



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94191948.X

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

F02D 9/04

[43]公开日 1996年5月8日

[22]申请日 94.6.29

[30]优先权

[32]93.6.30 [33]AU[31]PL9716

[86]国际申请 PCT/AU94/00359 94.6.29

[87]国际公布 WO94/01504 英 95.1.12

[85]进入国家阶段日期 95.10.31

[71]申请人 轨道工程有限公司

地址 澳大利亚西澳大利亚

[72]发明人 戴维德·R·沃斯 马克·D·阿奇尔  
布赖恩·A·弗特兹杰拉德

[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

代理人 陈申贤

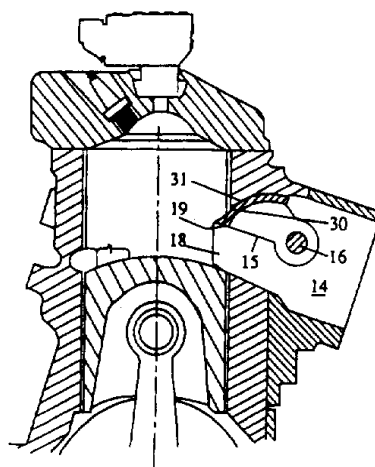
F02D 9/08 F02D 13/02

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 对应于发动机怠速和停转时的排气阀准时控制

[57]摘要

一操纵双冲程内燃机的方法，内燃机至少有一各自与每一燃烧室连通的排气口，和一与至少一个所述排气口协同工作的排气阀，该阀可对在最大和最小量之间的排气口开启提前时间和经过排气口的流通面积进行控制。该方法包括：发动机怠速或低负荷工作时排气阀开启提前时间最大以使流通面积最大。已公开并在权利要求中声明的其他操纵特性包括：发动机停机时排气阀移至提供最小流通面积的位置，和使排气阀与限定其运动极限位置的止挡碰撞从而去除碳沉积物。



# 权 利 要 求 书

---

1. 一操纵内燃机的方法。该内燃机至少有一个燃烧室,该燃烧室具有一排气口和一与之协同工作的排气阀,以及一个可以在事先预定的极限范围内变动排气口开放准时的可操纵装置。该方法包括:在发动机怠速或低载荷情况下,在上述极限范围内把排气口开放准时最大限度地提前。

2. 按权利要求 1 的方法,其特征在于:在发动机初始进入怠速或低载荷的情况下,经过一段预定时间间隔的延迟后才把排气口开放的准时进行上述的提前。

3. 一按权利要求 1 或 2 的方法其特征在于:只有当发动机在高于约 60℃ 的温度下工作时,才把排气口开放准时提前。

4. 一操纵一个双冲程内燃机的方法,该内燃机具有至少一个与发动机各个燃烧室相连的排气口和一可与至少一个上述排气口协同工作地排气阀,以及用来控制上述排气口开启准时的装置,在事先设定的极限范围内,上述排气阀和排气口能够使流经排气口的通流面积根据排气口开启正时的提前而增加。上述方法包括发动机接近怠速运转的情况下,在上述的极限范围内,把排气口开启准时最大限度地提前。

5. 一按权利要求 4 的方法,其特征在于:在发动机初始进入怠速或低载荷的情况下,经过一段预定时间间隔的延迟后,才把排气口开启的准时进行上述的提前。

6. 一按权利要求 4 或 5 的方法,其特征在於:排气口的上述正时提前仅在发动机在约 60℃ 以上温度工作时才会发生。

7. 一按权利要求 4 至 6 中任一项的方法,其特征在於:上述怠速或接近怠速的条件是通过判断发动机负载低于一预定值来确定的。

8. 一按权利要求 4 至 6 中任一项的方法,其特征在於:上述怠速或接近怠速的条件是由发动机转速和发动机负载分别低于规定值来确定的。

9. 一按权利要求 4 至 8 中任一项的方法,其特征在於:在发动机的停机时排气阀应处于使排气口的通流最小面积的位置。

10. 一按权利要求 9 的方法,其特征在於:排气阀处于上述最小流通面积位置一预定时间间隔后,移位至一选定的发动机起动位置,该位置所处提供的通流面积比上述最小通流的面积大。

11. 一按权利要求 4 至 8 的方法,其特征在於:在发动机的停机时排气阀移位至一选定的发动机起动位置,该位置提供的流通面积小于排气口开启正时最大提前时对应的流通面积。

12. 一按权利要求 4 至 11 中任一项的方法,其特征在於:排气阀的位置由一可编程电子控制器控制,所述电子控制器按照程序分别设定排气口正时提前的最大和最小值。

13. 一按权利要求 12 的方法,其特征在於:当一发动机设有用来分别限制出排气阀在两个方向上运动最大范围的实体止挡(或限制)时,限定最大和最小正时提前的范围被设定在上述实体止挡范围内,因此在正常工作时排气阀不会与各实体止挡接触。所述方法包括有按一定时间间隔使排气阀与两实际止挡中至少一个

相碰撞步骤以便去除沉积物,该时间间隔由上述电子控制器设定。

14. 一按权利要求 12 的方法,其特征在于:一发动机设有影响排气阀沿每一方向运动的限动装置各实体止挡与所述限动装置相互作用从而限定出排气阀在每一方向上的最大运动范围,限定最大和最小开启正时提前的范围被设定在上述实体止挡范围内,因此正常工作时限动装置不与实体止挡接触。上述方法包括有在一定时间间隔内使限动装置与至少一个实体止挡相碰撞的步骤以便去除沉积物,该时间间隔由上述电子控制器确定。

15. 一操纵一内燃机的方法,该内燃机具有至少一个与发动机各个燃烧室相连的排气口和一可与至少一个上述排气口协同工作的排气阀,该阀把经过上述排气口的通流面积被控制在最大和最小量值之间,该方法包括:发动机停机时,排气阀处于使经过排气口的流通面积最小的位置。

16. 一按权利要求 1 至 15 中任一项的方法,其特征在于:当发动机在接近怠速或低负载下工作并且排所阀处于最早开启的位置时,发动机的燃油率增大。

# 说 明 书

---

对应于发动机怠速和停

转时的排气阀准时控制

本发明涉及有关内燃机的工作控制，特别是有关双冲程内燃机的工作控制，该双冲程内燃机具有一个至少与发动机燃烧室的一个排气口相连的排气阀。

众所皆知为改变发动机汽缸中燃气排出开始时间，可提供一个与双程冲发动机的每一汽缸排气口相连的排气阀。这一类排气阀在整个额定速度和额定负载范围内能改善发动机工作性能。例如在某些应用场合，在发动机低至中等负载和速度情况下操纵排气阀可使排气口开启时间延迟，从而提高发动机的运转稳定性，而在高负载和高速度情况下排气口的开启时间可提前，即在膨胀冲程时提前打开，这样当发动机调整与适当的排气系统相结合时发动机可获得较高的输出扭矩。当排气阀的使用仅仅是为这些目的时，通常把这种排气阀称之为“功率阀”，以往这种功率阀较普遍地应用在摩托车上的双冲程发动机上。

最近，在美国 4920932 号专利中申请人建议提供一种用于多汽缸双冲程发动机的各汽缸排气口的排气阀，并通过应用一种电子控制单元(ECV)来改变排气阀与排气口的相互关系以达到控制发动机相应汽缸内的燃烧过程这一目的。从而有助于控制发动机排出燃气的污染。在该建议中，发动机每个汽缸的排气阀与程序控制的 ECV 控制下的普通控制机构相联接，以发动机的占主导地位的工作条件为依据来确定排气阀相对于排气口的恰当位置。这种控制

排气阀位置的能力提供了进一步改善双冲程动机工作性能的机会，并有助于对特殊工作条件下所产生的一系列问题进行控制。

人们也曾注意到：对于双冲程发动机的工作运转来说，当发动机在低燃油率下工作时，诸如当在低负载下怠速接近怠速运转时，发动机汽缸内燃气温度相对较低，因此通常在燃烧室的外露表面包括配置在汽缸排气口内的排气阀表面上会渐渐堆集起积碳。同样，这种情况下的低温燃气会导致可能设置在排气系统内的催化转换装置温度降低，可能使其温度低到维持催化剂工作所必须的温度以下，该温度即通常所谓的“点火”温度。

因此本发明的目的在于提供一种有关设置于内燃机排气口处的排气阀的使用方法，该方法能增进发动机的工作性能和/或控制发动机性能的下降。

因而，本发明建议：提供一种操纵内燃机的方法，该内燃机具有至少一个燃烧室，该燃烧室具有一排气口和一个与排气口协同工作的排气阀，以及一个在预定范围内改变排气口开启起始准时的装置。上述方法包括：当发动机怠速或低负载时，使排气口开启时间(准时)在上述预定范围内最大限度地提前。

更具体来说，本发明提供了一种操纵双冲程内燃机的方法，该内燃机具有至少一个与发动机各个燃烧室连通的排气口，和一可与至少一个所述排气口协同工作的排气阀，以及一个可控制所述排气口开启准时的装置。所述排气阀和排气口的应用能使通过排气口的通流面积按照在预先设定的时间范围内的排气口开启准时的提前量而增大。所述方法包括：在发动机怠速或接近怠速工作时，在所述的时间极限范围内使排气口的开启准时最大限度地提前。

正如熟悉本技术领域的人所知的那样，控制排气口的开启准时直接影响通过所述排气口的通流面积。因此，使排气口开启准时最大限度地提前可在排气口完全开启时使通过排气口的通流面积最大。

在发动机转速降至怠速接近怠速或低负载工作条件下，可比较方便地采用一控制机构推动排气阀朝向排气口开启准时提前的方向运动，因而通过排气口的流通面积在排气阀可运动的范围内基本上能达到最大。还可有所改变，即当发动机在接近怠速或低负载工作时可提供一种措施使排气阀的位置超过排气口的开启准时提前量最大的位置。

根据排气阀的位置可以使排气口开启准时最大限度的提前，因而可得到通过排气口的最大流通面积，其结果是开始点火燃烧后燃气滞留在燃烧室内的时间最短，这样排气开始时燃气的温度通常比正常（开启）条件下的温度高。因而，在燃烧室表面和排气阀表面上可能堆集的积碳大大减少，这是因为燃气温度相当高足以燃烧掉可能造成堆积的物质而且燃烧室及排气阀暴露于这种物质的时间也短。

而且当排气阀位于使排气口具有最大的开启准时提前的位置上从而通过排气口的气流通路最大时，排气阀暴露在燃气中的表面积最小，这样就减少了排气阀上碳的堆集所造成的危险，排气阀上的堆积的积碳可导致发动机运转不正常，比如说阀门胶着。再者，由于有效地减少了汽缸循环的膨胀冲程。因而使从燃烧室内排出的燃气温度较高，这样排气系统中催化转换装置的温度降低到必须的点火温度之下的可能性也就减小了。

可以理解到：由于排气阀处于可提供最大的开启准时提前量的位置并因而可提供最大流通面积，而且有效膨胀冲程减小并且排气时排出的燃气温度较高，发动机的热效率下降，因而可能需要增加燃油率以使发动机保持稳定运行。然而燃油增加相应带来的好处是排气系统中的热量也增加有利于使催化装置的温度保持在点火温度之上。而且，双冲程分层进燃油气的发动机的一个特点是：当发动机处于怠速或低负下运转时，在有限度地增加燃油率情况下排放物中碳氢化合物(烃类)的含量能得以减少。

在上述考虑的启示下，可以认为：发动机在怠速或低负载条件下工作了一预定时间后，通过仅仅对排气阀进行移动来提供最大的开启准时提前量并因此获得最大的通流面积，这样做是比较理想。举例说，控制机构可按这样来编程：即经历了约 20 秒钟或通常不超过 30 秒的怠速运转之后排气阀才会移位至可提供开启时间最大提前量并相应具有最大通流面积的位置。也可有所变化，上述所讨论的对应于发动机怠速运转时所采用的策略(措施)也可在下述条件下实施；即：根据所选用的发动机冷冻剂介质的温度，举例说， $60^{\circ}\text{C}$  以上和最好是  $70^{\circ}\text{C}$ ，或根据排气催化转换温度或根据任何这些和/或其他的发动机工作条件的结合来实施上述措施。

这里叙述的对于一双冲程内燃机排气阀相连的排气口的控制建议由一程序控制的电子控制单元(ECV)来实施控制。可以理解，ECV 必须能确定：在发动机工作的所有时间里排气阀对应于各行程极限应该处在什么位置，因为该位置是与能对发动机工作造成应有影响的排气阀运动的方向和程度有关。

因此这里为一双冲程内燃机提供了一种控制排气阀运动的方

法,该内燃机至少有一排气口与发动机的各个燃烧室连通,它还有一可与至少一个排气口协同工作的排气阀,所述排气阀可在分别代表最大提前量和最大滞后量的排气阀两实体限制或止挡位置之间运动,借助上述方法可使排气阀的行程小于所述实体止挡之间的距离,这样在正常工作条件下排气阀不会分别与两实体限制相碰触。

排气阀实际行程的极限量小于两实体止挡之间的整个距离,这是一种防止使排气阀运动的驱动机构过载的保护措施。倘若总是利用实体止挡来限制排气阀在两个方向上的运动就会引起这种潜在的过载。

然而,在某些时刻有选择地使驱动机构与实体止挡相碰撞可作为一种技术措施,它用来去除排气阀上和/或实体止挡上的碳或其他堆积物,这样做可能是恰当的。

再者,对排气阀运动进行控制的电子控制机构可以通过编程使其定期地对实体止挡范围进行监测,该实体止挡可从根本上制约排气阀在任一方向上的运动。倘若发现实体止挡范围与程序预先设定值不同,那么需对 ECV 进行调节以便重新建立起排气阀行程的“软”止挡,这些软止挡与实体止挡相隔有一定距离,软止挡限制范围小于实体止挡限制范围。也就是说,软止挡与实体止挡的间距由 ECV 重新估算并限定。实体止挡与软止挡之间的间距偏离所规定的间距其原因可能是排气阀的表面有沉积物堆集和/或实体止挡发生移动。在实施以碰撞去除排气阀上沉积物的程序之后就能方便地进行上述再调节程序。每次发动机停机或若干次发动机停机后可方便有效地实施驱动机构撞击和(排气阀)行程的软硬止挡的再

调节。

也可希望通过排气阀的位置来减少从排气系统进入汽缸的热量，在发动机停止工作时，排气阀最好能移动至少使排气口流通面积减小的位置。

比较方便的做法是：在发动机停止时一控制机构使排气阀运动至排气阀运动范围内排气口流通面积最小的位置处。排气阀可设置成移至通常发动机工作时所能得到的排气口流通面积最小的位置，或也可有所变化，即可提供一种措施使排气阀在发动机已停止工作时移至流通面积小于发动机正常工作时最小流通面积的位置。

发动机停止工作时使通过排气口的流通面积减小这一措施使排气阀对相应汽缸起到热屏障作用，因而减小了从排气系统返回到汽缸内的热传输率，相应地也就使有助于促进在汽缸和燃烧室内形成胶结构和积碳的热能得以减小。这类堆积物可由残留在高温状态的汽缸和燃烧室壁上的油膜组成，此汽缸和燃烧室内产生的高温状态是由从排气系统传入的热量所造成的。反之，这类堆积物对发动机下一次起动后的工作运转有不利影响。

特别是，在排气系统中配置有催化转换装置的情况下限制热流进入汽缸就更有必要，这是由于催化转换装置是在高温下工作而且通常其位置处于排气口下游，离排气口相对来说只有很小的距离。因此，当发动机停止工作这类催化装置通常很热，热量可以辐射或传导的方式从催化转换装置通过排气口返回发动机汽缸。因此减小经过排气口的通流面积就可显著地减少从催化转换装置到汽缸的热量转移，因而使汽缸和相应的燃烧室内这种不希望有的堆

积物得以减少。

也已了解,如果过度地限制经过排气口的流通面积,那么当发动机重新起动可能会遇到排气阀在该位置上不能移动的困难,例如,倘若排气阀处于发动机停止工作时排气受到限制的位置,并且在重新起动所需的时间内汽车蓄电池电压很低,比如说车辆在严寒条件下停放过一段时间,上述情况就有可能发生,那么电压就不足以驱动排气阀使它移至能够起动的位置。因此排气阀滞留在发动机停止时所设定的关闭位置上,发动机就可能难以重新起动。

因此,在发动机停止时使排气口的流通面积减至最小的控制策略(或方案)应考虑到排气阀位置所对应的最小流通面积有一可行的值,该排气口的流通面积最小值应不致妨碍发动机的重新起动。

再者,控制策略也可这样安排,即从发动机停机时起算,在把排气口通流面积限制成最小值的一段预定时间之后使排气阀返回至一最有利的起动位置。同样,可以理解到,发动机停机后使排气阀移至能重新起动发动机的位置的控制可与于最初的关闭排气阀以提供经过排气口的最小通流面积无关,特别是,当排气系统中处于排气口下游的催化转换装置距排气口有相当大的距离时,这一关闭排气阀以提供最小流通面积的周期就可能没有必要了。这一程序在完成如上所述的重新建立排气阀止挡范围的程序之后可较方便地实施。

结合附图描述了一种典型结构的排气阀及其驱动机构,在图中:

图 1 是一双冲程发动机剖面图,该发动机联接有一可操纵地安装在排气口内的排气阀。

图 2 是一组件的透视图,该组件用于一三缸双冲程发动机中,它包括三个排气阀并安装在一公共轴上。

现参阅图 1,排气阀 15 位于排气通道 14 内并安装在轴 16 上围绕轴线可作角位移,带排气阀的轴 16 沿排气口 18 的横向伸展并以众所皆知的方式与排气口 18 配合工作。排气阀 15 并不在发动机的所有工作阶段完全关闭排气口 18,通常是由排气阀来改变排气口 18 上边沿的有效位置,即相应地改变了排气口 18 开始开启时活塞 13 的冲程位置。排气阀 15 在每一燃烧循环内并不改变位置,但它根据发动机的不同工作条件而改变其位置。这种排气阀及其工作方式对了解现代双冲程发动机设计的人来说是熟知的。图 1 所示排气阀 15 是处于完全抬起的位置使排气口能最早开启并达到开启时间最长,因而也具有最大的排气口流通面积。

在多汽缸发动机中每一汽缸的排气阀 15 可安装在如图 2 所示一公共轴 16 上,所以所有的排气阀 15 都一致同步运动使得每一排气阀 15 的控制边缘 19 都同时改变其位置,从而在同一时刻里每一控制边缘 19 都在各自的排气口 18 中占据同一位置。轴 16 在其两端各由轴承 21 所支承并且在相邻的两排气阀 15 的中间也由轴承 21 支承。轴承 21 可以适当方式装在发动机缸体上或与缸体构成一体。这方面的一个例子已在申请人的未审定的澳大利亚专利申请第 22417/92 文中公开出。

联接器 25 安装在轴 16 的一端,它与一适用的电动机 27 驱动连接,电动机 27 可控地驱动轴 16 沿任一方向旋转以调节排气阀 15 的控制边缘 19 相对于排气口 18 的位置。设置在联接器 25 上的两实体止挡 26 与固定销 28 配合工作以限制排气阀 15 在每一方向

上相对于排气口 18 的运动范围。销 28 锚定于汽缸体或排气系统上或与其构成一体,其位置的选定能使排气阀 15 的运动被限制在所希望的范围内。电动机 27 的工作由一电子控制单元(ECV)实施控制,控制的程序是按照所接收到的指示发动机的一系列工作状态的适当输入信号判断确定排气阀 15 相对于排气口 18 应有的位置,并控制排气阀 15 运动以占据该位置。

输进 ECV29 的基本发动机工作条件包括有发动机速度、发动机载荷和发动机的工作温度。其他输入条件可能还包括催化剂温度、发动机的起动时间或转数,和/或指示发动机停机的信号。

合适的程序可贮存在 ECV29 内以执行排气阀 15 的每个和/或所有的操作功能,这些功能在本文中已提到和揭示出,这些程序能容易地由内燃机操纵管理人员中掌握一般的 ECV 编程技术的人所实施。

特别是,当发动机在接近怠速或低负载情况下工作时,为提供排气口开启准时最大限度的提前并得到相应最大的排气口 18 的流通面积,排气阀 15 有对应的操作,根据此操作 ECV29 的程序首先要判定发动机是否在怠速或接近怠速下工作,这可由在一规定的时间范围内发动机转速及负载两者在这同一时间里都很低这一现象来判断。然而,若发动机处于怠速运转并且发动机冷冻液的温度较低,例如说约低于  $70^{\circ}\text{C}$ ,这种现象表明发动机的冷起动情况,此时排气口 18 最好不开启到最大流量位置。发动机的其他工作条件和工作稳定性通常要求排气阀 15 在执行任何这种开启操作之前把发动机冷冻液的温度通过预热提高到约  $60^{\circ}\text{C}$ — $70^{\circ}\text{C}$ 。于是,当由冷冻液温度指示的发动机温度已达到或至少接近工作温度时并且发

动机是在怠速或接近怠速或低负载下运转时,ECV29 将使排气阀 15 开启至最大提前量位置以使排气口 18 具有最大的流通面积。怠速和低负载能从发动机的载荷和转速输入(信号)来判断。ECV29 可通过燃油率、油门位置或加速踏板位置或任何这类信息的综合来判断发动机是否处于怠速或低负载下运转。

当 ECV29 已判定发动机是在怠速或低负载下运行并已达到工作温度后,它就会使电动机 27 投入工作,以驱动轴 16 朝某一方向旋转从而使排气阀 15 移动至使发动机汽缸内的燃气排入相应的排气通道 14 的每一排气口 18 具有最大通流面积的位置。通常,ECV29 会使排气阀 15 保持在该位置直到发动机脱离怠速或低负载工作条件。一旦发动机已超出怠速或低负载条件 ECV29 将按众所皆知的方式执行正常的发动机控制程序。

正如以上所提到的,希望在发动机停止运转时使排气阀 15 移至能限制热量从排气系统通过辐射或传导返入发动机燃烧室的位置。于是 ECV29 也可编程使电动机 27 在发动停机时使轴 16 转动从而将排气阀 15 移到关闭排气口 18 或提供一最小流通通路的位置,ECV29 从发动机速度传感器送来的指示出零转速和/或指示出发动机点火钥匙已转至“停止”位置的信号从而判定发动机停机。

为了随后的发动机重新起动,有可能希望排气阀 15 移位至既能在相当大程度上限制经过排气口 18 的流通面积又能在排气阀 15 若出现不能移动的情况仍足以重新启动发动机的位置。从这角度考虑保每约占最大流通面积的 18 至 25%的通流面积可能是恰当的,因而,ECV29 按其程序能在停机后的一段时间内当排气系统的温度已下降至一预定值时使电动机 27 投入工作,从而使排气阀

15 移至能提供(上述)这种有一定限制的通流面积的位置。也可有所不同,排气阀 15 可在发动机停止工作后立即移至一能提供所希望的限定百分比的通流面积的预定位置,该排气阀 15 所处位置对于减少由排气系统辐射返入汽缸热量仍具一些好处。

前面已提到过可给排气阀 15 提供运动的范围限制在联接器 25 的两实体止挡 26 的范围之内,这些更受限制的止挡如上述可称之为“软止挡”,这些软止挡是由 ECV29 的程序限定的,正常情况下 ECV29 按一确定的数据仅使电动机 27 沿任一方向驱动轴 16 转至一特定的最大程度。在正常运转工作情况下,排气阀 15 的运动范围由软止挡限定而不是由实体止挡所限定,实体止挡是由作用于销 28 的止挡 26 组成。

这种软止挡的设定可应用于控制排气阀的运动,它使电动机 27、实体止挡 26 和销 28 不致受到由于用实体止挡来限制带动排气阀 15 的轴 16 的转动所产生的冲击载荷。然而,ECV29 也可按程序周期性地控制电动机 27 使其运转超过软止挡范围,所以每一实体止挡 26 分别地碰触在止挡销 28 上,从而使各止挡 26 产生一作用在轴 16 及相应的排气阀 15 上的抖动力或撞击力,这种作用可去除可能在排气阀 15 上堆集的沉积物。再者,销 28 可从其所固定的位置上卸掉,排气阀 15 就可受控驱动或动作从而与各自的排气通道 14 的上表面和下表面发生实际接触。这一措施由于排气阀 15 会从实际碰撞中直接受到抖动或撞击力故也可用来去除沉积物。再进一步看,排气阀 15 在各自的排气通道 14 内可以按这样来布置,即超越由程序确定的软止挡会造成:排气阀 15“扫过”邻近的对应的各排气通道 14 的上、下表面从而实现从各气阀 15 的表面上“刮

除”沉积物。这从图 1 就可明显观察到,排气阀 15 的前表面 30 与排气通道 14 的上表 31 之间非常贴近。

ECV29 可按程序在一规定时间间隔内或诸如每次发动机停机或发动机若干次停机后这类特定情况下执行一次这种清洁程序,而且,若在一次清洁程序中排气阀 15 上的一些堆集物未被去除,这会对软止挡的正确位置带来一定程度的影响,于是 ECV29 应可按程序重新设定软止挡,即利用排气阀 15 的运动来补偿排气阀上沉积物所造成的影响。

所叙述的有关本发明的各个方面主要是针对双冲程发动机的,但可以理解,本发明的各方面特点对四冲程发动机也是适用的。

图 1.

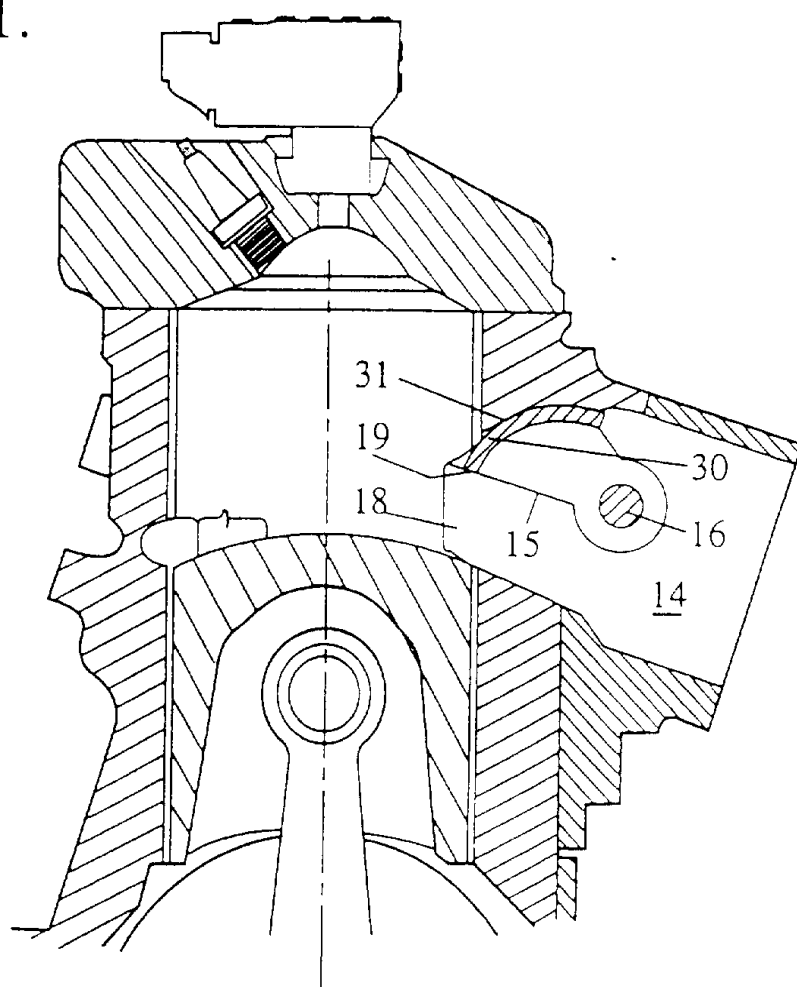


图2.

