



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106574562 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201580042216.7

(51)Int.CI.

(22)申请日 2015.07.02

F02D 41/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F02D 35/02(2006.01)

申请公布号 CN 106574562 A

F02P 19/02(2006.01)

(43)申请公布日 2017.04.19

G01L 9/00(2006.01)

(30)优先权数据

2014-161747 2014.08.07 JP

(56)对比文件

CN 102733979 A, 2012.10.17, 全文.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

CN 102445348 A, 2012.05.09, 全文.

2017.02.06

DE 102011105546 A1, 2012.12.27, 全文.

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2010/0071659 A1, 2010.03.25, 全文.

PCT/JP2015/003336 2015.07.02

JP 特开2009-222031 A, 2009.10.01, 全文.

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2011/0125388 A1, 2011.05.26, 全文.

W02016/021110 EN 2016.02.11

JP 特开2006-144645 A, 2006.06.08, 全文.

(73)专利权人 丰田自动车株式会社

US 2012/0046850 A1, 2012.02.23, 全文.

地址 日本爱知县

US 2005/0039721 A1, 2005.02.24, 全文.

(72)发明人 青山幸俊 长谷川亮

US 2008/0162017 A1, 2008.07.03, 全文.

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

US 2007/0169748 A1, 2007.07.26, 全文.

11247

审查员 边绍平

代理人 万柳军 马江立

权利要求书2页 说明书11页 附图7页

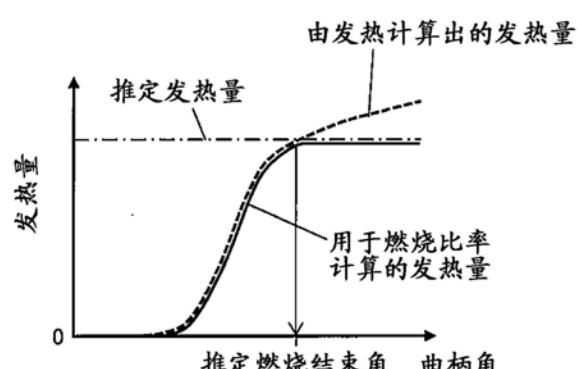
(54)发明名称

用于内燃发动机的燃烧控制装置

(57)摘要

CN 106574562 B

基于来自燃烧压力传感器和曲柄角传感器的相应信号,生成其中发热量和曲柄角相互关联的发热量数据,并且基于燃烧循环中的燃料量而计算推定发热量。当燃烧循环中的发热量的最终值小于推定发热量时,基于与发热量的最终值对应的曲柄角处的发热量数据而计算燃烧状态参数。当发热量的最终值在推定发热量以上时,基于发热量达到推定发热量时的曲柄角处的发热量数据而计算燃烧状态参数。



1. 一种用于内燃发动机的燃烧控制装置,包括:

燃烧压力传感器,所述燃烧压力传感器包括插入到通向所述内燃发动机的燃烧室的孔中的受压部件,并且响应于所述受压部件按照所述燃烧室内的压力移位而输出与所述受压部件的移位对应的信号,在所述受压部件和所述孔之间留有空隙;

曲柄角传感器,所述曲柄角传感器输出与所述内燃发动机的曲轴的旋转同步的信号;和

运算处理装置,所述运算处理装置接收来自所述燃烧压力传感器的信号和来自所述曲柄角传感器的信号,并且进行用于控制所述燃烧室内的燃烧状态的运算操作,

其中,所述运算处理装置配置成执行:

基于来自所述燃烧压力传感器的信号和来自所述曲柄角传感器的信号而对一个燃烧循环中的每个曲柄角计算发热量并由此生成发热量数据的第一处理,所述发热量是通过对从该燃烧循环的燃烧开始起在所述燃烧室中产生的热量进行累计而获得的值,在所述发热量数据中所述发热量和所述曲柄角相互关联,

基于在所述燃烧循环中供给到所述燃烧室的燃料量而计算由燃料量推定出的推定发热量的第二处理,

当所述燃烧循环中的所述发热量的最终值在所述推定发热量以下时基于从燃烧开始到与所述最终值对应的曲柄角的所述发热量数据而计算表达所述燃烧室内的燃烧状态的燃烧状态参数的第三处理,和

当所述燃烧循环中的所述最终值大于所述推定发热量时基于从燃烧开始到所述发热量达到所述推定发热量时的曲柄角的所述发热量数据而计算所述燃烧状态参数的第四处理。

2. 根据权利要求1所述的用于内燃发动机的燃烧控制装置,

其中,所述运算处理装置计算当在所述燃烧室中产生的单位曲柄角的热量变为零以下时的时点的所述发热量或者当在所述燃烧室中产生的单位曲柄角的热量连续预定次数地变为零以下时的时点的所述发热量。

3. 根据权利要求1或2所述的用于内燃发动机的燃烧控制装置,

其中,所述运算处理装置当在对每个曲柄角计算所述发热量的过程中所述发热量达到所述推定发热量时结束对所述发热量的计算并且执行所述第四处理。

4. 根据权利要求1或2所述的用于内燃发动机的燃烧控制装置,

其中,所述运算处理装置当在所述燃烧室中产生的单位曲柄角的热量变为大于零时判定为燃烧开始。

5. 根据权利要求1或2所述的用于内燃发动机的燃烧控制装置,

其中,所述燃烧状态参数是燃烧比率变成预定比率时的曲柄角,所述燃烧比率是在所述燃烧循环中燃烧掉的燃料的质量与供给到所述燃烧室内的燃料的质量的比率,并且

所述运算处理装置在执行所述第三处理时计算所述发热量与所述最终值的比率作为所述燃烧比率,并且在执行所述第四处理时计算所述发热量与所述推定发热量的比率作为所述燃烧比率。

6. 根据权利要求1或2所述的用于内燃发动机的燃烧控制装置,

其中,所述燃烧状态参数是预定曲柄角处的燃烧比率,并且

所述运算处理装置在执行所述第三处理时计算所述发热量与所述最终值的比率作为所述燃烧比率,并且在执行所述第四处理时计算所述发热量与所述推定发热量的比率作为所述燃烧比率。

## 用于内燃发动机的燃烧控制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于内燃发动机的燃烧控制装置,更具体地涉及一种包括燃烧压力传感器的用于内燃发动机的燃烧控制装置。

### 背景技术

[0002] 已知一种安装在内燃发动机的燃烧室上的燃烧压力传感器(也称为气缸压力传感器)。燃烧压力传感器输出与燃烧室内的压力的大小对应的信号。燃烧压力相对于曲柄角的变化取决于燃烧室内的燃烧状态。因此,由燃烧压力传感器输出的信号被接收,并且该信号被处理,藉此能获得表达燃烧室内的燃烧状态的燃烧状态参数。例如,燃烧状态参数包括预定曲柄角处的燃烧比率(燃烧掉的燃料的质量与燃烧室内的燃料的质量的比率),和燃烧比率变成预定比率时的曲柄角。在后一者中,燃烧比率变成50%时的曲柄角被特别地称为燃烧重心或CA 50。这些燃烧状态参数被用在燃烧状态的控制中。例如,如下所列的专利文献1记载了将CA 50用于最佳点火正时控制中。

[0003] 此外,关于燃烧压力传感器的形式,作出了各种提案。例如,专利文献3公开了与预热塞(电热塞)一体化的燃烧压力传感器。在预热塞一体式燃烧压力传感器中,作为加热元件的加热器棒也用作受压部件。也就是说,加热器棒按照燃烧室内的压力而移位,并且从燃烧压力传感器输出与该移位(位移)对应的信号。然而,沉积物容易附着在加热器棒的周边。所附着的沉积物变成加热器棒移位时的阻力,并且改变加热器棒相对于压力的移位特性。如果加热器棒相对于压力的移位特性改变,则来自燃烧压力传感器的输出值相对于未发生沉积物附着时变动。因此,在专利文献3中公开的技术中,基于来自燃烧压力传感器的信号来判断沉积物的附着状态,并且当识别出沉积物的附着时,对预热塞进行通电,并且沉积物燃烧并被除去。

[0004] 引用清单

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开专利No.2013-104407

[0007] 专利文献2:日本特开专利No.2013-253506

[0008] 专利文献3:日本特开专利No.2009-203938

[0009] 专利文献4:日本特开专利No.2008-175065

[0010] 专利文献5:日本特开专利No.2009-222031

[0011] 专利文献6:日本特开专利No.2011-220128

[0012] 专利文献7:日本特开专利No.2008-202460

### 发明内容

[0013] 技术问题

[0014] 使用诸如CA 50的燃烧状态参数的燃烧控制也可应用于预热塞一体式燃烧压力传感器。然而,预热塞一体式燃烧压力传感器构造成使得受压部件插入到通向燃烧室的孔中,

并且在该孔和受压部件之间可形成用于使受压部件按照燃烧室内的压力沿轴向移位的空隙。在具有像这样的构型的燃烧压力传感器中,沉积物附着于受压部件的周边,藉此受压部件相对于压力的移位特性容易改变。这种情况下,如专利文献3中公开的,如果使预热塞发热并且除去沉积物,则受压部件的移位特性或许能回到原来的移位特性。然而,不仅由于需要用于使预热塞发热的电力而可能降低燃料效率,而且燃烧室内的燃烧状态也可能由于预热塞的发热而改变。

[0015] 本发明鉴于如上所述的问题而做出,并且一个目的是在基于来自燃烧压力传感器的信号而计算用于控制燃烧状态的燃烧状态参数的燃烧控制装置中降低对通过燃烧压力传感器的受压部件的由于沉积物的附着等而发生的移位特性的变化来计算燃烧状态参数的影响。

[0016] 问题的解决方案

[0017] 为了达到上述目的,根据本发明的用于内燃发动机的燃烧控制装置构造如下。

[0018] 根据本发明的燃烧控制装置包括燃烧压力传感器、曲柄角传感器和运算处理装置。所述燃烧压力传感器包括受压部件,所述受压部件插入到通向所述内燃发动机的燃烧室的孔中。在所述受压部件和通向所述燃烧室的所述孔之间留有使得所述受压部件能够沿轴向移位的空隙。所述燃烧压力传感器配置成响应于所述受压部件按照所述燃烧室内的压力移位而输出与所述受压部件的移位对应的信号。所述曲柄角传感器配置成输出与所述内燃发动机的曲轴的旋转同步的信号。所述运算处理装置是进行用于控制所述燃烧室内的燃烧状态的运算操作的装置并且接收用于所述运算操作的来自所述燃烧压力传感器的信号和来自所述曲柄角传感器的信号。所述运算处理装置的详细构型如下。

[0019] 所述运算处理装置配置成执行以下第一处理和第二处理。在所述第一处理中,所述运算处理装置基于来自所述燃烧压力传感器的信号和来自所述曲柄角传感器的信号而对每个曲柄角计算发热量,所述发热量是从一个燃烧循环中的燃烧开始起在所述燃烧室内产生的热量总和。随后,所述运算处理装置生成发热量数据,在所述发热量数据中所述发热量和所述曲柄角相互关联。在所述第二处理中,所述运算处理装置基于在所述燃烧循环中供给到所述燃烧室的燃料量而计算由燃料量推定出的推定发热量。

[0020] 所述运算处理装置配置成在所述燃烧循环中的所述发热量的最终值在所述推定发热量以下时还执行第三处理,并且在所述燃烧循环中的所述发热量的最终值大于所述推定发热量时还执行第四处理。所述发热量的最终值是在燃烧循环中发热量最终所达到的值。因此,当在该燃烧循环内发热量收敛至固定值时,能将该固定值确定为所述发热量的最终值。例如,可计算出当在燃烧室中产生的单位曲柄角的热量变为零以下时的时点的发热量或者当单位曲柄角的热量连续预定次数地变为零以下时的时点的发热量作为所述最终值。此外,当发热量继续增大直到燃烧循环切换至下一个燃烧循环时,能将紧接在燃烧循环切换至下一个燃烧循环之前的发热量的值确定为所述最终值。

[0021] 在所述第三处理中,所述运算处理装置基于从燃烧开始到与所述发热量的最终值对应的曲柄角的发热量数据而计算表达所述燃烧室内的燃烧状态的燃烧状态参数。在所述第四处理中,所述运算处理装置基于从燃烧开始到所述发热量达到所述推定发热量时的曲柄角的发热量数据而计算所述燃烧状态参数。例如,能根据燃烧室内产生的单位曲柄角的热量是否变为大于零来判定燃烧的开始。不必在获得最终值之前始终进行对发热量的计

算。当在对每个曲柄角计算发热量的过程中发热量达到所述推定发热量时,所述发热量的最终值始终变得大于所述推定发热量。因此,在这种情况下,结束对所述发热量的计算并且可执行所述第四处理。

[0022] 燃烧状态参数的一个例子是燃烧比率变成预定比率时的曲柄角,且另一个例子是预定曲柄角处的燃烧比率。燃烧比率一般是指供给到燃烧室内的每一个燃烧循环的燃料的质量之中燃烧掉的质量所占的比率。当燃烧状态参数是与燃烧比率有关的参数时,在执行第三处理时优选计算任意曲柄角处的发热量与发热量的最终值的比率作为该曲柄角处的燃烧比率。当执行第四处理时,优选计算任意曲柄角处的发热量与所述推定发热量的比率作为该曲柄角处的燃烧比率。

[0023] 本发明的有利效果

[0024] 按照根据本发明的燃烧控制装置,即使当燃烧压力传感器的受压部件的移位特性由于沉积物的附着等而改变并且由此在燃烧后期的发热量的计算值显示为比实际值大的值时,也能通过将基于供给燃料量的推定发热量设定为一个基准来指定作为燃烧状态参数的计算基础的发热量数据的范围。

## 附图说明

[0025] [图1]图1是用于说明本发明的实施方式1的发动机系统的示意性构型图。

[0026] [图2]图2是示出装配在气缸盖上的燃烧压力传感器和该燃烧压力传感器的周边的剖视图。

[0027] [图3]图3是示出基于燃烧压力传感器的信号而计算出的发热率与曲柄角的关系的图。

[0028] [图4]图4是示出由图3所示的发热率数据计算出的发热量与曲柄角的关系的图。

[0029] [图5]图5是示出由图4所示的发热量数据计算出的燃烧比率与曲柄角的关系的图。

[0030] [图6]图6是用于说明编程在ECU中的运算处理的内容的图。

[0031] [图7]图7是示出通过对图4所示的发热量数据施用编程在ECU中的运算处理而再计算的燃烧比率与曲柄角的关系的图。

[0032] [图8]图8是示出由图5所示的燃烧比率数据计算出的CA 50与由图7所示的燃烧比率数据计算出的CA 50进行的比较的图。

[0033] [图9]图9是表达在本发明的实施方式1中编程在ECU中的运算处理的具体流程的流程图。

[0034] [图10]图10是示出本发明的实施方式1的沉积物烧除控制的流程的图。

[0035] [图11]图11是表达在本发明的实施方式2中编程在ECU中的运算处理的具体流程的流程图。

## 具体实施方式

[0036] 以下将参照附图说明本发明的实施方式。注意,当在如下所示的实施方式中提到诸如各元件的数目、数量、量和范围等数值时,本发明不限于所提到的数值,特别地明示的情况和理论上显然被规定为所述数值的情况除外。此外,在以下示出的实施方式中说明的

结构、步骤等并非始终对本发明而言都是必要的,特别地明示的情况和理论上显然被规定为所述结构和步骤的情况除外。

[0037] 实施方式1

[0038] 图1是用于说明本发明的实施方式1的发动机系统的示意性构型图。实施方式1的发动机系统包括被构造为使用轻油作为燃料的压缩自点火型柴油发动机的内燃发动机10。在内燃发动机10的气缸中,设置有在气缸内往复运动的活塞12。活塞12经由连杆与曲轴32连接。内燃发动机10包括输出与曲轴32的旋转同步的信号的曲柄角传感器34。

[0039] 内燃发动机10包括气缸盖14。在活塞12和气缸盖14之间,形成有燃烧室16。进气通路18的一端与排气通路20的一端与燃烧室16连通。在进气通路18和排气通路20中,分别配置有进气门22和排气门24。在进气通路18的入口处安装有空气滤清器26。此外,在排气通路20的中途设置有用于净化排气的后处理装置28。在气缸盖14处,设置有用于将燃料喷射到气缸内的燃料喷射阀30。此外,燃烧压力传感器40以从燃烧室16的顶部突出到燃烧室16内的方式安装于气缸盖14。燃烧压力传感器40是通过包括加热器棒而也具有作为预热塞的功能的预热塞一体式燃烧压力传感器。

[0040] 实施方式1的发动机系统包括ECU(电子控制单元)50。ECU 50包括未以物理构型示出的存储器和处理器。存储器存储用于发动机控制的程序,并且处理器从存储器读取该程序并执行该程序。ECU 50接收来自曲柄角传感器34的信号和来自燃烧压力传感器40的信号。发动机系统设置有各种其它传感器,但这里将省略其说明。此外,ECU 50向燃料喷射阀30输出驱动信号,并且将电流供给到燃烧压力传感器40的预热塞。

[0041] ECU 50用作根据本发明的运算处理装置,并且连同燃烧压力传感器40和曲柄角传感器34一起构成根据本发明的燃烧控制装置。作为运算处理装置的ECU 50基于来自燃烧压力传感器40和曲柄角传感器34的相应信号以及燃料喷射阀30的燃料喷射量而计算稍后将说明的燃烧状态参数,并且基于该燃烧状态参数而控制燃烧室16内的燃烧状态。在该实施方式中计算的燃烧状态参数是CA 50。此外,在该实施方式中,通过在用于从燃料喷射阀30喷射燃料的时点反馈CA 50来控制燃烧状态。

[0042] 实施方式1的特征之一是编程在ECU 50中的用于计算燃烧状态参数的运算处理。编程在ECU 50中的运算处理涉及与燃烧压力传感器40的结构对应的问题。以下将参考图2说明燃烧压力传感器40的结构的细节和问题。

[0043] 图2是示出装配在气缸盖14上的燃烧压力传感器40和燃烧压力传感器40的周边的剖视图。如图2所示,燃烧压力传感器40是预热塞一体式燃烧压力传感器,并且呈加热器棒402从筒状壳体401的末端沿轴向突出的形状。加热元件406内置在加热器棒402中。加热元件406通过接收来自ECU 50的电流供给而发热,并且由此燃烧压力传感器40用作预热塞。

[0044] 在壳体401的内部,配置有与加热器棒402的端部接触的应变仪404。在壳体401和加热器棒402之间的间隙中,设置有闭塞该间隙的密封件403。密封件403用作气密地分隔燃烧室16侧和应变仪404侧的隔壁。加热器棒402用作接收燃烧室16内的压力的受压部件,并且燃烧室16侧和应变仪404侧之间的压力差变成使加热器棒402向应变仪404侧移位的驱动力。应变仪404响应于加热器棒402因燃烧室16内的压力沿轴向移位而输出与加热器棒402的轴向移位对应的信号,即,与燃烧室16内的压力对应的信号。

[0045] 燃烧压力传感器40插入设置在气缸盖14中的插入孔36中。在壳体401上形成有外

螺纹405。外螺纹405旋拧到未示出并且形成在插入孔36中的内螺纹中,藉此燃烧压力传感器40被固定在气缸盖14上。通向燃烧室16的孔38与插入孔36的内部连通。孔38的直径小于插入孔36的直径。当燃烧压力传感器40插入到插入孔36中并且固定在其上时,加热器棒402的末端穿过孔38并且突出到燃烧室16中。在孔38和加热器棒402之间,设置有用于使加热器棒402能够沿轴向移位的空隙。

[0046] 如从以上构型可理解的,作为受压部件的加热器棒402的周围与燃烧室16连通,并且该周围有供燃烧气体进入的空间。燃烧气体包含燃料的未燃烧成分和油成分。通过这些成分液化并且利用周围的热发生反应而形成的氧化物和碳物质形成沉积物。在图2所示的构型的情况下,沉积物可附着于加热器棒402和孔38之间的间隙以及加热器棒402和壳体401之间的间隙。

[0047] 所附着的沉积物变成加热器棒402沿轴向移位时的阻力。在燃烧室16内的压力上升的燃烧前期,加热器棒402受到的来自沉积物的阻力的影响小。这是因为上升的燃烧压力将加热器棒402压向应变仪404侧的力比沉积物的阻力大得多,并且与该力相比,沉积物的阻力小到可忽略不计。在燃烧室16内的压力下降的燃烧后期,应变仪404的复原力(弹力)和密封件403的复原力分别作用在加热器棒402上。在燃烧前期所述复原力明显小于因燃烧压力而作用在加热器棒402上的力,并且因此,加热器棒402从沉积物接受到的阻力的影响变得相对大。结果,不论沉积物的附着量如何,在燃烧前期由来自燃烧压力传感器40的信号测得的燃烧压力都有利地对应于实际燃烧压力,即在沉积物未附着时测得的燃烧压力。然而,在燃烧后期由来自燃烧压力传感器40的信号测得的燃烧压力由于从沉积物接受到的阻力的影响而指示比实际燃烧压力高的压力。

[0048] 图3是示出基于来自燃烧压力传感器40的信号而计算出的发热率与曲柄角的关系的变化图。发热率是燃烧室16内产生的单位曲柄角的热量,并且可根据以下数学式“数1”由燃烧室16内的压力来计算。然而,从来自燃烧压力传感器40的信号获得的压力是相对压力,并且因此在该压力被修正为绝对压力之后被用作燃烧室16内的压力。在以下数学式中,Q代表发热量,θ代表曲柄角,P代表燃烧室16内的压力,V代表燃烧室16内的容积,κ代表比热比,左边的dQ代表发热率,并且dθ代表单位曲柄角。燃烧室16内的容积V可被表达为曲柄角θ的函数。

[0049] [数1]

$$[0050] \frac{dQ}{d\theta} = \frac{1}{\kappa-1} \left( V \frac{dP}{d\theta} + \kappa P \frac{dV}{d\theta} \right)$$

[0051] 在图3中,针对三个例子——即无沉积物附着的例子、有少量沉积物附着的例子和有大量沉积物附着的例子——绘制了示出发热率(由上述数学式计算的值)相对于曲柄角的变化的曲线。首先,将说明无沉积物附着的情况下发热率相对于曲柄角的变化。零(或大致为零)的发热率意味着燃烧室16内的燃烧未开始。发热率开始上升时的曲柄角是燃烧开始角。在燃烧开始之后,发热率继续上升而最终达到顶峰。在经过顶峰之后,发热率最终减小为零。发热率变成零(或视为收敛至零)时的曲柄角是燃烧室16内的燃烧结束时的燃烧结束角(推定燃烧结束时的曲柄角)。

[0052] 不论有无沉积物的附着,在燃烧前期的发热率与曲柄角的关系都显示相似的关

系。然而,在燃烧后期,沉积物的阻力对来自燃烧压力传感器40的信号的影响变得非常大,并且因此,发热率和曲柄角之间的关系按照沉积物的附着量而变化。更具体地,随着沉积物的附着量越大,基于燃耗压力计算出的发热率保持指示越大于实际发热率(无沉积物附着的情况下发热率)的值。由此,发热率变成零时的曲柄角从实际的燃烧结束角(无沉积物附着的情况下燃烧结束角)明显偏向延迟角侧。

[0053] 图4是示出由图3所示的发热率数据计算出的发热量和曲柄角之间的关系的图。发热量是自燃烧开始起在一个燃烧循环中燃烧室16内产生的热量的总量。因此,通过将从燃烧开始角到任意曲柄角的角度设定为积分区间对在各单位曲柄角计算出的发热率进行积分来计算该任意曲柄角处的发热量。在一个燃烧循环中燃烧室16内产生的热量是最终发热量,即发热量的最终值。在无沉积物附着的情况下发热量(实际的发热量)在特定曲柄角收敛至固定值。发热量收敛至固定值时的曲柄角是燃烧结束角。

[0054] 在沉积物附着的情况下,基于发热率而计算出的发热量即使在实际发热量收敛至固定值之后也继续增大。计算出的最终发热量随着沉积物的附着量越大而变成越大的值。大量沉积物附着的情况下最终发热量应当是比图4中的横轴上的最大值处的发热量大的值。这是因为,如图3所示,沉积物的附着量大的情况下的发热率在横轴的最大值处不会变成零。然而,这种情况下,为了简化说明,将图4中的横轴中的最大值处的发热量视为沉积物的附着量大的情况下的最终发热量。

[0055] 图5是示出由图4所示的发热量数据计算出的燃烧比率与曲柄角的关系的图。燃烧比率也称为燃烧质量比率,并且是指燃烧掉的燃料的质量与供给到燃烧室16内的每个燃烧循环的燃料质量的比率。在实施方式1中,将任意曲柄角处的燃烧比率计算为任意曲柄角处的发热量与最终发热量的比率。因此,如从图5所示的三条曲线的比较可理解的,任意曲柄角处的燃烧比率具有随着沉积物的附着量越大而越小的值。此外,提供任意燃烧比率的曲柄角变成随着沉积物的附着量越大而位于越延迟侧的曲柄角。因此,实现CA 50、即燃烧比率变成50%的曲柄角具有随着沉积物的附着量越大而从实际的CA 50(无附着情况下的CA 50)越偏向延迟侧的值。

[0056] 如上所述,附着于燃烧压力传感器40的沉积物改变作为受压部件的加热器棒402的移位特性,并且影响基于来自燃烧压力传感器40的信号而计算出的CA 50的精度。如果CA 50的精度低,则向其反馈CA 50的燃烧控制的精度也下降,并且难以实现期望的燃烧状态。因此,在编程在ECU 50中的运算处理中,构思从CA 50的计算排除沉积物的影响。以下将利用图6说明编程在ECU 50中的运算处理的内容。

[0057] 作为运算处理装置的ECU 50除由发热率计算出的发热量以外还由燃料喷射阀30的燃料喷射量计算发热量。在实施方式1的内燃发动机10的构型中,燃料喷射量是指供给到燃烧室16的燃料的量。通过所供给燃料的燃烧,燃烧室16中产生热。可通过式“发热量=燃料喷射量×低位发热值×发热效率”来计算通过所供给燃料(由燃料喷射阀30喷射的燃料)的燃烧而实现的发热量。低位发热值严格地说按照燃料(轻油)的十六烷值而变化,但与十六烷值的差别小,并且因此能使上式中的低位发热值恒定。发热效率严格地说受水温、进气温度、发动机转速等影响,并且因此能由以这些条件为参数的脉谱图来确定。然而,发热效率是大致接近一的值,并且能使因此上式中的发热效率是作为最大值的1。在下文中,由燃料喷射量计算出的发热量将被称为推定发热量。

[0058] 通过对发热率进行积分而获得的发热量是自燃烧开始起的总发热量,但理论上不超过推定发热量。这是因为推定发热量是能通过燃料在燃烧室16内燃烧而产生的热量的上限值。因此,当通过对发热率进行积分而计算出的发热量超过推定发热量时,该发热量超出推定发热量的热量可视为附着于燃烧压力传感器40的沉积物的影响量。

[0059] 在编程在ECU 50中的运算处理中,如图6所示,燃烧室16内的燃烧被视为在通过对发热率进行积分而计算出的发热量达到推定发热量时的曲柄角处结束。在下文中,发热量达到推定发热量时的曲柄角将被称为推定燃烧结束角。在实施方式1的计算方法中,推定发热量被视为真实的最终发热量,而不是通过对发热率进行积分而获得的最终发热量,并且认为发热量在推定燃烧结束角之后的曲柄角不会改变。也就是说,在编程在ECU50中的运算处理中,基于图4所示的其中发热量和曲柄角相互关联的发热量数据的在推定燃烧结束角之前的范围内的数据来计算燃烧比率。

[0060] 图7是示出通过对图4所示的发热量数据施用上述运算处理而再计算的燃烧比率与曲柄角的关系的图。这里,假定图4所示的发热量数据中无沉积物附着的情况下最终发热量等于推定发热量,并且分别针对沉积物的附着量小的情况和沉积物的附着量大的情况计算推定燃烧结束角。随后,基于推定燃烧结束角之前的范围内的数据来计算各曲柄角处的燃烧比率,并且分别针对沉积物的附着量小的情况和沉积物的附着量大的情况在图7中示出燃烧比率与曲柄角的关系。通过比较图7和图5可确认,根据编程在ECU 50中的运算处理,可从燃烧比率与曲柄角的关系排除沉积物附着的影响。

[0061] 图8是示出利用柱状图进行比较的由图5所示的燃烧比率数据计算出的CA 50和由图7所示的燃烧比率数据计算出的CA 50的图。在各项中,左侧的柱表示由图5所示的数据计算出的CA 50,而右侧的柱表示由图7所示的燃烧比率数据计算出的CA 50。由图5所示的燃烧比率数据计算出的CA 50随着沉积物的附着量越大而偏向越延迟侧,而由图7所示的燃烧比率数据计算出的CA 50保持在大致固定的价值,基本上不受沉积物附着的有无和附着量的影响。如可从图表确认的,上述运算处理适用于CA 50的计算,藉此可从CA 50的计算排除沉积物的影响。

[0062] 图9是表达在实施方式1中编程在ECU 50中的运算处理的具体流程的流程图。ECU 50在每次的燃烧循环中执行该流程图中示出的运算处理。以下将结合该流程图说明实施方式1中的CA 50的计算流程。

[0063] 在步骤S102中,ECU 50基于来自燃烧压力传感器40的信号而计算各曲柄角处的发热率,并且生成其中发热率和曲柄角相互关联的发热率数据。

[0064] 在步骤S104中,ECU 50基于本次燃烧循环的燃料喷射量而计算推定发热量。

[0065] 在步骤S106中,ECU 50基于在步骤S102中生成的发热率数据而计算燃烧开始角。例如,可算出发热量从负值变成正值时的曲柄角作为燃烧开始角。

[0066] 在步骤S108中,ECU 50基于在步骤S102中生成的发热率数据而计算燃烧结束角。例如,可算出发热量从正值变成负值时的曲柄角作为燃烧结束角。

[0067] 在步骤S110中,ECU 50将在步骤S106中计算出的燃烧开始角到在步骤S108中计算出的燃烧结束角的范围设定为发热率的积分区间。随后,ECU 50通过在所设定的积分区间中对发热率进行积分来计算各曲柄角处的发热量,并且生成其中发热量和曲柄角相互关联的发热量数据。

[0068] 在步骤S112中,ECU 50比较在步骤S110中计算出的发热量的最终值和在步骤S104中计算出的推定发热量。如果发热量的最终值在推定发热量以下,则来自燃烧压力传感器40的信号不受沉积物附着的影响。这种情况下,ECU 50相继执行步骤S116中的处理和步骤S118中的处理。

[0069] 在步骤S116中,ECU 50基于从在步骤S106中计算出的燃烧开始角到在步骤S108中计算出的燃烧结束角的范围内的发热量数据而计算各曲柄角处的燃烧比率,并且生成其中燃烧比率和曲柄角彼此关联的燃烧比率数据。随后,在步骤S118中,ECU 50基于在步骤S116中生成的燃烧比率数据而确定燃烧比率变成50%时的曲柄角,并且算出该曲柄角作为CA50。

[0070] 当在步骤S112中确定发热量的最终值大于推定发热量时,来自燃烧压力传感器40的信号受到沉积物附着的影响。这种情况下,ECU 50执行步骤S114中的处理,并且此后执行步骤S116中的处理和步骤S118中的处理。

[0071] 在步骤S114中,ECU 50考虑推定发热量而再计算燃烧结束角。也就是说,ECU 50计算推定燃烧结束角,该推定燃烧结束角是发热量达到推定发热量时的曲柄角。

[0072] 在步骤S116中,ECU 50基于从在步骤S106中计算出的燃烧开始角到在步骤S114中再计算出的燃烧结束角(推定燃烧结束角)的范围内的发热量数据而计算各曲柄角处的燃烧比率,并且生成其中燃烧比率和曲柄角彼此关联的燃烧比率数据。随后,在步骤S118中,ECU 50基于在步骤S116中生成的燃烧比率数据而确定燃烧比率变成50%时的曲柄角,并且算出该曲柄角作为CA 50。

[0073] 通过按照上述计算流程计算CA 50,能精确地计算出CA 50而不受沉积物附着于燃烧压力传感器40的影响。因此,根据实施方式1中由ECU 50执行的运算处理,即使在沉积物附着于燃烧压力传感器40的情况下,也能保持使用CA 50的燃烧控制的精度。

[0074] 在上述计算流程中,步骤S102、S106、S108和S110中的处理对应于根据本发明的“第一处理”,而步骤S104中的处理对应于“第二处理”。此外,步骤S112中的判定结果为肯定的情况下步骤S116和S118中的处理对应于“第三处理”,而步骤S112中的判定结果为否定的情况下步骤S114、S116和S118中的处理对应于“第四处理”。

[0075] 除作为执行上述运算处理的运算处理装置的功能以外,ECU 50也可用作加热器通电控制装置。当ECU 50用作加热器通电控制装置时,ECU 50执行图10的流程图中所示的沉积物烧除控制。当沉积物的附着进行时,沉积物的附着不仅在燃烧后期而且在燃烧前期都可能影响来自燃烧压力传感器40的信号。因此,当ECU 50能推定沉积物的附着量超过可容许极限时,ECU 50使与燃烧压力传感器40一体化的预热塞通电,并且使预热塞发热以烧除沉积物。

[0076] ECU 50在每次的燃烧循环中执行沉积物烧除控制。根据图10中的流程图,ECU 50在步骤S122中判定发热量是否在预定判定值以下。步骤S122中提到的发热量是在上述运算处理中的步骤S110最初执行时计算出的发热量。随着沉积物的附着量变得越大,基于来自燃烧压力传感器40的信号计算出的发热量增大,并且因此能使用该发热量作为指示沉积物的附着量的特征量。在步骤S122中使用的判定值对应于沉积物的附着量达到容许值时的发热量。

[0077] 当步骤S122中的判定结果为肯定时,能判定为沉积物的附着量不超过容许值。这

种情况下,不使预热塞发热。

[0078] 当步骤S122中的判定结果为否定时,能判定为沉积物的附着量超过容许值。这种情况下,ECU 50在步骤S124中使预热塞通电以使预热塞发热。通过该处理,附着于燃烧压力传感器40的加热器棒402周边的沉积物被加热器棒402所产生的热燃烧并且除去。

[0079] 通过进行如上所述的沉积物烧除控制,燃烧压力传感器40的性能可恢复为无沉积物附着的原来性能。此外,根据在实施方式1中执行的CA 50的计算流程,即使在一定量的沉积物附着的情况下也能保持CA 50的计算精度,并且因此,能使用于除去所附着的沉积物的沉积物烧除控制的执行频率低。也就是说,能将由于用于使预热塞发热的电力消耗而引起的燃料效率的恶化、由于预热塞的发热而引起的燃烧室16内的燃烧状态的变化抑制为最低程度。

#### [0080] 实施方式2

[0081] 实施方式2具有与实施方式1相同的系统构型,但与实施方式1的不同之处在于CA 50的计算流程。图11是表达在实施方式2中编程在ECU 50中的运算处理的具体流程的流程图。ECU 50在每次的燃烧循环中执行该流程图中示出的运算处理。以下将按照该流程图来说明实施方式2中的CA50的计算流程。

[0082] 在步骤S202中,ECU 50基于来自燃烧压力传感器40的信号而计算各曲柄角处的发热率,并且生成其中发热率和曲柄角相互关联的发热率数据。

[0083] 在步骤S204中,ECU 50基于本次燃烧循环的燃料喷射量而计算推定发热量。

[0084] 在步骤S206中,ECU 50基于在步骤S202中生成的发热率数据而计算燃烧开始角。

[0085] 在步骤S208中,ECU 50基于在步骤S202中生成的发热率数据按各曲柄角的序列对发热率数据进行积分,并且生成其中发热量和曲柄角相互关联的发热量数据。更具体地,每次执行步骤S208时,ECU 50从发热率数据中取出第i个曲柄角处的发热率,并且将所取出的第i个发热率积分在在前一次的步骤S208执行时计算出的积分值中,藉此ECU 50更新发热量数据。第一曲柄角是在步骤S206中计算出的燃烧开始角。ECU 50在每次ECU 50对发热率进行积分时执行步骤S210中的判定。

[0086] 在步骤S210中,ECU 50判定在步骤S208中计算出的积分值是否大于在步骤S204中计算出的推定发热量。当发热率的积分值未达到推定发热量时,ECU 50接下来执行步骤S212中的判定。

[0087] 在步骤S212中,ECU 50从发热率数据中取出第i+1个曲柄角处的发热率,并且判定该值是否满足燃烧结束条件。作为燃烧结束条件,可列举发热率的值变为零以下、发热率的值变成连续预定次数地在预定值以下等。这种情况下,燃烧结束条件是发热率的值变为零以下。当发热率为正值时,ECU 50在步骤S214中将曲柄角的序号递增1。随后,ECU 50再次执行步骤S208中的处理,并且更新发热率的积分值。

[0088] 当在步骤S210中的判定结果变为肯定之前步骤S212中的判定结果变为肯定时,即,当在发热率的积分值达到推定发热量之前发热率的值满足燃烧结束条件时,能判定为来自燃烧压力传感器40的信号不受沉积物附着的影响。这种情况下,ECU 50接下来执行步骤S216、S218和S220中的处理。

[0089] 当步骤S210中的判定结果变为肯定时,即,当发热率的积分值达到推定发热量时,能判定为来自燃烧压力传感器40的信号受到沉积物附着的影响。这种情况下,ECU 50接下

来执行步骤S216、S218和S220中的处理。

[0090] 在步骤S216中,ECU 50计算燃烧结束角。当由于步骤S212中的判定结果变为肯定而执行步骤S216时,ECU 50算出在步骤S212中发热率变为零以下时的曲柄角作为燃烧结束角。当由于步骤S210中的判定结果变为否定而执行步骤S216时,ECU 50算出发热率的积分值达到预定发热量时的曲柄角作为燃烧结束角。

[0091] 在步骤S218中,ECU 50基于从在步骤S206中计算出的燃烧开始角到在步骤S216中计算出的燃烧结束角的范围内的发热量数据而计算各曲柄角处的燃烧比率,并且生成其中燃烧比率和曲柄角彼此关联的燃烧比率数据。随后,在步骤S220中,ECU 50基于在步骤S218中生成的燃烧比率数据而确定燃烧比率变成50%时的曲柄角,并且算出该曲柄角作为CA50。

[0092] 通过按照上述计算流程计算CA 50,能精确地计算出CA 50而不受沉积物附着于燃烧压力传感器40的影响。因此,根据实施方式2中由ECU 50执行的计算处理,与实施方式1的情况相似,即使在沉积物附着于燃烧压力传感器40的情况下,也能保持使用CA 50的燃烧控制的精度。

[0093] 在上述计算流程中,步骤S202、S206和S208中的处理对应于根据本发明的“第一处理”,而步骤S204中的处理对应于“第二处理”。此外,步骤S212中的判定结果为肯定的情况下的步骤S216、S218和S210中的处理对应于“第三处理”,而步骤S210中的判定结果为肯定的情况下的步骤S216、S218和S220中的处理对应于“第四处理”

[0094] 其它实施方式

[0095] CA 50是用于燃烧控制的燃烧状态参数的一个例子。也可使用燃烧比率变成除50%以外的预定比率时的曲柄角作为燃烧状态参数。此外,也可使用预定曲柄角处的燃烧比率作为燃烧状态参数。

[0096] 在沉积物烧除控制中,指示沉积物附着量的特征量不限于发热量。也可使用燃烧后期的预定曲柄角处的发热率等作为指示沉积物附着量的特征量。

[0097] 预热塞一体式燃烧压力传感器是包括按照燃烧室内的压力而移位的受压部件并且输出与受压部件的移位对应的信号的燃烧压力传感器的一个例子。本发明可应用于具有与此相似的构型的任何燃烧压力传感器而不限于预热塞一体式燃烧压力传感器。此外,按照燃烧压力传感器的种类来确定作为燃烧控制对象的内燃发动机。在预热塞一体式燃烧压力传感器的情况下,预热塞一体式燃烧压力传感器所应用的内燃发动机是柴油发动机,但专用的燃烧压力传感器也可应用于火花点火式发动机。

[0098] 附图标记列表

- [0099] 10 内燃发动机
- [0100] 12 活塞
- [0101] 14 气缸盖
- [0102] 16 燃烧室
- [0103] 30 燃料喷射阀
- [0104] 32 曲轴
- [0105] 34 曲柄角传感器
- [0106] 38 孔

- [0107] 40 燃烧压力传感器
- [0108] 50 ECU
- [0109] 401 壳体
- [0110] 402 加热器棒
- [0111] 403 密封件
- [0112] 404 应变仪

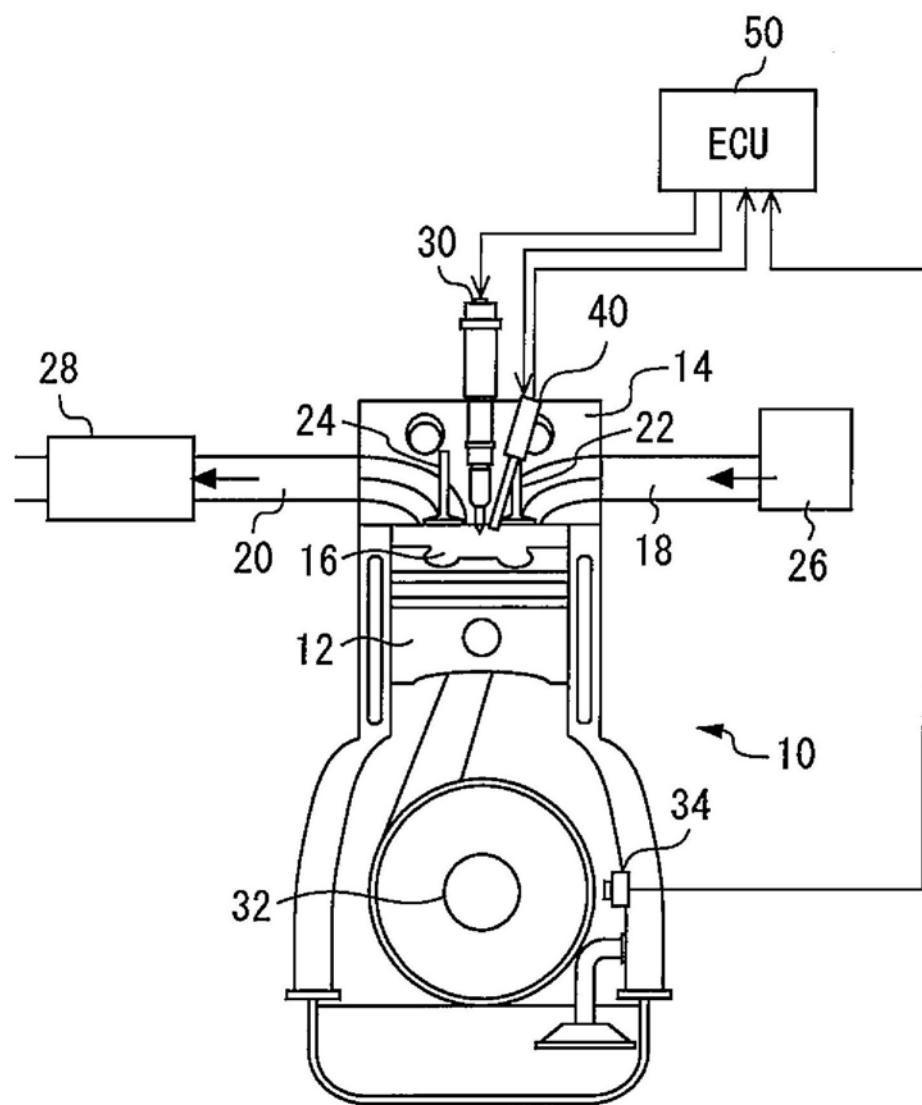
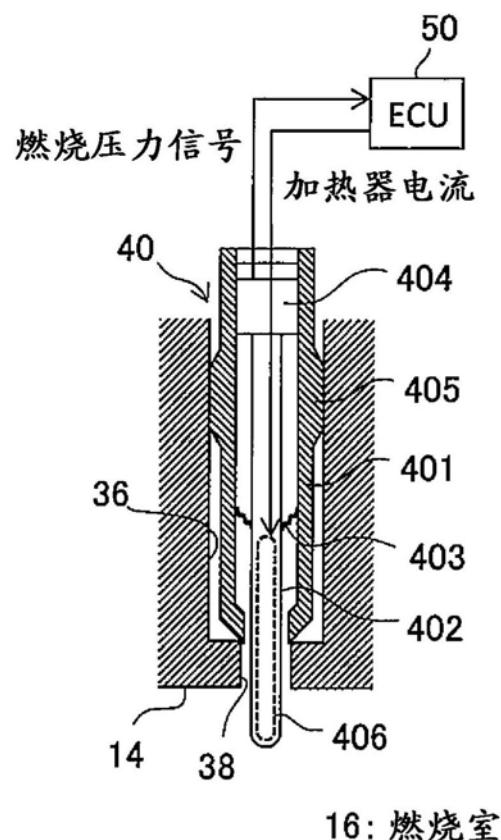


图1



16: 燃烧室

图2

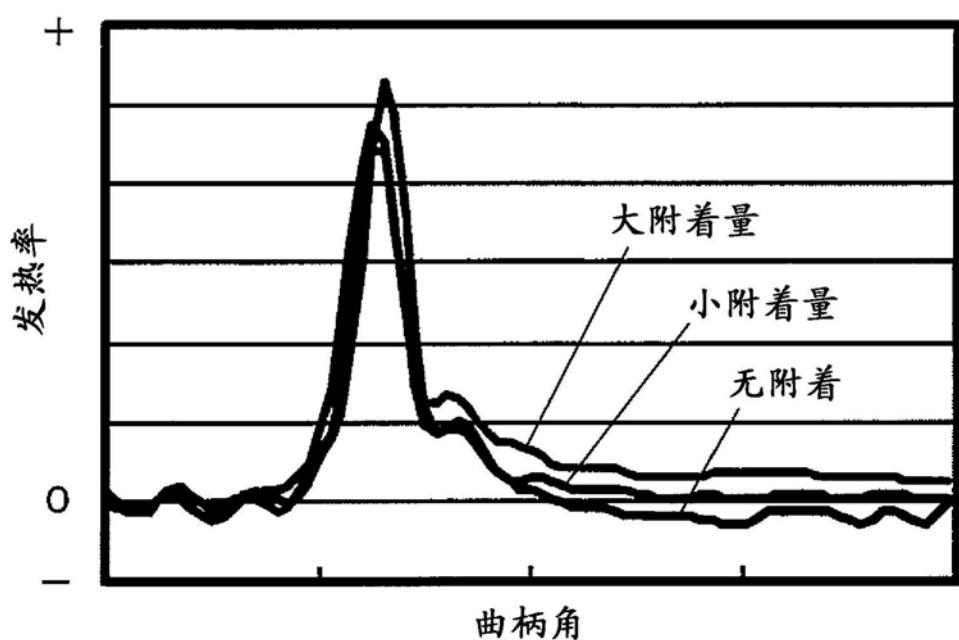


图3

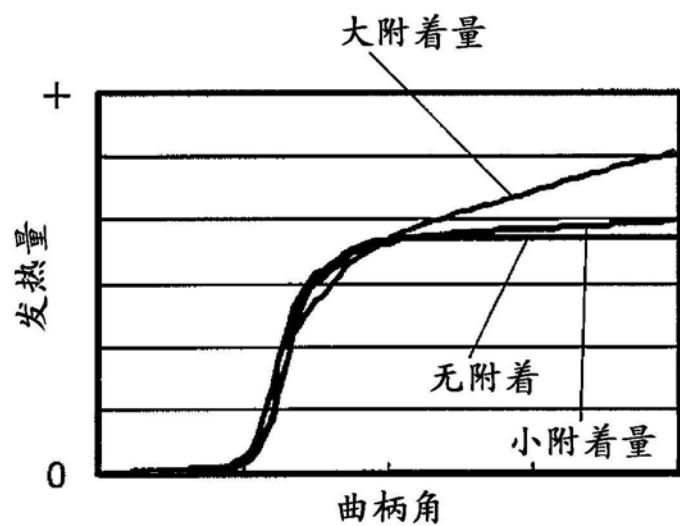


图4

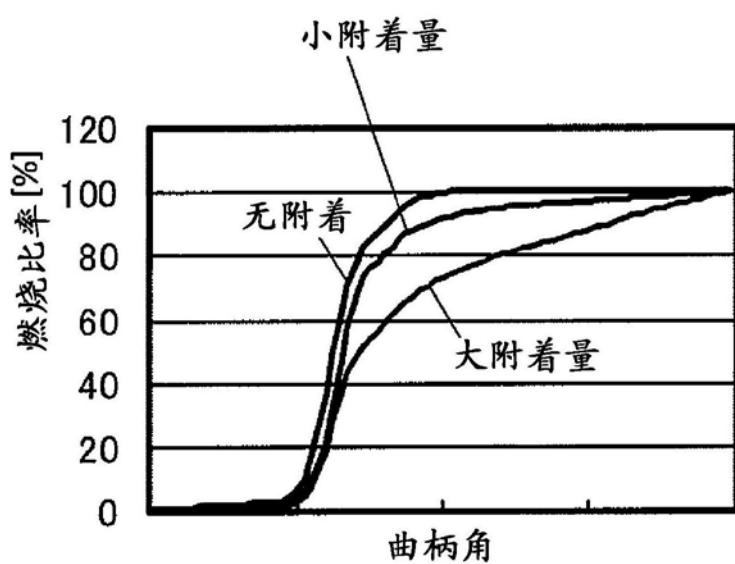


图5

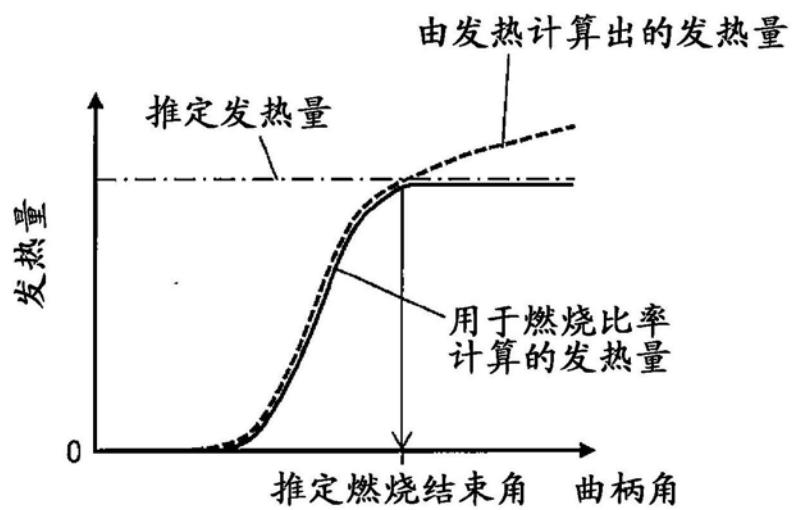


图6

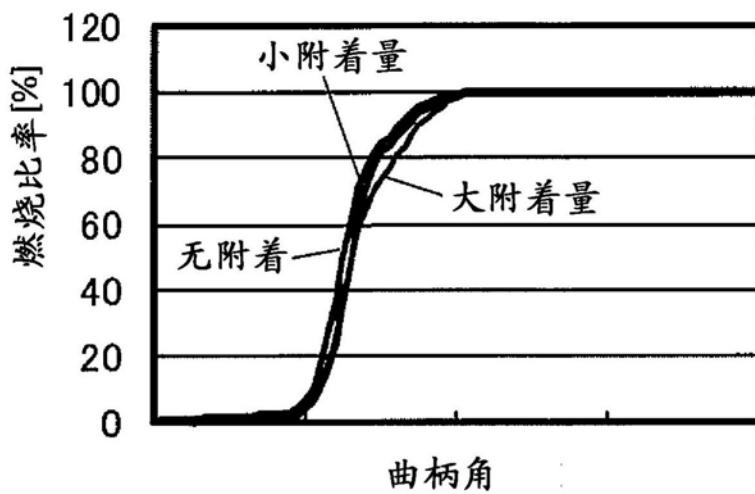


图7

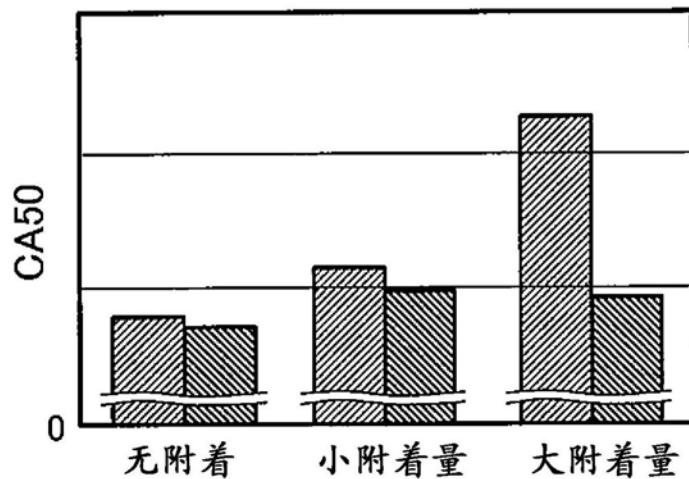


图8

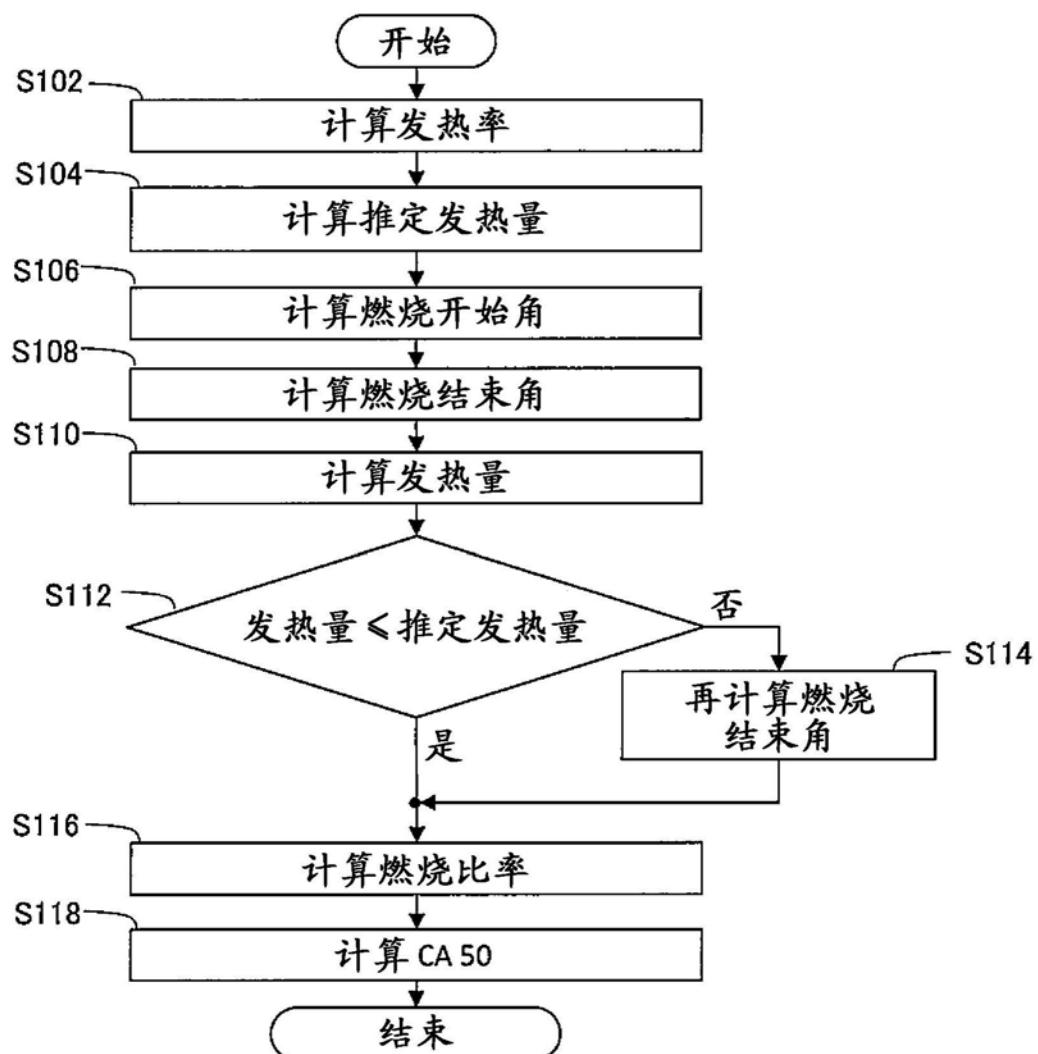


图9

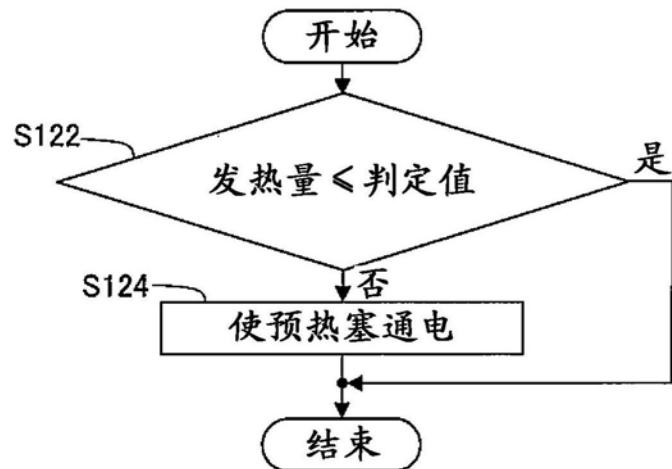


图10

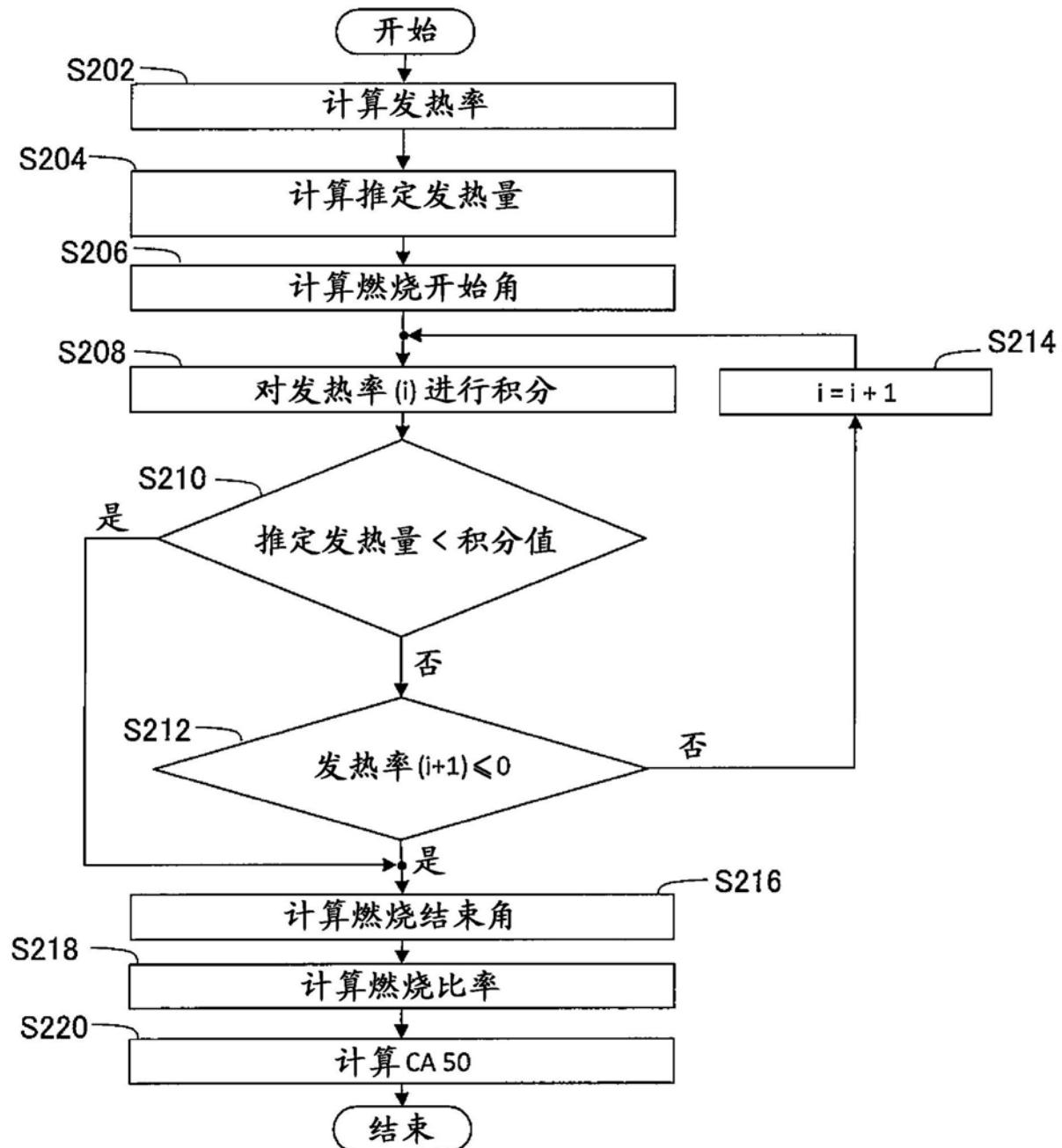


图11