



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101400876 B

(45) 授权公告日 2012.09.26

(21) 申请号 200780009217.7

F02D 41/02(2006.01)

(22) 申请日 2007.03.15

F02M 25/07(2006.01)

(30) 优先权数据

074400/2006 2006.03.17 JP

(56) 对比文件

JP 2005069207 A, 2005.03.17,

CN 1680690 A, 2005.10.12,

US 2005217250 A1, 2005.10.06,

CN 1526935 A, 2004.09.08,

EP 1382812 A1, 2004.01.21,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.09.16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2007/000747 2007.03.15

审查员 林秀霞

(87) PCT申请的公布数据

W02007/107873 EN 2007.09.27

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 小野智幸

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 马江立

(51) Int. Cl.

F01N 9/00(2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

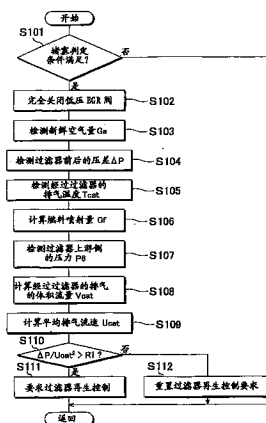
(54) 发明名称

内燃机的排气净化装置及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种排气净化装置,该排气净化装置包括颗粒过滤器(10)、检测流入进气通路(3)中的新鲜空气量的空气流量计(7)和向位于空气流量计(7)和颗粒过滤器(10)之间的进气通路(3)中的一个位置供给气体的EGR装置(30)。所述排气净化装置基于由EGR装置(30)供给的气体和由空气流量计检测的进气量检测经过颗粒过滤器的排气流量(S108),检测颗粒过滤器上游侧和下游侧之间的压差,并基于排气的流量和压差判定所述颗粒过滤器是否被堵塞(S110)。

CN 101400876 B



1. 一种内燃机 (1) 的排气净化装置, 包括:

颗粒过滤器 (10), 所述颗粒过滤器设置在排气通路 (4) 内并捕集排气中的颗粒物质;  
进气量检测装置 (7), 所述进气量检测装置用于检测流入进气通路 (3) 中的新鲜空气量;

气体供给装置 (30), 所述气体供给装置用于向位于所述进气量检测装置 (7) 下游侧和所述颗粒过滤器 (10) 上游侧的所述进气通路供给气体;

排气流计算装置 (20), 所述排气流计算装置用于基于所供给的气体量和检测到的新鲜空气量来计算经过所述颗粒过滤器的排气流量;

压差检测装置 (11), 所述压差检测装置用于检测所述排气通路中所述颗粒过滤器的上游侧和下游侧之间的压差; 以及

堵塞判定装置 (20), 所述堵塞判定装置用于基于计算出的排气流量和检测到的压差来判定所述颗粒过滤器是否被堵塞;

涡轮增压器 (5), 所述涡轮增压器具有在所述排气通路 (4) 内的涡轮和在所述进气通路内的压缩机;

高压 EGR 通路 (41), 所述高压 EGR 通路连接所述颗粒过滤器 (10) 上游的所述排气通路 (4) 和所述进气量检测装置 (7) 下游的所述进气通路 (3); 以及

高压 EGR 阀 (42), 所述高压 EGR 阀改变所述高压 EGR 通路 (41) 的通路横截面积, 其特征在于:

所述气体供给装置是具有 EGR 通路 (31) 和 EGR 阀 (32) 的 EGR 装置 (30), 所述 EGR 通路连接所述颗粒过滤器 (10) 下游的所述排气通路 (4) 和所述进气量检测装置 (7) 下游的所述进气通路 (3), 所述 EGR 阀设置在所述 EGR 通路 (31) 内并改变所述 EGR 通路的通路横截面积;

由所述气体供给装置供给的气体量是由 EGR 气体量检测装置 (20) 检测的 EGR 气体量, 所述 EGR 气体量检测装置 (20) 用于检测流入所述 EGR 通路中的 EGR 气体量;

所述 EGR 通路 (31) 是连接所述涡轮下游的所述排气通路 (4) 和所述压缩机上游的所述进气通路 (3) 的低压 EGR 通路; 以及

当由所述堵塞判定装置 (20) 判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞时, 使所述 EGR 阀的开度比未判定所述颗粒过滤器是否被堵塞时的开度小, 并且通过所述高压 EGR 阀 (42) 改变流入所述高压 EGR 通路中的 EGR 气体量, 使得供给至所述内燃机 (1) 的气缸中的 EGR 气体量恒定。

2. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中, 所述堵塞判定装置 (20) 估算被捕集在所述颗粒过滤器 (10) 上的所述颗粒物质的量。

3. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中, 所述 EGR 气体量检测装置 (20) 至少由在所述 EGR 阀 (32) 上游侧的通路和所述 EGR 阀下游侧的通路之间的压差以及所述 EGR 阀的开度来检测所述低压 EGR 通路 (31) 内的气体流量。

4. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中, 当所述堵塞判定装置判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞时, 所述 EGR 阀的开度被固定。

5. 根据权利要求 4 所述的内燃机的排气净化装置, 其中, 当由所述堵塞判定装置 (20) 判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞时, 所述 EGR 阀的开度被固定至完全关闭状态。

6. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置,其中,当由所述堵塞判定装置 (20) 判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞时,所述 EGR 阀的开度被设定至未完全关闭状态的开度,并且所述排气流计算装置 (20) 基于由所述进气量检测装置 (7) 检测到的新鲜空气量和由所述 EGR 气体量检测装置 (20) 检测到的 EGR 气体量来估算经过所述颗粒过滤器 (10) 的排气流量,并且所述堵塞判定装置 (20) 基于由所述排气流计算装置 (20) 估算出的排气流量和由所述压差检测装置 (11) 检测到的压差来判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的内燃机的排气净化装置,其中,当满足 (i) 所述内燃机 (1) 处于稳态、(ii) 所述颗粒过滤器 (10) 的温度在预定范围内以及 (iii) 车辆已行驶了预定距离这些条件中的至少一个时,由所述堵塞判定装置 (20) 判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞。

8. 一种内燃机 (1) 的排气净化装置的控制方法,所述排气净化装置包括:

颗粒过滤器 (10),所述颗粒过滤器设置在排气通路 (4) 内并捕集排气中的颗粒物;  
进气量检测装置 (7),所述进气量检测装置用于检测流入进气通路 (3) 中的新鲜空气量;

气体供给装置 (30),所述气体供给装置用于向位于所述进气量检测装置 (7) 下游侧和所述颗粒过滤器 (10) 上游侧的所述进气通路 (3) 供给气体;

压差检测装置 (11),所述压差检测装置用于检测所述排气通路 (4) 中所述颗粒过滤器 (10) 的上游侧和下游侧之间的压差;

涡轮增压器 (5),所述涡轮增压器具有在所述排气通路 (4) 内的涡轮和在所述进气通路内的压缩机;

高压 EGR 通路 (41),所述高压 EGR 通路连接所述颗粒过滤器 (10) 上游的所述排气通路 (4) 和所述进气量检测装置 (7) 下游的所述进气通路 (3);以及

高压 EGR 阀 (42),所述高压 EGR 阀改变所述高压 EGR 通路 (41) 的通路横截面积,  
所述控制方法的特征在于包括:

基于所供给的气体量和检测到的新鲜空气量来计算经过所述颗粒过滤器 (10) 的排气流量;以及

基于计算出的排气流量和检测到的压差来判定所述颗粒过滤器是否被堵塞;在于

所述气体供给装置是具有 EGR 通路 (31) 和 EGR 阀 (32) 的 EGR 装置 (30),所述 EGR 通路连接所述颗粒过滤器 (10) 下游的所述排气通路 (4) 和所述进气量检测装置 (7) 下游的所述进气通路 (3),所述 EGR 阀设置在所述 EGR 通路 (31) 内并改变所述 EGR 通路的通路横截面积,所述 EGR 通路 (31) 是连接所述涡轮下游的所述排气通路 (4) 和所述压缩机上游的所述进气通路 (3) 的低压 EGR 通路;在于

由所述气体供给装置 (30) 供给的气体量是由 EGR 气体量检测装置 (20) 检测的 EGR 气体量,所述 EGR 气体量检测装置 (20) 用于检测流入所述 EGR 通路中的 EGR 气体量;以及在

当判定所述颗粒过滤器 (10) 是否被堵塞时,使所述 EGR 阀的开度比未判定所述颗粒过滤器是否被堵塞时的开度小,并且通过所述高压 EGR 阀 (42) 改变流入所述高压 EGR 通路中的 EGR 气体量,使得供给至所述内燃机 (1) 的气缸中的 EGR 气体量恒定。

## 内燃机的排气净化装置及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内燃机的排气净化装置及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 在装备有连接位于颗粒过滤器下游的排气通路和位于空气流量计下游的进气通路的EGR(排气再循环)通路的内燃机排气净化装置中,在日本专利申请公报No. JP-A-2005-69207 中公开了基于颗粒过滤器上游侧和下游侧之间的压差判定颗粒过滤器是否存在堵塞的技术。

[0003] 然而,如果设置在EGR通路中的EGR阀的开度改变,则经过颗粒过滤器的排气的量改变。因此,颗粒过滤器上游侧和下游侧之间的压差改变,使得在判定颗粒过滤器堵塞时可能出现错误。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种能更精确地判定内燃机的排气净化装置中的颗粒过滤器是否存在堵塞的技术。

[0005] 根据本发明的第一方面,内燃机的排气净化装置包括:颗粒过滤器,所述颗粒过滤器设置在排气通路内并捕集排气中的颗粒物质;进气量检测装置,所述进气量检测装置用于检测流入进气通路中的新鲜空气量;气体供给装置,所述气体供给装置用于向位于所述进气量检测装置下游侧和所述颗粒过滤器上游侧的所述进气通路供给气体;排气流计算装置,所述排气流计算装置用于基于所供给的气体量和检测到的新鲜空气量来计算经过所述颗粒过滤器的排气流量;压差检测装置,所述压差检测装置用于检测所述排气通路中所述颗粒过滤器的上游侧和下游侧之间的压差;以及堵塞判定装置,所述堵塞判定装置用于基于计算出的排气流量和检测到的压差来判定所述颗粒过滤器是否被堵塞。

[0006] 在第一方面中,经过颗粒过滤器的排气流量、由进气量检测装置检测到的新鲜空气量和由气体供给装置供给的气体量之间存在相关性。例如,随着新鲜空气量的减少,排气流量也减少。此外,例如,随着由气体供给装置供给的气体量的减少,排气流量减少。通过前述关系,排气流计算装置基于由气体供给装置供给的气体量和由进气量检测装置检测到的进气量来计算经过颗粒过滤器的排气流量。

[0007] 在第一方面中,当颗粒过滤器捕集颗粒物质时,通路对经过颗粒过滤器的排气的阻力变大。因此,由压差检测装置检测到的颗粒过滤器上游侧和下游侧之间的压差和捕集在颗粒过滤器上的颗粒物质质量存在相关性。此外,当通路对经过颗粒过滤器的排气的阻力变大时,经过颗粒过滤器的排气流量减少,且因此由压差检测装置检测到的压差变小。通过这些关系,堵塞判定装置基于由排气流计算装置计算出的排气流量和由压差检测装置检测到的压差来判定颗粒过滤器是否被堵塞。

[0008] 就上述堵塞判定来说,也可判定在颗粒过滤器中是否已发生堵塞,并且可估算捕集在颗粒过滤器上的颗粒物质的量。

[0009] 在根据上述第一方面的内燃机的排气净化装置中,所述气体供给装置可以是具有 EGR 通路和 EGR 阀的 EGR 装置,所述 EGR 通路连接位于颗粒过滤器下游的排气通路和位于进气量检测装置下游的进气通路,所述 EGR 阀设置在 EGR 通路中并改变 EGR 通路的通路横截面积。由所述气体供给装置供给的气体量可以由 EGR 气体量检测装置检测到的 EGR 气体量,所述 EGR 气体量检测装置用于检测流入 EGR 通路中的 EGR 气体量。

[0010] 在上述方面中,当流入 EGR 通路中的 EGR 气体的量通过操作 EGR 阀而变化时,经过颗粒过滤器的排气流量相应地改变。通过对流入 EGR 通路中的 EGR 气体量和新鲜空气量求和得到的值是经过颗粒过滤器的排气流量。具体地,排气流计算装置基于由 EGR 气体量检测装置检测到的 EGR 气体的量和由进气量检测装置检测到的新鲜空气的量来计算经过颗粒过滤器的排气流量。

[0011] 此外,因为经过颗粒过滤器的排气流量和颗粒过滤器上游侧和下游侧之间的压差与颗粒过滤器中捕集的颗粒物质的量相关,所以得知排气流量和压差使得可以检测颗粒过滤器的堵塞。

[0012] 在上述方面中,排气净化装置还可包括具有在排气通路内的涡轮机和在进气通路内的压缩机的涡轮增压器。EGR 通路可以是连接涡轮机下游侧的排气通路和压缩机上游侧的进气通路的低压 EGR 通路。

[0013] 虽然涡轮机下游侧的排气通路中的压力高于大气压力,但是其接近于大气压力。此外,压缩机上游侧进气通路中的压力低于大气压力。因此,与涡轮机上游侧的排气通路和压缩机下游侧的进气通路相连接的情况相比,流入低压 EGR 通路中的 EGR 气体的压力是低的。

[0014] 在 EGR 气体流入低压 EGR 通路的情形下,包括 EGR 气体的量和新鲜空气的量的排气量经过颗粒过滤器。在此情形下,也可根据前述方面检测颗粒过滤器的堵塞。

[0015] 在前述方面中,EGR 气体量检测装置可至少通过 EGR 阀上游侧通路和 EGR 阀下游侧通路之间的压差以及 EGR 阀的开度来检测在低压 EGR 通路中的气体流量。

[0016] 在前述方面中,当由所述堵塞判定装置判定所述颗粒过滤器是否堵塞时,可使得所述 EGR 阀的开度小于不判定所述颗粒过滤器是否堵塞时的开度。

[0017] 如果使得 EGR 阀的开度为小,则 EGR 气体量减小。因此,经过颗粒过滤器的排气流量接近于新鲜空气量。这使得可以减小 EGR 气体对经过颗粒过滤器的排气流量的影响,从而可提高堵塞判定的精度。此外,通过完全关闭 EGR 阀,新鲜空气量和排气流量变为相等,因此可进一步提高堵塞判定的精度。

[0018] 在前述方面中,可在所述堵塞判定装置判定所述颗粒过滤器是否堵塞时固定所述 EGR 阀的开度。

[0019] 如果 EGR 阀的开度改变,则经过颗粒过滤器的排气流量也改变。鉴于此,堵塞判定装置在判定堵塞时可能发生错误。根据前述方面,可通过固定 EGR 阀的开度来限制流入 EGR 通路中的 EGR 气体量的波动,因此可提高堵塞判定的精度。附带地,当 EGR 阀的开度固定时,其可固定于完全关闭状态。

[0020] 在前述方面,所述排气净化装置还可包括:高压 EGR 通路,所述高压 EGR 通路连接所述颗粒过滤器上游的排气通路和所述进气量检测装置下游的进气通路;以及高压 EGR 阀,所述高压 EGR 阀改变所述高压 EGR 通路的通路横截面积。如果在所述堵塞判定装置判

定颗粒过滤器是否堵塞时流入所述 EGR 通路中的 EGR 气体量改变,则可通过所述高压 EGR 阀改变流入高压 EGR 通路中的 EGR 气体量,使得供给至内燃机气缸中的 EGR 气体量恒定。

[0021] 如果流入 EGR 通路内的 EGR 气体量减少,则可提高堵塞判定的精度,但供给至气缸中的 EGR 气体量减少。然而,如果使 EGR 气体流入高压 EGR 通路以补偿流入 EGR 通路中的 EGR 气体量的减少,则供给至气缸内的 EGR 气体量可保持恒定。这使得可以限制例如 NO<sub>x</sub> 的生成。

[0022] 在前述方面中,当由堵塞判定装置判定颗粒过滤器是否堵塞时,所述 EGR 阀的开度可设定为不完全关闭状态的开度。所述排气流计算装置可基于由所述进气量检测装置检测到的新鲜空气量和由所述 EGR 气体量检测装置检测到的 EGR 气体量来估算经过所述颗粒过滤器的排气流量,并且所述堵塞判定装置可基于由所述排气流计算装置估算出的排气流量和由所述压差检测装置检测到的压差来判定颗粒过滤器是否堵塞。

[0023] 如果 EGR 阀的开度改变,则流入 EGR 通路中的 EGR 气体量也改变。然而,即使在 EGR 阀的开度随着时间的流逝而变化的情形中,假设可从一个时刻到另一时刻估算 EGR 气体量,则也能将排气流的当前流量确定为新鲜空气的当前量以及估算的 EGR 气体量。鉴于此,即使当 EGR 气体的量由于 EGR 阀的开度不固定而波动时,也能以高的精度执行对颗粒过滤器的堵塞判定。

[0024] 在前述方面,当满足 (i) 所述内燃机处于稳态、(ii) 所述颗粒过滤器的温度落在预定范围内以及 (iii) 车辆已行驶了预定距离这些条件中的至少一个时,可由所述堵塞判定装置判定所述颗粒过滤器是否堵塞。

[0025] 根据上述方面的内燃机的排气净化装置能更精确地执行颗粒过滤器的堵塞判定。

[0026] 根据本发明第二方面的内燃机排气净化装置的控制方法用于内燃机的排气净化装置,所述排气净化装置包括:颗粒过滤器,所述颗粒过滤器设置在排气通路内并捕集排气中的颗粒物质;进气量检测装置,所述进气量检测装置用于检测流入进气通路中的新鲜空气量;气体供给装置,所述气体供给装置用于向位于所述进气量检测装置下游侧和所述颗粒过滤器上游侧的进气通路供给气体;以及压差检测装置,所述压差检测装置用于检测所述排气通路中的颗粒过滤器的上游侧和下游侧之间的压差。在内燃机的排气净化装置的控制方法中,基于所供给的气体量和检测到的新鲜空气量来计算经过所述颗粒过滤器的排气流量;以及基于计算出的排气流量和检测到的压差来判定颗粒过滤器是否堵塞。

[0027] 在根据第二方面的控制方法中,所述气体供给装置可以是具有 EGR 通路、EGR 阀以及 EGR 气体量检测装置的 EGR 装置,所述 EGR 通路连接位于颗粒过滤器下游的排气通路和位于进气量检测装置下游的进气通路,所述 EGR 阀设置在 EGR 通路中并改变 EGR 通路的通路横截面积,且所述 EGR 气体量检测装置用于检测流入 EGR 通路中的 EGR 气体量。由所述气体供给装置供给的气体量可以由所述 EGR 气体量检测装置检测到的 EGR 气体量。

[0028] 本发明还涉及一种内燃机的排气净化装置,所述排气净化装置包括:颗粒过滤器,所述颗粒过滤器设置在排气通路内并捕集排气中的颗粒物质;进气量检测部,所述进气量检测部检测流入进气通路中的新鲜空气量;气体供给部,所述气体供给部向位于所述进气量检测部下游侧和所述颗粒过滤器上游侧的进气通路供给气体;排气流计算部,所述排气流计算部基于所供给的气体量和检测到的新鲜空气量来计算经过所述颗粒过滤器的排气流量;压差检测部,所述压差检测部检测所述排气通路中所述颗粒过滤器的上游侧和下游

侧之间的压差；以及堵塞判定部，所述堵塞判定部基于计算出的排气流量和检测到的压差来判定所述颗粒过滤器是否堵塞。

### 附图说明

[0029] 通过下文参照附图对示例实施例的说明，本发明的前述和 / 或进一步的目的、特征和优点将变得更加明显，其中相同或相应的部分由相同的附图标记标识，附图中：

[0030] 图 1 示意性地示出根据本发明一个实施例的内燃机的排气净化装置所应用的内燃机及其进气 - 排气系统的整体构造；

[0031] 图 2 示出根据本发明第一实施例的判定颗粒过滤器堵塞的流程图；

[0032] 图 3 示出根据本发明第二实施例的判定颗粒过滤器堵塞的流程图；

[0033] 图 4 示出根据本发明第三实施例的判定颗粒过滤器堵塞的流程图；

[0034] 图 5 示出根据本发明第三实施例的判定颗粒过滤器堵塞的另一流程图。

### 具体实施方式

[0035] 下面将参照附图说明根据本发明的内燃机的排气净化装置的示例实施例。

[0036] i. 第一实施例

[0037] 图 1 中示出的内燃机 1 是具有四个气缸 2 的水冷四冲程柴油机。

[0038] 进气管 3 和排气管 4 连接至内燃机 1。进气管 3 的中间部分设置有涡轮增压器 5 的压缩机壳体 5a，该涡轮增压器利用排气能量作为驱动源。位于压缩机壳体 5a 上游的进气管 3 设置有第一节气门 6，该第一节气门调节流入进气管 3 的进气流量。第一节气门 6 通过电动致动器打开和关闭。位于第一节气门 6 上游的进气管 3 设置有空气流量计 7，该空气流量计输出与流入进气管 3 的进气流量相对应的信号。内燃机 1 的进气量通过空气流量计 7 测量。在此实施例中，空气流量计 7 对应于本发明中的进气量检测装置。

[0039] 位于压缩机壳体 5a 下游的进气管 3 设置有中间冷却器 8，该中间冷却器执行进气和外界空气之间的热交换。位于中间冷却器 8 下游的进气管 3 设置有第二节气门 9，该第二节气门调节流入进气管 3 的进气流量。第二节气门 9 通过电动致动器打开和关闭。

[0040] 另一方面，排气管 4 的中间部分设置有涡轮增压器 5 的涡轮机壳体 5b。位于涡轮机壳体 5b 下游的排气管 4 设置有颗粒过滤器（以下简称为“过滤器”）10。储存还原型  $\text{NO}_x$  催化剂（以下简称为“ $\text{NO}_x$  催化剂”）载持在过滤器 10 上。该过滤器捕集排气中的颗粒物。当流入  $\text{NO}_x$  催化剂的排气中氧浓度高时  $\text{NO}_x$  催化剂储存来自于排气的氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ )，而当流入  $\text{NO}_x$  催化剂的排气中的氧浓度降低时  $\text{NO}_x$  催化剂释放所储存的  $\text{NO}_x$ 。在如果排气中存在如碳氢化合物 (HC)、一氧化碳 (CO) 等的还原组分的情形下，则从  $\text{NO}_x$  催化剂中释放的  $\text{NO}_x$  得以还原。在此说明书中，术语“储存”是指以下述方式中的至少一种来保持物质（固体、液体、气体分子），所述方式包括吸附、粘附、吸收、捕集、吸留等。

[0041] 测量过滤器 10 的上游侧和下游侧之间的压差的压差传感器 11 附装于过滤器 10。沉积在过滤器 10 上的颗粒物（以下也称为“PM”）的量可通过压差传感器 11 检测。在此实施例中，压差传感器 11 对应于本发明中的压差检测装置。在位于过滤器 10 下游的排气管 4 中附装有检测流入排气管 4 中的排气的温度的排气温度传感器 12。过滤器 10 的温度通过排气温度传感器 12 检测。

[0042] 内燃机 1 装备有使一部分在排气管 4 中流动的排气在低压下再循环至进气管 3 的低压 EGR 装置 30。低压 EGR 装置 30 具有低压 EGR 通路 31、低压 EGR 阀 32 和 EGR 冷却器 33。低压 EGR 通路 31 连接位于过滤器 10 下游侧的排气管 4 和在压缩机壳体 5a 上游及第一节气门 6 下游延伸的进气管 3。经由低压 EGR 通路 31，排气在低压下再循环。在此实施例中，经由低压 EGR 通路 31 再循环的排气被称为低压 EGR 气体。此外，通过随低压 EGR 阀 32 的开度变化而调节低压 EGR 通路 31 的通路横截面积，来调节流经低压 EGR 通路 31 的低压 EGR 气体的量。EGR 冷却器 33 通过使得在经过 EGR 冷却器 33 的低压 EGR 气体和内燃机 1 的冷却水之间进行热交换来降低低压 EGR 气体的温度。在此实施例中，低压 EGR 装置 30 对应于本发明中的气体供给装置。

[0043] 内燃机 1 还装备有使一部分在排气管 4 中流动的排气在高压下再循环至进气管 3 的高压 EGR 装置 40。该高压 EGR 装置 40 具有高压 EGR 通路 41 和高压 EGR 阀 42。高压 EGR 通路 41 连接位于涡轮机壳体 5b 上游侧的排气管 4 和位于第二节气门 9 下游侧的进气管 3。经由高压 EGR 通路 41，排气在高压下再循环。在此实施例中，经由高压 EGR 通路 41 再循环的排气被称为高压 EGR 气体。随着高压 EGR 通路 41 的通路横截面积通过高压 EGR 阀 42 的开度的改变而改变，流经高压 EGR 通路 41 的高压 EGR 气体的量得以调节。

[0044] 检测排气压力的排气压力传感器 13 附装于位于涡轮机壳体 5b 和过滤器 10 之间的排气管 4。

[0045] 如上所述构造的内燃机 1 设置有作为用于控制内燃机 1 的电子控制单元的 ECU20。该 ECU20 根据内燃机 1 的工作条件和驾驶员的要求来控制内燃机 1 的工作状态。除了上述传感器之外，根据驾驶员压下加速踏板 14 的量输出电子信号以检测发动机负荷的加速器操作量传感器 15、检测发动机转速的曲轴位置传感器 16 和检测内燃机 1 的冷却水的温度的冷却水温度传感器 17 经由电线连接至 ECU20，从而这些不同传感器的输出信号输入至 ECU20。另外，第一节气门 6、第二节气门 9、低压 EGR 阀 32 和高压 EGR 阀 42 经由电线连接至 ECU20。ECU20 控制这些设备等。

[0046] 在此实施例中，ECU20 执行对过滤器 10 的堵塞判定。如果 ECU20 判定为过滤器 10 被堵塞，则 ECU20 执行过滤器 10 的再生处理。当对过滤器 10 执行堵塞判定时，ECU20 将低压 EGR 阀 32 固定于全闭状态。当低压 EGR 阀 32 的开度固定于全闭状态时，可基于由空气流量计 7 检测到的进气量容易地估算经过过滤器 10 的排气流量。因此，可提高堵塞判定的精度。

[0047] 在此实施例中，对过滤器 10 的堵塞判定如下地执行。在此，紧邻过滤器 10 上游的排气管 4 的横截面积由  $A_0$  表示，其中排气的流速由  $U_0$  表示。此外，通过 PM 堵塞过滤器 10 被认为是节流，过滤器 10 的横截面积由  $A_1$  表示，而过滤器 10 中的排气流速由  $U_{cat}$  表示。

[0048] 如果对前述关系应用伯努利理论，则可得到方程 1。

$$[0049] \quad \rho U_0^2/2 + P_0 = \rho U_{cat}^2/2 + P_1 \dots \text{方程 1}$$

[0050] 在该方程中， $P_0$  是紧邻过滤器 10 上游的排气压力， $P_1$  是紧邻过滤器 10 下游的排气压力。假定液体密度  $\rho$  不变。因为排气流速和横截面积之间保持方程 2 的关系，所以过滤器 10 上游侧和下游侧之间的压差  $\Delta P$ （以下称为“过滤器的压差”）可在方程 3 中表示。

$$[0051] \quad U_0 A_0 = U_{cat} A_1 \dots \text{方程 2}$$

$$[0052] \quad \Delta P = (P_0 - P_1)$$

[0053]  $= \rho U_{cat}^2/2 - \rho U_0^2/2$

[0054]  $= \rho U_{cat}^2/2 - \rho U_{cat}^2 (A_1/A_0)^2/2 \dots$  方程 3

[0055] 然后,可将方程 3 改写为方程 4

[0056]  $\Delta P/U_{cat}^2 = \rho (1 - (A_1/A_0)^2)/2 \dots$  方程 4

[0057] 在此方程中,  $\Delta P/U_{cat}^2$  是与过滤器 10 的堵塞度相关的值。

[0058] 在此实施例中,如果  $\Delta P/U_{cat}^2$  大于预定值 R1,则 ECU20 判定为过滤器 10 被堵塞,然后执行过滤器 10 的再生处理。

[0059] 下面将说明本实施例中对过滤器 10 的堵塞判定的流程。图 2 为示出根据本实施例的对过滤器 10 的堵塞判定的流程的流程图。在每个预定的时间处重复地执行该流程图的例程。

[0060] 在步骤 S101 中,判定是否满足用于判定过滤器 10 存在堵塞的条件。在该步骤中,判定是否已经呈现了适合于对过滤器 10 执行堵塞判定的状态。例如,判定内燃机 1 是否处于稳态,或者过滤器 10 的温度是否落在预定的范围内。也可判定车辆是否已驶过 PM 可大量沉积的一段预定距离。如果在步骤 101 中做出肯定判定,则处理过程进行至步骤 S102。否则,如果做出否定判定,则例程结束。

[0061] 在步骤 S102 中,ECU20 控制低压 EGR 阀 32 至全闭状态。就是说,ECU20 控制阀 32,使得经过过滤器 10 的排气不含低压 EGR 气体。这有利于计算经过过滤器 10 的排气流量。

[0062] 在步骤 S103 中,空气流量计 7 检测新鲜空气量  $G_a$ 。

[0063] 在步骤 S104 中,压差传感器 11 检测过滤器前后的压差  $\Delta P$ 。

[0064] 在步骤 S105 中,排气温度传感器 12 检测经过过滤器 10 的排气的温度(以下称为“经过过滤器的排气温度”)  $T_{cat}$ 。经过过滤器的排气温度用于将经过过滤器 10 的排气的质量流量转化成体积流量。

[0065] 在步骤 S106 中,ECU20 计算燃料喷射量  $G_f$ 。燃料喷射量  $G_f$  是喷射到气缸 2 中的燃料量,并基于发动机转速、发动机负荷等计算。

[0066] 在步骤 S107 中,排气压力传感器 13 检测过滤器 10 上游的排气管 4 中的压力  $P_6$ (以下称为“过滤器上游侧压力”)。

[0067] 在步骤 S108 中,ECU20 计算经过过滤器 10 的排气的体积流量  $V_{cat}$ 。该体积流量  $V_{cat}$  可通过以下方程(气体状态方程)得到。在此方程中,R 是气体常数。

[0068]  $V_{cat} = (G_a + G_f) \cdot R \cdot T_{cat} / P_6 \dots$  方程 5

[0069] 在此实施例中,确定体积流量  $V_{cat}$  的 ECU20 对应于排气流计算装置。

[0070] 在步骤 S109 中,ECU20 计算经过过滤器 10 的排气的平均流速  $U_{cat}$ (以下称为“平均排气流速”)。通过将在步骤 S108 中计算出的体积流量  $V_{cat}$  除以过滤器 10 的横截面积  $A$  来计算平均排气流速  $U_{cat}$ 。过滤器 10 的横截面积  $A$  事先确定。

[0071] 在步骤 S110 中,ECU20 判定  $\Delta P/U_{cat}^2$  是否大于预定值 R1。如上所述,  $\Delta P/U_{cat}^2$  与过滤器 10 的堵塞度有关。预定值 R1 事先通过试验等得到,作为在过滤器 10 发生堵塞时的值的下限值。如果在步骤 S110 中做出肯定判定,则处理过程进行至步骤 S111。否则,如果做出否定判定,则处理过程进行至步骤 S112。

[0072] 在此实施例中,执行步骤 S110 的处理过程的 ECU20 对应于本发明中的堵塞判定装置。

[0073] 在步骤 S111 中, ECU20 要求进行对过滤器 10 执行再生处理的控制。例如, ECU20 将再生处理控制要求标记设为 1。当需要对过滤器 10 执行再生处理时, 该再生处理控制要求标记被设为 1, 而当不需要对过滤器 10 执行再生处理时其被设为 0。

[0074] 在步骤 S112 中, ECU20 重置对过滤器 10 执行再生处理的控制要求。例如, 再生处理控制要求标记被设为 0。

[0075] 因此, 由于当判定过滤器 10 是否被堵塞时 ECU20 控制低压 EGR 阀 32 至全闭状态, 所以过滤器 10 的堵塞判定可更精确地执行。

[0076] 尽管在此实施例中当判定过滤器 10 是否被堵塞时 ECU20 控制低压 EGR 阀 32 至全闭状态, 但低压 EGR 阀 32 的开度可代替地被控制至除全闭状态之外的固定的开度。在此情况下, 直接测量或估算流经低压 EGR 通路 31 的低压 EGR 气体的量。然后, 低压 EGR 气体量和由空气流量计 7 检测的新鲜空气量相结合以计算流经过滤器 10 的排气流量。

[0077] 此外, 在未设置低压 EGR 装置 30 但例如设置有用于向过滤器 10 供给二次空气的系统的情况下, 当执行对过滤器 10 的堵塞判定时, 可停止供给二次空气。此外, 二次空气的供给量可以是恒定的。

[0078] ii. 第二实施例

[0079] 在此实施例中, 通过供给与低压 EGR 气体的减少量对应的一定量的高压 EGR 气体使供给至气缸 2 中的 EGR 气体量保持恒定。

[0080] 在此需注意, 当低压 EGR 阀 32 的开度改变时, 供给至气缸 2 中的 EGR 气体量改变。例如, 当在第一实施例中低压 EGR 阀 32 被控制至全闭状态时, 停止向气缸 2 供给低压 EGR 气体。因此, 气缸中可能缺少 EGR 气体。

[0081] 另一方面, 在第二实施例中, 控制高压 EGR 阀 42 的开度使得供给至气缸 2 中的 EGR 气体量恒定。事实上, 控制高压 EGR 阀 42 的开度使得进气量恒定。进入气缸 2 中的气体包括新鲜空气和 EGR 气体。如果内燃机 1 的工作状态不变, 则合在一起的新鲜空气和 EGR 气体的量不变。因此, EGR 气体量和新鲜空气量具有这样的关系, 其中例如如果 EGR 气体量减少, 则新鲜空气量增加。就是说, EGR 气体量可通过控制高压 EGR 阀 42 的开度而保持恒定, 使得新鲜空气量——即由空气流量计 7 测得的进气量——恒定。

[0082] 图 3 示出根据本实施例的对过滤器 10 的堵塞判定的流程的流程图。该流程图的例程在每个预定的时间处被重复执行。执行与图 2 的流程图中所示的例程相同的处理过程的步骤标有相同的附图标记, 并省略对其的说明。

[0083] 在步骤 S201 中, ECU20 计算目标新鲜空气量  $G_{at}$ 。目标新鲜空气量  $G_{at}$  基于内燃机 1 的转速和负荷计算。目标新鲜空气量  $G_{at}$  和发动机转速及发动机负荷之间的关系事先通过试验等确定并以映射的形式表示, 并储存在 ECU20 中。

[0084] 在步骤 S202 中, ECU20 控制高压 EGR 阀 42 的开度。反馈控制高压 EGR 阀 42 的开度, 使得在步骤 S103 中检测的新鲜空气量  $G_a$  等于在步骤 S201 中计算出的目标新鲜空气量  $G_{at}$ 。在此需注意, 如果 ECU20 朝减小的方向控制低压 EGR 阀 32 的开度, 则 ECU20 朝增大的方向控制高压 EGR 阀 42 的开度。

[0085] 因为经过高压 EGR 通路 41 的高压 EGR 气体从位于过滤器 10 上游的排气管 4 流向位于空气流量计 7 下游的进气管 3, 所以高压 EGR 气体几乎不影响新鲜空气量和经过过滤器 10 的排气流量之间的关系。因此, 在对过滤器 10 进行堵塞判定时, 不必考虑高压 EGR 气体

量。

[0086] 以此方式,如果当 ECU20 执行对过滤器 10 的堵塞判定时低压 EGR 阀 32 的开度改变,则高压 EGR 阀 42 的开度相应地改变,使得供给至气缸 2 中的 EGR 气体量能保持恒定。这使得可以在对过滤器 10 执行堵塞判定时限制 NO<sub>x</sub> 等的生成。

[0087] iii. 第三实施例

[0088] 在此实施例中,当低压 EGR 阀 32 的开度随着时间的流逝而改变时,估算在当前开度下的低压 EGR 气体量。通过将由空气流量计 7 测得的当前进气量与估算值相加,计算在当前开度下经过过滤器 10 的排气流量。具体地,低压 EGR 气体量和新鲜空气量之和等于经过过滤器 10 的排气流量。因此,即使当低压 EGR 阀 32 的开度随着时间的流逝而改变时,也可以通过估算与开度相对应的低压 EGR 气体量以及检测在所述开度时提供的新鲜空气量,来计算在当前开度下经过过滤器 10 的排气流量。附带地,通过低压 EGR 阀 32 上游侧和下游侧之间的压差、低压 EGR 阀 32 的开度等估算低压 EGR 气体的流量。

[0089] 图 4 和 5 是示出根据本实施例的对过滤器 10 进行堵塞判定的流程的流程图。该流程图的例程在每个预定的时间处被重复地执行。执行与在图 2 的流程图中所示例程相同处理过程的步骤标有相同的附图标记,并将省略对其的说明。

[0090] 在步骤 S301 中,冷却水温度传感器 17 检测内燃机 1 的冷却水的温度。

[0091] 在步骤 S302 中,ECU20 计算 EGR 冷却器 33 的冷却效率。EGR 冷却器 33 的冷却效率与冷却水温度具有相关性。因此,例如冷却水温度和 EGR 冷却器 33 的冷却效率之间的关系通过试验等事先确定并以映射的方式表示,并储存在 ECU20 中。通过将在步骤 S301 中得到的冷却水温度代入该映射中,可得到 EGR 冷却器 33 的冷却效率。

[0092] 在步骤 S303 中,计算低压 EGR 气体的密度。如果低压 EGR 气体的压力和温度已知,则通过在状态方程(气体状态方程)中代入压力和温度的值来得到低压 EGR 气体的密度。

[0093] 例如可基于由排气温度传感器 12 检测的排气温度 T7、EGR 冷却器 33 的冷却效率和当低压 EGR 气体流经低压 EGR 通路 31 时发生的温度降低量来计算低压 EGR 气体的温度。这些关系可事先通过试验等确定。另外,也可例如通过传感器来获得低压 EGR 气体的温度。

[0094] 另外,例如通过附装于低压 EGR 通路 31 的压力传感器来检测低压 EGR 气体的压力。此外,连接至低压 EGR 通路 31 的进气管 3 中的压力和低压 EGR 气体的压力可以相等。温度和压力可通过其它传感器或内燃机 1 的工作状态估算。

[0095] 在步骤 S304 中,检测低压 EGR 阀 32 上游侧和下游侧之间的压差(以下称为“低压 EGR 阀前后的压差”)。可通过例如附装于低压 EGR 通路 31 的压差传感器来获得低压 EGR 阀前后的压差,以检测低压 EGR 阀 32 的上游侧和下游侧之间的压差。

[0096] 在步骤 S305 中,ECU20 计算低压 EGR 阀 32 的打开面积。例如,事先确定并以映射的方式表示当 ECU20 控制低压 EGR 阀 32 的开度时的打开面积和指令值之间的关系。然后可通过代入指令值得到打开面积。

[0097] 在步骤 S306 中,ECU20 计算经过低压 EGR 阀 32 的低压 EGR 气体的量  $V_{egr}$ 。

[0098] 方程 4 被转化成以下方程。

$$[0099] \quad U_{cat} = \sqrt{2\Delta P / (\rho(1 - (A_1 / A_0)^2))} \dots \text{方程 6}$$

[0100] 然后,通过用低压 EGR 气体的流速  $U_{egr}$  代替  $U_{cat}$ 、用低压 EGR 阀 32 的打开面积  $A_{egr}$  代替  $A_1$ ,可得到下列方程。

[0101]  $U_{egr} = \sqrt{2\Delta P_{egr} / \rho_{egr}} \times \sqrt{1 / (1 - (A_{egr} / A_0)^2)} \dots$  方程 7

[0102] 经过低压 EGR 阀 32 的低压 EGR 气体量  $V_{egr}$  可在方程 8 中得到。

[0103]  $V_{egr} = U_{egr} A_{egr}$

[0104]  $= A_0 A_{egr} \sqrt{2\Delta P_{egr} / (\rho_{egr} (A_0^2 - A_{egr}^2))} \dots$  方程 8

[0105] 在此实施例中, 计算低压 EGR 气体量  $V_{egr}$  的 ECU20 对应于 EGR 气体量检测装置。

[0106] 在步骤 S307 中, ECU20 计算经过过滤器 10 的排气流量  $V_{cat}$ 。作为通过对经过低压 EGR 阀 32 的低压 EGR 气体的流量和新鲜空气流量求和得到的值, 通过方程 9 计算排气流量  $V_{cat}$ 。

[0107]  $V_{cat} = V_{egr} + (G_a + G_f) \cdot R \cdot T_{cat} / P_6 \dots$  方程 9

[0108] 因此, 即使在低压 EGR 阀 32 的开度为非全闭状态开度并随时间的流逝而改变的情形下, 经过过滤器 10 的排气流量仍然可根据低压 EGR 阀 32 的开度得到, 使得可在较宽的工作状态范围内执行对过滤器 10 的堵塞判定。

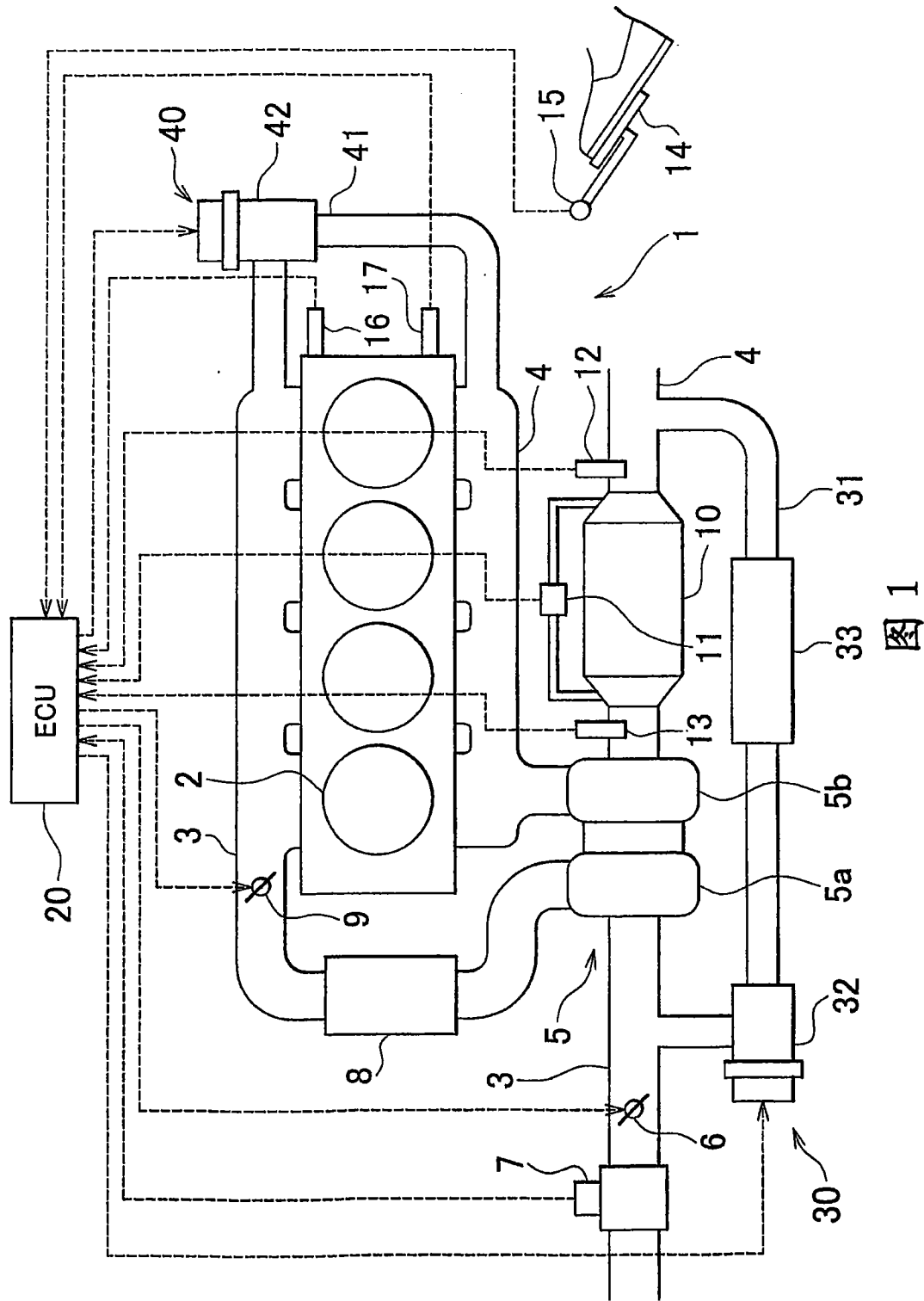


图 1

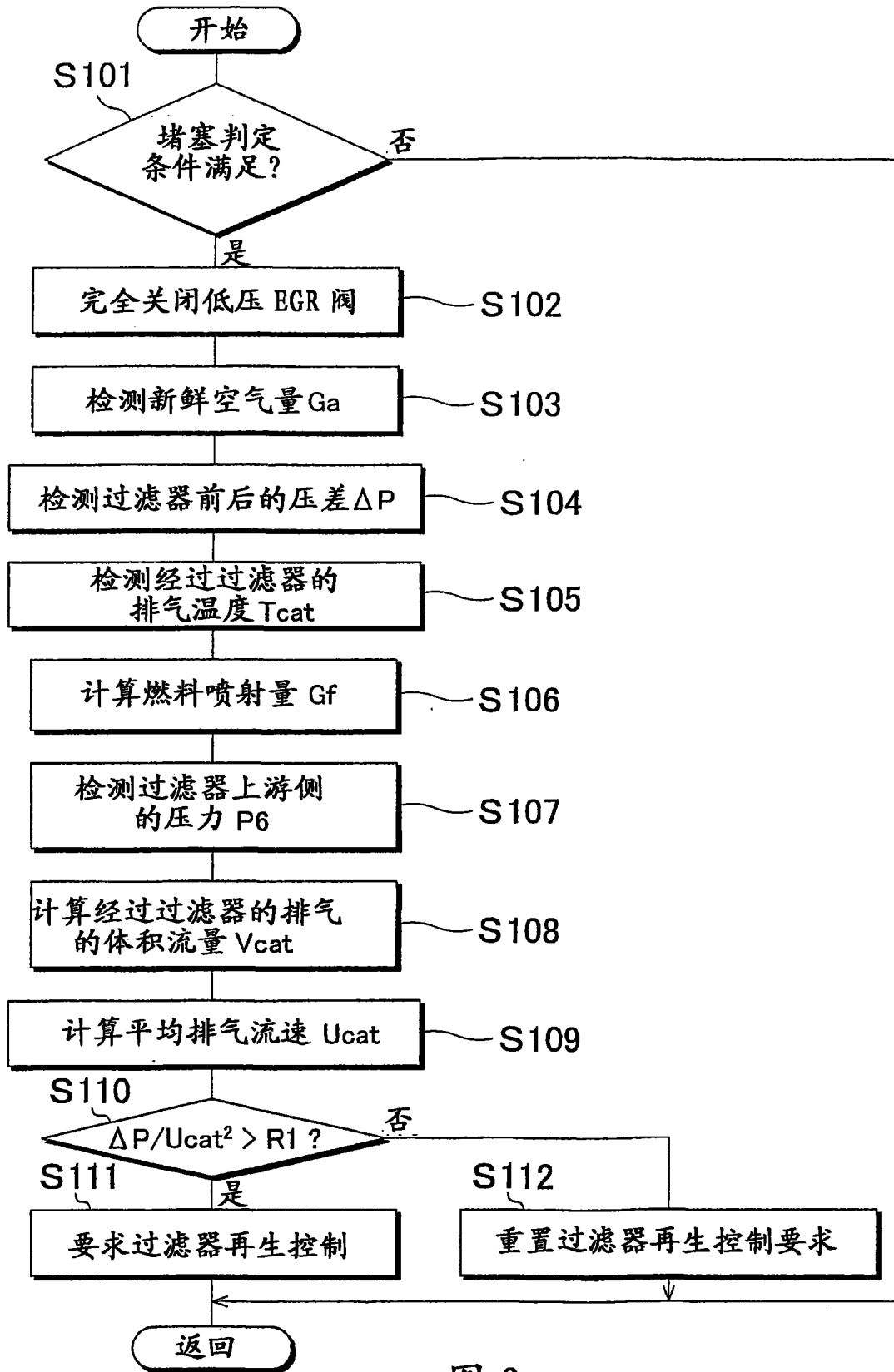


图 2

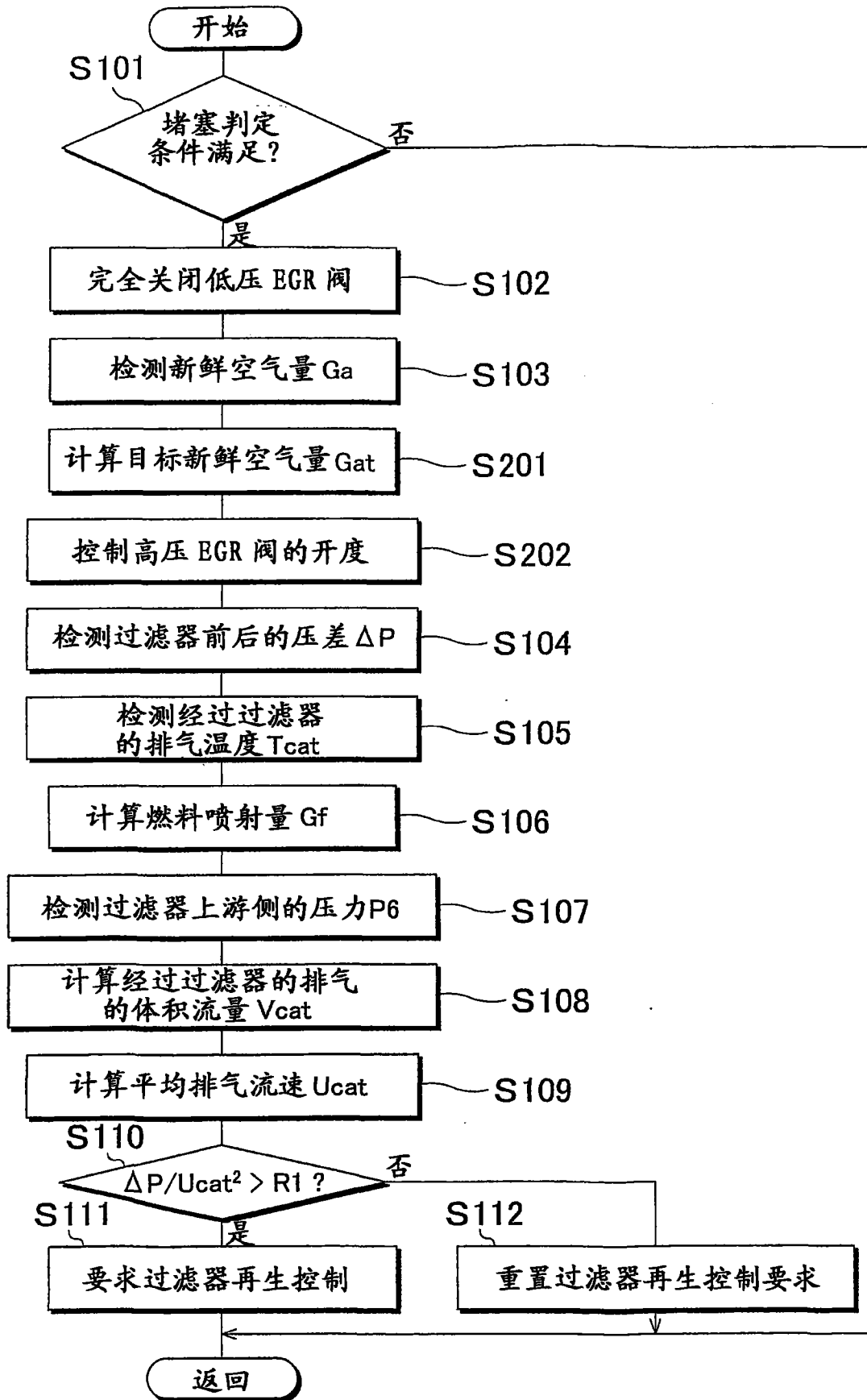


图 3

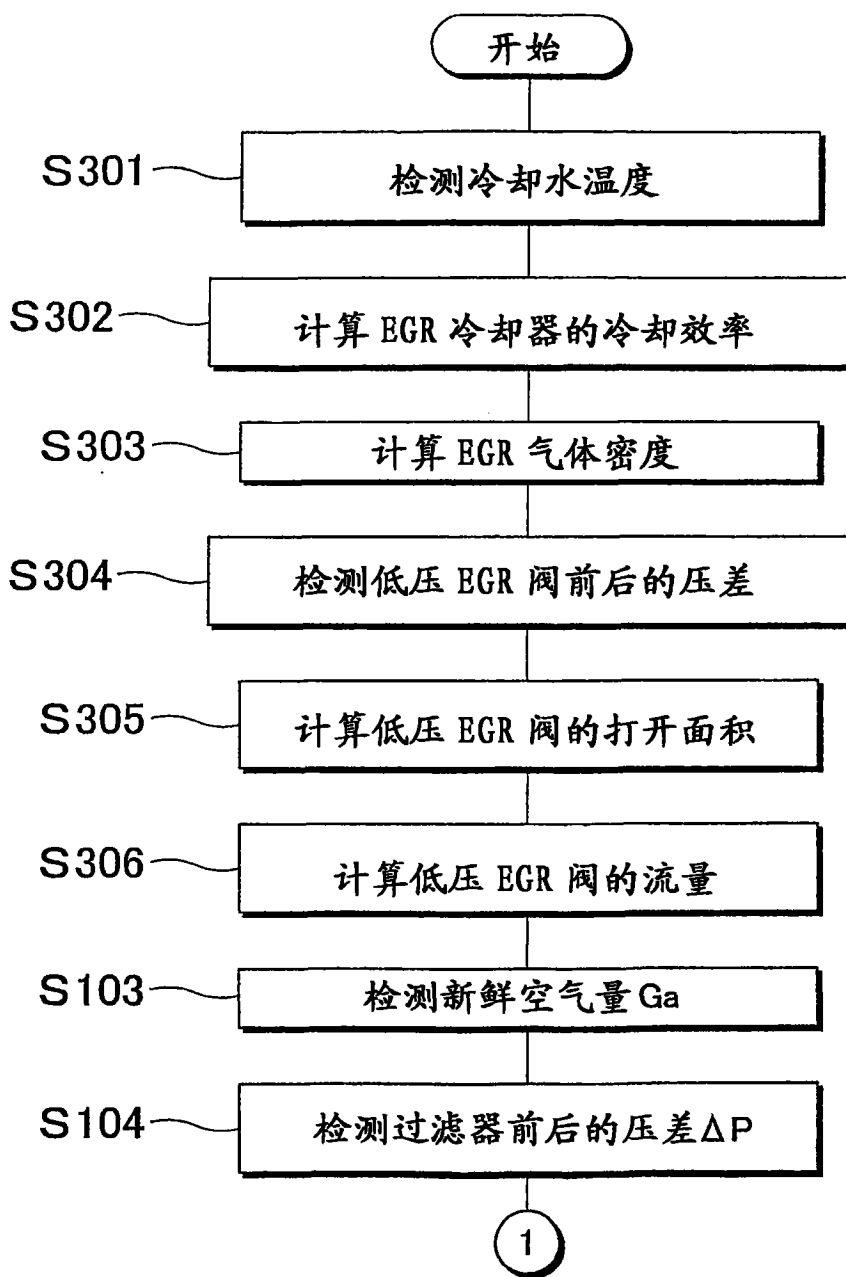


图 4

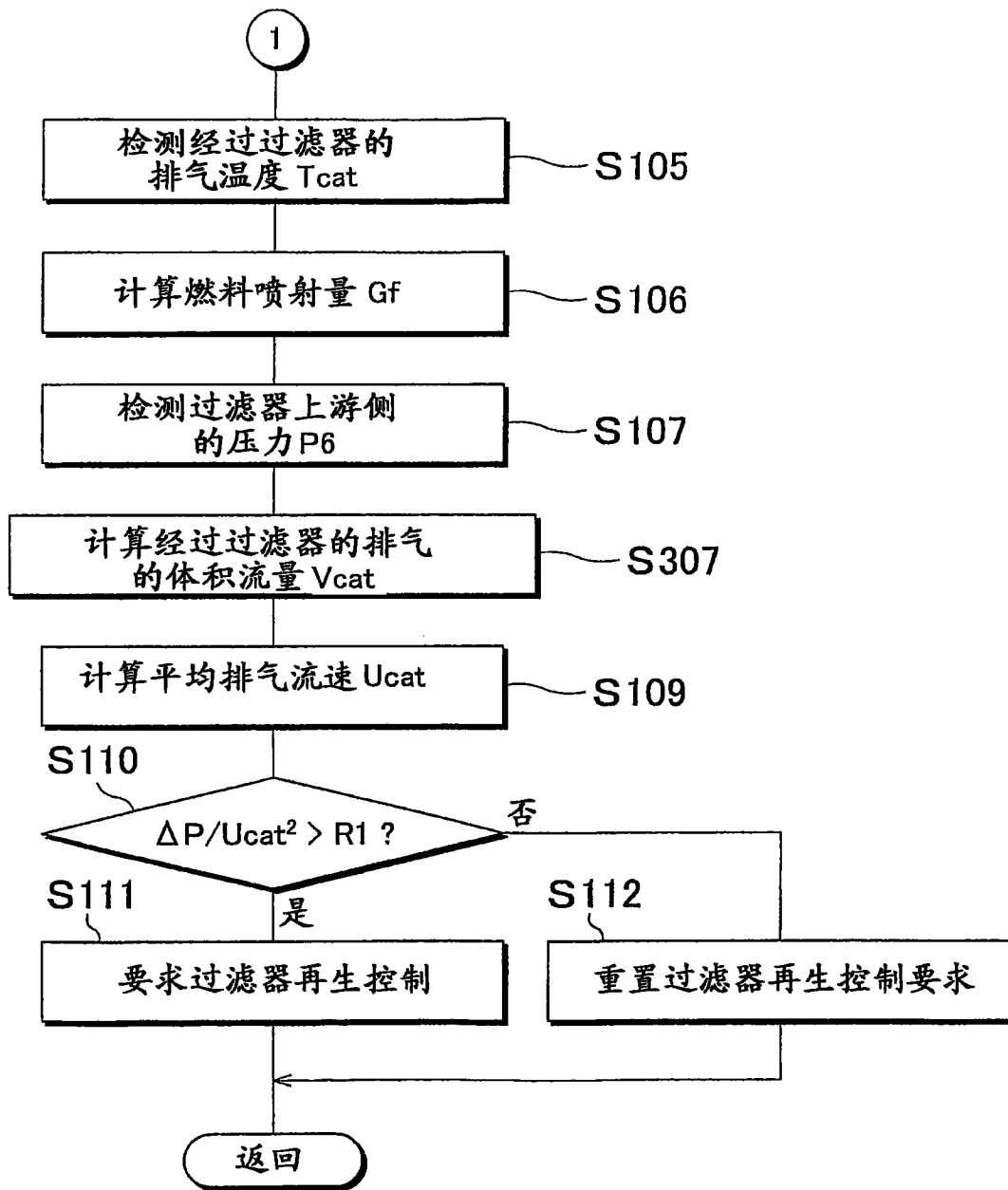


图 5