

(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
2020 年 12 月 3 日 (03.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/238402 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01P 3/487 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/082645
- (22) 国际申请日: 2020 年 4 月 1 日 (01.04.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910452820.7 2019年5月28日 (28.05.2019) CN
- (71) 申请人: 南方科技大学(SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号南方科技大学力学与航空航天工程系, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 李翔(LI, Xiang); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号南方科技大学力学与航空航天工程系, Guangdong 518055 (CN)。余鹏(YU, Peng); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号

南方科技大学力学与航空航天工程系, Guangdong 518055 (CN)。牛小东(NIU, Xiaodong); 中国广东省深圳市南山区学苑大道 1088 号南方科技大学力学与航空航天工程系, Guangdong 518055 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳市君胜知识产权代理事务所(普通合伙)(JOHNSON INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY(SHENZHEN)); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新区社区高新南七道 20 号深圳国家工程实验室大楼 A503, Guangdong 518000 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: NON-CONTACT MAGNETIC FLUID ROTATIONAL SPEED MEASURING DEVICE, DESIGN METHOD AND ROTATIONAL SPEED MEASURING METHOD

(54) 发明名称: 非接触式磁流体转速测量装置、设计方法及转速测量方法

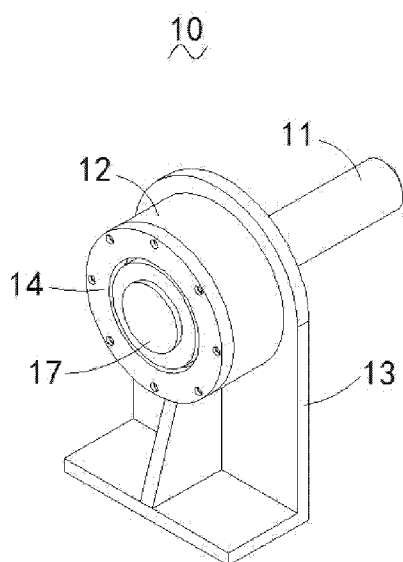


图 2

(57) Abstract: A non-contact magnetic fluid rotational speed measuring device (10), comprising a speed measuring shaft (11) and a speed measuring sleeve (12) that are coaxially provided; the speed measuring sleeve (12) is sleeved on the speed measuring shaft (11), and a gap is provided between the speed measuring sleeve (12) and the speed measuring shaft (11); the speed measuring sleeve (12) is provided with a speed measuring cavity (121), a conductive coating (122), a sensing electrode (123) and a magnetic fluid are provided within the speed measuring cavity (121), and the conductive coating (122) and the sensing electrode (123) are externally connected to a current detection circuit and are provided coaxially with the speed measuring shaft (11); a speed measuring magnet (111) is fixed to the speed measuring shaft (11), and the speed measuring magnet (111) and the sensing electrode (123) are provided in the same radial direction; and the speed measuring shaft (11) is used to connect a rotational speed output end of an object to be measured and synchronously drive the speed measuring magnet (111) to rotate. Furthermore, the load generated by the speed measuring shaft (11) is effectively reduced, and the safety, stability and application range thereof are improved. Further provided are a design method and rotational speed measuring method for a non-contact magnetic fluid rotational speed measuring device (10).

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: 一种非接触式磁流体转速测量装置(10), 包括同轴心设置的测速轴(11)和测速套筒(12), 测速套筒(12)套设于测速轴(11)上, 且与测速轴(11)之间设置有间隙; 测速套筒(12)开设有测速腔体(121), 测速腔体(121)内设置有导电涂层(122)、感应电极(123)和磁流体, 导电涂层(122)和感应电极(123)外接电流检测电路, 且与测速轴(11)同轴心设置; 测速轴(11)固定有测速磁铁(111), 测速磁铁(111)与感应电极(123)同径向设置; 测速轴(11)用于连接待测物体转速输出端, 并同步带动测速磁铁(111)转动。进而有效降低了测速轴(11)产生负载, 提高其安全性、稳定性和适用范围。还提供一种非接触式磁流体转速测量装置(10)的设计方法及转速测量方法。

非接触式磁流体转速测量装置、设计方法及转速测量方法

技术领域

本发明涉及转速测量装置领域，尤其涉及的是非接触式磁流体转速测量装置、设计方法及转速测量方法。

背景技术

转速测量装置是一种将旋转物体的转速转换为电量输出的测量装置。现有转速测量装置大都属于间接式测量装置，常见的转速测量装置可用机械加工、电磁加工和混合加工等方法制造。按信号形式的不同，转速测量装置可分为模拟式和数字式，其种类繁多且应用极广。常用的转速测量装置有光电式、电容式、变磁阻式以及测速发电机等。

现有技术的主要是通过直接传递转动状态来进行转速测量，但这种形式造成测速测量装置对测速轴产生了一定量的负载和阻力，这种现象在机电系统中尤为明显。另外，内部测量装置的轴瓦在带电状况下不断摩擦，也极易发热，甚至磨损之后还可能产生电火花，严重影响电连接器的性能，并导致危险事故的发生。且目前大多数转速测量装置需要使用精密微加工来制造测量装置核心部件，一是这种测量装置在设计上需要复杂的微观结构；这造成现有转速测量装置稳定性差、安全性差以及适用范围小的问题。

因此，现有技术存在缺陷，有待改进与发展。

发明内容

本发明要解决的技术问题在于，针对现有技术中的上述缺陷，提供非接触式磁流体转速测量装置、设计方法及转速测量方法，旨在解决现有技术转速测量装置稳定性差、安全性差以及适用范围小。

本发明解决技术问题所采用的技术方案如下：一种非接触式磁流体转速测量装置，通过外接电流检测电路测量待测物体转速，其包括：同轴心设置的测速轴和测速套筒，所述测速套筒套设于所述测速轴上，且所述测速轴之间设置有间隙；所述测速套筒开设有测速腔体，所述测速腔体内设置有导电涂层、感应电极和磁流体，所述导电涂层和感应电极外接电流检测电路，且与所述测速轴同轴心设置；所述测速轴固定有测速磁铁，所述测速磁铁与所述感应电极同径向设置；所述测速轴用于连接待测物体的转速输出端，并同步带动所述测速磁铁转动。

进一步的,所述测速套筒设置为中空圆柱形,所述测速腔体具有一靠近所述测速轴的第一内表面和相对远离所述测速轴的第二内表面,所述导电涂层设置于所述第一内表面上,所述第二内表面设置有感应电极环,所述感应电极环上间隔设置感应电极。

进一步的,所述非接触式磁流体转速测量装置还包括一底座,所述测速套筒一端与所述底座一体连接。

进一步的,所述测速套筒远离所述底座的一端设置有密封端盖,所述密封端盖设置为圆环形。

进一步的,所述测速套筒与所述密封端盖之间,靠近所述第一内表面处还设置有密封永磁铁。

进一步的,所述非接触式磁流体转速测量装置还包括一转子,所述转子设置于所述测速轴和测速套筒之间,所述转子固定于所述测速轴上,且与所述测速套筒之间设置有间隙,所述测速磁铁设置于所述转子朝向所述测速套筒表面上。

进一步的,所述转子朝向所述测速套筒的面上开设有转子沉槽,所述测速磁铁通过一固定滑块固定于所述转子沉槽上,所述固定滑块和所述转子螺接固定。

进一步的,所述转子与所述测速轴的连接端设置有轴端挡板。

进一步的,所述转子与所述测速轴通过一固定键可分离固定连接;所述转子与所述测速轴接触的面上开设有第一键位沉槽,所述测速轴对应开设有第二键位沉槽,所述固定键容置于所述第一键位沉槽和第二键位沉槽中。

本发明解决技术问题所采用的又一技术方案如下:一种转速测量方法,用于测量待测物体的转速,其包括:将待测物体转速输出端与如上任一项所述的非接触式磁流体转速测量装置的测速轴连接;

开启待测物体后,所述待测物体的转速 $R=N/(m \times T)$, 其中, N 为时间段 T 内,所述电流检测电路接受到的电流脉冲信号个数; m 为所述感应电极的个数。

本发明解决技术问题所采用的又一技术方案如下:一种非接触式磁流体转速测量装置的设计方法,用于如上任一项所述的非接触式磁流体转速测量装置中,其包括步骤:

步骤 S11, 根据非磁性微纳米导电颗粒制备磁流体;

步骤 S12, 根据待测物体转速输出端和转速测量环境, 设计所述非接触式磁流体转速测量装置的组件;

步骤 S13, 根据测速磁铁的宽度和转速测量需求, 设计感应电极个数 m ;

步骤 S14, 根据安装环境和位置尺寸设计底座, 在测速腔体底部进行导电涂层的喷涂,

安装感应电极环，并检查底座与感应电极环的同轴度，通过感应电极环固定件的厚度调节测速腔体的实际有效间隙；

步骤 S15，根据底座尺寸设计密封端盖，在密封端盖上需要设计端盖密封永磁铁安装槽，安装密封永磁铁，将制备好的混有非磁性导电颗粒的磁流体充入到测速腔体中并测试其防泄漏特性；

步骤 S16，将装有测速磁铁和带螺纹孔磁铁挡块的转子通过键连接和轴端挡板安装在在测速轴上，并将测速轴安放到与感应电极环对应的测试位置。

与现有技术相比，本发明提供了非接触式磁流体转速测量装置、设计方法及转速测量方法；所述非接触式磁流体转速测量装置通过外接电流检测电路测量待测物体转速，其包括：同轴心设置的测速轴和测速套筒，所述测速套筒套设于所述测速轴上，且所述测速轴之间设置有间隙；所述测速套筒开设有测速腔体，所述测速腔体内设置有导电涂层、感应电极和磁流体，所述导电涂层和感应电极外接电流检测电路，且与所述测速轴同轴心设置；所述测速轴固定有测速磁铁，所述测速磁铁与所述感应电极同径向设置；所述测速轴用于连接所述待测物体转速输出端，并同步带动所述测速磁铁转动。进而有效降低了所述测速轴的测速负载，提高其安全性、稳定性和适用范围。

附图说明

图 1 是本发明所中一种非接触式磁流体转速测量装置的第一立体示意图。

图 2 是本发明中一种非接触式磁流体转速测量装置的第二立体示意图。

图 3 是本发明中一种非接触式磁流体转速测量装置的一剖视示意图。

图 4 是图 3 中 A 放大示意图。

图 5 是图 3 中 B 放大示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确，以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

请参阅图 1，本发明提供了一种非接触式磁流体转速测量装置 10，所述非接触式磁流体转速测量装置 10 通过外接待测物体的转动输出端（未图示），实现与待测物体同步转动，并通过外接电流检测电路（未图示）输出电流脉冲信号，进而依据所述电流脉冲信号计算所述转动输出端的转速。所述非接触式磁流体转速测量装置 10 包括测速轴 11 和测速套筒 12，所

述测速套筒 12 套设于所述测速轴 11 上；进一步的，所述测速套筒 12 和测速轴 11 同轴心设置，且所述测速套筒 12 与所述测速轴 11 之间设置有间隙；即所述测速轴 11 与所述测速套筒 12 相互之间并不接触。进而有效降低了所述测速轴 11 承受的测速负载和阻力，也有效避免了测速轴 11 和测速套筒 12 直接摩擦损坏、发热乃至产生电火花，有效提升了非接触式磁流体转速测量装置 10 使用寿命提高了其使用稳定性和使用范围；同时，也有效避免了危险事故，提高了其安全性和适用范围。

请进一步结合参阅图 2、图 3 和图 4，进一步的，所述测速套筒 12 开设有测速腔体 121，所述测速腔体 121 内设置有导电涂层 122、感应电极 123 和磁流体（未图示），所述导电涂层 122 于所述感应电极 123 之间设置有间隙，即所述感应电极 123 与所述导电涂层 122 之间并不接触，所述磁流体填充于所述测速腔体 121 中；同时，所述导电涂层 122 和感应电极 123 外接电流检测电路，且与所述测速轴 11 同轴心设置；具体的，所述导电涂层 122 外接电流检测电路的电流输入端，所述感应电极 123 外接电流检测电路的电流输出端；即所述导电涂层是测速腔体 121 中，连接所述电流检测电路的一电极，所述感应电极 123 为测速腔体 121 中连接所述电流检测电路的另一电极；当所述导电涂层 122 和感应电极 123 电导通之后，所述外接电路检测电路就会产生电流信号；进而，通过控制所述导电涂层 122 和感应电极 123 的闭合和断开，控制所述非接触式磁流体转速测量装置 10 输出电流脉冲信号。

请进一步结合参阅图 5，更进一步的，所述测速轴 11 固定有测速磁铁 111，所述测速磁铁 111 与所述感应电极 123 同径向设置；所述测速磁铁 111 可以产生磁场和不同方向的磁感线；可以理解，所述测速轴 11 承载所述测速磁铁 111 转动，进而使所述测速磁铁 111 的磁感线方向不断发生变化；当所述测速磁铁 111 与所述感应电极 123 同径向分布时，所述测速磁铁 111 会产生一连接所述感应电极 123 和导电涂层 122 的磁感线。同时，需要说明的是，所述磁流体包括铁磁流体、非磁性导电颗粒和基液，所述铁磁流体和非磁性导电颗粒均匀分布于所述基液中；可知，所述铁磁流体和基液为绝缘体。进一步的，所述非磁性导电颗粒在测速磁铁的磁场作用下，会出现沿磁感线方向进行自组装从而形成链状结构，链状结构的非磁性导电颗粒，能够实现所述感应电极 123 和导电涂层 122 之间的电导通，因此可以通过控制磁场改变磁性流体的状态来实现电路闭合和断开，进而使所述非接触式磁流体转速测量装置 10 输出电流脉冲信号。

具体的，当所述测速磁铁 111 与所述感应电极 123 同径向分布时，所述测速磁铁 111 会产生一连接所述感应电极 123 和导电涂层 122 的磁感线，进而使所述非磁性导电颗粒链性连接所述感应电极 123 和导电涂层 122，进而电导通所述感应电极 123 和导电涂层 122，使所述

测最终使非接触式磁流体转速测量装置 10 输出一电流脉冲信号；同时，由于所述测速轴 11 连接待测物体的转动输出端，而所述测速磁铁 111 不断转动，即所述测速磁铁 111 的磁感线方向也不断改变；进一步的，每当所述测速磁铁 111 与所述感应电极 123 同径向分布时，就会产生一连接所述导电涂层 122 和感应电极 123 的磁感线，也就是所述非磁性导电颗粒链性连接所述感应电极 123 和导电涂层 122，所述感应电极 123 和所述导电涂层 122 被电导通一次，所述非接触式磁流体转速测量装置 10 输出一电流脉冲信号，进而可以检测电流脉冲信息的个数，来计量待测物体转动输出端的转动圈数。需要说明的是，所述电流检测电路为现有技术，其仅需要检测到有电流出现即可，本发明仅做应用，而不针对所述电流检测电路做具体限定。

请继续参阅图 4，进一步的，所述测速套筒 12 设置为中空圆柱形，所述测速腔体 121 具有一靠近所述测速轴 11 的第一内表面 125 和相对远离所述测速轴 11 的第二内表面 126，所述导电涂层 122 设置于所述第一内表面 125 上，所述第二内表面 126 设置有感应电极环（未图示），所述感应电极环上间隔设置感应电极 123，所述导电涂层 122 涂覆全部第一内表面 125 上，所述磁流体填充于所述感应电极 123 和导电涂层 122 之间。可以理解，所述感应电极 123 包括一个或者多个，当感应电极 123 设置为多个时，多个感应电极 123 之间均匀分布于所述感应电极环上，所述测速轴 11 承载所述测速磁铁 111 转动一周，会使磁流体依次将多个感应电极 123 与导电涂层 122 电导通，进而使所述非接触式磁流体转速测量装置 10 输出，等同于感应电极 123 个数的电流脉冲信号，进而使所述非接触式磁流体转速测量装置 10 在无负载的情况下，即可完成对待测物体转速的精准测量，有效提高了转速测量的稳定性和安全性。

在一实施例中，所述的感应电极环由高分子材料和绝缘硬质塑料制备而成；具体的，首先在所述高分子材料表面镀上感应电极 123 及电路，然后封并弯曲贴合在绝缘硬质塑料制成的环形固定件内表面，该电路连接着测试电流的输出端，进而将所述感应电极 123 上的电流及时输出，进而产生一电流脉冲信号。

需要说明的是，所述测试感应电极环也可以用于调节所述测速腔体 121 间隙大小的作用，即所述感应电极环也可以用于调节所述感应电极 123 与所述导电涂层 122 之间的间隙大小；可以理解，所述测速腔体 121 间隙内填充磁流体，所述感应电极 123 与所述导电涂层 122 之间间隙的大小为 50-100 μm ；可知，所述感应电极 123 与所述导电涂层 122 之间间隙的大小，与待测物体的转速大小呈负相关关系；即待测物体转速越大，所述感应电极 123 与所述导电涂层 122 之间间隙的越小；同时，所述待测物体转速越小，所述感应电极 123 与所述导电涂层 122 之间的间隙越大；当然，所述待测物体转速较小时，所述感应电极 123 与所述导电涂

层 122 之间的间隙,也可以设置为较小。进而通过所述感应电极环实现调节所述感应电极 123 和导电涂层 122 之间间隙大小,实现非接触式磁流体转速测量装置 10 对不同转速物体转速的精准测量,提升非接触式磁流体转速测量装置 10 测量稳定性。

优选的,所述非接触式磁流体转速测量装置 10 还包括一底座 13,所述测速套筒 12 一端与所述底座 13 一体连接,所述测速套筒 12 远离所述底座 13 的一端设置有开口(未图示),所述测速套筒 12 远离所述底座 13 的一端设置有密封端盖 14,所述密封端盖 14 设置为圆环形;即,所述测速腔体 121 一端被所述基座密封,另一端被所述密封端盖 14 密封;而通过设置所述密封端盖 14,可以实现对所述测速腔体 121 内磁流体溶液的更换和填充,同时也方便维护所述测速套筒 12。需要说明的是,所述底座 13 由非磁性材料制作,进而有效避免干扰所述测速磁铁 111 在所述测速腔体 121 中的磁场分布,有效增加了所述非接触式磁流体转速测量装置 10 的测速稳定性和精确性。

优选的,所述测速套筒 12 与所述密封端盖 14 之间,靠近所述第一内表面 125 处还设置有密封永磁铁 15。所述密封永磁铁 15 用于辅助所述密封端盖 14,加强对所述测速腔体 121 中磁流体的密封作用,防止所述磁流体泄露。

优选的,所述非接触式磁流体转速测量装置 10 还包括一转子 16,所述转子 16 设置于所述测速轴 11 和测速套筒 12 之间,所述转子 16 固定于所述测速轴 11 上,且与所述测速套筒 12 之间设置有间隙,所述测速磁铁 111 设置于所述转子 16 朝向所述测速套筒 12 表面上。进一步的,所述转子 16 设置为圆环形,所述转子 16 的内径与所述测速轴 11 的外径大小相适配;所述转子 16 一端通过一固定键 19 固定于所述测速轴 11 的一端上。

具体的,所述转子 16 与测速轴 11 接触的面上开设有第一键位沉槽(图未标),所述测速轴 11 对应开设有第二键位沉槽(图未标),所述固定键 19 容置于所述第一键位沉槽和第二键位沉槽中;可以理解,通过设置固定键 19 可以实现所述转子 16 与测速轴 11 的固定;同时,也可以实现所述转子 16 或者测速轴 11 的更换和维护。

更进一步的,所述转子 16 朝向所述测速套筒 12 的面上开设有转子沉槽(图未标),所述测速磁铁 111 通过一固定滑块 18 固定于所述转子沉槽上,所述固定滑块 18 和所述转子 16 螺接固定。需要说明的是,所述转子 16 与测速轴 11 接触固定,而所述转子 16 与所述测速套筒 12 之间并不接触;进而有效降低了所述测速轴 11 的测速负载,提高所述非接触式磁流体测速装置测量转速时的安全性。

优选的,所述转子 16 与所述测速轴 11 连接端设置有轴端挡板 17。即所述转子 16 和测速轴 11 远离所述待测物体的一端,由所述轴端挡板 17 密封;所述轴端挡板 17 设置为圆形板,

其通过螺栓固定于转子 16 之上,通过设置轴端挡板 17 可以有效避免灰尘对所述转子 16 和测速轴 11 的干扰,提升所述非接触式磁流体转速测量装置 10 的使用范围。

本发明还提供一种转速测量方法,用于测量待测物体的转速,其包括:

将待测物体转速输出端与本发明上述的非接触式磁流体转速测量装置的测速轴连接;

开启待测物体后,所述待测物体的转速 $R=N/(m \times T)$,其中, N 为时间段 T 内,所述电流检测电路接受到的电流脉冲信号个数; m 为所述感应电极的个数。

基于本发明提供的非接触式磁流体转速测量装置,本发明还提供了所述非接触式磁流体转速测量装置的设计方法,其包括:

步骤 S11,根据非磁性微纳米导电颗粒制备磁流体。

具体的,所述磁流体主要包括非磁性导电颗粒、铁磁流体和基液;其中所述非磁性导电颗粒的粒径设置为微米级或者纳米级;依据所述非磁性导电颗粒的物理化学性质选择铁磁流体做基液;其中,所述铁磁流体为绝缘体,所述非磁性导电颗粒均匀分散和悬浮溶解于所述铁磁流体中。进一步的,所述铁磁流体选用具有良好的散热性的感温绝缘铁磁流体;所述基液可以选用水、机油、羟基油等溶剂进行配制;且所述非磁性导电颗粒在设计磁场强度下组装成链长度为 L 的自组装效率达到 70%即可。

步骤 S12,根据待测物体转速输出端和转速测量环境,设计所述非接触式磁流体转速测量装置的组件。

具体的,待测物体转速输出端是否带有磁性、轴径尺寸、转速范围及测量环境等条件,设计所述非接触式磁流体转速测量装置的测速套筒、测速轴、键和轴端挡板测速磁铁和带螺纹孔磁铁挡块等组件。

步骤 S13,根据测速磁铁的宽度和转速测量需求,设计感应电极个数 m 。

步骤 S14,根据安装环境和位置尺寸设计底座,在测速腔体底部进行导电涂层的喷涂,安装感应电极环,并检查底座与感应电极环的同轴度,通过感应电极环固定件的厚度调节测速腔体的实际有效间隙。

具体的,所述并要求所述测速腔体的实际有效间隙即所述感应电极与所述导电涂层之间的间隙,所述感应电极与所述导电涂层之间的间隙,应小于所述磁场强度下非磁性导电颗粒组装成链的长度。进一步的,定义所述感应电极与所述导电涂层之间的间隙为 L_1 ,定义所述磁场强度下非磁性导电颗粒组装成链的长度为 L_2 ,则所述 $L_2/4 < L_1 < L_2$ 。

步骤 S15,根据底座尺寸设计密封端盖,在密封端盖上需要设计端盖密封永磁铁安装槽,安装密封永磁铁,将制备好的混有非磁性导电颗粒的磁流体充入到测速腔体中并测试其防泄

漏特性。

进一步的，所述密封永磁铁与密封面之间需要留有 0.02-0.20mm 的间隙。

步骤 S16，将装有测速磁铁和带螺纹孔磁铁挡块的转子通过键连接和轴端挡板安装在在测速轴上，并将测速轴安放到与感应电极环对应的测试位置。

步骤 S17，在初次装配后，需要进行通电测试实验，保证装配的有效性。

与现有技术相比，本发明提供了非接触式磁流体转速测量装置、设计方法及转速测量方法；所述非接触式磁流体转速测量装置通过外接电流检测电路测量待测物体转速，其包括：同轴心设置的测速轴和测速套筒，所述测速套筒套设于所述测速轴上，且所述测速轴之间设置有间隙；所述测速套筒开设有测速腔体，所述测速腔体内设置有导电涂层、感应电极和磁流体，所述导电涂层和感应电极外接电流检测电路，且与所述测速轴同轴心设置；所述测速轴固定有测速磁铁，所述测速磁铁与所述感应电极同径向设置；所述测速轴用于连接所述待测物体转速输出端，并同步带动所述测速磁铁转动。进而有效降低了所述测速轴产生负载，提高其安全性、稳定性和适用范围。

应当理解的是，本发明的应用不限于上述的举例，对本领域普通技术人员来说，可以根据上述说明加以改进或变换，所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

1. 一种非接触式磁流体转速测量装置，通过外接电流检测电路测量待测物体转速，其特征在于，包括：

同轴心设置的测速轴和测速套筒，所述测速套筒套设于所述测速轴上，且所述测速轴之间设置有间隙；

所述测速套筒开设有测速腔体，所述测速腔体内设置有导电涂层、感应电极和磁流体，所述导电涂层和感应电极外接电流检测电路，且与所述测速轴同轴心设置，所述磁流体中包括非磁性导电颗粒；

所述测速轴固定有测速磁铁，所述测速磁铁与所述感应电极同径向设置；

所述测速轴用于连接待测物体的转速输出端，并同步带动所述测速磁铁转动。

2. 根据权利要求1所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述测速套筒设置为中空圆柱形，所述测速腔体具有一靠近所述测速轴的第一内表面和相对远离所述测速轴的第二内表面，所述导电涂层设置于所述第一内表面上，所述第二内表面设置有感应电极环，所述感应电极环上间隔设置感应电极。

3. 根据权利要求2所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述非接触式磁流体转速测量装置还包括一底座，所述测速套筒一端与所述底座一体连接。

4. 根据权利要求3所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述测速套筒远离所述底座的一端设置有密封端盖，所述密封端盖设置为圆环形。

5. 根据权利要求4所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述测速套筒与所述密封端盖之间，靠近所述第一内表面处还设置有密封永磁铁。

6. 根据权利要求1所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述非接触式磁流体转速测量装置还包括一转子，所述转子设置于所述测速轴和测速套筒之间，所述转子固定于所述测速轴上，且与所述测速套筒之间设置有间隙，所述测速磁铁设置于所述转子朝向所述测速套筒表面上。

7. 根据权利要求6所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述转子朝向所述测速套筒的面上开设有转子沉槽，所述测速磁铁通过一固定滑块固定于所述转子沉槽上，所述固定滑块和所述转子螺接固定。

8. 根据权利要求6所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述转子与所述测速轴的连接端设置有轴端挡板。

9. 根据权利要求6所述的非接触式磁流体转速测量装置，其特征在于，所述转子与所述测速轴通过一固定键可分离固定连接；所述转子与所述测速轴接触的面上开设有第一键位沉

槽，所述测速轴对应开设有第二键位沉槽，所述固定键容置于所述第一键位沉槽和第二键位沉槽中。

10. 一种转速测量方法，用于测量待测物体的转速，其特征在于，包括：

将待测物体转速输出端与如权利要求 1-9 任一项所述的非接触式磁流体转速测量装置的测速轴连接；

开启待测物体后，所述待测物体的转速 $R=N/(m \times T)$ ，其中， N 为时间段 T 内，所述电流检测电路接受到的电流脉冲信号个数； m 为所述感应电极的个数。

11. 一种非接触式磁流体转速测量装置的设计方法，用于权利要求 1-9 任一项所述的非接触式磁流体转速测量装置中，其特征在于，所述方法包括步骤：

步骤 S11，根据非磁性微纳米导电颗粒制备磁流体；

步骤 S12，根据待测物体转速输出端和转速测量环境，设计所述非接触式磁流体转速测量装置的组件；

步骤 S13，根据测速磁铁的宽度和转速测量需求，设计感应电极个数 m ；

步骤 S14，根据安装环境和位置尺寸设计底座，在测速腔体底部进行导电涂层的喷涂，安装感应电极环，并检查底座与感应电极环的同轴度，通过感应电极环固定件的厚度调节测速腔体的实际有效间隙；

步骤 S15，根据底座尺寸设计密封端盖，在密封端盖上需要设计端盖密封永磁铁安装槽，安装密封永磁铁，将制备好的混有非磁性导电颗粒的磁流体充入到测速腔体中并测试其防泄漏特性；

步骤 S16，将装有测速磁铁和带螺纹孔磁铁挡块的转子通过键连接和轴端挡板安装在在测速轴上，并将测速轴安放到与感应电极环对应的测试位置。

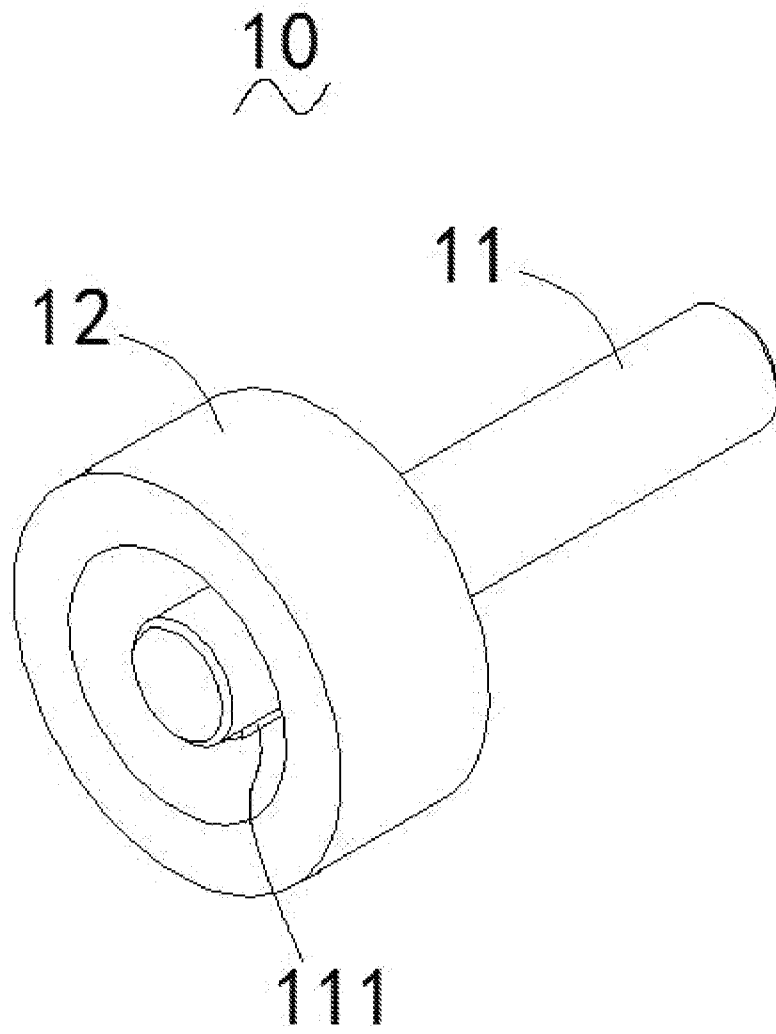


图 1

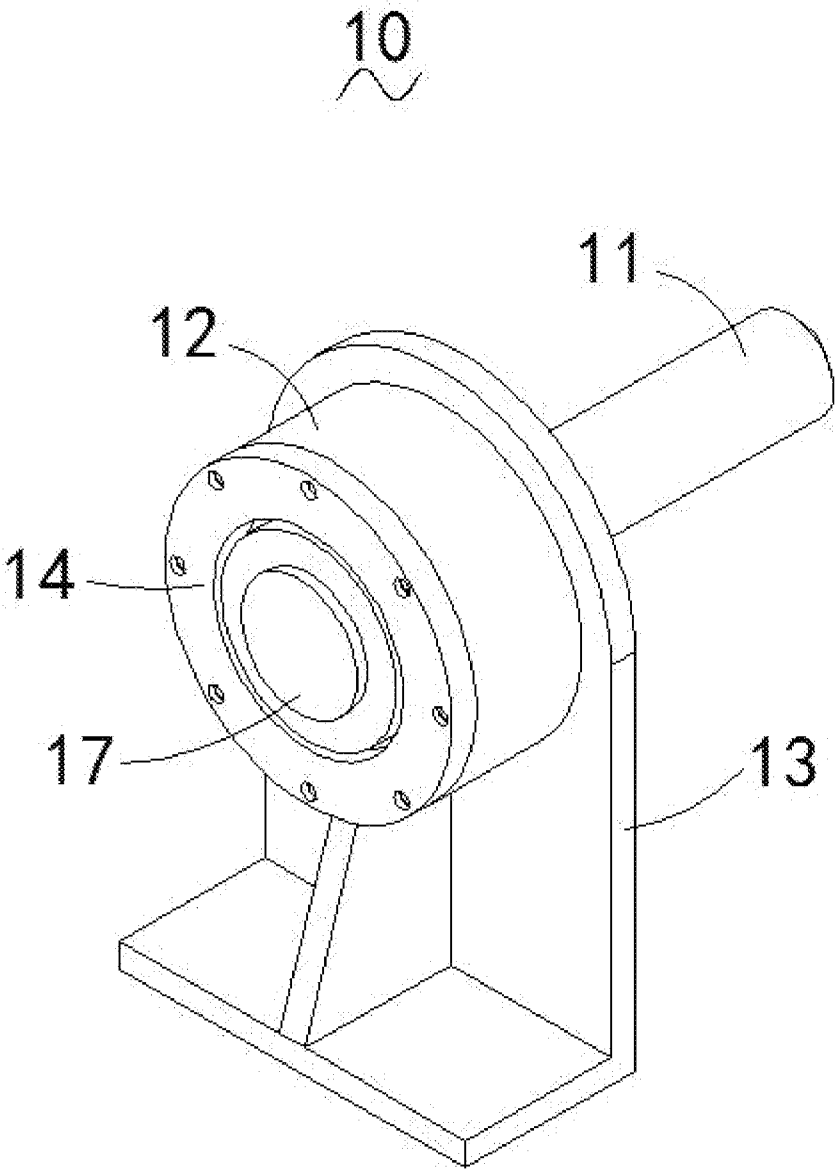


图 2

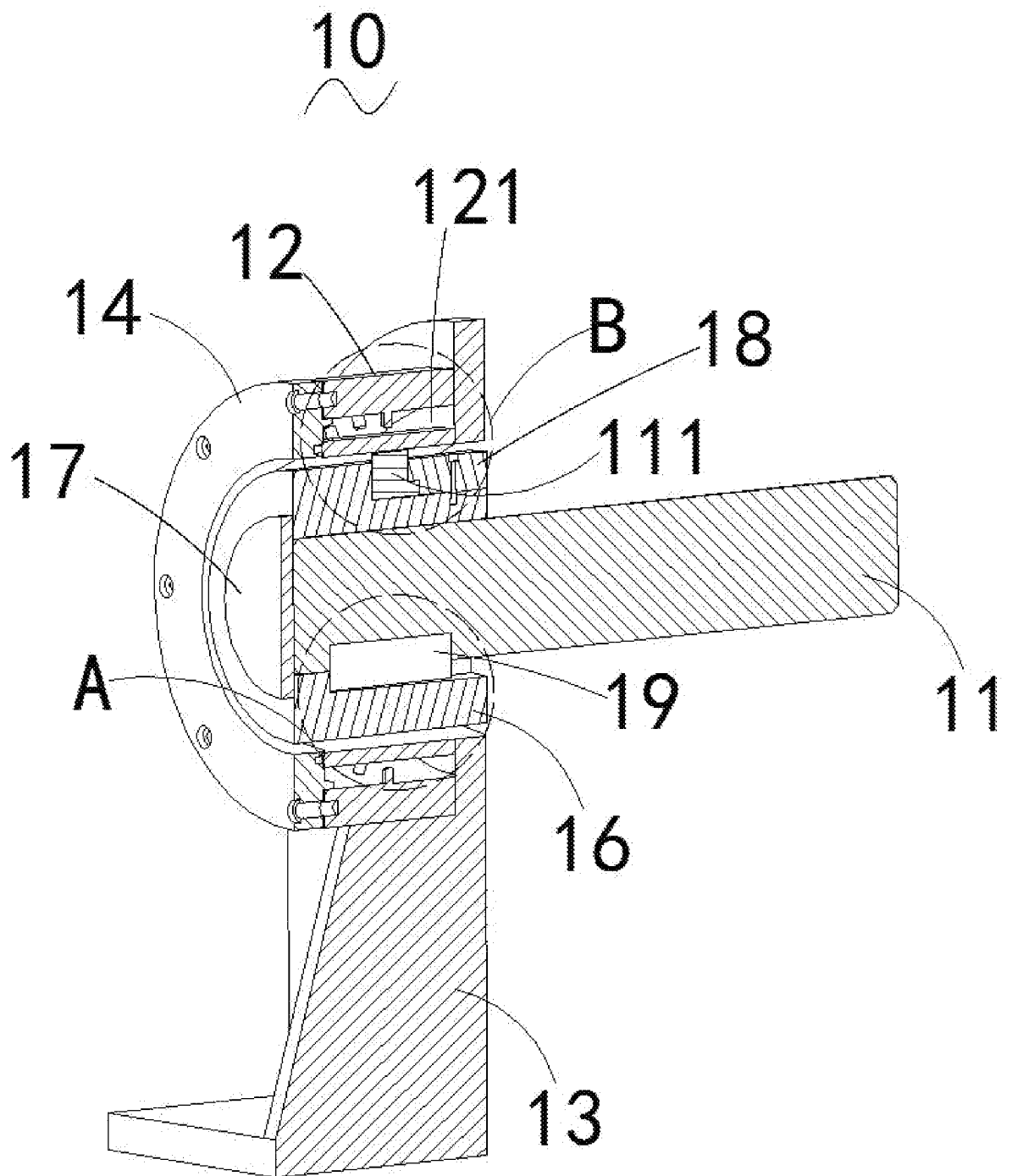


图 3

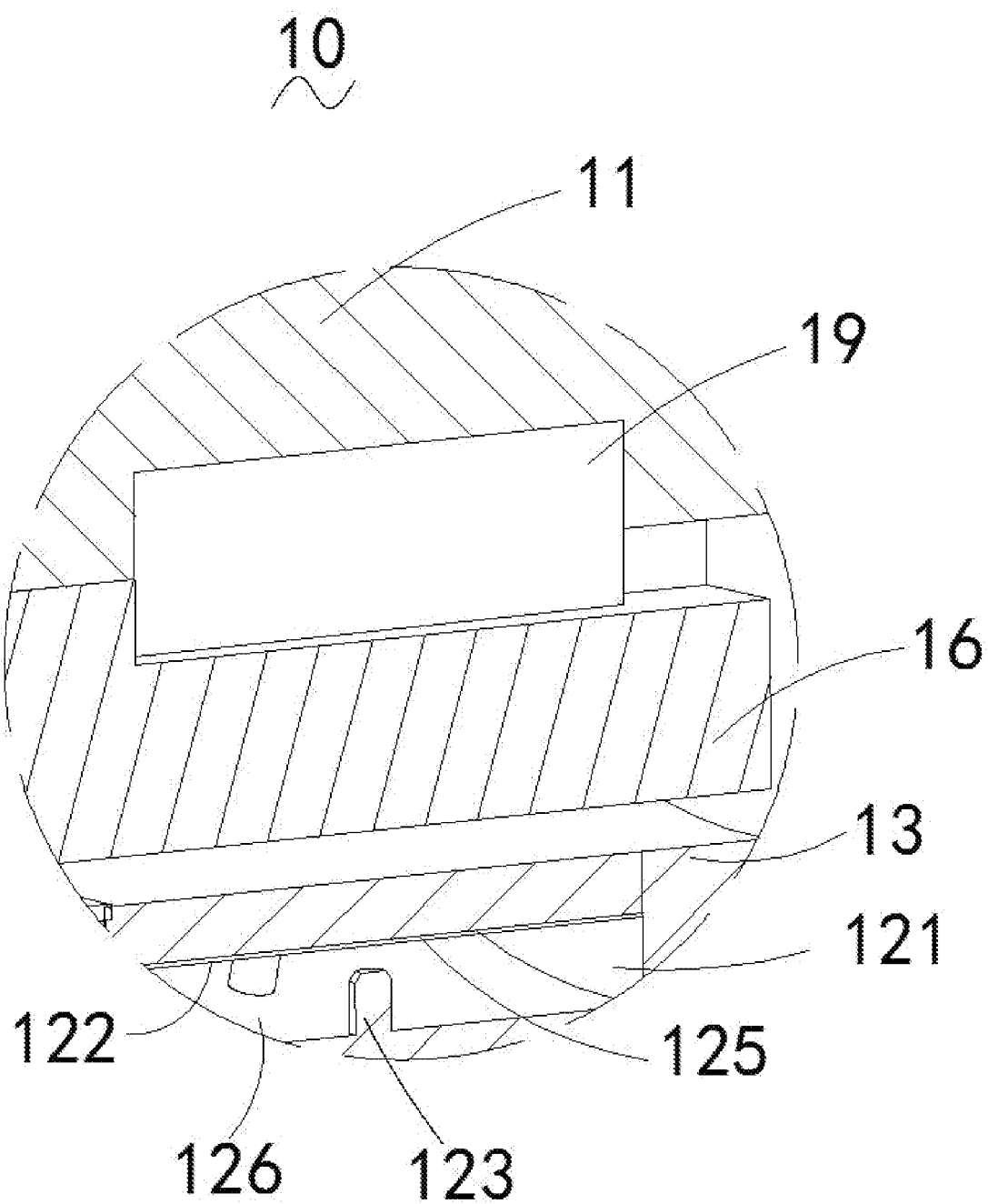


图 4

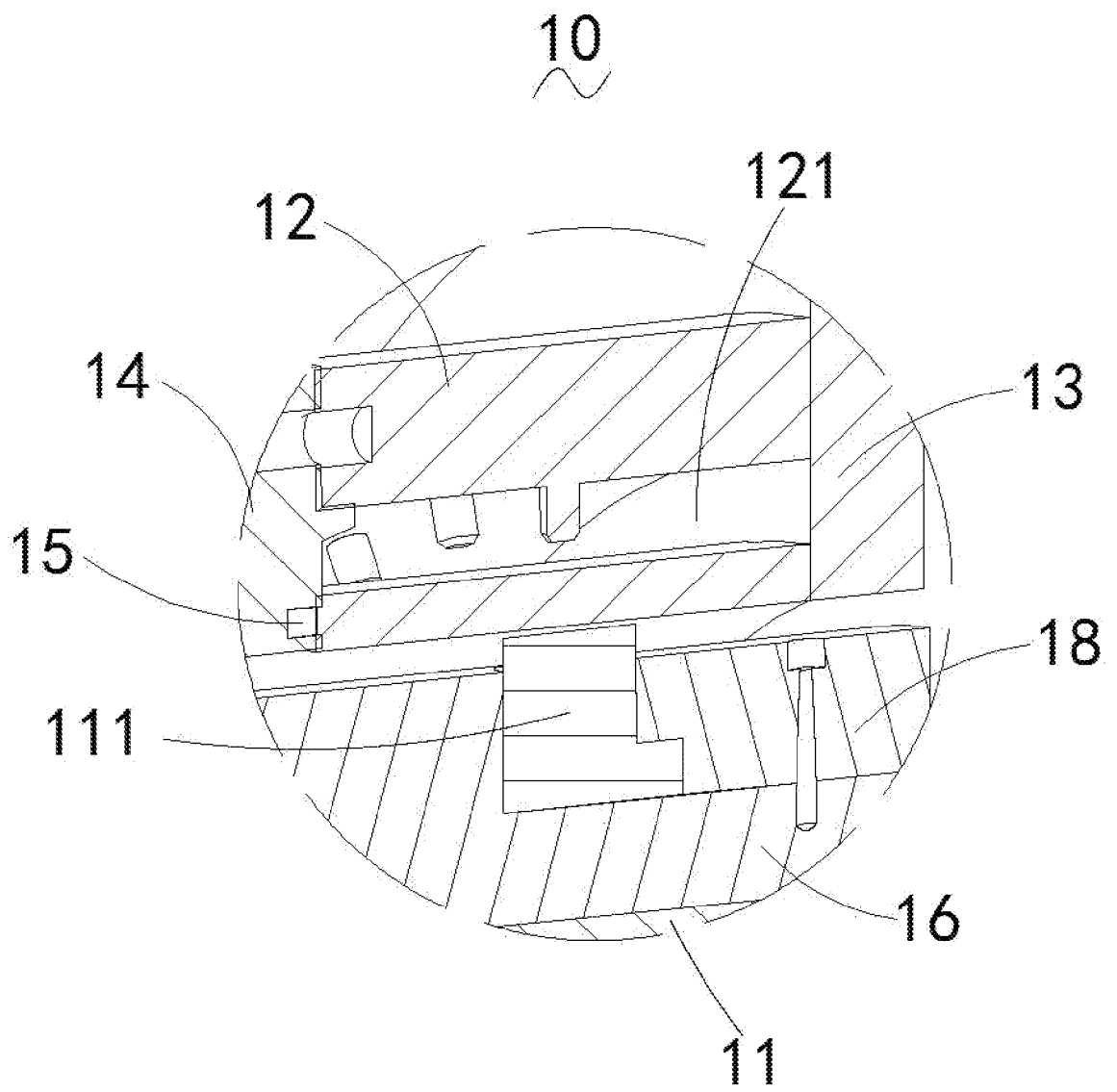


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/082645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P 3/487(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)

G01P, G01D 5, G01C 19

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; CNKI; VEN; WOTXT; USTXT; EPTXT: 转速, 角速度, 转角, 角位移, 角速率, 陀螺仪, 磁流体, 磁液, 磁性液体, 磁性流体, 电极, 磁铁, 磁体, 磁性, 磁源, 导电, 导体, 导通, 颗粒, 微粒, 粒子, 液体, 流体, angular rate, angular speed, angular velocity, angular displacement, rota+, revolution, speed, velocity, rate, gyroscope?, magnetic fluid?, ferrofluid, magnetofluid, magnetic liquid?, MHD, electrode?, magnet+, conduct+, particle?, powder, +liquid, +fluid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JPH 09257512 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 03 October 1997 (1997-10-03) description, paragraphs [0005]-[0006], and figures 1-3	1-11
PX	CN 110208567 A (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 06 September 2019 (2019-09-06) claims 1-11	1-11
PX	CN 209946192 U (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 14 January 2020 (2020-01-14) description, paragraphs [0023]-[0051], and figures 1-5	1-11
A	CN 203909058 U (TIANJIN UNIVERSITY) 29 October 2014 (2014-10-29) entire document	1-11
A	CN 103453896 A (TIANJIN UNIVERSITY) 18 December 2013 (2013-12-18) entire document	1-11
A	US 4192189 A (BENDIX CORP) 11 March 1980 (1980-03-11) entire document	1-11



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

16 June 2020

Date of mailing of the international search report

02 July 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/082645

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JPH	09257512	A	03 October 1997	None	
CN	110208567	A	06 September 2019	None	
CN	209946192	U	14 January 2020	None	
CN	203909058	U	29 October 2014	None	
CN	103453896	A	18 December 2013	CN 103453896	B 23 December 2015
US	4192189	A	11 March 1980	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/082645

A. 主题的分类

G01P 3/487 (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)

G01P, G01D 5, G01C 19

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))

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WOTXT; USTXT; EPTXT; 转速, 角速度, 转角, 角位移, 角速率, 陀螺仪, 磁流体, 磁液, 磁性液体, 磁性流体, 电极, 磁铁, 磁体, 磁性, 磁源, 导电, 导体, 导通, 颗粒, 微粒, 粒子, 液体, 流体, angular rate, angular speed, angular velocity, angular displacement, rota+, revolution, speed, velocity, rate, gyroscope?, magnetic fluid?, ferrofluid, magnetofluid, magnetic liquid?, MHD, electrode?, magnet+, conduct+, particle?, powder, +liquid, +fluid

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	JPH 09257512 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 1997年 10月 3日 (1997 - 10 - 03) 说明书第[0005]-[0006]段, 图1-3	1-11
PX	CN 110208567 A (南方科技大学) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 权利要求1-11	1-11
PX	CN 209946192 U (南方科技大学) 2020年 1月 14日 (2020 - 01 - 14) 说明书第[0023]-[0051]段, 图1-5	1-11
A	CN 203909058 U (天津大学) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29) 全文	1-11
A	CN 103453896 A (天津大学) 2013年 12月 18日 (2013 - 12 - 18) 全文	1-11
A	US 4192189 A (BENDIX CORP) 1980年 3月 11日 (1980 - 03 - 11) 全文	1-11

☐ 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

2020年 6月 16日

国际检索报告邮寄日期

2020年 7月 2日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

柳瑾

电话号码 62089304

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/082645

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)
JPH	09257512	A	1997年 10月 3日	无	
CN	110208567	A	2019年 9月 6日	无	
CN	209946192	U	2020年 1月 14日	无	
CN	203909058	U	2014年 10月 29日	无	
CN	103453896	A	2013年 12月 18日	CN 103453896	B 2015年 12月 23日
US	4192189	A	1980年 3月 11日	无	