

(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
2017 年 5 月 26 日 (26.05.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/084211 A1

- (51) 国际专利分类号:
B24B 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/072318
- (22) 国际申请日: 2016 年 1 月 27 日 (27.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510801886.4 2015 年 11 月 18 日 (18.11.2015) CN
- (71) 申请人: 广东工业大学 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市番禺区广州大学城外环西路 100 号, Guangdong 510006 (CN)。
- (72) 发明人: 潘继生 (PAN, Jisheng); 中国广东省广州市番禺区广州大学城外环西路 100 号, Guangdong 510006 (CN)。 阎秋生 (YAN, Qiusheng); 中国广东省广州市番禺区广州大学城外环西路 100 号, Guangdong 510006 (CN)。 高伟强 (GAO, Weiqiang); 中国广东省广州市番禺区广州大学城外环西路 100 号, Guangdong 510006 (CN)。 于鹏 (YU, Peng); 中国广东省广州市番禺区广州大学城外环西路 100 号, Guangdong 510006 (CN)。

- (74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADE MARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路 191 号中石化大厦 B 塔 3912 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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)。

[见续页]

(54) Title: SELF-SHARPENING POLISHING DEVICE IN DYNAMIC MAGNETIC FIELD FOR MAGNETORHEOLOGICAL FLEXIBLE POLISHING PAD AND POLISHING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 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

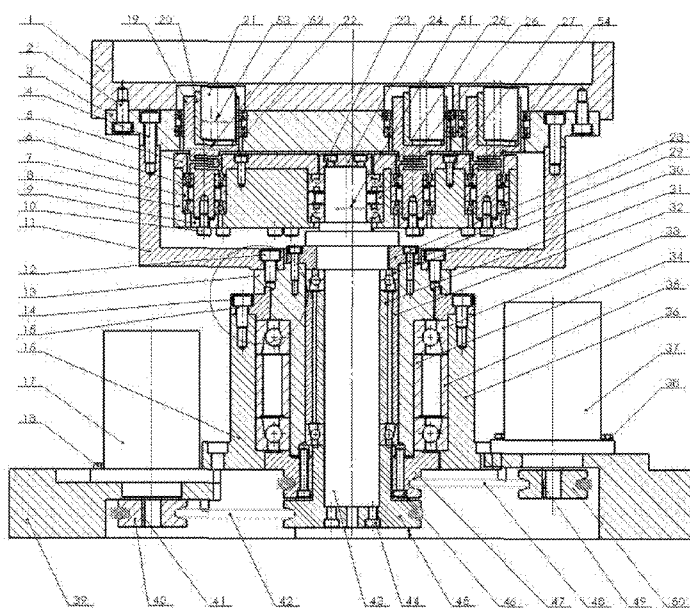


图 3

(57) Abstract: Disclosed are a self-sharpening polishing device in a dynamic magnetic field for a magnetorheological flexible polishing pad and a polishing method therefor. The device comprises a polishing disk revolution mechanism and a synchronous rotation driving mechanism with multiple magnetic poles, wherein the polishing disk revolution mechanism comprises a transmission shaft electric motor (37), a transmission shaft (13), a transferring disk (11), an eccentric shaft fixing disk (3), a cup-like polishing disk (1), and a transmission shaft transmission mechanism. The synchronous rotation driving mechanism with multiple magnetic poles comprises an eccentric main shaft (43), a synchronous rotation driving disk (8), a flexible eccentric rotation shaft (19), an eccentric sleeve (20), magnetic poles (21), an eccentric shaft fixing disk (3), and a main shaft electric motor (17) and the like. The whole process from rough polishing to fine polishing can be realized by one pass of processing at a high processing efficiency, and the surface of the workpiece obtained is of good uniformity without surface or subsurface damages. The device is low in cost, and is suitable for ultra-smooth and uniform polishing processing for a plane of an optical element with a large diameter at a high efficiency.

[见续页]

(57) 摘要:

WO 2017/084211 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

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，该装置包括抛光盘公转机构和多磁极同步旋转驱动机构，抛光盘公转机构包括传动轴电机（37）、传动轴（13）、转接盘（11）、偏心轴固定盘（3）、杯形抛光盘（1）、传动轴传动机构，多磁极同步旋转驱动机构包括偏心主轴（43）、同步旋转驱动盘（8）、柔性偏心转动轴（19）、偏心套（20）、磁极（21）、偏心轴固定盘（3）、主轴电机（17）等，一次加工可实现粗抛光到精抛光的全过程，所获工件表面一致性好，加工效率高，无表面和亚表面损伤，成本低，适合大直径光学元件的平面高效率超光滑均匀抛光加工。

发明名称: 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

[1] 技术领域

[2] 本发明涉及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，特别适合于光电子/微电子半导体基片及光学元件的平面平坦化加工，属于超精密加工技术领域。

[3] 技术背景

[4] 光学元件（透镜、反射镜）作为光学器件的核心元件之一，要达到良好的光学性能，其表面精度需要达到超光滑程度（粗糙度Ra 达到1nm以下），面形精度也有较高的要求（形状精度达到0.5微米以下）。而在LED 领域，单晶硅(Si)、单晶锗(Ge)、砷化镓(GaAs)、单晶碳化硅（SiC）和蓝宝石（Al₂O₃）等作为半导体衬底材料，同样要求具有超平坦和超光滑的表面（粗糙度Ra 达到0.3nm 以下）才能满足外延膜生长的要求，并且要求无缺陷、无损伤。无论是光学平面元件还是半导体基片，均需要进行平坦化加工，其传统工艺主要是高效研磨、超精密抛光、化学机械抛光和磁流变抛光，其加工质量和精度直接决定了光学器件及半导体器件的性能。

[5] 磁流变抛光技术(Magnetorheological finishing,

MRF)是20世纪90年代由KORDONSKI及其合作者将电磁学、流体动力学、分析化学、加工工艺学等相结合而提出的一种新型的光学表面加工方法，具有抛光效果好、不产生次表面损伤、适合复杂表面加工等传统抛光所不具备的优点，已发展成为一种革命性光学表面加工方法，特别适合轴对称非球面的超精密加工，广泛应用于大型光学元件、半导体晶片、LED基板、液晶显示面板等的最后加工工序。但目前采用磁流变抛光方法对平面工件进行加工时，主要以美国QED 公司研制的各种型号磁流变机床，其原理是把工件置于一圆弧形抛光盘上方，工件表面与抛光盘之间形成的凹形间隙，抛光盘下方布置一个磁感应强度可调的电磁铁磁极或者永磁体磁极使凹形间隙处形成高强度梯度磁场，当磁流变

液随抛光盘运动到工件与抛光盘形成的空隙附近时形成的柔性凸起“抛光缎带”，但“抛光缎带”与工件表面属于“斑点”局部接触，在加工过程中只能靠控制“斑点”沿工件表面按一定规律轨迹扫描才能实现整个表面的加工，轨迹扫描过程需要大量的时间，造成效率低、加工形状精度不易保证。

- [6] 为了提高磁流变的抛光效率，专利CN200610132495.9基于磁流变抛光原理和集群作用机理提出了一种基于磁流变效应的研磨抛光方法及其抛光装置，并开展了大量的试验研究，该方法虽然通过集群方法形成了面域抛光垫，但是工件的加工均匀性难以解决，经过深入分析，由于磁流变液存在黏弹性，工件经过该专利的磁流变抛光垫后会把凸起的柔性抛光垫压下而无法恢复，从而失去了对工件的压力，使得工件边缘与其他区域的材料去除率相差极大，并且磨料在黏弹性抛光垫中难以更新，进一步降低了加工效果(图1所示)。因而本发明在上述深入研究的基础上，提出一种动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫发生装置及其抛光方法，完好地实现了磁流变柔性抛光垫在加工过程中对工件的恒压力加工，并且能使磨料在加工过程中实时更新自锐，非常适合对光学元件、半导体晶片、陶瓷基片等平面材料进行高效率超精密抛光。

[7] 发明内容

- [8] 本发明的目的是针对集群磁流变抛光的不均匀性，提出一种磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，本发明加工效率高，成本低，而且无表面和亚表面损伤，适合光电子/微电子基片和光学元件的平面高效率超光滑均匀抛光加工。

- [9] 本发明的另一目的是提出一种磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的抛光方法。本发明通过磁极阵列有规律运动的形成动态磁场的方法实现柔性抛光垫的形状恢复及磨料向柔性抛光垫表面富集的自锐，保持和改善磁流变柔性抛光垫加工性能，提高磁流变的抛光效率，实现工件的均匀加工。

- [10] 本发明的技术方案是：本发明的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，包括抛光盘公转机构和多磁极同步旋转驱动机构，抛光盘公转机构包括有底座、传动轴电机、传动轴、转接盘、偏心轴固定盘、杯形抛光盘、传动轴传动机构，多磁极同步旋转驱动机构包括有偏心主轴、同步旋转驱动盘、柔性偏心转动轴、偏心套、磁极、偏心轴固定盘、主轴电机、主轴传动机构，其中传动轴

电机固定在底座上,传动轴传动机构的主动传动件固定在传动轴电机的输出轴上,传动轴传动机构的从动传动件与传动轴连接,转接盘同轴固定在传动轴的上端面,偏心轴固定盘同轴固定在转接盘的上端面,杯形抛光盘同轴固定在偏心轴固定盘的上端面,多磁极同步旋转驱动机构中的主轴电机固定在底座上,主轴传动机构的主动传动件固定在主轴电机的输出轴上,主轴传动机构的从动传动件与偏心主轴连接,偏心主轴装设在传动轴所设的中空腔体内,同步旋转驱动盘固定在传动轴的上端,柔性偏心转动轴安装于同步旋转驱动盘的上端,偏心套固定于偏心转动轴上,磁极固定于偏心套内,且柔性偏心转动轴装设在杯形抛光盘所设的轴孔中。

- [11] 本发明的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的抛光方法,包括如下步骤:
- [12] 1) 根据加工对象的特点,选择合适直径和磁场强度的磁极安装于动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫发生装置内,根据需求调整偏心套的角度,使各磁铁转动偏心距一致;
- [13] 2) 将工件安装于工具头上,工件下表面与杯形抛光盘上端面平行,调节工件下表面与杯形抛光盘之间的间隙为0.5mm-5mm;
- [14] 3) 通过在去离子水中加入如下三种磨料中的至少两种磨料,三种磨料分别是浓度为2%~15%的微米级磨料、浓度为2%~15%的亚微米级磨料、浓度为2%~15%的纳米级磨料,及去离子水中加入浓度为2%~20%的亚微级羰基铁粉及浓度为3%~15%的微米级羰基铁粉,及加入浓度为3%~15%的分散剂和浓度为1%~6%的防锈剂,充分搅拌后通过超声波震动5~30分钟,形成磁流变液;
- [15] 4) 将磁流变液倒入杯形抛光盘,启动主轴电机,主轴电机带动偏心主轴旋转,驱动轴承迫使同步旋转驱动盘发生摆动,同步旋转驱动盘的摆动使各柔性偏心转动轴实现同步转动,偏心转动轴的转动使磁极在磁铁转动偏心距下转动,实现磁极端面的静态磁场向动态磁场转变,磁流变液在动态磁场的作用下形成实时磨料更新自锐和形状恢复的柔性抛光垫;
- [16] 5) 启动传动轴电机,带动杯形抛光盘高速旋转,驱动工具头高速旋转和低速摆动,实现工件表面材料的高效率超光滑均匀抛光。

[17] 本发明的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，采用磁极偏心旋转的方法使静态磁场转变为动态磁场，可以迫使柔性抛光垫中的磁性链重新排布而实现磨料的更新自锐和抛光垫形状的实时恢复，彻底解决了静态磁形成的抛光垫在加工过程中由于磁流变液的黏性和磁性作用下变形而无法恢复从而失去对工件的加工压力的核心问题。本发明采用柔性偏心转动轴的偏心孔与偏心套的配合方式可以实现磁极旋转偏心距的动态调节，采用多磁极同步旋转驱动机构实现了众多同步旋转磁极的紧密排布，理论上可以形成大面积的柔性致密抛光垫，实现大直径光学元件的平面抛光加工。本发明的另一优点采用动态磁场实现磁流变液的更新，不需要采用循环装置对磁流变液进行更新且加工过程中不需要更换磁流变液，大大节省了加工装置的空间，解决了传统磁流变抛光中黏附在循环装置上的残留物对磁流变液的影响。并且本发明的杯形抛光盘拆装过程对整个动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫发生装置内部结构无影响，拆除后的杯形抛光盘由于无磁性的影响，非常容易清洗。本发明配制的磁流变液流动性属于混合粗细混合流体，流动性和材料去除能力可以通过调节工件下表面与杯形抛光盘之间的间隙来实现，一次加工可以实现粗抛光到精抛光的全过程，所获得的工件表面一致性好，加工效率高，而且无表面和亚表面损伤，而且成本低，非常适合大直径光学元件的平面高效率超光滑均匀抛光加工。同时，本装置还适合于研究光学平面材料材料去除机理和亚表面损伤检测等试验研究。

[18] 附图说明

[19] 图1是传统静磁场抛光垫抛光示意图。

[20] 图2为本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的原理图。

[21] 图3为本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的全剖视图。

[22] 图4为本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的柔性偏心转动轴全剖视图。

[23] 图5为本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的局部放大视图。

[24] 图6为本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的磁铁安装示意图。

[25] 图7为本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的加工示意图。

[26] 图中：1.杯形抛光盘，2.第一固定螺钉，3.偏心轴固定盘，4.第二固定螺钉，5.

驱动盘端盖, 6.向心推力轴承, 7.外隔套, 8.同步旋转驱动盘, 9.轴端端盖, 10.第三固定螺钉, 11.转接盘, 12.第四固定螺钉, 13.传动轴, 14.轴承端盖, 15.第五固定螺钉, 16.轴承座, 17.主轴电机, 18.第六固定螺钉, 19.柔性偏心转动轴, 20.偏心套, 21.磁极, 22.深沟球轴承, 23.第七固定螺钉, 24.主轴端盖, 25.驱动轴承, 26.分离套筒, 27.第八固定螺钉, 28.偏心主轴端盖, 29.第九固定螺钉, 30.主轴轴承, 31.内套筒, 32.外套筒, 33.传动轴轴承, 34.内固定套, 35.外固定套, 36.轴承座, 37.传动轴电机, 38.第十固定螺钉, 39.底座, 40.主轴驱动带轮, 41.第一平键, 42.主轴传动带, 43.偏心主轴, 44.第十一固定螺钉, 45.主轴带轮, 46.第十二固定螺钉, 47.传动轴带轮, 48.传动带, 49.第二平键, 50.传动轴驱动带轮, 51.偏心主轴偏心距, 52.柔性偏心转动轴偏心距, 53.磁铁转动偏心距, 54.薄型缺口, 55.偏心孔, 56.凸台, 57.偏心孔偏心量, 58.偏心小轴, 59.下凸缘块, 60.上凸缘块, 61.工件, 62.工具头, 63.磁流变液, 64.柔性抛光垫, 65.循环装置。

[27] 具体实施方式

[28] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步说明, 但实际可实现的工艺不限于这些实施例:

[29] 实施例1:

[30] 如图3所示, 本发明的一种磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置, 包括抛光盘公转机构和多磁极同步旋转驱动机构, 抛光盘公转机构包括有底座39、传动轴电机37、传动轴13、转接盘11、偏心轴固定盘3、杯形抛光盘1、传动轴传动机构, 多磁极同步旋转驱动机构包括有偏心主轴43、同步旋转驱动盘8、柔性偏心转动轴19、偏心套20、磁极21、偏心轴固定盘3、主轴电机17、主轴传动机构, 其中传动轴电机37固定在底座39上, 传动轴传动机构的主动传动件固定在传动轴电机37的输出轴上, 传动轴传动机构的从动传动件与传动轴13连接, 转接盘11同轴固定在传动轴13的上端面, 偏心轴固定盘3同轴固定在转接盘11的上端面, 杯形抛光盘1同轴固定在偏心轴固定盘3的上端面, 多磁极同步旋转驱动机构中的主轴电机17固定在底座39上, 主轴传动机构的主动传动件固定在主轴电机17的输出轴上, 主轴传动机构的从动传动件与偏心主轴43连接, 偏心主轴4

3装设在传动轴13所设的中空腔体内，同步旋转驱动盘8固定在传动轴13的上端，柔性偏心转动轴19安装于同步旋转驱动盘8的上端，偏心套20固定于偏心转动轴19上，磁极21固定于偏心套20内，且柔性偏心转动轴19装设在杯形抛光盘1所设的轴孔中。

[31] 本实施例中，上述主轴传动机构包括有主轴主动带轮40、主轴传动带42、主轴从动带轮45，其中主轴主动带轮40装设在主轴电机17的输出轴上，主轴从动带轮45装设在偏心主轴43上，主轴传动带42绕在主轴主动带轮40与主轴从动带轮45之间。

[32] 本实施例中，上述传动轴传动机构包括有传动轴主动带轮50、传动轴从动带轮47及传动轴传动带48，其中传动轴主动带轮50装设在传动轴13的输出轴上，传动轴从动带轮47装设在传动轴13上，传动轴传动带48绕在传动轴主动带轮50与传动轴从动带轮47之间。

[33] 本实施例中，上述传动轴电机37通过第十固定螺钉38固定在底座39上，传动轴主动带轮50通过第二平键49固定在传动轴电机37上，轴承座16垂直安装在底座39的中央，一对传动轴轴承33安装在轴承座16内，轴承端盖14通过第五固定螺钉15安装在轴承座16的端面并压紧传动轴轴承33的外圈，内固定套34和外固定套35支撑分离传动轴轴承33，传动轴13支承在传动轴轴承33上，转接盘11通过第四固定螺钉12同轴固定在传动轴13的上端面，偏心轴固定盘3通过第二固定螺钉4同轴固定在转接盘11的上端面，杯形抛光盘1通过第一固定螺钉2同轴固定在偏心轴固定盘3的上端面，传动轴从动带轮47通过第十二固定螺钉46固定在传动轴13的下端面；多磁极同步旋转驱动机构中的偏心主轴43通过一对主轴轴承30固定在传动轴13所设在中空腔体内，内套筒31和外套筒32定位主轴轴承30的内圈和外圈，偏心主轴端盖28通过第九固定螺钉29固定在传动轴13的上端并压紧主轴轴承30的外圈，驱动轴承25固定在偏心主轴43的偏心轴端，主轴端盖24通过第七固定螺钉23固定在偏心主轴43的偏心轴上端并压紧驱动轴承25的内圈，同步旋转驱动盘8固定在驱动轴承25的外圈，向心推力轴承6安装于同步旋转驱动盘8的阵列孔，外隔套7分隔向心推力轴承6的外圈，柔性偏心转动轴19通过向心推力轴承6固定，轴端端盖9通过第三固定螺钉10固定在柔性偏心转动轴19的小轴

下端，驱动盘端盖5通过第八固定螺钉27固定在同步旋转驱动盘8的上端并压紧向心推力轴承6的外圈，深沟球轴承22安装于柔性偏心转动轴19的上端大轴端，偏心套20固定于偏心转动轴19上端大轴端的偏心孔内，磁极21固定于偏心套20内，偏心轴固定盘3通过阵列孔安装有深沟球轴承22，主轴带轮45通过第十一固定螺钉44固定在偏心主轴43的下端并压紧主轴轴承30，主轴电机17通过第六固定螺钉18固定在底座39，主轴主动带轮40通过第一平键41固定在主轴电机17上。

[34] 如图3和图6所示，偏心主轴偏心距51与柔性偏心转动轴偏心距52的数值相等，各柔性偏心转动轴19的偏心方向一致且均与偏心主轴43的偏心方向相反。

[35] 同步旋转驱动盘8上的阵列孔与偏心轴固定盘3上的阵列孔排布规律及孔距相等。

[36] 如图3和图4所示，柔性偏心转动轴19外圆柱具有凸台56，外圆柱内部具有偏心孔55，柔性偏心转动轴偏心距52为偏心孔偏心量57的两倍，偏心转动轴19外圆柱与偏心小轴58之间存在着三个以上交错的薄型缺口54，实现同步旋转驱动盘8阵列孔与偏心轴固定盘3阵列孔之间的制造误差吸收。

[37] 如图2和图3所示，柔性偏心转动轴19的偏心孔偏心量57与偏心套20的偏心量相等，通过调节偏心套20的旋转角度，可以实现0到两倍偏心套20的偏心量的变化，各偏心套20相对柔性偏心转动轴19的转动角度保持一致，偏心主轴43的旋转迫使同步旋转驱动盘8发生摆动，同步旋转驱动盘8的摆动使各柔性偏心转动轴19实现同步转动，偏心转动轴19的转动使磁极21在磁铁转动偏心距53下转动，实现磁极21端面的静态磁场向动态磁场转变。

[38] 如图5所示，传动轴13上端存在下凸缘块59，轴承端盖14存在与下凸缘块59间隙配合的上凸缘块60，实现传动轴轴承33的防水和防尘。

[39] 所设磁极21为圆柱形平头永磁铁，端面磁场强度最小为500Gs，直径为5mm-50mm，磁极21的数量最小为1个，具体数量根据被加工对象的大小和杯形抛光盘1大小确定，按一定的规律排布在偏心轴固定盘3上，排布时磁极21的端面保持在同一个平面。

[40] 上述杯形抛光盘1、偏心轴固定盘3、柔性偏心转动轴19和偏心套20可为不锈钢

、镁铝合金和陶瓷等抗磁材料。

[41] 如图7所示，本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的抛光方法，包括如下步骤：

[42] 1) 根据直径为150mm的单晶硅特点，选择48个直径为20mm和磁场强度为3200Gs的磁极21分三排等距环状安装于动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫发生装置的抛光方法内，调整偏心套20的角度，使各磁铁转动偏心距53一致且为3mm；

[43] 2) 将直径为150mm的单晶硅安装于工具头62上，工件61下表面与杯形抛光盘1上端面平行，调节工件61下表面与杯形抛光盘1之间的间隙为1.5mm；

[44] 3) 通过在去离子水中加入如下：浓度为3%的粒径为5微米的氧化铝磨料、浓度为2%的粒径为0.5微米氧化铝磨料，去离子水中加入浓度为4%的粒径0.8微级羰基铁粉及浓度为3%的粒径4微米级羰基铁粉，及加入浓度为4%的分散剂和浓度为3%的防锈剂，充分搅拌后通过超声波震动20分钟，形成磁流变液63；

[45] 4) 将磁流变液63倒入杯形抛光盘1，启动主轴电机17，调节转速为20rpm，主轴电机17带动偏心主轴43旋转，驱动轴承25迫使同步旋转驱动盘8发生摆动，同步旋转驱动盘8的摆动使各柔性偏心转动轴19实现同步转动，偏心转动轴19的转动使磁极21在磁铁转动偏心距53下转动，实现磁极21端面的静态磁场向动态磁场转变，磁流变液63在动态磁场的作用下形成实时磨料更新自锐和形状恢复的柔性抛光垫64；

[46] 5) 启动传动轴电机37，调节转速为400rpm，带动杯形抛光盘1高速旋转，调节工具头62的转速为-300rpm，摆动速度为10次/分钟，摆幅为20mm，加工60分钟，完成单晶硅表面材料的高效率抛光，获得Ra0.3nm的均匀超光滑表面。

[47] 实施例2：

[48] 如图3所示，本发明的一种磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，包括抛光盘公转机构和多磁极同步旋转驱动机构，抛光盘公转机构由底座39、通过第十固定螺钉38固定在底座39上的传动轴电机37、通过第二平键49固定在传动轴电机37上的传动轴主动带轮50、垂直安装在底座39中央的轴承座16、安装在轴承座16内的一对传动轴轴承33、通过第五固定螺钉15安装在轴承座16端面并压紧传动轴轴承33外圈的轴承端盖14、支撑分离传动轴轴承33的内固定套34和外

固定套35、与传动轴轴承33配合的传动轴13、通过第四固定螺钉12同轴固定在传动轴13上端面的转接盘11、通过第二固定螺钉4同轴固定在转接盘11上端面的偏心轴固定盘3、通过第一固定螺钉2同轴固定在偏心轴固定盘3上端面的杯形抛光盘1、通过第十二固定螺钉46固定在传动轴13下端面的传动轴从动带轮47及传动带48组成，多磁极同步旋转驱动机构由通过一对主轴轴承30固定在传动轴13的偏心主轴43、定位主轴轴承30内圈和外圈的内套筒31和外套筒32、通过第九固定螺钉29固定在传动轴13上端并压紧主轴轴承30外圈的偏心主轴端盖28、固定在偏心主轴43偏心轴端的驱动轴承25、通过第七固定螺钉23固定在偏心主轴43偏心轴上端并压紧驱动轴承25内圈的主轴端盖24、通过主轴端盖24外圈固定的同步旋转驱动盘8、安装于同步旋转驱动盘8阵列孔的向心推力轴承6、分隔向心推力轴承6外圈的外隔套7、通过向心推力轴承6固定的柔性偏心转动轴19、通过第三固定螺钉10固定在柔性偏心转动轴19小轴下端的轴端端盖9、通过第八固定螺钉27固定在同步旋转驱动盘8上端并压紧向心推力轴承6外圈的驱动盘端盖5、安装于柔性偏心转动轴19上端大轴端的深沟球轴承22、固定于偏心转动轴19上端大轴端偏心孔内的偏心套20、固定于偏心套20内的磁极21、通过阵列孔安装深沟球轴承22的偏心轴固定盘3、通过第十一固定螺钉44固定在偏心主轴43下端并压紧主轴轴承30的主轴带轮45、通过第六固定螺钉18固定在底座39的主轴电机17、通过第一平键41固定在主轴电机17的主轴主动带轮40及主轴传动带42组成。

[49] 如图3和图6所示，偏心主轴偏心距51与柔性偏心转动轴偏心距52的数值相等，各柔性偏心转动轴19的偏心方向一致且均与偏心主轴43的偏心方向相反。

[50] 同步旋转驱动盘8上的阵列孔与偏心轴固定盘3上的阵列孔排布规律及孔距相等。

[51] 如图3和图4所示，柔性偏心转动轴19外圆柱具有凸台56，外圆柱内部具有偏心孔55，柔性偏心转动轴偏心距52为偏心孔偏心量57的两倍，偏心转动轴19外圆柱与偏心小轴58之间存在着三个以上交错的薄型缺口54，实现同步旋转驱动盘8阵列孔与偏心轴固定盘3阵列孔之间的制造误差吸收。

[52] 如图2和图3所示，柔性偏心转动轴19的偏心孔偏心量57与偏心套20的偏心量相

等，通过调节偏心套20的旋转角度，可以实现0到两倍偏心套20的偏心量的变化，各偏心套20相对柔性偏心转动轴19的转动角度保持一致，偏心主轴43的旋转迫使同步旋转驱动盘8发生摆动，同步旋转驱动盘8的摆动使各柔性偏心转动轴19实现同步转动，偏心转动轴19的转动使磁极21在磁铁转动偏心距53下转动，实现磁极21端面的静态磁场向动态磁场转变。

[53] 如图5所示，传动轴13上端存在下凸缘块59，轴承端盖14存在与下凸缘块59间隙配合的上凸缘块60，实现传动轴轴承33的防水和防尘。

[54] 上述磁极21为圆柱形平头永磁铁，端面磁场强度最小为500Gs，直径为5mm-50mm，磁极21的数量最小为1个，具体数量根据被加工对象的大小和杯形抛光盘1大小确定，按一定的规律排布在偏心轴固定盘3上，排布时磁极21的端面保持在同一个平面。

[55] 上述杯形抛光盘1、偏心轴固定盘3、柔性偏心转动轴19和偏心套20可为不锈钢、镁铝合金和陶瓷等抗磁材料。

[56] 如图7所示，本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的抛光方法，包括如下步骤：

[57] 1) 根据直径为100mm的单晶碳化硅特点，选择12个直径为15mm和磁场强度为2800Gs的磁极21分一排等距环状安装于磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置内，调整偏心套20的角度，使各磁铁转动偏心距53一致，且为1mm；

[58] 2) 将直径为100mm的单晶硅安装于工具头62上，工件61下表面与杯形抛光盘1上端面平行，调节工件61下表面与杯形抛光盘1之间的间隙为1mm，且单晶碳化硅中心与环形磁极21中心正对；

[59] 3) 通过在去离子水中加入如下：浓度为4%的粒径为4微米的金刚石磨料、浓度为3%的粒径为200纳米金刚石磨料，去离子水中加入浓度为3%的粒径500纳米级羰基铁粉及浓度为3%的粒径4微米级羰基铁粉，及加入浓度为3%的分散剂和浓度为3%的防锈剂，充分搅拌后通过超声波震动25分钟，形成磁流变液（63）；

[60] 4) 将磁流变液63倒入杯形抛光盘1，启动主轴电机17，调节转速为25rpm，主轴电机17带动偏心主轴43旋转，驱动轴承25迫使同步旋转驱动盘8发生摆动，同

步旋转驱动盘8的摆动使各柔性偏心转动轴19实现同步转动，偏心转动轴19的转动使磁极21在磁铁转动偏心距53下转动，实现磁极21端面的静态磁场向动态磁场转变，磁流变液63在动态磁场的作用下形成实时磨料更新自锐和形状恢复的柔性抛光垫64；

[61] 5) 启动传动轴电机37，调节转速为350rpm，带动杯形抛光盘1高速旋转，调节工具头62的转速为0rpm，摆动速度亦为0，加工100分钟，完成单晶碳化硅表面材料的环状抛光，对抛光环进行光学显微镜检测，观察单晶碳化硅的亚表面损伤。

[62] 实施例3：

[63] 本发明与实施例1的区别是：本发明是对直径为100mm的单晶蓝宝石进行抛光，本发明磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的抛光方法，包括如下步骤：

[64] 1) 根据直径为100mm的单晶蓝宝石特点，选择1个直径为15mm和磁场强度为3000Gs的磁极21安装于磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置内，调整偏心套20的角度，使各磁铁转动偏心距53为1.5mm，如图7所示；

[65] 2) 将直径为100mm的单晶蓝宝石安装于工具头62上，工件61下表面与杯形抛光盘1上端面平行，调节工件61下表面与杯形抛光盘1之间的间隙为1mm，且单晶蓝宝石中心与磁极21中心正对；

[66] 3) 通过在去离子水中加入如下：浓度为3%的粒径为5微米的金刚石磨料、浓度为3%的粒径为0.8微米金刚石磨料、浓度为3%的粒径为200纳米金刚石磨料，去离子水中加入浓度为4%的粒径500纳米级羰基铁粉及浓度为3%的粒径5微米级羰基铁粉，及加入浓度为3%的分散剂和浓度为4%的防锈剂，充分搅拌后通过超声波震动25分钟，形成磁流变液63；

[67] 4) 将磁流变液63倒入杯形抛光盘1，启动主轴电机17，调节转速为50rpm，主轴电机17带动偏心主轴43旋转，驱动轴承25迫使同步旋转驱动盘8发生摆动，同步旋转驱动盘8的摆动使各柔性偏心转动轴19实现同步转动，偏心转动轴19的转动使磁极21在磁铁转动偏心距53下转动，实现磁极21端面的静态磁场向动态磁场转变，磁流变液63在动态磁场的作用下形成实时磨料更新自锐和形状恢复的

柔性抛光垫64;

[68] 5) 启动传动轴电机37, 调节转速为0rpm, 带动杯形抛光盘1高速旋转, 调节工具头62的转速为400rpm, 摆动速度为0, 加工60分钟, 完成单晶蓝宝石表面材料的定点抛光, 对抛光后形成的带环进行光学显微镜检测和材料去除率检测, 建立单点磁极21对单晶蓝宝石材料的去除模型。

[69] 从上述实施例可以看出, 本发明的一种动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫发生装置及其抛光方法, 巧妙地采用磁极偏心旋转的方法使静态磁场转变为动态磁场, 可以迫使柔性抛光垫中的磁性链重新排布而实现磨料的更新自锐和抛光垫形状的实时恢复, 彻底解决了静态磁形成的抛光垫在加工过程中由于磁流变液的黏性和磁性作用下变形而无法恢复从而失去对工件的加工压力的核心问题。采用多磁极同步旋转驱动机构实现了众多同步旋转磁极的紧密排布, 形成大面积的柔性致密抛光垫, 实现大直径光学元件的平面抛光加工。同时, 通过选取不同磁场强度、直径和数量的磁极, 按照不同的排布规律, 可以实现对工件的单点抛光、环状抛光和面域抛光, 适合于研究光学平面材料材料去除机理和亚表面损伤检测等试验研究, 满足科研和工业实际应用需要。并且本发明在加工过程中不需要更换磁流变液, 大大节省了设备的空间和加工成本。可见, 本发明构思巧妙, 使用方便, 加工效率高, 加工效果好, 是一种具有革命性的大直径光学元件高效超精密加工方法。

[70] 应该指出, 上述的具体实施方式只是针对本发明进行详细的说明, 它不应是对本发明的限制。对于熟悉本领域的技术人员来说, 在不偏离权利要求的宗旨和范围内, 可以有多种形式和细节的变化。

权利要求书

[权利要求 1]

一种磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于包括抛光盘公转机构和多磁极同步旋转驱动机构，抛光盘公转机构包括有底座（39）、传动轴电机（37）、传动轴（13）、转接盘（11）、偏心轴固定盘（3）、杯形抛光盘（1）、传动轴传动机构，多磁极同步旋转驱动机构包括有偏心主轴（43）、同步旋转驱动盘（8）、柔性偏心转动轴（19）、偏心套（20）、磁极（21）、偏心轴固定盘（3）、主轴电机（17）、主轴传动机构，其中传动轴电机（37）固定在底座（39）上，传动轴传动机构的主动传动件固定在传动轴电机（37）的输出轴上，传动轴传动机构的从动传动件与传动轴（13）连接，转接盘（11）同轴固定在传动轴（13）的上端面，偏心轴固定盘（3）同轴固定在转接盘（11）的上端面，杯形抛光盘（1）同轴固定在偏心轴固定盘（3）的上端面，多磁极同步旋转驱动机构中的主轴电机（17）固定在底座（39）上，主轴传动机构的主动传动件固定在主轴电机（17）的输出轴上，主轴传动机构的从动传动件与偏心主轴（43）连接，偏心主轴（43）装设在传动轴（13）所设的中空腔体内，同步旋转驱动盘（8）固定在传动轴（13）的上端，柔性偏心转动轴（19）安装于同步旋转驱动盘（8）的上端，偏心套（20）固定于偏心转动轴（19）上，磁极（21）固定于偏心套（20）内，且柔性偏心转动轴（19）装设在杯形抛光盘（1）所设的轴孔中。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于上述主轴传动机构包括有主轴主动带轮（40）、主轴传动带（42）、主轴从动带轮（45），其中主轴主动带轮（40）装设在主轴电机（17）的输出轴上，主轴从动带轮（45）装设在偏心主轴（43）上，主轴传动带（42）绕在主轴主动带轮（40）与主轴从动带轮（45）之间。

[权利要求 3]

根据权利要求1所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置

，其特征在于上述传动轴传动机构包括有传动轴主动带轮（50）、传动轴从动带轮（47）及传动轴传动带（48），其中传动轴主动带轮（50）装设在传动轴（13）的输出轴上，传动轴从动带轮（47）装设在传动轴（13）上，传动轴传动带（48）绕在传动轴主动带轮（50）与传动轴从动带轮（47）之间。

[权利要求 4]

根据权利要求1所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于上述传动轴电机（37）通过第十固定螺钉（38）固定在底座（39）上，传动轴主动带轮（50）通过第二平键（49）固定在传动轴电机（37）上，轴承座（16）垂直安装在底座（39）的中央，一对传动轴轴承（33）安装在轴承座（16）内，轴承端盖（14）通过第五固定螺钉（15）安装在轴承座（16）的端面并压紧传动轴轴承（33）的外圈，内固定套（34）和外固定套（35）支撑分离传动轴轴承（33），传动轴（13）支承在传动轴轴承（33）上，转接盘（11）通过第四固定螺钉（12）同轴固定在传动轴（13）的上端面，偏心轴固定盘（3）通过第二固定螺钉（4）同轴固定在转接盘（11）的上端面，杯形抛光盘（1）通过第一固定螺钉（2）同轴固定在偏心轴固定盘（3）的上端面，传动轴从动带轮（47）通过第十二固定螺钉（46）固定在传动轴（13）的下端面；多磁极同步旋转驱动机构中的偏心主轴（43）通过一对主轴轴承（30）固定在传动轴（13）所设在中空腔体内，内套筒（31）和外套筒（32）定位主轴轴承（30）的内圈和外圈，偏心主轴端盖（28）通过第九固定螺钉（29）固定在传动轴（13）的上端并压紧主轴轴承（30）的外圈，驱动轴承（25）固定在偏心主轴（43）的偏心轴端，主轴端盖（24）通过第七固定螺钉（23）固定在偏心主轴（43）的偏心轴上端并压紧驱动轴承（25）的内圈，同步旋转驱动盘（8）通过驱动盘端盖（5）固定在驱动轴承（25）的外圈，向心推力轴承（6）安装于同步旋转驱动盘（8）的阵列孔，外隔套（7）分隔向心推力轴承（6）的外圈，柔性

偏心转动轴（19）通过向心推力轴承（6）固定，轴端端盖（9）通过第三固定螺钉（10）固定在柔性偏心转动轴（19）的小轴下端，驱动盘端盖（5）通过第八固定螺钉（27）固定在同步旋转驱动盘（8）的上端并压紧向心推力轴承（6）的外圈，深沟球轴承（22）安装于柔性偏心转动轴（19）的上端大轴端，偏心套（20）固定于偏心转动轴（19）上端大轴端的偏心孔内，磁极（21）固定于偏心套（20）内，偏心轴固定盘（3）通过阵列孔安装有深沟球轴承（22），主轴带轮（45）通过第十一固定螺钉（44）固定在偏心主轴（43）的下端并压紧主轴轴承（30），主轴电机（17）通过第六固定螺钉（18）固定在底座（39），主轴主动带轮（40）通过第一平键（41）固定在主轴电机（17）上。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于上述偏心主轴（43）的偏心主轴偏心距（51）与柔性偏心转动轴（19）的柔性偏心转动轴偏心距（52）的数值相等，各柔性偏心转动轴（19）的偏心方向一致且均与偏心主轴（43）的偏心方向相反。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于同步旋转驱动盘（8）上的阵列孔与偏心轴固定盘（3）上的阵列孔排布规律及孔距相等。

[权利要求 7] 根据权利要求5所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于柔性偏心转动轴（19）外圆柱具有凸台（56），外圆柱内部具有偏心孔（55），柔性偏心转动轴偏心距（52）为偏心孔偏心量（57）的两倍，偏心转动轴（19）外圆柱与偏心小轴（58）之间存在着三个以上交错的薄型缺口（54），实现同步旋转驱动盘（8）阵列孔与偏心轴固定盘（3）阵列孔之间的制造误差吸收。

[权利要求 8] 根据权利要求1至7任一项所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置，其特征在于柔性偏心转动轴（19）的偏心孔偏心量

(57) 与偏心套 (20) 的偏心量相等, 通过调节偏心套 (20) 的旋转角度, 可以实现0到两倍偏心套 (20) 的偏心量的变化, 各偏心套 (20) 相对柔性偏心转动轴 (19) 的转动角度保持一致, 偏心主轴 (43) 的旋转迫使同步旋转驱动盘 (8) 的发生摆动, 同步旋转驱动盘 (8) 的摆动使各柔性偏心转动轴 (19) 实现同步转动, 偏心转动轴 (19) 的转动使磁极 (21) 在磁铁转动偏心距 (53) 下转动, 实现磁极 (21) 端面的静态磁场向动态磁场转变。

[权利要求 9]

根据权利要求8所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置, 其特征在于传动轴 (13) 上端存在下凸缘块 (59), 轴承端盖 (14) 存在与下凸缘块 (59) 间隙配合的上凸缘块 (60), 实现传动轴轴承 (33) 的防水和防尘; 上述磁极 (21) 为圆柱形平头永磁铁, 端面磁场强度最小为500Gs, 直径为5mm-50mm, 磁极 (21) 的数量最小为1个, 具体数量根据被加工对象的大小和杯形抛光盘 (1) 大小确定, 按一定的规律排布在偏心轴固定盘 (3) 上, 排布时磁极 (21) 的端面保持在同一个平面; 上述杯形抛光盘 (1)、偏心轴固定盘 (3)、柔性偏心转动轴 (19) 和偏心套 (20) 为抗磁材料做成, 抗磁材料为不锈钢, 或镁铝合金或陶瓷。

[权利要求 10]

一种根据权利要求1所述的磁流变柔性抛光垫的动态磁场自锐抛光装置的抛光方法, 其特征在于包括如下步骤:

- 1) 根据加工对象的特点, 选择合适直径和磁场强度的磁极 (21) 安装于动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫发生装置内, 根据需求调整偏心套 (20) 的角度, 使各磁铁转动偏心距 (53) 一致;
- 2) 将工件 (61) 安装于工具头 (62) 上, 工件 (61) 下表面与杯形抛光盘 (1) 上端面平行, 调节工件 (61) 下表面与杯形抛光盘 (1) 之间的间隙为0.5mm-5mm;
- 3) 通过在去离子水中加入如下三种磨料中的至少两种磨料, 三种磨料分别是浓度为2%~15%的微米级磨料、浓度为2%~15%的亚微米级磨料、浓度为2%~15%的纳米级磨料, 及去离子水中加入

浓度为2%~20%的亚微级羰基铁粉及浓度为3%~15%的微米级羰基铁粉，及加入浓度为3%~15%的分散剂和浓度为1%~6%的防锈剂，充分搅拌后通过超声波震动5~30分钟，形成磁流变液（63）；

4) 将磁流变液（63）倒入杯形抛光盘（1），启动主轴电机（17），主轴电机（17）带动偏心主轴（43）旋转，驱动轴承（25）迫使同步旋转驱动盘（8）发生摆动，同步旋转驱动盘（8）的摆动使各柔性偏心转动轴（19）实现同步转动，偏心转动轴（19）的转动使磁极（21）在磁铁转动偏心距（53）下转动，实现磁极（21）端面的静态磁场向动态磁场转变，磁流变液（63）在动态磁场的作用下形成实时磨料更新自锐和形状恢复的柔性抛光垫（64）；

5) 启动传动轴电机（37），带动杯形抛光盘（1）高速旋转，驱动工具头（62）高速旋转和低速摆动，实现工件（61）表面材料的高效率超光滑均匀抛光。

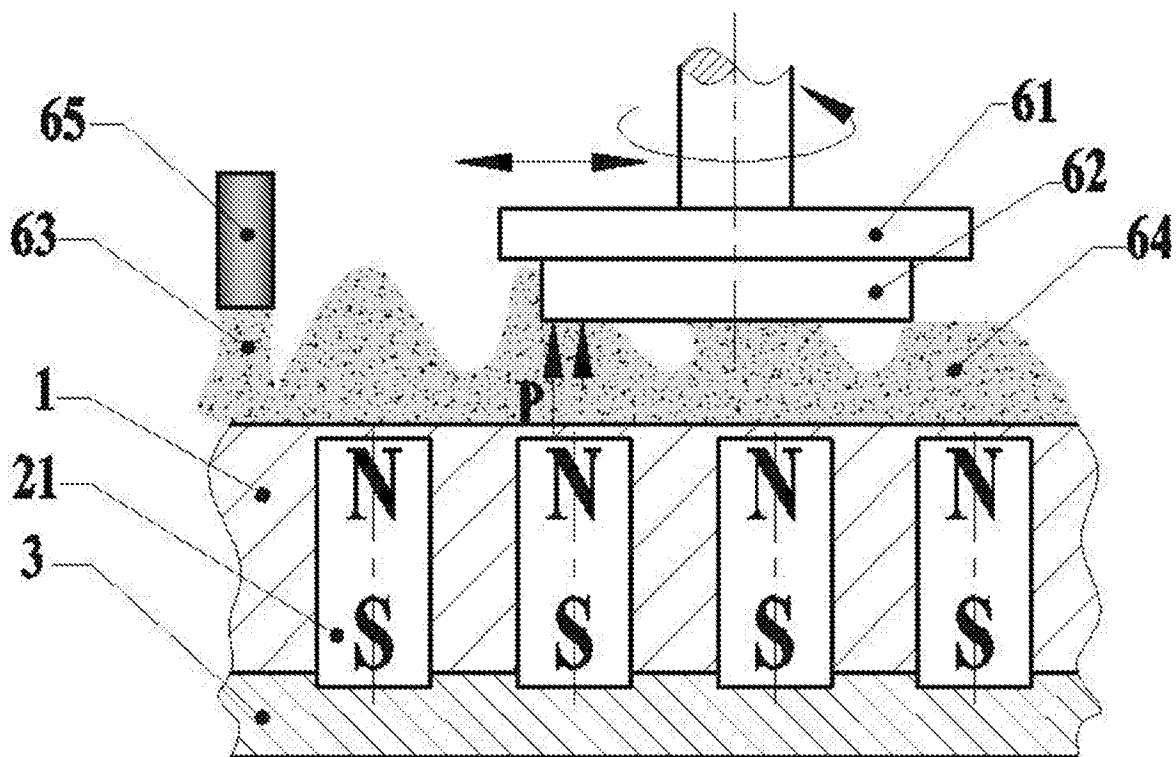


图 1

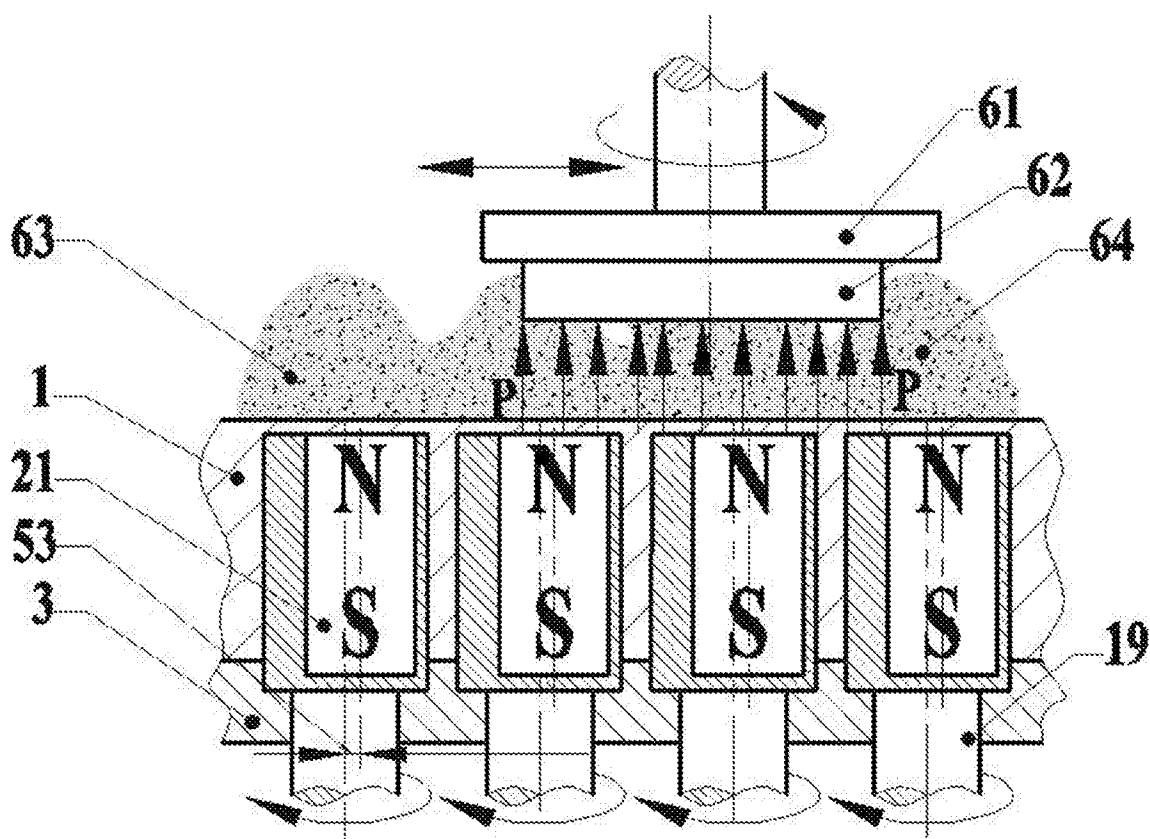


图 2

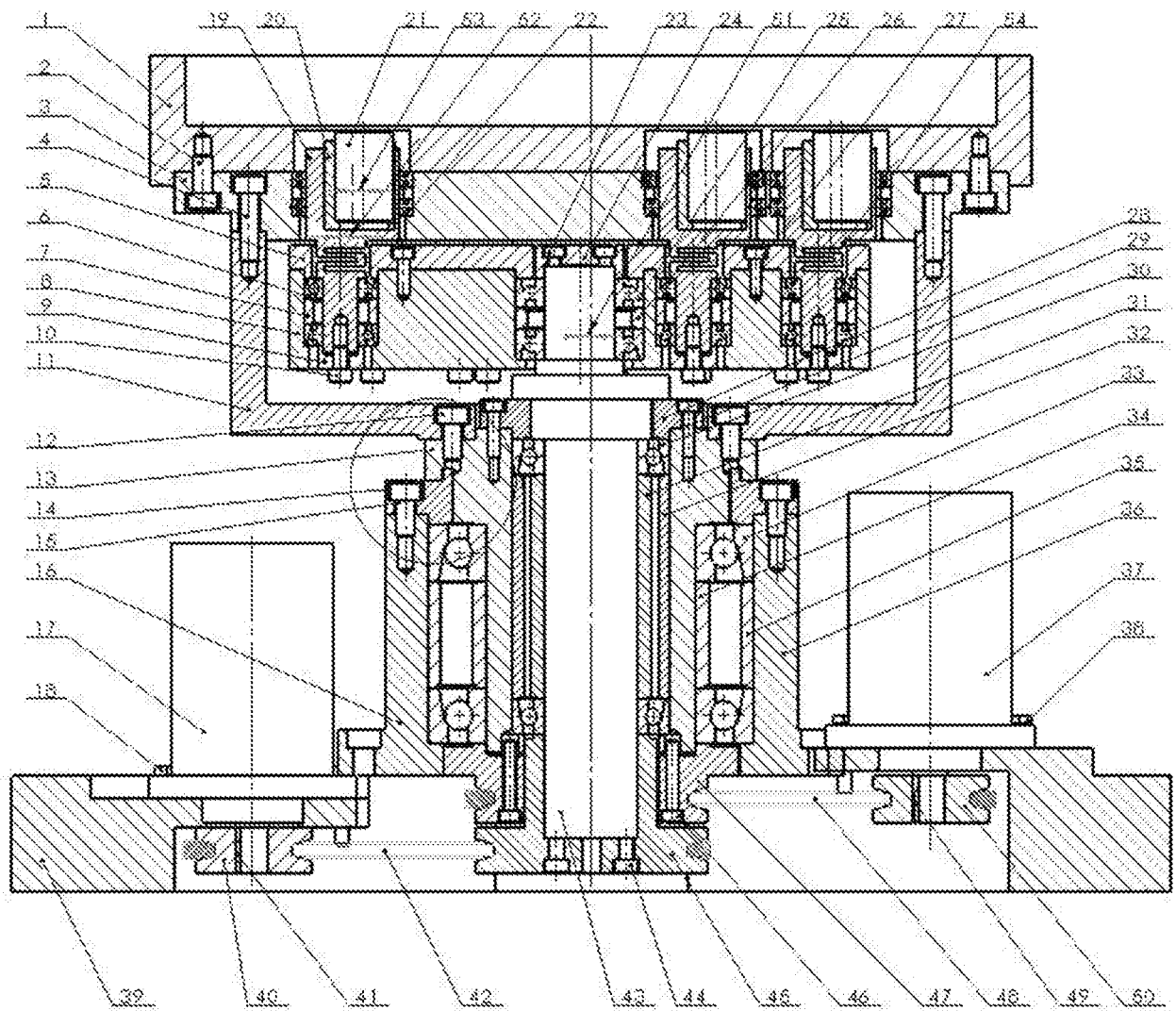


图 3

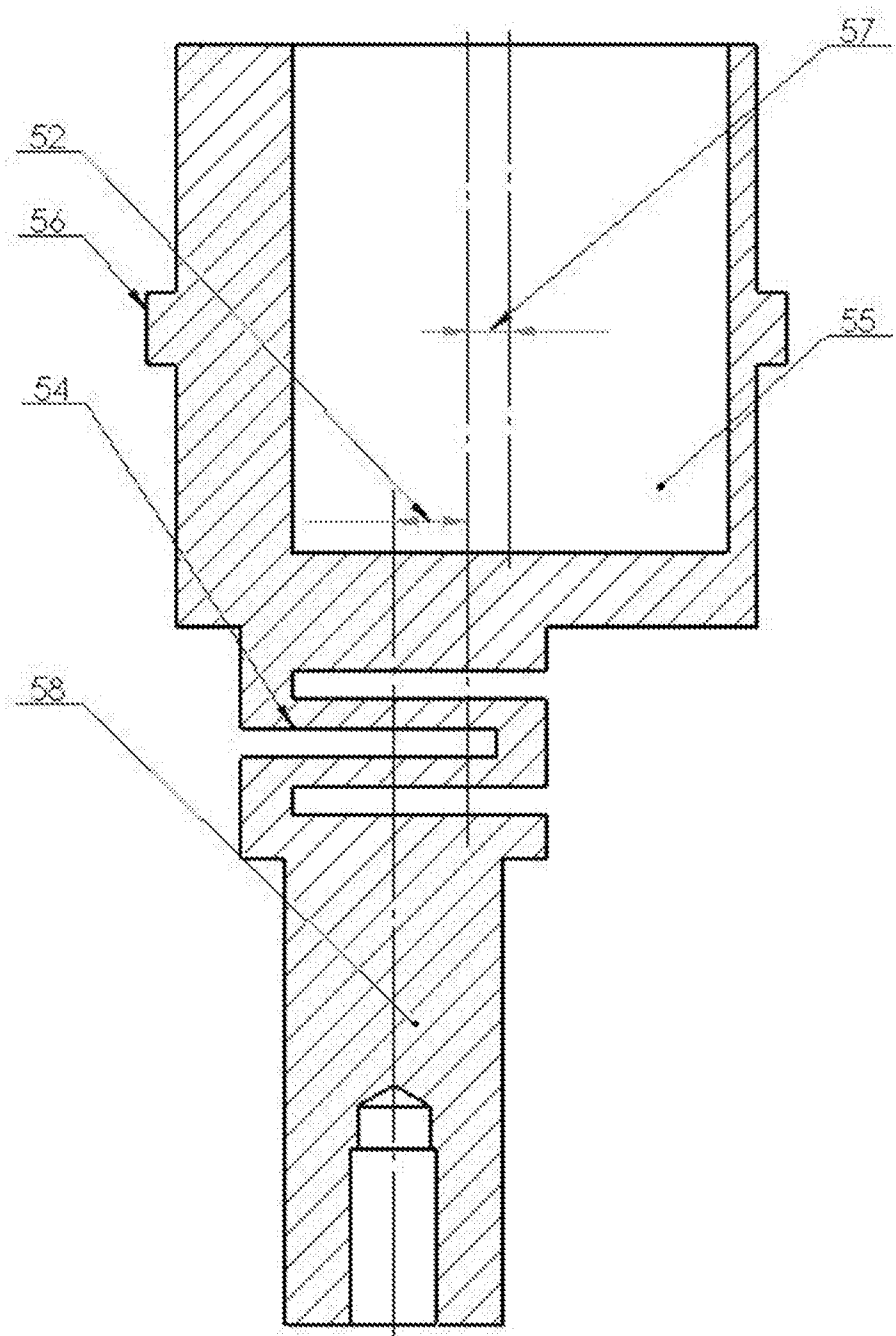


图 4

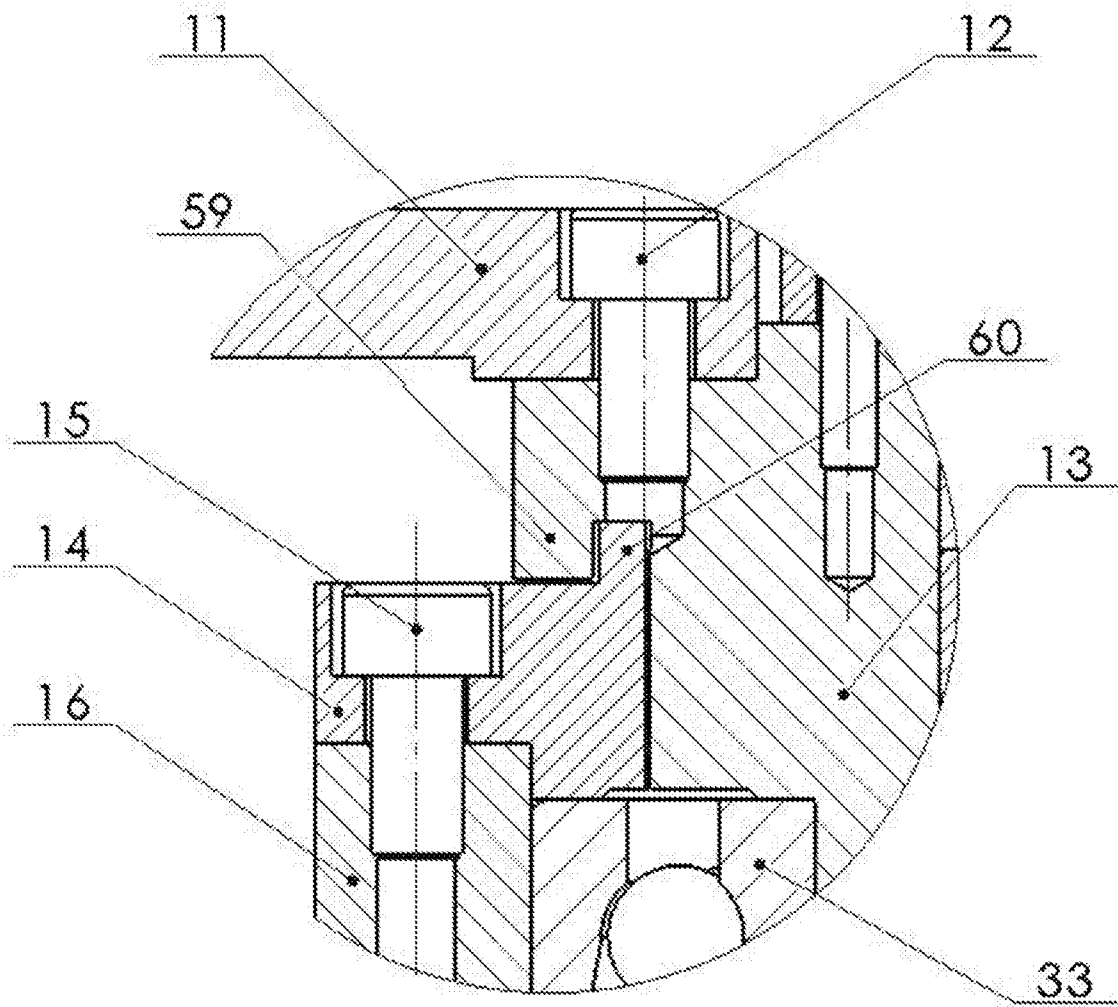


图 5

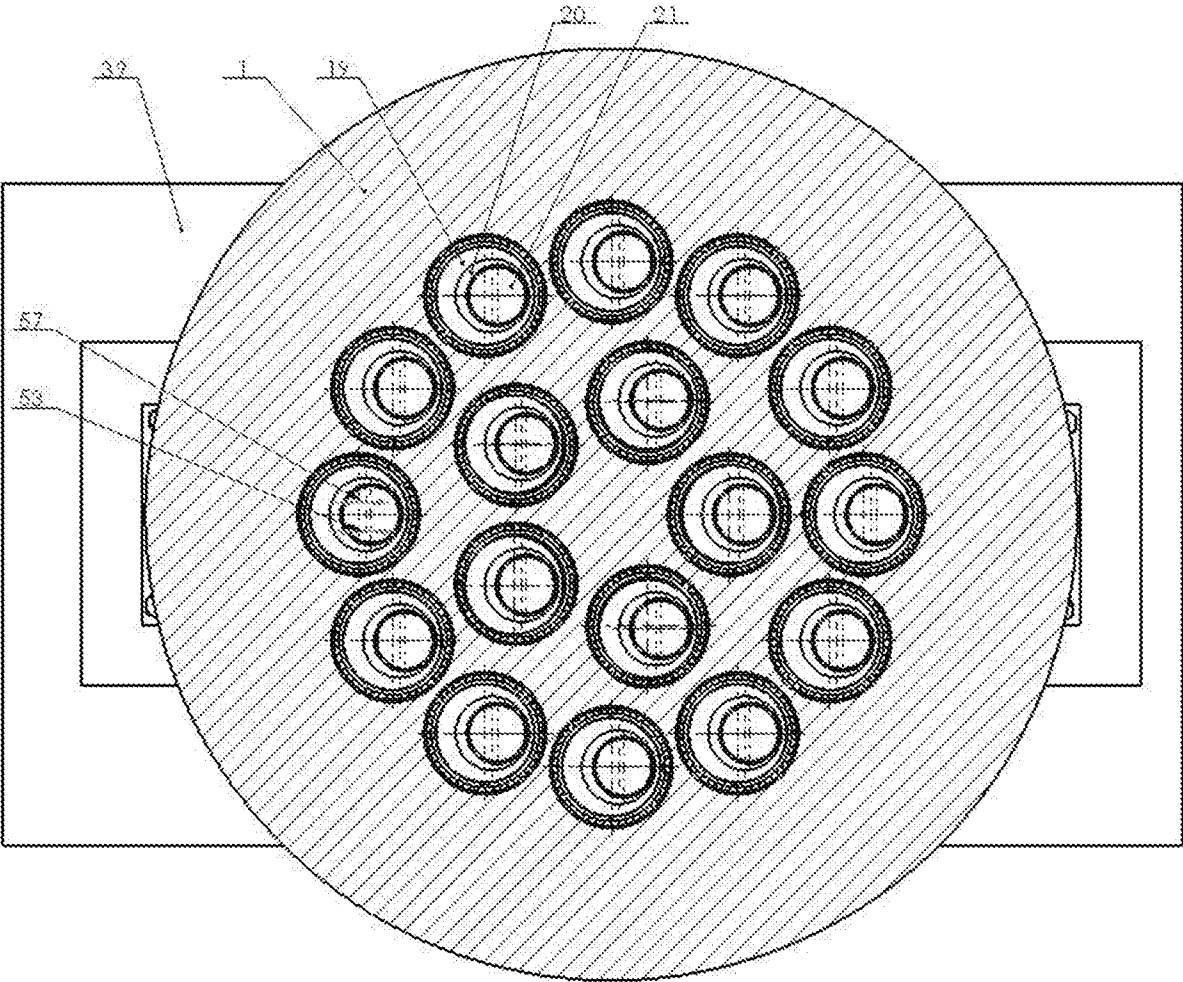


图 6

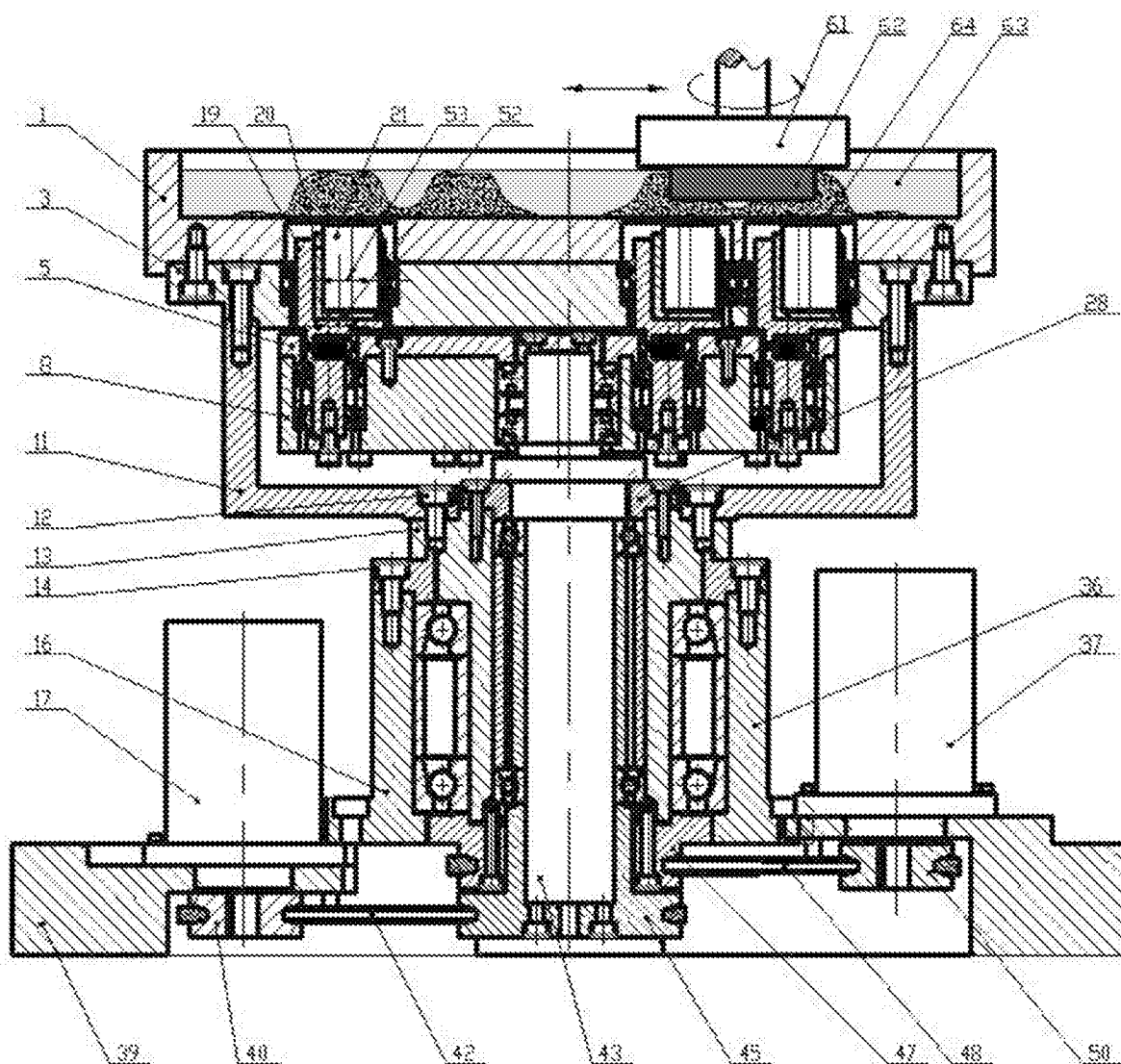


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/072318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B 1/00 (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

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)

WPI, EPODOC, CNPAT: polishing disk, magnet, drive

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103072069 A (GUANGDONG TECHNOLOGY UNIVERSITY) 01 May 2013 (01.05.2013) the whole document	1-10
A	CN 100999061 A (GUANGDONG TECHNOLOGY UNIVERSITY) 18 July 2007 (18.07.2007) the whole document	1-10
E	CN 205237716 U (GUANGDONG TECHNOLOGY UNIVERSITY) 18 May 2016 (18.05.2016) the whole document	1-10
A	JP H11333677 A (EBARA CORP.) 07 December 1999 (07.12.1999) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 07 August 2016	Date of mailing of the international search report 24 August 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG Rui Telephone No. (86-10) 62085447

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/072318

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103072069 A	01 May 2013	CN 103072069 B	23 December 2015
CN 100999061 A	18 July 2007	None	
CN 205237716 U	18 May 2016	None	
JP H11333677 A	07 December 1999	None	

A. 主题的分类 B24B 1/00 (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 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)) WPI, EPDOC, CNPAT: 抛光盘、磁, 驱动; polishing disk, magnet, drive		
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
A	CN 103072069 A (广东工业大学) 2013年 5月 1日 (2013 - 05 - 01) 全文	1-10
A	CN 100999061 A (广东工业大学) 2007年 7月 18日 (2007 - 07 - 18) 全文	1-10
E	CN 205237716 U (广东工业大学) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文	1-10
A	JP H11333677 A (EBARA CORP) 1999年 12月 7日 (1999 - 12 - 07) 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 2016年 8月 7日		国际检索报告邮寄日期 2016年 8月 24日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (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 王锐 电话号码 (86-10) 62085447

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072318

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	103072069	A	2013年 5月 1日	CN 103072069 B	2015年 12月 23日
CN	100999061	A	2007年 7月 18日	无	
CN	205237716	U	2016年 5月 18日	无	
JP	H11333677	A	1999年 12月 7日	无	