



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105190030 B

(45)授权公告日 2018.06.19

(21)申请号 201380058848.3

(22)申请日 2013.11.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105190030 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据

MI2012A001988 2012.11.22 IT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.05.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/060273 2013.11.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/080344 EN 2014.05.30

(73)专利权人 工程吸气公司

地址 意大利米兰

(72)发明人 埃马努埃莱·尼科利尼

斯特凡诺·阿拉夸

(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 董敏 王艳江

(51)Int.Cl.

F03G 7/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 100514750 C, 2009.07.15,

CN 201724651 U, 2011.01.26, 全文.

DE 102010020514 A1, 2011.11.17, 全文.

JP 昭64-12077 A, 1989.01.17,

审查员 朱钰荣

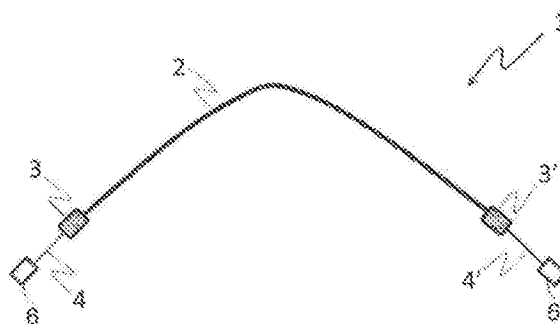
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

具有改进的抗疲劳性的形状记忆合金致动元件

(57)摘要

本发明涉及一种SMA线致动元件(1),其包括:形状记忆合金线(2),该形状记忆合金线(2)用于可操作地连接至致动器装置(100;200)的可致动的元件(7,7');以及由非SMA材料制成的第一长形元件和第二长形元件(4,4'),所述长形元件(4,4')分别在其第一端部处通过SMA线致动元件(1)的压接装置(3,3')被限制于形状记忆合金线(2)的端部。所述SMA线致动元件(1)还包括第一连接装置和第二连接装置(6,6'),所述第一连接装置和第二连接装置(6,6')用于可操作地连接至所述致动器装置(100;200)的本体(5,5'),所述长形元件(4,4')分别在其第二端部处被限制于所述连接装置(6,6'),由此每个长形元件(4,4')的包括在其第一端部与第二端部之间的部分在压接装置(3,3')与连接装置(6,6')之间自由运动。



1. 一种SMA线致动元件(1), 包括:

i) 形状记忆合金线(2), 所述形状记忆合金线(2)适于可操作地连接至致动器装置(100;200)的可致动的元件(7;7'),

ii) 第一长形元件和第二长形元件(4,4'), 所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')为由非SMA材料制成的片或线, 所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')分别在其第一端部处通过所述SMA线致动元件(1)的压接装置(3,3')被限制于所述形状记忆合金线(2)的端部,

其特征在于, 所述SMA线致动元件(1)还包括第一连接装置和第二连接装置(6,6'), 所述第一连接装置和所述第二连接装置(6,6')适于可操作地连接至所述致动器装置(100;200)的所述本体(5;5'), 所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')分别在其第二端部处被限制于所述第一连接装置和所述第二连接装置(6,6'), 所述第一长形元件和所述第二长形元件的所述第二端部与所述第一长形元件和所述第二长形元件的所述第一端部相反, 所述SMA线致动元件(1)的整体布置使得在操作期间, 所述第一连接装置和所述第二连接装置(6,6')连接至所述致动器装置(100,200)的所述本体(5,5'), 并且所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')中每一者的包括在其所述第一端部与所述第二端部之间的部分在所述压接装置(3,3')与所述第一连接装置和所述第二连接装置(6,6')之间自由运动。

2. 根据权利要求1所述的SMA线致动元件(1), 其中所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')在其相应的厚度或直径与其相应的长度之间的比率在1:75至1:50之间。

3. 根据权利要求1所述的SMA线致动元件(1), 其中所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')呈线的形式。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的SMA线致动元件(1), 其中, 所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')由不锈钢、聚合材料、碳纤维或超弹性镍钛合金制成。

5. 根据权利要求1至3中的任一项所述的SMA线致动元件(1), 其中, 所述第一连接装置和所述第二连接装置(6,6')与所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')的所述第二端部一体地形成。

6. 根据权利要求1至3中的任一项所述的SMA线致动元件(1), 其中, 所述第一长形元件和所述第二长形元件(4,4')被构造成以便在所述SMA线致动元件(1)的正常操作状态下能够弹性地挠曲。

7. 一种致动器装置(100;200), 包括本体(5;5')、可致动的元件(7;7')以及至少一个根据权利要求1至6中的任一项所述的SMA线致动元件(1), 其中, 所述SMA线致动元件(1)的形状记忆合金线(2)可操作地连接至所述可致动的元件(7;7'), 并且其中, 所述SMA线致动元件(1)的第一连接装置和第二连接装置(6,6')可操作地连接至所述本体(5;5')。

具有改进的抗疲劳性的形状记忆合金致动元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有改进的抗疲劳性的形状记忆合金 (SMA) 线, 该改进的抗疲劳性的形状记忆合金线可用于在致动器装置中用作活性材料线, 以便减小形状记忆合金线的与所述活性材料线和致动器装置的结构性本体的连接部相对应的过早的失效。

背景技术

[0002] 致动器装置可以被认为是如下的机械结构: 该机械结构包括结构性本体; 可致动的元件, 该可致动的元件可以承受相对于结构性本体的相对位移; 以及致动元件, 该致动元件可操作地连接至所述可致动的元件。

[0003] SMA线通常被描述为致动器装置中的可能的活性材料, 即适于用于获得用于致动器的致动元件的材料。如在以申请人的名义的欧洲专利EP2171183B1中描述的示例, SMA线的使用涉及它们传递负载并且引起致动器系统的结构性本体中的至少一个元件线性位移的能力。此位移可以通过SMA线的热激活而获得。

[0004] 众所周知的是, 形状记忆现象在于以下事实: 由展现出所述现象的合金制成的机械件能够在温度改变时、在非常短的时间内在两种形状之间转变而没有中间平衡位置, 所述两种形状是在制造时预设的。可以发生所述现象的第一模式被称为“单程”, 在“单程”中所述机械件在温度改变时能够沿单个方向改变形状, 例如从形状A变化到形状B, 而从形状B到形状A的反向转变则需要施加机械力。

[0005] 相比之下, 在所谓“双程”模式中, 两种转变可以通过温度改变来引起, 本发明的应用正是这种情况。其发生是由于所述机械件的微晶结构从在较低温下稳定的称为马氏体的类型变化为在较高温下稳定的称为奥氏体的类型的转换、以及所述机械件的微晶结构从在较高温下稳定的称为奥氏体的类型变化为在较低温下稳定的称为马氏体的类型的转换 (M/A和A/M转变)。

[0006] 必须对SMA线进行训练, 使得其能够展现其形状记忆元件的特征, 并且SMA线的训练过程通常允许在所述线被加热时以高度可重复的方式引入马氏体/奥氏体 (M/A) 相变并且在所述线被冷却时引入奥氏体/马氏体 (A/M) 相变。在M/A转变中, 所述线经受3-5%的缩短, 所述缩短在所述线冷却下来时恢复并且通过A/M转变恢复至其初始长度。

[0007] SMA线的在加热时收缩且然后在冷却时再伸展的这种特性已经被开发了很久以制造非常简单、紧凑、可靠且便宜的致动器。包括SMA线的致动器装置通常用于使得可致动的元件从第一稳定位置运动至第二稳定位置, 且反之亦然。应当注意的是术语“可致动的元件”在这里意于具有非常广义的含义, 这是因为它可以根据具体的制造需求采取无数形状。

[0008] SMA线通常通过联接构件而在连接点处连接至可致动的元件。典型的联接包括将SMA线直接压接 (crimping) 至连接装置, 例如O形环黄铜圈压接连接器或结合型压接连接器。

[0009] 与所述连接点对应的在过载状态下的滑移和线断裂通常被认为是使致动器装置失效的最重要的原因之一。

[0010] 最严重的技术问题是SMA线在其连接点处由于疲劳而过早失效。实际上,压接通常导致所述线在其连接点处的局部变形和/或微观裂纹,这在SMA线致动元件经受循环负载时,即在其正常操作期间,将导致发展的和局部化的结构性损坏。

[0011] 此问题最常发生在非线性致动器装置中,其中SMA线致动元件与所述制动器装置的本体不共面以便产生非线性致动力,这通常为例如用于流动控制阀和防眩光后视镜的致动器中的情况。由于SMA线致动元件的端部被压接在致动器装置的本体上,因此由SMA线施加的非线性致动力不仅导致在连接点处的拉应力,而且导致弯曲和扭转应力,这增大了SMA线的局部的总应力状况,从而导致其过早失效。

[0012] 公开为W0 2004/097218的国际专利申请(内诺玛索公司NANOMUSCLE INC)描述了一种用于流动控制器的可旋转的活瓣(flap),所述可旋转的活瓣被一个或多个SMA线致动。在操作中,所述可旋转的活瓣绕预定轴线转动由SMA线施加的一定量的旋转力所确定的角度。此文献没有提到如何克服SMA线的与疲劳相关的过早失效,特别是与有关SMA线与附接锚定件或可旋转的活瓣的轴的连接点的疲劳相关的过早失效。

[0013] 公开为US 20050199845(环球通用技术运营公司GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC)的美国专利申请公开了大量的基于待用于主动泄压阀中的活瓣致动器的实施方式,其中,主动致动元件可以呈弹簧或线的形式。形状记忆合金线被描述为可能的替代性的活性致动元件,且所述文献的焦点在于将所述形状记忆合金线一个末端联接至活瓣元件的一个侧向侧。换言之,即使运动导致活瓣元件的转动,也使用SMA线以便如通常的实践那样在可致动的元件(即:活瓣元件)上相对于固定点施加拉力,所述固定点是SMA线至所述活瓣致动器的本体的连接点。此外,所述实施方式需要将致动器的结构化元件定位在内部,这对致动器装置的整体尺寸具有负面影响,即不允许期望的相对小的深度。总之,在所有的实施方式中,即使仅与线性位移相关的线的抗疲劳问题也没有被考虑。

[0014] 公开为US 20120198835 A(环球通用技术运营公司GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC)的美国专利申请公开了活性材料线与连接元件(即:O形环连接器)的数种连结方法,其中,所述活性材料线的抵抗力通过为其提供增大的端部部分而得以提高。这允许可能避免使用压接方法连接且因此减小对活性材料线的潜在的损害。所有这些方法具有以下缺点:需要对用于形成线的增大的端部部分的制造过程进行良好的控制,以便防止使SMA线的内应力或附带的结构改变积聚。此外,在US 20120198835 A中描述的活性材料线仅仅与致动器装置的至少一个可致动的元件的线性位移有关,但是该文献并没有提到具有非线性位移的致动器装置——例如可旋转的活瓣致动器装置——中的活性材料线的应用。

[0015] 美国专利4965545公开了一种旋转致动器,该旋转致动器提供了具有形状记忆合金线的差动轮对。形状记忆合金线通过其相变转变温度热循环并收缩。线的端部被固定至轮对的相对侧,因此,由线的端部施加的张紧力产生使轮对与参考基部之间相对旋转的净扭矩。通过借助于电引线而使电流循环通过形状记忆合金线获得热循环,该电引线连接在线的固定至轮对的相对侧的端部处。

[0016] 国际公开文献W02007/113478 A1公开了一种用于驱动相机镜头运动的相机镜头致动设备,该相机镜头通过悬挂系统支承在支承结构上。所述设备结合了包括与至少一个安装构件连接的SMA线的子组件,所述至少一个安装构件被安装至支承结构。控制电路响应于SMA线的抵抗力的测量而控制SMA线的加热。

[0017] 在WO2007/113478中公开的致动设备的实施方式中,一根SMA线通过使其端部重叠而布置成连续的环。分别形成为金属的长形件的两个安装构件通过压接被连接至所述一根SMA线。特别地,安装构件的端部被分别压接在所述一根SMA线上以便形成相应的压接装置。然后所述子组件被安装至照相机中,这通过将两个安装构件固定至所述支承结构的环形壁的外部且将SMA线连接至支承结构而实现。安装构件被安装在设置在环形壁的凹部中,例如通过粘合剂、型锻(swaging)壁或一些其他装置。

[0018] 但是,在US 4965545的旋转致动器中和WO 2007/113478的照相机镜头致动设备中,SMA线施加非线性致动力,这不仅导致拉应力,还导致弯曲和扭转应力,这如上文所解释的,增加了SMA线在其压接的连接点处的局部的总应力状况,从而引起SMA线的过早失效。

[0019] 因此,本发明的目标是克服基于SMA线的已知的致动元件的缺点和限制,并且特别是提供具有改进的抗疲劳性的SMA线致动元件。

发明内容

[0020] 根据本发明,SMA线致动元件被设置为包括形状记忆合金线以及由非-SMA材料制成的第一长形元件和第二长形元件,该形状记忆合金线用于可操作地连接至致动器装置的可致动的元件,所述长形元件分别在其第一端部处通过压接装置被限制于形状记忆合金线的端部。SMA线致动元件还包括第一连接装置和第二连接装置,所述第一连接装置和第二连接装置用于可操作地连接至致动器装置的本体,所述长形元件分别在其第二端部处被限制于所述连接装置,由此每个长形元件的包括在其第一端部与第二端部之间的部分在所述压接装置与所述连接装置之间自由运动。

[0021] 借助于这些特征,本发明的SMA线致动元件设置有一对可变形的端部构件,所述一对可变形端部构件由长形构件和限制在其端部处的连接元件形成,这些端部构件适于代替SMA线致动元件的端部而连接至致动器装置,以便在SMA线致动元件的操作过程中在其被压接的端部处释放疲劳应力。

[0022] 长形构件被构造成在SMA线致动元件的正常操作状态下可弹性挠曲,以便有效地吸收由于SMA线致动元件的运动引起的应力,而不会永久变形。因此,SMA线致动元件的性能可以长时间被保持。

[0023] 本发明提供的主要优点在于:一对可弹性变形的端部构件的存在允许使得SMA线致动元件特别适于非线性致动器装置,例如用于流动控制阀和防眩光后视镜的致动器。

[0024] 本发明提供的其他优点在于:SMA线致动元件也可以在标准的线性致动器装置中有效地使用。

[0025] SMA线的活性材料由于其训练过程通常不容易弯曲并且因此引起安装问题,可弹性屈服的端部构件的存在也有利地允许将SMA线致动元件容易地安装在致动器装置上。

附图说明

[0026] 参考以下附图将进一步描述本发明:

[0027] 图1示出根据本发明的致动线元件的示意性示图;

[0028] 图2示出包括根据本发明的致动线元件的致动器装置的实施方式的示意性示图;

[0029] 图3示出包括根据本发明的致动线元件的另一致动器装置的示意性示图;

[0030] 图4示出包括多个根据本发明的致动线元件的线圈的一部分的示意性示图。

具体实施方式

[0031] 图1示出了SMA线致动线元件1,其包括SMA线2和由非SMA材料制成的两个长形元件4和4'。长形元件4和4' 分别在其第一端部处通过压接装置3和3' 连接至SMA线2的各个端部。

[0032] 长形元件4,4' 的与第一端部相反的第二端部、或自由端部能够被固定至致动器装置(未示出)的本体中的可用的相应的连接点。为此目的,SMA线致动元件1还包括第一连接装置和第二连接装置6,6',所述长形元件4,4' 分别在其第二端部处被限制在所述第一连接装置和第二连接装置6,6' 处。

[0033] 长形元件4和4' 可以是片或更优选地是线且可以由不锈钢、聚合物材料、碳纤维或超弹性镍钛合金制成。

[0034] 因此,长形元件被构造成在SMA线致动元件1的正常操作状态下可以弹性挠曲。为此目的,长形元件4和4' 优选地具有在约1:50至1:75之间的直径或厚度与长度之间的比值,即长细比。例如,在呈线的形式的长形元件的情况下,直径可以被选为在100 μ m至200 μ m之间并且长度在5mm至15mm之间。

[0035] 为了辨别长形元件4或4' 是否适于被用于获得根据本发明的致动元件,重要的是评估长形元件4或4' 相对于SMA线2是否更具弹性和挠曲性。如果元件变形之后能够恢复尺寸和形状则其被定义为“弹性的”。如果元件被弯曲而没有断裂,则其被定义为“可挠曲的”。长形元件的这些属性都可以通过旋转弯曲测试而被评估,如Mark A.Polinsky等人在2008年的关于形状记忆和超弹性技术国际会议论文集SMST-2006 (SMST-2006 Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies)中公开的科学文献“表面改性和处理对镍钛合金线的疲劳属性的影响的研究(A STUDY OF THE EFFECTS OF SURFACE MODIFICATIONS AND PROCESSING ON THE FATIGUE PROPERTIES OF NITI WIRE)”中所描述的。

[0036] 适于被用于将所述SMA线的端部连接至长形元件4,4' 的第一端部的压接装置可以在标准的压接装置,例如管套压接件中选择。

[0037] 适于被用于将长形元件4,4' 的第二端部连接至致动器装置的本体的连接装置6,6' 可以是筒形压接件或等同的压接装置、旗形和直形或环形和铲形舌片端子。所述端子可以通过在标准压接装置上的热熔、超声熔化或热空气熔化以及塑料销的压力探头而被连接至所述致动器本体。

[0038] 连接装置6,6' 可以有利地与长形元件4,4' 的第二端部一体地形成。

[0039] 长形元件4,4' 和连接装置6,6' 一起形成可弹性变形的端部构件,所述端部构件适于代替SMA线致动元件的端部被连接至致动器装置。由于可变形的端部构件在关于SMA线致动元件所经受的正常操作状态下具有弹性和挠曲性的构型,这些可变形的端部构件作用为应变释放部,所述应变释放部允许吸收SMA线2的在其固定至压接装置3,3' 的端部处的变形。实际如上文所述,由于疲劳应力随时间的积累,这些变形将引起SMA的过早失效。因此,提供长形元件4,4' 和连接装置6,6' 使得能够相对于现有技术中已知的SMA线致动元件提高SMA线致动元件的抗疲劳性,所述现有技术中已知的SMA线致动元件如US4965545和W02007/113478中公开的线致动元件直接地固定在致动器的本体上的合适的连接点处。

[0040] 尽管SMA线为丝状形状,但是由于在SMA线的制造过程中经受训练过程以便实现“双程”转变模式,因此实际上SMA线在操作中并不能弹性变形。相反,长形元件由非SMA材料制成,使得它们在温度改变时并不经受如SMA线的结构转变,且因此在SMA线致动元件1的操作期间能够有效释放疲劳应力。

[0041] 具体地,已经发现根据本发明的SMA线致动元件在大于 10^6 次循环之后达到疲劳极限,而已知的SMA线致动器元件可以承受小于 10^4 次循环。

[0042] 适于被使用以便实现上述结果的SMA线2可以具有包括在 $75\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 之间的直径以及包括在50mm至200mm之间的长度。

[0043] 根据本发明的SMA线致动元件因此可以有效地代替已知的SMA线致动元件,从而导致致动器装置的使用寿命增加。

[0044] 本发明的SMA线致动元件的增加的抗疲劳性在非线致动器装置中是惊人地有效的,其中SMA线致动元件被组装以便施加非线性力,即通常与致动器的本体不共面的力。例如适于用在流动控制阀或防眩光后视镜中的致动器装置的情况是这样,其中SMA线致动元件按照V形构造而被安装。

[0045] 图2示意性示出包括根据本发明的SMA线致动元件的致动器装置100。SMA线致动元件1在连接装置6和6'处连接至致动器装置100的本体5。致动器装置的可致动的元件7被联接至例如弹簧9的偏置元件且适于垂直于致动器装置的本体5而运动。SMA致动线元件1的SMA线2可操作地连接至可致动的元件7且与所述可致动的元件7的上部8对应。如图2中所示, SMA线2的一部分装配至从端部到端部横穿可致动的元件7的上部8的通道中。将SMA线2联接至可致动的元件7的替代性方法也是可接受的,例如形成在上部8中且构造成接收SMA线2的槽。在组装的构造中, SMA线致动元件1具有V形,由此SMA线2在加热时收缩导致关于致动器装置的本体的非线性致动力,在这种情况下与本体垂直。

[0046] 如可以被观察到的,长形元件4,4'在组装时被弯曲,并且由于它们不像SMA线那样承受由于加热而造成的结构改变,因此,它们可以通过代替SMA线致动元件1吸收应力而作用为应变释放部。

[0047] 图3示意性示出包括根据本发明的SMA线致动元件1的致动器装置200的另一示例。

[0048] SMA线致动元件1通过连接装置6和6'被连接至致动器装置200的本体5'。

[0049] SMA线致动元件1的SMA线2通过联接元件8'可操作地连接至可致动的活瓣元件7',所述联接元件8'固定至活瓣元件7'的表面。SMA线可以例如装配至从端部到端部横穿连接元件8'的通道中或形成于活瓣元件7'的表面中的槽中,从而使得将SMA线2的至少一部分直接插入将要运动的本体中。SMA线致动元件1通过其长形元件4和4'以及连接装置6和6'被连接至致动器装置(未示出)的本体。另外在这种情况下,在组装的构型中, SMA线致动元件1具有V形,由此SMA线2由于加热收缩会导致相对于致动器装置200的本体5'的非线性致动力,在这种情况下该力为确定活瓣元件7'相对于致动器装置200的本体5'转动的扭矩。

[0050] 图2和图3被认为是仅为致动器装置中的致动结构的示意性的示图。实际上它们被大大简化以便促进对本发明的理解。

[0051] 根据本发明的另一方面, SMA致动线元件的封装可以有利地包含在线圈10中,该线圈10包括串联布置的多个SMA线致动元件1,1',...

[0052] 如图4所示,每个SMA线致动元件1的长形元件4,4'在其第二端部处与属于所述SMA

线致动元件串之前的和之后的SMA线致动元件的长形元件4”或4”’相联接。相邻的长形元件4和4”以及4’和4”’之间的联接通过适于被用于将SMA线致动件固定至最终的致动器装置的本体上的相同的连接装置6,6’,6”,6”’,...而执行。当所述连接装置6,6’,...与长形元件4,4’,...的第二端部一体地形成时,如图4所示,所述联接可以导致如下单个长形元件,所述单个长形元件的长度对应于长形元件的总和,单个长形元件的中间部分B具有例如缩小的横截面的分离装置,从而允许易于分离两个相邻的SMA线致动元件。

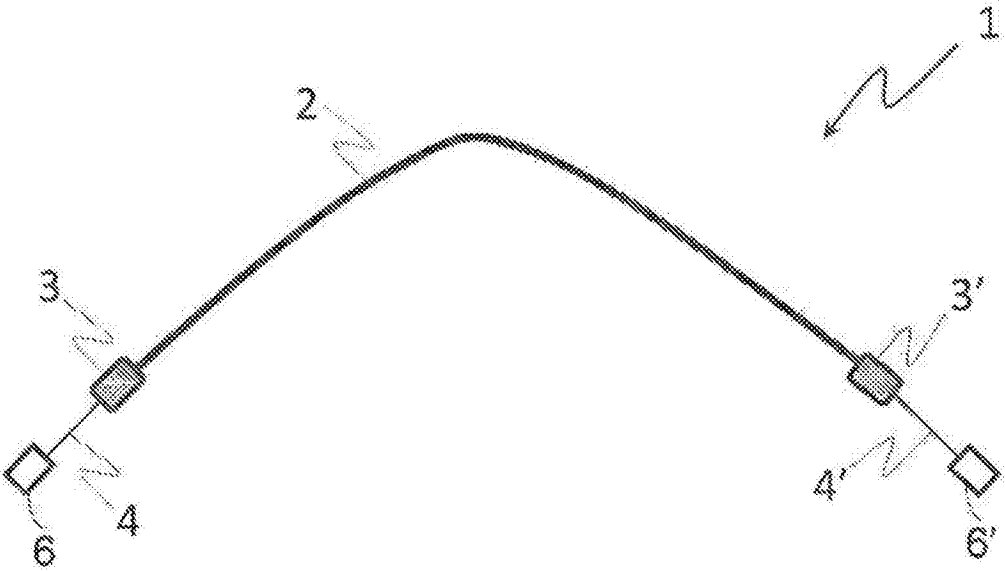


图1

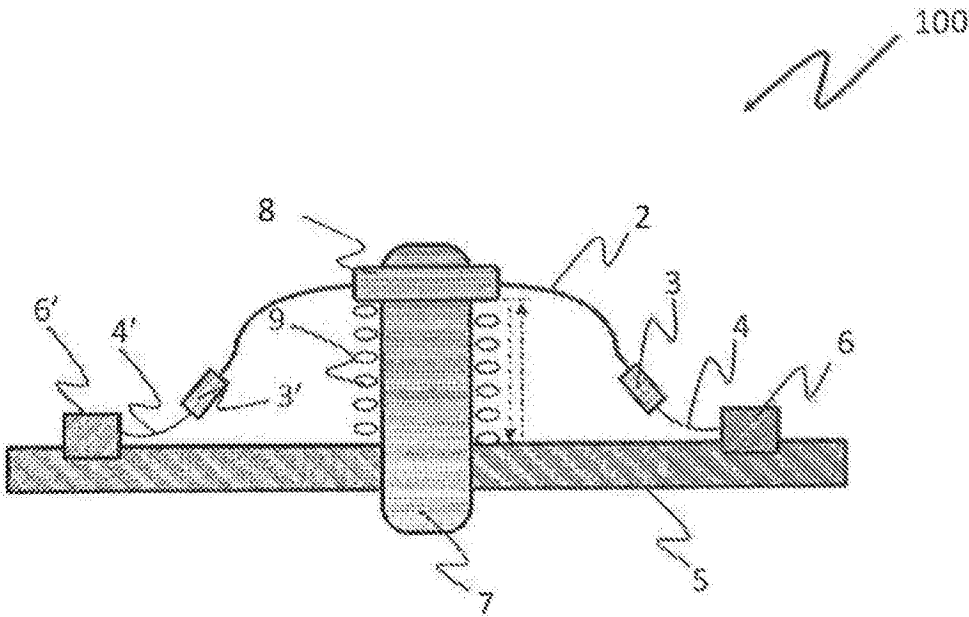


图2

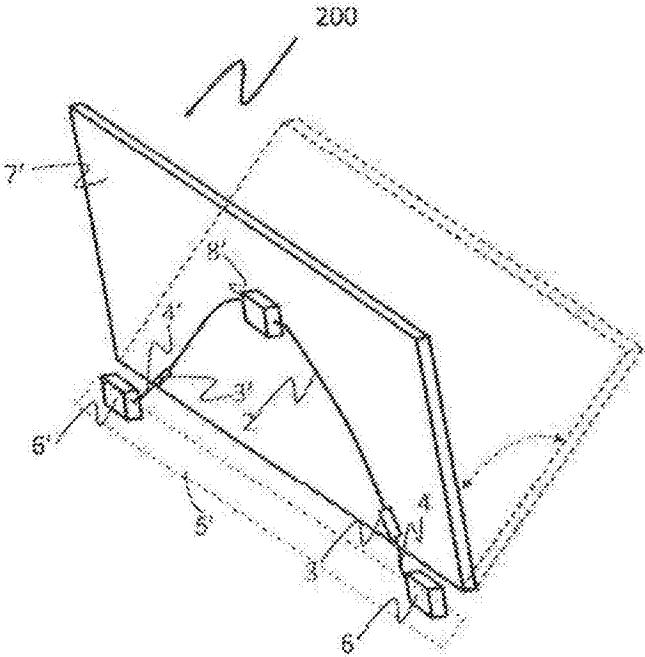


图3

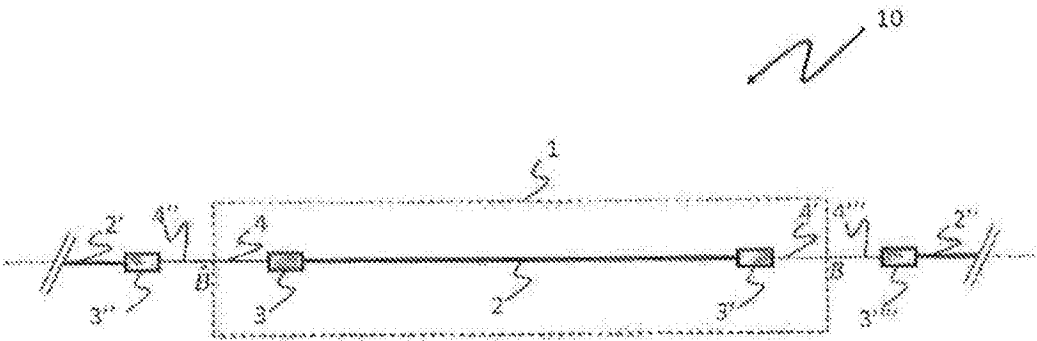


图4