

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580024168.5

F02D 41/04 (2006.01)

F02D 41/38 (2006.01)

F02D 41/40 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100476177C

[22] 申请日 2005.6.15

[21] 申请号 200580024168.5

[30] 优先权

[32] 2004.7.22 [33] JP [31] 214396/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/011405 2005.6.15

[87] 国际公布 WO2006/008904 英 2006.1.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.17

[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 益城善一郎

[56] 参考文献

US2003-0094165A1 2003.5.22

US6314940B1 2001.11.13

CN1432724A 2003.7.30

US2003/0200952A1 2003.10.30

JP2003-120390A 2003.4.23

审查员 周 兵

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 马江立 柴智敏

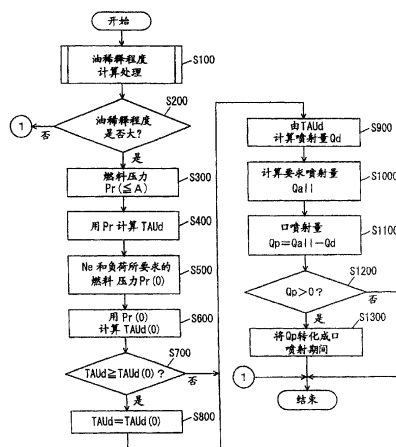
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 6 页

[54] 发明名称

内燃机的控制设备

[57] 摘要

本发明涉及内燃机的控制设备。发动机 ECU 执行包括以下步骤的程序：在判定燃料对油的稀释程度大时(S200 中为“是”)降低供应到缸内喷射器的燃料的压力的步骤(S300)；用低燃料压力计算缸内喷射器的第一燃料喷射期间(TAUd)的步骤(S400)；根据发动机转速和负荷计算所要求的缸内喷射器的燃料压力(Pr(0))的步骤(S500)；用计算的燃料压力(Pr(0))计算缸内喷射器的第二燃料喷射期间(TAUd(0))的步骤 S600；以及在第一燃料喷射期间 TAUd 等于或大于第二燃料喷射期间 TAUd(0)时用第二燃料喷射期间 TAUd(0)取代第一燃料喷射期间 TAUd 的步骤 S800。如果这导致燃料喷射量的不足的话，控制进气歧管喷射器以便于补偿所述不足(S900-S1300)。



1. 一种内燃机(10)的控制设备,所述内燃机(10)包括用于将燃料喷入气缸(112)内的第一燃料喷射机构(110),以及用于将燃料喷入进气歧管内的第二燃料喷射机构(120),所述控制设备包括:

控制单元(300),该控制单元(300)控制所述第一和第二燃料喷射机构(110,120),以基于所述内燃机(10)的要求条件分配所述第一燃料喷射机构(110)与所述第二燃料喷射机构(120)之间的燃料喷射;

以及推定用于润滑所述内燃机(10)的润滑油被燃料稀释的稀释程度的稀释程度推定单元(300),其中

所述控制单元(300)控制所述第一燃料喷射机构(110),以在所述推定的稀释程度大时抑制所述稀释程度,并在由于所述第一燃料喷射机构(110)的控制而相对于要求燃料喷射量出现不足时控制所述第二燃料喷射机构(120),以补偿所述不足,以便达成所述内燃机(10)的要求性能。

2. 根据权利要求1所述的内燃机(10)的控制设备,其特征在于,

所述控制单元(300)控制所述第一燃料喷射机构(110),以降低供给到所述第一燃料喷射机构(110)的燃料的压力,用以降低喷雾贯穿力。

3. 根据权利要求1所述的内燃机的控制设备,其特征在于,

所述控制单元(300)通过改变燃料喷射时间和燃料喷射期间中的至少一方来控制所述第一燃料喷射机构(110),以防止从所述第一燃料喷射机构(110)喷射的燃料撞击所述气缸的(112)内周面。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的内燃机(10)的控制设备,其特征在于,

所述第一燃料喷射机构(110)为缸内喷射器,以及

所述第二燃料喷射机构(120)为进气歧管喷射器。

内燃机的控制设备

技术领域

本发明涉及一种内燃机的控制设备，所述内燃机包括用于将燃料喷入气缸内的第一燃料喷射机构（即，缸内喷射器），以及用于将燃料喷入进气歧管或进气口内的第二燃料喷射机构（即，进气歧管喷射器），具体地，本发明涉及一种抑制从第一燃料喷射机构喷射的燃料稀释内燃机的润滑油的技术。

背景技术

某种已知内燃机包括用于将燃料喷入内燃机的进气歧管的进气歧管喷射器和用于总是将燃料喷入内燃机的燃烧室中的缸内喷射器，并且所述内燃机构造成当内燃机负荷低于预定设定负荷时进气歧管喷射器停止燃料喷射，并且当内燃机负荷高于设定负荷时进气歧管喷射器喷射燃料。在该内燃机中，总喷射量即，从两个喷射器中喷射的燃料量的合计被预定为内燃机负荷的函数，并随着发动机负荷而增加。

缸内喷射器具有直接朝向内燃机的燃烧室开口的孔，并将由燃料泵增压的燃料直接喷射到气缸中。直接将燃料喷射到内燃机的气缸中的缸内喷射器在压缩冲程的后期中执行燃料喷射以精确地控制气缸中的空气燃料混合物的混合状态以改进燃料消耗等。然而，由于缸内喷射器直接将燃料喷射到气缸中，因此缸内喷射器可导致发动机冷态期间的以下缺点。

在发动机的冷态中，气缸中燃料的雾化被相对抑制，并且大量喷射的燃料易于附着于活塞的顶表面和气缸的内周面。因此，在发动机的冷态期间，使用所述设定以使得在进气冲程中执行燃料喷射（即，执行进气冲程喷射）从而将从燃料喷射到点火的期间增加得尽可能长以促进所喷射燃料

的雾化。然而，甚至该进气冲程喷射也不能完全阻止前述燃料附着，并且在燃烧之后在没有燃尽的情况下一部分燃料将在气缸中保持在附着状态下。

附着于活塞顶表面的一部分燃料逐渐雾化，并将在下一个燃烧冲程中不完全燃烧之后从气缸中排出。这导致黑烟的出现，增加了未燃烧成分等，因此排气特性恶化。

一部分附着燃料，尤其是附着于气缸内周面的燃料与润滑油混合，所述润滑油附着于气缸的内周面以润滑发动机的活塞。因此，燃料稀释了润滑油，从而发生了所谓的燃料稀释。因此垂直移动的活塞将由气缸中的燃料稀释的润滑油刮掉。这样被刮掉的润滑油返回到油底壳中，并将重新用于润滑发动机。如果燃料频繁稀释润滑油的话，混合燃料相对于全部润滑油的比率逐渐增大，这将导致内燃机的润滑性能的不利影响，诸如润滑性能的降低。

日本专利特开 No.2003-322044 已公开了一种气缸内喷射型内燃机的燃料喷射控制设备。该控制设备根据不利影响的实际程度灵活地控制燃料喷射的方式，所述不利影响是由于燃料附着于活塞顶表面和气缸内周面导致排气特性的降低而施加在内燃机上的。

该燃料喷射控制设备用在构成得用于直接将燃料喷射到内燃机的气缸中的气缸内喷射型内燃机中，并且包括推定由燃料稀释全部润滑油的稀释程度的稀释程度推定单元，所述润滑油用于润滑所述内燃机；以及控制单元，该控制单元控制燃料喷射方式，以便于当燃料的推定稀释程度大时抑制燃料对润滑油的稀释。

根据气缸内喷射型内燃机的该燃料喷射控制设备，当全部润滑油仅被燃料稀释到较小程度时，甚至在其中附着于气缸内周面的燃料量增加从而增加燃料稀释程度（即，由燃料稀释）的状态下执行燃料喷射这样一种情况下也暂时允许燃料喷射。这可抑制燃料附着于活塞的顶表面，从而可尽可能地抑制排气特性的恶化，诸如黑烟的出现。相反地，当全部润滑油的燃料稀释程度增加到这样的程度，即，进一步的燃料稀释将导致诸如降低

润滑性能等不容忽视的不利影响时，控制燃料喷射以抑制燃料对于润滑油的稀释。因此，可抑制由于润滑油的燃料稀释导致的不利影响。

然而，如日本专利特开 No.2003-322044 中公开的，如果燃料喷射方式或形式（尤其是，缸内喷射器的燃料喷射时间和燃料压力）改变的话，就不可能实现基本要求与发动机转速、负荷因数等相关联的内燃机的性能。

发明内容

为了克服上述问题作出了本发明，本发明的目的是提供一种内燃机的控制设备，所述控制设备构成得用于分配用于将燃料喷入气缸内的第一燃料喷射机构与用于将燃料喷入进气歧管内的第二燃料喷射机构之间的燃料喷射，具体地说，本发明的目的是提供一种控制设备，甚至在从第一燃料喷射机构中喷射的燃料可能稀释内燃机的润滑油时，所述控制设备也能够在不降低内燃机性能的情况下抑制润滑油的稀释。

根据本发明的控制设备控制内燃机，所述内燃机包括用于将燃料喷入气缸内的第一燃料喷射机构，以及用于将燃料喷入进气歧管内的第二燃料喷射机构。所述控制设备包括控制单元，所述控制单元控制所述燃料喷射机构，以基于所述内燃机的要求条件分配所述第一燃料喷射机构与所述第二燃料喷射机构之间的燃料喷射，以及推定用于润滑所述内燃机的润滑油被燃料稀释的稀释程度的稀释程度推定单元。所述控制单元控制燃料喷射机构以在所述推定的稀释程度大时抑制所述稀释程度并达成所述内燃机的要求性能。

根据本发明，从第一燃料喷射机构（例如，缸内喷射器）中喷射并附着于气缸内周面的燃料与附着于气缸内周面的用于润滑内燃机活塞的润滑油相混合，从而稀释润滑油。当稀释程度推定单元推定稀释程度大时，控制单元控制缸内喷射器，以便于例如（1）降低缸内喷射器的燃料压力，（2）减少缸内喷射器的燃料喷射期间或（3）改变缸内喷射器的燃料喷射时间以便于当活塞处于上死点附近（即，当活塞覆盖气缸的内周面时）执行喷射。当以这种方式执行控制时，缸内喷射器的燃料喷射量可比从内燃机的要求

性能中计算的燃料喷射量小一定量。在这种情况下，第二燃料喷射机构（例如，进气歧管喷射器）喷射等于上述不足量的燃料量。以这种方式，内燃机的燃烧室被供以满足所要求性能的燃料量。因此，本发明内燃机的控制设备甚至在从缸内喷射器中喷射的燃料可能稀释内燃机的润滑油时，能够在不降低内燃机性能的情况下抑制润滑油的稀释，所述控制设备分配缸内喷射器与进气歧管喷射器之间的燃料喷射。

优选地，所述控制单元控制所述第一燃料喷射机构，以降低供给到所述第一燃料喷射机构的燃料的压力，用以降低喷雾贯穿力。

根据本发明，供给到所述缸内喷射器的燃料的压力可被降低以降低喷雾贯穿力。通过降低供给到缸内喷射器的燃料的压力，降低了燃料的喷射速度，并且减少了到达气缸内周面的燃料量。因此，从缸内喷射器中喷射的燃料不会到达气缸的内周面或仅有少量燃料到达内周面。因此，可避免燃料附着于气缸的内周面，并可抑制从缸内喷射器中喷射的燃料对润滑油的稀释。

另外，优选地，所述控制单元通过改变燃料喷射时间和燃料喷射期间的至少一方来控制所述第一燃料喷射机构，以防止从所述第一燃料喷射机构喷射的燃料撞击所述气缸的内周面。

根据本发明，在燃料喷射时随着内燃机的活塞位于更靠近于上死点，由内燃机活塞覆盖的气缸的内周面的部分的面积增加。基于内燃机活塞的位置和缸内喷射器的喷射方向，控制单元改变燃料喷射时间和燃料喷射期间的至少一方，以使得当活塞位于上死点侧上并覆盖气缸内周面时缸内喷射器结束燃料喷射。因此，从缸内喷射器喷射的燃料撞击在活塞上，并且不会到达所述气缸的内周面。因此可避免燃料附着于气缸的内周面，并且抑制从缸内喷射器喷射的燃料对润滑油的稀释。

此外，优选地，所述控制单元在由于所述第一燃料喷射机构的燃料喷射控制的改变而相对于要求燃料喷射量出现不足时控制所述第二燃料喷射机构，用以补偿所述不足。

根据本发明，当控制单元控制缸内喷射器以抑制从缸内喷射器喷射的燃料对润滑油稀释的稀释程度时，缸内喷射器的燃料喷射量可比从内燃机的要求性能中计算的燃料喷射量小一定量。在这种情况下，控制单元控制进气歧管喷射器以喷射上述不足量的燃料。因此，内燃机的燃烧室被供以达成所要求性能的燃料量。因此可达成所要求的性能。

此外，优选地，所述第一燃料喷射机构为缸内喷射器，以及所述第二燃料喷射机构为进气歧管喷射器。

本发明涉及一种内燃机的控制设备，所述内燃机包括彼此独立的缸内喷射器和进气歧管喷射器，它们分别用作第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构，并且在它们之间分配燃料喷射。根据上述发明，甚至当从缸内喷射器中喷射的燃料可能稀释内燃机的润滑油时，所述控制设备可在不降低内燃机性能的情况下抑制润滑油的稀释。

附图说明

图 1 示出由根据本发明实施例的控制设备控制的发动机系统的示意性结构；

图 2 和图 3 是示出由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图，所述发动机 ECU 是根据本发明实施例的控制设备；

图 4 示出存储在发动机 ECU 中的喷射正时，所述发动机 ECU 是根据本发明实施例的变型的控制设备；

图 5 示出由发动机 ECU 控制的缸内喷射器的燃料喷射的状态，所述发动机 ECU 是根据本发明实施例的变型的控制设备；

图 6 示出发动机暖态的 DI 比率脉谱图，所述发动机可适当地使用根据本发明实施例的控制设备；以及

图 7 示出发动机冷态的 DI 比率图，所述发动机可适当地使用根据本发明实施例的控制设备。

具体实施方式

下面将参照附图说明本发明的实施例。在以下说明中，相同的部分具有相同的附图标记和相同的名称，并且实现相同的功能。因此，不重复其说明。

图1示出由发动机ECU（电子控制单元）控制的发动机系统的示意性结构，该发动机ECU是根据本发明的一个实施例的内燃机的控制设备。尽管图1示出直列四缸汽油发动机，但本发明不限于这样的发动机。

如图1中所示，发动机10包括四个气缸112，这些气缸经由相应的进气歧管20与公用稳压箱30相连。稳压箱30经由进气道40与空气滤清器50相连。空气流量计42以及由电机60驱动的节气门70布置在进气道40中。根据独立于加速器100的发动机ECU300的输出信号控制节气门70的开度。每一个气缸112与公用排气歧管80相连，排气歧管80与三元催化转换器90相连。

对于每一个气缸112，发动机设有用于将燃料喷射到气缸中的缸内喷射器110和用于将燃料喷射到进气口或者进气歧管中的进气歧管喷射器120。根据发动机ECU300的输出信号控制这些喷射器110和120。每一个缸内喷射器110与公用燃料输送管130相连，公用燃料输送管130经由允许流向燃料输送管130的止回阀140与机械驱动高压燃料泵150相连。尽管该实施例涉及两种喷射器相互独立布置的内燃机，但本发明不限于具有这种结构的内燃机。例如，内燃机可具有采用缸内喷射器和进气歧管喷射器的组合形式的喷射器。

如图1中所示，高压燃料泵150的排出侧经由电磁回流阀152与高压燃料泵150的进气侧相连。从高压燃料泵150供给到燃料输送管130的燃料量随着电磁回流阀152的开度的减小而增大。当电磁回流阀152完全打开时，高压燃料泵150停止将燃料供给到燃料输送管130。根据发动机的ECU300的输出信号控制电磁回流阀152。

特别地，电磁回流阀152布置在高压燃料泵150的进气侧，高压燃料泵150利用与凸轮轴相连的凸轮使得泵柱塞往复移动以对燃料加压。发动机ECU300利用布置在燃料输送管130处的燃料压力传感器400执行在加

压冲程中的电磁回流阀 152 的关闭时间的反馈控制。这样,发动机 ECU300 控制电磁回流阀 152 以控制从高压燃料泵 150 供给到燃料输送管 130 的燃料量和燃料压力。

每一个进气歧管喷射器 120 在低压侧与公用燃料输送管 160 相连。燃料输送管 160 和高压燃料泵 150 经由公用燃料压力调节器 170 与由电机驱动的低压燃料泵 180 相连。低压燃料泵 180 经由燃料滤清器 190 与燃料箱 200 相连。当从低压燃料泵 180 排出的燃料的压力大于预设燃料压力时,燃料压力调节器 170 可使从低压燃料泵 180 排出的一部分燃料返回到燃料箱 200。这样,燃料压力调节器 170 防止这样一种情况,即,施加在进气歧管喷射器 120 上的燃料压力和施加在高压燃料泵 150 上的燃料压力大于上述预设燃料压力。

发动机 ECU300 由数字计算机形成,并且包括 ROM (只读存储器) 320、RAM (随机存取存储器) 330、CPU (中央处理单元) 340、输入端口 350 和输出端口 360,这些部件通过双向总线 310 相互连接。

空气流量计 42 产生与进气流量成比例的输出电压,并且经由 A/D 转换器 370 将所述输出电压提供给输入端口 350。发动机 10 设有冷却剂温度传感器 380,所述冷却剂温度传感器 380 产生与发动机冷却剂温度成比例的输出电压,并且经由 A/D 转换器 390 将所述输出电压提供给输入端口 350。

产生与燃料输送管 130 中的燃料压力成比例的输出电压的燃料压力传感器 400 与燃料输送管 130 相连,并且经由 A/D 转换器 410 将该输出电压提供给输入端口 350。产生与排气的氧浓度成比例的输出电压的空燃比传感器 420 在三元催化剂转化器 90 上游与排气歧管 80 相连,并且经由 A/D 转换器 430 将所述输出电压提供给输入端口 350。

根据该实施例的在发动机系统中的空燃比传感器 420 是产生与在发动机 10 中燃烧的混合物的空燃比成比例的输出电压的全域空燃比传感器(线性空燃比传感器)。空燃比传感器 420 可由以通断的形式判定发动机 10 中燃烧的混合物的空燃比大于或者小于理论空燃比的氧传感器构成。

加速器 100 与加速器下压程度传感器 440 相连, 加速器下压程度传感器 440 产生与加速器 100 的下压量成比例的输出电压, 并且经由 A/D 转换器 450 将所述输出电压提供给输入端口 350。输入端口 350 还与发动机转速传感器 460 相连, 发动机转速传感器 460 产生表示发动机转速的输出脉冲。发动机 ECU300 的 ROM320 已经以脉谱图的形式存储燃料喷射量的数值, 所述燃料喷射量的数值是根据基于分别由加速器下压程度传感器 440 和发动机转速传感器 460 获得的发动机负荷系数和发动机转速的操作状态以及取决于发动机冷却剂温度的补正值来设定的。

发动机 10 的润滑系统由油底壳和润滑油供给装置形成, 油底壳为曲轴箱的一部分。润滑油供给装置包括油泵、滤清器、喷油机构等。油泵从油底壳接收润滑油, 并且将其供给到喷油机构。为了活塞和气缸的内周面之间的润滑, 喷油机构将润滑油供给到气缸的内周面上。根据活塞的往复移动, 如此供给的润滑油被刮下, 最后返回到下部油底壳中。如此刮下的润滑油与油底壳中的润滑油混合, 接着再次用于发动机 10 的润滑。供给到气缸的内周面上以润滑活塞的润滑油被发动机 10 的燃烧热加热, 接着返回到油底壳。

参见图 2, 现对由发动机 ECU300 执行的程序的控制结构进行说明, 发动机 ECU300 是根据该实施例的内燃机的控制设备。图 2 的流程图的程序以预定时间间隔 T 来执行。

在步骤 S100 中, 发动机 ECU300 执行计算油稀释程度的处理。在子程序中执行步骤 S100 中的处理, 下面将参照图 3 对其进行详细说明。

在步骤 S200 中, 发动机 ECU300 判定油稀释程度大或小。基于稍后将说明的燃料稀释发生标记 XS 是否为接通 (on) 而执行该判定。当燃料稀释发生标记 XS 为接通 (on) 并且表示油稀释程度大 (S200 中为“是”) 时, 程序前进到步骤 S300。否则 (S200 中为“否”), 程序结束。

在步骤 S300 中, 发动机 ECU300 将供应到缸内喷射器 110 中的燃料压力设定为等于或低于预定低设定值 A 的数值 Pr。在步骤 S400 中, 发动机 ECU300 用燃料压力 Pr 计算缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 TAUd。

在步骤 S500 中，发动机 ECU300 根据发动机转速和发动机 10 的负荷（负荷因数）计算要供应到缸内喷射器 110 的燃料的要求燃料压力 $Pr(0)$ 。在步骤 S600 中，发动机 ECU300 根据要求燃料压力 $Pr(0)$ 计算缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd(0)$ 。

在步骤 S700 中，发动机 ECU300 在缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 和燃料喷射期间 $TAUd(0)$ 之间进行比较。当 $TAUd$ 等于或大于 $TAUd(0)$ （S700 中为“是”）时，程序前进到步骤 S800。否则（S700 中为“否”），程序前进到步骤 S900。

在步骤 S800，发动机 ECU300 用 $TAUd(0)$ 取代 $TAUd$ ，并执行步骤 S900 中的程序。由此， $TAUd(0)$ 矫正（防护，guard）缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 。

在步骤 S900 中，发动机 ECU300 从缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 中计算喷射量 Qd 。在步骤 S1000 中，发动机 ECU300 基于发动机 10 的要求性能（即，发动机转速和负荷因数）计算要求喷射量 $Qall$ 。

在步骤 S1100 中，发动机 ECU300 计算作为进气歧管喷射器 120 的喷射量的（进气）口喷射量 Qp ，计算为（ $Qp = Qall - Qd$ ）。

在步骤 S1200 中，发动机 ECU300 判定进气歧管喷射器 120 的口喷射量 Qp 是否为正值。当口喷射量 Qp 为正值（S1200 中为“是”）时，程序前进到步骤 S1300。否则（S1200 中为“否”），程序终止。在步骤 S1200 的程序中，判定口喷射量 Qp 是否为正值。或者，可判定口喷射量 Qp 是否大于口喷射量的最小值。

在步骤 S1300 中，发动机 ECU300 进行转换以从口喷射量 Qp 中获得口喷射期间 $TAUp$ 。

参照图 3，将给出图 2 所示步骤 S100 中计算油稀释程度的程序的子程序的控制结构的说明。

根据本实施例，以循环计算燃料稀释程度（即，燃料对油的稀释程度）的增加率与降低率的方式处理全部润滑油的燃料稀释程度，并且根据如此计算的增加率与降低率更新当前推定的燃料稀释程度，该更新值被看作燃

料稀释程度的新值。

发动机 ECU300 在预定时间间隔 T 下执行图 2 流程图所示的程序。因此，在预定时间间隔 T 下重复图 3 流程图中的子程序。

在步骤 S110 中，发动机 ECU300 基于式 (1) 计算每单位时间的燃料稀释量 ΔFD ，并由此计算由于在时间间隔 T 期间执行的燃料喷射而加入并混合于润滑油中的燃料量。当未考虑全部润滑油中的燃料蒸发时，燃料稀释量 ΔFD 相当于燃料稀释程度的增加率。

$$\Delta FD \leq \sum f(QINJ_i, AINJ_i, THW_i) \quad (1)$$

其中 $i = 1, 2, 3, \dots, n$

另外， $f()$ 是用于通过一次燃料喷射操作获得燃料稀释量的函数，并使用燃料喷射量 $QINJ$ 、燃料喷射时间 $AINJ$ 以及发动机冷却剂温度 THW 作为参数。另外，“i”表示上一个控制期间之后执行的燃料喷射操作的数量。例如，当在上一个控制期间与当前控制期间之间已执行了三次燃料喷射时，式 (1) 可表示为下式 (2)：

$$\Delta FD \leq f(QINJ_1, AINJ_1, THW_1) + f(QINJ_2, AINJ_2, THW_2) + f(QINJ_3, AINJ_3, THW_3) \quad (2)$$

已例如通过实验确定了函数 $f()$ ，并作为函数脉谱图将其预存储在发动机 ECU300 的 ROM320 中。基本上，该函数 $f()$ 的数值 (1) 随着燃料喷射量 $QINJ$ 的增加、(2) 随着燃料喷射时间 $AINJ$ 的延迟以及 (3) 随着发动机冷却剂温度 THW 的降低而增加。

出于以下原因选择燃料喷射量 $QINJ$ 、燃料喷射时间 $AINJ$ 以及发动机冷却剂温度 THW 作为函数 $f()$ 的参数。当附着于气缸内周面的燃料保持没有燃烧时发生燃料稀释，即由喷射的燃料进行的稀释。因此，可认为全部润滑油的燃料稀释程度随着附着于气缸内周面的燃料量的增加而明显增加。通常难于直接确定附着于气缸内周面的燃料量。然而，可通过适当地选择与附着于气缸内周面的燃料量有关的参数适当地推定附着于内周面的该燃料量。

燃料喷射量 $QINJ$ 、燃料喷射时间 $AINJ$ 以及发动机冷却剂温度 THW

是与附着于气缸内周面的燃料量有关的参数的典型示例。例如，随着燃料喷射量 Q_{INJ} 增加，附着于气缸内周面的燃料量自然增加。对于附着于气缸内周面的燃料量，每单位面积的可附着燃料量存在上限，即，形成在气缸内周面上的燃料层的厚度存在上限。因此，随着燃料附着面积增加，相对抑制了燃料层的厚度达到上限并且更多燃料能够附着于气缸内周面的这样一种情况。燃料喷射时间 A_{INJ} 决定燃料附着面积，即，气缸内周面的面积，其为在燃料喷射时未被活塞覆盖的暴露于燃烧室的面积。假定在进气冲程中执行喷射，燃料附着面积随燃料喷射时间 A_{INJ} 的延迟而增加。因此，附着于气缸的内周面的燃料量随着燃料喷射时间 A_{INJ} 的延迟而增加。

基本上，当喷射的燃料未雾化到较高程度并具有较大颗粒直径时，附着于气缸的内周面和其它部分的燃料变得较为显著。当燃料喷射压力恒定时，所述雾化的程度明显取决于燃烧室和燃料的温度。另外，燃烧室和燃料的温度与发动机冷却剂温度 THW 有关。因此，随着发动机冷却剂温度 THW 降低，不利于燃料雾化，因此附着于气缸内周面的燃料量增加了。

考虑到前述情况，本实施例使用燃料喷射量 Q_{INJ} 、燃料喷射时间 A_{INJ} 以及发动机冷却剂温度 THW 作为与附着于气缸内周面的燃料量有关的参数。

在步骤 S120 中，发动机 ECU300 基于式 (3) 计算每单位时间蒸发燃料量 ΔFV ，即，在时间期间 T 期间从全部润滑油中蒸发的燃料量。当未考虑由喷射的燃料进行的稀释时蒸发燃料量 ΔFV 相当于燃料稀释程度的降低率。

$$\Delta FV \leq g(THWST, Q_{INJSUM}) \dots\dots (3)$$

其中 $g()$ 是用于获得每时间期间 T 的蒸发燃料量 ΔFV 的函数，并使用由发动机起动时的冷却剂温度 $THWST$ 和发动机起动后燃料喷射量的积分值 Q_{INJSUM} 构成的参数。发动机起动时的冷却剂温度 $THWST$ 用于推定发动机起动时润滑油的初始温度。发动机起动后燃料喷射量的积分值 Q_{INJSUM} 用于推定发动机起动后润滑油的温度升高量。基本上，函数 g

() 用于推定润滑油温度, 并且作出从该推定结果到蒸发燃料量的转换。已例如通过实验确定了该函数 $g()$, 并作为函数脉谱图将其存储在发动机 ECU300 的 ROM320 中。基本上, 该函数 $g()$ 的数值 (1) 随着发动机起动时的冷却剂温度 THWST 的增加以及 (2) 随着发动机起动后燃料喷射量的积分值 QINJSUM 的增加而增加。以这种方式, 计算燃料稀释量 ΔFD 和蒸发燃料量 ΔFV 。

在步骤 S130 中, 发动机 ECU300 由下式 (4) 计算燃料稀释程度 FDSUM。

$$FDSUM \leq FDSUM + \Delta FD - \Delta FV \quad (4)$$

如式 (4) 表示的, 基于燃料稀释程度 FDSUM 的增加率 ΔFD 和降低率 ΔFV 更新当前燃料稀释程度 FDSUM。该更新值被当做新燃料稀释程度 FDSUM, 并存储在发动机 ECU300 的 ROM320 中。

在步骤 S140 中, 发动机 ECU300 在燃料稀释程度 FDSUM 与确定值 FDSUMH 之间作出比较。当燃料稀释程度 FDSUM 等于或大于确定值 FDSUMH (S140 中为“是”) 时, 全部润滑油的燃料稀释程度大, 并且判定燃料对润滑油的进一步稀释会导致诸如润滑性能降低到不容忽视的程度等不利影响。因此, 程序前进到步骤 S150。否则 (S140 中为“否”), 程序前进到步骤 S160。

在步骤 S150 中, 发动机 ECU300 将燃料稀释发生标记 XS 设定为“ON (接通)”。

在步骤 S160 中, 发动机 ECU300 在燃料稀释程度 FDSUM 与确定值 FDSUML ($< FDSUMH$) 之间作出比较。当燃料稀释程度 FDSUM 等于或小于确定值 FDSUML (S160 中为“是”) 时, 全部润滑油的燃料稀释程度小。因此, 甚至当燃料喷射暂时导致燃料稀释从而增加全部润滑油的燃料稀释程度时, 判定燃料稀释程度的该增加仅在发动机 10 上施加了基本可忽视程度的不利影响。因此, 程序前进到步骤 S170。否则 (S160 中为“否”), 程序结束。

在步骤 S170 中, 发动机 ECU300 将燃料稀释发生标记 XS 设定为“OFF

(断开)”。

在确定值 $FDSUML$ 与 $FDSUMH$ ($FDSUML < FDSUMH$) 之间设定量级上的差异,从而燃料稀释发生标记 XS 的通/断操作的执行条件具有所谓的滞后作用。该设定可避免燃料喷射的不稳定控制,当不使用上述设定时可发生所述燃料喷射的不稳定控制,更具体地说,例如当在发动机 10 的操作状态未改变期间在短时间内过度地接通/断开燃料稀释发生标记 XS 以频繁改变燃料压力时可发生所述燃料喷射的不稳定控制。

基于上述结构和流程图,发动机系统在发动机 ECU300 的控制下如下述那样操作,其中发动机 ECU300 是根据本实施例的内燃机的控制设备。在以下说明中,假定图 3 中所示的燃料稀释发生标记 XS 为接通 (on)。

发动机 ECU300 判定润滑油被从缸内喷射器 110 中喷射的燃料稀释到大程度 ($S200$ 中为“是”),并将供应到缸内喷射器 110 中的燃料的压力设定为等于或低于预定低设定值 A ($S300$) 的低燃料压力 Pr 。基于设定的燃料压力 Pr ,计算缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 。

从发动机 10 的转速和负荷 (负荷因数) 中计算出发动机 10 中要求的缸内喷射器 110 的燃料压力 Pr 。计算与要求燃料压力 $Pr(0)$ 相对应的缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd(0)$ ($S600$)。当缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 等于或大于 $TAUd(0)$ 时,矫正 (guard) 缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 并将其设为 $TAUd(0)$ ($S800$)。

从缸内喷射器 110 的燃料喷射期间 $TAUd$ 中计算缸内喷射器 110 的喷射量 Qd ($S900$),以及计算从缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 两者中喷射的燃料的要求喷射量 $Qall$ ($S1000$)。通过从要求喷射量 $Qall$ 中减去缸内喷射器 110 的喷射量 Qd 而计算进气歧管喷射器 120 的口喷射量 Qp ($S1100$)。当口喷射量 Qp 为正值 ($S1200$ 中为“是”)时,判定在没有使用进气歧管喷射器 120 的情况下,由于供应到缸内喷射器 110 的燃料压力的降低,导致缸内喷射器 110 不能喷射足以达成发动机 10 的满意性能的燃料量。口喷射量 Qp 转换为口喷射期间 $TAUp$ ($S1300$),并且缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 基于从发动机 ECU300 中提供的信号分别

喷射燃料量 Q_d 和 Q_p .

根据本实施例的发动机ECU如上所述那样控制发动机。由此，当从缸内喷射器中喷射的燃料附着于气缸的内周面时，燃料可与涂覆到该内周面上以润滑活塞的润滑油相混合，导致混合油对润滑油的稀释。在这种情况下，缸内喷射器的燃料压力降低。当供应到缸内喷射器的燃料的压力降低时，这降低了喷雾贯穿力和燃料喷射速度，因此减少了到达气缸内周面的燃料量。因此从缸内喷射器中喷射的燃料不会到达气缸内周面，或仅有少量燃料到达气缸内周面，因此可避免燃料附着于气缸的内周面，并可抑制从缸内喷射器中喷射的燃料对润滑油的稀释。当缸内喷射器的燃料喷射量比与发动机的要求性能相对应的燃料喷射量小一定量时，进气歧管喷射器用于喷射上述不足量的燃料。因此，发动机可显示要求的性能。

（其它实施例）

下面将说明本发明实施例的变型。在已说明的实施例中，供应到缸内喷射器110的燃料的压力被改变并降低。然而，在以下变型中，缸内喷射器的燃料喷射时间和燃料喷射期间中的至少一方被改变以避免从缸内喷射器110中喷射的燃料附着于气缸的内周面。根据该变型的硬件结构与已说明并且图1中已示出的相同，因此不再重复其详细说明。在该变型中，当判定润滑油稀释程度大时，发动机ECU300改变缸内喷射器110的燃料喷射时间和燃料喷射期间中的至少一方以使得从缸内喷射器110中喷射的燃料不能撞击所述气缸的内周面。

参照图4和图5，将说明该变型。图4示出存储在发动机ECU300的ROM320中的缸内喷射器110的喷射正时。在图4中，横坐标给出发动机转速，纵坐标给出表示喷射时间的曲柄角度。如图4所示，控制缸内喷射器的喷射时间和喷射期间中的至少一方以避免出现缸内喷射器的喷射结束时间（END）进入喷射（结束）不允许区域这样一种情况。在图4中START（1）和END（1）表示的情况下，缸内喷射器110的喷射时间提前以避免缸内喷射器的喷射结束时间（END）进入喷射（结束）不允许区域。在图4中开

始(2)和结束(2)表示的情况下,喷射开始时间没有提前,并且燃料喷射期间缩短。在这种情况下,仅仅缸内喷射器110的燃料喷射量不足以充分达成发动机10所要求的性能,因此进气歧管喷射器120用于补偿所述不足。

通过如图4所示控制缸内喷射器110的喷射时间,通过活塞切断从缸内喷射器110中喷射的燃料,并且所述燃料不会到达气缸的内周面。因此,在缸内喷射器110喷射燃料时随着发动机10的活塞的位置更靠近于上死点,气缸内周面的更宽部分或面积由发动机10的活塞覆盖。如图5所示,鉴于发动机10的活塞的位置和缸内喷射器110的喷射方向,发动机ECU300改变喷射时间和喷射期间中的至少一方,以使得当活塞处于覆盖气缸内周面的上死点侧上的位置中时缸内喷射器110的燃料喷射可结束。

如上所述的,根据由变型的发动机ECU控制的发动机系统,从缸内喷射器中喷射的燃料撞击在活塞上,因此不会到达气缸的内周面,从而可避免燃料附着于气缸的内周面,并可抑制从缸内喷射器中喷射的燃料对润滑油的稀释。

(适合于使用本实施例控制设备的发动机)

参照图6和图7,将给出与发动机10的操作状态相对应的信息的说明,尤其是对于表示缸内喷射器110与进气歧管喷射器120之间的喷射分配比率(即,DI比率 r)的脉谱图的说明。该脉谱图存储在发动机ECU300的ROM320中。图6是用于发动机10的暖态的脉谱图,图7是用于发动机10的冷态的脉谱图。

在图6和图7所示脉谱图中,横坐标给出发动机10的转速,纵坐标给出负荷因数,且DI比率 r 即缸内喷射器110的喷射分配比率表示为百分比。

如图6和图7所示,为发动机10的发动机转速和负荷因数确定的每个操作区域设定DI比率 r 。“DI比率 $r=100\%$ ”表示仅缸内喷射器110执行燃料喷射的区域。“DI比率 $r=0\%$ ”表示仅进气歧管喷射器120执行燃料喷射的区域。“DI比率 $r\neq 0\%$ ”、“DI比率 $r\neq 100\%$ ”或“ $0\% < \text{DI比率 } r < 100\%$ ”表示缸内喷射器110和进气歧管喷射器120分配燃料喷射的

区域。示意性地，缸内喷射器 110 有助于输出性能的提高，而进气歧管喷射器 120 有助于空气燃料混合物的均匀。根据发动机转速和负荷因数适当地选择具有不同特征的这两种喷射器，以使得仅可在发动机 10 的正常操作状态即，在除异常操作状态（诸如怠速期间的催化剤暖机状态）以外的状态下执行均质燃烧。

如图 6 和图 7 所示，缸内喷射器 110 与进气歧管喷射器 120 之间的分配比率（即，DI 比率） r 被限定在分别表示暖态和冷态的每个脉谱图中。所述脉谱图被构成得使得当发动机 10 的温度变化时，不同控制区域用于缸内喷射器 110 与进气歧管喷射器 120。检测发动机 10 的温度，并当发动机 10 的温度等于或高于预定温度阈值时选择图 6 中暖态的脉谱图。否则，选择图 7 中冷态的脉谱图。基于如此选择的脉谱图，根据发动机 10 的发动机转速和负荷因数控制缸内喷射器 110 和/或进气歧管喷射器 120。

下面将给出图 6 和图 7 中表示的发动机 10 的发动机转速和负荷因数的说明。在图 6 中，NE(1) 被设定为 2500-2700rpm，KL(1) 设定为 30-50%，以及 KL(2) 设定为 60-90%。在图 7 中，NE(3) 设定为 2900-3100rpm。因此，NE(1) 小于 NE(3)。适当地确定图 6 中的 NE(2) 以及图 7 中的 KL(3) 和 KL(4)。

从图 6 和图 7 之间的比较中，可以看出，图 7 冷态脉谱图中的 NE(3) 高于图 6 中暖态脉谱图中的 NE(1)。这意味着发动机 10 的较低温度将进气歧管喷射器 120 的控制区域扩大为较高的发动机转速。也就是说，冷发动机 10 可抑制缸内喷射器 110 的喷射口中沉积物的产生（甚至当缸内喷射器 110 不喷射燃料时）。因此，可实现扩大执行进气歧管喷射器 120 的燃料喷射的区域的设定，并可提高均匀性。

从图 6 和图 7 之间的比较中，当发动机 10 的发动机转速处于等于或高于暖态脉谱图上的 NE(1) 的区域中，或处于等于或高于冷态脉谱图上的 NE(3) 的区域中时，获得了“DI 比率 $r = 100\%$ ”的关系。当负荷因数处于等于或高于暖态脉谱图上的 KL(2) 的区域中，或处于等于或高于冷态脉谱图上的 KL(4) 的区域中时，获得了“DI 比率 $r = 100\%$ ”的关系。

这意味着仅缸内喷射器 110 用在预定高发动机转速区域中，以及仅缸内喷射器 110 用在预定高发动机负荷区域中。这是允许的，因为在高速度区域或高负荷区域中，甚至当仅缸内喷射器 110 喷射燃料时，也可产生均匀的空气燃料混合物，这是因为发动机 10 的发动机转速和负荷高并且因此进气体积也大。以上述方式，从缸内喷射器 110 喷射的燃料在燃烧室中获得了蒸发的潜热（即，从燃烧室中取得热）并从而蒸发。这降低了压缩结束时空气燃料混合物的温度从而提高了抗爆性能。由于燃烧室的温度降低，因此提高了进气效率以获得高动力。

根据图 6 的暖态脉谱图，当负荷因数等于或低于 KL (1) 时仅使用缸内喷射器 110。这表示当发动机 10 的温度较高时仅缸内喷射器 110 用在预定低负荷区域中。在暖态中，发动机 10 被暖机因此在缸内喷射器 110 的喷射口中易于出现沉积物。然而，缸内喷射器 110 喷射的燃料可降低喷射口温度因此可避免沉积物的出现。另外，缸内喷射器的最小燃料喷射量可确保防止缸内喷射器 110 的堵塞（闭塞）。为了实现这些作用，缸内喷射器 110 用在低负荷区域中，如上所述。

从图 6 和图 7 之间的比较中，“DI 比率 $r = 0\%$ ”的区域仅出现在图 7 的冷态脉谱图中。这表示当发动机 10 的温度低时仅进气歧管喷射器 120 用在预定低负荷区域（等于或低于 KL (3)）中。由于发动机 10 较冷、发动机 10 的负荷较低、并且进气流速较小，因此相对抑制了燃料的蒸发。在该区域中，缸内喷射器 110 的燃料喷射难于实现良好的燃烧，并且尤其是在低负荷和低发动机转速的区域中也不要要求缸内喷射器 110 的高输出。出于这些原因，不使用缸内喷射器 110，而仅使用进气歧管喷射器 120。

在除正常操作以外的操作（即，在诸如怠速期间的催化剤暖机状态的非正常状态）中，缸内喷射器 110 被控制以执行分层进气燃烧。通过仅在催化剤暖机状态期间执行分层进气燃烧，催化剤暖机易于改进排气。

尽管已详细说明并示出本发明，但是应明确理解的是，仅是通过解释和示例进行所述说明和示出，而不应将其看作是限制性的，本发明的精神和保护范围仅受所附权利要求的限制。

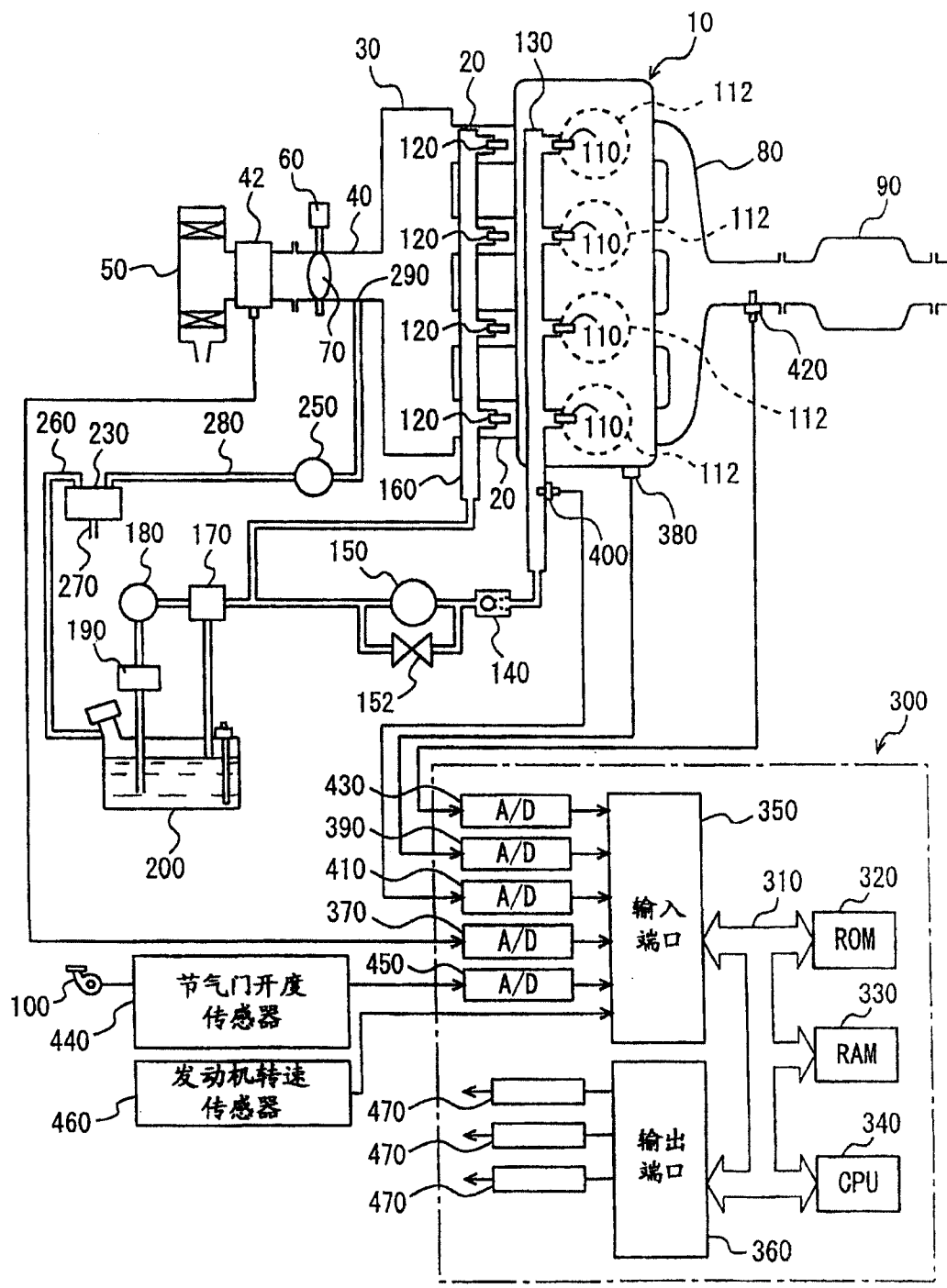


图 1

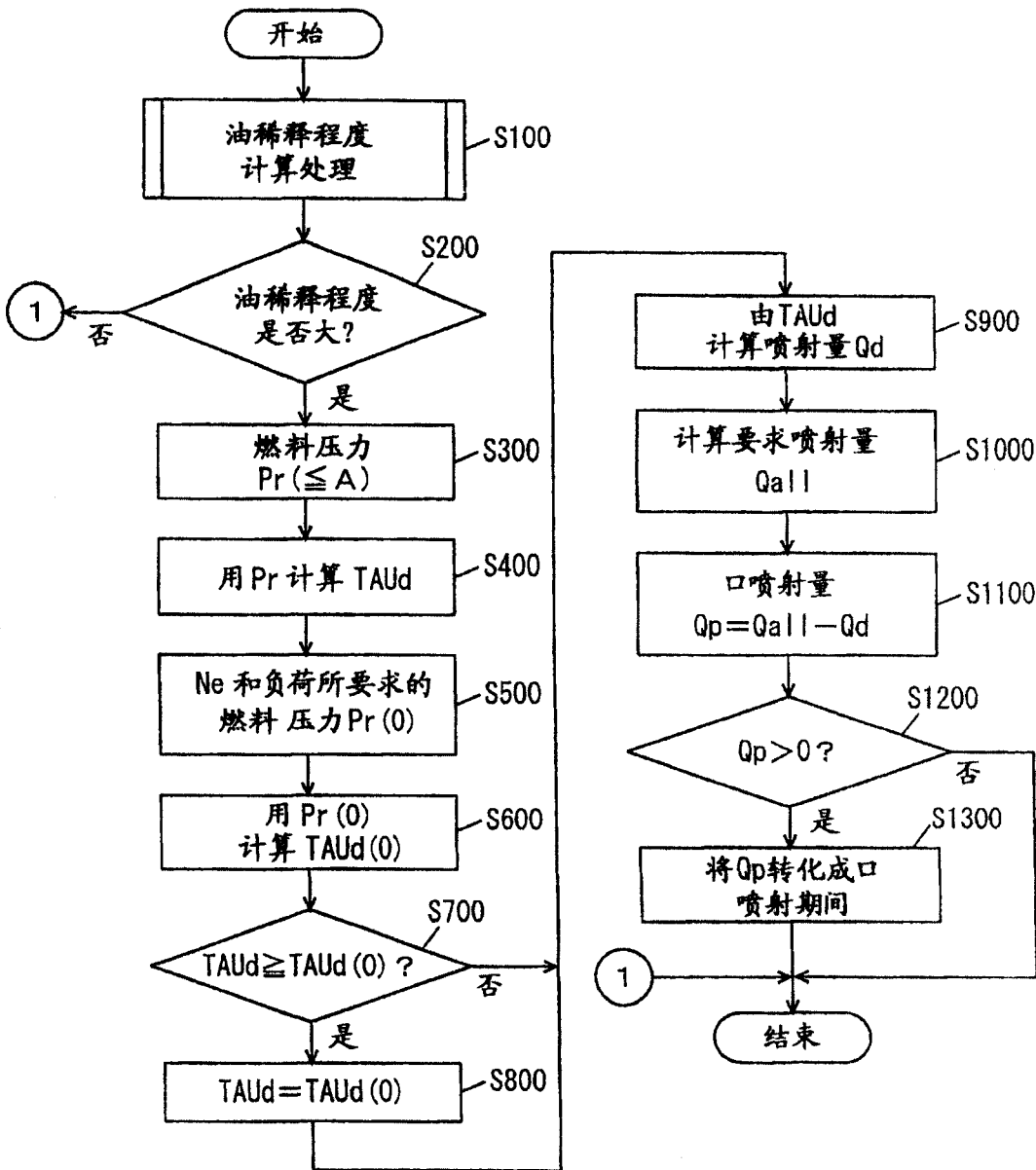


图 2

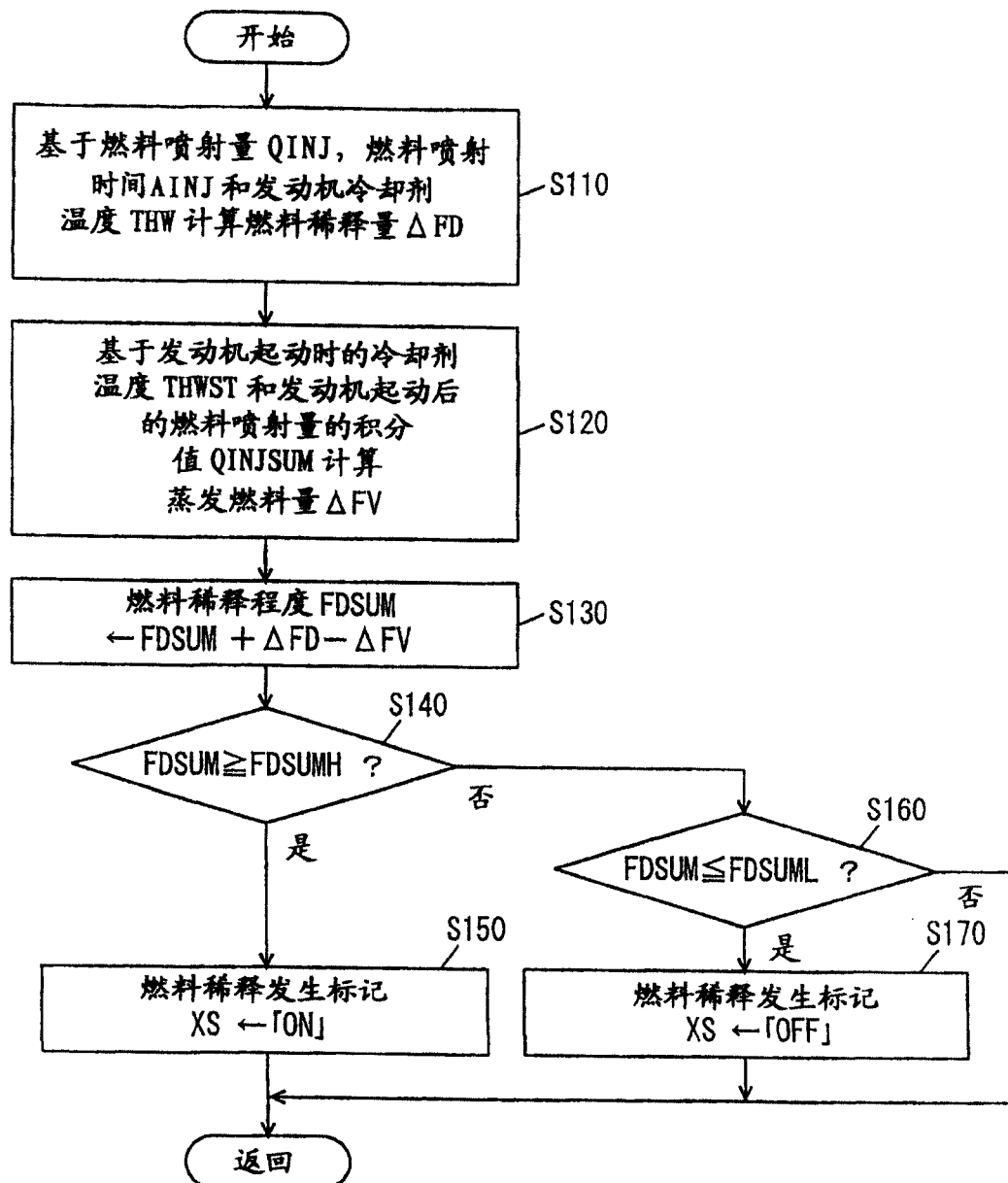


图 3

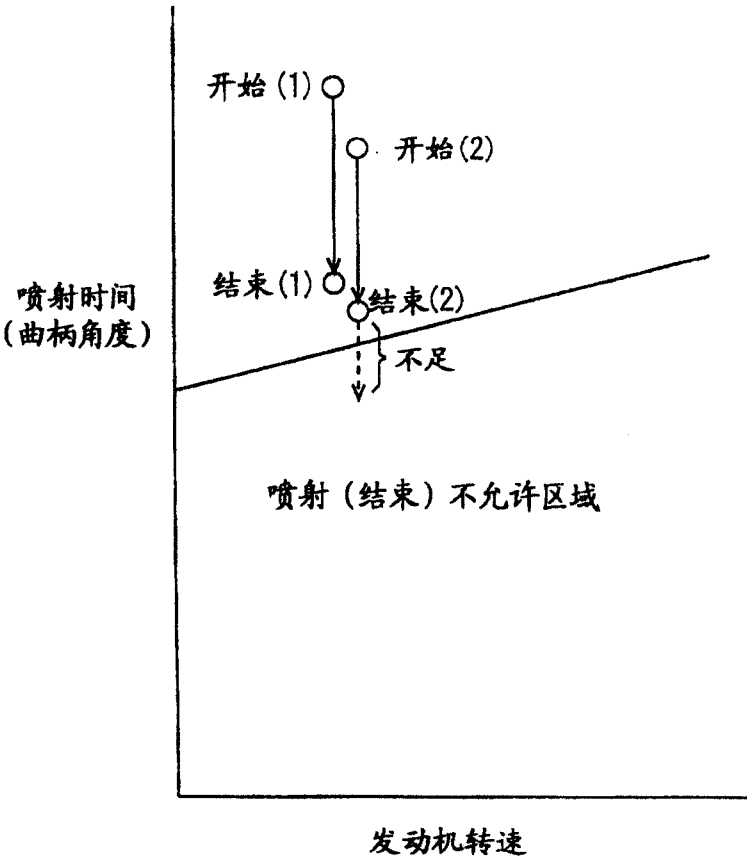


图 4

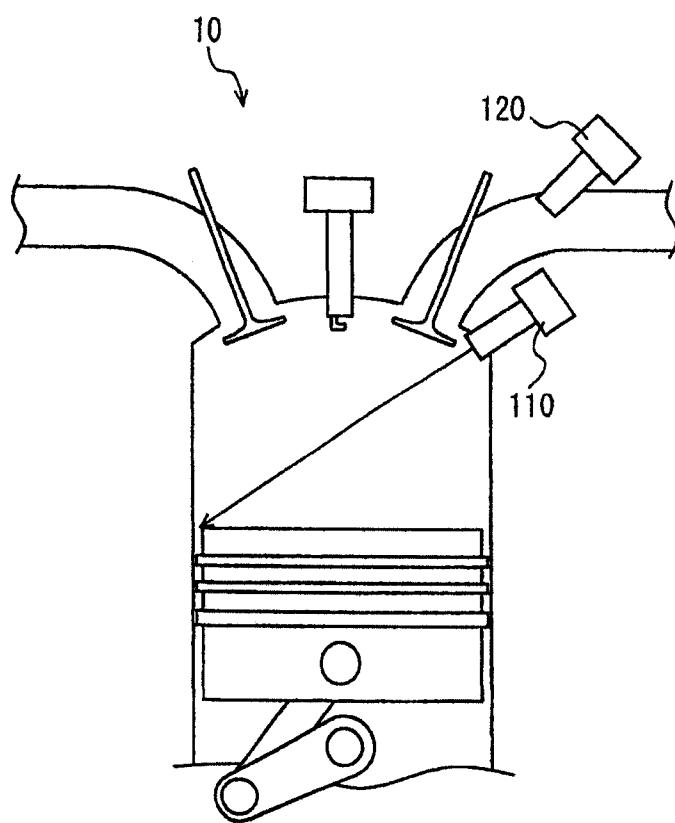


图 5

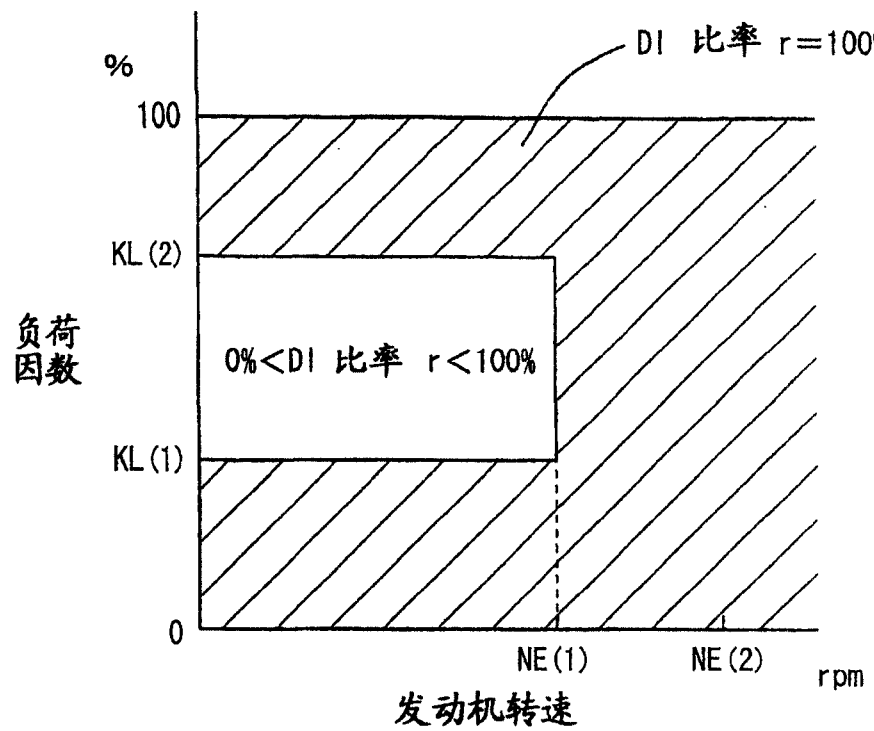


图 6

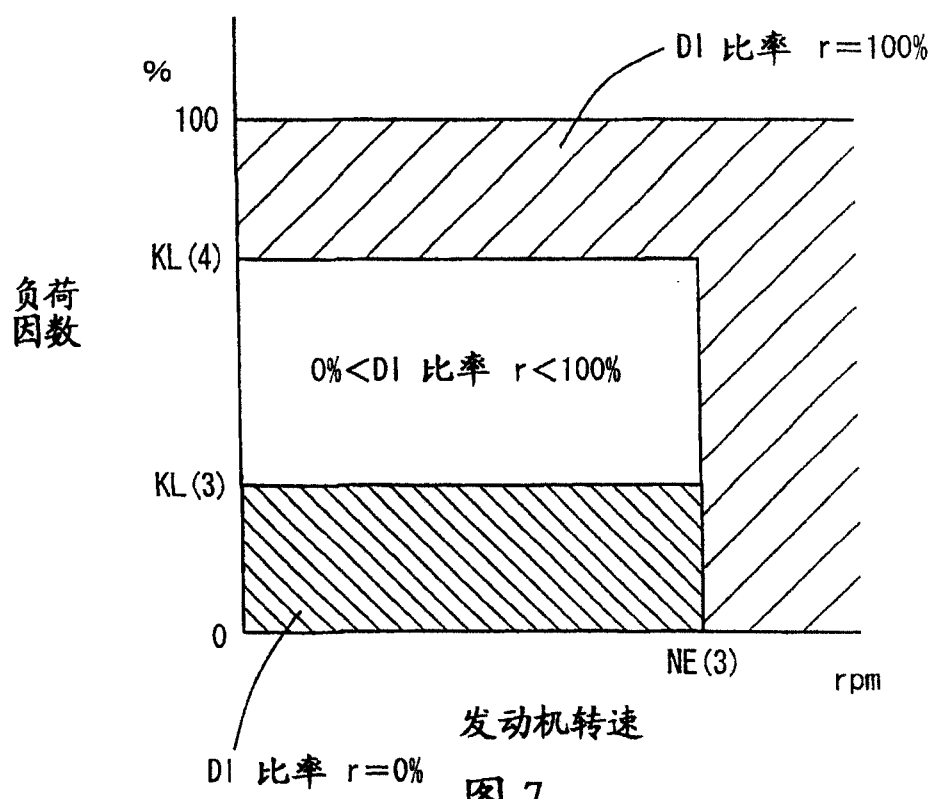


图 7