

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 2 月 2 日 (02.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/005257 A1

- (51) 国际专利分类号:
B24B 1/04 (2006.01) **B24B 37/11** (2012.01)
B24B 41/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/085965
- (22) 国际申请日: 2022 年 4 月 8 日 (08.04.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110858172.2 2021年7月28日 (28.07.2021) CN
- (71) 申请人: 浙江大学(ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866号, Zhejiang 310058 (CN)。
- (72) 发明人: 朱吴乐(ZHU, Wule); 中国浙江省杭
州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058
(CN)。 韩放(HAN, Fang); 中国浙江省杭州市
西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。
武璐(WU, Lu); 中国浙江省杭州市西湖区余
杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 孙安玉
(SUN, Anyu); 中国浙江省杭州市西湖区余杭

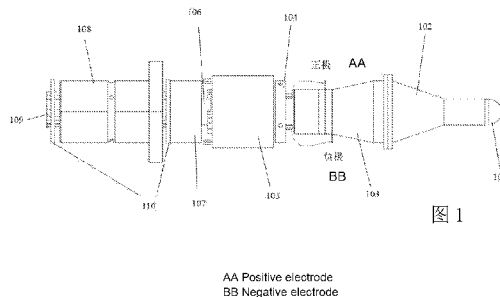
塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 居冰峰(JU,
Bingfeng); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘
路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(74) 代理人: 杭州君度专利代理事务所(特殊
普通合伙)(HANGZHOU JUNDU PATENT FIRM
(SPECIAL GENERAL PARTNERSHIP)); 中国浙江
省杭州市西湖区申花路 465 号申瑞国际银座 1
幢 802 室杨舟涛, Zhejiang 310030 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,
JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: FLOATING NON-CONTACT ULTRASONIC REINFORCED FLEXIBLE SUB-APERTURE POLISHING APPARATUS AND METHOD

(54) 发明名称: 一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置及方法



(57) Abstract: A floating non-contact ultrasonic reinforced flexible sub-aperture polishing apparatus and a polishing method therefor. The polishing apparatus comprises a flexible tool (101), a horn (102), an ultrasonic transducer (103), an electrically conductive ring rotor (104), an electrically conductive ring stator (105), a connecting shaft (106), a coupling (107), a ball spline nut (108), a ball spline shaft (109), and an axially constrained sleeve (110). The ball spline nut (108) is fixed in a ventilation main shaft (201) by means of a flange, the ball spline shaft (109) passes through the ball spline nut (108), one end of the coupling (107) is connected to the ball spline shaft (109), the other end of the coupling (107) is fixedly connected to one end of the connecting shaft (106), the other end of the connecting shaft (106) passes through the electrically conductive ring stator (105), the electrically conductive ring rotor (104) is fixedly connected to the connecting shaft (106), the electrically conductive ring stator (105) is fixed to an axial moving platform by means of a rotation stop, the transducer (103) is connected to the horn (102) by means of a flange, and the flexible tool (101) is fixed to an output end of the horn (102). The polishing apparatus and the polishing method therefor ensure that the normal of the tool at a processing point and the normal of a workpiece are kept at the same angle, thereby achieving sub-aperture processing, free floating of the tool in the axial direction, dynamic balance of gas pressure and dynamic pressure, and improved polishing efficiency.



(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置及其抛光方法, 抛光装置包括柔性工具(101)、变幅杆(102)、超声换能器(103)、导电圆环转子(104)、导电圆环定子(105)、连接轴(106)、联轴器(107)、滚珠花键螺母(108)、滚珠花键轴(109)、轴向约束轴套(110); 滚珠花键螺母(108)通过法兰固定在通气主轴(201)内, 滚珠花键轴(109)穿过滚珠花键螺母(108), 联轴器(107)的一端与滚珠花键轴(109)连接, 联轴器(107)另一端与连接轴(106)的一端固定连接, 连接轴(106)的另一端穿过导电圆环定子(105), 导电圆环转子(104)与连接轴(106)固定连接, 导电圆环定子(105)通过止转片固定在轴向运动平台上, 换能器(103)与变幅杆(102)通过法兰连接, 柔性工具(101)固定在变幅杆(102)输出端。抛光装置及其抛光方法保证加工点位置工具法线与工件法线保持同一角度, 实现子孔径加工、工具在轴向自由浮动、气压和动压动态平衡、提高抛光效率。

一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置及方法

技术领域

本发明属于超精密加工领域，尤其涉及一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置及方法。

背景技术

随着航空航天、光学、半导体等领域的发展，对于非球面透镜的需求日益增加，然而传统的加工方法主要用于加工平面透镜，在加工非球面透镜时，由于曲率变化、面形复杂、加工精度要求高等因素无法胜任；

传统的加工方法需要工具与工件硬接触，这就导致了当加工复杂面形工件时，工具无法跟踪工件面形，导致加工结果与理想面形相差甚远；有学者为此提出了柔性工具研抛工件的方法，工具可以根据工件的面形曲率变化，紧贴工件表面，但是这样就导致了游离磨粒无法进入工具与工件之间间隙，而柔性工具上的磨粒由于工具的变形导致与工件接触力不足以高效地去除材料；在此基础上，有学者提出了气浮的方式，让柔性工具离开工件表面，通过游离磨粒的动压剪切作用去除材料，这种方法虽然可以有效去除材料，但是由于去除材料效率很低，仍然有待改善；

为此，提出一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置及方法：通过 X 轴运动平台、Y 轴运动平台、Z 轴运动平台、工件摆台联动控制，保证加工点位置工具法线与工件法线保持同一角度，实现子孔径加工；通气主轴的气压作用在滚珠花键内端面上，形成一个轴向的推力，实现工具在轴向自由浮动；柔性工具旋转会带动抛光液形成流体动压，气压和动压动态平衡；动压使得柔性工具产生弹性形变，在工具与工件之间形成微小间隙，利用抛光液流过间隙时产生的剪切力去除材料；并通过换能器产生的超声波透过柔性工具在间隙内形成空化效应，加快材料去除、提高抛光效率；该方法具有加工精度高、效率高、通用性好等特点，解决极高的表面/亚表面质量而高材料去除率的矛盾，可满足平面、球面、非球面以及自由曲面的高效面形可控的确定性抛光需求；

发明内容

本发明针对现有技术的不足，提出了一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置及方法。

本发明通过 X 轴运动平台、Y 轴运动平台、Z 轴运动平台、工件摆台联动控制，保证加工点位置工具法线与工件法线保持同一角度，实现子孔径加工；通气主轴的气压作用在滚珠花键轴内端面上，形成一个轴向的推力，实现工具在轴向自由浮动；柔性工具旋转会带动抛光液形成流体动压，气压和动压动态平衡；动压使得柔性工具产生弹性形变，在工具与工件之间形成微小间隙，利用抛光液流过间隙时产生的剪切力去除材料；并通过换能器产生的超声波透过柔性工具在间隙内形成空化效应，加快材料去除、提高抛光效率；

为达到上述目的，本发明技术方案如下：

一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置，包括柔性工具、变幅杆、超声换能器、导电圆环转子、导电圆环定子、连接轴、联轴器、滚珠花键螺母、滚珠花键轴、轴向约束轴套构成；

滚珠花键螺母通过法兰固定在通气主轴内，滚珠花键轴穿过滚珠花键螺母，轴向约束轴套设置在滚珠花键螺母两端，并与滚珠花键轴过盈连接，联轴器的一端与滚珠花键轴过盈连接，联轴器另一端与连接轴的一端固定连接，连接轴的另一端穿过导电圆环定子，导电圆环转子与连接轴固定连接，导电圆环定子通过止转片固定在轴向运动平台上，连接轴与换能器端部过盈连接，换能器与变幅杆通过法兰连接，柔性抛光工具固定在变幅杆输出端；所述的导电圆环定子与导电圆环转子通过电刷连接，所述的换能器电源输入端接导电圆环转子的电源端子。

作为优选，还包括 Z 轴运动台、机架、X 轴运动台、Y 轴运动台、工件摆台构成；

通气主轴的固定安装在 Z 轴运动台上，导电圆环定子固定安装在 Z 轴运动台上，Z 轴运动平台安装在机架上；工件固定在工件摆台上，工件摆台固定在 Y 轴运动台上，Y 轴运动台的运动方向为竖直方向，Y 轴运动台固定在 X 轴运动台上，Z 轴运动台与 X 轴运动台在同一平面内，且运动方向相互垂直，且运动方向相互垂直，X 轴运动台固定在机架上。

一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置的抛光方法，该方法具体为：浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置通过 Z 轴运动平台靠近工件，工件摆台通过 X 轴运动平台、Y 轴运动平台调节加工位置，保证工具在 X 轴 Y 轴方向上任意位置加工工件，工件摆台绕 X 轴摆动，通过寻找工具的位置保证其与工件表面加工点的法线始终保持同一角度，实现非球面工件的子孔径加工。

作为优选，所述的滚珠花键轴在轴向有一定的运动余量，通气主轴将压力气体作用在滚动花键轴的内端面，推动整个机构在轴向自由运动；在加工过程中充分稳定的抛光液喷

射在柔性抛光工具和工件之间，柔性抛光工具旋转使得抛光液产生动压，抛光液产生的动压与通气主轴的气压平衡。

作为优选，所述的柔性抛光工具旋转使得抛光液产生动压，抛光液产生的动压与通气主轴的气压平衡，替换为通过预紧弹簧和利用重物拉拽的方式实现平衡动压的效果。

作为优选，所述的换能器产生超声波；通过变幅杆将超声波传递给柔性工具，再传递给抛光液；柔性抛光工具为超弹性材料，超声波在穿出柔性抛光工具时产生近似于工具形状的超声波前，抛光液流场在超声波作用下会产生微气泡，气泡由于超声波产生的空化效应破裂，微气泡破裂时产生的微射流在工具与工件之间的间隙内引起局部湍流，湍流会促进磨粒与工件表面原子之间的接触和交换，并驱动磨粒在流场剪切力的作用下去除材料。

作为优选，所述的动压使柔性工具产生弹性形变，使得柔性工具与工件表面产生微小间隙，抛光液在工具运动学驱动下，在工具与工件间隙产生大的剪切应力，呈梯度分布，越靠近工件位置，工件表面所受的剪切应力越大，游离磨粒在剪切应力作用下与工件表面接触并去除材料；

本发明的有益效果为：

本发明与已有的加工方法相比，最大的区别优势在于：第一，可以保证工具法线与工件法线保持同一进给角度，实现复杂形貌工件的子孔径加工；第二，在气浮主轴上附加了超声换能器，利用超声空化效应加快材料去除效率，弥补了已有气浮式加工效率低的缺点；该方法具有加工精度高、效率高、通用性好等特点，解决极高的表面/亚表面质量而高材料去除率的矛盾，可满足平面、球面、非球面以及自由曲面的高效面形可控的确定性抛光需求；

附图说明

图 1 是浮动非接触式超声空化柔性子孔径抛光主轴示意图；

图 2 是浮动非接触式超声空化柔性子孔径抛光装置示意图；

图 3 是子孔径加工原理图；

图 4 是浮动非接触柔性加工原理图；

图 5 是超声空化效应原理图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明做进一步详述。

如图 1 所示,包括柔性工具 101、变幅杆 102、超声换能器 103、导电圆环转子 104、导电圆环定子 105、连接轴 106、联轴器 107、滚珠花键螺母 108、滚珠花键轴 109、轴向约束轴套 110 构成;

滚珠花键螺母 108 通过法兰固定在通气主轴 201 上,滚珠花键轴 109 穿过滚珠花键螺母,轴向约束轴套 110 与滚珠花键轴 109 过盈连接,联轴器 107 与滚珠花键轴 109 过盈连接,联轴器 107 与连接轴 106 通过螺纹连接,连接轴 106 穿过导电圆环转子 104,导电圆环转子 104 通过四个螺栓与连接轴 106 固定,导电圆环定子 105 通过止转片与机架用螺栓连接,连接轴 106 与换能器 103 端部过盈连接,换能器 103 与变幅杆 102 通过法兰连接,柔性工具 101 固定在变幅杆 102 较窄段;

滚珠花键副既可以将主轴的旋转传递给工具,又可以实现工具在轴向的运动;轴向约束轴套用来约束轴与滚珠花键螺母的相对运动范围,将轴向运动距离控制在 2mm 以内;

如图 2 所示,包括通气主轴 201、Z 轴运动台 202、机架 203、X 轴运动台 204、Y 轴运动台 205、工件 206、工件摆台 207 构成;

滚珠花键螺母 108 上的法兰盘通过螺栓固定在通气主轴 201 上,通气主轴 201 的底座用螺栓安装在 Z 轴运动台上 202,Z 轴运动台 202 上有两个支架安装固定导电圆环定子 105,Z 轴运动平台 202 安装在机架 203 上;工件 206 固定在工件摆台 207 上,工件摆台 207 固定在 Y 轴运动台 205 上,Y 轴运动台 205 固定在 X 轴运动台 204 上,X 轴运动 204 台固定在机架 203 上;

如图 3 所示,浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光工具通过 Z 轴运动平台靠近工件,工件摆台可以通过 X 轴运动平台、Y 轴运动平台调节加工位置,保证工具在 XY 任意位置加工工件,工件摆台可以绕 A 轴摆动,通过寻找工具的位置保证其与工件表面加工点的法线始终保持同一角度,实现非球面工件的子孔径加工;

如图 4 所示,所述的滚珠花键轴在轴向有一定的运动余量,通气主轴可以将压力气体作用在滚动花键轴的内端面,推动整个机构在轴向自由运动;在加工过程中充分稳定的抛光液喷射在工具和工件之间,工具旋转使得抛光液产生动压,抛光液产生的动压与通气主轴的气压平衡;所述的动压使柔性工具产生弹性形变,使得柔性工具与工件表面产生微小间隙,抛光液在工具运动学驱动下,在工具与工件间隙产生大的剪切应力,呈梯度分布,越靠近工件位置,工件表面所受的剪切应力越大,游离磨粒在剪切应力作用下与工件表面接触并去除材料;

如图 5 所示, 所述的导电圆环转子出线分别与换能器正负极连接, 换能器产生超声波; 通过变幅杆将超声波传递给柔性工具, 再传递给抛光液; 柔性工具材料为超弹性材料, 并且对超声波的衰减很小; 超声波在穿出工具时产生近似于工具形状的超声波前, 抛光液受到超声波作用后会产生微气泡, 气泡由于超声波产生的空化效应破裂, 破裂时产生的微射流推动游离磨粒与工件表面发生碰撞摩擦, 去除材料并提高抛光效率;

本发明未尽事宜为公知技术。

上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点, 其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并据以实施, 并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置，其特征在于：包括柔性工具（101）、变幅杆（102）、超声换能器（103）、导电圆环转子（104）、导电圆环定子（105）、连接轴（106）、联轴器（107）、滚珠花键螺母（108）、滚珠花键轴（109）、轴向约束轴套（110）构成；

滚珠花键螺母（108）通过法兰固定在通气主轴（201）内，滚珠花键轴（109）穿过滚珠花键螺母（108），轴向约束轴套（110）设置在滚珠花键螺母（108）两端，并与滚珠花键轴（109）过盈连接，联轴器（107）的一端与滚珠花键轴（109）过盈连接，联轴器（107）另一端与连接轴（106）的一端固定连接，连接轴（106）的另一端穿过导电圆环定子（105），导电圆环转子（104）与连接轴（106）固定连接，导电圆环定子（105）通过止转片固定在轴向运动平台上，连接轴（106）与换能器（103）端部过盈连接，换能器（103）与变幅杆（102）通过法兰连接，柔性工具（101）固定在变幅杆（102）输出端；所述的导电圆环定子（105）与导电圆环转子（104）通过电刷连接，所述的换能器电源输入端接导电圆环转子（104）的电源端子。

2、如权利要求1所述的一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置，其特征在于：还包括Z轴运动台（202）、机架（203）、X轴运动台（204）、Y轴运动台（205）、工件摆台（207）构成；

通气主轴（201）的固定安装在Z轴运动台上（202），导电圆环定子（105）固定安装在Z轴运动台（202）上，Z轴运动平台（202）安装在机架（203）上；工件（206）固定在工件摆台（207）上，工件摆台（207）固定在Y轴运动台（205）上，Y轴运动台的运动方向为竖直方向，Y轴运动台（205）固定在X轴运动台（204）上，Z轴运动台与X轴运动台在同一平面内，且运动方向相互垂直，X轴运动台（204）固定在机架（203）上。

3、如权利要求1或2所述的一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置的抛光方法，其特征在于：浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置通过Z轴运动平台靠近工件，工件摆台通过X轴运动平台、Y轴运动平台调节加工位置，保证工具在X轴Y轴方向上任意位置加工工件，工件摆台绕X轴摆动，通过寻找工具的位置保证其与工件表面加工点的法线始终保持同一角度，实现非球面工件的子孔径加工。

4、如权利要求3所述的一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置的抛光方法，其特征在于：所述的滚珠花键轴在轴向有一定的运动余量，通气主轴将压力气体作用在

滚动花键轴的内端面，推动整个机构在轴向自由运动；在加工过程中充分稳定的抛光液喷射在柔性抛光工具和工件之间，柔性抛光工具旋转使得抛光液产生动压，抛光液产生的动压与通气主轴的气压平衡。

5、如权利要求3所述的一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置的抛光方法，其特征在于：所述的换能器产生超声波；通过变幅杆将超声波传递给柔性工具，再传递给抛光液；柔性抛光工具为超弹性材料，超声波在穿出柔性抛光工具时产生近似于工具形状的超声波前，抛光液流场在超声波作用下会产生微气泡，气泡由于超声波产生的空化效应破裂，微气泡破裂时产生的微射流在工具与工件之间的间隙内引起局部湍流，湍流会促进磨粒与工件表面原子之间的接触和交换，并驱动磨粒在流场剪切力的作用下去除材料。

6、如权利要求3所述的一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置的抛光方法，其特征在于：所述的柔性抛光工具旋转使得抛光液产生动压，抛光液产生的动压与通气主轴的气压平衡，替换为通过预紧弹簧和利用重物拉拽的方式实现平衡动压的效果。

7、如权利要求4所述的一种浮动非接触式超声增强柔性子孔径抛光装置的抛光方法，其特征在于：所述的动压使柔性工具产生弹性形变，使得柔性工具与工件表面产生微小间隙，抛光液在工具运动学驱动下，在工具与工件间隙产生大的剪切应力，呈梯度分布，越靠近工件位置，工件表面所受的剪切应力越大，游离磨粒在剪切应力作用下与工件表面接触并去除材料。

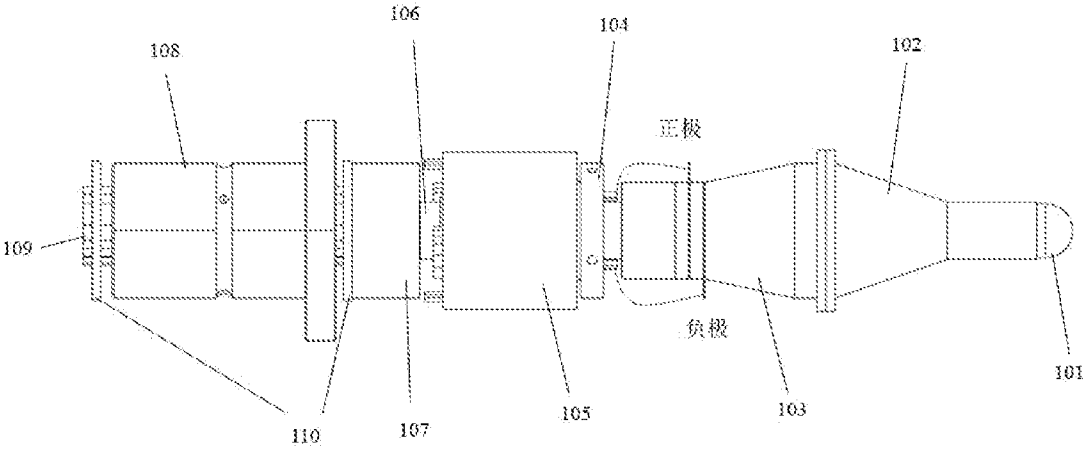


图 1

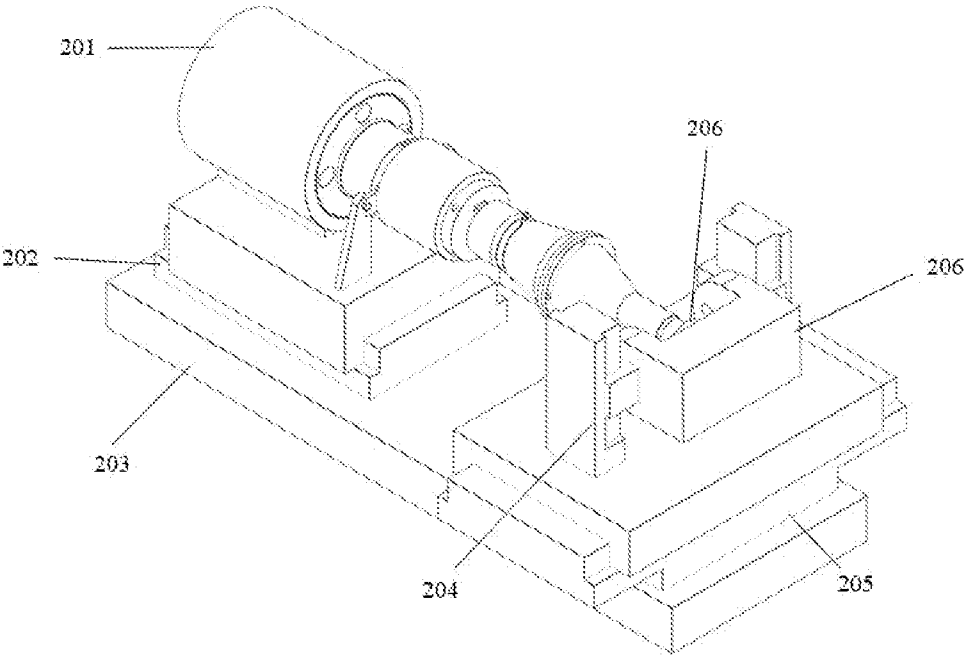


图 2

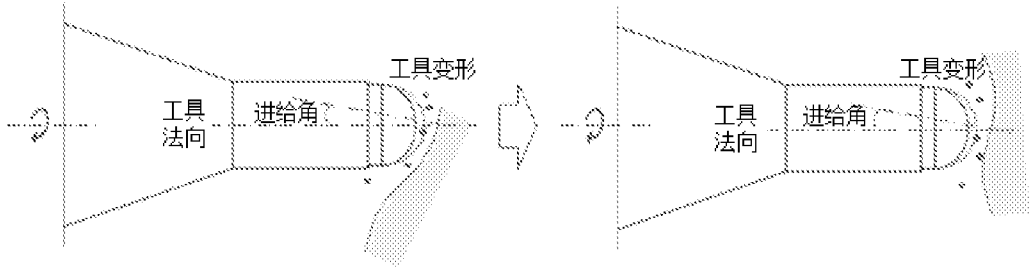


图 3

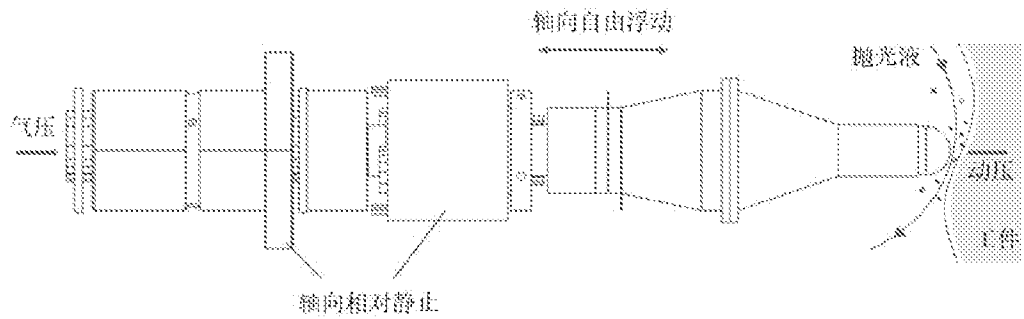


图 4

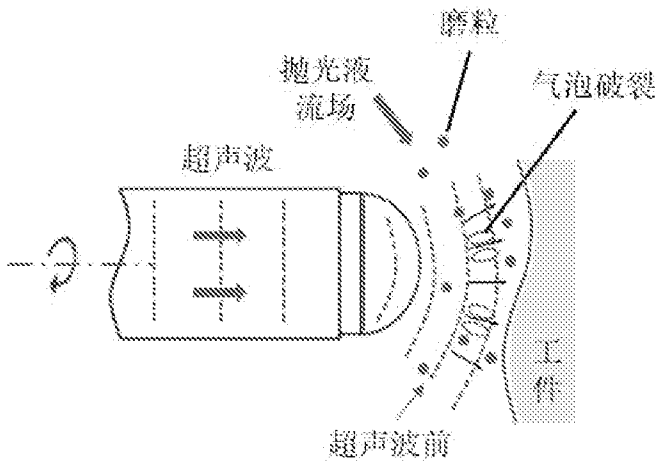


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/085965

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B 1/04(2006.01)i; B24B 41/02(2006.01)i; B24B 37/11(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B24B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, ENTXT, VEN, CJFD, ENTXTC: 悬浮, 浮动, 气压, 压力, 超声, 抛光, 柔, suspen+ float+, pressure, ultrasonic, polish +, flexible, soft

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113601320 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 05 November 2021 (2021-11-05) claims 1-6, and description, paragraphs 24-31, and figures 1-5	1-7
A	CN 107175559 A (LASER FUSION RESEARCH CENTER, CHINA ACADEMY OF ENGINEERING PHYSICS) 19 September 2017 (2017-09-19) entire document	1-7
A	CN 106002543 A (CHANGCHUN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 October 2016 (2016-10-12) entire document	1-7
A	JP 2005279902 A (OLYMPUS CORP.) 13 October 2005 (2005-10-13) entire document	1-7
A	CN 108581816 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 28 September 2018 (2018-09-28) entire document	1-7
A	JP 2001038594 A (OLYMPUS OPTICAL CORP.) 13 February 2001 (2001-02-13) entire document	1-7
A	CN 108637801 A (NORTH UNIVERSITY OF CHINA) 12 October 2018 (2018-10-12) description, paragraphs 43-71, and figures 1-17	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 June 2022

Date of mailing of the international search report

29 June 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/085965

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	113601320	A	05 November 2021	None	
CN	107175559	A	19 September 2017	None	
CN	106002543	A	12 October 2016	None	
JP	2005279902	A	13 October 2005	None	
CN	108581816	A	28 September 2018	None	
JP	2001038594	A	13 February 2001	None	
CN	108637801	A	12 October 2018	CN 208556901 U	01 March 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/085965

A. 主题的分类

B24B 1/04(2006.01)i; B24B 41/02(2006.01)i; B24B 37/11(2012.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B24B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTXT, ENTXT, VEN, CJFD, ENTXTC: 悬浮, 浮动, 气压, 压力, 超声, 抛光, 柔, suspen+ float+, pressure, ultra-sonic, polish+, flexible, soft

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 113601320 A (浙江大学) 2021年11月5日 (2021 - 11 - 05) 权利要求1-6, 说明书第24-31段、附图1-5	1-7
A	CN 107175559 A (中国工程物理研究院激光聚变研究中心) 2017年9月19日 (2017 - 09 - 19) 全文	1-7
A	CN 106002543 A (长春工业大学) 2016年10月12日 (2016 - 10 - 12) 全文	1-7
A	JP 2005279902 A (OLYMPUS CORP) 2005年10月13日 (2005 - 10 - 13) 全文	1-7
A	CN 108581816 A (浙江工业大学) 2018年9月28日 (2018 - 09 - 28) 全文	1-7
A	JP 2001038594 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 2001年2月13日 (2001 - 02 - 13) 全文	1-7
A	CN 108637801 A (中北大学) 2018年10月12日 (2018 - 10 - 12) 说明书第43-71段、附图1-17	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年6月7日

国际检索报告邮寄日期

2022年6月29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

孙迎椿

电话号码 86-(010)-62085459

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/085965

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	113601320	A	2021年11月5日	无	
CN	107175559	A	2017年9月19日	无	
CN	106002543	A	2016年10月12日	无	
JP	2005279902	A	2005年10月13日	无	
CN	108581816	A	2018年9月28日	无	
JP	2001038594	A	2001年2月13日	无	
CN	108637801	A	2018年10月12日	CN	208556901 U 2019年3月1日