

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 41/04 (2006.01)

F02B 1/12 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410075229.8

[45] 授权公告日 2008年10月8日

[11] 授权公告号 CN 100424331C

[22] 申请日 2004.9.13

[21] 申请号 200410075229.8

[30] 优先权

[32] 2003.9.24 [33] JP [31] 2003-331971

[73] 专利权人 五十铃自动车株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 港明彦

[56] 参考文献

JP10238374A 1998.9.8

US2003116124A1 2003.6.26

WO9942718A1 1999.8.26

US2003131805A1 2003.7.17

审查员 唐 轶

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 黄剑锋

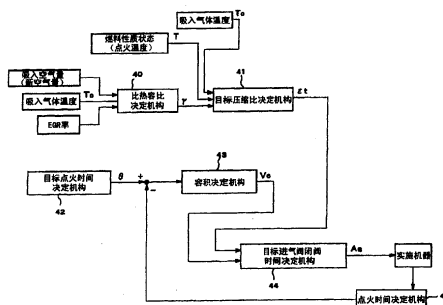
权利要求书1页 说明书12页 附图5页

[54] 发明名称

预混合压缩自点火式内燃机

[57] 摘要

本发明提供一种能恰当地控制燃料的点火时间的预混合压缩自点火式内燃机。它是将燃料和吸入空气预混合，使该混合气压缩自点火的，其设有：根据发动机的运转状态等、决定作为目标点火时间  $\theta$  的目标点火时间决定机构(42)；决定混合气点火所需要的目标压缩比  $\epsilon_t$  的目标压缩比决定机构(1)；对进气阀(7)进行开关控制、以便使上述目标点火时间( $\theta$ )的有效压缩比成为上述目标压缩比( $\epsilon_t$ )的控制机构(26)。



1.预混合压缩自点火式内燃机，它是将燃料和吸入空气预混合，使该混合气压缩自点火的，其特征在于具有：根据发动机的运转状态、决定作为目标的点火时间的目标点火时间决定机构；决定混合气点火所需要的目标压缩比的目标压缩比决定机构；控制机构，用于对进气阀进行开关控制、以使上述目标点火时间的有效压缩比成为上述目标压缩比；使一部分废气回流到燃烧室的 EGR 装置；检测吸入空气量的吸入空气量检测机构；检测被导入到汽缸内的吸入气体温度的吸入气体温度检测机构；以及，至少根据 EGR 率或 EGR 量、吸入空气量和吸入气体温度来决定吸入气体的比热容比的比热容比决定机构；

上述目标压缩比决定机构是至少根据上述比热容比决定机构决定的比热容比和燃料自点火温度来决定上述目标压缩比的。

2.如权利要求 1 所述的预混合压缩自点火式内燃机，其特征在于具有：对上述进气阀的开关时间进行调节的可变气门正时机构；决定上述目标点火时间的汽缸内容积的容积决定机构；进气阀开关时间决定机构，至少根据上述目标压缩比和上述目标点火时间的汽缸内容积、决定从压缩开始到上述目标点火时间为止的压缩比成为上述目标压缩比那样的进气阀的开关时间；上述控制机构是根据上述进气阀开关时间决定机构决定的开关时间、对上述可变气门正时机构进行控制的。

3.如权利要求 2 所述的预混合压缩自点火式内燃机，其特征在于，设有：检测混合气的实际点火时间的点火时间检测机构；根据由上述点火时间检测机构检测出的实际点火时间，对上述进气阀的开关时间进行修正。

4.如权利要求 2 所述的预混合压缩自点火式内燃机，其特征在于，上述进气阀开关时间决定机构是用于决定进气阀的闭阀时间的，由此使内燃机的有效压缩比与上述目标压缩比一致。

## 预混合压缩自点火式内燃机

### 技术领域

本发明涉及预混合压缩自点火式内燃机，特别是涉及能恰当地控制燃料的点火时间的预混合压缩自点火式内燃机。

### 背景技术

最近几年、在柴油机方面提出一种预混合燃烧方式的方案，即、把燃料喷射时间提前等，将燃料和吸入空气预混合化，以促进混合气的稀薄·均匀化、并大幅度地降低 NO<sub>x</sub> 和烟尘。

【专利文献 1】日本专利公开 2001-20784 号

但是，上述预混合燃烧方式中存在混合气的点火时间难控制的问题。即、采用以往在燃料的喷射过程中开始点火的燃烧方式是通过燃料喷射时间的控制、能对点火时间进行一定程度的控制，而采用预混合燃烧，在燃料喷射之后、由于要经过预混合时间后才开始点火，因而不能用燃料喷射时间来控制点火时间。

当混合气的点火时间不合适时、就有可能引起热效率(燃料费用)恶化或废气恶化。譬如，当混合气的点火时间过早(在压缩上死点之前)时，由于使热损失增大，而且在点火开始之后会受到由活塞形成的压缩，因而汽缸内就形成高温，恐怕会产生 NO<sub>x</sub>。

由此，进行预混合燃烧的内燃机，其课题是要恰当地控制混合气的点火时间。例如，在专利文献 1 中，记载着通过对混合气的温度、压力、特性等进行控制而来控制点火时刻。但是，关于如何具体地对各个控制对象进行控制这一点专利文献 1 没有记载。

因此，本发明的目的是为了解决上述课题而提供一种能恰当地控制混合气的点火时间的预混合压缩自点火式内燃机。

## 发明内容

为了达到上述目的而作出的预混合压缩自点火式内燃机，它是预先将燃料和吸入空气混合，使该混合气压缩自点火的，其设有：根据发动机的运转状态等、决定作为目标点火时间的目标点火时间决定机构；决定混合气点火所需要的目标压缩比的目标压缩比决定机构；以及对进气阀进行开关控制、以便使上述目标点火时间的有效压缩比成为上述目标压缩比的控制机构。

在此其也可以是设有：对上述进气阀的开关时间进行调节的可变气门正时机构；决定上述目标点火时间的汽缸内容积的容积决定机构；进气阀开关时间决定机构，至少根据上述目标压缩比和上述目标点火时间的汽缸内容积来决定从压缩开始到上述目标点火时间为止的压缩比成为上述目标压缩比那样的进气阀的开关时间；上述控制机构是根据上述进气阀开关时间决定机构决定的开关时间、对上述可变气门正时机构进行控制的。

而且其还可以设有：使一部分废气回流到燃烧室的 EGR 装置；检测吸入空气量的吸入空气量检测机构；检测被导入到汽缸内的废气温度的吸入气体温度检测机构；至少根据 EGR 率或 EGR 量、吸入空气量和吸入气体温度、决定吸入气体的比热容比的比热容比决定机构；最好，上述目标压缩比决定机构是至少根据上述比热容比决定机构决定的比热容比和燃料自点火温度来决定上述目标压缩比的。

并且其还可设有：检测混合气的实际点火时间的点火时间检测机构；根据由上述点火时间检测机构检测出的实际点火时间、对上述进气阀的开关时间进行修正。

另外，上述进气阀开关时间决定机构是决定进气阀的闭阀时间的，是由此使内燃机的有效压缩比与上述目标压缩比一致的。

如果采用本发明，则能产生能对预混合燃烧的混合气的点火时间进行控制的优良效果。

## 附图说明

图 1 是本发明一个实施例的预混合压缩自点火式内燃机的概要图。

图 2 是表示 EGR 率、混合气的比热容比和点火时间的关系的图表。

图 3 是表示进气阀的闭阀时间和汽缸内温度的关系的图表。

图 4 是表示进气阀的闭阀时间和压缩上死点的汽缸内温度的关系的图表。

图 5 是说明本发明一个实施例中的点火时间的控制方法的流程图。

## 具体实施方式

下面，参照着附图来详细地说明本发明的一个最佳实施例。

图 1 是本实施例的预混合压缩自点火式内燃机(下面、简称为发动机)的概要图。另外，图 1 中虽然只表示了单汽缸，当然多汽缸也是可以的。

图中、1 是发动机本体，其是由汽缸 2、汽缸盖 3、活塞 4、进气口 5、排气口 6、进气阀 7、排气阀 8 和喷油器(燃料喷射阀)9 等构成。在汽缸 2 和汽缸盖 3 之间的空间中形成燃烧室 10,燃料从喷油器 9 直接喷射到燃烧室 10 内。在活塞 4 的顶部形成气室 11,气室 11 构成燃烧室 10 的一部分。气室 11 形成底部中央凸起的深坑形(ω形)燃烧室的形态。另外，本发明不受燃烧室 10 的形状的制约、也可以是凹形燃烧室等结构。喷油器 9 与汽缸 2 大致同轴地被配置，从多个喷孔同时放射状地喷射燃料。喷油器 9 与共轨 24 相连接，常时将储存于该共轨 24 的高压燃料供给喷油器 9。向共轨 24 的燃料压送由高压输送泵 25 进行。

进气口 5 与进气管 12 相连接、排气口 6 与排气管 13 相连接。

本实施例的发动机设有 EGR 装置 19,该 EGR 装置 19 是将废气

回流到燃烧室 10 内。EGR 装置 19 设有：将进气管 12 和排气管 13 连接的 EGR 管 20；用于改变 EGR 管 20 的管路面积而调节 EGR 率的 EGR 阀 21；在 EGR 阀 21 的上游侧、用于冷却 EGR 气体的 EGR 冷却器 22。在进气管 12 中，在与 EGR 管 20 的连接部的上游侧设有进气节流阀 23，用于对吸入空气进行适当的节流。

设置着对上述发动机进行电子控制的电子控制单元(下面、称为 ECU)26。ECU26 (控制机构) 由各种传感器类检测发动机的运转状态，根据该发动机运转状态、对喷油器 9、EGR 阀 21、进气节流阀 23 以及对高压输送泵 25 输出的燃料压送量进行调节的调节阀(图中没有表示)等进行控制。上述传感器类包括：检测加速踏板 (アクセル) 开度的加速踏板传感器 14、检测发动机转速的发动机转动传感器 15、检测发动机的曲柄(图中没有表示) 转角的曲柄转角传感器 16、检测共轨 24 内的燃料压力的共轨压传感器 17、对流过 EGR 管 20 的连接部的上游侧的进气管 12 的吸入空气量进行检测的密集空气流量 (MAF) 传感器 32(Mass Air Flow sensor、吸入空气量检测机构)、对流过 EGR 管 20 的连接部的下游侧的进气管 12 的吸入气体(这里是吸入气体+EGR 气体)的温度进行检测的吸入气体温度传感器(吸入气体温度检测机构)31 等，各个传感器的检测值被输入到 ECU26。

喷油器 9 具有电磁螺线管，它是作为由 ECU26 的控制而进行 ON/OFF 的电气执行元件，当电磁螺线管 ON 时、成开启状态而喷射燃料，当电磁螺线管 OFF 时、成闭合状态而停止燃料喷射。ECU26 根据发动机回转速度和加速踏板开度等表示发动机运转状态的参数、决定燃料的喷射开始时间和喷射量，由此而使喷油器 9 的电磁螺线管 ON/OFF。

本实施例的发动机是进行预混合燃烧(喷射)的。即、在压缩上死点之前(早期)、ECU26 使喷油器 9 处于 ON 状态，进行燃料喷射。被喷射的燃料与吸入气体(吸入空气+EGR 气体)混合而构成混合气，此

后就进行点火、燃烧。如“背景技术”栏所述的那样、如果采用预混合燃烧方式，则能促进混合气的稀薄·均匀化，并可大幅度地降低NO<sub>x</sub>和烟尘。另外，本发明是混合气在点火之前不必完全均匀化，只要在点火之前将燃料完全喷射就可以。

本实施例的发动机，其特征在于，能恰当地对预混合燃烧的混合气的点火时间进行控制，下面、对这点进行说明。

首先，使用一般的柴油机燃料(相当于JIS2号轻油)的混合气(燃料)的氧化速度可用下式(1)表示。

【公式1】

$$-\frac{d[Fuel]}{dt} = A \cdot \exp \left[ -\frac{E}{RT} \right] \cdot [Fuel]^{0.25} \cdot [O_2]^{1.5} \quad (1)$$

其中，Fuel是燃料浓度、A是反应速度常数、E是活性化能量、R是气体常数、T是温度、O<sub>2</sub>是氧浓度。

因此，在决定燃料的性质状态、而且在决定了混合气的局部燃料浓度(Fuel)和氧浓度(O<sub>2</sub>)的情况下，氧化速度(反应速度)就成为温度的函数。众所周知，一般的燃料在约760K产生冷焰反应、而在约900K产生热焰反应。也就是说，如果控制汽缸内(混合气)的温度，则能控制点火时间。

这里，压缩端的汽缸内温度可由下式(2)表示。

【公式2】

$$T = T_0 \varepsilon^{\gamma-1} \quad (2)$$

T<sub>0</sub>是混合气的初始温度(压缩开始时的温度)、ε是有效压缩比、γ是吸入气体(汽缸内气体)的比热容比。

即、汽缸内温度成为初始温度、有效压缩比、比热容比的函数。因此，如果控制这些参数，则能控制汽缸内温度，而且能控制混合气的点火时间。

其中，初始温度几乎是和吸入空气温度相等的，通常运转时、几

乎是大气温度。通常认为将该初始温度  $T_0$  控制成譬如低于大气温度困难的、且需要大的装置。

其次，比热容比  $\gamma$  是随着吸入气体(汽缸内气体)的组成而变化的。例如、通过对 EGR 装置 19 确定的 EGR 率(或 EGR 量)的控制就能调节比热容比。但是，根据 EGR 率进行的点火时间控制，可控制的范围很狭小，而且还有 EGR 阀 21 的控制滞后(动作滞后)的问题，因而这种控制不太好。并且改变 EGR 率恐怕会产生  $\text{NO}_x$  和烟尘。

图 2 表示 EGR 率、比热容比和点火时间的关系。图中的横轴表示 EGR 率(%)、左侧的纵轴表示吸入气体的比热容比、右侧的纵轴表示曲柄转角(deg.ATDC)。曲线 1 表示 EGR 率和比热容比的关系，曲线 2 表示 EGR 率和汽缸内温度达到混合气的点火温度、即达到冷焰反应的开始温度(譬如 760K)时刻的关系。由图可见，随着 EGR 率增加、吸入气体的比热容比减小。另一方面，关于汽缸内温度达到点火温度(冷焰反应的开始温度)的时刻，则是 EGR 率越增加、汽缸内气体(缸内气体)的比热容比就越慢地变小。从这图表可见、通过对 EGR 率的控制就能控制混合气的点火时间。但是，如上所述、根据 EGR 率的点火时间控制，能控制的范围比较狭窄。例如，在图 2 所示的例子中、即使将 EGR 率变化 0~50%，点火时间只能在大约  $1.2^\circ\text{CA}$  的范围进行控制。

因此，在本实施例中，通过变更有效压缩比  $\epsilon$  而对汽缸内温度  $T_0$  进行控制，由此对混合气的点火时间进行适当的控制。

这里所说的压缩比  $\epsilon$  是指汽缸内气体的从开始压缩到开始点火的压缩比，即有效的压缩比。作为变更压缩比  $\epsilon$  的方法、可以考虑例如日本专利公开公报平 10-238374 号记载的变更燃烧室容积，但在这种情况下，由于使燃烧室的形状产生变化，因而使混合气的形成状态产生变化，有对燃烧产生不良影响的问题。因此，在本实施例中是借助对进气进气阀 7 的开关时间、特别是对闭阀时间(压缩开始时刻)



的变更·控制来控制有效压缩比  $\epsilon$ 。

本实施例的进气阀 7 设有能任意调节它的开关时间的可变气门正时机构。作为可变气门正时机构的一个例子,有本申请人先前提出申请的日本专利申请公开公报 2001—96029 号的说明书所记载的。该可变气门正时机构是为了对进气阀 7 进行开关而使用工作流体,由电磁阀进行该工作流体的供给·排出的转换。由 ECU26 控制电磁阀。通过用 ECU26 对工作流体的供给·排出时间的控制、能对进气阀 7 的开阀时间和关阀时间分别进行控制。另外,本发明的可变气门正时机构并不局限于日本专利申请公开公报 2001—96029 号的说明书所记载的,只要能对进气阀 7 的开关时间进行控制的其他式样都可以。

图 3 表示进气阀 7 的闭阀时间(压缩开始时间)和汽缸内温度的关系。

图中的横轴表示曲柄转角(deg. ATDC)、左侧纵轴表示进气阀 7 的上升量(m)、右侧纵轴表示汽缸内温度(K)。

用小写英文字母 a~g 表示的曲线是表示进气阀 7 的上升量的。进气阀 7 在上升量 X(约 0.0118m)处为全开、在上升量 0 处为全闭。曲线 a 是进气阀 7 处于约  $-140^{\circ}$ ATDC 时、变成全部关闭的曲线,随着从曲线 a 向曲线 g 的变化进气阀 7 的闭阀时间依次滞后  $20^{\circ}$ CA 的。

用大写英文字母 A~G 表示的曲线是表示汽缸内温度的,分别与曲线 a~g 表示的进气阀 7 的闭阀时间相对应。即、曲线 A 表示进气阀 7 处于约  $-140^{\circ}$ ATDC 时,成为全闭时的汽缸内温度,随着从曲线 A 向曲线 G 的变化表示使进气阀 7 的闭阀时间每滞后  $20^{\circ}$ CA 时的汽缸内温度。另外,图 3 表示不进行燃料喷射只压缩吸入空气的情况。

由图可见,随着进气阀 7 的闭阀时间从  $-140^{\circ}$ ATDC 开始滞后而汽缸内温度变低。而且,达到相同温度的时间变成滞后。这是因为由于进气阀 7 的闭阀时间变成滞后,因而使汽缸内气体压缩开始压缩时

间变成滞后、有效压缩比变成较低。

下面,图4表示进气阀7的闭阀时间和活塞在压缩上死点处的汽缸内温度的关系。

图中的横轴表示将进气阀7全部关闭的曲柄转角(deg. ATDC)、纵轴表示在压缩上死点处的汽缸内温度(K)。图4表示使进气阀7的全部关闭时间从 $-240^{\circ}$ ATDC到 $-20^{\circ}$ ATDC、每次变更 $20^{\circ}$ CA的情况。

由图可见,即、进气阀7的闭阀时间随着其比 $-140^{\circ}$ ATDC还滞后、压缩上死点处的汽缸内温度变低。这与图3所示结果是相同的。而且还可知进气阀7的闭阀时间随着其比 $-140^{\circ}$ ATDC还提前,压缩上死点处的汽缸内温度变低。也就是说,当将进气阀7的闭阀时间大大提前时,有效压缩比变低、汽缸内温度降低。由此结果可见、汽缸内温度在进气阀7的闭阀时间取成某一数值(这里是 $-140^{\circ}$ ATDC)时变成最高,汽随着闭阀时间比这数值提前或滞后而变低。

这样,通过使进气阀7的闭阀时间变化,就能对汽缸内温度进行控制,其结果就能控制混合气的点火时间。

下面,参照着图5来具体地说明本实施例的发动机的混合气点火时间的控制方法。

如图5所示,本实施例的ECU26至少设有比热容比决定机构40;它是根据由吸入气体温度传感器31(参照图1)检测的吸入气体温度 $T_0$ 、由MAF传感器32(参照图1)检测的吸入空气量(新的空气量)和EGR率(或EGR量)计算·决定吸入气体(汽缸内气体)的比热容比 $\gamma$ 的。在本实施例中,EGR率是从EGR阀21和进气节流阀23(参照图1)的阀开度等参数计算·决定的。比热容比决定机构40用吸入气体温度 $T_0$ 、吸入空气量(新的空气量)和由EGR率算出的吸入气体组成·数量、用一般公知的「谷下的公式」或「JANAF图表」等决定混合气的比热容比 $\gamma$ 。

而且、ECU26还设有目标压缩比决定机构41,它是根据吸入气

体温度  $T_0$ 、由比热容比决定机构 40 决定的比热容比  $\gamma$  和预先输入到 ECU26 的燃料性质状态(点火温度  $T$ )决定混合气点火所需要的目标有效压缩比  $\varepsilon_t$ 。目标压缩比决定机构 41 是根据下列公式(3)计算目标压缩比  $\varepsilon_t$ 。

【公式 3】

$$\varepsilon_t = e^{\frac{\ln(T_0/T)}{\gamma-1}} \quad \text{----- (3)}$$

而且, ECU26 还设有目标点火时间决定机构 42 和容积决定机构 43, 前者是至少根据加速踏板开度或发动机回转速度等运转状态而决定最合适的点火时间(点火曲柄转角)  $\theta$  的; 后者是决定在目标点火时间  $\theta$  的汽缸(燃烧室)内容积  $V_e$  的。容积决定机构 43 根据下式(4)计算在目标点火时间  $\theta$  的汽缸内容积  $V_e$ 。

【公式 4】

$$V_e = V_c + \frac{\pi}{4} \cdot D_b^2 \cdot r \cdot \left[ (1 - \cos \theta) + \frac{r}{4 \cdot L} (1 - \cos 2\theta) \right]$$

----(4)

另外,  $V_c$  是活塞处于压缩上死点的间隙容积、 $D_b$  是汽缸口径、 $r$  是活塞冲程  $\times (1/2)$ 、 $L$  是连杆长度。

ECU26 还设有进气阀闭阀时间决定机构(进气阀开关时间决定机构)44, 它是至少根据目标压缩比  $\varepsilon_t$  和在目标点火时间  $\theta$  的汽缸内容积  $V_e$ 、决定从压缩开始到目标点火时间  $\theta$  为止的压缩比成为目标压缩比  $\varepsilon_t$  那样的目标压缩开始时间(曲柄转角)、并将该目标压缩开始时间作为进气阀的目标闭阀时间(闭阀曲柄转角) $A_s$ 。进气阀闭阀时间决定机构 44 根据上述目标点火时间  $\theta$  的汽缸内容积  $V_e$ 、目标压缩比  $\varepsilon_t$ 、间隙容积  $V_c$ , 从下式(5)计算、决定能满足上述条件(从压缩开

始到目标点火时间  $\theta$  为止的压缩比成为目标压缩比  $\varepsilon_t$  的压缩开始时的汽缸内容积  $V_s$ 。

【公式 5】

$$V_s = V_e \cdot \varepsilon_t - V_c \quad \text{-----}(5)$$

接着，进气阀闭阀时间决定机构 44 根据压缩开始时的活塞内容积  $V_s$  和汽缸口径  $D_b$ ，从下式(6)计算，决定压缩开始时的活塞位置  $X_s$ 。

【公式 6】

$$X_s = \frac{4 \cdot V_s}{\Pi \cdot D_b^2} \quad \text{-----}(6)$$

然后，进气阀闭阀时间决定机构 44 根据连杆长度  $L$ 、活塞冲程  $\times(1/2)r$  和压缩开始时的活塞位置  $X_s$ ，从下式(7)计算，决定压缩开始曲柄转角  $A_s$ 。

【公式 7】

$$A_s = \cos^{-1} \left[ \frac{-L^2 + \sqrt{L^2 + r^2 + 2Lr - 2Lx_s}}{r} \right] \quad \text{-----}(7)$$

进气阀闭阀时间决定机构 44 将该压缩开始曲柄转角  $A_s$  设定成目标进气阀闭阀时间，ECU26 根据该目标进气阀闭阀时间  $A_s$ 、将信号输出到可变气门正时机构。

这样，本实施例的发动机，先决定目标点火时间  $\theta$  和目标压缩比  $\varepsilon_t$ ，接着，从这些参数决定进气阀 7 的闭阀时间。由此使压缩开始(进气阀闭阀)到目标点火时间  $\theta$  为止的压缩比与目标压缩比  $\varepsilon_t$  相等，在目标点火时间  $\theta$  对混合气进行点火。

如果目标点火时间  $\theta$  产生变化，则相应地调节进气阀闭阀时间并调节，控制点火时间。即、为使实际的点火时间与目标点火时间相等，

适当地对进气阀 7 的闭阀时间进行调节。因此，可总是恰当地控制预混合燃烧中的混合气的点火时间，能避免热效率的恶化或废气的恶化等随着不适当的点火时间所带来的坏影响。另外，一般、最好将混合气的点火时间取在活塞处于压缩上死点附近。

其中，如图 5 所示，本实施例的 ECU26 设有检测混合气实际点火时间的点火时间检测机构 45，根据由点火检测机构 45 检测的实际点火时间而对进气阀闭阀时间进行修正。

在本实施例中，点火时间检测机构 45 如图 1 所示，设有：邻近燃烧室 10 内而设置的、检测燃烧室 10 内的压力的汽缸内压传感器 30。即、混合气一旦点火、燃烧室 10 内的压力急剧地上升，因此将汽缸内压传感器 30 的检测值产生急剧地变化(上升)的时间判断为点火时间。将汽缸内压传感器 30 的检测值输入到 ECU26，ECU26 根据该检测值而判断点火时间。

如图 5 所示，将点火时间检测机构 45 检测到的实际点火时间与目标点火时间  $\theta$  进行比较，在实际点火时间与目标点火时间  $\theta$  有差值的情况下，根据该差值，对进气阀闭阀时间进行修正。由此，就能用目标点火时间  $\theta$  对实际点火时间确实地进行控制。

本发明并不局限于上述说明的实施例，可以考虑种种变形例。

例如，可以将邻近燃烧室 10 内设置的离子传感器用作点火时间检测机构、它是对点火·燃烧而产生的离子中流动的离子电流进行检测的。离子传感器的具体例子如日本专利公开公报平 11-82121 号记载的等。或者、可以将设置在发动机本体上的加速度传感器用作点火时间检测机构。即、可以用加速度传感器检测由点火·燃烧而产生的发动机的振动，进而判断燃料的点火时间。

而且，EGR 装置 19 并不局限于图 1 所示的类型，也可以不用 EGR 管 20 而通过进气行程中的排气阀开放等使废气残留在汽缸内，即所谓的内部 EGR，采用已燃气体的种种 EGR 装置都能适用。

此外,可变气门正时机构并不局限于能分别对进气阀的开阀时间和闭阀时间进行控制的结构,进气阀的开阀时间错开(滑动)的式样也能适用。但是,这种式样的可变气门正时机构不能使混合气的压缩比产生较大的变更。而且在进气阀的开阀时间错开的情况下,气阀重叠时期间会产生变化、从而混合气的燃烧状况产生变化,有增加无用工作量的问题。因此,可变气门正时机构最好是采用如上所述的开阀时间和闭阀时间分别进行控制的机构。

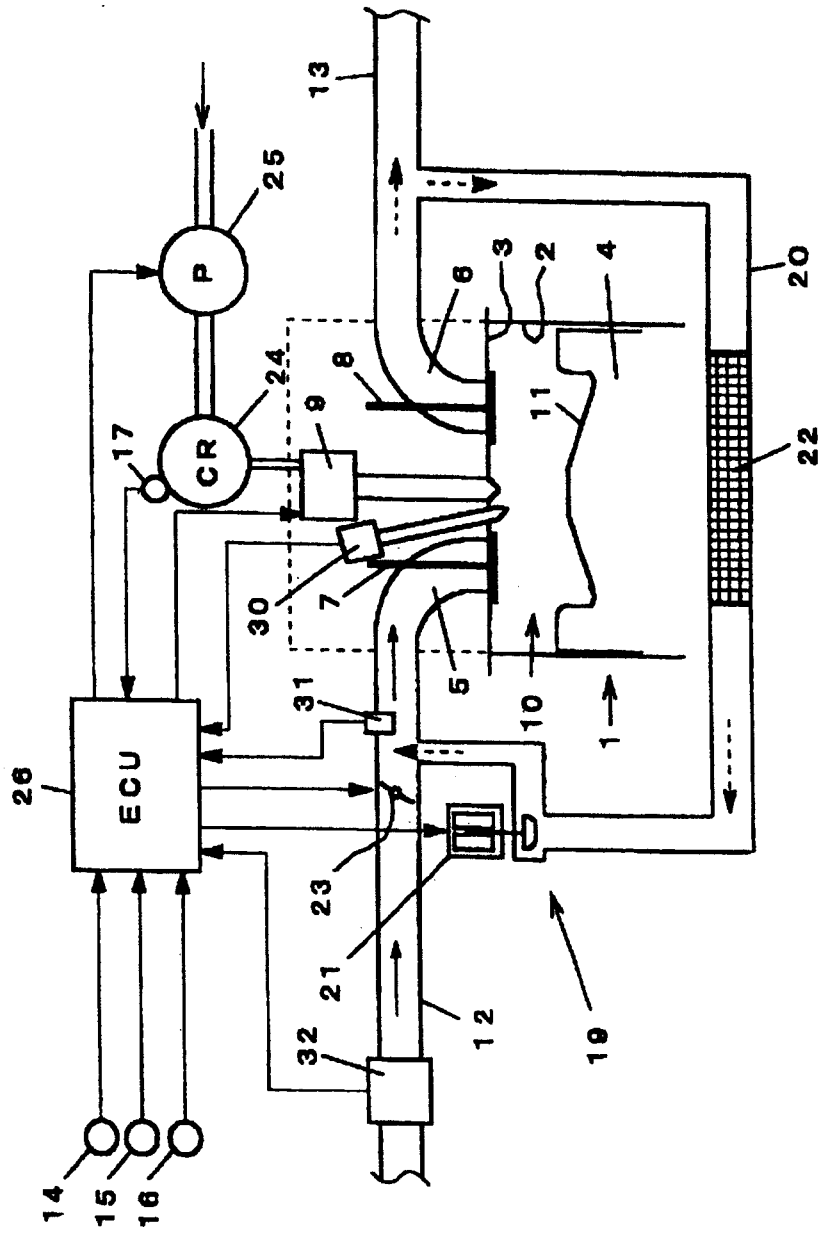


图1

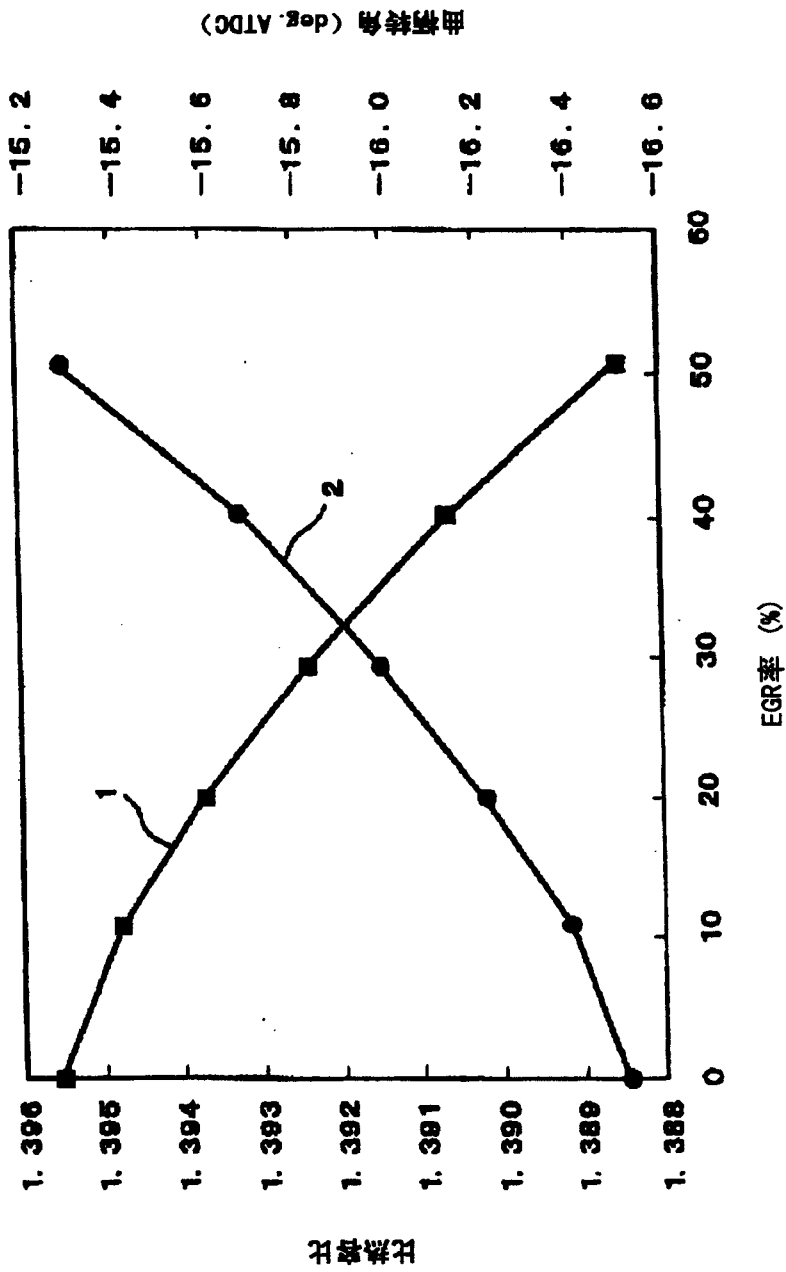


图2



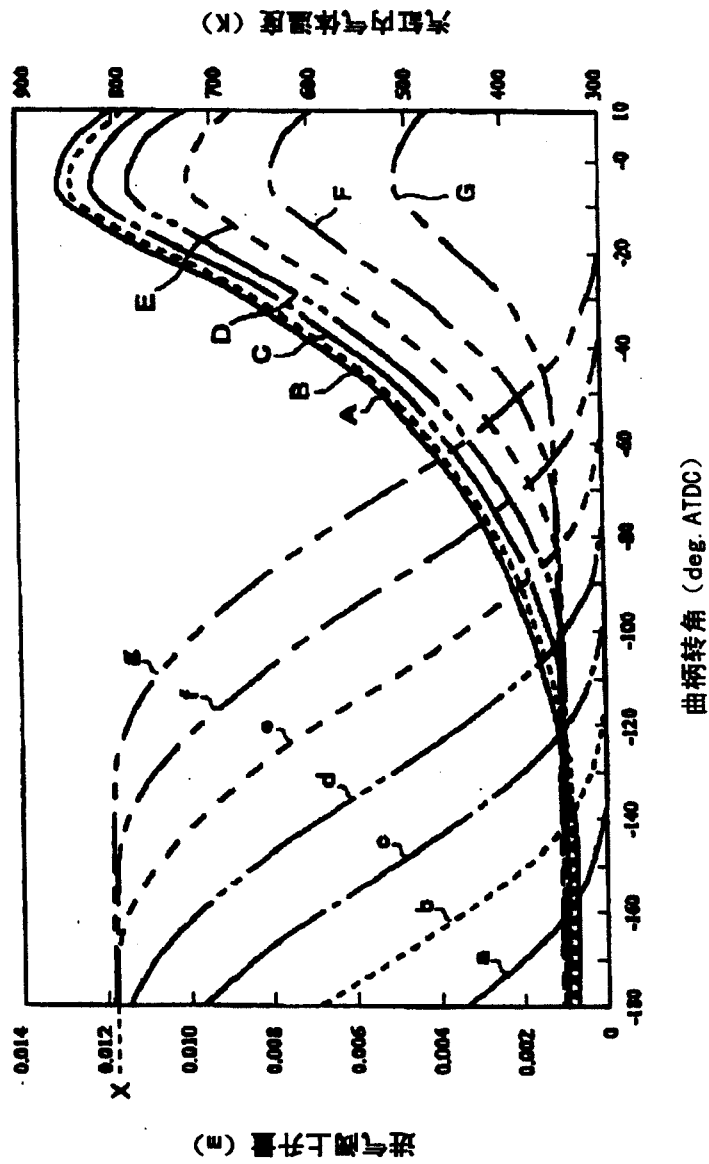


图3

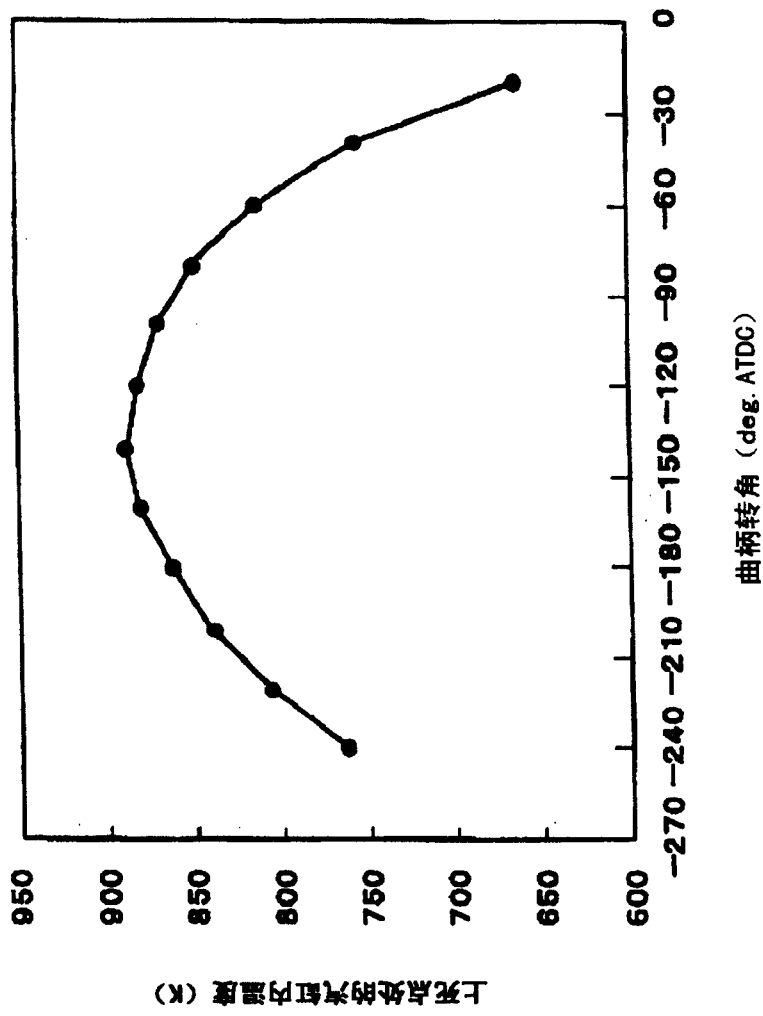


图4

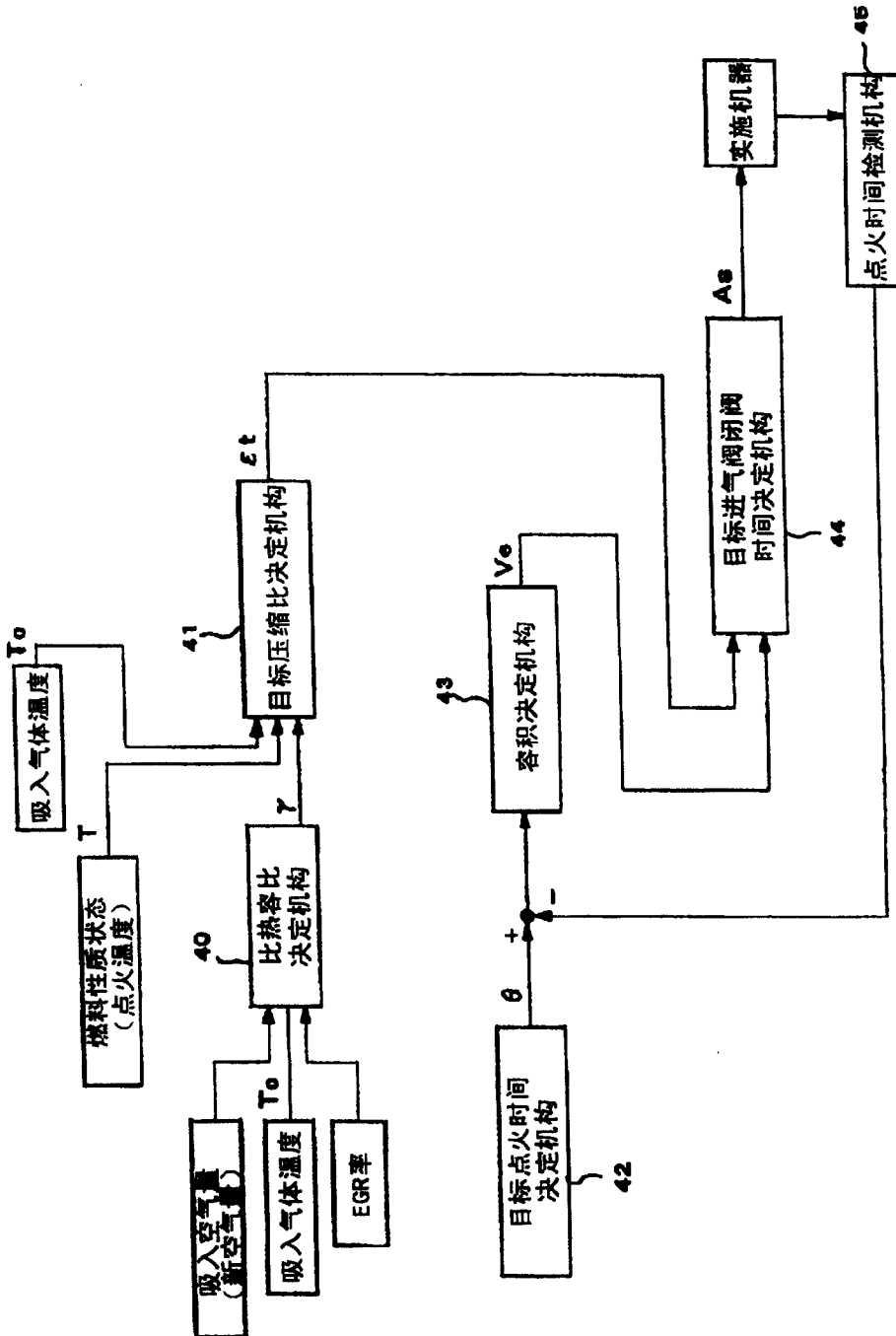


图5