



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202816634 U

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201220492908. 5

G01B 7/30(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 09. 21

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(73) 专利权人 谭成忠

地址 411104 湖南省湘潭市湘潭高新区晓塘路火炬创新创业园湘潭高新区博维地球物理技术有限公司

(72) 发明人 谭成忠

(51) Int. Cl.

H01F 38/18(2006. 01)

H01F 27/28(2006. 01)

H02K 1/22(2006. 01)

H02K 3/12(2006. 01)

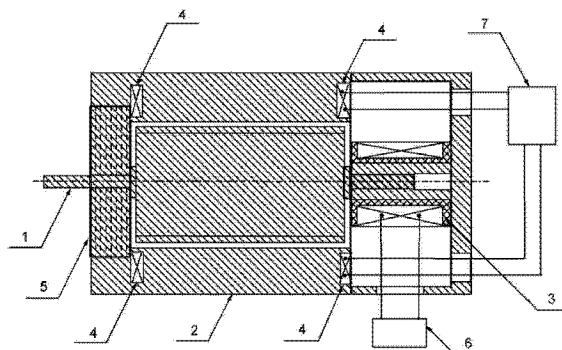
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

一种无刷线性旋转变压器

(57) 摘要

一种无刷线性旋转变压器,其特征为:旋转变压器由转子(1)、定子(2)、原边线圈绕组(3)、副边线圈绕组(4)、轴承(5)、激磁电源(6)和信号接受处理系统(7)组成;原边线圈绕组(3)绕于定子(2)一端的筒体上,转子(1)的一端安置于筒体的圆孔内,原边线圈绕组(3)的轴线与转子(1)的轴线一致,转子(1)与定子(2)的另外一端通过轴承(5)连接;副边线圈绕组(4)嵌于定子(2)的内侧,其法向垂直于转子(1)的轴向;激磁电源(6)的激磁电流通过原边线圈绕组(3)产生交变磁场,交变磁场通过转子(1)与定子(2)间的气隙使磁通在旋转变压器内形成环流,并在副边线圈绕组(4)的两端产生感应电动势;信号接受处理系统(7)采集和处理副边线圈绕组(4)的感应电动势信号并输出转子(1)的角度位置、转数和角速度参数。新型无刷线性旋转变压器具有结构简单可靠、稳定性好、抗电磁干扰和抗冲击能力强的特点,能够高速多圈精密测量旋转物体的转轴角位移和角速度。



1. 一种无刷线性旋转变压器,其特征为:旋转变压器由转子(1)、定子(2)、原边线圈绕组(3)、副边线圈绕组(4)、轴承(5)、激磁电源(6)和信号接受处理系统(7)组成;原边线圈绕组(3)绕于定子(2)一端的筒体上,转子(1)的一端安置于筒体的圆孔内,原边线圈绕组(3)的轴线与转子(1)的轴线一致,转子(1)与定子(2)的另外一端通过轴承(5)连接;副边线圈绕组(4)嵌于定子(2)的内侧,其法向垂直于转子(1)的轴向;激磁电源(6)的激磁电流通过原边线圈绕组(3)产生交变磁场,交变磁场通过转子(1)与定子(2)间的气隙使磁通在旋转变压器内形成环流,并在副边线圈绕组(4)的两端产生感应电动势;信号接受处理系统(7)采集和处理副边线圈绕组(4)的感应电动势信号并输出转子(1)的角度位置、转数和角速度参数。

2. 如权利要求1所述的一种无刷线性旋转变压器,其特征为:转子(1)呈轴对称的平行凸轮状或者轴对称的多齿凸轮状。

3. 如权利要求1所述的一种无刷线性旋转变压器,其特征为:两个或多个矩形副边线圈绕组(4)均布并嵌于定子(2)的内侧,每两个相邻矩形副边线圈绕组(4)之间留有等宽的气隙;气隙呈槽状均布于定子(2)的内侧并且平行于定子(2)的轴向。

4. 如权利要求1所述的一种无刷线性旋转变压器,其特征为:所述转子(1)和定子(2)由铁磁材料或者铁氧体材料构成。

5. 如权利要求1所述的一种无刷线性旋转变压器,其特征为:连接转子(1)与定子(2)的轴承(5)由抗磁材料或者顺磁材料构成,使该端的转子(1)与定子(2)之间形成高磁阻隔离。

6. 如权利要求1所述的一种无刷线性旋转变压器,其特征为:激磁电源(6)为通过对50赫兹或60赫兹的普通交流电源降压后形成的低压电源,或者通过直流电源逆变后形成的交流电源。

7. 如权利要求1所述的一种无刷线性旋转变压器,其特征为:信号接受处理系统(7)输出副边线圈绕组(4)的感应电动势,或经数据处理后输出转子(1)的角度位置、转数和角速度参数。

一种无刷线性旋转变压器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种无刷线性旋转变压器,作为角度位置传感用于多圈精密测量旋转物体的角位移和角速度,在机电伺服控制系统中具有特殊用途,也可用于坐标变换、三角运算和角度数据传输、位移测量和振动监测领域。

背景技术

[0002] 旋转变压器作为角度位置传感器广泛用于运动伺服控制系统中,用作为角度位置的传感和测量。传统角度位置传感有光电编码器、磁性编码器和旋转变压器。光电式编码器通过光电转换将转轴的角位移转换成脉冲数字信号。根据转盘的光刻方式及信号的输出形式,光电编码器又可分为增量式编码器和绝对式编码器。增量式编码器结构简单,能够以增量的方式给出角度位置的信息,但不能给出初始位置的信息。绝对式编码器能够直接输出转子的绝对位置信息,但其工艺复杂。光电编码器具有直接输出数字信号和高精度的优点,但光电编码器不能应用于恶劣环境,抗冲击能力差,而且不能应用于高速旋转测量。由于光电编码器通过转盘离散的光刻输出脉冲光电信号,因此形式上限制了分辨率的提高。磁性编码器通过磁极的变化来测量转轴的角位移。由于分辨率低和精度较差,磁性编码器的应用没有光电编码器和旋转变压器普及。

[0003] 旋转变压器是一种电磁感应式传感器,用来测量旋转物体的转轴角位移和角速度。常规旋转变压器由定子和转子组成,其中定子绕组作为变压器的原边,接受励磁电压,转子绕组作为变压器的副边,通过电磁耦合在其两断产生感应电动势。旋转变压器结构简单可靠,特别适用其他旋转编码器无法正常工作的恶劣环境。

[0004] 旋转变压器根据转子电信号引进和引出的方式,分为有刷和无刷旋转变压器两种。在有刷旋转变压器中,定子和转子上都嵌有绕组。转子绕组的电信号,通过滑动接触,由转子上的滑环和定子上的电刷引进或引出。由于有刷结构的存在,此类旋转变压器的可靠性较差。目前这种结构的旋转变压器已很少使用。

[0005] 无刷旋转变压器有两种结构形式,一种为环形变压器式无刷旋转变压器,另一种为磁阻式旋转变压器。在环形变压器式无刷旋转变压器中,一个绕组绕在定子上,一个绕组绕在转子上,同心放置。转子上的环形变压器绕组与作信号变换的转子绕组相联。电信号的输入和输出由环形变压器完成。磁阻式旋转变压器的励磁绕组和输出绕组嵌在同一套定子槽内。两相绕组的电信号随转角作正余弦变化、彼此相位差 90° 。磁阻式旋转变压器的转子磁极形状须特殊设计加工,使得气隙磁场呈正弦变化。

[0006] 常规旋转变压器的原边、副边绕组则随转子的角位移发生相对位置的改变,其输出电压的大小随转子角位移而发生变化,输出绕组的电压幅值与转子转角构成正弦、余弦函数关系,或保持某一比例关系,或在一定转角范围内与转角成线性关系。单对磁极的旋转变压器精度低。为了提高测量精度,常规旋转变压器内一般装有多对磁极,因此结构复杂。常规旋转变压器的原边信号输出是两相正交的模拟信号,它们的幅值随着转角呈正余弦变化。为了获取角度和角速度信息,需要设计复杂的解调制电路,价格昂贵,而且计算复杂。目

前采用的大多都是专用集成电路,例如美国 AD 公司的 AD2S1200、AD2S1205 带有参考振荡器的 12 位数字 R/D 变换器以及 AD2S1210 10 到 16 位数字、带有参考振荡器的数字可变 R/D 变换器,以及连云港杰瑞电子有限公司生产的旋转变压器数字转换器。这些原因使常规旋转变压器的大规模应用受到限制。

发明内容

[0007] 本实用新型提供的一种无刷线性旋转变压器无可以克服现有旋转变压器的局限。新型无刷线性旋转变压器具有结构简单可靠、稳定性好、抗电磁干扰和抗冲击能力强的特点。新型无刷线性旋转变压器无需复杂的解调制电路和专用集成电路,能够高速多圈精密测量旋转物体的转轴角位移和角速度,并且能够连续跟随转轴角位移的变化。

[0008] 本实用新型的目的在于通过如下技术途径实现的:一种无刷线性旋转变压器由转子、定子、原边线圈绕组、副边线圈绕组、轴承、激磁电源和信号接受处理系统组成;原边线圈绕组固定于定子一端的筒体上,转子的一端安置于筒体的圆孔内,原边线圈绕组的轴线与转子的轴线一致,转子与定子的另外一端通过轴承连接;副边线圈绕组嵌于定子的内侧,其法向垂直于转子的轴向;激磁电源的激磁电流通过原边线圈绕组产生交变磁场,交变磁场通过转子与定子间的气隙使磁通在旋转变压器内形成环流,并在副边线圈绕组的两端产生感应电动势,感应电动势的幅值与转子转角成线性关系;信号接受处理系统采集和处理副边线圈绕组的感应电动势信号并输出转子的角度位置、转数和角速度参数。

[0009] 新型无刷线性旋转变压器的转子呈轴对称的平行凸轮状或者轴对称的多齿凸轮状;两个或多个矩形副边线圈绕组均布并嵌于定子的内侧,每两个相邻矩形副边线圈绕组之间留有等宽的气隙;气隙呈槽状均布于定子的内侧并且平行于定子的轴向。转子和定子由铁磁材料或者铁氧体材料构成。转子和定子的一端通过铁磁材料或者铁氧体材料形成低磁阻连接。连接转子与定子的轴承由抗磁材料或者顺磁材料构成,使该端的转子与定子之间形成高磁阻隔离。

[0010] 新型无刷线性旋转变压器的激磁电源为通过对 50 赫兹或 60 赫兹的普通交流电源降压后形成的低压电源,或者通过直流电源逆变后形成的交流电源。信号接受处理系统输出副边线圈绕组的感应电动势,或者经数据处理后输出转子的角度位置、转数和角速度参数。

附图说明

[0011] 下面结合附图对本实用新型的目的和实现途径作进一步详细说明:

[0012] 图 1 为本实用新型的结构示意图;

[0013] 图 2 为新型无刷线性旋转变压器内的磁通环路示意图;

[0014] 图 3 为转子位置与副边线圈绕组电感的线性关系示意图;

[0015] 图 4 为本实用新型的平行凸轮状转子与四副边线圈绕组位置关系剖面图;

[0016] 图 5 为对应于图 4 结构的四副边线圈绕组两端电动势与转子位置关系图;

[0017] 图 6 为本实用新型的四齿凸轮状转子与四副边线圈绕组位置关系剖面图。

[0018] 本实用新型的结构如图 1 所示。它包括转子 1、定子 2、原边线圈绕组 3、副边线圈绕组 4、轴承 5、激磁电源 6 和信号接受处理系统 7。由于转子 1 和定子 2 轴线一致,因此凸

轮转子 1 的边缘和定子 2 内壁间的气隙宽度为一常数。激磁电源 6 的交变电流通过原边线圈绕组 3 在转子 1 的轴向产生感应磁场。感应磁场通过气隙在转子 1 和定子 2 间形成磁通环路,如图 2 中的箭头所示。副边线圈绕组 4 嵌于定子 2 的内侧,其法向垂直于转子的轴向。激励磁场在副边线圈绕组的两端产生感应电动势。感应电动势的频率与激磁电流的频率相等。设凸轮转子 1 的一对称方向 A-A 与副边线圈绕组 abcd 的外法线 n 的夹角为 θ ,如图 3 所示。由于凸轮转子 1 的圆边和定子 2 内壁间的气隙宽度为一常数,因此副边线圈绕组的电感和感应电动势的幅值与转子位置 θ 呈线性关系。副边线圈绕组 4 两端的感应电动势与凸轮转子 1 的形状以及副边线圈绕组 4 的数量有关。转子旋转的角速度等于 θ 对时间 t 的导数,即 $d\theta/dt$ 。对旋转过程中角度变化的增量积分可记录转子的转数。通过测量和计算处理副边线圈绕组 4 两端的感应电动势即可确定转子的角度位置、转数和角速度参数。

[0019] 常规旋转变压器的原边、副边绕组则随转子的角位移发生相对位置的改变,输出绕组的电压幅值与转子转角成正弦、余弦函数关系。为了获取角度和角速度信息,需要设计复杂的解调制电路及专用集成电路。本实用新型提供的一种无刷线性旋转变压器无可以克服现有旋转变压器的局限,输出绕组的感应电动势的幅值与转子转角为线性关系。因此电动势幅值与转角之间的转换关系简单。

[0020] 具体实施方式

[0021] 实施例一

[0022] 平行凸轮状转子与四副边线圈绕组作为本实用新型的一种组合构型,其位置关系剖面如图 4 所示。凸轮转子 1 的圆边张角为 90° 。四个等同的副边线圈绕组 4 均布于定子 2 的内侧,其法向垂直于转子的轴向。每个绕组的张角为 90° 。相邻两个副边线圈绕组的张角相错 45° 。每一线圈绕组中心对称绕制。两个相邻矩形副边线圈绕组之间留有等宽的气隙;气隙呈槽状均布于定子的内侧并且平行于定子的轴向。当凸轮转子的圆边张角与某一副边线圈绕组的张角重合时,该线圈绕组两端的感应电动势幅值最大。当凸轮转子圆边对称轴向与某一副边线圈绕组的法向垂直时,该线圈绕组两端的感应电动势幅值最小。设凸轮转子的圆边对称方向与副边线圈绕组的法线的夹角为 θ ,如图 3 所示。在图 4 中,从副边线圈绕组 abcd 为参考沿顺时针方向均布的四个绕组分别为 efgh, ijkm, nopq, 其两断的电动势分别用 u_1, u_2, u_3, u_4 表示。电动势值满足如下关系式:

$$[0023] \quad u_1 = \begin{cases} \left(\frac{1}{2} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, & (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{1}{2}\right) \sum_i u_i, & (\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi) \\ \left(\frac{3}{2} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, & (\pi \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{3}{2}\right) \sum_i u_i, & (\frac{3\pi}{2} \leq \theta \leq 2\pi) \end{cases},$$

$$[0024] \quad u_2 = \begin{cases} \left(\frac{1}{4} + \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}) \\ \left(\frac{3}{4} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{3\pi}{4}) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{3}{4}\right) \sum_i u_i, (\frac{3\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{4}) \\ \left(\frac{7}{4} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (\frac{5\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{7\pi}{4}) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{7}{4}\right) \sum_i u_i, (\frac{7\pi}{4} \leq \theta \leq 2\pi) \end{cases},$$

$$[0025] \quad u_3 = \begin{cases} \frac{\theta}{\pi} \sum_i u_i, (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}) \\ \left(1 - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - 1\right) \sum_i u_i, (\pi \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}) \\ \left(2 - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (\frac{3\pi}{2} \leq \theta \leq 2\pi) \end{cases},$$

$$[0026] \quad u_4 = \begin{cases} \left(\frac{1}{4} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4}) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{1}{4}\right) \sum_i u_i, (\frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{3\pi}{4}) \\ \left(\frac{5}{4} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (\frac{3\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{4}) \\ \left(\frac{\theta}{\pi} - \frac{5}{4}\right) \sum_i u_i, (\frac{5\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{7\pi}{4}) \\ \left(\frac{9}{4} - \frac{\theta}{\pi}\right) \sum_i u_i, (\frac{7\pi}{4} \leq \theta \leq 2\pi) \end{cases}。$$

[0027] 电动势与转子位置 θ 的线性关系如图 5 所示。四组电动势幅值之和为一常数，正比于激磁电源的电压幅值。通过测量副边线圈绕组两端的感应电动势即可确定转子的角度位置、转数和角速度参数。

[0028] 实施例二

[0029] 四齿凸轮状转子与四副边线圈绕组作为本实用新型的另一种组合构型，其位置关系剖面如图 6 所示。凸轮转子 1 的圆边张角为 45° 。四个等同的副边线圈绕组 4 相邻均布于定子 2 的内侧，其法向垂直于转子的轴向。每个绕组的张角为 45° 。两个相邻矩形副边线圈绕组之间留有等宽的气隙，气隙呈槽状均布于定子的内侧并且平行于定子的轴向。每一线圈绕组中心对称绕制。沿顺时针方向均布的四个绕组分别为 abcd, efgh, ijkm, nopq。当凸轮转子 1 的圆边张角与某一副边线圈绕组的张角重合时，该线圈绕组两端的感应电动

势幅值最大。当凸轮转子圆边对称轴向与某一副边线圈绕组的法向垂直时,该线圈绕组两端的感应电动势幅值最小。四组电动势幅值之和为一常数,正比于激磁电源的电压幅值。通过测量副边线圈绕组两端的感应电动势即可确定转子的角度位置、转数和角速度参数。

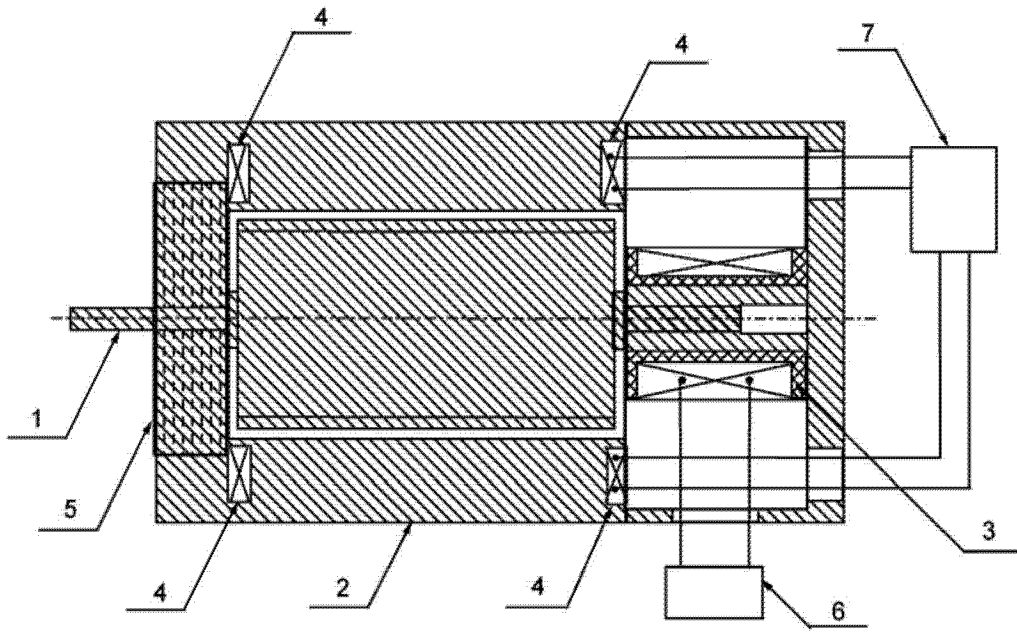


图 1

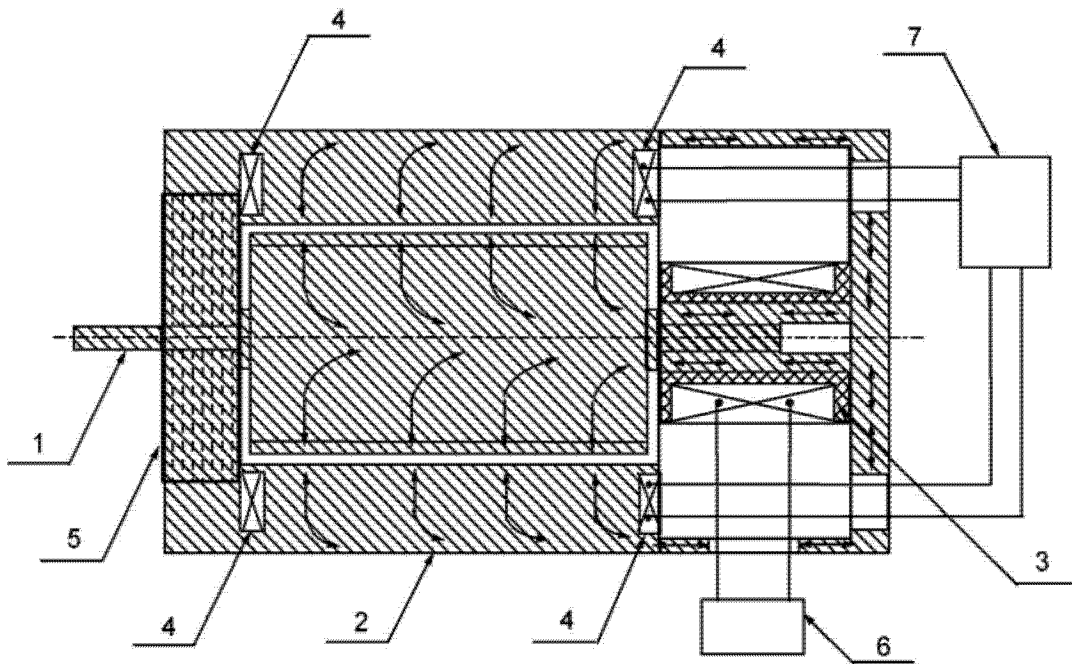


图 2

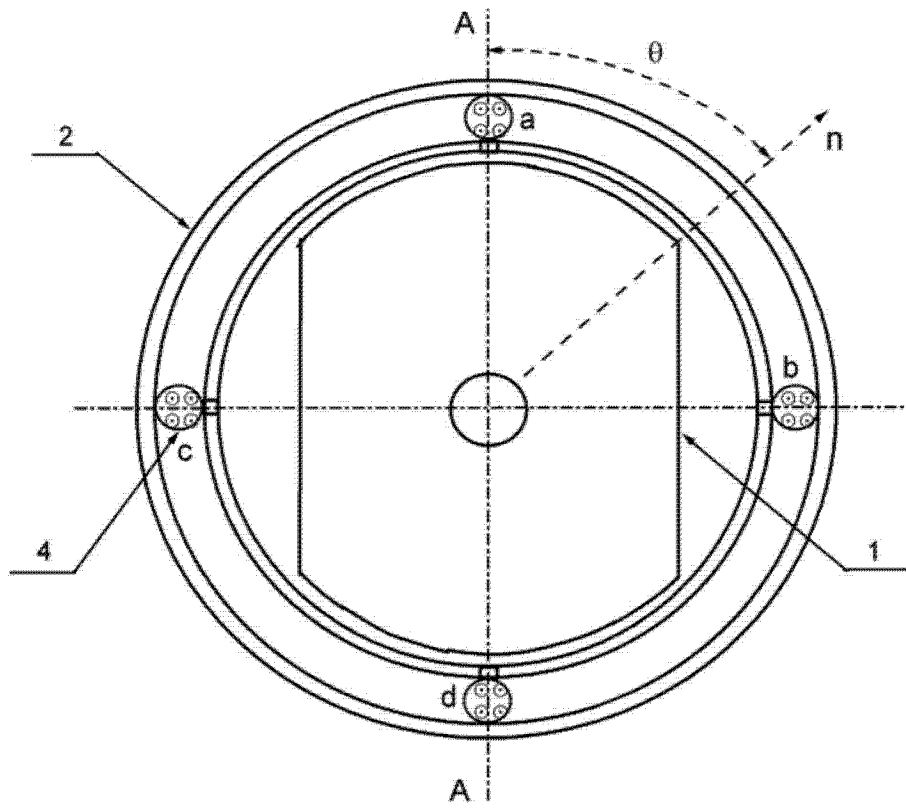


图 3

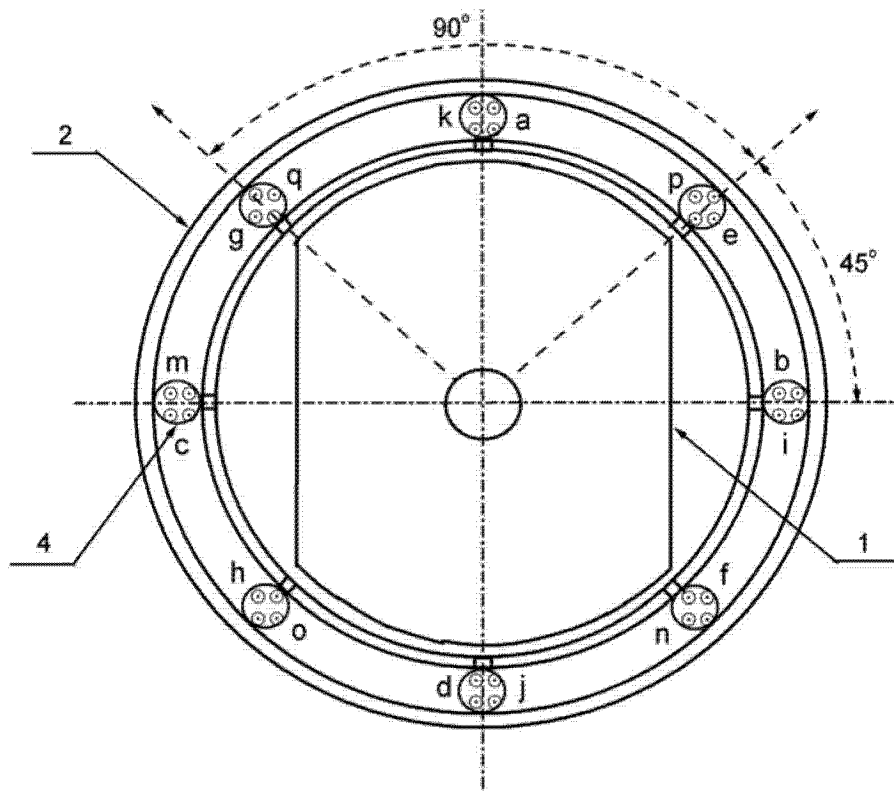


图 4

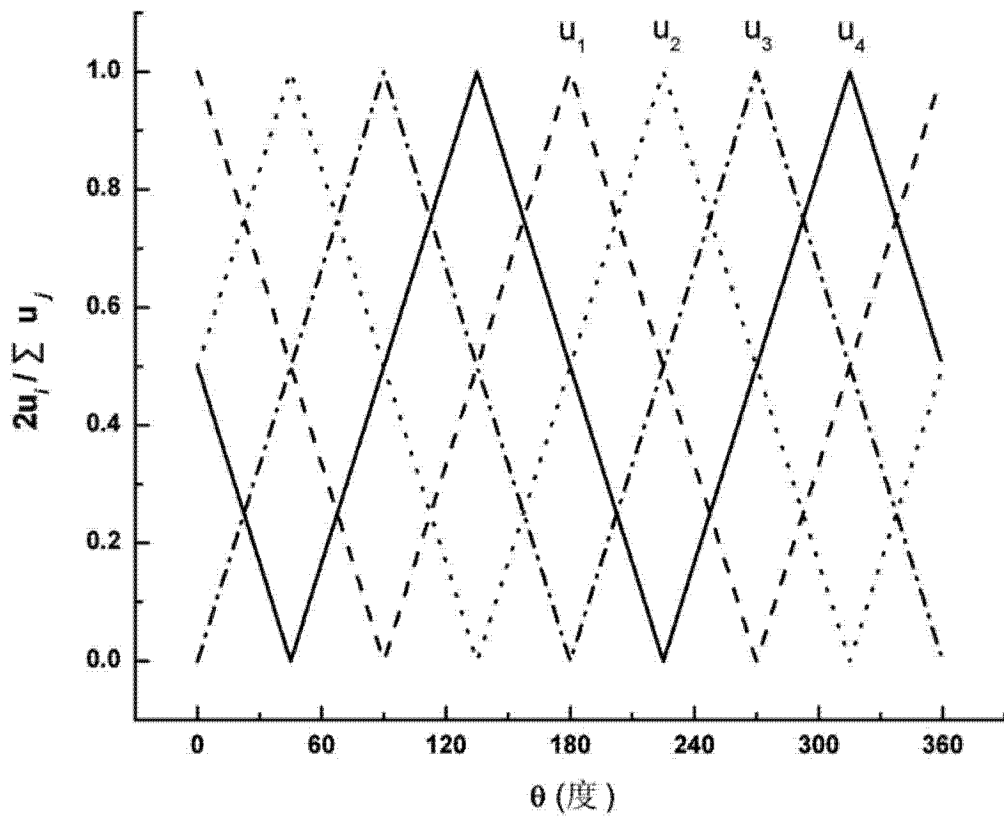


图 5

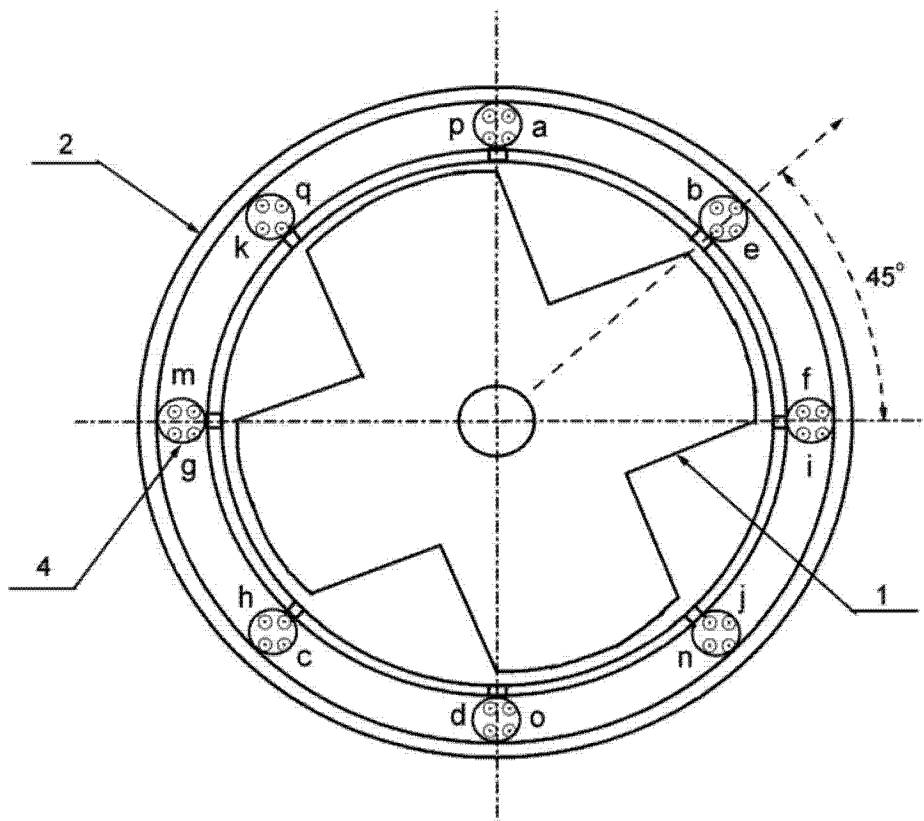


图 6