



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113396274 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(21) 申请号 201980091372.0

(22) 申请日 2019.12.17

(30) 优先权数据

1820560.9 2018.12.17 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/085610 2019.12.17

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/127234 EN 2020.06.25

(71) 申请人 埃斯顿·马汀·拉共达有限公司

地址 英国沃里克郡

(72) 发明人 J·罗斯 S·马拉古特 I·惠兰

D·卡彭捷罗 M·卢格里

L·斯科特

(74) 专利代理机构 重庆智鹰律师事务所 50274

代理人 唐超尘

(51) Int.Cl.

F02B 19/10 (2006.01)

F02B 19/12 (2006.01)

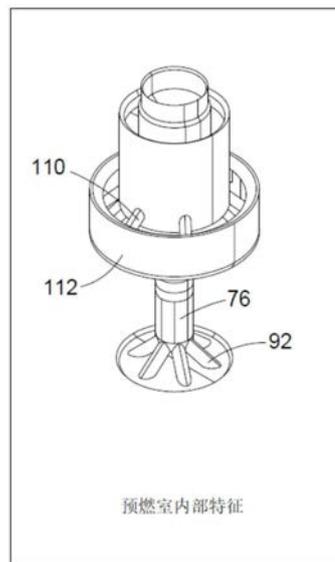
权利要求书2页 说明书10页 附图15页

(54) 发明名称

发动机组件

(57) 摘要

本公开涉及用于发动机的组件,例如用于火花点火发动机的预燃室。已知提供具有预燃室的火花点火发动机是已知的,但是可能难以提供在高负荷的高速情况下具有良好爆震性能同时在低负荷的低速情况下仍具有可靠点火的系统。特别地,在低负荷的低速情况下,预燃室中可能存在相对较高百分比的废气残余物(EGR),其可以尤其是在催化剂加热期间点火正时延迟时防止点火。本公开的各方面旨在至少在一定程度上减轻现有技术的问题。根据第一方面,提供了一种用于火花点火发动机的预燃室组件,该组件具有:点火室,适于容纳火花发生器的至少一个电极;点火室适于通过至少一个预燃室端口与主发动机燃烧室连通;其中点火室连通以从中去除废气残余物。废气残余物优选地被去除到不同的储存室,更优选地经由传送端口去除。



1. 一种用于火花点火发动机的预燃室组件,所述组件具有:点火室,所述点火室适于容纳火花发生器的至少一个电极;所述点火室适于通过至少一个预燃室端口与主发动机燃烧室连通;其中,所述点火室优选通过传送端口与不同的储存室连通以从中去除废气残余物。

2. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述点火室包括入口通道,所述入口通道从每个所述预燃室端口沿朝向所述点火室的点火区域的方向引导,所述点火区域具有比所述入口通道更大的横截面。

3. 根据权利要求2所述的组件,其中,所述入口通道基本上是圆柱体并且所述点火区域基本上是圆柱形的。

4. 根据权利要求3所述的组件,其中,所述入口通道和所述点火区域是同轴的(或相对于彼此偏心)并且由扩口室连接器壁连接。

5. 根据权利要求3和权利要求4所述的组件,其中,所述点火区域的直径是所述入口通道直径的2至5倍。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,所述点火室包括适于促进流翻转的台阶表面或另一翻转特征;所述翻转特征优选地适于与火花发生器的接地电极大致径向对齐,以与所述预燃室组件一起安装。

7. 根据从属于权利要求4时的权利要求6所述的组件,其中,所述台阶表面位于所述扩口室壁的区域中。

8. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述点火室具有纵向方向并且适于在其一端连接到呈火花塞形式的基本上同轴定向的火花发生器。

9. 根据从属于权利要求3时的权利要求8所述的组件,其中,所述点火室适于在基本上所述点火区域的径向和/或纵向中心中包含火花塞的接地电极的尖端,优选的是,所述点火室适于在基本上所述点火区域的径向中心和纵向中心中包含火花塞的接地电极的尖端。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,靠近要包含火花发生器的位置的所述点火室的壁特征由相对高的热导率材料制成,例如铜镀材料。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,远离要包含火花发生器的位置的所述点火室的壁特征由相对低导热率的材料制成,并且可选地为钢,并且进一步可选地为316不锈钢。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,设置一系列所述预燃室端口,优选地以等距模式配置。

13. 根据权利要求12所述的组件,其中,所述预燃室端口以它们在远离所述点火室的方向上相对于彼此发散的模式定向。

14. 根据权利要求13所述的组件,其中,所述预燃室端口是直的圆柱形管,每一个都从所述点火室的纵向方向发散约 $30^{\circ}$ 至 $60^{\circ}$ 的角度定向。

15. 根据从属于权利要求3时的权利要求14所述的组件,其中,具有六个所述预燃室端口且所述入口通道的直径为每个预燃室端口直径的约2至4倍。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,每个预燃室端口与基本上是平的或凸圆顶的所述主燃烧室的表面接合。

17. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,所述储存室适于仅与所述点火室连通,除此之外被完全密封。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,所述储存室适于在所述点火室中的压力升高时接受来自所述点火室的气体传送。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,所述储存室适于在发动机压缩冲程期间接受来自所述点火室的包括残余废气(EGR)的气体传送。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,所述储存室呈环形圈形状。

21. 根据权利要求20所述的组件,其中,所述环形圈形状具有大致为L形的横截面;或具有I形、J形、T形、圆形、椭圆形、大致矩形或大致多边形的横截面。

22. 根据权利要求20或权利要求21所述的组件,其中,所述环形圈形状位于所述点火室周围。

23. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,所述点火室的体积大于所述储存室的体积,例如是大于2倍至10倍,例如大约4至6倍。

24. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中所述储存室适于位于发动机的汽缸盖组件内。

25. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,包括在间隔开的位置连通到所述点火室中的一系列所述传送端口;至少一个所述传送端口可选地在所述点火室的第一纵向位置处连通到所述点火室中,火花发生器的至少一个并且优选地两个电极尖端纵向地位于所述第一纵向位置和预燃室端口之间。

26. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,每个所述传送端口是基本上直的管。

27. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,其中,每个所述传送端口的横向尺寸或直径在所述点火室的点火区域的直径的横向尺寸的5%至20%之间,例如约10%。

28. 根据当从属于权利要求20至22中任一项时的权利要求25至27中任一项所述的组件,其中当沿所述组件的纵向观察时,每个所述传送端口布置在基本上为径向的方向上,或具有切向分量的方向上。

29. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,所述组件是被动的,没有用于将燃料直接喷射到所述点火室中的端口。

30. 根据前述权利要求中任一项所述的组件,所述组件没有移动部件。

31. 一种用于发动机的汽缸盖,所述汽缸盖包括根据前述权利要求中任一项所述的组件。

32. 一种发动机,包括根据权利要求31所述的汽缸盖。

33. 根据权利要求32所述的发动机,所述发动机具有直接与其主燃烧室连通的汽油定向喷射(GDI)喷射器;可选地包括与所述主燃烧室的进气端口直接连通的端口燃料喷射(PFI)喷射器。

34. 根据权利要求32或权利要求33所述的发动机,除了与位于所述点火室内的至少一个点火电极连接的单个点火发生器之外,所述发动机没有用于与所述预燃室组件连接的所述主燃烧室的点火发生器。

35. 根据权利要求32至34中任一项所述的发动机,所述发动机包括位于所述主燃烧室下游的催化转化器。

36. 一种机动车辆,包括根据前述权利要求中任一项所述的设备。

## 发动机组件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于发动机的组件,例如用于火花点火发动机的预燃室。

### 背景技术

[0002] 已知提供具有预燃室的火花点火发动机,但是可能难以提供在高负荷的高速情况下具有良好爆震性能同时在低负荷的低速情况下仍具有可靠点火的系统。特别地,在低负荷的低速情况下,预燃室中可能存在相对较高百分比的废气残余物(EGR),其可以防止点火,尤其是在催化剂加热期间点火正时延迟时。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在至少在一定程度上减轻现有技术的问题。

[0004] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于火花点火发动机的预燃室组件,该组件具有:点火室,适于容纳火花发生器的至少一个电极;点火室适于通过至少一个预燃室端口与主发动机燃烧室连通;其中点火室连通以从中去除废气残余物。废气残余物优选地被去除到不同的储存室,更优选地经由传送端口。

[0005] 有利地,在可以是汽油发动机的四冲程往复式内燃机的情况下,废气残余物可以例如,在压缩冲程期间从点火室被清除或基本上被清除到储存室中。这有利地降低了在接下来的动力冲程的点火时刻点火室内的废气残余物百分比。因此,有利地,点火可以在低负荷下在低速下保持,包括在怠速和测试点,例如2000x2(在2巴的BMEP下为2000RPM),同时还允许催化剂在延迟点火正时加热。同时,在节气门全开时,与没有预燃室的传统系统相比,使用预燃室组件可以提高爆震极限。

[0006] 点火室可包括入口通道,其从每个所述预燃室端口沿朝向点火室的点火区域的方向引导,点火区域优选地具有比入口通道更大的横截面。点火区可包含火花发生器例如火花塞的至少一个或至少两个电极,并且相对较小横截面的入口通道可在点火区的吹扫动作期间实现朝向点火区的相对高速流入储存室中。

[0007] 入口通道可以基本上是圆柱体并且点火区域也可以基本上是圆柱形的。入口通道和点火区域可以彼此同轴(或相对于彼此偏心)并且通过扩口室连接壁连接。点火区域的直径可以是入口通道的直径的约2至5倍。点火室可包括适于促进流翻转的台阶表面或另一翻转特征。这可以有利地促进点火室内的湍流,促进点火室内的高百分比的废气残余物被清除到储存室中。台阶表面可以位于扩口室壁的区域中。

[0008] 台阶表面可以与火花发生器的接地端子径向对齐,只是J形接地端子。这有利地将湍流导向火花发生器的电极以改善点火。

[0009] 点火室可具有纵向并且可适于在其一端连接到呈火花塞形式的基本同轴定向的火花发生器。

[0010] 点火室可适于包含基本上在点火区域的径向和/或纵向中心,优选地两者中的火花塞的接地电极的尖端。

[0011] 火花发生器所在位置附近的点火室的至少一个壁或壁特征可以由高传导率材料形成,例如具有超过100W/mK的传导率的材料,这种高热传导率有利地允许火花发生器或火花塞保持冷却。电导率可以在120W/mK至170W/mK的范围内。该材料可以包含铜和/或铍并且可以是CuBe<sub>2</sub>或CuBe<sub>3</sub>。可以使用其他材料代替。

[0012] 远离容纳火花发生器的点火室的壁表面或壁特征可以是钢,例如316不锈钢,或者,这种壁特征的材料可以具有在约50W/mK或15W/mK下的相对低的热导率。可以使用其他材料代替。

[0013] 可以提供一系列所述预燃室端口,优选地以等距模式配置。例如,四个、五个、六个、七个或八个预燃室端口可以以大致等距模式提供。预燃室端口可以这样一种模式定向,其中它们在远离点火室的方向上彼此发散。预燃室端口可以是直的圆柱形管,每个以从点火室的纵向或轴线发散约30°至60°的角度定向,一些实例为约35、40、45、50和55°。发散的直圆柱管可以非常有利地,在点火时,喷射点燃的气体和/或火焰前沿以发散模式从点火室喷射出进入主燃烧室,促进优异的火焰前沿传播速度。当所述预燃室端口有六个时,入口通道的直径可为每个预燃室端口直径的约2至4倍。预燃室端口相对较小的直径允许点燃的气体在它们离入口通道进入预燃室端口时加速,使得离开预燃室端口进入主燃烧室的气体的速度相对高,实现有利的火焰前沿速度。预燃室端口的长度可以是它们直径的约2至4倍,有利地提供进入主燃烧室的良好加速,而不会熄灭传送端口中的火焰。

[0014] 每个预燃室端口可以与基本上是平的或凸圆顶的主燃烧室的表面接合。凸圆顶表面在火焰传播方面可能具有某些优势,例如,有利于较低的热传递,尽管基本平坦的表面可能具有较低的表面积。

[0015] 储存室可适于仅与点火室连通,除此以外被完全密封。因此,储存室可充当清除室以接收从点火室清除出的气体,例如在四冲程循环的压缩冲程中,并且至少部分地在排气冲程的排气门打开时和/或至少部分地在四冲程循环的另一个冲程期间,例如相对低压的进气冲程,可以将清除进入储存室的气体冲洗或清除出储存室。还设想将预燃室组件用于二冲程循环。

[0016] 储存室可适于在点火室中的压力升高时接受来自点火室的气体的转移或吹扫,例如在四冲程循环的压缩冲程或二冲程的压缩阶段期间。

[0017] 储存室可适于在发动机压缩冲程期间接受来自点火室的气体的转移,包括废气残余物(EGR)。

[0018] 储存室可以呈环形圈形状。环形圈形状可以具有大致L形的横截面。设想了其他横截面形状,例如I形、J形、T形、矩形、圆形、椭圆形和大致矩形或大致多边形。环形圈形状可位于点火室周围。因此,有利地,储存室可以位于相对靠近点火室的位置,例如在汽缸盖封装空间内,使得预燃室组件不占用发动机舱中的显著封装空间。L形横截面简单/便宜,并且储存室坚固地形成在头部铸件中。

[0019] 由于点火室和环形圈形状储存室通过一个或多个传送端口连通,不需要提供阀门来控制从点火室流出到储存室或从储存室流回到点火室。因此,预燃室不需要有移动部件。因此,预燃室组件可以非常可靠地运行,而没有机械运动部件失效的风险。

[0020] 环形圈形状可位于点火室周围。点火室可具有比储存室更大的体积,例如约2至10倍更大,例如约4至6倍更大。在一个实例中,点火室的体积为约1000mm<sup>3</sup>,且储存室的体积为

约 $200\text{mm}^3$ 至 $250\text{mm}^3$ 。对于辛烷值为约90至99RON的汽油发动机中使用的预燃室组件,发动机的压缩比可在约8:1至12:1或更高的范围内,例如约10:1至11:1。点火室的体积可以可选地为与点火室连接的发动机的主燃烧室的活塞上止点处的体积的约1%至2%。

[0021] 因此,点火室与储存室的体积比可以使得在排气冲程和进气冲程之后留在点火室中的气体,包括废气残余物,能够通过压缩冲程期间增加压力而基本上被清除出到储存室中。因此,在压缩冲程期间,气体可以沿着流动路径从主燃烧室通过预燃室端口通过入口通道流入点火室,然后从点火室通过传送端口流入储存室,在压缩冲程期间,点火室被基本上清除到储存室中。可以想到与具有三个弹簧的系统的各种类比:相当于主燃烧室、点火室和储存室。

[0022] 当存在诸如翻转台阶的翻转特征时,优选地与接地电极大致径向对齐,例如位于点火室中的火花发生器的J形电极,翻转特征提供的额外湍流可有助于促进可靠点火。

[0023] 储存室可有利地设计并适于位于发动机的汽缸盖组件内。因此,预燃室可以基本上封闭在发动机的汽缸盖/缸体中,有利地用于封装空间以及容易制造和坚固性。

[0024] 优选地,提供一系列传送端口,在间隔开的位置从储存室连通到点火室中;至少一个传送端口可选地在点火室的第一纵向位置处连通到点火室中,火花发生器的至少一个并且优选地两个电极尖端纵向地位于第一纵向位置和预燃室端口之间。间隔位置可以围绕点火室大致等距。然而,当提供翻转台阶时,传送端口可在翻转台阶附近以比它们在径向远离翻转台阶的距离(例如约70度部分)彼此间隔得更远一些(例如相隔大约90度)。

[0025] 每个传送端口可以是基本上直的管或弯曲的。每个传送端口可以具有在点火室的点火区域的横向尺寸或直径的5%至20%之间的横向尺寸或直径,例如约8%至12%或10%。因此,当气体从点火室清除出来时,它们可以在每个传送端口加速到相对较高的速度,从而以高速到达储存室,促进已经在储存室内的气体运动,因此有助于随着时间的推移清除/吹扫储存室中的气体分子从其中排出。

[0026] 当沿着组件的纵向方向观察时,每个传送端口可以布置在基本上为径向的方向上,或者具有切向分量。当为传送端口提供切向分量时,这可以在气体通过传送端口到达时促进储存室内的气体的涡流速度,并且随着切向分量移动。有利地,该配置因此可以随着时间促进清除和吹扫出位于储存室内的气态分子或物质,例如至少部分地在排气冲程的排气阀门打开时和/或在进气冲程期间在主燃烧室和点火室中的压力可能会下降到低于储存室中的压力时,促进流出储存室。

[0027] 预燃室组件可以是被动的,即没有用于将燃料直接注射到点火室中的端口。因此,该配置不会太昂贵,不需要用于预燃室本身的特殊注射端口或燃料喷射器。

[0028] 本发明的另一方面提供了一种用于发动机的汽缸盖,该汽缸盖包括如以上本发明的第一方面所述的预燃室组件。

[0029] 另一方面提供了一种发动机,其包括如前述方面所述的汽缸盖。

[0030] 发动机可以是汽油火花点火发动机。

[0031] 发动机可具有四冲程循环,在固定的主燃烧室内具有往复活塞,汽缸盖具有一个或两个或多个提升阀式进气阀和一个或两个或更多个提升式排气阀。发动机的主燃烧室可配置有至少一个压扁特征。

[0032] 发动机可具有直接连通到其主燃烧室中的汽油直接喷射(GDI)喷射器。附加地或

替代地,发动机可以包括直接连通到用于主燃烧室的空气进气端口的端口燃料喷射(PFI)喷射器。

[0033] 除了与其位于预燃室组件的点火室内的点火电极连接的单个点火发生器之外,发动机可以不具有用于预燃室组件连接的主燃烧室的点火发生器。因此,在这种情况下,没有火花塞或位于主燃烧室中的带有任何端子的其他火花发生器。

[0034] 或者,在一些实施方案中,第二火花发生器,例如火花塞,或第二和第三这样的火花发生器,可以各自设置有一个或多个位于主燃烧室内部的端子。

[0035] 发动机优选地包括位于主燃烧室下游的催化转化器。发动机可包括用于由火花发生器产生的点火火花正时的正时系统,并且点火正时系统可适于在催化转化器加热阶段期间延迟点火。

[0036] 本发明的另一方面提供了一种机动车辆,其包括在本文的任一前述方面中阐述的设备。机动车辆可以是注册用于公共道路的量产机动车辆。

## 附图说明

[0037] 本发明可以各种方式实施,现在将参考附图仅通过示例和非限制性方式描述一些优选实施方案,其中:

[0038] 图1示意性地示出了根据本发明的包括优选发动机和优选预燃室组件的优选机动车辆;

[0039] 图2示意性地示出了图1的机动车辆的发动机;

[0040] 图3显示了发动机的各种CFD表面;

[0041] 图4A以等轴测图和剖面图示出了优选的预燃室组件的CFD表面;

[0042] 图4B示出了图3所示的布置,但为了清楚起见省略了燃料喷射器端口;

[0043] 图4C示出了图4B中的布置的修改,但安装了第二火花塞作为修改,第二火花塞直接连通到主燃烧室中;

[0044] 图4D示出了可以对优选的预燃室组件进行修改的各种实例;

[0045] 图4E示出了通过优选的预燃室组件和汽缸盖和入口/出口端口表面以及入口和排气阀的截面;

[0046] 图5示出了发动机主燃烧室、活塞、预燃室插件和火花塞的部分剖视图;

[0047] 图6A、6B、6C、7、8A、8B和8C示出了改进的预燃室的详细视图,其是图4D所示五个实例中的中心之一;

[0048] 图9示出了当沿预燃室组件的轴线观察时,与具有简单的大致径向运动的布置相比,具有切向分量的传送端口的改进布置;

[0049] 图10示出了标准燃烧室、不带废气残余物储存空间的预燃室组件、具有排气残余物储存空间的优选预燃室组件和具有废气残余物储存空间和翻转特征的优选布置在点火时的比较CFD全开节气门(WOT)废气残余物百分比和湍流情况;

[0050] 图11示出了模拟CFD火焰前沿传播的全开节气门燃烧视图,用于具有废气残余物储存空间和翻转特征的图10的优选布置;

[0051] 图12示出了比较图10中所示的四种布置的燃料燃烧和汽缸压力图;

[0052] 图13示出了图10中所示的相同四种布置在低速在低负荷下的废气残余物百分比

CFD比较,即2巴BMEP下的2000RPM;

[0053] 图14示出了火焰前沿传播CFD视图,与图11的前四个视图(以时间计)相当,但处于在低速在低负荷(2000RPM,在2巴的BMEP下);

[0054] 图15示出了图13所示的三种布置(即不包括没有废气残余物储存空间的带有预燃室组件的版本)在如图13和图14的在低速在低负荷(2000RPM,2巴的BMEP)下的比较燃料燃烧和汽缸压力图;和

[0055] 图16示出了改进的优选布置,其中至少一个并且优选地两个电极纵向地位于至少一个预燃室端口和至少一个传送端口之间的预燃室中。

[0056] 图17示出了具有废气残余物储存空间的有利布置的实施方案。

[0057] 图18示出了具有排气残余物储存空间的另一有利布置的另一替代实施方案。

### 具体实施方式

[0058] 如图1所示,优选的机动车辆10具有通过动力系统14连接到驱动轮16、18的发动机12。

[0059] 在其他类型的车辆例如摩托车中,可能只有一个驱动轮而不是多个驱动轮。

[0060] 如图2所示,发动机12是汽油火花点火发动机12,其可适于使用辛烷值在约90至99RON的范围内的汽油运行。发动机具有至少一个通过连杆22连接到曲轴26的曲柄24的往复活塞20,曲轴26连接到动力系统14。发动机可具有单个活塞20或在配置中可配置有多个活塞,例如V型双、V4、V6、V8、V10或V12,以及直列、扁平、水平对置、H或W配置或具有相同相似数量或更多的活塞的其他布置。

[0061] 活塞20在缸体30的套筒或汽缸28中运行。汽缸盖32被提供并且每个汽缸28具有至少一个进气端口34和至少一个排气端口36,每个中的两个在所描绘的实施方案中提供。如图3所示,每个进气端口34由提升式进气阀38控制,且每个排气端口36由提升式排气阀40控制。进气门38和排气门40由附接到汽缸盖32的凸轮轴(未示出)驱动并且以传统方式从曲轴26操作。使用传统的点火系统(未示出)使火花发生器54根据期望的预定操作逻辑以适当的强度和正时(提前/延迟)点火。

[0062] 汽油直喷燃料喷射器42(如图3所示)被定位成将燃料喷射到由活塞20、汽缸28和汽缸盖32限定的主燃烧室44中。任选的进气道燃料喷射燃料喷射器44显示在该图中(但在其他图中-在其他图中假定不存在)定位成将燃料喷射到进气端口34。

[0063] 如图2和图3所示,在汽缸盖32内设置有具有点火室50的预燃室组件48,火花发生器54例如火花塞的至少一个电极尖端52位于该点火室50中。

[0064] 如图2所示,朝向进气口34的进气通道56可穿过涡轮增压器或机械增压器的压缩机58。在该实施方案中,涡轮增压器60设置有涡轮62,该涡轮62机械地适于驱动压缩机58。排气路径64从排气端口36穿过涡轮62,穿过催化转化器和任选的消音部分66和排气管道68到达尾管70。如果需要,可以在诸如压缩机58的下游提供任选的中间冷却器(未示出)。涡轮增压器60是任选的并且在需要自然吸气的其他实施方案中可以被移除。在其他实施方案中,涡轮机和压缩机之间可能没有机械连接。例如,压缩机可以由另一个组件机械驱动,例如最终来自曲轴或压缩机可由电机电动驱动。在其他实施方案中,涡轮机可以通过发电机提供电力,一些实施方案涉及压缩机马达的电力驱动,至少部分地由涡轮机驱动,并且一些

实施方案在涡轮机和压缩机之间的公共轴上共享用作马达和发电机两者的共用电机。

[0065] 本领域技术人员将认识到,图3、4A、4B、4C、4D和4E中仅示出了预燃室组件48的CFD(计算流体动力学)表面的一部分。对于图4D、7、9、11、12、13和14中所示的预燃室组件48及其变型也是如此,表面由预燃室插入件72限定和/或在预燃室插入件72之间,火花发生器54和任选的汽缸盖32。

[0066] 插入件72可以螺纹连接到汽缸盖32中并且火花发生器54可以螺纹连接到插入件72中。本领域技术人员将注意到,出于制造目的,插入件可以制造为至少两个可互连组件。外部这样的组件实际上可以完全由汽缸盖32的材料代替。例如,L形储存室112如下所述,其径向外表面可由汽缸盖32的材料限定,而其径向内表面可由插入件72限定。然而,在一些情况下,例如当采用增材制造时,可以设想插入件72可以制成为完全包括储存室112的一个部件。

[0067] 与预燃室组件48一样,图4D示出了具有更长点火室50的改进的预燃室组件74;第二改进的预燃室76,其与改进的预燃室74非常相似,具有增加翻转台阶78;第三改进的预燃室组件80,其与预燃室组件48基本相同,但具有布置成延伸到主燃烧室44中的圆顶头82;以及第四改进的预燃室组件84,其与第三改进的预燃室组件82基本相同,但改进为包括翻转台阶86或翻转特征。

[0068] 如图5所示,其示出了活塞20大约位于上止点,主燃烧室44设置有至少一个压扁特征88、90。当活塞20接近上止点时,压扁特征88、90促进湍流。

[0069] 如图6A、6B、6C、7、8A、8B和8C所示,其是图4D中所示的改进的预燃室组件76的详细视图,组件76包括一系列六个直的圆柱形预燃室端口92,各自在点火室50的圆柱形入口端口94和其适于直接与主燃烧室44连通的出口96之间连通。预燃室端口92以发散模式布置,当它们朝向连通到主燃烧室44中的出口96前进时彼此发散远离并且相对于点火室50的纵向轴线B以约30至65或70°,例如约40至60°的角度A倾斜,以在点火时将点燃的气体或具有火焰前沿的气体的发散射流提供到主燃烧室44中,快速点燃主燃烧室44中的装料并在减少爆震时带来伴随的益处。在一个实施方案中,预燃室端口92和出口96围绕圆柱形入口端口94的圆周均匀地间隔开。在其他实施方案中,预燃室端口92和对应的出口96不对称地间隔开,和/或预燃室端口92相对于彼此与轴线B成不同的角度和/或在它们的方向上包含相同或不同的切向分量,从而有利地允许被点燃的气体的发散射流被引导到主燃烧室44内的精确位置,例如可以确定的通过计算机建模最有效地减少爆震和/或促进有效燃烧。

[0070] 点火室50具有点火区域98,其至少包含火花塞形式的火花发生器54的J形接地电极100的尖端52,优选地还包含火花发生器54的中心导体电极104的尖端102。火花塞54是本领域技术人员已知的通常具有常规结构的火花塞,例如包括将接地电极100与中心导体电极104分开的绝缘体部分106。接地电极100的尖端102基本上径向和纵向位于点火室50的点火区域98的中心。

[0071] 点火室50的点火区98的直径比圆柱形入口端口94(点火区98也是圆柱形)的直径大约大2至5倍。圆柱形入口端口94的直径比预燃室端口92的直径大约大1.5到4或5倍。因此,在电极尖端52、102或电极100、104之间的点火期间,更一般地,随着点火区域98中的压力升高,其气体流向入口端口94,然后通过预燃室端口92进入主燃烧室44。

[0072] 点火室50包括在点火区域98和入口端口94之间的变窄的扩口部分108。因此,点火

区域98通过变窄的扩口部分108变窄进入入口端口94趋向于加速流动,并且当从入口室94通过进入预燃室端口92时优选地也加速流动,因为圆柱形入口端口94的横截面积优选地大于六个预燃室端口92的横截面积的总和。在一些实例中,圆柱形入口端口94的这个面积比预燃室端口92的总面积大约大1.5至2.5倍。因此,在被火花发生器54点燃时,被点燃的气体或具有火焰前沿的气体的快速移动射流从预燃室端口92喷射到主燃烧室44中。

[0073] 如在图8A、以及图8B和8C中最清楚地看到的,点火室50还包括翻转台阶78或其他翻转特征,其位于入口端口94和点火区域98之间的变窄的扩口部分108的区域中。在活塞20的压缩冲程期间,急剧翻转台阶78适于分离并使得通过它进入点火区域98的流动更加湍流,活塞20在具有压缩、动力、排气和进气冲程的四冲程循环下以该顺序操作。

[0074] 在动力冲程开始时和之后的大致上止点点火期间,以及在进气冲程期间,翻转台阶78还可增加离开点火区域98向下进入圆柱形入口端口94的流动的湍流。

[0075] 如图8B、但也在图7和至少部分地在图8C中最清楚地示出,点火区域98通过一系列六个传送端口110连通,传送端口110是直圆柱形孔,向外连通到储存空间112中,该储存空间112为围绕点火室50的圆环形环的形式。传送端口通常围绕点火区域98等距,尽管更靠近翻转台阶78的那些比距离翻转台阶78更远的那些(它们彼此间隔开大约70度)间隔开更远(以大约90度的间隔)。

[0076] 也可称为凹槽的圆环形环112在与纵向轴线B重合的截面中具有L形横截面,如图8C、8B和8A所示。

[0077] 在一个实例中,点火室50的体积为约1000立方毫米,圆环形环112的体积为约200至250立方毫米。因此,这些体积的比大约在4:1至5:1之间。在其他实施方案中,该比可以更大或更小。

[0078] 发动机12是火花点火汽油发动机,适用于以大约90至99RON或更高,例如100RON的辛烷值操作,压缩比可以选择为高于8:1,例如约10至13.5或14:1,例如约10:至11:1。压缩比可高于体积与点火室50除以储存空间112的体积的比,例如高约2至5倍。在一些实施方案中,点火室50的体积可以是上止点处主燃烧室体积的大约1%至2%,并且圆环形环或储存室112的体积可以是点火室50的体积的大约20%至25%pf。

[0079] 储存空间112被完全密封,除了经由传送端口110直接进入点火区域98之外没有连通。相对高的压缩比能够在压缩冲程期间用新的燃料/空气混合物大量冲出点火区域98,冲出至少部分地经由传送端口110进入储存空间112。这具有显著的益处,即来自动力冲程在点火区域98中的废气残余物在压缩冲程期间基本上被清除出点火区域98,为电极100、104的区域中的点火提供极好的混合物,点火时只有低百分比的废气残余物。因此,即使在低速下在低负荷并且即使点火被延迟并且发动机在催化转化器加热阶段运行,在最优选的实施方案中也可能确保可靠的点火。然而,通过提供有益的额外湍流从而混合和冲出点火区域98,翻转步骤78是任选的,但仍被认为进一步有利地有助于在点火之前将点火区域98冲出到储存空间112中。在实施方案中,可以选择性地优化传送端口110相对于翻转台阶78的定位以增强该效果,并且还增强循环之间的储存空间112的冲洗,例如:通过定位一个或多个传送端口110相对靠近由翻转步骤78产生的增强湍流的区域;或者通过将第一传送端口110定位为相对靠近由翻转步骤78产生的增强湍流的区域,并将第二传送端口110定位为相对远离增强湍流的区域,从而在第一和第二传送端口110之间产生压力差,这激励流过储存空

间112的流动。该流量的大小影响从给定循环到下一个循环保留在储存空间112中的气体体积与在下一个循环中新引入储存空间112的气体体积的比例。通过控制该比例,可以获得有利的燃烧特性。

[0080] 图9中所示的对预燃室组件76的修改以产生进一步修改的预燃室组件114提供具有切向分量的传送端口110,其在压缩冲程期间气体插入期间在储存空间112内比在预燃室组件76中提供更高的速度。如图9中速度的灰度等级所示,在改进的预燃室组件76中,储存空间112的很大一部分具有低于5米每秒的速度。相比之下,在进一步改进的预燃室组件114中,储存空间112的体积中有很大比例的速度高于每秒10米,即如图9所示的逆时针方向。因此,这在该CFD模拟中表明,传送端口110与切向分量的对齐有利地促进了压缩冲程期间储存空间112中的移动,并且表明在排气和进气冲程中,当在点火室50中存在压降时,储存室112中的气体将被有效地至少部分地冲出。因此,这促进了储存空间中气体的置换,使得相同的分子不是简单地循环进出而是在发动机12运转时被其他分子清除并置换。类似地,在实施方案中,可以采用传送端口110的不对称尺寸、间隔和/或方向,以促进储存空间112中的气体的清除。此外,可以选择传送端口110相对于点火区域98的定位,以最大化废气与传送到储存空间112中的新鲜混合物的比例,从而最小化新鲜混合物通过点火区域的通道98进入储存空间112,并且因此在点火时间附近(例如,当曲柄处于或接近上止点时)使新鲜混合物与残留在点火区域98中的废气的比例最大化。例如,将传送端口110设置得更靠近预燃室端口92促进在压缩冲程时用新鲜混合物填充储存空间112,而将传送端口110设置得更靠近点火区域98促进用废气填充储存空间112。主燃烧室44、点火室50和储存空间112的相对体积可以有利地调整,使得在每个压缩冲程中,新鲜混合物到达点火区域98但不会明显地流过点火区域98进入储存空间112,从而使混合物在点火室50中燃烧的效率最大化。例如,相对于点火室50的体积储存空间112的体积增加将倾向于增加流过点火区98进入储存空间112的气体的体积,并且增加主燃烧室的体积44相对于储存空间和点火室50的体积将倾向于增加在压缩冲程时流入两者的气体体积。

[0081] 在本文描述的特征(特别包括储存空间112、翻转台阶78、可变形垫圈、平坦界面和相关的细化特征)特别有利于改进“被动”点火预燃室的运行,该预燃室没有提供新鲜燃料/混合物的内部喷射(除了在压缩冲程期间从主燃烧室44被压入预燃室的新鲜混合物),但是当使用具有内部燃料/混合喷射的“主动”预燃时,所描述的特征也相应地有利。

[0082] 图10示出了在全开节气门(WOT)下模拟的各种配置的废气残余物百分比和湍流。废气残余物百分比和湍流以灰度表示。

[0083] 在废气残余物百分比图中,可以看出,根据CFD分析,没有任何储存空间112或翻转台阶的预燃室具有高废气残余物百分比,在计划点火时间在17%至20%的范围内,这种高百分比很可能导致点火失败。通过具有储存空间112但没有翻转台阶的改进的预燃室组件74,可以看出在建议的点火时间的废气残余物百分比肯定低于12%或甚至低于10%。相比之下,在储存空间112内,排气残余物百分比被模拟为高,即明显在大约16%和20%之间,表明点火室50内的排气残余物已经成功地被清除到储存空间112中。在具有翻转台阶78的改进的预燃室组件76中的CFD模拟中获得了类似的优异结果。湍流模拟表明改进的湍流,尤其是在电极104、100周围的湍流,与预燃室74和没有环形储存空间112的布置相比,这将进一步改进预燃室组件76中的燃烧。

[0084] 图11中的模拟也是在全开节气门的情况下,并且示出了本领域技术人员将理解的针对时间/曲柄角的一系列自底向上和侧截面图。在观察到压缩冲程和点火发生在点火区域98内并且实际上在储存空间112中发生之后,两个左手视图大约处于上止点。接下来的两个视图表明,强烈的点燃气射流已经喷射到主燃烧室44中,火焰燃烧从预燃室组件76的中心轴线发散。在后面的视图中,火焰前沿传播被描绘为在主燃烧室44的整个体积上蔓延。

[0085] 图12示出了燃料燃烧和汽缸压力(PCYL)与时间/曲柄角的节气门全开图。燃料燃烧图表显示,在PCC EGR和PCC EGR加翻转布置中,即使用没有翻转步骤的预燃室组件74和具有翻转步骤的预燃室组件76(两者都具有环-形状的储存空间112),由于火焰前沿传播比图10所示的标准室以及图10所示的没有储存空间112的预燃室组件更快,因此燃料燃烧更快。具有翻转台阶78和废气残余物储存空间112的预燃室性能最好。在汽缸压力图表中也是如此,其中可以看出,使用具有翻转台阶78和储存空间112的预燃室组件76,汽缸压力随时间的总和是最高的,以及具有废气残余物储存空间112但没有翻转台阶的布置74就在第二位置正下方。很明显,在全开节气门,根据该模拟,使用具有储存空间112的本实施方案中的布置,将有高爆震改进以及火花塞附近较低的废气残余物。

[0086] 图13、14和15显示了低负荷低速的CFD结果,即在 $2000 \times 2$ 的测试设置下,其在2巴的BMEP下为2000RPM。即使在这种低速度/负荷下,具有储存空间112的装置74、76在建议的点火时间在火花塞电极100、104附近也显示出低水平的废气残余物。相比之下,使用没有所述实施方案的储存空间112的预燃室,在火花塞电极100、104附近显示出非常高水平的废气残余物。

[0087] 这意味着使用预燃室组件74、76点火很可能是可靠的,但是在没有所述实施方案的储存空间112的情况下,在预燃室组件116中点火可能完全失败。同样,图14的火焰前沿模拟显示了在低负荷条件下出色的火焰前沿传播。

[0088] 如图15所示,在没有储存空间112或翻转步骤的预燃室组件116的情况下,点火失败被模拟为在图中描绘的非常低的燃料燃烧和汽缸压力结果下发生。相比之下,通过具有储存空间112和翻转台阶78的预燃室组件76的布置,燃料燃烧和汽缸压力图与图12所示的标准室非常相似,该标准室没有预燃室但火花塞电极以更传统的方式位于主燃烧室44内。因此,即使在低速/低负荷时具有储存空间112的装置74、76,在点火时废气残余物也被很好地储存在凹槽/圆环形储存空间112内并且不存在点火问题。

[0089] 因此,从低负荷到全开节气门,模拟实现了优异的燃烧性能。

[0090] 图16示出了一种改进的布置,其中储存室112比火花塞电极100、104距主燃烧室44更远。电极100、104纵向位于传送端口110和预燃室端口92之间,这可以有利地冲洗废气残余物的点火区域98,因为流可以在从预燃室端口92出发的途中直接通过电极100、104到传送端口110和储存室11。在诸如这样的某些情况下,大传送端口110(其可以替代地被认为是中间清除区域)可以被认为是储存空间110的一部分。

[0091] 在有利的实施方案中,参照图17,点火室的大体管状主体1700具有具有外径的部分1705,被布置成插入汽缸盖1710中的圆柱形空隙内,部分1705的外径小于圆柱形空隙的对应部分的内径,使得对应于储存室1730的空间存在于其间在沿着主体1700的轴线的区域处。在所述实施方案中,增加直径的肩部1780设置在主体1700上,使得当主体1700插入到汽缸盖1710中的圆柱形空隙中时,主体1700上的肩部1780在汽缸盖1710的圆柱形空隙的边界

处抵靠第一座位部分1750,从而限定储存室1730的第一轴向端。在所述实施方案中,主体1700还具有圆周环或支座1760,当主体1700插入汽缸盖1710中时,圆周环或支座1760座靠在汽缸盖1710的座位部分1770上,从而限定储存室1730的第二轴向末端。与肩部1780相比,支座1760轴向远离点火室尖端,并且类似地,与第一座位部分1750相比,第二座位部分1770在汽缸盖1710的圆柱形空隙中轴向远离主燃烧室。在一个实施方案中,主体1700具有螺纹或过盈配合部分1740,其与汽缸盖1710的相应部分接合以将主体1700保持在汽缸盖1710中,以及可变形垫圈1720(例如,铜或铝挤压垫圈)位于支座1760和汽缸盖1710的第二座位部分1770之间以实现气密密封。可变形垫圈1720的可压碎特性使得主体1700的肩部1780抵靠汽缸盖的第一座位部分1750的座位,以密封储存室1730的第一轴向端,可以更容易且实际地实现与抵靠第二座位部分1770的支座1760的座位串联以密封储存室1730的第二轴向端,例如不需要过小的加工公差来匹配主体1700的肩部1780和支座1760之间的尺寸与汽缸盖1710的第一座位部分1750和第二座位部分1770之间的尺寸。传送端口110(图17中未示出)可有利地形成在主体1700的壁中对应于部分1705的区域处,使得传送端口110为点火室50提供与储存室1730连通,因此当主体1700安装在汽缸盖1710中时形成。因此,方便、容易且廉价地提供与储存室1730连通的点火室。

[0092] 可选地,点火室的所述主体1700可以结合一个或多个特征,例如凹槽或变薄部分1715、钻孔和/或表面积增强用于与汽缸盖1710中的冷却通道和/或冷却剂对接,在使用时点火室安装在汽缸盖1710中。这样的特征有利地增强了从点火室的主体1700到汽缸盖1710中循环的冷却剂的热传递,从而降低温度并且由此至少在一定程度上降低了点火室内的提前点火的趋势。在所述凹槽175上方,可以采用一个或多个O形环1785来将冷却通道与发动机外部密封。

[0093] 参照图18,在替代实施方案中,点火室的主体1800在传送端口110的区域中被轴环1810围绕,使得储存室1830形成在主体1800和轴环1810之间,其围绕主体1800密封(例如通过过盈配合和/或焊接),从而在可变形垫圈1720不能提供气密密封的情况下有利地提供EGR气体的容纳。此外,在一些实施方案中,点火室主体1800的尖端1820基本上是平坦的,如图18所示(换言之,每个预燃室端口与基本上平坦的主燃烧室的表面交界,尽管在其他实施方案中尖端1820可以至少在一定程度上凸出圆顶),这在减少从燃烧到点火室主体1800的热传递方面是有利的,这减少了爆震倾向。此外,图中未示出,主体1700、1800的顶部可设置有管状部分,该管状部分沿主体1700、1800的轴线远离汽缸盖延伸,并设置有中空紧固件头(例如六角环形螺母,其内部允许将点火导线连接到点火室中的火花塞上)以与用于旋转地推动螺纹部分1740与汽缸盖中的相应螺纹接合的工具接合。

[0094] 在不脱离由所附权利要求限定的本发明范围的情况下,可以对本文描述的优选实施方案进行各种修改。

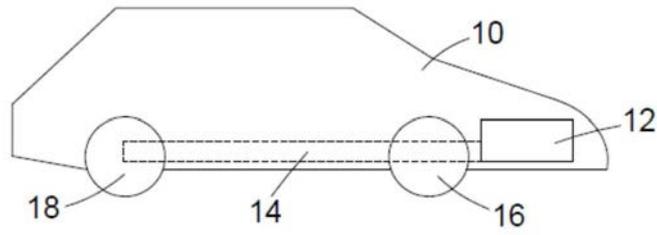


图1

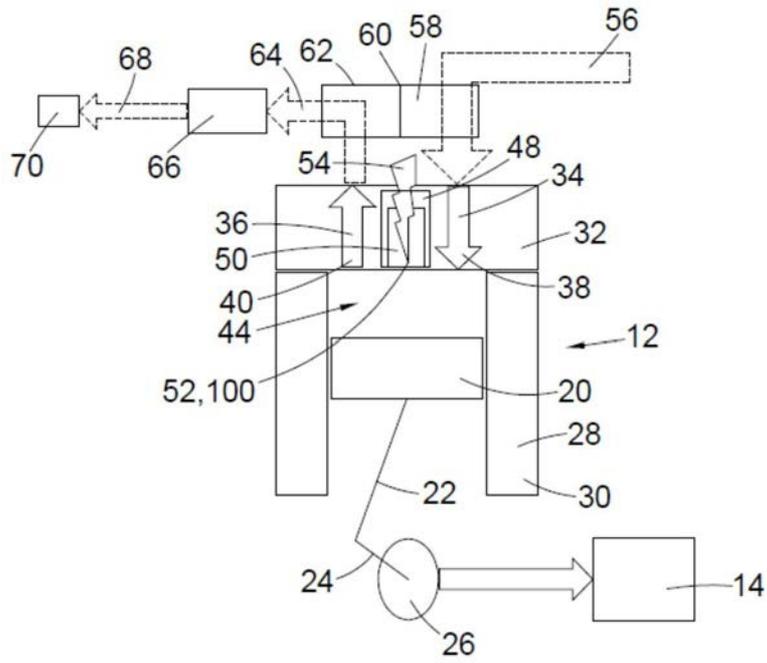


图2

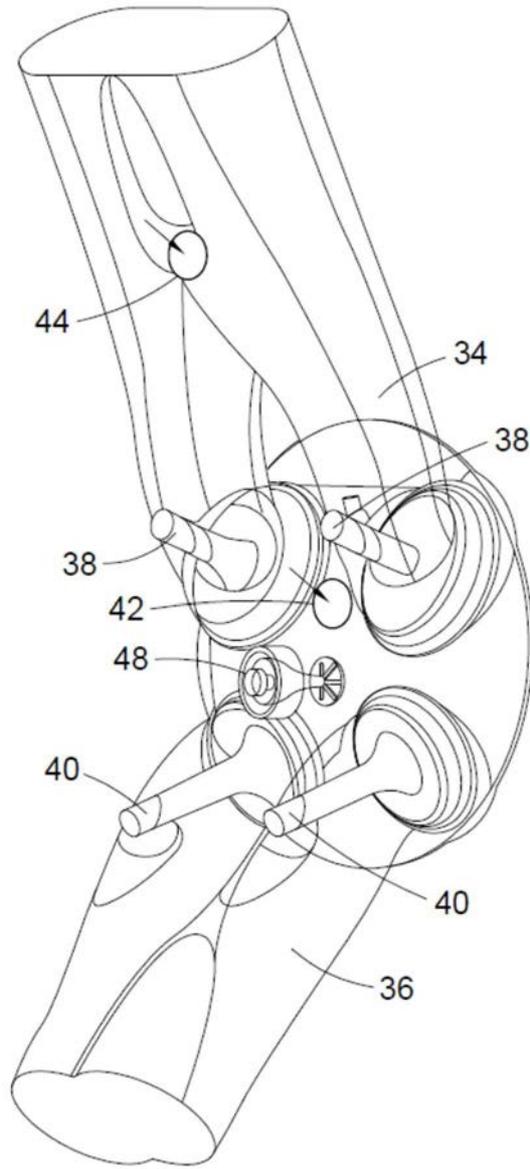


图3

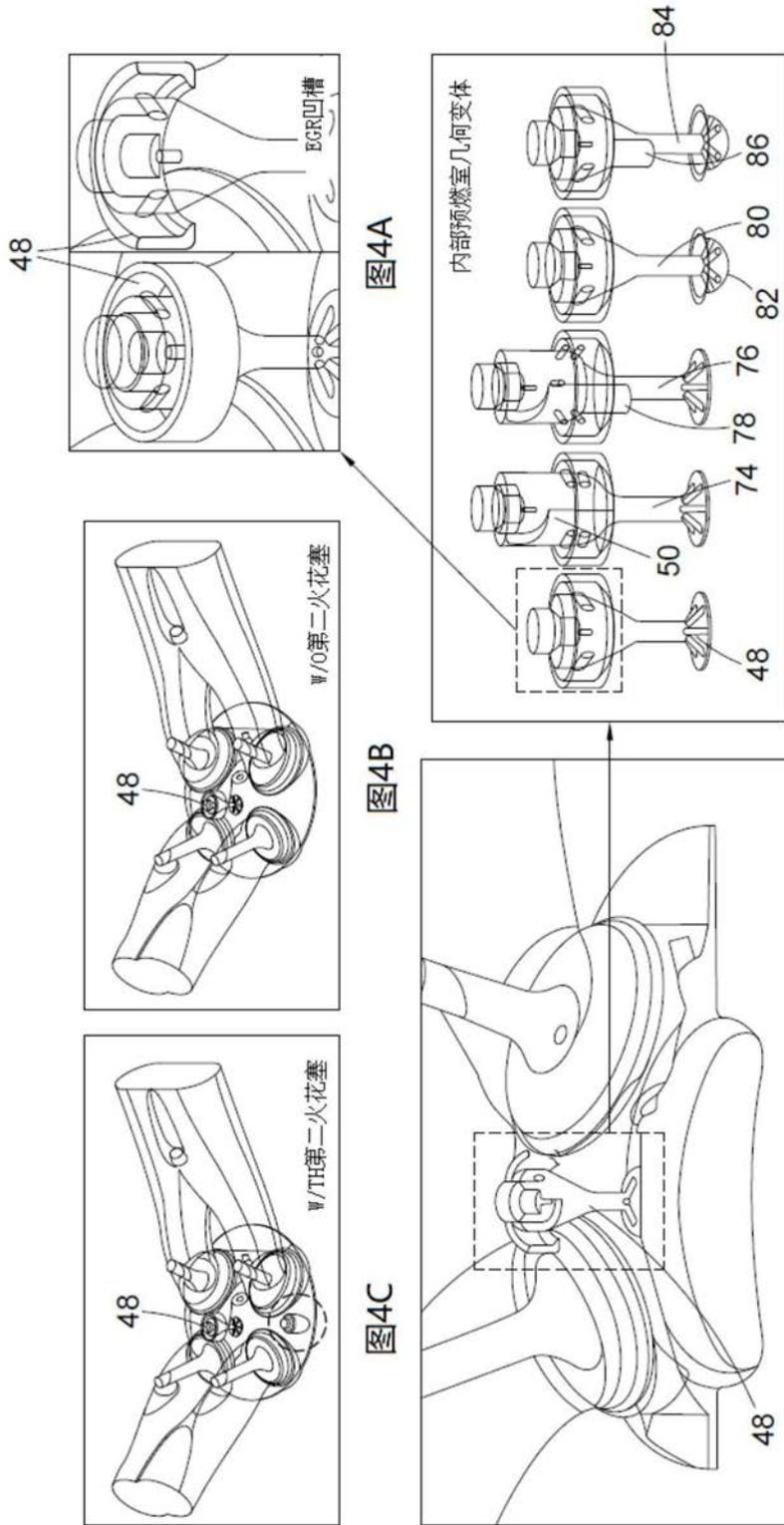


图4A

图4B

图4C

图4D

图4E

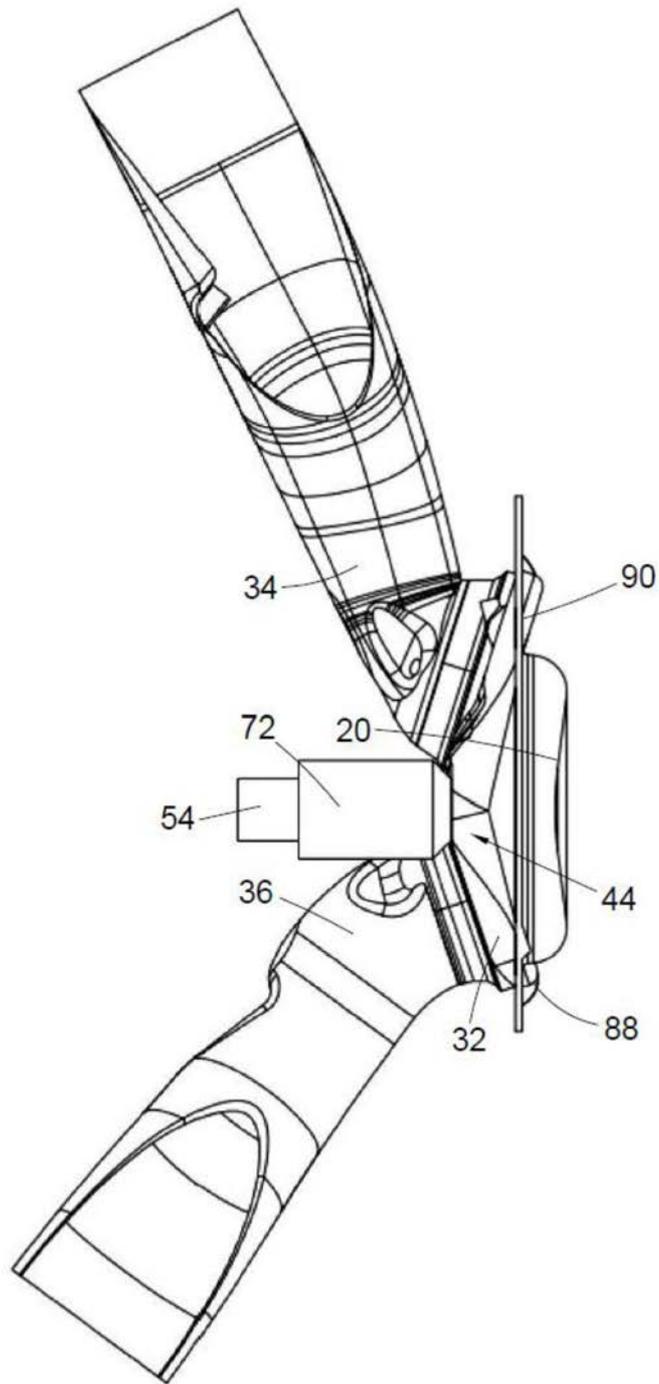


图5

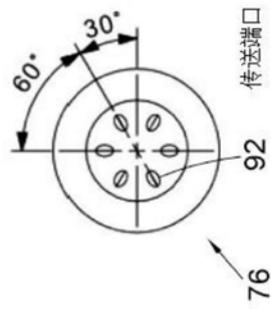
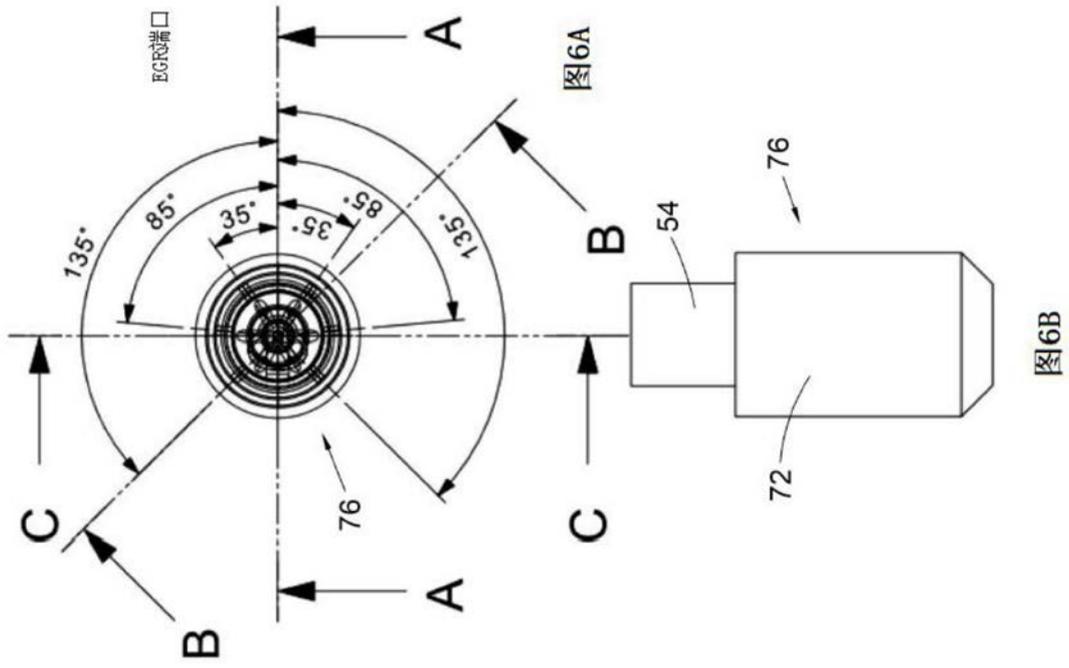


图6C

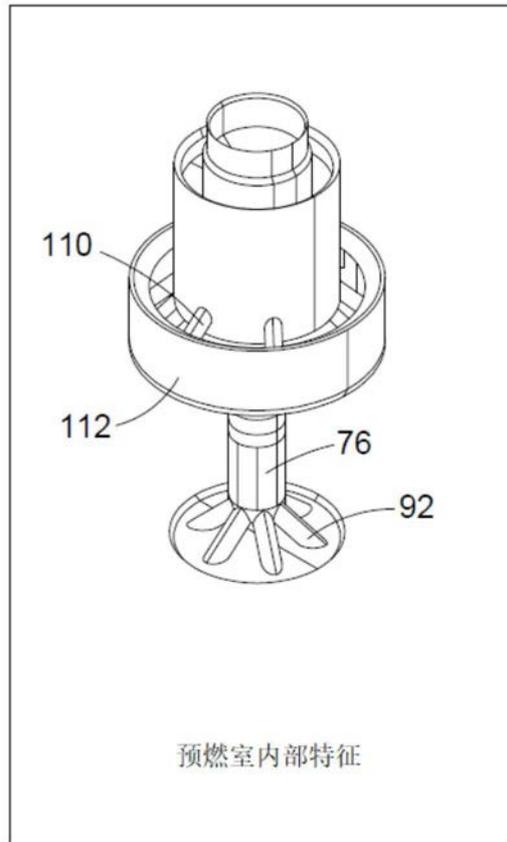


图7

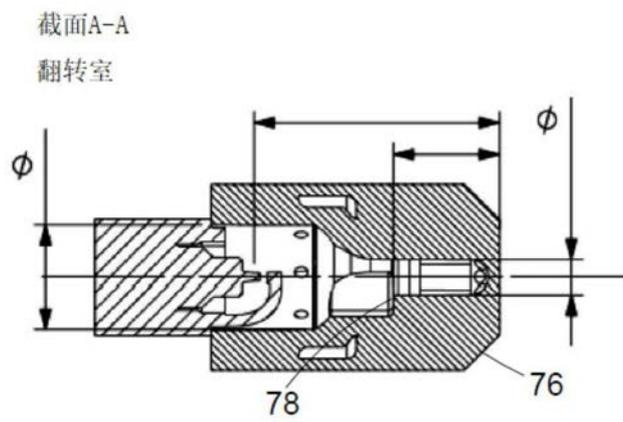


图8A

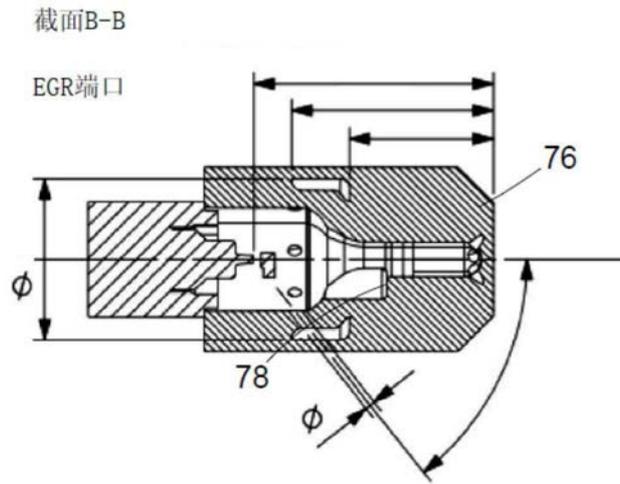


图8B

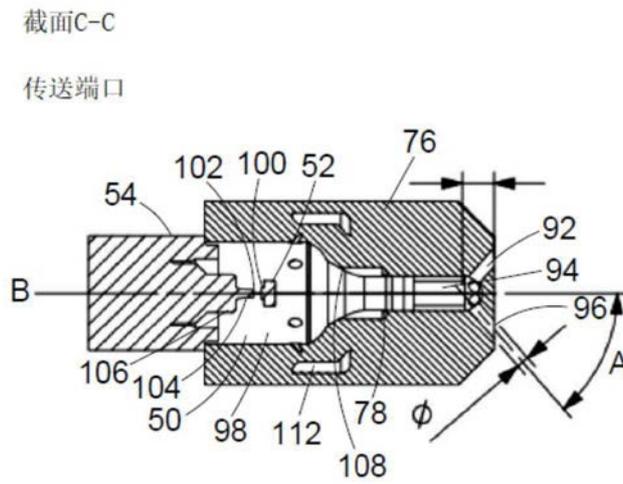


图8C

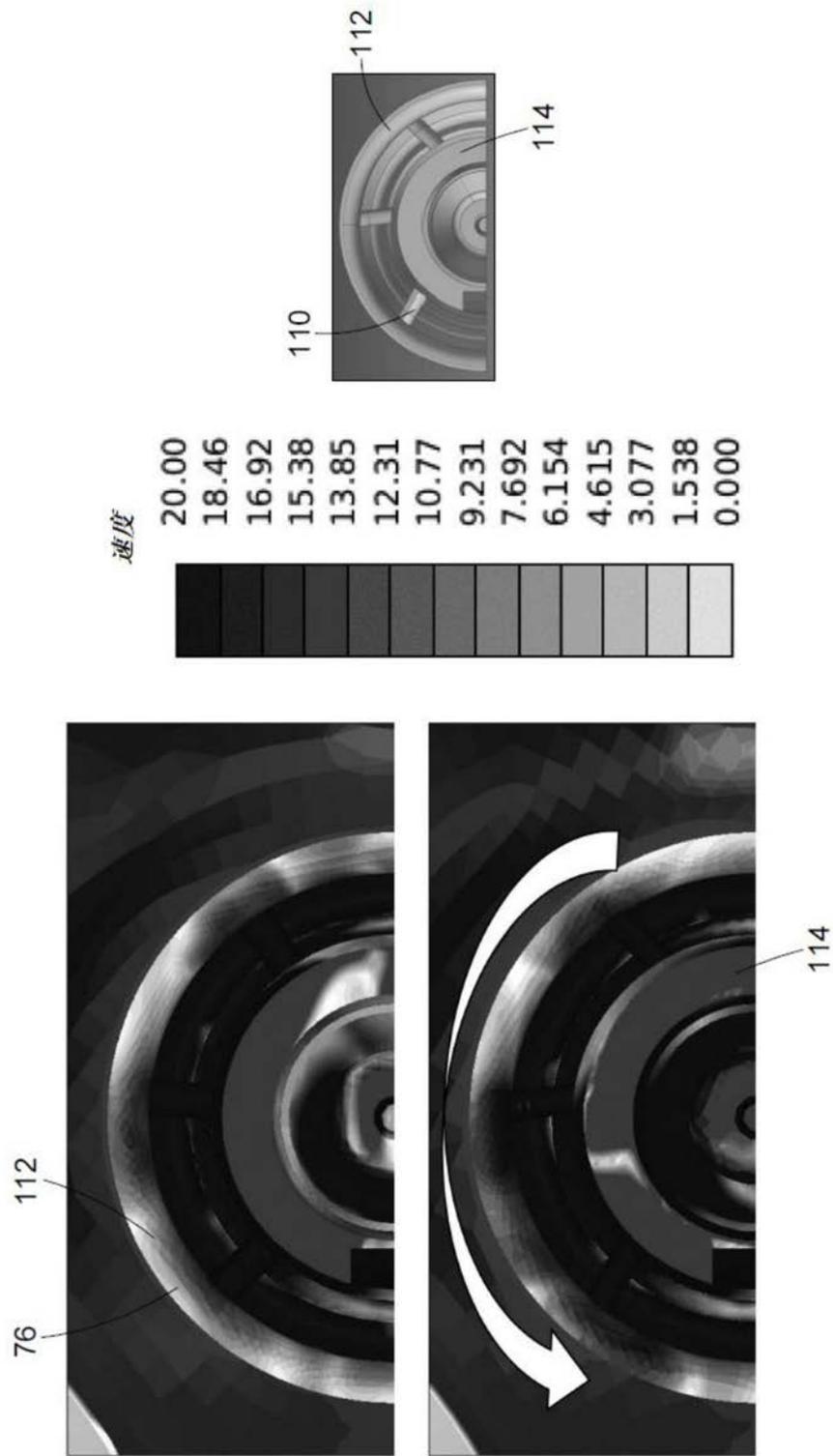


图9

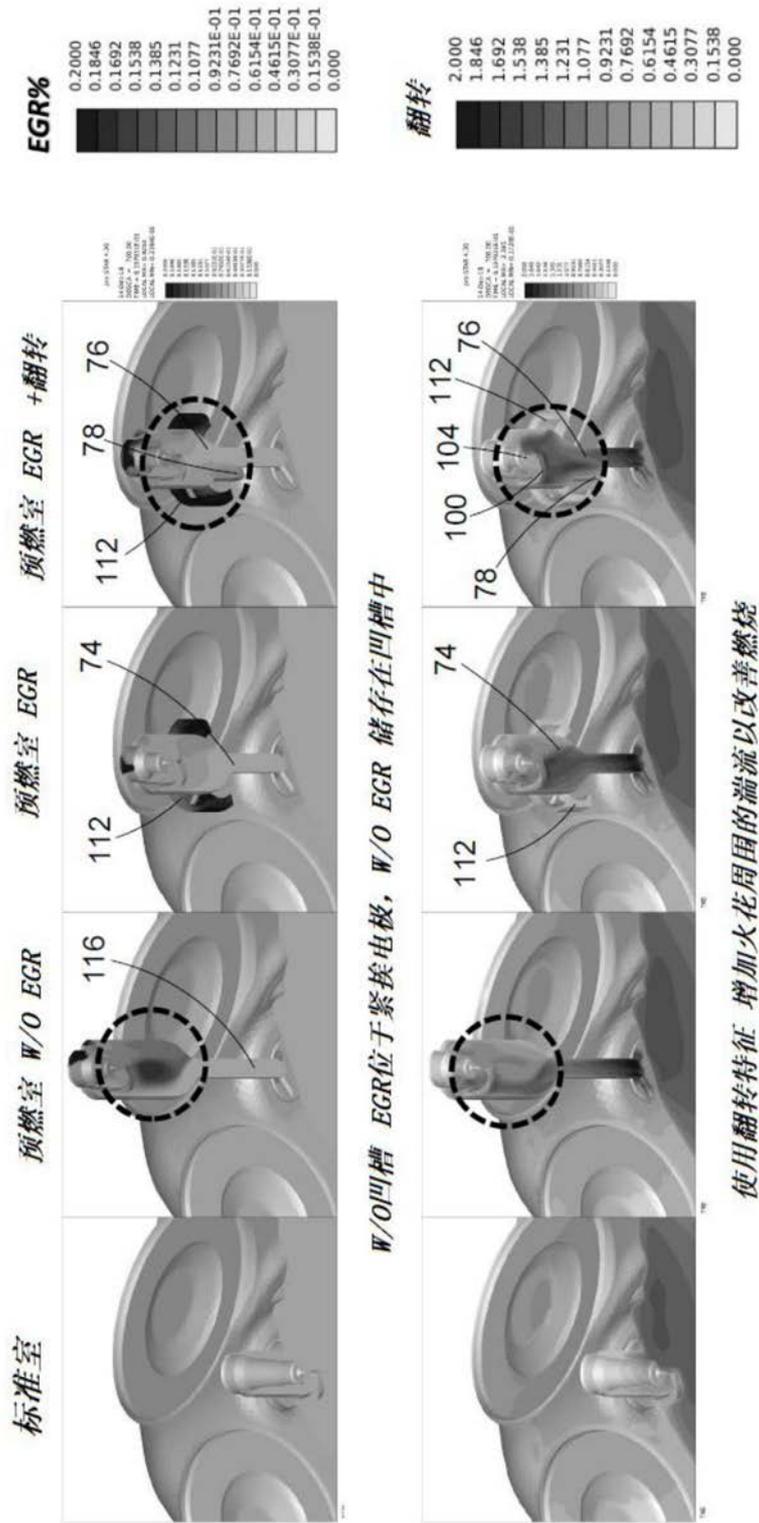


图10

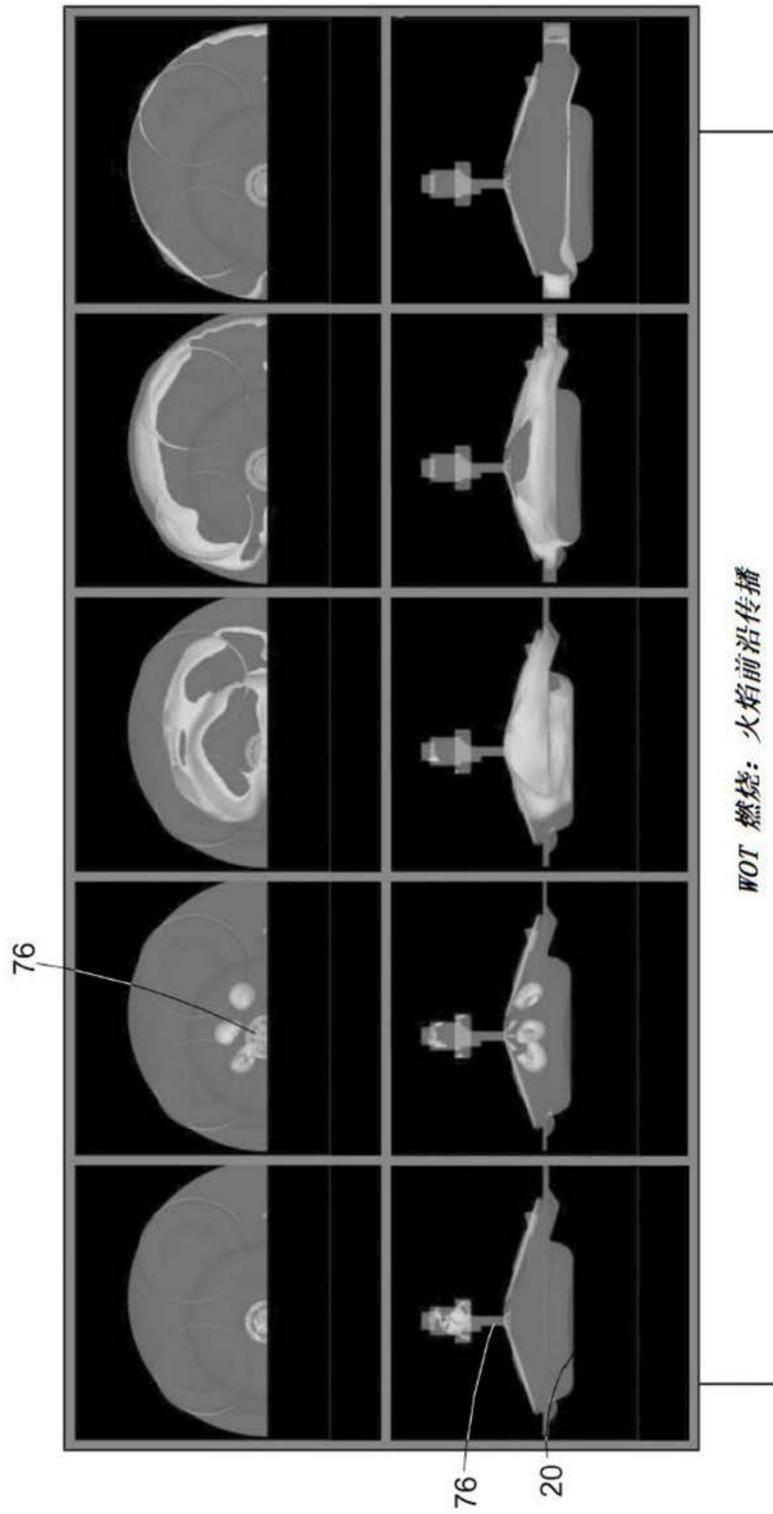


图11

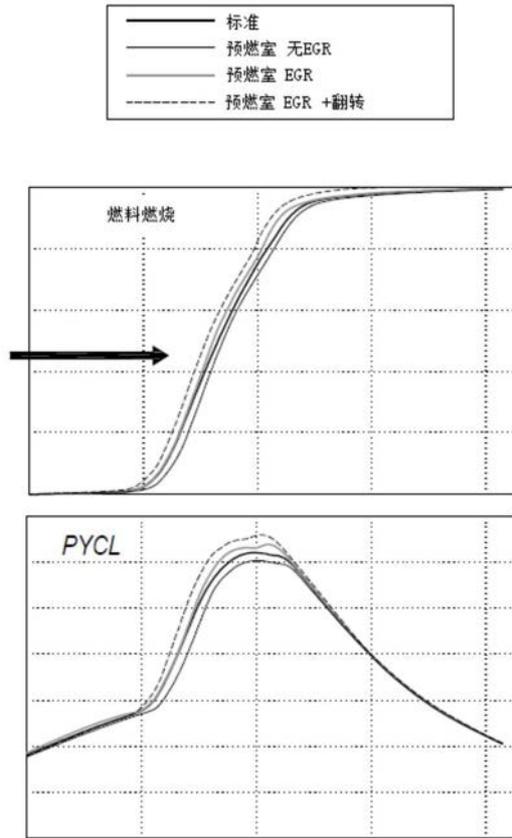


图12

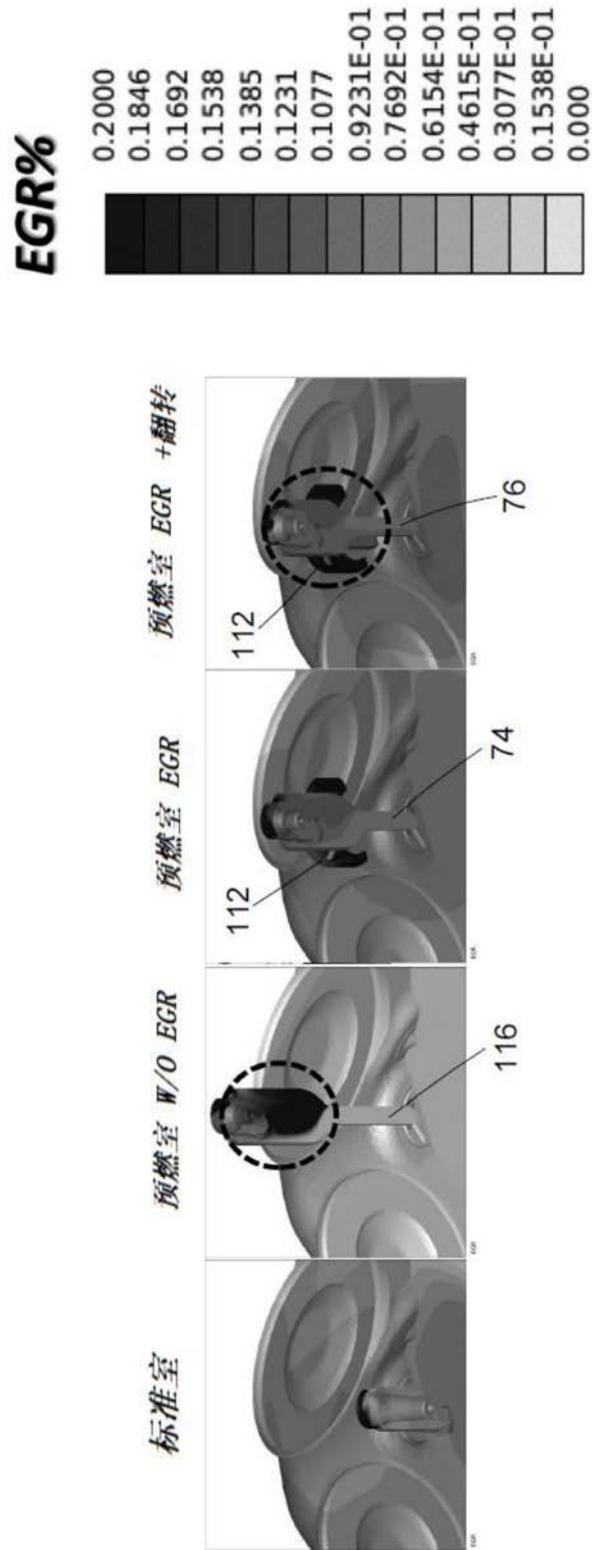


图13

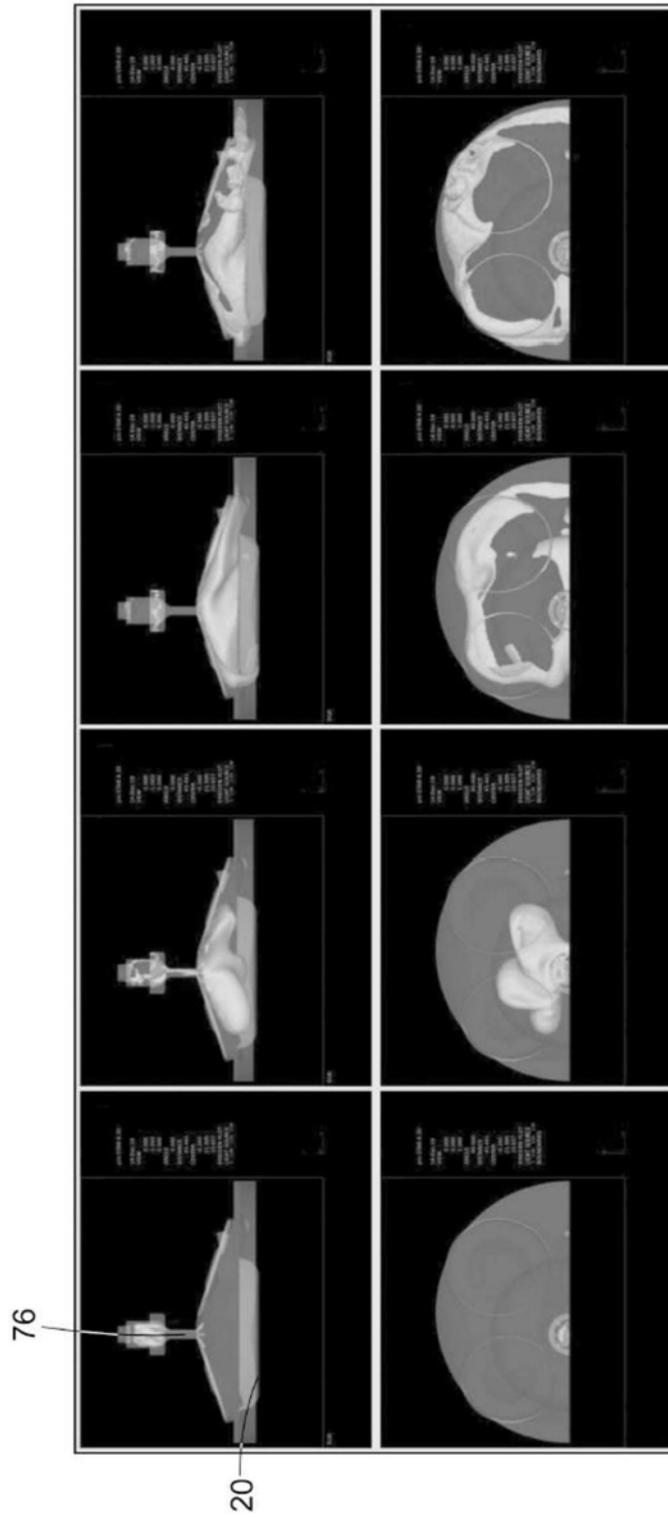


图14

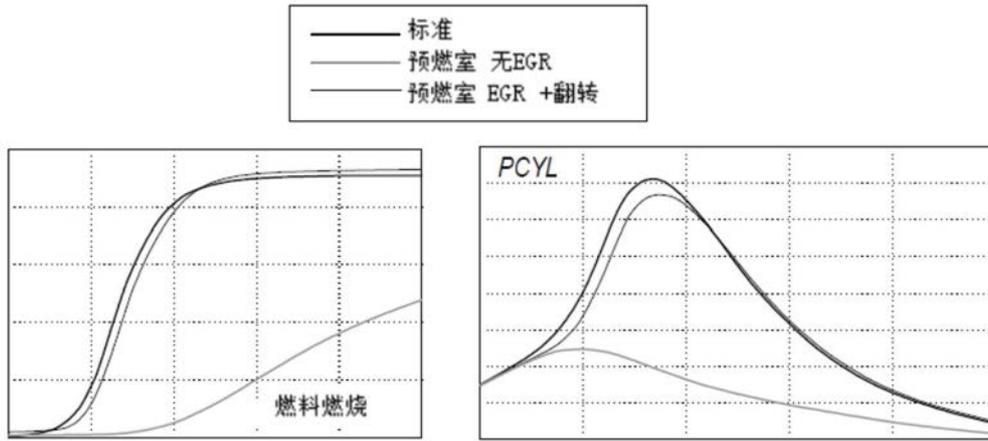


图15

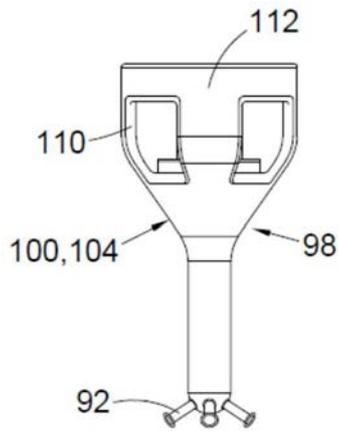


图16

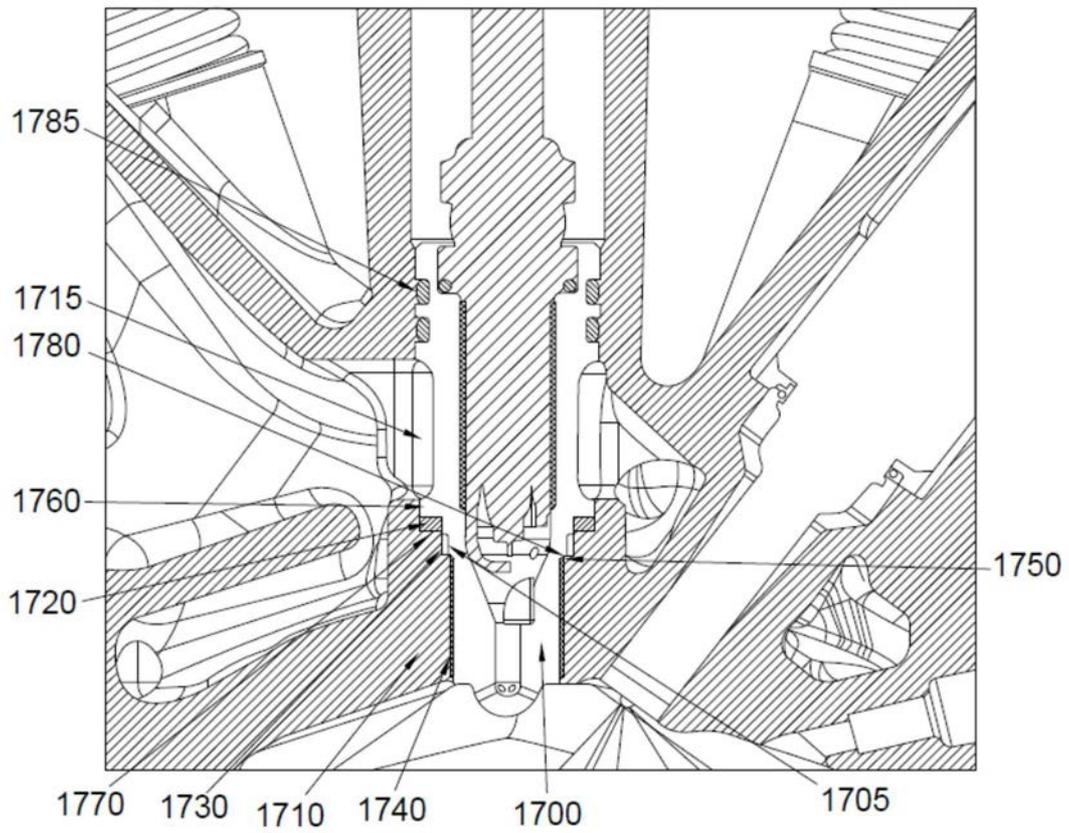


图17

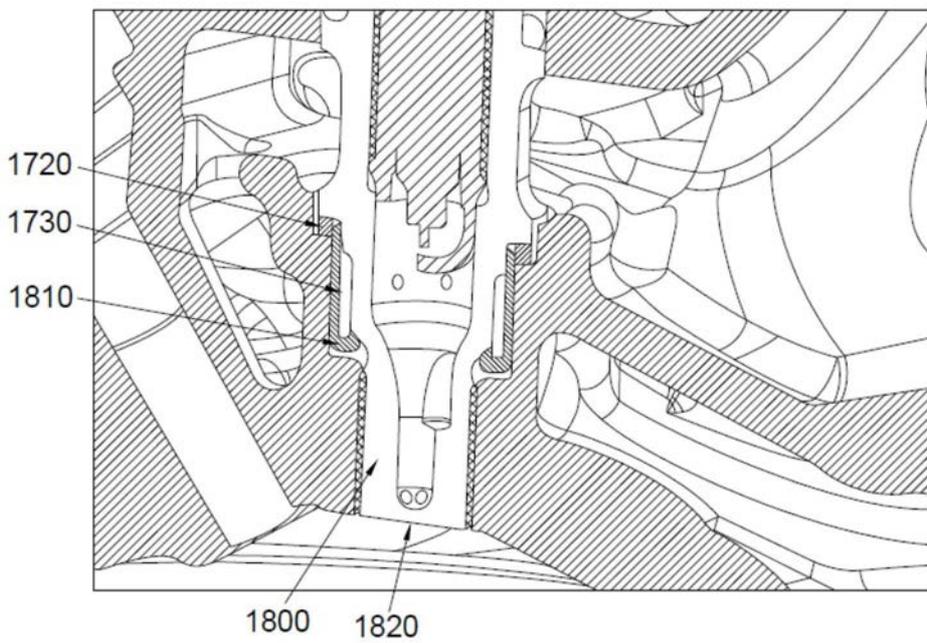


图18