



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108672853 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810336731.1

(22)申请日 2018.04.16

(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 刘洋 曲宁松 仇志 李寒松

(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 9/14(2006.01)

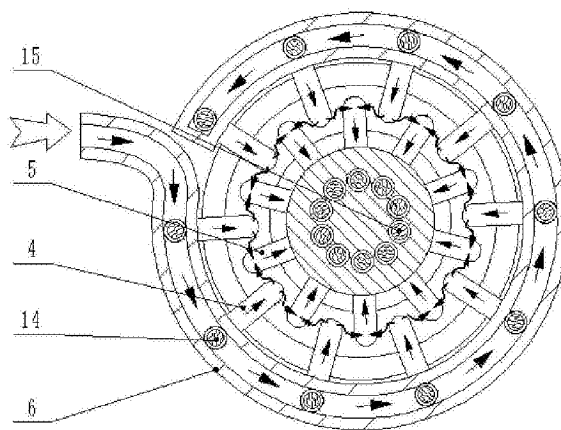
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

## (54)发明名称

冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具及方法

## (57)摘要

本发明涉及一种冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具及方法,属于电解加工技术领域。该装置由供液系统,阴极部件和排液系统成。本发明公布的间隔式小间距供液排液循环系统包括抽吸泵、抽液管、环形进液管、进液群管、出液群管,有效解决了加工深孔时积液及产物排出困难的问题;加工时环形流道快速供液提高了供液均匀性;阴极冲液和抽液孔设置于环形凹槽中,可将电解液限制于加工区域,提高了加工的定域性;柔性密封套可以封住加工区电解液,提高加工区域电解液的稳定性;另外,抽液管中多孔金属过滤模块,可过滤掉未被电解加工去除的大颗粒;本发明可实现难加工材料曲面上大直径孔的电解加工。



1. 一种冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具,其特征在于:

该装置包括进液系统、阴极部件和排液系统;

上述阴极部件包括工具阴极(3)和柔性密封套(2);该工具阴极(3)为薄壁管状,底部开有环形凹槽(17),从顶部圆环面至底部环形凹槽(17)内开有一圈均匀的圆形通孔;上述圆形通孔分为工具阴极供液通道(9)和工具阴极排液通道(13),二者间隔分布;上述柔性密封套(2)套在工具阴极(3)下端外圆表面并超出工具阴极(3)下端;

上述进液系统位于阴极部件上方,它包括环形进液管(6)和进液群管(4);该环形进液管(6)为中空环状管道,截面为矩形,一端开口作为电解液入口,一端封闭;上述环形进液管底端均匀分布若干出液口(14);进液群管(4)一端与环形进液管(6)底端的出液口(14)相连,另一端与工具阴极供液通道(9)相连;

上述排液系统位于阴极部件上方,它包括抽液管(7)、出液群管(5)、多孔金属过滤模块(11)、管接头(10)和抽吸泵(8);该抽液管(7)的内腔为变截面圆管道,内腔截面形状由下往上依次为第一圆柱腔、下大上小的圆台腔、第二圆柱腔;上述第一圆柱腔具有下底面,下底面均布有若干进液口(15);下底面上方为抽液管(7)的集液腔(12);上述多孔金属过滤模块(11)安装在抽液管(7)第二圆柱内腔内;抽液管(7)上端通过管接头(10)与抽吸泵(8)连接;上述出液群管(5)一端与工具阴极排液通道(13)相连,另一端与抽液管(7)的进液口(15)相连。

2. 根据权利要求1所述的冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具,其特征在于:上述进液群管(4)个数和出液群管(5)个数相同。

3. 根据权利要求1所述的冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具,其特征在于:上述环形进液管(6)的电解液入口截面积大于出液口(14)截面积总和。

4. 根据权利要求1所述的冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的方法,其特征在于包括以下过程:

工具阴极(3)接工作电源负极,加工工件(1)接工作电源正极;

电解液(16)从入口流入环形进液管(6),经进液群管(4)和工具阴极供液通道(9)均匀地喷射在工具阴极(3)和加工工件(1)之间的间隙,即加工间隙;在抽吸泵(8)的作用下,加工后的电解液经工具阴极排液通道(13)、出液群管(5)流至抽液管(7)内集液腔(12),再经过多孔金属过滤模块(11)过滤掉未电解大颗粒后排出;

加工工件(1)定位装夹在机床平台上,工具阴极(3)通过主轴在数控系统操作下移至加工区域,加工时,工具阴极(3)沿轴向往加工工件(1)进给,在电解作用

下对工具阴极(3)底部环形凹槽(17)相对的一圈材料进行溶解,在工件上套出大直径孔;

柔性密封套(2)随着工具阴极进给,在材料弹性作用下,已加工孔表面与该柔性密封套(2)外圈紧密贴合,既保护已加工表面也能封住加工区域,保证电解液充足。

## 冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具及方法,属于电解加工技术领域。

### 背景技术

[0002] 电解加工是对作为阳极的金属工件在电解液中进行溶解而去除材料、实现工件加工成形的工艺过程。加工过程中,工件接电源正极,工具接电源负极,二者之间存在加工间隙,用于电解液流动、电化学反应以及排除电解产物。在特定工艺条件下,随着工具阴极的进给,并始终保持很小的加工间隙,工件阳极表面可按照工具阴极形状被高速溶解,直至达到符合要求的加工形状和尺寸为止。电解加工具有加工范围广、加工效率高、加工表面质量好、工具无损耗、不存在切削力等优点,适合加工类似于钛合金这样的难加工导电金属材料。

[0003] 内喷式供液电解加工是将工具阴极与电解液系统连接起来,电解液通过阴极内孔或窄槽直接喷射到加工区域,既作为连接阳极和阴极构成导电回路的媒介,同时及时带走加工间隙内的电解产物、氢气和焦耳热,但加工深度较大时,容易易造成积液情况,不利于加工间隙内电解产物的及时排出和加工间隙内电解液的更新,这会极大地降低电解液电导率,严重影响材料去除效率。同时,也使得工件表面加工电流密度分布不均,降低零件成形精度。

[0004] 为解决较大深度电解加工时积液情况,及时输运加工产物,需要进行专门的流场设计。例如中国专利号200910183828.4的专利提出在加工侧面反流供液以及在工具电极内部利用真空发生装置吸取电解液,但该方式适用于浸液式电解加工,柔性较低。比利时鲁汶大学钱军等人设计的同轴抽吸式电解循环系统可以通过抽液快速排出加工区域的电解产物,但是该加工系统仅适合小尺寸平面加工;如果将其用于加工大直径孔,由于抽液区域废液流经加工圆孔侧壁时会导致孔内壁严重杂散腐蚀,从而导致精度降低,严重时还可能打火;另外,因为这种方式材料去除量大,其加工效率比较低。

[0005] 航天产品的关键零部件结构发展呈现“整体化、轻量化、智能化”的显著特征,在武器装备领域中,大型整体结构件正得到广泛的运用。这些重要大型零件普遍采用高温合金、钛合金等难加工材料,材料去除量大。因此针对这类零件在曲面上加工大直径孔时,难度大,生产效率低,费用高。如直升机旋翼桨毂中央件形状类似花瓣,材料为钛合金,四周在斜面上均布通孔,传统加工时使用镗孔工艺刀具容易引偏,且镗刀磨损严重,对加工造成巨大困难。

### 发明内容

[0006] 为解决上述曲面上大直径孔难以加工的问题,本发明提出了一种冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具及方法,旨在提高加工效率并降低加工成本。

[0007] 一种冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具,其特征在于:该装置包括进液

系统、阴极部件和排液系统三大部分组成；上述阴极部件包括工具阴极和柔性密封套；该工具阴极为薄壁管状，底部开有环形凹槽，从顶部圆环面至底部环形凹槽内开有一圈均匀的圆形通孔；上述圆形通孔分为工具阴极供液通道和工具阴极排液通道，二者间隔分布使得电解液供给后能及时均匀地抽出；上述柔性密封套套在工具阴极下端外圆表面并超出工具阴极下端，加工曲面时，可以紧密贴合在工件上，保护加工区电解液充足。

[0008] 上述进液系统位于阴极部件上方，它包括环形进液管和进液群管；该环形进液管为中空环状管道，截面为矩形，一端开口作为电解液入口，一端封闭；上述环形进液管底端均匀分布若干出液口；进液群管一端与环形进液管底端的出液口相连，另一端与工具阴极供液通道相连；因此，电解液可以从环形进液管开口处进入，环绕一周后经底部均匀的多个出液口、进液群管、工具阴极供液通道均匀地流至加工区域。

[0009] 上述排液系统位于阴极部件上方，并被环形进液管包围。它包括抽液管、出液群管、多孔金属过滤模块、管接头和抽吸泵；该抽液管的内腔为变截面圆管道，内腔截面形状由下往上依次为第一圆柱腔、下大上小的圆台腔、第二圆柱腔；上述第一圆柱腔具有下底面，下底面均布有若干进液口；下底面上方为抽液管的集液腔用于收集抽取上来的电解液；上述多孔金属过滤模块安装在抽液管第二圆柱内腔内过滤电解产物；抽液管上端通过管接头与抽吸泵连接；上述出液群管一端与工具阴极排液通道相连，另一端与抽液管的进液口相连，构成了多个均匀的排液通道。

[0010] 所述的冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的方法，其特征在于包括以下过程：

工具阴极接工作电源负极，加工工件接工作电源正极；电解液从入口流入环形进液管，环绕一周后从底部出液口流出，经进液群管和工具阴极供液通道均匀地喷射在工具阴极和加工工件之间的间隙，即加工间隙；在抽吸泵的作用下，加工后的电解液经工具阴极排液通道、出液群管流至抽液管内集液腔，再经过多孔金属过滤模块过滤掉未电解大颗粒后排出；流道分散聚集排布合理，加工区电解液均匀稳定，也可以及时排出更新。集液腔和金属过滤模块的使用保证了抽液的稳定可靠。

[0011] 加工工件定位装夹在机床平台上，工具阴极通过主轴在数控系统操作下移至加工区域，加工时，工具阴极沿轴向往加工工件进给，在电解作用下对工具阴极底部环形凹槽相对的一圈材料进行溶解，可以实现在曲面上套出大直径孔；柔性密封套随着工具阴极进给，在材料弹性作用下，已加工孔表面与该柔性密封套外圈紧密贴合，既保护已加工表面也能封住加工区域，保证电解液充足。

[0012] 所述的冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具，其特征在于：上述进液群管个数和出液群管个数相同。这样可以保证加工区域电解液的流入和流出的量相同，及时更新新鲜电解液，提高加工精度。

[0013] 所述的冲液抽液间隔排布电解加工大直径孔的工具，其特征在于：上述环形进液管的电解液入口截面积大于出液口截面积总和。在一定的供压条件下，该设计保证了工具阴极供液通道出口处电解液速度维持在较大范围内，可以冲刷未掉的电解颗粒，提高加工精度。

[0014] 本发明具有以下优点

1. 供液通道和排液通道在工具阴极内间隔排布，采用间隔式小间距环形流道供液排液，结构紧凑。该系统可以增加供液均匀性和稳定性。其抽吸排液系统可以及时将电解液及

其加工产物抽离加工区域,方便新鲜电解液进入,避免由于积液带来电导率下降,加工效率和精度降低不良现象的发生;

2. 与目前已有的小尺寸同轴抽吸式电解加工系统相比,本发明装置加工大尺寸孔时不易产生杂散腐蚀和打火现象,因而加工精度高;电解液限定在环形区域,加工相同深度时材料去除量小,因而加工效率高;在平面或曲面上均可以电解加工大尺寸孔,应用广泛;

3. 在工具阴极底部安装柔性密封套,该密封套可与工件曲面表面紧密贴合,将加工区域部分外漏出阴极底部环形凹槽的电解液封住,保证电解液充足;

4. 工具阴极供液通道和排液通道均位于工具阴极底部环形凹槽内,该凹槽可将电解液限制在有限的加工区域内,从而提高加工定域性;

5. 排液系统中在抽液主管路中放置多孔金属过滤模块对抽取上来的电解液及其加工产物实施粗过滤,防止工件中未被电解的大颗粒堵塞抽吸泵,降低排液流量。

## 附图说明

[0015] 图1为本装置整体装配示意图

图2为本装置电解液流道示意图

图3为图2俯视剖面图

图4为本装置加工示意图

图5为本装置工具阴极

其中标号名称为:1.加工工件、2.柔性密封套、3.工具阴极、4.进液群管、5.出液群管、6.环形进液管、7.抽液管、8.抽吸泵、9.工具阴极供液通道、10.管接头、11.多孔金属过滤模块、12.集液腔、13.工具阴极排液通道、14.出液口、15.进液口、16.电解液、17.环形凹槽。

## 具体实施方式

[0016] 以下结合附图对本发明进行进一步说明:

如图1、2所示本装置包括柔性密封套、工具阴极、进液群管、出液群管、环形进液管、抽液管、抽吸泵、管接头和多孔金属过滤模块。进液群管一端插入环形进液管底端的出液口内,一端插入工具阴极供液通道内;出液群管一端插入工具阴极排液通道,一端插入抽液管底部出液口内;柔性密封套套在工具阴极下方外圆柱面上;多孔金属过滤模块放置在抽液管上方过滤未电解大颗粒;管接头连接抽液管和抽吸泵。结合图3可见,抽液管和环形进液管共轴心,且抽液管被环形进液管包围,进液群管和出液群管个数相同,沿轴线均匀排布,工具阴极供液通道排液通道均匀间隔排布。

[0017] 如图2所示,电解液从入口处流入环形进液管经进液群管和工具阴极供液通道均匀地喷射在工具阴极和加工工件之间的间隙,即加工间隙,在抽吸泵的作用下,流经工具阴极排液通道至抽液管内集液腔,再经过多孔金属过滤模块过滤掉未电解大颗粒后排出。

[0018] 如图4和图5所示,在曲面上抽吸排液电解加工大直径孔包括以下步骤:

步骤一:对加工装置(包括进液系统,阴极部件和排液系统)进行组装,并将工具阴极固定在机床主轴上,接工作电源负极;

步骤二:将加工工件定位装夹在机床平台上,接工作电源正极;

步骤三:电解加工对刀,给定初始加工间隙;

步骤四:供给电解液,环形流道提供的电解液在工具阴极底部环形凹槽作用下,精准均匀地喷射至加工间隙;

步骤五:接通电源,打开抽吸泵,阴极部件随加工轴带动下,往加工工件直线进给,电解液流经加工间隙带走加工产物后沿排液管道流走。在材料弹性作用下,已加工圆孔表面与该柔性密封套外圈紧密贴合,既保护已加工表面也能封住加工区域,保证电解液充足;

步骤六:加工完一个孔后,将加工装置抬起并随着加工轴移动至下一个待加工孔的位置继续电解加工;

步骤七:加工完毕,关闭电源以及电解液循环系统,将加工装置移至初始位置。

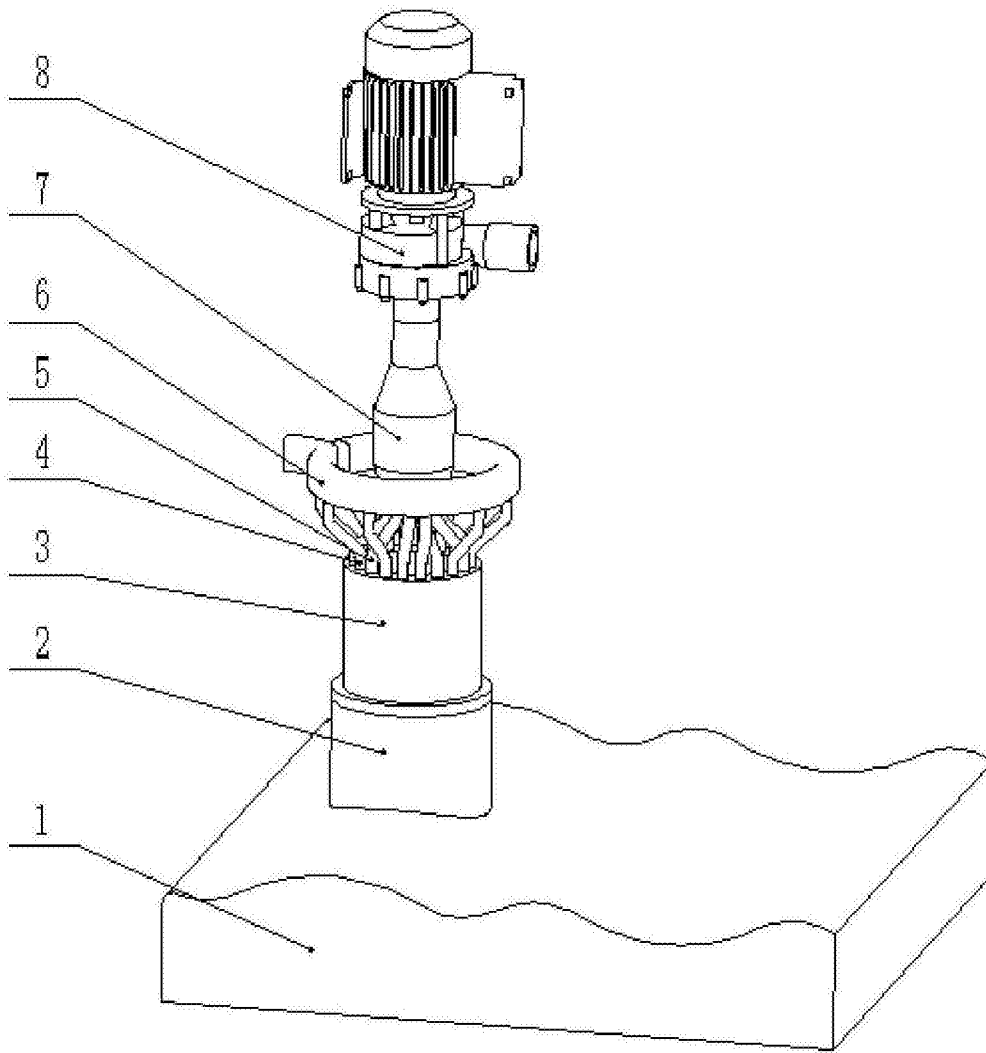


图1

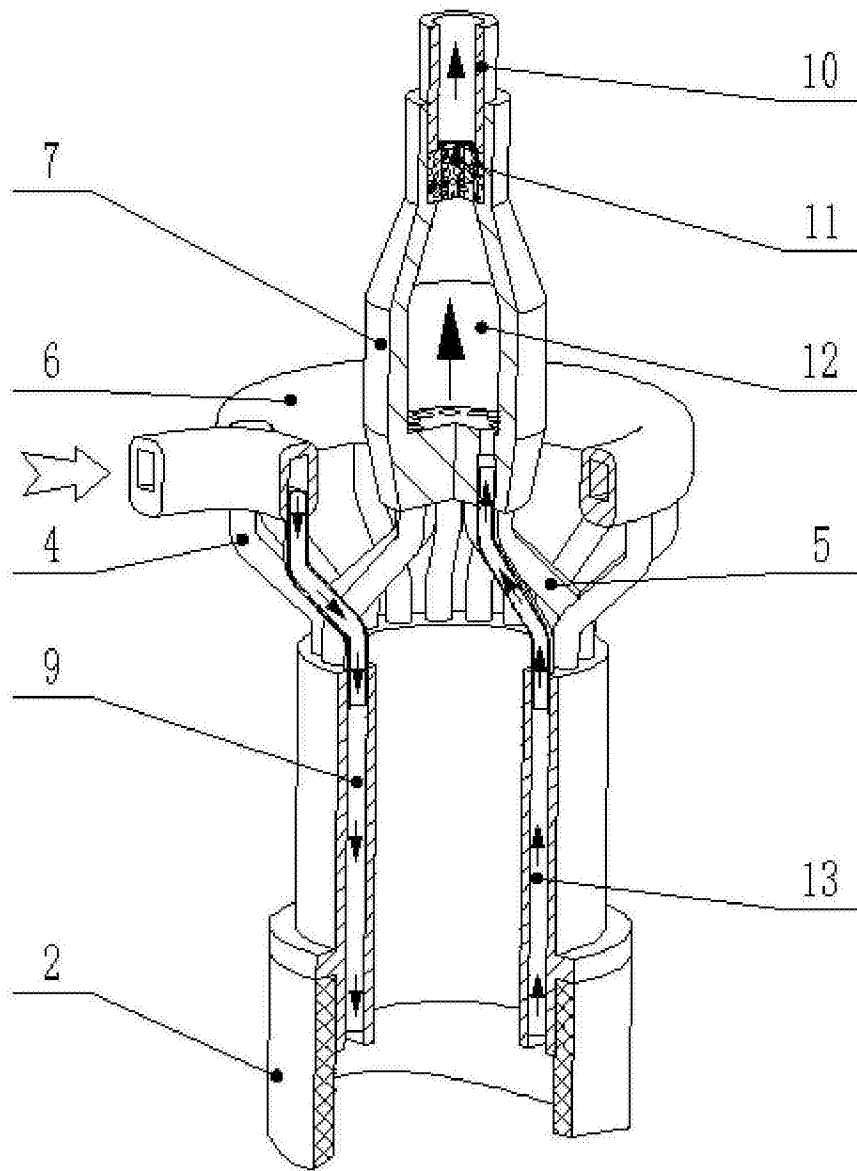


图2



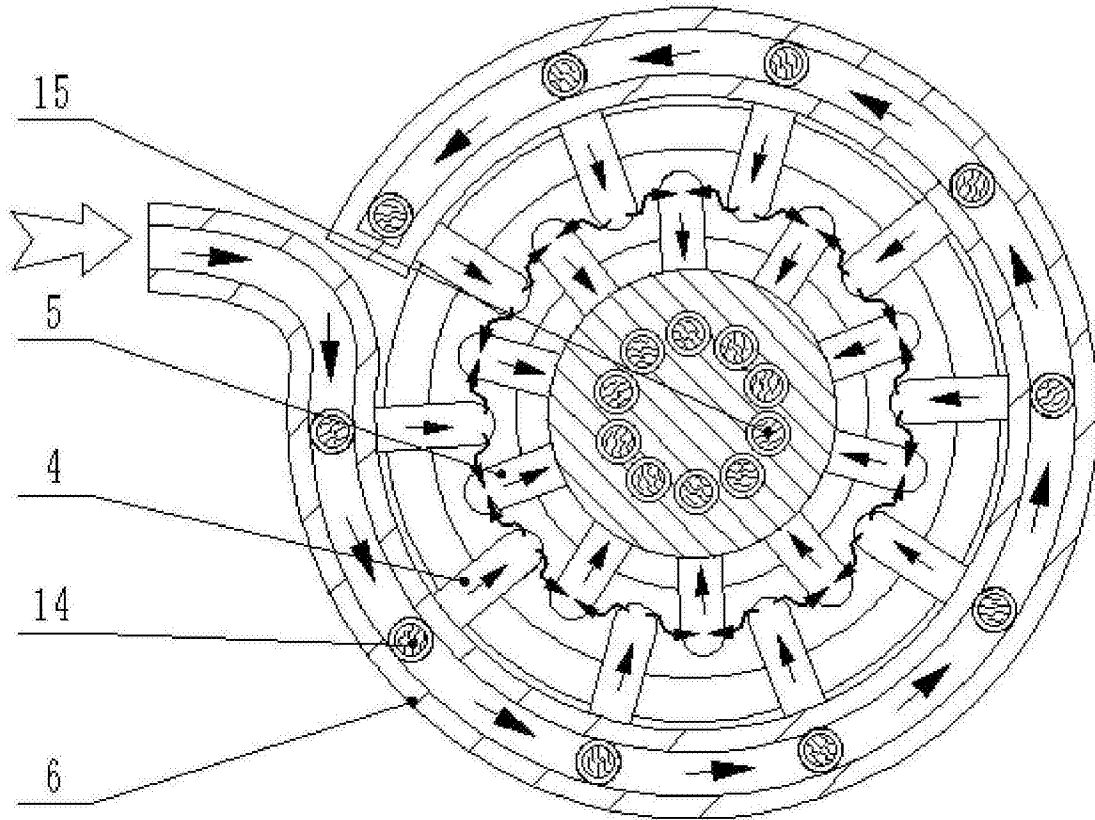


图3

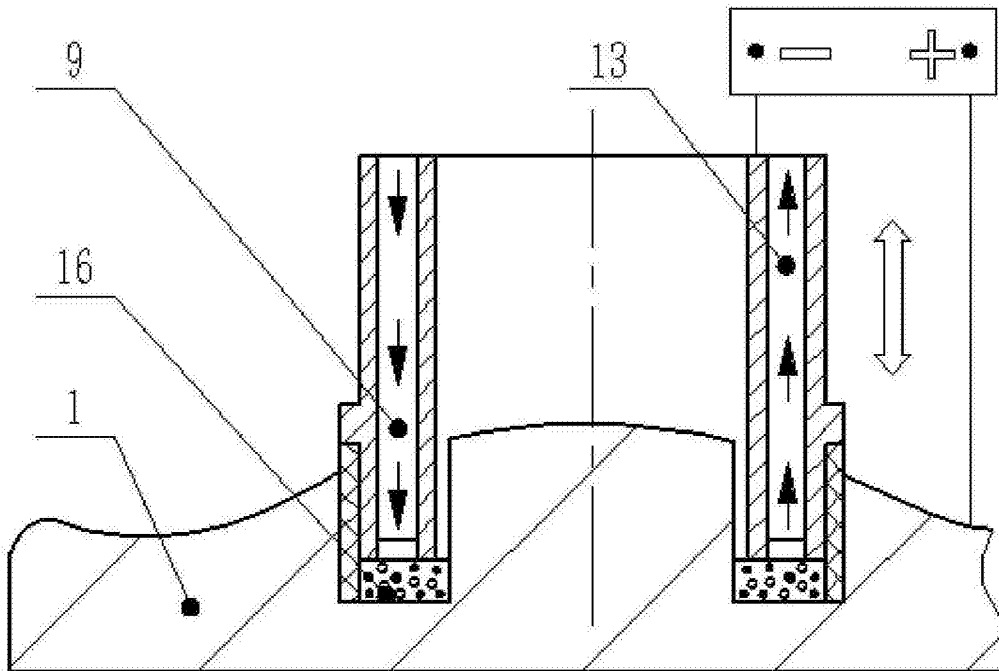


图4

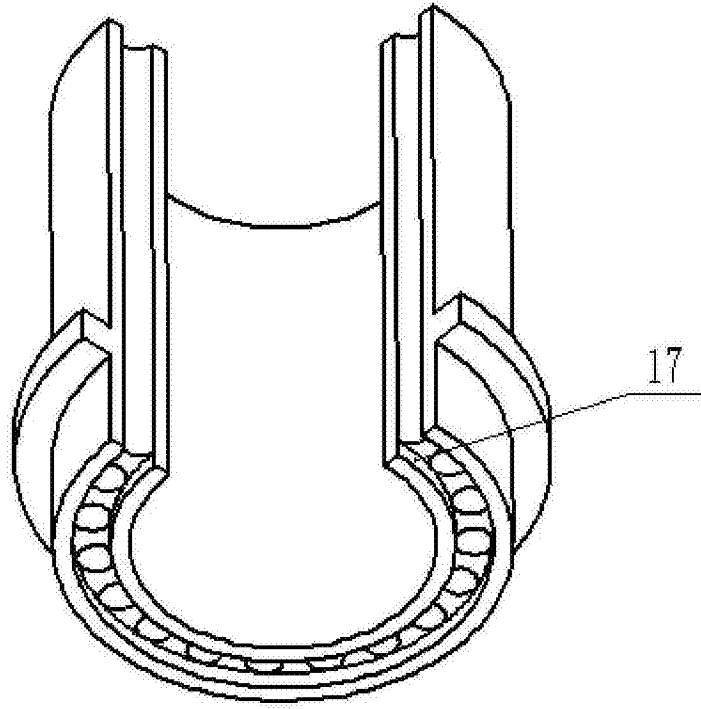


图5