(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112074897 B
(45)授权公告日 2025.01.28

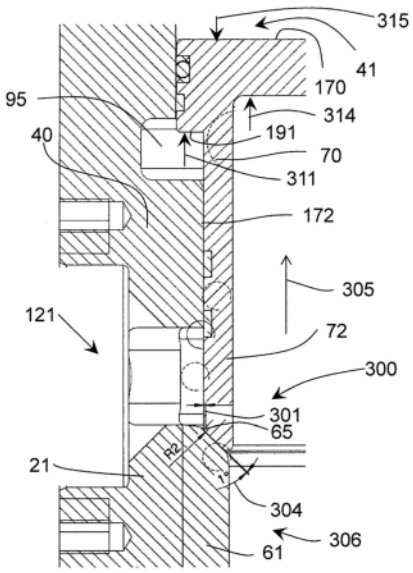
(21)申请号 201980022861.0
(22)申请日 2019.03.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112074897 A
(43)申请公布日 2020.12.11
(30)优先权数据
18165013.6 2018.03.29 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.09.27
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/057752 2019.03.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/185736 DE 2019.10.03
(73)专利权人 艾克斯普罗工程股份公司
地址 瑞士下伦茨
专利权人 马丁环境和能量技术有限责任公司
汉斯·吕格
日立造船爱诺瓦公司
(72)发明人 保罗·米勒 哈拉尔德·赫茨
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 王逸君 张春水
(51)Int.Cl.
G10K 15/04(2006.01)
F23R 7/00(2006.01)
F23C 15/00(2006.01)
F28G 7/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 102165517 A,2011.08.24
CN 102057422 A,2011.05.11
审查员 张文英
权利要求书2页 说明书13页 附图14页

(54)发明名称

用于产生高振幅的压力波的设备和方法

(57)摘要

一种用于产生高振幅的压力波、特别是用于清洁锅炉的设备，该设备具有：耐压容器(21，40)，其包括置入到其中的燃烧室(121)，燃烧室可以经由供给管线填充有可以燃烧的可流动材料。耐压容器具有用于定向排出由可燃材料的点燃而产生的气体压力的排出开口(306)。活塞(70)闭合排出开口，所述活塞可以开启排出开口以进行定向排出并且通过弹簧装置返回到起始位置。关于活塞的纵向方向(305)，活塞(70)的座具有活塞面(302)，活塞面以相对于排出开口(306)倾斜的方式倾斜，并且该活塞面布置成与壳体面(303)相对，壳体面同样以相对于排出开口(306)倾斜的方式倾斜，其中，壳体面(303)相对于活塞面(302)以角度(304)敞开，该角度从垂直于活塞方向(90)定向的闭合线(65)开始朝向排出开口(306)定向。



CN 112074897 B

1.一种用于产生高振幅的压力波以用于进行锅炉清洁的设备,所述设备具有:耐压容器,所述耐压容器具有置入到其中的燃烧室和至少一个延伸到所述燃烧室中的点火设备;用于将可流动的可燃材料供应至所述燃烧室中的至少一个供应管线,其中所述耐压容器具有用于定向排出由所述燃烧室中的可燃材料的点燃而引起的气体压力的排出开口以及闭合机构,所述闭合机构将所述排出开口闭合,所述闭合机构设计成开启用于定向排出的所述排出开口,并且所述闭合机构能够通过气体弹簧移位到起始位置处,

其特征在于,所述闭合机构是能够沿其纵向方向移位的活塞,所述闭合机构具有沿所述气体弹簧的纵向方向定向的后部部段以及沿所述排出开口的纵向方向定向的前部部段,所述前部部段在所述活塞位于闭合所述排出开口的位置时设置在所述燃烧室的区域中,关于所述活塞的纵向方向,所述活塞的座具有活塞面,所述活塞面以相对于所述排出开口倾斜的方式倾斜,并且与所述活塞面相对地布置有壳体面,所述壳体面同样以相对于所述排出开口倾斜的方式倾斜,其中所述壳体面关于所述活塞面以角度打开,所述角度从关于所述活塞的纵向方向垂直地定向的闭合线开始朝向所述排出开口定向。

2.根据权利要求1所述的设备,其中,所述角度在0.5度至5度之间。

3.根据权利要求2所述的设备,其中,所述角度在1度和3度之间。

4.根据权利要求1或2所述的设备,其中,垂直于所述活塞的纵向方向定向的所述闭合线布置在下部部段的活塞壁内,使得在所述闭合线与所述活塞壁之间存在倒圆的静态压力开口表面。

5.根据权利要求1或2所述的设备,其中,垂直于所述活塞轴线的、与所述燃烧室连接或属于所述燃烧室的凸缘面具有如下面尺寸:所述面尺寸为由所述活塞面的面尺寸给出的面尺寸的百分之50至百分之200之间。

6.根据权利要求1或2所述的设备,其中,所述燃烧室围绕所述活塞且围绕所述活塞的纵轴线环形或圆柱形地布置。

7.根据权利要求6所述的设备,其中,所述燃烧室的环形壁是密封连接的环形段,所述环形段是堆叠的并且在顶部由盖板和在底部由底板封闭。

8.根据权利要求1或2所述的设备,其特征在于,在所述后部部段与所述前部部段之间设置有过渡区域,所述前部部段在所述活塞位于使所述排出开口闭合的位置时设置在所述燃烧室的区域中,关于所述活塞的纵向方向,所述前部部段设计成相对于所述后部部段渐缩,使得所述过渡区域形成作用面,所述作用面相对于所述活塞的纵向方向横向对准,并且在所述可燃材料点燃时,驱动所述活塞返回的压力施加在所述作用面上,使得所述活塞的所述前部部段开启所述排出开口。

9.根据权利要求8所述的设备,其中,所述过渡区域是在所述活塞的纵向方向上从较大的活塞直径至较小的活塞直径连续渐缩的区域,所述过渡区域布置在所述燃烧室的区域中。

10.根据权利要求8所述的设备,其中,所述过渡区域由所述活塞的凸缘状渐缩部形成。

11.根据权利要求10所述的设备,其中,在所述耐压容器中设置有中空的中央导引柱,或者在通到所述燃烧室中的所述耐压容器上设置有环形的导引延长部,其中所述中空的中央导引柱或所述环形的导引延长部在其内部将所述活塞在前部区域中导引,在所述活塞的后部区域中建立辅助压力腔,其中在所述燃烧室与所述辅助压力腔之间设置有至少一个连

接间隙,并且所述至少一个连接间隙设置在所述活塞的所述凸缘状渐缩部的区域中。

12.根据权利要求8所述的设备,其中,至少两个燃烧室在一个平面中设置并且具有主纵向方向,其中两个相邻的燃烧室的所述主纵向方向关于所述设备的中轴线径向地彼此以一定角距离布置,其中,所述气体弹簧的纵轴线与所述设备的所述中轴线重合,或者所述气体弹簧的纵轴线位于所述至少两个燃烧室的所述平面中并且与相邻的燃烧室具有角距离。

13.根据权利要求12所述的设备,其中,所述排出开口具有管,所述管具有管纵向方向,其中,所述排出开口的管纵向方向与所述中轴线重合,或者所述气体弹簧的纵轴线位于所述至少两个燃烧室的所述平面中。

14.根据权利要求1或2所述的设备,其中,所述气体弹簧具有与所述活塞对置的前部气体弹簧室空间以及通过分隔壁与所述前部气体弹簧室空间分开的后部气体弹簧室空间,在所述前部气体弹簧室空间与所述后部气体弹簧室空间之间设置有作为回流连接件的第一连接件以及具有止回阀的第二连接件。

15.根据权利要求14所述的设备,其中,所述第一连接件和所述第二连接件设置在所述分隔壁中。

16.根据权利要求14所述的设备,其中,所述第二连接件具有至少两个子连接件,一方面所述子连接件在所述前部气体弹簧室空间中的所述气体弹簧的壁中彼此叠置地沿活塞运动的纵向方向侧向地以孔口通入,并且另一方面所述子连接件终止于所述后部气体弹簧室空间,使得所述孔口在所述活塞进入到所述前部气体弹簧室空间中时被依次覆盖,其中所述子连接件各自具有止回阀。

17.根据权利要求14所述的设备,其中,所述第二连接件包括第二可控止回阀,所述第二可控止回阀包括以串联方式连接的第二控制阀和止回阀,所述第二可控止回阀与控制单元连接,点火设备能够通过所述控制单元触发,其中,所述控制单元设计成在点燃所述可流动的可燃材料之后以第一预定时间间隔打开所述第二可控止回阀。

18.根据权利要求17所述的设备,其中,所述第一连接件包括第一可控止回阀,所述第一可控止回阀具有以串联方式连接的第一控制阀和回流导引件,所述第一可控止回阀与所述控制单元连接,所述点火设备能够通过所述控制单元触发,其中,所述控制单元设计成,在打开所述第二可控止回阀之后以第二预定时间间隔打开所述第一可控止回阀。

19.根据权利要求17所述的设备,其中,设置有用于所述前部气体弹簧室空间和所述后部气体弹簧室空间的两个气体弹簧气体端口,其中,所述控制单元包括气体填充控制单元,在点火之前,能够利用所述气体填充控制单元将所述前部气体弹簧室空间和所述后部气体弹簧室空间中的气体填充压力分别调节成预定值,其中,所述前部气体弹簧室空间中的气体填充压力能够设定成高于所述后部气体弹簧室空间中的气体填充压力。

20.一种用于通过根据权利要求14所述的用于产生高振幅的压力波以用于进行锅炉清洁的设备产生高振幅压力波的方法,所述方法包括按以下顺序的步骤:

-用惰性气体填充所述前部气体弹簧室空间和所述后部气体弹簧室空间,

-用可流动的可燃材料填充至少一个燃烧室,

-在至少一个燃烧室中点燃所述可流动的可燃材料,

其中,在点火之后,所述活塞借助于由于所述可流动的可燃材料的燃烧而升高的压力开启所述排出开口,并且在所燃烧的气体流出之后驱动所述活塞回到闭合的初始位置。

用于产生高振幅的压力波的设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于产生高振幅压力波的设备和方法,特别地,涉及用于清洁锅炉的设备和方法。

背景技术

[0002] 从US 5,864,517中已知这种用于产生高振幅压力波的设备。该设备产生的声频振荡明显强于扬声器产生的声频振荡。声频振荡可以特别用于锅炉清洁,因为这些压力波会导致附着的颗粒分离。在US 5,864,517的情况下,讨论了两种不同的脉冲燃烧,即爆震和爆燃。爆震性燃烧具有2,000m/s至4,000m/s的极快火焰速度,而爆燃性燃烧具有比如低于200m/s的慢得多的火焰速度,并且压力波的振幅明显较低。

[0003] EP 2 319 036涉及一种用于产生爆炸、特别是产生高强度压力脉冲的方法和设备。该设备包括耐压容器,该耐压容器具有上述美国专利中所述的主爆炸室,该主爆炸室具有用于压力脉冲的出口和使出口闭合的活塞。活塞通过辅助爆炸室中的辅助爆炸在活塞的位置中移位成使得活塞开启出口开口。该处理方法要求在主爆炸的触发与先前的辅助爆炸之间进行精确的时间协调。然后,该设备还具有气体弹簧室,该气体弹簧室对已经推回的活塞进行制动,并且该气体弹簧室在气体已经从主爆炸室吹出之后将所述活塞推回到所述活塞的初始位置。

[0004] EP 1 922 568示出了用于产生爆炸的另一方法和设备。气体弹簧机构具有卸压机构,该卸压机构显示为弹簧机构。

[0005] Tibor Horst Füle的文章“Cleaning technologies with sonic horns and gas explosions at the waste-fired power plant in Offenbach(Germany)(在Offenbach(德国)的垃圾焚烧电厂中使用声发射和气体爆炸的清洁技术),cleaning with sonic horns and gas explosions at the waste-fired power plant Offenbach(在Offenbach的垃圾焚烧电厂中使用声发射和气体爆炸的清洁)”在VGB Powertech(电力技术),Vol.93,No.8,2013年8月1日,第67页至72页,ISSN;1435-3199中也揭示了一种用于产生爆炸以通过声发射进行清洁的方法和设备。

[0006] 此外,FR 2,938,623示出了具有活塞的爆炸圆柱形件,该活塞可以在打开位置与闭合位置之间移动,以使处于压力下的气体或空气周期性地产生爆炸,以便用于清洁目的。

发明内容

[0007] 基于该现有技术,本发明的目的在于,说明一种能容易地并且更加安全地点燃的改进的设备和方法。

[0008] 另外,本发明的目的是,设备提供了较长维护间隔,因为爆炸导致耐压容器中的可移动部分的磨损相当大,并且在现有技术中,在设备必须维护之前仅允许重复进行有限次数的清洁点火。由于在电厂工程、初级工业和工艺化学中,这些过程通常在复杂的化工厂中进行,因此通常设置有许多用于产生高振幅压力波的此类设备,以用于清洁各种容器,然后

必须对所述各种容器相应进行维护。

[0009] 该设备优选地用于清洁大型技术工厂比如垃圾焚烧厂、燃煤发电站、筒仓中的锅炉,以用于清除炉渣或沉积物等。主要优点在于,各个清洁周期可以非常快速地重复并且进行若干次。此外,使用气体作为清洁材料来产生一定顺序的压力波和相关联的压力脉冲是相对便宜的,并且可以产生高压。在恰好触发压力波之前的时间点,添加本身不会燃烧或爆炸的两种化学流体也可以提高安全性。由于反应物质长时间暴露于热环境中,因此还可以在设备仍是热的且可能仍处于运行时进行清洁。

[0010] 产生的压力波可以经由较长距离的管引导到锅炉中到达待清洁的位置。该管可以固定至待清洁的设备,但是该管也可以从外部插入,例如以套叠伸缩的方式移动到设备或锅炉中。在燃尽期间产生的压力脉冲吹走来自锅炉以及锅炉壁中的内管的沉积物和污物,并且同时使管或壁振动。两种动作都可以使待清洁的设备得到有效清洁。

[0011] 在要求高强度和/或(快速)可重复性的高的快速力脉冲、压力脉冲或压力波的情况下,可以设想各种其他用途。示例是用于金属板成形的压力发生器或用于火器的驱动器,其中,压力脉冲用于加速发射物。也可以在受控的雪崩式触发领域中使用这样的系统。

[0012] 用于产生高振幅压力波的设备、特别是用于清洁锅炉的设备具有耐压容器。耐压容器可以是多件式的。耐压容器具有安置在其内部的至少一个燃烧室。若干燃烧室可以彼此连接。设置有延伸到一个或多个燃烧室中的至少一个点火设备。应当设置有用于将可流动的可燃材料供应至燃烧室的至少一个供应管线,所述至少一个供应管线优选地分开供应燃料和氧化剂,例如天然气和空气或甲烷和氧气。在此,也可以使用各种其他液态或气态燃料。在这种情况下,耐压容器应当具有用于定向开启由燃烧室中的可燃材料的点燃而产生的气体压力的排出开口。在点火之前和点火期间,存在闭合排出开口的闭合机构,该闭合机构被设计成开启排出开口以进行定向排出,并且然后在燃烧之后该闭合机构可以通过弹簧装置移动到初始位置。该闭合机构是活塞,该活塞可以在活塞的纵向方向上移位,并且该活塞具有沿弹簧装置的方向对准的后部部段以及沿排出开口的方向对准的前部部段。

[0013] 相对于活塞的纵向方向,活塞的座具有以相对于排出开口倾斜的方式倾斜的活塞面,该活塞面布置成与同样以相对于排出开口倾斜的方式倾斜的壳体面相对,使得壳体面相对于活塞面以一定角度敞开,该角度从垂直于活塞方向定向的闭合线朝向排出开口定向。

[0014] 该角度可以在0.5度至5度之间,优选地在1度至3度之间,特别地为2度。

[0015] 垂直于活塞方向定向的闭合线可以位于下部部段的活塞壁内,使得在闭合线与活塞壁之间存在倒圆的静态压力开口面。

[0016] 垂直于活塞轴线的、与燃烧室连接或属于燃烧室的凸缘面可以具有如下面尺寸:所述面尺寸具有由活塞面的面尺寸给出的面尺寸的百分之50至百分之200之间的面尺寸。

[0017] 可以在这两个部段之间设置过渡区域。前部部段在活塞位置使排出开口闭合的情况下位于燃烧室的区域中。关于活塞的纵向方向,前部部段相对于后部部段渐缩,使得过渡区域形成横向于活塞的纵向方向定向的作用面,当可燃材料点燃时,驱动活塞返回的压力施加在该作用面上,使得活塞的前部部段开启排出开口。由此实现更简单的清洁,因为压力积累也可以通过燃烧来实现,并且然后压力本身负责打开通向排出漏斗的通道。

[0018] 过渡区域可以是在气体弹簧的活塞的纵向方向上从较大的活塞直径至较小的活

塞直径连续渐缩的区域,该区域位于燃烧室的区域中。另一方面,过渡区域也可以由活塞的凸缘状渐缩部形成。

[0019] 特别地,可以在耐压容器中设置中空的中央导引柱,该中央导引柱在其内部将活塞在前部区域中导引。这在活塞导引的磨损方面具有优点,因为这样能够实现在活塞的距离较远的部段上进行导引。在这种情况下,在燃烧室与辅助压力腔之间设置有至少一个连接间隙,且所述至少一个连接间隙设置在活塞的凸缘状渐缩部的区域中。

[0020] 燃烧室可以围绕活塞且围绕活塞的纵轴线环形地布置。那么,特别地,燃烧室的环形壁可以是以密封的方式连接的堆叠的环形段,这些环形段有利地在顶部和底部处由盖板和底板封闭。因此,圆柱形燃烧室的高度和体积能以简单方式缩放,因为不必设置不同尺寸的特殊的燃烧室。那么,相应在长度方面调整的活塞中的唯一的一个作为封闭单元属于这种缩放的燃烧室。

[0021] 至少两个燃烧室可以在一个平面中关于中轴线径向地彼此以一定角距离地布置。特别地,两个燃烧室可以在直径上彼此相对地布置。那么,气体弹簧的纵轴线与中轴线重合;那么,三个燃烧室可以具有共同平面内的120度的角距离。或者,气体弹簧的纵轴线也与所述至少两个燃烧室位于所述平面中,使得对于三个燃烧室而言,各个元件之间的90度的角距离是可能的。

[0022] 排出开口通常具有管,其具有管纵向方向。在这种情况下,所述管纵向方向可以与中轴线重合,即排出开口在活塞的延长部中,或者气体弹簧的纵轴线位于至少两个燃烧室的所述平面中。在这种情况下,例如在两个燃烧室的情况下,也可以在这两个燃烧室之间设置小于120度的角距离,使得这两个燃烧室与出口开口更加对准。

[0023] 气体弹簧可以具有与活塞相对的前部气体弹簧室空间和通过分隔壁与所述前部气体弹簧室空间分开的后部气体弹簧室空间,其中在前部气体弹簧室空间与后部气体弹簧室空间之间存在作为回流连接件的第一连接件和具有止回阀的第二连接件,其中,止回阀布置成使得允许介质不受阻碍地从前部气体弹簧室流动到后部气体弹簧室中,但基本上阻挡介质从后部气体弹簧室中反方向流出。

[0024] 可以在分隔壁中设置第一连接件和第二连接件。另一方面,第二连接件可以具有至少两个子连接件,所述至少两个子连接件一方面在前部气体弹簧室空间中的气体弹簧的壁中沿活塞运动的纵向方向彼此侧向打开,并且另一方面终止于后部气体弹簧室空间,使得所述开口在活塞进入前部气体弹簧室空间时在时间上被依次覆盖,所述子连接件各自具有其自身的止回阀。因此,各个止回阀被依次关闭,使得从前部气体弹簧室到后部气体弹簧室的介质流减慢,即,由于前部气体弹簧室中的气压增大降低了制动效果。

[0025] 第二连接件可以具有可控的止回阀,该可控止回阀可以可选地具有以串联的方式连接的控制阀以及止回阀,该可控止回阀与控制单元连接,通过控制单元可触发点火,其中控制单元设计成,以点燃可流动的可燃材料之后的第一预定时间间隔打开可控止回阀。由此可确保在允许活塞进一步移动返回之前完成燃烧室中的燃烧。

[0026] 第一连接件可以包括可控回流阀,该可控回流阀可以可选地具有以串联的方式连接的控制阀和回流导引件,该可控回流阀与控制单元连接,通过控制单元可触发点火,其中该控制单元设计成,以打开可控止回阀之后的第二预定时间间隔打开可控回流阀。由此可以在打开可控止回阀之后、进而在前部气体弹簧压力室与后部气体弹簧压力室之间实现压

力平衡之后时间上推迟地延迟激活回流,即时间上推迟地触发活塞的闭合运动,使得仍然处于压力下的燃烧气体完全离开燃烧室。

[0027] 还可以分开设置两个气体弹簧气体接口以用于前部气体弹簧室和后部气体弹簧室,其中,控制单元具有气体填充控制单元,在点火之前,可以通过气体填充控制单元将前部气体弹簧室和后部气体弹簧室中的气体填充压力分别设定成预定值,其中,可以将前部气体弹簧室中的气体填充压力设定成高于后部气体弹簧室中的气体填充压力。特别地,可以将前部气体弹簧室中的气体填充压力设定成,以至少2倍、优选至少3倍或5倍高于后部气体弹簧室中的气体填充压力,一方面使得前部气体弹簧压力室在点火时不会后退或仅略微后退,因为点火时前部气体弹簧压力室中的主导压力与燃烧室中建立的压力相反,并且后退仅在止回阀打开时才完全而快速地发生,因为已经对气体压力差进行了设定。特别是在后部室中,大气压力可能会占主导,同时仅前部气体弹簧压力室用惰性气体进行加压。

[0028] 为了解决上述问题,说明一种能更简单且更安全地点火的改进的设备和方法,指定一种用于产生高振幅压力波、特别是用于清洁锅炉的设备,该设备具有:耐压容器,所述耐压容器具有置入到耐压容器中的燃烧室和至少一个延伸到燃烧室中的点火设备;用于将可流动的可燃材料供应至燃烧室的至少一个供应管线,其中耐压容器具有用于定向排出由燃烧室中的可燃材料的点燃而产生的气体压力的排出开口以及使排出开口闭合的闭合机构,该闭合机构设计成开启用于定向排出的排出开口,并且该闭合机构可以通过弹簧装置移动到初始位置中,其特征在于,闭合机构是能够沿闭合机构的纵向方向移位的活塞,并且所述活塞具有朝弹簧装置的方向定向的后部部段以及朝排出开口的方向定向的前部部段,前部部段在活塞位于使排出开口闭合的位置时设置在燃烧室的区域中,相对于活塞的纵向方向,活塞的座具有活塞面,该活塞面以相对于排出开口倾斜的方式倾斜,并且相对于该活塞面布置有壳体面,该壳体面同样以相对于排出开口倾斜的方式倾斜,其中所述壳体面相对于活塞面以一定角度敞开,该角度从垂直于活塞方向定向的闭合线朝向排出开口定向。在此,该角度有利地在0.5度至3度之间,特别地为1度。垂直于活塞方向定向的闭合线有利地位于下部部段的活塞壁内,使得在闭合线与活塞壁之间存在倒圆的静态压力开口面。该设备还具有以下特征:相对于后部部段,前部部段相对于活塞的纵向方向渐缩。渐缩部涉及内活塞座壁,并且那么优选地具有相对的外壳体阀座壁,该外部壳体阀座壁以小角度朝向出口向内敞开。

[0029] 在从属要求中给出了进一步的实施方式。

附图说明

[0030] 下面根据附图描述本发明的优选实施方式,附图仅用于说明目的,并且不应当被限制性地解释。附图示出了:

[0031] 图1示出根据本发明的实施方式的用于产生高振幅压力波的设备的示意性立体图;

[0032] 图2示出根据图1的设备的示意图;

[0033] 图3示出用于产生压力波的设备的侧向不按比例的截面图,该设备具有该设备的对于本发明而言必不可少的部件;

[0034] 图4A、图4B&图4C以三个叠加的横截面示出穿过根据图3的设备的三个水平截面;

[0035] 图5示出根据图3的活塞的在线IVb与IVc之间的示意性详细视图;

[0036] 图6是根据本发明的实施方式的用于产生高振幅压力波的另一设备的示意性立体图;

[0037] 图7是具有根据图6的设备的竖直截面轴线的示意性横截面图;

[0038] 图8是具有根据图6的设备的水平截面轴线的示意性横截面图;

[0039] 图9是根据本发明的实施例的用于产生高振幅压力波的另一设备的示意性立体图;

[0040] 图10是具有根据图9的设备的竖直截面轴线的示意性横截面图;

[0041] 图11是根据该设备的具有竖直截面轴线的示意性横截面图,该设备具有部分根据图6以及根据图9的特征;

[0042] 图12是具有可以用于根据图1、图6、图10或图11的设备中的气体弹簧的实施例的竖直截面轴线的示意性横截面图;

[0043] 图13是具有待被用于根据图1、图6、图10或图11的设备中的气体弹簧的另一实施方式的竖直截面轴线的示意性横截面图;

[0044] 图14是根据本发明的另一实施方式的设备的中间件的示意性局部视图,该中间件也可以用于图2、图3、图7、图10和图11中;

[0045] 图15A、图15B和图15C是图14的在不同的打开周期时间时的详细视图;以及

[0046] 图16是用于产生高振幅压力波的设备的阀座的实施例的力随时间变化的曲线图。

具体实施方式

[0047] 图1示出了根据本发明的实施例的用于产生高振幅压力波的设备的立体图。第一耐压容器21和第二耐压容器22布置至中央本体30的左侧和右侧。在该实施例中,这些容器21和容器22基本上平行于局部示出的锅炉壁5延伸。另外,具有下游排出管62的排出漏斗61以法兰方式与中央本体30连接,所述排出管突出穿过锅炉壁5并且终止于位于锅炉内部空间15的排出开口63。在其他实施例中,排出开口63也可以直接位于锅炉壁上,并且排出管62可以设计成比排出漏斗61短或完全省略。在排出漏斗61的相反侧,气体弹簧压力体40以法兰方式与中央本体30连接。在下部中央本体30的下部区域中,在左侧和右侧设置有第一气体供应容器51以及位于相反侧的第二气体供应容器52。在其他实施方式中,容器21和容器22的构造可以更长,即内部容积121和内部容积122的纵横比在5:1至20:1之间。

[0048] 现在结合图1和图2中示出的设备的示意图来描述用于产生压力波的设备的功能。图2以示意性表示的方式示出了图1的一些必要元件。左右两个耐压容器21和耐压容器22布置在中央本体30上,耐压容器21和耐压容器22分别具有第一燃烧室121和第二燃烧室122。在该实施方式中,耐压罐21和耐压罐22是圆柱形的,耐压罐21和耐压罐22在后部区域中以圆柱形具有较大直径的内部空间,即,朝向中央主体30存在通道渐缩。

[0049] 在中央本体30中,设置有活塞70,所述活塞70将在下面的附图中更详细地示出,所述活塞70在所示闭合状态下使室121和室122在彼此的前方分开,并且通过活塞70的其朝向排出漏斗61的前端部72使出口闭合。活塞70通过其上部分71突出到气体弹簧压力体40中,如图3中详细示出的。阀座本身标记有附图标记300。这可以特别地根据图14以及图15A、图15B、图15C中的详细视图来设计,以便随后产生如图16中所示的效果。

[0050] 用于产生高振幅压力波的设备的目的是通过燃烧流体燃料或爆炸物而在第一压力室121和第二压力室122中产生高振幅压力波。该燃料优选地通过混合本身不易燃或不易爆并且被储存在第一气体储存容器51和第二气体储存容器52中的组分而形成。这些气体储存器51和气体储存器52从对应的气体接口57和气体接口58经由外部的气体供应管线53和气体供应管线54供给,气体接口57和气体接口58经由外部的气体供应阀55和气体供应阀56控制。第一气体储存容器51经由第一气体填充管线151和连接在中间的第一气体填充阀153与燃烧室121和燃烧室122连接。如果在第一燃烧室121与第二燃烧室122之间设置有对应的补偿管线,则图2中的仅与一个燃烧室121连接的图示也是可能的。对应地,对于第二气体接口58而言,第二气体储存容器52经由第二气体填充管线152和第二气体填充阀154直接或间接地与燃烧室121和燃烧室122连接。所示出的设计对应于经由两个计量罐填充燃烧室121和燃烧室122,随后流入到设备中。否则,也可以经由孔口直接填充该设备。

[0051] 此外,设置有气体弹簧气体接口47,其中用于气体弹簧40的气体经由气体弹簧供应阀48和气体弹簧供应管线49导入到气体弹簧内部41或气体弹簧内部42中,如图3中示出的。

[0052] 在该实施例中,提及第一气体和第二气体。第一气体例如可以是甲烷或天然气,而第二气体可以是氧气或空气或含氧的空气混合物。在其他实施例中,可流动的可燃材料可能是爆炸性混合物,爆炸性混合物可以是气态、液态、粉末或这些材料的混合物。

[0053] 此外,燃烧室121和燃烧室122与点火设备连接,该点火设备同时触发燃烧室121和燃烧室122中的可燃材料的点火。如果如图6的实施方式那样设置有环形间隙,即如果设置有两个燃烧室121和燃烧室122的容积连接件,那么仅需要一个点火设备。此外,电热塞或火花塞可以用作点火设备。借助于火花塞加强点火,可以提高反应速度,火花塞具有比电热塞更高的点火能量。因此,在燃烧室121和燃烧室122中发生了更快的压力增长。

[0054] 当触发点火时,在燃烧室121和燃烧室122中发生可燃或爆炸性的混合组分的受控燃烧或受控爆炸,这在活塞70上施加压力,并且在那特别是在中间区域75上施加压力,如将结合图3描述的。这导致了活塞70抵抗气体弹簧40的压力而沿活塞70的纵向方向的运动,同时该运动使燃烧室121和燃烧室122与排气漏斗61之间的连接快速打开。

[0055] 在此之前,耐压容器的出口开口通过作为闭合机构的活塞70保持闭合。气体弹簧即使在抵抗燃烧室121和燃烧室122中的可燃元素的填充压力的情况下也允许闭合件保持闭合。只有当压力在可流动混合物点火的情况下增加时,中间区域75上的压力才会增大成使得活塞70被相应地推回。随后,如将结合图3描述的,然后,在燃尽之后,气体弹簧元件还使得活塞70作为闭合机构被推回,并且气体弹簧元件允许通过对室121和室122进行再填充而直接重复该过程。同时,可靠地防止了锅炉中的物质回流到设备中。

[0056] 活塞70如此快速地打开,以致燃烧室121和燃烧室122中的加压混合物在逸出时仍未完全燃烧,使得排出漏斗中的气体混合物继续燃烧,从而产生具有高压峰值的压力脉冲。当使用空气作为除了CH_4或天然气以外的两种介质中的一种介质时,化学反应会在燃烧室121和燃烧室122内部发生,并且所有能量会在设备中转换。然后,在初始压力增长之后,通过活塞70的随后的、即时间延迟的快速打开,将气体释放到大气中。

[0057] 图3以示意性图示示出了用于产生压力波的设备的侧向截面图,该设备具有其对于本发明而言必不可少的部件。

[0058] 第一耐压容器21和第二耐压容器22与插入到它们中的排出漏斗61相邻,所述排出漏斗61具有处于其内端部处的倒圆的阀座接触部65。活塞70的前端部72邻接于该阀座接触部65,所述阀座接触部65被设计为与活塞纵轴线90垂直且同心延伸的水平的基本圆形的接触线,所述前端部72之后是渐缩的活塞区域73。活塞过渡区域75邻接于该渐缩的活塞区域73,在活塞过渡区域75处,活塞的直径增加,以便在活塞71的后端部处具有更大的直径。因此,后部活塞直径171相对于前部活塞直径172更大地设计,特别地,活塞70在其纵向方向上具有面91(如图4中所示),该面91具有足以在点火期间使活塞沿气体弹簧40的方向移动的尺寸。相对于燃烧室121和燃烧室122,气体弹簧40的空腔的直径和高度可以选择成更大的。活塞70通过一系列密封件81和密封件82沿活塞70的纵向方向密封在左耐压容器21的壁与右耐压容器22的壁之间,其中三个密封件81可以是青铜密封件,而置于三个密封件81之间的密封件82是O形环。这些密封件81和82嵌入在活塞70中的凹槽中;这些密封件81和密封件82也可以设置在相对的壁中。

[0059] 活塞因而与耐压容器21和22一起密封地穿过中央本体30,那么活塞70抵靠于气体弹簧压力体40中的前部气体弹簧室空间41密封地突出,前部气体弹簧室空间41通过气体弹簧分隔壁43与后部气体弹簧室空间42分开。在该气体弹簧分隔壁中设置有止回阀44和气体回流开口45。

[0060] 气体弹簧的功能如下。可燃气体混合物的两种组分通过气体填充管线151和152供给到室121和122中。这些气体由图3的示图中未示出的点火设备点燃。由此在过渡区域75上施加压力,该压力克服了抵靠此保持的气体弹簧压力,并且该压力使活塞70移动到前部气体弹簧室41的区域中。为了确保该运动足够快,止回阀44设置在分隔壁43中,分隔壁43立即打开并且迅速地使前部气体弹簧室41与后部气体弹簧室42之间的气压相等,使得在活塞70的初始强烈运动之后,该运动由来自组合的气体弹簧室41和气体弹簧室42的增加的阻力制动。在朝向分隔壁43的方向推回活塞70之后,可燃气体以燃烧或仍在燃烧的形式从排气漏斗61逸出,并且降低了燃烧室121和燃烧室122中的压力。由于气体弹簧分隔壁43中的阀是止回阀44,那么气体弹簧室41、42仅通过直径小得多的气体返回开口45连接。然后,这迫使气体弹簧的气体从后部气体弹簧室42挤回到前部气体弹簧室41中,并且将活塞70推动到其初始位置中,如图3中所示。由气体弹簧供应管线49来补偿任何气体损失。气体弹簧40中的气体可以是空气或诸如N_2之类的惰性气体。

[0061] 图4以三个彼此上下相叠的横截面图4a、图4b和图4c示出了分别沿着相交线IVa、IVb和IVc穿过如图3中所示的设备的三个横截面。活塞70具有有利的圆形横截面。

[0062] 图4a示出了沿着线IVa穿过耐压容器的上壁21、22的横截面,其中示出了围绕活塞70的后部区域71的青铜密封件81。

[0063] 图4b示出了处于燃烧室121、122中并且穿过燃烧室121、122的平行的截面平面,其中该截面平面是沿着燃烧室121和122的空间的上部分中的线IVb截取的截面,其中,活塞70具有后部区域71的直径。

[0064] 然后,图4c示出了沿着线IVc截取的另一截面,该截面平行于图4b的位于空腔的下部区域中的截面,其中,可以直接观察到的是,尽管活塞70的在中央室区域30中的宽度与耐压容器21、22的壁抵接,并且因此在活塞长度上具有保持恒定的宽度,但是沿内部室121、122的纵向定向的方向上的深度设计得较小。因此,此处可以直接观察到的是,在前部活塞

直径172与后部活塞直径171之间存在差异,其中术语活塞直径在此处对应于相对置的燃烧室121、122的纵向方向上的宽度。

[0065] 此处在所有三个附图图4a、图4b和图4c中,排出开口61被示出在附图平面下方。如现有技术文献WO 2010/025574的图3中所示,排出漏斗61尽可能沿中央本体30的另一侧上的延长部的纵向方向与燃烧室121连接,并且作为活塞70的闭合元件垂直于燃烧室121,使得在活塞70被推回时,气体混合物可以沿整个设备的纵向方向直接径直向前逸出。

[0066] 也可以具有布置在图1、图2或图6的燃烧室121和122的平面中的两个、三个、四个或更多个燃烧室,该平面对应于图7的截面平面92,因为在所有情况下,活塞70都垂直于燃烧室的该所提到的布置平面和排出漏斗61。在根据WO 2010/025574的装置中,排出漏斗61与所有燃烧室处于同一平面上,并且排出漏斗61例如可以具有与所有燃烧室相同的角距离。在三个燃烧室的情况下,彼此成90度。与排出漏斗61相对的燃烧室也可以布置得更靠近在一起,使得不必大幅度改变出流方向。

[0067] 图5示出了活塞70的过渡区域75的放大截面。

[0068] 在此可以观察到的是,从活塞的纵轴线90起,存在小于后部活塞直径171的第一直径121。因此过渡区域75在沿纵轴线90投影的截面中形成两个矩形条91,两个矩形条91用作压力传递条。当填充燃烧室121和燃烧室122时,施加在这些条91上的压力不足以抵抗气体弹簧压力将活塞70推回。这会在气体混合物点燃之后突然改变,因为在此可能会出现高达25至30倍的填充压力的压力差,那么该压力差足以在相应调节的气体弹簧张力的情况下将活塞70推回。在示例性实施例中,可燃室具有一公升与两公升之间的容积,在此气体填充压力可以在10bar与30bar之间,例如在15bar与25bar之间。由活塞闭合的环形开口的直径在40mm与15mm之间,特别地在60mm与100mm之间,更特别地为80mm。

[0069] 点火可以以与现有技术文献WO 2010/025574类似的方式来设计,并且因此,点火可例如以电方式进行或通过光点火来进行。

[0070] 图6示出了根据本发明的实施例的用于产生高振幅压力波的另一设备的示意性立体图。在整个说明书中,相同的特征用相同的附图标记来标记。在中央本体30上也布置有两个耐压容器21和22,并且垂直于所述耐压容器设置有气体弹簧压力体40。气体填充管线151和152通向中央本体30,并且点火设备50的供应管线被示出在中央本体30的中央。

[0071] 现在,图7示出了具有竖直截面轴线的根据图6的设备的示意性横截面图。与气体弹簧压力体40的纵轴线相对应的活塞纵轴线90与压力体21和22的水平的中截面平面92相交。为了简化,在图7中在绘制方面省略了中央本体30的元件。耐压容器21和22在下部区域中到达排出漏斗61,其中,排出漏斗61的内端部形成用于活塞70的阀座接触部65。密封线是阀座300上的圆形环。活塞70具有渐缩的下部区域73,接在其后是直径扩大的过渡区域75,该直径扩大的过渡区域75通向后部活塞区域71。此处,活塞70中空地构成。活塞70可以是两件式的,其中下端部可以插入到中空的活塞70中以与阀座65接触。阀座300可以再次如图14所示的那样设计。

[0072] 活塞70的后部区域具有从过渡区域75至活塞70的限定了下部气体弹簧室空间41的上部平坦端面的足够的高度,使得即使将活塞推回到该前部气体弹簧室空间41中,活塞70仍将总是经由下面的密封元件与气体弹簧40的内壁基本上密封地贴靠。在此,根据图7中的实施方式,设置有环绕活塞70的两个青铜导引件81以及布置在导引件81之间的密封0形

环82。以距彼此较大距离的方式布置的导引件81也具有密封功能，并且像O形环82一样，导引件81安装在活塞70中的对应的周向凹槽中。在基本垂直于活塞纵轴线90的气体弹簧分隔壁43中，设置有止回阀44和气体回流开口45。气体回流开口45也可以称为孔口。气体弹簧供应管线47引导至气体弹簧室42的后端部，利用该气体弹簧供应管线47，可以在外部经由气体弹簧气体接口49来填充诸如氮气之类的惰性气体、CO_2或氩气。如果弹簧室42和弹簧室42被充分密封，则气体也可以是空气。

[0073] 图8以截面平面92示出了图6的实施方式。在此，可以观察到的是，活塞70在该中间区域中以距中央本体30的内壁恒定的距离布置，并且在那里存在沿活塞纵轴线方向90延伸的环形间隙123，环形间隙123设计成平衡两个燃烧室121与122之间的压力。因此，在本实施例中，邻近于彼此布置的气体供应管线151和152足以使两种气体或流体混合以燃烧。电热塞或火花塞59布置成延伸到环形间隙123中，居中地位于燃烧室121与燃烧室122之间的环形间隙123中，优选地还位于中央本体的中间高度处，环形间隙123与点火设备的管线50连接。此处设置有孔口或计量阀153和154，以便对燃烧室121和燃烧室122进行直接填充。

[0074] 这种环形间隙123也可以在一侧、即仅在火花塞59的一侧导引，并且这种环形间隙123也可以用在具有两个或更多个其他燃烧室的其他实施方式中。

[0075] 图9示出了根据本发明的实施例的用于产生高振幅压力波的另一设备的示意性立体图。此处，已经提供了关于活塞的纵轴线90对称的布置。特别地，设置有环形的耐压容器25，气体供应管线151和152通向该耐压容器25。该耐压容器25通过其延长部布置在气体弹簧压力体40的下方，并且点火设备供应管线50通过耐压容器25的突出超过气体弹簧本体的部段通向设备的内部。在此，耐压容器25包括以密封方式安置在一起的盖板、底板以及此处的环。也可以布置有彼此叠置的若干个环。

[0076] 图10示出了具有根据图9的设备的竖直截面轴线的示意性横截面图。

[0077] 气体弹簧40以与其他实施例相同的方式形成。与此处已经一起使用的这些其他实施例相比，存在两个主要的结构差异。然而，在附图中未示出的其他实施例中，也可以仅将以下示例中所描述的两个差异中的一个差异与其他实施例组合。

[0078] 与其他实施方式的第一差异在于，设置有环形燃烧室125，该环形燃烧室125完全地包围活塞70。因此，设置有耐压容器25的环形元件，在这种情况下设置有三个环，所述三个环在图9中由于平滑、齐平的外表面而被绘制为一个环。点火设备50的火花塞59通过上壁板密封地插入到环形燃烧室125中。在此处被示出在图10的下方的另一部位处，两个气体供应管线151和152直接引入。换句话说，没有作为定量配给元件的气体储存容器51和52。这在填充期间由孔口153和154控制。

[0079] 其他实施方式与图9和图10中的实施例之间的第二差异在于活塞70的设计。此处，其他实施例的压力面91的投影由活塞70的下侧191形成，该下侧和活塞内侧界定了辅助压力空间95。该辅助压力空间在其下侧与向下渐缩的偏转异型柱96邻接，偏转异型柱96具有均等的内径，下部段通过渐缩的活塞区域173延伸到所述偏转异型柱96中，所述渐缩的活塞区域173相对柱96通过两个青铜密封件81导引。当通过火花塞59点燃从管线151和管线152供应的可燃气体混合物时，环形燃烧室125中的压力如先前示例中那样增加，其中在此，压力可以经由连接间隙126膨胀到辅助压力腔95中。也可以设置有若干个这样的间隙126，优选彼此以规则的角度间隔设置，使得除了通过连接间隙126实现的这些中断之外，偏转异型

件96固定至板或气体弹簧压力体。

[0080] 因此,在点火之后不久,环形燃烧室125的内部压力通过活塞的在辅助压力腔95中突出于芯部的面191作用在活塞70的后端部71的下侧上。因此,施加在该面191上的压力——该压力对应于来自另一实施例的压力面91的投影上的压力——通过增大的辅助压力腔95使活塞70沿其柱96向后移动到前部气体弹簧室41中,其中此处在活塞71的后端部与气体弹簧40的内壁之间还设置有青铜密封件81和O形环82。

[0081] 当活塞70向后移动时,环形燃烧室125与此处未示出的排气漏斗61之间的连接打开,排气漏斗61的特征在于柱96和阀座65下方的距离。此外,在这种情况下,存在于环形燃烧室空间125中的介质燃烧或爆炸的压力作用在后退的活塞70上。

[0082] 图11示出了具有下述特征的设备的竖直截面轴线90的示意性横截面图:该设备部分地对应于根据图6的设备并且部分地对应于图9和图10的那些设备。

[0083] 涉及根据图1和图6的实施方式的活塞70,所述活塞由环形燃烧室125包围,如图9和图10中的实施方式所示。因此,在此环形间隙123加宽到环形室空间125,并且代替两个相对的燃烧室121和燃烧室122,仅存在一个圆柱形燃烧室,该圆柱形燃烧室具有作为芯部的活塞70。在其他方面,通过施加在过渡区域75上的燃烧气体混合物的压力,以完全相同的方式来解决推回活塞70的功能。在图11中,气体弹簧压力体被示出为具有环形的(如果将插入的活塞70视为中央元件)或其他情况下圆柱形的燃烧室125的盖的一体式元件。当然,这也可以是若干个以法兰形式连接在一起的元件。对于此处的图示而言重要的是,包围活塞70的后部段的壁具有突出到燃烧室125的内部空间中的延长部196。此处设计为环形的这些延长部196对应于来自图10的柱96,并且用于进一步导引活塞70。延长部196还可以与嵌入到活塞70中的相应的青铜环81相对。换句话说,在更长的长度上导引活塞70是有利的,并且这可以通过在中间导引的柱或通过环形或环段形的延长部96来实现。

[0084] 活塞70本身可设计为中空的以减轻重量,其中,所述活塞在纵向方向90上朝前敞开,或者活塞也可以由实心材料制成,特别是由钢制成,或者活塞可以是中空的并且具有从前方插入的塞子、特别是旋入的塞子。活塞70也可以形成用于阀座65的密封表面。

[0085] 图12示出了具有气体弹簧140的另一实施方式的竖直截面轴线90的示意性横截面图,其中,具有活塞70和火花塞59以及此处未示出的燃烧室和排气漏斗的设备的较宽区域可以类似或相同地设计。与气体弹簧40的主要差异在于,止回阀44的在压力体外部的外部旁路以及气体回流开口45的在压力体外部的外部旁路。因此,两者均未在两个室41与42之间的气体弹簧分隔壁43的内部导引,而是具有外部阀144和外部阀145。这些孔口或控制阀144和145与标记为150的控制线连接,该控制线也与点火设备连接。此处,管线150不表示直接的电线或其他直接的电气控制线,而是示意性地表示控制信号从附图中未示出的控制单元传递至火花塞59以及阀144和阀145,使得这些切换件具有对应的时间延迟。在点火之后,止回阀44首先通过阀144连续地切换,可选地,稍有延迟,以便在最初通过前部气体弹簧室41中快速增长的压力来制动活塞的运动,并且在打开之后与后部气体弹簧室42快速地实现压力平衡。在此,用于回流开口45的阀145闭合。阀145也可以提前打开,因为阀145仅还允许少量气体沿相反方向通过。此后,当所有气体燃尽并且因此来自室41和42的压力应当驱动活塞返回时,打开孔口145并且闭合阀144。利用这种受控阀,也不再需要将元件44和元件45设计为止回阀或孔口板;元件44和元件45也可以是简单的管线。

[0086] 最后,图13示出了具有气体弹簧240的另一实施方式的竖直截面轴线90的另一示意性横截面视图,所述气体弹簧同样可以插入到例如根据图1、图6、图10或图11的设备中。此处,止回阀244为四重,而气体回流开口45位于气体弹簧中间壁43中,如在其他实施方式中那样。经由对应的单独的管线243与后部气体弹簧室空间42连接的四个止回阀244的布置产生了与后退的活塞70共同作用的附加功能。四个止回阀244的单独的孔口246的布置以一定间隔沿着活塞纵轴线90设置成彼此叠置(不一定彼此直接叠置,但是也可以以一定角距离彼此横向偏移),以便从下方开始逐渐移动的后退的活塞70使开口246一个接一个地中断,并且因此使从前部气体弹簧室41与后部气体弹簧室42之间的连接件至止回阀244的连接中断。因此,随着活塞行程增加,即随着活塞70移动回到气体弹簧240中,经由止回阀244的在前部弹簧室41与后部弹簧室42之间的气压补偿逐渐减小,从而导致活塞70在前部气体弹簧室41中的制动更柔和,而不需要更复杂的阀控制。止回阀244的闭合是纯机械的。

[0087] 上面结合图1至图13所示的实施例中的所有实施例均可以附加地或专门地设计有结合图14所说明的阀座300,该阀座的功能在穿过图15A至图15C中的阀座300的横截面的详细视图中进行说明,并且图16中示出了作用在活塞70上的力曲线随时间变化的测量结果。

[0088] 图14示出了具有其他特征的阀座300的实施例的活塞70的外壁172的截面图。在此,图14中的外壁贴靠在气体弹簧压力体40的相对的壁处;所述外壁也可以贴靠在导引柱96处。在这种情况下,阀座300由排气漏斗61的配合面向下支撑。排气漏斗61与气体弹簧压力体40之间是通向第一燃烧室121的开口。代替排气漏斗61的上部分,也可以存在限定的配合面,该配合面例如分配给耐压容器21、22。图14中的视图在上活塞端部由活塞表面170封闭,活塞表面170垂直于前部活塞直径172的侧壁,并且在活塞表面170上方设置有(前部)气体弹簧室空间41。该设计在此可以用于图2、图3、图7、图10、图11中的实施例。此处示出类似于图10的实施例的实施例,在图10中,设置有辅助压力腔95,其中,凸缘面191是用于移动活塞70的压力面。

[0089] 在阀座300上绘制有线301,指示了距活塞直径172的侧壁的距离。这是属于弯曲部R2的距离,该距离从侧壁172到内部活塞座壁302,该距离可以在图15A至图15C的细节视图中更好地观察到。该内部活塞座壁302与外部或壳体侧的阀座壁303相对置。此处重要的是,两个壁203和303相对于活塞运动轴线305基本上具有大约45度的角度,在未示出的其他实施例中,具有30度和60度之间的角度,两个壁203和303彼此不平行而是具有角度304,该角度在图14的实施例中规定为1度,但是也可以形成在0.5度至5度之间、特别是在1度至3度之间。

[0090] 打开角度304的顶点位于线301与相对置的外部的壳侧的壁303的交点处,该线301指示活塞70的弯曲的结束,并且在那里以圆环形式将外部排气漏斗室306从(此处示出的)第一燃烧室121封闭,但是当然也相对于第二燃烧室122封闭。

[0091] 阀座300的这种设计按活塞在图15A(起始为0.5mm)、图15B(打开1mm)、图15C(2mm的通畅通道)中行进的爆炸状开口的时间顺序示出,其中参考图16中所示的力比来进行。箭头311、312、313、314和315在图14和图15C中示出(由于空间条件,仅在图15C中示出)。这些箭头代表它们所位于的整个面。如果存在的话,这些箭头是可选的预燃室面311、静态辅助面312、动态辅助面313、活塞内面314和与所有这些面完全相对置的气体弹簧表面315。

[0092] 可选的预燃室面311是辅助室压力腔95中的凸缘延长部。静态辅助面312是由图14

中的距离301和前活塞端部处的对应于其的半径R2形成的弯曲表面,那么在数学意义上,该弯曲表面平滑地过渡到内部活塞座壁302中。动态辅助面313如此指定是因为通过角度304使两个壁302和303朝向排出漏斗腔306的方向彼此偏离开,并且因此该面动态地发展。此处,箭头313应当按从内边缘开始到靠近于箭头312的顺序绘制。最后,内表面314被绘制在中空活塞的凹陷部中,但是也可以被绘制在活塞的下端部处。气体弹簧表面315设置成与内表面314完全相反。

[0093] 图16在Y轴上示出了相对于X轴上的时间的作用在活塞70上的力。辅助压力腔95及其面311的基本作用由线411标记。因此,0线与线411之间的面511是预燃室作用面的关键指标。线412示出了附加力效果,该附加力效果由箭头312处的倒圆面产生,并且该附加力效果由线411与线412之间的面512标记。

[0094] 该力增长,直至活塞70在时间点520处抬离阀座为止。然后,动态表面313开始起作用并且产生由线413标记的助力,其中该效果通过位于线412与线413之间的面513标记为力的增加。片刻之后且稍有延迟,气体弹簧40的反作用开始起作用,气体弹簧40的力效果标记为线415。

[0095] 当如图15A至15C中所示的偏离间隙已经扩宽到如图15C中所示的通道时,被称为助力的力的增加在助力曲线413于稍晚的时间点521处反转时的时间点处结束。这并不意味着在此有2mm宽的槽,这取决于阀座的深度,即取决于从(由线/箭头301所描述的)倒圆的R2至排出漏斗空间306的起点的距离。在时间点521处,线414与线413在下行区域中分开。

[0096] 利用线414和区域415中的对应的力效果,在下行区域中加上活塞室的排空,其中在总和中,特征线419随后形成为总线并且以与气体弹簧线相反的节拍摆动。总之,阀座的几何形状对活塞的打开性能有积极影响。在打开期间,最窄的横截面从外向内径向地移位,使得小的投影面在闭合状态下是有利的,这防止了意外打开。在所示的实施例中,预燃室95确保在期望的时间处的初始打开。然而,可以通过在主室空间121中设置面191(即,没有单独的点火,类似于图10中的实施例)来替换该辅助室,使得面511对应于主室的初期点火。

[0097] 因为最窄的横截面从外向内径向地移位,所以在初始打开之后作用面的扩大会直接导致活塞运动的助力效果,这在图15A至图15C中以初始打开运动示出。

[0098] 附图标记列表

[0099]	5	锅炉壁	59	火花塞
[0100]	10	设备	61	排出漏斗
[0101]	15	锅炉内部空间	62	排出管道
[0102]	21	右耐压容器	63	排出开口
[0103]	22	左耐压容器	65	阀座接触部
[0104]	25	环形压力容器	70	活塞
[0105]	30	中央本体	71	活塞的后端部
[0106]	40	气体弹簧压力体	72	活塞的前端部
[0107]	41	前部气体弹簧室	73	渐缩的活塞区域
[0108]	42	后部气体弹簧室	75	活塞过渡区域
[0109]	43	气体弹簧间隔壁	81	青铜密封件
[0110]	44	止回阀	82	O形环

[0111]	45	气体回流开口	90	活塞的纵轴线
[0112]	47	气体弹簧气体接口	91	压力面的投影
[0113]	48	气体弹簧供给阀	92	水平平面
[0114]	49	气体弹簧供应管线	95	辅助压力腔
[0115]	50	点火设备	96	导引柱
[0116]	51	第一气体储存容器	121	第一燃烧室
[0117]	52	第二气体储存容器	122	第二燃烧室
[0118]	53	第一外部气体供应管线	123	燃烧室环形间隙
[0119]	54	第二外部气体供应管线	125	环形燃烧室
[0120]	55	第一气体供应阀	126	渐缩的柱
[0121]	56	第二气体供应阀	140	气体弹簧
[0122]	57	第一气体接口	144	止回控制阀
[0123]	58	第二气体接口	145	回流控制阀
[0124]	151	第一气体填充管线	305	活塞运动轴线(打开)
[0125]	152	第二气体填充管线	306	排出漏斗腔
[0126]	153	第一气体填充阀	311	预燃室面
[0127]	154	第二气体填充阀	312	静态辅助面
[0128]	170	活塞表面	313	动态辅助面
[0129]	171	后部活塞直径	314	活塞内面
[0130]	172	前部活塞直径	315	气体弹簧面
[0131]	173	渐缩的活塞区域	411	预燃室作用线
[0132]	175	活塞凸缘过渡部	412	静态面效果线
[0133]	191	凸缘面	413	助力作用线
[0134]	196	环形导引延长部	414	活塞排空线
[0135]	240	气体弹簧	415	气体弹簧作用线
[0136]	243	连接管线	419	总线
[0137]	246	管线口	511	预燃室作用面
[0138]	300	阀座	512	静态作用面
[0139]	301	指示弯曲结束的线	513	助力作用面
[0140]	302	内部活塞座壁	514	活塞排空作用面
[0141]	303	外壳体侧的阀座壁	520	活塞打开时间点
[0142]	304	302与303之间的角度	521	活塞座打开时的通道

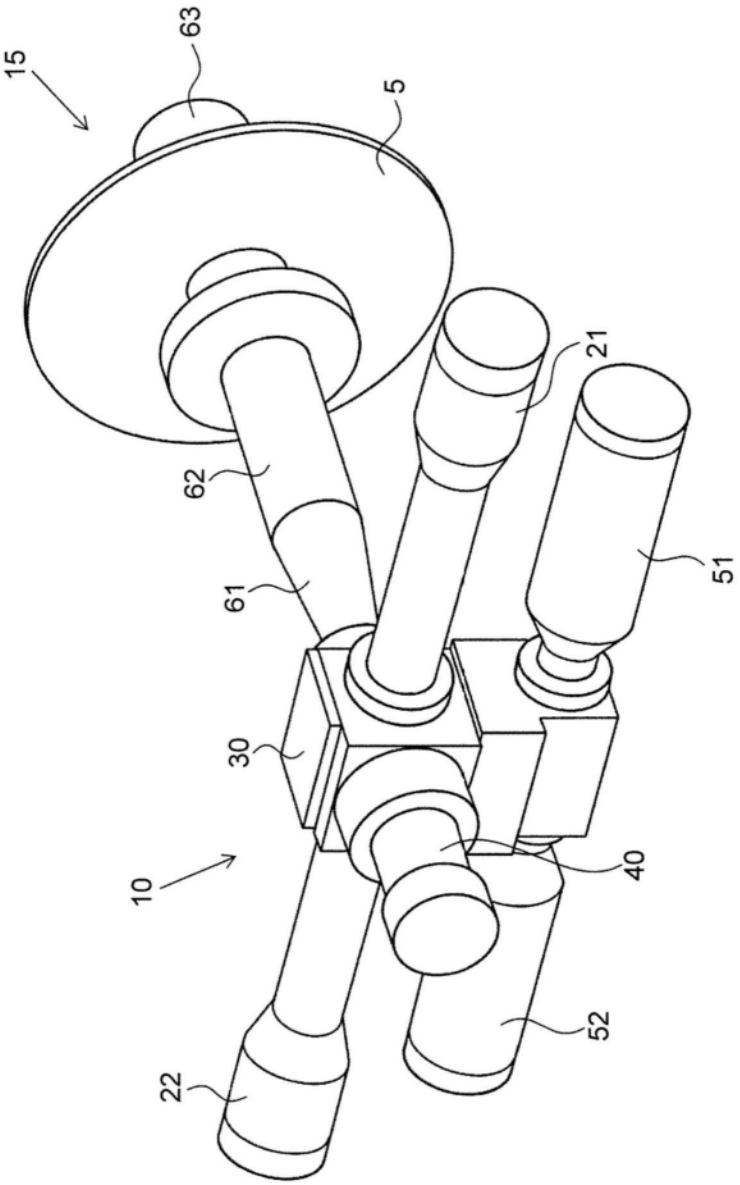


图1

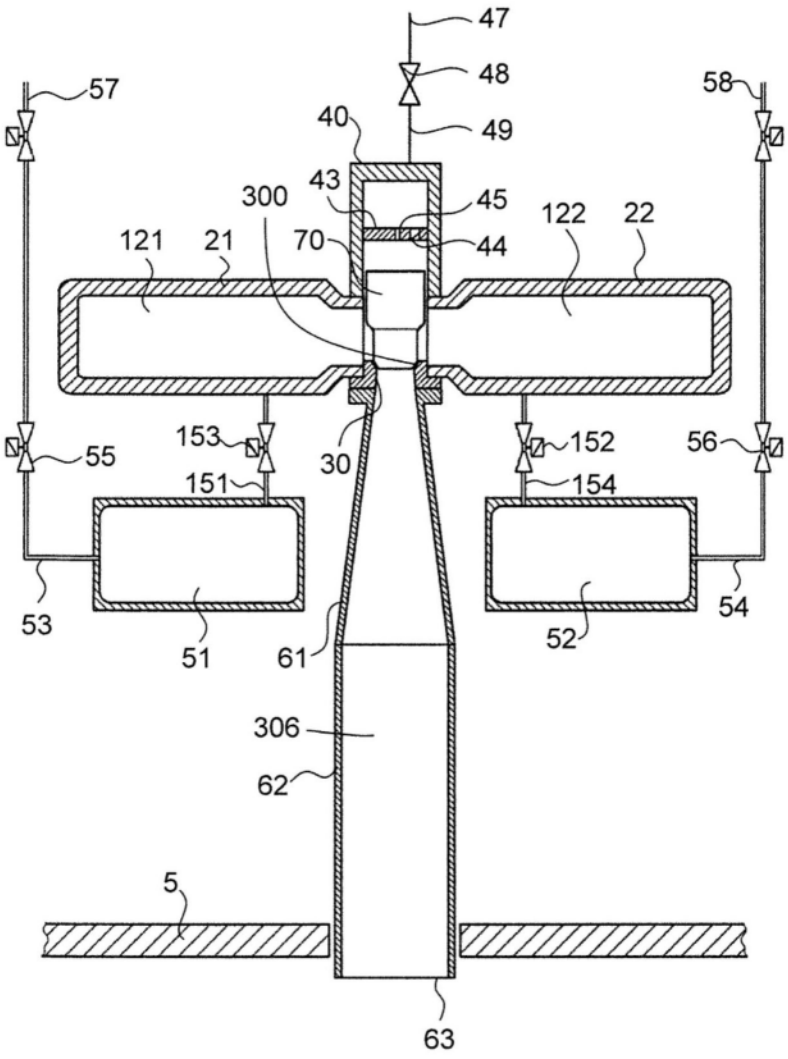

47
48
49
57
58
40
43
300
45
122
22
121
21
70
44
153
152
56
55
30
151
154
53
54
51
61
52
306
62
5
63

图2

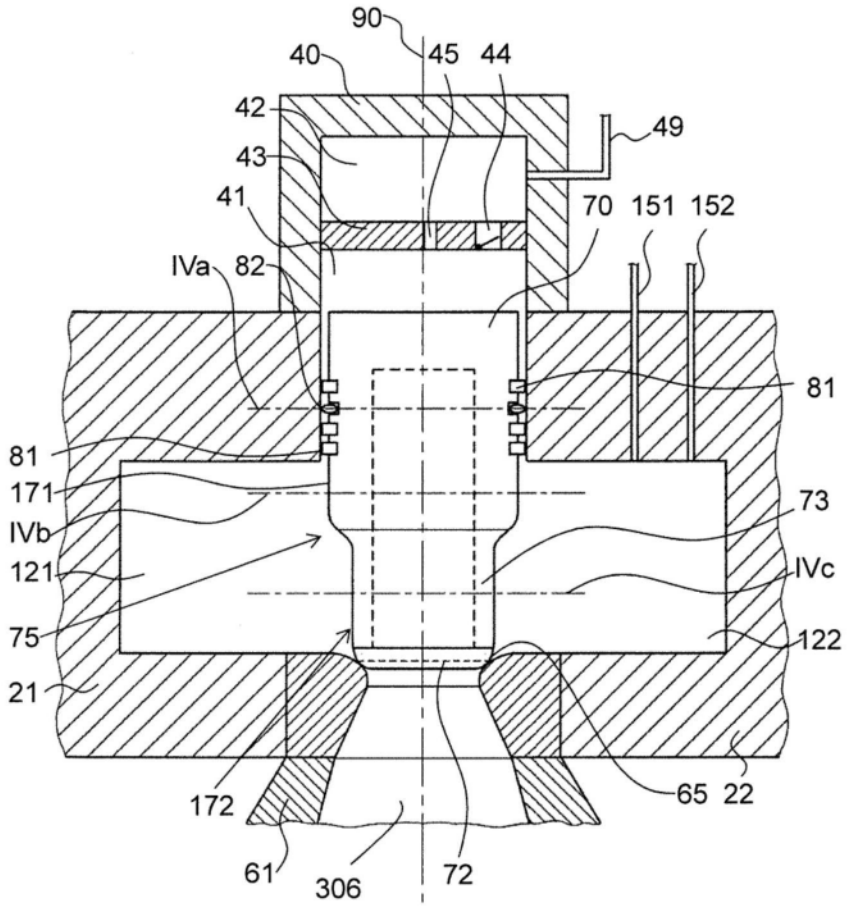

90
40
45
44
42
49
43
41
70
151
152
IVa
82
81
81
171
73
IVb
121
IVc
75
122
21
172
65
22
61
306
72

图3

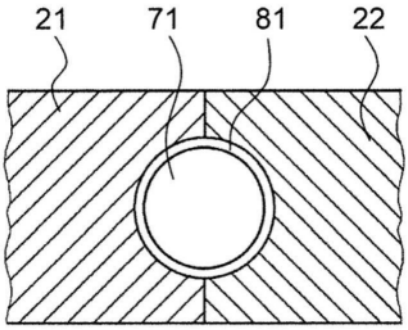

21
71
81
22

图4A

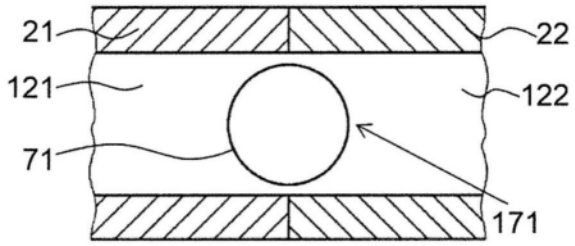


图4B

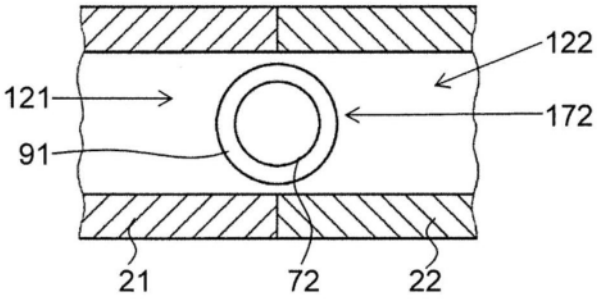


图4C

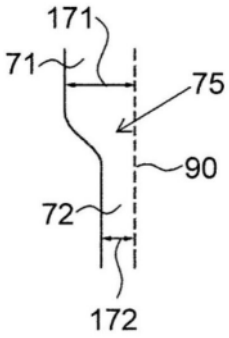


图5

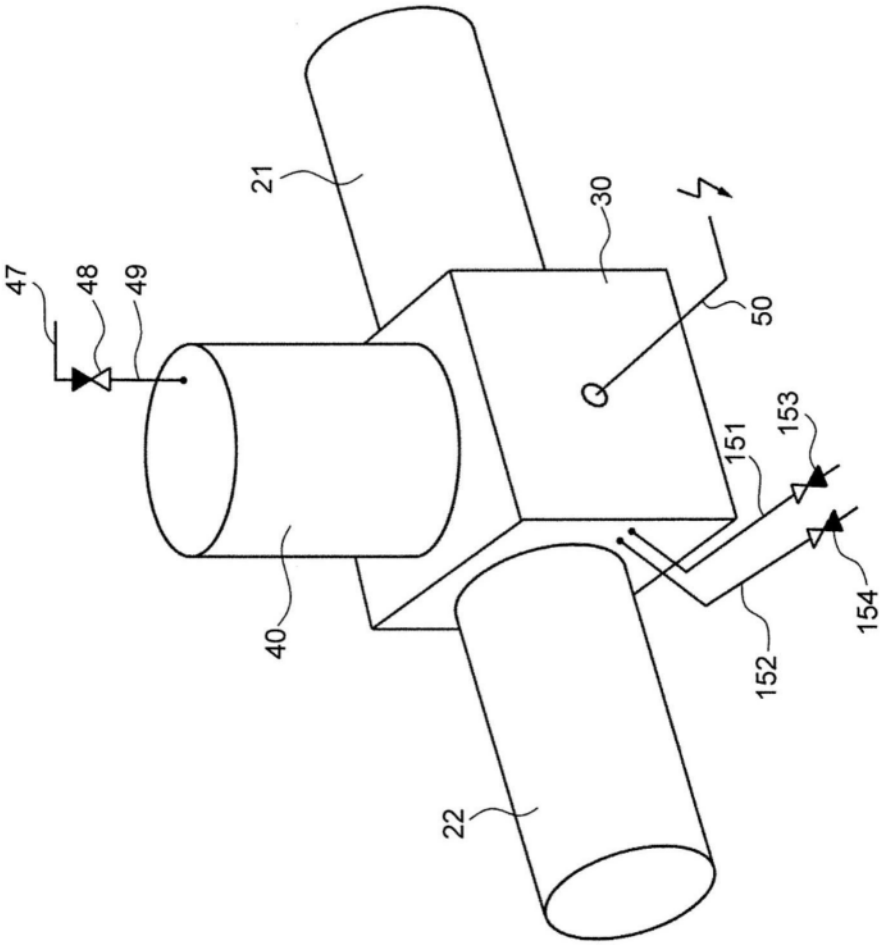


图6

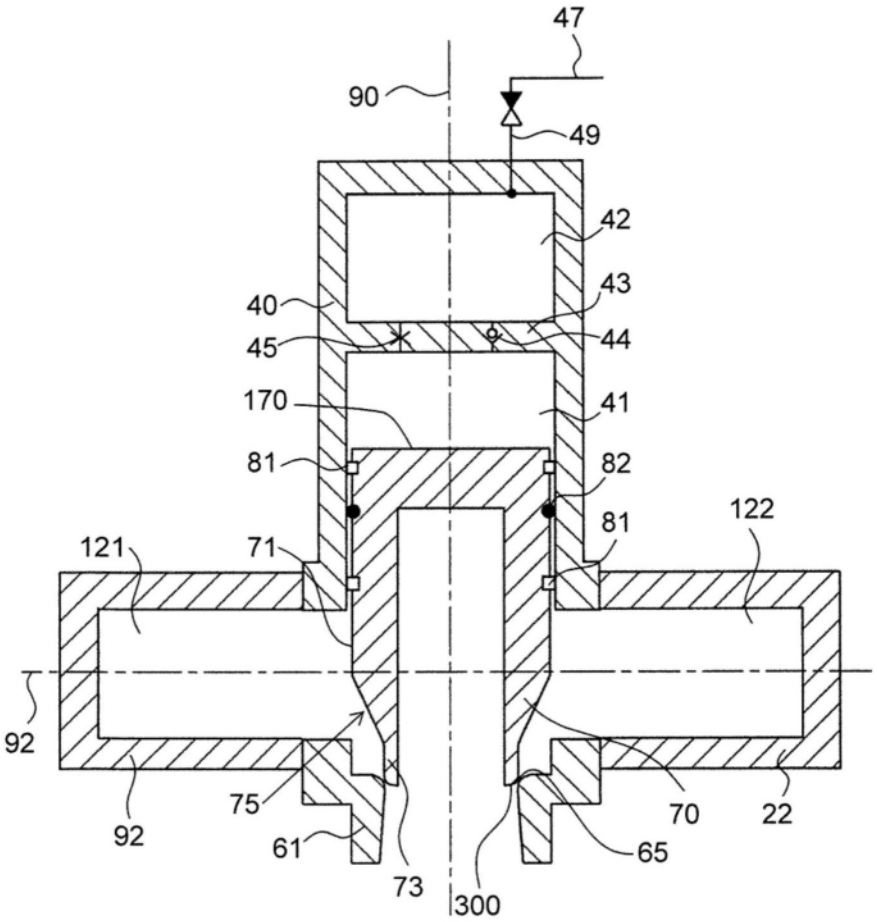

47
90
49
42
43
40
45
44
170
41
81
82
81
122
121
71
92
92
75
61
73
300
70
22
65

图7

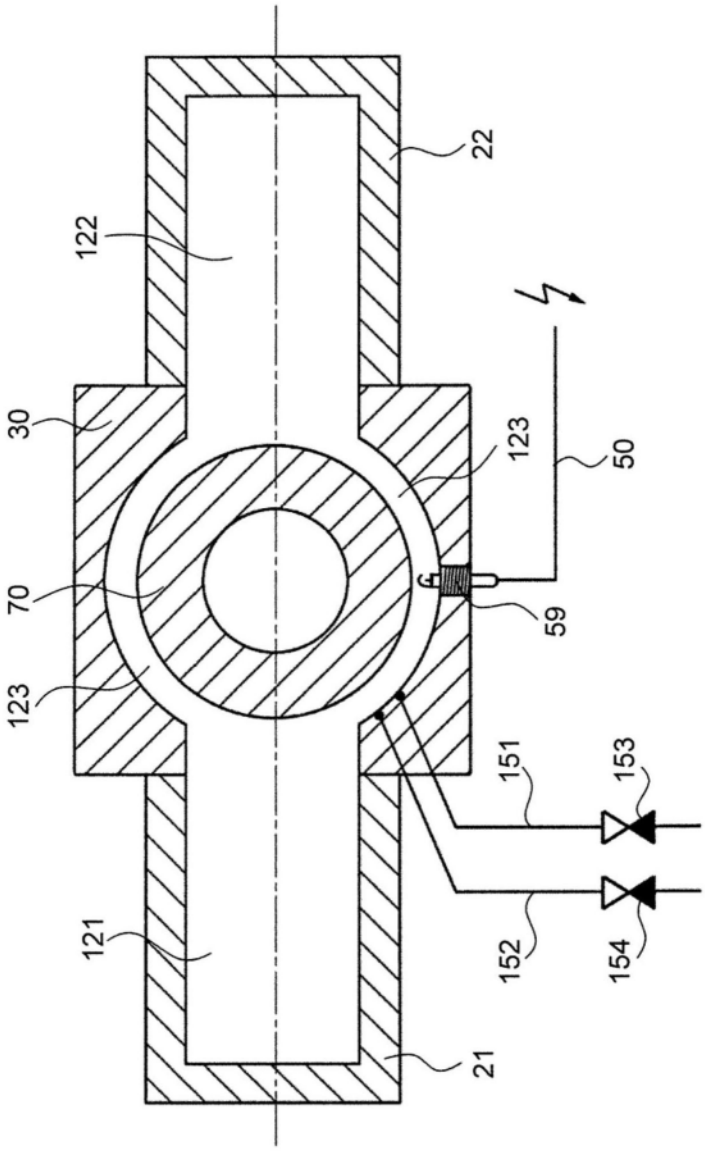


图8

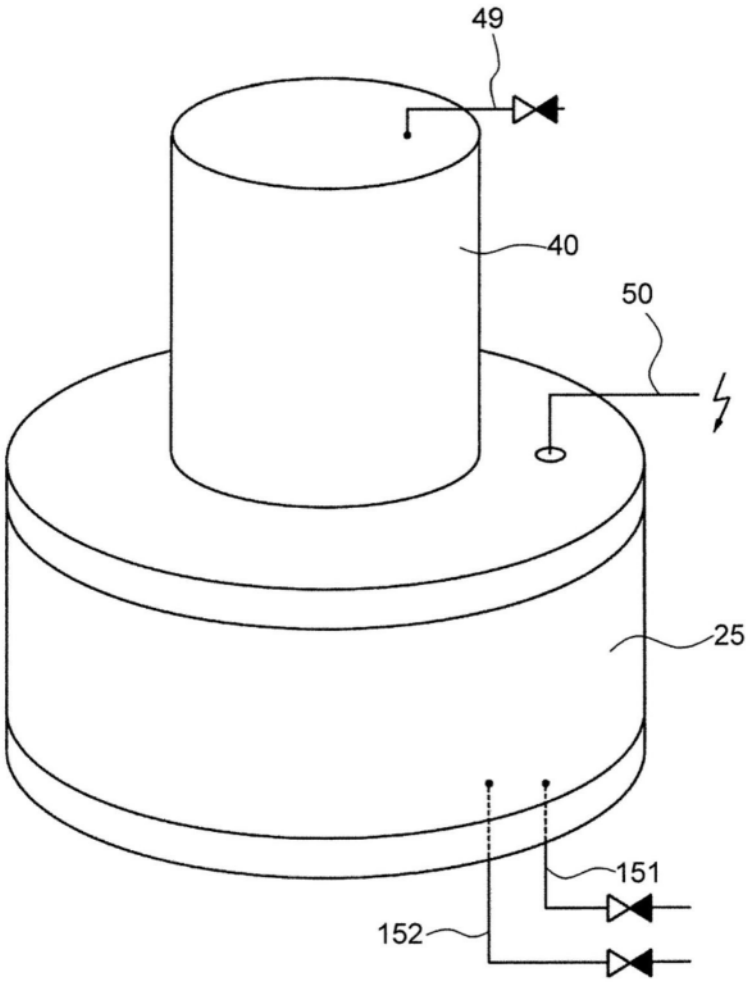


图9

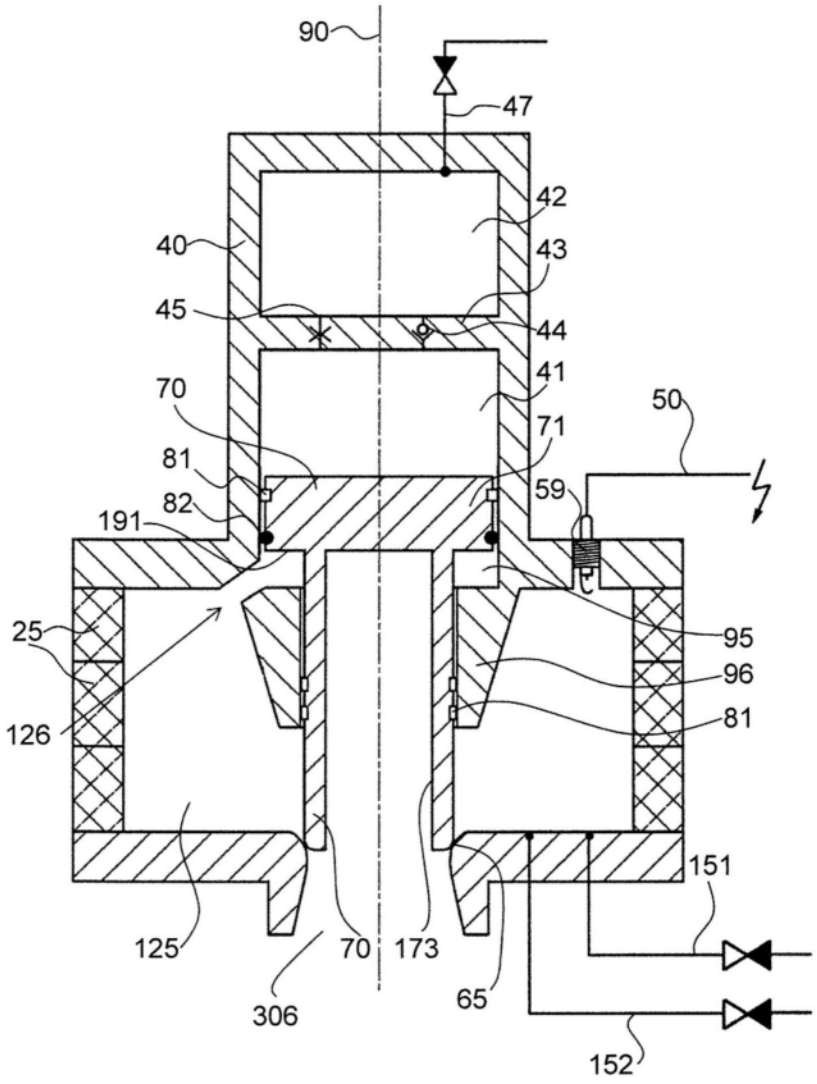

90
47
42
40
43
45
44
41
70
50
71
81
59
82
191
25
95
96
126
81
151
125
70
173
65
306
152

图10

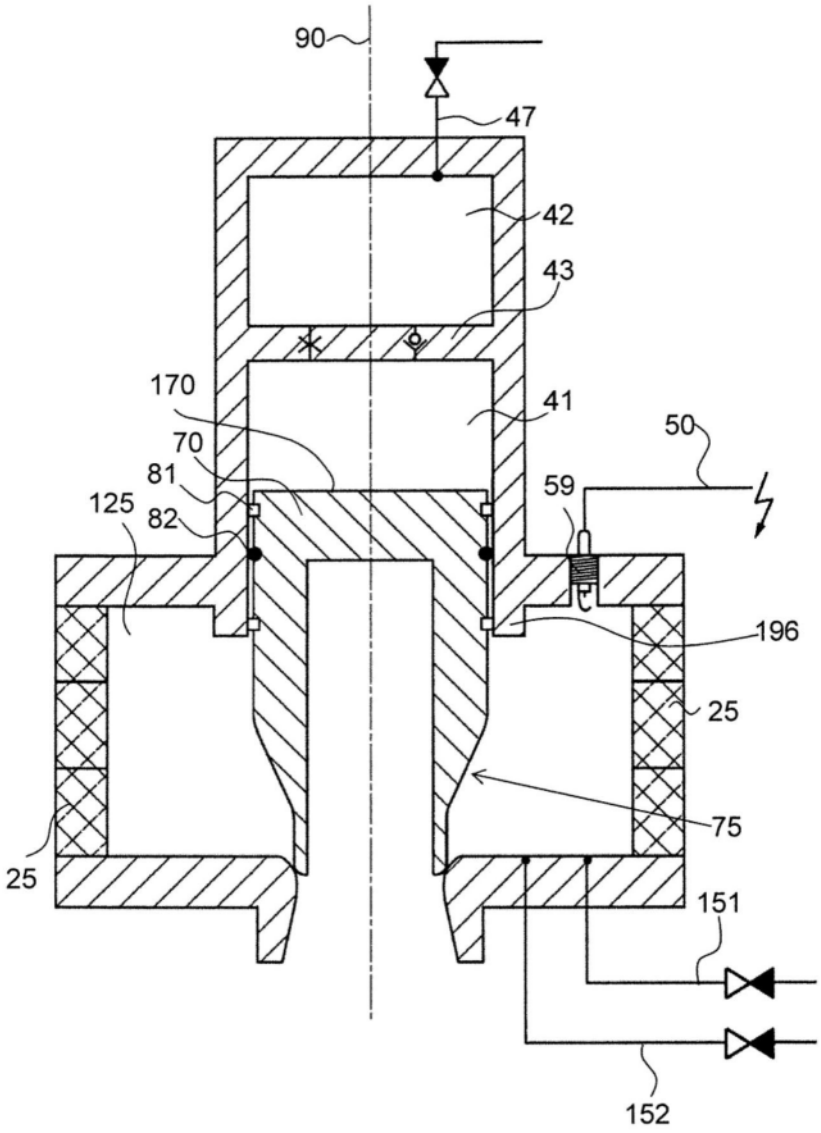


图11

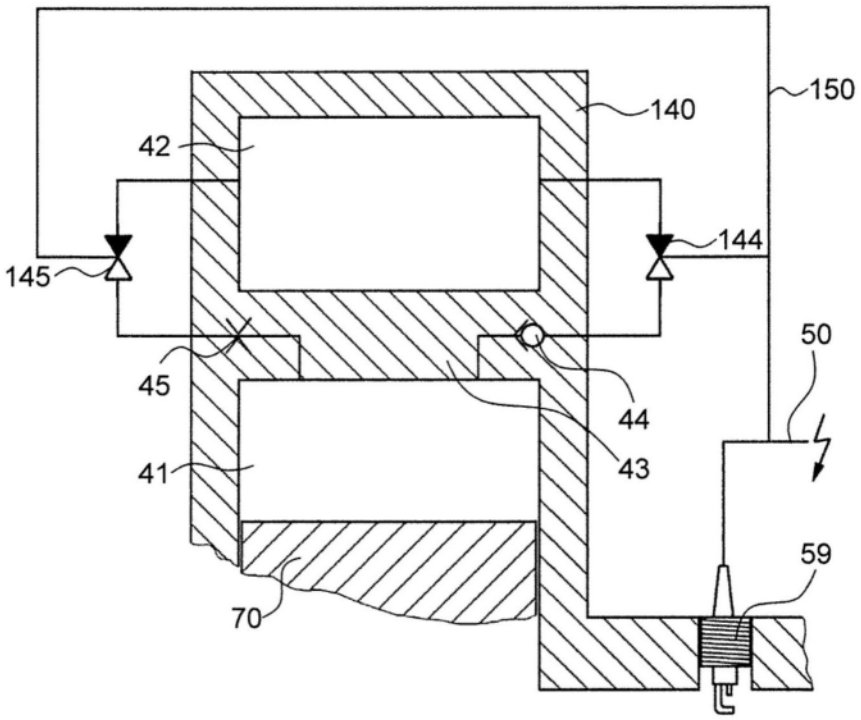


图12

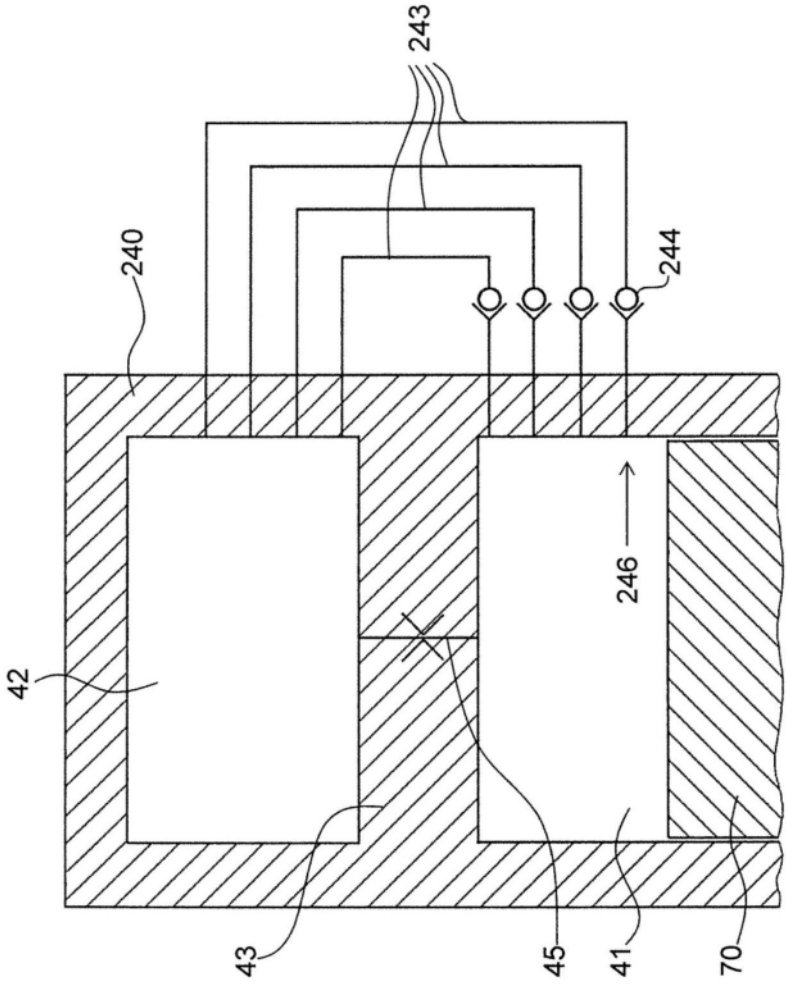


图13

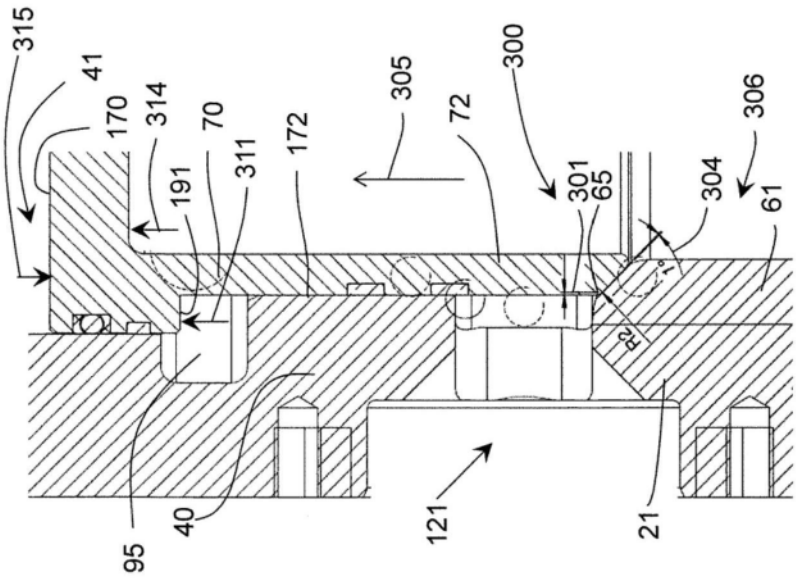


图14

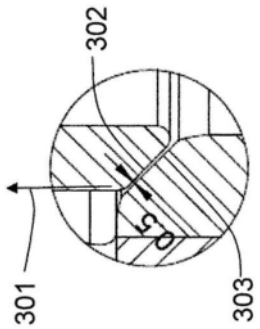


图15A

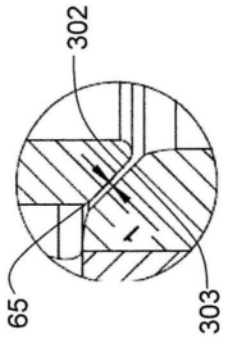


图15B

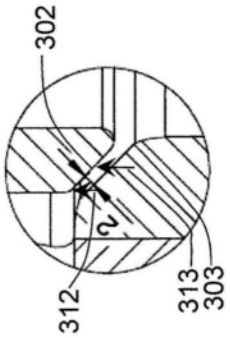

302
312
313
303

图15C

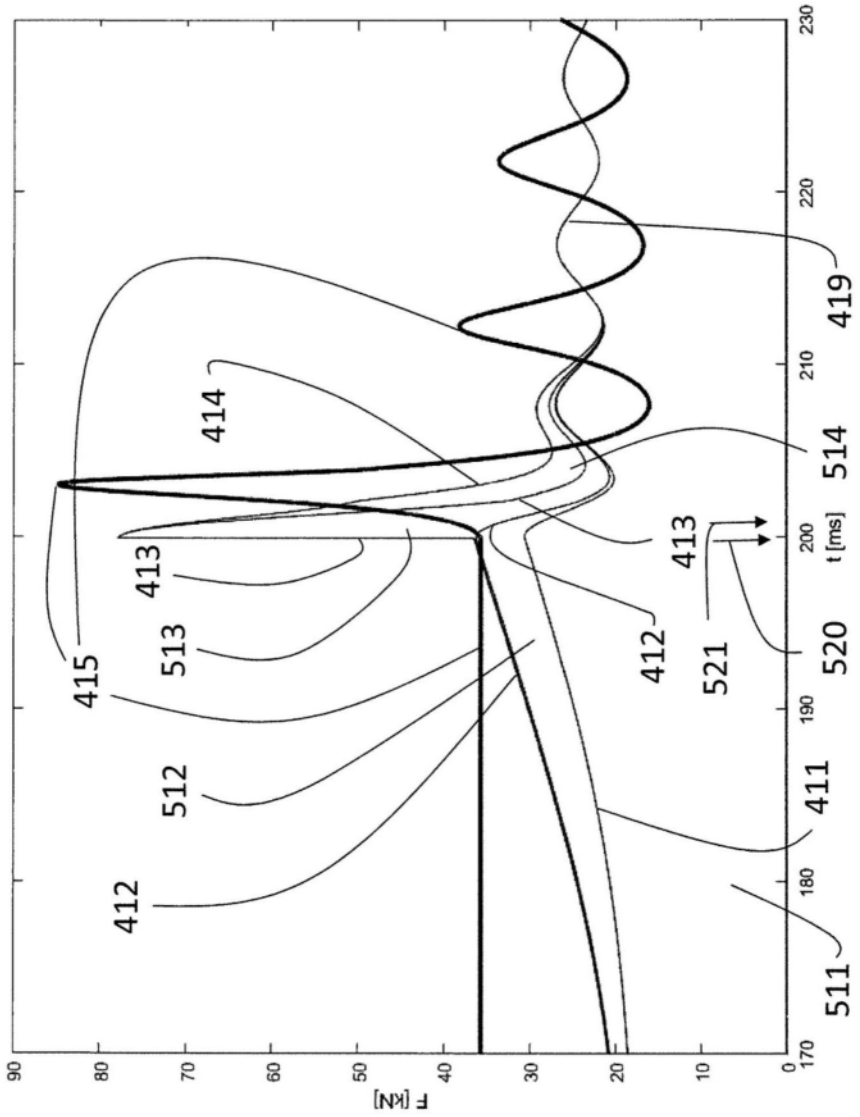

F [kN]
t [ms]
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
230
220
210
200
190
180
170
415
513
512
412
413
414
419
514
412
413
521
520
411
511

图16