

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 41/14 (2006.01)

F02D 41/06 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200680008782.7

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100580239C

[22] 申请日 2006.1.26

[21] 申请号 200680008782.7

[30] 优先权

[32] 2005.3.18 [33] JP [31] 078292/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/301718 2006.1.26

[87] 国际公布 WO2006/100834 英 2006.9.28

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.18

[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 伊藤之一 木野濂贤一

[56] 参考文献

EP 1138901 A2 2001.10.4

EP 1223327 A2 2002.7.17

US 5482023 1996.1.9

CN 1580528 A 2005.2.16

CN 1576553 A 2005.2.9

US 4535736 1985.8.20

审查员 谷佳运

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 柳春雷

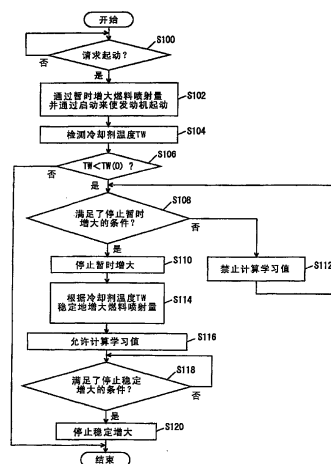
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于内燃机的控制设备

[57] 摘要

发动机 ECU 执行包括下列步骤的程序：当检测到起动请求时 (S100 为“是”)，通过暂时增大燃料喷射量来起动发动机 (S102) 在不满足停止该暂时增大的条件时 (S108 为“否”) 禁止计算学习值 (S112)；在满足停止该暂时增大的条件时 (S108 为“是”) 停止该暂时增大 (S110)；根据冷却剂温度 TW 稳定地增大燃料喷射量 (S114)；和在根据冷却剂温度 TW 进行稳定增大的过程中允许计算学习值 (S116)。



1. 一种用于内燃机的控制设备，所述内燃机包括将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构（110）和将燃料喷射到进气歧管或者进气口中的第二燃料喷射机构（120），所述用于内燃机的控制设备包括：

第一控制单元（300），其对所述第一燃料喷射机构（110）和所述第二燃料喷射机构（120）进行控制，使得至少在其中所述内燃机（10）中的冷却剂温度等于或低于预定值的启动和其中所述内燃机（10）中的所述冷却剂温度等于或低于所述预定值的怠速运转过程中，只从所述第一燃料喷射机构（110）和所述第二燃料喷射机构（120）中任意一者喷射燃料；

第二控制单元（300），其对所述第一燃料喷射机构（110）和所述第二燃料喷射机构（120）进行控制，使得至少在所述内燃机（10）的暖机状态期间从所述第一燃料喷射机构（110）和所述第二燃料喷射机构（120）喷射燃料；

计算单元（300），其根据空燃比来计算用于燃料喷射量的校正值；

禁止单元（300），其至少在从所述内燃机（10）开始启动到其完全燃烧的时间段中禁止计算用于燃料喷射量的校正值；和

允许单元（300），其在所述内燃机（10）的完全燃烧之后的预定时间段中允许计算用于燃料喷射量的校正值；其中，

所述第一燃料喷射机构（110）是缸内喷射器，以及

所述第二燃料喷射机构（120）是进气歧管喷射器。

2. 根据权利要求1所述的用于内燃机的控制设备，其中，

所述第一控制单元（300）对所述第一燃料喷射机构（110）和所述第二燃料喷射机构（120）进行控制，使得在其中所述内燃机（10）中的所述冷却剂温度等于或低于所述预定值的启动和其中所述内燃机（10）中的所述冷却剂温度等于或低于所述预定值的怠速运转过程中，只从所述第二燃料喷射机构（120）喷射燃料。

3. 根据权利要求1所述的用于内燃机的控制设备，其中，

所述预定时间段是根据所述内燃机（10）的温度对所述燃料喷射量进

行校正的时间段。

4. 根据权利要求 3 所述的用于内燃机的控制设备，还包括校正禁止单元（300），所述校正禁止单元禁止根据在如下情况下所计算出的校正值对所述燃料喷射量进行校正，所述情况是根据并非所述内燃机（10）的温度和空燃比的因素对所述燃料喷射量进行校正的情况。

5. 一种用于内燃机的控制设备，所述内燃机包括将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射装置（110）和将燃料喷射到进气歧管或者进气口中的第二燃料喷射装置（120），所述用于内燃机的控制设备包括：

第一控制装置（300），其用于对所述第一燃料喷射装置（110）和所述第二燃料喷射装置（120）进行控制，使得至少在其中所述内燃机（10）中的冷却剂温度等于或低于预定值的启动和其中所述内燃机（10）中的所述冷却剂温度等于或低于所述预定值的怠速运转过程中，只从所述第一燃料喷射装置（110）和所述第二燃料喷射装置（120）中任意一者喷射燃料；

第二控制装置（300），其用于对所述第一燃料喷射装置（110）和所述第二燃料喷射装置（120）进行控制，使得至少在所述内燃机（10）的暖机状态期间从所述第一燃料喷射装置（110）和所述第二燃料喷射装置（120）喷射燃料；

计算装置（300），其用于根据空燃比来计算用于燃料喷射量的校正值；

禁止装置（300），其用于至少在从所述内燃机（10）开始启动到其完全燃烧的时间段中禁止计算用于燃料喷射量的校正值；和

允许装置（300），其用于在所述内燃机（10）的完全燃烧之后的预定时间段中允许计算用于燃料喷射量的校正值；其中，

所述第一燃料喷射装置（110）是缸内喷射器，以及

所述第二燃料喷射装置（120）是进气歧管喷射器。

6. 根据权利要求 5 所述的用于内燃机的控制设备，其中，

所述第一控制装置（300）包括装置（300），所述装置用于对所述第一燃料喷射装置（110）和所述第二燃料喷射装置（120）进行控制，使得

在其中所述内燃机（10）中的所述冷却剂的温度等于或低于所述预定值的启动和其中所述内燃机（10）中的所述冷却剂的温度等于或低于所述预定值的怠速运转过程中，只从所述第二燃料喷射装置（120）喷射燃料。

7. 根据权利要求 5 所述的用于内燃机的控制设备，其中，

所述预定时间段是根据所述内燃机（10）的温度对所述燃料喷射量进行校正的时间段。

8. 根据权利要求 7 所述的用于内燃机的控制设备，还包括装置（300），所述装置用于禁止根据在如下情况下所计算出的校正值得所述燃料喷射量进行校正，所述情况是根据并非所述内燃机（10）的温度和空燃比的因素对所述燃料喷射量进行校正的情况。

用于内燃机的控制设备

技术领域

本发明涉及用于内燃机的控制设备，该内燃机包括将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构（缸内喷射器）和将燃料喷射到进气歧管或进气口中的第二燃料喷射机构（进气歧管喷射器）；更具体地说，本发明涉及对从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构喷射的燃料量进行校正的技术。

背景技术

已知一种内燃机，它设有用于将燃料喷射到进气歧管中的进气歧管喷射器以及持续地将燃料喷射到燃烧室中的缸内喷射器，其中，当发动机负荷低于预设负荷时停止从进气歧管喷射器喷射燃料，当发动机负荷高于预设负荷时允许从进气歧管喷射器喷射燃料。

即使在这样的内燃机中，由于喷射器中堆积的沉积物或者制造期间引起各个发动机之间的差异，也有可能不能获得期望的燃料喷射量。即，空燃比可能偏离期望空燃比（例如化学计量的理想空燃比）。为了对燃料喷射量的这种偏差进行校正，要像对于每个气缸包括一个喷射器的内燃机中一样通过对空燃比的反馈控制来校正燃料喷射量。

日本专利公开 No. 03-185242 公开了一种用于内燃机的燃料喷射量控制设备，它可以对内燃机中的燃料喷射量进行精确校正，所述内燃机对于每个气缸包括多个燃料喷射阀。这种燃料喷射量控制设备包括控制单元、学习单元、设定单元和校正单元，其中，控制单元根据运转状态来控制从多个燃料喷射阀的燃料喷射；学习单元对基于从氧气传感器输出的信号的值进行学习以校正燃料喷射量，所述氧气传感器设在发动机排气系统中；设定单元设定与多个燃料喷射阀的使用状态对应的多个学习区域；校正单元使用学习区域中学习到的各个学习值，对与各个学习区域对应的运转状态下的燃料喷射量进行校正。

根据该文献中描述的这种燃料喷射量控制设备，由于学习区域中所用的燃料喷射阀与用该学习值对燃料喷射量进行校正时所用的一样，所以提高了燃料喷射量的校正精度。因此，增强了空燃比的跟随特性，并改善了排气排放。另外，由于与目标空燃比的偏差变小，所以即使在设定了较稀的空燃比的情况下，也抑制了点火失败的可能性并可以提高燃料效率。

同时，在该内燃机中，例如在冷起动时，可以增大燃料喷射量以改善起动能力。在像这样增大燃料喷射量时，与不增大燃料喷射量的情况相比，空燃比必然变化。但是，根据日本专利公开 No. 03-185242 的燃料喷射量控制设备没有考虑到燃料喷射量增大的这种情况。因此，可能由于对学习值的学习而不必要地对燃料喷射量进行校正，根据该学习值对燃料喷射量的校正可能不合适。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种用于内燃机的控制设备，它能够对燃料喷射量进行合适的校正。

根据本发明的用于内燃机的控制设备对内燃机进行控制，所述内燃机包括将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构和将燃料喷射到进气歧管中的第二燃料喷射机构。这种内燃机控制设备包括：第一控制单元，其对这些燃料喷射机构进行控制，使得至少在其中内燃机的温度等于或低于预定值的启动和怠速运转过程中，只从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构中任意一者喷射燃料；第二控制单元，其对这些燃料喷射机构进行控制，使得从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构喷射燃料；计算单元，其根据空燃比来计算用于燃料喷射量的校正值；禁止单元，至少在从内燃机开始启动到其完全燃烧的时间段中禁止计算用于燃料喷射量的校正值；和允许单元，在内燃机的完全燃烧之后的预定时间段中允许计算用于燃料喷射量的校正值。

根据本发明，第一控制单元对燃料喷射机构进行控制，使得至少在其中内燃机的温度等于或低于预定值的启动和怠速运转过程中只从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构中任意一者喷射燃料。第二控制单元对燃料

喷射机构进行控制，使得从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构喷射燃料。在其中燃料喷射机构以此方式受到控制的内燃机中，不一定有许多其中只从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构中任意一者喷射燃料的时机。因此，不一定有许多在只从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构中任意一者喷射燃料的同时计算用于燃料喷射量的校正值的时机。因此，在只从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构中任意一者喷射燃料的状态下，应当将用于燃料喷射量的校正值计算尽可能多的次数。因此，在其中可以只从第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构中任意一者喷射燃料的内燃机冷机状态（包括其中内燃机的温度不高于预定值的启动和怠速运转）期间也可以计算校正值。当内燃机在冷机状态下启动时，至少在从启动开始到完全燃烧的时间段中，可以对燃料喷射量进行暂时校正（增大）。同时，在完全燃烧之后的预定时间段中，可以根据内燃机的温度来稳定地校正（增大）燃料喷射量。在暂时增大喷射量时，空燃比可能突然变化。另一方面，在稳定地增大喷射量时，空燃比是稳定的。因此，至少在从开始启动到完全燃烧的时间段中禁止计算用于燃料喷射量的校正值，并在完全燃烧之后的预定时间段中允许计算用于燃料喷射量的校正值。因此，可以在空燃比稳定的时候计算用于燃料喷射量的校正值，并可以抑制校正值的错误计算。由此，可以提供一种能够对燃料喷射量进行适合校正的用于内燃机的控制设备。

优选地，第一控制单元对燃料喷射机构进行控制，使得在其中内燃机温度等于或低于预定值的启动和怠速运转过程中只从第二燃料喷射机构喷射燃料。

根据本发明，燃料喷射机构被控制成：在其中内燃机温度等于或低于预定值的启动和怠速运转过程中，只从第二燃料喷射机构喷射燃料。在其中燃料喷射机构以此方式受到控制的内燃机中，不一定有许多其中只从第二燃料喷射机构喷射燃料的时机。因此，不一定有许多在只从第二燃料喷射机构喷射燃料的同时计算用于燃料喷射量的校正值的时机。因此，在其中只从第二燃料喷射机构喷射燃料的状态下，应当将用于燃料喷射量的校正值计算尽可能多的次数。因此，在其中可以只从第二燃料喷射机构喷射

燃料的内燃机冷机状态（包括其中内燃机的温度不高于预定值的启动和怠速运转）期间也可以计算校正值。当内燃机在冷机状态下起动时，至少从启动开始到完全燃烧的时间段中，可以对燃料喷射量进行暂时校正（增大）。同时，在完全燃烧之后的预定时间段中，可以根据内燃机的温度来稳定地校正（增大）燃料喷射量。在暂时增大喷射量时，空燃比可能突然变化。另一方面，在稳定地增大喷射量时，空燃比是稳定的。因此，至少从开始启动到完全燃烧的时间段中禁止计算用于燃料喷射量的校正值，并在完全燃烧之后的预定时间段中允许计算用于燃料喷射量的校正值。因此，可以在空燃比稳定的时候计算用于燃料喷射量的校正值，并可以抑制校正值的错误计算。

优选地，所述预定时间段是根据内燃机的温度对燃料喷射量进行校正的时间段。

根据本发明，在根据内燃机的温度对燃料喷射量进行稳定校正时，空燃比是稳定的。在这样的时间段中，允许计算用于燃料喷射量的校正值。因此，可以在空燃比稳定的时候计算用于燃料喷射量的校正值，并可以抑制校正值的错误计算。

优选地，控制设备还包括校正禁止单元，校正禁止单元禁止根据在如下情况下所计算出的校正值对燃料喷射量进行校正，所述情况是根据并非内燃机的温度和空燃比的因素对燃料喷射量进行校正的情况。根据本发明，根据在如下情况下所计算出的校正值对燃料喷射量进行校正，所述情况是根据并非内燃机的温度和空燃比的因素（例如粘附到进气口的壁表面的燃料以及从炭罐净化的燃料）对燃料喷射量进行校正的情况。因此，可以抑制下述情况：用暂时校正时计算出的校正值对燃料喷射量进行不必要的校正，所述暂时校正是根据粘附到进气口的壁表面的燃料或从炭罐净化的燃料对燃料喷射量进行的。因此，可以对燃料喷射量进行适合的校正。

优选地，第一燃料喷射机构是缸内喷射器，第二燃料喷射机构是进气歧管喷射器。

根据本发明，在其中分别设有用作第一燃料喷射机构的缸内喷射器以及用作第二燃料喷射机构的进气歧管喷射器、并以二者之间设定的比率来

喷射燃料的内燃机中，可以对燃料喷射量进行适合的校正。

附图说明

图 1 是发动机系统的示意性结构图，该发动机系统由根据本发明第一实施例的控制设备来控制。

图 2 和图 3 分别图示了暖机状态和冷机状态的 DI 比率对照图，这些对照图储存在发动机 ECU 中，该发动机 ECU 作为根据本发明第一实施例的控制设备。

图 4 是示出燃料喷射量学习区域的第一示意图，它储存在发动机 ECU 中，该发动机 ECU 作为根据本发明第一实施例的控制设备。

图 5 是示出燃料喷射量学习区域的第二示意图，它储存在发动机 ECU 中，该发动机 ECU 作为根据本发明第一实施例的控制设备。

图 6 是示出发动机 ECU 中所执行的程序的控制结构流程图，该发动机 ECU 作为根据本发明第一实施例的控制设备。

图 7 是示出燃料喷射量变化情况的时序图。

图 8 示出一种情况，在该情况下，在每个喷射区域中对每个学习区域计算了学习值。

图 9 和图 10 分别图示了暖机状态和冷机状态的 DI 比率对照图，这些对照图储存在发动机 ECU 中，该发动机 ECU 作为根据本发明第二实施例的控制设备。

具体实施方式

下文中将参考附图对本发明的实施例进行说明。相同的元件用相同的标号标记。它们的名称和功能也相同。因此将不再对其重复进行详细说明。

第一实施例

图 1 示意性示出了由发动机 ECU（电子控制单元）控制的发动机系统的构造，所述发动机 ECU 是根据本发明第一实施例的内燃机控制设备。尽管图 1 示出了直列 4 缸汽油发动机，但是本发明的应用不限于所示发动

机, 本发明可以应用到多种类型的发动机, 例如 V 型 6 缸发动机、V 型 8 缸发动机等。

如图 1 所示, 发动机 10 包括四个气缸 112, 这些气缸经由对应的进气歧管 20 连接到公共的缓冲罐 30。缓冲罐 30 经由进气管 40 连接到空气滤清器 50。在进气管 40 中设置有气流计 42 和由电动机 60 驱动的节气门 70。节气门 70 的开启位置是根据发动机 ECU 300 的输出信号, 独立于加速踏板 100 而控制的。气缸 112 连接到公共的排气歧管 80, 排气歧管 80 接着连接到三元催化转化器 90。

对于每个气缸 112, 设有用于将燃料喷射到气缸中的缸内喷射器 110 以及用于将燃料喷射到进气口和/或进气歧管中的进气歧管喷射器 120。这些喷射器 110、120 是根据发动机 ECU 300 的输出信号来控制的。缸内喷射器 110 连接到公共的燃料输送管 130。燃料输送管 130 经由单向阀 140 连接到发动机驱动式高压燃料泵 150, 所述单向阀 140 允许朝向燃料输送管 130 的流动。在本实施例中, 将针对单独设有两个喷射器的内燃机进行说明, 但是本发明不限于这种情况。例如, 内燃机可以具有单一的喷射器, 该喷射器既能够执行缸内喷射, 又能够执行进气歧管喷射。

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。设置成使得从高压燃料泵 150 向燃料输送管 130 供应的燃料量随着电磁溢流阀 152 的开启程度减小而增大, 并且在电磁溢流阀 152 完全开启时停止从高压燃料泵 150 向燃料输送管 130 供应燃料。根据发动机 ECU 300 的输出信号来控制电磁溢流阀 152。

同时, 进气歧管喷射器 120 在低压侧连接到公共的燃料输送管 160。燃料输送管 160 和高压燃料泵 150 经由公共的燃料压力调节器 170 连接到电动机驱动式低压燃料泵 180。此外, 低压燃料泵 180 经由燃料过滤器 190 连接到燃料箱 200。燃料压力调节器 170 设置成: 在从低压燃料泵 180 排出的燃料压力变得高于预设燃料压力时, 使从低压燃料泵 180 排出的部分燃料返回燃料箱 200。这防止了供给进气歧管喷射器 120 的燃料压力以及供给高压燃料泵 150 的燃料压力变得高于预设燃料压力。

发动机 ECU 300 设有数字式计算机, 所述计算机包括 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, 这些部件经由双向总线 310 彼此连接。

气流计 42 产生与进气量成比例的输出电压, 气流计 42 的输出电压经由 A/D 转换器 370 输入到输入端口 350。冷却剂温度传感器 380 安装到发动机 10, 并产生与发动机冷却剂温度成比例的输出电压。冷却剂温度传感器 380 的输出电压经由 A/D 转换器 390 输入到输入端口 350。

燃料压力传感器 400 安装到燃料输送管 130, 并产生与燃料输送管 130 中的燃料压力成比例的输出电压。燃料压力传感器 400 的输出电压经由 A/D 转换器 410 输入到输入端口 350。空燃比传感器 420 安装到位于三元催化转化器 90 上游的排气歧管 80。空燃比传感器 420 产生与排气中氧气浓度成比例的输出电压, 空燃比传感器 420 的输出电压经由 A/D 转换器 430 输入到输入端口 350。

本实施例的发动机系统中, 空燃比传感器 420 是全量程空燃比传感器 (线性空燃比传感器), 它产生与发动机 10 中燃烧的空气燃料混合物的空燃比成比例的输出电压。可以用 O_2 传感器作为空燃比传感器 420, 它以开/关方式对发动机 10 中燃烧的混合物的空燃比相对于理想空燃比是浓还是稀进行检测。

在本实施例中, 发动机 ECU 300 根据空燃比传感器 420 的输出电压, 来计算用于总燃料喷射量的反馈校正量。另外, 当满足预定学习条件时, 发动机 ECU 300 计算反馈校正量的学习值 (表示与燃料喷射量有关的恒定偏差的值)。对反馈校正量及其学习值的计算是在学习区域中执行的, 所述学习区域是用进气量作为参数预先确定的。下文中会详细说明学习区域。

对于反馈校正量及其学习值的计算方法, 使用了在每个气缸包括一个喷射器的内燃机中常用的技术。因此将不再对其进行详细说明。

加速踏板 100 连接到加速器位置传感器 440, 加速器位置传感器 440 产生与加速踏板 100 的下压程度成比例的输出电压。加速器位置传感器 440 的输出电压经由 A/D 转换器 450 输入到输入端口 350。发动机速度传感器 460 产生表示发动机速度的输出脉冲, 发动机速度传感器 460 连接到

输入端口 350。发动机 ECU 300 的 ROM 320 以对照图的形式预先储存了对应于运转状态而设定的燃料喷射量的值以及根据发动机冷却剂温度的校正值，所述运转状态以发动机负荷因子以及发动机速度为基础，所述发动机负荷因子以及发动机速度是分别由上述加速器位置传感器 440 和发动机速度传感器 460 获得的。

参考图 2 和图 3，现在将对对照图进行说明，这些对照图各自表示缸内喷射器 110 与进气歧管喷射器 120 之间的燃料喷射比率（下文中也称为 DI 比率（ r ）），并作为与发动机 10 的运转状态有关的信息。这些对照图储存在发动机 ECU 300 的 ROM 320 中。图 2 是针对发动机 10 暖机状态的对照图，图 3 是针对发动机 10 冷机状态的对照图。

在图 2 和图 3 所示的对照图中，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（即 DI 比率 r ）以百分比的形式表示。

如图 2 和图 3 所示，针对由发动机 10 的发动机速度和负荷因子确定的每个运转区域设定 DI 比率 r 。“DI 比率 $r=100\%$ ”表示只使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射的区域，“DI 比率 $r=0\%$ ”表示只使用进气歧管喷射器 120 执行燃料喷射的区域。“DI 比率 $r \neq 0\%$ ”、“DI 比率 $r \neq 100\%$ ”和“ $0\% < \text{DI 比率 } r < 100\%$ ”各自表示既使用缸内喷射器 110 又使用进气歧管喷射器 120 执行燃料喷射的区域。通常，缸内喷射器 110 有助于提高输出性能，而进气歧管喷射器 120 有助于空气燃料混合物的均匀性。根据发动机 10 的发动机速度和负荷因子来适当地选择这两种具有不同特性的喷射器，使得在发动机 10 的正常运转状态（并非异常运转状态的状态，异常运转状态例如是怠速运转期间的催化剂预热状态）下进行均匀燃烧。

此外，如图 2 和图 3 所示，缸内喷射器 110 与进气歧管喷射器 120 之间的燃料喷射比率 r （即 DI 比率 r ）在针对发动机暖机状态的对照图和针对发动机冷机状态的对照图中是单独限定的。这些对照图设置成表示了随着发动机 10 的温度改变，缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 的不同控制区域。当检测到发动机 10 的温度等于或高于预定温度阈值时，选用图 2 所示针对暖机状态的对照图；否则选用图 3 所示针对冷机状态的对照图。

根据所选择的对照图，并根据发动机 10 的发动机速度和负荷因子，来对缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 中之一或全部二者进行控制。

在本实施例中，根据 DI 比率 r 来确定来自缸内喷射器 110 的燃料喷射量和来自进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量，使得总的燃料喷射量达到期望的喷射量。

现在将对图 2 和图 3 中设定的发动机 10 的发动机速度和负荷因子进行说明。在图 2 中，NE (1) 设定为 2500rpm 到 2700rpm，KL (1) 设定为 30%到 50%，KL (2) 设定为 60%到 90%。在图 3 中，NE (3) 设定为 2900rpm 到 3100rpm。即，NE (1) < NE (3)。还根据需要来设定图 2 中的 NE (2) 以及图 3 中的 KL (3) 和 KL (4)。

图 2 和图 3 相比，图 3 所示针对冷机状态的对照图中 NE (3) 大于图 2 所示针对暖机状态的对照图中的 NE (1)。这表明，随着发动机 10 的温度降低，进气歧管喷射器 120 的控制区域扩大到包括了更高发动机速度的区域。即，在发动机 10 处于冷机的情况下，缸内喷射器 110 的喷射孔中不可能堆积沉积物（即使不从缸内喷射器 110 喷射燃料）。因此，可以将使用进气歧管喷射器 120 执行燃料喷射的区域扩大，从而提高均匀性。

图 2 与图 3 相比，在针对暖机状态的对照图中发动机 10 的发动机速度为 NE (1) 或更高的区域中，以及针对冷机状态的对照图中发动机速度为 NE (3) 或更高的区域中，“DI 比率 $r=100\%$ ”。对于负荷因子，在针对暖机状态的对照图中负荷因子为 KL (2) 或更高的区域中，以及针对冷机状态的对照图中负荷因子为 KL (4) 或更高的区域中，“DI 比率 $r=100\%$ ”。这意味着在预定高发动机速度区域中以及预定的高发动机负荷区域中只使用缸内喷射器 110。即，在高速区域或高负荷区域，即使只用缸内喷射器 110 来执行燃料喷射，由于发动机 10 的发动机速度和负荷因子较高，也确保了足够的进气量，使得即使只使用缸内喷射器 110 也可以容易地获得均匀的空气燃料混合物。由此，从缸内喷射器 110 喷射的燃料在燃烧室内伴随着汽化潜热（即从燃烧室吸收热量）而雾化。这样，在压缩末期，空气燃料混合物的温度降低，从而改善了抗爆震性能。此外，由于降低了燃烧室内的温度，所以提高了进气效率，造成较高的功率输出。

在图 2 的针对暖机状态的对照图中,当负荷因子为 $KL(1)$ 或更小时,只使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射。这表明,当发动机 10 的温度较高时,在预定的低负荷区域中只使用缸内喷射器 110。当发动机 10 处于暖机状态时,缸内喷射器 110 的喷射孔中可能堆积沉积物。但是,在使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射时,可以降低喷射孔的温度,从而防止沉积物堆积。此外,还可以防止缸内喷射器 110 堵塞,同时确保最小燃料喷射量。因此,在有关区域中只使用缸内喷射器 110。

图 2 与图 3 相比,只有图 3 针对冷机状态的对照图中才存在“DI 比率 $r=0\%$ ”的区域。这表明,当发动机 10 的温度较低时,在预定的低负荷区域($KL(3)$ 或更小)中只使用进气歧管喷射器 120 执行燃料喷射。当发动机 10 处于冷机、负荷较低且进气量较小时,不可能发生燃料雾化。在这样的区域,难以利用来自缸内喷射器 110 的燃料喷射确保良好的燃烧。此外,特别是在低负荷且低速的区域中,使用缸内喷射器 110 获得的高输出不是必须的。因此,在有关区域中,只使用进气歧管喷射器 120 执行燃料喷射,而不使用缸内喷射器 110。

此外,在非正常运转的运转中,即,在发动机 10 怠速运转期间的催化剂预热状态(异常运转状态)下,对缸内喷射器 110 进行控制以执行分层充气燃烧。通过只在催化剂预热运转期间造成分层充气燃烧,可以促进催化剂预热,从而改善排气排放。

此外,在本实施例中,除了图 3 所示针对冷机状态的对照图之外,在发动机 10 冷起动时(在内燃机中冷却剂的温度低于预定温度的情况下进行起动时),DI 比率 r 被设定为 0% (DI 比率 $r=0\%$),即只从进气歧管喷射器 120 喷射燃料。因此,在内燃机中的冷却剂温度低于预定温度的情况下进行启动时,只从进气歧管喷射器 120 喷射燃料。另外,在发动机 10 处于冷机情况下的怠速运转期间(在内燃机的冷却剂温度低于预定温度的情况下的怠速运转期间),只从进气歧管喷射器 120 喷射燃料。注意,也可以只从缸内喷射器 110 喷射燃料而不是从进气歧管喷射器 120 喷射。

现在将参考图 4 和图 5 对学习区域进行说明,在学习区域中,计算反馈校正量及其学习值。图 4 示出了针对暖机状态的对照图中的学习区域,

图 5 示出了针对冷机状态的对照图中的学习区域。

在图 4 和图 5 中，由点划线划界的彼此相邻区域表示学习区域。学习区域是根据进气量来划分的。根据进气量来设定学习区域是因为：取决于进气量，气流计 42 的输出的误差是不同的。

在本实施例中，设置了四个学习区域，即学习区域（1）到（4）。学习区域（1）中进气量最大，学习区域（2）中进气量第二大，然后是学习区域（3），学习区域（4）中进气量最小。注意，学习区域的数目不限于四个。

在本实施例中，不仅针对每个学习区域，而且针对每个喷射区域（DI 比率 $r=100\%$ 的区域、 $0\% < \text{DI 比率 } r < 100\%$ 的区域、以及 DI 比率 $r=0\%$ 的区域）来计算反馈校正量及其学习值。换句话说，在每个喷射区域中，针对每个学习区域来计算反馈校正量及其学习值。

下面将参考图 6，对发动机 ECU 300 中执行的程序的控制结构进行说明，发动机 ECU 300 作为根据本实施例的用于内燃机的控制设备。

在步骤（下文中，步骤简写为 S）100，发动机 ECU 300 判定是否已经检测到使发动机 10 起动的请求。例如，在已经执行了接通起动开关的操作时，或者在点火钥匙已被转动到起动位置时，判定为已经检测到使发动机 10 起动的请求。在已经检测到起动请求时（S100 为“是”），处理前进到 S102。否则（S100 为“否”），处理返回 S100。在 S102，发动机 ECU 300 通过暂时增大燃料喷射量并通过将发动机 10 启动来起动发动机 10。

在 S104，发动机 ECU 300 根据从冷却剂温度传感器 380 传送的信号来检测发动机 10 的冷却剂温度 TW。在 S106，发动机 ECU 300 判定冷却剂温度 TW 是否低于阈值 TW（0）。在冷却剂温度 TW 低于阈值 TW（0）时（S106 得到“是”），处理前进到 S108。否则（S106 得到“否”），处理终止。

在 S108，发动机 ECU 300 判定是否满足将燃料喷射量的暂时增大停止的条件。这里，停止暂时增大的条件是指使发动机 10 实现完全燃烧（发动机 10 的发动机速度高于预定发动机速度）的条件。注意，停止暂

时增大的条件不限于这样。

当停止暂时增大的条件得到满足时（S108 为“是”），处理前进到 S110。否则（S108 为“否”），处理前进到 S112。在 S110，发动机 ECU 300 停止燃料喷射量的暂时增大。在 S112，发动机 ECU 300 禁止计算（更新）学习值。

在 S114，发动机 ECU 300 根据冷却剂温度 TW，稳定地增大燃料喷射量。例如，随着冷却剂温度 TW 降低而增大燃料喷射量。在 S116，发动机 ECU 300 允许计算（更新）学习值。

在 S118，发动机 ECU 300 判定是否满足将燃料喷射量的稳定增大停止的条件。这里，停止稳定增大的条件是指这样的条件：发动机 10 的温度（即冷却剂温度 TW）高于预定温度。注意，停止稳定增大的条件不限于这样的条件，该条件也可以是这样：从停止上述暂时增大算起已经经过了预定时间长度，或者在停止上述暂时增大之后累计的发动机速度超过了预定发动机速度。当停止稳定增大的条件得到满足时（S118 为“是”），处理前进到 S120。否则（S118 为“否”），处理返回 S118。

在 S120，发动机 ECU300 将燃料喷射量的稳定增大停止。随后，处理结束。

下面将对发动机 ECU 300 根据上述构造和流程图的操作进行说明，发动机 ECU 300 用作根据本实施例的用于内燃机的控制设备。

当根据发动机 10 的非运转状态检测到起动请求时（S100 为“是”），为了提高起动能力，如图 7 所示暂时增大燃料喷射量并对发动机 10 进行发动，从而起动发动机 10（S102）。

在此状态期间，空燃比不稳定，并可能突然变化。因此，如果在暂时增大过程中计算学习值，则可能发生学习值的错误计算，并因而可能对燃料喷射量进行不必要的校正。

由于发动机 10 暖机之后，在 DI 比率 $r=100\%$ 的区域中以及 $0\% < DI$ 比率 $r < 100\%$ 的区域中存在计算学习值的时机，所以错误学习的影响比较微小。另一方面，由于只有在冷机状态过程中才计算出 DI 比率 $r=0\%$ 的区域中的学习值，所以应当以更高精度来计算学习值。

因此，在起动发动机时，对冷却剂温度 TW 进行检测（S104）并判定冷却剂温度 TW 是否低于阈值 TW（0）（S106）。如果判定为冷却剂温度 TW 低于阈值 TW（0）（S106 为“是”），即处于发动机 10 的冷机状态过程中，则对是否已经满足使燃料喷射量的暂时增大停止的条件进行判定（S108）。

如果使燃料喷射量的暂时增大停止的条件尚未得到满足（S108 为“否”），即如果燃料喷射量的暂时增大仍然在继续，则禁止计算学习值（S112）。因此，可以抑制在空燃比可能突然变化的状态下由于计算学习值而造成对燃料喷射量进行不必要的校正。

另一方面，当使燃料喷射量的暂时增大停止的条件已经满足时（S108 为“是”），即当发动机 10 达到完全燃烧时，将燃料喷射量的暂时增大停止（S110）。这里，如图 7 所示，假设在发动机 10 在时刻 T（1）达到完全燃烧之后，逐渐减小燃料喷射量并在时刻 T（2）停止燃料喷射量的暂时增大。

即使在停止这种暂时增大之后，也难以在冷机状态下使燃料雾化，利用正常的燃料喷射量（与暖机状态期间的燃料喷射量相同）可能不能将发动机 10 的发动机速度维持在期望的发动机速度。因此，根据冷却剂温度 TW 来稳定地增大燃料喷射量（S114）。在这段时间中，发动机 10 的运转状态包括怠速运转。

当燃料喷射量稳定增大时，可以认为空燃比是稳定的。因此，当在这段时间中计算学习值时，不太可能发生错误计算。同时，计算 DI 比率 $r=0\%$ 的区域中的学习值（即，在仅从进气歧管喷射器 120 喷射燃料时的学习值）的时机被限制在冷机状态期间那些时机。因此，必须确保尽可能多的时机来在冷机状态期间也计算学习值，并确保精确地计算 DI 比率 $r=0\%$ 的区域中的学习值。

因此，在燃料喷射量随着冷却剂温度 TW 稳定增大的同时，允许计算学习值（S116）。这样，在空燃比稳定的同时计算学习值，可以如图 8 所示在每个喷射区域（特别是在 DI 比率 $r=0\%$ 的区域中）中，针对每个学习区域都获得学习值。尽管未示出，但是也可以获得怠速运转期间 DI 比

率 $r=0\%$ 时的学习值。

图 8 示出了一种状态,在该状态下,在每个喷射区域中针对每个学习区域都已计算了一个学习值。在图 8 中,方块表示 DI 比率 $r=100\%$ 的区域中的学习值,圆形表示 $0\% < \text{DI 比率 } r < 100\%$ 的区域中的学习值,三角形表示 DI 比率 $r=0\%$ 的区域中的学习值。

此后,当使燃料喷射量的稳定增大停止的条件得到满足时(S118 为“是”),即当满足冷却剂温度 TW 高于预定温度这样的条件时,使燃料喷射量的稳定增大停止(S120)。

如上所述,发动机 ECU 用作根据本实施例的用于内燃机的控制设备,根据该发动机 ECU,在发动机处于冷机状态时及发动机起动时燃料喷射量暂时增大的时候,禁止计算学习值。在停止上述暂时增大之后燃料喷射量随着冷却剂温度 TW 稳定增大时,允许计算学习值。由此,可以抑制在空燃比可能突然变化的时候对学习值作出错误的计算,并可以精确地计算学习值。因此,可以抑制对燃料喷射量进行不必要的校正。由此,可以将空燃比控制成适当,并可以改善排气排放性能。

例如根据粘附到进气口壁表面的燃料或从炭罐(未示出)净化的燃料来对燃料喷射量进行暂时校正时,空燃比会变得不稳定。因此,在根据冷却剂温度 TW 稳定增大燃料喷射量的时候,在这种校正期间计算的学习值可以不储存在 RAM 330 中,从而禁止根据该学习值对燃料喷射量进行校正。

第二实施例

下面将参考图 9 和图 10 对本发明的第二实施例进行说明。在本实施例中,使用与前述第一实施例中不同的对照图来计算 DI 比率 r 。

在其他方面,由于构造、处理流程及其功能与前述第一实施例中那些一样,因此将不再重复其详细说明。

参考图 9 和图 10,下面将对每个表示了缸内喷射器 110 与进气歧管喷射器 120 之间燃料喷射比率的对照图进行说明,这些对照图作为与发动机 10 的运转状态有关的信息。这些对照图储存在发动机 ECU 300 的 ROM 320 中。图 9 是针对发动机 10 暖机状态的对照图,图 10 是针对发动机 10

冷机状态的对照图。

图 9 和图 10 与图 2 和图 3 在下列地方不同。在针对暖机状态的对照图中发动机 10 的发动机速度等于或高于 NE (1) 的区域中、以及在针对冷机状态的对照图中发动机速度为 NE (3) 或更高的区域中，仍然保持“DI 比率 $r=100\%$ ”。此外，除了低速区域外，在针对暖机状态的对照图中负荷因子为 KL (2) 或更高的区域中、以及在针对冷机状态的对照图中负荷因子为 KL (4) 或更高的区域中，仍然保持“DI 比率 $r=100\%$ ”。这意味着在发动机速度处于预定高水平的区域中只使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射，并且在发动机负荷处于预定高水平的区域中经常只使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射。但是，在低速高负荷区域，从缸内喷射器 110 喷射的燃料形成的空气燃料混合物混合较差，燃烧室内这种不均匀的空气燃料混合物可能造成不稳定燃烧。因此，随着发动机速度的增大（其中不太可能发生这种问题）而增大缸内喷射器的燃料喷射比率，而随着发动机负荷的增大（其中可能发生这种问题）而减小缸内喷射器 110 的燃料喷射比率。DI 比率 r 的这种改变由图 9 和图 10 中的十字箭头表示。由此可以抑制由不稳定燃烧引起的输出转矩变化。注意，这些措施大体上等价于下述措施：随着发动机 10 的状态向预定低速区域移动而减小缸内喷射器 110 的燃料喷射比率，或者随着发动机 10 的状态向预定低负荷区域移动而增大缸内喷射器 110 的燃料喷射比率。此外，除了有关区域（由图 9 和图 10 中的十字箭头表示）外，在只使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射的区域中（在高速侧以及低负荷侧），即使在只使用缸内喷射器 110 执行燃料喷射时也能容易地获得均匀的空气燃料混合物。在此情况下，从缸内喷射器 110 喷射的燃料在燃烧室内伴随汽化潜热（通过从燃烧室吸收热量）而雾化。因此，在压缩末期，空气燃料混合物的温度降低，从而改善了抗爆震性能。此外，通过降低燃烧室温度，改善了进气效率，造成了较高的功率输出。

在第一和第二实施例中所所述的发动机 10 中，通过将缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在进气冲程中来实现均匀燃烧，而通过将其设定在压缩冲程中来实现分层充气燃烧。即，在将缸内喷射器 110 的燃料喷射正时

设定在压缩冲程中时，浓的空气燃料混合物可能局部地位于火花塞周围，使得将燃烧室中稀的空气燃料混合物作为一个整体进行点火，以实现分层充气燃烧。即使将缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在进气冲程中，如果可以在火花塞周围局部提供浓的空气燃料混合物，也可以实现分层充气燃烧。

这里所用的“分层充气燃烧”既包括分层充气燃烧也包括半分层充气燃烧。在半分层充气燃烧中，进气歧管喷射器 120 在进气冲程中喷射燃料，以在燃烧室中产生整体上稀的均匀空气燃料混合物；然后缸内喷射器 110 在压缩冲程中喷射燃料，以在火花塞周围产生浓的空气燃料混合物，从而改善燃烧状态。由于下述原因，在催化剂预热操作中优选采用这种半分层充气燃烧。在催化剂预热操作中，必须大大延迟点火正时并维持良好的燃烧状态（怠速运转状态），以使高温燃烧气体到达催化剂。此外，还需要供应一定量的燃料。如果采用分层充气燃烧来满足这些需求，则燃料量会不足。如果采用均匀燃烧，则与分层充气燃烧的情况相比，用于维持良好燃烧的延迟量较小。由于这些原因，尽管可以采用分层充气燃烧以及半分层充气燃烧中的任何一种，但催化剂预热操作中优选采用上述半分层充气燃烧。

此外，在第一和第二实施例所述发动机中，在与几乎整个区域对应的基本区域中，缸内喷射器 110 的燃料喷射正时优选地设定在进气冲程中（这里，基本区域是指除了执行半分层充气燃烧的区域之外的区域，所述半分层充气燃烧只在催化剂预热状态中执行并通过进气歧管喷射器 120 在进气冲程中喷射燃料和缸内喷射器 110 在压缩冲程中喷射燃料来执行）。但是，由于下述原因，出于使燃烧稳定的目的，缸内喷射器 110 的燃料喷射正时也可以临时地设定在压缩冲程中。

当缸内喷射器 110 的燃料喷射正时被设定在压缩冲程中时，在缸内温度较高的时候，空气燃料混合物被所喷射的燃料冷却。这改善了冷却效果并从而改善了抗爆震性能。此外，当缸内喷射器 110 的燃料喷射正时被设定在压缩冲程中时，从燃料喷射到点火经过的时间较短，这确保了被喷雾的燃料有较强贯穿能力，从而提高了燃烧速率。抗爆震性能的改善和燃烧

速率的提高可以防止燃烧变化，从而改善了燃烧稳定性。

无论发动机 10 的温度如何（即，无论发动机 10 处于暖机状态还是冷机状态），都可以在怠速运转关闭（idle-off）状态（当怠速开关关闭时，或者当加速踏板被压下时）期间使用图 2 或图 9 所示暖机状态对照图（无论发动机 10 处于冷机状态还是暖机状态，在低负荷区域中，都使用缸内喷射器 110）。

应当明白，这里所公开的实施例在任何方面都是示意性而非限制性的。本发明的范围由权利要求项来限定，而不是由上述说明来限定，并且应当包括权利要求范围内及其等同含义内的任何改变。

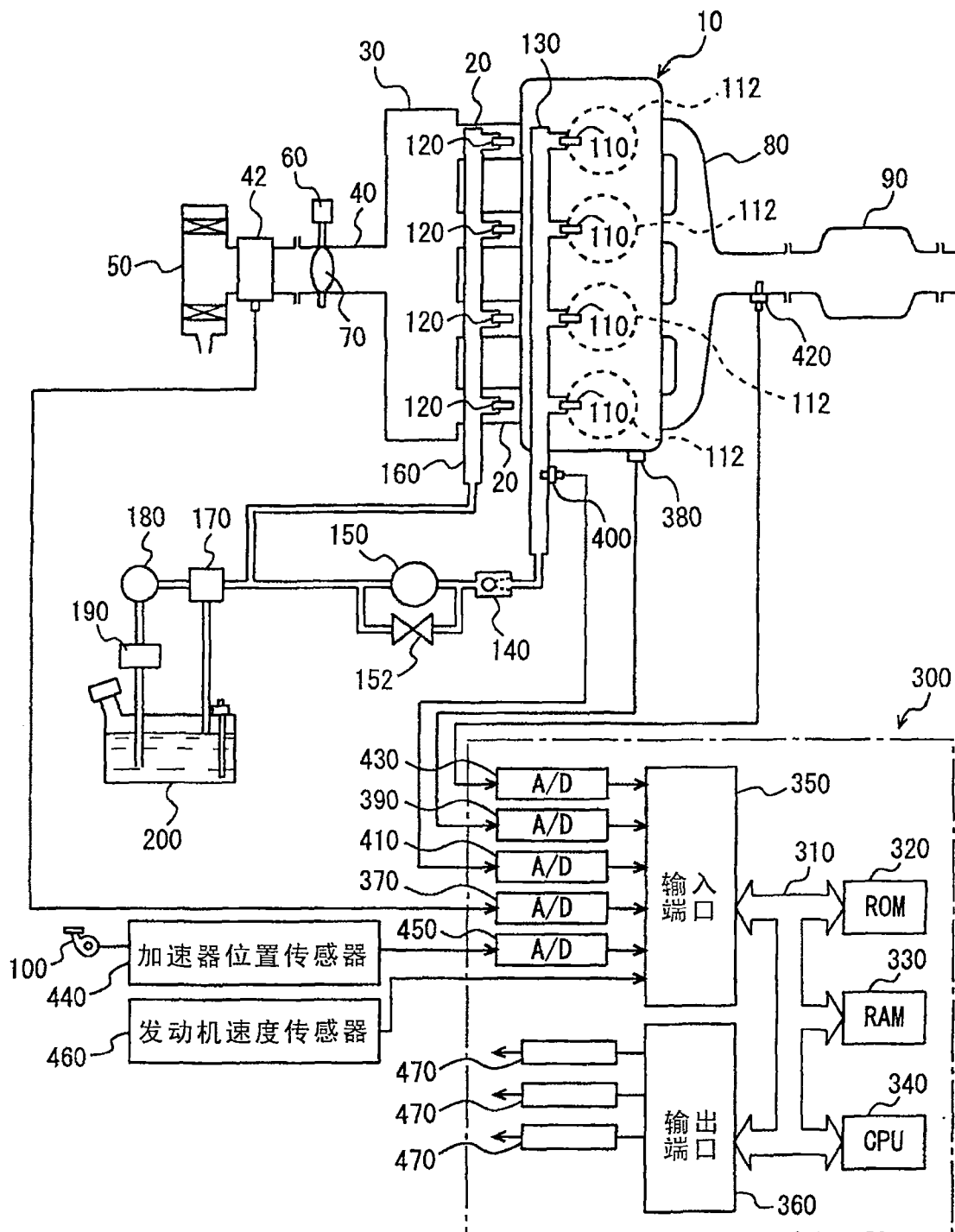


图1

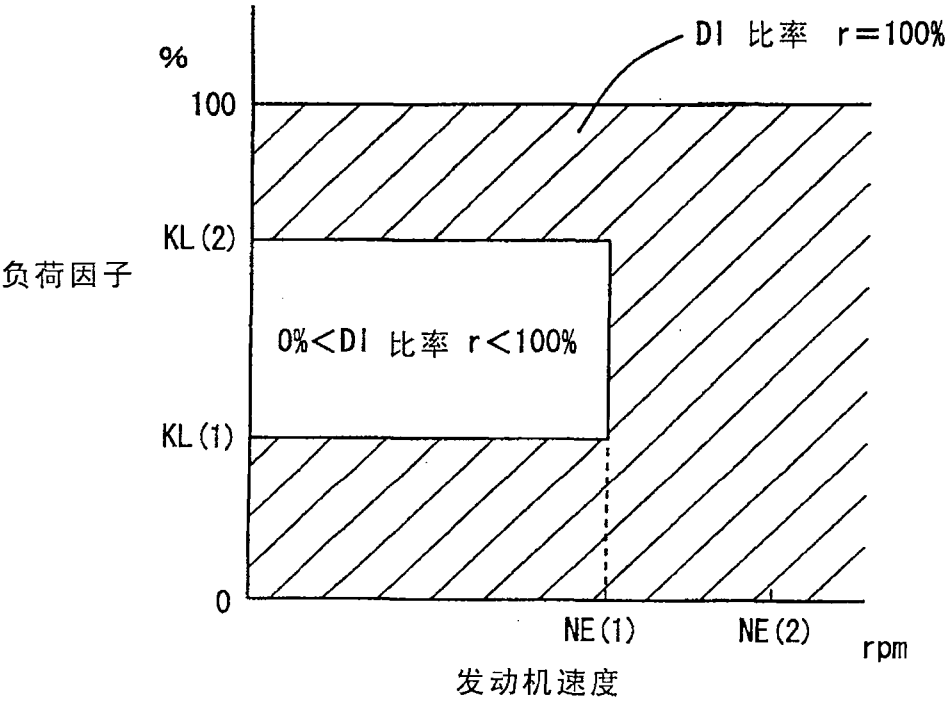


图2

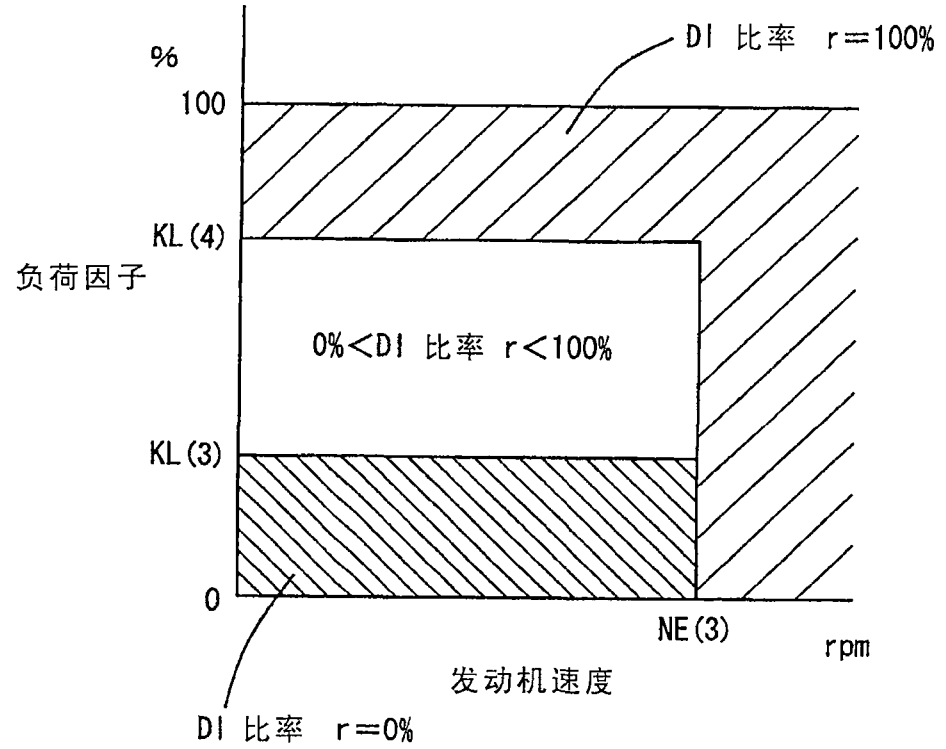


图3

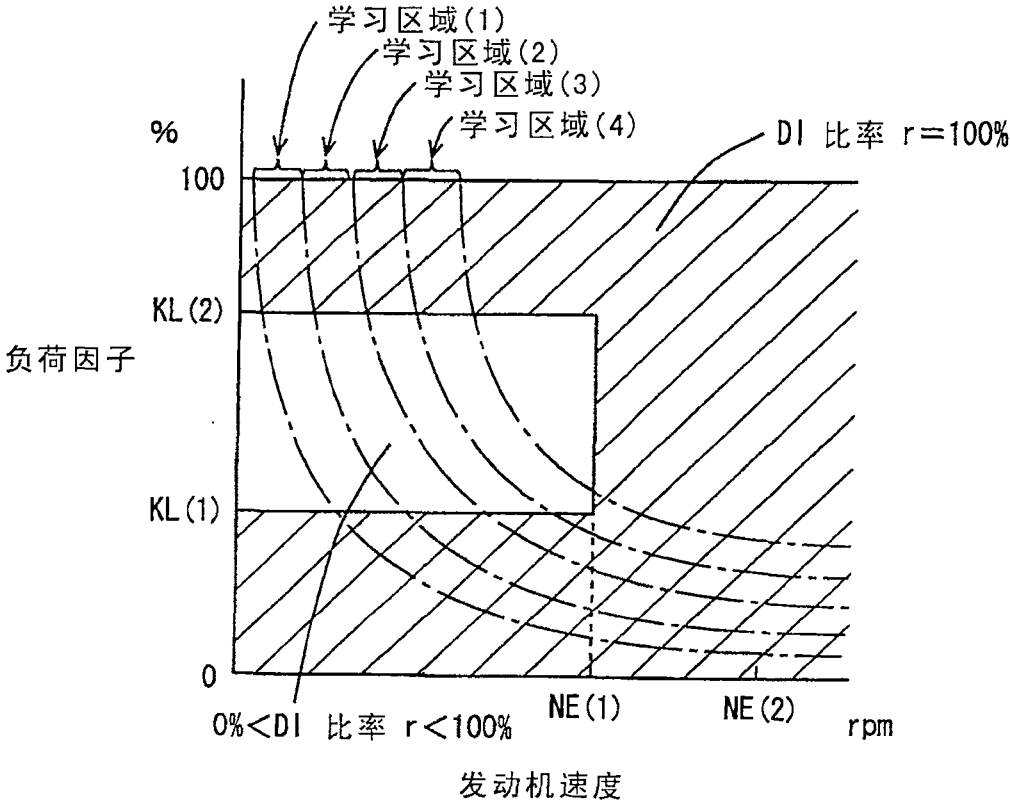


图4

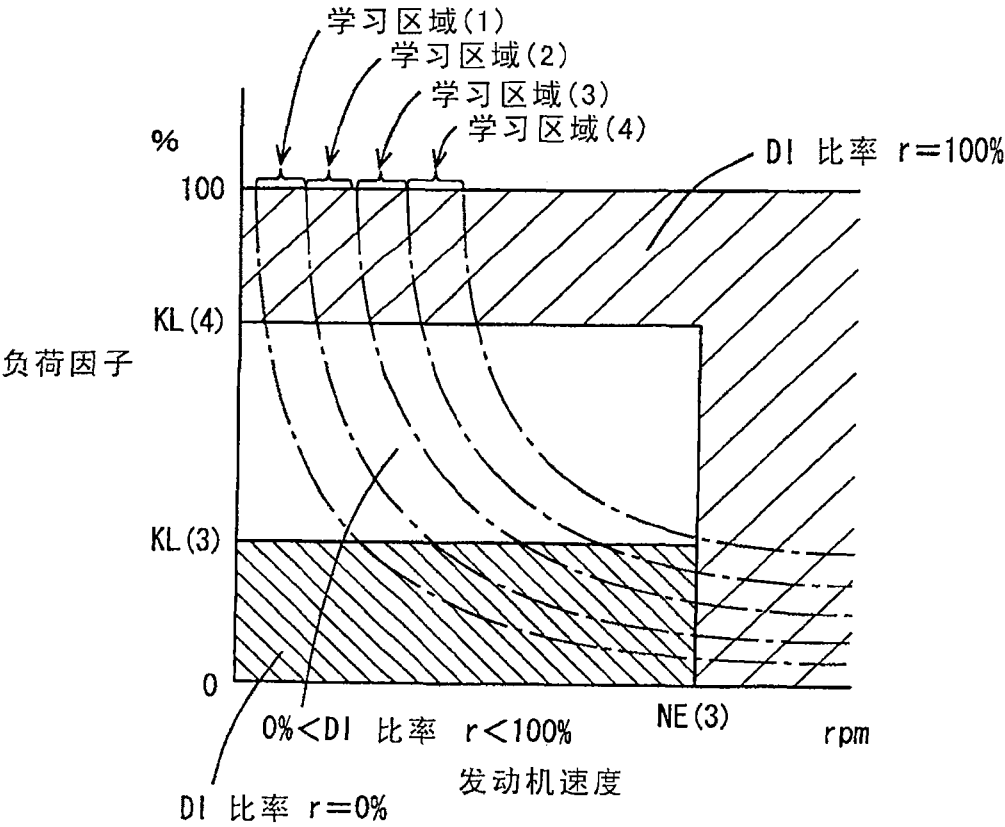


图5

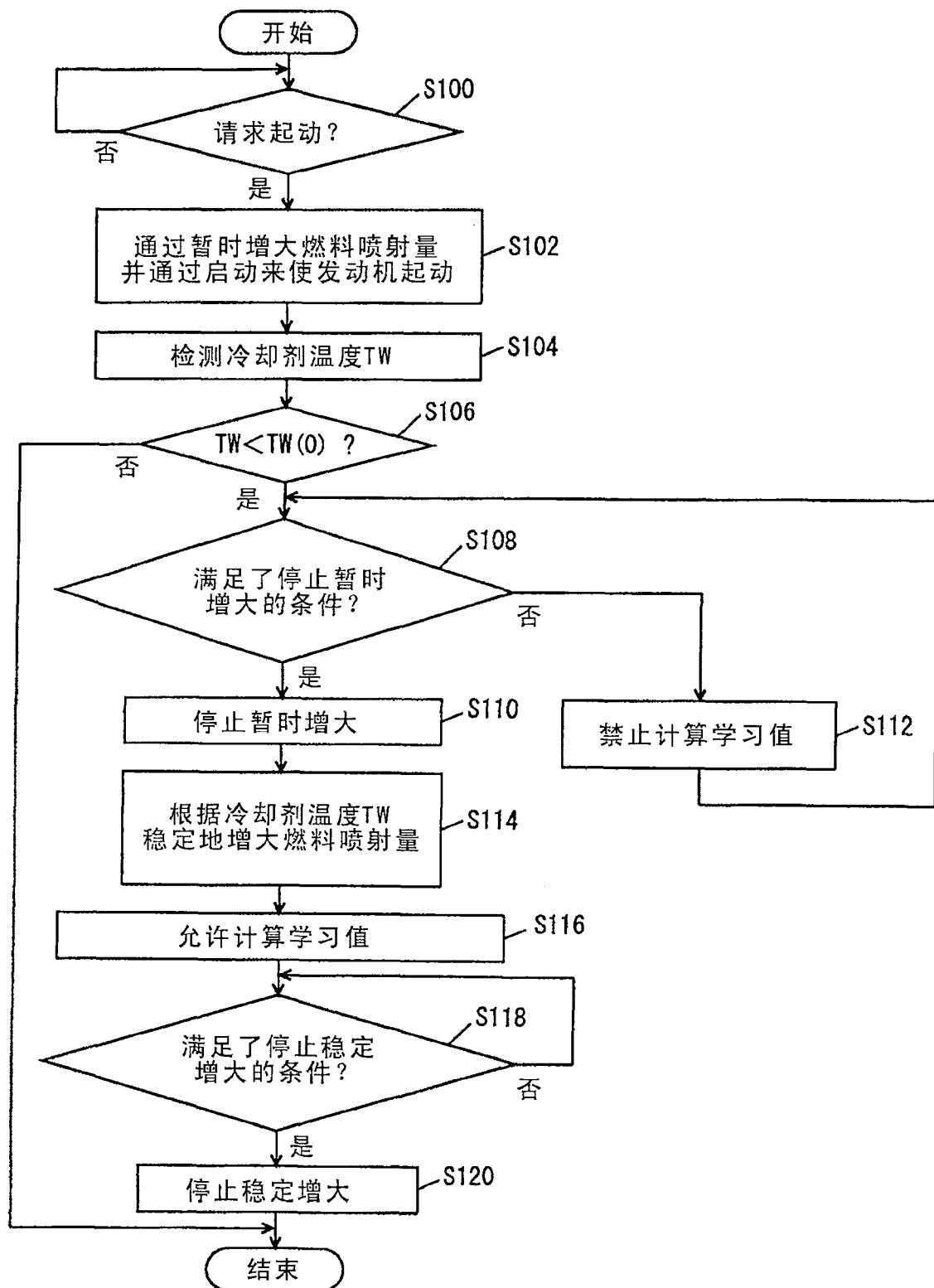


图6

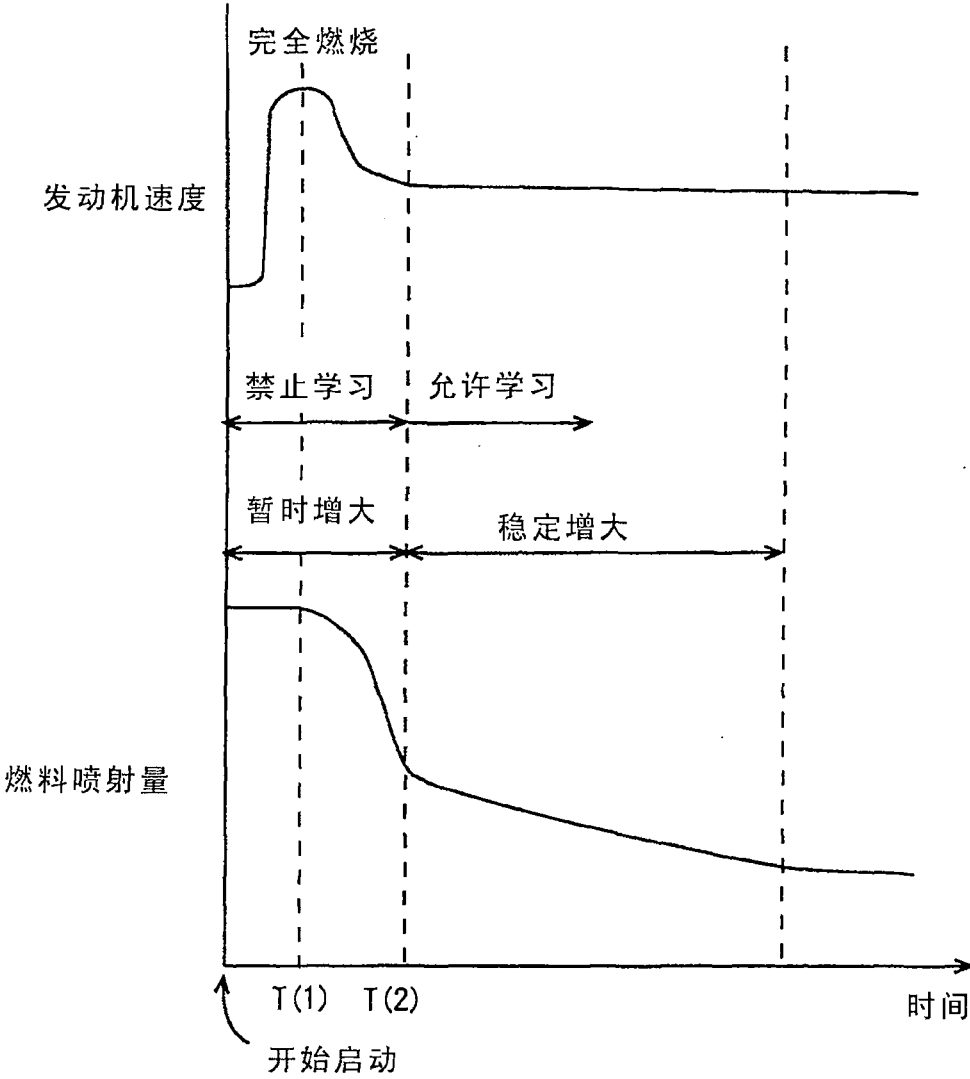


图7

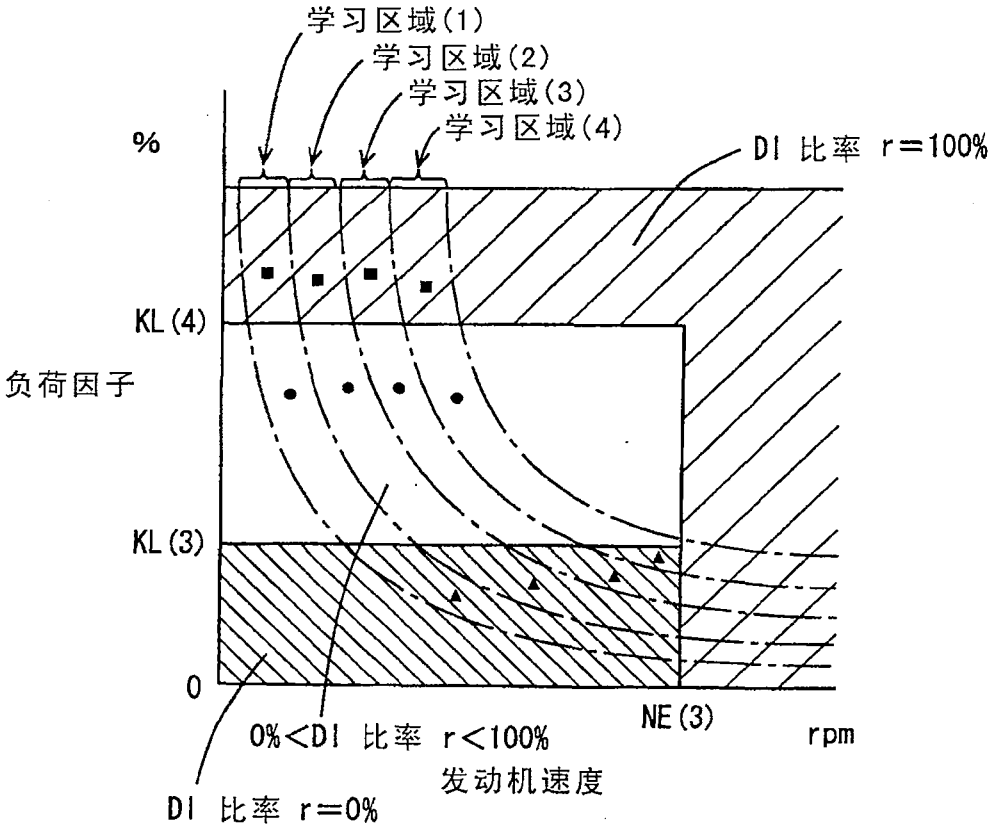


图8

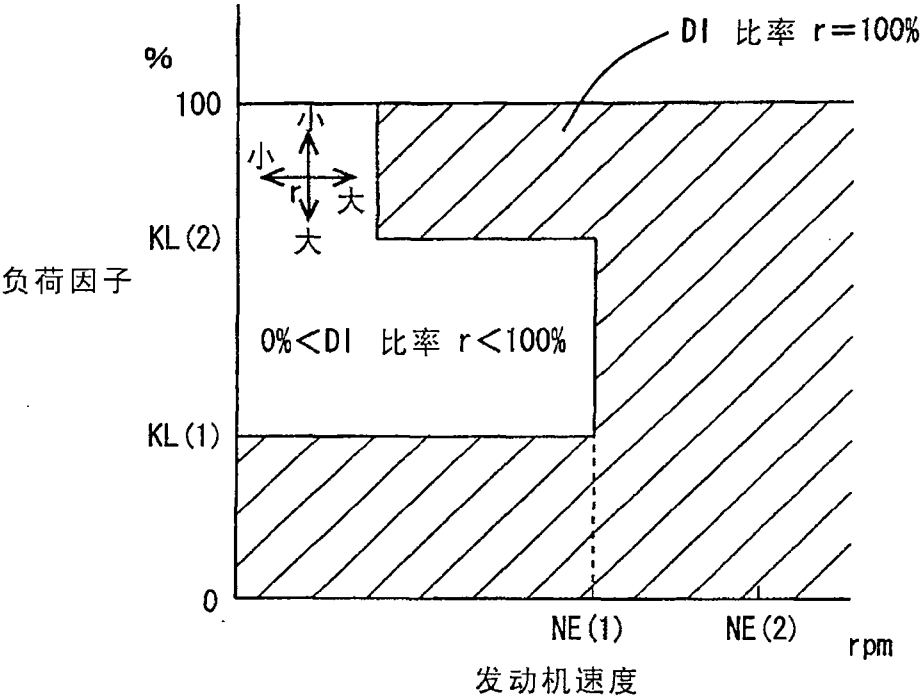


图9

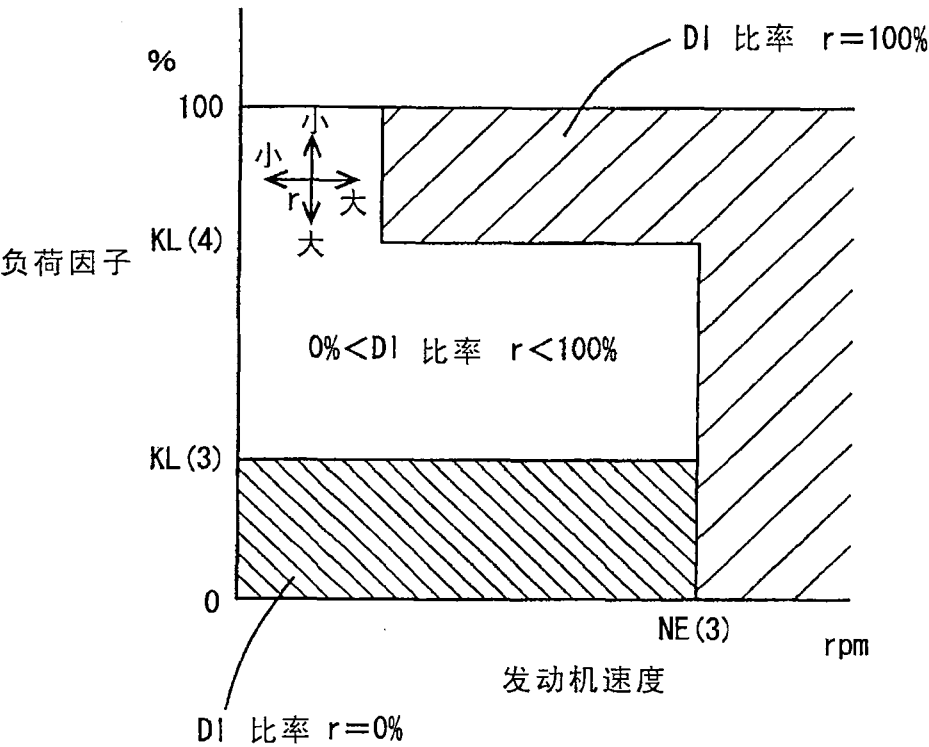


图10