



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113561047 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 29

(21) 申请号 202111116459.4

B24B 1/04 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.23

B24B 41/06 (2012.01)

(71) 申请人 长沙理工大学

地址 410004 湖南省长沙市天心区万家丽南路二段960号

(72) 发明人 唐伟东 张继泽 姚继开 朱钰浩
刘通 覃经文 毛聪 张明军
唐昆 罗源婧

(74) 专利代理机构 长沙惟盛赞鼎知识产权代理
事务所(普通合伙) 43228

代理人 陈钊

(51) Int. Cl.

B24B 31/112 (2006.01)

B24B 31/12 (2006.01)

B24B 1/00 (2006.01)

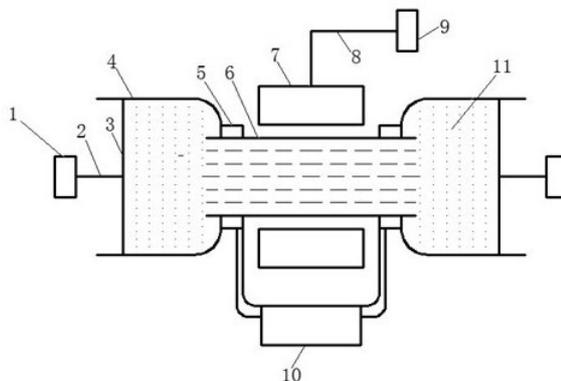
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种孔内表面复合抛光方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种孔内表面复合抛光方法及装置,方法包括如下步骤:将推进机构安装在需要抛光孔内表面的工件两端,并用夹具夹紧推进机构和工件;推进机构包括注液腔,将磁性机构套在工件外,将动力机构与磁性机构连接,将超声波振动装置与夹具连接;配制抛光液,抛光液包括磁性物质及磨料,然后将抛光液加入到注液腔中;启动推进机构和动力机构,动力机构驱动磁性机构旋转,推进机构推动抛光液通过工件孔,进行多个正向和反向抛光循环,直至达到所需要的抛光要求;关闭推进机构和动力机构。本发明实现了各类型的孔内表面去毛刺和确定性抛光,简化了孔内表面抛光的操作技术,减少了劳动强度,明显提高了抛光效率和抛光精度。



1. 一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述方法具体包括如下步骤:

S1:将推进机构安装在需要抛光孔内表面的工件两端,并用夹具夹紧推进机构和工件;推进机构包括注液腔,工件包括工件孔;推进机构的注液腔和工件的工件孔形成一个密闭空间;

S2:将磁性机构套在工件外,将动力机构与磁性机构连接,将超声波振动装置与夹具连接;

S3:配制抛光液,抛光液包括磁性物质及磨料,然后将抛光液加入到注液腔中;

S4:启动推进机构和动力机构,动力机构驱动磁性机构旋转,推进机构推动抛光液通过工件孔,并在磁场和超声振动复合作用下形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔内表面进行正向抛光;

S5:正向抛光到位后,推进机构反向推动抛光液通过工件孔,形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔内表面进行反向抛光,一次正反向抛光形成一个加工循环;

S6:进行多个加工循环,直至达到所需要的抛光要求;

S7:关闭推进机构和动力机构。

2. 根据权利要求1所述的一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述推进机构包括驱动单元、活塞杆、活塞和活塞缸;所述活塞缸与夹具连接,所述活塞设置在活塞缸中,并与活塞缸内壁相抵;驱动单元带动活塞杆,活塞杆带动活塞在活塞缸中做往复运动。

3. 根据权利要求2所述的一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述活塞缸与夹具相连的一端沿靠近夹具方向截面逐渐减小,且夹具与活塞缸相连的一端设有密封圈。

4. 根据权利要求1所述的一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述磁性机构包括磁性体和磁性体安装架,磁性体安装架为环状,磁性体对称设置在磁性体安装架上,磁性体安装架套在工件外。

5. 根据权利要求4所述的一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述动力机构包括电机和传动机构,电机通过传动机构与磁性体安装架相连,驱动磁性体旋转。

6. 根据权利要求1所述的一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述磨料包括碳化硅、氧化铝、金刚石、二氧化硅、氧化锆、碳化硼、氮化硅中一种或多种组合。

7. 根据权利要求1所述的一种孔内表面复合抛光方法,其特征在于,所述磁性物质在磁场作用下包裹磨料压向工件孔内表面,增大磨料与工件孔内表面间的抛光压力;工件在超声波振动装置的作用下沿工件孔轴向发生高频振动,增大工件与磨料间的抛光速度。

8. 一种孔内表面复合抛光装置,其特征在于,所述装置用于实现权利要求1至7任一项所述孔内表面复合抛光方法,包括推进机构、夹具、磁性机构、动力机构和超声波振动装置;所述推进机构分别设置在工件两端,所述夹具一端与推进机构连接,另一端与工件连接;所述磁性机构套在工件外;所述动力机构与磁性机构连接,用于驱动磁性机构旋转;所述超声波振动装置与夹具连接。

9. 根据权利要求8所述的一种孔内表面复合抛光装置,其特征在于,所述推进机构包括驱动单元、活塞杆、活塞和活塞缸;所述活塞缸与夹具连接,所述活塞设置在所述活塞缸中,并与活塞缸内壁相抵;驱动单元带动活塞杆,活塞杆带动活塞在活塞缸中做往复运动。

10. 根据权利要求8所述的一种孔内表面复合抛光装置,其特征在于,所述磁性机构包括磁性体和磁性体安装架,磁性体安装架为环状,磁性体对称设置在磁性体安装架上,磁性

体安装架套在工件外;动力机构包括电机和传动机构,电机通过传动机构与磁性体安装架相连,驱动磁性体旋转。

一种孔内表面复合抛光方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超精密加工技术领域,具体涉及一种孔内表面复合抛光方法及装置。

背景技术

[0002] 随着制造技术的持续发展,新产品不断出现,带有微小孔的零件越来越多。目前对这些微小孔内壁的加工精度和表面质量要求也越来越严格,加工这类微小孔后内表面质量和精度都不够理想,需要对加工孔进一步抛光才能满足使用要求。抛光作为一种表面处理方法,是利用抛光工具或其他抛光介质对工件表面进行修饰加工。游离磨料抛光技术是通过工件在游离磨料中的运动实现工件表面抛光,包括磨料流抛光技术、磨料水射流抛光技术、化学抛光技术、电化学机械抛光技术和电解抛光技术等。超声游离磨料抛光技术的原理是在游离磨料抛光的基础上添加超声振动辅助抛光,通过超声振动产生的空化作用提高工件的抛光效率,实现工件表面的抛光。磨料流加工是在压力的作用下,推动一种具有流动性的粘弹性流体磨料在工件表面流动,由流体磨料中的磨粒对工件表面进行微量切削的一种表面光整加工方法。目前磨料流加工主要是靠挤压研磨机挤压半固相磨粒流在孔道内缓慢流动实现孔内表面抛光,磨粒流速慢,加工效率低。且对于孔径小于50微米的微孔、集群孔、异形孔的抛光,磨料流加工无法胜任或加工效率极低。

发明内容

[0003] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的上述缺陷,从而提供一种孔内表面复合抛光方法及装置。

[0004] 本发明提供了一种孔内表面复合抛光方法,所述方法具体包括如下步骤:

S1:将推进机构安装在需要抛光孔内表面的工件两端,并用夹具夹紧推进机构和工件;推进机构包括注液腔,工件包括工件孔;推进机构的注液腔和工件的工件孔形成一个密闭空间;

S2:将磁性机构套在工件外,将动力机构与磁性机构连接,将超声波振动装置与夹具连接;

S3:配制抛光液,抛光液包括磁性物质及磨料,然后将抛光液加入到注液腔中;

S4:启动推进机构和动力机构,动力机构驱动磁性机构旋转,推进机构推动抛光液通过工件孔,并在磁场和超声振动复合作用下形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔内表面进行正向抛光;

S5:正向抛光到位后,推进机构反向推动抛光液通过工件孔,形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔内表面进行反向抛光,一次正反向抛光形成一个加工循环;

S6:进行多个加工循环,直至达到所需要的抛光要求;

S7:关闭推进机构和动力机构。

[0005] 进一步的,所述推进机构包括驱动单元、活塞杆、活塞和活塞缸,所述活塞缸与夹具连接;所述活塞设置在活塞缸中,并与活塞缸内壁相抵;驱动单元带动活塞杆,活塞杆带

动活塞在活塞缸中做往复运动。

[0006] 进一步的,所述活塞缸与夹具相连的一端沿靠近夹具方向截面逐渐减小,且夹具与活塞缸相连的一端设有密封圈。

[0007] 进一步的,所述磁性机构包括磁性体和磁性体安装架,磁性体安装架为环状,磁性体对称设置在磁性体安装架上,磁性体安装架套在工件外。

[0008] 进一步的,所述动力机构包括电机和传动机构,电机通过传动机构与磁性体安装架相连,驱动磁性体旋转。

[0009] 进一步的,所述磨料包括碳化硅、氧化铝、金刚石、二氧化硅、氧化锆、碳化硼、氮化硅中一种或多种组合。

[0010] 进一步的,所述磁性物质在磁场作用下包裹磨料压向工件孔内表面,增大磨料与工件孔内表面间的抛光压力;工件在超声波振动装置的作用下沿工件孔轴向发生高频振动,增大工件与磨料间的抛光速度。

[0011] 本发明还提供了一种孔内表面复合抛光装置,所述装置用于实现上述孔内表面复合抛光方法,包括推进机构、夹具、磁性机构、动力机构和超声波振动装置;所述推进机构分别设置在工件两端,所述夹具一端与推进机构连接,另一端与工件连接;所述磁性机构套在工件外;所述动力机构与磁性机构连接,用于驱动磁性机构旋转;所述超声波振动装置与夹具连接。

[0012] 进一步的,所述推进机构包括驱动单元、活塞杆、活塞和活塞缸;所述活塞缸与夹具连接,所述活塞设置在活塞缸中,并与活塞缸内壁相抵;驱动单元带动活塞杆,活塞杆带动活塞在活塞缸中做往复运动。

[0013] 进一步的,所述磁性机构包括磁性体和磁性体安装架,磁性体安装架为环状,磁性体对称设置在磁性体安装架上,磁性体安装架套在工件外;动力机构包括电机和传动机构,电机通过传动机构与磁性体安装架相连,驱动磁性体旋转。

[0014] 本发明提供的一种孔内表面复合抛光方法及装置,通过超声波振动装置提供沿孔轴向的高频振动以及在磁性体磁场作用下提供的压力,赋予了磨料更大的水平抛光速度和抛光预紧力,形成高速刚柔耦合抛光磨刷,对被加工的工件孔内表面进行往复运动摩擦去除毛刺和降低孔内表面的粗糙度,实现了各类型的孔内表面去毛刺和确定性抛光,简化了孔内表面抛光的操作技术,减少了劳动强度,明显提高了抛光效率和抛光精度,具有极强的实用性和推广价值。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0016] 图1为本发明提供的一种孔内表面复合抛光方法的流程示意图;

图2为本发明提供的一种孔内表面复合抛光装置的结构示意图;

图3为本发明提供的磁性体及磁性体安装架的安装示意图;

图4为本发明提供的夹具与活塞缸的连接示意图。

[0017] 附图标记:1、驱动单元;2、活塞杆;3、活塞;4、活塞缸;5、夹具;6、工件;7、磁性体;8、传动机构;9、电机;10、超声波振动装置;11、抛光液;12、磁性体安装架;13、密封圈。

具体实施方式

[0018] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0020] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0021] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0022] 实施例1

如图1所示,本实施例提供了一种孔内表面复合抛光方法,所述方法利用如图2至图4所示的装置进行,具体包括如下步骤:

S1:工件6的两端分别套在夹具5内,多个工件6通过夹具5连接在一起形成整体,并在整体的两侧安装推进机构;推进机构包括驱动单元1、活塞杆2、活塞3和活塞缸4,活塞缸4的一端套在夹具5外,且夹具5与活塞缸4的相连处设有密封圈13,可保证抛光液不泄露;活塞3设置在活塞缸4中,并与活塞缸4的内壁相抵,注液腔位于活塞缸4内;驱动单元1带动活塞杆2,活塞杆2带动活塞3在活塞缸4中做往复运动;工件6包括需要抛光孔内表面的工件孔,推进机构的注液腔和工件6的工件孔形成一个密闭空间;活塞缸4与夹具5相连的一端沿靠近夹具5方向截面逐渐减小,如为圆弧形,且圆弧形截面沿活塞3推进方向逐渐减小,其作用在于通过减小横截面从而增加磨料与腔体之间的压强,从而提高抛光时磨料与加工表面的贴紧程度;两侧活塞3运动方向一致,一侧压缩抛光液时,另外一侧泄压。

[0023] S2:将磁性机构套在工件6外,安装于工件6外表面合适距离,动力机构与磁性机构相连;磁性机构包括磁性体7和磁性体安装架12,磁性体安装架12为环状,且为非磁性材料,磁性体7对称设置在磁性体安装架12上,磁性体安装架12套在工件6外;磁性体7为永磁铁或电磁铁,且磁场强度可基于加工需要进行调节;动力机构包括电机9和传动机构8,电机9通过传动机构8与磁性体安装架12相连,驱动磁性体7旋转,电机9可以根据抛光液11的流速来调整磁性体7的旋转速度;传动机构8为带传动或齿轮传动,电机9为交流异步电机或笼型电机。超声波振动装置10与夹具5刚性连接,并带动工件6产生水平方向的高频振动。

[0024] S3:配制抛光液11,抛光液11包括磁性物质及磨料,然后将抛光液11加入到注液腔

中;抛光液选用现有的商品化磁流变抛光液,磨料包括碳化硅、氧化铝、金刚石和二氧化硅,或者二氧化硅、氧化锆、碳化硼和氮化硅。

[0025] S4:启动推进机构和动力机构,动力机构驱动磁性机构旋转,推进机构推动抛光液11通过工件孔,并在磁场和超声振动复合作用下形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔内表面进行正向抛光。

[0026] S5:正向抛光到位后,推进机构反向推动抛光液11通过工件孔,形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔内表面进行反向抛光,一次正反向抛光形成一个加工循环。

[0027] 磁性物质在磁场作用下包裹磨料压向工件孔内表面,增大磨料与工件孔内表面间的抛光压力;工件6在超声波振动装置10的作用下沿工件孔轴向发生高频振动,增大工件6与磨料间的抛光速度。

[0028] S6:进行多个加工循环,直至达到所需要的抛光要求。

[0029] S7:关闭推进机构和动力机构。

[0030] 本发明中,超声波辅助加工与磁研磨抛光过程同时参与,通过磁研磨和超声波振动共同作用,同时增大了磨料与工件孔内表面之间的压力以及磨料沿抛光方向的速度,能在一定程度上缩短抛光的次数,得到精度更高的工件。通过让磁性体旋转,使得抛光液中的磁性物质能更加均匀地受力,可以实现各类型的孔内表面去毛刺和抛光。

[0031] 由于抛光液的流变性可控,因而相比传统的磨料流抛光,本发明可以实现对复杂内表面腔体的确定性抛光,获得理想的抛光效果。同时,可以通过拓展增加磁性体的个数来增大磁场的大小,明显提高了抛光加工的效率。本发明通过形成刚柔耦合高速抛光磨刷对工件孔的内表面进行摩擦抛光,在确保获得较高效率的同时不引入亚表面损伤,可以高效消除磨削产生的亚表面损伤层。

[0032] 实施例2

如图2至图4所示,本实施例提供了一种孔内表面复合抛光装置,所述装置用于实现实施例1中的孔内表面复合抛光方法,包括推进机构、夹具5、磁性机构、动力机构和超声波振动装置;推进机构分别设置在工件6两端,包括驱动单元1、活塞杆2、活塞3和活塞缸4,活塞缸4的一端套在夹具5外,且夹具5与活塞缸4的相连处设有密封圈13,可保证抛光液不泄露;活塞3设置在活塞缸4中,并与活塞缸4的内壁相抵;驱动单元1带动活塞杆2,活塞杆2带动活塞3在活塞缸4中做往复运动;夹具5的一端套在活塞缸4内,另一端套在工件6外;磁性机构包括磁性体7和磁性体安装架12,磁性体安装架12为环状,磁性体7对称设置在磁性体安装架12上,磁性体安装架12套在工件6外;动力机构包括电机9和传动机构8,电机9通过传动机构8与磁性体安装架12相连,驱动磁性体7旋转,传动机构8为带传动或齿轮传动,电机9为交流异步电机或笼型电机;超声波振动装置与夹具5刚性连接,并带动工件6产生沿孔轴向方向的高频振动。

[0033] 在本实施例中,驱动单元1采用两个对称相关联的连杆机构或者凸轮机构,保证两侧活塞3运动方式一致,即一侧压缩抛光液时,另外一侧刚好泄压,并且驱动单元1优选为可控式的驱动单元。夹具5外接超声波振动装置10,两者之间采用刚性连接。磁性体7采用方形的永磁铁,也可选用圆柱状或圆锥形的磁铁,除了永磁铁外也可选用电磁铁。

[0034] 本实施例投入使用后,为了验证超声波振动装置的作用,进行了对比实验。以内孔直径为3.5mm,长度为120mm的细长管零件为工件,工件材料为304不锈钢,分别进行有无超

声波振动装置下的内孔抛光实验,超声波频率为15KHz,实验结果如表1所示。

[0035] 表1、超声波振动装置对抛光效率的影响

对比实验	是否有超声波振动装置	抛光压力 /MPa	磨粒粒径 / μm	磨料浓度 /%	加工前粗糙度 Ra/ μm	加工后粗糙度 Ra/ μm	往复抛光次数
1	无	6	38	40	2.323	0.315	35
2	有	6	38	40	2.328	0.306	16

从实验结果可以看出,在同样的抛光压力、磨粒粒径、磨料浓度、加工前表面粗糙度条件下,不使用超声波振动装置辅助的情况下,表面粗糙度从Ra2.323 μm 降至Ra0.315 μm ,需要往复抛光35次;而使用超声波振动装置辅助的情况下,表面粗糙度从Ra2.328 μm 降至Ra0.306 μm ,往复抛光次数降为16次。由此可以得出,使用超声波辅助时,达到同样的抛光效果,抛光效率可以提高54%。

[0036] 本发明结合了超声波辅助抛光和磁研磨抛光,通过超声波振动装置提供沿孔轴向的高频振动以及在磁性体磁场作用下提供的压力,赋予了磨料更大的水平抛光速度和抛光预紧力,形成高速刚柔耦合抛光磨刷,对被加工的工件孔内表面进行往复运动摩擦去除毛刺和降低孔内表面的粗糙度,实现了各类型的孔内表面去毛刺和确定性抛光,简化了孔内表面抛光的操作技术,减少了劳动强度,明显提高了抛光效率和抛光精度,具有极强的实用性和推广价值。

[0037] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

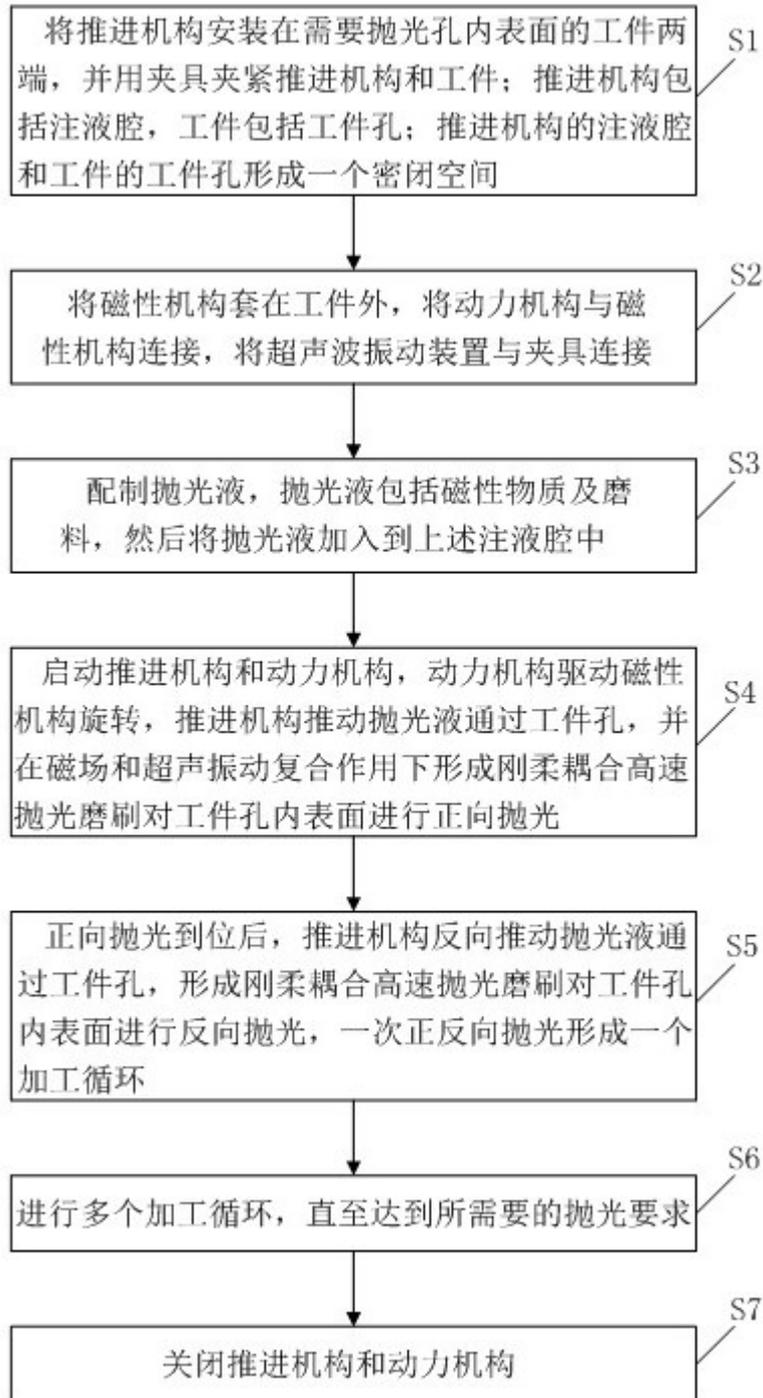


图1

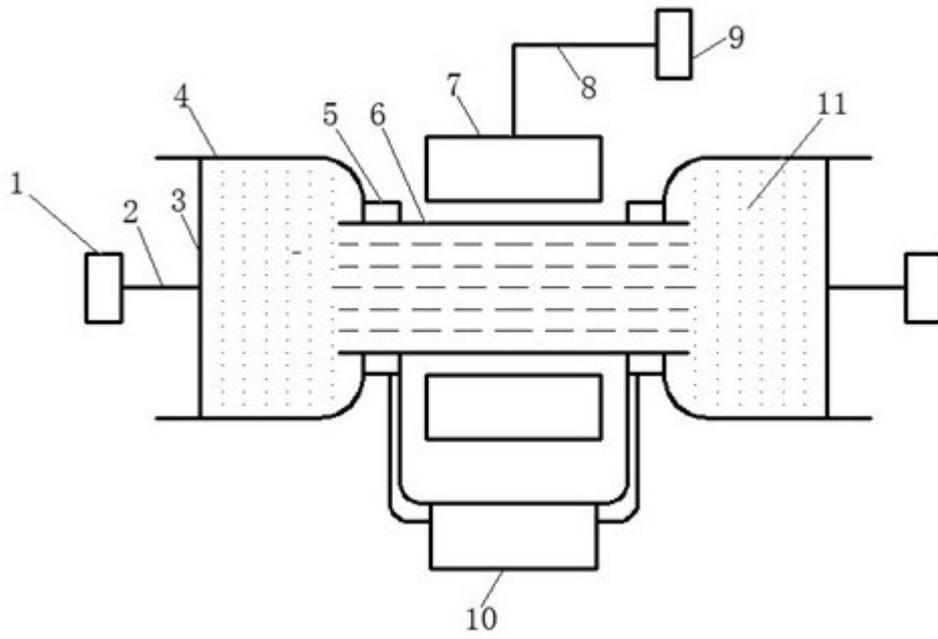


图2

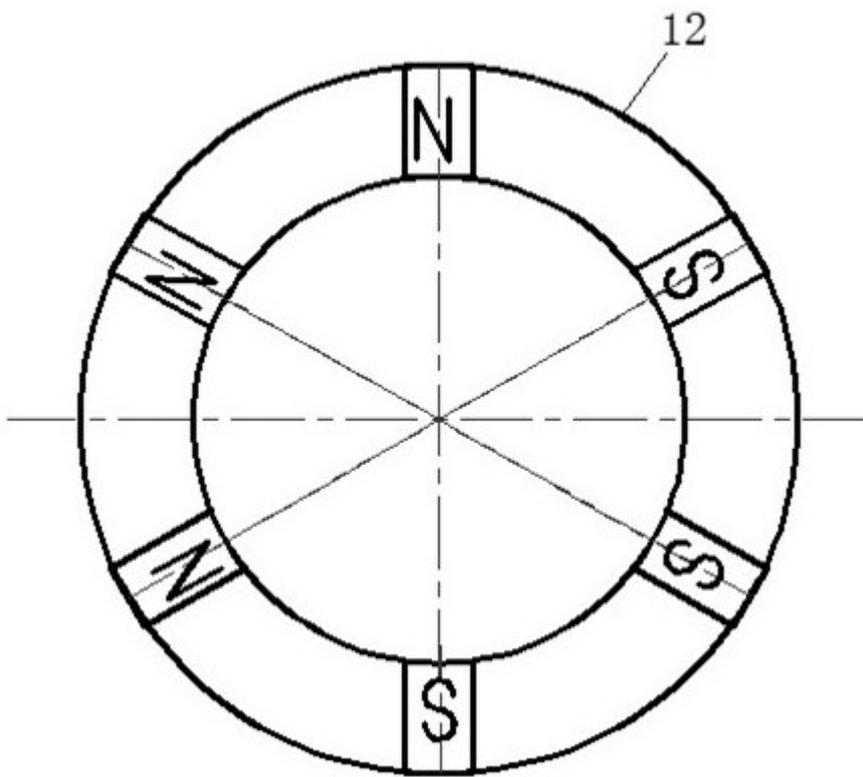


图3

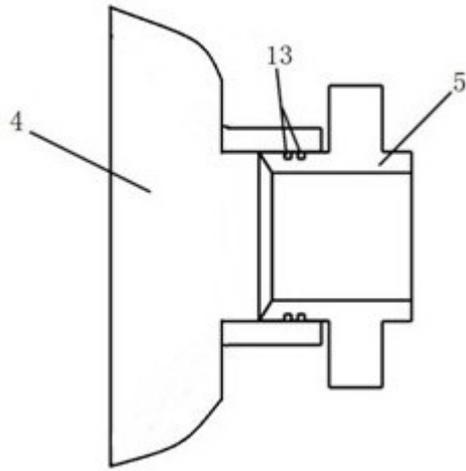


图4