



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204320632 U

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201420763722. 8

(22) 申请日 2014. 12. 09

(73) 专利权人 苏州科技学院

地址 215009 江苏省苏州市高新区科锐路 1
号

(72) 发明人 伯洁 殷振 曹自洋 郭丽华
汪帮富 杨建锋 李艳 陈玉荣
吴程红 柏永婷

(51) Int. Cl.

B06B 1/06(2006. 01)

B25H 1/00(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

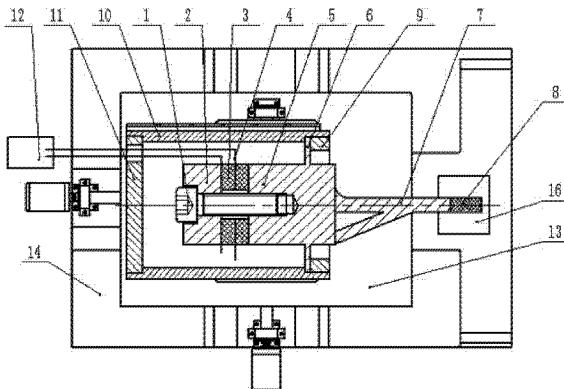
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种单激励超声椭圆振动微细加工工作平台

(57) 摘要

本实用新型公开了一种单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，包括隔振平台、横向移动工作平台、纵向移动工作平台、壳体单元、置于壳体单元内的超声振动换能器、超声波电源、椭圆振动模态转换器和设置在椭圆振动模态转换器前端的小型工作平台。所述的壳体单元包括前挡板、套筒和后挡板；所述的超声振动换能器包括螺栓及依次套装在螺栓上的后盖板、压电陶瓷片、电极片和前盖板，后盖板和前盖板通过螺栓将后盖板、压电陶瓷片、电极片和前盖板联接压紧；所述的椭圆振动模态转换器设置在前盖板的前端，为直梁和斜梁的复合结构，该椭圆振动模态转换器可以将超声振动换能器产生的纵向超声振动转换为椭圆振动模态转换器末端和小型工作平台的纵弯复合超声椭圆振动，进而驱动小型工作台上的工件进行超声椭圆振动。



1. 一种单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，其特征在于：该椭圆振动加工工作平台包括隔振平台、通过螺栓联接在隔振平台上方的横向移动工作平台、通过螺栓联接在横向移动工作平台上方的纵向移动工作平台、壳体单元、置于壳体单元内的超声振动换能器、椭圆振动模态转换器、设置在椭圆振动模态转换器前端的小型工作平台和超声波电源；在椭圆振动模态转换器末端下方设置有辅助支撑，在椭圆振动模态转换器末端和辅助支撑之间设置有滚动支撑体；所述的壳体单元通过螺栓联接在纵向移动工作平台的上方，壳体单元包括前挡板、套筒和后挡板；所述的超声振动换能器整体呈圆柱体，其包括螺栓及依次套设在螺栓上的后盖板、压电陶瓷片、电极片和前盖板，前盖板上设置有与壳体单元联接用的法兰盘，后盖板和前盖板通过螺栓将后盖板、压电陶瓷片、电极片和前盖板联接压紧；所述的椭圆振动模态转换器设置在前盖板的前端，所述的椭圆振动模态转换器包括直梁和斜梁构成的复合结构，直梁和斜梁垂直于其中心轴线的截面均为矩形，直梁的中心轴线和超声振动换能器的中心轴线重合，直梁的一端与超声换能器的前盖板联接，另一端悬伸；斜梁的一端和超声换能器的前盖板偏离中心轴线的一侧联接，另一端和直梁的中间部位联接，斜梁的中心轴线和直梁的中心轴线成 0~90 度夹角，直梁和斜梁与超声换能器前盖板的联接处均为圆弧过渡联接。

2. 根据权利要求 1 所述的单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，其特征在于：所述的椭圆振动模态转换器和前盖板制作成一个整体设置在前盖板的前端。

3. 根据权利要求 1 所述的单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，其特征在于：所述的椭圆振动模态转换器焊接设置在前盖板前端。

4. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，其特征在于：所述的小型工作平台通过焊接设置在椭圆振动模态转换器的前端。

5. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，其特征在于：还包括联接螺钉，用于将小型工作平台联接在椭圆振动模态转换器的前端。

6. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的单激励超声椭圆振动微细加工工作平台，其特征在于：还包括压板机构，所述的小型工作平台通过压板机构联接在椭圆振动模态转换器的前端。

一种单激励超声椭圆振动微细加工工作平台

技术领域

[0001] 本实用新型设计到硬脆等难加工材料的微细加工技术领域,尤其是涉及一种利用单激励超声椭圆振动进行辅助加工的微细加工工作平台。

背景技术

[0002] 硬脆难加工材料的高效高质高可靠性加工迄今在国际上仍然是一个难题。硬脆材料的典型特征是脆性高,断裂韧性低,弹性极限与强度非常接近,加工时,当材料承受的载荷超过弹性极限,就会发生断裂破坏,在已加工表面形成裂纹和凹坑,严重影响其表面质量、加工效率和材料可靠性。为了解决这类材料的加工难题,各国制造领域纷纷开发新型刀具材料、研制新的加工设备、试验新的加工方法,力图提高该类材料的加工效率和加工可靠性。

[0003] 为了以低成本有效的方式解决硬脆材料的超精密加工技术问题,超声振动被应用到加工加工中,国内外广泛的研究已经证实了超声振动加工在提高材料去除率、提高加工表面质量与加工精度、降低工件表面损伤以及延长砂轮寿命等方面显示了一定的优越性。为了充分发挥超声振动加工的优点,不同类型的二维超声振动加工技术被日本与中国学者先后提出。2007年赵波等人提出的一种用于大型结构件加工的二维超声振动辅助加工装置,将两方向的超声振动分别通过两台发生器施加到工件上,虽然在加工效率以及加工质量等诸多方面表现了优异的性能,但是该技术在加工中存在着当负载、温度切削条件等变化时振速不稳定的现象,且振速的不稳定将会导致超声加工中的谐振频率漂移、振动振幅降低、加工效率降低、加工质量不稳定等一系列问题,而其谐振状态的调节涉及到两台超声波发生器及换能器与工件的匹配,实施起来比较困难。

[0004] 为了克服上述超声振动加工技术和超声椭圆振动技术中存在的不足,本实用新型利用新型单激励超声椭圆振动技术,提供了一种微细加工工作平台,实现工作平台和微小工件的超声椭圆振动,该技术提高了超声椭圆振动系统的工作稳定性,适用范围广、性能稳定、操作简便,能够进一步提高硬脆材料微小零件的加工效率和加工质量。

发明内容

[0005] 本实用新型提供了一种新型的单激励超声椭圆振动微细加工工作平台,目的是为了克服现有超声振动工作平台中存在的不足,简化超声椭圆振动系统的结构、减低成本、降低控制难度、提高系统工作稳定性、提高硬脆材料微小零件的加工效率和加工质量。

[0006] 一种单激励超声椭圆振动微细加工工作平台,包括隔振平台、通过螺栓联接在隔振平台上方的横向移动工作平台、通过螺栓联接在横向移动工作平台上方的纵向移动工作平台、壳体单元、置于壳体单元内的超声振动换能器、椭圆振动模态转换器、设置在椭圆振动模态转换器前端的小型工作平台和超声波电源。在椭圆振动模态转换器末端下方设置有辅助支撑,在椭圆振动模态转换器末端和辅助支撑之间设置有滚动支撑体。所述的壳体单元通过螺栓联接在纵向移动工作平台的上方,所述的壳体单元包括前挡板、套筒和后挡板;

所述的超声振动换能器整体呈圆柱体，其包括螺栓及依次套设在螺栓上的后盖板、压电陶瓷片、电极片和前盖板，前盖板上设置有与壳体单元联接用的法兰盘，后盖板和前盖板通过螺栓将后盖板、压电陶瓷片、电极片和前盖板联接压紧，构成了超声振动换能器的能量转换部分，可将超声电源输出的超声电信号转换为超声振动换能器的纵向超声振动。

[0007] 所述的椭圆振动模态转换器和前盖板制作成一个整体设置在前盖板的前端，或者将椭圆振动模态转换器焊接设置在前盖板的前端。椭圆振动模态转换器包括直梁和斜梁构成的复合结构，直梁和斜梁垂直于其中心轴线的截面均为矩形，直梁的中心轴线和超声振动换能器的中心轴线重合，直梁的一端与超声换能器的前盖板联接，另一端悬伸；斜梁的一端和超声换能器的前盖板偏离中心轴线的一侧联接，另一端和直梁的中间部位联接，斜梁的中心轴线和直梁的中心轴线成0-90度夹角，直梁和斜梁与超声换能器前盖板的联接处均为圆弧过渡联接。斜梁的几何中心轴线和直梁的几何中心轴线所形成的平面与待加工平面平行。

[0008] 椭圆振动模态转换器设置在超声振动换能器前端后构成的组合件称为单激励超声椭圆振动换能器，椭圆振动模态转换器为直梁和斜梁复合结构的目的是为了改变单激励超声椭圆振动换能器的振动模态，使其纵向振动模态频率和弯曲振动模态频率接近或相等；由于斜梁结构的存在，超声振动换能器产生的纵向超声振动在传递到斜梁后，在斜梁根部分解为一部分纵向振动分量和一部分弯曲振动分量，当斜梁分解的纵向振动分量和弯曲振动分量传递到直梁后，和直梁上传播的纵向振动相复合，最终在直梁末端形成具有一定相位差的纵向振动分量和弯曲振动分量复合的超声椭圆振动。

[0009] 小型工作平台通过焊接、联接螺钉或压板机构联接设置在椭圆振动模态转换器的前端；当超声振动能量从超声振动换能器传递到椭圆振动模态转换器末端后，转换为具有一定相位差的纵向振动和弯曲振动复合的纵弯复合超声椭圆振动，即转换为椭圆振动模态转换器末端的纵弯复合超声椭圆振动；并驱动小型工作平台和椭圆振动模态转换器末端一起做超声椭圆振动，进而驱动小型工作台上的工件进行超声椭圆振动。

[0010] 超声振动换能器置于壳体单元内，超声振动换能器的法兰盘设置于套筒的上凹止口内，前挡板设置在法兰盘的另一侧，对整个超声振动换能器起固定作用，后挡板设置在套筒没有止口的另一端，防止灰尘、铁屑等杂物进入到壳体单元内，影响超声振动换能器工作性能；相比现有文献介绍的超声振动工作平台系统，该单激励超声椭圆振动微细加工工作平台具有功率容量大、能量转换效率高、结构简单，制造容易、成本低、结构刚度大、控制驱动系统简单和振动工作性能稳定稳定等优点。

[0011] 更进一步，所述的超声振动换能器只有一组纵向振动压电陶瓷片。

[0012] 更进一步，所述的超声振动换能器只需要一路超声电信号激励。

[0013] 更进一步，所述的超声振动换能器的工作频率范围为18kHz-40kHz。

[0014] 本实用新型采用了机械振动模态转换机理把超声振动换能器的纵向振动转换分解为直梁的纵向振动、斜梁的纵向振动和弯曲振动分量，最终在直梁末端合成为纵弯复合超声椭圆振动，简化了单激励超声椭圆振动工作平台的整体结构，大大降低了振动系统的复杂程度，降低了制造、装配难度和生产成本；另外该实用新型仅需要一路控制电路及超声电源进行激励，控制难度低，避免了两相或多相超声振动复合形成椭圆振动换能器的复杂超声电源开发费用，简化了控制电路及超声电源结构，降低了控制电路及超声电源成本，易

于实现控制电路及超声电源的集成化,提高了系统工作可靠性,工作性能稳定,应用前景广阔。

附图说明

- [0015] 图 1 是本实用新型的结构示意图。
- [0016] 图 2 是本实用新型结构示意图的俯视图。
- [0017] 图 3 是本实用新型中单激励超声椭圆振动换能器的前视图。
- [0018] 图 4 是本实用新型中单激励超声椭圆振动换能器的俯视图。
- [0019] 图 5 是本实用新型的应用实例示意图。
- [0020] 图中标号说明 :1. 螺栓,2. 后盖板,3. 压电陶瓷片,4. 电极片,5. 前盖板,6. 法兰盘,7. 椭圆振动模态转换器,8. 小型工作平台,9. 前挡板,10. 套筒,11. 后挡板,12. 超声电源,13. 纵向移动工作平台,14. 横向移动工作平台,15. 隔振平台,16. 辅助支撑,17. 滚动支撑体。

具体实施方式

[0021] 结合图 1、2、3、4 所示,一种单激励超声椭圆振动微细加工工作平台,包括隔振平台 15、通过螺栓联接在隔振平台 15 上方的横向移动工作平台 14、通过螺栓联接在横向移动工作平台 14 上方的纵向移动工作平台 13、壳体单元、置于壳体单元内的超声振动换能器、超声电源 12、椭圆振动模态转换器 7 和设置在椭圆振动模态转换器 7 前端的小型工作平台 8。在椭圆振动模态转换器 7 末端下方设置有辅助支撑 16,在椭圆振动模态转换器 7 末端和辅助支撑 16 之间设置有滚动支撑体 17。所述的壳体单元通过螺栓联接在纵向移动工作平台 13 的上方,横向移动工作平台 14 和纵向移动工作平台 13 的工作行程均为 100mm。

[0022] 所述的壳体单元包括前挡板 9、套筒 10 和后挡板 11;所述的超声振动换能器整体呈圆柱体,其包括螺栓 1 及依次套设在螺栓 1 上的后盖板 2、压电陶瓷片 3、电极片 4 和前盖板 5,前盖板 5 上设置有与壳体单元联接用的法兰盘 6,后盖板 2 和前盖板 5 通过螺栓 1 将后盖板 2、压电陶瓷片 3、电极片 4 和前盖板 5 联接压紧,构成了超声振动换能器的能量转换部分,可将超声电源 12 输出的超声电信号转换为超声振动换能器的纵向超声振动。超声振动换能器只有一组纵向振动压电陶瓷片 3,压电陶瓷换能器段直径 30mm,压电陶瓷片 3 为 PZT-8,尺寸为:Φ30×Φ15×5,压电陶瓷片 3 的片数为 2。

[0023] 椭圆振动模态转换器 7 和前盖板 5 制作成一个整体零件设置在前盖板 5 的前端,椭圆振动模态转换器 7 包括直梁和斜梁构成的复合结构,直梁和斜梁垂直于其中心轴线的截面均为矩形,直梁的中心轴线和超声振动换能器的中心轴线重合,直梁的一端与超声换能器的前盖板 5 联接,另一端悬伸,截面边长为 12×12mm,长 72mm;斜梁的一端和超声换能器的前盖板 5 偏离中心轴线的一侧联接,斜梁中心轴线和前盖板 5 的联接处距离前盖板 5 的中心轴线距离为 25mm,另一端和直梁的中间部位联接,截面边长为 12×12mm。斜梁的中心轴线和直梁的中心轴线成 30 夹角,直梁和斜梁与超声换能器前盖板 5 的联接处均为圆弧过渡联接,过渡圆弧半径为 5mm。斜梁的几何中心轴线和直梁的几何中心轴线所形成的平面与待加工平面平行。

[0024] 小型工作平台 8 通过焊接设置在椭圆振动模态转换器 7 的前端;当超声振动能量

从超声振动换能器传递到椭圆振动模态转换器 7 末端后,转换为具有一定相位差的纵向振动和弯曲振动复合的纵弯复合超声椭圆振动,即转换为椭圆振动模态转换器 7 末端的纵弯复合超声椭圆振动;并驱动小型工作平台 8 和椭圆振动模态转换器 7 末端一起做超声椭圆振动,进而驱动小型工作台上的工件进行超声椭圆振动,小型工作平台 8 的工作台面为 $12 \times 12\text{mm}$,工件可以使用石蜡或胶水粘接在工作台上,也可以使用螺钉或压板联接在工作台上。

[0025] 超声振动换能器置于壳体单元内,超声振动换能器的法兰盘 6 设置于套筒 10 的上凹止口内,前挡板 9 设置在法兰盘 6 的另一侧,对整个超声振动换能器起固定作用,后挡板 11 设置在套筒 10 没有止口的另一端,

[0026] 超声振动换能器和椭圆振动模态转换器 7 联接后的固有频率为 19.84KHz,阻抗为 83 欧姆,动态电阻为 19 欧姆,超声电源 12 输出电压范围为 0~400V,电流范围为 0~4A,输出频率为 $19.84 \pm 0.01\text{KHz}$,且超声电源 12 在指定频率范围内具有自动频率跟踪功能。

[0027] 结合图 5 所示,运行时,超声振动换能器的电极片 4 与超声电源 12 相连,当超声振动换能器的电极片 4 接入超声电源 12 输出的电信号后,由于压电陶瓷片 3 的逆压电效应,压电陶瓷片 3 将会产生纵向超声振动,即超声振动换能器将超声电源 12 输出的电能转换为纵向超声振动,并驱动整个超声振动换能器系统进行纵向超声振动,超声振动能量从超声振动换能器传递到椭圆振动模态转换器 7 末端后,转换为具有一定相位差的纵向振动和弯曲振动复合的纵弯复合超声椭圆振动,即转换为椭圆振动模态转换器 7 末端的纵弯复合超声椭圆振动;并驱动小型工作平台 8 和椭圆振动模态转换器 7 末端一起做超声椭圆振动。

[0028] 当加载电压运行 10 分钟后,单激励超声椭圆振动微细加工工作平台达到稳定振动状态,此时超声电源 12 的稳定输出电压为 220V,电流为 1.35A,使用激光多普勒测振仪测得超声椭圆振动长短半轴振幅分别为 14.3 微米和 5.2 微米,并通过具有李沙育图形运算功能的双踪示波器对激光多普勒测振仪测得的信号进行图形运算,可以得到长短轴比为 2.73 的超声椭圆振动轨迹,完全满足超声椭圆振动微细加工工作平台的要求。

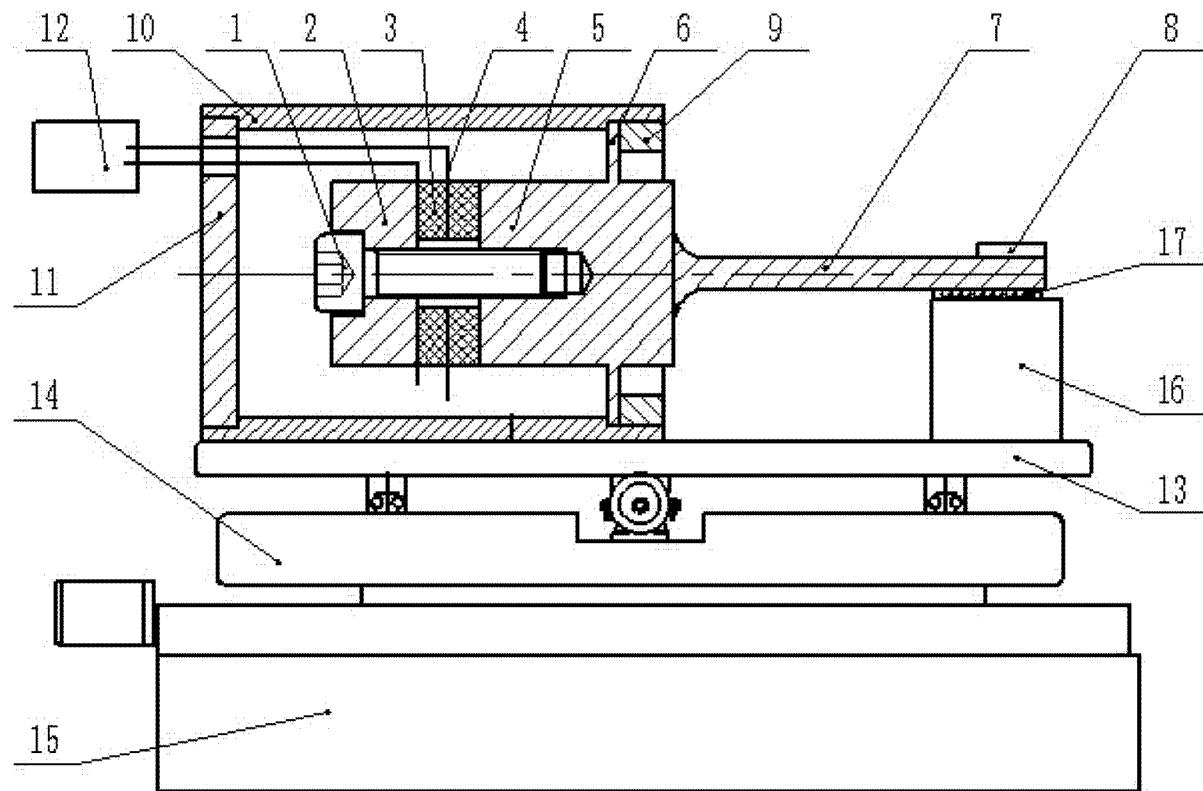


图 1

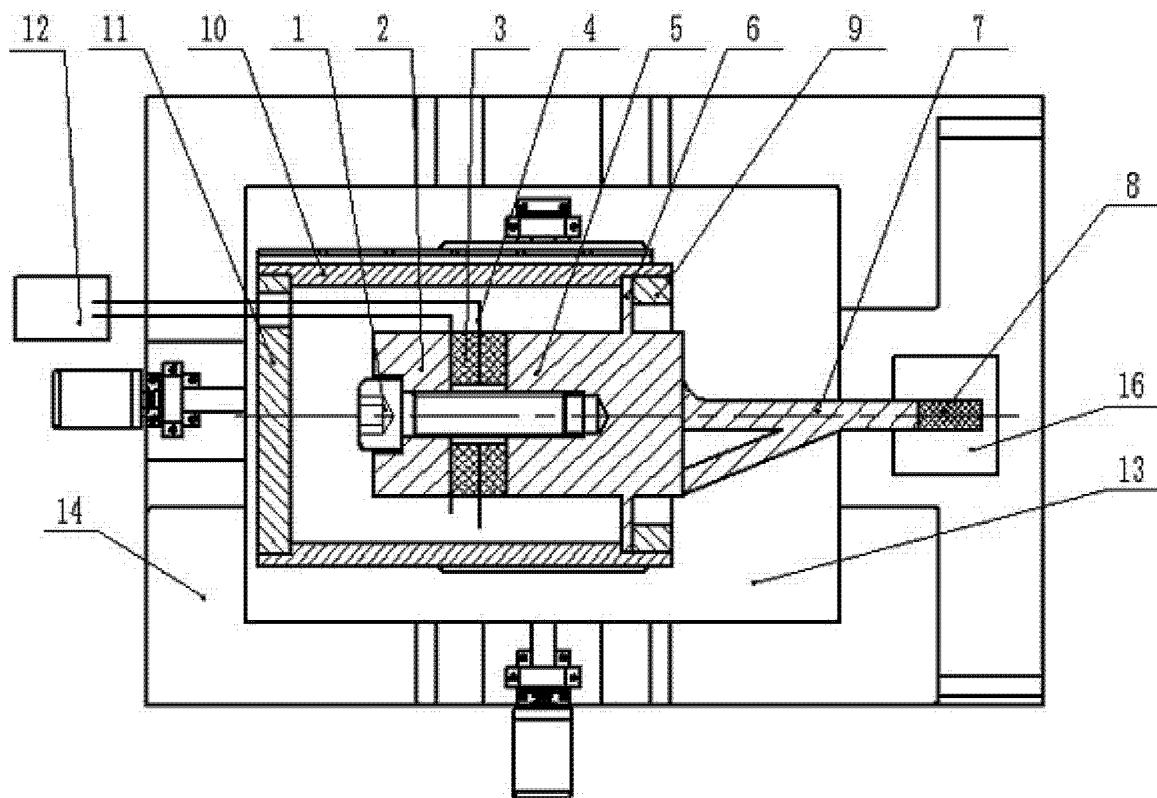


图 2

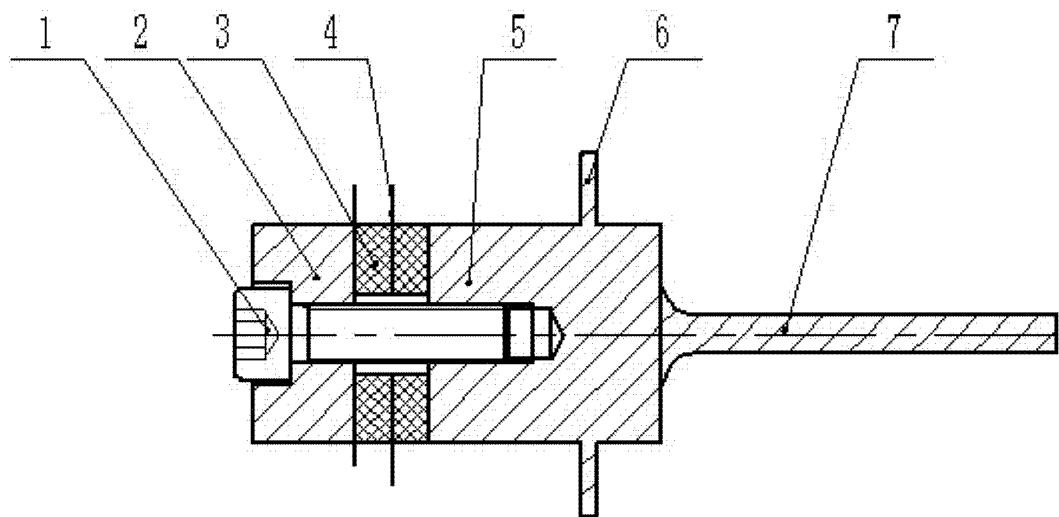


图 3

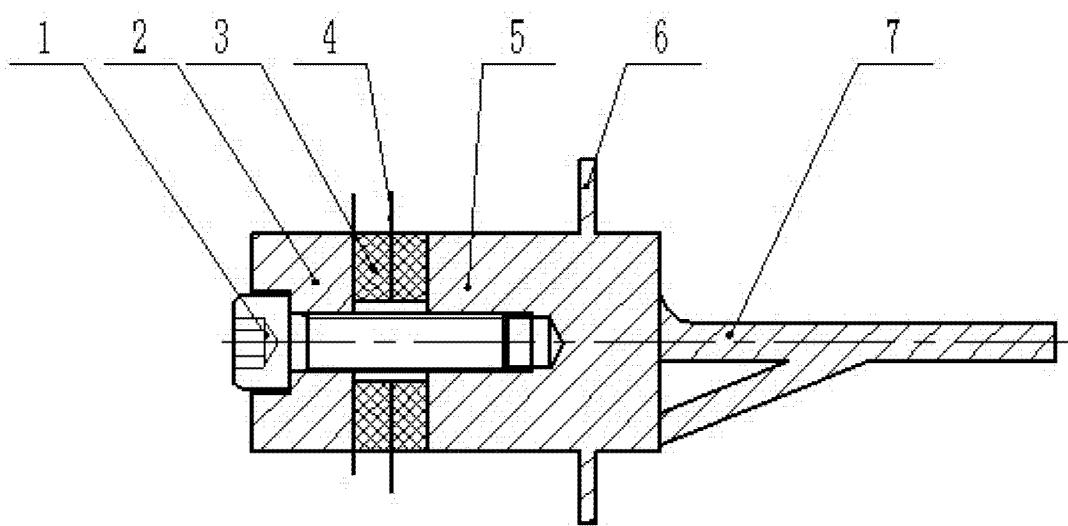


图 4

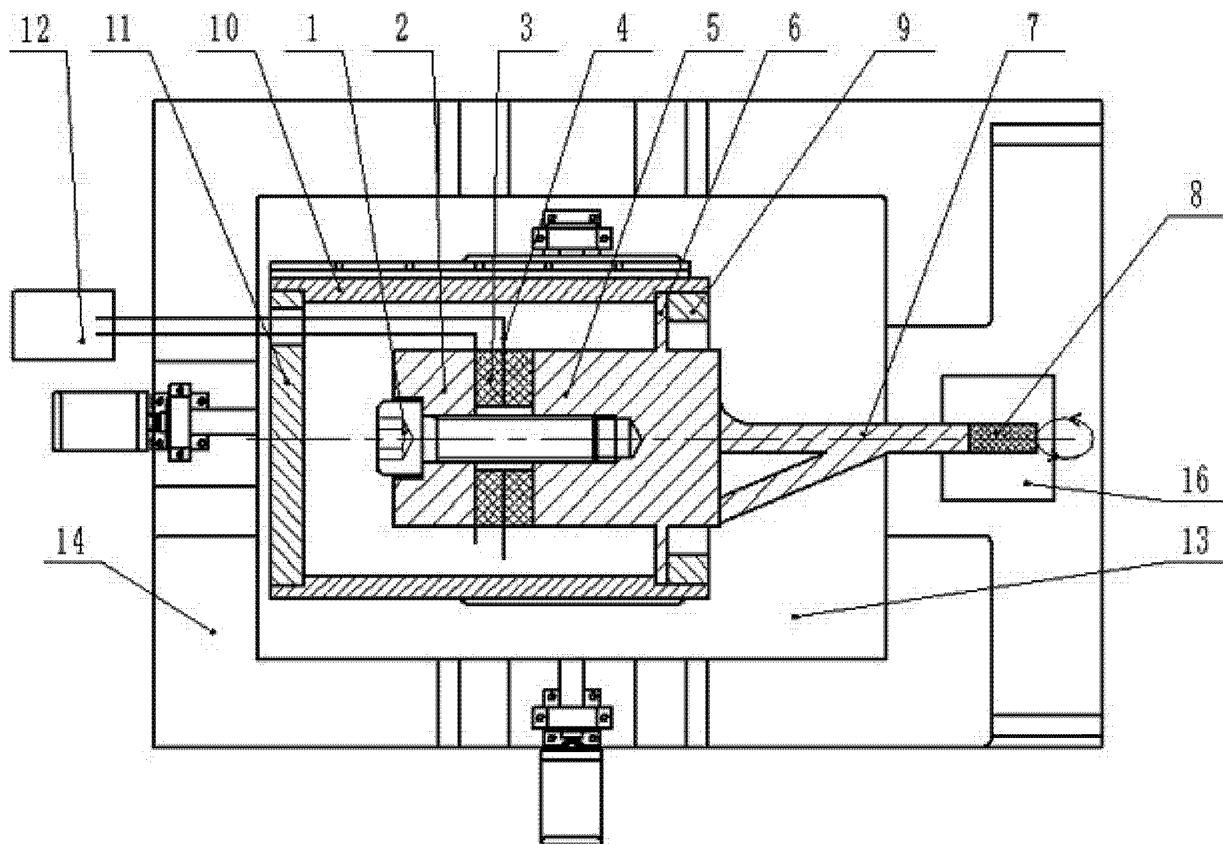


图 5