



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105471211 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201511035346. 6

(22) 申请日 2015. 12. 29

(71) 申请人 赵浩

地址 314001 浙江省嘉兴市越秀南路 56 号
嘉兴学院

(72) 发明人 赵浩 冯浩 丁立军 王璇

(51) Int. Cl.

H02K 16/04(2006. 01)

G01P 3/46(2006. 01)

G01P 15/00(2006. 01)

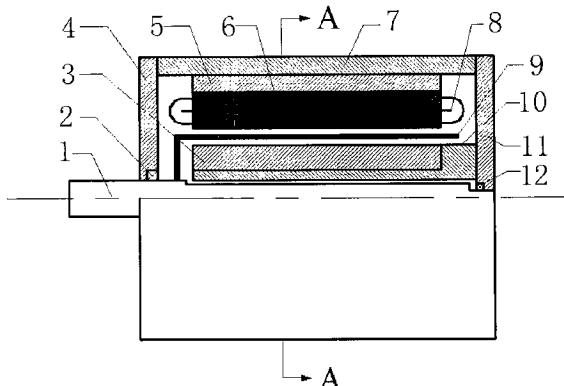
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机

(57) 摘要

一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，包括外隔磁套筒、外定子铁心、永磁磁钢、输出绕组、空心杯形转子、内隔磁套筒、内定子铁心和霍尔元件。内定子铁心与内隔磁套筒固定，内定子铁心为分体式结构，各分体之间存在夹槽，霍尔元件固定在各夹槽中；外定子铁心与外隔磁套筒固定，内、外定子铁心之间存在空气隙，空心杯形转子置于空气隙中；外定子铁心为分体式结构，各分体设有绕组槽，且各分体之间存在夹槽，输出绕组嵌放在绕组槽中，永磁磁钢固定在各夹槽中。本发明的可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，能够直接将输入的瞬时旋转角速度和角加速度同时转化为对应的电信号输出，测量精度高，线性误差小，无剩余电压，且动态特性好。



1. 一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，包括机座、外隔磁套筒、外定子铁心、永磁磁钢、输出绕组、空心杯形转子、内隔磁套筒、内定子铁心、霍尔元件、转轴、左端盖、左端盖轴承、右端盖和右端盖轴承；

其特征在于：所述内定子铁心与内隔磁套筒固定，内隔磁套筒与右端盖固定；所述转轴一端穿出左端盖轴承，另一端先穿过空心杯形转子的底部后与杯形转子固定，再穿过内隔磁套筒和右端盖轴承；所述转轴与内隔磁套筒同轴心，且之间存在空气隙；所述左端盖轴承和右端盖轴承分别通过左端盖和右端盖与机座固定；所述内定子铁心为分体式结构，各分体之间存在夹槽；所述霍尔元件固定在内定子铁心分体之间的夹槽中；

所述外定子铁心与外隔磁套筒固定，外隔磁套筒与机座固定；所述外定子铁心与内定子铁心同轴心，外定子铁心与内定子铁心之间存在空气隙，空心杯形转子的杯壁置于该空气隙中；所述外定子铁心为分体式结构，各分体设有绕组槽，且各分体之间存在夹槽；所述输出绕组嵌放在外定子铁心的绕组槽中；所述永磁磁钢固定在外定子铁心分体之间的夹槽中。

2. 根据权利要求1所述的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，其特征在于：内定子铁心的分体数为四个，对应的内定子铁心夹槽数为四个，四个夹槽在空间平均分布，相互错开90度空间角。

3. 根据权利要求1所述的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，其特征在于：外定子铁心的分体数为四个，对应的外定子铁心夹槽数为四个，四个夹槽在空间平均分布，相互错开90度空间角。

4. 根据权利要求1所述的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，其特征在于：内定子铁心分体之间的夹槽与外定子铁心分体之间的夹槽，相互错开45度空间角。

5. 根据权利要求1所述的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，其特征在于：外定子铁心分体的绕组槽共计四个，位于四个外定子铁心分体的中间位置，与内定子铁心分体之间的四个夹槽在空间上相互对齐。

6. 根据权利要求1所述的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，其特征在于：输出绕组为四组集中式绕组，每组绕组的两个有效边分别嵌放在外定子铁心相邻的两个分体的绕组槽中。

一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机,更具体的是涉及一种基于电磁感应和霍尔效应的可同时测量瞬时旋转角速度、角加速度的发电机。

背景技术

[0002] 旋转角速度和角加速度是两个非常重要的动态角参量,通过对角速度和角加速度的测量,就可以分析旋转系统转轴对各种激励的响应情况。因此,旋转角速度和角加速度测量在汽车、军事、航空航天、工业、电子等多个领域得到了广泛的应用。

[0003] 目前常用的测量瞬时角速度的发电机主要分为直流测速发电机和交流异步测速发电机两大类:直流测速发电机在负载运行时,输出电压与转速并不能保持严格的正比关系,存在误差,主要是由于电枢反应的去磁作用、电刷接触电阻的非线性、以及温度的影响,此外由于铁心齿槽的存在,会产生一定的齿谐波电动势;交流异步测速发电机运行时,输出特性同样存在非线性误差,主要原因是转子旋转时产生的脉振磁场,以及杯型转子存在漏抗,除此之外,由于交流异步测速发电机的两相定子绕组不完全垂直,或是气隙不均,磁路不对称,亦或是空心杯转子的壁厚不均以及制造杯型转子的材料不均,都会造成一定的剩余电压。

[0004] 关于旋转角加速度的测量方法,可以分为直接测量法和间接测量法。直接测量法一般是使用特殊敏感元件直接测量;间接测量法一般采用多个方位的直线加速度传感器的输出进行合成(是目前的主流方法),以及采用微分电路或微分计算算法对角速度信号进行微分处理来获取角加速度。对于直接测量法,多数检测装置的结构设计较复杂,且受频率等因素影响精度不高;间接测量法对信号的处理比较麻烦,特别是延迟特性和噪声放大问题不易解决。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提出了一种可同时测量瞬时旋转角速度、角加速度的发电机。

[0006] 本发明的目的采取下述技术方案实现:

[0007] 一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机,包括机座、外隔磁套筒、外定子铁心、永磁磁钢、输出绕组、空心杯形转子、内隔磁套筒、内定子铁心、霍尔元件、转轴、左端盖、左端盖轴承、右端盖和右端盖轴承;

[0008] 所述内定子铁心与内隔磁套筒固定,内隔磁套筒与右端盖固定;所述转轴一端穿出左端盖轴承,另一端先穿过空心杯形转子的底部后与杯形转子固定,再穿过内隔磁套筒和右端盖轴承;所述转轴与内隔磁套筒同轴心,且之间存在空气隙;所述左端盖轴承和右端盖轴承分别通过左端盖和右端盖与机座固定;所述内定子铁心为分体式结构,各分体之间存在夹槽;所述霍尔元件固定在内定子铁心分体之间的夹槽中;

[0009] 所述外定子铁心与外隔磁套筒固定,外隔磁套筒与机座固定;所述外定子铁心与

内定子铁心同轴心，外定子铁心与内定子铁心之间存在空气隙，空心杯形转子的杯壁置于该空气隙中；所述外定子铁心为分体式结构，各分体设有绕组槽，且各分体之间存在夹槽；所述输出绕组嵌放在外定子铁心的绕组槽中；所述永磁磁钢固定在外定子铁心分体之间的夹槽中；

[0010] 所述内定子铁心的分体数为四个，对应的内定子铁心夹槽数为四个，四个夹槽在空间平均分布，相互错开90度空间角；

[0011] 所述外定子铁心的分体数为四个，对应的外定子铁心夹槽数为四个，四个夹槽在空间平均分布，相互错开90度空间角；

[0012] 所述内定子铁心分体之间的夹槽与外定子铁心分体之间的夹槽，相互错开45度空间角；

[0013] 所述外定子铁心分体的绕组槽共计四个，位于四个外定子铁心分体的中间位置，与内定子铁心分体之间的四个夹槽在空间上相互对齐；

[0014] 所述输出绕组为四组集中式绕组，每组绕组的两个有效边分别嵌放在外定子铁心相邻的两个分体的绕组槽中。

[0015] 本发明的有益效果：本发明的可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，能够直接同时将被测瞬时旋转角速度和角加速度转化成对应的电信号输出，且结构简单，输出信号引出方便，无需换向装置，不存在电刷接触电阻造成的非线性误差；无剩余电压，能在低速时精确的测量旋转角速度和角加速度，不存在失灵区；响应时间小，具有较好的动态特性。

附图说明

[0016] 图1为一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的结构图；

[0017] 图2为一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的剖视图；

[0018] 图3为一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的工作原理图。

[0019] 图4为一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的绕组接线图。

具体实施方式

[0020] 以下结合附图进一步描述本发明的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的实施。

[0021] 如图1、图2所示，一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机，包括转轴1、左端盖轴承2、内定子铁心3、左端盖4、外隔磁套筒5、永磁磁钢6、机座7、输出绕组8、空心杯形转子9、内隔磁套筒10、右端盖11、右端盖轴承12、外定子铁心13和霍尔元件14；

[0022] 所述内定子铁心3与内隔磁套筒10固定，内隔磁套筒10与右端盖11固定；所述转轴1的一端穿出左端盖轴承2，另一端先穿过空心杯形转子9的底部后与杯形转子9固定，再穿过内隔磁套筒10和右端盖轴承12；所述转轴1与内隔磁套筒10同轴心，且之间存在空气隙；所述左端盖轴承2和右端盖轴承12分别通过左端盖4和右端盖11与机座7固定；所述内定子铁心3为分体式结构，各分体之间存在夹槽；所述霍尔元件14固定在内定子铁心3各分体之间的夹槽中；

[0023] 所述外定子铁心13与外隔磁套筒5固定，外隔磁套筒5与机座7固定；所述外定子铁

心13与内定子铁心3同轴心，外定子铁心13与内定子铁心3之间存在空气隙，空心杯形转子9的杯壁置于该空气隙中；所述外定子铁心13为分体式结构，各分体设有绕组槽，且各分体之间存在夹槽；所述输出绕组8嵌放在外定子铁心13的绕组槽中；所述永磁磁钢6固定在外定子铁心13各分体之间的夹槽中；

[0024] 所述内定子铁心3的分体数为四个，对应的内定子铁心3的夹槽数为四个，四个夹槽在空间平均分布，相互错开90度空间角；

[0025] 所述外定子铁心13的分体数为四个，对应的外定子铁心13的夹槽数为四个，四个夹槽在空间平均分布，相互错开90度空间角；

[0026] 所述内定子铁心3各分体之间的夹槽与外定子铁心13各分体之间的夹槽，相互错开45度空间角；

[0027] 所述外定子铁心13分体的绕组槽共计四个，位于外定子铁心13四个分体的中间位置，与内定子铁心3各分体之间的四个夹槽在空间上相互对齐；

[0028] 所述输出绕组8为四组集中式绕组，每组绕组的两个有效边分别嵌放在外定子铁心13相邻的两个分体的绕组槽中；

[0029] 此外，通入霍尔元件14中的控制电流可以是直流电，也可以是交流电。

[0030] 图3为一种同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的工作原理图：霍尔元件14通入工作电流，杯形转子9静止时，永磁磁钢6形成的磁场分布情况如图3(a)所示，此时永磁磁钢6形成的磁场与霍尔元件14无匝链，霍尔元件8无霍尔电势输出；虽然永磁磁钢6形成的磁场与输出绕组8相互匝链，但由于该磁场为恒定磁场，输出绕组8不会产生感应电动势；

[0031] 当杯形转子9逆时针转动时，如图3(b)所示，杯形转子9的杯壁可以看做是多根导条，切割永磁磁钢6形成的磁场，会产生如图3(b)所示的切割电动势，方向通过右手定则判断，杯形转子9中产生电流，该电流产生的磁场分布情况如图3(b)所示，其方向根据右手螺旋定则判断，此时杯形转子电流产生的磁场与霍尔元件14匝链，霍尔元件14输出与角速度对应的霍尔电势；若杯形转子9匀速转动，则其感应电流形成的磁场恒定，则输出绕组8不会产生感应电动势，若杯形转子9的旋转角速度发生变化，即存在旋转角加速度，则杯形转子产生的电流存在变化的分量，其形成的磁场同样存在变化的分量，使得输出绕组8产生与角加速度对应的感应电动势。

[0032] 根据磁路的欧姆定律，永磁磁钢6产生的磁通量为：

$$[0033] \Phi_P = \frac{F_p}{R_{mp}} \quad (1),$$

[0034] 式中 F_p 为永磁磁钢的磁势， R_{mp} 为永磁磁钢产生的磁通经过磁路的磁阻。

[0035] 根据法拉第电磁感应定律，杯形转子9逆时针以瞬时角速度 ω 切割永磁磁钢6的磁通，所产生的切割电动势为：

$$[0036] e_R = C_e \Phi_P \omega \quad (2),$$

[0037] 式中 C_e 为与杯形转子结构相关的常数。

[0038] 根据欧姆定律，杯形转子9产生的电流为：

$$[0039] i_R = \frac{e_R}{r_R} \quad (3),$$

[0040] 式中 r_R 为杯形转子的等效电阻。

[0041] 根据磁路的欧姆定理,杯形转子电流产生的磁通量为:

$$[0042] \Phi_R = \frac{N_R i_R}{R_{mR}} \quad (4),$$

[0043] 式中 N_R 为杯形转子的有效匝数, R_{mR} 为杯形转子电流产生的磁通经过磁路的磁阻。

[0044] 根据霍尔效应可知,霍尔元件14产生的霍尔电势为:

$$[0045] E_H = K_H I \Phi_R \quad (5),$$

[0046] 式中 K_H 为与霍尔元件结构和性质相关的常数, I 为霍尔元件的控制电流。

[0047] 联立式(1)~式(5),可得:

$$[0048] E_H = \frac{C_e F_p N_R K_H I}{R_{mp} R_{mR} r_R} \omega \quad (6),$$

[0049] 根据所述式(6)可知,若霍尔元件14的控制电流为直流电,则发电机输出与角速度成正比的直流霍尔电势,若霍尔8的控制电流为交流电,则发电机输出幅值与角速度成正比的交流霍尔电势,频率与控制电流频率相同。

[0050] 当杯形转子9的角速度恒定时,产生的切割电动势 e_R 恒定,电流 i_R 恒定,产生的磁通量 Φ_R 恒定,与输出绕组8匝链后不会产生感应电动势;当杯形转子9的角速度变化时,即存在旋转角加速度 $\frac{d\omega}{dt}$,则杯形转子9产生的磁通量存在变化分量 $\frac{d\Phi_R}{dt} \propto \frac{d\omega}{dt}$,根据变压器工作原理,输出绕组8中产生的感应电动势为:

$$[0051] e_v = -N \frac{d\Phi_R}{dt} \propto \frac{d\omega}{dt} \quad (7),$$

[0052] 式中 N 为输出绕组8的有效匝数。

[0053] 根据所述式(7)可知,输出绕组8会产生与瞬时旋转角加速度成正比的感应电动势。

[0054] 图4为一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机的绕组接线图:801和802为一组输出绕组的两端;803和804为一组输出绕组的两端;805和806为一组输出绕组的两端;807和808为一组输出绕组的两端。杯形转子9逆时针切割永磁磁钢6后,其电流形成的磁场方向如图4所示,与绕组801-802匝链的磁场方向竖直向上,与绕组803-804匝链的磁场方向水平向右,与绕组805-806匝链的磁场方向竖直向下,与绕组807-808匝链的磁场方向水平向左。根据楞次定律,绕组801-802、803-804、805-806和807-808产生的感应电势的方向如图4所示。为了保证输出电动势为串联叠加,输出绕组的连接顺序为801-802-804-803-805-806-808-807。

[0055] 所述的一种可同时测量旋转角速度、角加速度的发电机,能够直接同时将被测瞬时旋转角速度和角加速度转化成对应的电信号输出,且结构简单,输出信号引出方便,无需换向装置,不存在电刷接触电阻造成的非线性误差;无剩余电压,能在低速时精确的同时测量旋转角速度和角加速度,不存在失灵区;由于采用低转动惯量的杯形转子,发电机的响应时间小,具有较好的动态特性。

[0056] 实施例不应视为对本发明的限制,但任何基于本发明的精神所作的改进,都应在本发明的保护范围之内。

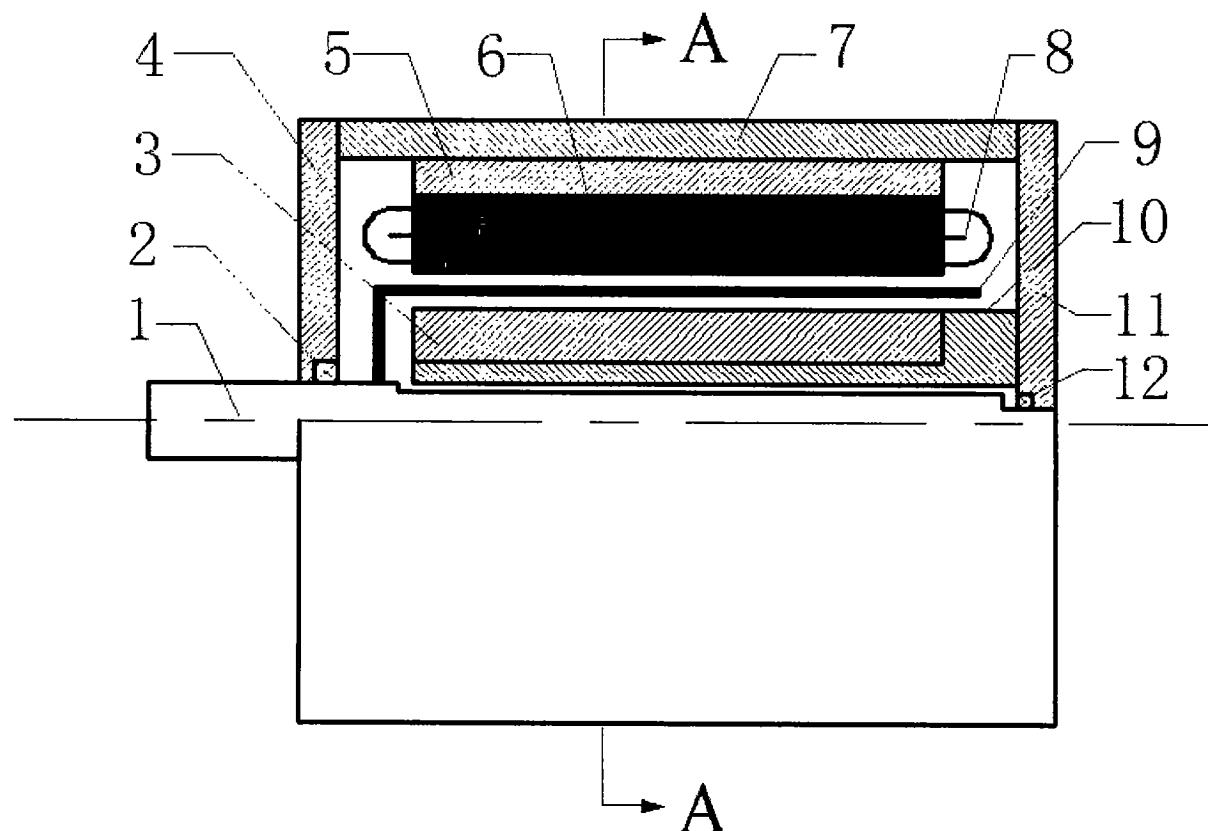


图1

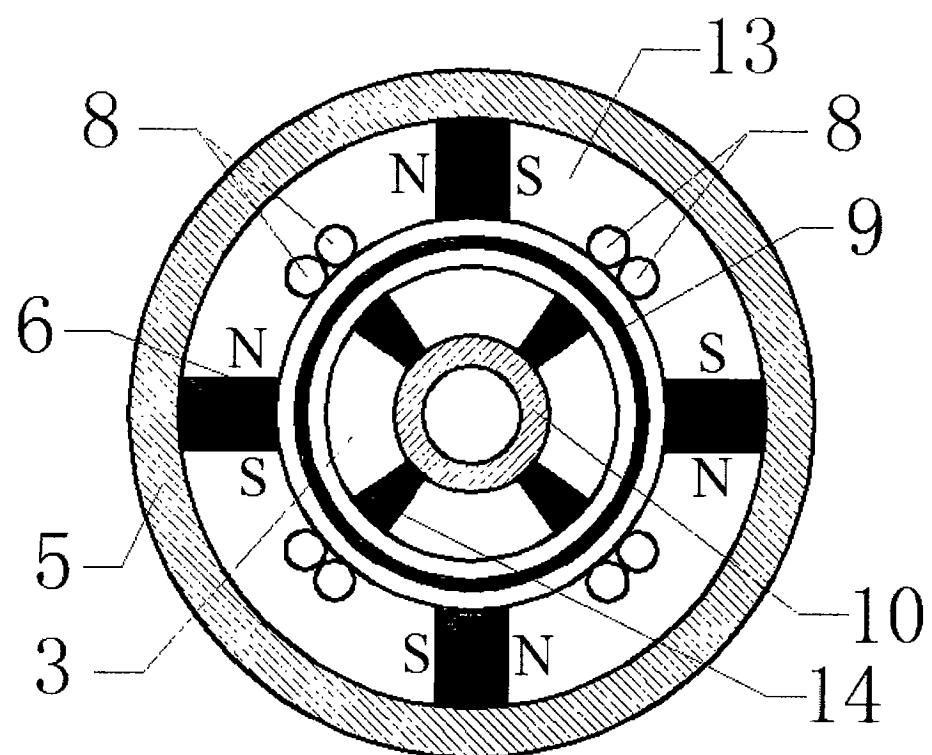
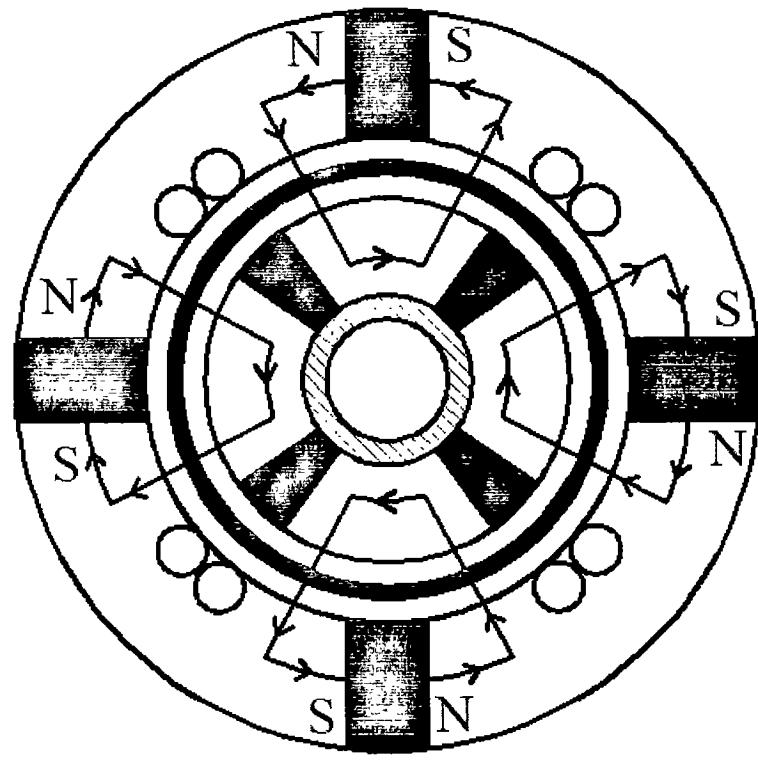
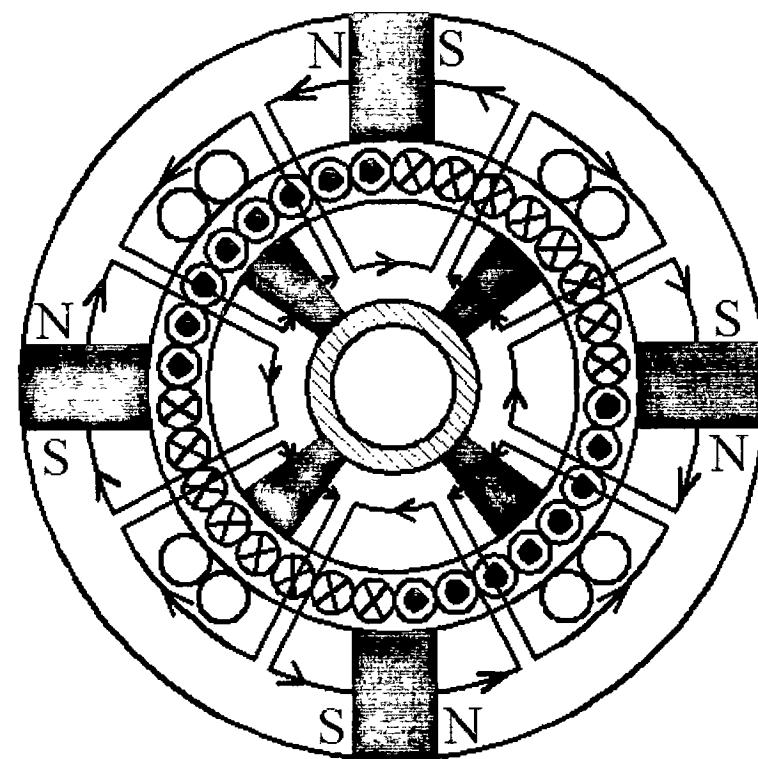


图2



(a)



(b)

图3

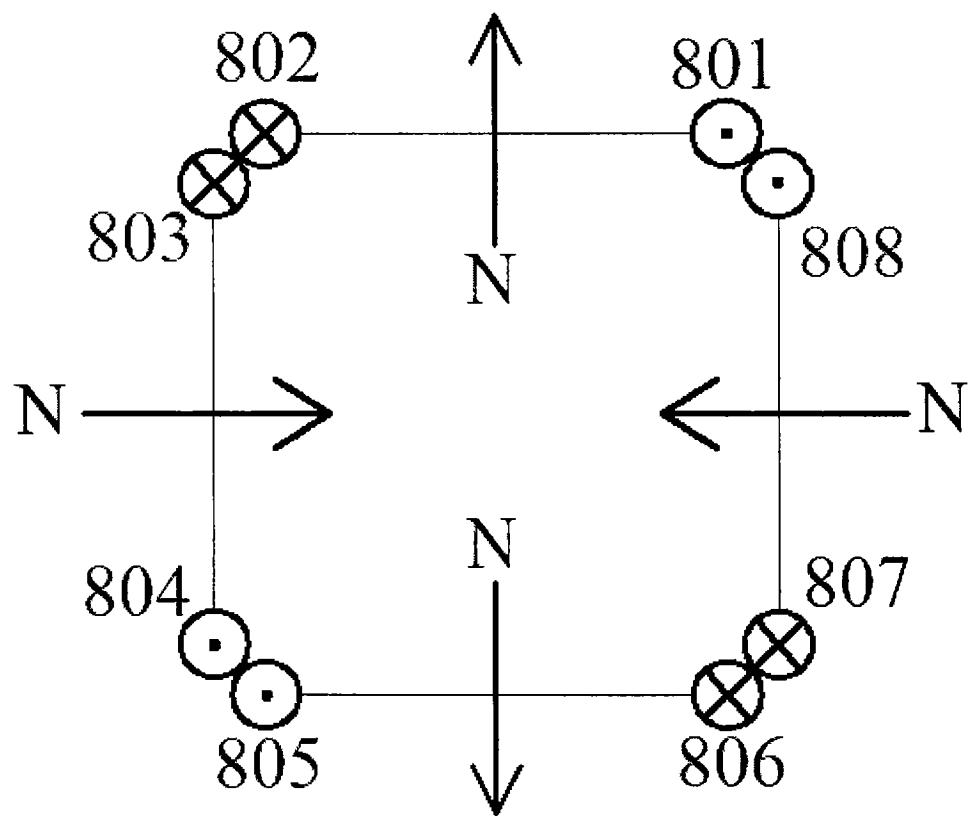


图4