



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102545524 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 20

(21) 申请号 201210032832. 2

US 2008218011 A1, 2008. 09. 11,

(22) 申请日 2012. 02. 14

CN 202524270 U, 2012. 11. 07,

(73) 专利权人 美的威灵电机技术(上海)有限公司

审查员 冯尚明

地址 200000 上海市浦东新区张江高科技园区张东路 1387 号 42 幢 101 (复式)室、102 (复式)室

(72) 发明人 吴迪 陈金涛 诸自强

(74) 专利代理机构 佛山市粤顺知识产权代理事务所 44264

代理人 唐强熙 邹涛

(51) Int. Cl.

H02K 29/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1293484 A, 2001. 05. 02,

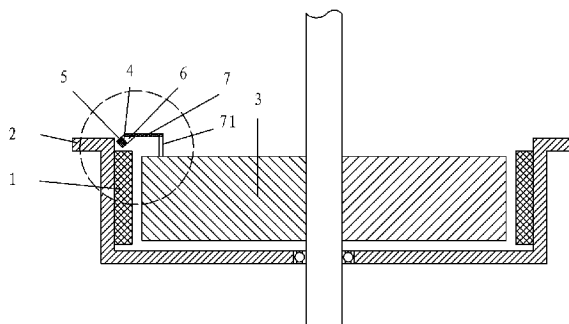
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

永磁电机的转子位置检测装置

(57) 摘要

一种永磁电机的转子位置检测装置,包括霍尔位置传感器以及构成永磁电机的永磁体、转子铁芯和定子铁芯,永磁体位于转子铁芯和定子铁芯之间,永磁体与转子铁芯相接,霍尔位置传感器设置在永磁体的上表面的上方,霍尔位置传感器与永磁体的上表面之间预留有一定的空间。霍尔位置传感器的轴线与永磁体的上表面之间的夹角为 θ 。霍尔位置传感器的检测面朝向永磁体的上表面。霍尔位置传感器的背面设置有导磁衬板。霍尔位置传感器通过不导磁支架与 PCB 板相接,PCB 板通过 PCB 板支架与定子铁芯相接。霍尔位置传感器的信号线及电源线与 PCB 板上的前置处理电路电连接。本发明具有结构简单合理、感应能力强、适用范围广的特点。



1. 一种永磁电机的转子位置检测装置,包括霍尔位置传感器(4)以及构成永磁电机的永磁体(1)、转子铁芯(2)和定子铁芯(3),永磁体(1)位于转子铁芯(2)和定子铁芯(3)之间,永磁体(1)与转子铁芯(2)相接,其特征是霍尔位置传感器(4)设置在永磁体(1)的上表面的上方,霍尔位置传感器(4)与永磁体(1)的上表面之间预留有一定的空间;

所述霍尔位置传感器(4)的轴线与永磁体(1)的上表面之间的夹角为 θ ;

θ 为永磁体(1)端部的漏磁场的磁力线与永磁体(1)的上表面之间的夹角。

2. 根据权利要求1所述的永磁电机的转子位置检测装置,其特征是所述霍尔位置传感器(4)的检测面朝向永磁体(1)的上表面。

3. 根据权利要求2所述的永磁电机的转子位置检测装置,其特征是所述霍尔位置传感器(4)的背面设置有导磁衬板(5)。

4. 根据权利要求3所述的永磁电机的转子位置检测装置,其特征是所述霍尔位置传感器(4)通过不导磁支架(6)与PCB板(7)相接,PCB板(7)通过PCB板支架(71)与定子铁芯(3)相接。

5. 根据权利要求4所述的永磁电机的转子位置检测装置,其特征是所述霍尔位置传感器(4)的信号线及电源线与PCB板(7)上的前置处理电路电连接。

6. 根据权利要求1至5任一所述的永磁电机的转子位置检测装置,其特征是所述定子铁芯(3)位于转子铁芯(2)的内侧,永磁体(1)与转子铁芯(2)的内壁相接;或者,转子铁芯(2)位于定子铁芯(3)的内侧,永磁体(1)与转子铁芯(2)的外周相接。

7. 根据权利要求6所述的永磁电机的转子位置检测装置,其特征是所述霍尔位置传感器(4)为锁存型的单极性或双极性霍尔位置传感器。

永磁电机的转子位置检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种永磁电机,特别是一种永磁电机的转子位置检测装置。

背景技术

[0002] 表面贴装式永磁电机由于具有制作成本较低以及工艺可靠的特点,已经成为目前工业自动化及家电、汽车等行业的主要驱动电机之一。但是,无论是永磁无刷直流电机还是永磁同步电机,其都需要一个位置检测装置为驱动器提供转子位置信号,因而位置检测装置的准确性和可靠性成为了系统可靠性的关键。

[0003] 在不考虑成本或者需要极高精度的精密驱动场合,常常采用光电编码器或者旋转变压器作为位置检测装置,但是,这两种位置检测装置的成本较高,有时甚至超过了永磁电机本身的成本价格。因而在低成本应用领域中常常采用霍尔位置传感器作为位置检测元件。

[0004] 现有基于霍尔位置传感器的检测系统常常通过加长永磁体,如中国专利文献号 CN 1856924A 于 2006 年 11 月 1 日公开的一种电动机转子,以及中国专利文献号 CN 201813240U 于 2010 年 09 月 22 日公开的一种外转子永磁电机壳体结构;或者,检测系统单独安装提供位置信号的磁环,如中国专利文献号 CN 101243598A 于 2008 年 8 月 13 日公开的一种电动机,以及中国专利文献号 CN 201860242U 于 2011 年 06 月 08 日公开的一种电机转子位置及速度的检测装置,并使永磁体的充磁方向本身垂直于霍尔元件的检测面。在永磁体价格高涨的今天,通过增加永磁体用量来提供位置检测信号无疑会大幅增加成本,并且单独安装或增加永磁体长度将增加轴向空间,不利于电机结构的优化。

发明内容

[0005] 本发明的目的旨在提供一种结构简单合理、感应能力强、适用范围广的永磁电机的转子位置检测装置,以克服现有技术中的不足之处。

[0006] 按此目的设计的一种永磁电机的转子位置检测装置,包括霍尔位置传感器以及构成永磁电机的永磁体、转子铁芯和定子铁芯,永磁体位于转子铁芯和定子铁芯之间,永磁体与转子铁芯相接,其结构特征是霍尔位置传感器设置在永磁体的上表面的上方,霍尔位置传感器与永磁体的上表面之间预留有一定的空间。

[0007] 所述霍尔位置传感器的轴线与永磁体的上表面之间的夹角为 θ 。

[0008] 所述霍尔位置传感器的检测面朝向永磁体的上表面。

[0009] 所述霍尔位置传感器的背面设置有导磁衬板。

[0010] 所述霍尔位置传感器通过不导磁支架与 PCB 板相接,PCB 板通过 PCB 板支架与定子铁芯相接。

[0011] 所述霍尔位置传感器的信号线及电源线与 PCB 板上的前置处理电路电连接。

[0012] 所述定子铁芯位于转子铁芯的内侧,永磁体与转子铁芯的内壁相接;或者,转子铁芯位于定子铁芯的内侧,永磁体与转子铁芯的外周相接。

[0013] 所述霍尔位置传感器为锁存型的单极性或双极性霍尔位置传感器。

[0014] 本发明采用上述的技术方案后,霍尔位置传感器与永磁体的上表面及充磁方向(充磁方向与磁力线闭合方向不是同一个概念,但充磁方向在此处与磁力线闭合方向相同)呈夹角 θ 设置,该夹角 θ 可由有限元计算得出;设置在霍尔位置传感器背面的导磁衬板用来进一步引导端部漏磁场的走向,可增强霍尔位置传感器对漏磁场的感应能力。

[0015] 当转子铁芯的位置变化时,霍尔位置传感器感应到永磁体的上表面的磁场的变化并将其转化为电信号,通过PCB板上的前置处理电路放大和稳相,然后提供给控制器进行相关操作。

[0016] 本发明既可以适用于外转子表面贴装式永磁电机,又可以适用于内转子表面贴装式永磁电机,还可以适用于稀土类永磁电机或非稀土类永磁电机,其具有结构简单合理、感应能力强、适用范围广的特点。

附图说明

[0017] 图1为本发明第一实施例的局部剖视结构示意图。

[0018] 图2为图1中的虚线处放大结构示意图。

[0019] 图3为本发明中的霍尔位置传感器的安装角度的设计流程图。

[0020] 图4为霍尔位置传感器的轴视安装位置示意图

[0021] 图5为简化后的霍尔位置传感器的轴视安装位置示意图。

[0022] 图6为三相霍尔位置信号与三相反电动势的关系示意图

[0023] 图7为简化后的三相霍尔位置信号与三相反电动势的相位关系示意图。

[0024] 图8为本发明第二实施例的局部剖视结构示意图。

[0025] 图9为图8中的虚线处放大结构示意图。

[0026] 图中:1为永磁体,2为转子铁芯,3为定子铁芯,4为霍尔位置传感器,5为导磁衬板,6为不导磁支架,7为PCB板,71为PCB板支架,8为线圈绕组,41为A相霍尔位置传感器,42为B相霍尔位置传感器,43为C相霍尔位置传感器,图中的Ha11_A为A相霍尔位置传感器,Ha11_B为B相霍尔位置传感器,Ha11_C为C相霍尔位置传感器。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述。

[0028] 第一实施例

[0029] 参见图1-图7,本永磁电机的转子位置检测装置,包括霍尔位置传感器4以及构成永磁电机的永磁体1、转子铁芯2和定子铁芯3,永磁体1位于转子铁芯2和定子铁芯3之间,永磁体1与转子铁芯2相接,霍尔位置传感器4设置在永磁体1的上表面的上方,霍尔位置传感器4与永磁体1的上表面之间预留有一定的空间。该空间的大小由霍尔位置传感器4的信号强度以及实际工作中的安全距离决定。

[0030] 在本实施例中,永磁电机为外转子表面贴装式永磁电机,定子铁芯3位于转子铁芯2的内侧,永磁体1与转子铁芯2的内壁相接。

[0031] 在图1-图2中的永磁体1的上表面,也就是永磁体1的上端部的上表面,由于电机边缘的边缘效应的作用将产生端部漏磁场,该漏磁场的磁力线通过空气和转子铁芯2闭

合形成闭合磁力线,该闭合磁力线与水平面之间的夹角为 θ ,也就是说闭合磁力线与永磁体 1 的上表面之间的夹角为 θ ,因此,霍尔位置传感器 4 的轴线与永磁体 1 的上表面之间的夹角为 θ 。夹角 θ 通过有限元计算端部漏磁场分布得出。

[0032] 霍尔位置传感器 4 的检测面朝向永磁体 1 的上表面。霍尔位置传感器 4 的背面,也就是检测面的另一面,设置有导磁衬板 5。

[0033] 霍尔位置传感器 4 通过不导磁支架 6 与 PCB 板 7 相接,PCB 板 7 通过 PCB 板支架 71 与定子铁芯 3 相接。

[0034] 安装时,霍尔位置传感器 4 的安装位置及角度由不导磁支架 6 保证,该不导磁支架 6 安装在水平放置的 PCB 板 7 上。PCB 板 7 通过 PCB 板支架 71 与定子铁芯 3 相连接,进而保证整个转子位置检测装置的位置。霍尔位置传感器 4 的检测面朝向永磁体 1 的上表面并保证夹角 θ 的设置,在霍尔位置传感器 4 的背面设置有导磁衬板 5,用来进一步引导端部漏磁场的走向,使其更有利于霍尔位置传感器 4 的位置检测。

[0035] 霍尔位置传感器 4 的信号线及电源线与 PCB 板 7 上的前置处理电路电连接。前置处理电路主要包括信号跟随与放大电路以及保护电路。

[0036] 当采用非稀土类的永磁材料制作永磁体时,常将永磁体 1 设计得比定子铁芯 3 略长,但是否使用稀土类永磁材料并不影响本发明的应用。

[0037] 本实施例中的霍尔位置传感器 4 可采用锁存型的单极性或双极性霍尔位置传感器,集到的位置信号通过 PCB 板 7 上的前置处理电路进行信号放大和跟随,具体信号强度与大小应该与所用控制器相匹配。

[0038] 霍尔位置传感器 4 通过 PCB 板 7 进行供电,PCB 板 7 由外接电源进行供电。当永磁体 1 产生的端部漏磁场发生变化时,霍尔位置传感器 4 能够及时感知相应变化,并产生位置信号。该位置信号被位于 PCB 板 7 上的前置处理电路进行放大和稳相,进而提供给控制器进行相关处理操作。

[0039] 夹角 θ 由图 3 中所示的设计流程予以计算出,对于不同的电机形式及磁钢安装方式、长短,该夹角 θ 有所不同。

[0040] 因而在每种电机应用中,应提前进行有限元仿真确定该夹角 θ ,并在安装时尽量保证该夹角 θ 的准确。如没有条件进行有限元计算,应当通过实验方法确定最佳信号强度对应的夹角 θ 。

[0041] 设计流程包括以下步骤:

[0042] 第一步,建立电机端部有限元模型;根据图 1-图 2,这里应当是建立电机上端部的有限元模型。

[0043] 第二步,进行有限元分析计算。

[0044] 第三步,分析端部漏磁场分布。

[0045] 第四步,找出漏磁密矢量最大值。

[0046] 第五步,设计霍尔位置传感器的位置及安装角度。

[0047] 霍尔位置传感器的轴视安装位置如图 4 所示,本图 4 以三相 12 极 18 槽的永磁电机为例,图 4 中阴影填充的部分为线圈绕组 8。

[0048] 为了突出霍尔位置传感器 4 的安装位置,图 4 中省略了导磁衬板 5、不导磁支架 6、PCB 板 7 及 PCB 板支架 71。三相霍尔位置传感器 4 分别为 A 相霍尔位置传感器 41, B 相霍

尔位置传感器 42 和 C 相霍尔位置传感器 43。

[0049] 当 A 相霍尔位置传感器 41 的轴线与 A 相绕组的轴线相对齐时, B 相霍尔位置传感器 42 的轴线、C 相霍尔位置传感器 43 的轴线依次相差 120° 电角度分别与 B 相绕组的轴线和 C 相绕组的轴线相对齐。

[0050] 所谓霍尔位置传感器的轴线就是霍尔位置传感器的中心线(图中的点划线), 而 B 相霍尔位置传感器 42 的轴线为 B 相绕组所在定子齿的中心对称线, C 相霍尔位置传感器 43 的轴线为 C 相绕组所在定子齿的中心对称线; 所谓对齐即指的是安装位置上两条线是否重合, 图 4 为不重合, 图 5 为重合。

[0051] 120° 电角度对应的机械角度 α , 有 $\alpha = 360/m/p$;

[0052] 其中: m 为相数, p 为极对数, 在本例中, $m = 3$, $p = 6$, 故 $\alpha = 20^\circ$ 。

[0053] 为了减少霍尔位置传感器 4 的分布角度, 进而减小不导磁支架 6、导磁衬板 5 以及 PCB 板 7 的体积和造价,

[0054] 可根据三相对称原则将 C 相霍尔位置传感器 43 安装在 A 相霍尔位置传感器 41、B 相霍尔位置传感器 42 的几何中心线上, 并将霍尔位置传感器上下反转 180° 安装。当霍尔位置传感器未反转安装时, 所得到 C 相位置信号刚好反相。霍尔位置传感器是一个近似方形的元件, 其几何中心线就是从整个电机截面的中心点(轴心)过霍尔位置传感器的中心点形成的线, 如图 4 和图 5 中穿过霍尔位置传感器的点划线。

[0055] 三相霍尔位置信号与三相反电动势的关系如图 6 所示, 此时, 各相霍尔位置信号的上升沿与三相相反电动势的正向过零点相重合。

[0056] 为了控制器程序的简化, 可以在霍尔位置传感器安装时就是霍尔位置传感器 4 的上升沿滞后反电动势过零点 30° 电角度。正常的使用霍尔位置传感器的方波无刷电机控制是在反电动势过零点后 30° 电角度对相应的绕组进行开通, 而通常情况下是使得霍尔位置传感器的上升沿和反电动势过零点重合。而在一般情况下, 使用霍尔位置传感器信号的上升沿作为相应绕组的开通信号最为简便, 因此可以在安装时保证霍尔位置传感器的上升沿滞后反电动势过零点 30° 电角度对应的机械角度, 就是后面的 β 角, 这样就无需在控制器中采用延时程序(这样增加的复杂程度, 有可能增加成本)。

[0057] 如图 7 所示, 进而根据上升沿直接控制开关电路导通而无需控制器延时触发。此时安装位置如图 5 所示, 30° 电角度对应的机械角度 β , 有 $\beta = 30/p$ 。

[0058] 上述的夹角 θ 为霍尔位置传感器与定子铁芯上表面(轴向切面)之间的角度, 属于霍尔位置传感器的安装角度, 而 α 和 β 是从轴向投影方向的角度, 机械角度 α 和 β 与夹角 θ 不在同一个平面上, 没有直接关系。

[0059] 控制时, 采用普通的无刷直流电机的控制方式, 如果没有滞后 β 角安装的话, 就在控制器中采用检测到霍尔位置传感器的信号上升沿后, 根据现有转速(也是从霍尔位置传感器的信号计算得出的)延时 30° 电角度对应的时间(这个时间是变的, 所以转速不同要不停的变, 如果转速检测不准确了, 这个计算就会有误差, 引起电流波动, 恶化电机性能)。如果采用了滞后 β 角安装, 就可以直接按照霍尔位置传感器的信号的上升沿进行相应绕组的导通, 控制方便准确。

[0060] 第二实施例

[0061] 参见图 8- 图 9, 在本实施例中, 永磁电机为内转子表面贴装式永磁电机, 转子铁芯

2 位于定子铁芯 3 的内侧,永磁体 1 与转子铁芯 2 的外周相接。

[0062] 事实上,本发明的位置检测原理主要针对端部漏磁场,因而对于何种永磁电机并无明显区分。其余未述部分见第一实施例,不再重复。

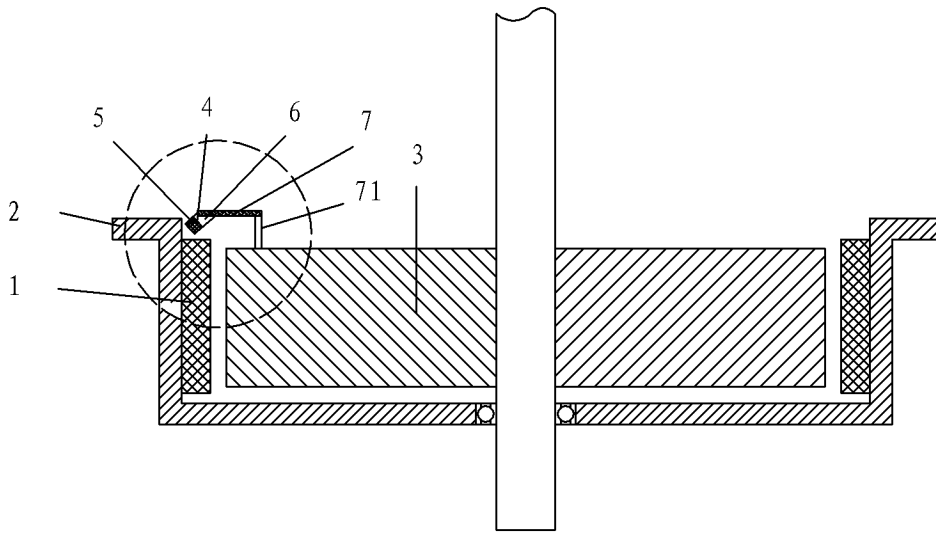


图 1

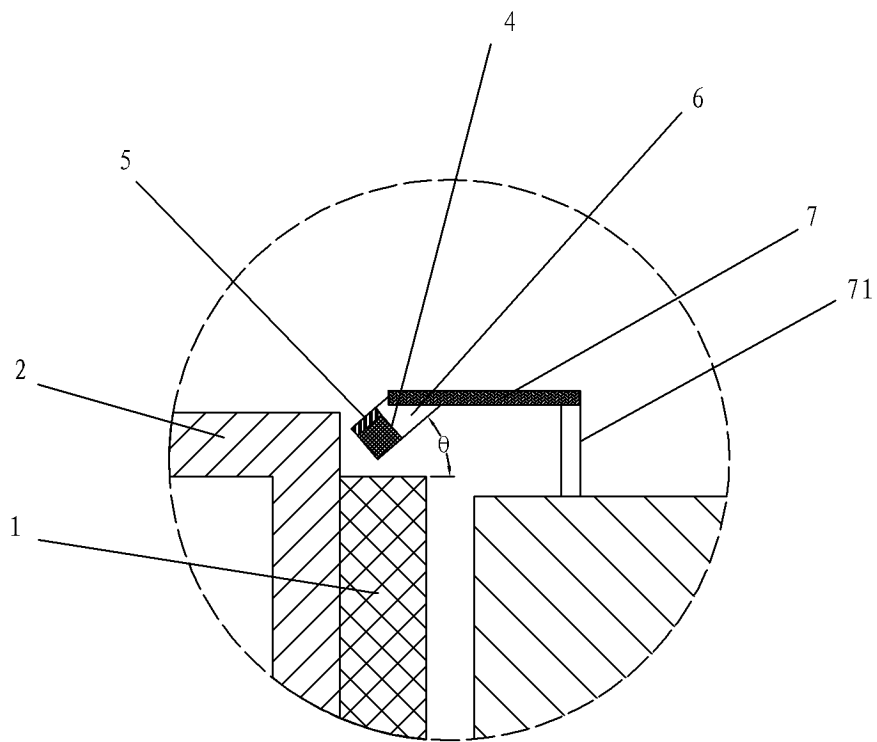


图 2

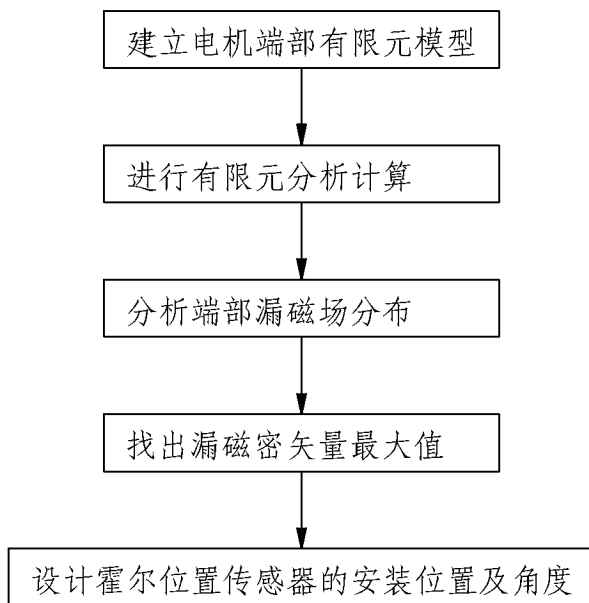


图 3

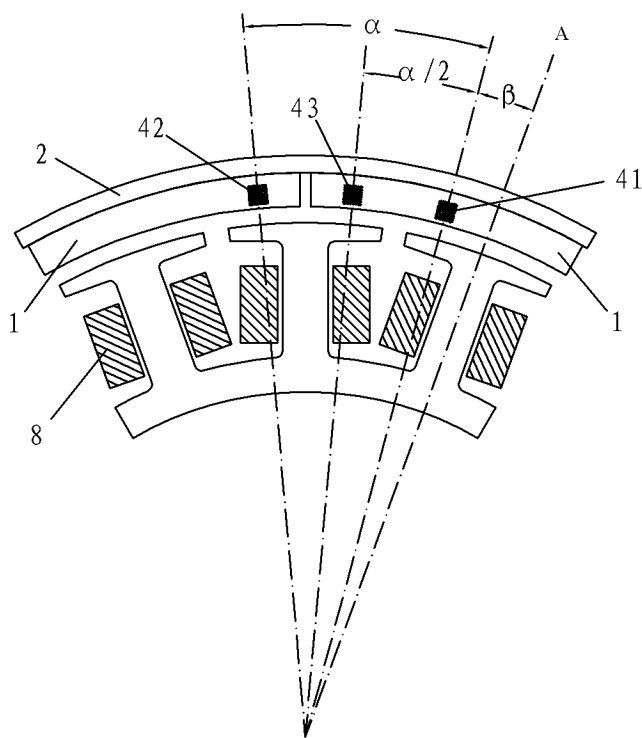


图 4

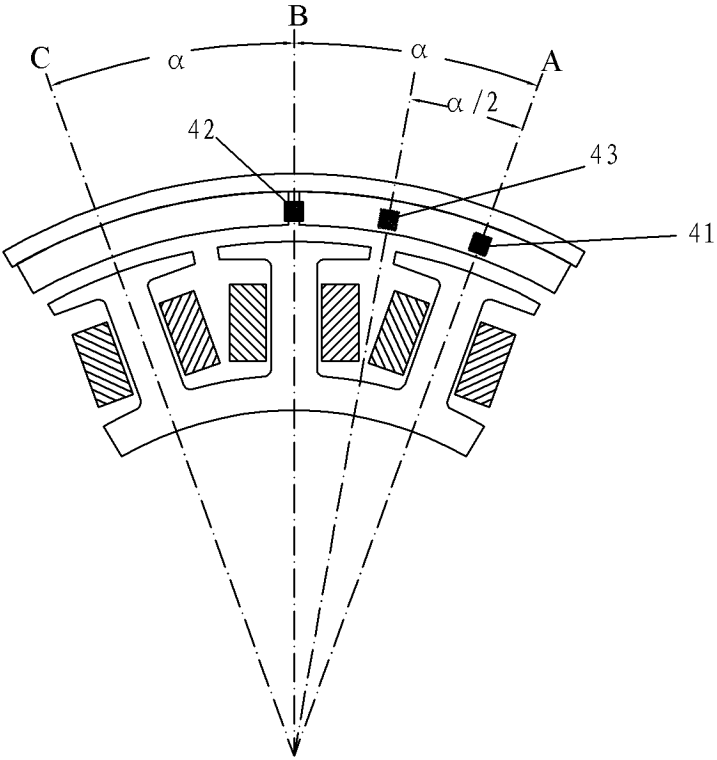


图 5

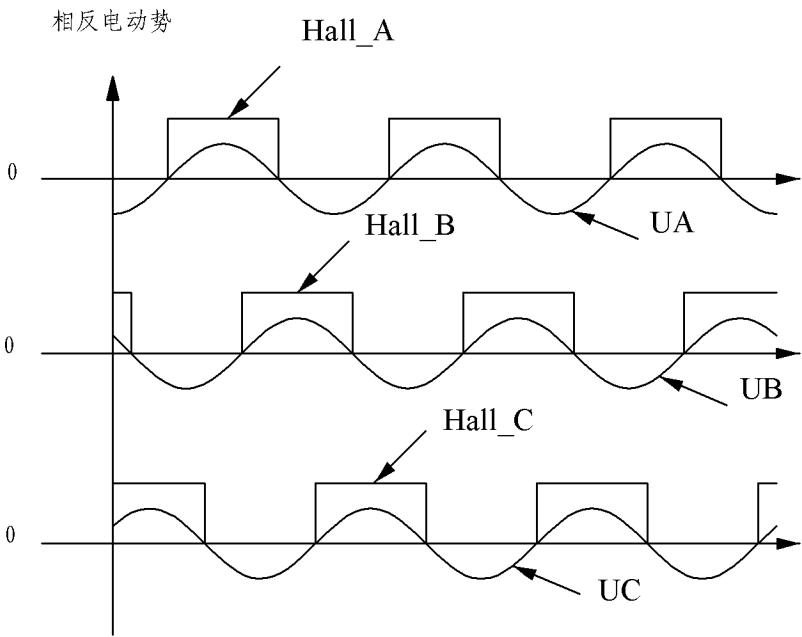


图 6

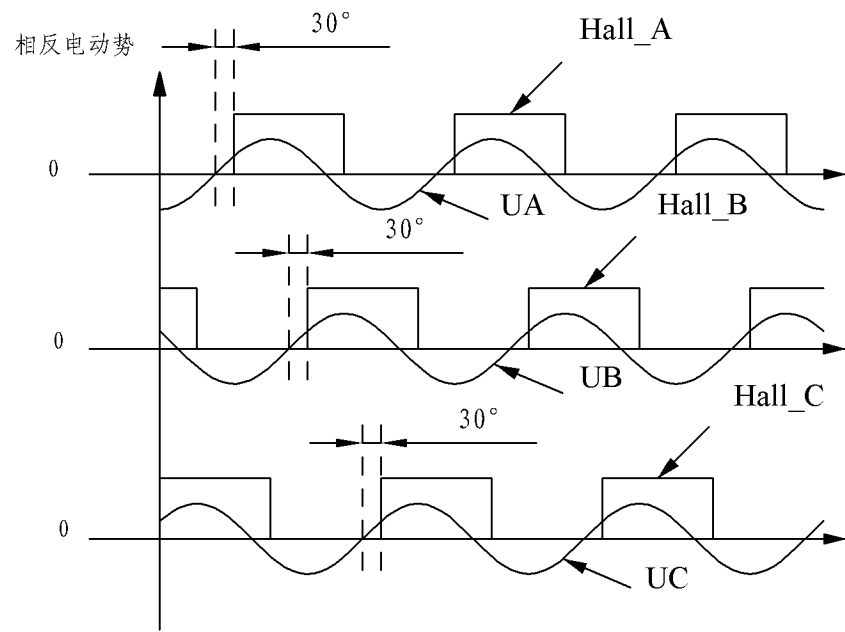


图 7

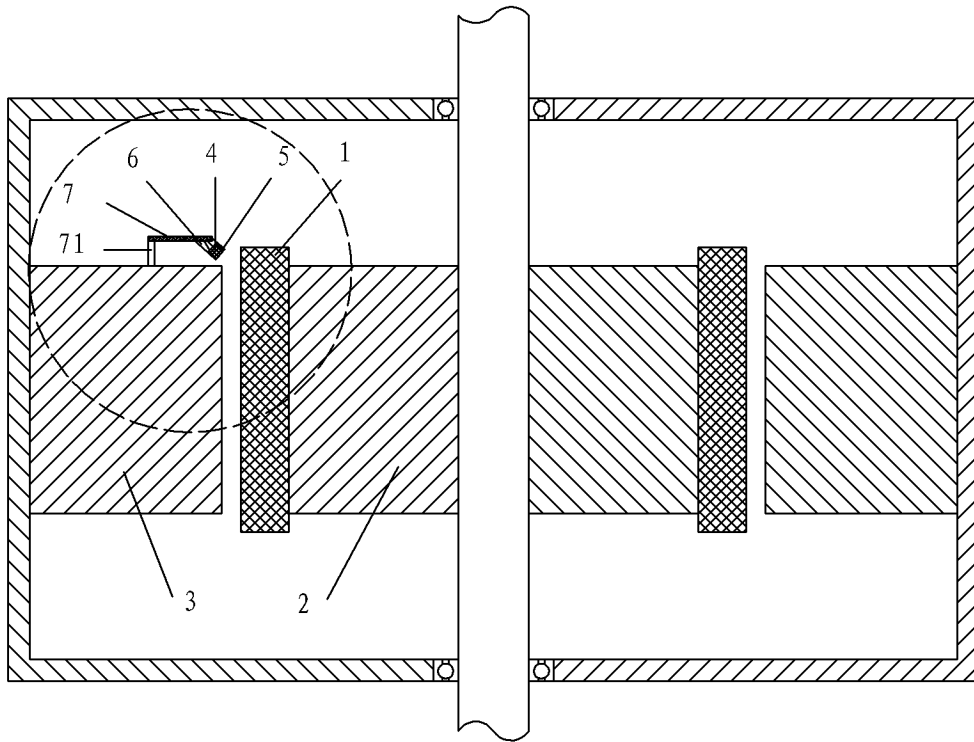


图 8

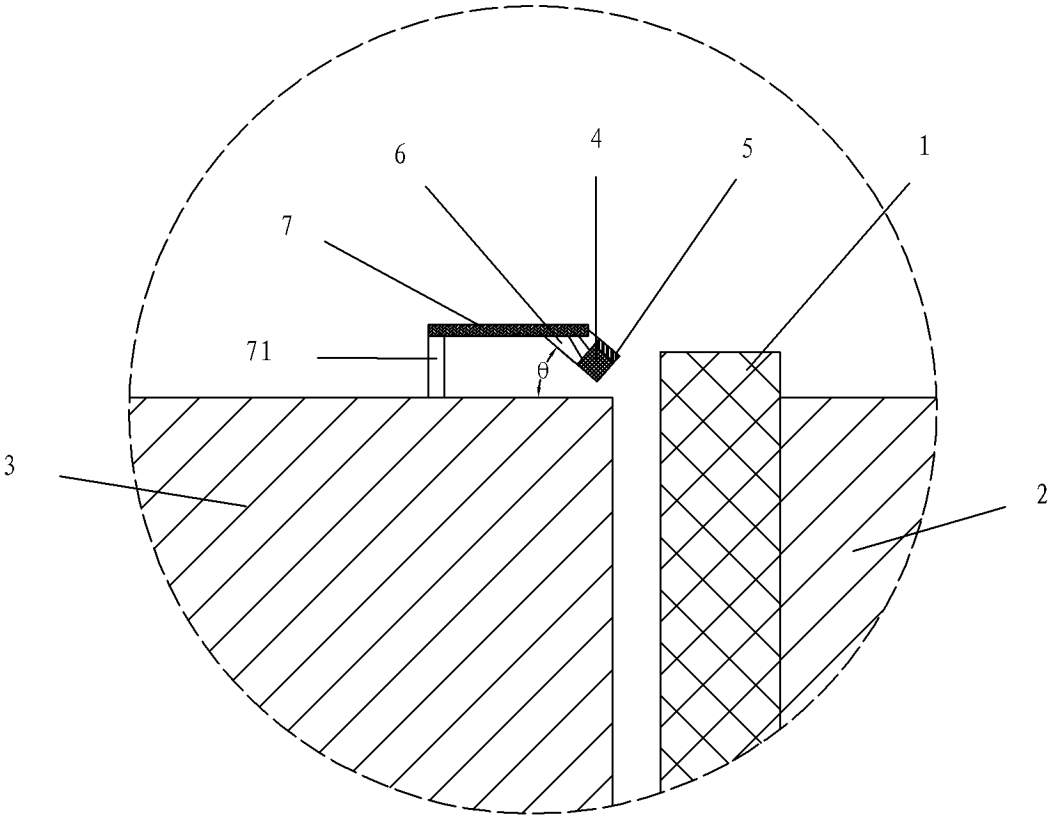


图 9