



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105108250 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201510528567. 0

(22) 申请日 2015. 08. 26

(71) 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29 号

(72) 发明人 贺海东 曲宁松 曾永彬

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

B23H 3/00(2006. 01)

B23H 9/00(2006. 01)

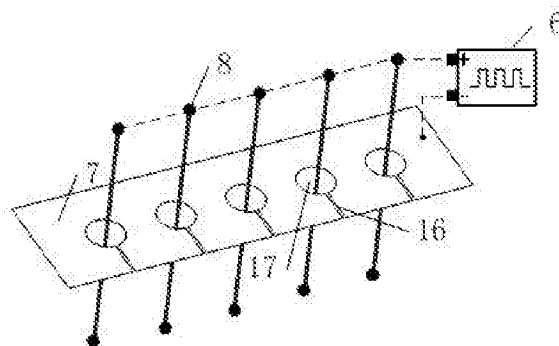
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

柔性化在线制备微细群线电极的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种柔性化在线制备微细群线电极的方法,属于电化学微细制造领域。其特征在于包括以下过程:1、将一金属薄片和群线电极分别固定于工件夹具和群线电极夹具内,并分别与超短脉冲电源的正极和负极相连,以实现阴极工具的柔性化制备;所述阴极工具由与群线电极中各电极丝所对应的微缝和阴极孔组成;加工结束后,电极丝位于阴极孔的中心;2、阴极工具和群线电极分别接超短脉冲电源的正极和负极,利用线电极的轴向往复运动,实现亚微米群线电极的在线制备;3、电极丝沿所述微缝“退出”阴极工具,接着将阴极工具替换为待加工工件;群线电极和工件分别接超短脉冲电源的负极和正极,并进行多线电极微细电解线切割加工。



1. 一种柔性化在线制备微细群线电极的方法,其特征在于包括以下过程:

步骤 1、准备工作:

将金属片(7)固定在金属片夹具(5)上,金属片夹具(5)安装在电解液槽(4)中,将电解液充满电解液槽(4)并浸没金属薄片(7);电解液槽(4)通过压电陶瓷(3)安装于机床本体(2)上;使金属片(7)与水平面平行;

将群线电极(8)固定于群线电极夹具(9)上,群线电极夹具(9)安装于 X-Y-Z 三轴精密移动平台(14)上;X-Y-Z 三轴精密移动平台(14)安装于机床本体(2)上;使群线电极(8)轴线方向与水平面垂直;

机床本体(2)安装于气浮平台(1)上;

步骤 2、利用群线电极(8)作为电解加工阴极在金属片(7)上加工出群孔,具体过程如下:

将金属片(7)与超短脉冲电源(6)正极相连,群线电极(8)与超短脉冲电源(6)负极相连,利用群线电极(8)作为电解加工阴极对金属片(7)进行加工;加工同时利用压电陶瓷(3)使金属片(7)产生振动;

加工过程中,群线电极(8)的线电极先在金属片(7)加工出直线微缝(16);接着加工出与直线微缝(16)相连的圆孔(17);再使线电极进给至圆孔(17)的圆心处;

步骤 3、利用金属片(7)作为电解加工阴极对群线电极(8)进行微细加工,具体过程如下:

保持群线电极(8)位置不变,将群线电极(8)与超短脉冲电源(6)正极相连,金属片(7)与超短脉冲电源(6)负极相连,利用金属片(7)作为电解加工阴极对群线电极(8)进行进一步加工;加工同时利用 X-Y-Z 三轴精密移动平台(14) Z 轴使群线电极(8)产生 Z 向往复运动;加工完成后线电极(8)通过金属片(7)上的直线微缝(16)退出金属片(7)。

2. 根据权利要求 1 所述的柔性化在线制备微细群线电极的方法,其特征在于包括以下过程:

所述金属片(7)厚度为 20-100 μm ;所述群线电极(8)中线电极的直径为 10-100 μm ,线电极间距尺寸为 0.1-5mm。

柔性化在线制备微细群线电极的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种柔性化在线制备微细群线电极的方法,属于电化学微细制造领域。

技术背景

[0002] 阵列微缝是许多高新科技产中经常涉及到的结构类型,例如:X射线光栅微分相位衬度成像光栅、深空探测特种光栅和集成电路引线框架冲压硬质合金级进模等。这类结构一般由缝宽为几微米至数百微米的直缝按照一定规则排列而成。由于数量多,对加工的精度和表面质量要求高,而且为了满足使用要求,需要采用一些特殊的难加工材料,如高Z元素重金属(Au,W,Ta等)、钛合金和硬质合金等,因此加工制造难度大,有时甚至成为高新技术产品研制的瓶颈。微细电解线切割加工技术是一种基于电化学阳极溶解原理的减材制造方法。它以直径为数微米至数十微米的金属丝作为工具电极,通过结合多轴数控运动,可实现任意形状的平面轮廓结构的制备,特别适合于加工微缝、微槽和具有大深宽比的金属微结构。与其他微细加工方法相比,微细电解线切割加工技术具有可加工范围广(不受材料强度和硬度的限制)、效率高、表面无再铸层和微裂纹,以及工具电极无损耗等优点。

[0003] 为了进一步提高微细电解线切割技术在制备群缝、群槽、群孔等阵列结构时的加工效率,朱荻等研究人员提出了群线电极电解线切割方法(见专利:朱荻等.群线电极电解切割方法及装置,201210250510.5)。对于微细电解线切割加工技术,切缝宽度直接由线电极的直径大小所决定,保持其他工艺参数不变,其直径越小得到的微缝越窄。然而,当线电极的直径减小到数微米甚至亚微米时,由于其抗拉强度大大降低,在装夹过程中很容易断裂,而且安装定位精度也很难保证,这一问题在微细群线电极装夹过程中显得尤为突出。为此,曾永彬等研究人员提出了一种微细群线电极在线制备方法,即亚微米群线电极的制作和后续加工在同一工艺系统中连续完成(见专利:曾永彬等.微细群线电极在线制备方法:中国201310481025.3)。虽然该方法能够很好的实现亚微米微细群线电极的制备,并消除了由于线电极装夹所引起的加工误差,但它仍存在一些局限性,例如:(1)当群线电极的间距很小时,上述方法中所需的阴极工具制作困难,而且在装夹过程中容易与群线电极发生触碰,同时很难保证线电极的轴线与阴极孔的轴线重合;(2)当线电极的数量和间距大小需要改变时,阴极工具则需要重新制作等。

发明内容

[0004] 本发明提出了一种柔性化在线制备微细群线电极的方法,其原理是使阴极工具的制备、亚微米群线电极的制备和后续加工连续在同一工艺系统中完成,以实现群线电极的柔性化制备,同时解决小间距尺寸阴极工具的制作困难和阴极工具安装定位误差难以保证等问题。

[0005] 一种柔性化在线制备微细群线电极的方法,其特征在于包括以下过程:

步骤1、准备工作:

将金属片固定在金属片夹具上,金属片夹具安装在电解液槽中,将电解液充满电解液槽并浸没金属薄片;电解液槽通过压电陶瓷安装于机床本体上;使金属片与水平面平行;

将群线电极固定于群线电极夹具上,群线电极夹具安装于 X-Y-Z 三轴精密移动平台上;X-Y-Z 三轴精密移动平台安装于机床本体上;使群线电极轴线方向与水平面垂直;

机床本体安装于气浮平台上;

步骤 2、利用群线电极作为电解加工阴极在金属片上加工出群孔,具体过程如下:

将金属片与超短脉冲电源正极相连,群线电极与超短脉冲电源负极相连,利用群线电极作为电解加工阴极对金属片进行加工;加工同时利用压电陶瓷使金属片产生振动;

加工过程中,群线电极的线电极先在金属片加工出直线微缝;接着加工出与直线微缝相连的圆孔;再使线电极进给至圆孔的圆心处;

步骤 3、利用金属片作为电解加工阴极对群线电极进行微细加工,具体过程如下:

保持群线电极位置不变,将群线电极与超短脉冲电源正极相连,金属片与超短脉冲电源负极相连,利用金属片作为电解加工阴极对群线电极进行进一步加工;加工同时利用 X-Y-Z 三轴精密移动平台 Z 轴使群线电极产生 Z 向往复运动;加工完成后线电极通过金属片上的直线微缝退出金属片。

[0006] 本发明的有益效果在于:

1、本发明提出了一种柔性化在线制备微细群线电极的方法。该方法使阴极工具的制备、亚微米线电极的制备和后续加工连续在同一工艺系统中完成,避免了拆装式阴极工具制作困难,以及群线电极与阴极工具安装定位精度差的问题。

[0007] 2、一开始使用微米级群线电极对金属片进行加工,之后利用金属片对群线电极进行加工,能够实现亚微米群线电极的柔性化制备,即对群线电极数量和间距的调整不受阴极夹具的限制,最小间距可达 $100\ \mu\text{m}$ 。

[0008] 3、该方法是基于电化学溶解的方法制备微细群线电极,根据所制备阴极孔的大小、微细电解加工的工艺参数以及 Z 轴往复运动的频率和幅值,能够计算出群线电极的腐蚀速度,可实现对线电极直径的精确控制。

[0009] 前述金属薄板的厚度为 $20\text{--}100\ \mu\text{m}$ 。前述群线电极的直径为 $10\text{--}100\ \mu\text{m}$,前述群线电极间距尺寸为 $0.1\text{--}5\ \text{mm}$ 。

[0010]

附图说明

[0011] 图 1 为柔性化在线制备微细群线电极装置的整体示意图;

图 2 为阴极工具加工轨迹;

图 3 为所制备的阴极工具;

图 4 为电场分布图;

图中标号名称:1、气浮平台;2、机床本体;3、压电陶瓷;4、电解液槽;5、金属片夹具;6、超短脉冲电源;7、金属片;8、群线电极;9、群线电极夹具;10、电流传感器;11、数据采集卡;12、工控机;13、PCI 运动控制卡;14、X-Y-Z 三轴精密运动平台;15、CCD 摄像头;16、微缝;17、圆孔。

具体实施方式

[0012] 根据附图 1 所示,柔性化在线制备微细群线电极装置的整体示意图由以下几部分组成:气浮平台 1、机床本体 2,以及位于在机床本体 2 上的压电陶瓷 3;还包括群线电极夹具 9、群线电极 8;金属片夹具 5 与金属片 7 相连且固定于电解液槽 4 中;超短脉冲电源 6;电流传感器 9;CCD 摄像头 15;数据采集卡 11 采集脉冲电源 6 的电压波形和电流波形;工控机 12 通过运动控制卡 13 实现对 X-Y-Z 三轴精密移动平台 14 的控制。

[0013] 下面结合附图 1、图 2 和图 3 说明本发明的方法,具体分为以下几个步骤:

(1)、以直径为 $10\ \mu\text{m}$ 的钨丝作为群线电极 8,并将其固定在群线电极夹具 9 内,数量为 5 根,间距为 $300\ \mu\text{m}$ 。

[0014] (2)、将步骤 1 中的群线电极夹具 9 固定在 X-Y-Z 三轴精密移动平台 14 上。通过观察 CCD 摄像头 15,调节群线电极 8 的轴线方向与水平面垂直。

[0015] (3)、将厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 的金属片 7(钨片)固定在金属片夹具 5 内;接着,在电解液槽 4 中加入 0.5mol/L 的 KOH 电解液,并使其浸没金属片 7。

[0016] (4)、超短脉冲电源 6 的正极通过金属导线和金属片 7 相连,负极与群线电极 8 相连。设置初始加工间隙为 $10\ \mu\text{m}$,并利用工控机 12 中的对刀程序进行对刀。

[0017] (5)、设置压电陶瓷 3 的振动频率为 1kHz ,振幅为 $2\ \mu\text{m}$ 。开启超短脉冲电源 6,设置脉冲周期为 $1\ \mu\text{s}$,电压为 5V ,脉宽为 $100\ \text{ns}$ 。加载“阴极工具加工轨迹”,设置加工速率为 $0.7\ \mu\text{m/s}$,并进行阴极工具的在线制备。参考图 2,阴极工具制备的过程分为:(a) 首先,沿 X 轴正向加工一条长 $100\ \mu\text{m}$ 的直线微缝 (0A) 16;(b) 接着,以 A 为起点,在 XOY 平面内加工一个半径为 $100\ \mu\text{m}$ 的圆孔 17,加工结束后,线电极 8 仍位于 A 点;(c) 然后,线电极 8 沿 X 轴正向继续进给 $100\ \mu\text{m}$,阴极工具制备完毕。此时,线电极 8 位于圆孔 17 的圆心位置 B。

[0018] (6)、参考图 3,阴极工具制备完毕后,保持群线电极 8 的位置不变,将超短脉冲电源 6 的正负极接线对调,即电源负极接金属片 7,电源正极接群线电极 8。设置 X-Y-Z 三轴精密移动平台 Z 方向的振动幅值为 1mm ,速度为 $100\ \mu\text{m/s}$ 。开启超短脉冲电源 6,设置脉冲周期为 $1\ \mu\text{s}$,电压为 5V ,脉宽为 $500\ \text{ns}$,并进行亚微米群线电极的在线制备。

[0019] (7)、待亚微米群线电极制备完毕后,利用 X-Y-Z 三轴精密移动平台 14 使群线电极 8 沿微缝 16 后退 10mm ,便于后续对金属片 7 的拆除。

[0020] (8) 将金属片 7 更换为待加工工件,并更换合适的电解液;将超短脉冲电源 6 的正极与待加工工件相连,阴极与群线电极 8 相连,进行微细电解线切割加工。

[0021] 参考附图 4,采用本发明提出的方法,在群线电极制备过程中,线电极周围的电场均匀分布,因此在 X-Y-Z 三轴精密移动平台 Z 方向振动幅值范围内,可制备出直径均匀的亚微米线电极。

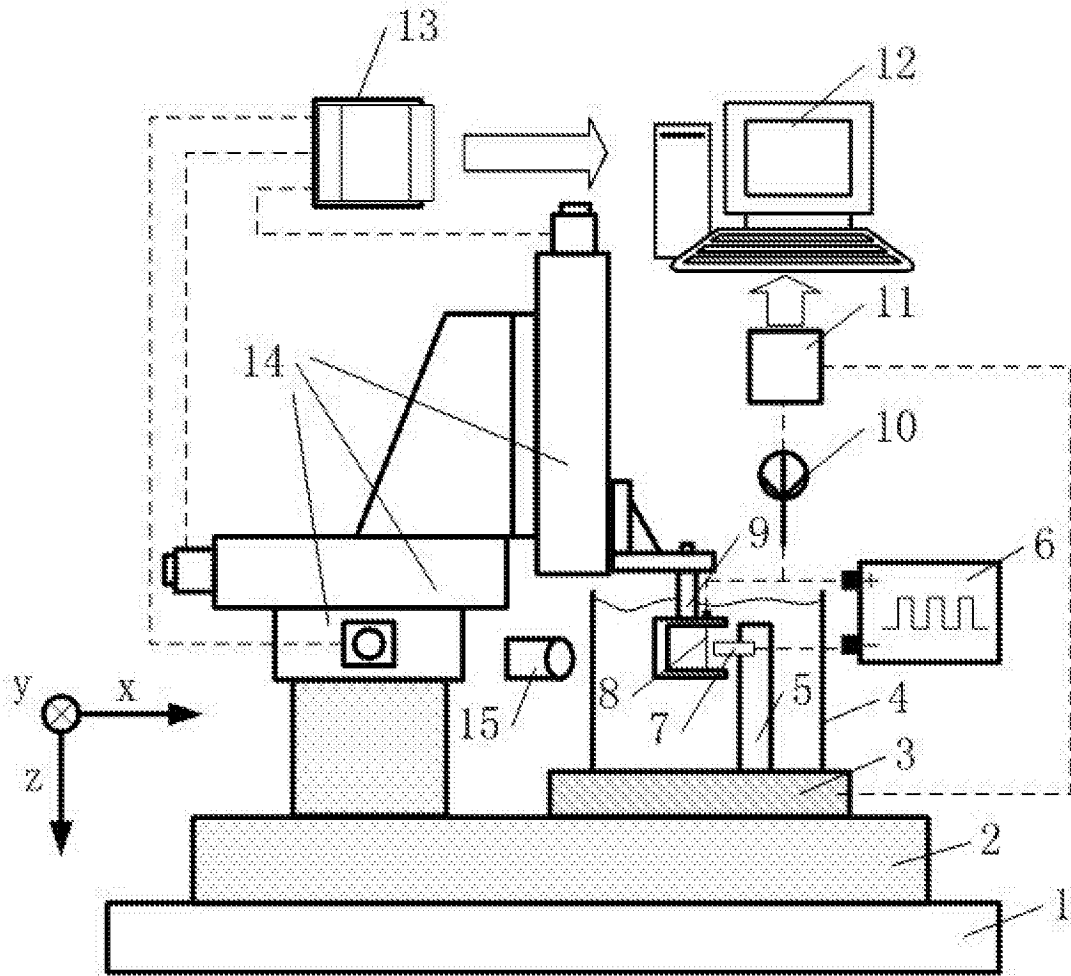


图 1

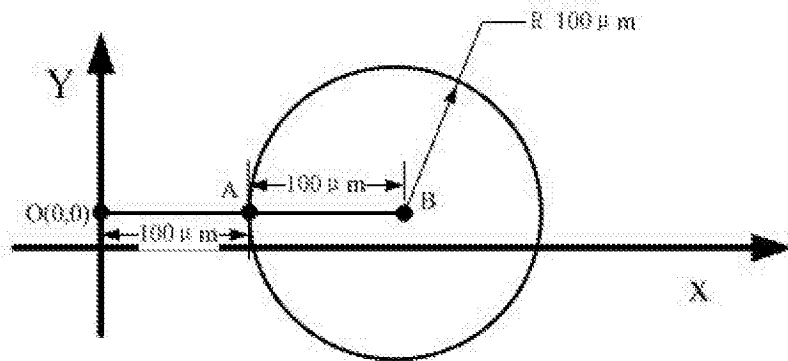


图 2

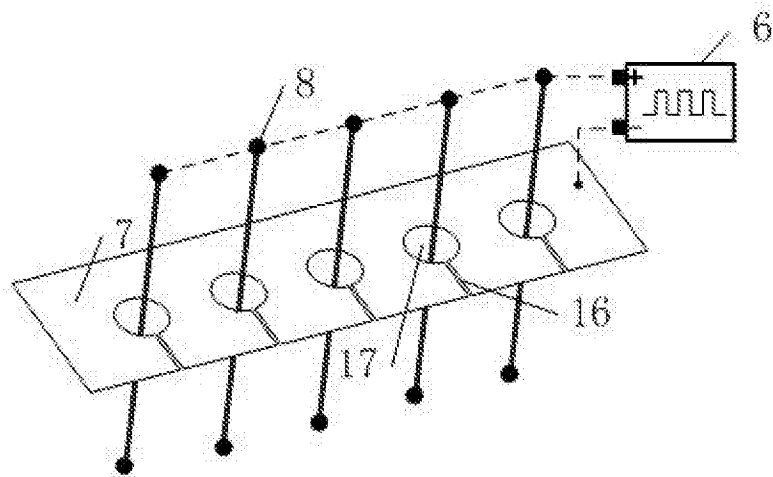


图 3

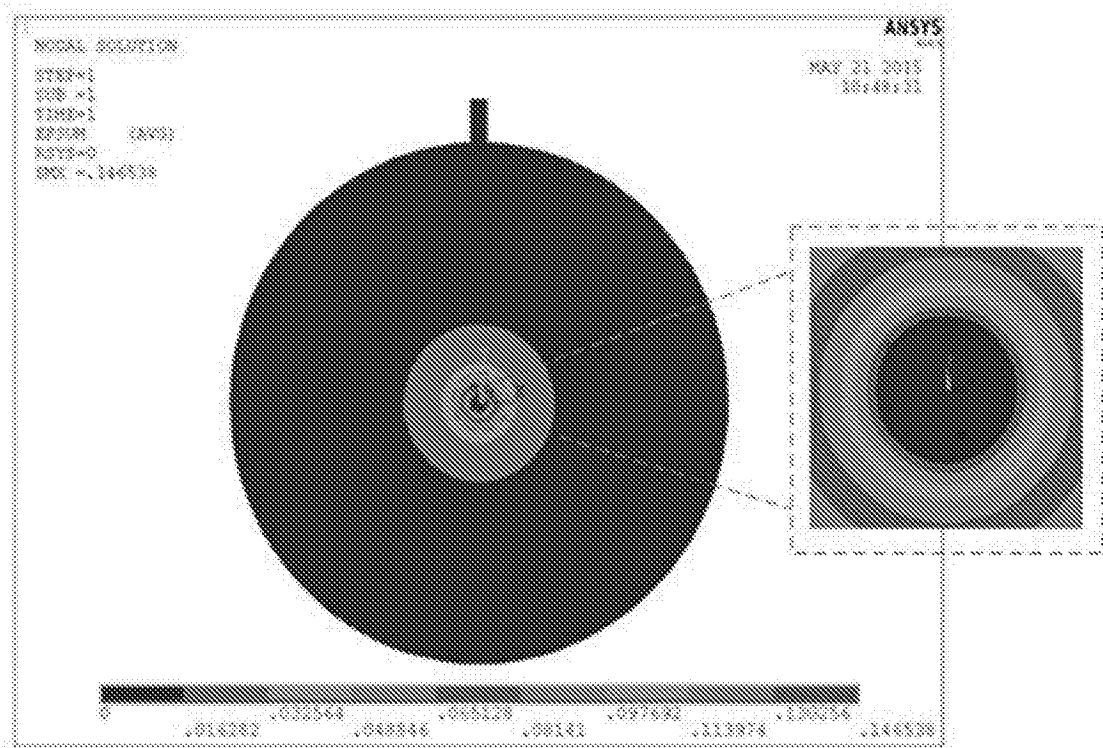


图 4