



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102611216 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201110026190. 0

(22) 申请日 2011. 01. 19

(71) 申请人 株式会社安川电机

地址 日本福冈县

申请人 烟台首钢磁性材料股份有限公司

(72) 发明人 宫本恭祐 森下大辅 林喜峰

丁开鸿 彭众杰 吕思晶

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 李雪春 武玉琴

(51) Int. Cl.

H02K 1/06 (2006. 01)

H02K 1/27 (2006. 01)

H01F 7/02 (2006. 01)

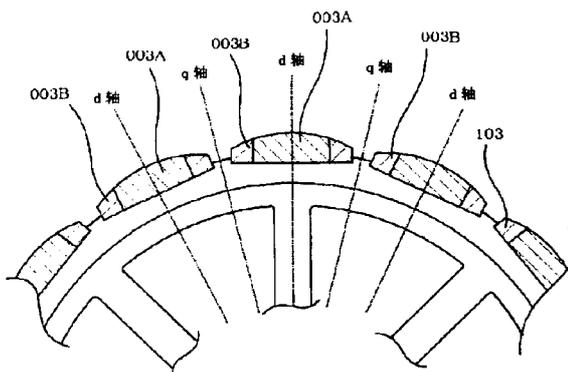
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

混合型励磁永久磁铁及使用其的旋转电机用
转子及发电机

(57) 摘要

本发明是使用在旋转电机的转子上的励磁永久磁铁,组合有特性不同的两种以上的永久磁铁,将励磁永久磁铁在宽度方向上分为三个以上,在以励磁永久磁铁中心轴即 d 轴为中心的范围范围内使用高矫顽力永久磁铁 A,随着从 d 轴向外侧方离开,使用与永久磁铁 A 相比虽然矫顽力低但剩余磁通密度却高的永久磁铁 B 群。通过采用如此使用特性不同的两种磁铁的混合磁铁作为励磁磁铁,能够减少高价的高矫顽力磁铁的投入量,实现降低成本,保护资源。



1. 一种混合型励磁永久磁铁,其为使用在旋转电机的转子上的励磁永久磁铁,其特征在于,

所述励磁永久磁铁由特性不同的两种以上的永久磁铁的组合构成,

将所述励磁永久磁铁在宽度方向上分为三个以上,

在以所述励磁永久磁铁中心轴即 d 轴为中心的范围使用高矫顽力永久磁铁 A,

随着从所述 d 轴向外侧方离开,使用与所述永久磁铁 A 相比虽然矫顽力低但剩余磁通密度却高的永久磁铁 B 群。

2. 根据权利要求 1 所述的混合型励磁永久磁铁,其特征在于,

所述励磁永久磁铁在自中心轴即所述 d 轴起 60 ~ 80% 的范围内采用高矫顽力永久磁铁 A。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的混合型励磁永久磁铁,其特征在于,

所述励磁永久磁铁为,

所述永久磁铁 A 的矫顽力 X 在 $20M0e \leq X \leq 28M0e$ 的范围,

剩余磁通密度 Z_a 在 $11.7KG \leq Z_a \leq 14.4KG$ 的范围,

所述永久磁铁 B 的矫顽力 Y 在 $16M0e \leq Y \leq 23M0e$ 的范围,

剩余磁通密度 Z_b 在 $10.4KG \leq Z_b \leq 13.6KG$ 的范围,

并且,在组合所述永久磁铁 A 和 B 时始终为 $X > Y$ 的关系。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的混合型励磁永久磁铁,其特征在于,

所述励磁永久磁铁为,

所述永久磁铁 A 的矫顽力 X 在 $23M0e \leq X \leq 33M0e$ 的范围,

剩余磁通密度 Z_a 在 $11.7KG \leq Z_a \leq 13.6KG$ 的范围,

所述永久磁铁 B 的矫顽力 Y 在 $20M0e \leq Y \leq 28M0e$ 的范围,

剩余磁通密度 Z_b 在 $10.8KG \leq Z_b \leq 13.4KG$ 的范围,

并且,在组合所述永久磁铁 A 和 B 时始终为 $X > Y$ 的关系。

5. 一种旋转电机用转子,其特征在于,使用了权利要求 1 至 4 所述的混合型励磁永久磁铁。

6. 一种发电机,其特征在于,使用了权利要求 5 所述的旋转电机用转子。

混合型励磁永久磁铁及使用其的旋转电机用转子及发电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种旋转电机等中使用的励磁永久磁铁以及使用该励磁永久磁铁的旋转电机用转子或发电机。

背景技术

[0002] 为了产生较高的励磁磁通,永磁式发电机目前使用高价且高性能的稀土类永久磁铁。

[0003] 在非专利文献即日本国明电时报 2010-No. 3 “风力发电用 PMG 的开发”中,刊登了如下内容的论文,即通过进行磁场解析来探讨在发电机产生短路电流时电枢反应对永久磁铁的影响。

[0004] 该论文进行了如下阐述,最大的电枢反应是在失去变频器控制并流动有短路电流时,此时,因为在 q 轴(磁铁间轴)的位置流动 $-I_d$ 电流,所以,作为其对策,需要将以 q 轴为中心的部分的磁铁厚度设计为经得住该短路电流时的电枢反应的厚度。

[0005] 作为具体的发电机的一个例子,列举了在日本国特开 2004-23944 号公报(专利文献 1)中记载的永磁式发电机。该专利文献 1 中记载的发电机的永久磁铁呈中央部比端部厚的形状,正是采用了上述论文中所阐述的结构。

[0006] 然而,专利文献 1 中记载的永久磁铁由于仅由一种高 H_{cj} 磁铁构成,所以,其为在整体上不得使用较多量的高价永久磁铁的结构。

[0007] 非专利文献 1:日本国《明电时报 2010-No. 3》“风力发电用 PMG 的开发”(日语原名:「明電時報 2010-No. 3」“風力発電用 PMG の開発”)

[0008] 专利文献 1:日本国特开 2004-23944 号公报

发明内容

[0009] 作为在上述永磁式发电机中在磁铁 q 轴(磁铁间轴)的位置流动有 $-I_d$ 短路电流时的对策,需要将磁铁厚度设计为经得住短路电流产生的电枢反应的厚度。也就是说,需要进行使相当于永久磁铁中央部分的 d 轴附近的厚度厚的设计,但是仅用一种高价稀土类永久磁铁来构成磁铁整体时,由于上述原因,存在磁铁的投入量增加、成本增加的问题。尤其不能忽视的是环境问题,稀土类磁铁的大量使用将关系到稀少资源 Dy、Tb 的大量消耗。

[0010] 为解决这样的现有技术所具有的问题,本发明的目的在于提供一种混合型励磁永久磁铁及使用该混合型励磁永久磁铁的旋转电机用转子或发电机,有效地利用磁铁特性即矫顽力(以下称 H_{cj})及剩余磁通密度(以下称 B_r)的不同,在永久磁铁的中央部分配置高 H_{cj} 磁铁并在左右两端配置高 B_r 低 H_{cj} 磁铁,通过以上构成,能够降低高价的高 H_{cj} 磁铁的投入量。

[0011] 当发电机中产生短路电流时,如上所述,在自磁铁磁通中心轴起 90 度的电相位也就是说 q 轴的位置则流动 $-I_d$ 电流,在磁铁磁通中心轴上,电枢反应磁通作用在磁铁去磁方向上。

[0012] 因为电枢反应磁动势的波形呈接近正弦波的形状,所以磁铁的去磁磁场在 d(磁通)轴上最强,而越到磁铁端则越变小。

[0013] 根据这样的物理特性,本发明是在中央部配置高 Hc_j 磁铁并在两端部配置高 Br 低 Hc_j 磁铁的混合型励磁永久磁铁。

[0014] 根据本发明,因为配置在两端部的磁铁是由低 Hc_j 的磁铁构成的,所以能够减少为提高磁铁的矫顽力特性而混合的高价稀土类元素 Dy、Tb 等的投入量。

[0015] 另外,因为配置在两端部的磁铁虽然是低 Hc_j 但却是高 Br 的磁铁,所以能够使决定永磁同步电机输出的励磁磁通量增加。由此,能够使两端部的励磁磁通量增加,如果输出恒定时,能够使永磁同步电机的尺寸小型化,能够削减整体的磁铁投入量。

[0016] 根据本发明,与输出恒定时的现有产品相比,能够降低约 15 ~ 30% 的永磁发电机的稀土类磁铁投入量,在成本上能够降低约 30%。

[0017] 另外,通过分块构成磁铁,还能够降低涡流损耗。

[0018] 并且,如上所述,由于能够使永磁同步电机的尺寸小型化,可实现轻量化,所以尤其在位于较细的塔架上高处的风力用发电机的修建作业工程中,该轻量化将起到极为重要的作用。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的第 1 实施方式涉及的永磁发电机的主剖视图。

[0020] 图 2 是表示该实施方式涉及的电枢和磁铁部的放大图。

[0021] 图 3 是本发明的第 1 实施方式涉及的永磁发电机的混合磁铁的图。

[0022] 图 4 是比较本发明的第 1 实施方式与现有技术的磁通密度分布的图。

[0023] 图 5 是本发明的第 2 实施方式涉及的永磁发电机的 IPM 转子的图。

[0024] 图 6 是本发明的第 2 实施方式涉及的永磁发电机的混合磁铁的图。

[0025] 图 7 是比较本发明的第 2 实施方式与现有技术的磁通密度分布的图。

[0026] 图 8 是本发明的变形例涉及的永磁发电机的 IPM 转子的图。

[0027] 图 9 是本发明的变形例涉及的永磁发电机的混合磁铁的图。

[0028] 符号说明

[0029] 100- 本发明第 1 实施例的永磁发电机;101- 本发明第 1 实施例的电枢;102- 本发明第 1 实施例的 SPM 转子部;103- 本发明第 1 实施例的混合磁铁;200- 本发明第 2 实施例的永磁发电机;201- 本发明第 2 实施例的电枢;202- 本发明第 2 实施例的 IPM 转子部;203- 本发明第 2 实施例的混合磁铁;302- 本发明变形例的 IPM 转子部;303- 本发明变形例的混合磁铁;003A- 高 Hc_j 磁铁 A;003B- 高 Br 磁铁 B。

具体实施方式

[0030] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行说明。并且,对于相同构成,通过付以相同符号来适当省略重复说明。

[0031] < 第 1 实施方式 >

[0032] 首先,参照图 1 对本发明的第 1 实施方式涉及的永磁发电机的构成进行说明。图 1 是本发明的第 1 实施方式涉及的永磁发电机的主视图。

[0033] 如图 1 所示,本实施方式涉及的永磁发电机 100 具有电枢部 101、SPM 转子部 102、安装于转子部的励磁永久磁铁 103。

[0034] 电枢部 101 是发电机电枢结构的一个例子,电枢绕组绕在电枢铁心上。所述励磁永久磁铁 103 旋转时,在发电机的电枢部 101 产生感应电压。

[0035] 公式 1

[0036] 当气隙磁通密度为 B_g ,气隙面积为 S_g 时,则总磁通量 Φ 为 $\Phi = B_g \cdot S_g$ 。另外,当电枢绕组匝数为 W ,绕组系数为 k_w ,角旋转速度为 ω 时,感应电压 E 如以下公式所示。

[0037] $E = k_w \cdot W \cdot \Phi \cdot \omega$ (式 1)

[0038] 然后,参照图 2 对本实施方式涉及的永磁发电机 100 的短路电流动作进行说明。图 2 是表示本实施方式涉及的永磁发电机的短路动作的剖视图。

[0039] 如图 2 所示,在本实施方式涉及的永磁发电机 100 中,当发生短路动作时,则在电枢部 101 的 q 轴位置流动短路电流,产生电枢反应。也就是说,该电枢反应的影响在永久磁铁 103 的中心轴即 d 轴最大,而越到磁铁两端则越变小。由此,如图 3 所示,将励磁永久磁铁 103 在宽度方向上分为多个(最少三个),并在自永久磁铁中心轴即 d 轴起 60~80% 的范围内使用高 H_{cj} 磁铁 A,在其两端部使用高 B_r 磁铁 B。磁铁 A 与磁铁 B 用粘合剂等牢固地固定而一体化。

[0040] 通过采用如此使用特性不同的两种磁铁的所谓混合型磁铁作为励磁永久磁铁,能够减少大量投入高价稀土类元素 Dy、Tb 的高 H_{cj} 磁铁的投入量。另外,通过使配置在磁铁两端部的磁铁为高 B_r 磁铁,能够在抑制磁铁成本的同时使磁铁磁通增加,并能增加永磁发电机的发电量。

[0041] 在此,两种混合型励磁永久磁铁中的高 H_{cj} 磁铁 A 与高 B_r 磁铁 B 的关系如下所示。

[0042] 种类①

[0043] 磁铁 A : $20M0e \leq H_{cj} \leq 28M0e$

[0044] $11.7KG \leq B_r \leq 14.4KG$

[0045] 磁铁 B : $16M0e \leq H_{cj} \leq 23M0e$

[0046] $10.4KG \leq B_r \leq 13.6KG$

[0047] 但是,始终为磁铁 A 的 $H_{cj} >$ 磁铁 B 的 H_{cj} 的关系。

[0048] 种类②

[0049] 磁铁 A : $23M0e \leq H_{cj} \leq 33M0e$

[0050] $11.7KG \leq B_r \leq 13.6KG$

[0051] 磁铁 B : $20M0e \leq H_{cj} \leq 28M0e$

[0052] $10.8KG \leq B_r \leq 13.4KG$

[0053] 但是,始终为磁铁 A 的 $H_{cj} >$ 磁铁 B 的 H_{cj} 的关系。

[0054] 并且在此,矫顽力 H_{cj} 的单位 $M0e = 1 \times 10^6 0e$,用 CGS 单位制表示矫顽力。

[0055] 另外,剩余磁通密度 B_r 的单位 $KG = 1 \times 10^3 G$,用 CGS 单位制表示剩余磁通密度。

[0056] 种类①的永久磁铁适于应用在如发电机的转速比较慢的风力发电机这样的将自然流体能进行电转换的发电机中。

[0057] 另外,种类②的永久磁铁适于应用在如发电机的转速比较快、热环境条件差(高)的发动机驱动型发电机这样的将化石燃料进行电转换的发电机中。

[0058] 如上所述,作为用于发电的励磁永久磁铁 103,本实施方式涉及的发电机 100 采用了使用特性不同的两种磁铁的混合励磁永久磁铁。

[0059] 该混合励磁永久磁铁可减少大量投入高价 Dy、Tb 的高 Hc_j 磁铁的投入量。

[0060] 例如,当中央部分的磁铁 A 为 Hc_j = 30K0e,两端部的磁铁 B 为 Hc_j = 21K0e 时,

[0061] (1) 与仅由 Hc_j = 30K0e 的一种磁铁构成的情况相比,磁铁投入量可削减 15%,成本可削减 30%。

[0062] (2) 与仅由 Hc_j = 21K0e 的一种磁铁构成的情况相比,磁铁投入量可削减 30%,成本可削减 30%。

[0063] 图 4 是表示现有技术与本申请发明的实施例的磁通密度分布不同的图。从该图可明显看出,与现有技术相比,本实施例的磁铁能够在磁铁两端部分使励磁磁通量增加。如此,本发明的混合励磁永久磁铁,因为通过使配置在磁铁两端部的磁铁为高 Br 磁铁还能够使励磁磁通量增加,所以在永磁同步电机的输出恒定时,能够使同步电机整体的尺寸小型化,具有削减成本的作用。

[0064] 另外,如图 3 所示,由于将励磁永久磁铁在宽度方向上分为多个奇数个(最少三个),因此可降低发电机进行旋转动作时永久磁铁 103 内部产生的涡流损耗,在输入相同能量时,发电量增加,能够更加提高发电机效率的提升效果。

[0065] 并且,配置在两端部的磁铁 B 使用的是高 Br 磁铁,一般地说,因为高 Br 磁铁不含有很多用于使矫顽力 Hc_j 增大的稀土类元素 Dy、Tb 等,所以在降低磁铁投入量的基础上,还能够降低原料成本、保护资源,实现设备轻量化。

[0066] < 第 2 实施方式 >

[0067] 下面,参照图 5、图 6,对本发明的第 2 实施方式涉及的永磁发电机 200 及其转子部 202 进行说明。

[0068] 该第 2 实施方式涉及的永磁发电机 200 在取代 SPM 转子部 102 而具有 IPM 转子部 202 这一点上与第 1 实施方式涉及的永磁发电机 100 不同,其它构成相同。因此,以下为了便于说明,适当省略重复说明,而以与第 1 实施方式不同的方面为中心进行说明。

[0069] IPM 转子部 202 与 SPM 转子部 102 不同,永久磁铁不是在转子的表面,而是插入固定于由强磁性材料形成的圆筒形转子的磁铁插入孔。

[0070] IPM 转子部 202 具有“凸极效应”,与 SPM 转子部 102 相比,电感以磁极数的 2 倍的周期发生变化。其结果,旋转电机产生的转矩是在磁铁转矩上叠加了磁阻转矩。因此,与实施例 1 的永久磁铁相比,本实施方式涉及的永磁发电机 200 能够减少磁铁投入量。

[0071] 另外,此时,在所述 IPM 转子部 202 中,在 q 轴位置流动有短路电流时,因为在 d 轴位置产生的电枢反应能够在磁铁表面的凸极得到缓解,所以磁铁形状为断面呈长方形的厚度均等的方形即可。

[0072] 图 7 是表示现有技术与本申请发明的实施例的磁通密度分布不同的图。从该图可明显看出,与现有技术相比,本实施例的磁铁能够在磁铁两端部分使励磁磁通量增加。

[0073] 如上所述,本实施方式涉及的永磁发电机 200,由于具备具有凸极效应的 IPM 转子部 202,所以可得到第 1 实施方式涉及的永磁发电机 100 所起的作用、效果,同时还由于在磁铁转矩上叠加了磁阻转矩,所以在输出恒定时可降低磁铁转矩,减少磁铁投入量,还能够降低旋转电机的空载损耗。

[0074] 以上,对本发明的第 1、第 2 实施方式进行了说明,但如果是所谓本领域技术人员,在不脱离本发明重要内容的范围内,可以对本发明的上述实施方式进行适当变更,而且也可以适当组合利用基于上述实施方式和变更例的方法。即,不用说,即使是这样的加以变更等的技术也包含在本发明的范围内。

[0075] 例如,上述实施方式中,作为混合型励磁永久磁铁,以分为三块而构成的磁铁为例进行了说明,但也可以分为偶数块而构成。具体地说,如图 8、图 9 所示,因为 IPM 转子部是由两个励磁永久磁铁构成一个磁极,所以励磁永久磁铁是分为偶数块的混合构成。

[0076] 本发明可应用于使用励磁永久磁铁的所有发电机。

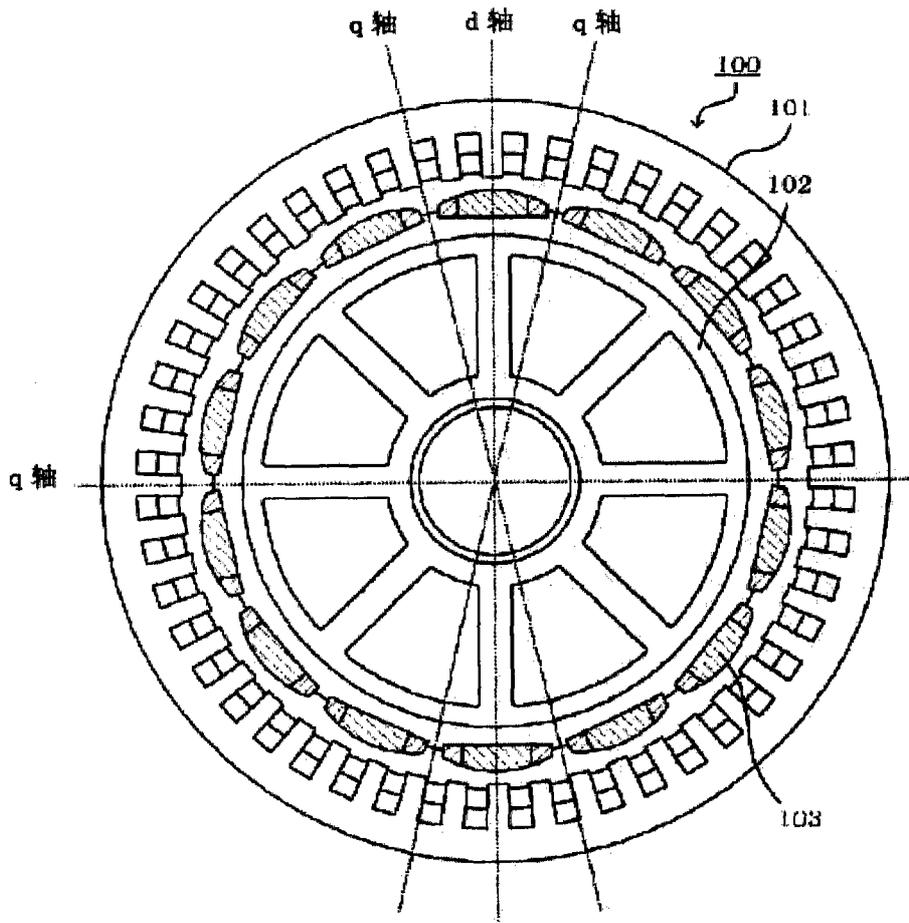


图 1

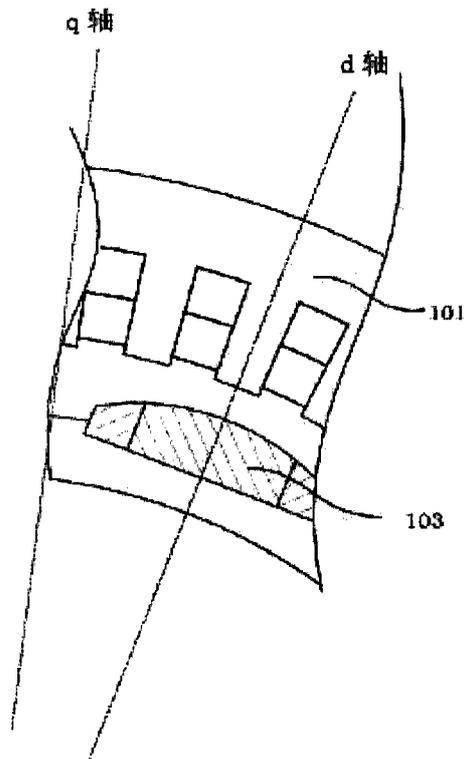


图 2

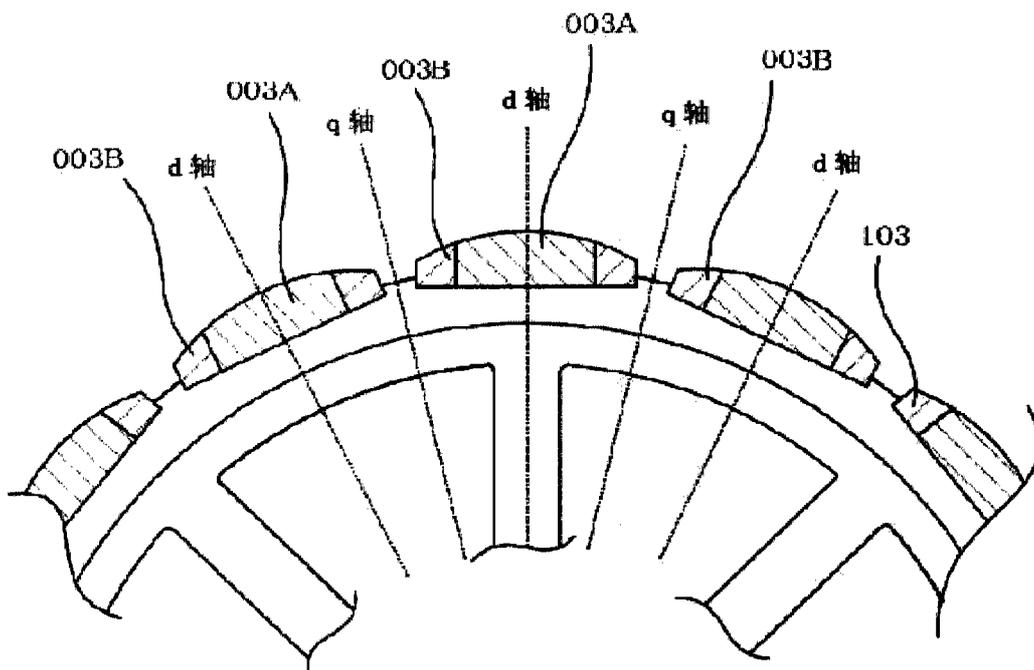


图 3

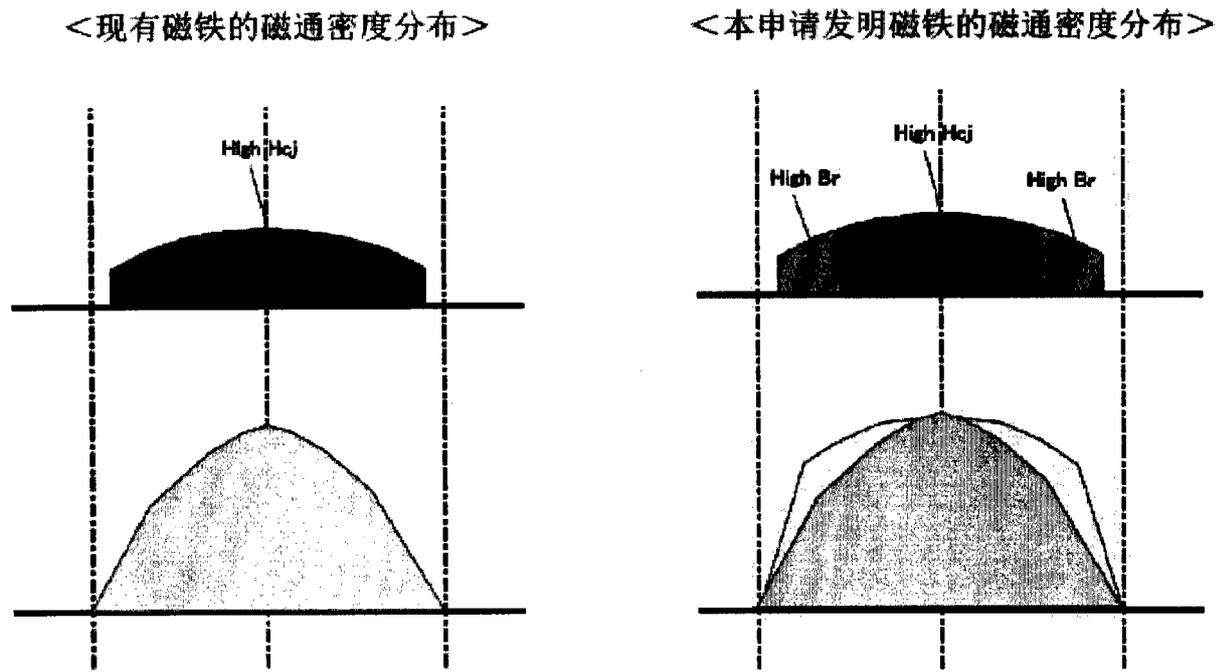


图 4

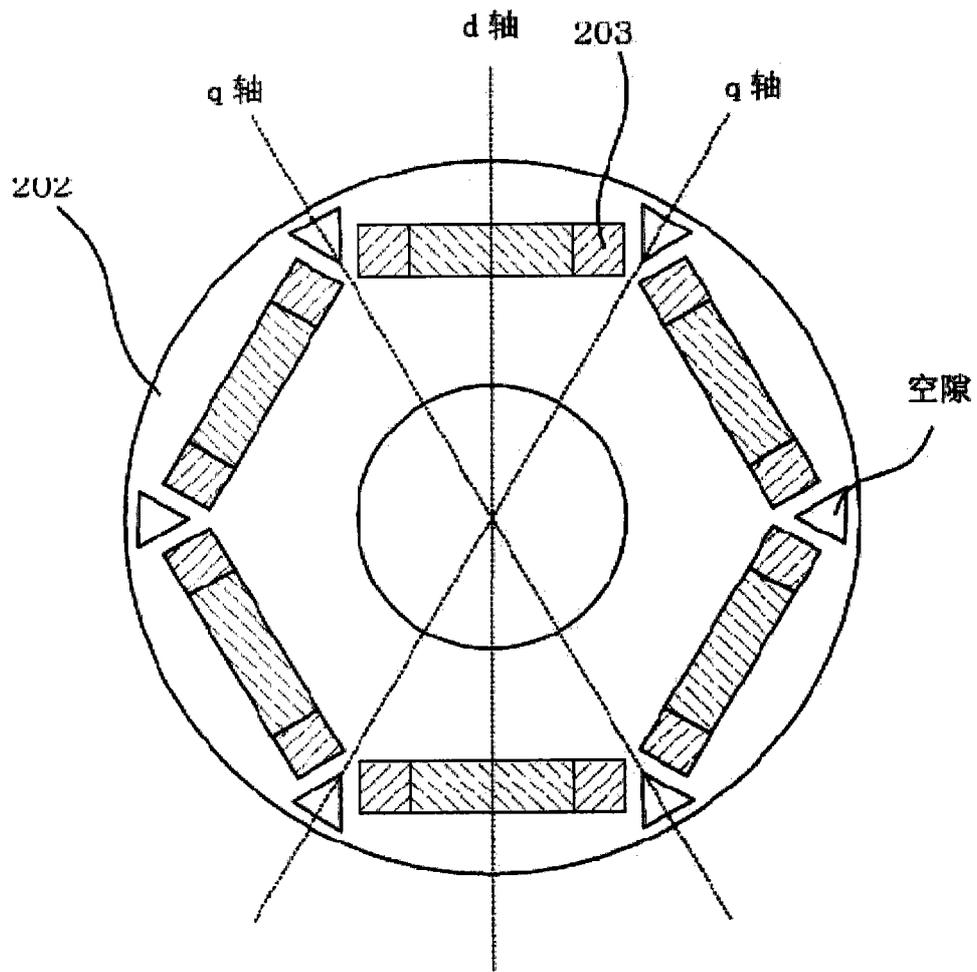


图 5

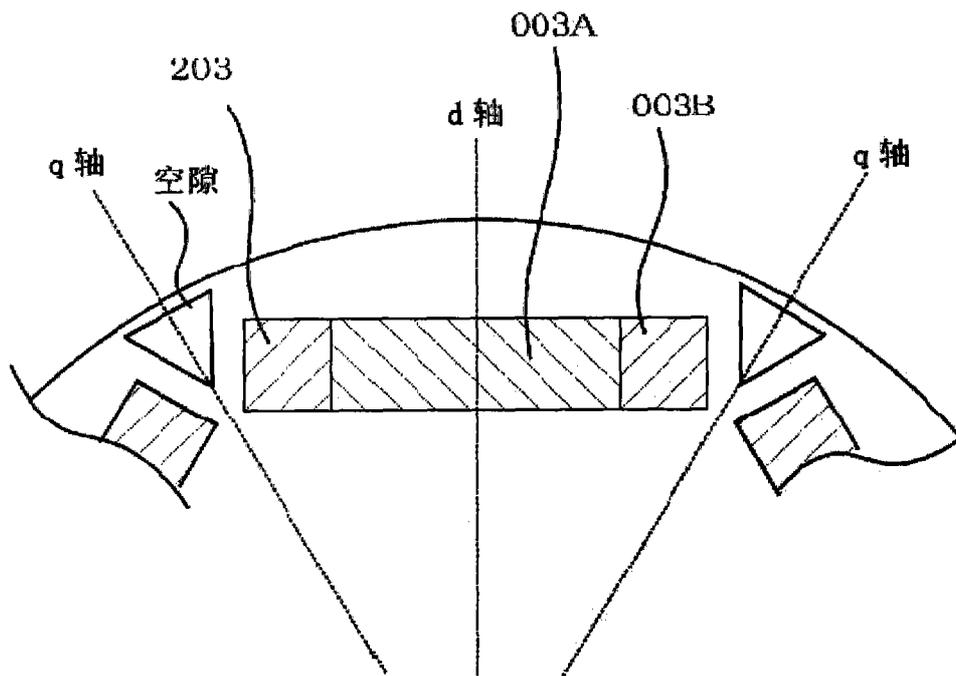


图 6

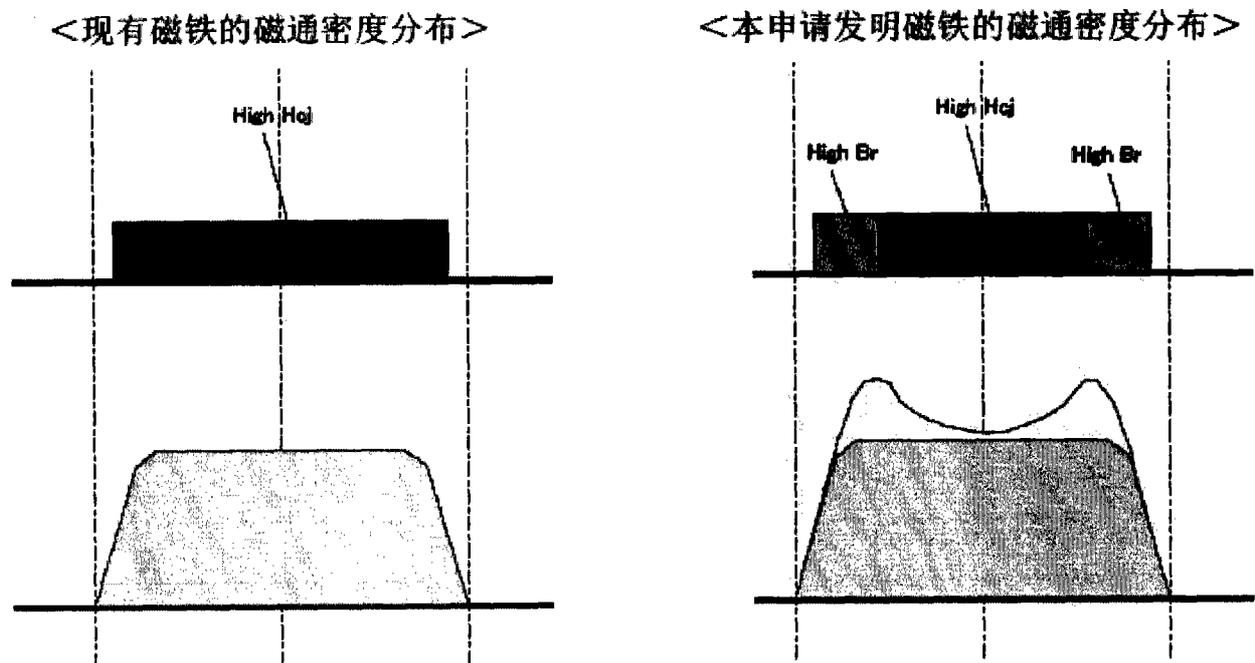


图 7

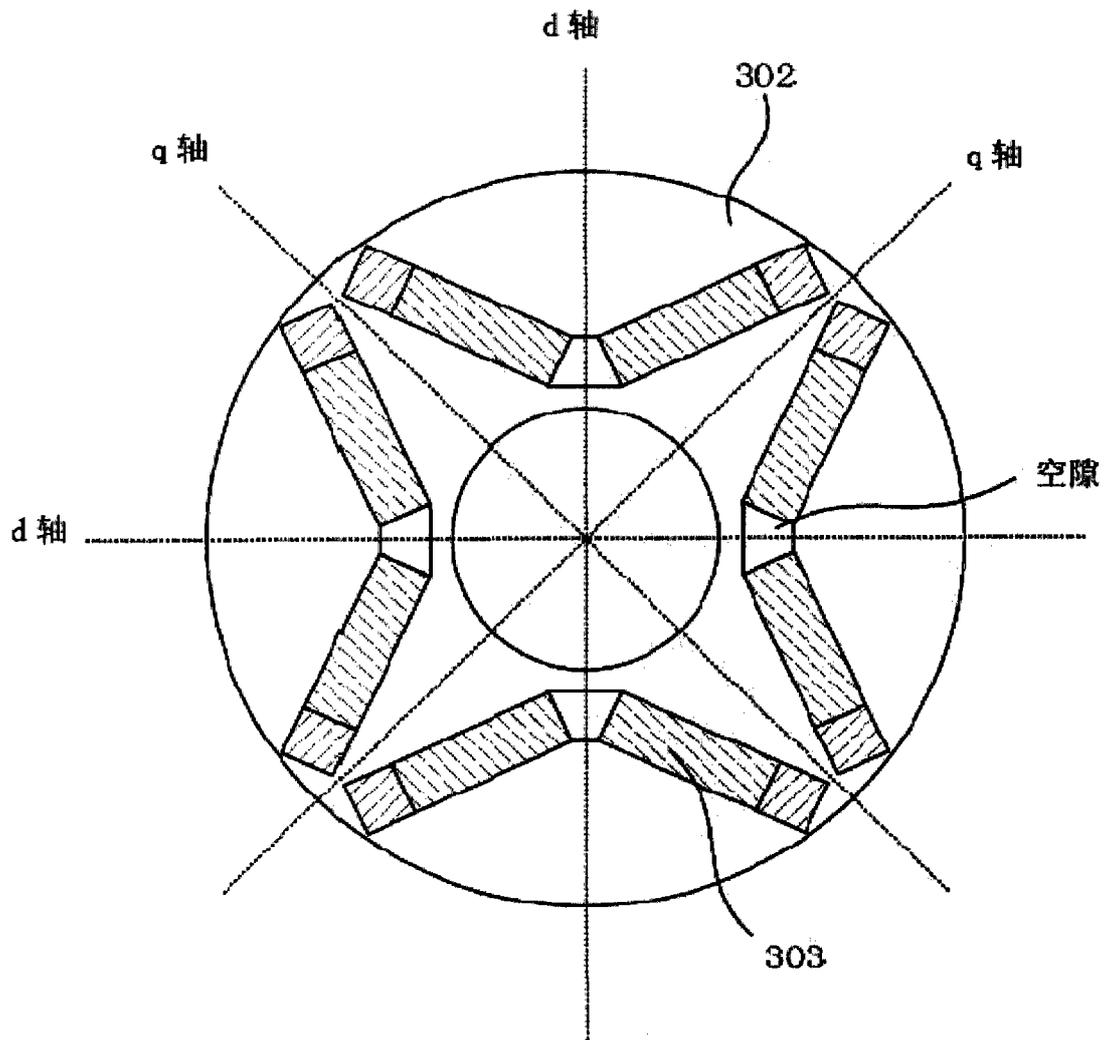


图 8

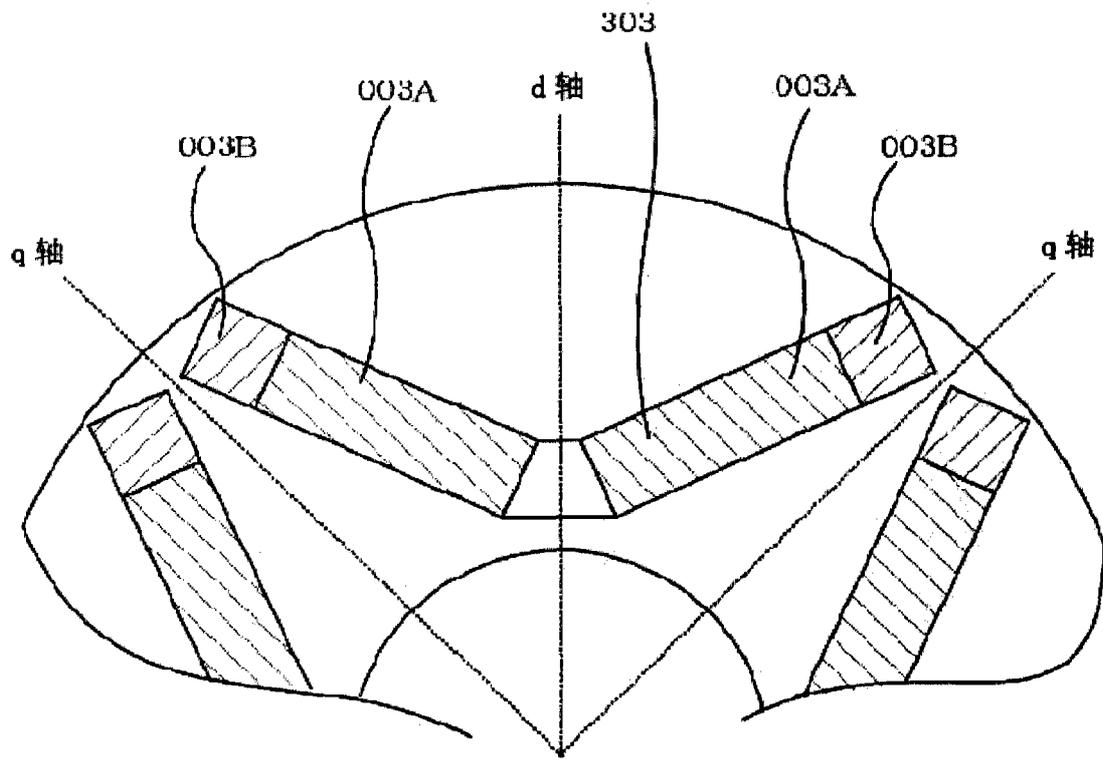


图 9