



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109302096 B

(45)授权公告日 2020.04.21

(21)申请号 201811517739.4

H02N 2/02(2006.01)

(22)申请日 2018.12.12

H02N 2/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 嵇恒

申请公布号 CN 109302096 A

(43)申请公布日 2019.02.01

(73)专利权人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁科学园弘景大道1号

(72)发明人 蒋春容 刘海涛 张津杨 郝思鹏

徐艳 陆旦宏 胡霞

(74)专利代理机构 南京正联知识产权代理有限公司

公司 32243

代理人 王素琴

(51)Int.Cl.

H02N 2/00(2006.01)

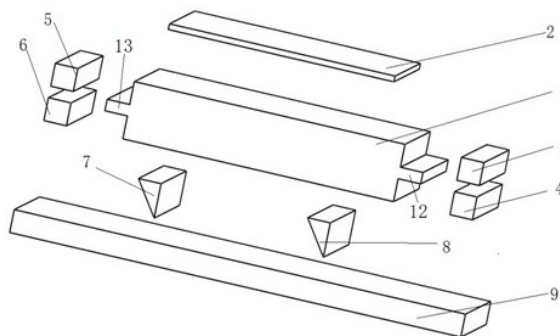
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机

(57)摘要

本发明提供一种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,由定子和动子组成,定子包括压电陶瓷组、金属弹性体和驱动足组,压电陶瓷组包括上表面压电陶瓷、右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷,上表面压电陶瓷粘贴于金属弹性体的上表面,金属弹性体为十字型金属弹性体,金属弹性体包括弹性体中部和凸出部,弹性体中部的两端的端面中部分别设有凸出部,弹性体中部和凸出部整体呈现为十字型结构;本发明与传统的单独在弹性体上表面粘结压电陶瓷相比,可以增大定子的振动幅度,体积小、结构紧凑、电机输出更大。



1. 一种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,由定子和动子组成,其特征在于:定子包括压电陶瓷组、金属弹性体和驱动足组,压电陶瓷组包括上表面压电陶瓷、右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷,上表面压电陶瓷粘贴于金属弹性体的上表面,金属弹性体为十字型金属弹性体,金属弹性体包括弹性体中部和凸出部,弹性体中部的两端的端面中部分别设有凸出部,弹性体中部和凸出部整体呈现为十字型结构,凸出部分别与弹性体中部的两端的端面形成上边槽、下边槽,且上边槽、下边槽分别设于凸出部的两侧,右上端压电陶瓷、左上端压电陶瓷分别设于弹性体中部两侧的上边槽,右下端压电陶瓷、左下端压电陶瓷分别设于弹性体中部两侧的下边槽,驱动足组包括左下驱动足和右下驱动足,左下驱动足和右下驱动足设于弹性体中部的下表面的两端,且左下驱动足和右下驱动足均设于弹性体中部与动子间;

十字型金属弹性体的上表面压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为Z轴负方向的交变电场;左端压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向的交变电场;右端压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场;在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体的上表面Z方向极化的上表面压电陶瓷发生横向振动,十字型金属弹性体的两端部Z方向极化的右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷发生扭转振动,共同在十字型金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态,五片压电陶瓷的两种振动模式共同激励定子一阶弯曲振动,继而驱使左下驱动足、右下驱动足进行斜直线运动,推动动子进行移动。

2. 如权利要求1所述的基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,其特征在于:左下驱动足偏离定子左侧驻波波节位置,右下驱动足偏离定子右侧驻波波节位置,偏离方向和偏离距离都相同,偏离距离均为八分之一基波波长,动子放置于左下驱动足、右下驱动足两驱动足下方。

3. 如权利要求1所述的基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,其特征在于:上表面压电陶瓷、右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷上施加同时间相位、同频率的电源。

基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机。

背景技术

[0002] 目前流行的驻波型直线超声波电机主要是基于压电陶瓷的横向振动模式和纵向振动模式来激励出定子的复合模态,压电陶瓷主要粘贴于金属弹性体的顶部、底部和正面用以同时激发出两种工作模态来复合而成一种定子的新型工作模态,形成椭圆运动,进而驱动动子直线运动。复合模态直线超声波电机定子结构必须同时考虑多个模态振型的激励,因此其定子设计过程相对复杂。单模态直线型超声波电机只需考虑一种模态的激励,定子设计过程相对简单。

[0003] 目前对于绝大多数单模态驻波型直线超声波电机来说,压电陶瓷只粘贴弹性体上表面,利用压电陶瓷横向振动模式激发出定子的金属弹性体的一阶弯振模态,使驱动足产生斜直线运动,推动动子前进。这种结构方式下,存在着输出较小的问题。

[0004] 上述问题是在驻波型直线超声波电机的设计过程中应当予以考虑并解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,定子所包含的五片压电陶瓷,一片粘贴于弹性体上表面,其余四片与弹性体两端部凸出处形成的凹陷部位紧密粘结,与目前流行的直线型超声波电机相比,该电机结构紧凑,输出更大,适合小型精密装置的驱动,解决现有技术中存在的输出较小,相对不理想的问题。

[0006] 本发明的技术解决方案是:

[0007] 一种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,由定子和动子组成,定子包括压电陶瓷组、金属弹性体和驱动足组,压电陶瓷组包括上表面压电陶瓷、右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷,上表面压电陶瓷粘贴于金属弹性体的上表面,金属弹性体为十字型金属弹性体,金属弹性体包括弹性体中部和凸出部,弹性体中部的两端的端面中部分别设有凸出部,弹性体中部和凸出部整体呈现为十字型结构,凸出部分别与弹性体中部的两端的端面形成上边槽、下边槽,且上边槽、下边槽分别设于凸出部的两侧,右上端压电陶瓷、左上端压电陶瓷分别设于弹性体中部两侧的上边槽,右下端压电陶瓷、左下端压电陶瓷分别设于弹性体中部两侧的下边槽,驱动足组包括左下驱动足和右下驱动足,左下驱动足和右下驱动足设于弹性体中部的下表面的两端,且左下驱动足和右下驱动足均设于弹性体中部与动子间。

[0008] 进一步地,左下驱动足偏离定子左侧驻波波节位置,右下驱动足偏离定子右侧驻波波节位置,偏离方向和偏离距离都相同,偏离距离均为八分之一基波波长,动子放置于左下驱动足、右下驱动足两驱动足下方。

[0009] 进一步地,十字型金属弹性体的上表面压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为Z轴负方向的交变电场;左端压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向

的交变电场;右端压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场;在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体的上表面Z方向极化的上表面压电陶瓷发生横向振动,十字型金属弹性体的两端部Z方向极化的右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷发生扭转振动,共同在十字型金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模式,继而驱使左下驱动足、右下驱动足进行斜直线运动,推动动子进行移动。

[0010] 进一步地,上表面压电陶瓷、右上端压电陶瓷、右下端压电陶瓷、左上端压电陶瓷和左下端压电陶瓷上施加同时间相位、同频率的电源。

[0011] 本发明的有益效果是:

[0012] 一、该种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,在电机定子弹性体端部以及上表面粘贴压电陶瓷,共计使用五块陶瓷共同激振定子弹性体,与传统的单独在弹性体上表面粘结压电陶瓷相比,可以增大定子的振动幅度,体积小、结构紧凑、输出力更大。

[0013] 二、该种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,利用端部布置扭转振动的四片陶瓷,因此在增加电机输出的同时,不会破坏电机结构的紧凑性。

[0014] 三、本发明中,压电陶瓷容易安装,端部凸出部简单,凸出部能较有效地将端部压电陶瓷的扭振转换为定子弹性体的一阶弯振。

附图说明

[0015] 图1是本发明实施例基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机的结构示意图。

[0016] 其中:1-十字型金属弹性体中部,2-上表面压电陶瓷,3-右上端压电陶瓷,4-右下端压电陶瓷,5-左上端压电陶瓷,6-左下端压电陶瓷,7-左下驱动足,8-右下驱动足,9-动子,12-右凸出部,13-左凸出部。

[0017] 图2是实施例中左端压电陶瓷布置方案的说明示意图。

[0018] 其中:1LU、2LU、3LU、4LU、5LU、6LU-左上端压电陶瓷六个自由度方向,1LD、2LD、3LD、4LD、5LD、6LD-左下端压电陶瓷六个自由度方向,XYZ-空间笛卡尔坐标系。

[0019] 图3是实施例中右端压电陶瓷布置方案的说明示意图。

[0020] 其中:1RU、2RU、3RU、4RU、5RU、6RU-右上端压电陶瓷六个自由度方向,1RD、2RD、3RD、4RD、5RD、6RD-右下端压电陶瓷六个自由度方向,XYZ-空间笛卡尔坐标系。

[0021] 图4是实施例中上表面压电陶瓷布置方案的说明示意图。

[0022] 其中:1T、2T、3T、4T、5T、6T-上表面压电陶瓷六个自由度方向,XYZ-空间笛卡尔坐标系。

[0023] 图5是实施例中电机上拱阶段振动波型产生机理图。

[0024] 其中:P-极化方向,E-电场方向,V-动子运动方向。

[0025] 图6是实施例中电机下凹阶段振动波型产生机理图。

[0026] 其中:P-极化方向,E-电场方向,V-动子运动方向。

[0027] 图7是实施例中左下驱动足、右下驱动足运动机理图。

[0028] 其中:1-弹性体中部,2-上表面压电陶瓷,3-右上端压电陶瓷,4-右下端压电陶瓷,5-左上端压电陶瓷,6-左下端压电陶瓷,7-左下驱动足,8-右下驱动足,9-动子,10-振幅为

零时的定子中性线,11-振幅最大时的定子中性线,12-右凸出部,13-左凸出部,A-定子左侧驻波波节位置,B-定子右侧驻波波节位置。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图详细说明本发明的优选实施例。

实施例

[0030] 一种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,如图1,由定子和动子9组成,定子包括压电陶瓷组、金属弹性体和驱动足组,压电陶瓷组包括上表面压电陶瓷2、右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6,上表面压电陶瓷2粘贴于金属弹性体的上表面,金属弹性体为十字型金属弹性体,金属弹性体包括弹性体中部1、右凸出部12和左凸出部13,弹性体中部1的两端的端面中部分别设有右凸出部12和左凸出部13,弹性体中部1、右凸出部12和左凸出部13整体呈现为十字型结构,右凸出部12与金属弹性体中部1形成右上槽和右下槽,左凸出部13与金属弹性体中部1形成左上槽和左下槽。且上边槽、下边槽分别设于凸出部的两侧,右上端压电陶瓷3、左上端压电陶瓷5分别设于弹性体中部1两侧的上边槽,右下端压电陶瓷4、左下端压电陶瓷6分别设于弹性体中部1两侧的下边槽,驱动足组包括左下驱动足7和右下驱动足8,左下驱动足7和右下驱动足8设于弹性体中部1的下表面的两端,且左下驱动足7和右下驱动足8均设于弹性体中部1与动子9间。

[0031] 该种基于十字型定子结构的多陶瓷激振驻波型直线超声波电机,在电机定子弹性体端部以及上表面粘贴压电陶瓷,共计使用五块陶瓷共同激振定子弹性体,与传统的单独在弹性体上表面粘结压电陶瓷相比,可以增大定子的振动幅度,体积小、结构紧凑、输出力更大。

[0032] 实施例中,十字型金属弹性体1的上表面压电陶瓷2极化方向为Z轴正方向,施加正方向为Z轴负方向的交变电场;左端压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向的交变电场;右端压电陶瓷极化方向为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场;在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体1的上表面Z方向极化的上表面压电陶瓷2发生横向振动,十字型金属弹性体1的两端部Z方向极化的右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6发生扭转振动,共同在十字型金属弹性体1中激发出一阶弯曲振动模态,继而驱使左下驱动足7、右下驱动足8进行斜直线运动,推动动子9进行移动。

[0033] 工作时,对右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6,五片压电陶瓷施加同时间相位、同频率的交变电压,在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体1的上表面Z方向极化的压电陶瓷发生横向振动,在定子的十字型金属弹性体1中激发出一阶弯曲振动模态,十字型金属弹性体1的两端部Z方向极化的右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6发生扭转振动,再经由十字形金属弹性体的端部左凸出部13、右凸出部12激发出定子的一阶弯曲振动模态,右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6,五片陶瓷的两种振动模式共同激励定子一阶弯曲振动,继而驱使驱动足进行斜直线运动,推动动子9进行移动。

[0034] 如附图2所示,十字型金属弹性体的左上端及左下端压电陶瓷6处于空间笛卡尔坐标系XYZ中,左上端压电陶瓷5极化方向为3LU自由度方向,施加方向为1LU自由度方向的交变电场,在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体的左上端压电陶瓷5发生扭转振动,产生形变方向为5LU的形变,再经由定子的弹性体中部1的端部左凸出部13在十字型金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态;十字型金属弹性体的左下端压电陶瓷6极化方向为3LD自由度方向,施加方向为1LD自由度方向的交变电场,在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体左下端压电陶瓷6发生扭转振动,产生形变方向为5LD的形变,再经由定子的弹性体中部1的端部左凸出部13在十字形金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态。

[0035] 如附图3所示,十字型金属弹性体的右上端及右下端压电陶瓷4处于空间笛卡尔坐标系XYZ中,右上端压电陶瓷3极化方向为3RU自由度方向,施加方向为1RU自由度方向的交变电场,在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体的右上端压电陶瓷3发生扭转振动,产生形变方向为5RU的形变,再经由定子的弹性体中部1的端部右凸出部12在定子弹性体中激发出一阶弯曲振动模态;十字型金属弹性体的右下端压电陶瓷4极化方向为3RD自由度方向,施加方向为1RD自由度方向的交变电场,在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体1的右下端压电陶瓷4发生扭转振动,产生形变方向为5RD的形变,再经由定子的弹性体中部1的端部右凸出部12在定子的十字型金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态。

[0036] 如附图4所示,十字型金属弹性体1的上表面压电陶瓷2处于空间笛卡尔坐标系XYZ中,上表面压电陶瓷2极化方向为3T自由度方向,施加与之平行的交变电场,在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体的上表面的压电陶瓷发生横向振动,产生形变方向为1T的形变,在定子的十字形金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态。

[0037] 上表面压电陶瓷2、右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6,五片压电陶瓷的两种振动模式共同激励定子一阶弯曲振动,继而驱使驱动足进行斜直线运动,推动动子9进行移动。

[0038] 如图5,电机上拱阶段振动波型产生机理,十字型金属弹性体的上表面压电陶瓷2极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为Z轴负方向的交变电场E,即上表面压电陶瓷2内部电场方向为3T自由度方向的反方向;十字型金属弹性体的左上端压电陶瓷5极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向的交变电场E,即左上端压电陶瓷5内部电场方向为1LU自由度方向;十字型金属弹性体左下端压电陶瓷6极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向的交变电场E,即左下端压电陶瓷6内部电场方向为1LD自由度方向;十字型金属弹性体右上端压电陶瓷3极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场E,即右上端压电陶瓷3内部电场方向为1RU自由度方向的反方向;十字型金属弹性体右下端压电陶瓷4极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场E,即右下端压电陶瓷4内部电场方向为1RD自由度方向的反方向。在电场作用下,由于逆压电效应,十字型金属弹性体上表面Z方向极化的压电陶瓷发生横向振动,在定子的十字型金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态,十字型金属弹性体的两端部Z方向极化的右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6发生扭转振动,再经由十字型左凸出部13、右凸出部12激发出定子的一阶弯曲振动模态,上表面压电陶瓷2、右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6,五片陶瓷的两种振动模式共同激励定子上拱,动子9向右,即V方向移动。

[0039] 如图6,电机下凹阶段振动波型产生机理,十字型金属弹性体的上表面压电陶瓷2极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为Z轴正方向的交变电场E,即上表面压电陶瓷2内部电场方向为3T自由度方向;十字型金属弹性体的左上端压电陶瓷5极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场E,即左上端压电陶瓷5内部电场方向为1LU自由度方向的反方向;十字型金属弹性体的左下端压电陶瓷6极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴负方向的交变电场E,即左下端压电陶瓷6内部电场方向为1LD自由度方向的反方向;十字型金属弹性体的右上端压电陶瓷3极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向的交变电场E,即右上端压电陶瓷3内部电场方向为1RU自由度方向;十字型金属弹性体的右下端压电陶瓷4极化方向P为Z轴正方向,施加正方向为X轴正方向的交变电场E,即右下端压电陶瓷4内部电场方向为1RD自由度方向。在电场作用下。由于逆压电效应,十字型金属弹性体的上表面Z方向极化的上表面压电陶瓷2发生横向振动,在定子的十字型金属弹性体中激发出一阶弯曲振动模态,十字型金属弹性体两端部Z方向极化的压电陶瓷发生扭转振动,再经由弹性体中部1的端部左凸出部13、右凸出部12激发出定子的一阶弯曲振动模态,上表面压电陶瓷2、右上端压电陶瓷3、右下端压电陶瓷4、左上端压电陶瓷5和左下端压电陶瓷6五片压电陶瓷的两种振动模式共同激励定子下凹,动子9向右,即V方向移动。

[0040] 结合附图7电机驱动足运动机理如下:

[0041] A、B分别为定子振幅为零时的定子中性线与定子振幅最大时的定子中性线的左右交点,即定子左侧驻波波节位置与定子右侧驻波波节位置。

[0042] 左下驱动足7和右下驱动足8偏离定子左侧驻波波节位置A与定子右侧驻波波节位置B,偏离方向相同,左下驱动足7向左偏离定子左侧驻波波节节点位置A八分之一基波波长,右下驱动足8向左偏离定子右侧驻波波节节点位置B八分之一基波波长,动子9放置于左下驱动足7以及右下驱动足8下方。

[0043] 对上表面压电陶瓷2、左上端压电陶瓷5、左下端压电陶瓷6、右上端压电陶瓷3以及右下端压电陶瓷4施加激励电压,假设金属弹性体中部1首先中间向上拱起,则左下驱动足7受到向右下方的推力,与动子9接触,右下驱动足8受到向左上方的拉力,与动子9逐渐脱离,左下驱动足7底部摩擦力大于右下驱动足8底部的摩擦力,则动子9向右移动一步。

[0044] 接下来金属弹性体中部1中间下凹两端上翘,左下驱动足7受到向左上方的拉力,逐渐与动子9脱离,右下驱动足8受到向右下方的推力,与动子9接触,动子9继续向右移动一步。

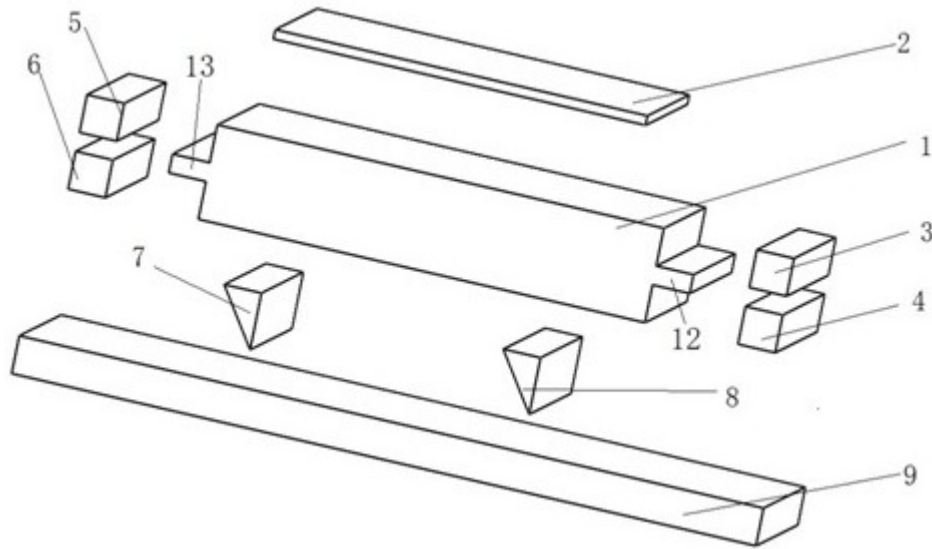


图1

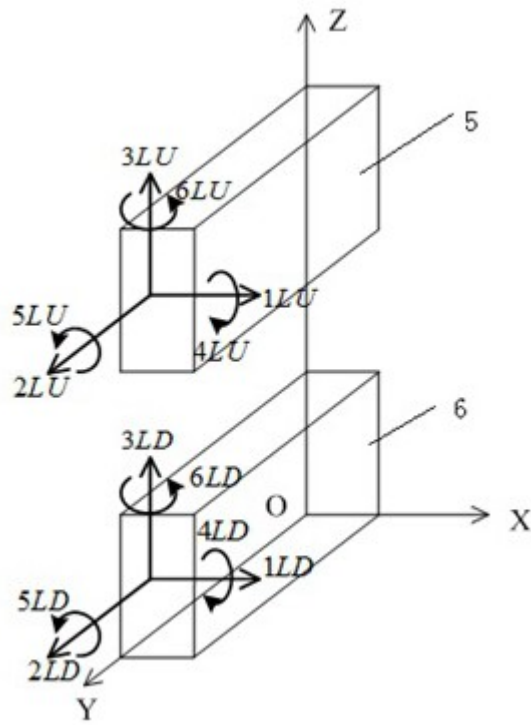


图2

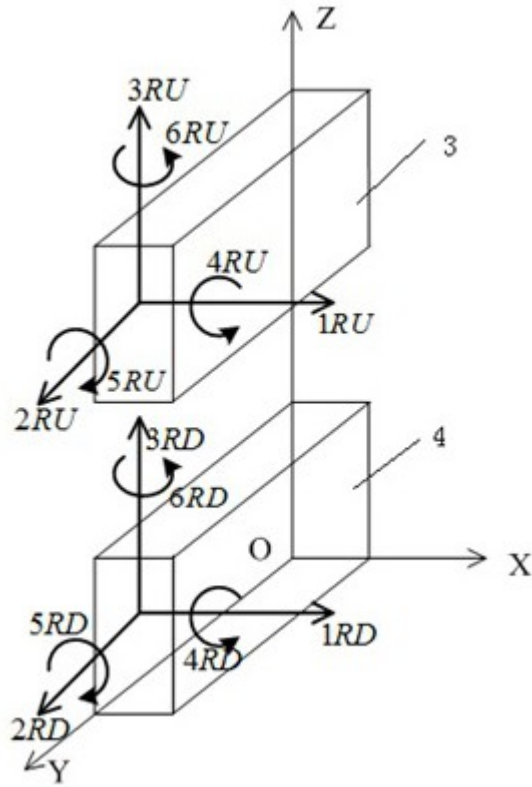


图3

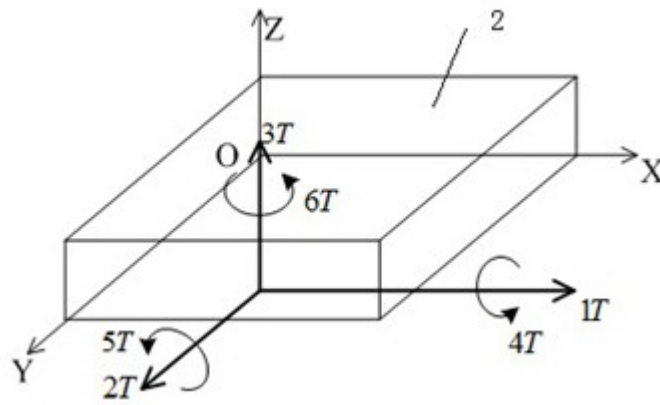


图4

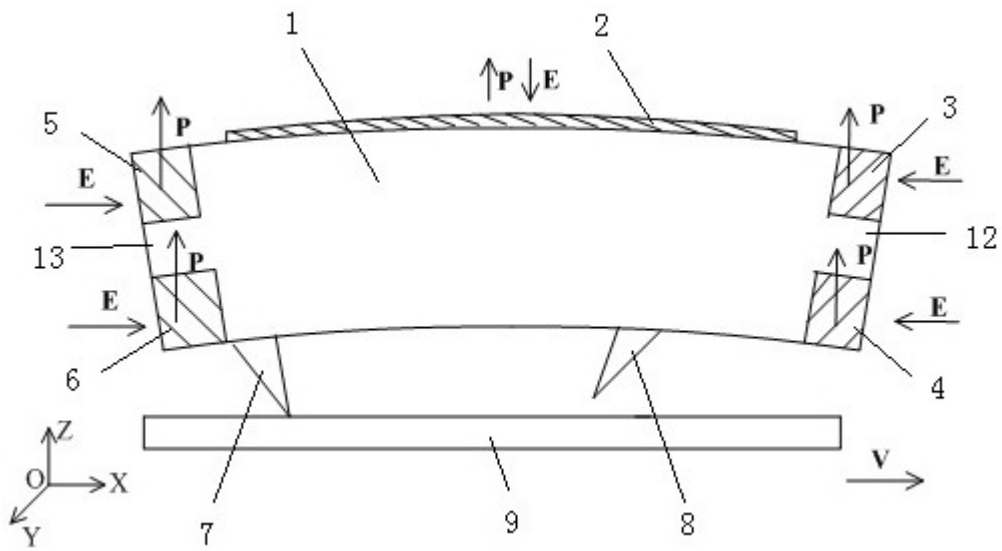


图5

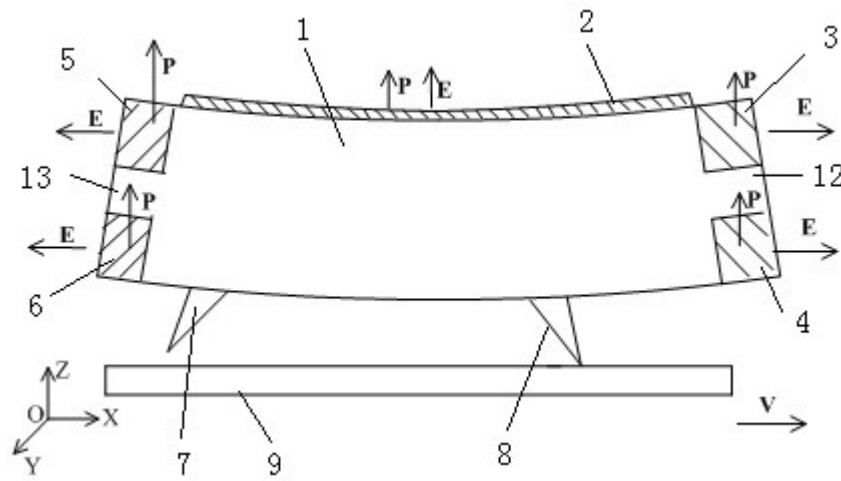


图6

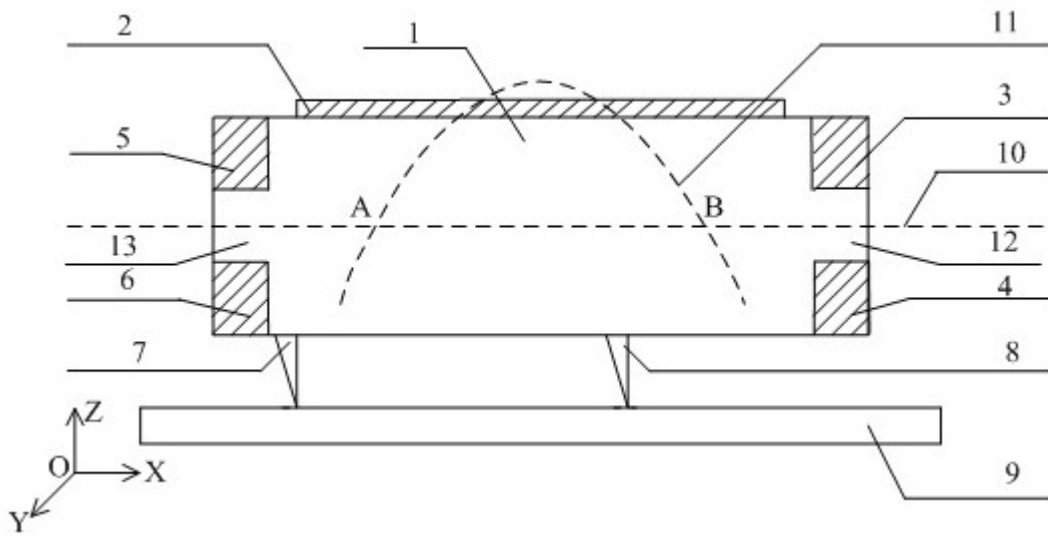


图7