



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102506698 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201110343543. X

(22) 申请日 2011. 11. 04

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193 号

(72) 发明人 陈无畏 赵林峰 姜武华 周磊磊
毕玲峰 王金波

(74) 专利代理机构 合肥金安专利事务所 34114
代理人 范克明 金惠贞

(51) Int. Cl.

G01B 7/30(2006. 01)

G01L 3/02(2006. 01)

G01P 13/04(2006. 01)

G01D 5/16(2006. 01)

审查员 周亮

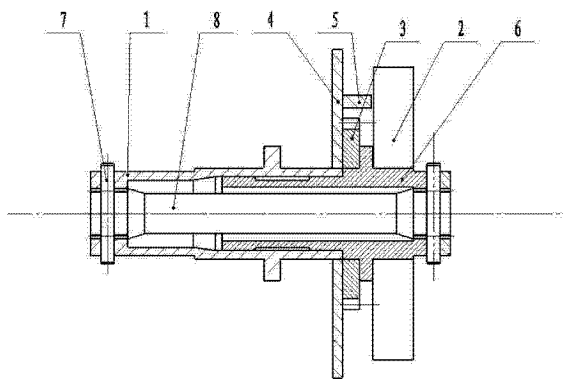
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种非接触式转角转矩传感器

(57) 摘要

本发明涉及一种的基于磁阻效应的用于检测精密机构高精度转角和转矩的传感器,包括:输入轴部件、输出轴部件、信号盘、托盘、扭杆弹簧、转角测量部件、磁阻传感器组件。转角测量部件固定在输入轴部件上面用于测量绝对转角值;信号盘固定在输入轴部件上面加上固定在台架盘上面的磁阻传感器组件来测量转矩值。在测量转角和转矩都采用了 KMZ41 磁阻芯片,因而不与测量的部件直接接触。本发明其结构紧凑、结构强度高,精度高、寿命长,可方便获得转角转矩值。



1. 一种非接触式转角转矩传感器,包括输入轴部件、输出轴部件、扭杆弹簧、转角测量部件、磁阻传感器组件、信号盘、台架盘;其特征在于具备:输入轴部件和输出轴部件通过扭杆弹簧相连接,输入轴部件与扭杆弹簧通过销机械连接,输出轴部件与扭杆弹簧销机械连接;

信号盘和输入轴部件连接,台架盘和输出轴部件连接;

转角测量部件与输入轴部件连接固定在一起,可以测量输入轴部件的绝对转角;

转角测量部件包括主动齿轮、第一从动齿轮、第二从动齿轮,主动齿轮与输入轴机械连接,第一从动齿轮和第二从动齿轮分别和主动齿轮相啮合,第一从动齿轮和第二从动齿轮中间均嵌有能产生磁场的磁铁;

转角测量部件中第一从动齿轮和第二从动齿轮的齿数不同;

转角测量部件中第一从动齿轮和第二从动齿轮的上方均安装有磁阻芯片,该磁阻芯片能够分别测量出第一从动齿轮和第二从动齿轮的转角,且磁阻芯片距离磁铁不超过 3mm。

2. 根据权利要求 1 所述的一种非接触式转角转矩传感器,其特征在于:测量输入轴和输出轴的相对转角的磁阻传感器组件安装在台架盘上;

3. 根据权利要求 1 所述的一种非接触式转角转矩传感器,其特征在于:当输入轴部件被加载扭矩,扭杆弹簧会发生扭转变形,输入轴部件和输出轴部件就会发生相对转动,信号盘与输入轴部件通过过盈配合相固接,信号盘跟随输入轴部件一起转动,信号盘与安装在台架盘上的磁阻传感器组件之间有相对转动,磁阻传感器组件中的磁阻芯片就可以直接测得此相对转角,通过后处理芯片就能直接计算出施加在输入轴的转矩。

4. 根据权利要求 2 所述的一种非接触式转角转矩传感器,其特征在于:信号盘和输入轴部件通过过盈配合配合机械连接在一起,台架盘和输出轴部件通过过盈配合机械连接在一起,磁阻传感器组件通过螺钉机械固定在台架盘上。

5. 根据权利要求 1 所述的一种非接触式转角转矩传感器,其特征在于:信号盘、台架盘、扭杆弹簧以及磁阻传感器组件组成的转矩测量组件测量出施加在输入轴的转矩;后处理芯片分别计算出输入轴的转角和转矩,实现对转矩测量和转角测量的集成。

一种非接触式转角转矩传感器

技术领域

[0001] 本发明属于磁、机电一体化数字式传感器领域,具体涉及一种非接触式磁阻转矩转角传感器。

背景技术

[0002] 转向扭矩、角度及方向是汽车行驶中的重要参数,特别是对于装备有电动助力转向系统的汽车而言。扭矩传感器是电动助力转向系统是关键部件之一。而将转向扭矩、角度及方向三者的测量集成到单一的传感器上进行是汽车发展必然的选择,同时非接触式扭矩传感器也必将代替接触式扭矩传感器。扭矩传感器成本的降低及测量更加易于实现也将成为电动助力转向快速发展的一个重要因素。因此为电动助力转向提出一种符合条件的结构并做出研究是非常必要的。

[0003] 传统的转角传感器,有的采用在旋转轴上安装加工有栅槽的齿盘,通过发光晶体管产生光源,光敏电阻元件接受光信号,输出脉冲电信号,信号频率对应一定的转速数据,实现转速的测量。转速传感器的测量精度主要受栅槽齿的间距、光敏元件信号的分辨率和电路性能限制。

[0004] 传统的扭矩传感器也由转速传感器和受扭矩的弹性元件等组成。弹性元件上贴有应变片,弹性元件受扭矩后应力发生变化,应变片输出电信号,通过集流环将信号引出,信号大小对应一定的扭矩数据。

[0005] 为了克服传统的转角传感器测量精度受到栅槽齿的间距和光敏元件信号分辨率的限制等不足以及转矩信号测量精度不足,本文系统地探讨和建立了一种基于磁阻效应的,可以同时测量转向扭矩、角度及转向方向的转向传感器。该传感器精度很高,能够满足电动助力转向系统的要求。

[0006] 目前,这种非接触式转矩转角传感器适用于例如汽车的电动助力转向技术方面作为电动助力转向中主要参数转矩和转角来检测因驾驶员的转向操作而旋转的转向轴的转角和转矩。一般在检测转角所用的方法为:一边与转向轴的转向联动而是主动齿轮一体旋转,一边根据与该主动齿轮啮合的多个从动齿轮之间产生的旋转的相位差,通过在 ARM 中的数据处理运算出绝对转角。在检测转矩中所用的方法是通过一个扭杆将两个轴连接在一起,在这两个轴上面装上旋转角度的检测装置,当转矩作用于两轴之间并产生轴间的扭曲时,通过比较旋转轴的旋转角度可以检测出转矩。这样不管是对转角还是转矩的测量都转化为对转角的测量。

发明内容

[0007] 为了克服上述各种转角测量存在的不足,本发明提供了一种基于磁阻效应来检测绝对转角的转角测量装置,来分别测量方向盘转过的转角和以及驾驶员所施加的转矩。

[0008] 本发明解决测量方向盘转角的技术问题所采用的技术方案是:采用了一种大范围高精度绝对转角测量装置,具有与旋转体相连的主动齿轮 9 和与主齿轮啮合的第一从动齿

轮 10 和第二从动齿轮 12 ;在第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 中内嵌有产生磁场的磁铁 11,在第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 的上方分别设置有测量转角芯片组合 17a 和测量转角芯片组合 17b。所述第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 的齿数不同 ;主动齿轮 9 与第一从动齿轮 10 的齿数比为 3,与第二从动齿轮 12 的齿数比为 2。所述磁阻芯片 13 距离磁铁 11 距离不超过 3mm。

[0009] 基于此装置设计的方向盘转角传感器可以满足汽车方向盘 5 圈角度测量范围要求,输出角度分辨率可以达到 0.1 度,满足车辆电子助力转向(EPS)系统的使用要求。此装置输出的为绝对转角,方向盘零点位置为机械记忆,传感器掉电后下次上电仍可以记忆,无需辅助系统计算或存储零点位置。本发明借助基于磁阻效应(MR)的角度探测芯片测量单圈角度。该芯片将四个磁电阻(MR)构成惠更斯电桥结构,该结构可以减少外界环境对传感器输出稳定性的影响,增加传感器灵敏度。

[0010] 本发明解决测量转矩的技术问题所采用的技术方案是 :将信号盘 3 与输入轴部件 1 通过过盈配合相固接,将测量输入轴部件 1 与输出轴部件 6 相对转角的磁阻传感器组件 5 与输出轴部件 6 相固接,这样当输入轴部件 1 与输出轴部件 6 因转矩作用发生相对转动的时候,二者之间会产生一个相对转角。在外加磁场的作用下测量转角芯片组合 17 可以检测通过后处理芯片 15 得到这个角度,再通过后处理芯片 15 可以把所施加的转矩计算出来。本发明的目的在于提供一种可以没有误差、高精度且高分辨率地检测出转向轴等旋转轴的旋转角度及转矩的旋转角度检测装置。

[0011] 本发明所提供的旋转角度检测装置包括 :具有扭杆的轴部 ;检测上述轴部的旋转角度的旋转角度检测部 ;检测上述扭杆弹簧 8 的扭转角度的转矩检测部,其中,上述旋转角度检测部及上述转矩检测部通过利用彼此的检测结果来提高自身的检测精度。

[0012] 在上述的旋转角度检测装置中,旋转角度检测装置在检测轴部的旋转角度时利用转矩检测部的检测结果。另一方面,转矩检测部在检测轴部的转矩时利用旋转角度检测部的检测结果。因此,与以往单独地进行各种检测的情况相比,可以高精度且高分辨率地检测出轴部的旋转角度及转矩。

[0013] 本发明有益效果是 :实现非接触式测量转角和转矩,与以前的相关发明相比还具有结构简单,精度高,灵敏度高,寿命长等特点。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明传感器整体的结构图。

[0015] 图 2 是本发明转角测量部件的机械部分的结构图。

[0016] 图 3 是图 2 的转角信号测试的原理图。

[0017] 图 4 是磁阻芯片测量转角信号电路图。

[0018] 图 5 是 KMZ41 磁阻芯片 13 输出信号图。

[0019] 图 6 表示了转角信号处理流程图。

[0020] 图 7 表示了转矩信号测量示意图。

[0021] 图 8 表示了转矩信号测量原理图。

[0022] 标记说明 :1 输入轴部件,2 转角测量部件,3 信号盘,4 台架盘,5 磁阻传感器组件,6 输出轴部件,7 销,8 扭杆弹簧,9 主动齿轮,10 第一从动齿轮,11 磁铁,12 第二从动齿

轮,13 KMZ41 磁阻芯片,14 UZZ9001 微处理芯片,15 后处理芯片,17 测量转角芯片组合,17a 第一测量转角芯片组合,17b 第二测量转角芯片组合。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0024] 如图 1 所示的本发明的整体结构图。从外观看输入轴部件 1 和输出轴部件 6 并没有直接连接在一起,但内部却通过扭杆弹簧 8 相连接。输入轴部件 1 与扭杆弹簧是通过销连接固定在一起的,输出轴部件 6 与扭杆弹簧 8 之间是通过另一个销连接固定。转角测量部件 2 和输入轴部件 1 连接固定在一起,可以测量输入轴部件的绝对转角。转角测量部件 2 主要包括:主动齿轮 9,第一从动齿轮 10,第二从动齿轮 12,磁铁 11,测量转角芯片组合 17 (包括 KMZ41 磁阻芯片 13 以及 UZZ9001 微处理芯片 14)等。其中如图 3 所示:第一从动齿轮 10 上面的磁铁 11 对应着第一测量转角芯片组合 17a,第二从动齿轮 12 上面的磁铁 11 对应着第二测量转角芯片组合 17b,通过测量转角芯片组合 17 可以分别测得第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 转过的转角,再把测得的角度值发送给后处理芯片 15 经过计算以后得到测量输入轴部件 1 所转过的角度值。因此转角测量部件 2 主要作用是测量输入轴部件 1 所转过的角度,实现传感器测量转角的功能。

[0025] 信号盘 3 是用硅钢加工成的齿轮形装置,再外加磁场的激励下会产生较强的磁场,通过过盈配合与输入轴部件 1 连接在一起,当输入轴部件 1 旋转一定角度时会带动信号盘 3 转动相同的角度,引起测量转角芯片组合 17 周围的磁场变化。磁阻传感器组件 5 主要包括:矩形磁铁 11 和测量转角芯片组合 17,测量转角芯片组合 17 贴在矩形磁铁 11 上面。磁阻传感器组件 5 可以测得在测量转矩时输入轴部件 1 和输出轴部件 6 之间的相对转角。磁阻传感器组件 5 固定在信号盘 3 上面,信号盘 3 和输出轴部件 6 通过过盈配合连接在一起。当输出轴部件 6 转动一定角度时会带动信号盘 3 转动从而带动磁阻传感器组件 5 转动同样的角度。当传感器在测量转矩时,输入轴部件 1 被加载扭矩,信号盘 3 跟随输入轴部件 1 一起转动,磁阻传感器组件 5 跟随输出轴部件 6 一起转动,这样信号盘 3 和磁阻传感器组件 5 之间就会产生相对转动,通过磁阻传感器组件 5 可以测得相对转角,利用测得的相对转角值可以在后处理芯片 15 中计算出转矩值。

[0026] 该传感器就实现了转角和转矩同时测量。

[0027] 图 2 所示的一种大范围高精度绝对转角测量部件 2 的机械部分主要包括:主动齿轮 9,第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12。其中主动齿轮 9 第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 与主动齿轮 9 啮合;当输入轴部件 1 转动一定角度时,主动齿轮 9 也转动同样的角度,主动齿轮 9 通过齿轮啮合带动第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 分别转动不同的角度(因为所述第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 的齿数不同)。在第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 中内嵌有产生磁场的磁铁 11,在第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 的上方分别设置有第一测量转角芯片组合 17a 和第二测量转角芯片组合 17b。其中第一测量转角芯片组合 17a、第二测量转角芯片组合 17b 和测量转角芯片组合 17 (包括 KMZ41 磁阻芯片 13 以及 UZZ9001 微处理芯片 14)是一样的。其中 KMZ41 磁阻芯片 13 用于探测磁场方向变化, KMZ41 磁阻芯片 13 将测得的信号发送给 UZZ9001 微处理芯片 14,经过处理得到一个转角数值以后再发送给后处理芯片 15;这样后处理芯片 15 将两个转角值经过算法处理以

后就得到输入轴部件 1 所转过的角度值,实现传感器测量转角功能。KMZ41 磁阻芯片 13 距离磁铁 11 距离不超过 3mm。所述第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 的齿数不同:主动齿轮 9 与第一从动齿轮 10 的齿数比为 3~5,与第二从动齿轮 12 的齿数比为 2~3。

[0028] 图 3 表示了测量转角芯片组合 17 测量转角信号的原理,当主动齿轮 9 旋转运动,转过 φ 度时候,从第一从动齿轮 10 转过 θ 度和第二从动齿轮 12 转过 ψ 度。由于第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 齿数不同,所以 $\theta \neq \psi$ 。第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 旋转运动分别带动了与其镶嵌磁铁 11 旋转,因而引起了磁场的变化。在第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 中内嵌有产生磁场的磁铁 11,在第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 的上方分别设置有第一测量转角芯片组合 17a 和第二测量转角芯片组合 17b。其中第一测量转角芯片组合 17a、第二测量转角芯片组合 17b 和测量转角芯片组合 17 (包括 KMZ41 磁阻芯片 13 以及 UZZ9001 微处理芯片 14)是一样的。其中 KMZ41 磁阻芯片 13 用于探测磁场方向变化, KMZ41 磁阻芯片 13 将测得的信号发送给 UZZ9001 微处理芯片 14,经过处理得到一个转角数值以后再发送给后处理芯片 15;这样后处理芯片 15 将两个转角值经过算法处理以后就得到主动齿轮 9 转过的绝对转角 φ 。由于输入轴部件 1 和主动齿轮 9 通过过盈配合连接在一起,因此主动齿轮 9 转过的绝对转角 φ 就是输入轴部件 1 所转过的角度值,实现传感器测量转角的功能。

[0029] 图 4 表示了转角信号测量的部分电路图。通过图中可以知道测量转角芯片组合 17 包括:KMZ41 磁阻芯片 13 和 UZZ9001 微处理芯片 14。当第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 中间镶嵌的磁铁旋转一定角度时, KMZ41 磁阻芯片 13 可以检测到磁场的变化,将测得转角信号转换为正弦信号, KMZ41 磁阻芯片 13 的两组输出信号可以表示为:

$X(\alpha, T) = X_0(T) \sin(2\alpha)$
 $Y(\alpha, T) = Y_0(T) \sin(2\alpha)$, 如图 5 所示。将输出的信号发送给 UZZ9001 微处理芯片 14 经过

处理以后发送给后处理芯片 15,经过后处理芯片 15 处理以后可以得到绝对转角转角值。

[0030] 图 6 表示了转角信号处理流程图。在图 6 中可以清楚地看到 KMZ41 磁阻芯片 13 将输出的信号发送给 UZZ9001 微处理芯片 14,信号经过 UZZ9001 微处理芯片 14 以后发送给后处理芯片 15 经过计算得到了绝对转角 θ 。

[0031] 本发明提出了一套可以实现主动齿轮 9 位于 1680 度转角范围内的测量。在主动齿轮 9 旋转 1680 度范围内,利用第一从动齿轮 10 与第二从动齿轮 12 计算的转动角度关系,计算得到主动齿轮 9 旋转的角度。在本专利描述的齿轮比范围内,角度输出分辨率可高达 0.1 度,内部小齿轮角度测量精度更高。

[0032] 通过软件将当前第一从动齿轮 10 与第二从动齿轮 12 得到的角度组合通过数学公式转换就可以得出主动齿轮 9 角度。将其设定为零点,即将此时主动齿轮的角度作为偏移量并存储起来,下一时刻得到的角度减去此偏移量即可得到转动的角度。即使系统掉电后,下次上电可以通过当前第一从动齿轮 10 与第二从动齿轮 12 的组合减去存储的偏移量得到当前角度。这时系统输出的即为绝对转动角度。系统使用者可以在安装结束后进行零点确认,在系统生命历程中,无需进行再次零点确认,直至系统重新被安装。

[0033] 此算法具有很强的错误判断能力,当来自第一从动齿轮 10 与第二从动齿轮 12 的角度组合不在对应曲线允许的范围之内时,可以得知系统内部存在错误,因此该测量方法

具有纠错能力。

[0034] 由于在齿轮旋转的过程中,来自第一从动齿轮 10 和第二从动齿轮 12 实时读取的原始角度组合存在非线性,所以必须对读取回来的原始角度组合加以适当算法的判定,从而提高了测量的精度。

[0035] 图 1 所示本发明将信号盘 3 与输入轴部件 1 通过过盈配合相固接,将磁阻传感器组件 5 (用来测量输入轴部件 1 与输出轴部件 6 之间的相对转角)与输出轴部件 1 相固接,当输入轴部件 1 与输出轴部件 6 因转矩作用发生相对转动的时候,二者之间会产生一个相对转角。通过磁阻传感器组件 5 可以检测到这个角度,再通过后处理芯片 15 可以把所施加的转矩计算出来。图 7 表示了转矩信号测量局部放大示意图,在图中可以看到信号盘 3 与磁阻传感器组件 5 的位置关系。

[0036] 图 8 表示了转矩信号测量原理图。如图 8 所示信号盘 3 与磁阻传感器组件 5 之间测量转矩信号的原理示意图。永久磁场近似为磁场强度 H 在一定范围内不发生变化的磁场。当磁场内导磁介质的磁导率(相对)不同时,比如空气 $\mu = 1$,铸铁 $\mu = 200 \sim 400$,硅钢 $\mu = 7000 \sim 10000$,就会导致不同介质周围的磁感强度 B 的不同, B 的值与磁导率成正比。磁场的变化会引起测量转角芯片组合 17 中的 KMZ41 磁阻芯片 13 中的 $R1$ 和 $R2$ 电阻值的变化。如将图 8 中磁阻传感器组件 5 中的 KMZ41 磁阻芯片 13 的 $R1$ 的磁场增大,则 $R1$ 电阻值就会比 $R2$ 的电阻值大,则输出电压值将小于中心电压值。相反将 $R2$ 的磁场增大,则输出电压值将大于中心电压值。例如当信号盘如图方向旋转的时候,信号盘 3 的齿顶(铁磁体)间隙地从磁阻传感器组件 5 周围经过,此时,因为铁磁体的相对导磁率 $\mu = 200 \sim 400$ 远远大于空气的相对导磁率,故在齿顶经过磁阻传感器组件 5 时刻,齿顶周围的磁感强度 B 远比齿根处要大。图示位置,即是 $R2$ 此刻所受到磁场的影响远比 $R1$ 大,故 $R1$ 维持原值,而 $R2$ 电阻增大,使得 V_{out} 增大。又由于信号盘 3 以 ω 角速度旋转,则齿顶周期性地经过 $R1$, $R2$, $R1$, $R2$ 的电阻值随着磁感强度的变化而变化,使得 V_{out} 成周期性变化。输出电压信号 V_{out} 是一个准正弦信号。KMZ41 磁阻芯片 13 将该信号发送到 UZZ9001 微处理芯片 14 处理以后在经过后处理芯片 15 处理后就可以得到转矩值。

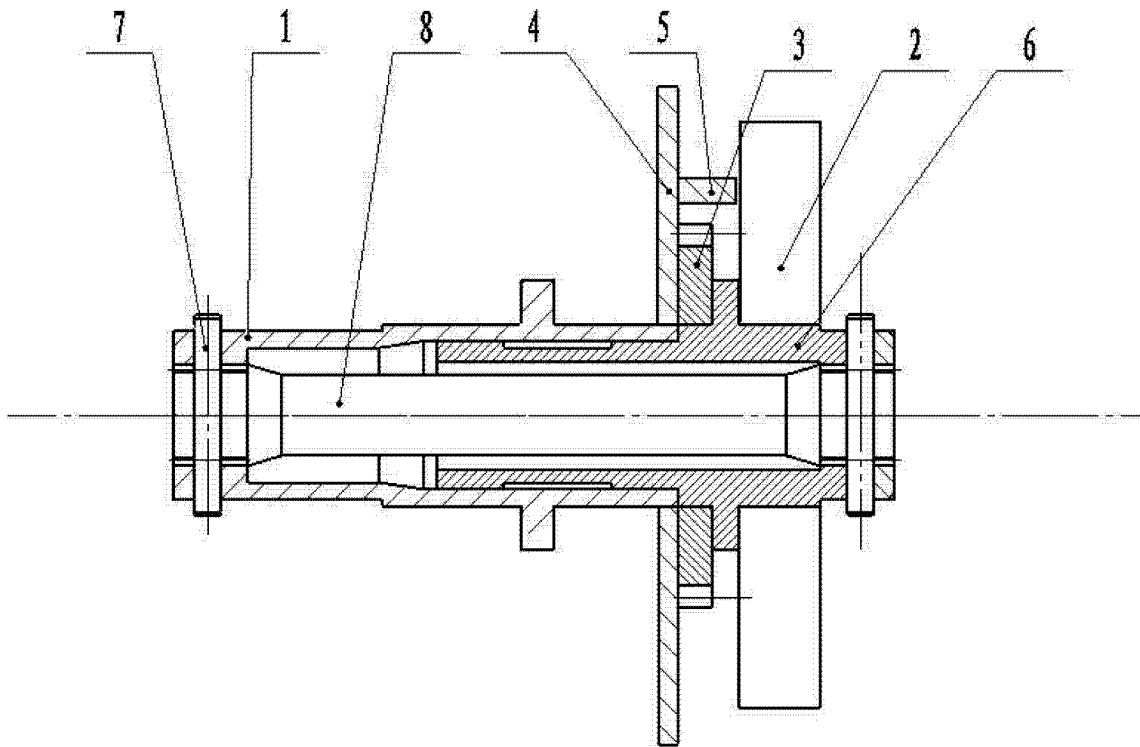


图 1

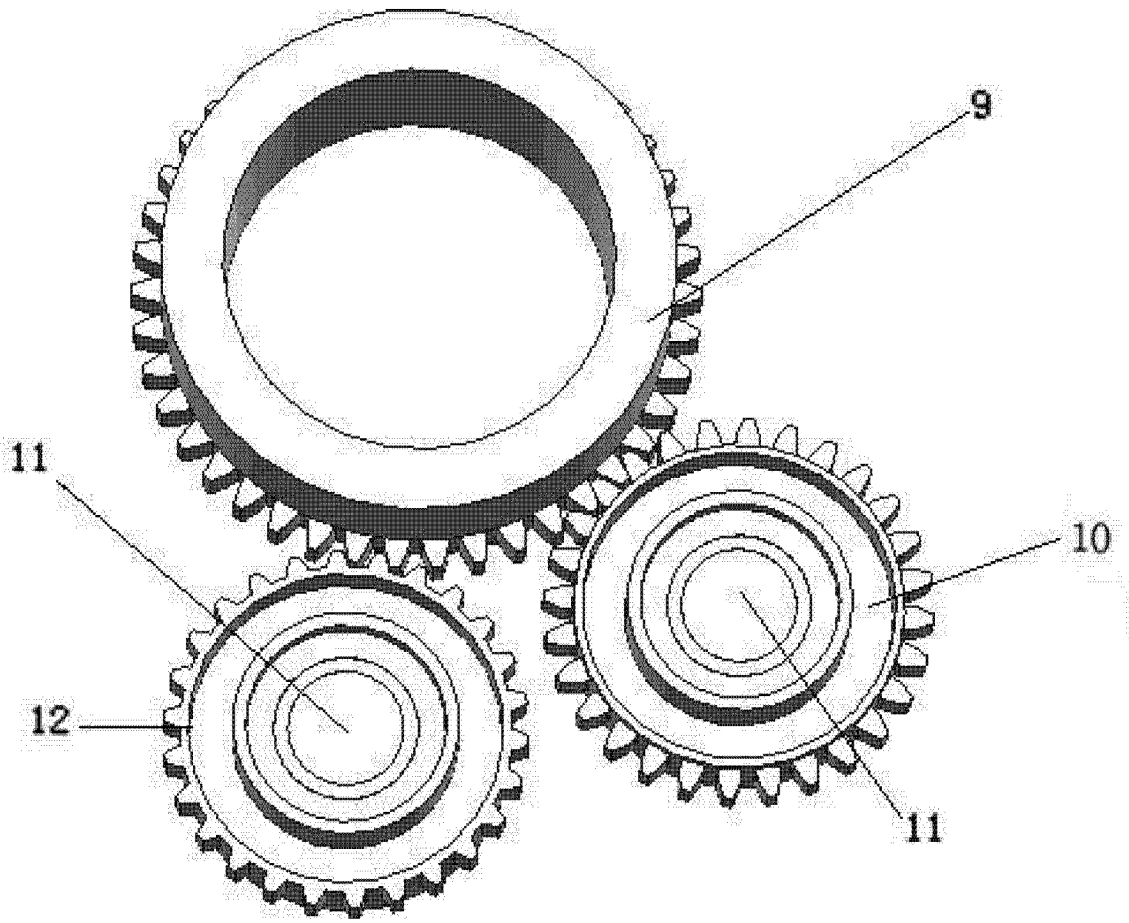


图 2

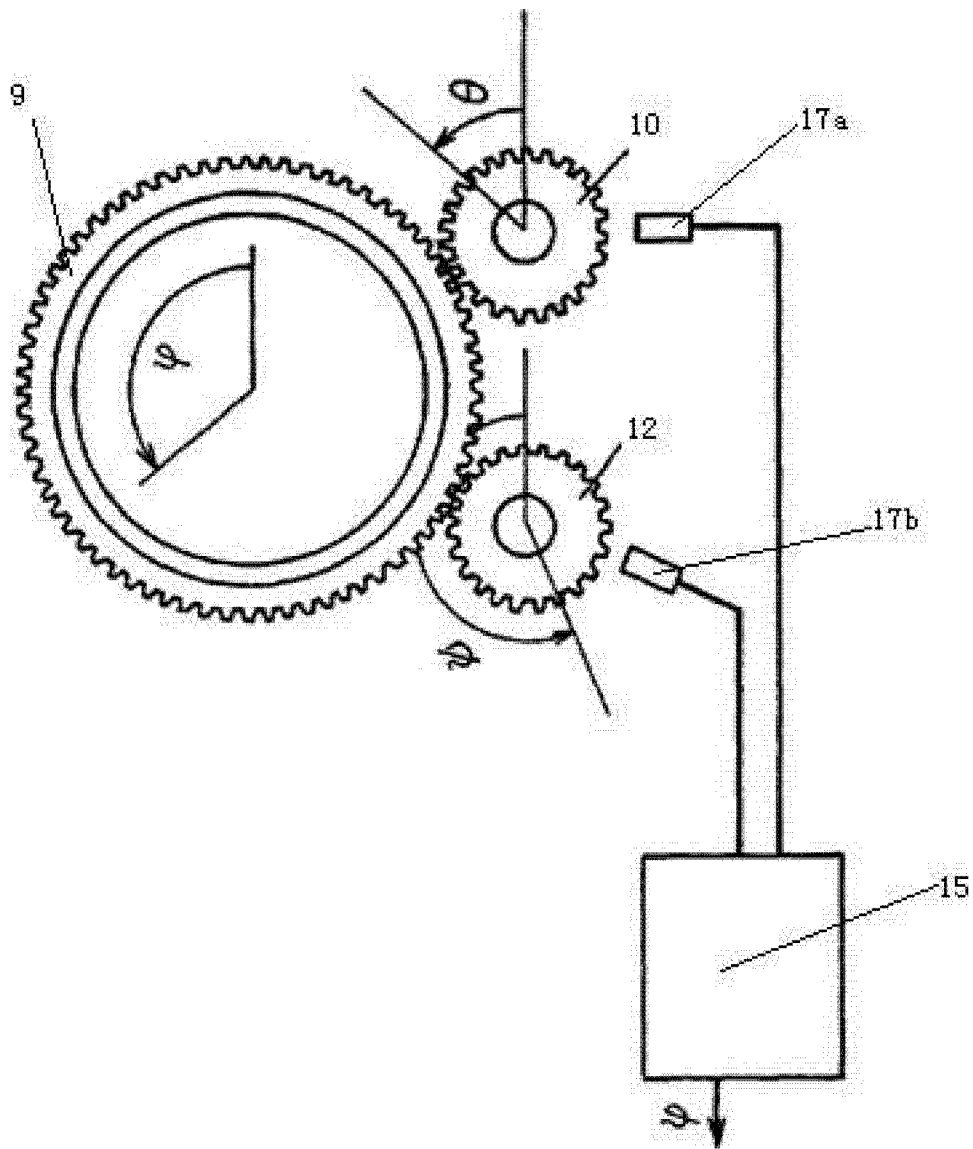


图 3

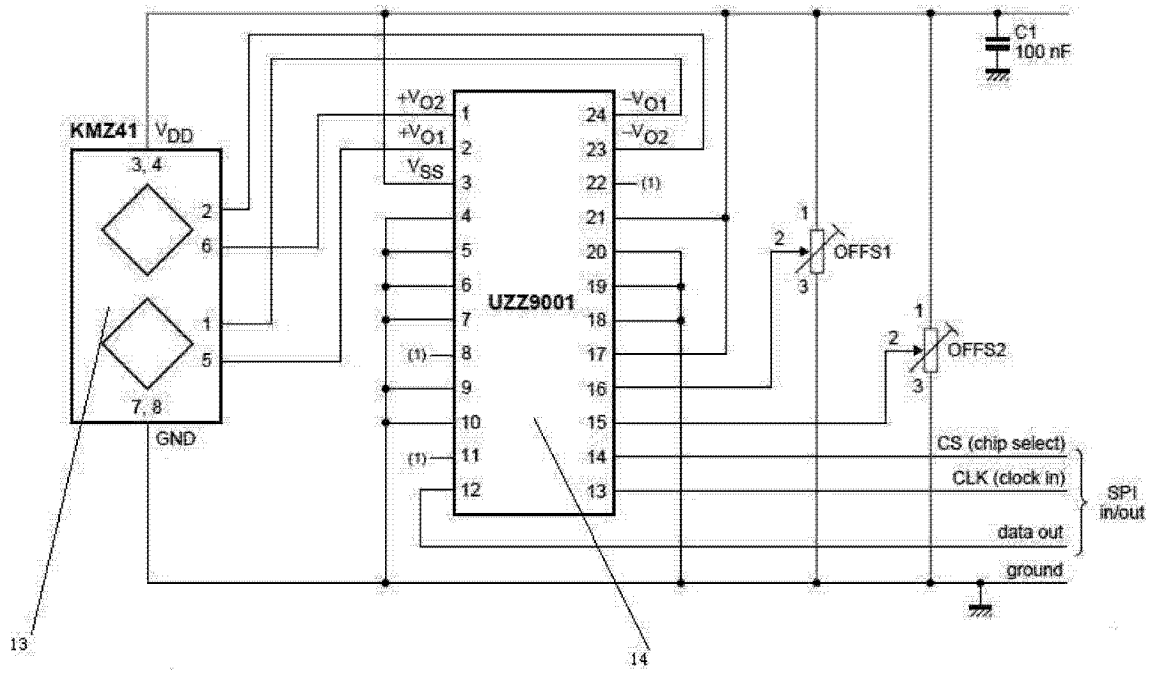


图 4

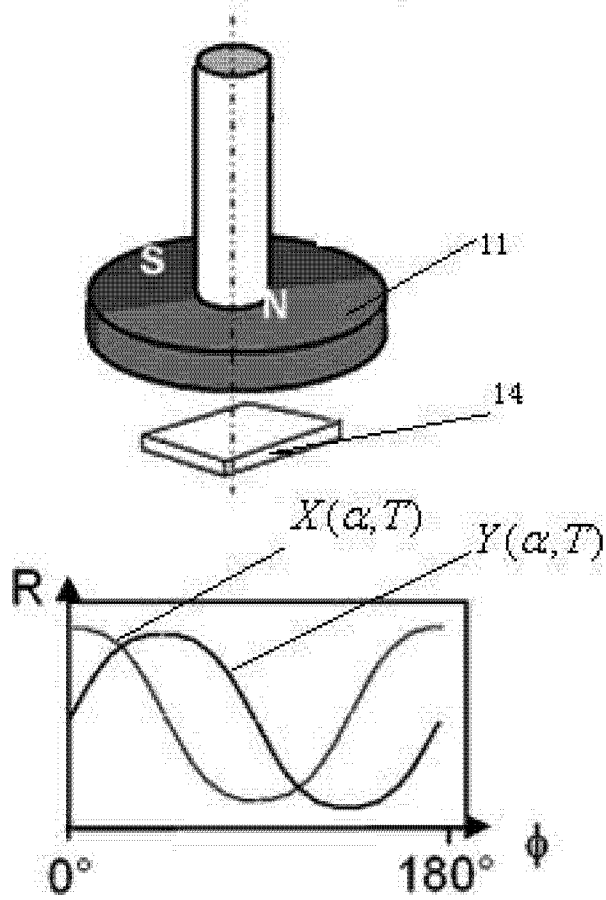


图 5

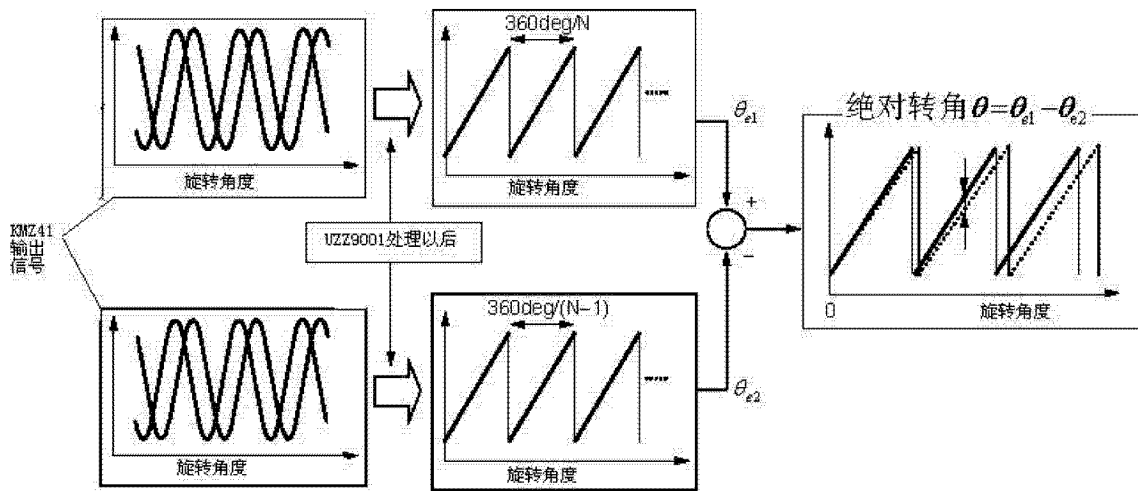


图 6

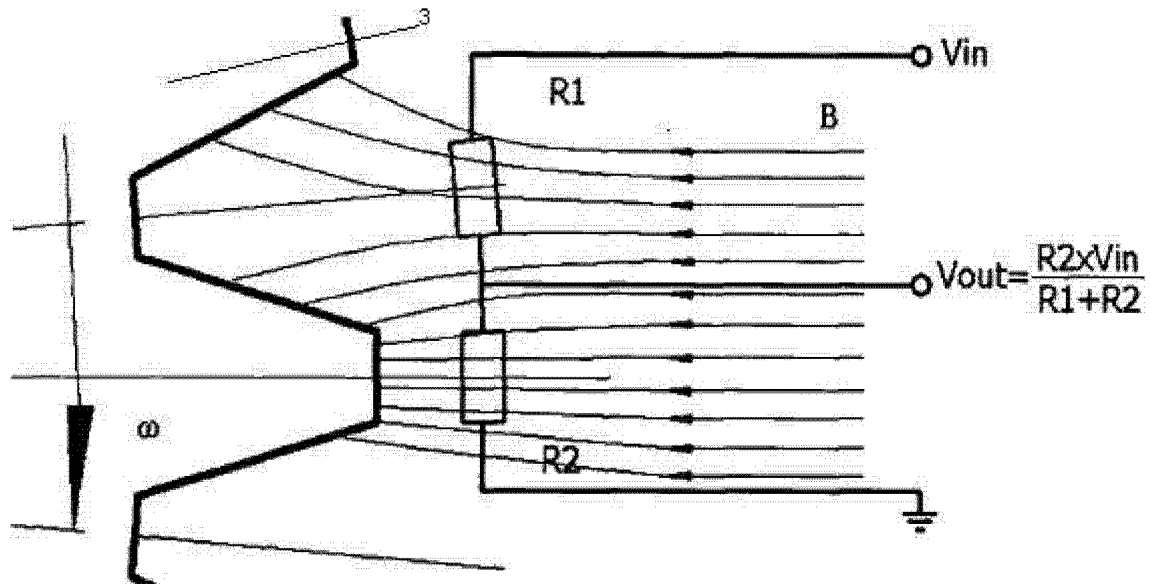


图 7

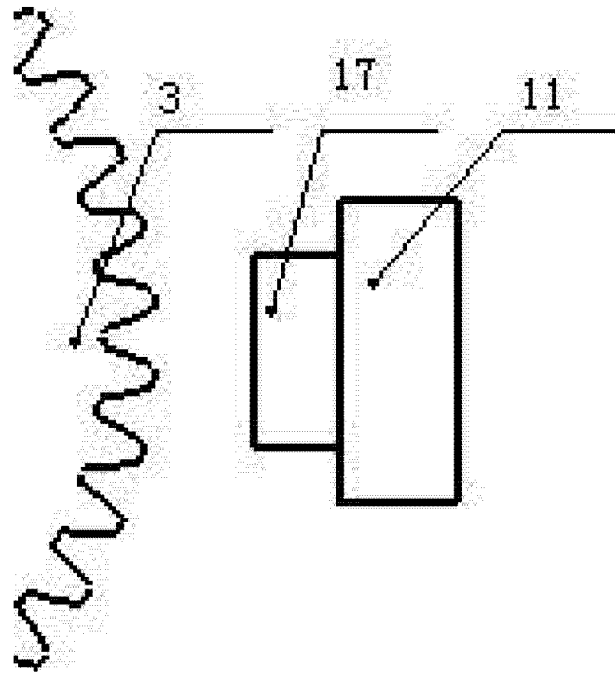


图 8