

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680012757.6

[51] Int. Cl.

F02B 23/06 (2006.01)

F02F 3/26 (2006.01)

F02M 61/14 (2006.01)

F02M 61/18 (2006.01)

[43] 公开日 2008年4月9日

[11] 公开号 CN 101160459A

[22] 申请日 2006.3.13

[21] 申请号 200680012757.6

[30] 优先权

[32] 2005.4.19 [33] JP [31] 120943/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/304929 2006.3.13

[87] 国际公布 WO2006/114946 日 2006.11.2

[85] 进入国家阶段日期 2007.10.17

[71] 申请人 洋马株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 高桥岳志 河边隆夫 知野诚治  
吉塚彻

[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 何腾云

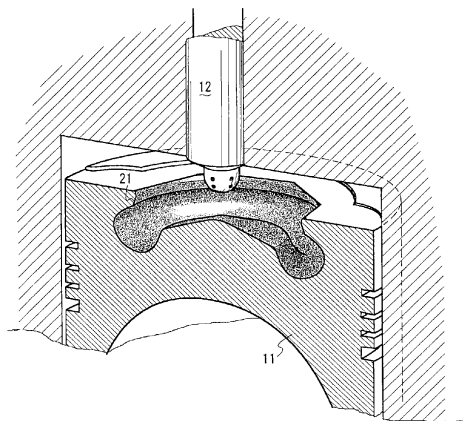
权利要求书2页 说明书16页 附图23页

[54] 发明名称

直喷柴油发动机

[57] 摘要

对于直喷柴油发动机来说，其包括具有构成腔(21)的上凹处的活塞(11)，和喷射燃料进入活塞的腔(21)内的燃料喷嘴(12)，喷嘴孔(32)被视为一组，它们在燃料喷嘴(12)的轴和喷嘴孔(32)的开口方向之间具有至少多个交叉点，并且多对喷嘴孔提供在燃料喷嘴(12)中。活塞(11)的燃烧室的开口是具有五个或更多角部的多边形。因此，对于柴油发动机来说，发动机输出提高，并且噪声和在排放气体中的碳氢化合物减少。



1、一种直喷柴油发动机，其包括具有构成腔的上凹处的活塞，和通过喷嘴喷射燃料进入活塞腔内的燃料喷嘴，其特征在于：

喷嘴孔被视为一组，它们在燃料喷嘴的轴和喷嘴孔的开口方向之间具有至少多个交叉点，以及

多组喷嘴孔提供在燃料喷嘴中。

2、如权利要求1所述的直喷柴油发动机，其中，一组喷嘴孔的每个喷嘴孔的直径或流量不同于至少一个喷嘴孔。

3、如权利要求1所述的直喷柴油发动机，其中，对于每组喷嘴孔来说，至少一个喷嘴孔的喷射角度不同于其他喷嘴孔的喷射角度。

4、如权利要求1所述的直喷柴油发动机，其中，存在如下的多个表面，其中所述一组喷嘴孔存在并且其垂直于燃料喷嘴的轴或活塞的滑动方向。

5、如权利要求1到4中任一项所述的直喷柴油发动机，其中，燃料喷嘴的每个喷嘴孔的位置包括生产公差。

6、一种直喷柴油发动机，其特征在于：

提供至少一个如权利要求1所述的燃料喷嘴作为燃料喷嘴；以及活塞的燃烧室的开口是具有五个或更多角部的多边形。

7、如权利要求6所述的直喷柴油发动机，其中，燃烧室的开口的多边形形状的侧部的交叉部分与可选形状相连接。

8、如权利要求6所述的直喷柴油发动机，其中，燃烧室的开口是等边或不等边的。

9、如权利要求6所述的直喷柴油发动机，其中，燃烧室开口的中心与燃烧室的中心相一致或相偏离。

10、如权利要求6所述的直喷柴油发动机，其中，燃烧室开口的侧部接近圆或椭圆。

11、如权利要求6所述的直喷柴油发动机，其中，构成燃烧室开口形状的至少一对相反侧彼此不平行。

12、如权利要求 1 或 6 所述的直喷柴油发动机，其中，燃料喷嘴的剖面轴与燃烧室的剖面轴在相同线上，或者燃料喷嘴的延伸方向交叉燃烧室的中心。

13、如权利要求 1 或 6 所述的直喷柴油发动机，其中，燃料喷嘴的剖面轴与燃烧室的剖面轴偏离，或者燃料喷嘴的延伸方向从燃烧室的中心扭转。

14、一种直喷柴油发动机，其特征在于，至少一个如权利要求 2 到 5 所述的喷嘴与至少一个如权利要求 6 到 13 所述的燃烧室相组合。

15、如权利要求 6 所述的直喷柴油发动机，其中，在多边形燃烧室开口的侧部处提供可选形状的凹口。

16、如权利要求 6 所述的直喷柴油发动机，其中，在多边形燃烧室开口的角部处提供可选形状的凹口。

## 直喷柴油发动机

### 技术领域

本发明涉及一种直喷柴油发动机。更具体地说，本发明涉及一种减少直喷柴油发动机对环境影响的技术。

### 背景技术

传统上，对于燃料喷嘴来说，相应于喷射压力的限制来确定喷嘴的喷嘴孔区域。由单个孔构造一个喷嘴孔。

公知双锥形角度（Z字形喷嘴孔），其通过单个喷嘴孔具有两种类型的喷嘴孔喷射角度（例如，参看专利文献1）。

出于喷射燃料和空气有效混合以便执行具有较少烟气的良好燃烧的目的，公知如下构造，其包括在发动机的活塞的上表面上由碟状凹处形成的腔，通过堆积腔中心而形成的燃料分散元件，以及面向腔并且具有多个喷嘴孔的燃料喷嘴（例如，参看专利文献2）。

参考文献1：日本专利公报 Hei.11-13594

参考文献2：日本专利公报 Hei.11-210468

### 本发明要解决的问题

然而，对于传统燃料喷嘴来说，当喷嘴孔小型化时，喷嘴孔的数目增加，由此会引起整体涡流从而燃烧变坏。在低速时，喷嘴孔数目的增加引起点火点的增加，从而增加初始燃烧量，由此会增加燃烧噪声。特别地，对于通过降低压缩比来增加增压率的发动机来说，燃烧噪声趋向于变坏。

对于双锥形角度来说，通过喷射角度的差值减少由整体涡流引起的雾化重叠。然而，对于浅的燃烧室来说，优化喷射时间和燃烧室中空间分布不同，从而引起燃料和空气的混合减少。对于深的燃烧室来说，雾化范围缩短，使得诸如 HC 和 CO 之类的未燃烧成分会增加。在高负荷下，烟气趋向于增加。

对于专利文献 2 描述的技术来说，大的热负荷施加在燃料分散元件上，使得难于维持燃料分散元件的形状。

那么，本发明的目的在于在燃料喷嘴提供多个喷嘴孔，同时抑制整体涡流的产生，以便使得雾化燃料成为颗粒并且增加雾化的气相。  
解决问题的手段

为了解决上述问题，本发明提供以下手段。

对于直喷柴油发动机来说，其包括具有构成腔的上凹处的活塞，和喷射燃料进入活塞腔内的燃料喷嘴，喷嘴孔被视为一组，它们在燃料喷嘴的轴和喷嘴孔的开口方向之间具有至少多个交叉点，并且多组喷嘴孔提供在燃料喷嘴中。

一组喷嘴孔的每个喷嘴孔的直径或流量不同于至少一个喷嘴孔。

对于每组喷嘴孔来说，至少一个喷嘴孔的喷射角度不同于其他喷嘴孔的喷射角度。

存在如下的多个表面，其中所述一组喷嘴孔存在并且其垂直于燃料喷嘴的轴或活塞的滑动方向。

燃料喷嘴的每个喷嘴孔的位置包括生产公差。

提供至少一个如上提到的燃料喷嘴作为燃料喷嘴，并且活塞的燃烧室的开口是具有五个或更多角部的多边形。

燃烧室的开口的多边形形状的侧部的交叉部分与任意形状相连接。

燃烧室的开口是等边或不等边的。

燃烧室开口的中心与燃烧室的中心相一致或相偏离。

燃烧室开口的侧部接近圆或椭圆。

构成燃烧室开口形状的至少一组相反侧彼此不平行。

燃料喷嘴的剖面轴与燃烧室的剖面轴在相同线上，或者燃料喷嘴的延伸方向交叉燃烧室的中心。

燃料喷嘴的剖面轴与燃烧室的剖面轴偏离，或者燃料喷嘴的延伸方向从燃烧室的中心扭转。

至少一个上述喷嘴与如权利要求 6 到 13 所述的至少一个上述燃烧

室相组合。

在多边形燃烧室开口的侧部处提供任意形状的凹口。

在多边形燃烧室开口的角部处提供任意形状的凹口。

### 发明效果

根据本发明，在燃料喷嘴能够提供多个喷嘴孔，同时抑制整体涡流的产生。

当由喷射压力限制喷嘴孔区域时，与包括单个喷嘴孔的多个喷嘴孔相比较，发生由整体涡流引起的坏效果，雾化的气相增加，同时使得雾化燃料成为颗粒，并且燃料分散，使得燃料变得容易点火并且缩短点火延迟的阶段。因此，预混合气体燃烧量减少，使得压力升高率降低并且以均匀压力执行燃烧，由此汽缸压力和燃烧噪声减少。

燃料雾化的条件变得自由，并且部分获得在优选条件下的燃料喷射状态。

避免了在多个燃料喷射孔之间的影响，并且通过该影响调节燃料喷射特征。

在燃料喷嘴的尖端的有限区域中构造多个燃料喷射孔，并且在有效使用燃料喷嘴附近空间的同时雾化燃料。

在有效使用燃料喷嘴附近空间的同时也在生产公差内雾化燃料。

通过将具有多个喷嘴孔的燃料喷嘴与其凸缘（外伸量）制成凹口当在截面中看时成为多边形的燃烧室相组合，在通过燃料喷射开始燃烧之后，燃烧火焰容易地流出到活塞顶部，以便改善燃料与空气的混合。而且，产生火焰并且在整个燃烧室中生长，同时在活塞下落时产生相反的挤气（squish），由此减少烟气。

通过组合燃料喷嘴和燃烧室，雾化的气相增加，使得诸如在延迟角度时间产生的碳氢化合物和一氧化碳之类的 SOF（可溶有机部分）减少，由此 PM（颗粒物）减少并且未燃烧成分不增加。

围绕相同的活塞，燃烧室的开口的形状变化增加，以便处理燃料喷射的不同状况。

使得构成燃烧室开口的形状的侧部接近圆或椭圆，以便获得固定

的对称性，由此取消施加在活塞上的偏离的负荷。

通过在燃烧室中心处布置燃料喷嘴，容易展示燃烧室开口的特征。

通过在燃烧室和燃料喷嘴之间的位置关系，容易地增加流向活塞顶部的火焰形状的变化。

通过在燃烧室开口的侧部或角部处的凹口，在通过燃料喷射开始燃烧之后，容易地增加流向活塞顶部的燃烧火焰，以便改善燃料与空气的混合。因此，汽缸中的压力升高率降低并且以均匀压力执行燃烧，由此燃烧噪声减少。通过凹口形状来调节燃烧火焰的喷出。在侧部处提供凹口并且随后火焰流动的情况下，通过凹口数目来调节火焰喷出的数目。通过凹口的尺寸和形状调节的火焰尺寸。

#### 附图说明

图 1 是直喷柴油发动机的局部截面的透视图。

图 2 是直喷柴油发动机的截面侧视图。

图 3 是燃料喷嘴的下部透视图。

图 4 是燃料喷嘴的截面侧视图。

图 5 是燃料喷嘴的下端的底部视图。

图 6 是燃料喷嘴的喷嘴孔的展开。

图 7 是燃料喷嘴的燃料雾化的示意图。

图 8 是活塞的透视图。

图 9 是活塞的平面图。

图 10 是活塞的线 A-A 的箭头截面图。

图 11 是噪声和输出相对发动机旋转速度的关系图。

图 12 是相对于曲柄角的汽缸压力、热释放速度和燃料喷射时间的关系图。

图 13 是在排气中 PM 量与碳氢化合物和氧化氮的量之间的关系图。

图 14 是在排气中一氧化碳量与碳氢化合物和氧化氮的量之间的关系图。

图 15 是喷嘴孔的图。

图 16 是在喷嘴孔和雾化状态之间的角度关系图。

图 17 是喷嘴孔的 Z 字形布置的图。

图 18 是燃烧室开口的另一种构造的图。

图 19 是六边形燃烧室开口的另一种构造的图。

图 20 是燃烧室开口的角部倒圆的图。

图 21 是接近椭圆的多边形的燃烧室开口的平面图。

图 22 是提供凹口的燃烧室开口的平面图。

图 23 是布置成倾斜的燃料喷嘴的图。

图 24 是相对燃烧室偏置的燃料喷嘴的图。

附图标记说明

11 活塞

12 燃料喷嘴

21 燃烧室

32 喷嘴孔

51 燃烧室开口

### 具体实施方式

本发明通过多个燃料喷嘴的喷嘴孔和燃烧室开口的形状产生直喷柴油发动机的燃烧。

#### 实施例 1

##### [整体构造]

首先，对于直喷柴油发动机的整体构造给出说明。

图 1 是直喷柴油发动机的局部截面的透视图。

图 2 是直喷柴油发动机的截面侧视图。

柴油发动机具有汽缸 10、活塞 11、燃料喷嘴 12 和汽缸盖 13。活塞 11 布置在汽缸 10 中并且活塞 11 在汽缸 10 中可滑动。汽缸盖 13 安装到汽缸 10 的上部，并且燃料喷嘴 12 安装到汽缸盖 13 上。

作为腔的燃烧室 21 构造在活塞 11 的上表面上，并且燃料从燃料喷嘴 12 雾化到燃烧室 21 中。当在平面中看时，燃烧室 21 位于活塞 11 的中心并且在活塞 11 的顶部构造成凹面。燃料喷嘴 12 位于活塞 11



以上，当在平面中看时处于活塞 11 的中心。

当活塞 11 处于顶部死点时，燃料喷嘴 12 处于几乎与活塞 11 的上表面相同的高度。喷嘴孔提供在燃料喷嘴 12 的下端处，并且雾化燃料从燃料喷嘴 12 的下端供应给燃烧室 21。

(喷嘴)

下面将对于燃料喷嘴的构造给出说明。

这里，喷嘴孔的布置影响燃料喷嘴的性能，并且燃料喷嘴的吸取能力与此无关。

图 3 是燃料喷嘴的下部透视图。

图 4 是燃料喷嘴的截面侧视图。

图 5 是燃料喷嘴的下端的底部视图。

图 6 是燃料喷嘴的喷嘴孔的展开。

图 7 是燃料喷嘴的燃料雾化的示意图。图 7(a) 是燃料喷嘴的燃料雾化构造的截平面图。图 7(b) 是燃料喷嘴的燃料雾化构造的截面侧视图。

多个喷嘴孔 32 提供在燃料喷嘴 12 的下部尖端处，并且燃料从这些喷嘴孔 32 雾化到燃烧室 21。针阀 33 布置在燃料喷嘴 12 内部并且油路由针阀 33 的垂直滑动打开和闭合，以便开始和停止燃料从喷嘴孔雾化。

对于燃料喷嘴 12 来说，提供在上侧和下侧的两个喷嘴孔 32 视为一对，并且六对喷嘴孔提供在图 4 所示的构造中。也即，对于燃料喷嘴 12 来说，两个喷嘴孔 32 前后地垂直布置。

燃料喷嘴 12 的下端分割成多个分区，这些分区当在底部看时为扇状形状，并且一对喷嘴孔 32 提供在每个分区中。每对的喷嘴孔 32 以规则间隔布置在燃料喷嘴 12 的下部尖端的周表面上。对于每对来说，喷嘴孔 32 之一在燃料喷嘴 12 中位置比其它喷嘴孔 32 更低(从底部观察时的内部)。对于该构造来说，每对中的喷嘴孔 32 中之一相对于其它喷嘴孔 32 在高度上移位。另外，位于每对下侧处的喷嘴孔 32 的开口处于相同水平平面上，并且位于每对上侧处的喷嘴孔 32 的开口处于

相同的水平平面上。

对于燃料喷嘴 12 来说，一对喷嘴孔 32 布置在上侧和下侧，并且每对中的喷嘴孔 32 从燃料喷嘴 12 的轴起径向地定位。相同对的两个喷嘴孔 32 位于相同纵向部分。如前面提到的，对于燃料喷嘴 12 来说，前后垂直布置的两个喷嘴孔 32 视为一组，并且多组设置在燃料喷嘴 12 上。每组的喷嘴孔 32 以规则间隔设置在燃料喷嘴 12 的下部尖端的周表面上。

喷嘴孔 32 基本上平行布置在燃料喷嘴 12 中。也即，对于一对喷嘴孔 32 来说，存在燃料喷嘴 12 的纵向轴和喷嘴孔 32 的两个交叉点。

通过前后垂直地提供喷嘴孔 32，通过使用如图 7 所示的上空间和下空间能够执行燃料喷射。因此，在燃料喷嘴 12 的下端的有限区域内，每个喷嘴孔 32 的直径能够减小并且能够提供许多喷嘴孔 32。由于燃料通过具有小直径的喷嘴孔雾化，促使燃料变成颗粒。由于燃料通过上端和下端喷嘴孔 32 雾化，雾化燃料的量加大。

由于两个喷嘴孔 32 垂直布置，通过两个喷嘴孔 32 分别雾化的燃料 32a 和 32b 很难彼此影响，由此燃料容易保持为颗粒。由于燃料 32a 和 32b 位于上侧和下侧，由雾化燃料占据的空间加大。也即，促进空气和燃料的混合。

即使存在燃烧室 21 中湍流的影响，彼此邻近燃料 32b 的燃料 32a 难以彼此影响。

另外，即使喷嘴孔 32 的定位处于生产公差量内，通过喷嘴孔 32 的布置的固定偏差也能够获得这些喷嘴孔 32 的效果。

由于如前面提到的通过在上和下侧提供喷嘴孔而增加喷嘴孔的数目，相对于喷嘴孔的数目通过单个喷嘴孔来增加的情况来说，由过度涡流引起的坏效果得到减少。雾化燃料形成颗粒以便获得雾化的气相程度得到扩展的特征。

对于燃料喷嘴 12 来说，多个喷嘴孔 32 沿着纵向部分设置并且钻孔的喷嘴孔 32 前后布置。因此，雾化燃料形成均匀的颗粒，以便减少烟灰，并且点火延迟阶段缩短，以便广泛地减少燃烧噪声，在减小最

大汽缸压力并广泛增加输出的同时汽缸压力不改变以便使得燃烧噪声的减少和输出的增加一起存在。

与单喷嘴孔相比，前后布置能够使得喷嘴孔的直径更小，以便使得雾化颗粒的直径较小。在雾化相同量燃料的情况下，更小直径的流速变得更快，并且雾化颗粒的直径变小。

另外，相同对的喷嘴孔 32 的直径或流量可以不均匀。因此，能够容易地调节包括多个喷嘴孔的该对喷嘴孔的特征，并且该对喷嘴孔能够获得由单喷嘴孔不能构造的特征。

通过制造喷嘴孔之一的直径，能够调节雾化燃料颗粒的直径范围，并且能够调节雾化燃料喷射的形状。

下面，根据附图将给出活塞的说明。

图 8 是活塞的透视图。

图 9 是活塞的平面图。

图 10 是活塞的线 A-A 的箭头截面图。

活塞 11 的上部是圆柱形，并且在活塞 11 的上部中心处构造燃烧室 21。当平面上看时，在活塞 11 的上表面构造的燃烧室 21 的开口是多边形的。

在燃烧室 21 的下部的中心处构造作为锥形的中心凸起 22，并且燃烧室开口 51 是正六边形。在活塞 11 内部的燃烧室 21 比燃烧室开口 51 更宽。燃烧室开口 51 的中心与活塞 11 的中心相一致。

燃烧室 21 包括在活塞 11 内部提供的环形空间和为中心凸起 22 以上的空间，并且燃烧室 21 通过燃烧室开口 51 与汽缸内部的空间相连通。环形空间的中心与活塞 11 的中心相一致，并且外伸部分构造在环形空间以上。

由于燃烧室开口 51 是多边形的，外伸（凸缘）数量在多边形的每侧处线性改变。因此，对于活塞 11 来说，凸缘具有范围，以便在每侧处提供适合于燃烧条件的凸缘。

由于切割燃烧室开口 51 的多边形的角，燃烧火焰容易地从燃烧室 21 移动到活塞 11 的顶部。因此，改善了与空气的混合并且火焰在整

个燃烧室 21 中扰动和发展，同时在活塞 11 带来效果时产生反向挤气 (squish)，由此减少烟气。

由于在燃烧室开口 51 的角部处存在钝角部分，当平面看时在角部处的开口较大，以便减少喷出燃烧火焰的阻力。由于角是钝角的，当气流流动到角部时，容易地侧向引导空气，由此火焰的扰动和发展变得容易。

对于该实施例来说，燃烧室开口 51 的燃烧室的角部数目是六，其与燃料喷嘴 12 的燃料雾化方向相同。每个角是均匀的  $120^\circ$ ，并且在活塞 11 的中心和每个角部之间的距离彼此相等。因此，从燃烧室 21 喷出的燃烧火焰的阻力减少，以便使得火焰喷出容易并且不妨碍火焰在燃烧室 21 中扰动和发展。

燃烧室开口 51 具有六个角部和侧部，它们具有规则间隔的相同的状况，由此获得具有便利特征的燃烧室 21。

(噪声和输出)

测量具有如上提到构造的燃料喷嘴和活塞 11 的直喷柴油发动机相对每单位时间发动机转速的噪声和输出。

图 11 是噪声和输出相对发动机转速的关系图。

传统的燃料喷嘴具有规则间隔的六个单孔。传统活塞具有圆形燃烧室开口，并且燃烧室开口的中心与活塞的中心相一致。

在左部的纵坐标轴指示噪声大小 CN，并且其单位为 dbA。在右部的纵坐标轴指示发动机输出 P，并且其单位为 Nm。横坐标轴指示每单位时间发动机转速 Ne，并且其单位为 rpm。

噪声和输出的测量以相同扭矩彼此比较。

首先，将对发动机噪声给出说明。

在图 11 中，黑圆指示传统的燃料喷嘴和活塞，并且空心圆指示该实施例的燃料喷嘴和活塞。

根据测量的结果，与传统构造相比较，在中间和高转速范围的噪声大大地减少。

下面，对发动机的汽缸压力给出说明。

在图 11 中，黑正方形指示传统的燃料喷嘴和活塞，并且空心正方形指示该实施例的燃料喷嘴和活塞。

对于汽缸压力来说，获得平稳压力特征，并且减少相同类型发动机的最大压力。因此，通过增压等等能够提高输出，由此在中间和高转速范围维持平稳发动机特征的同时能够提高输出。

因此，对于相同规格发动机来说，通过改变喷嘴和活塞的燃烧室开口的形状，在相同扭矩时大大地减少噪声。最大燃烧压力能够增加到可容许的内部压力，并且通过增加增压压力，能够提高扭矩和输出。

(相对于曲柄角的汽缸压力、热释放速度和燃料喷射时间)

下面将给出与传统构造相比较，相对曲柄角的汽缸压力、热释放速度和燃料喷射时间的结果的说明。

图 12 是相对于曲柄角的汽缸压力、热释放速度和燃料喷射时间的关系图。

虚线指示传统的燃料喷嘴和活塞，并且实线指示该实施例的燃料喷嘴和活塞。图表按照从顶部到底部的顺序分别示出汽缸压力、热释放速度和燃料喷射时间。

对于汽缸压力来说，纵坐标轴指示在汽缸内的平均压力  $P$ ，并且其单位是巴。

对于热释放速度来说，纵坐标轴指示在汽缸中的热释放平均速度，并且其单位为  $\text{kJ}/\text{m}^3\text{Deg}$ 。

对于燃料喷射时间来说，纵坐标轴指示针阀 33 的提升量，并且其单位为  $\text{mm}$ 。横坐标轴指示曲柄角，并且其单位为度。

如图 12 所示，汽缸压力和热释放速度的最大值减少。燃料喷射时间切换到延迟。热释放速度高的时间范围扩展。在相同的燃料喷射时间与传统构造相比较，热释放速度不活跃并且汽缸压力大大地减少。

根据这些结果，最大燃烧压力能够增加到发动机汽缸的可容许的内部压力，并且通过增加增压压力，能够提高扭矩和输出。

虽然燃料喷射时间切换到延迟，但燃料喷射时间能够进一步切换到提前。因此，燃料消耗减少并且通过提前能够增加发动机输出。而

且, 在通过延迟减少  $\text{NO}_x$  的同时能够减少烟气的产生。

与通过燃料喷嘴 12 减少燃烧噪声和烟气的效果协同地, 发现通过燃烧室 21 能够获得相同的效果。除了燃料喷嘴 12 的效果之外, 通过使得燃烧室 21 的开口为多边形, 在燃烧室的开口处提供多个凹口部分, 使得燃烧火焰倾向于在通过喷射开始燃烧之后移动到活塞顶部, 由此获得在燃烧室内稳定的燃烧。由于在燃烧室中的气流障碍减少, 改善了燃料与空气的混合。由于当活塞 11 下落时火焰在燃烧室中扰动并且在汽缸内生长, 因此减少烟气的产生。

由于热释放的最大速度减少, 因此减少了  $\text{NO}_x$ 。

(排气特征)

下面将对该实施例的柴油发动机的排气特征给出说明。

对于该实施例的柴油发动机来说, 测量 PM 量以及一氧化碳、碳氢化合物和氧化氮的量。

图 13 是在排气中 PM 量与碳氢化合物和氧化氮的量之间的关系图。

图 14 是在排气中一氧化碳量与碳氢化合物和氧化氮的量之间的关系图。

圆指示传统的燃料喷嘴和活塞, 并且正方形指示该实施例的燃料喷嘴和活塞。

在图 13 中, 纵坐标轴指示每单位时间 PM 量, 并且横坐标轴指示总碳氢化合物和  $\text{NO}_x$  的总量。在图 14 中, 纵坐标轴指示每单位时间一氧化碳量, 并且横坐标轴指示总碳氢化合物和  $\text{NO}_x$  的总量。在图 13 和 14 中, 其单位均为  $\text{g/kWh}$ 。

如图 13 和 14 所示, 与传统发动机相比较, 大大地提高了 PM 量。一氧化碳、总碳氢化合物和氧化氮的量也提高了。

在该实施例所示的燃料喷嘴 12 和燃烧室 21 的组合增加了雾化的气相并且减少诸如一般在延迟侧产生的 HC 和 CO 之类的 SOF, 由此 PM 减少并且未燃烧燃料不增加。

(实施例 2)

下面，将对燃料喷嘴的另一种构造给出说明。

两个燃料喷嘴 32 垂直地设置，以便成径向或会聚，由此能够调节雾化燃料的特征。

图 15 是喷嘴孔的图。图 15a 示出燃料喷嘴的截面图，并且图 15b 是喷射燃料的长度和宽度的测量部分的图。

图 16 是在喷嘴孔和雾化状态之间的角度关系图。图 16a 是雾化的长度的变化图，并且图 16b 是雾化宽度的变化图。

测量燃料雾化相对于在垂直设置的燃料喷嘴 32 之间的角度的状态。通过测量长度 EL 和宽度 EW 来测量燃料雾化的状态。

在喷嘴孔 32 为径向并且角度  $\theta_1$  为  $1^\circ$  的情况下，在喷嘴孔 32 彼此平行的情况下，在喷嘴孔 32 会聚并且角度  $\theta_2$  为  $2^\circ$  的情况下，以及在角度  $\theta_2$  为  $5^\circ$  的情况下，分别测量燃料雾化的状态。另外，在  $\theta_1$  为  $1^\circ$  的情况下，在每个喷嘴孔 32 的延伸和燃料喷嘴 12 的纵轴之间的交叉点数目是一个。在喷嘴孔 32 彼此平行的情况下，在角度  $\theta_2$  为  $2^\circ$  的情况下，以及在角度  $\theta_2$  为  $5^\circ$  的情况下，交叉点的数目是两个。在每个喷嘴孔 32 和平面方向之间的角度大约处于从  $80^\circ$  到  $70^\circ$  的范围内。

如图 16 所示，根据测量的结果，长度 EL 按照平行的情况、 $\theta_1$  为  $1^\circ$  的情况、 $\theta_2$  为  $2^\circ$  的情况以及  $\theta_2$  为  $5^\circ$  的情况的顺序变短。宽度 EW 按照平行的情况、 $\theta_1$  为  $1^\circ$  的情况、 $\theta_2$  为  $2^\circ$  的情况以及  $\theta_2$  为  $5^\circ$  的情况的顺序变宽。

因此，通过前后调节在喷嘴孔 32 之间的角度，能够调节雾化的长度和宽度。

因此，相应于活塞的特征等等调节在喷嘴孔 32 之间的角度，以便获得良好的燃烧。对于一个燃料喷嘴 12 来说，每对喷嘴孔 32 的布置可以相同，或者可以组合径向布置的喷嘴孔、平行布置的喷嘴孔和会聚布置的喷嘴孔。

喷嘴孔 32 不限于在相同垂直平面上的布置，并且喷嘴孔 32 之一可以相对于其它喷嘴孔 32 偏置。

图 17 是喷嘴孔的 Z 字形布置的图。图 17a 是燃料喷嘴的截面侧

视图，图 17b 是燃料喷嘴的底部视图，并且图 17c 是喷嘴孔的展开。

如图 17 所示，喷嘴孔 34 和 35 提供在燃料喷嘴 12 中。在燃料喷嘴 12 的下端的下侧处提供喷嘴孔 35，并且在其上侧处提供喷嘴孔 34。喷嘴孔 34 和 35 当平面看时成 Z 字形布置。根据该构造，在垂直方向上的喷嘴孔 34 和 35 之间的距离缩短，以便增加燃烧量并且缩小燃料喷嘴 12。

对于喷嘴孔 34 和 35 的 Z 字形布置来说，在两个喷嘴孔 34 之间的每个喷嘴孔 35 可以布置成邻近两个喷嘴孔 34 中之一，以便增加在喷嘴孔 34 和 35 之间的影响。

(实施例 3)

下面，将对活塞 11 的燃烧室开口 51 的另一种构造给出说明。

图 18 是燃烧室开口的另一种构造的图。图 18a 是成形为正五边形的燃烧室开口的平面图，并且图 18b 是成形为正七边形的燃烧室开口的平面图。

燃烧室开口 51 构造成多边形以便包括开口小的角部和开口数量线性变化的侧部。而且，通过使得燃烧室开口 51 的角部数目不少于五，当平面看时每个角的角度大于  $90^\circ$ ，以便不防止火焰从燃烧室流出以及在燃烧室中扰动。

如图 18a 所示的五边形燃烧室开口 51 成形为正五边形并且燃烧室开口 51 的中心与活塞 11 的中心相一致。如图 18b 所示的七边形燃烧室开口 51 成形为正七边形并且燃烧室开口 51 的中心与活塞 11 的中心相一致。五边形燃烧室的角部数目少于六边形燃烧室的角部数目，使得放出火焰的数目较少。七边形燃烧室的角部数目多于六边形燃烧室的角部数目，使得放出火焰的数目较多。

图 19 是六边形成形的燃烧室开口的另一种构造的图。图 19a 是偏置燃烧室开口的平面图，并且图 19b 是不等边六边形的燃烧室开口的平面图。

在图 19a 中，圆 51b 的中心与活塞 11 的中心相一致，并且接近燃烧室开口 51 的侧部之一的内侧。如图 19a 所示，燃烧室开口 51 的区



域的中心相对活塞 11 的中心偏置。因此，燃烧室开口 51 的角部的开口彼此不相等，以便在燃烧室开口 51 处提供多种条件的火焰排放。同时，如图 19b 所示的不等边六边形在燃烧室开口 51 处提供多种条件的火焰排放。

因此，构造具有自由条件的火焰排放的燃烧室，由此能够容易调节燃烧特征。如前面提到的，燃烧室开口的至少一对相反侧不平行，由此构造具有自由条件的火焰排放的燃烧室。

图 20 是燃烧室开口的角部进行倒圆的图。图 20a 是角部弯曲的情况的图，并且图 20b 是角部直的情况的图。

如图 20a 所示，燃烧室开口 51 的每个角部 51a 弯曲，使得从燃烧室流出的火焰平稳引导到活塞 11 的上部，由此平稳地执行火焰的扰动。

如图 20b 所示，燃烧室开口 51 的每个角部 51a 是直的。通过使得角部 51a 为直的，在减少成形活塞 11 的成本的同时能够提高燃烧室的特征。

因此，多边形的侧部可以在其具有可选形状交叉部分处彼此连接，以便调节燃烧室开口 51 的特征。

图 21 是接近椭圆的多边形的燃烧室开口的平面图。

如图 21 所示，燃烧室开口 51 可以是其内切椭圆 51b 的多边形。椭圆 51b 的中心与活塞 11 的中心相一致，并且燃烧室开口 51 构造成其内切椭圆 51b 的六边形。

通过构造如上提到的燃烧室开口 51，构造具有不同特征的三种类型的角部，并且具有相同特征的角部围绕作为中心的活塞 11 点对称。燃烧室开口 51 的侧部与此类似。也即，通过使得燃烧室开口 51 为接近椭圆的多边形，构造具有多个特征和固定对称性的燃烧室开口 51。由于具有相同特征的角部或侧部围绕作为中心的活塞 11 对称，偏离负荷很难施加在活塞 11 上，使得施加在活塞 11 上的负荷减少。

图 22 是提供凹口的燃烧室开口的平面图。图 22a 是凹口提供在侧部的构造的平面图，并且图 22b 是凹口提供在多边形顶点处的构造的

平面图。

在如图 22a 所示的构造中，在六边形的每个侧部提供凹口 55。凹口 55 是半圆形。

通过如上提到的在六边形的侧部提供凹口 55，从燃烧室 21 流出的火焰的数目增加，以便促进平稳燃烧。

可以在多边形侧部的可选位置处构造凹口，并且当看燃烧室开口 51 的上表面时凹口的形状是可选的。通过提供凹口，火焰的流出部分能够在可选位置处构造，以便容易地调节活塞 11 的燃烧特征。

在图 22b 所示的构造中，在六边形的每个顶点处提供凹口 56。凹口 56 是半圆形的。

通过如上提到的在六边形顶点处提供凹口 56，从燃烧室 21 的火焰流出变得平稳。

可以在多边形顶点的可选位置处构造凹口，并且当看燃烧室 21 的上表面时凹口的形状是可选的。通过提供凹口，火焰的流出部分能够在可选位置处构造，以便容易地调节活塞 11 的燃烧特征。

#### (实施例 4)

下面将对燃料喷嘴的布置的另一实施例给出说明。

图 23 是布置成倾斜的燃料喷嘴的图。图 23a 是燃料喷嘴的布置的截面侧视图，并且图 23b 是燃料喷嘴的下端的侧视图。

在该实施例中，燃料喷嘴 12 设置成相对活塞 11 的滑动方向倾斜，并且在图 23 中倾斜角度  $\theta$ 。燃料喷嘴 12 的尖端在燃烧室 21 的中心处指向中心凸起 22。另外，角度  $\theta$  处于一定范围内，其允许通过燃料喷嘴 12 的燃料供应，并且相应于燃烧特征合适地调节。

喷嘴孔 32 前后设置在燃料喷嘴 12 的尖端处。设置在下侧的喷嘴孔 32 位于垂直于活塞 11 滑动方向的表面上，并且设置在上侧处的喷嘴孔 32 也位于垂直于活塞 11 滑动方向的表面上。位于下侧的喷嘴孔 32 和位于上侧的喷嘴孔 32 在高度方向上彼此切换。

通过如上构造燃料喷嘴 12，燃料能够均匀雾化到燃烧室 21，而不管燃料喷嘴 12 的布置。由于燃料喷嘴 12 的延伸方向横过燃烧室中心，

能够有效地使用汽缸 10 以上的空间。

当喷嘴孔 32 设置在垂直于燃料喷嘴 12 的延伸方向的表面上时，燃烧室开口 51 的每个角的燃烧条件彼此不同，使得燃烧特征自由。也即，通过调节角度  $\theta$ ，调节燃料到活塞 11 的喷射角度，以便调节燃烧特征。

图 24 是相对燃烧室偏置的燃料喷嘴的图。图 24a 是燃料喷嘴的布置的截面侧视图，并且图 24b 是其平面图。

如图 24 所示，燃料喷嘴 12 从活塞 11 的中心和燃烧室 21 的中心向侧部移动一距离  $d$ 。

通过如上所述相对燃烧室 21 偏置燃料喷嘴 12，在燃料喷嘴 12 和燃烧室开口 51 的每个角部或侧部之间的位置关系不相等。因此，导入每个角部的燃料的状态彼此不同，使得在燃烧室开口 51 的角部处空气和燃料的状态是自由的，由此构造具有自由燃烧特征的发动机。另外，设定距离  $d$  以便在燃烧室开口 51 内部定位燃料喷嘴 12。主要地，通过设定距离  $d$  不大于中心凸起 22 的半径，在调节燃烧状况的同时，燃料喷射到燃烧室 21 的整个内部。

图1

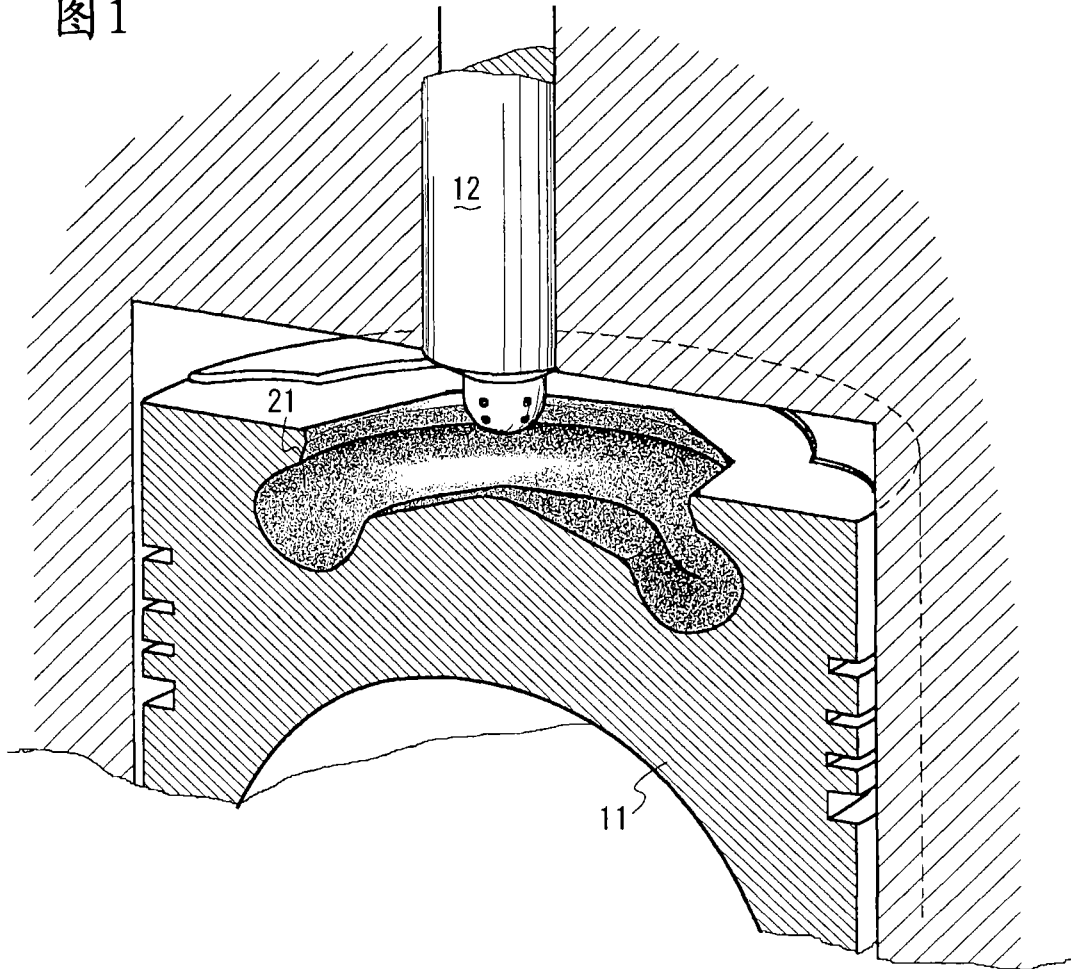


图2

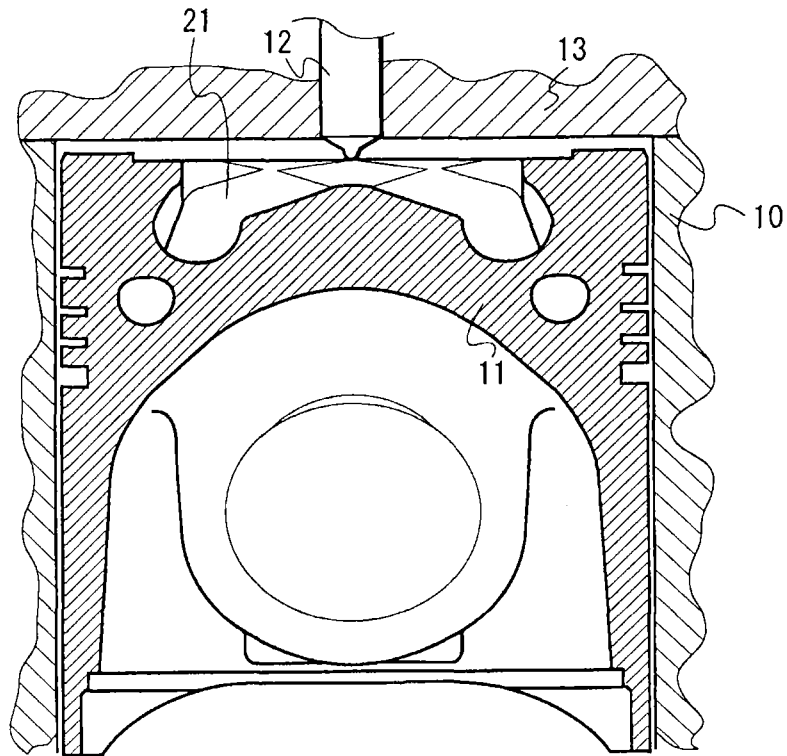


图 3

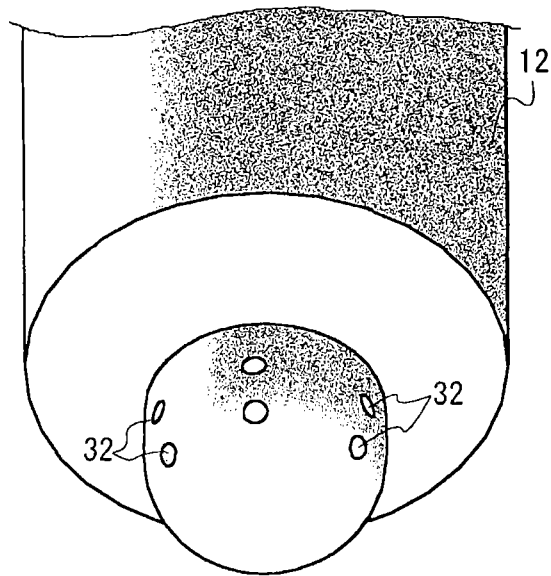


图4

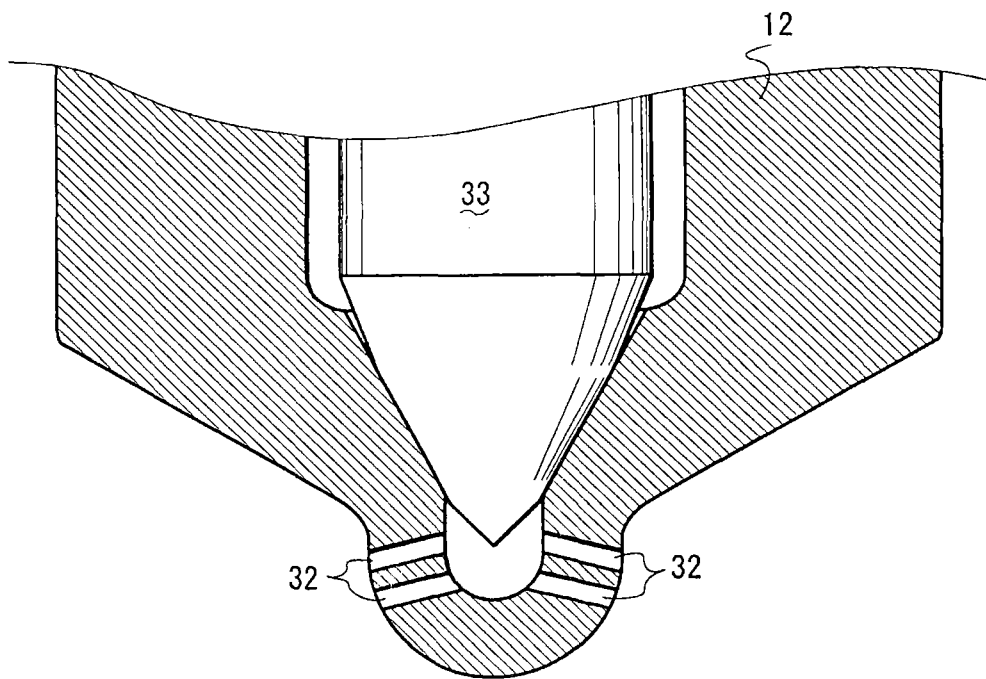


图5

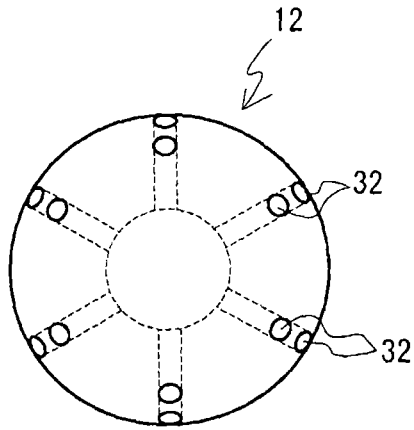


图6

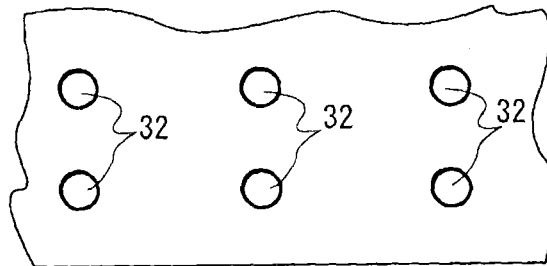




图 7

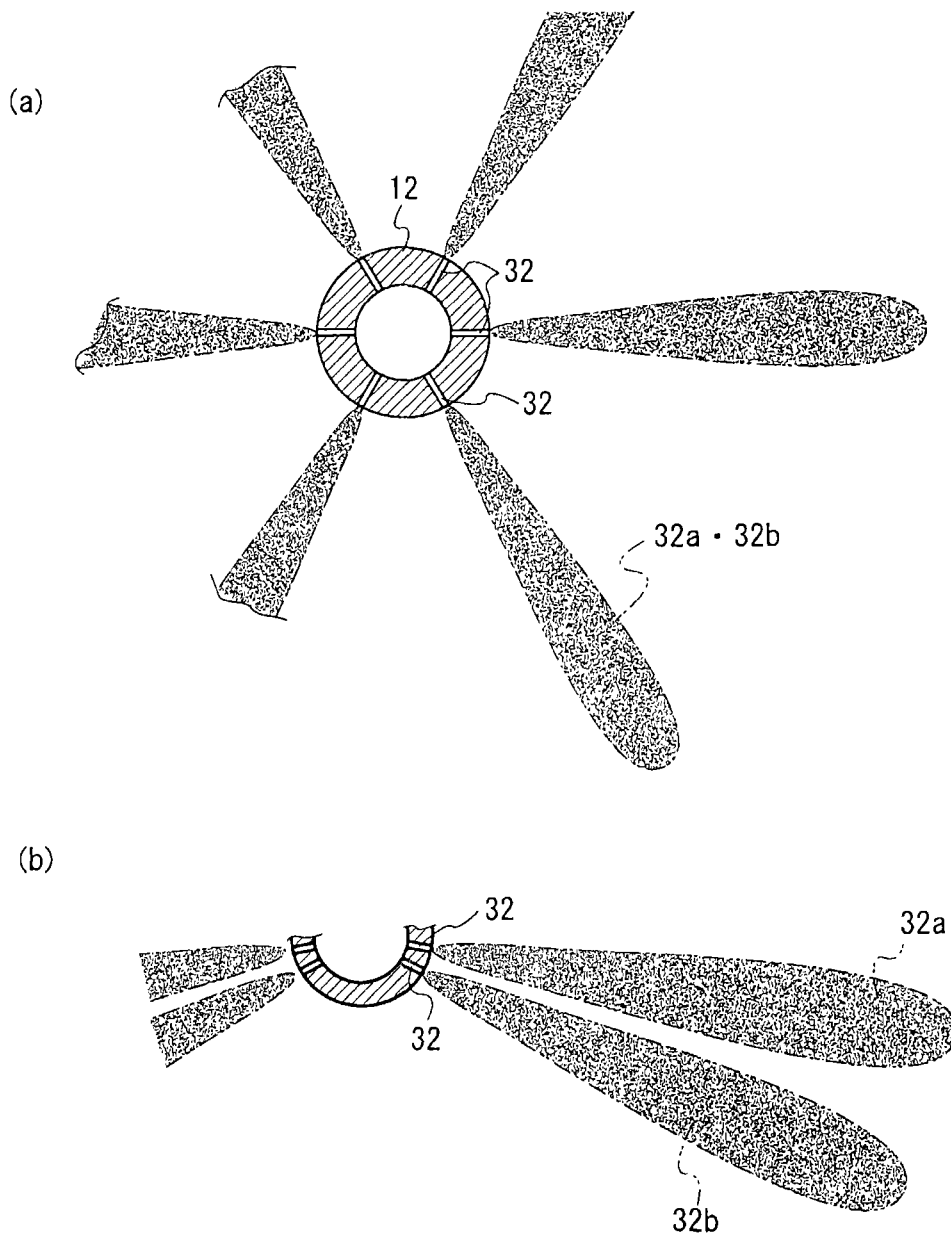


图8

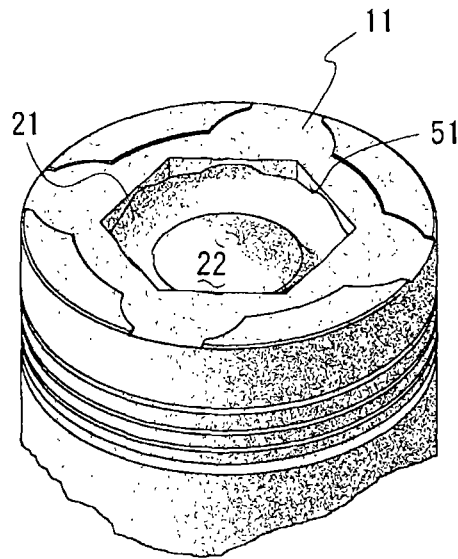


图9

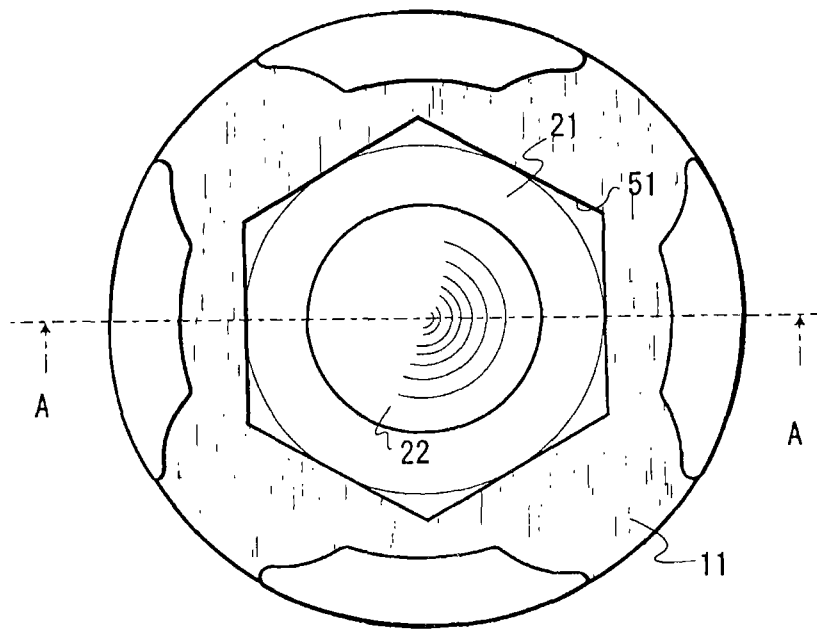


图10

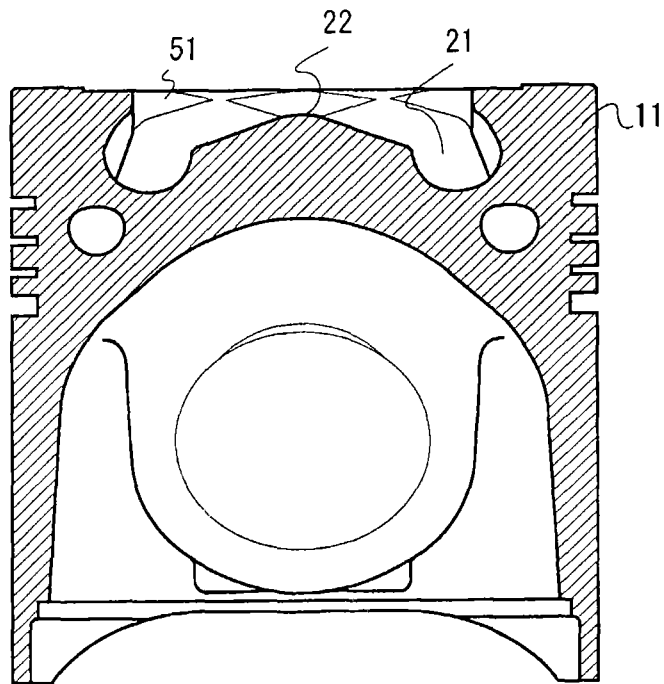


图 11

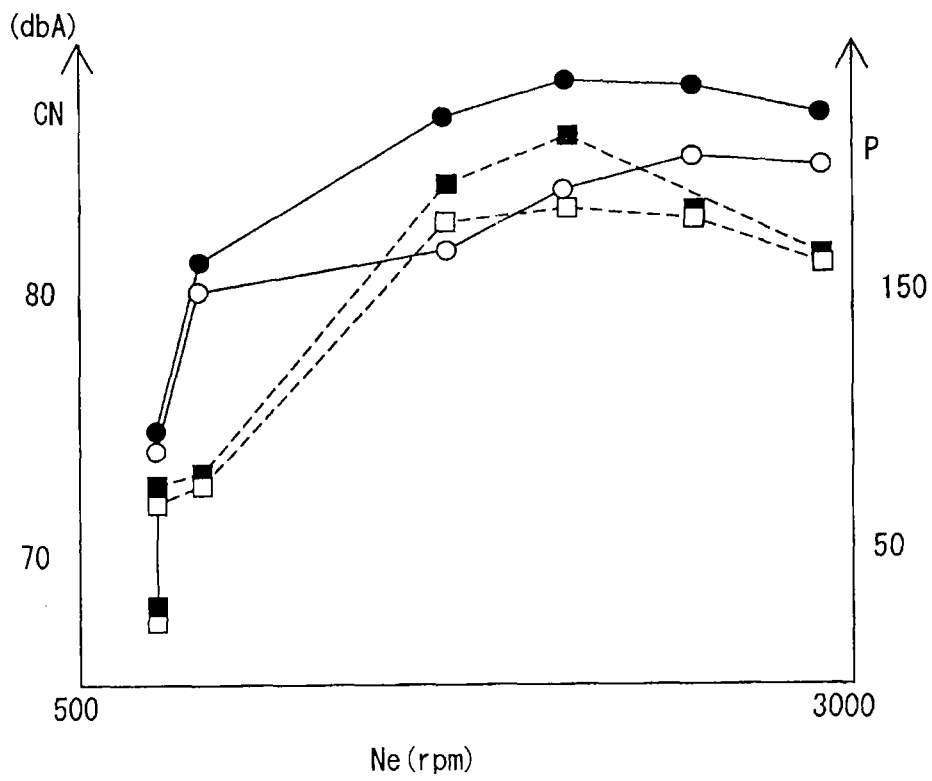


图 12

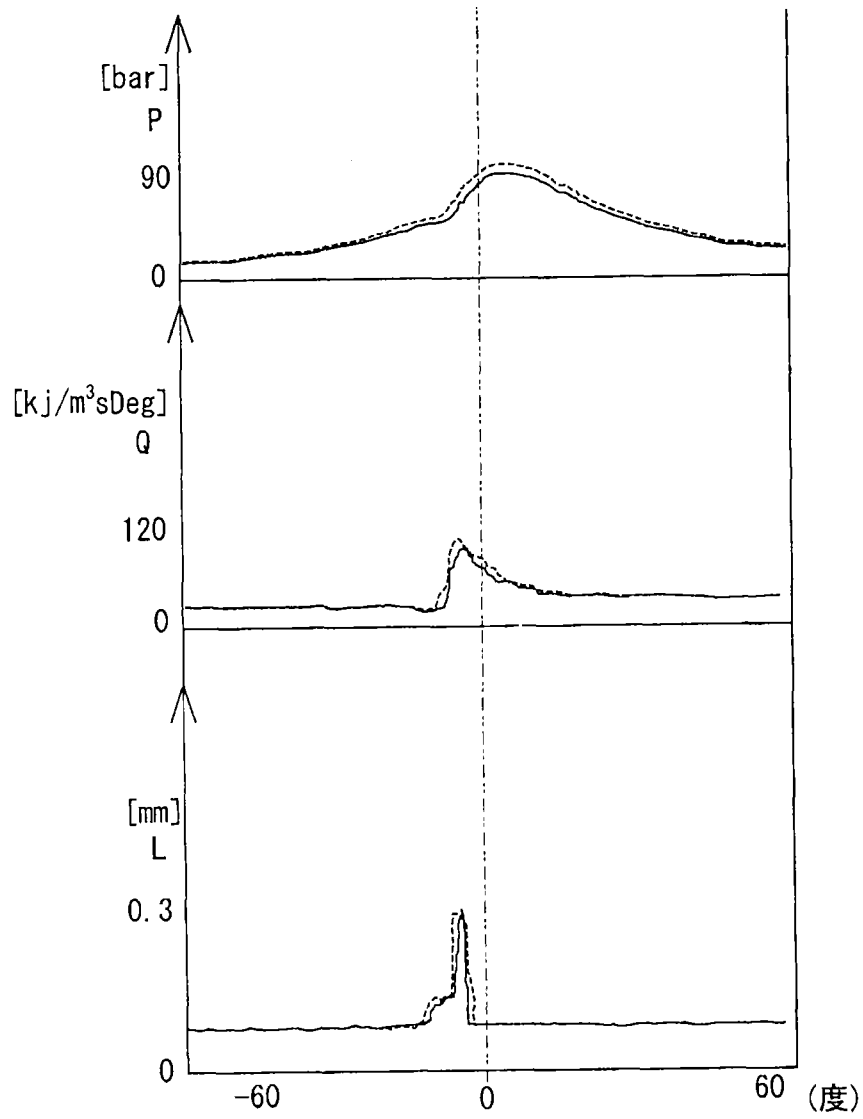


图13

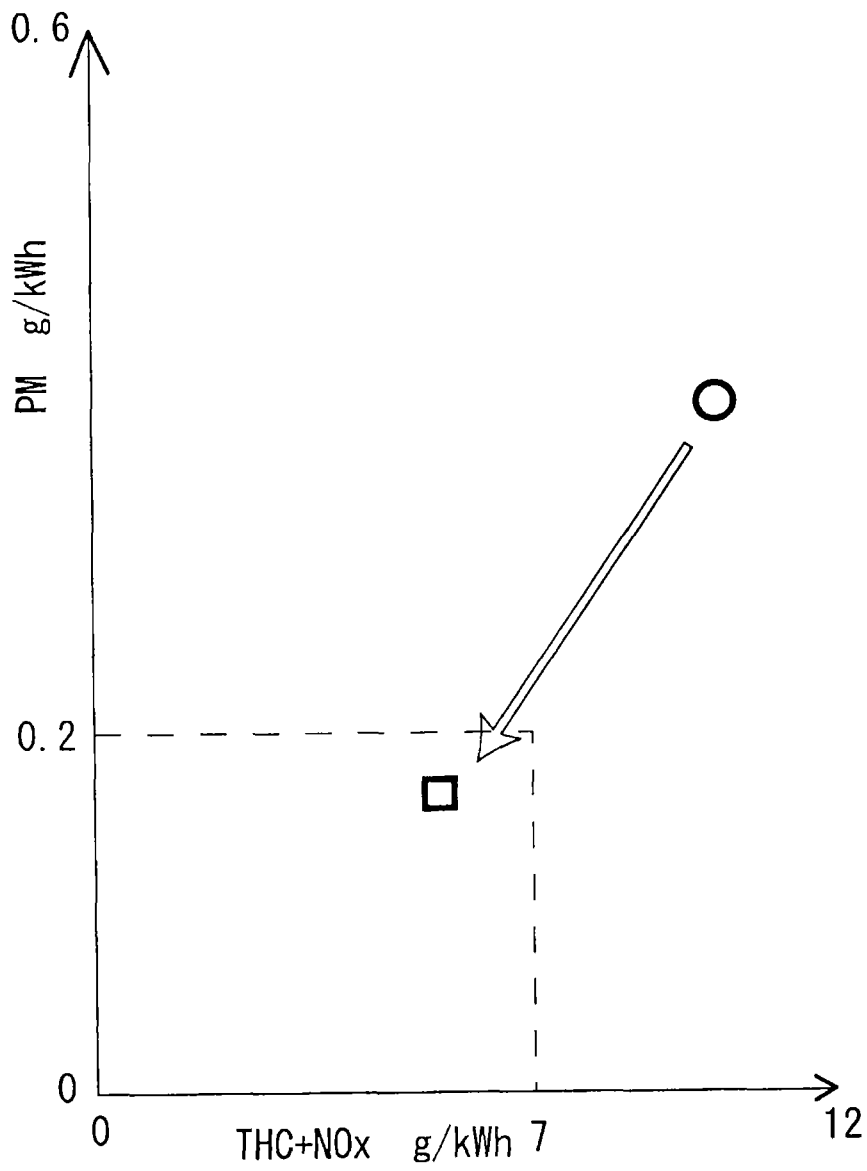


图 14

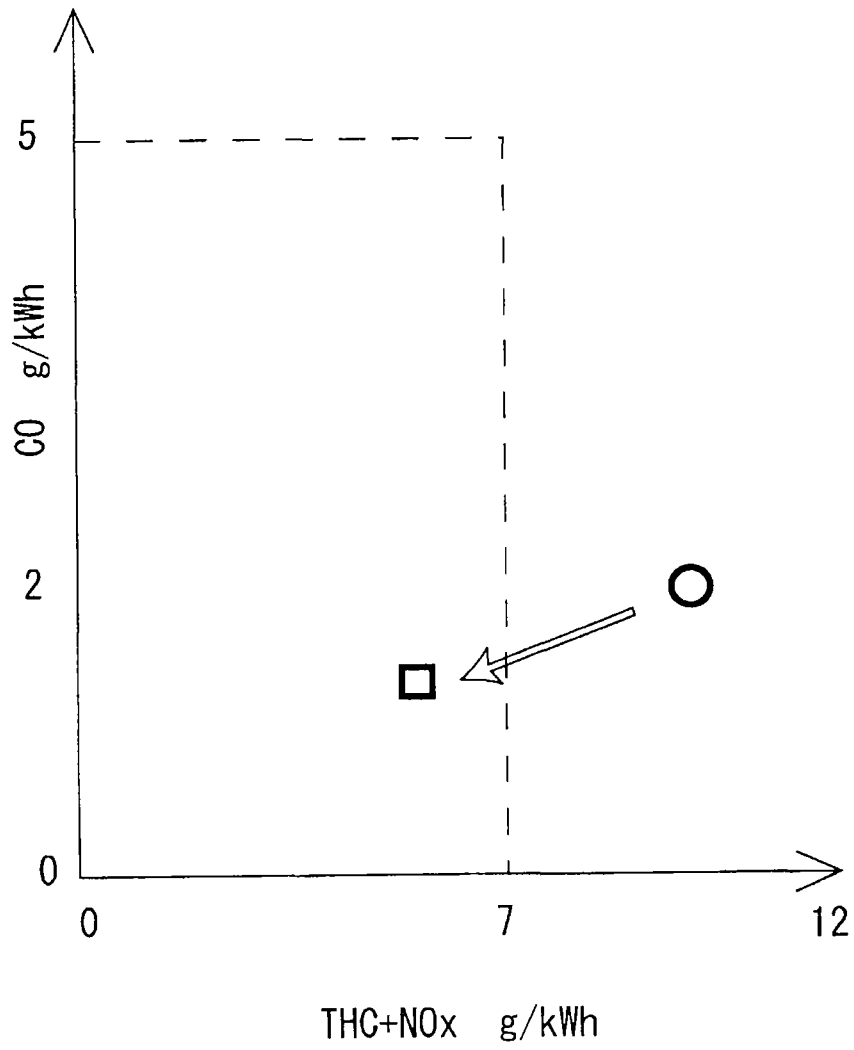
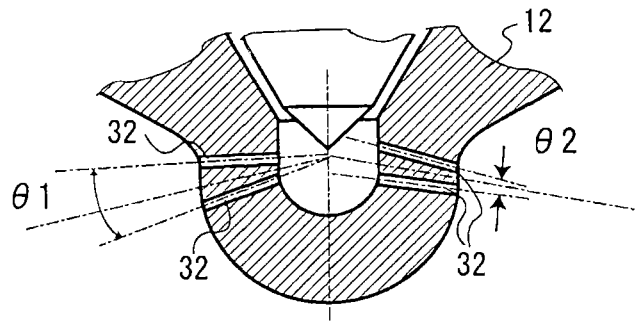
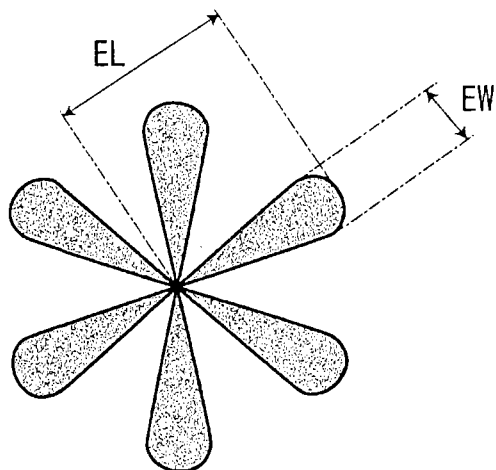




图15



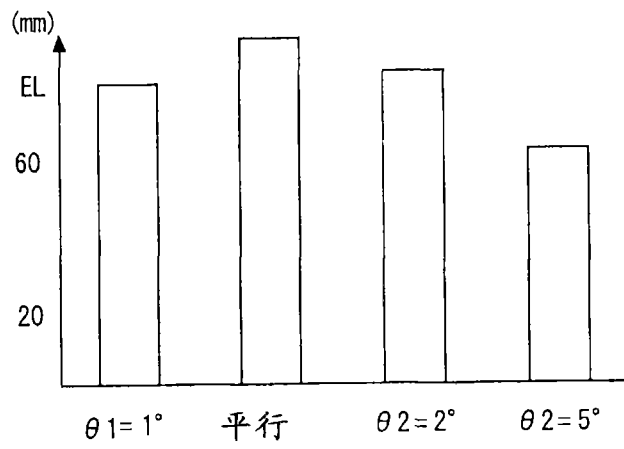
(a)



(b)

图16

(a)



(b)

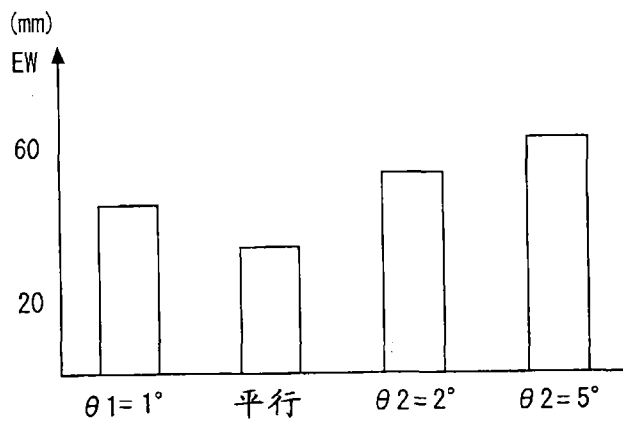


图17

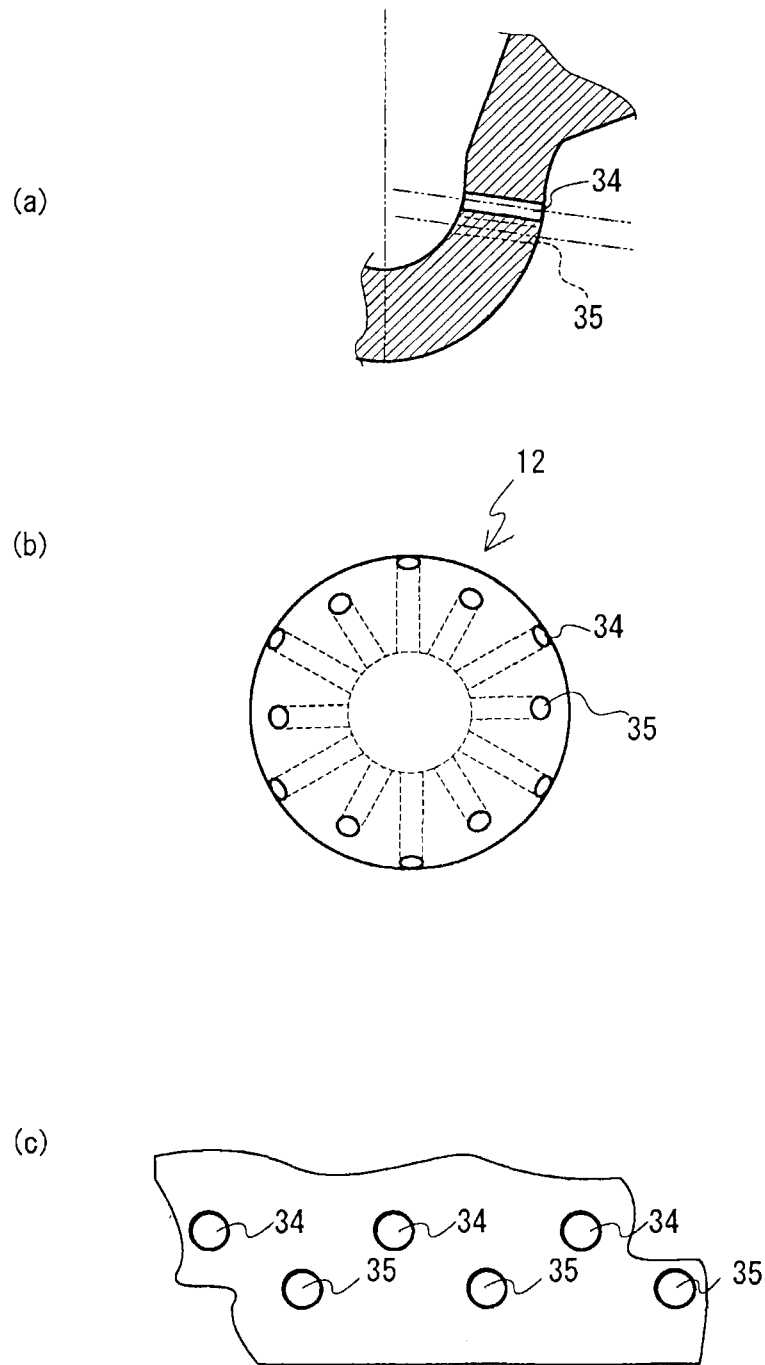


图18

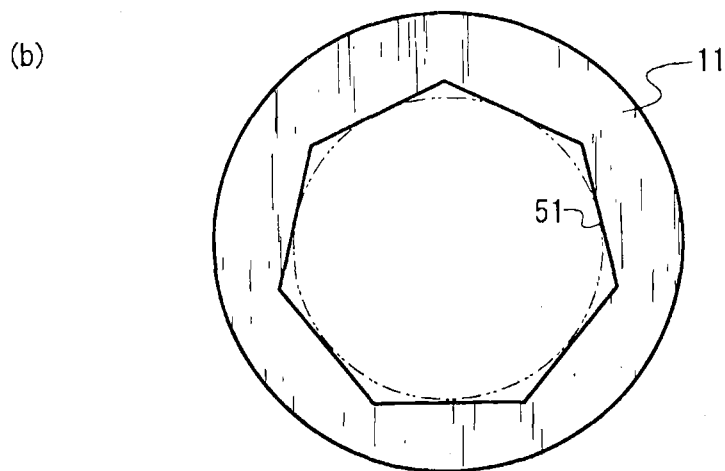
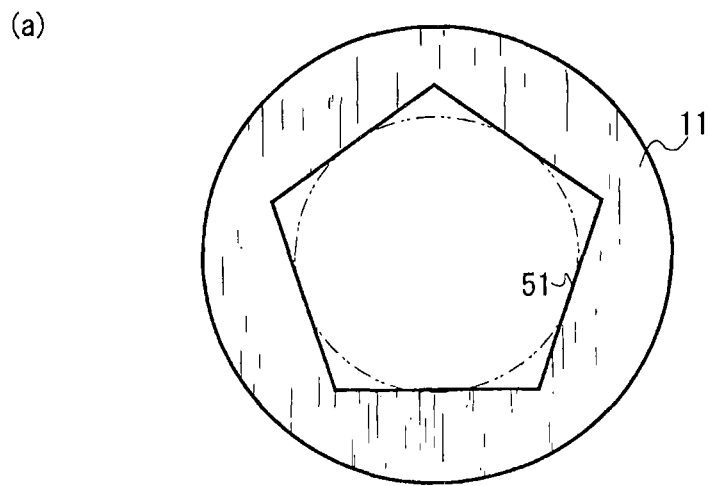


图19

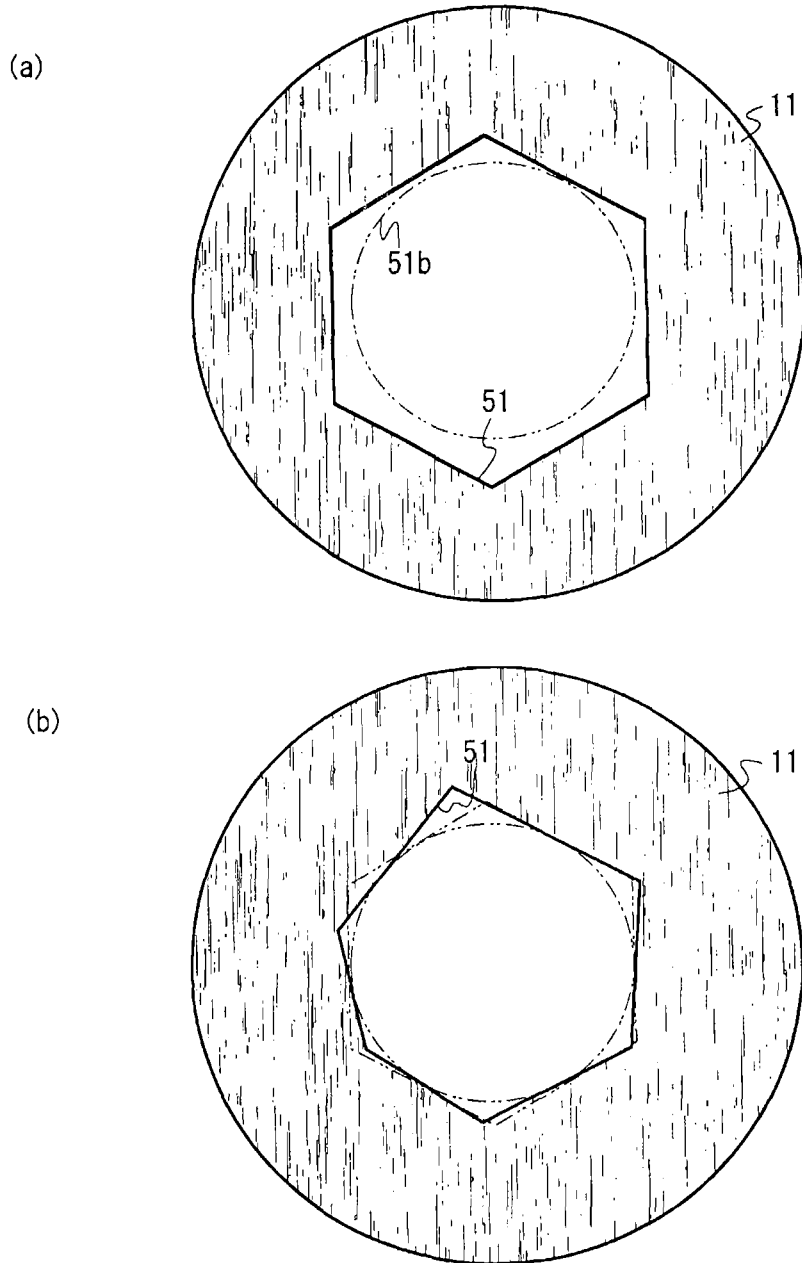
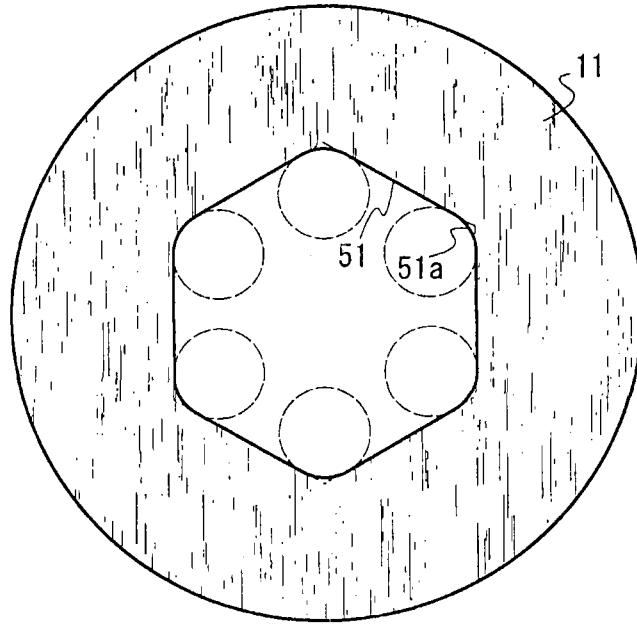


图20

(a)



(b)

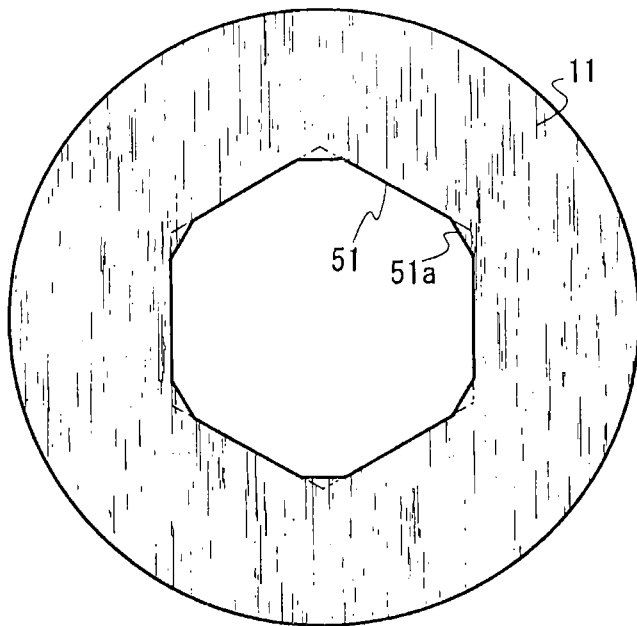


图21

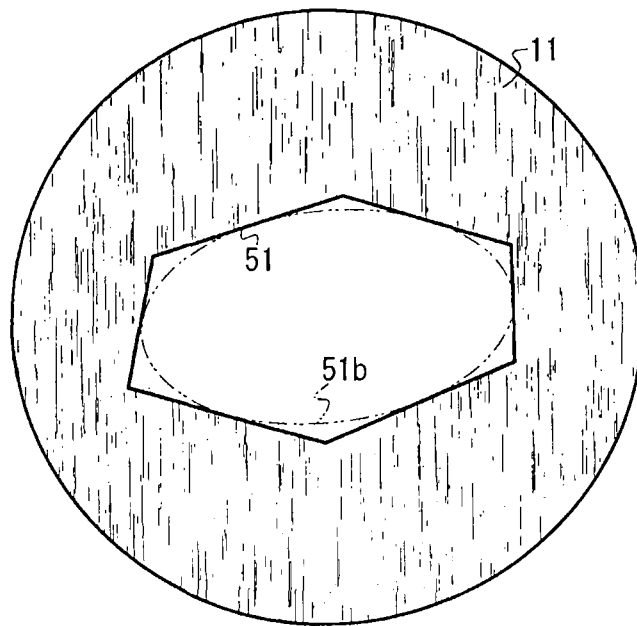


图 22

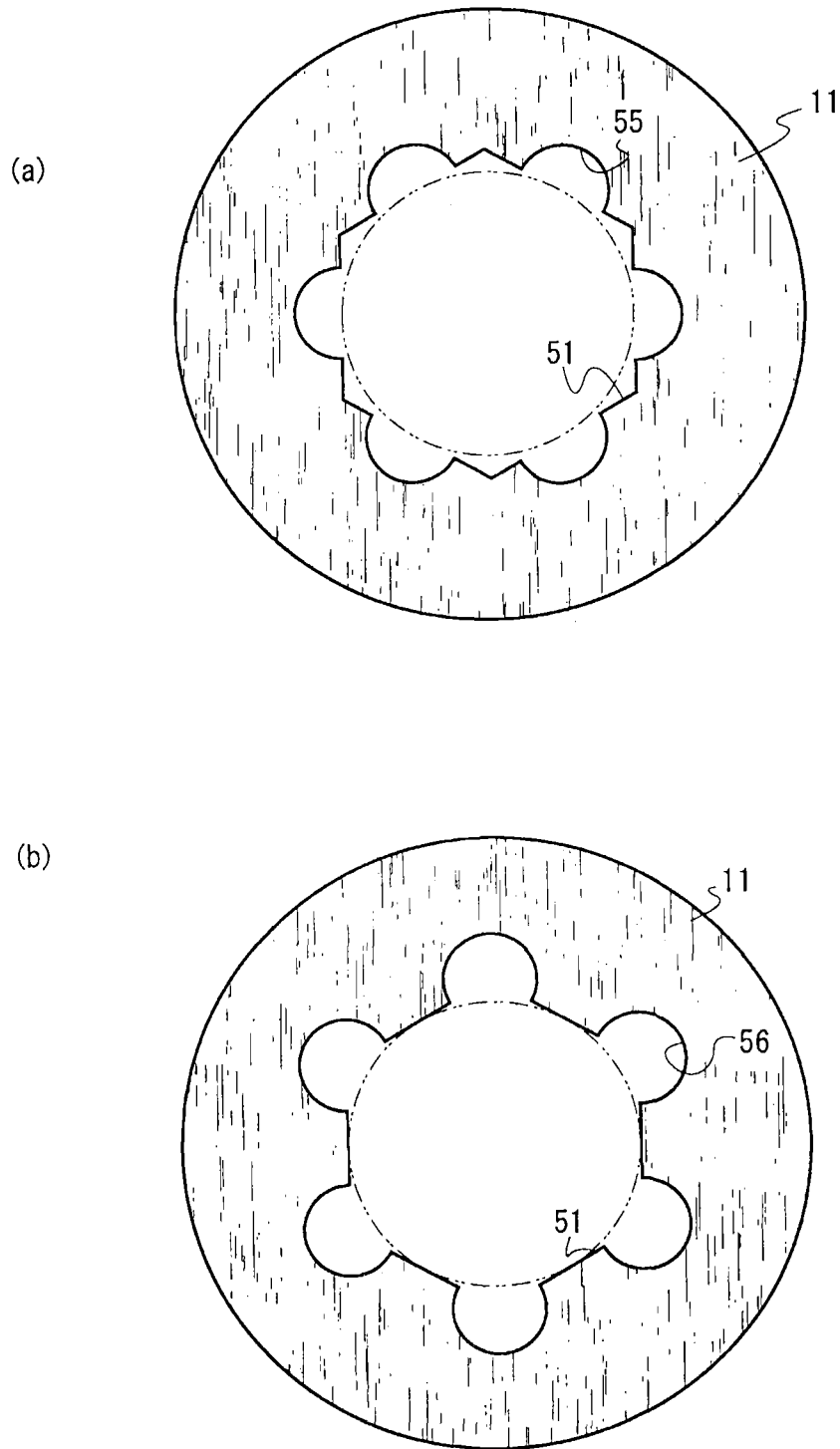
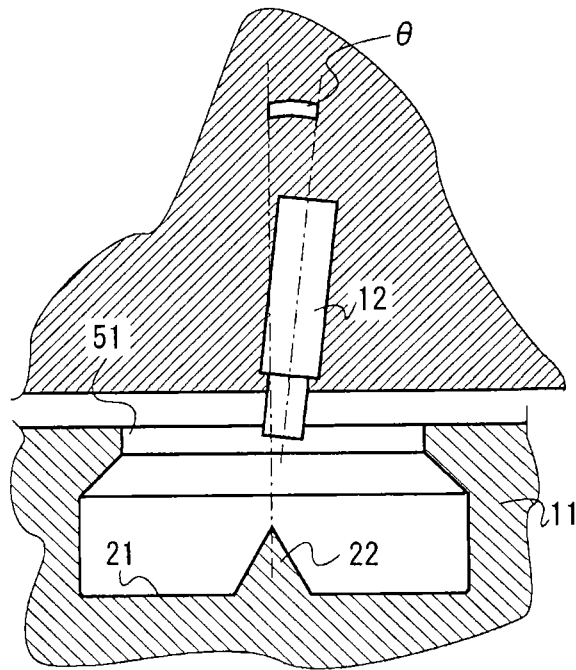




图23

(a)



(b)

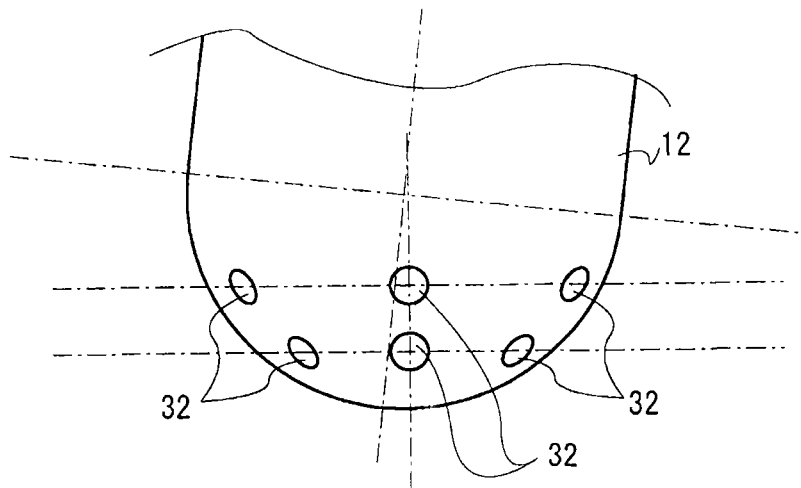


图 24

