

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B62J 35/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680043811.3

[43] 公开日 2008年11月26日

[11] 公开号 CN 101312873A

[22] 申请日 2006.9.22

[21] 申请号 200680043811.3

[30] 优先权

[32] 2005.9.22 [33] US [31] 60/719,375

[32] 2006.9.21 [33] US [31] 11/533,883

[86] 国际申请 PCT/US2006/037053 2006.9.22

[87] 国际公布 WO2007/053249 英 2007.5.10

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.22

[71] 申请人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

[72] 发明人 A·L·布劳恩 N·L·约翰逊

K·B·罗伯 M·A·沃斯

T·J·尤赫特 E·D·莫斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 彭武 廖凌玲

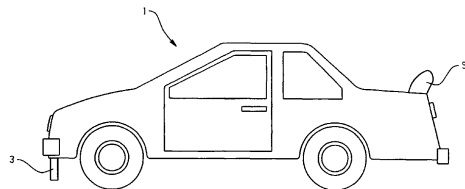
权利要求书3页 说明书15页 附图9页

[54] 发明名称

可逆展开的扰流器

[57] 摘要

一种用于车辆的可逆展开的扰流器，包括主体和与该主体可操作连通的活性材料。该活性材料，例如形状记忆材料可操作以根据激励信号来改变至少一个属性。该活性材料可以改变其形状、尺寸和/或硬度，产生活性扰流器气流控制装置的至少一个特性的变化，例如形状、尺寸、位置、方向和/或硬度，来控制车辆气流和下降力以更好地适合行车条件方面的变化，例如速度，同时减少维护和故障模式水平。可以采用促动装置、控制器和传感器来进一步控制活性扰流器气流控制装置的至少一个特性的变化，例如形状、尺寸、位置、方向和/或硬度。用于控制车辆气流的方法选择性地引入激励信号来起动该装置的至少一个特征的改变，在激励信号停止时该特征可以逆转。



1. 一种用于车辆的扰流器，该扰流器限定了在车辆运动期间能增加或减少气流下降力的车辆表面，该扰流器包括：

外壳，具有开口；

气流控制元件，可平移地设置在外壳中并与该开口滑动接合；和
活性材料促动器，包括与该气流控制元件可操作连通的活性材料来实现该气流控制元件从该外壳的展开和到该外壳中的缩回。

2. 如权利要求1所述的扰流器，其特征在于该活性材料是从由形状记忆合金、形状记忆聚合物、电活性聚合物、铁磁性形状记忆合金、电流变流体、磁流变流体、介电弹性体、离子型聚合物金属复合物、压电聚合物和压电陶瓷组成的组中选出来的。

3. 如权利要求1所述的扰流器，其特征在于该活性材料促动器包括具有与该气流控制元件相连的一端的形状记忆合金线，和附接于气流控制元件的偏压弹簧，该偏压弹簧被构造为向由该形状记忆合金线提供的力提供对抗力。

4. 如权利要求3所述的扰流器，其特征在于该偏压弹簧具有弹簧常数，该弹簧常数大于在该形状记忆合金线处于马氏体相时该形状记忆合金线的弹簧常数而小于在该形状记忆合金线处于奥氏体相时该形状记忆合金线的弹簧常数。

5. 如权利要求1所述的扰流器，进一步包括设置在该开口附近的片状密封件，该片状密封件被构造为防止颗粒物质进入该外壳。

6. 如权利要求3所述的扰流器，进一步包括与该形状记忆合金线可操作连通的至少一个滑轮。

7. 如权利要求3所述的扰流器，其特征在于该外壳包括上壁、下壁和在其间延伸的侧壁，其中该上壁包括位于外壳中的偏压弹簧保持结构，其中该气流控制元件包括第一部分和第二部分，该第一部分与该开口滑动接合并且偏压弹簧位于该偏压弹簧保持结构和第二部分中间，并且其中该形状记忆合金线被构造为在激励时收缩和压缩该偏压弹簧并且使第一部分从该外壳中伸出。

8. 如权利要求7所述的扰流器，其特征在于该偏压弹簧被构造为在没有激励该形状记忆合金线时展开并将第一部分缩回该外壳中。

9. 如权利要求3所述的扰流器, 其特征在于该外壳包括上壁、下壁和在其间延伸的侧壁, 其中该气流控制元件包括第一部分和第二部分, 该第一部分与该开口滑动接合并且偏压弹簧位于该下壁和第二部分中间, 并且其中该形状记忆合金线被构造为在激励时收缩和展开该偏压弹簧并且使第一部分从该外壳中伸出。

10. 如权利要求9所述的扰流器, 其特征在于该偏压弹簧被构造为在没有激励该形状记忆合金线时压缩并将第一部分缩回该外壳中。

11. 如权利要求3所述的扰流器, 其特征在于该气流控制元件具有大体线性的形状定向, 其与该开口滑动接合, 其中该偏压弹簧坐落在该开口的台肩上并位于该气流控制元件和该台肩的中间, 并且其中该形状记忆合金线被构造为当激励时收缩和压缩该偏压弹簧并且将该气流控制元件缩回到该外壳中。

12. 如权利要求11所述的扰流器, 其特征在于该偏压弹簧被构造为在没有激励该形状记忆合金线时伸展并将第一部分从该外壳展开。

13. 一种用于车辆的扰流器, 该扰流器限定了在车辆运动期间增加或减少气流下降力的车辆表面, 该扰流器包括:

外壳, 包括可转动地设置在该外壳中的气流控制元件, 其中该气流控制元件的转动增加或减少了车辆运动期间的气流下降力; 和

活性材料促动器, 与该气流控制元件可操作连通来实现该气流控制元件的转动。

14. 如权利要求13所述的扰流器, 其特征在于该气流控制元件固定地被附接于轴, 并且该活性材料促动器包括活性材料和偏压弹簧, 所述活性材料与该轴可操作连通来有选择地实现在激励时的转动, 所述偏压弹簧与该轴可操作连通来实现该活性材料去激励时的反向转动。

15. 如权利要求14所述的扰流器, 其特征在于该活性材料是从由形状记忆合金、形状记忆聚合物、电活性聚合物、铁磁性形状记忆合金、电流变流体、磁流变流体、介电弹性体、离子型聚合物金属复合物、压电聚合物和压电陶瓷组成的组中选出来的。

16. 一种用于车辆的扰流器, 该扰流器限定了在车辆运动期间增加或减少气流下降力的车辆表面, 该扰流器包括:

挠性表面, 定位于车辆上使得在其弯曲时影响气流下降力;

可转动凸轮, 与该挠性表面接触; 和

活性材料促动器,与气流控制元件可操作连通来实现该凸轮的转动并引起挠性表面的弯曲。

17. 如权利要求16所述的扰流器,其特征在于该活性材料促动器包括活性材料和偏压弹簧,所述活性材料与该凸轮可操作连通来有选择地实现激励时的转动,所述偏压弹簧与轴可操作连通来实现该活性材料去激励时的反向转动,其中凸轮的转动和反向转动引起该弯曲。

18. 如权利要求17所述的扰流器,其特征在于该活性材料是从由形状记忆合金、形状记忆聚合物、电活性聚合物、铁磁性形状记忆合金、电流变流体、磁流变流体、介电弹性体、离子型聚合物金属复合物、压电聚合物和压电陶瓷组成的组中选出来的。

19. 一种用于车辆的扰流器,该扰流器限定了在车辆运动期间增加或减少气流下降力的车辆表面,该扰流器包括:

支柱,可平移向车辆表面;

气流控制元件,安装于该支柱上;和

活性材料促动器,包括活性材料和偏压弹簧,该活性材料和偏压弹簧与支柱可操作连通,该支柱构造为实现相对于车辆表面的平移。

20. 如权利要求19所述的扰流器,进一步包括插销,用于可释放地将支柱和气流元件固定到固定位置。

21. 如权利要求19的扰流器,其特征在于该活性材料是从由形状记忆合金、形状记忆聚合物、电活性聚合物、铁磁性形状记忆合金、电流变流体、磁流变流体、介电弹性体、离子型聚合物金属复合物、压电聚合物和压电陶瓷组成的组中选出来的。

22. 如权利要求19所述的扰流器,其特征在于该车辆表面包括配置为容纳气流控制元件的凹槽。

可逆展开的扰流器

技术领域

[0001]本公开内容涉及一种用于车辆的气流控制装置，并且更特别地涉及一种使用活性材料来实现展开和缩回的可逆展开车辆扰流器。

背景技术

[0002]车辆上方、下方、周围和/或穿过的气流会影响车辆性能的许多方面，包括车辆阻力、车辆上升和下降力，和用于车辆动力系和空调系统的冷/热交换。在车辆阻力方面的减小改善了燃料经济性。车辆上升和下降力会影响车辆稳定性和操控性。在此使用的术语"气流"指的是在车辆部件周围或穿过的空气相对于车辆外表面或外部气流可沿其引导的车辆元件表面的运动，例如发动机舱中的表面。术语"阻力"指的是对于在流体中移动的车身，由与重心运动方向相反的方向的摩擦引起的阻力。在此使用的术语"上升力"指的是由于气流相对于车辆的合力沿垂直向上方向作用于车辆的分力。在此使用的术语"下降力"指的是由于气流相对于车辆的合力沿垂直向下方向作用于车辆的分力。

[0003]在车辆制造领域中用于相对于车辆控制气流的已知装置通常是预定的、具有不可调节几何形状、位置、方向和刚性。在行车条件改变时，这种装置通常不适宜改变，因此不能将相对于车辆的气流控制到更好地适合变化的行车条件。另外，现行的车辆下方的气流控制装置可减小离地间隙。车辆设计师面临控制气流同时保持足够的离地间隙的挑战以避免接触停车斜道、停车挡块、坑洼、路缘等等和由其造成的损坏。此外，例如大雪、冰凌或降雨的恶劣天气会损坏该装置和/或削弱车辆的操控性。

[0004]有许多用于车辆的通用类型的气流控制装置。其中的一个是扰流器。图1图示了在与其功能有关的位置处包括扰流器5的车辆1，如下所述。扰流器被设计为通过增加车辆后部的向下力来改进牵引力。使用扰流器增加了转弯能力并改进了高速时的稳定性，但是往往以额

外的气动阻力和重量为代价。没有扰流器，车辆后部区域在高速时将会经受与流体流动空气动力学有关的更大提升力。

[0005]现行的扰流器通常是固定的几何形状、位置、方向和硬度。因此在行车条件改变时这种装置不会被再定位、再调整、再成形等等，因此车身上方/周围的气流不能调节到更适合变化了的行车条件。在不具有固定几何形状、位置等的那些扰流器中，通常通过将装置装配和/或连接到液压、机械、电促动器和/或类似促动器使扰流器是可调节的。例如，某些车辆扰流器可根据驱动器信号调整位置和/或方向。然而，这种促动器通常要求另外的部件，例如活塞、马达、螺线管和/或用于致动的类似机构，其增加了装置的复杂性，往往导致有所增加的故障型式、维护和制造成本。

[0006]因此，需要拥有可展开扰流器，其可根据行车条件调节并增进了装置的简单性同时减少了装置问题和故障模式的数目。

发明内容

[0007]在此公开的是可逆展开的扰流器以及方法。在一个实施例中，扰流器限定了可增加或减少车辆运动期间气流下降力的车辆表面。扰流器包括：外壳，具有开口；气流控制元件，可平移地设置在外壳中并与该开口滑动接合；和活性材料促动器，包括与该气流控制元件可操作连通的活性材料来实现该气流控制元件从外壳的展开和缩回其中。

[0008]在另一实施例中，扰流器包括外壳，包括可转动地设置在该外壳中的气流控制元件，其中在车辆运动期间该气流控制元件的转动提高或降低了气流下降力；和活性材料促动器，包括与该气流控制元件可操作连通的活性材料来实现气流控制元件的转动。

[0009]在又一个实施例中，用于车辆的扰流器包括可平移向车辆表面的支柱；安装于该支柱上的气流控制元件；以及活性材料促动器，包括与该支柱连通的活性材料来实现支柱相对于车辆表面的移动。

[0010]在另外一个实施例中，扰流器包括位于车辆上的挠性表面使得在其弯曲时影响气流下降力；与该挠性表面接触的可转动凸轮；和与该气流控制元件连通的活性材料促动器来实现凸轮的转动并引起该挠性表面的弯曲。

[0011] 上述及其他特征可通过下面的附图和详细说明来例证。

附图说明

[0012] 现在参考附图，其是示例性实施例并且其中类似元件给出同样的编号：

[0013] 图1图示了包括位于通常与其功能有关的位置的扰流器的车辆；

[0014] 图2图示了根据本公开内容的一个实施例、处于缩回位置的、用于车辆的可逆展开的扰流器的截面图；

[0015] 图3图示了处于展开位置的图2中可逆展开的扰流器的截面图；

[0016] 图4图示了根据本公开内容的另一个实施例、处于展开位置的、用于车辆的可逆展开的扰流器的截面图；

[0017] 图5图示了处于缩回位置的图4中可逆展开的扰流器的截面图；

[0018] 图6图示了根据本公开内容的又一个实施例、处于缩回位置的、用于车辆的可逆展开的扰流器的截面图；

[0019] 图7图示了处于展开位置的图6中可逆展开的扰流器的截面图；

[0020] 图8图示了根据另一个实施例、采用旋转机构的可逆展开的扰流器的截面图；

[0021] 图9图示了根据又一个实施例、采用旋转机构的可逆展开的扰流器的截面图；

[0022] 图10图示了根据另一个实施例、利用活性材料可平移支柱的可逆展开的扰流器的透视图；

[0023] 图11是图10中可逆展开的扰流器的截面图；

[0024] 图12图示了用于缩回图10中的扰流器的合适的活性材料促动器；和

[0025] 图13图示了用于展开图10中的扰流器的合适的活性材料促动器。

具体实施方式

[0026]在此公开了活性材料驱动的可逆展开的气流扰流器。该气流扰流器适合于用在这样的车辆上，其上可能希望具有符合需要的较大的下降力，例如有时在比赛性驾驶场合所用车辆上。很明显，气流扰流器安装在可在行车条件期间影响对车辆的下降力的车辆表面上。虽然无意限于这种位置，通常该位置在车辆的后底板或其周围。在这些实施例中，扰流器的展开或收起在每种情况下优选基于通过活性材料的正好一个激励循环（或者至多是非常少量的激励循环）实现的刚体平移或者旋转。与利用活性材料来实现这些改变有关的特定优势包括有所增加的装置简单性、有所减小的故障型式数量和因此有所增加的装置稳固性，和有所减小的装置体积、质量和由于其高能量密度的激励能量需求。

[0027]所包括的活性材料的种类是根据激励信号在硬度和/或尺寸方面表现出变化的那些材料，该信号根据特定的活性材料可采用不同形式。合适的活性材料包括，但不限于，形状记忆合金（SMA）、形状记忆聚合物（SMP）、电活性聚合物（EAP）、铁磁性SMA、电流变流体（ER）、磁流变流体（MR）、压电陶瓷、上述材料的不同组合等等，例如待审的美国专利申请号10/983,330、10/893,119、10/872,327，和10/983,329中公开的，其全文引用以供参考。

[0028]用于控制车辆气流基于活性材料的扰流器装置通常是指这种装置，其中活性材料（一个或多个）外部直接或者远程连接到气流控制元件表面，造成刚体平移、转动或气流控制装置的气流控制表面的变形。

[0029]在图2和3所示的实施例中，显示的是分别处于展开和缩回位置的、总的由参考数字10标识的扰流器。扰流器10包括外壳12，该外壳容纳基于活性材料的促动器14和可展开的气流元件16。外壳12具有下壁18、从下壁伸出的侧壁20和上壁22。外壳12包括上壁22中的槽口24并被构造为允许气流控制元件16缩回外壳12或从其展开。活性材料26与可展开的气流元件连通以提供缩回和展开。

[0030]使用形状记忆合金作为示例性活性材料，形状记忆合金线26在一端限制到外壳12中选定的一个壁或固定锚结构38而在另一端限制到气流控制元件16的第二部分30。如图所示，可展开的气流元件16是大体"L"形，具有与槽口24滑动接合的第一部分28和大体垂直于第一

部分的第二部分30。外壳12进一步包括偏压弹簧保持结构32，其附接于滑动装配有气流控制元件16的下壁22或与其一体成形。偏压弹簧34放置在气流控制元件16的第二部分和偏压弹簧保持结构32中间并与它们处于偏压关系。偏压弹簧保持结构32进一步包括用于容纳形状记忆合金线26的通道36，该线26具有固定附接于位于外壳内部的锚结构38的一端和固定附接于第二部分30的另一端。形状记忆合金线26设置在一个或多个滑轮42（其中显示两个）周围并旋入通道36以提供气流控制元件16的垂直运动。形状记忆合金线26的激励引起相转换，其导致线的收缩而产生足够克服与偏压弹簧34有关的那些力的力。结果是气流控制元件16从槽口24滑动展开。去激励造成偏压弹簧假塑性地（pseudoplastically）变形形状记忆合金回到其起始位置和长度附近，这还导致缩回气流控制元件16。以这种方式，会改变由箭头46标识的气流，该气流用来影响由于车辆上的气流引起的车辆阻力。可选的密封片44或其它装置设置在槽口24附近以防止颗粒材料进入外壳。

[0031]对于在此公开的这些及其他实施例，偏压弹簧通常这样选择以使其轴向刚性（即弹簧常数）大于在活性材料没有激励时活性材料的刚性。例如，在形状记忆合金线的情况下，偏压弹簧的轴向刚性选择为大于形状记忆合金线在其处于较低温度马氏体刚性时的刚性，而小于线在其处于高温奥氏体阶段时的刚性。

[0032]在图4和5中，显示扰流器50分别处于展开和缩回位置。扰流器50包括外壳52，具有下壁54、上壁56和侧壁58。外壳52进一步包括气流控制元件62可滑动接合于其中的槽口60。气流控制元件62大体“L”形，具有第一部分64和大体上垂直于第一部分的第二部分66。偏压弹簧68具有固定附接于第二部分66的一端和固定附接于下壁54的另一端。活性材料70例如在一端限制到所选择的一个壁或外壳62中的固定锚结构72而在另一端限制到气流控制元件62的第二部分66。形状记忆合金线70设置在一个或多个滑轮74周围并被构造为提供气流控制元件62的垂直运动。形状记忆合金线70的激励造成相转换，其导致该线的收缩而产生足够克服与偏压弹簧68有关的那些力的力。

[0033]在这个实施例中，形状记忆合金线70的激励将同时引起形状记忆合金线的收缩和偏压弹簧的伸展以便展开气流控制元件62，与上述刚刚论述的上述实施例中所示的压缩过程相反。形状记忆合金线

的去激励将导致偏压弹簧假塑性变形该形状记忆合金线来缩回气流控制元件到外壳62内。密封件放置在槽口附近。

[0034]在图6和7中，显示扰流器80分别处于缩回和展开位置。扰流器80包括具有下壁84、上壁86和侧壁88的外壳82。外壳82进一步包括气流控制元件92可滑动接合于其中的槽口90。槽口90延伸到下壁并包括距上表面远端设置的台肩94。气流控制元件92具有大体为平面的形状并与该槽口滑动接合。

[0035]活性材料96，例如形状记忆合金线在一端限制到气流控制元件92而在另一端限制到该外壳82中的下壁84。形状记忆合金线96被构造为提供气流控制元件82的垂直运动。偏压弹簧98坐落于台肩94上并与气流控制元件92相接触。偏压弹簧98如此确定尺寸以致在没有形状记忆合金线的激励信号的情况下，该偏压弹簧将气流控制元件82定位到气流路径中，即引起该气流控制元件从外壳的展开。当激励形状记忆合金线时，该线收缩，使偏压弹簧压缩，从而缩回该气流控制元件82。因而，槽口到凹槽台肩的长度大约等于或小于气流可展开元件92的长度和在通过形状记忆合金线压缩时偏压弹簧的长度。

[0036]在如图8所示的另一实施例中，描述了扰流器100，其中活性材料（一个或多个）在外部直接或者远程连接到气流控制元件102。在这个实施例中，气流控制表面102附接于轴104，该轴绕其轴线自由转动。弹簧106和SMA线108以相对的方式附接于该空心管104，因此它们的张力彼此平衡，并且经由外部装置，导管的转动将增加一个中的张力同时减小另一个中的张力。在低车速时，与SMA线108中的有所减小的刚性和较大长度相结合的弹簧106中的张力保持扰流器转动以对齐到车辆表面并且不成为障碍。在高车速时，SMA线的温度提升，例如经过电阻加热，以产生SMA线中从马氏体到奥氏体的相转换。这通常导致在其长度方面的4%减小和在其刚性方面的显著增加。在长度和刚性方面的这种结合变化导致气流控制装置的转动展开和平衡弹簧106的伸展。在切断造成SMA线电阻加热的电流时，该线冷却到其马氏体相并且该伸展弹簧使气流控制装置返回到其收起状态。

[0037]虽然已经特别提到使用形状记忆合金，应当注意的是在这些实施例中还可以使用EAP代替SMA作为促动器以便获得所要求的线性或旋转展开。特别是在通过平移展开的情况下，通过EAP填料

(packaging) 变得不是问题, 例如在筋、板或板坯形式中不同, 当受到外加电压时可使EAP经受100%的应变。

[0038] 实施例还是可预见的, 如图所示, 其中外部附接的活性材料用来改变扰流器的气流控制表面的形态。如图9所示, 扰流器110包括靠近气流控制元件114的挠性表面设置的凸轮状装置。物理连接到凸轮112的活性材料116 (例如SMA线或弹簧或EAP板或筋) 的激励将会使凸轮转动, 该转动使气流控制装置的挠性气流控制表面弹性变形。一旦去除激励信号, 可以采取不同形式的偏压弹簧118或弹性储存在变形表面中的能量可被用于使气流控制装置的表面返回到其初始形状。

[0039] 在替代实施例中, 扰流器装置可被构造为带有锁紧机构, 该锁紧机构直接涉及活性材料 (例如通过ER和MR流体中剪切强度的场激励变化而保持到位), 或者是活性材料驱动或其它方式驱动的, 该机构使可展开的气流控制装置保持在展开或收起位置因此允许能量接通或能量切断的位置/形状保持, 即, 在能量切断方法中, 在这些实施例中仅仅在该主动的气流控制装置的展开或收起期间需要用于激励的能量。

[0040] 在另一个实施例中, 扰流器限定了放置在车辆表面内部凹槽上、上方或内部的不连续主体 (即气流元件), 通过其相对于车辆表面的运动/重新定位可以增加或减少车辆运动期间气流下降力。如图10和11所示, 图示了利用其上坐落有空气偏斜元件124的活性材料可移动支柱122的扰流器120。

[0041] 扰流器120包括坐落在至少一个支柱124 (图10中显示有两个) 上的扰流器主体122 (即气流控制元件)。该支柱相对于车身126是可平移的。举例来说, 支柱设置在形成自车身中的凹槽128中。然而, 需要注意的是该支柱可以不同地滑动接合于气流控制元件中的槽口、车辆表面或两者和/或包含可延伸或缩短其高度的伸缩部分。包括活性材料的、与上述论述相似的活性材料促动器设置为与气流控制元件可操作连通来实现气流控制元件相对于车辆表面的上升、下降和/或转动。可以采用插销130来将气流元件122锁定在要求位置, 例如完全展开或缩回位置, 然后在保持该气流控制元件位置的同时允许活性材料的去激励。

[0042] 图12图示了在激励活性材料时缩回支柱124的示例性活性

材料促动器140。支柱124坐落在压缩弹簧142上。例如形状记忆合金线的活性材料在一端146锚固到扰流器而在另一端148锚固到车辆126。可以利用一个或多个滑轮150来配置活性材料促动器140。支柱124向下运动并在如图所示的活性材料144的激励时被门上。当去激励时，可以有选择地拉开插销使压缩弹簧解压并将支柱和气流元件从车身展开。在形状记忆合金的情况下，该线将假塑性变形。

[0043]图13图示了当活性材料激励时展开支柱的示例性活性材料促动器160。在这个实施例中，如此偏压压缩弹簧162以致于在活性材料（反作用力）没有激励时支柱124处于缩回位置。当活性材料166激励时，支柱从车身展开。使用形状记忆合金作为示例性活性材料，SMA的一端在锚固位置168锚固到车辆而在其另一端锚固位置170锚固到支柱124。可选地，采用滑轮164。插销130可被用于有选择地将扰流器保持在"向上"位置，即使在活性材料去激励时。插销可与活性材料促动器（即活性材料驱动的）集成，也可以机械促动、液压促动或气动只要对不同应用是期望的。在优选实施例中，促动器线水平放置在扰流器长度或车身中。

[0044]活性材料包括那些根据激励信号在硬度特性、形状和/或尺寸方面表现出变化的复合物，对于不同的活性材料其可以采取电、磁性、热等领域类型。优选的活性材料包括但不限于形状记忆材料类及其组合。形状记忆材料泛指能够记忆其至少一个的原始属性的材料或合成物，例如随后通过施加外部激励恢复的形状，正如在此详细论述的那样。因而，自原始形状的变形是临时状态。以这种方式，形状记忆材料可以根据激励信号变换成受训练形状。

[0045]总的来说，SMP是包括至少两个不同元件的相隔离的共聚物，这两个不同元件可被描述为SMP中的不同部分，每个部分对SMP的总体特性起到不同的贡献。在此使用的术语"部分"指的是块、接合部，或相同和类似单体序列或低聚物元件，其被共聚合以形成SMP。每个部分可以是结晶或非结晶的并且分别具有相应的熔点或玻璃转变温度（ T_g ）。为了方便起见，术语"热转化温度"在这里用来根据该部分是非结晶部分或结晶部分而指 T_g 或熔点。对于包括（ n ）部分的SMP，认为SMP具有硬部分和（ $n-1$ ）个软部分，其中硬部分具有比任一软部分更高的热转化温度。因此，SMP具有（ n ）个热转化温度。硬部分的热

转化温度被定义为"最后转化温度",而所谓的"最软"部分的最低热转化温度被定义为"第一转化温度"。重要的是应当指出如果SMP具有多个以相同的也是最后转化温度的热转化温度为特征的部分,那么认为SMP具有多个硬部分。

[0046]当加热SMP超过最后转化温度时,该SMP材料可以成形。通过随后将SMP冷却到低于该温度来设置或记住SMP的永久形状。在此使用的术语"初始形状"、"先前限定的形状"和"永久形状"是同义词并意在交换使用。通过下述过程设定暂时形状,将材料加热到比任一软部分的热转化温度高但仍旧低于最后转化温度的温度,施加外应力或载荷来变形该SMP,然后冷却到该软部分的特定热转化温度以下。

[0047]可通过利用去除压力或载荷将材料加热到仍旧处于最后转化温度下的软部分的特定热转化温度以上来恢复永久形状。因此,显然的是通过结合多个软部分可能显示多个暂时形状并且利用多个硬部分可以显示多个永久形状。类似地使用层压或合成方法,多个SMP的结合将显示多个临时形状和永久形状之间的过渡。

[0048]对于仅仅带有两个部分的SMP,形状记忆聚合物的临时形状设置在第一转化温度,随后在负荷下冷却SMP来锁定临时形状。只要SMP保持低于第一转化温度就会保持临时形状。当再次使SMP超过第一转化温度时恢复永久形状。重复加热、成形,和冷却步骤可重复地重新设置临时形状。

[0049]大部分SMP显示出"单向"作用,其中SMP显示出一个永久形状。在没有应力或载荷时将形状记忆聚合物加热超过软部分热转化温度时,可获得永久形状并且不使用外力该形状不会恢复到临时形状。

[0050]作为备选方案,某些形状记忆聚合物合成物会显示出"双向"作用,其中SMP显示出两个永久形状。这些系统包括至少两个聚合物部件。例如,一个部件是第一交联聚合物而另一个部件是不同的交联聚合物。该部件可通过层压方法结合,或者是互穿网络,其中这两个聚合物部件是交联的而不是彼此相连。通过改变温度,形状记忆聚合物沿第一永久形状或第二永久形状的方向改变其形状。每个永久形状属于SMP的一个部件。整个形状的温度关系由这个事实引起,一个部件(部件A)的机械特性与所考虑的温度范围中的温度无关。另一个部件("部件B")的机械性能在所考虑的温度范围内随温度而变。在一个实施

例中，与部件A相比，部件B在低温下变得坚固，而部件A在高温下坚固并确定实际形状。可通过设定部件A的永久形状（“第一永久形状”），将该装置变形为部件B的永久形状（“第二永久形状”）和在施加压力时固定部件B的永久形状来准备双向记忆装置。

[0051]本领域技术人员应该承认可以以多种不同形式和形状来构造SMP。设计聚合物本身的成分和结构会允许为所要求的应用选择特定的温度。例如，根据特定应用，最后转化温度可能是大约0℃到大约300℃或以上。形状复原的温度（即软部分热转化温度）可能大于或等于大约-30℃。形状复原的另一个温度可能大于或等于大约20℃。形状复原的另一个温度可能大于或等于大约70℃。形状复原的另一个温度可能小于或等于大约250℃。形状复原的又一个温度可能小于或等于大约200℃。最后，形状复原的另一个温度可能小于或等于大约180℃。

[0052]用在SMP中的合适的聚合物包括热塑性材料、热固性材料、互穿网络、半互穿网络，或聚合物的混合网络。该聚合物可能是单体聚合物或聚合物的混合物。该聚合物可能是带有侧链或枝状结构部件的线性或分枝热塑性弹性体。用来形成形状记忆聚合物的合适的聚合物部件包括，但不限于，聚磷腈、聚乙烯醇、聚酰胺、聚酯氨化物、聚（氨基酸）、聚酐、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚链烯、聚丙烯酰胺、聚亚烷基二醇、聚链烯氧化物、聚链烯对酞酸盐、聚原酸酯、聚乙烯醚、聚乙烯酯、聚乙烯卤化物、聚酯、聚交酯、聚羟基乙酸、聚硅氧烷、聚氨基甲酸酯、聚醚、聚醚氨化物、聚醚酯纤维、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯石炭酸、聚乙烯吡咯烷酮、氯化聚丁烯、聚（十八烷基乙烯醚）乙烯-乙酸乙烯共聚物、聚乙烯、聚（环氧乙烷）-聚（对苯二甲酸亚乙酯）、聚乙烯/尼龙（接枝共聚物）、聚己酸内酯-聚酰胺（块状共聚物）、聚（己内酯）二甲基丙烯酸酯-丙烯酸正丁酯、聚（降冰片多面低聚倍半硅氧烷）、聚氯乙烯、聚氨酯/丁二烯共聚物、聚氨基甲酸酯块状共聚物、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯块状共聚物等等以及包括上述聚合物部件中至少一个的组合。合适的聚丙烯酸酯的实例包括聚（甲基丙烯酸甲酯）、聚（甲基丙烯酸乙酯）、聚（甲基丙烯酸丁酯）、聚（甲基丙烯酸异丁酯）、聚（己基异丁烯酸）、聚（异癸异丁烯酸）、聚（甲基丙烯酸月桂酯）、聚（苯基异丁烯酸）、聚（丙烯酸甲酯）、聚（异丙基丙烯酸盐）、聚（丙烯酸酸异丁酯）和聚（十

八烷基丙烯酸盐)。用于形成如上所述的SMP中的不同部分的聚合物(s)是可在市场上买到的或使用常规化学过程合成的。本发明所属领域的普通技术人员在不需过度实验情况下使用已知的化学过程和处理技术可容易地制备这些聚合物。

[0053]形状记忆合金存在于几个不同的随温度而变的相。这些相中最通常使用的是所谓的马氏体和奥氏体相。在接下来的论述中,马氏体相泛指更容易变形、更低温度的相而奥氏体相泛指更硬、更高温度的相。当形状记忆合金处于马氏体相并加热时,开始转换为奥氏体相。这些现象开始的温度往往被称为奥氏体开始温度(A_s)。这些现象完成的温度被称作奥氏体终点温度(A_f)。当形状记忆合金处于奥氏体相并被冷却时,开始转换为该马氏体相,并且这些现象开始的温度被称为马氏体开始温度(M_s)。奥氏体结束向马氏体的变换的温度被称作马氏体终点温度(M_f)。总的来说,形状记忆合金在其马氏体相更软更容易变形而在其奥氏体相更硬、更坚固和/或更有刚性。考虑到上述特性,优选在等于或低于奥氏体转化温度(等于或低于 A_s)时伸展形状记忆合金。随后加热到奥氏体转化温度以上使展开的形状记忆合金恢复到其永久形状。因此,供形状记忆合金使用的合适的激励信号是具有幅值的热激励信号以在马氏体和奥氏体相之间引起变换。

[0054]可通过合金成分方面的微小变化和经过热处理来调整在加热时形状记忆合金记忆其高温形态的温度。举例来说,在镍-钛形状记忆合金中,可以从大约 100°C 以上变化到大约 -100°C 以下。形状恢复过程在只有几度的范围内出现并且变换的开始或结束可根据所要求的应用和合金成分控制到一两度。形状记忆合金的机械性能在跨越其转化温度的温度范围内极大地改变,通常提供形状记忆作用、超弹性作用和高阻尼性能。

[0055]合适的形状记忆合金材料包括,但没有打算限于,镍-钛基合金、铌-钛基合金、镍-铝基合金、镍-镓基合金、铜基合金(例如铜-锌合金、铜铝合金、铜-金和铜锡合金)、金-镉基合金、银-镉基合金、铌-镉基合金、锰-铜基合金、铁-铂基合金、铁-钨基合金等等。该合金可以是二元的、三元的,或任何高阶的,只要合金成分显示出形状记忆作用即可,例如在形态定向方面的变化、在屈服强度和/或弯曲模量特性、阻尼能力、超弹性等等方面的变化。合适的形状记忆合

金成分的选择取决于部件工作的温度范围。

[0056]活性材料还包括,但不限于,例如磁性材料和磁流变弹性体的形状记忆材料。合适的磁性材料包括,但没有意指限于,软或硬磁铁;赤铁体;磁铁体;基于铁、镍和钴的磁性材料,上述合金,或包括上述中至少一个的组合等等。铁、镍和/或钴合金可以包括铝、硅、钴、镍、钒、钼、铬、钨、锰和/或铜。合适的MR弹性材料已经在前描述过。

[0057]本公开内容的扰流器和方法能够通过改变活性材料的至少一个属性来配合不同行车条件的需要来调整特征,例如形状、尺寸、刚性、位置及其组合等等。在活性材料的至少一个属性方面的变化包括形状、尺寸、刚性及其组合等等。利用活性材料来实现这些变化提供了装置有所增加的简单性和实用性,同时减小故障型式数目、装置体积和由于高能量密度进行激励的能量需求。

[0058]活性材料还可包括电活性聚合物,例如离子型聚合物金属复合物、导电聚合物、压电材料等等。在此使用的术语"压电"用来描述一种材料,当施加电压电势时机械变形,或相反地,在机械变形时产生电荷。

[0059]合适的MR弹性材料包括,但没有意指限于,包括铁磁性悬浮液或顺磁颗粒的弹性聚合母体,其中该粒子如上所述。合适的聚合母体包括,但不限于,聚 α -烯烃、天然橡胶、硅树脂、聚丁二烯、聚乙烯、聚异戊二烯等等。

[0060]电活性聚合物包括那些根据电气或机械场显示出压电、热电或电致伸缩特性的聚合材料。该材料通常根据施加的电场或机械应力而采用能够使聚合物膜沿共面方向展开或收缩的随动电极。电致伸缩-接枝弹性体的实施例带有压电聚合(偏二氟乙烯-三氟醚-乙烯)共聚物。该组合能够产生铁电体-电致伸缩分子合成系统的变化量。这可作为压电传感器乃至电致伸缩促动器来工作。

[0061]适于用作电活性聚合物的材料包括任何基本上绝缘的聚合物或橡胶(或其组合),其根据静电力变形或其变形导致电场方面的变化。适于用作预张紧聚合物的示例性材料包括硅橡胶,丙烯酸系弹性体,聚氨基甲酸酯,热塑性弹性体,包括PVDF(聚偏氟乙烯)、压敏粘合剂、氟橡胶的共聚物、包括硅树脂的聚合物和丙烯酸组成部分

等等。包括硅树脂的聚合物和丙烯酸组成部分包括例如包括硅树脂和丙烯酸组成部分的共聚物，包括硅橡胶和丙烯酸系弹性体的聚合物混合物。

[0062]用作电活性聚合物的材料可基于一个或多个材料性质来选择，例如电击穿强度、低弹性模量（用于可多可少的变形）、高介电常数等等。在一个实施例中，这样选择聚合物以使其具有最多大约100MPa的弹性模量。在另一个实施例中，这样选择聚合物以使其具有位于大约0.05MPa和大约10MPa之间的最大激励压力，并且优选在大约0.3MPa和大约3MPa之间。在另一个实施例中，这样选择聚合物以使其具有位于大约2和大约20之间的介电常数，并且优选在大约2.5和大约12之间。本公开内容没有意指限于这些范围。理论上，如果材料兼备高介电常数和电强度高，具有比上述给出的范围更高的介电常数的材料是合乎需要的。多数情况下，电活性聚合物可制造和生产为薄膜。适合于这些薄膜的厚度在50微米以下。

[0063]当电活性聚合物在高应变下倾斜时，附接于该聚合物的电极在不牺牲机械或电气性能的情况下同时偏斜。总的来说，适合于使用的电极可以是任何形状和材料，只要它们能够向电活性聚合物供给合适的电压或接收来自其的合适电压。该电压可能是恒定的或随着时间变化的。在一个实施例中，电极附接于聚合物的表面。附接于聚合物的电极优选为随动的并与聚合物的变形一致。因此，本公开内容包括与附接有电极的电活性聚合物的形状一致的随动电极。该电极可能仅仅应用于电活性聚合物的一部分并根据其几何形状限定有效面积。适合于在本公开内容使用的各种类型电极包括结构电极，包括金属轨迹和电荷分布层；包括根据平面尺寸变化的织物电极；例如碳润滑油或银润滑油的导电润滑油；胶态悬浮物；例如碳纤维和碳纳米管的大长宽比的导电材料和离子键导电材料的混合物。

[0064]用作本公开内容电极的材料可以改变。用于电极的合适材料包括石墨，炭黑，胶态悬浮物，包括银和金、填充银和填充碳的凝胶剂和聚合物的薄金属和离子键或电子导电聚合物。很清楚某些电极材料可以与特定的聚合物正常工作而与其它的就不能正常工作。举例来说，石墨纤维可与丙烯酸系弹性体聚合物正常工作而与硅氧烷聚合物不能正常工作。

[0065]活性材料还可包括压电材料。此外，在某些实施例中，压电材料被配置为用于提供迅速展开的促动器。在此使用的术语"压电"用来描述一种材料，当施加电压电势时机械变形（改变形状），或相反地，在机械变形时产生电荷。优选地，压电材料放置在软金属条或陶瓷板上。该条可以是单压电晶片或双压电晶片。优选地，该条是双压电晶片，因为双压电晶片通常比单压电晶片显示出更大的位移。

[0066]一种单压电晶片是由外部结合于软金属薄片或条的单个压电元件组成的结构，当利用变化电压激励时其通过压电元件激励并当其对抗压电元件运动时引起轴向弯曲或偏转。用于单压电晶片的促动器运动可以借助于收缩或展开。单压电晶片可以显示出高达大约10%的张力，但通常只能承受与单压电晶片结构的总尺寸有关的低负载。

[0067]与单压电晶片压电装置相比，双压电晶片装置包括夹在两个压电元件之间的中间软金属薄片。双压电晶片显示出比单压电晶片更大的位移，因为在下一个陶瓷元件收缩而另一个展开。双压电晶片可以显示出高达大约20%的应变，但与单压电晶片相似，通常不能承受与双压电晶片结构的总尺寸有关的高负荷。

[0068]合适的压电材料包括无机化合物、有机化合物和金属。就有机材料而言，在主链或侧链或分子中的两条链上具有非中心对称结构和大偶极矩组的所有聚合物可被用作压电膜的备选。例如合适的聚合物的实施例包括，但不限于，聚4-苯乙烯磺酸钠（"PSS"）、聚S-119（聚（乙烯）胺主链偶氮色基）及其衍生物；多氟烃，包括聚偏氟乙烯（"PVDF"）、其共聚物偏二氟乙烯（"VDF"）、三氟乙烯（TrFE）及其衍生物；多氯烃，包括聚氯乙烯（"PVC"）、聚偏氯乙烯（"PVC2"）及其衍生物；聚丙烯腈（"PAN"）及其衍生物；多聚羧酸，包括聚甲基丙烯酸（"PMA"）及其衍生物；聚脲及其衍生物；聚氨基甲酸酯（"PUE"）及其衍生物；生物聚合物分子，例如聚左旋乳酸及其衍生物和膜蛋白以及生活分子；聚苯胺及其衍生物和四胺的所有衍生物；聚酰亚胺，包括Kapton分子和聚醚酰亚胺（"PEI"）及其衍生物；所有薄膜聚合物；聚氮-乙烯基吡咯烷酮（"PVP"）同聚体及其衍生物和随机的PVP-乙酸乙烯酯（"PVAc"）共聚物；和在主链或侧链或同时主链和侧链中带有偶极矩组的所有芳香族聚合物及其混合物。

[0069]此外，压电材料包括铂、钨、镍、钛、铬、铁、银、金、铜

和金属合金及其混合物。这些压电材料还可以包括，例如诸如 SiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 SrTiO_3 、 PbTiO_3 、 BaTiO_3 、 FeO_3 、 Fe_3O_4 、 ZnO 的金属氧化物及其混合物；族VIA和IEB化合物，例如 CdSe 、 CdS 、 GaAs 、 AgCaSe_2 、 ZnSe 、 GaP 、 InP 、 ZnS 及其混合物。

[0070]合适的活性材料还包括磁流变(MR)合成物，例如被称为"聪明"材料的MR弹性体，其理论特性可以依据磁场应用而快速改变。MR弹性体是微米大小的悬浮液、热固性弹性聚合物或橡胶中的磁性极化粒子。通过借助于改变施加磁场的强度来改变剪切力和压缩/张力模量来实现弹性体结构的刚性。当暴露于磁场时MR弹性体通常仅仅在几毫秒内展开结构。停止MR弹性体暴露于磁场反向该过程并且弹性体回到其低模量状态。

[0071]除非另有陈述，在说明书和权利要求中表示成分数量、例如分子量的特性、反应条件等等的所有数字在所有情况下将被理解为由术语"大约"修饰。因此，除非表示与此相反，在接下来的说明书和附加的权利要求中阐述的数字参数是近似值，可以根据通过本公开内容设法获得的要求特性而改变。至少，而不是企图将等效教义的应用限制为权利要求的范围，根据给出的有效数字并借助于运用一般的取整方法可至少推断出每个数字参数。

[0072]虽然已经参考示例性实施例描述本公开内容，本领域的普通技术人员可以理解在不脱离本公开内容范围的情况下可进行各种变换和用等价物替换其元件。另外，在不脱离其实质的范围的情况下进行许多改进来使特定情况或材料适应本公开内容的教导。因此，意图是本公开内容没有限制为以预计用于实现这个公开内容的最佳方式公开的特定实施例，而是包括落入附加权利要求范围中的所有实施例。

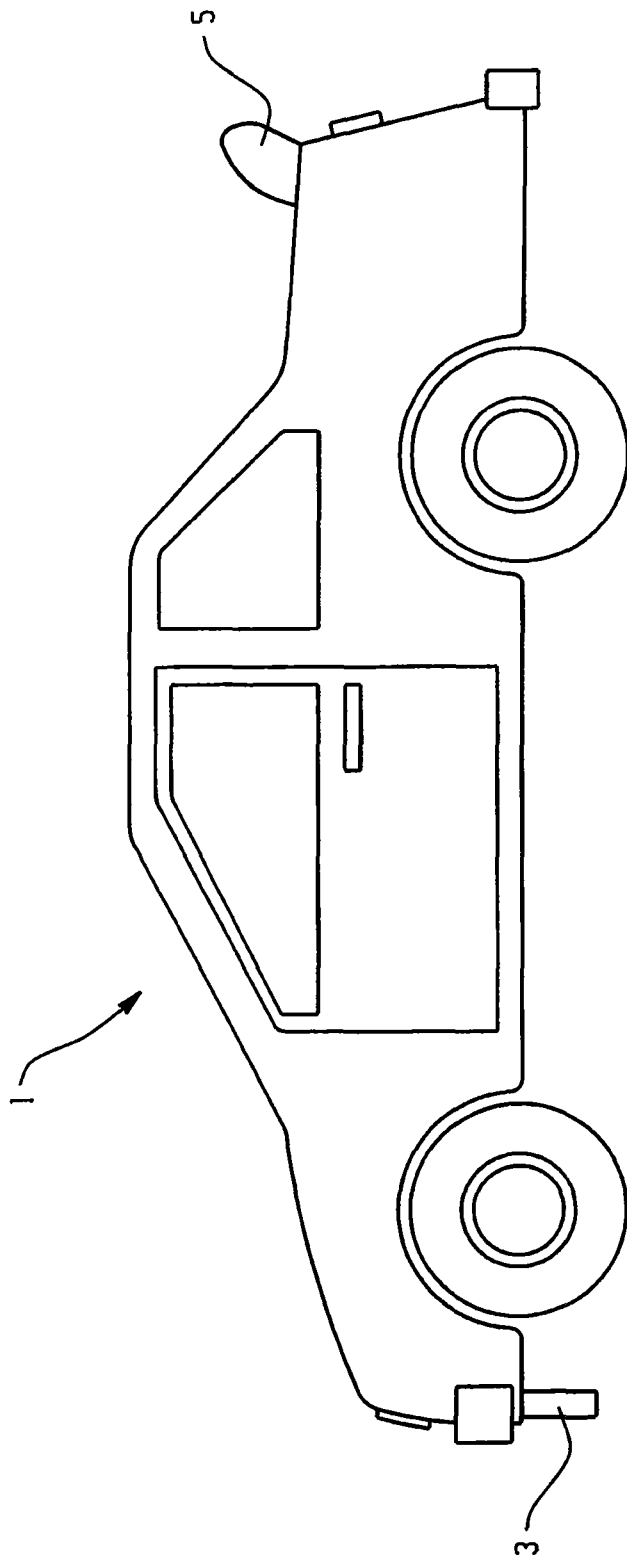


图 1

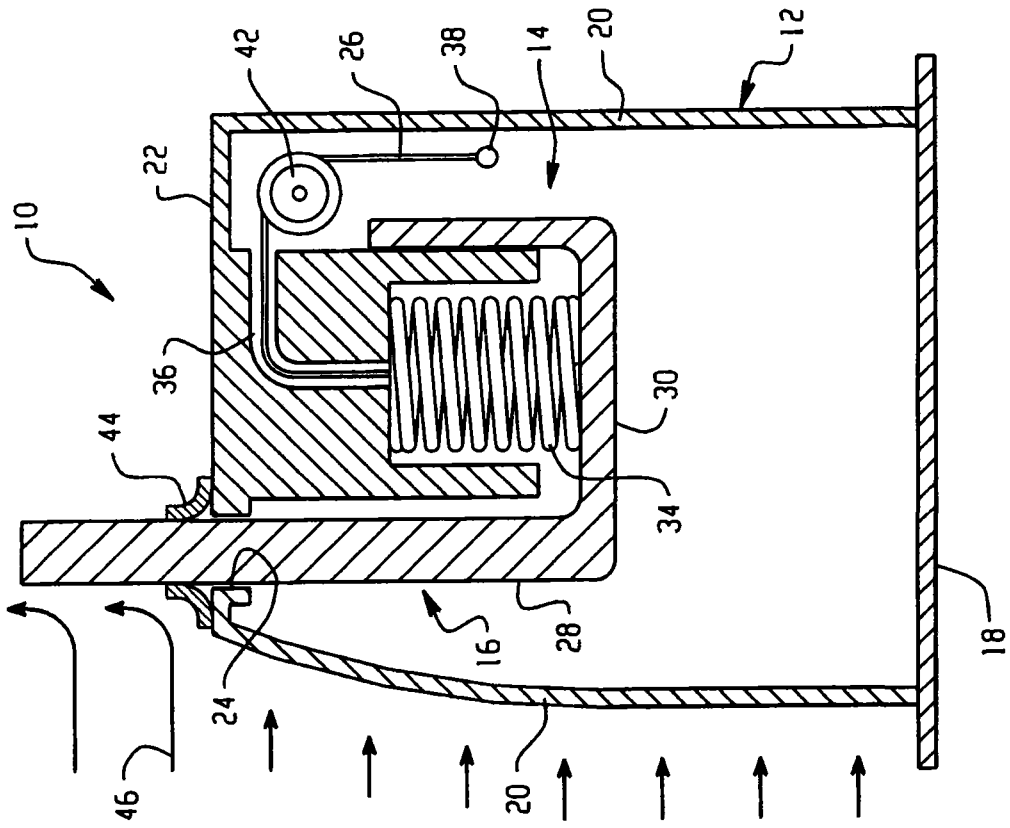


图 3

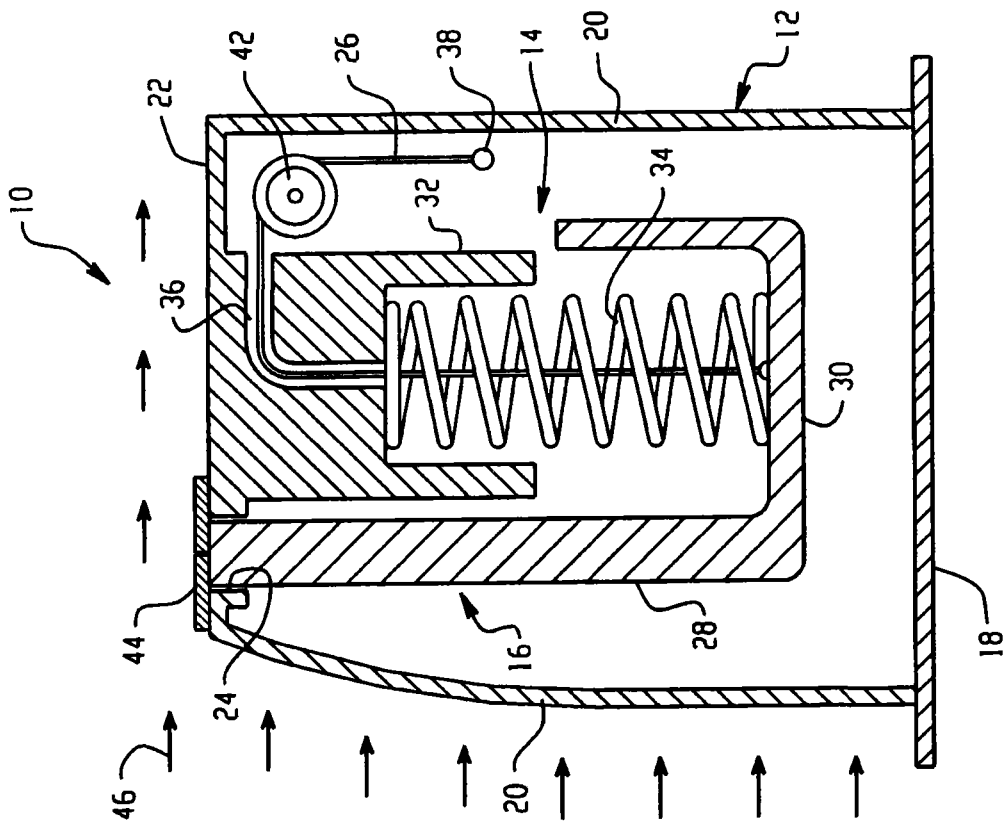


图 2

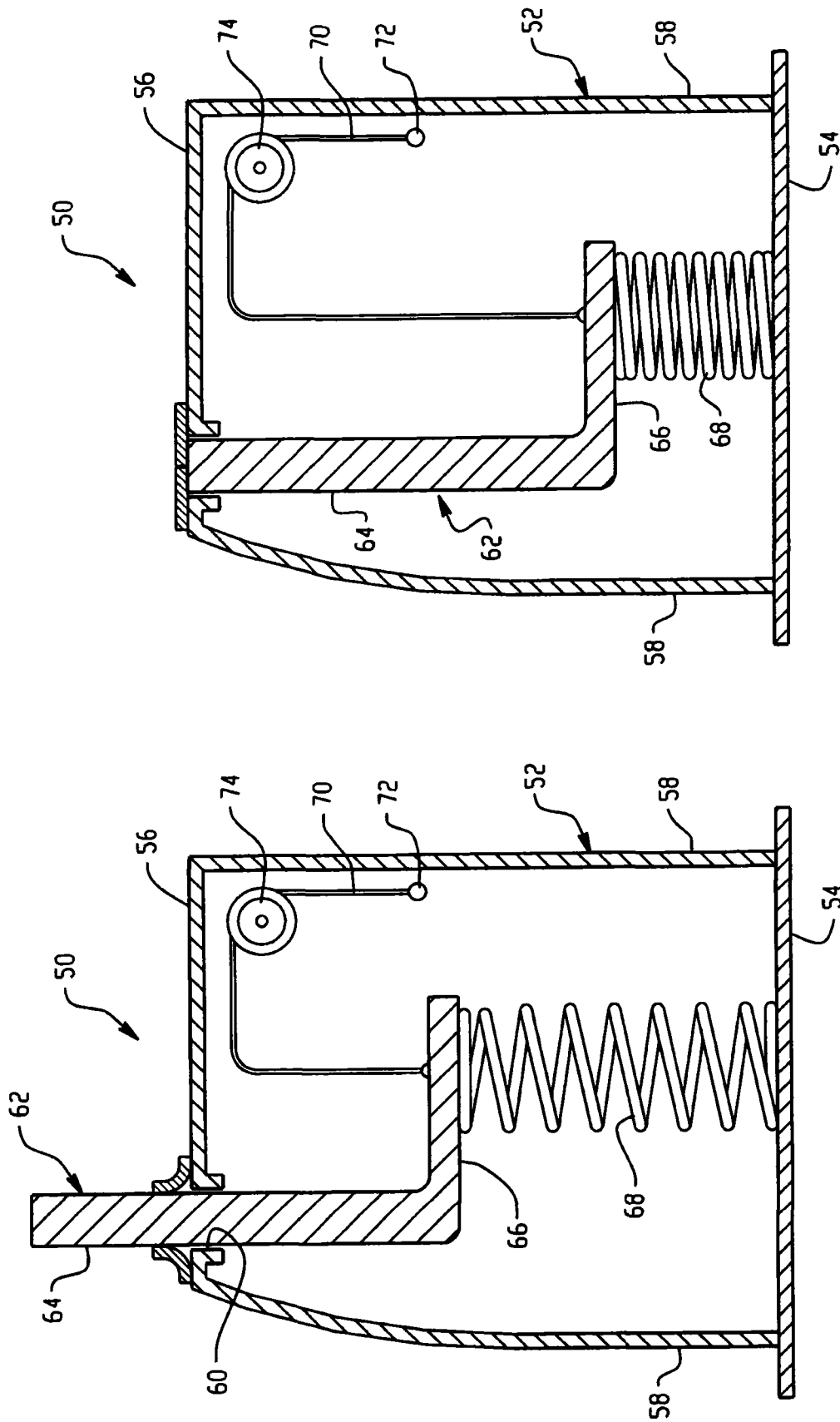


图 5

图 4

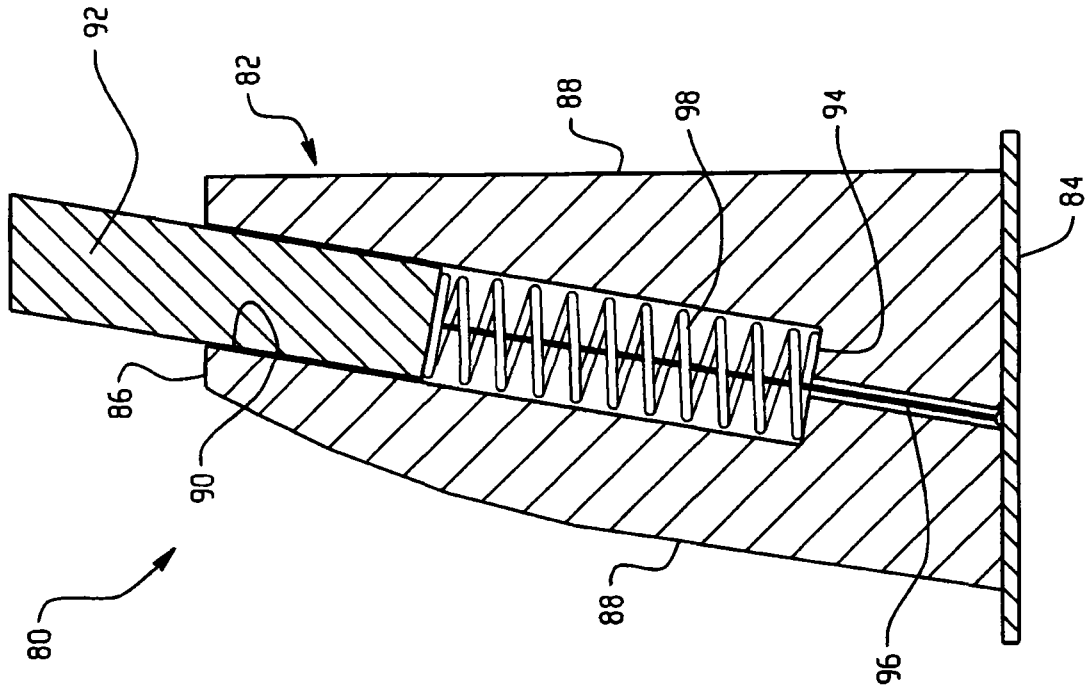


图 7

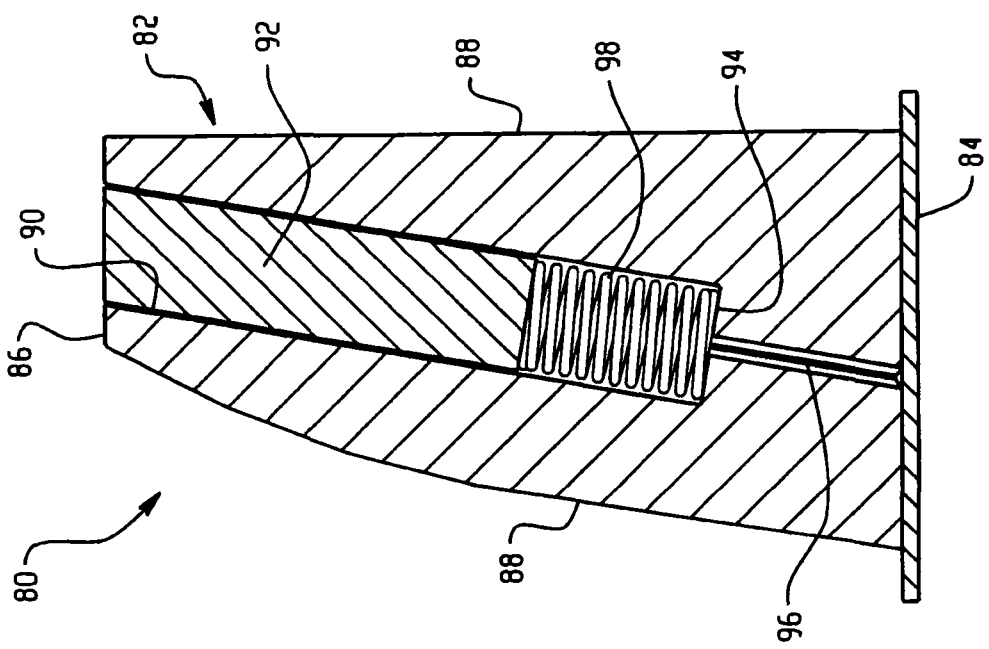


图 6

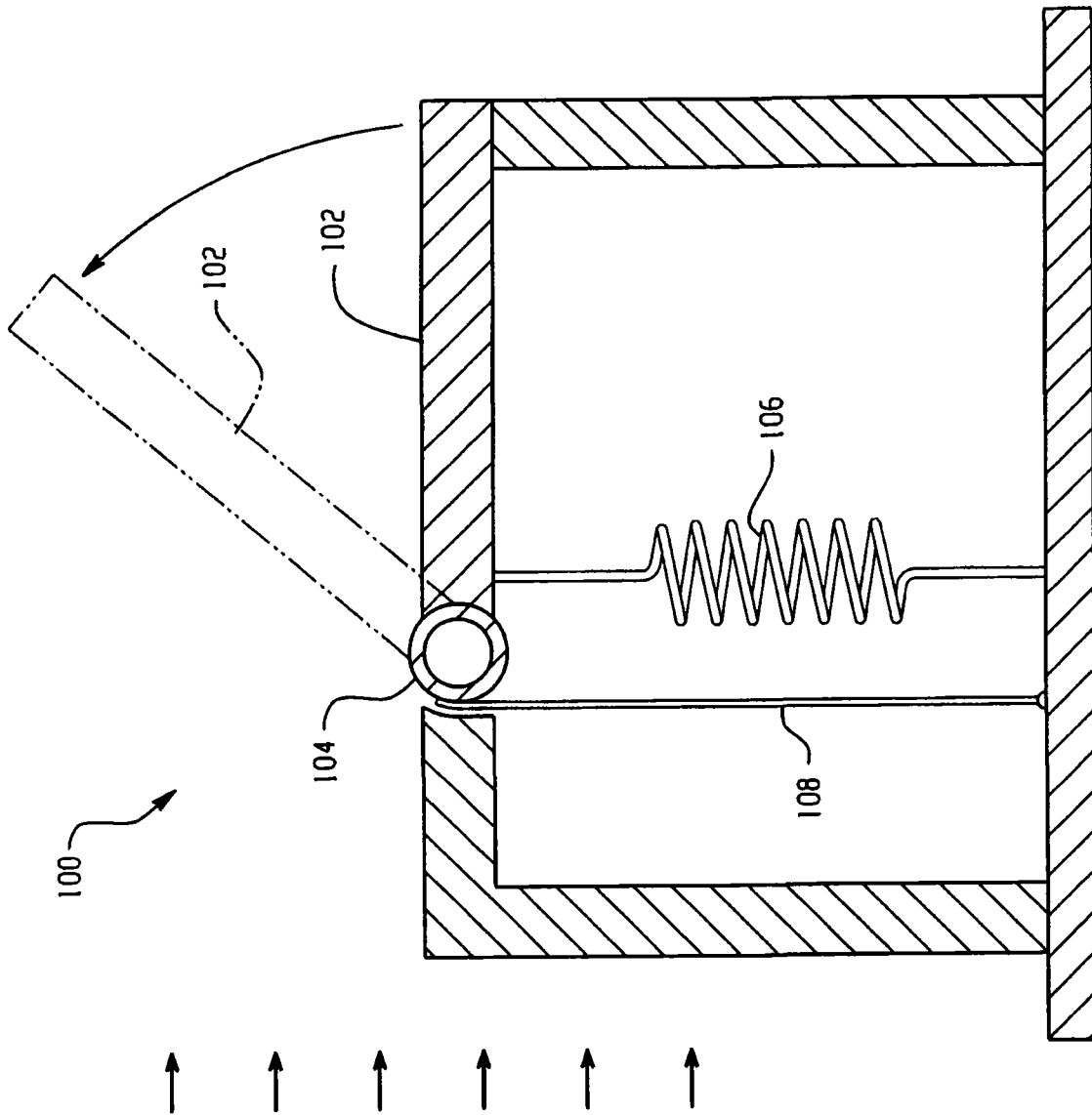


图 8

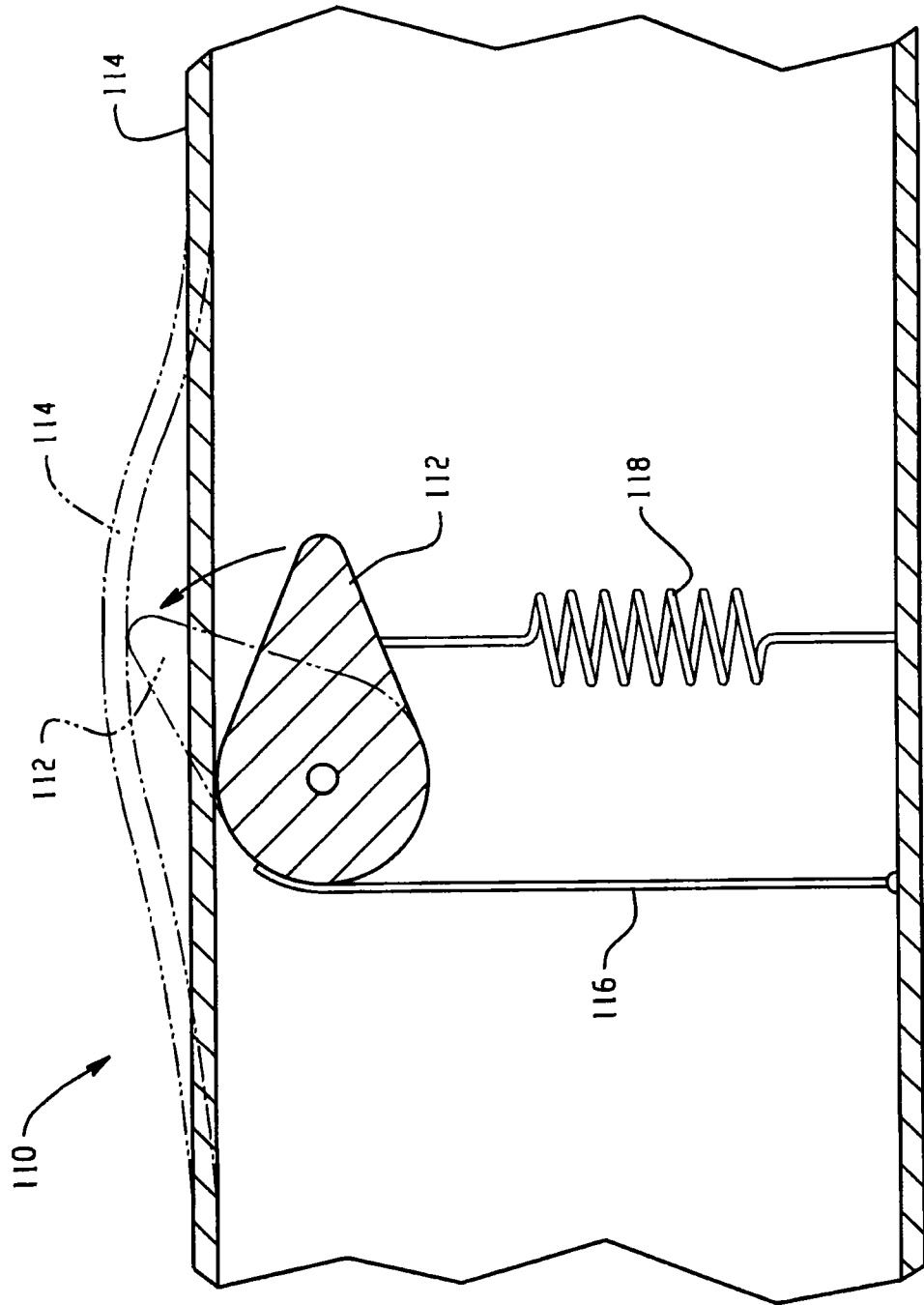


图 9

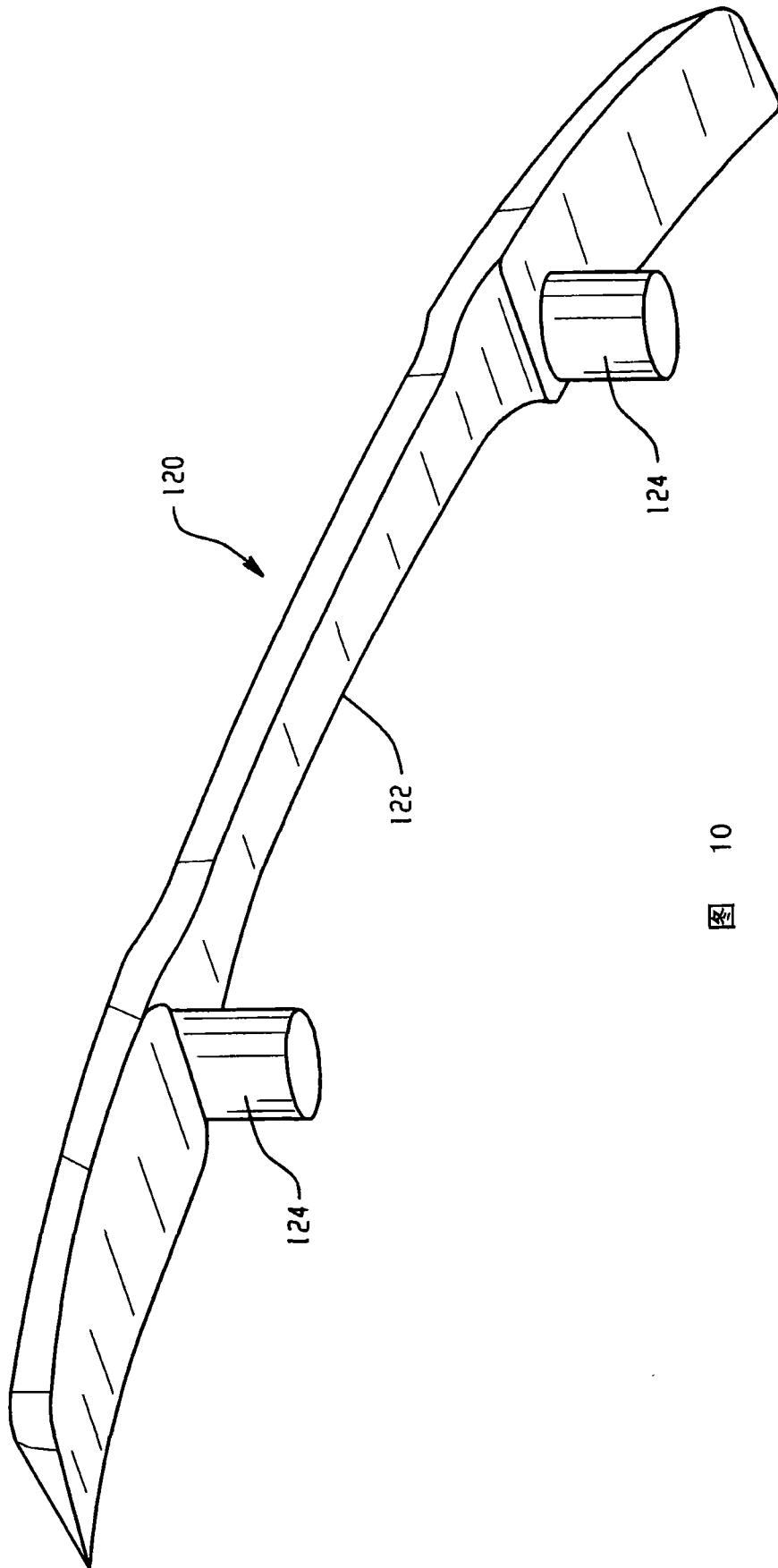


图 10

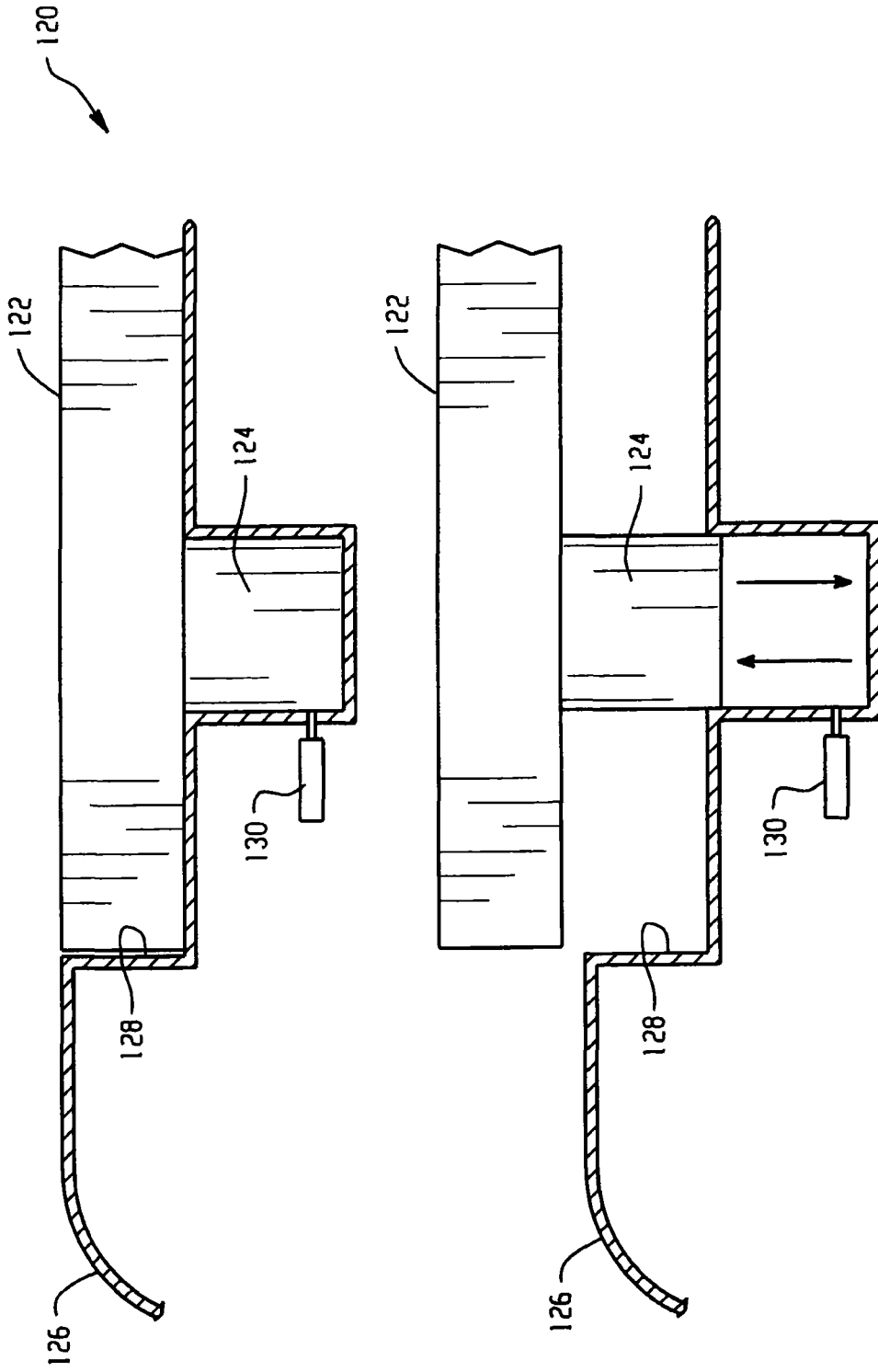


图 11

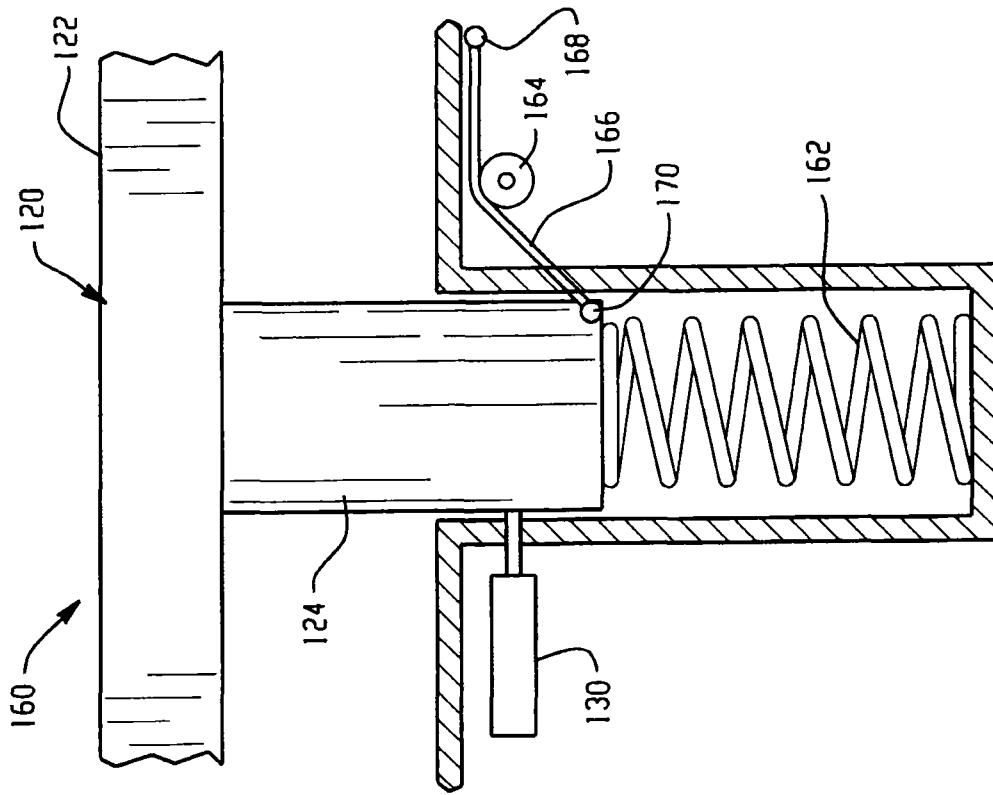


图 13

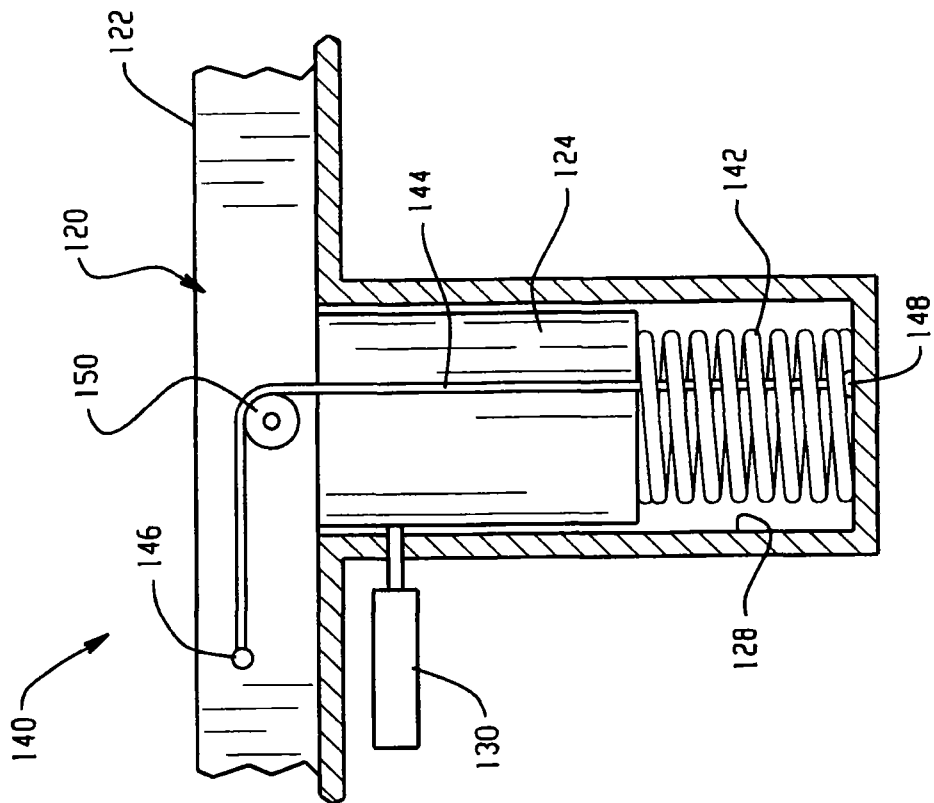


图 12