



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102348879 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201080011379. 6

F02D 9/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 03. 24

F02D 9/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F02D 9/06 (2006. 01)

2009-087090 2009. 03. 31 JP

F02D 21/08 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F02D 23/00 (2006. 01)

2011. 09. 13

F02M 25/07 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/002072 2010. 03. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/113431 JA 2010. 10. 07

(73) 专利权人 川崎重工业株式会社

地址 日本兵库县神戸市

(72) 发明人 东田正宪 高田广崇 山本宽一

(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

### (56) 对比文件

JP 特开 2008-175114 A, 2008. 07. 31,

JP 特开 2008-175114 A, 2008. 07. 31,

JP 特开 2009-2186 A, 2009. 01. 08,

JP 2884725 B2, 1999. 04. 19,

JP 昭 62-276221 A, 1987. 12. 01,

JP 3137801 B2, 2001. 02. 26,

CN 101316991 A, 2008. 12. 03,

审查员 闫玲

(51) Int. Cl.

F02B 37/02 (2006. 01)

F02B 37/00 (2006. 01)

F02B 37/007 (2006. 01)

F02B 37/16 (2006. 01)

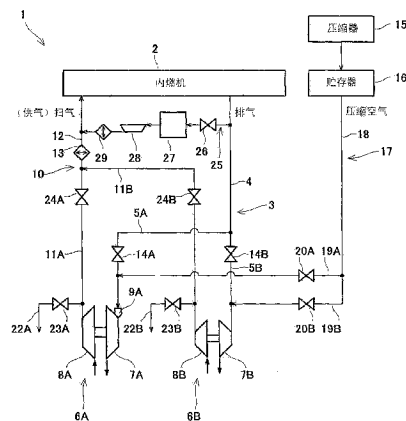
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

### (54) 发明名称

带增压器的内燃机的排气再循环系统

### (57) 摘要

本发明的排气再循环系统, 具备与引导来自内燃机(2) 的排气的排气通路(3) 并联连接的多个增压器(6A、6B)、使将多个增压器(6A、6B) 发生的压缩气体提供给内燃机(2) 用的供气或扫气通路(10) 与排气通路(3) 旁通的 EGR 通路(25)、以及进行控制以调整流过 EGR 通路(25) 的排气量在全部排气量中的比例、即 EGR 率的控制装置(30); 控制装置(30) 还形成能够实施根据内燃机(2) 的负荷以及 EGR 率决定是否使多个增压器(6A、6B) 中的各个增压器动作的 controls 的结构。



1. 一种带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,具备:  
引导来自内燃机的排气的排气通路、  
与所述排气通路并联连接的多个增压器、  
将所述多个增压器发生的压缩气体提供给所述内燃机用的供气或扫气通路、  
使所述排气通路的所述增压器上游侧与所述供气或扫气通路的所述增压器下游侧旁通的 EGR 通路、以及  
进行控制以调整流过所述 EGR 通路的排气量在全部排气量中的比例、即 EGR 率的控制装置;  
所述控制装置还形成能够实施检测所述内燃机的负荷以及所述 EGR 率,将检测出的负荷以及 EGR 率与阈值进行比较,基于该比较结果决定是否使所述多个增压器中的各个增压器动作的 controls 的结构。
2. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,在所述多个增压器中的至少一个上设置对该增压器发生的压缩气体的压力进行调整用的可变喷嘴。
3. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,  
在所述排气通路中,包含从所述内燃机延伸出的排气集合通路、以及从该排气集合通路分叉,连接于所述多个增压器中的各个增压器上的多条分叉排气通路,  
还具备设置于所述各分叉排气通路上的排气开闭阀,  
所述控制装置形成能够进行控制以对多个所述排气开闭阀进行驱动,以打开应该使其动作的增压器上连接的分叉排气通路,同时关闭应该使其停止的增压器上连接的分叉排气通路的结构。
4. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,  
在所述供气或扫气通路中,包含分别连接于所述多个增压器的多条分叉通路、以及集合所述多条分叉通路,延伸到所述内燃机的集合通路,  
还具备在所述各分叉通路上设置的开闭阀,  
所述控制装置形成能够进行控制,以对多个所述开闭阀进行驱动,以打开应该使其动作的增压器上连接的分叉通路,同时关闭应该使其停止的增压器上连接的分叉通路的结构。
5. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,  
还具备独立于所述排气通路设置,用于对所述多个增压器分别提供预备转动用的压缩空气的压缩空气通路,  
所述控制装置形成能够进行控制,以在所述增压器启动时通过所述压缩空气通路对应该启动的增压器提供预备转动用的压缩空气规定时间的结构。
6. 根据权利要求 5 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,  
还具备连接于所述多个增压器的压缩机的各自的下流侧,用于使来自增压器的压缩气体通往大气的多条放气通路、以及设置于所述放气通路上的放气阀,  
所述控制装置形成能够进行驱动所述放气阀的控制,以在所述规定时间内打开与应该启动的增压器对应的放气通路,在经过所述规定时间后进行驱动所述放气阀的控制,以关闭该放气通路的结构。

7. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,

所述供气或扫气通路包含分别连接于所述多个增压器的多条分叉通路、以及集合所述多条分叉通路,延伸到所述内燃机的集合通路,

还具备设置于所述各分叉通路上的开闭阀、独立于所述排气通路设置,分别对所述多个增压器中的各增压器提供预备旋转用的压缩空气的压缩空气通路、连接于所述多个增压器的各压缩机的下游侧,用于使来自增压器的压缩气体通往大气的多条放气通路、以及设置于所述各放气通路的放气阀,

所述控制装置形成能够如下所述进行控制的结构,即、

在所述增压器启动时,执行在规定时间内通过所述压缩空气通路对应该启动的增压器提供预备旋转用的压缩空气的控制,

同时至少在所述规定时间内执行驱动所述放气阀,打开与所述应该启动的增压器对应的放气通路,同时控制驱动所述开闭阀,以关闭与所述应该启动的增压器连接的分叉通路,在经过所述规定时间后执行驱动所述放气阀,以关闭该放气通路,同时控制驱动所述开闭阀,以打开该分叉通路的结构。

8. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,所述多个增压器的容量完全相同。

9. 根据权利要求 1 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,所述多个增压器的容量互不相同。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,

所述控制装置执行在规定的下限值与规定的上限值之间的范围内调整所述 EGR 率的控制,

所述多个增压器中容量最小的增压器在所述内燃机的负荷为低负荷,并所述 EGR 率调整为所述上限值时,根据引导到该增压器的排气的流量设定其容量。

11. 根据权利要求 9 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,

所述多个增压器由第 1 增压器以及比该第 1 增压器容量小的第 2 增压器构成,

所述控制装置形成能够根据所述内燃机的负荷以及所述 EGR 率,实施从使所述第 1 增压器及第 2 增压器两者动作的状态、只使所述第 1 增压器动作的状态、以及只使所述第 2 增压器动作的状态中选择的任意一个状态的控制的结构。

12. 根据权利要求 11 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,

还具备用于对来自所述第 1 增压器的压缩气体的压力进行调整的可变喷嘴,

所述控制装置形成能够实施在所述 EGR 率为 0 时至少使所述第 1 增压器动作,在所述 EGR 率比 0 大,但未满规定的 EGR 阈值时,至少使所述第 1 增压器动作,而且使所述可变喷嘴动作,以使所述第 1 增压器来的压缩气体的压力为规定的需要的压力以上的控制的结构。

13. 根据权利要求 11 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,

所述控制装置形成能够实施在所述内燃机的负荷在规定的负荷阈值以上,所述 EGR 率未满规定的 EGR 阈值时,使所述第 1 增压器及第 2 增压器两者动作,而在所述 EGR 率在所述 EGR 阈值以上时,只使所述第 1 增压器动作的控制的结构。

14. 根据权利要求 11 所述的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,

所述控制装置形成能够实施在所述内燃机的负荷未满规定的负荷阈值,所述 EGR 率未

满规定的 EGR 阈值时,只使所述第 1 增压器动作,而在所述 EGR 率在所述 EGR 阈值以上时,只使所述第 2 增压器动作的控制的结构。

## 带增压器的内燃机的排气再循环系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在具备增压器的内燃机中使用的排气再循环系统。

### 背景技术

[0002] 向来,已知有以减小 NO<sub>x</sub> 排出量和改进燃料消耗为目的,采用使排气在内燃机内再循环的技术的内燃机,该技术通常被称为“排气再循环(EGR)”。在这种内燃机中,在使排气通路与供气或扫气通路旁通的 EGR 通路上设置 EGR 阀,通过改变该 EGR 阀的开度,能够变更通过 EGR 通路再循环的排气量。内燃机的控制装置如图 5 所示根据一旦 EGR 率增加,NO<sub>x</sub> 排出量就单调减少的关系,控制 EGR 阀开度的调整,以使 NO<sub>x</sub> 排出量为所期望的值。

[0003] 又,具备多个增压器的内燃机也是众所周知的。鉴于排气的流量相应于内燃机的转速改变的情况,在例如专利文献 1 中公开了具备容量互不相同的两个增压器的内燃机。在这种内燃机中,采用使增压器涡轮机上游的排气向增压器压缩机下游循环的所谓高压 EGR 技术。

[0004] 这种内燃机的控制装置执行从根据内燃机的转速以及燃料喷射量只使小容量的增压器动作的单模(シングルモード)和使得两增压器动作的双模(ツインモード)这两种动作模式中选择设定一种动作模式的控制。这样,即使是内燃机转速或燃料喷射量发生变化,也务必能够跟踪该变化发挥高增压性能。

[0005] 还有,在动作模式从单模转移到双模时,必须使停止着的大容量增压器启动。因此,这种内燃机的控制装置在向双模转移时执行收缩 EGR 阀的控制。以此将应该再循环的排气提供给增压器侧,能够确保该大容量增压器的预备旋转所需要的流量。

[0006] 专利文献 1: 日本特开 2008 - 175114 号公报。

### 发明内容

[0007] 如果这样采用已有的控制装置,则使用排气再循环技术的内燃机具备的多个增压器的动作控制只根据转速和燃料喷射量进行。但是,即使是转速和燃料喷射量相同,一旦 EGR 阀的开度改变,提供给增压器侧的排气量也改变。因此,恐怕不能够根据实际提供给增压器侧的排气量设定最佳动作模式。

[0008] 又,控制装置能够选择设定的动作模式有两种,也许不容易发挥与运行状态相应的最佳增压性能。特别是在形成能够改变再循环的排气量的结构的内燃机中,再循环的排气量在全部排气量中所占的比例(所谓 EGR 率)是决定提供给增压器侧的排气量的重要因素,要求能够根据该 EGR 率的变化实施极细致的增压器控制。

[0009] 还有,如果采用已有的控制装置,则在改变动作模式时预先使增压器旋转之际,改变 EGR 阀的开度,使应该再循环的排气量改变。如上所述,EGR 阀的开度原来是为了将 NO<sub>x</sub> 排出量抑制于所期望的值而调整的。因此,如果由于改变增压器的动作模式而改变 EGR 阀的开度,则可能会影响原来的目的的实现。

[0010] 因此,本发明的目的在于,在使用使排气再循环的技术的带增压器的内燃机中,使

其与运行状态无关地发挥高增压性能,目的在于,即使是在增压器通过风量到达减少的高 EGR 率运行时也能够使其实现高增压性能。本发明的目的还在于,防止增压器动作控制与决定 EGR 率的控制之间的相互干涉。

[0011] 本发明是鉴于这样的情况而作出的,本发明的带增压器的内燃机的排气再循环系统,其特征在于,具备引导来自内燃机的排气的排气通路、与所述排气通路并联连接的多个增压器、将所述多个增压器发生的压缩气体提供给所述内燃机用的供气或扫气通路、使所述排气通路与所述供气或扫气通路旁通的 EGR 通路、以及进行控制以调整流过所述 EGR 通路的排气量在全部排气量中的比例、即 EGR 率的控制装置;所述控制装置还形成能够实施根据所述内燃机的负荷以及所述 EGR 率决定是否使所述多个增压器中的各个增压器动作的控制的结构。

[0012] 通过形成这样的结构,即使是 EGR 率改变,提供给增压器一侧的排气量有变化,也能够跟踪该排气量的变化,选择最佳的增压器的工作状态。又对多个增压器中的各个决定是否使其动作,因此能够使动作的增压器的组合多样化。因此能够根据内燃机的负荷以及 EGR 率,极其细致地改变增压器的工作状态,能够根据那时候的工作状态发挥尽可能好的增压性能。

[0013] 也可以是,在上述多个增压器中的至少一个上设置对该增压器发生的压缩气体的压力进行调整用的可变喷嘴。通过对该可变喷嘴进行最佳控制,能够进一步提高增压性能。

[0014] 也可以是,在上述排气通路中,包含从所述内燃机延伸出的排气集合通路、以及从该排气集合通路分叉,连接于所述多个增压器的各个增压器上的多条分叉排气通路;还具备设置于所述各分叉排气通路上的排气开闭阀;所述控制装置形成能够进行控制以对多个所述排气开闭阀进行驱动,以打开应该使其动作的增压器上连接的分叉排气通路,同时关闭应该使其停止的增压器上连接的分叉排气通路的结构。通过形成这样的结构,能够实现如上所述对多个增压器的各增压器是否使其动作进行选择用的结构。

[0015] 也可以是,在所述供气或扫气通路中,包含分别连接于所述多个增压器的多条分叉通路、以及集合所述多条分叉通路,延伸到所述内燃机的集合通路;还具备在所述各分叉通路上设置的开闭阀;所述控制装置形成能够进行控制,以对多个所述开闭阀进行驱动,以打开应该使其动作的增压器上连接的分叉通路,同时关闭应该使其停止的增压器上连接的分叉通路的结构。借助于此,能够将从应该使其动作的增压器来的压缩气体通过供气或扫气通路提供给内燃机,同时能够防止该压缩气体逆向流动到应该使其停止的增压器。

[0016] 也可以是,还具备独立于所述排气通路设置,用于对所述多个增压器分别提供预备转动用的压缩空气的压缩空气通路;所述控制装置形成能够进行控制,以在所述增压器启动时通过所述压缩空气通路对应该启动的增压器提供预备转动用的压缩空气规定时间的结构。这样,在应该启动的增压器预备旋转时就不必使用排气。也就是说,不必使例如应该减小 EGR 率再循环的排气转向增压器侧。这样就可以避免增压器动作的控制干扰以减少 NOx 排出量为目的的决定 EGR 率的控制。

[0017] 也可以是,还具备连接于所述多个增压器的压缩机的各自的下游侧,用于使来自增压器的压缩气体通往大气中的多条放气通路、以及设置于所述放气通路上的放气阀;所述控制装置形成能够进行驱动所述放气阀的控制,以在所述规定时间内(所述所定期间が経過する間)打开与应该启动的增压器对应的放气通路,在经过所述规定时间后进行

驱动所述放气阀的控制,以关闭该放气通路的结构。借助于此,在预先使应该启动的增压器转动时,能够避免喘振(surging)的发生。

[0018] 也可以是,所述供气或扫气通路包含分别连接于所述多个增压器的多条分叉通路、以及集合所述多条分叉通路,延伸到所述内燃机的集合通路;还具备设置于所述各分叉通路上的开闭阀、独立于所述排气通路设置,分别对所述多个增压器的各增压器提供预备旋转用的压缩空气的压缩空气通路、连接于所述多个增压器的各压缩机的下游侧,使来自增压器的压缩气体通往大气中的多条放气通路、以及设置于所述各放气通路的放气阀;所述控制装置形成能够如下所述进行控制的结构,即在所述增压器启动时,执行在规定时间内通过所述压缩空气通路对应该启动的增压器提供预备旋转用的压缩空气的控制,同时至少在所述规定时间内(所述所定期间が経過する間)执行驱动所述放气阀,打开与所述应该启动的增压器对应的放气通路,同时控制驱动所述开闭阀,以关闭与所述应该启动的增压器连接的分叉通路,并在经过所述规定时间后执行驱动所述放气阀,以关闭该放气通路,同时控制驱动所述开闭阀,以打开该分叉通路的结构。借助于此,能够防止在使应该启动的增压器预备旋转时来自该增压器的压缩机的压缩气体被提供给内燃机,能够避免内燃机的行为不稳定。又能够防止在增压器预备旋转时来自其他增压器的压缩气体逆向流动,能够使增压器的预备旋转稳定地进行。

[0019] 也可以是,所述多个增压器的容量完全相同。又可以是,所述多个增压器的容量互不相同。在不相同的情况下,可以实施例如在部分负荷时使容量小的增压器动作,在中高负荷时使容量大的增压器动作等控制,能够与运行状态的变化无关地发挥高增压性能。

[0020] 也可以是,所述控制装置执行在规定的下限值与规定的上限值之间的范围内调整所述 EGR 率的控制;所述多个增压器中容量最小的增压器在所述内燃机的负荷为低负荷,所述 EGR 率调整为所述上限值时,根据引导到该增压器的排气的流量设定其容量。在内燃机为低负荷,EGR 率被设定为上限值时,是提供给增压器侧的排气的流量最小的状况。按照这样的状况设定增压器的容量,即使是在这样的状况下也能够实现高增压性能。

[0021] 也可以是,所述多个增压器由第 1 增压器以及比该第 1 增压器容量小的第 2 增压器构成;所述控制装置形成能够根据所述内燃机的负荷以及所述 EGR 率,实施从使所述第 1 增压器及第 2 增压器两者动作的状态、只使所述第 1 增压器动作的状态以及只使所述第 2 增压器动作的状态中选择的任意一个状态的控制的控制的结构。借助于此,在具备两个增压器的内燃机中,能够极其细致地对与运行状态相应的增压器的动作进行控制。

[0022] 也可以是,还具备用于对从所述第 1 增压器来的压缩气体的压力进行调整的可变喷嘴,所述控制装置形成能够实施在所述 EGR 率为 0 时至少使所述第 1 增压器动作,在所述 EGR 率比 0 大,但未满规定的 EGR 阈值时,至少使所述第 1 增压器动作,而且使所述可变喷嘴动作,以使所述第 1 增压器来的压缩气体的压力为规定的需要的压力以上的控制的结构。这样,在应该再循环的排气量为 0,全部排气被提供给增压器的状况下,至少使大容量的第 1 增压器动作,这样能够尽可能发挥高增压特性。如果在该第 1 增压器设置可变喷嘴,则在 EGR 率从 0 逐渐增加时,借助于该可变喷嘴的动作,能够维持发挥最佳增压特性的状态。

[0023] 也可以是,所述控制装置形成能够实施在所述内燃机的负荷在规定的负荷阈值以上,所述 EGR 率未满规定的 EGR 阈值时,使所述第 1 增压器及第 2 增压器两者动作,在所述 EGR 率在所述 EGR 阈值以上时,只使所述第 1 增压器动作的控制的结构。借助于此,在内燃

机的负荷处于高负荷状态，EGR 率低或为 0 时，由于对增压器侧提供较多的排气，使两个增压器同时动作，因此能够发挥高增压特性。在 EGR 率较高时，使小容量的第 2 增压器停止，这样能够维持发挥最佳增压特性的状态。

[0024] 也可以是，所述控制装置形成能够实施在所述内燃机的负荷未满足规定的负荷阈值，所述 EGR 率未满足规定的 EGR 阈值时，只使所述第 1 增压器动作，在所述 EGR 率在所述 EGR 阈值以上时，只使所述第 2 增压器动作的结构的控制。借助于此，在内燃机的负荷处于低负荷状态时，EGR 率高时，提供给增压器侧的排气量小，因此只使小容量的第 2 增压器动作，因此能够发挥高增压特性。在 EGR 率低或为 0 时，取代第 2 增压器，只使第 1 增压器动作，这样能够维持发挥最佳增压特性的状态。

[0025] 本发明的上述目的、其他目的、特征以及优点将从参照附图对下述理想的实施形态进行的详细说明中能够清楚了解到。

[0026] 这样，采用本发明时，在采用使排气再循环的技术的带增压器的内燃机中，能够相应于内燃机的负荷以及 EGR 率等运行状态发挥高增压特性。

## 附图说明

[0027] 图 1 是表示本发明的实施形态的排气再循环系统的结构的方框图；

[0028] 图 2 是表示图 1 所示的系统的控制系统的结构的方框图；

[0029] 图 3 是内燃机的负荷以及 EGR 率与增压器的工作状态的对应关系的说明图；

[0030] 图 4 是表示图 2 所示的涡轮(turbo)控制部执行的涡轮控制的处理步骤的流程图；

[0031] 图 5 是 EGR 率与 NOx 排出率的关系曲线。

## 具体实施方式

[0032] 下面参照这些附图对本发明的实施形态进行说明。图 1 所示的本发明的实施形态的排气再循环系统(以下简称“系统”)1 被使用于具备增压器的内燃机 2。该内燃机 2 可以是 2 冲程(サイクル)发动机和 4 冲程发动机中的任意一种，也可以是汽油发动机、气体发动机以及柴油发动机中的任意一种。又，这种内燃机 2 不仅可以作为四轮车辆和船舶等输送机器的原动力，而且也可以作为其他各种机器的原动力使用。在这里为了方便，只对内燃机 2 为船用 2 冲程柴油发动机的情况进行说明。

[0033] 内燃机 2 具有未图示的燃烧室，从该燃烧室延伸出引导排气用的排气通路 3。排气通路 3 具有从内燃机 2 延伸出的 1 个系统的集合排气通路 4、以及从该集合排气通路 4 相互离开延伸的 2 条分叉排气通路 5A、5B。

[0034] 在各分叉排气通路 5A、5B 上分别连接增压器 6A、6B。换句话说，本系统 1 具有两个增压器 6A、6B，这些增压器 6A、6B 通过分叉排气通路 5A、5B 与集合排气通路 4 并联连接。

[0035] 这两个增压器 6A、6B 其容量互不相同，下面将大容量的增压器 6A 称为“第 1 增压器 6A”，将小容量的增压器 6B 称为“第 2 增压器 6B”。又，将连接于第 1 增压器 6A 的分叉排气通路 5A 称为“第 1 分叉排气通路 5A”，将连接于第 2 增压器 6B 的分叉排气通路 5B 称为“第 2 分叉排气通路 5B”。

[0036] 第 1 增压器 6A 具有涡轮机 7A 和压缩机 8A，涡轮机 7A 利用流过第 1 分叉排气通路

5A 的排气驱动旋转。压缩机 8A 通过传递涡轮机 7A 的转矩旋转,借助于此,利用压缩机 8A 对空气进行压缩。在涡轮机 7A 的入口部,设置使流入涡轮机 7A 的排气的流路断面改变的可变喷嘴 9A,借助于该可变喷嘴 9A 的动作,能够调整从压缩机 8A 流出的压缩气体的压力。

[0037] 第 2 增压器 6B 的结构,除了不具有可变喷嘴这一点外,与第 1 增压器 6A 相同,不再对其进行重复说明。图 1 中的符号 7B、8B 是第 2 增压器 6B 的涡轮机以及压缩机。

[0038] 增压器 6A、6B 上连接将增压器 6A、6B 来的压缩气体提供给内燃机 2 的燃烧室的扫气通路 10。还有,在内燃机是 4 冲程发动机的情况下,这些增压器连接于供气通路。

[0039] 扫气通路 10 具有从第 1 增压器 6A 的压缩机 8A 一侧延伸的第 1 分叉扫气通路 11A、从第 2 增压器 6B 的压缩机 8B 一侧延伸的第 2 分叉扫气通路 11B、以及集合这些分叉扫气通路 11A、11B 后向内燃机 2 作为 1 个系统延伸的集合扫气通路 12。也就是说,两个增压器 6A、6B 通过分叉扫气通路 11A、11B 也与集合扫气通路 12 并联连接。

[0040] 因此,如果采用本系统 1,则各增压器 6A、6B 使用的从内燃机 2 排出的流过排气通路 3 的排气的能量对空气进行压缩,能够通过扫气通路 10 将该高温压缩气体提供给内燃机 2。集合扫气通路 12 上设置空气冷却器(エアクーラ)13,从增压器 6A、6B 来的高温压缩气体在该空气冷却器 13 进行冷却之后被提供给内燃机 2。

[0041] 本系统 1 具备开闭第 1 分叉排气通路 5A 的第 1 排气开闭阀 14A、以及开闭第 2 分叉排气通路 5B 的第 2 排气开闭阀 14B。在第 1 排气开闭阀 14A 处于将第 1 分叉排气通路 5A 打开的状态时,通过第 1 分叉排气通路 5A 将排气提供给第 1 增压器 6A,能够使第 1 增压器 6A 动作。反之,在第 1 排气开闭阀 14A 处于将第 1 分叉排气通路 5A 关闭的状态时,能够使第 1 增压器 6A 停止。第 2 排气开闭阀 14B 的状态与第 2 增压器 6B 动作之间的关系也与此相同。

[0042] 又,各分叉排气通路 5A、5B 上连接着从压缩器 15 发生的压缩空气的蓄压用的贮存器 16 延伸出的增压器预备旋转用的压缩空气通路 17。该预备旋转用的压缩空气通路 17 具有从贮存器 16 延伸出的集合压缩空气通路 18、从集合压缩空气通路 18 分叉出,连接于第 1 分叉排气通路 5A 的第 1 分叉压缩空气通路 19A、以及连接于第 2 分叉排气通路 5B 的第 2 分叉压缩空气通路 19B。

[0043] 还有,贮存器 16 可以作为增压器的预备旋转专用的部件,也可以兼用为对其他机器进行驱动用的部件。在船舶中有许多利用压缩空气进行驱动的机器,与其对应设置有贮存器。因此,能够容易地将内燃机 2 近旁配置的贮存器之一使用于增压器的预备旋转,设置增压器的预备旋转专用的贮存器的必要性小。

[0044] 各分叉压缩空气通路 19A、19B 下游端方便地连接于第 1 分叉排气通路 5A 及第 2 分叉排气通路 5B,可以将贮存器 16 中贮存的压缩空气提供给各增压器 6A、6B 的涡轮机 7A、7B。换句话说,两个增压器 6A、6B 通过分叉排气通路 5A、5B 及分叉压缩空气通路 19A、19B 与贮存器 16 并联连接。

[0045] 本系统 1 具备开闭第 1 分叉压缩空气通路 19A 的第 1 压缩空气开闭阀 20A、以及开闭第 2 分叉压缩空气通路 19B 的第 2 压缩空气开闭阀 20B。在第 1 压缩空气开闭阀 20A 处于将第 1 分叉压缩空气通路 19A 打开的状态时,压缩空气被提供给第 1 增压器 6A 的涡轮机 7A,利用该压缩空气可以使涡轮机 7A 旋转。反之,在第 1 压缩空气开闭阀 20A 处于将第 1 分叉压缩空气通路 19A 关闭的状态时,压缩空气不能够提供给涡轮机 7A。还有,第 2 压缩

空气开闭阀 19B 的状态与第 2 增压器 6B 的涡轮机 7B 的动作之间的关系也与此相同。

[0046] 增压器 6A、6B 的压缩机 8A、8B 上连接的各分叉扫气通路 11A、11B 上,分别连接使压缩气体通入大气的第 1 及第 2 放气通路 22A、22B,本系统 1 具备开闭第 1 放气通路 22A 的第 1 放气阀 23A、以及开闭第 2 放气通路 22B 的第 2 放气阀 23B。在第 1 放气阀 23A 处于将第 1 放气通路 22A 打开的状态时,第 1 分叉扫气通路 11A 内的压缩气体通过第 1 放气通路 22A 向外部放出。反之,在第 1 放气阀 23A 处于将第 1 放气通路 22A 关闭的状态时,能够防止第 1 分叉扫气通路 11A 内的压缩气体被放出到外部。而且,本系统 1 具备开闭第 1 分叉扫气通路 11A 的第 1 扫气开闭阀 24A、以及开闭第 2 分叉扫气通路 11B 的第 2 扫气开闭阀 24B。在第 1 扫气开闭阀 24A 处于将第 1 分叉扫气通路 11A 打开的状态时,能够将第 1 分叉扫气通路 11A 内的压缩气体提供给集合扫气通路 12。反之,在第 1 扫气开闭阀 24A 处于将第 1 分叉扫气通路 11A 关闭的状态时,不能够将第 1 分叉扫气通路 11A 内压缩气体提供给集合扫气通路 12。还有,第 2 放气阀 23B 及第 2 扫气开闭阀 24B 的状态与第 2 分叉扫气通路 11B 内的压缩气体的行为之间的关系也与此相同。

[0047] 集合排气通路 4 通过 EGR 通路 25 与集合扫气通路 12 旁通连接。因此,内燃机 2 来的排气不经过各增压器 6A、6B,而通过该 EGR 通路 25 被引入扫气通路 10,能够再循环到内燃机 2。也就是说,本系统 1 采用 EGR 通路使排气通路中相对于增压器为上游侧的部分与供气或扫气通路中相对于增压器为下游侧的部分旁通的所谓高压 EGR 的技术,因此具有能够在防止压缩机 8A、8B 的污损的同时使排气再循环等优点。

[0048] 在该 EGR 通路 25 上,从排气通路 3 一侧开始,EGR 阀 26、洗涤器(スクラバ)27、鼓风机 28、以及 EGR 气体冷却器 29 依序介于其中。EGR 阀 26 由例如蝶形阀等构成,其开度可变,通过改变 EGR 阀 26 的开度,能够改变 EGR 率。该所谓“EGR 率”是在从燃烧室送入排气通路 3 的全部排气量中,通过 EGR 通路 25 再循环到内燃机 2 的排气量的比例。参照图 5,如上所述使 EGR 率增加,能够减少 NOx 的排出率。一方面,由于本系统 1 采用所谓高压 EGR 技术,因此如果使 EGR 率增加,则会导致提供给增压器 6A、6B 一侧的排气量减少。

[0049] 还有,洗涤器 27 进行排气的脱尘、脱硫、以及冷却,是对再循环的排气的净化起作用的装置。鼓风机 28 是用于使排气升压的装置。在船用柴油发动机中扫气压力往往比再循环的排气的压力高,因此向扫气通路再循环时,利用该鼓风机将排气的压力提高到扫气压力的程度,以使排气的再循环能够顺利进行。还有,鼓风机 28 的驱动源可以是电动机,也可以是内燃机 2 的曲轴,又可以在上述第 1 及第 2 增压器 6A、6B 之外另设的增压器。而且从排气通路 3 流入 EGR 通路 25 的高压排气在 EGR 气体冷却器 29 进行冷却后通过扫气通路 10 再循环到内燃机 2。

[0050] 下面参照图 2 对本系统 1 的控制系统进行说明。本系统 1 具备对内燃机 2 的动作进行总控制的控制器 30。控制器 30 具有对外部传感器以及作为控制对象的装置等进行信息的输入输出用的输入输出接口(未图示)、存储控制程序和输入的信息等的存储器(未图示)、以及执行该控制程序的 CPU(未图示)。在该控制程序中,包含例如指示对内燃机 2 的负荷进行控制用的处理步骤的负荷控制程序、指示调整 EGR 率用的处理步骤的 EGR 控制程序、以及指示控制增压器 6A、6B 的动作用的处理步骤的涡轮控制程序等。即控制器 30,作为其功能方框图,具有控制内燃机 2 的负荷的负荷控制部 31、对 EGR 率的调整进行控制的 EGR 控制部 32、以及对增压器 6A、6B 的动作进行控制的涡轮控制部 33。控制器 30 与在利用控

制部 31 ~ 33 执行的控制中应该参考的系统 1 的运行状态的检测用的各种传感器连接,形成能够从这些传感器向控制器 30 输出表示运行状态的信号的结构。

[0051] 又,控制器 30 与作为各控制部 31 ~ 33 执行控制的对象的装置的,可变喷嘴 9A、各排气开闭阀 14A、14B、预备旋转用的各压缩空气开闭阀 20A、20B、各放气阀 23A、23B、各扫气开闭阀 24A、24B、EGR 阀 26、以及燃料喷射装置 35 连接。在这里举出的阀分别为能够用电气或空气手段驱动的阀门。但是,没有限定是常开阀还是常闭阀。

[0052] 负荷控制部 31 根据表示系统 1 的运行状态的输入信号求出燃料喷射量的指令值,控制燃料喷射装置 35 的动作,以将该指令值的燃料喷射量向燃烧室喷射。借助于此,能够根据对控制器 30 输入的信号控制内燃机 2 的负荷。

[0053] EGR 控制部 32 根据图 5 所示的关系,求出应该调整 EGR 率的 EGR 阀 26 的开度的指令值以能够使 NOx 排出率为所期望的数值,控制 EGR26 的驱动,以使 EGR 阀 26 的开度为该指令值。借助于此,能够将内燃机 2 来的 NOx 排出量抑制于所期望的数值。在内燃机 2 采用船用 2 冲程柴油发动机的本实施形态中,利用 EGR 控制部 32 将 EGR 率调整在例如 0% 到 30% 的范围内。

[0054] 涡轮控制部 33 形成能够根据内燃机 2 的负荷以及 EGR 率,决定是否使第 1 及第 2 增压器 6A、6B 各自动作,根据该决定,控制增压器 6A、6B 的动作的结构。也就是说,涡轮控制部 33 形成能够根据内燃机 2 的负荷及 EGR 率,执行第 1 以及第 2 排气开闭阀 14A、14B 的驱动控制、以及可变喷嘴 9A 的驱动控制的结构。而且涡轮控制部 33,如下所述形成预备旋转用的各压缩空气开闭阀 20A、20B、各放气阀 23A、23B、各扫气开闭阀 24A、24B 的驱动控制也一起执行的结构。涡轮控制部 33 形成为检测内燃机 2 的负荷,参考负荷控制部 31 求得的燃料喷射量的指令值,为了检测 EGR 率,参考 EGR 控制部 32 求得的 EGR 阀 26 的开度的指令值的结构。

[0055] 图 3 表示内燃机 2 的负荷及 EGR 率与增压器的工作状态的对应关系。涡轮控制部 33 根据内燃机 2 的负荷为“高负荷”和“低负荷”两个状态中的哪一个状态,而且根据 EGR 率为“无 EGR”、“低 EGR”、“中 EGR”以及“高 EGR”这 4 个状态中的哪一个,决定使其动作的增压器。所谓“高负荷”表示内燃机 2 的负荷在预先存储于控制器 30 的规定的负荷阈值以上,所谓“低负荷”表示未满足该负荷阈值。所谓“无 EGR”表示 EGR 阀 26 完全关闭,EGR 率为 0,全部排气向增压器 6A、6B 一侧提供的状态,所谓“低 EGR”表示 EGR 率大于 0,但未满足控制器 30 中预先存储的规定的第 1EGR 阈值,所谓“高 EGR”表示 EGR 率在比该第 1EGR 阈值大的值、即规定的第 2EGR 阈值以上,所谓“中 EGR”表示 EGR 率在第 1EGR 阈值以上,但未满足第 2EGR 阈值。还有,在控制上分类的负荷状态数目以及 EGR 率的状态数目不是分别限定于 2 和 4,可以适当改变。

[0056] 在内燃机 2 的负荷为“高负荷”的情况下,如果 EGR 率为“无 EGR”以及“低 EGR”,则使第 1 以及第 2 增压器 6A、6B 两者动作。但是如果是“无 EGR”,则第 1 增压器 6A 的可变喷嘴 9A 的开度处于全开状态。如果是“低 EGR”,则使可变喷嘴 9A 动作,使可变喷嘴 9A 的开度为比全开状态小的规定的开度。如果 EGR 率为“中 EGR”及“高 EGR”,则只使第 1 增压器 6A 动作,使第 2 增压器 6B 停止。但是,如果是“中 EGR”,则使第 1 增压器 6A 的可变喷嘴 9A 的开度处于全开状态。如果是“高 EGR”,则使可变喷嘴 9A 动作,使可变喷嘴 9A 的开度为比全开状态小的规定的开度。

[0057] 在内燃机 2 的负荷为“低负荷”的情况下,如果 EGR 率为“无 EGR”和“低 EGR”,则只使第 1 增压器 6A 动作,使第 2 增压器 6B 停止。同时使可变喷嘴 9A 的开度为比全开状态小的规定的开度。如果是“高 EGR”,则只使第 2 增压器 6B 动作,使第 1 增压器 6A 停止。

[0058] 这样,在本实施形态中,在“低负荷”的情况下,根据 EGR 率为“无 EGR”、“低 EGR”以及“高 EGR”这 3 个状态中的哪一个状态决定增压器的工作状态。在内燃机 2 的负荷为“低负荷”,EGR 率为如上所述定义的“中 EGR”的情况下,可以决定与图 3 所示的“低 EGR”的情况相同的工作状态,也可以决定与“高 EGR”的情况相同的工作状态。还有,内燃机 2 的负荷为“高负荷”时和“低负荷”时,区分 EGR 率的状态用的 EGR 阈值的数值也可以不同。

[0059] 这样,涡轮控制部 33 形成能够实施如下所述控制的结构,即在 EGR 率为 0 时,至少使第 1 增压器 6A 动作,在 EGR 率比 0 大,但未满规定的 EGR 阈值时,至少使第 1 增压器 6A 动作,同时使可变喷嘴 9A 动作。这样,在应该再循环的排气量为 0,全部排气向增压器一侧提供的状况下,至少使大容量的第 1 增压器 6A 动作,这样能够发挥高增压特性。当 EGR 率从 0 开始稍微增加,达到“低 EGR”状态时,使可变喷嘴 9A 动作,而这时使可变喷嘴 9A 动作,使其达到规定的必要的扫气压力,则能够跟踪 EGR 率的变化维持能够发挥最佳增压特性的状态。

[0060] 又,涡轮控制部 33 形成能够执行如下所述控制的结构,即在内燃机 2 的负荷为“高负荷”,EGR 率为“低 EGR”或“无 EGR”时,使得两增压器 6A、6B 动作,当 EGR 率为“中 EGR”或“高 EGR”时,只使第 1 增压器 6A 动作。这样,在“高负荷”,“低 EGR”或“无 EGR”时,由于向增压器一侧提供较多的排气,使两个增压器 6A、6B 一起动作,因此能够发挥高增压特性。在“中 EGR”或“高 EGR”时,使小容量的第 2 增压器 6B 停止,这样能够维持发挥最佳增压特性的状态。

[0061] 又,涡轮控制部 33 形成能够执行如下所述控制的结构,即内燃机 2 的负荷为“低负荷”,EGR 率为“低 EGR”或“无 EGR”时,只使第 1 增压器 6A 动作,EGR 率为“高 EGR”时,只使第 2 增压器 6B 动作。这样,在“低负荷”而且是“高 EGR”时,向增压器一侧提供的排气量少,因此只使小容量的第 2 增压器 6B 动作,这样能够发挥高增压特性。在“低 EGR”或“无 EGR”时,取代第 2 增压器 6B,只使大容量的第 1 增压器 6A 动作,这样能够维持发挥最佳增压特性的状态。

[0062] 这里,所谓“低负荷”而且“高 EGR”时,是指在本系统 1 中被引向增压器一侧的排气量最少的时候。在这种状况下,最好是在系统 1 的设计阶段预先把握好向增压器一侧用的排气的流量,根据该流量设定第 2 增压器 6B 的容量。这样,即使是排气量最少的状况下,也能够维持高增压特性。

[0063] 在这里,图 3 的括号内的数字,表示“高负荷”而且“无 EGR”的情况下的全部排气量记为 10 时的,提供给各增压器 6A、6B 的排气量的允许值的例子。换句话说,各增压器 6A、6B 具有使排气达到括号内的数值的容量。这样,在“高负荷”而且“无 EGR”的情况下,在本系统 1 中,向增压器一侧提供的排气量最大。在“低负荷”而且“高 EGR”的情况下,该排气量为最小,但是在这里,假定该排气量为上述最大排气量的 20%。小容量的第 2 增压器 6B 的容量设定得使其在这样的状况下能够发挥高增压特性。但是,该比例只是一个例子,相应于该值的变化,第 2 增压器 6B 的容量也适当改变。

[0064] 而且,第 1 及第 2 增压器 6A、6B 的容量的总和被设定为被引向增压器一侧的排气

量为在最大的“高负荷”而且“无 EGR”的情况下,能够发挥高增压特性。第 2 增压器 6B 设定为分担该最大的排气量的 20%,因此第 1 增压器 6A 的容量被设定为在提供其余的 80%的情况下能够发挥高增压特性。

[0065] 这样,上述增压器 6A、6B 的工作状态根据相应于内燃机 2 的负荷以及 EGR 率决定的向增压器一侧的排气供给量,还有各增压器 6A、6B 的容量决定。

[0066] 在“低负荷”而且“无 EGR”或“低 EGR”的情况下,向增压器一侧提供的排气量减少,因此只使第 1 增压器 6A 动作,根据该排气量的变化改变可变喷嘴 9A 的开度,这样能够维持尽可能高的增压器特性。

[0067] 下面参照图 4 对涡轮控制部 33 执行的涡轮控制的处理步骤进行说明。图 4 所示的流程由涡轮控制部 33 每规定的控制周期反复执行。首先,涡轮控制部 33 按照负荷控制部 31 及 EGR 控制部 32 来的输入检测内燃机 2 的负荷以及 EGR 率(步骤 S1)。然后将检测出的负荷及 EGR 率分别与负荷阈值及 EGR 阈值进行比较(步骤 S2),导出内燃机 2 的负荷符合“高负荷”和“低负荷”中的哪一种状态,同时导出 EGR 率符合“无 EGR”、“低 EGR”、“中 EGR”以及“高 EGR”中的哪一种状态(步骤 S3)。

[0068] 接着,涡轮控制部 33 判断这一次导出的状态是否不同于上次导出的状态(步骤 S4)。如果状态没有变化(S4 判断为:否),则处理结束,继续当前设定的增压器的工作状态。如果状态有变化时(S4 判断为:是),则根据这一次导出的状态与图 3 所示的对应关系,选定新的增压器的动作状态(步骤 S5)。

[0069] 然后,将当前设定的增压器的工作状态与新选定的增压器的工作状态加以比较,据此判断是否存在虽然当前停止着,但是根据新的工作状态有必要启动的增压器(步骤 S6)。也就是说,从进行前一次处理起经过规定的控制周期的期间,状态从例如“高负荷”而且“高 EGR”变成“高负荷”而且“低 EGR”的情况下,有必要新启动第 2 增压器 6B。另一方面,状态从例如“高负荷”而且“无 EGR”变成“高负荷”而且“低 EGR”的情况下,增压器的工作状态虽然改变,但是不存在需要新启动的增压器。

[0070] 在不存在需要启动的增压器的情况下(S6 判断为:否),按照选定的工作状态进行对各排气开闭阀 14A、14B、各扫气开闭阀 24A、24B、以及可变喷嘴 9A 的驱动控制(步骤 S10),然后结束处理。

[0071] 存在有必要新启动的增压器的情况下(S6 判断为:是),分别对分叉压缩空气开闭阀以及放气阀进行驱动控制,以打开与该增压器对应的预备旋转用的(予回転用の)分叉压缩空气通路以及放气通路(步骤 S7)。然后,判断执行这些驱动控制后是否经过了规定时间(步骤 S8)。

[0072] 如上所述,各通路在将开闭的状态持续规定时间时(所定時間継続している間),将来自贮存器 16 的压缩空气提供给应该启动的增压器,该增压器的涡轮机借助于压缩空气预备旋转。借助于此,压缩机也预备旋转,空气被压缩。该预备旋转发生的压缩空气的压力往往比运行中的内燃机 2 所需要的扫气压力还低。因此,为了防止从扫气通路向压缩机逆向流动,使分叉扫气通路的扫气开闭阀处于关闭状态,将增压器与内燃机 2 断开。同时使放气阀处于打开状态,打开放气通路,放掉预备旋转发生的低压压缩空气,以防止发生喘振。又,预备旋转用的压缩空气由与排气通路 3 不同的系统提供,因此增压器的预备旋转也可以不使用排气。因此,EGR 率不因增压器的启动而受影响,可以避免增压器的启动干扰

EGR 控制,能够将 NO<sub>x</sub> 排出量维持于所期望值。

[0073] 在步骤 S8 判断为经过规定时间时(S8 判断为 :是),分别对压缩空气开闭阀以及放气阀进行驱动控制,以关闭分叉压缩空气通路以及放气通路(步骤 S9),然后进入步骤 S10,对排气开闭阀以及扫气开闭阀分别进行驱动控制,以打开分叉排气通路以及分叉扫气通路,然后结束处理。借助于此,将排气通路 3 内的排气提供给预备旋转的增压器,该增压器基于排气流量平稳工作。

[0074] 迄今为止对本发明的实施形态进行了说明,但是上述结构可以在本发明的范围内适当改变。增压器数不限于两个,系统中也可以具备在排气通路以及扫气或供气通路上分别并联连接的 3 个以上的增压器。又,具备可变喷嘴的增压器的个数不限于 1 个,也可以在多个增压器上具备可变喷嘴。又,增压器的容量未必互不相同,各增压器的容量也可以相同。

[0075] 又,EGR 通路上的洗涤器、鼓风机、EGR 气体冷却器可以根据需要设置,也可以适当省略。

[0076] 在本实施形态中,内燃机使用船用 2 冲程柴油发动机,但是也可以使用其他用途的 4 冲程发动机或汽油发动机。但是,柴油发动机与利用三元催化剂谋求减少 NO<sub>x</sub> 排出率的汽油发动机相比,倾向于将 EGR 率设定得更高,可以使用于将 EGR 率作为输入参数决定增压器的工作状态的本系统。

[0077] 根据上述说明,对于本行业的普通技术人员来说,本发明的许多改良和其他实施形态是明显的。从而,上述说明应该只解释为例示,是为本行业的普通技术人员示教实施本发明的最佳形态这样的目的而提供的。不脱离本发明的宗旨,其结构和 / 或功能是细节可以有实质性变更。

[0078] 工业应用性

[0079] 本发明在采用使通过增压器之前的排气再循环的高压 EGR 技术的带增压器的内燃机中,有能够相应于运行状态发挥高增压特性的作用效果,如果使用于例如船用柴油发动机则是有益的。

[0080] 符号说明 :

[0081] 1 排气再循环系统 ;

[0082] 2 内燃机 ;

[0083] 3 排气通路 ;

[0084] 4 集合排气通路 ;

[0085] 5A、5B 分叉排气通路 ;

[0086] 6A 第 1 增压器 ;

[0087] 6B 第 2 增压器 ;

[0088] 9A 可变喷嘴 ;

[0089] 10 扫气通路 ;

[0090] 11A、11B 分叉扫气通路 ;

[0091] 12 集合扫气通路 ;

[0092] 14A、14B 排气开闭阀 ;

[0093] 16 贮存器(reservoir);

[0094] 17 压缩空气通路 ;

- [0095] 22A、22B 放气通路；
- [0096] 23A、23B 放气阀；
- [0097] 24A、24B 扫气开闭阀；
- [0098] 25 EGR 通路；
- [0099] 26 EGR 阀；
- [0100] 30 控制器；
- [0101] 33 涡轮控制部。

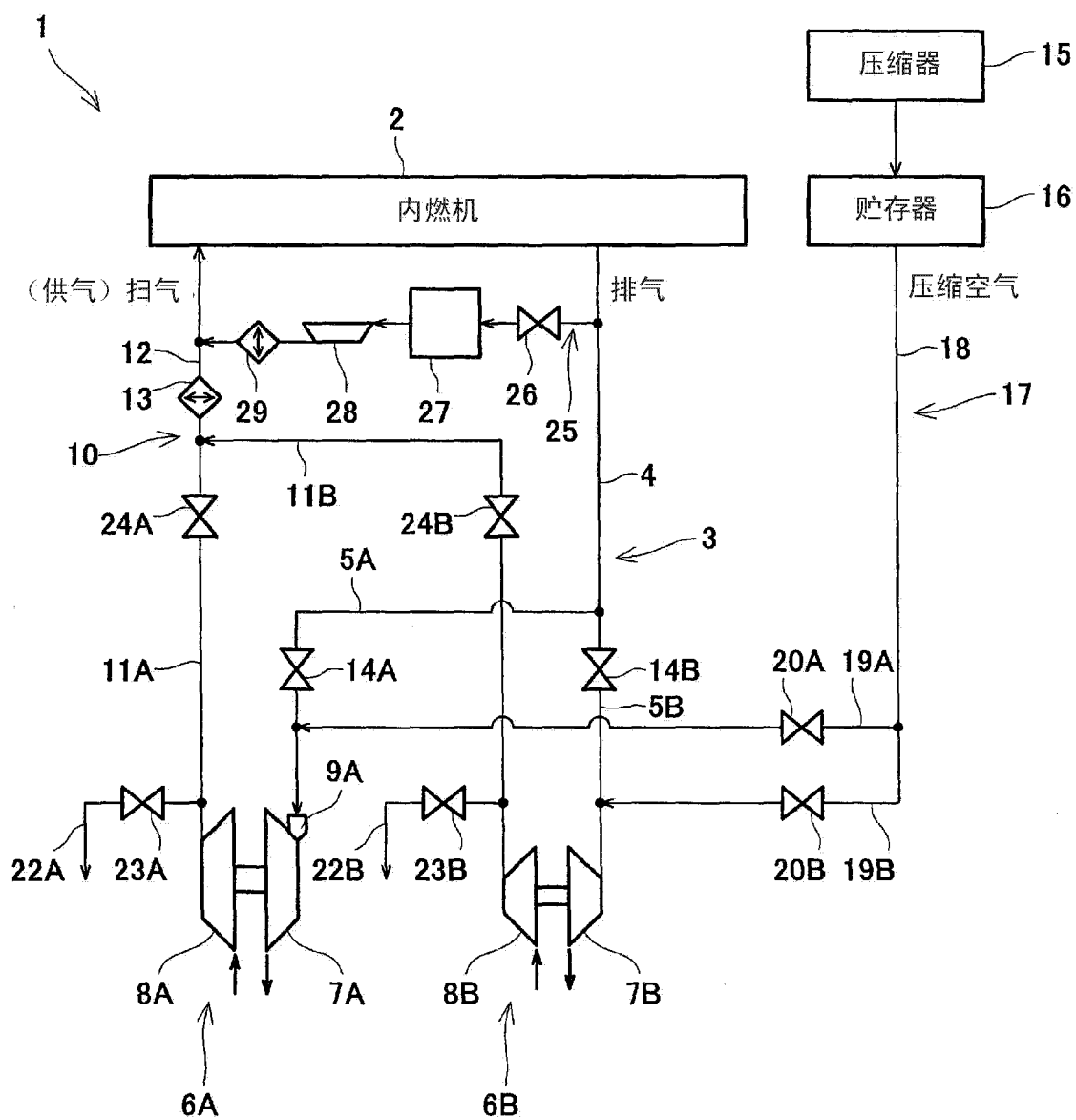


图 1

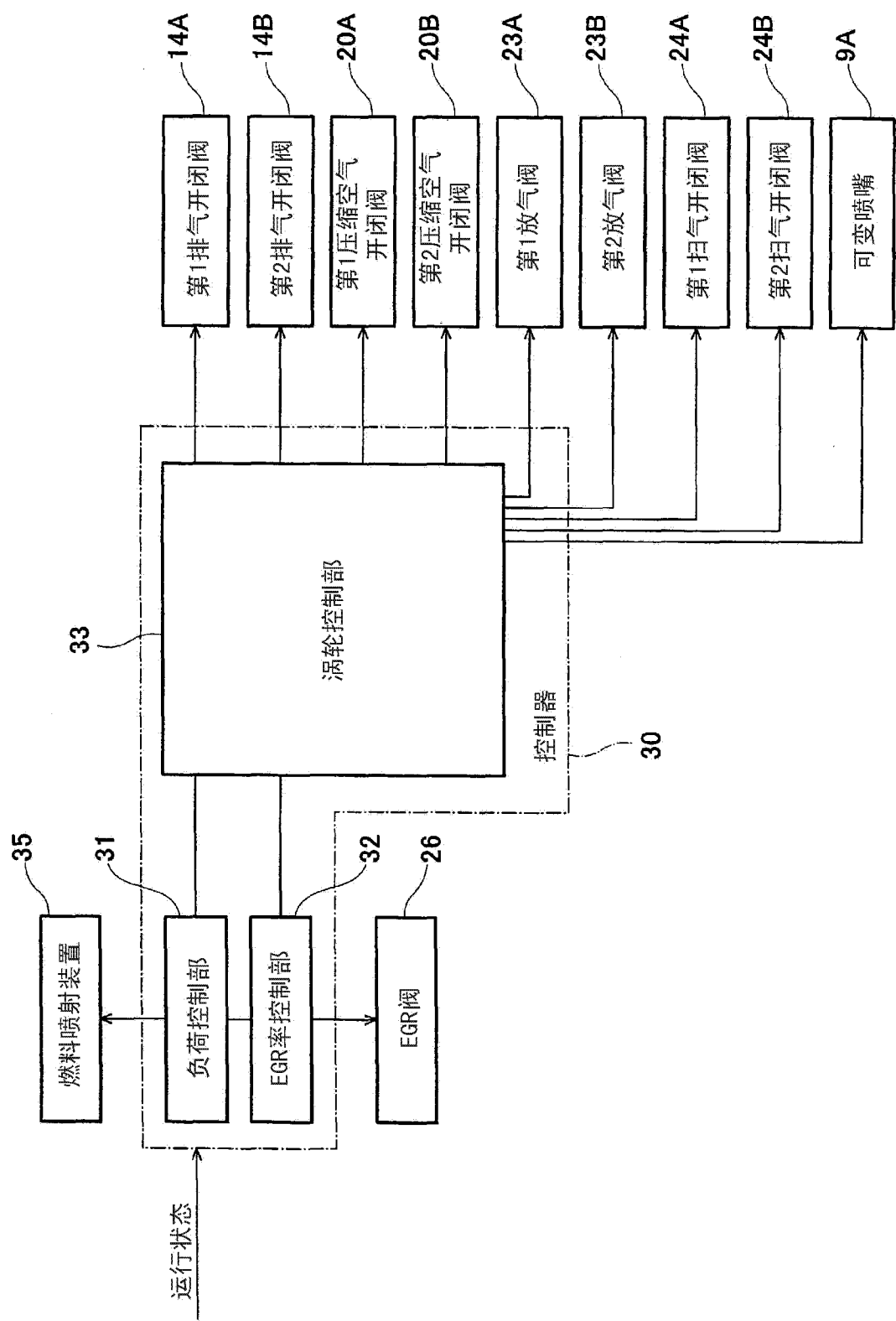


图 2

| 负荷  | EGR  | 第1压缩器6A      | 第2压缩器6B |
|-----|------|--------------|---------|
| 高负荷 | 无EGR | 动作[8]        | 动作[2]   |
| 高负荷 | 低EGR | 动作(对应VTA)[7] | 动作[2]   |
| 高负荷 | 中EGR | 动作[8]        | 停止[0]   |
| 高负荷 | 高EGR | 动作(对应VTA)[7] | 停止[0]   |
| 低负荷 | 无EGR | 动作(对应VTA)[7] | 停止[0]   |
| 低负荷 | 低EGR | 动作(对应VTA)[7] | 停止[0]   |
| 低负荷 | 高EGR | 停止[0]        | 动作[2]   |

图 3

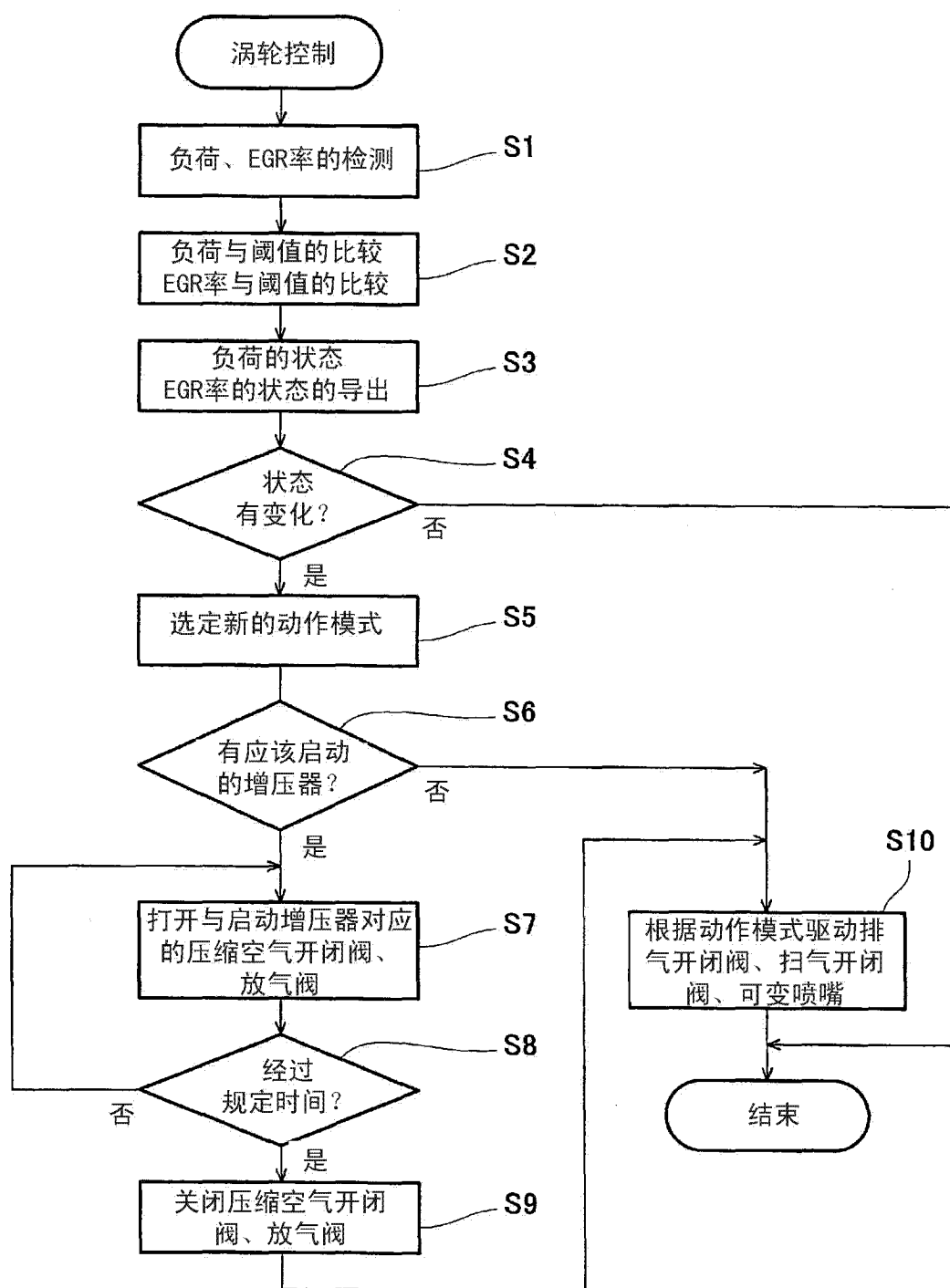


图 4

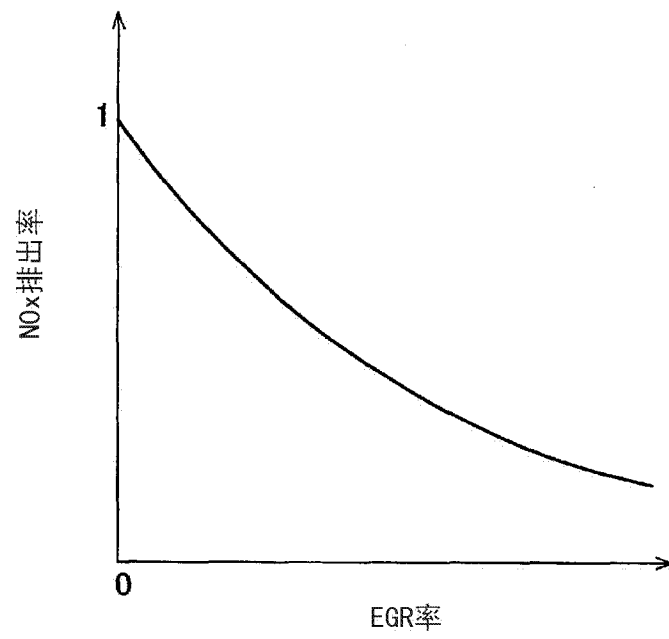


图 5