



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111053576 A

(43)申请公布日 2020.04.24

(21)申请号 201911405891.8

(22)申请日 2019.12.31

(71)申请人 绵阳美科电子设备有限责任公司
地址 621000 四川省绵阳市高新区绵兴东
路133号A214号

(72)发明人 唐浩杰 赵文军 邓国勤 高勇

(74)专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理
事务所(普通合伙) 11369

代理人 郑健

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

F16H 37/12(2006.01)

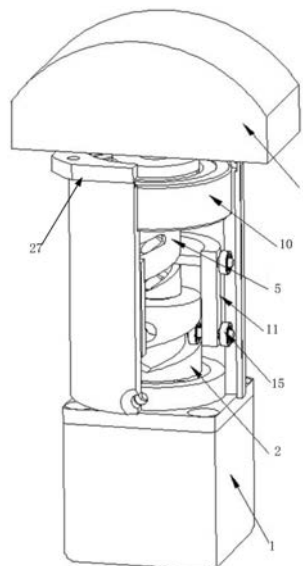
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

使超声三维探头换能器往复转动的传动装置及其应用方法

(57)摘要

本发明公开了一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,包括:动力单元,其包括电机以及与其传动连接的凸轮轴,所述凸轮轴的外周侧壁上设置有在空间上具有高度差的凸轮槽;动力输出单元,其包括换能器以及与其连接的传动轴,其上设置有空间上对应且贯穿状的两条螺旋槽;传动单元,其包括与凸轮槽接触式连接的滚动轴,以及贯穿螺旋槽的滑动轴。本发明提供一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其能够通过对其传动装置的结构设计,使得其能将电机的匀速单向转动转换成换能器的正反转动,对待扫描位置进行0-360度快速扫描,具有更高的扫描速度,振动小,噪音低,且换能器轴向转动扫描相比现有的径向摆动扫描结构形式更简单。



1. 一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,包括:
动力单元,其包括电机以及与其传动连接的凸轮轴,所述凸轮轴的外周侧壁上设置有在空间上具有高度差的凸轮槽;
动力输出单元,其包括换能器以及与其连接的传动轴,其上设置有空间上对应且贯穿状的两条螺旋槽;
传动单元,其包括与凸轮槽接触式连接的滚动轴,以及贯穿螺旋槽的滑动轴;
其中,所述滚动轴与滑动轴通过相配合的轴套进而连接,所述传动轴通过相配合的第一轴承进而与外部壳体连接。
2. 如权利要求1所述的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,所述轴套在与滚动轴相对的一侧上设置有定位轴;
所述壳体在滚动轴相配合的位置上纵向设置有条滑槽;
其中,所述滚动轴在与凸轮槽接触的位置上设置有相配合的第二轴承;所述滚动轴、定位轴在与各滑槽相配合的位置上设置有第三轴承。
3. 如权利要求2所述的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,所述滚动轴与滑动轴在纵向空间上被配置为相互对应,且所述滚动轴在与滑槽相配合的位置上设置有第四轴承。
4. 如权利要求1所述的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,所述轴套被配置为采用第一连接板、第二连接板进行替换;
其中,所述第一连接板用于将滚动轴与滑动轴进行连接;
所述第二连接板用于将滑动轴与定位轴进行连接。
5. 如权利要求1所述的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,所述电机的动力输出轴通过第一螺钉与凸轮轴固定连接;
所述电机上方设置有与其相配合的电机座,其在与壳体相配合的一端设置有收缩部,所述电机座与电机、壳体与电机座通过相配合的第二螺钉实现固定连接;
所述换能器与传动轴通过相配合的第三螺钉实现固定连接。
6. 如权利要求1所述的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,所述轴承通过相配合的孔用卡簧、轴用卡簧设置在壳体内部;
所述传动轴在与轴承相配合的位置上设置有对其进行限位的凸台;
所述传动轴在与壳体环形盖板相配合的位置上设置有台阶。
7. 如权利要求1所述的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其特征在于,所述凸轮槽被配置为采用环形槽,且在所述环形槽的最高点上设置有锥形过渡。
8. 一种将如权利要求1-7任一项所述传动装置应用在超声三维探头换能器上的方法,其特征在于,包括:
电机正转,带动凸轮轴正转,滚动连杆受凸轮槽转动而在空间上作直线往复运动,进而带到与其连接的滑动轴在空间上同时作往复直线运动;
所述传动轴通过螺旋槽与滑动轴配合,以在滑动轴往复直线运动时与螺旋槽的位置变换,带动传动轴作轴向上的往复正反转,进而使与传动轴连接的换能器实现往复轴向快速正反扫描。
9. 如权利要求8所述传动装置应用在超声三维探头换能器上的方法,其特征在于,所述

滚动轴在作直线往复运动时,通过定位杆、滑槽以及相配合的各轴承的限制,对滚动轴、滑动轴进行传动、导向以及限定。

使超声三维探头换能器往复转动的传动装置及其应用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种医疗检测用的装置。更具体地说,本发明涉及一种用在超声三维探头检测情况下使用的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置及其应用方法。

背景技术

[0002] 超声三维成像数据的采集方法分为两类:一是医师手持探头,获得一系列的二维超声图像,再通过复杂的图像处理,重建三维结构,这种方法对操作者要求很高;另一种是:通过机械或电子控制获得三维图像信息,这种方法便于操作及应用,故而现有的三维探头,大都采用步进电机正反转,经钢丝或齿轮传动,带动换能器在传动轴上做小角度往复摆动,换能器在运动过程中扫描,实现三维数据采集,但这种采用电机正反转进行传动的方式,其在共和中需要频繁改变转动方向,运动惯性会导致电机运行不平稳,导致三维超声探头振动较大;同时电机改变转动方向时响应时间长,运动速度不稳定,导致工作效率低。

[0003] 而现有技术中也有提出通过电机的正转实现换能器的正反转,如申请号为CN201380074116.3,专利名称为往复式超声装置的发明专利,其包括电机,该电机使驱动轴和超声换能器旋转。传动组件,其根据单方向电机提供往复旋转运动。凸轮组件,其将往复枢转运动提供至换能器。导体,其可以附接至换能器并且通过驱动轴延伸,其结构复杂,需要相当多的齿轮与其它部件进行配合实现力矩传递,且传动稳定性不好,转动的角度受限,影响超声三维成像数据的采集,具体来说其结构具有如下缺点:

[0004] 1、不完整齿轮啮合传动,受到加工、装配误差,很容易卡死;

[0005] 2、高速转动时,不完整齿轮传动频繁换向,受力不均,受冲击力较大,振动加大,噪声加大;

[0006] 3、多级齿轮换向传动,传动效率低。

发明内容

[0007] 本发明的一个目的是解决至少上述问题和/或缺陷,并提供至少后面将说明的优点。

[0008] 本发明还有一个目的是提供一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,其能够通过对其传动装置的结构设计,使得其能将电机的匀速单向转动转换成换能器的正反转,对待扫描位置进行0-360度快速扫描,具有更高的扫描速度,振动小,噪音低,运行速度稳定性好,连续性好,受力均匀的效果,且换能器轴向转动扫描相比现有的径向摆动扫描结构形式更简单,传动效率稳定,且装配难度低,几乎不会出现卡死的现象。

[0009] 为了实现根据本发明的这些目的和其它优点,提供了一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置,包括:

[0010] 动力单元,其包括电机以及与其传动连接的凸轮轴,所述凸轮轴的外周侧壁上设置有在空间上具有高度差的凸轮槽;

[0011] 动力输出单元,其包括换能器以及与其连接的传动轴,其上设置有空间上对应且

贯穿状的两条螺旋槽；

[0012] 传动单元,其包括与凸轮槽接触式连接的滚动轴,以及贯穿螺旋槽的滑动轴；

[0013] 其中,所述滚动轴与滑动轴通过相配合的轴套进而连接,所述传动轴通过相配合的第一轴承进而与外部壳体连接。

[0014] 优选的是,所述轴套在与滚动轴相对的一侧上设置有定位轴；

[0015] 所述壳体在滚动轴相配合的位置上纵向设置有条滑槽；

[0016] 其中,所述滚动轴在与凸轮槽接触的位置上设置有相配合的第二轴承；所述滚动轴、定位轴在与各滑槽相配合的位置上设置有第三轴承。

[0017] 优选的是,所述滚动轴与滑动轴在纵向空间上被配置为相互对应,且所述滚动轴在与滑槽相配合的位置上设置有第四轴承。

[0018] 优选的是,所述轴套被配置为采用第一连接板、第二连接板进行替换；

[0019] 其中,所述第一连接板用于将滚动轴与滑动轴进行连接；

[0020] 所述第二连接板用于将滑动轴与定位轴进行连接。

[0021] 优选的是,所述电机的动力输出轴通过第一螺钉与凸轮轴固定连接；

[0022] 所述电机上方设置有与其相配合的电机座,其在与壳体相配合的一端设置有收缩部,所述电机座与电机、壳体与电机座通过相配合的第二螺钉实现固定连接；

[0023] 所述换能器与传动轴通过相配合的第三螺钉实现固定连接。

[0024] 优选的是,所述轴承通过相配合的孔用卡簧、轴用卡簧设置在壳体内部；

[0025] 所述传动轴在与轴承相配合的位置上设置有对其进行限位的凸台；

[0026] 所述传动轴在与壳体环形盖板相配合的位置上设置有台阶。

[0027] 优选的是,所述凸轮槽被配置为采用环形槽,且在所述环形槽的最高点上设置有锥形过渡。

[0028] 一种将传动装置应用在超声三维探头换能器上的方法,包括：

[0029] 电机正转,带动凸轮轴正转,滚动连杆受凸轮槽转动而在空间上作直线往复运动,进而带到与其连接的滑动轴在空间上同时作往复直线运动；

[0030] 所述传动轴通过螺旋槽与滑动轴配合,以在滑动轴往复直线运动时与螺旋槽的位置变换,带动传动轴作轴向上的往复正反转,进而使与传动轴连接的换能器实现往复轴向快速正反扫描。

[0031] 优选的是,所述滚动轴在作直线往复运动时,通过定位杆、滑槽以及相配合的各轴承的限制,对滚动轴、滑动轴进行传动、导向以及限定。

[0032] 本发明至少包括以下有益效果:其一,本发明通过对传动装置的结构设计,使得其相对于现有技术而言,使得电机只需要正转,就能实现换能器实现往复轴向快速正反扫描,解决现有技术中的电机正反转,频繁改变转动方向,运动惯性导致电机运行不平稳,导致三维超声探头振动较大,电机改变转动方向,响应时间长,运动速度不稳定,工作效率低的技术问题,具有设备运行平稳度高,换能器正反转过程中的连续性好,运动速度稳定性好的效果。

[0033] 其三,要发明通过对传动装置的结构设计,把单向转动转变为往复转动输出的传动机构,其优点在于电机保持匀速单向转动,能够实现换能器轴向往复转动(0~360度)扫描;相比现有电机正反转控制,能够获得更高的扫描速度,振动小,噪音低,且换能器轴向

转动扫描相比现有的径向摆动扫描结构形式更简单。

[0034] 其三,本发明还公布了应用传动装置在超声三维探头换能器上的方法,通过电机保持单向转动,通过传动结构将电机的直线运动转换成换能器的正反旋转,使换能器能够根据探测需要在任意角度进行往复转动。

[0035] 本发明的其它优点、目标和特征将部分通过下面的说明体现,部分还将通过对本发明的研究和实践而为本领域的技术人员所理解。

附图说明

[0036] 图1为本发明的一个实施例中使超声三维探头换能器往复转动的传动装置的结构示意图;

[0037] 图2为本发明的另一个实施例中使超声三维探头换能器往复转动的传动装置的截面结构示意图;

[0038] 图3为本发明的使超声三维探头换能器往复转动的传动装置另一个视角下的截面结构示意图;

[0039] 图4为本发明的另一个实施例中凸轮轴的结构示意图;

[0040] 图5为本发明的另一个实施例中传动轴的结构示意图;

[0041] 图6为本发明的另一个实施例中轴套与各轴配合的结构示意图;

[0042] 图7为本发明的另一个实施例中壳体的结构示意图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0044] 应当理解,本文所使用的诸如“具有”、“包含”以及“包括”术语并不配出一个或多个其它元件或其组合的存在或添加。

[0045] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,并不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0046] 图1-7示出了根据本发明的一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置的实现形式,其中包括:

[0047] 动力单元,其包括电机1以及与其传动连接的凸轮轴2,所述凸轮轴的外周侧壁上设置有在空间上具有高度差的凸轮槽3,电机的单向匀速转动,同时带到凸轮轴在轴向上旋转,凸轮轴上设置的具有高度差的凸轮槽,使得凸轮轴在旋转时,凸轮槽相对于空间位置在轴向上不变的滚动轴,在空间上的直线位置能往复变动,将旋转动作转换成直线的往复动作;

[0048] 动力输出单元,其包括换能器4以及与其连接的传动轴5,其上设置有空间上对应且贯穿状的两条螺旋槽6,换能器的作用在与待扫描面进行接触式扫描,而传动轴的作用在于对换能器进行支撑定位,同时通过在固定槽上设置的螺旋槽,使得滑动轴的上下位置变换,带动与其贯穿的螺旋槽在空间上位置作螺旋旋转变换,同时上下位置变换过程中其旋转方向可以变换为左右旋转;

[0049] 传动单元,其包括与凸轮槽接触式连接的滚动轴7,以及贯穿螺旋槽的滑动轴8,通过滚动轴与凸轮槽的配合作用,将轴套的空间位置进行调节,以实现力矩旋转传动转换成直线往复运动,通过滚动轴的作用将直线往复动作再次转换成左右旋转的往复动作;

[0050] 其中,所述滚动轴与滑动轴通过相配合的轴套9进而连接,所述传动轴通过相配合的第一轴承10进而与外部壳体11连接,通过轴套的作用将滚动轴与滑动轴的动作进行连接,进而使得滚动轴在作直线往复运动时,滑动轴能与其相配合,进而完成力矩的传动,而轴承与壳体的固定式连接,在空间上对传动轴能进行支撑,使得传动轴的位置固定不再依赖于凸轮轴,二者在空间上互不干涉,采用较大间隙的配合就能实现小空间下的结构布局,在这种方案中,通过电机只需要正转,就能实现换能器实现往复轴向快速正反扫描,解决现有技术中的电机正反转,频繁改变转动方向,运动惯性导致电机运行不平稳,导致三维超声探头振动较大,电机改变转动方向,响应时间长,运动速度不稳定,工作效率低的技术问题,具有更高的扫描速度,振动小,噪音低,运行速度稳定性好,连续性好,受力均匀的效果,且换能器轴向转动扫描相比现有的径向摆动扫描结构形式更简单,传动效率稳定,且装配难度低,几乎不会出现卡死的现象。

[0051] 如图2-3、6在另一种实例中,所述轴套在与滚动轴相对的一侧上设置有定位轴12,通过定位轴的作用,对轴套在空间上进行支撑定位,进而保证其运行过程中各结构在空间上的稳定性;

[0052] 所述壳体在滚动轴相配合的位置上纵向设置有条滑槽13,通过滑槽的作用对各轴在空间上的运动进行限定保护,进而保证设备运行的稳定性;

[0053] 其中,所述滚动轴在与凸轮槽接触的位置上设置有相配合的第二轴承14;所述滚动轴、定位轴在与各滑槽相配合的位置上设置有第三轴承15,通过第二轴承的作用,将滚动轴与凸轮槽的配合干涉性进行减小,进而保证设备运动中磨损度更小,同时设备结构配合度完整度更好,而第三轴承的作用在于,对各轴与滑槽的配合度进行限定,进而保证设备在工作中运行的稳定性。

[0054] 如图3,在另一种实例中,所述滚动轴与滑动轴在纵向空间上被配置为相互对应,且所述滚动轴在与滑槽相配合的位置上设置有第四轴承16,将各结构在空间上配置为相互对应,以使各结构与轴套配合的稳定性更好,而优选的是,各轴的位置与轴套的中轴线相配合,这样的设备在空间上支撑稳定性更好,而第四轴承的作用在于使得滚动轴与滑槽的配合度更好,运行稳定性更好,同时滚动轴在与螺旋槽相配合的位置上也可以设置用于安装第五轴承的槽,进而保证滚动轴在与螺旋槽相配合的干涉性较小,滚动顺畅度更好,结构磨损度较小,运动的平衡度更好,且通过各轴承与凸轮轴、滑槽的配合,使得设备运行过程中具有振动小,噪音低的效果。

[0055] 在另一种实例中,所述轴套被配置为采用第一连接板(未示出)、第二连接板(未示出)进行替换;

[0056] 其中,所述第一连接板用于将滚动轴与滑动轴进行连接;

[0057] 所述第二连接板用于将滑动轴与定位轴进行连接,通过连接板替换轴套,其作用在于对设备内部的空间进行缩小,以使装置的整体体积可以得到部分控制,以适应更小体积场合的使用需要。

[0058] 如图2-3,在另一种实例中,所述电机的动力输出轴17通过第一螺钉18 与凸轮轴

固定连接；

[0059] 所述电机上方设置有与其相配合的电机座19,其在与壳体相配合的一端设置有收缩部20,所述电机座与电机、壳体与电机座通过相配合的第二螺钉21实现固定连接；

[0060] 所述换能器与传动轴通过相配合的第三螺钉22实现固定连接,在这种方案中,通过对各部件连接关系进行限定,以使能与各部件的运行关系相配合,同时结构之间的稳定性更好,而收缩部的设计,是使得设备的整体体积可以得到有效的控制,同时保证设备外表面不会有凸出部,对设备安装环境提出更高的空间要求,进一步的可拆卸的连接方式,便于后期的维护和更换设备。

[0061] 如图2-3,在另一种实例中,所述轴承通过相配合的孔用卡簧23、轴用卡簧24设置在壳体内部,轴用卡簧,是一种安装于槽轴上,用作固定零部件的轴向运动,这类挡圈的内径比装配轴径稍小。安装时须用卡簧钳,将钳嘴插入挡圈的钳孔中,扩张挡圈,才能放入预先加工好的轴槽上;孔用卡簧是安装于圆孔内,用作固定零部件的轴向运动,这类挡圈的外径比装配圆孔直径稍大,安装时须用卡簧钳,将钳嘴插入挡圈的钳孔中,夹紧挡圈,才能放入预先加工好的圆孔内槽,通过孔用卡簧、轴用卡簧的配合,将轴承与壳体进行配合,完成安装固定,设备的结构稳定性更好;

[0062] 如图2-3、5,所述传动轴在与轴承相配合的位置上设置有对其进行限位的凸台25,其用于与孔用卡簧、轴用卡簧的配合,对轴承的空间位置进行限定,进而保证其工作过程中的结构稳定性更好;

[0063] 所述传动轴在与壳体环形盖板27相配合的位置上设置有台阶26,其用于通过环形盖板对设备进行封装,同时在对传动轴、轴承工作不干涉的情况下,对换能器与轴承、壳体进行支撑、间隔、限定。

[0064] 在另一种实例中,所述凸轮槽被配置为采用环形槽,且在所述环形槽的最高点上设置有锥形过渡,采用这种方式的作用,使得滚动轴在空间直线位置的变换度可控,使得其旋转圈数与直线往复运动的往复次数相配合,进一步能与换能器的工作方式相配合,在电机保持匀速单向转动,完成换能器轴向往复转动(0~360度)扫描;相比现有电机正反转控制,能够获得更高的扫描速度。

[0065] 一种将传动装置应用在超声三维探头换能器上的方法,包括:

[0066] 电机正转,带动凸轮轴正转,滚动连杆受凸轮槽转动而在空间上作直线往复运动,进而带到与其连接的滑动轴在空间上同时作往复直线运动;

[0067] 所述传动轴通过螺旋槽与滑动轴配合,以在滑动轴往复直线运动时与螺旋槽的位置变换,带动传动轴作轴向上的往复正反转,进而使与传动轴连接的换能器实现往复轴向快速正反扫描。在这种方案中,电机只需要正转,通过传动装置的作用就能实现单向旋转-直线往复-正反旋转的转换过程,使换能器能往复轴向快速正反扫描,且换能器轴向转动扫描相比现有的径向摆动扫描结构形式更简单,具有更好的适应性、运行稳定性。

[0068] 在另一种实例中,所述滚动轴在作直线往复运动时,通过定位杆、滑槽以及相配合的各轴承的限制,对滚动轴、滑动轴进行传动、导向以及限定,通过结构的配合,使得该方法的传动转换过程中的振动更小,结构稳定性更限,运行的平稳度更高,更符合实际操作中的检测要求。

[0069] 实施例:电机轴与圆柱凸轮螺钉紧固连接;滑动连杆、滚动连杆、定位连杆安装有

轴承,并与连杆轴套紧固配合;滚动连杆轴承与圆柱凸轮槽配合,滑动连杆穿通螺旋轴与螺旋槽配合;连杆轴套上的4个轴承被限制在壳体的滑槽内;螺旋轴穿过轴承,轴承被轴、孔用卡簧限制在壳体内;螺旋轴与换能器螺钉固定连接;壳体与电机连接座螺钉连接,电机连接座与电机螺钉连接;电机正转,带动圆柱凸轮正转,滚动连杆受凸轮槽与壳体滑槽的共同限制,与连杆轴套、滑动连杆、定位连杆一起作直线往复运动;与滑动连杆配合的螺旋轴作往复轴向正反转动;与螺旋轴连接的换能器实现往复轴向快速正反扫描。其在实际工作中电机保持单向转动,通过传动结构,使换能器能够任意角度(0~360度)往复转动扫描;相比现有电机正反转动控制,能够获得更高的扫描速度,振动小,噪音低。

[0070] 采用以上方案只是一种较佳实例的说明,但并不局限于此。在实施本发明时,可以根据使用者需求进行适当的替换和/或修改。

[0071] 这里说明的设备数量和处理规模是用来简化本发明的说明的。对本发明的应用、修改和变化对本领域的技术人员来说是显而易见的。

[0072] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用。它完全可以被适用于各种适合本发明的领域。对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改。因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

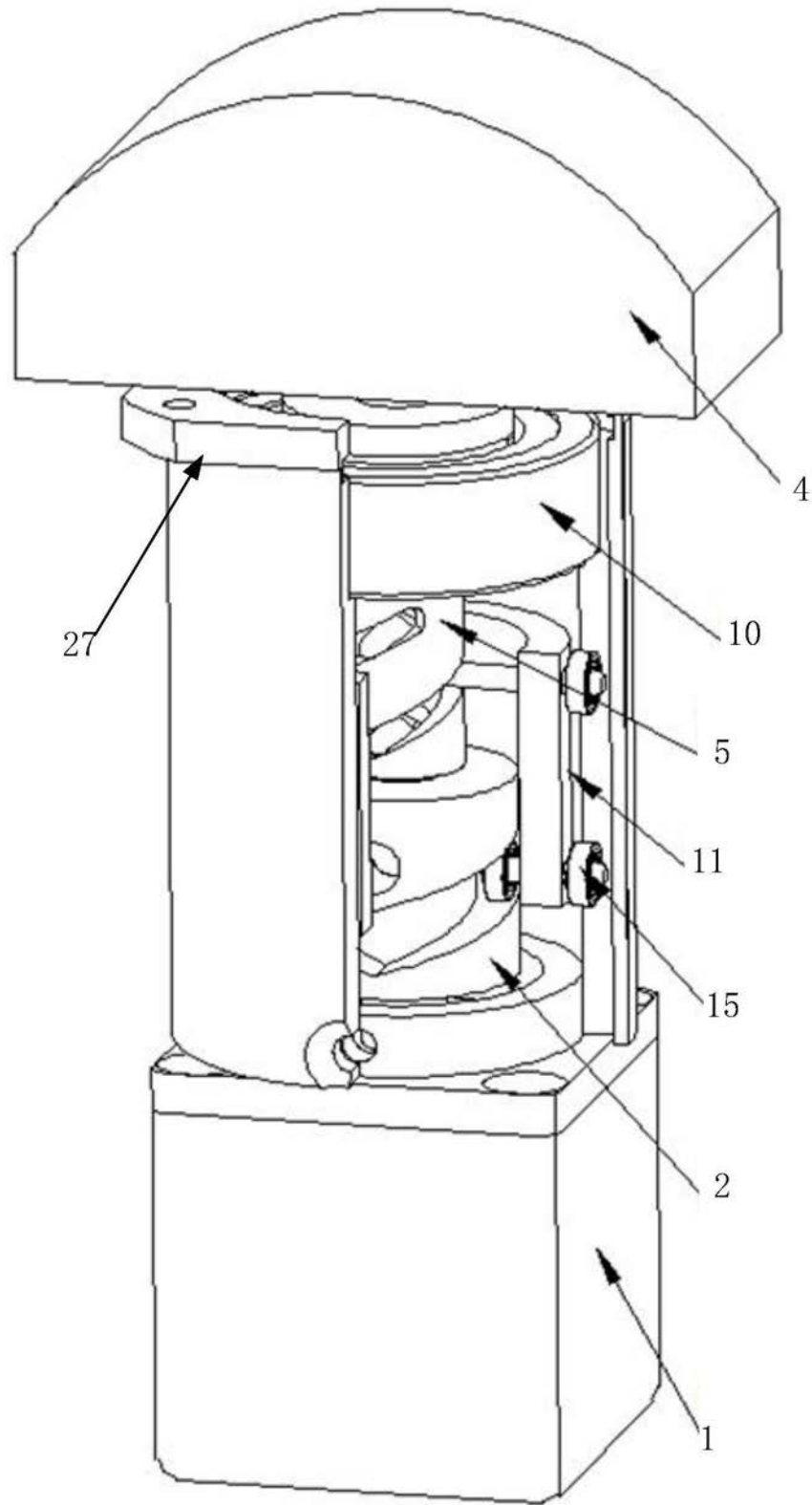


图1

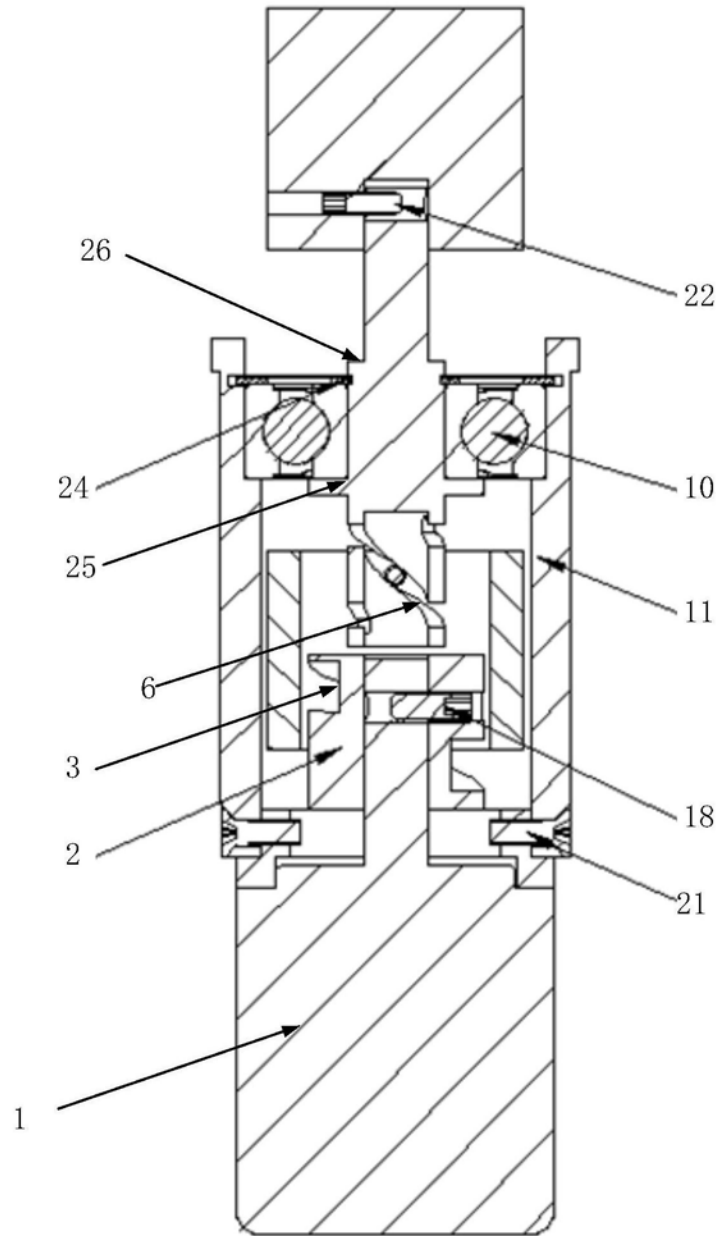


图2

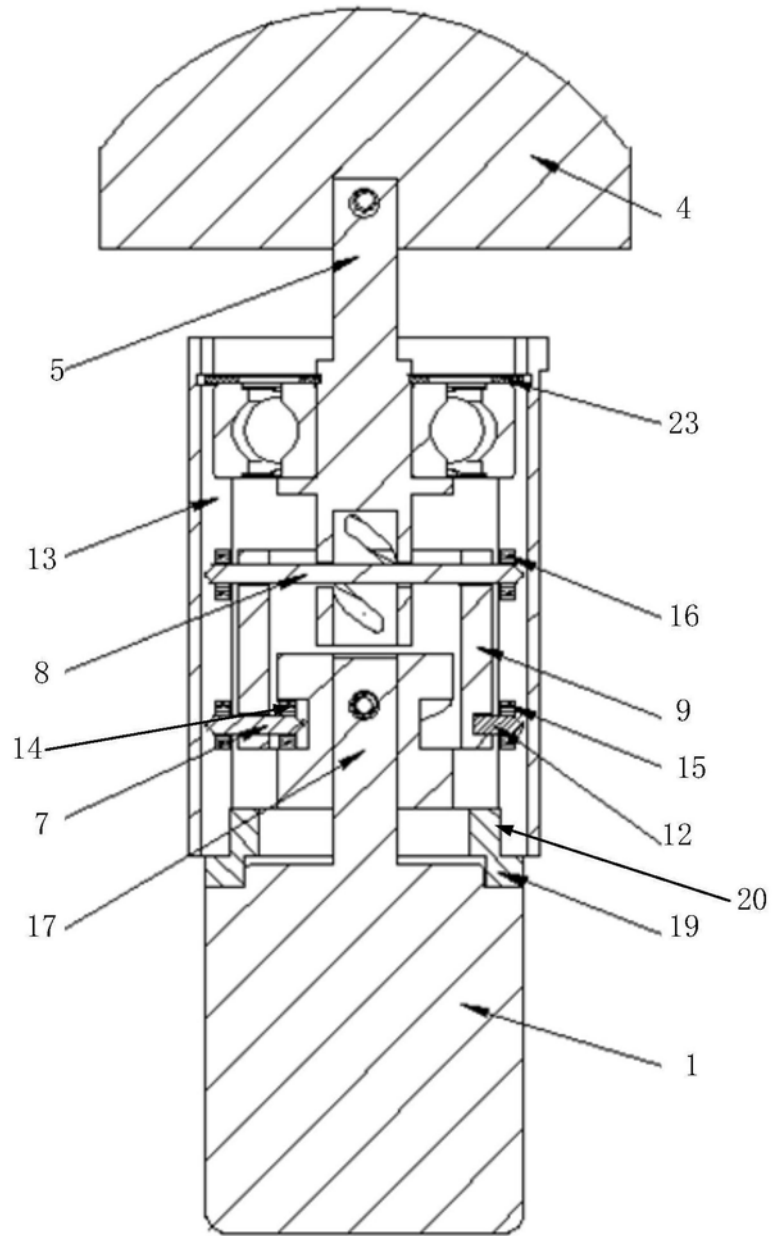


图3

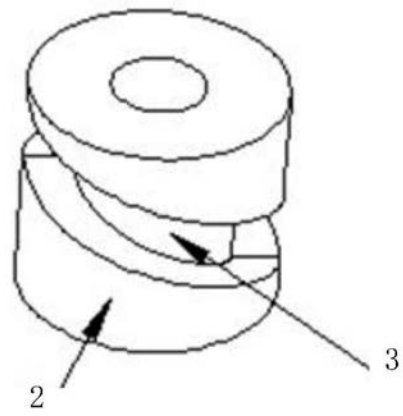


图4

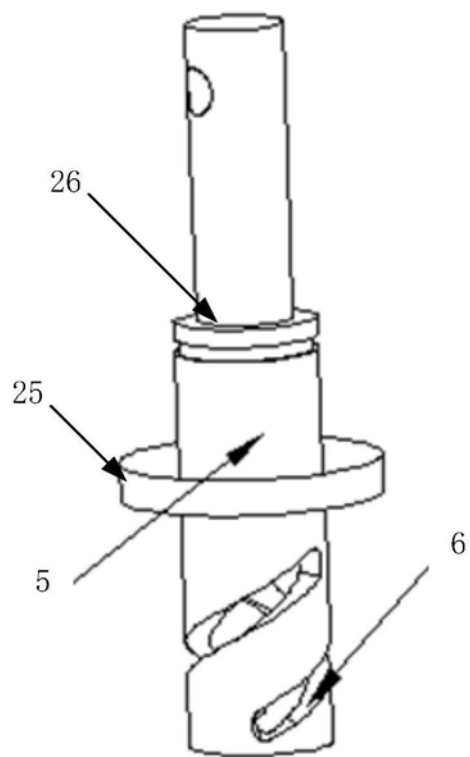


图5

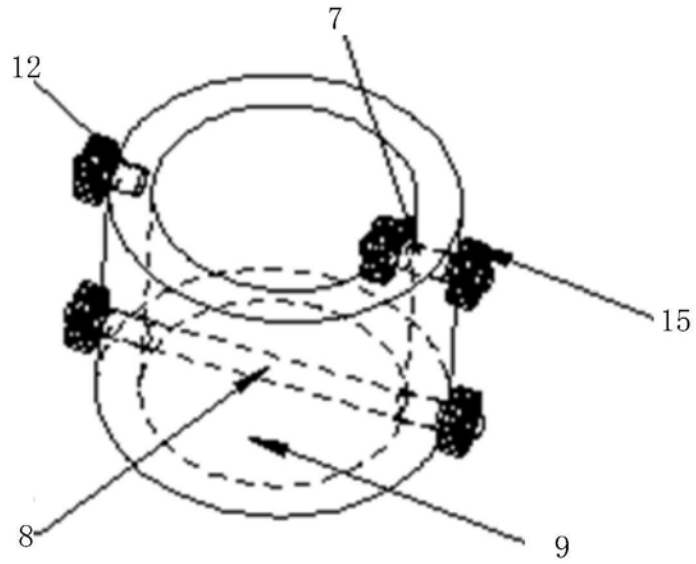


图6

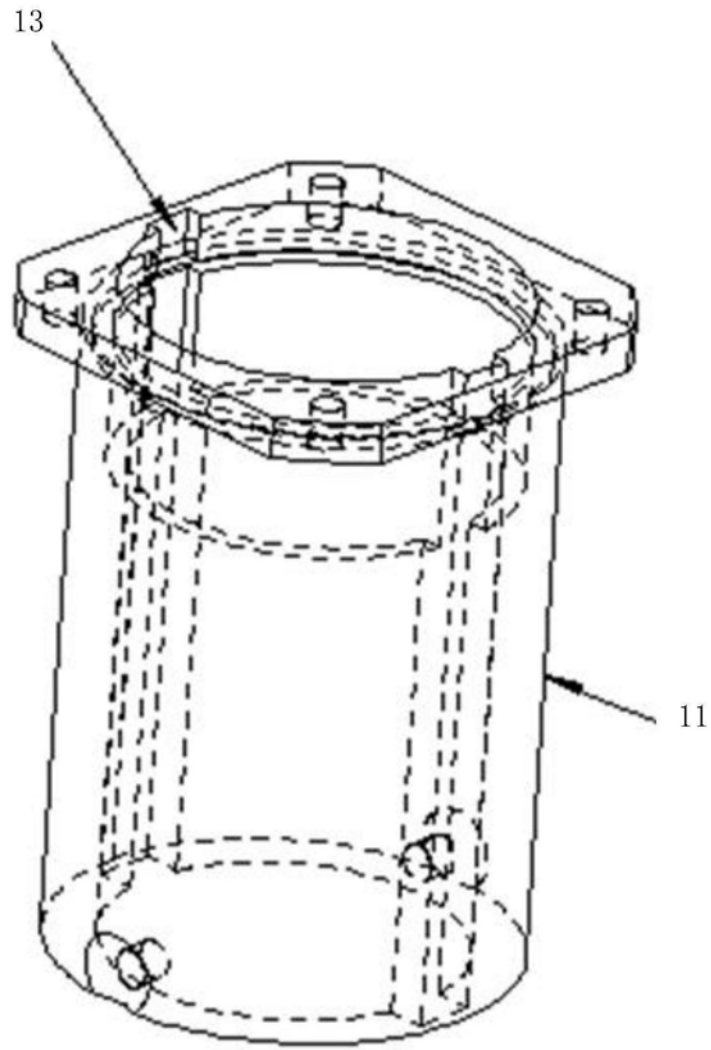


图7

专利名称(译)	使超声三维探头换能器往复转动的传动装置及其应用方法		
公开(公告)号	CN111053576A	公开(公告)日	2020-04-24
申请号	CN201911405891.8	申请日	2019-12-31
[标]申请(专利权)人(译)	绵阳美科电子设备有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	绵阳美科电子设备有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	绵阳美科电子设备有限责任公司		
[标]发明人	唐浩杰 赵文军 邓国勤 高勇		
发明人	唐浩杰 赵文军 邓国勤 高勇		
IPC分类号	A61B8/00 F16H37/12		
CPC分类号	A61B8/4483 F16H37/124		
代理人(译)	郑健		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置，包括：动力单元，其包括电机以及与其传动连接的凸轮轴，所述凸轮轴的外周侧壁上设置有在空间上具有高度差的凸轮槽；动力输出单元，其包括换能器以及与其连接的传动轴，其上设置有空间上对应且贯穿状的两条螺旋槽；传动单元，其包括与凸轮槽接触式连接的滚动轴，以及贯穿螺旋槽的滑动轴。本发明提供一种使超声三维探头换能器往复转动的传动装置，其能够通过对其传动装置的结构设计，使得其能将电机的匀速单向转动转换成换能器的正反转动，对待扫描位置进行0-360度快速扫描，具有更高的扫描速度，振动小，噪音低，且换能器轴向转动扫描相比现有的径向摆动扫描结构形式更简单。

