

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102239324 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 09

(21) 申请号 201080001826. X

代理人 黄威 孙丽梅

(22) 申请日 2010. 02. 17

(51) Int. Cl.

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 12. 14

F02M 25/07(2006. 01)

F01N 3/24(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据
PCT/JP2010/000978 2010. 02. 17

(87) PCT申请的公布数据
W02011/101891 JA 2011. 08. 25

(71) 申请人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72) 发明人 木村雄一郎 片山晴之

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理
有限公司 11225

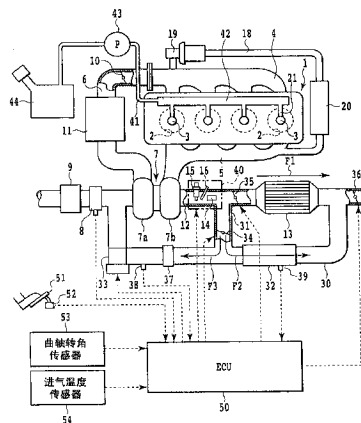
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

内燃机的排气装置

(57) 摘要

一种内燃机的排气装置,具备:排气升温装置(40),其被设置在内燃机(1)的排气通道(12)上,并对废气进行升温;排气净化催化剂(13),其被设置在比所述排气升温装置(40)更靠下游一侧的所述排气通道(12)上;EGR通道(30),其将所述排气净化催化剂(13)的下游一侧的所述排气通道(12)与所述内燃机(1)的进气通道(6)相连;旁通通道(31),其将所述排气通道(12)中的比所述排气升温装置(40)更靠下游一侧、且比所述排气净化催化剂(13)更靠上游一侧的点与所述EGR通道(30)相连;旁通阀(34),其用于开闭所述旁通通道(31);控制器(50),其控制该旁通阀,其中,当所述EGR通道(30)的温度低于预先设定的基准值时,所述控制器(50)进行控制以打开所述旁通阀(34),从而将被所述排气升温装置(40)升温的废气经由所述EGR通道(30)而供给至所述进气通道(6)。



1. 一种内燃机的排气装置,其具备:
排气升温装置,其被设置在内燃机的排气通道上,并对废气进行升温;
排气净化催化剂,其被设置在比所述排气升温装置更靠下游一侧的所述排气通道上;
EGR 通道,其用于将所述排气净化催化剂的下游一侧的所述排气通道与所述内燃机的进气通道相连;
旁通通道,其用于将所述排气通道中的比所述排气升温装置更靠下游一侧、且比所述排气净化催化剂更靠上游一侧的点与所述 EGR 通道相连;
旁通阀,其用于开闭所述旁通通道;
控制器,其用于控制该旁通阀,
其中,当所述 EGR 通道的温度低于预先设定的基准值时,所述控制器进行控制以打开所述旁通阀,从而将被所述排气升温装置升温的废气经由所述 EGR 通道而供给至所述进气通道。
2. 如权利要求 1 所述的内燃机的排气装置,其中,
所述 EGR 通道具有对废气进行冷却的 EGR 冷却器,
所述旁通通道在比所述 EGR 冷却器更靠进气一侧的位置上,与所述 EGR 通道相连。
3. 如权利要求 2 所述的内燃机的排气装置,其中,
所述 EGR 通道在比所述旁通通道的连接点更靠进气一侧的位置上,具备用于开闭该 EGR 通道的 EGR 阀,
所述控制器进行控制以关闭所述 EGR 阀,从而将经过所述旁通通道的废气供给至所述 EGR 通道的排气一侧。
4. 如权利要求 3 所述的内燃机的排气装置,其中,
所述控制器对所述 EGR 阀进行控制,从而在所述 EGR 冷却器被升温之后,使 EGR 通道的进气一侧升温。
5. 如权利要求 1 所述的内燃机的排气装置,其中,
所述 EGR 通道具有对废气进行冷却的 EGR 冷却器,
所述旁通通道在比所述 EGR 冷却器更靠排气一侧的位置上,与所述 EGR 通道相连。

内燃机的排气装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种排气装置,其具有:排气升温装置,其被设置在内燃机的排气通道上,并对废气进行升温;再循环装置,其使废气进行循环。

背景技术

[0002] 在多数内燃机中,设置有用于将排气通道与进气通道相连的EGR(Exhaust Gas Recirculation,废气再循环)通道。其目的主要在于,降低废气中的氮氧化物(NO_x)以及提高部分负荷时的耗油率。

[0003] 在专利文献1所公开的发动机中,设置有用于将排气净化催化剂的下游一侧的排气通道与进气通道相连的EGR通道。在该发动机中,设置有用于将排气通道中的比排气净化催化剂更靠上游一侧的点与EGR通道相连的旁通通道。当发动机处于低负荷时,进行控制以打开被设置在该旁通通道上的旁通阀,则从旁通通道获得较高温度的废气,从而提高发动机的燃烧性。而且,为了燃烧以及去除粘着在承载有催化剂的过滤器上的微粒,该发动机具备用于对过滤器进行加热的燃烧器。

[0004] 专利文献2所公开的发动机,在EGR通道上设置有对废气进行冷却的EGR冷却器。当发动机的水温较低时,如果对导入EGR冷却器的冷却水进行加热,则能够抑制EGR冷却器内的水分的冷凝。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平3-74513号公报

[0008] 专利文献2:日本特开平11-125151号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 但是,在专利文献1的发动机中,当外部气温极低时(例如,寒冷地区的严冬季节),在EGR通道中,废气中的水分有可能发生冷凝。在废气量较少的低负荷时,冷凝水滞留在EGR通道中,而在废气量较多的高负荷时,冷凝水通过废气的压力被供给至进气通道,如果进入燃烧室,则由于水击作用而损坏发动机,且当具备涡轮增压器时,很可能损坏涡轮的叶轮。专利文献1中的燃烧器,没有以对被供给至旁通通道的废气进行加热的方式配置。在专利文献2的发动机中,需要用于对冷却水进行加热的专用加热器,而且,由于当发动机水温低于规定值时使加热器工作,因此,即使发动机水温不低但是与EGR通道的温差较大时(例如寒冷地区的严冬季节),也无法抑制水分的冷凝。

[0011] 本发明的目的在于,促进EGR通道内部的冷凝水的去除。

[0012] 用于解决课题的方法

[0013] 本发明的1种形式为,一种内燃机的排气装置,其具备:

[0014] 排气升温装置,其被设置在内燃机的排气通道上,并对废气进行升温;

[0015] 排气净化催化剂,其被设置在比所述排气升温装置更靠下游一侧的所述排气通道上;

[0016] EGR 通道,其用于将所述排气净化催化剂的下游一侧的所述排气通道与所述内燃机的进气通道相连;

[0017] 旁通通道,其用于将所述排气通道中的比所述排气升温装置更靠下游一侧、且比所述排气净化催化剂更靠上游一侧的点与所述 EGR 通道相连;

[0018] 旁通阀,其用于开闭所述旁通通道;

[0019] 控制器,其用于控制该旁通阀,

[0020] 其中,当所述 EGR 通道的温度低于预先设定的基准值时,所述控制器进行控制以打开所述旁通阀,从而将被所述排气升温装置升温的废气经由所述 EGR 通道而供给至所述进气通道。

[0021] 在该实施方式中,由于旁通通道将比排气升温装置更靠下游一侧、且比排气净化催化剂更靠上游一侧的点与 EGR 通道相连,从而能够将被排气升温装置升温的废气经由 EGR 通道而供给至进气通道,从而通过排气升温装置获得充足的热量。当 EGR 通道的温度低于预先设定的基准值时,控制器进行控制以打开旁通阀,因此,即使当发动机水温较高且与 EGR 通道的温差较大时(例如,寒冷地区的严冬季节),也能够有效地抑制 EGR 通道中的水分的冷凝。

[0022] 优选为,所述 EGR 通道具有对废气进行冷却的 EGR 冷却器,并且,所述旁通通道在比所述 EGR 冷却器更靠进气一侧的位置上,与所述 EGR 通道相连。

[0023] 在该实施方式中,必要时,由于能够使经由旁通通道的、来自排气升温装置的热量,不经由 EGR 冷却器,而作用于 EGR 通道中的比 EGR 冷却器更靠进气一侧的部分,因而由此,能够迅速地使该部分升温。

[0024] 在这种情况下,优选为,所述 EGR 通道在比所述旁通通道的连接点更靠进气一侧的位置上,具备用于开闭该 EGR 通道的 EGR 阀,并且,所述控制器进行控制以关闭所述 EGR 阀,从而将经由所述旁通通道的废气供给至所述 EGR 通道的排气一侧。

[0025] 在该实施方式中,必要时,能够利用 EGR 阀,使 EGR 冷却器有效地升温。而且,当认为在 EGR 通道的正常使用中 EGR 冷却器的进气一侧区域的升温比较缓慢时,则在该实施方式中,能够使该进气一侧区域有效地进行升温。

[0026] 在这种情况下,还优选为,所述控制器对所述 EGR 阀进行控制,从而在所述 EGR 冷却器升温之后,使 EGR 通道的进气一侧升温。

[0027] 在该实施方式中,必要时,由于能够利用 EGR 阀,优先使水分冷凝的可能性较高的 EGR 冷却器升温,之后使 EGR 通道的进气一侧升温,因此,能够有效地抑制冷凝水的生成。

[0028] 在本发明的其它实施方式中,所述 EGR 通道具有对废气进行冷却的 EGR 冷却器,并且,所述旁通通道在比所述 EGR 冷却器更靠排气一侧的点上,与所述 EGR 通道相连。

[0029] 在这种情况下,必要时,由于来自排气升温装置的热量经由旁通通道作用于 EGR 冷却器,因此,能够有效地抑制包含 EGR 冷却器在内的 EGR 通道中的水分的冷凝。

[0030] 并且,用于解决本发明中的课题的方法,在可能的范围内能够进行组合并使用。

[0031] 发明效果

[0032] 根据本发明,能够促进在 EGR 通道内部的冷凝水的去除。

附图说明

- [0033] 图 1 为本发明的第 1 实施方式的概括图。
- [0034] 图 2 为表示第 1 实施方式中的低压 EGR 通道加热处理的流程图。
- [0035] 图 3 为本发明的第 2 实施方式的概括图。
- [0036] 图 4 为表示第 2 实施方式中的低压 EGR 通道加热处理的流程图。
- [0037] 图 5 为表示第 1 实施方式的改变例的主要部位的概括图。
- [0038] 图 6 为表示第 1 实施方式的第 2 改变例的主要部位的概括图。
- [0039] 符号说明
- [0040] 4 进气歧管
- [0041] 5 排气歧管
- [0042] 6 进气管
- [0043] 7 涡轮增压器
- [0044] 12 排气管
- [0045] 13 排气净化催化剂
- [0046] 14 小型氧化催化剂
- [0047] 18 高压 EGR 通道
- [0048] 30 低压 EGR 通道
- [0049] 31 旁通通道
- [0050] 32 低压 EGR 冷却器
- [0051] 40 排气升温装置
- [0052] 50ECU

具体实施方式

[0053] (第 1 实施方式)

[0054] 以下,对本发明的理想的实施方式进行详细说明。图 1 表示本发明的第 1 实施方式。在图 1 中,发动机本体 1 虽然是以轻油为燃料的压燃式内燃机(柴油发动机),但也可以是其它形式的内燃机。发动机本体 1 在四个气缸上分别具有燃烧室 2。在各个燃烧室 2 中,配置有用于喷射燃料的电子控制式的燃料喷射阀 3。在燃烧室 2 上连接有进气歧管 4 以及排气歧管 5。进气歧管 4 经由进气管 6,与废气涡轮增压器 7 的压缩机 7a 的出口连接。压缩机 7a 的入口,经由空气流量计 8 与空气滤清器 9 连接。

[0055] 在进气管 6 内,配置有由步进电动机进行驱动的节流阀 10。在进气管 6 的附近,配置有用于冷却流动在进气管 6 内的进气的内部冷却器 11。内燃机冷却水被导入内部冷却器 11 内,从而进气被内燃机冷却水冷却。

[0056] 排气歧管 5 连接于废气涡轮增压器 7 的废气涡轮 7b 的入口处。废气涡轮 7b 的出口经由排气管 12,连接于排气净化催化剂 13。在该排气净化催化剂 13 上游的内燃机排气通道内、即排气管 12 内,配置有小型氧化催化剂 14。小型氧化催化剂 14 的体积小于排气净化催化剂 13,流入排气净化催化剂 13 的废气的一部分流经小型氧化催化剂 14。

[0057] 排气净化催化剂 13 例如由氧化催化剂、三元催化剂或者 NO_x 催化剂构成。小型

氧化催化剂 14 由氧化催化剂构成,作为催化剂物质,能够使用例如 Pt/CeO₂、Mn/CeO₂、Fe/CeO₂、Ni/CeO₂、Cu/CeO₂ 等。催化剂 13、14 的基材使用了堇青石或者金属。

[0058] 在该小型氧化催化剂 14 上游的排气管 12 内,用于向小型氧化催化剂 14 供给燃料的燃料供给阀 15,以将其喷射口面向排气管 12 内部的方式被配置。燃料罐 44 内的燃料经由燃料泵 43,被供给至燃料供给阀 15。为了促进燃烧,也可以设置用于从外部向排气管 12 的内部供给燃烧用空气的管道、控制阀以及压缩机。

[0059] 在比燃料供给阀 15 更靠下游一侧的排气管 12 内,设置有电热塞 16。电热塞 16 以从燃料供给阀 15 添加的燃料与其前端部接触的方式被配置。在电热塞 16 上连接有用于向电热塞 16 供电的直流电源以及升压电路(均未图示)。作为用于点火的手段,也可以使用陶瓷加热器来代替电热塞。为了促进燃料的微粒化,也可以在排气管 12 内配置用于使从燃料供给阀 15 喷射的燃料进行碰撞的碰撞板。小型氧化催化剂 14、燃料供给阀 15 以及电热塞 16,构成排气升温装置 40,并且该排气升温装置 40 由后文叙述的 ECU50 进行控制。

[0060] 排气歧管 5 与进气歧管 4,经由高压 EGR 通道 18 相互连接。在高压 EGR 通道 18 内,配置有电子控制式 EGR 控制阀 19。在高压 EGR 通道 18 的附近,配置有用于冷却流动在高压 EGR 通道 18 内的 EGR 气体的高压 EGR 冷却器 20。内燃机冷却水被导入高压 EGR 冷却器 20 内,从而 EGR 气体被内燃机冷却水冷却。

[0061] 排气管 12 与进气管 6,经由低压 EGR 通道 30 相连。低压 EGR 通道 30 用于将废气涡轮增压器 7 以及排气净化催化剂 13 的下游一侧的排气管 12、与废气涡轮增压器 7 的上游一侧的进气管 6 相连。

[0062] 设置有旁通通道 31 以连接排气管 12 与低压 EGR 通道 30。旁通通道 31 用于将排气管 12 中的比排气升温装置 40 更靠下游一侧、且比排气净化催化剂 13 更靠上游一侧的点与低压 EGR 通道 30 相连。因此,排气升温装置 40 的热量,能够使被供给至旁通通道 31 内的废气升温。在旁通通道 31 中,设置有用于开闭该旁通通道 31 的旁通阀 34。

[0063] 在低压 EGR 通道 30 的附近,配置有对废气进行冷却的低压 EGR 冷却器 32。旁通通道 31 在比低压 EGR 冷却器 32 更靠进气一侧的位置上,与低压 EGR 通道 30 相连。

[0064] 低压 EGR 通道 30 中在比旁通通道 31 的连接点更靠进气一侧的位置上,设置有在正常的低压 EGR 控制中用于开闭低压 EGR 通道 30 的低压 EGR 阀 33。

[0065] 在排气净化催化剂 13 的上游一侧、且比旁通通道 31 的连接点更靠下游一侧的位置上,设置有用于开闭排气管 12 的催化剂入口阀 35。在排气净化催化剂 13 的下游一侧、且比与低压 EGR 通道 30 的连接点更靠下游一侧的位置上,设置有用于开闭排气管 12 的排气节流阀 36。在低压 EGR 通道 30 中还设置有,用于捕捉异物的由金属制的网眼构成的 FOD(Foreign Object Damage,外物损伤)捕捉器 37。

[0066] 在比与旁通通道 31 的连接点更靠进气一侧的低压 EGR 通道 30 内,设置有用于检测低压 EGR 通道 30 内的温度的低压 EGR 温度传感器 38。在低压 EGR 冷却器 32 上,设置有用于检测其内部温度的冷却器温度传感器 39。温度传感器 38、39 具有电阻值随着温度而进行变化的热敏电阻,从而能够利用热敏电阻的电阻值变化来检测排气温度的变化。

[0067] 各个燃料喷射阀 3 经由燃料供给管 41,与共轨管 42 连接,且该共轨管 42 经由电子控制式的喷出量可变的燃料泵 43,与燃料罐 44 连接。被储藏在燃料罐 44 内的燃料通过燃料泵 43,被供给至共轨管 42 内,从而被供给至共轨管 42 内的燃料经由各个燃料供给管 41,

被供给至燃料喷射阀 3。

[0068] 作为控制器的电子控制单元 (ECU) 50, 由公知的数字计算机构成, 并具备: 通过双向总线相互连接的 ROM (只读存储器)、RAM (随机存取存储器)、CPU (中央处理器)、输入端口以及输出端口。

[0069] 温度传感器 38、39 的输出信号, 经由相应的 AD 转换器, 被输入至 ECU50 的输入端口。在加速踏板 51 上连接有产生与加速踏板 51 的踏下量成正比的输出电压的负荷传感器 52, 并且负荷传感器 52 的输出电压, 经由相应的 AD 转换器, 被输入至输入端口。而且, 在输入端口上还连接有曲轴转角传感器 53, 且该曲轴转角传感器 53 在当发动机本体 1 的曲轴例如每旋转 15° 时产生输出脉冲。在输入端口上还连接有被设置在节流阀 10 附近的进气温度传感器 54。

[0070] 另一方面, ECU50 的输出端口, 经由相应的各个驱动电路, 与节流阀 10、高压 EGR 控制阀 19、低压 EGR 控制阀 33、旁通阀 34、催化剂入口阀 35 以及排气节流阀 36 的驱动用的各个步进电动机相连。输出端口经由相应的各个驱动电路, 还连接于燃料喷射阀 3 以及燃料泵 43。这些作动器类的工作由 ECU50 进行控制。在 ECU50 的 ROM 中存储有各种程序以及基准值、初始值。此类基准值以及初始值包括在后文叙述的处理中所使用的温度基准值 T_{min1} 、 T_{min2} 。

[0071] ECU50 根据包括空气流量计 8、负荷传感器 52 以及曲轴转角传感器 53 的表示车辆状态、特别是表示发动机工作状态的参数, 计算出燃料供给指示量, 并输出在与指示量相对应的时间内打开燃料喷射阀 3、15 的控制信号。根据该控制信号, 从燃料喷射阀 3、15 供给与燃料供给与指示量相对应的量的燃料。

[0072] 而且, ECU50 根据例如由内燃机负荷率 KL 以及内燃机转数 N_e 所决定的内燃机运转状态, 选择性地对供给 EGR 气体的 EGR 通道进行切换。这里, 内燃机负荷率 KL 是指内燃机负荷相对于全负荷的比例。即, 当内燃机负荷率 KL 低于预先设定的第 1 设定负荷率 $KL1$ 时, 仅经由高压 EGR 通道 18, 供给 EGR 气体。通过该种方式, 能够确保良好的响应性, 并能够精确地控制被供给至内燃机的 EGR 气体的量。相对于此, 当内燃机负荷率 KL 高于第 1 设定负荷率 $KL1$ 且低于预先设定的第 2 设定负荷率 $KL2$ 时, 仅经由低压 EGR 通道 30, 供给 EGR 气体。通过该种方式, 在内燃机负荷率 KL 较高时, 也能够可靠地将 EGR 气体供给至内燃机。而且, 当内燃机负荷率 KL 高于第 2 设定负荷率 $KL2$ 时, EGR 气体的供给被禁止。

[0073] 而且, ECU50 对排气升温装置 40 进行控制, 以进行燃料的供给以及点火, 由此, 使小型氧化催化剂 14 升温。被供给的燃料的一部分或者全部, 由电热塞 16 点火, 由此, 废气被升温。并且, ECU50 根据需要, 通过喷射比小型氧化催化剂 14 的所需量更多的燃料, 从而对排气净化催化剂 13 供给燃料。由此, 能够进行堆积的微粒状物质 (PM) 氧化以及燃烧, 并且当排气净化催化剂 13 为 NO_x 吸收还原型催化剂时, 还能够对排气净化催化剂 13 实施 NO_x 还原处理以及 SO_x 中毒恢复处理。

[0074] 进行上述各个控制的同时, ECU50 还进行以下的低压 EGR 通道加热处理。以下, 根据附图 2, 对该低压 EGR 通道加热处理进行说明。图 2 的处理程序, 以未图示的点火开关被开启且发动机本体 1 进行工作为条件, 每隔规定时间反复执行。在图 2 中, 首先, ECU50 读取由低压 EGR 温度传感器 38 检测出的 EGR 进气一侧温度 $T1$ 、以及由冷却器温度传感器 39 检测出的低压 EGR 冷却器温度 $T2$ 的数值 ($S10$)。

[0075] 其次, ECU50 对所读取的 EGR 进气一侧温度 T1 是否低于基准值 Tmin1 进行判断 (S20)。判断结果为肯定时, 即 EGR 进气一侧温度 T1 低于基准值 Tmin1 时, ECU50 对用于驱动旁通阀 34 以及催化剂入口阀 35 的步进电动机进行控制输出, 以使旁通阀 34 开启并使催化剂入口阀 35 关闭 (S30)。

[0076] 其次, ECU50 对预先所读取的低压 EGR 冷却器温度 T2 是否低于基准值 Tmin2 进行判断 (S40)。虽然基准值 Tmin2 被设为低于基准值 Tmin1 的值, 但是其也可以是高于基准值 Tmin1 的值或者等于基准值 Tmin1 的值。当寒冷地区的严冬季节、例如外部气温以及温度 T1、T2 达到 -10°C 以下的低温启动时, 在步骤 S20 以及 S40 中判断结果为肯定。

[0077] 在步骤 S40 中判断结果为肯定, 即低压 EGR 冷却器温度 T2 低于基准值 Tmin2 时, ECU50 对用于驱动低压 EGR 阀 33 以及排气节流阀 36 的各个步进电动机进行控制输出, 以使低压 EGR 阀 33 关闭并使排气节流阀 36 开启 (S50)。其结果, 如图 1 中的箭头 F2 所示, 被排气升温装置 40 升温的废气, 跳过排气净化催化剂 13 而流经旁通通道 31、低压 EGR 冷却器 32 以及排气节流阀 36。

[0078] 在步骤 S40 中判断结果为否定, 即低压 EGR 冷却器温度 T2 高于基准值 Tmin2 或者等于 Tmin2 时, ECU50 对用于驱动低压 EGR 阀 33 以及排气节流阀 36 的各个步进电动机进行控制输出, 以使低压 EGR 阀 33 开启并使排气节流阀 36 关闭 (S70)。其结果, 如图 1 中的箭头 F3 所示, 由排气升温装置 40 升温的废气, 不经过低压 EGR 冷却器 32, 而流经旁通通道 31 以及低压 EGR 阀 33。

[0079] 当步骤 S50 以及 S70 的处理被反复进行时, 由于低压 EGR 通道 30 的各部分均被升温, 从而温度 T1、T2 上升, 在步骤 S20 中判断为否定。在步骤 S20 中判断结果为否定时, 即温度 T1 等于基准值 Tmin1 或者大于基准值 Tmin1 时, ECU50 对用于驱动旁通阀 34、催化剂入口阀 35、排气节流阀 36 的各个步进电动机进行控制输出, 以使旁通阀 34 关闭、催化剂入口阀 35 开启、排气节流阀 36 开启 (S60)。其结果, 如图 1 中的箭头 F1 所示, 由排气升温装置 40 升温的废气, 不经过旁通通道 31, 而流经排气净化催化剂 13 以及排气节流阀 36。

[0080] 并且, 根据不同于本程序的 EGR 阀控制程序, 当规定的低压 EGR 阀开启条件成立时, 低压 EGR 阀 33 被开启, 从而废气经由低压 EGR 通道 30, 在进气通道内进行再循环。

[0081] 如上所述, 在本实施方式中, 由于旁通通道 31 用于将比排气升温装置 40 更靠下游一侧、且比排气净化催化剂 13 更靠上游一侧的点与低压 EGR 通道 30 相连, 从而能够将比排气升温装置 40 升温的废气, 通过低压 EGR 通道 30 供给至进气通道, 因此通过排气升温装置 40 获得充足的热量。由于当低压 EGR 通道 30 的温度低于预先设定的基准值 Tmin1 时 (S20), ECU50 进行控制以打开旁通阀 34 (S30), 从而即使发动机水温较高且与低压 EGR 通道 30 的温差较大时 (例如, 寒冷地区的严冬季节), 也能够有效地抑制低压 EGR 通道中的水分的冷凝。

[0082] 而且, 在本实施方式中, 低压 EGR 通道 30 具有低压 EGR 冷却器 32, 旁通通道 31 在比低压 EGR 冷却器 32 更靠进气一侧的位置上, 与低压 EGR 通道 30 相连。因此, 由于经由旁通通道 31 的、来自排气升温装置 40 的热量, 不经过低压 EGR 冷却器 32, 而作用于低压 EGR 通道 30 中的比低压 EGR 冷却器 32 更靠进气一侧的部分 (S70), 因此能够避免低压 EGR 冷却器 32 的损失, 从而使该进气一侧的部分迅速升温。

[0083] 而且, 在本实施方式中, 低压 EGR 通道 30 在比旁通通道 31 的连接点更靠进气一

侧的位置上,具备用于开闭低压 EGR 通道 30 的 EGR 阀 33, ECU50 进行控制以关闭 EGR 阀 33(S50),从而将经由旁通通道 31 的废气供给至低压 EGR 通道 30 的排气一侧。因此,利用 EGR 阀 33 能够有效地对低压 EGR 冷却器 32 进行升温。而且,在低压 EGR 通道 30 的正常使用中,低压 EGR 冷却器 32 中的进气一侧区域的升温比其排气一侧区域更缓慢,而在该形式中,能够使该进气一侧区域有效地升温。

[0084] 而且,在本实施方式中, ECU50 对 EGR 阀 33 进行控制,并以低压 EGR 冷却器 32 的升温为条件,使低压 EGR 通道 30 的进气一侧(即、比与旁通通道 31 的连接点更靠近进气管 6 的区域)升温。因此,由于利用 EGR 阀 33,优先使水分发生冷凝的可能性较高的低压 EGR 冷却器 32 升温,之后,使低压 EGR 通道 30 的进气一侧升温,因此,能够有效地抑制冷凝水的生成。

[0085] (第 2 实施方式)

[0086] 其次,对本发明的第 2 实施方式进行说明。在图 3 所示的第 2 实施方式中,旁通通道 31 在比低压 EGR 冷却器 62 更靠排气一侧的点上,与低压 EGR 通道 30 相连。低压 EGR 冷却器 62 的结构,与上述的第 1 实施方式中的低压 EGR 冷却器 32 相同。低压 EGR 通道 30 内的温度检测仅由冷却器温度传感器 39 进行,而未设置低压 EGR 温度传感器 38。被存储在 ECU50 的 ROM 内的基准值,包括在后文叙述的处理中所使用的温度基准值 T_{min3} 。由于第 2 实施方式的其余的机械结构,与上述的第 1 实施方式相同,因此,添加相同的符号并省略对其详细说明。

[0087] 根据附图 4,对第 2 实施方式中的由 ECU50 所执行的低压 EGR 通道加热处理进行说明。图 4 的处理程序,以未图示的点火开关被开启使发动机本体 1 进行工作为条件,每隔规定时间反复执行。

[0088] 在图 4 中,首先, ECU50 读取由冷却器温度传感器 39 检测出的低压 EGR 冷却器温度 $T3$ 的值(S110)。其次, ECU50 对所读取的低压 EGR 冷却器温度 $T3$ 是否低于基准值 T_{min3} 进行判断(S120)。当寒冷地区的严冬季节、例如外部气温以及温度 $T3$ 达到 -10°C 以下的低温启动时,在步骤 S120 中判断结果为肯定。

[0089] 在步骤 S120 中判断结果为肯定,即低压 EGR 冷却器温度 $T3$ 低于基准值 T_{min3} 时, ECU50 对用于驱动旁通阀 34、催化剂入口阀 35、排气节流阀 36、低压 EGR 阀 33 的各个步进电动机进行控制输出,以使旁通阀 34 开启、催化剂入口阀 35 关闭、排气节流阀 36 关闭、低压 EGR 阀 33 开启(S130)。其结果,如图 3 中的箭头 F3 所示,被排气升温装置 40 升温的废气,流经旁通通道 31 以及低压 EGR 冷却器 62。

[0090] 当步骤 S130 的处理反复进行时,由于低压 EGR 通道 30 的各部分升温,从而温度 $T3$ 上升,在步骤 S120 中判断为否定。在步骤 S120 中判断结果为否定,即低压 EGR 冷却器温度 $T3$ 高于基准值 T_{min3} 或者等于 T_{min3} 时, ECU50 对用于驱动旁通阀 34、催化剂入口阀 35、排气节流阀 36 的各个步进电动机进行控制输出,以使旁通阀 34 关闭、催化剂入口阀 35 开启、排气节流阀 36 开启(S140)。

[0091] 其次, ECU50 对预先设定的低压 EGR 阀开启条件是否成立(S150)进行判断。该低压 EGR 阀开启条件是指,例如,如上所述,内燃机负荷率 KL 高于第 1 设定负荷率 $KL1$ 且低于预先设定的第 2 设定负荷率 $KL2$ 的条件。当判断结果为肯定,即低压 EGR 阀开启条件成立时,低压 EGR 阀 33 被开启(S160)。其结果,被排气升温装置 40 升温的废气,不經由旁通通

道 31, 而流经包括低压 EGR 冷却器 62 的低压 EGR 通道 30。

[0092] 当在步骤 S50 中判断结果为否定, 即低压 EGR 阀开启条件不成立时, 低压 EGR 阀 33 被关闭 (S170)。其结果, 被排气升温装置 40 升温的废气, 不經由旁通通道 31 以及低压 EGR 通道 30, 而流经排气净化催化剂 13。

[0093] 如上所述, 在本实施方式中, 旁通通道 31 在比低压 EGR 冷却器 62 更靠排气一侧的点上与低压 EGR 通道 30 相连。因此, 除了获得与上述第 1 实施方式相同的效果之外, 由于来自排气升温装置 40 的热量经由旁通通道 31 作用于低压 EGR 冷却器 62, 因此, 也能够有效地抑制包含低压 EGR 冷却器 62 在内的低压 EGR 通道 30 的水分冷凝。

[0094] (改变例 1)

[0095] 图 5 表示上述第 1 实施方式的改变例。如图 5 所示, 该改变例使用单独的换向阀 (方向控制阀) 64, 来代替上述第 1 实施方式中的旁通阀 34 以及催化剂入口阀 35。在图示的状态中, 排气升温装置 40 的下游一侧与排气净化催化剂 13 相连, 当换向阀 64 向图中的顺时针方向 (箭头 a 方向) 旋转时, 排气升温装置 40 的下游一侧与旁通通道 31 相连。为了促进换向阀 64 的密封性, 理想的是在阀体的周围配置密封垫 65。根据该改变例, 通过单独的换向阀 64, 实现了上述第 1 实施方式中的旁通阀 34 的开启以及催化剂入口阀 35 的关闭、旁通阀 34 的关闭以及催化剂入口阀 35 的开启, 并能够使结构以及控制简单化。并且, 该换向阀 64 能够适用于上述第 2 实施方式。

[0096] (改变例 2)

[0097] 图 6 表示上述第 1 实施方式的第 2 改变例。如图 6 所示, 该改变例将旁通通道 31 与低压 EGR 通道 30 相交的角度 α 设为锐角。根据该结构, 有效地形成了废气从旁通通道 31 朝向低压 EGR 通道 30 的进气一侧的流动 (在图 6 中用箭头 F4 所示), 由此, 由于能够抑制废气朝向低压 EGR 冷却器 32 的流动 (用箭头 F5 表示), 因此, 能够省略在排气净化催化剂 13 的下游一侧的排气节流阀 36 (参照图 1), 由此, 能够使结构以及控制简单化。

[0098] 虽然通过具有一定的具体性质的示例对本发明进行了说明, 但是, 应当理解为, 在不脱离所要求的发明的精神和范围的情况下, 能够进行各种各样的改变或变更。在上述的各个实施方式中, 虽然将温度的基准值 T_{min1} 、 T_{min2} 、 T_{min3} 均设为预先设定的固定值, 但是, 也可以根据车辆的状态 (例如发动机水温), 动态地设定这些基准值中的一个以上的值。而且, 虽然使各个阀处于开启或者关闭的两个状态, 但是, 也可以在这两个状态之间多级或者连续地改变其开度。

[0099] 在上述各实施方式中, 虽然由温度传感器 38、39 直接检测出低压 EGR 通道 30 的温度, 但是, 也可以根据例如被设置在节流阀 10 附近的进气温度传感器 54 的检测值, 推断出低压 EGR 通道的温度。而且, 本发明也能够适用于不具备涡轮增压器的发动机。

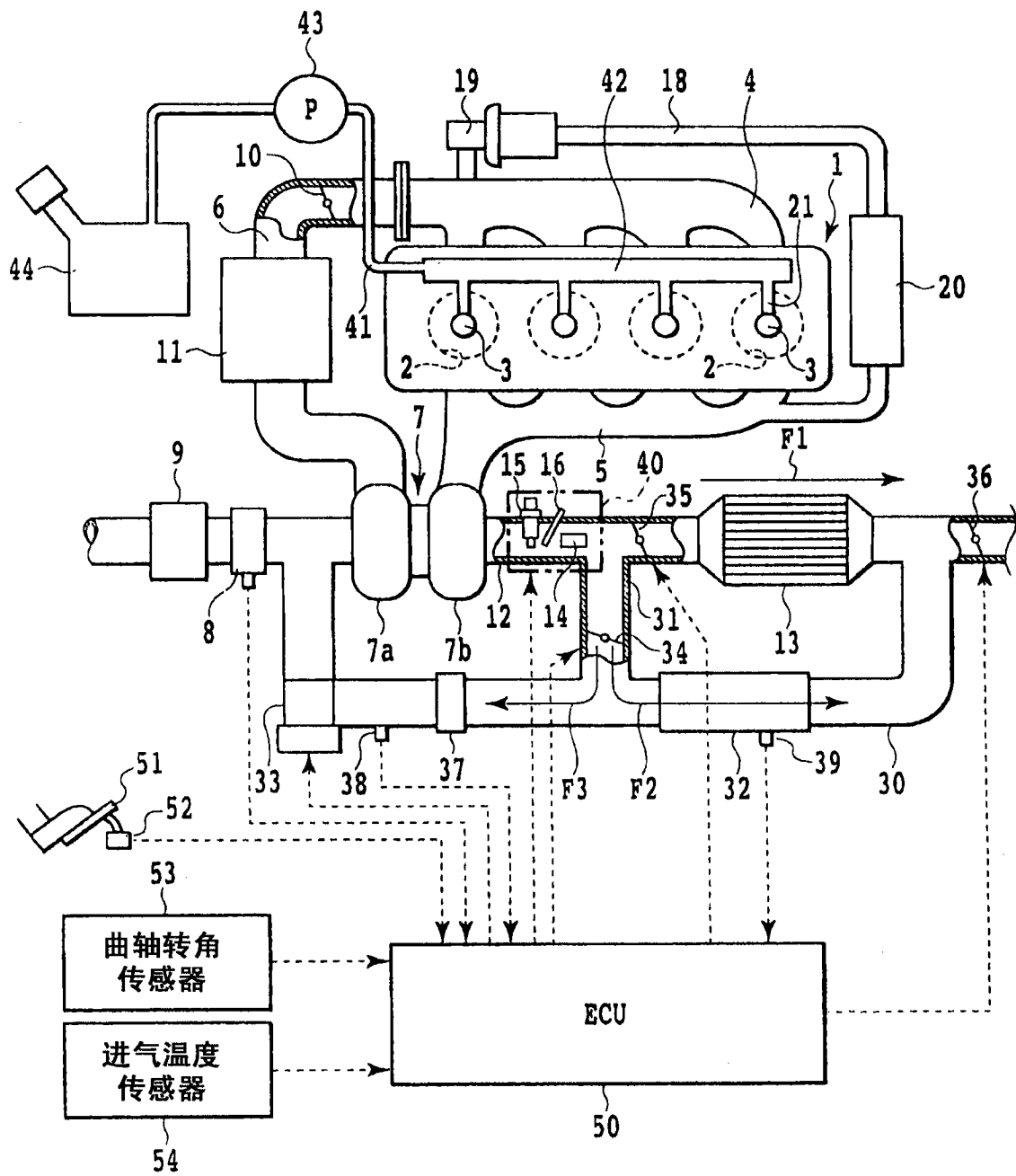


图 1

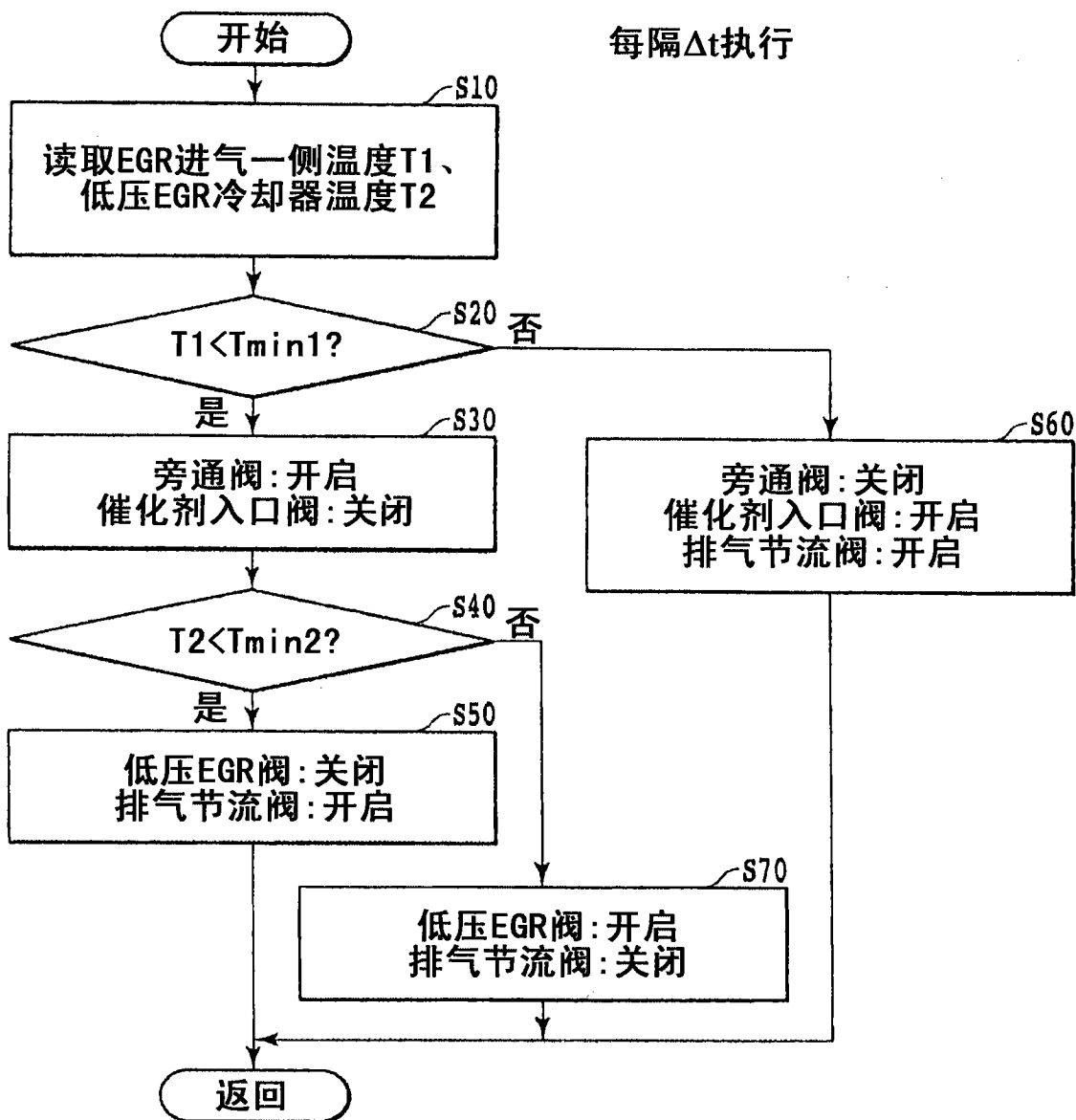


图 2

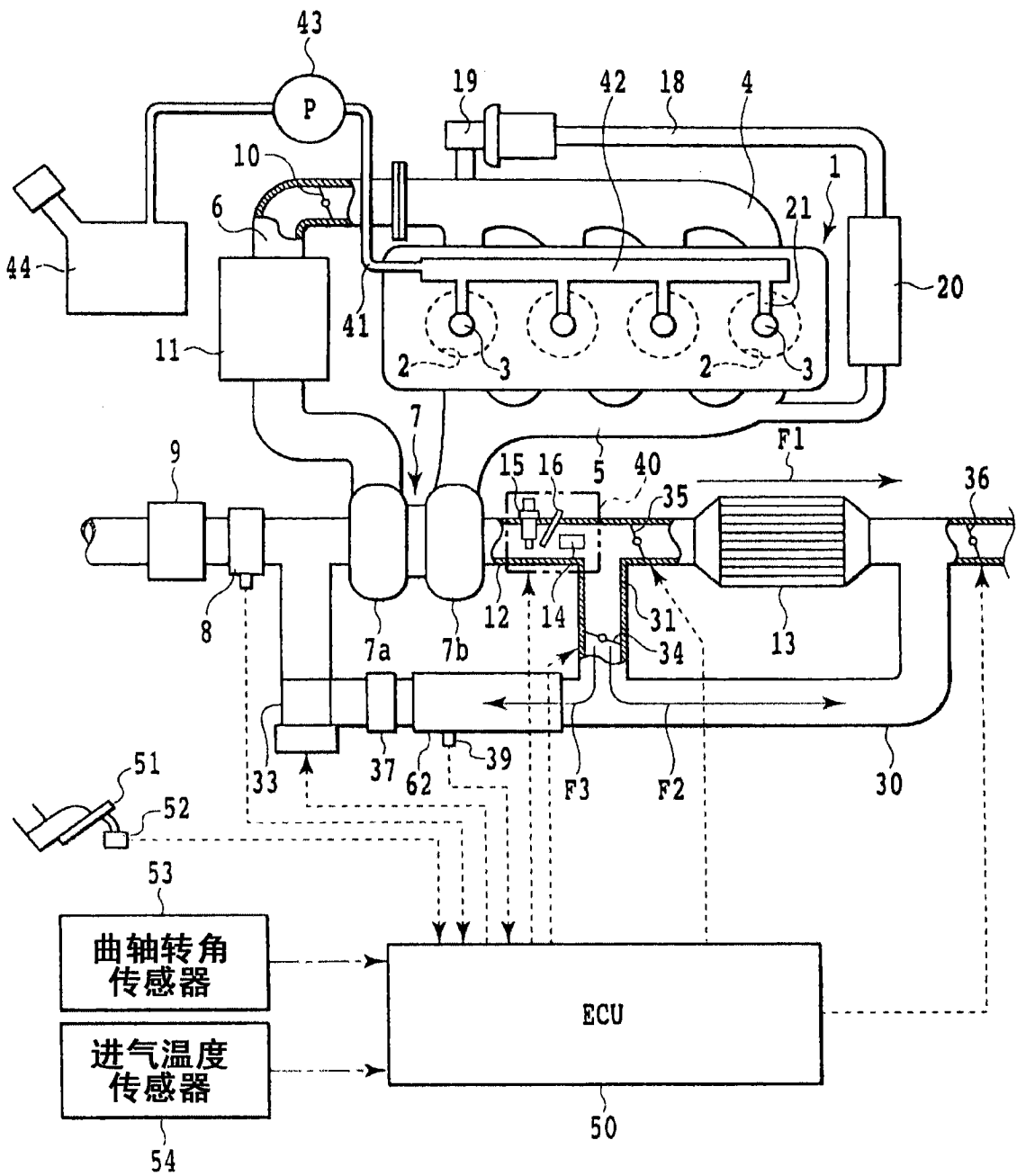


图 3

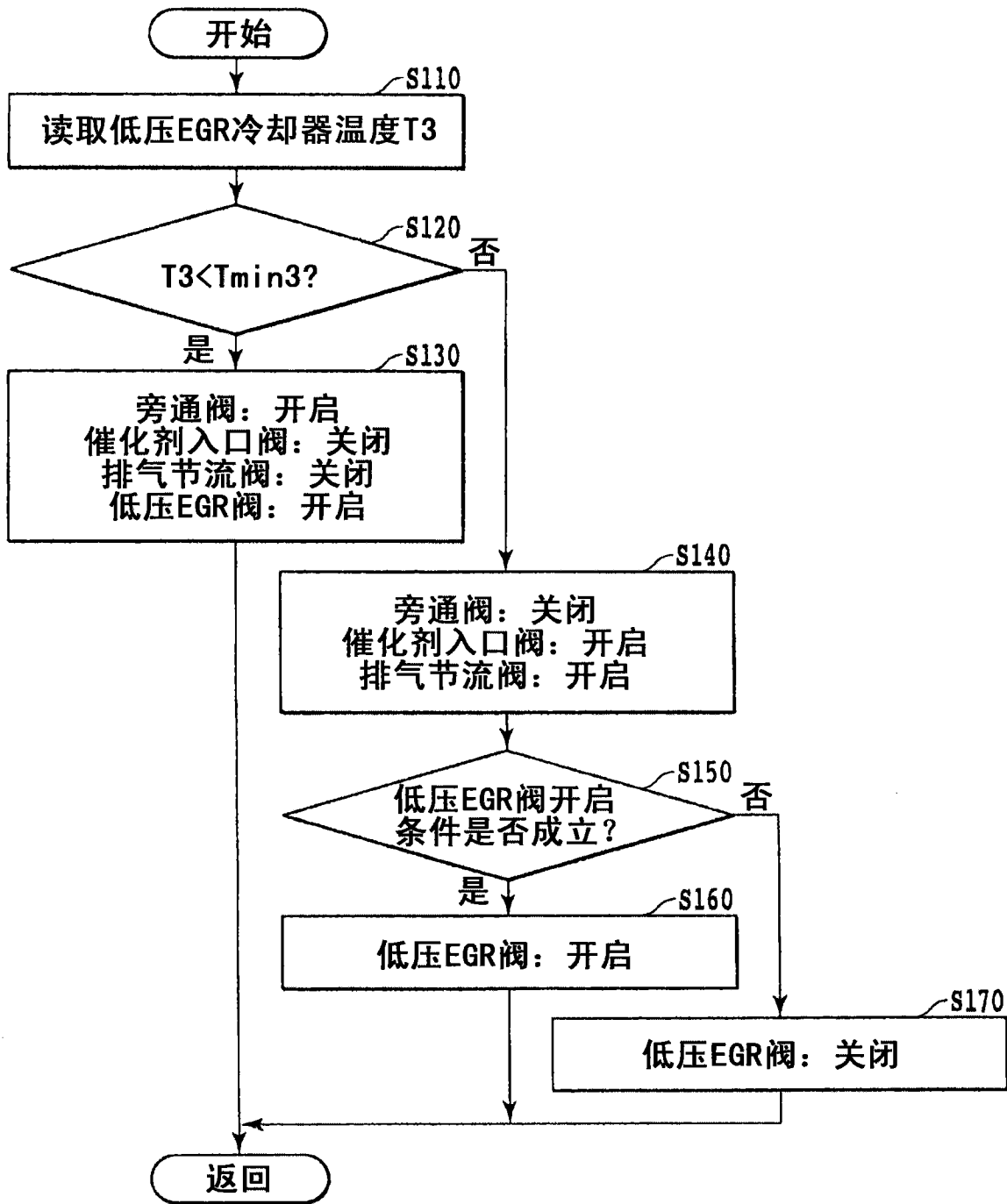


图 4

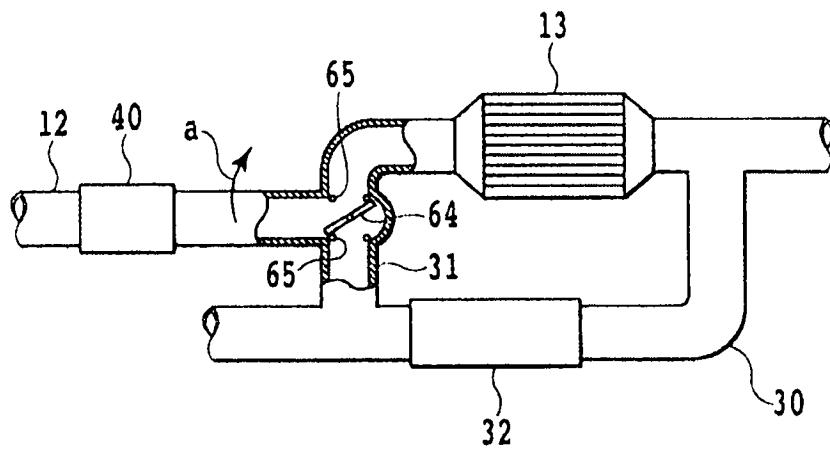


图 5

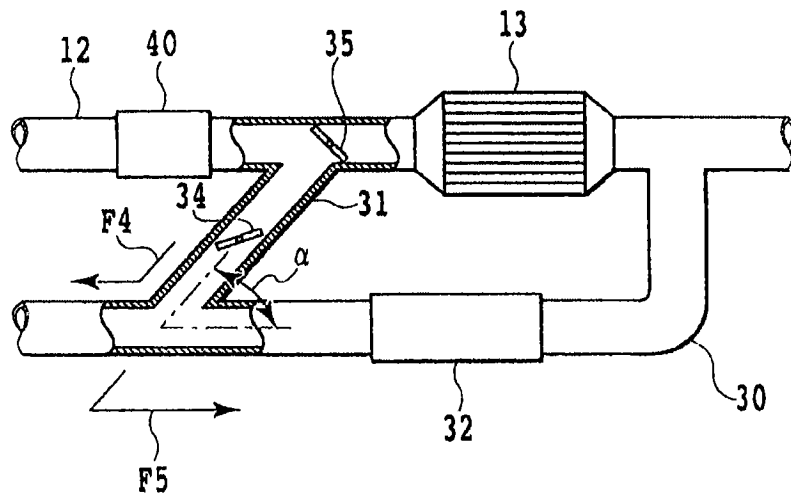


图 6