

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610008833.8

F02M 61/16 (2006.01)

F02M 61/18 (2006.01)

F02B 17/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 3 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100376786C

[22] 申请日 1998.11.26

[21] 申请号 200610008833.8

分案原申请号 01133085.6

[30] 优先权

[32] 1997.11.26 [33] JP [31] 324450/97

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

共同专利权人 株式会社日立汽车工程

[72] 发明人 柴田兴志 生井泽保夫 关根笃

佐佐木佑一 石川亨

[56] 参考文献

DE3407545A1 1985.9.5

JP7-119584A 1995.5.9

GB2170269A 1996.7.30

JP10-176631A 1998.6.30

US4208014A 1980.6.17

US4467966A 1984.8.28

US5533482A 1996.7.9

JP8-296531A 1996.11.12

审查员 石科峰

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 任永武

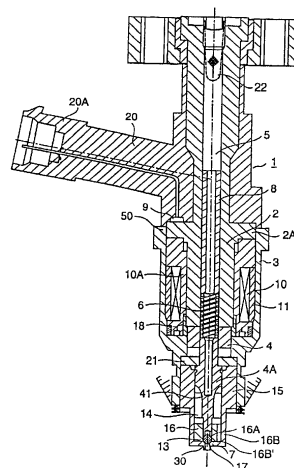
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 16 页

[54] 发明名称

喷油阀

[57] 摘要

本发明具有一用于在阀面 7 的上游侧提供给通过阀体 13 周围区域的燃油涡旋力的燃油涡旋装置 15 和喷射涡旋燃油的喷嘴 16。从喷嘴 16 的喷口 17 喷出的燃油喷雾 47 这样形成，即使燃油喷雾的方位是根据喷油阀阀体的长度方向轴线 C 偏离一确定方向，使在偏向侧上的燃油喷雾的可到达距离 L1 较大，而在与偏向侧相反的另一侧上的燃油喷雾的可到达距离 L2 较小。



1. 一种用于气缸内喷射式发动机的喷油阀，所述喷油阀包括有：一用于在倒锥形阀面上游对通过阀体周围区域的燃油作用涡旋力的燃油涡旋装置和一喷射涡旋燃油的喷嘴；其特征在于：在该喷嘴的前端突出部分的内部形成倾斜的喷口；从喷口的底部的外表面的中央形成的突出部分的高度小于形成喷口的孔的长度，以及所述突出部分的顶面提供一个倾斜面；所述突出部分在喷嘴的喷口的倾斜孔的倾斜方向的突出高度比其相反侧上的高度小。

2. 如权利要求 1 所述的喷油阀，其特征在于，在所述倒锥形阀面的终端形成成为喷口的进口。

3. 如权利要求 1 所述的喷油阀，其特征在于，所述的喷口的出口位于所述突出部分的倾斜面上。

4. 如权利要求 1 所述的喷油阀，其特征在于，所述的喷口的进口所处的面相对于阀体移动轴线即中心线倾斜。

5. 如权利要求 1 所述的喷油阀，其特征在于，喷口的底部的中央形成所述突出部分的外表面是一圆盘状平面。

喷油阀

本申请为申请号为 01133085.6，发明名称为“喷油阀”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

本发明涉及一种用于将燃油直接喷入发动机气缸中的汽油直喷式发动机的燃油喷射阀，即喷油器。

背景技术

就满足诸如大功率、高燃油效率和低污染这样的社会需求的汽油机而言，一些采用气体直喷式的喷油阀的发动机(气体直喷式汽油机)已令人关注。虽然在前些年产生了这种汽油机的基本概念，但为了使那样的发动机实现将燃油直接喷入燃烧室中还留下许多待解决的问题，例如高压喷射技术、高压密封性和耐高温性，然而由于当今的控制技术和生产工艺的进步，目前的技术水平已经能够实现批量生产，因而各汽车制造公司都进入商品生产阶段或者基于研究和开发的实验制造阶段。

汽油直喷式的喷油阀由一个具有一直接面对燃烧室(在发动机内的气缸)的喷油口的喷嘴、一个用于开启和关闭燃油通道的阀体、一个用于关闭阀体(用于吸入)的磁性线圈、一个用于关闭阀的弹簧以及一个用于构成磁路的磁轭铁芯。此外，还包括一个用于在阀面的上游提供给燃油旋涡力的涡流器(燃油涡旋装置)和一个用于调节燃油动态喷射量的弹簧调节器。

这种气体直喷式的喷油阀的一个结构特点包括：与传统的燃油喷射压力约为 0.3Mpa 的汽油直喷式的喷油阀相比较，由于喷油压力达到 3 至 10Mpa 这样大的数值以产生燃油喷射液滴的颗粒细化(以便减少蒸发时间)和高效率的燃油喷射(减少喷油时间)时，其高压密封性和油密性都得到改善，并且由于喷嘴直接暴露于燃烧气体而使耐热性和气密性也都得到改善。

在汽油直喷式的汽油机的燃烧工作过程中，从喷油阀喷射出的喷雾的特性和形状非常重要。发动机燃烧方式包括均匀燃烧和分层燃烧，这两种方式在图 8 中示出。

均匀燃烧是：在发动机循环的进气冲程中喷射燃油，而经压缩冲程直到点火和燃烧工作过程中在燃烧室中的燃油空气混合物是以一种理论空燃比($A/F=15$)均匀化，由于汽油从进气中去除了蒸发潜热因而降低进气温度，这就可以提高容积效率，并且由于燃烧气体的温度降低可以获得比传统的喷口喷射

式发动机大的功率输出。由于要求使燃油在燃烧室中完全扩散以产生燃油喷雾的均匀燃烧,宽阔而均匀的燃油喷雾(混合气体)是必需的,因而较理想是使喷射速度低到不使燃油喷雾触及气缸壁并且不能形成液体薄膜。为了考虑加速工况和高负荷工况时的发动机功率输出就要采用这种均匀燃烧方式。

分层燃烧是这样一种燃烧方式:在压缩冲程中喷射燃油,而借助于空气流动例如涡流和/或紊流和在活塞头上的空腔使可燃的混合气体集中在火花塞的周围,并有一空气层形成围绕混合气体因而获得非常稀薄的燃烧,这就可以显著地提高燃油效率。分层燃烧旨在考虑燃油效率,用在低负荷和怠速工况时。为了使燃油喷雾集中在火花塞的周围以及万一由于当背压升高时燃油喷雾的扩散变小而使燃油压力升高时喷射燃油,较理想是在分层燃烧方式时的燃油喷雾应较紧密。

为了提高气化性能(燃油颗粒细化)和涡流性能,通常具有多种不同的对喷油阀的建议。

例如,在公开号为8-296531(1996)的日本专利申请中,形状为中空气缸的涡旋装置位于阀体的下部上,以及针阀穿过内部气缸可相对于中空气缸的内表面滑动,一个其内表面渐渐变小而其底面呈球凹形的燃油喷射室是在针阀所接触的阀面的下游侧上形成,形成有一个喷口(燃油喷射口=孔)穿出燃油喷射室底面的中央,此外,喷口的方位相对于阀体(燃油喷射阀的阀体)的轴线(中心线)倾斜并且在喷口的外侧上形成有一个平面部分与喷口成直角。

在公开号为7-119584的日本专利申请中,所揭示的内容是:设置一种涡旋色彩(燃油涡旋装置)使之位于阀面上游的涡流喷嘴,在阀面的下游上形成一个倒锥形的吸入孔,在离开吸入孔的延长线上形成一喷口(燃油喷射口=孔),以及吸入孔的中心线与喷口的中心线相互成同一轴线并且它们相对于涡流喷嘴(燃油喷射阀体)的轴线倾斜。在这已有技术中,由于在垂直于涡旋流动的中心线的平面上的涡旋的旋转中心线是遵循着沿喷孔中心线的直线轨迹,即使如果喷孔形成倾斜,涡流也会到达喷孔。到目前为止,在吸入孔中的涡流损失变得较小,而具有强烈的旋转力的涡流向着喷孔运动,由此可促进燃油的颗粒细化,以及由于喷雾角度的增大而使在燃烧室内的喷雾扩散变大,所有这些最终导致燃油燃烧效率的提高。

如果是气缸内喷射式发动机,上述的已有技术的喷油阀通常是设置在气缸的上部,借助于这样的布置,燃油喷射口从喷油阀阀体的长度方向轴线向活塞头的凹腔(在与火花塞相对的位置上)转移,并且在分层燃烧方式时燃油朝着该凹腔偏向喷射,然后借助于凹腔形状燃油喷雾的方向转向火花塞侧。

在公开号为5-33739(1993)的日本专利申请中,所揭示的内容是:在喷嘴

和盖之间形成一空气室，来自该空气室的辅助空气通过单个的空气喷孔按切线方向喷出进入涡流室，当迫使来自喷孔的喷射燃油形成涡流时燃油直接从喷孔喷入发动机气缸中。

在公开号为 6-221249(1994)的日本专利申请中，使得设置在单个燃烧室中的一对喷油器之一的喷射角度比那两个喷油器中另一个的喷射角度大，以及具有较小喷射角度的喷油器比具有较大喷射角度的喷油器更靠近火花塞许多地设置，而具有较小喷射角度的喷油器用于轻负荷工况，具有较大喷射角度的喷油器用于高负荷工况。

在上述分层燃烧方式中，重要的是使燃油喷雾集中在火花塞的周围，而在均匀燃烧方式中，重要的是将燃油均匀并完全喷入气缸内，而且较理想是使在均匀燃烧和分层燃烧中喷射的燃油薄雾的颗粒尺寸都较小以减少蒸发时间。此外，要求减少喷射燃油量的分散性。

在将燃油直接喷入气缸(燃烧室)的内燃机中，在点火准时由喷油阀喷射的燃油喷雾的方向、形状、流量以及流速(燃油喷雾可到达的距离)将极大地影响燃烧室中混合空气的集中分布，并最终影响发动机性能。

根据上述考虑，在气缸内喷射式发动机燃烧中，要求形成这些特点：从喷油阀喷射的燃油喷雾的方向、形状、流量以及流速分布要响应于上述要求。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种用于气缸内喷射式发动机的喷油阀，采用这样的单个喷油阀可分别用于分层燃烧方式和均匀燃烧方式而都可获得最佳化的燃油喷射方式，它可提高汽油里程和发动机输出功率并在宽广的发动机转速范围内都可产生稳定的发动机性能。

为了解决上述问题在此提出的发明的技术方案如下：

本发明的一种用于气缸内喷射式发动机的喷油阀，所述喷油阀具有一用于在阀面上游对通过阀体周围区域的燃油作用涡旋力的燃油涡旋装置和一喷射涡旋燃油的喷嘴；该喷嘴的具有喷口的底部的外表面的中央形成有突出部分；所述喷口相对于喷油阀阀体的长度方向轴线倾斜，其出口是在所述突出部分上形成，所述的突出部分构成喷口出口的边缘部分的壁部，该突出部分的高度小于形成喷口的孔的长度；所述突出部分的顶面提供这样一个倾斜面，即从阀面看喷口的出口时喷口的偏向侧较低，而其非偏向侧较高；其特点是：所述的突出部分是由一其表面垂直于所述突出部分的中心线且大于半圆周的圆弧所围绕的轮廓线和连接其两端的弦组成；使所述突出部分的顶面成为一倾斜面，从而使所述突出部分在所述弦侧的高度比在与所述突出部分在所述弦侧的相反侧上的高度高；所述喷口这样构成：可使喷口进口侧相对于突出部分的中心线

朝所述弦侧偏向, 以及使喷口出口朝所述弦侧的相反侧偏向。

根据上述结构, 即使喷油阀 1 以喷油阀阀体的长度方向轴线 C 与气缸的长度方向轴线 A 相交(这个相交包括三维或者二维的几何形状)这样一个角度安装在如图 6A 所述的气缸 40 的上部, 换句话说, 即使喷油阀 1 是以相对于与气缸长度方向轴线 A 垂直的平面 B 成一角度安装, 也可使直接喷入气缸的燃油喷雾相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 偏向火花塞 41。除了如上所述喷雾偏向火花塞之外, 还可使偏向火花塞的燃油喷雾的可到达距离 L1 较长而使在该偏向的喷雾的相对侧上的喷雾的可到达距离 L2 较短。

根据这样一种偏向的燃油喷雾, 在分层燃烧方式时采用这样的角度燃油喷雾是直接集中在火花塞的周围。由于在分层燃烧方式时燃油喷射是在发动机燃烧室(在气缸内)压力升得较高的压缩冲程中完成的, 燃油喷雾的扩散趋势就较小。虽然对于建立用于形成混合气的紧凑区域来说这种燃油喷雾较小扩散的趋势是不可避免的, 但如果燃油喷雾的扩散变得太小, 则不可能获得一个理想的形成混合气的具有良好状态的区域。由于在本发明中可以扩展燃油喷射区域并可与喷雾向火花塞方向偏向成比例地扩大喷雾角度, 就可避免燃油喷雾的扩散变得比所要求的小, 就可获得一个紧凑的燃油喷雾以使燃油喷雾适当地集中在火花塞的周围。虽然在均匀燃烧方式时燃油喷射在进气冲程中完成, 如果气缸的内部压力较低并可获得扩散的燃油喷雾, 但可以与喷雾向火花塞方向偏向成比例地使燃油喷雾区域(燃油喷雾角度)扩展得比此时前的都大, 并可提高燃油在气缸内的均匀性。

即使如果由于发动机安装角度仅由喷油阀 1 的发动机安装角度 β_2 (如图 7 所示, β_2 是在与气缸长度方向轴线 A 垂直的平面 B 和喷油阀阀体的中心线 C 之间形成的一个角度)所限定而不可能实现所要求的喷雾方向的角度 β_1 (如图 7 所示, β_1 是在垂直于气缸的长度方向轴线 A 的平面 B 和燃油喷雾中心线 D 之间所形成的一个角度), 但由于燃油喷雾相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 朝着火花塞偏移, 采用喷雾偏向角度 β_3 和喷油阀安装角度 β_2 便可获得所要求的喷雾方向角度 β_2 。

除了喷雾朝火花塞偏向外, 如果使朝火花塞偏向的喷雾可到达的距离 L1 较长而使在与该偏向的喷雾相对侧上的喷雾可到达的距离 L2 较短, 则相应于较长可到达距离 L1 的喷雾达到较快的速度分量以产生较理想的点火性能, 而相应于较短的可到达距离 L2 的喷雾由于喷雾的较小范围获得较低的速度分量而有助于阻止喷雾到达活塞头上, 以消除未燃烧的燃料并减少积炭和黑烟排放。

根据上述运行状况, 可实现分层燃烧所需要的非常稀薄的燃烧, 并且可实

现为均匀燃烧所要求的输出功率的提高和黑烟排放的减少。

如果所要求的喷油阀喷雾方向与其安装角度相互匹配，则不要求喷雾偏向，而在这种情况下，不使喷嘴的喷口偏向但可允许调节被喷射的燃油喷雾以使围绕火花塞的喷雾可到达距离较长而使在与该偏向喷雾相对侧上的喷雾的可到达距离较短。

此外，关于适合气缸内喷射式汽油机的一些喷油阀的较佳实施例，现参照附图具体说明如下。

附图说明

图 1 是示出本发明喷油阀的一个实施例的垂直剖视图；

图 2 是示出图 1 中喷油阀的喷嘴部分周围区域的说明图；

图 3A 是示出用于上述喷油阀的喷嘴的单个阀体的垂直剖视图；

图 3B 是图 3A 的阀体的俯视图；

图 4 是图 3A 中重要部分的放大剖视图；

图 5 是在图 2 的 X-X' 剖切线位置所视的投影视图；

图 6A 是示出将本发明的喷油阀用在气缸内喷射式汽油机上的一个例子的说明图；

图 6B 是示出该喷油阀喷嘴的周围区域的视图；

图 7 是显示燃油喷雾的目标喷射方向与用于上述喷射系统的喷油阀安装角度之间关系的说明图；

图 8 是分层燃烧方式和均匀燃烧方式的说明图；

图 9 是表示从阀面至喷油口的距离 y 和从阀面至阀体顶部的距离 z 的说明图；

图 10 是示出上述喷嘴另一个例子的部分剖视图；

图 11 是示出上述喷嘴的另一个例子的部分剖视图；

图 12 是示出上述喷嘴的另一个例子的部分剖视图；

图 13 是示出上述喷嘴的另一个例子的部分剖视图；

图 14 是示出另一个例子的喷嘴喷雾状态的说明图；

图 15 是示出另一个例子的气缸内喷射式汽油机的说明图；

图 16 是示出喷油阀的另一例子的垂直剖视图；

图 17A 是示出用于上述图 16 所示的喷油阀的喷嘴单个阀体的垂直剖视图；

图 17B 是放大的剖视图；

图 18 是示出在本发明带有涡流的喷嘴中燃油流动情况的说明图；

图 19 是示出在已有技术的带有涡流的喷嘴中燃油流动情况的说明图。

具体实施方式

下面将参照这些附图具体说明本发明的一些较佳实施例。

有关本发明第一实施例，图1是用于气缸内(喷射)式发动机(汽油机)的喷油阀的垂直剖视图，图2是示出燃油喷雾喷射状态的说明图，为图1中的喷嘴部分放大视图，图3A是用于图1所示的喷油阀的喷嘴体的垂直剖视图，图3B是喷嘴体的俯视图，图4示出阀面部分和图3A中所示的喷油口附近区域的部分放大视图，图5是设置在喷嘴体内的涡流孔的从图2的X-X'线位置所视的水平剖视图。

图1中所示的喷油阀1采用一个用作驱动装置的磁性线圈的喷油阀例子。作为用于驱动装置的磁性环路零部件，设置有固定芯子2、磁轭(壳体)3和可运动芯子(柱塞)4。

固定芯子2是一个细长的空心圆柱体并在其轴线方向上具有一个突缘2A，在突缘2A之下的下半部插入在轭3内。突缘2A与在轭3上部上的开口结合，通过对在轭3上部上的开口的边缘部分加压并产生塑性流动(如标号50所示)，固定芯子2和轭3塑性粘结。这个粘结通过施加紧固力可予以实现。磁性线圈10的一个终端8设置在突缘2A上。

在固定芯子2内，形成有一个在轴线方向贯穿固定芯子2的燃油通路5，可运动芯子4的返回弹簧6嵌设在燃油通路5的一端(与燃油流入部分相对的端部)上，返回弹簧在阀闭合方向(朝着阀面7)对可运动芯子4施力。在固定芯子2内，设置一用于调节返回弹簧6的弹力的空心弹簧调节器8，而该调节器8的内部构成燃油通路5的一部分。

磁性线圈10被注塑树脂覆盖，而固定芯子2的一部分插设并固定在磁性线圈的线轴10A内，磁性线圈10设置在圆柱体形的轭3以及固定芯子2的一部分内。注塑树脂11保护磁性线圈10并阻止电流泄漏。零件18是一个用于阻止燃油流入线圈组件的密封圈。

通过终端9将一个用于驱动磁性线圈10的电信号施加于磁性线圈10。终端9埋设在位于轭3之上的注塑树脂体内，其一端位于接头件20A上，从而构成接头的接线端。

一带有底部15(喷嘴体)的空心圆柱体形的喷嘴固定在轭3的底部。在阀面7上形成的孔17作为燃油喷口设置在喷嘴15的底部上，一个由喷嘴的内底部支承的燃油涡流件(下文中也称为涡流装置)设置在喷嘴15内。该涡流装置16位于阀面7的上游上。

一用于球阀(阀体)的导向孔(中心孔)设置在涡流装置16的中央，用于喷嘴15内燃油通路14与导向孔16A间连通的燃油通路16B和16B'是在涡流装置

16 的周边和底部上形成。

图 5 是涡流装置 16 的在其底部和从 X-X'线所视的投影视图, 涡流装置 16 是由四个围绕其周边分别以 90 度分开的圆弧 16C 以及相邻圆弧间的间隙(燃油通路)所组成, 圆弧 16C 与喷嘴的内表面接触以及间隙 16B 的开口侧被喷嘴的内表面覆盖, 从而构成燃油通路, 并且借助于具体形状使通路方向相对于涡流装置的中心偏心, 当燃油流经燃油通路 16B 和 16B'特将旋涡力作用于燃油。这样, 便将旋涡力作用于从燃油通路 16B'流出并流经阀体周围区域即阀面 7 上游的燃油。

可运动芯子 4 与在其体部带有一球阀 13 的空心柱塞杆 4A 连接。一燃油通孔 41 位于柱塞杆 4A 的侧壁上。零件 21 是一个用于限制可运动芯子 4 在打开方向上的行程的止动件。

固定芯子 2、轭 3 和可运动芯子 4 是由磁性材料制成, 而球阀 13、止动件 21 和弹簧调节器 8 是由非磁性材料制成。

当磁性线圈处于不带电状态时, 球阀 13 受到由返回弹簧 6 施加的弹力和燃油压力而与阀面接触, 从而保持阀打开状态。

当将电信号施加给磁性线圈 10 而使磁性线圈处于带电状态时, 固定芯子 2、轭 3 和可运动芯子 4 便构成一磁性环路, 而可运动芯子 4 通过磁性吸附在固定芯子 2 上。球阀 13 以及可运动芯子 4 也被引导向涡流装置 16 的内表面运动从而离开阀面 7, 而开始进入阀打开状态。

在阀打开状态时, 燃油流经泵油装置例如燃油泵、燃油压力调节器以及蓄油器然后流经各设置在固定芯子 2 内的燃油通路 5、过滤器 22 和可运动芯子 4 的内部以及通过内部通路、燃油通孔 41、在喷嘴 14 上的通路(阀体)15, 在由涡流装置提供旋涡力并在具有阀面 7 的锥形孔上形成涡流的同时通过孔 17 燃油喷入发动机气缸内部。

现参照图 2 至 4 来具体说明喷嘴的结构。

在具有一底部并形成空心圆柱体的喷嘴 15 的底壁 15A 的中央部分上形成用作燃油喷口 17 的孔以及在喷口 17 的进口 17A 上朝上游增大直径的直径增大的孔 31, 孔 31 接受球阀 13 的一部分并具有阀面 7。虽然在本例中该直径增大的孔 31 的结构呈一倒锥形, 但允许将它的形状部分制作成弯曲表面。

构成喷口 17 的孔相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 倾斜, 其倾斜角(偏向角) α 确定为相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 成 5 度和 10 度之间。

由于使喷口 17 具有一偏向角 α , 从喷油阀 1(换句话说, 燃油喷雾的中心线)喷出的燃油喷雾 47 就相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 的一定方向(喷口 17 根据从阀面 7 向它观察的角度所偏的方向)偏斜。

如下所述,喷嘴 15 的喷口 17 的出口的边缘部分是由一个小的高出部分 30(在此实施例中以后描述)形成,而出口的突出部分 30 和喷口的出口 17B 提供一个相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 倾斜(不垂直)的表面。在此实施例中,如图 4 所示,关于出口的突出部分 30,从喷口的出口 17B 的表面朝喷射方向向外扩展的倾斜面 30'' 形成一个上游侧的倾斜面,而从喷口的出口 17B 朝与喷射方向相反的方向向后扩展的倾斜面 30' 形成一个下游侧的倾斜面。由于将喷口 17 的出口切割成倾斜面,喷口 17 的长度至少变成轴向不对称。在此实施例中,由于喷口的出口 17B 的倾斜面与喷口的中心线 E 之间构成的角度成 90 度,喷口的出口 17B 的形状是完整的圆形,并且出口 17B 的边缘角度是轴向对称的。如果喷口的出口 17B 的倾斜面和喷口的中心线 E 之间所构成的角度不垂直(不等于 90 度),则出口 17B 的形状和其边缘角度轴向不对称,因此,通过改变出口 17B 的倾斜面角度可获得所要求的喷口的出口形状。

至此,由于将喷口的出口 17B 切割成倾斜面,就可获得这样一种喷雾型式:涡旋的燃油喷雾变成一个倒锥体形状,如图 2 所示,喷雾的可到达距离 L1 和对出口突出部分 30 的下游侧倾斜面 30' 的喷雾量较大,对上游侧倾斜面 30'' 的喷雾可到达的距离 L2 较短,即 $L1 > L2$ 。已经证明相应于 L1 的燃油喷雾的数量和分布较大,而相应于 L2 的燃油喷雾的数量和分布较小。

上述情况的原因之一如下所述。如图 4 所示,由于使喷口 17 的出口 17B 的切割面和成形的出口边缘表面 30 成倾斜面,喷口 17 的长度轴向不对称,因而,就喷口 17 的孔长度 l 而言,对于出口 17B 的边缘部分的上游侧倾斜面 30'' 的孔壁面长度 l_2 与对于下游侧倾斜面 30' 的孔壁面长度具有 $l_2 > l_1$ 的关系,而就从阀体 31 的阀面 7 的接触位置至喷口的出口 17B 的通路长度 M 而言,相应于出口 17B 的边缘部分的上游侧倾斜面 30'' 的长度 M2 和相对于出口 17B 的边缘部分的下游侧倾斜面 30' 的长度 M1 具有 $M2 > M1$ 的关系,因而,由于涡旋的流动的通路长度对于各个位置是变化的,由通路壁产生的影响例如压力损失的不同便发生了。在这种情况下,对于通路长度 M(M2) 较长一侧的压力损失就较大而在 M2 侧的喷雾的可到达距离(喷雾的可到达距离 L2)(即喷雾贯穿距离和流速)也就较小,而相反,相对于通路长度 M(M1) 较短的一侧的压力损失就较小而在 M 侧的喷雾可到达的距离(喷雾的可到达距离 L1)就较长。除了喷雾的可到达距离(喷雾速度)之外,还可使燃油喷雾的流量分布具有方向依赖性(即可形成这样一种流量分布:在 M1 侧的燃油喷雾量大于在 M2 侧的燃油喷雾量)。有关提供给喷雾可到达距离(流速分布)和喷雾流量分布的方向依赖性的其它因素,可建议的包括:相应于出口的边缘部分的倾斜面的斜度调节喷雾出口的形状,以及考虑在喷口上形成的倾斜角度调节喷口的边缘角度和进口 17A 的形状

在这种喷油阀中,从喷嘴 15 的喷口喷出的燃油喷雾 47 可在相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 的一个确定方向上偏斜,而喷雾形状这样形成,即可以使在偏向侧的喷雾可到达的距离 L1 较大而偏向侧相对的另一侧上的燃油喷雾的可到达的距离较短。

在此实施例中上述的出口边缘部分如下所述那样形成。

在具有喷口 17 的喷嘴底部外表面的中央形成一个其高度比喷口 17 的孔长度小的突出部分 30,而喷口 17 相对于喷油阀阀体的长度方向轴线倾斜,以及其出口 17B 是在突出部分 30 上形成。采用这种结构,突出部分 30 便构成了喷口 17 的出口边缘部分的壁部。突出部分 30 的上表面(出口的边缘部分)提供这样一个斜面:从阀面 7 看喷口的出口使喷口的偏向侧低而使不偏向侧高。

下面将具体说明球阀 13、阀面的直径(阀体接触部分的直径)、阀面的角度、孔(喷口)17 和突出部分 30。例如,球阀的管直径是 2 毫米,阀面的直径(阀体接触面的直径)是 1.4 毫米,阀面的角度是 90 度,孔的直径是 0.6 至 0.9 毫米之间,孔的长度(沿着孔的中心线的长度)是孔直径的 0.3 至 1.3 倍,突出部分的直径是 2 至 3 毫米,在孔的出口的边缘部分上向上倾斜壁部的高度 H2 是 0.43 至 0.8 毫米,而向下倾斜壁部的高度 H1 是 0.1 至 0.46 毫米。斜面倾斜角 γ 为 5 度至 10 度(在此例中是 8.5 度)。

如示出喷嘴体的底面的图 3B 所示,在此实施例中突出部分 30 是由一圆弧围绕的轮廓线构成,其表面垂直于突出部分的中心线并大于半圆周,而由一弦连接于它的两端之间。使突出部分 30 在弦侧的高度较高,而在与该弦侧的相对侧上的高度较低,因而使突出部分的上表面成为一斜面。使喷口 17 这样倾斜:可使喷口的进口侧相对于突出部分的中心线朝弦侧偏向,而使喷口的出口 17B 侧朝着与弦侧相对侧偏向。

如上所述,由于突出部分 30 的轮廓线是由圆弧和弦组成,以及使喷口 17 的斜度和突出部分上表面的斜面与该圆弧和弦匹配,就可以通过考虑圆弧和弦来实现喷油阀的燃油喷雾的偏向。

如图 2 和 4 所示,虽然喷口 17(喷口的中心线 E)是这样形成:相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 倾斜,使喷油阀阀体的长度方向轴线 C 与中心线 E 的交点 G 位于形成喷口 17 的孔的内部。

以使交点 G 位于喷口 17 的内部的方式(如图 4 所示),就使燃油喷口 17 的进口 17A 的边缘角度相对于阀面 7 直径的中心线(阀面直径的中心线与喷油阀阀体的长度轴线方向中心线 C 相匹配)变得轴向不对称。可设想到喷口的进口 17A 的轴向不对称将影响燃油喷雾状态。

进一步限定如下特点：当阀打开时接触阀面 7 的阀体 13 的形状制作成球形，而阀体 13 的球顶是位于喷口的进口 17A 之下并当阀关闭时进入喷口 17 的内部。还可允许当阀关闭时使阀顶位于喷口的进口 17A 的同样高度上。

采用上述结构，可以理解到：当阀打开时在阀体 13 的上表面与喷口的进口 17A 之间的死区（自由空间）可以得到减小，并可以在使涡旋的燃油的涡旋力的衰减保存尽可能小的情况下喷射燃油。由于增大了对燃油喷雾的涡旋力，因此可使燃油喷雾的形状形成一个锥体形，就可提供一个具有较大的涡旋能量的高密度外侧区域和一个具有较小涡旋能量的低密度的内侧区域，进而可认识到：采用如上所述的这样一种喷雾形状，可以有效地利用涡旋能量并可实现燃油喷雾的颗粒细化。通过阀关闭时使残留燃油趋于黏附的死区尽可能得到减小，就可达到阻止残留燃油的留存的目的，因而提高了燃料空气比的精度。

试验结果证明：满足下列关系式就可获得由死区减小以及涡旋能量增大所提供的效果，而无需使球阀顶面与喷油口的进口 17A 位于同一高度上或者进入喷油口内。

如图 9 所示，假设当阀关闭时与阀面接触的阀体 13 的顶部面对喷口 17 在阀面上游的进口 17A，而将从阀 13 接触阀面 7 的位置至喷口的进口 17A 的距离定义为 y ，以及将从阀 13 接触阀面 7 的位置至阀体顶部的距离定义为 z ，则所要求的条件是 $y < 2z$ 。

假设将喷口 17 的长度定义为 l （该长度 l 是孔在喷口中心线上的长度）以及将喷口的直径定义为 d ，则要确定这些参数满足关系式： $0.3 < l/d < 1.3$ 。将 l/d 的下限确定为 0.3 的理由是对于小于这个下限的值不可能获得所要求的燃油喷雾的偏向角度，而对于大于 1.3 的值喷雾压力损失和喷雾燃烧的颗粒尺寸较大，因而不可能实现所要求的颗粒尺寸（100 微米）。

如图 5 中箭头所示，在本实施例中燃油的涡旋方向为从阀面下游侧看时是逆时针方向，而从阀面的上游侧看时是顺时针方向。其理由是：经验表明如果不使燃油按此方向涡旋而是采用与此方向的相反方向涡旋就不能获得较理想的偏向喷雾，在此例中，倾斜表面设置在喷口 17 的出口 17B 和突出部分 30 的上表面上，喷口 17 具有可使喷口 17 的进口 17A 相对于阀面的中心线 C 朝着出口的边缘部分的倾斜面上游侧 30'' 偏向这样的斜度以及可使出口 17B 朝着出口边缘部分的倾斜面下游侧 30' 偏向。

如前所述，形状为一个具有底部的空心圆柱体的喷嘴包括一个用作涡旋装置 16 的薄块，如图 2 所示，而该薄块 16 具有一个在其中央上的用于球阀（阀体）13 的导向孔 16A、在其外表面上的偏心燃油通路 16B 和 16B' 以及底面。喷嘴内表面的直径在从与喷嘴的内底面 15B 相交的角部 15C 至在薄块 16 高度中

点上与薄块轴向的垂直面 Q 相交的内周边位置 15D 的区域上是扩大的,而在内部周边直径扩大区域 15F 上在位于接受薄块的喷嘴内底面 15B 之下与喷嘴 15 内底面相交的角部 15C 上形成一个凹陷 60。

根据上述结构,薄块 16 设置的喷嘴内表面部位是由具有不同内径的内表面组成,而内径较小的内表面 15G 是位于内径较大的内表面 15F 的上游并接触在薄块 16 的外表面上的无燃油通路表面(如图 5 中所示的圆弧表面 16C)。另一方面,内径较大的内表面 15F 是在从与喷嘴的内底面相交的角部 15C 至在薄块高度中点上与薄块轴向垂直表面 Q 相交的内表面位置的区域上形成。角部 15C 所处的凹陷 60 是通过在内表面的边缘部分形成的锥体 61 与内径较大的内表面 15D 之间相交而形成的。在具有不同内径的内表面 15G 和 15F 之间的边界区域 15D 形成锥体形。在本实施例中,作为一个例子,如图 3A 中所示,将喷嘴的内径较小的内表面 15G 的内径 DS 确定为 9.5 毫米,将喷嘴的内径较大的内表面 15F 的内径 DL 确定为 6.2 毫米,将内径不同的边界部位 15D 的锥角 T_{e1} 确定为相对于喷嘴内表面成 30 度,而形成凹陷 60 的锥角 T_{e2} 确定为相对于喷嘴内表面成 60 度,将相对于喷嘴内表面的深度 HD 确定为 0.26 毫米,而将扩大的内表面 15F 的通路宽度 W 确定为 3 毫米。涡旋装置 16 的燃油通路 16B' 的通路宽度为 0.4 毫米而通路高度为 0.19 毫米。

由于形成其内径扩大的内表面部分(内表面通路)15F 以及形成在凹陷 16 上的角部 15C,就可以获得下面的工况和效果。

在已有技术的情况时,如图 19 所示由于没有这样具有扩大直径的内表面 15F,涡旋装置的燃油通路的形状为简单的弯角,而强烈的燃油脱离发生在这种通路结构的角上,这将使在燃油通路内的压力损失增大。相反,在本实施例的装置中,如图 18 所示,扩大的内表面 15F 有利于燃油通路在角 15C 附近的延伸因而有利于流速的降低,从而减小由于燃油脱离产生的压力损失。应注意的是,由于在燃油通过角部 14C 后燃油通路变窄,流速又提高。借助于在喷嘴的扩大的内表面 15F 的进口和出口上形成锥体形 15D 和 61,就可以最大可能地减小在燃油通路中的扩散损失和收敛损失的发生。

这样,采用上述喷嘴内表面结构,就可有利于燃油喷雾的涡旋能量的增大而最终获得燃油的颗粒细化。

由于将喷嘴的底部的外表面抛光并形成与喷油阀阀体长度方向轴线 C 不垂直的表面,因此可认为能够阻止烟炭和燃油黏附在该内表面上。

图 6 和 7 是示出将本发明的喷油阀用于气缸内喷射式汽油机的燃烧系统的一个例子的说明图,它们是以气缸的部分剖视图表示。

在图 6A 中,零部件 40 是气缸,零部件 41 是火花塞,零部件 42 是活塞,

零部件 43 是一进气道，零部件 44 是一个排气道，零部件 45 是一进气阀，以及零部件 46 是一排气阀。

通常是将火花塞 41 与气缸长度方向轴线对准地安装在气缸 40 上部(气缸盖)的中央上，而将进气阀 45 和排气阀 46 分别设置在长度方向轴线的两侧。

喷油阀 1 围绕气缸的边缘部分在进气阀 45 附近安装在气缸的上部上，其安装角度是与垂直于气缸长度方向轴线 A 的平面 B 倾斜。这样，喷油阀 1 是以喷油阀阀体的长度方向轴线与气缸的长度方向轴线 A 斜交的一个角度安装。

关于喷油阀 1 连同喷口 17 在气缸内的安装布置情况(朝喷射方向看)，使偏向侧(例如，位于图 2 图面的右侧上的喷口 17 的侧壁 30a)面对火花塞 41(向上)，而使非偏向侧(例如，位于图 2 图面左侧上的喷口 17 的侧壁 30b)面对火花塞的相反侧(向下)。

由于上述的喷油阀的安装布置，喷油阀的方位这样确定：由于采用上述的喷口倾斜角 α ，面对气缸 40 内部的喷口 17 具有一个相对于喷油阀阀体长度方向轴线 C 朝火花塞侧偏向的倾斜角 α 。通过使喷口 17 具有偏向角 α ，从喷油阀 1 喷出的燃油喷雾 47(换句话说，燃油喷雾的中心线 D)便相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 朝火花塞 41 偏向。燃油喷雾中心线 D 和喷口的长度方向轴线 E 各自的偏向角几乎是相互一致的，都在 5 度和 10 度之间。

将喷口 17 相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 的偏向角 α 确定为在 5 度和 10 度之间的理由是：如果该角度小于 5 度则由于对喷油阀 1 的发动机安装角度的限制而不能获得为喷雾方向(偏向喷雾的角度 β_3)所要求的角度 β_1 ，而如果该角度大于 10 度，则由于在喷油阀中的燃油通路损失(压力损失)变大而难于达到所要求的燃油喷雾可到达的距离。

根据此实施例，由于使燃油喷口 17 朝火花塞 41 偏向，喷出的燃油喷雾 47 便可相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 朝火花塞 41 偏向角度 β_3 ，如图 7 所示。该角度 β_3 是一个在喷油阀阀体的长度方向轴线 C 和燃油喷雾 47 的中心线 D 之间形成的角度。

在图 7 中的参数 β_1 一个为目标喷射方向所要求的角度并作为在垂直于气缸长度方向轴线 A 的表面 B 和燃油喷雾中心线 D 之间形成的角度。所要求的喷射方向角度 β_1 是由发动机的形状和尺寸所确定，并非必需是一个不变的值。参数 β_2 是一个喷油阀 1 在发动机上的安装角，并作为在上述参考表面 B 和喷油阀阀体的长度方向轴线 C 之间形成的角度。

如果所要求的目标喷射方向的角度 β_1 与喷油阀 1 的安装角度 β_2 之间存在差值，可通过将燃油喷雾的偏向角 β_3 限定满足关系式 $\beta_3=\beta_2-\beta_1$ 而获得 β_1 。

根据本实施例的喷油阀 1，燃油喷雾 47 的形状形成一个锥体形，如燃油

喷雾 47 这样的喷雾形状可获得的结果是相对于喷雾中心线 D 的轴向不对称性,朝火花塞 41 偏向的喷雾可到达距离(喷雾穿透) L_1 较大,而与该偏向侧的相对侧(活塞 42 的凹腔 42a 侧)上的喷雾的可到达距离 L_2 较小。

由于使燃油喷雾朝火花塞偏向,在分层燃烧方式时使燃油喷雾直接围绕火花塞 41 集中的程度就提高。尤其如图 6A 所示,关于处于喷油阀 1 的喷口的一定位置上、垂直于火花塞的长度方向轴线(火花塞长度方向轴线与气缸长度方向轴线是一致的)的垂直表面 B,通过将从喷油阀 1 在火花塞侧上喷出的燃油喷雾 47 的燃油喷雾部分 47' 的方向调节成朝火花塞 41 而不是垂直表面 B 的方位,就可将在火花塞侧喷出的燃油喷雾 47 直接引向火花塞 41,就促进在火花塞 41 周围形成强烈的气体混合物,因而可获得混合气体的良好点火性能,同时获得极好的汽油里程数。

由于当在发动机燃烧室(在气缸内)中的压力较高时,在分层燃烧方式时的燃油喷射是在压缩冲程中完成的,燃油喷雾的扩散趋向于较小。然而,在此实施例中,对于燃油喷雾 47 的喷射方向,可使燃油喷雾区域和喷射角度 θ 逐渐扩展以使喷射方向朝火花塞 41 偏向,因而,可避免燃油喷雾扩散的过多减小,从而获得可使燃油喷雾适度集中在火花塞的周围的紧密的喷雾。喷射角度 θ 是一个在沿中心线 D 剖切燃油喷雾 47 得到的横截面上的燃油喷雾扩散角。虽然在均匀燃烧方式压力较低时燃油喷射是在进气冲程中完成,但可理解到可以使燃油喷雾区域(燃油喷射角)扩展得比喷射方向朝火花塞的任何偏向都大,因而可以提高在气缸内扩散的燃油的均匀性。

除了上述喷雾朝火花塞偏向之外,由于使朝火花塞偏向的喷雾的可到达距离 L_1 较大而使在与偏向喷雾相对侧的喷雾的可到达距离 L_2 较小,如图 6A 中所示,较大的可到达距离 L_1 有利于获得提供良好点火性能的较高的速度分量,而较小的可到达距离 L_2 由于到活塞凹腔 42a 的长度较短便可阻止燃油喷雾黏附在活塞头上,因而有利于获得较低的速度分量以抑制未燃成份以及减少黑烟排放。

由于难于直接测定在气缸(燃烧室)中的燃油喷雾结构,因为燃烧循环使燃烧室中压力变化很大,设置提供了各种各样的燃油喷雾型式并在大气压力下测定喷油阀的这些喷雾型式,然后安装喷油阀和进行燃烧试验。在试验中,如果燃烧压力在 5 兆帕至 9 兆帕之间,朝火花塞的喷射偏向角(相对于喷油阀阀体的中心线 C 的偏向角)在 5 度至 10 度之间,在偏向侧的喷雾的可到达距离 L_1 与在与偏向侧相对的另一侧上的喷雾的可到达距离 L_2 之比,即 L_1/L_2 为 1.1 至 1.4 之间,以及燃油喷射角在 70 度至 90 度之间(85 度为最佳值)(对应于权利要求 2),则可使分层燃烧方式和均匀燃烧方式获得较高的性能稳定性,而在

分层燃烧方式时处于怠速(550 转/分)时,对于无喷射偏向而其平均空气燃油比 $A/F=40$ 的情况则不能形成燃烧,而对于有燃油偏向其平均空气燃油比 $A/F=40$ 的情况则可发生燃烧, C_{pi} (燃烧压力偏差率) $< 5\%$ 和烟度(波许 BSU) < 0.3 的所要求的条件可以同时达到。在分层燃烧方式时的平均空燃比 A/F 是一个集中在火花塞附近的气体混合层 α 的空燃比 A/F 和其周围的空气层的空燃比 A/F_b 的平均值,而在本实施例中,在混合气体层的空燃比 A/F_a 为 15 和空气层的空燃比 A/F 为 50 的超稀薄的空燃比 A/F 的条件下(即为平均 $A/\bar{F}$ 为 40)便可实现良好状态的燃烧。

在均匀燃烧方式中,与传统的装置相比其烟度排放可降低 $1/2$ 至 $1/4$,而可保持功率输出性能的提高。

这样,其结果是与已有技术相比较可获得发动机在其较宽转速范围内的稳定性能。

如果燃油喷射不需偏向而喷油阀所要求的喷射方向与其安装角度就相互匹配,则就不需要燃油偏向,而仅要求对燃油喷雾的可到达距离间即 $L1$ 和 $L2$ 间的关系进行调整($L1 > L2$)。即在这种情况下,由于所要求的喷射方向的角度 β_1 和喷油阀安装角度 β_2 间具有 $\beta_1=\beta_2$ 的关系,在不对燃油喷雾进行偏向调节的情况下即可将燃油喷雾型式确定为可使朝火花塞的形状为锥体形的喷雾的可到达距离 $L1$ 较大而在与火花塞相反的一侧上的喷雾的可到达距离 $L2$ 较小。

图 10 示出喷油阀的喷嘴的另一个实施例。

在此例中,喷嘴 15 的喷口 17 的出口 17B 的平面相对于与喷口中心线 E 垂直的垂直平面倾斜。例如,在喷口的出口 17B 表面与垂直表面 R 之间形成的角度为 1.5 度(即在喷口的中心线 E 与喷口的出口 17B 的表面之间形成的角度例如是 88.5 度,从而该角度确定为比喷口中心线 E 与垂直表面 R 之间的角度小 1.5 度)。如果在喷口的长度方向轴线 E 与喷油阀阀体的长度方向轴线 C 之间所形成的角度 a 确定为 8.5 度,则在喷口的出口的平面 17B 与喷油阀阀体的长度方向轴线 C 的垂直表面之间所形成的角度 γ 为 10 度。

在上游倾斜侧 $30''$ 上的突出部分 30 的高度为 0.43 毫米,而在下游倾斜侧 $30'$ 上的高度为 0.1 毫米。

根据本实施例,可增大喷口 17 的通路长度 $M1$ 和 $M2$ 之间的差值($M2 > M1$)并可使喷口 17 的出口的任意椭圆形形状和出口的边缘角度在轴向上不对称,而由于这样的几何特点可提供喷雾的可到达距离 $L1$ 和 $L2$ 之差($L1 > L2$)。这意味着涡旋流动的通路长度 M 在喷口的周向上是不同的,对于不同壁面就产生压力差,因而对于通路长度 $M2$ 较长的喷雾流速就较低而对于通路长度 $M1$ 较短

的喷雾流速较高。由于使喷口的出口表面 17B 的倾斜角较大使这个特性得到增强。喷口的出口表面 17B 相对于喷口的中心线 E 的垂直表面 R 的倾斜角形成越大, 对于较短通路长度 M1 所获得的数量分布以及流速(喷雾的可到达的距离)就越高。即由于最好地利用了在通路长度 M 的不同, 使喷雾速度分布和喷雾数量分布具有方向性, 并且利用此特点可使形状、流量和流速分布改变。

虽然在图 11 所示例子(类似于图 10 所示例)中喷嘴 15 的喷口 17 的出口 17B 表面是相对于喷口中心线 E 的垂直平面 R 是倾斜的, 但喷口 17 的长度方向轴线 E 相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 并不倾斜。

同样在此例中, 可增大喷口 17 的通路长度 M1 和 M2 之差($M2 > M1$)并改变喷口 17 的出口形状, 可使出口的边缘角度轴向不对称, 并且由于这样的几何特点而可提供燃油喷雾的可到达距离 L1 和 L2 之差($L1 > L2$)。然而, 由于这不是喷雾偏向的情形时, 对于这种情形较理想是可仅仅通过喷油阀 1 的安装角度来提供所要求的喷射方向的角度。

在图 12 所示的例子中, 其中喷嘴具有用作类似于上述各实施例所示的喷口 17 的孔, 和一个倒锥体形状的孔(燃油涡旋空间)13, 该倒锥形孔其直径从喷口 17 的进口 17A 位置朝上游增大并接受阀体(球阀)13 的一部分并且具有阀面 7, 但下面几点构成区别的几何特点。

在喷口的出口 17B 的平面和喷口的中心线 E 的垂直表面 R 之间角度为零, 而喷口 17 相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 不倾斜, 突出部分的用作喷口的边缘部分的上表面(喷口的出口平面)相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 和喷口 17 的中心线 E 也不是一个倾斜面而是一个垂直面。

喷口 17 相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 偏置(对应于权利要求 11)。采用这样的偏置, 喷口 17 也相对于倒锥体形状的孔 31 的中心线和球阀 13 的长度方向轴线偏置。

采用这种结构, 喷口 17 的进口 17A 提供了一个从偏置侧(在图 12 中面对图面相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 的右侧)向非偏置侧(面对图面相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 的左侧)的倾斜面。

当从涡旋装置 16 的燃油通路 16B 流出的涡旋燃油在从涡旋装置 16 的燃油通路 16B' 的出口到喷口的进口 17A 的斜面顶端边缘的通路在喷油阀阀体的长度方向轴线的轴向对称的倒锥体形状的孔处涡旋时, 流速在周向上应是均匀的。在从喷口的进口 17A 的斜面顶端边缘到喷口的出口 17B 的通路 Y2 上, 由于喷口 17 相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 是偏置的, 涡旋的燃油便通过相对于喷油阀阀体的长度方向轴线 C 轴向不对称的通路。根据这样一种用于涡旋燃油的通路, 对于通路 Y2 来说, 从涡旋燃油的长度方向轴线 C 至偏置侧上燃

油通路壁的距离就长,而从涡旋燃油的长度方向轴线C至涡旋燃油非偏置侧上燃油通路壁的距离就短。然而,由于在涡旋燃油的径向相对于涡流长度方向轴线C的外侧的流速较快,就在涡旋的燃油中产生这样一种流速分布和流速差:沿着偏置侧的燃油通路壁的流速较高而沿着非偏置侧的燃油通路壁的流速较低。即,由于使涡旋的燃油通路Y2相对于涡旋的燃油的中心线C偏置,就会产生具有上述流速差的流速分布。因此,对于从喷口17喷出的涡旋的燃油喷雾(锥体形喷雾)来说,可使流速(喷雾可到达的距离)和流量是在偏置侧而不是在非偏置侧较高。

这样,通过响应于涡旋燃油的涡旋力调整偏置值以及调整喷口的合适的长度和直径就可获得所要求的喷雾形状、流速和流量分布。

图3A示出一个将图12所示的喷口偏置应用于具有偏向角度的喷口上的例子。

在喷嘴15上形成有阀面7、位于阀面下游的喷口17和位于喷口17和阀面7之间的燃油涡旋空间S(倒锥体形状的孔31)。喷口17具有一个相对于喷油阀阀体的长度方向轴线C的斜面,而燃油涡旋空间S相对于喷油阀阀体的长度方向轴线C成轴向对称,以及喷口的进口17A的中心相对于喷油阀阀体的长度方向轴线C偏置(对应于权利要求12)。在向喷口的出口17B看时喷口17的偏向是处于该偏置方向上。

在此例中,由于使燃油喷雾偏向,便可使在偏向方向上的喷雾流速(喷雾可到达的距离)比在非偏向方向上的大。

如果如上所述将喷口17偏向,则可允许喷口的进口17A的形状根据偏向的程度而改变,并且喷雾分布呈偏向,以及借助于使喷口的进口17A相对于涡旋的中心线C偏置而使这种趋势增大或者减小,就可获得所要求的喷雾形状、流速和流量分布。

图14示出一个具有上述的偏置喷口的喷油阀的改型例子,图中未表示该喷油阀1的内部结构。例如,使图2所示的涡旋装置的燃油通路16B'的出口宽度比该通路16B'本身宽,并且由这个扩大的空间提供保持燃油的空间。采用这样的结构,在喷射燃油喷雾的初始阶段停留在燃油保持件内的燃油也一起被喷射,但由于在燃油保持件内的燃油没有涡旋力,这些燃油便被形成喷雾在随后的涡旋燃油内部被喷射出去。这用于要求这样一种喷雾型式的情况,在图15中示出了采用这样一种喷雾型式的气缸内喷射式汽油机的燃烧系统。

图16是示出本发明的喷油阀另一实施例的总体结构图,图17A是示出用于该喷油阀的喷嘴总体结构的直立剖视图,以及图17B是示出喷口周围区域的部分的放大剖视图。

在此例中的喷油阀的目的也是为了形成与图 3A 中所示相类似的偏向喷雾以及可满足 $L1 > L2$ 关系的喷雾可到达的距离。下面将具体说明与在图 3A 所示的喷油阀不同的结构。

在本实施例中，如图 17A 所示，借助挤压加工在内表面上形成一个凹腔部分 31'，该凹腔的形状为倒锥体形状并在其倒锥体顶部上有一个曲面，而在凹腔部分 31' 的表面上形成阀面 7。在喷嘴 15 的体顶部的外表面的中央部分上通过挤压加工形成一个半球形的突出部分 30，而在该突出部分的厚的部分 30-1 上形成喷口 17 使它相对于喷油阀阀体的长度方向轴线(喷嘴轴线)倾斜。

还是在本实施例中，在从阀面看喷口时在偏向侧从阀体接触阀面的位置到喷口 17 的出口的距离(涡旋的燃油通路长度)可较短，而在非偏向侧上的距离可较长，并且由于使喷口 17 的进口 17A 和出口 17B 的边缘角度轴向不对称，在偏向侧上的喷雾的可到达距离可比在非偏向侧上的长，而通过任意调整喷口的偏向角度就可获得所要求的燃油喷雾的形状、流速和喷雾分布。

在本发明中，具有这样一个优点，这就是通过挤压加工和钻孔加工喷口可容易地在突出部分 30-1 内部形成燃油喷口。

根据本发明，将本发明应用于气缸内喷射式汽油机上，则采用单个喷油阀就可形成各自最适合于分层燃烧方式和均匀燃烧方式的最佳燃油喷雾型式，并且可提高汽油机的里程数和功率输出以及在较宽的发动机转速范围内可获得稳定的发动机性能。

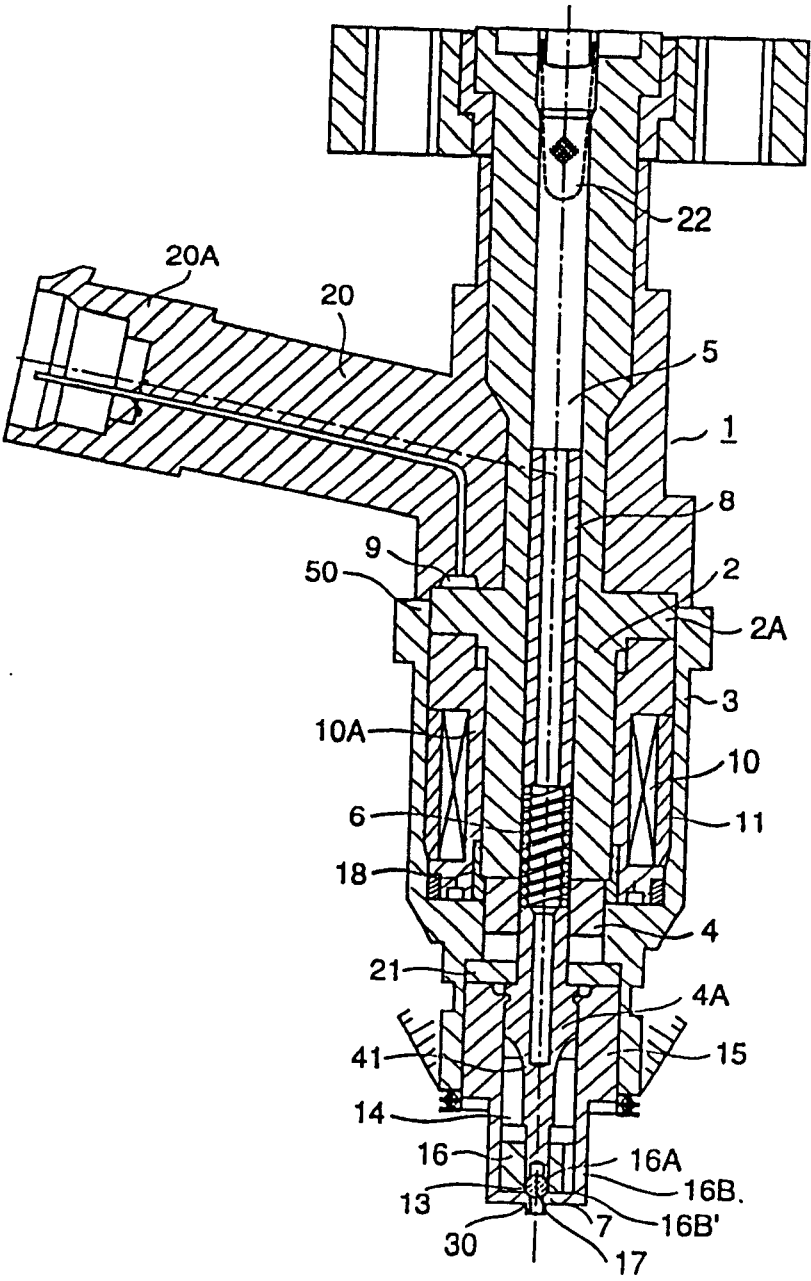


图 1

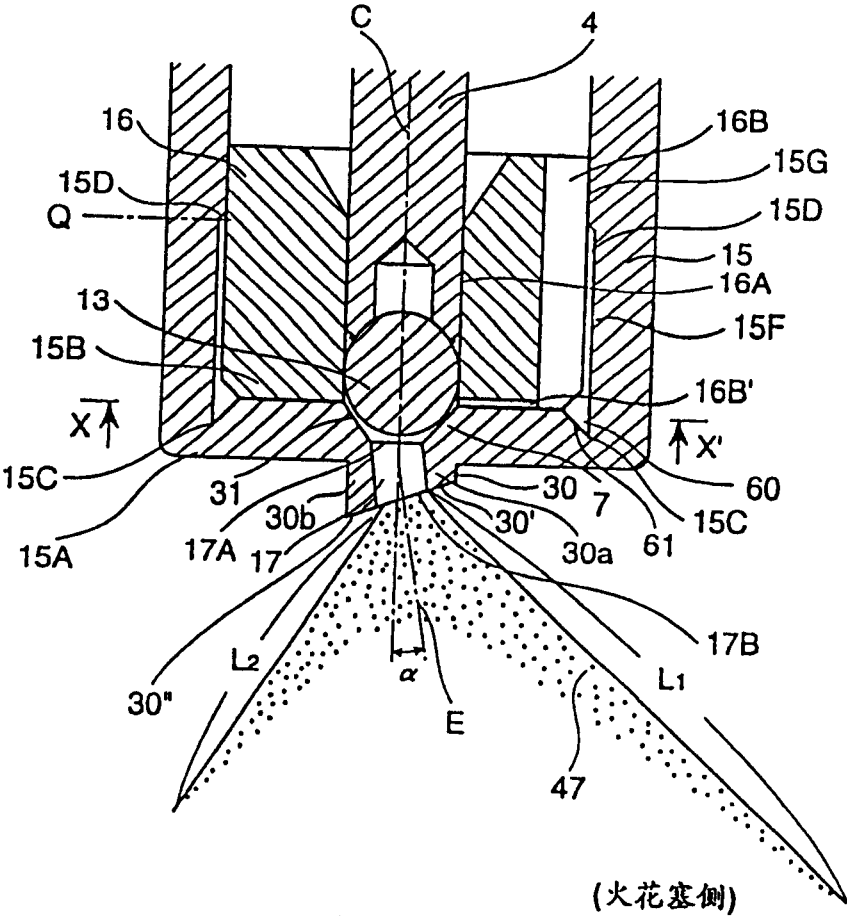


图 2

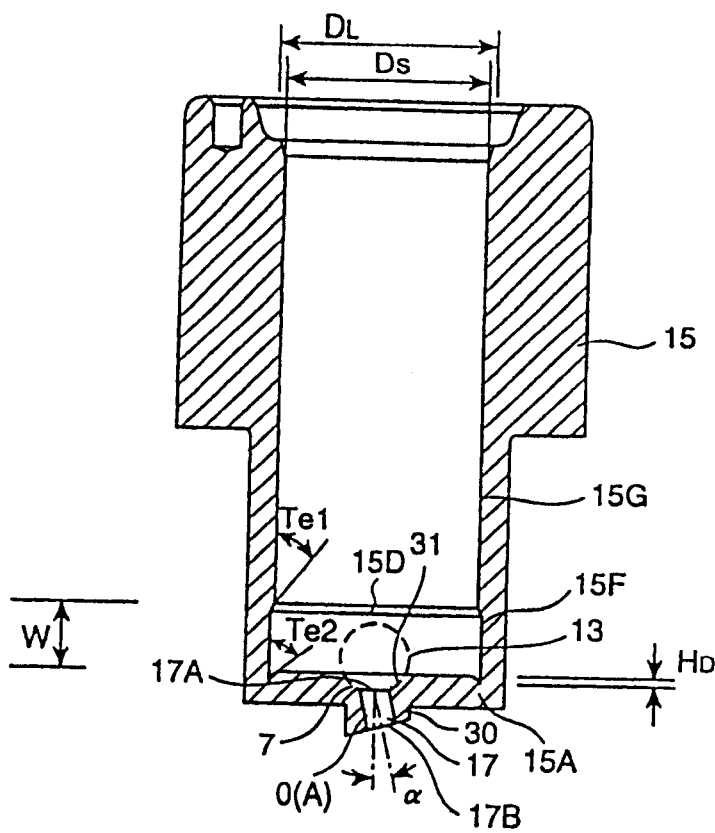


图 3A

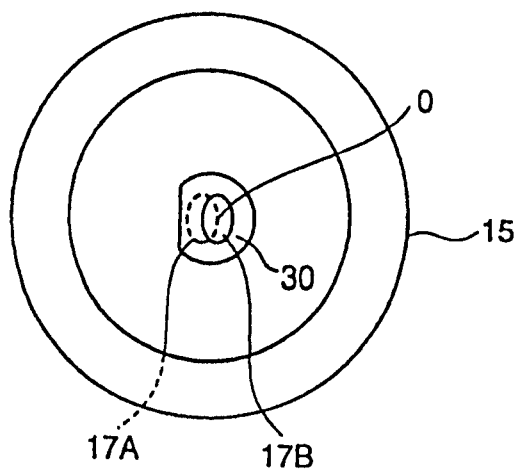


图 3B

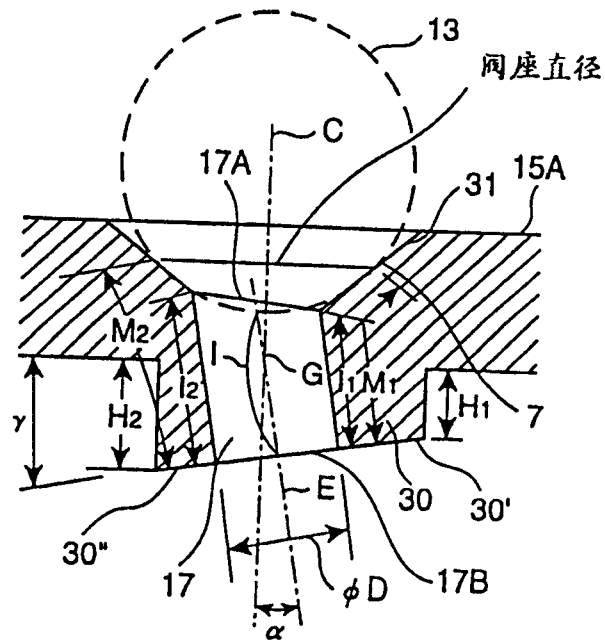


图 4

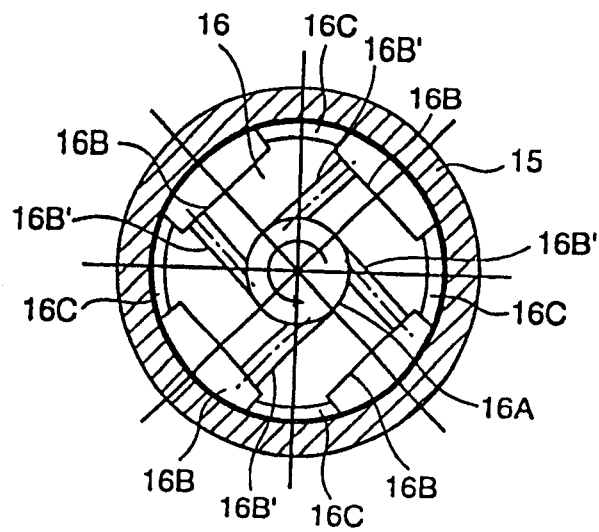


图 5

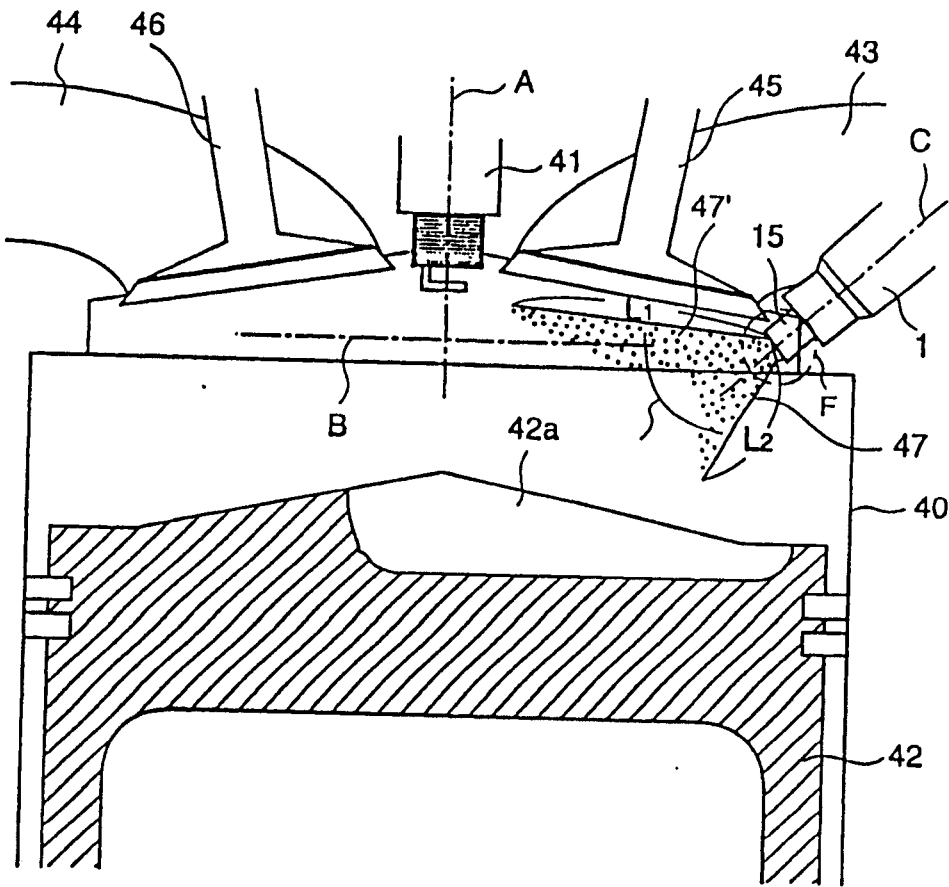
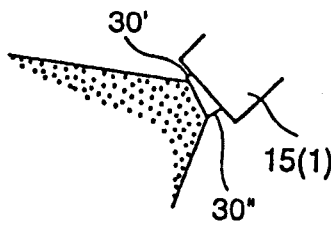


图 6A



(F部分放大)

图 6B

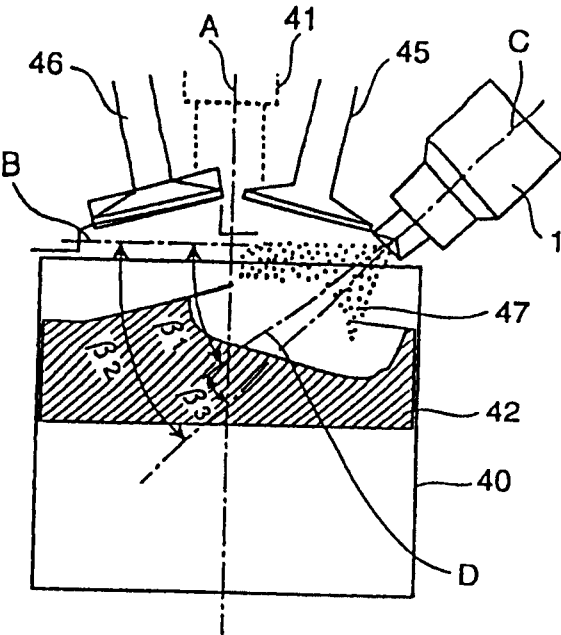


图 7

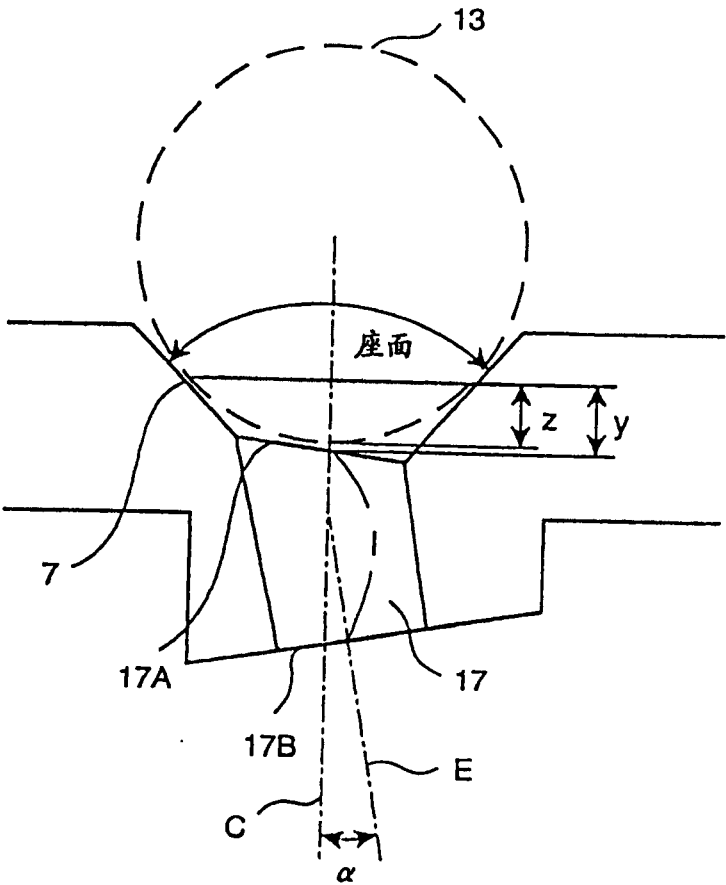


图 9

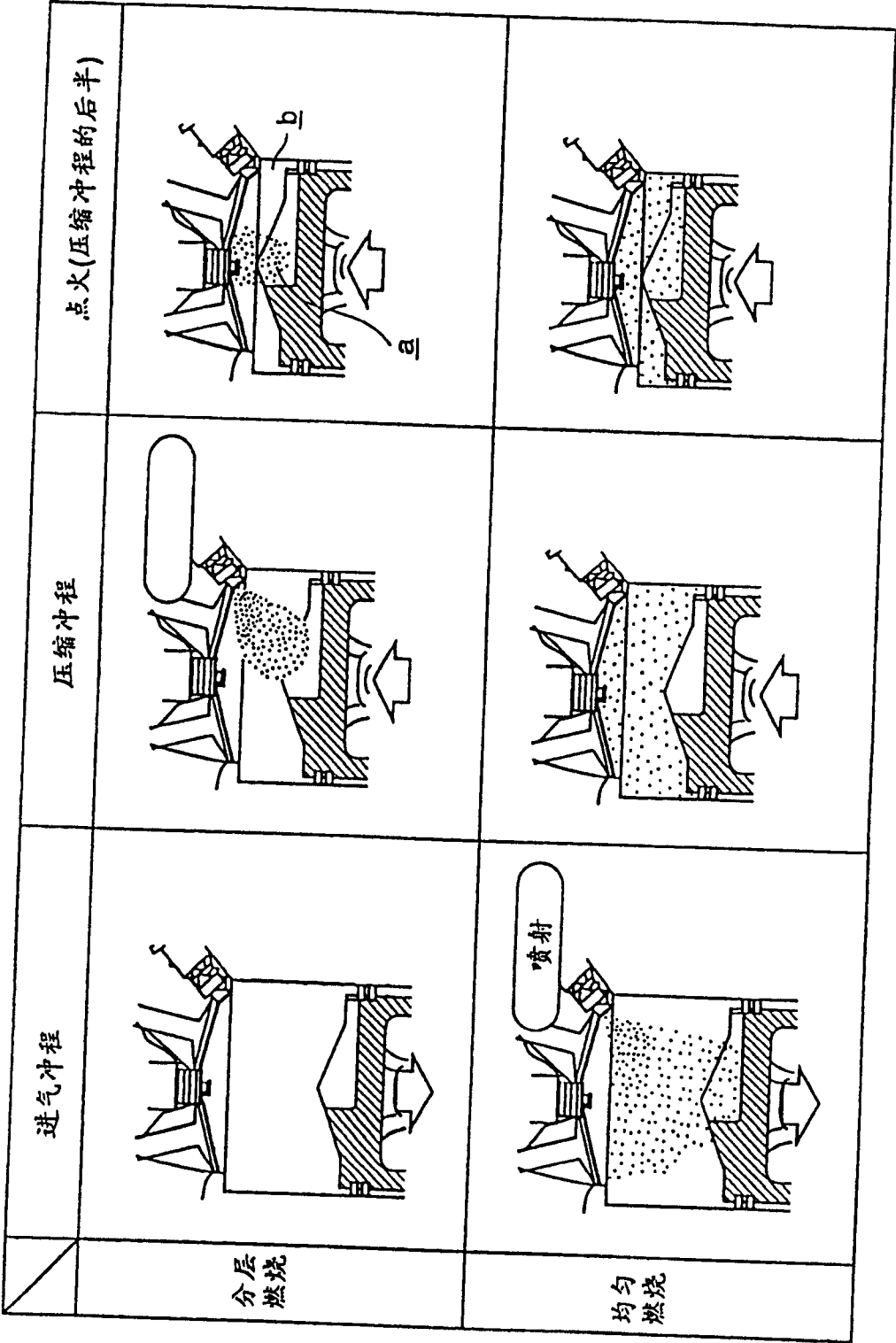


图 8

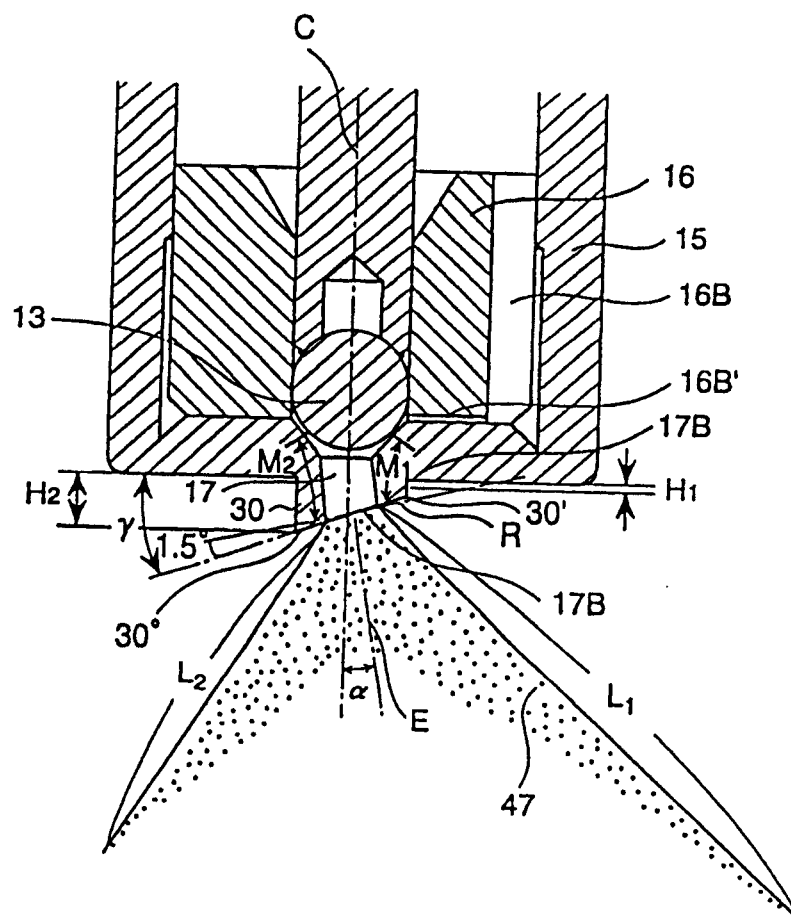


图 10

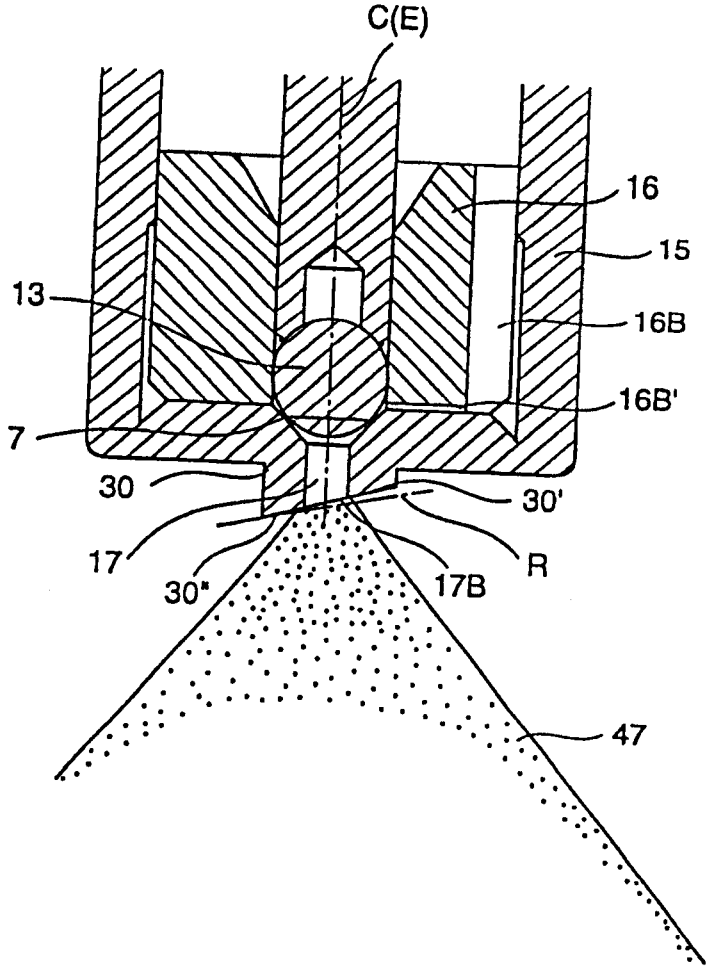


图 11

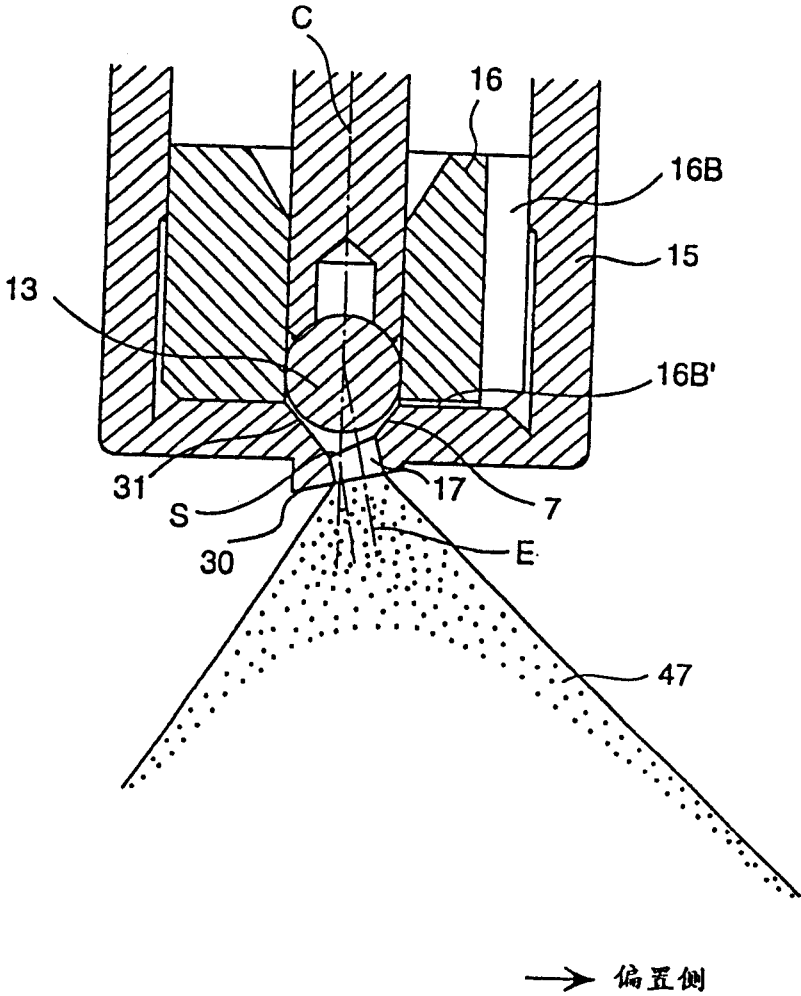


图 13

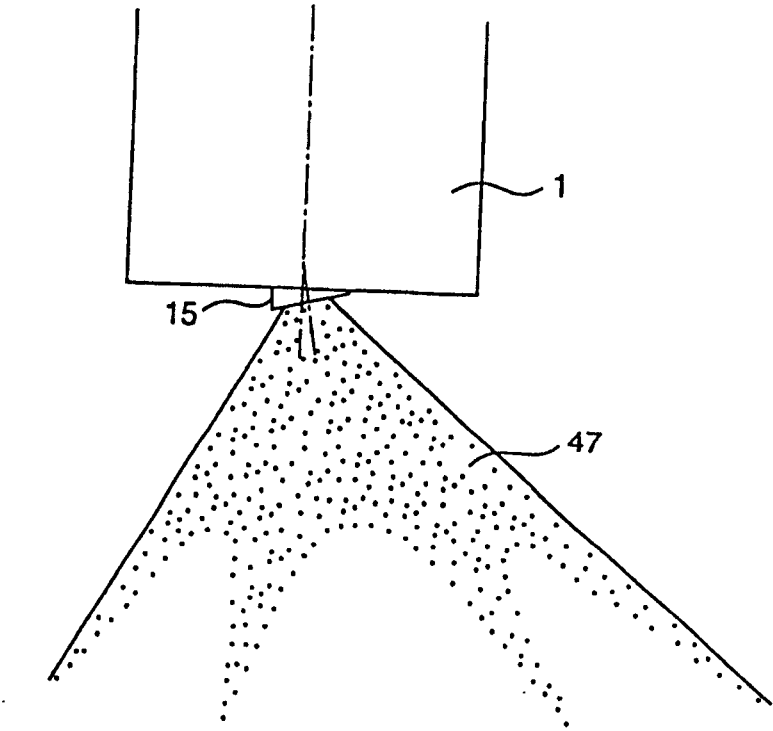


图 14

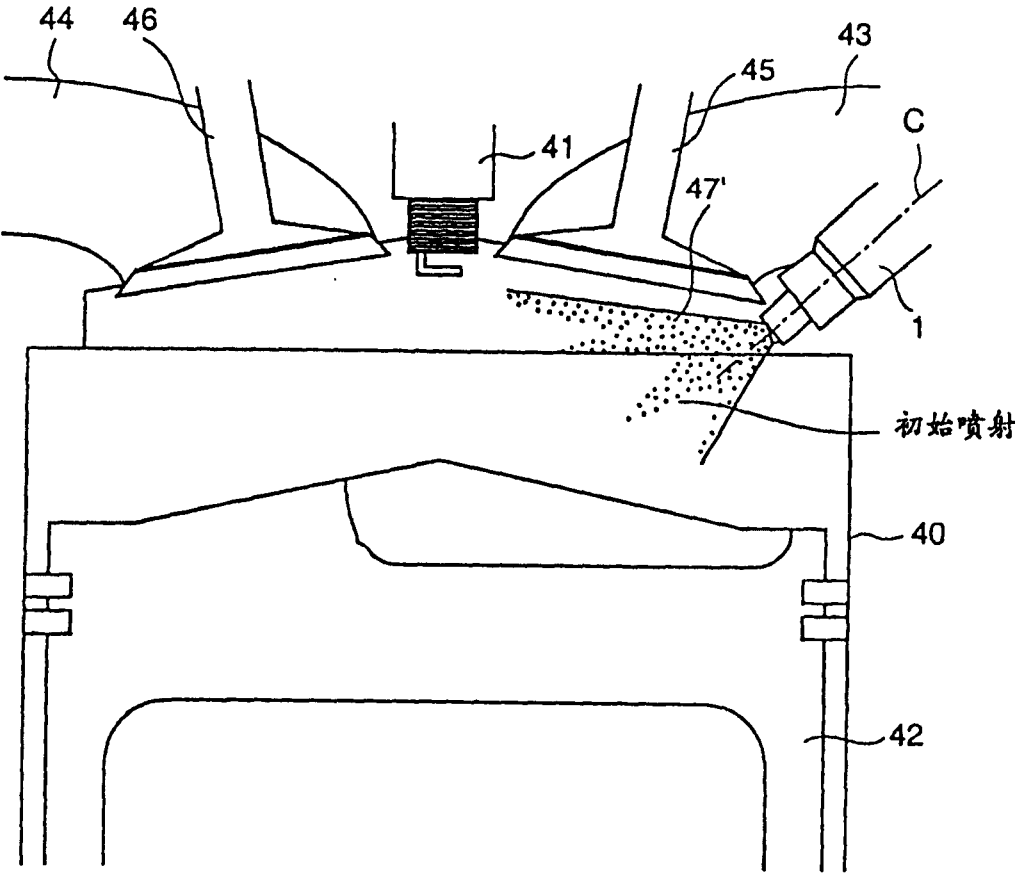


图 15

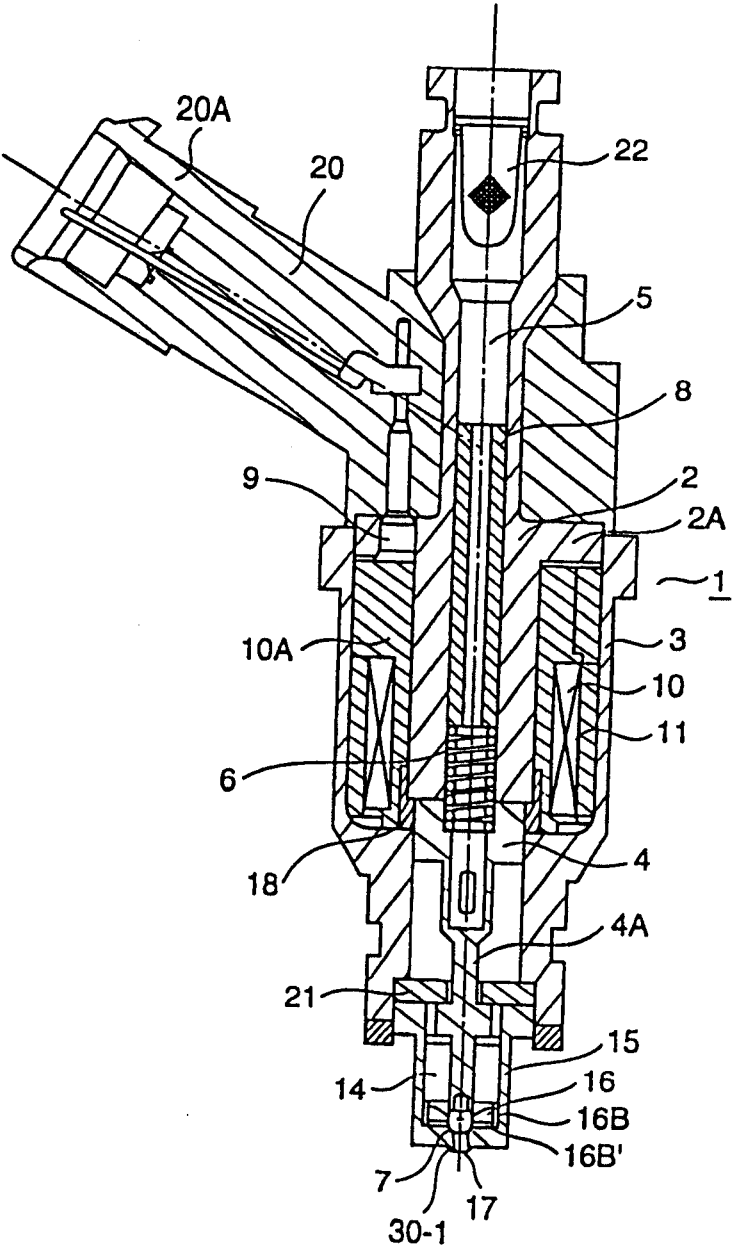


图 16

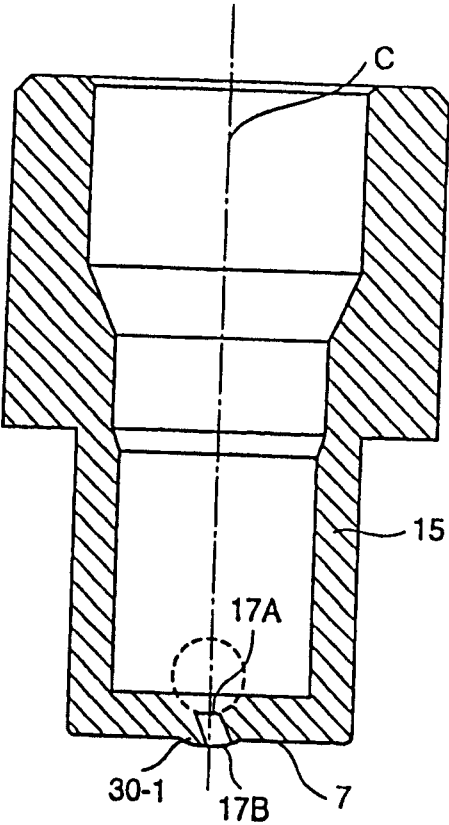


图 17A

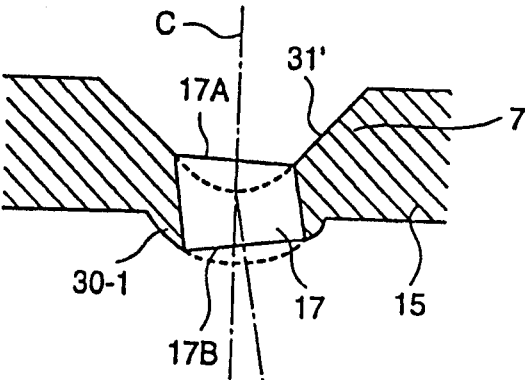


图 17B

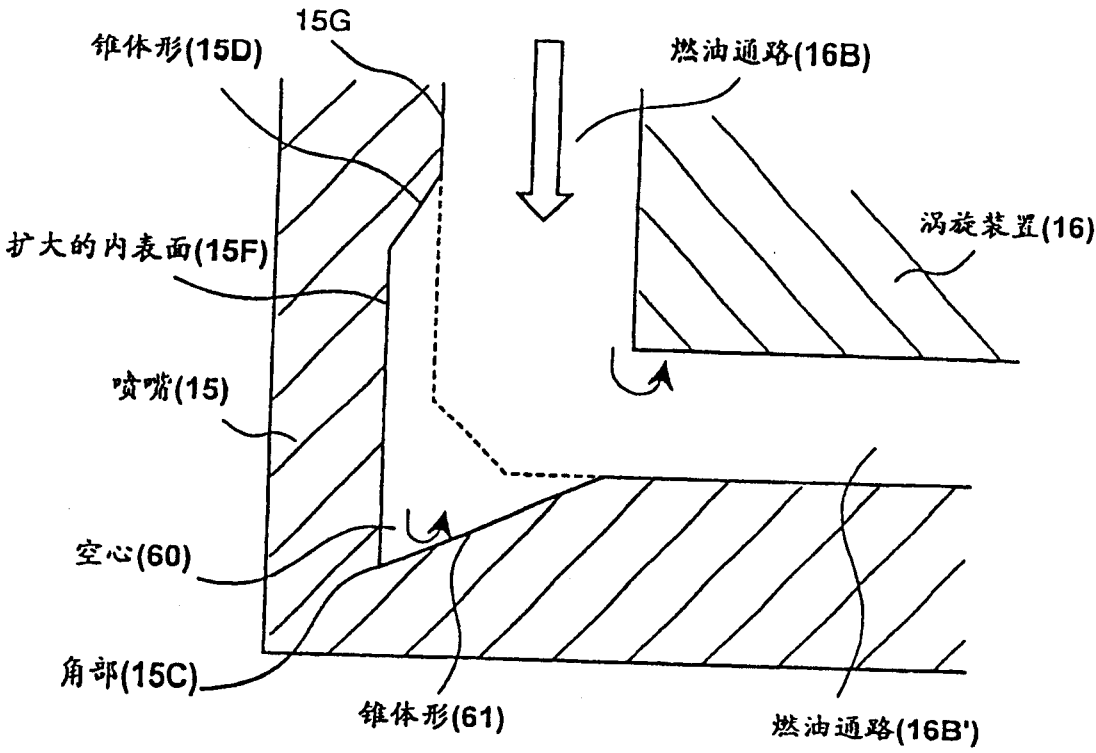


图 18

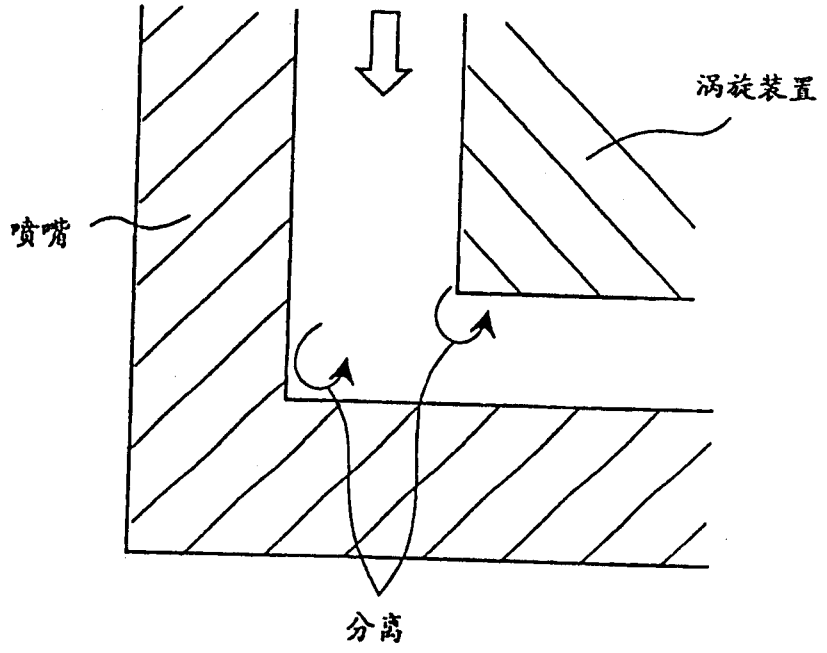


图 19