

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 41/30 (2006.01)

F02D 41/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580038589.3

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100580240C

[22] 申请日 2005.11.7

[21] 申请号 200580038589.3

[30] 优先权

[32] 2004.11.11 [33] JP [31] 328108/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/020768 2005.11.7

[87] 国际公布 WO2006/051924 英 2006.5.18

[85] 进入国家阶段日期 2007.5.11

[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 佐藤文一 生驹卓也

[56] 参考文献

US6340014B1 2002.1.22

US6725827B2 2004.4.27

US6314940B1 2001.11.13

US6725649B2 2004.4.27

JP2001-20837A 2001.1.23

审查员 张广宇

[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

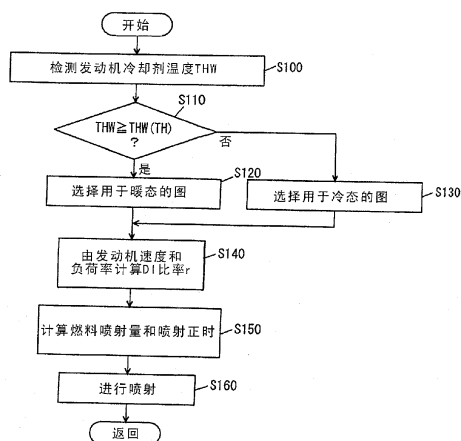
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 4 页

[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：检测发动机冷却剂温度 (THW) 的步骤 (S100)；当发动机冷却剂温度 (THW) 等于或高于温度阈值 (THW (TH)) (S110 中为“是”) 时，选择用于暖态的图作为用于计算燃料喷射比率 (或 DI 比率) r 的图的步骤 (S120)；当发动机冷却剂温度 (THW) 低于温度阈值 (THW (TH)) (S110 中为“否”) 时，选择用于冷态的图作为用于计算燃料喷射比率 (或 DI 比率) r 的图的步骤 (S130)；以及基于发动机速度、负荷率和所选择的图来计算缸内喷射器和进气歧管喷射器之间的燃料喷射比率 (或 DI 比率) r 的步骤 (S140)。



1. 一种用于内燃机的控制装置，所述内燃机具有：

用于将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构；和

用于将燃料喷射到进气歧管或进气口中的第二燃料喷射机构，

所述控制装置包括：

判定单元，所述判定单元用于判定所述内燃机是处于正常运行状态还是处于异常运行状态，所述异常运行状态是在怠速时的催化剂预热操作期间的运行状态；和

控制单元，所述控制单元用于基于与所述内燃机的运行状态相关的信息来控制所述第一燃料喷射机构和所述第二燃料喷射机构，使得，

当判定所述内燃机处于所述正常运行状态时，在所述内燃机的全部范围仅进行均匀燃烧，并且，

当判定所述内燃机处于所述异常运行状态时，在怠速时的催化剂预热操作期间进行分层进气燃烧或半分层进气燃烧，其中

所述信息是所述第一燃料喷射机构的燃料喷射比率随着在预定的高负荷区域、内燃机速度转变至预定的高范围而增大的信息，所述第一燃料喷射机构的所述燃料喷射比率被界定为从所述第一燃料喷射机构喷射的燃料量占喷射的总燃料量的比率。

2. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置，其中，所述信息被设定为使得所述第一燃料喷射机构和所述第二燃料喷射机构的控制区域随着所述内燃机的温度改变而改变，

所述控制装置还包括：

检测单元，用于检测所述内燃机的所述温度，

所述控制单元基于检测到的所述温度和所述信息来控制所述燃料喷射机构。

3. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置，其中，所述信息被设定为使得随着在所述内燃机的温度降低，所述第二燃料喷射机构的控制区域扩大以包括内燃机速度更高的区域。

4. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置, 其中, 所述信息是所述第一燃料喷射机构的燃料喷射比率随着内燃机负荷转变至预定的高范围而减小的信息。

5. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置, 其中, 所述信息被设定为使得当所述内燃机的温度不低于预定的温度阈值时, 在预定的低内燃机负荷区域中仅使用所述第一燃料喷射机构。

6. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置, 其中, 所述信息被设定为使得当所述内燃机的温度低于预定的温度阈值时, 在预定的低内燃机负荷区域中仅使用所述第二燃料喷射机构。

7. 根据权利要求 1 所述的用于内燃机的控制装置, 其中, 所述信息包括指示所述第一和第二燃料喷射机构之间的燃料喷射比率的信息, 所述燃料喷射比率是由所述内燃机的内燃机速度和负荷率限定的。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的用于内燃机的控制装置, 其中所述第一燃料喷射机构是缸内喷射器, 并且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，所述内燃机具有用于将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构（缸内喷射器）和用于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），更具体而言，涉及用于确定第一和第二燃料喷射机构之间的燃料喷射比率的技术。

背景技术

如下所述的内燃机是已知的，其具有用于将燃料喷射到发动机的进气歧管中的第一燃料喷射阀（背景技术中的进气歧管喷射器）和用于总是将燃料喷射到发动机的燃烧室中的第二燃料喷射阀（背景技术中的缸内喷射器），并被构造成当发动机负荷低于预设负荷时停止从第一燃料喷射阀（进气歧管喷射器）喷射燃料，当发动机负荷高于预设负荷时引起从第一燃料喷射阀（进气歧管喷射器）喷射燃料。

在这样的内燃机中，已知的是被构造成根据内燃机的运行状态在分层进气燃烧和均匀燃烧之间进行切换的一种内燃机。在分层进气燃烧中，在压缩冲程期间从缸内喷射器喷射燃料，以在火花塞周围局部形成分层的空-燃混合物，用于燃料的稀的燃烧。在均匀燃烧中，燃料在燃烧室中扩散以形成均匀的空燃混合物，用于燃料的燃烧。

日本专利早期公开 No.2001-020837 公开了一种用于发动机的燃料喷射控制装置，其根据运行状态在分层进气燃烧和均匀燃烧之间切换，并具有用于将燃料直接喷射到燃烧室中的主燃料喷射阀和用于将燃料喷射到每个气缸的进气口中的副燃料喷射阀。该用于发动机的燃料喷射控制装置的特征在于：基于发动机的运行状态，以可变的方式来设定主燃料喷射阀和副燃料喷射阀之间的燃料喷射比率。

根据此用于发动机的燃料喷射控制装置，仅使用将燃料直接喷射到燃

烧室中的主燃料喷射阀来进行分层进气燃烧，而使用主燃料喷射阀和副燃料喷射阀两者（或者在一些情况下仅使用副燃料喷射阀）来进行均匀燃烧。这样即使在高功率发动机的情况下也能够保持主燃料喷射阀的载量较小。在低负荷区域（例如在怠速期间），主燃料喷射阀的喷射持续时间/喷射量特性中的线性得到了改善，由此提高了对燃料喷射量的控制精确性。因此，可以保持有利的分层进气燃烧，并由此提高了低负荷运行（例如怠速）的稳定性。在均匀燃烧中，使用主燃料喷射阀和副燃料喷射阀两者，使得可以拥有直接燃料喷射的优点和进气口喷射的优点两者。由此，也可以保持有利的均匀燃烧。

在公开于日本专利早期公开 No.2001-020837 中的用于发动机的燃料喷射控制装置中，分层进气燃烧和均匀燃烧是根据情况来使用的，这使得点火控制、喷射控制和节气控制变得复杂，并需要与各个燃烧方式相对应的控制程序。具体而言，在燃烧方式之间的切换时，这些控制需要相当多的改变，使得很难在过渡时间内实现需要的控制（燃料效率、排气净化性能）。此外，在进行稀的燃烧的分层燃烧区域中，三元催化不工作（需要使用稀 NO_x 催化剂的情况），导致成本的增加。

基于前述，已经开发了直喷发动机，其仅具有缸内喷射器以在整个区域上进行均匀燃烧，而不进行分层进气燃烧，由此不需要用于在分层进气燃烧和均匀燃烧之间进行切换的控制，并且不需要昂贵的稀 NO_x 催化剂。

但是，在这样的直喷发动机中，在整个区域上仅使用缸内喷射器进行均匀燃烧。在发动机的低速和高负荷状态下，这可能导致均匀性不充分以及较大的转矩波动。上述的日本专利早期公开 No.2001-020837 仅公开了在进行均匀燃烧的区域中，从将燃烧喷射到进气口中的副燃料喷射阀喷射的燃料量相对于喷射的总燃料量的比率随着发动机输出（发动机速度和负荷）的增大而增大，其并没有提供对上述问题的解决方案。

发明内容

本发明的目的在于提供一种用于内燃机的控制装置，所述内燃机利用用于将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构和用于将燃料喷射到进气歧

管中的第二燃料喷射机构中的一者或两者来进行燃料喷射，能够解决与分层进气燃烧和均匀燃烧的组合相关的问题，还能解决与直喷发动机中的均匀燃烧相关的问题。

根据本发明的控制装置控制具有用于将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构和用于将燃料喷射到进气歧管中的第二燃料喷射机构的内燃机。控制装置包括：判定单元，所述判定单元用于判定所述内燃机是否处于正常运行状态；和控制单元，所述控制单元用于基于与所述内燃机的运行状态相关的信息来控制所述第一和第二燃料喷射机构，使得当判定所述内燃机处于所述正常运行状态时仅进行均匀燃烧。所述信息表示所述第一燃料喷射机构的燃料喷射比率随着发动机速度转变至预定的高范围而增大。

根据此发明，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）两者都用于燃料喷射时，基于内燃机的运行状态（例如通过其发动机速度和负荷来确定）来控制缸内喷射器和进气歧管喷射器之间的燃料喷射比率，该燃料喷射比率例如对内燃机的暖态和冷态是分别设定的。这样可以在整个区域上实现均匀燃烧，使得解决了传统的问题。注意，除了正常运行状态以外的运行状态的示例可以是怠速期间的催化剂预热操作。具体而言，在低速和高负荷区域中，由从缸内喷射器喷射的燃料形成的空燃混合物的混和性较差，并且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，在本发明中，随着发动机速度增加（在该情况下不容易发生这样的问题），缸内喷射器的燃料喷射比率也增加。结果，可以提供一种用于内燃机的控制装置，其中利用将燃料喷射到气缸中的第一燃料喷射机构和用于将燃料喷射到进气歧管中的第二燃料喷射机构中的一者或两者来进行燃料喷射，其可以解决与分层进气燃烧和均匀燃烧的组合相关的问题，还能解决与直喷发动机情况下的均匀燃烧相关的问题。应当注意，本发明基本等同于随着发动机的状态朝向预定的低速区域移动，降低第一燃料喷射机构的燃料喷射比率。

优选地，所述信息被设定为使得所述第一和第二燃料喷射机构的控制区域随着所述内燃机的温度改变而改变。在此情况下，所述控制装置还包括：检测单元，用于检测所述内燃机的所述温度，且所述控制单元基于所

述检测温度和所述信息来控制所述燃料喷射机构。

根据此发明，基于内燃机的温度来设定缸内喷射器和进气歧管喷射器之间的燃料喷射比率（例如对内燃机的暖态和冷态分别设定），或者使用内燃机的温度作为参数来设定它们之间的燃料喷射比率。由此，通过使不同特性的燃料供应喷射器的区域根据内燃机的温度而改变，可以提供一种用于具有双喷射器的高性能内燃机的控制装置。

更优选地，所述信息被设定为使得随着在所述内燃机的温度降低，所述第二燃料喷射机构的控制区域扩大以包括发动机速度更高的区域。

根据此发明，当内燃机的温度降低时，进一步限制了沉积物在缸内喷射器中的蓄积。因此可以确保用于进气歧管喷射器的较大喷射区域（包括使用进气歧管喷射器和缸内喷射器两者的区域），这样可以提高空燃混合物的均匀性。

更优选地，所述信息表示所述第一燃料喷射机构的燃料喷射比率随着发动机负荷转变至预定的高范围而减小。

根据本发明，在低速和高负荷的区域中，由从缸内喷射器喷射的燃料形成的空燃混合物的混和性较差，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，在本发明中，随着发动机负荷转变至发生这种问题的高负荷区域，降低缸内喷射器的燃料喷射比率。这可以减少从发动机输出的转矩的变化（该变化有助于不稳定的燃烧）。注意，本发明基本等同于随着发动机的负荷转变至预定的低负荷区域，增大第一燃料喷射机构的燃料喷射比率。

更优选地，在怠速时的催化剂预热操作期间，所述判定单元判定所述内燃机处于异常运行状态。而且，所述控制单元还包括异常运行状态控制器，所述异常运行状态控制器控制所述第一燃料喷射机构以在所述异常运行状态下执行分层进气燃烧。

根据此发明，在被视作异常运行状态的催化剂预热操作中，催化剂的预热被分层进气燃烧促进，同时在剩余的正常运行状态下（在内燃机的暖态和冷态两者中）进行均匀燃烧。这防止了使控制复杂化。

如这里所用的，分层进气燃烧包括分层进气燃烧和半分层进气燃烧两

者。在半分层进气燃烧中，进气歧管喷射器在进气冲程中喷射燃料以在整个燃烧室中产生稀且均匀的空燃混合物，然后缸内喷射器在压缩冲程中喷射燃料以在火花塞周围产生浓的空燃混合物，从而改善燃烧状态。出于以下原因，这样的半分层进气燃烧在催化剂预热操作中是优选的。在催化剂预热操作中，需要显著延迟点火正时并保持良好的燃烧状态（怠速状态）以使高温燃烧气体到达催化剂。此外，需要供应一定量的燃料。如果使用分层进气燃烧来满足这些要求，则燃料量将不足。对于均匀燃烧，与分层进气燃烧的情况相比，为了保持良好燃烧状态的目的，延迟量较小。由于这些原因，在催化剂预热操作中优选地使用上述半分层进气燃烧，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个。

更优选地，所述信息被设定为使得当所述内燃机的温度为高时，在预定的低发动机负荷区域中仅使用所述第一燃料喷射机构。

在内燃机的暖态下，缸内喷射器的喷射孔处的温度较高，沉积物容易蓄积在喷射孔中。但是，根据本发明，使用缸内喷射器进行燃料喷射可以降低喷射孔处的温度，由此防止沉积物蓄积在其中。此外，可以确保缸内喷射的最小燃料喷射量，同时防止缸内喷射器的堵塞。由此，在使用缸内喷射器的相关区域中实现了均匀燃烧。

更优选地，所述信息被设定为使得当所述内燃机的温度为低时，在预定的低发动机负荷区域中仅使用所述第二燃料喷射机构。

在内燃机的冷态下，如果其负荷较低，进气量较小，则燃料不太容易被雾化。在这样的区域中，很难用使用缸内喷射器进行燃料喷射来确保良好的燃烧。此外，特别是在低负荷和低速区域中，使用缸内喷射器的高输出是不必要的。因此，根据本发明，代替缸内喷射器，在相关区域中仅进气歧管喷射器用于的燃料喷射，这样可以提高空燃混合物的均匀性。

更优选地，所述信息包括指示所述第一和第二燃料喷射机构之间的燃料喷射比率的信息，所述燃料喷射比率是由所述内燃机的发动机速度和负荷率限定的。

根据本发明，缸内喷射器和进气歧管喷射器之间的燃料喷射比率是基于内燃机的发动机速度和负荷率来确定的，并且在正常运行状态中，可以

用任何发动机速度和任何负荷率实现均匀燃烧。

更优选地，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。

根据本发明，可以提供一种用于内燃机的控制装置，其中使用缸内喷射器作为第一燃料喷射机构并使用进气歧管喷射器作为第二燃料喷射机构（第一燃料喷射机构和第二燃料喷射机构分别设置）来进行燃料喷射，由此能够解决与分层进气燃烧和均匀燃烧的组合相关的问题，并能够解决与直喷发动机情况下的均匀燃烧相关的问题。

附图说明

图 1 是由根据本发明实施例的控制装置控制的发动机系统的示意性构造图。

图 2 示出用于暖态的 DI 比率图，其储存在实现根据本发明实施例的控制装置的发动机 ECU 中。

图 3 示出用于冷态的 DI 比率图，其储存在实现根据本发明实施例的控制装置的发动机 ECU 中。

图 4 是解释程序的控制结构的流程图，该程序由实现根据本发明实施例的控制装置的发动机 ECU 执行。

具体实施方式

以下，将参考附图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标号并具有相同的名称和功能。由此，将不重复其详细描述。

图 1 是发动机系统的示意性结构图，该发动机系统由实现根据本发明实施例的用于内燃机的控制装置的发动机 ECU（电子控制单元）来控制。在图 1 中，示出了直列四缸汽油发动机，不过本发明的应用不限于这样的发动机。

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 连接到共用的稳压箱 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，由电动机 60 驱动的节气门 70 也布置在进气管 40 中。节气门 70 的开度是独立于加速踏板 100 控制而基于发动机 ECU 300 的输出信号来控制的。每个气缸 112 都连接到共用的排气歧管 80，排气歧管 80 连接到三元催化转换器 90。

每个气缸 112 设置有用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和/或进气歧管中的进气歧管喷射器 120。基于来自发动机 ECU 300 的输出信号来控制喷射器 110、120。此外，每个气缸的缸内喷射器 110 连接到共用的燃料输送管 130。燃料输送管 130 经由止回阀 140 连接到发动机驱动型的高压燃料泵 150，止回阀 140 允许在朝向燃料输送管 130 的方向上流动。在本实施例中，说明了具有分别设置的两个喷射器的内燃机，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实现缸内喷射和进气歧管喷射两者的一个喷射器。

如图 1 所示，高压燃料泵 150 的排放侧经由电磁溢流阀 152 连接到高压燃料泵 150 的入口侧。当电磁溢流阀 152 的开度较小时，从高压燃料泵 150 供应到燃料输送管 130 中的燃料量增加。当电磁溢流阀 152 完全打开时，从高压燃料泵 150 到燃料输送管 130 的燃料供应停止。基于发动机 ECU 300 的输出信号来控制电磁溢流阀 152。

每个进气歧管喷射器 120 连接到低压侧上的共用的燃料输送管 160。燃料输送管 160 和高压燃料泵 150 经由共用的燃料压力调节器 170 连接到电动机驱动型的低压燃料泵 180。此外，低压燃料泵 180 经由燃料滤清器 190 连接到燃料箱 200。燃料压力调节器 170 被构造成当从低压燃料泵 180 排放的燃料的压力高于预设燃料压力时，将从低压燃料泵 180 排放的燃料的一部分返回到燃料箱 200。这防止了供应至进气歧管喷射器 120 的燃料的压力和供应至高压燃料泵 150 的燃料的压力两者变得高于上述的预设燃料压力。

发动机 ECU 300 由数字计算机来实现，并包括经由双向总线 310 彼此连接的 ROM（只读存储器）320、RAM（随机存取存储器）330、CPU（中央处理单元）340、输入端口 350 和输出端口 360。

空气流量计 42 产生与进气量成比率的输出电压，该输出电压经由

A/D 转换器 370 输入到输入端口 350。冷却剂温度传感器 380 安装至发动机 10，并产生与发动机冷却剂温度成比率的输出电压，该输出电压经由 A/D 转换器 390 输入到输入端口 350。

燃料压力传感器 400 安装至燃料输送管 130，并产生与燃料输送管 130 内的燃料压力成比率的输出电压，该输出电压经由 A/D 转换器 410 输入到输入端口 350。空燃比传感器 420 安装至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 产生与废气中的氧浓度成比率的输出电压，该输出电压经由 A/D 转换器 430 输入到输入端口 350。

本实施例的发动机系统的空燃比传感器 420 是全区域空燃比传感器（线性空燃比传感器），该空燃比传感器 420 产生与发动机 10 中燃烧的空燃混合物的空燃比成比率的输出电压。对于空燃比传感器 420，可以使用以开/关的方式检测出发动机 10 中燃烧的空燃混合物的空燃比相对于理论空燃比是浓还是稀的 O_2 传感器。

加速踏板 100 连接到加速踏板位置传感器 440，该传感器 440 产生与加速踏板 100 的下压程度成比率的输出电压，该输出电压经由 A/D 转换器 450 输入到输入端口 350。此外，产生表示发动机速度的输出脉冲的发动机速度传感器 460 连接到输入端口 350。发动机 ECU 300 的 ROM 320 以图的形式预先存储与运行状态相关地设定的燃料喷射量的值以及基于发动机冷却剂温度设定的其修正值，所述运行状态基于由上述的加速踏板位置传感器 440 和发动机速度传感器 460 获得的发动机负荷率和发动机速度。

参考图 2 和 3，将描述每个都表示缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 之间的燃料喷射比率（视作与发动机 10 的运行状态相关的信息）的图。这里，两个喷射器之间的燃料喷射比率将被表示为从缸内喷射器 110 喷射的燃料量占喷射的总燃料量的比率，该比率将被称作“缸内喷射器 110 的燃料喷射比率”或“DI（直喷）比率（r）”。这些图储存在发动机 ECU 300 的 ROM 320 中。图 2 示出用于发动机 10 的暖态的图，图 3 示出用于发动机 10 的冷态的图。

在图 2 和 3 所示的图中，水平轴表示发动机 10 的发动机速度，竖直轴表示负荷率，缸内喷射器 110 的燃料喷射比率或 DI 比率 r 以百分比表示。

如图 2 和 3 所示,对根据发动机 10 的发动机速度和负荷率确定的每个运行区域设定 DI 比率 r 。“DI 比率 $r=100\%$ ”表示仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射的区域,“DI 比率 $r=0\%$ ”表示仅使用进气歧管喷射器 120 进行燃料喷射的区域。“DI 比率 $r \neq 0\%$ ”且“DI 比率 $r \neq 100\%$ ”与“ $0\% < \text{DI 比率 } r < 100\%$ ”每个都表示使用缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 两者来进行燃料喷射的区域。一般来说,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 有助于空燃混合物的均匀化。根据发动机 10 的发动机速度和负荷率来适当地选择具有不同特性的这两种喷射器,使得在发动机 10 的正常运行状态下(除了异常运行状态,例如怠速中的催化剂预热状态)仅进行均匀燃烧(对应于第一发明)。

此外,如图 2 和 3 所示,在用于发动机的暖态和冷态的图中,分别将缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 之间的燃料喷射比率定义为 DI 比率 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射器 110 与进气歧管喷射器 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 2 所示的用于暖态的图;否则,选择图 3 所示的用于冷态的图。基于选择的图并根据发动机 10 的发动机速度和负荷率来控制缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 中的一者或两者(对应于第二发明)。

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

当对比图 2 和图 3 时,图 3 所示用于冷态的图的 NE (3) 大于图 2 所示用于暖态的图的 NE (1)。这说明:当发动机 10 的温度较低时,进气歧管喷射器 120 的控制区域扩展为包括更高发动机速度的区域(对应于第三发明)。就是说,当发动机 10 较冷时,沉积物不太可能蓄积在缸内喷射器 110 的喷射孔中(即使没有从缸内喷射器 110 喷射燃料)。由此,使用进气歧管喷射器 120 来进行燃料喷射的区域可以扩大,以由此提高均匀

性。

当对比图 2 和图 3 时,“DI 比率 $r=100\%$ ”在用于暖态的图中保持在发动机 10 的发动机速度为等于或高于 NE (1) 的区域中,而在用于冷态的图中保持在发动机速度为 NE (3) 或更高的区域中。此外,除了低速区域以外,“DI 比率 $r=100\%$ ”在用于暖态的图中负荷率为 KL (2) 或更高的区域中,在用于冷态的图中保持在负荷率为 KL (4) 或更高的区域中。这说明在发动机速度处于预定高水平的区域中,仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射,在发动机负荷处于预定高水平的区域中,通常仅使用缸内喷射器 110 来进行燃料喷射。但是,在低速高负荷区域中,由从缸内喷射器 110 喷射的燃料形成的空燃混合物的混和性较差,并且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,当发动机速度增加时(在此情况下不太可能发生这样的问题),缸内喷射器 110 的燃料喷射比率增大(对应于第一发明),而在发动机负荷增加时(在此情况下可能发生这样的问题),缸内喷射器 110 的燃料喷射比率降低(对应于第四发明)。缸内喷射器 110 的燃料喷射比率(或者 DI 比率 r)的变化由图 2 和图 3 中的十字形箭头示出。以此方式,可以抑制对不稳定燃烧有帮助的发动机的转矩输出的变化。应当注意,这些措施大致等同于随着发动机的状态向预定的低速区域移动,减小缸内喷射器 110 的燃料喷射比率;或者随着发动机状态向预定的低负荷区域移动,增大缸内喷射器 110 的燃料喷射比率。此外,除了相关的区域(图 2 和图 3 中由十字形箭头所示的区域)以外,在仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射的区域中(在高速侧上和和低负荷侧上),即使在仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射时,也能容易地获得均匀的空燃混合物。在这种情况下,从缸内喷射器 110 喷射的燃料在燃烧室内雾化,其包含蒸发潜热(通过从燃烧室吸收热量)。由此,在压缩侧处降低了空燃混合物的温度,由此,提高了抗爆震性能。此外,随着燃烧室中的温度降低,提高了进气效率,导致了高功率输出。

在图 2 中的用于暖态的图中,当负荷率为 KL (1) 或更小时,也仅使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射。这说明在发动机 10 的温度较高时、在预定的低发动机负荷区域中仅使用缸内喷射器 110 (对应于第六发明)。

当发动机 10 处于暖态时，沉积物容易蓄积在缸内喷射器 110 的喷射孔中。但是，当使用缸内喷射器 110 进行燃料喷射时，可以降低喷射孔的温度，从而防止沉积物的蓄积。此外，在确保缸内喷射器 110 的最小燃料喷射量的同时，可以防止缸内喷射器 110 的堵塞。由此，在相关的区域中仅使用缸内喷射器 110。

当对比图 2 和图 3 时，仅在图 3 所示用于冷态的图中存在“DI 比率 $r=0\%$ ”的区域。这说明当发动机 10 的温度为低时，在预定的低发动机负荷区域（KL（3）或更小）中仅使用进气歧管喷射器 120 进行燃料喷射（对应于第七发明）。当发动机 10 较冷、负荷较低且进气量较小时，不太容易发生燃料的雾化。在这样的区域中，很难确保用从缸内喷射器 110 的燃料喷射进行有利的燃烧。此外，特别是在低负荷低速区域中，使用缸内喷射器 110 的高输出是不必要的。由此，在相关区域中仅使用进气歧管喷射器 120 进行燃料喷射，而不使用缸内喷射器 110。

此外，在除了正常运行之外的运行中，即，在发动机 10 的怠速时的催化剂预热状态（异常运行状态），控制缸内喷射器 110 进行分层进气燃烧（对应于第五发明）。通过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，使得提高了废气排放性能。

在发动机 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，而通过将燃料喷射正时设定在压缩冲程中来实现分层进气燃烧。就是说，当缸内喷射器 110 的燃料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的空燃混合物，使得与燃烧室中整体上稀的空燃混合物被点火以实现分层进气燃烧。即使缸内喷射器 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形成浓的空燃混合物，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半分层进气燃烧两者。在半分层进气燃烧中，进气歧管喷射器 120 在进气冲程中喷射燃料，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燃混合物，以改进燃烧状态。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，需要显著地延迟点火正时并保持有利地燃烧状态（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料。如果使用分层进气燃烧来满足这些要求，燃料量将不足。对于均匀燃烧，与分层进气燃烧的情况相比，为了保持有利燃烧的目的，延迟量较小。由于这些原因，虽然可以使用分层进气燃烧和半分层进气燃烧中的任何一种，在催化剂预热操作中优选使用上述的半分层进气燃烧。

参考图 4，将描述程序的控制结构，该程序由实现根据本发明实施例的控制装置的发动机 ECU 300 来执行。

在步骤（以下简称作“S”）100 中，发动机 ECU 300 基于从冷却剂温度传感器 380 输入的数据来检测发动机冷却剂温度 THW。在 S110 中，发动机 ECU 300 判定检测的发动机冷却剂温度 THW 是否等于或高于预定的温度阈值 THW(TH)，预定的温度阈值 THW(TH)例如可以设定为 70℃至 90℃。如果发动机冷却剂温度 THW 等于或高于温度阈值 THW(TH)（S110 中为“是”），则处理进行至 S120。否则（S110 中为“否”），则处理进行至 S130。

在 S120 中，发动机 ECU 300 选择用于暖态的图（图 2）。

在 S130 中，发动机 ECU 300 选择用于冷态的图（图 3）。

在 S140 中，发动机 ECU 300 基于选择的图根据发动机 10 的发动机速度和负荷率来计算 DI 比率 r 。发动机 10 的发动机速度是基于从发动机速度传感器 460 输入的数据来计算的，负荷率是基于从加速踏板位置传感器 440 输入的数据以及车辆的行驶状态来计算的。

在 S150 中，发动机 ECU 300 在 DI 比率 $r=100\%$ 的情况下计算缸内喷射器 110 的燃料喷射量和喷射正时，在 DI 比率 $r=0\%$ 的情况下计算进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量和喷射正时，或者在 DI 比率 $r \neq 0\%$ 或 DI 比率 $r \neq 100\%$ （ $0\% < \text{DI 比率 } r < 100\%$ ）的情况下计算缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 的燃料喷射量和喷射正时。

在 S160 中，发动机 ECU 300 基于计算的燃料喷射量和喷射正时来控制缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120，以实现燃料喷射。

现在将描述基于上述的结构和流程图由发动机 ECU300 控制的发动机

10 的操作，发动机 ECU 300 实现了本实施例的用于内燃机的控制装置。

[发动机起动时]

例如，在发动机 10 较冷的状态下，紧接着发动机 10 的起动之后，发动机 ECU 300 在假设发动机 10 处于与图 2-4 中的任一个都不对应的异常运行状态下来控制发动机 10。在此状态下，催化剂无活性，应当避免废气到大气中的排放。由此，发动机进入分层进气燃烧模式，并且从缸内喷射器 110 喷射燃料以实现分层进气燃烧。这种情况下的分层进气燃烧持续几秒至几十秒的时间。

应当注意，这里的分层进气燃烧包括分层进气燃烧和半分层进气燃烧两者，如上所述。

[在发动机的冷态下]

在发动机起动之后发动机 10 的温度升高。选择用于冷态的图（图 3）直到发动机 10 的温度（发动机冷却剂温度 THW）达到预定的温度阈值（例如 80℃）（S110 中为“否”）。

基于选择的用于冷态的图（图 3）以及发动机 10 的发动机速度和负荷率来计算缸内喷射器 110 的燃料喷射比率，即 DI 比率 r 。获得的 DI 比率 r 用于计算燃料喷射量和喷射正时（S150），并且基于此，控制缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 来进行燃料喷射。在此状态下，在图 3 所示的任何区域中实现了均匀燃烧。

[在发动机的暖态下]

随着进一步升高，当发动机 10 的温度（发动机冷却剂温度 THW）变得等于或高于预定温度阈值（例如 80℃）时（S110 中为“是”），选择用于暖态的图（图 2）。

基于选择的用于暖态的图（图 2）以及发动机 10 的发动机速度和负荷率来计算缸内喷射器 110 的燃料喷射比率，即 DI 比率 r 。基于计算的 DI 比率 r ，计算燃料喷射量和喷射正时（S150），并且基于此，控制缸内喷射器 110 和进气歧管喷射器 120 来进行燃料喷射。在此状态下，在图 2 所示的任何区域中实现了均匀燃烧。

如上所述，在由本实施例的发动机 ECU 进行控制的发动机中，当用

缸内喷射器和进气歧管喷射器两者来进行燃料喷射时，它们之间的燃料喷射比率是基于分别为例如内燃机的暖态和冷态准备的图来进行控制的，并根据发动机的发动机速度和负荷率来设定。此时，基于图来进行燃料喷射比率的控制，使得在整个区域上实现均匀燃烧。由此，可以解决与分层进气燃烧和均匀燃烧之间的切换的控制相关的传统问题以及与直喷发动机情况下的均匀燃烧的控制相关的传统问题。

注意，尽管在上述的发动机 10 中，在与几乎整个区域对应的基本区域（这里，基本区域指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射器 120 在进气冲程中喷射燃料并使缸内喷射器 110 在压缩冲程中喷射燃料来进行的，半分层进气燃烧仅在催化剂预热状态中进行）中，缸内喷射器 110 的燃料喷射正时设定在进气冲程中，但是出于下述原因，优选地，缸内喷射器 100 被定时为在压缩冲程喷射燃料。不过，缸内喷射器 110 的燃料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，原因如下。

当缸内喷射器 110 的燃料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，空燃混合物被喷射的燃料冷却。这提高了冷却效果并且因此提高了防爆震性能。此外，当缸内喷射器 110 的燃烧正时设定在压缩冲程中时，从燃料喷射到点火的时间较短，这确保了被喷射燃料的强烈渗透，使得燃烧率提高。防爆震性能的提高和燃烧率的提高可以防止燃烧的波动，由此提高燃烧稳定性。

应当理解这里所公开的实施例在各个方面都是示例性的，而不是限制性的。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与权利要求的条款相等同的范围和含义内的任何修改。

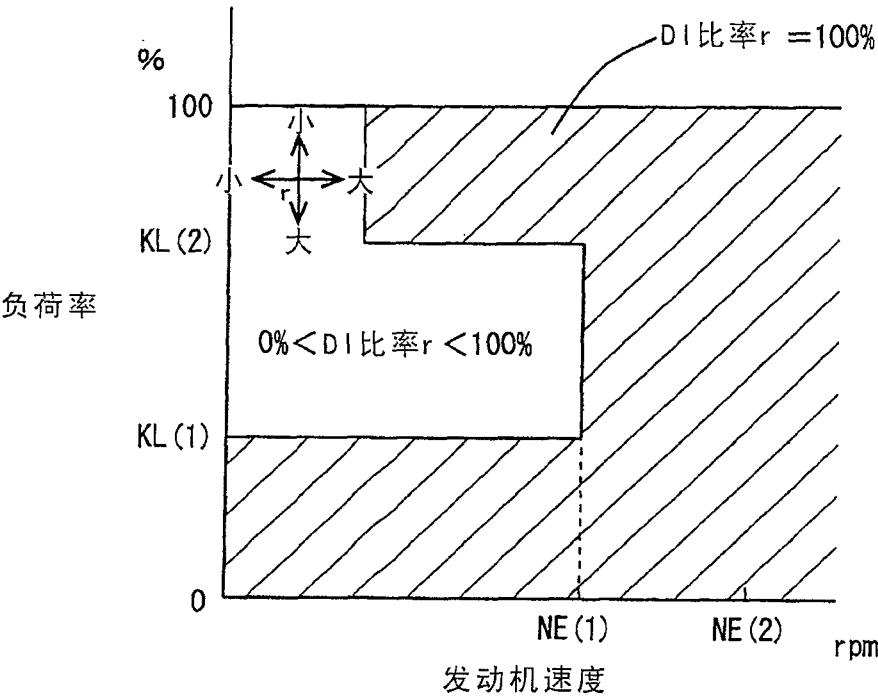


图2

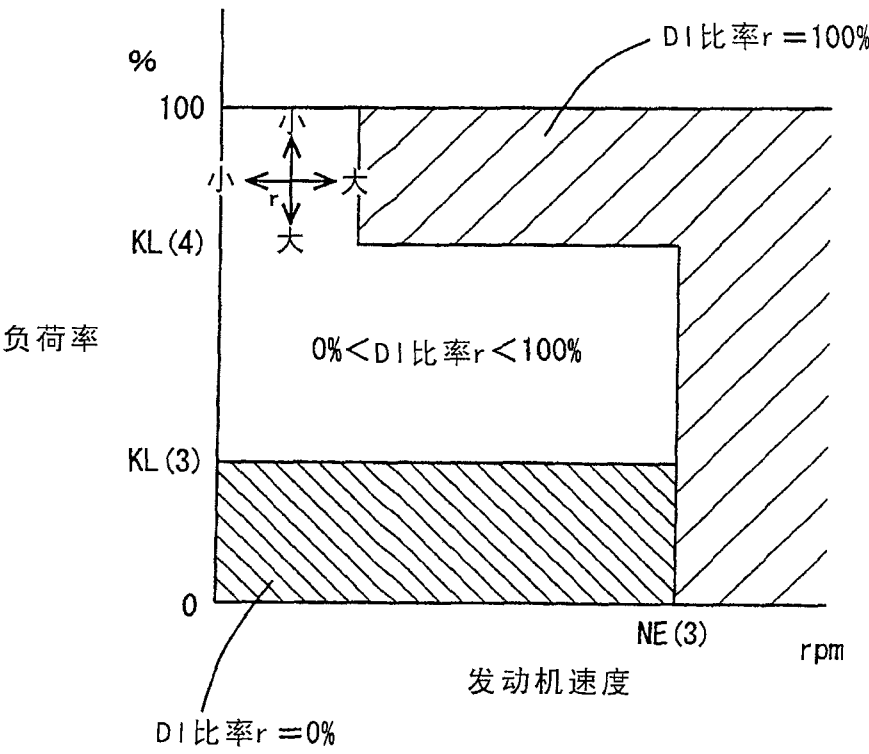


图3

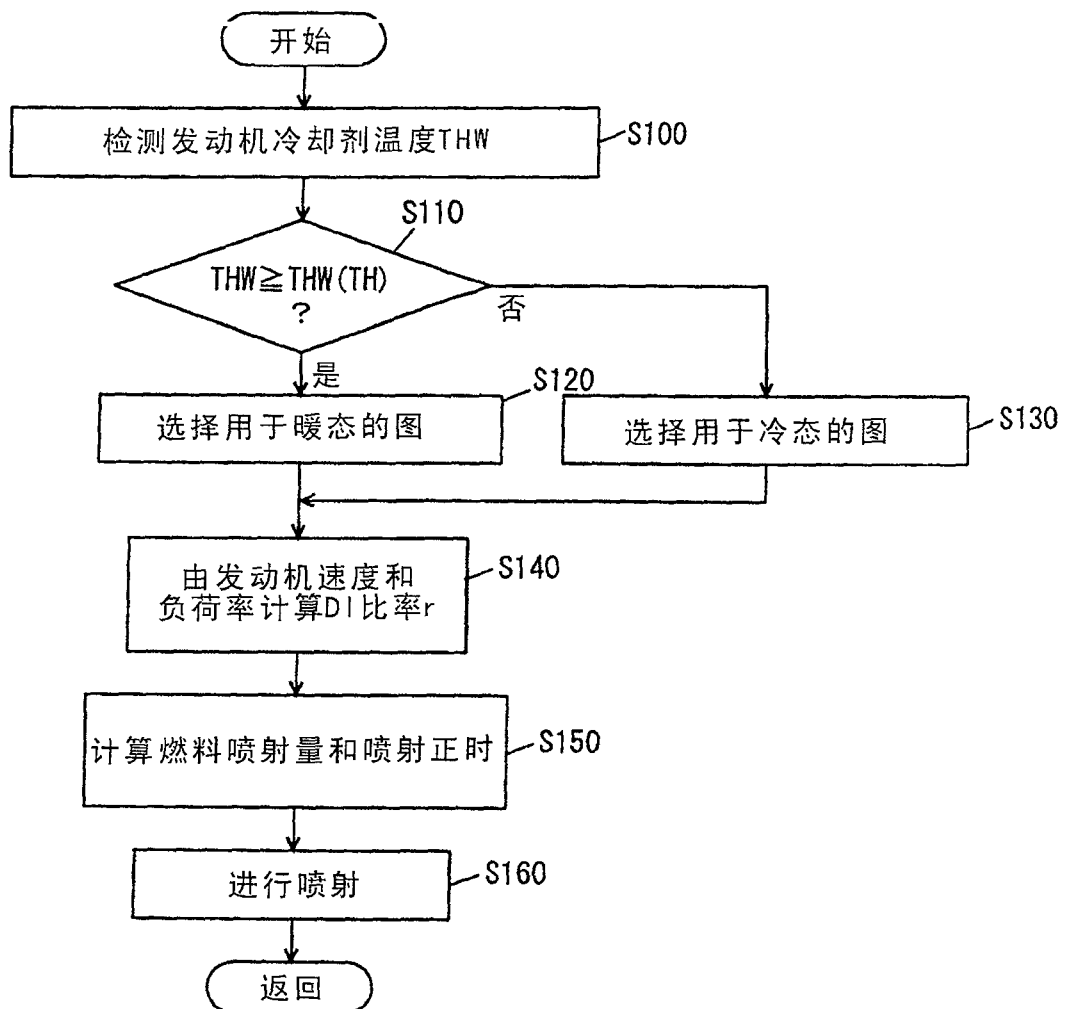


图4