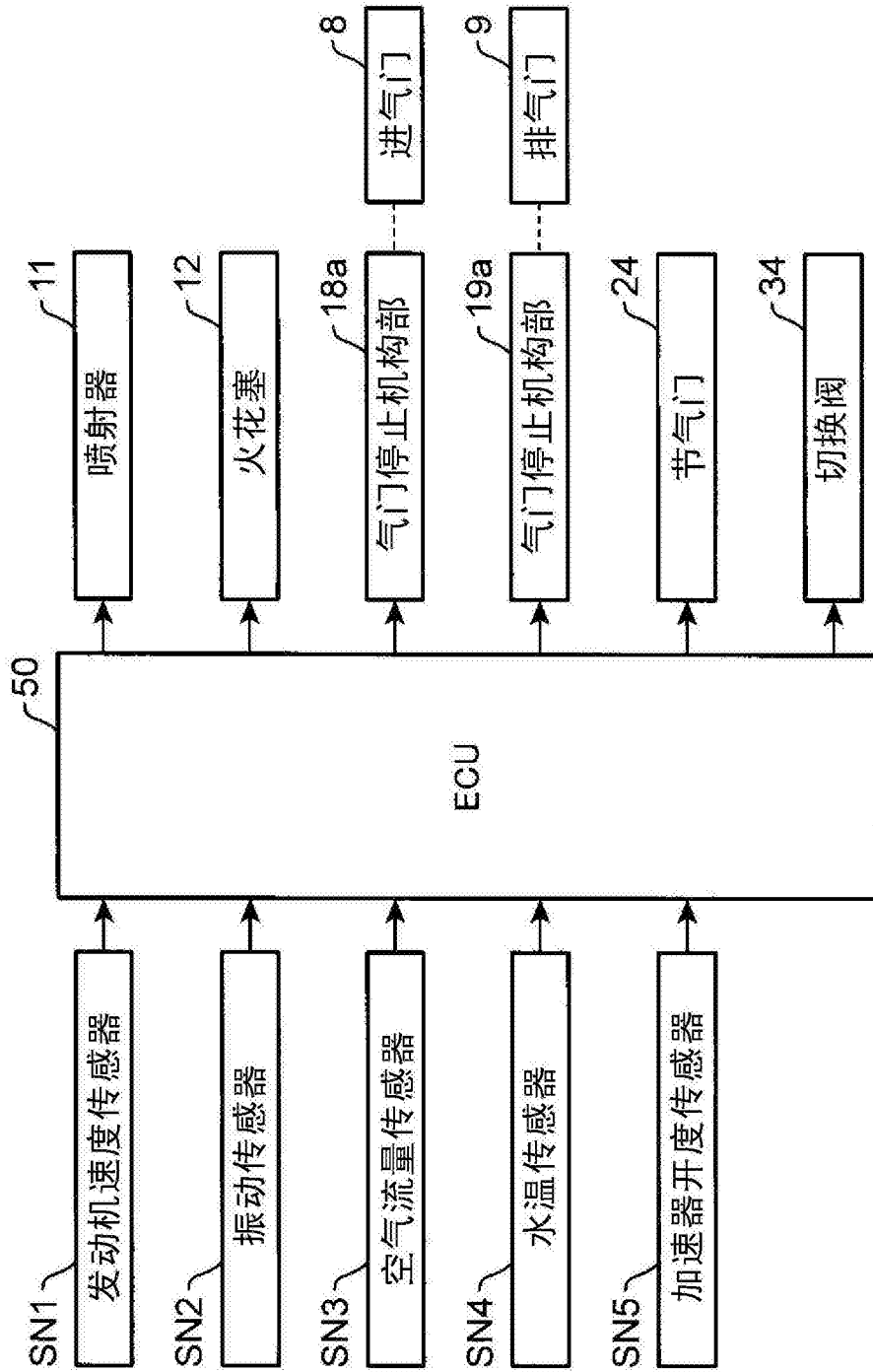


图3

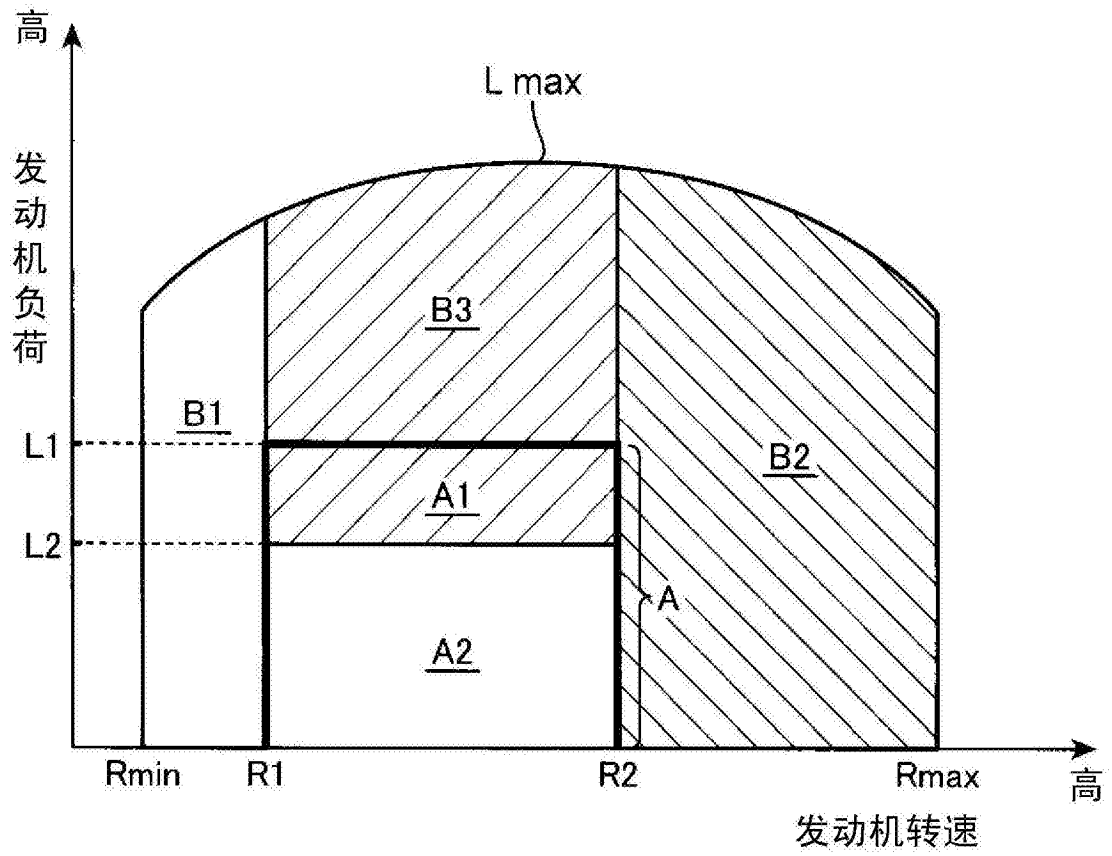


图4

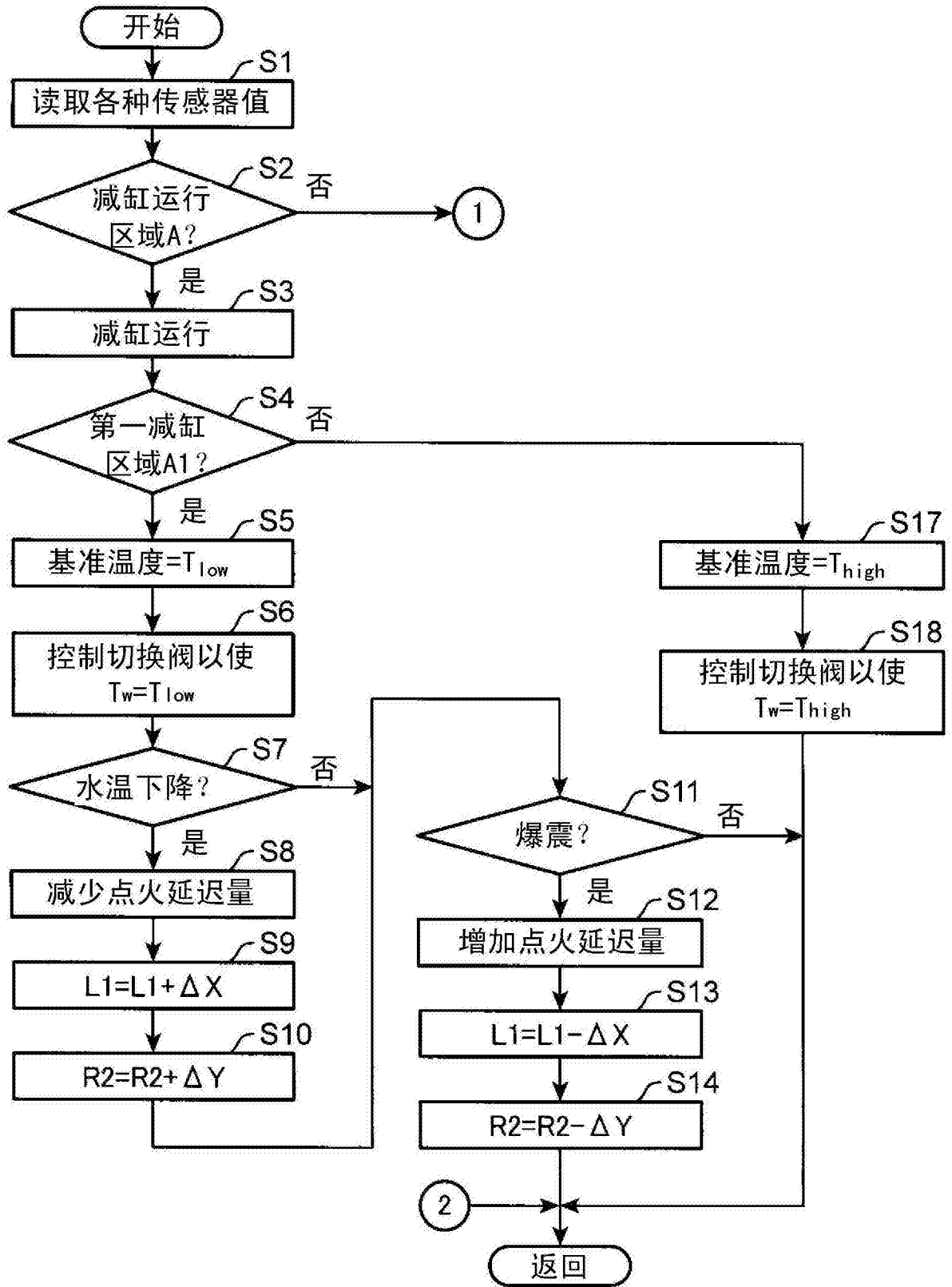


图5

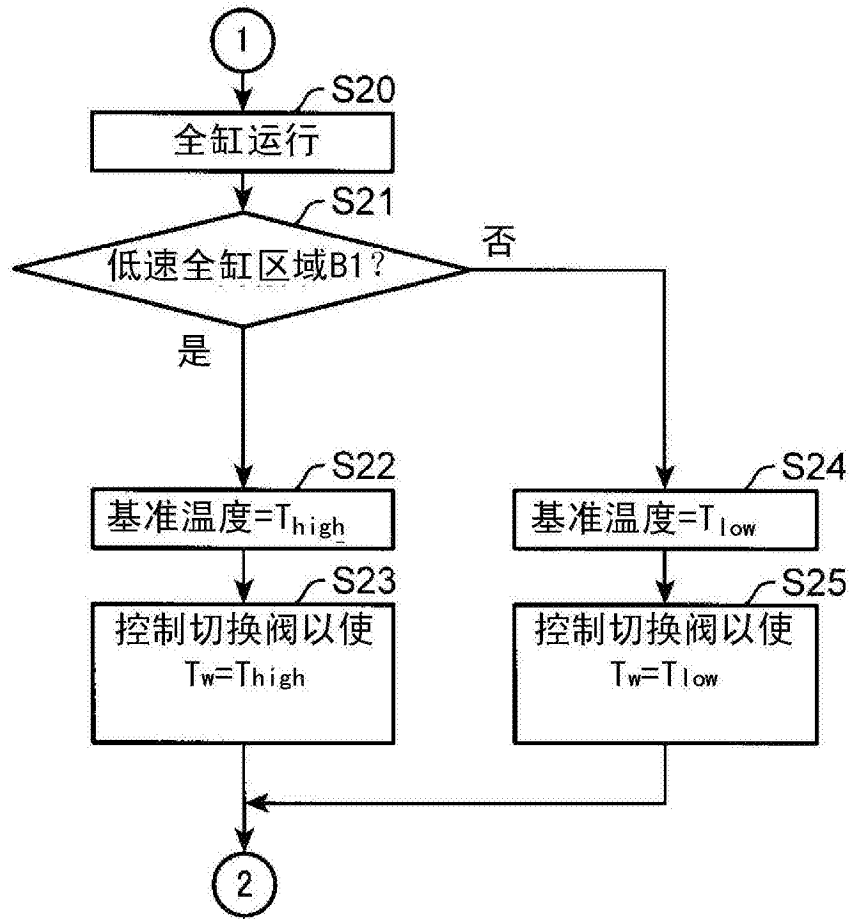


图6

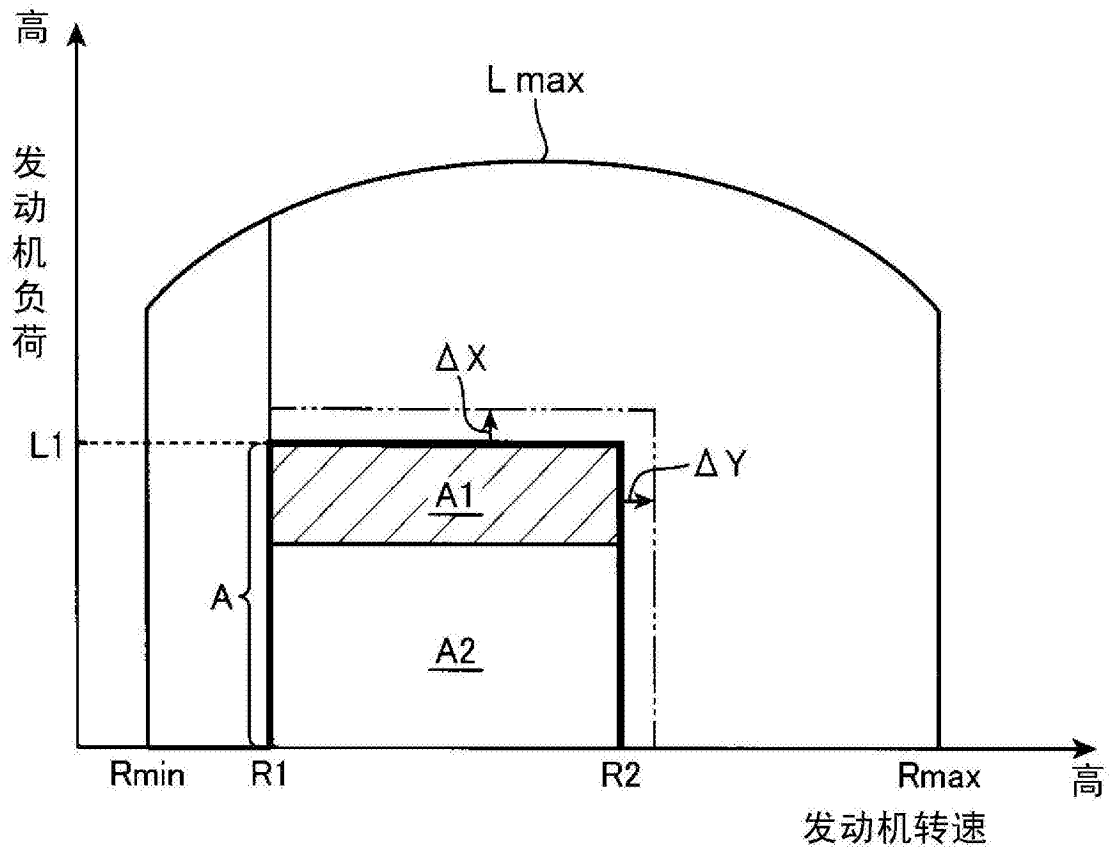


图7

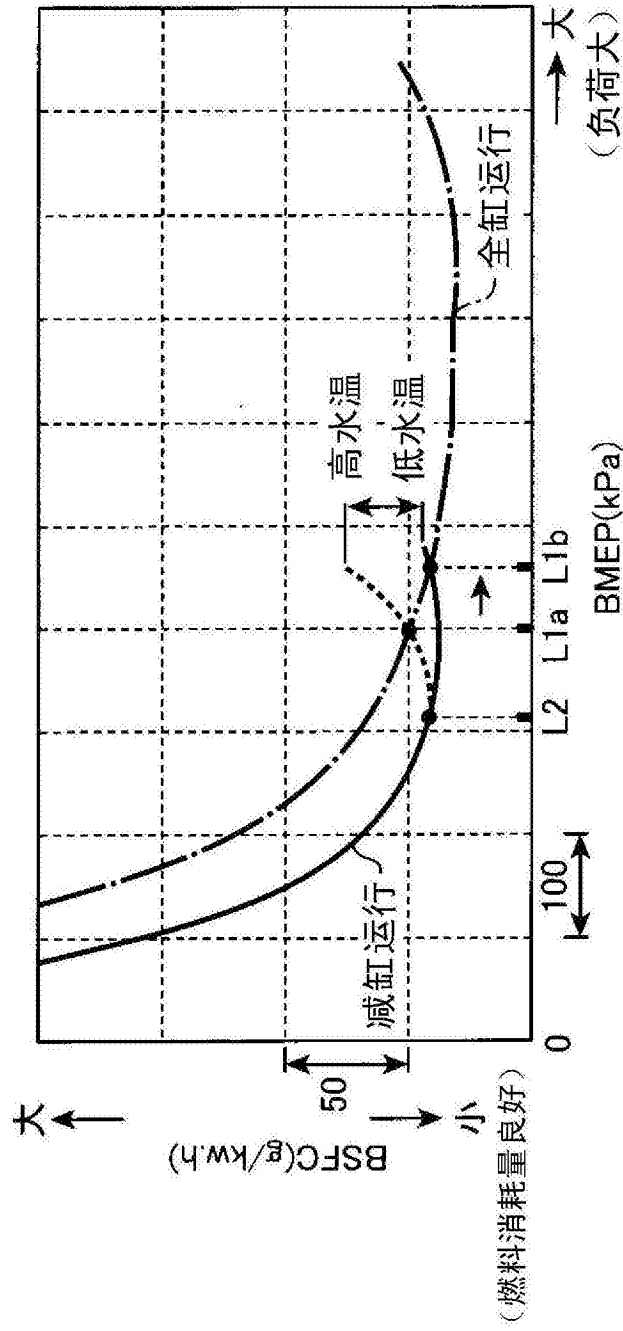


图8