(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208246950 U
(45)授权公告日 2018.12.18

(21)申请号 201820833170.1

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2018.05.31

(73)专利权人 河南理工大学
地址 454010 河南省焦作市高新区世纪大道2001号

(72)发明人 原路生 赵波 王毅 常宝琪 李鹏涛 王晓博 赵重阳 高国富 向道辉 焦锋

(74)专利代理机构 郑州金成知识产权事务所（普通合伙）41121
代理人 郭增欣

(51)Int.Cl.
B26D 7/08(2006.01)
B06B 1/06(2006.01)
B06B 3/02(2006.01)

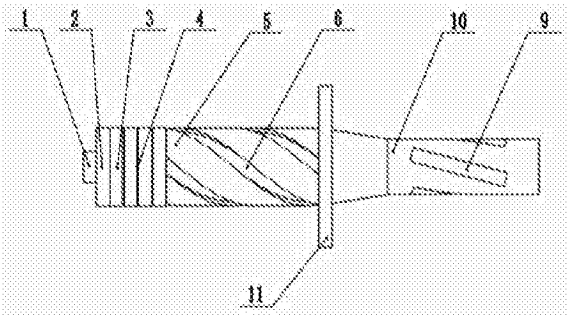
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)实用新型名称

模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，它包括反射端、压电陶瓷、铜电极和变幅器，所述变幅器是阶梯型变幅杆与锥形变幅杆结合而成的圆锥过渡阶梯型复合变幅器，其结构尺寸满足“四分之一波长”设计要求，所述变幅器的圆柱过渡段上开设第一螺旋槽或斜槽，所述变幅器的发射端小端开设第二螺旋槽或斜槽，所述变幅器产生的纵向振动经所述第一螺旋槽或斜槽后，转换为频率相同且有一定相位差的纵-扭复合振动，该纵-扭复合振动经所述第二螺旋槽或斜槽后，在刀具的径向实现模态叠加式的纵-扭复合振动，从而获得稳定且精确可控的复合振动，且有效提高了超声加工系统的扭转振动分量。



CN 208246950 U

1.一种模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，包括反射端、压电陶瓷、铜电极和变幅器，其特征是：所述变幅器是阶梯型变幅杆与锥形变幅杆结合而成的圆锥过渡阶梯型复合变幅器，其结构尺寸满足“四分之一波长”设计要求，所述变幅器的圆柱过渡段上开设第一螺旋槽或斜槽，所述变幅器的发射端小端开设第二螺旋槽或斜槽，所述变幅器产生的纵向振动经所述第一螺旋槽或斜槽后，转换为频率相同且有一定相位差的纵-扭复合振动，该纵-扭复合振动经所述第二螺旋槽或斜槽后，在刀具的径向实现模态叠加式的纵-扭复合振动的输出。

2.根据权利要求1所述的模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，其特征是：所述第一螺旋槽和所述第二螺旋槽的结构参数包括螺旋槽的旋向、线数、深度、宽度以及螺旋角的参数，第一斜槽和第二斜槽的结构参数包括线数、深度、宽度以及角度的参数，通过调整上述结构参数来实现两槽间的耦合，寻找最佳耦合比，以达到最佳的纵-扭分量比。

3.根据权利要求1所述的模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，其特征是：将各接触面、圆周面进行精磨，达到粗糙度及跳动要求；使相邻所述压电陶瓷片纵向极化方向相反，所述压电陶瓷片净化后采用专业粘合剂粘合，并进行老化处理。

4.根据权利要求1所述的模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，其特征是：所述第一螺旋槽或斜槽以及所述第二螺旋槽或斜槽之间的过渡面上设置法兰盘，并且，所述第一螺旋槽或斜槽以及所述第二螺旋槽或斜槽的旋向或斜向相同，所述变幅器大端处开设内螺纹孔。

模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置

[0001] 技术领域：

[0002] 本实用新型涉及一种超声振动加工机械领域，特别是涉及一种模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置。

[0003] 背景技术：

[0004] 随着现代产品中硬脆材料所占比例越来越大，对机械零件加工质量的要求越来越高，超声加工技术得到了广泛的应用。传统的超声加工较多采用单一振动或者两种振动经过转换形成的复合振动形式，随着超声振动理论与实践的不断改进和完善，复合振动形式得到了发展。研究表明，在纵-扭复合振动形式下，硬脆材料的被加工表面、磨削稳定性及砂轮使用寿命得到大幅度改善，应不同应用空间的要求，不仅需对工件或刀具施加不同方向的超声振动，且在保证较大的输出振幅的情况下，结构尺寸也应满足空间位置的要求。

[0005] 实用新型内容：

[0006] 本实用新型所要解决的技术问题是：克服现有技术的不足，提供一种设计合理、减小占用空间、纵-扭复合振动效果好且有效提高超声加工系统扭转振动分量的模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置。

[0007] 本实用新型的技术方案是：

[0008] 一种模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，包括反射端、压电陶瓷、铜电极和变幅器，所述变幅器是阶梯型变幅杆与锥形变幅杆结合而成的圆锥过渡阶梯型复合变幅器，其结构尺寸满足“四分之一波长”设计要求，所述变幅器的圆柱过渡段上开设第一螺旋槽或斜槽，所述变幅器的发射端小端开设第二螺旋槽或斜槽，所述变幅器产生的纵向振动经所述第一螺旋槽或斜槽后，转换为频率相同且有一定相位差的纵-扭复合振动，该纵-扭复合振动经所述第二螺旋槽或斜槽后，在刀具的径向实现模态叠加式的纵-扭复合振动的输出。

[0009] 所述第一螺旋槽和所述第二螺旋槽的结构参数包括螺旋槽的旋向、线数、深度、宽度以及螺旋角的参数，所述第一斜槽和所述第二斜槽的结构参数包括线数、深度、宽度以及角度的参数，通过调整上述结构参数来实现两槽间的耦合，寻找最佳耦合比，以达到最佳的纵-扭分量比。

[0010] 将各接触面、圆周面进行精磨，达到粗糙度及跳动要求；使相邻所述压电陶瓷片纵向极化方向相反，所述压电陶瓷片净化后采用专业粘合剂粘合，并进行老化处理。

[0011] 所述第一螺旋槽或斜槽以及所述第二螺旋槽或斜槽之间的过渡面上设置法兰盘，并且，所述第一螺旋槽或斜槽以及所述第二螺旋槽或斜槽的旋向或斜向相同，所述变幅器大端处开设内螺纹孔。

[0012] 本实用新型的有益效果是：

[0013] 1、本实用新型变幅器产生的纵向振动经第一螺旋槽或斜槽后，转换为频率相同，且有一定相位差的纵-扭复合振动；该纵-扭复合振动经第二螺旋槽或斜槽后，在刀具的径向实现模态叠加式的纵-扭复合振动的输出，不仅可提供稳定、可控的振动方式，且有效提高超声加工系统的扭转振动分量。

[0014] 2、本实用新型将阶梯型变幅杆与锥形变幅杆优势互补，形成圆锥过渡阶梯型复合变幅器，其结构尺寸满足“四分之一波长”设计要求，在保证较大放大系数同时，还保证变幅杆输出端有较高的振动振幅。

[0015] 3、本实用新型为保证模态叠加式的纵-扭复合振动的超声加工系统的各接触面紧密贴合，有利于波的传递，所有接触面及圆周面需进行精磨，保证一定的粗糙度及跳动要求。

[0016] 4、本实用新型为了缩短转换装置的整体尺寸，对反射端进行沉头设计，改用内六角螺栓连接，缩短反射端的轴向尺寸。

[0017] 5、本实用新型对换能器和变幅杆的进行整体式设计，实现二次纵扭叠加，提高振幅输出，易于推广实施，具有良好的经济效益。

[0018] 附图说明：

[0019] 图1为模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置的结构示意图之一；

[0020] 图2为模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置的结构示意图之二；

[0021] 图3为模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置的结构示意图之三；

[0022] 图4为模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置的结构示意图之四；

[0023] 图5为图1中忽略螺旋槽的变幅器的剖面结构示意图。

[0024] 具体实施方式：

[0025] 实施例：参见图1-图5，图中，1-连接螺栓，2-反射端，3-压电陶瓷片，4-铜电极，5-变幅器，6-第一螺旋槽，7-第一斜槽，8-第二螺旋槽，9-第二斜槽，10-发射端小端，11-法兰盘，12-内螺纹孔。

[0026] 模态叠加式纵-扭复合超声振动加工装置，其技术方案是：将阶梯型变幅杆与锥形变幅杆优势互补，形成圆锥过渡阶梯型复合变幅器5，其结构尺寸满足“四分之一波长”设计要求，根据超声系统内部满足“半波长”叠加规律，对压电陶瓷片3、铜电极4及反射端2进行两段式换能器夹心式设计，其结构尺寸满足“四分之一波长”设计要求，在变幅器5的圆柱过渡段上开设第一螺旋槽6(或第一斜槽7)，在变幅器5的发射端小端开设第二螺旋槽8(或第二斜槽9)，变幅器5产生的纵向振动经第一螺旋槽6或第一斜槽7后，转换为频率相同且有一定相位差的纵-扭复合振动，该纵-扭复合振动经第二螺旋槽8或第二斜槽9后，在刀具的径向实现模态叠加式的纵-扭复合振动的输出。

[0027] 第一螺旋槽6和第二螺旋槽8的结构参数包括螺旋槽的旋向、线数、深度、宽度以及螺旋角的参数，第一斜槽7和第二斜槽9的结构参数包括线数、深度、宽度以及角度的参数，通过调整上述结构参数来实现两槽间的耦合，寻找最佳耦合比，以达到最佳的纵-扭分量比，从而在发射端小端10上输出模态叠加式的纵-扭复合振动，获得稳定且精确可控的复合振动，且有效提高了超声加工系统的扭转振动分量。

[0028] 在第一螺旋槽6或第一斜槽7以及第二螺旋槽8或第二斜槽9之间的过渡面上设置法兰盘11，并且，第一螺旋槽6或第一斜槽7以及第二螺旋槽8或第二斜槽9的旋向或斜向相同。

[0029] 将各接触面、圆周面进行精磨，达到粗糙度及跳动要求；使相邻压电陶瓷片3纵向极化方向相反，压电陶瓷片3净化后采用专业粘合剂粘合，并进行老化处理。在变幅器5大端处开设内螺纹孔12，利用高强度外六方的连接螺栓1将反射端2、压电陶瓷片3、铜电极4及变

幅器5进行螺纹连接。

[0030] 结合有限元模态分析和谐响应分析，通过修正法兰盘11节点位置、大端小端长度、第一螺旋槽6或第一斜槽7、第二螺旋槽8或滴二斜槽9的位置及形状等结构参数，优化几何模型。

[0031] 压电陶瓷片3预应力为3000-3500N/cm^2，根据压电陶瓷片3的面积和连接螺栓1的横截面积，计算一体式转换装置的预紧力，并通过测力矩扳手施加预紧力，进一步保证接触面间紧密贴合。

[0032] 以上所述，仅是本实用新型的较佳实施例而已，并非对本实用新型作任何形式上的限制，凡是依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本实用新型技术方案的范围内。

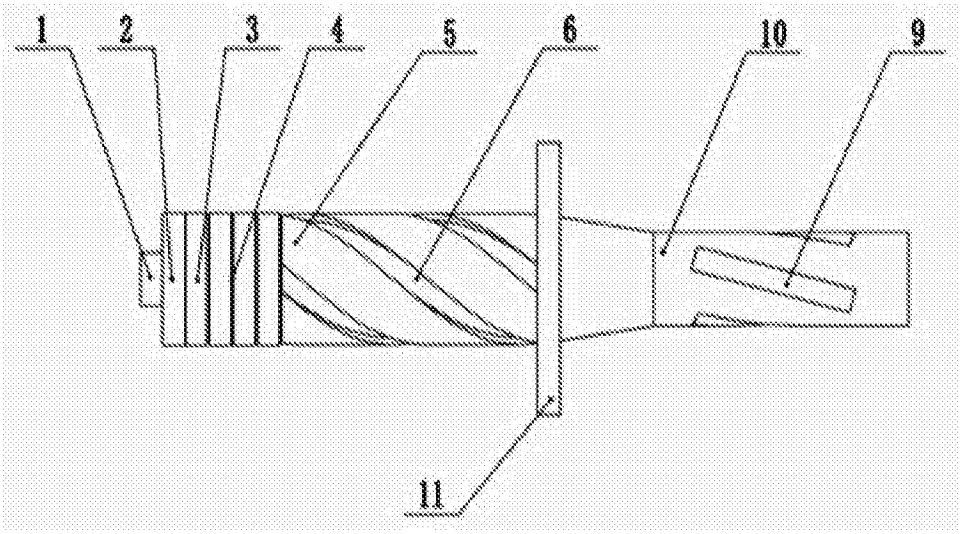


图1

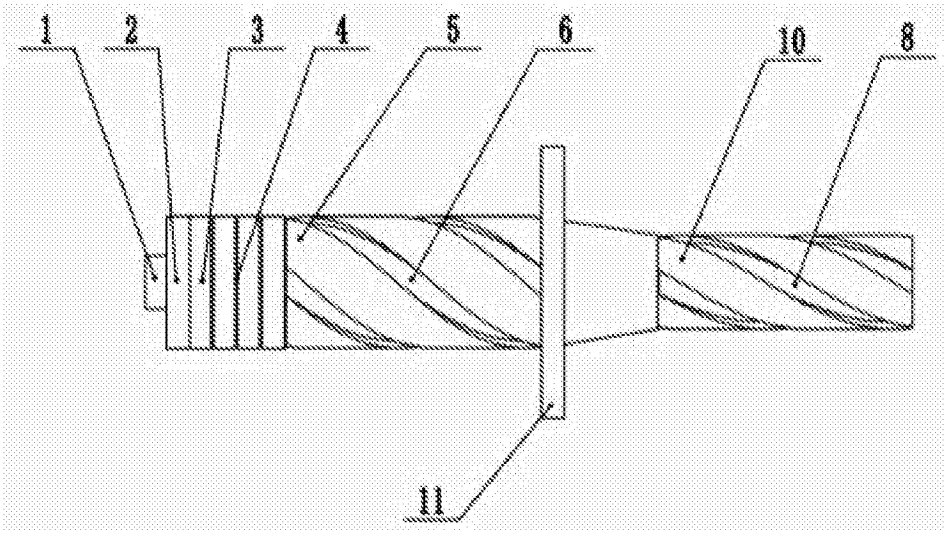


图2

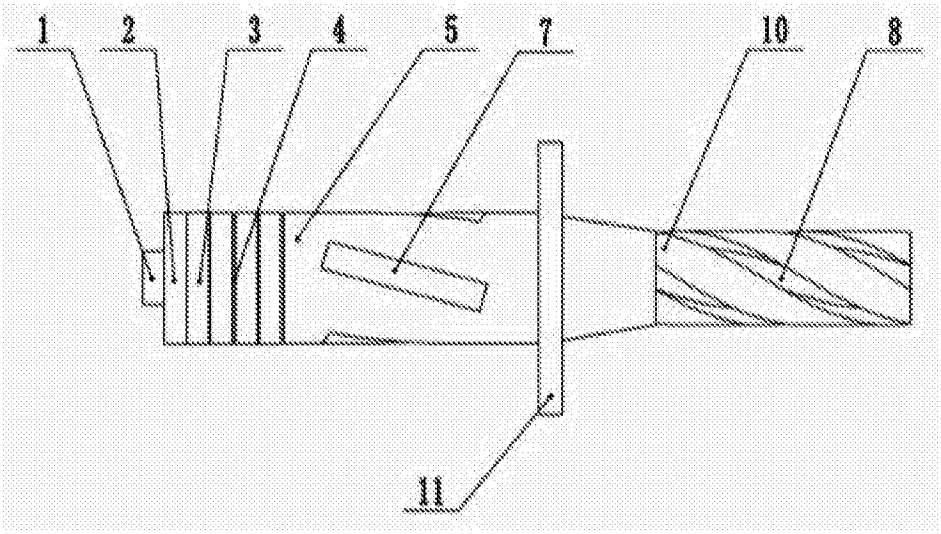


图3

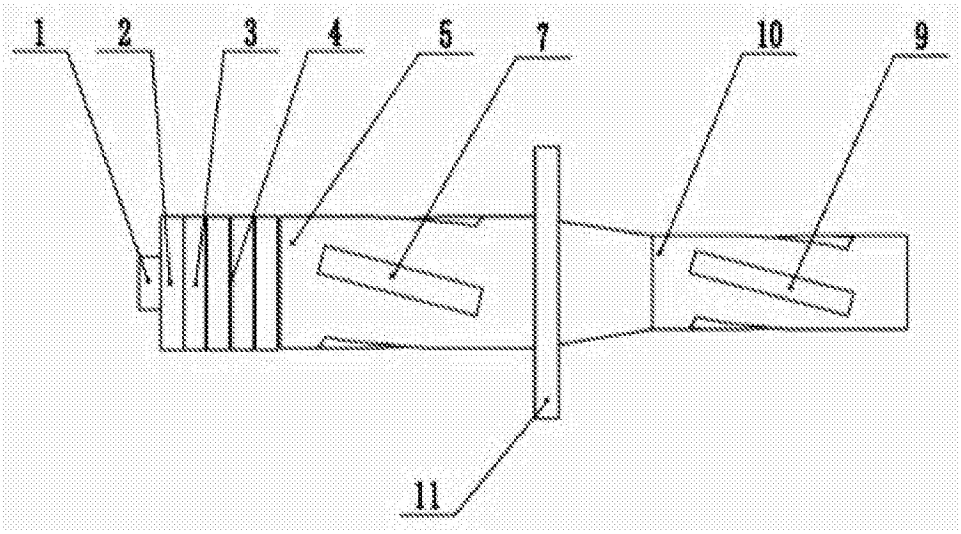


图4

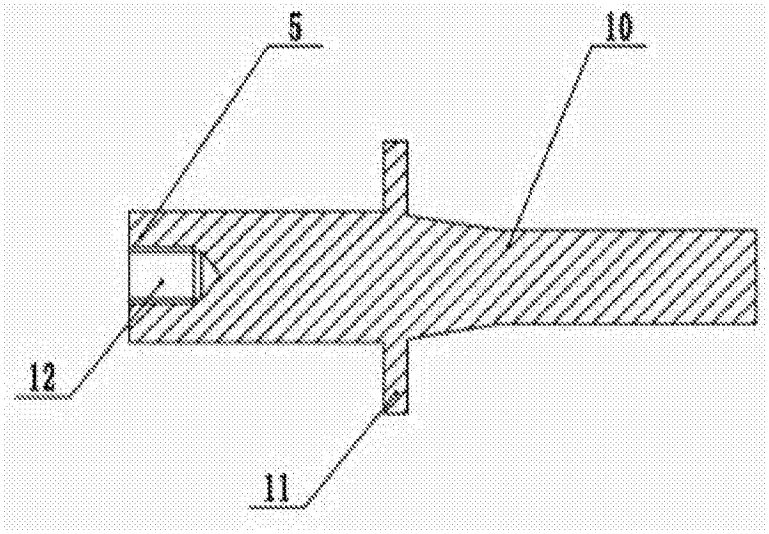


图5