



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107030579 A

(43)申请公布日 2017.08.11

(21)申请号 201710399617.9

B24B 47/12(2006.01)

(22)申请日 2017.05.31

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 赵惠英 班新星 顾亚文 董龙超  
张楚鹏 朱学亮 赵凌宇 姜淳烨

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 李宏德

(51)Int.Cl.

B24B 27/06(2006.01)

B24B 1/00(2006.01)

B24B 41/02(2006.01)

B24B 41/04(2006.01)

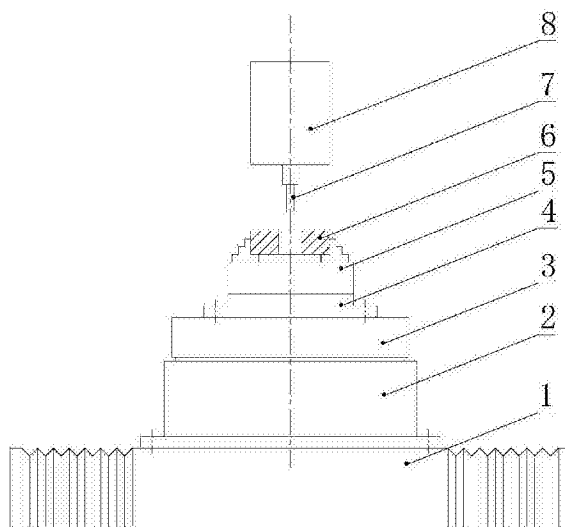
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种硬脆材料小孔超精密加工方法

## (57)摘要

本发明一种硬脆材料小孔超精密加工方法,包括,步骤1,将电镀金刚石刀具同轴固定在高精度气体静压主轴上,将被加工工件固定在工件夹具上;工件夹具固定在高精度气体静压转台上,高精度气体静压转台安装在横向气体静压导轨副上;步骤2,通过高精度气体静压转台带动被加工工件低速旋转;步骤3,通过高精度气体静压主轴带动电镀金刚石刀具高速旋转,并向下移动下刀到被加工工件的毛坯孔中;步骤4,通过横向气体静压导轨副经高精度气体静压转台带动被加工工件横向移动进行扩孔;步骤5,扩孔达到小孔的设计要求后,保持电镀金刚石刀具与孔壁的接触,通过高精度气体静压主轴带动电镀金刚石刀具向上移动提刀,同时对孔壁进行修整,完成所述加工。



1. 一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,包括如下步骤,

步骤1,将电镀金刚石刀具同轴固定在高精度气体静压主轴上,将被加工工件固定在工件夹具上;所述的工件夹具固定在高精度气体静压转台上,高精度气体静压转台安装在横向气体静压导轨副上;

步骤2,通过高精度气体静压转台带动被加工工件低速旋转;

步骤3,通过高精度气体静压主轴带动电镀金刚石刀具高速旋转,并向下移动下刀到被加工工件的毛坯孔中;

步骤4,通过横向气体静压导轨副经高精度气体静压转台带动被加工工件横向移动进行扩孔;

步骤5,扩孔达到小孔的设计要求后,保持电镀金刚石刀具与孔壁的接触,通过高精度气体静压主轴带动电镀金刚石刀具向上移动提刀,提刀的同时对孔壁进行修整,完成硬脆材料小孔超精密加工。

2. 根据权利要求1所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,步骤3中,低速旋转的被加工工件和高速旋转的电镀金刚石刀具的旋转方向相反,且转速比为1:(1000-1500)。

3. 根据权利要求1所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,步骤3中,电镀金刚石刀具的直径小于毛坯孔的直径,毛坯孔的直径小于小孔的设计直径。

4. 根据权利要求1所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,步骤3中,通过调节高精度气体静压主轴的高度,调节电镀金刚石刀具进入毛坯孔的深度,用于加工出不同深度的小孔。

5. 根据权利要求1所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,所述的工件夹具通过夹具连接板固定在高精度气体静压转台上,高精度气体静压转台通过下方设置的转台驱动装置安装在横向气体静压导轨副上。

6. 如权利要求5所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于:所述高精度气体静压转台通过两方面进行调节,一方面通过转台驱动装置中的力矩电机驱动转台实现旋转功能,另一方面通过转台驱动装置中的编码器控制转台的旋转角度。

7. 根据权利要求1所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,所述电镀金刚石刀具端部为电镀的金刚石颗粒,金刚石颗粒磨削被加工工件。

8. 根据权利要求1所述的一种硬脆材料小孔超精密加工方法,其特征在于,所述的高精度气体静压主轴上设置在上下移动的升降机构上。

## 一种硬脆材料小孔超精密加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及硬脆材料超精密加工技术领域,具体为一种硬脆材料小孔超精密加工方法。

### 背景技术

[0002] 随着硬脆材料零部件在电子通讯、航空航天、国防工业、医疗器械等领域的广泛应用,并且系统的关键零部件正逐步向微型化、精密化方向发展,对硬脆难加工材料如铁氧体陶瓷、碳化硅、氧化锆、碳纤维复合材料等零部件上直径小于4mm的小孔超精密加工也越来越困难。为解决硬脆材料小孔超精密加工的技术难题,新的加工方法不断被探索。

[0003] 小孔的超精密加工方法可分为机械加工、特种加工和复合加工三大类。机械加工主要包括钻削加工、磨削加工、研磨加工、磨料流加工。特种加工主要包括电火花加工、电化学加工、离子束加工、激光加工、超声波加工、电成形加工、水喷射加工、辐射腐蚀加工等方法。复合加工是指将两种或两种以上的工艺方法进行组合而形成的新的加工方法,主要包括超声-电解复合加工、超声-钻削复合加工、超声-研磨复合加工、电解-研磨复合加工、电解-电火花复合加工、激光-电解复合加工、激光-电火花复合加工。

[0004] 目前,硬脆材料小孔的加工主要以机械加工为主,其优点是加工效率高、不受材料导电性限制等,但传统的机械加工是以工件固定、刀具移动的方式来完成小孔加工的,对于精度要求高的小孔来说,需要进一步进行珩磨或研磨来保证尺寸精度和表面质量,这就大大降低了加工效率,并增加了加工成本。因此急需从加工方法来解决硬脆材料小孔的超精密加工问题。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供一种硬脆材料小孔超精密加工方法,通过一次下刀就能够完成小孔的超精密加工,加工效率高,精度高。

[0006] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种硬脆材料小孔超精密加工方法,包括如下步骤,

[0008] 步骤1,将电镀金刚石刀具同轴固定在高精度气体静压主轴上,将被加工工件固定在工件夹具上;所述的工件夹具固定在高精度气体静压转台上,高精度气体静压转台安装在横向气体静压导轨副上;

[0009] 步骤2,通过高精度气体静压转台带动被加工工件低速旋转;

[0010] 步骤3,通过高精度气体静压主轴带动电镀金刚石刀具高速旋转,并向下移动下刀到被加工工件的毛坯孔中;

[0011] 步骤4,通过横向气体静压导轨副经高精度气体静压转台带动被加工工件横向移动进行扩孔;

[0012] 步骤5,扩孔达到小孔的设计要求后,保持电镀金刚石刀具与孔壁的接触,通过高精度气体静压主轴带动电镀金刚石刀具向上移动提刀,提刀的同时对孔壁进行修整,完成

硬脆材料小孔超精密加工。

[0013] 优选的,步骤3中,低速旋转的被加工工件和高速旋转的电镀金刚石刀具的旋转方向相反,且转速比为1:(1000-1500)。

[0014] 优选的,步骤3中,电镀金刚石刀具的直径小于毛坯孔的直径,毛坯孔的直径小于小孔的设计直径。

[0015] 优选的,步骤3中,通过调节高精度气体静压主轴的高度,调节电镀金刚石刀具进入毛坯孔的深度,用于加工出不同深度的小孔。

[0016] 优选的,所述的工件夹具通过夹具连接板固定在高精度气体静压转台上,高精度气体静压转台通过下方设置的转台驱动装置安装在横向气体静压导轨副上。

[0017] 进一步,所述高精度气体静压转台通过两方面进行调节,一方面通过转台驱动装置中的力矩电机驱动转台实现旋转功能,另一方面通过转台驱动装置中的编码器控制转台的旋转角度。

[0018] 优选的,所述电镀金刚石刀具端部为电镀的金刚石颗粒,金刚石颗粒磨削被加工工件。

[0019] 优选的,所述的高精度气体静压主轴上设置在上下移动的升降机构上。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0021] 本发明通过高精度气体静压转台带动被加工工件旋转,从而能够加工出形状精度高的小孔;加工时,电镀金刚石刀具高速旋转,高精度气体静压转台低速旋转,两者旋转方向相反,通过横向气体静压导轨的向左或向右移动,从而实现硬脆材料小孔的超精密加工。本发明能够实现硬脆材料小孔很高的加工精度和加工效率,并具有钻磨复合加工的特点。

[0022] 进一步的,当低速旋转的被加工工件和高速旋转的电镀金刚石刀具的旋转方向相反,且转速比为1:(1000-1500)时,可得到较高的切削速度,并能获得高的加工表面质量,达到精密磨削的加工标准。

[0023] 进一步的,通过调节高速气体静压主轴的高度,可改变小孔加工的深度,从而能够加工出不同深度的小孔。

[0024] 进一步的,通过横向气体静压导轨副带动被加工工件向左或向右移动,从而能够加工出不同直径尺寸的小孔。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明实例中所述硬脆材料小孔超精密加工装置示意图。

[0026] 图中:1、横向气体静压导轨副,2、转台驱动装置,3、高精度气体静压转台,4、夹具连接板,5、工件夹具,6、被加工工件,7、电镀金刚石刀具,8、高精度气体静压主轴。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0028] 本发明一种硬脆材料小孔超精密加工方法,实现该方法的装置包括高精度气体静压主轴8、电镀金刚石刀具7、工件夹具5、夹具连接板4、高精度气体静压转台3、转台驱动装置2和横向气体静压导轨副1,高精度气体静压转台3与工件夹具5靠夹具连接板4连接,被加

工工件6靠工件夹具5装夹、定位,被加工工件6随高精度气体静压转台3可以实现旋转运动和左右直线运动,高精度气体静压主轴8夹持刀具使其高速旋转并能进行上下直线运动。当加工装置工作时,电镀金刚石刀具7高速旋转,高精度气体静压转台3低速旋转,两者旋转方向相反,通过横向气体静压导轨副1的向左或向右移动,完成硬脆材料的小孔加工。本发明能够实现硬脆材料小孔很高的加工精度和加工效率,并具有钻磨复合加工的特点。

[0029] 具体的如图1所示,本发明一种硬脆材料小孔超精密加工方法,实现该方法的装置包括高精度气体静压主轴8,所述高精度气体静压主轴8下安装有电镀金刚石刀具7,所述电镀金刚石刀具端部为电镀的金刚石颗粒,金刚石颗粒磨削被加工工件6,所述被加工工件6安放在工件夹具5上,所述工件夹具5安装在夹具连接板4上,所述夹具连接板4下方为高精度气体静压转台3,所述高精度气体静压转台3安装在转台驱动装置2上,用于驱动转台旋转和转台位置确定,所述转台驱动装置2安装在横向气体静压导轨副1上,用于转台的向左或向右直线移动。

[0030] 所述加工装置工作时,电镀金刚石刀具7高速旋转,高精度气体静压转台3低速旋转,两者旋转方向相反,通过横向气体静压导轨副1的向左或向右移动,从而实现硬脆材料小孔的超精密加工。高速旋转的转速在10000转以上,低速旋转的转速在50转以下。

[0031] 加工时,通过调节高精度气体静压主轴8的高度,可调节电镀金刚石刀具7进入毛坯孔的深度,从而能够加工出不同深度的小孔。

[0032] 通过高精度气体静压转台3带动被加工工件6旋转,从而能够加工出形状精度高的小孔。

[0033] 通过横向气体静压导轨副1带动被加工工件向左或向右的横向移动,从而能够加工出不同直径尺寸的小孔。

[0034] 其中,高精度气体静压转台3通过两方面进行调节,一方面通过转台驱动装置2中的力矩电机驱动转台实现旋转功能,另一方面通过转台驱动装置2中的编码器控制转台的旋转角度。

[0035] 高精度气体静压主轴8与上下移动的升降机构连接,实现上下移动。工件夹具5是可以实现圆柱形工件的精密定位和装夹。横向气体静压导轨副1是可以实现左右方向的精密移动。

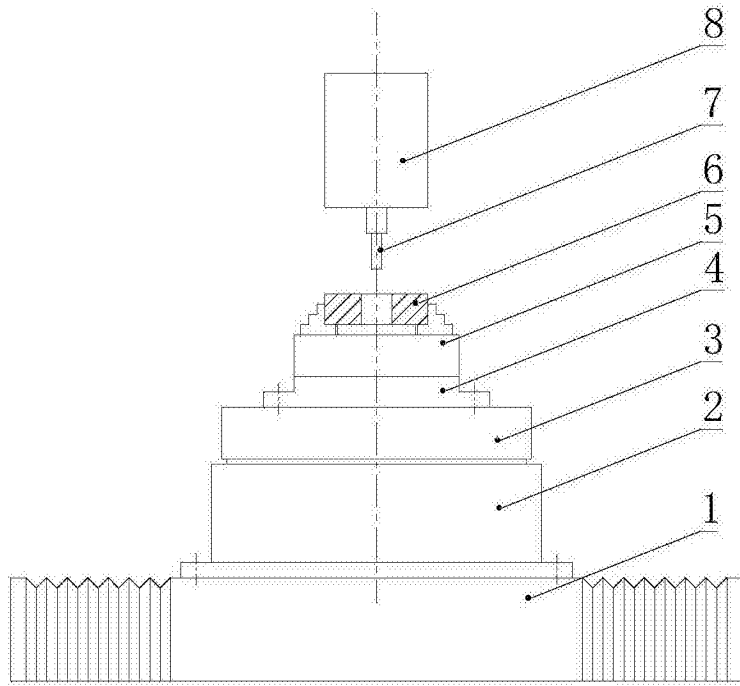


图1