



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103915233 B

(45)授权公告日 2017.02.08

(21)申请号 201310002591.1

H01F 1/057(2006.01)

(22)申请日 2013.01.05

H01F 1/42(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G01D 5/12(2006.01)

申请公布号 CN 103915233 A

G01F 15/06(2006.01)

(43)申请公布日 2014.07.09

审查员 高静静

(73)专利权人 江苏多维科技有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港市保税
区广东路7号

(72)发明人 詹姆斯·G·迪克 周志敏

(74)专利代理机构 北京正理专利代理有限公司

11257

代理人 张雪梅

(51)Int.Cl.

H01F 7/02(2006.01)

H01F 1/10(2006.01)

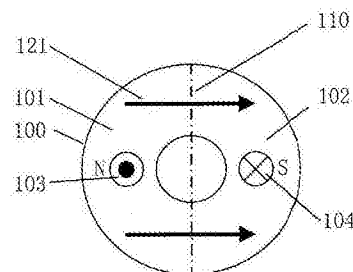
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种适用于角度磁编码器的永磁体

(57)摘要

本发明涉及一种适用于角度磁编码器的永磁体。根据本发明的永磁体具有柱状圆环结构，并包含第一永磁单元和第二永磁单元，所述第一永磁单元和第二永磁单元相对于直径截面几何对称，其特征在于，所述第一永磁单元的磁化强度和第二永磁单元的磁化强度平行于柱状圆环的轴向，且方向相反，或所述第一永磁单元的磁化强度和第二永磁单元的磁化强度垂直于所述直径截面，且方向平行一致。根据本发明的永磁体结构简单，可直接安装于转轴上，所需检测磁场分量位于检测面内，适合于隧道磁阻传感器，且检测区域范围宽，易于调整。



1. 一种适用于角度磁编码器的永磁体，

该永磁体(100,300)具有柱状圆环结构，并包含第一永磁单元(101,301)和第二永磁单元(102,302)，所述第一永磁单元(101,301)和第二永磁单元(102,302)相对于直径截面(110,310)几何对称，

其特征在于，

所述第一永磁单元(101,301)的磁化强度(103,303)和第二永磁单元(102,302)的磁化强度(104,304)平行于柱状圆环的轴向，且方向相反，或

所述第一永磁单元(101,301)的磁化强度(103,303)和第二永磁单元(102,302)的磁化强度(104,304)垂直于所述直径截面(110,310)，且方向平行一致；

特定检测区域(23,31)位于检测面(120,320)内距离柱状圆环轴心特定半径范围的区域内，在该特定检测区域内检测磁场分量的旋转相位(ϕ)和永磁体的旋转相位(α)具有线性变化特征，其中所述永磁体(100,300)所对应的检测面(120,320)位于柱状圆环端面前方且平行于底面。

2. 根据权利要求1所述的适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，所述第一永磁单元(101,301)的磁化强度(103,303)和第二永磁单元(102,302)的磁化强度(104,304)大小相同。

3. 根据权利要求1所述的适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，所述永磁体(100,300)柱状圆环结构的外径为3-200mm。

4. 根据权利要求1所述的适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，所述永磁体(100,300)柱状圆环结构的内径为1-100mm。

5. 根据权利要求1所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，所述永磁体(100,300)柱状圆环结构的高度为1-50mm。

6. 根据权利要求3所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，所述检测面(120,320)与所述柱状圆环端面之间的距离为1-5mm。

7. 根据权利要求1所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，永磁体(100,300)所对应的检测磁场分量为磁场在检测面(120,320)内的分量。

8. 根据权利要求1所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，所述永磁体(100,300)的组成材料为Alnico。

9. 根据权利要求1所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，永磁体(100,300)的组成材料为铁氧体陶瓷材料 $M0 \cdot 6Fe_2O_3$ ，M为Ba，Sr或者两者的组合。

10. 根据权利要求1所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，永磁体(100,300)的组成材料为选自 $RECo_5$ ，其中 $RE = Sm$ 和/或 Pr ； RE_2TM_{17} ，其中 $RE = Sm$ ， $TM = Fe, Cu, Co, Zr$ 和/或 Hf ；以及 $RE_2TM_{14}B$ ，其中 $RE = Nd, Pr$ 和/或 Dy ， $TM = Fe$ 和/或 Co 中的一种或多种。

11. 根据权利要求1所述的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，永磁体(100,300)的组成材料为选自 $FeCrCo$ 合金和 $NbFeB$ 合金中的一种或多种。

12. 根据权利要求8-11中任一权利要求的一种适用于角度磁编码器的永磁体，其特征在于，永磁体(100,300)为所述永磁体组成材料的粉末和塑料，橡胶或树脂形成的复合体。

13. 一种角度磁编码器，所述的角度磁编码器包括：

绕轴旋转的数字转轮；

根据权利要求1所述的永磁体,所述的永磁体镶嵌在数字转轮中,和
隧道磁阻传感器,被布置在所述永磁体检测面的特定检测区域内,用于感测所述永磁体产生的磁场在该检测面内的分量并输出感测信号,以及
数字处理电路,用于根据来自所述隧道磁阻传感器的感测信号计算并输出表征所述数字转轮旋转角度的代码。

14.一种电子水表,包括中心转轴和至少一个角度磁编码器,每个所述的角度磁编码器包括:

绕轴旋转的数字转轮,

根据权利要求1所述的永磁体,所述的永磁体镶嵌在数字转轮中,和
隧道磁阻传感器,被布置在所述永磁体检测面的特定检测区域内,用于感测所述永磁体产生的磁场在该检测面内的分量并输出感测信号,数字处理电路,用于根据来自所述隧道磁阻传感器的感测信号计算并输出表征所述数字转轮旋转角度的代码;

其中,每个角度磁编码器的转轴间具有确定的转数关系。

一种适用于角度磁编码器的永磁体

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种测量技术领域的永磁体,具体是涉及一种适用于角度磁编码器的永磁体,包含该永磁体的角度磁编码器和电子水表。

背景技术

[0002] 随着传感器技术的迅猛发展,传统的机械水表逐渐向新颖的电子水表过渡。在各种传感器技术中,光电编码技术可以实现数字计数转轮代码的直接读取计量,而且不需要累积,从而得到广泛应用。但该技术普遍存在进位误码现象,而且对气泡、强光、污垢、渗漏等因素的抗干扰能力差。与光电编码技术相比,角度磁编码技术分辨率更高,无进位误码现象,稳定性好,而且可以完全根除光电技术引起的各种不良故障,成为一种可替代光电编码的编码技术。角度磁编码技术通过对数字计数转轮进行编码来得到计量读数,其原理是利用磁阻传感器如隧道磁阻角位移传感器来感应安装在数字计数转轮上的环形永磁体的旋转磁场相位来测量转轮的转角和位置,并采用电子技术转变成相应数字读数。

[0003] 角度磁编码技术的测量精度取决于磁敏角位移传感器和永磁体两个组成部分的性能特征。与霍尔传感器相比,磁阻传感器如隧道磁阻传感器具有更高的磁场灵敏度,其功耗和尺寸也可大大降低。隧道磁阻角位移传感器包含两个相互正交的隧道磁阻传感器。隧道磁阻角位移传感器工作时形成的两个正弦和余弦输出与永磁体检测磁场分量即永磁体产生的磁场在检测面内的分量及隧道磁阻传感器敏感轴之间形成的旋转磁场相位角 ϕ ,本文中也称为探测磁场相位角,关系如下:

[0004] $OUT1 = \cos(\phi)$

[0005] $OUT2 = \sin(\phi)$

[0006] 利用反正切函数,就能根据隧道磁阻角位移传感器的输出 $OUT1$ 和 $OUT2$ 计算出旋转磁场相位角 ϕ 角度:

[0007] $\phi = \text{ATAN}(OUT2/OUT1)$ 。

[0008] 永磁体在旋转过程中其旋转相位角 α ,定义为永磁体在旋转过程中依次经过隧道磁阻传感器的位置矢量点 r 的相位角,永磁体的检测磁场分量使隧道磁阻传感器产生感应。当永磁体旋转相位角 α 和旋转磁场相位角 ϕ 之间形成线性关系,满足在 $0\sim 360^\circ$ 范围内一一对应时,就可以将隧道磁阻传感器所探测的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 位置关系对应起来。例如为了能使0-9这10个代表数字在转轮的某一直径的圆周上以等间距角度增量间隔开,事先将 α 的范围划分成10个区间,每一区间用一个预期的数字表示。通过将永磁体角度进行编码,进而通过电子技术转化,可以实现水表读数的直接输出。

[0009] 因此,隧道磁阻角度磁编码器技术在应用于电子水表时对于永磁体的设计性能将具有特殊要求,而现有的角度磁编码器采用的永磁体具有如下缺点:

[0010] (1)现有的角度磁编码器大都采用霍尔传感器作为角度传感器,其对应的检测磁场分量为永磁体产生的磁场垂直于检测面的分量,而隧道磁阻传感器对应的检测磁场分量为磁场在检测面内的分量,因此现有角度磁编码器的永磁体不能满足于隧道磁阻传感器磁

场测量的要求。

[0011] (2)现有的角度磁编码器永磁体一般采用的是实心圆柱设计,而电子水表为尽量减少安装空间,要求永磁体为圆环形以便直接安装在转轮上。

发明内容

[0012] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述缺点,提供一种适用于角度磁编码器的永磁体,使之能够安装在电子水表转轮上,节省安装空间,并能够满足隧道磁阻传感器与检测面内磁场分量之间的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 之间线性关系的要求,从而提高角度磁编码器的测量精度。

[0013] 根据本发明的一个方面,提供一种适用于角度磁编码器的永磁体,该永磁体具有柱状圆环结构,包含第一永磁单元和第二永磁单元,所述第一永磁单元和第二永磁单元相对于直径截面几何对称,

[0014] 其特征在于,

[0015] 所述第一永磁单元的磁化强度和第二永磁单元的磁化强度平行于柱状圆环的轴向,且方向相反,或

[0016] 所述第一永磁单元的磁化强度和第二永磁单元的磁化强度垂直于所述直径截面,且方向平行一致。

[0017] 优选地,所述第一永磁单元的磁化强度和第二永磁单元的磁化强度大小相同。

[0018] 优选地,所述永磁体柱状圆环结构的外径为3-200mm。

[0019] 优选地,所述永磁体柱状圆环结构的内径为1-100mm。

[0020] 优选地,所述永磁体柱状圆环结构的高度为1-50mm。

[0021] 优选地,所述永磁体所对应的检测面位于柱状圆环端面前方且平行于底面。

[0022] 优选地,所述检测面与所述柱状圆环端面之间的距离为1-5mm。

[0023] 优选地,永磁体所对应的检测磁场分量为磁场在检测面内的分量。

[0024] 优选地,特定检测区域位于检测面内距离柱状圆环轴心特定半径范围的区域内,在该特定检测区域内检测磁场分量的旋转相位和永磁体的旋转相位具有线性变化特征。

[0025] 优选地,所述永磁体的组成材料为Alnico。

[0026] 优选地,永磁体的组成材料为铁氧体陶瓷材料 $M_0 \cdot 6Fe_2O_3$,M为Ba,Sr或者两者的组合。

[0027] 优选地,永磁体的组成材料为选自 $RECo_5$,其中 $RE=Sm$ 和/或 Pr ; RE_2TM_{17} ,其中 $RE=Sm$, $TM=Fe, Cu, Co, Zr$ 和/或 Hf ; 以及 $RE_2TM_{14}B$,其中 $RE=Nd, Pr$ 和/或 Dy , $TM=Fe$ 和/或 Co 中的一种或多种。

[0028] 优选地,永磁体的组成材料为选自 $FeCrCo$ 合金和 $NbFeB$ 合金中的一种或多种。

[0029] 优选地,永磁体为所述永磁体组成材料的粉末和塑料,橡胶或树脂形成的复合体。

[0030] 本发明具有如下有益效果:

[0031] 1)本发明采用的柱状圆环永磁体,结构简单,能够直接镶嵌在水表数字转轮内,减小对安装空间的要求。

[0032] 2)本发明采用的柱状圆环永磁体,包含两个简单永磁单元,其磁化组态简单,易于实现。

[0033] 3)本发明采用的柱状圆环永磁体,在检测面内存在检测磁场分量旋转相位角和永磁体旋转相位角之间具有线性关系的特定检测区域,满足隧道磁阻传感器的测量要求。

[0034] 4)本发明采用的柱状圆环永磁体,检测面与端面距离,检测面内的特定检测区域与轴心的距离都可以在较大范围内变化,使得隧道磁阻传感器的安装空间较为灵活。

[0035] 5)根据本发明的磁编码器和电子水表具有小的体积和高的测量精度。

附图说明

[0036] 图1为根据本发明实施例1的永磁体的顶视图。

[0037] 图2为图1所示永磁体的侧视图。

[0038] 图3为根据本发明实施例2的永磁体的顶视图。

[0039] 图4为图3所示永磁体的侧视图。

[0040] 图5为根据本发明的永磁体相对于隧道磁阻传感器的安装位置顶视图。

[0041] 图6为根据本发明的永磁体相对于隧道磁阻传感器的安装位置侧视图。

[0042] 图7为实施例1的永磁体在检测面内的三维磁场矢量分布图。

[0043] 图8为实施例1的永磁体检测面内检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的典型线性关系图。

[0044] 图9为实施例1的永磁体检测面内检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的非线性关系曲线图。

[0045] 图10为实施例1的永磁体检测面内检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的介于线性和非线性之间的关系图。

[0046] 图11为实施例1的永磁体检测面内检测磁场分量磁场幅度 B_{x-y} 和永磁体旋转相位角 α 关系图。

[0047] 图12为实施例1的永磁体检测面内,检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 关系的直线拟合参数 R^2 与隧道磁阻传感器距离轴心相对位置 r/R_0 关系图。

[0048] 图13为实施例1的永磁体检测面内,检测磁场分量的正则磁场幅度与隧道磁阻传感器距离轴心相对位置 r/R_0 关系图。

[0049] 图14为实施例2的永磁体在检测面内的三维磁场矢量分布图。

[0050] 图15为实施例2的永磁体检测面内检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的典型线性关系图。

[0051] 图16为实施例2的永磁体检测面内检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的非线性关系图。

[0052] 图17为实施例2的永磁体检测面内旋转磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的介于线性和非线性之间的关系图。

[0053] 图18为实施例2的永磁体检测面内检测磁场分量的磁场幅度 B_{x-y} 与永磁体旋转相位角 α 关系图。

[0054] 图19为实施例2的永磁体检测面内,检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体旋转相位角 α 的直线拟合参数 R^2 与隧道磁阻传感器距离轴心相对位置 r/R_0 的关系图。

[0055] 图20为实施例2的永磁体检测面内,检测磁场分量的正则磁场幅度与隧道磁阻传感器距离轴心相对位置 r/R_0 关系图。

[0056] 图21为电子水表结构示意图。

具体实施方式

[0057] 下面将参照附图并结合具体实施例对本发明进行详细的说明。

[0058] 实施例1

[0059] 图1和图2示意性示出根据本发明实施例1的永磁体100的示意图。永磁体100为柱状圆环几何结构,包含永磁单元101和永磁单元102,永磁单元101和永磁单元102以直径截面110几何对称。永磁单元101的磁化强度103和永磁单元102的磁化强度104沿轴心方向反平行。优选的,所述永磁体101的磁化强度103和永磁单元102的磁化强度104大小相同。

[0060] 本领域技术人员可以根据需要设计永磁体100的尺寸。优选的,永磁体100的柱状圆环的内径为1-100mm,柱状圆环的外径为3-200mm,柱状圆环的高度为1-50mm。

[0061] 永磁体100对应的检测面120位于柱状圆环端面前方且平行于端面。优选的,该检测面120与柱状圆环端面之间的距离为1-5mm。本文中,永磁体100所对应的检测磁场分量121为永磁体产生的磁场在检测面120内的分量。本文中,检测面120内所对应的特定检测区域122位于距离柱状圆环轴心特定半径范围的区域内,在该特定检测区域内,检测磁场分量121的旋转相位角和永磁体100旋转相位角具有线性变化特征,这将在下文具体描述。

[0062] 优选的,永磁体100的组成材料为Alnico。可替换地,永磁体100的组成材料为铁氧体陶瓷材料 $MO \cdot 6Fe_2O_3$,M为Ba,Sr或者两者的组合。可替换地,永磁体100的组成材料为 $RECo_5$,RE=Sm和/或Pr; RE_2TM_{17} ,RE=Sm, TM=Fe,Cu,Co,Zr和/或Hf以及 $RE_2TM_{14}B$,RE=Nd,Pr和/或Dy, TM=Fe和/或Co。可替换地,所述永磁体100的组成材料为FeCrCo合金或NbFeB合金。优选的,所述永磁体100为上述永磁体材料的粉末和塑料、橡胶或树脂等形成的复合体。

[0063] 实施例2

[0064] 图3和图4示意性示出根据本发明实施例2的永磁体300的示意图。永磁体300为柱状圆环几何结构,包含永磁单元301和永磁单元302,永磁单元301和永磁单元302以直径截面310几何对称。永磁单元301的磁化强度303和永磁单元302的磁化强度304沿垂直于直径截面方向平行一致。优选的,所述永磁单元301的磁化强度303和永磁单元302的磁化强度304大小相同。

[0065] 本领域技术人员可以根据需要设计永磁体300的尺寸。优选的,永磁体100的柱状圆环的内径为1-100mm,柱状圆环的外径为3-200mm,柱状圆环的高度为1-50mm。

[0066] 永磁体300对应的检测面320位于柱状圆环端面前方且平行于端面。优选的,该检测面320与柱状圆环端面之间的距离为1-5mm。本文中,永磁体300所对应的检测磁场分量321为永磁体产生的磁场在检测面320内的分量。本文中,检测面320内所对应的特定检测区域322位于距离柱状圆环轴心特定半径范围的区域内,在该特定检测区域内,检测磁场分量321的旋转相位角和永磁体300旋转相位角具有线性变化特征,这将在下文具体描述。

[0067] 优选的,永磁体300的组成材料为Alnico。可替换地,永磁体300的组成材料为铁氧体陶瓷材料 $MO \cdot 6Fe_2O_3$,M为Ba,Sr或者两者的组合。可替换地,永磁体300的组成材料为 $RECo_5$,RE=Sm,Pr,或 RE_2TM_{17} ,RE=Sm, TM=Fe,Cu,Co,Zr,Hf以及 $RE_2TM_{14}B$,RE=Nd,Pr,Dy, TM=Fe,Co。可替换地,所述永磁体300的组成材料为FeCrCo合金或NbFeB合金。优选的,所述永磁体300永磁体合金材料粉末和塑料、橡胶或树脂等形成的复合体。

[0068] 实施例3

[0069] 实施例3为根据本发明的一种角度磁编码器,包括可绕轴旋转数字转轮,镶嵌在数字转轮中的永磁体,隧道磁阻传感器和数字处理电路。永磁体为根据本发明的永磁体。隧道磁阻传感器位于所述永磁体检测面上,用于感测所述永磁体产生的磁场在该检测面内的分量并输出感测信号。隧道磁阻传感器被布置在永磁体的检测面内距离永磁体柱状圆环轴心特定半径范围的区域内,在该特定半径范围的区域内,所述永磁体产生的磁场在检测面内的分量的旋转磁场相位角 ϕ 与永磁体旋转相位角 α 呈线性变化关系。数字处理电路用于根据来自所述隧道磁阻传感器的感测信号计算并输出表征所述永磁体旋转角度的代码。

[0070] 图5和图6分别为实施例3中永磁体100,300和隧道磁阻传感器500安装位置的顶视图和侧视图,检测面120,320距离永磁体端面距离为d。以永磁体轴心为原点在检测面120,320内建立X-Y坐标系,如图5所示。假定永磁体100,300的柱状圆环内半径为 R_i ,外半径为 R_o ,厚度为t,隧道磁阻传感器500在检测面120,320内的位置矢量为 $r(x,y)$,其相对于X轴的方位角为 α 。假定r处的检测磁场分量 $B_{x-y}(B_x,B_y)$ 方位角度为 β 。角度 α 和角度 β 的计算关系如下:

$$[0071] \quad \alpha = \operatorname{atan}\left(\frac{y}{x}\right), \quad (x>0),$$

$$[0072] \quad \alpha = \operatorname{atan}\left(\frac{y}{x}\right) + \pi, \quad (x<0, y>0),$$

$$[0073] \quad \alpha = \operatorname{atan}(y/x) - \pi, \quad (x<0, y<0),$$

$$[0074] \quad \beta = \operatorname{atan}\left(\frac{B_y}{B_x}\right), \quad (B_x>0),$$

$$[0075] \quad \beta = \operatorname{atan}\left(\frac{B_y}{B_x}\right) + \pi, \quad (B_x<0, B_y>0),$$

$$[0076] \quad \beta = \operatorname{atan}(B_y/B_x) - \pi, \quad (B_x<0, B_y<0),$$

[0077] α 和 β 在 $(-180^\circ, 180^\circ)$ 之间变化。

[0078] 隧道磁阻传感器500所测量的为检测磁场分量 B_{x-y} 与其敏感轴的夹角 $\phi = \beta - \alpha$ 。

[0079] 当角度磁编码器工作时,隧道磁阻传感器500保持固定,而永磁体100,300围绕轴心旋转,则检测平面内以原点为圆心,r为半径的圆上各点依次经过隧道磁阻传感器500,并产生旋转磁场,其相位和幅度被隧道磁阻传感器500所测量。这等效于永磁体100,300保持固定,隧道磁阻传感器500依次平移到圆周上不同位置点并测量检测磁场。则此时,永磁体旋转相位为 α ,而旋转磁场相位为 ϕ 。

[0080] 图7为永磁体100在检测平面120上的三维磁场矢量图,通过对检测平面120内二维磁场分量 B_{x-y} 分布特征进行计算,可以得到r在 $(0, R_o)$ 范围内变化时旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 的关系,其关系可以是线性关系,非线性关系或介于线性和非线性之间的关系特征。例如,图8所示曲线18为旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 之间可能出现的典型的线性关系,图9所示曲线19为旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 之间可能出现的典型非线性关系,图10所示曲线20为旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 之间可能出现的介于线性和非线性之间关系特征。图11为旋转磁场幅度 B_{x-y} 和旋转角度 α 关系图,曲线21。由曲线

21看出,旋转磁场幅度是周期W形变化,其对应的最大值和最小值为 B_H, B_L 。对于磁阻角度传感器而言,希望永磁体在旋转过程中磁场幅度的波动尽可能小,以保证传感器信号不受影响。

[0081] 采用直线函数来拟合如图8,9,10所示的 ϕ 和 α 之间关系,并计算其线性拟合参数 R^2 , R^2 越接近1表示线性越好。

[0082] 曲线21所示的磁场波动程度可以采用如下关系式进行表征:

[0083] $\text{normalized } B = B_{pp}/B_L = (B_H - B_L)/B_L$

[0084] $\text{normalized } B$ 数值越小,表明磁场波动越小。

[0085] 为了确定检测面120内旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 之间线性的区域以及非线性的区域的范围,对 r 在 $(0, R_0)$ 之间取不同值时的旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 关系曲线进行拟合,并计算得到磁场波动关系 $\text{normalized } B$ 与永磁体旋转相位 α 关系曲线。

[0086] 图12为线性拟合参数 R^2 与 r/R_0 的关系图。从曲线22可以看出,在区域23内,其值接近于1,表明在此区域内旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 接近线性关系,因此区域23即为隧道磁阻传感器在永磁体100的检测面120内所对应的特定检测区域,该区域适合于放置隧道磁阻传感器17,而在区域24范围内则不适合于隧道磁阻传感器17的放置。

[0087] 图13为检测面120内, $\text{normalized } B$ 与隧道磁阻传感器500相对位置 r/R_0 的关系曲线。从曲线25可以看出,在特定检测区域23内磁场变化幅度适合于隧道磁阻传感器17的信号探测。

[0088] 实施例4

[0089] 实施例4为根据本发明的另一种角度磁编码器,包括可绕轴旋转的如具体如实施例2所述结构的永磁体,隧道磁阻传感器和数字处理电路。除永磁体外,实施例4与实施例3相同,这里不再赘述。

[0090] 图14为永磁体300在检测面320内的三维磁场矢量图,通过对检测平面310内二维磁场分量 B_x-y 分布特征进行计算,得到图如15,16,17所示的检测面320内旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 之间线性关系曲线26,非线性关系曲线27和介于线性非线性的关系曲线28。线性关系曲线26的存在表明永磁体300在其检测面上存在旋转磁场相位 ϕ 和永磁体旋转相位 α 之间呈线性关系的区域,该永磁体可以应用于角度磁编码器。

[0091] 图18为旋转磁场幅度 B_x-y 与永磁体旋转相位角度 α 关系图,从曲线29可以看出,旋转磁场 B_x-y 随旋转相位角 α 为周期性M形波动关系。

[0092] 同样,为了确定线性区域在检测面320内的范围,对不同相对位置 r/R_0 数值的 $\phi-\alpha$ 关系曲线进行拟合,得到图19所示的线性拟合参数 R^2 曲线,由曲线30可以看出,检测面320内的特定检测区域31为适合于隧道磁阻传感器500的工作区域,而在区域32内则不适合于放置隧道磁阻传感器500。进一步,由图20可以看出,Normalized B 随隧道磁阻传感器500相对位置 r/R_0 关系曲线33在特定检测区域31内变化幅度相对于非工作区域32变化较小。

[0093] 以上分析可以看出,对于永磁体100和永磁体300,在检测平面120和320内,存在着特定检测区域23和31,使得隧道磁阻传感器500在该区域内旋转磁场相位 ϕ 与永磁体旋转相位 α 之间存在线性关系,并且其磁场波动幅度满足传感器的要求。这样,隧道磁阻传感器所测量的旋转磁场角度可被转变化成永磁体旋转角度,并由数字处理电路计算并输出为表征所述永磁体旋转角度的代码,实现角度磁编码器的角度编码。根据本发明的角度磁编码

器可应用于电子水表等领域。

[0094] 实施例5

[0095] 图21所示为安装有永磁体100或300的角度磁编码器的电子水表结构图。下面结合实施例1的永磁体和实施例4的角度磁编码器描述根据本发明的电子水表。电子水表包括中心转轴和至少一个角度磁编码器。当电子水表包括多个角度磁编码器时,依次排列的角度磁编码器的转轴间具有确定的转数关系。

[0096] 例如,永磁体100为柱状圆环结构,包含永磁单元101和永磁单元102,且相对于直径截面110几何对称,永磁单元101和永磁单元102的对应磁化强度103和104沿轴线方向反平行,且大小相同。

[0097] 在每个角度磁编码器中,永磁体100外径为3-20mm,内径为1-15mm,高度为1.5-10mm,永磁体100镶嵌在数字转轮2001中,数字转轮围绕中心轴2003转动,隧道磁阻传感器500安装在距离永磁体100端面1-5mm的检测面120内的距离轴心 r/R_0 特定检测区域23内,在该特定检测区域内,检测磁场分量的旋转磁场相位角 ϕ 与永磁体旋转相位角 α 呈线性关系。检测磁场分量121为磁场在检测面120内的分量。隧道磁阻传感器500位于电路板2002上,其两端信号通过电路板2002输出。数字转轮2001安装在中心轴2003上,和电路板2002一起固定在水表机架2004上。由于检测磁场分量121的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体相位角 α 之间的线性关系,因此,能够将根据隧道磁阻传感器500测量得到的旋转磁场相位角 ϕ 和永磁体相位角 α 一一对应起来。隧道磁阻传感器所测量的旋转磁场角度可被转变化成数字转轮的旋转角度,并由数字处理电路计算并输出为表征所述数字转轮旋转角度的代码。

[0098] 各磁编码器的各转轴上不同的数字转轮用于读出不同的位数,各转轴相互之间为10:1的转数关系。各数字转轮的角位移即为永磁体旋转相位 α ,可通过各隧道磁阻传感器500对与数字转轮相连的永磁体100的旋转磁场的测量计算得到。通过将转轮的角度在 $0\sim 360^\circ$ 内分成十个等分,并分别用十个数字进行表征,就可以建立转轮的角位移和数字之间的关系,并通过电路板2002上的数字处理电路处理显示成数字代码形式。通过对不同的数字转轮所对应的数字的读取,即可获得电子水表读数直接显示。

[0099] 安装有永磁体300的电子水表的工作原理类似于采用永磁体100的电子水表。永磁体300为柱状圆环结构,包含永磁单元301和永磁单元302,且相对于直径截面310几何对称。永磁单元301和永磁单元302磁化强度大小相同,方向沿垂直于直径截面310方向平行。永磁体300外径例如为5-20mm,内径为1-5mm,高度为1-5mm。隧道磁阻传感器500安装在距离永磁体300端面1-5mm的检测面320内的距离轴心距离为 r/R_0 的特定检测区域31内,在该特定检测区域内,检测磁场分量的旋转磁场相位 ϕ 与永磁体旋转相位 α 呈线性关系。检测磁场分量321为磁场在检测面320内的分量。其检测过程类似于采用永磁体100的电子水表,这里不再赘述。

[0100] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

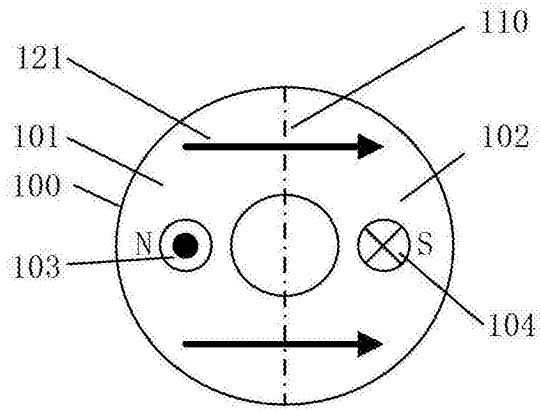


图1

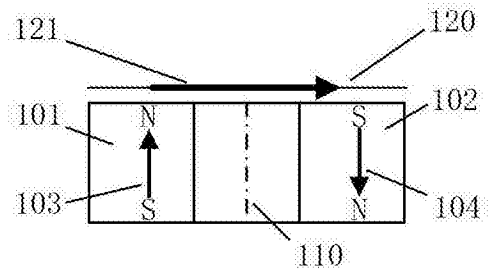


图2

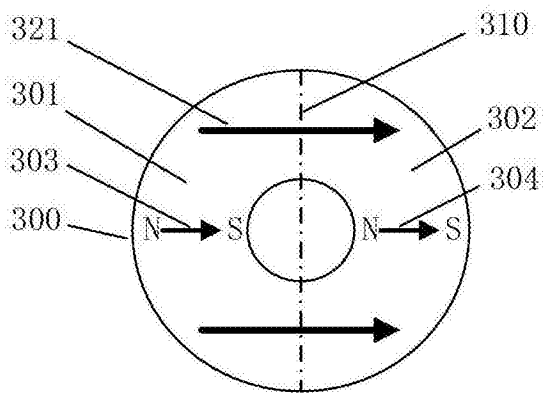


图3

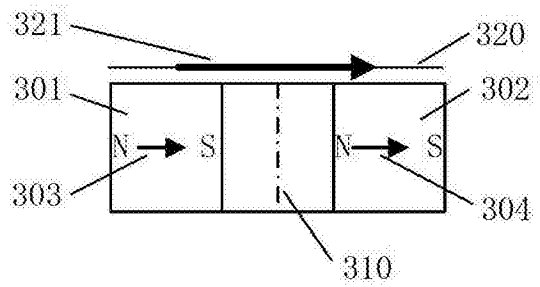


图4

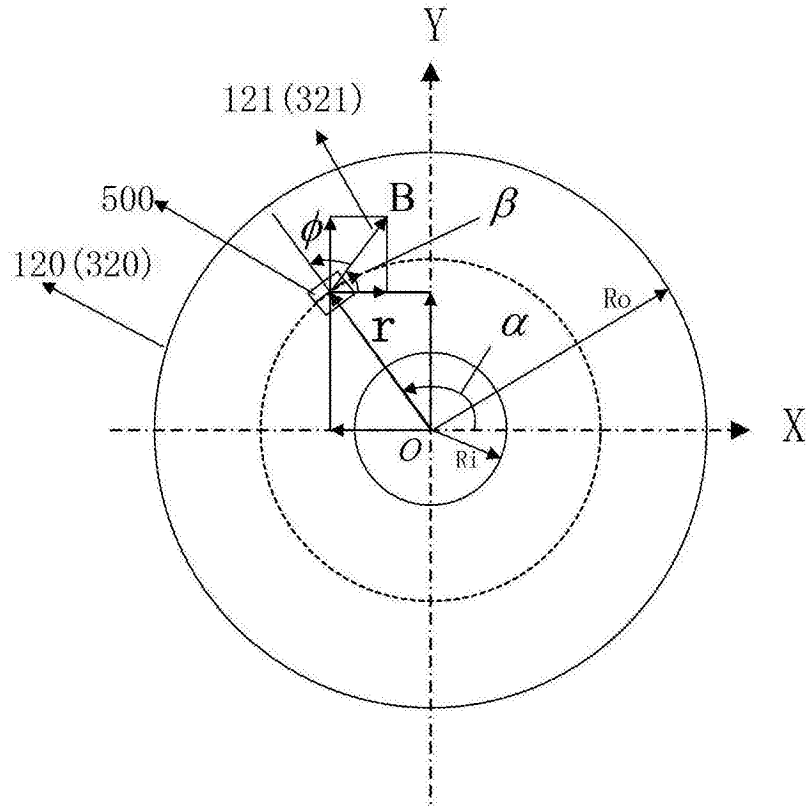


图5

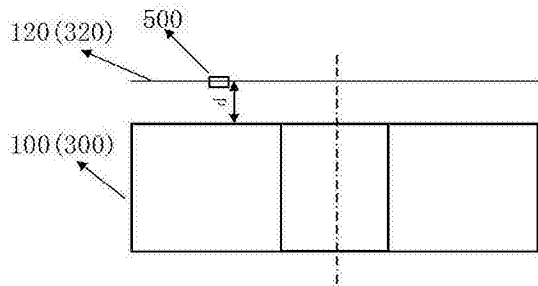


图6

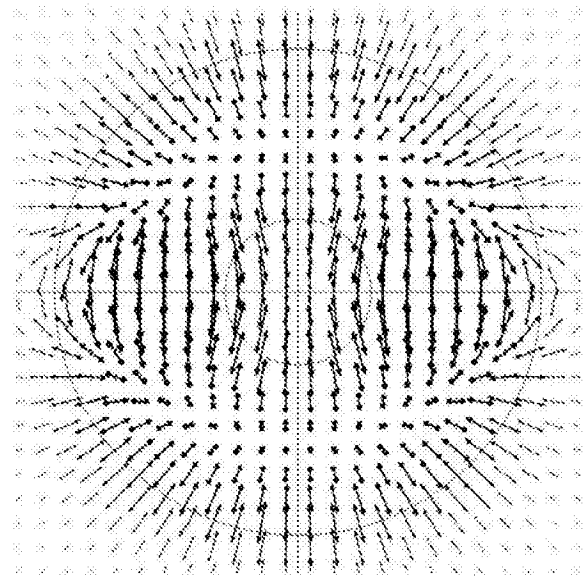


图7

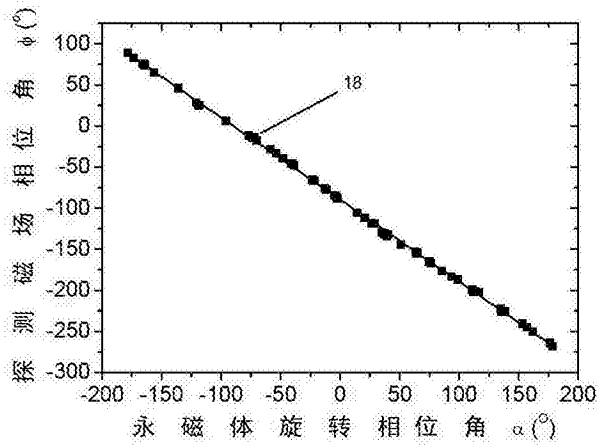


图8

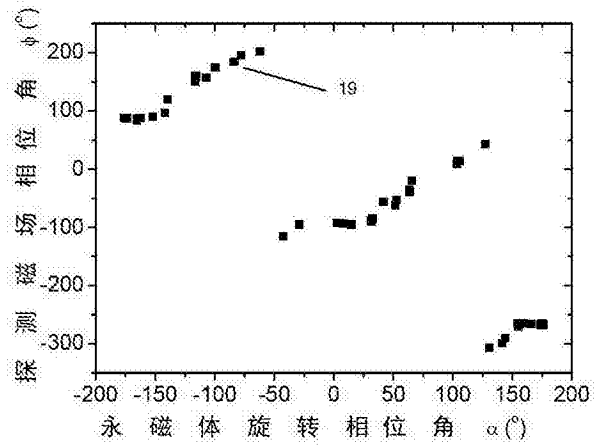


图9

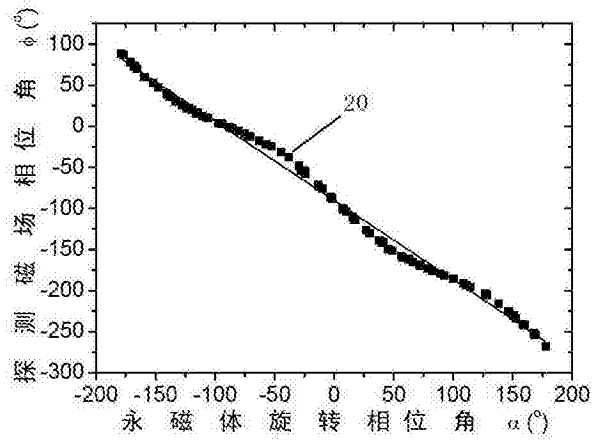


图10

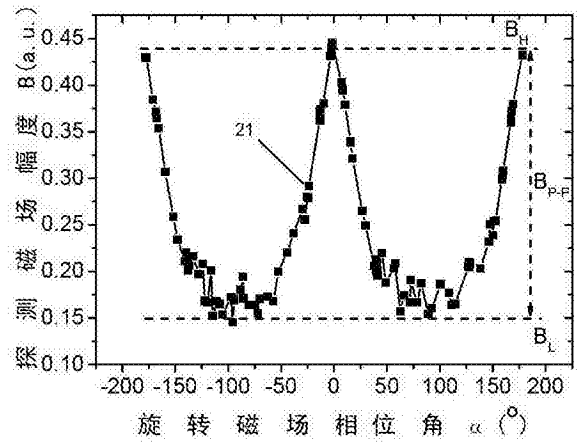


图11

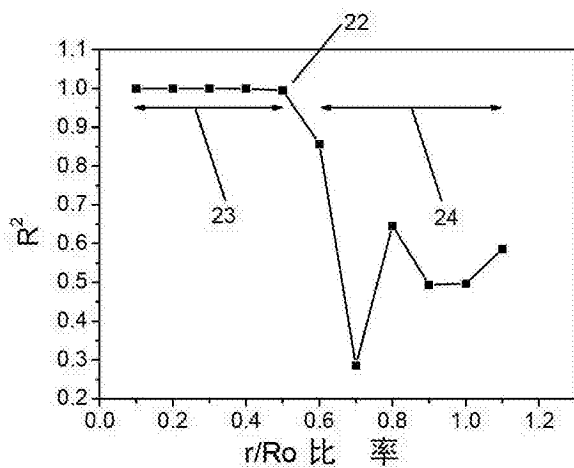


图12

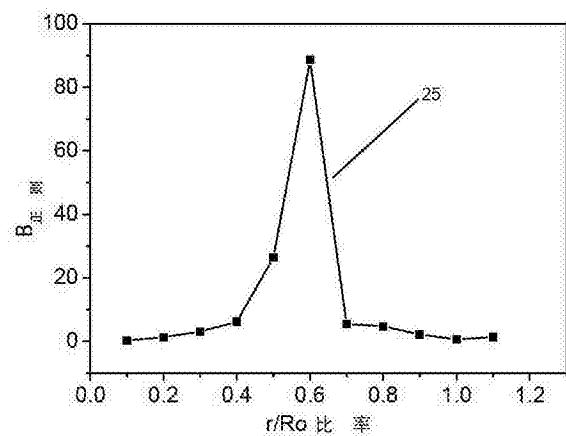


图13

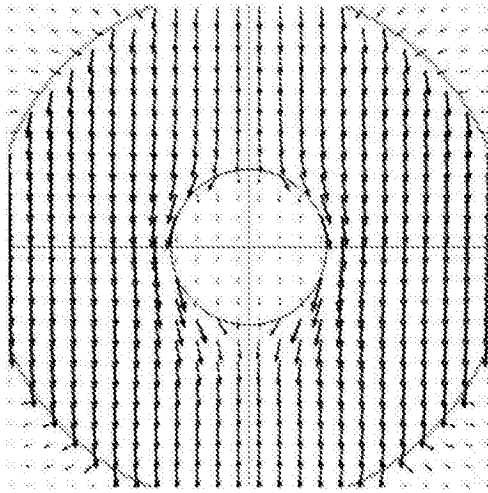


图14

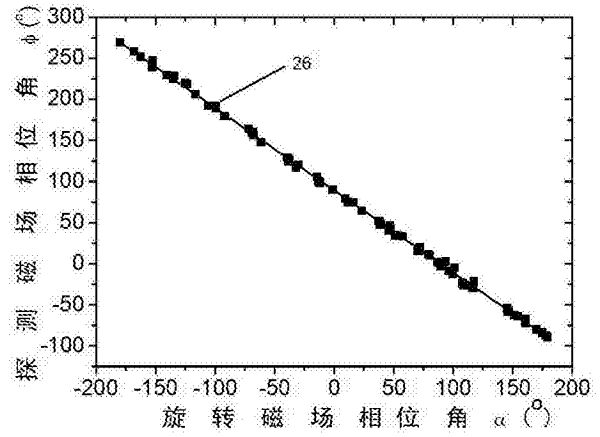


图15

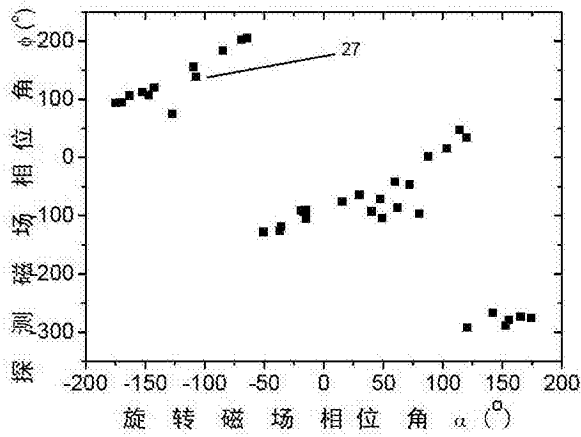


图16

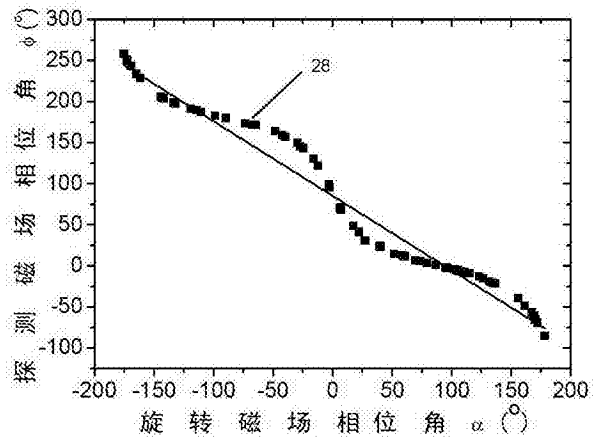


图17

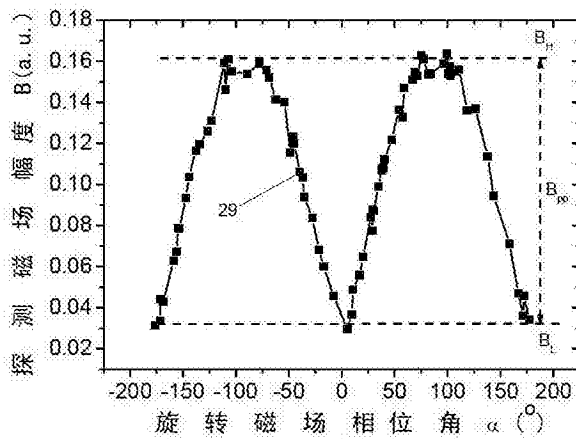


图18

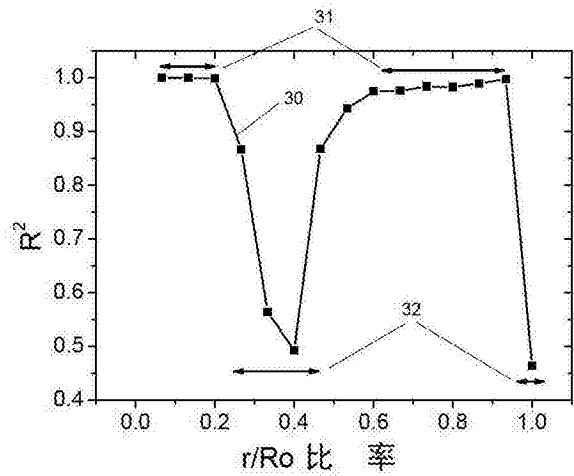


图19

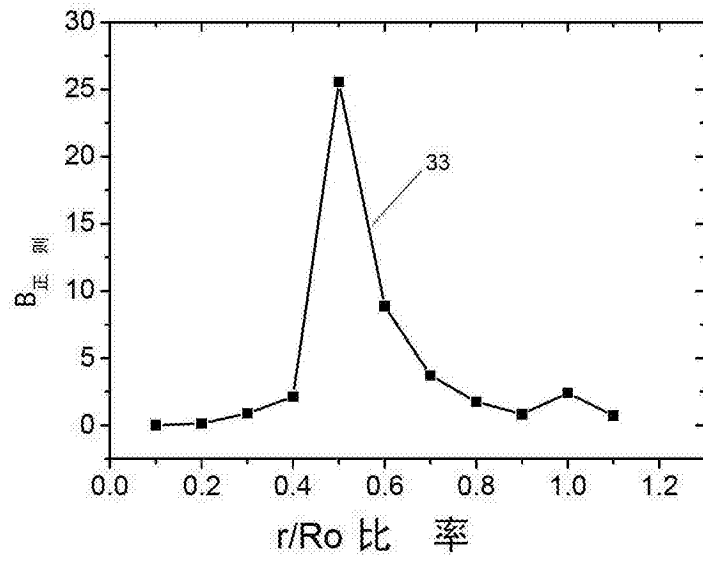


图20

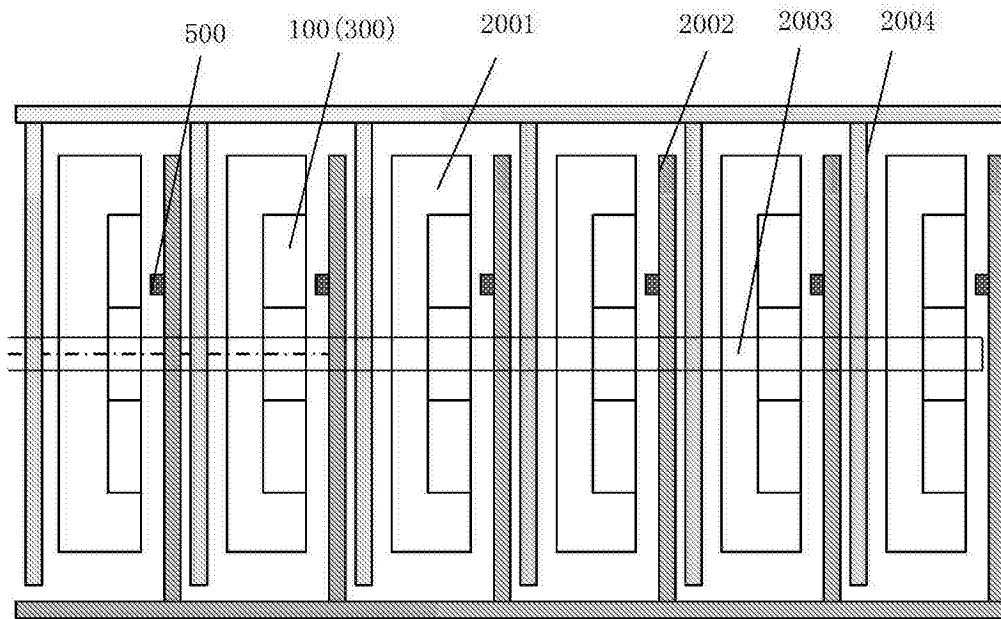


图21