



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113008129 A

(43)申请公布日 2021.06.22

(21)申请号 201911320906.0

(22)申请日 2019.12.19

(71)申请人 重庆理工大学

地址 400054 重庆市巴南区李家沱红光大道69号

(72)发明人 刘小康 于治成 彭凯 汤其富

(74)专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123

代理人 康海燕 唐锡娇

(51)Int.Cl.

G01B 7/30(2006.01)

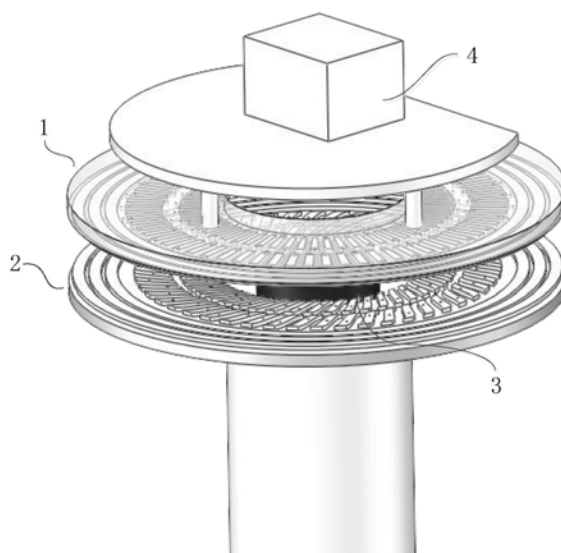
权利要求书5页 说明书14页 附图12页

(54)发明名称

多圈绝对式时栅角位移传感器

(57)摘要

本发明公开了一种多圈绝对式时栅角位移传感器,包括转子、定子、外部永磁体和韦根传感模块,转子的感应电极I和感应电极II为三测头结构形式,定子的激励电极I的A₁相激励信号引线与C₁相激励信号引线组成双绞线、B₁相激励信号引线与D₁相激励信号引线组成双绞线,定子的激励电极II的A₂相激励信号引线与C₂相激励信号引线组成双绞线、B₂相激励信号引线与D₂相激励信号引线组成双绞线。双绞线的结构形式能减小干扰信号对测量精度的影响;三测头的结构形式,能增大耦合电容值,从而提高信噪比,并且对其输出信号进行数据融合,还可以有效地消除某些特定频率的谐波误差;韦根传感模块能实现转动方向和转动圈数的测量,从而实现多圈绝对式角位移测量。



1. 一种多圈绝对式时栅角位移传感器,包括定子(1)和转子(2),转子与定子同轴安装,定子包括定子基体(14)和设置在定子基体表面的激励电极I(11)、激励电极II(12)和接收电极,转子包括转子基体(24)和设置在转子基体表面的感应电极I(21)、感应电极II(22)和反射电极,设置有感应电极I、感应电极II、反射电极的转子基体表面与设置有激励电极I、激励电极II、接收电极的定子基体表面正对平行,并留有间隙,感应电极I与激励电极I正对,感应电极II与激励电极II正对,反射电极与接收电极正对且与感应电极I、II相连;感应电极I由一圈相同的感应极片I沿圆周方向等间隔排布组成,感应电极II由一圈相同的感应极片II沿圆周方向等间隔排布组成;所述激励电极I(11)由一圈径向高度相同、圆心角相等的扇环形极片I沿圆周方向等间隔排布组成,第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I通过 A_1 相激励信号引线连成一组,组成 A_1 激励相,第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I通过 B_1 相激励信号引线连成一组,组成 B_1 激励相,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I通过 C_1 相激励信号引线连成一组,组成 C_1 激励相,第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I通过 D_1 相激励信号引线连成一组,组成 D_1 激励相, n_1 依次取0至 M_1-1 的所有整数, M_1 表示激励电极I的对极数;所述激励电极II(12)由一圈径向高度相同、圆心角相等的扇环形极片II沿圆周方向等间隔排布组成,第 $4n_2+1$ 号扇环形极片II通过 A_2 相激励信号引线连成一组,组成 A_2 激励相,第 $4n_2+2$ 号扇环形极片II通过 B_2 相激励信号引线连成一组,组成 B_2 激励相,第 $4n_2+3$ 号扇环形极片II通过 C_2 相激励信号引线连成一组,组成 C_2 激励相,第 $4n_2+4$ 号扇环形极片II通过 D_2 相激励信号引线连成一组,组成 D_2 激励相, n_2 依次取0至 M_2-1 的所有整数, M_2 表示激励电极II的对极数, M_2 与 M_1 互为质数;其特征是:

所述传感器还包括与转子同轴安装且随转子转动的外部永磁体(3)和固定安装在定子基体上的韦根传感模块(4);

所述 A_1 相激励信号引线与 C_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的内侧,所述 B_1 相激励信号引线与 D_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的外侧;所述 A_2 相激励信号引线与 C_2 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极II的内侧,所述 B_2 相激励信号引线与 D_2 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极II的外侧;

所述感应电极I(21)中的第 $3n_3+1$ 号感应极片I连成一组,组成 A_1 感应组,第 $3n_3+2$ 号感应极片I连成一组,组成 B_1 感应组,第 $3n_3+3$ 号感应极片I连成一组,组成 C_1 感应组, n_3 依次取0至 M_3-1 的所有整数, M_3 表示感应电极I的对极数, $M_3=M_1$;

所述感应电极II(22)中的第 $3n_4+1$ 号感应极片II连成一组,组成 A_2 感应组,第 $3n_4+2$ 号感应极片II连成一组,组成 B_2 感应组,第 $3n_4+3$ 号感应极片II连成一组,组成 C_2 感应组, n_4 依次取0至 M_4-1 的所有整数, M_4 表示感应电极II的对极数, $M_4=M_2$;

工作时,转子与定子相对转动,先对 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相分别施加相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号,此时激励电极I不工作,接收电极上输出第一组相位相差 120° 的同频等幅的第一、第二、第三行波信号,第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第一路位移信号 U_{o1} ,并存储此测量结果;然后迅速将所述的四路同频等幅正弦激励电信号切换到 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 激励相上,此时激励电极II不工作,接收电极上输出第二组相位相差 120° 的同频等幅的第四、第五、第六行波信号,第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第二路位移信号 U_{o2} ,对 U_{o2} 进行处理得到精测角位移值;对 U_{o2} 与 U_{o1} 进行对极定位处理,得到粗测对极位置值,将精测角位移值与粗测对极位置

值相结合得到单圈绝对角位移值;外部永磁体(3)随转子(2)同轴转动,触发韦根传感模块(4)中的韦根丝输出脉冲信号,对该脉冲信号进行处理,获得转子的转动圈数 N_{mt} ,将转动圈数 N_{mt} 与单圈绝对角位移值相加,得到多圈绝对角位移值。

2. 根据权利要求1所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述感应电极I(21)中的感应极片I的形状为极坐标下的 $[-\frac{\pi}{M_1}, 0]$ 区间或者 $[0, \frac{\pi}{M_1}]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形I,所述内圆弧所对的圆心角为 $\frac{\pi}{3M_1}$;

所述感应电极II(22)中的感应极片II的形状为极坐标下的 $[-\frac{\pi}{M_2}, 0]$ 区间或者 $[0, \frac{\pi}{M_2}]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形II,所述内圆弧所对的圆心角为 $\frac{\pi}{3M_2}$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 A_1 相过孔、内圈内侧设有第二 C_1 相过孔,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 C_1 相过孔、内圈内侧设有第二 A_1 相过孔, M_1 个第一 A_1 相过孔与 M_1 个第一 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_1 个第二 A_1 相过孔与 M_1 个第二 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 A_1 相过孔与第二 A_1 相过孔通过所述 A_1 激励信号引线相连,使第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 A_1 激励相,相邻的第一 C_1 相过孔与第二 C_1 相过孔通过所述 C_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 C_1 激励相;所述第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I的外圈端部设有第一 B_1 相过孔、外圈外侧设有第二 D_1 相过孔,第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I的外圈端部设有第一 D_1 相过孔、外圈外侧设有第二 B_1 相过孔, M_1 个第一 B_1 相过孔与 M_1 个第一 D_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_1 个第二 B_1 相过孔与 M_1 个第二 D_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 B_1 相过孔与第二 B_1 相过孔通过所述 B_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 B_1 激励相,相邻的第一 D_1 相过孔与第二 D_1 相过孔通过所述 D_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 D_1 激励相;

所述第 $4n_2+1$ 号扇环形极片II的内圈端部设有第一 A_2 相过孔、内圈内侧设有第二 C_2 相过孔,第 $4n_2+3$ 号扇环形极片II的内圈端部设有第一 C_2 相过孔、内圈内侧设有第二 A_2 相过孔, M_2 个第一 A_2 相过孔与 M_2 个第一 C_2 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_2 个第二 A_2 相过孔与 M_2 个第二 C_2 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 A_2 相过孔与第二 A_2 相过孔通过所述 A_2 激励信号引线相连,使第 $4n_2+1$ 号扇环形极片II连接成一组,组成所述 A_2 激励相,相邻的第一 C_2 相过孔与第二 C_2 相过孔通过所述 C_2 相激励信号引线相连,使第 $4n_2+3$ 号扇环形极片II连接成一组,组成所述 C_2 激励相;所述第 $4n_2+2$ 号扇环形极片II的外圈端部设有第一 B_2 相过孔、外圈外侧设有第二 D_2 相过孔,第 $4n_2+4$ 号扇环形极片II的外圈端部设有第一 D_2 相过孔、外圈外侧设有第二 B_2 相过孔, M_2 个第一 B_2 相过孔与 M_2 个第一 D_2 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_2 个第二 B_2 相过孔与 M_2 个第二 D_2 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 B_2 相过孔与第二 B_2

相过孔通过所述B₂相激励信号引线相连,使第4n₂+2号扇环形极片II连接成一组,组成所述B₂激励相,相邻的第一D₂相过孔与第二D₂相过孔通过所述D₂相激励信号引线相连,使第4n₂+4号扇环形极片II连接成一组,组成所述D₂激励相。

4. 根据权利要求3所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述设在第4n₁+1号扇环形极片I的内圈端部的第一A₁相过孔与设在第4n₁+1号扇环形极片I的内圈内侧的第二C₁相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+3号扇环形极片I的内圈端部的第一C₁相过孔与设在第4n₁+3号扇环形极片I的内圈内侧的第二A₁相过孔径向对齐;所述M₁个第一A₁相过孔的中心与M₁个第一C₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为d₁,所述M₁个第二A₁相过孔的中心与M₁个第二C₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为d₂,所述d₁=d₂;所述设在第4n₁+2号扇环形极片I的外圈端部的第一B₁相过孔与设在第4n₁+2号扇环形极片I的外圈外侧的第二D₁相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+4号扇环形极片I的外圈端部的第一D₁相过孔与设在第4n₁+4号扇环形极片I的外圈外侧的第二B₁相过孔径向对齐;所述M₁个第一B₁相过孔的中心与M₁个第一D₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为d₃,所述M₁个第二B₁相过孔的中心与M₁个第二D₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为d₄,所述d₃=d₄;

所述设在第4n₁+1号扇环形极片II的内圈端部的第一A₂相过孔与设在第4n₁+1号扇环形极片II的内圈内侧的第二C₂相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+3号扇环形极片II的内圈端部的第一C₂相过孔与设在第4n₁+3号扇环形极片II的内圈内侧的第二A₂相过孔径向对齐;所述M₁个第一A₂相过孔的中心与M₁个第一C₂相过孔的中心所处的圆到扇环形极片II的内边沿的径向距离为d₅,所述M₁个第二A₂相过孔的中心与M₁个第二C₂相过孔的中心所处的圆到扇环形极片II的内边沿的径向距离为d₆,所述d₅=d₆;所述设在第4n₁+2号扇环形极片II的外圈端部的第一B₂相过孔与设在第4n₁+2号扇环形极片II的外圈外侧的第二D₂相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+4号扇环形极片II的外圈端部的第一D₂相过孔与设在第4n₁+4号扇环形极片II的外圈外侧的第二B₂相过孔径向对齐;所述M₁个第一B₂相过孔的中心与M₁个第一D₂相过孔的中心所处的圆到扇环形极片II的外边沿的径向距离为d₇,所述M₁个第二B₂相过孔的中心与M₁个第二D₂相过孔的中心所处的圆到扇环形极片II的外边沿的径向距离为d₈,所述d₇=d₈。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述反射电极由同心的第一圆环形反射极片(231)、第二圆环形反射极片(232)和第三圆环形反射极片(233)间隔组成,第一圆环形反射极片与A₁、A₂感应组相连,第二圆环形反射极片与B₁、B₂感应组相连,第三圆环形反射极片与C₁、C₂感应组相连;所述接收电极由同心的第一圆环形接收极片(131)、第二圆环形接收极片(132)和第三圆环形接收极片(133)间隔组成,第一圆环形接收极片与第一圆环形反射极片正对,作为所述第一、第四行波信号的输出电极,第二圆环形接收极片与第二圆环形反射极片正对,作为所述第二、第五行波信号的输出电极,第三圆环形接收极片与第三圆环形反射极片正对,作为所述第三、第六行波信号的输出电极。

6. 一种多圈绝对式时栅角位移传感器,包括定子(1)和转子(2),转子与定子同轴安装,定子包括定子基体(14)和设置在定子基体表面的激励电极I(11)、激励电极II(12)和接收电极,转子包括转子基体(24)和设置在转子基体表面的感应电极I(21)、感应电极II(22)和反射电极,设置有感应电极I、感应电极II、反射电极的转子基体表面与设置有激励电极I、

激励电极II、接收电极的定子基体表面正对平行,并留有间隙,感应电极I与激励电极I正对,感应电极II与激励电极II正对,反射电极与接收电极正对且与感应电极I、II相连;感应电极I由一圈相同的感应极片I沿圆周方向等间隔排布组成,感应电极II为单对极结构,由相同的多个扇叶形极片沿圆周方向间隔相等的弧长排布组成;激励电极I由一圈径向高度相同、圆心角相等的扇环形极片I沿圆周方向等间隔排布组成,第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I通过 A_1 相激励信号引线连成一组,组成 A_1 激励相,第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I通过 B_1 相激励信号引线连成一组,组成 B_1 激励相,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I通过 C_1 相激励信号引线连成一组,组成 C_1 激励相,第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I通过 D_1 相激励信号引线连成一组,组成 D_1 激励相, n_1 依次取0至 M_1-1 的所有整数, M_1 表示激励电极I的对极数;所述激励电极II由径向高度相同、圆心角相等的四个扇环形极片III沿圆周方向等间隔排布组成,所述的四个扇环形极片III分别独立构成 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相;其特征是:

所述传感器还包括与转子同轴安装且随转子转动的外部永磁体(3)和固定安装在定子基体上的韦根传感模块(4);

所述 A_1 相激励信号引线与 C_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的内侧,所述 B_1 相激励信号引线与 D_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的外侧;

所述感应电极I(21)中的第 $3n_3+1$ 号感应极片I连成一组,组成 A_1 感应组,第 $3n_3+2$ 号感应极片I连成一组,组成 B_1 感应组,第 $3n_3+3$ 号感应极片I连成一组,组成 C_1 感应组, n_3 依次取0至 M_3-1 的所有整数, M_3 表示感应电极I的对极数, $M_3=M_1$;

所述感应电极II(22)中的扇叶形极片的个数为三个,扇叶形极片的形状为 $[-\pi, 0]$ 区间的两条相同的余弦极坐标曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的全封闭图形,三个感应极片II分别独立构成 A_2 感应组、 B_2 感应组、 C_2 感应组;

工作时,转子与定子相对转动,先对 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相分别施加相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号,此时激励电极I不工作,接收电极上输出第一组相位相差 120° 的同频等幅的第一、第二、第三行波信号,第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第一路位移信号 U_{o1} , U_{o1} 经处理后得到粗测对极位置值;然后迅速将所述的四路同频等幅正弦激励电信号切换到 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 激励相上,此时激励电极II不工作,接收电极上输出第二组相位相差 120° 的同频等幅的第四、第五、第六行波信号,第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第二路位移信号 U_{o2} , U_{o2} 经处理后得到精测角位移值;将精测角位移值与粗测对极位置值相结合得到单圈绝对角位移值;外部永磁体(3)随转子同轴转动,触发韦根传感模块(4)中的韦根丝输出脉冲信号,对该脉冲信号进行处理,获得转子的转动圈数 N_{mt} ,将转动圈数 N_{mt} 与单圈绝对角位移值相加,得到多圈绝对角位移值。

7. 根据权利要求6所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述感应电极I(21)中的感应极片I的形状为极坐标下的 $[-\frac{\pi}{M_1}, 0]$ 区间或者 $[0, \frac{\pi}{M_1}]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形I,所述内圆弧所对的圆心角为 $\frac{\pi}{3M_1}$ 。

8. 根据权利要求6或7所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 A_1 相过孔、内圈内侧设有第二 C_1 相过孔,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 C_1 相过孔、内圈内侧设有第二 A_1 相过孔, M_1 个第一 A_1 相过孔与 M_1 个第一 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_1 个第二 A_1 相过孔与 M_1 个第二 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 A_1 相过孔与第二 A_1 相过孔通过所述 A_1 激励信号引线相连,使第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 A_1 激励相,相邻的第一 C_1 相过孔与第二 C_1 相过孔通过所述 C_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 C_1 激励相;所述第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I的外圈端部设有第一 B_1 相过孔、外圈外侧设有第二 D_1 相过孔,第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I的外圈端部设有第一 D_1 相过孔、外圈外侧设有第二 B_1 相过孔, M_1 个第一 B_1 相过孔与 M_1 个第一 D_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_1 个第二 B_1 相过孔与 M_1 个第二 D_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 B_1 相过孔与第二 B_1 相过孔通过所述 B_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 B_1 激励相,相邻的第一 D_1 相过孔与第二 D_1 相过孔通过所述 D_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 D_1 激励相。

9. 根据权利要求8所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:所述设在第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I的内圈端部的第一 A_1 相过孔与设在第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I的内圈内侧的第二 C_1 相过孔径向对齐,所述设在第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I的内圈端部的第一 C_1 相过孔与设在第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I的内圈内侧的第二 A_1 相过孔径向对齐;所述 M_1 个第一 A_1 相过孔的中心与 M_1 个第一 C_1 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为 d_1 ,所述 M_1 个第二 A_1 相过孔的中心与 M_1 个第二 C_1 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为 d_2 ,所述 $d_1=d_2$;所述设在第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I的外圈端部的第一 B_1 相过孔与设在第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I的外圈外侧的第二 D_1 相过孔径向对齐,所述设在第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I的外圈端部的第一 D_1 相过孔与设在第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I的外圈外侧的第二 B_1 相过孔径向对齐;所述 M_1 个第一 B_1 相过孔的中心与 M_1 个第一 D_1 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为 d_3 ,所述 M_1 个第二 B_1 相过孔的中心与 M_1 个第二 D_1 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为 d_4 ,所述 $d_3=d_4$ 。

10. 根据权利要求6至9任一项所述的多圈绝对式时栅角位移传感器,其特征是:

所述反射电极由同心的第一圆环形反射极片(231)、第二圆环形反射极片(232)和第三圆环形反射极片(233)间隔组成,第一圆环形反射极片与 A_1 、 A_2 感应组相连,第二圆环形反射极片与 B_1 、 B_2 感应组相连,第三圆环形反射极片与 C_1 、 C_2 感应组相连;所述接收电极由同心的第一圆环形接收极片(131)、第二圆环形接收极片(132)和第三圆环形接收极片(133)间隔组成,第一圆环形接收极片与第一圆环形反射极片正对,作为所述第一、第四行波信号的输出电极,第二圆环形接收极片与第二圆环形反射极片正对,作为所述第二、第五行波信号的输出电极,第三圆环形接收极片与第三圆环形反射极片正对,作为所述第三、第六行波信号的输出电极。

多圈绝对式时栅角位移传感器

技术领域

[0001] 本发明属于精密角位移传感领域,具体涉及一种多圈绝对式时栅角位移传感器。

背景技术

[0002] 角位移传感器分为增量式和绝对式(包括单圈绝对式和多圈绝对式)两种。相比增量式,绝对式角位移传感器具有开机无需复位,立刻获得绝对角度信息和无累计误差等优势,提高了工作效率和可靠性,因而逐渐成为角位移传感器的发展趋势。目前使用广泛的是绝对式光电编码器,它主要通过编码实现绝对定位,但是编码解码过程复杂。另外,需要利用精密刻线作为空间基准来实现精密测量,但是刻线的宽度受到光学衍射极限的限制。

[0003] CN109211096A公开了一种基于交变电场的反射型绝对式时栅角位移传感器,其以高频时钟脉冲作为测量基准,采用平行电容板构建交变电场分时进行位移测量,虽然能够实现绝对位移测量,但是其仍然存在如下问题:(1)只能实现单圈绝对位移测量,不能实现多圈绝对位移测量;(2)激励电极I的A₁、B₁、C₁、D₁激励相的矩形极片I采用中间引线的方式进行连接,激励电极II的A₂、B₂、C₂、D₂激励相的矩形极片II采用中间引线的方式进行连接,引线串扰较大,导致信号干扰较大。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种多圈绝对式时栅角位移传感器,以进行多圈绝对角位移测量,并且进一步优化传感器结构,提高传感器的测量精度。

[0005] 本发明所述的一种多圈绝对式时栅角位移传感器,包括定子和转子,转子与定子同轴安装,定子包括定子基体和设置在定子基体表面的激励电极I、激励电极II和接收电极,转子包括转子基体和设置在转子基体表面的感应电极I、感应电极II和反射电极,设置有感应电极I、感应电极II、反射电极的转子基体表面与设置有激励电极I、激励电极II、接收电极的定子基体表面正对平行,并留有间隙,感应电极I与激励电极I正对,感应电极II与激励电极II正对,反射电极与接收电极正对且与感应电极I、II相连;感应电极I由一圈相同的感应极片I沿圆周方向等间隔排布组成,感应电极II由一圈相同的感应极片II沿圆周方向等间隔排布组成;所述激励电极I由一圈径向高度相同、圆心角相等的扇环形极片I沿圆周方向等间隔排布组成,第4n₁+1号扇环形极片I通过A₁相激励信号引线连成一组,组成A₁激励相,第4n₁+2号扇环形极片I通过B₁相激励信号引线连成一组,组成B₁激励相,第4n₁+3号扇环形极片I通过C₁相激励信号引线连成一组,组成C₁激励相,第4n₁+4号扇环形极片I通过D₁相激励信号引线连成一组,组成D₁激励相,n₁依次取0至M₁-1的所有整数,M₁表示激励电极I的对极数;所述激励电极II由一圈径向高度相同、圆心角相等的扇环形极片II沿圆周方向等间隔排布组成,第4n₂+1号扇环形极片II通过A₂相激励信号引线连成一组,组成A₂激励相,第4n₂+2号扇环形极片II通过B₂相激励信号引线连成一组,组成B₂激励相,第4n₂+3号扇环形极片II通过C₂相激励信号引线连成一组,组成C₂激励相,第4n₂+4号扇环形极片II通过D₂相激励信号引线连成一组,组成D₂激励相,n₂依次取0至M₂-1的所有整数,M₂表示激励电极II的

对极数, M_2 与 M_1 互为质数。

[0006] 所述多圈绝对式时栅角位移传感器还包括与转子同轴安装且随转子转动的外部永磁体和固定安装在定子基体上的韦根传感模块。

[0007] 所述 A_1 相激励信号引线与 C_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的内侧, 所述 B_1 相激励信号引线与 D_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的外侧; 所述 A_2 相激励信号引线与 C_2 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极II的内侧, 所述 B_2 相激励信号引线与 D_2 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极II的外侧。

[0008] 所述感应电极I中的第 $3n_3+1$ 号感应极片I连成一组, 组成 A_1 感应组, 第 $3n_3+2$ 号感应极片I连成一组, 组成 B_1 感应组, 第 $3n_3+3$ 号感应极片I连成一组, 组成 C_1 感应组, n_3 依次取0至 M_3-1 的所有整数, M_3 表示感应电极I的对极数, $M_3=M_1$ 。

[0009] 所述感应电极II中的第 $3n_4+1$ 号感应极片II连成一组, 组成 A_2 感应组, 第 $3n_4+2$ 号感应极片II连成一组, 组成 B_2 感应组, 第 $3n_4+3$ 号感应极片II连成一组, 组成 C_2 感应组, n_4 依次取0至 M_4-1 的所有整数, M_4 表示感应电极II的对极数, $M_4=M_2$ 。

[0010] 工作时, 转子与定子相对转动, 先对 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相分别施加相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号, 此时激励电极I不工作, 接收电极上输出第一组相位相差 120° 的同频等幅的第一、第二、第三行波信号, 第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后, 输入FPGA信号处理系统, 经数据融合获得第一路位移信号 U_{o1} , 并存储此测量结果; 然后迅速将所述的四路同频等幅正弦激励电信号切换到 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 激励相上, 此时激励电极II不工作, 接收电极上输出第二组相位相差 120° 的同频等幅的第四、第五、第六行波信号, 第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后, 输入FPGA信号处理系统, 经数据融合获得第二路位移信号 U_{o2} , 对 U_{o2} 进行处理得到精测角位移值; 对 U_{o2} 与 U_{o1} 进行对极定位处理, 得到粗测对极位置值, 将精测角位移值与粗测对极位置值相结合得到单圈绝对角位移值; 外部永磁体随转子同轴转动, 触发韦根传感模块中的韦根丝输出脉冲信号, 对该脉冲信号进行处理, 获得转子的转动圈数 N_{mt} , 将转动圈数 N_{mt} 与单圈绝对角位移值相加, 得到多圈绝对角位移值。

[0011] 上述测量过程中, 激励电极II工作时激励电极I不工作, 激励电极I工作时激励电极II不工作, 采用分时工作的方式进行绝对测量, 消除了实时工作时之间的相互干扰, 测量精度更高, 实现绝对定位更容易。

[0012] 优选的, 所述感应电极I中的感应极片I的形状为极坐标下的 $[-\frac{\pi}{M_1}, 0]$ 区间或者 $[0, \frac{\pi}{M_1}]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形I, 所述内圆弧所对的圆心角(也是两条相同的半周期余弦曲线段的起始点所夹的圆心角)为 $\frac{\pi}{3M_1}$ 。所述感应电极II中的感应极片II的形状为极坐标下的 $[-\frac{\pi}{M_2}, 0]$ 区间或者 $[0, \frac{\pi}{M_2}]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形II, 所述内圆弧所对的圆心角(也是两条相同的半周期余弦曲线段的起始点所夹的圆心角)为 $\frac{\pi}{3M_2}$ 。

[0013] 优选的, 所述第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 A_1 相过孔、内圈内侧设有

第二C₁相过孔,第4n₁+3号扇环形极片I的内圈端部设有第一C₁相过孔、内圈内侧设有第二A₁相过孔,M₁个第一A₁相过孔与M₁个第一C₁相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,M₁个第二A₁相过孔与M₁个第二C₁相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一A₁相过孔与第二A₁相过孔通过所述A₁激励信号引线相连,使第4n₁+1号扇环形极片I连接成一组,组成所述A₁激励相,相邻的第一C₁相过孔与第二C₁相过孔通过所述C₁相激励信号引线相连,使第4n₁+3号扇环形极片I连接成一组,组成所述C₁激励相;所述第4n₁+2号扇环形极片I的外圈端部设有第一B₁相过孔、外圈外侧设有第二D₁相过孔,第4n₁+4号扇环形极片I的外圈端部设有第一D₁相过孔、外圈外侧设有第二B₁相过孔,M₁个第一B₁相过孔与M₁个第一D₁相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,M₁个第二B₁相过孔与M₁个第二D₁相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一B₁相过孔与第二B₁相过孔通过所述B₁相激励信号引线相连,使第4n₁+2号扇环形极片I连接成一组,组成所述B₁激励相,相邻的第一D₁相过孔与第二D₁相过孔通过所述D₁相激励信号引线相连,使第4n₁+4号扇环形极片I连接成一组,组成所述D₁激励相。

[0014] 所述第4n₂+1号扇环形极片II的内圈端部设有第一A₂相过孔、内圈内侧设有第二C₂相过孔,第4n₂+3号扇环形极片II的内圈端部设有第一C₂相过孔、内圈内侧设有第二A₂相过孔,M₂个第一A₂相过孔与M₂个第一C₂相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,M₂个第二A₂相过孔与M₂个第二C₂相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一A₂相过孔与第二A₂相过孔通过所述A₂激励信号引线相连,使第4n₂+1号扇环形极片II连接成一组,组成所述A₂激励相,相邻的第一C₂相过孔与第二C₂相过孔通过所述C₂相激励信号引线相连,使第4n₂+3号扇环形极片II连接成一组,组成所述C₂激励相;所述第4n₂+2号扇环形极片II的外圈端部设有第一B₂相过孔、外圈外侧设有第二D₂相过孔,第4n₂+4号扇环形极片II的外圈端部设有第一D₂相过孔、外圈外侧设有第二B₂相过孔,M₂个第一B₂相过孔与M₂个第一D₂相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,M₂个第二B₂相过孔与M₂个第二D₂相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一B₂相过孔与第二B₂相过孔通过所述B₂相激励信号引线相连,使第4n₂+2号扇环形极片II连接成一组,组成所述B₂激励相,相邻的第一D₂相过孔与第二D₂相过孔通过所述D₂相激励信号引线相连,使第4n₂+4号扇环形极片II连接成一组,组成所述D₂激励相。

[0015] 优选的,所述设在第4n₁+1号扇环形极片I的内圈端部的第一A₁相过孔与设在第4n₁+1号扇环形极片I的内圈内侧的第二C₁相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+3号扇环形极片I的内圈端部的第一C₁相过孔与设在第4n₁+3号扇环形极片I的内圈内侧的第二A₁相过孔径向对齐;所述M₁个第一A₁相过孔的中心与M₁个第一C₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为d₁,所述M₁个第二A₁相过孔的中心与M₁个第二C₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为d₂,所述d₁=d₂;第一A₁相过孔、第二C₁相过孔、第一C₁相过孔、第二A₁相过孔的这种设置方式,保证了A₁相激励信号引线与C₁相激励信号引线的对称性。所述设在第4n₁+2号扇环形极片I的外圈端部的第一B₁相过孔与设在第4n₁+2号扇环形极片I的外圈外侧的第二D₁相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+4号扇环形极片I的外圈端部的第一D₁相过孔与设在第4n₁+4号扇环形极片I的外圈外侧的第二B₁相过孔径向对齐;所述M₁个第一B₁相过孔的中心与M₁个第一D₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为d₃,所述M₁个第二B₁相过孔的中心与M₁个第二D₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片

I的外边沿的径向距离为 d_4 ,所述 $d_3=d_4$;第一 B_1 相过孔、第二 D_1 相过孔、第一 D_1 相过孔、第二 B_1 相过孔的这种设置方式,保证了 B_1 相激励信号引线与 D_1 相激励信号引线的对称性。

[0016] 所述设在第 $4n_1+1$ 号扇环形极片Ⅱ的内圈端部的第一 A_2 相过孔与设在第 $4n_1+1$ 号扇环形极片Ⅱ的内圈内侧的第二 C_2 相过孔径向对齐,所述设在第 $4n_1+3$ 号扇环形极片Ⅱ的内圈端部的第一 C_2 相过孔与设在第 $4n_1+3$ 号扇环形极片Ⅱ的内圈内侧的第二 A_2 相过孔径向对齐;所述 M_1 个第一 A_2 相过孔的中心与 M_1 个第一 C_2 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片Ⅱ的内边沿的径向距离为 d_5 ,所述 M_1 个第二 A_2 相过孔的中心与 M_1 个第二 C_2 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片Ⅱ的内边沿的径向距离为 d_6 ,所述 $d_5=d_6$;第一 A_2 相过孔、第二 C_2 相过孔、第一 C_2 相过孔、第二 A_2 相过孔的这种设置方式,保证了 A_2 相激励信号引线与 C_2 相激励信号引线的对称性。所述设在第 $4n_1+2$ 号扇环形极片Ⅱ的外圈端部的第一 B_2 相过孔与设在第 $4n_1+2$ 号扇环形极片Ⅱ的外圈外侧的第二 D_2 相过孔径向对齐,所述设在第 $4n_1+4$ 号扇环形极片Ⅱ的外圈端部的第一 D_2 相过孔与设在第 $4n_1+4$ 号扇环形极片Ⅱ的外圈外侧的第二 B_2 相过孔径向对齐;所述 M_1 个第一 B_2 相过孔的中心与 M_1 个第一 D_2 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片Ⅱ的外边沿的径向距离为 d_7 ,所述 M_1 个第二 B_2 相过孔的中心与 M_1 个第二 D_2 相过孔的中心所处的圆到扇环形极片Ⅱ的外边沿的径向距离为 d_8 ,所述 $d_7=d_8$;第一 B_2 相过孔、第二 D_2 相过孔、第一 D_2 相过孔、第二 B_2 相过孔的这种设置方式,保证了 B_2 相激励信号引线与 D_2 相激励信号引线的对称性。

[0017] 优选的,所述反射电极由同心的第一圆环形反射极片、第二圆环形反射极片和第三圆环形反射极片间隔组成,第一圆环形反射极片与 A_1 、 A_2 感应组相连,第二圆环形反射极片与 B_1 、 B_2 感应组相连,第三圆环形反射极片与 C_1 、 C_2 感应组相连;所述接收电极由同心的第一圆环形接收极片、第二圆环形接收极片和第三圆环形接收极片间隔组成,第一圆环形接收极片与第一圆环形反射极片正对,作为所述第一、第四行波信号的输出电极,第二圆环形接收极片与第二圆环形反射极片正对,作为所述第二、第五行波信号的输出电极,第三圆环形接收极片与第三圆环形反射极片正对,作为所述第三、第六行波信号的输出电极。反射电极与接收电极是对感应电极I、Ⅱ的信号进行直接反射与接收,将第二路位移信号 U_0 作为角位移精测信号,角位移精测信号与感应电极I输出信号的特性完全相同,不会带来精度损失,从而使得精测部分角位移精度得到了提高,对第一路位移信号 U_{01} 与第二路位移信号 U_{02} 进行处理,得到粗测对极位置值,第一路位移信号 U_{01} 与感应电极Ⅱ输出信号的特性完全相同,第二路位移信号 U_{02} 与感应电极I输出信号的特性完全相同,信号精度损失小,更容易实现绝对定位。

[0018] 本发明所述的另一种多圈绝对式时栅角位移传感器,包括定子和转子,转子与定子同轴安装,定子包括定子基体和设置在定子基体表面的激励电极I、激励电极Ⅱ和接收电极,转子包括转子基体和设置在转子基体表面的感应电极I、感应电极Ⅱ和反射电极,设置有感应电极I、感应电极Ⅱ、反射电极的转子基体表面与设置有激励电极I、激励电极Ⅱ、接收电极的定子基体表面正对平行,并留有间隙,感应电极I与激励电极I正对,感应电极Ⅱ与激励电极Ⅱ正对,反射电极与接收电极正对且与感应电极I、Ⅱ相连;感应电极I由一圈相同的感应极片I沿圆周方向等间隔排布组成,感应电极Ⅱ为单对极结构,由相同的多个扇叶形极片沿圆周方向间隔相等的弧长排布组成;激励电极I由一圈径向高度相同、圆心角相等的扇环形极片I沿圆周方向等间隔排布组成,第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I通过 A_1 相激励信号引线连成一组,组成 A_1 激励相,第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I通过 B_1 相激励信号引线连成一组,组成 B_1 激

励相,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I通过 C_1 相激励信号引线连成一组,组成 C_1 激励相,第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I通过 D_1 相激励信号引线连成一组,组成 D_1 激励相, n_1 依次取0至 M_1-1 的所有整数, M_1 表示激励电极I的对极数;所述激励电极II由径向高度相同、圆心角相等的四个扇环形极片III沿圆周方向等间隔排布组成,所述的四个扇环形极片III分别独立构成 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相。

[0019] 所述多圈绝对式时栅角位移传感器还包括与转子同轴安装且随转子转动的外部永磁体和固定安装在定子基体上的韦根传感模块。

[0020] 所述 A_1 相激励信号引线与 C_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的内侧,所述 B_1 相激励信号引线与 D_1 相激励信号引线组成双绞线且位于激励电极I的外侧。

[0021] 所述感应电极I中的第 $3n_3+1$ 号感应极片I连成一组,组成 A_1 感应组,第 $3n_3+2$ 号感应极片I连成一组,组成 B_1 感应组,第 $3n_3+3$ 号感应极片I连成一组,组成 C_1 感应组, n_3 依次取0至 M_3-1 的所有整数, M_3 表示感应电极I的对极数, $M_3=M_1$ 。

[0022] 所述感应电极II中的扇叶形极片的个数为三个,扇叶形极片的形状为 $[-\pi, 0]$ 区间的两条相同的余弦极坐标曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的全封闭图形,三个感应极片II分别独立构成 A_2 感应组、 B_2 感应组、 C_2 感应组。

[0023] 工作时,转子与定子相对转动,先对 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相分别施加相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号,此时激励电极I不工作,接收电极上输出第一组相位相差 120° 的同频等幅的第一、第二、第三行波信号,第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第一路位移信号 U_{o1} , U_{o1} 经处理后得到粗测对极位置值;然后迅速将所述的四路同频等幅正弦激励电信号切换到 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 激励相上,此时激励电极II不工作,接收电极上输出第二组相位相差 120° 的同频等幅的第四、第五、第六行波信号,第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第二路位移信号 U_{o2} , U_{o2} 经处理后得到精测角位移值;将精测角位移值与粗测对极位置值相结合得到单圈绝对角位移值;外部永磁体随转子同轴转动,触发韦根传感模块中的韦根丝输出脉冲信号,对该脉冲信号进行处理,获得转子的转动圈数 N_{mt} ,将转动圈数 N_{mt} 与单圈绝对角位移值相加,得到多圈绝对角位移值。

[0024] 优选的,所述感应电极I中的感应极片I的形状为极坐标下的 $[-\frac{\pi}{M_1}, 0]$ 区间或者 $[0, \frac{\pi}{M_1}]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形I,所述内圆弧所对的圆心角为 $\frac{\pi}{3M_1}$ 。

[0025] 优选的,所述第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 A_1 相过孔、内圈内侧设有第二 C_1 相过孔,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I的内圈端部设有第一 C_1 相过孔、内圈内侧设有第二 A_1 相过孔, M_1 个第一 A_1 相过孔与 M_1 个第一 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上, M_1 个第二 A_1 相过孔与 M_1 个第二 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一 A_1 相过孔与第二 A_1 相过孔通过所述 A_1 激励信号引线相连,使第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 A_1 激励相,相邻的第一 C_1 相过孔与第二 C_1 相过孔通过所述 C_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I连接成一组,组成所述 C_1 激励相;所述第 $4n_1$

+2号扇环形极片I的外圈端部设有第一B₁相过孔、外圈外侧设有第二D₁相过孔,第4n₁+4号扇环形极片I的外圈端部设有第一D₁相过孔、外圈外侧设有第二B₁相过孔,M₁个第一B₁相过孔与M₁个第一D₁相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,M₁个第二B₁相过孔与M₁个第二D₁相过孔沿圆周方向等间隔分布且其中心处于同一圆上,相邻的第一B₁相过孔与第二B₁相过孔通过所述B₁相激励信号引线相连,使第4n₁+2号扇环形极片I连接成一组,组成所述B₁激励相,相邻的第一D₁相过孔与第二D₁相过孔通过所述D₁相激励信号引线相连,使第4n₁+4号扇环形极片I连接成一组,组成所述D₁激励相。

[0026] 优选的,所述设在第4n₁+1号扇环形极片I的内圈端部的第一A₁相过孔与设在第4n₁+1号扇环形极片I的内圈内侧的第二C₁相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+3号扇环形极片I的内圈端部的第一C₁相过孔与设在第4n₁+3号扇环形极片I的内圈内侧的第二A₁相过孔径向对齐;所述M₁个第一A₁相过孔的中心与M₁个第一C₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为d₁,所述M₁个第二A₁相过孔的中心与M₁个第二C₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为d₂,所述d₁=d₂;第一A₁相过孔、第二C₁相过孔、第一C₁相过孔、第二A₁相过孔的这种设置方式,保证了A₁相激励信号引线与C₁相激励信号引线的对称性。所述设在第4n₁+2号扇环形极片I的外圈端部的第一B₁相过孔与设在第4n₁+2号扇环形极片I的外圈外侧的第二D₁相过孔径向对齐,所述设在第4n₁+4号扇环形极片I的外圈端部的第一D₁相过孔与设在第4n₁+4号扇环形极片I的外圈外侧的第二B₁相过孔径向对齐;所述M₁个第一B₁相过孔的中心与M₁个第一D₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为d₃,所述M₁个第二B₁相过孔的中心与M₁个第二D₁相过孔的中心所处的圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为d₄,所述d₃=d₄;第一B₁相过孔、第二D₁相过孔、第一D₁相过孔、第二B₁相过孔的这种设置方式,保证了B₁相激励信号引线与D₁相激励信号引线的对称性。

[0027] 优选的,所述反射电极由同心的第一圆环形反射极片、第二圆环形反射极片和第三圆环形反射极片间隔组成,第一圆环形反射极片与A₁、A₂感应组相连,第二圆环形反射极片与B₁、B₂感应组相连,第三圆环形反射极片与C₁、C₂感应组相连;所述接收电极由同心的第一圆环形接收极片、第二圆环形接收极片和第三圆环形接收极片间隔组成,第一圆环形接收极片与第一圆环形反射极片正对,作为所述第一、第四行波信号的输出电极,第二圆环形接收极片与第二圆环形反射极片正对,作为所述第二、第五行波信号的输出电极,第三圆环形接收极片与第三圆环形反射极片正对,作为所述第三、第六行波信号的输出电极。

[0028] 本发明具有如下效果:

[0029] (1) 感应电极I和感应电极II采用三测头(即A₁、B₁、C₁感应组和A₂、B₂、C₂感应组)的形式,提高了感应电极I、II的面积利用率,增大了耦合电容值,从而提高了信噪比,增强了在工业现场的抗干扰能力。此外,采用三测头输出信号进行处理,还可以有效地消除某些特定频率的谐波误差,进一步提高传感器的测量精度。

[0030] (2) 定子的激励电极I、II分别采用两组双绞线进行连接,A₁相激励信号引线与C₁相激励信号引线在激励电极I的内侧组成双绞线,B₁相激励信号引线与D₁相激励信号引线在激励电极I的外侧组成双绞线,A₂相激励信号引线与C₂相激励信号引线在激励电极II的内侧组成双绞线,B₂相激励信号引线与D₂相激励信号引线在激励电极II的外侧组成双绞线;当A₁、B₁、C₁、D₁激励相分别通入相位依次相差90°的四路激励信号时,双绞线的结构形式使来自A₁相激励信号引线的电磁干扰与来自C₁相激励信号引线的电磁干扰能够彻底抵消,同时双绞

线的结构形式也使来自B₁相激励信号引线的电磁干扰与来自D₁相激励信号引线的电磁干扰能够彻底抵消;当A₂、B₂、C₂、D₂激励相分别通入相位依次相差90°的四路激励信号时,双绞线的结构形式使来自A₂相激励信号引线的电磁干扰与来自C₂相激励信号引线的电磁干扰能够彻底抵消,同时双绞线的结构形式也使来自B₂相激励信号引线的电磁干扰与来自D₂相激励信号引线的电磁干扰能够彻底抵消,从而减小了干扰信号对测量精度的影响,保证了测量精度。

[0031] (3) 采用外部永磁体配合韦根传感模块,来获得转子相对定子的转动圈数,结构简单、可靠。

附图说明

- [0032] 图1为实施例1的结构示意图。
[0033] 图2为实施例1中定子基体上的电极与转子基体上的电极示意图。
[0034] 图3为实施例1中定子基体上的电极的引线示意图。
[0035] 图4为实施例1中转子基体上的电极的引线示意图。
[0036] 图5为实施例2的结构示意图。
[0037] 图6为实施例2中定子基体上的电极与转子基体上的电极示意图。
[0038] 图7为实施例2中定子基体上的电极的引线示意图。
[0039] 图8为实施例2中转子基体上的电极的引线示意图。
[0040] 图9为实施例1、实施例2的信号处理原理框图。
[0041] 图10为实施例3的结构示意图。
[0042] 图11为实施例3中定子基体上的电极与转子基体上的电极示意图。
[0043] 图12为实施例3中定子基体上的电极的引线示意图。
[0044] 图13为实施例3中转子基体上的电极的引线示意图。
[0045] 图14为实施例3的信号处理原理框图。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图对本发明作详细说明。

[0047] 实施例1:如图1至图4所示的多圈绝对式时栅角位移传感器,包括转子2、与转子2同轴安装的外部永磁体3、定子1和固定安装在定子基体14上的韦根传感模块4,定子1包括定子基体14和设置在定子基体14的下表面的激励电极I11、激励电极II12和接收电极,转子2包括转子基体24和设置在转子基体24的上表面的感应电极I21、感应电极II22和反射电极,定子基体14的下表面与转子基体24的上表面正对平行,并留有0.5mm间隙,定子基体14、转子基体24均采用陶瓷作为基体材料,通过在陶瓷表面喷镀一层铁镍合金作为电极的极片。韦根传感模块4的结构以及测量原理为现有技术。

[0048] 如图1至图3所示,定子基体14的下表面由外圈到内圈依次为接收电极、激励电极I11和激励电极II12。

[0049] 激励电极I11由一圈内圆半径为28mm、外圆半径为35mm、径向高度为7mm、圆心角为2.8125°的扇环形极片I沿圆周方向(即定子基体14的周向)等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个扇环形极片I之间间隔的圆心角)为2.8125°,激励电极I11的对极数M₁

=16,每相邻的四个扇环形极片I形成一个对极,则总共有64个扇环形极片I。

[0050] n_1 依次取0至15的所有整数,第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I(即第1、5、9、...、61号扇环形极片I)的内圈端部各设有1个第一 A_1 相过孔、内圈内侧各设有1个第二 C_1 相过孔,1个第一 A_1 相过孔与1个第二 C_1 相过孔径向(即沿定子基体14的半径方向)对齐,第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I(即第3、7、11、...、63号扇环形极片I)的内圈端部各设有1个第一 C_1 相过孔、内圈内侧各设有1个第二 A_1 相过孔,1个第一 A_1 相过孔与1个第二 C_1 相过孔径向对齐,16个第一 A_1 相过孔与16个第一 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布,16个第一 A_1 相过孔的中心与16个第一 C_1 相过孔的中心处于半径为28.3mm的同一圆上,该圆到扇环形极片I的内边沿(即内圈)的径向距离为0.3mm,第一 A_1 相过孔的中心与相邻的第一 C_1 相过孔的中心之间所夹的圆心角为 11.25° ,16个第二 A_1 相过孔与16个第二 C_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布,16个第二 A_1 相过孔的中心与16个第二 C_1 相过孔的中心处于半径为27.7mm的同一圆上,且该圆到扇环形极片I的内边沿的径向距离为0.3mm,第二 A_1 相过孔的中心与相邻的第二 C_1 相过孔的中心之间所夹的圆心角为 11.25° ,相邻的第一 A_1 相过孔与第二 A_1 相过孔通过 A_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+1$ 号扇环形极片I连接成一组,组成 A_1 激励相,相邻的第一 C_1 相过孔与第二 C_1 相过孔通过 C_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+3$ 号扇环形极片I连接成一组,组成 C_1 激励相, A_1 相激励信号引线与 C_1 相激励信号引线相互绝缘且组成双绞线,该双绞线位于激励电极I的内侧;第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I(即第2、6、10、...、62号扇环形极片I)的外圈端部各设有1个第一 B_1 相过孔、外圈外侧各设有1个第二 D_1 相过孔,1个第一 B_1 相过孔与1个第二 D_1 相过孔径向对齐,第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I(即第4、8、12、...、64号扇环形极片I)的外圈端部各设有1个第一 D_1 相过孔、外圈外侧各设有1个第二 B_1 相过孔,1个第一 D_1 相过孔与1个第二 B_1 相过孔径向对齐,16个第一 B_1 相过孔与16个第一 D_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布,16个第一 B_1 相过孔的中心与16个第一 D_1 相过孔的中心处于半径为34.7mm的同一圆上,该圆到扇环形极片I的外边沿(即外圈)的径向距离为0.3mm,第一 B_1 相过孔的中心与相邻的第一 D_1 相过孔的中心之间所夹的圆心角为 11.25° ,16个第二 B_1 相过孔与16个第二 D_1 相过孔沿圆周方向等间隔分布,16个第二 B_1 相过孔的中心与16个第二 D_1 相过孔的中心处于半径为35.3mm的同一圆上,该圆到扇环形极片I的外边沿的径向距离为0.3mm,第二 B_1 相过孔的中心与相邻的第二 D_1 相过孔的中心之间所夹的圆心角为 11.25° ,相邻的第一 B_1 相过孔与第二 B_1 相过孔通过 B_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+2$ 号扇环形极片I连接成一组,组成 B_1 激励相,相邻的第一 D_1 相过孔与第二 D_1 相过孔通过 D_1 相激励信号引线相连,使第 $4n_1+4$ 号扇环形极片I连接成一组,组成 D_1 激励相, B_1 相激励信号引线与 D_1 相激励信号引线相互绝缘且组成双绞线,该双绞线位于激励电极I的外侧。

[0051] 激励电极II12由一圈内圆半径为16.5mm、外圆半径为23.5mm、径向高度为7mm、圆心角为 3° 的扇环形极片II沿圆周方向等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个扇环形极片II之间间隔的圆心角)为 3° ,激励电极II12的对极数 $M_2=15$,每相邻的四个扇环形极片II形成一个对极,则总共有60个扇环形极片II。

[0052] n_2 依次取0至14的所有整数,第 $4n_2+1$ 号扇环形极片II(即第1、5、9、...、57号扇环形极片II)的内圈端部各设有1个第一 A_2 相过孔、内圈内侧各设有1个第二 C_2 相过孔,1个第一 A_2 相过孔与1个第二 C_2 相过孔径向对齐,第 $4n_2+3$ 号扇环形极片II(即第3、7、11、...、59号扇环形极片II)的内圈端部各设有1个第一 C_2 相过孔、内圈内侧各设有1个第二 A_2 相过孔,1个第一 C_2 相过孔与1个第二 A_2 相过孔径向对齐,15个第一 A_2 相过孔与15个第一 C_2 相过孔沿圆周方向

等间隔分布,15个第一A₂相过孔的中心与15个第一C₂相过孔的中心处于半径为16.8mm的同一圆上,该圆到扇环形极片Ⅱ的内边沿的径向距离为0.3mm,第一A₂相过孔的中心与相邻的第一C₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为12°,15个第二A₂相过孔与15个第二C₂相过孔沿圆周方向等间隔分布,15个第二A₂相过孔的中心与15个第二C₂相过孔的中心处于半径为16.2mm的同一圆上,该圆到扇环形极片Ⅱ的内边沿的径向距离为0.3mm,第二A₂相过孔的中心与相邻的第二C₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为12°,相邻的第一A₂相过孔与第二A₂相过孔通过A₂相激励信号引线相连,使第4n₂+1号扇环形极片Ⅱ连接成一组,组成A₂激励相,相邻的第一C₂相过孔与第二C₂相过孔通过C₂相激励信号引线相连,使第4n₂+3号扇环形极片Ⅱ连接成一组,组成C₂激励相,A₂相激励信号引线与C₂相激励信号引线相互绝缘且组成双绞线,该双绞线位于激励电极Ⅱ的内侧;第4n₂+2号扇环形极片Ⅱ(即第2、6、10、...、58号扇环形极片Ⅱ)的外圈端部各设有1个第一B₂相过孔、外圈外侧各设有1个第二D₂相过孔,1个第一B₂相过孔与1个第二D₂相过孔径向对齐,第4n₂+4号扇环形极片Ⅱ(即第4、8、12、...、60号扇环形极片Ⅱ)的外圈端部各设有1个第一D₂相过孔、外圈外侧各设有1个第二B₂相过孔,1个第一D₂相过孔与1个第二B₂相过孔径向对齐,15个第一B₂相过孔与15个第一D₂相过孔沿圆周方向等间隔分布,15个第一B₂相过孔的中心与15个第一D₂相过孔的中心处于半径为23.2mm的同一圆上,该圆到扇环形极片Ⅱ的外边沿的径向距离为0.3mm,第一B₂相过孔的中心与相邻的第一D₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为12°,15个第二B₂相过孔与15个第二D₂相过孔沿圆周方向等间隔分布,15个第二B₂相过孔的中心与15个第二D₂相过孔的中心处于半径为23.8mm的同一圆上,该圆到扇环形极片Ⅱ的外边沿的径向距离为0.3mm,第二B₂相过孔的中心与相邻的第二D₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为12°,相邻的第一B₂相过孔与第二B₂相过孔通过B₂相激励信号引线相连,使第4n₂+2号扇环形极片Ⅱ连接成一组,组成B₂激励相,相邻的第一D₂相过孔与第二D₂相过孔通过D₂相激励信号引线相连,使第4n₂+4号扇环形极片Ⅱ连接成一组,组成D₂激励相,B₂相激励信号引线与D₂相激励信号引线相互绝缘且组成双绞线,该双绞线位于激励电极Ⅱ的外侧。

[0053] 接收电极由同心的第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132和第三圆环形接收极片133间隔0.2mm组成,第一圆环形接收极片131的内圆半径为39.5mm、外圆半径为41.9mm,第二圆环形接收极片132的内圆半径为42.1mm、外圆半径为44.5mm,第三圆环形极片133的内圆半径为44.7mm、外圆半径为47.1mm,第一圆环形接收极片131作为第一、第四行波信号的输出电极(即在激励作用下可输出第一、第四行波信号),第二圆环形接收极片132作为第二、第五行波信号的输出电极(即在激励作用下可输出第二、第五行波信号),第三圆环形接收极片133作为第三、第六行波信号的输出电极(即在激励作用下可输出第三、第六行波信号)。

[0054] 如图1、图2、图4所示,转子基体24的上表面由外圈到内圈依次为反射电极、感应电极I21和感应电极Ⅱ22,反射电极与接收电极正对且与感应电极I、感应电极Ⅱ相连,感应电极I21与激励电极I11正对,感应电极Ⅱ22与激励电极Ⅱ12正对。

[0055] 感应电极I21由一圈相同的感应极片I沿圆周方向等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个感应极片I之间间隔的圆心角)为3.75°,感应电极I21的对极数为M₃=16,每相邻的三个感应极片I形成一个对极,则总共有48个感应极片I,感应极片I的形状为极坐标下的[0,11.25°]区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧

相交而围成的封闭图形I,两条相同的半周期余弦曲线段的起始点所夹的圆心角为 3.75° (即内圆弧所对的圆心角为 3.75°),内圆弧的半径为28.5mm,外圆弧的半径为34.5mm,每个感应极片I的径向高度为6mm。 n_3 依次取0至15的所有整数,沿圆周顺时针方向第 $3n_3+1$ 号感应极片I (即第1、4、7、...、46号感应极片I)通过第一条感应信号连接线连成一组,组成 A_1 感应组,第 $3n_3+3$ 号感应极片I (即第2、5、8、...、47号感应极片I)通过第二条感应信号连接线连成一组,组成 B_1 感应组,第 $4n_3+3$ 号感应极片I (即第3、6、9、...、48号感应极片I)通过第三条感应信号连接线连成一组,组成 C_1 感应组,第一条感应信号连接线、第二条感应信号连接线、第三条感应信号连接线都为环状导线且位于同一布线层。

[0056] 感应电极II 22由一圈相同的感应极片II沿圆周方向等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个感应极片II之间间隔的圆心角)为 4° ,感应电极II 22的对极数为 $M_4=15$,每相邻的三个感应极片II形成一个对极,则总共有45个感应极片II,感应极片II的形状为极坐标下的 $[0,12^\circ]$ 区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形II,两条相同的半周期余弦曲线段的起始点所夹的圆心角为 4° (即内圆弧所对的圆心角为 4°),内圆弧的半径为17mm,外圆弧的半径为23mm,每个感应极片II的径向高度为6mm。 n_4 依次取0至14的所有整数,沿圆周顺时针方向第 $3n_4+1$ 号感应极片II (即第1、4、7、...、43号感应极片II)通过第四条感应信号连接线连成一组,组成 A_2 感应组,第 $3n_4+2$ 号感应极片II (即第2、5、7、...、44号感应极片II)通过第五条感应信号连接线连成一组,组成 B_2 感应组,第 $3n_4+3$ 号感应极片II (即第3、6、9、...、45号感应极片II)通过第六条感应信号连接线连成一组,组成 C_2 感应组,第四条感应信号连接线、第五条感应信号连接线、第六条感应信号连接线都为环状导线且位于同一布线层。

[0057] 反射电极由同心的第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232与第三圆环形反射极片233间隔0.2mm组成,第一圆环形反射极片231的内圆半径为39.5mm、外圆半径为41.9mm,第二圆环形反射极片232的内圆半径为42.1mm、外圆半径为44.5mm,第三圆环形反射极片233的内圆半径为44.7mm、外圆半径为47.1mm,第一圆环形反射极片231与第一圆环形接收极片131正对,第二圆环形反射极片232与第二圆环形接收极片132正对,第三圆环形反射极片233与第三圆环形接收极片133正对。第一圆环形反射极片231通过信号引线与 A_1 、 A_2 感应组相连,第二圆环形反射极片232通过信号引线与 B_1 、 B_2 感应组相连,第三圆环形反射极片233通过信号引线与 C_1 、 C_2 感应组相连。

[0058] 如图9所示,测量时,转子2与定子1相对平行转动,先对激励电极II 12的 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相分别施加相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号,此时激励电极I11不工作,激励信号经激励电极II 12与感应电极II 22之间的耦合电场,在感应电极II 22的 A_2 、 B_2 、 C_2 感应组上产生三路同频等幅相位相差 120° 的行波信号,这三路行波信号经第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232、第三圆环形反射极片233直接反射到第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132、第三圆环形接收极片133上,在第一圆环形接收极片131上输出第一行波信号,在第二圆环形接收极片132上输出第二行波信号,在第三圆环形接收极片133上输出第三行波信号,第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第一路位移信号 U_{01} ,并存储此测量结果。

[0059] 然后在1ms内将前述相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号切换到激

励电极I11的A₁、B₁、C₁、D₁激励相上,此时激励电极II12不工作,激励信号经激励电极I11与感应电极I21之间的耦合电场,在感应电极I21的A₁、B₁、C₁感应组上产生三路同频等幅相位相差120°的行波信号,这三路行波信号经第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232和第三圆环形反射极片233直接反射到第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132和第三圆环形接收极片133上,在第一圆环形接收极片131上输出第四行波信号,在第二圆环形接收极片132上输出第五行波信号,在第三圆环形接收极片133上输出第六行波信号,第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第二路位移信号U_{o2},对第二路位移信号U_{o2}进行处理得到精测角位移值;对第二路位移信号U_{o2}与第一路位移信号U_{o1}进行对极定位处理,得到粗测对极位置值,FPGA信号处理系统将精测角位移值与粗测对极位置值相结合得到单圈绝对角位移值。外部永磁体3随转子2同轴转动,触发韦根传感模块4中的韦根丝输出脉冲信号,对该脉冲信号进行处理得到转子的转动圈数N_{mt},将转动圈数N_{mt}与单圈绝对角位移值相加,得到多圈绝对角位移值。

[0060] 实施例2:如图5至图8所示的多圈绝对式时栅角位移传感器,其大部分结构与实施例1相同,不同之处在于:

[0061] 激励电极II12由一圈内圆半径为16.5mm、外圆半径为23.5mm、径向高度为7mm、圆心角为3.4615°的扇环形极片II沿圆周方向等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个扇环形极片II之间间隔的圆心角)为3.4615°,激励电极II12的对极数M₂=13(13与激励电极I11的对极数16互为两个不相邻的质数),每相邻的四个扇环形极片II形成一个对极,则总共有52个扇环形极片II。

[0062] n₂依次取0至12的所有整数,第4n₂+1号扇环形极片II(即第1、5、9、...、49号扇环形极片II)的内圈端部各设有1个第一A₂相过孔、内圈内侧各设有1个第二C₂相过孔,1个第一A₂相过孔与1个第二C₂相过孔径向对齐,第4n₂+3号扇环形极片II(即第3、7、11、...、51号扇环形极片II)的内圈端部各设有1个第一C₂相过孔、内圈内侧各设有1个第二A₂相过孔,1个第一C₂相过孔与1个第二A₂相过孔径向对齐,13个第一A₂相过孔与13个第一C₂相过孔沿圆周方向等间隔分布,13个第一A₂相过孔的中心与13个第一C₂相过孔的中心处于半径为16.8mm的同一圆上,该圆到扇环形极片II的内边沿的径向距离为0.3mm,第一A₂相过孔的中心与相邻的第一C₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为13.846°,13个第二A₂相过孔与13个第二C₂相过孔沿圆周方向等间隔分布,13个第二A₂相过孔的中心与13个第二C₂相过孔的中心处于半径为16.2mm的同一圆上,该圆到扇环形极片II的内边沿的径向距离为0.3mm,第二A₂相过孔的中心与相邻的第二C₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为13.846°,相邻的第一A₂相过孔与第二A₂相过孔通过A₂相激励信号引线相连,使第4n₂+1号扇环形极片II连接成一组,组成A₂激励相,相邻的第一C₂相过孔与第二C₂相过孔通过C₂相激励信号引线相连,使第4n₂+3号扇环形极片II连接成一组,组成C₂激励相,A₂相激励信号引线与C₂相激励信号引线相互绝缘且组成双绞线,该双绞线位于激励电极II的内侧;第4n₂+2号扇环形极片II(即第2、6、10、...、50号扇环形极片II)的外圈端部各设有1个第一B₂相过孔、外圈外侧各设有1个第二D₂相过孔,1个第一B₂相过孔与1个第二D₂相过孔径向对齐,第4n₂+4号扇环形极片II(即第4、8、12、...、52号扇环形极片II)的外圈端部各设有1个第一D₂相过孔、外圈外侧各设有1个第二B₂相过孔,1个第一D₂相过孔与1个第二B₂相过孔径向对齐,13个第一B₂相过孔与13个第一D₂相过孔沿圆

周方向等间隔分布,13个第一B₂相过孔的中心与13个第一D₂相过孔的中心处于半径为23.2mm的同一圆上,该圆到扇环形极片Ⅱ的外边沿的径向距离为0.3mm,第一B₂相过孔的中心与相邻的第一D₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为13.846°,13个第二B₂相过孔与13个第二D₂相过孔沿圆周方向等间隔分布,13个第二B₂相过孔的中心与13个第二D₂相过孔的中心处于半径为23.8mm的同一圆上,该圆到扇环形极片Ⅱ的外边沿的径向距离为0.3mm,第二B₂相过孔的中心与相邻的第二D₂相过孔的中心之间所夹的圆心角为13.846°,相邻的第一B₂相过孔与第二B₂相过孔通过B₂相激励信号引线相连,使第4n₂+2号扇环形极片Ⅱ连接成一组,组成B₂激励相,相邻的第一D₂相过孔与第二D₂相过孔通过D₂相激励信号引线相连,使第4n₂+4号扇环形极片Ⅱ连接成一组,组成D₂激励相,B₂相激励信号引线与D₂相激励信号引线相互绝缘且组成双绞线,该双绞线位于激励电极Ⅱ的外侧。

[0063] 感应电极Ⅱ22由一圈相同的感应极片Ⅱ沿圆周方向等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个感应极片Ⅱ之间间隔的圆心角)为4.6154°,感应电极Ⅱ22的对极数为M₄=13,每相邻的三个感应极片Ⅱ形成一个对极,则总共有39个感应极片Ⅱ,感应极片Ⅱ的形状为极坐标下的[0,13.8462°]区间的两条相同的半周期余弦曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的封闭图形Ⅱ,两条相同的半周期余弦曲线段的起始点所夹的圆心角为4.6154°(即内圆弧所对的圆心角为4.6154°),内圆弧的半径为17mm,外圆弧的半径为23mm,每个感应极片Ⅱ的径向高度为6mm。n₄依次取0至12的所有整数,沿圆周顺时针方向第3n₄+1号感应极片Ⅱ(即第1、4、7、...、37号感应极片Ⅱ)通过第七条感应信号连接线连成一组,组成A₂感应组,第3n₄+2号感应极片Ⅱ(即第2、5、7、...、38号感应极片Ⅱ)通过第八条感应信号连接线连成一组,组成B₂感应组,第3n₄+3号感应极片Ⅱ(即第3、6、9、...、39号感应极片Ⅱ)通过第九条感应信号连接线连成一组,组成C₂感应组,第七条感应信号连接线、第八条感应信号连接线、第九条感应信号连接线都为环状导线且位于同一布线层。

[0064] 如图9所示,测量时,转子2与定子1相对平行转动,先对激励电极Ⅱ12的A₂、B₂、C₂、D₂激励相分别施加相位依次相差90°的四路同频等幅正弦激励电信号,此时激励电极Ⅱ11不工作,激励信号经激励电极Ⅱ12与感应电极Ⅱ22之间的耦合电场,在感应电极Ⅱ22的A₂、B₂、C₂感应组上产生三路同频等幅相位相差120°的行波信号,这三路行波信号经第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232、第三圆环形反射极片233直接反射到第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132、第三圆环形接收极片133上,在第一圆环形接收极片131上输出第一行波信号,在第二圆环形接收极片132上输出第二行波信号,在第三圆环形接收极片133上输出第三行波信号,第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第一路位移信号U₀₁,并存储此测量结果。

[0065] 然后在1ms内将前述相位依次相差90°的四路同频等幅正弦激励电信号切换到激励电极Ⅱ11的A₁、B₁、C₁、D₁激励相上,此时激励电极Ⅱ12不工作,激励信号经激励电极Ⅱ11与感应电极Ⅱ21之间的耦合电场,在感应电极Ⅱ21的A₁、B₁、C₁感应组上产生三路同频等幅相位相差120°的行波信号,这三路行波信号经第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232和第三圆环形反射极片233直接反射到第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132和第三圆环形接收极片133上,在第一圆环形接收极片131上输出第四行波信号,在第二圆环形接收极片132上输出五行波信号,在第三圆环形接收极片133上输出第六行波信

号,第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第二路位移信号 U_{o2} ,对第二路位移信号 U_{o2} 进行处理得到精测角位移值;对第二路位移信号 U_{o2} 与第一路位移信号 U_{o1} 进行对极定位处理,得到粗测对极位置值,FPGA信号处理系统将精测角位移值与粗测对极位置值相结合得到单圈绝对角位移值。外部永磁体3随转子2同轴转动,触发韦根传感模块4中的韦根丝输出脉冲信号,对该脉冲信号进行处理得到转子的转动圈数 N_{mt} ,将转动圈数 N_{mt} 与单圈绝对角位移值相加,得到多圈绝对角位移值。

[0066] 实施例3:如图10至图13所示的多圈绝对式时栅角位移传感器,其大部分结构与实施例1相同,不同之处在于:

[0067] 激励电极II12由内圆半径为16.5mm、外圆半径为23.5mm、径向高度为7mm、圆心角为 89.3° 的四个扇环形极片III沿圆周方向等间隔排布组成,该间隔所对的圆心角(即相邻两个扇环形极片III之间间隔的圆心角)为 0.7° ,该间隔对应的内圆弧长为0.2mm,四个扇环形极片III分别独立构成 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相。

[0068] 接收电极的第一圆环形接收极片131作为第一、第四行波信号的输出电极(即在激励作用下可输出第一、第四行波信号),第二圆环形接收极片122作为第二、第五行波信号的输出电极(即在激励作用下可输出第二、第五行波信号),第三圆环形接收极片133作为第三、第六行波信号的输出电极(即在激励作用下可输出第三、第六行波信号)。

[0069] 感应电极II22由相同的三个扇叶形极片沿圆周方向间隔0.2mm的弧长排布组成,一个扇叶形极片和一个弧长间隔所对的圆心角为 120° ,扇叶形极片的形状为 $[-\pi, 0]$ 区间的两条相同的余弦极坐标曲线段在起止点与同心的内外圆弧相交而围成的全封闭图形,即 $[-\pi, 0]$ 区间的两条相同的余弦极坐标曲线段中的一条在其起始点与内圆弧相交、在其终止点与外圆弧相交,另一条也在其起始点与内圆弧相交、在其终止点与外圆弧相交,从而围成全封闭图形,全封闭图形(相当于扇叶形极片)的内圆半径为17mm,径向高度为6mm,则其外圆半径为23mm,两条相同的余弦极坐标曲线段的起始点所夹的圆心角(即全封闭图形的内圆弧所对的圆心角)等于 119.33° ,三个扇叶形极片分别独立构成 A_2 感应组、 B_2 感应组, C_2 感应组。

[0070] 如图14所示,测量时,转子2与定子1相对平行转动,先对激励电极II12的 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 激励相分别施加相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电信号,此时激励电极I11不工作,激励信号经激励电极II12与感应电极II22之间的耦合电场,在感应电极II22的 A_2 、 B_2 、 C_2 感应组上产生三路相位相差 120° 的同频等幅行波信号,这三路行波信号经第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232和第三圆环形反射极片233直接反射到第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132和第三圆环形接收极片133上,在第一圆环形接收极片131上输出第一行波信号,在第二圆环形接收极片132上输出第二行波信号,在第三圆环形接收极片133上输出第三行波信号;第一、第二、第三行波信号经硬件电路处理成第一组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第一路位移信号 U_{o1} , U_{o1} 经处理后得到粗测对极位置值。

[0071] 然后在1ms内将前述相位依次相差 90° 的四路同频等幅正弦激励电压切换到激励电极I11的 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 激励相上,此时激励电极II12不工作,激励信号经激励电极I11与感应电极I21之间的耦合电场,在感应电极I21的 A_1 、 B_1 、 C_1 感应组上产生三路相位相差 120° 的

同频等幅行波信号,这三路行波信号经第一圆环形反射极片231、第二圆环形反射极片232和第三圆环形反射极片233直接反射到第一圆环形接收极片131、第二圆环形接收极片132和第三圆环形接收极片133上,在第一圆环形接收极片131上输出第四行波信号,在第二圆环形接收极片132上输出第五行波信号,在第三圆环形接收极片133上输出第六行波信号。第四、第五、第六行波信号经硬件电路处理成第二组三路方波信号后,输入FPGA信号处理系统,经数据融合获得第二路位移信号 U_{o2} ,对第二路位移信号 U_{o2} 进行处理得到精测角位移值;FPGA信号处理系统将精测角位移值与粗测对极位置值相结合得到单圈绝对角位移值。外部永磁体3随转子2同轴转动,触发韦根传感模块4中的韦根丝输出脉冲信号,对该脉冲信号进行处理得到转子的转动圈数 N_{mt} ,将转动圈数 N_{mt} 与单圈绝对角位移值相加,得到多圈绝对角位移值。

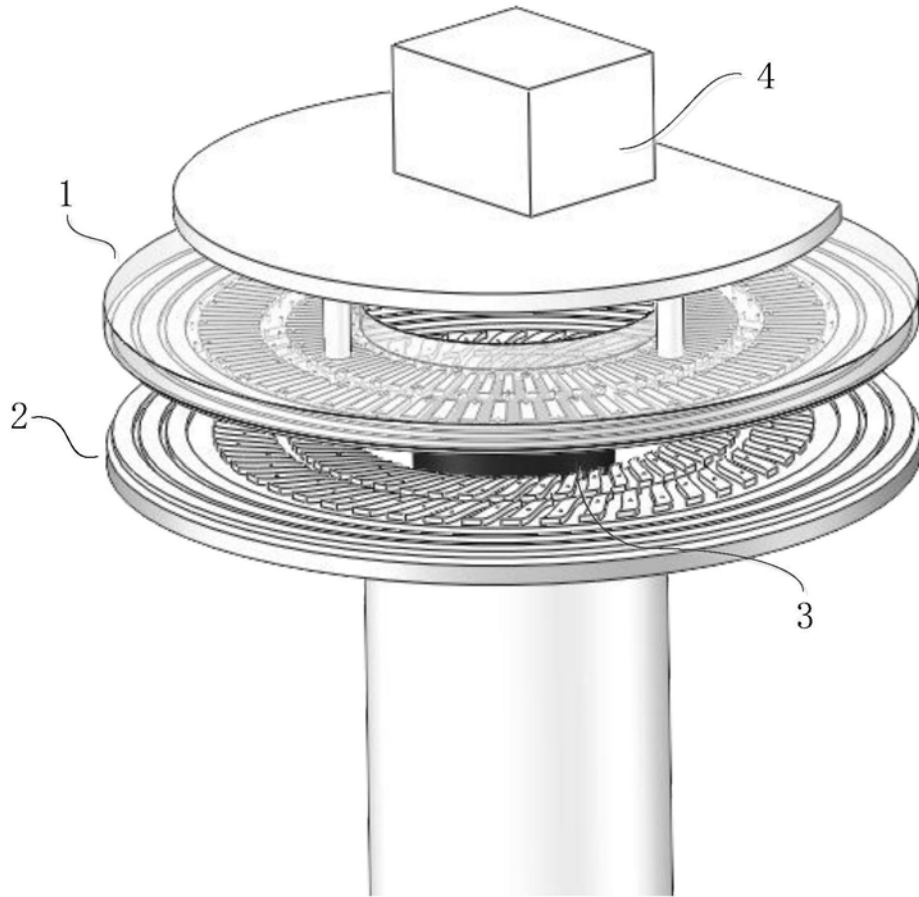


图1

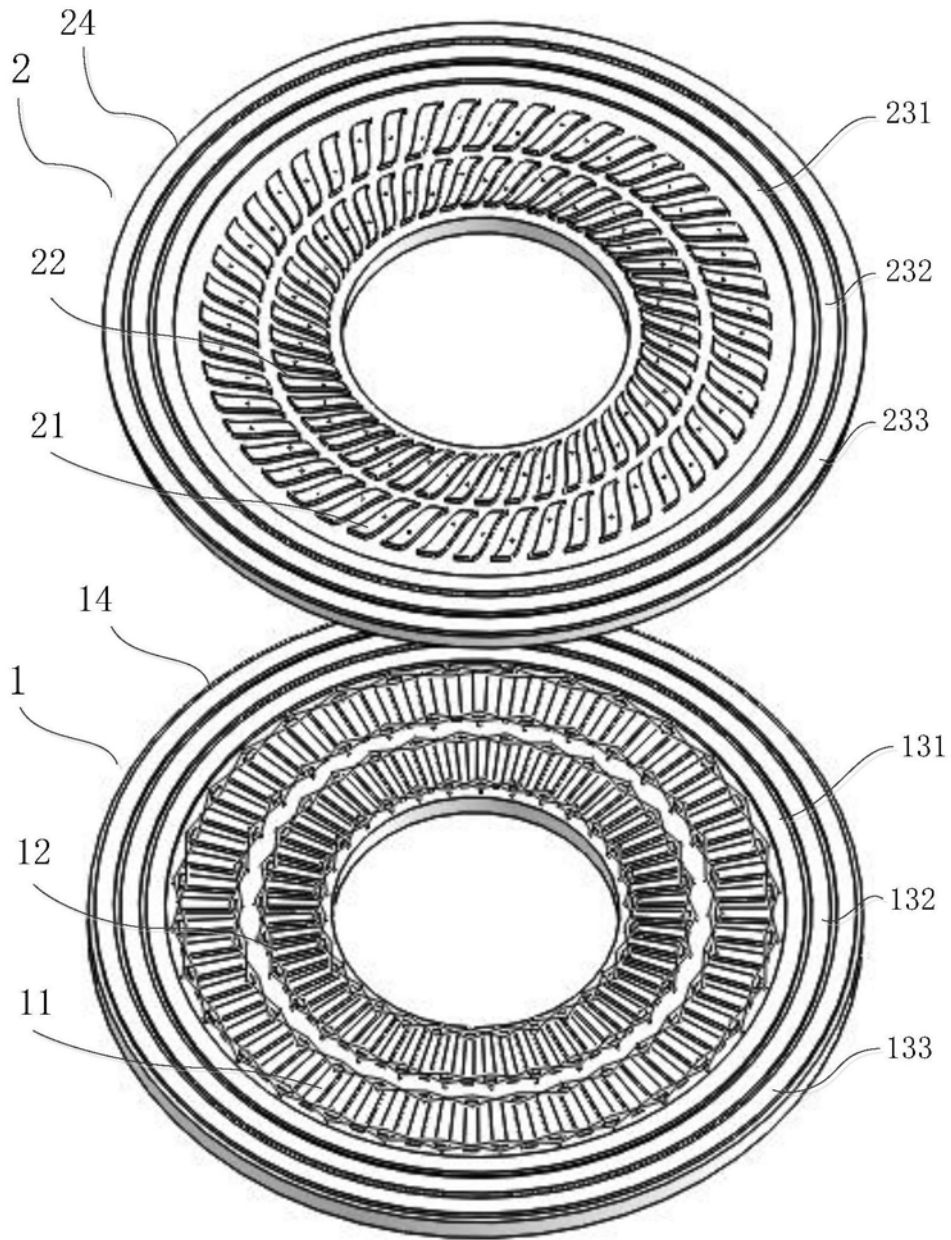


图2

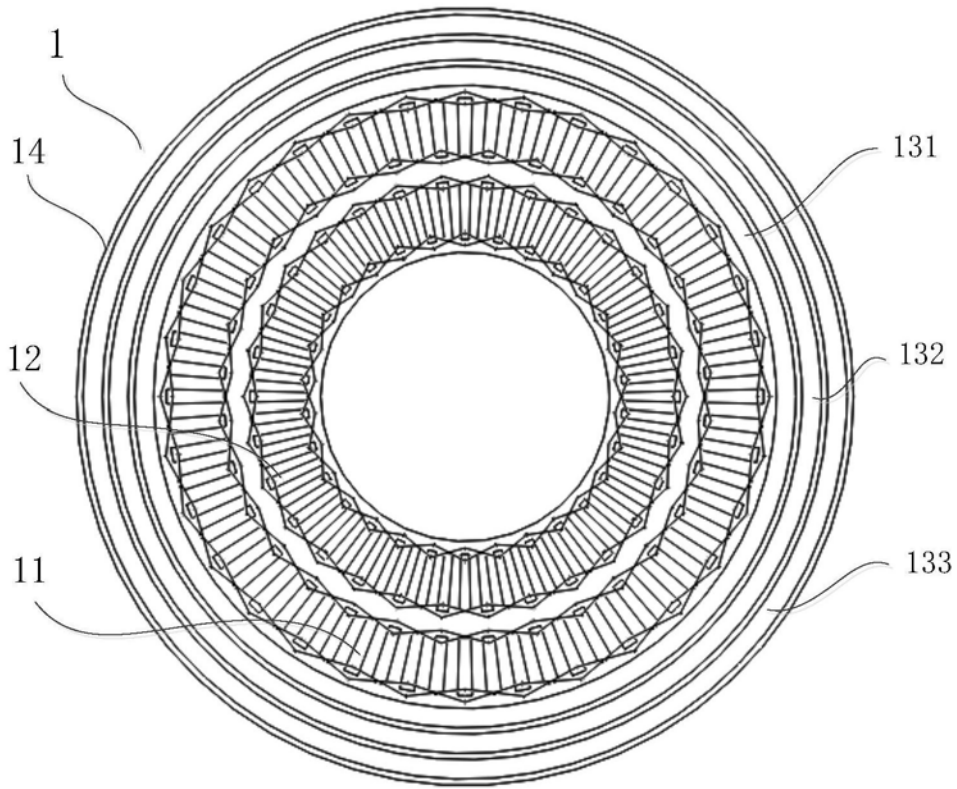


图3

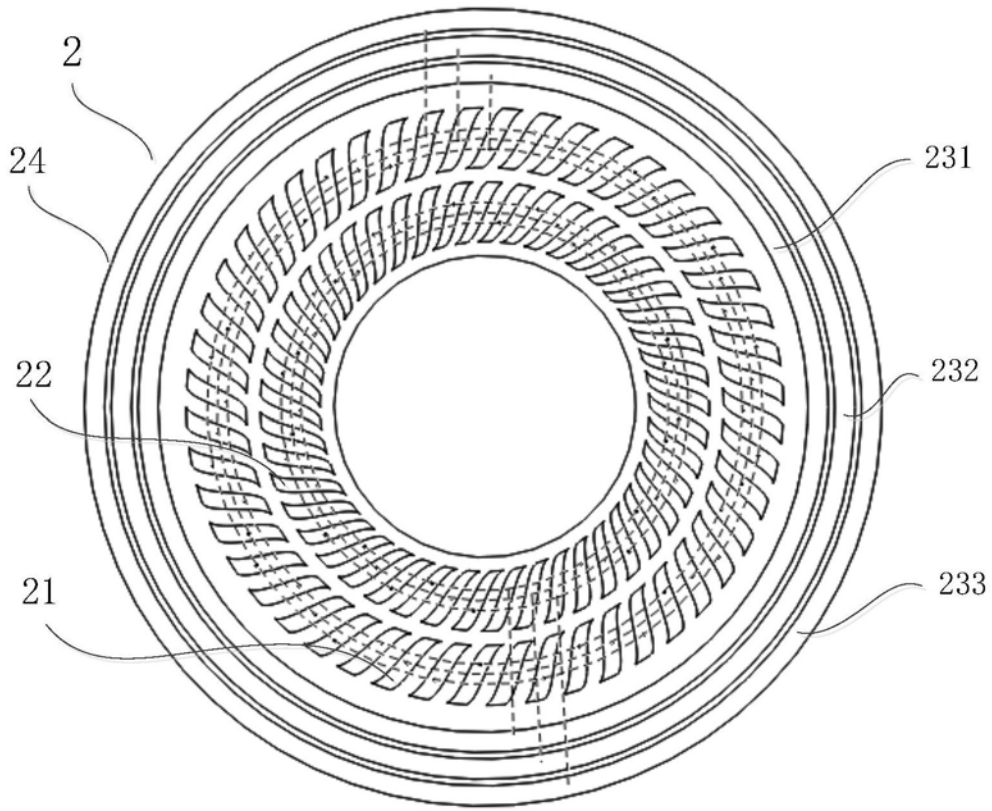


图4

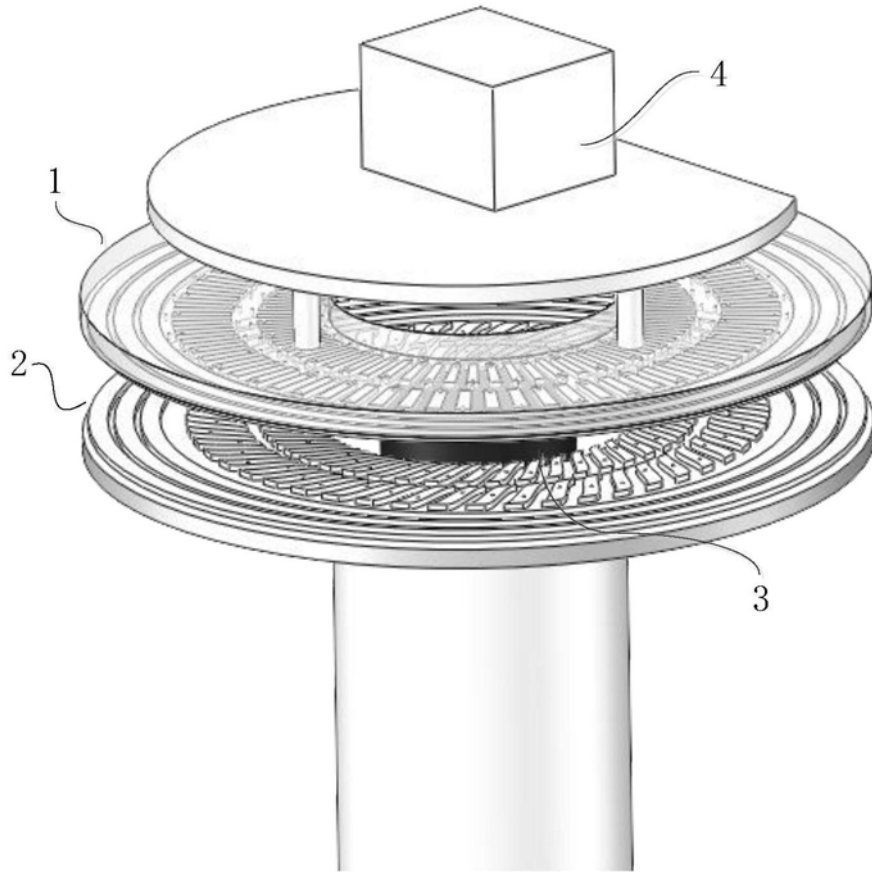


图5

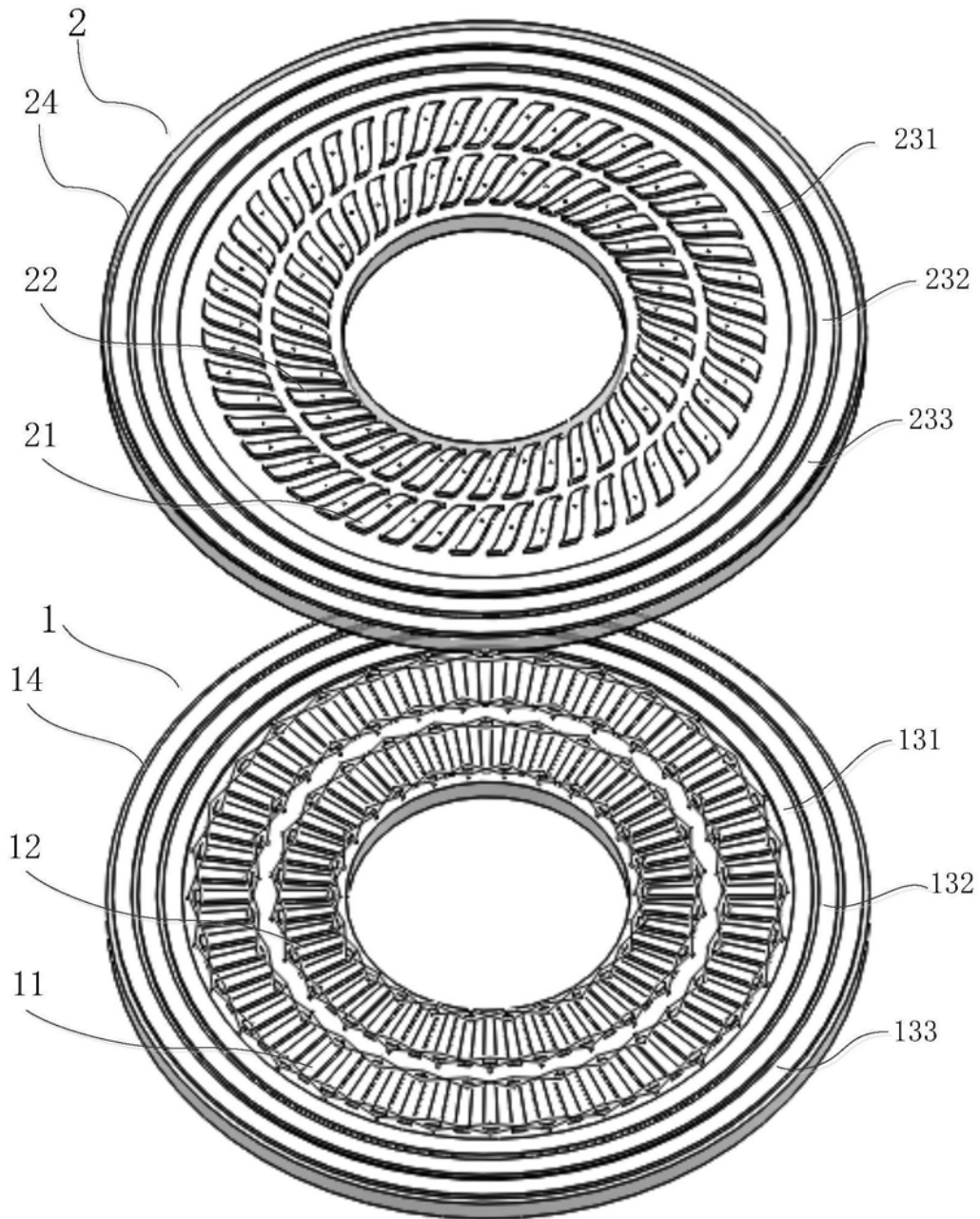


图6

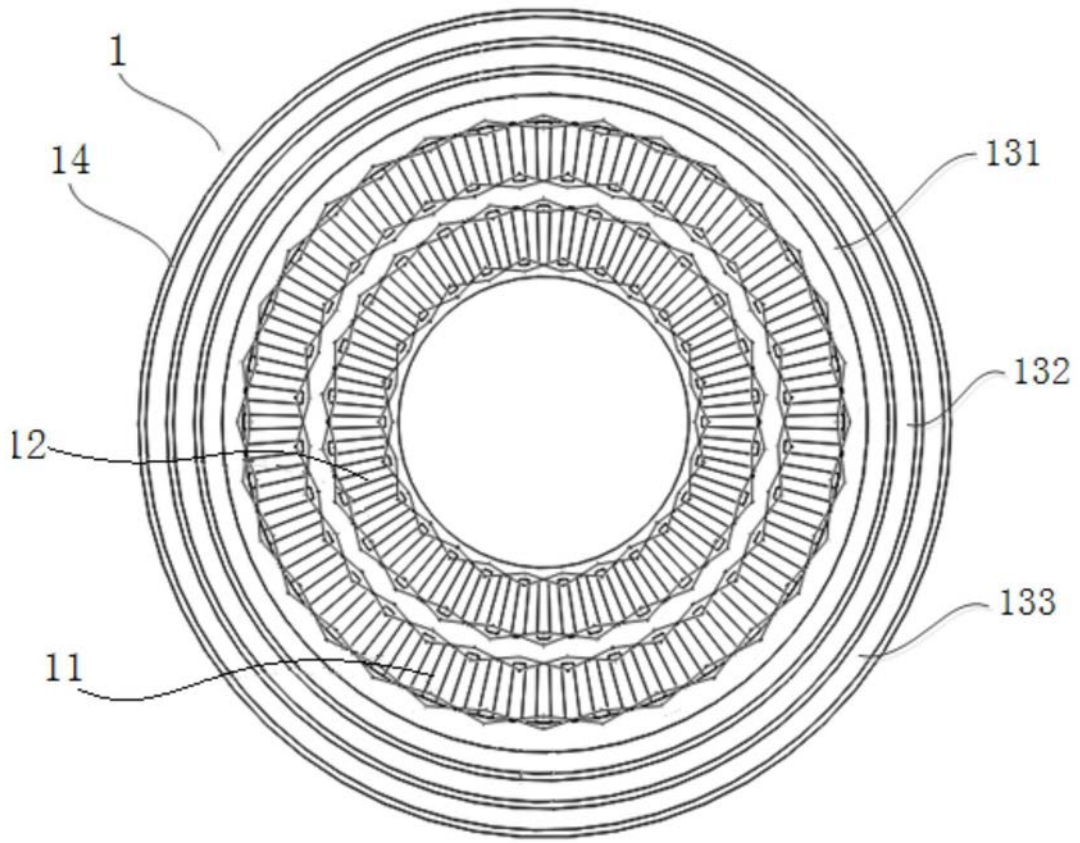


图7

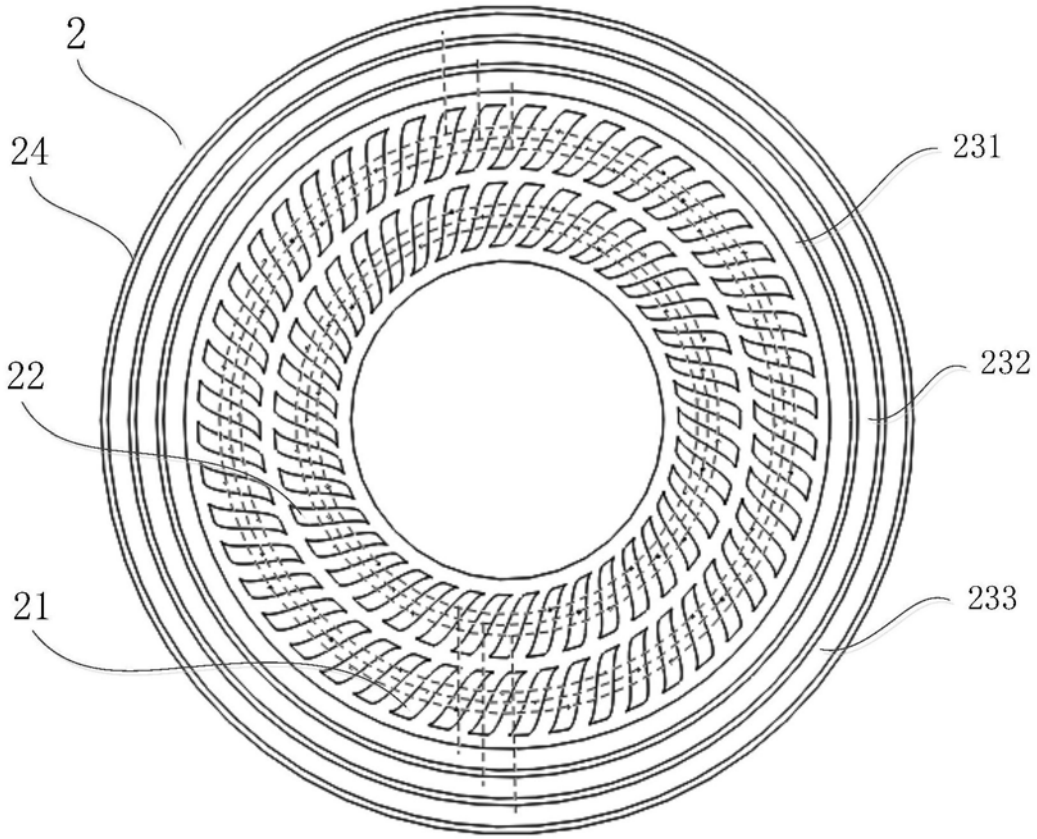


图8

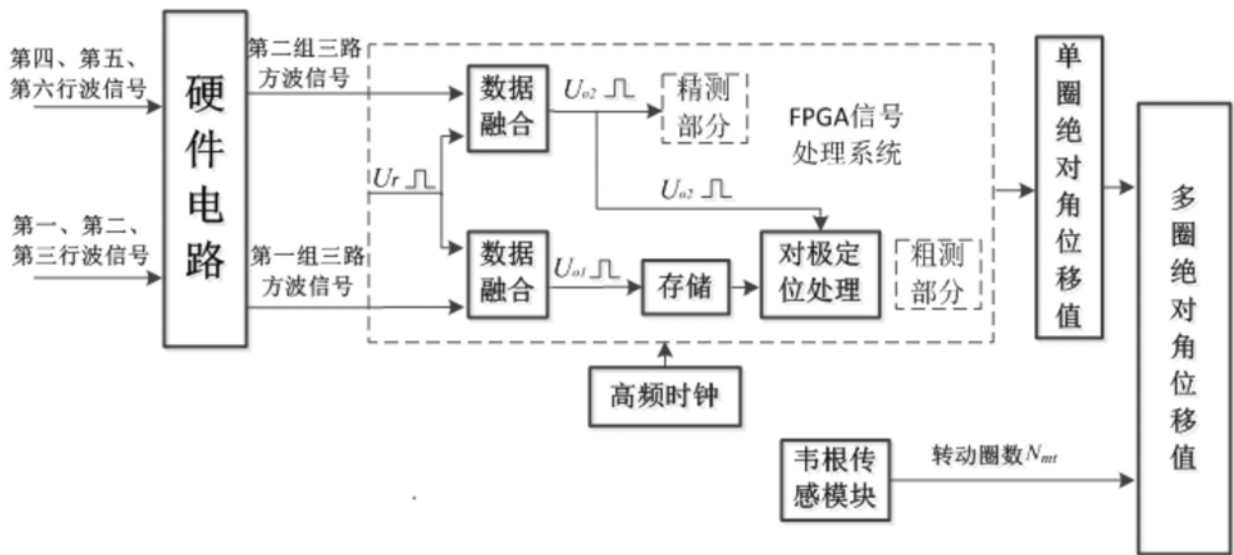


图9

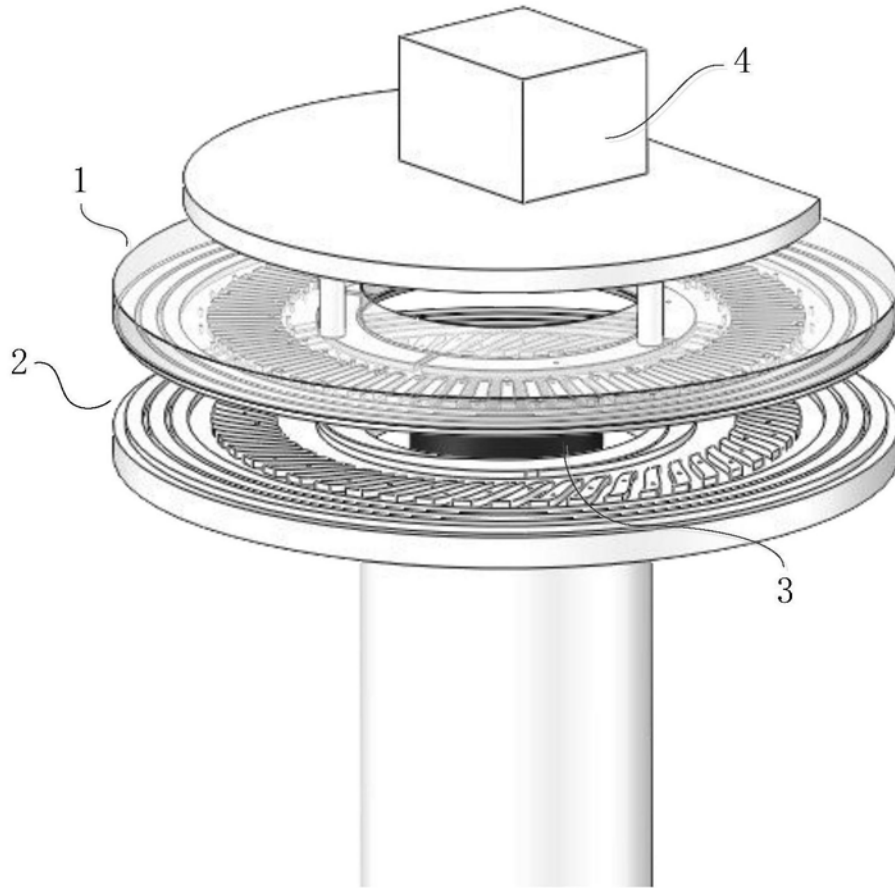


图10

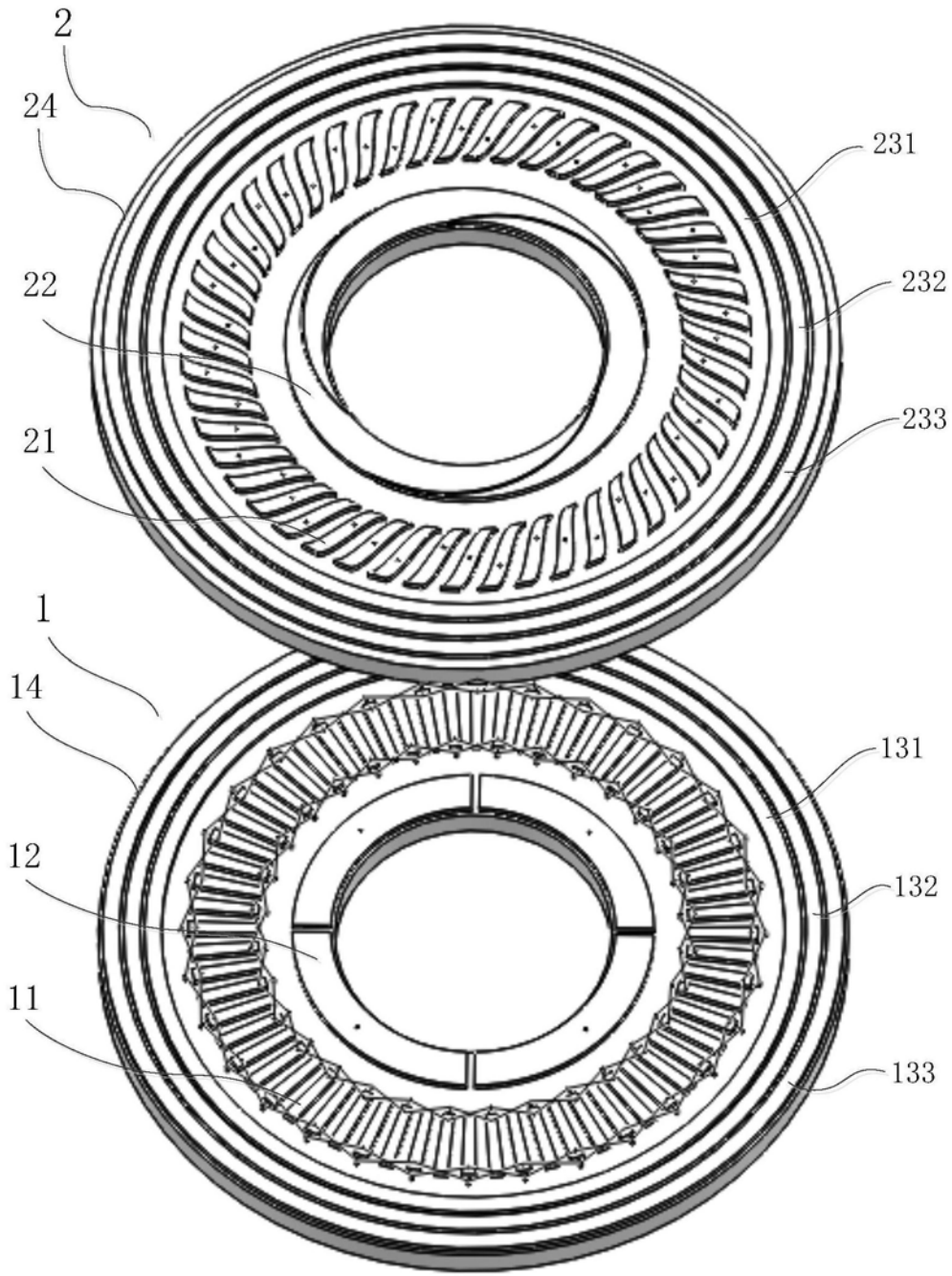


图11

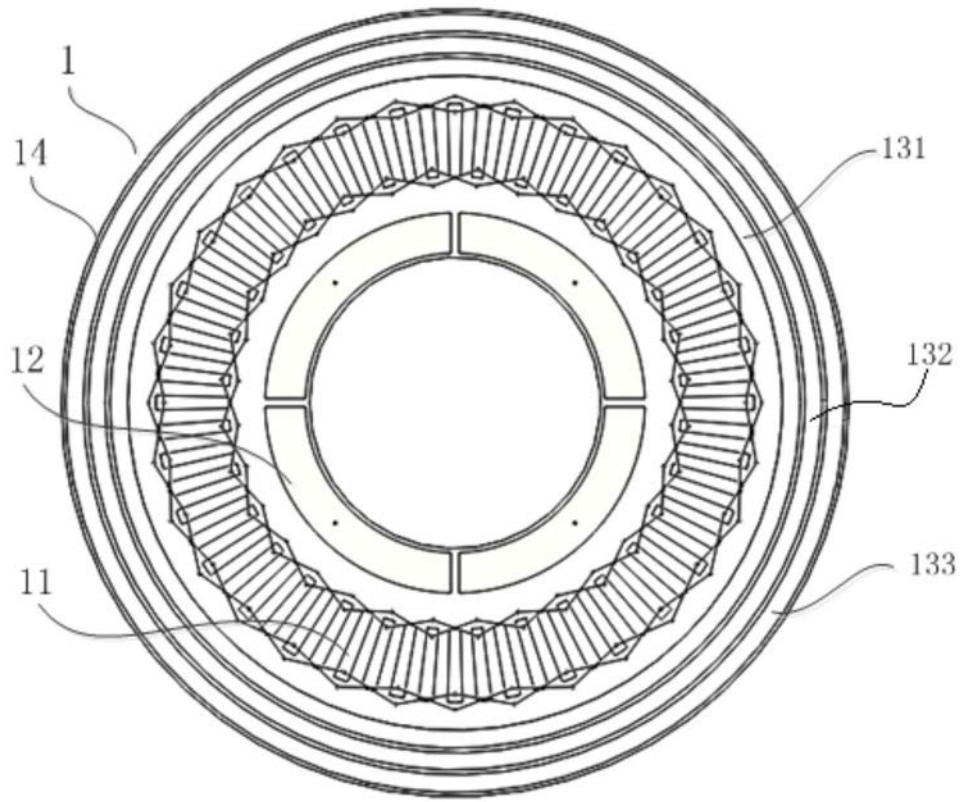


图12

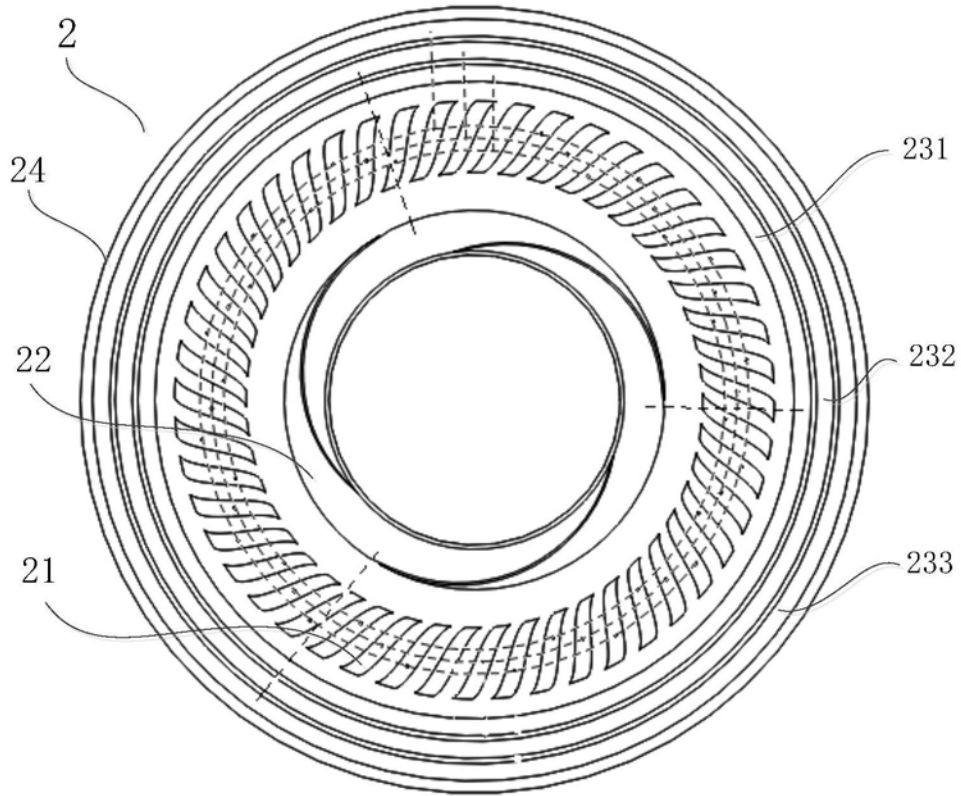


图13

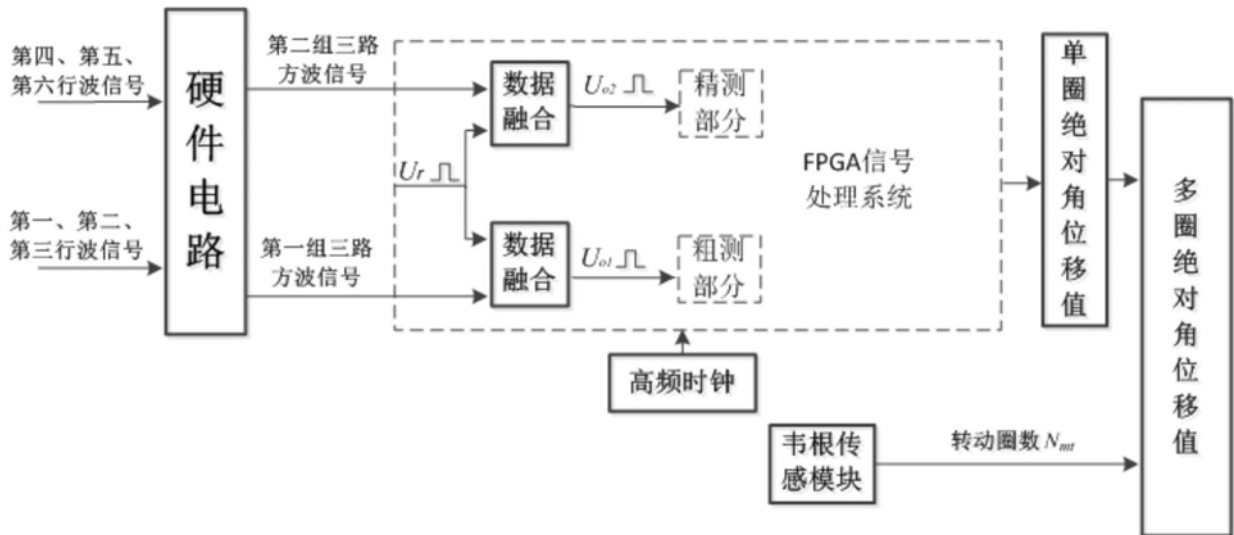


图14