



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101057069 B

(45) 授权公告日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200580038331. 3

F02D 41/30(2006. 01)

(22) 申请日 2005. 11. 08

F02M 69/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

328084/2004 2004. 11. 11 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 05. 09

(56) 对比文件

CN 1538056 A, 2004. 10. 20, 全文.

US 5701871 A, 1997. 12. 30, 全文.

EP 1138901 A2, 2001. 10. 04, 全文.

US 2002/0170541 A1, 2002. 11. 21, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2005/020788 2005. 11. 08

审查员 艾春慧

(87) PCT申请的公布数据

W02006/051935 EN 2006. 05. 18

(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 木野濂贤一

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 王安武

(51) Int. Cl.

F02D 41/38(2006. 01)

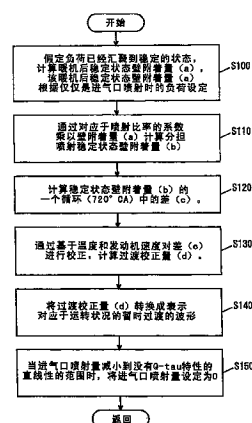
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于内燃机的控制设备

(57) 摘要

发动机 ECU 执行的程序包括以下步骤:计算暖机后稳定状态的进气口壁附着量 (a) (S100); 基于进气口壁附着量 (a) 计算分担喷射稳定状态进气口壁附着量 (b) (S110); 计算分担喷射稳定状态进气口壁附着量 (b) 的一个循环中的差 (c) (S120); 考虑发动机温度和发动机速度进行校正以计算过渡校正量 (d) (S130); 和将过渡校正量 (d) 转换成表示暂时过渡 (temporal transition) 的波形, 以在使进气口喷射量具有较高优先级的情况下进行壁附着校正。



1. 一种用于内燃机的控制设备,所述内燃机具有将燃料喷入气缸的第一燃料喷射机构和将所述燃料喷入进气歧管或进气口的第二燃料喷射机构,所述用于内燃机的控制设备包括:

控制器,其基于所述内燃机的所需的条件控制所述第一和第二燃料喷射机构以分别分担喷射所述燃料;和

估计器,当燃料喷射比率从所述第一或第二燃料喷射机构没有停止喷射燃料的状态变化时,所述估计器对所述进气歧管的壁附着燃料进行估计,其中,

所述燃料喷射比率表示从所述第一燃料喷射机构喷射的燃料量与喷射的燃料总量的比率,并且

所述估计器基于将对应于所述燃料喷射比率的系数乘以根据当仅由所述第二燃料喷射机构进行喷射时的所述内燃机的负荷设定的在稳定状态中的壁附着量而获得的分担喷射稳定状态壁附着量,来对所述进气歧管的所述壁附着燃料进行估计。

2. 根据权利要求1所述的用于内燃机的控制设备,其中,

所述估计器基于在预定的时间间隔中所述分担喷射稳定状态壁附着量的差来对所述进气歧管的所述壁附着燃料进行估计。

3. 根据权利要求1所述的用于内燃机的控制设备,其中,

在所述第一和第二燃料喷射机构分别分担燃料喷射量的范围中,所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构以基于所述壁附着燃料来分别分担校正燃料喷射量。

4. 根据权利要求3所述的用于内燃机的控制设备,其中,

所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构以基于所估计的所述壁附着燃料以及对应于负荷变化设定的校正量的时间变化来校正燃料喷射量。

5. 根据权利要求3所述的用于内燃机的控制设备,其中,

在使所述第二燃料喷射机构的燃料喷射量具有较高优先级的情况下,所述控制器基于所述壁附着燃料来校正燃料喷射量。

6. 根据权利要求3所述的用于内燃机的控制设备,其中,

所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构,使得当因所述校正而减小的燃料量变得小于所述第二燃料喷射机构的最小燃料量时,所述第二燃料喷射机构的燃料喷射量被设定为0或者被设定为所述最小燃料量,所述校正的其余部分由所述第一燃料喷射机构的燃料喷射量覆盖。

7. 根据权利要求3所述的用于内燃机的控制设备,其中,

所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构,使得当因所述校正而增大的燃料量变得大于所述第二燃料喷射机构的最大燃料量时,所述第二燃料喷射机构的燃料喷射量被设定为所述最大燃料量,所述校正的其余部分由所述第一燃料喷射机构的燃料喷射量覆盖。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的用于内燃机的控制设备,其中,

所述第一燃料喷射机构是缸内喷射器,所述第二燃料喷射机构是进气歧管喷射器。

用于内燃机的控制设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于内燃机的控制设备,所述内燃机具有用于将燃料喷入气缸的第一燃料喷射机构(缸内喷射器)和用于将燃料喷入进气歧管或者进气口的第二燃料喷射机构(进气歧管喷射器),并且尤其是涉及当第一和第二燃料喷射机构之间的燃料喷射比率改变时或者当内燃机所需负荷改变时附着在进气口内壁上的燃料量的技术。

背景技术

[0002] 公知的一种内燃机具有用于将燃料喷入发动机进气歧管的进气歧管喷射器和用于将燃料喷入发动机燃烧室的缸内喷射器,并且构造成基于发动机速度和发动机负荷判断进气歧管喷射器和缸内喷射器之间的燃料喷射比率。在这内燃机中,对应于从两个燃料喷射阀喷射之和的总喷射量预定为发动机负荷的函数,并且总喷射量随着发动机负荷增大而增大。

[0003] 在这样一种内燃机中,当发动机负荷已经超过设定的负荷并且进气歧管喷射器的燃料喷射开始时,从进气歧管喷射器喷射的燃料的一部分附着在进气歧管的内壁上。结果,从进气歧管供应到发动机燃烧室的燃料量比已经从缸内喷射器喷射的燃料量要小。因而,如果根据预定为发动机负荷的函数的喷射量,燃料从燃料喷射阀的每个中喷射,则当进气歧管喷射器开始喷射燃料时,实际供应到发动机燃烧室的燃料量变得比所需燃料量(稀的状态)要小。因而,出现了发动机的输出扭矩暂时下降的问题。

[0004] 此外,在这样一种内燃机中,当发动机负荷已经下降到低于预设负荷并且进气歧管喷射器已经停止喷射燃料时,附着在进气歧管的内壁上的燃料持续供应到发动机的燃烧室。结果,如果根据预定为发动机负荷的函数的喷射量,燃料从各个燃料喷射阀喷射时,则当进气歧管喷射器停止燃料喷射时,实际供应到发动机燃烧室的燃料量变得大于所需的燃料量(浓的状态)。因而,出现了发动机的输出扭矩暂时升高的问题。

[0005] 日本专利公开 No. 5-231221 公开了一种燃料喷射式内燃机,其包括用于将燃料喷入气缸的缸内喷射器和用于将燃料喷入进气歧管或者进气口的进气歧管喷射器,以用于防止当进气口喷射和停止时,发动机输出扭矩的波动。燃料喷射式内燃机包括用于将燃料喷入发动机进气歧管的第一燃料喷射阀(进气歧管喷射器)和用于将燃料喷入发动机燃烧室的第二燃料喷射阀(缸内喷射器),其中,当发动机的运转状态在预定的运转状态下时,第一燃料喷射阀停止喷射燃料,并且当发动机运转状态不在预定的运转范围下时,第一燃料喷射阀喷射燃料。燃料喷射式内燃机包括用于估计当第一燃料喷射阀开始喷射燃料时的歧管内壁上的附着燃料量并且用于估计当第一燃料喷射阀停止燃料喷射时流入发动机燃烧室的附着燃料的流入量的装置,和用于校正第二燃料喷射阀喷射的燃料量以使之增大当第一燃料喷射阀开始喷射燃料时上述附着的燃料量,并且用于校正第二燃料喷射阀喷射的燃料量以使之减小当第一燃料喷射阀停止喷射燃料时上述流入量的装置。

[0006] 根据燃料喷射式内燃机,通过校正第二燃料喷射阀喷射的燃料量以使之增大当第一燃料喷射阀开始喷射燃料时上述附着的燃料量,实际供应到发动机燃烧室的燃料量满足

所需的燃料量；通过校正第二燃料喷射阀喷射的燃料量以使之减小当第一燃料喷射阀停止喷射燃料时上述流入量，实际供应到发动机燃烧室的燃料量满足所需的燃料量。结果，在第一燃料喷射阀开始或者停止供应燃料的任一情况下，供应到发动机燃烧室的燃料量满足所需的燃料量，因而防止了发动机输出扭矩的波动。

[0007] 然而，在日本专利公开 No. 5-231221 中公开的燃料喷射式内燃机中，仅仅当还没有进行的第一燃料喷射阀（进气歧管喷射器）的燃料喷射开始时或者当已经进行的第一燃料喷射阀（进气歧管喷射器）的燃料喷射停止时，校正第二燃料喷射阀（缸内喷射阀）喷射的燃料量。具体地，其致力于：DI 比率 r （缸内喷射器喷射的燃料量占喷射燃料总量的比率）从 1 开始变化（从仅仅缸内喷射器喷射燃料的状态变化到进气歧管喷射器开始喷射燃料的状态）的情况，或者 DI 比率 r 从 0 开始变化（从仅仅进气歧管喷射器喷射燃料的状态变化到缸内喷射器开始喷射燃料的状态）的情况。此处，使用缸内喷射器仅仅校正伴随着进气歧管喷射器的开 / 关的壁附着量。

[0008] 进一步，通常，当车辆行驶时，内燃机所需负荷过渡地波动。当负荷过渡地波动时，所需总燃料量以及 DI 比率同样波动。因而，进气歧管喷射器喷射的燃料量过渡地变化。对于负荷的过渡地波动，必须进行的校正与当还没有进行的燃料喷射开始时或者已经进行的燃料喷射停止时的校正不同。

[0009] 考虑到由于以下因素出现这样的问题。传统地，在仅仅具有进气歧管喷射器的发动机中，对于根据负荷设定的暖机后的稳定状态中的壁附着量，已经表示了进气管压力和喷射量（与负荷成比例）对附着量的影响。当对应于负荷的所需燃料量在缸内喷射器和进气歧管喷射器之间分担时，在进气歧管喷射器喷射的燃料量和负荷以及 DI 比率之间没有建立比例关系。因而，通过将稳定状态下的壁附着量仅仅表示为负荷的函数不能够正确地知道壁附着量。

发明内容

[0010] 已经作出本发明来解决上述问题，本发明目的是提供一种用于内燃机的控制设备，所述内燃机具有分别将燃料喷入气缸和进气歧管的第一和第二燃料喷射机构，所述用于内燃机的控制设备能够精确地估计当负荷和 / 或 DI 比率变化的壁附着量以进行校正。

[0011] 本发明的一个方面提供一种用于内燃机的控制设备，其控制的内燃机具有将燃料喷入气缸的第一燃料喷射机构和将所述燃料喷入进气歧管的第二燃料喷射机构，控制设备包括：控制器，其基于所述内燃机的所需的条件控制所述第一和第二燃料喷射机构以分担喷射所述燃料；和估计器，当燃料喷射比率从所述第一和第二燃料喷射机构中一个没有停止喷射燃料的状态变化时，所述估计器对所述进气歧管的壁附着燃料进行估计。所述估计器基于所述内燃机的负荷和所述燃料喷射比率中至少一个对所述进气歧管的壁附着燃料进行估计。

[0012] 根据本发明，当第一燃料喷射机构（例如，缸内喷射器）和第二燃料喷射机构（例如，进气歧管喷射器）两者喷射燃料（ $0 < \text{DI 比率 } r < 1$ ）时，如果例如 DI 比率 r 逐级增大（ $r < 1$ ）而内燃机的负荷相同，或者内燃机的负荷逐级减小而 DI 比率 r 相同，则进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级减小。此处，已经附着在进气口上的燃料被吸入燃烧室。这会导致浓的空燃比，因而估计为了减小燃料喷射量而进行校正所需的壁附着燃料。相反，当缸内喷

射器和进气歧管喷射器两者喷射燃料 ($0 < DI$ 比率 $r < 1$) 时,如果 DI 比率 r 逐级减小 ($r < 1$) 而内燃机的负荷相同,或者内燃机的负荷逐级增大而 DI 比率 r 相同,则进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级增大。此处,已经吸入到燃烧室的燃料减小直到规定的燃料量附着在进气口上。这会导致稀的空燃比,因而估计为了增大燃料喷射量而进行校正所需的壁附着燃料。进一步,当内燃机的负荷逐级变化并且 DI 比率 r 逐级变化 ($r < 1$) 时,进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级变化。在这样的情况下,当进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级减小时,已经附着在进气口上的燃料吸入燃烧室中使得空燃比变浓,并且当进气歧管的喷射器逐级增大时,吸入燃烧室的燃料减小直到规定的燃料量附着在进气口上以使空燃比变稀。因而,估计为了增大燃料喷射量而进行校正所需的壁附着燃料。因而缸内喷射器和进气歧管喷射器继续分担喷射燃料的状态时(即,当喷射器的若任何一个没有停止喷射燃料时),在 DI 比率 r 和 / 或内燃机的负荷变化前后,能够防止例如由于例如随后的空燃比反馈的延迟而引起的排放的恶化,由此维持了所需燃烧状态。因而,可以提供一种用于内燃机的控制设备,所述内燃机具有分别将燃料喷入气缸和进气歧管的第一和第二燃料喷射机构,所述用于内燃机的控制设备能够精确地估计当负荷和 / 或 DI 比率变化的壁附着量以进行校正。

[0013] 优选地,估计器根据所述内燃机的所述负荷,仅仅计算在稳定状态中所述第二燃料喷射机构的壁附着量。估计器根据所述燃料喷射比率修改所计算的壁附着量。估计器基于在预定的时间间隔中所修改的所述壁附着量的差对所述进气歧管的所述壁附着燃料进行估计。

[0014] 根据本发明,例如,对于当仅仅进气歧管喷射器喷射燃料时的稳定状态中进气歧管的壁附着燃料,预先准备由内燃机负荷确定的映射图。基于该负荷,在考虑 DI 比率 r 的同时将仅仅在进气歧管和稳定状态下的壁附着量修改成在分担喷射和稳定状态下的壁附着量。对于修改的壁附着量,确定内燃机一个循环的差以估计在过渡期间和在分担喷射中的壁附着量。因而,能够精确地估计在过渡期间的壁附着量。

[0015] 进一步,在所述第一和第二燃料喷射机构分担燃料喷射量的范围中,所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构以分担校正所估计的所述壁附着燃料。

[0016] 根据本发明,如果通过考虑壁附着量进行校正的燃料量变得小于进气歧管喷射器的最小喷射量,则通过减小进气歧管喷射器的燃料量对壁附着燃料进行校正是不再可能。在空燃比还是浓的状态下,因而使用缸内喷射器对壁附着燃料进行校正。通过减去不能够由进气歧管喷射器覆盖的燃料喷射量确定缸内喷射器的燃料量。此外,如果通过考虑壁附着量进行校正的燃料量变得大于进气歧管喷射器的最大喷射量,则通过增大进气歧管喷射器的燃料量对壁附着燃料进行校正是不再可能。在空燃比还是稀的状态下,因而使用缸内喷射器对壁附着燃料进行校正。通过加上不能够由进气歧管喷射器覆盖的燃料喷射量确定缸内喷射器的燃料量。因而,能够精确地对壁附着量进行精确地校正。

[0017] 进一步优选地,所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构以基于对应于负荷变化设定的校正量的时间变化校正所估计的壁附着燃料。

[0018] 根据本发明,估计的壁附着燃料能够被校正,使得当负荷变化急剧时校正量的时间变化是大的,并且当负荷变化中等时校正量的时间变化是小的,使得校正的壁附着量与内燃机的负荷变化一致。

[0019] 进一步优选地,在使所述第二燃料喷射机构具有较高优先级的情况下,所述控制

器校正所述壁附着燃料。

[0020] 根据本发明,通过在使作为壁附着燃料的一个因素的进气歧管喷射器的燃料喷射量具有较高优先级来进行校正,能消除原因本身。此外,当 DI 比率不变化时,通过使进气歧管喷射器的燃料喷射量具有较高优先级来进行校正,DI 比率 r 能够得到维持。

[0021] 进一步优选地,所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构使得当由所述校正减小的燃料量变得小于所述第二燃料喷射机构的最小燃料量,所述第二燃料喷射机构的燃料喷射量设定为 0 或者设定为所述最小燃料量,所述校正的其余部分由所述第一燃料喷射机构的燃料喷射量覆盖。

[0022] 根据本发明,当 DI 比率 r 逐级增大 ($r < 1$) 和 / 或内燃机的负荷逐级减小时,进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级减小。此处,由于已经附着在进气口上的燃料吸入燃烧室以使空燃比变稀,利用进气歧管喷射器对壁附着燃料进行校正。如果试图校正以减小进气歧管喷射器的燃料量的燃料量变得小于进气歧管喷射器的最小燃料量,则通过减小进气歧管喷射器的燃料喷射量对壁附着燃料进行校正不再可能。在空燃比还是浓的状态下,因而使用缸内喷射器对壁附着燃料进行校正。通过减去不能够由进气歧管喷射器覆盖的燃料喷射量确定缸内喷射器的燃料量。

[0023] 进一步优选地,所述控制器控制所述第一和第二燃料喷射机构,使得当由所述校正增大的燃料量变得大于所述第二燃料喷射机构的最大燃料量,所述第二燃料喷射机构的燃料喷射量设定为所述最大燃料量,所述校正的其余部分由所述第一燃料喷射机构的燃料喷射量覆盖。

[0024] 根据本发明,当 DI 比率 r 逐级减小 ($0 < r$) 和 / 或内燃机的负荷逐级增大时,进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级增大。此处,由于吸入燃烧室燃料减小直到规定的燃料量附着在进气口上以使空燃比变稀,利用进气歧管喷射器对壁附着燃料进行校正。如果试图校正以增大进气歧管喷射器的燃料量的燃料量变得大于进气歧管喷射器的最大燃料量,则通过增大进气歧管喷射器的燃料喷射量对壁附着燃料进行校正不再可能。在空燃比还是稀的状态下,因而使用缸内喷射器对壁附着燃料进行校正。通过加上不能够由进气歧管喷射器覆盖的燃料喷射量确定缸内喷射器的燃料量。因而,能够精确地对壁附着量进行精确地校正。

[0025] 进一步优选地,所述第一燃料喷射机构是缸内喷射器,所述第二燃料喷射机构是进气歧管喷射器。

[0026] 根据本发明,控制设备所用的内燃机具有单独设置的构成为缸内喷射器和进气歧管喷射器的第一和第二喷射机构,以进行分担喷射,当负荷和 / 或 DI 该控制设备能够精确地计算壁附着量以进行校正。

附图说明

[0027] 图 1 是由根据本发明一个实施例的控制设备控制的发动机系统的示意构造图。

[0028] 图 2 是示出由作为本发明一个实施例的控制设备的发动机 ECU 执行的程序控制结构的流程图。

[0029] 图 3 和图 7- 图 9 每个示出发动机负荷和稳定状态壁附着量 (1) 之间的关系。

[0030] 图 4 和图 5 每个示出发动机负荷和校正量的时间变化。

[0031] 图 6 示出喷射脉动幅度和燃料量之间的关系。

[0032] 图 10 和图 12 每个示出用于发动机暖机状态的 DI 比率映射图,其中根据本发明的本实施例的控制设备适合地应用到该发动机中。

[0033] 图 11 和图 13 每个示出用于发动机冷机状态的 DI 比率映射图,其中根据本发明的本实施例的控制设备适合地应用到该发动机中。

具体实施方式

[0034] 以下,参照附图将描述本发明的实施例。在以下的描述中,相同的部件具有相同的参考标号,还具有相同的名称和功能。因而,其详细的描述将不再重复。

[0035] 图 1 是由发动机 ECU(电子控制单元)控制的发动机系统的示意构造图,其中发动机 ECU 是根据本发明一个实施例的用于内燃机的控制设备。在图 1 中,示出直列四缸汽油发动机,但是本发明的应用不限于这样的发动机。

[0036] 如图 1 所示,发动机 10 包括四个气缸 112,每个经由相应的进气歧管 20 连接到公共的稳压箱 30。稳压箱 30 经由进气管 40 连接到空气滤清器 50。空气流量计 42 布置在进气管 40 中,并且由电动机 60 驱动的节流阀 70 也布置在进气管 40 中。独立于加速踏板 100,节流阀 70 具有基于发动机 ECU300 的输出信号控制的开度。每个气缸 112 连接到公共的排气歧管 80,排气歧管 80 连接到三元催化剂转换器 90。

[0037] 每个气缸 112 设置有用于将燃料喷入气缸的缸内喷射器 110 和将燃料喷入进气口或者 / 和进气歧管的进气歧管喷射器 120。基于发动机 ECU300 的输出信号控制喷射器 110 和 120。进一步,每个气缸的缸内喷射器 110 连接到公共的燃料输送管 130。燃料输送管 130 经由允许朝着燃料输送管 130 的方向流动的止回阀 140 连接到发动机驱动式高压燃料泵 150。在本实施例中,对具有两个单独设置的内燃机进行说明,但是本发明不限于这样的内燃机。例如,内燃机可以具有能够进行缸内喷射和进气歧管喷射的一个喷射器。

[0038] 如图 1 所示,高压燃料泵 150 的排出侧经由电磁溢流阀 152 连接到高压燃料泵 150 的吸入侧。随着电磁溢流阀 152 的开度变小,从高压燃料泵 150 供应到燃料输送管 130 的燃料量增大。当电磁溢流阀 152 全开时,从高压燃料泵 150 到燃料输送管的燃料供应停止。基于发动机 ECU300 的输出信号控制电磁溢流阀 152。

[0039] 更具体地,高压燃料泵 150 用借助于附装到凸轮轴的凸轮而上下运动泵柱塞对燃料进行加压。在高压燃料泵 150 中,电磁溢流阀 152 设置在泵吸入侧,并且具有加压过程中的关闭正时,该加压过程中的关闭正时通过使用设置在燃料输送管 300 处的燃料压力传感器 400 由发动机 ECU300 反馈控制。因而,燃料输送管 130 内的燃料压力(燃料压力)得到控制。换言之,通过发动机 ECU300 控制电磁溢流阀 152,从高压燃料泵 150 供应到燃料输送管 130 的燃料量和压力得到控制。

[0040] 每个进气歧管喷射器 120 连接到低压侧的公共燃料输送管 160。燃料输送管 160 和高压燃料泵 150 经由公共燃料压力调节器 170 连接到电动机驱动式低压燃料泵 180。进一步,低压燃料泵 180 经由燃料过滤器 190 连接打破燃料箱 200。燃料压力调节器 170 构成当从低压燃料泵 180 排出的燃料压力高于预设的燃料压力时,使从低压燃料泵 180 排出的燃料的一部分回流到燃料箱 200。这防止了供应到进气歧管喷射器 120 的燃料压力和供应到高压燃料泵 150 的燃料压力变得高于上述预设的燃料压力。

[0041] 发动机 ECU300 由数字计算机构成,并且包括经由双向总线 310 彼此连接的 ROM(只读存储器)320、RAM(随机存储器)330、CPU(中央处理单元)340、输入端口 350 和输出端口 360。

[0042] 空气流量计 42 产生与进气量成比例的输出电压,并且经由 A/D 转换器 370 将输出电压输入到输入端口 350。冷却剂温度传感器 380 附装到发动机 10,并且产生与发动机冷却剂温度成比例的输出电压,并且输出电压经由 A/D 转换器 390 输入到输入端口 350。

[0043] 燃料压力传感器 400 附装到燃料输送管 130,并且产生与燃料输送管 130 内的燃料压力成比例的输出电压,并且输出电压经由 A/D 转换器 410 输入到输入端口 350。空燃比传感器 420 附装到位于三元催化转换器 90 上游的排气歧管 80。空燃比传感器 420 产生与排气内的氧浓度成比例的输出电压,并且输出电压经由 A/D 转换器 430 输入到输入端口 430。

[0044] 本实施例的发动机系统的空燃比传感器 420 是量程空燃比传感器(线性空燃比传感器),其产生与在发动机 10 中燃烧的空气燃料混合气的空燃比成比例的输出电压。可以采用 O_2 传感器作为空燃比传感器 420,该 O_2 传感器以开/关的方式检测在发动机 10 中燃烧的空气混合气的空燃比相对于理论空燃比是浓还是稀。

[0045] 加速踏板 100 与加速踏板位置传感器 440 连接,加速踏板位置传感器 440 产生与加速踏板 100 的下压程度成比例的输出电压,并且输出电压经由 A/D 转换器 450 输入到输入端口 350。进一步,发动机速度传感器 460 产生表示发动机速度的输出脉冲,并且连接到输入端口 350。发动机 ECU300 的 ROM320 以映射图的形式预先存储基于由上述加速踏板位置传感器 440 获得的发动机负荷因子和发动机速度,对应于运转状态设定的燃料喷射量的值,和基于发动机冷却剂温度设定的校正值。

[0046] 参照图 2,将描述由发动机 ECU 执行的程序控制结构,其中发动机 ECU 构成根据本发明一个实施例的控制设备。注意,以预定的时间间隔或者预定的发动机 10 的曲柄角执行该流程。

[0047] 在步骤(以下步骤缩写为 S)100 中,假定发动机 10 的负荷已经汇聚到稳定的状态,发动机 ECU300 计算暖机后稳定状态中的壁附着量(a)(还称为暖机后稳定状态壁附着量(a)),壁附着量(a)根据当仅仅由进气歧管喷射器 120 进行喷射(仅仅是进气口喷射)时的负荷设定。此处,如图 3 所示的映射图(该图表示发动机 10 的负荷和稳定状态壁附着量之间的关系)预存在发动机 ECU300 的内部存储器中。基于 DI 比率 $r = 0$ 的特性曲线,计算暖机后稳定状态壁附着量(a)(图 3 中的(a))。因而,如图 3 所示使用负荷和 DI 比率 r 作为参数计算稳定状态壁附着量,能够表示进气管压力和喷射量的影响(这很大影响壁附着量)。

[0048] 在 S110 中,发动机 ECU300 通过对应于喷射比率(DI 比率 r)的系数乘以壁附着量(a)计算在两个喷射器喷射的情况下稳定状态中的壁附着量(b)(还称为分担喷射稳定状态壁附着量(b))。此处,通过如图 3 所示仅仅使用进气歧管喷射器 120 时稳定状态中的壁附着量的特性曲线(a)乘以对应于 DI 比率 r 的系数,计算出图 3 的(b)所示的分担喷射稳定状态壁附着量(b)。注意,如图 3 所示,随着 DI 比率 r 增大,进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量相对地减小,因而稳定状态壁附着量减小。注意,图 3 所示的特性曲线是一个示例,并且本发明不限于这样的特性曲线。

[0049] 在 S120 中, 发动机 ECU300 计算稳定状态壁附着量 (b) 的循环 (720°C A) 中的差。

[0050] 在 S130, 通过基于发动机 10 的温度 (发动机冷却剂温度) 和发动机速度对差 (c) 进行校正, 发动机 ECU300 计算过渡校正量 (d) (还称为过渡校正量 (d))。此处, 例如, 进行这样的校正使得壁附着量随着温度变高而减小, 这是因为附着在进气口的燃料容易雾化, 并且使得壁附着量随着发动机速度变快而减小, 这是因为进气的流动速度变快。

[0051] 在 S140 中, 发动机 ECU300 将过渡校正量 (d) 转换成表示对应于运转状况的暂时过渡的波形, 并且以较高优先级校正进气口喷射量。此处, 校正量是基于图 4 和图 5 所示的暂时过渡的波形校正的。图 4 示出发动机 10 的负荷增大的情况, 而图 5 示出发动机 10 的负荷减小的情况。在图 4 和图 5 的每个图中, 实线表示急剧的负荷变化 and 对应于该负荷波动的壁附着校正量的时间变化, 而虚线表示中等的负荷波动和对应于该负荷波动的壁附着校正量的时间变化。图 4 和图 5 中的各个阴影线面积表示总壁附着校正量。如图 4 和图 5 所示, 当负荷急剧波动时校正量的变化比当负荷中等波动时校正量的变化更急剧。换言之, 负荷波动的变化程度越大, 引起即时变化的校正量也越大。基于表示暂时过渡的这样的波形, 校正量被转换。进一步, 当车辆加速时 (当负荷增大时), 从进气歧管喷射器 120 喷射的燃料的一部分附着在进气管的壁上, 当车辆减速时 (当负荷减小时), 已经的附着在进气管壁上的燃料的一部分流入燃烧室。因而, 当原来的 DI 比率 r 是恒定时, 为了使该比率维持恒定, 优先地校正进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量。

[0052] 在 S150 中, 当进气口喷射量减小到没有 Q - τ 特性的直线性的范围时, 发动机 ECU300 将进气歧管喷射器 120 的喷射量 (进气口喷射量) 设定为 0。应该注意, 进气歧管喷射器 120 的喷射量 (进气口喷射量) 可以设定成具有 Q - τ 特性的直线性的最小喷射量。此处, 使用图 6 所示的映射图 (表示作为喷射脉动幅度 τ 和燃料量 Q 之间关系的 Q - τ 特性的映射图), 判断是否是具有 Q - τ 特性的直线性的范围。具体地, 在没有 Q - τ 特性直线性的范围中, 不能够确保校正量的精确度, 因而不能够高精度地满足用于减小进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量的校正请求。因而, 通过减小缸内喷射器 110 的燃料喷射量, 基于壁附着量进行燃料喷射量的校正。

[0053] 现在将描述由构成本实施例的用于内燃机的控制设备的发动机 ECU300 基于上述结构和流程控制的发动机 10 的运转。以下描述包括所有以下三个方式: 如图 7 所示当 DI 比率 r 保持相同, 而发动机 10 的负荷增大和减小时; 当如图 8 所示发动机 10 的负荷保持相同, 而 DI 比率 r 增大和减小时 (例如, 当在负荷相同的同时发动机速度变化的时候); 和当如图 9 所示发动机 10 的负荷增大和减小而 DI 比率 r 增大和减小时。

[0054] 在预定的时间间隔, 对于发动机 10 的暖机后的 DI 比率 $r = 0$ (仅仅进气歧管喷射器 120 喷射燃料) 的情况下的壁附着量作为稳定状态壁附着量 (a) 从图 3 所示的特性曲线 (a) 计算出 (S100)。考虑在这稳定状态壁附着量 (a) 中的 DI 比率 r , 计算分担喷射稳定状态壁附着量 (b) (S110)。

[0055] 计算在发动机 10 的一个循环 (720°C A) 中的稳定状态壁附着量 (b) 的差 (c) (S120), 接着考虑发动机 10 的温度或者速度校正差以计算过渡校正量 (d) (S130)。该校正量 (d) 是过渡时壁附着燃料的校正量 (壁附着校正量: f_{mv})。基于图 4 和图 5 所示的表示暂时过渡的波形, 计算校正量的时间变化 (S140)。通过以较高优先级对作为壁附着燃料的因素的进气歧管喷射器 120 进行校正, 壁附着校正量 f_{mw} 被分配由缸内喷射器 110 和进气

歧管喷射器 120 分担。

[0056] 由于这样的分配结果,当壁附着校正量 f_{mw} 是负值,并且必须减小燃料喷射量时,如果燃料喷射量必须减小到进气歧管喷射器 120 的没有 Q - τ 特性的直线性的范围,则进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量设定为 0 或者设定成确保直线性的最小喷射量,并且减小的其余部分由缸内喷射器 110 实现。

[0057] 另一方面,当壁附着校正量 f_{mw} 是正值并且燃料校正量必须增大时,如果燃料喷射量增大超过进气歧管喷射器 120 的最大喷射量,则进气歧管喷射器 120 的喷射量设定成最大喷射量,并且增大的其余部分由缸内喷射器 110 实现。

[0058] 参照图 7 中的从 A 过渡到 B, DI 比率 r 是恒定,并且负荷增大,进气歧管的壁附着量增大。因而,壁附着校正量 f_{mw} 是正值。利用较高的优先级增大进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量,如果进气歧管喷射器 120 的最大喷射量被超过,则缸内喷射器 110 的燃料喷射量也增大。

[0059] 参照图 7 中从 B 过渡到 A, DI 比率 r 恒定,并且负荷减小,进气歧管的壁附着量减小。因而,壁附着校正量 f_{mw} 是负值。利用以较高优先级减小进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量,如果进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量减小到在具有直线性的范围中进气歧管喷射器 120 的最小喷射量,则缸内喷射器 110 的燃料喷射量也减小。

[0060] 参照图 8 中从 C 到 D, 发动机 10 的负荷是恒定,并且 DI 比率 r 减小(即,进气歧管喷射器 120 的喷射比率增大),进气歧管的壁附着量增大。因而,壁附着校正量是正值。利用以较高的优先级增大进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量,如果进气歧管喷射器 120 的最大喷射量被超过,则缸内喷射器 110 的燃料喷射量也增大。

[0061] 参照图 8 的从 D 过渡到 C, 发动机 10 的负荷是恒定,并且 DI 比率 r 增大(即,进气歧管喷射器 120 的喷射比率减小),壁附着校正量 f_{mw} 是负值。利用以较高优先级减小进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量,如果进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量必须减小到在具有直线性的范围中进气歧管喷射器 120 的最小喷射量,则缸内喷射器 110 的燃料喷射量也减小。

[0062] 参照图 9 中从 E 过渡到 F, 发动机 10 的负荷增大,并且 DI 比率 r 减小(即,进气歧管喷射器 120 的喷射比率增大),并且进气歧管的壁附着校正量增大。因而,壁附着校正量 f_{mw} 是正值。利用以较高优先级增大进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量,如果进气歧管喷射器 120 的最大喷射量被超过,则缸内喷射器 110 的燃料喷射量也增大。

[0063] 参照图 9 的从 F 过渡到 E, 发动机 10 的负荷减小,并且 DI 比率 r 增大(即,进气歧管喷射器 120 的喷射比率减小),壁附着校正量 f_{mw} 是负值。利用以较高优先级减小进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量,如果进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量必须减小到在具有直线性的范围中的进气歧管喷射器 120 的最小喷射量,缸内喷射器 110 的燃料喷射量也减小。

[0064] 如上所述,当缸内喷射器和进气歧管喷射器分别分担喷射燃料时,当 DI 比率 r 逐级增大($r < 1$) 时或者当负荷减小时,进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级减小。此处,附着在进气口上的燃料进入燃烧室以使空燃比变浓。因而,以进气歧管喷射器具有较高优先级的情况下进行校正。如果试图校正以减小进气歧管喷射器的燃料喷射量的燃料量变得小于在具有直线性的范围中的最小喷射量,则不再可以通过减小进气歧管喷射器的燃料喷射量

校正附着在壁上的燃料。在这状态下,由于空燃比还是浓的,使用缸内喷射器对附着在壁上的燃料进行校正。通过减去不能够由进气歧管喷射器覆盖的燃料喷射量,确定缸内喷射器的燃料喷射量。

[0065] 此外,当 DI 比率 r 逐级减小 ($0 < r$) 时或者当负荷增大时,进气歧管喷射器的燃料喷射量逐级增大。此处,吸入燃烧室的燃料减小,直到规定量的燃料附着在进气口上以使空燃比变稀。因而,在进气歧管喷射器具有较高优先级的情况下进行校正。如果试图校正以增大进气歧管喷射器的燃料喷射量的燃料量变得大于最大喷射量,则不再可能通过增大进气歧管喷射器的燃料喷射量来对附着在壁上的燃料进行校正。在此状态下,由于空燃比还是稀的,使用缸内喷射器对附着在壁上的燃料进行校正。通过加上不能由进气歧管喷射器覆盖的燃料喷射量确定缸内喷射器的燃料喷射量。

[0066] 本实施例的控制设备适合应用到的发动机 (1)

[0067] 现在将描述本实施例的控制设备适合应用到的发动机 (1)。

[0068] 参照图 10 和图 11,将要描述的每个映射图表示缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 之间的燃料喷射比率,并且作为对应于发动机 10 的运转状态的信息。此处,两个喷射器之间的燃料喷射比率还表示为缸内喷射器 110 喷射的燃料量与总燃料喷射量的比率(称为“缸内喷射器 110 的燃料喷射比率”或者“DI(直喷)比率(r)”)。映射图存储在发动机 ECU300 的 ROM320 中。图 10 是用于发动机 10 的暖机状态的映射图,图 11 是用于发动机 10 冷机状态的映射图。

[0069] 在图 10 和图 11 所示的映射图中,横轴表示发动机 10 的发动机速度,纵轴表示负荷因子,缸内喷射器 110 的燃料喷射比率或者 DI 比率 r 以百分比表示。

[0070] 如图 10 和图 11 所示,DI 比率 r 针对每个由发动机速度和发动机 10 的负荷因子确定的运转区域设定。“DI 比率 $r = 100\%$ ”表示仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射,“DI 比率 $r = 0\%$ ”表示仅仅使用缸内喷射器 120 进行燃料喷射。“DI 比率 $r \neq 0\%$ ”、“DI 比率 $r \neq 100\%$ ”和“ $0\% < \text{DI 比率 } r < 100\%$ ”中的每个表示使用缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 两者进行燃料喷射的范围。一般而言,缸内喷射器 110 有助于输出性能的增大,而进气歧管喷射器 120 有助于空气燃料混合气的均匀性。这两种具有不同特性的喷射器根据发动机 10 的发动机速度和负荷因子适合地选择,使得只有在发动机正常的运转状态下(除了诸如怠速期间催化剂预热状态的异常运转状态之外)进行均质燃烧。

[0071] 进一步,如图 10 和图 11 所示,缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 之间的燃料喷射比率或者 DI 比率 r 单个地限定在用于暖机状态的映射图和用于发动机冷机状态的映射图中。映射图构造成表示随着发动机 10 的温度变化时不同的缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 的控制范围。当发动机 10 的温度等于或者高于预定的温度阈值时,选择图 10 所示的暖机状态映射图;否则,选择图 11 所示的用于冷机状态的映射图。基于所选择的映射图和根据发动机 10 的发动机速度和负荷因子控制缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 的一者或者两者。

[0072] 现在将描述在图 10 和图 11 中设定的发动机 10 的发动机速度和负荷因子。在图 10 中,NE(1) 设定为 2500rpm 至 2700rpm, KL(1) 设定为 30% 至 50%,并且 KL(2) 设定为 60% 至 90%。在图 11 中,NE(3) 设定为 2900rpm 至 3100rpm。即,NE(1) $<$ NE(3)。还适合地设定图 10 中的 NE(2) 以及图 11 中的 KL(3) 和 KL(4)。

[0073] 当比较图 10 和图 11, 图 11 所示的用于冷机状态的映射图的 NE(3) 大于在图 10 中所示的用于暖机状态的映射图的 NE(1)。这表明当发动机 10 的温度较低时, 进气歧管喷射器 120 的控制范围扩大到包括较高的发动机速度范围。即, 在发动机 10 是冷机状态的情况下, 堆积物不可能堆积在缸内喷射器 110 的喷射孔 (即使燃料不是从缸内喷射器 110 喷射出)。因而, 使用进气歧管喷射器 120 进行燃料喷射的范围能够扩大, 由此提高了均质性。

[0074] 当比较图 10 和图 11 时, “DI 比率 $r = 100\%$ ” 在用于暖机状态的映射图中是在发动机 10 的发动机速度为 NE(1) 或者更高的范围, 在用于冷机状态的映射图是在发动机 10 的发动机速度为 NE(3) 或者更高的范围。对于负荷因子, “DI 比率 $r = 100\%$ ” 在用于暖机状态的映射图中是在负荷因子为 KL(2) 或者更大的范围, 和在用于冷机状态的映射图中是在负荷因子为 KL(4) 或者更大的范围。这意味着缸内喷射器 110 仅仅用在预定的高发动机速度的范围和预定的高发动机负荷的范围。即, 在高速范围或者高负荷范围中, 即使仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射, 发动机 10 的发动机速度和负荷是高的, 这确保了足够的进气量, 使得即使仅仅使用缸内喷射器 110 可以易于获得均质空气燃料混合气。以此方式, 缸内喷射器 110 喷射的燃料在燃烧室内伴随着气化潜热 (或者吸收来自燃烧室的热量) 而被雾化。因而, 空气混合气的温度在压缩端减小, 由此提高了防爆震性能。进一步, 由于燃烧室内的温度减小, 进气效率得到提高, 导致了高的动力输出。

[0075] 在图 10 的用于暖机状态的映射图中, 当负荷因子是 KL(1) 或者更小时, 也仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射。这表明当发动机 10 的温度是高时, 缸内喷射器 110 仅仅用在预定低负荷范围。当发动机 10 在暖机状态下时, 堆积物可能堆积在缸内喷射器 110 的喷射孔。然而, 当使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射时, 喷射孔的温度能够降低, 由此防止了堆积物的堆积。进一步, 在确保其最小燃料喷射量的同时可以防止缸内喷射器 110 的堵塞。因而, 缸内喷射器 110 仅仅用在相关的范围。

[0076] 当比较图 10 和图 11 时, 仅仅在图 11 的用于冷机状态的映射图中中有 “DI 比率 $r = 0\%$ ” 的范围就和这表明当发动机 10 的温度是低的时, 在预定的低负荷范围 (KL(3) 或者更低) 仅仅使用进气歧管喷射器 120 进行燃料喷射。当发动机 10 是冷机状态, 负荷是低的, 并且进气量是小的时, 不可能发生燃料的雾化。在这样的范围中, 难以在缸内喷射器 110 喷射燃料的情况下确保良好的燃烧。进一步, 尤其在低负荷和低速范围中, 使用缸内喷射器 110 的高输出是不必要的。因而, 在有关的范围中仅仅使用进气歧管喷射器 120 而不使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射。

[0077] 进一步, 在正常运转以外的运转中, 或者在发动机 10 的怠速期间催化剂预热状态 (异常状态) 中, 控制缸内喷射器 110 以进行分层充气燃烧。通过在催化剂预热运转过程引起分层充气燃烧, 促进了催化剂的预热, 因而改进了排气的排放。

[0078] 本实施例的控制设备适合应用到的发动机 (2)

[0079] 以下, 将描述本实施例的控制设备适合应用到的发动机 (2)。在发动机 (2) 的以下描述中, 将不再重复与发动机 (1) 类似的构造。

[0080] 参照图 12 和图 13 中, “DI 比率 $r = 100\%$ ” 在用于暖机状态的映射图中保持在发动机速度等于或者高于 NE(1) 范围中, 在用于冷机状态的映射图中保持在发动机速度为 NE(3) 或者更高的范围中。进一步, 除了低速范围之外, “DI 比率 $r = 100\%$ ” 在用于冷机状态的映射图中保持在负荷因子为 KL(2) 或者更大的范围中, 在用于冷机状态的映射图中保

持在负 荷因子为 KL(4) 或者更大的范围中。这意味着在发动机速度是预定高水平的范围中仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射,和在发动机负荷是预定高水平的范围中通常仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射。然而,在低速和高负荷范围中,缸内喷射器 110 喷射的燃料所形成的空气燃料混合气混合不良,并且在燃烧室中这样的非均质空气燃料混合气会导致不稳定的燃烧。因而,随着发动机速度增大(不可能发生这样问题),缸内喷射器 110 的燃料喷射比率增大,随着发动机负荷增大(可能发生这样的问题),缸内喷射器 110 的燃料喷射比率减小。缸内喷射器 110 的燃料喷射比率或者 DI 比率 r 的这些变化在图 12 和图 13 中十字箭头表示。以此方式,由于不稳定燃烧引起的发动机输出扭矩的变化能够得到一致。注意,这些措施适合地等同于随着发动机的状态朝着预定的低速范围移动而使缸内喷射器 110 的燃料喷射比率减小,或者随着发动机状态朝着预定低负荷范围移动而使缸内喷射器 110 的燃料喷射比率增大。进一步,除了相关范围(由图 12 和图 13 中所示的十字箭头表示)以外,在仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射的范围中(在高速侧和在低负荷侧),即使当仅仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射时也易于获得均质空气燃料混合气。在此情况下,缸内喷射器 110 喷射的燃料在燃烧室内伴随着气化潜热(通过吸收来自燃烧室的热量)而雾化。因而,空气燃料混合气的温度在压缩侧降低,因而提高了防爆震性能。进一步,随着燃烧室的温度降低,进气效率得到提高,这导致了高的动力输出。

[0081] 在结合图 10-图 13 进行说明的发动机 10 中,通过将缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在进气行程中而实现均质燃烧,通过将其设定在压缩行程而实现分层充气燃烧。即,当缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在压缩行程时,浓的空气燃料混合气能够局部围绕火花塞,使得对整个燃烧室中的稀空气燃料混合气点火以实现分层充气燃烧。即使缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在进气行程,如果可以提供局部围绕火花塞的浓的空气混合气,则能够实现分层充气燃烧。

[0082] 如此处所使用,分层充气燃烧包括分层充气燃烧,和半分层充气燃烧。在半分层充气燃烧中,进气歧管喷射器 120 在进气行程中喷射燃料以在整个燃烧室中产生稀的和均质空气燃料混合气,然后缸内喷射器 110 在压缩行程中喷射燃料以产生围绕火花塞的浓的空气燃料混合气使得提高燃烧状态。这样的半分层充气燃烧优选在催化剂预热操作中,其原因如下。在催化剂预热操作中,必须大幅度地延迟点火正时,并且维持良好的燃烧状态(怠速状态),使高温燃烧气体到达催化剂。进一步,需要供给一定量的燃料。如果采用分层充气燃烧以满足这些要求,则燃料量将是不足的。如果采用均质燃烧,与分层充气燃烧的情况相比,出于维持良好燃烧目的的延迟量是小的。由于这些原因,尽管可以采用分层充气燃烧和半分层充气燃烧的任何一个,但是上述半分层充气燃烧优选在催化剂预热操作中采用。

[0083] 进一步,在结合图 10-图 13 进行说明的发动机中,在对应于几乎整个范围的基本范围中,缸内喷射器 110 的喷射正时设定在进气行程中,此处,基本范围是指除了在进气歧管喷射器 120 在进气行程中进行喷射燃料和缸内喷射器 110 在压缩行程中喷射燃料的情况下(仅仅在催化剂预热状态下进行)进行半分层充气燃烧的范围以外的范围。然而,缸内喷射器 110 的燃料喷射正时出于使燃烧稳定的目的暂时设定在压缩行程中,其原因如下。

[0084] 当缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在压缩行程时,在气缸的温度相对较高时,空气燃料混合气由所喷射的燃料冷却。这提高了冷却效果,并且因而提高了防爆震性

能。进一步,当缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在压缩行程中时,从燃料喷射到点火的时间是短的,这确保了所喷射燃料的喷雾气流得到强化,使得燃烧速率增大。防爆震性能的改进和燃烧速率的增大能够防止燃烧的变化,因而燃烧的稳定性的提高。

[0085] 应该理解到,此处公开的实施例在每个方面是示例性的而非限制性的。本发明的范围由权利要求的条款限定,而不是上述的描述限定,并且意在包括本范围内的任何修改和与权利要求的术语等同的意义。

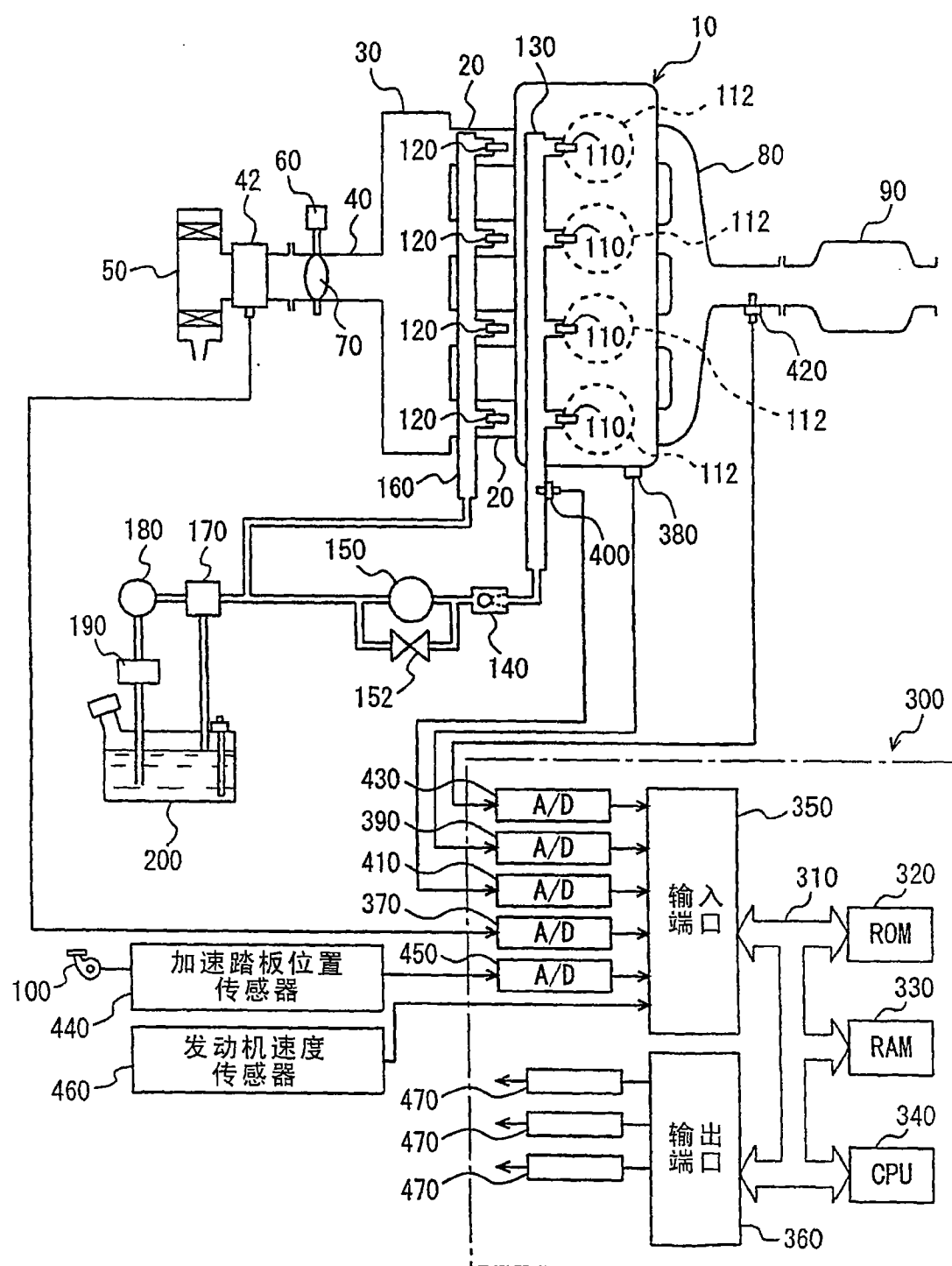


图 1

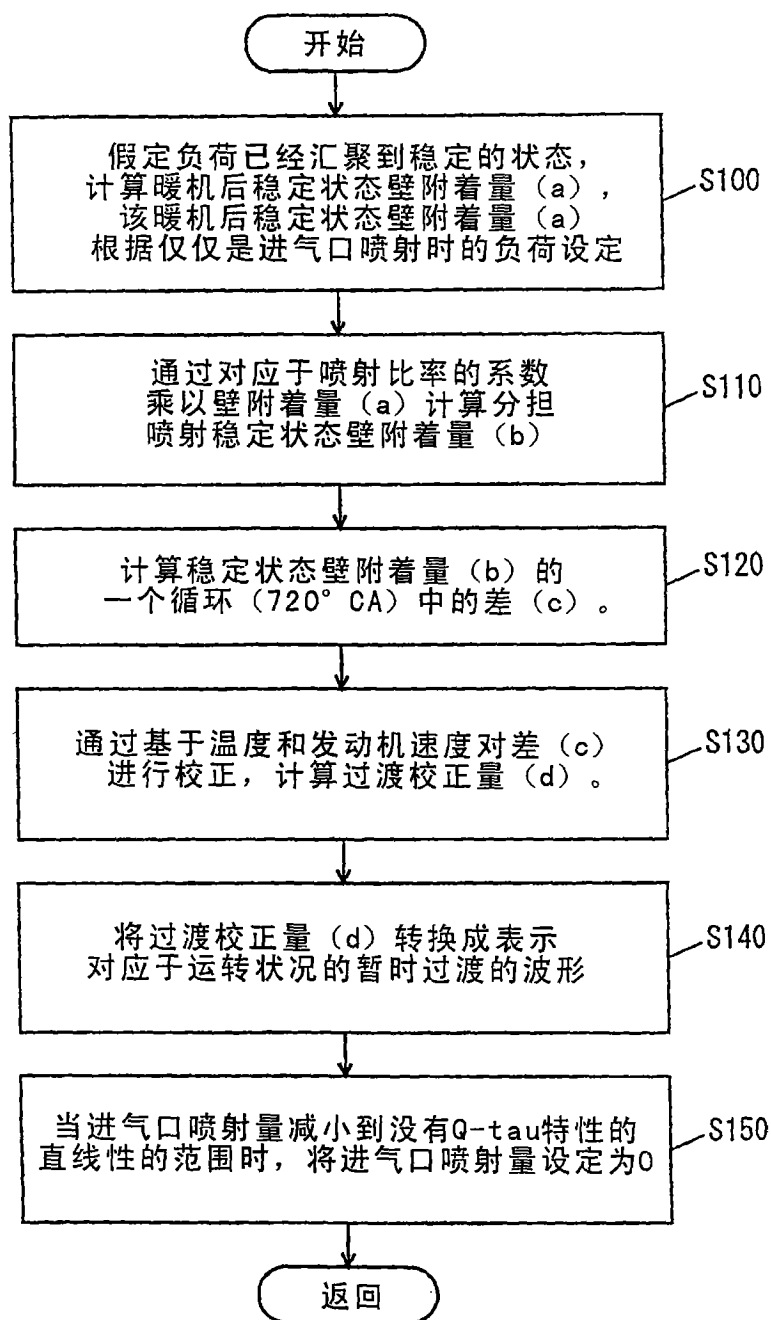


图2

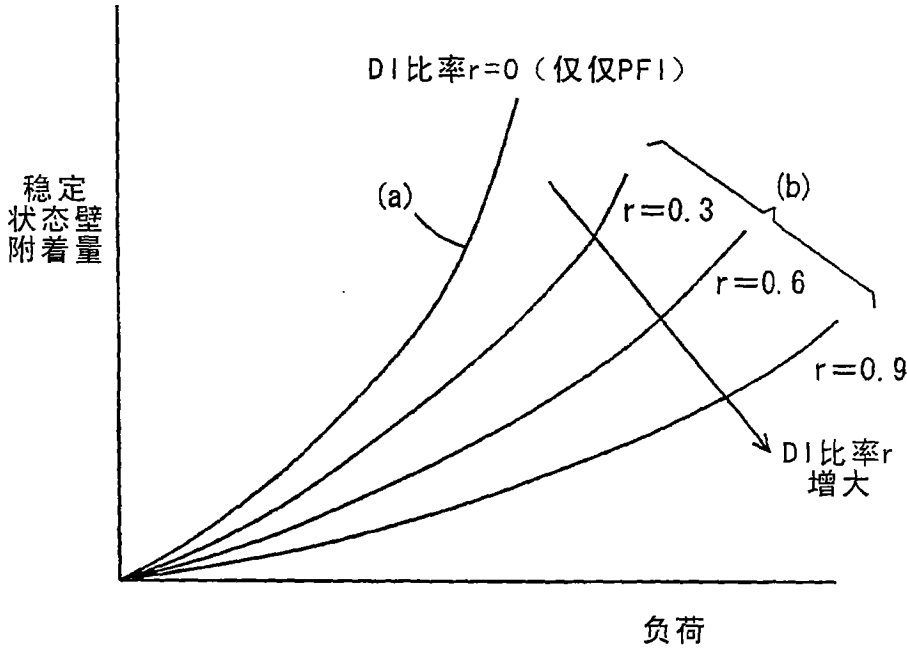


图3

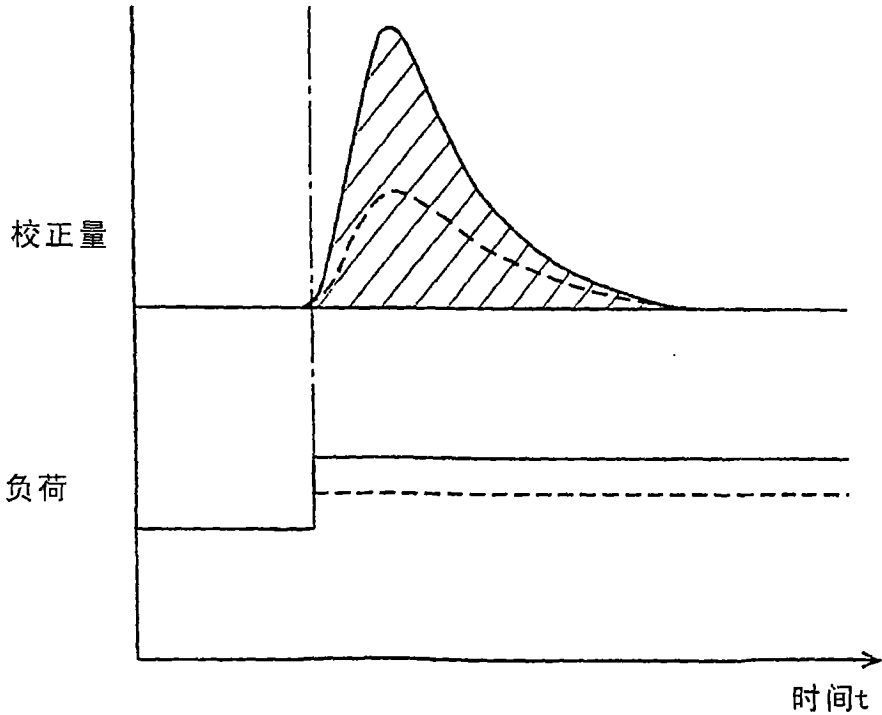


图4

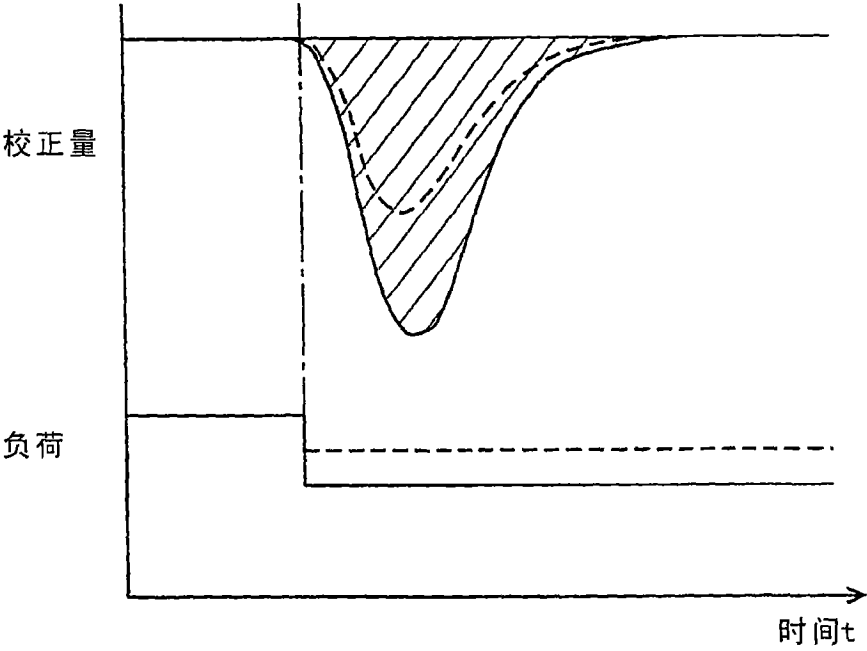


图5

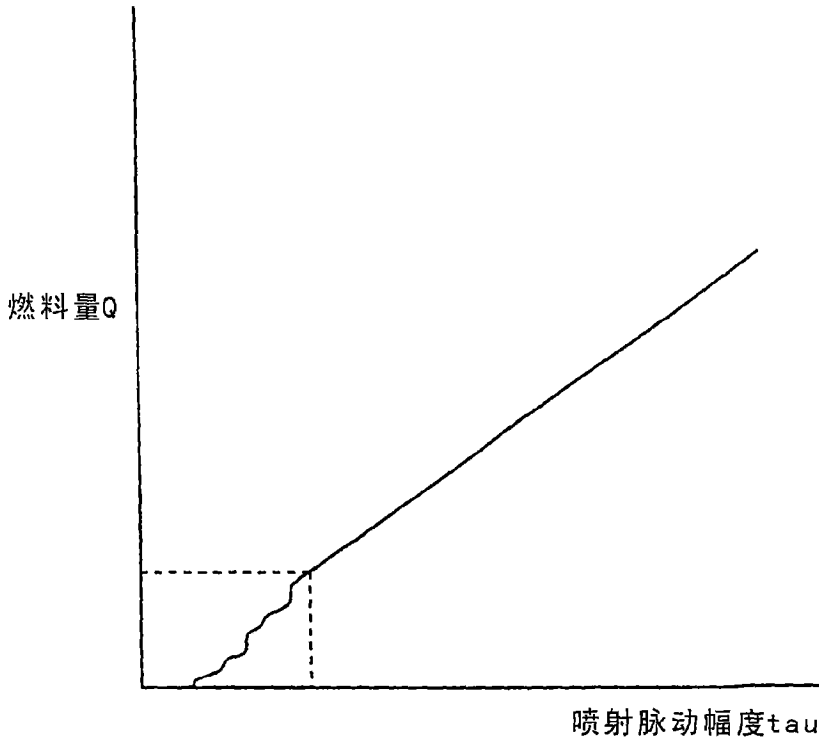


图6

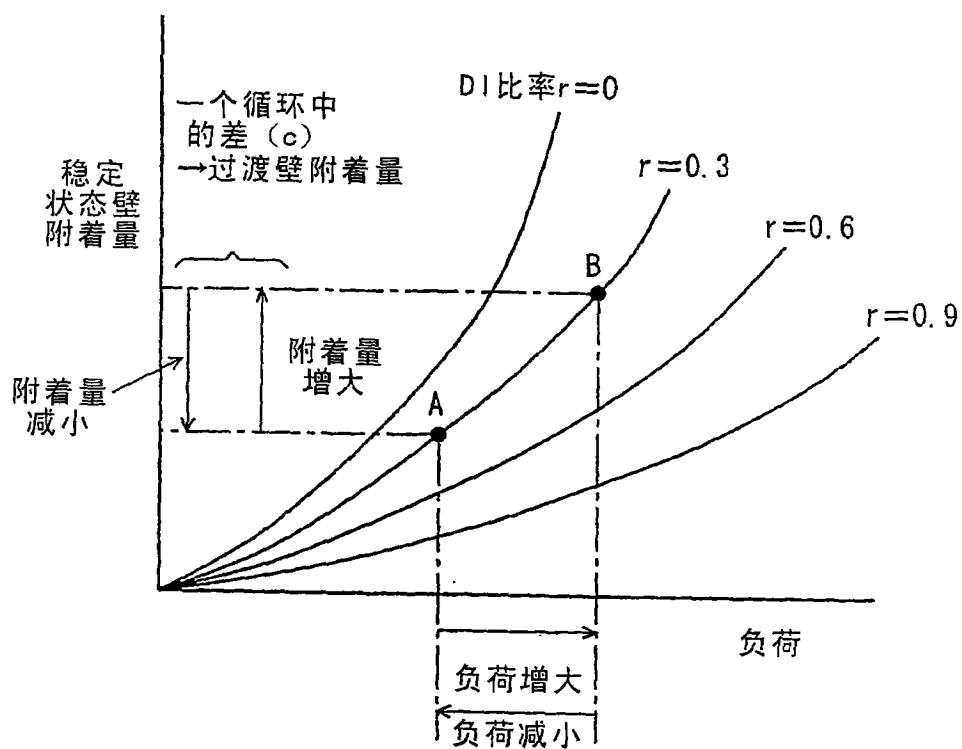


图7

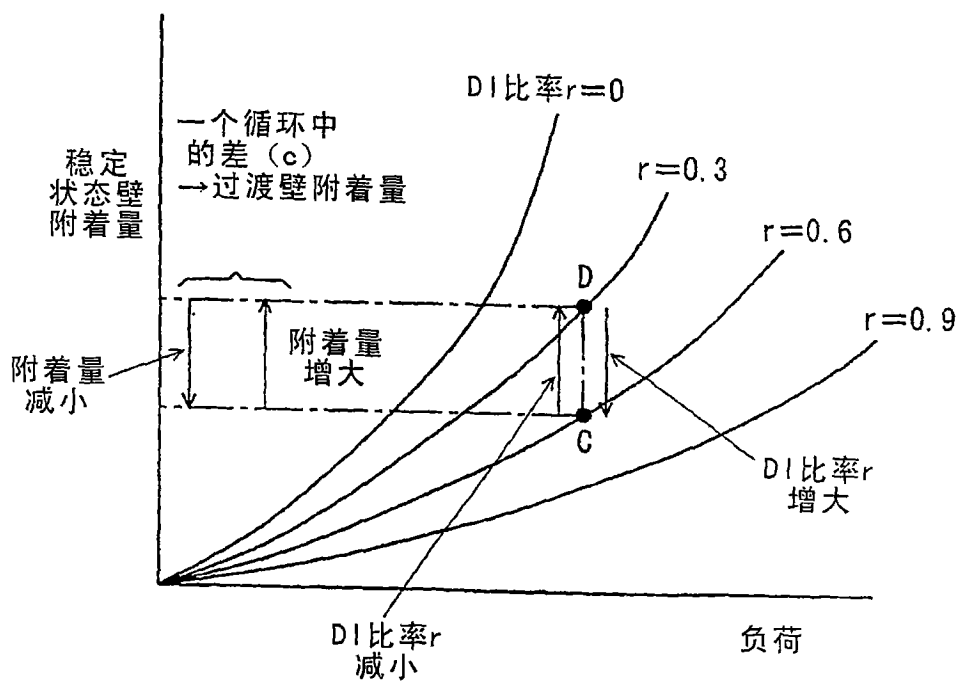


图8

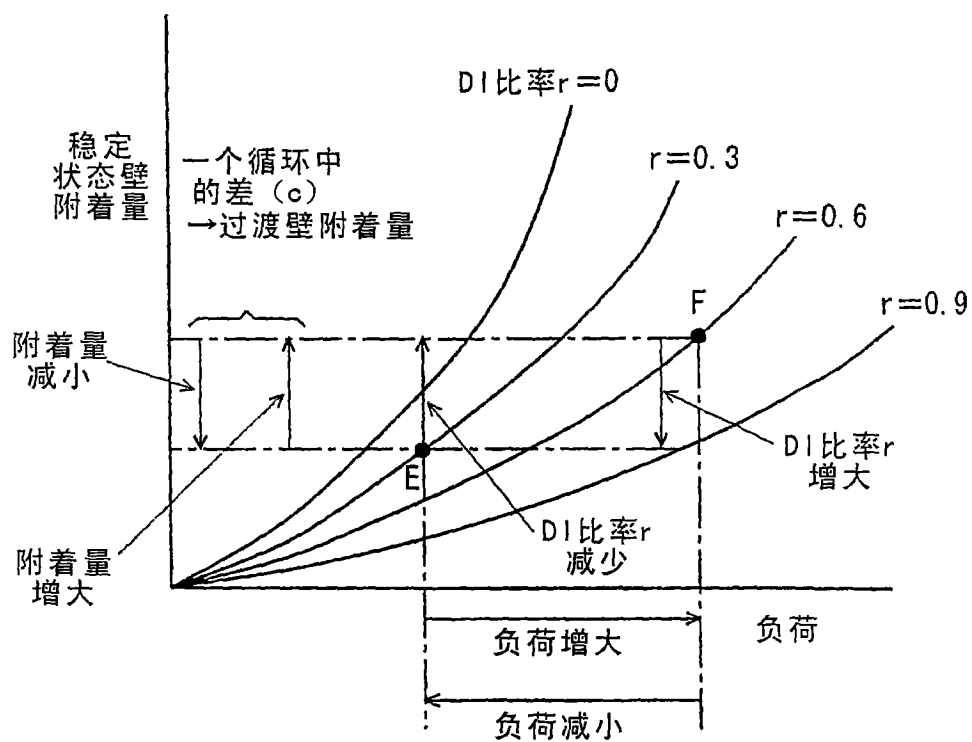


图9

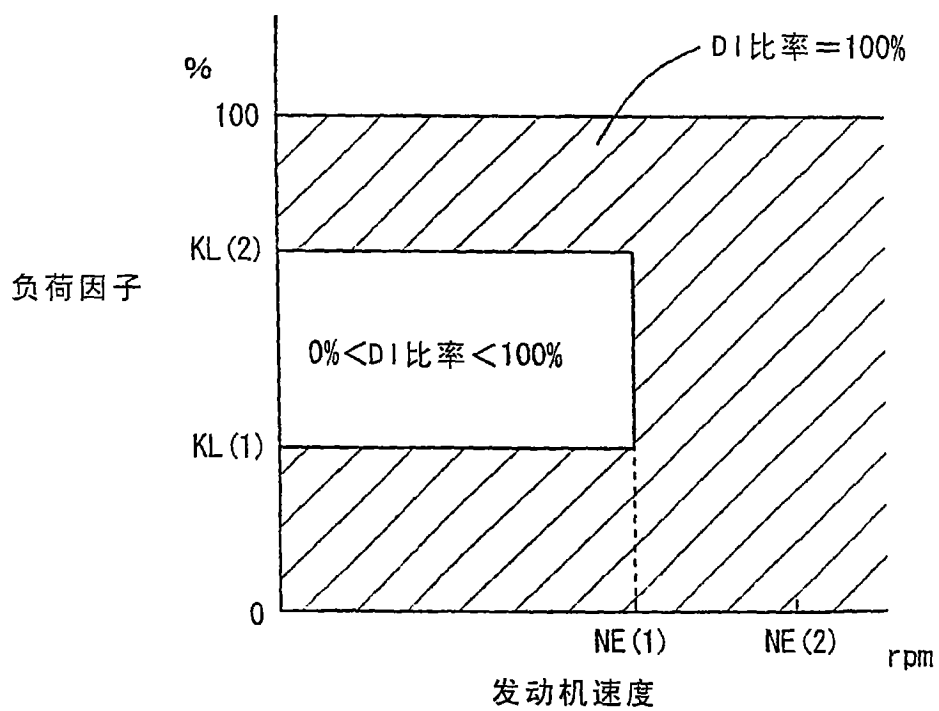


图10

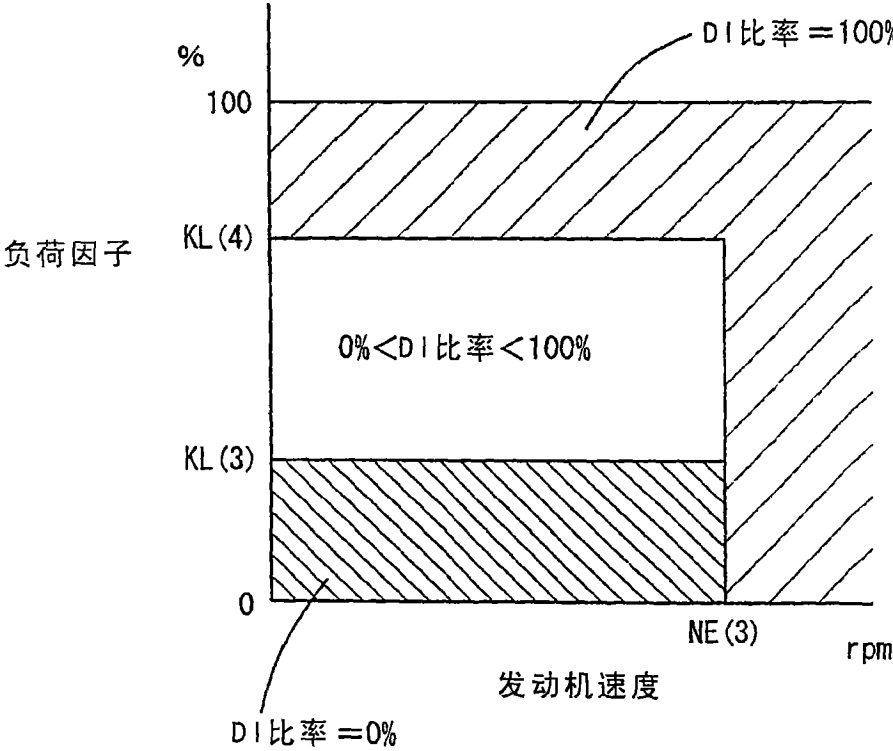


图11

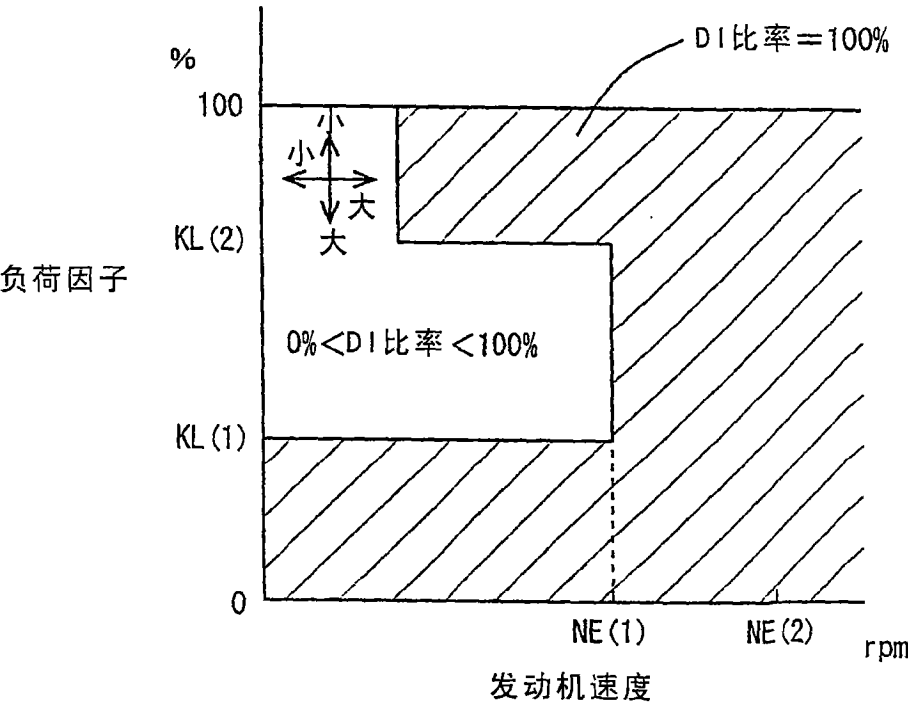


图12

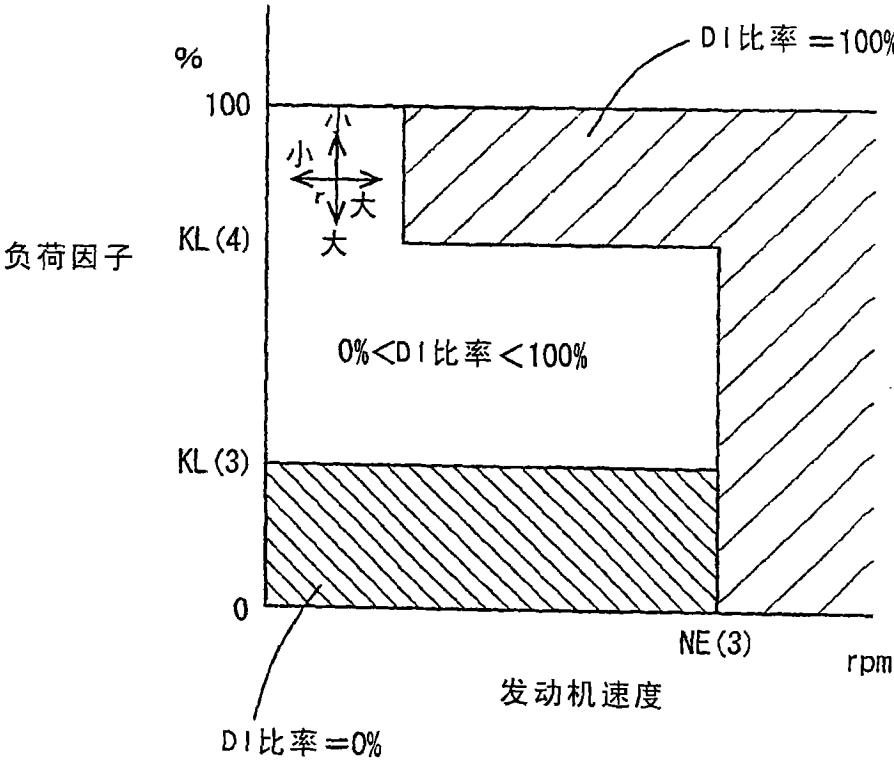


图13