



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106605056 B

(45)授权公告日 2020.09.04

(21)申请号 201480081301.X

(22)申请日 2014.08.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106605056 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.02.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/071926 2014.08.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/027354 JA 2016.02.25

(73)专利权人 日产自动车株式会社
地址 日本神奈川县

(72)发明人 池内孝畅

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

(51)Int.Cl.
F02D 41/34(2006.01)
F02D 41/22(2006.01)
F02D 45/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 101208506 A, 2008.06.25
CN 101208506 A, 2008.06.25
US 2013226437 A1, 2013.08.29
CN 1965160 A, 2007.05.16
CN 101258313 A, 2008.09.03

审查员 林秀霞

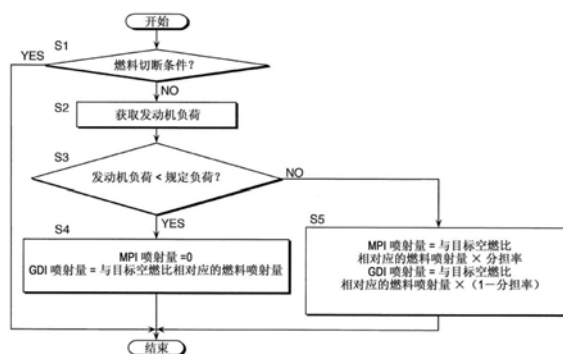
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

内燃机的燃料喷射控制装置以及燃料喷射控制方法

(57)摘要

内燃机具备：端口喷射喷射器，其在进气端口内进行燃料喷射；以及直喷喷射器，其向燃烧室内直接喷射燃料。控制器在内燃机处于低负荷状态、且内燃机需要燃料供给的情况下，使通过端口喷射喷射器实现的燃料喷射停止，并且使直喷喷射器喷射要求燃料喷射量的全部量。通过该处理，低负荷状态下的直喷喷射器的燃料压力迅速降低。



1. 一种内燃机的燃料喷射控制装置,该内燃机具备:端口喷射喷射器,其在进气端口内进行燃料喷射;以及直喷喷射器,其向燃烧室内直接喷射燃料,

所述内燃机的燃料喷射控制装置的特征在于,具备:

低压燃料泵,其能够将燃料供给至端口喷射喷射器和直喷喷射器;

高压燃料泵,其将低压燃料泵的喷出燃料进一步加压而供给至直喷喷射器;

负荷检测传感器,其对内燃机的负荷进行检测;以及

可编程控制器,其以如下方式被编程,即,判定内燃机是否在低负荷状态下运转,

判定内燃机是否需要燃料喷射,

在内燃机处于低负荷状态且内燃机需要燃料喷射、且要求燃料喷射量小于或等于直喷喷射器的最大喷射量和端口喷射喷射器的最小喷射量之和的情况下,进行要求燃料喷射量是否大于直喷喷射器的最大喷射量的判定,

在判定为肯定的情况下,使高压燃料泵的运转停止,使用低压燃料泵的喷出燃料而使端口喷射喷射器喷射最小喷射量的燃料,使直喷喷射器喷射与要求燃料喷射量和最小喷射量的差相当的燃料,

并且,在判定为否定的情况下,使端口喷射喷射器的燃料喷射停止,使高压燃料泵的运转停止,使用低压燃料泵的喷出燃料而使直喷喷射器喷射与要求燃料喷射量相当的燃料。

2. 一种内燃机的燃料喷射控制方法,该内燃机具备:端口喷射喷射器,其在进气端口内进行燃料喷射;直喷喷射器,其向燃烧室内直接喷射燃料;低压燃料泵,其能够将燃料供给至端口喷射喷射器和直喷喷射器;以及高压燃料泵,其将低压燃料泵的喷出燃料进一步加压而供给至直喷喷射器,

在所述内燃机的燃料喷射控制方法中,

对内燃机的负荷进行检测,

判定内燃机是否在低负荷状态下运转,

判定内燃机是否需要燃料喷射,

在内燃机处于低负荷状态且内燃机需要燃料喷射、且要求燃料喷射量小于或等于直喷喷射器的最大喷射量和端口喷射喷射器的最小喷射量之和的情况下,进行要求燃料喷射量是否大于直喷喷射器的最大喷射量的判定,

在判定为肯定的情况下,使高压燃料泵的运转停止,使用低压燃料泵的喷出燃料而使端口喷射喷射器喷射最小喷射量的燃料,使直喷喷射器喷射与要求燃料喷射量和最小喷射量的差相当的燃料,

并且,在判定为否定的情况下,使端口喷射喷射器的燃料喷射停止,使高压燃料泵的运转停止,使用低压燃料泵的喷出燃料而使直喷喷射器喷射与要求燃料喷射量相当的燃料。

内燃机的燃料喷射控制装置以及燃料喷射控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机的燃料喷射控制,该内燃机具备:端口喷射喷射器,其在进气端口内进行燃料喷射;以及直喷喷射器,其向燃烧室内直接喷射燃料。

背景技术

[0002] 日本特许厅发行的JP2007-064131A提出了如下双重喷射内燃机的燃料喷射控制,该双重喷射内燃机具备:端口喷射喷射器,其在进气端口内进行燃料喷射;以及直喷喷射器,其向燃烧室内直接喷射燃料。双重喷射内燃机应用于如仅通过直喷喷射器向燃烧室内的燃料喷射而无法供给所需的燃料的、要求格外高的输出的内燃机。

[0003] 对于现有技术的燃料喷射控制,如果内燃机的燃料切断条件成立,则首先使端口喷射喷射器的燃料喷射停止,然后使直喷喷射器的燃料喷射停止。这是基于下面的理由。

[0004] 即,利用端口喷射喷射器喷射至进气端口内的燃料的一部分会附着于端口的壁面等。附着于端口的壁面的燃料与未附着于端口的壁面而流入至燃烧室的燃料相比,直至到达燃烧室为止花费更多的时间。如果在燃料切断条件成立的情况下使端口喷射喷射器和直喷喷射器的喷射同时停止,则内燃机的燃烧在该时刻停止。另一方面,附着于端口的壁面等的燃料延后到达燃烧室,因此有可能在到达燃烧室的时刻燃烧已经停止。如果在燃烧停止之后到达燃烧室的燃料作为未燃燃料而排出,则无法避免排气组分恶化。

[0005] 对于现有技术而言,从燃料切断条件成立起在恒定时间内使直喷喷射器持续喷射,从而直至因端口喷射而附着于端口的壁面等的燃料延后达到燃烧室为止维持燃烧室内的燃料的燃烧,使延后到达燃烧室的燃料可靠地燃烧。

发明内容

[0006] 在现有技术中,进行上述燃料喷射控制仅限于燃料切断条件成立的情况。在其他情况下,端口喷射喷射器和直喷喷射器基于规定的分担率而进行燃料喷射。通常,将直喷喷射器的燃料压力设定为比端口喷射喷射器的燃料压力高。

[0007] 然而,例如怠速状态下的内燃机的低负荷时所要求的燃料喷射量为少量。在这种低负荷条件下,如果端口喷射喷射器和直喷喷射器二者进行燃料喷射,则直喷喷射器的燃料压力不容易降低。

[0008] 如果在低负荷条件下燃料压力高,则直喷喷射器的喷射量容易产生波动。因此,优选在低负荷条件下尽早使直喷喷射器的燃料压力降低。然而,在现有技术所涉及的燃料喷射控制中,只要燃料切断条件成立,即使在低负荷条件下端口喷射喷射器和直喷喷射器二者也进行燃料喷射,因此难以在短时间内使直喷喷射器的燃料压力降低。

[0009] 因此,本发明的目的是在未达到燃料切断条件的低负荷条件下使直喷喷射器的燃料压力高效地降低。

[0010] 为了实现以上目的,本发明的实施方式提供一种内燃机的燃料喷射控制装置,该内燃机具备:端口喷射喷射器,其在进气端口内进行燃料喷射;以及直喷喷射器,其向燃烧

室内直接喷射燃料。

[0011] 燃料喷射控制装置具备：负荷检测传感器，其对内燃机的负荷进行检测；以及可编程控制器，其根据负荷而对燃料喷射进行控制。控制器被编程为，判定内燃机是否处于低负荷状态，判定内燃机是否需要燃料喷射，在内燃机处于低负荷状态且内燃机需要燃料喷射的情况下，使通过端口喷射喷射器实现的燃料喷射停止，并且使直喷喷射器喷射内燃机的要求燃料喷射量的全部量。

[0012] 对于本发明的详情以及其他特点、优点，在说明书的下面的记载中进行说明，并且在附图中示出。

附图说明

[0013] 图1是本发明所涉及的内燃机的燃料喷射控制装置的概略结构图。

[0014] 图2是对本发明的第1实施方式所涉及的发动机控制模块执行的燃料喷射控制流程进行说明的流程图。

[0015] 图3A-图3F是对燃料喷射控制流程的执行结果进行说明的时序图。

[0016] 图4是对本发明的第2实施方式所涉及的发动机控制模块执行的燃料喷射控制流程进行说明的流程图。

[0017] 图5是对本发明的第3实施方式所涉及的发动机控制模块执行的燃料喷射控制流程进行说明的流程图。

[0018] 图6A-图6F是对图5的燃料喷射控制流程的执行结果进行说明的时序图。

具体实施方式

[0019] 参照附图的图1，本发明的第1实施方式所涉及的燃料喷射控制装置1应用于车辆用的多气缸内燃机。内燃机由双重喷射内机构成，该双重喷射内机构具备：端口喷射喷射器4，其在各气缸的进气端口喷射燃料；以及直喷喷射器5，其将燃料直接喷射至各气缸的燃烧室内。内燃机从端口喷射喷射器4将燃料喷射至进气端口的进气中，进而从直喷喷射器5将燃料喷射至吸入至燃烧室的喷射燃料和空气的混合气体，由此生成由所需的吸入空气量和燃料量构成的混合气体，通过火花点火使混合气体燃烧。

[0020] 端口喷射喷射器4是通过被称为多点喷射(MPI)的方式而针对各气缸分别进行燃料喷射的喷射器，与共用的MPI燃料管2连接，在MPI燃料管2的燃料压力下喷射燃料。在下面的说明中，将通过端口喷射喷射器4实现的燃料喷射称为MPI喷射。

[0021] 直喷喷射器5是通过被称为汽油直接喷射(GDI)的方式而将燃料直接喷射至各燃烧室的喷射器，与共用的GDI燃料管3连接，在GDI燃料管3的燃料压力下喷射燃料。在下面的说明中，将通过直喷喷射器5实现的燃料喷射称为GDI喷射。

[0022] 从低压燃料泵7经由低压软管14将燃料供给至MPI燃料管2。低压燃料泵7是由内燃机机械地驱动、或者被电动机驱动的泵。低压燃料泵7将燃料箱9的燃料吸入并加压，将加压后的燃料经由低压软管14而供给至MPI燃料管2和高压燃料泵8。

[0023] 高压燃料泵8是由内燃机机械地驱动、或者被电动机驱动的泵，对经由低压软管14从低压燃料泵7供给的燃料进一步加压，并经由高压副管15而供给至GDI燃料管3。

[0024] 端口喷射喷射器4的燃料喷射量和喷射定时以及直喷喷射器5的燃料喷射量和喷

射定时由发动机控制器模块 (ECM) 10 控制。具体而言,端口喷射喷射器4和直喷喷射器5均在与ECM 10经由信号电路输出的脉冲宽度信号相对应的期间和定时喷射燃料。

[0025] ECM 10 还进行高压燃料泵8的运转的控制。为了该控制,对GDI燃料管3的燃料压力进行检测的燃料压力传感器12经由信号电路而与ECM 10连接。ECM 10基于燃料压力传感器12检测出的GDI燃料管3的燃料压力而对高压燃料泵8的运转进行控制。此外,高压燃料泵8在内燃机的发动机负荷低的情况下通过公知的控制而使运转停止。

[0026] ECM 10由具备中央运算装置 (CPU)、只读存储器 (ROM)、随机存储器 (RAM) 以及输入输出接口 (I/O接口) 的微机构成。还能够由多台微机构成ECM 10。

[0027] 另一方面,低压燃料泵7的运转由燃料泵控制器模块 (FPCM) 11控制。FPCM11也由具备中央运算装置 (CPU)、只读存储器 (ROM)、随机存储器 (RAM) 以及输入输出接口 (I/O接口) 的微机构成。还能够由多台微机构成FPCM11。或者,还能够由一台微机构成ECM 10和FPCM11。

[0028] 作为内燃机的负荷,利用信号电路将对车辆所具备的加速器踏板的踏入量进行检测的加速器踏板踏入传感器13与ECM 10连接。另外,根据内燃机的废气的氧浓度对在燃烧室燃烧的混合气体的空燃比进行检测的空燃比传感器16,经由信号电路而与ECM 10连接。并且,在加速器踏板被踏入的状态下保持OFF、如果将加速器踏板释放则变为ON的怠速开关17,经由信号电路而与ECM 10连接。

[0029] ECM 10基于加速器踏板的踏入量而执行图2所示的燃料喷射控制流程,由此对通过端口喷射喷射器4实现的燃料喷射和通过直喷喷射器5实现的燃料喷射进行控制。在内燃机的运转过程中,例如每隔10毫秒的恒定时间间隔而反复执行该流程。

[0030] 参照图2,ECM 10首先在步骤S1中判定燃料切断条件是否成立。这里,判定内燃机是否需要燃料喷射。燃料切断条件是否成立的判定例如能够通过下面的方法而进行。

[0031] 即,在通过其他流程而进行内燃机的燃料切断的情况下,ECM 10判定是否通过其他流程而执行了燃料切断,在进行了燃料切断的情况下能够判定为燃料切断条件成立。

[0032] 在步骤S1中燃料切断条件成立的情况下,ECM 10即使流程结束。

[0033] 在步骤S1中燃料切断条件不成立的情况下,意味着内燃机需要燃料喷射。

[0034] 在该情况下,ECM 10在步骤S2中获取发动机负荷。在下面的步骤S3中,ECM 10判定发动机负荷是否低于规定负荷,换言之,判定内燃机是否处于低负荷状态。

[0035] 关于步骤S2和S3的处理,在本实施方式中,作为发动机负荷而使用加速器踏板踏入传感器13检测出的加速器踏板的踏入量。而且,在加速器踏板的踏入量为零的情况下,判定为发动机负荷低于规定负荷。

[0036] 但是,作为判定发动机负荷的参数,除了加速器踏板的踏入量以外,能够由各种参数代替。例如,能够利用内燃机的转速、吸入空气量、燃料喷射量而判定发动机负荷。

[0037] 具体而言,在内燃机的转速小于或等于规定速度的情况下、或者内燃机的转速的降低量大于或等于规定量的情况下,能够判定出发动机负荷为低负荷。并且,内燃机的输出扭矩由转速决定,因此根据转速并参照扭矩对应图而求出输出扭矩,在输出扭矩低于规定扭矩的情况下,能够判定出发动机负荷为低负荷。

[0038] 内燃机的吸入空气量由与加速器踏板联动的节气门控制,因此能够将利用空气流量计测量的吸入空气量视为表示发动机负荷的参数。并且,将燃料喷射量控制为相对于吸

入空气量而达到目标空燃比,因此还能够将燃料喷射量视为表示发动机负荷的参数。

[0039] 如上,在步骤S2和S3中进行的发动机负荷是否为低负荷的判定,能够利用各种各样的参数来进行。与加速器踏板的踏入量相比,发动机转速、发动机输出扭矩、吸入空气量以及燃料喷射量均为更接近实际的发动机运转状态的参数,因此能够更加细致地判断内燃机的负荷的状态。

[0040] 但是,上述的各参数基于加速器踏板的踏入量而变化,因此通过将加速器踏板的踏入量作为发动机负荷使用而能够使燃料喷射控制的响应性最高。另外,在加速器踏板的踏入量为零的情况下判定为发动机负荷低于规定负荷,实质上是识别加速器踏板的接通和断开。因此,无需进行加速器踏板踏入传感器13的输出信号的适应性处理,燃料喷射控制装置1的安装变得容易。此外,还能够由怠速开关17对加速器踏板的接通和断开进行检测。

[0041] 然后,在步骤S3中判定为内燃机处于低负荷状态的情况下,ECM10在步骤S4中进行下面的处理。

[0042] 即,ECM 10将端口喷射喷射器4的燃料喷射量即MPI喷射量设定为零。另一方面,ECM 10将直喷喷射器5的燃料喷射量即GDI喷射量设定为根据目标空燃比和吸入空气量而计算的目标燃料喷射量。步骤S4的该处理相当于使通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射停止、且将内燃机的要求燃料喷射量的全部量喷射至直喷喷射器5的处理。ECM 10基于这样设定的喷射量而执行燃料喷射。在步骤S4的处理之后,ECM 10使流程结束。

[0043] 另一方面,在步骤S3中判定为内燃机未处于低负荷状态的情况下,ECM 10在步骤S5中进行下面的处理。

[0044] 即,ECM 10将MPI喷射量设定为对根据目标空燃比和吸入空气量而计算的目标燃料喷射量乘以分担率得到的值。分担率是对MPI喷射量相对于用于实现目标空燃比的要求燃料喷射量的比率进行规定的值,是预先规定的值。ECM 10将从目标燃料喷射量减去MPI喷射量得到的量设定为通过直喷喷射器5实现的DGI喷射量。在步骤S5的处理之后,ECM 10使流程结束。

[0045] 下面,参照图3A-图3F对燃料喷射控制流程的执行结果进行说明。

[0046] 如图3C所示,如果车辆的驾驶员从踏入加速器踏板的状态起使脚离开,则加速器踏板的踏入量急剧降低。在附图中的三角符号所示的位置处,加速器踏板的踏入量变为零。

[0047] 如图3A所示,发动机转速在加速器踏板的踏入量开始向零减小的同时开始降低,但其减小的过程缓慢。如图3B所示,发动机输出扭矩追随加速器踏板的踏入量而变化。

[0048] 另一方面,在燃料喷射控制流程中,直至加速器踏板的踏入量低于规定量为止,步骤S3的判定为否定。其结果,为了实现目标空燃比,ECM 10在步骤S5中基于规定的分担率而执行通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射和通过直喷喷射器5实现的GDI喷射。图3E的GDI脉冲宽度与直喷喷射器5的GDI喷射量相当。图3F中的MPI脉冲宽度与端口喷射喷射器4的MPI喷射量相当。

[0049] 如果在附图中的三角符号所示的位置处加速器踏板的踏入量低于规定量,则步骤S3的判定从否定向肯定变化。其结果,在步骤S4中将通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射的喷射量设定为零,另一方面,将用于实现目标空燃比的要求燃料喷射量的全部量,设定为通过直喷喷射器5实现的GDI喷射量。

[0050] 如图3F所示,MPI脉冲宽度在步骤S3的判定转变为肯定的同时变为零。另外,如图

3F所示,显示出GDI喷射量在步骤S3的判定转变为肯定之前与加速器踏板的踏入量的减小相应地减小。另一方面,在步骤S3的判定转变为肯定的同时,通过取代至此为止的通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射量而显示为暂时增大,然后加速器踏板的踏入量变为零,因此趋向怠速运转时的目标燃料喷射量而减小。

[0051] 高压燃料泵8的运转随着发动机负荷的减小而停止。因此,每当进行通过直喷喷射器5实现的GDI喷射时,如图3D所示,GDI燃料管3内的燃料压力降低。其结果,在接下来踏入加速器踏板的阶段,直喷喷射器5基于低的燃料压力而执行燃料喷射。在GDI燃料管3内的燃料压力高的状态下,如果直喷喷射器5执行燃料喷射,则直喷喷射器5的实际的燃料喷射量容易产生波动。然而,如果在GDI燃料管3内的燃料压力这样下降的状态下直喷喷射器5执行燃料喷射,则ECM10能够以高精度执行燃料喷射控制。

[0052] 此外,在步骤S4中将通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射的喷射量设定为零之后,还优选在恒定期间内将通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射的喷射量维持为零。由此,能够防止MPI喷射的执行和停止频繁的循环,使燃料喷射控制稳定。另外,在因GDI喷射的持续而使得GDI管3的燃料压力过度降低的情况下,能够重新开始MPI喷射来提供要求燃料喷射量。

[0053] 下面,参照图4对本发明的第2实施方式所涉及的燃料喷射控制流程进行说明。

[0054] 该流程是在图2的燃料喷射控制流程的基础上附加了判定通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射是否存在异常的异常判定程序的流程。

[0055] 异常判定程序以如下方式构成。即,ECM 10基于来自空燃比传感器16的输入信号而获取步骤S3的判定从否定转变为肯定的前后的空燃比。而且,如果步骤S3的判定从否定转变为肯定的前后的空燃比的差异大于或等于规定值,则判定为通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射存在异常。

[0056] 因此,在该燃料喷射控制流程中,在图2中的燃料喷射控制程序的步骤S1和S2之间插入步骤S11,在步骤S5之后插入步骤S12-S14。

[0057] 在内燃机变为低负荷之前步骤S3的判定为否定,因此ECM 10在步骤S5中基于规定的分担率而执行MPI喷射和GDI喷射。在基于该设定的喷射之后,ECM 10在步骤S12中根据空燃比传感器16的输出信号而获取实际空燃比A/F。

[0058] 在接下来的步骤S13中,ECM 10将预先规定的目标空燃比和实际空燃比A/F的偏差的绝对值与规定值进行比较。通常在双重喷射方式的内燃机中,通过GDI喷射而进行主喷射,针对高输出要求时的不足的部分通过MPI喷射而进行。即,MPI喷射与GDI喷射相比执行频率更低,因此容易引起孔眼堵塞。步骤S13的判定意味着判定MPI喷射是否正常进行。

[0059] 在步骤S13中偏差的绝对值小于或等于规定值的情况下,ECM 10判定为MPI喷射被正常进行,使流程结束。

[0060] 另一方面,在步骤S13中偏差的绝对值超过规定值的情况下,ECM10判定为MPI喷射未被正常进行,在步骤S14中将MPI异常标志设定为1之后,使流程结束。此外,将MPI异常标志的初始值设为零。

[0061] 在下一次的流程执行中,判定步骤S11中MPI异常标志是否为1。而且,如果MPI异常标志不是1,则进行步骤S2及其后的处理。在MPI异常标志为1的情况下,在步骤S4中将MPI喷射量设定为零,将GDI喷射量设定为与目标燃料喷射量相等。这是因为,在认定为通过端口

喷射喷射器4实现的MPI喷射出现异常的情况下,无论内燃机的负荷如何都需要仅通过GDI喷射而进行燃料喷射。

[0062] 根据该燃料喷射控制流程,在图2的燃料喷射控制流程所带来的效果的基础上,还能够判定通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射是否被正常进行。另外,在MPI喷射产生异常的情况下,使端口喷射喷射器4的MPI喷射停止,通过GDI喷射而供给内燃机的要求燃料喷射量的全部量。因此,即使在通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射产生异常的情况下,也能够最大限度地灵活运用通过直喷喷射器5实现的GDI喷射,能够将向内燃机的燃料供给量的不足抑制为最小限度。

[0063] 另外,在该燃料喷射控制流程中,根据空燃比A/F的差异而判定MPI喷射的异常的有无。MPI喷射的异常立即给空燃比A/F带来变化,因此通过该判定方法能够迅速地检测出MPI喷射的异常的产生。

[0064] 下面,参照图5和图6A-图6F对本发明的第3实施方式所涉及的燃料喷射控制流程进行说明。

[0065] 在第1及第2实施方式所涉及的燃料喷射控制流程中,使用了加速器踏板的踏入量作为表示内燃机的发动机负荷的参数,基于加速器踏板的踏入量进行燃料喷射方式的切换。另一方面,如前所述,作为内燃机的发动机负荷,还能够使用燃料喷射量。本实施方式表示其一个例子。

[0066] 在发动机负荷高的状态下,ECM 10通过进行GDI喷射和MPI喷射而确保要求燃料喷射量。如果发动机负荷从高负荷状态起降低,则ECM 10首先使MPI喷射量降低。

[0067] 通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射量存在可控制的最小喷射量MPIQ_{min}。因此,ECM 10在MPI喷射量达到最小喷射量MPIQ_{min}之后,在将MPI喷射量保持为最小喷射量MPIQ_{min}的状态下,与发动机负荷的下降相应地使GDI喷射量降低。

[0068] 并且,如果基于发动机负荷的要求燃料喷射量低于通过直喷喷射器5实现的GDI喷射的最大喷射量GDIQ_{max},则ECM 10使通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射停止,此后利用通过直喷喷射器5实现的GDI喷射来提供要求燃料喷射量的全部量。

[0069] 对为了实现以上控制而由ECM 10执行的燃料喷射控制流程进行说明。

[0070] 与第1及第2实施方式相同地,ECM 10判定在步骤S1中燃料切断条件是否成立。在燃料切断条件成立的情况下使流程结束。在燃料切断条件不成立的情况下,ECM 10在步骤S21中根据怠速开关17的输入信号而判定怠速开关17是否为ON。

[0071] 在怠速开关17并非为ON的情况下,在步骤S28中,与第1实施方式的步骤S5相同地,ECM 10在基于规定的分担率而执行MPI喷射和GDI喷射之后使流程结束。在怠速开关17为ON的情况下,ECM 10在步骤S22中根据加速器踏板的踏入量而对要求燃料喷射量进行计算。

[0072] 在步骤S23中,ECM 10判定要求燃料喷射量是否比直喷喷射器5能喷射的最大喷射量GDIQ_{max}和端口喷射喷射器4能喷射的最小喷射量MPIQ_{min}之和大。

[0073] 在判定为肯定的情况下,ECM 10在步骤S24中将直喷喷射器5的GDI喷射量设定为与最大喷射量GDIQ_{max}相等。将从要求燃料喷射量减去直喷喷射器5的最大喷射量GDIQ_{max}得到的值设定为通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射量。在步骤S24的处理之后,ECM 10使流程结束。

[0074] 在步骤S23的判定为否定的情况下,ECM 10在步骤S25中判定要求燃料喷射量是否

比直喷喷射器5能喷射的最大喷射量 $GDIQ_{max}$ 大。

[0075] 在步骤S25的判定为肯定的情况下,ECM 10在步骤S26中将通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射量设定为最小喷射量 $MPIQ_{min}$ 。将从要求燃料喷射量减去最小喷射量 $MPIQ_{min}$ 得到的值设定为直喷喷射器5的GDI喷射量。在步骤S26的处理之后,ECM 10使流程结束。

[0076] 另一方面,在步骤S25的判定为否定的情况下,ECM 10在步骤S27中使通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射停止。而且,为了由通过直喷喷射器5实现的GDI喷射量来提供要求燃料喷射量的全部量,将GDI喷射量设定为与要求燃料喷射量相等。在步骤S27的处理之后,ECM 10使流程结束。

[0077] 参照图6A-图6F,对该燃料喷射控制流程的执行结果进行说明。该时序图表示如下情况,即,在内燃机以高负荷运转的过程中,将加速器踏板释放,怠速开关17如图6C所示变为ON。

[0078] 如果在时刻 t_1 将怠速开关17从OFF切换为ON,则ECM 10在步骤S22中基于加速器踏板的踏入量而对要求燃料喷射量进行计算。在时刻 t_1 至 t_2 的期间内,在步骤S23中,要求燃料喷射量比GDI喷射的最大喷射量 $GDIQ_{max}$ 和MPI喷射的最小喷射量 MPI_{min} 之和。因此,ECM 10在步骤S24中将GDI喷射量如图6E所示保持为最大喷射量 $GDIQ_{max}$,另一方面,使MPI喷射量如图6F所示而减小,由此实现要求燃料喷射量。

[0079] 在时刻 t_2 及其后,步骤S23的判定变为否定。在该阶段,要求燃料喷射量比GDI喷射的最大喷射量 $GDIQ_{max}$ 大,因此步骤S25的判定变为肯定。其结果,ECM 10在步骤S26中将MPI喷射量保持为最小喷射量 MPI_{min} ,且将GDI喷射量设定为从要求燃料喷射量减去MPI喷射的最小喷射量 MPI_{min} 得到的值。其结果,在时刻 t_2 及其后,如图6F所示,将MPI喷射量保持为最小喷射量 MPI_{min} ,另一方面,如图6E所示,GDI喷射量与要求燃料喷射量的减小相应地减小。

[0080] 如果到达时刻 t_3 ,则要求燃料喷射量变为小于或等于GDI喷射的最大喷射量 $GDIQ_{max}$ 。其结果,步骤S25的判定转变为否定。ECM 10在步骤S27中将MPI喷射量设定为零,全部通过直喷喷射器5的GDI喷射来提供要求燃料喷射量。通过该处理,在时刻 t_3 及其后,如图6F所示,端口喷射喷射器4使燃料喷射停止,如图6E所示,仅执行通过直喷喷射器5实现的GDI喷射。其结果,如图6D所示,GDI燃料管3内的压力顺利地降低。

[0081] 在时刻 t_3 ,通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射停止,因此GDI喷射量暂时增加。然而,此后GDI喷射量也随着要求燃料喷射量的减小而降低。

[0082] 图6D-图6F中的虚线表示如下情况,即,在要求燃料喷射量低于GDI喷射的最大喷射量 $GDIQ_{max}$ 的情况下,也以最小喷射量 MPI_{min} 而持续执行MPI喷射。在该情况下,在内燃机处于低负荷状态之后,在较长的期间内进行通过端口喷射喷射器4实现的MPI喷射。其结果,将通过直喷喷射器5实现的GDI喷射量抑制得较小,其结果,如图6D所示,由于GDI喷射导致的GDI燃料管3的燃料压力的降低也减慢。换言之,通过执行本实施方式所涉及的燃料喷射控制流程,能够尽早使GDI燃料管3的燃料压力降低。

[0083] 在该燃料喷射控制流程中,图5中的步骤S1相当于判定内燃机是否需要燃料喷射的步骤。步骤S25相当于判定内燃机是否在低负荷状态下运转的步骤。另外,步骤S27相当于如下步骤,即,在内燃机处于低负荷状态且内燃机需要燃料喷射的情况下,使通过端口喷射喷射器4实现的燃料喷射停止,并且将内燃机的要求燃料喷射量的全部量喷射至直喷喷射

器5。

[0084] 在以上各实施方式的任意实施方式中,均判定内燃机是否在低负荷状态下运转,判定内燃机是否需要燃料喷射,在内燃机处于低负荷状态且内燃机需要燃料喷射的情况下,使通过端口喷射喷射器4实现的燃料喷射停止,并且将内燃机的要求燃料喷射量的全部量喷射至直喷喷射器5。

[0085] 因此,能够在未达到燃料切断条件的内燃机的低负荷状态下尽早使GDI燃料管3内的燃料压力降低。其结果,例如在直喷喷射器5停止燃料喷射之后,能够将重新开始燃料喷射时的燃料压力抑制得较低,能够抑制GDI喷射的燃料喷射量的波动。

[0086] 如上,通过几个特定的实施方式对本发明进行了说明,但本发明并不限于上述各实施方式。对于本领域技术人员而言,能够在请求的技术范围内对这些实施方式施加各种各样的修改或变更。

[0087] 工业实用性

[0088] 根据本发明,在具备端口喷射喷射器和直喷喷射器的双重喷射内燃机的低负荷状态下,能够有效地使直喷喷射器的燃料压力降低,能够提高燃料喷射控制的精度。因此,通过应用于车辆用的高输出双重喷射内燃机,能够获得特别优选的效果。

[0089] 本发明的实施例所具备的排他的性质或优点在权利要求书中有所体现。

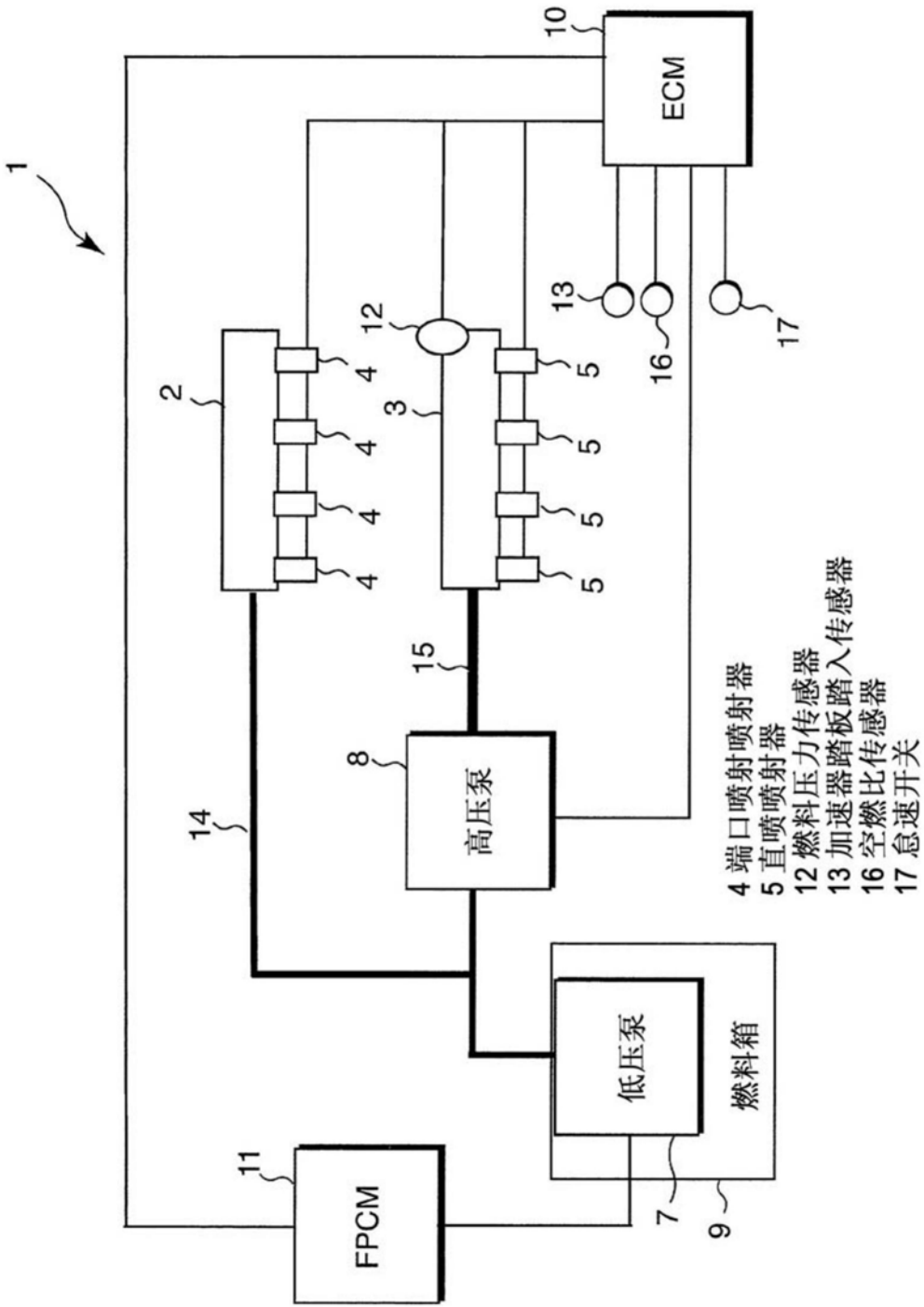


图1

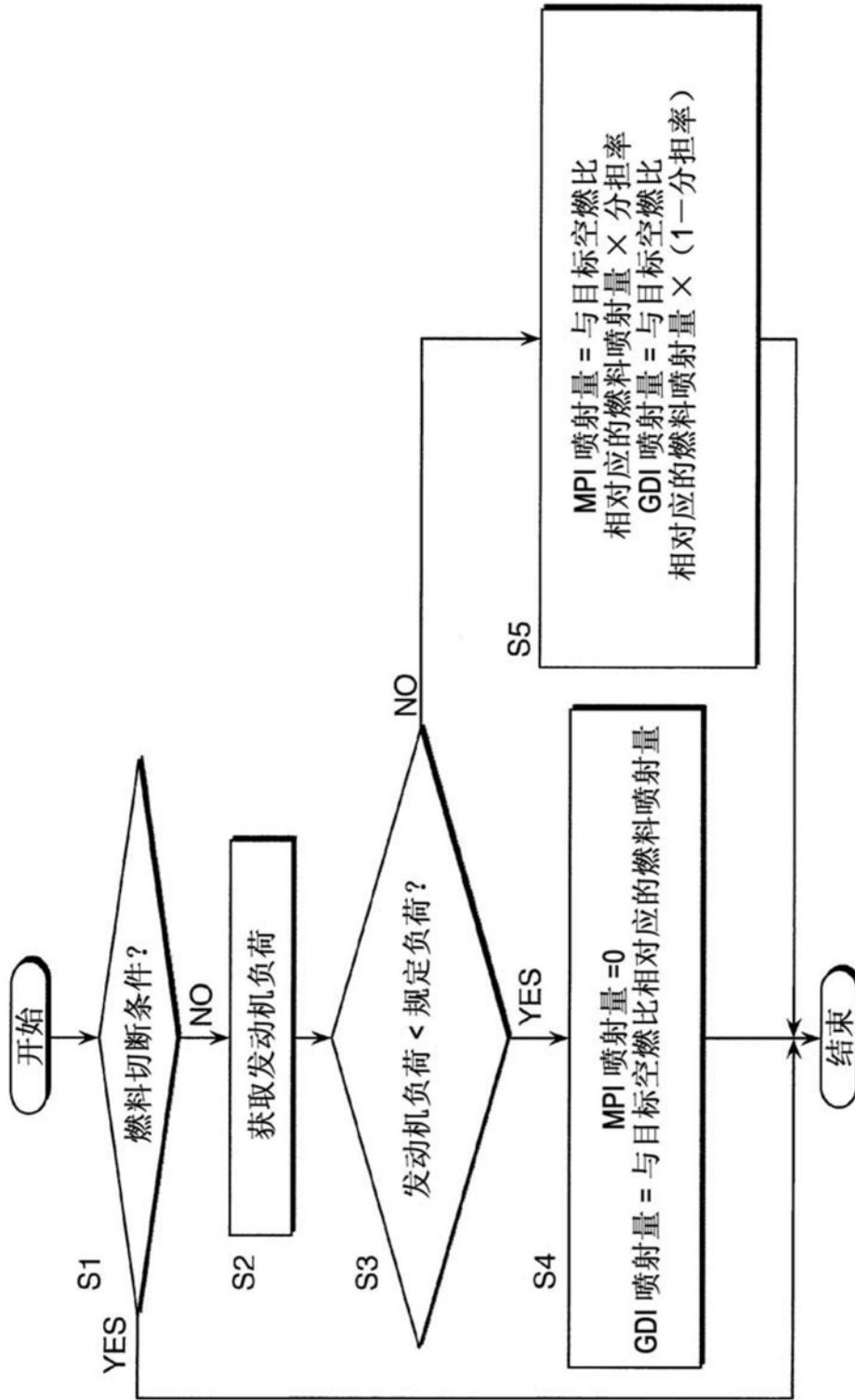
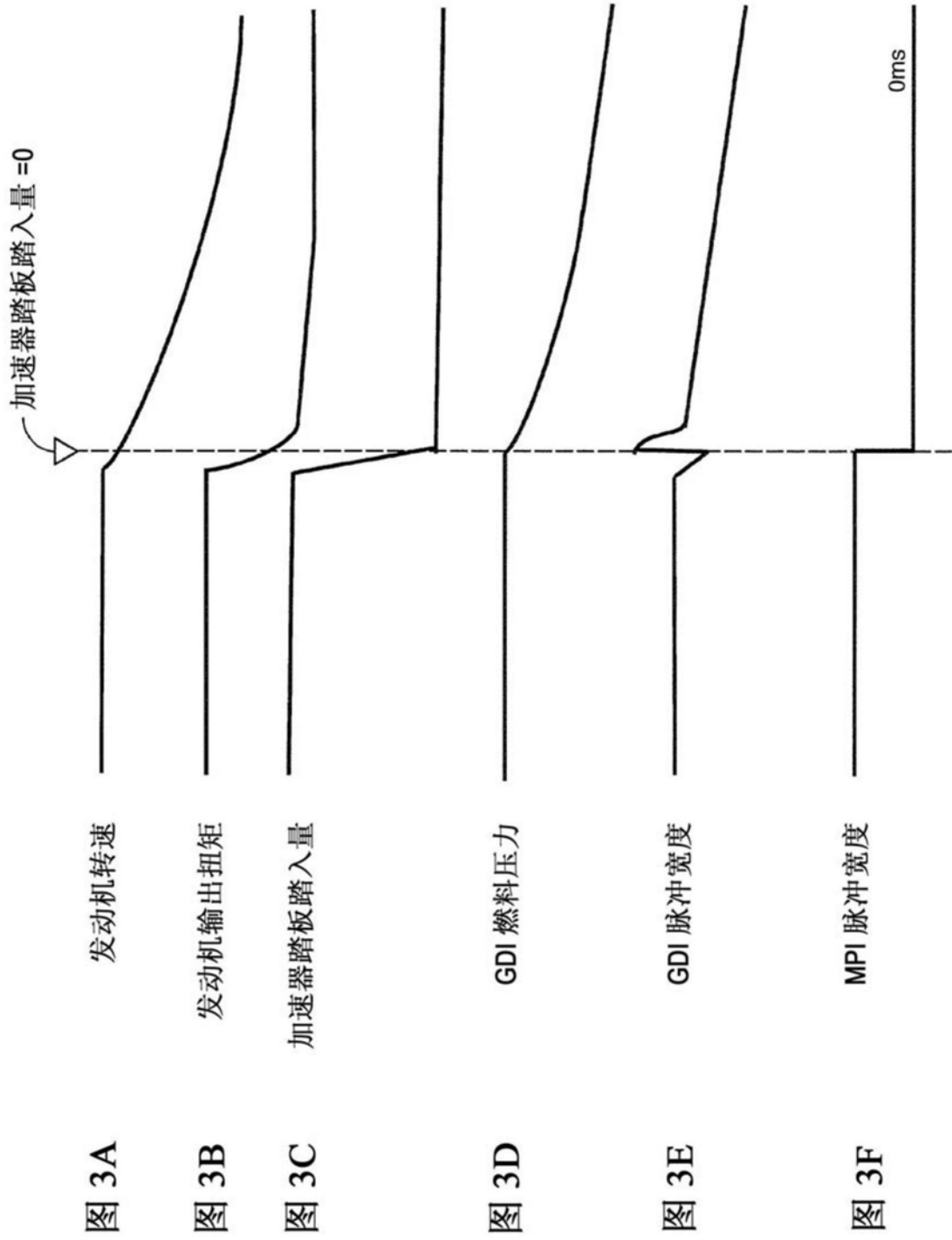


图2



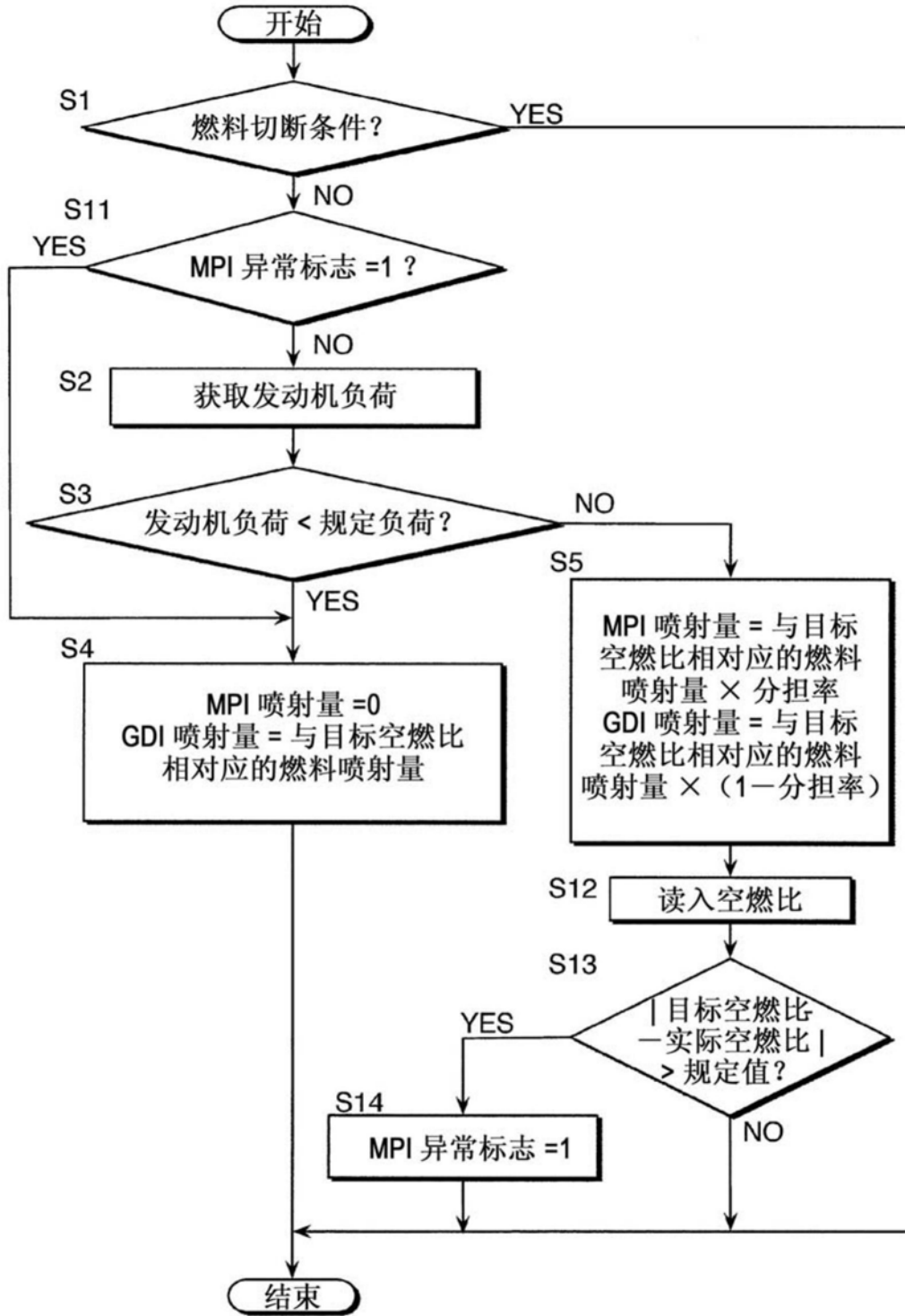


图4

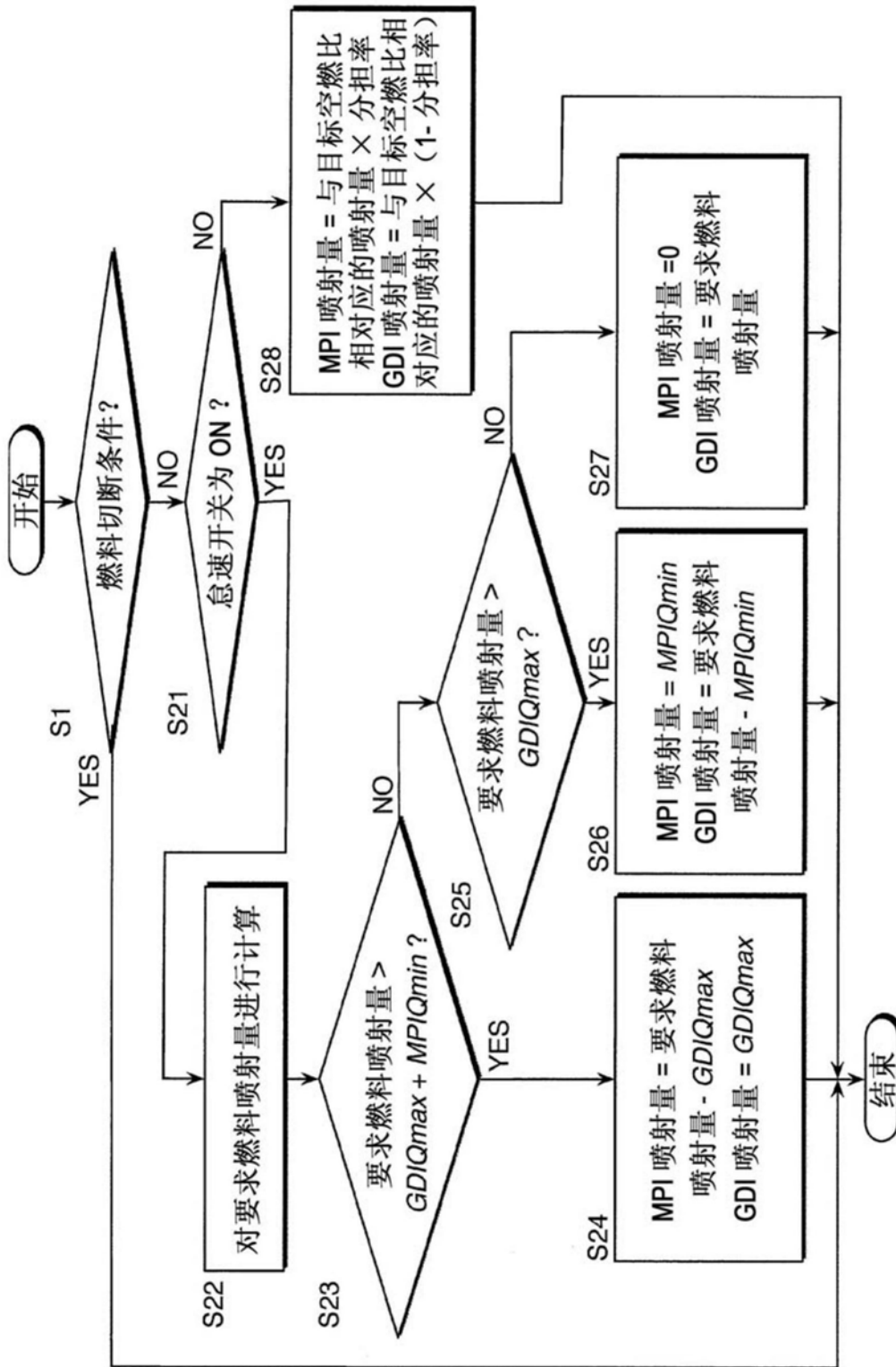


图5

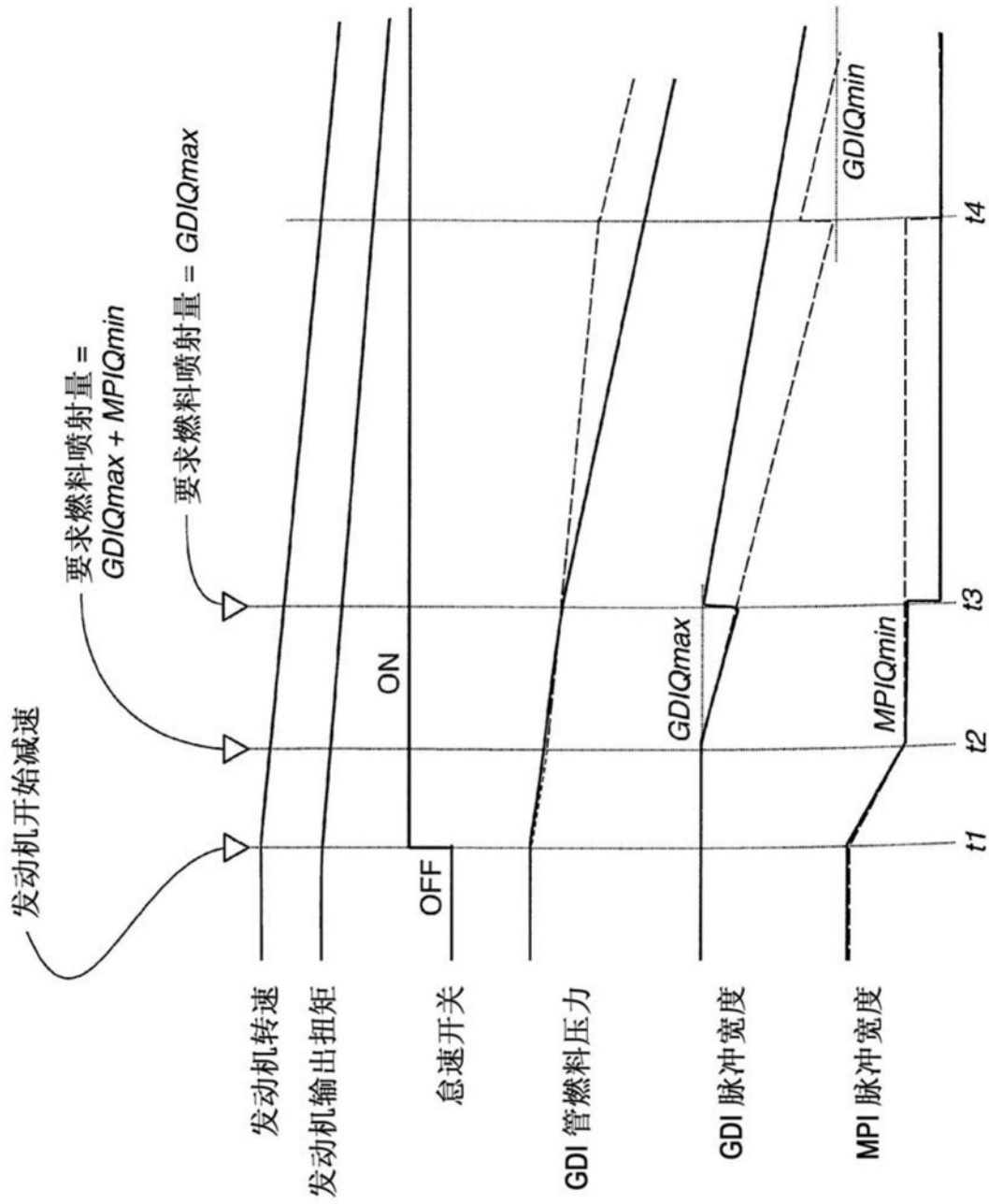


图 6A

图 6B

图 6C

图 6D

图 6E

图 6F