

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F02B 19/16

F02F 3/28



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98809753.2

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1107791C

[22] 申请日 1998.10.2 [21] 申请号 98809753.2

[30] 优先权

[32] 1997.10.3 [33] US [31] 08/943,192

[86] 国际申请 PCT/US98/20474 1998.10.2

[87] 国际公布 WO99/18337 英 1999.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2000.3.31

[71] 专利权人 索尼克斯研究有限公司

地址 美国马里兰州

[72] 发明人 A·A·普林 C·莱托迪普里奥罗

[56] 参考文献

US4898135 1990.02.06

US5322042 1994.06.21

审查员 肖光庭

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

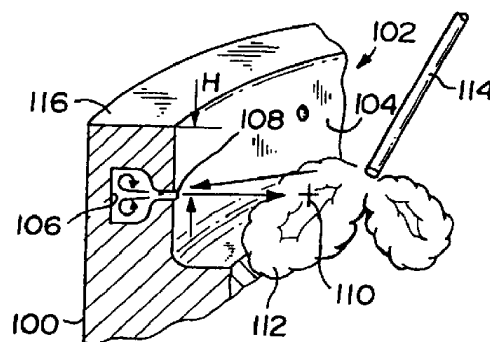
代理人 周备麟

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称 直接喷射往复活塞式内燃机的燃烧室

[57] 摘要

一种直接喷射、往复活塞式狄塞尔循环内燃机的燃烧室，其中，燃料喷入一活塞凹坑内，该活塞包含一个邻近该活塞凹坑的反应室，该反应室经一不连续孔与燃烧室连通，其中，该孔这样配置，使反应产物自该反应室排入一黑烟团的中心部，黑烟是在燃料每一燃烧循环的燃料期间生成的。



ISSN 1008-4274

1. 往复活塞式内燃机的燃烧室，该内燃机包含一个由在端部封闭的气缸中往复运动的活塞界定的可变容积燃烧室，在包括进气、压缩、燃烧、膨胀和排气冲程的燃烧循环内，燃料和空气充量循环性地供给燃烧室以供燃烧，其中活塞的冠区包含一个由大致轴向延伸的侧壁界定的凹坑，当燃烧室处在最小容积时，该凹坑包含大部分的充量，一燃料喷射器有一出口孔，用以将雾化燃料排入活塞的凹坑区内，喷射燃料的燃烧导致至少一个通常的黑烟团的生成，该烟团在凹坑内包含一中心部；

所述活塞包括至少一个配置在活塞冠区内的反应室，与凹坑周边邻近；

至少一个不连续孔，在反应室和燃烧室之间建立连通，所述孔以相应于这样的高度和凹坑中的圆周位置的某一高度和沿凹坑的圆周位置来配置，在每一燃烧循环的每一燃烧冲程期间，在这个高度和圆周位置上生成通常的黑烟团的中心部分。

2. 按权利要求 1 所述的燃烧室，其特征在于所述孔在反应室的中心部位上沿轴向贯穿所述反应室，所述反应室由大致平面形侧壁界定。

3. 按权利要求 1 所述的燃烧室，其特征在于，所述至少一个反应室和孔包括若干反应室和相联的孔，每室有一容积 V_c ；所述一些不连续孔具有总横面积 A_p ；在活塞上止点（最小容积）位置上燃烧室的总容积为 V_{tdc} ；反应室的总容积为 V_{ct} ；其中不连续孔的总面积满足如下公式：

$$X/Y=5 \text{ 至 } 15$$

其中：

$$X = V_c / A_p$$

$$Y = V_{tdc} / V_{ct} \text{ .}$$

直接喷射往复活塞式内燃机的燃烧室

发明背景

5 1. 发明领域

本发明涉及一种往复活塞式直接喷射柴油循环内燃机的燃烧室。

2. 相关技术

在 1990 年 2 月 6 日授权的美国专利 No. 4, 898, 135 中叙述了一种用以获得改善内燃机中燃料充量点燃和燃烧特性控制的活塞结构和一种用以通过这种发动机燃烧室内燃料原子团物质的产生与控制获得这种受控点燃与燃烧的工艺方法。按照该专利，一种可以是电火花点火或压缩点火的内燃机的活塞包括一个中央凹坑，用以在发动机的每个燃烧循环内接收每一充量的大部分，一个邻近该凹坑的反应室，用以接收每一充量中的一部分燃料和空气。在每个燃烧循环中，被分配在反应室内的该部分冲量经受冷火焰氧化反应，产生在下一个随后燃烧循环中被排出的燃料原子团和中间物质，用以活化进入该燃烧室的下一冲量。

按照上述专利的说明，燃料原子团的产生与控制要求对每一冲量的燃料与空气进入反应室的状态进行控制，同样要对自反应室排气到燃烧区所出现的状态进行控制。按照专利 4, 898, 135，设有一个具有极限尺寸 20 的连续的槽孔，以便在每个燃烧循环的压缩过程中在节流流动状态下首先让燃料和空气进入该反应室，并且也在节流流动状态下能自反应室排气到主燃室，从而在用于下一燃烧循环的每一燃烧循环内，由于反应室排气的时间滞后，保持了燃料原子团物质的供给。按照现有专利 4, 898, 135 的说明，作为选择，也可设有一个或多个不连续的孔，以便 25 在该活塞凹坑和反应室之间构成连道，以更好地控制燃料进入反应室。

为了完整地讨论由上述活塞构形产生的优点，并且为了更完整地说明按照具有上述构形的活塞，产生和控制燃料原子团物质的方式，可参照专利 4, 898, 135 的书面说明和附图。该专利主要说明燃料充量在内燃机中点燃之前的受控活化方式能被用来产生燃料可靠的和可预测的点燃 30 与无爆燃燃烧，否则在没有改善点燃的情况下，这种状况被认为是很难发生的或在某些发动机运转状态下经受爆燃，取决于所采用的发动机型式。为获得利用这些原子团来活化燃料充量的所认同的优点，在燃烧室

内原子团供应源的产生与控制包括采用一个处在活塞凹坑附近的反应室，具有能在发动机的主燃室和反应室之间产生受控连通的装置，在对美国专利 No. 4, 898, 135 中所述装置和方法的改进方面，取消了该连续的槽孔而采用至少一个不连续的孔，打算主要控制每一充量的燃料部分
5 进入反应室，并采用至少一个单独的不连续孔，与该第一离开孔分隔开，以控制主空气进入反应室。在 1994 年 6 月 21 日授权的美国专利 No. 5, 322, 042 中说明了这种改进。

按照美国专利 No. 5, 322, 042，类同于美国专利 No. 4, 898, 135 中所述的活塞凹坑的轴向延伸的侧壁，基本上设有至少一个不连续的孔，用
10 来在每个燃烧循环内主要控制燃料进入反应室，并设置至少一个实际分隔的不连续孔，以主要控制空气进入反应室。通过构形这些孔和调节它们的位置来使反应室内的流体循环和传热状况最佳化，达到燃料原子团物质生成的最佳化。同样，在随后的燃烧循环内（即在进气过程中）也以更加受控的方式实现原子团物质排入主燃室，因为这些孔的位置会有
15 助于原子团物质喷入主燃区。

最近业已发现，若一个或多个与反应室连通的孔沿界定该活塞凹坑的直立壁设置，以便实现原子团物质自反应室排入在每一燃烧循环的燃烧部分期间在凹坑中形成的黑烟团内，便能显著减少狄塞尔循环发动机的这种燃烧室中的燃烧期间所产生的黑烟的减少（包含粒子的碳通常产
20 生于燃料的部分燃烧）。

发明概述

按照本发明，沿轴向延伸的活塞凹坑侧壁垂直设置在燃烧室和反应室之间产生连通的至少一个不连续孔，以便将反应产物自反应室高速排入在每一燃烧循环内在活塞凹坑内形成的黑烟团的中心部分内。该黑烟
25 团产生于由具有设置在活塞凹坑中或其邻近的出口孔的燃料喷射器以喷雾方式喷出的雾化燃料的燃烧。在喷射燃料雾化燃烧期间，若所有的燃料未遇到可用的氧，黑烟能自燃料喷射器轴向和径向向外发散，并在每一燃烧循环内在不同程度上由燃烧过程烧光。正如众知的，取决于在每一燃烧循环内产生燃烧的条件，并不总是能完全燃烧的，因此，极度希
30 望消除尽可能多的黑烟或未燃碳氢成分，以消除直接喷射式柴油机排气流中的黑烟排放。

在每一燃烧循环中，一般在该循环的燃烧/膨胀部分中，通过将反

应产物的高速流自反应室排入活塞凹坑区域中黑烟团的中心部分，该燃烧产物有助于仍未反应的碳氢化合物燃料的完全燃烧，从而减少来自燃烧室的排气流中的黑烟。

下面，连同附图一起，对本发明进行更加完整的说明。

5 附图简介

图 1 和 2 描绘往复式狄塞尔循环内燃机的现有技术直接喷射燃烧器，它们具有凹坑的活塞腔，以接收雾化喷射燃料，

图 3 表示本发明的一个优先实施例；

图 4 表示另一反应室构形；

10 图 5 表示活塞冠部的平面图，表示按本发明构造的多反应室。

优选实施例详述

图 1 简图示按美国专利 No. 4, 898, 135 构造的直接喷射压燃（狄赛尔）式内燃机 10 的侧剖面图。

15 发动机 10 包括一个气缸 12，其中，一往复活塞 14 经连杆 16 连于一输出曲轴（未示），而连杆 16 由活塞销或耳轴 18 固定于活塞 14，后者按众知的原理在下止点（BDC）和上止点（TDC）之间作轴向往复运动，从而在活塞顶侧和发动机盖 20 之间构成一可变容积燃烧室。

20 在图 1 中表示活塞 14 处在上止点，这时，在进、排气道 26、28 和总的以 20 标注的，燃烧室之间形成连通的普通进、排气阀 22，24 是关闭的。阀 22、24 一般由为此目的通常用于内燃机技术的任何普通装置这样驱动，使阀 22、24 的同步开、闭至少能将空气经空气滤清器 A 和进气道 26 吸入燃烧室，并在燃烧循环的进气和压缩冲程内受到压缩。

25 燃料经燃料喷射器 32 直接定时喷射进入燃烧室。然后在燃烧室中产生充量的压缩、燃烧和膨胀，而在发动机燃烧循环的排气冲程内燃烧产物经排气道 28 排出。

如上面提到的，燃料经一燃料喷咀 32 被直接喷入燃烧室，该喷咀经一控制模件 40 在发动机转速控制器（即加速踏板）的控制下，经一喷射泵装置 36 自燃料源 34 接收燃料，因此，在燃烧循环的压缩冲程内当活塞 14 接近上止点时，将雾化燃料以喷雾的方式喷入燃烧室。

30 在图 1 所示的压缩点燃装置中，充量的燃烧仅仅是由于充量经受压力和温度提高的结果而发生的，因此，充量的自发点燃发生在所希望的时刻。按一般的方式采用一热线点火塞（未示），以便在发动机起动期

间开始燃烧。

为进一步讨论图 1 所示的装置，可参考美国专利 No. 4, 898, 135。

按照图 1 所示的现有技术装置，在每一燃烧循环内，每一充量的一部分燃料和空气经一连续的槽孔 46 和可选择地经不连续孔 48 进入其截面一般为圆环形或曲线形的反应室 44。特别是，连续槽 46 和孔 48 两者是用来直接接收燃料的，而后有一个孔是设置来自主燃室单独接收主空气的。在每一燃烧循环内，反应室 44 内的燃料和空气局部起反应，以产生燃料和氧的原子团物质和中间物（“燃料原子团物质”），在下一连续燃烧循环内，它们被用来活化下一次新鲜充量，从而调节下一充量，以便在下一个燃烧循环内获得所希望的点燃和放热特性。为更加完整地讨论根据图 1 中所示的燃烧室构形的燃料原子团物质的产生和控制，可参考上述美国专利 No. 4, 898, 135。

继续讨论图 1 的现有技术实施例，活塞 14 在其冠区设有一凹坑 42，它用来代表燃烧 30 的基本容积部分 V_A 。容积 V_A 被定义为当活塞 14 处在 TDC 时燃烧室 30 中的总间隙容积（ V_C ）减去包括孔区的反应室 44 的容积 V_B 。这样，按照该发动机构形，在点燃时刻，当完成每一燃烧循环内的压缩过程时，凹坑 42 便包含燃烧室容积 V_A 中的每一充量的大部分燃料。如在美国专利 No. 5, 898, 135 中更加完整地说明的，反应室 44 可包括单一的圆环形反应室，或可包括若干围绕凹坑 42 周边彼此间隔的反应室。凹坑 42 由一横向延伸的底壁 50 和轴向延伸的侧壁 54 定界。按照图 1 的实施例，侧壁 54 在这样的范围内，即连续槽孔 46 断开侧壁 54 和底壁 50 之间的连接处是不连续的。

为了简化制造，图 1 内所示的实施例包含一个圆环形冠部 53，在其内构成反应室 44，在活塞冠区 55 内它包含凹坑 42 的侧壁 54。冠部 53 用固定件 56 固定在活塞 14 的上侧，从而在该冠部 53 内能构成反应室 44，且冠部 53 因此能装配到活塞的下部 14。

按照图 2 的现有技术实施例，连续槽孔 46 完全取消，代之以仅采用不连续孔，以便在主燃室 30 和反应室 44 内部形成连通。术语“不连续孔”是要区分具有连续的和通常对称的或均匀一致的几何形状（如圆的、方的等）的开口或孔，与一条连续或细长的通槽或通道相反。

按照该实施例，设有一些不连续孔，以便分别基本单独控制燃料和空气进入反应室 44。在该实施例中，在活塞 14 凹坑 42 的轴向延伸侧壁

54 中设有不连续孔 58。孔 58 是这样设置的，使自燃料喷口 32 喷出的
喷雾直径直接落在该孔范围内，以确保在每一燃烧循环内燃料直接输送
到反应室 44 内。按照该（图 2）实施例，设有一个贯穿活塞 14 的冠区
55（活塞部 53 的上表面）的单独不连续孔 60，以基本控制空气进入反
5 应室 44。可以看到，孔 58 和 60 在空间上彼此分隔，因此燃料自喷射器
32 的喷雾直径并不落在空气孔 60 所处的范围内。这样，可以看到，孔
58 基本上控制燃料进入腔 44，而孔 60 基本上控制空气进入该腔。

按照图 2 先有技术实施例，孔 58 和 60 自冠部 53 的外壁向内向腔
44 开通，而与腔 44 的曲面形侧壁相切，或至少沿腔 44 内产生旋转沿流
10 的方向取向。旋转涡流的方向是这样的，它使流体流动没有经孔 58、60
往回流出的倾向，而倾向于被限制在反应室 44 内。如图 2 中所示，孔 58
和 60 两者被表示为最好与反应室 44 的曲面形侧壁相切。为了充分理解
图 2 中所描绘的现有技术实施例，可参照美国专利 No. 5, 322, 042。

图 3 表示本发明的一个优先实施例，其中，相当于现有技术实施例
15 中的活塞 14 和带凹坑活塞 100 包括一个整体活塞冠区 102，后者包含界
定活塞凹坑的轴向延伸的侧壁 104，在该冠区 102 内，设有至少一个反
应腔 106，在功能上它相当于图 1 和 2 中所示的现有技术反应室 44。

按照这一改进，沿该轴向侧壁 104 在离该活塞冠端一距离或高度 H
处设置一个在反应室 106 和活塞 100 凹坑之间构成连通的主燃料接收孔
20 108，该孔与黑烟团 112 的中心区 110 相对应，该烟团在每一燃烧循环
内，在采用凹坑活塞 100 的燃烧室构形的直接喷射、往复活塞式狄塞尔
循环内燃机的燃烧室中是通常产生的，在其它方面则相当于图 1 和 2 的
现有技术实施例。

在以雾化喷雾方式排入活塞 100 的凹坑区内的燃料的最初点燃后，
25 便产生黑烟团 112。黑烟包括未燃碳氢化合物燃料，后者在不同程度上，
或许以不同的燃烧率处于燃烧过程中。理想的情况是，所有进入燃烧室
的燃料充量被完全燃烧或与现有的氧起反应，使从活塞 100 所在的燃烧
室排出的排气流中没有黑烟形成。

然而，在所有运转状况下，在所有时间内，在燃烧室内不能保持为
30 喷入燃料完全燃烧所需的理想状态，因此，在发动机所有运转工况下，
在排气流中的黑烟排放可能是不可避免的。

孔 108（在通常的情况下或多个孔）沿轴向侧壁 104 的位置 H 是这

样选择的,使包(或它们)跟在每一燃烧循环内在燃烧室内通常形成的一个或多个黑烟团相对应。最好,喷射器 114 的位置靠近活塞冠区 102 的凹坑内,使该中心区 110 轴向处在离活塞 100 顶侧 116 一个距离 H。

黑烟团 112 中心区 110 和孔 108 位置之间的关系确保了反应产物自
5 反应室 106 排出,这在燃烧循环的最初膨胀冲程内通常以高速发生的,在每一燃烧循环内直接针对黑烟团 112 的中心部分 110。来自反应室 106 的反应产物与黑烟团 112 中局部反应的燃料或燃料原子团的混合物由于促进了局部反应燃料的完全燃烧显著减少了在自燃烧室排出的排气流中的黑烟成分。更具体地说,反应室 106 的高速喷流排出孔 108 使黑烟团
10 在燃烧室内产生湍流混合与涡旋,以促进黑烟团中燃料成分的完全反应和燃烧。

按照本发明的优先实施例,将该反应室 106 制成大致平面或曲面形的侧壁,它们界定活塞冠区内的腔。此外,在一个优先实施例中,孔 108 与反应室 106 的中心区连通,如图 3 所描绘的,因此,燃料在反应室 106
15 内的反应往往被限制在反应室内,并在其内建立高压,稍后以高速经孔 108 排向黑烟团 112 的中心区 110。反应室(106)的至少为部分平面的侧壁区别于图 1、2 中所示的现有技术的曲面形侧壁,这是用来促进内部涡旋和经这些不连续孔达到反应室的进入燃料和反应腔侧壁之间的热交换。业已观察到将孔 108 相对于反应室中心配置并不产生有害的影响,
20 如果进入反应室 106 的燃料在反应室内被强烈环流且通过与活塞冠区 102 进行热交换被加热的话。

在图 4 中表示反应室 120 的另一构形,其中,反应室 120 的平面和曲面形侧壁可被改变为图 3 所示的构形。

按照美国专利 No. 5,322,042 中所述的现有技术,已发现某些设计
25 参数对于建立反应室容积,燃烧室容积和孔 58 的所有孔面积之间的关系是重要的。上述情况对本发明也适用,尤其是对于反应室 106 的容积,活塞 100 上面的燃烧室容积和孔 108 的所有孔面积。

按照美国专利 No. 5,322,042 中所述的现有技术,发现要建立的最适合的关系式(设计指数)如下:

30 $I = X/Y = 16 \text{ 至 } 26.$

其中:

I = 设计指数;

$$X = V_c / A_p$$

$$Y = V_{tdc} / V_{ct}$$

V_c = 单个反应室容积;

A_p = 与单个反应室连通的一些不连续孔的所有孔面积;

5 V_{tdc} = 整个上止点燃烧室容积;

V_{ct} = 所有反应室容积。

上述设计参数值 I 为任何发动机提供一种设计计算, 以得到在给定发动机中任何给定活塞和反应室的不连续孔 108 的原始所有孔面积。为更完整地说明如何用经验确定一个设计指数, 可参考美国专利
10 No. 5, 322, 042.

按照本发明, 优先的设计指数可表达为(采用美国专利 No. 5, 322, 042 中所用的相同符号):

$$I = X/Y = 5 \text{ 至 } 15$$

按照现有技术, 对于在排放循环测试中排气流中的 Nox 值大于
15 6g/kwh 的情况, 要求设计指数为 16 - 26。按照本发明, 业已发现, 对于小于 6g/kwh 的 Nox 值, 要求较小的设计指数值, 更具体地说, 要求 5 - 15 的设计指数值。相信这是重要的, 因为在与小于 6g/kwh Nox 值相关的预期延迟喷射定时情况下, 可能出现孔 108 的堵塞。业已发现, 按照该优先实施例, 该较低的设计指数值, 即使在发动机和运转中具有高
20 EGR (排废气再循环) 率, 也会保障无故障的运转。

按照图 5 所示本发明的实施例, 相应于图 3 所示活塞 100 的冠区的凹坑活塞 122 的冠区包括多个相应于图 3 中的反应室 106 或图 4 中的 120 的反应室 124。每一反应室 124 包括至少一个相应于图 3 中所示孔 108 的不连续孔 126。作为经燃料喷射器 114 燃烧喷射的结果, 在燃烧期间
25 产生了黑烟团, 应当指出, 每一孔 126 这样构形, 使部分反应的燃料(如原子团等)自反应室 124 排向烟黑团 112 的中心 110。可设置一些其它的孔(未示)来控制空气或极稀的燃料-空气混合物输入反应室 124。

可以理解, 本文所述本发明的实施例只是示例性的, 在不背离和权利要求书所限定的本发明的精神和范围内, 本发明可以采取对熟悉本技
30 术的人员是显而易见的其它结构方式。

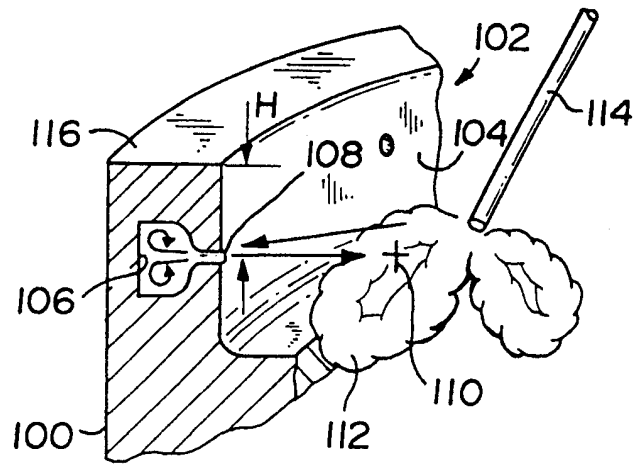


图 3

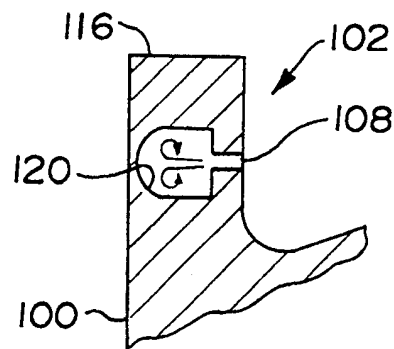


图 4

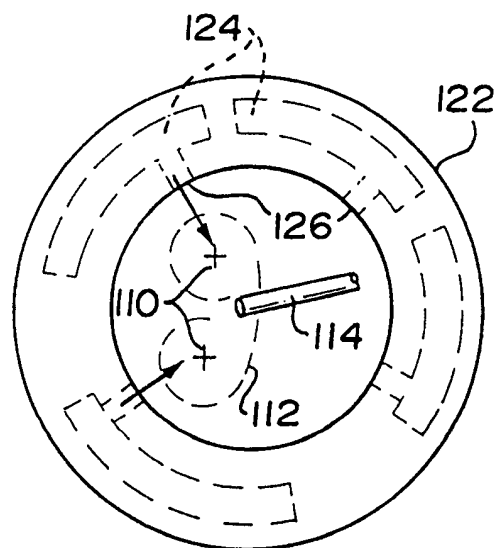


图 5