



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112059924 B

(45) 授权公告日 2022.01.11

(21) 申请号 202010989012.7

(22) 申请日 2020.09.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112059924 A

(43) 申请公布日 2020.12.11

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡香港理工大学

(72) 发明人 王春锦 张志辉 何丽婷

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 郭帅

(51) Int.Cl.

B24C 3/32 (2006.01)

B24C 7/00 (2006.01)

B24C 9/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 6293857 B1, 2001.09.25

CN 108312074 A, 2018.07.24

CN 108284398 A, 2018.07.17

CN 108356712 A, 2018.08.03

JP 特开2009-101425 A, 2009.05.14

CN 102363285 A, 2012.02.29

CN 110181409 A, 2019.08.30

JP 2001245902 A, 2001.09.11

CN 102225535 A, 2011.10.26

CN 111482905 A, 2020.08.04

JP 特开2018-140377 A, 2018.09.13

王锦春. "A novel multi-jet polishing process and tool for high-efficiency polishing". 《International Journal of Machine Tools & Manufacture》. 2017,

审查员 刘娇

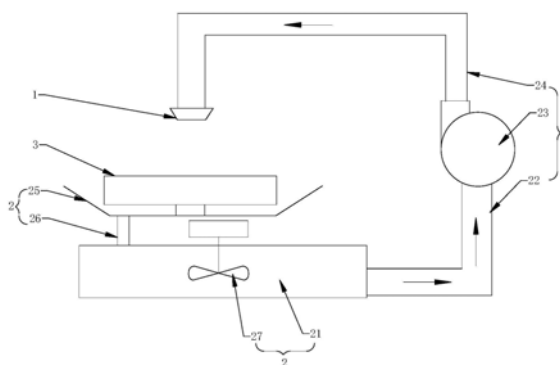
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种流体线射流抛光装置及其应用方法

(57) 摘要

本发明涉及抛光领域,公开了一种流体线射流抛光装置及其应用方法,所述线射流喷嘴包括连接部、入口、壳体、汇集腔以及出口;其中,所述壳体设置在所述线射流喷嘴外部,所述汇集腔设置在所述线射流喷嘴内部,所述汇集腔的上部设有所述入口,所述入口处设有与所述高压抛光液供给系统相连的连接部,所述汇集腔的下部设有所述出口;所述出口的长度与宽度比值为2-50;所述高压抛光液供给系统输出的高压抛光液通过所述入口,经所述汇集腔在所述出口喷射出高压高速的流体线性射流,产生比传统单射流抛光能量更高、比线性射流阵列抛光作用效果更加稳定的排线式射流。本发明设计合理、经济有效,在超精密抛光领域具有重要的推广应用价值。



1. 一种流体线射流抛光装置,包括高压抛光液供给系统、线射流喷嘴,所述高压抛光液供给系统与所述线射流喷嘴相连;其特征在于:所述线射流喷嘴包括连接部、入口、壳体、汇集腔以及出口;其中,所述壳体设置在所述线射流喷嘴外部,所述汇集腔设置在所述线射流喷嘴内部并由上往下逐渐收窄,所述汇集腔的上部设有所述入口,所述入口处设有与所述高压抛光液供给系统相连的连接部,所述汇集腔的下部设有所述出口;

所述出口的端部为细长的线孔,所述线孔长度与所述线孔宽度的比值为2-50;

所述高压抛光液供给系统输出的高压抛光液通过所述入口,经所述汇集腔在所述出口喷射出高压高速的流体线性射流,从而对工件表面进行抛光。

2. 根据权利要求1所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述线射流喷嘴出口端部的所述线孔的长度与宽度比值为20-50。

3. 根据权利要求2所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述线孔包括两两对称的长直边,所述长直边之间采用圆弧或者直边连接,所述线孔的宽度小于1mm。

4. 根据权利要求1所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述流体线性射流的水压为0.4~2MPa。

5. 根据权利要求4所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述流体线性射流的组成部分为抛光液,所述抛光液由抛光磨料和水混合而成,其中所述抛光磨料的质量百分比在0.5%~20%之间,颗粒尺寸在0.005 μm ~20 μm 之间。

6. 根据权利要求1所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述线射流喷嘴采用耐磨金属或陶瓷材料制成。

7. 根据权利要求1所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:还包括工作台,所述工作台用于放置和固定待抛光工件。

8. 根据权利要求7所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述流体线性射流与待抛光工件之间的角度小于等于90度。

9. 根据权利要求7所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述抛光液供给系统依次包括位于所述工作台下方的抛光液收集槽、进液管道、高压泵以及出液管道;其中,所述抛光液收集槽侧壁底部连接有所述进液管道,所述进液管道通向高压泵,所述高压泵的出口处连接有所述出液管道,所述出液管道与所述线射流喷嘴的入口相连。

10. 根据权利要求9所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述工作台与所述抛光液收集槽之间设置有积液盘,用于收集从所述工作台溢流而出的抛光液与杂质混合物,所述积液盘底部设置有朝向所述抛光液收集槽的导流管,所述导流管内安装有滤网。

11. 根据权利要求1所述的流体线射流抛光装置,其特征在于:所述出口为分体结构,通过在所述汇集腔下端安装有嵌块,所述嵌块上贯穿设有细长型的线孔实现,所述嵌块采用耐磨金属或陶瓷材料制成。

12. 一种应用权利要求1-11任一项所述的流体线射流抛光装置实现的流体线射流抛光方法。

一种流体线射流抛光装置及其应用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及抛光领域,更具体地说,是涉及一种流体线射流抛光装置及其应用方法。

背景技术

[0002] 旋转轴对称曲面(RAS)是指一条直线或曲线沿中心轴旋转可产生的曲面,在工业中得到广泛应用,如滚子表面、精密模具、圆柱形光学心轴等。在制造工艺上通常会对这类曲面进行抛光,以获得性能更好的高质量表面。随着工业技术的高速发展,目前抛光工艺已不仅仅针对于回旋体外表面,也能够处理各种复杂的曲面,比如说,流体射流抛光(FJP)作为一种极有前途的超精密抛光工艺,已成功应用于各种难加工材料制成的自由曲面(圆柱形光学芯头等)的超精加工。不同于传统的高压磨料水射流加工工艺,流体射流抛光(FJP)将水与磨料在浆体槽内进行彻底预混,并在低压环境(通常小于2.0MPa)下增压冲击目标表面。与其他抛光工艺相比,其独特的优点是在抛光过程中不升高温度,不磨损刀具,更适应各种自由曲面的加工,材料适用性更广。但流体射流抛光(FJP)的主要缺点体现在材料去除率低,难以用于大中型表面的抛光。虽然通过增加流体压力、磨料粒度和料浆浓度可以提高材料去除率,但是高流体压力和较大的磨料粒度会导致表面光洁度较差,而高浆体浓度不仅难以控制其稳定性,还会导致浆体系统堵塞。

[0003] 在此情况下,2005年W.A.C.M.Messelink等人尝试在流体射流中加入高压气体来提高抛光效率,但抛光后的表面存在严重的表面缺陷,表面光洁度远低于传统的流体射流抛光(FJP)。2017年A.Beaucamp等人更是创新性地采用超声空化现象辅助FJP,在不影响表面完整性的情况下,成功提高了材料去除率,在相同条件下,材料去除率约为流体射流抛光(FJP)的4倍。后来,有学者开发了能够提高FJP抛光效率的多射流抛光(MJP)方法,以大幅度提高材料去除率,所提高效率几乎与多喷嘴的孔数成正比,多射流抛光(MJP)还可以有助于维护表面完整性。但是,流体射流之间的射流干涉会导致去除功能不连续,仍然不利于工件的均匀抛光。

[0004] 针对上述技术问题,本发明提出了一种流体线射流抛光工艺(FLJP),该工艺不仅能够保持表面完整性的情况下大幅提高流体射流抛光(FJP)的抛光效率,而且比线性分布的多射流抛光(MJP)更能实现均匀的材料去除。

发明内容

[0005] 本发明的目的之一是针对现有技术存在的问题,提供一种流体线射流抛光装置,以克服现有技术中材料去除率低、难以保持表面完整性的问题。

[0006] 本发明上述目的通过以下技术方案实现:

[0007] 一种流体线射流抛光装置,包括高压抛光液供给系统、线射流喷嘴,所述高压抛光液供给系统与所述线射流喷嘴相连;所述线射流喷嘴包括连接部、入口、壳体、汇集腔以及出口;其中,所述壳体设置在所述线射流喷嘴外部,所述汇集腔设置在所述线射流喷嘴内

部,所述汇集腔的上部设有所述入口,所述入口处设有与所述高压抛光液供给系统相连的连接部,所述汇集腔的下部设有所述出口;

[0008] 所述出口的端部为细长的线孔,所述线孔长度与所述线孔宽度的比值为2-50;

[0009] 所述高压抛光液供给系统输出的高压抛光液通过所述入口,经所述汇集腔在所述出口喷射出高压高速的流体线性射流,从而对工件表面进行抛光。

[0010] 本发明结合了传统单喷抛光抛光效率低、线性射流阵列抛光均匀性差等问题,从物理结构进行考虑,将流体射流喷嘴内部设置汇集区域,并将喷嘴出口设置成细长型的线孔,从而产生比传统单射流抛光能量更高、比线性射流阵列抛光更加稳定的排线式流体射流,能够实现显著的抛光效率。

[0011] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述线射流喷嘴出口端部的所述线孔长度与宽度比值为20-50。

[0012] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述线孔包括两两对称的长直边,所述长直边之间采用圆弧或者直边连接,所述线孔的宽度小于1mm。

[0013] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述流体线性射流的水压为0.4~2MPa。

[0014] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述流体线性射流的组成部分为抛光液,所述抛光液由抛光磨料和水混合而成,其中所述抛光磨料的质量百分比在0.5%~20%之间,颗粒尺寸在0.005 μm ~20 μm 之间。

[0015] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述线射流喷嘴采用耐磨金属或陶瓷材料制成。

[0016] 作为本发明装置的进一步优化方案,还包括工作台,所述工作台用于放置和固定待抛光工件。

[0017] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述流体线性射流与待抛光工件之间的角度小于等于90度。

[0018] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述抛光液供给系统依次包括位于所述工作台下方的抛光液收集槽、进液管道、高压泵以及出液管道;其中,所述抛光液收集槽侧壁底部连接有所述进液管道,所述进液管道通向高压泵,所述高压泵的出口处连接有所述出液管道,所述出液管道与所述线射流喷嘴的入口相连。

[0019] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述工作台与所述抛光液收集槽之间设置有积液盘,用于收集从所述工作台溢流而出的抛光液与杂质混合物,所述积液盘底部设置有朝向所述抛光液收集槽的导流管,所述导流管内安装有滤网。

[0020] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述积液盘的作用面积大于所述工作台的工作面积。

[0021] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述抛光液收集槽内设有搅拌装置。

[0022] 作为本发明装置的进一步优化方案,所述出口还可以采用分体结构,通过在所述汇集腔下端安装有嵌块,所述嵌块上贯穿设有细长型的线孔,在这种情况下,所述嵌块采用耐磨金属或陶瓷材料制成,与之匹配的汇集腔材料则不需作具体限定。

[0023] 本发明的目的还在于提供一种应用于所述流体线射流抛光装置实现的流体线射流抛光方法。

[0024] 具体地说,本发明方法通过提高线射流喷嘴的长宽比,形成细长型的流体线性射

流并以此冲击待抛光工件,高速的射流将速度传递给射流中的微纳米尺度的抛光粉,抛光粉高速冲击工件表面,并在流体的带动下,撞击后大部分沿着工件表面切向运动,实现材料的切向去除,从而实现纳米级抛光的效果。

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0026] 本发明开发了一种新型的流体射流抛光工艺,通过将射流喷嘴内部设置成汇集腔体,并将出口改良成细长型的线孔,两者结合,产生比传统单射流抛光能量更高的直排线式线射流,在相同加压条件下显著提高了流体射流的抛光强度,并起到均匀而稳定的材料去除效果,本发明设计合理、经济有效,在超精密抛光工艺领域具有重要的推广应用价值。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本发明装置的结构示意图;

[0029] 图2(a)为本发明装置的正向抛光角度示意图;

[0030] 图2(b)为本发明装置的倾斜抛光角度示意图;

[0031] 图3为本实施例的线射流喷嘴的示意图;

[0032] 图4为本实施例的线射流喷嘴的剖面图;

[0033] 图5为本实施例的线射流喷嘴的俯视图;

[0034] 图6(a)为本实施例的线射流喷嘴出口形状的示意图;

[0035] 图6(b)为另一实施例的线射流喷嘴出口形状的示意图;

[0036] 图7为另一实施例的线射流喷嘴的剖面图;

[0037] 图8为另一实施例的线射流喷嘴的出口嵌块图;

[0038] 图中,1-线射流喷嘴;11-连接部;12-入口;13-壳体;14-汇集腔;15-出口;16-嵌块;2-抛光液供给系统;21-抛光液收集槽;22-进液管道;23-高压泵;24-出液管道;25-积液盘;26-导流管;27-搅拌装置;3-工作台。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明。在此需要说明的是,对于这些实施方式的说明用于帮助理解本发明,但并不构成对本发明的限定。此外,下面所描述的本发明各个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组合。

[0040] 如图1所示,本实施例提供了一种流体线射流抛光装置,包括工作台3、抛光液供给系统2以及线射流喷嘴1,其中,所述工作台3水平布置,通过电机与丝杆的配合而实现XYZ向的移动,用于放置和固定待抛光工件;所述抛光液供给系统2依次包括位于所述工作台3下方的抛光液收集槽21、搅拌装置27、进液管道22、高压泵23以及出液管道24;所述线射流喷嘴1设置在所述出液管道24的端部;所述线射流喷嘴1的出口15端部呈现为细长的线孔,并且朝向所述工作台3。

[0041] 补充说明的是,所述工作台3为水平放置的矩形电磁式工作台,在实际工作情况

中,可以根据待抛光工件的形状,将其吸附在所述工作台3的台面上,也可以是使用相应的夹具夹持在工作台3上,在此不对待抛光工件的固定方式作具体限定。

[0042] 由上可知,本实施例的装置属于刀具固定、工作台活动的形式,通过控制工作台3的移动,如图2(a)所示,将工件进行平面式的垂直抛光处理。当然,在其他的一些实施方式中,所述工作台3也可以设置为固定不动,如图2(b)所示,通过调整所述出液管道24或者所述线射流喷嘴1的方位,从而对工件作进行多角度的材料处理,种种方式均能实现精密加工,所以本发明不对抛光装置的运动形式作具体限定。

[0043] 作为本发明的设计要点,如图3-5所示,所述线射流喷嘴1竖直布置,从上往下依次包括了连接部11、入口12、壳体13、汇集腔14以及出口15;其中,所述壳体13内部形成由上往下逐渐收窄的所述汇集腔14,所述汇集腔14的上部设有所述入口12,所述入口12处设有与所述高压抛光液供给系统2相连的连接部11,所述汇集腔14的下部设有所述出口15;所述连接部11与所述抛光液供给系统2的出液管道24的端部连接,两者形状一一对应,本实施例中,所述连接部11为带外螺纹的圆筒型结构,所述出液管道24为带内螺纹的圆管,两者旋合连接,之所以采用圆壁设计,是为了降低内部应力并减轻对于管道内壁的冲击;之所以采用螺纹连接,是为了生产经济性并且方便后续维护。应当注意的是,所述入口12为圆孔形、所述出口15为细长型的线孔,所述入口12的直径与所述出口15的长度相近,因此所述汇集腔14在靠近所述出口15的位置是逐渐收窄的,从而在此位置形成了一个扁长型的汇聚区域,如此设置,能够促使抛光液在所述汇集腔14下部快速聚集,再经过细长型出口15,形成均匀并高速喷射的线射流。

[0044] 具体地说,如图6(a)所示,所述线射流喷嘴1的出口15呈现长圆孔的形状,其宽度为1mm,长度为50mm。所述线射流喷嘴1的长宽比越大,喷射出来的流体射流就越近似于一条细排线,所述流体线射流在工件表面形成的作用强度就越高,去除效果就越均匀。

[0045] 除此之外,所述汇集腔14在连接所述出口15的位置应保持尺寸统一,以保证所述出口15线孔具备一定的深度,从而使得流体线射流有足够的成型空间,以喷射成高速高压的抛光线。

[0046] 在其他一些实施例中,如图7、图8所示,为了简化加工难度,所述汇集腔14下端还可以过盈装配有内置的嵌块16,所述嵌块16中间设有细长型的通孔,该通孔即起到出口15的作用;同样地,所述嵌块16具有一定的厚度,以促使高速高压的抛光线射流的形成。进一步地说,本发明并不对所述出口15的载体形式作具体限定,只要求能达到指定的深度要求,并且该深度范围内开孔的形状始终与所述出口15的端部尺寸保持一致。

[0047] 本实施例中,所述线射流喷嘴1采用耐磨金属材料制成,具体为高锰钢材质,高锰钢具备抗磨损、抗冲击、耐腐蚀的优良特性,是作为高压高速流体通道口的理性材料。

[0048] 在工作过程中,所述线射流喷嘴1需要与抛光液结合才能发挥作用,所述抛光液供给系统2作为导入和循环抛光液的重要部件,为整个抛光装置的工作原理提供了实质性的基础。

[0049] 在此结合所述抛光液供给系统2的结构组成简述一下其运作原理,所述抛光液供给系统2依次包括位于所述工作台3下方的抛光液收集槽21、搅拌装置27、进液管道22、高压泵23以及出液管道24;其中,所述搅拌装置27的搅拌部件位于抛光液收集槽21内侧,其驱动部件位于抛光液收集槽21外侧,所述搅拌装置27用于将抛光后回收的抛光液重新搅拌或者

将抛光液原料混合均匀;所述抛光液收集槽21侧壁底部连接有进液管道22,所述进液管道22通向高压泵23,所述高压泵23的出口处连接有出液管道24。

[0050] 补充说明的是,抛光液原料由水和抛光磨料组成,其中所述抛光磨料所占的质量比通常低于20%,颗粒尺寸介于 $0.005\mu\text{m}$ ~ $20\mu\text{m}$ 之间。

[0051] 当高压泵23开始运行时,所述抛光液收集槽21内的抛光液会被强制抽取并增压流经所述进液管道22、高压泵23以及出液管道24,最终到达所述出液管道24端部的线射流喷嘴1,再通过所述线射流喷嘴1细长型的线孔出口二次增速喷射形成强度均匀的排线式流体射流,并以低于2MPa的水流压力冲击所述工作台3上的工件表面,冲击作用后的抛光液和表面材料杂质会沿着所述工作台3台面往四周扩散并向下溢流,由于所述抛光液收集槽21位于工作台3下方,因此能够兜取残余物质。

[0052] 本实施例中,为了保证回收液质量以及维护所述抛光液供给系统2的正常运行,所述工作台3与抛光液收集槽21之间设置有积液盘25,用于收集回收液与杂质混合物,所述积液盘25底部设置有朝向所述抛光液收集槽21的导流管,所述导流管26内安装有滤网。当然,为了确保槽体收集的有效性,所述积液盘25的作用面积须大于所述工作台3的活动范围。

[0053] 综上所述,本发明在出液管道24的端口处设置有光洁度极高、线孔细长的线射流喷嘴1,并在喷线射流喷嘴1内部形成往下汇聚的收敛区域,从而喷射出高速而均匀的流体线射流,该流体线射流对比于传统单射流工艺,能够产生更高的抛光能量;对比于线性射流阵列抛光工艺,其在横截面上近似于一条致密的直排线,能够起到更稳定的材料去除效果;该射流是由水与抛光磨料混合而成的流体射流,其应用并不会导致温度上升,还出于柔性特质能够对复杂表面具有很强的适应性。本抛光工艺出线柔和、精准度高,在提高抛光效率的同时仍能保持工件表面的完整性,能够广泛适用于工程技术中精密元件、工艺展品、复杂表面等需求。

[0054] 以上结合附图对本发明的实施方式作了详细说明,但本发明不限于所描述的实施方式。对于本领域的技术人员而言,在不脱离本发明原理和精神的情况下,对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变型,仍落入本发明的保护范围内。

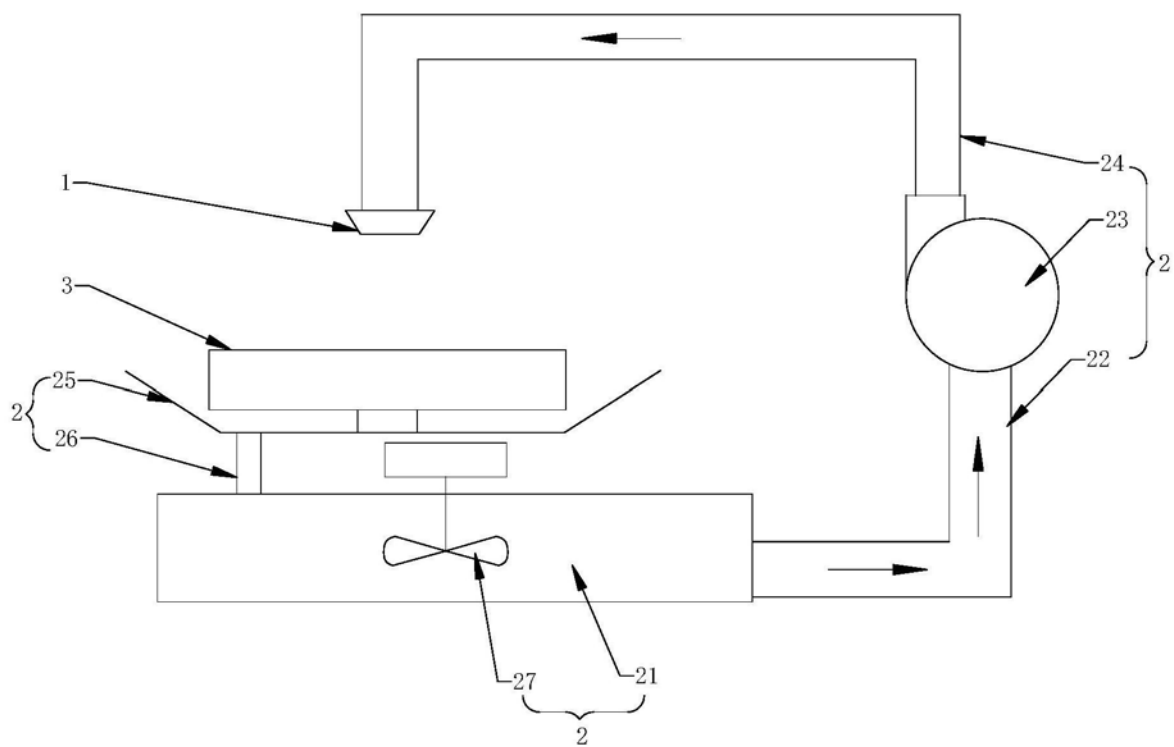


图1

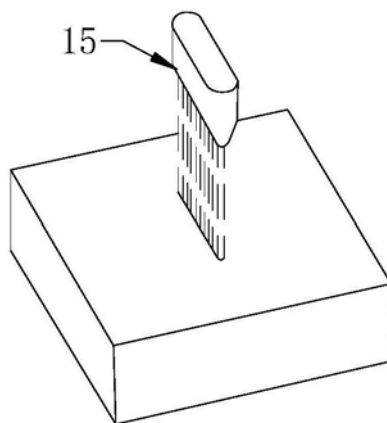


图2 (a)

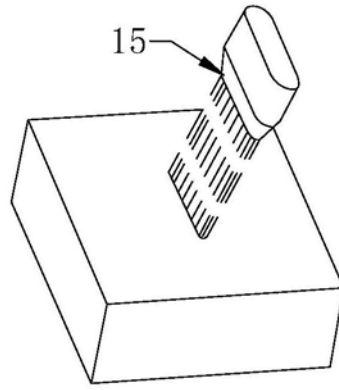


图2 (b)

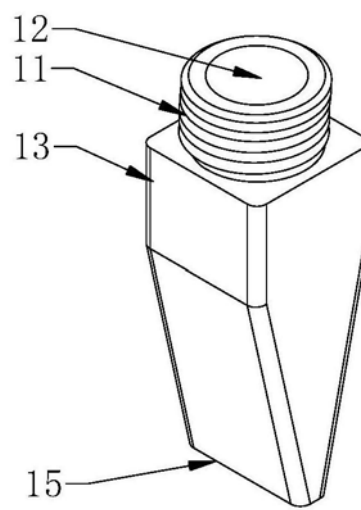


图3

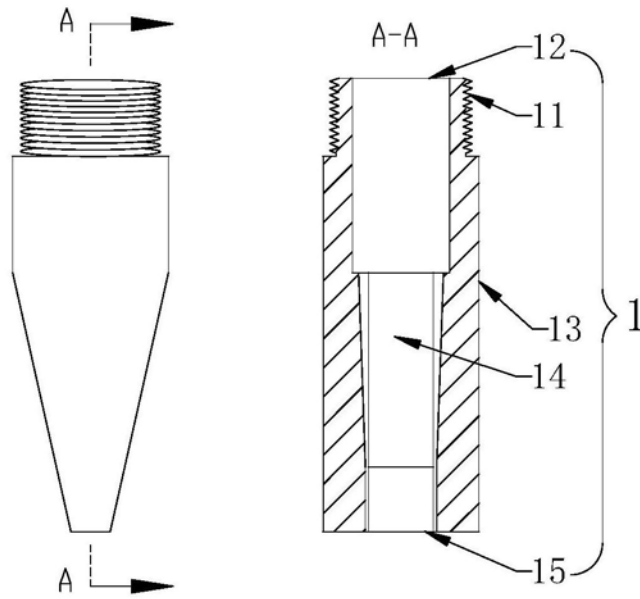


图4

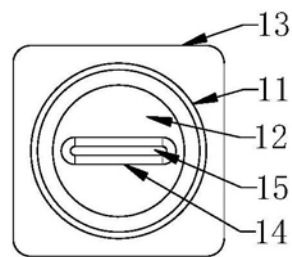


图5

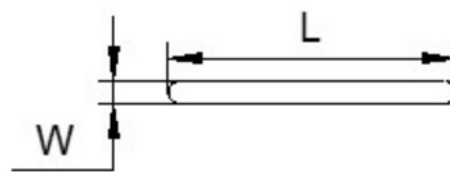


图6 (a)



图6 (b)

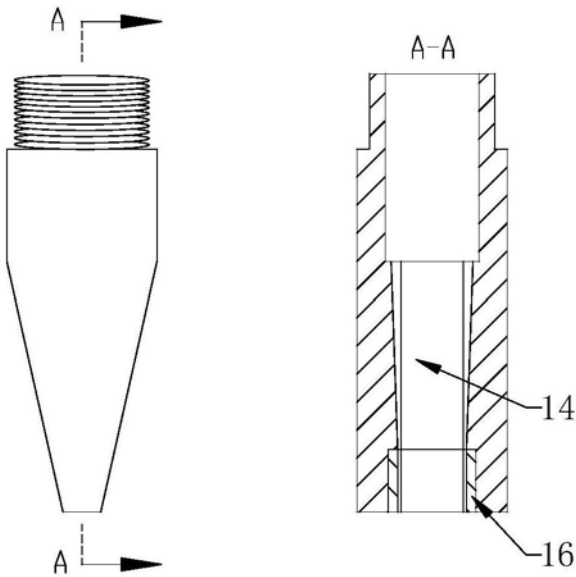


图7

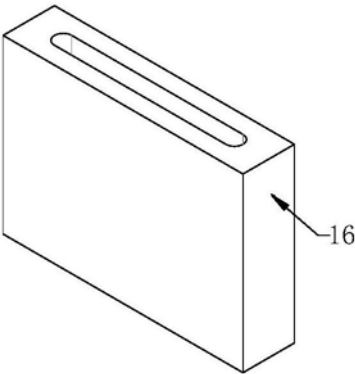


图8