



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101682243 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 23

(21) 申请号 200880017357. 3

H02K 1/28(2006. 01)

(22) 申请日 2008. 04. 03

H02K 16/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

H02K 21/16(2006. 01)

144790/2007 2007. 05. 31 JP

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 4672253 A, 1987. 06. 09, 说明书2-3栏, 附图1.

2009. 11. 24

US 6661147 B2, 2003. 12. 09, 说明书第4-9栏, 附图5, 13.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/000857 2008. 04. 03

CN 1269286 C, 2006. 08. 09, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02008/146437 JA 2008. 12. 04

CN 1133259 C, 2003. 12. 31, 全文.

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

审查员 薛梅

(72) 发明人 李虎 吉川佑一 村上浩

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 刘晓迪

(51) Int. Cl.

H02K 21/22(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

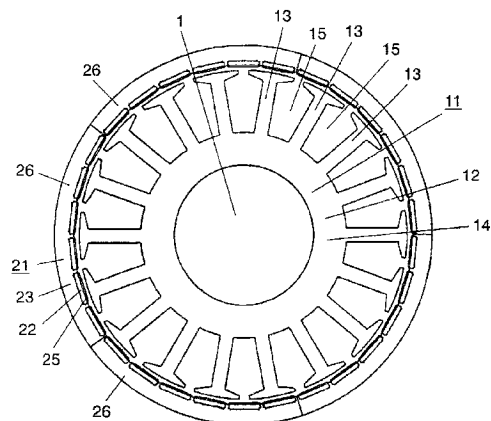
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 16 页

(54) 发明名称

电动机

(57) 摘要

一种电动机,包括:具有定子铁心(14)的定子(11),该定子铁心(14)具有磁轭(12)以及从磁轭(12)突出的多个齿(13),在相邻的齿(13)之间形成有齿槽(15);转子(21),其具有转子铁心(23)以及形成多个磁极的永久磁铁(25),经由间隙与齿(13)的端面相对,转子铁心(23)由在周向上以规定的分割数被均等地分割的转子铁心材料(26)构成,将齿槽(15)的数量和磁极的极数的最小公倍数设为N,将齿槽(15)的数量和分割数的最小公倍数设为M时,使N与M相等。



1. 一种电动机,包括定子和转子,

所述定子包含定子铁心并且具有磁轭、向所述磁轭的外侧方向突出的多个外侧齿、以及向所述磁轭的内侧方向突出的多个内侧齿,所述定子相互邻接的所述外侧齿之间形成外侧齿槽,在相互邻接的所述内侧齿之间形成内侧齿槽,

所述转子具有外侧转子和内侧转子,

所述外侧转子具有外侧转子铁心以及被所述外侧转子铁心保持的多个磁极,所述外侧转子在所述定子的外侧经由间隙与所述外侧齿的端面相对,并且相对于所述定子旋转自如地被保持,

所述内侧转子具有内侧转子铁心以及被所述内侧转子铁心保持的多个磁极,所述内侧转子在所述定子的内侧经由间隙与所述内侧齿的端面相对,并且相对于所述定子旋转自如地被保持,

所述外侧转子铁心由在周向上以规定分割数被均等地分割的外侧转子铁心材料构成,

所述内侧转子铁心由在周向上以规定的分割数被均等地分割的内侧转子铁心材料构成,

将所述外侧齿槽的数量和所述外侧转子的磁极的极数的最小公倍数设为 N_{out} ,将所述外侧齿槽的数量和所述外侧转子铁心的所述分割数的最小公倍数设为 M_{out} ,并且将所述内侧齿槽的数量和所述内侧转子的磁极的极数的最小公倍数设为 N_{in} ,将所述内侧齿槽的数量和所述内侧转子铁心的所述分割数的最小公倍数设为 M_{in} 时,至少使所述 N_{out} 和所述 M_{out} 相等或使所述 N_{in} 和所述 M_{in} 相等。

电动机

技术领域

[0001] 本发明涉及利用由在周向上被分割成多个的转子铁心材料构成的转子铁心而构成的电动机。

背景技术

[0002] 关于这样的由在周向上被分割成多个的转子铁心材料构成的转子铁心, 公知有专利文献 1 记载的技术。该专利文献 1 记载的技术中, 这些转子铁心材料经由结合部而以具有若干间隙的方式相互结合, 由此被定位成圆环状。在该状态下被置于成型模型内, 并且在成型模型内利用基于铁板制框架和树脂的成型而一体化。

[0003] 根据专利文献 1 记载的技术, 在将转子铁心材料设置在成型模具内的情况下, 转子铁心材料经由结合部以具有若干间隙的方式相互结合, 故而能够在成型模具与转子铁心之间隔着间隙而设置在成型模型中。由此, 能够提高操作性。另外, 在由树脂成型时, 利用树脂的成型压力将转子铁心向内径侧按压而使转子铁心材料相互间的间隙消失, 因此也能够确保尺寸精度。

[0004] 但是, 在利用专利文献 1 记载的转子铁心材料构成的转子铁心时, 在转子铁心材料相互之间产生间隙。由此, 在转子铁心材料与间隙之间产生急剧的磁通变化。因此, 具有齿槽转矩以及转矩波动增大的问题。

[0005] 专利文献 1:(日本)特开 2006-187176 号公报

发明内容

[0006] 本发明的电动机具有如下的结构。

[0007] 即, 电动机, 包括: 定子, 其具有定子铁心和卷绕在定子铁心上的线圈, 所述定子铁心具有磁轭以及从磁轭突出的多个齿, 在相互邻接的齿之间形成有齿槽; 转子, 其具有转子铁心和被转子铁心保持的多个磁极, 所述转子经由间隙与所述齿的端面相对, 并且相对于定子旋转自如地被保持。转子铁心由在周向上以规定的分割数被均等地分割的转子铁心材料构成。将齿槽的数量和磁极的极数的最小公倍数设为 N , 将齿槽的数量和分割数的最小公倍数设为 M 时, 使 N 和 M 相等。

[0008] 通过这样的结构, 能够得到与一体地构成转子铁心时相同的齿槽转矩的特性, 故而能够在利用由多个转子铁心材料构成的转子铁心的同时, 降低齿槽转矩以及转矩波动。

附图说明

[0009] 图 1 是表示本发明第一实施方式的电动机的剖面的图;

[0010] 图 2 是放大表示构成图 1 的转子铁心的一个转子铁心材料的局部放大图;

[0011] 图 3 是表示第一实施方式的电动机的转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图;

[0012] 图 4 是表示将齿槽数 S 设为 18、将磁极数 P 设为 30 的条件下, 一体地构成电动机的转子铁心时的转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图;

[0013] 图 5A 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 2$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0014] 图 5B 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 3$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0015] 图 5C 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 6$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0016] 图 6A 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 10$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0017] 图 6B 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 15$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0018] 图 6C 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 30$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0019] 图 7 是表示在将齿槽数 S 设为 12、将磁极数 P 设为 20 的条件下，一体地构成电动机的转子铁心时的转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0020] 图 8A 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 2$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0021] 图 8B 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 4$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0022] 图 9A 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 5$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0023] 图 9B 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 10$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0024] 图 9C 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 20$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0025] 图 10 是表示本发明第二实施方式的电动机的剖面的图；

[0026] 图 11 是表示一体地构成外侧转子铁心时的外侧转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0027] 图 12 是表示 $N_{out} = M_{out}$ (外侧齿槽数 $S_o = 18$ 、外侧转子的极数 $P_o = 30$ 、外侧转子铁心的分割数 $D_o = 5$) 时、外侧转子的旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0028] 图 13 是表示一体地构成内侧转子铁心时的内侧转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图；

[0029] 图 14 是表示 $N_{in} = M_{in}$ (内侧齿槽数 $S_i = 18$ 、内侧转子的极数 $P_i = 30$ 、内侧转子铁心的分割数 $D_i = 5$) 时、内侧转子的旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0030] 附图标记说明

[0031] 1、100 : 旋转轴

[0032] 11、111 : 定子

[0033] 12、112 : 磁轭

[0034] 13 : 齿

[0035] 14、114 : 定子铁心

- [0036] 15 :齿槽
- [0037] 21 :转子
- [0038] 22、222、232 :磁铁埋设孔
- [0039] 23 :转子铁心
- [0040] 25、225、235 :永久磁铁
- [0041] 26 :转子铁心材料
- [0042] 113 :外侧齿
- [0043] 115 :外侧齿槽
- [0044] 123 :内侧齿
- [0045] 125 :内侧齿槽
- [0046] 221 :外侧转子
- [0047] 223 :外侧转子铁心
- [0048] 226 :外侧转子铁心材料
- [0049] 231 :内侧转子
- [0050] 233 :内侧转子铁心
- [0051] 236 :内侧转子铁心材料

具体实施方式

[0052] 以下,参照附图说明本发明的实施方式。

[0053] (第一实施方式)

[0054] 图 1 是表示本发明的第一实施方式的电动机的剖面的图。

[0055] 第一实施方式的电动机具有定子 11 和转子 21。

[0056] 定子 11 包括例如用冲床将多片高透磁率薄铁板冲压层叠而成的定子铁心 14、和卷绕在定子铁心 14 上的线圈(未图示)。该定子铁心 14 具有:大致环状的磁轭 12、从磁轭 12 向其外侧方向突出的多个齿 13,在相互邻接的齿 13 之间形成有齿槽 15。线圈通过集中缠绕(集中巻巻線にて)卷绕在该定子铁心 14 上,且收纳在齿槽 15 中。

[0057] 转子 21 包括形成有多个磁铁埋设孔 22 的转子铁心 23、被埋设于各个磁铁埋设孔 22 的永久磁铁 25。为了形成转子 21 的磁极而配置有永久磁铁 25,该永久磁铁 25 被收纳保持于各个磁铁埋设孔 22 内。

[0058] 这样构成的转子 21 配置在定子 11 的外侧,并且经由间隙与定子 11 的齿 13 前端的端面相对。该转子 21 经由固定于底面的有底筒状的转子耦合器(未图示)而相对于旋转轴 1 进行固定,并且相对于定子 11 旋转自如地被支承。

[0059] 转子铁心 23 由多个转子铁心材料 26 构成。转子铁心材料 26 具有将转子铁心 23 在周向上以规定的分割数均等地分割的构造。通过将这样的转子铁心材料 26 按照分割数组合而形成转子铁心 23。

[0060] 在转子铁心材料 26 与邻接的转子铁心材料 26 的组合部形成凹凸形状。并且,邻接的转子铁心材料 26 使凹形状和凸形状相互嵌合而被固定。另外,邻接的转子铁心材料 26 的组合不限于凹凸形状的嵌合,也可以通过粘接件进行固定。

[0061] 图 2 是放大表示构成图 1 的转子铁心 23 的一个转子铁心材料 26 的局部放大图。

[0062] 第一实施方式的转子铁心 23 由转子铁心材料 26 构成,该转子铁心材料以各自等间隔的方式在周向上按照规定的分割数被分割成五份。另外,在第一实施方式中,定子 11 的齿槽数 S 设定为 18,转子 21 的极数 P 设定为 30。另外,转子铁心 23 由五个转子铁心材料 26 构成,因此上述分割数 D 为 5。若将齿槽数 S 和磁极的极数 P 的最小公倍数设为 N ,由于齿槽数 S 为 18,磁极数 P 为 30,故而其最小公倍数 N 为 90。另外,若将齿槽数 S 和分割数 D 的最小公倍数设为 M ,由于齿槽数 S 为 18,分割数 D 为 5,故而其最小公倍数 M 也为 90。即,在第一实施方式中, $N = M$,即 N 与 M 相等。

[0063] 在此,说明第一实施方式中使 $N = M$ 的理由。以下,关于转子旋转位置和齿槽转矩的关系,例举改变转子铁心的齿槽数 S 、磁极数 P 以及分割数 D 时的比较例进行说明。

[0064] 首先,图 3 是表示第一实施方式的电动机的转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。即,图 3 表示齿槽数 S 为 18、磁极数 P 为 30、分割数 D 为 5 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系。如图 3 所示,第一实施方式的电动机在每个齿槽转矩周期,齿槽转矩的最大值以及最小值大致一致。并且,齿槽转矩大致在 $-0.1N \cdot m$ 以上至 $0.1N \cdot m$ 以下之间产生。

[0065] 接着,图 4 是表示齿槽数 S 为 18、极数 P 为 30 的条件下,一体地构成电动机的转子铁心时的转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。即,具有图 4 所示的特性的电动机由于一体地构成转子铁心,故而转子铁心材料的数量为一个,分割数 D 为 1。此时, N 与 M 不相等,但是由于一体地构成转子铁心,故而如图 4 所示,齿槽转矩被抑制在 $-0.1N \cdot m \sim 0.1N \cdot m$ 的范围内。

[0066] 接着,对将转子铁心分割成多个并且 N 和 M 不相等的情况进行说明。

[0067] 图 5A 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 2$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 5B 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 3$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 5C 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 6$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0068] 如图 5A ~ 图 5C 所示,在 $N \neq M$ 时,在每个齿槽转矩周期,齿槽转矩的最大值及最小值变化。并且,产生使齿槽转矩超过 $-0.1N \cdot m \sim 0.1N \cdot m$ 的范围的转子的旋转位置。

[0069] 接着,与第一实施方式同样地,对将转子铁心分割成多个且 N 和 M 相等的情况进行说明。

[0070] 图 6A 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 10$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 6B 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 15$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 6C 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 18$ 、磁极数 $P = 30$ 、分割数 $D = 30$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0071] 如图 6A ~ 图 6C 所示,与 $N \neq M$ 的情况相比,在使 $N = M$ 时,以与图 4 所示的一体构成转子铁心时产生齿槽转矩相类似的特性而产生齿槽转矩。即,即使改变分割数 D ,若 $N = M$,则在每个齿槽转矩周期,齿槽转矩的最大值以及最小值大致一致。并且,齿槽转矩在 $-0.1N \cdot m$ 以上至 $0.1N \cdot m$ 以下之前产生。即,即使转子的旋转位置改变, $N = M$ 时的齿槽转矩也在 $-0.1N \cdot m \sim 0.1N \cdot m$ 的范围内。

[0072] 接着,对将齿槽数 S 和磁极数 P 改变成其他个数的情况进行说明。

[0073] 首先,图 7 是表示在将齿槽数 S 设为 12、将磁极数 P 设为 20 的条件下,一体地构成电动机的转子铁心时的转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。即,具有图 7 所示特性的

电动机一体地构成转子铁心,故而转子铁心材料的数量为一个,分割数 D 为 1。此时,虽然 N 和 M 不相等,但是由于一体地构成转子铁心,故而如图 7 所示,齿槽转矩处于 $-0.02N \cdot m \sim 0.02N \cdot m$ 的范围内。

[0074] 接着,对将转子铁心分割成多个且使 N 和 M 不相等的情况进行说明。

[0075] 图 8A 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 2$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 8B 是表示 $N \neq M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 4$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0076] 如图 8A 及图 8B 所示,在使 $N \neq M$ 时,即使改变齿槽数 S 和极数 P ,在每个齿槽转矩的周期,齿槽转矩的最大值以及最小值也改变。并且,产生使齿槽转矩超过 $-0.02N \cdot m \sim 0.02N \cdot m$ 的范围的转子的旋转位置。

[0077] 接着,对齿槽数 S 和极数 P 与一体地构成转子铁心时相同,将转子铁心分割成多个且使 N 和 M 相等的情况进行说明。

[0078] 图 9A 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 5$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 9B 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 10$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。图 9C 是表示 $N = M$ (齿槽数 $S = 12$ 、磁极数 $P = 20$ 、分割数 $D = 20$) 时、转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0079] 如图 9A ~ 图 9C 所示,与使 $N \neq M$ 的情况相比,在使 $N = M$ 时,以与图 7 所示的一体地构成转子铁心时的齿槽转矩的发生相类似的特性而产生齿槽转矩。即,即使改变分割数 D ,若 $N = M$,则在每个齿槽转矩周期,齿槽转矩的最大值及最小值大致相等。并且,齿槽转矩在 $-0.02N \cdot m \sim 0.02N \cdot m$ 的范围内产生。

[0080] 如以上说明,本实施方式的电动机由在周向上以规定分割数被均等地分割的转子铁心材料 26 构成转子铁心 23,并且齿槽数 S 和磁极的极数 P 的最小公倍数 N 与齿槽数 S 和分割数 D 的最小公倍数 M 相等。因此,在利用由多个转子铁心材料 26 构成的转子铁心 23 的情况下,能够得到与一体地构成转子铁心时相同的齿槽转矩的特性。因此,根据本发明,在具有由多个转子铁心材料构成的转子铁心的电动机中,能够降低齿槽转矩,另外也可以降低与齿槽转矩相关的转矩波动。

[0081] 另外,在本发明第一实施方式的说明中,为了便于说明,使用齿槽数 S 为 18 的定子以及极数 P 为 30 的转子进行了说明,但是如上所述,本发明不限于这样的组合,若为 $N = M$ 的关系,则齿槽数 S 、极数 P 及转子铁心材料的数量即分割数 D 的组合也可以是任意数量的组合。

[0082] 另外,在第一实施方式中,举例说明了在定子 11 的外侧配置转子 21 的结构例,但是也可以在定子 11 的内侧配置转子 21。即,也可以构成为,定子铁心具有向磁轭的内侧方向突出的多个齿,转子在定子的内侧经由间隙与齿的端面相对。由于齿槽转矩关系到定子与转子之间的气隙部的磁导和磁通势,故而若齿槽数 S 、磁极数 P 以及分割数 D 的组合相同,则认为会产生同样的模式的齿槽转矩。

[0083] (第二实施方式)

[0084] 接着,使用附图对本发明的第二实施方式进行说明。

[0085] 图 10 是表示本发明第二实施方式的电动机的剖面的图。

[0086] 第二实施方式的电动机具有定子 111、外侧转子 221 以及内侧转子 231。

[0087] 定子 111 包括例如用冲床将多片高透磁率薄铁板冲压层叠而成的定子铁心 114、和卷绕在定子铁心 114 上的线圈（未图示）。该定子铁心 114 具有：大致环状的磁轭 112、从磁轭 112 向其外侧方向突出的多个外侧齿 113 以及从磁轭 112 向内侧方向突出的多个内侧齿 123。另外，定子铁心 114 在相互邻接的外侧齿 113 之间形成有外侧齿槽 115，在相互邻接的内侧齿 123 之间形成有内侧齿槽 125。另外，在定子铁心 114 上卷绕线圈的缠绕方式可以是环形方式、集中缠绕方式、分布缠绕方式中的任一种。

[0088] 外侧转子 221 包括：形成有多个磁铁埋设孔 222 的外侧转子铁心 223、埋设在各个磁铁埋设孔 222 的永久磁铁 225。内侧转子 231 包括：形成有多个磁铁埋设孔 232 的内侧转子铁心 233、埋设在各个磁铁埋设孔 232 中的永久磁铁 235。永久磁铁 225 以及永久磁铁 235 用于形成各自的转子的磁极而配置。

[0089] 另外，外侧转子 221 和内侧转子 231 相互结合。该结合方法既可使用粘接剂和螺栓等，也可以利用树脂进行模制。并且，外侧转子 221 以及内侧转子 231 经由这样的粘接剂等、模制剂等而与旋转轴 100 结合。

[0090] 外侧转子 221 经由间隙与外侧齿 113 外周面的前端的端面相对。另外，内侧转子 231 经由间隙与内侧齿 123 内周面的前端的端面相对。并且，外侧转子 221 以及内侧转子 231 相对于定子 111 旋转自如地被支承。

[0091] 第二实施方式的外侧转子铁心 223 以及内侧转子铁心 233 分别由多个转子铁心材料构成。与第一实施方式同样地，转子铁心材料在各自的转子铁心中具有在周向上以规定的分割数被均等地分割的结构。通过以分割数组合这样的转子铁心材料而形成转子铁心。

[0092] 如图 10 所示，外侧转子铁心 223 由外侧转子铁心材料 226 构成，外侧转子铁心材料 226 以各自等间隔的方式在周向上按照规定的分割数被分割成五份。内侧转子铁心 233 由内侧转子铁心材料 236 构成，内侧转子铁心材料以各自等间隔的方式在周向上按照规定的分割数被分割成五份。

[0093] 另外，在第二实施方式中，定子 111 的外侧齿槽数 S_o 设定为 18，外侧转子 221 的极数 P_o 设定为 30。外侧转子铁心 223 由五个外侧转子铁心材料 226 构成，故而外侧转子铁心 223 的分割数 D_o 为 5。因此，若将外侧齿槽数 S_o 和外侧磁极的极数 P_o 的最小公倍数设为 N_{out} ，则外侧齿槽数 S_o 为 18，极数 P_o 为 30，故而其最小公倍数 N_{out} 为 90。另外，若将外侧齿槽数 S_o 和分割数 D_o 的最小公倍数设为 M_{out} ，由于外侧齿槽数 S_o 为 18，分割数 D_o 为 5，故而其最小公倍数 M_{out} 也为 90。即，在第二实施方式中， $N_{out} = M_{out}$ ， N_{out} 与 M_{out} 相等。

[0094] 另外，在第二实施方式中，定子 111 的内侧齿槽数 S_i 设定为 18，内侧转子 231 的极数 P_i 设定为 30。另外，内侧转子铁心 233 的分割数 D_i 为 5。因此，若将内侧齿槽数 S_i 和内侧磁极的极数 P_i 的最小公倍数设为 N_{in} ，则其最小公倍数 N_{in} 为 90。另外，若将内侧齿槽数 S_i 和分割数 D_i 的最小公倍数设为 M_{in} ，则其最小公倍数 M_{in} 也为 90。即，在第二实施方式中， $N_{in} = M_{in}$ ， N_{in} 与 M_{in} 相等。

[0095] 在此，在第二实施方式中对 $N_{out} = M_{out}$ 、以及 $N_{in} = M_{in}$ 的理由进行说明。以下，关于转子旋转位置和齿槽转矩的关系，边例举比较例边进行说明。

[0096] 首先，在第二实施方式中说明使 $N_{out} = M_{out}$ 的理由。

[0097] 图 11 是表示一体地构成外侧转子铁心时的外侧转子旋转位置和齿槽转矩的关系

的图。

[0098] 另外,图 12 是表示 $N_{out} = M_{out}$ (外侧齿槽数 $S_o = 18$ 、外侧转子 221 的极数 $P_o = 30$ 、外侧转子铁心 222 的分割数 $D_o = 5$) 时、外侧转子的旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0099] 图 11 及图 12 所示的齿槽转矩将由内侧转子产生的齿槽转矩设为 0 而进行测定。

[0100] 如图 12 所示,在使 $N_{out} = M_{out}$ 的情况下,与图 11 所示的一体构成外侧转子铁心时的齿槽转矩的产生相类似的特性而产生齿槽转矩。即,在每个齿槽转矩的周期,齿槽转矩的最大值以及最小值大致一致。齿槽转矩在 $-0.1N \cdot m$ 以上至 $0.1N \cdot m$ 以下的范围内产生。

[0101] 接着,对第二实施方式中使 $N_{in} = M_{in}$ 的理由进行说明。

[0102] 图 13 是表示一体地构成内侧转子铁心时的内侧转子旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0103] 另外,图 14 是表示 $N_{in} = M_{in}$ (内侧齿槽数 $S_i = 18$ 、内侧转子的极数 $P_i = 30$ 、内侧转子铁心的分割数 $D_i = 5$) 时、内侧转子的旋转位置和齿槽转矩的关系的图。

[0104] 图 13 及图 14 所示的齿槽转矩是将由外侧转子产生的齿槽转矩设为 0 而测定的。

[0105] 如图 14 所示,在是 $N_{in} = M_{in}$ 的情况下,与图 13 所示的一体构成内侧转子铁心时的齿槽转矩的产生相类似的特性而产生齿槽转矩。即,在每个齿槽转矩的周期,齿槽转矩的最大值以及最小值大致一致。齿槽转矩在 $-0.1N \cdot m$ 以上至 $0.1N \cdot m$ 以下的范围内产生。

[0106] 如以上说明,第二实施方式的电动机,外侧转子铁心 223 由在周向上以规定分割数 D_o 被均等地分割的外侧转子铁心材料 226 构成,内侧转子 223 由在周向上以规定分割数 D_i 被均等地分割的内侧转子铁心材料 236 构成。将外侧齿槽数 S_o 和外侧磁极的极数 P_o 的最小公倍数设为 N_{out} ,将外侧齿槽数 S_o 和外侧转子铁心的分割数 D_o 的最小公倍数设为 M_{out} ,将内侧齿槽数 S_i 和内侧磁极的极数 P_i 的最小公倍数设为 N_{in} ,将内侧齿槽数 S_i 和内侧转子铁心的分割数 D_i 的最小公倍数设为 M_{in} 时,至少使 N_{out} 与 M_{out} 相等、或使 N_{in} 与 M_{in} 相等而设定。因此,相对于定子,即使在其外侧以及内侧配置由多个转子铁心材料构成的转子铁心时,也能够得到与一体地构成转子铁心时相等的齿槽转矩的特性。因此,在本发明第二实施方式中,在具有由多个转子铁心材料构成的转子铁心的电动机中,能够降低齿槽转矩,并且能够降低与齿槽转矩关联的转矩波动。

[0107] 另外,在第二实施方式的说明中,为了便于说明,使用齿槽数 S_o 、 S_i 为 18 的定子以及极数 P_o 、 P_i 为 30 的转子进行了说明,但如上所述,本发明不限于上述组合,只要是至少 $N_{out} = M_{out}$ 或 $N_{in} = M_{in}$ 的关系,则齿槽数 S_o 、 S_i 、极数 P_o 、 P_i 以及转子铁心材料的数量即分割数 D_o 、 D_i 的组合也可以是任意数量的组合。

[0108] 产业上的可利用性

[0109] 本发明的电动机能够降低齿槽转矩以及转矩波动,作为利用由在周向上被分割的转子铁心材料构成的转子铁心而构成的电动机等是有用的。

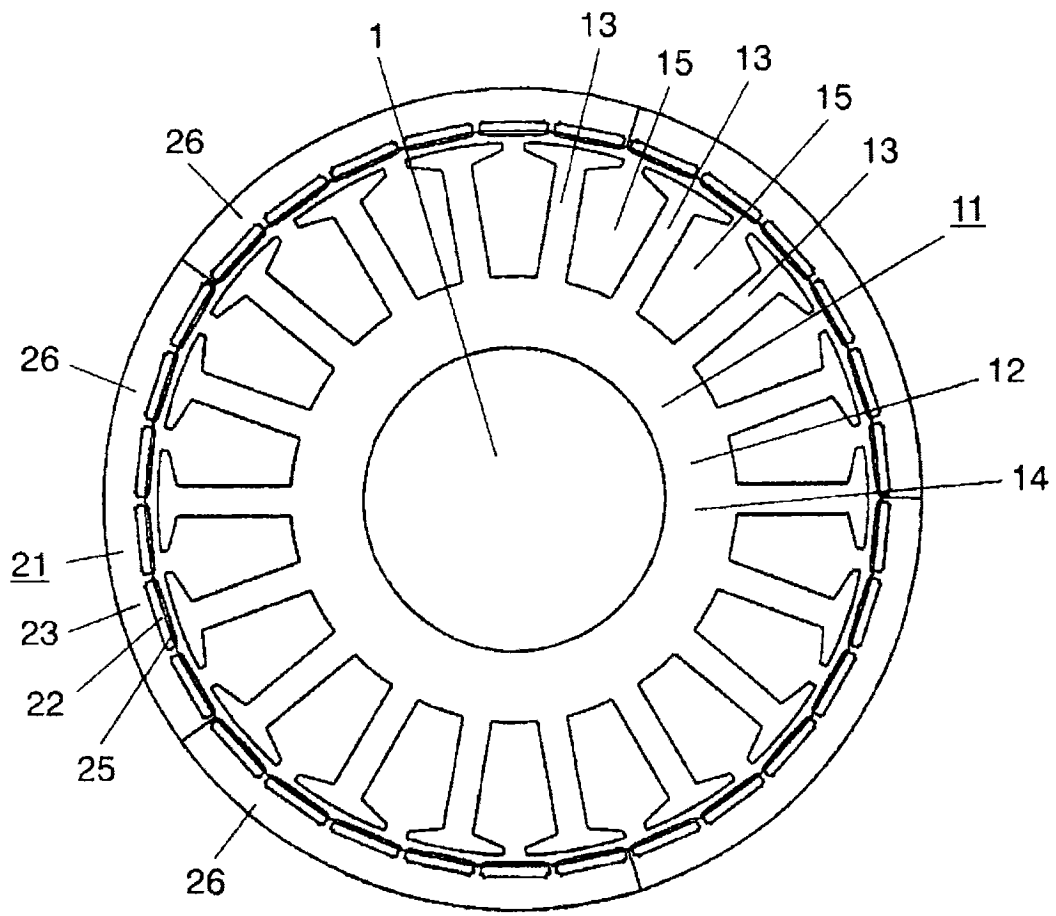


图 1

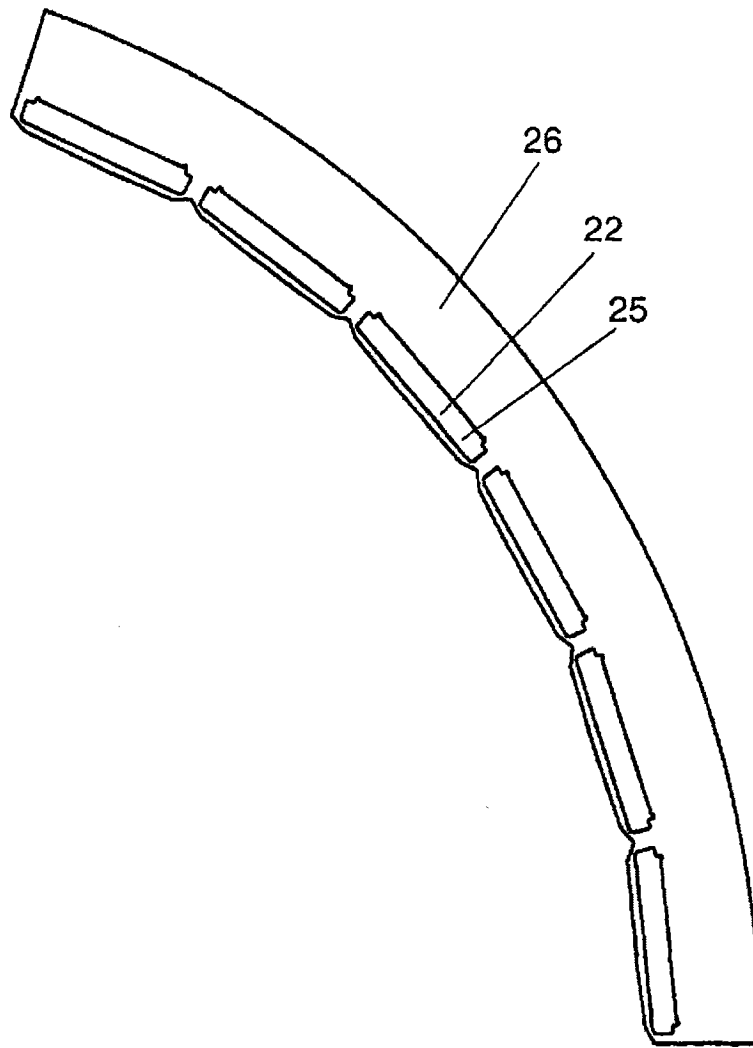


图 2

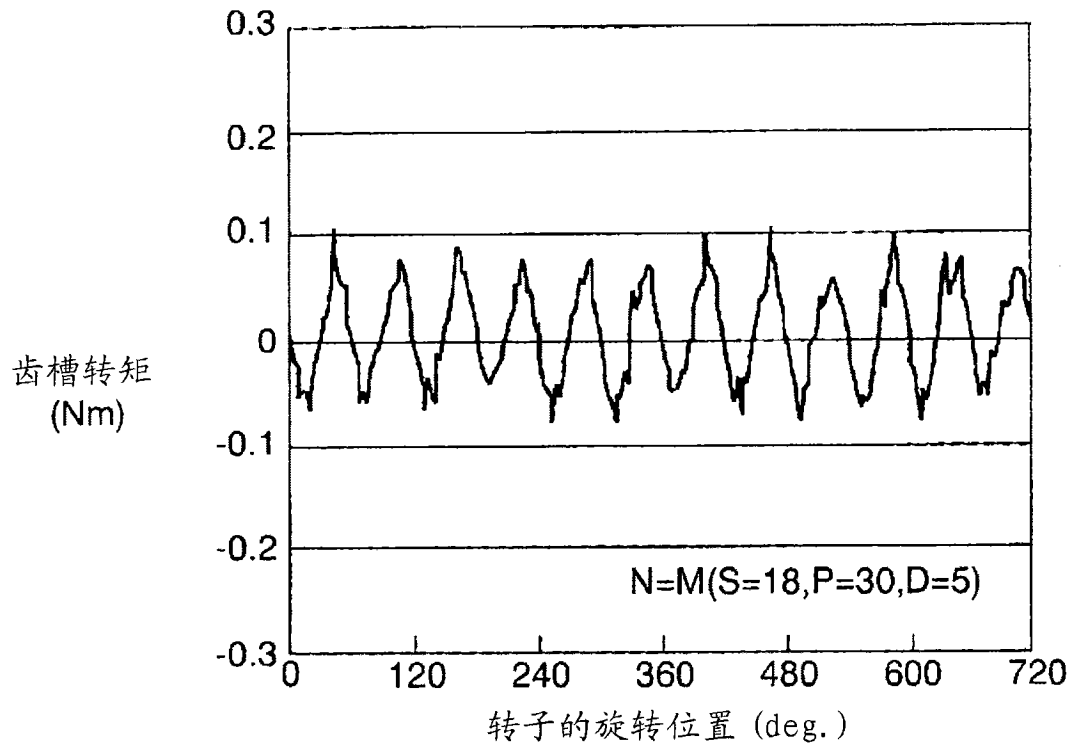


图 3

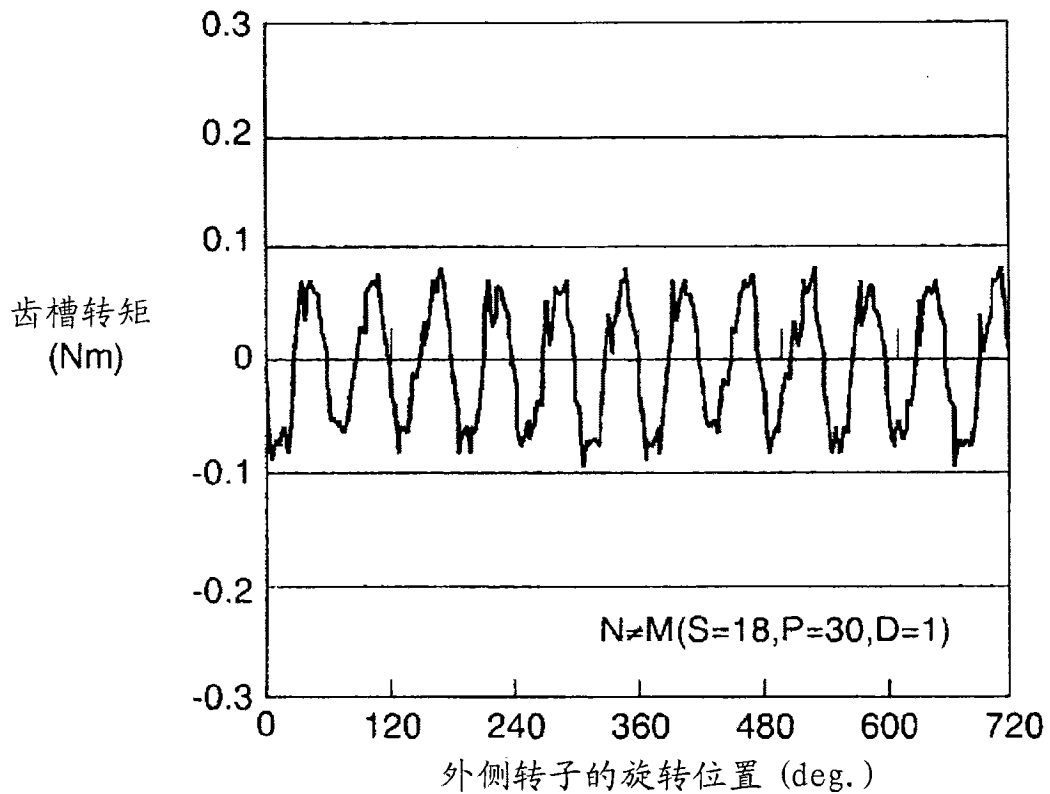


图 4

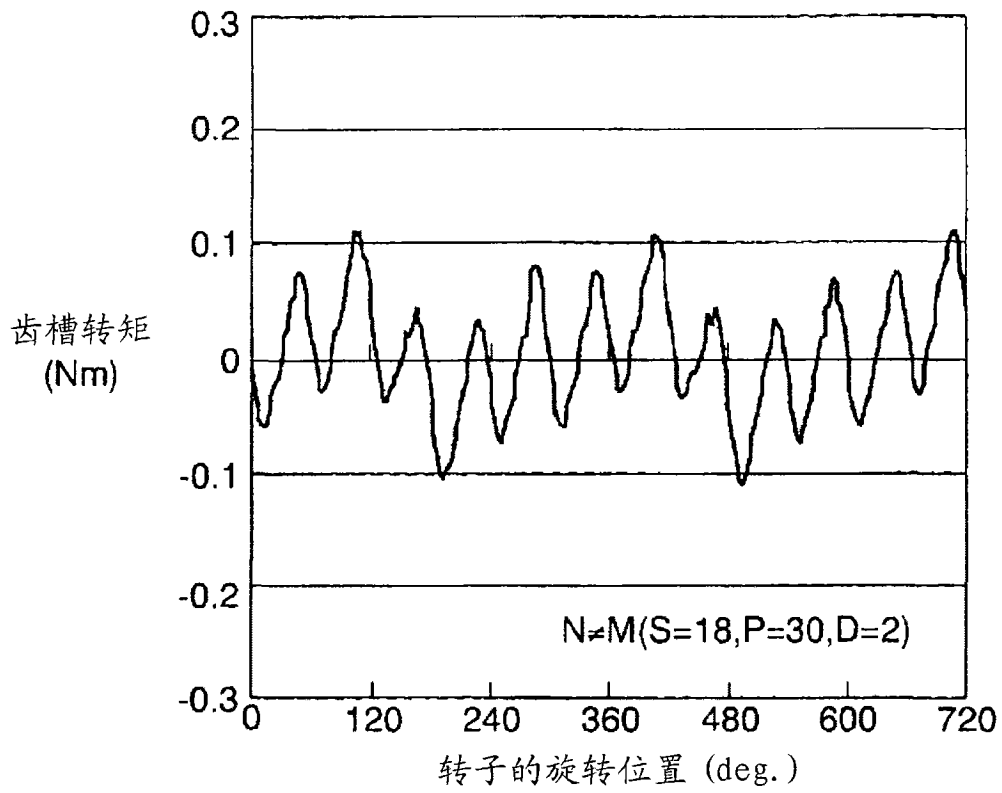


图 5A

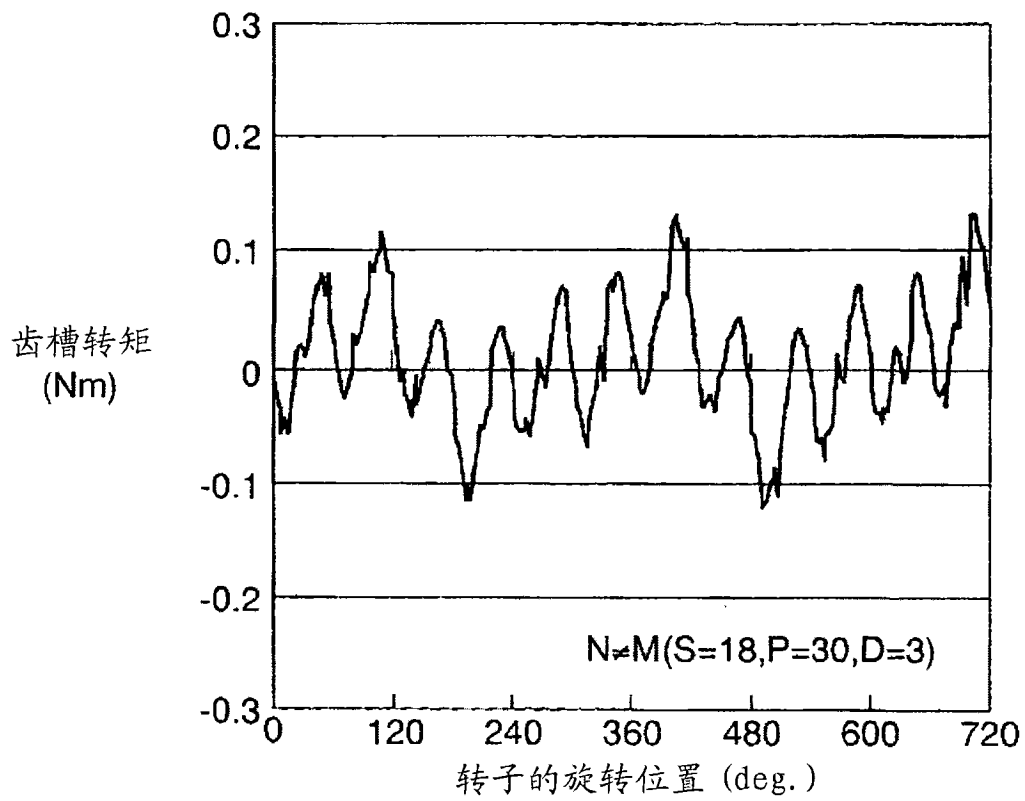


图 5B

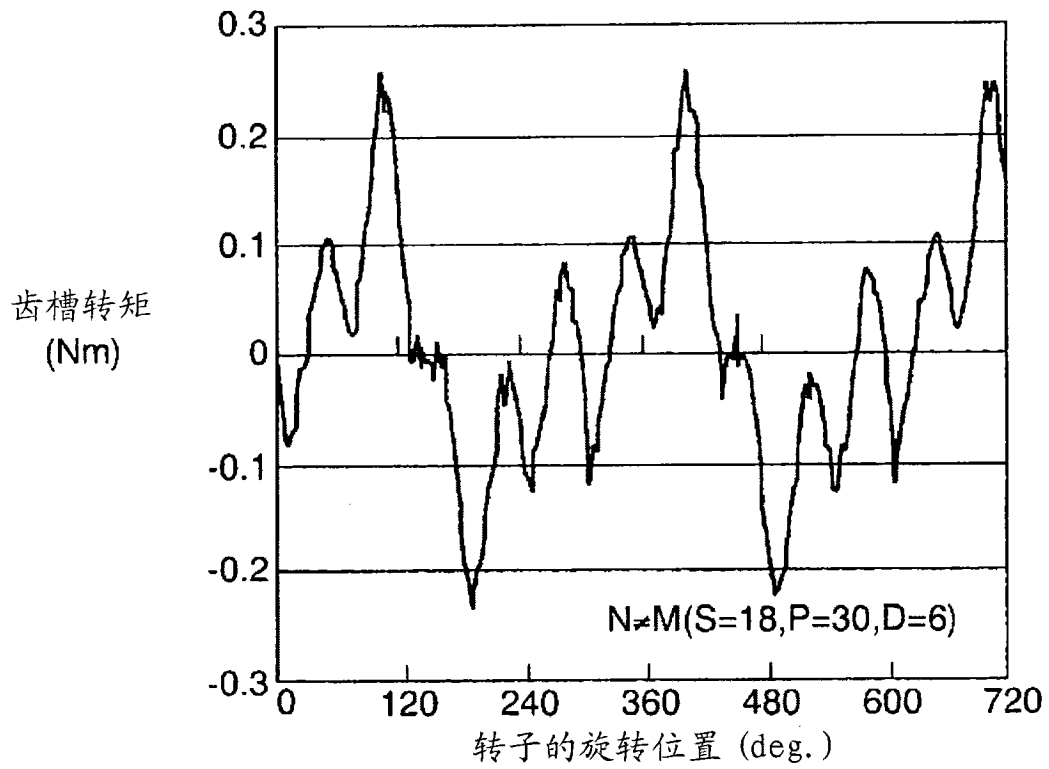


图 5C

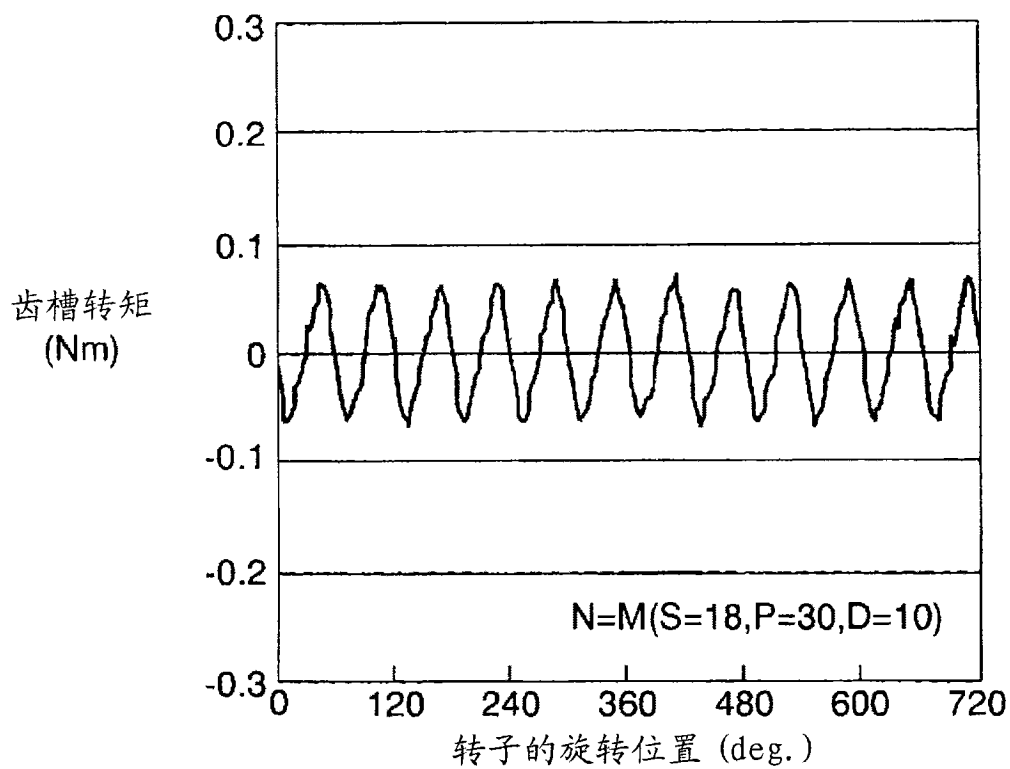


图 6A

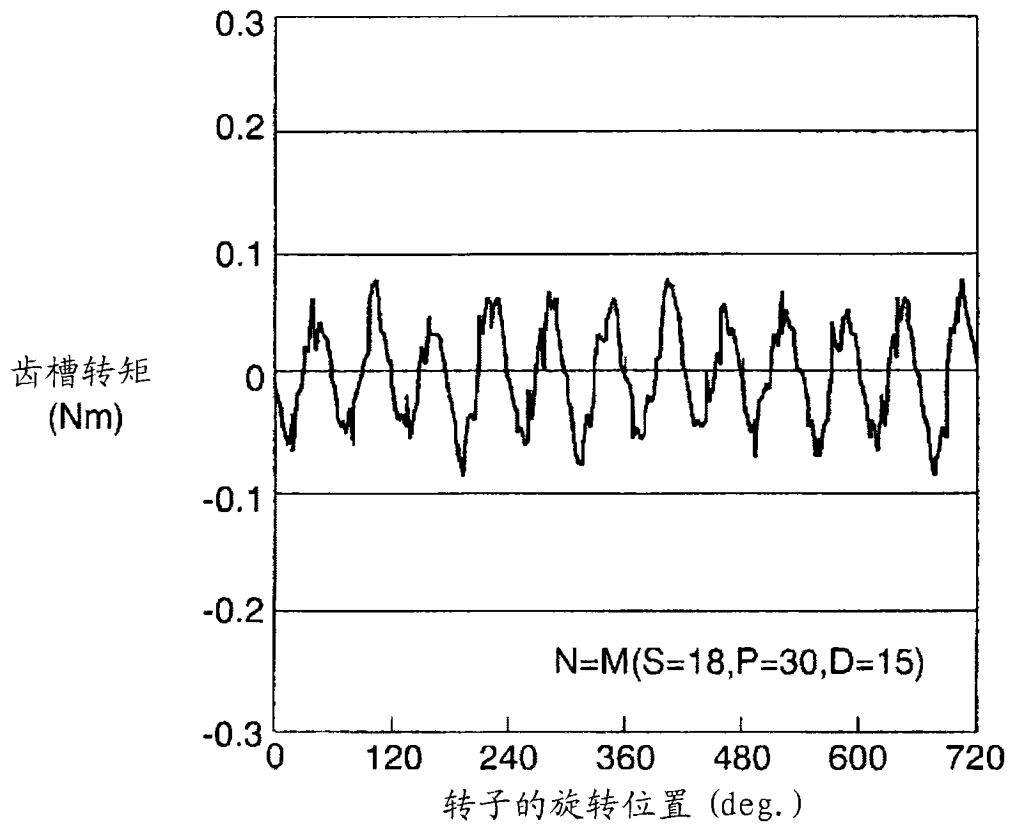


图 6B

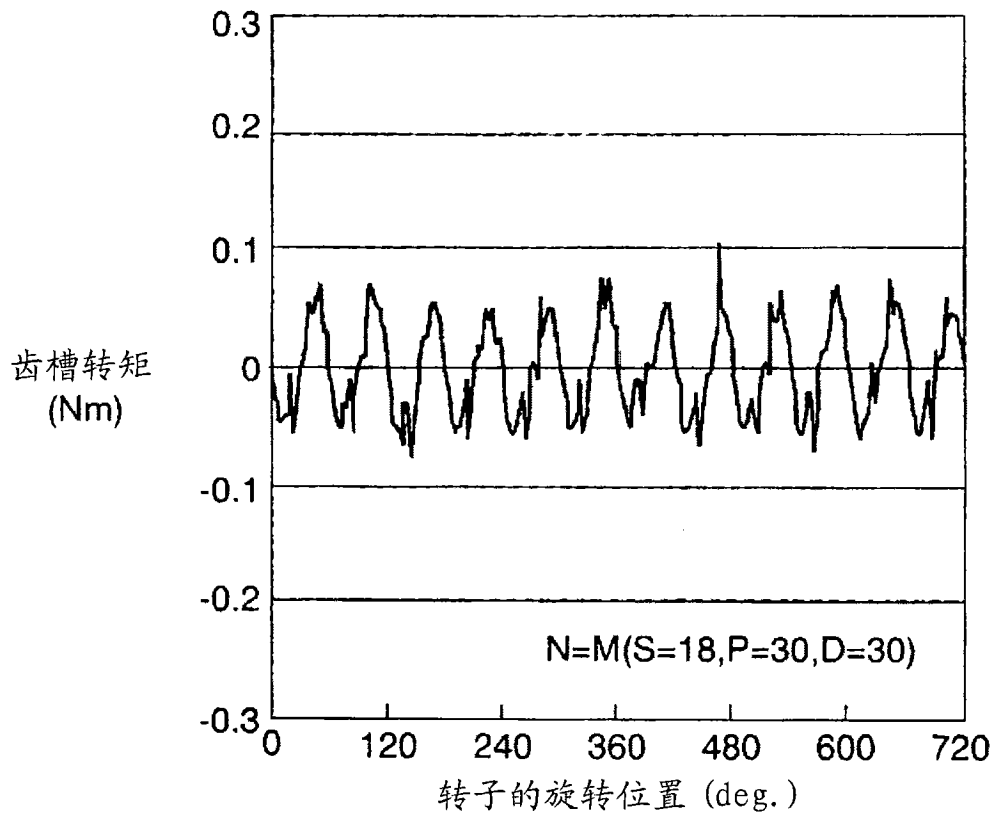


图 6C

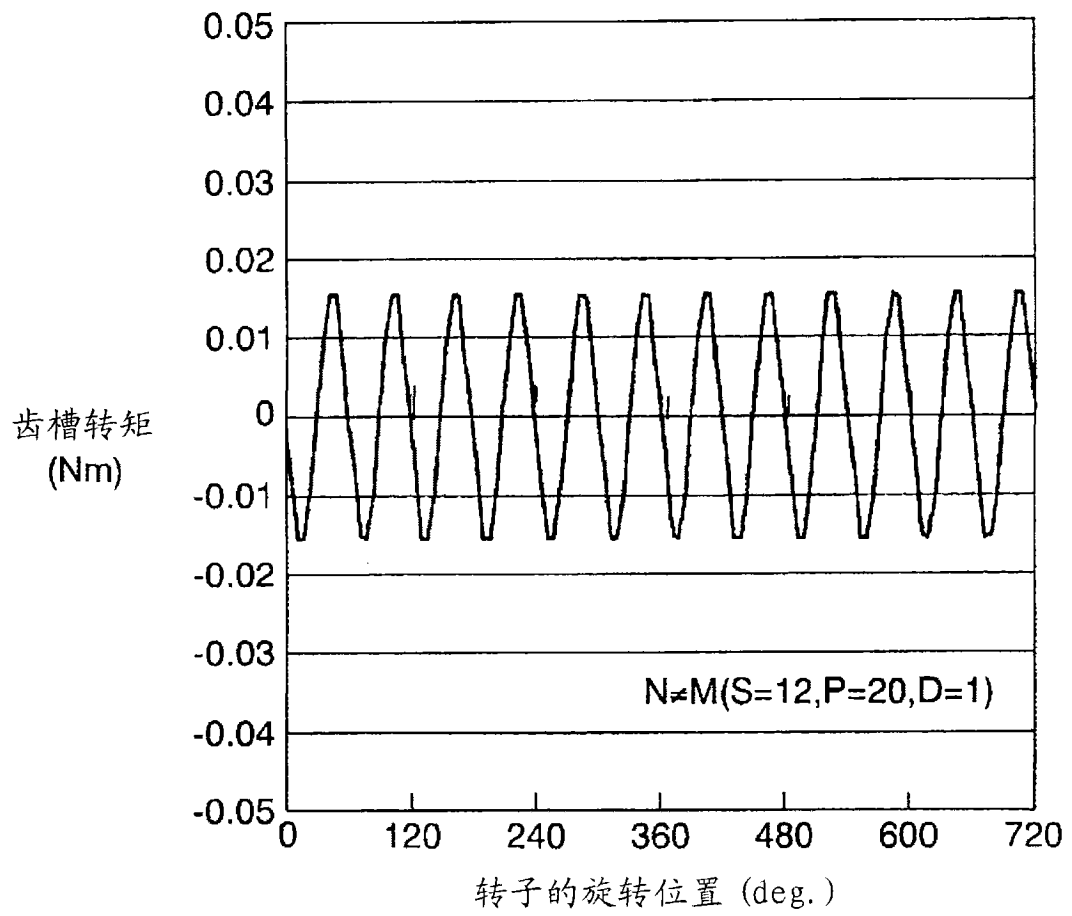


图 7

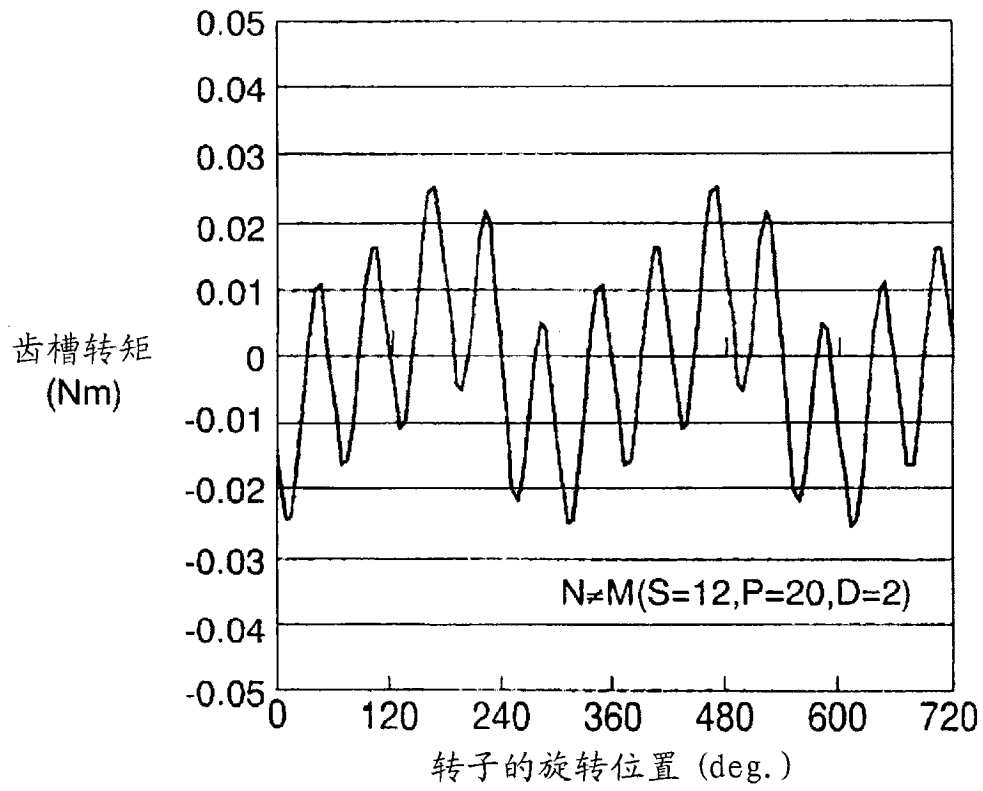


图 8A

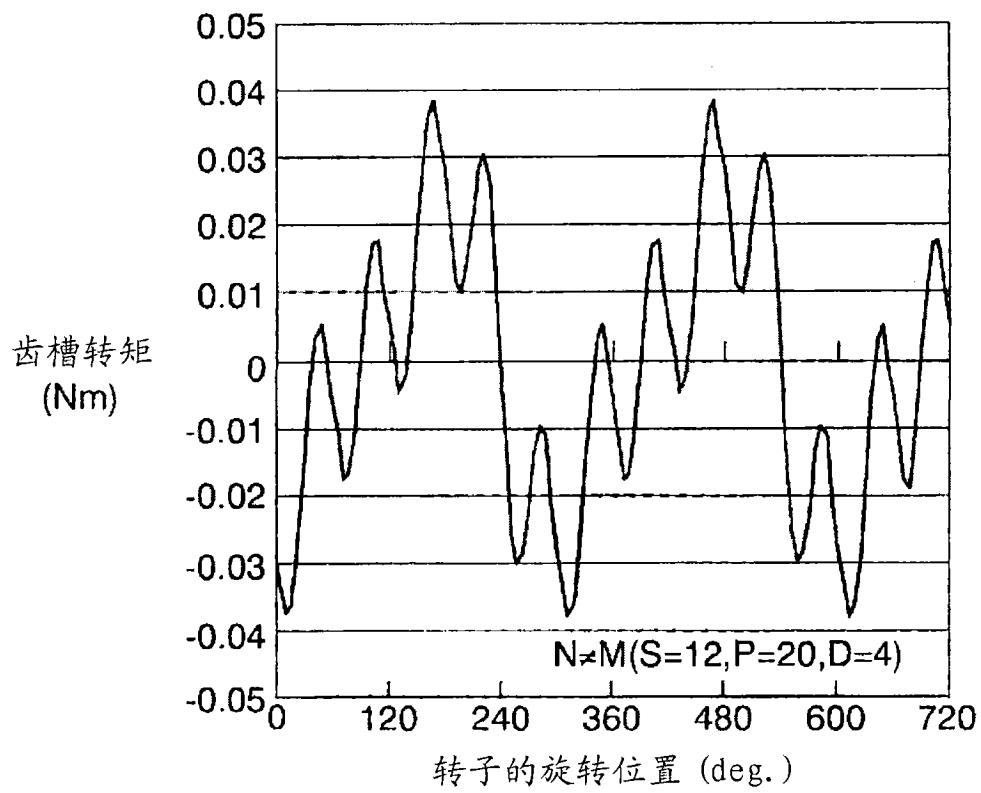


图 8B

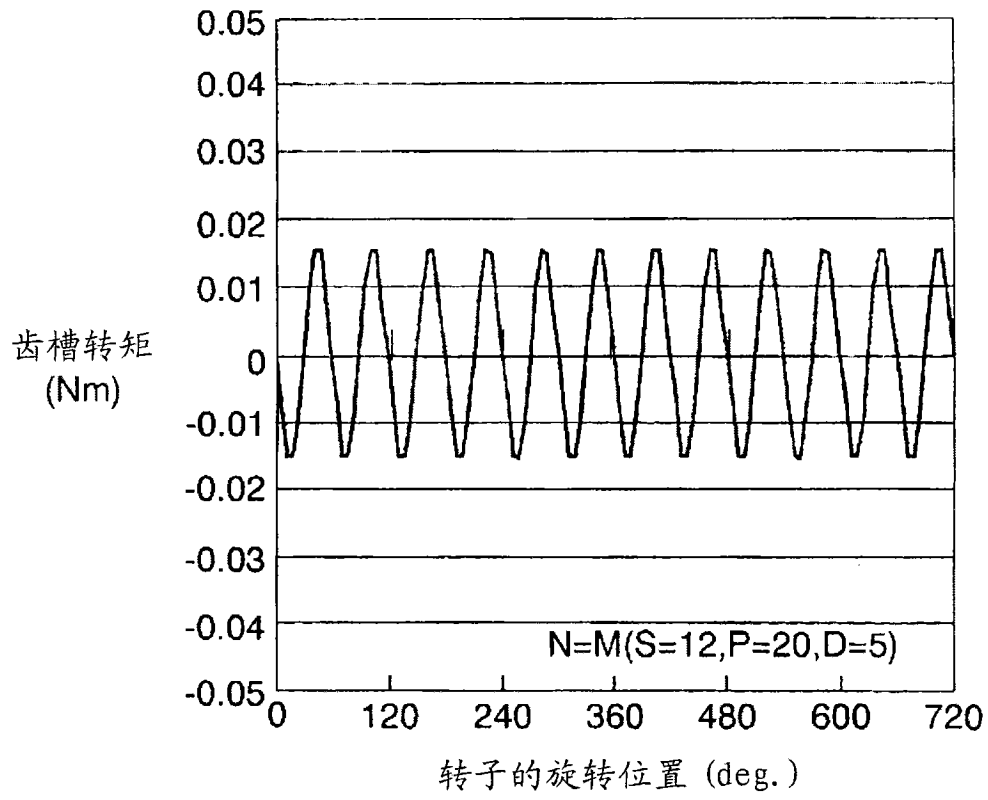


图 9A

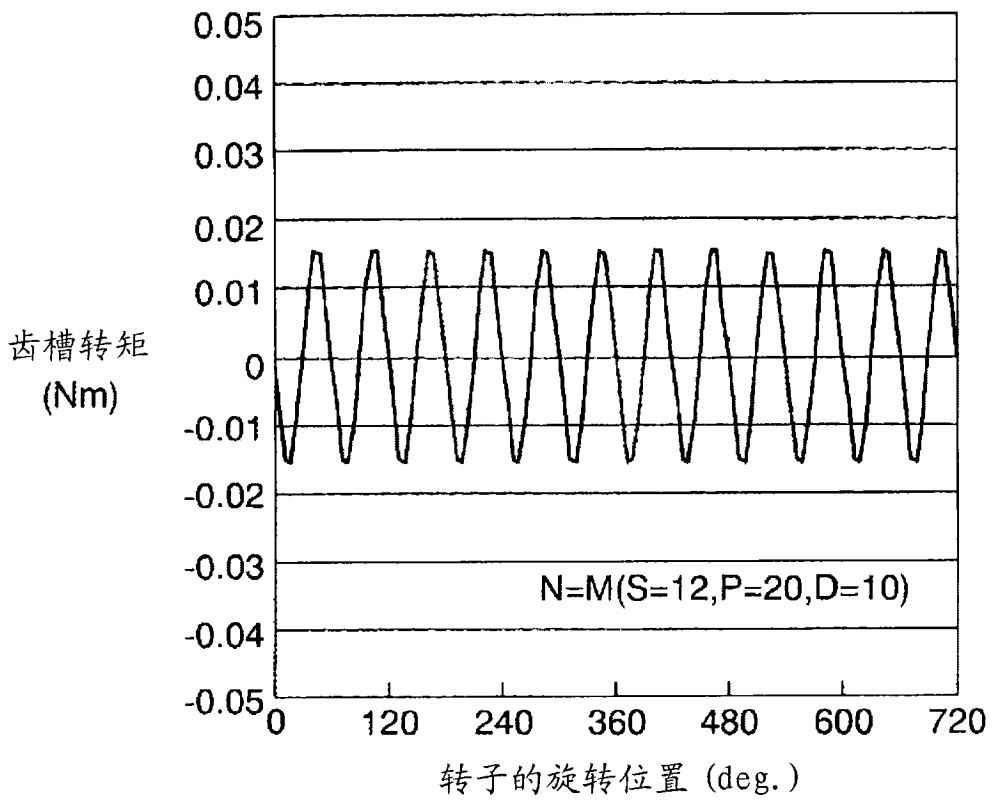


图 9B

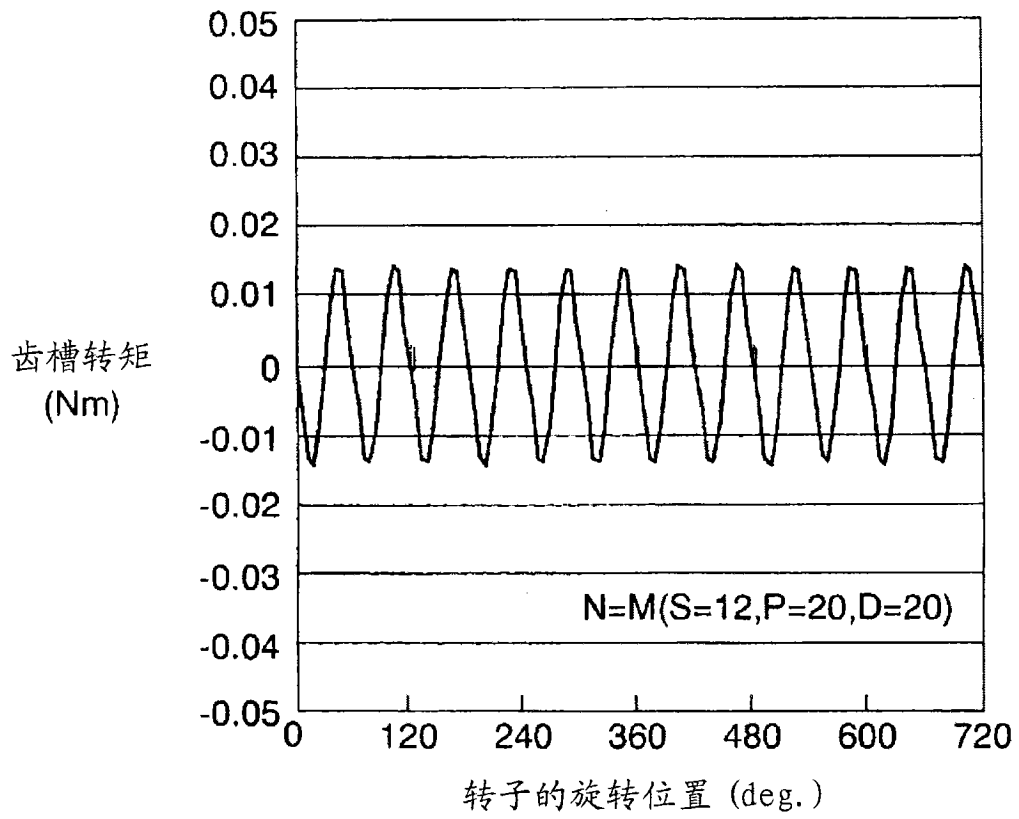


图 9C

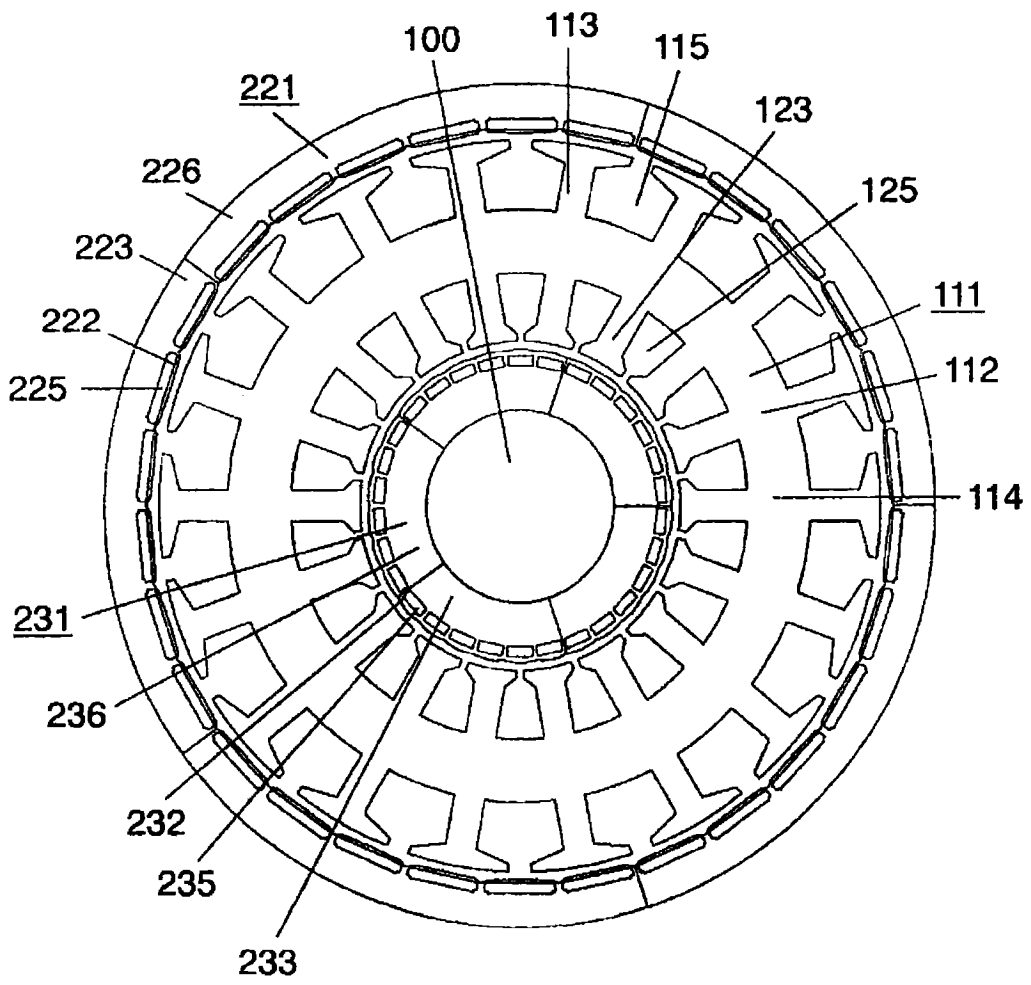


图 10

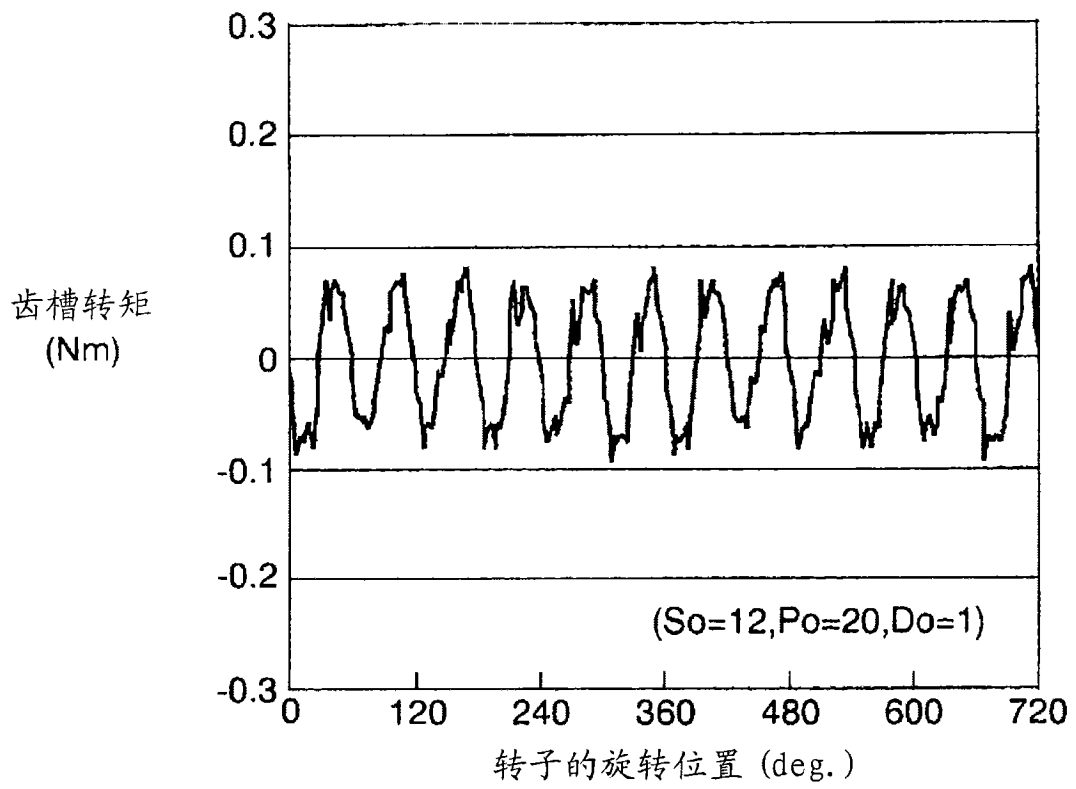


图 11

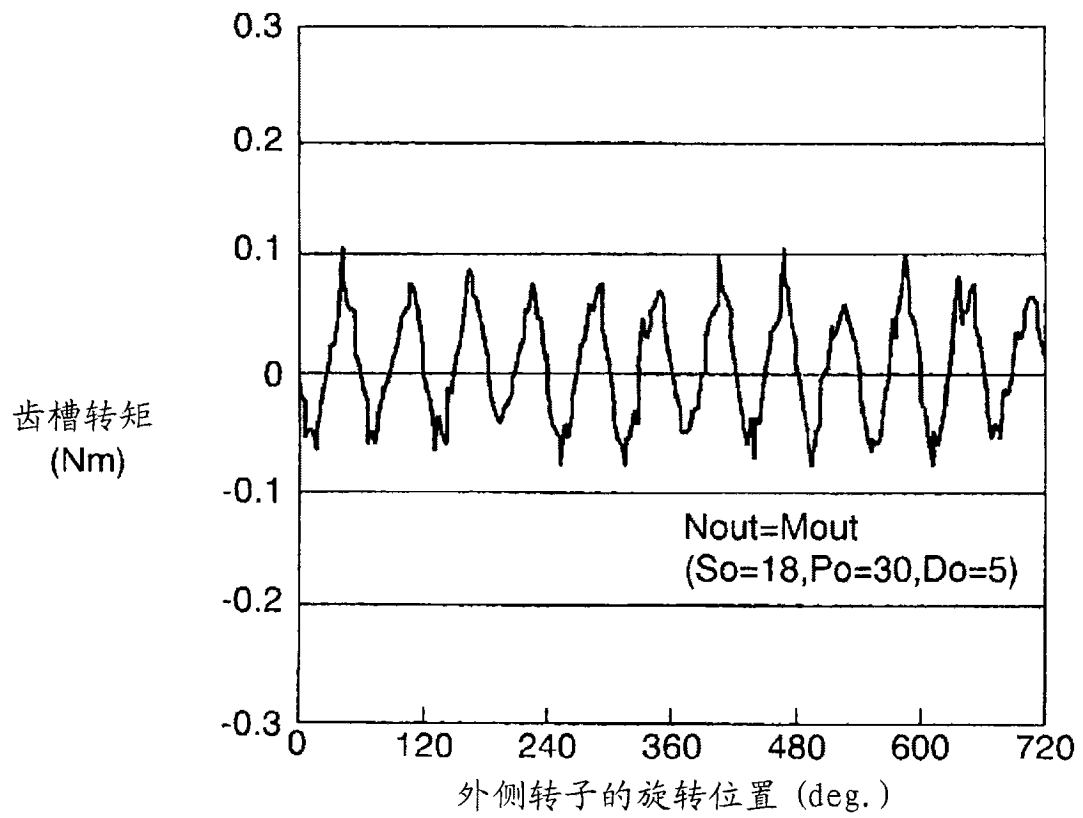


图 12

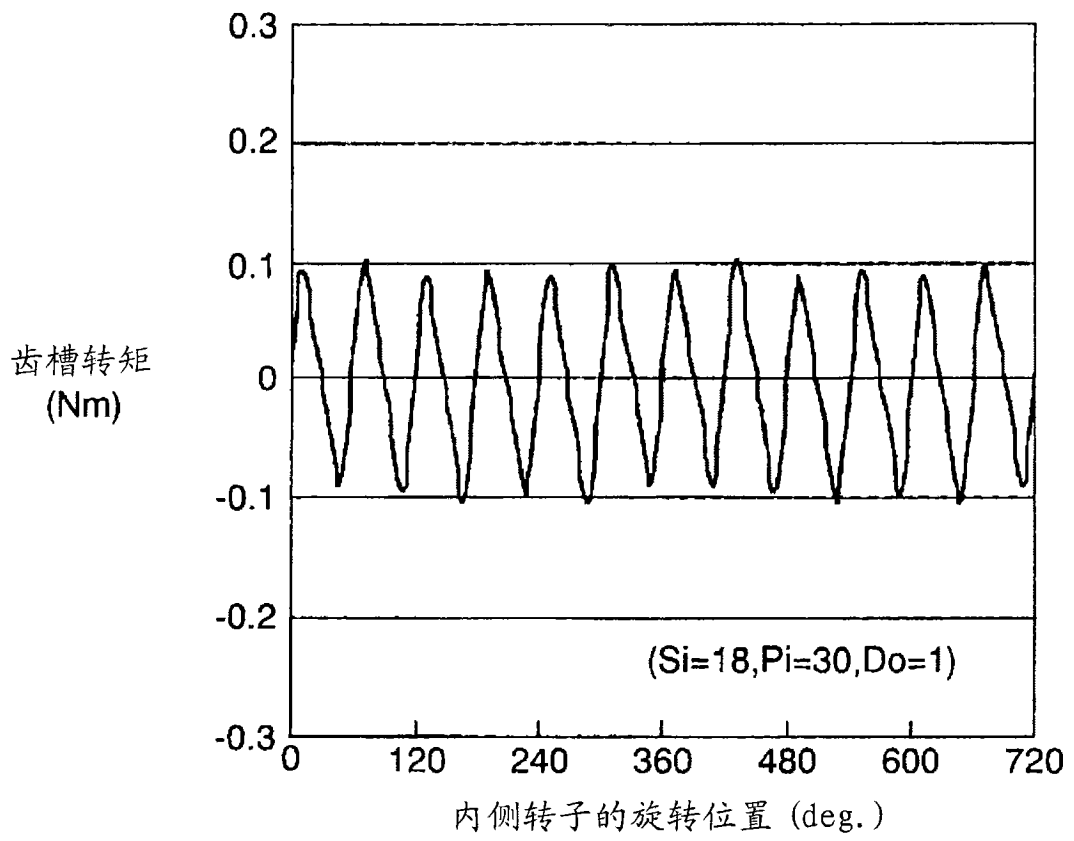


图 13

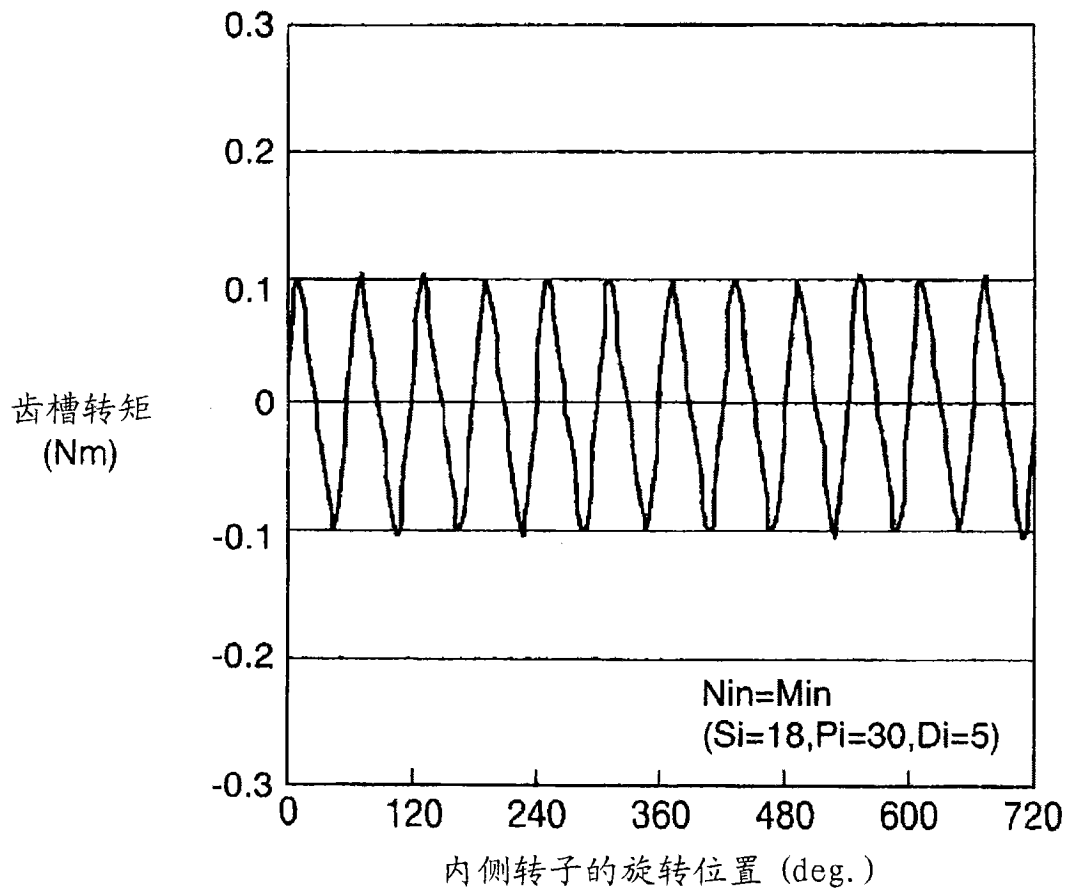


图 14