(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106392216 B
(45)授权公告日 2018.08.17

(21)申请号 201610908878.4

(22)申请日 2016.10.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106392216 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(73)专利权人 安徽理工大学
地址 232001 安徽省淮南市舜耕中路168号

(72)发明人 黄绍服 张茜熙 李君 张建翔 孙伦业 刘勇 张强

(51)Int.Cl.
B23H 5/02(2006.01)
B23H 9/14(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2001-105235 A,2001.04.17,
KR 10-2013-0053798 A,2013.05.24,
CN 103480926 A,2014.01.01,
CN 104923869 A,2015.09.23,
US 8652307 B2,2014.02.18,

审查员 刘彦峰

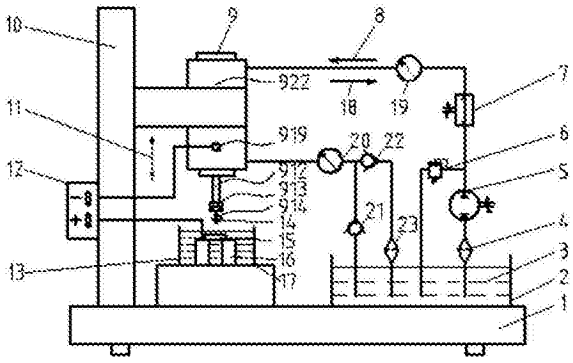
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统

(57)摘要

本发明提供了一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统，属于特种加工技术领域。以极低浓度中性盐溶液为电解液，在两极间施加相应的电压，通过对工具电极旋转速度的控制，调节工具电极表面气膜覆盖状态，当工具电极旋转速度高时，气膜覆盖状态达到放电效应产生条件时发生放电反应；当工具电极旋转速度较低时发生电化学反应。通过控制工具电极旋转速度的变化，实现电化学加工和放电加工的可控复合。本发明可以获得较好的加工表面质量和加工一致性。



CN 106392216 B

1.一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，以棒状工具电极(914)对工件(15)进行微小孔加工，采用极低浓度盐溶液或中性溶液为电解液(13)，工件(15)浸没于电解液(13)液面下，在工具电极(914)与工件(15)之间施加相应的加工电压，其特征在于：调速装置控制工具电极(914)旋转速度，调节工具电极(914)旋转速度改变工具电极(914)表面气膜覆盖状态，当工具电极(914)旋转速度高，工具电极(914)表面覆盖的气膜状态达到放电条件时，发生放电反应；当工具电极(914)旋转速度较低时发生电化学反应；通过调速模式的优化实现电化学反应和放电反应的可控加工。

2.根据权利要求1所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述的调速模式的优化包括了：加速度、速度、恒定时间、频率及这些参数中的一种或者几种。

3.根据权利要求2所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述的加速度为高或者为低或者为恒定或者为变加速度。

4.根据权利要求2所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述的速度波形是正弦波或者余弦波或者锯齿波或者三角波任意一种或者多种的组合。

5.根据权利要求1所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述极低浓度盐溶液或中性溶液为纯水、去离子水、及超低浓度NaCl、$NaClO_3$、$NaNO_3$溶液中的一种。

6.根据权利要求1所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：包括工具电极调速系统和调速平台；工具电极调速系统包括双向调速节流阀(7)、双向流量泵(5)和工具电极旋转速度可调电加工装置(9)，且所述双向调速节流阀(7)连接双向流量泵(5)与工具电极旋转速度可调电加工装置(9)，通过调节双向调速节流阀(7)控制工作液(3)流量大小；通过调节双向流量泵(5)控制工作液(3)正向或反向流动；工具电极旋转速度可调电加工装置(9)下端安装弹簧夹头(913)，以夹持工具电极(914)；调速平台连接各调速装置；工件(15)固定在电解液槽(17)中，电解液槽(17)安装于调速平台上。

7.根据权利要求6所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述的工具电极调速系统基于特斯拉涡轮机驱动的原理，循环工作液(3)与转片发生流固耦合作用，实现旋转轴(912)高速旋转。

8.根据权利要求6所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述的双向调速节流阀(7)和双向流量泵(5)对工具电极旋转速度可调电加工装置(9)提供正向或反向流量的控制，从而实现工具电极(914)进行正向或反向速度可调旋转运动。

9.根据权利要求6所述的一种工具电极转速可控微小孔电加工方法，其特征在于：所述的通过调节调速节流阀(7)，实现工具电极(914)旋转速度的变化。

一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统，属于特种加工技术领域。

背景技术

[0002] 近来工业的快速发展，对各种高性能复杂零部件的加工方法要求越来越高，尤其在航空发动机涡轮叶片的微型冷却孔、气膜孔以及精密模具微型孔等加工方法上表现出加工难点如下：①满足所需加工尺寸、表面质量、形状精度等要求；②满足复杂以及高强度、高性能和难加工材料的加工要求；③满足深径比较大的微小孔加工要求。目前，微小孔的加工方法主要有机械钻孔、激光打孔、电火花加工以及电化学加工等。

[0003] 2014年6月11日，公开号为CN103846640A的中国专利公开了一种微小孔的等离子体放电加工装置及加工方法，该方法是利用设置的气室以及通电的线状电极形成等离子体放电加工，属于非接触式加工方法，避免了加工区域表层以及亚表层的损伤，提高了微小孔加工质量，但该加工装置对加工环境要求较高、难于加工深径比较大的微小孔、加工成本高。

[0004] 2014年9月3日，公开号为CN104014881A的中国专利公开了一种带沉头微小孔激光-电火花-电解组合加工方法及装置，该方法是利用激光束在工件上进行沉头微小孔的通孔预加工，再利用管状铜电极对微小孔的沉头进行电火花加工，最后再利用与电火花加工电极同轴的高速喷液电解液束对整个带沉头微小孔进行电解加工。该发明克服了以往单一特种加工方式带来的各种弊端，但该方法在加工沉头微小孔时加工成本高、增加了加工累计误差。

[0005] 2014年9月3日，公开号为CN104014880A的中国专利公开了一种无再铸层微小孔的激光-电解复合加工装置及方法，通过激光发射头与电解加工阴极喷嘴轴线共面设置，来实现激光-电解加工的复合加工，该加工方法效率高、无再铸层等，但该方法激光具有衰减性，且电解液对激光具有干扰作用，影响微小孔加工尺寸精度。

[0006] 2015年4月30日，公开号为CN104923869A的中国专利公开了一种微小单群孔振动电极电火花-电解可控复合加工工艺方法及装置，该方法采用超低浓度中性盐溶液为工作液，在两极间施加相应的脉冲电压，电极沿进给方向作往复振动，通过对电极的振动控制，调节两极间间隙大小，当电极正向振动使得极间间隙小于火花放电间隙，发生电火花反应；当电极负向振动，极间距离大于放电间隙，火花放电逐渐转变为电解反应；当极间距离过大，电解反应结束，工作液进入消电离状态。该发明通过振动模式的优化实现电火花和电解加工的可控复合，但该方法对于电极的往复振动加工增加了加工行程，降低了加工效率，同时工具电极往复振动的稳定性直接影响微小孔加工的质量。

[0007] 2015年12月4日，公开号为CN103418987A的中国专利公开了一种微小孔磨钻工艺，通过对钻头增设金刚石或立方氮化硼，形成直径小于1mm的微小钻头，在主轴高速旋转的作用下，对加工材料进行微小孔加工。该方法降低了孔的加工难度、缩短了加工时间及加工质

量，该方法对于钻头磨损后难以修复，钻头的热变形等影响微小孔的加工质量。

发明内容

[0008] 本发明的目的是针对现有微小孔加工方法的不足，提供一种既改善加工精度又提高孔加工质量的一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统。

[0009] 本发明采用的技术方案是：以极低浓度中性盐溶液为电解液，在两极间施加相应的电压，通过对工具电极旋转速度的控制，调节工具电极表面气膜覆盖状态，当气膜覆盖状态满足放电效应产生条件时发生放电反应，当工具电极旋转速度较低时发生电化学反应。通过旋转速度的变化，实现电化学加工和放电加工的可控复合。

[0010] 采用上述一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法，包括：

[0011] ①所述的调速模式的优化包括了：加速度、速度、恒定时间、频率及这些参数中的一种或者几种。

[0012] ②所述的加速度频率为高或者为低或者为恒定或者为变加速度。

[0013] ③所述的速度波形是正弦波或者余弦波或者锯齿波或者三角波等任意一种或者多种的组合。

[0014] ④所述极低浓度盐溶液或中性溶液为纯水、去离子水、及超低浓度NaCl、$NaClO_3$、$NaNO_3$溶液中的一种。

[0015] ⑤本发明还提供了一种实现所述微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统，包括工具电极调速系统和调速平台；其中工具电极调速系统包括双向调速节流阀连接双向流量泵与工具电极旋转速度可调电加工装置；工具电极旋转速度可调电加工装置下端安装弹簧夹头，以夹持工具电极，双向调速节流阀对调速平台连接各调速装置；加工工件固定在电解液槽中，电解液槽安装于调速平台上。

[0016] ⑥所述的工具电极调速系统基于特斯拉涡轮机驱动的原理，循环工作液与转片发生流固耦合作用，实现旋转轴高速旋转。

[0017] ⑦所述双向流量泵对工具电极旋转速度可调电加工装置提供正向或反向流量的控制，工具电极进行正向或反向速度可调旋转运动。

[0018] ⑧所述的通过调节调速节流阀，实现工具电极旋转速度的变化。

[0019] 本发明与现有技术相比，有益效果在于：

[0020] ①本发明避免了微小孔加工再铸层的形成，提高了微小孔加工质量。

[0021] ②本发明通过对箱体内部循环工作液流量的调控，可以有效的控制输出端工具电极的旋转速度，进而实现微小孔电化学放电加工过程的有效控制。

[0022] ③利用工具电极转速的变化，可以实现加工区域液体的扰动，避免了深小孔加工时难以排屑、工作液不均匀等问题，同时提高了加工表面质量。

[0023] ④采用工作液的循环方式，实现资源的重复利用以及降低了加工成本、提高加工效率。

[0024] ⑤采用双向调速节流阀与双向流量泵，对工具电极旋转速度可调电加工装置提供正向或反向流量的控制，实现工具电极加工时的正向或反向运动。

附图说明

[0025] 图1为本发明的总体结构示意图；

[0026] 图2为本发明工具电极调速加工示意图；

[0027] 图3为本发明工具电极旋转速度可调加工装置结构示意图；

[0028] 图4为本发明循环工作液正向流动示意图；

[0029] 图5为本发明循环工作液反向流动示意图。

[0030] 图中：1床身、2循环工作液槽、3工作液、4过滤器、5双向流量泵、6溢流阀、7双向调速节流阀、8箱体工作液正向流动、9工具电极旋转速度可调电加工装置(906转片、907转片、912旋转轴、913弹簧夹头、914工具电极、919引电螺钉、922箱体、通液口923、通液口924)、10立柱、11上下进给运动、12直流电源、13电解液、14旋转运动、15加工工件、16垫块、17电解液槽、18箱体工作液反向流动、19流量表、20流量表、21单向阀、22单向阀、23过滤器。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作进一说明：

[0032] 如图1所示，一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统，包括床身1、循环工作液槽2、工作液3、过滤器4、双向流量泵5、溢流阀6、双向调速节流阀7、箱体工作液正向流动8、工具电极旋转速度可调电加工装置9(转片906、转片907、旋转轴912、弹簧夹头913、工具电极914、引电螺钉919、箱体922、通液口923、通液口924)、立柱10、上下进给运动11、直流电源12、电解液13、旋转运动14、加工工件15、垫块16、电解液槽17、箱体工作液反向流动18、流量表19、流量表20、单向阀21、单向阀22、过滤器23。其中，所述双向调速节流阀7与双向流量泵5、流量表19相连接，流量表19连接通液口923，通液口924连接流量表20，流量表20连接单向阀21、单向阀22，单向阀21接入循环工作液槽2，单向阀22连接过滤器23接入循环工作液槽2；所述旋转轴912上安装转片906、转片907，旋转轴912末端安装弹簧夹头913夹持工具电极914；所述加工工件15安装在垫块16上浸没于电解液13中；所述工具电极旋转速度可调电加工装置9安装于立柱10导轨上；所述直流电源11连接引电螺钉919、加工工件15。

[0033] 如图1所示，所述双向调速节流阀7对工作液3流量进行控制，进入箱体922的工作液3与转片906、转片907发生流固耦合作用，转片906、转片907带动旋转轴912及旋转轴912下端连接弹簧夹头913夹持的工具电极914实现工具电极914高速旋转运动。

[0034] 如图1所示，所述双向流量泵5提供正向流动工作液3时，过滤器4进行工作液3正向进液过滤，双向流量泵5提供反向工作液3时，过滤器23进行工作液3反向进液过滤。

[0035] 如图1、4、5所示，所述双向调速节流阀7连接双向流量泵5与工具电极旋转速度可调电加工装置9，双向调速节流阀7对双向流量泵5对工具电极旋转速度可调电加工装置9提供正向或反向流量的控制，从而实现工具电极914进行正向或反向速度可调旋转运动。

[0036] 如图1所示，所述通过调节调速节流阀，实现工具电极旋转速度的变化。

[0037] 如图1、2所示，所述引电螺钉919、工件15连接直流电源12，接通阴极工具电极914、阳极工件15，工具电极914浸没在电解液13中形成气液两相流，当工具电极914转速较高时，工具电极914表面覆盖的气膜状态达到放电条件时发生放电反应，转速较低时发生电化学反应。

[0038] 如图1、3、4、5所示，所述箱体922通液口923连接工作液3通液管，箱体922通液口

924连接工作液3通液管，双向流量泵5提供正向流动工作液3时，工作液3在装置末端经单向阀21流入工作液槽2，实现工作液3正向循环；双向流量泵5提供反向流动工作液3时，工作液3经单向阀22流经工具电极旋转速度可调电加工装置9、双向调速节流阀7、双向流量泵5、过滤器4流入工作液槽2，实现工作液3反向循环。

[0039] 综合图1至图5，本发明所述一种微小孔工具电极旋转速度可控电加工加工方法为：将直径为0.5mm的工具电极914通过弹簧夹头913夹持固定在旋转轴912上，工作液3通过双向流量泵5注入到箱体922内腔，双向调速节流阀7调节工作液3流量大小，双向流量泵5改变工作液3进行正向或反向流动，工作液3正向流动时，流量表19显示箱体922通液口923进液流量大小，过滤器4进行工作液3正向过滤，工作液3反向流动时，流量表20显示箱体922通液口924进液流量大小，过滤器23进行工作液3反向过滤，溢流阀6起安全作业，循环工作液3与转片906、转片907发生流固耦合作用，驱动旋转轴912及其下端夹持的工具电极914进行正向或反向的速度可控旋转运动；对引电螺钉919和工件15间施加电压并控制工具电极914在垂直进给方向上的运动间隙，工具电极914浸没在电解液13中形成气液两相流，当工具电极914转速较高时，工具电极914表面覆盖的气膜状态达到放电条件时发生放电反应，转速较低时发生电化学反应。从而实现工具电极旋转速度可控电加工方法及调速系统。

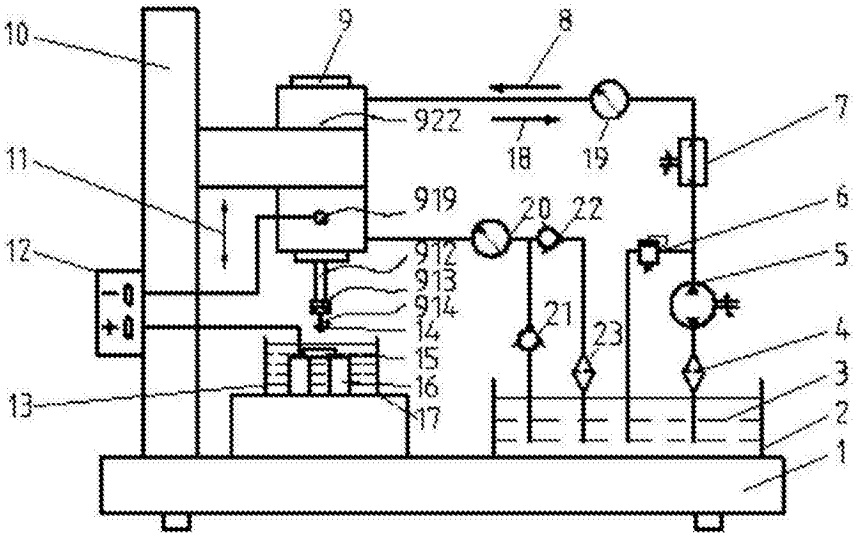

10
9
8
922
18
19
7
11
919
20
22
6
12
912
913
914
14
15
16
17
21
23
5
4
3
2
1
13

图1

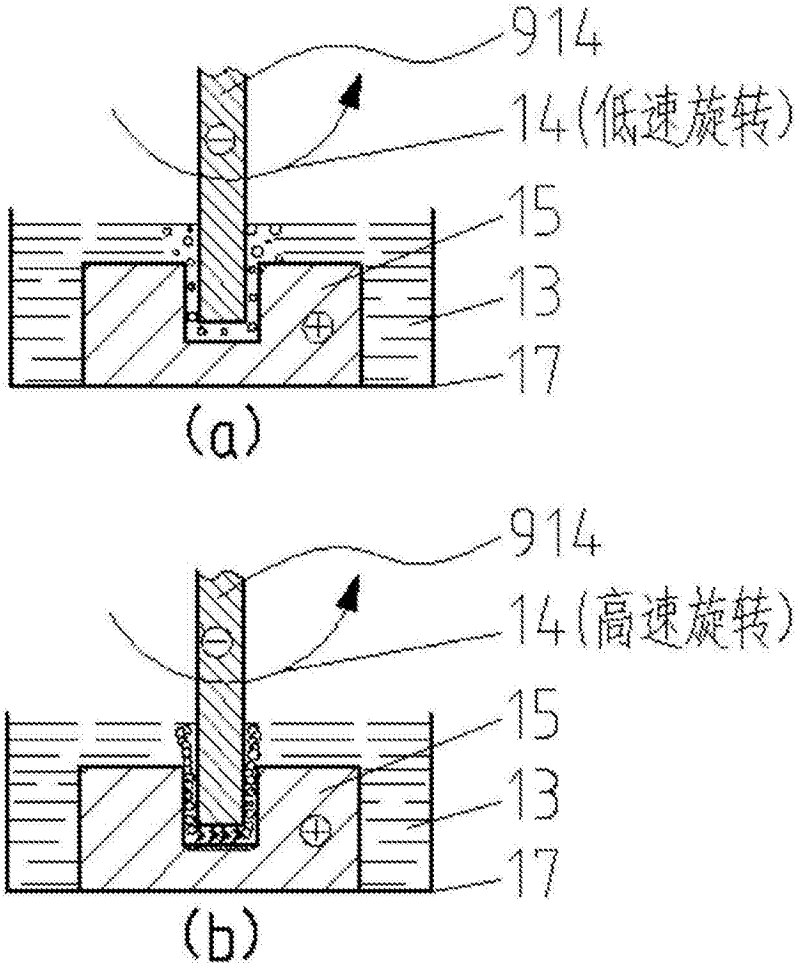

914
14(低速旋转)
15
13
17
(a)
914
14(高速旋转)
15
13
17
(b)

图2

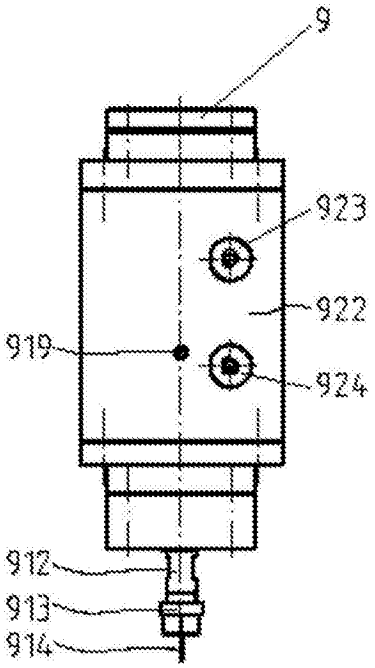


图3

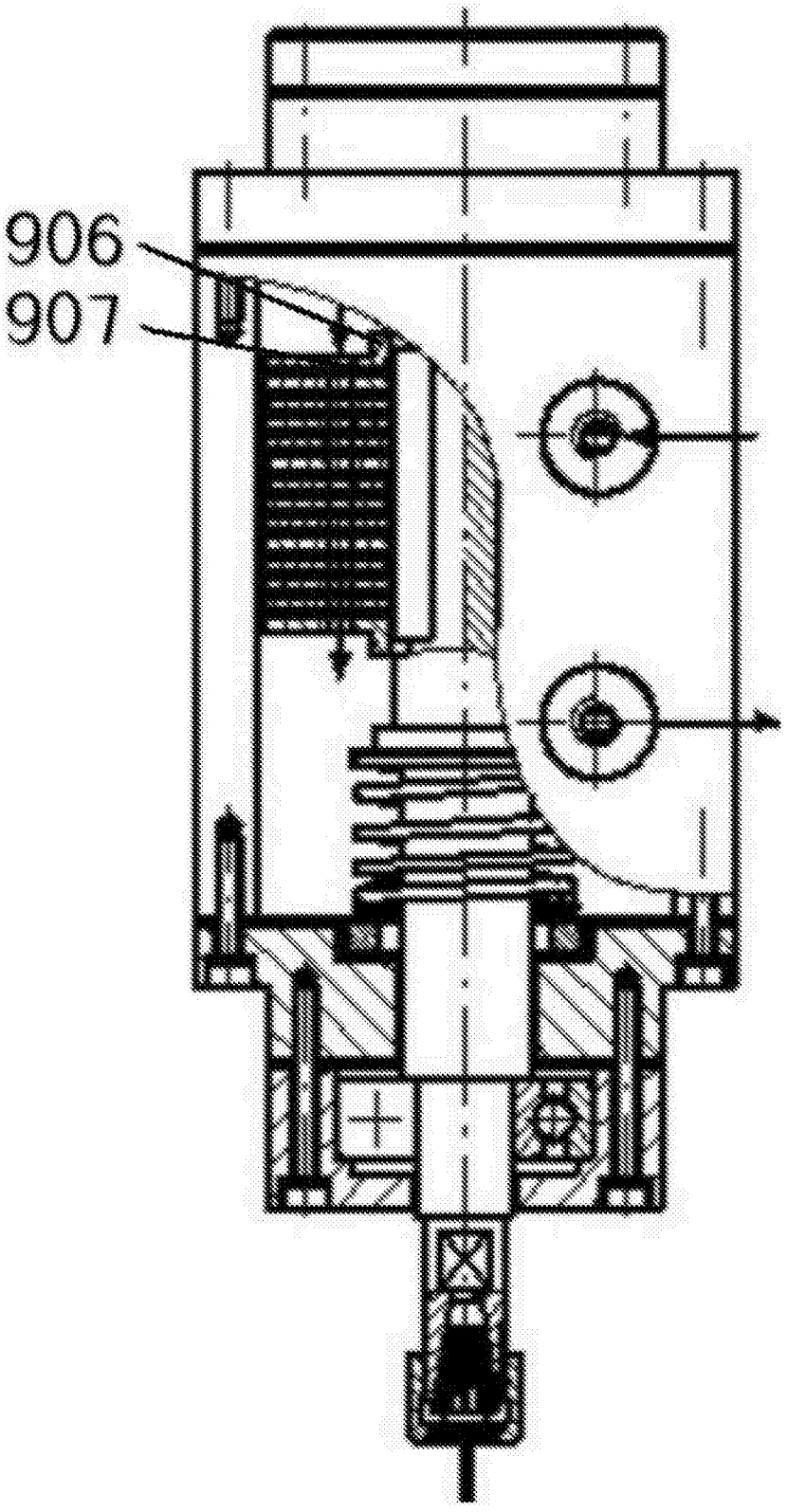


图4

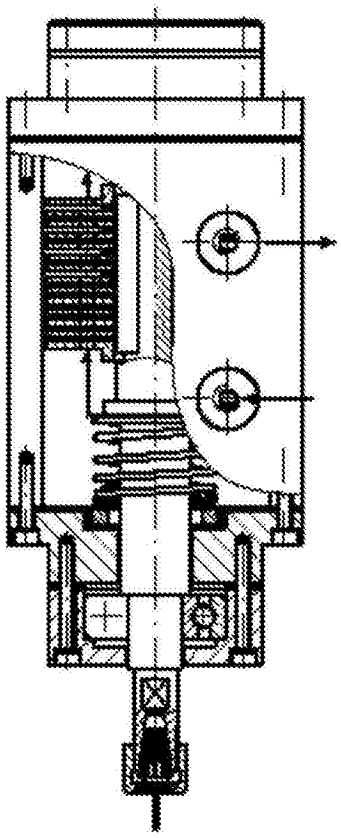


图5