



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1689213 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 03823589.7

H01F 13/00(2006.01)

(22) 申请日 2003.09.29

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

288228/2002 2002.10.01 JP

EP 0801455 A2, 1997.10.15, 说明书第3栏第9行至第4栏第39行, 说明书附图 FIG. 1.

US 5254895 A, 1993.10.19, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.04.01

JP 平11-103564 A, 1999.04.13, 说明书第2栏第6段, 说明书第5栏第18段至第20段, 说明书附图图1.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2003/012455 2003.09.29

审查员 潘莉

(87) PCT申请的公布数据

W02004/032310 JA 2004.04.15

(73) 专利权人 精工电子有限公司

地址 日本千叶县

(72) 发明人 竹原勇 木下伸治 后藤广光

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 廖凌玲

(51) Int. Cl.

H02K 15/03(2006.01)

H02K 1/27(2006.01)

H01F 7/02(2006.01)

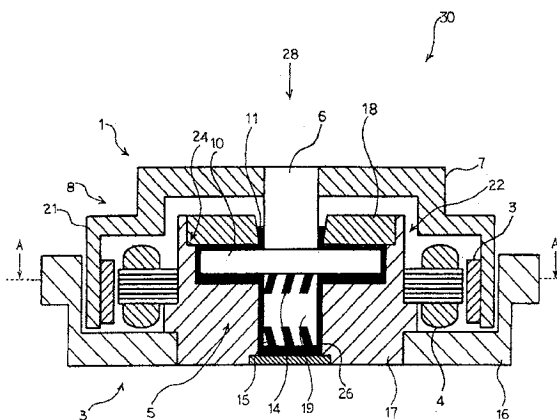
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

(54) 发明名称

用于马达的永磁体, 马达和磁化方法

(57) 摘要

一种用于紧凑型硬盘等中的直流无刷微型马达的圆筒形永磁体。Sm-Co 基磁性材料被用作磁性材料, 并且所述永磁体具有在径向方向上被磁化并以有规则的间隔沿周向布置的畴。P 表示对应于在一个畴中的内周长度和外周长度的平均值的磁极距, D 表示永磁体的内径, t 表示在径向方向上的厚度, N 表示畴数, M 表示用于驱动马达的交流相数, D 被设定为 20(毫米)或更小, 且 t 被设定为满足以下关系, 即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$ 。



1. 一种用于马达的永磁体,所述永磁体设置在马达转子中并且具有圆柱形形状,包括在径向方向上被磁化,具有对齐的磁化方向,并以有规则的间隔沿周向布置的畴,

其特征在于, D 表示用于马达的永磁体的内径, t 表示在径向方向上的厚度, N 表示畴数, M 表示用于驱动马达的交流相数, D 被设定为 20 毫米或更小,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$,

该表达式来自于以下两式:

$$NP = \pi (D+t), \text{ 以及}$$

$$P/t = M, \text{ 其中 } P \text{ 为磁极距。}$$

2. 根据权利要求 1 所述的用于马达的永磁体,其特征在于,所述用于马达的永磁体由 Sm-Co 基磁性材料制成。

3. 一种马达,包括:

包括旋转对称体的转子部分,围绕所述旋转对称体布置有圆柱形永磁体,以及布置在所述旋转对称体轴线上的旋转轴;

定子部分,所述定子部分具有多个可使用 M 相交流励磁的定子线圈,所述定子线圈分别布置在永磁体的内周或外周上以面对永磁体;和

可转动地和枢转地支承旋转轴至定子部分的承载部分,以使旋转对称体和定子线圈相互间同心,

其特征在于,

所述永磁体包括在径向方向上被磁化,具有对齐的磁化方向,并以有规则的间隔沿周向布置的畴;且其中所述永磁体具有 20 毫米或更小的内径或外径并且由 Sm-Co 基磁性材料制成,

D 表示永磁体的内径, t 表示在径向方向上的厚度, N 表示畴数, M 表示用于驱动马达的交流相数,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$,

该表达式来自于以下两式:

$$NP = \pi (D+t), \text{ 以及}$$

$$P/t = M, \text{ 其中 } P \text{ 为磁极距。}$$

4. 一种马达,包括:

包括旋转对称体的转子部分,围绕所述旋转对称体布置有圆柱形永磁体,以及布置在所述旋转对称体轴线上的旋转轴;

定子部分,所述定子部分具有多个可使用 M 相交流励磁的定子线圈,所述定子线圈分别布置在永磁体的内周或外周上以面对永磁体;和

可转动地和枢转地支承旋转轴至定子部分的承载部分,以使旋转对称体和定子线圈相互间同心,

其特征在于,

所述永磁体包括在径向方向上被磁化,具有对齐的磁化方向,并以有规则的间隔沿周向布置的畴;且

D 表示永磁体的内径, t 表示在径向方向上的厚度, N 表示畴数, M 表示用于驱动马达的交流相数, D 被设定为 20 毫米或更小,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$,

该表达式来自于以下两式:

$NP = \pi (D+t)$, 以及

$P/t = M$, 其中 P 为磁极距。

5. 根据权利要求 4 所述的马达, 其特征在于, 所述永磁体由 Sm-Co 基磁性材料制成。

6. 一种用于对设置到马达转子上的圆柱形永磁体进行磁化的磁化方法, 以使在径向方向上被磁化且具有对齐的磁化方向的畴以有规则的间隔沿周向布置, 所述永磁体被构造使得 D 表示永磁体的内径, t 表示在径向方向上的厚度, N 表示极数, M 表示用于驱动马达的交流相数, D 被设定为 20 毫米或更小, 且 t 被设定为满足以下关系, 即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$,

该表达式来自于以下两式:

$NP = \pi (D+t)$, 以及

$P/t = M$, 其中 P 为磁极距;

所述方法, 其特征在于, 包括:

对永磁体在一个方向, 即径向方向上进行磁化的单向磁化步骤, 和

将在单向磁化步骤中在一个方向上被磁化的永磁体磁化成在径向方向上以有规则的间隔反转磁化方向的畴的极磁化步骤。

7. 根据权利要求 6 所述的磁化方法, 其特征在于, 所述永磁体由 Sm-Co 基磁性材料制成。

用于马达的永磁体, 马达和磁化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及马达, 例如包括设有永磁体的转子的马达。

背景技术

[0002] 近年来, 计算机已迅速得到了广泛的应用。盘状存储介质例如硬盘和磁光盘在大多数计算机中被广泛用作存储装置。所述存储介质在设置在磁盘驱动器上的小型马达的作用下高速旋转, 同时数据从存储介质中被读出或被写入存储介质中。

[0003] 用于磁盘驱动器的马达被设计以借助定子线圈生成旋转磁场, 从而作用在设置在转子中的永磁体上, 由此旋转。

[0004] 永磁体径向(沿径向方向)被磁化并且沿周向以预定的间距反转极性。更确切地说, N极和S极以有规则的间隔沿内周或外周交替出现。在同一间距中具有相同的极性; 呈现相同极性的畴数被叫做极数。

[0005] 目前, 最广泛使用的马达利用三相交流电励磁定子线圈并且旋转具有12极的永磁体。关于永磁体的尺寸, 主要使用外径约25(毫米)的磁体。

[0006] 通过由被安装到永磁体的内周面或外周面上的磁化头所产生的大磁场对所述永磁体进行磁化。

[0007] 导线被设置在磁化头内部, 其允许脉冲直流(好几万安培(A))从其中流过。

[0008] 至于用于外转子型马达的永磁体, 磁化头被布置在永磁体的内周部分处以磁化所述磁体。这是由于外转子型马达具有朝向永磁体的内周面布置的定子线圈, 其要求永磁体的内周面具有较高的极化性能(在N极和S极之间具有确定的边界)。简言之, 磁化头与永磁体的内周面面对面进行布置。结果是, 永磁体内周面的极化性能得到改善。

[0009] 相比之下, 在使用用于内转子型马达的永磁体的情况下, 定子线圈被布置面对永磁体的外周面, 由此磁化头被设置在永磁体的外周部分处以磁化所述磁体。

[0010] 绝大部分所述永磁体为稀土永磁体。在稀土永磁体中, 由作为各向同性磁性材料的Nd-Fe-B基磁性材料制成的粘结磁体已得到广泛的应用。

[0011] 术语各向同性的意思是磁性材料的磁力方向不沿相同的方向延伸, 而是随机延伸。对所述材料进行磁化产生磁体。

[0012] 同时, 术语粘结磁体的意思是通过混合树脂与磁性材料以利于磁性材料的模制而得到的磁体。

[0013] 此外, 近年来, 如JP 2000-195714A所公开, Sm-Fe-N粘结磁体已开始被使用。

[0014] 然后, 在利用Sm-Fe-N粘结磁体所具有的各向异性制作多极磁体, 或者制备耐锈蚀的Sm-Fe-N粘结磁体方面已做出了多种尝试; Nd-Fe-B粘结磁体在耐锈蚀方面处于劣势。

[0015] 在此, 术语各向异性的意思是在磁性材料组成部分中的磁力在相同方向上生成。与磁化各向同性磁性材料所得到的磁体相比, 可通过在先排列磁力方向然后对材料进行磁化而得到具有高磁力的磁体。

[0016] 硬盘近来还被用在计算机领域以外的其它领域, 例如数码相机、汽车导航系统、或

信息设备中。跟随这种趋势,用于驱动存储装置中的通常使用的 2.5 寸或更小的存储盘的小型马达的市场需求增加。

[0017] 响应近来小型硬盘在便携式装置如数码相机或信息设备中的应用,需要一种能在以上装置中使用的尺寸减小的、节能的马达,所述马达提供高转矩。

[0018] 减小马达的尺寸导致所使用的永磁体尺寸的减小。而永磁体尺寸的减小必然导致用于磁化所述永磁体的磁化头尺寸的减小。

[0019] 在减小磁化头尺寸时,所使用的导线变细。部分地由于磁化头耐电压的原因而使供给磁化头的直流减小。结果是,问题在于:不总是使永磁体完全磁化(达到磁饱和),并且磁性材料本身固有的性能不能得到充分发挥。

[0020] 因此,本发明的目的在于,提供一种用于紧凑型并且具有高性能的马达的永磁体,马达和磁化方法。

发明内容

[0021] 为达到以上目的,本发明提供一种用于马达的永磁体,所述永磁体设置在马达转子中并且具有圆柱形形状,包括在径向方向上被磁化并以有规则的间隔沿周向布置的畴,其特征在于,D 表示永磁体的内径,t 表示在径向方向上的厚度,N 表示畴数,M 表示用于驱动马达的交流相数,D 被设定为 20(毫米)或更小,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$ 。

[0022] 同时,根据本发明的权利要求 1 所述的用于马达的永磁体,其特征在于,所述用于马达的永磁体由 Sm-Co 基磁性材料制成。

[0023] 同时,本发明提供一种马达,包括:包括旋转对称体的转子部分,围绕所述旋转对称体布置有圆柱形永磁体,以及布置在所述旋转对称体轴线上的旋转轴;定子部分,所述定子部分具有多个可使用 M 相交流励磁的定子线圈,所述定子线圈分别布置在永磁体的内周或外周上以面对永磁体;和可转动地和枢转地支承旋转轴至定子部分的承载部分,以使旋转对称体和定子线圈相互间同心,其特征在于,所述永磁体包括在径向方向上被磁化并以有规则的间隔沿周向布置的畴;D 表示永磁体的内径,t 表示在径向方向上的厚度,N 表示畴数,M 表示用于驱动马达的交流相数,D 被设定为 20(毫米)或更小,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$ 。

[0024] 同时,根据权利要求 3 所述的马达,其特征在于,所述用于马达的永磁体由 Sm-Co 基磁性材料制成。

[0025] 此外,为达到以上目的,本发明提供一种用于对设置到马达转子上的圆柱形永磁体进行磁化的磁化方法,以使在径向方向上被磁化的畴以有规则的间隔沿周向布置,所述永磁体被构造使得 D 表示永磁体的内径,t 表示在径向方向上的厚度,N 表示极数,M 表示用于驱动马达的交流相数,D 被设定为 20(毫米)或更小,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$,所述方法,其特征在于,包括对永磁体在一个方向,即径向方向上进行磁化的单向磁化步骤,和将在单向磁化步骤中被磁化的永磁体磁化成在径向方向上以有规则的间隔反转磁化方向的畴的极磁化步骤。

[0026] 同时,根据权利要求 5 所述的磁化方法,其特征在于,所述永磁体由 Sm-Co 基磁性材料制成。

附图说明

- [0027] 图 1 是沿轴向方向的剖视图,图中示出了根据本发明的一种实施方式的马达;
- [0028] 图 2 示出了成形在旋转轴凸缘或另一端部部分中的动压生成凹槽;
- [0029] 图 3 示意性地示出了沿马达中的线 A-A 的剖面;
- [0030] 图 4 示出了永磁体的外形和磁极;
- [0031] 图 5 为示出了从轴向方向进行观察的定子芯和永磁体的示意图;
- [0032] 图 6 为列出了永磁体个数、槽的个数和交流相数的组合实例的图表;
- [0033] 图 7 示出了各向同性磁性材料和各向异性磁性材料之间的差异;
- [0034] 图 8 是沿磁场取向装置和永磁体的轴向方向的示意性剖视图;
- [0035] 图 9 示出了磁化头;
- [0036] 图 10 是由于对永磁体进行处理所产生的剩余磁通密度下降的估算结果的曲线图;
- [0037] 图 11 是由于对永磁体进行处理所产生的磁能积下降的估算结果的曲线图;和
- [0038] 图 12 是示出了永磁体的退磁因子与温度之间的关系的曲线图。

具体实施方式

[0039] 以下,对本发明的优选实施方式进行详细描述。

[0040] (1) 实施方式概述

[0041] 若缩小马达的尺寸,由此所使用的永磁体(具有圆柱形形状并且供马达使用)的尺寸也要减小。这样就需要用于磁化永磁体的紧凑型磁化头并且在磁化时难于提供大电流。在磁化时提供给磁化头抑制电流(在下文中被称作磁化电流)的结果是,永磁体很难被磁化到其磁化力的极限值(完全磁化)。因此,难于充分显示出磁性材料的性能。

[0042] 其中,在使用外转子型马达的情况下,允许磁化电流流动的磁化头被布置在圆柱形磁性材料内,以便从其内部磁化磁性材料。此外,已对多极永磁体进行研究。因此,需要在磁化头内缠绕更多线匝的粗导线。结果是,尺寸越小,导线越细并且导线之间的间距越小。因此,对磁化电流产生一些限制。

[0043] 如上述,根据该实施方式,永磁体的厚度在径向方向上做得较小,以便使未磁化的磁体即便是在小磁化电流的条件下也能被完全磁化。

[0044] 同样,一般地,当永磁体的厚度做薄时,在外部磁场的作用下磁体易于退磁。为了对其进行抑制,采用即便在径向方向上厚度较小的情况下也能产生较大的磁通量并且具有较大矫顽力的 Sm-Co(钐-钴)磁性材料。Sm-Co 磁性材料具有以下优点,即机加工退磁(由于受到外部施加的力,例如机加工中施加的力而产生的磁力变弱的现象)或高温退磁(由于高温而产生的退磁)几乎不发生。

[0045] 此外,一些 Sm-Co 磁性材料具有各向异性。因此,另一个优点是,在整个磁性材料的磁轴与磁场取向同轴后实现磁化,使得有可能即便是在较小厚度的情况下产生大量磁通。

[0046] 此外,尽管具有较高的磁性能,但是由于成本较高,因此 Sm-Co 磁性材料未被广泛用作马达的永磁体。在该实施方式中,由于小型马达的原因,因此要使用的磁性材料的需要

量较小,并且因此使用 Sm-Co 磁性材料克服了与成本有关的问题。

[0047] (2) 实施方式的详细描述

[0048] 以下,对本发明的优选实施方式进行详细描述。

[0049] 图 1 是沿轴向方向的剖视图,图中示出了根据本发明的一种实施方式的马达。

[0050] 马达 30 为用于例如硬盘驱动器或磁光盘驱动器的外转子型微型动力马达。马达 30 为使用三相交流电驱动的直流无刷马达。

[0051] 并且,马达 30 为具有最大外径约 25(毫米)和最大厚度约 5(毫米)的微型马达。

[0052] 马达 30 包括转子部分 1,用于支承转子部分 1 的定子部分 2 等。

[0053] 定子部分 2 设有装有油 11 的腔。然后,设有转子部分 1 的动压生成机构(旋转轴凸缘 10 或其它端部部分 19)的部件被装入所述腔中以构成动力承载部分 5。

[0054] 随着动力承载部分 5 的操作,在旋转时转子部分 1 枢转支承到定子部分 2 上。

[0055] 转子部分 1 包括旋转轴 6,转子 7 等。

[0056] 转子部分 7 呈具有台阶 8 的凸面盘形。圆柱形转子架 21 成形在转子 7 的外周部分处。

[0057] 在转子 7 内限定出用于容纳动力承载部分 5 和定子线圈 4 的 U 形空间。

[0058] 此外,装配旋转轴 6 的通孔沿旋转轴方向成形在沿径向方向的中央部分处。

[0059] 定位台阶 8,以便配合成形在盘状存储介质例如硬盘的中央并被固定到那里的附接保持部。

[0060] 通过这种方式,转子部分和硬盘可以整体进行旋转。

[0061] 成形为圆柱形的 12 极永磁体 3 同心地附接到转子架 21 的内周面上。由布置在定子部分 2 处的定子线圈 4 产生的旋转磁场给转子 7 一个转矩。

[0062] 旋转轴 6 的上端部被插入转子 7 的通孔中。用于在推力方向上生成动压的旋转轴凸缘 10 被设置在围绕在旋转轴 6 的轴向上的中央部分的整个周界上。

[0063] 关于旋转轴凸缘 10 和旋转轴 6,通孔可成形在旋转轴凸缘 10 的径向方向的中心处,并且旋转轴 6 可被插入通孔中并被固定到那里。另一种选择是,旋转轴 6 和旋转轴凸缘 10 可一体进行加工。

[0064] 用于在径向方向上产生动压的另一端部部分 19 成形在旋转轴 6 的一个端部处(不附接转子 7)。

[0065] 所述另一端部部分 19 可通过将旋转轴 6 插入旋转轴凸缘 10 中而成形或者单独在旋转轴凸缘 10 的下端面上成形。

[0066] 同样,旋转轴凸缘 10,旋转轴 6 和所述另一端部部分 19 可一体进行加工。

[0067] 注意在使用中旋转轴凸缘 10 的截面可具有多种不同形状,例如菱形和梯形。

[0068] 定子部分 2 包括定子架 16,基座 17,上板 18,定子线圈 4 等。

[0069] 上板 18 为具有用于在径向中心处宽松地插入旋转轴 6 的通孔的盘状构件。

[0070] 与油 11 接触的上板 18 的端面构成接收由旋转轴凸缘 10 生成的动压的相对表面。

[0071] 在上板 18 的径向方向的中心处形成的通孔成形为锥形,以便直径朝向油 11 池减小并形成毛细管密封,用于防止油 11 发生泄漏。

[0072] 以这种方式,通过形成其直径朝向油 11 池减小的通孔,通过作用在油 11 上的毛细现象和其表面张力,通孔和旋转轴 6 起到防止油发生泄漏的作用。

[0073] 基座 17 具有用于容纳所述另一端部部分 19 的宽松的插入孔 26, 形成朝向旋转轴凸缘 10 的外周面的圆柱形表面的套筒 22, 和在套筒 22 的上端部形成的并且与上板 18 配合的台阶 24, 以上基座部件一体成形。

[0074] 所述宽松的插入孔 26, 套筒 22 和台阶 24 同心地成形。

[0075] 设定所述宽松的插入孔 26 的内径大于所述另一端部部分 19 的外径。当所述另一端部部分 19 插入到所述宽松的插入孔 26 中时, 保证与油 11 存在适当的间隙以便产生动压。

[0076] 同时, 适当的空间被限定在所述另一端部部分 19 的下端和所述宽松的插入孔 26 的底部之间, 并且作为油 11 的油池。

[0077] 设定所述套筒 22 的内径大于所述旋转轴凸缘 10 的外径。在旋转轴凸缘 10 的外周面和套筒 22 的内周面之间的空间被用作油池。

[0078] 设定所述台阶 24 的内径, 使得上板 18 能够以预定的配合公差进行配合。上板 18 配合到台阶 24 上并由此进行定位。在上板 18 中形成的通孔, 宽松的插入孔 26, 套筒 22 和台阶 24 相互间共轴, 位于一条轴线上。

[0079] 定子架 16 围绕基座 17 成形。定子架 16 为具有在其中形成的用于在径向中心处插入基座 17 的插入孔的 U 形构件。定子架 16 被用于通过螺纹连接或其它方法将马达 30 固定到硬盘驱动器的外壳上。

[0080] 定子架 16 具有多个以有规则的间隔同心布置的定子线圈 4。

[0081] 保证在定子线圈 4 和永磁体 3 之间存在间隙。在转子部分 1 旋转时, 定子线圈 4 和永磁体 3 相互间不会产生接触。

[0082] 图 2 示出了成形在旋转轴凸缘 10 和另一端部部分 19 中的动压生成凹槽。

[0083] 用于在推力方向上生成动压的动压生成凹槽 20 (例如, 鱼骨形凹槽) 形成在所述旋转轴凸缘 10 的上端面处。

[0084] 尽管未示出, 但是所述动压生成凹槽 20 还形成在所述旋转轴凸缘 10 的上端面处。

[0085] 当所述旋转轴凸缘 10 旋转时, 动压借助所述动压生成凹槽 20 的抽吸作用在推力方向上被施加到所述旋转轴凸缘 10 的两个端面上。

[0086] 然后, 所生成的动压在所述旋转轴凸缘 10 的两个端面和定子侧上透过油 11 与所述端面面对的表面之间在推力方向上产生压力。被施加到所述两个端面上的压力被平衡, 由此旋转轴 6 在推力方向上受到支承。以这种方式, 所述另一端部部分 19 构成推力方向上的动压生成装置。

[0087] 动压生成凹槽 14 和 15 (在相对于轴向的不同方向上倾斜的上下倾斜凹槽) 成形在所述另一端部部分 19 的周面上, 用于在径向方向上生成动压。

[0088] 当旋转轴 6 进行枢转时, 动压借助所述动压生成凹槽 14 和 15 的抽吸作用围绕所述另一端部部分 19 而生成。

[0089] 所生成的动压在所述另一端部部分 19 的周面和透过油 11 与其相对的所述宽松的插入孔 26 的内周面之间在径向方向上产生压力。然后, 被施加到所述周向部分 19 上的压力被平衡, 由此旋转轴 6 在径向方向上受到支承。以这种方式, 所述另一端部部分 19 被用作径向方向上的压力生成装置。

[0090] 转子部分 1 围绕旋转轴受到如上所述在旋转轴凸缘 10 上沿推力方向生成的动压

和在所述另一端部部分 19 上沿径向方向生成的动压的可转动地和枢转地支承。

[0091] 注意,从马达 30 中的箭头 28(图 1) 的方向进行观察,旋转轴 6 沿反时针方向枢转。

[0092] 图 3 示意性地示出了沿马达中的线 A-A(图 1) 的剖面。

[0093] 马达 30 为具有 12 个极和 9 个槽的直流无刷马达。

[0094] 如图中所示,马达 30 具有与旋转轴 6 同心地形成的套筒 22,并且定子芯 39 围绕套筒 22 进行布置。

[0095] 永磁体 3 与旋转轴 6 同心地形成,与定子芯 39 之间具有给定的间隙。永磁体 3 的外周面被结合到转子架 21 的内周面上。

[0096] 旋转轴 6,永磁体 3 和转子架 21 可围绕定子芯 39 一体旋转。

[0097] 形成 9 个从套筒 22 中沿径向突出的定子芯 39。在相邻的定子芯 39 之间形成槽。用于励磁的绕组(未示出)围绕定子芯 39 进行缠绕。向其施加三相交流电且旋转磁场在永磁体 3 的内周部分处生成。

[0098] 永磁体 3 在周向方向上具有 12 个分隔开的磁畴。如下文所述,每个畴在径向方向上自定子芯 39 侧向转子架 21 侧或者自转子架 21 侧向定子芯 39 侧被磁化。所述 12 个畴构成具有 12 个极的永磁体。

[0099] 在图中,N 和 S 表示在每个畴中出现在永磁体 3 的内周面上的磁极。

[0100] 如图中所示,在周向方向上 N 极和 S 极交替出现在永磁体 3 的内周面上。

[0101] 由定子芯 39 生成的旋转磁场与在永磁体 3 上形成的磁极相互作用从而使永磁体 3 生成围绕旋转轴 6 的转矩。

[0102] 永磁体 3 的磁极位置被发现适当地控制所产生的在定子芯 39 中流动的电流,从而有可能使永磁体 3 产生转矩。

[0103] 下面,对永磁体 3 的形状和磁性材料进行描述。

[0104] 图 4 示出了永磁体 3 的外形和磁极。图 4(a) 示出了从旋转轴方向(图 1 中的箭头 28) 进行观察的永磁体 3。图 4(b) 示出了从垂直于箭头 28 所示方向的方向进行观察的永磁体 3。

[0105] 永磁体 3 具有环形形状。永磁体 3 具有 12 个极并且永磁体 3 在周向方向上具有 12 个分隔开的磁畴。各个畴在自内周侧向外周侧或者自外周侧向内周侧的方向上被磁化。相邻的畴相互间的磁化方向相反。

[0106] 假定永磁体 3 具有 16 个极,永磁体 3 在周向方向上被分成 16 个畴,由此形成 16 个磁畴。更普遍地,假定使用 N 个极,那么永磁体 3 在周向方向上被分成 N 个畴,并且各个畴在径向方向上被磁化,使得相邻的畴相互间的磁化方向相反。

[0107] 例如在畴 33 中,内周侧被磁化作为 N 极,而外周侧被磁化作为 S 极。同时,在与畴 33 相邻的畴 34 和 35 中,内周侧被磁化作为 S 极,而外周侧被磁化作为 N 极。

[0108] 因此,N 极和 S 极沿内周面交替出现。与之相似,N 极和 S 极沿外周面交替出现。

[0109] 下面,对永磁体 3 的内径 D 与厚度 t 之间的相互关系进行描述。

[0110] 如图 4(a) 所示,磁极距由 P(毫米)表示,且如图 4(b) 所示,永磁体 3 的内径由 D(毫米)表示(≤ 20 (毫米)),环状部分的径向厚度由 t(毫米)表示,且极数由 N 表示。

[0111] 规定画出一个圆,所述圆在径向方向上通过永磁体 3 的内周面和外周面之间的中点,注意磁极距 P 被定为所画圆被包括在每个畴中的长度。

[0112] 注意当永磁体 3 的外径为 20(毫米)时,内径 D 小于 20(毫米)。

[0113] 然后,基于永磁体 3 的几何形状建立下面的表达式 (1) :

$$[0114] \quad [\text{数值表达式 1}] NP = \pi (D+t) \quad (1)$$

[0115] 在设计用于马达的永磁体时,设定厚度 t 与磁极距 P 的比值,使其基本上对应于交流相数,由此得到符合要求的马达,所述马达较少泄露磁通并具有较高的性能。假定 M 表示用于驱动马达的交流相数,经验式相当于下面的表达式 (2) :

$$[0116] \quad [\text{数值表达式 2}] P/t = M \quad (2)$$

[0117] 从以上表达式 (1) 和 (2) 中除去 P,得到下面的相关表达式 (3) :

$$[0118] \quad [\text{数值表达式 3}] t \leq \pi D / (NM - \pi) \quad (3)$$

[0119] 在该表达式中,t 仅需不大于由表达式 (3) 的右侧得出的数值,其由表达式 (3) 中的不等号表示。

[0120] 同时,表达式 (2) 中在数值设计方面的变化允许在 $\pm 15\%$ 的公差范围内。在允许 M 值在 $\pm 15\%$ 或更小的公差内变化的情况下的 t 的范围由下面的表达式 (4) 表示 :

$$[0121] \quad [\text{数值表达式 4}] \pi D / (1.15 \times NM - \pi) \leq t \leq \pi D / (0.85 \times NM - \pi) \quad (4)$$

[0122] 此外,在极数为 12 且槽数为 9 的情况下,P/t 的上限和下限可由下面的表达式 (5) 来限定 :

$$[0123] \quad [\text{数值表达式 5}] 0.75 \times M \leq P/t \leq 2 \times M \quad (5)$$

[0124] 在此,对表达式 (5) 的推导过程进行描述。

[0125] 图 5 为示出了从轴向方向进行观察的定子芯 39 和永磁体 3 的示意图。注意图 5 通过实例示出了交流相数为 3 (M = 3) 的情况。可以推广到其它相数的情况,例如相数为 5 (M = 5) 的情况。

[0126] 其中,图 5(a) 为说明永磁体厚度的上限的示意图。

[0127] 考虑到永磁体 3 的磁极和定子芯 39 之间的磁通泄露,永磁体厚度的极限值可对应于一个极的面积和面对通过间隙的所述极的一个铁芯齿的面积之间的比率(永磁体的磁通密度的饱和极限)。所述面积比由下式表示 : $(\pi D / 12 \text{ 极}) / (\pi D / 9 \text{ 槽}) = 0.75$ 。该值被定为 P/t 的下限。

[0128] 图 5(b) 为说明永磁体 3 的设计中心值的示意图。

[0129] 对于设计中心值,优选 $t = P/M$ 。对每个磁极实施三次相的转换。考虑磁通泄露,差不多优选以满足 $t : P/M = 1 : 1$ 。

[0130] 图 5(c) 为说明永磁体 3 的厚度的下限的示意图。

[0131] 考虑到不会大大减小转距的限制,设定所述厚度的下限,使得永磁体 3 的厚度大体上等于从永磁体 3 的每极突出的定子芯 39 的铁芯齿的两个端部中的一个的长度(磁通泄露极限)。优选设定定子芯外周方向上的所述长度大于永磁体的一个极的长度各 t/2。在这种情况下,大体上 $P/t = 2M$ 。将其作为 P/t 的上限。

[0132] 由表达式 (5) 推导 t 的范围,结果由下面的表达式 (6) 表示 :

$$[0133] \quad [\text{数值表达式 6}] \pi D / (2 \times NM - \pi) \leq t \leq \pi D / (0.75 \times NM - \pi) \quad (6)$$

[0134] 如下面所述,减小永磁体 3 的尺寸导致用于磁化永磁体的磁化头的减小。随后,有必要减小由此所使用的导线的厚度和线匝。因此,很难增大用于磁化的安培匝数,结果是磁化电流受到限制。特别是,在永磁体 3 的内径为 20(毫米)或更小的区域中,对磁化电流存

在严重的限制。在外径为 20(毫米)的区域中,内径为 20(毫米)或更小,因此存在更严重的限制。

[0135] 同样,使用 Nd-Fe-B 作为常规磁性材料时,为了在磁化后获得更大的磁力或者在磁化后保持更大的磁力,设定所述永磁体在径向上的厚度 t ,使其大于由上面的表达式 (2) 所限定的厚度。当永磁体的厚度增加时,在磁化时较大的磁力,即磁化电流时是必须的。

[0136] 为此,即便是使用供给磁化头的最大可能电流进行磁化,常规紧凑型永磁体(特别是内径为 20(毫米)或更小)也不能使其磁性材料完全磁化。这意味着不能充分产生磁性材料的磁性能。

[0137] 换句话说,磁化头的性能限制了永磁体的性能。

[0138] 为了该目的,在该实施例中,永磁体 3 被制成足够细,以允许能够使用受到磁化头性能限制的磁化电流在径向方向上实现完全磁化。

[0139] 同样,存在以下可能性,即永磁体 3 的厚度的减小造成永磁体 3 的磁力比以前弱,或者保持磁力的能力降低,但是该实施例通过使用 Sm-Co 磁性材料作为磁性材料从而克服了这一问题。

[0140] 与传统的各向同性 Nd-Fe-B 磁性材料不同,一些 Sm-Co 磁性材料具有各向异性。即便是厚度较小,使用各向异性材料可产生通过磁场取向的足够大的磁力,如下文所述。

[0141] 此外,与不具有钉扎机制的 Nd-Fe-B 磁体相比,Sm-Co 磁体由于磁矩的钉扎机制而具有恒定的磁矩,并且由此公知较少与机加工退磁和高温退磁有关。

[0142] 这是由于 Sm-Co 磁体具有由钉扎点钉扎住的磁畴壁并且所述畴壁不易移动。所述钉扎点的尺寸约为几十个埃(\AA)并且以多个的方式存在于晶界中。即便在其上施加工艺应力或其它外部应力,以由此破坏了其中的一部分,对整体结构也没有影响。

[0143] 矫顽力通过将磁畴壁固定在晶体或晶界中而被施加。因此,Sm-Co 磁体通过钉扎磁畴壁可施加较大的矫顽力。

[0144] 因此,即便是应力或其它这种力被加到 Sm-Co 磁体上,或者温度升高,磁畴壁也不能移动,从而造成在结构上不太可能使磁体退磁。

[0145] 如上所述,与 Nd-Fe-B 磁体相比,即使在磁化后实施加热或施加力例如应力,Sm-Co 磁体也可保持住磁力,并且更优选作为永磁体 3 的原材料。

[0146] 同时,Sm-Co 磁性材料已公知传统上较优,但是钐(Sm)成本较高并且因此不能使用。然而,永磁体 3 在径向方向上具有小内径和较小厚度,且因此需要使用少量的钐。结果是,可以低成本生产出永磁体 3。

[0147] 永磁体,例如传统上用于转子磁体的 Nd-Fe-B 粘结磁体,的尺寸和厚度可以被减小。

[0148] 然而,这样就会出现由于减小传统永磁体的尺寸和厚度而产生的与退磁有关的问题,并且出现与实现多极磁体的磁化方法有关的问题。

[0149] 为了解决这一问题,优选用作小尺寸永磁体的是由 Sm-Co 磁性材料而不是由 Nd-Fe-B 磁性材料制成的永磁体。

[0150] 图 6 为列出了足以构成马达 30 的永磁体 3 的极的个数、定子槽的个数和用于驱动马达 30 的交流相数的组合实例的图表。

[0151] 在该实施例中,马达 30 例如被构造,使得永磁体 3 具有 12 个极,槽数为 9,且用于

驱动马达的交流相数为 3。然而,如图 6 所示,允许采用极的个数、槽的个数和交流相数的各种组合。

[0152] 当前最常使用的是永磁体具有 12 个极,9 个槽数,和 3 个交流相。

[0153] 图 7 示出了工艺步骤中各向同性磁性材料和各向异性磁性材料之间的差异。

[0154] 同时,图 7 为示出了磁性材料的磁结构的加工步骤的示意图,但是图中不一定示出实际的磁物理结构。

[0155] 图 7(a) 示意性地示出了各向同性磁性材料的加工步骤。目前得到广泛应用的 Nd-Fe-B 磁性材料是一种各向同性磁性材料。该磁性材料中包括具有磁矩的原子。将所述磁矩在同一方向上排列齐使其可以施加磁力。

[0156] 各向同性磁性材料在未进行磁化的材料中具有随机取向的磁矩,并且通过磁化该材料(允许磁场从外部作用在所述材料上,以由此排列磁矩),形成磁体。

[0157] 图 7(a) 中的左手侧示意性地示出了在未进行磁化的材料中磁矩作用的方向。磁矩的方向由箭头表示。在磁化前磁矩随机作用。

[0158] 磁性材料通常为粉末形式;该材料被送入模具中并加热进行烧结,或者与树脂(粘结剂)一起进行加热,并进行树脂模制,压力模制,由此模制出磁体。

[0159] 下面,将未进行磁化的成形出的磁体机加工和成形为适当的外表尺寸,在这之后,使用磁化装置对得到的磁体进行磁化。

[0160] 若在磁化后进行机加工,则切块被吸引到磁体上,恶化最终产品。因此,一般在机加工后进行磁化处理。

[0161] 图 7(b) 中示意性地示出了各向异性磁性材料。在本实施例中使用的 Sm-Co 基磁性材料显示出各向异性。

[0162] 具有各向异性性能的未进行磁化的磁性材料包括磁矩在同一方向上排列齐的集合区(组成部分)。在该图中,示意性地示出了磁矩在同一方向上排列齐的三个集合区,而略去了其它集合区。

[0163] 在被取向磁场磁化后,具有各向异性性能的磁性材料公知以生成强磁场。

[0164] 术语磁场取向的意思是通过在对磁体进行磁化以得到多极磁体前先沿一个方向对原材料进行磁化,定向排列磁矩。

[0165] 按照以下工艺由具有各向异性性能的磁性材料生产出永磁体。

[0166] 首先,将粉末状各向异性磁性材料装入预定的模具中(在进行烧结的情况下,以粉末形式或者在树脂模制后与树脂一起放入模具中),并粗成形。这时,通过对装入模具中的材料施加约 7 吨的压力并加热所述材料而使所述材料受到压缩。通过这种处理,该磁性材料可以获得更高的密度,由此可以制备出具有更强磁力的磁体。

[0167] 对装入模具中的材料进行以下工艺,从热处理到固化。

[0168] 下面,在给定方向上的磁场作用在装入模具中的磁性材料上,且通过磁场取向使磁矩在同一方向上进行排列。此时,磁性材料显示出较弱的磁性能。

[0169] 注意在以上工艺中对以粉末形式存在的磁性材料进行磁场取向,因此所述工艺被称作干法工艺。磁场取向包括湿法工艺,在所述湿法工艺中,对浸入添加到其中的液体中的粉末状磁性材料进行磁场取向。

[0170] 接下来,交流磁场等被施加到已进行磁场取向的磁性材料上,由此使所述材料退

磁。退磁可保持磁性材料免于被磁化,同时保持磁性材料的磁力方向。这是由于在退磁之前,N极和S极在相同方向上形成,而退磁之后,N极和S极随机布置同时保持磁力方向。

[0171] 其后,对所述材料进行热处理和树脂模制或烧结以进行固化,提供出未经磁化的永磁体。

[0172] 此后,将固化的磁性材料从模具中取出。然后,对所得到的产品进行机加工并形成适当的外表尺寸,随后使用磁化装置进行磁化。由于退磁的原因,该未经磁化的永磁体不显示磁性,使其可以在机加工过程中免于产生切块被吸引到磁体上的麻烦。

[0173] 在生产出永磁体 3 后,Sm-Co 基磁性材料被装入模具中并粗成形,如图 7(c) 的左手侧所示,之后,在给定方向上施加磁场取向,使得例如 N 极和 S 极分别布置在内侧和外侧上。

[0174] 下面,使该材料退磁以不显示磁性,并且对所述材料进行热处理和树脂模制或烧结,以由此将所述材料模制成环状。

[0175] 然后,所述材料被机加工和成形出适当的外表尺寸,随后使用磁化装置进行磁化以使其具有预定的极数。

[0176] 接下来,对如何磁化永磁体 3 进行说明。

[0177] 图 8 示意性地示出了沿轴向方向的永磁体 3 和磁场取向装置的剖面。磁场取向装置包括圆柱形铁芯 41,磁路 40,能量供给装置 42 等。

[0178] 在铁芯 41 的上部外周和磁路 40 之间限定出一个间隙,并且永磁体 3 可插入该间隙中。

[0179] 绕组 43 被缠绕在铁芯 41 上。大量的脉冲电流可从能量供给装置 42 被供应至绕组 43。若绕组 43 中允许有电流流动,那么在铁芯 41 和磁路 40 中形成磁力线。随后,在磁路 40 和铁芯 41 之间的间隙中生成磁场并且铁芯 41 用于在一个方向上磁化永磁体 3。

[0180] 因此,随着永磁体 3 的尺寸的减小,磁场取向装置应缩小尺寸。由此,很难向绕组 43 供给大电流。然而,由于厚度 t 受到限制,永磁体 3 不是很厚,因此其可利用较小电流被磁化至磁饱和或者接近磁饱和。

[0181] 图 9 示意性地示出了沿轴向方向的磁化头结构的剖面。

[0182] 磁化头 46 具有圆柱形形状,并且在周边上包括多个沿轴向方向的槽 48。以有规则的间隔形成个数对应于永磁体 3 的极数的芯 49,所述芯相互间被在磁化头 46 的周边上的槽 48 隔开。

[0183] 导线 47 缠绕在槽 48 中。注意在图 9(a) 中,导线 47 通过两个线匝缠绕在槽 48 中,但是一般可以使用 1-4 个线匝。

[0184] 图 9 示意性地示出了从图 9(a) 中箭头 B 的方向进行观察的磁化头 46。

[0185] 如图中所示,导线 47 以弯曲的方式围绕芯 49 进行设置。

[0186] 为此,当直流电流被直接供给导线 47 时,由相邻的芯 49 励磁的磁极反转。

[0187] 若已进行磁场取向的永磁体 3 围绕磁化头 46 进行设置,并且直流电流被直接供给导线 47,那么永磁体 3 被由芯 49 生成的磁场磁化出所需极数。

[0188] 由此构造磁化头 46。因而,当永磁体 3 尺寸减小并且增加极数时,设置在磁化头 46 上的导线 47 变细,使得大电流难于从其中通过。

[0189] 然而,该实施例中的永磁体 3 的厚度 t 受到预定范围的限制。永磁体 3 可利用较

小电流被磁化至磁饱和或者接近磁饱和。同时,即便是厚度 t 落入由表达式 (3) 所限定出的范围内,使用 Sm-Co 基磁性材料使得永磁体 3 也能够稳定地产生足够大的磁力。

[0190] 图 10 是多次实验后的由于对用于马达的永磁体进行处理所产生的磁性能(所述性能是剩余磁通密度)下降的估算结果的曲线图,所述永磁体由作为 Nd-Fe-B 基磁性材料的 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 和作为 Sm-Co 基磁性材料的 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 和 SmCo_5 制成。

[0191] 注意 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 是各向异性磁性材料,且 SmCo_5 是各向同性磁性材料。

[0192] 图 10 为曲线图,其中水平轴线表示永磁体在径向方向上的厚度,且垂直轴线表示以百分比表示的剩余磁通密度的减小率。

[0193] 如图中所示,在厚度不小于约 2(毫米)的情况下,在由 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 制成的永磁体与由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 或 SmCo_5 制成的永磁体之间不存在明显的区别。

[0194] 然而,在厚度为 2(毫米)或小于 2(毫米)的情况下,由 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 制成的永磁体的剩余磁通密度突然减小;在厚度为约 1(毫米)时,剩余磁通密度减小约 10%。

[0195] 另一方面,即便在由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 或 SmCo_5 制成的永磁体被减薄时,剩余磁通密度几乎不减小。在厚度为 0.5(毫米)或小于 0.5(毫米)的区域中,假定作为各向同性磁性材料的由 SmCo_5 制成的永磁体的剩余磁通密度减小,而作为各向异性磁性材料的由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 制成的永磁体的剩余磁通密度不减小。

[0196] 根据这些估算结果,在厚度为 2(毫米)或小于 2(毫米)的区域中,由 Sm-Co 基磁性材料制成的永磁体在剩余磁通密度方面优于由 Nd-Fe-B 基磁性材料制成的永磁体。特别是,由各向异性的 Sm-Co 基磁性材料制成的永磁体估计是性能最优秀的。

[0197] 图 11 是多次实验后的由于对用于马达的永磁体进行处理所产生的磁性能(所述性能是磁能积最大值)下降的估算结果的曲线图,所述永磁体由作为 Nd-Fe-B 基磁性材料的 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 和作为 Sm-Co 基磁性材料的 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 和 SmCo_5 制成。

[0198] 图 11 为曲线图,其中水平轴线表示永磁体在径向方向上的厚度,且垂直轴线表示以百分比表示的磁能积的减小率。

[0199] 如图中所示,在厚度不小于约 2(毫米)的情况下,在由 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 制成的永磁体与由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 或 SmCo_5 制成的永磁体之间不存在明显的区别。

[0200] 然而,在厚度为 2(毫米)或小于 2(毫米)的情况下,由 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 制成的永磁体的磁能积突然减小;在厚度为约 1(毫米)时,磁能积减小约 30%。

[0201] 另一方面,即便在由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 或 SmCo_5 制成的永磁体被减薄时,磁能积几乎不减小。在厚度为 0.5(毫米)或小于 0.5(毫米)的区域中,假定作为各向同性磁性材料的由 SmCo_5 制成的永磁体的磁能积减小,而作为各向异性磁性材料的由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 制成的永磁体的磁能积不减小。

[0202] 根据这些估算结果,在厚度为 2(毫米)或小于 2(毫米)的区域中,由 Sm-Co 基磁性材料制成的永磁体在磁能积方面优于由 Nd-Fe-B 基磁性材料制成的永磁体。特别是,由各向异性的 Sm-Co 基磁性材料制成的永磁体估计是性能最优秀的。

[0203] 在生产用于马达的永磁体时,一般磁性材料被磁化以得到永磁体,随后进行抛光和切割工艺以将永磁体成形为适当的外观尺寸。如以上所考虑的,在这种情况下,在永磁体厚度为 2(毫米)或小于 2(毫米)的区域中,使用 Sm-Co 基永磁体,特别是各向异性的 Sm-Co 基永磁体应优先于使用 Nd-Fe-B 基永磁体。

[0204] 图 12 是示出了由 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 制成的永磁体和由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 制成的永磁体的退磁因子基于温度的曲线图。

[0205] 如图 12 所示,在达到约 $100(^{\circ}\text{C})$ 时在两种磁体中的退磁因子约为百分之几。然而,在温度等于或高于 $100(^{\circ}\text{C})$ 的区域中,由 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 制成的永磁体的退磁因子突然增大,并且在温度约为 $200(^{\circ}\text{C})$ 时,退磁达到 80% 或更多。另一方面,由 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 制成的永磁体的退磁因子即便在温度约为 $200(^{\circ}\text{C})$ 时也保持在约 20% 左右。

[0206] 如上所述,由于受热,Sm-Co 基永磁体预计在磁性能上的变化比 Nd-Fe-B 基永磁体的变化更小。

[0207] 当前已作出的解释是参照使用 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 作为磁性材料的图 10-12。然而,通过使用与其相类似的磁性材料例如 $(\text{NdDy})_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 可以得到相似的结果。

[0208] 如上所述的本实施例可以提供 (1) 用于马达的永磁体, (2) 马达, 和 (3) 如下文所述的磁化方法。

[0209] (1) 有可能提供一种设置在马达转子中的用于马达的永磁体,所述永磁体包括在磁场取向后在径向方向上被磁化,具有对齐的磁化方向,并以有规则的间隔沿周向布置的畴,其特征在于,所述永磁体由具有 20(毫米) 或更小外径的圆柱形各向异性的 Sm-Co 基磁性材料制成。

[0210] 同时,有可能提供一种设置在马达转子中的用于马达的永磁体,所述永磁体具有圆柱形形状,由各向异性的 Sm-Co 基磁性材料制成,包括在磁场取向后在径向方向上被磁化,具有对齐的磁化方向,并以有规则的间隔沿周向布置的畴,其特征在于,D 表示用于马达的永磁体的内径,t 表示在径向方向上的厚度,N 表示畴数,M 表示用于驱动马达的交流相数,D 被设定为 20(毫米) 或更小,且 t 被设定为满足以下关系,即 $t \leq \pi D / (NM - \pi)$ 。

[0211] (2) 有可能提供一种马达,包括:包括旋转对称体的转子部分,围绕所述旋转对称体布置有圆柱形永磁体,以及布置在所述旋转对称体轴线上的旋转轴;定子部分,所述定子部分具有多个可使用 M 相交流励磁的定子线圈,所述定子线圈分别布置在永磁体的内周以面对永磁体;和可转动地和枢转地支承旋转轴至定子部分的承载部分,以使旋转对称体和定子线圈相互间同心,其特征在于,所述永磁体由具有 20(毫米) 或更小外径的圆柱形各向异性的 Sm-Co 基磁性材料制成,并且包括在磁场取向后在径向方向上被磁化,具有对齐的磁化方向,并以有规则的间隔沿周向布置的畴。

[0212] (3) 一种使用具有 20(毫米) 或更小外径的圆柱形各向异性的 Sm-Co 基磁性材料生产用于马达的永磁体的方法,其特征在于,包括将磁性材料装入模具以模制磁性材料的模制步骤;对经过模制的磁性材料进行磁场取向的磁场取向步骤;对已进行磁场取向的磁性材料进行退磁的退磁步骤;对已退磁的磁性材料进行热处理以使其固化的热处理步骤;将经过热处理的磁性材料机加工成具有 20(毫米) 或更小外径的圆柱形的机加工步骤;以及对机加工好的磁性材料进行磁化以在径向方向上具有预定的极数,使得具有对齐的磁化方向的畴以有规则的间隔沿周向布置的磁化步骤。

[0213] 同时,将磁性材料装入模具以模制磁性材料的模制步骤可包括:将 Sm-Co 基磁性材料装入模具并压缩所述材料的压缩步骤;和加热装入模具中的受压缩的磁性材料的加热步骤。

[0214] 工业实用性

[0215] 本发明的前述实施例可产生以下效果。

[0216] (1) 由于使用 Sm-Co 基磁性材料, 因此随时间和温度的变化, 马达性能稳定。

[0217] (2) 由于磁体具有多极, 因此有可能减小在动力马达中特别明显的磁振动 (正弦波音) 。

[0218] (3) 基于表达式 [3], 可设计所述多极马达的磁路。

[0219] (4) 磁化电流被允许在磁化头中在适当的电流范围范围内流动, 由此用于磁化头的夹具延长了磁化头的使用寿命, 导致在磁化磁体后, 质量稳定。

[0220] (5) 由于磁体具有多极, 由此减少了齿槽效应 (cogging) 。

[0221] 以上描述围绕本发明的一个实施例。然而, 本发明不限于上述实施例, 允许在所附权利要求的范围内作出多种变化。

[0222] 例如, 前述马达 30 为外转子型, 其中转子部分自定子部分向外设置。然而, 不是旨在将马达类型限定为外转子型, 也可以使用内转子型马达。

[0223] 在使用内转子型马达的情况下, 定子部分被定位在具有固定于其上的永磁体的转子部分的外周上, 结果是, 多个定子线圈以有规则的间隔围绕永磁体进行布置。

[0224] 根据本发明, 可提供一种紧凑型高性能的马达。

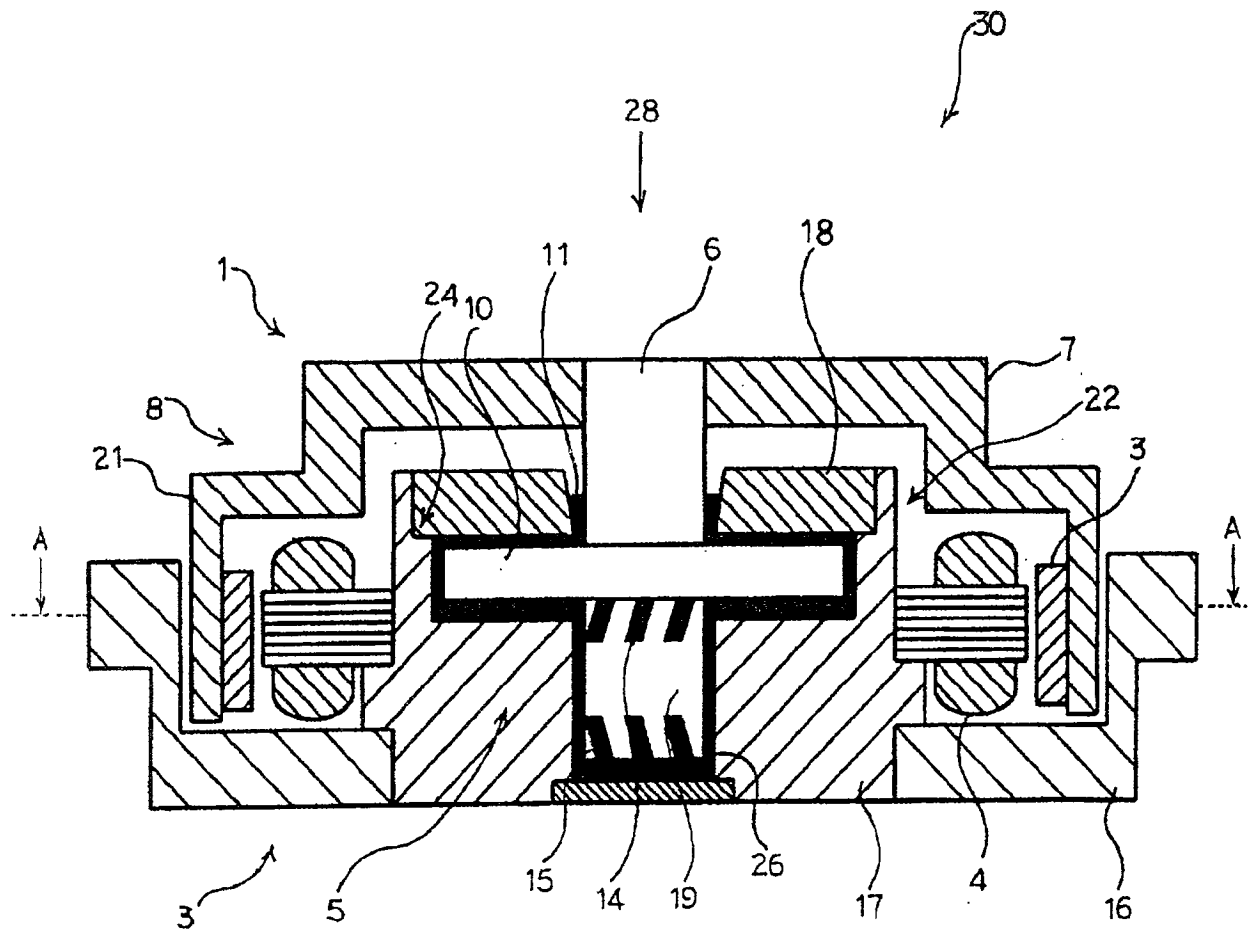


图 1

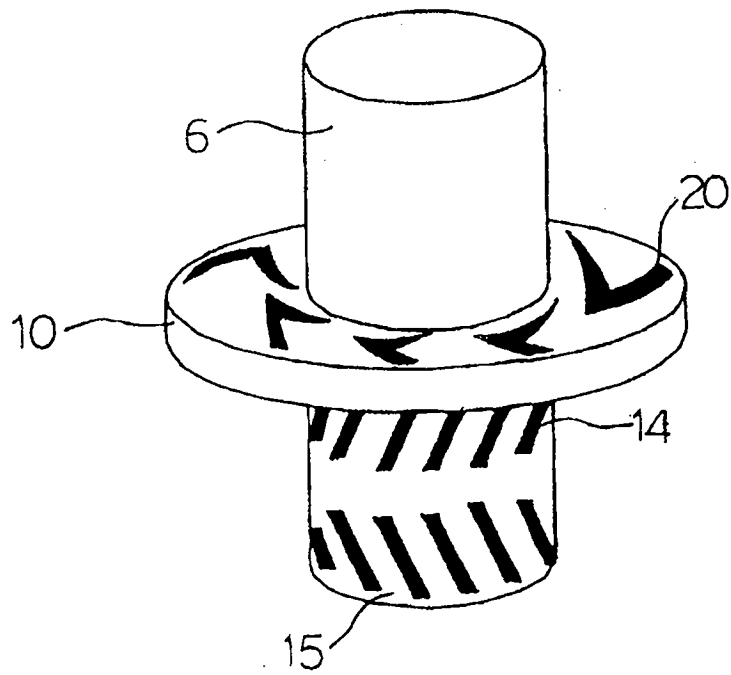


图 2

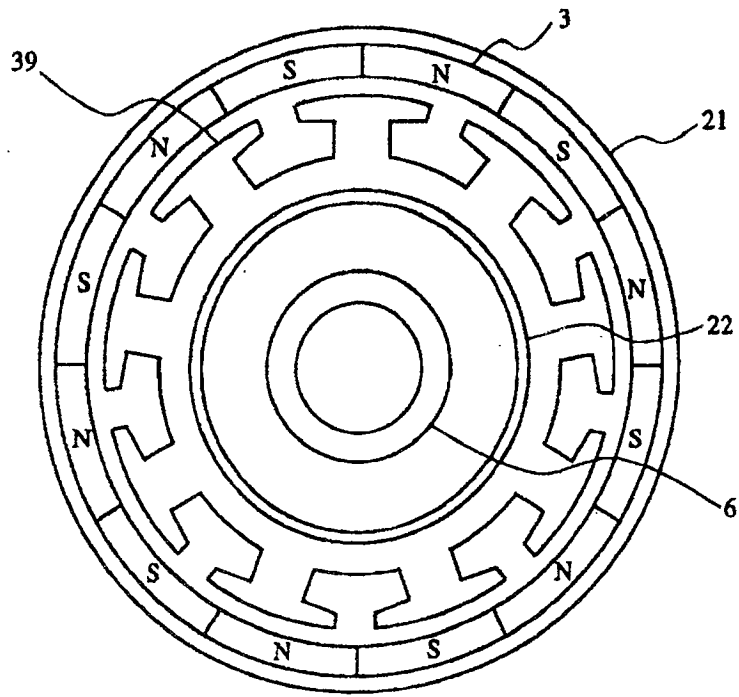


图 3

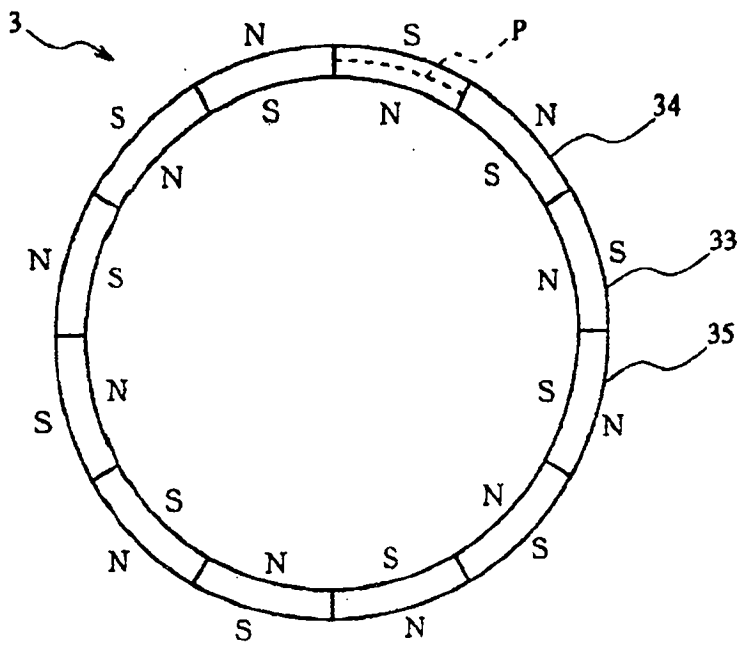


图 4A

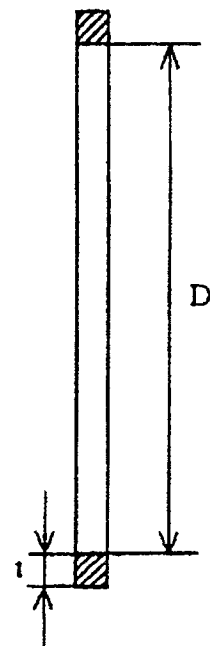


图 4B

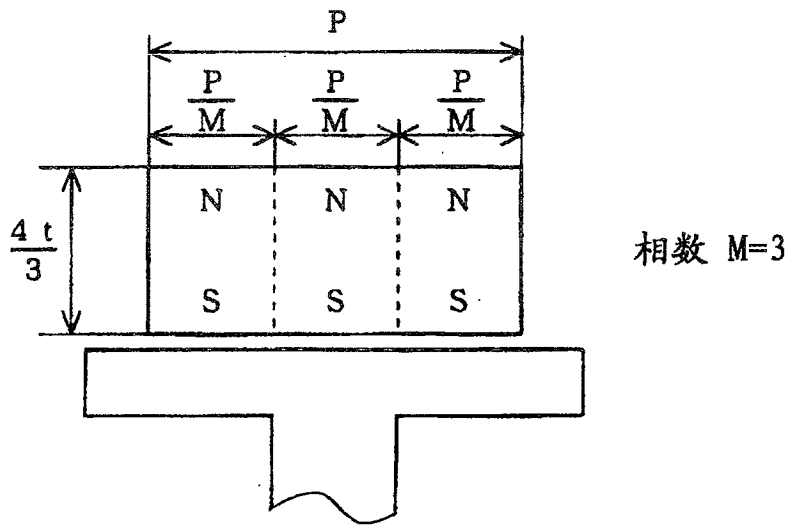


图 5A

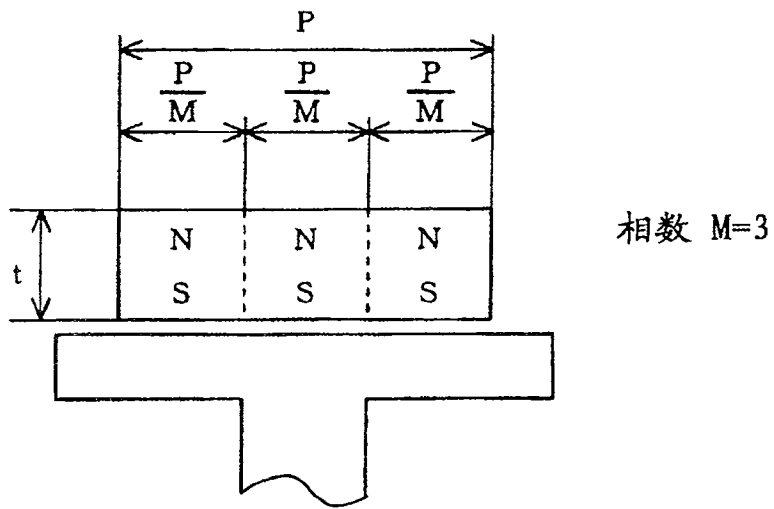


图 5B

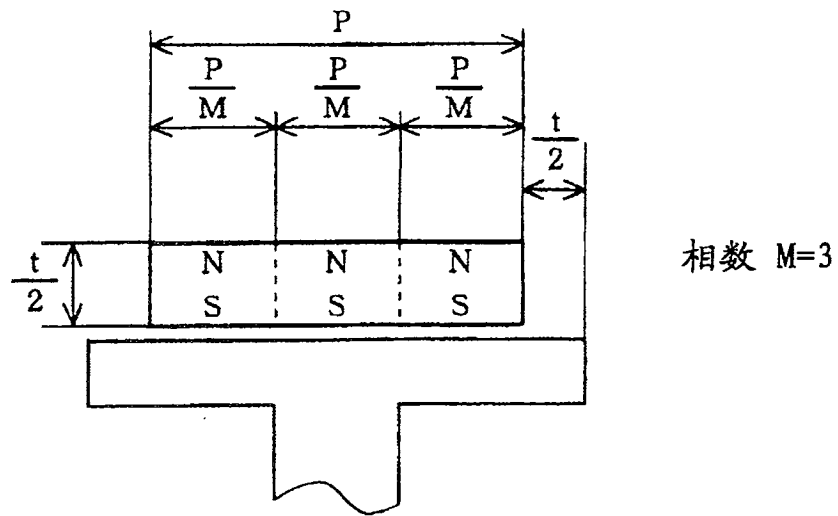


图 5C

电相数	3	转子磁体的极数	2	4	4	8	6	12	8	16	10	20
		定子槽的个数	3	3	6	6	9	9	12	12	15	15
	5	转子磁体的极数	-	4	6	8	12	12	18	16	24	-
		定子槽的个数	-	5	5	10	10	15	15	20	20	-

图 6

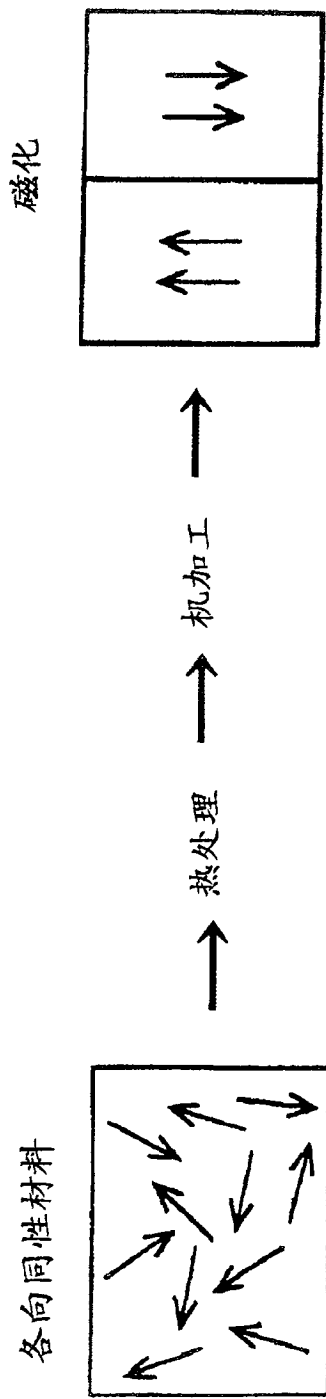


图 7A

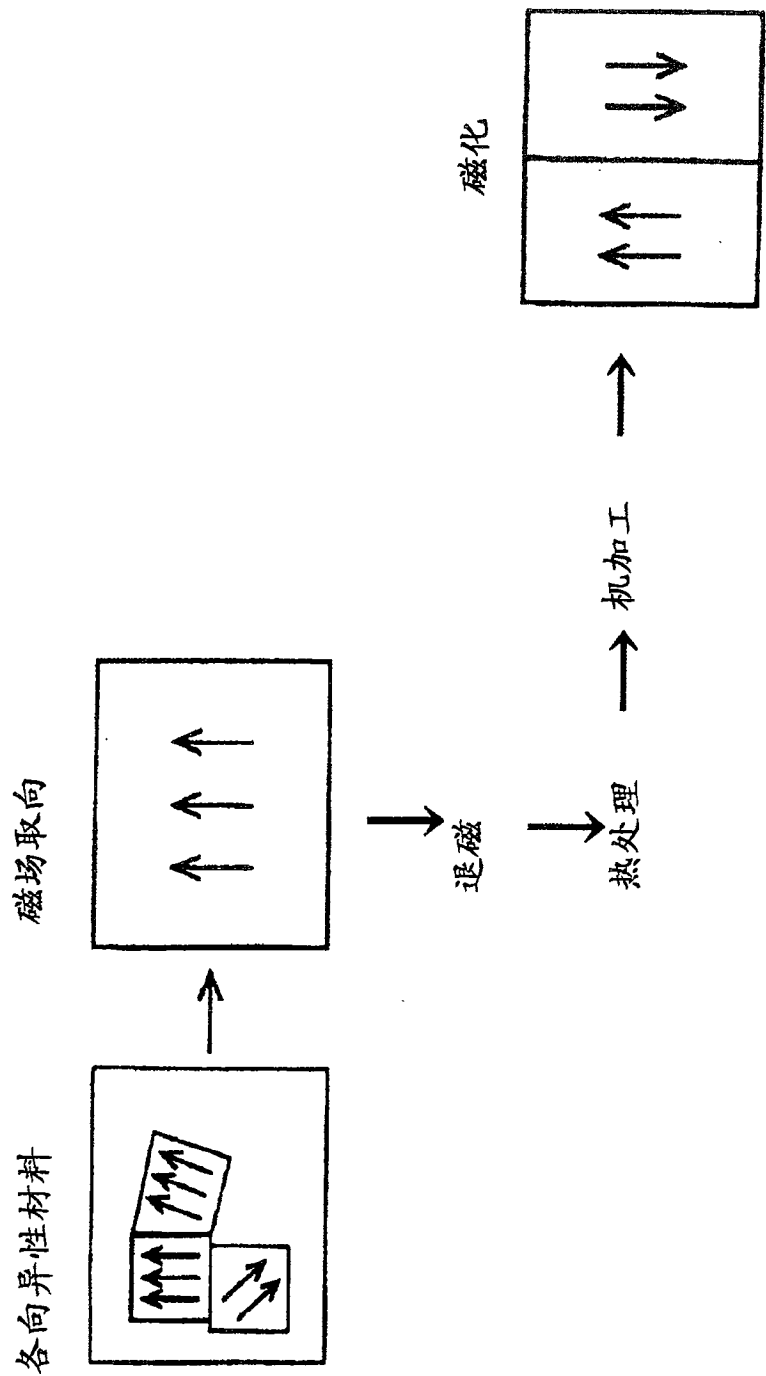


图 7B

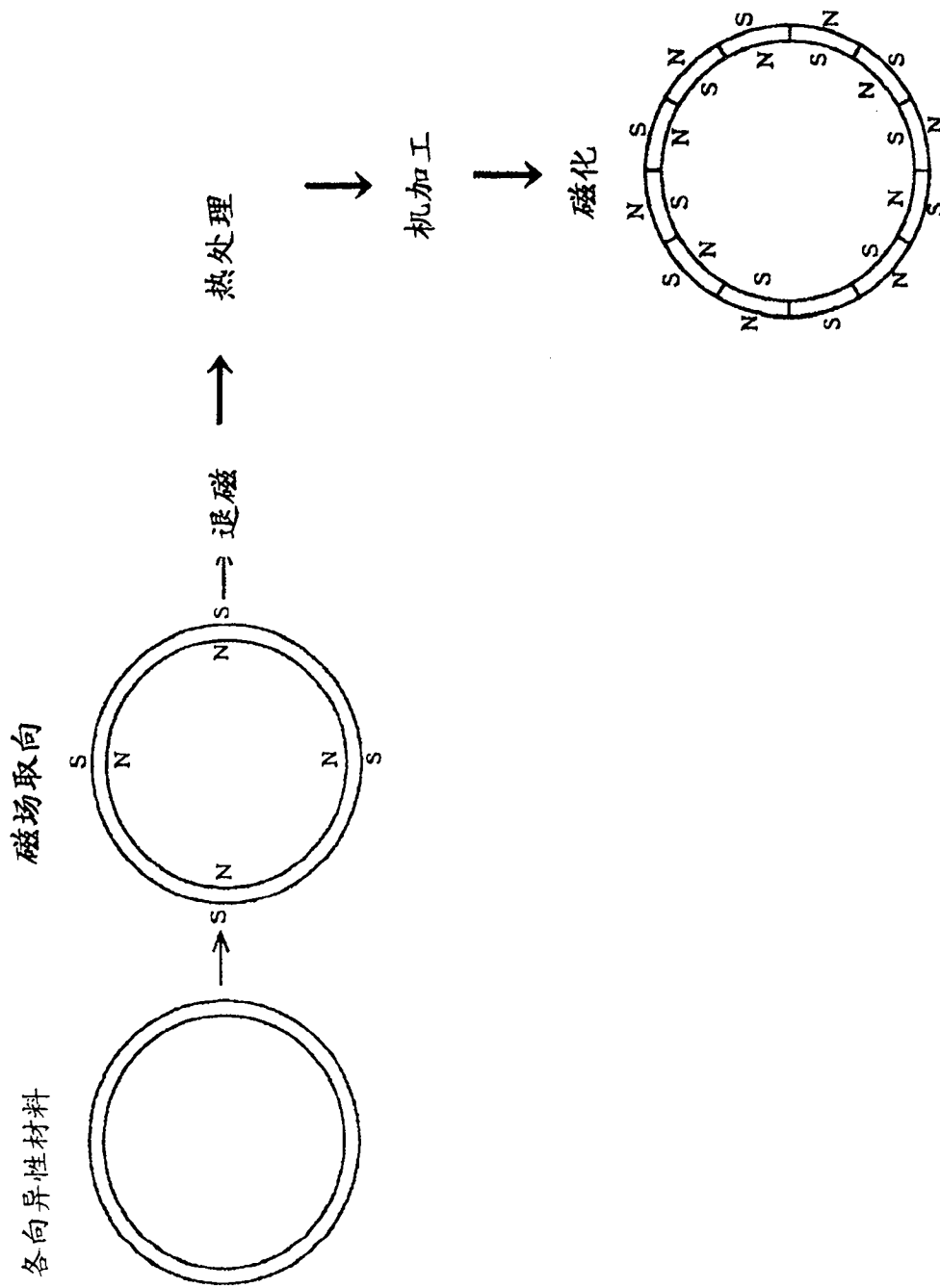


图 7C

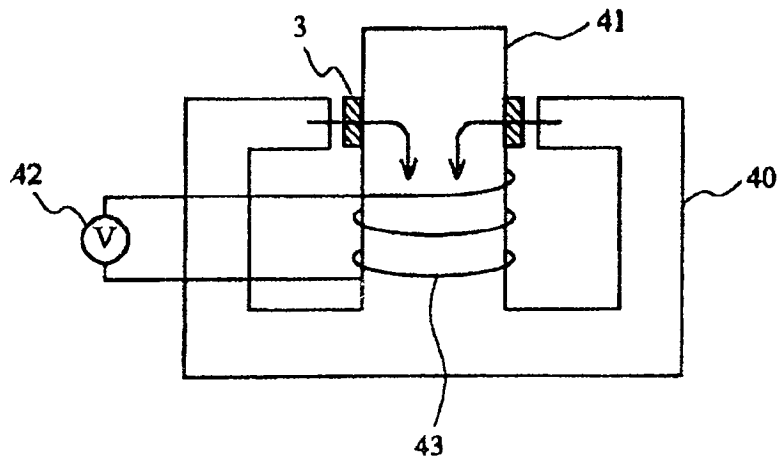


图 8

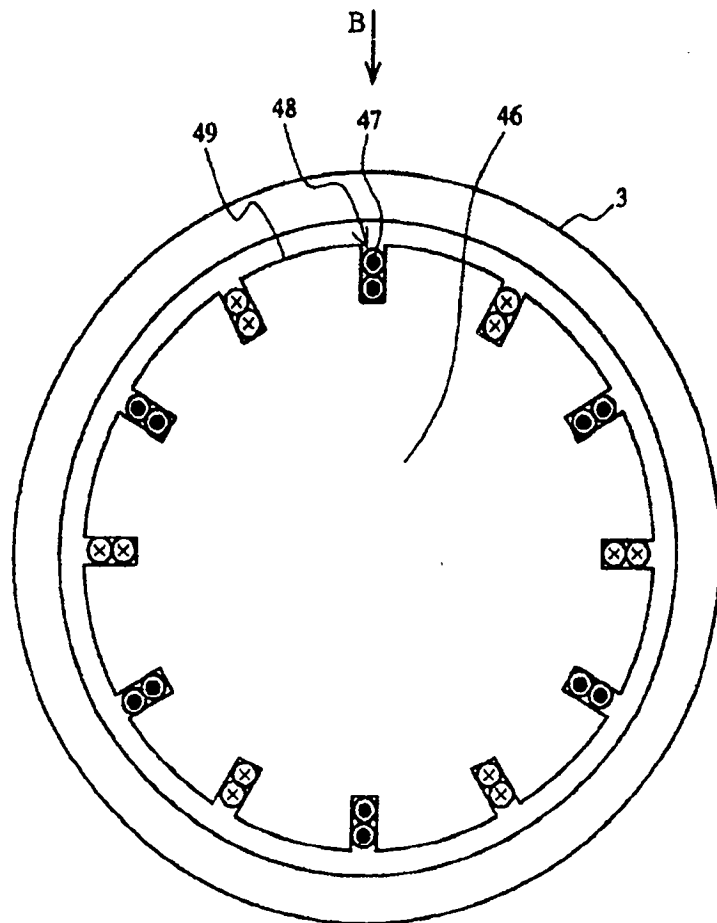


图 9A

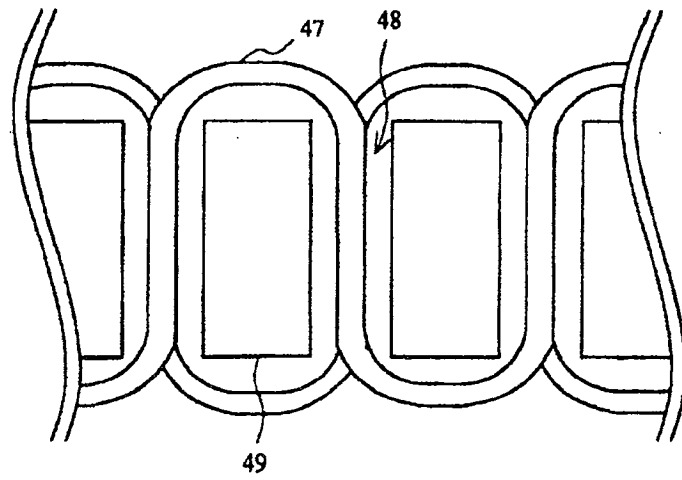


图 9B

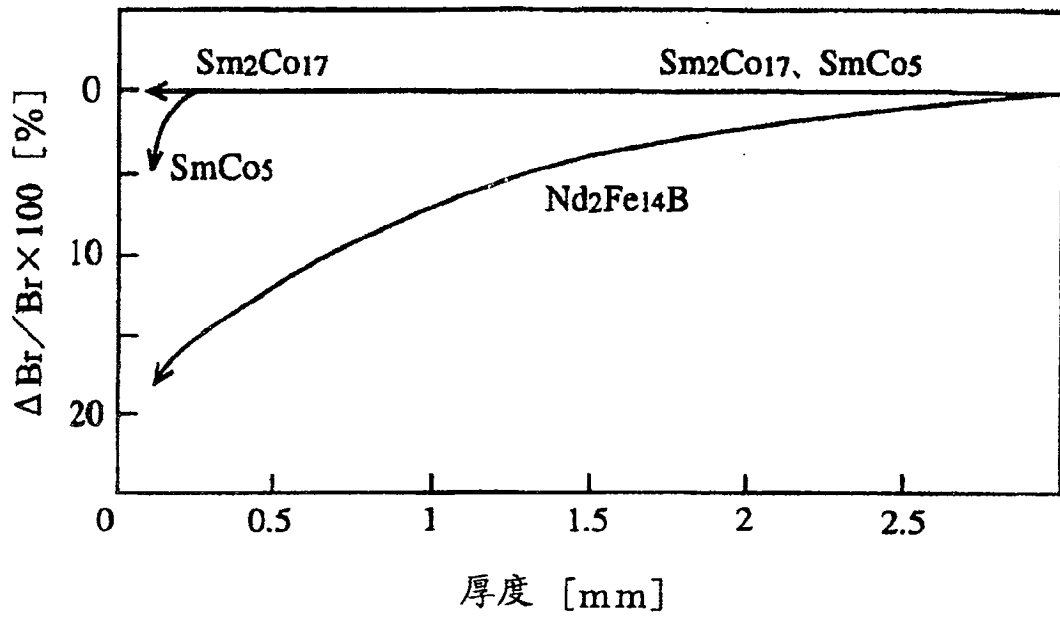


图 10

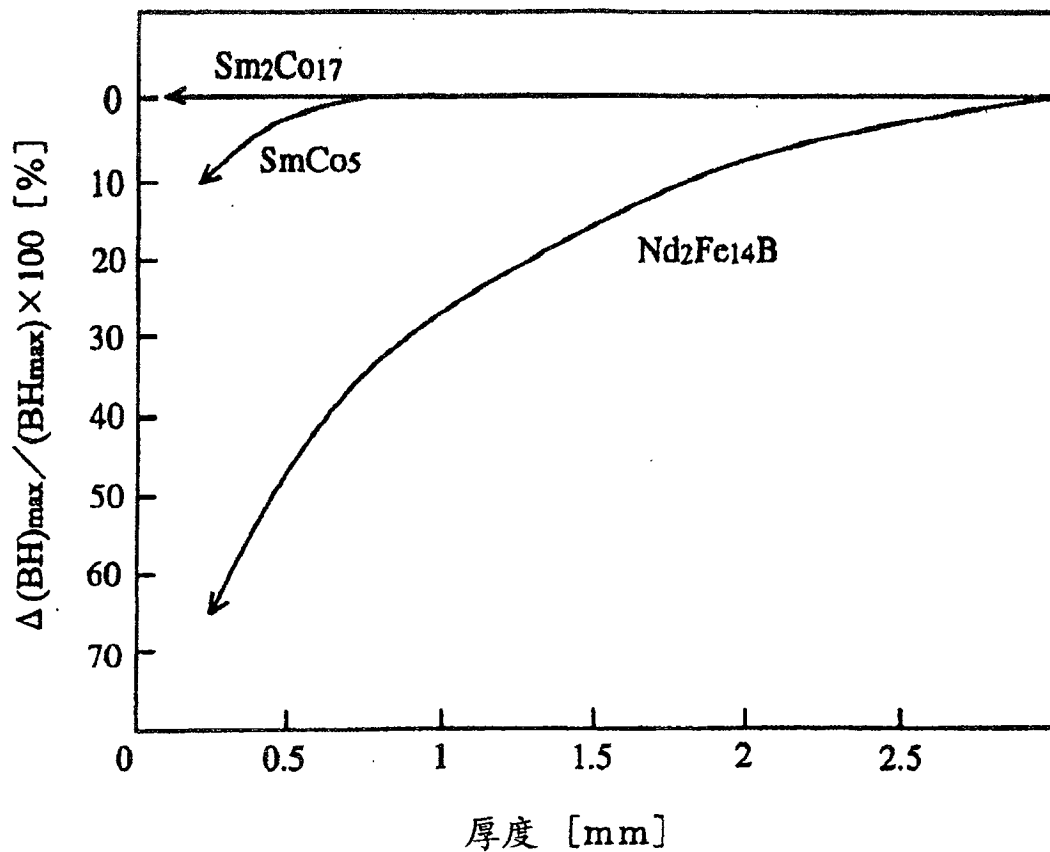


图 11

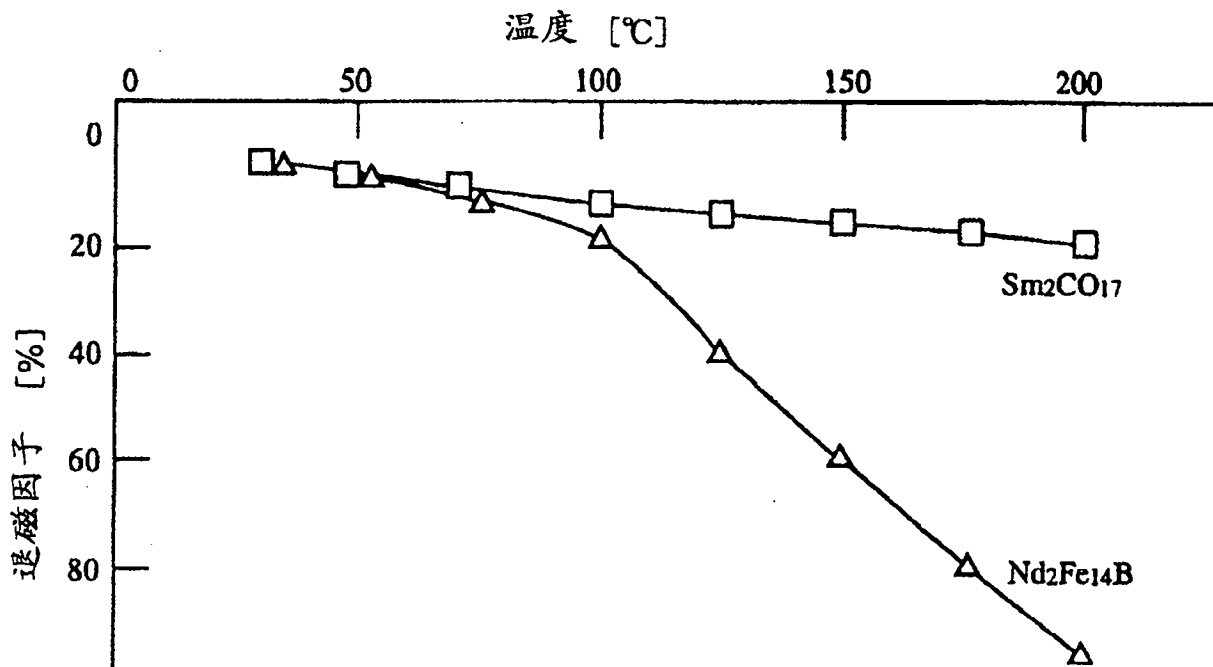


图 12