

(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
2024 年 6 月 20 日 (20.06.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/124656 A1

- (51) 国际专利分类号:
F16F 9/53 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/072772
- (22) 国际申请日: 2023 年 1 月 18 日 (18.01.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211591398.1 2022 年 12 月 12 日 (12.12.2022) CN
- (71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。
- (72) 发明人: 李会军 (LI, Huijun); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。陆叶 (LU, Ye); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。宋爱国 (SONG, Aiguo); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。厉叶 (LI, Ye); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。

- (74) 代理人: 南京众联专利代理有限公司 (NANJING ZHONGLIAN PATENT AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市建邺区福园街 129 号万达广场 7 层, Jiangsu 210017 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

(54) **Title:** ROTARY MULTI-DRUM MAGNETORHEOLOGICAL DAMPER CAPABLE OF CLOSED-LOOP FORCE CONTROL, AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器及其控制方法

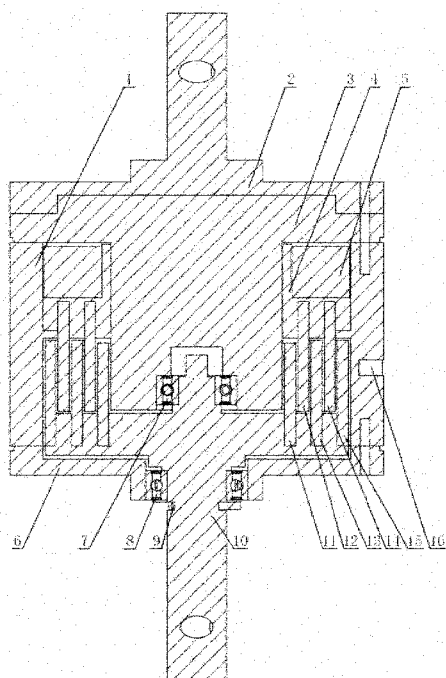


图 1

(57) **Abstract:** A rotary multi-drum magnetorheological damper capable of closed-loop force control, and a control method therefor. The rotary multi-drum magnetorheological damper comprises an upper shell (3), a middle shell (1), an input shaft (2), a coil holder (4), a coil (5), a lower shell (6), an output shaft (10), an inner static drum (11), an inner movable drum (12), a middle static drum (13), an outer movable drum (14), an outer static drum (15), and a Hall sensor (16). A multi-drum structure is designed without increasing the assembly difficulty, closed-loop moment output control can be achieved by means of an embedded Hall sensor, and an external force sensor is not required. Additionally, a moment-to-volume ratio is optimized, and the structure is more compact.

(57) 摘要: 一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器及其控制方法, 包括上壳体 (3)、中壳体 (1)、输入轴 (2)、线圈支架 (4)、线圈 (5)、下壳体 (6)、输出轴 (10)、内静鼓 (11)、内动鼓 (12)、中静鼓 (13)、外动鼓 (14)、外静鼓 (15)、霍尔传感器 (16)。在不增加装配难度的基础上, 设计了多鼓式结构, 通过内嵌霍尔传感器能够实现自身闭环控制力矩输出, 无需外置力传感器。同时, 优化了力矩体积比, 结构更为紧凑。

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))。

一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器及其控制方法

技术领域

本发明属于阻尼器技术领域，具体涉及一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器及其控制方法。

背景技术

磁流变液是由可极化的微米级颗粒、载液以及添加剂构成的非均质悬浮体，在外加电场或磁场的作用下会在流体内部形成链式结构。链式结构的方向与场方向平行，使流体的屈服应力增大，流体的流动被限制，需要注入外界能量以打破链式结构，恢复流体运动。

在施加外部磁场后，磁流变液的性能会快速发生变化，颗粒在磁流变液内部形成链式结构，屈服应力增大，磁流变液由液态转换为类固态，并具有一定的抗剪切能力；在撤去外部磁场后，颗粒重新分散在磁流变液内部，屈服应力消失，磁流变液重新恢复为液态，剪切磁流变液只能感受到很小的粘滞力矩（粘滞力矩与磁流变液粘度有关）。磁流变阻尼器因响应时间快，转矩-体积比高，功率要求低的特点，对于机器人驱动有着重要意义。

现有针对磁流变阻尼器设计有众多方法，其中包括：

专利 CN 110873147 B 提出一种对称多筒旋转式磁流变阻尼器；
专利 CN 105626754 A 一种基于蛇形磁路的多片旋转式磁流变液阻尼器。

但是上述专利方案中还存在以下问题：

1、无法自身闭环控制力矩输出，需要外置力传感器；

2、力矩体积比有待优化，紧凑型可进一步提高。

现有技术中尚无能够解决以上问题的合理方案。

发明内容

针对现有技术中存在的问题，本发明提出一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器及其控制方法。本发明在不增加装配难度的基础上，设计了多鼓式结构，同时为了保证自身可力闭环控制，设计了内嵌霍尔传感器。

为了达到上述目的，本发明提供如下技术方案：

一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，包括上壳体、中壳体、输入轴、上壳体，线圈支架、线圈、下壳体、输出轴、内静鼓、内动鼓、中静鼓、外动鼓、外静鼓、霍尔传感器；所述上壳体、中壳体、下壳体由上而下依次设置且彼此固定连接，所述输入轴固定在上壳体顶部，上壳体、中壳体、下壳体构成了容纳空间，输出轴一端、线圈支架、线圈、内静鼓、内动鼓、中静鼓、外动鼓、外静鼓设置在容纳空间内；线圈支架与上壳体固定连接，线圈固定在线圈支架上，内动鼓和外动鼓嵌入线圈支架，内静鼓、中静鼓、外静鼓嵌入输出轴，内静鼓、内动鼓、中静鼓、外动鼓、外静鼓依次交错分布；上壳体和内静鼓之间，内静鼓和内动鼓之间，内动鼓和中静鼓之间，中静鼓和外动鼓之间，外动鼓和外静鼓之间，外静鼓和中壳体之间，上壳体和输出轴之间，输出轴与下壳体之间均存在间隙，这些间隙内填充有磁

流变液；霍尔传感器嵌入在中壳体中。

进一步的，所述输出轴顶端通过内轴承与上壳体连接，中部通过外轴承与下壳体连接。

进一步的，所述输出轴上还设置有用以定位并抵住上壳体的卡簧。

进一步的，所述线圈和上壳体之间具有装配间隙。

进一步的，所述输入轴、上壳体、中壳体、下壳体之间通过螺丝固定连接。

进一步的，所述线圈支架与上壳体通过螺丝固定连接，所述内动鼓和外动鼓通过螺丝固定在线圈支架上。

进一步的，所述内静鼓、中静鼓、外静鼓通过螺丝固定在输出轴上。

本发明还提供了可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器的控制方法，包括如下步骤：

步骤 1，函数关系标定，给磁流变阻尼器的线圈通入不同的电流 I ，测量对应的输出力以及测量的磁场大小；

步骤 2，设定期望输出力，通过关系转换为期望磁场大小，通过霍尔传感器实时检测磁场大小，做磁场闭环控制，从而控制输出力。

与现有技术相比，本发明具有如下优点和有益效果：

1. 本发明通过内嵌霍尔传感器能够实现自身闭环控制力矩输出，无需外置力传感器。同时，本发明提供的旋转式多鼓磁流变阻尼器优化了力矩体积比，结构更为紧凑。

2. 本发明将输入输出轴分离，方便集成任何的驱动系统，只需要联轴器连接即可，不需另外加工槽孔，更具有应用性。此外，输出轴采用双轴承固定，机械上两处支撑可保证轴运行的平稳性，避免输出轴与其他零件的摩擦，降低断态力矩，提高整体的输出性能。
3. 本发明优化结构，采用使用单线圈设计，提高机械系统的一体性。
4. 本发明增加并排动静鼓数量提高系统性能，相较于以往设计，本发明在提升性能的基础上，体积空间更小，成本代价更低。

附图说明

图 1 是本发明提供的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器示意图；

图 2 是本发明提供的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器控制流程示意图。

附图标记说明：

1-中壳体，2-输入轴，3-上壳体，4-线圈支架，5-线圈，6-下壳体，7-内轴承，8 外轴承-，9-卡簧，10-输出轴，11-内静鼓，12-内动鼓，13-中静鼓，14-外动鼓，15-外静鼓，16-霍尔传感器。

具体实施方式

以下将结合具体实施例对本发明提供的技术方案进行详细说明，应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。

如图 1 所示,本发明提供的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器,包括中壳体 1、输入轴 2、上壳体 3、线圈支架 4、线圈 5、下壳体 6、内轴承 7、外轴承 8、卡簧 9、输出轴 10、内静鼓 11、内动鼓 12、中静鼓 13、外动鼓 14、外静鼓 15、霍尔传感器 16。图中,上壳体 3、中壳体 1、下壳体 6 由上而下依次设置,上壳体 3、中壳体 1、下壳体 6 构成了容纳空间,该空间内填充着磁流变液,输出轴 10 顶部、线圈支架 4、线圈 5、内静鼓 11、内动鼓 12、中静鼓 13、外动鼓 14、外静鼓 15 即设置在该空间内。霍尔传感器 16 嵌入在中壳体 1 中。输入轴 2 和上壳体 3 相连接,能够相对其他部分旋转。输出轴顶端通过内轴承与上壳体连接,中部通过外轴承与下壳体连接。输出轴上还设置有卡簧 9 用于抵住上壳体并进行定位,以保持空间内各构件的相互间隙,防止零件之间产生摩擦损耗影响输出性能。线圈支架 4 与上壳体 3 固定连接,内动鼓 12 和外动鼓 14 嵌入在线圈支架 4 中,内静鼓 11、中静鼓 13、外静鼓 15 嵌入在输出轴 10 上,线圈支架 4 位于输出轴 10 上方。内静鼓 11、内动鼓 12、中静鼓 13、外动鼓 14、外静鼓 15 依次交错分布,且彼此之间具有间隙。上壳体 3 和输出轴 10 之间,内静鼓 11 和上壳体 3 之间,外静鼓 15 和中壳体 1 之间,输出轴 10 与下壳体 6 之间均存在间隙,上述这些间隙内充满磁流变液。此外,线圈 5 和上壳体之间具有装配间隙,但无需填充磁流变液。

具体地说,旋转式多鼓磁流变阻尼器剖面为十字形,横向为径向传动轴,纵向为轴向传动轴。输入轴 2 和输出轴 10 可通过轴上的螺纹与其他结构相连接,螺丝轴向将输入轴 2、上壳体 3、中壳体 1、

下壳体 6 位置相对固定，螺丝径向固定上壳体 3、线圈支架 4、内动鼓 12 和外动鼓 14，线圈 5 通过胶水固定于线圈支架 4。输出轴 10 与内静鼓 11、中静鼓 13、外静鼓 15 通过螺丝配合保持相对固定，卡簧 9 作轴向定位，另外通过内轴承 7 和外轴承 8 减少由于零件间的接触摩擦。图 1 截面中，在下壳体 6 和输出轴 10 间存在 3 条缝隙，中壳体 1 和外静鼓 15 间存在 2 条细缝，外静鼓 15 和外动鼓 14 间存在 1 条细缝，外动鼓 14 和输出轴 10 间存在 1 条细缝，外动鼓 14 和中静鼓 13 间存在 1 条细缝，中静鼓 13 和线圈支架 4 间存在 1 条细缝，中静鼓 13 和内动鼓 12 间存在 1 条细缝，内动鼓 12 和输出轴 10 间存在 1 条细缝，内动鼓 12 和内静鼓 11 间存在 1 条细缝，内静鼓 11 和线圈支架 4 间存在 1 条细缝，内静鼓 11 和上壳体 3 间存在 2 条细缝，这 15 条细缝内均填充满磁流变液。霍尔传感器 16 嵌入在中壳体 1 中，检测磁场强度，因此可作磁场闭环控制，从而控制输出力矩。由于霍尔传感器的加入使得磁场并不是均匀分布，为了保证测量的准确率，中壳体 4 上开有三个方形槽，方便霍尔传感器 16 固定。

输出轴 10 连着内静鼓 11、中静鼓 13、外静鼓 15，输入轴 2 通过磁流变液将扭矩传递给连接三个静鼓的输出轴，由于安装了 7 内轴承和 8 外轴承，降低了未通电时的断态扭矩，提高了阻尼器的顺滑程度。

线圈支架 4 内留有线圈槽，并将线圈接口引出，外接滑环。

可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器的控制方法如图 2 所示，具体如下：

第一，函数关系标定，给磁流变阻尼器的线圈通入不同的电流 I ，测量对应的输出力以及测量的磁场大小。其中， B 为磁感应强度， F 为输出力。

第二，设定期望输出力，通过关系转换为期望磁场大小，通过霍尔传感器实时检测磁场大小，做磁场闭环控制，从而控制输出力。

本发明方案所公开的技术手段不仅限于上述实施方式所公开的技术手段，还包括由以上技术特征任意组合所组成的技术方案。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

权 利 要 求

- 1、本发明提供了一种可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器及其控制方法，包括上壳体、中壳体、输入轴、上壳体，线圈支架、线圈、下壳体、输出轴、内静鼓、内动鼓、中静鼓、外动鼓、外静鼓、霍尔传感器。本发明在不增加装配难度的基础上，设计了多鼓式结构，通过内嵌霍尔传感器能够实现自身闭环控制力矩输出，无需外置力传感器。同时，优化了力矩体积比，结构更为紧凑。
- 2、根据权利要求 1 所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，其特征在于：所述输出轴顶端通过内轴承与上壳体连接，中部通过外轴承与下壳体连接。
- 3、根据权利要求 1 所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，其特征在于：所述输出轴上还设置有用定位并抵住上壳体的卡簧。
- 4、根据权利要求 1 所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，其特征在于：所述线圈和上壳体之间具有装配间隙。
- 5、根据权利要求 1 所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，其特征在于：所述输入轴、上壳体、中壳体、下壳体之间通过螺丝固定连接。
- 6、根据权利要求 1 所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，其特征在于：所述线圈支架与上壳体通过螺丝固定连接，所述内动鼓和外动鼓通过螺丝固定在线圈支架上。
- 7、根据权利要求 1 所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，其特征在于：所述内静鼓、中静鼓、外静鼓通过螺丝固定在输出轴上。
- 8、可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器的控制方法，用于控制根

据权利要求 1-7 中任意一项所述的可闭环力控的旋转式多鼓磁流变阻尼器，包括如下步骤：

步骤 1，函数关系标定，给磁流变阻尼器的线圈通入不同的电流 I ，测量对应的输出力以及测量的磁场大小；

步骤 2，设定期望输出力，通过关系转换为期望磁场大小，通过霍尔传感器实时检测磁场大小，做磁场闭环控制，从而控制输出力。

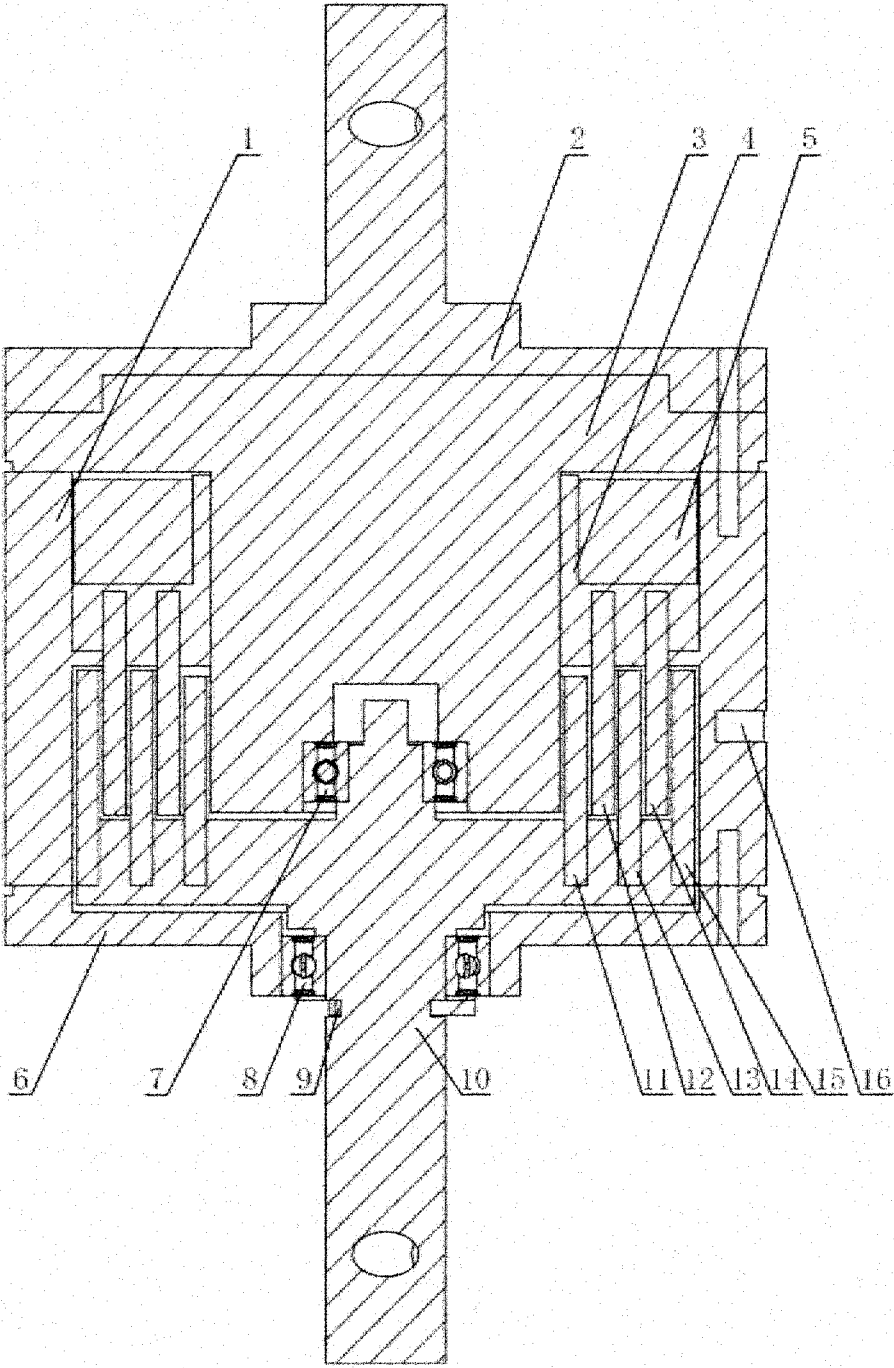


图 1

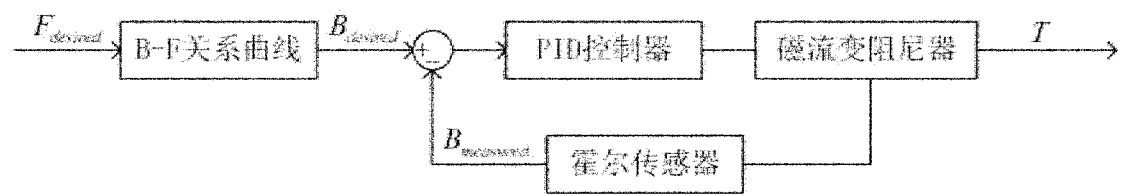


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/072772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F16F 9/53(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)		
IPC:F16F		
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)		
CNABS, CNTXT, ENTXTC, SIPOABS, VEN, CNKI: 闭环, 控制, 旋转, 多鼓, 磁流, 阻尼, 霍尔传感器; clos+, control+, rotat+, multi+, drum+, damp+.		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 1372086 A (WANG JIANXIAO et al.) 02 October 2002 (2002-10-02) description, page 2, paragraph 8-page 5, paragraph 1, and figure 2	1-8
Y	CN 108775370 A (NANJING FORESTRY UNIVERSITY) 09 November 2018 (2018-11-09) description, paragraphs [0045]-[0090], and figure 1	1-8
A	CN 109826904 A (EAST CHINA JIAOTONG UNIVERSITY) 31 May 2019 (2019-05-31) entire document	1-8
A	CN 110873147 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 10 March 2020 (2020-03-10) entire document	1-8
A	US 2021215222 A1 (INVENTUS ENGINEERING GMBH) 15 July 2021 (2021-07-15) entire document	1-8
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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		Date of mailing of the international search report
14 August 2023		07 September 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/072772

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	1372086	A	02 October 2002	None			
CN	108775370	A	09 November 2018	None			
CN	109826904	A	31 May 2019	None			
CN	110873147	A	10 March 2020	None			
US	2021215222	A1	15 July 2021	WO	2018154112	A1	30 August 2018
				US	11287009	B2	29 March 2022
				DE	102017103810	A1	30 August 2018
				JP	2020508422	A	19 March 2020
				JP	6924513	B2	25 August 2021
				CA	3051649	A1	30 August 2018
				CA	3051649	C	15 December 2020
				EP	3586031	A1	01 January 2020
				EP	3586031	B1	05 May 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/072772

A. 主题的分类

F16F 9/53 (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)

IPC:F16F

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))

数据库: CNABS, CNTXT, ENTXTC, SIPOABS, VEN, CNKI; 关键词: 闭环, 控制, 旋转, 多鼓, 磁流, 阻尼, 霍尔传感器; clos+, control+, rotat+, multi+, drum+, damp+.

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 1372086 A (汪建晓 等) 2002年10月2日 (2002 - 10 - 02) 说明书第2页第8段至第5页第1段、图2	1-8
Y	CN 108775370 A (南京林业大学) 2018年11月9日 (2018 - 11 - 09) 说明书第[0045]-[0090]、图1	1-8
A	CN 109826904 A (华东交通大学) 2019年5月31日 (2019 - 05 - 31) 全文	1-8
A	CN 110873147 A (东南大学) 2020年3月10日 (2020 - 03 - 10) 全文	1-8
A	US 2021215222 A1 (INVENTUS ENG GMBH) 2021年7月15日 (2021 - 07 - 15) 全文	1-8

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2023年8月14日

国际检索报告邮寄日期

2023年9月7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王晓亮

电话号码 (+86) 010-62085070

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/072772

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	1372086	A	2002年10月2日	无			
CN	108775370	A	2018年11月9日	无			
CN	109826904	A	2019年5月31日	无			
CN	110873147	A	2020年3月10日	无			
US	2021215222	A1	2021年7月15日	WO	2018154112	A1	2018年8月30日
				US	11287009	B2	2022年3月29日
				DE	102017103810	A1	2018年8月30日
				JP	2020508422	A	2020年3月19日
				JP	6924513	B2	2021年8月25日
				CA	3051649	A1	2018年8月30日
				CA	3051649	C	2020年12月15日
				EP	3586031	A1	2020年1月1日
				EP	3586031	B1	2021年5月5日