



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101975548 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201010291475. 2

CN 1940516 A, 2007. 04. 04, 全文.

(22) 申请日 2010. 09. 26

王登泉, 等. 非接触式旋转轴扭矩测量现状. 《电子测量技术》. 2010, 第 33 卷 (第 6 期), 第 8 ~ 12 页.

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

审查员 尹眉

(72) 发明人 杨斌堂

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

G01B 7/30 (2006. 01)

G01L 3/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 4490674, 1984. 12. 25, 全文.

CN 201803694 U, 2011. 04. 20, 权利要求

1-9.

JP 特开 2008-76066 A, 2008. 04. 03, 全文.

CN 2065757 U, 1990. 11. 14, 全文.

JP 特开 2001-83025 A, 2001. 03. 30, 全文.

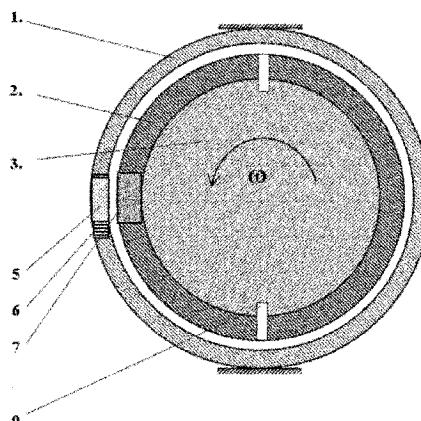
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器

(57) 摘要

一种传感器技术领域的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器, 包括: 固定套筒、旋转机构、磁致变形体、力转换体、励磁永磁体、传感体紧固件、转动套筒紧固件, 励磁永磁体设置于旋转机构上, 磁致变形体、力转换体和传感体紧固件依次固定串联连接并设置于固定套筒上, 固定套筒与旋转机构不相接触。本发明其结构紧凑、结构强度高, 无需电源驱动的情况下可方便获得传感电信号。



1. 一种用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,其特征在于,包括:固定套筒、旋转机构、磁致变形体、力转换体、励磁永磁体、传感体紧固件,其中:励磁永磁体设置于旋转机构上,磁致变形体、力转换体和传感体紧固件依次固定串联连接并设置于固定套筒上,固定套筒与旋转机构不相接触;

所述的磁致变形体和力转换体在受力方向上串联固接成一个传感体,该传感体嵌入在固定套筒壁中,由传感体紧固件固定在固定套筒中使得传感体与固定套筒无间隙接触连接;

所述的旋转机构包括:转动套筒、转动套筒紧固件和转轴,其中:转动套筒和转轴由外而内依次套接,两个转动套筒紧固件分别设置于转动套筒上,转轴的外侧与转动套筒紧固件固定连接。

2. 根据权利要求1所述的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,其特征是,所述的励磁永磁体设置于旋转机构的外端面上。

3. 根据权利要求1所述的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,其特征是,所述的不相接触是指:旋转机构活动设置于固定套筒的内部或旋转机构活动设置于固定套筒的外部且两者同轴旋转。

4. 根据权利要求1所述的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,其特征是,所述的磁致变形体的末端设有磁偏置永磁体。

5. 根据权利要求1所述的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,其特征是,所述的传感体的个数为一个以上沿固定套筒径向、轴向或以阵列方式排布。

## 用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种传感器技术领域的装置,具体是一种基于永磁、磁致伸缩和压电等材料或器件复合作用的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器。

### 背景技术

[0002] 传统方式的转角或扭矩传感器都采用粘贴应变片并组成桥路进行轴系的扭转测量,而准确实时监测高速回转机械的性能,对于如汽车、航空发动机、机床等交通工具和设备的使用性能优化和运行安全都至关重要,这也迫切需要一种集成化的旋转机构,可以用来同时监测转轴的转速、转向以及准静态和动态转矩的变化,目前研制这样一种功能集成的一体化旋转机构存在很大困难。

[0003] 经过对现有技术的检索发现,中国专利申请号 200510115149,记载了一种“夹环式扭矩传感器”,该技术采用应变片来实现扭矩信号的采集和传感,那么应变片的粘贴部位的选择,电桥的灵敏度都是信号获取质量的关键,特别是应变片所采集的信号必须通过缆线传导,所以对于转动轴系的检测这种有缆传感的方式,使用起来很不方便,甚至对于高速转动该方式不能使用。

### 发明内容

[0004] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,其结构紧凑、结构强度高,无需电源驱动的情况下可方便获得传感电信号,该信号与被检测机构的转角、转矩、转向和转动转数具有直接对应关系,传感信号灵敏、精确。作为传感部件,其结构简单,方便在对被检测系统不作任何改变时,与被检测装置或系统一体化集成,特别适合于转动轴系的连接和集成应用。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的,本发明包括:固定套筒、旋转机构、磁致变形体、力转换体、励磁永磁体、传感体紧固件、转动套筒紧固件,其中:励磁永磁体设置于旋转机构上,磁致变形体、力转换体和传感体紧固件依次固定串联连接并设置于固定套筒上,固定套筒与旋转机构不相接触。

[0006] 所述的旋转机构包括:转动套筒、转动套筒紧固件和转轴,其中:转动套筒和转轴由外而内依次套接,若干个转动套筒紧固件分别设置于转动套筒上,转轴的外侧与转动套筒紧固件固定连接。

[0007] 所述的旋转机构在另一种实施方式下直接采用转轴替代;

[0008] 所述的励磁永磁体设置于旋转机构的外端面上。

[0009] 所述的不相接触是指:旋转机构活动设置于固定套筒的内部或旋转机构活动设置于固定套筒的外部且两者同轴旋转。

[0010] 所述的磁致变形体和力转换体在受力方向上串联固接成一个传感体,该传感体嵌入在固定套筒壁中,由传感体紧固件固定在固定套筒中使得传感体与固定套筒无间隙接触连接。

[0011] 所述的磁致变形体的末端设有磁偏置永磁体；

[0012] 所述的传感体的个数为一个以上沿固定套筒径向、轴向或以阵列方式排布。

[0013] 所述的力转换体为应变材料体、压电材料体、磁致伸缩材料体、电光材料体、磁光材料体或电热材料体。

[0014] 当励磁永磁体相对传感体旋转时，励磁永磁体经历由远至近再远离这样一个偏转过程，由于励磁永磁体的磁场对磁致变形体施加磁激励，致使其变形伸长或收缩而产生应变，该应变会作用在力转换体上，而致使力转换体产生对应的电信号或磁信号，并且所产生的信号强度相应励磁永磁体的偏转，发生由弱到强再到弱的过程并产生对应电或磁信号，该电 / 磁信号的强度变化与励磁永磁体的偏转角度有对应关系，所以通过检测励磁永磁体转动过程中的电 / 磁信号的变化可以标定力转换体的信号与励磁永磁体及转轴转动角度之间的关系，从而通过测量力转换体的信号，而得到转轴旋转变化的角度。

[0015] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：1、实现了一种兼有转角和扭矩传感功能的传感器；2、实现了一种小角度转角和准静态扭转据传感功能；3、实现了一种轴系旋转状态下的转矩传感；4、实现了一种轴系旋转方向和旋转转数计数传感功能；5、传感器结构简单，组成部件少，并且安装方便，不需改变被测转轴的任何现有结构。

[0016] 基于以上优点，本发明可用于各种回转机构，或各种需要进行扭力、扭矩检测的机构或器件。

#### 附图说明

[0017] 图 1 为实施例 1 结构示意图。

[0018] 图 2 为实施例 2 结构示意图。

[0019] 图 3 为实施例 3 结构示意图。

#### 具体实施方式

[0020] 下面对本发明的实施例作详细说明，本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0021] 如图 1 所示，本实施例包括：固定套筒 1、转动套筒 2、转轴 3、磁致变形体 5、力转换体 6、励磁永磁体 7、传感体紧固件 8、转动套筒紧固件 9，其中：固定套筒 1、转动套筒 2 和转轴 3 由外而内依次套接，励磁永磁体 7 以及两个转动套筒紧固件 9 分别设置于转动套筒 2 上，磁致变形体 5、力转换体 6 和传感体紧固件 8 依次固定串联连接并设置于固定套筒 1 上。

[0022] 所述的磁致变形体 5 和力转换体 6 在受力方向上串联固接成一个传感体，该传感体嵌入在固定套筒 1 中并与传感体紧固件 8 固定在固定套筒 1 中，并保证在传感体受力方向上传感器与固定套筒无间隙接触连接。

[0023] 所述的转轴 3 的外侧与转动套筒 2 紧固件固定连接。

[0024] 所述的固定套筒 1 固定不动，转动套筒 2 和励磁永磁体 5 随转轴同步转动。

[0025] 本实施例工作时，根据该装配组成和结构形式，传感体由于在受力方向上的上下两端被固定在固定套筒 1 壁中，如图 1、2 所示，当转轴 3 转动带动与其固连的转动套筒 2 上的励磁永磁体 7 随动，励磁永磁体 7 相对传感体旋转，并且如图 1 所示，励磁永磁体 7 逆时针

转动,其一极相对传感体可实现由远至近再远离这样一个偏转过程,由于励磁永磁体 7 的磁场对磁致变形体 5(如巨磁致伸缩材料体)施加磁激励,致使其变形伸长或收缩而产生应变,该应变会作用在力转换体 6(如压电材料或磁致伸缩材料)上,而致使力转换体 6 产生对应的电信号或磁信号,并且所产生的信号强度相应励磁永磁体 7 的偏转,发生由弱到强再到弱的过程。

[0026] 因此,在以上过程中,传感体两端卡死在管壁内时,磁致变形体 5 受励磁永磁体 7 磁场的“由弱到强再变弱”变化的过程,对应产生伸长和收缩复原的过程,而伸长和收缩复原产生的力将直接作用在力转换体 6 上,而产生对应电或磁信号,该电或磁信号的强度变化与励磁永磁体 7 的偏转角度产生对应关系,并进行标定后,则检测励磁永磁体 7 转动过程中的电/磁信号的相应变化及强度,可以得到转轴 3 旋转变化的角度。特别是对于当转轴 3 转动角度小于 360 度的情况,转轴 3 带动励磁永磁体 7 转动靠近和远离传感体的过程和程度都可以由力转换体 6 所传输出来的对应信号的强弱反应出来。所以,标定好感应电/磁信号的强弱变化与转轴转动角度的关系,检测到传感体电磁信号可以检测转轴 3 旋转的角度。这种检测转角的实施方式也可以用于检测由于外力作用在转轴 3 上时,转轴 3 发生微小扭转,致使励磁永磁体 7 的一极靠近传感体的程度发生对应改变,而使力转换体 6 感应信号相应改变,标定之后,可以实现检测作用在转轴 3 上的准静态扭力下的微转角扭力矩。

[0027] 对于以上实施例,还存在一种转轴 3 动态回转的情形,当转轴 3 在没有负载或有负载但达到动平衡转动时,励磁永磁体 7 每随转轴 3 旋转一周经过传感体产生感应信号的时间是固定的,但是当转轴 3 带动负载或所带动的负载发生变化时,即动平衡产生变化时,则会在转轴 3 上产生一个扭转矩,致使转轴 3 在该扭转矩的作用下发生(微)扭曲,该扭曲将致使固连在转轴外侧的励磁永磁体 7 相对于在无负载或负载无变化时的状态时产生一个随转轴 3 扭曲变形产生的轴切向扭转弹性变形微小角位移。该微小角位移会导致励磁永磁体 7 经过传感体时,传感体所产生的感应电/磁信号相比没有负载或负载无变化时所产生的感应信号的周期之间产生一个(瞬时)微小感应信号相位差,该相位差与转矩变化存在对应关系。所以如果传感体足够灵敏,那么此时通过检测负载变化前后传感信号检测周期的相位差,通过标定,便可以测出回转情况下转轴 3 所承受的扭力矩。

[0028] 另外,在以上实施过程中,对于传感体,当励磁永磁体 7 作用在磁致变形体 5 上的磁场方向与作用在磁致变形体 5 上的磁场同向时,励磁永磁体 7 旋转时,磁致变形体 5 的励磁强度将会在励磁永磁体 7 的同向磁场激励下进一步加强,使变形量先进一步增加,从而力转换体 6 所受压力增大,感应电磁信号进一步加强,然后随着励磁永磁体 7 的继续旋转,励磁永磁体 7 的一极远离的同时,另一极逐渐靠近,而削弱作用于磁致变形体 5 上的磁场,而使磁致变形体 5 在初始永磁偏置的基础上缩短,从而力转换体 6 所受压力减小,感应压电/磁信号相应减弱。在这种情况下,传感电信号可显示“先强后弱”的信号形式。同理,当励磁永磁体 7 初始旋转以之前相反,那么传感电信号可显示“先弱后强”的信号形式。此时,根据这两种信号形式,我们可以判定转轴旋转的方向,以及还可以根据信号由强到弱,或由弱到强变化的次数判定转轴 3 旋转的转数,即可以检测到了转轴转向和转数传感器。

[0029] 实施例 2

[0030] 如图 2 所示,本实施例包括:固定套筒 1、转轴 3、磁偏置永磁体 4、磁致变形体 5、力转换体 6、励磁永磁体 7 和传感体紧固件 8,其中:固定套筒 1 和转轴 3 由外而内依次套接,

励磁永磁体 7 设置于转轴 3 上,磁偏置永磁体 4、磁致变形体 5、力转换体 6 和传感体紧固件 8 依次固定串联连接并设置于固定套筒 1 上。

[0031] 所述的励磁永磁体 7 设置于转轴 3 的外端面上,此种情形下,转动转轴 3 或直接转动永磁体 7(如用手转动),也可以实现实施例 1 所能检测的相应功能。

[0032] 实施例 3

[0033] 如图 3 所示,本实施例中所述的转轴 3 为管状结构,所述外套管 1 及其传感体置于转轴 3 的内部并实现上述实施例中记载的各种传感功能。

[0034] 通过以上所述的装置和实施技术环节,本装置通过检测励磁永磁体 7 在转动过程中激励传感体上的力转换体 6 而产生相应电 / 磁信号的变化,本装置首先对于小于 360 度转轴转动情况所提装置传感器可以作为转角或准静态扭力下转轴的扭矩传感器。其次,通过标定所产生电 / 磁信号与励磁永磁体 7 即转轴 3 在旋转动平衡建立前后的转动角度或转动周期相位变化之间的对应关系,可得到转轴 3 旋转变化的角度或扭转力矩。最后,根据所提装置的传感体中设置的永磁偏置环节,所述传感器还可以是转轴 3 转向和转数传感器。

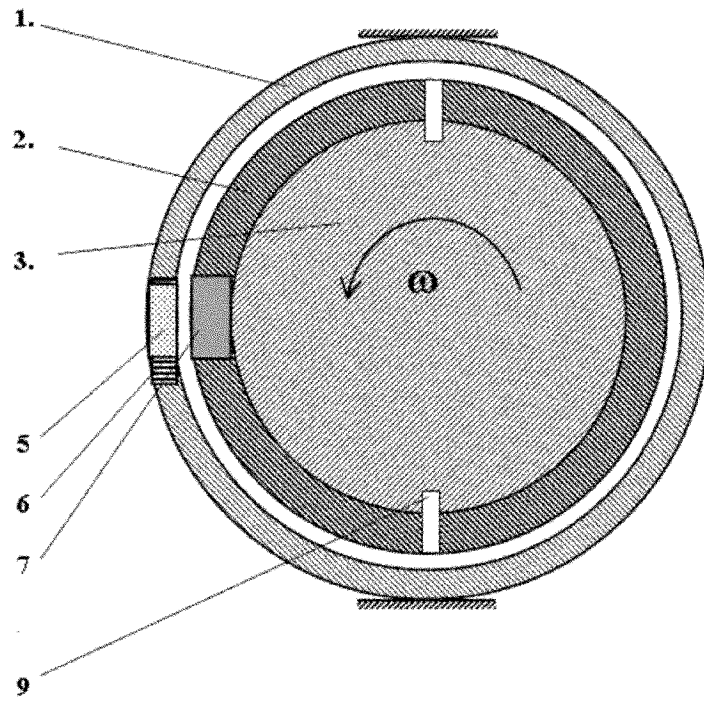


图 1

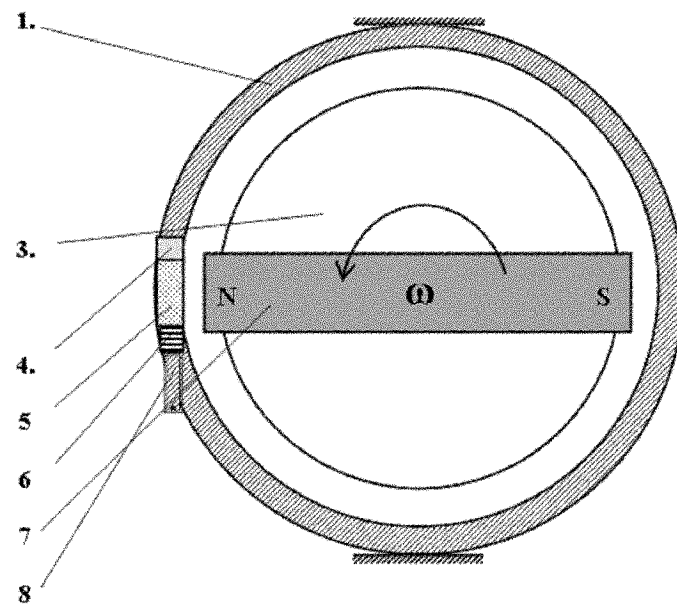


图 2

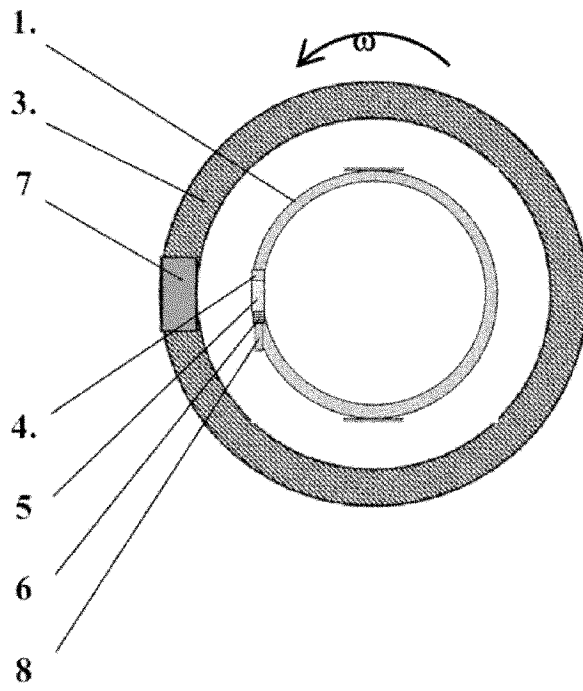


图 3