



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1776214 B

(45) 授权公告日 2010.08.25

(21) 申请号 200510112869.6

CN 1447020 A, 2003.10.08, 全文.

(22) 申请日 2005.10.19

US 2003/0201346 A1, 2003.10.30, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 谭凯

B02004A000649 2004.10.20 IT

(73) 专利权人 玛涅蒂玛瑞利动力系公开有限公司

地址 意大利博勒蒂

(72) 发明人 法比奥·切尔诺亚

卢卡·卡尼奥拉蒂

马西莫·马蒂奥利

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 徐谦 杨红梅

(51) Int. Cl.

F02M 51/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6373363 B1, 2002.04.16, 全文.

US 5769391 A, 1998.06.23, 全文.

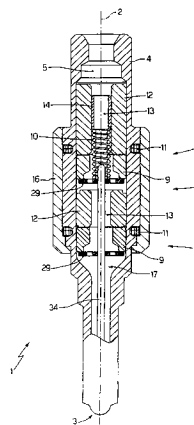
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

带有柱塞电磁激励的燃料喷射器

(57) 摘要

一种燃料喷射器 (1), 提供有: 喷射喷口 (3), 喷射阀 (7), 后者具有用于调节通过喷射喷口 (3) 的燃料流的可动柱塞 (17); 以及电磁激励器 (6), 其能够在喷射阀 (7) 的闭合位置和打开位置之间移动柱塞 (17), 并具有电磁体 (8) 对, 每个所述电磁体 (8) 具有线圈 (11)、固定磁性电枢 (12) 以及可动电枢 (9); 在喷射器 (1) 的管状支撑体 (4) 的外表面生成有两个环形槽 (15), 其每个中缠绕有电磁体 (8) 的对应线圈 (11)。



1. 一种燃料喷射器 (1), 包括:  
喷射喷口 (3);  
喷射阀 (7), 提供有可动柱塞 (17) 以便调节通过所述喷射喷口 (3) 的燃料流;  
电磁激励器 (6), 用于在所述喷射阀 (7) 的闭合位置与打开位置之间移动所述柱塞 (17), 并提供有至少一个电磁体 (8), 该电磁体 (8) 包括线圈 (11)、固定磁性电枢 (12) 以及机械连接到所述柱塞 (17) 的可动电枢 (9);  
弹簧 (10), 其趋于将所述柱塞 (17) 保持在所述闭合位置; 以及  
支撑体 (4), 具有管状形状并提供有中央通道 (5), 所述中央通道 (5) 容纳所述固定磁性电枢 (12) 和所述可动电枢 (9);  
所述喷射器 (1) 特征在于所述电磁激励器 (6) 包括两个电磁体 (8), 每个电磁体与另一电磁体 (8) 磁性独立并且包括: 线圈 (11), 与所述另一电磁体 (8) 的线圈 (11) 分离; 固定磁性电枢 (12), 与所述另一电磁体 (8) 的固定磁性电枢 (12) 分离; 以及可动电枢 (9), 与所述另一电磁体 (8) 的可动电枢 (9) 分离并机械连接到所述柱塞 (17); 所述支撑体 (4) 具有环形槽 (15) 对, 所述环形槽彼此间隔开并被制造在所述支撑体 (4) 的外表面上; 并且每个电磁体 (8) 的所述线圈 (11) 直接缠绕在相应的环形槽 (15) 内。
2. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中所述槽 (15) 具有弧形横截面。
3. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中所述线圈 (11) 由涂以釉并提供有自接合清漆的传导线构成。
4. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中所述线圈 (11) 以及因此所述槽 (15) 具有基本上正方形的横截面。
5. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 还包括保护体 (16), 所述保护体 (16) 为管状并且在所述线圈 (11) 的水平绕所述支撑体 (4) 设置。
6. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中第一电磁体 (8) 的可动电枢 (9) 具有比第二电磁体 (8) 的可动电枢 (9) 的有效冲程短的有效冲程。
7. 根据权利要求 6 的喷射器 (1), 其中, 为了限制所述第一电磁体 (8) 的可动电枢 (9) 的有效冲程, 所述电枢 (12) 的下表面或所述可动电枢 (9) 的上表面覆盖有硬且非铁磁性的金属材料层。
8. 根据权利要求 7 的喷射器 (1), 其中, 为了限制所述第一电磁体 (8) 的可动电枢 (9) 的有效冲程, 所述电枢 (12) 的下表面或所述可动电枢 (9) 的上表面覆盖有铬层。
9. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中, 所述柱塞 (17) 终止于基本上为球形的塞头 (20) 中, 所述塞头 (20) 能够以密封方式靠着阀座 (18) 放置。
10. 根据权利要求 9 的喷射器 (1), 其中所述阀座 (18) 由密封构件 (19) 限定, 所述密封构件 (19) 在所述塞头 (20) 的水平提供有环形导引构件 (21); 所述塞头 (20) 具有若干展平部分 (22), 以便产生朝向所述喷射喷口 (3) 的所述燃料的若干通路。
11. 根据权利要求 9 的喷射器 (1), 其中所述喷射喷口 (3) 由多个喷射通孔 (23) 限定, 所述喷射通孔 (23) 被制造为自喷射室 (24) 开始, 所述喷射室设置在所述阀座 (18) 的紧接下游。
12. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中所述可动电枢 (9) 包括环形构件 (25) 和圆盘形构件 (26), 所述圆盘形构件 (26) 闭合所述环形构件 (25) 的底部, 并具有能够容纳所述柱

塞 (17) 的部分的中央通孔 (27) 和能够允许所述燃料流向所述喷射喷口 (3) 的多个周边供应通孔 (28)。

13. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中所述可动电枢 (9) 具有朝向所述喷射喷口 (3) 的所述燃料通道的至少一个供应通孔 (28), 并提供有与所述供应通孔 (28) 耦合的液压型反回弹装置 (29)。

14. 根据权利要求 13 的喷射器 (1), 其中所述液压型反回弹装置 (29) 包括阀元件 (30), 所述阀元件 (30) 与所述可动电枢 (9) 的供应通孔 (28) 耦合并依赖于通过所述供应通孔 (28) 的所述燃料通道自身的方向而具有对所述燃料通道的不同的渗透率。

15. 根据权利要求 14 的喷射器 (1), 其中所述阀构件 (30) 包括弹性片 (31), 所述弹性片 (31) 在所述相应供应通孔 (28) 的仅一侧部分地固定到所述可动电枢 (9) 的下表面 (32), 并包括与所述供应通孔 (28) 对准的较小尺度的孔 (33)。

16. 根据权利要求 1 的喷射器 (1), 其中所述柱塞 (17) 包括机械连接到所述可动电枢 (9) 的伸长杆 (34) 以及能够以密封方式与所述喷射阀 (7) 的阀座 (18) 啮合的塞头 (20); 所述柱塞 (17) 的杆 (34) 为高挠性并具有在  $0.3$  与  $4\text{N/mm}^2$  之间的挠性参数  $P_f$ 。

17. 根据权利要求 16 的喷射器 (1), 其中所述挠性参数  $P_f$  在  $0.4$  与  $0.8\text{N/mm}^2$  之间。

18. 根据权利要求 16 的喷射器 (1), 其中所述挠性参数  $P_f$  大约为  $0.6\text{N/mm}^2$ 。

19. 根据权利要求 16 的喷射器 (1), 其中所述塞头 (20) 为基本上球形。

20. 根据权利要求 19 的喷射器 (1), 其中所述挠性参数  $P_f$  使用以下等式计算:

$$P_f = K_{eq}/D_h$$

其中:

$P_f[\text{N/mm}^2]$  为所述挠性参数;

$D_h[\text{mm}]$  为所述塞头 (20) 的直径;

$K_{eq}[\text{N/mm}]$  为所述杆 (34) 的等效刚度。

21. 根据权利要求 20 的喷射器 (1), 其中所述杆 (34) 的等效刚度  $K_{eq}$  是在以下假设下定义的: 假设所述杆 (34) 在一端固定而在相对端受到力  $F$ , 以便通过在其自由端的偏转  $f$  使所述杆 (34) 弯曲; 在上述情况下, 所述杆 (34) 的等效刚度  $K_{eq}$  使用以下等式计算:

$$K_{eq} = F/f$$

其中:

$K_{eq}[\text{N/mm}]$  为所述杆 (34) 的等效刚度;

$F[\text{N}]$  为施加到所述杆 (34) 的自由端的力;

$f[\text{mm}]$  为所述杆 (34) 的自由端的偏转。

## 带有柱塞电磁激励的燃料喷射器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种带有柱塞 (plunger) 电磁激励的燃料喷射器。

### 背景技术

[0002] 电磁燃料喷射器通常包括带有中央通道的管状支撑体,所述中央通道执行燃料导管功能并终止于由电磁激励器控制的喷射阀所调节的喷射喷口中。喷射阀提供有柱塞,该柱塞刚性地连接到电磁激励器的可动电枢 (armature),以便于通过抵抗弹簧动作的电磁激励器在喷射喷口的闭合位置和打开位置之间的动作而被移动,所述弹簧趋于将柱塞保持在闭合位置。

[0003] 上述类型的电磁燃料喷射器的一个例子在美国专利 6027050-A1 中给出,所述专利涉及提供有柱塞的燃料喷射器,所述柱塞在一端与阀座协同工作而在相对端与电磁激励器的可动电枢成为整体;柱塞由电枢在顶部导引而通过阀座导引部分中的柱塞末端部分的滑动在底部导引。

[0004] 由于上述类型的已知电磁燃料喷射器结合了高性能和低成本,其得到非常广泛的应用。然而,带有柱塞电磁激励的这种喷射器不能在很高的燃料压力工作;由于该原因,已提出带有柱塞液压激励的喷射器,即在所述喷射器中,抵抗弹簧动作的柱塞从闭合位置到打开位置的移动在液压产生的力的作用下进行。带有柱塞液压激励的喷射器的一个例子由专利申请 EP-1036932-A2 和 EP-0921302-A2 提供;带有柱塞液压激励的喷射器的另一个例子由专利申请 WO-0129395-A1 提供。

[0005] 带有柱塞液压激励的喷射器显示出良好的动态性能,并且能够在很高的燃料压力工作。然而,由于这样的喷射器需要提供具有压电或电磁激励控制阀的液压线路,它们是复杂的并且生产成本高。此外,在带有柱塞液压激励的喷射器中,始终有一定程度的燃料回流,其在环境压力下排放;这种燃料回流具有两个负面影响,在于其浪费能量并且有加热燃料的趋势。最后,在带有柱塞液压激励的喷射器中,由于喷射器自身所造成的负载损失,燃料压力有基本的下降;举例而言,如果燃料在 120MPa 的入口压力提供给带有柱塞液压激励的喷射器,可由喷射器造成达 20MPa 的负载损失,使得燃料的有效喷射压力是 100MPa。

[0006] US2003201346 公布了一种燃料喷射阀,其具有电磁线圈,所述电磁线圈使用覆盖有绝缘涂层的绝缘线圈线,并具有涂覆在所述绝缘涂层之上的有自熔合 (self-fusing) 特性的熔合接合层 (fusion bonding layer);因此可无需使用线轴,并因此可提供低成本并且紧凑的燃料喷射阀,其需要减少的用于生产的人时数。此外,绝缘涂层中的瑕疵或小孔通过自熔合而修复,并且由此绝缘特性和防水性得到改善;因此,可防止由于电解腐蚀造成的线圈断开。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是产生带有柱塞电磁激励的燃料喷射器,该喷射器不显示出以上所述的缺点,并且特别是简单且生产成本低。

[0008] 根据本发明,提供有燃料喷射器,包括:喷射喷口;喷射阀,提供有活动柱塞以便调节通过喷射喷口的燃料流;电磁激励器,用于在喷射阀的闭合位置和打开位置之间移动柱塞,并提供有包括线圈、固定磁性电枢以及连接到柱塞的可动电枢的至少一个电磁体;弹簧,趋于将柱塞保持在闭合位置;以及支撑体,具有管状形状并提供有中央通道,所述中央通道容纳固定磁性电枢和可动电枢;所述喷射器特征在于,所述电磁激励器包括两个电磁体,其每个磁性独立于另一电磁体并且包括与另一电磁体的线圈分离的线圈、与另一电磁体的固定磁性电枢分离的固定磁性电枢以及与另一电磁体的可动电枢分离并机械连接到柱塞的可动电枢;支撑体具有环形槽对,其彼此间隔开且在所述支撑体外表面上生成;并且每个电磁体的线圈直接缠绕在相应的环形槽中。

### 附图说明

[0009] 现在将参考附图描述本发明,所述附图示出了本发明的一些非局限性的实施例,其中:

[0010] 图 1 是根据本发明所产生的燃料喷射器的概略的、部分截面的侧视图;

[0011] 图 2 示出图 1 中喷射器的喷射阀的放大视图;

[0012] 图 3 示出图 1 中喷射器的电磁激励器对的放大视图;以及

[0013] 图 4 示出图 3 中电磁激励器之一的电枢的细节的放大视图。

### 具体实施方式

[0014] 在图 1 中,1 表示整个燃料喷射器,其绕纵轴 2 基本柱形对称,并能够进行控制,以便使燃料从打开的喷射喷口 3 直接喷射到汽缸的燃烧室 (explosion chamber) 中 (未示出)。喷射器 1 包括支撑体 4,该支撑体 4 具有沿纵轴 2 可变横截面的管状柱形,并具有沿所述支撑体 4 的整个长度延伸的供应通道 5,以便将加压的燃料供应到喷射喷口 3。支撑体 4 在其上部水平容纳电磁激励器 6 并在其下部水平容纳喷射阀 7 (图 2 中示出);在使用中,喷射阀 7 由电磁激励器 6 激励以便调节通过喷射喷口 3 的燃料流,所述喷射喷口 3 在所述喷射阀 7 的水平产生。

[0015] 如图 3 所示,电磁激励器 6 包括电磁体 8 对 (分别为上部和下部),其每个在被激励 (energised) 时能够抵抗弹簧 10 的动作沿轴 2 将电磁材料的可动电枢 9 从喷射阀 7 的闭合位置移动到打开位置,所述弹簧 10 趋于将可动电枢 9 保持在喷射阀 7 的闭合位置。特别地,每个电磁体 8 包括:线圈 11,其由电子控制单元 (未示出) 供电并容纳在支撑体 4 之外;以及磁性电枢 12,其容纳在支撑体 4 之内并具有中央孔 13 以允许燃料流向喷射喷口 3,并能够将弹簧 10 保持在抵抗上部电磁体 8 的可动电枢 9 的压缩状态。每个电磁体 8 磁性独立于另一电磁体 8 并且因此包括与另一电磁体 8 的线圈 11 隔离的线圈 11、与另一电磁体 8 的固定磁性电枢 12 隔离的固定磁性电枢 12 以及与另一电磁体 8 的可动电枢 9 隔离的可动电枢 9。

[0016] 每个线圈 11 直接缠绕在相应的环形槽 15 中,所述环形槽 15 通过从支撑体 4 的外表面移除材料而生成,并且具有弧形横截面以确保最大结构强度。每个线圈 11 由涂以釉 (enamelled) 并提供有自接合清漆 (self-bonding varnish) 的传导线构成,并具有特别小的轴尺度 (即,沿纵轴 2 测量) 以便使分散的磁通量最小;特别地,每个线圈 11,以及因此

每个槽 15 具有基本上正方形的横截面,即具有近似相等的高度和深度。在线圈 11 的水平,管状保护体 16 绕支撑体 4 固定,该保护体用于为线圈 11 提供充分的机械保护,以允许由线圈 11 所产生的磁通量线的闭合,并增加支撑体 4 在由槽 15 的存在所导致的不可避免的结构薄弱的水平的机械强度。

[0017] 可动电枢 9 是可移动组件的部分,该可移动组件还包括提升阀或柱塞 17,所述提升阀或柱塞 17 具有与每个可动电枢 9 形成整体的上部以及与喷射阀 7 的阀座 18(图 2 中示出)协同工作的下部,以便于以已知方式调节通过喷射喷口 3 的燃料流。

[0018] 在工作中,当电磁体 8 解除激励时,每个可动电枢 9 不被其磁性电枢 12 所吸引,并且弹簧 10 的弹力将可动电枢 9 连同柱塞 17 一起向下推;在这种情况下喷射阀 7 闭合。当电磁体 8 被激励时,每个可动电枢 9 抵抗弹簧 10 的弹力由其磁性电枢 12 所磁性吸引,并且可动电枢 9 连同柱塞 17 一起向上移动以便使喷射阀 7 打开。

[0019] 为了精确限定由柱塞 17 执行的向上冲程(stroke),上部电磁体 8 的可动电枢 9 具有比下部电磁体 8 的可动电枢 9 的有效冲程短的有效冲程。以此方式,当电磁体 8 被激励时,不管任何不可避免的结构容差,始终仅上部电磁体 8 的可动电枢 9 冲击其磁性电枢 12。为了限制上部电磁体 8 的可动电枢 9 的有效冲程,电枢 12 的下表面或可动电枢 9 的上表面覆盖有硬且非铁磁性的金属材料层,优选为铬;以此方式,铬层的厚度确定上部电磁体 8 的可动电枢 9 的有效冲程的减小。铬层的进一步功能是增加区域的抗冲击性,并且特别是避免由于可动电枢 9 的铁磁性材料和电枢 12 的铁磁性材料之间的直接接触所造成的磁性粘附现象。换句话说,铬层限定了磁性间隙,该磁性间隙防止由于可动电枢 9 和电枢 12 之间的残余磁性所造成的磁性吸引力变得过高,即超过由弹簧 10 所产生的弹力。

[0020] 如图 2 所示,阀座 18 由密封构件 19 限定,所述密封构件 19 密封支撑体 4 的供应通道 5 的底部,并且由喷射喷口 3 通过。特别地,密封构件 19 拧在支撑体 4 之内以确保接合的机械紧密性,并随后焊接到所述支撑体 4 以确保接合的液压紧密性。

[0021] 柱塞 17 终止于基本上球形的塞头 20 中,该塞头 20 能够靠着阀座 18 以密封方式放置。在塞头 20 的水平,密封构件 19 具有环形导引构件 21,塞头 20 放置于所述导引构件 21 上使得其能够滑动;导引构件 21 的功能是限定对柱塞 17 沿纵轴 2 的移动的下部导引。塞头 20 在导引构件 21 的水平具有四个展平部分 22(其中仅三个在图 2 中可见)以便产生朝向喷射喷口 3 的燃料的四个通路。喷射喷口 3 由多个喷射通孔 23(其中仅 2 个在图 2 中示出)限定,所述喷射通孔自半球形喷射室 24 开始产生,所述喷射室设置在阀座 18 的紧接下游。

[0022] 如图 4 中所示,每个可动电枢 9 包括环形构件 25 和圆盘形构件 26,所述圆盘形构件 26 封闭环形构件 25 底部并具有能够容纳柱塞 17 上部的中央通孔 27 和能够允许燃料流向喷射喷口 3 的多个周边供应通孔 28(其中仅两个在图 4 中示出)。柱塞 17 借助于环形焊接优选地与每个可动电枢 9 的圆盘形构件 26 形成整体。上部电磁体 8 的可动电枢 9 的圆盘形构件 26 的中央部分邻接弹簧 10 的下端。

[0023] 每个可动电枢 9 的环形构件 25 具有与支撑体 4 的供应通道 5 的对应部分的内直径基本相同的外直径;以此方式,每个可动电枢 9 能够沿纵轴 2 相对于支撑体 4 滑动,但不能相对于支撑体 4 进行横向于纵轴 2 的任何移动。由于柱塞 17 刚性连接到每个可动电枢 9,清楚的是每个可动电枢 9 也作为对柱塞 17 的上部导引;因此,柱塞 17 由可动电枢 9 在顶

部导引并由导引构件 21 在底部导引。

[0024] 液压型反回弹装置 29 附着到每个可动电枢 9 的圆盘形构件 26 的下面,当柱塞 17 从喷射阀 7 的打开位置移动到闭合位置时,该反回弹装置能够抑制柱塞 17 的塞头 20 靠着阀座 18 的回弹。每个反回弹装置 29 包括相应的阀构件 30,所述阀构件 30 的每个与可动电枢 9 的相应周边供应孔 28 耦合,并依赖于通过供应孔 28 的所述燃料通道的方向而对燃料通道具有不同的渗透性。特别地,每个阀元件 30 包括弹性片 31,所述弹性片 31 在相应的供应孔 28 的仅一侧部分地固定到可动电枢 9 的下表面 32,并且包括与所述供应孔 28 对准的较小尺度的孔 33;当燃料向下流时,即朝向喷射喷口 3 时,片 31 在燃料的推力下变形,允许燃料基本自由地流过供应孔 28,而当燃料向上流时,片 31 由燃料的推力压向可动电枢 9 的下表面 32,闭合供应孔 28 并允许燃料仅流过其较小尺度的孔 33。换句话说,每个反回弹装置 29 构造用于衰减对应可动电枢 9 的动能的非对称系统。

[0025] 柱塞 17 具有柱形对称的杆 34,所述杆 34 借助于环形焊接连接到基本上球形的塞头 20。当上部电磁体的可动电枢 9 靠着其磁性电枢 12 达到静止时,在可动电枢 9 上明显地产生平行于纵轴 2 的直接纵向应力。由于各种部件的不可避免的结构容差,可动电枢 9 的上表面可以不是完全平面的和完全平行于磁性电枢 12 的下表面,并且柱塞 17 可以不完全相对于可动电枢 9 垂直;因此,当可动电枢 9 靠着磁性电枢 12 达到静止时,可在可动电枢 9 上产生垂直于纵轴 2 的直接横向应力。这种横向应力的部分还传输到柱塞 17 并在柱塞 17 的塞头 20 与导引构件 21 之间的耦合的水平耗散 (dissipate)。

[0026] 必须限制在柱塞 17 的塞头 20 与导引构件 21 之间的耦合的水平耗散的应力的强度,以便避免塞头 20 的过度局部磨损现象。限制这种负面应力的强度的方法总是借助于部件的精确加工而限制在可动电枢 9 水平所产生的横向应力,以便获得很紧密的结构容差。然而,注意到还可使用不同方法以限制这种负面应力的强度,即取代限制在可动电枢 9 水平所产生的横向应力,可限制从可动电枢 9 到柱塞 17 的塞头 20 的横向应力的传输。为此,可以如此方式制造柱塞 17 的杆 34,以便给予所述杆 34 相对高的挠性(或者换句话说相对低的挠曲刚度),该挠性当然大于通常已知的当前商业可获得的喷射器中所表现的挠性;事实上已注意到,增大杆 34 的挠性减小了从可动电枢 9 到塞头 20 的横向应力的传输。换句话说,如果柱塞 17 的杆 34 是充分挠性的,从可动电枢 9 到塞头 20 的横向应力的传输减小,并且然后再不必为了实现很紧密的结构容差而精确加工部件。

[0027] 重要的是注意到,柱塞 17 的杆 34 不能太挠性,因为如果其太挠性它将不能够确保对喷射阀 7 的快速和精确的控制。

[0028] 理论分析和试验测试已产生对挠性参数  $P_f$  的限定,所述挠性参数  $P_f$  是杆 34 的挠性的可靠指标,并具有压力的量纲 ( $N/mm^2$ )。重要的是注意到,由于挠性参数  $P_f$  具有压力的量纲 ( $N/mm^2$ ),所述挠性参数  $P_f$  能够追溯到塞头 20 和导引构件 21 之间接触/冲击压力磨损现象。

[0029] 挠性参数  $P_f$  使用以下等式计算:

$$[0030] \quad P_f = K_{eq}/D_h$$

[0031] 其中:

[0032]  $P_f [N/mm^2]$  为挠性参数;

[0033]  $D_h [mm]$  为柱塞 17 的塞头 20 的直径;

[0034]  $K_{eq}$  [N/mm] 为柱塞 17 的杆 34 的等效刚度。

[0035] 柱塞 17 的杆 34 的等效刚度  $K_{eq}$  通过以下定义,假设杆 34 在一端受约束并在相对端受到力  $F$  以便在其自由端通过偏转  $f$  使杆 34 弯曲;在上述情况下,杆 34 的等效刚度  $K_{eq}$  使用以下等式计算:

$$[0036] \quad K_{eq} = F/f$$

[0037] 其中:

[0038]  $K_{eq}$  [N/mm] 为柱塞 17 的杆 34 的等效刚度;

[0039]  $F$  [N] 为施加在杆 34 的自由端的力;

[0040]  $f$  [mm] 为杆 34 的自由端的偏转。

[0041] 在恒定圆形横截面的杆 34 由单一材料制成的情况下,所述等效刚度  $K_{eq}$  可使用以下等式计算:

$$[0042] \quad K_{eq} = (E \cdot D_s^4) / (6.8 \cdot L_s^3)$$

[0043] 其中:

[0044]  $K_{eq}$  [N/mm] 为柱塞 17 的杆 34 的等效刚度;

[0045]  $D_s$  [mm] 为杆 23 的圆形横截面的直径;

[0046]  $L_s$  [mm] 为杆 23 的长度;

[0047]  $E$  [N/mm<sup>2</sup>] 为杆的构造材料的弹性模数。

[0048] 在杆 34 由单一材料制成并由两个或更多不同直径的柱形截面的情况下,所述等效刚度  $K_{eq}$  可使用以下等式计算:

$$[0049] \quad 1/K_{eq} = \sum i_1/K_i$$

[0050] 其中:

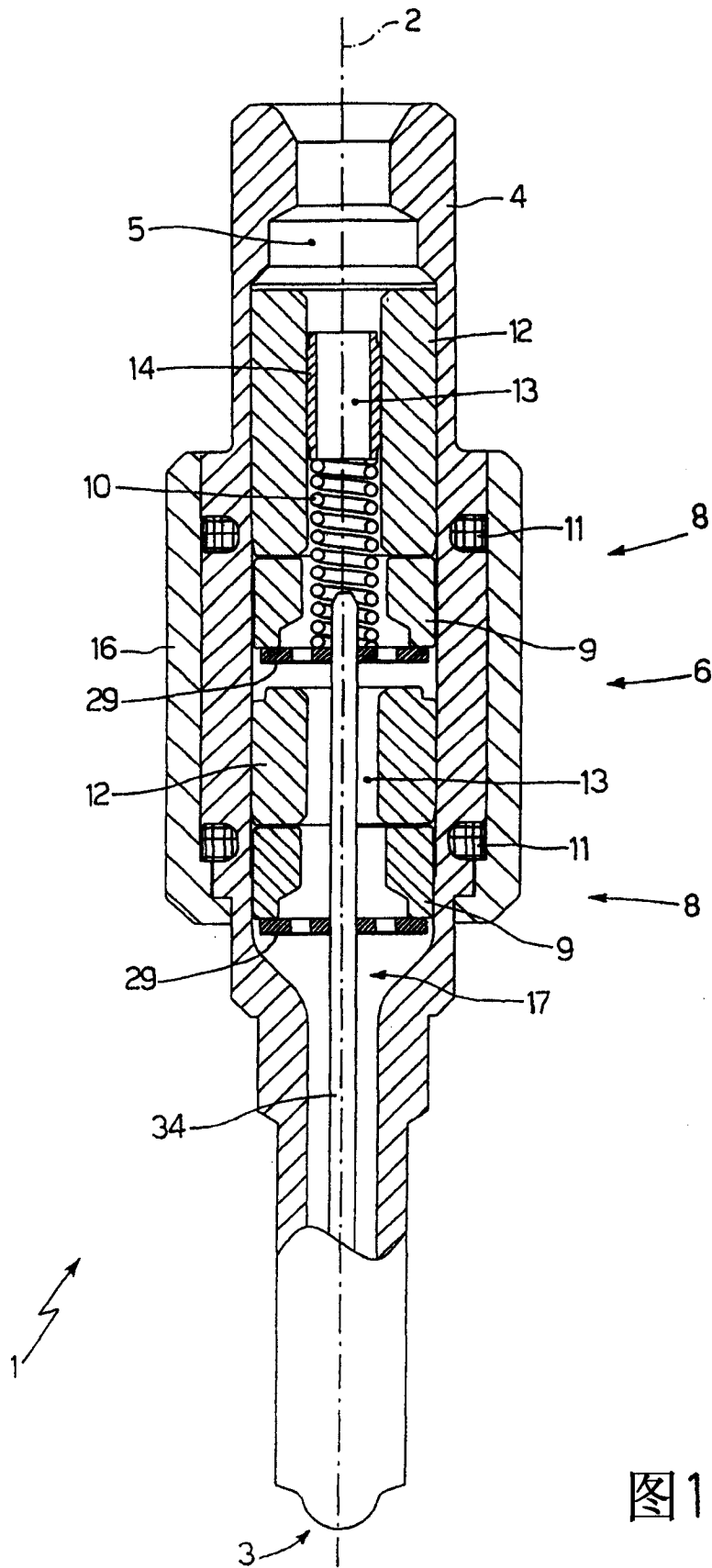
[0051]  $K_{eq}$  [N/mm] 为柱塞 17 的杆 34 的等效刚度;

[0052]  $K_i$  [N/mm] 为使用上述公式计算的杆 34 的第  $i$  个横截面的等效刚度。

[0053] 为了实现限定从可动电枢 9 到塞头 20 的横向应力传输的期望效果而不损害喷射阀 7 的性能,挠性参数  $P_f$  必须在 0.3 和 4N/mm<sup>2</sup> 之间。挠性参数  $P_f$  优选地在 0.4 和 0.8N/mm<sup>2</sup> 之间并基本等于大约 0.6N/mm<sup>2</sup>。

[0054] 举例来说,为了获得挠性参数  $P_f$  的期望值,可使用几种方法,所述方法是可替换的和/或能够以不同方式彼此组合:杆 34 的横截面可变化,较大或较小弹性的材料可被使用以产生杆 34,杆 34 的横截面形状可变化。

[0055] 由于其全部由柱形对称的组合部件所产生并且因此可通过旋转和钻探操作而容易地获得,上述喷射器 1 得以简单并经济地制造。此外,上述喷射器 1 使其可能以很高的燃料压力(作为信息,达 160Mpa)工作而不显示出显著的负载损失。



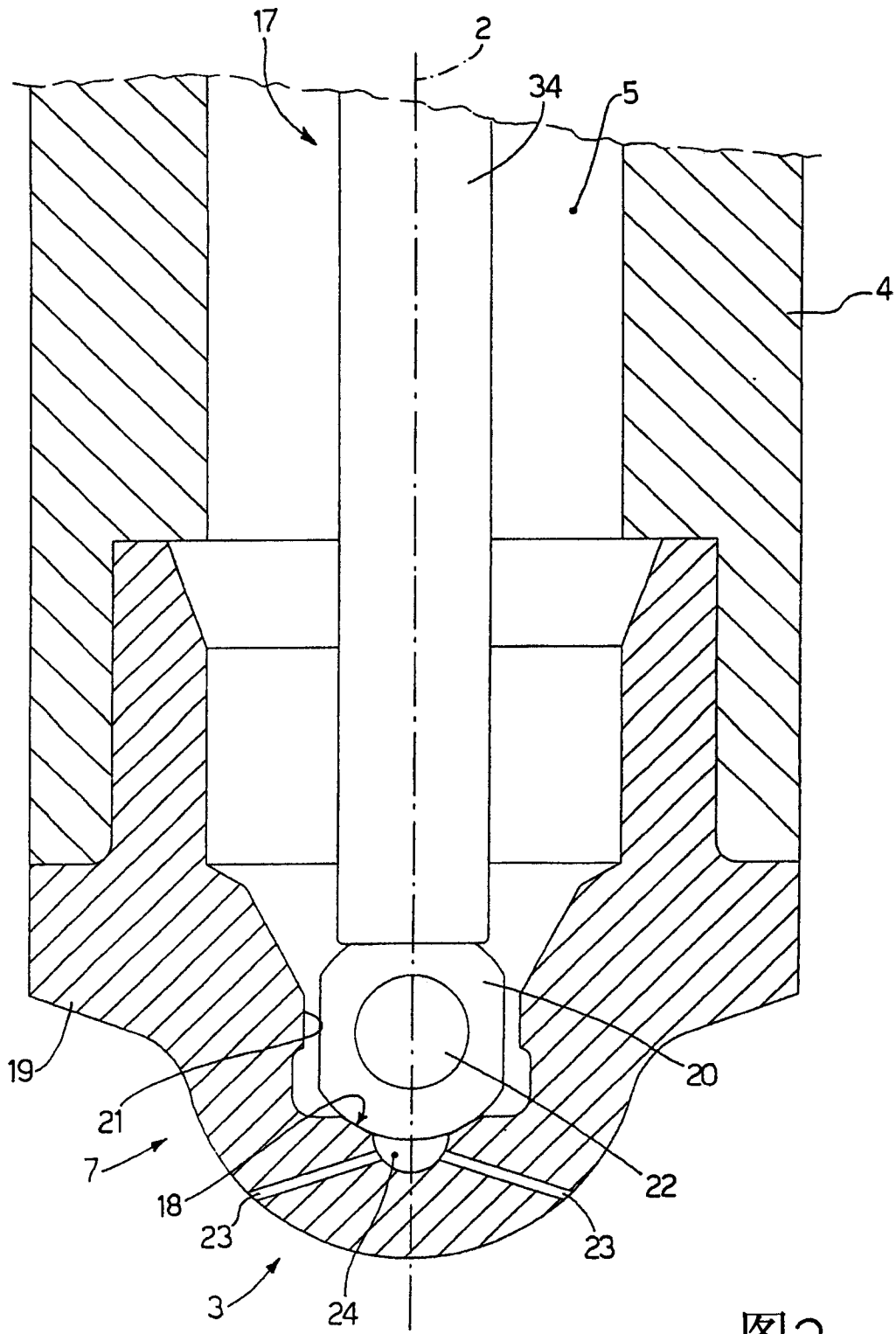
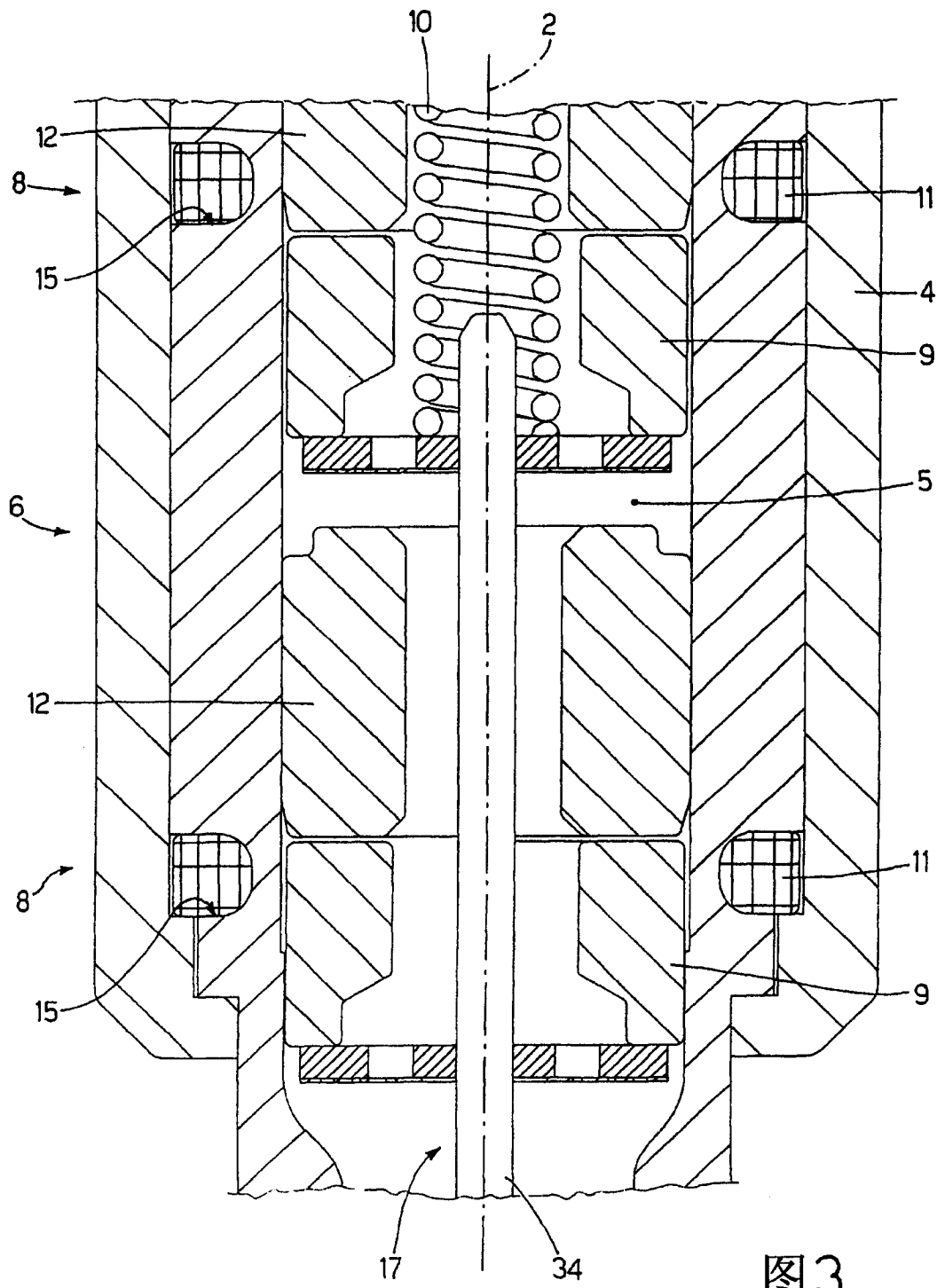


图2



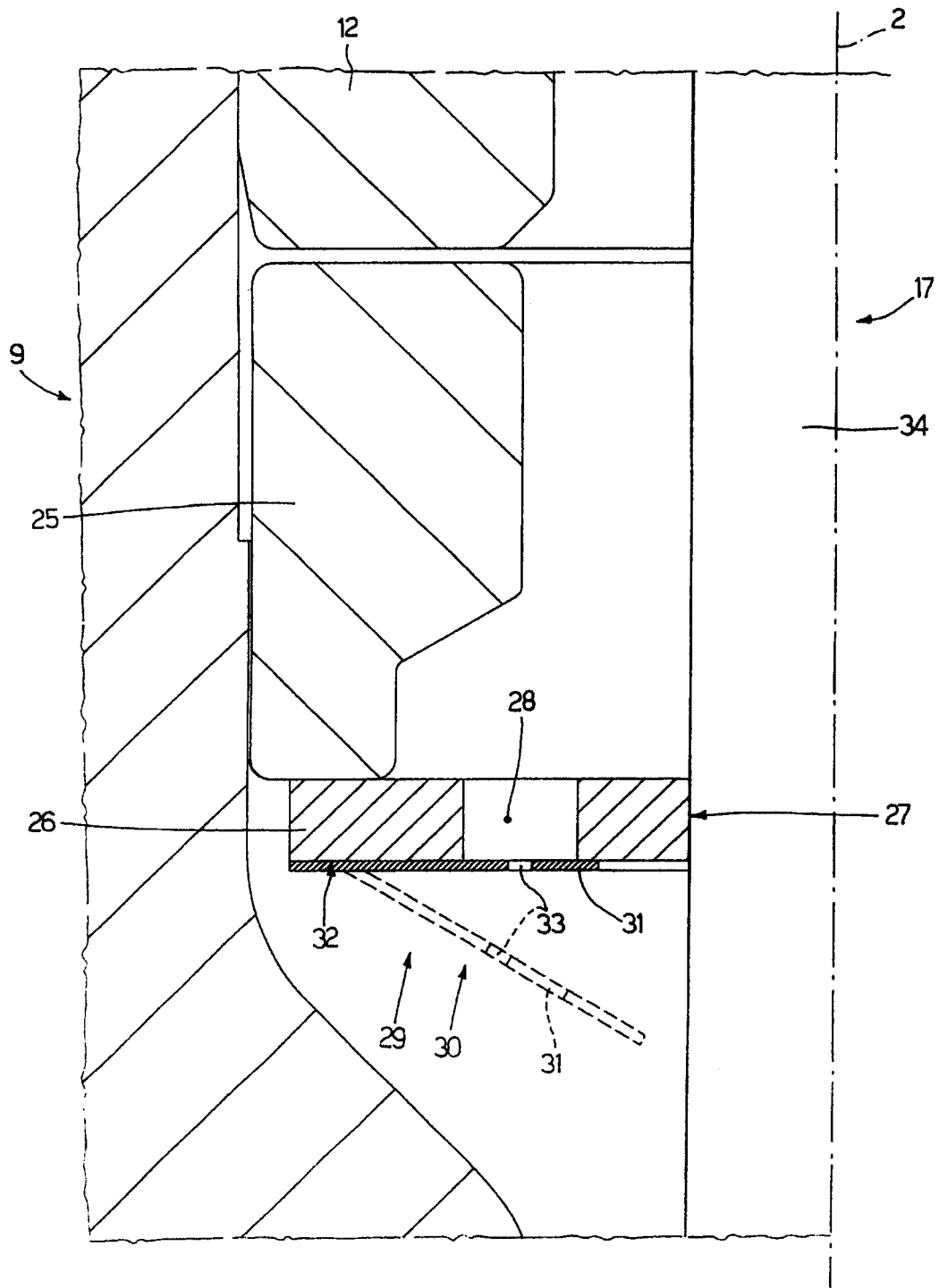


图 4