

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 35/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580024609.1

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 100470027C

[22] 申请日 2005.7.21

[21] 申请号 200580024609.1

[30] 优先权

[32] 2004.7.22 [33] JP [31] 214623/2004

[32] 2005.2.28 [33] JP [31] 054103/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2005/013796 2005.7.21

[87] 国际公布 WO2006/009312 英 2006.1.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.22

[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 中村直人

[56] 参考文献

JP2002-227697A 2002.8.14

US2003/0230281A1 2003.12.18

JP11-229951A 1999.8.24

CN1143403A 1997.2.19

审查员 王轶凡

[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

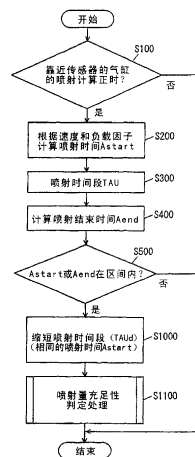
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 9 页

[54] 发明名称

用于内燃机的控制装置

[57] 摘要

发动机 ECU 执行的程序包括：当到达位于爆震传感器附近的气缸的喷射计算正时时 (S100 处为“是”)，由发动机速度和负载因子来计算喷射时间 (Astart) 的步骤 (S200)；计算喷射时间段 (TAU) 的步骤 (S300) 计算喷射结束时间 (Aend) 的步骤 (S400)；当喷射时间 (Astart) 或喷射结束时间 (Aend) 在 KCS 区间内时 (S500 处为“是”)，缩短缸内喷油器的喷射时间的步骤 (S1000)；以及当由于缸内喷射的喷射时间段缩短而导致需求喷射量不足时，计算进气口喷射时间段以从进气歧管喷油器喷射不足的喷射量的步骤。



1. 一种用于内燃机的控制装置，所述内燃机包括用于将燃油直接喷射到气缸中的第一燃油喷射机构和用于将燃油喷射到进气歧管中的第二燃油喷射机构，所述控制装置基于燃油喷射正时和燃油喷射时间段来操作所述燃油喷射机构，并基于在爆震判定时间段内来自爆震传感器的输出信号来执行爆震判定，所述控制装置包括：

判定单元，用于判定由所述第一燃油喷射机构的操作产生的噪声是否与所述爆震判定时间段内来自所述爆震传感器的输出信号重叠，

修正单元，用于基于来自所述判定单元的判定结果，修正所述第一燃油喷射机构的燃油喷射正时和燃油喷射时间段中的至少一个，以避免由所述第一燃油喷射机构的操作产生的噪声与所述爆震判定时间段内所述爆震传感器的输出信号重叠的事件，和

控制单元，用于当在修正的燃油喷射状态下需求燃油喷射量不足时，控制所述第二燃油喷射机构以补偿该不足。

2. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置，其中，所述修正单元进行修正以缩短所述燃油喷射时间段，

所述控制装置还包括燃油压力控制单元，所述燃油压力控制单元控制燃油压力，使得能在所述修正的燃油喷射时间段时供应所述需求燃油喷射量。

3. 一种用于内燃机的控制装置，所述内燃机包括用于将燃油直接喷射到气缸中的第一燃油喷射机构和用于将燃油喷射到进气歧管中的第二燃油喷射机构，所述控制装置基于燃油喷射正时和燃油喷射时间段来操作所述燃油喷射机构，并基于在爆震判定时间段内来自爆震传感器的输出信号来执行爆震判定，所述控制装置包括：

判定单元，用于判定由所述第一燃油喷射机构的操作和将燃油供应至所述第一燃油喷射机构的高压燃油系统的操作中的至少一个操作产生的噪声是否与所述爆震判定时间段内来自所述爆震传感器的输出信号重叠，

修正单元，用于基于来自所述判定单元的判定结果，修正所述高压燃

油系统的燃油压力，以避免由所述操作产生的噪声与所述爆震判定时间段内所述爆震传感器的输出信号重叠的事件，和

控制单元，用于当在修正的燃油压力下需求燃油喷射量不足时，控制所述第二燃油喷射机构以补偿该不足。

4. 根据权利要求 3 所述的用于内燃机的控制装置，其中，所述修正单元进行修正以降低所述燃油压力，

所述控制装置还包括喷射时间段控制单元，所述喷射时间段控制单元控制所述燃油喷射时间段，使得能以所述降低的燃油压力来供应所述需求燃油喷射量。

5. 根据权利要求 4 所述的用于内燃机的控制装置，其中，所述喷射时间段控制单元进行控制，以延长所述燃油喷射时间段并将所述燃油喷射时间段的结束时间设定为晚于所述爆震判定时间段的结束时间。

6. 根据权利要求 1-5 中任一项所述的用于内燃机的控制装置，其中，所述第一燃油喷射机构包括缸内喷油器，所述第二燃油喷射机构包括进气歧管喷油器。

用于内燃机的控制装置

技术领域

本发明涉及用于内燃机的控制装置，所述内燃机包括用于将燃油喷射到气缸中的第一燃油喷射装置（缸内喷油器）和用于向进气歧管或进气口喷射燃油的第二燃油喷射装置（进气歧管喷油器）。具体地，本发明涉及一种装置，其用于控制内燃机使得 KCS（爆震控制系统）中的爆震传感器不会错误地检测除爆震以外的震动。

背景技术

公知的内燃机包括用于将燃油喷射到发动机的进气歧管中的第一燃油喷射阀（背景技术中的进气歧管喷油器）和用于一直将燃油喷射到发动机燃烧室中的第二燃油喷射阀（背景技术中的缸内喷油器），其中，当发动机负载低于预定负载设定时禁止从第一燃油喷射阀的燃油喷射，而当发动机负载高于预定负载设定时从第一燃油喷射阀喷射燃油。作为此内燃机中从两个燃油喷射阀喷射的燃油的总和的总喷射量被预先确定为发动机负载的函数。随着发动机负载增大，总喷射量也增大。

第二燃油喷射阀（缸内喷油器）被安装为直接朝向内燃机的燃烧室开口，并将通过燃油泵加压的燃油直接喷射到气缸中。第二燃油喷射阀必须将燃油压力设定为比第一燃油喷射阀的燃油压力高 20-50 倍。第二燃油喷射阀采用坚固的弹簧来实现这样的高油压，并采用能够实现用于高响应的强电磁力的高压电路。第二燃油喷射阀安装为直接突出到燃烧室中，并在燃烧引起的高压、高热、强震动环境条件下使用。因此，与传统且广泛用在歧管喷射式内燃机中的燃油喷射阀相比，第二燃油喷射阀易于出现性能降低和由于碳阻塞等引起的异常事件的发生。燃油喷射阀的性能降低和异常事件的发生将妨碍内燃机的正常运转，导致可能出现诸如功率降低和排气中有害气体成分增加的问题。

日本专利早期公开 No.10-318027 公开了一种包括这样的缸内喷油器的内燃机所用的燃油喷射阀异常检测设备。在燃油喷射内燃机中，该燃油喷射阀异常检测设备包括用于检测反应内燃机震动状态的信号的信号检测装置（爆震传感器）和用于通过用信号检测装置获得与燃油喷射阀的打开/关闭相关的信号来判定燃油喷射阀处的异常的装置。

根据此用于内燃机的燃油喷射阀异常检测设备，缸内喷油器处的异常事件可以通过由爆震传感器检测的内燃机震动状态来检测。换言之，与缸内喷油器的操作相关的震动可以通过爆震传感器来检测，并可以基于所检测的结果来检测缸内喷油器处的异常事件。

日本专利早期公开 No.11-229951 公开了一种爆震控制设备，其能够在具有可变配气相位（VVT）控制设备的多缸内燃机中使用爆震传感器适当地进行爆震判定，而不受 VVT 控制的影响。该爆震控制设备设置在具有可变配气相位控制设备的多缸内燃机上，用于根据内燃机运转状态控制内燃机中各个气缸的进气门和排气门中的至少一个的打开/关闭正时。在内燃机中的每个气缸的爆燃冲程（detonation stroke）中，在预定的爆震判定时间段期间，从检测内燃机的机械震动的爆震传感器取得检测信号。基于所取得的检测信号来判定内燃机中是否发生爆震。通过基于判定结果调整内燃机的点火正时来实现爆震控制。爆震控制设备包括爆震判定时间段设定装置，用于基于在可变配气相位控制设备的控制下的进气门或排气门的打开/关闭正时来设定爆震判定时间段，使得进气门或排气门的关闭正时不会与爆震判定时间段重叠。

根据此具有 VVT 控制设备的内燃机的爆震控制设备，从爆震传感器取出爆震信号，并且基于 VVT 控制下的进气门或排气门的正时，将进行爆震判定的爆震判定时间段设定为避免至少与气门关闭正时重叠。在爆震判定时间段期间取出包括进气/排气门的座合噪声（seating noise）的爆震信号，以防止爆震的错误判定，用于精确地执行爆震控制。

日本专利早期公开 No.10-318027 教导了通过爆震传感器来检测与缸内传感器的操作相关联的震动。日本专利早期公开 No.11-229951 教导了实现控制使得爆震判定时间段不与进气门和排气门的关闭正时重叠。由此，当

与缸内喷油器的操作相关联的震动与具有缸内喷油器的发动机中的爆震判定时间段重叠时，很难通过爆震传感器以高精度来检测爆震。

尽管基于上述专利文献的教导，可以实现控制使得进气门和/或排气门的关闭正时不与通过 VVT 控制的爆震判定时间段重叠，但是不能实现控制使得与缸内喷油器的操作相关联的震动不与爆震判定时间段重叠。如果缸内喷油器的喷射时间段被缩短，则可能无法满足需求燃油喷射量。存在难以确保发动机性能的可能性。

发明内容

考虑到前述情况，本发明的一个目的是为内燃机提供一种控制装置，所述内燃机包括用于将燃油喷射到气缸中的第一燃油喷射机构和用于将燃油喷到进气歧管中的第二燃油喷射机构，两个燃油喷射机构分担燃油喷射，所述控制装置能够通过爆震传感器以高精度来检测爆震，防止爆震传感器检测到与第一燃油喷射机构的操作相关的震动，同时不降低内燃机的性能。

根据本发明的一个方面，控制装置包括用于将燃油喷射到气缸中的第一燃油喷射机构和用于将燃油喷射到进气歧管中的第二燃油喷射机构。所述控制装置基于燃油喷射正时和燃油喷射时间段来操作所述燃油喷射机构，并控制内燃机以基于在爆震判定时间段内来自爆震传感器的输出信号来执行爆震判定。所述控制装置包括：判定单元，用于判定由所述第一燃油喷射机构的操作产生的噪声是否与所述爆震判定时间段内所述爆震传感器的输出信号重叠；修正单元，用于基于来自所述判定单元的判定结果，修正所述第一燃油喷射机构的燃油喷射正时和燃油喷射时间段中的至少一个，以避免由所述第一燃油喷射机构的操作产生的噪声与所述爆震判定时间段内所述爆震传感器的输出信号重叠的事件；和控制单元，用于在修正的燃油喷射状态下，当需求燃油喷射量不足时，控制所述第二燃油喷射机构以补偿该不足。

根据本发明，由第一燃油喷射机构（例如缸内喷油器）的操作产生的噪声将不会进入爆震判定时间段期间（爆震判定区间）。由此，可以抑制

爆震的错误检测，其中爆震的错误检测对应于尽管实际没有发生爆震但是仍然错误地检测到爆震的情况。此外，即使在通过修正缸内喷油器的燃油喷射正时和燃油喷射时间段中的至少一个而导致需求燃油不足的情况下，可以通过第二燃油喷射机构（例如进气歧管喷油器）来补偿该不足，以允许燃油供应满足需求燃油喷射量。因此，内燃机功率不会劣化。由此，对于包括缸内喷油器和进气歧管喷油器（两个分担燃油喷射）的内燃机，可以提供这样的控制装置，其能够通过爆震传感器以高精度检测爆震，防止爆震传感器检测到与第一燃油喷射机构的操作相关的震动，同时不降低发动机的性能。

优选地，所述修正单元进行修正以缩短所述燃油喷射时间段。所述控制装置还包括燃油压力控制单元，所述燃油压力控制单元控制燃油压力，使得能在修正的燃油喷射时间段时供应所述需求燃油喷射量。

尽管在本发明中缸内喷油器的燃油喷射时间段被修正为较短的时间段，但是可以增加燃油压力以允许燃油供应满足需求燃油供应量。因此，内燃机功率不会降低。

根据本发明的另一个方面，控制装置包括用于将燃油喷射到气缸中的第一燃油喷射机构和用于将燃油喷射到进气歧管中的第二燃油喷射机构。所述控制装置基于燃油喷射正时和燃油喷射时间段来操作所述燃油喷射机构，并控制内燃机使得基于在爆震判定时间段内来自爆震传感器的输出信号来执行爆震判定。所述控制装置包括：判定单元，用于判定由所述第一燃油喷射机构的操作和将燃油供应至所述第一燃油喷射机构的高压燃油系统的操作中的至少一个操作产生的噪声是否与所述爆震判定时间段内来自所述爆震传感器的输出信号重叠；修正单元，用于基于来自所述判定单元的判定结果，修正所述高压燃油系统的燃油压力，以避免由所述操作产生的噪声与所述爆震判定时间段内所述爆震传感器的输出信号重叠的事件；和控制单元，用于在修正的燃油压力下，当需求燃油喷射量不足时，控制所述第二燃油喷射机构以补偿该不足。

根据本发明，将燃油供应至第一燃油喷射机构（例如缸内喷油器）的高压燃油系统的燃油压力被修正（降低）以减小由第一燃油喷射机构的操

作或将燃油供应至第一燃油喷射机构的高压燃油系统的操作所产生的噪声水平。因此，即使噪声进入爆震判定时间段期间（爆震判定区间），因为该噪声的水平被降低了，爆震传感器将不会检测到该噪声。由此，可以抑制爆震的错误检测，其中爆震的错误检测对应于尽管实际没有发生爆震但是仍然错误地检测到爆震的情况。即使在通过修正（降低）燃油压力而导致需求燃油不足的情况下，也可以通过第二燃油喷射机构（例如进气歧管喷油器）来补偿该不足，以供应满足需求燃油喷射量的燃油。因此，内燃机功率不会降低。由此，对于包括缸内喷油器和进气歧管喷油器（两个分担燃油喷射）的内燃机，可以提供这样的控制装置，其能够通过爆震传感器以高精度检测爆震，防止爆震传感器检测到与缸内喷油器和/或高压燃油系统的操作相关的震动，同时不降低发动机的性能。

优选地，所述修正单元进行修正以降低所述燃油压力。所述控制装置还包括喷射时间段控制单元，所述喷射时间段控制单元控制燃油喷射时间段使得能以降低的燃油压力来供应所述需求燃油喷射量。

根据本发明，高压燃油系统的燃油压力可以被降低以减小由缸内喷油器的操作或将燃油供应至缸内喷油器的高压泵（电磁溢流阀）的操作产生的噪声水平，以防止爆震传感器检测到这样的噪声。在燃油压力被降低的情况下，控制被实现为使得缸内喷油器的燃油喷射时间段通过燃油喷射时间段控制单元延长，以允许喷射需求的燃油。在燃油喷射量仍然不足的情况下，可以从进气歧管喷油器来补充该不足。

还优选地，所述喷射时间段控制单元进行控制，以延长所述燃油喷射时间段，而将所述燃油喷射时间段的结束时间设定为晚于所述爆震判定时间段的结束时间。

在本发明中，通过降低将燃油供应至缸内喷油器的高压燃油系统的燃油压力，燃油喷射时间段被延长以从缸内喷油器喷射相同量的燃油。燃油喷射时间段的结束时间（缸内喷油器的针阀的关闭正时，对应于噪声产生正时）被设定为晚于爆震判定时间段的结束时间。由此，降低高压燃油系统的燃油压力允许噪声水平本身变小，并且针阀的与噪声产生正时相对应的关闭正时可以设置在爆震判定时间段之外。这确保了爆震传感器不会检

测到与缸内喷油器和/或高压燃油系统的操作相关的震动。由此，可以通过爆震传感器以高精度来检测爆震。

还优选地，所述第一燃油喷射机构是缸内喷油器，所述第二燃油喷射机构是进气歧管喷油器。

由此，对于包括作为第一燃油喷射机构的缸内喷油器和作为第二燃油喷射机构的进气歧管喷油器的内燃机，缸内喷油器和进气歧管喷油器分别设置并且都分担燃油喷射，可以提供这样一种控制装置，其能够通过爆震传感器以高精度检测爆震，防止爆震传感器检测到与缸内喷油器的操作相关的震动，同时不降低发动机的性能。

附图说明

图 1 表示处于发动机 ECU 控制下的发动机气缸布置，该发动机 ECU 被视作根据本发明第一实施例的控制装置。

图 2 表示处于发动机 ECU 控制下的发动机的构造，该发动机 ECU 被视作根据本发明第一实施例的控制装置。

图 3 表示 KCS 区间和缸内喷油器的燃油喷射时间段之间的关系。

图 4 是由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图，该发动机 ECU 被视作根据本发明第一实施例的控制装置。

图 5 表示通过发动机 ECU 来避免 KCS 区间和缸内喷油器的燃油喷射时间段之间重叠的示例，该发动机 ECU 被视作根据本发明第一实施例的控制装置。

图 6 是由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图（第一流程图），该发动机 ECU 被视作根据本发明第二实施例的控制装置。

图 7 是由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图（第二流程图），该发动机 ECU 被视作根据本发明第二实施例的控制装置。

图 8 表示通过发动机 ECU 来避免 KCS 区间和缸内喷油器的燃油喷射时间段之间重叠的示例，该发动机 ECU 被视作根据本发明第二实施例的控制装置。

图 9 是由发动机 ECU 执行的程序的控制结构的流程图，该发动机

ECU 被视作根据本发明第三实施例的控制装置。

图 10 表示与发动机的暖机状态相对应的 DI 比图（第一部分），其中本发明实施例的控制装置适用于该发动机。

图 11 表示与发动机的冷机状态相对应的 DI 比图（第一部分），其中本发明实施例的控制装置适用于上述的发动机。

图 12 表示与发动机的暖机状态相对应的 DI 比图（第二部分），其中本发明实施例的控制装置适用于上述的发动机。

图 13 表示与发动机的冷机状态相对应的 DI 比图（第二部分），其中本发明实施例的控制装置适用于上述的发动机。

具体实施方式

以下，将参考附图描述本发明的实施例。相同的部件被安排有相同的标号。它们的设计和功能也相同。由此，将不重复其详细描述。

第一实施例

以下将描述包括发动机 ECU（电子控制装置）的内燃机，该发动机 ECU 被视作根据本发明第一实施例的用于内燃机的控制装置。图 1 表示在被视作本实施例的控制装置的发动机 ECU 的控制下的发动机 500 的气缸布置。如图 1 所示，假设发动机 500 是四循环往复发动机，其是包括八个气缸的 V8 式汽油发动机。尽管基于这样的 V 型八缸内燃机描述了本实施例，但是应当理解本发明不限于此。

气缸 #1、#3、#5 和 #7 布置在 V 型汽缸组的左侧汽缸组处。气缸 #2、#4、#6 和 #8 布置在右侧汽缸组处。爆震传感器 230 位于气缸 #3 和气缸 #5 之间，也位于气缸 #4 和气缸 #6 之间。

参考图 2，图 1 中的八个气缸中的一个将作为其代表来描述。发动机 500 由气缸 10 和活塞 20 形成，气缸 10 包括气缸体 12 和连接在气缸体 12 上方的气缸盖 14，活塞 20 在气缸 10 内来回移动。活塞 20 具有连杆 24 和连接至曲轴 22 的曲柄臂 26，曲轴 22 是发动机 500 的输出轴。活塞 20 的往复运动通过连杆 24 转换成曲轴 22 的转动。在气缸 10 中，气缸体 12 的内壁、气缸盖 14 以及活塞 20 的顶面构成用于燃烧室 30 的隔离物，空燃混

合物在燃烧室 30 中燃烧。

气缸盖 14 设置有突出到燃烧室 30 中用于点燃空燃混合物的火花塞 40, 和将燃油喷射到燃烧室 30 中的缸内喷油器 50。燃烧室 30 分别经由进气门 80 和排气门 90 与进气歧管 60 和排气歧管 70 连通。进气歧管 60 设置有进气口 60 和/或将燃油喷射到进气歧管 60 中的进气歧管喷油器 100, 进气口 60 是进气歧管 60 和燃烧室 30 之间的连通部分。尽管在本实施例中描述具有两个分离的喷油器的内燃机, 但是应当理解本发明不限于这样的内燃机。例如, 也可以使用具有一个喷油器的内燃机, 其中该喷油器具有缸内喷射功能和进气歧管喷射功能。

发动机 500 还包括加速器传感器 210、曲轴传感器 220 和爆震传感器 230。爆震传感器 200 设置在发动机 500 的两个位置处, 如图 1 所示。

设置在加速踏板(未示出)附近的加速器传感器 210 检测节气门开度(下压程度)。检测值在发动机 ECU 600 处适当经历 A/D 转换, 以提供至发动机 ECU 600 中的微计算机。

曲轴传感器 220 由安装至发动机 500 的曲轴 22 的转子和位于转子附近的电磁拾取器形成, 电磁拾取器用于检测设置在转子外周处的突起的经过。该传感器检测曲轴 22 的旋转相位(曲轴角)和发动机 500 的转速。曲轴传感器 220 的输出使其波形通过发动机 ECU 600 适当地整形, 然后提供至发动机 ECU 600 中的微计算机作为与曲轴 22 的转速相对应的脉冲信号(NE 脉冲)。

爆震传感器 230 位于发动机 500 的气缸体 12 处。爆震传感器 230 检测包括发动机 500 处产生的爆震在内的震动。爆震传感器 230 的输出被提供至发动机 ECU 600 中的微计算机作为与震动水平相对应的爆震信号。

除了微计算机, 发动机 ECU 600 还包括 A/D 转换器、波整形电路、临时存储各种数据和计算结果的存储器、以及驱动各种致动器的驱动器(驱动电路)等。基于通过来自各种传感器的检测信号等识别的发动机运转状态, 对火花塞 40 的点火正时以及由缸内喷油器 50 和进气歧管喷油器 100 进行的燃油喷射进行控制。

发动机 ECU 600 作为爆震控制系统(KCS)来工作以避免在发动机

500 处产生爆震。以下将详细描述通过爆震控制系统来避免爆震。

发动机 ECU 600 将可能在发动机 500 处产生爆震期间的时间段作为爆震判定时间段（区间），即在每个气缸的压缩上止点（压缩冲程）附近以及点火正时结束后的时间段。在爆震判定时间段期间，发动机 ECU 600 基于来自爆震传感器 230 的与气缸体 12 处的震动相对应的检测信号来识别爆震特有的震动。具体而言，在爆震判定时间段期间，计算来自爆震传感器 230 的输出峰值超过标准值的次数，当计算的次数超过预定值时，判定发生了爆震特有的震动。基于这样的判定，可以检测爆震。

基于上述的爆震检测，发动机 ECU 600 通过延迟来校正点火正时以避免爆震。具体而言，通过对每个爆震检测增加点火正时的延迟量，而在没有检测到爆震时减小该延迟量，以朝向点火提前控制点火正时。通过这样控制点火正时，点火正时被调整为避免爆震的爆震限度，同时尽可能高地增加发动机 500 的功率。点火正时的延迟量具有由预设的安全值 G 保证的上限，使得在频繁发生爆震时不会过度地延迟点火正时。

除了在上述的点火正时附近避免爆震之外，发动机 ECU 600 还对缸内喷油器 50 和进气歧管喷油器 100 之间燃油喷射进行切换控制。这样的切换控制基于诸如发动机速度和发动机负载之类的发动机运转状态来进行，并适于选择适合于当前发动机运转状态的燃油喷射方式。在燃油喷射的各种情况下，不管是选择通过缸内喷油器 50、选择通过进气歧管喷油器 100 或者选择通过这两者来进行，燃油喷射正时和/或燃油喷射量都被适当地调整为适合发动机运转状态。

在压缩冲程期间由缸内喷油器 50 进行燃油喷射的情况下，缸内喷油器 50 的针阀的关闭正时可以根据发动机运转状态而被延迟为接近压缩上止点，并进入爆震控制系统（KCS）的区间。因为缸内喷油器 50 设置在位于具有气缸盖 14 的气缸体 12 处的爆震传感器 230 附近以用于缸内喷射，所以爆震传感器 230 将受到与关闭针阀（座合）相关的震动的影响。如果针阀的关闭正时进入该区间，则爆震传感器 230 将输出与关联于关闭针阀（座合）的震动相对应的信号作为阀关闭噪声。如果阀关闭噪声的水平超过标准值，则即使实际上没有发生爆震，也可能错误地增加计数，并且来

自爆震传感器 230 的超过判定标准值的输出峰值的次数将变得大于预定的次数，导致错误地判定产生了爆震。尽管没有发生爆震，但是这样的错误判定将引起点火正时的延迟量的增大，并且对应于延迟量，将错误地延迟点火正时。

考虑到前述问题，本实施例针对在针阀的关闭正时时修正（改变）缸内喷油器 50 的燃油喷射正时，以抑制点火正时进入所述区间，由此将针阀的关闭正时设定在所述区间之外。在这种情况下，可以修正适于发动机运转状态的燃油喷射正时和燃油喷射时间段。当此修正引起发动机运转性能劣化使得内燃机的潜能不能被充分输出时，可以考虑通过进气歧管喷油器 100 来补偿需求燃油喷射量来作为一种解决方案。

图 3 表示 KCS 区间和由缸内喷油器进行的燃油喷射的时间段之间的关系。

水平轴表示曲轴角。竖直轴表示由各个气缸 #1、#8、#4、#3、#6、#5、#7 和 #2 处的缸内喷油器 50 进行燃油喷射的时间段和 KCS 区间。例如，当通过气缸 #3 处的缸内喷油器 50 进行燃油喷射时，缸内喷油器 50 的喷射结束正时（针阀关闭（座合）正时）出现在气缸 #1 的 KCS 区间中。这说明靠近爆震传感器 230 定位的气缸的喷射进入相同气缸组中远离爆震传感器 230 定位的气缸的 KCS 区间。

如果如图 3 所示，一个气缸的缸内喷油器 50 的阀关闭正时进入另一个气缸的 KCS 区间，则爆震传感器 230 将错误地检测到输出峰值。在被视作根据本实施例的控制装置的发动机 ECU 600 处，执行图 4 所示的程序以避免发生这样的事件。

以下将参考图 4 描述由发动机 ECU 600 执行的程序的控制结构。

在步骤（以下简称作“S”）100 处，发动机 ECU 600 判定现在是否是计算位于爆震传感器 230 附近的气缸的喷射的时间。此计算正时与曲轴角同步。BTDC 540 度附近是设定喷射控制指示的正时。在 BTDC 270 度附近实际喷射燃油的情况下，当到达 BTDC 540 度附近时判定到达计算正时。当判定位于爆震传感器 230 附近的气缸的喷射计算正时时（S100 处的“是”），则控制进行至 S200，否则（S100 处的“否”），处理结束。

在 S200 处, 基于发动机速度和负载因子来计算喷射时间 A_{start} 。在 S300 处, 发动机 ECU 600 计算喷射时间段 TAU。基于 DI 比 r 、最大喷射量 EQMAX、负载因子、触发反馈 (strike feedback) 因子、缸内喷油器 50 的学习值 (learning value)、以及对应于燃油压力转换成喷射量的转换因子等, 通过喷射时间段 TAU 来计算缸内喷油器 50 的喷射量。

在 S400 处, 发动机 ECU 600 计算喷射结束时间 A_{end} 。在此阶段, $A_{end}=A_{start}+TAU$ 。

在 S500 处, 发动机 ECU 600 判定喷射时间 A_{start} 或喷射结束时间 A_{end} 是否在 KCS 区间内。当喷射时间 A_{start} 或喷射结束时间 A_{end} 在 KCS 区间内时 (S500 处的“是”), 则控制进行至 S600, 否则 (S500 处的“否”), 处理结束。

在 S600 处, 发动机 ECU 600 改变喷射时间。但是, 喷射时间段 TAU 不改变。

将基于上述的结构和流程图来描述在具有本发明的发动机 ECU 600 的发动机系统中, 实现使得缸内喷油器 50 的阀关闭 (座合) 噪声不会进入 KCS 区间的操作。

到达位于爆震传感器 230 附近的气缸的喷射计算正时时 (S100 处的“是”), 基于发动机 500 的发动机速度和负载因子来计算喷射时间 A_{start} (S200)。基于负载因子等来计算喷射时间段 TAU。由喷射时间 A_{start} 和喷射时间段 TAU 来计算喷射结束时间 A_{end} (S400)。

当喷射结束时间 A_{end} 与 KCS 区间重叠时 (S500 处的“是”), 如图 5 所示, 控制缸内喷油器 50 使得缸内喷油器 50 的喷射时间改变。尽管如图 5 所示, 喷射时间 A_{start} 被提前, 但是喷射时间段 TAU 未被修正。由此, 如图 5 所示, 实现了使得喷射结束时间 A_{end} 和 KCS 区间不重叠的控制。

通过如上所述由本实施例的发动机 ECU 来执行控制, 可以防止发生相同气缸组中靠近传感器定位的气缸所用的缸内喷油器的喷射时间段进入远离爆震传感器定位的气缸的 KCS 区间的事件。结果, 通过防止爆震传感器检测与缸内喷油器相关的震动, 可以通过爆震传感器以高精度来检测爆

震，同时不降低发动机的性能。

第二实施例

以下将描述根据本发明第二实施例的用于内燃机的控制装置。本实施例的发动机系统类似于上述的第一实施例的发动机系统（图 1 和 2）。因此，这里将不再重复其详细描述。

将参考图 6 描述由根据第二实施例的发动机 ECU 600 所执行的程序的控制结构。在图 6 的流程图中，与图 4 所示流程图的处理中相同的程序用相同的步骤编号来表示。它们的具体内容也是相同的。因此，将不再重复其详细描述。

在 S1000 处，发动机 ECU 600 将喷射时间段缩短至 TAU_d 。假设喷射时间 A_{start} 未改变。在 S1100 处，发动机 ECU 600 执行喷射量充足性判定处理。

将参考图 7 描述图 6 的 S1100 的喷射量充足性判定处理。

在 S1110 处，发动机 ECU 600 基于缩短的喷射时间段 TAU_d 来计算来自缸内喷油器 50 的喷射量 Q_d 。在 S1120 处，发动机 ECU 600 基于发动机速度、负载因子等来计算需求喷射量 Q_{all} 。

在 S1130 处，发动机 ECU 600 通过 $Q_p = Q_{all} - Q_d$ 来计算进气口喷射量 Q_p ，进气口喷射量 Q_p 是来自进气歧管喷油器 100 的喷射量。在 S1140 处，发动机 ECU 600 判定进气口喷射量 Q_p 的值是否为正值。当进气口喷射量 Q_p 为正时（S1140 处为“是”），控制进行至 S1150，否则（S1140 处为“否”），处理结束。尽管在 S1140 的过程中基于 Q_p 是否为正来进行判定，但是也可以基于 Q_p 是否大于进气歧管喷油器 100 的最低喷射量来进行判定。

在 S1150 处，发动机 ECU 600 进行计算，以将进气口喷射量 Q_p 转换成进气口喷射时间段 TAU_p 。

以下将基于上述的结构和流程图来描述在本实施例的发动机 ECU 控制下的发动机系统的操作。

当得到缸内喷油器 50 的喷射时间 A_{start} 或喷射结束时间 A_{end} 在 KCS

区间内的判断时（S500 处为“是”），缸内喷油器 50 的喷射时间段被缩短为 TAU_d 。在此阶段，如图 8 所示，喷射时间 A_{start} 未改变，而喷射时间段 TAU 被缩短至 TAU_d 。由此，缸内喷油器 50 的喷射时间段将不与 KCS 区间重叠，如图 8 所示。

因为缸内喷油器 50 的喷射时间段从 TAU 缩短至 TAU_d ，所以存在对发动机 500 的燃油供应不足的可能性。这样的事件是通过喷射量充足性判定处理来（S1100）进行判定的，当喷射量不足时，通过从进气歧管喷油器 100 喷射燃油来补偿不足。

缸内喷油器 50 的喷射量 Q_d 是根据缸内喷油器 50 的被缩短的喷射时间段 TAU_d 来计算的（S1110）。需求喷射量 Q_{all} （其是待供应至发动机 500 的总燃油喷射量）是基于发动机 500 的发动机速度和负载因子来计算的（S1120）。从需求燃油喷射量 Q_{all} 减去来自缸内喷油器 50 的燃油喷射量 Q_d ，以计算进气口喷射量 Q_p 。当进气口喷射量 Q_p 为正时（S1140 处为“是”），判定由于缸内喷油器 50 的喷射时间段缩短而导致需求喷射量不足。为了从进气歧管喷油器 100 喷射燃油，进气口喷射量 Q_p 被计算为进气口喷射时间段 TAU_p （S1150）。

在包括缸内喷油器和进气歧管喷油器的发动机中，根据本实施例的发动机 ECU，当由缸内喷油器的操作产生的噪声进入 KCS 区间时，缩短燃油喷射时间段，使得缸内喷油器的喷射燃油时间段不与 KCS 区间重叠。在来自缸内喷油器的修正燃油喷射量相对于需求燃油喷射量不足的情况下，控制进气歧管喷油器来补偿该不足。缸内喷油器和进气歧管喷油器两者都进行燃油喷射，避免了内燃机的性能降低。通过防止爆震传感器检测到与缸内喷油器的操作相关的震动，可以通过爆震传感器以高精度来检测爆震。

第三实施例

以下将描述根据本发明第三实施例的用于内燃机的控制装置。类似于上述的第二实施例，第三实施例的用于内燃机的控制装置与第一实施例具有类似的硬件构造（图 1 和 2）。除了喷射量充足性判定处理（图 6 的

S1100) 之外, 由发动机 ECU 600 执行的程序类似于第二实施例的程序, 。因此, 这里将不再重复其详细描述。

将参考图 9 描述由第三实施例的由发动机 ECU 600 所执行的程序的控制结构。在图 9 的流程图中, 与图 7 所示流程图的处理中相同的过程用相同的步骤编号来表示。它们的具体内容也是相同的。因此, 将不再重复其详细描述。

在 S1200 处, 发动机 ECU 600 升高供应至缸内喷油器 50 的燃油的燃油压力 P_r , 使得可以在缸内喷油器 50 的缩短的燃油喷射时间段 TAU_d 内喷射需求喷射量 Q_{all} 。

由此, 在缸内喷油器的燃油喷射时间段 TAU 被减小为 TAU_d 的情况下, 使得缸内喷油器的燃油喷射时间段不与 KCS 区间重叠, 但是来自缸内喷油器 50 的燃油喷射量不足, 因此升高燃油压力使得可以在缩短的燃油喷射时间段 TAU_d 内喷射需求喷射量 Q_{all} 。

第四实施例

以下将描述根据本发明第四实施例的用于内燃机的控制装置。类似于上述的第二和第三实施例, 第四实施例的用于内燃机的控制装置与第一实施例具有类似的硬件构造(图 1 和 2)。因此, 这里将不再重复其详细描述。

本实施例针对降低高压燃油系统的燃油压力, 以减小由缸内喷油器 50 的针阀的关闭所引起的震动和/或来自将燃油供应至缸内喷油器 50 的高压燃油系统的震动。

通过降低燃油压力, 使得即使缸内喷油器 50 处的针阀的关闭正时被延迟至压缩上止点附近并进入爆震控制系统区间, 爆震传感器 230 也不会受到与针阀的关闭(座合)相关的震动的影响。

因为当燃油压力被降低时, 震动的水平也减小, 所以爆震传感器 230 将不再检测到与针阀的关闭(座合)相关的震动。因此, 即使针阀的关闭正时进入所述区间, 将不再从爆震传感器 230 输出与相关于针阀的关闭(座合)的震动相对应的信号。由此, 与关闭阀相关的噪声不会超过爆震

标准值。错误的爆震判定可以被消除，其中错误的爆震判定是在这样的情况下引起的：虽然实际没有发生爆震，但是由于从爆震传感器 230 输出的峰值超过判定标准值而引起而错误的增加计数，导致总的计数变得大于预定次数时，可能会发生错误的爆震判定。

除了由缸内喷油器 50 的针阀的关闭（座合）引起的震动，还以相同的方式包含例如由高压燃油泵的电磁溢流阀的打开/关闭引起的震动。即使从高压燃油系统产生的噪声发生在 KCS 区域内，因为燃油压力被降低以减小从高压燃油系统产生的震动的水平，所以可以防止爆震传感器 230 检测到这样的震动。

通过如上所述降低燃油压力，延长了从缸内喷油器 50 喷射燃油的喷射时间段 TAU。除了通过降低燃油压力以减小震动水平来防止爆震传感器 230 的错误检测，还可以使用下述的措施。

燃油压力可以被降低以增加燃油喷射时间段 TAU，并将缸内喷油器 50 喷射燃油的喷射时间段 TAU 的结束时间（针阀关闭（座合）正时）设置在 KCS 区间范围外。换言之，燃油压力被降低使得喷射时间段 TAU 的末端（喷射结束时间 Aend）被延迟为晚于 KCS 区间的末端。由此，这样的低燃油压力允许由针阀的关闭（座合）引起的震动被减小，并且喷射时间段对应于降低的燃油压力被延长，以将喷射时间段 TAU 的末端设置在 KCS 区间之外。

在燃油压力被降低和/或在喷射结束时间被延迟到 KCS 区间之外时，缸内喷油器 50 的燃油喷射量不足的情况下，从进气歧管喷油器 100 喷射不足的燃油。

<本控制装置可以适当地应用的发动机（1）>

以下将详细描述本实施例的控制装置可以适当地应用到其上的发动机（1）。

参考图 10 和 11，现在将描述每个表示缸内喷油器 110 和进气歧管喷油器 120 之间的燃油喷射比的图，该燃油喷射比被视作与发动机 10 的运转状态相关的信息。这里，两个喷油器之间的燃油喷射比将被表示为从缸

内喷油器 110 喷射的燃油量占喷射的总燃油量的比, 该比将被称作“缸内喷油器 110 的燃油喷射比”或“DI (直喷) 比 (r)”。这些图储存在发动机 ECU 的 ROM 中。图 10 是用于发动机 10 的暖机状态的图, 图 11 是用于发动机 10 的冷机状态的图。

在图 10 和 11 的图中, 缸内喷油器 110 的燃油喷射比以百分比的形式表示为 DI 比 r , 其中发动机 10 的发动机速度沿着水平轴绘制, 负载因子沿着竖直轴绘制。

如图 10 和 11 所示, 对根据发动机 10 的发动机速度和负载因子确定的每个运转区域设定 DI 比 r 。“DI 比 $r=100\%$ ”表示仅由缸内喷油器 110 进行燃油喷射的区域, “DI 比 $r=0\%$ ”表示仅由进气歧管喷油器 120 进行燃油喷射的区域。“DI 比 $r \neq 0\%$ ”、“DI 比 $r \neq 100\%$ ”与“ $0\% < \text{DI 比 } r < 100\%$ ”每个都表示缸内喷油器 110 和进气歧管喷油器 120 分担燃油喷射的区域。一般来说, 缸内喷油器 110 有助于增加动力性能, 而进气歧管喷油器 120 有助于空燃混合物的均匀性。根据发动机 10 的发动机速度和负载因子来适当地选择具有不同特性的这两种喷油器, 使得在发动机 10 的正常运转状态下 (除了异常运转状态, 例如怠速中的催化剂预热状态) 仅进行均匀燃烧。

此外, 如图 10 和 11 所示, 在用于发动机的暖机状态和冷机状态的图中, 分别界定缸内喷油器 110 和进气歧管喷油器 120 的 DI 比 r 。这些图被构造成随着发动机 10 的温度改变而表示缸内喷油器 110 与进气歧管喷油器 120 的不同控制区域。当检测的发动机 10 的温度等于或高于预定温度阈值时, 选择图 10 所示用于暖机状态的图; 否则, 选择图 11 所示用于冷机状态的图。基于选择的图并根据发动机 10 的发动机速度和负载因子来控制缸内喷油器 110 和/或进气歧管喷油器 120。

现在将描述设定在图 10 和 11 中的发动机 10 的发动机速度和负载因子。在图 10 中, NE (1) 设定为 2500rpm 至 2700rpm, KL (1) 设定为 30 %-50 %, KL (2) 设定为 60 %-90 %。在图 11 中, NE (3) 设定为 2900rpm 至 3100rpm。即 $\text{NE (1)} < \text{NE (3)}$ 。图 10 中的 NE (2) 以及图 11 中的 KL (3) 和 KL (4) 也被适当地设定。

当对比图 10 和图 11 时, 图 11 所示用于冷机状态的图的 NE (3) 大于图 10 所示用于暖机状态的图的 NE (1)。这说明: 由于发动机 10 的温度变低, 进气歧管喷油器 120 的控制区域扩展为包括更高发动机速度的区域。就是说, 在发动机 10 较冷的情况下, 沉积物不太可能蓄积在缸内喷油器 110 的喷射孔中 (即使没有从缸内喷油器 110 喷射燃油)。由此, 使用进气歧管喷油器 120 来进行燃油喷射的区域可以扩展, 从而提高均匀性。

当对比图 10 和图 11 时, 在用于暖机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ” 在发动机 10 的发动机速度为 NE (1) 或更高的区域中, 在用于冷机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ” 在发动机 10 的发动机速度为 NE (3) 或更高的区域中。考虑到负载因子, 在用于暖机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ” 在负载因子为 KL (2) 或更高的区域中, 在用于冷机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ” 在负载因子为 KL (4) 或更高的区域中。这说明在预定的高发动机速度区域和预定的高负载因子区域中仅使用缸内喷油器 110。就是说, 在高速区域或高负载区域, 尽管仅由缸内喷油器 110 进行燃油喷射, 发动机 10 的发动机速度和负载因子较高, 且进气量充足, 使得仅使用缸内喷油器 110 也可以容易地获得均匀的空燃混合物。以此方式, 从缸内喷油器 110 喷射的燃油在包含蒸发潜热的燃烧室 (或者从燃烧室吸收热量) 中被雾化。这降低了压缩结束时空燃混合物的温度, 由此提高了防爆震性能。此外, 因为燃烧室中的温度降低, 所以提高了进气效率, 形成了高功率。

在图 10 中的用于暖机状态的图中, 当负载因子为 KL (1) 或更小时, 也仅使用缸内喷油器 110 进行燃油喷射。这说明在发动机 10 的温度较高时、在预定的低负载区域中仅使用缸内喷油器 110。当发动机 10 处于暖机状态时, 沉积物容易蓄积在缸内喷油器 110 的喷射孔中。但是, 当使用缸内喷油器 110 进行燃油喷射时, 可以降低喷射孔的温度, 这可以防止沉积物的蓄积。此外, 当确保缸内喷油器 110 的最小燃油喷射量时, 可以防止缸内喷油器 110 的堵塞。由此, 在相关的区域中仅使用缸内喷油器 110。

当对比图 10 和图 11 时, 仅在图 11 所示用于冷机状态的图中存在“DI 比 $r=0\%$ ”的区域。这说明当发动机 10 的温度较低时、在预定的低负载区域 (KL (3) 或更小) 中仅通过进气歧管喷油器 120 进行燃油喷射。当发动机 10 较冷、负载较低且进气量较小时, 燃油不太容易被雾化。在这样的区域中, 很难确保用从缸内喷油器 110 的燃油喷射进行有利的燃烧。此外, 特别是在低负载且低速区域中, 使用缸内喷油器 110 的高功率是不必要的。由此, 在相关区域中仅使用进气歧管喷油器 120 进行燃油喷射, 而不使用缸内喷油器 110。

此外, 在除了正常运转之外的运转中, 或者发动机 10 的怠速期间的催化剂预热状态 (异常运转状态) 下, 控制缸内喷油器 110 使得实现分层进气燃烧。通过仅在催化剂预热操作期间引起分层进气燃烧, 促进了催化剂的预热, 使得改善了废气排放。

<本控制装置可以适当地应用的发动机 (2)>

以下将详细描述本实施例的控制装置可以适当地应用到其上的发动机 (2)。在发动机 (2) 的以下描述中, 与发动机 (1) 的结构类似的结构将不再重复。

参考图 12 和 13, 将描述每个表示缸内喷油器 110 和进气歧管喷油器 120 之间的燃油喷射比的图, 该燃油喷射比被视作与发动机 10 的运转状态相关的信息。这些图储存在发动机 ECU 的 ROM 中。图 12 是用于发动机 10 的暖机状态的图, 图 13 是用于发动机 10 的冷机状态的图。

图 12 和 13 在以下方面不同于图 10 和 11。在用于暖机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ”保持在发动机 10 的发动机速度等于或高于 NE (1) 的区域中, 而在用于冷机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ”保持在发动机速度为 NE (3) 或更高的区域中。此外, 在用于暖机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ”保持在除了低速区域之外的负载因子为 KL (2) 或更高的区域中, 而在用于冷机状态的图中, “DI 比 $r=100\%$ ”保持在除了低速区域的负载因子为 KL (4) 或更高的区域中。这意味着在发动机速度为预定的高水平的区域中仅通过缸内喷油器 110 进行燃油喷射, 并且在发动机负载为

预定的高水平的区域中通常仅通过缸内喷油器 110 进行燃油喷射。但是，在低速且高负载的区域中，通过从缸内喷油器 110 喷射的燃油产生的空燃混合物的混和较差，燃烧室内的这种不均匀的空燃混合物可能导致不稳定的燃烧。由此，随着发动机速度增大，缸内喷油器 110 的燃油喷射比增大，这时不太可能发生问题，但是随着发动机负载增大，缸内喷油器 110 的燃油喷射比减小，这时可能发生这样的问题。DI 比 r 的这些改变通过图 12 和 13 中的十字形箭头示出。以此方式，可以抑制对不稳定燃烧有所促进的发动机的输出转矩变化。应当注意这些措施基本上等同于随着发动机状态朝向预定的低速区域变化，而减小缸内喷油器 110 的燃油喷射比，或者随着发动机状态朝向预定的低负载区域变化，而增大缸内喷油器 110 的燃油喷射比。此外，在除了上述区域（图 12 和 13 中的十字形箭头所示）以外的、且仅使用缸内喷油器 110 进行燃油喷射（在高速侧和低负载侧）的区域中，即使在仅使用缸内喷油器 110 进行燃油喷射时，空燃混合物也可以被容易设定得均匀。在这种情况下，从缸内喷油器 110 喷射的燃油在包含蒸发潜热的燃烧室内被雾化（通过吸收来自燃烧室的热量）。由此，在压缩结束时空燃混合物的温度被降低，由此提高了防爆震性能。此外，由于燃烧室的温度降低，提高了进气效率，导致高功率输出。

在结合图 10-13 描述的发动机 10 中，通过将缸内喷油器 110 的燃油喷射正时设定在进气冲程中来实现均匀燃烧，而通过将缸内喷油器 110 的燃油喷射正时设定在压缩冲程中来实现分层进气燃烧。就是说，当缸内喷油器 110 的燃油喷射正时设定在压缩冲程中时，可以在火花塞周围局部形成浓空燃混合物，使得燃烧室中作为整体的稀空燃混合物被点火以实现分层进气燃烧。即使缸内喷油器 110 的燃油喷射正时设定在进气冲程中，如果可以在火花塞周围局部形成浓空燃混合物，也可以实现分层进气燃烧。

如这里所用的，分层进气燃烧包括分层进气燃烧和下述半分层进气燃烧两者。在半分层进气燃烧中，进气歧管喷油器 120 在进气冲程中喷射燃油，以在整个燃烧室中产生稀且均匀的空燃混合物，然后缸内喷油器 110 在压缩冲程中喷射燃油，以在火花塞周围产生浓空燃混合物，从而改善燃烧状态。在催化剂预热操作中，这样的半分层进气燃烧是优选的，原因如

下。在催化剂预热操作中，需要相当多地延迟点火正时并保持有利的燃烧状态（怠速状态）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油。如果采用分层进气燃烧来满足这些要求，燃油量将不充足。如果采用均匀燃烧来满足这些要求，与分层进气燃烧相比，为了保持有利燃烧的目的，延迟量较小。考虑到前述情况，上述的半分层进气燃烧优选用在催化剂预热操作中，不过也可以使用分层进气燃烧和半分层进气燃烧中的任一种。

此外，在结合图 10-13 描述的发动机 10 中，在大部分基本区域（这里，基本区域表示除了进行半分层进气燃烧以外的区域，半分层进气燃烧是通过使进气歧管喷油器 120 在进气冲程中喷射燃油并使缸内喷油器 110 在压缩冲程中喷射燃油来进行的，半分层进气燃烧仅在催化剂预热状态中进行）中，缸内喷油器 110 的燃油喷射正时设定在进气冲程中。但是，缸内喷油器 110 的燃油喷射正时可以临时设定在压缩冲程中用于稳定燃烧的目的。其原因如下所述。

当缸内喷油器 110 的燃油喷射正时设定在压缩冲程中时，当气缸内的温度相对较高时，通过燃油喷射来冷却空燃混合物。因此，这提高了冷却效果，从而提高了防爆震性能。此外，当缸内喷油器 110 的燃烧正时设定在压缩冲程中时，从燃油喷射到点火所需的时间较短，这确保了被喷射燃油的强烈渗透。由此，增加了燃烧率。防爆震性能的提高和燃烧率的增加可以防止燃烧的变动，由此提高燃烧稳定性。

应当理解这里所公开的实施例在每个方面都是示例性的，而非限制性的。本发明的范围由权利要求的条款而非以上说明来限定，并且本发明的范围意图包括落在等同于权利要求条款的范围和含义内的任何修改。

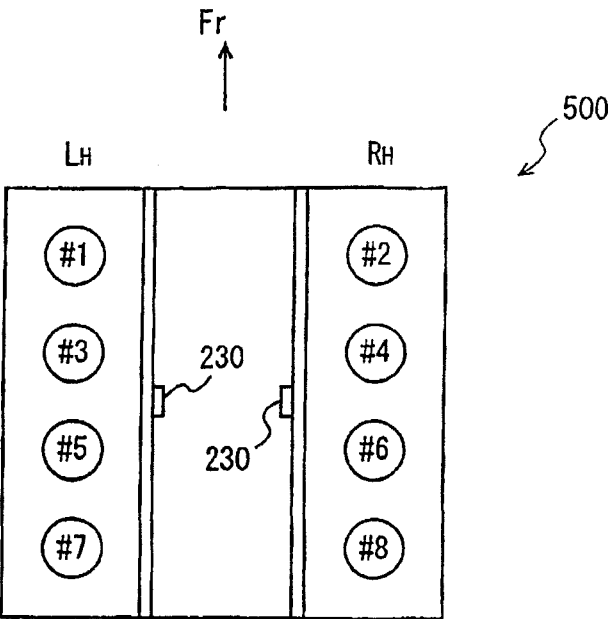


图1

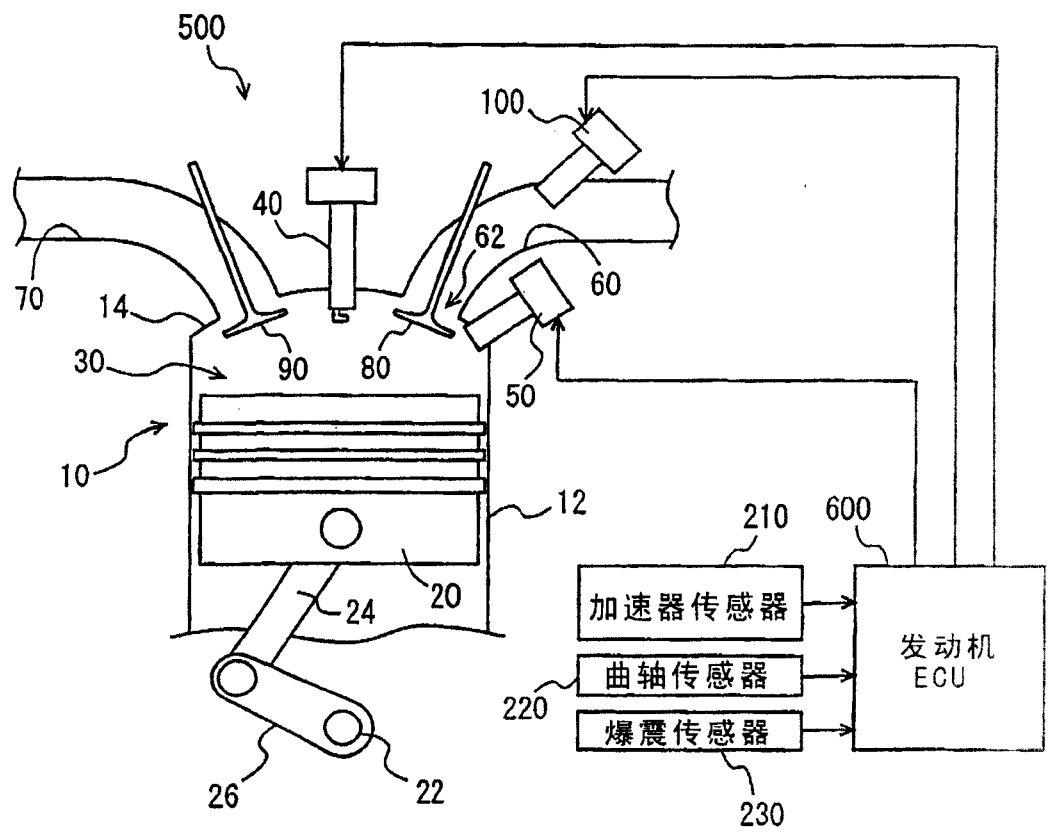


图2

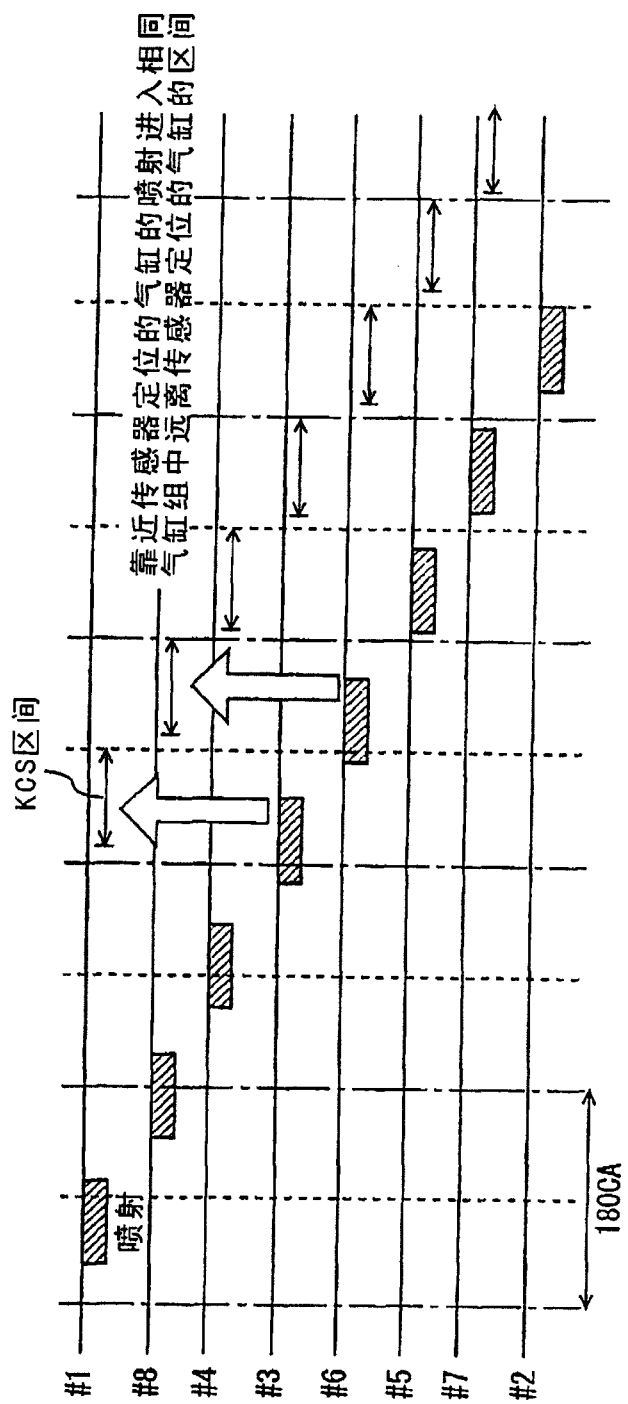


图3

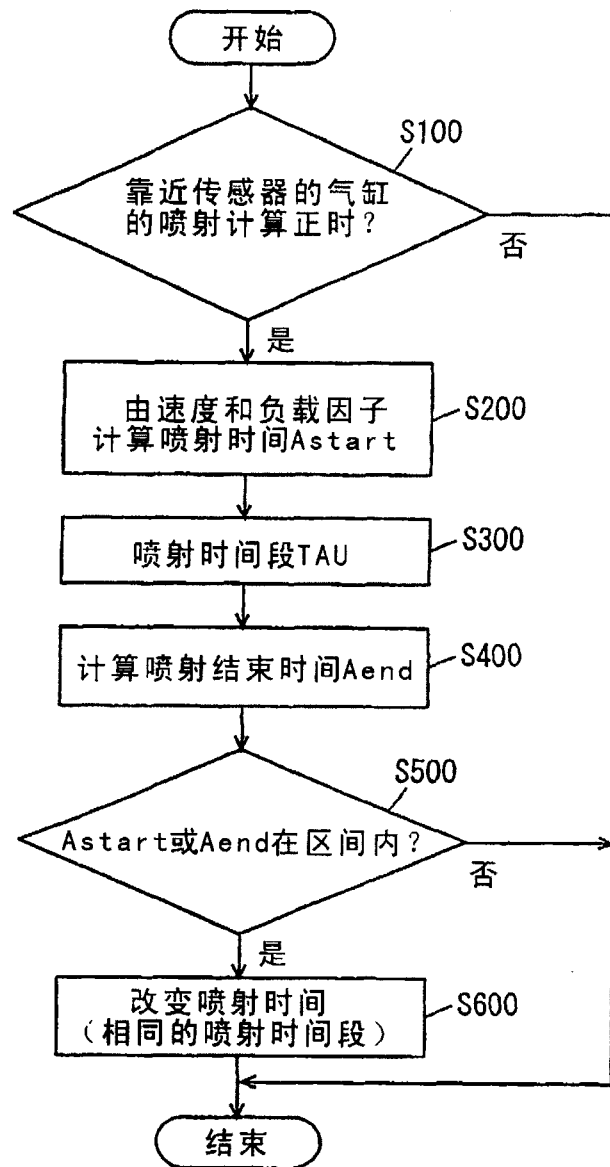
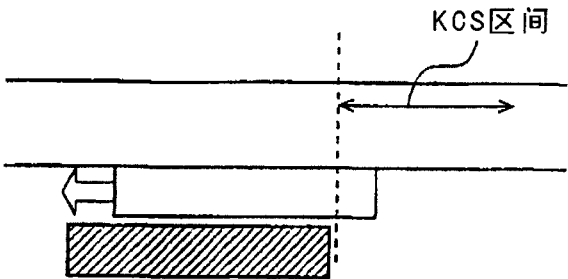


图4



喷射时间Astart	提前
喷射时间段TAU	未改变

图5

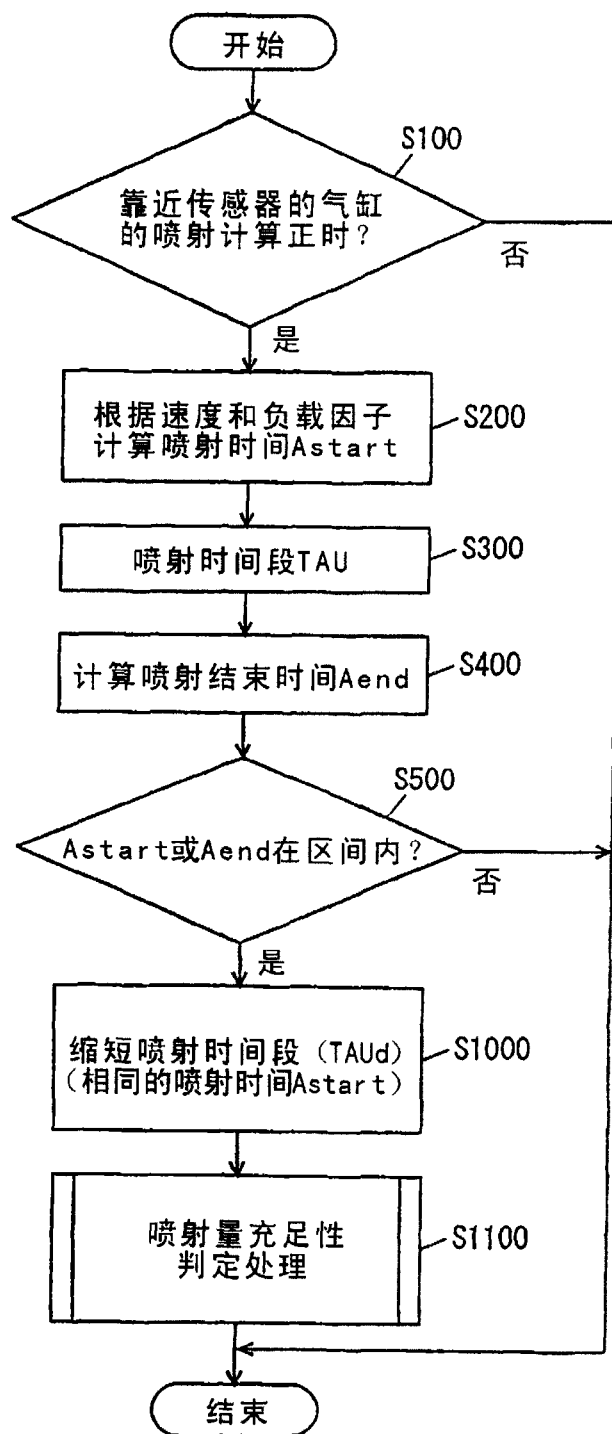


图6

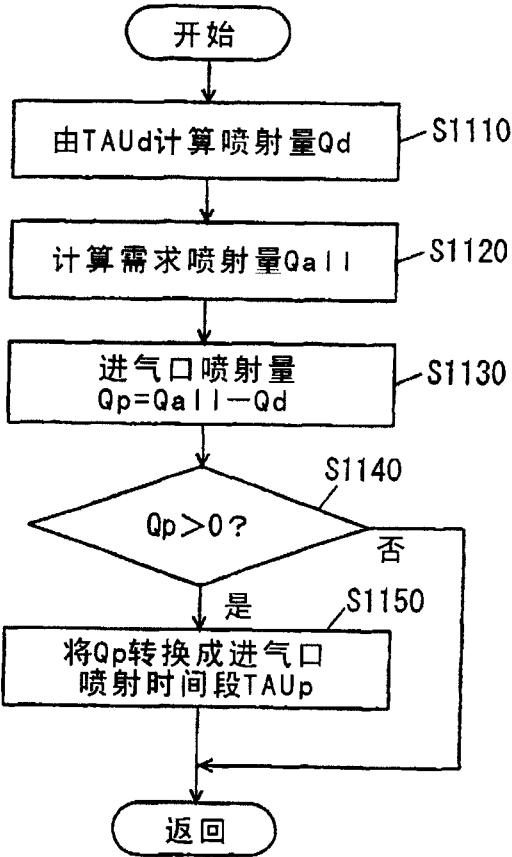
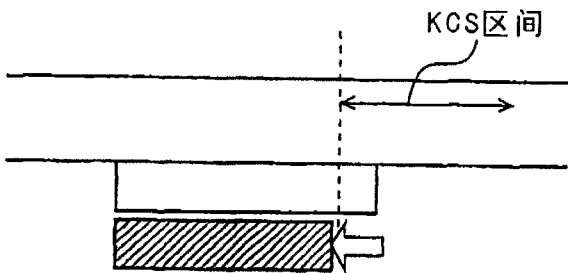


图7



喷射时间Astart 未改变
喷射时间段TAU 缩短

图8

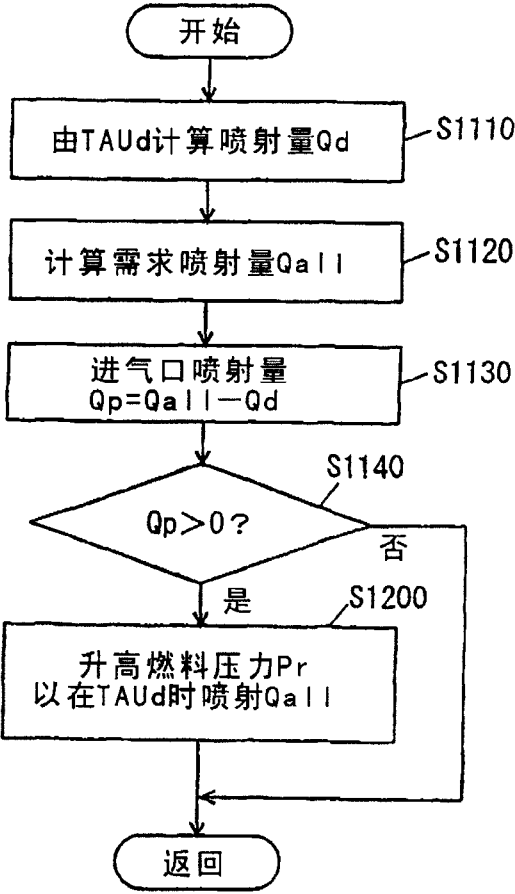


图9

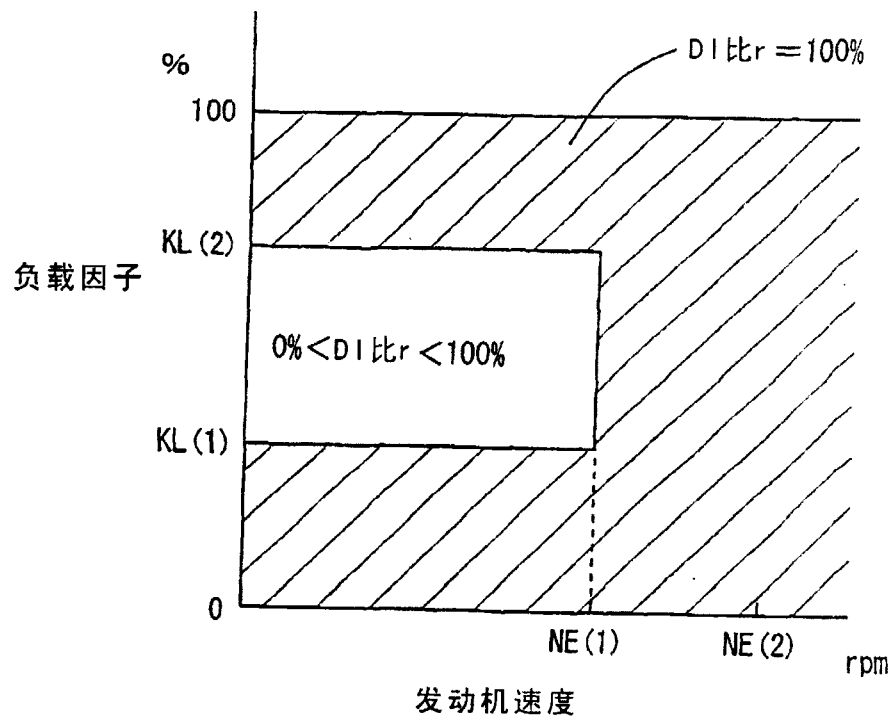


图10

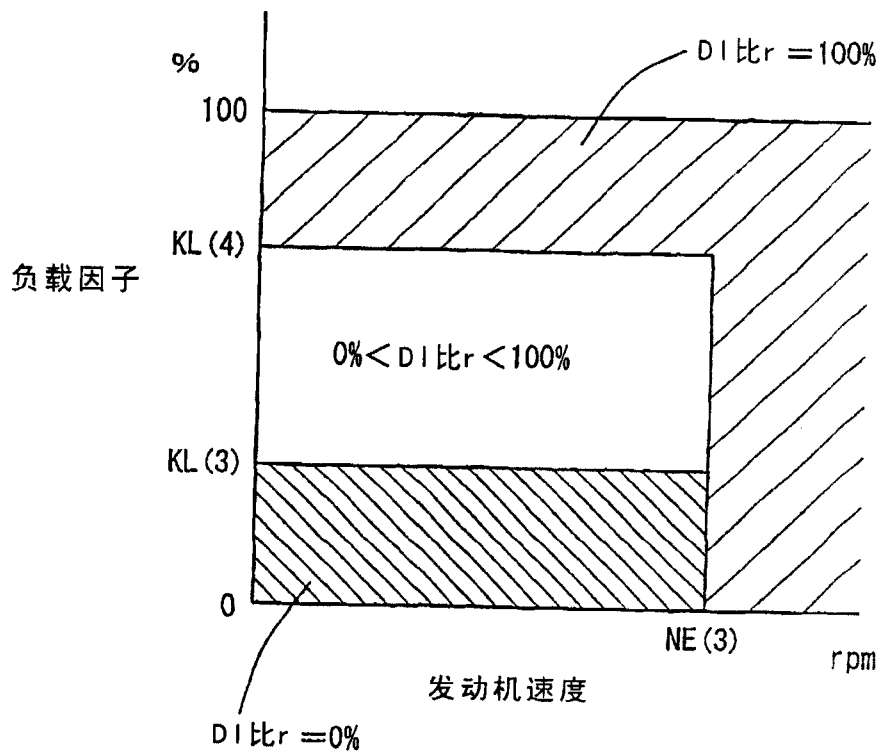


图11

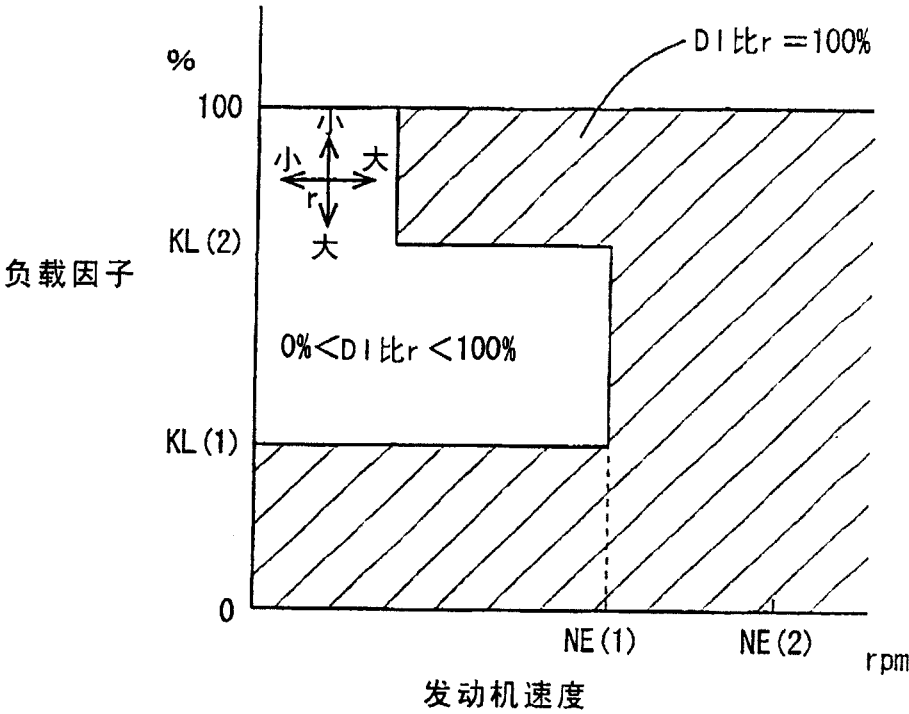


图12

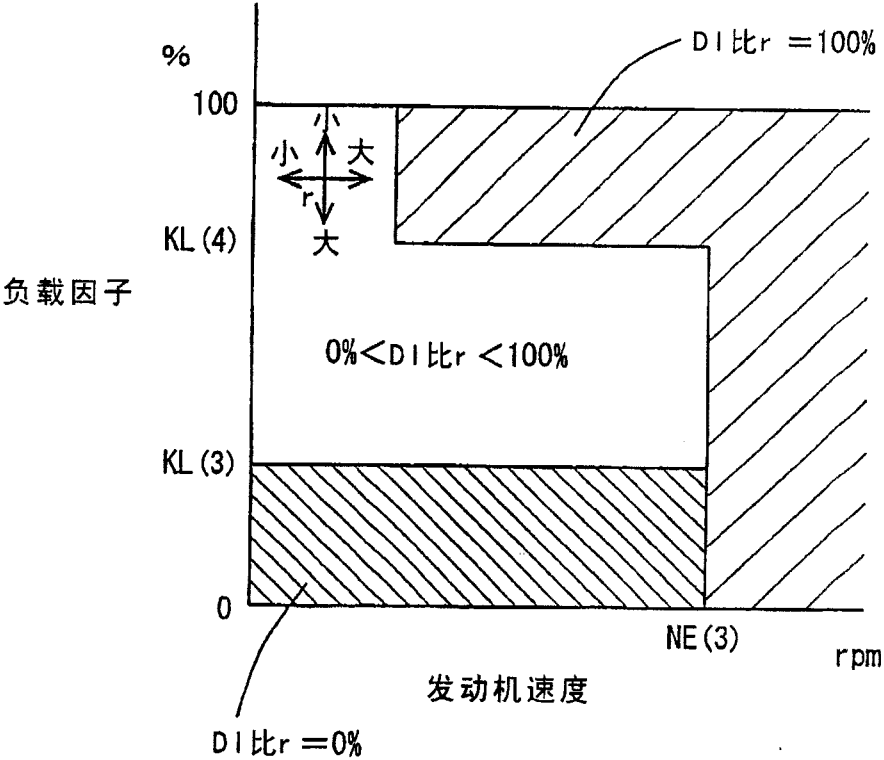


图13