



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106870186 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201710056848.X

(22)申请日 2017.01.26

(66)本国优先权数据

201610078825.4 2016.02.04 CN

(71)申请人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市高新园区凌工  
路2号

(72)发明人 隆武强 田华 王洋 田江平

崔靖晨 冯立岩 陈雷

(74)专利代理机构 大连星海专利事务所 21208

代理人 花向阳 杨翠翠

(51)Int.Cl.

F02D 41/30(2006.01)

F02D 19/08(2006.01)

F02D 19/10(2006.01)

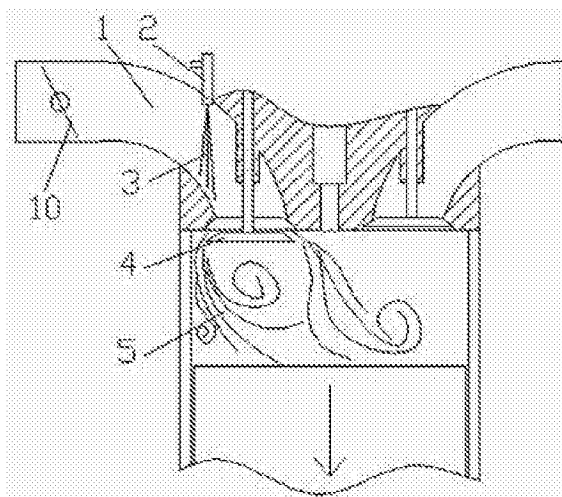
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54)发明名称

双燃料发动机燃料喷射方式

(57)摘要

一种双燃料发动机的燃料喷射方式,属于发动机的燃烧技术领域。根据发动机工况,被引燃燃料全部通过进气侧气缸喷射、或全部通过缸盖直喷、或一部分通过进气侧喷射,另一部分通过缸盖直喷、或不喷射被引燃燃料。进气侧喷射的被引燃燃料与空气形成稀薄预混合气,通过缸盖直喷的被引燃燃料,在排气阀关闭后至压缩上止点期间喷射,或引燃燃料同时喷射,或在膨胀行程早期喷射。在压缩上止点附近喷射引燃燃料,引燃缸内被引燃燃料的预混合气。通过控制进气侧喷射和通过缸盖直喷的被引燃燃料比例及喷射相位,使发动机依据不同的工况采用预混合燃烧、预混合/扩散混合燃烧、扩散燃烧三种方式中的一种,在保证动力性的前提下,达到全工况的高效清洁燃烧。



1. 一种双燃料发动机的燃料喷射方式,包括被引燃燃料的喷射和引燃燃料的喷射及二者之间的配合,其特征是:根据发动机冲程数和工况的不同,所述被引燃燃料全部通过进气侧喷射,即四冲程为通过进气道喷射,二冲程为通过扫气口上端气缸套直喷,或全部通过缸盖直喷,或一部分通过进气侧喷射,另一部分通过缸盖直喷;在怠速或10%以下的工况,所述被引燃燃料全部通过缸盖直喷,或停止喷射所述被引燃燃料,而只喷射引燃燃料;在10%—70%的工况,所述被引燃燃料全部通过进气侧喷射;在70%以上的工况,所述被引燃燃料全部通过缸盖直接喷入缸内,或所述被引燃燃料分为两部分喷射,一部分通过进气侧喷射,与空气形成稀薄的预混合气,还有一部分在排气阀关闭后后至压缩上止点期间通过缸盖直接喷入缸内,在压缩上止点附近喷射所述引燃燃料引燃混合气,或在膨胀行程早期喷射一部分被引燃燃料;所述被引燃燃料选自天然气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、氢气、液化石油气中的一种或一种以上的混合物,或所述被引燃燃料选自甲醇、乙醇等醇类中的一种或一种以上的混合物;所述引燃燃料选自柴油、二甲醚、生物柴油、煤油中的一种或一种以上的混合物。

2. 根据权利要求1所述的一种双燃料发动机的燃料喷射方式,其特征是:通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,喷射在排气阀关闭后后至压缩上止点期间进行。

3. 根据权利要求1所述的一种双燃料发动机的燃料喷射方式,其特征是:通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,与所述引燃燃料喷射同时进行。

4. 根据权利要求1所述的一种双燃料发动机的燃料喷射方式,其特征是:通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,喷射在膨胀行程早期进行。

5. 根据权利要求1所述的一种双燃料发动机的燃料喷射方式,其特征是:通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,喷射分多次进行。

6. 根据权利要求1所述的一种双燃料发动机的燃料喷射方式,其特征是:所述通过扫气口上端气缸套直喷的被引燃燃料采用低压喷射。

7. 根据权利要求1所述的一种双燃料发动机的燃料喷射方式,其特征是:所述通过扫气口上端气缸套直喷的被引燃燃料采用高压喷射。

## 双燃料发动机燃料喷射方式

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种双燃料发动机的燃料喷射方式,属于发动机的燃烧技术领域。

### 背景技术

[0002] 由于气体燃料资源丰富、可用性和经济性高、排放性好,人们越来越多地在柴油机上设置天然气供给系统,使其成为双燃料发动机。这种双燃料发动机以天然气作为主要燃料,用少量柴油在压缩上止点附近引燃可燃混合气。小工况时,双燃料发动机只烧柴油。目前的双燃料发动机只能选择预混合燃烧方式或扩散燃烧方式中的一种。采用预混合燃烧方式的双燃料发动机为避免爆震的发生,混合气浓度一般较低,引燃正时不能太早,导致了动力性的不足;采用扩散燃烧方式的双燃料发动机虽然动力性和经济性较好,但排放满足不了新的标准。醇类双燃料发动机,也有类似的问题。

### 发明内容

[0003] 为了解决现有双燃料发动机的动力性、经济性和排放性不能同时确保的问题,本发明提供一种双燃料发动机的燃料喷射方式。将被引燃燃料分别通过进气侧喷射(四冲程为通过进气道,二冲程为通过扫气口上端气缸套直喷)和通过缸盖直接喷射,并与引燃燃料喷射相结合,根据发动机工况大小,调整进气侧喷射与缸盖直接喷射被引燃燃料的比例及喷射相位,使得发动机在预混合燃烧、预混合/扩散燃烧、扩散燃烧三种方式中采取最合适的一种方式工作,改变了传统的双燃料发动机始终只能在一种燃烧方式下工作的状况。从而实现全工况范围内的高效清洁燃烧,并确保动力性。

[0004] 本发明采用的技术方案是:一种双燃料发动机的燃料喷射方式,包括被引燃燃料的喷射和引燃燃料的喷射及二者之间的配合。根据发动机冲程数和工况的不同,被引燃燃料全部通过进气侧喷射,即四冲程为通过进气道喷射,二冲程为通过扫气口上端气缸套直喷,或全部通过缸盖直喷,或一部分通过进气侧喷射,另一部分通过缸盖直喷,或全部停止喷射;在怠速或10%以下的工况,所述被引燃燃料全部通过缸盖直喷喷入缸内,或全部停止喷射;在10%—70%的工况,所述被引燃燃料全部通过进气侧喷射;在70%以上的工况,所述被引燃燃料全部通过缸盖直喷,或所述被引燃燃料分为两部分喷射,一部分通过进气侧喷射,与空气形成稀薄的预混合气,另一部分被引燃燃料在排气阀关闭后后至压缩上止点期间通过缸盖直接喷入缸内,在压缩上止点附近喷射所述引燃燃料引燃混合气,或在膨胀行程早期喷射一部分被引燃燃料,被预混合火焰引燃后快速燃烧;所述被引燃燃料选自天然气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、氢气、液化石油气中的一种或一种以上的混合物,或所述被引燃燃料选自甲醇、乙醇等醇类中的一种或一种以上的混合物;所述引燃燃料选自柴油、二甲醚、生物柴油、煤油中的一种或一种以上的混合物。为节省空间,引燃燃料喷嘴和被引燃燃料喷嘴可以装配在一个喷油器内。

[0005] 通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,喷射在排气阀关闭后后至压缩上止点期间进行;

通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,与所述引燃燃料喷射同时进行;  
通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,喷射在膨胀行程早期进行;  
通过缸盖直喷的被引燃燃料采用高压喷射,喷射分多次进行;  
扫气口上端气缸套直喷的被引燃燃料采用低压喷射;  
扫气口上端气缸套直喷的被引燃燃料采用高压喷射。

[0006] 本发明的有益效果是:在怠速或10%以下的工况,被引燃燃料全部通过缸盖直接喷入缸内、或停止喷射被引燃燃料,可以减少节流损失,并保证好的燃烧和排放。在10%—70%的工况,被引燃燃料全部通过进气侧喷射,可以最大限度获得好的经济性和排放性。在70%以上的工况,将一部分被引燃燃料通过进气侧喷射,与空气充分混合,另一部分被引燃燃料通过缸盖直接喷入缸内,形成分层,可以获得最大的动力性和好的经济性及排放性;也可以将被引燃燃料全部通过缸盖直接喷入缸内,实现扩散燃烧为主,最大限度提高动力性。引燃燃料引燃混合气后生成NO<sub>x</sub>少,未燃混合气不易爆震,因此可以采用更高的压缩比和增加预混合气浓度,提高经济性及动力性;引燃后再喷入的少量被引燃燃料边喷射边燃烧,带来更多的湍流动能,加速缸内未燃混合气燃烧,减少未燃燃料的排放,使发动机工作在近似等压循环模式,实现高效清洁燃烧。

## 附图说明

[0007] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0008] 图1表示四冲程双燃料发动机进气行程中的被引燃燃料进气道喷射和混合过程。

[0009] 图2表示四冲程双燃料发动机进气行程末期的被引燃燃料缸内喷射过程。

[0010] 图3表示四冲程双燃料发动机压缩行程中的被引燃燃料缸内喷射过程。

[0011] 图4表示四冲程双燃料发动机压缩行程末期的引燃燃料喷射和缸内燃烧。

[0012] 图5表示四冲程双燃料发动机压缩行程末期的被引燃燃料和引燃燃料同时喷射及缸内燃烧。

[0013] 图6表示四冲程双燃料发动机膨胀行程早期的被引燃燃料缸内喷射和燃烧。

[0014] 图7表示四冲程双燃料发动机10%以下工况停止喷射被引燃燃料并且节气门全开。

[0015] 图8表示四冲程双燃料发动机10%以下工况压缩上止点附近只采用引燃燃料喷射。

[0016] 图9表示二冲程双燃料发动机喷嘴布置示意图。

[0017] 图中:1、进气道,2、进气道中的被引燃燃料喷嘴,3、进气道喷射被引燃燃料,4、进气门,5、进气道喷射被引燃燃料与进气的混合气,5a、缸内稀薄可燃混合气,6、引燃燃料喷嘴,7、引燃油束,8、缸盖直喷被引燃燃料喷嘴,(四冲程机的引燃燃料喷嘴和被引燃燃料喷嘴装配在一个喷油器内,二冲程机的引燃燃料喷嘴和被引燃燃料喷嘴是独立的)9a、进气行程缸内被引燃燃料喷束,9b、压缩行程缸内被引燃燃料喷束,9c、与引燃油束同时喷射的缸内被引燃燃料喷束,9d、膨胀行程缸内被引燃燃料喷束,10、节气门,11、进气,12、扫气口,13、扫气口上端气缸套直喷被引燃燃料喷嘴。

## 具体实施方式

[0018] 如图1所示,进气行程中进气道1中的进气道被引燃燃料喷嘴2喷射被引燃燃料3,随空气进入气缸,形成进气道喷射被引燃燃料与空气的混合气5。

[0019] 如图2和图3所示,进气道喷射被引燃燃料与空气的混合气5在缸内气流运动的作用下扩散,形成较均匀的缸内稀薄可燃混合气5a,缸内被引燃燃料喷嘴8可以在排气阀关闭后至压缩行程上止点喷射被引燃燃料,可以在靠近喷油嘴6的气缸上部形成较浓的可燃混合气。

[0020] 如图4所示,压缩行程末期,喷油嘴6喷射引燃油束7,将喷油嘴附近的可燃混合气引燃,形成的湍流燃烧火焰迅速在缸内传播。

[0021] 如图5所示,缸内被引燃燃料的喷射也可以与引燃油束7的喷射同时进行,这样使得与引燃油束同时喷射的缸内被引燃燃料喷束9c被引燃后进一步放大引燃能量和湍流动能,加速缸内稀薄可燃混合气的燃烧。这种方式实际上加大了扩散燃烧的比重。

[0022] 如图6所示,缸内的可燃混合气被引燃后,可以在膨胀行程早期再进行缸内被引燃燃料的喷射。此时发动机活塞开始下行,可以实现近似等压燃烧,在不增加缸内燃烧峰值压力的条件下提高动力性。

[0023] 如图7和图8所示,在怠速或10%以下的工况,可以停止进气道和缸内的被引燃燃料喷射,保持节气门全开,只采用引燃燃料在压缩上止点附近的喷射。

[0024] 如图9所示,二冲程双燃料发动机的进气侧喷射喷嘴,即安装在扫气口上端气缸套的直喷被引燃燃料喷嘴13的喷射压力可以高压喷射也可以低压喷射,其燃料喷射方式与四冲程双燃料发动机相同。

[0025] 在一款中速大功率船用天然气柴油双燃料发动机上,采用以下的燃料喷射方式:

1) 在怠速和10%以下的工况停止喷射天然气,只喷射柴油。

[0026] 2) 在10%—70%的工况,天然气全部通过进气道喷射。

[0027] 3) 在70%以上的工况,天然气分为两部分喷射。通过进气道喷射部分占比为70%,与空气形成稀薄的预混合气;在压缩行程通过缸盖直接喷入缸内部分的占比为30%。

[0028] 在压缩上止点前喷射总燃料量的2%的柴油引燃混合气。

[0029] 采用这种新的喷射方式,双燃料发动机的动力性提高10%,经济性提高3%,排放达到国际海事组织IMO的 Tier III标准。

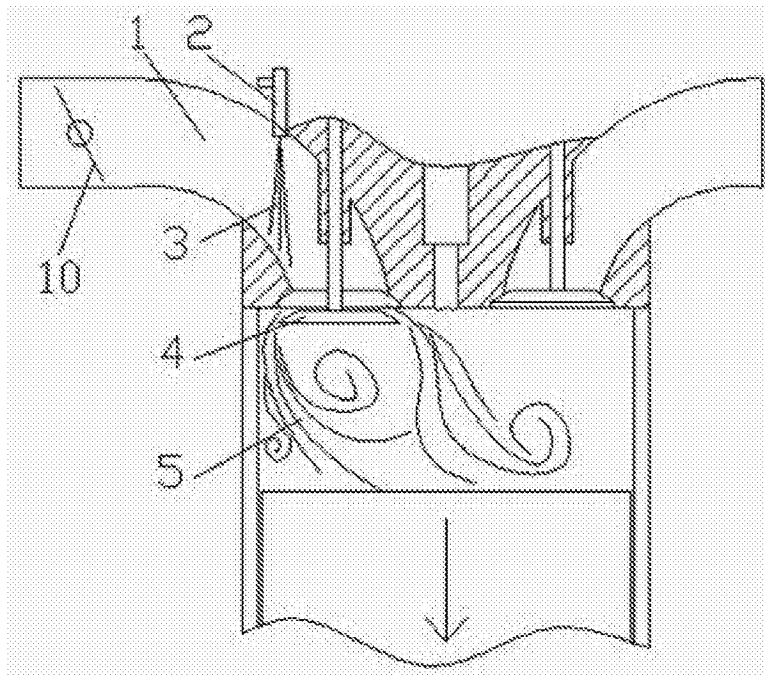


图1

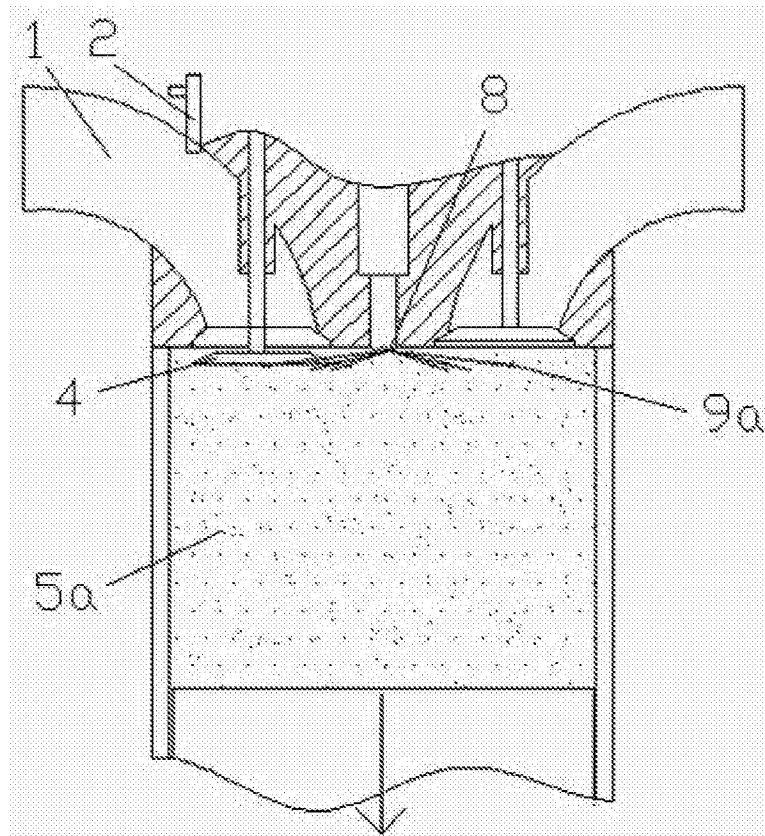


图2

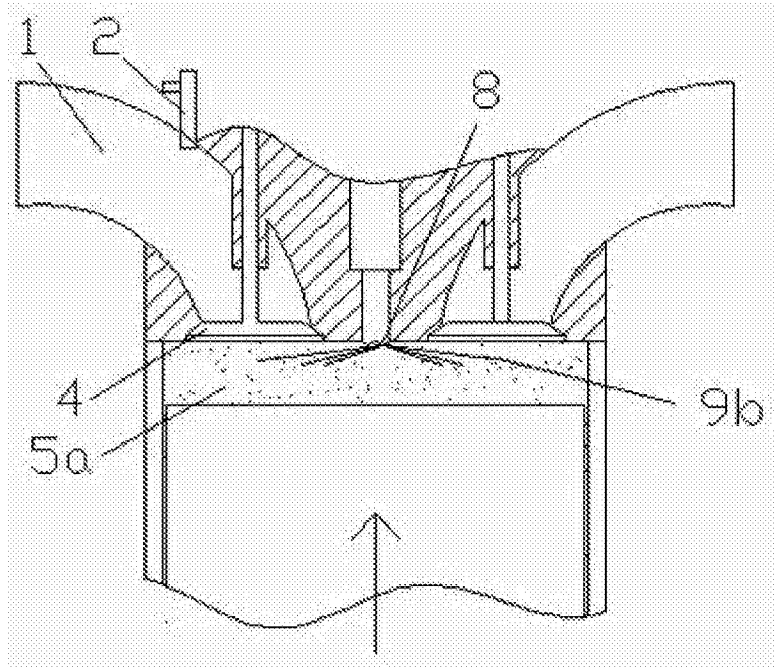


图3

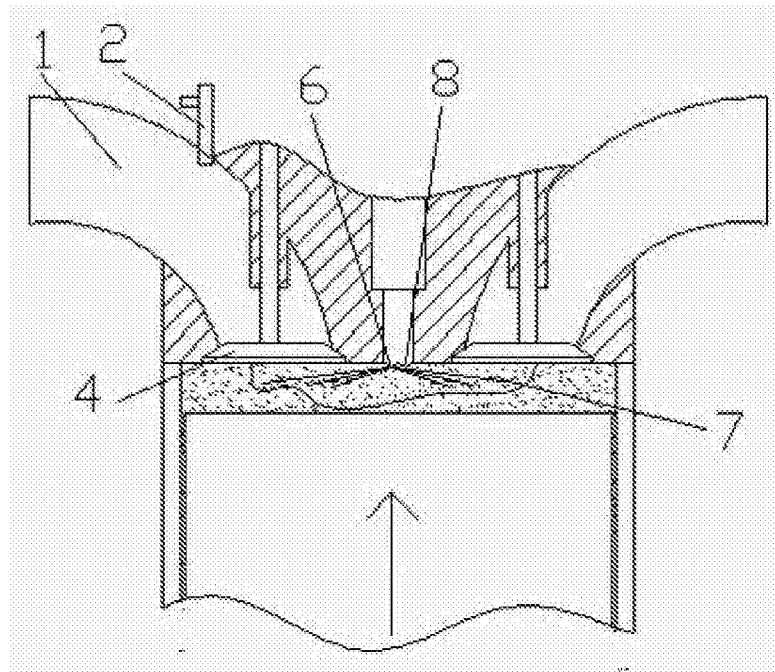


图4

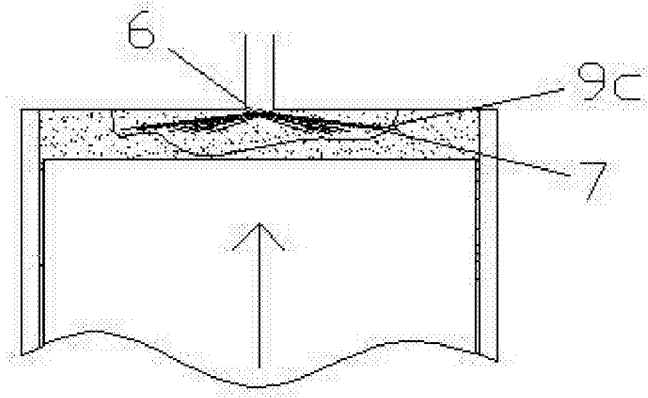


图5

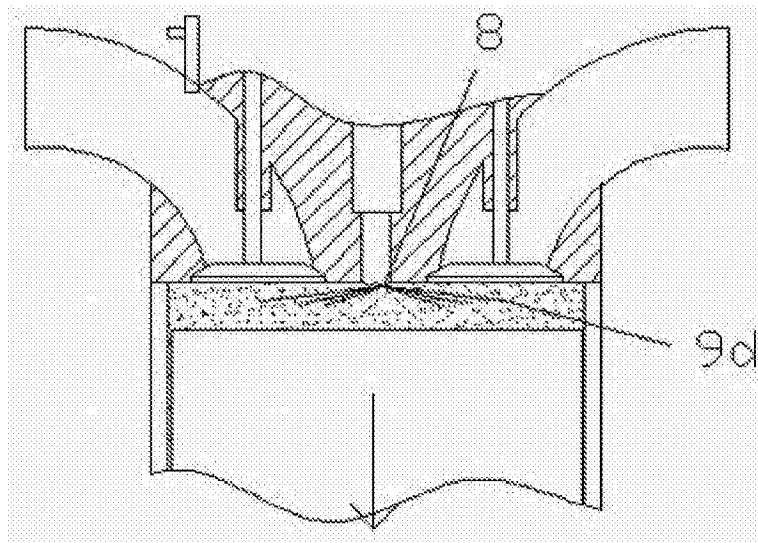


图6



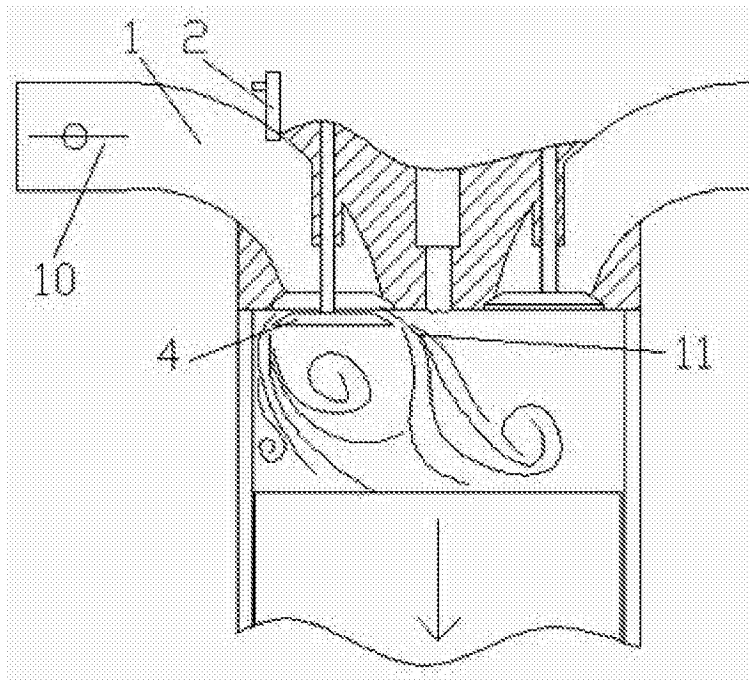


图7

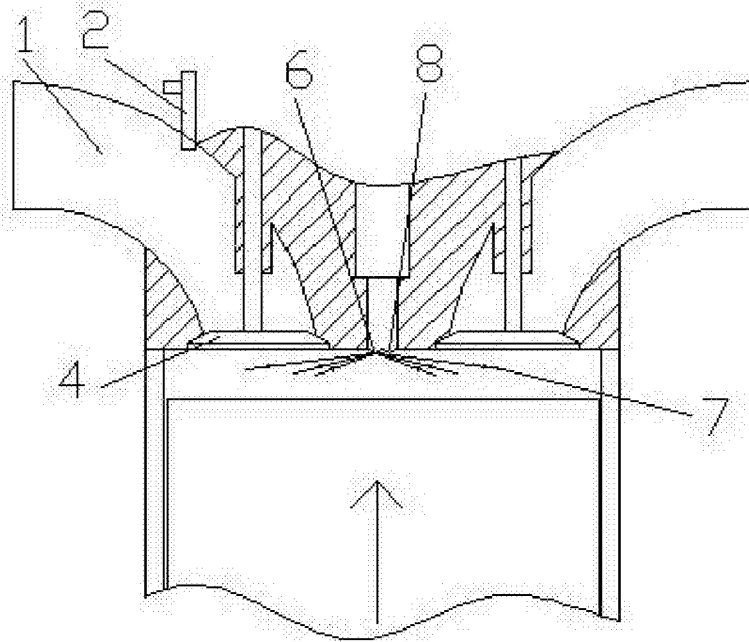


图8

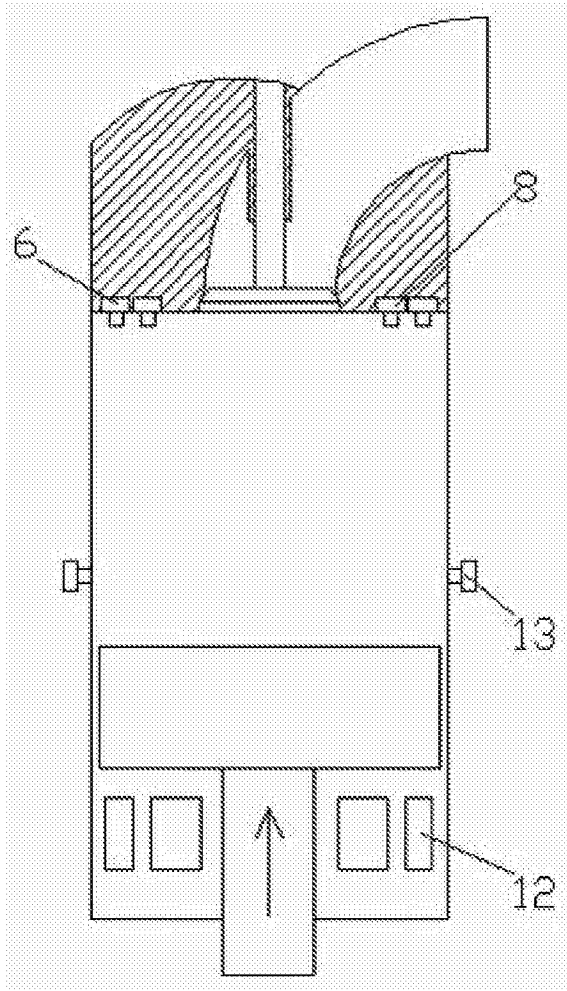


图9