

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02B 23/10 (2006.01)

F02B 17/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580017273.6

[43] 公开日 2007年7月11日

[11] 公开号 CN 1997814A

[22] 申请日 2005.6.2

[21] 申请号 200580017273.6

[30] 优先权

[32] 2004.6.11 [33] JP [31] 174039/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/010547 2005.6.2

[87] 国际公布 WO2005/121523 英 2005.12.22

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.28

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 铃木久雄 河内正人

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限  
责任公司

代理人 柳春雷

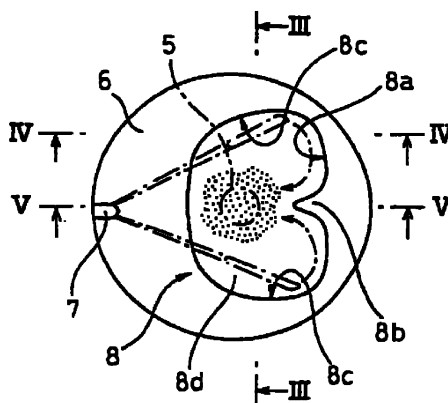
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

## [54] 发明名称

缸内喷射、火花点火式内燃机

## [57] 摘要

一种缸内喷射、火花点火式内燃机，其包括将燃料基本上以扇形喷雾的燃料喷射阀，所述扇形具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上散布以实现均匀燃烧及层状燃烧，该内燃机确保了为了层状燃烧，被喷雾燃料的大部分被喷射进入腔内并因此充分汽化并作为可燃的空气燃料混合物位于火花塞附近。燃料喷射阀(7)布置在气缸的上部的周边，而活塞(6)具有设置有腔(8)的顶表面，该腔(8)在位置上远离燃料喷射阀偏移并具有与所述燃料喷射阀相对的壁(8a)，该壁(8a)使得为所述层状燃烧通过燃料喷射阀喷雾进入腔内的燃料朝向气缸的大体中心处偏移。



1. 一种缸内喷射、火花点火式内燃机，其包括：基本上布置于气缸的上部中心处的火花塞，将燃料基本上以扇形喷入所述气缸的燃料喷射阀，所述扇形具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上散布，以及活塞，并且，所述缸内喷射、火花点火式内燃机在进气过程中的所述被喷射燃料的均匀燃烧与压缩过程中的所述被喷射燃料的层状燃烧之间转换，其中所述燃料喷射阀位于所述气缸的所述上部的周边，所述活塞具有顶表面，该顶表面具有在位置上远离所述燃料喷射阀偏移的腔，所述腔具有与所述燃料喷射阀相对的壁，以使为所述层状燃烧通过所述燃料喷射阀喷雾并因此喷射进入所述腔内的所述燃料朝向所述气缸的大致中心偏移。

2. 根据权利要求1所述的缸内喷射、火花点火式内燃机，其中所述腔具有燃料槽，该燃料槽连接至所述腔并沿所述被喷雾的燃料的投影朝向所述燃料喷射阀在所述活塞的顶表面中延伸。

3. 根据权利要求1所述的缸内喷射、火花点火式内燃机，其中所述被喷雾的燃料在与相对于所述燃料喷射阀的所述壁相邻的侧壁处在俯视图上观察为锐角的角度撞击在所述腔上，以随后沿所述侧壁朝向与所述燃料喷射阀相对的所述壁行进。

4. 根据权利要求1所述的缸内喷射、火花点火式内燃机，其中所述腔的与相对于所述燃料喷射阀的所述壁相邻的侧壁倾斜以与所述腔的底壁形成钝角，且撞击在所述侧壁上的所述被喷雾的燃料具有在所述腔的径向向内方向上的速度分量。

5. 根据权利要求1所述的缸内喷射、火花点火式内燃机，其中通过与所述燃料喷射阀相对的所述壁朝向所述气缸的大体中心偏移的燃料于底壁处在所述腔上移动，所述底壁从与所述燃料喷射阀相对的所述壁朝向所述气缸的中心部分地向上倾斜。

6. 根据权利要求1所述的缸内喷射、火花点火式内燃机，其中所述被喷雾的燃料于底壁处撞击在所述腔上，所述底壁从所述气缸的中心朝向与所述燃料喷射阀相对的所述壁部分地向上倾斜。

7. 根据权利要求 1 所述的缸内喷射、火花点火式内燃机，其中  
所述活塞的顶表面具有偏移槽，该偏移槽使得以具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上延伸的另一大致扇形喷雾的燃料偏移，以允许以所述另一扇形被喷雾的所述燃料比也通过所述燃料喷射阀被喷雾进入所述腔并到达所述气缸的大体中心处的所述燃料更快地到达所述气缸的大体中心处。

## 缸内喷射、火花点火式内燃机

### 技术领域

本发明涉及缸内喷射、火花点火式内燃机。

### 背景技术

当燃料直接喷射进入气缸时，进气管的确可以使其壁表面不暴露至燃料。这可以确保向气缸内供应需要的燃料量。对于这种缸内喷射、火花点火式内燃机，已经提出了通过燃料喷射阀将燃料以具有相对低的厚度并竖直地散布的扇形的形式喷雾进入气缸（例如参见日本专利早期公开号2000-220460）。

如果燃料在进气过程中以这种竖直地散布的扇形形式喷雾，则燃料可容易地分布在整个气缸内。此外，以这种扇形喷雾的燃料相较于以锥形形式喷雾的燃料具有更强的渗透力，因为以扇形喷雾的燃料在其移动通过气缸时会与进气造成较大的摩擦力。因此燃料变为微粒并因此蒸发。因此可以在点火之前在气缸中提供充分均匀的空气燃料混合物，并因此可实现令人满意的均匀燃烧。

需要一种缸内喷射、火花点火式内燃机以不仅提供均匀燃烧还提供层状燃烧。对于层状燃烧，已经提出在压缩过程中将燃料以竖直地散布的扇形形式喷雾，并利用竖直涡流直接在火花塞附近提供易燃空气燃料混合物（例如参见日本专利早期公开号2000-22460）。

但是，在层状燃烧中，在燃料喷射与点火之间仅存在较短的时间。因此，被喷射以直接在火花塞附近提供易燃空气燃料混合物的燃料不能充分蒸发。此外，难以利用竖直涡流来确保将易燃空气燃料混合物布置在火花塞附近。

关联于层状燃烧的上述不利因素可通过将被喷射燃料利用形成在活塞的顶表面处的腔而引导至火花塞的附近来解决。这允许被喷射燃料接收来

自所述腔的热量并因此充分蒸发，并因此确保易燃空气燃料混合物被布置在火花塞附近。

但是，形成在活塞的顶表面中用于层状燃烧的典型腔很难接收以竖直散布的扇形喷雾的全部燃料，而相对大量的燃料被喷射至腔的外部并作为未燃尽燃料被排放，由此导致差的排气排放。

## 发明内容

本发明提供了一种缸内喷射、火花点火式内燃机，其包括将燃料基本上以扇形喷入所述气缸的燃料喷射阀，所述扇形具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上散布以提供均匀燃烧及层状燃烧，在层状燃烧中，允许被喷雾燃料的大部分被喷射进入腔内以确保燃料充分蒸发并作为空气燃料混合物位于火花塞附近。

本发明提供了一种缸内喷射、火花点火式内燃机，其包括：基本上布置于气缸的上部中心处的火花塞，将燃料基本上以扇形喷入所述气缸的燃料喷射阀，所述扇形具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上散布，以及活塞，并且，所述缸内喷射、火花点火式内燃机在进气过程中的所述被喷射燃料的均匀燃烧与压缩过程中的所述被喷射燃料的层状燃烧之间转换，其中所述燃料喷射阀位于所述气缸的所述上部的周边，所述活塞具有顶表面，该顶表面具有在位置上远离所述燃料喷射阀偏移的腔，所述腔具有与所述燃料喷射阀相对的壁，该壁使得为所述层状燃烧通过所述燃料喷射阀喷雾并因此喷射进入所述腔内的所述燃料朝向所述气缸的大体中心偏移。

优选地，所述腔具有燃料槽，该燃料槽连接至所述腔并沿所述被喷雾的燃料的投影朝向所述燃料喷射阀在所述活塞的顶表面中延伸。

优选地，所述被喷雾的燃料在与相对于所述燃料喷射阀的所述壁相邻的侧壁处以在俯视图上观察为锐角的角度撞击在所述腔上，以随后沿所述侧壁朝向与所述燃料喷射阀相对的所述壁行进。

优选地，所述腔的与相对于所述燃料喷射阀的所述壁相邻的侧壁倾斜以与所述腔的底壁形成钝角，且撞击在所述侧壁上的所述被喷雾的燃料具

有在所述腔的径向向内方向上的速度分量。

优选地，通过与所述燃料喷射阀相对的所述壁朝向所述气缸的大体中心偏移的燃料于底壁处在所述腔上移动，所述底壁从与所述燃料喷射阀相对的所述壁朝向所述气缸的中心部分地向上倾斜。

优选地，所述被喷雾的燃料于底壁处撞击在所述腔上，该底壁从所述气缸的中心朝向与所述燃料喷射阀相对的所述壁部分地向上倾斜。

优选地，所述活塞的顶表面具有偏移槽，该偏移槽使得以具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上延伸的另一大致扇形喷雾的燃料偏移，以允许以所述另一扇形被喷雾的所述燃料比也通过所述燃料喷射阀被喷雾进入所述腔并到达所述气缸的大体中心处的所述燃料更快地到达所述气缸的大体中心处。

在本发明中，缸内喷射、火花点火式内燃机的活塞具有顶表面，该顶表面设置有在位置上远离燃料喷射阀偏移的腔，由此在用于层状燃烧的压缩过程中，燃料喷射阀可将以具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上散布的扇形喷雾的燃料的大部分喷入腔内。因此被喷雾并因此被喷入腔中的燃料随其移动而变成微粒，此外燃料还可从腔接收热量并因此可令人满意地雾化，并通过腔的与燃料喷射阀相对的壁朝向气缸的大体中心偏移，以确保易燃空气燃料混合物位于基本上布置于气缸的上部中心处的火花塞附近。这可防止相对大量的燃料被喷至腔的外部从而被当作未燃尽燃料排放。

在本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机中，优选地，所述腔可以具有燃料槽，该燃料槽连接至所述腔，并形成在活塞的顶表面中以沿所述被喷雾的燃料的投影朝向所述燃料喷射阀延伸，以确保燃料喷射阀可以将以具有相对小的厚度且基本上相当广泛地竖直散布的扇形被喷雾的燃料喷射到所述腔中。

在本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机中，优选地，所述被喷雾燃料在与相对于所述燃料喷射阀的所述壁相邻的壁处以在俯视图上观察为锐角的角度撞击在所述腔上，以随后沿所述侧壁朝向与所述燃料喷射阀相对的所述壁行进。这确保了被喷雾并因此被喷入腔中的燃料朝向与燃料喷射

阀相对的壁移动，并因此通过该壁朝向气缸的大体中心偏移，以进一步确保易燃空气燃料混合物位于基本上布置于气缸的上部中心处的火花塞附近。

在本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机中，优选地，所述腔的与相对于所述燃料喷射阀的所述壁相邻的侧壁倾斜以与所述腔的底壁形成钝角，且撞击在所述侧壁上的所述被喷雾燃料具有在所述腔的径向向内方向上的速度分量，因此燃料难以从该侧壁朝向腔的径向向外方向流出，由此在腔内被喷雾的燃料可基本上全部变为易燃空气燃料混合物。

在本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机中，优选地，通过与所述燃料喷射阀相对的所述壁朝向所述气缸的大体中心偏移的燃料于底壁处在所述腔上移动，所述底壁从与所述燃料喷射阀相对的所述壁朝向所述气缸的中心部分地向上倾斜。这允许燃料沿倾斜面上升。这有助于引导燃料至基本上布置于气缸的上部中心处的火花塞的附近，以进一步确保易燃空气燃料混合物位于火花塞附近。

在本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机中，优选地，所述被喷雾燃料于底壁处撞击在所述腔上，该底壁从所述气缸的中心朝向与所述燃料喷射阀相对的所述壁部分地向上倾斜。已经撞击在底壁上的被喷雾的燃料丧失相对较大的惯性力，且当其被与燃料喷射阀相对的壁偏移导引时，其难以行进越过壁并流出腔，由此被喷雾进入腔内的燃料可基本上完全变为易燃空气燃料混合物。

在本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机中，优选地，所述活塞的顶表面具有偏移槽，该偏移槽使得以具有相对较小的厚度并基本上在竖直方向上延伸的另一大致扇形喷雾的所述燃料偏移，以允许以所述另一扇形被喷雾的所述燃料比也通过所述燃料喷射阀被喷雾进入所述腔并到达所述气缸的大体中心处的所述燃料更快地到达所述气缸的大体中心处。因此，在点火时，移动通过偏移槽并因此更快地到达气缸的大体中心处的燃料的另一喷雾围绕火花塞相对广泛地散布，而在腔上移动并因此较晚地到达气缸的大体中心处的燃料的喷雾从火花塞观察将不会极大地散布。因此可在火花塞附近生成易燃空气燃料混合物，并围绕该易燃空气燃料混合物生成稀

的空气燃料混合物以确保火焰在气缸中围绕火花塞的传播，以用于层状燃烧。

本发明的上述及其他目的、特征、方面及优点通过结合附图参考本发明的以下详细描述将变得清楚。

### 附图说明

图 1 是示意性垂直截面图，示出了本发明缸内喷射、火花点火式内燃机的第一实施例。

图 2 是俯视图，示意性地示出了图 1 所示气缸的内部。

图 3 是截面图，示出了腔的与图 2 的截面线 III-III 相对应的示例性改变。

图 4 是截面图，示出了腔的与图 2 的截面线 IV-IV 相对应的另一示例性改变。

图 5 是截面图，示出了腔的与图 2 的截面线 V-V 相对应的另一示例性改变。

图 6-图 8 是俯视图，分别示意性地示出了对应于图 2 的本发明缸内喷射、火花点火式内燃机的第二实施例至第四实施例中的气缸的内部。

### 具体实施方式

图 1 是示意性垂直截面图，示出了本发明缸内喷射、火花点火式内燃机的第一实施例。图 2 是俯视图，示意性地示出了图 1 所示气缸的内部。在这些附图中，内燃机包括经由进气阀 2 与气缸连通的成对进气通路 1，以及经由排气阀 4 与气缸连通的成对排气通路 3。

内燃机包括基本上布置在气缸的上部中心的火花塞 5，以及活塞 6。内燃机还包括燃料喷射阀 7，燃料喷射阀 7 布置于气缸上部的接近进气通路 1 的周边并将燃料直接喷射进入气缸。

本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机允许燃料喷射阀 7 在进气过程中向气缸内喷射燃料，以在压缩过程的最终阶段或点火之前在气缸内产生均匀的空气燃料混合物，以实现均匀燃烧。为了提供令人满意的充分均匀



空气燃料混合物，优选地，被喷射燃料在气缸内广泛地分布。为此，在本实施例中，燃料喷射阀 7 适于大致以具有相对小的厚度且基本上竖直广泛散布的扇形形式喷射燃料。这里，“基本上竖直散布”指在基本上与气缸的轴线平行的平面内移动的同时散布。如图 2 所示，燃料喷射阀 7 适于在两个方向上以基本上扇形的形式喷雾燃料。

基本上以扇形形式被喷雾的燃料相较于以锥形形式被喷雾的燃料具有更大的渗透力，并随着以扇形形式被喷雾的燃料移动通过气缸，燃料与气缸内的进气产生摩擦。因此燃料变为微粒并因此易于蒸发。因此，以基本上竖直地散布的扇形喷雾燃料有助于燃料蒸发并在整个气缸内扩散，由此可以提供充分均匀的空气燃料混合物，并因此可实现令人满意的均匀燃烧。

当发动机起动时，必须将布置在发动机排放系统中的催化装置尽快加热，使得催化装置可以开始净化排放气体。为此，理想地，例如在膨胀过程的中间阶段或之后采用有效的点火延迟以有效地增加排放气体的温度。

但是，对于均匀空气燃料混合物，如果采用了有效的点火延迟，则会发生不能起动发动机。因此，在本实施例中，从开始起动发动机或紧接在发动机起动之后直至催化装置被完全加热，进行层状燃烧。通过在压缩过程中在半程稍后阶段喷射燃料来在火花塞 5 的附近集中燃料以生成易燃空气燃料混合物来进行层状燃烧。如果采用了有效的点火延迟，则该易燃空气燃料混合物可以可靠地点燃并燃烧。

对于层状燃烧，燃料喷射与点火之间的时间相对较短。为了确保被喷射的燃料在点火之前蒸发，优选地，燃料除了随着其移动而变为微粒，还被喷雾进入形成在活塞的顶表面中的腔内以从腔接收热量。因此，在本实施例中，活塞 6 具有设置有腔 8 的顶表面。典型的缸内喷射、火花点火式内燃机具有在活塞的顶表面中接近燃料喷射阀并因此在位置上偏置的腔。但是，如果根据本实施例以基本上竖直地散布的扇形形式将燃料喷雾进入气缸，则大量的燃料会喷至腔的外部。

喷雾至腔外部的燃料不会被腔朝向火花塞引导。因此这些燃料将不会燃烧而是会被作为未燃尽燃料排放，由此导致差的排气排放。此外，为了

对其进行补偿，因而必须喷射增加的燃料量还会导致在层状燃烧中受损的燃料消耗率。如图 1 及图 2 所示，在本实施例中，为了允许被喷射的燃料基本上将被腔 8 完全接收，腔 8 形成在活塞的顶表面中远离燃料喷射阀的位置。这确保了以基本上竖直地散布的扇形喷雾的燃料被腔 8 接收。

但是，如果喷雾进入腔 8 中的燃料没有在基本上布置在气缸的上部中心处的火花塞 5 的附近被集中，则不能实现层状燃烧。在本实施例中，腔 8 具有与燃料喷射阀相对的壁 8a，该壁 8a 具有基本上朝向气缸中心突伸的突起 8b。因此被喷雾进入腔的燃料接收来自腔的热量并因此令人满意地蒸发，且燃料沿壁 8a 被突起 8b 基本上朝向气缸的中心偏移导向（如图 2 中链接箭头所示），使得可以在基本上布置在气缸的上部中心处的火花塞之下的位置处生成易燃空气燃料混合物（由小点表示）。在压缩上止点处的该易燃空气燃料混合物位于火花塞的附近，且该易燃空气燃料混合物在随后的膨胀过程中也不会从火花塞的附近过度地分散。因此，如果采用了有效的点火延迟，则易燃空气燃料混合物依然可以被可靠地点燃并燃烧。

图 3 示出了腔的示例性改变沿图 2 中的线 III-III 所取的截面。在图 2 所示的第一实施例中，喷雾进入腔 8 中的燃料撞击在腔的底壁 8d 上并随后沿腔的侧壁 8c 及与燃料喷射阀相对的壁 8a 行进并移动到达突起 8d。相反，在本示例性改变中，腔具有与相对于燃料喷射阀的壁相邻的侧壁 8c'，该侧壁 8c' 倾斜以与腔的底壁 8d' 形成钝角。喷雾进入腔的燃料撞击在侧壁 8c' 上并随后（类似于第一实施例中所描述的）沿侧壁 8c' 及与燃料喷射阀相对的壁行进，并被突起朝向气缸的中心偏移导向。已经撞击在侧壁 8c' 上的被喷雾的燃料具有在腔的径向向内方向上的速度分量，并因此很难从侧壁 8c' 朝向腔的径向向外方向流出，由此被喷雾进入腔中的燃料可基本上全部变为易燃空气燃料混合物。

图 4 示出了腔的另一示例性改变沿图 2 中的线 IV-IV 所取的截面。在本示例性改变中，被喷雾的燃料也撞击在腔的底壁上，并随后沿侧壁及与燃料喷射阀相对的壁行进。在本示例性改变中，被喷雾的燃料撞击在底壁 8d'' 上，该底壁 8d'' 部分或全部地从气缸的中心朝向与燃料喷射阀相对的壁 8a'' 向上倾斜。已经撞击在底壁 8d'' 上的被喷雾的燃料丧失相对较大的

惯性力，且当燃料被壁 8a'' 偏移导向时，其很难行进越过壁 8a'' 并流到腔的外部，由此被喷雾进入腔中的燃料可基本上全部变为易燃空气燃料混合物。

图 5 示出了腔的另一示例性改变沿图 2 中的线 V-V 所取的截面。在本示例性改变中，被喷雾的燃料也撞击在腔的底壁上，并随后沿侧壁及与燃料喷射阀相对的壁行进，并最终被突起朝向气缸的中心偏移导向。在本示例性改变中，被与燃料喷射阀相对的壁的突起 8b''' 朝向气缸的中心偏移导向的燃料在腔的底壁 8d''' 上通过，该底壁 8d''' 部分或全部地从与燃料喷射阀相对的壁 8a''' 朝向气缸的中心向上倾斜。这允许燃料沿倾斜面上升。这有助于将燃料导引至基本上布置在气缸的上部中心处的火花塞附近，以进一步确保易燃空气燃料混合物位于火花塞附近。

图 6 是俯视图，示出了对应于图 2 的本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机的第二实施例。在本实施例中，腔 80 具有燃料槽 80e，该燃料槽 80e 连接至腔 80，并沿被喷雾燃料的投影在活塞的顶表面中朝向燃料喷射阀延伸。如果燃料喷射阀 7 以具有相对小的厚度并竖直广泛分布（或具有较大中心角）的扇形形式喷雾燃料，则被喷雾燃料可全部被腔接收。与在第一实施例中类似，被喷雾进入腔 80 的燃料沿侧壁 80c 及与燃料喷射阀相对的壁 80a 行进，到达突起 80d，并由此朝向气缸中心偏移导向，以在腔 80 内在火花塞 5 下方生成易燃空气燃料混合物。以此广泛地分布的扇形喷雾的燃料通过在进气过程中喷射而在整个气缸内被进一步散布，以允许更加令人满意的均匀燃烧。如果没有形成如本实施所设置的燃料槽 80e，而是使得腔 80 的整体朝向燃料喷射阀在活塞的顶表面中延伸，则腔依然可以接收全部的被喷雾燃料。但是，在这种布置中，由突起 80d 朝向气缸的中心偏移导向的燃料将从火花塞 5 的下方通过，从而易燃空气燃料混合物不能布置在火花塞的附近。

图 7 是俯视图，示出了对应于图 2 的本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机的第三实施例。在本实施例中，被喷雾燃料于侧壁 81c 处撞击在腔 81 上，并随后沿侧壁 81c 朝向与燃料喷射阀相对的壁 81a 行进。当燃料撞击在侧壁上时，必须防止燃料过度损失其惯性力并因此不能通过其惯性力

经由突起 81b 移动至火花塞 5 的下方。为此，形成侧壁 81 以允许被喷雾的燃料以在俯视图上观察呈锐角 TH 的角度撞击。这确保了易燃空气燃料混合物位于火花塞附近。此外，以锐角 TH 撞击在侧壁 81c 上的燃料不会具有沿侧壁 81c 在与相对于燃料喷射阀的壁 81a 相对的方向上移动的部分。

在以上已经描述的实施例中，在均匀燃烧中，为了也允许燃料在水平方向上令人满意地在气缸中散布，燃料喷射阀 7 以相对于横穿燃料喷射阀的中心轴线及火花塞的中心轴线的中心竖直平面基本上对称的两个竖直散布的扇形喷雾燃料。因此，活塞的顶表面设置有相对于中心竖直平面基本上对称地形成的腔，以允许燃料的两个喷雾在火花塞 5 的下方结合在一起成为易燃空气燃料混合物集合。但是，本发明并不限于燃料的两个喷雾。例如，如果仅设置有单一燃料喷雾，则腔可具有与燃料喷射阀的相对壁，而不具有突起，且燃料可以仅依次地沿一个侧壁、与燃料喷射阀相对的壁、以及随后的其他侧壁在腔内移动至火花塞 5 下方。

图 8 是俯视图，示出了对应于图 2 的本发明的缸内喷射、火花点火式内燃机的第四实施例。在本实施例中，燃料喷射阀 7 基本上以在至少两个基本竖直的方向上散布的扇形喷雾燃料。对燃料的一个喷雾（以及上述仅单一燃料喷雾）指向并被腔 82 接收，该腔 82 形成在活塞的顶表面中远离燃料喷射阀，并具有一个壁 82c、与燃料喷射阀相对且不存在突起的壁 82a、以及另一个侧壁 82c'。

这样喷射的燃料的一个喷雾 F1 依此沿腔的一个侧壁 82c、与燃料喷射阀相对的壁 82a、以及另一个侧壁 82c' 移动至火花塞 5 下方（如链接箭头所示），并因此变为由小点表示的易燃空气燃料混合物。此外，燃料的另一喷雾 F2 意在比燃料的一个喷雾 F1 更快地到达气缸的基本中心处。为此，活塞的顶表面设置有偏移槽 83，该偏移槽 83 具有沿燃料的另一个喷雾 F2 的投影的部分 83b 以及朝向气缸的大体中心偏移导向被喷雾燃料的弯曲部分 83a。注意，弯曲部分 83a 具有逐渐减小的深度，而已经通过弯曲部分 83a 的被喷雾燃料流出至活塞的顶表面上。

在燃料的一个喷雾 F1 沿相对较大的腔 82 移动并因此到达气缸的大体中心处时，燃料的另一喷雾 F2 沿相对较短的偏移槽 83 移动并因此到达气

缸的大体中心处。这样，燃料的另一喷雾 F2 比燃料的一个喷雾 F1 更快地到达气缸的大体中心处。这样，燃料的另一喷雾 F2 在点火时相对广泛地绕火花塞 5 散布。相反，从火花塞观察，燃料的一个喷雾 F1 在点火时不会极大地散布。因此可在火花塞附近生成易燃空气燃料混合物，并围绕该易燃空气燃料混合物生成稀的空气燃料混合物，以确保火焰在火花塞附近在气缸中传播，以用于层状燃烧。。

可以在进气过程中喷射燃料以围绕易燃空气燃料混合物在火花塞附近生成稀的空气燃料混合物。但是，如果在整个气缸内都生成了稀的空气燃料混合物，则气缸膛 (cylinder bore) 附近的稀的空气燃料混合物的温度会降低由此难以燃烧，并最终会作为未燃尽燃料被排放。相反，在本实施例中，可仅围绕易燃空气燃料混合物在火花塞附近生成稀的空气燃料混合物以减少否则会被排放的未燃尽燃料。

在所有的实施例中，燃料喷射阀 7 都布置在气缸的接近进气阀的上部周边处，该位置的温度相对较低，以使燃料喷射阀 7 中产生的燃料雾化最小化。因此，活塞的顶表面的远离燃料喷射阀的一侧将是接近排放阀的一侧。但是，当然的是如果燃料喷射阀 7 布置在气缸的接近排放阀的上部周边，则活塞的顶表面的远离燃料喷射阀的一侧将是接近进气阀的一侧。

尽管已详细描述并说明了本发明，但需要明确理解的是，该描述仅是说明性及示例性，而不应被视为限制，本发明的精神及范围仅应以所附权利要求的术语来界定。

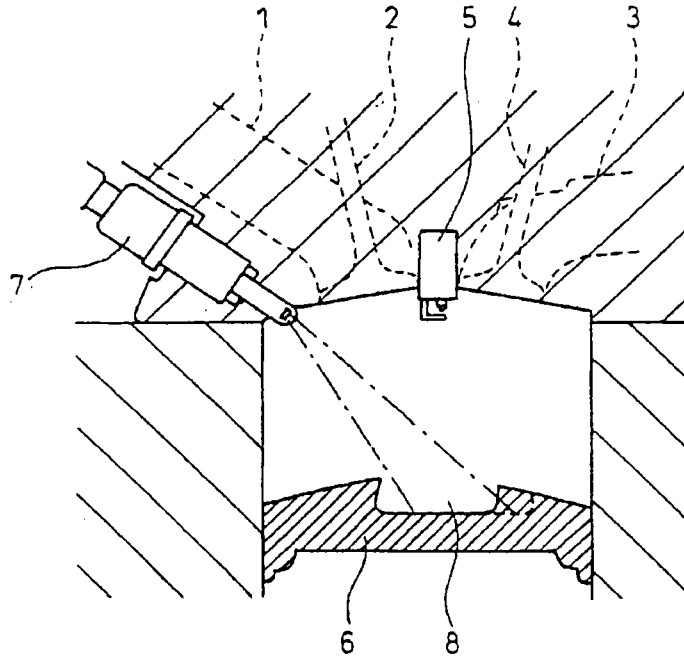


图1

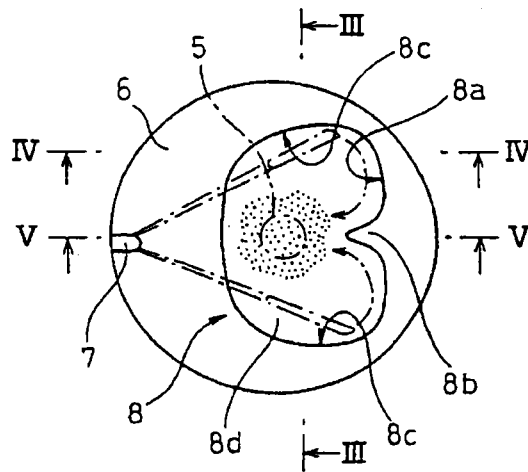


图2

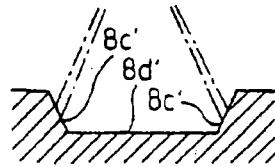


图3

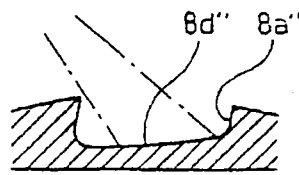


图4

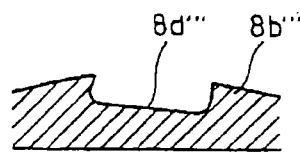


图5

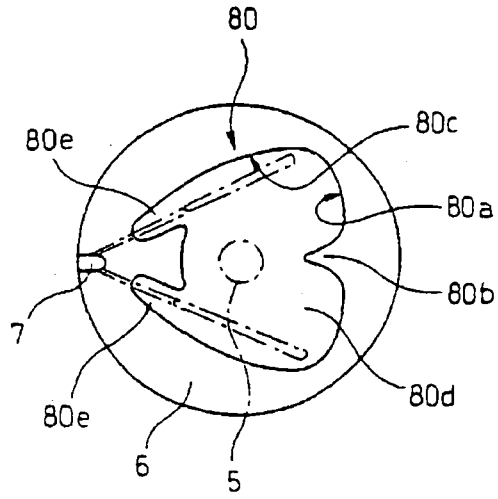


图6

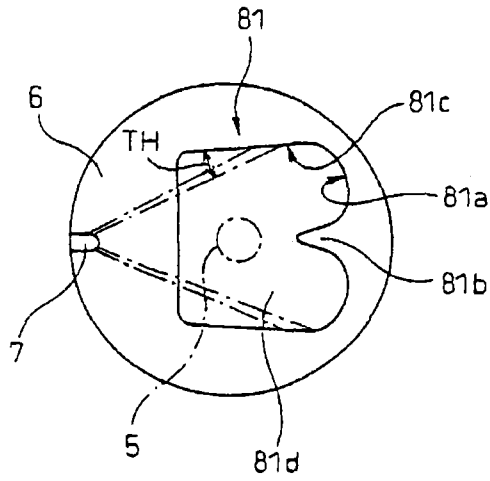


图7



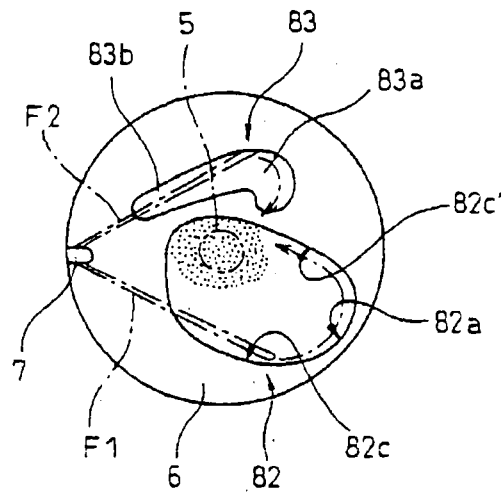


图8