

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101663806 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 200880012176. 1

(22) 申请日 2008. 02. 25

(30) 优先权数据

108127/2007 2007. 04. 17 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 10. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/053178 2008. 02. 25

(87) PCT申请的公布数据

W02008/129902 JA 2008. 10. 30

(73) 专利权人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 新博文 阿部升荣 山本惠一

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李贵亮

(51) Int. Cl.

H02K 1/27(2006. 01)

H02K 21/24(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2001-136721 A, 2001. 05. 18, 全文.

JP 特开平 10-271784 A, 1998. 10. 09, 全文.

JP 特开平 10-164779 A, 1998. 06. 19, 说明书第 0012-0018, 附图 1-9.

JP 特开 2005-341696 A, 2005. 12. 08, 说明书第 0007-0024, 附图 1-11.

JP 特开 2006-222131 A, 2006. 08. 24, 全文.

审查员 兰霞

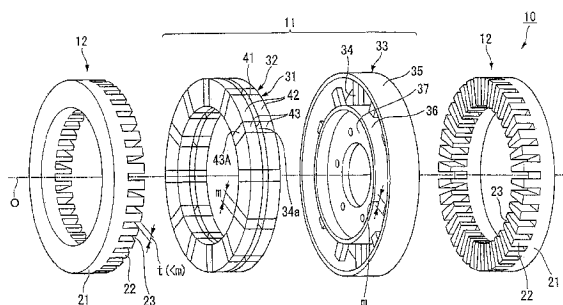
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 11 页

(54) 发明名称

轴向间隙型电机

(57) 摘要

本发明涉及一种轴向间隙型电机,其具有能够绕旋转轴旋转的转子和相对于所述转子配置在所述旋转轴方向的至少一侧的定子,所述转子具有:多个主永久磁铁,该多个主永久磁铁沿着该转子的周向并列配置且磁化方向为所述旋转轴方向;多个副永久磁铁,该多个副永久磁铁配置在所述主永久磁铁的端部附近且磁化方向为与所述旋转轴方向正交的方向,所述定子具有多个齿部,该多个齿部沿着所述周向并列配置并沿着所述旋转轴方向朝向所述转子突出,所述各副永久磁铁的与所述定子对置的各相对置的、所述周向的一端部和另一端部之间的所述周向的间隔,比所述定子的在所述周向上相邻的齿部彼此间的狭槽宽度大。



CN 101663806 B

1. 一种轴向间隙型电机,其具有能够绕旋转轴旋转的转子和相对于所述转子配置在所述旋转轴方向的至少一侧的定子,其特征在于,

所述转子具有:沿着该转子的周向排列配置且磁化方向为所述旋转轴方向的多个主永久磁铁;配置在所述主永久磁铁的端部附近且磁化方向为与所述旋转轴方向正交的方向的多个副永久磁铁,

所述定子具有沿着所述周向排列配置并沿着所述旋转轴方向朝向所述转子突出的多个齿部,

各所述副永久磁铁的与所述定子对置的各对置面的、所述周向的一端部和另一端部之间的所述周向的间隔,比所述定子的在所述周向上相邻的齿部彼此间的狭槽宽度大,

沿着所述旋转轴方向平面看所述各副永久磁铁的情况下的长度方向轴线与在所述周向上相邻的所述定子的齿部彼此间的狭槽的长度方向轴线交叉。

2. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型电机,其中,

所述各对置面的所述周向上的宽度比所述狭槽宽度大。

3. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型电机,其中,

所述各副永久磁铁具有分别配置在所述各主永久磁铁的旋转轴方向的两端部附近的一对第一副永久磁铁和第二副永久磁铁,

所述定子具有间隔所述转子而配置在所述旋转轴方向的两侧的第一定子和第二定子。

4. 如权利要求 1 所述的轴向间隙型电机,其中,

所述各主永久磁铁或所述各副永久磁铁的沿着所述转子的径向的剖面积从径向外侧朝向径向内侧增大。

轴向间隙型电机

[0001] 本申请主张 2007 年 4 月 17 日在日本申请的专利申请 :特愿 2007-108127 号的优先权,在此引用但不限于其内容。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种轴向间隙型电机。

背景技术

[0003] 以往,例如已知这样的轴向间隙型的永久磁铁同步机,其具有从旋转轴方向两侧隔着转子对置配置的一对定子,相对于转子的永久磁铁的磁场磁通而形成经由一对定子的磁通回路(例如参照专利文献 1、专利文献 2)。

[0004] 专利文献 1 :日本特开平 10-271784 号公报

[0005] 专利文献 2 :日本特开 2001-136721 号公报

[0006] 在上述以往技术的永久磁铁同步机中,期望能够抑制因在旋转方向上作用的磁气吸引力导致产生齿槽转矩和转矩波动。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述问题而研发的,其目的在于提供一种能够抑制齿槽转矩和转矩波动的产生的轴向间隙型电机。

[0008] (1)、为了解决上述课题,本发明提供一种轴向间隙型电机,其具有能够绕旋转轴旋转的转子和相对于所述转子配置在所述旋转轴方向的至少一侧的定子,其特征在于:所述转子具有:多个主永久磁铁,该多个主永久磁铁沿着该转子的周向并列配置且磁化方向为所述旋转轴方向;多个副永久磁铁,该多个副永久磁铁配置在所述主永久磁铁的端部附近且磁化方向为与所述旋转轴方向正交的方向,所述定子具有多个齿部,该多个齿部沿着所述周向并列配置并沿着所述旋转轴方向朝向所述转子突出,所述各副永久磁铁的与所述定子对置的各对置面的、所述周向的一端部和另一端部之间的所述周向的间隔,比所述定子的在所述周向上相邻的齿部彼此间的狭槽宽度大。

[0009] (2)、本发明的轴向间隙型电机中,所述各对置面的所述周向宽度可以比所述狭槽宽度大。

[0010] (3)、本发明的轴向间隙型电机中,可以使沿着所述旋转轴方向平面看所述各副永久磁铁的情况下的长度方向轴线与在所述周向上相邻的所述定子的齿部彼此间的狭槽的长度方向轴线交叉。

[0011] (4)、本发明的轴向间隙型电机中,所述各副永久磁铁可以具有分别配置在所述各主永久磁铁的旋转轴方向的两端部附近的一对第一副永久磁铁和第二副永久磁铁,所述定子具有间隔所述转子而配置在所述旋转轴方向两侧的所述第一定子和第二定子。

[0012] (5)、本发明的轴向间隙型电机中,所述各主永久磁铁或所述各副永久磁铁的沿着所述转子的径向的剖面积从径向外侧朝向径向内侧增大。

[0013] (发明效果)

[0014] 根据上述 (1) 所述的发明,副永久磁铁的对置面上的、周向的一端部(周向一端部)和另一端部(周向另一端部)之间的周向的间隔,比在周向上相邻的定子的齿部彼此间的狭槽宽度大,即、在旋转轴方向上副永久磁铁的周向一端部和周向另一端部能够与相互不同的齿部重合配置,在副永久磁铁的周向一端部和周向另一端部上作用能够在相反的方向上相互抵消的磁气吸引力,这样能够降低因在旋转方向上作用的磁气吸引力的总和引起的齿槽转矩,并能够降低转矩波动,能够抑制产生反转方向的反转矩(バックトルク)。

[0015] 另外,上述 (2) 的情况下,对置面的周向宽度比狭槽宽度大,这样,能够增大在旋转轴方向上与相互不同的齿部重合的副永久磁铁的区域,能够进一步降低齿槽转矩和转矩波动。

[0016] 另外,在上述 (3) 的情况下,根据轴向间隙型电机,由于副永久磁铁与狭槽延伸的方向交叉,所以其相对于定子的各齿部倾斜配置,能够进一步降低齿槽转矩和转矩波动。

[0017] 另外,在上述 (4) 的情况下,基于主永久磁铁和第一副永久磁铁以及第二副永久磁铁的所谓永久磁铁的哈尔巴赫(Halbach)型配置的磁通镜(磁束レンズ)效应,能够使磁场磁通适当收敛,并同时,在旋转轴方向上成对的第一以及第二定子之间扫描磁场磁通,能够增大与各定子的固定子绕组绕链的磁通量。

[0018] 另外,在上述 (5) 的情况下,至少沿着主永久磁铁或副永久磁铁的径向的剖面积随着从径向外侧朝向径向内侧而向增大倾向变化,从而能够提高转子的刚性。在此,至少在主永久磁铁或副永久磁铁中,在与径向内侧相比剖面积较小的径向外侧,周向的一端部和另一端部之间的宽度比狭槽宽度大,所以能够降低齿槽转矩和转矩波动。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的一实施方式的轴向间隙型电机的立体图。

[0020] 图 2 是该轴向间隙型电机的转子的分解立体图。

[0021] 图 3 是该轴向间隙型电机的转子的主要部分立体图。

[0022] 图 4A 是本发明的一实施方式的实施例的轴向间隙型电机的沿着径向的主要部分剖面图。

[0023] 图 4B 是该实施方式的比较例的轴向间隙型电机的沿着径向的主要部分剖面图。

[0024] 图 5A 是表示该实施方式的实施例的无通电时的轴向间隙型电机的齿槽转矩的波形的图。

[0025] 图 5B 是表示该实施方式的比较例的无通电时的轴向间隙型电机的齿槽转矩的波形的图。

[0026] 图 6A 是表示该实施方式的实施例的通电时的轴向间隙型电机的转矩波动的波形的图。

[0027] 图 6B 是表示该实施方式的比较例的通电时的轴向间隙型电机的转矩波动的波形的图。

[0028] 图 7 是该实施方式的第一变形例的轴向间隙型电机的转子的分解立体图。

[0029] 图 8 是该实施方式的第一变形例的轴向间隙型电机的转子的主要部分立体图。

[0030] 图 9 是该实施方式的第一变形例的轴向间隙型电机的转子的副永久磁铁片从旋

转轴 0 方向观察的图。

[0031] 图 10 是该实施方式的第一变形例的轴向间隙型电机的主磁铁极部以及副磁铁部的主要部分立体图。

[0032] 图 11 该实施方式的第二变形例的轴向间隙型电机的转子的分解立体图。

[0033] 图 12 是该实施方式的第二变形例的轴向间隙型电机的主磁铁极部以及副磁铁部的主要部分立体图。

[0034] 图 13 是该实施方式的第三变形例的轴向间隙型电机的转子的副永久磁铁片从旋转轴 0 方向观察的图。

[0035] 附图标记说明

[0036] 10 轴向间隙型电机

[0037] 11 转子

[0038] 12 定子（定子、第一定子、第二定子）

[0039] 22 齿部

[0040] 23 狭槽

[0041] 31 主磁铁极部（主磁铁部）

[0042] 32 副磁铁部

[0043] 33 转子架（rotor frame）

[0044] 34 径向肋部（肋部）

[0045] 41 主永久磁铁片（主永久磁铁）

[0046] 43 副永久磁铁（副永久磁铁、第一副永久磁铁、第二副永久磁铁）

[0047] 43A 对置面

具体实施方式

[0048] 以下，参照附图同时说明本发明的轴向间隙型电机的一实施方式。

[0049] 本实施方式的轴向间隙型电机 10 例如如图 1 和图 2 所示，具有：能够绕该轴向间隙型电机 10 的旋转轴 0 旋转设置的大致圆环状的转子 11；从旋转轴 0 方向的两侧隔着转子 11 对置配置并具有产生使转子 11 旋转的旋转磁场的多相的各固定子绕组的一对定子 12。

[0050] 该轴向间隙型电机 10 作为驱动源搭载在例如混合型车辆或电动车辆等车辆上，输出轴与变速器（图示省略）的输入轴连接，从而轴向间隙型电机 10 的驱动力经由变速器传递给车辆的驱动轮（图示省略）。

[0051] 另外，在车辆减速时从驱动轮侧向轴向间隙型电机 10 传递驱动力，则轴向间隙型电机 10 起到作为发电机的作用，产生所谓的再生制动力，将车体的运动能量作为电气能量（再生能量）回收。另外，例如在混合型车辆中，轴向间隙型电机 10 的旋转轴与内燃机（图示省略）的曲轴连接，则当内燃机的输出传递给轴向间隙型电机 10 的情况下，轴向间隙型电机 10 也起到作为发电机的作用，产生发电能量。

[0052] 各定子 12 具有：大致圆环板状的轭部 21、在轭部 21 的与转子 11 对置的对置面上从在周向上隔开规定间隔的位置沿着旋转轴 0 方向朝向转子 11 突出并在径向上延伸的多个齿部 22；安装在适当的齿部 22 之间的固定子绕组（省略图示）。

[0053] 各定子 12 例如为主极六个（例如 U⁺, V⁺, W⁺, U⁻, V⁻, W⁻）的 6N 型，相对于一方的

定子 12 的各 $U+$, $V+$, $W+$ 极,另一方的定子 12 的各 $U-$, $V-$, $W-$ 极在旋转轴 0 方向上对置。

[0054] 例如,对于在旋转轴 0 方向上对置的一对定子 12,与 $U+$, $V+$, $W+$ 极和 $U-$, $V-$, $W-$ 极的一方对应的一方的定子 12 的三个齿部 22 和与 $U+$, $V+$, $W+$ 极和 $U-$, $V-$, $W-$ 极的另一方对应的另一方的定子 12 的三个齿部 22 在旋转轴 0 方向上对置,对在旋转轴 0 方向上对置的一方的定子 12 的齿部 22 和另一方的定子 12 的齿部 22 进行通电的通电状态以电角度构成反转状态。

[0055] 齿部 22 的周向宽度例如图 3 所示,从径向的内侧朝向外侧,从内周侧宽度 T_a 向外周侧宽度 T_b ($> T_a$) 逐渐增大,在周向上相邻的齿部 22 彼此间的周向上的间隔、即在周向上相邻的齿部 22 间形成且在径向上延伸的狭槽 23 的狭槽宽度 t 在径向上为规定的一定值。

[0056] 转子 11 例如图 2 所示,具有多个主磁铁极部 31、多个副磁铁部 32 和由非磁性材料构成的转子架 33 而构成,主磁铁极部 31 和副磁铁部 32 以在周向上交替配置的状态收容在转子架 33 内。

[0057] 转子架 33 具有:由在周向上隔开规定间隔配置的多个径向肋部 34 连接的内周侧筒状部 35 以及外周侧筒状部 36、从内周侧筒状部 35 的内周面上朝向内侧突出的圆环板状的、与外部的驱动轴(例如车辆的减速器的输入轴等)连接的连接部 37。

[0058] 该实施方式中,由于转子架 33 的内周侧筒状部 35 与外部的驱动轴连接,所以径向肋部 34 的径向的内侧构成轴部侧,径向肋部 34 的径向的外侧构成缘部侧。

[0059] 径向肋部 34 的沿着径向的剖面积在径向上为规定的一定值。径向肋部 34 的周向宽度与后述的副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 相等。另外,径向肋部 34 的旋转轴 0 方向的厚度在径向上为规定的一定值。

[0060] 主磁铁极部 31 具有:在厚度方向(即旋转轴 0 方向)上磁化的大致扇形板状的主永久磁铁片 41;从厚度方向的两侧夹持该主永久磁铁 41 的一对大致扇形板状的磁性材料部件 42,在周向上相邻的主磁铁极部 31 的各主永久磁铁片 41 例如图 4A 所示,其磁化方向为相互不同的方向。

[0061] 收容在转子架 33 内的多个主磁铁极部 31 由内周侧筒状部 35 和外周侧筒状部 36 从径向的两侧夹持,并且隔着径向肋部 34 在周向上相邻。

[0062] 在转子架 33 内,各主磁铁极部 31 的主永久磁铁片 41 由两个径向肋部 34 从周向两侧夹持,主永久磁铁片 41 的旋转轴 0 方向上的厚度与径向肋部 34 同样地,在径向上为规定的一定值。

[0063] 另外,磁性材料部件 42 的在旋转轴 0 方向上的厚度与后述的副永久磁铁片 43 同样地,在径向上为规定的一定值。

[0064] 副磁铁部 32 例如图 2 和图 3 所示,由在转子架 33 内从旋转轴 0 方向的两侧夹持径向肋部 34 的一对副永久磁铁片 43 构成,在旋转轴 0 方向上对置的一对副永久磁铁片 43 例如图 4A 所示,分别在与旋转轴 0 方向和径向正交的方向(大致周向)上被磁化,其磁化方向相互为不同方向。

[0065] 副永久磁铁片 43 的旋转轴 0 方向上的厚度与磁性材料部件 42 同样地,在径向上为规定的一定值,副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 与径向肋部 34 的周向宽度相等。

[0066] 在转子架 33 内,在周向上相邻的副磁铁部 32 的副永久磁铁片 43 彼此从周向的两

侧夹持主磁铁极部 31 的磁性材料部件 42。

[0067] 在将转子 11 的转子架 33 和转子架 33 以外的构成要素（即、主磁铁极部 31 和副磁铁部 32）分离表示的图 2 和仅表示转子 11 的转子架 33 以外的构成要素（即主磁铁极部 31 以及副磁铁部 32）的图 3 中，在旋转轴 0 方向上对置的一对副永久磁铁片 43 之间以及在周向上相邻的主永久磁铁片 41 之间形成有配置转子架 33 的径向肋部 34 的空间部 34a。

[0068] 隔着磁性材料部件 42 而在周向上对置的一对副永久磁铁片 43 彼此例如图 4A 所示，磁化方向为相互不同的方向。

[0069] 配置在旋转轴 0 方向的一侧的一对副永久磁铁片 43 彼此配置成使与在旋转轴 0 方向上磁化的主永久磁铁片 41 的一侧的磁极同极的磁极对置，配置在旋转轴 0 方向的另一侧的一对副永久磁铁片 43 彼此配置成使与在旋转轴 0 方向磁化的主永久磁铁片 41 的另一侧的磁极同极的磁极对置。

[0070] 即，对于例如旋转轴 0 方向的一侧为 N 极且另一侧为 S 极的主永久磁铁片 41，在旋转轴 0 方向的一侧上将磁性材料部件 42 从周向的两侧夹持的一对副永久磁铁片 43 配置成彼此的 N 极在周向上对置，在旋转轴 0 方向的另一侧上将磁性材料部件 42 从周向的两侧夹持的一对副永久磁铁片 43 配置成彼此的 S 极在周向上对置。

[0071] 由此，根据所谓永久磁铁的哈尔巴赫型的磁通镜效应，主永久磁铁片 41 和各副永久磁铁片 43 的各磁通收敛，与各定子 12 铰链的有效磁通相对增大。

[0072] 在该实施方式中，副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大。

[0073] 由此，例如图 4A 所示的实施例，在旋转轴 0 方向上副永久磁铁片 43 的周向的一端部（周向一端部）和另一端部（周向另一端部）能够配置成与相互不同的齿部 22 重合，对副永久磁铁片 43 的周向一端部和周向另一端部作用能够在相反的方向上相互抵消的磁气吸引力，能够降低在旋转方向上作用的磁气吸引力的总和引起的齿槽转矩，并能够降低转矩波动，能够抑制反转方向的反转矩的产生。

[0074] 相对于此，例如图 4B 所示，副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 小的情况下，仅是在旋转轴 0 方向上副永久磁铁片 43 和齿部 22 不重合，或在旋转轴 0 方向上仅副永久磁铁片 43 的周向的一方或另一方的端部与单一的齿部 22 重合，存在在旋转方向上作用的磁气吸引力的总和相对增大，齿槽转矩和转矩波动增大，在反转方向上产生的反转矩增大的问题。

[0075] 如上所述，根据本实施方式的轴向间隙型电机 10，在转子 11 中，关于构成所谓永久磁铁的哈尔巴赫型配置的主永久磁铁片 41 和各副永久磁铁片 43 中磁场磁通相对较大的各副永久磁铁片 43，各副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大，所以能够降低在旋转方向上作用的磁气吸引力的总和引起的齿槽转矩，并能够降低转矩波动，能够抑制反转方向的反转矩的产生。

[0076] 在例如图 5A、5B 所示的对各定子 12 的固定子绕组的无通电时和例如图 6A、6B 所示的对各定子 12 的固定子绕组的通电时，在副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大的实施例，与副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 小的实施例相比，齿槽转矩和转矩波动相对较小。

[0077] 在上述的实施方式中，副永久磁铁片 43 的周向宽度 m 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大，但是不限于此，关于与各定子 12 对置的副永久磁铁片 43 的对置面 43A，可以至少使对置

面 43A 的周向宽度比狭槽宽度 t 大。

[0078] 在上述实施方式中,副永久磁铁片 43 与径向肋部 34 的周向宽度同样地,在径向上具有作为规定的一定值的周向宽度 m ,但是不限于于此,例如图 7~图 10 所示的上述的实施方式的第一变形例所示,与径向肋部 34 同样地,也可以从径向的外侧朝向内侧,具有例如从外周侧宽度 m_b 向内周侧宽度 $m_a (> m_b)$ 逐渐增大的周向宽度。

[0079] 在该第一变形例中,可以至少使副永久磁铁片 43 的外周侧宽度 $m_b (< \text{内周侧宽度 } m_a)$ 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大。

[0080] 根据该第一变形例的轴向间隙型电机 10,通过提高转子 11 的刚性,提高转子 11 的固有频率,从而能够防止转子 11 旋转时发生共振,所以即使在副永久磁铁片 43 的轴部侧(径向的内侧)的剖面积相对增大,缘部侧(径向的外侧)的剖面积相对减少的情况下,由于至少副永久磁铁片 43 的外周侧宽度 $m_b (< \text{内周侧宽度 } m_a)$ 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大,所以能够降低齿槽转矩和转矩波动,能够抑制反转方向的反转矩的产生。

[0081] 在将转子 11 的转子架 33 和转子架 33 以外的构成要素(即、主磁铁极部 31 和副磁铁部 32)分离表示的图 7 和仅表示转子 11 的转子架 33 以外的构成要素(即主磁铁极部 31 以及副磁铁部 32)的图 8 中,在旋转轴 0 方向上对置的一对副永久磁铁片 43 之间以及在周向上相邻的主永久磁铁片 41、41 之间形成有配置转子架 33 的径向肋部 34 的空间部 34a。

[0082] 在上述的实施方式的第一变形例中,主永久磁铁片 41 的旋转轴 0 方向上的厚度,与径向肋部 34 同样地,在径向上为规定的一定值,但是不限于于此,例如图 11 和图 12 所示的实施方式的第二变形例所示,主永久磁铁片 41 的旋转轴 0 方向上的厚度,与径向肋部 34 同样地,从径向的外侧朝向内侧,例如从外周侧厚度 W_b 朝向内周侧厚度 $W_a (> W_b)$ 逐渐增大,主永久磁铁片 41 的沿着径向的剖面积可以从径向外侧朝向径向内侧增大。由此,主永久磁铁片 41 的在旋转轴 0 方向上的端面、即定子对置面 41A 相对于径向以规定角 θ 倾斜。

[0083] 在该第二实施例中,副永久磁铁片 43 的在旋转轴 0 方向上的厚度,与磁性材料部件 42 同样地,在径向上为规定的一定值,周向宽度从径向的外侧朝向内侧,例如从外周侧宽度 m_b 向内周侧宽度 $m_a (> m_b)$ 逐渐增大,所以副永久磁铁片 43 的沿着径向的剖面积随着从径向外侧朝向径向内侧而向增大倾向变化。

[0084] 在该第二实施例中,随着转子架 33 的径向肋部 34 以及各主磁铁极部 31 的主永久磁铁片 41 的在旋转轴 0 方向上的厚度从径向的外侧朝向内侧,例如从外周侧厚度 W_b 向内周侧厚度 $W_a (> W_b)$ 逐渐增大,则转子架 33 的内周侧筒状部 35 的在旋转轴 0 方向的宽度 Z_a 比外周侧筒状部 36 的在旋转轴 0 方向的宽度 Z_b 大。

[0085] 根据该第二实施例的轴向间隙型电机 10,主永久磁铁片 41 和副永久磁铁片 43 的沿着径向的剖面积随着从径向外侧朝向径向内侧而向增大倾向变化,所以能够进一步提高转子 11 的刚性,即使在转子 1 的高速旋转时也不会共振而能够得到稳定的旋转状态,并且由于至少副永久磁铁片 43 的外周侧宽度 $m_b (< \text{内周侧宽度 } m_a)$ 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大,所以能够降低齿槽转矩和转矩波动,能够抑制反转方向的反转矩的产生。

[0086] 在将转子 11 的转子架 33 和转子架 33 以外的构成要素(即、主磁铁极部 31 和副磁铁部 32)分离表示的图 11 中,在旋转轴 0 方向上对置的一对副永久磁铁片 43 之间以及在周向上相邻的主永久磁铁片 41、41 之间形成有配置转子架 33 的径向肋部 34 的空间部 34a。

[0087] 在上述实施方式的第二变形例中,主永久磁铁片 41 和副永久磁铁片 43 的沿着径

向的剖面积随着从径向外侧朝向径向内侧而向增大倾向变化,但是不限于于此,可以使至少主永久磁铁片 41 或副永久磁铁片 43 的沿着径向的剖面积从径向外侧朝向径向内侧增大。

[0088] 在上述实施方式中,由于转子架 33 的内周侧筒状部 35 和外周侧筒状部 36 通过在径向上延伸的径向肋部 34 连接,所以从旋转轴 0 方向的两侧夹持径向肋部 34 的一对副永久磁铁片 43 配置成在径向(即狭槽 23 延伸的方向)上延伸,但是不限于于此,例如图 13 所示的上述的实施方式的第三变形例所示,也可以在狭槽 23 延伸的方向上交叉。

[0089] 在该第三变形例中,副永久磁铁片 43 相对于各定子 12 的齿部 22 倾斜配置,在旋转轴 0 方向上副永久磁铁片 43 的周向的一端部(周向一端部)和另一端部(周向另一端部)之间的周向的间隔 L 比狭槽 23 的狭槽宽度 t 大,副永久磁铁片 43 的周向一端部和周向另一端部可以配置成与相互不同的齿部 22 重合。

[0090] 在上述的实施方式中,具有从旋转轴 0 方向的两侧夹持转子 11 而对置配置的一对定子 12,但是不限于于此,例如也可以仅具有一对定子 12 中任一者定子 12。

[0091] 另外,在上述的实施方式中,主磁铁极部 31 具有从厚度方向的两侧夹持主永久磁铁片 41 的一对磁性材料部件 42,副磁铁部 32 具有从旋转轴 0 方向的两侧夹持径向肋部 34 的一对副永久磁铁片 43,但是不限于于此,也可以仅在旋转轴 0 方向的任一侧设置磁性材料部件 42 和副永久磁铁片 43。

[0092] 在上述实施方式中,也可以在磁性材料部件 42 上设置有例如由在与旋转轴 0 方向平行的方向上贯通的贯通孔或狭缝等构成的贯通部。这种情况下,能够在一定定子 12 之间形成贯通磁性材料部件 42 的磁路。由此,能够对各定子 12 的固定子绕组的电流磁通给与所希望的磁气方向性,能够使可输出的转矩增大,并能够抑制一对定子 12 之间的磁阻的急剧变化,能够利用一对定子 12 的固定子绕组进行电流磁通的波形整形,能够抑制转矩波动和电流磁通波形的高次谐波的产生,能够降低铁损。

[0093] 产业上的可利用性

[0094] 根据本发明,副永久磁铁的对置面上的周向的一端部(周向一端部)和另一端部(周向另一端部)之间的周向的间隔比在周向上相邻的定子的齿部彼此间的狭槽宽度大,即、在旋转轴方向上副永久磁铁的周向一端部和周向另一端部能够与相互不同的齿部重合配置,对副永久磁铁的周向一端部和周向另一端部作用能够在相反的方向上相互抵消的磁气吸引力,能够降低因在旋转方向上作用的磁气吸引力的总和引起的齿槽转矩,并能够降低转矩波动,能够抑制产生反转方向的反转矩。

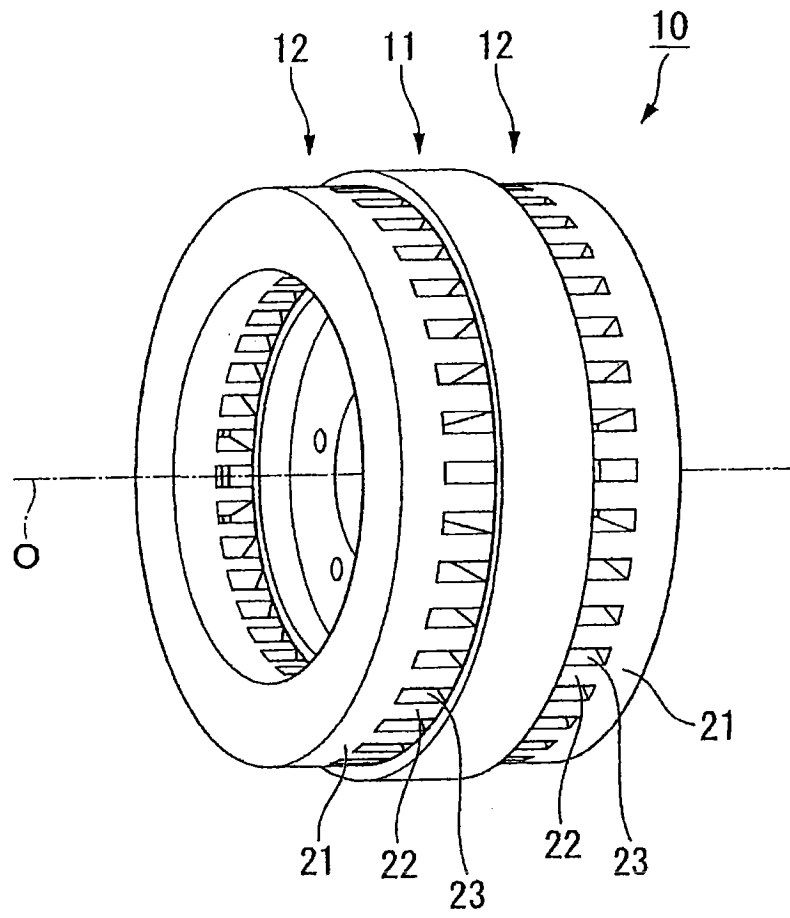


图 1

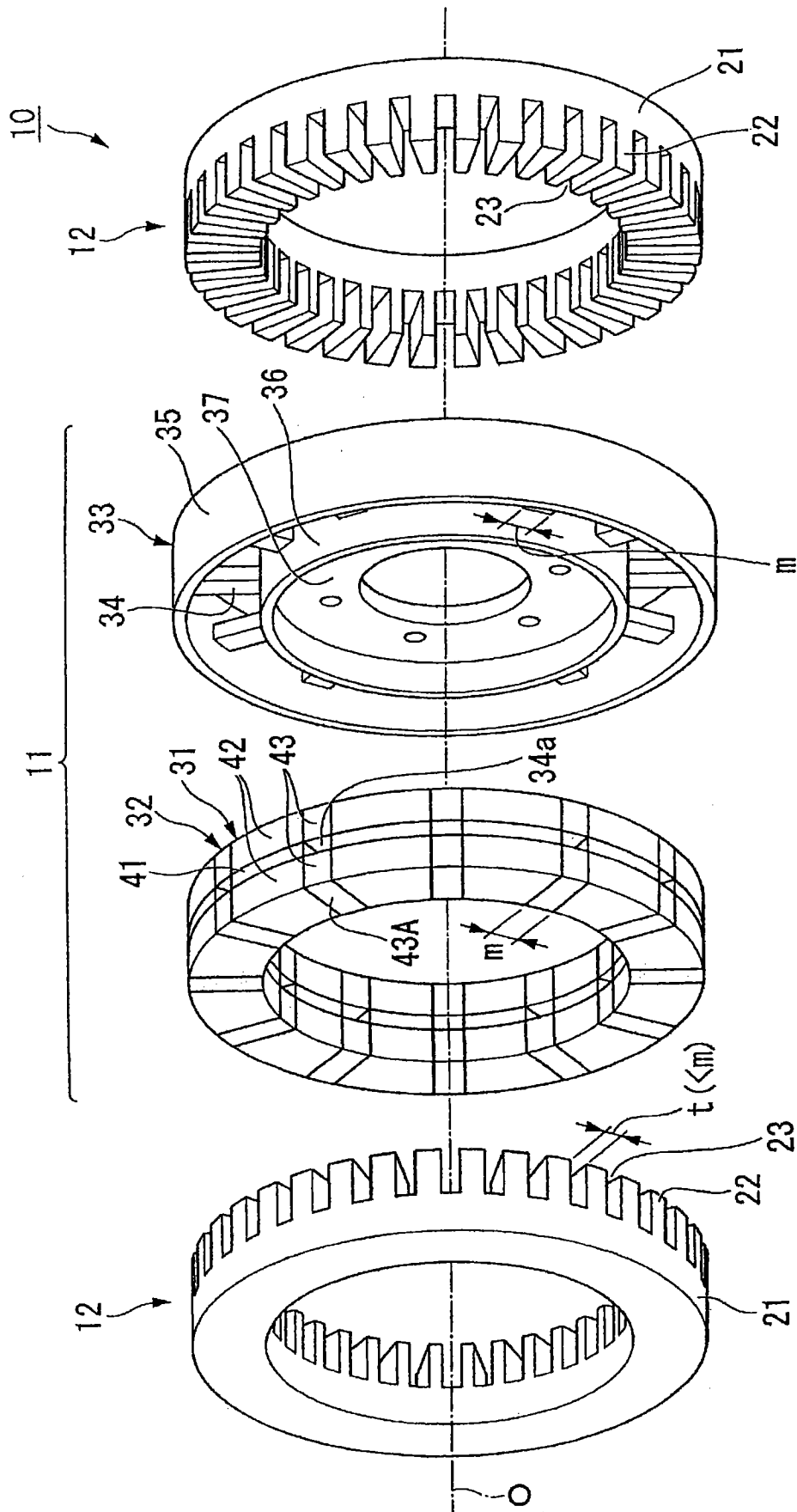


图 2

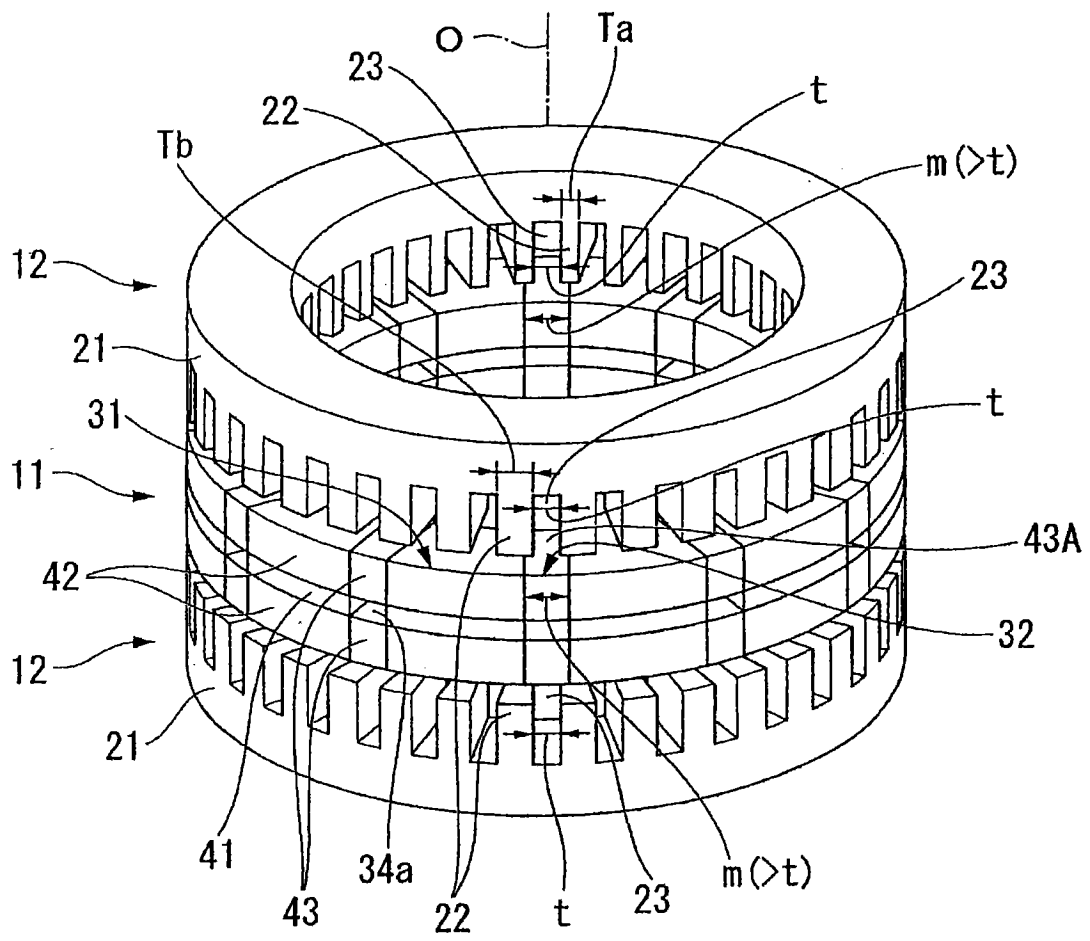


图 3

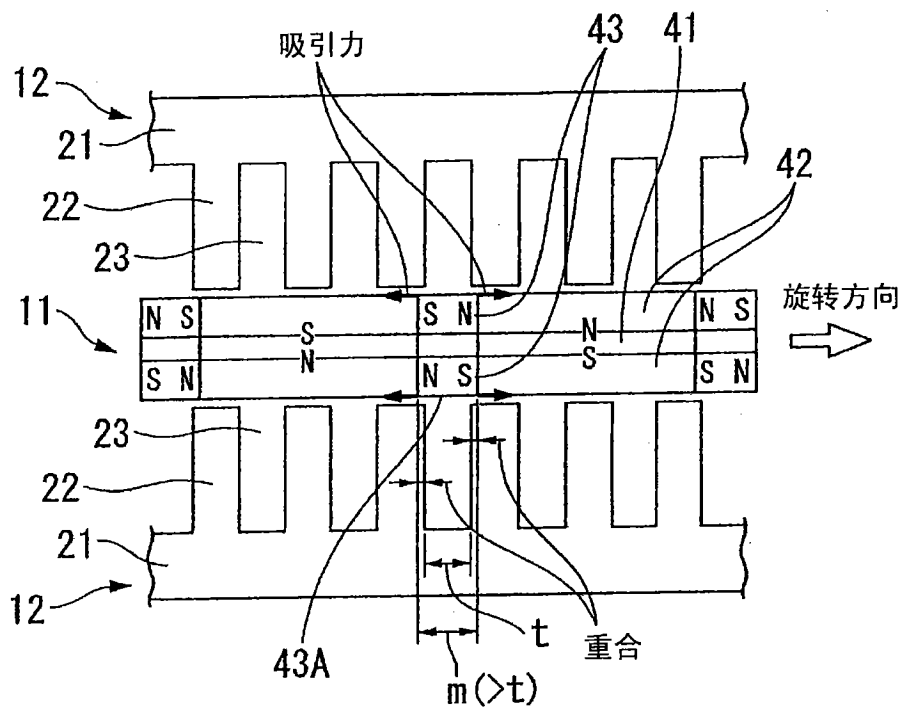


图 4A

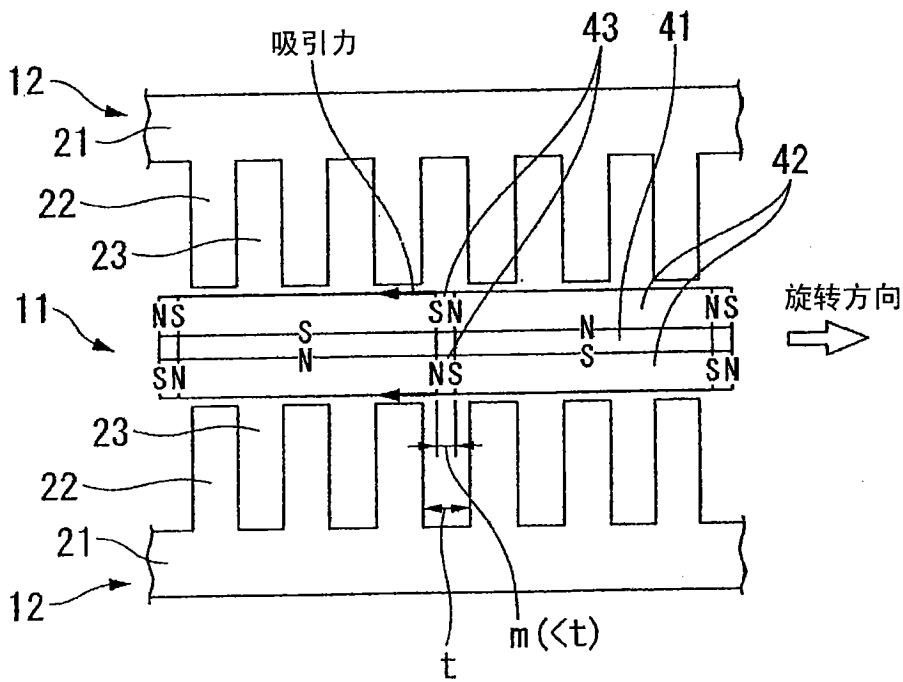


图 4B

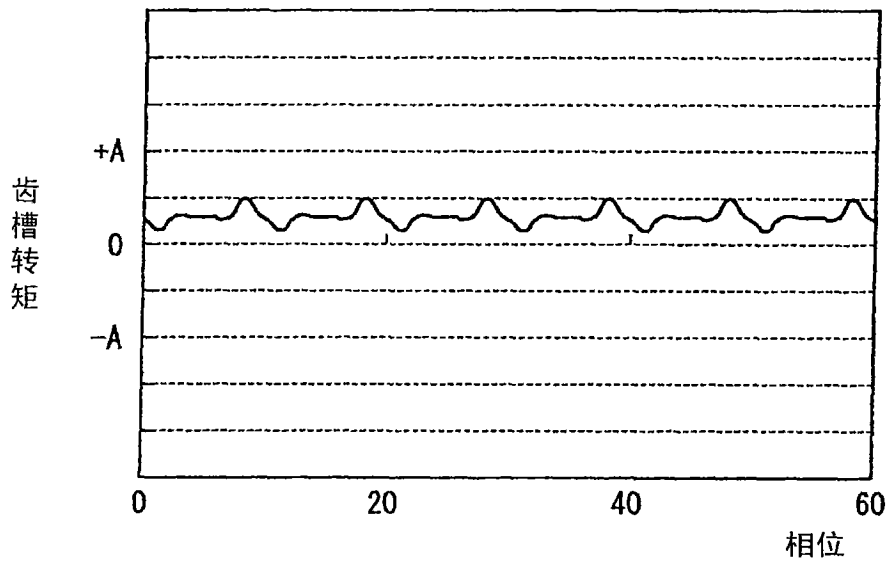


图 5A

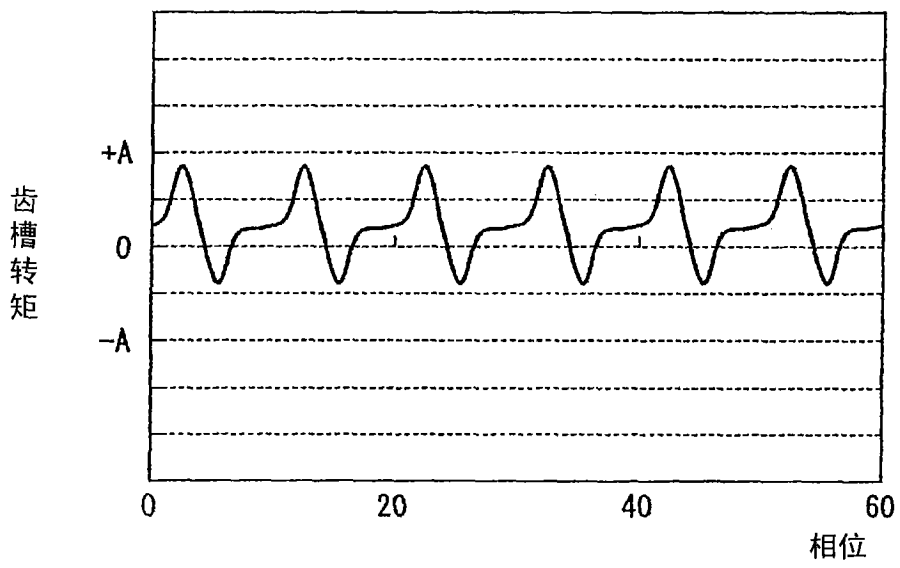


图 5B

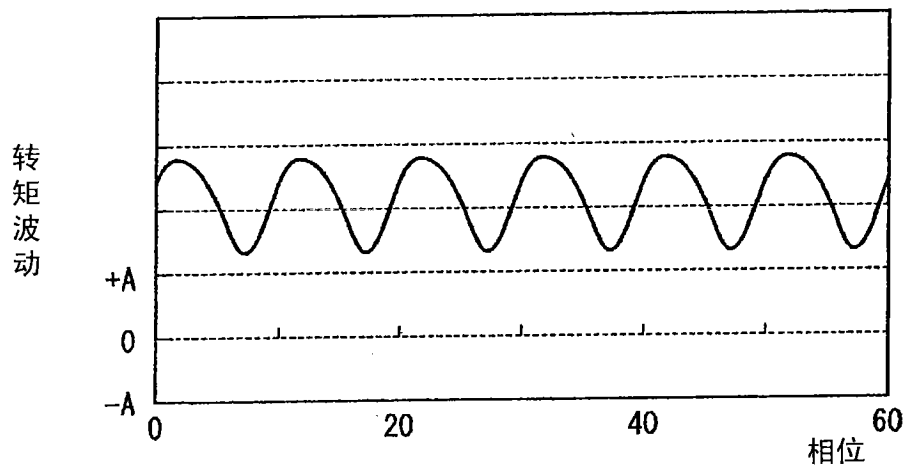


图 6A

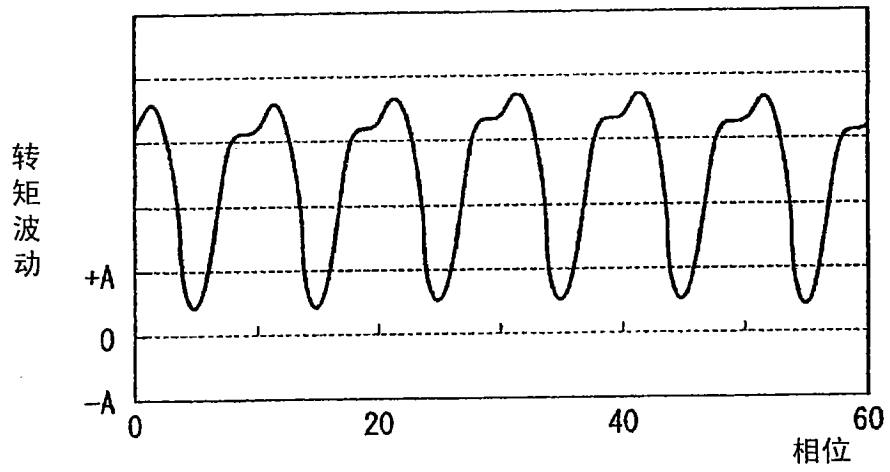


图 6B

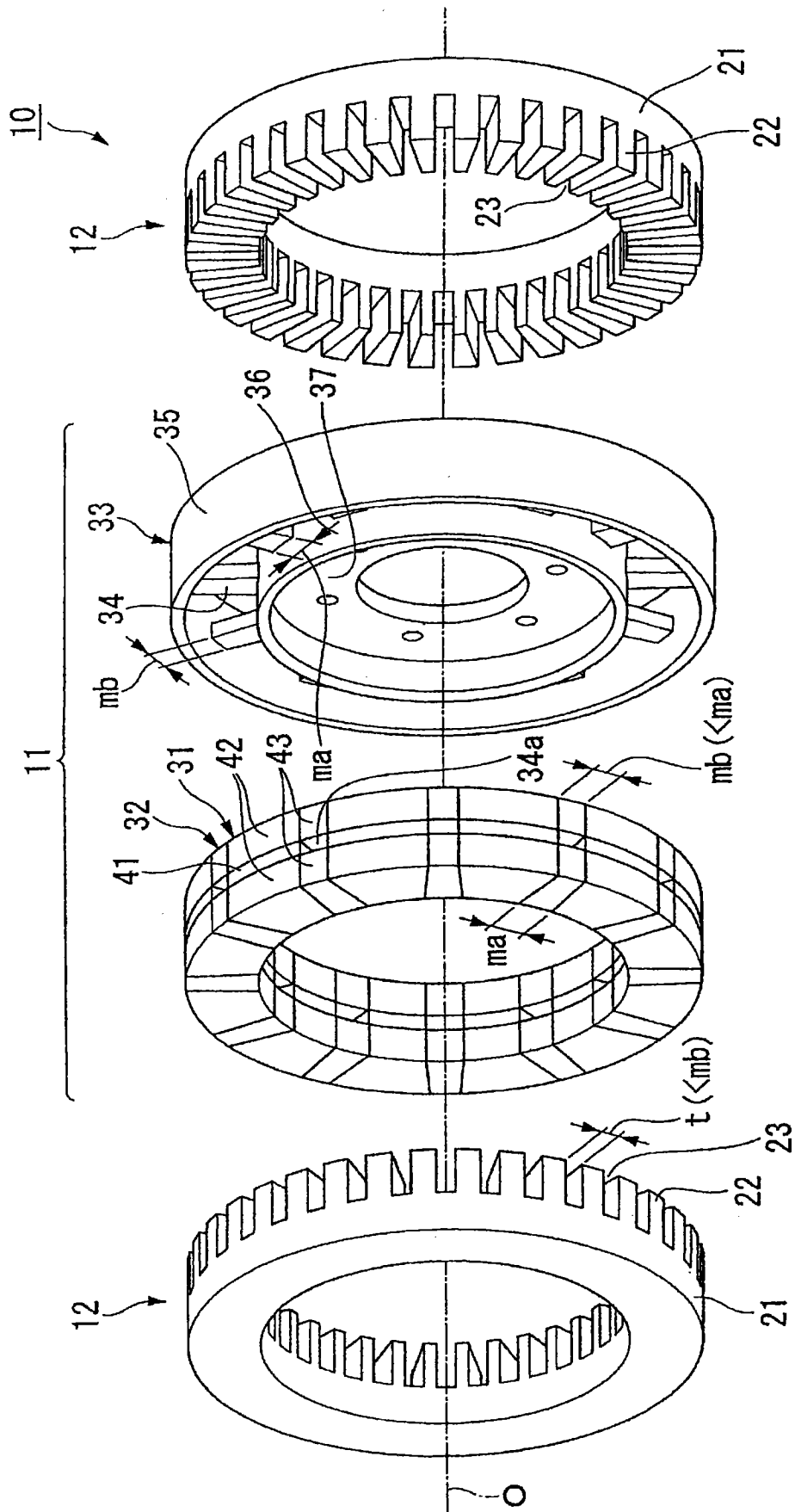


图 7

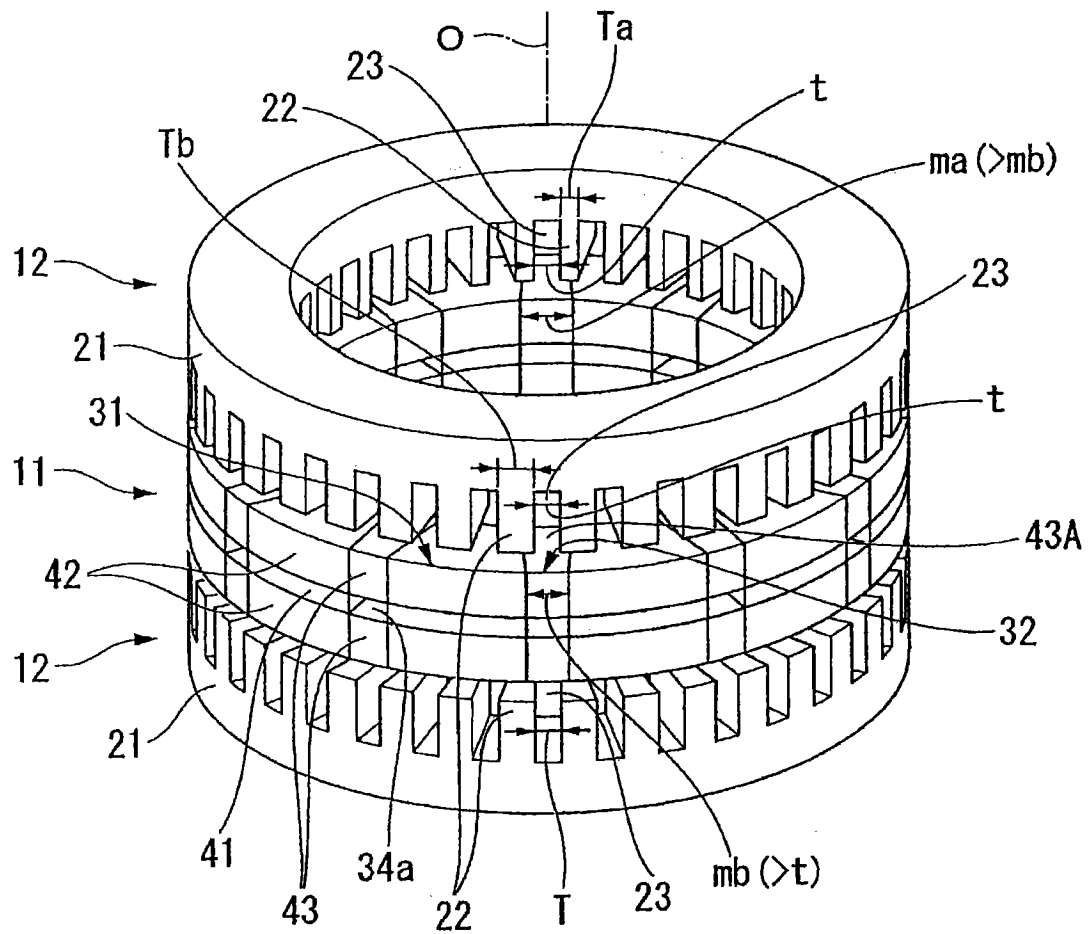


图 8

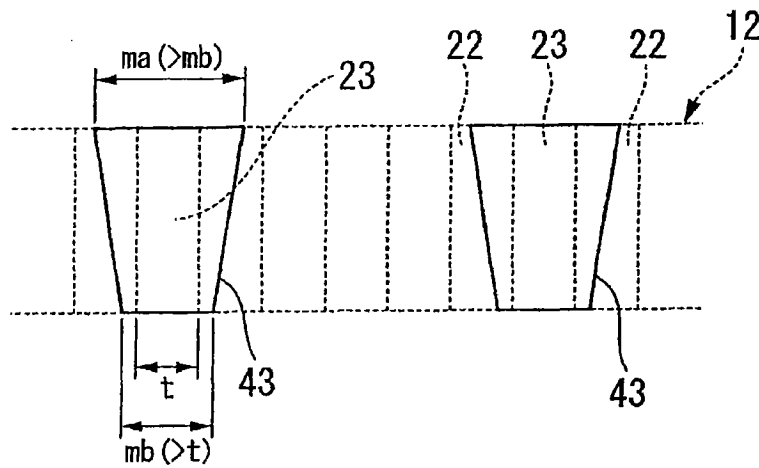


图 9

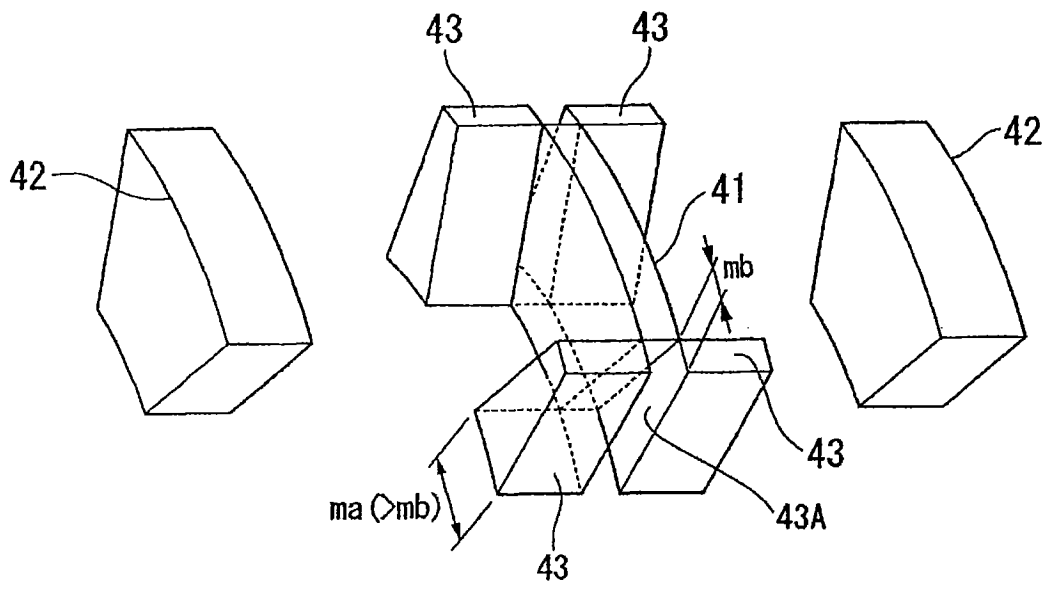


图 10

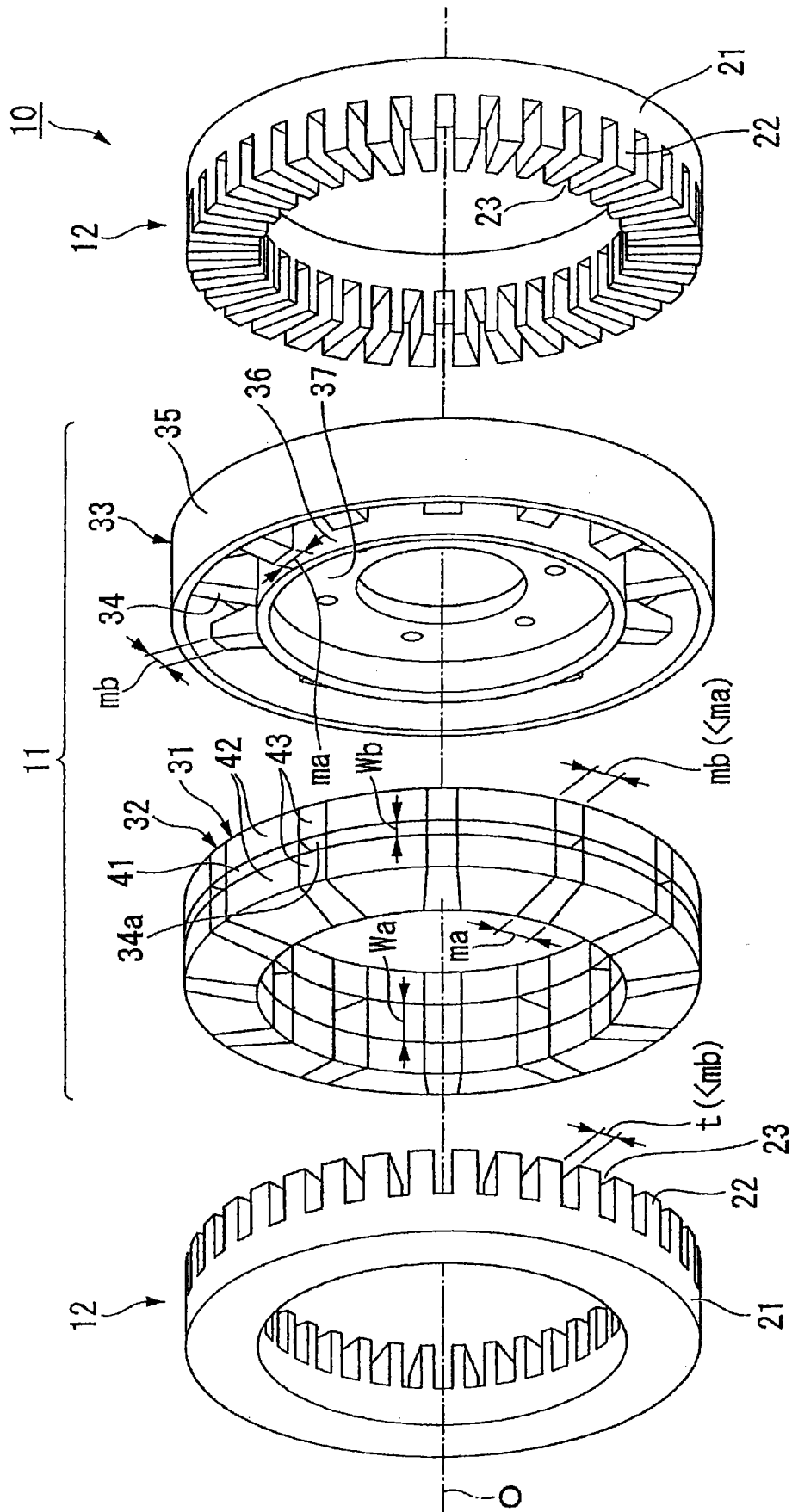


图 11

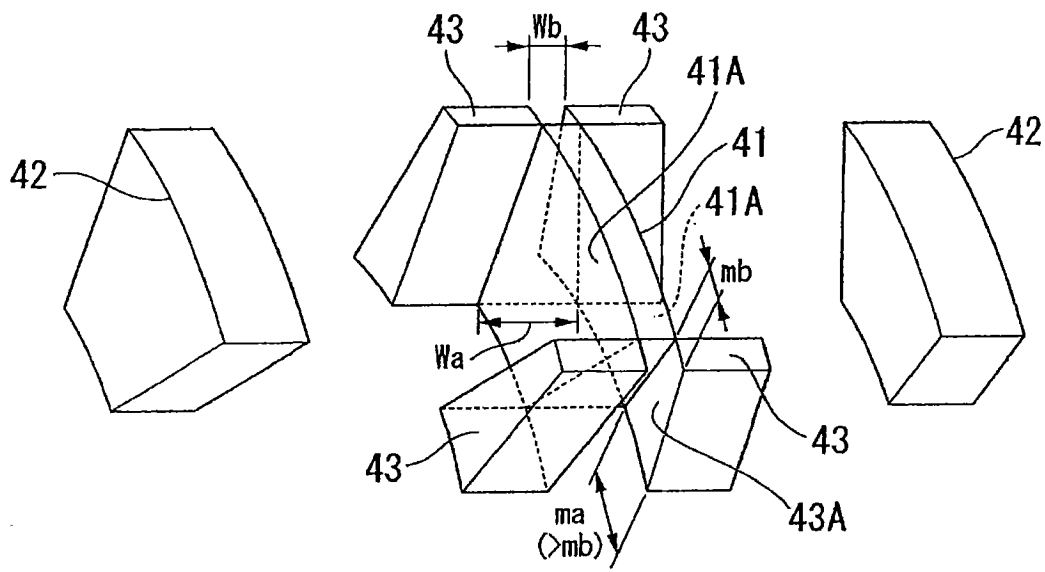


图 12

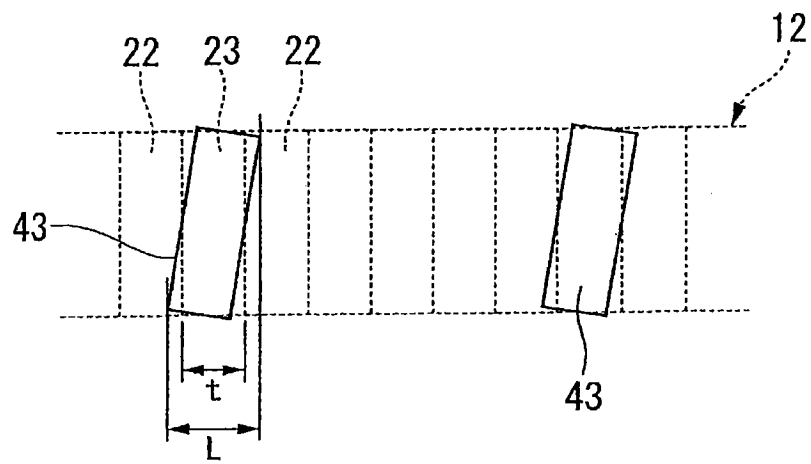


图 13