

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101633065 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 05

(21) 申请号 200910183076. 1

(22) 申请日 2009. 07. 30

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街
29 号

(72) 发明人 赵建社 李晒晖 黄巍 袁立新
余毅权 张立鑫

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200

代理人 唐小红

(51) Int. Cl.

B23H 3/00 (2006. 01)

B23H 3/10 (2006. 01)

审查员 李晓辉

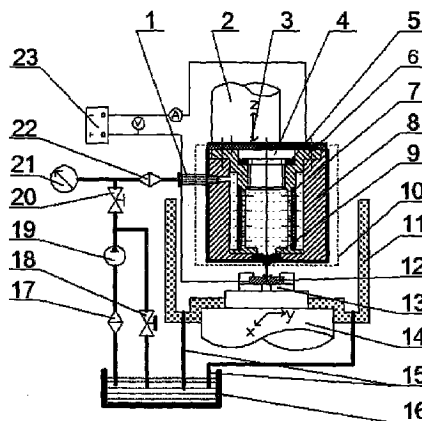
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

微尺度脉冲电解射流加工系统及加工方法

(57) 摘要

本发明涉及一种微尺度脉冲电解射流加工系统及加工方法,属于电解加工技术领域。该系统包括脉冲直流电源、电解液射流喷射装置、电解液循环过滤系统、工件安装固定及工作台运动控制系统;其中电解液喷射装置内滤芯体和喷嘴的结构设计,并采用金属材料制作,使得不仅能够提高过滤效果、消除电解液脉动现象,还使得电解液在高压脉冲直流电场作用下能被充分“负极化”,而后以高速流的形式,射向加工工件的待加工部位,在喷射点上产生电化学阳极溶解,借助机床工作台的数控运动,从而实现小孔、窄槽、微凹坑等微结构的优质高效加工。



1. 一种微尺度脉冲电解射流加工系统,包括高压脉冲电源、电解液射流喷射装置、电解液循环过滤系统、工件安装固定及工作台运动控制系统,

其特征在于:

上述电解液射流喷射装置包括具有圆柱形腔体的喷射装置壳体(8)、安装于喷射装置壳体底部的喷嘴(9)、安装于喷射装置壳体(8)内的滤芯体(6)、以及包裹在滤芯体外圆柱面上的滤网(7),滤芯体(6)将喷射装置壳体的圆柱形腔体分成了两部分,介于喷射装置壳体(8)和滤芯体(6)之间的环形腔为外腔体,滤芯体(6)和喷嘴(9)形成的圆柱形腔体为内腔体;

电解液仅能通过设置于喷射装置壳体(8)上的进液口进入外腔体,然后再经滤网(7)从均布于滤芯体(6)上的众多小孔中进入内腔体,最后经喷嘴(9)射向工件(12)的待加工部位;

上述喷射装置壳体(8)通过绝缘安装座(3)与Z向进给轴(2)相连;

上述喷射装置壳体(8)、喷嘴(9)、滤芯体(6)均为金属导电材料,其中喷射装置壳体(8)和喷嘴(9)的外露部分经绝缘处理,高压脉冲电源(23)的正极通过工件安装夹具(13)与工件(12)相连,负极与滤芯体(6)相连,上述工件安装夹具(13)也为金属导电材料。

2. 根据权利要求1所述的微尺度脉冲电解射流加工系统,其特征在于:喷射装置壳体(8)底部内壁上设有安放喷嘴(9)的圆柱形凹槽,喷嘴(9)安装于该凹槽内,轴向通过滤芯体(6)压紧固定。

3. 一种利用权利要求1所述的脉冲电解射流加工系统的脉冲电解射流加工方法,其特征在于:

加工过程中电解液在液压泵(19)的作用下,经过两级过滤器后从进液连接件(1)进入喷射装置壳体(8)与滤芯体(6)形成的外腔体中,充满外腔体后通过滤网(7)进入滤芯体(6)和喷嘴(9)形成的内腔体中,在高压脉冲电源(23)作用下被充分“负极化”后从喷嘴(9)高速射向工件(12)的待加工部位,在喷射点处产生电化学阳极溶解去除材料,借助机床工作台(14)和Z向进给轴(2)的数控运动,从而实现小孔、窄槽、微凹坑等微结构的优质高效加工。

微尺度脉冲电解射流加工系统及加工方法

一、技术领域

[0001] 本发明涉及一种微尺度脉冲电解射流加工系统及加工方法,属于电解加工技术领域。

二、背景技术

[0002] 随着精密器械产品朝着高性能、高可靠性以及集成化的方向快速发展,在产品零件中出现了大量形状各异的微结构,对于航空航天、精密器械产品中广泛存在的尺寸在 $100\ \mu\text{m} \sim 1.5\text{mm}$ 之间的微细孔、窄槽、细缝、微型凹坑、微细刻痕等微结构的加工,目前已经发展了多种微尺度加工方法,主要有微细切削加工技术和微细特种加工技术,其中微细特种加工技术占据主导地位,主要包括微细电火花加工、微细电解加工、激光加工、LIGA 技术、电子束加工、离子束加工以及它们的复合、组合加工。每一种制造技术都有其显著的优点,也有其自身的局限性,例如电子束加工、离子束加工易于实现超精密微细加工,加工精度高,而且由于加工是在真空中进行,加工表面质量也好,但加工成本较高;LIGA 技术能够制造出深宽比大于 500、表面粗糙度在亚微米范围的三维立体金属微结构,倍受当今研究人员关注,但其必须使用高强度、高准直度的 X 射线光源和特制的掩模板,成本极高,且很难用于斜面、阶梯面、自由曲面的微结构件加工,同时由于 LIGA 技术采用电铸工艺,能被其加工的金属零件材料种类也受到限制,一般为镍和铜,因此在工业应用中也受到限制。而激光微细加工、微细电火花加工近些年来虽都取得了显著进展,易于实现加工过程自动化,对于特殊微结构和难切削材料零件的加工极为有利,但由于受加工原理的制约,加工表面容易产生微裂纹、残余应力和变质层,由此影响了零件使用的可靠性,从而限制了该技术在某些产品中的应用,为使加工后不产生表面缺陷,人们对改进工艺条件、优选工艺参数作了许多努力,但至今仍未能从根本上解决问题。电解加工,特别是电液束(或称电射流)小孔加工,效率较高、而且是公认的“三无”(无再铸层、无残余应力、无微裂纹)加工技术,美国、英国、俄罗斯等早已成熟应用于航空发动机叶片等零件的小孔加工,我国近几年来也开始得到应用,比较成功地解决了再铸层问题。加工过程中,被加工件接正极,在呈收敛形状的绝缘玻璃管喷嘴中有一金属丝或金属管接负极,在正、负极间加 $100 \sim 1000\text{V}$ 高压直流电,小流量耐酸高压泵将净化了的电解液压入导电密封头进入玻璃管电极中,被“负极化”后,高速射向加工工件的待加工部位,进行“切削”加工。但其加工中使用的玻璃喷嘴容易碎裂,影响了加工的稳定性,另外,玻璃管喷嘴的设计制造极其复杂,无形中增加了工业应用的技术成本。

三、发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种结构简单、性能稳定、加工精度高的微尺度脉冲电解射流加工系统及加工方法。

[0004] 一种微尺度脉冲电解射流加工系统,包括高压脉冲电源、电解液射流喷射装置、电解液循环过滤系统、工件安装固定及工作台运动控制系统,其特征在于:上述电解液射流喷

射装置包括具有圆柱形腔体的喷射装置壳体、安装于喷射装置壳体底部的喷嘴、安装于喷射装置壳体内的滤芯体、以及包裹在滤芯体外圆柱面上的滤网，滤芯体将喷射装置壳体的圆柱形腔体分成了两部分，介于喷射装置壳体和滤芯体之间的环形腔为外腔体，滤芯体和喷嘴形成的圆柱形腔体为内腔体；电解液仅能通过设置于喷射装置壳体上的进液口进入外腔体，然后再经滤网从均布于滤芯体上的众多小孔中进入内腔体，最后经喷嘴射向工件的待加工部位；上述喷射装置壳体通过绝缘安装座与 Z 向进给轴相连；上述喷射装置壳体、喷嘴、滤芯体均为金属导电材料，其中喷射装置壳体和喷嘴的外露部分经绝缘处理，高压脉冲电源的正极通过工件安装夹具与工件相连，负极与滤芯体相连，上述工件安装夹具也为金属导电材料。

[0005] 一种利用上述的脉冲电解射流加工系统的脉冲电解射流加工方法，其特征在于：加工过程中电解液在液压泵的作用下，经过两级过滤器后从进液连接件进入喷射装置壳体与滤芯体形成的外腔体中，充满外腔体后通过滤网进入滤芯体和喷嘴形成的内腔体中，在高压脉冲电源作用下被充分“负极化”后从喷嘴高速射向工件的待加工部位，在喷射点处产生电化学阳极溶解去除材料。电解液喷射装置采用不进给或小于等于初始间隙的微量经给的方式，结合借助机床工作台和 Z 向进给轴的数控运动，从而实现小孔、窄槽、微凹坑等微结构的优质高效加工。

[0006] 有益效果：本发明中的电解射流加工系统是实现微尺度脉冲电解射流加工工艺而专门设计的，包括高压脉冲电源、电解射流喷射装置、电解液循环过滤系统、工件安装固定及工作台运动控制系统。其中电解液喷射装置是实现电解液在形成喷射液束前对电解液进行过滤、消除由液压泵等压力元件引起的脉动现象、充分“负极化”的关键，其关键结构是喷射装置内滤芯体的创新设计，滤芯体和喷嘴都采用了金属材料（如黄铜材料）进行制造，导电性能好，加工过程中电解液充满整个滤芯体的内腔体，在高压脉冲电源作用下能够使电解液被充分“负极化”，且由于滤芯体将喷射装置壳体的腔体分成了内腔体和外腔体，滤网的存在使得内外腔体间电解液流动需要克服较大阻力，能有效对电解液过滤并减轻、甚至消除脉动现象，使电解液通过喷嘴后能够形成稳定的电解液射流束，并具有加工需要的破碎长度，使得加工时喷嘴和工件能够保持一定的初始间隙，在加工进行时在 Z 轴带动下，喷射装置可做小于初始间隙的进给运动，而喷嘴并不深入加工区域就能够提高电解射流加工的深径比，从而可借助工作台的平面运动实现小孔、窄槽、刻线、凹坑等各种微结构的高质量加工，提高电解射流加工的柔性。由于整个喷射装置采用了金属材料、外表面并喷涂了绝缘漆，使得能够避免电液束小孔加工中玻璃喷嘴容易破碎的现象，从而提高加工过程的稳定性。另外，高压脉冲电源的使用也能够一定程度上提高电解射流加工的定域性，从而提高加工精度。整个电解射流加工装置系统结构简单、使用方面，结合电解射流加工工艺，可望实现各种微结构的优质高效加工，具有重要应用前景。

四、附图说明

[0007] 图 1 是本发明的脉冲电解射流加工装置的结构示意图；

[0008] 图 2 是本发明的脉冲电解射流加工装置系统图。

[0009] 图中标号名称：1、进液连接件，2、Z 向进给轴，3、绝缘安装座，4、堵头，5、密封垫圈，6、滤芯体，7、滤网，8、喷射装置壳体，9、喷嘴，10、电解射流喷射装置，11、工作箱，12、工

件,13、工件安装夹具,14、X、Y双向进给工作台,15、回液管,16、电解液槽,17、一级过滤器,18、溢流调压阀,19、液压泵,20、球阀,21、液压表,22、二级过滤器,23、高压脉冲电源。

五、具体实施方式

[0010] 实现本发明所述微尺度电解射流加工工艺的装置包括高压脉冲电源、电解射流喷射装置、电解液循环过滤系统、工件安装固定及工作台运动控制系统。

[0011] 加工系统中的电解液循环过滤系统,包括过一级过滤器 17、二级过滤器 22、溢流调压阀 18、液压泵 19、球阀 20、进液连接件 1、工作箱 11、回液管 15 和电解液槽 16。加工时电解液在液压泵 19 的作用下通过一级过滤器 17、溢流调压阀 18、球阀 20、二级过滤器 21,经进液连接件 23 进入电解射流喷射装置 10 中,然后通过喷嘴 9 高速射向工件的待加工表面,加工后的电解液汇入工作箱 11 底部,经由回液管 15 回流至电解液槽 16 供循环利用。加工过程中电解液压力和流量通过溢流调压阀 18 和球阀 20 调节,电解液压力变化情况通过液压表 21 显示。

[0012] 加工系统中的高压电解液射流喷射装置包括绝缘安装座 3,堵头 4,密封垫圈 5,滤芯体 6,滤网 7,喷射装置壳体 8,喷嘴 9。电解液经进液连接件 23 进入滤芯体 6 与喷射装置壳体 8 形成的环形外腔体中,充满外腔体后,在压力作用下透过滤网 7 进入滤芯体 6 的内腔体,经喷嘴 9 高速射向工件的待加工表面。喷嘴 9 和滤芯体 6 均采用导电性能良好的黄铜材料制造,喷嘴 9 安装在喷射装置壳体 8 底部内壁的圆柱形凹槽内,滤芯体 6 压在喷嘴 9 上对喷嘴进行 Z 向固定,脉冲直流电源 23 负极与喷射装置中的滤芯体 6 相连,这样由滤芯体和喷嘴形成的内腔体都带有负电,使得电解液在其中能够被充分“负极化”。滤芯体的创新设计,使得电解液不仅能够被再次过滤,还能够进一步消除由于液压泵等压力器件引起的脉动现象,独特的金属喷嘴结构设计既能够保证电解液射流束具有满足加工要求的稳定破碎长度,且在加工过程中不会出现喷嘴破裂现象,大大提高加工稳定性。喷射装置体的外表面喷涂有绝缘层以保证整个喷射装置的整体绝缘,使得在加工过程中避免短路、放电等情况,提高了加工的安全性。

[0013] 加工系统中的工件安装固定及工作台运动控制系统包括 Z 向进给轴 2、工件 12、工件安装夹具 13 及 X、Y 双向进给工作台 14。工件 12 通过工件安装夹具 13 与高压脉冲电源 23 正极相连,与喷射装置壳体 8 之间存在高压脉冲直流电场,负极化后的电解液射流在高压脉冲直流电场作用下在工件待加工表面产生电化 学阳极溶解去除材料。工件 12 与喷嘴 9 之间存在初始加工间隙,电解射流喷射装置 10 通过绝缘安装座 3 与 Z 向进给轴 2 相连,随加工的进行可通过控制 Z 向进给轴 2 向工件 12 做小于初始间隙的微量进给以增加深径比。工件 12 及工件安装夹具 13 固定于 X、Y 双向进给工作台 14 上,通过控制 X、Y 双向进给工作台 14 可在工件上加工出窄槽、刻线等微结构。

[0014] 本发明所述微尺度电解射流加工工艺方法是利用上述电解射流加工系统,将高压脉冲电源 23 的正极接工件安装夹具 13 上,使工件带正电,将脉冲电源 23 的负极接滤芯体 6 上,使滤芯体 6 和喷嘴 9 带负电,从而使得电解液在液压泵 19 的作用下经进液连接件 1 进入喷射装置 10 后能够被充分“负极化”,经过喷嘴 9 后形成具有稳定破碎长度的电解液射流束,射向工件 12 的待加工部位,基于电化 学阳极溶解原理去除金属材料,借助机床工作台 14 和 Z 向进给轴 2 的数控运动,可实现高表面质量的小孔、窄槽、微凹坑等微结构的加

工。基于本发明加工系统的微尺度脉冲电解射流加工工艺具有加工稳定高、表面质量好、加工精度高的特点。

[0015] 如图 1 所示,喷射装置壳体 8 底部内壁上设有安放喷嘴 9 的圆柱形凹槽,喷嘴 9 安装于该凹槽内,轴向通过滤芯体 6 压紧固定,这样喷射装置壳体 8 充当了喷嘴 9 的安装座,滤芯体 6 充当了压紧元件,结构简单,由于喷嘴 9 是安装在喷射装置壳体 8 的内壁,容易防止漏水现象,密封性较好。

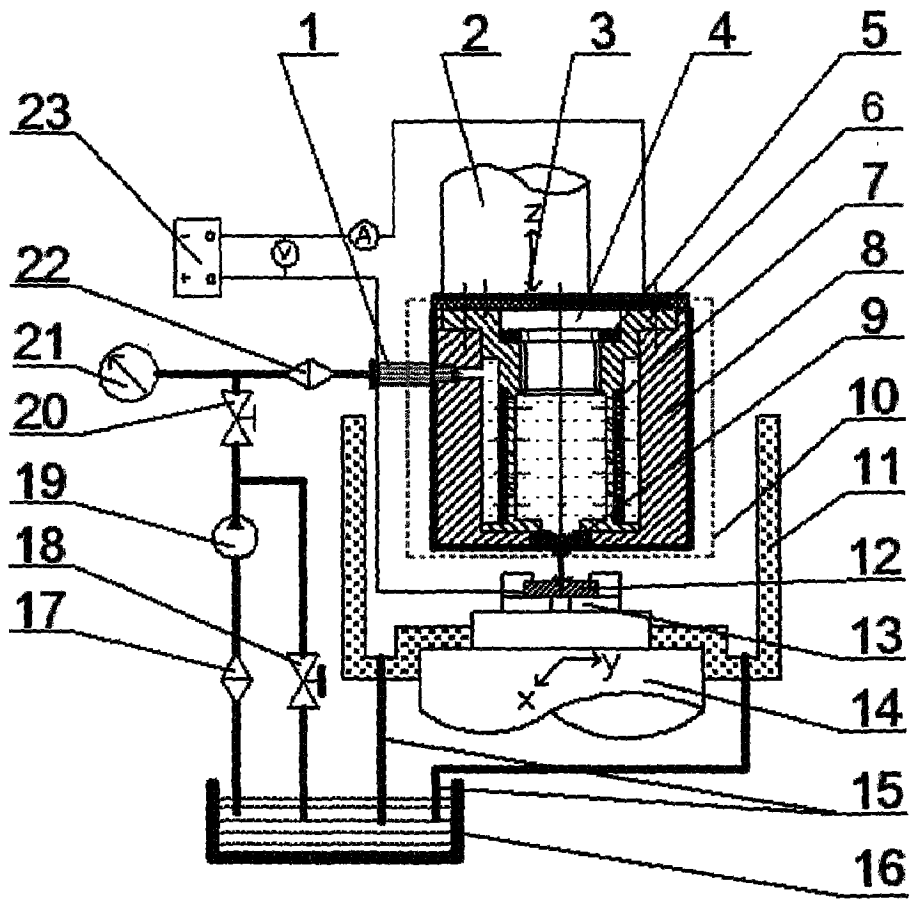


图 1

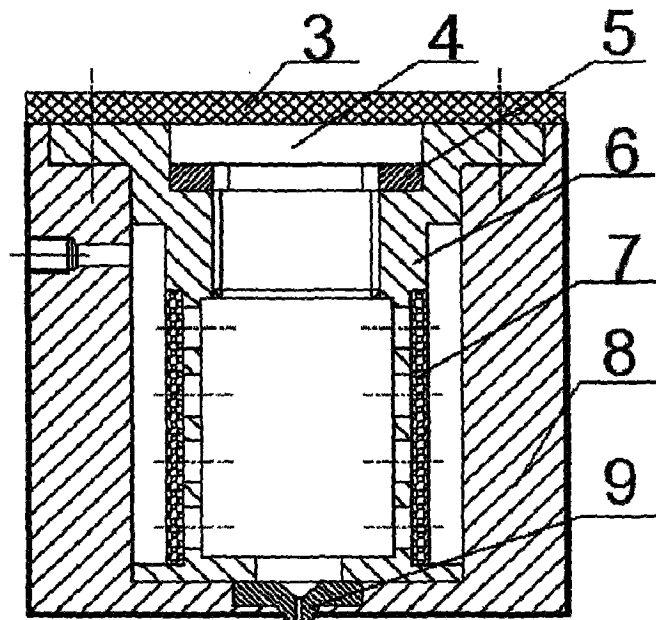


图 2