



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104441256 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201410548480. 5

(22) 申请日 2014. 10. 16

(73) 专利权人 中国船舶重工集团公司第七〇七研究所

地址 300131 天津市红桥区丁字沽一号路  
268 号

(72) 发明人 李立杰 张燕 高建明 班维煦  
王晓靖 郭路宝 吕振玉 杨智勇

(74) 专利代理机构 天津盛理知识产权代理有限公司 12209

代理人 王倩

(51) Int. Cl.

B28D 1/00(2006. 01)

B28D 7/04(2006. 01)

审查员 李晓雪

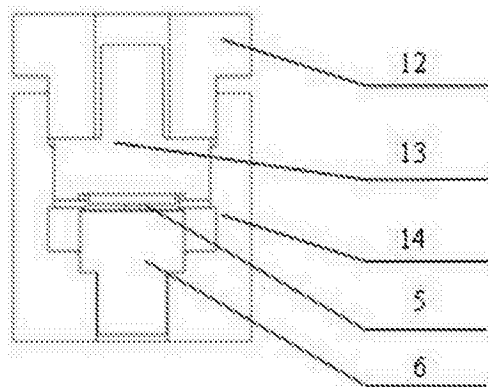
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

加速度计线圈骨架的高效精密加工方法及专用工装

(57) 摘要

本发明涉及一种加速度计线圈骨架的高效精密加工方法及专用工装, 本发明将五轴数控旋转超声方法应用到高精度硬脆材料盲孔薄壁件加速度计线圈骨架的加工中, 优化了现有工艺流程, 将原有采用两次装夹依次完成内孔及环槽的加工工艺优化为在一次装夹中依次完成零件环槽及内孔的加工, 设计了专用的调平及加工工装, 并选择粘接方法作为零件的装夹方法, 设计专用的粘接工装。采用本发明能够降低加工难度、降低制造成本、提高加工效率、加工精度以及产品合格率。



1. 一种加速度计线圈骨架高效精密加工的专用工装,其特征在于:包括安装底座、调平工装、加工工装、第一粘接工装、第二粘接工装和第三粘接工装,

安装底座上制出多个底座安装过孔,安装底座上同轴安装一个调平工装,该调平工装和安装底座采用微调螺钉连接,每个微调螺钉上均套装一个位于调平工装和安装底座之间的弹性垫圈,调平工装的上表面为加工工装定位基准,调平工装的轴心同轴制出一个加工工装安装螺孔,该加工工装安装螺孔上安装加工工装;该加工工装由两个圆柱状筒体同轴制成,上筒体的直径大于下筒体,上筒体的上表面为粘接面,上筒体的下底面为基准面;

第一粘接工装包括一个筒状主体,该筒状主体的轴心同轴制出一个阶梯台状的轴孔;

第二粘接工装包括一个圆柱台,该圆柱台的下底面制出一个用于固定工件的安装凹槽,圆柱台的上表面同轴制出一个顶杆;

第三粘接工装由上下两个同轴制出的圆柱体构成,该两个圆柱体的轴心同轴制出一个用于插装第二粘接工装顶杆的中心通孔。

2. 根据权利要求1所述的一种加速度计线圈骨架高效精密加工的专用工装,其特征在于:所述的底座安装过孔沿圆周方向均布设置在安装底座靠近外边缘的位置。

3. 根据权利要求1所述的一种加速度计线圈骨架高效精密加工的专用工装,其特征在于:所述的安装底座上沿圆周方向均布制出多个微调螺钉孔,调平工装上沿圆周方向均布制出多个微调螺钉过孔,该微调螺钉孔和微调螺钉过孔位置相对应且采用微调螺钉连接。

4. 根据权利要求1所述的一种加速度计线圈骨架高效精密加工的专用工装,其特征在于:所述的弹性垫圈为圆锥台状,其侧壁上制出一个与中心孔连通的侧开口,该垫圈为合金弹簧钢65Mn弹性垫圈。

5. 一种使用权利要求1-4任一项所述的加速度计线圈骨架高效精密加工专用工装的加工方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1). 首先采用平磨完成零件两端面的加工,并保证两端面的平行度;

(2). 将安装底座通过底座安装孔与五轴数控旋转超声加工机床转台连接,然后采用6个微调螺钉将6个弹性垫圈和调平工装与安装底座连接在一起,并保证调平工装上端面与主轴的垂直度不大于0.02mm;

(3). 在零件与加工工装之间放置专用胶,然后将其放入第一粘接工装中,保证加工工装基准面与第一粘接工装定位面接触良好;之后将第二粘接工装压入第一粘接工装,并压紧零件上端面;最后旋入第三粘接工装并压紧第二粘接工装;待胶层冷却后即可取出加工工装和零件,保证零件上端面与加工工装基准面的平行度不大于0.03mm;

(4). 将加工工装与调平工装通过螺纹连接在一起,保证两工装端面接触良好,然后在微调螺钉拧紧的状态下调平工件上端面,保证其上端面与主轴垂直度不大于0.005mm;

(5). 最后采用五轴数控旋转超声加工机床依次完成零件外圆、环槽和内孔的加工;

(6). 完成加工后将零件和加工工装放入酒精中将零件取下。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:步骤(5)还包括,在零件加工过程中可以重复步骤(3)进行后续零件的粘接。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:还包括步骤(7):重复步骤(4)-(6),进行下一个零件的加工。

## 加速度计线圈骨架的高效精密加工方法及专用工装

### 技术领域

[0001] 本发明涉及加速度计线圈骨架精密加工技术领域,尤其是一种加速度计线圈骨架的高效精密加工方法及专用工装。

### 背景技术

[0002] 高精度、高分辨率加速度计核心零件线圈骨架所用材料为硬脆材料工程陶瓷 99% 氧化铝陶瓷,属于盲孔式结构。除此之外,该零件具有尺寸形位精度高、壁薄及刚性低的特点,导致其加工难度较大,图 1 所示为该零件实物图。

[0003] 目前,该零件的加工由普通手动平磨结合内磨、外磨完成,工艺流程为:1) 平磨(完成左、右端面的加工);2) 内磨(以端面定位完成内孔的加工);3) 外磨(以内孔定位完成外圆及环槽的加工)。该方案的缺点是:1、为避免零件脆性断裂,只能尽量采用较小的切削力,且零件内孔及外圆、环槽的加工在不同的工序中由手动磨床完成,生产效率较低;2、采用间隙芯轴工装加工环槽时易出现环槽底部脆性断裂问题,且加工外圆时易出现边缘破损问题,成活率较低。

[0004] 通过文献检索,国内尚无以五轴数控旋转超声方法加工硬脆材料盲孔薄壁件高精度加速度计线圈骨架的高效加工方法。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够大幅显著提高硬脆材料盲孔薄壁件加速度计线圈骨架加工效率和成活率、降低制造成本、提高零件加工精度的加工方法及专用工装。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术手段实现的:

[0007] 一种加速度计线圈骨架的高效精密加工方法的专用工装,其特征在于:包括安装底座、调平工装、加工工装、第一粘接工装、第二粘接工装和第三粘接工装,

[0008] 安装底座上制出多个底座安装过孔,安装底座上同轴安装一个调平工装,该调平工装和安装底座采用微调螺钉连接,每个微调螺钉上均套装一个位于调平工装和安装底座之间的弹性垫圈,调平工装的上表面为加工工装定位基准,调平工装的轴心同轴制出一个加工工装安装螺孔,该加工工装安装螺孔上安装加工工装;该加工工装由两个圆柱状筒体同轴制成,上筒体的直径大于下筒体,上筒体的上表面为粘接面,上筒体的下底面为基准面;

[0009] 第一粘接工装包括一个筒状主体,该筒状主体的轴心同轴制出一个阶梯台状的轴孔;

[0010] 第二粘接工装包括一个圆柱台,该圆柱台的下底面制出一个用于固定工件的安装凹槽,圆柱台的上表面同轴制出一个顶杆;

[0011] 第三粘接工装由上下两个同轴制出的圆柱体构成,该两个圆柱体的轴心同轴制出一个用于插装第二粘接工装顶杆的中心通孔。

[0012] 而且,所述的底座安装过孔沿圆周方向均布设置在安装底座靠近外边缘的位置。

[0013] 而且,所述的安装底座上沿圆周方向均布制出多个微调螺钉孔,调平工装上沿圆周方向均布制出多个微调螺钉过孔,该微调螺钉孔和微调螺钉过孔位置相对应且采用微调螺钉连接。

[0014] 而且,所述的弹性垫圈为圆锥台状,其侧壁上制出一个与中心孔连通的侧开口,该垫圈为合金弹簧钢 65Mn 弹性垫圈。

[0015] 一种加速度计线圈骨架的高效精密加工方法,其特征在于:包括以下步骤:

[0016] (1). 首先采用平磨完成零件两端面的加工,并保证两端面的平行度;

[0017] (2). 将安装底座通过底座安装孔与五轴数控旋转超声加工机床转台连接,然后采用 6 个微调螺钉将 6 个弹性垫圈和调平工装与安装底座连接在一起,并保证调平工装上端面与主轴的垂直度不大于 0.02mm;

[0018] (3). 在零件与加工工装之间放置专用胶,然后将其放入第一粘接工装中,保证加工工装基准面与第一粘接工装定位面接触良好;之后将第二粘接工装压入第一粘接工装,并压紧零件上端面;最后旋入第三粘接工装并压紧第二粘接工装;待胶层冷却后即可取出加工工装和零件,保证零件上端面与加工工装基准面的平行度不大于 0.03mm;

[0019] (4). 将加工工装与调平工装通过螺纹连接在一起,保证两工装端面接触良好,然后在微调螺钉拧紧的状态下调平工件上端面,保证其上端面与主轴垂直度不大于 0.005mm;

[0020] (5). 最后采用五轴数控旋转超声加工机床依次完成零件外圆、环槽和内孔的加工;

[0021] (6). 完成加工后将零件和加工工装放入酒精中将零件取下。

[0022] 而且,步骤(5)还包括,在零件加工过程中可以重复步骤(3)进行后续零件的粘接。

[0023] 而且,还包括步骤(7):重复步骤(4)-(6),进行下一个零件的加工。

[0024] 本发明的优点和积极效果是:

[0025] 1、本加工工艺采用五轴数控旋转超声方法加工高精度硬脆材料盲孔薄壁件加速度计线圈骨架,可以显著提高加工效率。

[0026] 2、本加工工艺根据工程陶瓷材料抗压不抗拉的特性,将原有采用两次装夹依次完成内孔及环槽的加工工艺优化为在一次装夹中依次完成零件环槽及内孔的加工,并设计了调平及加工工装。采用优化后的工艺流程和加工工装可以有效减少零件的环槽底部脆性断裂问题,同时可以显著提高零件的加工效率和加工精度,降低制造成本。

[0027] 3、由于本零件属于盲孔结构,且轴向尺寸较小,因此选择粘接方法作为零件的装夹方法,显著减小了装夹力,同时由胶层作为零件的支承材料,增强了零件的抗剪强度,可以减轻零件的边缘破损程度;由于不用降低加工速度就能保证零件的边缘质量,因此也能明显提高零件的加工效率。此外,采用设计的粘接工装可以保证零件上端面与加工工装基准面的平行度不大于 0.03mm,而设计的调平工装则可以进一步将零件上端面与主轴的垂直度控制在 0.005mm 以内,从而保证了零件的加工精度。

[0028] 4、本专用工装中的调平工装及安装底座利用金属材料的弹性变形原理及细牙螺纹的自锁原理设计,兼具调平及夹紧功能、粗调及微调功能,因此使用本装置能降低加工难度、提高加工精度、提高产品合格率、加快加工速度、提高工作效率。

[0029] 5、本发明是一种基于五轴数控旋转超声的加速度计线圈骨架的高效精密加工方

法及专用工装,采用本加工工艺和专用工装解决了加速度计线圈骨架加工效率及成活率低的问题,可以在一次装夹中由五轴数控旋转超声机床同时完成外圆和环槽的加工,并且不用降低加工速度就可以保证零件的边缘质量,因此可以显著提高加工效率和加工精度,降低制造成本。此外,本加工方法还可以用于其它硬脆材料盲孔薄壁件的高效精密加工。

### 附图说明

- [0030] 图 1 是加速度计线圈骨架的示意图;
- [0031] 图 2 是加速度计线圈骨架装夹示意图;
- [0032] 图 3 是加速度计线圈骨架加工工装立体图;
- [0033] 图 4 是加速度计线圈骨架粘接示意图;
- [0034] 图 5 是加速度计线圈骨架安装底座示意图;
- [0035] 图 6 是加速度计线圈骨架弹性垫圈示意图;
- [0036] 图 7 是加速度计线圈骨架调平工装示意图;
- [0037] 图 8 是加速度计线圈骨架微调螺钉示意图。

### 具体实施方式

[0038] 下面结合附图详细叙述本发明的实施例;需要说明的是,本实施例是叙述性的,不是限定性的,不能以此限定本发明的保护范围。

[0039] 为了便于阐述加工工艺流程,首先对需要使用的专用加工工装的结构进行描述:一种加速度计线圈骨架的高效精密加工方法的专用工装,包括安装底座 9、调平工装 7、加工工装 6、第一粘接工装 14、第二粘接工装 13 和第三粘接工装 12。

[0040] 安装底座上制出多个底座安装过孔 15,底座安装过孔沿圆周方向均布设置在安装底座靠近外边缘的位置,用于与机床连接。安装底座上同轴安装一个调平工装,该调平工装和安装底座采用微调螺钉 20 连接,其具体结构为:安装底座上沿圆周方向均布制出多个微调螺钉孔 16,调平工装上沿圆周方向均布制出多个微调螺钉过孔 17,该微调螺钉孔和微调螺钉过孔位置相对应且采用微调螺钉连接。微调螺钉数量不限,其根据安装底座及调平工装的直径大小、螺纹孔数量多少而确定。

[0041] 每个微调螺钉上均套装一个位于调平工装和安装底座之间的弹性垫圈 8,弹性垫圈为圆锥台状,其侧壁上制出一个与中心孔连通的侧开口,该垫圈采用合金弹簧钢 65Mn 制成。调平工装的上表面为加工工装定位基准 18,调平工装的轴心同轴制出一个加工工装安装螺孔 19,该加工工装安装螺孔上安装加工工装。该加工工装由两个圆柱状筒体同轴制成,上筒体的直径大于下筒体,上筒体的上表面为粘接面 10,上筒体的下底面为基准面 11;

[0042] 第一粘接工装包括一个筒状主体,该筒状主体的轴心同轴制出一个阶梯台状的轴孔。

[0043] 第二粘接工装包括一个圆柱台,该圆柱台的下底面制出一个用于固定工件的安装凹槽,圆柱台的上表面同轴制出一个顶杆。

[0044] 第三粘接工装由上下两个同轴制出的圆柱体构成,该两个圆柱体的轴心同轴制出一个用于插装第二粘接工装顶杆的中心通孔。

[0045] 一种加速度计线圈骨架的高效精密加工方法,包括以下步骤:

- [0046] (1). 首先采用平磨完成零件 5 两端面的加工,并保证两端面的平行度;
- [0047] (2). 将安装底座通过底座安装孔与五轴数控旋转超声加工机床转台连接,然后采用 6 个微调螺钉将 6 个弹性垫圈和调平工装与安装底座连接在一起,并保证调平工装上端面与主轴的垂直度不大于 0.02mm,如图 2 所示(此时包含加工工装和零件);
- [0048] (3). 在零件与加工工装之间放置专用胶,然后将其放入第一粘接工装中,保证加工工装基准面与第一粘接工装定位面(如图 4 所示与加工工装基准面相接触的端面)接触良好;之后将第二粘接工装压入第一粘接工装,并压紧零件上端面;最后旋入第三粘接工装并压紧第二粘接工装;待胶层冷却后即可取出加工工装和零件;由于粘接工装的精度较高,因此可以保证零件上端面与加工工装基准面的平行度不大于 0.03mm;
- [0049] (4). 将加工工装与调平工装通过螺纹连接在一起,如图 2 所示,保证两工装端面接触良好,然后在微调螺钉拧紧的状态下调平工件上端面,保证其上端面与主轴垂直度不大于 0.005mm;
- [0050] (5). 最后采用五轴数控旋转超声加工机床依次完成零件的外圆 2、环槽 4 和内孔 1 的加工,在零件加工过程中可以重复步骤(3)进行后续零件的粘接;
- [0051] (6). 完成加工后将零件和加工工装放入酒精中将零件取下。
- [0052] (7). 重复步骤(4)-(6),进行下一个零件的加工。
- [0053] 在优化后的工艺流程中,为减小零件环槽底部 3 脆性断裂的问题,根据工程陶瓷材料抗压不抗拉的特性首先完成了零件的外圆和环槽加工,最后完成零件内孔的加工。采用该工艺流程加工零件内孔时不宜采用压紧的方法装夹,最终选择粘接方法进行装夹,此时可以在一次装夹中由五轴数控旋转超声机床同时完成外圆和环槽的加工,并且不用降低加工速度就可以保证零件的边缘质量,因此可以显著提高加工效率和加工精度,降低制造成本。
- [0054] 设计的调平工装利用了金属材料的弹性变形原理及细牙螺纹的自锁原理,兼具了快速调平及夹紧功能,能够保证零件的加工精度。
- [0055] 该方法也可以用于其它高精度硬脆材料盲孔薄壁件的高效机械加工。

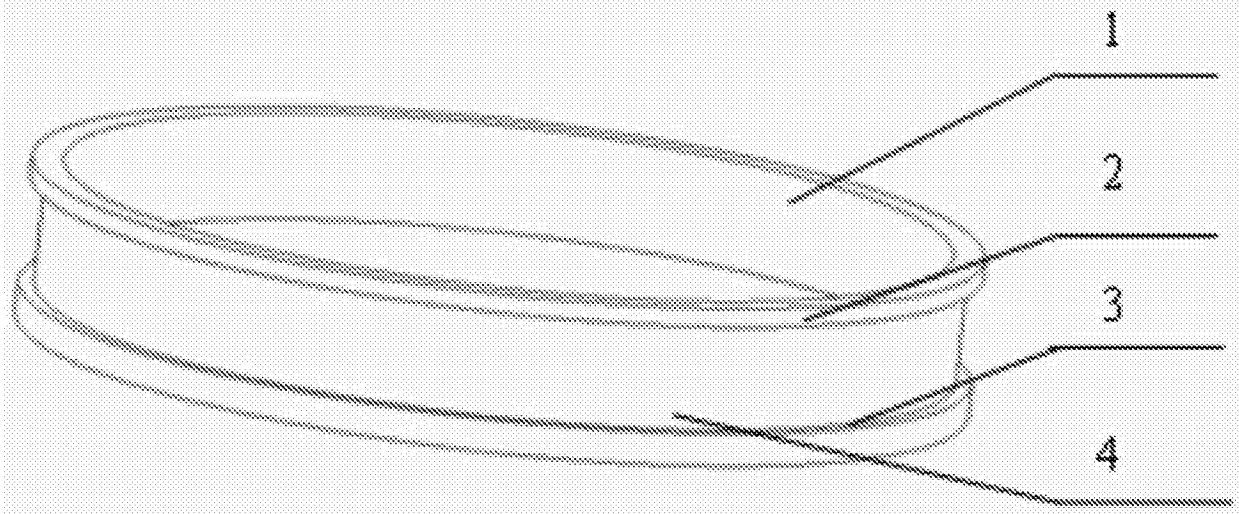


图 1

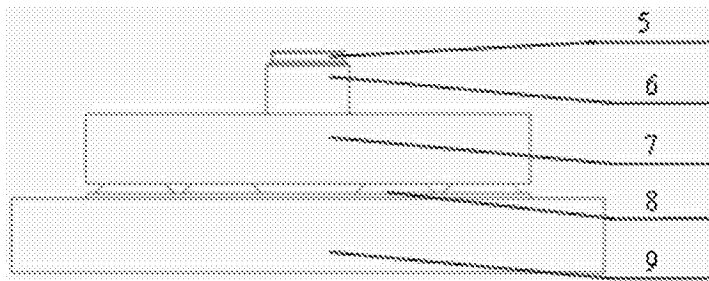


图 2

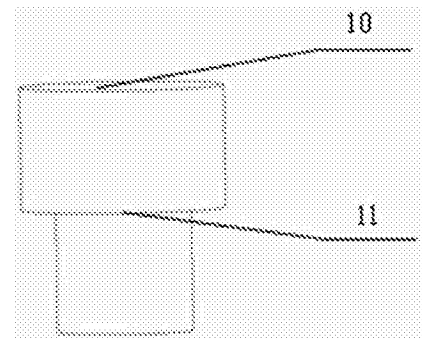


图 3

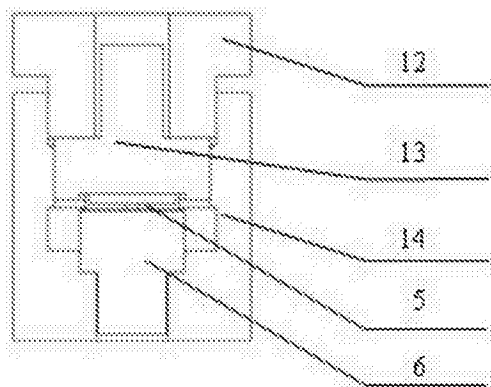


图 4



图 5

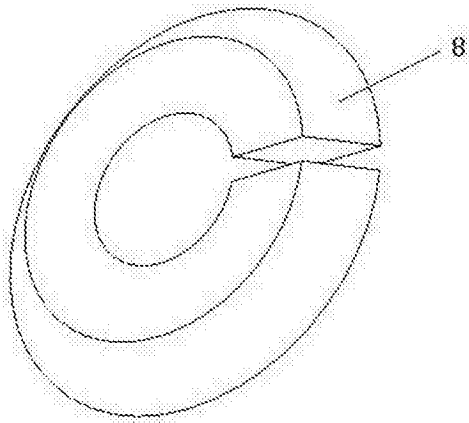


图 6

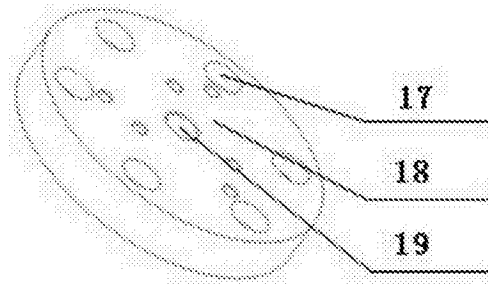


图 7

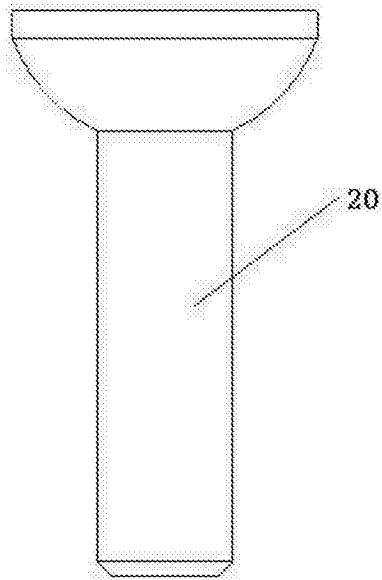


图 8