

(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
2021 年 7 月 1 日 (01.07.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/129124 A1

(51) 国际专利分类号:
B24B 1/00 (2006.01) **B24B 41/02** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/124515

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 28 日 (28.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911337686.2 2019 年 12 月 23 日 (23.12.2019) 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).

(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)。张棋翔(ZHANG, Qixiang); 中国广东省广州市越秀区东风东路729号, Guangdong 510090 (CN)。邓家云(DENG, Jiayun); 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)。

(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,

(54) Title: ELECTRO-FENTON AND CLUSTER MAGNETORHEOLOGICAL COMPOSITE GRINDING AND POLISHING DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置及方法

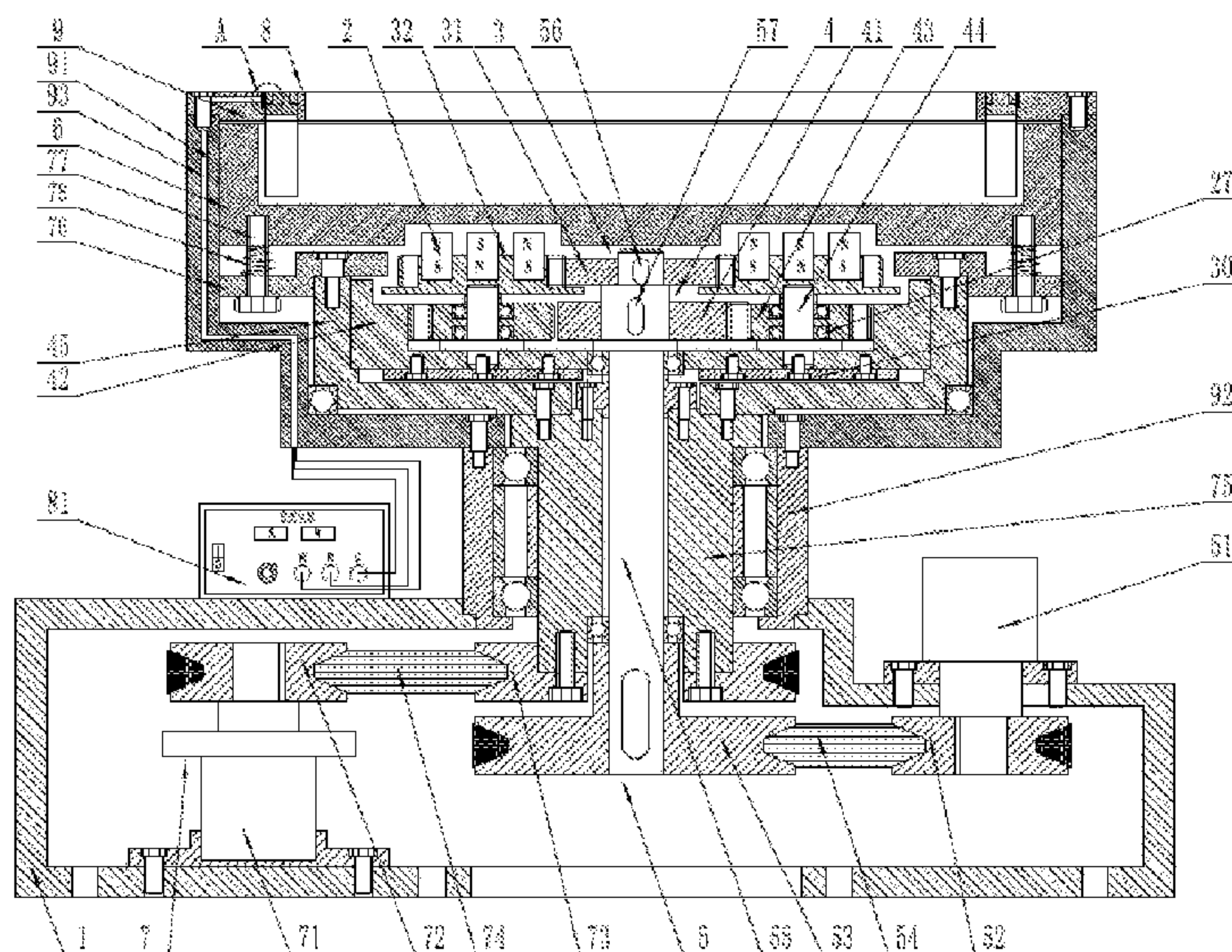


图 1

(57) Abstract: An electro-Fenton and cluster magnetorheological composite grinding and polishing device and method, comprising a base (1), a magnet cluster (2), a rotation transmission assembly (3) for driving the magnet cluster (2) to rotate, a revolution transmission assembly (4) for driving the magnet cluster (2) to revolve, a first driving assembly (5) for providing power for the rotation and revolution of the magnet cluster (2), a polishing disc (6) containing a magnetorheological fluid, a second driving assembly (7) for driving the polishing disc (6) to rotate, and an electro-Fenton assembly (8) capable of generating a reaction product OH by an electro-Fenton

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, 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))。

reaction. The electro-Fenton assembly (8) comprises an electrochemical work station (81) and an electro-Fenton cell extending into the magnetorheological fluid. The electrochemical work station (81) is connected to the electro-Fenton cell. The electro-Fenton reaction product OH reacts with a workpiece to be processed to generate an oxide layer; the magnet cluster rotates and revolves and the polishing disc rotates, a magnetorheological fluid forms a dynamic flexible polishing pad under the action of the magnet cluster, the oxide layer is removed under the action of the dynamic flexible polishing pad; thus, the workpiece processing efficiency and processing quality can be improved.

(57) 摘要：一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置及方法，包括底座(1)、集群磁铁(2)、驱动集群磁铁(2)自转的自转传动组件(3)、驱动集群磁铁(2)公转的公转传动组件(4)、为集群磁铁(2)自转和公转提供动力的第一驱动组件(5)、内盛有磁流变液的抛光盘(6)、驱动抛光盘(6)转动的第二驱动组件(7)以及可发生电芬顿反应产生·OH反应物的电芬顿组件(8)，电芬顿组件(8)包括电化学工作站(81)及伸入至磁流变液中的电芬顿单元，电化学工作站(81)与电芬顿单元连接。其中的电芬顿反应生成物·OH与被加工工件反应生成氧化层；集群磁铁自转和公转以及抛光盘转动，磁流变液在集群磁铁的作用下形成动态柔性抛光垫，氧化层在动态柔性抛光垫的作用下去除，可改善工件加工效率和加工质量。

一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置及方法

技术领域

本发明涉及超精密加工的技术领域，更具体地，涉及一种电芬顿集群磁流变
5 复合研磨抛光装置及方法。

背景技术

硬脆材料由于其高强度、高硬度、高脆性、耐磨损和腐蚀、隔热、低密度和低膨胀系数及稳定的化学性质等特点在电子、光学、仪器仪表、航天航空、民用军工等领域的应用潜力十分巨大。现代高新技术的发展对平面硬脆材料的需求越来越广泛，但硬脆材料的表面质量成为制约其应用的关键因素。脆性材料具有的低塑性、易脆性破坏、微裂纹及加工工艺不当会引起工件表面及亚表面损伤及组织破坏等缺点，对脆性材料的高效精密加工成为必然要求。磁流变抛光技术具有抛光效果好、不产生亚表面损伤、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
10 应用于大型光学元件、半导体晶片、LED 基板、液晶显示板等的最后加工工序，但磁流变抛光技术的抛光效率低。

为了提高磁流变的抛光效率，中国专利 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，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保证；中国专利 CN201510801886.4 提出了一种动态磁场自锐的磁流变柔性抛光垫
20 发生装置及其抛光方法，实现了磁流变柔性抛光垫在加工过程中对工件的恒压加工，并且能使磨料在加工过程中实时更新自锐，但加工效率较低。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术中的不足，提供一种电芬顿集群磁流变复合
25 研磨抛光装置及方法，结合电芬顿反应生成具有强氧化性的 $\cdot\text{OH}$ ， $\cdot\text{OH}$ 与被加工工件表面发生氧化反应生成一层较软的氧化层，氧化层在动态磁场柔性抛光垫的作用下去除，可提高加工效率和加工质量。

为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：

提供一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，包括底座、集群磁铁、驱动
30 集群磁铁自转的自转传动组件、驱动集群磁铁公转的公转传动组件、为集群磁铁

自转和公转提供动力的第一驱动组件、内盛有磁流变液的抛光盘、驱动抛光盘转动的第二驱动组件以及可发生电芬顿反应产生 $\cdot\text{OH}$ 反应物的电芬顿组件，所述集群磁铁安装于自转传动组件、所述自转传动组件连接于集群磁铁和第一驱动组件之间、所述公转传动组件连接于第一驱动组件和自转传动组件之间，所述抛光盘与第二驱动组件连接、且所述抛光盘位于集群磁铁上方，所述电芬顿组件包括电5 化学工作站及伸入至磁流变液中的电芬顿单元，所述电化学工作站与电芬顿单元连接，所述第一驱动组件、第二驱动组件、电化学工作站均安装于底座。

本发明的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，第一驱动组件通过公转传动组件驱动集群磁铁公转、通过自转传动组件驱动集群磁铁自转，第二驱动组件驱动10 动抛光盘转动，磁流变液在集群磁铁的作用下形成动态柔性磨头，多个所述动态柔性磨头集群形成动态柔性抛光垫；同时，电芬顿反应产生的反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与待加工工件反应生成氧化层，动态柔性抛光垫对待加工工件表面切削完成研磨抛光。本发明可与待加工工件表面全面接触，提高集群磁流变的加工效率和加工均匀性，且加工表面一致性良好、无表面/亚表面损伤。

进一步地，所述第一驱动组件包括第一电机、第一带轮、第二带轮、第一传动带以及主轴，所述第一带轮与第一电机连接、第一电机安装于底座，所述第一传动带环绕于第一带轮和第二带轮的外周，所述主轴与第二带轮连接且所述主轴设有与所述自转传动组件连接的偏心轴以及与所述公转传动组件连接的过渡轴。第一电机启动，通过第一带轮、第二带轮及第一传动带带动主轴、过渡轴、偏心20 轴旋转，为集群磁铁的自转和公转提供动力。

进一步地，所述自转传动组件包括啮合设置的第一主动齿轮和第一从动齿轮，所述第一主动齿轮安装于偏心轴，所述集群磁铁安装于第一从动齿轮。主轴带动偏心轴转动，驱动第一主动齿轮旋转、第一主动齿轮驱动第一从动齿轮转动，集群磁铁发生自转。

进一步地，所述集群磁铁包括多组磁铁，其中一组磁铁设于第一从动齿轮的中心，其他组磁铁均匀围绕于其中一组磁铁的周围，其中一组磁铁与其他组磁铁的磁极相反。多组磁铁可形成局部集群磁铁动态磁场发生装置，磁流变液在集群磁铁的作用下形成动态柔性磨头，多个动态柔性磨头集群形成动态柔性抛光垫。

进一步地，所述公转传动组件包括第二主动齿轮、内齿轮以及多组第二从动齿轮，所述第二主动齿轮安装于过渡轴，多组第二从动齿轮与第二主动齿轮啮合、30

且多组第二从动齿轮与内齿轮啮合，所述内齿轮与所述主轴同轴安装；所述第二从动齿轮转动连接有自转轴，所述自转轴的一端与第一从动齿轮连接、自转轴的另一端与内齿轮连接。主轴带动第二主动齿轮转动，第二主动齿轮通过第二从动齿轮带动内齿轮转动，内齿轮带动安装于其上的自转轴转动，自转轴带动第一从动齿轮转动实现集群磁铁的公转运动。

进一步地，所述第二主动齿轮为不完整齿轮，不完整齿轮的始端与第二从动齿轮接触啮合转动至不完整齿轮的末端与第二从动齿轮松开啮合时，内齿轮转动的角度等于相邻两组第二从动齿轮中心关于第二主动齿轮中心的夹角角度。如此设置，在第二主动齿轮与一组第二从动齿轮松开啮合至第二主动齿轮与下一组第二从动齿轮啮合过程中，第二主动齿轮空转，第一从动齿轮保持自转，从而实现对待加工工件的加工以及对下一组柔性抛光垫的修整，实现了磁流变液快速更新与快速自锐。

进一步地，所述第二驱动组件包括第二电机、第三带轮、第四带轮、第二传动带以及传动件，所述第二电机安装于底座，所述第三带轮与第二电机连接，所述第四带轮与传动件连接，所述第二传动带缠绕于第三带轮和第四带轮外周，所述抛光盘与传动件连接。第二电机启动，通过第三带轮、第四带轮、第二传动带以及传动件带动抛光盘转动。

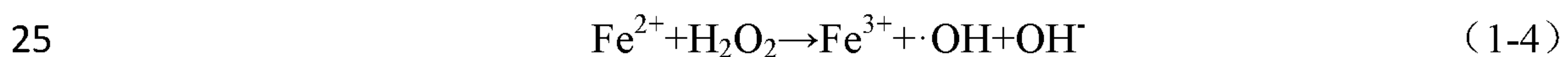
进一步地，所述电芬顿单元包括工作电极、参比电极和辅助电极；所述工作电极处发生如式（1-1）和（1-2）所示化学反应：



所述辅助电极处发生如式（1-3）所示化学反应：



生成的 Fe^{2+} 与 H_2O_2 反应生成 $\cdot\text{OH}$ ，如式（1-4）所示：



生成的 Fe^{3+} 与 H_2O_2 又还原成 Fe^{2+} 和 $\cdot\text{OOH}$ ，如式（1-5）所示：



电芬顿反应生成的 $\cdot\text{OH}$ 可与待加工工件表面反应生成一层硬度较软、结合

力较小的氧化层，氧化层在动态磁场柔性抛光垫的作用下去除，从而提高了加工效率和加工质量；其中， $\cdot\text{OH}$ 为电芬顿反应在线生成，可避免运输、存储和处理风险，减小造价。

进一步地，所述电芬顿单元为多组，多组电芬顿单元均匀环绕于抛光盘内。

- 5 电芬顿反应在线生成的 $\cdot\text{OH}$ 均匀分布于磁流变液中，可与待加工工件表面全面接触，可改善加工均匀性。

本发明还提供了一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光方法，包括以下步骤：

S1. 将研磨抛光装置安装于 XY 精密移动平台，并移动至原点；

- 10 S2. 将待加工工件安装在抛光轴的头部，通过调整抛光轴的高度调整抛光盘与
所述待加工工件之间的间隙，以保证研磨抛光压力并使所述动态柔性抛光垫稳定形成；

S3. 配置磁流变液并调节 pH 值，注入抛光盘内；

- 15 S4. 启动第一驱动组件、第二驱动组件，集群磁铁自转和公转以及抛光盘转动，磁流变液在所述集群磁铁的作用下形成动态柔性磨头，多个所述动态柔性磨头
集群形成动态柔性抛光垫；本实施例的第一电机的转速调节为 600rpm，第二电机的转速调节为 100 rpm；

S5. 启动电化学工作站，电芬顿单元反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与被加工工件反应生成氧化层，步骤 S4 中所述动态柔性抛光垫对待加工工件表面进行切削完成待加工工件表面的研磨抛光。

- 20 本发明电芬顿集群磁流变复合研磨抛光方法，电芬顿反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与被加工工件反应生成氧化层；集群磁铁自转和公转以及抛光盘转动，磁流变液在所述集群磁铁的作用下形成动态柔性磨头，多个所述动态柔性磨头集群形成动态柔性抛光垫；氧化层在动态柔性抛光垫的作用下去除，可提高加工效率和加工质量。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

- 25 本发明电芬顿反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与被加工工件反应生成氧化层，集群磁铁可以分开实现自转和公转，集群磁铁自转形成柔性抛光垫实现了对工件的加工，集群磁铁间歇公转可实现对柔性抛光垫的全面修整，可提高加工效率、提高加工均匀性，同时也可实现磁流变液的快速更新与磨料的快速自锐；且本发明电芬顿反应原料 H_2O_2 和 Fe^{2+} 在线生成，避免运输、存储和处理风险，降低装置造价。

附图说明

图 1 为电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的结构示意图；

图 2 为电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的工作原理图；

图 3 为电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的自转传动组件的结构示意图；

5 图 4 为电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的公转传动组件的结构示意图；

图 5 为图 1 中局部 A 的放大示意图；

图 6 为电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的夹具的结构示意图；

图 7 为芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的电芬顿单元的俯视图；

图 8 为芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的电芬顿单元的结构示意图；

10 附图中：1-底座；2-集群磁铁；3-自转传动组件；31-第一主动齿轮；32-第一从动齿轮；4-公转传动组件；41-第二主动齿轮；42-内齿轮；43-第二从动齿轮；44-自转轴；45-齿轮支撑座；5-第一驱动组件；51-第一电机；52-第一带轮；53-第二带轮；54-第一传动带；55-主轴；56-偏心轴；57-过渡轴；6-抛光盘；7-第二驱动组件；71-第二电机；72-第三带轮；73-第四带轮；74-第二传动带；75-传动
15 轴；76-转接盘；77-调节螺钉；78-塔型弹簧；8-电芬顿组件；81-电化学工作站；82-工作电极；83-参比电极；84-辅助电极；85-陶瓷座；86-导线孔；87-电极固定座；88-电极填充物；89-电芬顿单元保护层；9-夹具；91-外隔套；92-外支撑筒；93-导线槽；94-安装槽；95-工作电极铜环；96-参比电极铜环；97-辅助电极铜环。

具体实施方式

20 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，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。

25 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件；在本发明的描述中，需要理解的是，若有术语“上”、“下”、“左”、“右”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，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本
30 专利的限制，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

的具体含义。

实施例一

如图 1 至图 8 所示为本发明的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置的实施例，包括底座 1、集群磁铁 2、驱动集群磁铁 2 自转的自转传动组件 3、驱动集群磁铁 2 公转的公转传动组件 4、为集群磁铁 2 自转和公转提供动力的第一驱动组件 5、内盛有磁流变液的抛光盘 6、驱动抛光盘 6 转动的第二驱动组件 7 以及可发生电芬顿反应产生 $\cdot\text{OH}$ 反应物的电芬顿组件 8，集群磁铁 2 安装于自转传动组件 3、自转传动组件 3 连接于集群磁铁 2 和第一驱动组件 5 之间、公转传动组件 4 连接于第一驱动组件 5 和自转传动组件 3 之间，抛光盘 6 与第二驱动组件 7 连接、且抛光盘 6 位于集群磁铁 2 上方，电芬顿组件 8 包括电化学工作站 81 及伸入至磁流变液中的电芬顿单元，电化学工作站 81 与电芬顿单元连接，第一驱动组件 5、第二驱动组件 7、电化学工作站 81 均安装于底座 1。

本实施例在实施时，第一驱动组件 5 通过公转传动组件 4 驱动集群磁铁 2 公转、通过自转传动组件 3 驱动集群磁铁 2 自转，第二驱动组件 7 驱动抛光盘 6 转动，磁流变液在集群磁铁 2 的作用下形成动态柔性磨头，多个动态柔性磨头集群形成动态柔性抛光垫；同时，电芬顿反应产生的反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与待加工工件反应生成氧化层，动态柔性抛光垫对待加工工件表面切削完成研磨抛光。本发明可与待加工工件表面全面接触，提高集群磁流变的加工效率和加工均匀性，且加工表面一致性良好、无表面/亚表面损伤。

如图 1 所示，第一驱动组件 5 包括第一电机 51、第一带轮 52、第二带轮 53、第一传动带 54 以及主轴 55，第一带轮 52 与第一电机 51 连接、第一电机 51 安装于底座 1，第一传动带 54 环绕于第一带轮 52 和第二带轮 53 的外周，主轴 55 与第二带轮 53 连接且主轴 55 设有与自转传动组件 3 连接的偏心轴 56 以及与公转传动组件 4 连接的过渡轴 57。实施时，第一电机 51 启动，通过第一带轮 52、第二带轮 53 及第一传动带 54 带动主轴 55、过渡轴 57、偏心轴 56 旋转，为集群磁铁 2 的自转和公转提供动力。但需要说明的是，采用带轮皮带的传动方式进行传动是为了结构简便、传动稳定而做出的优选，并不作为限制性的规定。

自转传动组件 3 包括啮合设置的第一主动齿轮 31 和第一从动齿轮 32，第一主动齿轮 31 安装于偏心轴 56，集群磁铁 2 安装于第一从动齿轮 32，本实施例的第一从动齿轮 32 设有多个安装磁铁的磁铁放置孔。主轴 55 带动偏心轴 56 转动，

驱动第一主动齿轮 31 旋转、第一主动齿轮 31 驱动第一从动齿轮 32 转动，集群
磁铁 2 发生自转。其中，集群磁铁 2 包括多组磁铁，其中一组磁铁设于第一从动
齿轮 32 的中心，其他组磁铁均匀围绕于其中一组磁铁的周围，其中一组磁铁与
其他组磁铁的磁极相反，如图 3 所示。第一主动齿轮 31 偏心设置，第一从动齿
5 轮 32 按照一定排布规律放置多个磁铁，第一主动齿轮 31 带动第一从动齿轮 32
偏心旋转，从而带动第一从动齿轮 32 上的磁铁运动；在磁流变抛光过程中，磁
流变液在多个磁铁作用下形成柔性抛光垫完全覆盖在被加工工件表面，形成多个
小柔性抛光垫同时加工，其中磁铁的磁场强度为 0.2 T~4 T，磁铁的直径可根据
被加工工件的大小调整，本实施例可在第一从动齿轮 32 上的磁铁放置孔中添加
10 适合的套筒以放置不同直径的磁铁。

公转传动组件 4 包括第二主动齿轮 41、内齿轮 42 以及多组第二从动齿轮 43，
第二主动齿轮 41 安装于过渡轴 57，多组第二从动齿轮 43 与第二主动齿轮 41 啮
合、且多组第二从动齿轮 43 与内齿轮 42 啮合，内齿轮 42 与主轴 55 同轴安装；
第二从动齿轮 43 转动连接有自转轴 44，自转轴 44 的一端与第一从动齿轮 32 连
15 接、自转轴 44 的另一端与内齿轮 42 连接。具体地，内齿轮 42 设有圆孔，第二
从动齿轮 43 通过一对轴承配合在自转轴 44 上，自转轴 44 通过固定板固定在内
齿轮 42 的圆孔上，内齿轮 42 间隙配合在齿轮支撑座 45 上，内齿轮 42 通过轴承
与主轴 55 同轴安装。实施时，主轴 55 带动第二主动齿轮 41 转动，第二主动齿
轮 41 通过第二从动齿轮 43 带动内齿轮 42 转动，内齿轮 42 带动安装于其上的自
20 转轴 44 转动，自转轴 44 带动第一从动齿轮 32 转动实现集群磁铁 2 的公转运动。

本实施例中，第二主动齿轮 41 为不完整齿轮，内齿轮 42 内成 120° 均匀放
置有三组第二从动齿轮 43，第二主动齿轮 41 上齿轮部分所占的圆心角小于 120° ，
如图 4 所示；在安装此结构时，调试第二主动齿轮 41 转动，使之保证在加工区
域的一条临界边刚接触第二从动齿轮 43，在内齿轮 42 转过 120° 的时候第二从
25 动齿轮 43 与第二主动齿轮 41 刚好松开啮合；在第二主动齿轮 41 与下一组第二
从动齿轮 43 接触期间，第二主动齿轮 41 空转，第一从动齿轮 32 保持自转，从
而实现对工件的加工以及对下一组柔性抛光垫的修整。

如图 1 所示，第二驱动组件 7 包括第二电机 71、第三带轮 72、第四带轮 73、
第二传动带 74 以及传动件，第二电机 71 安装于底座 1，第三带轮 72 与第二电
30 机 71 连接，第四带轮 73 与传动件连接，第二传动带 74 缠绕于第三带轮 72 和第

四带轮 73 外周，抛光盘 6 与传动件连接；实施时，第二电机 71 启动，通过第三带轮 72、第四带轮 73、第二传动带 74 以及传动件带动抛光盘 6 转动。具体地，传动件包括传动轴 75 及转接盘 76，第四带轮 73 固定安装在传动轴 75，齿轮支撑座 45 与传动轴 75 固定，转接盘 76 固定在齿轮支撑座 45，抛光盘 6 与转接盘 5 76 通过调节螺钉 77 连接，调节螺钉 77 上安装有塔型弹簧 78，以保证抛光盘 6 转动的平稳性。

电芬顿单元包括工作电极 82、参比电极 83 和辅助电极 84；工作电极 82 处发生如式 (1-1) 和 (1-2) 所示化学反应：



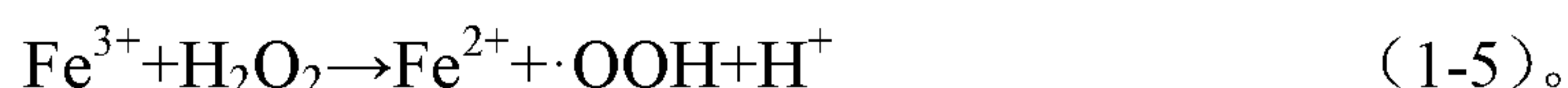
辅助电极 84 处发生如式 (1-3) 所示化学反应：



生成的 Fe^{2+} 与 H_2O_2 反应生成 $\cdot\text{OH}$ ，如式 (1-4) 所示：



15 生成的 Fe^{3+} 与 H_2O_2 又还原成 Fe^{2+} 和 $\cdot\text{OOH}$ ，如式 (1-5) 所示：



20 电芬顿反应生成的 $\cdot\text{OH}$ 可与待加工工件表面反应生成一层硬度较软、结合力较小的氧化层，氧化层在动态磁场柔性抛光垫的作用下去除，从而提高了加工效率和加工质量；其中， $\cdot\text{OH}$ 为电芬顿反应在线生成，可避免运输、存储和处理风险，减小造价。

25 本实施例中，电芬顿单元为多组，多组电芬顿单元均匀环绕于抛光盘 6 内。其中，电芬顿单元分别通过导线与电化学工作站 81 连接，电芬顿单元安装在夹具 9 上，夹具 9 固定在外隔套 91 上，外隔套 91 固定在外支撑筒 92 上，外支撑筒 92 安装在底座 1，外支撑筒 92 与传动轴 75 之间设有轴承，外隔套 91 与齿轮支撑座 45 之间也设有轴承。为隐藏导线，本实施例在外隔套 91 内开设有导线槽 93，导线从电化学工作站 81 引出，穿过导线槽 93 与电芬顿单元连接，但如此设置是为了结构紧凑、外表美观而做出的优选，并不作为限制性的规定。

如图 5 至图 7 所示，夹具 9 上开设有电极铜环放置槽以及多个“工”字形电

芬顿单元安装槽 94，工作电极铜环 95、参比电极铜环 96 和辅助电极铜环 97 同轴放置在安装槽 94 内，导线分别与工作电极铜环 95、参比电极铜环 96 和辅助电极铜环 97 相连，工作电极铜环 95、参比电极铜环 96 和辅助电极铜环 97 之间保持绝缘，工作电极 82、参比电极 83 和辅助电极 84 端部设置的工作电极 82 触头、参比电极 83 触头和辅助电极 84 触头通过触头槽分别与工作电极铜环 95、参比电极铜环 96、辅助电极铜环 97 接触实现通电。

如图 8 所示，电芬顿单元还包括有陶瓷座 85、导线孔 86、电极固定座 87、电极填充物 88、电芬顿单元保护层 89，导线孔 86 设于陶瓷座 85 内，导线孔 86 内连接导线，工作电极 82、参比电极 83 和辅助电极 84 固定在电极固定座 87，导线分别与工作电极 82、参比电极 83、辅助电极 84 连接，工作电极 82、参比电极 83 和辅助电极 84 设于电芬顿单元保护层 89 内，工作电极 82、参比电极 83 和辅助电极 84 之间填充有电极填充物 88。本实施例的工作电极 82 为不锈钢电极、铂电极、活性炭纤维电极、钛基二氧化锆/二氧化锡复合电极、钛基二氧化铪/二氧化铪复合电极中的一种或多种；参比电极 83 为氢电极、甘汞电极、银/氯化银电极、汞/氧化汞电极、汞/硫酸亚汞电极的一种或多种；辅助电极 84 为石墨电极、钛网、活性炭纤维电极、铂电极中的一种或多种；电极填充物 88 为固体氧珠、铁碳合金、沸石、硅藻土中的一种或多种；工作电极 82、参比电极 83、辅助电极 84 和电芬顿单元保护层 89 均为网状结构，工作电极 82 和参比电极 83 之间间距为 1 cm~2 cm，工作电极 82 和辅助电极 84 间距为 1 cm~5 cm，极板面积为 5 cm²~30 cm²，辅助电极 84 的极板面积大于工作电极 82 的极板面积；电芬顿单元工作电流密度为 1 mA/cm²~100 mA/cm²，电压强度为 1 V~30 V，工作环境 pH 值为 1~5。但需要说明的是，工作电极 82、参比电极 83 和辅助电极 84 的具体参数设置是为了获得高效率的电芬顿反应而做出的优选，并不作为限制性规定，可根据研磨抛光需求进行相应调整。

25 实施例二

本实施例为实施例一电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置在加工 2 英寸的单晶 SiC 基片的研磨抛光方法的实施例，本实施例中采用 100 nm~500 nm 的金刚石磨料与 5 μm~10 μm 的羰基铁粉作为复合磨料，工作方法包括以下步骤：

- S1. 将研磨抛光装置安装于 XY 精密移动平台，并移动至原点；
- 30 S2. 将待加工工件单晶 SiC 安装在抛光轴的头部，通过调整抛光轴的高度调

整抛光盘 6 与待加工工件之间的间隙,以保证研磨抛光压力并使动态柔性抛光垫稳定形成;

S3. 配置磁流变液并调节 pH 值,注入抛光盘 6 内;

5 S4. 启动第一驱动组件 5、第二驱动组件 7, 集群磁铁 2 自转和公转以及抛光盘 6 转动,磁流变液在集群磁铁 2 的作用下形成动态柔性磨头,多个动态柔性磨头集群形成动态柔性抛光垫;

S5. 启动电化学工作站 81,电芬顿单元反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与被加工工件反应生成氧化层,步骤 S4 中动态柔性抛光垫对待加工工件表面进行切削完成待加工工件表面的研磨抛光。

10 在步骤 S1 之前,需先对研磨抛光装置相关组件进行选择 and 适应性调整:

选择 7 个直径为 20 mm,磁场强度为 1 T 的平头圆柱形钕磁铁安装在第一从动齿轮 32 上,如图 3 所示,按照一定的规律排布磁铁,圆心处放置一个磁铁,其余磁铁围绕圆心处的磁铁放置,圆心处的磁极分布跟外面磁极分布相反,外围磁极分布保持一致,以便形成连续的抛光垫完全接触单晶 SiC 基片表面;

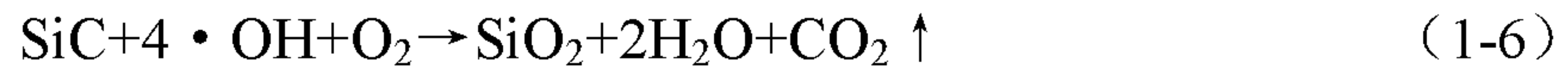
15 在内齿轮 42 上成 120° 均匀安装三组第二从动齿轮 43,并通过第二固定螺钉 28 和固定板固定在内齿轮 42 上,适当转动第二主动齿轮 41,以确保能在 120° 的加工区域内,第二主动齿轮 41 能将第二从动齿轮 43 从一条临界加工线转动到另一条临界加工线;

20 将第一驱动组件 5、第二驱动组件 7 正确安装在抛光盘 6 下方的预设位置后,在抛光盘 6 上方放置一个水平气泡仪,调节下方调节螺钉 77,以调整加工间隙并保证抛光盘 6 水平;

工作电极 82 选择不锈钢电极、参比电极 83 选择甘汞电极、辅助电极 84 选择石墨电极,填充物为固体氧珠、铁碳合金、沸石组装成电芬顿单元,并将大于三个的电芬顿单元放置在夹具 9 内,将夹具 9 固定在外隔套 91 上。

25 步骤 S3 中,磁流变液按以下组分比例和步骤进行制备:在去离子水中加入浓度为 15%的复合磨料,浓度为 10%的分散剂和浓度为 5%的防锈剂,充分搅拌均匀后调节 pH 为 3,然后超声振荡 15 min 制成复合磁流变液。

步骤 S5 中,电化学工作站 81 的电流密度调为 15 mA/cm^2 ,电压调为 5 V;电芬顿单元反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与 SiC 反应生成氧化层:



实施例三

本实施例为实施例一电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置在加工 2 英寸的单晶硅片的研磨抛光方法的实施例，本实施例中采用 50 nm~100 nm 的硅溶胶磨料与 1 μm~5 μm 的羰基铁粉作为复合磨料，本实施例与实施例二工作方法相似，所不同之处在于：

步骤 S3 中，磁流变液按以下组分比例和步骤进行制备：在去离子水中加入浓度为 15% 的复合磨料，浓度为 10% 的分散剂和浓度为 5% 的防锈剂，充分搅拌均匀后调节 pH 为 3，然后超声振荡 20 min 制成复合磁流变液；

10 步骤 S4 中，调节第一电机 51 的转速为 400 rpm，第二电机 71 的转速为 100 rpm；

步骤 S5 中，电化学工作站 81 电流密度调为 10 mA/cm²，电压为 5 V；电芬顿单元反应生成物 ·OH 与单晶硅片反应生成氧化层：



15 实施例四

本实施例为实施例一电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置在在加工 2 英寸的单晶 GaN 基片的研磨抛光方法的实施例，本实施例中采用 10 nm~50 nm 的硅溶胶磨料与 0.5 μm~1 μm 的羰基铁粉作为复合磨料，本实施例与实施例二工作方法相似，所不同之处在于：

20 本实施例的工作电极 82 选择铂电极、参比电极 83 选择甘汞电极、辅助电极 84 选择石墨电极，填充物为固体氧珠、铁碳合金、沸石组；

步骤 S3 中，磁流变液按以下组分比例和步骤进行制备：在去离子水中加入浓度为 10% 的复合磨料，浓度为 15% 的分散剂和浓度为 5% 的防锈剂，充分搅拌均匀后调节 pH 为 3，然后超声振荡 30 min 制成复合磁流变液；

25 步骤 S4 中，调节第一电机 51 的转速为 300 rpm，第二电机 71 的转速为 100 rpm；

步骤 S5 中，电化学工作站 81 的电流密度调为 25 mA/cm²，电压调为 10 V；电芬顿单元反应生成物 ·OH 与 GaN 反应生成氧化层：



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。

5

权 利 要 求 书

1. 一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，包括底座（1）、集群磁铁（2）、驱动集群磁铁（2）自转的自转传动组件（3）、驱动集群磁铁（2）公转的公转传动组件（4）、为集群磁铁（2）自转和公转提供动力的第一驱动组件（5）、内盛有磁流变液的抛光盘（6）、驱动抛光盘（6）转动的第二驱动组件（7）以及可发生电芬顿反应产生 $\cdot\text{OH}$ 反应物的电芬顿组件（8），所述集群磁铁（2）安装于自转传动组件（3）、所述自转传动组件（3）连接于集群磁铁（2）和第一驱动组件（5）之间、所述公转传动组件（4）连接于第一驱动组件（5）和自转传动组件（3）之间，所述抛光盘（6）与第二驱动组件（7）连接、且所述抛光盘（6）位于集群磁铁（2）上方，所述电芬顿组件（8）包括电化学工作站（81）及伸入至磁流变液中的电芬顿单元，所述电化学工作站（81）与电芬顿单元连接，所述第一驱动组件（5）、第二驱动组件（7）、电化学工作站（81）均安装于底座（1）。

2. 根据权利要求1所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述第一驱动组件（5）包括第一电机（51）、第一带轮（52）、第二带轮（53）、第一传动带（54）以及主轴（55），所述第一带轮（52）与第一电机（51）连接、第一电机（51）安装于底座（1），所述第一传动带（54）环绕于第一带轮（52）和第二带轮（53）的外周，所述主轴（55）与第二带轮（53）连接且所述主轴（55）设有与所述自转传动组件（3）连接的偏心轴（56）以及与所述公转传动组件（4）连接的过渡轴（57）。

3. 根据权利要求2所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述自转传动组件（3）包括啮合设置的第一主动齿轮（31）和第一从动齿轮（32），所述第一主动齿轮（31）安装于偏心轴（56），所述集群磁铁（2）安装于第一从动齿轮（32）。

4. 根据权利要求3所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述集群磁铁（2）包括多组磁铁，其中一组磁铁设于第一从动齿轮（32）的中心，其他组磁铁均匀围绕于其中一组磁铁的周围，其中一组磁铁与其他组磁铁的磁极相反。

5. 根据权利要求3所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述公转传动组件（4）包括第二主动齿轮（41）、内齿轮（42）以及多组第

二从动齿轮（43），所述第二主动齿轮（41）安装于过渡轴（57），多组第二从动齿轮（43）与第二主动齿轮（41）啮合、且多组第二从动齿轮（43）与内齿轮（42）啮合，所述内齿轮（42）与所述主轴（55）同轴安装；所述第二从动齿轮（43）转动连接有自转轴（44），所述自转轴（44）的一端与第一从动齿轮（32）连接、
5 自转轴（44）的另一端与内齿轮（42）连接。

6. 根据权利要求 5 所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述第二主动齿轮（41）为不完整齿轮，不完整齿轮的始端与第二从动齿轮（43）接触啮合转动至不完整齿轮的末端与第二从动齿轮（43）松开啮合时，内齿轮（42）转动的角度等于相邻两组第二从动齿轮（43）中心关于第二主动齿轮
10 （41）中心的夹角角度。

7. 根据权利要求 1 所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述第二驱动组件（7）包括第二电机（71）、第三带轮（72）、第四带轮（73）、第二传动带（74）以及传动件，所述第二电机（71）安装于底座（1），所述第三带轮（72）与第二电机（71）连接，所述第四带轮（73）与传动件连接，所述第
15 二传动带（74）缠绕于第三带轮（72）和第四带轮（73）外周，所述抛光盘（6）与传动件连接。

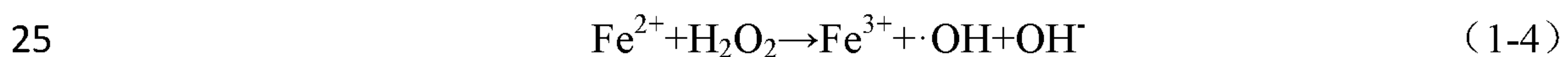
8. 根据权利要求 1 至 7 任一项所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在于，所述电芬顿单元包括工作电极（82）、参比电极（83）和辅助电极（84）；所述工作电极（82）处发生如式（1-1）和（1-2）所示化学反应：



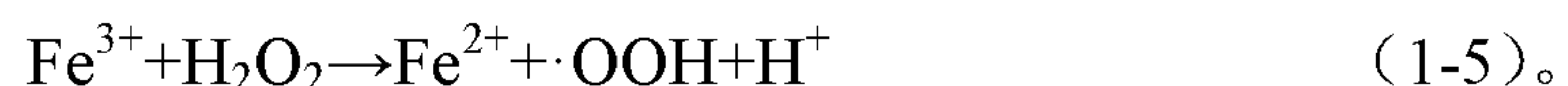
所述辅助电极（84）处发生如式（1-3）所示化学反应：



生成的 Fe^{2+} 与 H_2O_2 反应生成 $\cdot\text{OH}$ ，如式（1-4）所示：



生成的 Fe^{3+} 与 H_2O_2 又还原成 Fe^{2+} 和 $\cdot\text{OOH}$ ，如式（1-5）所示：



9. 根据权利要求 8 所述的电芬顿集群磁流变复合研磨抛光装置，其特征在

于，所述电芬顿单元为多组，多组电芬顿单元均匀环绕于抛光盘（6）内。

10. 一种电芬顿集群磁流变复合研磨抛光方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1. 将权利要求 1 至权利要求 9 任一项所述的研磨抛光装置安装于 XY 精密移动平台，并移动至原点；

5 S2. 将待加工工件安装在抛光轴的头部，通过调整抛光轴的高度调整抛光盘（6）与所述待加工工件之间的间隙，以保证研磨抛光压力并使所述动态柔性抛光垫稳定形成；

S3. 配置磁流变液并调节 pH 值，注入抛光盘（6）内；

10 S4. 启动第一驱动组件（5）、第二驱动组件（7），集群磁铁（2）自转和公转以及抛光盘（6）转动，磁流变液在所述集群磁铁（2）的作用下形成动态柔性磨头，多个所述动态柔性磨头集群形成动态柔性抛光垫；

S5. 启动电化学工作站（81），电芬顿单元反应生成物 $\cdot\text{OH}$ 与被加工工件反应生成氧化层，步骤 S4 中所述动态柔性抛光垫对待加工工件表面进行切削完成待加工工件表面的研磨抛光。

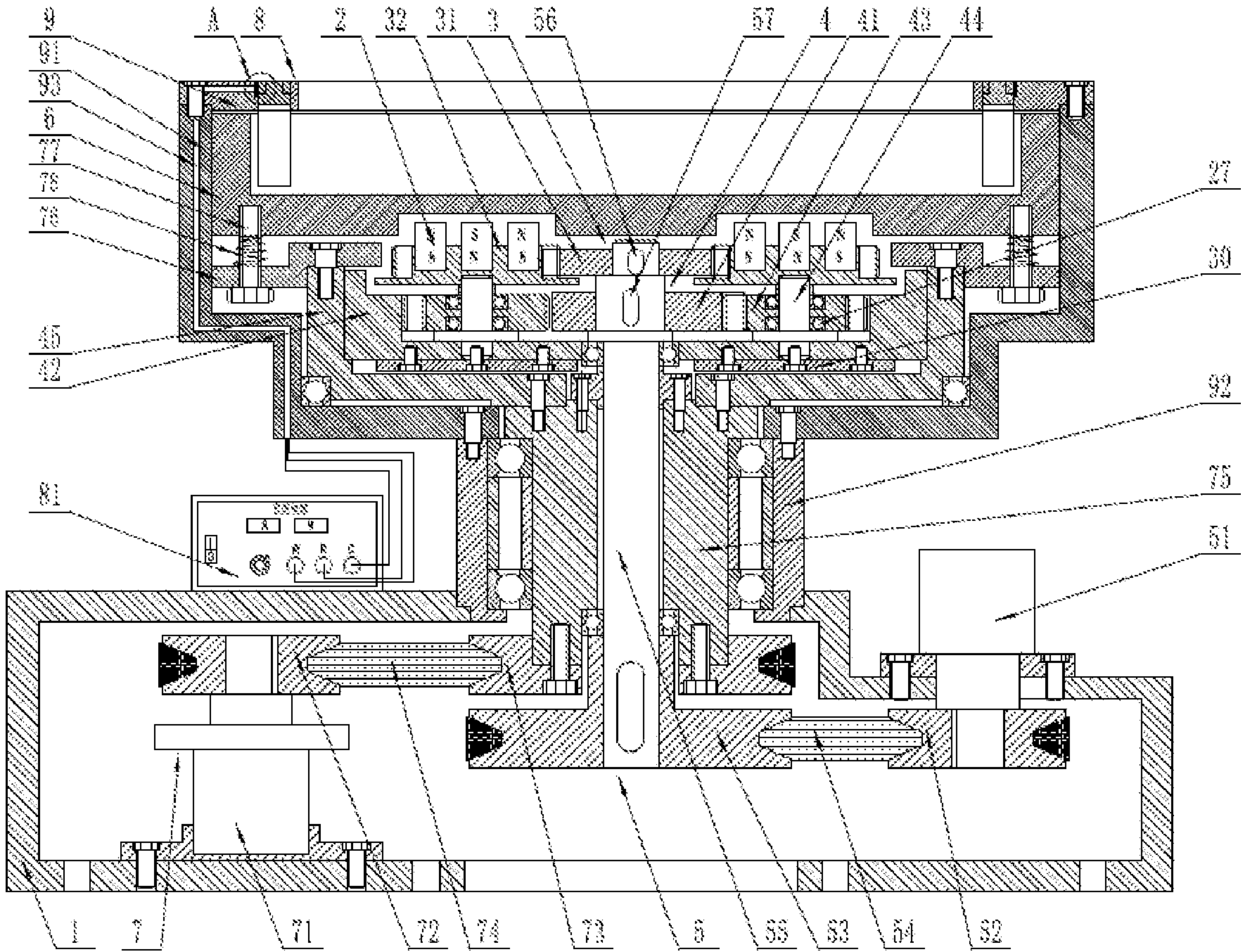


图 1

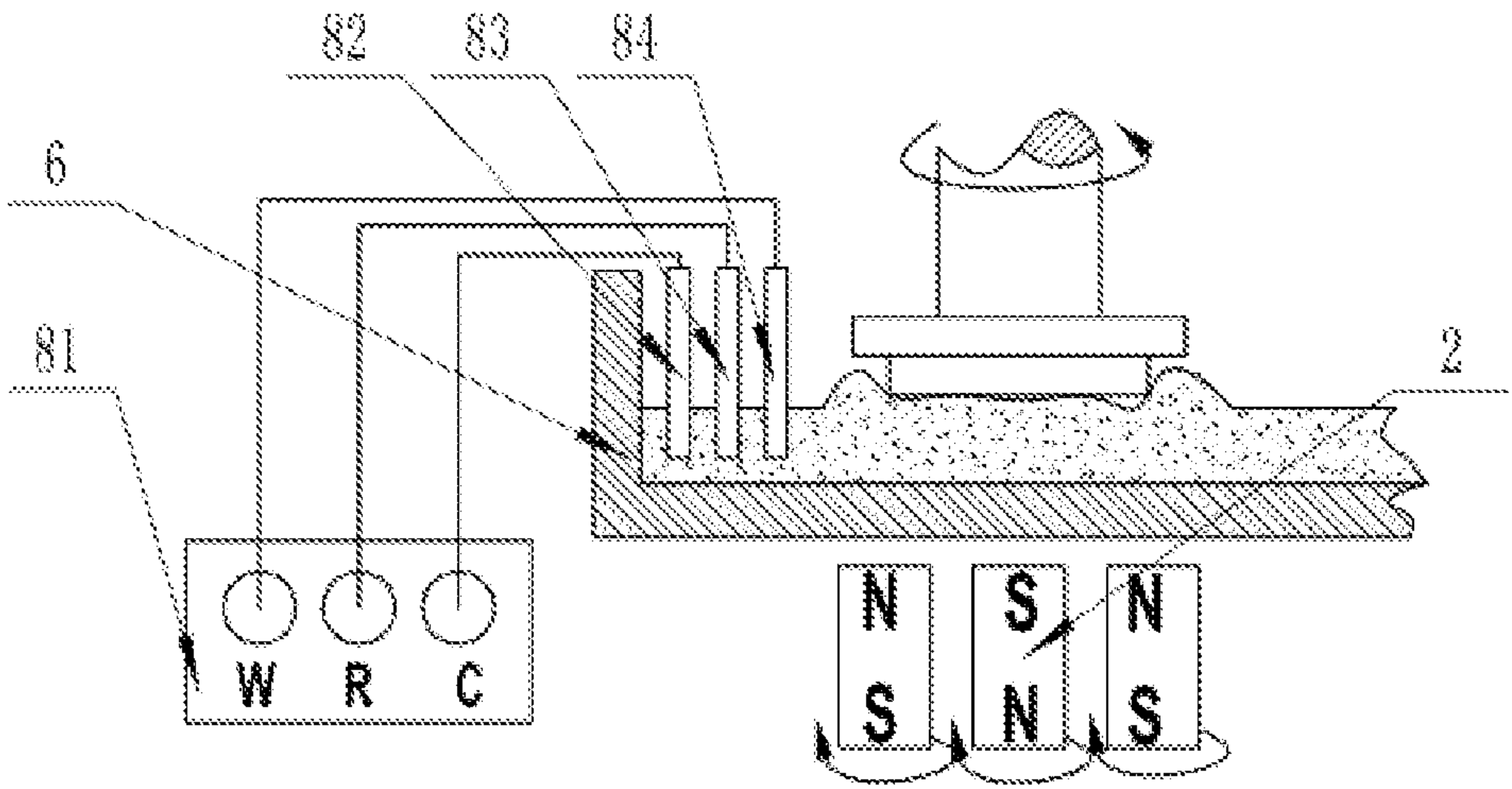


图 2

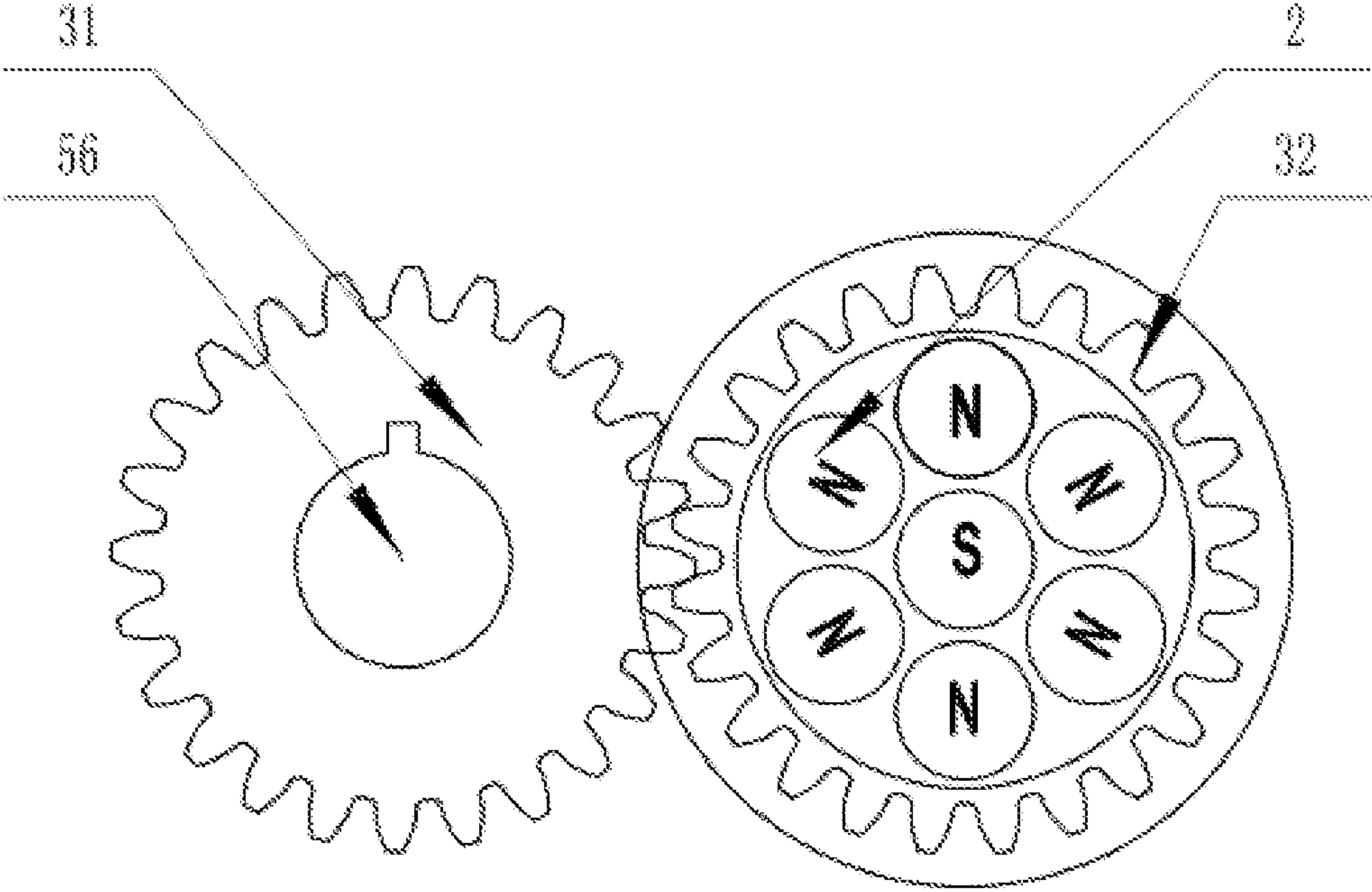


图 3

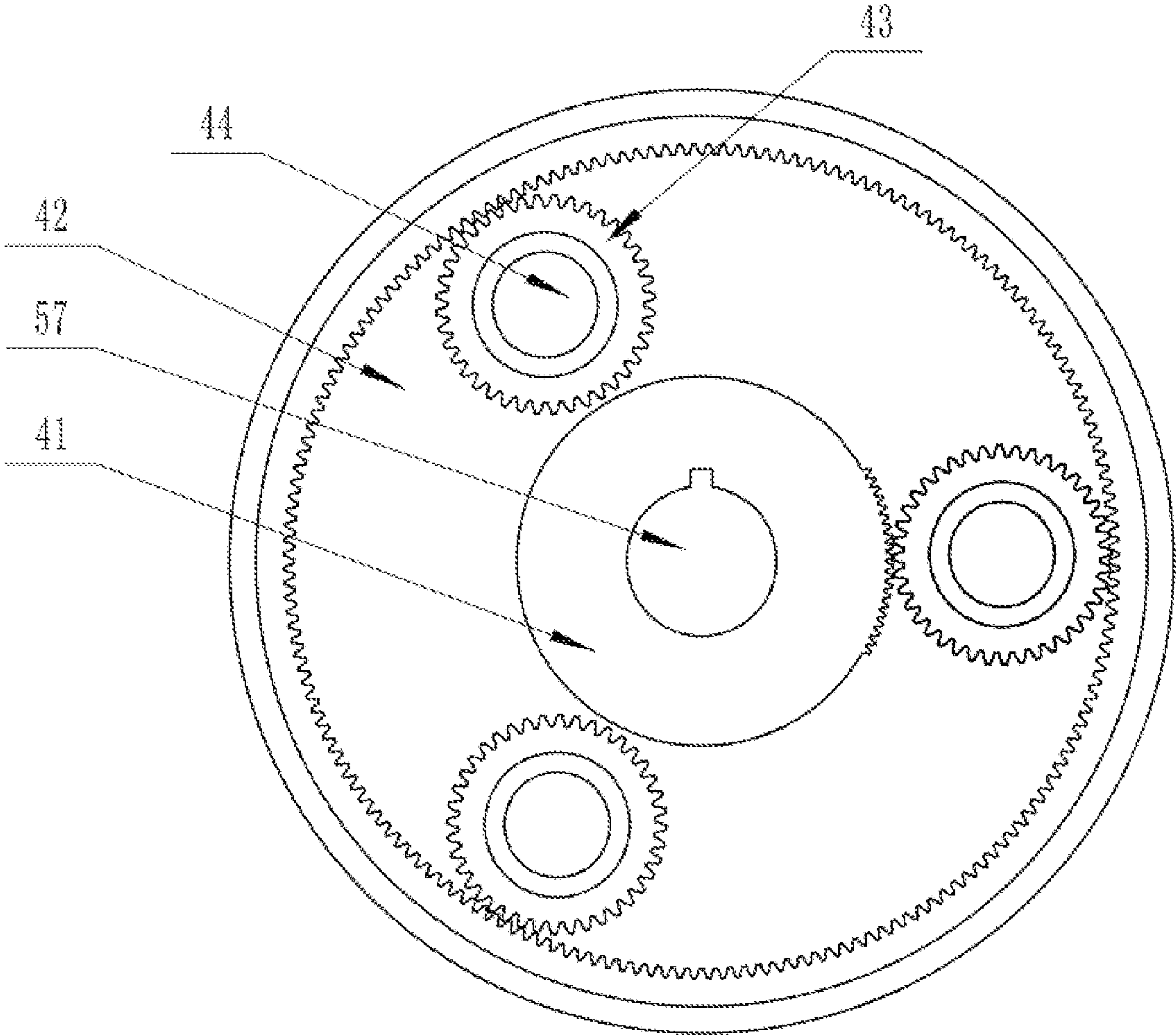


图 4

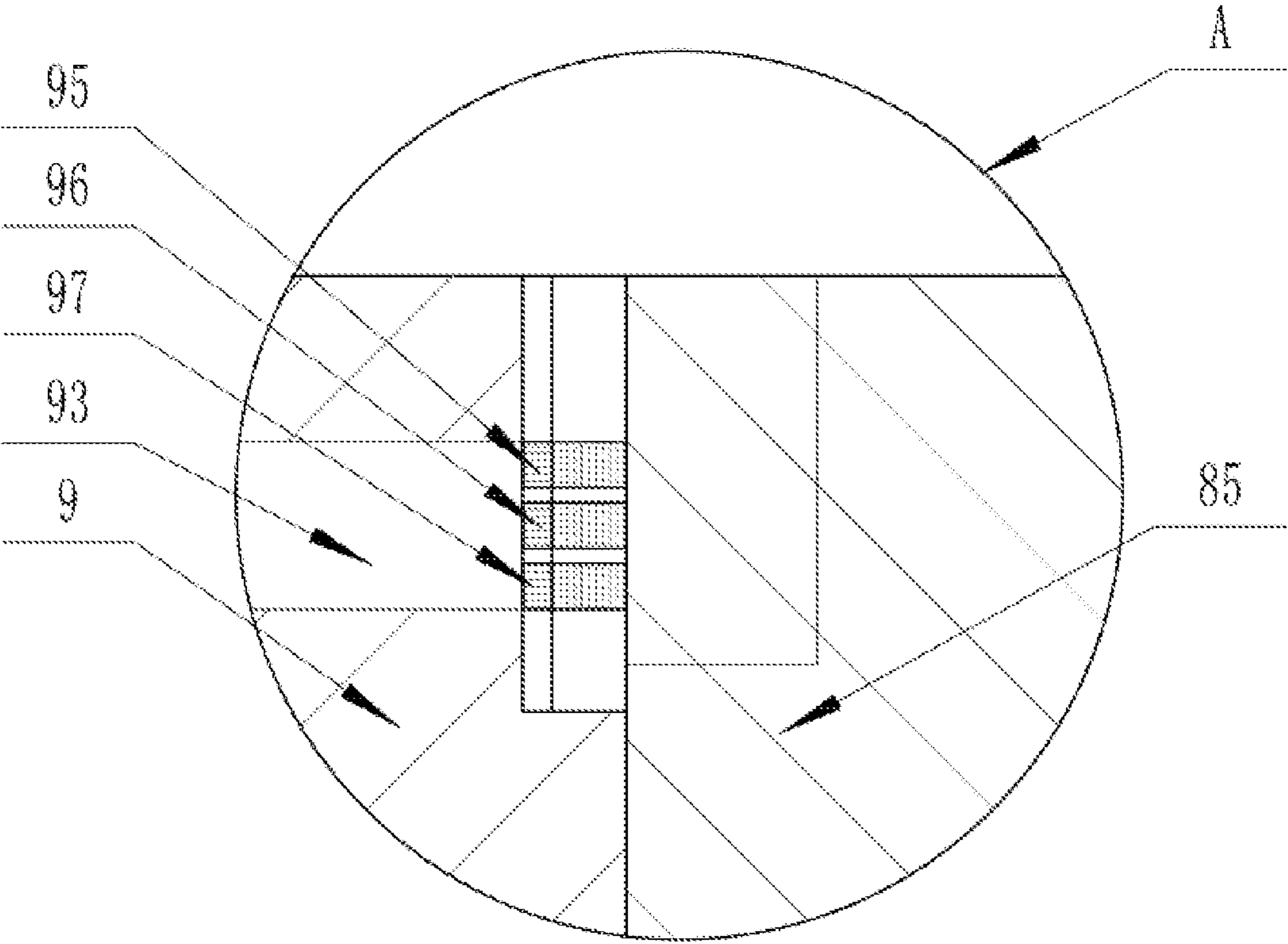


图 5

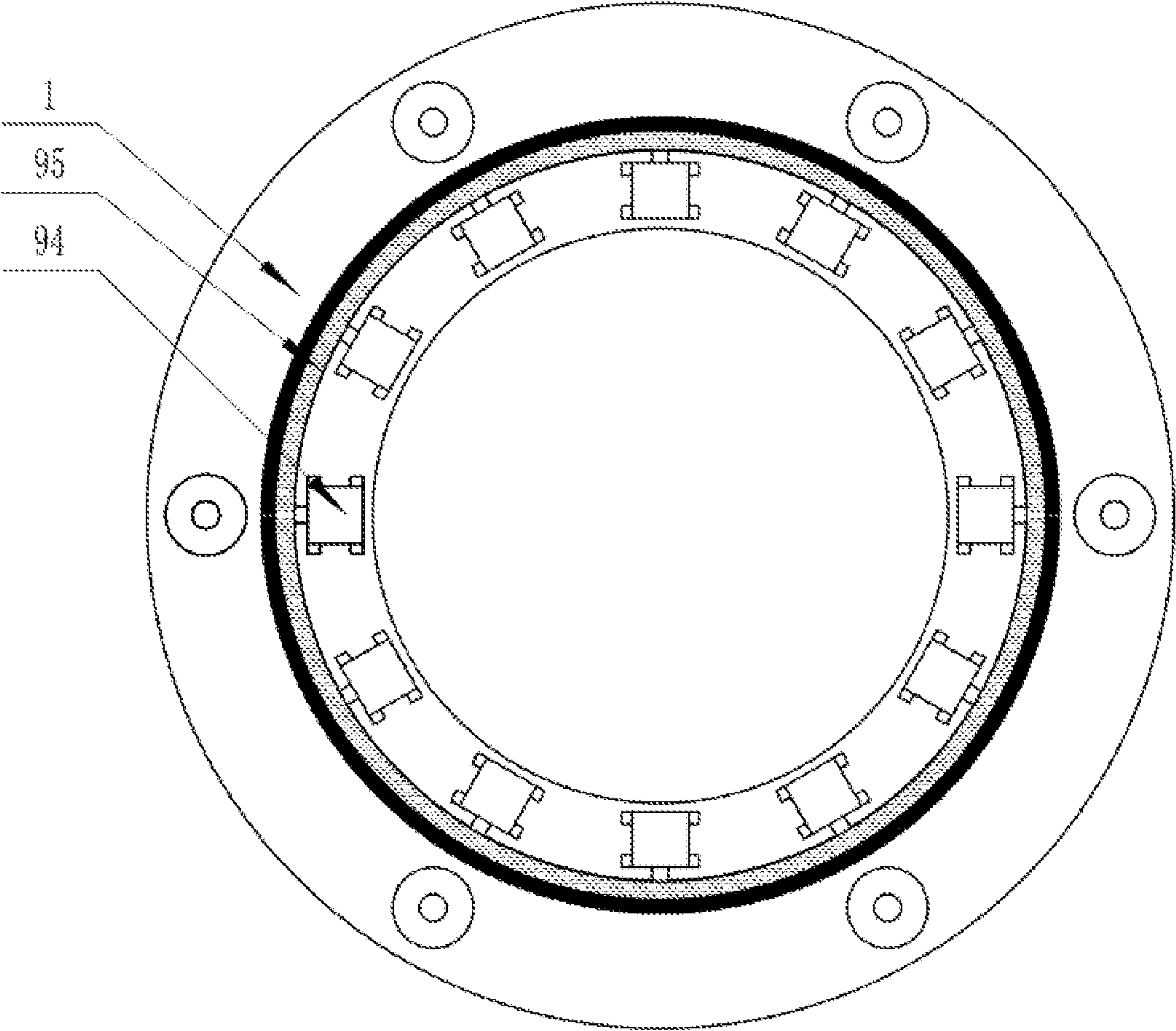


图 6

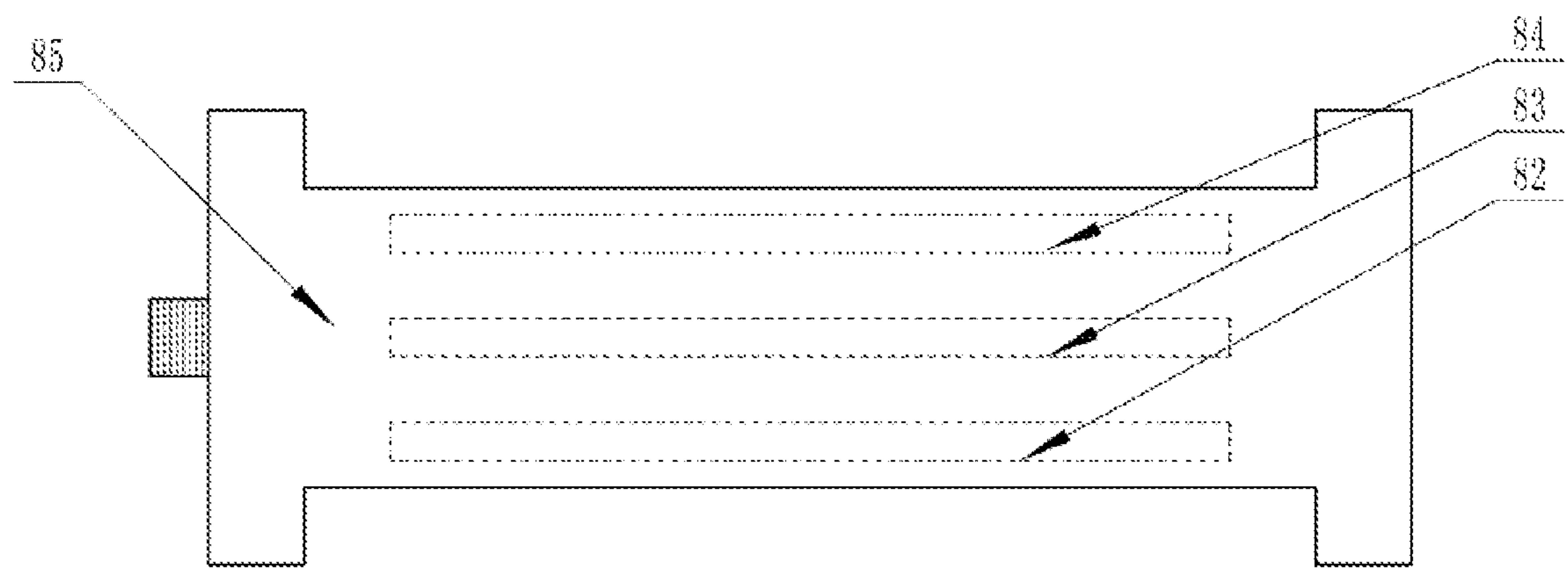


图 7

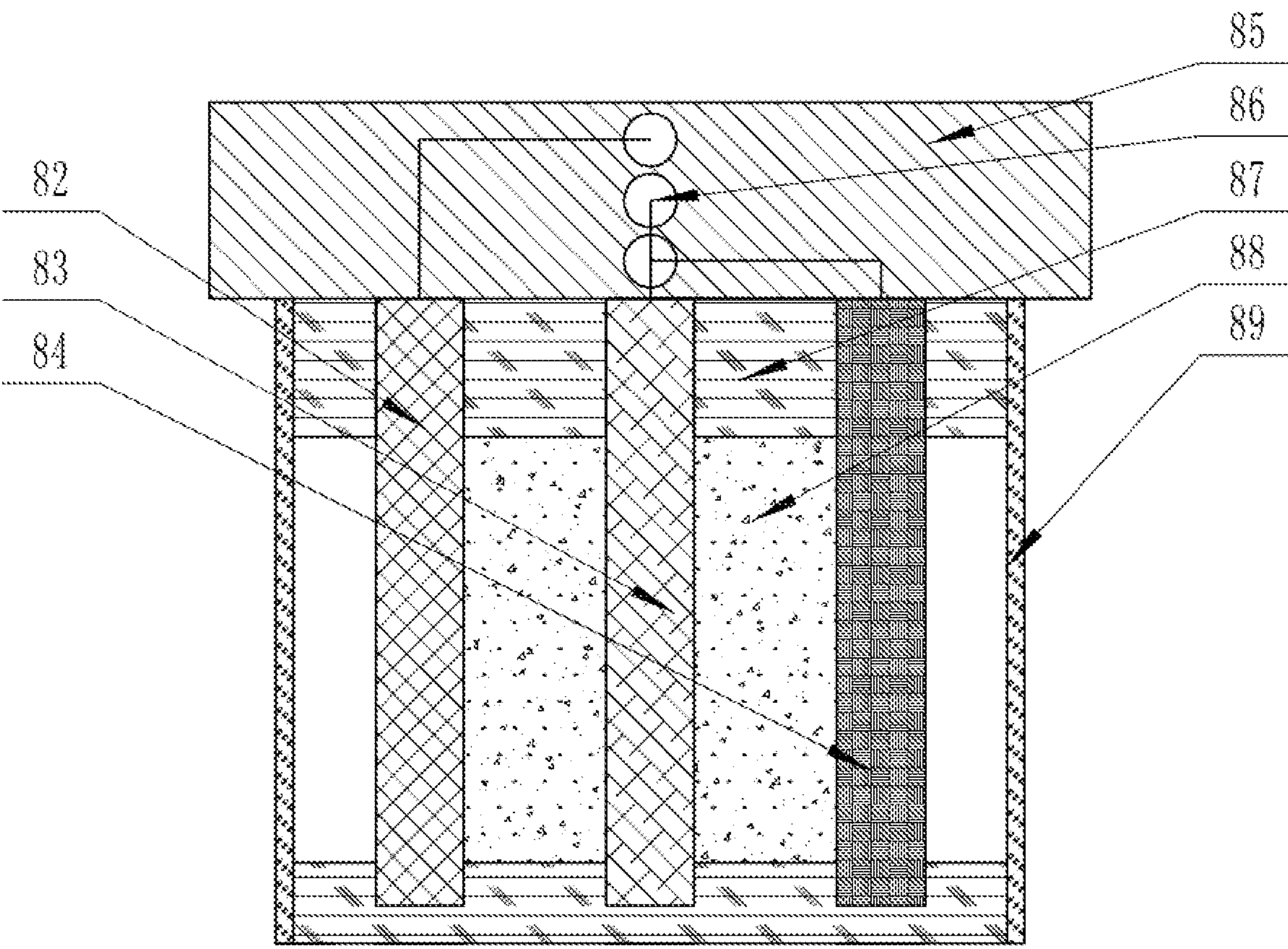


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/124515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B 1/00(2006.01)i; B24B 41/02(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, B01J21, B01J23

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)

CNKI, CNABS, VEN, DWPI: 芬顿, 羟基, 铁, 磁流变, 自转, 公转, fenton, hydroxyl, OH, iron, magnet, rheologic, spin, rotate, revolution, revolve

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110900322 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 24 March 2020 (2020-03-24) claims 1-10	1-10
PX	CN 211439242 U (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 08 September 2020 (2020-09-08) description, paragraphs 0006-0058, figures 1-8	1-10
A	CN 110281085 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 27 September 2019 (2019-09-27) description, paragraphs 0057-0146, figures 1-7	1-10
A	CN 103192297 B (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 21 September 2016 (2016-09-21) description, paragraphs 0007-0030, figure 1	1-10
A	US 2004025444 A1 (EKC TECHNOLOGY INC.) 12 February 2004 (2004-02-12) entire document	1-10
A	JP 4873694 B2 (EBARA CORP., etc.) 08 February 2012 (2012-02-08) 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

15 January 2021

Date of mailing of the international search report

10 February 2021

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/CN2020/124515

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110355617 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 October 2019 (2019-10-22) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/124515

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110900322	A	24 March 2020	None			
CN	211439242	U	08 September 2020	None			
CN	110281085	A	27 September 2019	None			
CN	103192297	B	21 September 2016	CN	103192297	A	10 July 2013
US	2004025444	A1	12 February 2004	KR	20040093716	A	08 November 2004
				EP	1485440	B1	24 September 2008
				TW	200304944	A	16 October 2003
				US	7029508	B2	18 April 2006
				US	2004006924	A1	15 January 2004
				JP	2005518090	A	16 June 2005
				EP	1485440	A4	09 November 2005
				US	7427305	B2	23 September 2008
				JP	2009283951	A	03 December 2009
				US	2003162398	A1	28 August 2003
				TW	I278499	B	11 April 2007
				EP	2048208	A2	15 April 2009
				JP	4824909	B2	30 November 2011
				DE	03716012	T1	13 July 2006
				KR	100736325	B1	06 July 2007
				EP	1485440	A1	15 December 2004
				US	2004029495	A1	12 February 2004
				EP	2048208	A3	29 April 2009
				US	2009029553	A1	29 January 2009
				US	2006180788	A1	17 August 2006
				DE	60323733	D1	06 November 2008
				AT	409212	T	15 October 2008
				JP	5109000	B2	26 December 2012
				CN	1646650	B	05 May 2010
				WO	03068882	A1	21 August 2003
				CN	1646650	A	27 July 2005
				AU	2003219741	A1	04 September 2003
				US	7014669	B2	21 March 2006
JP	4873694	B2	08 February 2012	JP	2007283410	A	01 November 2007
CN	110355617	A	22 October 2019	None			

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/124515
A. 主题的分类 B24B 1/00 (2006.01) i; B24B 41/02 (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, B01J21, B01J23 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)) CNKI, CNABS, VEN, DWPI: 芬顿, 羟基, 铁, 磁流变, 自转, 公转, fenton, hydroxyl, OH, iron, magnet, rheo-logic, spin, rotate, revolution, revolve		
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 110900322 A (广东工业大学) 2020年 3月 24日 (2020 - 03 - 24) 权利要求1-10	1-10
PX	CN 211439242 U (广东工业大学) 2020年 9月 8日 (2020 - 09 - 08) 说明书第0006-0058段、附图1-8	1-10
A	CN 110281085 A (广东工业大学) 2019年 9月 27日 (2019 - 09 - 27) 说明书第0057-0146段、附图1-7	1-10
A	CN 103192297 B (广东工业大学) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 说明书第0007-0030段、附图1	1-10
A	US 2004025444 A1 (EKC TECHNOLOGY INC) 2004年 2月 12日 (2004 - 02 - 12) 全文	1-10
A	JP 4873694 B2 (EBARA CORP, etc.) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文	1-10
A	CN 110355617 A (浙江工业大学) 2019年 10月 22日 (2019 - 10 - 22) 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 2021年 1月 15日		国际检索报告邮寄日期 2021年 2月 10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 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/CN2020/124515			
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	110900322	A	2020年 3月 24日	无			
CN	211439242	U	2020年 9月 8日	无			
CN	110281085	A	2019年 9月 27日	无			
CN	103192297	B	2016年 9月 21日	CN	103192297	A	2013年 7月 10日
US	2004025444	A1	2004年 2月 12日	KR	20040093716	A	2004年 11月 8日
				EP	1485440	B1	2008年 9月 24日
				TW	200304944	A	2003年 10月 16日
				US	7029508	B2	2006年 4月 18日
				US	2004006924	A1	2004年 1月 15日
				JP	2005518090	A	2005年 6月 16日
				EP	1485440	A4	2005年 11月 9日
				US	7427305	B2	2008年 9月 23日
				JP	2009283951	A	2009年 12月 3日
				US	2003162398	A1	2003年 8月 28日
				TW	I278499	B	2007年 4月 11日
				EP	2048208	A2	2009年 4月 15日
				JP	4824909	B2	2011年 11月 30日
				DE	03716012	T1	2006年 7月 13日
				KR	100736325	B1	2007年 7月 6日
				EP	1485440	A1	2004年 12月 15日
				US	2004029495	A1	2004年 2月 12日
				EP	2048208	A3	2009年 4月 29日
				US	2009029553	A1	2009年 1月 29日
				US	2006180788	A1	2006年 8月 17日
				DE	60323733	D1	2008年 11月 6日
				AT	409212	T	2008年 10月 15日
				JP	5109000	B2	2012年 12月 26日
				CN	1646650	B	2010年 5月 5日
				WO	03068882	A1	2003年 8月 21日
				CN	1646650	A	2005年 7月 27日
				AU	2003219741	A1	2003年 9月 4日
				US	7014669	B2	2006年 3月 21日
JP	4873694	B2	2012年 2月 8日	JP	2007283410	A	2007年 11月 1日
CN	110355617	A	2019年 10月 22日	无			