



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108443038 B

(45) 授权公告日 2021.04.06

(21) 申请号 201810315677.2

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

(22) 申请日 2015.10.12

代理人 王瑞朋 张玫

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108443038 A

(51) Int.CI.

F02M 43/04 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.08.24

F02M 61/10 (2006.01)

(30) 优先权数据

F02M 61/18 (2006.01)

PA201400591 2014.10.17 DK

F02D 19/06 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

201510659127.9 2015.10.12

(56) 对比文件

CN 102105673 A, 2011.06.22

(73) 专利权人 曼能解决方案(曼能解决方案德国股份公司)分公司

US 2006086825 A1, 2006.04.27

地址 丹麦哥本哈根

CN 103958878 A, 2014.07.30

(72) 发明人 约翰·修荷姆 约翰·胡尔特

CN 1422362 A, 2003.06.04

CN 101694197 A, 2010.04.14

审查员 谢文静

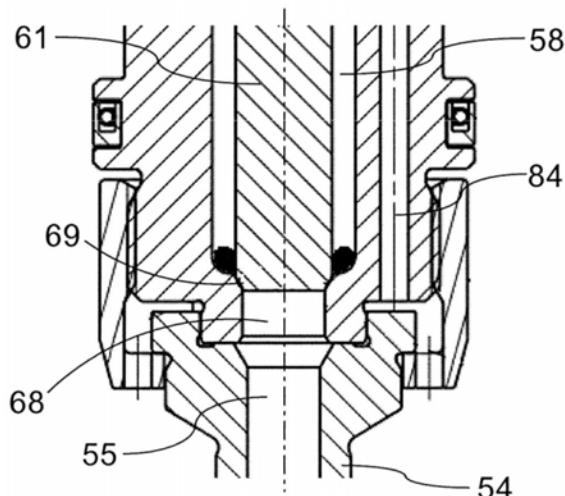
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

用于将气体燃料喷射到自然式内燃发动机的燃烧室中的燃料阀及方法

(57) 摘要

用于将气体燃料喷射到自然式内燃发动机的燃烧室中的燃料阀，包括：具有后端与前端的细长燃料阀壳体；喷嘴，其具有通向喷嘴内部的针阀压力室空间的多个喷嘴孔，且布置在细长阀壳体的前端；气体燃料入口端口，在细长燃料阀壳体中以连接到高压气体燃料源；轴向可移动阀针，可滑动地容纳在细长阀壳体的纵向孔中，且具有闭合位置与打开位置，以及在闭合位置中放置在阀座上并且在打开位置中从阀座提升，燃料室流体连接到气体燃料入口端口；致动系统，用于在闭合位置与打开位置之间可控制地移动轴向可移动阀针；点火液体入口端口，用于连接到高压点火液体源；以及点火液体供给导管，其将点火液体入口端口连接到燃料室，还包括固定流量限制器。



1. 一种用于将气体燃料喷射到大型二冲程低速涡轮增压自燃式内燃发动机的燃烧室中的燃料阀(50)，所述燃料阀(50)包括：

具有后端与前端的细长阀壳体(52)；

喷嘴(54)，其具有通向所述喷嘴(54)内部的针阀压力室空间(55)的多个喷嘴孔(56)，所述喷嘴(54)布置在所述细长阀壳体(52)的所述前端，所述喷嘴(54)包括基部(51)与细长喷嘴本体，所述喷嘴(54)通过其基部(51)连接到所述细长阀壳体(52)的所述前端，所述喷嘴(54)具有闭合的尖端(59)，所述喷嘴孔(56)靠近所述尖端(59)布置；

气体燃料入口端口(53)，其在所述细长阀壳体(52)中用于连接到具有第一高压的高压气体燃料源(60)；

轴向可移动阀针(61)，其可滑动地容纳在所述细长阀壳体(52)的纵向孔(77)中，所述轴向可移动阀针(61)具有闭合位置与打开位置，

所述轴向可移动阀针(61)在所述闭合位置中放置在阀座(69)上并且所述轴向可移动阀针(61)在所述打开位置中从所述阀座(69)提升，

所述阀座(69)布置在燃料室(58)与出口端口(68)之间，

所述燃料室(58)流体地连接到所述气体燃料入口端口(53)，

所述出口端口(68)流体地连接到所述喷嘴(54)中的所述针阀压力室空间(55)；

致动系统，其用于在所述闭合位置与所述打开位置之间可控制地移动所述轴向可移动阀针(61)；

点火液体入口端口(98)，用于连接到具有第二高压的外部的高压点火液体源(57)；以及

点火液体供给通道(99)，其从所述点火液体入口端口(98)延伸到所述燃料室(58)，所述点火液体供给通道(99)包括固定流量限制器，所述固定流量限制器是固定孔流量控制元件(100)，

所述固定流量限制器构造为使从所述点火液体入口端口(98)到所述燃料室(58)的点火液体的流动节流，以便当所述轴向可移动阀针(61)放置在所述阀座(69)上时允许少量点火液体作为由所述外部的高压点火液体源(57)的所述第二高压推动的恒定流量的点火液体通过所述固定流量限制器以积聚在所述阀座(69)上方的所述燃料室(58)中，所述外部的高压点火液体源(57)具有高于所述高压气体燃料源(60)的压力的压力。

2. 根据权利要求1所述的燃料阀，其中所述轴向可移动阀针(61)可操作地连接到轴向可移动的致动活塞(64)，该致动活塞可滑动地容纳在所述细长阀壳体中并且与所述细长阀壳体(52)一起限定致动室(74)，所述致动室(74)流体地连接到控制端口(72)以连接到控制油源(97)。

3. 根据权利要求1所述的燃料阀，其中所述轴向可移动阀针(61)从所述纵向孔(77)突出到所述燃料室(58)中，使得所述燃料室(58)围绕所述轴向可移动阀针(61)的一部分。

4. 一种大型二冲程低速涡轮增压自燃式内燃发动机，其具有多个缸体(1)、高压气体燃料供给系统、高压点火液体供给系统、一个或多个根据权利要求1至3中任一项的燃料阀(50)，所述燃料阀(50)设置在所述发动机的所述缸体处并且连接到所述高压气体燃料供给系统以及连接到所述高压点火液体供给系统。

5. 根据权利要求4所述的发动机，其中所述发动机构造为在积聚在所述燃料室(58)中

的点火液体的协助下并且在不使用其它点火装置的情况下自点燃所喷射的气体燃料。

6. 根据权利要求4或5所述的发动机,其中所述发动机构造为当所述气体燃料进入喷嘴(54)内部的针阀压力室空间(55)时将所述气体燃料点燃。

7. 根据权利要求4所述的发动机,其中所述高压气体燃料源将所述气体燃料以高压传送到所述燃料阀(50),并且其中所述外部的高压点火液体源构造为以高于所述高压气体燃料源的压力的压力传送所述点火液体。

8. 一种操作大型二冲程低速涡轮增压自燃式内燃发动机的方法,所述方法包括:

将加压气体燃料以第一高压供给到所述发动机的燃料阀(50),

所述燃料阀包括具有后端与前端的细长阀壳体(52),

所述燃料阀(50)具有中空喷嘴(54),所述中空喷嘴具有将所述中空喷嘴(54)的内部连接到所述发动机的缸体(1)中的燃烧室的多个喷嘴孔(56),所述中空喷嘴(54)包括基部(51)与细长喷嘴本体,所述中空喷嘴(54)通过其基部(51)连接到所述细长阀壳体(52)的所述前端,所述中空喷嘴(54)具有闭合的尖端(59),所述喷嘴孔(56)靠近所述尖端(59)布置,

将来自所述燃料阀(50)之外的高压点火液体源(57)的点火液体以第二高压供给到所述燃料阀(50),所述第二高压高于所述第一高压,

通过与在所述中空喷嘴(54)上方的阀座(69)配合的轴向可移动阀针(61)控制气体燃料的喷射,

燃料室(58)布置在所述阀座(69)上方;

通过所述气体燃料加压所述燃料室(58);

在所述轴向可移动阀针(61)放置在所述阀座(69)上期间通过推动具有所述第二高压的所述点火液体通过固定流量限制器而将少量连续流动的点火液体通过点火液体供给通道(99)传送到所述燃料室(58)并且生成在所述阀座(69)上方的燃料室(58)中积聚的点火液体的连续流,所述点火液体供给通道(99)从所述燃料阀(50)的点火液体入口端口(98)延伸到所述燃料室(58),所述点火液体供给通道(99)包括固定流量限制器,所述固定流量限制器是固定孔流量控制元件(100);

通过从所述阀座(69)提升所述轴向可移动阀针(61)开始气体燃料喷射事件,由此正好在所述气体燃料之前致使所述积聚的点火液体进入所述中空喷嘴(54)。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述气体燃料在所述点火液体的协助下在所述中空喷嘴(54)内部点燃。

10. 根据权利要求8或9所述的方法,其中贯穿发动机循环将所述中空喷嘴(54)保持在300°C以上。

用于将气体燃料喷射到自燃式内燃发动机的燃烧室中的燃料 阀及方法

[0001] 本申请是申请号为201510659127.9、申请日为2015年10月12日、发明名称为“用于将气体燃料喷射到自燃式内燃发动机的燃烧室中的燃料阀及方法”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于具有气体燃料供给系统的自燃式内燃发动机的气体燃料阀，尤其涉及用于具有气体燃料供给系统的大型低速单流涡轮增压二冲程内燃发动机的气体燃料阀。

背景技术

[0003] 十字头式大型低速二冲程自燃(柴油)发动机通常在大型船舶的推进系统中使用或者在发电厂中用作原动机。非常经常地，这些发动机靠重燃料油或者燃料油运转。

[0004] 当前，需要大型二冲程柴油发动机能够适应替代性类型的燃料，诸如燃气、煤浆、石油焦等，尤其是燃气。

[0005] 诸如天然气的气体燃料当用作用于大型低速单流涡轮增压二冲程内燃发动机的燃料时与例如将重燃料油用作燃料时相比是在排放气体中产生的显著较低等级的硫组分、NO_x和CO₂的相对清洁燃料。

[0006] 然而，在大型低速单流涡轮增压二冲程内燃发动机中使用气体燃料时存在一些问题。这些问题中的一个是在喷射到燃烧室中时气体自燃的自发性与可预测性并且二者在压燃发动机中受控是重要的。因此，现有的大型低速单流涡轮增压二冲程内燃发动机利用与气体燃料的喷射同时的油或其它点火液体的先导喷射以确保气体燃料的可靠且适当定时点燃。

[0007] 大型低速单流涡轮增压二冲程内燃发动机通常用于推进大型远洋货轮并且因此可靠性是至关重要的。这些发动机的气体燃料操作仍是相对近期的发展并且气体操作的可靠性仍未达到传统燃料的等级。因此，现有的大型低速二冲程柴油发动机都是二重燃料发动机，具有用于基于气体燃料运转的燃料系统以及用于基于燃料油运转的燃料系统使得它们能够被操作为仅基于燃料油以全功率运转。

[0008] 由于这些发动机的燃烧室的大直径，因此它们通常每个缸体设有围绕中心排放阀以约120°的角度分离的三个燃料喷射阀。因此，通过双重燃料系统每个缸体将具有三个气体燃料阀并且每个缸体将具有三个燃料油阀以及靠近相应气体喷射阀布置的一个燃料油喷射阀以确保气体燃料的可靠点燃并且由此，缸体的顶盖是相对拥挤的位置。

[0009] 在现有的双重燃料发动机中燃料油阀已经被用于在气体燃料操作过程中提供先导油喷射。这些燃料油阀的尺寸设计为使得能够按照用于以仅在燃料油上以全载荷运转发动机要求的数量传送燃料油。然而，在先导喷射中喷射的油的数量应该尽可能小以获得排放的期望的减少。还能够传送以全载荷运转所必需的大的量的全尺寸燃料喷射系统的此少量剂量造成了重大技术问题，并且在实践中非常难以实现并且因此在现有发动机中先导油

剂量已经在每个油喷射事件具有比期望尤其在中等以及低载荷更大的数量。可以处理小的先导数量的额外的小喷射系统的另选物是相当复杂且昂贵的。此外，额外的小先导油喷射阀使得缸体的顶盖甚至更加拥挤。

发明内容

[0010] 在此背景上，本申请的目的是提供克服或者至少减少了上面指出问题的用于自燃式内燃发动机的燃料阀。

[0011] 根据一个方面通过提供用于将气体燃料喷射到自燃式内燃发动机的燃烧室中的燃料阀实现了此目的，燃料阀包括：具有后端与前端的细长燃料阀壳体；喷嘴，其具有通向喷嘴内部的针阀压力室空间的多个喷嘴孔，喷嘴布置在细长阀壳体的前端；气体燃料入口端口，其在细长燃料阀壳体中以连接到具有第一高压的高压气体燃料源；轴向可移动阀针，其可滑动地容纳在细长阀壳体的纵向孔中，轴向可移动阀针具有闭合位置与打开位置；轴向可移动阀针在闭合位置中放置在阀座上并且轴向可移动阀针在打开位置中从阀座提升，阀座布置在燃料室与出口端口之间，燃料室流体地连接到气体燃料入口端口，出口端口流体地连接到喷嘴中的针阀压力室空间；致动系统，其用于在闭合位置与打开位置之间可控制地移动轴向可移动阀针；点火液体入口端口，用于连接到具有第二高压的外部的高压点火液体源；以及点火液体供给导管，其将点火液体入口端口连接到燃料室，点火液体供给导管包括固定流量限制器，固定流量限制器构造为使从点火液体入口端口到燃料室的点火液体的流动节流，以便当阀针放置在阀座上时允许少量点火液体作为由所述外部的高压点火液体源的所述第二高压推动的恒定流量的点火液体通过固定流量限制器以积聚在阀座上方的燃料室中。

[0012] 在其中阀针放置在阀座上的发动机循环的期间中，通过点火液体向燃料室的受控的缓慢且持续的传送，可以在阀座的正上方的气体燃料室的底部处形成点火液体的小储液器。当阀针在发动机循环中在适当时间点提升时，在燃料室中的高压气体燃料朝向喷嘴的中空内部流动，即到针阀压力室空间中。在燃料阀的闭合期间过程中沉积在阀座上方的少量点火液体在气体燃料之前被推动并且由此点火液体就在气体燃料之前进入喷嘴中的针阀压力室空间。由于在燃烧室中的清扫空气的压缩因而已经存在于针阀压力室空间中的热压缩空气、点火液体与气体燃料的结合，致使已经在喷嘴内部点燃。

[0013] 在第一方面的可能实施中，点火液体源的压力高于气体燃料源的压力。

[0014] 在第一方面的可能实施中，轴向可移动阀针可操作地连接到可滑动地容纳在壳体中的轴向可移动的致动活塞并且与壳体一起限定致动室，致动室流体地连接到控制端口以连接到控制油源。

[0015] 在第一方面的可能实施中，轴向可移动阀针从纵向孔突出到燃料室中使得燃料室围绕轴向可移动阀针的一部分。

[0016] 在第一方面的可能实施中，喷嘴包括基部与细长喷嘴本体，并且其中喷嘴通过其基部连接到细长阀壳体的前端，并且其中喷嘴具有闭合尖端，喷嘴孔靠近所述尖端布置。

[0017] 此外根据第二方面通过提供自燃式内燃发动机实现了上面的目的，该自燃式内燃发动机具有多个缸体、高压气体燃料供给系统、高压点火液体供给系统、根据第一方面的一个或多个燃料阀，该燃料阀设置在发动机的缸体处并且连接到高压气体燃料供给系统且连

接到点火液体供给系统。

[0018] 在第二方面的第一可能实施中,发动机构造为在燃料室中积聚的点火液体的协助下并且在不使用其它点火装置的情况下自点燃喷射气体燃料。

[0019] 在第二方面的第二可能实施中,发动机构造为当气体燃料进入喷嘴内部的针阀压力室空间时点燃气体燃料。

[0020] 在第二方面的第三可能实施中,气体燃料源以高压将气体燃料传送到燃料阀,并且其中点火液体源构造为传送点火液体并且压力高于气体燃料源的压力。

[0021] 此外根据第三方面通过提供操作自燃式内燃发动机的方法实现了上述目的,该方法包括:将加压气体燃料以第一高压供给到发动机的燃料阀,燃料阀具有中空喷嘴,中空喷嘴具有将喷嘴的内部连接到发动机的缸体中的燃烧室的多个喷嘴孔;将点火液体以第二高压供给到燃料阀,第二高压高于第一高压;通过与在中空喷嘴上方的阀座配合的可移动阀针控制气体燃料的喷射,燃料室布置在阀座上方;通过加压气体燃料加压燃料室;通过推动具有所述第二高压的所述点火液体通过固定流量限制器而将点火液体的少量连续流传送到燃料室并且在其中轴向可移动阀针放置在阀座上期间生成积聚在阀座上方的点火液体的连续流;通过从阀座提升轴向可移动阀针开始气体燃料喷射事件,由此致使积聚的点火液体正好在气体燃料之前进入中空喷射喷嘴。

[0022] 在第三方面的第一可能实施中,在点火液体的协助下在喷嘴内部点燃气体燃料。

[0023] 在喷嘴的第三方面的第二可能实施中,贯穿发动机循环喷嘴保持在300℃以上。

[0024] 此外根据第四方面通过提供用于将气体燃料喷射到大型二冲程低速涡轮增压自燃式内燃发动机的燃烧室中的燃料阀实现了上面的目的,燃料阀包括:具有后端与前端的细长燃料阀壳体;喷嘴,其具有通向喷嘴内部的针阀压力室空间的多个喷嘴孔,喷嘴布置在细长阀壳体的前端,所述喷嘴包括基部与细长喷嘴本体,喷嘴通过其基部连接到细长阀壳体的前端,喷嘴具有闭合尖端,喷嘴孔靠近所述尖端布置;

[0025] 气体燃料入口端口,其在细长燃料阀壳体中以连接到高压气体燃料源;轴向可移动阀针61,其可滑动地容纳在细长阀壳体的纵向孔中,轴向可移动阀针具有闭合位置与打开位置;轴向可移动阀针在闭合位置中放置在阀座上并且轴向可移动阀针在打开位置中从阀座提升,阀座布置在燃料室与出口端口之间,燃料室流体地连接到气体燃料入口端口,出口端口流体地连接到喷嘴中的针阀压力室空间;致动系统,其用于在闭合位置与打开位置之间可控制地移动轴向可移动阀针;点火液体入口端口,用于连接到高压点火液体源;以及点火液体供给导管,其将点火液体入口端口连接到燃料室。

[0026] 在第四方面的第一可能实施中,点火液体供给导管包括固定流量限制器。

[0027] 通过详细的描述根据本公开的气体燃料阀、发动机与方法的其它目的、特征、优点与特性将变得更加显而易见。

附图说明

[0028] 在下面的本说明书的详细部分中,将参照附图中示出的示例性实施方式更加详细地说明本发明,在附图中:

[0029] 图1是根据实例实施方式的大型二冲程柴油发动机的前视图;

[0030] 图2是图1中的大型二冲程发动机的侧视图;

- [0031] 图3是根据图1的大型二冲程发动机的示意性描述;以及
- [0032] 图4是具有缸体的上部的图1的发动机的气体燃料系统的实例实施方式的示意性描述的横截面视图;
- [0033] 图5是缸体与气体燃料喷射系统的图4的实施方式的示意性描述的俯视图;以及
- [0034] 图6是根据本发明的实例实施方式的用于图1中示出的发动机的气体燃料喷射阀的剖面图;
- [0035] 图7是图6中的一部分的细节图;
- [0036] 图8是用于图1中示出的发动机中的气体燃料喷射阀的另一个实例实施方式的细节剖面图;
- [0037] 图9是图6至图8中的燃料阀的立体图;
- [0038] 图10是用于图6至图9的燃料阀的喷嘴的剖面图;
- [0039] 图11是示出缸体盖中的图6至图9的燃料阀的位置的剖面图;以及
- [0040] 图12是根据另一个实施方式的气体燃料喷射阀的剖面图。

具体实施方式

[0041] 在下面的详细描述中,在实例实施方式中将参照大型二冲程低速涡轮增压内燃(柴油)发动机描述自燃式内燃发动机。图1、图2和图3示出了具有曲轴42与十字头43的大型低速涡轮增压二冲程柴油发动机。图3示出了具有吸入与排放系统的大型低速涡轮增压二冲程柴油发动机的示意性描述。在此实例实施方式中,发动机具有成直线的四个缸体1。大型低速涡轮增压二冲程柴油发动机通常具有通过发动机框架13承载的四个到十四个之间的成直线的缸体。发动机可以例如用作远洋轮船中的主发动机或者用作用于操作发电站中的发电机的固定发动机。发动机的总输出可以,例如在从1,000kW到110,000kW的范围。

[0042] 在此实例实施方式中发动机是在缸体1的下方区域具有清扫端口并且在缸体1的顶部具有中心排放阀4的二冲程单流式柴油机。清扫空气从清扫空气接收件2通向单个缸体1的清扫端口(未示出)。缸体1中的活塞41压缩清扫空气,燃料从缸体盖中的燃料喷射阀喷射,随后燃烧并且产生排放气体。当排放阀4打开时,排放气体通过与缸体1相关联的排放管流动到排放气体接收件3中并且向前通过第一排放导管18到涡轮增压器5的涡轮6,排放气体从涡轮6经由节能器28通过第二排放导管流向出口29并进入大气中。通过轴,涡轮6驱动经由空气入口10供给以新鲜空气的压缩机9。压缩机9将加压清扫空气传送到通向清扫空气接收件2的清扫空气导管11。

[0043] 导管11中的清扫空气经过用于冷却清扫空气的中冷器12,这使压缩机保持在约200°C至36与80°C之间的温度。

[0044] 当涡轮增压器5的压缩机9不能为清扫空气接收件2提供足够压力,即在发动机的低或部分负载情形中时,冷却的清扫空气经由通过电动机17驱动的辅助鼓风机16流通,该鼓风机16对清扫气流加压。在较高的发动机载荷时,涡轮增压压缩机9传送足够的压缩清扫空气,并且那时经由止回阀15绕过辅助鼓风机16。

[0045] 图4和图5示出了根据实例实施方式的多个缸体1中的一个的顶部。缸体1的顶盖48设有三个气体燃料阀50用于将气体燃料从燃料阀50的出口,诸如喷嘴,喷射到缸体1中的燃烧室中。

[0046] 在本公开中，“气体燃料”宽泛地限定为在大气压力与周围环境温度下处于气相的任何可燃烧燃料。

[0047] 此实例实施方式示出了每个缸体三个气体燃料阀50，但是应该理解的是根据燃烧室的尺寸，单个或两个气体燃料阀可以是足够的。气体燃料阀50具有连接到将高度加压气体燃料供给到气体燃料阀50的气体燃料供给导管62的入口53。三个气体燃料阀50中的一个由供给导管62供给，另外两个气体燃料阀50通过供给导管63供给。在此实施方式中，供给导管62、63是连接到与缸体1相关联的气体积蓄器60的顶盖48中的钻孔。气体积蓄器60接收来自包括气体箱体与高压泵的气体供给系统(未示出)的高压气体。

[0048] 气体燃料阀50还具有连接到诸如57，诸如密封油、船用柴油、生物柴油、润滑油、重燃料油或二甲醚(DME)的加压点火液体源的入口，并且构造为通过或多或少的恒定裕度传送压力高于气体燃料压力的高压点火液体。点火液体源的压力57至少略微地在气体燃料源60的压力之上。

[0049] 在此实例实施方式中，每个缸体1都设有气体燃料积蓄器60。气体燃料积蓄器60含有处于高压(例如大约300巴)下的准备传送到缸体1的燃料阀50的一定量的气体燃料。气体燃料供给导管62、63在气体燃料积蓄器60与相关缸体1的相应气体燃料阀50之间延伸。

[0050] 窗形阀61布置在气体燃料积蓄器60的出口处并且窗形阀61控制气体燃料从所述气体燃料积蓄器60到气体燃料供给导管62,63的流动。

[0051] 在顶盖48中设有三个燃料油阀49以用于发动机基于燃料油运转。燃料油阀以众所周知的方式连接到高压燃料油源。在实施方式中(未示出)，发动机构造为仅基于气体燃料运转并且在此实施方式中发动机不具有燃料阀。

[0052] 发动机设有控制发动机的运转的电子控制单元ECU。信号线将电子控制单元ECU连接到气体燃料阀50、连接到燃料油阀49以及连接到窗形阀61。

[0053] 电子控制单元ECU构造为针对气体燃料阀正确地定时喷射事件并且通过气体燃料阀50控制气体燃料的剂量。

[0054] 电子控制单元ECU打开以及关闭窗形阀61以确保在通过气体燃料阀50控制的气体燃料喷射事件开始之前供给导管62、63被填充以高压气体燃料。

[0055] 图6、图7和图9示出了用于将气体燃料喷射到自燃式内燃发动机的燃烧室中并且用于传送点火液体的燃料阀50。燃料阀50包含具有最后端88以及在前端的喷嘴54的细长阀壳体52。最后端88设有多个端口，包括控制端口72、点火液体端口78与气体泄漏探测端口86。最后端88被扩大以形成头部并且在头部中设有孔94以容纳将燃料阀50固定在缸体盖48中的螺栓(未示出)。在本实施方式中，燃料阀布置在中间排放阀4的周围，即相对靠近缸体衬套的壁。燃料喷射阀50的细长阀壳体52与其它部件，以及喷嘴在实施方式中由诸如不锈钢的钢铁制成。

[0056] 中空喷嘴54设有喷嘴孔56，喷嘴孔连接到喷嘴的中空内部(针阀压力室空间)并且喷嘴孔56沿长度分布并且在喷嘴54上径向地分布。喷嘴轴向靠近尖端并且在本实施方式中的径向分布在大约50°的相对窄的范围并且喷嘴孔的径向定向使得喷嘴远离缸体衬套的壁指向。此外，喷嘴的指向使得它们大致沿着与由清扫端口的构造形成的燃烧室中的清扫空气的漩涡方向相同的方向。

[0057] 喷嘴54的尖端59(图10)在此实施方式中是闭合的。喷嘴54的后部或基部51连接到

壳体52的前端，并且喷嘴54的针阀压力室空间55通向壳体52。在实施方式中，针阀压力室空间55是纵向孔，其从闭合尖端延伸到基部51并且通向喷嘴的后部以与阀座69下面的细长阀壳体52的前端中的开口/出口端口68连接。

[0058] 轴向可移动阀针61通过精确限定的间隙可滑动地容纳在细长阀壳体52中的纵向孔77中。阀针61具有尖端，该尖端构造为与形成在细长阀壳体52中的座69进入密封接合。在实施方式中，座69靠近细长阀壳体52的前端布置。细长阀壳体52设有用于例如经由气体燃料供给导管62、63连接到加压气体燃料源60的气体燃料入口端口53。气体燃料入口端口53连接到位于细长阀壳体52中的燃料室58并且燃料室58围绕阀针61的一部分。座69位于燃料室58与针阀压力室空间55之间，从而当阀针61被提升时气体燃料可以从燃料室58流动到针阀压力室空间55。气体燃料从针阀压力室空间55经由喷嘴孔56喷射到缸体1的燃烧室中。

[0059] 轴向可移动阀针61具有闭合位置与打开位置。轴向可移动阀针61在闭合位置中放置在座69上。轴向可移动阀针61在其闭合位置中从而防止从气体燃料入口端口53向喷嘴54的流动。轴向可移动阀针61在其打开位置中从座69提升从而允许从气体燃料入口端口53向喷嘴54的流动。

[0060] 预张紧螺旋弹簧66作用在轴向可移动阀针61上并且使阀针61朝向在座69上的其闭合位置偏置。然而，应该理解的是其它方式，可以提供诸如气压或油压以使阀针61朝向其闭合位置偏置。在实施方式中，螺旋弹簧66的一端与细长阀壳体52的后端接合并且螺旋弹簧66的另一端与在阀针61的后端处的加宽部分或凸缘83接合，由此通过致动活塞64形成阀针61的后端。

[0061] 气体燃料阀50设有致动系统以在轴向可移动阀针61的闭合位置与打开位置之间可控制地移动轴向可移动阀针61。在此实施方式中，致动系统包括可滑动地容纳在细长阀壳体52的圆柱形部分中的轴向可移动致动活塞64。致动活塞64与细长阀壳体52一起限定致动室74。在此实施方式中，致动活塞64是一体的并且是轴向可移动阀针61的最后部分。然而，应该理解的是致动活塞64可以以多种方式诸如通过螺纹连接，或者通过焊接可操作地连接到阀针61，并且优选地致动活塞64与阀针61共同移动，尽管这不是先决条件。

[0062] 致动室74经由控制油导管70流体地连接到控制油端口72。控制油端口72连接到电子控制油阀96(图4)，电子控制油阀96继而连接到高压控制油源97。电子控制油阀96优选地是开/关式并且接收来自电子控制单元ECU的电子控制信号以控制喷射事件。

[0063] 在其它实施方式中(未示出)，可以通过诸如螺线管或线性电机的其它致动装置致动阀针。

[0064] 致动活塞64设有优选为朝向壳体的后端开口的同心缸体以及可滑动地容纳在此缸体内部的固定活塞87。致动活塞64相对于固定活塞87是可移动的。致动活塞64内部的缸体与固定活塞87一起限定室80，这提供了用于致动活塞64轴向移动的空间。

[0065] 细长阀壳体52设有用于连接到点火液体源57的点火液体端口78。点火液体供给导管76在细长阀壳体中轴向地延伸并且通过固定活塞87并且将点火液体端口78流体地连接到室80。

[0066] 点火液体传送导管的第二部分作为孔82共轴地延伸至阀针中。径向通道85在轴向可移动阀针61中由端口从孔82延伸到轴向可移动阀针61的外表面以允许点火液体供给到细长阀壳体52与轴向可移动阀针61之间的间隙，以由此润滑与密封阀针61，从而允许点火

液体用作密封油。点火液体通过间隙既向上流动到致动室74又向下流动到燃料室58。流动到致动室74的点火液体的部分与控制油混合。这对控制油不造成实质影响。如图8中所示，当轴向可移动阀针61放置在阀座69上时，点火液体的部分流动到燃料室58并且积聚在燃料室58的底部即就在阀座69上方。

[0067] 间隙的尺寸被精确地控制及选择为使得在其中轴向可移动阀构件61放置在阀座69上的发动机循环期间的时间中，适量的点火液体聚集在燃料室58的底部。适量的点火液体是足以形成可靠且稳定点燃的量，可以例如根据例如发动机尺寸与载荷在0.2mg到200mg的范围内。关于诸如例如粘度的点火液体的特性选择间隙的尺寸，使得当点火液体源具有为高于气体燃料源的压力的裕度的压力时实现适当规模的点火液体的恒定流量。

[0068] 在细长阀壳体52中的气体泄漏探测通道84通向气体泄漏探测端口86以探测气体泄漏。

[0069] 由电子控制单元ECU通过气体燃料阀50的打开时间的长度来控制气体燃料的喷射事件，即通过打开时间的长度来确定一次喷射事件中气体喷射的量。由此，基于来自电子控制单元ECU的信号，致动室74中的控制油压升高并且阀针61从座69提升从其闭合位置到其打开位置的移动。当控制油压升高并且致动室74中增加的压力推动致动活塞64反抗螺旋弹簧66的力沿着轴向方向远离喷嘴54与座69时，阀针61将总是执行从其闭合位置到其打开位置的完全冲程。

[0070] 在燃料室58(图8)的底部处积聚的点火液体首先进入喷嘴54中的针阀压力室空间55，气体燃料跟随其后，即气体燃料向前推动点火液体并且进入到针阀压力室空间55中。由此，在燃烧室58中积聚的点火液体将正好在气体燃料之前进入喷嘴54中的针阀压力室空间55。正好在燃料阀50打开之前的时刻，由于在燃烧室中清扫空气的压缩(喷嘴孔56允许空气从燃烧室流动到针阀压力室空间55中)，针阀压力室空间55填充有压缩热空气与残余未燃烧气体燃料的混合物。因此，在燃料阀50打开以后不久，在针阀压力室空间55内部有热压缩空气、点火液体与气体燃料。这导致已经在中空喷嘴54内部的气体燃料点燃。

[0071] 在喷射事件的最后，ECU将压力从致动室移除并且螺旋弹簧66的力致使阀针61返回到阀座69。

[0072] 图12示出了燃料阀50的另一个实施方式，其与前面附图的实施方式基本相同，除了间隙77与密封油的粘度相关，使得密封油从密封源经由端口178与导管176、轴向孔182与径向孔185提供，实际上没有密封油泄露到燃烧室中。替代地，单独的燃烧液体通道99将燃料室58连接到点火液体端口98。燃烧液体通道99包括例如以固定孔限制件的形式的固定限制件100，以便在轴向可移动阀针61的闭合期间过程中节流与控制传送到燃料室58的点火液体的数量。

[0073] 点火液体端口98连接到具有气体燃料源的压力以上裕度的压力的高压点火液体源。根据图12的实施方式的阀的操作与用前述附图描述的燃料阀的操作基本相同。

[0074] 在实施方式中(未示出)，致动装置包括螺线管或线性电动机与活塞并且不需要控制油。

[0075] 通过将加压气体燃料以第一高压供给到发动机的燃料阀50操作自然式内燃发动机。点火液体以第二高压供给到燃料阀50。第二高压高于第一高压。通过与在中空喷嘴54上方的阀座69配合的可移动阀针61控制气体燃料的喷射。燃料室58布置在阀座69上方。燃料

室58加压以气体燃料。将点火液体的小的连续流传送到燃料室58并且在其中阀针61放置在阀座69上时点火液体在阀座69上方积聚。通过从阀座69提升轴向可移动阀针61开始气体燃料喷射事件，由此正好在气体燃料之前致使积聚的点火液体进入中空喷射喷嘴54。气体燃料之后在点火液体的协助下使喷嘴54内部点燃。

[0076] 发动机构造为在点火液体的协助下并且在不使用其它点火装置的情况下使喷射的气体自点燃。

[0077] 发动机构造为当气体燃料进入喷嘴内部的室中时点燃气体燃料。

[0078] 在实施方式中，贯穿发动机循环喷嘴54保持在300℃以上。在实施方式中，在压缩冲程的最后中空喷嘴54内部的温度大约是600摄氏度。

[0079] 如在权利要求中使用的术语“包括”不排除其它的元件或步骤。如在权利要求中使用的术语“一个”(“a”)或“一个”(“an”)不排除多个。电子控制单元可以实现在权利要求中列举的几个装置的功能。

[0080] 在权利要求中使用的附图标记不应解释为限制范围。

[0081] 尽管出于说明的目的详细地描述了本发明，但是应该理解的是此细节仅用于此目的，并且其中在不偏离本发明的范围的情况下本领域中的技术人员可以对其作出修改。

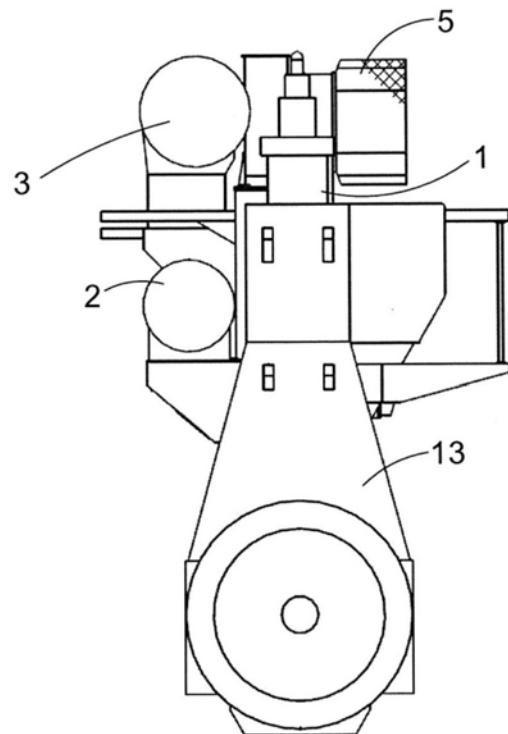


图1

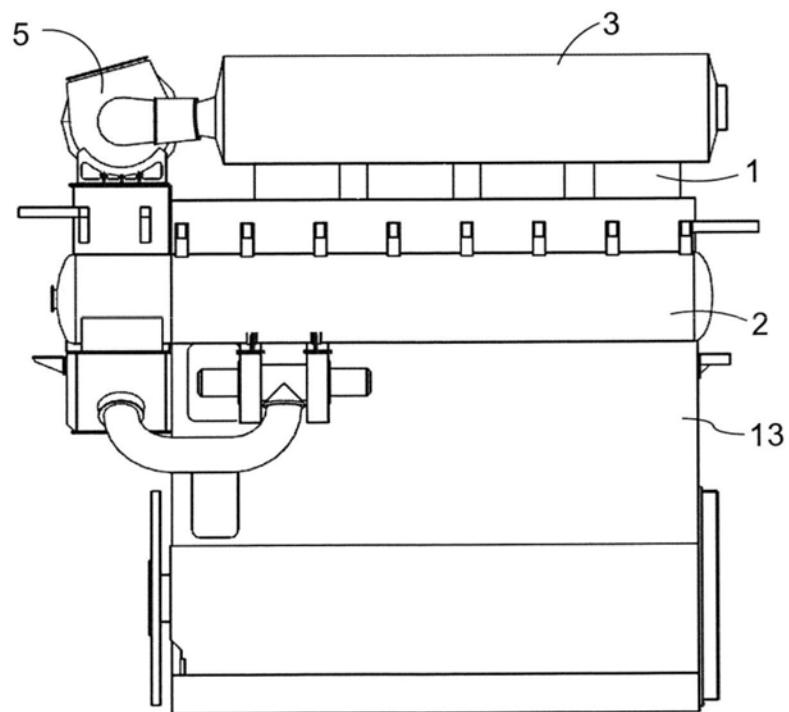


图2

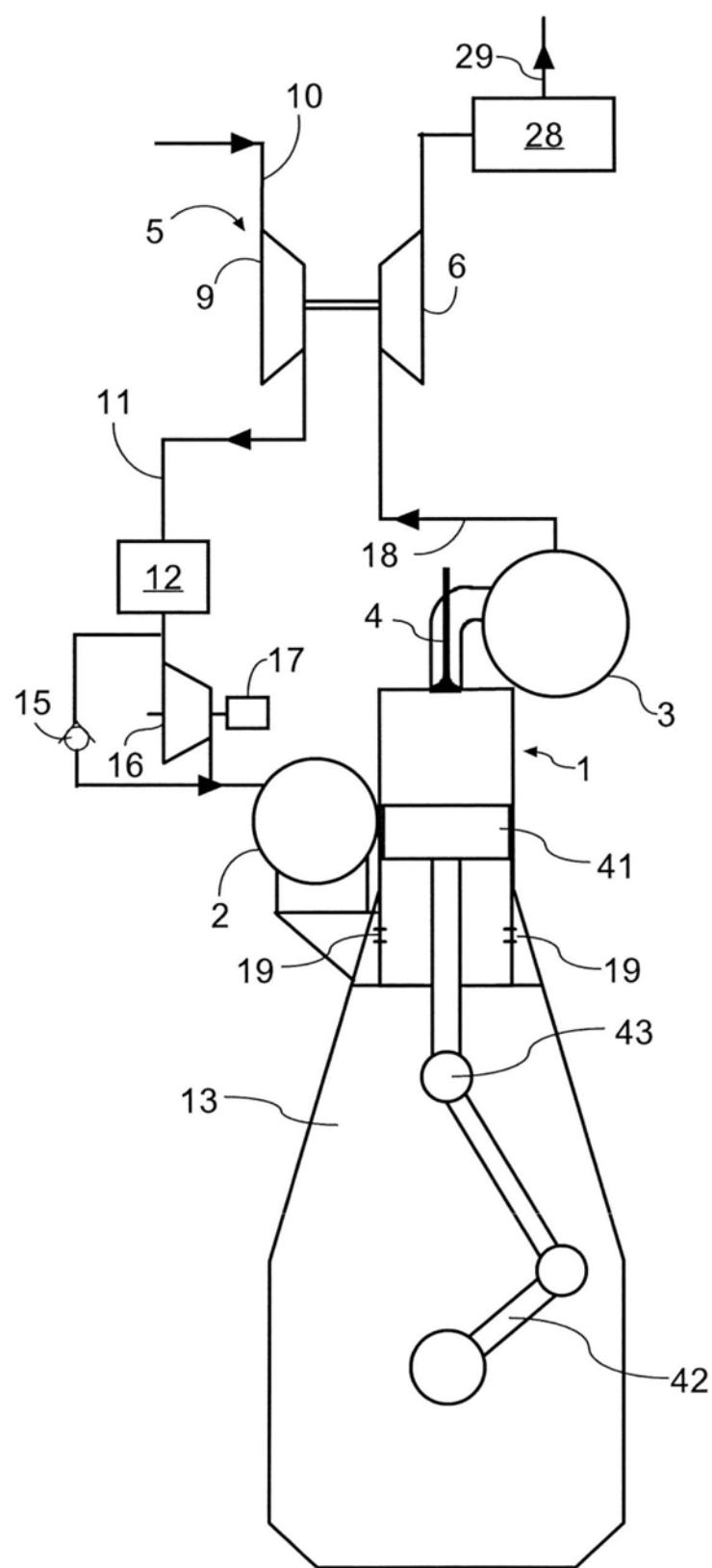


图3

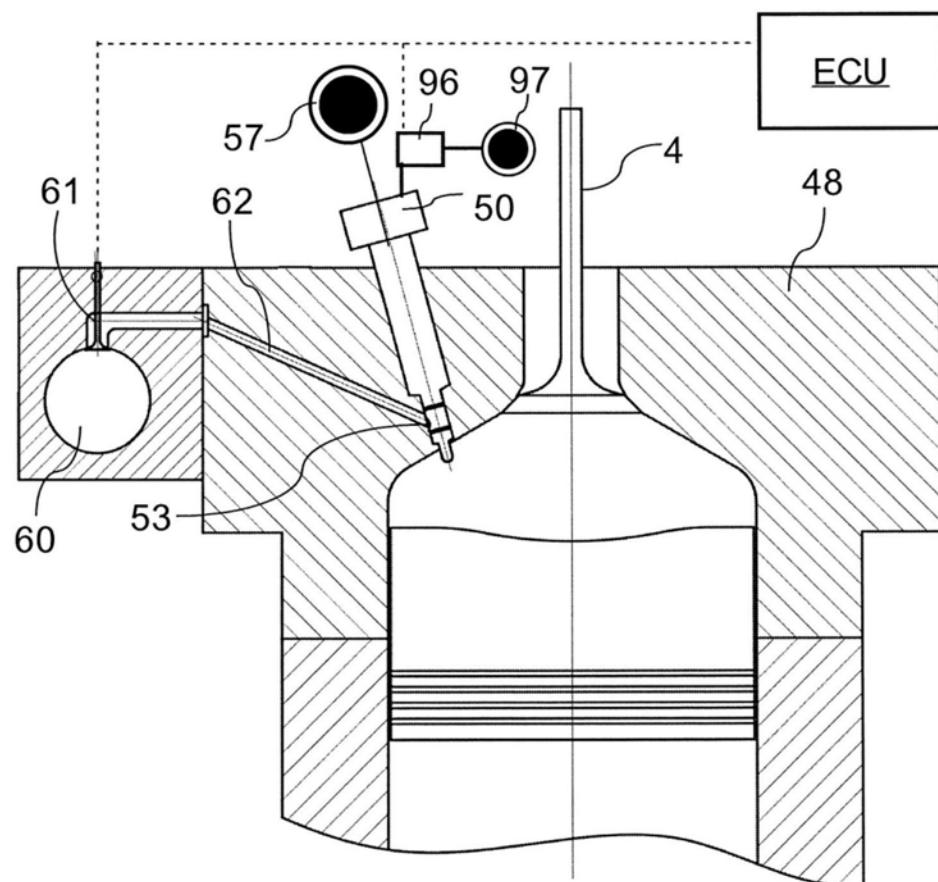


图4

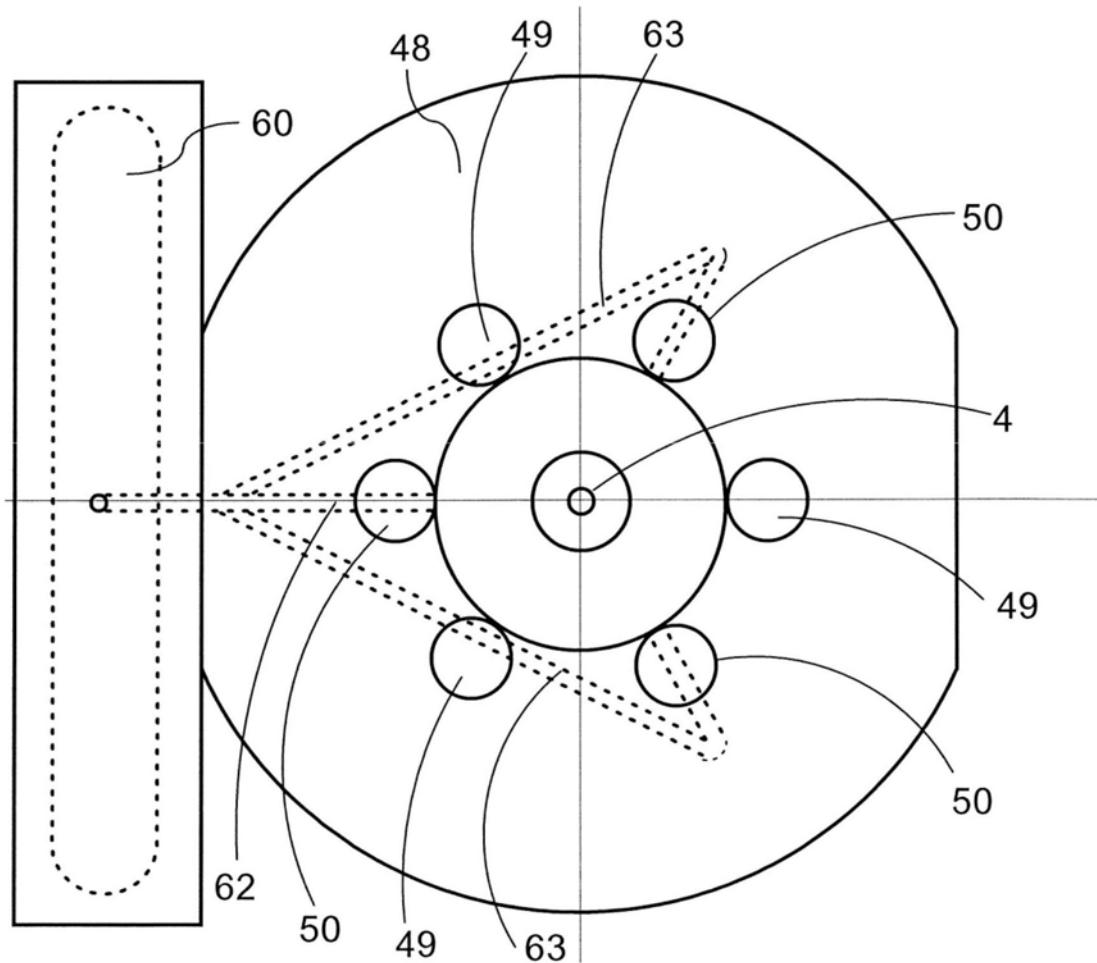


图5

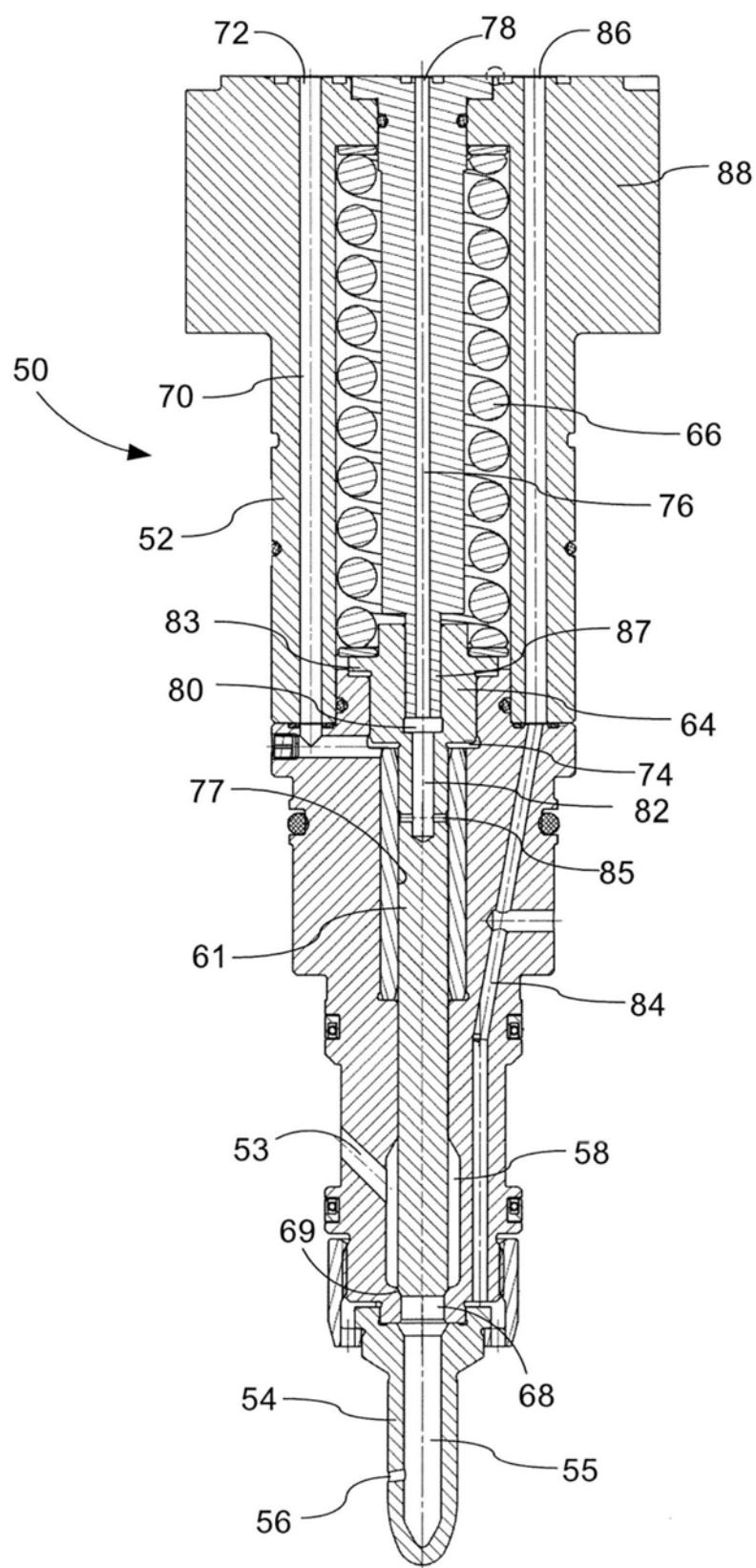


图6

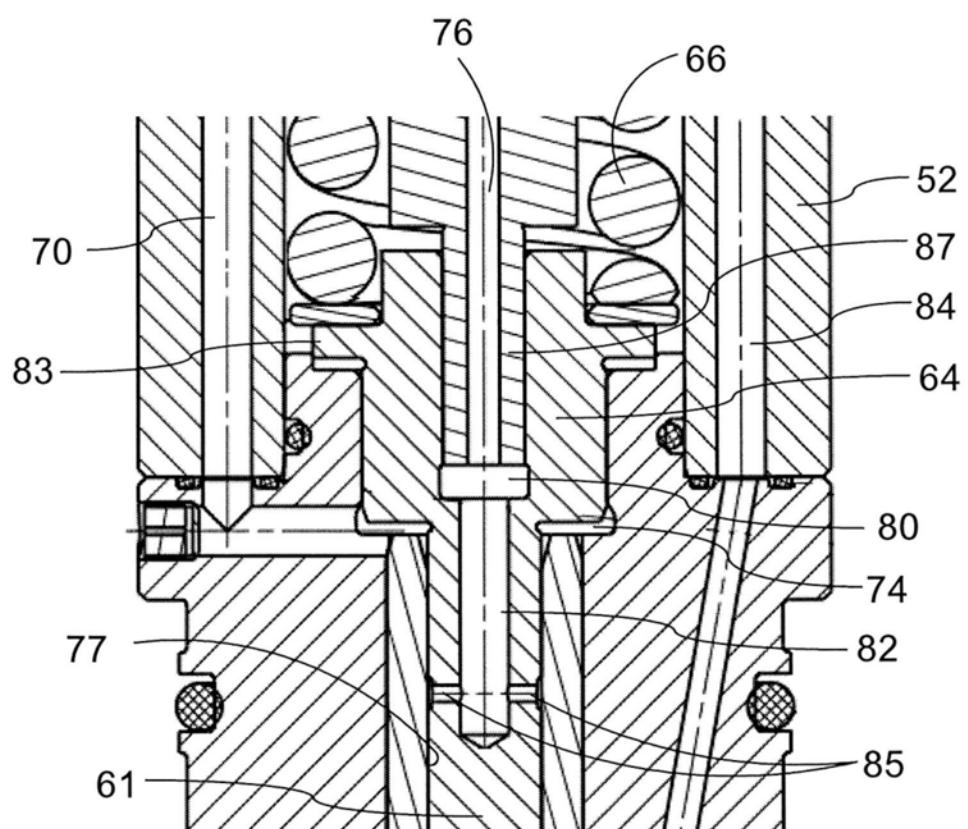


图7

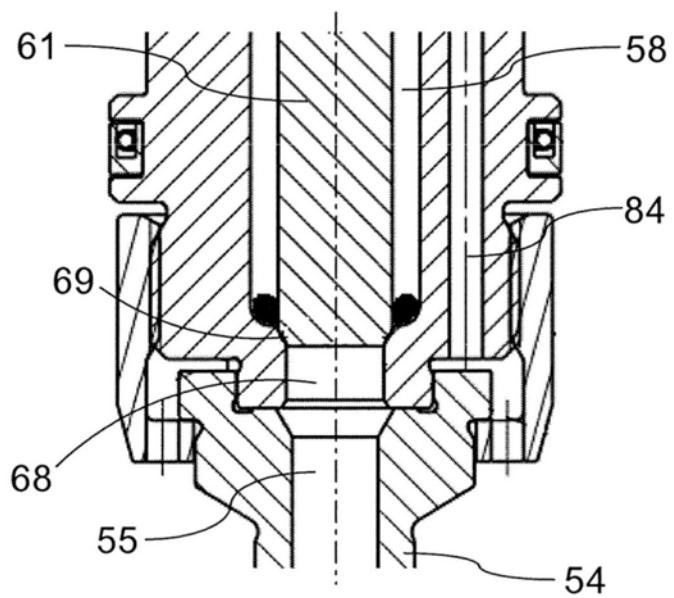


图8

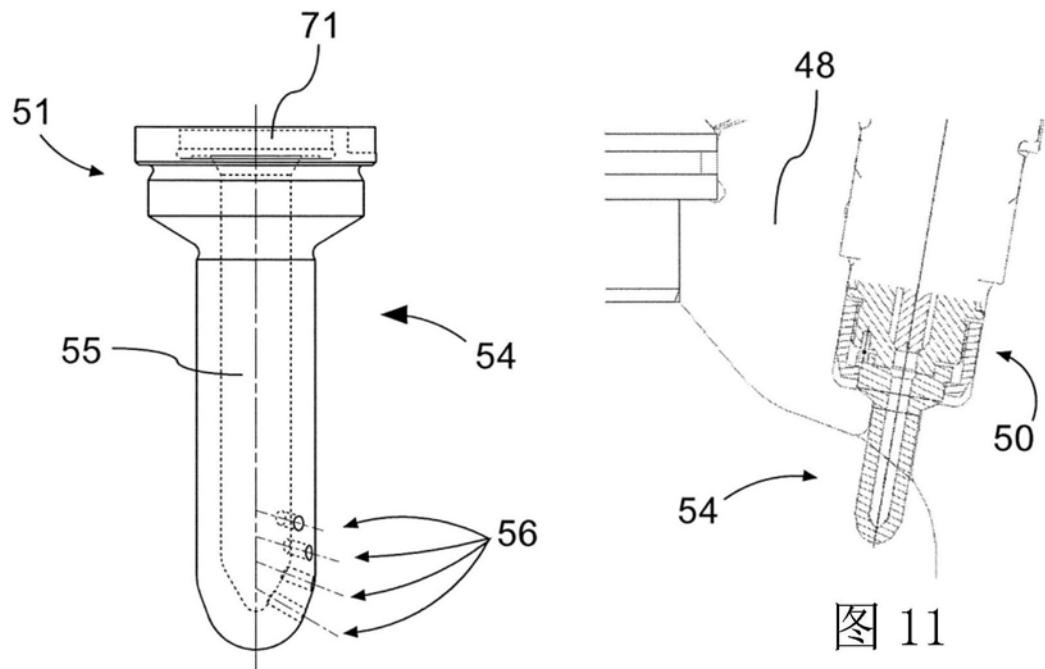


图 11

图 10

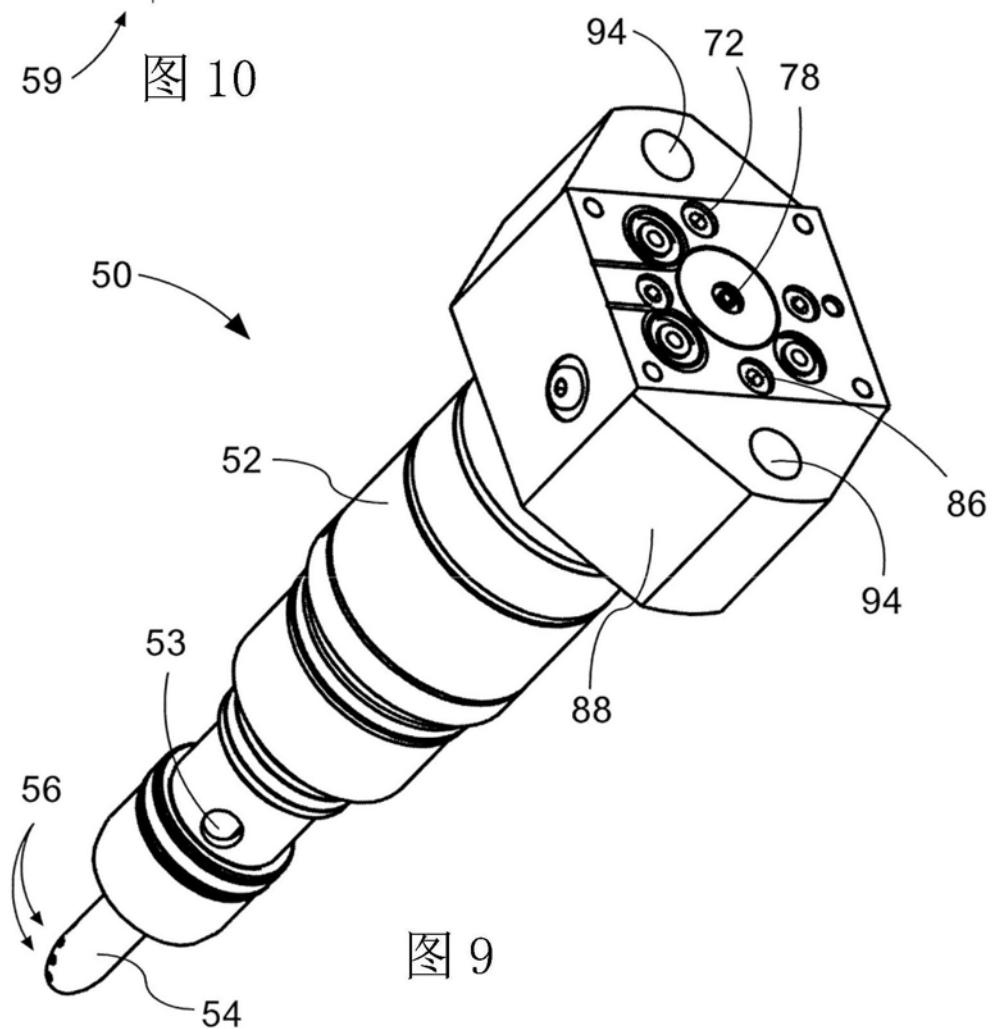


图 9

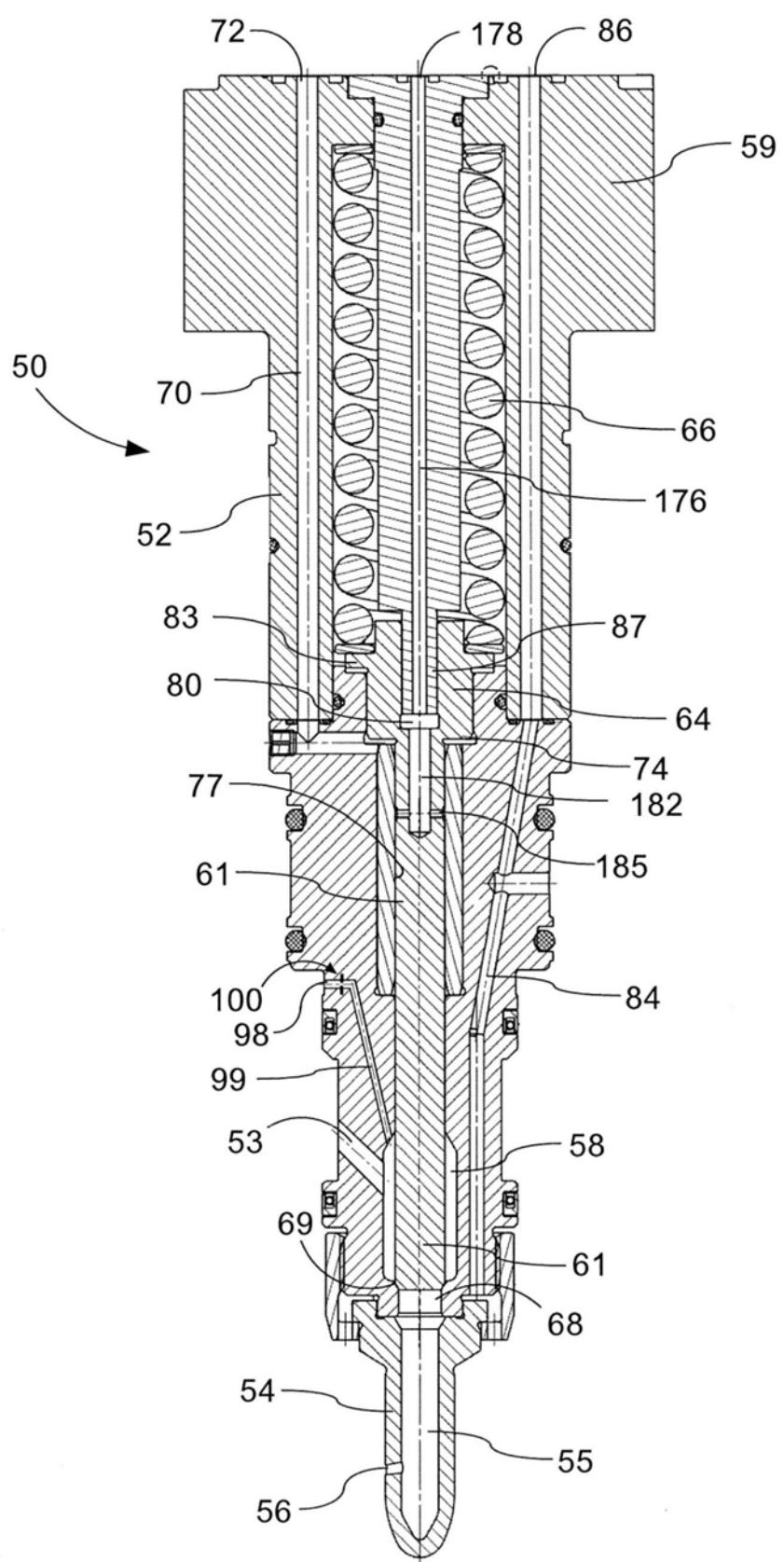


图12