

(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
2022 年 12 月 22 日 (22.12.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/261998 A1

(51) 国际专利分类号:
B24B 1/00 (2006.01) *B24B 31/12* (2006.01)
B24B 31/112 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/101915

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 23 日 (23.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110673642.8 2021年6月17日 (17.06.2021) CN

(71) 申请人: 广东工业大学 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。广东纳诺格莱科技有限公司 (GUANGDONG NANOGRIND TECHNOLOGY CO.,LTD.) [CN/CN]; 中国广东省佛山市南海区狮山镇软件园桃园路南海产业智库城一期A座A505室, Guangdong 528225 (CN)。

(72) 发明人: 潘继生 (PAN, Jisheng); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。阎秋生 (YAN, Qiusheng); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。蔡志航 (CAI, Zhihang); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。洪志清 (HONG, Zhiqing); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。陈海阳 (CHEN, Haiyang); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。梁智镔 (LIANG, Zhibin); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT AND TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦B塔4416室, Guangdong 510620 (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,

(54) Title: ULTRA-SMOOTH PLANARIZATION POLISHING METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 一种超光滑平坦化抛光方法及装置

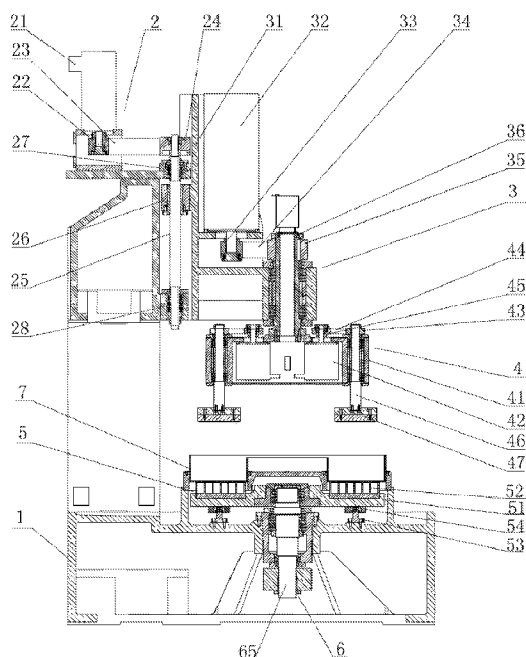


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to an ultra-smooth planarization polishing method and apparatus. The apparatus comprises a base, a Z-axis driving mechanism, a revolution driving mechanism, an autorotation driving mechanism, a dynamic magnetic field generating mechanism, a deflection driving mechanism, and a polishing disc used for containing a magnetorheological fluid. The Z-axis driving mechanism is mounted on the base; an output end of the Z-axis driving mechanism is connected to the revolution driving mechanism; an output end of the revolution driving mechanism is connected to the autorotation driving mechanism; a clamping disc used for clamping a workpiece is provided at an output end of the autorotation driving mechanism; the polishing disc is fixed on the base and is located below the revolution driving mechanism and the autorotation driving mechanism; the dynamic magnetic field generating mechanism is provided below the polishing disc, and a dynamic magnetic field is formed in the polishing disc; the deflection driving mechanism is mounted on the base; and the dynamic magnetic field generating mechanism is connected to an output end of the deflection driving mechanism. The present invention effectively avoids the problem that a machining effect difference exists between the center and edge of a workpiece due to the fact that a linear speed zero point exists at the center of the workpiece.

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, 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。

- (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: 本发明涉及一种超光滑平坦化抛光方法及装置。包括基座、Z轴驱动机构、公转驱动机构、自转驱动机构、动磁场发生机构、偏摆驱动机构、以及用于盛装磁流变液的抛光盘; Z轴驱动机构安装于基座上, Z轴驱动机构的输出端与公转驱动机构连接, 公转驱动机构的输出端与自转驱动机构连接, 自转驱动机构的输出端设有用于装夹工件的装夹盘; 抛光盘固定于基座上, 且位于公转驱动机构和自转驱动机构的下方; 动磁场发生机构设于抛光盘的下方, 且在抛光盘内形成动态磁场; 偏摆驱动机构安装于基座上, 动磁场发生机构与偏摆驱动机构的输出端连接。本发明有效避免工件中心位置存在线速度零点导致工件中心与边缘存在加工效果差异的问题。

一种超光滑平坦化抛光方法及装置

5 技术领域

本发明属于超精密加工技术领域，更具体地，涉及一种超光滑平坦化抛光方法及装置。

背景技术

随着当今社会科学技术和信息技术的飞速发展，不断推动着半导体产业快速发展，半导体产业已然成为各国经济发展的重要推动力。伴随 5G 通讯、云计算、人工智能等新一代信息技术的发展，半导体元器件的需求量逐年增长，这要求高效加工表面粗糙度达到纳米级的超光滑无损伤半导体晶片以应对市场需求。以 LED 外延蓝宝石衬底为例，一般要求总厚度偏差小于 $10\ \mu\text{m}$ ，表面粗糙度应小于 0.3nm 。因此平坦化加工成为半导体基片必不可少的工序，其加工质量和精度直接决定了半导体器件的性能

磁流变抛光技术是 20 世纪 90 年代由 Kordonski W.I. 及其合作者基于磁流变效应提出的一种新型的光学表面加工方法，其加工过程是利用磁流变工作液在磁场下形成的高粘度、低流动性的“柔性抛光膜”对工件表面材料进行微量去除具有不产生亚表面损伤、适合曲面加工等传统抛光所不具备的优点，应用前景广阔。

为提高磁流变的抛光效率中国专利 CN200610132495.9，提出了一种基于磁流变效应的研磨抛光方法及抛光装置，但是由于静态磁场形成的磁流变效应抛光垫缺乏自我修整和磨料更新自锐的机制，磁流变液在磁场作用下的黏弹性使得静磁场形成的抛光垫对工件表面加工后受力畸变，难以保持加工后工件的性能稳定。

针对加工均匀性的问题中国专利 CN201510801886.4，提出了一种磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置及其抛光方法，通过多磁极同步旋转驱动机构实现磁极的动态运动，使得柔性抛光垫能长时间维持对工件的恒定抛光压力，但是该装置每一个磁极的运动都由一根独立的轴进行驱动导致磁极无法在抛光区域下方实现密集排布，进而导致加工效率低下。

为增加磁极密度提高加工效率中国专利 CN201710662467.6, 提出了一种磁流变平面抛光装置, 工件通过抛光盘旋转和工件旋转产生相对运动, 但是由于抛光盘转速受到离心力的限制, 抛光需要用到较高的工件自转转速才能实现高效率加工, 使得工件中心位置存在相对线速度零点、工件抛光过程中线速度分布不均匀的问题, 这将导致工件加工后中心区域与边缘区域存在效果差异。于此同时, 该装置通过在抛光区域下方放置磁场发生装置以产生抛光所需磁场, 但磁场发生装置的旋转加上抛光盘的旋转使得两者之间的相对运动较大, 使得柔性抛光垫不稳定, 也容易造成抛光盘盘面的磨损。

发明内容

本发明为克服上述现有技术中的至少一个缺陷, 提供一种超光滑平坦化抛光方法及装置, 有效避免工件中心位置存在线速度零点导致工件中心与边缘存在加工效果差异的问题。

为解决上述技术问题, 本发明采用的技术方案是: 一种超光滑平坦化抛光方法, 包括以下步骤:

设置动磁场发生机构, 根据待加工工件的结构选择合适的磁极的直径以及磁极的排列规律, 并按照选择的规律将磁极通过多个磁极盘安装在动磁场发生机构上的磁铁安装偏心盘中;

配置磁流变抛光液, 并将配置好的磁流变抛光液加入到抛光盘;

设置用于驱动动磁场发生机构发生偏转运动的偏摆驱动机构以及用于限制磁铁安装偏心盘发生旋转运动的偏摆辅助机构, 偏摆驱动机构带动偏心主轴转动, 从而带动磁铁安装偏心盘运动, 在偏摆辅助机构的配合下, 磁铁安装偏心盘进行规律的偏摆而不进行整体的旋转, 磁铁安装偏心盘规律运动从而在抛光盘产生动态磁场;

设置公转驱动机构和自转驱动机构, 公转驱动机构与自转驱动机构连接, 带动自转驱动机构发生公转运动; 将待加工工件安装于自转驱动机构上, 通过公转驱动机构和自转驱动机构带动工件同时进行公转运动和自转运动;

设置 Z 轴驱动机构, Z 轴驱动机构与公转驱动机构连接, 带动公转驱动机构沿 Z 轴上下移动; 调节工件与抛光盘之间的距离, 使工件与抛光盘中所形成的抛光垫接触并达到加工间隙, 实现待加工工件表面的均匀抛光。

本发明还提供一种超光滑平坦化抛光装置，包括基座、用于驱动工件上下移动的 Z 轴驱动机构、用于驱动工件进行公转运动的公转驱动机构、用于驱动工件进行自转运动的自转驱动机构、动磁场发生机构、用于驱动动磁场发生机构发生偏转运动的偏摆驱动机构、以及用于盛装磁流变液的抛光盘；所述的 Z 轴驱动机构安装于基座上，Z 轴驱动机构的输出端与公转驱动机构连接，所述的公转驱动机构的输出端与自转驱动机构连接，所述的自转驱动机构的输出端设有用于装夹工件的装夹盘；所述的抛光盘固定于基座上，且位于公转驱动机构和自转驱动机构的下方；所述的动磁场发生机构设于抛光盘的下方，且在抛光盘内形成动态磁场；所述的偏摆驱动机构安装于基座上，所述的动磁场发生机构与偏摆驱动机构的输出端连接。

在其中一个实施例中，所述的公转驱动机构包括公转安装箱体、公转电机、公转小带轮、公转同步带、公转大带轮、以及公转主轴；所述的公转安装箱体与 Z 轴驱动机构的输出端连接；所述的公转电机安装于公转安装箱体的顶部，所述的公转小带轮与公转电机的输出轴连接，所述的公转主轴沿 Z 轴方向设置、且可转动安装于公转安装箱体内，所述的公转主轴的一端与公转大带轮固定连接，另一端为输出端，用于与自转驱动机构连接；所述的公转同步带环绕于公转小带轮和公转大带轮外周。

在其中一个实施例中，所述的自转驱动机构包括自转安装箱体、自转电机、自转小带轮、自转同步带、自转大带轮以及自转主轴；所述的自转安装箱体的顶部与公转主轴固定连接，所述的自转电机安装于自转安装箱体内，自转电机的输出轴与自转小带轮连接；所述的自转主轴沿 Z 轴方向设置、且可转动安装于自转安装箱体内；所述的自转主轴的一端与自转大带轮固定连接，另一端与装夹盘固定连接；所述的自转同步带环绕于自转小带轮和自转大带轮外周。

在其中一个实施例中，所述的公转主轴为空心结构；所述的公转主轴通过角接触球轴承与公转安装箱体转动连接；所述的自转主轴通过角接触球轴承与自转安装箱体转动连接。

在其中一个实施例中，所述的 Z 轴驱动机构包括 Z 轴电机、Z 轴小带轮、Z 轴同步带、Z 轴大带轮、Z 轴丝杆、丝杆座、上滚珠丝杆支撑座以及下滚珠丝杆支撑座；所述的 Z 轴电机安装于基座上，所述的 Z 轴小带轮与 Z 轴电机的输出轴连接；所述的 Z 轴丝杆沿 Z 轴方向设置，一端通过上滚珠丝杆支撑座与基

座转动连接，另一端通过下滚珠丝杆支撑座与基座转动连接；所述的Z轴大带轮与Z轴丝杆的一端固定连接，所述的Z轴同步带环绕于Z轴小带轮和Z轴大带轮的外周；所述的丝杆座转动套设于Z轴丝杆上，所述的公转安装箱体与丝杆座固定连接。

- 5 在其中一个实施例中，还包括平衡气缸，在公转安装箱体的两侧沿Z轴方向设有导轨，在所述的基座上沿Z轴方向设有导轨压板，所述的导轨与导轨压板滑动连接；所述的平衡气缸沿Z轴方向设置，平衡气缸固定于基座上，平衡气缸的活塞杆通过连接板与公转安装箱体的顶部固定连接。

- 在其中一个实施例中，所述的偏摆驱动机构包括偏摆电机、偏摆小带轮、
10 偏摆同步带、偏摆大带轮以及偏心主轴；所述的偏摆电机安装于基座上，偏摆电机的输出轴与偏摆小带轮连接，所述的偏心主轴沿Z轴方向设置、且通过角接触球轴承与基座转动连接，偏心主轴底部一端与偏摆大带轮连接，顶部具有偏心距的一端与动磁场发生机构连接，通过偏心主轴的偏心转动带动动磁场发生机构发生偏心旋转；所述的偏摆同步带环绕在偏摆小带轮和偏摆大带轮外周。

- 15 在其中一个实施例中，所述的动磁场发生机构包括磁铁安装偏心盘、多个磁极盘、磁极、以及用于限制磁铁安装偏心盘发生旋转的偏摆辅助小轴；所述的磁铁安装偏心盘底部的轴心处设有第一安装孔，所述的偏心主轴的具有偏心距的一端通过角接触球轴承转动安装于第一安装孔中；所述的磁铁安装偏心盘位于抛光盘的下方，所述的磁极盘安装于磁铁安装偏心盘顶部，所述的磁极规律安装于磁极盘中；沿着第一安装孔的四周周向间隔设有多个偏心辅助盘，在
20 偏心辅助盘内设有第二安装孔；所述的偏摆辅助小轴的一端固定于基座上，另一端套设有角接触球轴承，且位于第二安装孔中；且偏摆辅助小轴与第二安装孔的中轴线存在偏心距。

- 在其中一个实施例中，所述的动磁场发生机构包括磁铁安装偏心盘、多个
25 磁极盘、磁极、以及用于限制磁铁安装偏心盘发生旋转的、具有偏心距的偏心辅助轴；所述的磁铁安装偏心盘底部的轴心处设有安装通孔，在抛光盘底部的支撑块处设有第三安装孔，所述的偏心主轴的具有偏心距的一端穿过安装通孔与第三安装孔通过角接触球轴承转动连接，且位于安装通孔中的偏心主轴与安装通孔也通过圆锥滚子轴承转动连接；所述的磁铁安装偏心盘位于抛光盘的
30 下方，所述的磁极盘安装于磁铁安装偏心盘顶部，所述的磁极规律安装于磁极盘

中；沿着安装通孔的四周周向间隔设有多个第四安装孔；在所述的基座上设有与第四安装孔位置对应的第五安装孔；所述的偏心辅助轴的一端通过角接触球轴承与第五安装孔转动连接，另一端通过角接触球轴承与第四安装孔转动连接。

在其中一个实施例中，所述的偏摆辅助小轴与第二安装孔之间的偏心距与偏心主轴的偏心距相同；所述的偏心辅助轴的偏心距与偏心主轴的偏心距相同；所述的磁极盘为扇形结构，多个磁极盘相互间隔围成圆形排列在磁铁安装偏心盘中；在每个磁极盘中均设有磁极，且每个磁极盘中磁铁的排列规律相同。

与现有技术相比，有益效果是：

1、本发明提供一种超光滑平坦化抛光装置及抛光方法，采用工件沿抛光区域同时进行公转和自转的抛光的同时抛光盘静止的抛光方式，避免了抛光盘中抛光液容易甩出的问题，另一方面，可以通过提高工件沿抛光区域公转的速度改善工件表面的线速度的不均匀，解决工件中心位置存在相对线速度的零点的问题。同时由于抛光盘静止保证了在大尺寸工件的抛光加工时抛光盘的精度和磁流变柔性抛光垫的稳定。

2、本发明提供一种超光滑平坦化抛光装置，通过偏摆发生机构驱动动态磁场发生机构运动以产生动态磁场，同时，通过设置偏心辅助轴或偏摆辅助小轴，使得磁铁安装偏心盘只做规律的偏摆运动而不进行整体的旋转，使得柔性抛光垫的形状不断回复；同时，该偏摆运动使得磁极仅仅进行小幅度的规律运动，使得在保持磁流变柔性抛光垫加工性能的同时对抛光盘盘面的磨损降到最小；另外，磁极通过磁铁安装偏心盘进行整体的偏摆运动，因此磁极可以密集的排布于抛光盘的下方，产生更加密集且加工性能更优异的抛光垫，提高加工效率。

附图说明

图 1 是本发明整体结构的第一视角结构示意图。

图 2 是本发明整体结构的第二视角结构示意图。

图 3 是本发明动磁场发生机构与偏摆驱动机构其中一种结构示意图。

图 4 是本发明动磁场发生机构与偏摆驱动机构的另一种结构示意图。

图 5 是本发明图 3 中 A 的局部放大示意图。

图 6 是本发明图 4 中 B 的局部放大示意图。

图 7 是本发明磁极排列方式结构示意图。

图 8 是本发明动磁场发生机构进行偏摆运动示意图。

附图标记：1、基座；11、导轨压板；2、Z 轴驱动机构；21、Z 轴电机；22、Z 轴小带轮；23、Z 轴同步带；24、Z 轴大带轮；25、Z 轴丝杆；26、丝杆座；27、上滚珠丝杆支撑座；28、下滚珠丝杆支撑座；3、公转驱动机构；31、公转安装箱体；32、公转电机；33、公转小带轮；34、公转同步带；35、公转大带轮；36、公转主轴；37、导轨；4、自转驱动机构；41、自转安装箱体；42、自转电机；43、自转小带轮；44、自转同步带；45、自转大带轮；46、自转主轴；47、装夹盘；5、动磁场发生机构；51、磁铁安装偏心盘；52、磁极盘；53、偏摆辅助小轴；54、偏心辅助盘；55、偏心辅助轴；56、磁极；6、偏摆驱动机构；61、偏摆电机；62、偏摆小带轮；63、偏摆同步带；64、偏摆大带轮；65、偏心主轴；66、轴套；7、抛光盘；71、支撑块；8、角接触球轴承；9、圆锥滚子轴承；。

具体实施方式

附图仅用于示例性说明，不能理解为对本发明的限制；为了更好说明本实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对于本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。附图中描述位置关系仅用于示例性说明，不能理解为对本发明的限制。

如图 1 至图 8 所示，一种超光滑平坦化抛光装置，包括基座 1、用于驱动工件上下移动的 Z 轴驱动机构 2、用于驱动工件进行公转运动的公转驱动机构 3、用于驱动工件进行自转运动的自转驱动机构 4、动磁场发生机构 5、用于驱动动磁场发生机构 5 发生偏转运动的偏摆驱动机构 6、以及用于盛装磁流变液的抛光盘 7；Z 轴驱动机构 2 安装于基座 1 上，Z 轴驱动机构 2 的输出端与公转驱动机构 3 连接，公转驱动机构 3 的输出端与自转驱动机构 4 连接，自转驱动机构 4 的输出端设有用于装夹工件的装夹盘 47；抛光盘 7 固定于基座 1 上，且位于公转驱动机构 3 和自转驱动机构 4 的下方；动磁场发生机构 5 设于抛光盘 7 的下方，且在抛光盘 7 内形成动态磁场；偏摆驱动机构 6 安装于基座 1 上，动磁场发生机构 5 与偏摆驱动机构 6 的输出端连接。在本发明中，抛光盘 7 固定在基座 1 上，通过偏摆驱动机构 6 驱动动磁场发生机构 5 进行规律运动而在抛光盘 7 中形成动态磁场，避免了现有技术中抛光盘 7 运动而导致抛光液容易甩出的问题，也保证了在进行大尺寸工件加工时抛光盘 7 的精度和磁流变柔性抛光

垫的稳定性；另外，通过公转驱动机构 3 和自转驱动机构 4 带动工件同时进行公转和自转，可以通过提高工件沿抛光区域的公转速度来改善工件表面线速度分布不均、工件中心位置存在线速度零点的问题，避免了工件中心位置与边缘位置存在加工精度差异的问题；Z 轴驱动机构 2 用于调整工件与抛光盘 7 之间的距离，以便于选择合适的距离值保证工件与抛光垫接触达到加工间隙。

在其中一个实施例中，如图 1 和图 2 所示，公转驱动机构 3 包括公转安装箱体 31、公转电机 32、公转小带轮 33、公转同步带 34、公转大带轮 35、以及公转主轴 36；公转安装箱体 31 与 Z 轴驱动机构 2 的输出端连接；公转电机 32 安装于公转安装箱体 31 的顶部，公转小带轮 33 与公转电机 32 的输出轴连接，公转主轴 36 沿 Z 轴方向设置、且可转动安装于公转安装箱体 31 内，公转主轴 36 的一端与公转大带轮 35 固定连接，另一端为输出端，用于与自转驱动机构 4 连接；公转同步带 34 环绕于公转小带轮 33 和公转大带轮 35 外周。公转电机 32 启动，公转小带轮 33 转动，通过公转同步带 34 带动公转大带轮 35 和公转主轴 36 旋转，公转主轴 36 与自转驱动机构 4 连接，从而带动自转驱动机构 4 及工件一起发生公转运动。

在其中一个实施例中，如图 1 和图 2 所示，自转驱动机构 4 包括自转安装箱体 41、自转电机 42、自转小带轮 43、自转同步带 44、自转大带轮 45 以及自转主轴 46；自转安装箱体 41 的顶部与公转主轴 36 固定连接，自转电机 42 安装于自转安装箱体 41 内，自转电机 42 的输出轴与自转小带轮 43 连接；自转主轴 46 沿 Z 轴方向设置、且可转动安装于自转安装箱体 41 内；自转主轴 46 的一端与自转大带轮 45 固定连接，另一端与装夹盘 47 固定连接；自转同步带 44 环绕于自转小带轮 43 和自转大带轮 45 外周。自转电机 42 启动，带动自转小带轮 43 运动，通过自转同步带 44 带动自转大带轮 45 和自转主轴 46 旋转，装夹盘 47 与自转主轴 46 连接，从而实现工件自转。为了提高加工效率，可以在自转安装箱体 41 内设置多个自转电机 42、自转小带轮 43、自转同步带 44、自转大带轮 45 和自转主轴 46 以及装夹盘 47；在自转箱体内形成多个装夹盘 47 发生自转运动，这样可以同时对多个工件进行加工，提高工作效率。

在一些实施例中，公转主轴 36 为空心结构，以便于自转电机 42 与电滑环连接；公转主轴 36 通过角接触球轴承 8 与公转安装箱体 31 转动连接；自转主轴 46 通过角接触球轴承 8 与自转安装箱体 41 转动连接。

在另一个实施例中,如图 1 和图 2 所示,Z 轴驱动机构 2 包括 Z 轴电机 21、Z 轴小带轮 22、Z 轴同步带 23、Z 轴大带轮 24、Z 轴丝杆 25、丝杆座 26、上滚珠丝杆支撑座 27 以及下滚珠丝杆支撑座 28; Z 轴电机 21 安装于基座 1 上, Z 轴小带轮 22 与 Z 轴电机 21 的输出轴连接; Z 轴丝杆 25 沿 Z 轴方向设置,一端通过上滚珠丝杆支撑座 27 与基座 1 转动连接,另一端通过下滚珠丝杆支撑座 28 与基座 1 转动连接; Z 轴大带轮 24 与 Z 轴丝杆 25 的一端固定连接, Z 轴同步带 23 环绕于 Z 轴小带轮 22 和 Z 轴大带轮 24 的外周;丝杆座 26 转动套设于 Z 轴丝杆 25 上,公转安装箱体 31 与丝杆座 26 固定连接。Z 轴电机 21 启动,带动 Z 轴小带轮 22 转动,通过 Z 轴同步带 23 带动 Z 轴大带轮 24 和 Z 轴丝杆 25 旋转,丝杆座 26 与公转安装箱体 31 连接,Z 轴丝杆 25 转动,带动丝杆座 26 旋转,但是由于基座 1 的限制,导致丝杆座 26 及公转安装箱体 31 不能跟着 Z 轴丝杆 25 一起转轴,从而实现丝杆座 26 沿着 Z 轴丝杆 25 上下移动。

在一些实施例中,如图 2 所示,还包括平衡气缸,在公转安装箱体 31 的两侧沿 Z 轴方向设有导轨 37,在基座 1 上沿 Z 轴方向设有导轨压板 11,导轨 37 与导轨压板 11 滑动连接;平衡气缸沿 Z 轴方向设置,平衡气缸固定于基座 1 上,平衡气缸的活塞杆通过连接板与公转安装箱体 31 的顶部固定连接。设置平衡气缸可以提高装置的稳定性,减小公转安装箱体 31 在工作时的振动。

在其中一个实施例中,如图 1 至图 4 所示,偏摆驱动机构 6 包括偏摆电机 61、偏摆小带轮 62、偏摆同步带 63、偏摆大带轮 64 以及偏心主轴 65;偏摆电机 61 安装于基座 1 上,偏摆电机 61 的输出轴与偏摆小带轮 62 连接,偏心主轴 65 沿 Z 轴方向设置、且通过角接触球轴承 8 与基座 1 转动连接,偏心主轴 65 底部一端与偏摆大带轮 64 连接,顶部具有偏心距的一端与动磁场发生机构 5 连接,通过偏心主轴 65 的偏心转动带动动磁场发生机构 5 发生偏心旋转;偏摆同步带 63 环绕在偏摆小带轮 62 和偏摆大带轮 64 外周。偏摆电机 61 启动,带动偏摆小带轮 62 转动,通过偏摆同步带 63 带动偏摆大带轮 64 和偏心主轴 65 转动,偏心主轴 65 与动磁场发生机构 5 连接,从而带动动磁场发生机构 5 运动而产生动磁场;由于偏心主轴 65 与动磁场发生机构 5 连接的一端,存在一个偏心距,即偏心主轴 65 分为两段,两段不同轴设置,具有偏心距;这样在偏心主轴 65 转动时,则可以实现带动动磁场发生机构 5 进行偏心旋转运动。

在其中一个实施例中,如图 1、图 2、图 3、图 5、图 7 所示,动磁场发生

机构 5 包括磁铁安装偏心盘 51、多个磁极盘 52、磁极 56、以及用于限制磁铁安装偏心盘 51 发生旋转的偏摆辅助小轴 53；磁铁安装偏心盘 51 底部的轴心处设有第一安装孔，偏心主轴 65 的具有偏心矩的一端通过角接触球轴承 8 转动安装于第一安装孔中；磁铁安装偏心盘 51 位于抛光盘 7 的下方，磁极盘 52 安装于磁铁安装偏心盘 51 顶部，如图 7 所示，磁极 56 规律安装于磁极盘 52 中；沿着第一安装孔的四周周向间隔设有多个偏心辅助盘 54，在偏心辅助盘 54 内设有第二安装孔；偏摆辅助小轴 53 的一端固定于基座 1 上，另一端套设有角接触球轴承 8，且位于第二安装孔中；且偏摆辅助小轴 53 与第二安装孔的中轴线存在偏心距。磁铁安装偏心盘 51 与偏心主轴 65 连接，通过偏心主轴 65 带动其发生偏心旋转，而由于偏摆辅助小轴 53 的设置，限制了磁铁安装偏心盘 51 进行旋转运动，只能做规律的偏摆运动，如图 5 所示。在偏摆辅助小轴 53 上套设角接触球轴承 8 可以减小接触面积，减少摩擦，减少发热。

在另一个实施例中，如图 4 和图 6 所示，动磁场发生机构 5 包括磁铁安装偏心盘 51、多个磁极盘 52、磁极 56、以及用于限制磁铁安装偏心盘 51 发生旋转的、具有偏心距的偏心辅助轴 55；磁铁安装偏心盘 51 底部的轴心处设有安装通孔，在抛光盘 7 底部的支撑块 71 处设有第三安装孔，偏心主轴 65 的具有偏心矩的一端穿过安装通孔与第三安装孔通过圆锥滚子轴承 9 转动连接，且位于安装通孔中的偏心主轴 65 与安装通孔也通过角接触球轴承 8 转动连接；磁铁安装偏心盘 51 位于抛光盘 7 的下方，如图 7 所示，磁极盘 52 安装于磁铁安装偏心盘 51 顶部，磁极 56 规律安装于磁极盘 52 中；沿着安装通孔的四周周向间隔设有多个第四安装孔；在基座 1 上设有与第四安装孔位置对应的第五安装孔；偏心辅助轴 55 的一端通过角接触球轴承 8 与第五安装孔转动连接，另一端通过角接触球轴承 8 与第四安装孔转动连接。本实施例通过偏心辅助轴 55 实现限制磁铁安装偏心盘 51 发生旋转，与上述实施例中设置偏摆辅助小轴 53 的工作原理相同；在本实施例中，偏心辅助轴 55 本身具有偏心距，偏心辅助轴 55 也是分为两段的，两段不同轴设置，形成偏心距；而在上述实施例中，是通过偏摆辅助小轴 53 与第二安装孔安装时，与第二安装孔存在一个偏心量。两种方式均能够实现限制磁体安装偏心盘 51 发生旋转运动；偏摆辅助小轴 53 所需要的精度较低，运动时发热较小；而偏心辅助轴 55 所需要的精度较高，但是所承载的磁铁安装偏心盘 51 更为稳定。另外，抛光盘 7 的边缘是固定在基座 1 上的，抛

光盘 7 底部的支撑块 71 是没有与基座 1 连接的，支撑块 71 是用来与偏心主轴 65 连接的，起到支撑抛光盘 7 的作用。

5 在一些实施例中，偏摆辅助小轴 53 与第二安装孔之间的偏心距与偏心主轴 65 的偏心距相同；偏心辅助轴 55 的偏心距与偏心主轴 65 的偏心距相同；如图 7 所示，磁极盘 52 为扇形结构，多个磁极盘 52 相互间隔围成圆形排列在磁铁安装偏心盘 51 中；在每个磁极盘 52 中均设有磁极 56，且每个磁极盘 52 中磁铁的排列规律相同。

在另一个实施例中，本发明还提供一种动态磁场磁流变超光滑平坦化抛光方法，使用以上实施例所述的抛光装置，包括以下步骤：

10 将待加工的工件安装于装夹盘 47 中，根据待加工工件的结构选择合适的磁极 56 的直径以及磁极 56 的排列规律，并按照选择的规律将磁极 56 通过多个磁极盘 52 安装在磁铁安装偏心盘 51 中；在本实施例中，工件选择单晶 6H-SiC 基片；选择直径为 30mm 的永磁体均匀的排布在抛光区域下方，即磁铁安装偏心盘 51 中；

15 配置金刚石磨粒浓度为 10%，粒径为 7 微米，羰基铁粉浓度为 16% 的磁流变液；并将配置好的磁流变抛光液加入到抛光盘 7 中；

启动用于驱动动磁场发生机构 5 发生偏转运动的偏摆驱动机构 6，带动偏心主轴 65 转动，转动速度为 10r/min；在偏摆辅助小轴 53 或偏心辅助轴 55 的配合下，磁铁安装偏心盘 51 进行规律的偏摆而不进行整体的旋转，磁铁安装偏
20 心盘 51 规律运动从而在抛光盘 7 中产生动态磁场；

启动公转驱动机构 3 和自转驱动机构 4，带动工件同时进行公转运动和自转运动；公转速度为 150r/min，自转速度为 10r/min；

启动 Z 轴驱动机构 2，调节工件与抛光盘 7 之间的距离，使工件与抛光盘 7 中所形成的抛光垫接触并达到加工间隙，间隙为 0.8mm，实现待加工工件表面
25 的均匀抛光。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”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
30

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”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个、三个等，除非另有明确具体的限定。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；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或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

显然，本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。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。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种超光滑平坦化抛光方法，其特征在于，包括以下步骤：

设置动磁场发生机构（5），根据待加工工件的结构选择合适的磁极（56）
5 的直径以及磁极（56）的排列规律，并按照选择的规律将磁极（56）通过多个
磁极盘（52）安装在动磁场发生机构（5）上的磁铁安装偏心盘（51）中；

配置磁流变抛光液，并将配置好的磁流变抛光液加入到抛光盘（7）中；

设置用于驱动动磁场发生机构（5）发生偏转运动的偏摆驱动机构（6）以
及用于限制磁铁安装偏心盘（51）发生旋转运动的偏摆辅助机构，偏摆驱动机
10 构（6）带动偏心主轴（65）转动，从而带动磁铁安装偏心盘（51）运动，在偏
摆辅助机构的配合下，磁铁安装偏心盘（51）进行规律的偏摆而不进行整体的
旋转，磁铁安装偏心盘（51）规律运动从而在抛光盘（7）中产生动态磁场；

设置公转驱动机构（3）和自转驱动机构（4），公转驱动机构（3）与自转
驱动机构（4）连接，带动自转驱动机构（4）发生公转运动；将待加工工件安
15 装于自转驱动机构（4）上，通过公转驱动机构（3）和自转驱动机构（4）带动
工件同时进行公转运动和自转运动；

设置 Z 轴驱动机构（2），Z 轴驱动机构（2）与公转驱动机构（3）连接，
带动公转驱动机构（3）沿 Z 轴上下移动；调节工件与抛光盘（7）之间的距离，
使工件与抛光盘（7）中所形成的抛光垫接触并达到加工间隙，实现待加工工件
20 表面的均匀抛光。

2. 一种超光滑平坦化抛光装置，其特征在于，包括基座（1）、用于驱动工件上
下移动的 Z 轴驱动机构（2）、用于驱动工件进行公转运动的公转驱动机构（3）、
用于驱动工件进行自转运动的自转驱动机构（4）、动磁场发生机构（5）、用于
驱动动磁场发生机构（5）发生偏转运动的偏摆驱动机构（6）、以及用于盛装磁
25 流变液的抛光盘（7）；所述的 Z 轴驱动机构（2）安装于基座（1）上，Z 轴驱
动机构（2）的输出端与公转驱动机构（3）连接，所述的公转驱动机构（3）的
输出端与自转驱动机构（4）连接，所述的自转驱动机构（4）的输出端设有用
于装夹工件的装夹盘（47）；所述的抛光盘（7）固定于基座（1）上，且位于公
转驱动机构（3）和自转驱动机构（4）的下方；所述的动磁场发生机构（5）设
30 于抛光盘（7）的下方，且在抛光盘（7）内形成动态磁场；所述的偏摆驱动机

构(6)安装于基座(1)上,所述的动磁场发生机构(5)与偏摆驱动机构(6)的输出端连接。

3. 根据权利要求2所述的超光滑平坦化抛光装置,其特征在于,所述的公转驱动机构(3)包括公转安装箱体(31)、公转电机(32)、公转小带轮(33)、公转同步带(34)、公转大带轮(35)、以及公转主轴(36);所述的公转安装箱体(31)与Z轴驱动机构(2)的输出端连接;所述的公转电机(32)安装于公转安装箱体(31)的顶部,所述的公转小带轮(33)与公转电机(32)的输出轴连接,所述的公转主轴(36)沿Z轴方向设置于公转安装箱体(31)内,通过角接触球轴承(8)与公转安装箱体(31)转动连接;所述的公转主轴(36)的一端与公转大带轮(35)固定连接,另一端为输出端,用于与自转驱动机构(4)连接;所述的公转同步带(34)环绕于公转小带轮(33)和公转大带轮(35)外周。

4. 根据权利要求3所述的超光滑平坦化抛光装置,其特征在于,所述的自转驱动机构(4)包括自转安装箱体(41)、自转电机(42)、自转小带轮(43)、自转同步带(44)、自转大带轮(45)、自转主轴(46)以及装夹盘(47);所述的自转安装箱体(41)的顶部与公转主轴(36)固定连接,所述的自转电机(42)安装于自转安装箱体(41)内,自转电机(42)的输出轴与自转小带轮(43)连接;所述的自转主轴(46)沿Z轴方向设置于自转安装箱体(41)内,通过角接触球轴承(8)与自转安装箱体(41)转动连接;所述的自转主轴(46)的一端与自转大带轮(45)固定连接,另一端与装夹盘(47)固定连接;所述的自转同步带(44)环绕于自转小带轮(43)和自转大带轮(45)外周。

5. 根据权利要求4所述的超光滑平坦化抛光装置,其特征在于,所述的Z轴驱动机构(2)包括Z轴电机(21)、Z轴小带轮(22)、Z轴同步带(23)、Z轴大带轮(24)、Z轴丝杆(25)、丝杆座(26)、上滚珠丝杆支撑座(27)以及下滚珠丝杆支撑座(28);所述的Z轴电机(21)安装于基座(1)上,所述的Z轴小带轮(22)与Z轴电机(21)的输出轴连接;所述的Z轴丝杆(25)沿Z轴方向设置,一端通过上滚珠丝杆支撑座(27)与基座(1)转动连接,另一端通过下滚珠丝杆支撑座(28)与基座(1)转动连接;所述的Z轴大带轮(24)与Z轴丝杆(25)的一端固定连接,所述的Z轴同步带(23)环绕于Z轴小带轮(22)和Z轴大带轮(24)的外周;所述的丝杆座(26)转动套设于Z轴丝

杆（25）上，所述的公转安装箱体（31）与丝杆座（26）固定连接。

6. 根据权利要求5所述的超光滑平坦化抛光装置，其特征在于，还包括平衡气缸，在公转安装箱体（31）的两侧沿Z轴方向设有导轨（37），在所述的基座（1）上沿Z轴方向设有导轨压板（11），所述的导轨（37）与导轨压板（11）

5 滑动连接；所述的平衡气缸沿Z轴方向设置，平衡气缸固定于基座（1）上，平衡气缸的活塞杆通过连接板与公转安装箱体（31）的顶部固定连接。

7. 根据权利要求2所述的超光滑平坦化抛光装置，其特征在于，所述的偏摆驱动机构（6）包括偏摆电机（61）、偏摆小带轮（62）、偏摆同步带（63）、偏摆大带轮（64）以及偏心主轴（65）；所述的偏摆电机（61）安装于基座（1）

10 上，偏摆电机（61）的输出轴与偏摆小带轮（62）连接，所述的偏心主轴（65）沿Z轴方向设置、且通过角接触球轴承（8）与基座（1）转动连接，偏心主轴（65）底部一端与偏摆大带轮（64）连接，顶部设有偏心距的一端与动磁场发生机构（5）连接，通过偏心主轴（65）的偏心转动带动动磁场发生机构（5）发生偏心旋转；所述的偏摆同步带（63）环绕在偏摆小带轮（62）和偏摆大带轮（64）外周。

8. 根据权利要求7所述的超光滑平坦化抛光装置，其特征在于，所述的动磁场发生机构（5）包括磁铁安装偏心盘（51）、多个磁极盘（52）、磁极（56）、以及用于限制磁铁安装偏心盘（51）发生旋转的偏摆辅助小轴（53）；所述的磁铁安装偏心盘（51）底部的轴心处设有第一安装孔，所述的偏心主轴（65）的
20 设有偏心矩的一端通过角接触球轴承（8）转动安装于第一安装孔中；所述的磁铁安装偏心盘（51）位于抛光盘（7）的下方，所述的磁极盘（52）安装于磁铁安装偏心盘（51）顶部，所述的磁极（56）规律安装于磁极盘（52）中；沿着第一安装孔的四周周向间隔设有多个偏心辅助盘（54），在偏心辅助盘（54）内设有第二安装孔；所述的偏摆辅助小轴（53）的一端固定于基座（1）上，另一端套设有角接触球轴承（8），且位于第二安装孔中；且偏摆辅助小轴（53）与第二安装孔的中轴线存在偏心距。

9. 根据权利要求7所述的超光滑平坦化抛光装置，其特征在于，所述的动磁场发生机构（5）包括磁铁安装偏心盘（51）、多个磁极盘（52）、磁极（56）、以及用于限制磁铁安装偏心盘（51）发生旋转的、具有偏心距的偏心辅助轴（55）；
30 所述的磁铁安装偏心盘（51）底部的轴心处设有安装通孔，在抛光盘（7）底部

- 的支撑块（71）处设有第三安装孔，所述的偏心主轴（65）的设有偏心矩的一端穿过安装通孔与第三安装孔通过圆锥滚子轴承（9）转动连接，且位于安装通孔中的偏心主轴（65）与安装通孔也通过角接触球轴承（8）转动连接；所述的磁铁安装偏心盘（51）位于抛光盘（7）的下方，所述的磁极盘（52）安装于磁铁安装偏心盘（51）顶部，所述的磁极（56）规律安装于磁极盘（52）中；沿着安装通孔的四周周向间隔设有多个第四安装孔；在所述的基座（1）上设有与第四安装孔位置对应的第五安装孔；所述的偏心辅助轴（55）的一端通过角接触球轴承（8）与第五安装孔转动连接，另一端通过角接触球轴承（8）与第四安装孔转动连接。
10. 根据权利要求 8 或 9 所述的超光滑平坦化抛光装置，其特征在于，所述的偏摆辅助小轴（53）与第二安装孔之间的偏心距与偏心主轴（65）的偏心距相同；所述的偏心辅助轴（55）的偏心距与偏心主轴（65）的偏心距相同；所述的磁极盘（52）为扇形结构，多个磁极盘（52）相互间隔围成圆形排列在磁铁安装偏心盘（51）中；在每个磁极盘（52）中均设有磁极（56），且每个磁极盘（52）中磁铁的排列规律相同。

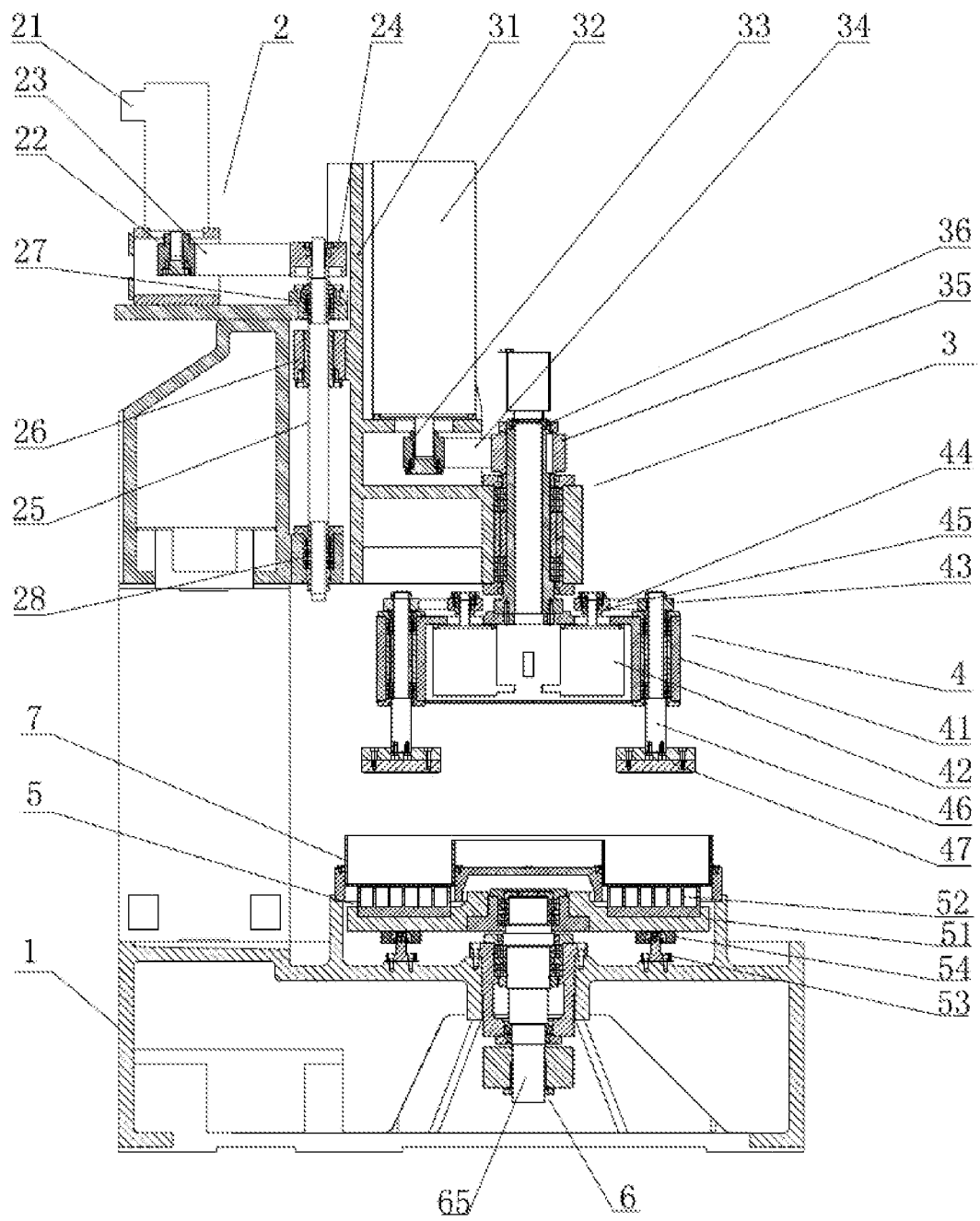


图 1

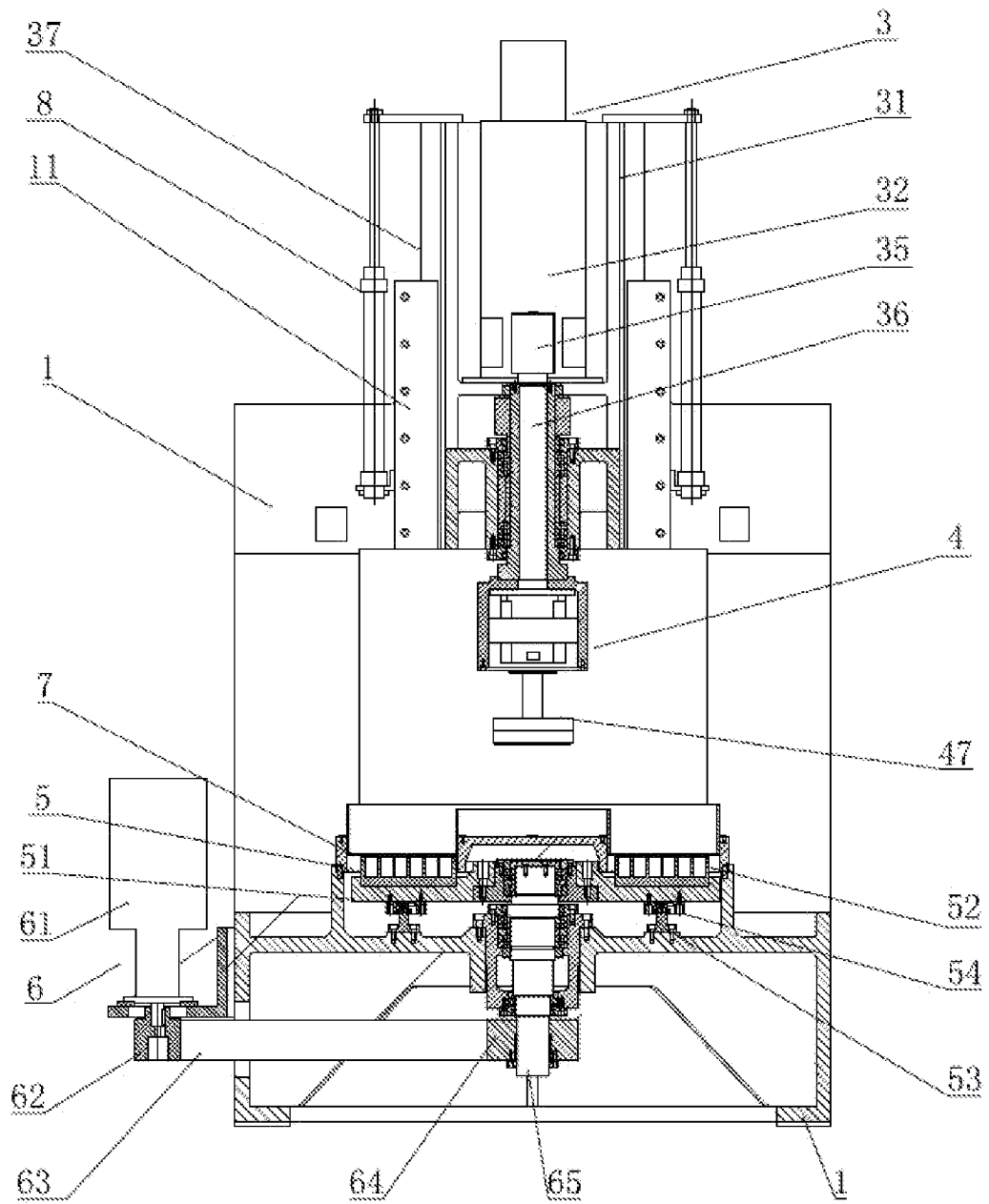


图 2

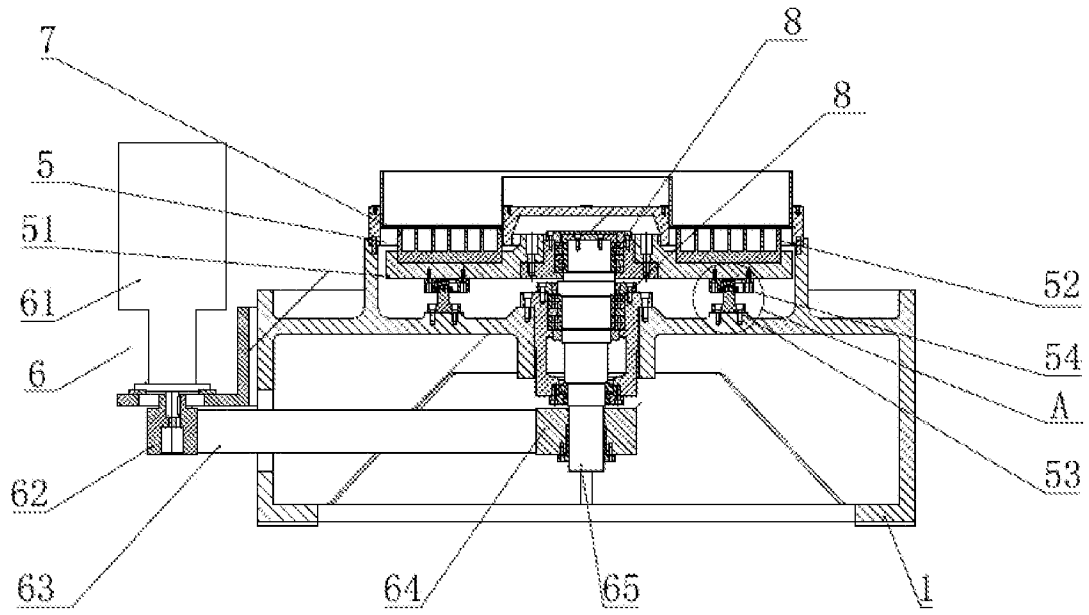


图 3

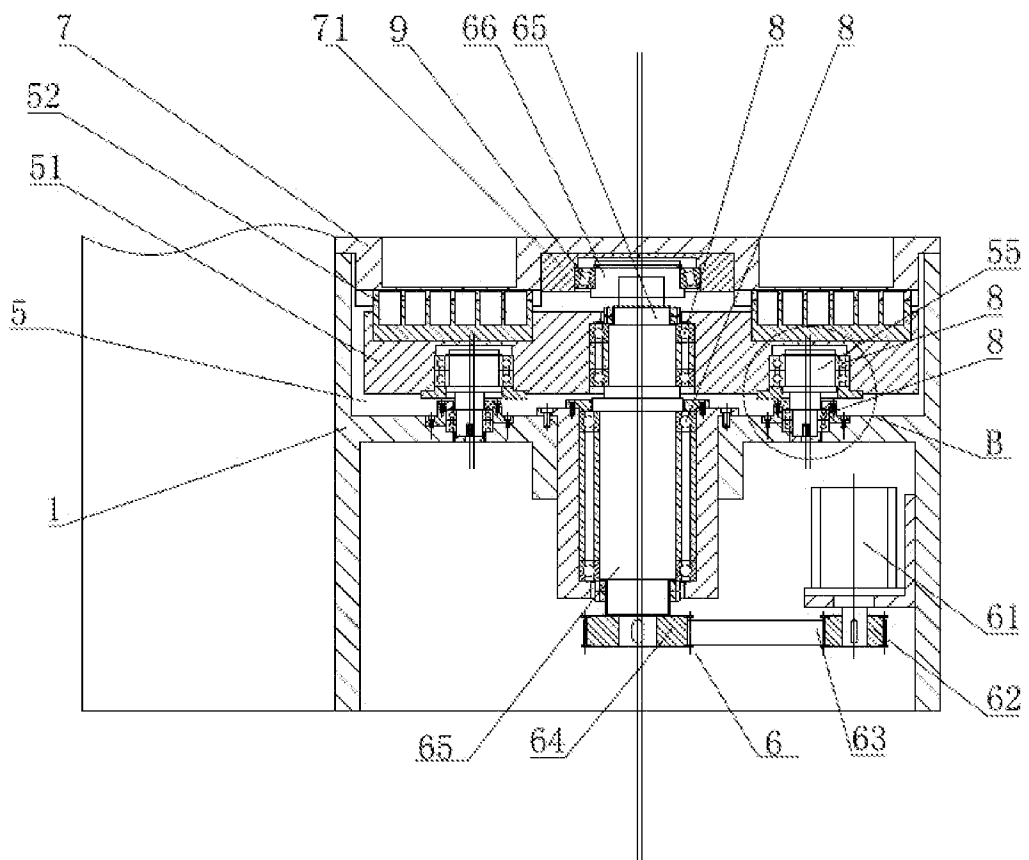


图 4

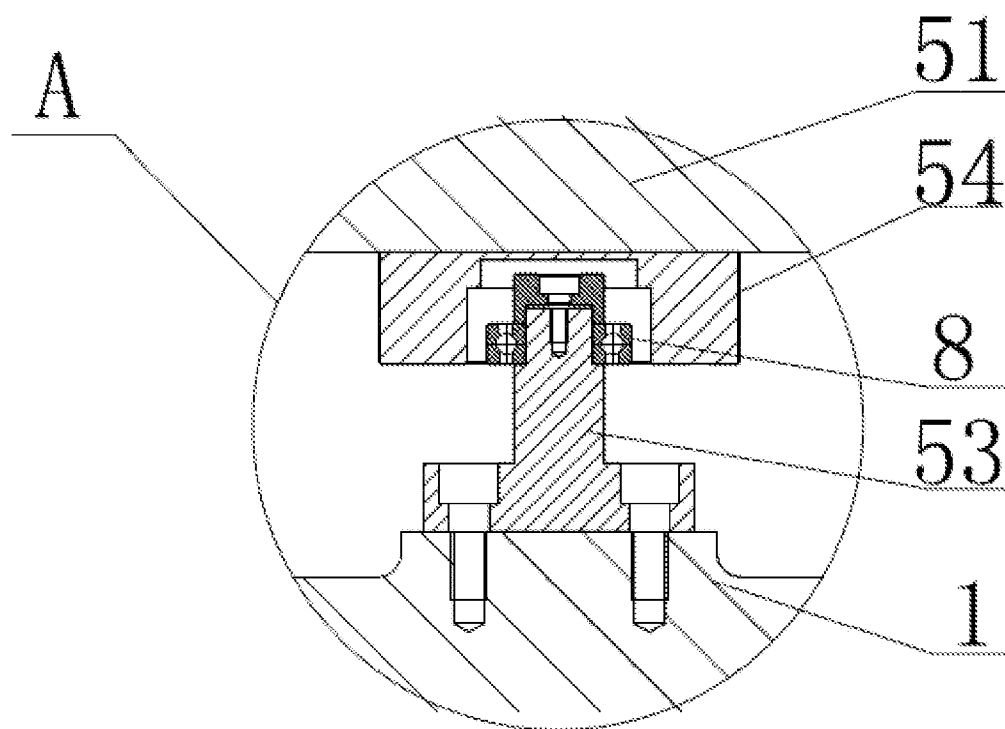


图 5

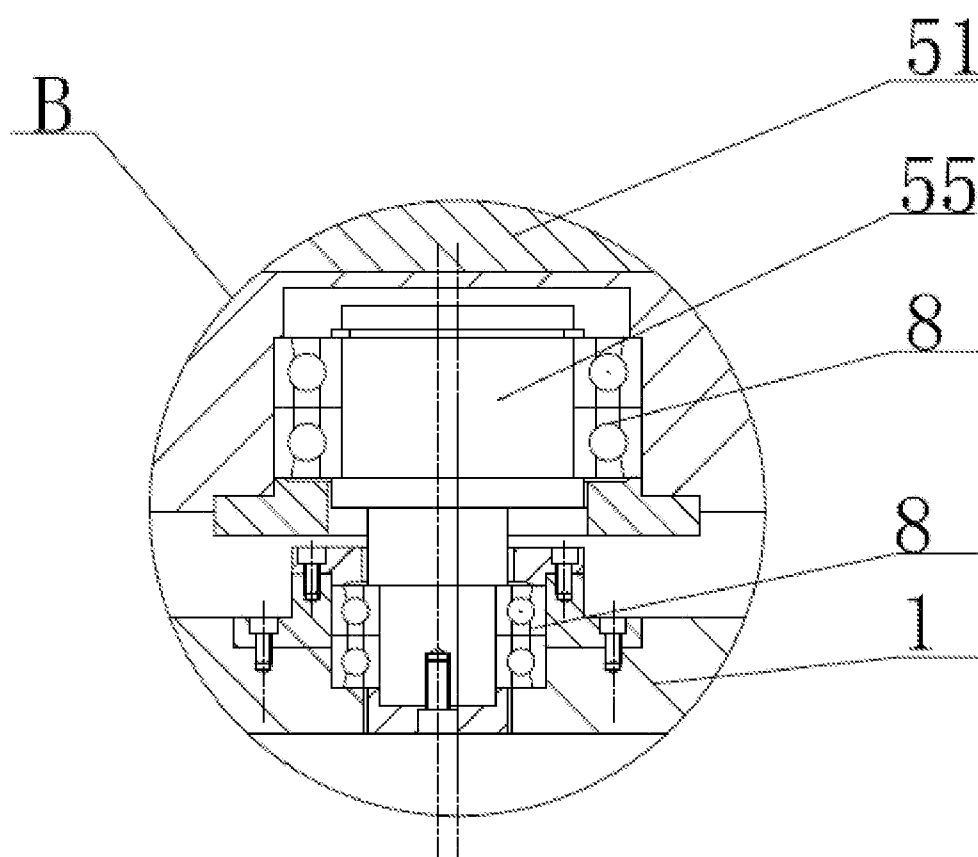


图 6

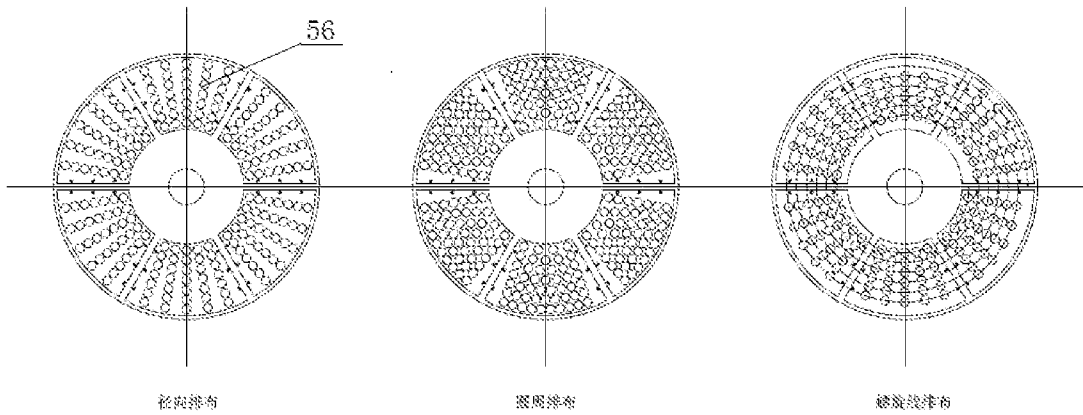


图 7

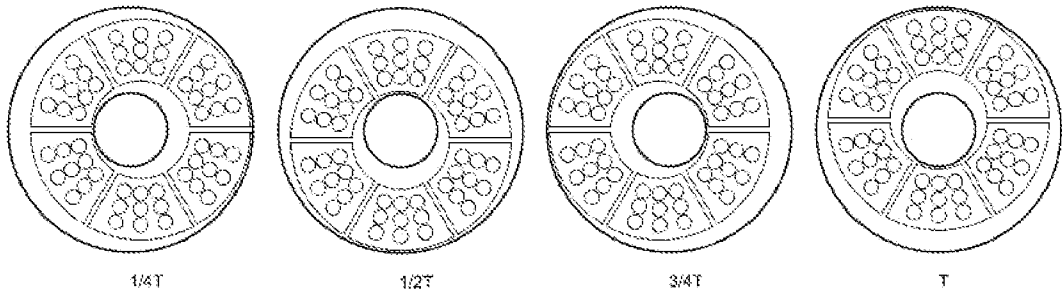


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/101915

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B 1/00(2006.01)i; B24B 31/112(2006.01)i; B24B 31/12(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)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 H01L

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 广东工业大学, 广东纳诺格莱科技有限公司, 潘继生, 阎秋生, 蔡志航, 洪志清, 陈海阳, 梁智斌, 磁流变, 抛光, 摆动, 偏摆, 摇摆, 偏心, 磁铁, 磁极, 磁体, magnetorheological, magneto-rheological, MRF, polish+, swing+, wiggle+, wav+, flirt+, sway+, eccentric+, magnet

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109926873 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY LIAONING) 25 June 2019 (2019-06-25) description, paragraphs 32-44, and figures 1-5	1-7
Y	CN 110524317 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 03 December 2019 (2019-12-03) description, paragraphs 41-64, and figures 1-8	1-7
A	CN 204935272 U (YUHUAN CNC MACHINE TOOL CO., LTD.) 06 January 2016 (2016-01-06) entire document	1-10
A	CN 105328516 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 17 February 2016 (2016-02-17) entire document	1-10
A	CN 212444365 U (XINYI DONGFANG QUARTZ GLASS CO., LTD.) 02 February 2021 (2021-02-02) entire document	1-10



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

28 February 2022

Date of mailing of the international search report

15 March 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

International application No.

PCT/CN2021/101915

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5449313 A (BYELOCORP SCIENTIFIC, INC.) 12 September 1995 (1995-09-12) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/101915

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109926873	A	25 June 2019	None			
CN	110524317	A	03 December 2019	WO	2021035972	A1	04 March 2021
CN	204935272	U	06 January 2016	None			
CN	105328516	A	17 February 2016	WO	2017084211	A1	26 May 2017
				US	2018021910	A1	25 January 2018
				US	10118269	B2	06 November 2018
CN	212444365	U	02 February 2021	None			
US	5449313	A	12 September 1995	US	5577948	A	26 November 1996

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/101915

A. 主题的分类

B24B 1/00(2006.01)i; B24B 31/112(2006.01)i; B24B 31/12(2006.01)i; H01L 21/304(2006.01)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 H01L

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 广东工业大学, 广东纳诺格莱科技有限公司, 潘继生, 阎秋生, 蔡志航, 洪志清, 陈海阳, 梁智镇, 磁流变, 抛光, 摆动, 偏摆, 摇摆, 偏心, 磁铁, 磁极, 磁体, magnetorheological, magneto-rheological, MRF, polish+, swing+, wiggle+, wav+, flirt+, sway+, eccentric+, magnet

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
Y	CN 109926873 A (辽宁科技大学) 2019年6月25日 (2019 - 06 - 25) 说明书第32-44段, 附图1-5	1-7
Y	CN 110524317 A (广东工业大学) 2019年12月3日 (2019 - 12 - 03) 说明书第41-64段, 附图1-8	1-7
A	CN 204935272 U (宇环数控机床股份有限公司) 2016年1月6日 (2016 - 01 - 06) 全文	1-10
A	CN 105328516 A (广东工业大学) 2016年2月17日 (2016 - 02 - 17) 全文	1-10
A	CN 212444365 U (新沂市东方石英玻璃有限公司) 2021年2月2日 (2021 - 02 - 02) 全文	1-10
A	US 5449313 A (BYELOCORP SCIENT INC.) 1995年9月12日 (1995 - 09 - 12) 全文	1-10

☐ 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2月28日

国际检索报告邮寄日期

2022年3月15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

授权官员

董伟

电话号码 86-10-53960967

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/101915

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	109926873	A	2019年6月25日	无			
CN	110524317	A	2019年12月3日	WO	2021035972	A1	2021年3月4日
CN	204935272	U	2016年1月6日	无			
CN	105328516	A	2016年2月17日	WO	2017084211	A1	2017年5月26日
				US	2018021910	A1	2018年1月25日
				US	10118269	B2	2018年11月6日
CN	212444365	U	2021年2月2日	无			
US	5449313	A	1995年9月12日	US	5577948	A	1996年11月26日