



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111237107 A

(43)申请公布日 2020.06.05

(21)申请号 202010115243.5

(22)申请日 2015.12.11

(30)优先权数据

2874627 2014.12.11 CA

(62)分案原申请数据

201580075925.5 2015.12.11

(71)申请人 西港能源有限公司

地址 加拿大大不列颠哥伦比亚

(72)发明人 阿希什·辛格

阿兰·M·J·图切特

戴维·K·芒福德 李国威

M·C·维克斯通

克里斯托弗·J·B·迪肯

(74)专利代理机构 北京汇知杰知识产权代理有限公司 11587

代理人 吴焕芳 杨勇

(51)Int.Cl.

F02M 43/00(2006.01)

F02M 21/02(2006.01)

F02M 25/00(2006.01)

F02M 43/04(2006.01)

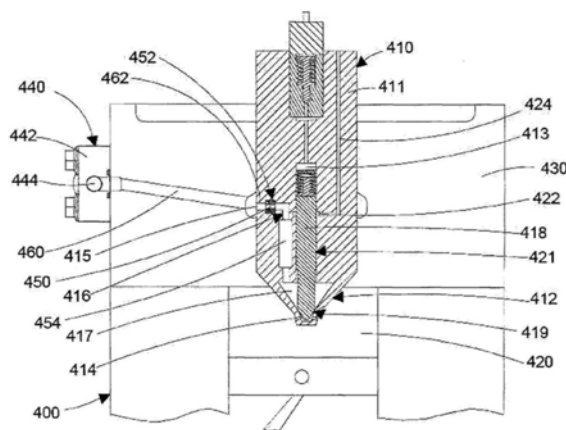
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

用于降低气体燃料内燃机中的压力脉动的
燃料供应系统

(57)摘要

一种用于气体燃料内燃机的燃料供应系统，包括：气体燃料供应管道；用于将气体燃料喷射到内燃机中的燃料喷射器，其具有第一机体以及喷嘴室；安置在气体燃料供应管道与预定容积的气体燃料流通道之间并且将其流体地连接起来的第二机体，气体燃料供应管道通过气体燃料流通道连接至喷嘴室，第二机体限定用于将气体燃料递送到喷嘴室的受限的流体流通道，其在气体燃料供应管道与喷嘴室之间具有最小的有效面积，其流体流通面积根据预定容积选择，以使气体燃料流通道内的压力脉动保持在预定压力范围内，同时使喷嘴室内的气体燃料压力保持在对于每个发动机运行条件喷射预定喷射脉冲宽度内的控制量的气体燃料所需的预定阈值之上。



1. 一种用于气体燃料内燃机的燃料供应系统,包括:

气体燃料供应管道;

燃料喷射器,所述燃料喷射器用于将气体燃料喷射到所述内燃机中,所述燃料喷射器具有包括入口的第一机体以及喷嘴室,所述喷嘴室流体地连接至所述入口并且所述气体燃料从所述喷嘴室喷射到所述内燃机中,并且所述燃料喷射器包括针和座,当所述针抵靠所述座时,形成喷射阀密封件;

第二机体,所述第二机体形成为安置在所述气体燃料供应管道与预定容积的气体燃料流通道之间并且流体地连接所述气体燃料供应管道和所述气体燃料流通道,所述气体燃料供应管道通过所述气体燃料流通道连接至所述喷嘴室,所述第二机体限定用于将所述气体燃料递送到所述喷嘴室的受限的流体流通道;

其中,所述受限的流体流通道在所述气体燃料供应管道与所述喷嘴室之间具有最小的有效面积,并且其中,所述受限的流体流通道的流体流通面积根据所述预定容积选择,以使所述气体燃料流通道内的压力脉动保持在预定压力范围内,同时使所述喷嘴室内的气体燃料压力保持在对于每个发动机运行条件喷射预定喷射脉冲宽度内的控制量的气体燃料所需的预定阈值之上。

2. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述受限的流体流通道位于距所述喷射阀密封件预定距离处,所述预定距离根据所述气体燃料中的声速和所述燃料喷射器的打开时间计算,并且所述声速根据所述燃料供应系统采用的最大气体燃料压力确定,所述打开时间是所述气体燃料内燃机采用的所述燃料喷射器的最大打开时间。

3. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述预定距离至少等于由所述气体燃料中的所述声速和所述燃料喷射器的所述打开时间的乘积所限定的距离。

4. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述预定距离至少等于由所述气体燃料中的所述声速和所述燃料喷射器的所述打开时间的乘积所限定的距离的一半。

5. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,所述燃料供应系统以下述方式中的至少一种配置:

其中,所述受限的流体流通道的所述流体流通面积被进一步选择为使所述喷嘴室内的平均燃料压力保持在第二预定压力范围内;以及

其中,所述受限的流体流通道的所述流体流通面积被进一步选择为使在喷射事件期间所述喷嘴室内的压降保持在第三预定压力范围内。

6. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,所述燃料供应系统以下述方式中的至少一种配置:

其中,限定所述受限的流体流通道的所述第二机体与所述燃料喷射器的所述第一机体成一体;以及

其中,限定所述受限的流体流通道的所述第二机体与所述气体燃料供应管道的第三机体成一体。

7. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述燃料喷射器将所述气体燃料直接喷射到燃烧室中。

8. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述气体燃料是天然气。

9. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述气体燃料内燃机是被供以所述气体

燃料和一液体燃料的双燃料发动机,所述燃料喷射器向燃烧室供应所述气体燃料和所述液体燃料二者,并且其中,所述受限的流体流通道的所述流体流通面积被进一步选择为使所述喷嘴室内的峰值压力保持低于液体燃料供应压力。

10. 根据权利要求9所述的燃料供应系统,其中,所述燃料喷射器和所述气体燃料流通道至少部分地位于所述内燃机的气缸盖中。

11. 根据权利要求1所述的燃料供应系统,其中,所述气体燃料内燃机包括:多个发动机气缸;多个所述燃料喷射器,每个所述燃料喷射器将所述气体燃料喷射到相应的发动机气缸中;多个所述气体燃料流通道,将每个所述燃料喷射器的喷嘴室流体地连接至所述气体燃料供应管道;以及多个所述机体,安置在所述气体燃料供应管道与相应的气体燃料流通道之间并流体地连接所述气体燃料供应管道和相应的气体燃料流通道。

12. 根据权利要求11所述的燃料供应系统,其中,在所述机体中的一个中限定的一个受限的流体流通道的流通面积不同于在所述机体中的另一个中限定的另一个受限的流体流通道的流通面积。

13. 一种用于气体燃料内燃机的燃料供应系统,包括:

气体燃料供应管道;

燃料喷射器,所述燃料喷射器用于将气体燃料喷射到所述内燃机中,所述燃料喷射器具有包括入口的第一机体以及喷嘴室,所述喷嘴室流体地连接至所述入口并且所述气体燃料从所述喷嘴室喷射到所述内燃机中,并且所述燃料喷射器包括针和座,当所述针抵靠所述座时,形成喷射阀密封件;

第二机体,所述第二机体形成为安置在所述气体燃料供应管道与预定容积的气体燃料流通道之间并且流体地连接所述气体燃料供应管道和所述气体燃料流通道,所述气体燃料供应管道通过所述气体燃料流通道连接至所述喷嘴室,所述第二机体限定用于将所述气体燃料递送到所述喷嘴室的受限的流体流通道;并且

其中,所述气体燃料内燃机是被供以所述气体燃料和一液体燃料的双燃料发动机,所述燃料喷射器向燃烧室供应所述气体燃料和所述液体燃料二者,并且其中,所述受限的流体流通道的所述流体流通面积被进一步选择为使所述喷嘴室内的峰值压力保持低于液体燃料供应压力。

用于降低气体燃料内燃机中的压力脉动的燃料供应系统

[0001] 本申请是申请日为2015年12月11日、申请号为2015800759255、名称为“用于降低气体燃料内燃机中的压力脉动的装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开内容涉及一种用于气体燃料内燃机的燃料供应系统,其包括机体,该机体限定受限的流体流通道以降低燃料喷射器喷嘴处的压力脉动。

背景技术

[0003] 液体燃料(诸如柴油)以及最近的气体燃料已被用于燃料汽车发动机多年。所述气体燃料包括天然气、丙烷、氢气、甲烷、丁烷、乙烷或其混合物等。发动机燃料喷射系统通常包括多个燃料喷射器,所述多个燃料喷射器流体地连接至燃料供应管道。通常,在直接喷射系统的情况下,每个燃料喷射器位于发动机的气缸盖中形成的孔中,并且燃料供应管道(通常称为燃料轨道)可以位于气缸盖中形成的孔中或者可以通过气缸盖中设置的孔与每个喷射器流体地连接的外部管。每个喷射器作为燃料阀操作,其打开和关闭,以分别用于将燃料喷射到每个发动机气缸的燃烧室中和用于停止燃料流进入燃烧室。燃料喷射器的这种打开和关闭在喷射器燃料入口处产生压力脉动,由于喷射事件之间的较短间隔,该压力脉动在喷射器关闭期间不能被抑制。这种压力脉动可能在喷射器喷嘴处产生燃料压力增加或降压,这在喷射事件期间影响喷射到燃烧室中的燃料量。这种压力脉动也可能从一个喷射器传递回燃料轨道并且通过该轨道传递到发动机的下一个燃料喷射器。此外,如果燃料轨道中的压力波动,则轨道中的压力脉动可以传递到燃料喷射器的入口并进一步传递到喷射器喷嘴。

[0004] 过去,上述问题已经通过将衬套结合在向柴油发动机的喷射器供应燃料的燃料轨道中来解决,例如美国专利号7,516,734中所描述的,这种衬套提供了限制从燃料轨道到喷射器的燃料流的孔口,由此抑制了将燃料轨道连接至燃料喷射器的燃料通道中的压力脉动。现有技术中已经公开了若干其他类似的方案,以解决供应到内燃机的喷射器的传统液体燃料(诸如柴油燃料或汽油)中的压力脉动的问题。由于气体燃料的物理成分(其倾向于延长压力振荡),所以在气体燃料中,由喷射器的打开和关闭造成的压力脉动表现为与液体燃料不同。

[0005] 在其他变型中,至少一个抑制元件设置在燃料喷射器的开口中,来自燃料轨道的燃料流过燃料喷射器的开口,诸如美国专利7,059,548中所描述的。

[0006] 在现有技术中提出的设计方案没有考虑如下问题:确定脉动抑制孔口相对于喷射器喷嘴的位置,用于控制燃料轨道和燃料喷射器之间的压力脉动的抑制以及用于在燃料喷射到燃烧室中之前控制喷嘴室内的燃料压力。对于通过双燃料喷射阀将气体燃料和液体燃料直接喷射进燃烧室中的双燃料发动机来说,这个问题变得更加重要,该双燃料喷射阀包括具有用于单独且独立地喷射液体燃料和气体燃料的同心针的双针组件,例如在申请人的美国专利7,124,959中所描述的。在这种燃料喷射器中,在喷射器的机体内在液体燃料压力

和气体燃料压力之间必须保持预定的偏差(bias),其中液体燃料压力高于气体燃料压力,以防止气体燃料泄漏到液体燃料中。气体燃料由于其物理状态可以更容易泄漏通过燃料喷射器内的密封装置,并且可能泄漏到液体燃料中,或者如果其从气体燃料通道泄漏到燃料喷射器内的液压流体控制室中,可能损害阀致动器的液压功能。

[0007] 因此,需要一种解决方案来对抑制燃料喷射器喷嘴处的压力脉动更好地进行控制,同时控制燃料轨道和燃料喷射器喷嘴之间的压降,以防止泄漏并且在其被喷射到燃烧室中之前控制喷射器喷嘴处的燃料压力。

发明内容

[0008] 一种改进的机体,在燃料供应系统中限定受限的流体流通道以用于将气体燃料递送至内燃机。所述机体形成为安置在气体燃料供应管道和气体燃料流通道之间并将所述气体燃料供应管道和所述气体燃料流通道流体地连接,所述气体燃料流通道在所述受限的流体流通道与燃料喷射器的喷嘴室(所述气体燃料从该喷嘴室喷射到所述内燃机中)之间限定预定容积。所述受限的流体流通道在所述气体燃料供应管道与所述喷嘴室之间具有最小的有效流通面积。所述受限的流体流通道位于距所述燃料喷射器内的喷射阀密封件预定距离处。所述预定距离是根据所述气体燃料中的声速和所述燃料喷射器的打开时间计算的。

[0009] 所述声速可以根据所述燃料供应系统采用的最大气体燃料压力确定,并且所述打开时间是用于所述内燃机的所述燃料喷射器的最大打开时间。在示例性实施例中,所述预定距离至少等于由所述气体燃料中的声速和所述燃料喷射器的所述打开时间的乘积所确定的距离。在另一示例性实施例中,所述预定距离至少等于由所述气体燃料中的声速和所述燃料喷射器的所述打开时间的乘积所确定的距离的一半。

[0010] 在示例性实施例中,根据所述预定容积选择所述受限的流体流通道的流体流通面积,以使所述气体燃料流通道内的压力脉动保持在预定压力范围内,同时使所述喷嘴室内的气体燃料压力保持在对于每个发动机运行条件喷射预定喷射脉冲宽度内的控制量的气体燃料所需的预定阈值之上。

[0011] 一种用于气体燃料内燃机的改进的燃料供应系统。具有气体燃料供应管道和用于将气体燃料喷射到所述内燃机中的燃料喷射器。所述燃料喷射器具有包括入口的第一机体,以及喷嘴室,所述喷嘴室流体地连接至所述入口并且所述气体燃料从所述喷嘴室喷射到所述内燃机中。所述燃料喷射器具有针(needle,阀针)和座,当所述针抵靠(abut,抵靠)所述座时,形成喷射阀。具有第二机体,所述第二机体形成为安置在所述气体燃料供应管道与预定容积的气体燃料流通道之间并且将所述气体燃料供应管道和所述气体燃料流通道流体地连接,所述气体燃料供应管道通过所述气体燃料流通道连接至所述喷嘴室。所述第二机体限定受限的流体流通道以用于将所述气体燃料递送到所述喷嘴室。所述受限的流体流通道在所述气体燃料供应管道与所述喷嘴室之间具有最小的有效面积。所述受限的流体流通道位于距所述燃料喷射器内的喷射阀密封件预定距离处。所述预定距离是根据所述气体燃料中的声速和所述燃料喷射器的打开时间计算的。

[0012] 一种限制包括燃料喷射器的气体燃料内燃机的燃料供应系统内的压力脉动的改进方法。所述燃料喷射器具有喷射阀,并且所述喷射阀具有喷射阀密封件。所述方法包括:将受限的流体流通道定位在气体燃料供应管道与所述喷射阀密封件之间。所述受限的流体

流通道在所述气体燃料供应管道与所述喷射阀密封件之间具有最小的有效面积。所述受限的流体流通道位于距所述喷射阀密封件预定距离处。所述预定距离是根据所述气体燃料中的声速和所述燃料喷射器的打开时间计算的。

[0013] 所述方法还可以包括：根据所述燃料供应系统的最大气体燃料压力确定所述声速；以及将所述打开时间确定为所述气体燃料内燃机采用的所述燃料喷射器的最大打开时间。在示例性实施例中，所述方法还包括：在关闭位置与打开位置之间致动所述燃料喷射器，从而打开所述喷射阀，借此在气体燃料流过所述喷射阀时产生朝向所述受限的流体流通道行进的压力波；以及在所述打开位置与所述关闭位置之间致动所述燃料喷射器，使得在所述压力波到达所述受限的流体流通道之时或之前关闭所述喷射阀。在另一示例性实施例中，所述方法还包括：在关闭位置与打开位置之间致动所述燃料喷射器，从而打开所述喷射阀，借此在气体燃料流出所述燃料喷射器时产生朝向所述受限的流体流通道行进的压力波；以及在所述打开位置与所述关闭位置之间致动所述燃料喷射器，使得在所述压力波被所述受限的流体流通道反射后基本上返回到其起点之前或之时关闭所述喷射阀。

附图说明

[0014] 图1是用于气体燃料内燃机的本燃料供应系统的示意图。

[0015] 图2是用于气体燃料内燃机的本燃料供应系统的第二实施例的示意图。

[0016] 图3示出了将不具有受限的流体流通道的燃料供应系统的喷射室内的模拟气体燃料压力变化与具有不同尺寸的受限的流体流通道的燃料供应系统的模拟气体燃料压力进行比较的曲线图。

[0017] 图4是用于双燃料内燃机的本燃料供应系统的另一实施例的示意图。

[0018] 图5示出了图示了与不具有受限的流体流通道的双燃料内燃机的燃料供应系统的柴油燃料供应压力相比，喷嘴室内的气体燃料压力变化的模拟结果的曲线图。

[0019] 图6示出了图示了与类似于图4所示的具有受限的流体流通道的燃料供应系统的柴油燃料供应压力相比，喷嘴室内的气体燃料压力变化的模拟结果的曲线图。

[0020] 图7是带有六个气缸的包括本燃料供应系统的另一实施例的双燃料内燃机的示意图。

具体实施方式

[0021] 图1示意性地示出了用于气体燃料内燃机的具有外部气体供应管道140(也称为气体燃料轨道)的本燃料供应系统。燃料供应系统包括用于将气体燃料喷射到发动机气缸100的燃烧室120中的燃料喷射器110。燃料喷射器110具有机体111,该机体包括：喷嘴112,设置有多组喷射孔114,燃料通过喷射孔喷射到燃烧室120中；入口115,流体地连接至气体燃料供应管道；以及内部燃料通道116,用于将燃料入口115流体地连接至燃料喷射器机体内的喷嘴室117。燃料喷射器还包括针118,该针可以从其座119被提起以打开燃料喷射器,并且允许燃料从喷嘴室117通过燃料喷射孔114喷射到燃烧室120中。当喷射器关闭时,针118位于其座119中,形成停止燃料喷射的喷射阀密封件。如图1所示,针118可以由液压致动器致动,更具体地,在由发动机控制器控制的液压致动器的液压控制室113中的液压流体压力的致动下,针118在燃料喷射器的机体111内部在针膛孔121内移动。为了避免从喷嘴室117到

液压控制室113的任何气体燃料泄漏,在针与喷射器的机体中的针镗孔之间设置了流体密封件122。密封流体通过密封流体通道124供应到密封件。此外,为了防止任何进一步的泄漏,针118与针镗孔121在液压控制室113与喷嘴室117之间匹配配合。

[0022] 在图1所示的实施例中,燃料喷射器安装在气缸盖130中,并且燃料直接喷射到燃烧室120中。气体燃料从气体燃料供应管道140供应到燃料喷射器110,该气体燃料供应管道安装在气缸盖130上且包括机体142和气体燃料供应通道144,燃料流过该气体燃料供应通道。燃料通过受限的流体流通道150(即抑制孔口)和气体燃料流通道160从气体燃料供应管道的气体燃料供应通道144供应到喷嘴室117。气体燃料流通道160包括:气缸盖130中的第一燃料流通道162,燃料通过该第一燃料流通道从气体燃料供应管道144供应到喷射器入口115;和喷射器的机体内的内部燃料通道116,燃料通过该内部燃料通道从喷射器入口115供应到喷嘴室117。气体燃料流通道160将受限的流体流通道150流体地连接至喷嘴室117。

[0023] 当气体燃料从气体燃料供应管道144供应到喷嘴室117时,来自气体燃料供应管道的压力脉动可以传递到燃料喷射器入口并且向下游传递到喷嘴室117。类似地,喷嘴室117中由喷射器的打开和关闭造成的压力脉动可以传递回到气体燃料供应管道,增强气体燃料供应管道中的脉动。气体燃料流通道内和喷嘴室内的这种压力脉动可以在喷射事件期间,更具体地,在由发动机控制器根据发动机运行条件控制的预定喷射脉冲宽度内,导致在燃烧室中喷射的燃料量的变化。此外,这种压力脉动可以导致喷嘴室117中的压力变得高于密封流体的压力或液压控制室113中的液压流体的压力。在这种情况下,气体燃料可通过匹配配合泄漏到密封流体和/或液压流体中,这是不期望的。因此,需要将喷嘴室117内的压力脉动的大小限制在预定限度内。

[0024] 在本公开内容中,受限的流体流通道150以及受限的流体流通道150与燃料喷射器入口115之间的第一燃料流通道162的容积的尺寸被设计成降低气体燃料流通道160内(以及隐含地喷嘴室117内)的压力脉动。计算第一燃料流通道162的容积以及隐含地气体燃料流通道160(该气体燃料流通道包括第一燃料流通道162)的容积,以降低喷射器入口处和喷嘴室内的压力脉动,并且根据第一燃料流通道162的预定(计算的)容积并且隐含地根据整个气体燃料流通道160的容积选择受限的流体流通道150的流体流通面积,以将气体燃料流通道160内和喷嘴室117内的压力脉动保持在预定压力范围内,同时将喷嘴室内的气体燃料压力保持在对于每个发动机运行条件喷射预定喷射脉冲宽度内的控制量的气体燃料所需的预定阈值之上。

[0025] 通常,通过减少在喷射时看到的燃料喷射器的入口压力变化的范围来提高喷射精确度。由于燃料喷射器内的被传递到燃料轨道的压力波的产生(由于燃料喷射的脉动性质),喷射器入口压力不是恒定的。燃料喷射器在打开时在喷射阀处产生较低的压力波,并且在关闭时产生较高的压力波。这些压力波起始于喷射阀处,并且最初向上游行进。为了实现看到的喷射器的入口压力变化范围的减小,将燃料喷射器与燃料轨道隔离是有用的,使得在喷射事件期间产生的压力波不被传递到燃料轨道以及因此不被传递到其他喷射器。就孔口的尺寸(即,受限的流体流通道的尺寸)而言,这种隔离存在限制。孔口不能太小,因为这会减少喷射事件期间通过喷射器的流。孔口相对于喷射阀(更具体地,相对于喷射阀密封件)的定位也是重要的。当孔口离喷射阀密封件足够远时,在喷射事件期间,孔口尺寸将对通过喷射器的流没有影响,因此当喷射阀打开时(即,在喷射事件期间),不存在通过孔口的

燃料流。孔口可以放置在一定距离处,使得当喷射器关闭时,燃料流正要开始通过孔口。那么,孔口尺寸的唯一影响是,如果孔口太小,则其在喷射事件之间不能“再填充”孔口和喷射阀密封件之间的容积。在示例性实施例中,受限的流体流通道150位于距燃料喷射器110的喷射阀密封件预定距离处,使得在喷射事件期间不存在通过通道150的流。当打开喷射阀时产生的低压波到达通道时,流开始通过受限的流体流通道150。通道150和喷射阀之间的压力波以声速行进,并且预定距离可以至少等于根据等式1计算的值,其中D为预定距离(以米计),SOS为通过喷射阀和通道150之间的气体燃料的声速(以米/秒计),并且PW为喷射事件的脉冲宽度(以秒计),本文也称为打开时间。

[0026] $D = SOS * PW$ 等式1

[0027] 通过气体燃料的声速与气体燃料压力直接相关,并且随着压力增加而增加。在示例性实施例中,预定距离在气体燃料压力等于最大气体燃料压力并且脉冲宽度等于发动机100采用的最大脉冲宽度时根据等式1计算,由此有效地消除在此发动机运行条件和任何其他发动机运行条件下在喷射事件期间孔口的影响。通常,在最大发动机负载条件下采用最大气体燃料压力和最大脉冲宽度。

[0028] 在另一示例性实施例中,预定距离可以至少等于根据下面的等式2计算的距离。当在喷射事件期间产生的低压波(波谷)到达受限的流体流通道150时,其被反射为高压波(波峰),开始朝向喷射阀返回。只要喷射阀在波峰波到达低压波前部的起始位置(在喷射阀密封件附近)之前关闭,则喷射的燃料量将基本上不受燃料喷射器内的压力波的影响,即使由于当喷射阀打开时低压波产生而导致气体燃料流已经开始通过受限的流体流通道150。类似于等式1,可以使用在最大发动机负载条件下确定的变量的参数值来计算等式2。

[0029]
$$D = \frac{SOS * PW}{2}$$
 等式 2

[0030] 图2是用于气体燃料内燃机的本燃料供应系统的第二实施例的示意图。该实施例的许多部件等同于图1所示的实施例的相同部件,并且相同部件由相同的附图标记标识。在本公开内容中,在每个实施例中,相同编号的部件以基本上相同的方式起作用。因此,如果已经相对于图1所示的第一实施例对相同部件进行了描述,则这里不会结合图2赘述这种部件的目的和功能。

[0031] 图2所示的实施例与图1所示的实施例之间的区别在于,在该第二实施例中,受限的流体流通道未整体形成在燃料供应管道的机体内。替代地,单独的机体452被放置在喷射器机体411内且位于气体燃料供应管道440和喷嘴室417之间,并且机体452设置有受限的流体流通道450。在该实施例中,气体燃料流通道460是设置有扩大部分454的内部燃料通道416的一部分,气体燃料流通道将受限的流体流通道450流体地连接至喷嘴室417。计算受限的流体流通道与喷嘴室之间的气体燃料流通道460的容积,以降低喷嘴室417内的压力脉动。根据该气体燃料流通道的容积选择受限的流体流通道450的流体流通面积,以将内部燃料通道416和喷嘴室417内的压力脉动保持在预定压力范围内,同时将喷嘴室内的气体燃料压力保持在对于每个发动机运行条件喷射预定喷射脉冲宽度内的控制量的气体燃料所需的预定阈值之上。在一些实施例中,机体452可以整体形成在喷射器机体411中。受限的流体流通道450位于距喷射阀密封件预定距离处(如图1的实施例中所限定的),当针418抵靠座419时形成所述喷射阀密封件。在所示的实施例中,示出了内部燃料流通道416将受限的流

体流通道450在直接路径中与喷嘴室417连接,在其他实施例中,通道416可以包括多个部段,其在受限的流体流通道和喷嘴室之间形成非直接的路径,使得受限的流体流通道位于距喷射阀密封件预定距离处。在示例性实施例中,可以存在串联连接的多个并排的流体通道部段,如扩大部分454,使得受限的流体流通道450和喷嘴室417之间的路径来回往复。

[0032] 在不同尺寸的抑制孔口上进行的模拟已经表明,通过减小受限的流体流通道的尺寸(以及隐含地受限的流体流通道的流通面积)来降低喷射器的喷嘴室内的压力脉动,如图3所示。与燃料供应系统中不存在受限的流体流通道时的喷嘴室内的压力脉动相比,对于包括分别具有3mm和2mm的受限的流体流通道的燃料系统而言,在打开喷射器之前和将喷射器关闭之后,喷射器的喷嘴室内的压力脉动降低。更具体地,观察到,对于具有3mm直径的抑制孔口的燃料供应系统而言,在燃料喷射开始(SOI)之前,喷嘴室内的燃料压力脉动的最大峰谷量值“A”小于不具有抑制孔口的燃料供应系统的燃料压力脉动的最大峰谷量值“B”,并且同时其大于具有2mm的抑制孔口的燃料供应系统的燃料压力脉动的最大峰谷量值“C”。如果压力脉动的最大峰谷量值大于预定范围,则喷射开始时喷嘴室内的压力可变化的超出预定的可接受的极限,并且这导致喷射到燃烧室中的燃料量的变化太大。这意味着,为了减少喷射事件期间喷射到燃烧室中的燃料量的变化,喷射事件之前喷嘴室内的平均压力优选地保持在预定范围内。图3中绘出的数据证明,如果没有被抑制,压力脉动可以影响发动机的性能。模拟结果已经表明,对该特定模拟发动机,对于分别具有3mm和2mm直径的抑制孔口的燃料供应系统而言,喷嘴室内的平均压力在预定的可接受范围 P_{acc} 内,而对于不具有抑制孔口的燃料系统而言,平均压力在预定范围之外。本公开内容中的平均压力被解释为在两个喷射事件之间在喷嘴室内测得的平均压力。在同一发动机上进行的模拟也已经表明,在喷射事件期间喷嘴室内的压降根据受限的流体流通道的尺寸而变化,更具体地,对于具有较小直径的受限的流体流通道而言,压降增加。如图3所示,在喷射事件期间,直径为2mm的受限的流体流通道的压降“D”大于直径为3mm的受限的流体流通道的压降“E”。这本身并不奇怪,但是它表明在选择受限的流体流通道的尺寸上的取舍,以在抑制和管理压降之间进行平衡,使得燃料喷射器喷嘴中的最终压力在对于每个发动机运行条件喷射预定喷射脉冲宽度内的所需量的燃料所需的最小压力之上。

[0033] 因此,基于模拟结果,受限的流体流通道的流通面积优选地选择为降低喷嘴室内的燃料压力脉动,并且将喷射事件期间喷射器喷嘴处的平均燃料压力和压降保持在预定范围内,使得预定量的燃料被引入到燃烧室中。

[0034] 类似地,分别在受限的流体流通道与燃料喷射器入口之间以及受限的流体流通道与喷嘴室之间的流通道的容积影响喷射事件期间燃料喷射器入口处的压力脉动以及压降的量值。因此,受限的流体流通道与喷嘴室之间的燃料流通道的容积也是基于最大峰谷量值的期望范围并因此基于喷嘴室内的平均压力以及压降的期望范围计算的。因此,根据上述计算的燃料流通道的预定容积选择受限的流体流通道的流体流通面积,以将喷射器的喷嘴室内的压力脉动保持在预定压力范围内,同时将喷嘴室内的气体燃料压力保持在预定喷射事件中喷射控制量的气体燃料所需的预定阈值以上。

[0035] 图4中示出了本公开内容的另一实施例,其示出了用于被供以液体燃料和气体燃料的双燃料内燃机的气体燃料供应系统,具有安装在气缸盖内的内部气体燃料轨道。气体燃料供应系统包括用于将气体燃料和液体燃料喷射到发动机气缸200的燃烧室220中的燃

料喷射器210。

[0036] 燃料喷射器210具有机体211,其包括设置有多多个喷射孔214的喷嘴212,气体燃料通过喷射孔从气体燃料充气室217喷射到燃烧室220中。喷射器包括外部针218,该外部针可以通过致动器从其座219提升,以允许气体燃料通过喷射孔214喷入燃烧室220中。喷射器还包括内部针213,该内部针位于外部针218内部,并且可以通过致动机构从其座提升,以允许通过液体燃料通道270供应的液体燃料通过设置在外部针218中的喷射孔271从液体燃料轨道(未示出)喷射到燃烧室内。针218可以由液压致动器致动,更具体地,在发动机控制器控制的液压致动器的液压控制室113中的液压流体压力的致动下,针218在燃料喷射器的机体211内部在针膛孔221内移动。为了避免从喷嘴室217到液压控制室213的任何气体燃料泄漏,在针与喷射器的机体中的针膛孔之间设置有流体密封件222。密封流体通过密封流体通道(未示出)供应到密封件。此外,为了防止任何进一步的泄漏,针218与针膛孔221在液压控制室213和喷嘴室217之间匹配配合。

[0037] 气体燃料从至少部分地安装在气缸盖230中的气体燃料供应管道240供应到喷嘴室217。气体燃料供应管道240包括机体242和燃料供应通道244,气体燃料通过设置在单独的部件245中的供应流道243并且通过受限的流体流通道250和气体流体流通道260从该燃料供应通道供应到喷嘴室217。气体燃料流通道260包括第一燃料流通道260和内部燃料通道216,第一燃料流通道位于气缸盖内。如图4所示,受限的流体流通道250并未布置在气体燃料供应管道中,而是布置在与其分离的部件中。与图1所示的实施例相比,这可能具有可制造性的优点,因为单独的部件可以更容易地适应所需的抑制孔口的尺寸。气体燃料通过内部燃料通道216从喷射器入口215供应到喷嘴室217。

[0038] 与前述实施例一样,计算第一燃料流通道262的容积以及隐含地气体燃料流通道260的容积,以降低燃料喷射开始之前喷嘴室内的气体燃料压力脉动,使得燃料压力脉动的最大峰谷量值和喷嘴室内的压降保持在预定范围内。在一些实施例中,第一燃料流通道262的容积可以由气缸盖中可用空间的限制。如前述实施例一样,根据气体燃料流通道260的容积选择受限的流体流通道250的流体流通面积,以将喷嘴室内的气体燃料压力保持在喷射事件内喷射控制量的气体燃料所需的预定阈值之上,并且可以将其进一步选择为优选地将喷嘴室内的平均气体燃料压力和气体燃料压降保持在预定范围内。受限的流体流通道250位于距喷射阀密封件预定距离处,当针218抵靠座219时形成所述喷射阀密封件。

[0039] 在喷射器(其将气体燃料和液体燃料两者都喷射到燃烧室中)中,如图4所示,对于喷射到燃烧室中的气体燃料的压力和液体燃料的压力分别有额外的要求。必须在气体燃料压力与液体燃料压力之间保持一定的偏差,以减少或优选地避免任何气体燃料泄漏到液体燃料中。如果喷嘴室217内的气体燃料的压力不被抑制并且升高到高于液体燃料的压力,则气体燃料可通过在针218与孔221之间的匹配配合之间行进而泄漏到液体燃料中,并且可通过通常使气体燃料与液压流体流体地隔离的流体密封件222泄漏到针控制室213。在许多情况下,用于致动所述针的液压流体是用于点燃气体燃料的液体燃料。因此,气体燃料压力通常保持低于液体燃料的压力以减少并且优选地防止这种泄漏。

[0040] 图5和图6示出了分别用于不带有受限的流体流通道(“无孔口”)的燃料供应系统和带有直径为3mm的受限的流体流通道的燃料供应系统的喷嘴室内的气体燃料压力(“局部GRP”)和喷射器内的液体燃料供应压力(“局部DRP”)的模拟结果。模拟表明,对于不包括受

限的流体流通道的燃料供应系统而言,在包括液体燃料喷射600和气体燃料喷射700的喷射事件期间,气体燃料压力(局部GRP)变得长时间高于液体燃料压力(局部DRP),如图5所示。绘制的数字表明,包括受限的流体流通道的燃料供应系统,喷嘴室内的气体燃料压力(局部GRP)在几乎整个喷射事件中保持低于液体燃料供应压力,气体燃料压力的偶尔尖峰时间非常短,这降低了气体燃料泄漏到液体燃料中的风险。对于现有的传统内燃机已经获得了图5和图6所示的模拟结果,并且对于该特定发动机计算受限的流体流通道的尺寸,使得喷嘴室内的气体燃料的压力在整个发动机运行期间保持低于液体燃料压力预定值(偏差)。在受限的流体流通道的流体流通面积的计算期间考虑的另一方面是,喷嘴室内的压力迹线的形状优选地保持与不具有受限的流体流通道的燃料供应系统的喷嘴室内的压力迹线相同,使得在喷射事件期间基本上相同量的燃料被喷射到燃烧室中并且保持基本上相同的喷射时长。

[0041] 在双燃料发动机系统中,基于与向燃烧室中提供预定量的气体燃料相关的要求,并且结合考虑喷嘴室内的气体燃料的峰值压力必须保持低于液体燃料供应压力预定的偏差,而计算抑制孔口250的尺寸和流通道260的容积。

[0042] 在图7中示意性地示出本气体燃料喷射系统的另一实施例,其表示双燃料直接喷射内燃系统300。气体燃料通过气体燃料轨道340从气体燃料存储容器370供应到六个发动机喷射器310a-310f,其中每个发动机喷射器将气体燃料直接喷射到发动机气缸的相应燃烧室中,六个发动机气缸以附图标号300a至300f示出。液体燃料通过液体燃料轨道381从液体燃料储罐380供应到喷射器310a至310f,其中每个喷射器将液体燃料直接喷射到六个发动机气缸300a至300f中相应一个的燃烧室中。喷射器310a至310f可以具有与图3所示的双燃料喷射器相似的构造,并且至少部分地位于气缸盖330中。空气通过进气口390供应到进气歧管391,并且废气通过废气歧管392从燃烧室导出。

[0043] 气体燃料通过受限的流体流通道350a至350f从轨道340供应到每个喷射器300a至310f,每个受限的流体流通道流体地连接至气体燃料轨道,并且还通过预定容积的流通道(流通道360a至360f之一)连接至喷射器(喷射器300a至300f之一)。

[0044] 在优选实施例中,每个受限的流体流通道350a至350f具有基于六个喷射器中的每一个的喷嘴室内的压力脉动计算的不同尺寸。

[0045] 在一些实施例中,将每个受限的流体流通道流体地连接至每个燃料喷射器的每个流通道的容积是不同的,并且以其所连接的相应喷射器的喷嘴室内的压力脉动为基础。

[0046] 模拟结果还表明,根据受限的流体流通道的尺寸,每个发动机喷射器的喷嘴室内的平均气体燃料压力和压降可以彼此不同。因此,优选地将每个喷射器的受限的流体流通道的尺寸选择为将每个喷射器的喷嘴室内的压力脉动保持在预定范围内。

[0047] 在本文所示的实施例中,喷射器入口(115、415、215)处的气体燃料通道连接部被示为廊式连接部,其中环形容积围绕相应的燃料喷射器(110、410、210)延伸,并且其中环形容积与相应的气体燃料通道(160、460、260)流体地连接。在替代实施例中,可以在相应的气体燃料通道(160、460、260)与喷射器入口(115、415、215)之间采用直接的金属-金属燃料连接部,诸如在2015年2月27日公开并且由申请人共同拥有的加拿大专利公布2,875,512中所公开的。

[0048] 对于本文描述的所有实施例,将气体燃料供应管道流体地连接至喷射器入口的流

通道的流体流通面积和将喷射器入口连接至喷嘴室的燃料通道的横截面积均大于受限的流体流通道的横截面积。这允许受限的流体流通道和喷射孔之间的平稳燃料流。

[0049] 在所有描述的实施例中,系统可以是气体燃料内燃机的燃料供应系统,其可以是车辆的原动机。气体燃料可以是可储存在加压容器中的天然气,通常称为压缩天然气,或者以液化形式存储在诸如LNG罐的低温储存容器中。

[0050] 已经关于多个示意性实施例描述了本发明。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,在不脱离如权利要求所限定的本发明的范围的情况下,可以进行多种变化和修改。

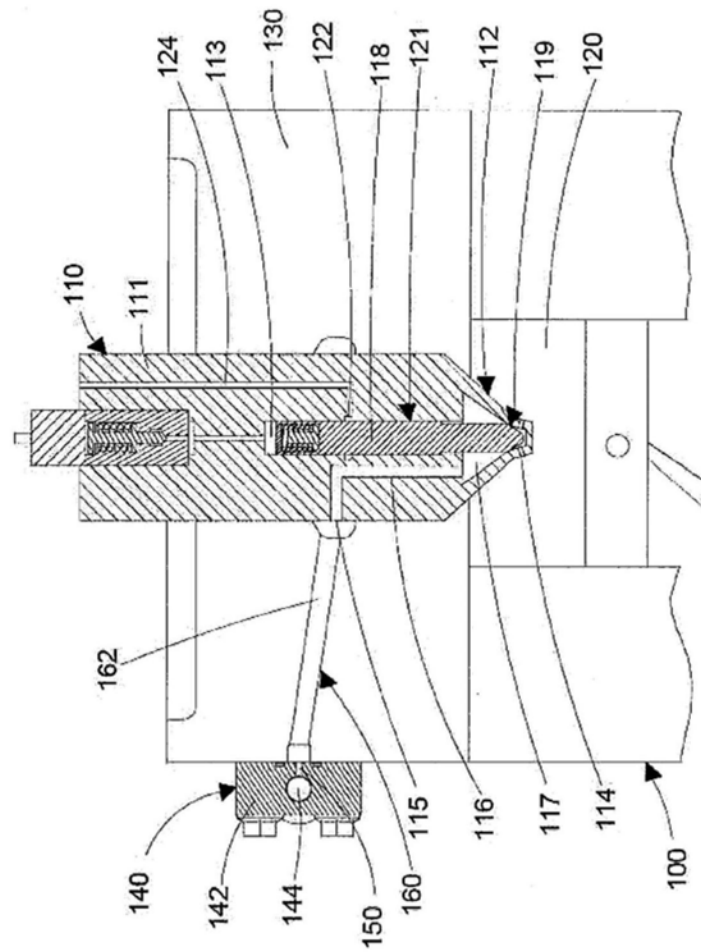


图1

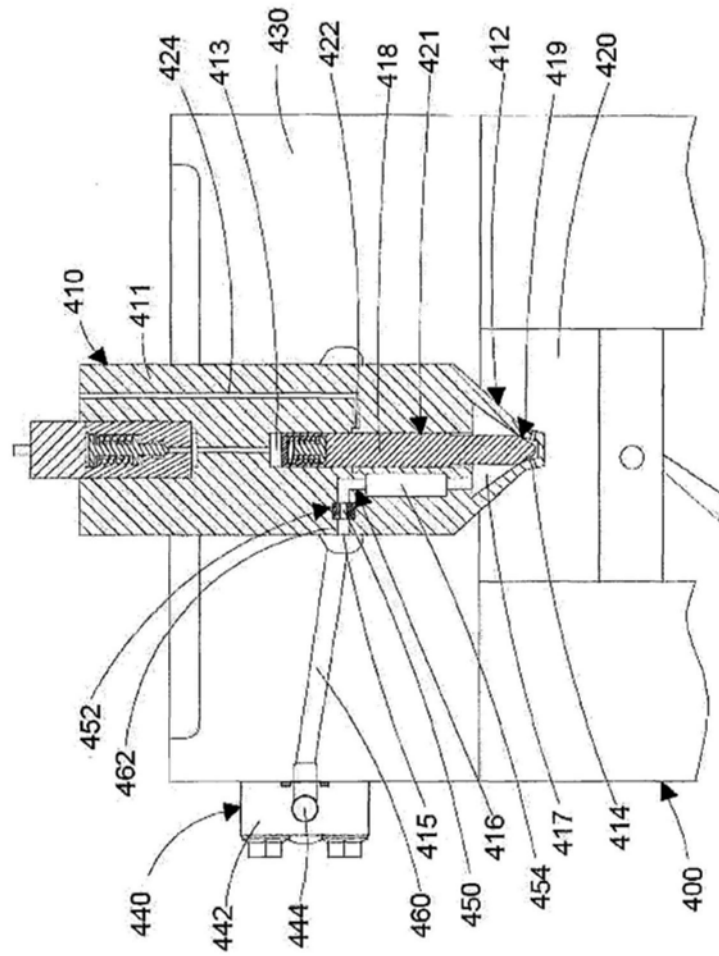


图2

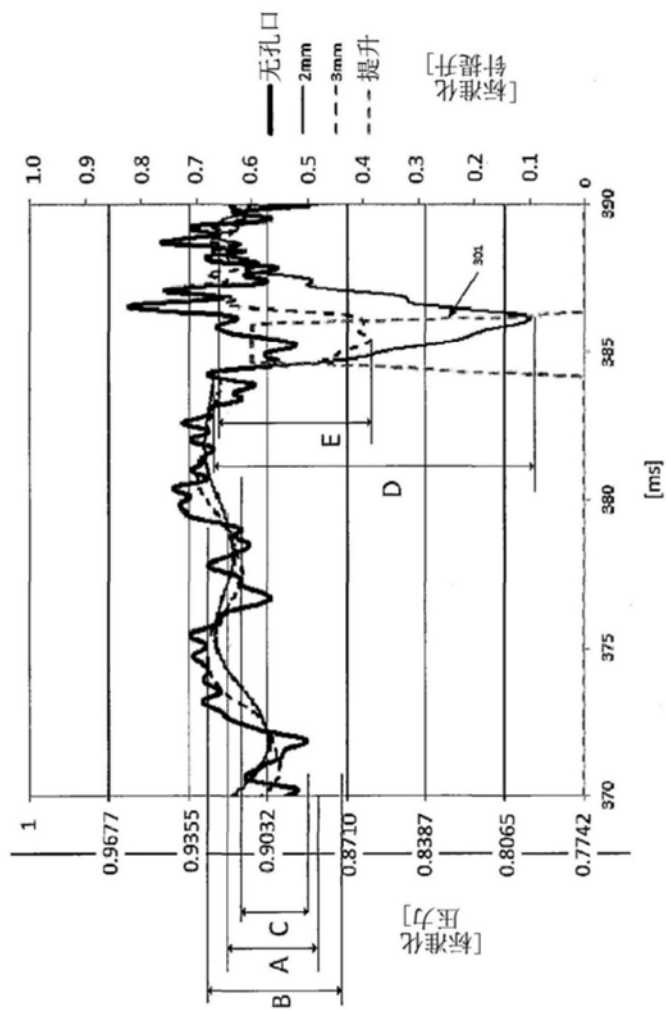


图3

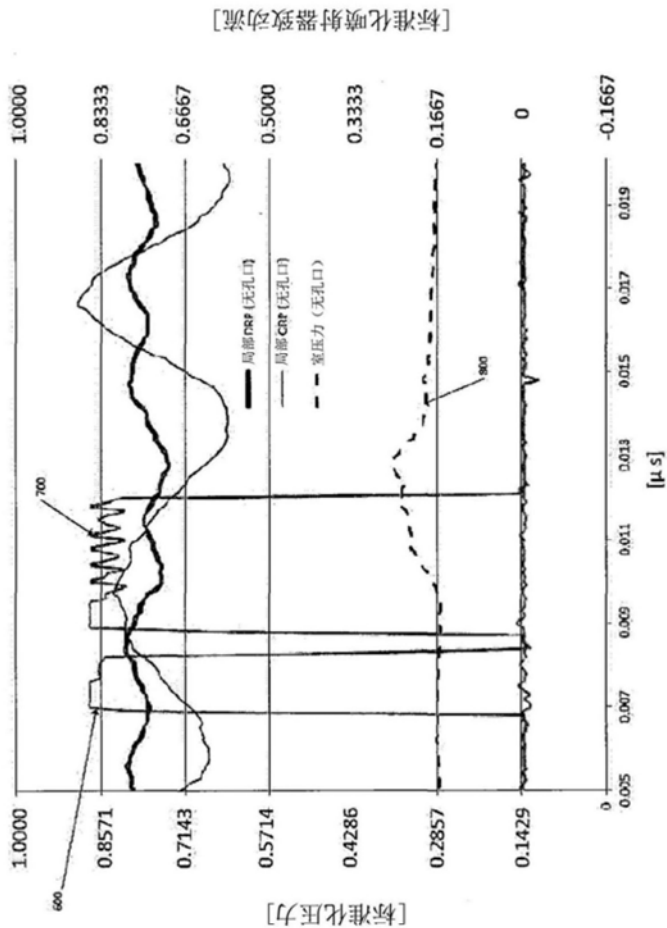


图5

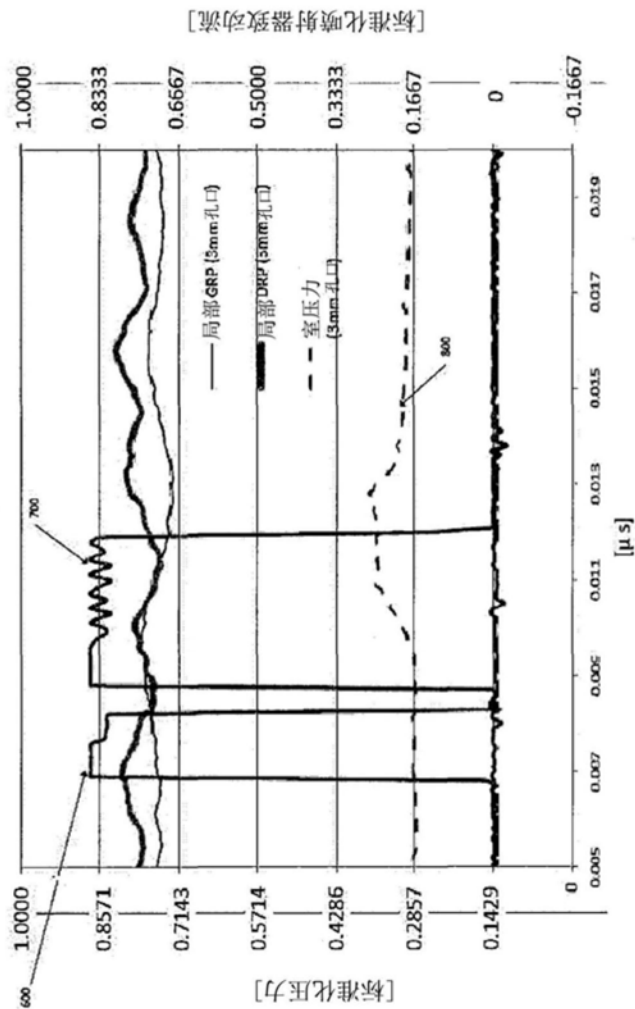


图6

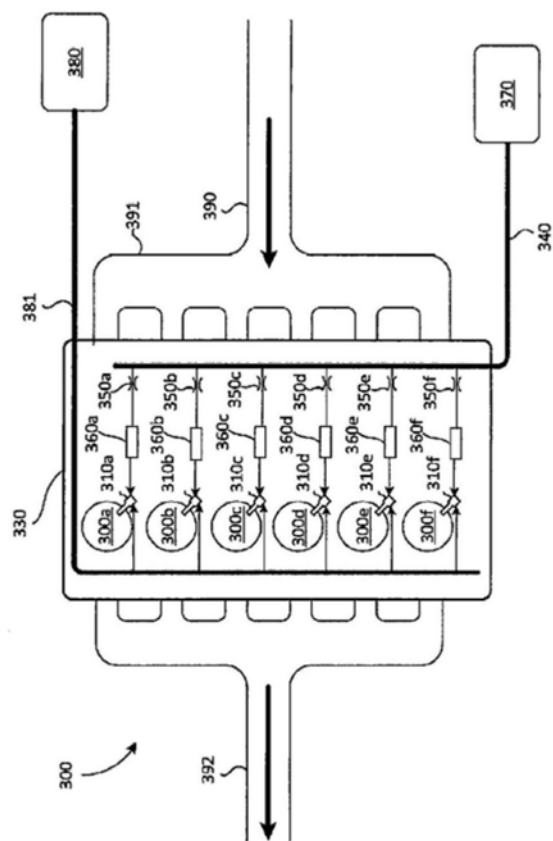


图7