



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105940209 B

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201580005104.4

(22)申请日 2015.01.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105940209 A

(43)申请公布日 2016.09.14

(30)优先权数据
2014-009026 2014.01.21 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.07.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2015/000042 2015.01.19

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/110894 EN 2015.07.30

(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 小野智幸

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 王其文

(51)Int.Cl.
F02D 41/22(2006.01)
F02B 23/06(2006.01)
F02D 35/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 101655044 A,2010.02.24,全文.
CN 103459827 A,2013.12.18,全文.
CN 102705089 A,2012.10.03,全文.
JP 特开2013-194661 A,2013.09.30,全文.
US 2009/0292447 A1,2009.11.26,全文.

审查员 边绍平

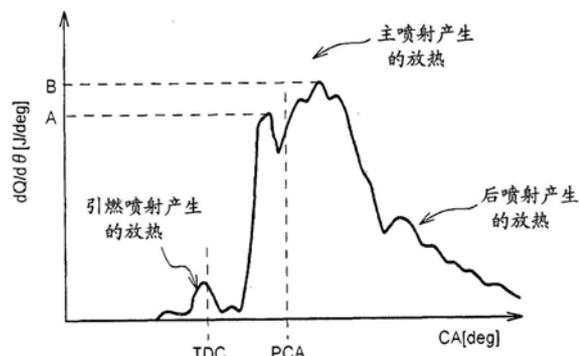
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

用于压燃式内燃机的控制装置

(57)摘要

一种用于压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括:喷嘴,所述喷嘴包括多个喷射孔,所述多个喷射孔沿着圆周方向间隔地布置,并且将燃料直接喷射到燃烧室;和活塞,所述活塞包括腔,所述腔具有内周侧表面,喷嘴与所述内周侧表面相距的距离沿着圆周方向变化;在所述多个喷射孔中,第一喷射孔用于将燃料喷射到内周侧表面的与喷嘴相距的距离最大的一部分,在所述多个喷射孔中,第二喷射孔用于将燃料喷射到内周侧表面的与喷嘴相距的距离最小的一部分;检测单元,所述检测单元检测燃烧室中的放热率;和控制单元,所述控制单元判定第一喷射孔和第二喷射孔中的哪一个出现异常。



1. 一种用于压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括:

喷嘴,多个喷射孔沿着所述喷嘴的圆周方向间隔开地布置在所述喷嘴中,所述多个喷射孔包括第一喷射孔和第二喷射孔,所述喷嘴构造成将燃料直接喷射到燃烧室;和

活塞,所述活塞设置有腔,所述腔构造成使得i)从所述第一喷射孔至所述腔的内周表面的距离大于从任何其它喷射孔至所述腔的所述内周表面的距离以及ii)从所述第二喷射孔至所述腔的所述内周表面的距离小于从任何其它喷射孔至所述腔的所述内周表面的距离,其特征在于,所述控制装置包括:

电子控制单元,所述电子控制单元构造成:

a) 检测所述燃烧室中的放热率;和

b) 基于放热率的第一半判定值和放热率的第二半判定值之间的一个相对于另一个的大小来判定所述第一喷射孔和所述第二喷射孔中的哪一个出现异常,所述第一半判定值是在主喷射中从所述第二喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后并且在从所述第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之前的所述放热率的最大值,所述第二半判定值是在从所述第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后的所述放热率的最大值;

其中,所述电子控制单元构造成在所述第一半判定值相对于所述第二半判定值的大小大于第一预定值时判定所述第一喷射孔异常,并且所述电子控制单元构造成在所述第一半判定值相对于所述第二半判定值的大小小于第二预定值时判定所述第二喷射孔异常,所述第二预定值小于所述第一预定值;或者

其中,所述电子控制单元构造成在所述第二半判定值相对于所述第一半判定值的大小大于第一预定值时判定所述第二喷射孔异常,并且所述电子控制单元构造成在所述第二半判定值相对于所述第一半判定值的大小小于第二预定值时判定所述第一喷射孔异常,所述第二预定值小于所述第一预定值。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,所述电子控制单元构造成在所述电子控制单元判定所述第一喷射孔异常时实施抑制烟雾产生的处理。

3. 根据权利要求1或2所述的控制装置,其特征在于,所述电子控制单元构造成在所述电子控制单元判定所述第二喷射孔异常时实施提高燃料的可燃性的处理。

4. 一种用于压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括:

喷嘴,多个喷射孔沿着所述喷嘴的圆周方向间隔开地布置在所述喷嘴中,所述多个喷射孔包括第一喷射孔和第二喷射孔,所述喷嘴构造成将燃料直接喷射到燃烧室;和

活塞,所述活塞设置有腔,所述腔构造成使得i)从所述第一喷射孔至所述腔的内周表面的距离大于从任何其它喷射孔至所述腔的所述内周表面的距离以及ii)从所述第二喷射孔至所述腔的所述内周表面的距离小于从任何其它喷射孔至所述腔的所述内周表面的距离,其特征在于,所述控制装置包括:

电子控制单元,所述电子控制单元构造成:

a) 检测所述燃烧室中的放热率;和

b) 基于放热率的第一半判定值和放热率的第二半判定值之间的一个相对于另一个的大小来判定所述第一喷射孔和所述第二喷射孔中的哪一个出现异常,所述第一半判定值是在主喷射中从所述第二喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后并且在从所述第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之前,当所述放热率的减小率最大时的所述放热率的值,所述第二半判

定值是在从所述第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后的所述放热率的最大值；

其中，所述电子控制单元构造成在所述第一半判定值相对于所述第二半判定值的大小大于第一预定值时判定所述第一喷射孔异常，并且所述电子控制单元构造成在所述第一半判定值相对于所述第二半判定值的大小小于第二预定值时判定所述第二喷射孔异常，所述第二预定值小于所述第一预定值；或者

其中，所述电子控制单元构造成在所述第二半判定值相对于所述第一半判定值的大小大于第一预定值时判定所述第二喷射孔异常，并且所述电子控制单元构造成在所述第二半判定值相对于所述第一半判定值的大小小于第二预定值时判定所述第一喷射孔异常，所述第二预定值小于所述第一预定值。

5. 根据权利要求4所述的控制装置，其特征在于，所述电子控制单元构造成在所述电子控制单元判定所述第一喷射孔异常时实施抑制烟雾产生的处理。

6. 根据权利要求4或5所述的控制装置，其特征在于，所述电子控制单元构造成在所述电子控制单元判定所述第二喷射孔异常时实施提高燃料的可燃性的处理。

用于压燃式内燃机的控制装置

[0001] 发明背景

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于压燃式内燃机的控制装置。

背景技术

[0003] 已知一种活塞,在所述活塞中形成了具有内周侧表面的腔,从喷嘴至所述内周侧表面的距离根据沿着圆周方向的位置而发生变化。例如,在日本专利申请公报No.2011-185242(JP 2011-185242A)中公开的活塞中,腔的内周侧表面具有这样的形状,在所述形状中,凹陷部分和突出部分沿着圆周方向交替布置。用于将燃料喷射到凹陷部分和突出部分的多个喷射孔形成在喷嘴中。与喷嘴相距的距离在突出部分中较小而在凹陷部分中较大。因此,当从喷嘴的喷射孔喷射燃料时,喷射到突出部分的燃料首先与突出部分碰撞,而喷射到凹陷部分中的燃料随后与凹陷部分碰撞。

发明内容

[0004] 当在内燃机的喷嘴的喷射孔中出现异常时,还没有判定用于将燃料喷射到内周侧表面的靠近喷嘴的部分的喷射孔和用于将燃料喷射到内周侧表面的远离喷嘴的部分的喷射孔中的哪一个喷射孔出现异常的方法。

[0005] 本发明提供了一种用于压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括活塞,所述活塞设置有腔,所述腔具有内周侧表面,喷嘴与所述内周侧表面相距的距离根据沿着圆周方向的位置而变化,并且所述控制装置判定形成在喷嘴中的多个喷射孔中的哪一个喷射孔出现异常。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括:喷嘴,多个喷射孔沿着喷嘴的圆周方向间隔地布置在所述喷嘴中,所述多个喷射孔包括第一喷射孔和第二喷射孔,所述喷嘴构造成将燃料直接喷射到燃烧室;和活塞,所述活塞设置有腔,所述腔构造成使得i)从第一喷射孔至腔的内周表面的距离大于从任何其它喷射孔至腔的内周表面的距离以及ii)从第二喷射孔至腔的内周表面的距离小于从任何其它喷射孔至腔的内周表面的距离,所述控制装置包括电子控制单元,所述电子控制单元构造成:检测燃烧室中的放热率;和基于放热率的第一半判定值和放热率的第二半判定值之间的一个相对于另一个的大小来判定第一喷射孔和第二喷射孔中的哪一个出现异常,所述第一半判定值是在主喷射中从第二喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后并且在从第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之前的放热率的最大值,所述第二半判定值是在从第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后的放热率的最大值。

[0007] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括:喷嘴,多个喷射孔沿着喷嘴的圆周方向间隔地布置在所述喷嘴中,所述多个喷射孔包括第一喷射孔和第二喷射孔,所述喷嘴构造成将燃料直接喷射到燃烧室;和活塞,

所述活塞设置有腔,所述腔构造使得i)从第一喷射孔至腔的内周表面的距离大于从任何其它喷射孔至腔的内周表面的距离以及ii)从第二喷射孔至腔的内周表面的距离小于从任何其它喷射孔至腔的内周表面的距离,所述控制装置包括电子控制单元,所述电子控制单元构造:检测燃烧室中的放热率;和基于放热率的第一半判定值和放热率的第二半判定值之间的一个相对于另一个的大小判定第一喷射孔和第二喷射孔中的哪一个出现异常,所述第一半判定值是在主喷射中从第二喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后并且在从第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之前,当放热率的减小率最大时的放热率的值,所述第二半判定值是在从第一喷射孔喷射的燃料喷雾被点火之后的放热率的最大值。

[0008] 所述电子控制单元可以构造成在第一半判定值相对于第二半判定值的大小大于第一预定值时判定第一喷射孔异常,并且,所述电子控制单元可以构造成在第一半判定值相对于第二半判定值的大小小于第二预定值时判定第二喷射孔异常,所述第二预定值小于第一预定值。

[0009] 所述电子控制单元可以构造成在第二半判定值相对于第一半判定值的大小大于第一预定值时判定第二喷射孔异常,并且,所述电子控制单元可以构造成在第二半判定值相对于第一半判定值的大小小于第二预定值时判定第一喷射孔异常,所述第二预定值小于第一预定值。

[0010] 所述电子控制单元可以构造成在判定第一喷射孔异常时实施抑制烟雾产生的处理。

[0011] 所述电子控制单元可以构造成在判定第二喷射孔异常时实施提高燃料的可燃性的处理。

[0012] 能够提供一种用于这样的压燃式内燃机的控制装置,所述压燃式内燃机包括活塞,所述活塞设置有腔,所述腔具有内周侧表面,喷嘴与所述内周侧表面相距的距离根据沿着圆周方向的位置而变化,并且所述控制装置判定形成在喷嘴中的多个喷射孔中的哪一个出现异常。

附图说明

[0013] 将参照附图描述本发明的示例性实施例的特征、优势和技术以及工业意义,在所述附图中,相同的附图标记表示相同的元件,并且其中:

[0014] 图1是图解了压燃式内燃机的简图;

[0015] 图2A是活塞的俯视图,图2B是沿着图2A的线A-A获得的剖视图,并且图2C是沿着图2A的B-B线获得的剖视图;

[0016] 图3是图解了当从底侧观察时喷嘴的末端的简图;

[0017] 图4A和图4B是图解了放热率的曲线图;和

[0018] 图5是图解了由ECU实施的异常判定控制的一个示例的流程图。

具体实施方式

[0019] 在下文中,将参照附图描述本发明的实施例。

[0020] 图1是示出了压燃式内燃机的简图。压燃式内燃机例如是柴油机。在燃烧室E中产生了湍流。气缸81形成在气缸体80中。活塞1被接收在气缸81中。气缸盖90固定到气缸体80

的顶部。

[0021] 气缸盖90、气缸体80和活塞1形成燃烧室E。气缸盖90的底壁的形成燃烧室E的部分91具有房脊形状(pent roof shape),但是本发明并不局限于这种形状。

[0022] 气缸盖90设置有未示出的两个进气口和两个排气口。分别由进气阀和排气阀打开和关闭所述进气口和排气口。

[0023] 气缸盖90设置有喷射燃料的喷嘴N。喷嘴N将燃料直接喷射到燃烧室E中。喷嘴N布置在气缸体80的中央轴线CP上。喷嘴N经由管连接到共轨R。由高压泵P加压的燃料被供应到共轨R,并且燃料在高压条件下存储。通过使用阀体打开形成在喷嘴N的末端处的喷射孔,从这些喷射孔喷射燃料。检测共轨30中的燃料压力的燃料压力传感器RS附接到共轨30。

[0024] 电子控制单元(ECU)20控制整个发动机。ECU 20是计算机,所述计算机包括未示出的只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)和中央处理单元(CPU)。ECU 20基于来自燃料压力传感器RS的输出值来控制高压泵P,以便控制共轨R中的燃料压力。

[0025] 检测燃烧室E中的压力的压力传感器PS附接到气缸盖90。ECU20基于来自压力传感器PS的输出值来计算燃烧室E中的放热率。例如,使用以下方法计算放热率。能够用表达式(1)表示在特定曲柄角 θ 的条件下的放热率 $dQ/d\theta$ 。即,能够基于缸内压力P和缸内体积V之间的关系来计算在特定曲柄角 θ 的条件下的放热率 $dQ/d\theta$ 。

[0026]
$$dQ/d\theta = \{\kappa/(\kappa-1)\} \times P(dV/d\theta) + \{1/(\kappa-1)\} \times V(dP/d\theta) \dots (1)$$

[0027] 在表达式(1)中, κ 是比热比并且例如为约1.4。能够通过用等压比热 C_p 除以等容比热 C_v 来获得比热比 κ 。在表达式(1)中,P是缸内压力,V是缸内体积,并且 θ 是曲柄角。压力传感器PS是检测燃烧室E中的放热率的检测单元的一个示例。ECU 20是根据燃烧室E中的放热率实施下文中描述的异常判定控制的控制单元的一个示例。

[0028] 图2A是活塞1的俯视图。图2B是沿着图2A的线A-A获得的剖视图。图2C是沿着图2A的线B-B获得的剖视图。图3是图解了当从底侧观察时喷嘴N的末端的简图。腔C形成在活塞1的顶部上,燃料被喷射到腔C中。湍流沿着顺时针方向SW流动。

[0029] 腔C以凹陷状形成在活塞1的顶部表面8上,并且在从顶侧观察时具有大体椭圆形的形状。腔C包括:隆起表面3,所述隆起表面3位于腔C的中心处,向上隆起并且是平坦的;倾斜底部表面4,所述倾斜底部表面4形成在隆起表面3周围;弯曲表面5,所述弯曲表面5从倾斜底部表面4向上弯曲;和内周侧表面6,所述内周侧表面6从弯曲表面5向上延伸。倾斜底部表面4从隆起表面3在径向方向上沿着外侧向下倾斜并延伸,并且在剖视图中以直线状延伸。弯曲表面5从倾斜底部表面4向内弯曲,并且形成在倾斜底部表面4周围。内周侧表面6形成在弯曲表面5周围。沿着喷嘴N的径向方向从喷嘴N至内周侧表面6的距离沿着圆周方向变化。将在下文描述其细节。

[0030] 倾斜顶部表面7形成在内周侧表面6的沿着径向方向的外侧周围,所述倾斜顶部表面7沿着径向方向向外倾斜,并且向上延伸。平坦的顶部表面8形成在倾斜顶部表面7的沿着径向方向的外侧周围。在图2A中,由虚线表示倾斜底部表面4和弯曲表面5之间的边界。如图2B、2C所示的那样,当活塞1位于上止点处时,喷嘴N的末端面向隆起表面3。

[0031] 如图2A所示,当从顶侧观察时,腔C具有大体椭圆形的形状。内周侧表面6包括区域61至68,所述区域61至68沿着顺时针方向等距地布置在中央轴线CP周围。区域61、65彼此面对,其中,中央轴线CP插置在区域61、65之间,并且区域62、66、区域63、67和区域64、68类似

地彼此面对,其中,中央轴线CP分别插置在区域62、66、区域63、67和区域64、68之间。区域61、65之间沿着垂直于中央轴线CP的水平方向的距离大于区域62、66之间的距离、区域63、67之间的距离和区域64、68之间的距离。区域63、67之间沿着水平方向的距离小于区域61、65之间的距离、区域62、66之间的距离和区域64、68之间的距离。区域61、65之间的距离对应于椭圆的长直径,并且区域63、67之间的距离对应于椭圆的短直径。即,区域61、65对应于内周侧表面6的与喷嘴N相距的距离最大的部分。区域63、67对应于内周侧表面6的与喷嘴N相距的距离最小的部分。区域62、66之间的距离和区域64、68之间的距离彼此相等。当从顶侧观察时,内周侧表面6的形状相对于中央轴线CP点对称。在区域61至68中,区域61、65距离喷嘴N最远,而区域63、67最靠近喷嘴N。

[0032] 如图3所示,在喷嘴N的末端上形成多个喷射孔71至78,所述多个喷射孔71至78沿着圆周方向间隔开。喷嘴N的末端呈锥形,并且多个喷射孔71至78形成在锥形的外周表面上。当活塞1位于上止点处时,喷嘴N的喷射孔71至78分别面对内周侧表面6的区域61至68。喷射孔71、75是多个喷射孔71至78中的第一喷射孔的一个示例,所述第一喷射孔将燃料喷射到内周侧表面6的与喷嘴N相距的距离最大的部分。喷射孔73、77是多个喷射孔71至78中的第二喷射孔的一个示例,所述第二喷射孔将燃料喷射到内周侧表面6的与喷嘴N相距的距离最小的部分。当从所有喷射孔71至78喷射燃料时,从喷射孔73、77喷射的燃料喷雾最早与内周侧表面6碰撞,并且从喷射孔71、75喷射的燃料喷雾最后与内周侧表面6碰撞。

[0033] 在图2A至2C中,示出了从喷嘴N的喷射孔71至73喷射的燃料喷雾F1至F3。在图2A至图2C中,没有示出从喷射孔74至78喷射的燃料喷雾。

[0034] 下面将描述燃料的燃烧。当从喷嘴N喷射燃料时,基本同时从所有喷射孔71至78喷射燃料。首先,燃料喷雾首先与区域63、67碰撞。然后,燃料喷雾与区域62、64、66和68碰撞。最后,燃料喷雾与区域61、65碰撞。在图2A至图2C示出的示例中,燃料喷雾F3、F2和F1以燃料喷雾F3、F2和F1的顺序分别与区域63、62和61碰撞。当燃料喷雾与内周侧表面6的某个区域碰撞时,燃料喷雾与空气混合并被点火。因此,燃料喷雾F3首先被点火,然后燃料喷雾F2被点火,最后燃料喷雾F1被点火。

[0035] 因此,能够确保燃料喷雾之间的燃烧速率(燃烧速度)差。因此,与多个燃料喷雾基本同时被点火并且燃烧速率(燃烧速度)差较小的情况相比,能够抑制热量的峰值并且抑制燃烧温度。因此,能够减少NO_x的数量并且能够抑制燃烧噪声。以这种方式,提高了根据本实施例的内燃机的性能。

[0036] 图4A和4B是图解了放热率的曲线图。纵轴表示放热率而横轴表示曲柄角。图4A图解了在低负荷或者中负荷运转时的放热率的一个示例,而图4B图解了在高负荷运转时的放热率的一个示例。在这个实施例中,在一个燃烧周期中实施引燃喷射(pilot injection)、主喷射和后喷射。由于这些喷射,燃料燃烧,并且燃烧室E中的放热率发生变化。当活塞1位于上止点附近时,放热率由于引燃喷射而增加。由于主喷射导致的放热率增大主要发生在膨胀冲程中。主喷射是用于产生发动机转矩的燃料喷射,并且所喷射的燃料量根据发动机负荷(具体地,节气门开度或者施加到加速器踏板的压力)确定。

[0037] 在轻负荷或者中负荷运转时在由主喷射产生的放热率中,如图4A所示的那样,在预定曲柄角PCA之前和之后出现第一半最大值和第二半最大值。认为第一半最大值是由喷射到靠近喷嘴N的区域63、67的燃料喷雾的点燃和燃烧产生的。认为第二半最大值是由所有

燃料喷雾的点燃和燃烧产生的。这里,第一半最大值也是极大值,在所述极大值处,放热率的斜率是零。第一半最大值和第二半最大值对应于第一半判定值A和第二半判定值B(在下文中,称作判定值),所述第一半判定值A和所述第二半判定值B用于喷射孔的异常判定控制,其细节将在下文描述。

[0038] 在高负荷条件下运转时在由主喷射产生的放热率中,如图4B所示的那样,除了第二半判定值B之外,在所述预定曲柄角PCA之前,并且在放热率由于主喷射而开始增大之后,还出现了减小率最高时的放热率的值。认为由于燃烧室E中的温度在高负荷运转时较高,所以喷射的燃料喷雾较早地自点火。在此,放热率的减小率最高的时间指的是放热率的斜率最大的时间。在预定曲柄角PCA之前并且在放热率由于主喷射而开始增大之后,放热率的减小率最大时的放热率的值对应于第一半判定值A(下文中称作判定值)。

[0039] 这里,预定曲柄角PCA是在正常燃烧状态下,在主喷射的燃料喷雾首先被点火之后并且在主喷射中喷射的燃料喷雾中的燃料喷雾最后被点火之前的曲柄角。如上所述,在正常燃烧状态下,在主喷射中,从喷射孔73、77喷射到区域63、67中的燃料喷雾首先被点火。从喷射孔71、75喷射到区域61、65的燃料喷雾最后被点火。因此,判定值A基于在主喷射中首先被点火的燃料喷雾F3,而判定值B基于主喷射中的所有燃料喷雾的燃烧。根据通过实验等事先获得的结果来设定预定曲柄角PCA。

[0040] 例如,沉积物等可能会附着到喷嘴N的喷射孔,并且燃料喷雾的形状可能会发生异常或者喷射的燃料量可能比期望的燃料量小。ECU 20判定哪一个喷射孔异常并且基于判定结果实施适当的控制。下面将描述ECU 20实施的异常判定控制。

[0041] 图5是图解了由ECU 20实施的异常判定控制的一个示例的流程图。ECU 20根据由压力传感器PS获得的缸内压力和表达式(1)计算由主喷射导致的放热率的判定值A和判定值B(步骤S1、S2)。

[0042] 然后,ECU 20计算判定值A与判定值B的实际比值(在下文中,称作实际比值),即,通过用判定值A除以判定值B(步骤S3)获得的值。实际比值的大小表示判定值A、B中的一个相对于另一个的大小。

[0043] 然后,ECU 20计算发动机转速和目标燃料喷射量(步骤S4)。根据曲柄角传感器计算发动机转速,并且基于发动机转速和加速器开度来计算目标燃料喷射量,但是也可以使用其它已知的方法。然后,ECU 20基于计算得到的目标燃料喷射量来计算正常范围(第一预定值和小于第一预定值的第二预定值)。正常范围是当燃料正常喷射并且以计算出的目标燃料喷射量燃烧时的判定值A与判定值B的比值的范围。基于根据通过实验等获得的结果事先准备的映射来计算所述正常范围,所述映射被事先存储在ECU 20中的ROM等中,并且所述映射至少与目标燃料喷射量相关。这里,所述正常范围是预定范围的一个示例。步骤S3、S5的顺序可以互换。

[0044] ECU 20判定计算出的实际比值是否大于第一预定值(步骤S6)。这里,实际比值较大的情况表示判定值A相对于判定值B的大小较大的情况,即,判定值B相对于判定值A的大小较小的情况。实际比值增大的情况包括判定值B不变化而判定值A变得大于正常值的情况和判定值A不变化而判定值B变得小于正常值。然而,判定值A变得大于正常值的情况表示从喷射孔73、77喷射并且较早地被点火的燃料喷雾的数量增加,并且难以想象会发生这种情况。当喷嘴N中的致动器等发生故障时,从其它喷射孔以及喷射孔73、77喷射的燃料量一致

地增加。因此,由于判定值B变得小于正常值,所以认为实际比值变得大于第一预定值。在这种情况下,认为在喷射孔71、75中的至少一个中发生了某种异常,从喷射孔71、75喷射的燃料喷雾的量减小或者燃料喷雾的渗透力(penetration)减弱。在这种情况下,相邻的燃料喷雾可能相互干涉,致使烟雾劣化。

[0045] 因此,作为抑制烟雾劣化的处理,ECU 20控制高压泵P,以便增大共轨R中的燃料压力(步骤S7)。因此,能够抑制从喷射孔71、75喷射的燃料喷雾的渗透力减弱,并且能够抑制烟雾劣化。结果,能够抑制柴油颗粒捕获过滤器由于烟雾劣化而毁坏。

[0046] 当步骤S6的判定结果为否定时,ECU 20判定实际比值是否小于第二预定值(步骤S8)。这里,实际比值较小的情况表示判定值A的大小相对于判定值B较小的情况,即,判定值B的大小相对于判定值A较大的情况。实际比值减小的情况包括判定值B不变化而判定值A变得小于正常值的情况和判定值A不变化而判定值B变得大于正常值的情况。然而,判定值B变得大于正常值的情况表示从喷射孔71、75喷射并且较晚地被点火的燃料喷雾的量增加,并且难以想象会发生这种情况。因此,由于判定值A变得小于正常值,所以认为实际比值变得小于第二预定值。在这个情况下,认为在喷射孔73、77中的至少一个中发生了某种异常(例如沉积物),并且从喷射孔73、77喷射的燃料喷雾的量减小或者燃料喷雾的渗透力减弱。在这种情况下,在初始情况下已经较早地被点火的燃料喷雾的可燃性可能会降低。因此,例如在轻负荷运转时,可能会发生失火。

[0047] 因此,作为提高燃料的可燃性的处理,ECU 20修正在引燃喷射中喷射的燃料量以使其增大(步骤S9)。因此,提高了初步燃烧(其为主燃烧之前的初步燃烧)的放热率,并且因此能够抑制失火。烟雾可能会由于增大引燃喷射中喷射的燃料量而劣化,但是能够在产生烟雾之前抑制发动机的失火。

[0048] 当步骤S8的判定结果为否定时,ECU 20结束这个控制。以这种方式,ECU 20基于判定值A、B判定燃烧状态是正常还是异常,并且当判定燃烧状态异常时判定喷射孔71、75侧和喷射孔73、77中的哪一侧出现了异常。ECU 20能够根据判定结果判定实施抑制失火的控制和抑制烟雾劣化的控制中的哪一个。这里,步骤S6、S8的顺序可以互换。

[0049] 在上述实施例中,所述正常范围的上限和下限对应于用于判定喷射孔71、75侧和喷射孔73、77侧中的哪一侧出现了异常的不同预定基准值。

[0050] 如图4A、4B所示,判定值A可以设定成这样的值,所述值是最大值并且还是在预定曲柄角PCA之前出现的放热率的极大值,并且是在放热率的减小率最大时的放热率的值。ECU 20判定在实施主喷射之后并且在预定曲柄角PCA之前的时间段内是否存在是最大值并且也是放热率的极大值的值。当存在是最大值并且也是放热率的极大值的值时,这个值用作判定值A。当不存在是最大值并且也是放热率的极大值的值时,ECU 20将放热率的减小率最大时的放热率的值用作判定值A。

[0051] 在这个实施例中,基于判定值A与判定值B的比值实施异常判定控制,但是本发明并不局限于这种构造。例如,可以基于判定值B与判定值A的实际比值来实施异常判定控制。这是因为判定值B与判定值A的比值也表示判定值A、B中的一个相比于另一个的大小。在这种情况下,在正常燃烧时判定值B与判定值A的比值范围被计算为所述正常范围。当实际比值小于下限时,实施步骤S7的处理,而当实际比值大于下限时,实施步骤S9的处理。

[0052] 可以基于通过从判定值A、B中的一个中减去另一个获得的值来实施异常判定控

制。这是因为通过从判定值A、B中的一个中减去另一个获得的值也表示判定值A、B中的一个相比于另一个的大小。在这种情况下,在正常燃烧时从判定值A、B中的一个中减去另一个获得的值计算为所述正常范围。根据从判定值A、B中的一个中减去另一个获得的判定值是否实际上大于上限或者低于下限来判定异常喷射控制,并且实施步骤S7或者S9的处理。

[0053] 在这个实施例中,通过基于判定值A、B修正燃料喷射的喷射压力、喷射的燃料量、喷射定时中的至少一个,来实施或不实施提高燃料的可燃性的处理和抑制烟雾劣化的处理中的一个。

[0054] 这里,可以将除了步骤S7之外的处理实施为抑制烟雾劣化的处理。可以实施控制EGR阀的处理,以便减小EGR流量和增大引入到燃烧室E中的氧气量。可以实施通过控制废气旁通阀的开度来增大增压压力从而增加引入到燃烧室E中的氧气量的处理。可以实施控制湍流控制阀的开度以增强气缸中的湍流的处理。可以实施减小引燃喷射中的燃料喷射量或者减小引燃喷射的次数的控制。可以实施在一个燃烧周期中延迟燃料喷射的开始时间的处理。抑制烟雾劣化的处理可以是另一种已知的处理。

[0055] 可以将除了步骤S9之外的处理实施为提高燃料的可燃性的处理。例如,可以实施使一个燃烧周期中的主喷射的喷射定时或燃料喷射的开始时间提前的处理。可以实施通过控制EGR阀的开度以减小开度从而减小EGR流量的修正处理。可以实施通过控制空气废气旁通阀的开度以增大增压压力从而增大压缩终点的压力的控制。可以实施控制湍流控制阀的开度以减小气缸中的湍流的处理。可以试试增加引燃喷射的次数的处理。可以实施减小共轨R中的燃料压力的处理。可以实施暂时地向预热塞供电的处理。提高燃料的可燃性的处理可以是其它已知的处理。

[0056] 尽管在上文已经详细描述了本发明的实施例,但是本发明并不局限于此,并且可以在不背离在所附权利要求中描述的发明的精神的前提下以多种形式修改本发明。

[0057] 喷嘴的喷射孔的数量并不局限于上述实施例中描述的数量。喷嘴的喷射孔的数量仅仅必须为至少两个。腔的形状并不局限于如上所述的椭圆形的形状。当从顶部侧观察时,腔的形状可以是正圆形,并且喷嘴可以位于与腔的中央轴线间隔开的位置。即使当以这种方式使喷嘴位于与腔的中央轴线间隔开的位置时,喷嘴沿着喷嘴的半径方向与腔的内周侧表面相距的距离也沿着圆周方向变化。

[0058] 在上述实施例中,考虑到放热率的变化量根据内燃机的负荷而变化,如图4A所示的那样是放热率的最大值并且是放热率的极大值的值或者如图4B所示的放热率的减小率最大时的放热率的值被计算为判定值A。然而,根据诸如内燃机的尺寸、腔的形状和内燃机的允许操作区域等的条件,可以认为正常燃烧状态中的放热率的变化与图4A、4B中的仅一个相同。因此,可以通过仅将图4B所示的放热率的减小率最大时的放热率的值用作判定值A来实施异常判定控制。可以通过仅将图4A所示的最大值用作判定值A来实施异常判定结果。在这种情况下,判定值A仅需要是最大值而不必是极大值。

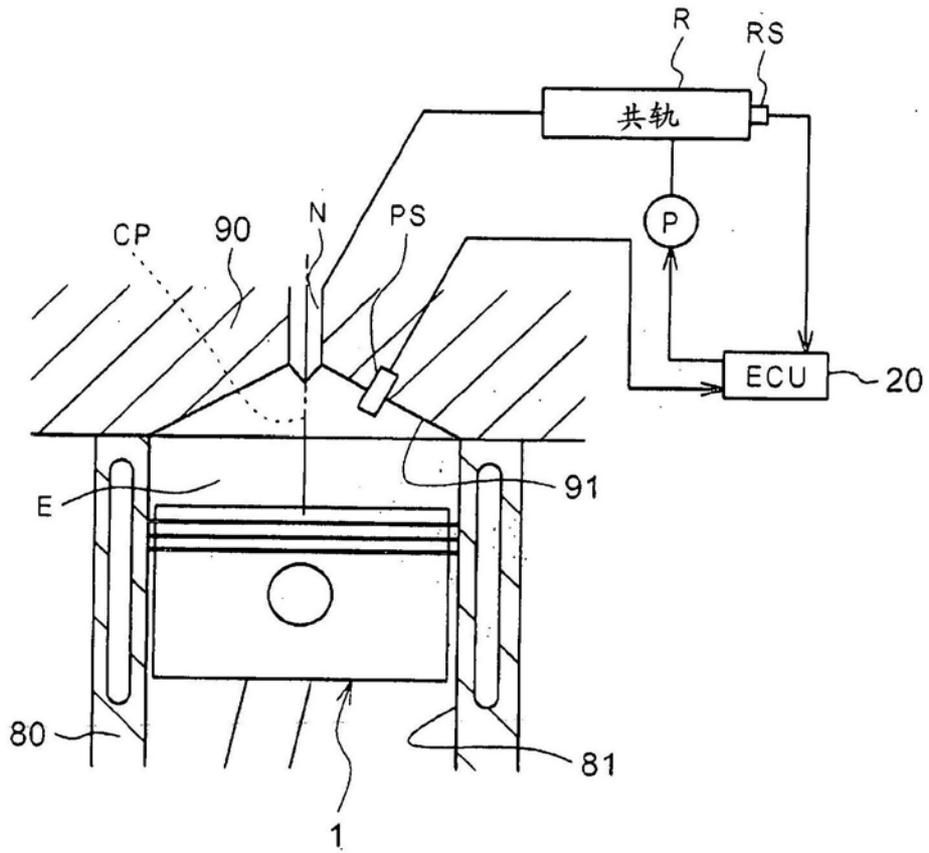


图1

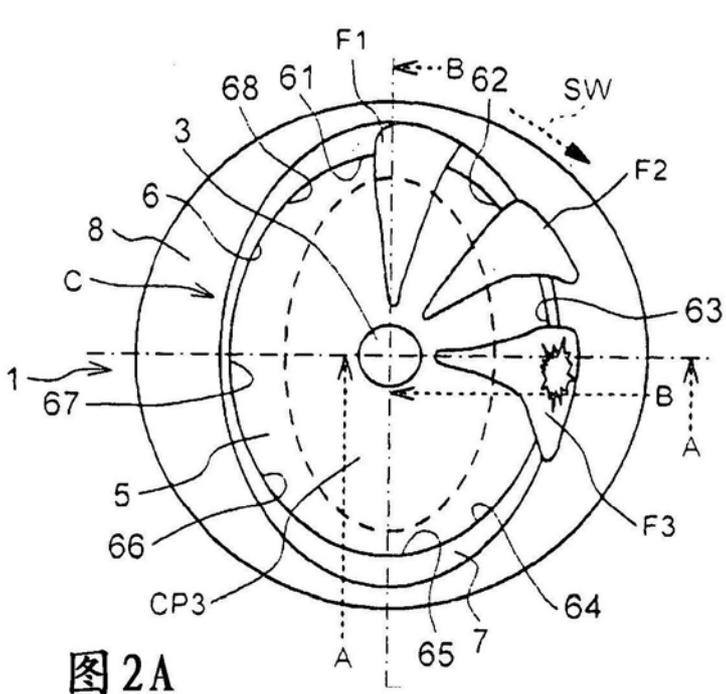


图 2A

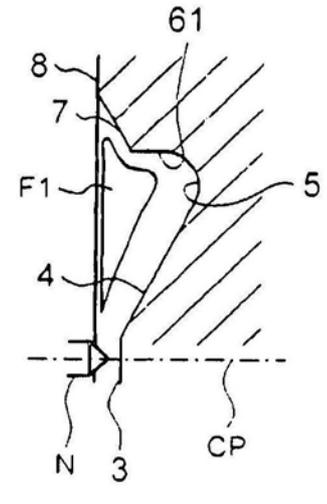


图 2C

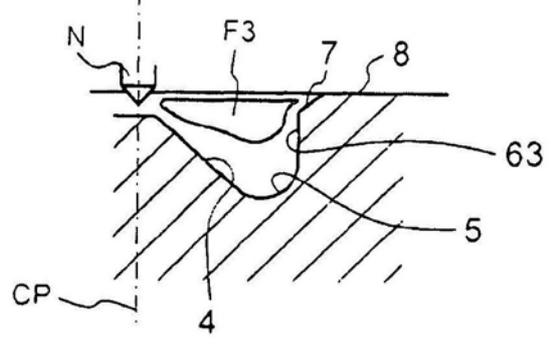


图 2B

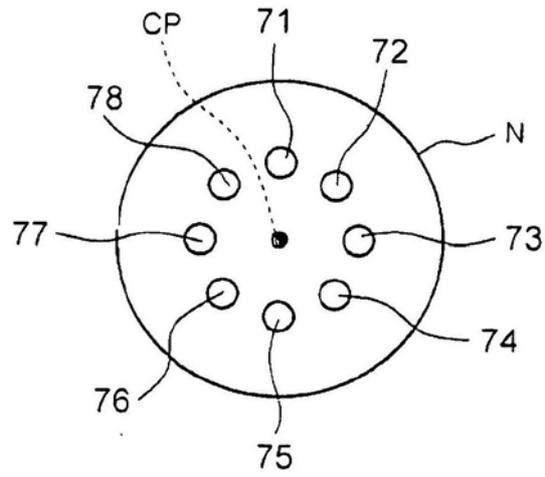


图3

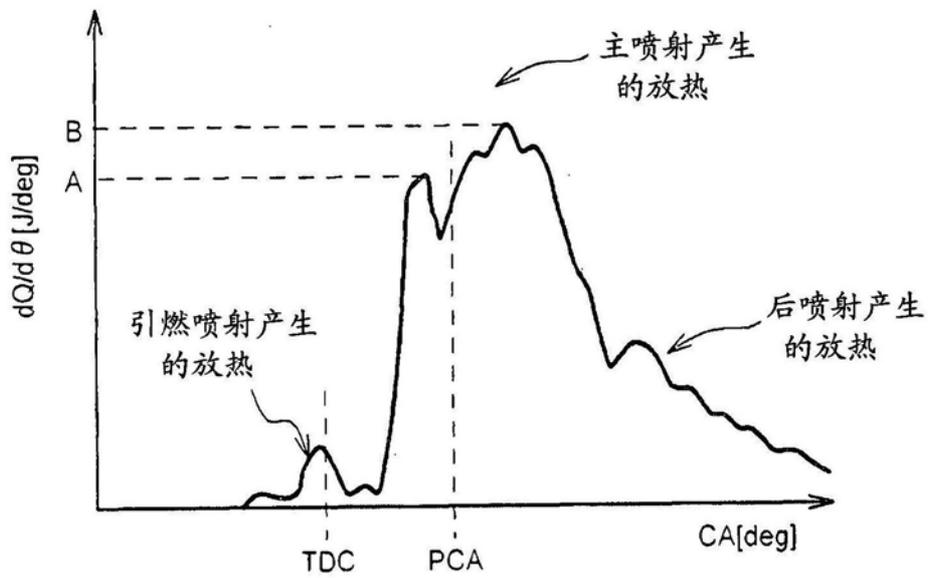


图4A

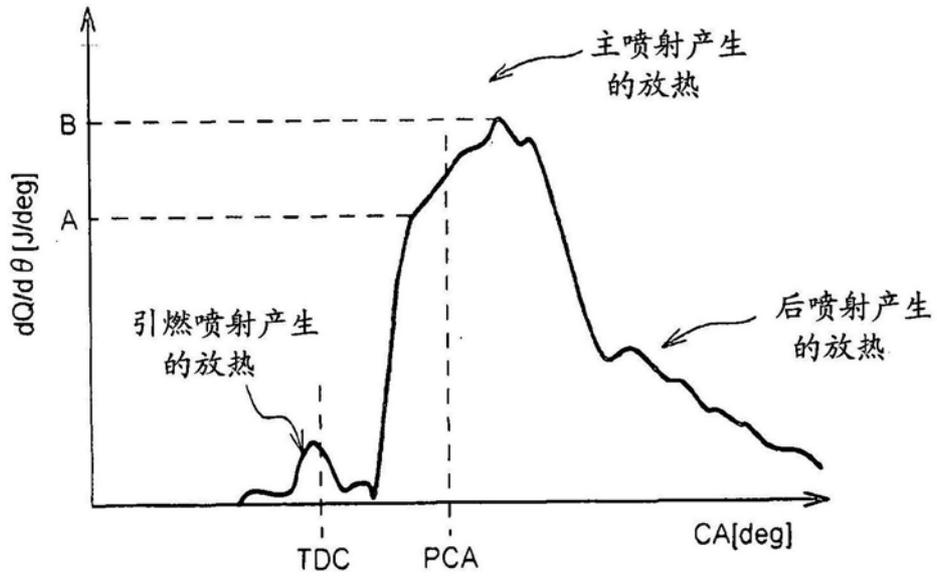


图4B

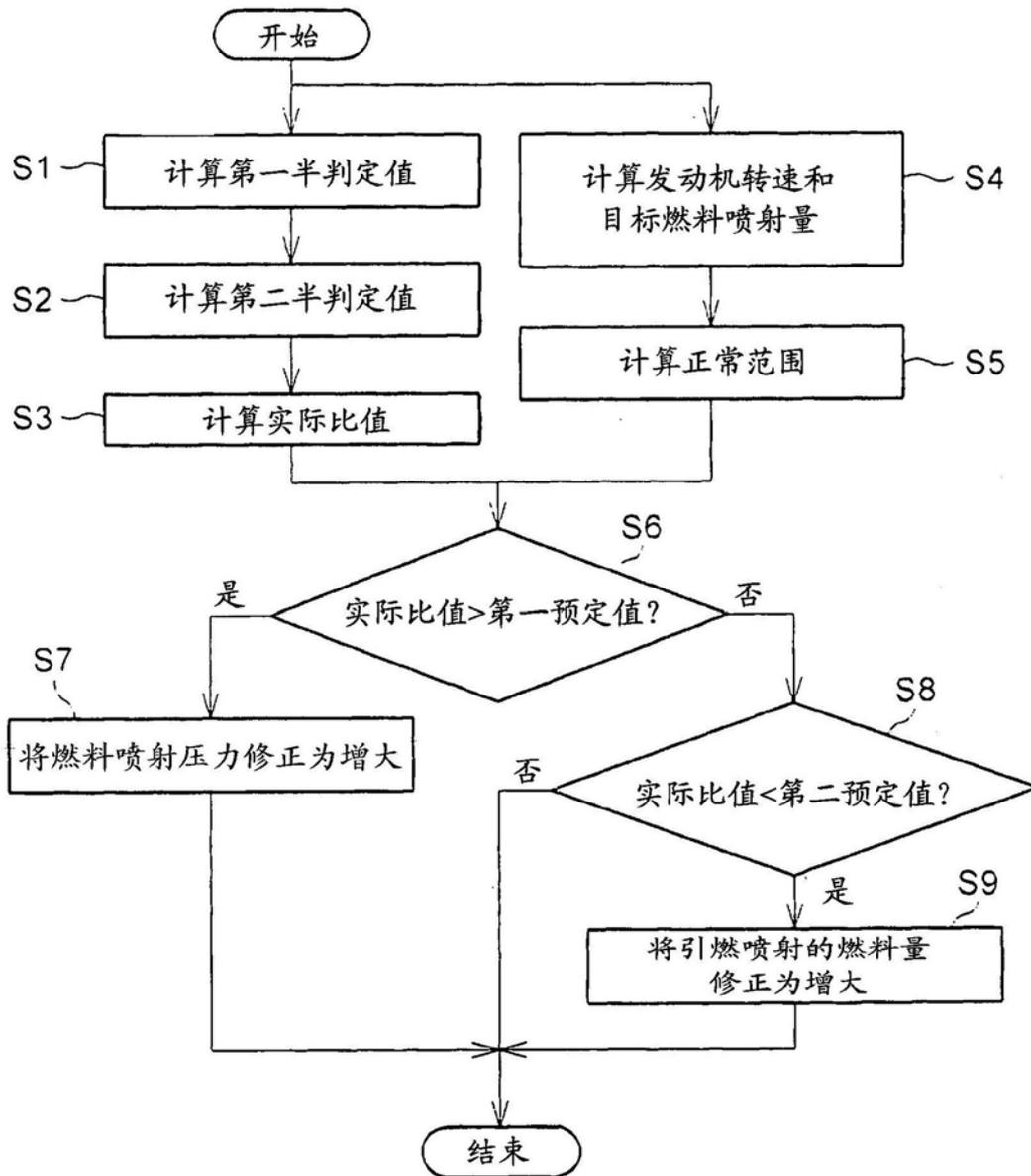


图5