



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111226032 B

(45) 授权公告日 2022.02.01

(21) 申请号 201880067633.0
 (22) 申请日 2018.09.21
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111226032 A
 (43) 申请公布日 2020.06.02
 (30) 优先权数据
 102017009607.4 2017.10.17 DE
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.04.16
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/EP2018/075635 2018.09.21
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/076581 DE 2019.04.25
 (73) 专利权人 戴姆勒股份公司
 地址 德国斯图加特
 (72) 发明人 F·马尔科 G·柯尼格
 (74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
 11247
 代理人 吴鹏 殷玲
 (51) Int. Cl.
 F02M 21/02 (2006.01)

F02B 19/10 (2006.01)
 F02D 19/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105275583 A, 2016.01.27
 CN 105275583 A, 2016.01.27
 EP 1936143 A1, 2008.06.25
 CN 103925119 A, 2014.07.16
 US 2013306045 A1, 2013.11.21
 DE 19622945 A1, 1997.12.11
 EP 0643209 B1, 1997.07.30
 US 2014196686 A1, 2014.07.17
 CN 102900514 A, 2013.01.30
 JP S53165106 U, 1978.12.25
 CN 101457687 A, 2009.06.17
 CN 106014669 A, 2016.10.12
 CN 1502008 A, 2004.06.02
 CN 103998760 A, 2014.08.20
 CN 105275585 A, 2016.01.27
 CN 107035508 A, 2017.08.11
 DE 19622945 A1, 1997.12.11
 孟晓军. 燃气发动机启动气系统设计优化.
 《石化技术》. 2017, (第8期),

审查员 黄秋涵

权利要求书2页 说明书15页 附图6页

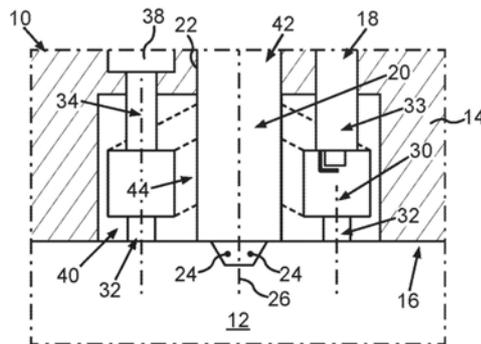
(54) 发明名称

用于燃气发动机的进料及点火装置及其运行方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于燃气发动机(10)的进料及点火装置(18),其具有:至少一个喷射器(20),其用于将可燃气体直接喷入燃气发动机(10)的燃烧室(12);燃料可被输入其中的预燃室(30);多个在喷射器(20)的周向上分散布置在进料及点火装置周围的溢流口(32),借助这些溢流口可将预燃室(30)与燃烧室(12)直接流体连通;以及用于点燃至少包含被输入至预燃室(30)的燃料的燃料-空气混合物的外源点火装置(33),

其中,所述预燃室(30)、溢流口(32)和外源点火装置(33)由第一结构单元(40)构成,所述喷射器(20)由与第一结构单元(40)分开构成的第二结构单元(42)形成。



CN 111226032 B

1. 一种用于燃气发动机(10)的进料及点火装置(18),具有:至少一个喷射器(20),用于将可燃气体直接喷入燃气发动机(10)的燃烧室(12);预燃室(30),燃料能被输入该预燃室中;多个溢流口(32),所述多个溢流口在喷射器(20)的周向上分散布置在进料及点火装置周围,借助这些溢流口能将预燃室(30)与燃烧室(12)直接流体连通;以及外源点火装置(33),用于点燃至少包含被输入该预燃室(30)的燃料的燃料-空气混合物,

其中,所述预燃室(30)、所述溢流口(32)和所述外源点火装置(33)由第一结构单元(40)构成,其中,所述喷射器(20)由与所述第一结构单元(40)分开构成的第二结构单元(42)构成,

其特征是,所述预燃室(30)被设计成在所述喷射器(20)的周向上完全闭合环绕的环形空间,该环形空间在喷射器的周向上完全环绕包围所述喷射器(20)的至少一个纵向区段(44)。

2. 根据权利要求1所述的进料及点火装置(18),其特征是,所述进料及点火装置(18)设计用于引起所述预燃室(30)内的燃料-空气混合物的涡旋式流动。

3. 根据权利要求1或2所述的进料及点火装置(18),其特征是,每个溢流口(32)对应于所述喷射器(20)的一个喷入口(24),其喷入口(24)在所述喷射器(20)的周向上相继布置,其中,可燃气体通过所述喷入口(24)能被直接喷入所述燃烧室(12)。

4. 根据权利要求3所述的进料及点火装置(18),其特征是,各个溢流口(32)和各个对应的喷入口(24)在所述喷射器(20)的周向上布置在相同的高度,和/或布置成使得所述溢流口(32)的和所述喷入口(24)的两条射流轴线相交。

5. 根据权利要求1或2所述的进料及点火装置(18),其特征是,所述第一结构单元(40)具有所述燃气发动机(10)的气缸盖(14),其中,所述预燃室(30)由所述气缸盖(14)构成。

6. 根据权利要求1或2所述的进料及点火装置(18),其特征是,设有至少一个用于给所述预燃室(30)加热的加热件。

7. 根据权利要求6所述的进料及点火装置(18),其特征是,所述加热件是电加热件。

8. 根据权利要求1或2所述的进料及点火装置(18),其特征是,在各喷入口(24)和相应溢流口(32)之间设置了径向距离(r)。

9. 一种用于运行根据权利要求1至8之一所述的进料及点火装置(18)的方法,其特征是,

- 存在于所述预燃室(30)内的燃料-空气混合物借助所述外源点火装置(33)被点燃,且所点燃的燃料-空气混合物作为火焰射流(64)经由所述溢流口(32)进入所述燃烧室(12);

- 燃烧室可燃气体量借助所述喷射器(20)作为高压可燃气体射流(28)被喷入所述燃烧室(12),且该高压可燃气体射流(28)被所述火焰射流(64)点燃。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征是,所述燃烧室可燃气体量被分为先导可燃气体量和主可燃气体量,且所述先导可燃气体量借助所述喷射器(20)被喷入所述燃烧室(12)并且所述先导可燃气体量被火焰射流(64)点燃,并且随后被喷入的主可燃气体量被已点燃的先导可燃气体量点燃。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征是,所喷入的先导可燃气体量比所述主可燃气体量少。

12. 根据权利要求10或11所述的方法,其特征是,所述主可燃气体量分为多份被喷入。

13. 根据权利要求10或11所述的方法,所述火焰射流(64)在所述先导可燃气体量或所述燃烧室可燃气体量喷入之前不久进入所述燃烧室(12)。

14. 根据权利要求10或11所述的方法,其特征是,所述火焰射流(64)在所述先导可燃气体量或所述燃烧室可燃气体量喷入期间进入该燃烧室(12)。

15. 根据权利要求9至11之一所述的方法,其特征是,所述外源点火装置(33)多次点火。

16. 根据权利要求9至11之一所述的方法,其特征是,多个外源点火装置(33)被同时或错时操作。

用于燃气发动机的进料及点火装置及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于燃气发动机的进料及点火装置,和一种用于燃气发动机的进料及点火装置的运行方法。

背景技术

[0002] 作为已知方案,例如已从EP 3 043 049 A1中得知用于尤其是机动车的燃气发动机的这种进料及点火装置。进料及点火装置具有至少一个喷射器,借此可将可燃气体(即气态燃料)直接喷入例如呈气缸形式的燃气发动机燃烧室以运行燃气发动机。另外,进料及点火装置具有预燃室,燃料可被送入预燃室。预燃室也被称为预燃烧室,并且例如在燃气发动机的制造完成状态下具有比也被称为主室或主燃烧室的燃烧室小许多的体积。尤其直接可被送入预燃室的燃料例如是气态燃料或可借此运行燃气发动机的可燃气体。

[0003] 另外,进料及点火装置具有多个沿喷射器周向分散布置在进料及点火装置周围的溢流口,借助它们可将预燃室与燃烧室直接流通相连。换言之,预燃室在燃气发动机的制造完成状态下通过溢流口与燃烧室流体连通。溢流口也被称为火焰通道,例如点燃火焰可经此从预燃室进入主燃烧室(燃烧室),以便例如借助点燃火焰点燃借助喷射器将被或已被直接喷入燃烧室的可燃气体。在此,例如设有至少一个不同于溢流口的输入通道,前述燃料借此尤其直接可被送入尤其是喷入预燃室中。可被送入或被送入预燃室的前述燃料因此并非源自燃烧室。

[0004] 另外设有外源点火装置,可借此将燃料-空气混合物点燃并因此使其燃烧,燃料-空气混合物至少包含特别是经由输入通道尤其直接被送入预燃室的燃料。燃料-空气混合物的点燃导致前述点燃火焰,其例如因为由燃料-空气混合物被点燃导致的预燃室内压力升高而经由溢流口从预燃室流出并流入燃烧室(主燃烧室)。

发明内容

[0005] 本发明的任务是改进前述类型的进料及点火装置,以使得可以实现很有利的燃气发动机运行。

[0006] 该任务通过一种具有如下所述的特征的进料及点火装置和用于运行该进料及点火装置的方法来完成。

[0007] 本发明所涉及的用于燃气发动机的进料及点火装置具有:至少一个喷射器,用于将可燃气体直接喷入燃气发动机的燃烧室;预燃室,燃料能被输入该预燃室中;多个溢流口,所述多个溢流口在喷射器的周向上分散布置在进料及点火装置周围,借助这些溢流口能将预燃室与燃烧室直接流体连通;以及外源点火装置,用于点燃至少包含被输入该预燃室的燃料的燃料-空气混合物。为了改进所述类型的进料及点火装置以使得可实现很有利的燃气发动机运行,本发明规定,预燃室、溢流口和外源点火装置通过第一结构单元构成,其中,喷射器通过与第一结构单元分开构成的第二结构单元形成。换言之,燃烧室、溢流口和外源点火装置是第一结构单元的组成部分,喷射器是第二结构单元的组成部分。尤其可

以想到第一结构单元也包括至少一个计量阀或多个计量阀,借此例如可将燃料送入预燃室,或者可调节要被送入预燃室的燃料量。

[0008] 这些结构单元在此是彼此分开构成的或制造的或安装的部件、模块或组件,它们例如能彼此无关地或分开地制造或安装、尤其是预装并且以预装状态布置、尤其是相互连接。因此,第一结构单元与第二结构单元无关地形成预燃室、溢流口和外源点火装置,而第二结构单元与第一结构单元无关地形成喷射器。例如第一结构单元被设计成预燃室点火塞,其包括或形成作为预燃室的预燃烧室、外源点火装置和例如也称为火焰通道的溢流口,确切说与第二结构单元无关。借助外源点火装置,可以在预燃室内产生至少一个借此能点燃燃料-空气混合物并因此使其燃烧的点火火花。另外,预燃室点火塞可以具有前述的计量阀或者计量装置,借此可以将燃料送入预燃室或者可以调节要被送入预燃室的燃料量。

[0009] 优选设有至少一个不同于溢流口且不同于例如呈气缸状的燃烧室的、附加设置的输入通道,燃料经此可被尤其直接送入预燃室。经由输入通道可被送入或将被送入或已被送入预燃室的前述燃料因此并非源自燃烧室或并非从燃烧室经由溢流口流入预燃室,而是经由至少一个输入通道尤其直接被送入预燃室。该燃料尤其可以是例如呈气态燃料形式的可燃气体,借此可以运行燃气发动机或可以实现燃气发动机点火运行。

[0010] 通过使用该进料及点火装置,可以借助扩散燃烧使被直接送入、尤其喷入例如呈气缸状的燃烧室中的可燃气体或至少含有经由喷射器被输入燃烧室的可燃气体的可燃气体-空气混合物燃烧,借助扩散燃烧也在柴油发动机情况下使用以运行柴油发动机的柴油或包含柴油的燃料-空气混合物燃烧。因此,借助本发明的进料及点火装置可实现类似柴油的燃烧过程,由此尤其可实现高功率密度和高效率。尤其借助本发明的进料及点火装置可将借助喷射器被直接送入或喷入燃烧室的可燃气体在以下条件点燃,即,此时所述可燃气体或可燃气体-空气混合物不会自燃。为了点燃可燃气体-空气混合物,燃料-空气混合物在预燃室内被点燃,由此实现点燃火焰。因为通过点燃燃料-空气混合物而引起预燃室内压力升高,点燃火焰从预燃室经由溢流口进入燃烧室,使得可燃气体或可燃气体-空气混合物借助点燃火焰在燃烧室内被点燃,且至少基本上就像在柴油发动机中出现的扩散燃烧那样燃烧。因此,本发明的进料及点火装置允许点燃在发动机相关运行条件下无法自燃的、尤其借助喷射器被直接输入尤其被喷入的燃料像例如气态燃料或液态燃料尤其是天然气,以实现在燃烧室内的类似柴油的扩散燃烧。由此可以实现燃气发动机的高功率密度和高的热效率。在此,本发明的进料及点火装置利用作为预燃室的预燃烧室来点燃无法自燃的被直接喷入燃烧室的可燃气体,其例如借助呈高压喷射器形式的喷射器作为高压可燃气体射流尤其直接被输入或喷入燃烧室。原则上,本发明的进料及点火装置也可以被用于这种内燃机,其可以用液态燃料运行,因此代替可燃气体地例如可以使用液态燃料,其借助喷射器可被直接输入燃烧室。

[0011] 前述的燃料例如通过计量阀被输入预燃室。尤其直接被输入预燃室的燃料例如可以在预燃室内与经由溢流口从燃烧室进入或流入预燃室的空气或空气+惰性气体混合成可点燃的均质混合物。可点燃的均质混合物例如是前述的燃料-空气混合物并且借助起到外源点火源作用的外源点火装置在预燃室内被点燃,从而燃料-空气混合物没有比如通过自燃被点燃。借助外源点火装置造成燃料-空气混合物在预燃室内的点燃会导致至少一个火焰,火焰以火焰射流形式或以前述点燃火焰的形式通过起到溢流通道作用的溢流口从预燃

室溢流到燃烧室(主燃室)。火焰射流点燃在高压下借助喷射器被喷入燃烧室的可燃气体,因此点燃在高压下借助喷射器被直喷入燃烧室的燃烧室可燃气体量,由此在燃烧室内出现类似柴油的扩散燃烧。

[0012] 为了改进用于运行进料及点火装置的方法以使得可以实现本发明燃气发动机的很有利运行,本发明规定,存在于预燃室内的燃料-空气混合物借助外源点火装置被点燃,且被点燃的燃料-空气混合物作为火焰射流经由溢流口进入燃烧室,并且燃烧室可燃气体量借助喷射器作为高压可燃气体射流被喷入燃烧室,并且高压可燃气体射流被火焰射流点燃。高压可燃气体射流被从预燃室射出到主燃室的火焰射流点燃。原则上,可以在所述方法中提到两级点燃,因为首先在预燃室内点燃该燃料-空气混合物,随后从预燃室射出的火焰射流点燃该高压可燃气体射流。

[0013] 在本发明方法的另一个设计中,燃烧室可燃气体量被分为先导可燃气体量和主可燃气体量。先导可燃气体量借助喷射器被喷入燃烧室并且先导可燃气体量被火焰射流点燃。随后被喷入的主可燃气体量被已点燃的先导可燃气体量点燃。在这种分批输入时,就像在两级点燃时那样,首先在预燃室内点燃该燃料-空气混合物。随后从预燃室射出的火焰射流点燃先导可燃气体量,所点燃的先导可燃气体量最后点燃主可燃气体量。由此,所点燃的先导可燃气体量产生增大的火焰区,用于可靠点燃剩余主可燃气体量,从而可以实现至少三级点燃。

[0014] 由此可以实现内燃发动机以气态燃料或液态燃料按照类似柴油的方法在高效率和高功率密度情况下运行。例如,在使用天然气作为可燃气体时可以相比于柴油发动机显著减少超过20%的CO₂排放。相比于柴油先导点燃,得到以下优点:不需要第二燃料;因放弃通常具有泵、箱和其它部件的第二燃料系统而节约成本和结构空间;更简单的喷射器,因为不需要分开计量输入两种燃料;在使用气态燃时可以避免在喷射器中的液态燃料,由此减小积碳倾向。进料及点火装置此时有双重功能。一方面,进料及点火装置被用来将可燃气体直喷入燃烧室。另外,进料及点火装置被用来借助经燃料吹扫的、被强迫点燃的预燃室点燃例如以高压可燃气体射流形式被喷入燃烧室的可燃气体并使其燃烧,同时造成可燃气体-空气混合物在燃烧室内的类似柴油的扩散燃烧。

附图说明

[0015] 从以下对优选实施例的说明以及结合附图得到本发明的其它优点、特征和细节。之前在说明书中提到的特征和特征组合以及随后在附图说明中提到和/或如图单独示出的特征和特征组合不仅可被用在各自所说明的组合中、也可被用在其它组合中或被单独使用,而没有超出本发明范围。

[0016] 附图中:

[0017] 图1局部示出具有根据第一实施方式的本发明进料及点火装置的燃气发动机的剖视示意图;

[0018] 图2分别局部示出燃气发动机的剖视示意图以说明进料及点火装置的功能原理;

[0019] 图3示出用于说明功能原理的曲线图;

[0020] 图4局部示出根据第二实施方式的进料及点火装置的另一剖视示意图;

[0021] 图5局部示出根据第一实施方式的进料及点火装置的剖视示意图;

- [0022] 图6局部示出根据第三实施方式的进料及点火装置的剖视俯视示意图；
[0023] 图7局部示出根据第四实施方式的进料及点火装置的剖视俯视示意图；
[0024] 图8局部示出根据第五实施方式的进料及点火装置的剖视俯视示意图；
[0025] 图9局部示出根据第六实施方式的进料及点火装置的剖视示意图；
[0026] 图10局部示出根据第七实施方式的进料及点火装置的剖视示意图；
[0027] 图11局部示出根据第八实施方式的进料及点火装置的剖视立体示意图。
[0028] 在附图中，相同的或功能相同的零部件带有相同的附图标记。

具体实施方式

[0029] 图1以剖视示意图局部示出作为燃气发动机10构成的机动车内燃机，该机动车例如呈汽车、尤其呈载货汽车或卡车或越野应用形式并借助燃气发动机 10可被驱动。燃气发动机10具有至少一个例如呈气缸状的燃烧室12，其也被称为主室、主燃烧室或主燃室并且例如由燃气发动机10的在图1中看不到的缸体构成。燃气发动机10在其制造完成状态下具有缸体和图1中可看到局部的气缸盖14，气缸盖与缸体无关地或分开地制造并且与缸体连接。例如，气缸盖14形成燃烧室12的燃烧室顶16。燃气发动机10还在其制造完成状态下包括总体用18标示的进料及点火装置，其配属于燃烧室12。在此，图1和图5示出了进料及点火装置18的第一实施方式。

[0030] 进料及点火装置18具有至少一个喷射器20，借此可以直接将可燃气体喷入燃烧室12。为此，喷射器20例如具有壳体22和接纳在壳体22中且可相对于壳体22平移运动的、在图1中看不到的喷射器针阀。另外，喷射器20具有多个沿喷射器20的周向相继布置的喷入口24，经由这些喷入口，首先被送入壳体22中的可燃气体能从壳体22且进而从喷射器20流出且进而直接流入燃烧室12，由此，可燃气体可被直喷入燃烧室12。喷射器针阀在至少一个打开位置和至少一个关闭位置之间相对于壳体22可平移运动，尤其沿着轴线26，喷入口24绕该轴线尤其均匀分散布置在四周。在此，喷射器20作为高压喷射器(HD喷射器)构成，从而可燃气体以如图2所示的高压可燃气体射流28形式被直接喷入燃烧室12。这意味着，在可燃气体流过喷入口24时，借助喷入口24由可燃气体形成高压可燃气体射流28。

[0031] 在此，喷射器针阀在关闭位置关闭喷入口24，使得可燃气体不会流过喷入口24且进而不会从喷射器20流出。但在打开位置，喷射器针阀放行喷入口24，使得可燃气体被直喷入燃烧室12。进料及点火装置18还具有预燃室30，其也被称为预燃烧室。如以下还将更详述地，燃料可被输入预燃室30。可被输入预燃室的燃料优选是借此驱动燃气发动机10的可燃气体。进料及点火装置18还具有多个在喷射器20的周向上尤其均匀分散布置在其周围的溢流口32，预燃室30经由这些溢流口可与燃烧室12流体连通或与之流体连通。此外，设有例如呈点火塞形式的外源点火装置33，借此可以点燃至少包含被送入预燃室30的燃料的燃料-空气混合物。

[0032] 对照浏览图11地可以看到，进料及点火装置18具有至少一个不同于燃烧室12和溢流口32的、为此附加设置的输入通道34，燃料(可燃气体)经此被直接输送入、尤其喷入预燃室30。箭头36在图11中示出了借助输入通道34被直接输送入、尤其被喷入预燃室30的燃料。也在图1中能看到的输入通道34例如被设计成毛细管。另外，进料及点火装置18包括至少一个阀件38，其也被称为计量阀或燃料计量阀。借助阀件38，经由输入通道34可被直喷入或加

入预燃室30的燃料量可被调节,使得例如燃料从用于容纳并至少暂时存储燃料的储藏容器中经由阀件38被送入输入通道34,并经由输入通道34被直接送入、尤其喷入预燃室30。储藏容器例如是箱/罐,自此可向喷射器20供应以高压可燃气体射流28形式借助喷射器被直接喷入燃烧室12的可燃气体。

[0033] 为了实现特别有利的燃气发动机10操作,预燃室30、溢流口32和外源点火装置33通过第一结构单元40构成。尤其可以想到,第一结构单元40也包括至少一个计量单元或计量装置,可借此例如将燃料输入预燃室,或者可以调节将被输入预燃室的燃料量。

[0034] 第一结构单元40在此例如设计成预燃室点火塞,其包括外源点火装置33、预燃室30和也被称为溢流通道、溢流孔或火焰通道的溢流口32。喷射器20在此通过第二结构单元42构成或者被设计成这种第二结构单元42,其中,第二结构单元42与第一结构单元40分开构成。换言之,结构单元40和42是可单独地或彼此无关地安装或者制造的组件或模块,它们彼此无关地或单独地安装、尤其是预装,并且以预装状态相邻布置、尤其相互连接。在此,例如第一结构单元40具有例如呈通孔状的开口,第二结构单元42的至少一个纵向区段被插入或穿插过该开口。可以从图1中很清楚地看到,预燃室30被设计成在喷射器20的周向上完全闭合的环形空间,它在周向上完全环绕包围该喷射器20的至少一个纵向区段44。

[0035] 因为燃料被输入预燃室30中并且因为燃料-空气混合物在预燃室30内被点燃,故预燃室30是被吹扫的且被外源点火的预燃室,借此由于燃料-空气混合物的点燃可以造成被直喷入燃烧室12的可燃气体的类似柴油的扩散燃烧。通过在预燃室30内点燃燃料-空气混合物而出现点燃火焰,其也被称为火焰射流或火舌。因为通过在预燃室30内点燃燃料-空气混合物导致预燃室30内的压力升高,火焰射流经由溢流口32从预燃室30流出并进入燃烧室12,从而借助喷射器20被喷入燃烧室12的可燃气体借助火焰射流被点燃,随后按照类似柴油的扩散燃烧方式燃烧。为此,预燃室30的这种设计是有利的,可以实现尤其是火焰射流的高射流脉冲和仅轻微的对壁散热,并且尽量将能量最佳转换为冲出预燃室30的火舌。

[0036] 另外,例如设置废气再循环系统,由此废气从燃气发动机10的废气道被再循环到燃气发动机10的进气道。给燃烧室12也供应作为燃烧空气的空气,其中,该空气可以流过进气道且借助进气道被送入燃烧室12。由此在燃烧室12内出现可燃气体-空气混合物,其包含被供给燃烧室12的空气和被直喷入燃烧室12的可燃气体。可燃气体-空气混合物借助火焰射流被点燃。由此导致了燃气发动机10的废气,在此,废气借助废气道从燃烧室12被排出。此时,废气可以流过废气道。为了废气再循环而设有废气再循环装置,其包括至少一个废气再循环管路。废气再循环管路一方面与废气道流体连通,另一方面与进气道流体连通,使得至少一部分流过废气道的废气从废气道被分流并可被回输至或回输入废气道。回输的废气被流过进气道的空气裹挟并被送入燃烧室12。在燃烧室12内,回输的废气可以在扩散燃烧中用作惰性气体。废气再循环装置被用来实现外部废气再循环。替代地或附加地可以想到内部废气再循环,其中例如借助可平移运动地接纳在燃烧室12内的活塞将至少一部分废气从至少一个配属于燃烧室12的排气通道回吸入燃烧室12。通过这种废气再循环,例如可保持很低的氮氧化物排放。

[0037] 通过仅由一个腔室或体积件形成预燃室30,还可实现有利的预燃室30的体积-表面比。还优选规定了例如呈溢流孔状的溢流口32的很短的长度。

[0038] 在优选呈环形通道或环形空间的预燃室内优选设有恰好一个点火源。但优选设有

多个点火源以实现很均匀的火焰射流射出。所述部分例如预燃室30、溢流口32和点火源或者外源点火装置33优选可单独更换,因此设计成单独且无关地构成的构件。预燃室30最好只包括前述的环形空间和溢流口32,并具有有利的表面-体积比,使得可以实现高火焰射流脉冲。

[0039] 还被证明特别有利是,进料及点火装置18设计用于造成在预燃室30内的涡旋式流动。这例如可以从图11中看到。在图11中,箭头46表示空气从燃烧室12经由溢流口32流入预燃室30。换言之,例如当活塞从其下止点运动到其上止点时,空气借助活塞穿过溢流口32地被送入预燃室30。因为该燃料还经由输入通道34被输入预燃室30,故燃料可以在预燃室30内与流入预燃室30的空气混合,从而出现前述的燃料-空气混合物。如依据箭头36和46所能看到地,流入预燃室30的空气和被输入预燃室30的燃料至少基本上以涡旋形式流过预燃室30,从而例如在预燃室30内出现至少基本呈涡旋状的燃料-空气混合物流动。因此,可以在预燃室30内产生涡旋。优选设有至少两个或更多的点火源,以便例如在预燃室30内点燃燃料-空气混合物。此外例如可以想到将预燃室30集成到气缸盖14中,从而可以实现与冷却通道的最佳接合。由此可以实现有利的散热。

[0040] 被证明特别有利的是设有至少一个用于给预燃室30加热的加热件尤其是电加热件。加热件可以布置在预燃室30处且尤其有利地用于移动运行/起步运行,此时可能出现燃气发动机10的冷起动、暖机、怠速运转等。

[0041] 自燃式扩散燃烧是柴油发动机式燃烧,相比于外源点火的、预混合的、例如在汽油发动机中所用的且因此也称为汽油发动机式燃烧的燃烧,这种柴油发动机式燃烧提供因使用高压压缩比而热效率高的优点,以及提供在主燃室内使用很高的空气稀释或惰性气体稀释的可能性。在前和在后的关于能以可燃气体和进而气态燃料运行的燃气发动机10的陈述也可以顺利地套用到以液态燃料运行的内燃机。尤其可以借助进料及点火装置18实现如下方法,其可被用来点燃燃料尤其是可燃气体或者燃料-空气混合物或可燃气体-空气混合物,其自燃倾向不足以在高压喷入或高压注入时存在的温度和压力下自燃和启动随后的扩散燃烧。该方法或可借助进料及点火装置18实现的可燃气体-空气混合物在燃烧室12内的燃烧是外源点火和随后的柴油发动机式燃烧的组合。在此,以下的工作方式和燃气发动机作为现有技术是已知的:

[0042] (a) 汽油发动机式运行的燃气发动机——其具有按化学当量的可燃气体-空气比,以及稀燃运行、即以过剩空气运行的燃气发动机:在这种方法中,可燃的气体-空气混合物被预混合且被输入燃烧室,或是在燃烧室内的压缩阶段中通过可燃气体的直接输入来产生。接着,通过外源点火来启动燃烧。在使用按化学当量的燃烧方法时,可以借助三元催化器采用简单的废气净化系统。通过在燃烧室内以惰性气体运行,尤其在使用外部冷却废气再循环时,可以在此燃烧方法中降低温度并获得效率提升。稀燃运行式燃气发动机当前尤其作为固定式发动机被用于发电。通过 $\lambda > 1.6$ 的高过剩空气系数和进而低的燃烧温度和热损耗,它们获得了很好的热效率。但相比于采用惰性气体混合的按化学当量的运行,高成本的废气再处理对保持低的氮氧化物排放(NO_x 排放)是不利的。

[0043] 高稀释程度时的一项挑战首先是预混混合物在例如呈气缸状的燃烧室内的稳定点燃。对此可以采用各种不同的点燃方法。除了每种传统的电点火系统外,预燃室系统或者作为其它可能性借助柴油先导喷射的点火是合适的。预燃室点火塞在汽油发动机式运行的

固定式燃气发动机中是现有技术。它们不仅可以是被动的、即未被吹扫,就像例如在EP 1 476 926 A1中规定的那样,预燃室内的混合物成分对应于主燃室内的混合物成分;也可以用燃料吹扫地运行,就像例如在DE 10 2005 005 851 A1中规定的那样。在未经吹扫的运行中,在先混合的可燃气体-空气-惰性气体混合物从主燃室流入至预燃室。外源点火在预燃室内进行,随后火焰射流从溢流通道射出到主燃室。在主燃室内存在已经预混的燃料-空气混合物,其被火焰射流点燃且伴随爆燃火焰传播按照汽油发动机式工作过程燃烧。在用燃料吹扫预燃室时,可以在稀燃运行式、即以过剩空气在主燃室中运行的燃气发动机中减少该预燃室内的过剩空气,并且在预燃室内产生至少近似按化学当量的混合物。两个物料流进入预燃室:来自主燃室的可燃气体-空气-惰性气体以及作为附加物料流的经过计量阀的燃料。通过优化的燃料-空气比,进行预燃室的更好的点燃和由此进行混合物在主燃室内的更快速点燃。因此,能以 $\lambda > 2$ 的高燃料-空气比实现稳定的发动机运行,由此导致了高效率 and 明显更低的氮氧化物粗排放。

[0044] (b) 双料燃气发动机,其也被称为双燃料:如下燃气发动机被称为双料燃气发动机(双燃料发动机),其不仅能以柴油燃料运行、也能以可燃气体运行。气态燃料含量按照质量可以在包含0%至包含95%之间变化。气态燃料在进气歧管内或通过低压直喷被送入燃烧室,并且通过与空气混合产生尽可能均匀且可点燃的混合物。预混的可燃气体-空气混合物的点燃通过使用柴油高压直喷来进行。如此喷入的燃料自燃并且随后点燃燃烧室内的预混混合物。在满载运行时的天然气最大混合量受到发动机爆震的限制,因为虽然压缩比相比于柴油发动机降低了,但由于柴油自燃所需的温度和压力,并未获得真正实现最佳汽油发动机式运行的低值。

[0045] (c) 类似柴油运行的燃气发动机:不同于汽油发动机式运行的稀燃燃气发动机或具有 $\lambda = 1$ 和AGR(废气再循环)的燃气发动机(其压缩比位于 $\epsilon = 11-14$ 的范围内),在类似柴油的扩散燃烧中可采用压缩比 $\epsilon = 15-20$ 。气态燃料此时在高压下经由多孔喷嘴被直接喷入燃烧室。内燃机的热效率借此可以被提升至40%以上。

[0046] 载货汽车中的现有技术当前是高压直喷柴油发动机。在载货汽车领域,燃气发动机仍还是对已有柴油发动机平台的补充。因此,目的是将尽量多的通用件用于柴油发动机。借助柴油发动机式气体燃烧,可以将更多的通用件用于柴油发动机。另外,可以充分利用设计优点,例如像喷射压力强度。用于汽油发动机式应用的柴油发动机系缺点(例如气缸盖和歧管的低耐热强度)并未出现在气体直喷方法中,因而可以获得与柴油运行式发动机相比近似相同的功率密度。

[0047] 在类似柴油的气体燃烧或扩散燃烧时成问题的是产生也称为HD-DI气体流的高压可燃气体射流,其因为其比柴油燃料低的十六烷值 $CZ < 40$ 而不会自主燃烧。因此描述了各种不同的用于点燃气体流的方法。用于点燃HD气体直喷射流的已知方法是可自燃燃料的先导喷入,其中,它大多是柴油,其占总燃料量的质量比例为 $\leq 10\%$,通过例如就像在EP 6 432 09 A1或EP 2 370 71 A1中那样的两个分开的喷射器,或者也通过例如就像在WO 2012/17119 A1中那样的针阀-针阀喷射器。随后喷入的气体燃料在被在主燃室内自燃的先导区点燃,随后是类似柴油的扩散燃烧。一种用于点燃HD气体直喷射流的未商业应用的方法是借助预热塞的点燃,就像例如在WO 2007/128101 A1中描述的那样。在此情况下,HD气体直喷射流在尤其是预热塞的灼热表面上被点燃。

[0048] 本方法基于柴油发动机式燃烧的功能原理。它基于可燃气体或可燃气体以例如 $\epsilon > 12$ 的高压缩比高压直喷或射入燃烧室12。可燃气体在发动机相关的运行条件下不自燃。所述方法的特点尤其是,为了点燃HD喷入气流而采用具有燃料输入可能性的预燃室,就像例如已经在DE 10 2005 005 851 A1中描述的那样。它包含通过多个溢流通道与主燃室连通的预燃室体积,以及外源点火装置33。预燃室体积 V_{vk} 由此小于主燃室压缩体积,在此,例如适用的是:

$$[0049] \quad V_{vk} < 10\% * V_{\text{Haupt, komp}}$$

[0050] 在此, $V_{\text{Haupt, komp}}$ 表示燃烧室12的压缩体积。

[0051] 该方法尤其可以从图2中看到,因此结合图2来描述燃气发动机10的工作运行。另外,图3示出了曲线图,在其横坐标48上绘制出曲轴角度数。另外,在纵坐标50上绘制出存在于燃烧室12内的压力,因此在如图3所示的曲线图中绘制出的曲线52表示存在于燃烧室12中的压力随曲轴角度数而变的曲线。在此,在图3中绘制出所述方法的不同阶段54、56、57、58、60和62。因此,图3示出了用于阶段54、56、57、58、60、62随曲轴角度数($^{\circ}\text{KW}$)变化的时间曲线的一个例子,在这里,曲线52是代表性的缸压曲线。作为外源点火源,在图3中极其示意性地示出了外源点火装置33。在阶段54中,例如燃料按照预燃室燃料量以大于5巴的低压被输入预燃室30。在阶段56中,空气从主燃室被输入预燃室30。在阶段57中,燃料-空气混合物在预燃室30内被点燃。在阶段58中,火焰射流从预燃室30经由溢流口32射出并且进入主燃室。在阶段60中,可燃气体以燃烧室可燃气体量借助喷射器20在高压下被直接喷入燃烧室12。最后在阶段62中进行可燃气体-空气混合物在燃烧室12内的扩散燃烧。

[0052] 所用预燃室的特点尤其是,可以通过至少一个或多个毛细管和/或直接借助至少一个进气门或借助也称为计量阀的多个进气阀将燃料按照规定的预燃室燃料量输入该预燃室。用于将燃料输入尤其是通入预燃室30的各个进气门例如被设计成低压进气门或者高压进气门。被输入预燃室30的预燃室燃料量明显少于通过高压直喷被输入主室的燃烧室可燃气体量。

[0053] 作为用于所述方法的可燃气体,可采用所有的在柴油发动机式过程中在发动机相关压力和温度下不会自燃的燃料。在工程应用中,它们尤其是气态燃料如NG(天然气或石油气)或者LPG(液化石油气)。还可以考虑丙烷、乙烷、丁烷、甲烷、氢气作为单独燃料或气体混合物。对于高压直喷入燃烧室12和喷射入预燃室,优选采用相同的可燃气体。原则上,使用两种不同的燃料也是可行的。

[0054] 在主燃室内,在高压直喷前存在由空气-惰性气体构成的混合物或只有空气。在主燃室内,在HD直喷前不存在预混的或部分混合的可燃气体-空气混合物。被输入至预燃室中的燃料与在主燃室内压力因活塞压缩行程而升高时经由溢流通道流入预燃室的空气/空气-惰性气体混合物在预燃室中混合。在预燃室内的点火时刻,力求获得接近化学当量空气比的均质混合的且可点燃的燃料-空气混合物,在此,优选规定了燃料-空气比 $\lambda = 1$ 。混合比通过输入预燃室内的预燃室燃料量和喷入结束来确定,喷入结束由朝向上止点的喷入或射入的最大压力来界定。为了估算喷入结束而假定,预燃室在喷入结束时完全填充有燃料,随后空气无吹扫损耗地从主燃室进入预燃室。对于甲烷的体积空气需求 $L_{\text{st, vol}} = 10$,应该如此设置喷入结束,即,以在点火时刻压力的十分之一完全用气体填充预燃室。作为计算例子,在高载荷下在点火时刻(ZZP)获得50-70巴压力,从而在5-7巴的压力下仍可以将燃料喷入

预燃室。对于喷入预燃室在技术上有意义的压力范围因此是从包含5巴至包含200巴的压力范围,原则上也可以有更高的压力。较高的喷入压力或射入压力的优点是,喷入结束可设计成在主燃室内压缩压力升高情况下灵活靠近点火时刻和/或可以实现晚些喷入。另外,通过流入燃料的较高脉冲来实现在预燃室内的更好混合。

[0055] 在预燃室内的点燃通过外源点火装置进行,就像例如具有钩形点火塞的传统的线圈点火系统,或者也可通过替代的新型点火系统如电晕点火或激光点火进行。可以采用一个或多个外源点火装置。通过采用不同于汽油发动机的高压缩比和接近上止点在预燃室内的点燃,在点火时刻在预燃室内的压力和温度很高。由此预燃室内在点火时刻出现高密度和最好高的尤其是层流型燃烧速度。不同于例如像在DE 301 613 9 A1中的已知的且在所设计的内燃发动机上采用的柴油预燃室,在预燃室内未发生自燃。因为只有在燃料输入预燃室之后在点火时刻前不久使空气经由溢流通道进入预燃室才会存在可点燃的混合物,故防止了在预燃室内的不希望有的例如由局部高的部件温度引起的自燃。

[0056] 在预燃室的外源点火之后,出现爆燃火焰传播或者预混火焰传播,由此导致预燃室内剧烈升温。因为由此导致体积和压力增大,火焰以前述火焰射流形式经由溢流通道溢入主燃室。在火焰射流开始从例如呈溢流孔形式的溢流口32射出之前不久和/或同时和/或之后,将燃烧室可燃气体量高压直喷或射入主燃室。溢流孔如此布置,即,出现了火焰射流与高压直喷流在形状上的相交。用于气体高压直喷的可能压力范围例如是从含100巴至含600巴的压力范围。

[0057] HD喷流或者射流被从预燃室射出到主燃室中的火焰射流点燃。原则上,在所述方法中可以提到两级点燃。因为燃料性能而不同于典型的柴油发动机地未发生燃烧室可燃气体量的自燃。HD直喷可燃气体量或者说燃烧室可燃气体量也可以被分为先导可燃气体量或主可燃气体量。主可燃气体量的喷入或喷射也可以分多份进行。先导可燃气体量 $m_{\text{Pilot,DI}}$ 在此情况下显著低于主可燃气体量 $m_{\text{Haupt,DI}}$ 。在先所输入的先导可燃气体量被预燃室火焰射流点燃。随后喷入的主可燃气体量随后被源自预燃室火焰射流和先导可燃气体量火焰射流的燃烧区点燃。原则上,在此情况下发生三级点燃。

[0058] 主可燃气体量的燃烧随后类似于典型的柴油发动机以通过高压直喷被输入的燃烧室可燃气体量的扩散燃烧形式实现。类似柴油的扩散燃烧是内燃机的主要放热并且确保高的热效率。不同于与利用预燃室和爆燃主燃烧的汽油燃气发动机的已知运行,在所述方法中通过类似柴油的扩散燃烧实现主要放热。另外,进入预燃室的物料流不同于主燃室。因为在所述方法中燃烧室可燃气体量借助HD直喷只在接近上止点时被输入燃烧室,故在主燃室内不存在预混的可燃气体-空气混合物。只有空气或空气和惰性气体从主燃室进入预燃室。

[0059] 相关构件在此是:预燃室,外源点火装置33,计量阀,至少一个输入通道34,溢流口32,和例如呈HD直喷喷射器形式的喷射器20。整个装置例如被安装在具有往复式活塞的传统内燃发动机的气缸盖14中。预燃室可被设计成在高压喷射器旁的传统装设的预燃室点火塞,或被设计成围绕高压喷射器的环形空间。理想地如此布置输入通道34和/或溢流口32,即,在预燃室内出现至少基本上呈环形的涡旋流动,如在图11中由箭头36、46示出的那样。

[0060] 一个或多个点火源可安装在预燃室内或配属于预燃室。作为点火源例如可采用市售的点火塞。电极间距应该适配于在点火时刻所需的最大压力,例如为50-150巴。类似于巴

申曲线地,对于30-50千伏的真实点火电压,电极间距应处于0.1-0.2毫米范围内。点火塞可以固定集成在预燃室内,或也能为了因磨损而更换的可能性而可更换地设置在预燃室中。另外,点火塞的中间电极也可以如此布置,即,在预燃室壁和中间电极之间出现火花隙,为此参见EP 1 476 926 A1。

[0061] 在使用毛细管以将燃料送入预燃室时,它们可以在一个或多个部位通入预燃室以保证燃料和空气的均匀混合。将小直径毛细管用于将燃料输入预燃室,提供以下优点:计量阀承受来自主燃室的很低的温度负荷,并且因气体移动时间长而也承受来自主燃室的很低的压力负荷,为此参照EP 1 936 143 B1。通过相应布置这些毛细管,可以在晚些将燃料输入预燃室时产生促成与空气混合的流动。

[0062] 喷射器20的例如作为流出孔构成的喷入口24的数量和取向来自对主扩散燃烧的要求。也称为溢流孔的溢流口32的数量和位置或者取向例如由以下要求来确定:预燃室的涡旋产生;高压气体直喷流的最佳点燃。溢流孔的数量应该对应于流出孔的数量。溢流孔应如此布置,即,高压喷流或射流与来自各个溢流孔的火焰射流相交,由此可以实现高压射流的点燃。由此得到例如可以从图6-8中看到的许多布置可能性。

[0063] 利用所述的方法,可以将类似于柴油发动机中那样的所述扩散燃烧的优点比如尤其是高效率也用于无法自燃或难以自燃的燃料。它们可以是液态燃料例如像汽油或者气态燃料例如像天然气。通过所述方法,可以放弃来自在发动机条件下自燃的第二燃料的点火射流。由此,一方面高压直喷喷射器(喷射器20)比已知的双料喷射器例如像针阀套针阀式喷射器简单许多,就像例如在WO 2012/171119 A1中描述的那样。另一方面,也可以完全放弃自燃燃料例如像柴油的附加二次供应。可以针对附加燃料节约了罐系统、高压泵和燃料管路。另外,因只采用气态燃料而减轻了积碳趋势。在HD气体喷入和采用冷却的液化天然气例如像LNG时,在迄今所知的设想中,气体的排出量和泄漏量出现在负荷变换或所需气压变化时,此时必须费事地又压缩至高压或者在低压下被喷入吸气管。低压喷入预燃室提供了在发动机内部利用所述气体量的简单可能性。

[0064] 相比于就像例如在WO 2007/128101中描述的那样的借助预热塞的HD直喷射流点燃,本方法带来以下优点,即,每股射流可以对应配设有点火源或火焰射流。不必将多个预热塞安装在气缸盖14内。此外,可以通过自由确定相对于高压直喷的喷入开始何时进行预燃室内的点燃,更好地控制利用射流点燃高压直喷。此外,市售的点火系统被设计用于在每个燃烧周期的点燃,而预热塞通常仅设计用于冷起动操作而不是长期运行。在预燃室内,通过燃料与自燃烧室12进入预燃室的空气相混合,产生或许含惰性气体的燃料-空气混合物作为尽量均匀的可点燃的混合物,其借助外源点火装置33被强制点燃。在燃料-空气混合物被强制点燃之后,预混的或爆燃的火焰传播伴随在预燃室内的温度和压力升高进行。由此导致了火焰以前述火焰射流形式经溢流口32 溢入燃烧室12,并且点燃了现在借助喷射器20被直喷入燃烧室12的可燃气体或其高压可燃气体射流28,从而被直喷入燃烧室12的可燃气体未发生自燃。主要放热类似于已知的柴油直喷高压法以在高的热动力学效率下的可燃气体扩散燃烧形式进行。在此,被输入预燃室的燃料的预燃室燃料量优选明显少于直接被输入燃烧室12的可燃气体的燃烧室可燃气体量,其中,例如被输入预燃室的燃料的预燃室燃料量少于被直接喷入燃烧室12的可燃气体的燃烧室可燃气体量的10%。内燃机的主要放热和释放功源自燃烧室可燃气体量的扩散燃烧。直喷入或直射入预燃室的以及直喷入或直

射入主燃室的燃料的压力水平可以是相同的。优选地,基于工作原理,用于预燃室的燃料压力显著较低,尤其是低至低压水平(ND)。优选地,在上止点之前在从含-360度曲轴角至含0度曲轴角的范围内将燃料输入尤其喷入预燃室(预燃室30)。对于直喷入燃烧室12以及对于将燃料输入预燃室,最好采用相同的可燃气体。原则上也可以加入两种不同的燃料。在给预燃室填充燃料之后,至少空气、尤其是空气-惰性气体混合物从主燃室溢流至预燃室,从而从燃烧室12经溢流口32流入预燃室30的空气或所述空气-惰性气体混合物与被输入预燃室30的燃料混合。

[0065] 通过至预燃室的燃料输入的相应布置,可以在晚些时候以高压将燃料输入预燃室时在预燃室内产生支持燃料与空气混合的流动。供给预燃室的预燃室燃料量被如此调节,即,在预燃室内的点火时刻通过物料流的混合(在点火时刻)来调节可点燃的、最好按照化学当量的燃料-空气混合物。此时进行理想地按照化学当量的燃料-空气混合物在预燃室内的外源点火。作为点火源可采用传统的点火塞、具有在线箍和室壁之间的火花隙的点火塞、电晕点火、激光点燃或微波点燃。在点火之后进行预混燃烧或爆燃燃烧,由此预燃室中的压力和温度升高,并且燃烧的火焰射流经由溢流口32以高流出速度伴随涡旋产生传播入主燃室。燃烧室可燃气体量通过高压直喷就像例如在高压柴油喷射器中那样在-60度曲轴角至+60度曲轴角范围内优选靠近上止点地被输入燃烧室。在燃烧室可燃气体量被输入主燃室(燃烧室12)之前,在主燃室内至少存在空气、尤其是空气-惰性气体混合物。

[0066] 例如呈溢流孔形式的溢流口32的布置优选是这样的:所出现的火焰射流和以高压直喷流或喷注流形式构成的高压可燃气体射流28在形状上相交,从而后者的点燃可以有效进行。优选如此选择预燃室内的点火时刻,即,火焰射流在燃烧室可燃气体量输入开始前的60度曲轴角至其开始后的60度曲轴角的范围内从预燃室溢流入主燃室。由此可以获得高压可燃气体射流28的可靠点燃。并不力求高压可燃气体射流28与空气或空气-惰性气体混合物在主燃室内的混匀。另外,呈高压可燃气体射流28形式被输入燃烧室12的燃烧室可燃气体量的外源点火通过从预燃室射出的也称为火舌的火焰射流进行。并不力求燃烧室可燃气体量或可燃气体-空气混合物在主燃室内的自点燃。

[0067] 燃烧室可燃气体量或可燃气体能以若干喷入过程或射入过程被分开输入燃烧室12中。在这样分批输入时,优选可以输入较小的第一先导可燃气体量,其被来自预燃室的火焰射流点燃。由此出现更大的火焰区用于可靠点燃剩余的燃烧室可燃气体量,从而例如可以实现至少三级点燃。通过优选以先导可燃气体量将可燃气体分批输入燃烧室12,燃料-空气混合物在预燃室的外源点火可以提前和进而以较低压力安排,借此改善外源点火装置发挥功能的条件。例如,在线圈点火时出现的火花击穿与压力有关。主燃烧与发动机方法相似地作为以所喷入或射入的可燃气体的扩散燃烧形式进行。提供燃料作为燃烧室可燃气体,在这里,作为燃料优选采用气态燃料例如像甲烷、天然气(CNG,LNG)、LPG、乙烷或氢气或液态燃料例如像汽油,其自燃趋势在发动机相关的压力温度区内并不足以用于柴油发动机式燃烧。该燃料优选与被输入预燃室的燃料一样。原则上也可以使用不同的燃料。用于将燃料喷入或射入预燃室的压力可以明显低于用于将可燃气体喷入或射入主燃室的压力。此时的优点是用于将燃料输入预燃室的阀件38的设计结构更简单以及成本更低廉。对于将燃料输入预燃室,在用于预燃室和主燃室的燃料相同的情况下可采用例如HD气体喷入或射入系统的泄漏量/排出量。所述方法不仅可被用于固定式应用,也可被用于移动式应用。

[0068] 尤其是可以想到,预燃室在呈高压喷射器形式的喷射器20旁或许也可以双重或多重设置。尤其是,预燃室可设计成如下组件,其包括凸缘、预燃室、毛细管、阀件38、外源点火装置33和溢流口32。换言之,结构单元40例如包括预燃室30、溢流口32、外源点火装置33、需要时设置的输入通道34和例如阀件38。也被称为组件的结构单元40例如可以被压入气缸盖14中和/或可逆地可分离连接至气缸盖14,其中,该结构单元40例如能与气缸盖14螺纹连接。另外可行的是,结构单元40通过压紧或使用压紧装置而被安装在气缸盖14上。

[0069] 还可以想到,预燃室或者其体积以及溢流口32可选地通过结构设计被直接集成到气缸盖14中。该预燃室最好对应配设有一个或多个点火源,它们例如布置在预燃室内。作为这种点火源,可以采用传统的点火塞、带有在线箍-室壁之间的火花隙的点火塞、高频电晕点火、激光点燃或微波点燃。该外源点火装置不仅可以水平安装在预燃室内,也可竖直安装在预燃室内。优选借助细长的毛细管和/或借助外设阀例如阀件38将燃料输入或送入预燃室。阀件38例如通过毛细管被保护以免受灼热的可燃气体以及燃烧室压力。可选地能想到至少基本上直接经由计量阀将燃料输入预燃室。尤其是可以规定如此切向输入和/或另行输入燃料至预燃室,即,尤其在晚些输入燃料至预燃室时在预燃室内产生流动,其中,所述流动促成与尤其经由溢流口32被输入预燃室的空气的混合。可选地规定溢流口32和/或输入通道34的切向布置以在预燃室内产生涡旋,可借此使被输入预燃室的燃料很好地与被输入预燃室的空气相互混合。优选如此进行溢流口32的布置,即,所出现的火焰射流与高压可燃气体射流28相交并且可以将后者点燃。优选地,每个喷入口24或每个高压可燃气体射流28对应配设有尤其正好一个溢流口32。溢流口32的和输入通道34的或这些输入通道的各自中心轴线可以相交、相切或彼此对置,以实现很有利的空气与燃料的混合并且获得在预燃室内的很有利的混匀。

[0070] 进入预燃室的物料流例如是:

[0071] -仅空气或来自主燃室的空气-惰性气体混合物,其中,该空气-惰性气体混合物含有惰性气体,其例如可以是内部再循环废气和/或外部再循环废气。

[0072] -燃料以及适当情况下剩余气体量中的空气,如主燃室内的再循环废气或用于吹扫。

[0073] 在以例如可存储于高压罐内的液化气运行时,可以实现液体直喷入燃烧室12。预燃室吹扫可以在较低压力下以存在于罐内的气态可燃气体进行,其中,例如规定了在高压罐内气相和液相之间的压力平衡单元。该方法也可以被用在内燃机的较低压缩比情况下,因为初始引燃通过外源点火装置实现并且通常不依赖于其中一种所用燃料的化学自燃。另外,可以规定内燃机的可选的汽油发动机式运行。

[0074] 除了主高压可燃气体射流的扩散燃烧模式外,利用这种进料及点火装置可以切换至汽油发动机式运行,以满足可能有的高要求的噪声和排放规定。另外,汽油发动机式运行模式针对燃料无法供应至预燃室的情况提供了可选方案:

[0075] -通过现有的高压直喷阀在膨胀/压缩冲程中的燃料喷入,以用于在燃烧室12内产生尽量均匀的燃料-空气混合物,或在燃烧室12内产生分层燃料-空气混合物。在主燃室内的混合物成分可以按化学当量具有或不具有剩余气体或者再循环废气,或者因含过剩空气是稀燃的。

[0076] -为了避免爆震燃烧,压缩比可以总体减小。

[0077] -为了避免爆震燃烧,可以采用由剩余气体、再循环废气或增大的空气量稀释的燃料-空气混合物。

[0078] -为了单纯的汽油发动机式运行,燃烧室可燃气体量的可燃气体喷入可在明显更低的压力水平下进行。这还提供如下选项,即,采用低压备用燃料。

[0079] -就像在传统汽油发动机中那样借助预燃室点火装置的外源点火。

[0080] -预燃室可以用空气和/或燃料吹扫以改善点火。

[0081] -在预燃室内点燃后,火焰射流射出并点燃主燃室内的预混合物,由此可以展示两级点燃。

[0082] -在主燃室内的爆燃燃烧/预混燃烧,不同于扩散燃烧。

[0083] 在如图2所示的扩散燃烧模式的第一步骤S1中进行向预燃室内的气体喷入、尤其是低压气体喷入,由此,燃料被送入、尤其被直喷入预燃室30。在第二步骤S2中,空气从燃烧室12经由溢流口32流入预燃室30,由此在预燃室30内形成至少基本按化学当量的燃料-空气混合物。在第三步骤S3中进行燃料-空气混合物在预燃室30内的火花点燃和进而外源点火,由此导致爆燃火焰传播。在第四步骤S4中进行由爆燃火焰传播导致的预燃室内压力升高,由此例如至少一个由燃料-空气混合物在预燃室内的点燃导致的火焰以图2中用64表示的火焰射流形式经由溢流口32从预燃室30流出并流入主燃室。另外,在第四步骤S4中火焰射流64溢流入主燃室。在第五步骤S5中在高压直喷范围内将可燃气体直喷入主燃室,其中,该可燃气体作为高压可燃气体射流28借助喷射器20被喷入燃烧室12。高压可燃气体射流28被火焰射流64点燃,由此,主燃烧以容纳在燃烧室12内的可燃气体-空气混合物的扩散燃烧形式进行,这在第六步骤S6中提供。

[0084] 图5如图1那样示出了燃气发动机10尤其是进料及点火装置18的第一实施方式。在如图1和图5所示的第一实施方式中,以环形腔室或环形空间构成的预燃室30和溢流口32通过呈整体组件形式的预燃室单元构成,其中,该预燃室单元被设计成与气缸盖14分开地或无关地构成的部件,其例如布置在气缸盖14上、尤其布置在气缸盖14内。因此,预燃室单元是可更换的组件,其能可逆地可分离布置在气缸盖14上并且例如可以被替换为另一个预燃室单元。

[0085] 图4示出了第二实施方式,在此,预燃室30以及优选溢流口32被集成到气缸盖14中,尤其被浇注入气缸盖14中。此时进行各自构件的单独安装。

[0086] 图6示出第三实施方式。在图6中示出了其中一个高压可燃气体射流28的作为纵向中心轴线构成的轴线66。另外,在图6中示出了其中一个火焰射流64的作为纵向中心轴线构成的轴线68。在图6所示的第三实施方式中,溢流口32如此相对于喷入口24布置,即,所述轴线66、68在喷射器20的周向上相互错开布置且相互平行延伸。在如图7所示的第四实施方式中,溢流口32和喷入口24在喷射器20的周向上如此布置在相同的高度或者在两条相交的射流轴线的交点处,即,轴线66和68相互平行延伸且同时在喷射器20的周向上没有相互错开布置。此时,轴线66、68例如处于一共同平面中,喷射器20的轴线26也处于该共同平面内。

[0087] 在如图8所示的第五实施方式中,例如多个溢流口32在喷射器20的周向上相对于喷入口24错开布置。替代地或附加地规定,轴线66、68相交,或者说布置有轴线66、68的各自平面相互倾斜延伸且彼此相交。

[0088] 各个实施方式基于以下认识,即,溢流口32的流出位置影响也称为气体射流的相应高压可燃气体射流28的点燃。各个火焰射流64或者相应的溢流口 32优选对应于恰好一个喷入口24和进而恰好一个高压可燃气体射流28,或反之。在此情况下,例如如图7所示地,各高压可燃气体射流28和相应的火焰射流64在从上方的投影中具有相同的轴线66和68。另外可以想到,各高压可燃气体射流28和相应的火焰射流64的射出在轴向上不是相同的,而是从上方看以高达直角的角度略微相交地进行。另外,优选地在各火焰射流64的流出和对应的高压可燃气体射流28的流出之间设置了径向距离 r ,因为例如燃烧的火焰射流64不可能跨过从喷射器20至高压可燃气体射流28的所谓空气卷吸区的整个路径,而没有被高压可燃气体射流28吹熄。高压可燃气体射流28在距喷射器20的喷入口24较近处、尤其紧接在从喷射器20射出之后基本上出现富集射流区域。在富集射流区域内,尚未存在可燃气体射流28的可燃气体与在燃烧室12内的燃烧空气的充分混合,因此不存在可被火焰射流64点燃的混合物。可燃气体射流28在火焰射流64的溢流口32区域中冷却且熄灭。只在规定间距 r 下,可燃气体射流28在空气卷吸区内充分与燃烧空气混合,从而可由火焰射流64点燃在空气卷吸区内形成的可燃气体-空气混合物。通过在各溢流口32与相应的喷入口24之间的径向距离 r ,各高压可燃气体射流28的点燃可通过在 HD气流的所谓空气卷吸区内相应的燃烧火焰射流进行。

[0089] 溢流口32的布置也影响预燃室内的混合物形成,因此该轴线优选略微倾斜以便在预燃室内产生涡旋生成。另外,各溢流口32优选具有不到5毫米的很短的长度,以实现与主燃室的气体交换的有利冲量、将剩余气体吹出预燃室以及使空气从燃烧室进入以形成混合物。还优选规定用于喷射器20的短气体移动路程,在这里,可采用常见的磁喷射器,并且其中,可避免差压控制。优选进行也呈气体孔形式的喷入口24的优选设计,而没有受到预燃室通道的影响;喷射器20的热负荷较低,因为更远离预燃室。在HD气体喷射器情况下,在运行点变换时出现低压下可燃气体的一定重调量,其不能被存储在车辆(燃料)箱系统中。另外,在LNG罐系统中,液化天然气在低压下以气态蒸发并且无法再被使用,这也被用作蒸发气体。具有低压力水平的可燃气体可以被用于在预燃室内燃烧。换言之,例如将排出量和泄漏流用作预燃室的可燃气体。另外可以采用带有很简单的阀的毛细管以将燃料输入预燃室。

[0090] 可燃气体或燃烧室可燃气体量可以借助多个喷入过程被分开地输入燃烧室12。在分批输入时,优选可以先输入小的先导可燃气体量,其被来自预燃室的火焰射流64点燃。由此得到了增大的火焰区以可靠点燃剩余的主可燃气体量,由此可以展示三级点火。另外可以展示两级点火,其中,来自预燃室的火焰射流64直接点燃呈燃烧室可燃气体量形式的高压可燃气体射流28。优选地,火焰射流64的射出在可燃气体喷入燃烧室12之前不久和/或之时才进行,因为规定了直接点燃而不与射流混合。例如在先给预燃室填充气体,在此,空气随后被输入预燃室以产生前述燃料-空气混合物。另外,可以实现同时或错时点燃或多次点燃以实现可靠点火。此外可以规定两种运行模式的组合或切换,如之前所提出的那样。优点是因高的热动力学效率而导致高功率密度以及 CO_2 排放降低潜力。另外,呈高压气体喷射器形式的喷射器20可以被用于在压缩阶段中的提前气体喷入和混合物形成,就像例如在直喷式汽油发动机中那样:在点火时刻进行分层或均匀的可燃气体-空气混合,借助预燃室点燃。优点是:不需要高压气体,低噪音排放,混合潜力,可以想到高效率的稀燃运行,可实现类似柴油的高度压缩。另一个优点是在所述方法中规定了非化学外源点火,从而该方法也

可以被用在低压缩比(ϵ)情况下。

[0091] 图9示出了第六实施方式,在这里,例如火焰射流64的轴线68与假想平面70包夹出角度 α_{VK} ,该平面至少基本上垂直于轴线26延伸。例如角度 α_{VK} 至少基本为90度。高压可燃气体射流28的轴线66与该平面70包夹出角度 α_{HD-DI} ,其中,该角度 α_{VK} 和 α_{HD-DI} 彼此不同。尤其是,角度 α_{HD-DI} 小于角度 α_{VK} 。

[0092] 图10示出了第七实施方式,在此,两个角度 α_{VK} 和 α_{HD-DI} 相差90度。在此,角度 α_{HD-DI} 还小于角度 α_{VK} 。最终,图11示出了第八实施方式,在此提供了在预燃室30内的至少基本呈涡旋状流动的前述效果。

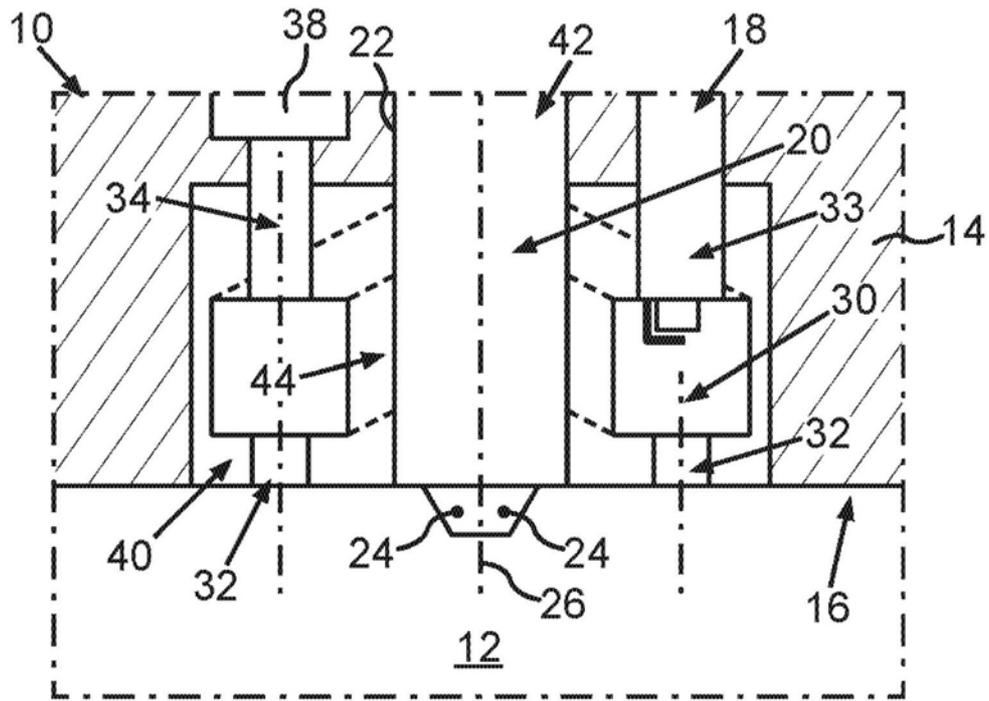


图1

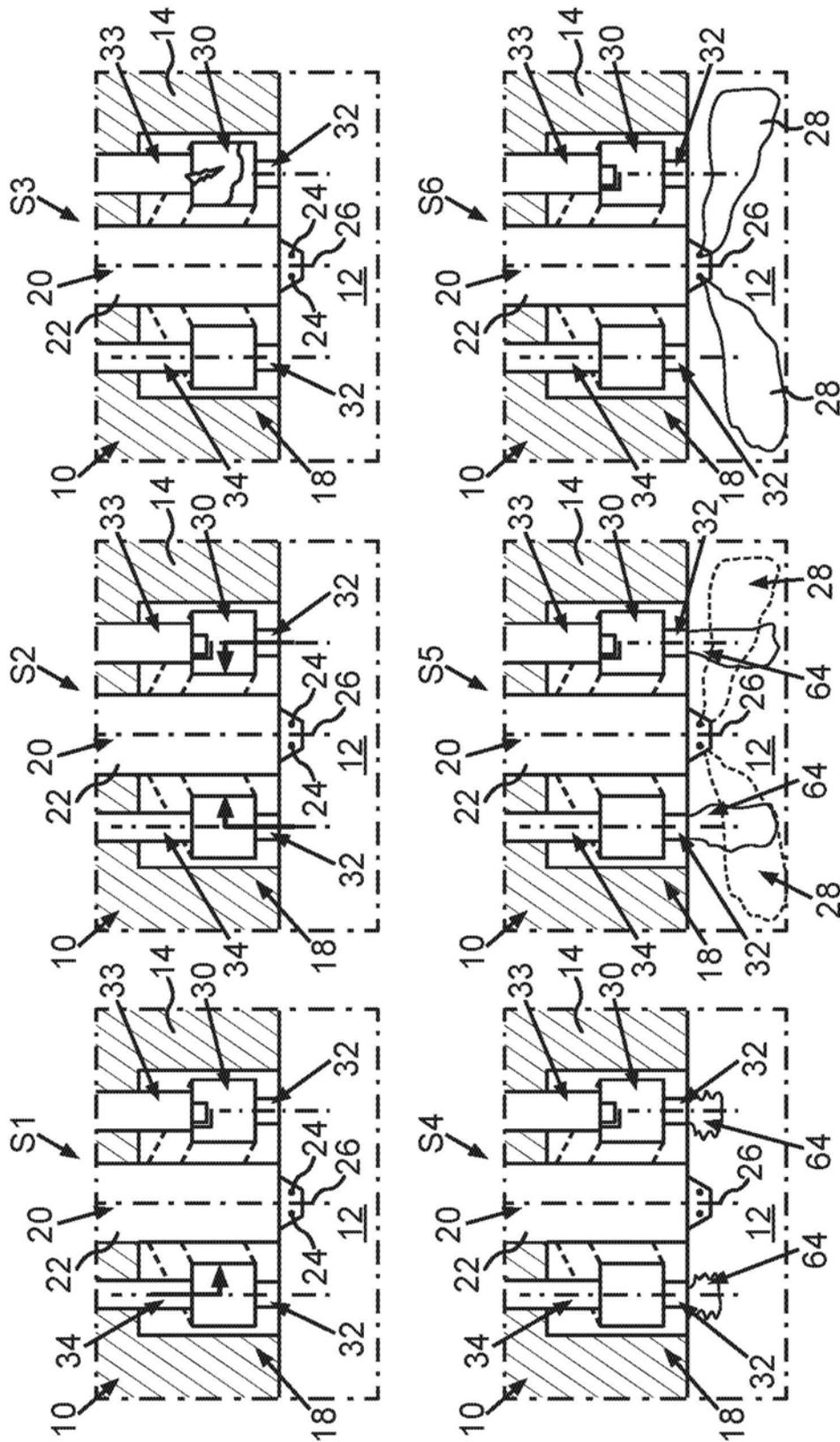


图2

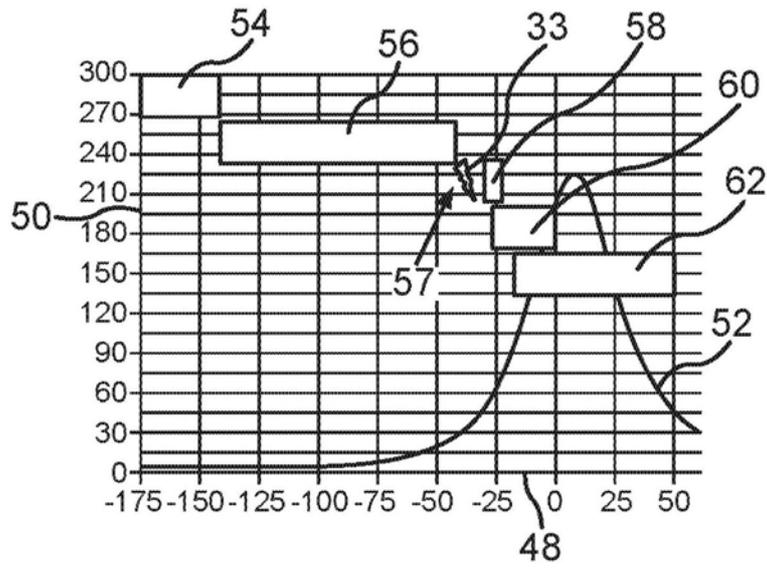


图3

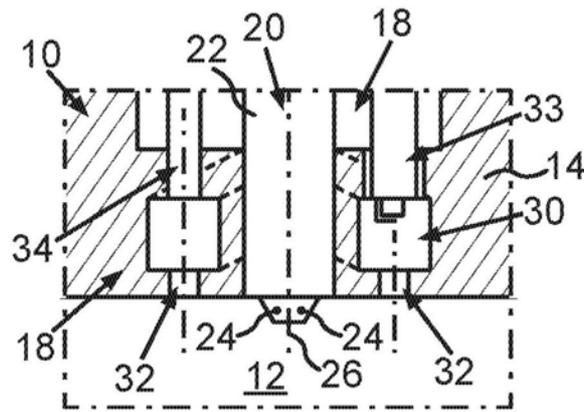


图4

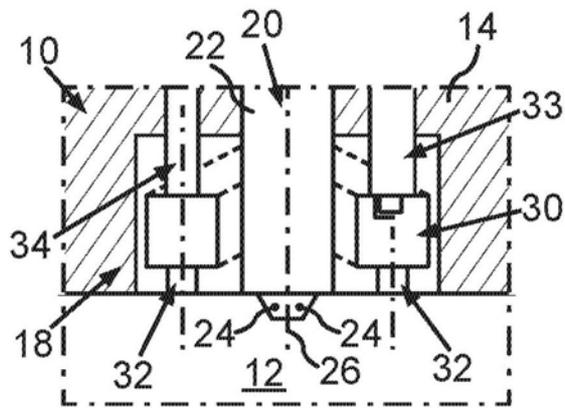


图5

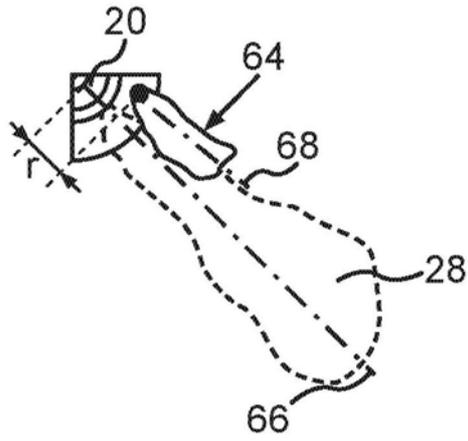


图6

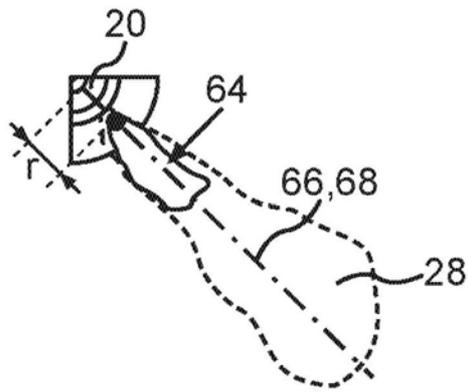


图7

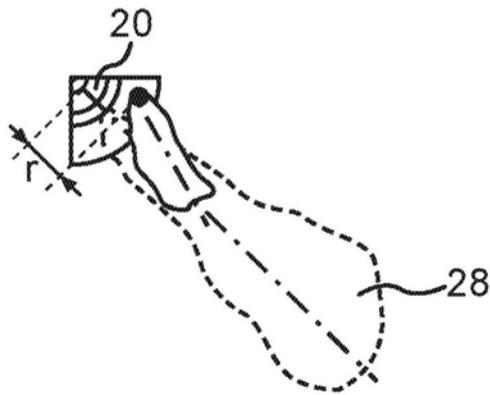


图8

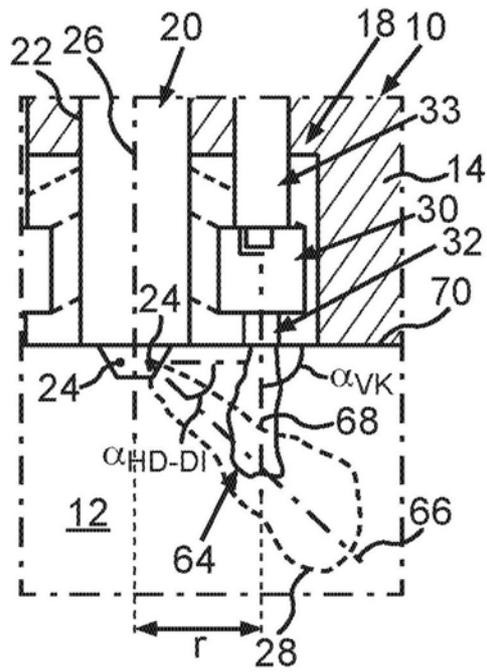


图9

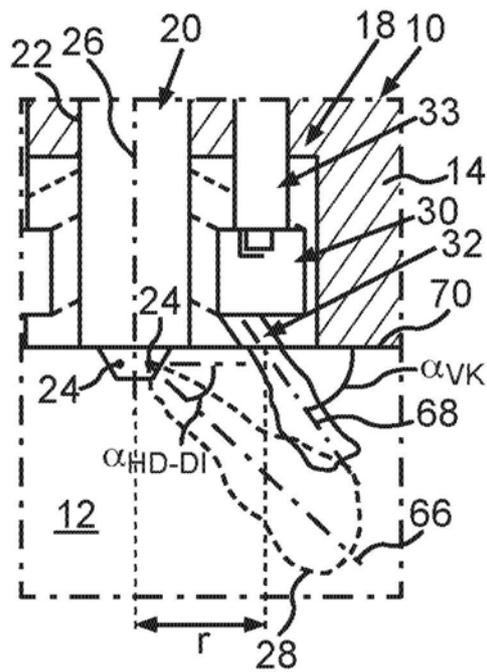


图10

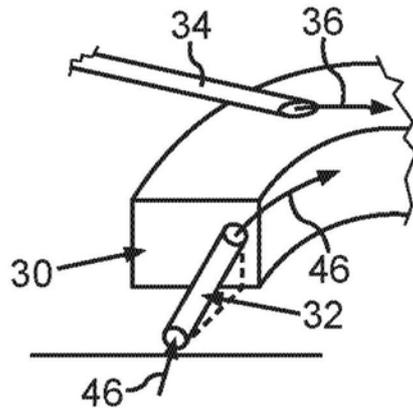


图11