



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106985988 A

(43)申请公布日 2017.07.28

(21)申请号 201710132917.0

(22)申请日 2017.03.07

(71)申请人 浙江大学

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘
路866号

(72)发明人 傅珂杰 李铁风 曹许诺 刘磊
周昉洵 叶丰毅 金永斌

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224

代理人 蒋琼

(51)Int.Cl.

B63C 11/52(2006.01)

B63H 1/36(2006.01)

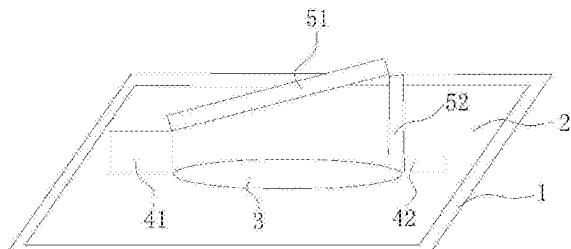
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于介电弹性体的模块化驱动装置

(57)摘要

本发明公开了一种基于介电弹性体的模块化驱动装置，包括：固定框；驱动薄膜，绷设在所述固定框内，所述驱动薄膜包括至少一层上、下表面均覆有电极层的介电弹性体薄膜；变形转换机构，设置在驱动薄膜上，所述变形转换机构包括：两个垫脚，间隔贴附在驱动薄膜上；两个摆臂，两个摆臂相互铰接，两个摆臂的另一端分别与两个垫脚相互铰接；两个垫脚之间的间距大于等于两个摆臂的长度之差且小于两个摆臂的长度之和。本发明的模块化驱动装置通过变形转换机构，将介电弹性体平面内的伸缩变形转变为平面外的变形，该驱动装置的有效驱动力较大。



1. 一种基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，包括：
 固定框；
 驱动薄膜，绷设在所述固定框内，所述驱动薄膜包括至少一层上、下表面均覆有电极层的介电弹性体薄膜；
 变形转换机构，设置在驱动薄膜上，所述变形转换机构包括：
 两个垫脚，间隔贴附在驱动薄膜上；
 两个摆臂，两个摆臂相互铰接，两个摆臂的另一端分别与两个垫脚相互铰接；
 两个垫脚之间的间距大于等于两个摆臂的长度之差且小于两个摆臂的长度之和。
2. 根据权利要求1所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，所述两个垫脚之间的间距是两个摆臂长度之差的1~1.5倍。
3. 根据权利要求1或2所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，所述两个垫脚之间的间距是两个摆臂长度之差的1~1.1倍。
4. 根据权利要求1所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，所述的两个摆臂长度之差是较短摆臂长度的1~2.5倍。
5. 根据权利要求1所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，所述的电极层为单一电极，所述的变形转换机构设置在单一电极处的驱动薄膜上。
6. 根据权利要求1所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，所述的电极层为由若干单一电极排列而成的电极阵列，每一个单一电极处驱动薄膜上均设有所述的变形转换机构。
7. 根据权利要求1所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，所述的驱动薄膜中每层介电弹性体薄膜均处于等双轴预拉伸状态，每层介电弹性体薄膜等双轴预拉伸前的厚度为0.5~2mm。
8. 根据权利要求7所述的基于介电弹性体的模块化驱动装置，其特征在于，相邻两层介电弹性体薄膜中，上层介电弹性体薄膜下表面的电极层与下层介电弹性体薄膜上表面的电极层共用。

一种基于介电弹性体的模块化驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及柔性智能器件领域,尤其涉及一种基于介电弹性体的模块化驱动装置。

背景技术

[0002] 介电弹性体(DE)是一种具有高介电常数的弹性体材料,其在外界电刺激下可改变形状;当外界电刺激撤销后,又能恢复到原始形状或体积,从而产生应力和应变,将电能转换成机械能。介电弹性体作为一种新型电致感应智能材料,具有较高的机电转换效率,具有质量轻、价格低、运动灵活、易于成形和不易疲劳损坏等优点。

[0003] 介电弹性体本身是柔性的,且具有类似生物肌肉电激励变形的性质,可以很好地应用于仿生领域,依据介电弹性体的上述性质,可以设计特殊的结构,施加特定电压后产生特定运动。基于介电弹性体设计的驱动装置的优点是,驱动结构本身较为柔软,平均密度小,可以实现机械能输出,可以很好替代机械驱动结构应用于仿生领域。

[0004] 随着对介电弹性体应用的研究,已经出现了许多的基于介电弹性体的驱动装置。

[0005] 例如,公开号为CN105083510A的中国专利文献公开了一种水中机器人,包括躯干,躯干安装有推进鳍以及摆动舵,所述躯干的材质为可形变材料,所述躯干上贴覆有使躯干发生形变的驱动薄膜。该驱动薄膜为介电弹性体薄膜。

[0006] 但是目前大多数基于介电弹性体的驱动结构只能产生平面内的伸缩变形,所能产生的有效驱动力较小,产生的有效驱动变形也较小。因此,基于介电弹性体的驱动结构的使用受到很大的局限,不具有普遍应用性。

发明内容

[0007] 本发明提供一种基于介电弹性体的模块化驱动装置,通过变形转换机构可将介电弹性体平面内的伸缩变形转变为平面外的变形,该驱动装置的有效驱动力较大。

[0008] 一种基于介电弹性体的模块化驱动装置,包括:

[0009] 固定框;

[0010] 驱动薄膜,绷设在所述固定框内,所述驱动薄膜包括至少一层上、下表面均覆有电极层的介电弹性体薄膜;

[0011] 变形转换机构,设置在驱动薄膜上,所述变形转换机构包括:

[0012] 两个垫脚,间隔贴附在驱动薄膜上;

[0013] 两个摆臂,两个摆臂相互铰接,两个摆臂的另一端分别与两个垫脚相互铰接;

[0014] 两个垫脚之间的间距大于等于两个摆臂的长度之差且小于两个摆臂的长度之和。

[0015] 所述的固定框为强度较大的材料,可以为强度较大硅胶、塑料、有机玻璃等,保证其不会随柔性介电弹性体薄膜变形而产生形变。

[0016] 所述的垫脚和摆臂也为强度较大的材料,不易发生形变。摆臂可以为杆状,也可以为薄片状。作为优选,两个摆臂均为薄片状。

[0017] 本发明的模块化驱动装置，向驱动薄膜的电极层施加一定电压时，驱动薄膜在面内被拉伸，驱动薄膜上的两个垫脚之间的间距增大，两个摆臂以及两个垫脚之间的驱动薄膜所围成的三角形的形状发生改变，因此，驱动薄膜面内的伸缩变形转变为了形变更大的平面外的变形，当向驱动薄膜的电极层施加呈周期性变化的电压时，两摆臂就会发生周期性的摆动。

[0018] 作为优选，所述两个垫脚之间的间距是两个摆臂长度之差的1~1.5倍；进一步优选的，所述两个垫脚之间的间距是两个摆臂长度之差的1~1.1倍；最优选的，所述两个垫脚之间的间距等于两个摆臂长度之差。

[0019] 所述两个垫脚之间的间距等于两个摆臂长度之差、两个摆臂为薄片，驱动薄膜的电极层不施加电源时，两个摆臂相互折叠在一起，几乎呈一个与驱动薄膜相平行的平面；当在驱动薄膜的电极层施加电压时，电极层覆盖的介电弹性体薄膜向外舒展，导致两垫脚之间的间距增大，由几何关系可知，两摆臂之间的夹角必须从开始的0°开始增大，两摆臂突起，将驱动薄膜面内的伸缩变形转变为了形变更大的平面外的变形。所述两个垫脚之间的间距等于两个摆臂长度之差时，产生的平面外的形变更大。

[0020] 作为优选，所述的两个摆臂长度之差是较短摆臂长度的1~2.5倍；最优选的，所述的两个摆臂长度之差是较短摆臂长度的2倍。

[0021] 所述的两个摆臂长度之差是较短摆臂长度的2倍时，较长摆臂的长度：两垫脚间距：较短摆臂的长度为3:2:1。此时，当驱动薄膜发生形变时，两个摆臂更容易发生摆动。

[0022] 所述的电极层为单一电极，所述的变形转换机构设置在单一电极处的驱动薄膜上。

[0023] 所述的电极层为由若干单一电极排列而成的电极阵列，所述的电极层为由若干单一电极排列而成的电极阵列，每一个单一电极处驱动薄膜上均设有所述的变形转换机构。

[0024] 可根据需要将若干电极排列成特定的电极阵列，形成相应的变形转换机构，从而该模块化的驱动装置可以实现特定运动方式。

[0025] 介电弹性体薄膜越厚，形变量越大，产生的驱动力也越大，但是由于受到介电弹性体薄膜在高压作用下才能发生形变，且对厚度过大时，即使施加大的驱动电压也只能发生较小的形变。

[0026] 作为优选，所述的驱动薄膜中每层介电弹性体薄膜均处于等双轴预拉伸状态，每层介电弹性体薄膜等双轴预拉伸前的厚度为0.5~2mm。

[0027] 进一步优选的，所述的驱动薄膜中每层介电弹性体薄膜的等双轴预拉伸比为2.5×2.5，可根据实际情况进行调整。

[0028] 为克服单层介电弹性体薄膜的驱动能力有限的问题，通过叠加多层以提高驱动薄膜的整体驱动力。

[0029] 作为优选，相邻两层介电弹性体薄膜中，上层介电弹性体薄膜下表面的电极层与下层介电弹性体薄膜上表面的电极层共用。

[0030] 针对任意一层介电弹性体薄膜，在其上下表面的电极层上施加驱动电压，通过外加驱动电源提供，可以采用一个或多个并联电路，接引同一介电弹性体薄膜层不同区域的电极。当有多层介电弹性体薄膜时，施加驱动电压时，将所有极性相同的电极层并联后连接至驱动电源的两端。

[0031] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0032] 本发明的模块化驱动装置通过变形转换机构,将介电弹性体平面内的伸缩变形转变为平面外的变形,该驱动装置的有效驱动力较大。

附图说明

[0033] 图1为基于介电弹性体的模块化驱动装置的结构示意图;

[0034] 图2为电极层施加电压时模块化驱动装置的状态示意图;

[0035] 图3为线性阵列的结构示意图;

[0036] 图4为圆形阵列的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细描述。

[0038] 如图1所示,本发明的基于介电弹性体的模块化驱动装置包括:刚度较大的固定框1、绷设在固定框内错的驱动薄膜2以及贴附在驱动薄膜上的变形转换机构。

[0039] 固定框1采用厚度为5mm的亚克力(有机玻璃)板制成,保证固定框不会随驱动薄膜发生明显的形变。固定框1为正方形,外部大小为130mm×130mm,内部大小为100mm×100mm。

[0040] 驱动薄膜2为上下表面的特定区域覆盖有特定形状电极层3的介电弹性体薄膜(电极层未全部覆盖整个介电弹性体薄膜),介电弹性体薄膜可以选择硅胶材料、橡胶材料或其他介电材料,本实施例中介电弹性体为3M公司生产的VHB4910。

[0041] 介电弹性体薄膜越厚,形变量越大,产生的驱动力也越大,但是由于受到介电弹性体薄膜在高压作用下才能发生形变,且厚度过大时,即使施加大的驱动电压也只能发生较小的形变。本实施例的介电弹性体薄膜均处于等双轴预拉伸状态,等双轴预拉伸前的厚度为1mm,等双轴预拉伸的拉伸比为 2.5×2.5 。介电弹性体薄膜的厚度及等双轴预拉伸的拉伸比可根据实际应用情况进行调整。

[0042] 单层介电弹性体薄膜的驱动能力有限,可通过叠加多层以提高驱动薄膜的整体驱动力。本实施例的驱动薄膜包括两层介电弹性体薄膜,上层介电弹性体薄膜的下表面和下层介电弹性体薄膜的上表面共用同一个电极层。

[0043] 变形转换机构包括第一垫脚41、第二垫脚42、第一摆臂51、第二摆臂52;第一垫脚41和第二垫脚42粘附在驱动薄膜2的表面(覆盖有电极层处),第一摆臂51和第二摆臂52的一端端部铰接,两摆臂的自由端分别与第一垫脚41和第二垫脚42铰接。

[0044] 第一垫脚41、第二垫脚42、第一摆臂51和第二摆臂52均由0.4mm厚的PET材料制成,第一摆臂51的尺寸为60mm×15mm,第二摆臂52的尺寸为20mm×15mm,不施加驱动电压时,两垫脚之间的间距为40mm,两摆臂相互贴合,与驱动薄膜几乎成平面。

[0045] 变形转换机构粘附在有电极覆盖的驱动薄膜处。电极层3可以为单一电极,也可以为若干单一电极排列而成的电极阵列。单一电极可以为方形电极,也可以为圆形电极,每个单一电极由炭膏涂覆而成,电极边缘由条状锡箔纸引出,最外层电极的锡箔纸引出方向相同,中间的电极的锡箔纸引出方向相反,实现上下两层介电弹性体的串联。

[0046] 电极层3为电极阵列时,可以采用一个或者多个并联电路,接引同一介电弹性体薄膜层不同区域的电极,位于同一层介电弹性体薄膜上的所有电极均由单一电路控制。

[0047] 驱动薄膜层需要额外施加外界电压，本实施例中所施加的电压为频率为3~4Hz的阶跃电压，大小为6kV~9kV。

[0048] 电极3两端不施加电压时，两摆臂相互贴合，几乎与驱动薄膜成平面；如图2所示，当电极3两端施加电压时，电极3覆盖出的介电弹性体膜向外舒展，导致两摆臂末端的距离大于40mm，若摆臂未发生屈曲，即两摆臂的长度不变时，则由几何关系可得，两摆臂之间的夹角必须从一开始的0°开始增大，在这个过程中较短的第二摆臂52与驱动薄膜2的夹角也开始由零度增大，当两摆臂末端距离增大到 $40\sqrt{2}$ 时（相当于介电弹性体沿一轴向变形41%），较短的第二摆臂52与驱动薄膜2的夹角变成90°，如果驱动薄膜的变形继续增大，则第二摆臂52与驱动薄膜2之间的夹角变成钝角；如果放电，第二摆臂52与驱动薄膜2之间的夹角又会从钝角变成0°。

[0049] 本实施例中第二摆臂52与驱动薄膜2之间的夹角变化范围为0°~120°，随着两级电压的升高，夹角的角度变大。

[0050] 实际应用时，可以根据需要设计电极阵列的形状。本实施例的模块化驱动装置可应用于水中机器人，在两摆臂铰接处的端部安装上蹼时，可实现水中机器人不同形式的运行。如图3所示，电极阵列为线性阵列时，可实现水中机器人的水平方向的运动；如图4所示，电极阵列为圆形阵列，两摆臂沿圆形阵列的半径排列时，可实现水中机器人竖直方向上的升降运动（类似水母的运动）。

[0051] 以上所述的实施例对本发明的技术方案和有益效果进行了详细说明，应理解的是以上所述仅为本发明的具体实施例，并不用于限制本发明，凡在本发明的原则范围内所做的任何修改、补充和等同替换等，均应包含在本发明的保护范围之内。

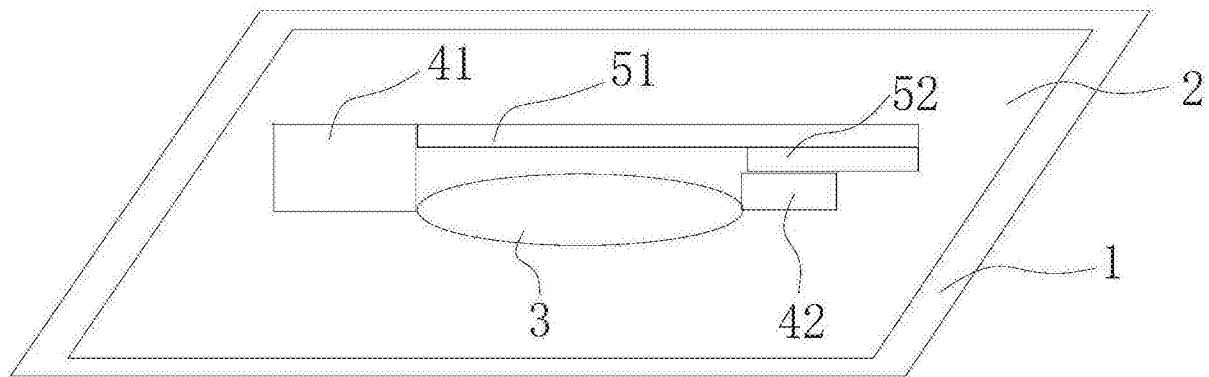


图1

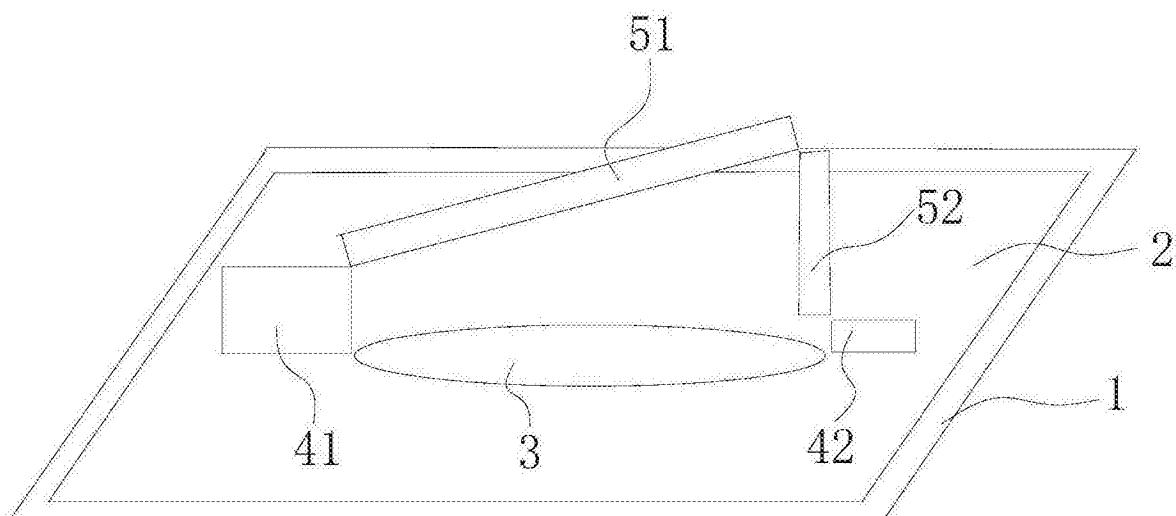


图2

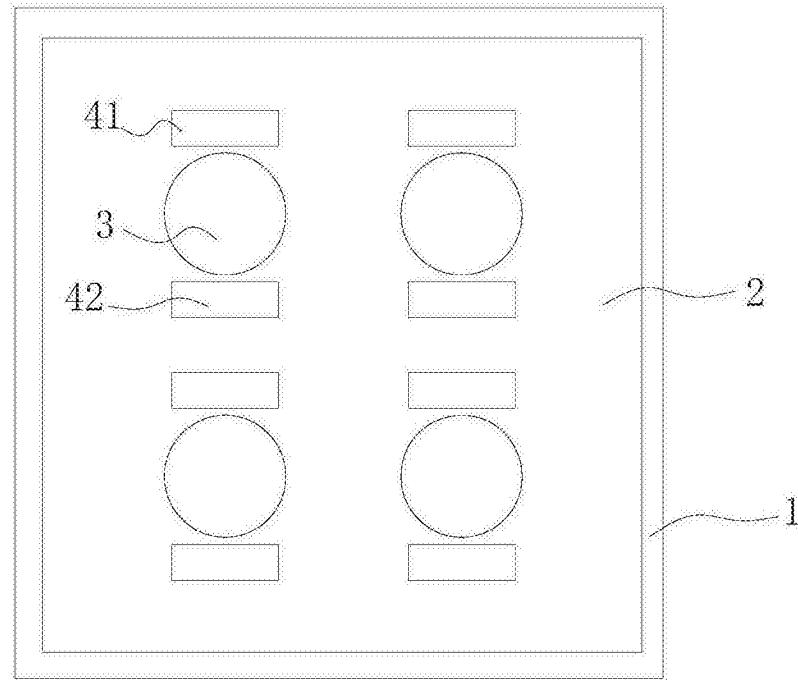


图3

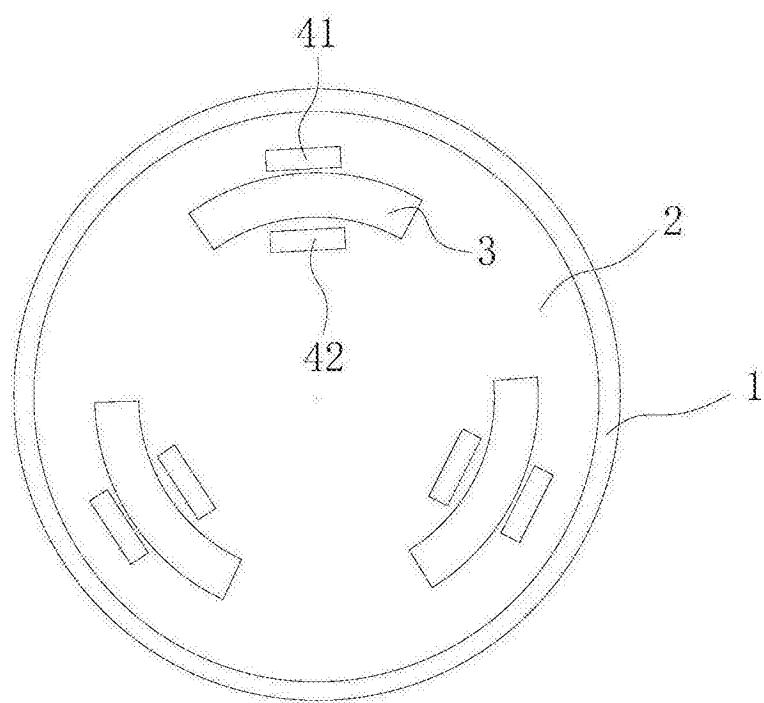


图4