



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105247204 B

(45)授权公告日 2017.12.19

(21)申请号 201380077027.4

(22)申请日 2013.05.31

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105247204 A

(43)申请公布日 2016.01.13

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.11.27

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2013/065242 2013.05.31

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/192147 JA 2014.12.04

(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 越智雄大 柏仓利美 吉松昭夫

(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

代理人 黄威 苏萌萌

(51)Int.Cl.  
F02P 5/15(2006.01)  
F02D 41/38(2006.01)  
F02D 45/00(2006.01)

(56)对比文件  
JP 特开2008-169714 A,2008.07.24,  
JP 特开2001-140681 A,2001.05.22,  
JP 特开2012-246784 A,2012.12.13,  
CN 101336339 A,2008.12.31,  
JP 特开2007-154859 A,2007.06.21,  
JP 特开2008-169714 A,2008.07.24,

审查员 董昊龙

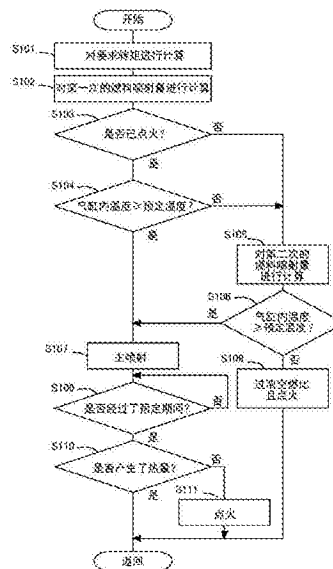
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

内燃机的控制系统

(57)摘要

本发明提供一种内燃机的控制系统,其目的在于抑制失火以及急剧的压力上升。内燃机的控制系统在至少一部分的运转区域内,针对通过主喷射而被喷射出的燃料实施通过压缩自然而进行的扩散燃烧,并针对在主喷射之前被喷射出的燃料实施通过火花塞的火花点火而进行的分层充气燃烧,所述内燃机的控制系统具备:判断部,其对扩散燃烧是否发生进行判断;控制部,其在判断为扩散燃烧未发生的情况下,针对通过主喷射而被喷射出的燃料实施通过火花塞的火花点火而进行的燃烧。



1. 一种内燃机的控制系统,其在至少一部分的运转区域内,针对通过主喷射而被喷射出的燃料实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧,并针对在所述主喷射之前被喷射出的燃料实施通过火花塞的火花点火而进行的分层充气燃烧,

所述内燃机的控制系统具备:

判断部,其对所述扩散燃烧是否发生进行判断;

控制部,其在通过所述判断部而判断为所述扩散燃烧未发生的情况下,针对通过所述主喷射而被喷射出的燃料实施通过所述火花塞的火花点火而进行的燃烧,

在为了实施所述分层充气燃烧从而利用所述火花塞而实施了火花点火之后,所述内燃机的气缸内的温度在预定温度以上,且从所述主喷射的开始起的预定期间内未检测出通过所述主喷射而喷射出的燃料的燃烧的情况下,所述判断部判断为所述扩散燃烧未发生。

2. 一种内燃机的控制系统,其在至少一部分的运转区域内,针对通过主喷射而被喷射出的燃料实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧,并针对在所述主喷射之前被喷射出的燃料实施通过火花塞的火花点火而进行的分层充气燃烧,

所述内燃机的控制系统具备:

判断部,其对所述扩散燃烧是否发生进行判断;

控制部,其在通过所述判断部而判断为所述扩散燃烧未发生的情况下,针对通过所述主喷射而被喷射出的燃料实施通过所述火花塞的火花点火而进行的燃烧,

在为了实施所述分层充气燃烧从而利用所述火花塞而实施了火花点火之后,所述内燃机的气缸内的温度小于预定温度的情况下,所述判断部判断为所述扩散燃烧未发生,

所述控制部在由所述判断部判断为所述扩散燃烧未发生的情况下,以使气缸内的空燃比低于理论空燃比的方式来对通过所述主喷射而喷射的燃料量进行调节,并且,针对通过所述主喷射而被喷射出的燃料实施通过所述火花塞的火花点火而进行的燃烧。

3. 如权利要求1所述的内燃机的控制系统,其中,

所述控制部在所述主喷射开始后的所述内燃机的气缸内的压力上升率成为了预定率以上的情况下,使所述主喷射在中途停止。

4. 如权利要求3所述的内燃机的控制系统,其中,

所述控制部在使所述主喷射在中途停止之后,使所述主喷射再次开始。

5. 如权利要求1至4中的任意一项所述的内燃机的控制系统,其中,

所述控制部在所述主喷射被开始实施之前,实施多次所述分层充气燃烧,直至所述内燃机的气缸内的温度成为所述预定温度以上。

## 内燃机的控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种内燃机的控制系统。

### 背景技术

[0002] 已知一种在火花塞周围形成混合气并实施了火花点火之后,直接向燃烧室内喷射燃料而进行压缩自燃燃烧的技术(例如,参照专利文献1)。

[0003] 另外,已知一种如下的技术,即,在轻负载运转时,通过对预混气体实施火花点火从而实施通过火炎传播而进行的燃烧,而在高负载运转时,实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧(例如,参照专利文献2)。而且,在对通过火炎传播而进行的燃烧、和扩散燃烧进行切换时,在针对引燃喷射燃料而实施强制点火从而使混合气燃烧之后,并在使主喷射燃料进行压缩自燃扩散燃烧之后进行切换。

[0004] 另外,已知一种如下的技术,即,在容易发生爆燃的运转区域中,在压缩上止点之前于气缸内实施第一燃料喷射,并通过火花点火而使所喷射的燃料燃烧,并且在第一燃料喷射结束后实施第二燃料喷射,并通过扩散燃烧而使所喷射的燃料燃烧(例如,参照专利文献3)。

[0005] 另外,以使点火电极部位于从燃料喷射阀被喷射的燃料的喷雾的内部或喷雾附近的方式而设置火花塞,在燃料喷射之后,利用火花塞而对燃料进行点火从而使产生火焰,在通过所产生的火焰而重新使一次以上的喷雾进行扩散燃烧,在燃烧行程中的全部的喷射结束后,至少重新点火一次以上(例如,参照专利文献4)。

[0006] 另外,已知一种如下的技术,即,在实施均质充量压缩点火(HCCI)的内燃机中,存在燃烧状态从预定范围向失火侧偏离的气缸的情况下,实施通过火花塞而进行的点火辅助的技术(例如,参照专利文献5)。但是,由于在进行均质充量压缩点火的内燃机中,气缸内均匀地成为大幅度地高于理论空燃比的空燃比(过稀空燃比),因此难以实施通过火花塞而进行的点火。

[0007] 在此,当在实施了通过火花点火而进行的燃烧之后,实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧时,能够提高热效率。但是,扩散燃烧成立的运转区域较窄。而且,当偏离该运转区域时,可能出现未燃燃料在扩散燃烧未发生的情况下被排出的状况。另外,由于实施了通过火花点火而进行的燃烧之后的燃烧室内的温度以及压力的偏差,也可能会不发生扩散燃烧。而且,由于如果不发生扩散燃烧,则燃料和空气的混合就会推进,因此,可能会如均质充量压缩点火(HCCI)那样,使大量的燃料一次性地发生自燃。这样一来,可能会在燃烧时伴随有急剧的压力上升。而且,由于该压力上升,从而燃烧噪声有可能会增大。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2003-254105号公报

[0011] 专利文献2:日本特开2008-169714号公报

[0012] 专利文献3:日本特开2007-064187号公报

[0013] 专利文献4:日本特开2007-278257号公报

[0014] 专利文献5:日本特开2007-016777号公报

## 发明内容

[0015] 发明所要解决的课题

[0016] 本发明是鉴于如上所述的问题点而完成的发明,其目的在于抑制失火以及急剧的压力上升。

[0017] 用于解决问题的方法

[0018] 为了实现上述课题,本发明在至少一部分的运转区域内,针对通过主喷射而被喷射出的燃料实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧,并针对在所述主喷射之前被喷射出的燃料实施通过火花塞的火花点火而进行的分层充气燃烧,所述内燃机的控制系统具备:判断部,其对所述扩散燃烧是否发生进行判断;控制部,其在通过所述判断部而判断为所述扩散燃烧未发生的情况下,针对通过所述主喷射而被喷射出的燃料实施通过所述火花塞的火花点火而进行的燃烧。

[0019] 在此,通过在主喷射之前实施分层充气燃烧,从而气缸内的温度以及压力将上升。由此,能够容易地实施扩散燃烧。但是,存在由于空燃比的偏差、分层充气燃烧时的温度或压力的偏差等而使得之后的通过压缩自燃而进行的扩散燃烧变得困难的情况。即,存在即使实施主喷射,也不发生扩散燃烧的情况。在这种情况下,可能伴随有急剧的压力上升而使燃料燃烧或失火。相对于此,如果在主喷射后利用火花点火,则能够更加切实地使通过主喷射而被喷射出的燃料进行燃烧。

[0020] 并且,扩散燃烧未发生的情况是指,例如,在分层充气燃烧后气缸内的温度未上升至能够进行扩散燃烧的温度的情况、或从进行主喷射起经过了预定期间也未产生热量的情况。并且,未产生热量的情况也可以被设为,未检测出燃烧的情况、或压力上升量小于预定值的情况。

[0021] 另外,在本发明中,所述判断部在为了实施所述分层充气燃烧从而利用所述火花塞而实施了火花点火之后,所述内燃机的气缸内的温度在预定温度以上,且从所述主喷射的开始起的预定期间内未检测出通过所述主喷射而喷射出的燃料的燃烧的情况下,所述判断部判断为所述扩散燃烧未发生。

[0022] 此处所说的预定温度能够被设为能够通过压缩自燃而进行的扩散燃烧。另外,预定温度也可以被设定为发生均质充量压缩点火(HCCI)的温度。另外,预定期间能够被设为通过主喷射而喷射出的燃料可进行扩散燃烧的期间的上限。另外,预定期间也可以被设为在发生扩散燃烧的情况下的、从主喷射的开始起至检测出燃料的燃烧为止的期间的上限。而且,预定期间也可以被设为在发生扩散燃烧的情况下的、从主喷射的开始起至检测出热量的产生为止的期间的上限。即,在从主喷射的开始起经过了预定期间时,如果扩散燃烧未开始,则之后有可能发生失火。另外,由于空气和燃料的混合推进,从而有可能发生均质充量压缩点火。在此,即使通过分层充气燃烧而使气缸内的温度上升至预定温度,也存在因为某种原因而使之后的扩散燃烧变得困难的情况。相对于此,如果通过火花塞的火花点火而使通过主喷射而被喷射出的燃料燃烧,则能够抑制失火或均质充量压缩点火的发生。

[0023] 另外,在本发明中,在为了实施所述分层充气燃烧从而利用所述火花塞而实施了

火花点火之后,所述内燃机的气缸内的温度小于预定温度的情况下,所述判断部判断为所述扩散燃烧未发生,所述控制部在由所述判断部判断为所述扩散燃烧未发生的情况下,以使气缸内的空燃比低于理论空燃比的方式来对通过所述主喷射而喷射的燃料量进行调节,并且,针对通过所述主喷射而被喷射出的燃料实施通过所述火花塞的火花点火而进行的燃烧。

[0024] 此处所说的预定温度能够被设为可通过压缩自燃而进行扩散燃烧的温度。在此,即使实施分层充气燃烧,也存在温度不会充分上升的情况。当在这样的情况下欲实施扩散燃烧时,通过主喷射而被喷射出的燃料可能伴随有急剧的压力上升而进行燃烧、或者发生失火。相对于此,如果代替扩散燃烧而实施通过火花塞的火花点火而进行的燃烧,则能够抑制失火或由均质充量压缩点火而引起的急剧的压力上升。另外,由于均质充量压缩点火在高于理论空燃比的空燃比(过稀空燃比)下易于发生,因此,如果以使气缸内的空燃比低于理论空燃比的空燃比(过浓空燃比)的方式对燃料量进行调节,则能够抑制均质充量压缩点火的发生。另外,通过设为过浓空燃比,从而能够更加切实地实施通过火花点火而进行的燃烧。

[0025] 另外,在本发明中能够设为,所述控制部在所述主喷射开始后的所述内燃机的气缸内的压力上升率成为了预定率以上的情况下,使所述主喷射在中途停止。

[0026] 压力上升率也可以被设为每单位时间内的压力上升量。此处所说的预定率能够被设为在发生了均质充量压缩点火的情况下的压力上升率、或可能发生均质充量压缩点火的压力上升率。该预定率为,大于发生了通过压缩自燃而进行的扩散燃烧的情况下的压力上升率的值。另外,预定率也可以被设为气缸内的压力有可能超过容许范围的压力上升率。在此,在主喷射时压力上升率较高的情况下,可能发生了均质充量压缩点火。当在这样的情况下持续进行主喷射时,压力会进一步上升,从而燃烧噪声可能会增大。相对于此,通过使主喷射在中途停止,从而能够抑制以后的压力上升。

[0027] 另外,在本发明中能够设为,所述控制部在使所述主喷射在中途停止之后,使所述主喷射再次开始。

[0028] 在使主喷射在中途停止的情况下,相对于要求转矩而言燃料喷射量不足。相对于此,如果使主喷射再次开始,则能够对相对于要求转矩而言的燃料喷射量不足量进行补充。另外,也可以在使主喷射再次开始之后内燃机的气缸内的压力上升率成为预定率以上的情况下,使主喷射再次停止。通过以上方式,也可以分成多次来实施主喷射,直到成为与要求转矩相对应的燃料喷射量为止。并且,也可以在通过主喷射而被喷射出的燃料的剩余量少于可进行扩散燃烧的燃料的情况下,不喷射与该剩余量相对应的量的燃料。

[0029] 另外,在本发明中能够设为,所述控制部在所述主喷射被开始实施之前,实施多次所述分层充气燃烧,直至所述内燃机的气缸内的温度成为预定温度以上。

[0030] 在此所说的预定温度能够被设为能够进行通过压缩自燃而进行的扩散燃烧的温度。如果通过以上方式而使气缸内的温度上升至预定温度以上,则能够更加切实地实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧。在每次实施分层充气燃烧时,对气缸内的温度进行检测,并在气缸内的温度小于预定温度的情况下,再次实施分层充气燃烧。分层充气燃烧能够反复实施,直至主喷射被实施为止。而且,在即使多次实施分层充气燃烧但气缸内的温度仍小于预定温度的情况下,通过实施由火花点火而进行的燃烧,从而能够抑制失火或者由均质充

量压缩点火而引起的急剧的压力上升。

[0031] 发明效果

[0032] 根据本发明,能够抑制失火以及急剧的压力上升。

#### 附图说明

[0033] 图1为用于对实施例1的系统结构进行说明的图。

[0034] 图2为表示实施例1所涉及的燃料喷射正时以及点火正时之间的关系图。

[0035] 图3为表示实施例1所涉及的燃料喷射阀以及火花塞的控制流程的流程图。

[0036] 图4为表示步骤S108中的燃料喷射正时以及点火正时之间的关系图。

[0037] 图5为表示实施例2所涉及的燃料喷射正时以及点火正时之间的关系图。

[0038] 图6为表示实施例2所涉及的燃料喷射阀以及火花塞的控制流程的流程图。

[0039] 图7为表示实施例3所涉及的燃料喷射正时和缸内压力之间的关系图。

[0040] 图8为表示图7所示的循环的下一个循环中的燃料喷射正时和缸内压力之间的关系图。

[0041] 图9为表示实施例3所涉及的燃料喷射阀以及火花塞的控制流程的流程图。

#### 具体实施方式

[0042] 以下,参照附图,根据实施例而对用于实施本发明的方式以示例的方式进行详细说明。但是,该实施例所记载的结构部件的尺寸、材质、形状、其相对配置等只要没有进行特别记载,则并不表示将本发明的范围限定于此的含义。

[0043] (实施例1)

[0044] 图1为用于对本实施例的系统结构进行说明的图。在本实施例中,具备内燃机1。内燃机1为汽油发动机。图1中仅示出了多个气缸2中的一个气缸。内燃机1例如被搭载于车辆上。

[0045] 内燃机1具备气缸体4,气缸体4的内部具有活塞3。活塞3通过连杆5而与曲轴6连接。在曲轴6的附近设置有曲轴转角传感器61。曲轴转角传感器61对曲轴6的旋转角度(即,曲轴转角)进行检测。

[0046] 在气缸体4的上部组装有气缸盖7。气缸盖7具备与气缸2内相通的进气口9。另外,在气缸盖7上连接有进气管10。进气口9使进气管10与气缸2内连通。在该进气口9与气缸2内的连接部上设置有进气门11。

[0047] 另外,气缸盖7具备与气缸2内相通的排气口13。在排气口13和气缸2内之间的连接部上设置有排气门14。

[0048] 另外,在内燃机1上,设置有向气缸2内直接喷射燃料的燃料喷射阀21、在气缸2内使产生电火花的火花塞22、对气缸2内的压力进行测量的压力传感器23。例如,以在从燃料喷射阀21喷射的燃料的喷雾的内部或者喷雾附近产生火花的方式而设置火花塞22。

[0049] 另外,本实施例的系统具备作为电子控制装置的ECU60。在ECU60的输出侧连接有节气门12、燃料喷射阀21、以及火花塞22等。在ECU60的输入侧除了连接有上述传感器之外,还连接有加速器开度传感器63等,且所述加速器开度传感器63输出与驾驶员踩踏加速踏板62的量相对应的电信号。ECU60根据各传感器的输出,而执行如燃料喷射控制或点火正时控

制这种内燃机1整体的控制。

[0050] 而且,ECU60通过对燃料喷射阀21以及火花塞22进行控制,从而在气缸2内的可分层充气燃烧的范围形成混合气,并针对该混合气实施通过火花点火而进行的分层充气燃烧。另外,在实施了分层充气燃烧之后的相同的循环内,进一步实施燃料喷射而实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧。例如,在压缩上止点之前,实施用于分层充气燃烧的燃料喷射以及火花点火,并在压缩上止点附近或压缩上止点之后,实施用于扩散燃烧的燃料喷射。在以此方式而实施了分层充气燃烧之后实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧的区域,既可以是一部分的运转区域,也可以是全部的运转区域。

[0051] 在此,通过由火花点火而进行的分层充气燃烧,从而使气缸2内的温度以及压力上升。由此,在此后实施了燃料喷射的情况下,能够缩短从燃料喷射起至自燃为止的时间。而且,能够更加切实地实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧。

[0052] 并且,分层充气燃烧例如能够通过喷射引导方式、空气引导方式、或者水引导方式来实施。在喷射引导方式中,燃料喷射阀21和火花塞22之间的距离较短,并通过喷雾来形成混合气。而且,以在从燃料喷射阀21喷射的燃料的喷雾的内部或者喷雾附近产生火花的方式而设置火花塞22。另外,在空气引导方式中,通过气缸2内的气体流动而将燃料的喷雾向火花塞22引导。而且,在水引导方式中,利用被形成于活塞3中的腔体的形状,而将燃料的喷雾向火花塞22引导。并且,在本实施例中,通过喷射引导方式来实施分层充气燃烧。

[0053] 通过在汽油内燃机中实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧,从而能够实现失火的抑制、强烈的爆燃产生的抑制、转矩降低的抑制等。而且,与通过火花点火而使全部燃料燃烧的情况相比,能够提高热效率。

[0054] 通过以上方式,ECU60在汽油内燃机中实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧。并且,本实施例所涉及的扩散燃烧是指,从燃料喷射阀21被喷射的燃料的喷雾的顶端自燃,并从燃料与空气混合处起依次燃烧的情况。该扩散燃烧与如均质充量压缩点火(HCCI)那样在气缸2内的混合气的浓度均匀的状态下大量的燃料一次性地发生自燃的燃烧不同。

[0055] 但是,当分层充气燃烧时的温度上升量或压力上升量发生变化时,从用于扩散燃烧的燃料被喷射之后至产生热量为止的时间(以下,也称为点火延迟时间)发生变化。当该点火延迟时间变长时,扩散燃烧变得困难,从而有可能发生失火。另外,由于当点火延迟时间变长时,气缸2内空燃比的均匀化将会推进,因此将会发生均质充量压缩点火,从而压力将急剧上升。

[0056] 相对于此,在即使从通过燃料喷射阀21而喷射了用于扩散燃烧的燃料之后起经过了预定时间但仍未产生热量的情况下,ECU60实施通过火花塞22的火花点火。即,在点火延迟时间在预定时间以上的情况下,通过利用火花塞22而产生电火花,从而对燃料进行点火。由此,由于抑制了均质充量压缩点火的发生,因此能够抑制急剧的压力上升。

[0057] 并且,根据由压力传感器23测量出的压力的上升率或上升量,而对气缸2内是否产生了热量进行判断。另外,在分层充气燃烧后的气缸2内的温度未达到可进行扩散燃烧的温度,即使实施用于扩散燃烧的燃料喷射,也不会发生扩散燃烧。在该情况下,也可以再次实施分层充气燃烧,从而提高气缸2内的温度。即,也可以在一个循环中实施两次以上的分层充气燃烧。另外,在一次或多次的分层充气燃烧后气缸2内的温度未达到可进行扩散燃烧的温度,也可以不实施扩散燃烧,而实施通过火花点火而进行的燃烧。

[0058] 图2为表示本实施例所涉及的燃料喷射正时以及点火正时之间的关系图。横轴为曲轴转角。“燃料喷射阀控制信号”表示用于对燃料喷射阀21进行开闭的信号,在打开(ON)时开阀,在关闭(OFF)时闭阀。“火花塞控制信号”表示用于使火花塞22产生电火花的信号,在打开(ON)时产生电火花,在关闭(OFF)时不产生电火花。另外,单点划线表示压缩上止点。

[0059] 图2所示的第一次的燃料喷射为用于分层充气燃烧的燃料喷射。与该用于分层充气燃烧的燃料喷射相配合地实施通过火花塞22的点火。该分层充气燃烧在压缩上止点前被实施。另外,第二次的燃料喷射为用于实施通过压缩自燃而进行的扩散燃烧的燃料喷射。用于实施该扩散燃烧的燃料喷射从压缩上止点附近开始。并且,扩散燃烧的燃料喷射既可以在压缩上止点之前开始,也可以在压缩上止点之后开始。

[0060] 图3为表示本实施例所涉及的燃料喷射阀21以及火花塞22的控制流程的流程图。本程序由ECU60每隔预定的时间而执行。

[0061] 在步骤S101中,对要求转矩进行计算。要求转矩通过加速器开度传感器63而被检测出。另外,根据要求转矩而对一个循环的燃料喷射量进行计算。该燃料喷射量成为使在分层充气燃烧时所喷射的燃料和在扩散燃烧时所喷射的燃料合在一起而得到的值。另外,以成为高于理论空燃比的空燃比(过稀空燃比)的方式来决定燃料喷射量。而且,当步骤S101的处理完成时,进入步骤S102。

[0062] 在步骤S102中,对用于分层充气燃烧的燃料喷射量进行计算。并且,用于分层充气燃烧的燃料喷射量既可以被设为固定值,也可以根据内燃机1的吸入空气量而被决定。在此,为了实施扩散燃烧而所需的热量根据吸入空气量而发生变化。即,由于需要使气缸2内的空气的温度上升至可进行扩散燃烧的温度,因此,吸入空气量越多,则越需要更多的燃料。因此,可以根据吸入空气量而求出用于实施扩散燃烧的热量,并将用于产生该热量的燃料喷射量作为用于分层充气燃烧的燃料喷射量来进行计算。另外,在将燃料喷射量设为固定值的情况下,则以无论内燃机1的吸入空气量为何值此后都能够进行扩散燃烧的方式而设定该固定值。这些值的最佳值可以预先通过实验或模拟等而求出并被映射图化,且被存储于ECU60中。当计算出燃料喷射量时,根据该燃料喷射量,来实施用于分层充气燃烧的燃料喷射。而且,实施通过火花塞22而进行的火花点火。通过以上方式,而在本步骤中实施了分层充气燃烧。而且,当步骤S102的处理完成时,进入步骤S103。

[0063] 在步骤S103中,对是否已点火进行判断。即,对用于分层充气燃烧的燃料实际上是否已燃烧进行判断。并且,在本步骤中,如果从用于分层充气燃烧的燃料被喷射起经过了预定时间后的气缸2内的压力上升量在预定量以上,则判断为已经点火。

[0064] 在步骤S103中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S104。而且,在步骤S104中,对气缸2内的温度是否在预定温度以上进行判断。此处所说的预定温度为可进行扩散燃烧的温度。即,如果气缸2内的温度未达到预定温度,则即使此后实施燃料喷射,扩散燃烧也较困难。在这种情况下,不实施扩散燃烧。气缸2内的温度能够根据气缸2内的压力来进行推断。另外,也可以安装对气缸2内的温度进行测量的传感器。

[0065] 在步骤S104中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S107。另一方面,在步骤S103或步骤S104中作出了否定判断的情况下,进入步骤S105。在步骤S105中,对第二次的用于分层充气燃烧的燃料喷射量进行计算。即,在对用于第一次的分层充气燃烧的燃料未进行点火



的情况下、或者气缸2内的温度上升并不充分的情况下,实施第二次的分层充气燃烧。并且,在本步骤中,也可以以与步骤S102同样的方式对燃料喷射量进行计算。另外,由于在第一次的分层充气燃烧中考虑到存在某种程度的温度上升的情况,因此,也可以设为与步骤S102相比而较少的燃料喷射量。当计算出燃料喷射量时,根据该燃料喷射量,来实施用于分层充气燃烧的燃料喷射。而且,实施通过火花塞22而进行的火花点火。通过以上方式,而在本步骤中实施了分层充气燃烧。而且,当步骤S105的处理完成时,进入步骤S106。

[0066] 在步骤S106中,与步骤S104同样地,对气缸2内的温度是否在预定温度以上进行判断。在步骤S106中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S107。

[0067] 在步骤S107中,实施用于扩散燃烧的燃料喷射(主喷射)。此时的燃料喷射量为,从与在步骤S101中计算出的要求转矩相对应的燃料量中,减去在步骤S102以及步骤S105中被喷射的燃料量而得到的值。而且,当步骤S107的处理完成时,进入步骤S109。

[0068] 另一方面,在步骤S106中作出了否定判断的情况下,进入步骤S108。在该情况下,扩散燃烧发生的条件未成立。在步骤S108中,以使气缸2内的空燃比低于理论空燃比的空燃比(过浓空燃比)的方式而喷射燃料,而且,实施通过火花塞22而进行的火花点火。此时,以使空燃比例如成为9至14.5之间的值的方式而对燃料喷射量进行调节。

[0069] 在此,图4为表示步骤S108中的燃料喷射正时以及点火正时之间的关系图。主要对与图2之间的不同进行说明。在图4中,虚线表示一个循环中实施两次分层充气燃烧的情况下的第二次燃料喷射阀控制信号以及火花塞控制信号。

[0070] 如图4所示的步骤S108中的用于分层充气燃烧的燃料喷射与图2所示的情况相同。另一方面,在步骤S108中,在压缩上止点之后,实施用于通过火花点火而进行的燃烧的燃料喷射。用于通过该火花点火而进行的燃烧的燃料喷射从压缩上止点附近开始。而且,与用于通过火花点火而进行的燃烧的燃料喷射相配合地实施火花点火。如此,当进入步骤S108时,被喷射至气缸2内的燃料全部通过火花点火而被燃烧。

[0071] 如此,在认为扩散燃烧较困难的情况下,进入步骤S108,而实施火花点火。在此,均质充量压缩点火一般在理论空燃比以上的情况下发生。因此,如果以成为低于理论空燃比的空燃比(过浓空燃比)的方式对燃料喷射量进行调节,则能够抑制均质充量压缩点火的发生。由此,能够抑制急剧的压力上升。另外,由于通过设为过浓空燃比,从而成为通过火花点火而进行的燃烧容易发生的状态,因此,能够更加切实地使燃料燃烧。而且,当步骤S108的处理完成时,结束本程序。

[0072] 另外,在步骤S109中,对从步骤S107中的燃料喷射开始起是否经过了预定期间进行判断。预定期间能够被设为,通过主喷射而被喷射出的燃料可进行扩散燃烧的期间的上限。另外,预定期间也可以作为扩散燃烧发生的情况下的、从主喷射的开始起至产生热量为止的期间的上限。而且,预定期间也可以作为扩散燃烧发生的情况下的点火延迟时间。即,在从主喷射的开始起经过了预定期间时,如果扩散燃烧未开始,此后有可能会发生失火。另外,通过预混的推进,从而可能发生均质充量压缩点火。并且,由于气缸2内的温度和点火延迟时间处于相关关系下,因此,预定期间根据气缸2内的温度而被计算出。该关系预先通过实验或模拟等而被求出并被存储于ECU60中。在步骤S109中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S110,另一方面,在作出了否定判断的情况下,再次对步骤S109进行处理。

[0073] 在步骤S110中,对是否产生了热量进行判断。即,对扩散燃烧实际上是否被实施进

行判断。在本步骤中,如果气缸2内的压力的上升率或上升量在预定值以上,则判断为热量已产生。该预定值预先通过实验或模拟等被求出并被存储于ECU60中,以作为热量已产生时的值。并且,为了使扩散燃烧发生,从而在燃料喷射中必须发生自燃。因此,在本步骤中,在用于扩散燃烧的燃料喷射被实施的期间内,只要对是否产生了热量进行判断即可。在步骤S110中作出了肯定判断的情况下,结束本程序。另一方面,在作出了否定判断的情况下,进入步骤S111。

[0074] 在步骤S111中,实施通过火花塞22而进行的火花点火。在步骤S111中,扩散燃烧发生的条件未成立。即,由于可能会发生均质充量压缩点火或失火,因此,通过火花点火而使燃料燃烧。

[0075] 并且,在本实施例中对步骤S102以及步骤S105进行处理的ECU60相当于本发明中的控制部。另外,在本实施例中对步骤S106或步骤S110进行处理的ECU60相当于本发明中的判断部。另外,在本实施例中对步骤S108或步骤S111进行处理的ECU60也相当于本发明中的控制部。

[0076] 另外,虽然在本实施例中,在步骤S104中作出了否定判断的情况下,在步骤S105中实施了第二次的分层充气燃烧,但也可以不进行步骤S105以及步骤S106的处理,而进入步骤S108。在该情况下,对步骤S104进行处理的ECU60相当于本发明中的判断部。另外,在步骤S106中作出了否定判断的情况下,也可以实施第三次的分层充气燃烧。

[0077] 如以上所说明的那样,根据本实施例,当在分层充气燃烧之后实施扩散燃烧时,扩散燃烧发生的条件未成立的情况下,通过实施火花点火,而能够抑制发生均质充量压缩点火或失火。另外,通过实施多次分层充气燃烧,从而使扩散燃烧发生的条件易于成立。另外,在即使实施分层充气燃烧但气缸2内的温度仍未上升至扩散燃烧发生的温度的情况下,通过设为过浓空燃比,从而能够抑制发生均质充量压缩点火或失火。

[0078] (实施例2)

[0079] 在本实施例中,在用于扩散燃烧的燃料喷射时气缸2内的压力上升急剧的情况下,使燃料喷射在中途停止。即,使主喷射在中途停止。由于其他装置等与实施例1相同,因此省略其说明。

[0080] 在此,在用于扩散燃烧的燃料喷射时气缸2内的压力上升急剧的情况下,认为发生了均质充量压缩点火。在这种情况下,如果持续进行燃料喷射,则会导致进一步的压力上升。因此,在本实施例中,在气缸2内的压力的上升率(每单位时间内的上升量)在预定率以上的情况下,即使在用于扩散燃烧的燃料喷射的中途,也使燃料喷射停止。

[0081] 图5为表示本实施例所涉及的燃料喷射正时以及点火正时之间的关系的图。实线表示本实施例所涉及的燃料喷射,虚线表示实施例1所涉及的燃料喷射。第一次的燃料喷射阀控制信号以及火花塞控制信号与实施例1相同。

[0082] 在此,当使用于扩散燃烧的燃料喷射在中途停止时,将变得无法获得要求转矩。因此,在本实施例中,在之后再次实施用于扩散燃烧的燃料喷射。在再次的燃料喷射中,也在气缸2内的压力的上升率成为预定率以上的情况下,使燃料喷射停止。并且,在图5所示的情况下,实施了三次用于扩散燃烧的燃料喷射。

[0083] 图6为表示本实施例所涉及的燃料喷射阀21以及火花塞22的控制流程的流程图。本程序通过ECU60而每隔预定的时间被执行。并且,对于执行与所述实施例相同的处理的步

骤,标记相同的符号,并省略对其说明。另外,由于步骤S107之前的处理与图3所示的流程相同,因此省略了图示。并且,在本实施例中对图6所示的程序进行处理的ECU60相当于本发明中的控制部。

[0084] 在本程序中,当步骤S107的处理完成时,进入步骤S201。在步骤S201中,对气缸2内的压力上升率是否在预定率以上进行判断。在本步骤中,对是否存在急剧的压力上升进行判断。此处所说的预定率能够被设为,发生均质充量压缩点火时的压力上升率、或可能发生均质充量压缩点火时的压力上升率。另外,预定率也可以被设为在内燃机1的燃烧噪声超过容许范围时的每单位时间内的压力上升量。预定率预先通过实验或模拟等而被求出并被存储于ECU60中。

[0085] 在步骤S201中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S202,另一方面,在作出了否定判断的情况下,结束本程序。

[0086] 在步骤S202中,实施燃料切断。即,在用于扩散燃烧的燃料喷射(主喷射)的中途,使燃料喷射停止。由此来抑制气缸2内的压力上升。当步骤S202的处理完成时,进入步骤S203。

[0087] 在步骤S203中,对用于扩散燃烧的燃料喷射量的剩余量是否大于预定量进行判断。此处所说的预定量为,即使进行燃料喷射但扩散燃烧也不会发生的燃料喷射量的上限值。虽然在本实施例中,在使用于扩散燃烧的燃料喷射在中途停止了的情况下,在相同的循环中喷射剩余的燃料,但当燃料喷射量过少时,扩散燃烧会变得困难。因此,在扩散燃烧困难的情况下,不实施燃料喷射。

[0088] 在步骤S203中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S204,另一方面,在作出了否定判断的情况下,结束本程序。

[0089] 在步骤S204中,喷射用于扩散燃烧的剩余的燃料。当步骤S204的处理完成时,返回步骤S201。由此,如果在用于第二次的扩散燃烧而进行的燃料喷射时存在急剧的压力上升,则再次使燃料喷射停止。由此,存在于一个循环中多次实施用于扩散燃烧的燃料喷射的情况。

[0090] 如以上所说明的那样,根据本实施例,由于能够抑制通过用于扩散燃烧的燃料喷射而发生均质充量压缩点火的情况,因此,能够抑制急剧的压力上升。由此,能够降低燃烧噪声。

[0091] (实施例3)

[0092] 在本实施例中,根据扩散燃烧时的气缸2内的压力成为最大的时间点,来决定下一个循环的扩散燃烧时的燃料喷射正时。由于其他装置等与实施例1相同,因此省略说明。

[0093] 在本实施例中,以使下一个循环的扩散燃烧时压力为最大的时间点成为燃烧效率为更高的时间点的方式,对下一个循环的燃料喷射正时进行调节。因此,以在当前循环中使压力为最大的时间点、与燃烧效率成为最高的情况下的压力为最大的时间点之差消除的方式,对下一个循环的燃料喷射正时进行调节。

[0094] 图7为表示本实施例所涉及的燃料喷射正时与缸内压力之间的关系图。横轴为曲轴转角。图7中,A为燃烧效率成为最高的情况下的缸内压力成为最大的时间点(以下,也称为最佳值)。另外,B为实际被测量出的缸内压力成为最大的时间点。如此,在被测量出的压力成为最大的时间点晚于最佳值的情况下,通过使燃料喷射正时提前,从而使缸内压力

成为最大的时间点提前。

[0095] 图8为表示图7所示的循环的下一个循环中的燃料喷射正时和缸内压力之间的关系图。实线表示下一个循环,虚线表示当前循环。在与图7中的B与A之差(B-A)相等的时间内,使燃料喷射的开始正时提前。并且,可以根据图7中的B与A之差,并根据预先求出的关系,来决定燃料喷射正时的提前量。另外,在被测量出的压力成为最大的时间点从最佳值延迟的情况下,也可以使燃料喷射的开始正时以固定量而提前。

[0096] 同样地,在被测量出的压力成为最大的时间点早于最佳值的情况下,使下一个循环的扩散燃烧时的燃料喷射正时延迟。

[0097] 图9为表示本实施例所涉及的燃料喷射阀21以及火花塞22的控制流程的流程图。本程序通过ECU60每隔预定的时间而被执行。并且,对于实施与所述实施例相同的处理的步骤,标记相同的符号,并省略对其说明。另外,由于步骤S107之前的处理与图3所示的流程相同,因此,省略了图示。

[0098] 在本程序中,当步骤S107的处理完成时,进入步骤S301。在步骤S301中,对在前次的循环中气缸2内的压力成为最大的时间点、与最佳值之间是否存在差进行判断。在本步骤中,对气缸2内的压力成为最大的时间点是否偏离了最佳值进行判断。最佳值预先通过实验或模拟等而被求出并被存储于ECU60中。并且,在最佳值中也可以存在某种程度的幅度。另外,前次的循环既可以设为该气缸2中的前一次的循环,也可以设为前一次的燃烧膨胀气缸中的循环。

[0099] 在步骤S301中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S302,另一方面,在作出了否定判断的情况下,结束本程序。

[0100] 在步骤S302中,对气缸2内的压力成为最大的时间点是否早于最佳值进行判断。而且,在步骤S302中作出了肯定判断的情况下,进入步骤S303,燃料喷射的开始正时被滞后。即,由于气缸2内的压力成为最大的时间点早于最佳值,因此,以使气缸2内的压力成为最大的时间点延迟的方式,燃料喷射的开始正时被滞后。此时,也可以使燃料喷射的开始正时滞后相当于气缸2内的压力成为最大的时间点和最佳值之差的时间。另外,也可以根据气缸2内的压力成为最大的时间点与最佳值之差,并根据预先设定的关系,而使燃料喷射的开始正时滞后。

[0101] 另一方面,在步骤S302中作出了否定判断的情况下,进入步骤S304,燃料喷射的开始正时被提前。即,由于气缸2内的压力成为最大的时间点晚于最佳值,因此,以使气缸2内的压力成为最大的时间点提前的方式,燃料喷射的开始正时被提前。此时,也可以使燃料喷射的开始正时提前相当于气缸2内的压力成为最大的时间点与最佳值之差的时间。另外,也可以根据气缸2内的压力成为最大的时间点与最佳值之差,并根据预先设定的关系,从而使燃料喷射的开始正时提前。

[0102] 如以上所说明的那样,根据本实施例,由于通过对燃料喷射的开始正时进行调节,从而使气缸2内的压力成为最大的时间点成为最佳值,因此,能够提高燃烧效率。由此,能够改善耗油率。

[0103] 符号说明

[0104] 1 内燃机;

[0105] 2 气缸;

- [0106] 3 活塞；
- [0107] 6 曲轴；
- [0108] 9 进气口；
- [0109] 10 进气管；
- [0110] 11 进气门；
- [0111] 12 节气门；
- [0112] 13 排气口；
- [0113] 14 排气门；
- [0114] 21 燃料喷射阀；
- [0115] 22 火花塞；
- [0116] 23 压力传感器；
- [0117] 60 ECU；
- [0118] 61 曲轴转角传感器；
- [0119] 62 加速踏板；
- [0120] 63 加速器开度传感器。

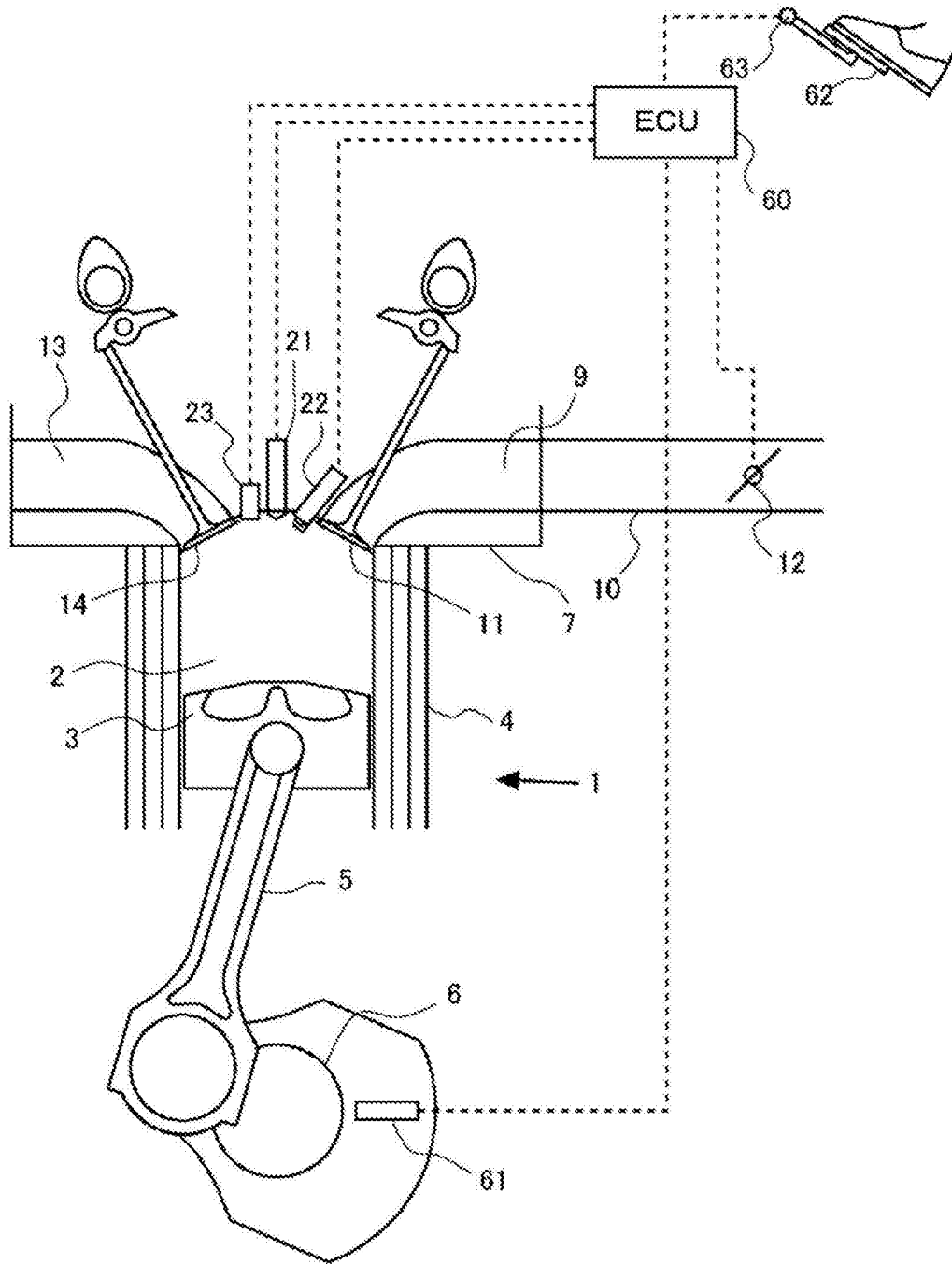


图1

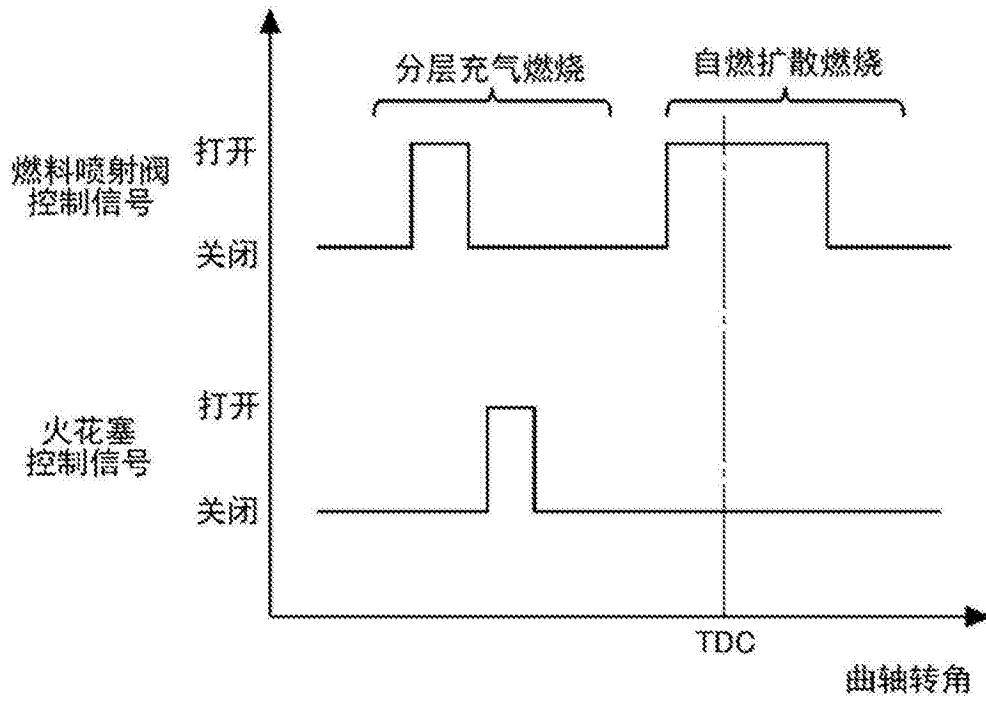


图2

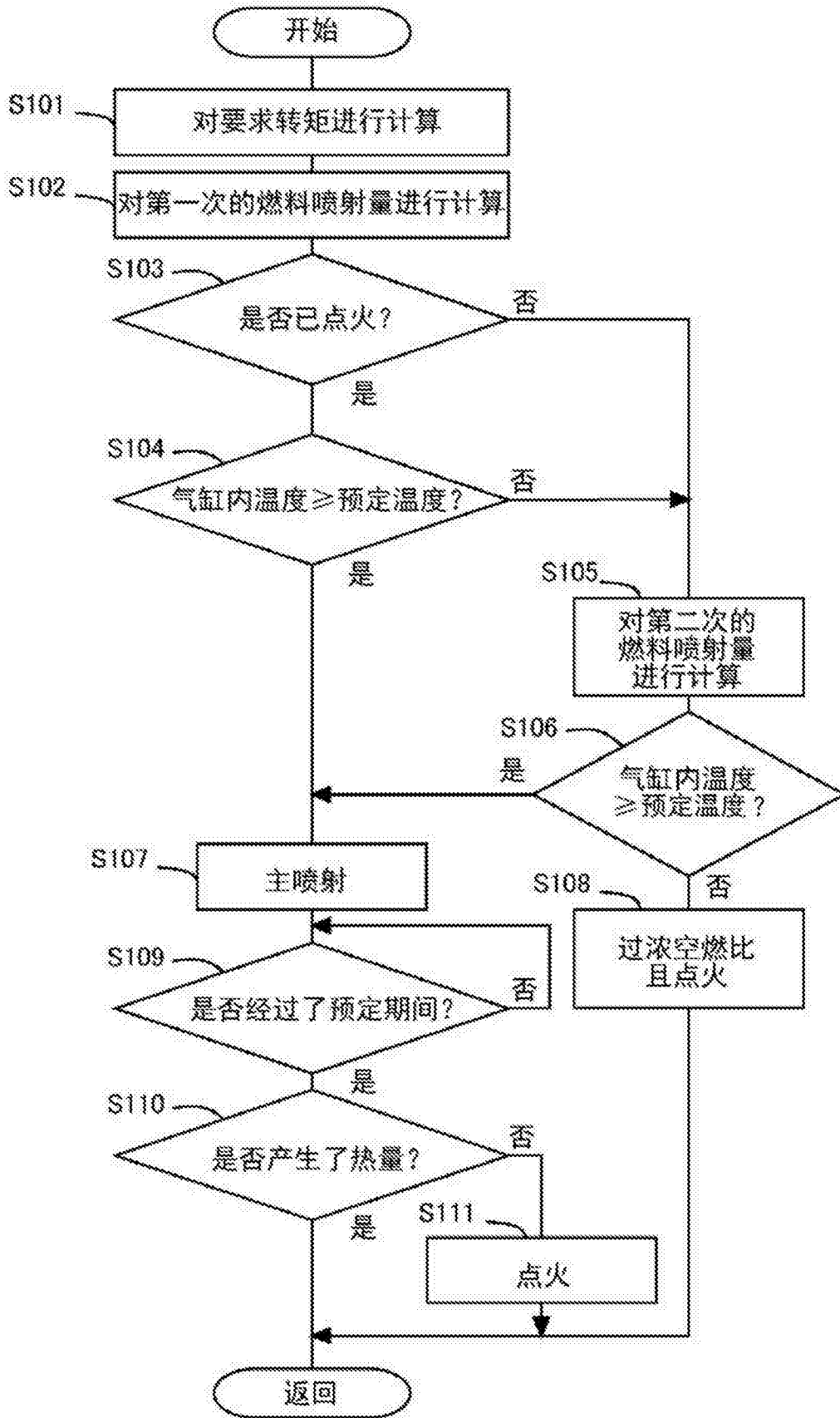


图3



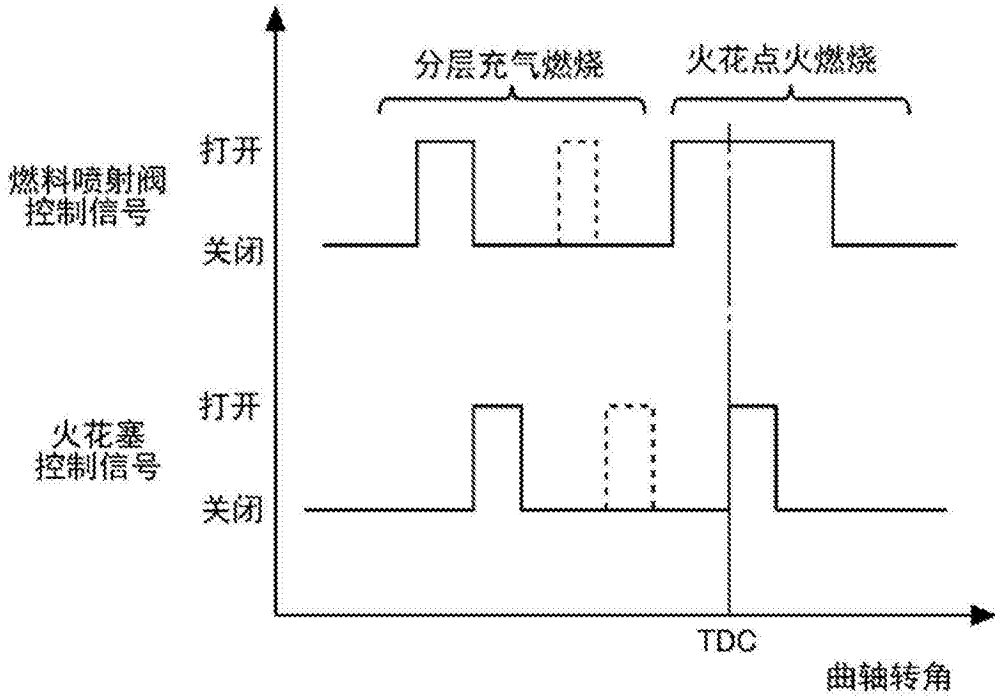


图4

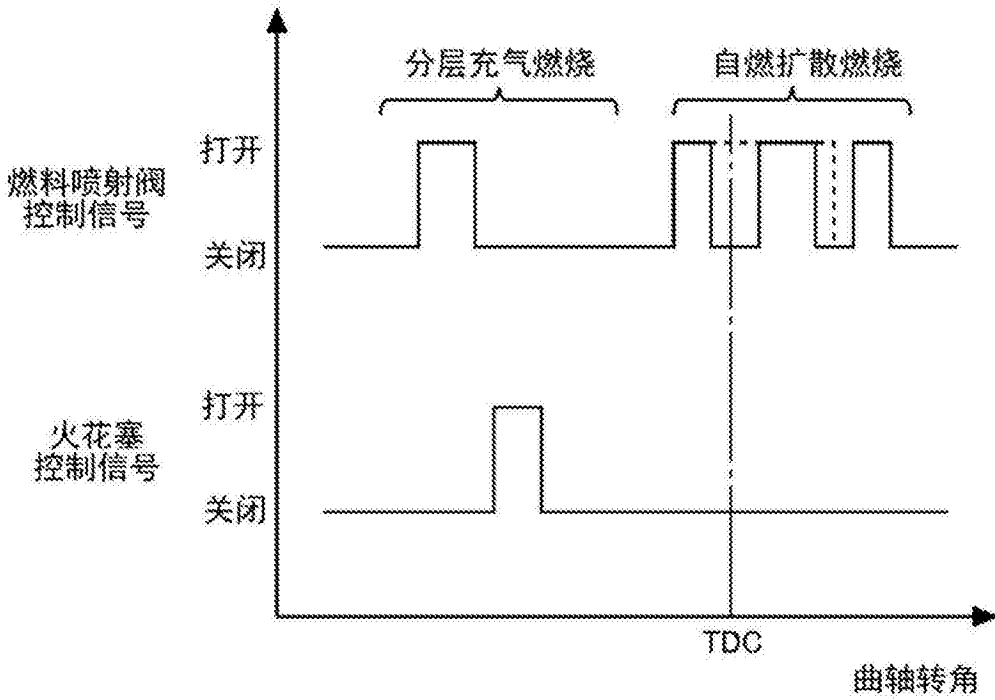


图5

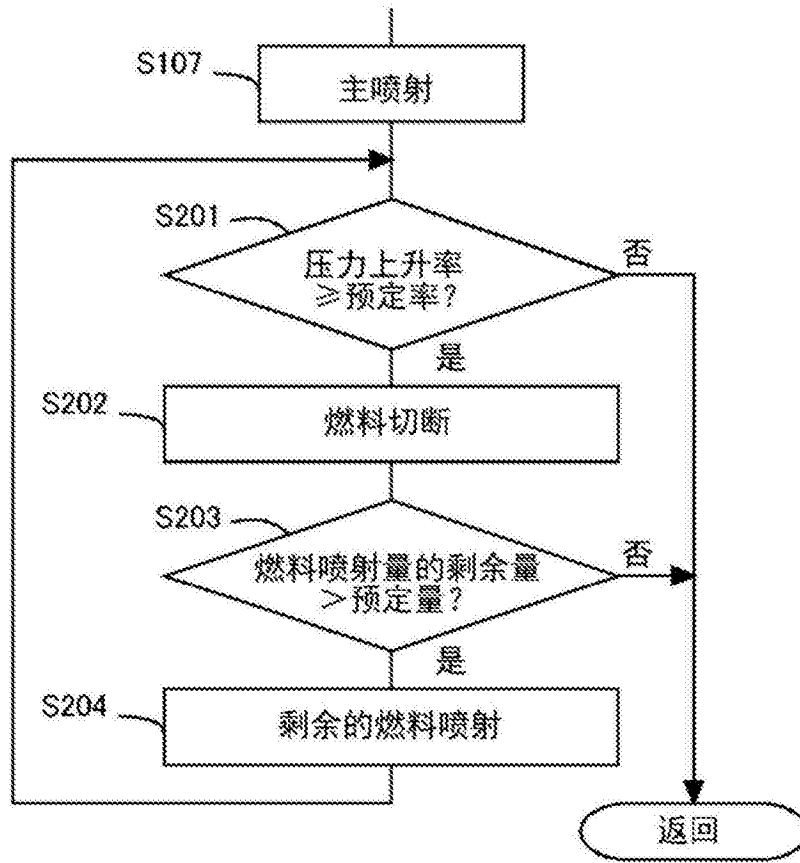


图6

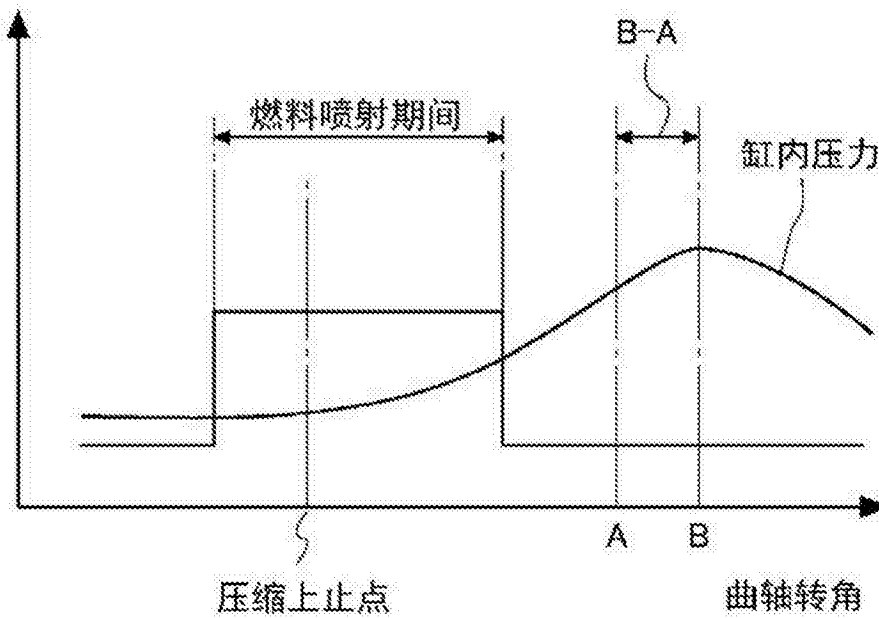


图7

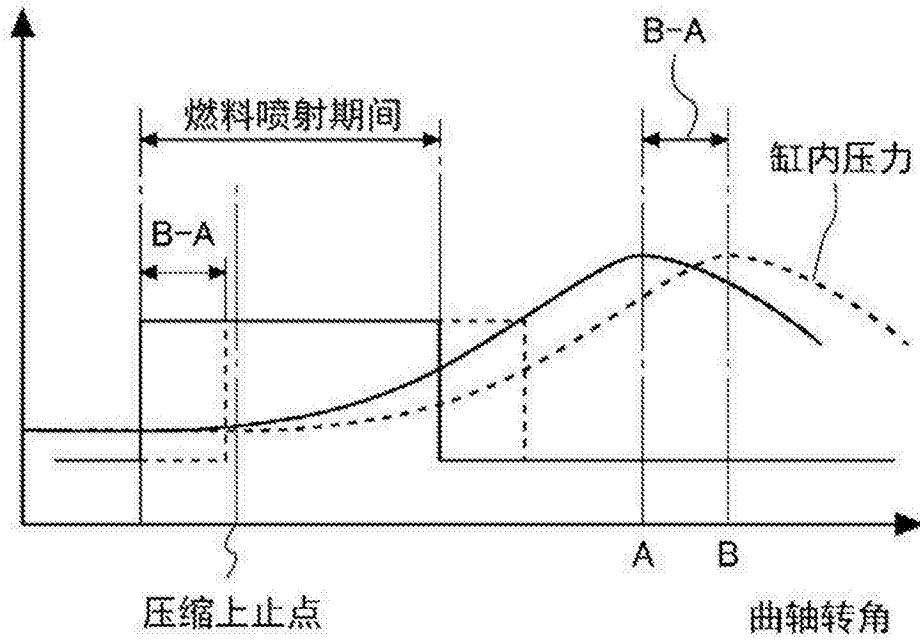


图8

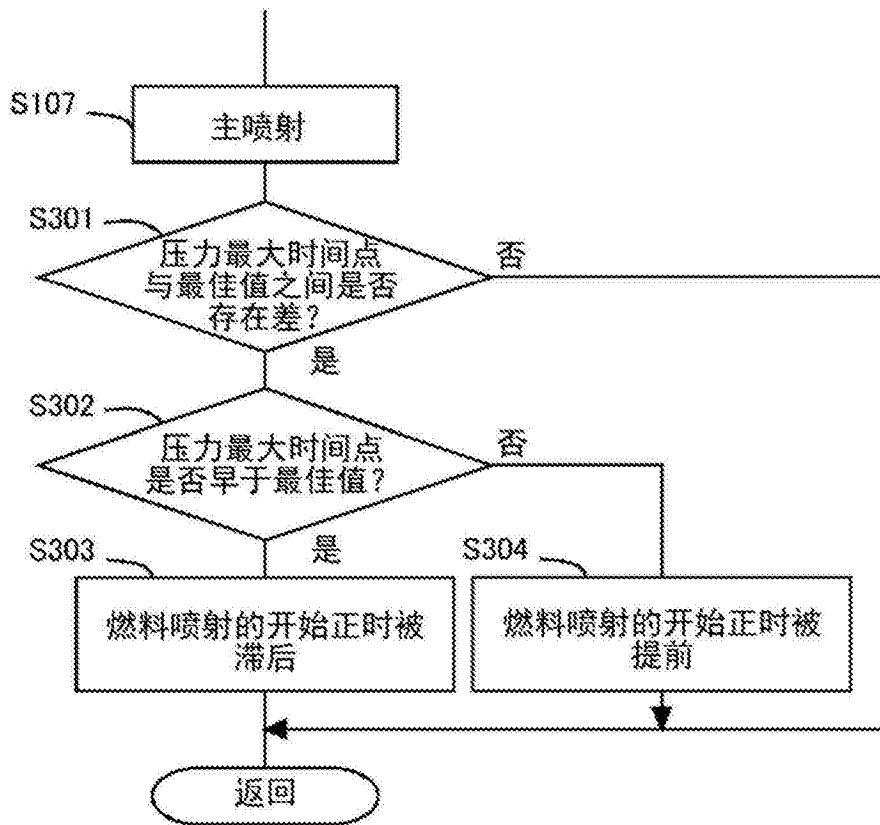


图9