



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104374412 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201410647388. 4

(22) 申请日 2014. 11. 14

(71) 申请人 陆丕清

地址 557300 贵州省黔东南苗族侗族自治州
黎平县肇兴乡肇兴中寨村四组

(72) 发明人 陆丕清

(74) 专利代理机构 北京联瑞联丰知识产权代理
事务所(普通合伙) 11411

代理人 朱广存

(51) Int. Cl.

G01D 5/14(2006. 01)

G01D 5/16(2006. 01)

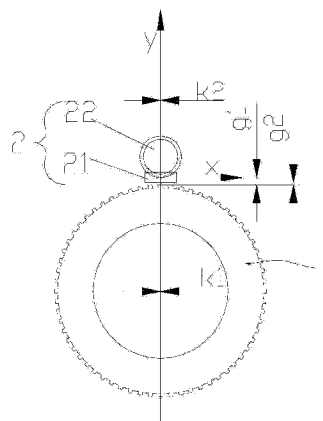
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构

(57) 摘要

本发明公开了一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,包括齿轮编码盘及感应头,所述感应头内装有传感器和永磁铁,传感器在位于齿轮编码盘齿顶正上方,所述永磁铁与感应头内部传感器的中心线 y 的轴向偏移为 t, $t \leq 5\text{mm}$,所述永磁铁边缘靠近传感器侧面至传感器中心线 z 的径向偏移为 h, $-3\text{mm} \leq h \leq 3\text{mm}$,所述永磁铁端面与 xy 平面构成的偏角为 α , $-38^\circ \leq \alpha \leq 38^\circ$,所述永磁铁端面与 xz 平面构成的偏角为 β , $-36^\circ \leq \beta \leq 36^\circ$,该用于磁感应齿轮编码器的磁场结构使得编码器的灵敏度更高,精度可以达到准确分辨 $\text{module}0.3$ 以上,能够分辨齿间距小于等于 0.94mm ,相对于同样分辨率的编码器体积更小,结构更紧凑,对外表现磁性更弱,不容易吸附铁屑,免铁屑防护装置。



1. 一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:包括齿轮编码盘及感应头,所述感应头内装有传感器的永磁铁,传感器在位于齿轮编码盘齿顶正上方,所述永磁铁位于所述感应头内部传感器的一侧,以感应头内部传感器的中心为原点,y轴为径向,z轴为轴向,与zy平面垂直的方向为法向即x轴,所述永磁铁与感应头内部传感器的中心线y的轴向偏移为t, $t \leq 5\text{mm}$,若永磁铁存在倾角时,则t为永磁铁内侧面到传感器中心线的轴向偏移;所述永磁铁边缘靠近传感器侧面至传感器中心线z的径向偏移为h, $-3\text{mm} \leq h \leq 3\text{mm}$,若永磁铁存在倾角时,则h为永磁铁中性面的边缘到传感器中心的径向偏移;所述永磁铁中心线相对于所述传感器中心轴线y的法向偏移为k2, $-3\text{mm} \leq k2 \leq 3\text{mm}$,所述永磁铁端面与xy平面构成的偏角为a, $-38^\circ \leq a \leq 38^\circ$,所述永磁铁端面与xz平面构成的偏角为 β , $-36^\circ \leq \beta \leq 36^\circ$ 。

2. 根据权利要求1所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:所述永磁铁由磁钢构成,所述磁钢表面磁场强度范围为:200Gs---1000Gs,所述磁钢为轴向充磁,所述齿轮编码器由铁质软磁材料组成。

3. 根据权利要求1所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:所述永磁铁横截面的直径为 $\Phi 2\text{mm}$ 至 $\Phi 8\text{mm}$,所述永磁铁的厚度为1mm至5mm。

4. 根据权利要求1所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:所述传感器包括霍尔传感器或磁阻传感器,所述磁阻传感器包括AMR、GMR、TMR磁阻。

5. 根据权利要求1所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:以所述传感器的中心轴线至齿轮编码盘端面的轴向偏移为S,L为码盘厚度, $0 \leq S \leq L$;所述感应头底面与所述齿轮编码盘齿顶的径向距离为g2,所述传感器中心线x与所述齿轮编码盘齿顶的距离为g1, $0 \leq g1-g2 \leq g1 \leq 2\text{mm}$;所述齿轮编码盘的中心与传感器中心的法向偏移为k1, $-2 \leq k1 \leq 2\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求1所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:所述传感器内部有磁敏元件c1、c2、c3、c4、s1、s2、s3、s4,磁敏元件c1、c2、c3、c4及s1、s2、s3、s4在xy平面内关于x,y中心轴线对称分布,且沿着法向等间距排列成两排,c1和c3为同一法向位置,c2、c4为同一法向位置,s1和s3为同一法向位置,s2和s4为同一法向位置,p等于编码盘的齿间距,所述磁敏元件的法向间距为 $e = 1/4P$,当齿轮编码盘的凸齿转动到刚好和c1、c3所在位置的正下方时,c2、c4磁敏元件正下方对准所述齿轮编码器的凹齿,所以传感器所处区域均由两部分磁场叠加而成,一部分是永磁铁产生的磁场B1,另一部分是由永磁铁磁化的齿轮编码盘而产生的磁场B2,两个磁场叠加在一起,磁感应器所在位置所受磁场强度 $B0 = B1+B2$,由于 $B \propto 1/r^3$,所以c1、c3所在位置磁场强度大于c2、c4所在位置的磁场强度,通过惠斯通电桥解调出差分信号,在码盘旋转的情况下即可输出双列相差为 90° 的正弦信号。

7. 根据权利要求6所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:所述传感器将磁信号转换成电信号,再通过惠斯通电桥解调成两组正弦差分信号,由s1、s3、s2、s4组成能够识别编码盘的旋转方向的第一组正弦差分信号,由c1、c3、c2、c4组成第二组正弦差分信号,两组正弦差分信号形成 90° 的相位差。

8. 根据权利要求1所述的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,其特征在于:所述永磁铁呈圆柱状或者非圆柱状,所述永磁铁的边缘磁场密度比中心磁场密度高。

一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构

技术领域

[0001] 本发明涉及编码器技术领域,尤其涉及一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构。

背景技术

[0002] 现有技术中的磁环式编码器是由感应头和磁环编码盘组成的,磁环式编码盘是由铁磁性物质粉末和作为粘结剂的塑性物质通过注塑、压铸或铸造等工艺加工成型的,然后通过磁化的方式将外环均匀地磁化成一个个串接起来的小磁矩,如图 3 所示,并加以一定的机械封装以便安装于被测轴上,如图 4 所示。当电机带磁环编码盘做圆周运动时,各个小磁矩旋转由远而近地靠近感应时,会产生不同的磁场强度和梯度,感应头内置磁敏传感器将不同磁场强度和梯度的变化解调成相应的电信号,感应头内置处理器通过对电信号波形进行采样,放大,校准,以及细分等处理,再输出一系列的标准的正弦波或方波脉冲电信号,电信号的变化情况反映了码盘的转速、方向和位置等参数,这些参数是自动化控制中最重要参数。如果传感器波形精度高,稳定性好,则通过控制电路可以做更高的细分,从而提高检测精度和分辨率,如果波形精度不好,细分不但不能提高精度,反而会降低稳定性。

[0003] 因为磁环式编码盘是由铁磁性物质粉末和作为粘结剂用的塑性物质通过注塑、压铸或铸造等工艺加工成型的柱形环状结构,工艺上很难控制材料的均匀性,而磁化位置也较难精准控制,使得码盘上磁矩大小和强弱以及均匀性较难进一步得到提高。而且在使用过程中,由于码盘上磁极暴露在外,容易吸附飞尘和细小铁屑而给检测带来误差,往往还需要在码盘上装得有扫尘装置,用久的码盘也会有磁性减弱,造成波形精度恶化,影响测量。

[0004] 由于磁环式编码器存在上述不足,而近年来磁敏传感器灵敏度和精度不断得到提高,所以更弱的磁场也能检测出来,人们便开始试验利用软磁化齿轮的凸凹部位而产生的磁场强度和梯度来替代磁环式上小磁矩,即为磁感应齿轮编码器的编码盘,用齿轮来做编码盘具有更大的优势,可塑性好,便于加工、均匀性好、尺寸精度更好控制,满足不同的应用场合,更重要的是波形精度高,一致性好。目前德国一家公司已经做成 module 0.4 齿轮,波形可细分至 100 倍。

[0005] 目前所采取的方法是传感器 12 位于永磁场 11 和齿轮 13 的之间,如图 5 及图 6 所示,此方法最高精度可以分辨 module 0.4,并能对 module 0.4 进行有效细分至 100,即 100 倍频输出,但是更小的识别间距一直没有得到突破,如果做到 module 0.3 的,由于是采用强磁方法,强磁容易吸引一些铁磁性粉末,细小的粉末累积到一定程度会引起测量误差,大一点的小铁块则会引起碰撞损毁或飞溅伤人,所以强磁编码器需要附加做些保护措施,特别是避免体积较大的铁磁性颗粒进入到传感器和齿轮相对运动的缝隙中,编码器体积大,结构不紧凑,对外表现磁性强,存在安全隐患。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构,该用于

磁感应齿轮编码器的磁场结构使得编码器的灵敏度更高,精度可以达到准确分辨 module 0.3 以上,能够分辨齿间距小于等于 0.94mm,相对于同样分辨率的编码器体积更小,结构更紧凑,对外表现磁性更弱,不容易吸附铁屑,免铁屑防护装置。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供的用于磁感应齿轮编码器的磁场结构包括齿轮编码盘及感应头,所述感应头内装有传感器和永磁铁,传感器在位于齿轮编码盘齿顶正上方,所述永磁铁位于所述感应头内部传感器的一侧,以感应头内部传感器的中心为原点, y 轴为径向, z 轴为轴向,与 zy 平面垂直的方向为法向即 x 轴,所述永磁铁与感应头内部传感器的中心线 y 的轴向偏移为 t, $t \leq 5\text{mm}$,若永磁铁存在倾角时,则 t 为永磁铁内侧面到传感器中心线的轴向偏移;所述永磁铁边缘靠近传感器侧面至传感器中心线 z 的径向偏移为 h, $-3\text{mm} \leq h \leq 3\text{mm}$,若永磁铁存在倾角时,则 h 为永磁铁中性面的边缘到传感器中心的径向偏移;所述永磁铁中心线相对于所述传感器中心轴线 y 的法向偏移为 k2, $-3\text{mm} \leq k2 \leq 3\text{mm}$,所述永磁铁端面与 xy 平面构成的偏角为 α , $-38^\circ \leq \alpha \leq 38^\circ$,所述永磁铁端面与 xz 平面构成的偏角为 β , $-36^\circ \leq \beta \leq 36^\circ$ 。

[0008] 优选地,所述永磁铁由磁钢构成,所述磁钢表面磁场强度范围为: 200Gs—1000Gs,所述磁钢为轴向充磁,所述齿轮编码器由铁质软磁材料组成。

[0009] 优选地,所述永磁铁横截面的直径为 $\Phi 2\text{mm}$ 至 $\Phi 8\text{mm}$,所述永磁铁的厚度为 1mm 至 5mm。

[0010] 优选地,所述传感器包括霍尔传感器或磁阻传感器,所述磁阻传感器包括 AMR、GMR、TMR 磁阻。

[0011] 优选地,以所述传感器的中心轴线至齿轮编码盘端面的轴向偏移为 S, L 为码盘厚度, $0 \leq S \leq L$;所述感应头底面与所述齿轮编码盘齿顶的径向距离为 g2,所述传感器中心线 x 与所述齿轮编码盘齿顶的距离为 g1, $0 \leq g1-g2 \leq g1 \leq 2\text{mm}$;所述齿轮编码盘的中心与传感器中心的法向偏移为 k1, $-2 \leq k1 \leq 2\text{mm}$ 。

[0012] 优选地,所述传感器内部有磁敏元件 c1、c2、c3、c4、s1、s2、s3、s4,磁敏元件 c1、c2、c3、c4 及 s1、s2、s3、s4 在 xy 平面内关于 x, y 中心轴线对称分布,且沿着法向等间距排列成两排,c1 和 c3 为同一法向位置,c2、c4 为同一法向位置,s1 和 s3 为同一法向位置,s2 和 s4 为同一法向位置,p 等于编码盘的齿间距,所述磁敏元件的法向间距为 $e = 1/4p$,当齿轮编码盘的凸齿转动到刚好和 c1、c3 所在位置的正下方时,c2、c4 磁敏元件正下方对准所述齿轮编码器的凹齿,所以传感器所处区域均由两部分磁场叠加而成,一部分是永磁铁产生的磁场 B1,另一部分是由永磁铁磁化的齿轮编码盘而产生的磁场 B2,两个磁场叠加在一起,磁感应器所在位置所受磁场强度 $B_0 = B_1+B_2$,由于 $B \propto 1/r^3$,所以 c1、c3 所在位置磁场强度大于 c2、c4 所在位置的磁场强度,通过惠斯通电桥解调出差分信号,在码盘旋转的情况下即可输出双列相差为 90° 的正弦信号。

[0013] 优选地,所述传应器将磁信号转换成电信号,再通过惠斯通电桥解调成两组正弦差分信号,由 s1、s3、s2、s4 组成能够识别编码盘的旋转方向的第一组正弦差分信号,由 c1、c3、c2、c4 组成第二组正弦差分信号,两组正弦差分信号形成 90 度的相位差。

[0014] 优选地,所述永磁铁呈圆柱状或者非圆柱状,所述永磁铁的边缘磁场密度比中心磁场密度高。

[0015] 采用上述结构之后,所述永磁铁位于所述感应头内部传感器的一侧,所述永磁铁

与感应头内部传感器的中心线 y 的轴向偏移为 t , $t \leq 5\text{mm}$, 若永磁铁存在倾角时, 则 t 为永磁内侧面到传感器中心线的轴向偏移; 所述永磁铁边缘靠近传感器侧面至传感器中心线 z 的径向偏移为 h , $-3\text{mm} \leq h \leq 3\text{mm}$, 若永磁铁存在倾角时, 则 h 为永磁铁中性面的边缘到传感器中心的径向偏移; 所述永磁铁中心线相对于所述传感器中心轴线 y 的法向偏移为 k_2 , $-3\text{mm} \leq k_2 \leq 3\text{mm}$, 所述永磁铁端面与 xy 平面构成的偏角为 α , $-38^\circ \leq \alpha \leq 38^\circ$, 所述永磁铁端面与 xz 平面构成的偏角为 β , $-36^\circ \leq \beta \leq 36^\circ$ 。所述磁感应器所处区域均由两部分磁场叠加而成, 一部分是永磁铁产生的磁场 B_1 , 另一部分是由永磁铁磁化的齿轮编码盘而产生的磁场 B_2 , 两个磁场叠加在一起, 磁感应器所在位置所受磁场强度 $B_0 = B_1 + B_2$, 由公式 $B \propto 1/r^3$, 可知 c_1 、 c_3 所在位置磁场强度大于 c_2 、 c_4 所在位置的磁场强度, 该用于磁感应齿轮编码器的磁场结构使得编码器的灵敏度更高, 精度可以达到准确分辨 $\text{module} 0.3$ 以上, 能够分辨齿间距小于等于 0.94mm , 相对于同样分辨率的编码器体积更小, 结构更紧凑, 对外表现磁性更弱, 不容易吸附铁屑, 免铁屑防护装置。

附图说明

- [0016] 图 1 为本发明一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构的主视图;
- [0017] 图 2 为本发明一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构的左视图;
- [0018] 图 3 为本发明现有技术的磁环式编码器的结构示意图;
- [0019] 图 4 为如图 1 所示的磁环式编码器的结构示意图, 图中的磁环式编码器以一定的机械封装装于被测轴上;
- [0020] 图 5 为本发明现有技术的编码器的磁场结构的主视图;
- [0021] 图 6 为本发明现有技术的编码器的磁场结构的左视图;
- [0022] 图 7 为本发明一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构的磁敏元件的连接示意图;
- [0023] 图 8 为本发明一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构的磁敏元件的排列示意图;
- [0024] 图 9 为编码器磁场结构处于假定工作的初始位置的示意图;
- [0025] 图 10 为如图 9 位置下过传感器中心线即法线方向的磁感应强度曲线图;
- [0026] 图 11 为编码器磁场结构处于相对假定初始位置旋转一个小角度的位置的示意图;
- [0027] 图 12 为如图 11 位置下过传感器中心线即法线方向的磁感应强度曲线图。
- [0028] 图 13 为本发明永磁铁磁场强度的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白, 以下结合附图及实施例, 对本发明进行进一步详细说明。应当理解, 此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明, 并不用于限定本发明。

[0030] 请参阅图 1 及图 2, 图 1 为本发明一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构的主视图, 图 2 为本发明一种用于磁感应齿轮编码器的磁场结构的左视图; 在本实施例中, 用于磁感应齿轮编码器的磁场结构 10 包括齿轮编码盘 1 及感应头 2, 感应头 2 内装有传感器 21 和永磁铁 22, 传感器 21 位于齿轮编码盘 1 齿顶正上方, 永磁铁 22 位于感应头 2 内部传感器的一侧, 以感应头 2 内部传感器 21 的中心为原点, y 轴为径向, z 轴为轴向, 与 zy 平面垂

直的方向为法向即 x 轴, 永磁铁 22 与感应头内部传感器 21 的中心线 y 的轴向偏移为 t , $t \leq 5\text{mm}$, 若永磁铁存在倾角时, 则 t 为永磁铁 22 内侧面到传感器 21 中心线的轴向偏移; 永磁铁 22 边缘靠近传感器 21 侧面至传感器 21 中心线 z 的径向偏移为 h , $-3\text{mm} \leq h \leq 3\text{mm}$, 若永磁铁 22 存在倾角时, 则 h 为永磁铁 22 中性面的边缘到传感器 21 中心的径向偏移; 永磁铁 22 中心线相对于传感器 21 中心轴线 y 的法向偏移为 k_2 , $-3\text{mm} \leq k_2 \leq 3\text{mm}$, 永磁铁 22 端面与 xy 平面构成的偏角为 a , $-38^\circ \leq a \leq 38^\circ$, 永磁铁 22 端面与 xz 平面构成的偏角为 β , $-36^\circ \leq \beta \leq 36^\circ$ 。

[0031] 在本实施例中, 永磁铁 22 由磁钢构成, 在其他实施例中, 所述永磁铁也可以由其他磁性材料构成, 所述磁钢表面磁场强度范围为: 200Gs --- 1000Gs , 所述磁钢为轴向充磁, 所述齿轮编码器由铁质软磁材料组成。

[0032] 永磁铁 22 横截面的直径为 $\Phi 2\text{mm}$ 至 $\Phi 8\text{mm}$, 所述永磁铁的厚度为 1mm 至 5mm 。

[0033] 传感器 21 包括霍尔传感器或磁阻传感器, 所述磁阻传感器包括 AMR、GMR、TMR 磁阻。

[0034] 以传感器 21 的中心轴线至齿轮编码盘 1 端面的轴向偏移为 S , L 为码盘厚度, $0 \leq S \leq L$; 感应头 2 底面与所述齿轮编码盘 1 齿顶的径向距离为 g_2 , 传感器 21 中心线 x 与齿轮编码盘 1 齿顶的距离为 g_1 , $0 \leq g_1 - g_2 \leq g_1 \leq 2\text{mm}$; 齿轮编码盘 1 的中心与传感器 21 中心的法向偏移为 k_1 , $-2 \leq k_1 \leq 2\text{mm}$ 。

[0035] 请再参阅图 7 及图 8, 传感器 21 内部有磁敏元件 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 s_1 、 s_2 、 s_3 、 s_4 , 磁敏元件 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 及 s_1 、 s_2 、 s_3 、 s_4 在 xy 平面内关于 x 、 y 中心轴线对称分布, 且沿着法向等间距排列成两排, c_1 和 c_3 为同一法向位置, c_2 、 c_4 为同一法向位置, s_1 和 s_3 为同一法向位置, s_2 和 s_4 为同一法向位置, p 等于编码盘的齿间距, 所述磁敏元件的法向间距为 $e = 1/4p$, 当齿轮编码盘的凸齿转动到刚好和 c_1 、 c_3 所在位置的下方时, c_2 、 c_4 磁敏元件正下方对准所述齿轮编码器的凹齿, 所以传感器所处区域均由两部分磁场叠加而成, 一部分是永磁铁产生的磁场 B_1 , 另一部分是由永磁铁磁化的齿轮编码盘而产生的磁场 B_2 , 两个磁场叠加在一起, 磁感应器所在位置所受磁场强度 $B_0 = B_1 + B_2$, 由公式 $B \propto 1/r^3$, 可知 c_1 、 c_3 所在位置磁场强度大于 c_2 、 c_4 所在位置的磁场强度, 通过惠斯通电桥解调出差分信号, 在码盘旋转的情况下即可输出双列相差为 90° 的正弦信号。

[0036] 传感器 21 将磁信号转换成电信号, 再通过惠斯通电桥解调成两组正弦差分信号, 由 s_1 、 s_3 、 s_2 、 s_4 组成能够识别编码盘的旋转方向的第一组正弦差分信号, 由 c_1 、 c_3 、 c_2 、 c_4 组成第二组正弦差分信号, 两组正弦差分信号形成 90° 的相位差。

[0037] 永磁铁 22 呈圆柱状或者非圆柱状, 永磁铁 22 的边缘磁场密度比中心磁场密度高, 因而其边缘磁场强度和梯度对磁敏传感器具有更好的可控性, 如图 13 所示。

[0038] 如图 9 所示, 编码器磁场结构处于假定工作的初始位置, 即齿顶凸齿处于最顶部 90° 位置, 齿顶凸齿正好对正磁敏传感器 c_1 、 c_3 , 图 10 为该位置下过传感器中心线即法线方向的磁感应强度曲线图; 如图 11 所示, 编码器磁场结构处于相对假定初始位置旋转一个小角度的位置, 齿顶凹齿正好对正磁敏传感器 c_1 、 c_3 , 图 12 为该位置下过传感器中心线即法线方向的磁感应强度曲线图。

[0039] 该用于磁感应齿轮编码器的磁场结构使得编码器的灵敏度更高, 精度可以达到准确分辨 $\text{module } 0.3$ 以上, 能够分辨齿间距小于等于 0.94mm , 相对于同样分辨率的编码器体

积更小,结构更紧凑,对外表现磁性更弱,不容易吸附铁屑,免铁屑防护装置。

[0040] 应当理解的是,本发明虽然描述的是一种磁路方法,但由于该磁路结构具体表现为各部件之间的机械结构,所以结构方面需引入一个尺寸范围对专利进行保护,以上仅为本发明的优选实施例,不能因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

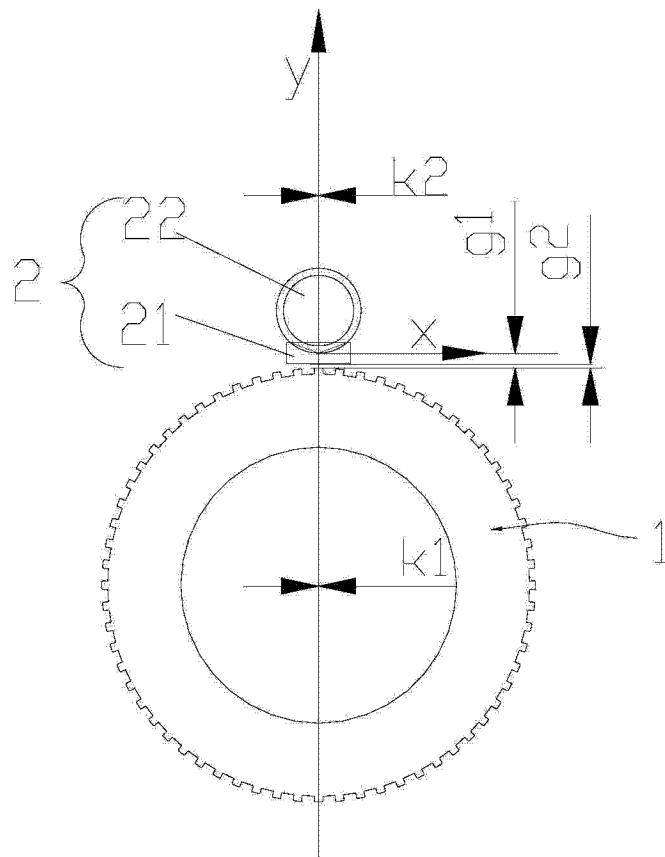


图 1

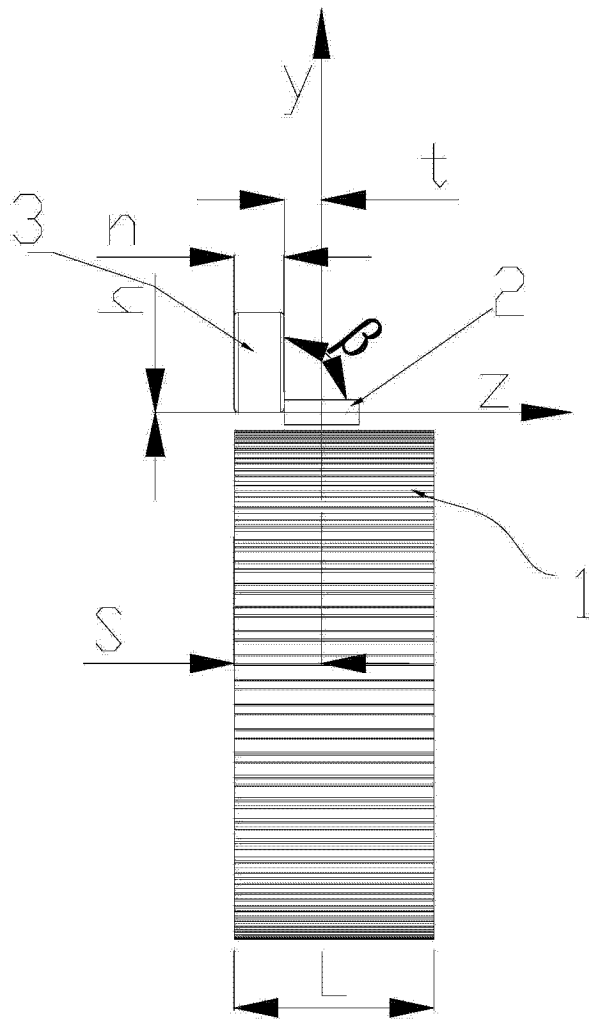


图 2

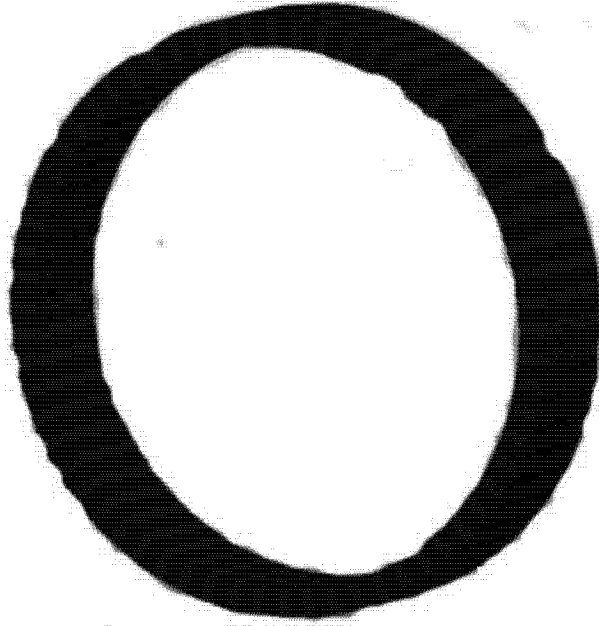


图 3

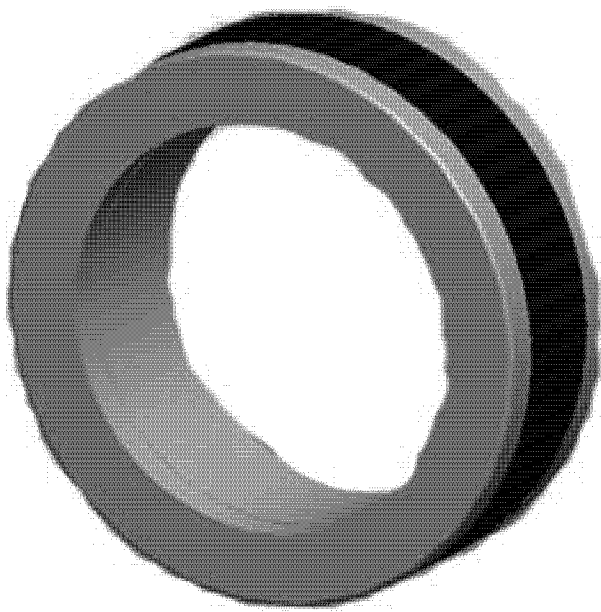


图 4

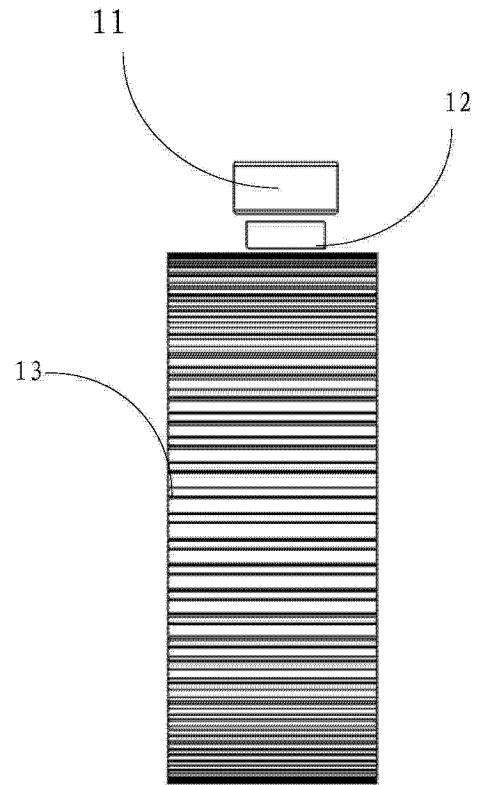


图 5

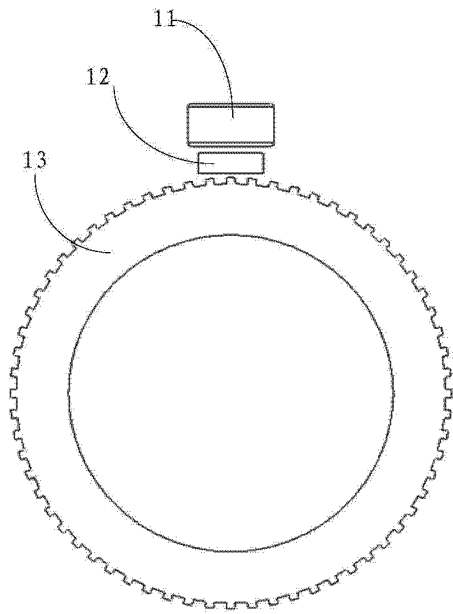


图 6

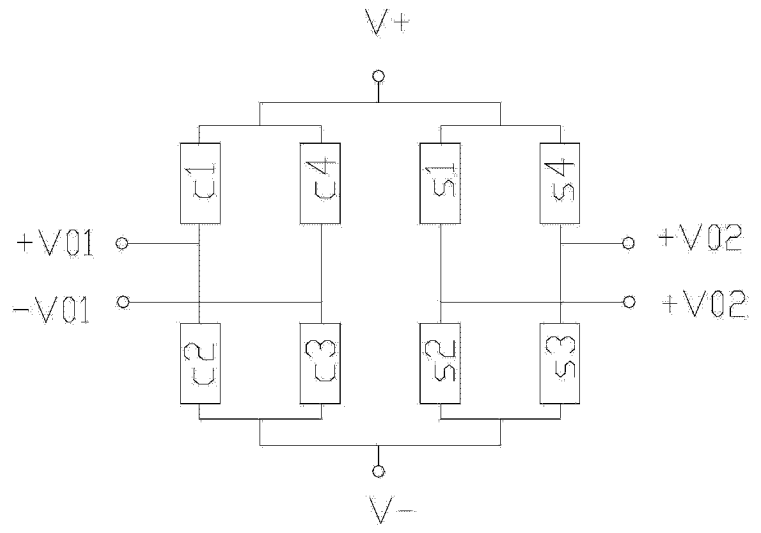


图 7

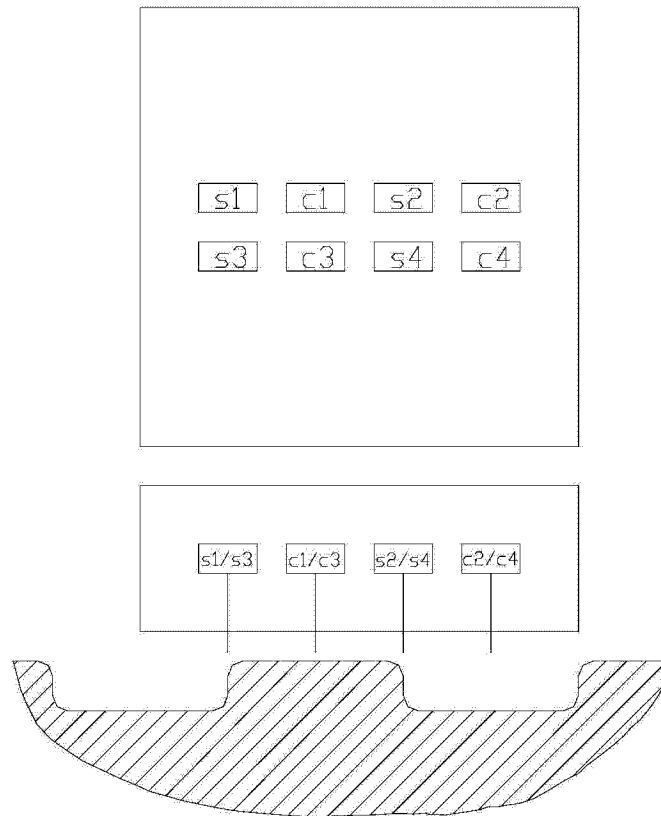


图 8

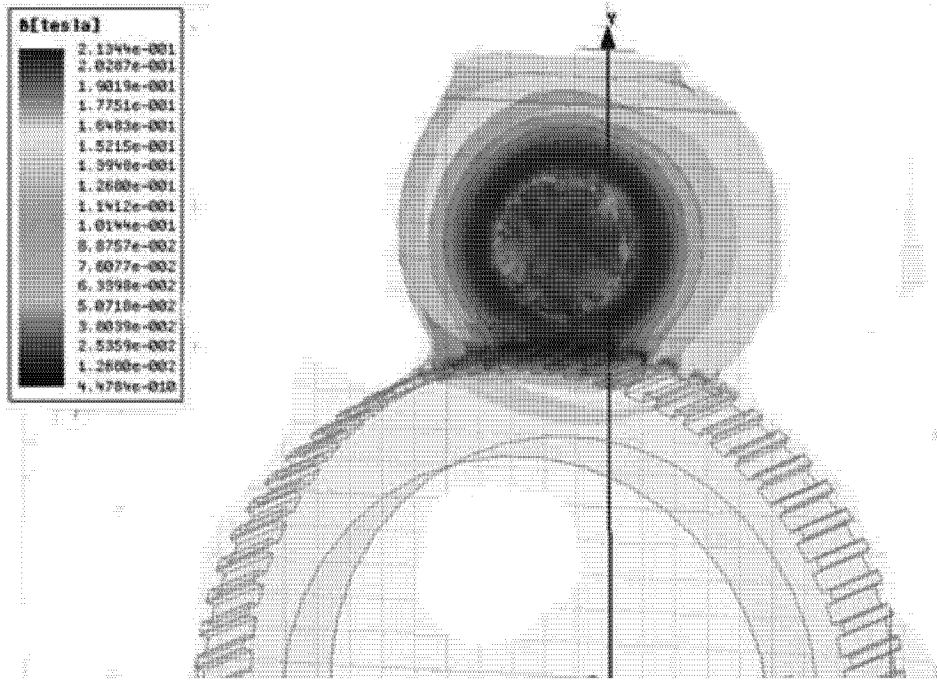


图 9

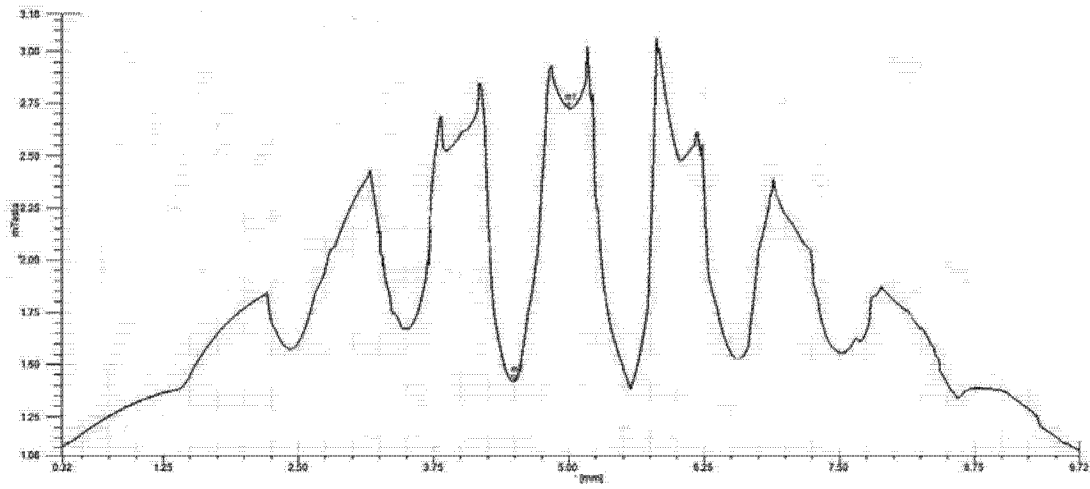


图 10

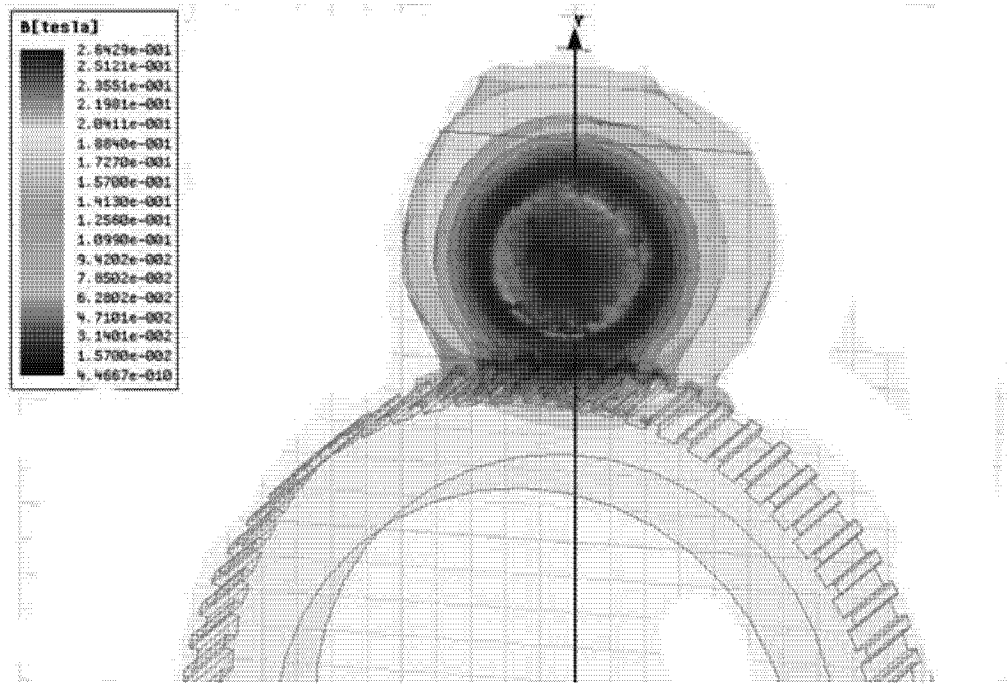


图 11

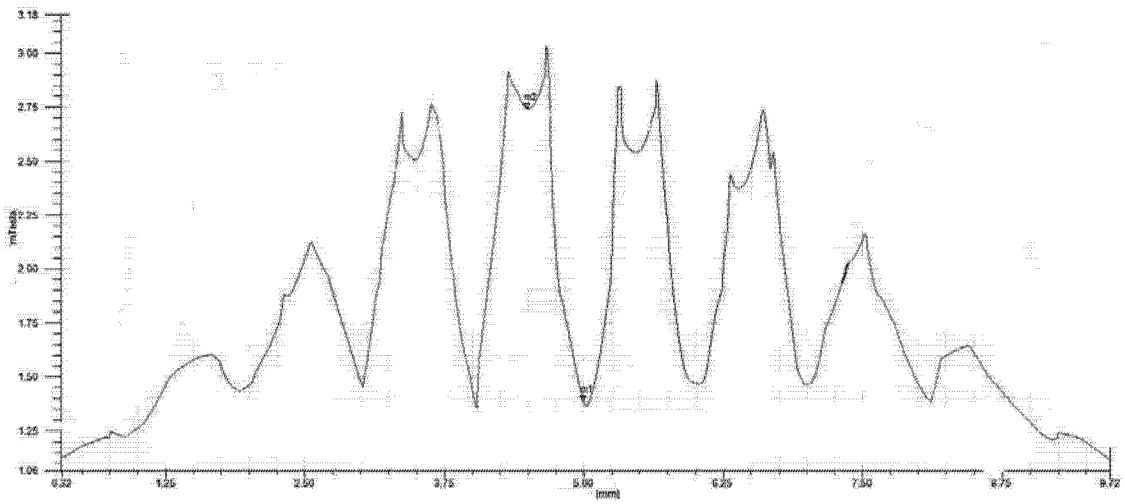


图 12

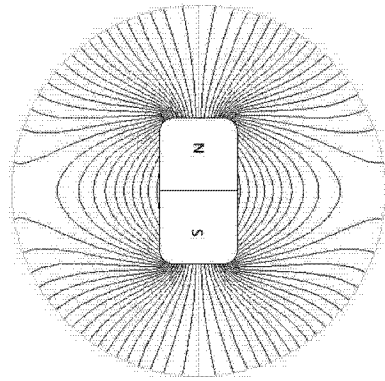


图 13