



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1932256 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200610139512.1

(22) 申请日 2006.09.15

(30) 优先权数据

2005-268439 2005.09.15 JP

2005-289264 2005.09.30 JP

(73) 专利权人 马自达汽车株式会社

地址 日本广岛县安芸郡府中町新地3番1号

(72) 发明人 养祖隆 山川正尚 志志目宏二

西本敏朗

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 徐申民 张惠萍

(51) Int. Cl.

F02B 23/08(2006.01)

(56) 对比文件

JP 11210470 A, 1999.08.03, 全文.

JP 10317974 A, 1998.12.02, 说明书摘要以

及说明书附图 2.

EP 0851102 A2, 1998.07.01, 全文.

EP 0569289 A1, 1993.11.10, 说明书第 6 栏第 52 行至第 7 栏第 9 行、第 7 栏第 25 至 39 行以及说明书附图 6A.

审查员 张人天

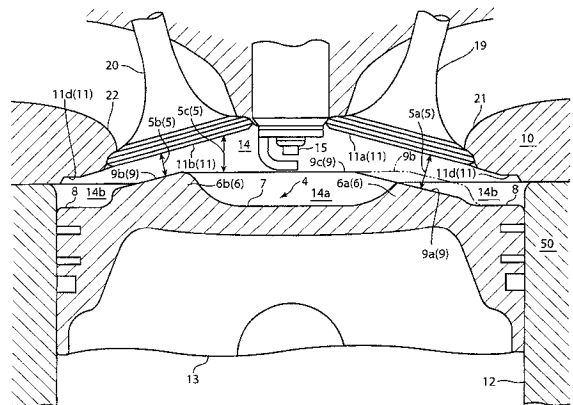
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 12 页

(54) 发明名称

火花点火式发动机的燃烧室结构

(57) 摘要

本发明的火花点火式发动机的燃烧室结构,包括,形成在气缸盖底面和活塞顶面之间,以上述气缸盖底面为顶壁的燃烧室;顶端自上述顶壁面向上述燃烧室予以设置的火花塞;上述燃烧室,在活塞位于上止点的状态下,该燃烧室内的空间的主要部分由位于上述火花塞周边的第 1 燃烧空间和位于气缸膛周缘部的第 2 燃烧空间构成,上述第 1 燃烧空间和上述第 2 燃烧空间,经上述活塞的顶面和上述顶壁之间的间隙变窄形成的小间隙部而予以连通。采用本发明,在实际使用方面可有效地提高压缩比。



1. 一种火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
包括,
燃烧室,形成在气缸盖的底面和活塞的顶面之间,以上述气缸盖的底面为顶壁;
火花塞,其顶端自上述顶壁面向上述燃烧室予以设置;
上述燃烧室,在活塞位于上止点的状态下,该燃烧室内的空间的主要部分由位于上述火花塞周边的第 1 燃烧空间和位于气缸膛周缘部的第 2 燃烧空间构成,
上述第 1 燃烧空间和上述第 2 燃烧空间,经上述活塞的顶面和上述顶壁之间的间隙变窄而形成的小间隙部予以连通,
上述火花塞,设置在上述气缸膛的径向中央附近部位;以及
上述小间隙部包括被形成在从上述火花塞至位于进气侧的上述气缸膛周缘部之间的途中部位的小间隙部,和至少在从上述火花塞至位于排气侧的上述气缸膛周缘部之间的途中部位予以形成的最小间隙部,以及
上述最小间隙部窄于被形成在从上述火花塞至位于进气侧的上述气缸膛周缘部之间的途中部位的小间隙部。
2. 根据权利要求 1 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
上述小间隙部,在上述气缸膛的径向上,与上述火花塞到上述气缸膛周缘部的中间点相比,形成在靠近上述气缸膛周缘部一侧的部位。
3. 根据权利要求 1 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
上述火花塞,设置在上述气缸膛的径向中央附近部位,
上述小间隙部,形成于上述火花塞和上述气缸膛周缘部之间,呈环状,
上述第 2 燃烧空间,形成于上述小间隙部的外周侧,呈环状。
4. 根据权利要求 1 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
上述活塞的冠部,形成有向上述顶壁突出的凸部和相对于该凸部凹陷没入的凹部,
上述小间隙部,形成于上述凸部的顶面和上述顶壁之间,
上述第 1 燃烧空间和上述第 2 燃烧空间,形成于上述凹部和上述顶壁之间。
5. 根据权利要求 4 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
上述火花塞,设置在上述气缸膛的径向中央附近部位;
上述凸部,为环状,与上述活塞的周缘部大致呈同心圆,
上述凸部,其位于排气侧的突出量相对大于位于进气侧的突出量。
6. 根据权利要求 1 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
上述燃烧室,是由位于进气侧的顶壁和位于排气侧的顶壁构成的屋顶状的屋脊型燃烧室,
上述屋脊型燃烧室的脊线部和上述活塞顶面的间隙,大于上述顶壁和上述活塞顶面的间隙,
附加设置有顶端面对上述第 2 燃烧空间和上述屋脊型燃烧室的脊线部予以设置的第 2 火花塞。
7. 根据权利要求 6 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
设置有生成涡流的进气系统,
上述第 2 火花塞,位于上述进气系统生成的涡流的正上游。

8. 根据权利要求 1 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:
上述燃烧室,是由位于进气侧的顶壁和位于排气侧的顶壁构成的屋顶状的屋脊型燃烧室,

位于上述气缸膛周缘部的上述顶壁,与上述气缸盖与气缸体的接合面相比向离开气缸体一侧偏移。

9. 根据权利要求 1 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:

包括,开口部位于上述顶壁的一侧,生成滚动气流的进气口,

上述活塞的冠部表面,其中位于上述第 1 燃烧空间和上述第 2 燃烧空间之间,且从俯视方向看位于从上述进气口的开口部中央部位所看到的该进气口的喉部的进气流速较快的一侧的区域,设置有从该区域突出而高于上述活塞的冠部表面中从俯视方向看隔着气缸膛中央部位而位于与上述区域相反的一侧的区域的第 1 凸部,

上述喉部,使从该喉部生成的滚动气流与上述第 1 凸部产生撞击。

10. 根据权利要求 9 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:

上述活塞的冠部表面的中央部位,形成有中央侧凹部,使未与上述第 1 凸部发生撞击的一部分滚动气流和从上述喉部流速较慢一侧输出的逆滚动气流相对向。

11. 根据权利要求 9 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:

上述进气口,是正滚动气流生成口,使上述喉部进气流速较快的一侧成为排气口的开口侧,

上述第 1 凸部,从俯视方向看与上述火花塞相比靠近排气一侧。

12. 根据权利要求 9 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:

上述活塞冠部表面,形成有从俯视方向看呈环状突出且包含上述第 1 凸部的凸部,

上述凸部,其中隔着上述活塞的中央部位位于与上述第 1 凸部相反的一侧的部位,形成有从上述活塞的冠部表面的突出量小于第 1 凸部的第 2 凸部;

上述第 2 燃烧空间,在上述活塞位于上止点的状态下,于上述凸部的外周至上述活塞的外周缘之间予以形成。

13. 根据权利要求 9 所述的火花点火式发动机的燃烧室结构,其特征在于:

上述顶壁为屋脊形状,

上述第 1 凸部,在从上述活塞的冠部表面的外周缘向中央一侧距离规定量的位置隆起,

该第 1 凸部的顶面,与上述倾斜的顶壁大致平行。

火花点火式发动机的燃烧室结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种火花点火式发动机的燃烧室结构,具体而言,是涉及一种形成于气缸盖 (cylinder head) 的底面和活塞的顶面之间,以上述气缸盖底面为顶壁的燃烧室结构。

背景技术

[0002] 近年,不仅在经济方面,而且在防止地球温室效应的环境方面,都不断要求进一步改善发动机的燃料消耗量。火花点火式发动机,若要改善燃料消耗量,提高燃烧效率即可,作为有效的方法可以增大压缩比。

[0003] 若要提高压缩比,相对于气缸的容积缩小燃烧室容积即可。适于上述高压压缩比的燃烧室结构,多采用屋脊型燃烧室 (pent roof combustion chamber) 结构。该燃烧室结构,是由进气侧的顶壁和排气侧的顶壁构成屋顶状结构,其特征是可在确保相对较大的进排气阀直径的同时,缩小燃烧室容积。此外,该结构还有利于生成涡流 (swirl) (围绕活塞滑动轴的回旋流。横向涡流。)、滚动气流 (tumble) (位于平行于活塞滑动轴的面内的回旋流。纵涡。) 或挤压流 (squish) (活塞上升时从活塞直径 (piston bore) 周缘部向中央部位挤压的气流) 等缸内气流。

[0004] 例如,在日本专利公开公报特开平 08-254126 号、特开平 08-049546 号及特开 2003-184559 号中,公开了生成各种缸内气流以改善燃烧效率的燃烧室结构,但从其图示的剖面结构来看,都是屋脊型燃烧室。

[0005] 图 12 中表示以往一般的屋脊形燃烧室的剖面结构。图 12 表示活塞 93 位于上止点的状态。燃烧室 94 是由气缸体 (cylinder block) 50 的气缸膛 (cylinder bore) 12、活塞顶面 97 和位于燃烧室 94 上方的气缸盖 10 的底面即顶壁 91 所包围的空间。顶壁 91 由进气侧顶壁 91a 和排气侧顶壁 91b 构成屋顶状。

[0006] 气缸膛 12 的径向中央部位附近,设有顶端自顶壁 91 面对燃烧室 94 设置的火花塞 (sparkplug) 15。

[0007] 进气侧顶壁 91a,设有 2 处开口于此的进气口 (intake port) 21,各进气口 21 设有以规定的进气时机 (timing) 予以开放的进气阀 19。此外,排气侧顶壁 91b,设有 2 处开口于此的排气口 (exhaust port) 22,各排气口 22 设有以规定的排气时机予以开放的排气阀 20。进气阀 19 和排气阀 20,其面向燃烧室 94 的面,分别构成进气侧顶壁 91a 和排气侧顶壁 91b 的一部分。

[0008] 另外,进气阀 19、排气阀 20、进气口 21 和排气口 22,实际上是从图示的剖面位置向纸面的前后方向偏移设置,但为了便于说明而在该图中于同一剖面予以表示。

[0009] 顶壁 91 的周缘部 91d,与和气缸体 50 的接合面 (具体而言,是和设于气缸盖 10 和气缸体 50 之间的未图示的气缸盖衬垫 (head gasket) 的接合面) 大致处于同一平面。该顶壁周缘部 91d 一般称为挤压区域。

[0010] 然而,即使如上所述对燃烧室结构通过改进实现了高压压缩比,未必就能直接在实

际使用中获得有效的燃烧。因为众所周知,压缩比提高后,容易引起爆燃(knocking)等异常燃烧(以下称爆燃等)。即实际使用中,只能在不发生爆燃的范围内提高压缩比。

[0011] 然而这也意味着,只要能抑制爆燃等的发生,即只要能改善抗爆燃性能,就能进一步提高压缩比。

发明内容

[0012] 本发明的目的在于,提供一种解决上述问题的火花点火式发动机的燃烧室结构。

[0013] 本发明专利申请的发明人着眼于,在前期主燃烧期(在燃烧质量的10%至90%的燃烧质量予以燃烧的主燃烧期中,10%以上至小于50%的燃烧质量予以燃烧的期间)通过低速燃烧可抑制缸内压力、温度的上升,可有效地防止未燃烧燃料的过早点火,以获得高抗爆燃性能,在后期主燃烧期(在主燃烧期中,50%以上至小于90%的燃烧质量予以燃烧的期间)通过高速燃烧未燃烧燃料,可迅速结束燃烧,以抑制以燃烧残余物为主的自燃,由此提高抗爆燃性能,从而可以几乎不延长整个燃烧过程的主燃烧期,即可有效地抑制爆燃的燃烧方式(之后的说明书中,称后期重心型燃烧),通过研究发现了易于进行上述后期重心型燃烧的火花点火式发动机的燃烧室结构。

[0014] 本发明的火花点火式发动机的燃烧室结构,包括,形成在气缸盖的底面和活塞的顶面之间,以上述气缸盖的底面为顶壁的燃烧室;其顶端自上述顶壁面向上述燃烧室予以设置的火花塞;上述燃烧室,在活塞位于上止点的状态下,该燃烧室内的空间的主要部分由上述火花塞周边的第1燃烧空间和位于气缸膛周缘部的第2燃烧空间形成,上述第1燃烧空间和上述第2燃烧空间,经上述活塞的顶面和上述顶壁之间的间隙变窄而形成的小间隙部予以连通,上述火花塞,设置在上述气缸膛的径向中央附近部位;以及上述小间隙部包括被形成在从上述火花塞至位于进气侧的上述气缸膛周缘部之间的途中部位的小间隙部,和至少在从上述火花塞至位于排气侧的上述气缸膛周缘部之间的途中部位予以形成的最小间隙部,以及上述最小间隙部窄于被形成在从上述火花塞至位于进气侧的上述气缸膛周缘部之间的途中部位的小间隙部。

[0015] 采用上述结构,可以容易地进行后期重心型燃烧。而且,通过后期重心型燃烧能改善抗爆燃性能,在实际使用中可有效地提高压缩比。此外,还可利用上述结构改善燃料消耗量。另外,前期主燃烧期主要是在靠近火花塞的第1燃烧空间中进行,后期主燃烧期主要是在气缸膛周缘部的第2燃烧空间中进行。一般,燃烧通过火焰传播予以执行,火焰前锋(火焰传播的最前端),以形成于火花塞电极附近的火焰核为中心,大致呈同心球状扩展,以挤压出未燃气体。然而本发明的上述结构中,第1燃烧空间和第2燃烧空间之间,设有活塞的顶面和燃烧室的顶壁之间的间隙变窄而形成的小间隙部。被火焰前锋挤压出的未燃气体经过上述小间隙部时,受到节流(throttle)作用。由此,第1燃烧空间的燃烧的火焰传播受到抑制。因此前期主燃烧期的燃烧速度可控制在相对较低的程度。

[0016] 火焰前锋,经小间隙部到达第2燃烧空间后,由于已不再受小间隙部节流作用的影响,火焰传播予以加快。即后期主燃烧期的燃烧速度相对较高。

[0017] 结果,就整体而言,在前期主燃烧期进行相对低速的燃烧,在后期主燃烧期进行相对高速的燃烧,即进行上述后期重心型燃烧。

[0018] 另外,本申请的发明人,使用本发明的燃烧室结构,确认在不使抗爆燃性能恶化的

情况下,可将压缩比在以往的基础上提高 0.5 以上。

[0019] 另外,采用上述结构,整体上可获得更为均匀的火焰传播速度,以实现稳定的燃烧。如上所述,火焰前锋以形成于火花塞电极附近的火焰核为中心大致呈同心球状扩展,但更确切地说,向排气侧(排气阀侧)的传播速度稍高于向进气侧(进气阀侧)的传播速度。因为在高温时,位于排气侧的燃烧反应进一步得到促进。所以,在上述结构中,由于最小间隙部至少在从火花塞至位于排气侧的气缸膛周缘部之间的途中部位予以形成,所以受到该最小间隙部的较强节流作用,尤其是向排气侧的火焰传播受到抑制。因容易趋高的向排气侧的火焰传播速度,受到相对较强的抑制,所以整体上可获得更为均匀的火焰传播速度,以实现稳定的燃烧。此外,上述小间隙部形成于上述火花塞和上述气缸膛周缘部之间且呈环状,上述第 2 燃烧空间形成于上述小间隙部的外周侧且呈环状,由此可更为均匀地进行火焰前锋从第 1 燃烧空间向第 2 燃烧空间的转移,故能进一步提高改善抗爆燃性能的效果。

[0020] 在上述燃烧室结构中,小间隙部,可在上述气缸膛的径向上,与上述火花塞到上述气缸膛周缘部的中间点相比,形成在靠近上述气缸膛周缘部一侧的部位。

[0021] 采用上述结构,可及早结束初期燃烧期(主燃烧期前,燃烧质量的 10% 予以燃烧的期间),以有效地防止向主燃烧期的转移被延迟。如上所述,前期主燃烧期主要在第 1 燃烧空间中进行燃烧。所以,其之前阶段的初期燃烧期也主要在第 1 燃烧空间中进行燃烧。在此,若火花塞和小间隙部的距离过于接近,则初期燃烧期的燃烧受到小间隙部节流作用的影响则较强,致使燃烧速度下降。初期燃烧期的燃烧速度一旦下降,向主燃烧期的转移就会延迟,可能导致燃烧的整体延迟。但上述结构,小间隙部,在气缸膛的径向上,与火花塞到气缸膛周缘部的中间点相比,形成在靠近气缸膛周缘部一侧的部位。即,火花塞和小间隙部适当分开,由此可使小间隙部产生的节流作用几乎不对初期燃烧期的燃烧造成影响。但小间隙部若过分靠近气缸膛周缘部,就难以充分确保第 2 燃烧空间。因此小间隙部较为理想的是,与火花塞到气缸膛周缘部的中间点相比,形成在靠近气缸膛周缘部一侧,且与气缸膛周缘部相隔一定的距离的适当部位。该适当部位,视发动机的特性等而异,大致在火花塞到气缸膛周缘部的距离的 60 ~ 85% 的范围内。

[0022] 在上述燃烧室结构中,火花塞可设置在气缸膛的径向中央附近部位,小间隙部,可形成于上述火花塞和上述气缸膛周缘部之间且呈环状,上述第 2 燃烧空间可形成于上述小间隙部的外周侧且呈环状。

[0023] 采用上述结构,可实现更为显著的后期重心型燃烧,进一步提高改善抗爆燃性能的效果。而且,小间隙部形成在火花塞和气缸膛周缘部之间且呈环状,即小间隙部可包围第 1 燃烧空间,因此通过小间隙部的节流作用,可使第 1 燃烧空间的燃烧更为均匀,并可进一步提高降低前期主燃烧期的燃烧速度的效果。另外,由于第 2 燃烧空间形成于小间隙部的外周侧且呈环状,火焰前锋可更为均匀地到达第 2 燃烧空间。因此,后期主燃烧期的燃烧可更加快速地进行。

[0024] 结果,前期主燃烧期可进行更加低速的燃烧,后期主燃烧期进行更加高速的燃烧,从而可进行快慢非常分明的后期重心型燃烧。

[0025] 在上述燃烧室结构中,上述活塞的冠部可形成向上述顶壁突出的凸部和相对于该凸部凹陷没入的凹部,上述小间隙部可形成于上述凸部的顶面和上述顶壁之间,上述第 1 燃烧空间和上述第 2 燃烧空间可形成于上述凹部和上述顶壁之间。

[0026] 另外,在上述燃烧室结构中,火花塞可设置在上述气缸膛的径向中央附近部位,上述凸部可为环状且与上述活塞的周缘部大致呈同心圆,上述凸部的位于排气侧的突出量可相对大于位于进气侧的突出量。

[0027] 采用上述结构,可通过在活塞冠部设置凹凸的简单结构,来形成第 1 燃烧空间、小间隙部和第 2 燃烧空间。

[0028] 在上述燃烧室结构中,燃烧室是由位于进气侧的顶壁和位于排气侧的顶壁构成的屋顶状的屋脊型燃烧室,上述屋脊型燃烧室的脊线部和上述活塞顶面的间隙,大于上述顶壁和上述活塞顶面的间隙,附加设置有顶端面对上述第 2 燃烧空间和上述屋脊型燃烧室的脊线部予以设置的第 2 火花塞。

[0029] 采用上述结构,可在确保相对较大的进排气阀直径的同时,缩小燃烧室容积,利用上述屋脊型燃烧室的特征,能够更容易地实现高压压缩比。此外,屋脊型燃烧室的脊线部与活塞顶部的空隙相对较宽,且在该间隙较宽处设置第 2 火花塞,所以布局设置较为容易进行。即使向第 2 燃烧空间的火焰传播出现延迟现象,也可通过第 2 火花塞,适时地进行第 2 燃烧空间的燃烧。

[0030] 在上述燃烧室结构中,可设置生成涡流的进气系统,第 2 火花塞可位于上述进气系统生成的涡流的正上游。

[0031] 采用上述结构,由于在进气系统生成的涡流的正上游设置第 2 火花塞,来自第 2 火花塞的火焰,可通过涡流向进气侧快速传播。从而,即使向进气侧的第 2 燃烧空间的火焰传播出现延迟,也可以适时地进行进气侧的第 2 燃烧空间的燃烧。

[0032] 在上述燃烧室结构中,上述燃烧室是由位于进气侧的顶壁和位于排气侧的顶壁构成的屋顶状的屋脊型燃烧室,位于气缸膛周缘部的上述顶壁,与上述气缸盖与气缸体的接合面相比向离开气缸体一侧偏移。

[0033] 采用上述结构,可进一步扩大第 2 燃烧空间。以往的屋脊型燃烧室结构中,对应于气缸膛周缘部的气缸盖(燃烧室的周缘顶部),与和气缸体的接合面大致处于同一平面(参照图 12 的顶壁周缘部 91d)。与此相反,本发明的上述结构中,由于燃烧室的顶壁向离开气缸体一侧偏移,由此可相应地扩大第 2 燃烧空间。

[0034] 此外在上述燃烧室结构中,还可包括开口部位于上述顶壁的一侧,生成滚动气流的进气口,上述活塞的冠部表面,其中位于上述第 1 燃烧空间和上述第 2 燃烧空间之间,且从俯视方向看位于从上述进气口的开口部中央部位所看的该进气口的喉部的进气流速较快的一侧的区域,可设置从该区域突出而高于上述活塞的冠部表面中从俯视方向看隔着气缸膛的中央部位而位于与上述区域相反的一侧的区域的第 1 凸部,上述喉部使从该喉部生成的滚动气流与上述第 1 凸部撞击。

[0035] 采用上述结构,可尽可能地减弱残留至压缩冲程后半程的滚动气流,以防止点火产生的火焰核向排气侧流动,而破坏进气侧和排气侧的火焰传播均匀性,使抗爆燃性能下降,从而可构成有利于形成高压压缩比的火花点火式发动机。即,可通过在活塞冠面表面设置第 1 凸部的简单结构,在减弱压缩冲程后期的滚动气流的同时,进行后期重心型燃烧,从而高负载区域的抗爆燃性能获得改善,以有利于形成高压压缩比。另外,从进气口的喉部生成的滚动气流,通过与第 1 凸部的撞击而被削弱。此外,与来自相反侧的滚动气流的合流受到阻碍。从而,可以有效地减弱残留至压缩冲程后半程的滚动气流。此外,进气口采用滚动气流

比较低的种类时,可以切实地降低实际滚动气流的强度。

[0036] 在上述具有生成滚动气流的进气口的燃烧室结构中,上述活塞的冠部表面的中央部位,可形成中央侧凹部,使未与上述第 1 凸部发生撞击的一部分滚动气流和从上述喉部流速较慢一侧输出的逆滚动气流相对向。

[0037] 采用上述结构,可使未与上述第 1 凸部发生撞击的一部分滚动气流和从上述喉部流速较慢一侧输出的逆滚动气流,可在中央侧凹部相对向而相互抵消。从而可更为显著地减弱滚动气流。

[0038] 在上述具有生成滚动气流的进气口的燃烧室结构中,上述进气口是正滚动气流生成口,使上述喉部进气流速较快的一侧为排气口的开口侧,上述第 1 凸部,从俯视方向看与上述火花塞相比靠近排气一侧。

[0039] 采用上述结构,由于在火焰传播速度较快的排气侧设置第 1 凸部,小间隙部的节流效果将更为显著。即可进行更为显著的后期重心型燃烧。

[0040] 在上述具有生成滚动气流的进气口的燃烧室结构中,上述活塞冠部表面,可形成从俯视方向看呈环状突出且包含上述第 1 凸部的凸部,上述凸部中隔着上述活塞的中央部位位于与上述第 1 凸部相反的一侧的部位,可形成从上述活塞的冠面表面的突出量小于第 1 凸部的第 2 凸部,上述第 2 燃烧空间,在活塞位于上止点的状态下,于上述凸部的外周至活塞外周缘之间予以形成。

[0041] 采用上述结构,通过凸部填补第 1 燃烧空间和第 2 燃烧空间以外的空间,以容易地形成高压缩比结构。此外可在火花塞的下方可确保具有充分容积的第 1 燃烧空间,以进行更为显著的后期重心型燃烧。

[0042] 在上述具有生成滚动气流的进气口的燃烧室结构中,上述顶壁可为屋脊形状,上述第 1 凸部,可在从上述活塞的冠部表面的外周缘向中央一侧距离规定量的位置隆起,该第 1 凸部的顶面,可与上述倾斜的顶壁大致平行。

[0043] 采用上述结构,顶壁与第 1 凸部之间的小间隙部,可构成为平行状的狭路,以获得更强的节流效果。此外,滚动气流大致与第 1 凸部的顶面发生垂直撞击,由此可获得较高的滚动气流调整效果。

附图说明

[0044] 图 1 是表示本发明的第 1 实施方式所涉及的火花点火式发动机的燃烧室结构的纵向剖视图。

[0045] 图 2 是图 1 中火花点火式发动机的燃烧室结构的主要部分的放大图。

[0046] 图 3 是图 1 中 III-III 线方向的剖视图。

[0047] 图 4 是图 1 所示活塞的立体图。

[0048] 图 5 是表示第 1 实施方式的后期重心型燃烧的燃烧特性的特性图。

[0049] 图 6 是图 5 所示的燃烧特性经过微分后的特性图。

[0050] 图 7 是本发明的第 2 实施方式所涉及的燃烧室结构,在相当于图 1 中 III-III 线的位置的剖视图。

[0051] 图 8A 是关于第 2 实施方式中涡流和火焰传播的说明图,是从活塞一侧观测进气侧顶壁的俯视图。

- [0052] 图 8B 是第 2 实施方式的生成涡流的进气系统的进气口形状（次要一侧）示意图。
- [0053] 图 8C 是第 2 实施方式的涡生成流的进气系统的进气口形状（主要一侧）示意图。
- [0054] 图 9 是第 3 实施方式的燃烧室内的滚动气流的状态示意图。
- [0055] 图 10 是第 3 实施方式的发动机的缸内压力上升率的示意图。
- [0056] 图 11A 是以往燃烧室结构的进气冲程中间阶段的滚动气流（滚动气流比 = 0.7）示意图。
- [0057] 图 11B 是以往燃烧室结构的压缩冲程前半程的滚动气流（滚动气流比 = 0.7）示意图。
- [0058] 图 11C 是以往燃烧室结构的压缩冲程后半程的滚动气流（滚动气流比 = 0.7）示意图。
- [0059] 图 11D 是以往燃烧室结构的进气冲程中间阶段的滚动气流（滚动气流比 = 0.2）示意图。
- [0060] 图 11E 是以往燃烧室结构的压缩冲程前半程的滚动气流（滚动气流比 = 0.2）示意图。
- [0061] 图 11F 是以往燃烧室结构的压缩冲程后半程的滚动气流（滚动气流比 = 0.2）示意图。
- [0062] 图 12 是以往的一般的屋脊型燃烧室的纵向剖视图。

具体实施方式

[0063] 图 1 是表示本发明的第 1 实施方式所涉及的火花点火式发动机的燃烧室结构的纵向剖视图。图 2 是该火花点火式发动机的燃烧室结构的主要部分的放大图。图 3 是图 1 中 III-III 线方向的剖视图。

[0064] 本实施方式的燃烧室 14 为屋脊型，图 1 至图 3 表示活塞 13 位于上止点的状态。燃烧室 14 是由气缸体 50 的气缸膛 12、活塞顶面 4 和位于燃烧室 14 上方的气缸盖 10 的底面即顶壁 11 所包围的空间。顶壁 11 由位于进气侧的顶壁 11a 和位于排气侧的顶壁 11b 构成屋顶状。

[0065] 气缸膛 12 的径向中央附近部位，设置有顶端从顶壁 11 面对燃烧室 14 设置的火花塞 15。

[0066] 进气侧顶壁 11a，设置有 2 处开口于此的进气口 21，各进气口 21 设置有以规定的进气时机予以开放的进气阀 19。此外，排气侧顶壁 11b，设有 2 处开口于此的排气口 22，各排气口 22 设置有以规定的排气时机予以开放的排气阀 20。进气阀 19 和排气阀 20，面对燃烧室 14 的面，分别构成进气侧顶壁 11a 和排气侧顶壁 11b 的一部分。

[0067] 另外，图 1 和图 2 所示的进气阀 19、排气阀 20、进气口 21 和排气口 22，实际上是从图示的剖面位置向纸面前后方向偏移设置，但为了便于说明而在该图中于同一剖面予以表示（参照图 3）。

[0068] 如图 2 所示，作为顶壁 11 周缘部的顶壁周缘部 11d，与和气缸体 50 的接合面（具体而言，是和设于气缸盖 10 和气缸体 50 之间的未图示的气缸盖衬垫的接合面）相比，向离开气缸体 50 的一侧偏移设置。

[0069] 燃烧室 14，在活塞 13 位于上止点的状态下，燃烧室 14 的空间的主要部分，由位于

火花塞 15 周边的第 1 燃烧空间 14a 和位于气缸膛 12 周缘部的第 2 燃烧空间 14b 构成。第 1 燃烧空间 14a 和第 2 燃烧空间 14b, 经由活塞顶面 4 和顶壁 11 之间的间隙变窄而形成的小间隙部 5 予以连通。

[0070] 在此, 对活塞 13 的形状, 特别是冠部的形状进行说明。图 4 是活塞 13 的立体图。在以下的说明中, 活塞 13 的上下方向设为图示状态下的上下方向。即以装配状态下靠近顶壁 11 的一侧为上方。

[0071] 活塞冠部 13a, 设有与活塞 13 的外周大致呈同心圆环状而向上方突出的凸部 6。凸部 6 的内周侧和外周侧, 形成相对于凸部 6 凹陷没入的凹部。即凸部 6 的内周侧形成中央侧凹部 7, 外周侧形成周缘侧凹部 8。

[0072] 凸部 6, 是以规定高度和宽度向上方突出的环状体, 包括位于排气侧的第 1 凸部 6b, 位于进气侧的第 2 凸部 6a, 以及连接上述两部分的部分。第 1 凸部 6b 和第 2 凸部 6a 的顶部, 分别呈从内周侧上方向外周侧下方以平斜面予以切除的形状。相当于被切除的切口的各个面, 构成第 1 凸部顶面 9b 和第 2 凸部顶面 9a。第 1 凸部 6b 和第 2 凸部 6a 的剖面形状, 分别通过剖面线 (hatching) 予以表示。

[0073] 比较第 1 凸部顶面 9b 和第 2 凸部顶面 9a 的剖面形状可见, 凸部 6, 呈进气侧的切除面积大于排气侧的切除面积的形状。因此, 在从活塞冠部 13a 的中心到图 2 左右方向上同一距离的位置进行比较, 可以知道第 1 凸部的顶面 9b 的高度高于第 2 凸部的顶面 9a 的高度。

[0074] 作为凸部 6 的上端面的凸部顶面 9, 除进气侧凸部顶面 9a 或排气侧凸部顶面 9b 以外的部分, 为大致水平的平坦状凸部平坦顶面 9c。凸部平坦顶面 9c 的平均半径稍大于活塞 13 的平均半径的一半。

[0075] 中央侧凹部 7, 是位于凸部 6 的内周侧, 相对于凸部 6 凹陷没入的部分。中央侧凹部 7, 具有从外侧至中央平坦部呈缓慢弯曲的碗状壁面。

[0076] 周缘侧凹部 8, 是位于凸部 6 的外周侧, 相对于凸部 6 凹陷没入的部分。周缘侧凹部 8, 呈大致水平的圆环形状。

[0077] 下面, 参照图 2 再次对燃烧室 14 的详细结构进行说明。第 1 燃烧空间 14a, 形成于活塞 13 的中央侧凹部 7 和顶壁 11 之间。此外, 第 2 燃烧空间 14b, 形成在活塞 13 的周缘侧凹部 8 和顶壁 11 (具体而言是顶壁周缘部 11d) 之间且呈环状。

[0078] 另外, 连通第 1 燃烧空间 14a 和第 2 燃烧空间 14b 的小间隙部 5, 形成在活塞 13 的凸部顶面 9 和顶壁 11 之间且呈环状。如上所述, 由于凸部平坦顶面 9c 的平均半径稍大于活塞 13 的平均半径, 所以小间隙部 5, 可在气缸膛 12 的径向上, 与火花塞 15 到气缸膛周缘部的中间点相比, 形成在靠近气缸膛周缘部一侧的部位。其最佳位置, 视发动机的特性等而异, 大致在火花塞 15 到气缸膛周缘部的距离的 60 ~ 85% 的范围内。

[0079] 小间隙部 5, 具体包括小间隙部 5a、最小间隙部 5b、小间隙部 5c 和小间隙部 5d (参照图 3)。

[0080] 小间隙部 5a, 是活塞 13 的进气侧凸部顶面 9a 和与此相对的顶壁 11 之间的间隙。最小间隙部 5b, 是活塞 13 的排气侧凸部顶面 9b 和与此相对的顶壁 11 之间的间隙。如上所述, 由于排气侧凸部顶面 9b 位于高于进气侧凸部顶面 9a 的位置 (为了便于比较, 在图 2 的进气侧凸部顶面 9a 附近, 用双点划线表示对应于排气侧凸部顶面 9b 的形状), 所以最小间

隙部 5b 窄于小间隙部 5a。此外,最小间隙部 5b 也窄于其他的小间隙部 5c、小间隙部 5d,是小间隙部 5 中最小的间隙。

[0081] 小间隙部 5c,是活塞 13 的凸部平坦顶面 9c 和与此相对的顶壁 11 之间的间隙。小间隙部 5c,在顶壁 11 较低的部位相对较窄,而在顶壁 11 较高的部位,即接近脊线部 11c(参照图 3)的部位则相对较宽。小间隙部 5d,是脊线部 11c 和凸部平坦顶面 9c 之间的间隙,是小间隙部 5 中最宽的间隙。

[0082] 下面,对具有本实施方式的燃烧室结构的火花点火式发动机的运作进行说明。

[0083] 首先,在进气冲程,打开进气阀 19,同时降下活塞 13。随之,混合气体从进气口 21 被负压吸引至燃烧室 14 内。

[0084] 接着,在压缩冲程,关闭进气阀 19,同时使活塞 13 上升。随之,燃烧室 14 内的混合气体被压缩,温度和压力上升。在压缩冲程的结束阶段,即活塞 13 上升至图 2 所示的上止点附近时,从火花塞 15 的电极跳出火花。通过该火花点燃火花塞 15 的电极附近的混合气体,形成火焰核。

[0085] 接着,在膨胀冲程,火焰核的火焰前锋大致扩展为球状并进行燃烧。经燃烧急速增高的缸内压力向下按压活塞 13。向下按压活塞 13 的作用力,经未图示的连杆(connecting rod)等,而成为未图示的输出轴(曲柄轴(crank shaft))的转动驱动力。

[0086] 接着,在排气冲程,打开排气阀 20,同时使活塞 13 上升。随着活塞 13 的上升,已燃气体(废气)从排气口 22 挤出而被排出。

[0087] 通过反复进行上述进气、压缩、膨胀和排气构成的四冲程,发动机连续运转(四循环发动机)。此外,多气缸发动机,通过将各气缸的上述各冲程予以错开,可获得运行更为平稳、且振动、噪音较低的发动机。

[0088] 下面,对上述膨胀冲程中进行的燃烧进行详细说明。该燃烧,在本说明书中称为后期重心型燃烧的燃烧方式。后期重心型燃烧,简单地说,即前期主燃烧期(10%以上至小于 50%的燃烧质量予以燃烧的期间)的燃烧速度相对较低,后期主燃烧期(50%以上至小于 90%的燃烧质量予以燃烧的期间)的燃烧速度相对较高的燃烧方式。后期重心型燃烧,与本实施方式的燃烧室结构有密切关系,是通过该燃烧室结构可以获得的燃烧方式。

[0089] 就后期重心型燃烧,根据其于燃烧室结构的关系进行说明。首先,从火花塞 15 的电极跳出火花,点燃其周围的混合气体,形成火焰核。然后,该火焰前锋(火焰传播的最前端)大致扩展为同心球状并予以传播。即在第 1 燃烧空间 14a 中进行燃烧。此时,火焰前锋继续扩展,以挤出未燃气体。

[0090] 在第 1 燃烧空间 14a 的外侧,设置有小间隙部 5。从而,被火焰前锋挤出的未燃气体经过小间隙部 5 时,受到节流作用。由此火焰传播受到抑制。因此第 1 燃烧空间 14a 中的燃烧速度可控制在相对较低的程度。

[0091] 火焰前锋,经小间隙部 5 到达第 2 燃烧空间 14b 后,由于已不再受小间隙部 5 的节流作用的影响,火焰传播予以加快速。即第 2 燃烧空间 14b 中的燃烧速度相对较高。

[0092] 这样,在第 1 燃烧空间 14a 中主要进行的前期主燃烧期的相对低速的燃烧,在第 2 燃烧空间 14b 中主要进行后期主燃烧期的相对高速的燃烧,即进行后期重心型燃烧。

[0093] 此外,本实施方式中,火花塞 15 设置在气缸膛 12 的径向中央附近部位,小间隙部 5 形成于火花塞 15 和气缸膛周缘部之间且呈环状,第 2 燃烧空间 14b 形成于小间隙部 5 的

外周侧且呈环状,由此小间隙部 5 的节流作用更为均匀地影响第 1 燃烧空间 14a 中的燃烧,以进一步提高降低燃烧速度的效果。

[0094] 另外,由于第 2 燃烧空间 14b 形成于小间隙部 5 的外周侧且呈环状,火焰前锋可更为均匀地到达第 2 燃烧空间 14b。因此,第 2 燃烧空间 14b 中的燃烧可更加快速地进行。

[0095] 结果,前期主燃烧期可进行更加低速的燃烧,后期主燃烧期可进行更加高速的燃烧,从而可进行快慢非常分明的后期重心型燃烧。

[0096] 如上所述,火焰前锋以形成于火花塞 15 的电极附近的火焰核为中心大致呈同心球状扩展,但更确切地说,向排气侧的传播速度稍高于向进气侧的传播速度。因为在高温时,位于排气侧的燃烧反应进一步得到促进。本实施方式中,由于最小间隙部 5b 的作用,通往排气侧的气流受到节流作用的程度大于其他部分的气流,所以容易趋高的向排气侧的火焰传播速度,受到相对较强的抑制。由此,整体上可获得更为均匀的火焰传播速度,以实现稳定的燃烧。此外,可更为均匀地进行火焰前锋从第 1 燃烧空间 14a 向第 2 燃烧空间 14b 的转移。

[0097] 图 5 是表示本实施方式的后期重心型燃烧的燃烧特性的特性图。横轴表示曲柄角 ($^{\circ}$ CA),纵轴表示燃烧质量比率 (%)。燃烧质量比率,是指以已燃烧燃料的全部质量为 100% (无量纲化 dimensionless),当到达该曲柄角的时刻已燃烧燃料的累计值 (integrated value)。

[0098] 如图所示,燃烧质量比率小于 10% 的区域称为初期燃烧区域 81,该期间称为初期燃烧期 θ_0 。燃烧质量比率 10% 以上至小于 90% 的区域称为主燃烧区域 80。主燃烧区域 80 以 50% 为界,分为前期和后期,燃烧质量比率 10% 以上至小于 50% 的区域称为前期主燃烧区域 80a,50% 以上至小于 90% 的区域称为后期主燃烧区域 80b。前期主燃烧区域 80a 的期间称为前期主燃烧期 θ_1 ,后期主燃烧区域 80b 的期间称为后期主燃烧期 θ_2 。

[0099] 图 5 中,在表示本实施方式的燃烧特性 T1 的同时,为了便于进行比较,还标出了以往一般的燃烧特性 T1'。另外,图 5 表示发动机转速为 1500rpm 的高负载运转状态下的燃烧特性。

[0100] 本实施方式的燃烧特性 T1 中,初期燃烧期 θ_0 为点火时刻~大约 3° CA,前期主燃烧期 θ_1 为大约 3° CA~大约 13° CA,后期主燃烧期 θ_2 为大约 13° CA~大约 20° CA。另一方面,在以往的燃烧特性 T1' 中,初期燃烧期 θ_0' 为点火时刻~大约 4° CA,前期主燃烧期 θ_1' 为大约 4° CA~大约 13° CA,后期主燃烧期 θ_2' 为大约 13° CA~大约 21° CA。

[0101] 即本实施方式的燃烧特性 T1,与以往的燃烧特性 T1' 相比,初期燃烧期 θ_0 缩短了大约 1° CA,前期主燃烧期 θ_1 延长了大约 1° CA,后期主燃烧期 θ_2 缩短了大约 1° CA。这表示,主要在第 1 燃烧空间 14a 中进行燃烧的前期主燃烧期 θ_1 的燃烧速度相对降低,主要在第 2 燃烧空间 14b 中进行燃烧的后期主燃烧期 θ_2 的燃烧速度相对较高,即进行后期重心型燃烧。

[0102] 此外,初期燃烧期 θ_0 和前期主燃烧期 θ_1 的燃烧,都是主要在第 1 燃烧空间 14a 中进行的燃烧,但本实施方式中初期燃烧期 θ_0 被缩短。本实施方式中,由于小间隙部 5 设置在非过于靠近火花塞 15 的适当部位 (具体而言是位于从火花塞 15 至气缸膛周缘部的距离的 60~85% 的范围内的适当部位),所以小间隙部 5 产生的节流作用不会影响初期燃烧期 θ_0 。

[0103] 图6是从另一角度表示图5所示的燃烧特性的特性图。横轴表示曲柄角($^{\circ}$ CA),纵轴表示放热率(%)。此处的放热率,是图5的热释放比率的微分值,以燃烧产生的全部热释放量为100%(无量纲化),当到达该曲柄角的时刻热释放量的比率。

[0104] 图6中,在表示本实施方式的燃烧特性T2的同时,为了便于进行比较,还标出了以往一般的燃烧特性T2'。与特性T2'相比,特性T2的显著特征在于,前期主燃烧期 θ_1 具有缓慢倾斜的棚部T2a,及后期主燃烧期 θ_2 的最大放热率的极大值增大。这两点是后期重心型燃烧的特征。

[0105] 棚部T2a,表示从初期燃烧期 θ_0 向前期主燃烧期 θ_1 转移后,放热率的增长率暂时下降。可认为这是由于受小间隙部5的节流作用,使前期主燃烧期 θ_1 的燃烧速度相对降低。

[0106] 就后期主燃烧期 θ_2 的最大放热率的极大值增大这一点而言,可认为是由于残留较多的未燃烧燃料,在确保了充分容积的第2燃烧空间14b中进行了高速燃烧。

[0107] 如上所述,根据本实施方式的燃烧室结构,可以简单的结构容易地进行后期重心型燃烧。而且如上所述,通过进行后期重心型燃烧,能改善抗爆燃性能,在实际使用中有效地提高了压缩比。本申请的发明人,在确保与以往结构相同程度的抗爆燃性能的情况下,确认可将压缩比在以往的基础上提高0.5。通过提高压缩比,可以提高燃烧效率,改善燃料消耗量。

[0108] 下面,参照图7和图8A~8C对本发明所涉及的第2实施方式进行说明。

[0109] 图7是第2实施方式的燃烧室结构,在相当于图1的III-III线的位置的剖视图。图8A~8C是涡流和火焰传播的说明图,图8A是从活塞一侧观测进气侧顶壁的俯视图,图8B、图8C是生成涡流的进气系统的进气口形状的示意图。

[0110] 本实施方式与第1实施方式主要的不同点在于,除火花塞15外还设有第2火花塞15a和第3火花塞15b这点(参照图7和图8A),及设有生成涡流的进气系统23(参照图8A)。

[0111] 如图7所示,第2火花塞15a和第3火花塞15b,顶端分别面对第2燃烧室14b而设置在屋脊型燃烧室的进气侧顶壁11a和排气侧顶壁11b的接合部,即脊线部11c上。屋脊型燃烧室14,在结构上,位于脊线部11c附近的顶壁11和活塞顶面4之间的空隙相对较宽。因此,可以相对容易地布置第2、第3火花塞15a、15b。

[0112] 生成涡流的进气系统23,是用于生成较强涡流(围绕活塞滑动轴的回旋流。横向涡流。)的进气系统。本实施方式中,进气阀19在每个气缸中设有2处,并分别对应于进气阀设置有进气口(主要一侧和次要一侧),主要一侧设有图8C所示的直口(straight port)21a,次要一侧设有图8B所示的高流量口(high flow port)21b。直口21a,与高流量口21b相比,以相对较小的角度(相对于活塞滑动轴,更接近于垂直的角度)在燃烧室14予以开口。

[0113] 下面,对具有本实施方式的燃烧室结构的火花点火式发动机的运作进行说明。但与第1实施方式重复的部分适当予以省略。

[0114] 首先,在进气冲程中,执行进气并通过生成涡流的进气系统23生成较强的涡流。具体而言,在主要一侧的直口21a,进气阀19被大幅度打开(图8C的状态),在次要一侧的高流量口21b,进气阀19被关闭或小幅度打开(图8B的状态)。由此,在图8A的状态下,

生成右转的较强涡流 75 (图中作出了简明标示)。

[0115] 该涡流在后续的压缩冲程中予以较多地保存。然后在压缩冲程的结束阶段,分别从火花塞 15、第 2 火花塞 15a 和第 3 火花塞 15b 的电极跳出火花。火花亦可同时跳出,亦可错开适当的时间跳出。由该火花点燃火花塞 15、第 2 火花塞 15a 和第 3 火花塞 15b 的各个电极附近的混合气体,形成火焰核。

[0116] 接着,在膨胀冲程中,火焰核的火焰前锋大致扩展为球状并进行燃烧。图 8A 中以双点划线的火焰传播等时线 70 简明地表示了该种情况。但该火焰传播等时线 70,未考虑后述的涡流 75 的效果。该火焰传播等时线 70,进气侧比排气侧密。这表示,与向排气侧的火焰传播速度相比,向进气侧的火焰传播速度较低。即,在此状态下,向进气侧的第 2 燃烧空间 14b 的火焰传播可能产生延迟。

[0117] 此处,着眼于第 2 火花塞 15a 和位于进气阀 19 附近的涡流 75,第 2 火花塞 15a 设置在位于进气阀 19 附近的涡流的正上游。这样,来自第 2 火花塞 15a 的火焰乘着涡流 75,在进气侧快速传播。从而,有效抑制了向进气侧的第 2 燃烧空间 14b 的火焰传播的延迟,适时地进行进气侧的第 2 燃烧空间 14b 中的燃烧。

[0118] 这样,根据本实施方式,即使向进气侧的第 2 燃烧空间 14b 的火焰传播出现延迟现象,也可以适时地进行进气侧的第 2 燃烧空间 14b 中的燃烧。从而,可以有效地进行后期重心型燃烧。

[0119] 下面,对本发明的第 3 实施方式进行说明。本实施方式中,进气口 21 为滚动气流生成口,从其喉部生成的滚动气流的流速,为排气侧(排气口 22 侧)的流速快于气缸膛 12 壁面侧的流速(正滚动气流)。除此以外的结构与第 1 实施方式相同。

[0120] 本实施方式,是对以往技术中的以下问题予以解决的实施方式。

[0121] 以往认为,带有滚动气流生成口的燃烧室,若降低其滚动气流比,减弱滚动气流生成能力,则对改善高负载区域的抗爆燃性能很有效。然而,现已知即使降低进气口的滚动气流比,减弱滚动气流生成能力,也未必就一定改善高负载区域的抗爆燃性能。图 11 各图,是表示本申请的发明人为调查上述原因而进行的数值分析的结果的示意图。

[0122] 图 11A ~ 11F 均为以往结构的燃烧室的纵向剖视图,表示从进气冲程到压缩冲程的缸内气流,特别是滚动气流的形态。图 11A、11B、11C 表示进气口 121a 在滚动气流比为 0.7 时的情况,图 11D、11E、11F 表示进气口 121b 在滚动气流比为 0.2 时的情况。此外,图 11A、11D 表示 BTDC 为(压缩至上止点前)270 度(进气冲程中间阶段),图 11B、11E 表示 BTDC 为 130 度(压缩冲程前半程),图 11C、11F 表示 BTDC 为 60 度(压缩冲程后半程)。

[0123] 首先从滚动气流比为 0.7 的情况开始说明,如图 11A 所示,在进气冲程,打开进气阀 119a,同时使活塞 113 下降,从而使混合气体从进气阀 119a 和进气口 121a 之间的间隙(喉部)进入燃烧室 14。在流速较快的一侧(图的左侧)生成正滚动气流 TA11,在流速较慢的一侧生成逆滚动气流 TA12。

[0124] 接着在压缩冲程的前半程,如图 11B 所示,正滚动气流强于逆滚动气流,由此形成一个较强的正滚动气流 TA21。

[0125] 接着在压缩冲程的后半程,如图 11C 所示,滚动气流衰减,仅残留较弱的正滚动气流 TA31。

[0126] 下面对滚动气流比为 0.2 的情况进行说明。如图 11D 所示,在进气冲程,打开进气

阀 119a, 同时使活塞 113 下降, 从而使混合气体从进气阀 119a 和进气口 121b 之间的间隙 (喉部) 进入燃烧室 14。在流速较快的一侧 (图的左侧) 生成正滚动气流 TA41, 在流速较慢的一侧生成逆滚动气流 TA42。

[0127] 接着在压缩冲程的前半程, 如图 11E 所示, 各个滚动气流, 即并非太强的正滚动气流 TA51 和逆滚动气流 TA52, 流动到燃烧室 14 的中央附近并合流。

[0128] 接着在压缩冲程的后半程, 如图 11F 所示, 滚动气流衰减, 仅残留较强的正滚动气流 TA61。

[0129] 如上所述, 就滚动气流比较小, 滚动气流生成能力较弱的情况, 如图 11D ~ 11F 所示, 结果为残留较强的滚动气流。由此, 可以认识到这是因图 11E 所示的正滚动气流和逆滚动气流的相互作用而产生的结果。

[0130] 与此相反, 本实施方式中的滚动气流, 如下所示, 被有效地削弱。图 9 是活塞 13 在 BTDC 为 130 度 (压缩冲程前本程) 时, 燃烧室 14 的纵向剖视图。在进气口 21 的喉部进气流速较快的一侧 (排气侧), 生成图示状态下左转的相对较强的正滚动气流 TA1 和右转的相对较弱的逆滚动气流 TA3。

[0131] 随着活塞 13 的上升, 正滚动气流 TA1, 与第 1 凸部 6b 的第 1 凸部顶面 9b, 在点 P1 处大致垂直地产生撞击, 从而强度被减弱。此外, 正滚动气流 TA1 中, 未与第 1 凸部 6b 发生撞击的部分 (设为正滚动气流 TA2), 其流向在中央侧凹部 7 变为朝上。然后, 与逆滚动气流 TA3 在点 P2 处相对向, 由此相互减弱对方的强度。

[0132] 这样, 正滚动气流 TA1 和逆滚动气流 TA3 的强度分别被减弱, 从而在压缩冲程的后半程变为极弱的滚动气流。由此, 在获得上述后期重心型燃烧效果的同时, 还可获得高抗爆燃性能。

[0133] 图 10 是表示本实施方式的缸内压力上升率 $dP/d\theta$ 的示意图。缸内压力上升率 $dP/d\theta$, 数值越大越容易发生爆燃, 另外也是表示 NVH (噪声或振动) 趋于恶化的指标。横轴表示发动机转速 N_e (rpm), 纵轴表示缸内压力上升率 $dP/d\theta$ (bar/° CA)。基本数据为, 压缩比 = 10.6, 进气口 21 的滚动气流比 = 1.1。特性 85 为本实施方式的特性, 为了便于进行比较标出了以往结构的特性 88 (图 11A ~ 11F 所示的活塞 113 的情况)。

[0134] 由图 10 可知, 在发动机从较低转速到较高转速的整个区域中, 特性 85 的缸内压力上升率 $dP/d\theta$ 都低于特性 88, 可以确认具有显著的效果。特别是发动机转速为 5000rpm 以上时效果显著, 高负载高速时的爆燃或爆震 (detonation) 得到有效抑制, 此外对 NVH 的抑制也很有效。

[0135] 以上就本发明的各个实施方式进行了说明, 但本发明并不局限于上述实施方式, 亦可在权利要求的范围内进行各种变更。

[0136] 例如, 上述各实施方式, 就本发明适用于四循环发动机的情况进行了说明, 但除此以外, 亦适用于二循环发动机。

[0137] 第 1 实施方式中, 燃烧室 14 的形状以屋脊型为宜, 但除此以外, 亦可采用半球形 (圆屋顶状)、多球形等。

[0138] 此外, 火花塞 15 设置在气缸膛 12 的径向中央附近部位, 小间隙部 5 和第 2 燃烧空间 14b 环状设置以包围第 1 燃烧空间 14a 的结构较为理想, 但未必一定要如此。例如小间隙部 5, 亦可采用环状的局部被切除的形状。此外, 亦可根据需要, 在气缸膛 12 的周缘部附

近设置单一的火花塞 15。

[0139] 最小间隙部 5b, 以至少形成于从火花塞 15 到排气侧的气缸膛周缘部的途中部位为宜, 但未必一定要如此。例如, 最小间隙部亦可设置在与进气侧的小间隙部 5a 相当的位置上。

[0140] 第 2 实施方式中, 未必一定要设置第 3 火花塞 15b。第 3 火花塞 15b, 设置在位于排气阀 20 附近的涡流的正上游, 火焰可乘着从第 3 火花塞 15b 附近流向排气侧的涡流 75 而予以传播。从而, 向排气侧的火焰传播可更为快速地进行。另外, 作为火花塞 15 之外附加设置的火花塞, 要从第 2 火花塞 15a 和第 3 火花塞 15b 中选择其中一方时, 以选择第 2 火花塞 15a 为宜。通常, 向进气侧的火焰传播慢于向排气侧的火焰传播, 采用第 2 火花塞 15a, 可以有效地抑制火焰传播的延迟。

[0141] 第 3 实施方式中, 采用的进气口, 使排气侧的滚动气流为较强的正滚动气流, 但亦可采用其他种类的进气口, 使气缸膛壁面侧的滚动气流为较强的逆滚动气流。此时, 只要增高进气侧的第 2 凸部 6a, 使逆滚动气流与第 2 凸部 6a 发生撞击即可。

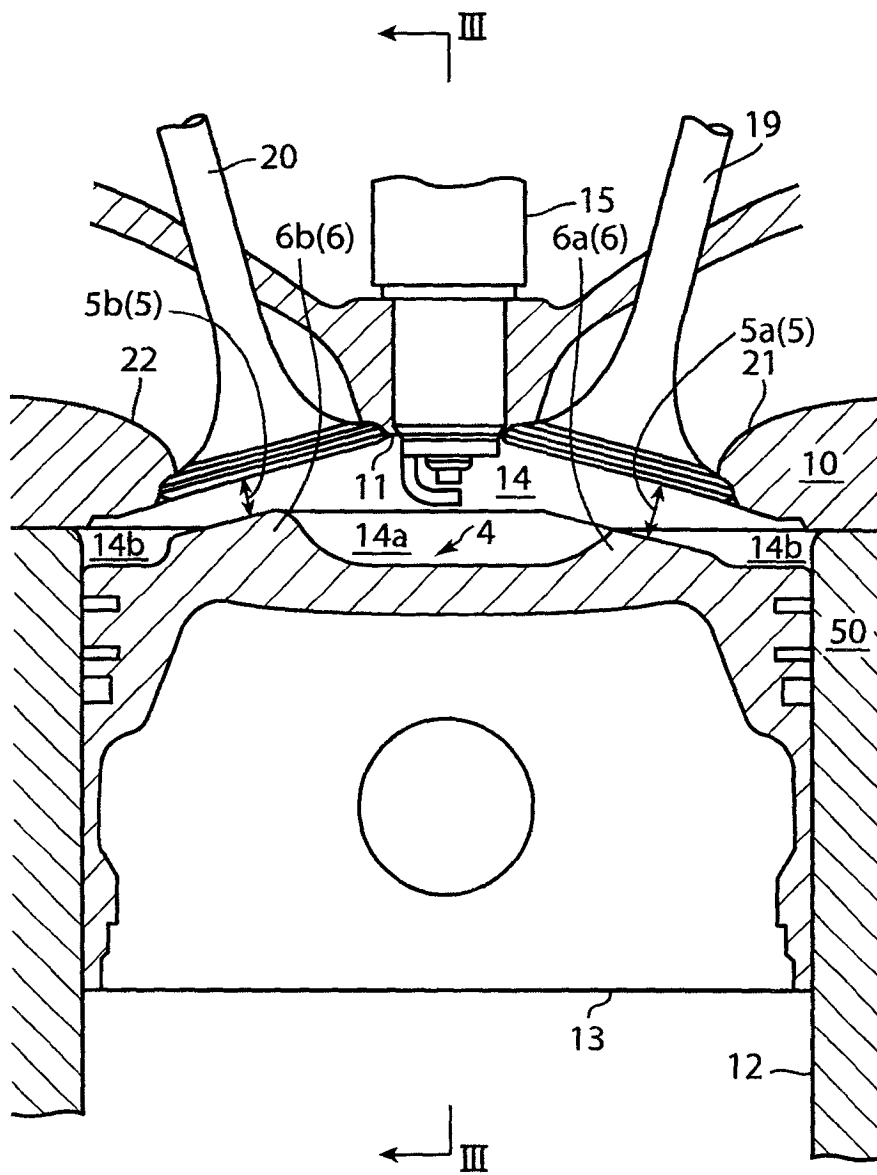


图 1

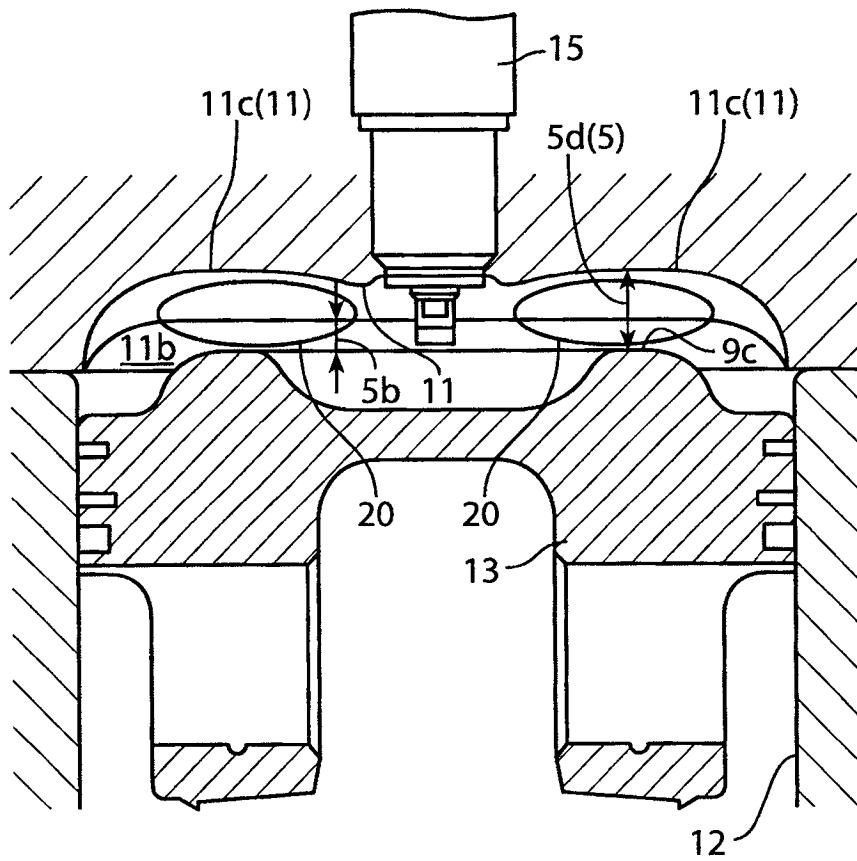


图 3

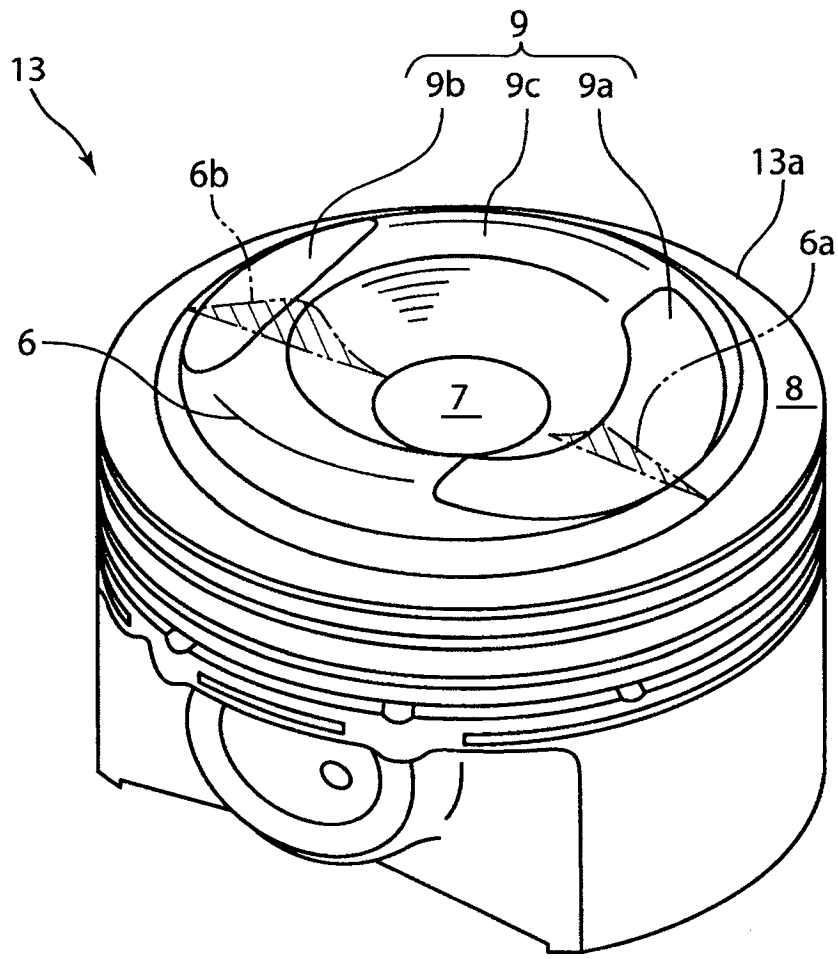


图 4

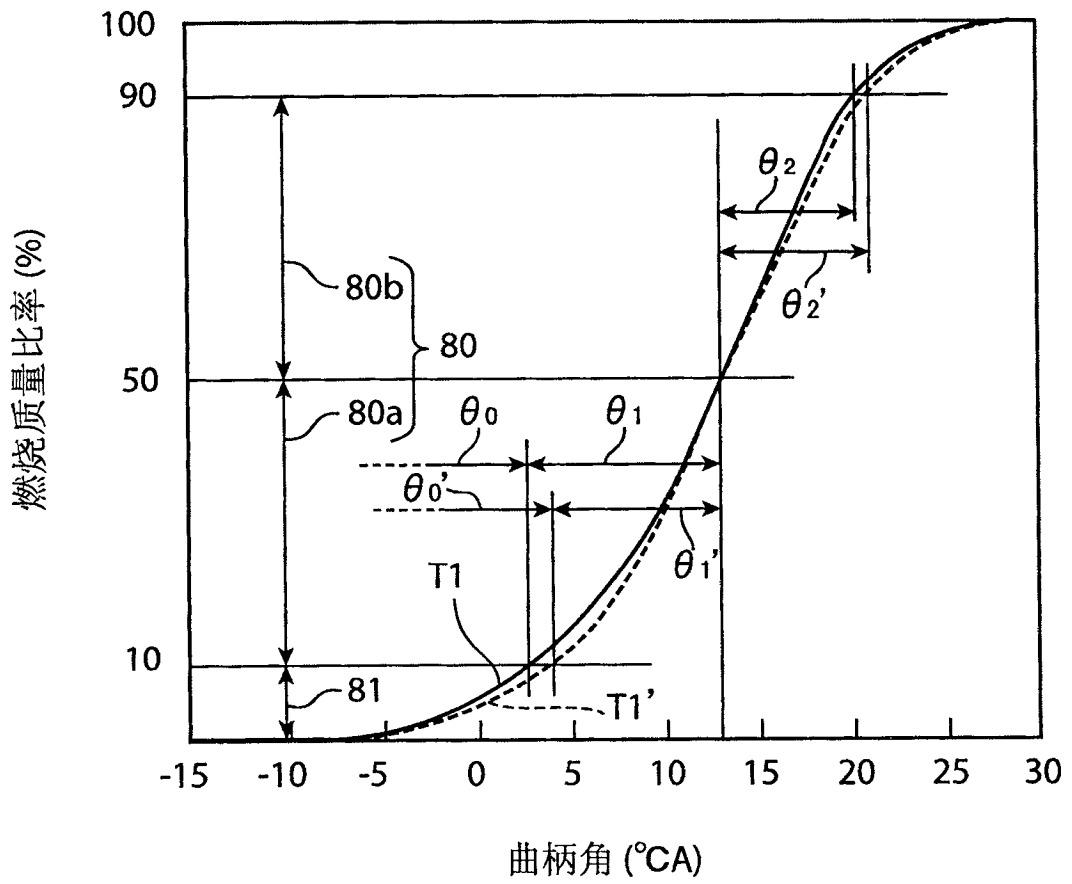


图 5

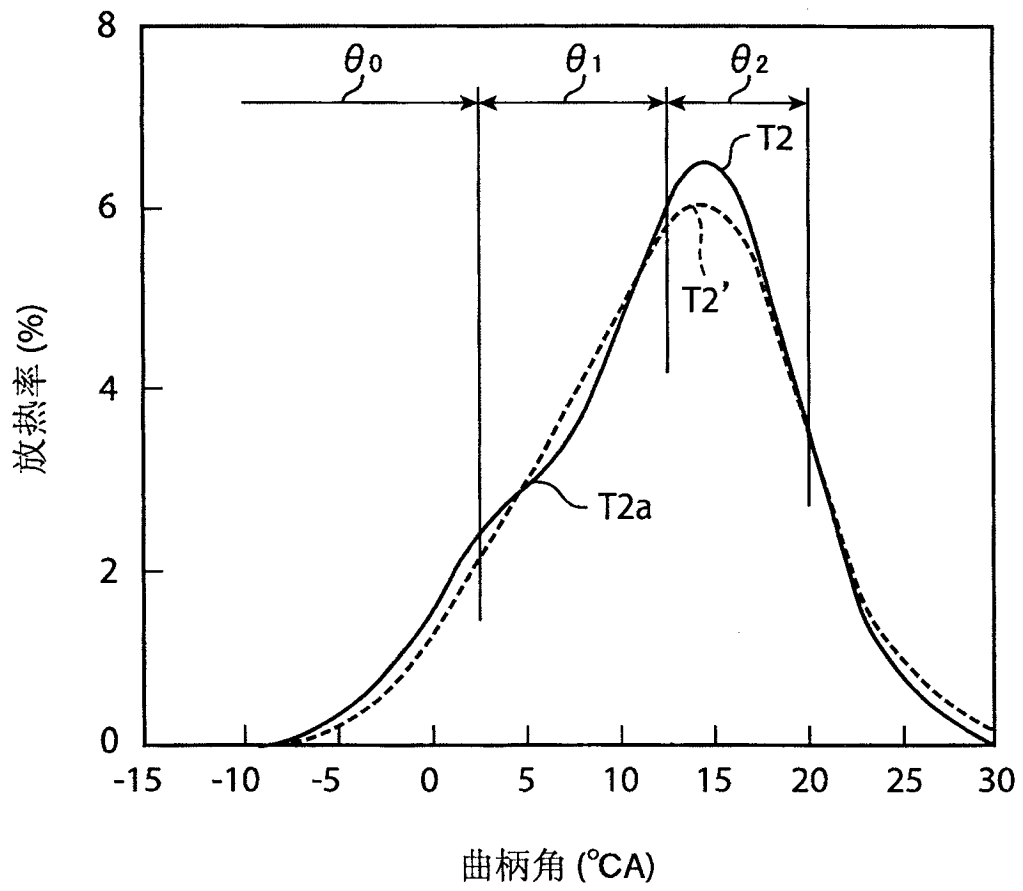


图 6

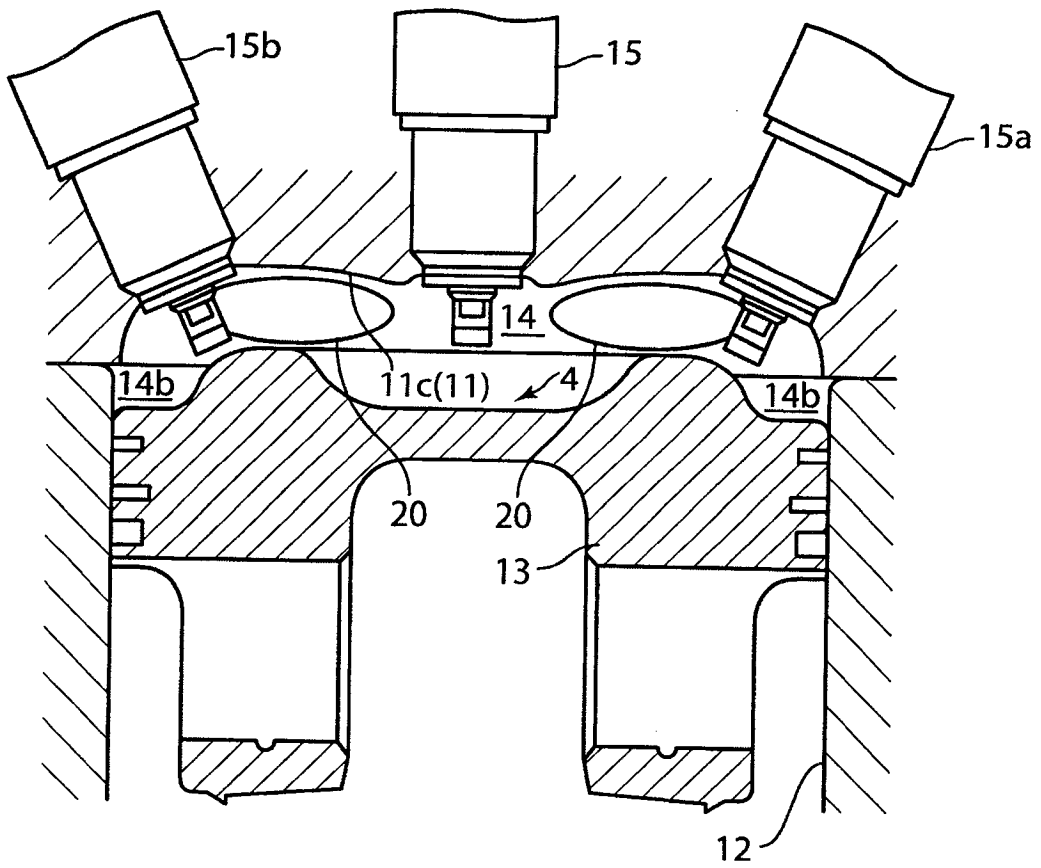


图 7

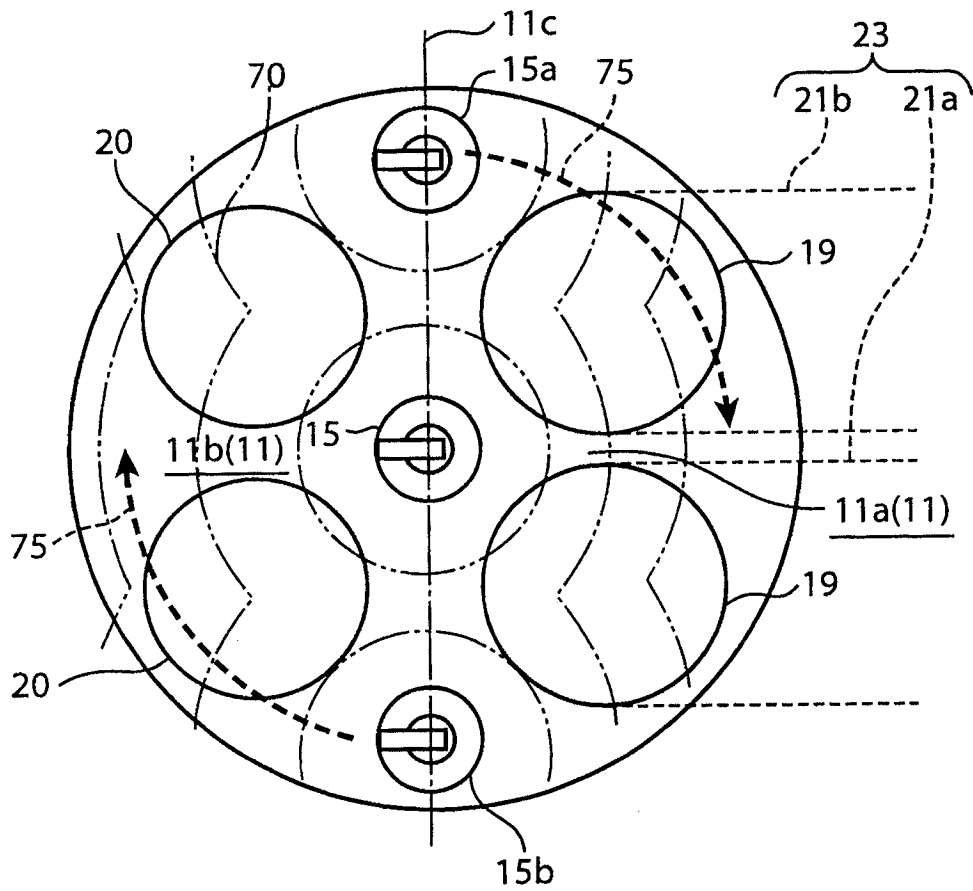


图 8A

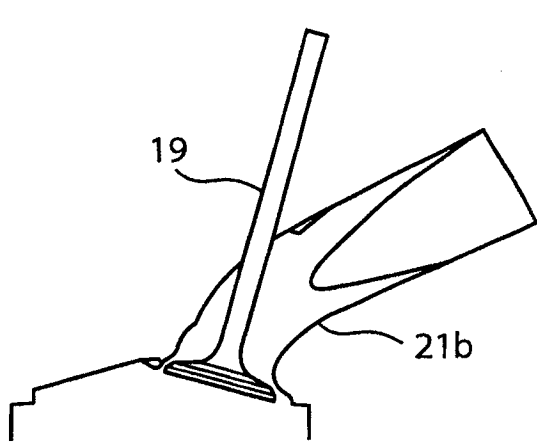


图 8B

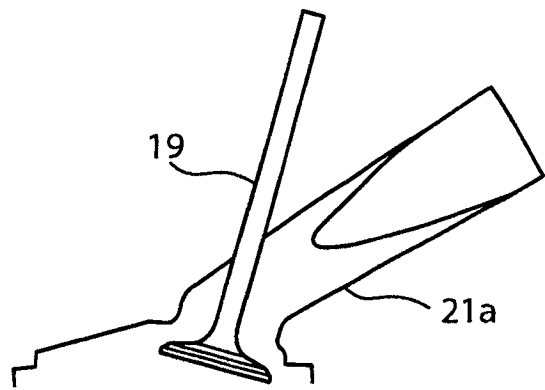


图 8C

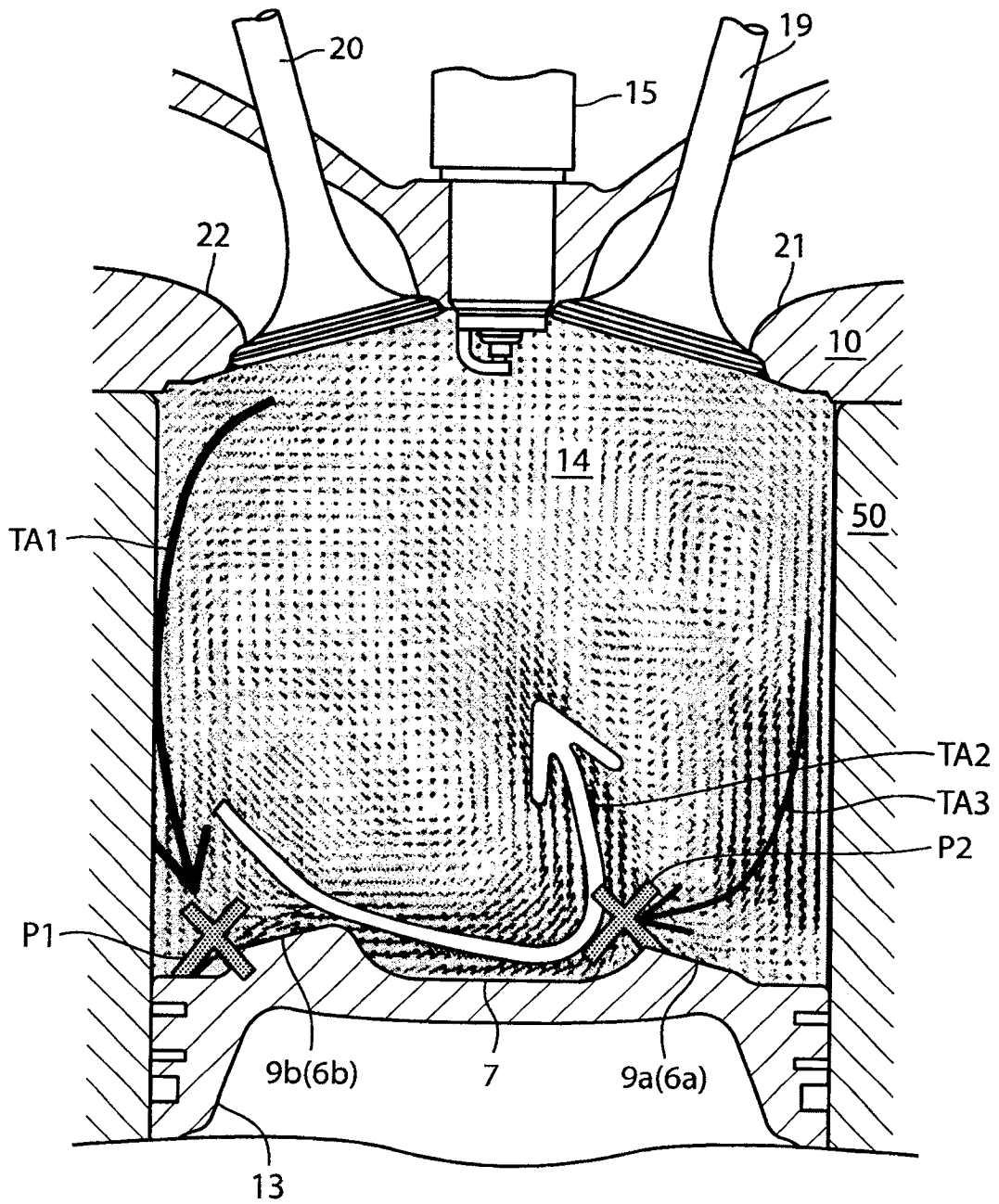


图 9

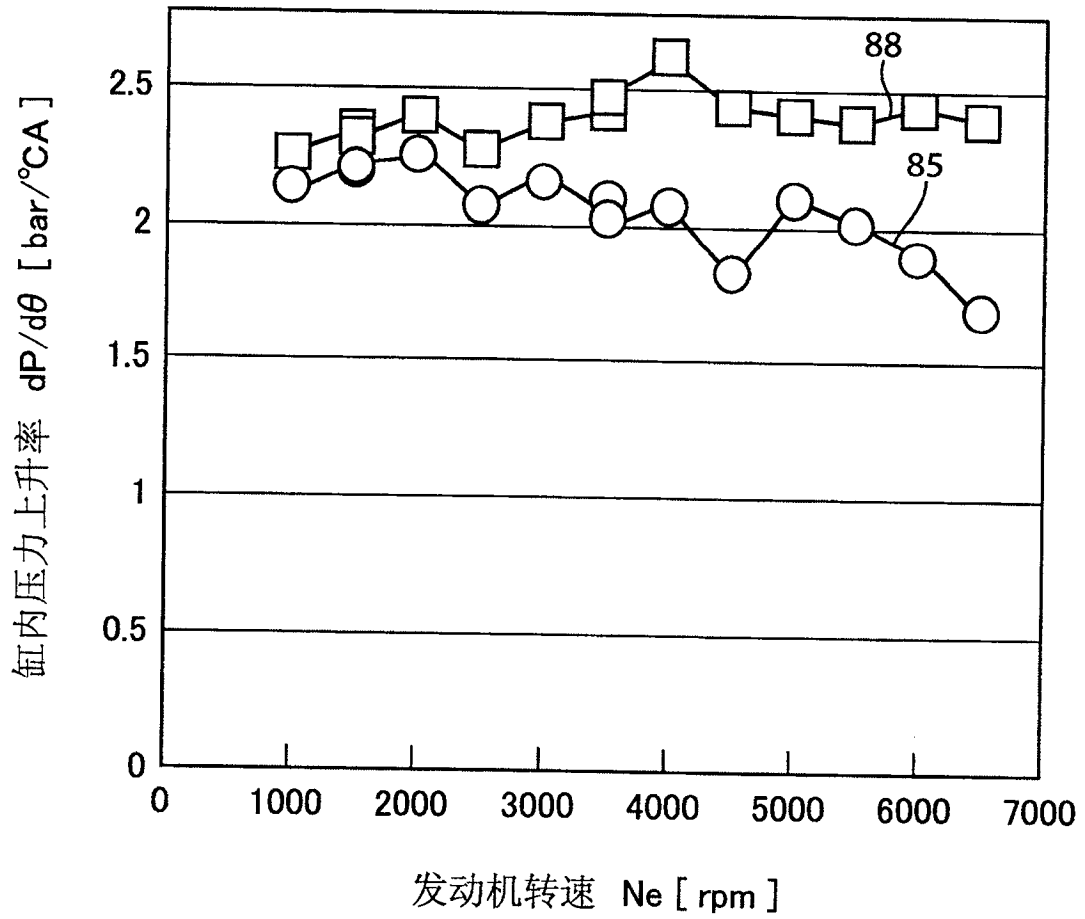


图 10

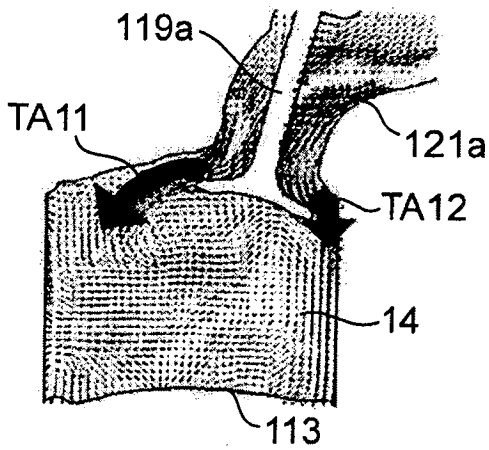


图 11A

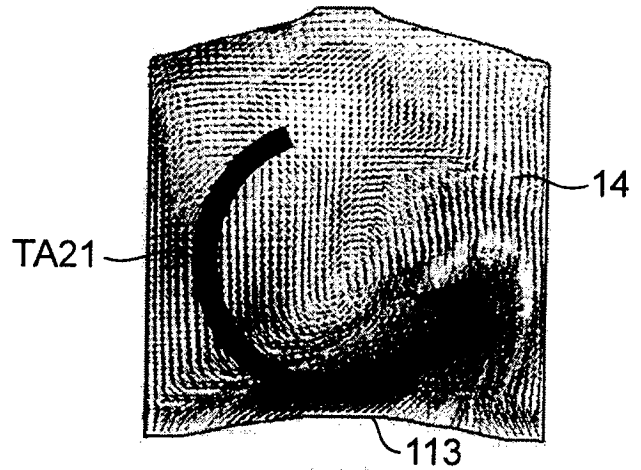


图 11B

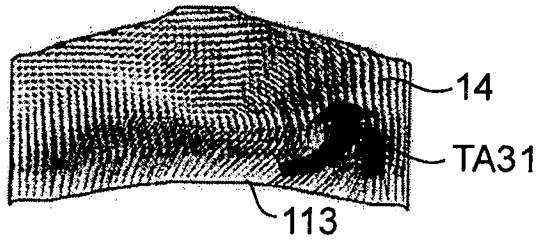


图 11C

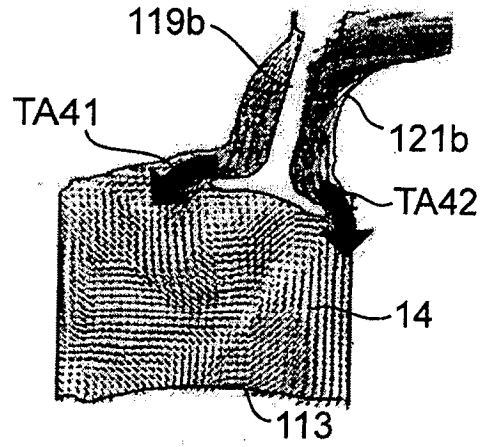


图 11D

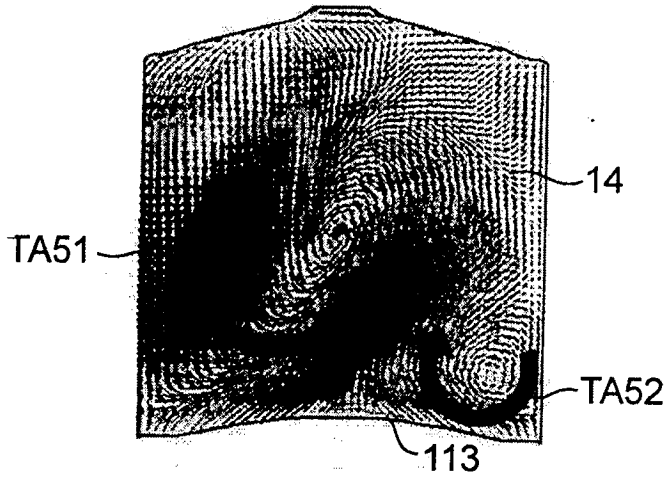


图 11E

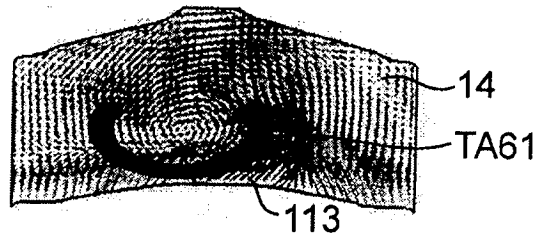


图 11F

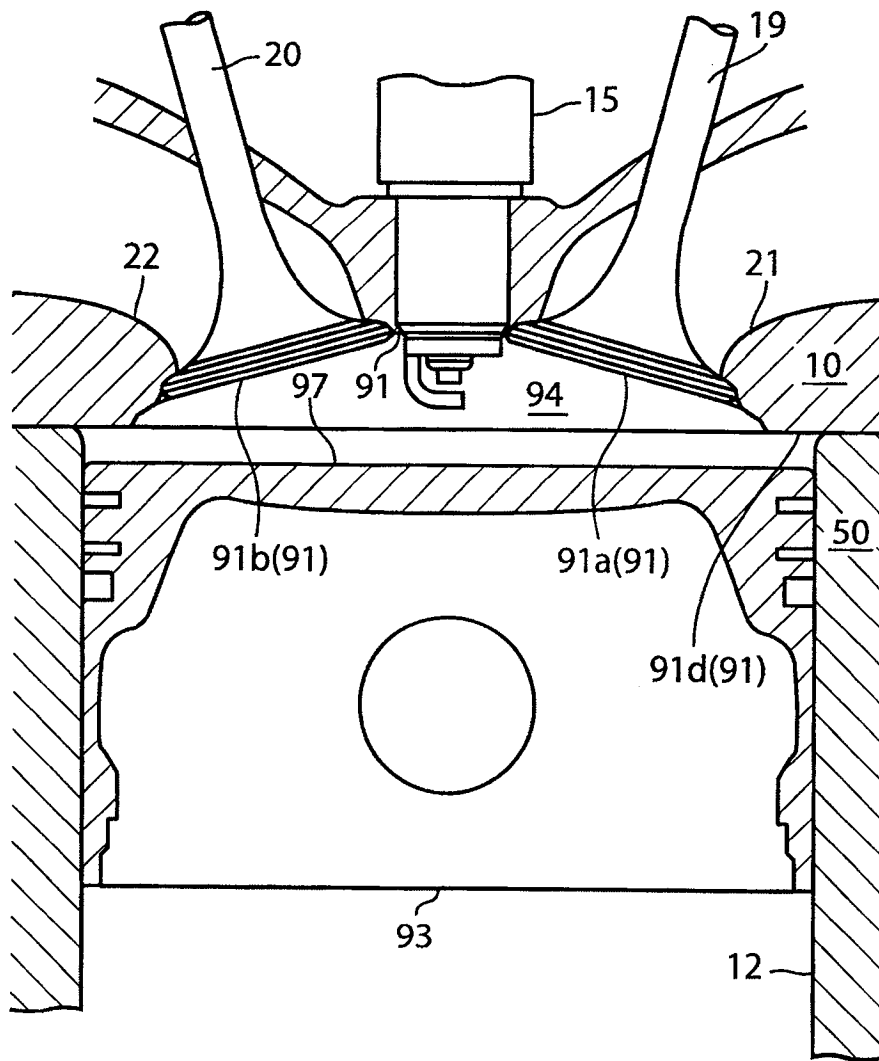


图 12