



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104238338 B

(45)授权公告日 2017.12.12

(21)申请号 201410368999.5

(22)申请日 2014.07.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104238338 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(73)专利权人 厦门理工学院

地址 361024 福建省厦门市集美区理工路600号

(72)发明人 王建 苏德瑜 罗善明 常雪峰

(74)专利代理机构 泉州市潭思专利代理事务所

(普通合伙) 35221

代理人 麻艳

(51)Int.Cl.

G04B 13/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 203982084 U,2014.12.03,

CN 201742324 U,2011.02.09,

CN 101727060 A,2010.06.09,

CN 1083983 A,1994.03.16,

CN 101257265 A,2008.09.03,

CN 201705879 U,2011.01.12,

DE 69026130 D1,1996.05.02,

EP 1283592 A1,2003.02.12,

陈兵奎等.线面共轭啮合原理及齿面构建方法.《机械工程学报》.2012,第48卷(第19期),17-22.

审查员 张京美

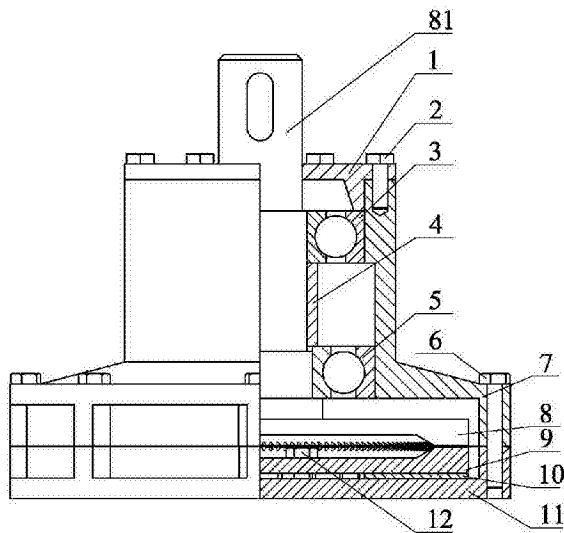
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

振动型行波齿轮传动装置

(57)摘要

本发明公开了一种振动型行波齿轮传动装置,属于机械传动领域,它由机体系统、输入系统和输出系统三部分组成,该输入系统和输出系统安装在机体系统内;该输入系统包括弹性体输入端和贴在该弹性体输入端上的若干压电陶瓷片;该输出系统包括输出端及设置在该输出端上的输出轴;该弹性体输入端端面与输出端端面均有齿形,通过输出端端面齿形与行波振动作用下的弹性体输入端端面齿形相互啮合实现运动和动力的传递。本发明将超声行波引入到啮合传动领域,利用超声行波振动原理及共轭包络原理实现了一种新型的传动方式,因此可以解决传统齿轮传动因存在间隙、摩擦和磨损导致的传动精度不高的问题。



1. 一种振动型行波齿轮传动装置,其特征在于:它由机体系统、输入系统和输出系统三部分组成,该输入系统和输出系统安装在机体系统内;该输入系统包括弹性体输入端(9)和贴在该弹性体输入端上的若干压电陶瓷片(10);该输出系统包括输出端(8)及设置在该输出端上的输出轴(81);该弹性体输入端端面与该输出端端面均设有齿形,该传动装置通过输出端端面齿形与行波振动作用下的弹性体输入端端面齿形相互啮合实现运动和动力的传递,所述传动装置在工作时,在相邻两片压电陶瓷片上分别施加相位差为 $\pi/2$ 且频率相同、幅值相等的正弦电压;所述的弹性体输入端端面齿形为直线齿形,直线齿形上的表面质点在行波作用下产生椭圆振动,所述的输出端端面齿形是依据行波振动原理与共轭包络原理求得的与椭圆振动下的弹性体输入端直线齿形相共轭的齿形,所述输出端与输出轴为一体结构。

2. 根据权利要求1所述的振动型行波齿轮传动装置,其特征在于:所述的机体系统由输入端端盖(11)、机体(7)和输出端端盖(1)组成,该机体(7)与输入端端盖(11)通过螺栓(6)联接,该机体(7)与输出端端盖(1)通过螺栓(2)联接。

3. 根据权利要求2所述的振动型行波齿轮传动装置,其特征在于:所述的弹性体输入端(9)通过螺栓(12)与输入端端盖(11)联接。

4. 根据权利要求2所述的振动型行波齿轮传动装置,其特征在于:所述的输出轴(81)通过小轴承(3)、大轴承(5)及轴套(4)安装在机体(7)内部。

5. 根据权利要求1所述的振动型行波齿轮传动装置,其特征在于:该弹性体输入端端面的四周与该输出端端面的四周均设有一圈齿形。

## 振动型行波齿轮传动装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于机械传动领域,涉及一种振动型行波齿轮传动装置,尤其适用于钟表传动等方面。

### 背景技术

[0002] 1946年美国麻省理工学院绝缘研究室发现,在钛酸钡铁电陶瓷上施加直流高压电场,使其自发极化沿电场方向择优取向,除去电场后仍能保持一定的剩余极化,使它具有压电效应,从此诞生了压电陶瓷。1947年,美国Roberts在BaTiO<sub>3</sub>陶瓷上,施加高压进行极化处理,获得了压电陶瓷的电压性,随后,日本积极开展利用BaTiO<sub>3</sub>压电陶瓷制作超声换能器、高频换能器、压力传感器、滤波器、谐振器等各种压电器件的应用研究。1955年,美国B. Jaffe等人发现了比BaTiO<sub>3</sub>压电性更优越的PZT压电陶瓷,促使压电器件的应用研究又大大地向前推进了一大步。人们最初了解的行波驱动原理是在20世纪40年代,由Williarns和Brown首先提出的,但是由于当时材料的缺乏、技术的落后,最初的超声行波驱动模型一直没有实现。直到1961年,Bulova Watch Ltd.公司首次利用弹性体振动来驱动钟表齿轮,工作频率为360Hz,这种钟表走时准确,每月的误差只有一分钟,打破了那个时代的纪录,引起了轰动。

[0003] 另一方面,钟表齿轮要求传动比大、力矩比变动率小、齿轮转动灵活、能量传递效率高、对制造误差不敏感。目前广泛采用的齿形为圆弧齿形,采用该齿形可以加工很少齿数(如6齿)而无根切现象,这一特点满足了钟表机构中传动系统要在较小空间内实现较大的传动比。但其力矩变动比较大,达到20%左右,而且制造不同齿数的齿轮需要用不同的滚刀加工,这使得刀具规格大为增加,加工成本较高。近年来,一些新的齿形如圆弧-直线齿形、椭圆摆线齿形、渐开线修正齿形等被相继提出,但都没有在钟表齿形中得到推广应用。

[0004] 鉴于上述发展状况,本发明人经过深入研究发现,如果能将超声行波引入到啮合传动领域,即可解决传统齿轮传动因存在间隙、摩擦和磨损导致的传动精度不高的问题,为提高钟表齿轮传动的灵活性和稳定性提供理论和技术支持,本案由此而产生。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于克服现有的钟表齿轮传动因存在间隙、摩擦和磨损导致的钟表传动精度不高等缺点,而提供一种振动型行波齿轮传动装置。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明的技术解决方案是:

[0007] 一种振动型行波齿轮传动装置,它由机体系统、输入系统和输出系统三部分组成,该输入系统和输出系统安装在机体系统内;该输入系统包括弹性体输入端和贴在该弹性体输入端上的若干压电陶瓷片;该输出系统包括输出端及设置在该输出端上的输出轴;该弹性体输入端端面与该输出端端面均设有齿形,该传动装置通过输出端端面齿形与行波振动作用下的弹性体输入端端面齿形相互啮合实现运动和动力的传递。

[0008] 优选地,所述的弹性体输入端端面齿形为直线齿形,直线齿形上的表面质点在行

波作用下产生椭圆振动,所述的输出端端面齿形是依据行波振动原理与共轭包络原理求得的与椭圆振动下的弹性体输入端直线齿形相共轭的齿形。

[0009] 优选地,所述的机体系统由输入端端盖、机体和输出端端盖组成,该机体与输入端端盖通过螺栓联接,该机体与输出端端盖通过螺栓联接。

[0010] 优选地,所述的弹性体输入端通过螺栓与输入端端盖联接。

[0011] 优选地,所述的输出轴通过小轴承、大轴承及轴套安装在机体内部。

[0012] 优选地,所述输出端与输出轴为一体结构,或者为分体并相互联接结构。

[0013] 采用上述方案后,本发明所述传动机构在工作时,在输入端相邻两片压电陶瓷片上分别施加相位差为 $\pi/2$ 且频率相同、幅值相等的正弦电压,利用压电陶瓷的逆压电效应,在压电陶瓷和金属基体组成的复合体上激发出两个幅值相等、在时间和空间上均相差 $\pi/2$ 的驻波,这两个驻波在复合体上叠加形成行波。行波使得弹性体输入端表面质点做椭圆轨迹运动,在波峰部分,弹性体输入端端面齿形与输出端端面齿形通过齿廓啮合传动来驱动输出机构转动,输出轴的转动方向与所形成的行波方向相同。由于本发明将超声行波引入到啮合传动领域,利用超声行波振动原理及共轭包络原理实现了一种新型的传动方式,因此可以解决传统齿轮传动因存在间隙、摩擦和磨损导致的传动精度不高的问题,应用到钟表传动领域时,可以提高钟表齿轮传动的灵活性和稳定性。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明一种振动型行波齿轮传动装置的半剖视图;

[0015] 图2是本发明一种振动型行波齿轮传动装置的啮合部分局部放大图;

[0016] 图3是本发明一种振动型行波齿轮传动装置的三维视图。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详述。

[0018] 本发明所揭示的是一种振动型行波齿轮传动装置,如图1至图3所示,为本发明的较佳实施例。所述的振动型行波齿轮传动装置主要由机体系统、输入系统和输出系统三部分组成,该输入系统和输出系统安装在机体系统内。其中:

[0019] 所述的机体系统可以由输入端端盖11、机体7和输出端端盖1组成,该机体7与输入端端盖11可通过螺栓6联接,该机体7与输出端端盖1也可通过螺栓2联接。

[0020] 所述的输入系统包括弹性体输入端9和贴在该弹性体输入端9上的若干压电陶瓷片10,该弹性体输入端9可通过螺栓12与输入端端盖11联接。

[0021] 所述的输出系统包括输出端8及设置在该输出端上的输出轴81,更具体的,所述输出端8与输出轴81可以为一体结构(图中实施例所示),也可以为分体并相互联接的结构。该输出轴81可以通过小轴承3、大轴承5及轴套4安装在机体7内部并可转动。

[0022] 所述的弹性体输入端9端面与输出端8的端面均设有齿形,该传动装置通过输出端面齿形与行波振动作用下的弹性体输入端面齿形相互啮合实现运动和动力的传递。进一步的,该弹性体输入端9的齿形可以为直线齿形,输出端8的端面齿形是依据行波振动原理与共轭包络原理求得的与振动过程中的弹性体输入端9直线齿形相共轭的齿形。

[0023] 本发明的工作原理为:传动初始,在相邻的两片压电陶瓷片10上分别施加相位差

为 $\pi/2$ 且频率相同、幅值相等的正弦电压,利用压电陶瓷的逆压电效应,在压电陶瓷片10和金属基体(即弹性体输入端9)组成的复合体上激发出两个幅值相等、在时间和空间上均相差 $\pi/2$ 的驻波,这两个驻波在复合体上叠加形成行波(如图2所示)。行波使得弹性体输入端9表面质点做椭圆轨迹运动,在波峰部分,弹性体输入端9的端面齿形与输出端8端面齿形通过齿廓的啮合传动来驱动输出系统转动,输出端8的转动方向与所形成的行波方向相同。这种利用表面质点振动实现的齿轮传动,就要求输入端与输出端上端面齿形满足齿廓啮合基本定律,本发明根据共轭包络原理,先给定弹性体输入端9端面齿形,通过计算求得振动过程中与之相互啮合的共轭齿廓作为输出端8端面齿形。利用有限元方法,在计算得到的振型、振幅、表面质点的椭圆轨迹运动形成的端面齿轮的啮合传动运动方程基础上,建立振动型行波齿轮传动装置输出功率的数学模型,改变输入机构的几何尺寸,选取不同的振型、激励电压和频率,获得振型、振幅对行波机构的输出功率的影响机理,仿真研究不同端面齿形对行波齿轮传动机构输出功率的影响机理。

[0024] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明的技术范围作任何限制,故但凡依本发明的权利要求和说明书所做的变化或修饰,皆应属于本发明专利涵盖的范围之内。

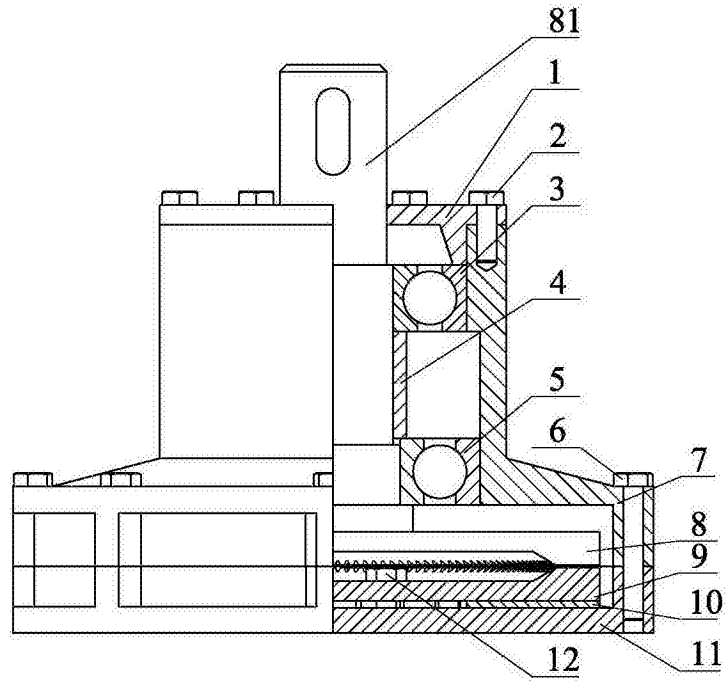


图 1

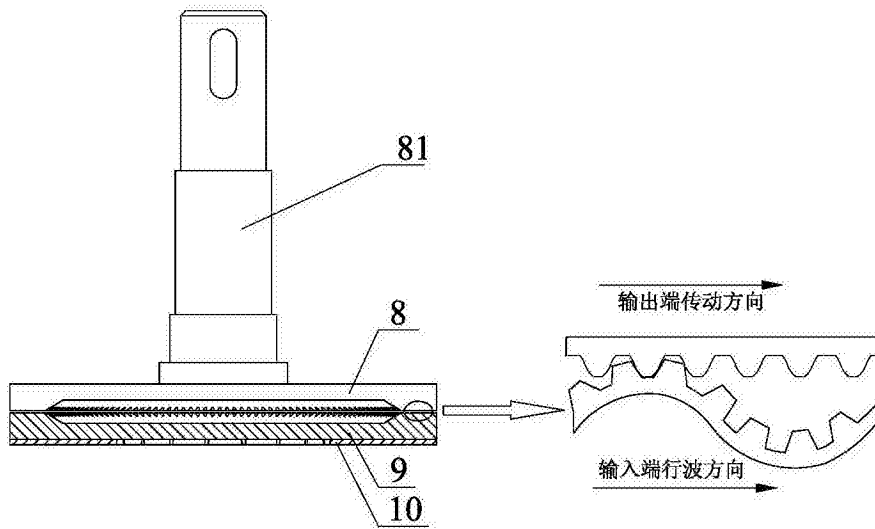


图 2

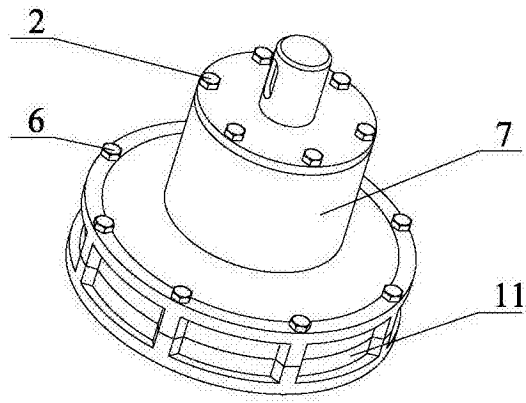


图 3