



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1846285 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 200480025300. X

(22) 申请日 2004. 09. 04

(30) 优先权数据

60/500, 629 2003. 09. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 03. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/029129 2004. 09. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02005/024860 EN 2005. 03. 17

(73) 专利权人 ABB 技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 阿瑟·兰尼 马蒂·L·特里维特

V·R·拉马南

(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 杨生平 杨红梅

(51) Int. Cl.

H01F 7/08 (2006. 01)

H01F 7/16 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5547165 A, 1996. 08. 20, 权利要求 1、5, 说明书第 4 栏第 55 行至第 60 行, 图 1-3.

US 5110087 A, 1992. 05. 05, 全文.

US 2002/0121828 A1, 2002. 09. 05, 全文.

CN 1360725 A, 2002. 07. 24, 全文.

审查员 许利波

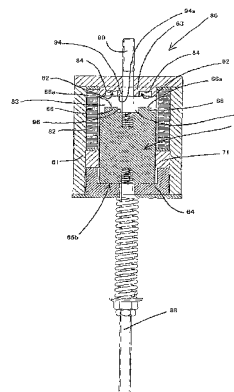
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54) 发明名称

具有改进的起始力和锁紧力的电磁致动器

(57) 摘要

提供一种包括壳、螺线管线圈和电枢的电磁致动器。电枢可移动地设置于由壳限定的内腔中。在电枢与壳之间形成不规则间隙, 以增加致动器的起始力并且改进致动器在致动器已经致动之后的锁紧力。



1. 一种电磁致动器,包括:  
限定腔的壳;  
经过所述壳伸展和具有纵向轴的轴;  
螺线管线圈,设置于所述壳的所述腔中,并且具有与所述轴的所述纵向轴基本同轴的中央轴;  
夹表面;  
电枢,固定到所述轴并且从所述轴向外伸展到外围表面,所述电枢被定位成以便所述夹表面位于所述螺线管线圈和所述电枢之间,以及其中所述电枢在接近所述夹表面而设置的第一位置与远离所述夹表面而设置的第二位置之间可移动,其中当所述电枢在所述第一位置中时,所述电枢和伸展构件在其间限定第一间隙,所述伸展构件在所述轴的所述纵向轴的方向上伸展,所述第一间隙具有在垂直于所述轴的所述纵向轴的方向上在所述电枢和所述伸展构件之间伸展的多个不同宽度,其中当所述电枢在所述第二位置中时,所述电枢和所述夹表面在其间限定纵向延伸的第二间隙,所述第二间隙具有在所述轴的所述纵向轴的方向上的第二宽度,其中所述第一间隙的所述宽度都小于所述第二间隙的所述宽度。
2. 权利要求 1 的电磁致动器,其中所述第一间隙形成于所述电枢的所述外围表面与所述伸展构件的内表面之间。
3. 权利要求 1 的电磁致动器,其中所述电枢的所述外围表面与所述伸展构件的所述内表面不平行。
4. 权利要求 3 的电磁致动器,其中在从所述轴的所述纵向轴径向地向外的方向上伸展的平面中,所述电枢的所述外围表面平行于所述轴的所述纵向轴,且所述伸展构件的所述内表面与所述轴的所述纵向轴不平行。
5. 权利要求 3 的电磁致动器,其中所述第一间隙的最大宽度设置得接近所述夹表面,以及所述第一间隙的最小宽度设置得远离所述夹表面。
6. 权利要求 3 的电磁致动器,其中所述第一间隙的最大宽度设置得远离所述夹表面,以及所述第一间隙的最小宽度设置得接近所述夹表面。
7. 权利要求 2 的电磁致动器,其中所述电枢的所述外围表面具有形成于其中的凹陷,所述凹陷帮助限定所述第一间隙。
8. 权利要求 7 的电磁致动器,其中所述电枢的所述外围表面平行于所述伸展构件的所述内表面。
9. 权利要求 8 的电磁致动器,其中在从所述轴的所述纵向轴径向地向外的方向上伸展的平面中,所述电枢的所述外围表面和所述伸展构件的所述内表面不平行于所述轴的所述纵向轴。
10. 权利要求 1 的电磁致动器,其中所述电枢具有在所述轴的所述纵向轴方向上延伸的延展,以及其中所述第一间隙形成于所述伸展的所述内表面与所述壳的外围表面之间。
11. 权利要求 10 的电磁致动器,其中凹陷形成于所述壳的所述外围表面中,并帮助限定所述第一间隙,以及其中所述凹陷增加所述第一间隙的宽度,从而比所述第一间隙的剩余部分的宽度更大。
12. 权利要求 1 的电磁致动器,其中所述夹表面包括夹板,以及其中所述电磁致动器还包括从所述螺线管线圈径向地向内设置的永久磁体。

13. 权利要求 1 的电磁致动器,还包括弹簧,所述弹簧设置于所述壳中,并且可操作用以使所述电枢朝向所述第二位置偏置。

## 具有改进的起始力和锁紧力的电磁致动器

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是提交于 2001 年 12 月 28 日的美国专利申请 No. 10/041, 001 的部分继续, 并要求了提交于 2003 年 9 月 5 日的美国临时专利申请 No. 60/500, 629 的权益。美国专利申请 No. 10/041, 001 和美国临时专利申请 No. 60/500, 629 均通过引用将它们整体结合于此。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及电磁致动器, 更具体地涉及高起始力的电磁致动器。

### 背景技术

[0004] 电磁致动器是将电能转换成机械运动的装置。它主要由两个部分组成: 螺线管线圈和电枢。通常, 线圈由已经绕成圆柱形的接线形成。电枢典型地安装成相对于圆柱形线圈轴向移动或滑动。施加于线圈的电信号生成将力给予到电枢上的电磁场, 从而引起电枢移动。

[0005] 电磁致动器可用于致动一机构, 例如阀、断路器、自动开关、开关设备等等。每个机构需要某一数量的力以操作该机构。此外, 很多机构具有用以包含电磁致动器的有限数量的空间, 从而电磁致动器常设计成具有小的外形以配合到有限数量的空间中。常常这样的小外形致动器不能提供足够的力用以致动该机构。

[0006] 因此, 存在对小外形电磁致动器的需要, 该致动器能生成足够的力用以致动机构。

### 发明内容

[0007] 本发明针对具有增加的起始力和改进的锁紧力的电磁致动器。

[0008] 在下文中将更完全地说明本发明的这些和其它特征。

[0009] 根据本发明的一方面, 提供一种电磁致动器, 该电磁致动器包括壳、螺线管线圈和电枢。该壳具有端壁并且限定腔。该端壁具有非共面的第一和第二表面。该螺线管线圈设置于壳的腔中。该电枢设置成基本与螺线管线圈同轴。该电枢在接近壳的端壁而设置的第一位置与远离壳的端壁而设置的第二位置之间可移动。该电枢具有相对的第一和第二端。第一端朝向壳的端壁而设置并且具有非共面的第一和第二表面。电枢的第二表面比电枢的第一表面设置得更靠近第二端。当电枢在第一位置中时, 壳的端壁的第一表面比电枢的第一端的第一表面设置得更靠近电枢的第二端。

[0010] 根据本发明的一方面, 提供一种电磁致动器, 包括: 限定腔的壳、轴、螺线管线圈、夹表面、电枢和伸展构件。该轴伸展穿过壳并且具有纵向轴。该螺线管线圈设置于壳的腔中, 并且具有与该轴的纵向轴基本同轴的中央轴。该电枢固定到该轴, 并且从该轴径向地向外伸展到外围表面。该电枢定位成以便该夹表面设置于螺线管线圈与电枢之间。该电枢在接近夹表面而设置的第一位置与远离夹表面而设置的第二位置之间可移动。当该电枢在第二位置中时, 该电枢和该夹表面在其间限定第一间隙。该第一间隙在该轴的纵向轴的方向

上具有宽度。该伸展构件在该轴的纵向轴的方向上伸展,以在从该轴的纵向轴径向地向外的方向上界定该第一间隙。该伸展与该壳或该电枢形成第二间隙。该第二间隙具有在从该轴的纵向轴径向地向外的方向上伸展的多个不同宽度。这些宽度都小于该第一间隙的宽度。

### 附图说明

[0011] 借助本发明的非限制性的说明性实施例,通过参照附图,将在以下详细的描述中进一步描述本发明,其中贯穿了附图的若干视图,类似的标号表示相似的元素,在附图中:

[0012] 图 1 是根据本发明实施例的在打开位置中的说明性电磁致动器的剖视图;

[0013] 图 2 是图 1 的致动器在闭合位置中的剖视图;

[0014] 图 3 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的部分剖视图;

[0015] 图 4 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的部分剖视图;

[0016] 图 5 是根据本发明另一实施例的又一说明性电磁致动器的部分剖视图;

[0017] 图 6 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的剖视图;

[0018] 图 7 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的剖视图,其中该致动器的电枢在第二位置中;

[0019] 图 8 是图 7 的电磁致动器的剖视图,其中该致动器的电枢在第一位置中;

[0020] 图 9 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的剖视图;

[0021] 图 10 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的剖视图;

[0022] 图 11 是根据本发明另一实施例的另一说明性电磁致动器的剖视图;及

[0023] 图 12 是图 11 的电磁致动器的部分特写视图。

### 具体实施方式

[0024] 如上所述,很多小外形的电磁致动器不能提供足够的力用以致动特定机构。然而,增加致动器的起始力可提供足够的力用以致动该机构。也就是说,如果电磁致动器能够配置成提供更高的起始力,则所造成的增加的加速度和惯性可足以致动该机构。这样,本发明针对具有增加的起始力的电磁致动器。

[0025] 图 1 是根据本发明实施例的在打开位置中的说明性电磁致动器的剖视图。如图 1 所示,致动器 30 包括螺线管线圈 5、轴 8、电枢 7 和壳 20。

[0026] 螺线管线圈 5 包括绕成圆柱形的导体和用于将电功率连接到该导体的接线(未示出)。电功率到螺线管线圈 5 的连接产生了一些材料上施加力的磁场。圈绕在螺线管线圈 5 中的导体数目越大,当螺线管线圈被赋能时施加的力就越大。力的方向依赖于施加至引线的电功率的极性。例如,施加正电压到引线可造成电枢 7 上的向上力,而施加负电压可造成电枢 7 上的向下力。力的强度还依赖于电枢 7 的行程。也就是说,当电枢 7 位于螺线管线圈 5 远处时,与当电枢 7 接近螺线管线圈 5 时相比,电枢 7 上的电磁力更弱。

[0027] 如图所示,螺线管线圈 5 置于基板 11 与夹板 3 之间且在由壳 20 限定的腔内。基板 11 基本是平面的;然而,基板 11 可以是将螺线管线圈 5 固定于壳 20 内的任何形状。基板 11 包括用于接纳紧固件 10 的螺孔以便将夹板 3 和壳 20 固定到基板 11;但是,也可考虑其它紧固技术。基板 11 具有用以接纳轴 8 的通路;但是,如果轴 8 不伸展经过基板 11,则

可不包括此种通路。

[0028] 基板 11 伸展超过壳 20 以便将电磁致动器 30 安装到另一装置上,如,例如阀、断路器、自动开关、开关设备等等。基板 11 具有用于紧固件 12 和紧固件 13 的孔。尽管紧固件 12 和 13 分别示为沉头螺钉和凹头螺钉,也可以考虑其它紧固件和其它安装技术。

[0029] 芯 1 包括可透磁的材料并基本是环形的。芯 1 具有用于接纳螺线管线圈 5 的环形凹陷和用于接纳轴衬 4 的轴向通路;然而,芯 1 可以是为螺线管线圈 5 提供磁路的任何形状。芯 1 具有用于接纳紧固件 10 的通孔;然而,如果紧固件 10 位于芯 1 以外,则芯 1 可不包括通孔。将芯 1 设置于基板 11 上,它的轴向通路和基板 11 的通路对准,并且它的通孔与基板 11 的螺孔对准。

[0030] 永久磁体 2 基本是环形的,并具有用于轴衬 4 的轴向通路;然而,永久磁体 2 可以是任何适合的形状。对准永久磁体 2 使得它的磁极提供将电枢 7 朝向螺线管线圈 5 偏置的磁力。力在永久磁体 2 接近电枢 7 时力最强,而在永久磁体 2 远离电枢 7 时最弱。永久磁体 2 设置在芯 1 上,典型地接近电枢 7 以在电枢 7 上提供增加的磁力。永久磁体 2 与一种用于划动致动器 30 的技术一起使用,但对于其他技术可以省略,如以下更详细地所述。

[0031] 壳 20 基本为环形并且限定一腔,该腔包含芯 1、螺线管线圈 5、永久磁体 2、夹板 3 和轴衬 4。壳 20 具有通孔,对应于芯 1 的通孔,用于接纳紧固件 10。壳 20 设置于芯 1 上,它的通孔与芯 1 的通孔对准。壳 20 包括基本环形的伸展构件 21,该伸展构件 21 在朝向电枢 7 的轴方向上伸展,并超出螺线管线圈 5 和夹板 3。壳 20 和伸展构件 21 可以是能够与电枢 7 限定间隙的任何适合形状,如以下更详细地所述。伸展构件 21 可以与壳 20 整合地形成,或者可以是附着到壳 20 的分离件。此种附着例如可以是焊接、粘附、紧固件等等。伸展构件 21 由可透磁的材料构成,并限定环形内表面 26。伸展构件 21 在电枢 7 上提供增加的起始磁力,如以下更详细地所述。

[0032] 夹板 3 基本是环形,并具有与壳 20 的通孔对应的通孔以及与永久磁体 2 的通路对应的轴向通路。夹板 3 可以是任何适合的形状,并且可利用任何紧固技术以将永久磁体 2、螺线管线圈 5 和芯 1 紧固在壳 20 以内。如凹头帽螺钉所示的紧固件 10 穿过夹板 3 的通孔、壳 20 的通孔、芯 1 的通孔来设置,并螺合到基板 11 的螺孔中。

[0033] 轴衬 4 基本是圆柱形的,并设置于芯 1 的通路、永久磁体 2 的通路和夹板 3 的通路中。轴衬 4 固定着轴 8,从而轴 8 可轴向移动。

[0034] 轴 8 基本是圆柱形的,并设置于轴衬 4 中。轴 8 包括在轴的一端处的轴颈 23 以及在轴 8 的另一端上的螺纹 24。轴环 23 接近芯 1 并大于芯 1 的通路,因而限制轴 8 在一个方向轴向运动。螺纹 24 远离芯 1 并与紧固件 14 配合以限制轴 8 在另一方向轴向运动。紧固件 14 示为接合到螺纹 24 的六角螺母;但是,也可考虑其它紧固技术。

[0035] 弹簧 9 在夹板 3 与电枢 7 之间设置于轴 8 以上。弹簧 9 在压缩下,因而使电枢 7 远离螺线管线圈 5 偏置。弹簧 9 的大小依赖于用于划动致动器 30 的技术,如以下更详细地所述。

[0036] 电枢 7 包括可透磁的材料并且具有外表面 25。外表面 25 可以基本上是环形,或可以是适合用于与伸展构件 21 的内表面限定间隙的任何其它形状。电枢 7 具有接纳轴 8 的通路,并且设置成基本与螺线管线圈 5 同轴。电枢 7 经由紧固件 14 固定到轴 8;但是,电枢 7 也可以利用其它技术固定到轴 8,如焊接等等。电枢 7 具有接纳弹簧 9 的圆柱形凹陷;但

是,可以考虑电枢 7 不包括凹陷。

[0037] 为解释一种用于电磁致动器 30 的操作技术,图 1 示出在未将功率传递到螺线管线圈 5 时在打开位置中(即电枢 7 位于螺线管线圈 5 的远处)的电磁致动器 30。可以看出,电枢 7 和壳 20 的体限定了具有宽度 D1 的间隙。并且,电枢 7 的外表面 25 位于离壳伸展构件 21 的内表面 26 的距离 D2 处,从而限定具有宽度 D2 的环形气间隙 27。宽度 D2 小于宽度 D1,由此增加起始力,如以下更详细地所述。

[0038] 弹簧 9 将电枢 7 偏置离开螺线管线圈 5,并且永久磁体 2 将电枢 7 朝向螺线管线圈 5 偏置。因为电枢 7 位于永久磁体 2 的远处,所以作用在电枢 7 上的来自永久磁体 2 的磁力与由弹簧 9 施加的机械力相比相对较小。这样,电枢 7 保持在打开位置中,直到施加另一力为止。

[0039] 当向螺线管线圈 5 施加电流时,磁力作用在电枢 7 上,将电枢 7 拉向螺线管线圈 5。为进一步描述磁力,在螺线管线圈 5 的横剖面周围存在磁路。也就是说,存在从芯 1 经过壳 20、壳伸展构件 21、横越气间隙 27、经过电枢 7、横越具有宽度 D1 的气间隙、经过夹板 3 和永久磁体 2、并回到芯 1 的磁路。该磁路提供用于磁通量的路径以产生电枢 7 上的磁力。来自赋能的螺线管线圈 5 的磁力强于由弹簧 9 施加的力,因而电枢 7 移动到图 2 中示出的闭合位置。

[0040] 由于伸展构件 21 伸展超出夹板 3,并且限定小环形的气间隙 27,而不是大的气间隙(如具有宽度 D1 的气间隙),电枢 7 以更高的起始力朝向螺线管线圈 5 移动。由此,与如果致动器 30 没有伸展构件 21 相比,电磁致动器 30 可致动更大的机构。由此,相同大小的螺线管线圈和电枢能够比另外可能的方式致动更大的机构。从而,伸展构件 21 可增加由电磁致动器 30 传递的力,而不显著增加由致动器 30 占据的空间。

[0041] 一旦在闭合位置中,电枢 7 保持在闭合位置中,直到另一力作用到电枢 7 上。电枢 7 保持在闭合位置中,因为永久磁体 2 现在接近电枢 7 定位,从而与由弹簧 9 施加的相反力相比,施加更大的力。由此,即使从螺线管线圈 5 去除功率,电枢 7 仍保持在闭合位置中。

[0042] 为了将电枢 7 返回到打开位置,可在螺线管线圈 5 上设置反向电流。此电流产生在电枢 7 上施加向上磁力的磁场,该磁力大于来自永久磁体 2 的向下磁力,从而使电枢 7 回到打开位置。电枢 7 保持在打开位置中,因为永久磁体 2 现在位于电枢 7 的远处,因而与由弹簧 9 施加的相反力相比,施加更小的力。因而,即使从螺线管线圈 5 去除功率,电枢 7 仍保持在打开位置中。

[0043] 伸展构件 21 的不同长度 D3 影响致动器 30 的力行程距离特性。为示出伸展构件 21 的不同长度的影响,使用有限元分析软件包,针对不同的行程长度 D1 和不同的伸展构件 21 长度 D3,计算由螺线管线圈 5 施加在电枢 7 上的磁力。将结果总结于下表 1 中,以 Newton 指示力。

[0044]

	D3 = 0mm	D3 = 12mm	D3 = 15mm	D3 = 36mm
D1 = 16mm(打开)	305	563	693	558
D1 = 14mm	394	777	868	688

D1 = 7mm	1136	1740	1693	1603
D1 = 0mm( 闭合 )	9925	10, 010	9994	9965

[0045] 表 1

[0046] 可以看出,对于不具有伸展构件(即具有长度 $D3 = 0$ )的电磁致动器 30,起始力是 305N。然而,具有长度 $D3 = 12\text{mm}$ 的伸展构件 21,起始力增加到 563N。此起始力增加可提供加速度和惯性以致动更大的机构而不利用更大的螺线管线圈。伸展构件 21 的另一个特征是,电枢 7 可具有基本恒定的加速度,从而造成一致的闭合时间,这在一些致动器应用中是重要的。

[0047] 进而,致动器行程上的力-位移曲线可通过变化气间隙 27 的形状来控制,例如通过变化伸展构件的长度和形状。例如,间隙 27 的宽度能够以增加离夹板 3 的距离来增加,如图 3 所示。如图所示,伸展构件 21' 从壳 20' 伸展。伸展构件 21' 具有形成环形气间隙 27' 的内环形表面 26'。气间隙 27' 随着离夹板 3 的距离增加而变得更宽。以此气间隙,起始力是小于图 1 的起始力,但是随着增加电枢 7 行程而更快地增加。

[0048] 图 4 示出另一致动器 30"。如图所示,伸展构件 21" 从壳 20" 伸展。伸展构件 21" 具有形成环形气间隙 27" 的内环形表面 26"。气间隙 27" 随着离夹板 3 的距离增加而变得更窄。尽管示出了线性增加和减小的气间隙,也可考虑其他形状的气间隙,如,例如曲形、锯齿形、方形等等。

[0049] 在图 3 和 4 中,电枢 7 的外表面 25 不平行于伸展构件(21', 21")的内环形表面(26', 26"),这提供了具有不同宽度的气间隙(27', 27")。此外,在以从轴 8 的纵向轴径向向外的方向伸展的平面中,电枢 7 的外表面 25 平行于轴 8 的纵向轴,并且伸展构件(21', 21")的内环形表面(26', 26")不平行于轴 8 的纵向轴。

[0050] 进而,考虑用于划动致动器 30 的其它技术。例如,永久磁体 2 对于致动器 30 的操作不是需要的。如果永久磁体 2 不包括在致动器 30 中,则将功率连续施加到螺线管线圈 5 以将致动器 30 保持在闭合位置中。在另一替选实施例中,弹簧 9 处于紧张状态中,将电枢 7 朝向螺线管线圈 5 偏置。

[0051] 图 5 示出与电磁致动器 30 类似的另一说明性电磁致动器 50 的一部分。如图 5 所示,电磁致动器 50 包括壳 70 和夹板 53。夹板 53 与图 1 的夹板 3 类似。壳 70 与图 1 的壳 20 类似;但是,在此实施例中,壳 70 不具有伸展构件。而在此实施例中,致动器 57 包括伸展构件 58。伸展构件 58 可与电枢 57 整合地形成,或可以是附着到电枢 57 的分离件。此附着例如可以是焊接、粘附、紧固件等等。间隙 59 形成于伸展构件 58 的内表面 58a 与壳 70 的外围表面 70a 之间。凹陷 80 在壳 70 的外围表面 70a 中形成,并帮助限定间隙 59。以此方式,凹陷 80 增加间隙 59 的宽度,从而比间隙 59 的剩余部分的宽度更大。由螺线管线圈生成的磁通线集中于间隙 59 的区域中,从而增加电枢 57 上的起始力。

[0052] 应当理解,除了凹陷 80 之外,可在壳 70 的外围表面 70a 中形成其它凹陷。此外或替代凹陷(如凹陷 80),可以为壳 70 的外围表面 70a 提供一个或多个凸起。凹陷(如凹陷 80)或凸起产生了外围表面 70a 中的不规则,其通过将通量引导到特定位置而集中磁通。此外或替代壳的外围表面 70a 中的不规则(如凹陷 80),可在伸展构件 58 的内表面 58a 中形成一个或多个不规则。例如,可在伸展构件 58 的内表面 58a 中形成一个或多个凹陷和/或

一个或多个凸起。

[0053] 还应进一步理解,不规则(如凸起或凹陷)可在于此公开的其他致动器实施例的电枢和/或扩展中形成。

[0054] 图 6 示出本发明的另一说明性实施例。如图 6 所示,电磁致动器 60 包括壳 61、电枢 65 和螺线管线圈 82。

[0055] 螺线管线圈 82 与图 1 中的螺线管线圈 5 类似。如图所示,螺线管线圈 82 设置在由壳 61 限定的腔 83 内。

[0056] 电磁致动器 60 还包括永久磁体 71。永久磁体 71 基本是环形的,并且具有用于电枢 65 的轴向通路;然而,永久磁体 71 可以是任何适合的形状。将永久磁体 71 对准,使得它的磁极提供偏置电枢 65 的磁力。永久磁体 71 是与一种用于划动致动器 60 的技术一起使用,但对于其他技术可省略。

[0057] 电枢 65 包括可透磁的材料和凸起或伸展构件 66。伸展构件 66 朝向壳 61 的端帽 63 伸展,从而限定伸展构件 66 与壳 61 之间的间隙。该间隙比另外存在的情况要小,并且增加电磁致动器 60 的起始力,如上所述。伸展构件 66 是圆柱形的,并且可与电枢 65 整合地形成,或者可以是附着到电枢 65 的分离件。电枢 65 基本是圆柱形的,并且在螺线管线圈 82 内径向地设置;然而,电枢 65 可以用以与螺线管线圈 82 协同产生轴向运动的任何形状。电枢 65 设置于壳 61 的端帽 63 和 64 之间。端帽 63 和 64 限制电枢 65 的轴向运动。

[0058] 电枢 65 包括相对的第一和第二端 65a 和 65b。第一端 65a 包括设置于伸展构件 66 周围的环形表面 67。伸展构件 66 伸展离开环形表面 67,并且包括端表面 66a。以此方式,环形表面 67 和端表面 66a 包括电枢 65 的第一端 65a 的两个非共面表面,环形表面 67 与端表面 66a 设置得更靠近电枢 65 的第二端 65b。如图 6 所示,环形表面 67 和端表面 66a 相互平行。

[0059] 壳 61 基本上是环形的,并且限定了包含螺线管线圈 82、永久磁体 71 和电枢 65 的腔 83。壳 61 还包括基本上包围电枢 65 的端帽 63 和 64。端帽 63 具有环形表面 63a,该环形表面 63a 设置在用于接纳电枢 65 的伸展构件 66 的凹陷 62 周围。凹陷 62 是圆柱形的,并且由凹陷的内表面 84 部分地限定,该内表面 84 比环形表面 63a 设置得距电枢 65 更远。以此方式,环形表面 63a 和内表面 84 是不共面的。然而,环形表面 63a 和内表面 84 相互平行。壳 61 和凹陷 62 可以是能够与电枢 65 的伸展构件 66 协作的任何适合形状。在其它实施例中,壳 61 可包括伸展构件,并且电枢 65 可包括用于接纳该伸展构件的凹陷。

[0060] 电枢 65 在接近壳 61 的端帽 63 设置的第一位置与远离该壳的端帽 63 设置的第二位置之间可移动。当电枢 65 在第一位置中时,电枢 65 的伸展构件 66 设置在端帽 63 的凹陷 62 中。当伸展构件 66 如此设置时,端帽 63 的环形表面 63a 比伸展构件 66 的端表面 66a 设置得距电枢 65 的第二端 65b 更近。当电枢 65 在第二位置中时(如图 6 所示),伸展构件 66 与端帽 63 间隔开。

[0061] 电枢 65 的第一端 65a 和端帽 63 的不规则配置通过将通量引导到凹陷 62 中来集中磁通,从而增加致动器 60 的起始力。

[0062] 现参照图 7 和 8,示出了致动器 86,除以下阐明的区别之外,该致动器 86 具有与致动器 60 基本相同的构造和操作。由于构造的相似性,致动器 86 与致动器 60 中基本相同的部件将具有相同的标号。致动器 86 具有从电枢 65 伸展的一对伸展构件 66 和端帽 63 中的

一对凹陷 62, 而不是如在致动器 60 中具有从电枢 65 伸展的仅一个伸展构件 66 和端帽 63 中的仅一个凹陷 62。此外, 杆 88 固定到电枢 65 并且从其第二端 65b 伸展, 以及杆 90 固定到电枢 65 并且从其第一端 65a 伸展。两个伸展构件 66 于其间限定谷 92, 杆 90 经过该谷 92 伸展。相应地, 端帽 63 中的凹陷 62 形成凸起 94, 杆 90 经过该凸起 94 伸展。凸起 94 具有端表面 94a, 而谷 92 由内表面 96 部分地限定。由于在端帽 63 中有两个凹陷 62, 所以表面 63a 不是环形的, 而是不规则形状的。表面 63a 包括端表面 94a。

[0063] 当电枢 65 在第一位置中时 (如图 8 所示), 电枢 65 的伸展构件 66 设置在端帽 63 的凹陷 62 中。此外, 端帽 63 的凸起 94 设置在谷 92 中。当伸展构件 66 如此放置时, 端帽 63 的表面 63a 比伸展构件 66 的端表面 66a 设置得距电枢 65 的第二端 65b 更近。当电枢 65 在第二位置中时 (如图 7 所示), 伸展构件 66 与端帽 63 间隔开。

[0064] 凹陷 62 和伸展构件 66 配置成使得当电枢 65 在第一位置中、并且伸展构件 66 设置在凹陷 62 中、并且凸起 94 设置在谷 92 中时, 在内表面 84 与端表面 66a 之间有间隙, 并且在谷 92 中的内表面 96 与凸起 94 的端表面 94a 之间有间隙。优选地, 这些间隙的每一个约为 0.005 英寸。已经发现, 在致动器 86 的操作期间可进入腔 83 或在腔 83 中形成的污染物 (如金属粒) 收集于谷 92 中。相信污染物在谷 92 中的收集可改善电枢 65 与端帽 63 之间的锁紧强度。此外, 电枢 65 的第一端 65a 和端帽 63 的不规则配置通过将通量引导到凹陷 62 中来集中磁通, 从而增加致动器 86 的起始力。

[0065] 现参照图 9, 示出致动器 97, 除以下阐明的区别之外, 其具有与致动器 60 基本相同的构造和操作。由于构造的相似性, 致动器 97 与致动器 60 中基本相同的部件将具有相同的标号。杆 98 固定到电枢 65 并从其第二端 65b 伸展, 以及杆 100 固定到电枢 65。杆 100 经过凹陷 62 和伸展构件 66 而伸展。

[0066] 现参照图 10, 示出致动器 104, 除以下阐明的区别之外, 其具有与致动器 60 基本相同的构造和操作。由于构造的相似性, 致动器 104 与致动器 60 中基本相同的部件将具有相同的标号。致动器 104 不具有如致动器 60 中的圆柱形伸展构件 66 和圆柱形凹陷 62。替代地, 致动器 104 的电枢 65 具有截头圆锥形凸起 110, 并且端帽 63 具有对应的截头圆锥形凹陷 112。凸起 110 具有截头圆锥形外表面 110a, 而凹陷 112 由截头圆锥形内表面 114 限定。杆 106 固定到电枢 65 并且从其第二端 65b 伸展, 以及杆 108 固定到电枢 65 并且从其第一端 65a 伸展。杆 108 伸展经过凹陷 112 和凸起 110。

[0067] 当电枢 65 在第一位置中时, 电枢 65 的凸起 110 设置于端帽 63 的凹陷 112 中, 小的间隙在凸起 110 的外表面 110a 与凹陷 112 的内表面 114 之间形成。当电枢 65 在第二位置中时 (如图 10 所示), 凸起 110 是与端帽 63 间隔开。

[0068] 现参照图 11 和 12, 示出致动器 118, 除以下提出的区别之外, 其具有与致动器 30 基本相同的构造和操作。由于构造的相似性, 致动器 118 与致动器 30 中基本相同的部件将具有相同的标号。致动器 118 不具有如致动器 30 中的伸展构件 21。替代地, 致动器 118 具有带有内表面 122 和外表面 123 的环形伸展构件 120。此外, 电枢 7 不具有如致动器 30 中的外表面 25。替代地, 电枢 7 具有外围表面 124。

[0069] 伸展构件 120 的内表面 122 在它从伸展构件 120 的上沿朝向夹板 3 向下伸展时稍微向外倾斜。结果, 在从轴 8 的纵向轴径向地向外的方向上伸展的平面内, 伸展构件 120 的内表面 122 不平行于伸展构件 120 的外表面 123 以及轴 8 的纵向轴。电枢 7 的外围表面

124 在它朝向夹板 3 向下伸展时也稍微向外倾斜。结果,在从轴 8 的纵向轴径向地向外的方向上伸展的平面内,电枢 7 的外围表面 124 不平行于轴 8 的纵向轴。然而,电枢 7 的外围表面 124 平行于伸展构件 120 的内表面 122。电枢 7 的外围表面 124 与伸展构件 120 的内表面 122 协同限定其间的间隙 126。

[0070] 凹口或凹陷 128 朝向电枢 7 的较低角在电枢 7 的外围表面 124 中形成。凹陷 128 朝向轴 8 的纵向轴径向地向内伸展,并帮助限定间隙 126。以此方式,凹陷 128 增加间隙 126 的宽度,以便大于间隙 126 的剩余部分的宽度。伸展构件 120 的内表面 122 的向外倾斜帮助将磁通量引导到凹陷 128 中,从而增加致动器 118 的起始力。

[0071] 应当理解,前述说明仅提供用于说明性的目的,并且不应理解成以任何方式限制本发明。当本发明参照实施例进行描述时,应当理解这里所用的词语是描述和说明用语,而不是限制用语。此外,尽管本发明在此参照了特定结构、材料和 / 或实施例来说明,但是本发明并非意欲限制在这里公开的细节之中。而应将本发明扩展到如所附权利要求的范围中的所有功能等效结构、方法和用途。本领域技术人员得益于本说明书的教示可时限多种改型和做出变化,而不脱离本发明在其各方面的范围和精神。

30

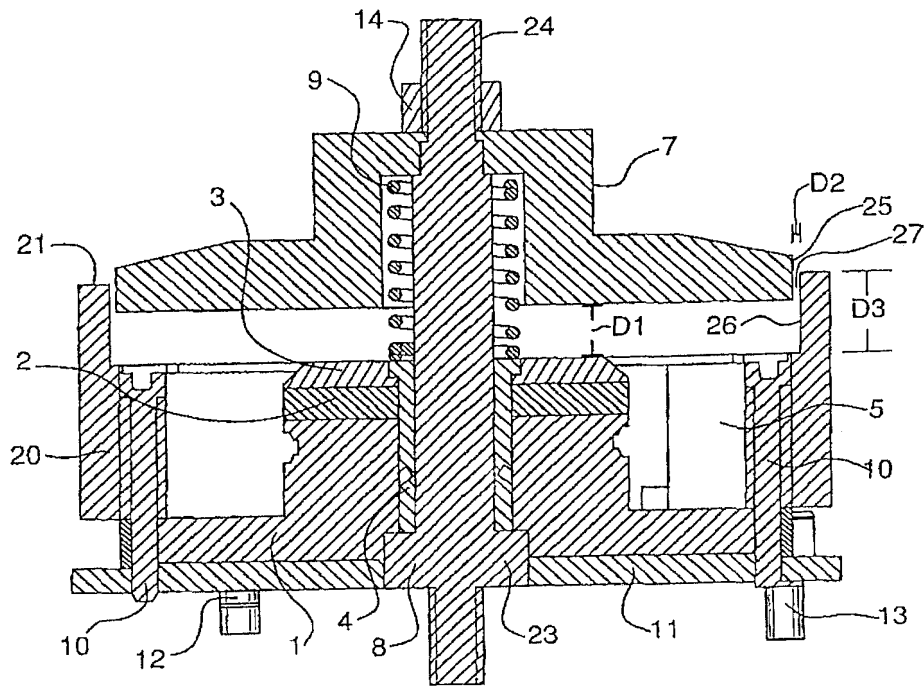


图1

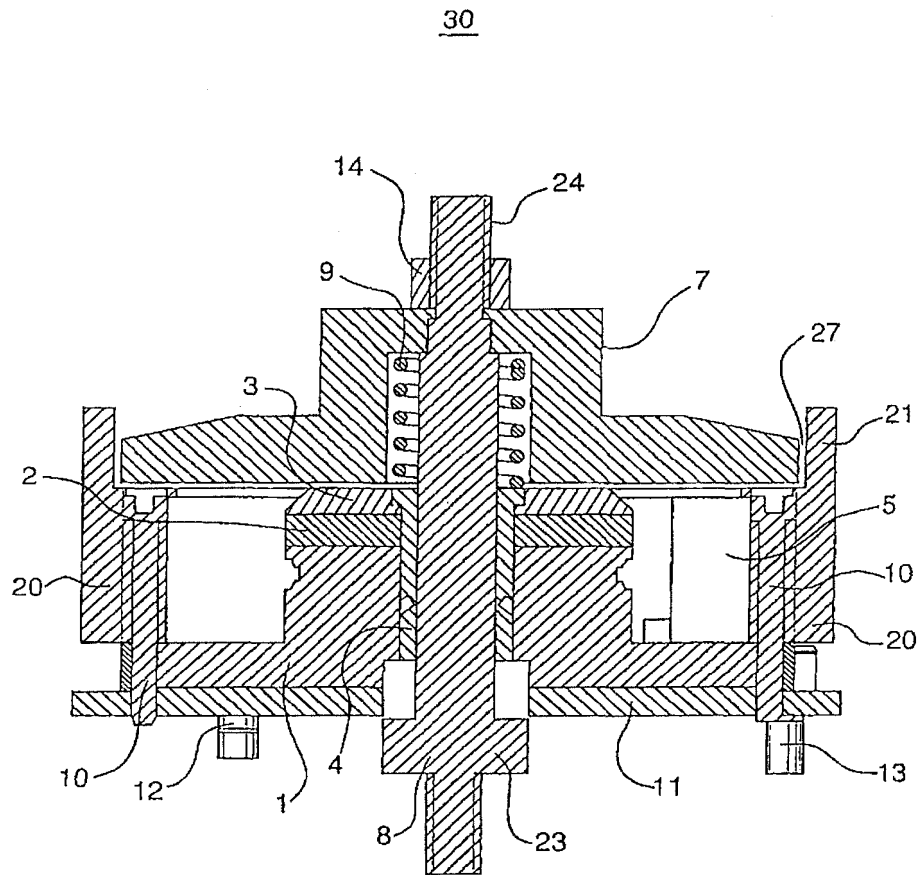


图 2

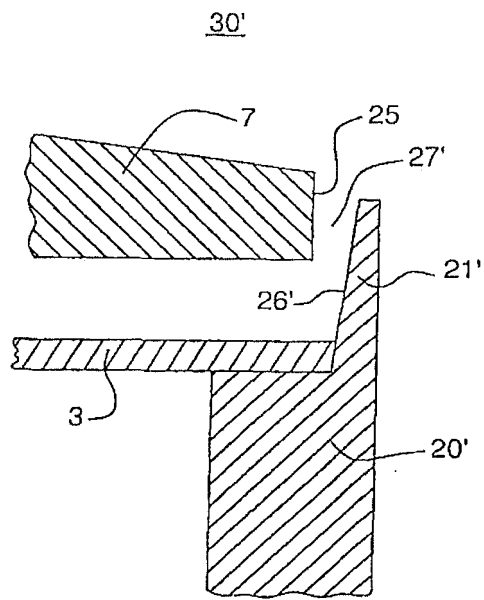


图 3

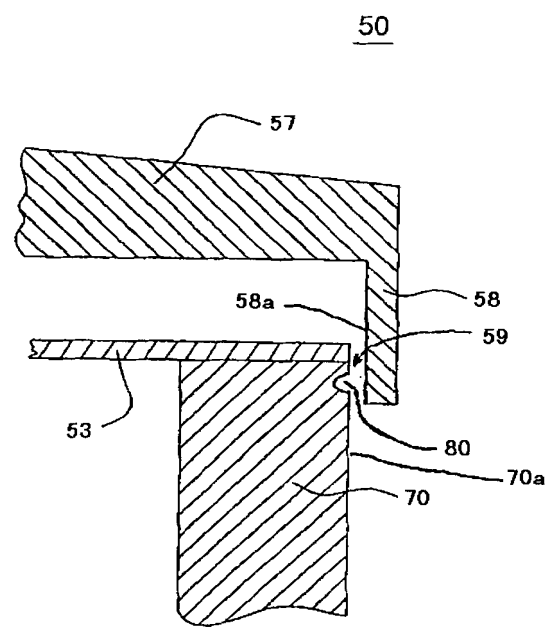


图 5

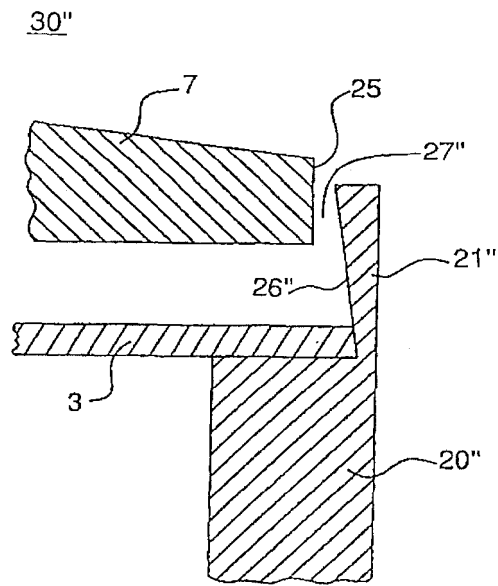


图 4

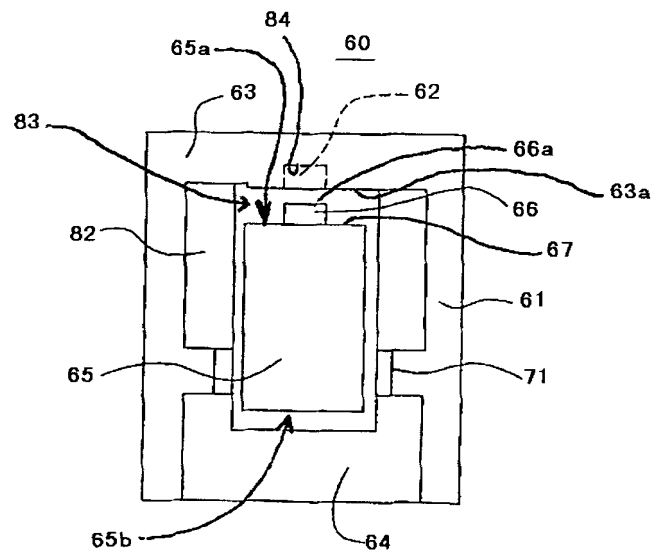


图 6



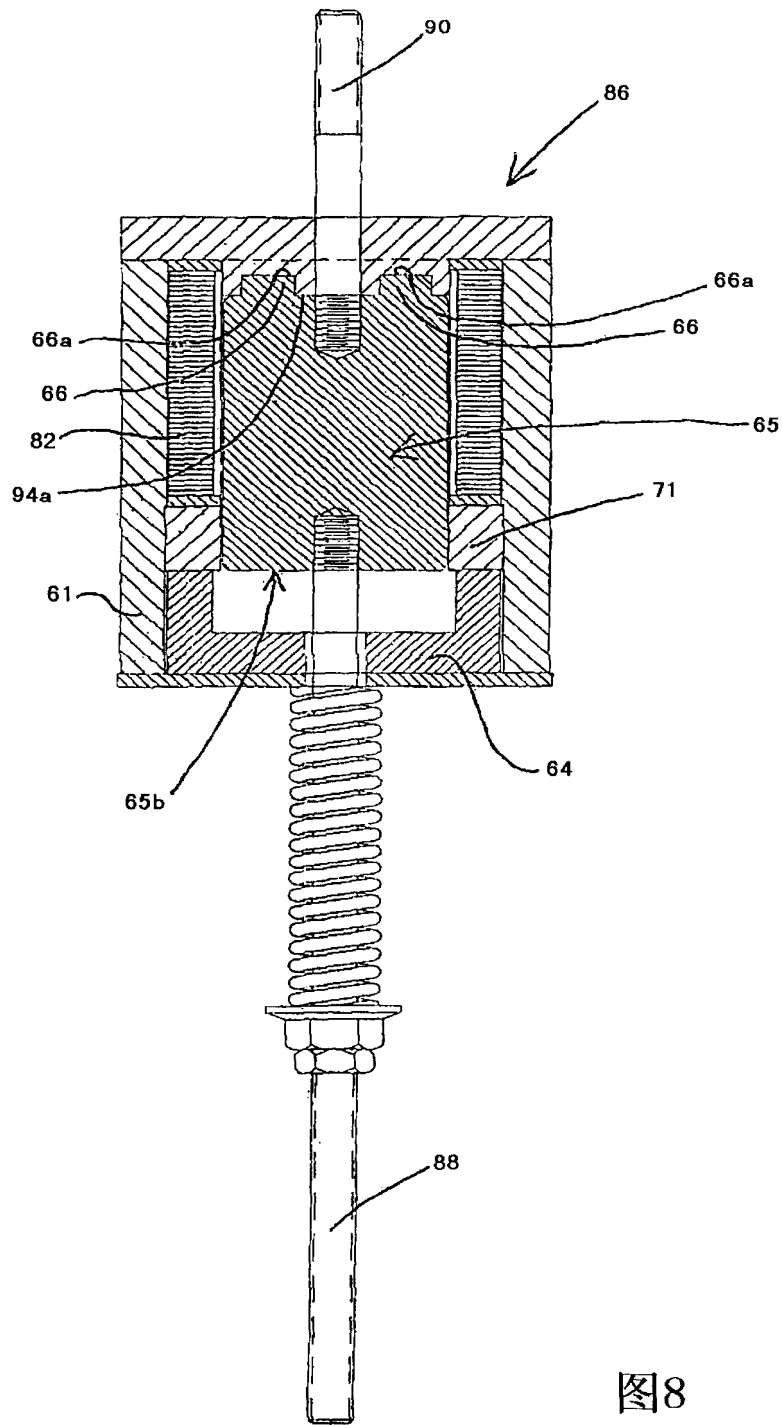


图8

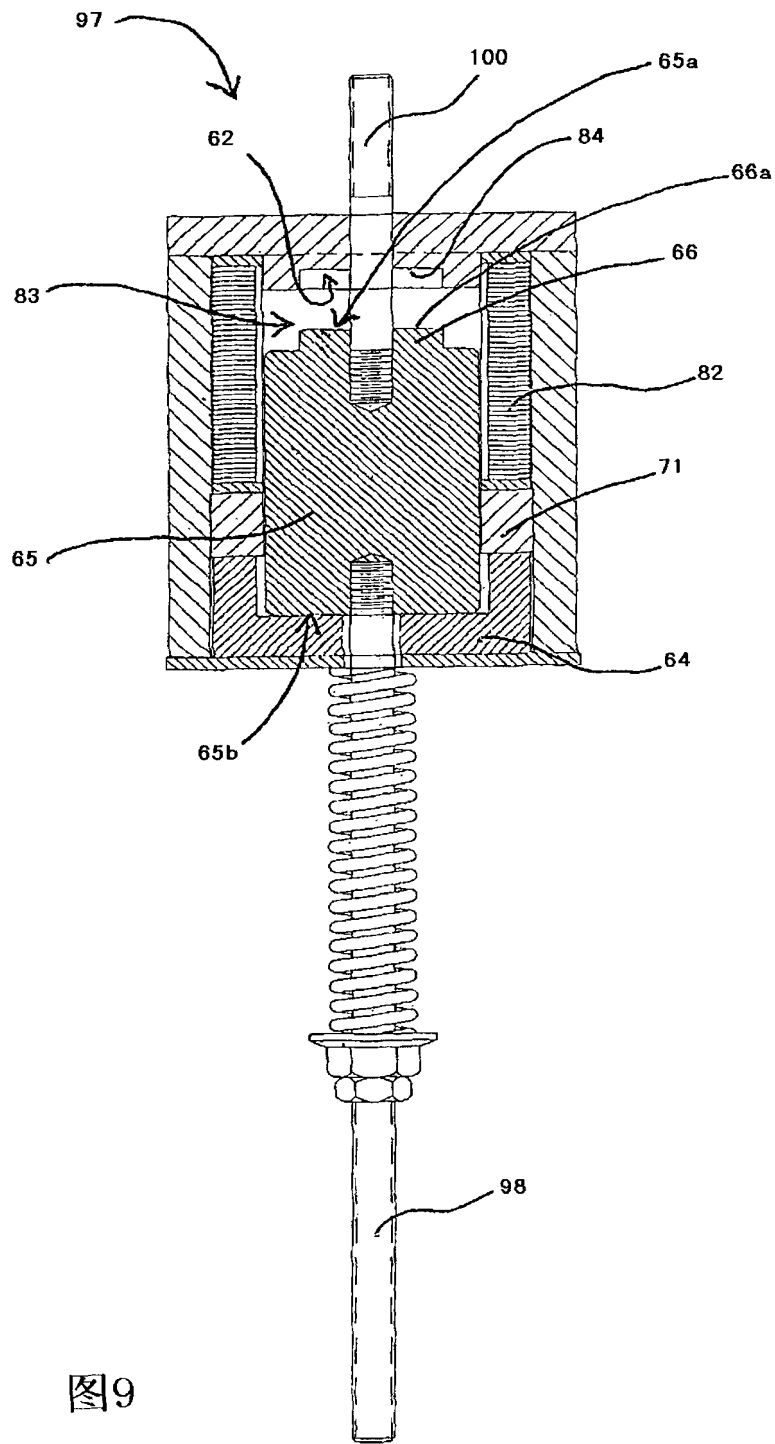


图9

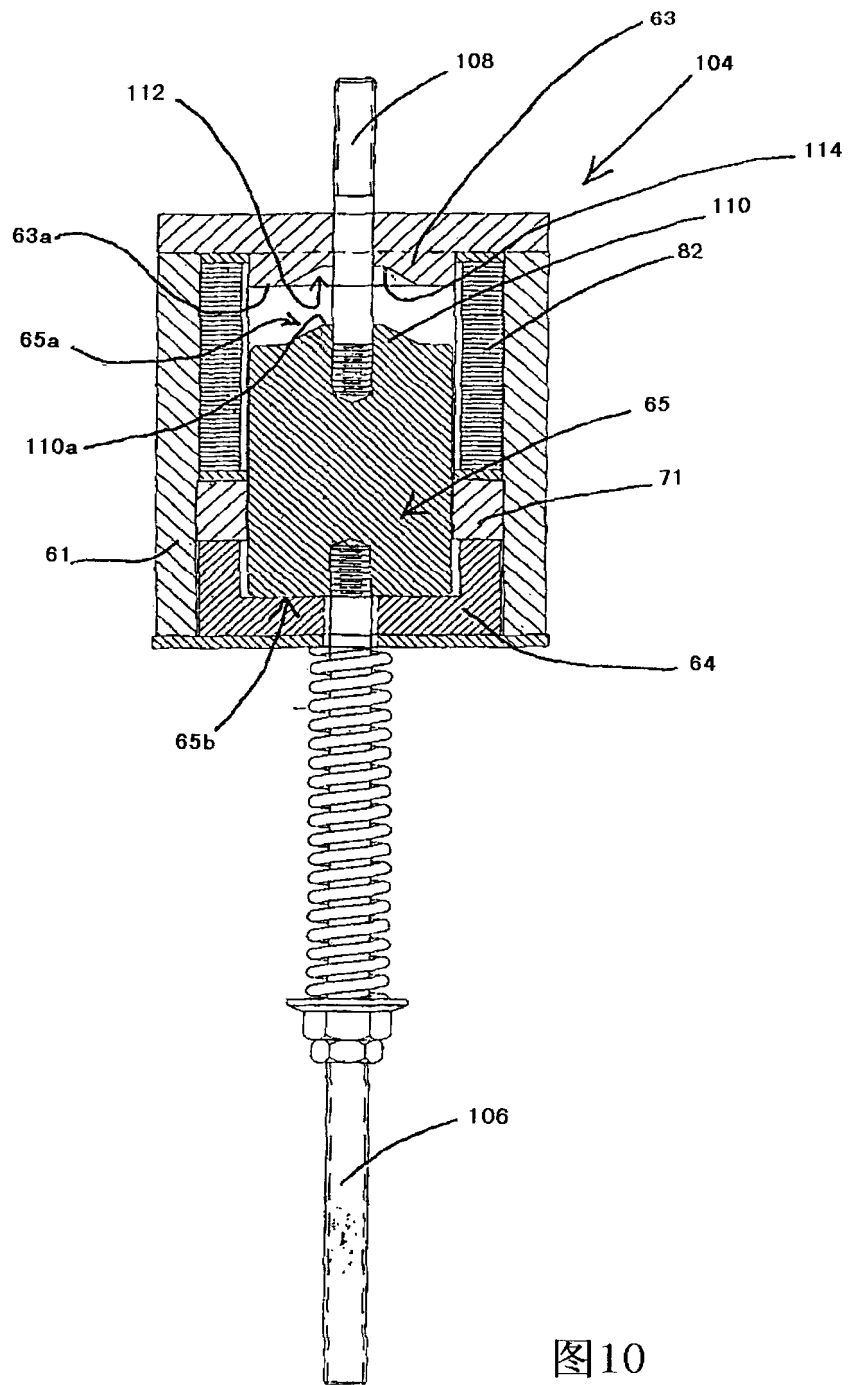


图10

