

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02B 1/14 (2006.01)

F02B 3/00 (2006.01)

F02D 41/40 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580020510.4

[45] 授权公告日 2009年7月22日

[11] 授权公告号 CN 100516475C

[22] 申请日 2005.6.22

[21] 申请号 200580020510.4

[30] 优先权

[32] 2004.6.23 [33] US [31] 10/874,670

[86] 国际申请 PCT/US2005/022296 2005.6.22

[87] 国际公布 WO2006/002321 英 2006.1.5

[85] 进入国家阶段日期 2006.12.21

[73] 专利权人 万国引擎知识产权有限责任公司

地址 美国伊利诺斯州

[72] 发明人 Z·刘 P·魏

[56] 参考文献

US6662785B1 2003.12.16

CN1240016A 1999.12.29

US6390054B1 2002.5.21

CN1226630A 1999.8.25

CN1414232A 2003.4.30

US5785031A 1998.7.28

CN1434193A 2003.8.6

审查员 张人天

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 胡晓萍

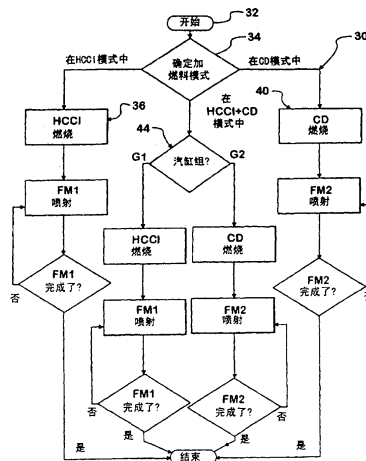
权利要求书4页 说明书8页 附图3页

[54] 发明名称

给柴油发动机加注燃料的策略

[57] 摘要

一种压缩点火发动机(20)具有用于处理数据的一控制系统(26)、一个或多个燃烧室(22)、以及用于将燃料喷射入室(22)的燃料喷射器(24)。该控制系统(26)使用处理包括发动机速度和发动机负荷的某些数据的一结果来控制燃料加注,从而选定三种燃料加注模式(HCCI、HCCI+CD、CD)中的一种以用于运作发动机(20)。当处理结果选定HCCI模式时,给发动机(20)加注燃料以在所有燃烧室(22)中引起均质装料压缩点火(HCCI)燃烧。当处理结果选定HCCI+CD模式时,给发动机(20)加注燃料以在一些室(22)中引起HCCI燃烧,而在其余室(22)中引起CD(传统柴油机)燃烧。当处理结果选定CD模式时,给发动机(20)加注燃料以在所有室(22)中引起CD燃烧。



1. 一种运作一压缩点火发动机的方法，包括：

处理某些数据来选定多种燃料加注模式中的一种以用于运作所述发动机，以及

a) 当处理结果选定一第一燃料加注模式时，给多个燃烧室中的每个加注燃料以在一相应的发动机循环期间、在每个这样的燃烧室内产生一均质的空气—燃料装料，以及压缩每个装料以自动点火，而在该相应的发动机循环期间、在自动点火之后不引入任何附加的燃料，

b) 当处理结果选定一第二燃料加注模式时，

i) 给所述诸燃烧室的一第一组加注燃料以在一相应的发动机循环期间、在所述第一组的每个燃烧室内产生一均质的空气—燃料装料，从而对于任何给定的发动机速度，传输入所述第一组的每个燃烧室的燃料量是发动机速度而非发动机负荷的函数，压缩每个装料以自动点火，而在该相应的发动机循环期间、在自动点火之后不引入任何附加的燃料，以及

ii) 通过在所述发动机循环期间的某个时刻引入燃料来给所述诸燃烧室的一第二组加注燃料，该时刻为所述第二组的所述相应的燃烧室中的空气被压缩至足以引起所述燃料在被引入时燃烧，以及

c) 当处理结果选定一第三燃料加注模式时，通过在所述发动机循环期间的某个时刻引入燃料来给所述诸燃烧室中的每一个加注燃料，该时刻为所述相应燃烧室中的空气被压缩至足以引起所述燃料在被引入时燃烧。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述第二燃料加注模式期间，对于任何给定的速度，传输入所述第一组的每个燃烧室的所述燃料量是不变的，并不随负荷变化而变化，但当发动机速度从一个速度变化至另一个速度时，传输入所述第一组的每个燃烧室的所述燃料从对应于以先前速度最大容许燃料加注的某个不变的量变化至对应于新的速度的最大容许燃料加注的一个不同的不变的量。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，在所述第二燃料加注模式期间，对于任何给定的发动机速度，传输入所述第二组的每个燃烧室的所述燃料量是发动机负荷的函数。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，在所述第二燃料加注模式期间，传输入所述第二组的每个燃烧室的所述燃料量也是发动机速度的函数。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述处理某些数据以选定多种燃料加注模式中的一种以用于运作所述发动机的步骤包括

处理指示发动机负荷的数据。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述处理某些数据来选定多种燃料加注模式中的一种以用于运作所述发动机的步骤包括

处理指示发动机速度的数据。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 随着所述发动机升温至运作温度, 在一幅发动机速度对发动机负荷的图中, 其原点对应于零速度和零负荷, 步骤 a) 发生在发动机速度和负荷在所述图中以所述原点为界的第一区域内, 步骤 b) 发生在发动机速度和负荷在以所述第一区域为界的第二区域内, 以及步骤 c) 发生在发动机速度和负荷在以所述第二区域为界的第三区域内。

8. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过喷射将燃料引入所述燃烧室, 并且该方法还包括控制将燃料喷射入两组汽缸的压力, 从而两个组的所述喷射压力相等。

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 该方法还包括控制燃料喷射的持续时间, 从而在所述第二模式期间, 一个组的所述燃料喷射的持续时间不同于另一个组的所述燃料喷射持续时间。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 该方法还包括控制燃料喷射的定时, 从而在所述第二模式期间, 一个组的所述燃料喷射的定时不同于另一个组的所述燃料喷射定时。

11. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 在所有的三种模式中, 所有对所述燃烧室的燃料加注是通过将燃料从汽缸内燃料喷射器直接喷射入所述燃烧室而实现。

12. 一种压缩点火发动机, 包括:

一用于处理数据的控制系统;

一个或多个燃烧室; 以及

一燃料加注系统, 该系统用于将燃料喷射入所述一个或多个燃烧室;

其中, 所述控制系统通过使用由所述控制系统处理的某些数据的一结果, 来控制所述燃料加注系统, 从而选定多种燃料加注模式中的一种以用于运作所述发动机, 从而

a) 当所述处理结果选定一第一燃料加注模式时, 给多个燃烧室中的每个加

注燃料以在一相应的发动机循环期间、在每个这样的燃烧室内产生一均质的空气—燃料装料，以及压缩每个这样的装料以自动点火，而在该相应的发动机循环期间、在自动点火之后不引入任何附加的燃料，

b) 当所述处理结果选定一第二燃料加注模式时，

i) 给所述诸燃烧室的一第一组加注燃料以在一相应的发动机循环期间、在所述第一组的每个燃烧室内产生一均质的空气—燃料装料，从而对于任何给定的发动机速度，传输入所述第一组的每个燃烧室的燃料量是发动机速度而非发动机负荷的函数，以及压缩每个装料以自动点火，而在该相应的发动机循环期间、在自动点火之后不引入任何附加的燃料，以及

ii) 通过在所述发动机循环期间的某个时刻引入燃料来给所述诸燃烧室的一第二组加注燃料，该时刻为所述第二组的所述相应的燃烧室中的空气被压缩至足以引起所述燃料在被引入时燃烧，以及

c) 当所述处理结果选定一第三燃料加注模式时，通过在所述发动机循环期间的某个时刻引入燃料来给所述诸燃烧室中的每一个加注燃料，该时刻为所述相应燃烧室中的空气被压缩至足以引起所述燃料在被引入时燃烧。

13. 如权利要求 12 所述的发动机，其特征在于，在所述第二燃料加注模式期间，对于任何给定的速度，传输入所述第一组的每个燃烧室的所述燃料量是不变的，并不随负荷变化而变化，但当发动机速度从一个速度变化至另一个速度时，传输入所述第一组的每个燃烧室的所述燃料从对应于以先前速度最大容许燃料加注的某个不变的量变化至对应于新的速度的最大容许燃料加注的一个不同的不变的量。

14. 如权利要求 13 所述的发动机，其特征在于，在所述第二燃料加注模式期间，对于任何给定的发动机速度，传输入所述第二组的每个燃烧室的所述燃料量是发动机负荷的函数。

15. 如权利要求 14 所述的发动机，其特征在于，传输入所述第二组的每个燃烧室的所述燃料量也是发动机速度的函数。

16. 如权利要求 12 所述的发动机，其特征在于，所述某些数据包括指示发动机负荷的数据。

17. 如权利要求 16 所述的发动机，其特征在于，所述某些数据包括指示发动机速度的数据。

18. 如权利要求 12 所述的发动机，其特征在于，随着所述发动机升温至运作温度，在一幅发动机速度对发动机负荷的图中，其原点对应于零速度和零负荷，所述

第一燃料加注模式发生在发动机速度和负荷在所述图中以所述原点为界的第一区域内,所述第二燃料加注模式发生在发动机速度和负荷在以所述第一区域为界的第二区域内,以及所述第三燃料加注模式发生在发动机速度和负荷在以所述第二区域为界的第三区域内。

19.如权利要求12所述的发动机,其特征在于,还包括一燃料喷射系统,该燃料喷射系统通过喷射将燃料引入所述燃烧室,以及,其中,所述控制系统控制在所述第二模式期间、将燃料喷射入两组汽缸的压力,从而两个组的所述喷射压力相等。

20.如权利要求19所述的发动机,其特征在于,所述控制系统还控制所述第二模式期间的燃料喷射持续时间,从而使一个组的所述燃料喷射的持续时间不同于另一个组的所述燃料喷射的持续时间。

21.如权利要求20所述的发动机,其特征在于,所述控制系统还控制燃料喷射的定时,从而在所述第二模式期间,一个组的所述燃料喷射的定时不同于另一个组的所述燃料喷射定时。

22.如权利要求12所述的发动机,其特征在于,它还包括汽缸内燃料喷射器,在所有的三种模式中,该汽缸内燃料喷射器通过将燃料直接喷射入所述燃烧室而实现所有对所述燃烧室燃料加注。

## 给柴油发动机加注燃料的策略

### 技术领域

本发明一般地涉及内燃机，尤其涉及一种用于以一种方式可选择地利用均质装料压缩点火（HCCI）的控制策略。

### 背景技术

HCCI 是用于以一种方式给柴油发动机加注燃料的一种已知的工艺，在发动机循环的压缩上行冲程期间，该方式在发动机汽缸内部生成了基本均质的空气燃料装料。在所需的量的用于装料的燃料已经被喷射入汽缸来生成基本均质的空气燃料混合物之后，通过上行冲程活塞的、装料的增长的压缩生成了足够大的压力来引起装料的自动点火。换句话说，柴油发动机的运行的 HCCI 模式可以被说成，包括 1) 在压缩上行冲程期间的合适时刻，喷射所需的量的燃料进入汽缸，从而喷射的燃料以一种方式，在所述的下行冲程和压缩上行冲程的早期部分的进入期间，与进入汽缸的增压空气混合，该方式在汽缸内形成了基本均质的混合物，然后 2) 增长地压缩混合物到自动点火点或上死点（TDC）。在混合物中的不同位置，自动点火可能以基本同时发生的汽态燃料的自动点火的形式存在。自动点火后没有额外的燃料被喷射。

HCCI 的一个特征是，在保持燃烧温度相对低的情况下，相对贫乏的或者稀释的混合物能够燃烧。通过避免相对高的燃烧温度的产生，HCCI 能够导致  $\text{NO}_x$  生成的显著减少， $\text{NO}_x$  是发动机废气中不想要的成分。

HCCI 的另一个特征是，基本均质的空气燃料装料的自动点火产生了更完全的燃烧和因此在发动机废气中相对少的煤烟。

HCCI 对于减少排气管排放物的潜在益处因此是相当显著的，因而 HCCI 是发动机研究和设计界的科学家和工程师们的一个活跃的研究和发展的课题。

HCCI 的一个方面似乎施加了限制到某种程度，它能够提供彻底地减少煤烟和  $\text{NO}_x$  的排气管排放物到这一程度。在较高的发动机速度和较大的发动机负荷的情况下，燃烧率是很难控制的。因此，已知的发动机控制策略可能利用 HCCI 仅仅用于

相对较低的速度和较小的发动机负荷。在较高的速度和/或较大的负荷的情况下，发动机供以燃料，从而一旦喷射入已在一汽缸内压缩至足以引起燃料在被喷射时燃烧的一压力的装料空气，燃料就通过传统的柴油机（CD）燃烧方式燃烧。

2004年3月25日提交的美国专利申请第10/809254号公开了一种柴油发动机以及相关的处理机控制的燃料喷射系统，该燃料喷射系统处理某些数据来选定多种燃料加注模式中的一种来运作发动机。当处理结果选定一第一燃料加注模式（HCCI模式）时，在一发动机循环期间给发动机加注燃料以在一个或多个燃烧室内产生一基本均质的空气—燃料装料。压缩该装料以通过自动点火而燃烧，而在自动点火之后不再引入燃料。当处理结果选定一第二燃料加注模式（HCCI-CD模式）时，在一发动机循环期间给发动机加注燃料以在一个或多个燃烧室内产生一基本均质的空气—燃料装料。压缩该装料以通过自动点火而燃烧（HCCI），之后将更多的燃料引入一个或多个燃烧室以提供附加的燃烧（CD）。发动机在相对较小的负荷和相对较小的速度下利用HCCI燃烧，而在相对较大的负荷和相对较大的速度下这被称为HCCI-CD燃烧

### 发明内容

由于处理机控制的燃料喷射系统的出现，该燃料喷射系统能够精确地控制燃料喷射，允许在横跨发动机运作的整个范围的一发动机循环期间，以不同的喷射压力、不同的时刻、持续不同的时间来喷射燃料，从而一柴油发动机能够CD燃烧和HCCI燃烧。

如同后面的描述所要说明的，本发明利用了那些燃料喷射和处理系统的能力，来以取决于发动机运作的某些方面的不同方式控制燃料喷射。任何特定的燃料喷射系统将如何在任何给定的发动机中被一相关的处理系统所精确地控制，这将取决于发动机、燃料喷射系统和处理系统的特征。

因为驱动一机动车辆的一柴油发动机以取决于影响发动机运作的、至车辆和发动机的不同输入的速度和负荷而运转，所以燃料加注的需求根据速度和负荷的变化而变化。一相关的处理系统处理指示诸如发动机速度和发动机负荷的参数的数据，来发展用于设定所需的给发动机燃料加注的控制数据从而用于特定的运作条件，这将保证适当地控制燃料喷射系统，以用于发动机速度和发动机负荷的多种组合。

本发明涉及一种用于在一柴油发动机中增进使用HCCI燃烧的发动机、系统和

方法，为了达到以下目的，这些目的包括：进一步减少在发动机废气中产生不想要的成分，尤其是煤烟和  $\text{NO}_x$ ，以及进一步提高热效率。本发明具体实施在用一相关的处理系统编程的燃料喷射控制策略中。

根据本发明的原理，以美国专利申请第 10/809254 号中描述的一不同的方式来利用 HCCI 燃烧。本发明包括三种不同的发动机运作模式：1) HCCI 模式；2) HCCI+CD 模式；3) CD 模式。这些模式中的每一种都将在下文详细描述。

在相对较小的负荷和相对较低的速度下，采用 HCCI 模式。在比 HCCI 模式相对较大的负荷和相对较高的速度下，采用 HCCI+CD 模式。在比 HCCI+CD 模式还要相对较大的负荷和还要相对较高的速度下，采用 CD 模式。

HCCI+CD 模式使得在专有地使用 HCCI 和专有地使用 CD 的范围的部分之间的发动机运作范围的一部分中，能够获得 HCCI 模式的益处。

本发明的一个一般的方面涉及一种运作一压缩点火发动机的方法，其中，处理某些数据来选定多种燃料加注模式中的一种以用于运作发动机。

当处理结果选定一第一燃料加注模式时，给多个燃烧室中的每个加注燃料以在一相应的发动机循环期间、在每个这样的燃烧室内产生一基本均质的空气—燃料装料，然后压缩每个装料以自动点火，而在该相应的发动机循环期间、在自动点火之后不引入任何附加的燃料。

当处理结果选定一第二燃料加注模式时，给该诸燃烧室的一第一组加注燃料以在一相应的发动机循环期间、在第一组的每个燃烧室内产生一基本均质的空气—燃料装料，从而对于任何给定的发动机速度，传输入第一组的每个燃烧室的燃料量是发动机速度而非发动机负荷的函数，压缩装料以自动点火，而在该相应的发动机循环期间、在自动点火之后不引入任何附加的燃料。通过在发动机循环期间的某个时刻引入燃料来给该诸燃烧室的一第二组加注燃料，此时将在第二组的相应的燃烧室中的空气压缩至足以引起燃料在引入时燃烧。

当处理结果选定一第三燃料加注模式时，通过在发动机循环期间的某个时刻引入燃料来给诸燃烧室中的每一个加注燃料，此时将相应燃烧室中的空气压缩至足以引起燃料在引入时燃烧。

另一个一般的方面涉及一种根据刚刚描述的方法而运作的压缩点火发动机。

在本发明的公开的实施例中，要处理的用于选定特定模式的数据包括发动机速度数据和发动机负荷数据。喷射压力、持续时间、以及时刻可在诸模式之间不同。用于多种模式的每一种的燃料加注数据都包含在发动机控制系统的图谱中。

前述的以及本发明的进一步特征和优点将会在下述的本发明的一目前较佳的实施例的公开中看到，该实施例描绘了用于实现本发明的此时预期到的最佳的模式。本说明书包括附图，现在简要地如下描述。

### 附图说明

图 1 是根据本发明的一第一实施例的原理的燃料加注策略的一代表性图，该燃料加注策略包括用于某些速度-负荷条件的一 HCCI 燃烧模式、用于其它速度-负荷条件的一 HCCI+CD 燃烧模式、以及用于还有其它的速度-负荷条件的一 CD 燃烧模式。

图 2 是与本发明的图 1 的实施例的某些原理有关的一示例性柴油发动机的部分的一总的示意图。

图 3 是显示了将本发明的策略的一实施例应用于图 2 的发动机的一流程图。

图 4A 显示了根据用于 HCCI 燃烧的一一般的燃料加注图谱的一一般的燃料喷射。

图 4B 显示了根据用于 CD 燃烧的一一般的燃料加注图谱的一一般的燃料喷射。

### 具体实施方式

图 1 的竖轴代表了发动机负荷，而横轴代表了发动机速度。在图的原点处，发动机负荷为零，且发动机速度为零。实线 10、12 和 14 分别划界限定了标示为 HCCI、HCCI+CD 和 CD 的三个区域。

区域 HCCI 覆盖了围绕相对较小的发动机负荷和相对较低的发动机速度的多种组合的一面积。区域 HCCI+CD 覆盖了围绕比区域 HCCI 相对较大的发动机负荷和相对较高的发动机速度的多种组合的一面积。区域 CD 覆盖了围绕比区域 HCCI+CD 还要相对较大的发动机负荷和还要相对较高的发动机速度的多种组合的一面积。

当一压缩点火发动机以落入区域 HCCI 的一速度和负荷运作时，以一产生 HCCI 燃烧的方式将燃料喷射入发动机汽缸。当发动机以落入区域 HCCI+CD 的一速度和负荷运作时，以一产生 HCCI 燃烧的方式将燃料喷射入一些发动机汽缸，并以一产生 CD 燃烧的方式将燃料喷射入其它发动机汽缸。当发动机以落入区域 CD 的一速度和负荷运作时，以一产生 CD 燃烧的方式将燃料喷射入发动机汽缸。

图 2 示意地显示了用于驱动一机动车辆的、根据由图 1 限定的本发明的策略而

运作的一示例性涡轮增压柴油发动机 20。发动机 20 包括汽缸 22，活塞在该汽缸内往复运动。每个活塞通过一连杆联接至一曲轴的一相应的曲柄。当一相应的进气阀打开时，进入的空气通过一入口系统（未在图中具体显示）传输至每个汽缸。

发动机具有一燃料加注系统，该燃料加注系统包括用于汽缸 22 的燃料喷射器 24。发动机还具有一基于处理机的发动机控制单元（ECU）26，该发动机控制单元 26 处理来自多个来源的数据，来发展用于控制发动机运作的多个方面的多种控制数据。由 ECU26 处理的数据可产生于外部来源，诸如多种传感器 28，以及/或者在内部产生。处理数据的例子可包括发动机速度、进气歧管压力、排气歧管压力、燃料喷射压力、燃料加注的量和时刻、空气质量流量、以及油门踏板位置。

ECU26 控制了通过包括控制燃料喷射器 24 的运作的燃料加注系统的运作，来将燃料喷射入汽缸 22。在 ECU26 中包含的处理系统可足够快地处理数据，从而实时计算装置致动的时刻和持续时间，来设置每个将燃料喷射入一汽缸的时刻和数量。使用这种控制能力来实施本发明的策略。

不论发展用于发动机速度和发动机负荷的怎样的数据值，本发明的这个特定的实施例使用了瞬时的发动机速度和瞬时的发动机负荷，来选定用于发动机的特定燃料加注模式：1) 用于在所有汽缸中产生 HCCI 燃烧的 HCCI 模式；2) 用于在一些汽缸中产生 HCCI 燃烧而在其它汽缸中产生 CD 燃烧的 HCCI+CD 模式；或者 3) 用于在所有汽缸中产生 CD 燃烧的 CD 模式，然后根据选定燃料加注模式的策略，运作燃料加注系统来给发动机加注燃料。可选择地，一策略可仅仅使用发动机负荷来选定特定的模式。

图 3 显示了用于由 ECU26 的处理系统所实施的本发明的策略的一流程图。参考标号 32 代表了该策略的开始。一步骤 34 处理发动机速度数据和发动机负荷数据，来确定该选定图 1 的三种燃料加注模式中的哪一种。选定模式的一种方式是通过在处理系统中提供一个或多个图谱以限定三个区域、以及根据图谱来比较用于瞬时发动机速度和瞬时发动机负荷的数据值。

当步骤 34 选定 HCCI 模式时，流程图 30 显示了会将燃料注射入每个汽缸以在所有汽缸中产生 HCCI 燃烧（参考标号 36）。图 4A 显示了用于 HCCI 燃烧燃料加注的一一般的例子，如同由矩形区域 38 所表示的一样，该矩形区域 38 以喷射压力对于曲轴转动位置的一无量纲的图来显示。图 4B 显示了用于 CD 燃烧燃料加注的一一般的例子，如同由矩形区域 42 所表示的一样，该矩形区域 42 以喷射压力对于时间的一图来显示。

用于 HCCI 燃烧的燃料加注在几个方面与用于 CD 燃烧的燃料加注不同，这些方面可通过比较图 4A 和 4B 而看到。

在每个图中，沿着横轴从原点到相应的区域 38、42 开始处的距离代表了一发动机循环期间的喷射时刻。可以看到，用于 CD 燃烧的时刻在用于 HCCI 燃烧的时刻的前面。

可以看到，对于由每个区域的宽度表示的喷射持续时间，用于 CD 燃烧的要比用于 HCCI 燃烧的长。对于由每个区域的高度表示的燃料喷射压力，HCCI 和 CD 燃烧基本相同。

在区域 38 或 42 内，实际的喷射可以任何适于引起相应类型的燃烧的方式来发生。例如，HCCI 燃烧可由一个或多个不连续的喷射产生，但与不连续喷射的数量无关，HCCI 模式在汽缸中往复运动的活塞的一压缩上行冲程期间将燃料引入汽缸。在紧接着的前述进气下行冲程和压缩上行冲程的早期部分期间，燃料与进入汽缸的增压空气混合，从而合成的空气—燃料混合物是一基本均质的混合物。燃料加注可在发生任何燃烧之前终止。当将装料压缩至足以自动点火之后，开始 HCCI 燃烧。

当步骤 34 选定 CD 模式时，流程图 30 显示了会将燃料喷射入每个汽缸以在所有汽缸中产生 CD 燃烧（参考标号 40）。CD 燃烧可由一个或多个不连续的喷射产生，但与不连续喷射的数量无关，CD 模式在汽缸中往复运动的活塞的一压缩上行冲程的接近顶端处将燃料引入汽缸。燃料与增压空气混合，该增压空气已压缩至足够大的压力以在喷射燃料时引起发生 CD 燃烧。

当步骤 34 选定 HCCI+CD 模式时，流程图 30 显示了一步骤 44，该步骤 44 引起喷射燃料以在一些汽缸中引起 HCCI 燃烧而在其它汽缸中引起 CD 燃烧。图 2 显示了具有两个汽缸排 G1、G2 的一 V 形发动机的一例子，每个汽缸排包括相等数量的汽缸。

在 HCCI+CD 模式期间，给汽缸排 G1 加注燃料以在其中引起发生 HCCI 燃烧，而给汽缸排 G2 加注燃料以在其中引起发生 CD 燃烧。以图 4A 的方式给汽缸排 G1 加注燃料，而以图 4B 的方式给汽缸排 G2 加注燃料。对于在 HCCI+CD 模式中任何给定的速度，传输入 HCCI 汽缸的燃料是固定的，即燃料加注图谱（喷射压力、持续时间和时刻）是基本不变的，且并不随负荷变化而变化。然而，当发动机速度在 HCCI+CD 模式中从一个速度变化至另一个速度时，传输入 HCCI 汽缸的燃料从对应于以先前速度最大容许燃料加注的一固定量变化至对应于以新速度最大容许燃料加注的另一固定量。因此，在 HCCI+CD 模式中，HCCI 燃料加注是发动机

速度而非发动机负荷的函数。

对于在 HCCI+CD 模式中任何给定的发动机速度，燃料加注仅仅对于 CD 汽缸变化，作为负荷变化的函数而变化。在此模式中，对于 CD 汽缸的燃料加注还可作为发动机速度的函数而变化。

选定以一种方式加注燃料的那些汽缸以及以另一种方式加注燃料的那些汽缸可以是固定的或变化的。换句话说，在 HCCI+CD 模式中，可在某些时期以一种方式给一特定的汽缸加注燃料，而在其它时期以另一种方式加注燃料。该策略以一适当的速率重复，来保证负荷/速度迅速跟随并且实施适当的燃料加注模式。在 HCCI+CD 模式中，HCCI 和 CD 交替的一点火顺序可用作使转矩波动最小化。

当给一汽缸加注燃料以用于 HCCI 燃烧时，处理过程利用了一相应的燃料加注图谱，该燃料加注图谱提供适于引起与用于特定发动机速度和负荷的区域 38 相一致地喷射燃料的燃料加注参数。在 HCCI 模式中，所有汽缸的燃料加注作为发动机速度和发动机负荷的函数而变化。在 HCCI+CD 模式中，HCCI 汽缸的燃料加注仅作为发动机速度的函数而非发动机负荷的函数而变化。当给一汽缸加注燃料以用于 CD 燃烧时，处理系统利用了一相应的燃料加注图谱，该燃料加注图谱提供适于引起与用于特定发动机速度和负荷的区域 42 相一致地喷射燃料的燃料加注参数。在 HCCI+CD 模式和 CD 模式中，CD 汽缸的燃料加注是发动机速度和发动机负荷的函数。因此，在图 3、4A 和 4B 中，标示 FM1 代表了用于 HCCI 燃烧的燃料加注图谱，标示 FM2 代表了用于 CD 燃烧的燃料加注图谱。

本发明具有下面的优点：

- 1) 它可同时减少  $\text{NO}_x$  和煤烟。
- 2) 它具有高的热效率。
- 3) 它可覆盖一发动机的整个运作范围。
- 4) 它可用于重型、中型和轻型柴油发动机。
- 5) 本发明可在处理机中单独实施，只要该处理机具有足够的能力，这使得本发明很节省成本。

图 1 中描绘的燃料加注策略假定了发动机已经升温至所需运作温度。当一冷的发动机启动并开始升温时，可使用一不同的或修改的策略。

应该注意，实施本发明的一发动机是一真正的柴油发动机，不像在某些其它专利中描述的发动机，那些发动机除了汽缸内柴油燃料喷射器之外，还包括端口燃料喷射器、和/或点火装置、和/或以双重燃料运转的发动机。在此所示和所述的本发

---

明的较佳实施例的原理仅仅预期到柴油燃料的汽缸内喷射。

尽管已经显示和描述了本发明的一目前较佳的实施例，应该意识到，本发明的原理可应用于落入下面的权利要求书范围内的所有实施例。

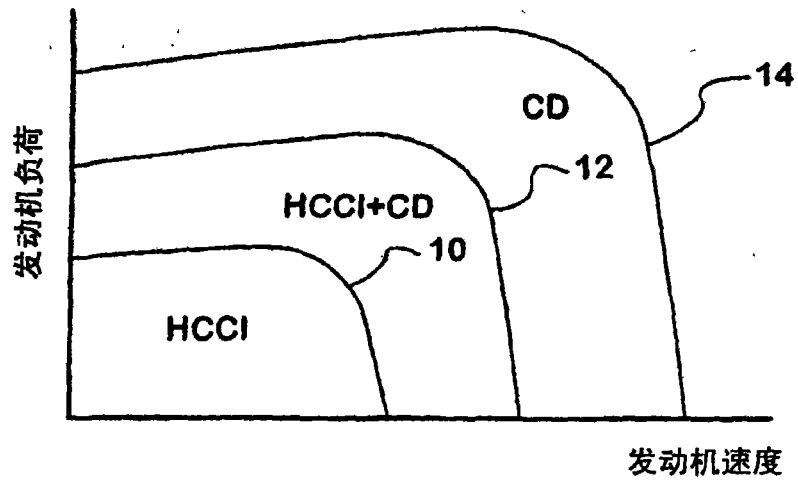


图 1

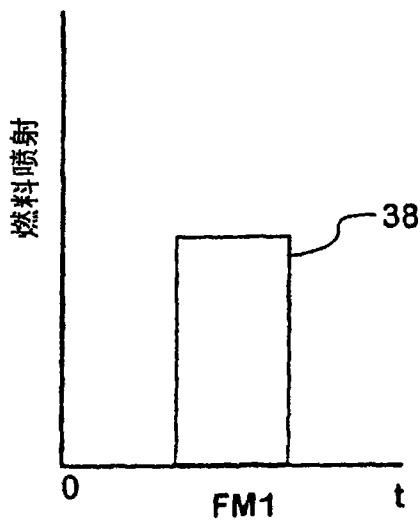


图 4A

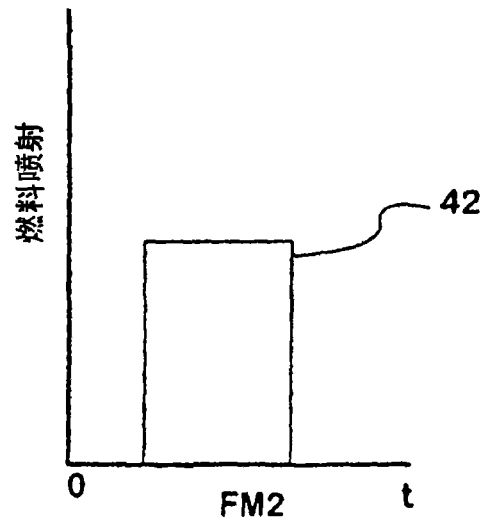


图 4B

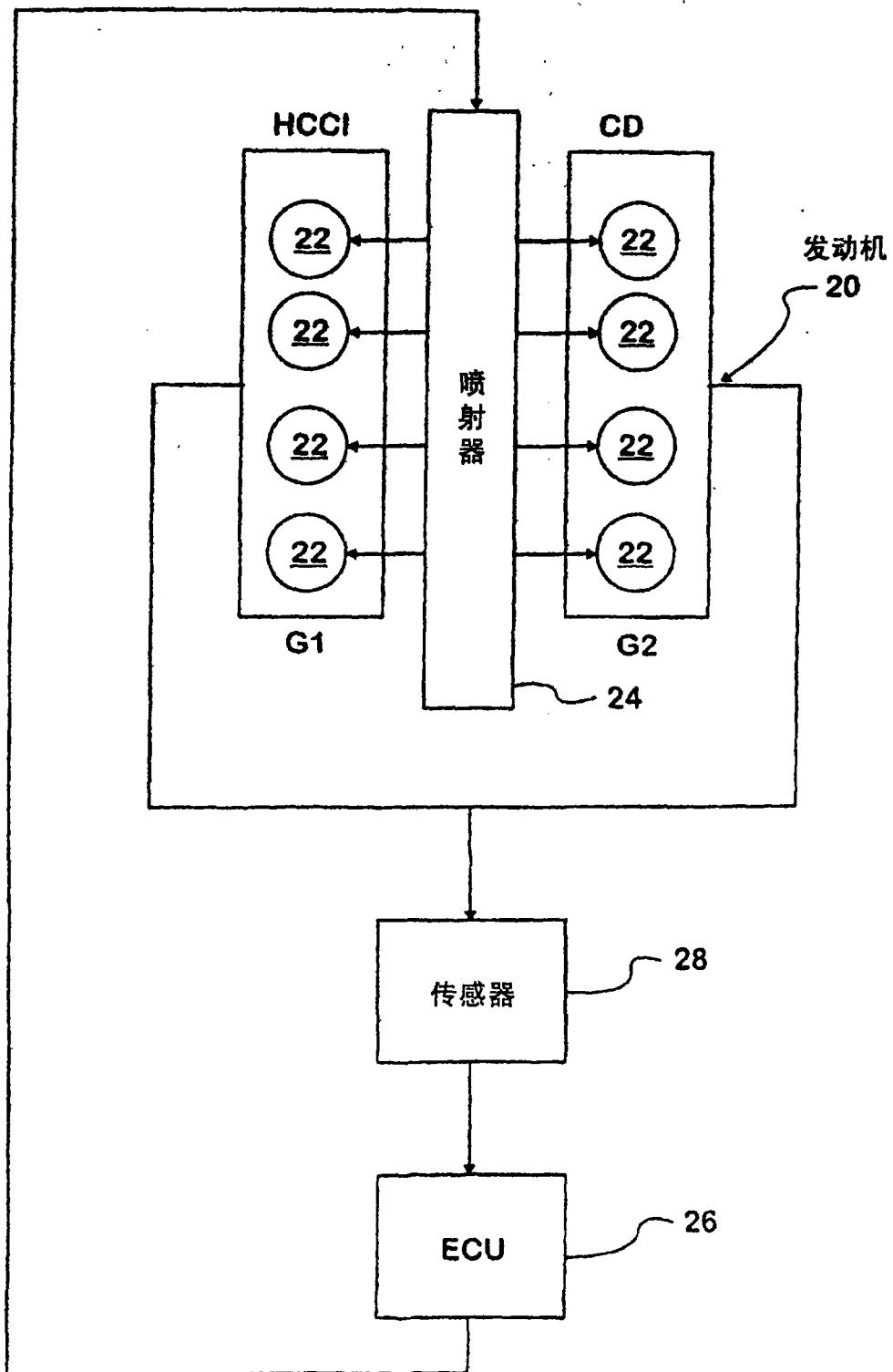


图 2

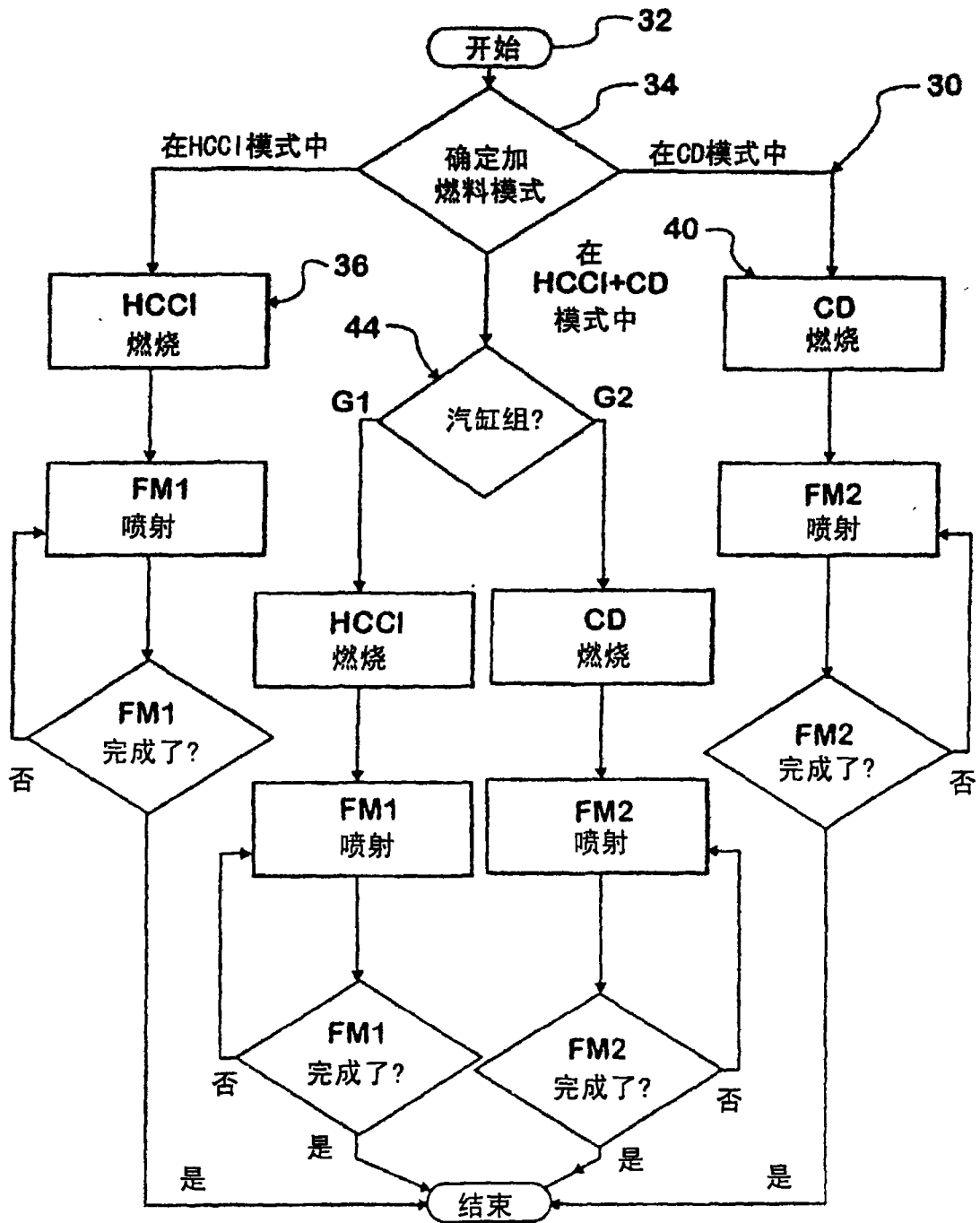


图 3