(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107695467 B
(45)授权公告日 2023.06.27

(21)申请号 201711160528.5
(22)申请日 2017.11.20
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107695467 A
(43)申请公布日 2018.02.16
(73)专利权人 浙江工业大学
地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖六区潮王路18号
(72)发明人 王明环 龚斌 童文俊 许雪峰
(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限公司 33241
专利代理师 王利强 李百玲
(51)Int.Cl.
B23H 3/04(2006.01)
B23H 9/16(2006.01)

审查员 郁瑞平

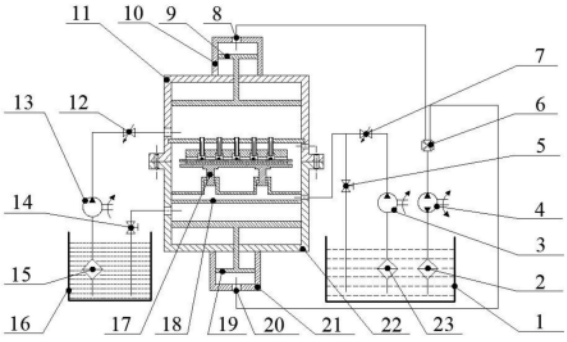
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法及装置

(57)摘要

一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法及装置，包括以下步骤：将待加工的工具电极连接电源正极，金属圆管连接电源的负极，待加工的工具电极位于金属圆管内，电解液充满壳体型腔时停止供液，打开加工电源，上部活塞推板和下部活塞推板循环推进，致使电解液因受压力沿金属圆管通孔作循环往复流动，参与待加工的工具电极与金属圆管内壁之间的电化学反应，且通过油流缸内的液压油输送致使工具电极进给，使工具电极工作表面不断溶蚀，获得所需要的微细群工具电极。本发明通过电解液不断在加工间隙循环冲刷实现了压力稳定、液体流速均匀，避免了带有锥度成型电极的出现，提高了阵列微细电极制备效率和质量。



CN 107695467 B

1.一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法,其特征在于:所述方法包括以下步骤:

将待加工的工具电极连接电源正极,金属圆管连接电源的负极,待加工的工具电极位于金属圆管内,电解液充满壳体型腔时停止供液,打开加工电源,上部活塞推板和下部活塞推板循环推进,致使电解液因受压力沿金属圆管通孔作循环往复流动,参与待加工的工具电极与金属圆管内壁之间的电化学反应,阳极的工具电极按照金属圆管内壁形状被高速溶解,且通过油流缸内的液压油输送致使工具电极进给,使工具电极工作表面不断溶蚀,直到达到符合要求的加工形状和尺寸,切断加工电源,打开电解液截止阀让电解液沿电解液出液口流出,获得所需要的微细群工具电极。

2.一种基于权利要求1所述电极制备方法的制备装置,其特征在于:所述制备装置包括电解液系统、液压系统、上部壳体部分、下部壳体部分和工具电极部分;

所述液压系统包括液压循环部分和液压进给部分,所述液压循环部分包括双向定量泵、电磁换向阀、上部液压缸和下部液压缸,所述上部液压缸和下部液压缸均设有进油口,所述双向定量泵通过电磁换向阀分别与上部液压缸的进油口和下部液压缸的进油口连接;所述液压进给部分包括液压单向定量泵、液压节流阀和液压截止阀,所述液压单向定量泵通过液压节流阀与流道进油口连接,所述流道进油口通过液压截止阀与液压油槽连接;液压油槽分别通过液压过滤器与双向定量泵、液压单向定量泵连接;

所述上部壳体部分包括上部壳体、上部活塞推板、夹体板和金属圆管,所述上部液压缸安装在上部壳体上,所述上部活塞推板呈“工”字型,所述上部活塞推板的上端安装在上部液压缸内且其下端安装在上部壳体内并能作往复滑动,所述夹体板卡接在上部壳体内且将型腔分成上部型腔和下部型腔,所述夹体板上设有阵列通孔,所述上部壳体的左侧设有电解液进液口,所述电解液进液口位于上部活塞推板与夹体板之间且与上部型腔连通;所述上部壳体的右下侧设有观液口,所述观液口与下部型腔连通,所述金属圆管呈阵列装配在所述夹体板的通孔内;

所述下部壳体部分包括下部壳体、下部活塞推板、流油缸、双杆活塞和导向板,所述下部液压缸安装在下部壳体上,所述下部活塞推板呈“工”字型,所述下部活塞推板的上端安装在下部壳体内且其下端安装在下部液压缸内并能作上下往复滑动,所述下部壳体左上侧上设有电解液出液口,所述电解液出液口位于流油缸与下部活塞推板之间且与下部型腔连通,所述流油缸安装在下部壳体内并设有液压油流道,所述下部壳体的右侧上设有所述流道进油口,所述流道进油口与液压油通道连通,所述双杆活塞底部呈“工”字型且装配在所述流油缸上,所述导向板安装在双杆活塞的上端且其顶部中间设有阵列通孔,所述金属圆管的下端伸入到所述阵列通孔中,所述导向板沿着其左右长度方向设有横向槽,所述导向板的前后侧壁上设有纵向槽,所述纵向槽、阵列通孔均与横向槽连通,所述纵向槽、横向槽均与下部型腔连通;所述流油缸的前后宽度和所述导向板的前后宽度均小于所述下部壳体内壁的前后宽度;所述上部活塞推板底部和下部活塞推板顶部长宽与壳体内壁长宽一致并能作无缝隙滑移;

所述工具电极部分包括柱状工具电极、电极夹具和薄金属板,所述薄金属板安装在所述导向板的横向槽内且其高度低于横向槽的高度,所述电极夹具采用金属材料,所述电极夹具夹紧柱状工具电极且安装在薄金属板上,所述柱状工具电极与金属圆管一一对应且其

上端自下而上伸入到金属圆管内；

所述电解液进液口、电解液出液口均与电解液系统连接，所述薄金属板接电源正极，所述金属圆管接电源负极；通过所述双向定量泵和所述电磁换向阀可以使上部活塞推板和下部活塞推板作循环往复运动，液压油通过液压油流道输送及液压节流阀的调节可以使柱状工具电极产生进给运动。

3.如权利要求2所述的制备装置，其特征在于：所述电解液系统包括电解液进液部分和电解液出液部分，通过管道依次连接电解液槽、电解液过滤器、电解液单向定量泵、电解液节流阀和电解液进液口形成电解液进液部分，通过管道依次连接电解液出液口、电解液截止阀和电解液槽形成电解液出液部分；通过调节所述电解液节流阀可以控制电解液进液口流量，致使电解液充满型腔，加工结束后打开所述电解液截止阀将电解液流回到电解液槽内。

4.如权利要求2或3所述的制备装置，其特征在于：所述上部壳体和下部壳体用透明有机玻璃制作，且两者通过连接销连接。

5.如权利要求2或3所述的制备装置，其特征在于：所述导向板的纵向槽是矩形通槽，所述导向板的阵列通孔的轴线在导向板纵向槽的中间位置，所述导向板的横向槽也是矩形通槽，且与导向板的纵向槽垂直。

6.如权利要求2或3所述的制备装置，其特征在于：所述柱状工具电极采用线切割等长度的线性阵列柱状电极，所述柱状电极为钨棒或304不锈钢棒。

7.如权利要求2或3所述的制备装置，其特征在于：所述夹体板的阵列通孔、导向板的阵列通孔、金属圆管的通孔、柱状工具电极均呈1×5线性阵列排布，且同轴设置；所述电解液进液口的孔轴线、电解液出液口的孔轴线、观液口的孔轴线、流道进油口的孔轴线均平行布置。

8.如权利要求2或3所述的制备装置，其特征在于：所述金属圆管的外壁和端面用环氧树脂绝缘处理。

9.如权利要求2或3所述的制备装置，其特征在于：所述电解液采用质量分数为5％～15％的NaOH溶液，加工电源为直流或脉冲，加工电压为5～15V。

一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于射流电解加工中微米级阵列工具电极制作技术领域，尤其涉及一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法及装置。

背景技术

[0002] 射流电解加工是利用阳极电化学溶解原理进行材料蚀除，并最终将零件加工成形的工艺技术。该技术不受工件材料力学性能、机械性能限制，零件表面加工质量高，无应力、无热影响区、工具阴极无损耗等优点，因此广泛应用于航空航天、微电子、生物医学、模具制造等工程领域，尤其是带有矩阵微织构的零件应用愈加广泛。然而，微细阵列电极的制备是实现这种方法的关键环节。

[0003] 工具电极制作原理为电极通阳极，金属材料通阴极，从而达到电解液腐蚀工具电极的目的。工具电极的形状决定着加工工件的成型形状，现今工艺普遍存在电极形状固定，通用性差，大大增加加工成本等问题。现有的射流电解加工中阵列工具电极多采用柱状电极进行加工，传统工具电极的制作多为将电极和金属材料直接侵没于电解液中，电解液流动形式也多为静态，这种加工方法会导致电极工作面上的电场不均匀，致使成型电极是带有锥度的柱状体，而电解液静态腐蚀电极的方法效率也很低，同时采用单个电极顺序制作很难保证制作出的多个电极形状及尺寸具有一致性，尤其是在阵列孔的射流电解加工中，这样不均匀的阵列工具电极也会导致加工的阵列微织构结构不均匀。因此，如何提高射流电解加工中阵列工具电极制备形状、精度、效率和成本仍然是急待解决的问题。

发明内容

[0004] 为了解决现有射流电解加工中存在阵列微细电极制作形状不均匀、精度较低、效率较低和成本较高等问题，本发明提供了一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法及装置，通过电解液不断在加工间隙循环冲刷实现了压力稳定、液体流速均匀，避免了带有锥度成型电极的出现，提高了阵列微细电极制备效率和质量。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：

[0006] 一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法，包括以下步骤：

[0007] 将待加工的工具电极连接电源正极，金属圆管连接电源的负极，待加工的工具电极位于金属圆管内，电解液充满壳体型腔时停止供液，打开加工电源，上部活塞推板和下部活塞推板循环推进，致使电解液因受压力沿金属圆管通孔作循环往复流动，参与待加工的工具电极与金属圆管内壁之间的电化学反应，阳极的工具电极按照金属圆管内壁形状被高速溶解，且通过油流缸内的液压油输送致使工具电极进给，使工具电极工作表面不断溶蚀，直到达到符合要求的加工形状和尺寸，切断加工电源，打开电解液截止阀让电解液沿电解液出液口流出，获得所需要的微细群工具电极。

[0008] 一种基于所述电极制备方法的制备装置，包括电解液系统、液压系统、上部壳体部分、下部壳体部分和工具电极部分；

[0009] 所述液压系统包括液压循环部分和液压进给部分，所述液压循环部分包括双向定量泵、电磁换向阀、上部液压缸和下部液压缸，所述上部液压缸和下部液压缸均设有进油口，所述双向定量泵通过电磁换向阀分别与上部液压缸的进油口和下部液压缸的进油口连接；所述液压进给部分包括液压单向定量泵、液压节流阀和液压截止阀，所述液压单向定量泵通过液压节流阀与流道进油口连接，所述流道进油口通过液压截止阀与液压油槽连接；液压油槽分别通过液压过滤器与双向定量泵、液压单向定量泵连接；

[0010] 所述上部壳体部分包括上部壳体、上部活塞推板、夹体板和金属圆管，所述上部液压缸安装在上部壳体上，所述上部活塞推板呈“工”字型，所述上部活塞推板的上端安装在上部液压缸内且其下端安装在上部壳体内并能作往复滑动，所述夹体板卡接在上部壳体内且将型腔分成上部型腔和下部型腔，所述夹体板上设有阵列通孔，所述上部壳体的左侧设有电解液进液口，所述电解液进液口位于上部活塞推板与夹体板之间且与上部型腔连通；所述上部壳体的右下侧设有观液口，所述观液口与下部型腔连通，所述金属圆管呈阵列装配在所述夹体板的通孔内；

[0011] 所述下部壳体部分包括下部壳体、下部活塞推板、流油缸、双杆活塞和导向板，所述下部液压缸安装在下部壳体上，所述下部活塞推板呈“工”字型，所述下部活塞推板的上端安装在下部壳体内且其下端安装在下部液压缸内并能作上下往复滑动，所述下部壳体左上侧上设有电解液出液口，所述电解液出液口位于流油缸与下部活塞推板之间且与下部型腔连通，所述流油缸安装在下部壳体内并设有液压油流道，所述下部壳体的右侧上设有所述流道进油口，所述流道进油口与液压油通道连通，所述双杆活塞底部呈“工”字型且装配在所述流油缸上，所述导向板安装在双杆活塞的上端且其顶部中间设有阵列通孔，所述金属圆管的下端伸入到所述阵列通孔中，所述导向板沿着其左右长度方向设有横向槽，所述导向板的前后侧壁上设有纵向槽，所述纵向槽、阵列通孔均与横向槽连通，所述纵向槽、横向槽均与下部型腔连通；所述流油缸的前后宽度和所述导向板的前后宽度均小于所述下部壳体内壁的前后宽度；所述上部活塞推板底部和下部活塞推板顶部长宽与壳体内壁长宽一致并能作无缝隙滑移；

[0012] 所述工具电极部分包括柱状工具电极、电极夹具和薄金属板，所述薄金属板安装在所述导向板的横向槽内且其高度低于横向槽的高度，所述电极夹具采用金属材料，所述电极夹具夹紧柱状工具电极且安装在薄金属板上，所述柱状工具电极与金属圆管一一对应且其上端自下而上伸入到金属圆管内；

[0013] 所述电解液进液口、电解液出液口均与电解液系统连接，所述薄金属板接电源正极，所述金属圆管接电源负极；通过所述双向定量泵和所述电磁换向阀可以使上部活塞推板和下部活塞推板作循环往复运动，液压油通过液压油流道输送及液压节流阀的调节可以使柱状工具电极产生进给运动。

[0014] 进一步，液系统包括电解液进液部分和电解液出液部分，通过管道依次连接电解液槽、电解液过滤器、电解液单向定量泵、电解液节流阀和电解液进液口形成电解液进液部分，通过管道依次连接电解液出液口、电解液截止阀和电解液槽形成电解液出液部分；通过调节所述电解液节流阀可以控制电解液进液口流量，致使电解液充满型腔，加工结束后打开所述电解液截止阀将电解液流回到电解液槽内。

[0015] 再进一步，所述上部壳体和下部壳体用透明有机玻璃制作，且两者通过连接销连

接。

[0016] 再进一步，所述导向板的纵向槽是矩形通槽，所述导向板的阵列通孔的轴线在导向板纵向槽的中间位置，所述导向板的横向槽也是矩形通槽，且与导向板的纵向槽垂直。

[0017] 再进一步，所述柱状工具电极采用线切割等长度的线性阵列柱状电极，所述柱状电极为钨棒或304不锈钢棒。

[0018] 再进一步，所述夹体板的阵列通孔、导向板的阵列通孔、金属圆管的通孔、柱状工具电极均呈1×5线性阵列排布，且同轴设置；所述电解液进液口的孔轴线、电解液出液口的孔轴线、观液口的孔轴线、流道进油口的孔轴线均平行布置。

[0019] 更进一步，所述金属圆管的外壁和端面用环氧树脂绝缘处理。

[0020] 所述电解液采用质量分数为5％～15％的NaOH溶液，加工电源为直流或脉冲，加工电压为5～15V。

[0021] 本发明的主要有益效果在于：

[0022] 1.本发明聚焦直径几十至几百微米的柱状微细群电极加工制造，采用稳压方式推动，即上部压力和下部压力循环推动致使电解液在阴阳极间隙不断高速冲刷，既能让微细群电极的进液口和出液口的压力和流速保持一致，也能带走阳极溶解产物和电流通过电解液时产生的热量，提高了电极材料溶蚀精度；

[0023] 2.本发明为密闭式型腔工具电极加工，采用1×5线性阵列的电极制作方法，与单电极顺序腐蚀制备相比，本装置无需模板，一次性可成型多个电极，极大降低了加工成本，节约了加工时间；

[0024] 3.用工具电极外围同轴包覆的金属圆管作阴极，保证圆管内壁的电流场呈圆周状向电极工作面扩散，致使电极腐蚀更加均匀；同时采用液压进给方式腐蚀电极，只需将电极伸入金属圆管内壁到一定长度，即可制备需要的尺寸电极，且间断液压进给方式可制作节状工具电极；本装置中群电极制备工艺过程简单，投资小，效率高，且成型的工具电极大大降低了圆柱锥度，可用于微细电解加工中群直孔加工。

附图说明

[0025] 图1是本发明总体结构装配图。

[0026] 图2是本发明电极部分局部放大示意图。

[0027] 图3是上壳体内部结构截面示意图。

[0028] 图4是下壳体内部结构截面示意图。

[0029] 图5是流油缸和双杆活塞结构示意图。

[0030] 图6是导向板结构示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0032] 参照图1～图6，一种压力式循环射流电解加工微细阵列电极制备方法，包括以下步骤：

[0033] 将待加工的工具电极连接电源正极，金属圆管31连接电源的负极，待加工的工具电极位于金属圆管31内，电解液充满壳体型腔时停止供液，打开加工电源，上部活塞推板9

和下部活塞推板19循环推进，致使电解液因受压力沿金属圆管31通孔作循环往复流动，参与待加工的工具电极与金属圆管31内壁之间的电化学反应，阳极的工具电极按照金属圆管31内壁形状被高速溶解，且通过油流缸18内的液压油输送致使工具电极进给，使工具电极工作表面不断溶蚀，直到达到符合要求的加工形状和尺寸，切断加工电源，打开电解液截止阀14让电解液沿电解液出液口38流出，获得所需要的微细群工具电极。

[0034] 一种基于所述电极制备方法的制备装置，包括电解液系统、液压系统、上部壳体部分、下部壳体部分和工具电极部分；

[0035] 所述液压系统包括液压循环部分和液压进给部分，所述液压循环部分包括双向定量泵4、电磁换向阀6、上部液压缸10和下部液压缸21，所述上部液压缸10和下部液压缸21均设有进油口，所述双向定量泵4 过电磁换向阀分别与上部液压缸的进油口和下部液压缸的进油口连接；所述液压进给部分包括液压单向定量泵3、液压节流阀7和液压截止阀5，所述液压单向定量泵3通过液压节流阀7与流道进油口24连接，所述流道进油口24通过液压截止阀5与液压油槽1连接；液压油槽1 分别通过液压过滤器与双向定量泵4、液压单向定量泵3连接；

[0036] 所述上部壳体部分包括上部壳体11、上部活塞推板9、夹体板 33和金属圆管31，所述上部液压缸10安装在上部壳体11上，所述上部活塞推板9呈“工”字型，所述上部活塞推板9的上端安装在上部液压缸10内且其下端安装在上部壳体11内并能作往复滑动，所述夹体板33卡接在上部壳体11内且将型腔分成上部型腔30和下部型腔26，所述夹体板33上设有阵列通孔，所述上部壳体11的左侧设有电解液进液口32，所述电解液进液口32位于上部活塞推板9与夹体板33之间且与上部型腔30连通；所述上部壳体11的右下侧设有观液口29，所述观液口29与下部型腔26连通，所述金属圆管31呈阵列装配在所述夹体板33的通孔内；

[0037] 所述下部壳体部分包括下部壳体22、下部活塞推板19、流油缸 18、双杆活塞17和导向板34，所述下部液压缸21安装在下部壳体 22上，所述下部活塞推板19呈“工”字型，所述下部活塞推板19 的上端安装在下部壳体22内且其下端安装在下部液压缸21内并能作上下往复滑动，所述下部壳体22左上侧上设有电解液出液口38，所述电解液出液口38位于流油缸18与下部活塞推板19之间且与下部型腔26连通，所述流油缸18安装在下部壳体22内并设有液压油流道24，所述下部壳体22的右侧上设有所述流道进油口25，所述流道进油口25与液压油通道24连通，所述双杆活塞17底部呈“工”字型且装配在所述流油缸18上，所述导向板34安装在双杆活塞17的上端且其顶部中间设有阵列通孔40，所述金属圆管31的下端伸入到所述阵列通孔40中，所述导向板34沿着其左右长度方向设有横向槽，所述导向板的前后侧壁上设有纵向槽41，所述纵向槽41、阵列通孔 40均与横向槽39连通，所述纵向槽41、横向槽39均与下部型腔26 连通；所述流油缸18的前后宽度和所述导向板34的前后宽度均小于所述下部壳体22内壁的前后宽度；所述上部活塞推板9底部和下部活塞推板19顶部长宽与壳体内壁长宽一致并能作无缝隙滑移；

[0038] 所述工具电极部分包括柱状工具电极28、电极夹具35和薄金属板36，所述薄金属板36安装在所述导向板34的横向槽39内且其高度低于横向槽39的高度，所述电极夹具35采用金属材料，所述电极夹具35夹紧柱状工具电极且安装在薄金属板36上，所述柱状工具电极28与金属圆管31一一对应且其上端自下而上伸入到金属圆管31 内；

[0039] 所述电解液进液口32、电解液出液口38均与电解液系统连接，所述薄金属板36接

电源正极，所述金属圆管31接电源负极；通过所述双向定量泵4和所述电磁换向阀6可以使上部活塞推板9和下部活塞推板 19作循环往复运动，液压油通过液压油流道24输送及液压节流阀7的调节可以使柱状工具电极28产生进给运动。

[0040] 进一步，液系统包括电解液进液部分和电解液出液部分，通过管道依次连接电解液槽16、电解液过滤器15、电解液单向定量泵13、电解液节流阀12和电解液进液口32形成电解液进液部分，通过管道依次连接电解液出液口38、电解液截止阀14和电解液槽16形成电解液出液部分；通过调节所述电解液节流阀12可以控制电解液进液口32流量，致使电解液充满型腔，加工结束后打开所述电解液截止阀14将电解液流回到电解液槽16内。

[0041] 再进一步，所述上部壳体11和下部壳体22用透明有机玻璃制作，且两者通过连接销27连接。

[0042] 再进一步，所述导向板34的纵向槽41是矩形通槽，所述导向板34 的阵列通孔的轴线在导向板纵向槽41的中间位置，所述导向板34的横向槽39也是矩形通槽，且与导向板的纵向槽41垂直。

[0043] 再进一步，所述柱状工具电极28采用线切割等长度的线性阵列柱状电极，所述柱状电极28为钨棒或304不锈钢棒。

[0044] 再进一步，所述夹体板的阵列通孔、导向板的阵列通孔、金属圆管的通孔、柱状工具电极均呈1×5线性阵列排布，且同轴设置；所述电解液进液口的孔轴线、电解液出液口的孔轴线、观液口的孔轴线、流道进油口的孔轴线均平行布置。

[0045] 更进一步，所述金属圆管31的外壁和端面用环氧树脂绝缘处理。

[0046] 所述电解液采用质量分数为5％～15％的NaOH溶液，加工电源为直流或脉冲，加工电压为5～15V。

[0047] 如图1、图2所示，所述上部壳体部分包括上部壳体11、上部活塞推板9、夹体板33和金属圆管31，所述夹体板33无缝隙固定在上部壳体11内，所述电解液进液口32在夹体板33上方且连通上部型腔30，保证电解液只能沿夹体板上的金属圆管内壁流入下部型腔26，所述上部壳体右下侧设有观液口29，所述阵列金属圆管31装配在所述夹体板33内。金属圆管31与夹体板33用导电胶无缝隙粘接配合，保证五个金属圆管同时导电。所述上部液压缸10设有进油口8，下部液压缸21设有进油口20。

[0048] 工具电极部分包括柱状工具电极28、电极夹具35和薄金属板36。所述电极夹具35夹紧柱状工具电极28，所述电极夹具35在薄金属板36上呈线性等距离排布。所述薄金属板36安装在导向板横向槽 39内且低于横向槽高度。电极夹具采用金属材料，如铁碳合金制成，保证柱状工具电极和金属板之间能够导电。柱状工具电极28直径根据需要设定。

[0049] 如图3、图4所示，下部壳体部分包括下部壳体22、下部活塞推板19、流油缸18、双杆活塞17和导向板34。所述导向板34中间设有1×5阵列通孔40，为保证电解液能经所述流油缸18和所述导向板 34两侧流入下部型腔26，所述流油缸18和所述导向板34宽度小于所述下部壳体22的内壁宽度。

[0050] 所述上部壳体11和下部壳体22均设有连接孔37，且两者通过所述连接销27固定装配。

[0051] 如图6所示，导向板34的横向槽39和纵向槽41能够保证电解液从此处流入或流出。

[0052] 该发明采用的步骤如下：

[0053] (1)阵列电极毛坯制作:将金属材料钨棒或304不锈钢用线切割锯成5根等长度柱状电极。

[0054] (2)电极清洗:将电极毛坯置于丙酮溶液中,超声清洗2分钟,去除毛坯表面存在着的污渍。

[0055] (3)绝缘处理:将金属圆管的外壁和两端面用环氧树脂绝缘处理,并用导电胶固定在夹体板的1×5线性阵列通孔上,要保证5个金属圆管的两端面在同一水平线上。

[0056] (4)电极安装:将清洗后的电极用电极夹具夹紧,并安装在薄金属板上,然后再将薄金属板用玻璃胶固定导向板的横向槽内,导向板固定在流油缸上。且电极、金属圆管要同轴。

[0057] (5)壳体安装:待金属圆管和工具电极安装后,将上部壳体和下部壳体通过连接销紧密连接。

[0058] (6)加工过程:通过装置上薄金属板连接电源正极,且薄金属板与1×5线性阵列柱状电极通过电极夹具连接,金属圆管连接电源的负极,电解液通过电解液槽经供液管由电解液进液口流入到上部型腔内,再经过金属圆管流入到下部型腔内腔,然后通过观液口观察到下部型腔充满电解液的情况下关闭电解液节流阀停止供液,此时打开电源,上部活塞推板和下部活塞推板循环推进,致使电解液环绕工具电极作循环往复流动,参与工具电极与圆管内壁之间的电化学反应,此时在电场作用下阳极表面的金属原子失去电子,阴极表面的氢离子得到电子形成氢气,发生氧化还原反应,阳极电极按照圆管内壁形状被高速溶解,而且通过液压油的输送致使工具阴极向上进给,工具电极会保持较大面积的加工区域,直到达到符合要求的加工形状和尺寸,切断加工电源,打开电解液截止阀让电解液沿电解液出液口流出,获得所需要的微细阵列电极。

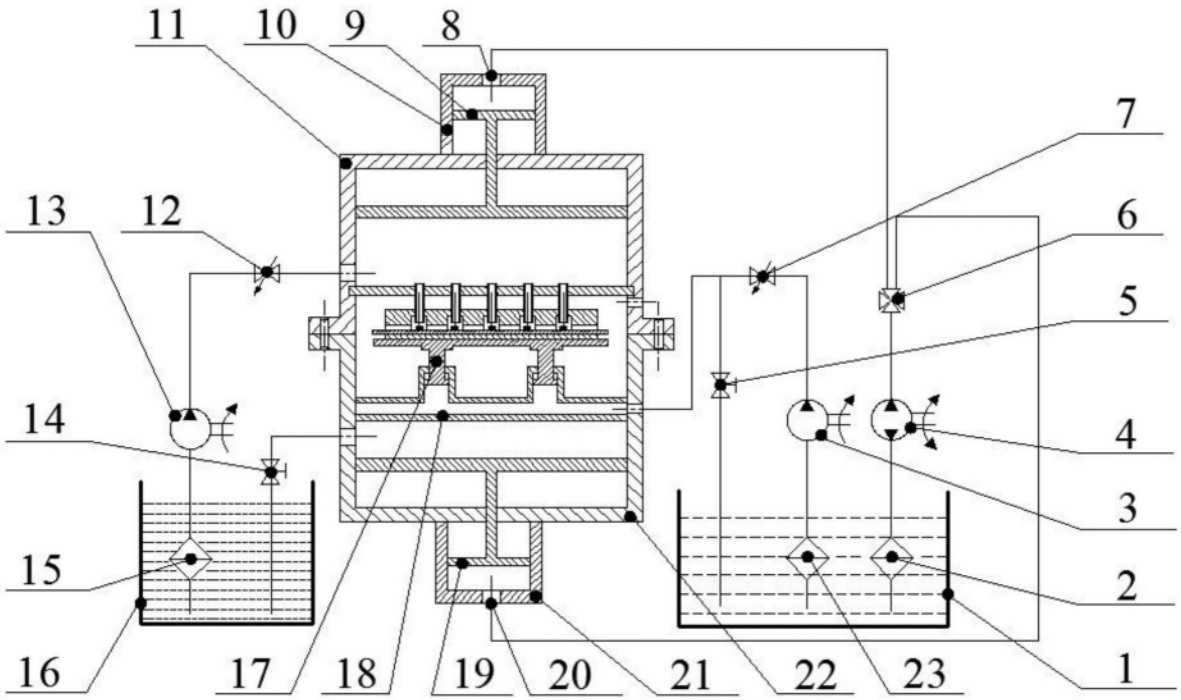

11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
13
12
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

图1

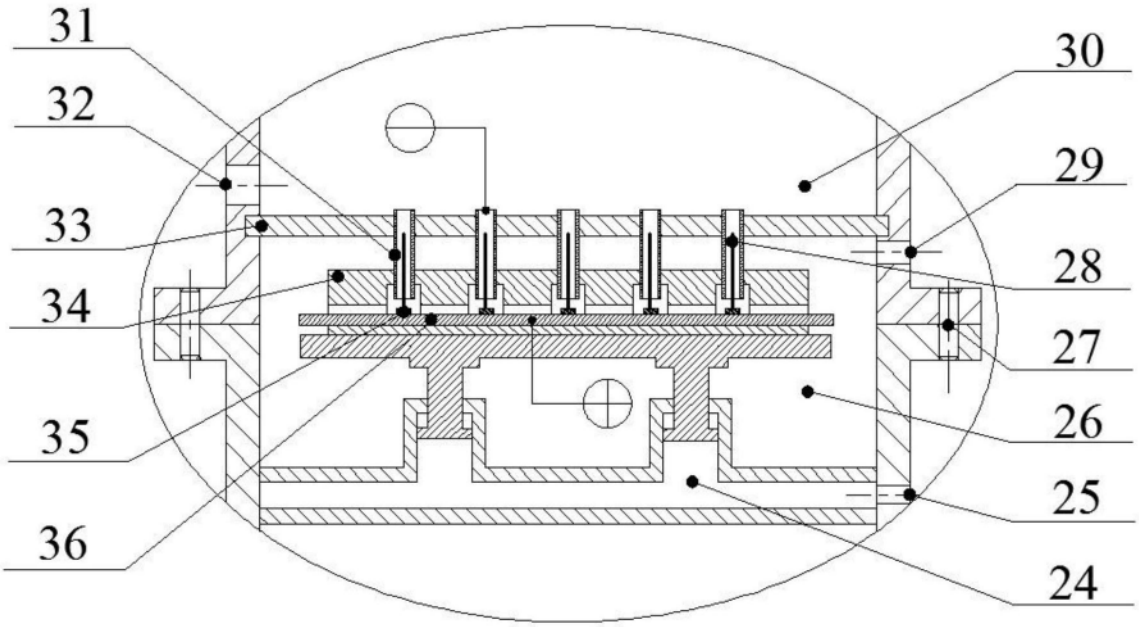

31
32
33
34
35
36
30
29
28
27
26
25
24

图2

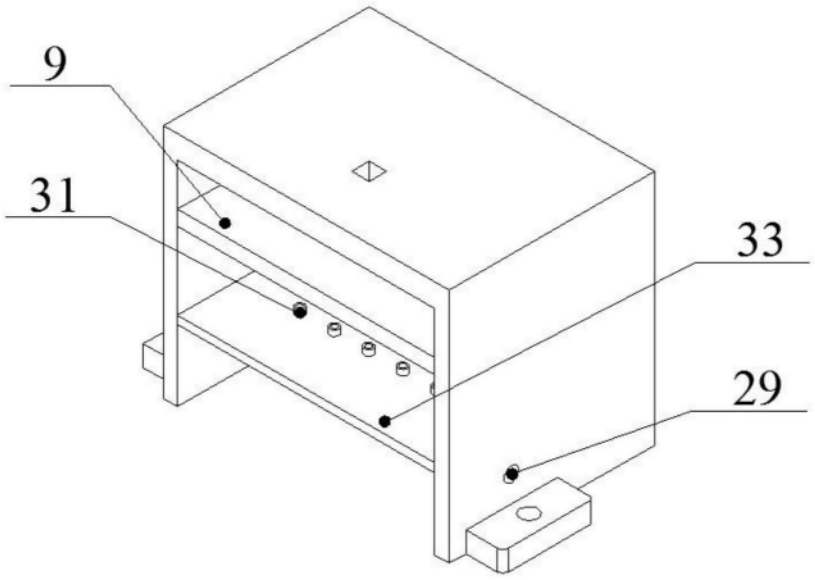


图3

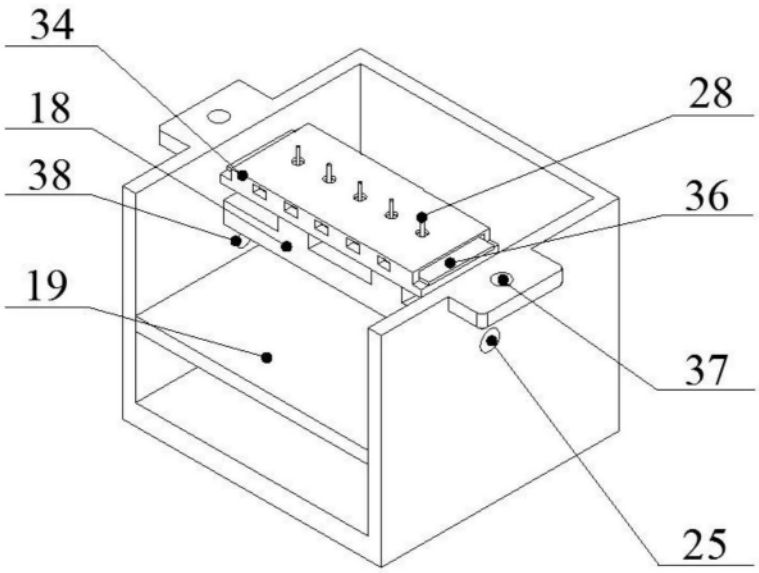


图4

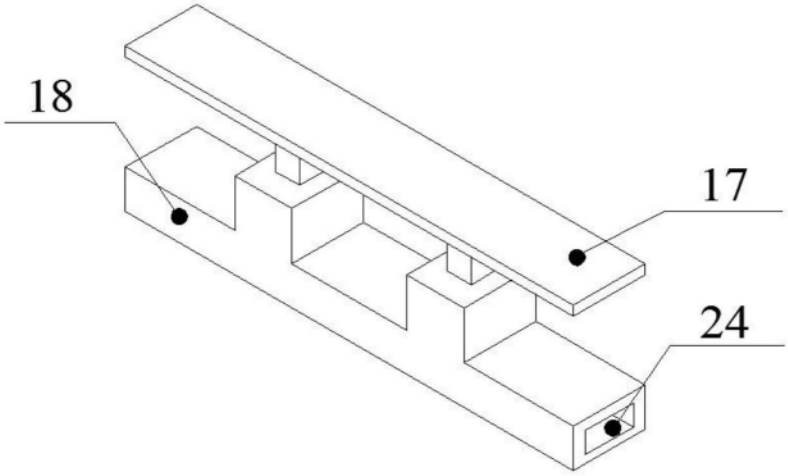


图5

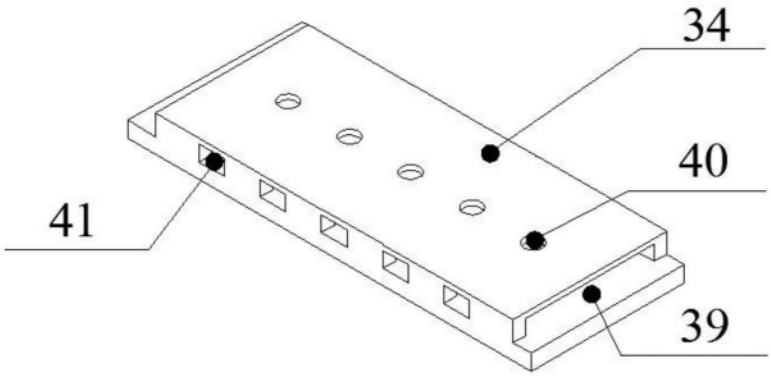


图6