

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02K 1/27

H02K 29/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98121551.3

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1132292C

[22] 申请日 1998.10.26 [21] 申请号 98121551.3

[30] 优先权

[32] 1997.10.24 [33] JP [31] 309660/1997

[32] 1998.10.9 [33] JP [31] 288327/1998

[71] 专利权人 富士通将军股份有限公司

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 成田宪治 河合裕司 铃木孝史

相马裕治 奥寺浩之 河西宏治

福田好史

审查员 刘平

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

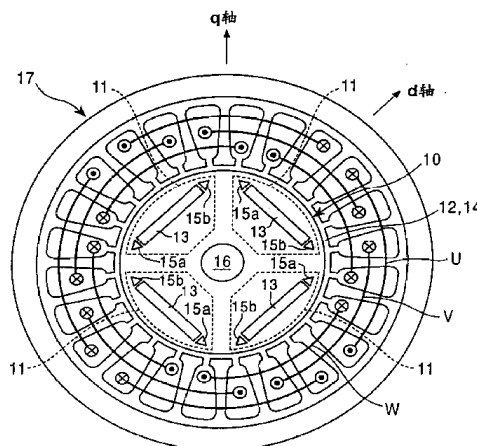
代理人 赵辛 杨松龄

权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 16 页

[54] 发明名称 永久磁铁转子型电动机

[57] 摘要

一种永久磁铁转子型电动机，在其定子铁芯内部设置有每个磁极由永久磁铁形成的转子铁芯，通过将第 1 铁芯部件和第 2 铁芯部件以同轴方式成整体连接形成转子铁芯，在第 1 铁芯部件内部，针对每个磁极埋设有具有规定截面形状的第 1 永久磁铁，另外在第 2 铁芯部件内部，每个磁极埋设有第 2 永久磁铁，第 2 永久磁铁的磁体材料与截面形状与第 1 永久磁铁不同，从而可获得其性能与尺寸与用途相适合的永久磁铁转子型电动机。



ISSN 1008-4274

1. 一种永久磁铁转子型电动机，在产生旋转磁场的定子铁芯内部设置有每个磁极由永久磁铁形成的转子铁芯，其特征在于：

上述转子铁芯包括相对其旋转中心轴以同轴方式成整体连接的第
5 1 铁芯部件和第 2 铁芯部件；

在上述第 1 铁芯部件内部，针对上述每个磁极，埋设有具有规定截面形状的第 1 永久磁铁；

在上述第 2 铁芯部件内部，针对上述每个磁极，埋设有第 2 永久
10 磁铁；该第 2 永久磁铁的磁体材料和截面形状与上述第 1 永久磁铁不同；

在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁设置于上述第 1 永久磁铁的截面形状的投影面积内。

2. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 永久磁铁的截面呈扇形，上述第 2 永久磁铁的截面呈矩形状，该第 2 永久
15 磁铁沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向，设置于该转子铁芯的外缘侧，另外在上述第 2 永久磁铁的两端开设有一对磁通阻挡孔，在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形的投影面积内。

3. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 永久磁
20 铁的截面呈扇形，上述第 2 永久磁铁的截面呈矩形状，该第 2 永久磁铁沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向，设置于该转子铁芯的内缘侧，另外在上述第 2 永久磁铁的两端，沿上述转子铁芯的直径线开设有一对磁通阻挡孔，该孔朝向该转子铁芯的外缘侧，呈狭缝状延伸，在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁和上述磁通阻挡孔
25 均设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形的投影面积内。

4. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 永久磁
铁的截面呈扇形，上述第 2 永久磁铁由截面呈矩形状的 2 个第 2 磁片
形成，第 2 磁片按照具有下述角度的方式设置，该角度为这 2 个第 2
磁片中的相应一端朝向转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，在上述
30 第 2 磁片中的相应另一端分别开设有磁通阻挡孔，在上述第 2 铁芯部
件内部，上述第 2 永久磁铁中的 2 个第 2 磁片和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形的投影面积内。

5 5. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于上述第1永久磁铁由截面呈矩形状的2个第1磁片形成,该磁片沿上述磁极的边界线设置,在这2个第1磁片的铁芯内径侧端部之间开设有第1磁通阻挡孔,另外第2永久磁铁也由截面呈矩形状的2个第2磁片形成,该磁片沿上述磁极的边界线设置,在该2个第2磁片的铁芯内径侧端部之间开设有第2磁通阻挡孔,在上述第2铁芯部件内部,上述第2永久磁铁中的2个第2磁片和第2磁通阻挡孔设置于上述第1永久磁铁中的2个第1磁片和第1磁通阻挡孔的每个投影面积内。

10 6. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于上述第1永久磁铁的截面呈圆弧形,该第1永久磁铁按照其凸面侧朝向上述转子铁芯的中心侧的方式设置,上述第2永久磁铁由截面呈矩形状的2个第2磁片形成,该第2磁片按照具有下述角度的设置,该角度为这2个第2磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度,在上述第2磁片中的相应另一端分别开设有磁通阻挡孔,在上述第2铁芯部件内部,上述第2永久磁铁中的2个第2磁片和上述磁通阻挡孔均设置于上述第1永久磁铁的截面圆弧形状的投影面积内。

20 7. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于上述第1永久磁铁的截面呈圆弧形,该第1永久磁铁按照其凸面侧朝向上述转子铁芯的中心方向的方式设置,上述第2永久磁铁的截面呈矩形状,其沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向设置于该转子铁芯的外缘侧,另外在上述第2永久磁铁的两端开设有一对磁通阻挡孔,在上述第2铁芯部件内部,上述第2永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第1永久磁铁的截面圆弧形状的投影面积内。

25 8. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于上述第1永久磁铁的截面呈圆弧形,该第1永久磁铁按照其凸面侧朝向上述转子铁芯的中心侧的方式设置,上述第2永久磁铁的截面呈矩形状,其沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向设置于该转子铁芯的内缘侧,另外在上述第2永久磁铁的两端,沿上述转子铁芯的直径线开设有一对磁通阻挡孔,该孔朝向该转子铁芯的外缘侧,呈狭缝状延伸,在上述第2铁芯部件内部,上述第2永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第1永久磁铁的截面圆弧形状的投影面积内。

30 9. 根据权利要求1所述的电动机,其特征在于上述第1永久磁

铁的截面呈圆弧状，其凸面侧沿上述转子铁芯的外缘设置，上述第 2 永久磁铁的截面呈矩形状，该第 2 永久磁铁沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向，设置于该转子铁芯的外缘侧，另外在上述第 2 永久磁铁的两端开设有一对磁通阻挡孔，在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁中的截面圆弧形状的投影面积内。

10. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 永久磁铁的截面呈扇形，上述第 2 永久磁铁由 2 个第 2 磁片形成，该第 2 磁片的截面呈矩形状，该磁片沿上述磁极的边界线设置，在这 2 个第 2 磁片的铁芯内径侧端部之间开设有磁通阻挡孔，在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁中的 2 个第 2 磁片和磁通阻挡孔设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形的投影面积内。

11. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 永久磁铁由 2 个第 1 磁片形成，该第 1 磁片的截面呈矩形状，该磁片沿上述磁极的边界线设置，在这 2 个第 1 磁片的铁芯内径侧端部之间形成有磁通阻挡孔，上述第 2 永久磁铁由截面呈矩形状的 2 个第 2 磁片形成，该第 2 磁片按照具有下述角度的方式设置，该角度为这 2 个第 2 磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁中的 2 个第 2 磁片设置于上述第 1 永久磁铁中的 2 个第 1 磁片的每个投影面积内。

12. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 永久磁铁由截面呈矩形状的 2 个第 1 磁片形成，该第 1 磁片按照具有下述角度的方式设置，该角度为这 2 个第 1 磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，并且在这 2 个第 1 磁片的铁芯内径侧端部之间开设有磁通阻挡孔，此外上述第 2 永久磁铁也由截面呈矩形状的 2 个第 2 磁片形成，其按照具有下述角度的方式设置，该角度为这 2 个第 2 磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，在上述第 2 铁芯部件内部，上述第 2 永久磁铁中的 2 个第 2 磁片设置于上述第 1 永久磁铁中的 2 个第 1 磁片中的相应投影面积内。

13. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 铁芯部件中的第 1 永久磁铁由铁氧体磁体形成，上述第 2 铁芯部件中的第 2

永久磁铁由稀土类磁体形成。

14. 根据权利要求 1 所述的电动机，其特征在于上述第 1 和第 2 铁芯部件均由下述电磁钢板的叠层体形成，其具有通过冲压机冲压成的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔，在上述第 1 铁芯部件用的电磁钢板
5 中，其永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔是按照下述方式冲压出的，该方式为：上述第 1 铁芯部件中的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔盖住上述第 2 铁芯部件中的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔。

永久磁铁转子型电动机

5 本发明涉及在无刷直流电动机等中的转子内具有永久磁铁的电动机，具体来说，本发明涉及下述的电动机，其适合用于比如，空调器中的压缩机等的驱动源，以便可使性能、尺寸和制造成本与用途相适合，并且合理。

10 在无刷直流电动机等电动机中，在其内侧的转子铁芯中埋设有永久磁铁，图 23 和图 24 表示其一个实例。另外，这些图是从与其旋转轴线保持垂直的面，观看电动机的内部的平面图。

首先，在图 23 的实例中，转子铁芯 2 设置于使磁场产生旋转的、比如具有 24 条槽口的定子铁芯 1 内部。该实例中的电动机的极数为 4 个，因此，根据上述极数，在转子铁芯 2 中设置有 4 个永久磁铁 3。

15 每个永久磁铁 3 呈其截面为矩形的板条状，在转子铁芯 2 的外缘侧，沿与该转子铁芯 2 的直径线保持垂直的方向，以相对的方式设置有 N 极和 S 极各一对。另外，每个永久磁铁 3 沿与图 23 的纸面保持垂直的方向，埋设于转子铁芯 2 的内部。

20 在每个永久磁铁 3 之间开设有下述磁通阻挡孔 4，该孔用于防止在相邻的永久磁铁之间的磁通的短路或泄漏。在本实例中，所给出的孔 4 为三角形状，该孔设置于每个永久磁铁 3 的两端。另外，在转子铁芯 2 的中心处开设有可使图中未示出的旋转轴穿过的中心孔 5。

25 因此，当永久磁铁 3 的空隙部（定子铁芯 1 的齿部与永久磁铁 3 之间）的磁通分布呈正弦波状时，该电动机的转矩 T 表示为： $T = Pn[\Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5(L_d - L_q) \cdot I_a^2 \cdot \sin 2\beta]$ 。另外， Φ_a 表示 d、q 轴坐标轴上的永久磁铁 3 的电枢交链磁通量， L_d 、 L_q 表示 d、q 轴电感， I_a 表示 d、q 坐标轴上的电枢电流的振幅， β 表示 d、q 坐标轴上的电枢电流相对 q 轴的超前角， Pn 表示极对数。

30 在上述公式中，第 1 项表示永久磁铁 3 的磁转矩，第 2 项表示 d 轴电感与 q 轴电感之间的差别而产生的磁阻转矩。具体内容请参照 T·IEE Japan, Vol.117-D, No8, 1997 的论文。

在作为另一个已有实例的图 24 的转子铁芯 2 中，采用截面呈圆弧状的永久磁铁 6，但是其转矩 T 可通过上述运算公式来计算。

但是，具有其磁极数量的永久磁铁埋设于转子铁芯中，在过去，多数永久磁铁采用 1 种永久磁铁，比如铁氧体磁体或稀土类磁体中的任何一种。为此，其设计的自由度较窄，转矩、效率等的性能和尺寸往往是标准的，另外从一个方面来说，制造成本也基本由所采用的永久磁铁材料来确定。

比如，作为图 23 所示的转子铁芯 2 的磁极的永久磁铁 3 为稀土类磁体的场合，尺寸减小，另外性能也较好，但是其成本较高。在构成图 24 所示的转子铁芯 2 的磁极的永久磁铁 6 为铁氧体磁体的场合，其成本较高，但是当可获得与稀土类磁体相对应的性能时，必须增加转子铁芯 2 的直径。

即，铁氧体磁体的成本较低，由于成形成容易，从而可获得各种形状的永久磁铁，但是因磁通密度较小，从而难于使转子铁芯的体积减小。与此相对，由于稀土类磁体的磁通密度较高，从而很容易使转子铁芯的体积减小，但是成形方面的困难使永久磁铁的形状受到限制。另外，稀土类磁体与铁氧体磁体相比较，其成本较高。

按照上述方式，在过去，由于转子铁芯的磁极采用 1 种永久磁铁，这样性能、尺寸和成本的选择幅度较窄，从而难于获得与用途相适应的合理的电动机。

本发明是为解决上述的问题而提出，本发明的目的在于提供一种永久磁铁转子型电动机，其具有与用途相适合的性能和尺寸，另外成本较为合理。

按照本发明，上述目的是通过下述的永久磁铁转子型电动机来实现的，其中在产生旋转磁场的定子铁芯内部设置有每个磁极由永久磁铁形成的转子铁芯，上述转子铁芯包括相对其旋转中心轴，以同轴方式成整体连接的第 1 铁芯部件和第 2 铁芯部件，在上述第 1 铁芯部件内部，针对上述每个磁极，埋设有具有规定截面形状的第 1 永久磁铁，另外在上述第 2 铁芯部件内部，针对上述每个磁极，埋设有第 2 永久磁铁，该第 2 永久磁铁的磁体材料与截面形状与上述第 1 永久磁铁不同。

比如，通过第 1 永久磁铁采用铁氧体磁体，第 2 永久磁铁采用稀土类磁体的方式，可使上述电动机的性能形成下述的性能，该性能为仅仅由铁氧体磁体构成每个磁极的场合，与仅仅由稀土类磁体构成每

个磁极的场合之间的中间性能。

在此场合，通过改变第 1 铁芯部件和第 2 铁芯部件相对转子铁芯的构成比例，便获得其性能、尺寸以及成本与用途相适应的永久磁铁转子型电动机。

5 另外，在本发明中，第 1 铁芯部件与第 2 铁芯部件以其相应的一端的端面紧密接触，并按同轴的方式成整体连接，但是最好第 2 铁芯部件中的第 2 永久磁铁设置于从第 1 铁芯部件一侧观看，埋设于该第 1 铁芯部件内的第 1 永久磁铁的截面形状的投影面积内，上述方面也构成本发明的一个特征。

10 按照上述方式，在第 1 铁芯部件与第 2 铁芯部件之间的接触面上，第 1 和第 2 永久磁铁相互起到阻挡对方磁通的作用。

本发明包括下述的几种形式。

首先，作为第 1 种形式，在第 1 铁芯部件一侧，上述第 1 永久磁铁的截面呈扇形状。在第 2 铁芯部件一侧，上述第 2 永久磁铁的截面呈矩形状，该第 2 永久磁铁沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向，设置于该转子铁芯的外缘侧，另外在上述第 2 永久磁铁的两端开设有一对磁通阻挡孔，上述第 2 永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形状的投影面积内。按照上述方式，相对第 2 铁芯部件，定子铁芯产生的磁通容易进入，可增加磁阻转矩。另
15 外，可通过磁通阻挡孔，防止磁通的短路或泄漏。

也可对上述第 1 种形式进行变形，将第 2 永久磁铁设置于转子铁芯的内缘侧，并且在第 2 永久磁铁的两端，沿转子铁芯的直径线开设一对磁通阻挡孔，该孔朝向该转子铁芯的外缘侧，呈狭缝状延伸（第 2 种形式）。

25 作为第 3 种形式，在第 1 铁芯部件一侧，上述第 1 永久磁铁的截面呈扇形状。在第 2 铁芯部件一侧，上述第 2 永久磁铁采用截面呈矩形状的 2 个第 2 磁片，其按照具有下述角度的方式设置，该角度指这 2 个第 2 磁片中的相应一端朝向转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，在上述第 2 磁片中的相应另一端分别开设有磁通阻挡孔，这 2 个第 2
30 磁片和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形的投影面积内。按照上述方式，由于作为第 2 永久磁铁的 2 个第 2 磁片沿定子铁芯产生的磁通的磁路曲线设置，这样可减小该磁路的磁阻，由此

使磁阻转矩增加。

作为第4种形式，在第1铁芯部件一侧，上述第1永久磁铁采用截面呈矩形状的2个第1磁片，这2个第1磁片沿上述磁极的边界线设置，在这2个第1磁片的铁芯内径侧端部之间开设有第1磁通阻挡孔。另外，同样在第2铁芯部件中，第2永久磁铁也采用截面呈矩形状的2个第2磁片，这2个磁片沿上述磁极的边界线设置，在该2个第2磁片的铁芯内径侧端部之间开设有第2磁通阻挡孔，这2个第2磁片和第2磁通阻挡孔设置于上述第1永久磁铁中的2个第1磁片和第1磁通阻挡孔的每个投影面积内。按照上述方式，相对第1和第2铁芯部件两者，定子铁芯产生的磁通很容易进入，与第3种形式相同，可减小相对从定子铁芯处进入的磁通的磁阻，由此使磁阻转矩增加。

作为第5种形式，在第1铁芯部件一侧，上述第1永久磁铁的截面呈圆弧形，该第1永久磁铁按照其凸面侧朝向上述转子铁芯的中心侧的方式设置。在第2铁芯部件一侧，上述第2永久磁铁采用截面呈矩形状的2个第2磁片，其按照具有下述角度的方式设置，该角度为这2个第2磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，在上述第2磁片中的相应另一端分别开设有磁通阻挡孔，这2个第2磁片和上述磁通阻挡孔均设置于上述第1永久磁铁的截面圆弧形状的投影面积内。因此，与上述每种形式相同，可减小相对从定子铁芯进入的磁通磁阻，可使磁阻转矩增加。

上述的作用效果也可通过下面将要描述的第6~11种形式实现。

即，作为第6种形式，在第1铁芯部件一侧，上述第1永久磁铁的截面呈圆弧形，该第1永久磁铁按照其凸面侧朝向上述转子铁芯的中心方向的方式设置。在第2铁芯部件一侧，上述第2永久磁铁的截面呈矩形状，其沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向设置于该转子铁芯的外缘侧，另外在上述第2永久磁铁的两端开设有一对磁通阻挡孔，上述第2永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第1永久磁铁的截面圆弧形状的投影面积内。

作为第7种形式，在第1铁芯部件一侧，上述第1永久磁铁的截面呈圆弧形，该第1永久磁铁按照其凸面侧朝向上述转子铁芯的中心侧的方式设置。在第2铁芯部件一侧，上述第2永久磁铁的截面呈矩形状，其沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向设置于该转子铁

芯的内缘侧，另外在上述第 2 永久磁铁的两端，沿上述转子铁芯的直径线开设有下列一对磁通阻挡孔，该孔朝向该转子铁芯的外缘侧，呈狭缝状延伸，上述第 2 永久磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁的截面圆弧形状的投影面积内。

5 作为第 8 种形式，在第 1 铁芯部件一侧，上述第 1 永久磁铁的截面呈圆弧形，其凸面侧沿上述转子铁芯的外缘设置。在第 2 铁芯部件一侧，上述第 2 永久磁铁的截面呈矩形状，该第 2 永久磁铁沿与上述转子铁芯的直径线保持垂直的方向，设置于该转子铁芯的外缘侧，另外在上述第 2 永久磁铁的两端开设有一对磁通阻挡孔，上述第 2 永久
10 磁铁和上述磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁中的截面圆弧形状的投影面积内。

作为第 9 种形式，在第 1 铁芯部件一侧，上述第 1 永久磁铁的截面呈扇形状。在第 2 铁芯部件一侧，上述第 2 永久磁铁由 2 个第 2 磁片形成，该第 2 磁片的截面呈矩形状，该磁片沿上述磁极的边界线设置，在这 2 个第 2 磁片的铁芯内径侧端部之间开设有下列磁通阻挡孔，上述第 2 永久磁铁中的 2 个第 2 磁片和磁通阻挡孔均设置于上述第 1 永久磁铁的截面扇形的投影面积内。
15

此外，作为第 10 种形式，在第 1 铁芯部件一侧，上述第 1 永久磁铁采用下列 2 个第 1 磁片，该第 1 磁片的截面呈矩形状，这 2 个第 1 磁片沿上述磁极的边界线设置，在这 2 个第 1 磁片的铁芯内径侧端部之间开设有下列磁通阻挡孔。同样在第 2 铁芯部件一侧，上述第 2 永久磁铁采用截面呈矩形状的 2 个第 2 磁片，这 2 个第 2 磁片按照具有下列角度的方式设置，该角度为这 2 个第 2 磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，这 2 个第 2 磁片设置于上述第 1 永久磁铁中的 2 个第 1 磁片的每个投影面积内。
20 25

另外，作为第 11 种形式，在第 1 铁芯部件一侧，上述第 1 永久磁铁采用截面呈矩形状的 2 个第 1 磁片，这 2 个第 1 磁片按照具有下列角度的方式形成，该角度为这 2 个第 1 磁片中的相应一端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，并且在这 2 个第 1 磁片的铁芯内径侧端部之间开设有下列磁通阻挡孔，此外，同样在第 2 铁芯部件一侧，上述第 2 永久磁铁也采用截面呈矩形状的 2 个第 2 磁片，这 2 个第 2 磁片按照具有下列角度的方式设置，该角度为这 2 个第 2 磁片中的相应一
30

端朝向上述转子铁芯的中心方向相互靠近的角度，这 2 个第 2 磁片设置于上述第 1 永久磁铁中的 2 个第 1 磁片中的每个投影面积内。

作为本发明中所采用的磁体材料，最好第 1 铁芯部件中的第 1 永久磁铁为铁氧体磁体，上述第 2 铁芯部件中的第 2 永久磁铁为稀土类磁体。铁氧体磁体与稀土类磁体容易获得，可以很容易实现本发明的永久磁铁转子型电动机。

在本发明中，上述第 1 和第 2 铁芯部件均由下述电磁钢板的叠层体形成，其具有通过冲压机冲压出的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔，但是最好在上述第 1 铁芯部件用的电磁钢板中，其永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔是按照下述方式冲压出的，该方式为：上述第 1 铁芯部件中的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔盖住上述第 2 铁芯部件中的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔。

因此，第 2 铁芯部件一侧的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔设置于第 1 铁芯部件一侧的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔的投影面积内，第 2 铁芯部件一侧的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔的尺寸小于第 1 铁芯部件一侧的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔。

因此，在制造转子铁芯时，首先，以构成转子铁芯的全部铁芯材料（电磁钢板）为对象，冲压出第 2 铁芯部件用的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔，然后，相对第 1 铁芯部件所必需数量的铁芯料，按照下述方式冲压出第 1 铁芯部件用的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔，该方式为：上述第 1 铁芯部件用的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔盖住预先形成的第 2 铁芯部件中的永久磁铁埋设孔和磁通阻挡孔。按照上述方式，不会造成那么重的成本负担，可高效率地获得由电磁钢板形成的铁芯叠层体。之后，将永久磁铁材料埋设于该铁芯叠层体中，对其进行磁化。

本发明适合用于空调器中的压缩机用的无刷直流电动机，按照该方式，可提高空调器的性能。

下面通过实施例，并参照附图对本发明进行描述。该附图如下面所述。

图 1 为表示本发明第 1 实施例的平面示意图；

图 2 为沿适用于该第 1 实施例的转子铁芯中的 d 轴的剖面图；

图 3 为构成该转子铁芯的第 1 铁芯部件的平面图；

- 图 4 为构成该转子铁芯的第 2 铁芯部件的平面图；
图 5 为表示本发明第 2 实施例的平面示意图；
图 6 为沿适用于该第 2 实施例的转子铁芯中的 d 轴的剖面图；
图 7 为构成该转子铁芯的第 2 铁芯部件的平面图；
5 图 8 为表示本发明第 3 实施例的平面示意图；
图 9 为沿适用于该第 3 实施例的转子铁芯中的 d 轴的剖面图；
图 10 为构成该转子铁芯的第 2 铁芯部件的平面图；
图 11 为表示本发明第 4 实施例的平面示意图；
图 12 为构成适用于该第 4 实施例的转子铁芯的第 1 铁芯部件的
10 平面图；
图 13 为构成该转子铁芯的第 1 铁芯部件的平面图；
图 14 为表示本发明第 5 实施例的平面示意图；
图 15 为构成适用于该第 5 实施例的转子铁芯的第 1 铁芯部件的
平面图；
15 图 16 为构成该转子铁芯的第 2 铁芯部件的平面图；
图 17~22 分别为转子铁芯的变换实例的平面图；
图 23 和图 24 分别为表示已有实例的平面示意图。

首先，参照图 1~4，对本发明的永久磁铁转子型电动机的第 1 实施例进行描述。该永久磁铁转子型电动机包括产生旋转磁场的定子铁
20 芯 17，以及以可旋转的方式设置于该定子铁芯 17 内部的转子铁芯 10。
在该实施例中，该定子铁芯 17 具有 24 个槽口，以便设置三相（U 相、
V 相和 W 相）的电枢绕组。在此场合，外径一侧的绕组为 U 相，内径
一侧的绕组为 W 相，位于它们之间的绕组为 V 相，但是槽口的数量与
电枢绕组的形式可为任意的。

25 如图 2 的剖面图所示，转子铁芯 10 通过下述方式构成，该方式
为：将埋设有第 1 永久磁铁 11 的第 1 铁芯部件 12，以及埋设有第 2
永久磁铁 13 的第 2 铁芯部件 14 成整体同轴连接。此外，在转子铁芯
10 的旋转中心处开设有下述中心孔 16，该中心孔 16 用于使图中未示
出的旋转轴穿过。

30 在本实施例中，第 1 永久磁铁 11 由铁氧体磁体形成，第 2 永久
磁铁 13 采用稀土类磁体。

如图 3 所示，第 1 永久磁铁 11 的截面呈扇形，该 1 永久磁铁 11

根据该电动机的极数（在本实例中为4个极），沿圆周方向按照等间距，埋设于第1铁芯部件12的内部。按照上述方式，由于第1永久磁铁11的截面呈扇形，这样第1铁芯部件12中的磁铁的占有率是极高的。

与此相对，如图4所示，第2永久磁铁13的截面呈矩形状，即其呈具有规定厚度的板条状，与第1永久磁铁11相同，该第2永久磁铁13根据电动机的极数按照相同间距，埋设于第2铁芯部件14内部。按照上述方式，由于第2永久磁铁13呈板条状，这样第2铁芯部件14中的磁铁的占有率小于第1铁芯部件12。

每个第2永久磁铁13沿与该第2铁芯部件14的直径线保持垂直的方向，设置于靠近第2铁芯部件14的外缘侧的位置。

当第1铁芯部件12和第2铁芯部件14同轴连接时，第1永久磁铁11和第2永久磁铁13的位置对准，从而它们中的相同磁极分别相对应，但是在此场合，从第1铁芯部件12一侧观看，第2铁芯部件14一侧的第2永久磁铁13设置于埋设于第1铁芯部件12中的第1永久磁铁11的投影面积内。即，在图1中，如表示第1永久磁铁11的虚线，以及表示第2永久磁铁13的位于上述虚线内的实线所示，第2永久磁铁13按照包含于第1永久磁铁11的截面形状中的方式设置。

此外，在每个第2永久磁铁13的两个端部成对地形成有磁通阻挡孔15a、15b。最好该磁通阻挡孔15a、15b也形成于第1永久磁铁11的投影面积内。

当观察该转子铁芯10时，由于在第1铁芯部件12中，第1永久磁铁11为价格较低，并且磁通密度较低的铁氧体磁体，其截面呈扇形，该磁铁相对第1铁芯部件12的占有率较高，这样可使磁转矩增加到一定程度，但是另一方面，由于因其具有较高的磁体占有率，q轴电感和d轴电感为较小的值，从而磁阻转矩减小。

与此相对，由于在第2铁芯部件14中，第2永久磁铁13为价格较高，并且磁通密度较高的稀土类磁体，这样磁转矩较大，另外该磁铁相对第2铁芯部件14的占有率较低，由于图4中的实线箭头所示的磁路中的磁阻较小，这样定子铁芯17产生的磁通量容易进入到内部，d轴与q轴之间的电感差（ $L_q - L_d$ ）增加，磁阻转矩增加。

因此，在转子铁芯10中，当比如，第1铁芯部件12的比率相对增加时，性能（转矩、效率）降低，但是成本大大减小。这是因为：

价格较低的铁氧体磁体的第 1 永久磁铁 11 的使用量增加，与其相反，稀土类磁体的第 2 永久磁铁 13 的使用量减少。随便说一下，稀土类磁体的成本较高，其为铁氧体磁体的 20 倍。

5 与此相反，当第 2 铁芯部件 14 的比率相对增加时，性能便提高，但是成本很高。另外，根据该永久磁铁转子型电动机的用途，可同时添加第 1 铁芯部件 12 和第 2 铁芯部件 14，反之，也可同时削减这些铁芯部件。

按照上述方式，通过选择第 1 铁芯部件 12 和第 2 铁芯部件 14 相对转子铁芯 10 的占有率，可获得具有所希望的性能、尺寸和成本的电动机。因此，电动机设计的自由度（选择幅度）增加。

10 还有，由于第 1 永久磁铁 11 的截面形状大于第 2 永久磁铁 13 的截面形状，在第 1 铁芯部件 12 和第 2 铁芯部件 14 之间的接触面处，第 1 永久磁铁 11 和第 2 永久磁铁 13 相互具有阻挡对方的永久磁铁的磁通的功能（防止磁通短路、泄漏的功能）。因此，埋设第 1 永久磁铁的孔具有阻挡第 2 永久磁铁 13 的磁通的功能，埋设有第 2 永久磁铁 13 的孔具有阻挡第 1 永久磁铁 11 的磁通的功能。

在制造该转子铁芯 10 时，采用的是下述的自动铁芯叠置方式，该方式指：在自动冲压机上，通过铁芯冲压模具，采用电磁钢板，冲切铁芯料，在模具内叠置规定数量的铁芯料，之后穿上铆钉，实现铆接。

20 在上述冲压加工步骤中，也可分别预先冲压出规定数量的第 1 铁芯部件 12 用的铁芯料与第 2 铁芯部件 14 用的铁芯材料，但是按照本发明，首先将构成转子铁芯 10 所必需的全部的铁芯料用于第 2 铁芯部件 14，进行冲压。即，在全部的铁芯料上开设用于埋设第 2 永久磁铁 13 的孔，以及磁通阻挡孔 15a、15b。然后，从该铁芯料中，取出第 1 铁芯部件 12 所必需数量的铁芯材料，可在其上冲压出用于埋设第 1 永久磁铁 11 的孔。在此场合，第 1 永久磁铁 11 的埋设孔按照下述方式冲压出，该方式为：上述第 1 永久磁铁的埋设孔盖住预先形成的第 2 铁芯部件 14 用的磁铁埋设孔和磁通阻挡孔 15a、15b，因此，第 1 铁芯部件 12 用的铁芯料上仅仅开设有第 1 永久磁铁 11 的埋设孔。

30 按照上述方式，在将第 1 铁芯部件 12 与第 2 铁芯部件 14 成整体装配后，通过将作为第 1 永久磁铁 11 的铁氧体磁体埋设于第 1 铁芯部件 12 中，将作为第 2 永久磁铁 13 的稀土类磁体埋设于第 2 铁芯部件 14

中，分别对上述磁体进行磁化，从而获得转子铁芯 10。此外，在对每个永久磁铁 11、13 进行磁化后，也可将它们埋设于铁芯内部。

如果按照上述方式，采用本发明，由于不必增添新的设备，可采用已有的装置可制造转子铁芯 10，这样也不会增加成本负担。

5 此外，由于上述转子铁芯 10 适用于作为空调器中的压缩机用电动机的无电刷直流电动机，这样在不伴随成本增加的情况下，可提高空调器的性能（运转效率上升，振动或噪音降低）。

下面对图 5-7 所示的第 2 实施例进行描述。按照该第 2 实施例，将第 1 实施例中的第 2 永久磁铁改变为埋设于第 2 铁芯部件 14 内部的第 2 永久磁铁 18，其它的结构与第 1 实施例的相同。

同样在该第 2 实施例中，埋设于第 2 铁芯部件 14 内部的第 2 永久磁铁 18 由截面呈矩形状的稀土类磁体形成，但是在此场合，第 2 永久磁铁 18 沿与第 2 铁芯部件 14 的直径线保持垂直的方向设置于上述第 2 永久磁铁 14 的内缘侧。

15 该第 2 永久磁铁 18 的宽度以下述方式小于第 1 实施例中的第 2 永久磁铁 13，该方式为：该第 2 永久磁铁 18 落入埋设于第 1 铁芯部件 12 中的第 1 永久磁铁 11 的截面扇形的投影面积内。另外，如果按照该第 2 实施例，在第 2 永久磁铁 18 的两个端部处开设有下列狭缝状的磁通阻挡孔 20a、20b，该孔沿磁极的边界在铁芯外缘侧延伸。最好，该磁通阻挡孔 20a、20b 尽可能地延伸到靠近铁芯外缘的位置，但是该磁通阻挡孔 20a、20b 的长度还可按照下述方式确定，该方式为：该孔不超出埋设于第 1 铁芯部件 12 中的第 1 永久磁铁 11 的截面扇形的投影面积的范围之外。

25 按照上述方式，与第 1 实施例相比较，则可获得下述的转子铁芯，随第 2 永久磁铁的使用量与位置的不同，该转子铁芯的磁通密度（磁转矩）和磁路的磁阻（磁阻转矩）或成本不一样。

此外，按照图 8-10 所示的第 3 实施例，在第 2 铁芯部件 14 的内部，作为第 2 永久磁铁，针对 1 个磁极埋设有 2 个磁片 21a、21b。另外，在该第 3 实施例中，定子铁芯 17 与第 1 铁芯部件 12 等其它的结构与上述第 1 实施例的相同。

30 磁片 21a、21b 均由截面呈矩形状的稀土类磁体形成，它们按照具有下述角度的方式设置，该角度为这些磁片的一端朝向转子铁芯 10 的

中心方向相互靠近的角度。因此，每个磁片 21a、21b 按照它们的交叉角为钝角的方式，相对 d 轴线对称地设置。

在磁片 21a、21b 中的位于铁芯外缘侧的相应的另一端分别开设有磁通阻挡孔 23a、23b。此外，该磁通阻挡孔 23a、23b 与磁片 21a、21b 用的埋设孔成整体成形。

在此场合，与前面的第 1 和第 2 实施例相同，磁片 21a、21b 和磁通阻挡孔 23a、23b 设置于埋设于第 1 铁芯部件 12 内的第 1 永久磁铁 11 的截面扇形的投影面积内。

在该第 3 实施例中，由于采用作为第 2 永久磁铁的 2 块磁片 21a、21b，其稀土类磁体使用量较多，这样可获得较大的磁转矩。另外，如图 10 所示，由于磁片 21a、21b 沿磁路设置，这样可使该磁路的磁阻达到最小，可使磁转矩增加到最大值。因此，相对上述第 1 和第 2 实施例，可获得转矩较高、效率较高的电动机。

下面参照图 11~13，对第 4 实施例进行描述。按照该第 4 实施例，第 1 铁芯部件 12 中的第 1 永久磁铁和第 2 铁芯部件 14 中的第 2 永久磁铁均改变。另外，在表示该第 4 实施例的整体结构的图 11 中，定子铁芯 17 与上述每个实施例中的相同。

如图 12 清楚表示的那样，作为埋设于第 1 铁芯部件 12 中的第 1 永久磁铁，针对 1 个磁极采用 2 个第 1 磁片 24a、24b。该第 1 磁片 24a、24 均由下述板条状的铁氧体磁体形成，该铁氧体磁体截面呈矩形状，其具有规定厚度。该第 1 磁片 24a、24b 沿磁极的边界线设置，在该铁芯内径侧端部之间，开设有第 1 磁通阻挡孔 26。最好，该第 1 磁通阻挡孔 26 尽可能地靠近铁芯内径一侧。

还有，如图 13 所示，在埋设于第 2 铁芯部件 14 内的第 2 永久磁铁中，同样针对 1 个磁极采用 2 个第 2 磁片 27a、27b。该第 2 磁片 27a、27b 均由板条状的稀土类磁体形成，该磁体的截面呈矩形状，其具有规定的厚度。与第 1 磁片 24a、24b 相同，第 2 磁片 27a、27b 也沿磁极的边界线设置，在其内径侧端部之间，开设有第 2 磁通阻挡孔 29。

在此场合，第 2 磁片 27a、27b 的厚度小于第 1 磁片 24a、24b。另外，第 2 磁通阻挡孔 29 的长度与宽度实质上小于第 1 磁通阻挡孔 26。

因此，第 2 磁片 27a、27b 与第 2 磁通阻挡孔 29 按照包含于第 1

磁片 24a、24b 和第 1 磁通阻挡孔 26 中的相应投影面积内部的方式设置。

下面对图 14~16 所示的第 5 实施例进行描述。另外，在表示该第 5 实施例的整体结构的图 14 中，定子铁芯 17 与上述每个实施例的相同。

5 在该第 5 实施例中，埋设于第 1 铁芯部件 12 内部的第 1 永久磁铁 30 由铁氧体磁体形成，但是该第 1 永久磁铁 30 的截面呈圆弧状。如图 15 所示，该第 1 永久磁铁 30 对应于每个磁极设置 1 个，但是在此场合，第 1 永久磁铁 30 按照其凸面一侧朝向铁芯的中心侧的方式设置。

10 与此相对，如图 16 所示，在第 2 铁芯部件 14 中，与上述第 3 实施例相同，作为第 2 永久磁铁，针对 1 个磁极采用 2 个磁片 32a、32b。

即，磁片 32a、32b 均由其截面呈矩形状的稀土类磁体形成，它们按照具有下述角度的方式设置，该角度为这些磁片中的相应一端朝向转子铁芯 10 的中心方向相互靠近的角度。换言之，每个磁片 21a、21b 按照它们的交叉角为钝角的方式，相对 d 轴线对称地设置。

15 在磁片 32a、32b 中的位于铁芯外缘侧的相应另一端处分别开设有磁通阻挡孔 34a、34b。

磁片 32a、32b 和磁通阻挡孔 34a、34b 设置于埋设于第 1 铁芯部件 12 中的第 1 永久磁铁 30 的截面扇形的投影面积内。

20 上面对本发明中的代表性的每个实施例进行了描述，但是本发明包括下述的各种变换实例。另外，由于同样在这些变换实例中，定子铁芯 17 不需要改变，这样变换实例的每个附图仅仅为转子铁芯 10 的平面示意图。

25 此外，该变换实例的转子铁芯 10 的每个平面图表示从第 2 铁芯部件 14 一侧观看到的情况，因此，第 2 铁芯部件 14 内的第 2 永久磁铁以实线表示，而相对第 2 铁芯部件 14，位于纸面后方的第 1 铁芯部件 12 内的第 1 永久磁铁由虚线表示。

在图 17 的第 1 变换实例中，转子铁芯 10 是这样形成的，即将在上述第 5 实施例中所描述的第 1 铁芯部件 12，以及在上第 1 实施例中所描述的第 2 铁芯部件 14 以同轴方式成整体连接。

30 即，由截面呈圆弧状的铁氧体磁体形成的第 1 永久磁铁 30 按照下述方式设置于第 1 铁芯部件 12 内部，该方式为：针对每个磁极，其凸面侧朝向铁芯的中心方向。与此相对，由截面呈矩形状（平齐的板条

状)的稀土类磁体形成的第2永久磁铁13按照下述方式设置于第2铁芯部件14中,该方式为:该第2永久磁铁13针对每个磁极,在第2铁芯部件14的外缘一侧,沿与该第2铁芯部件14的直径线保持垂直的方向。另外,磁通阻挡孔分别设置于第2永久磁铁13的两端,但这一点在图中未示出。

再有,如作为第2变换实例的图18所示,上述第1变换实例的、由截面呈圆弧状的铁氧体磁体形成的第1永久磁铁30也可按照其凸面侧沿铁芯的外缘的方式设置。

图19表示作为第3变换实例的转子铁芯10,其是这样形成的,将在上述第5实施例中所述的第1铁芯部件12,以及在上述第2实施例中所述的第2铁芯部件14以同轴方式成整体连接。

对于第1铁芯部件12,由于其与上述第1变换实例的相同,故省略对其的描述。由截面呈矩形状的稀土类磁体形成的第2永久磁铁18按照下述方式设置于第2铁芯部件14中,该方式为:该第2永久磁铁18针对每个磁极,在第2铁芯部件14的内缘一侧,沿与该第2铁芯部件14的直径线保持垂直的方向设置。另外,在第2永久磁铁18的两个端部开设有下述狭缝状的磁通阻挡孔20a、20b,该孔沿磁极的边界,在外缘一侧延伸。

图20表示作为第4变换实例的转子铁芯10,该转子铁芯是这样形成的,将在上述第1实施例中所述的第1铁芯部件12,以及在上述第4实施例中所述的第2铁芯部件14以同轴方式成整体连接。

即,由其截面呈扇形的铁氧体磁体形成的第1永久磁铁11针对每个磁极,设置于第1铁芯部件12中。与此相对,在第2铁芯部件14中,针对1个磁极,采用2个第2磁片27a、27b。该第2磁片27a、27b均由板条状的稀土类磁体形成,该磁体的截面呈矩形状,其具有规定的厚度,每个第2磁片沿磁极的边界线设置。另外,在其铁芯内径侧端部之间,开设有第2磁通阻挡孔29。

图21表示作为第5变换实例的下述转子铁芯10,该转子铁芯是这样形成的,即将在上述第4实施例中所述的第1铁芯部件12,以及在上述第3实施例中所述的第2铁芯部件14以同轴方式成整体连接。

即,在第1铁芯部件12中,作为第1永久磁铁,针对1个磁极采用2个磁片24a、24b。该磁片24a、24b均由下述板条状的铁氧体磁

体形成，该磁体的截面呈矩形状，其具有规定厚度，每个磁片沿磁极的边界线设置。另外，在其铁芯内径侧端部之间，开设有磁通阻挡孔 26。与此相对，在第 2 铁芯部件 14 中，作为第 2 永久磁铁，针对个磁极，采用 2 个磁片 21a、21b。磁片 21a、21b 均由其截面呈矩形状的稀土类磁体形成，其按照具有下述角度的方式设置，该角度为这些磁片中的相应一端朝向转子铁芯 10 的中心方向相互靠近的角度。另外，在磁片 21a、21b 中的位于铁芯外缘侧的相应另一端处分别开设有磁通阻挡孔，但这一点在图中未示出。

图 22 表示下述的第 6 变换实例，该实例对在上述第 5 实施例中用作第 1 永久磁铁的 2 个磁片 24a、24b 进行了进一步的变换。即，按照第 5 实施例，在第 1 铁芯部件 12 中，2 个磁片 24a、24b 沿磁极的边界线，以平行方式设置，但是，该第 1 铁芯部件 12 中的 2 个磁片 24a、24b 可按照具有下述角度的方式设置，该角度为这些磁片的相应一端朝向转子铁芯 10 的中心方向相互靠近的角度。

另外，从每个变换实例的附图还可看出，即使在任意的场合下，第 2 铁芯部件 4 中的第 2 永久磁铁的宽度与长度实质上小于第 1 铁芯部件 12 中的第 1 永久磁铁，从而可使第 2 永久磁铁落入到第 1 永久磁铁的投影面积内。

上面通过具体的实施例与变换实例对本发明进行了具体描述，但是理解了上述内容的本领域的普通技术人员可以很容易地得出其变换、改进和等同物。因此，本发明的范围应为与下面所附的权利要求书保持相同的范围。

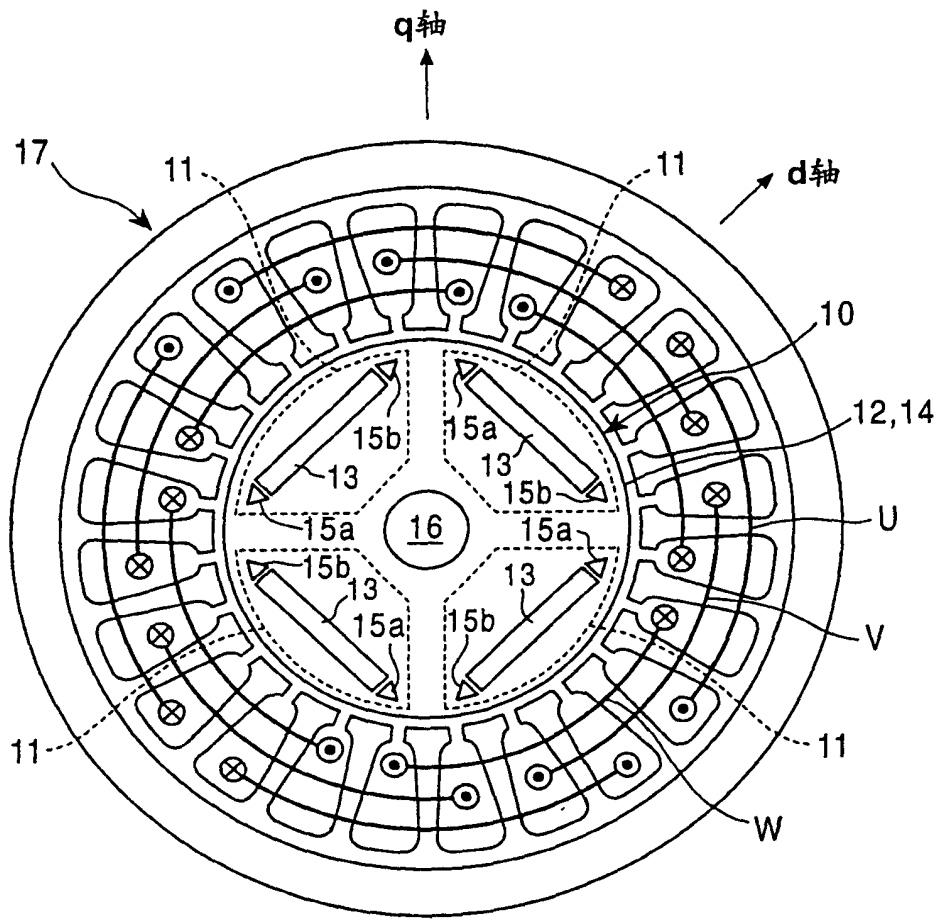


图 1

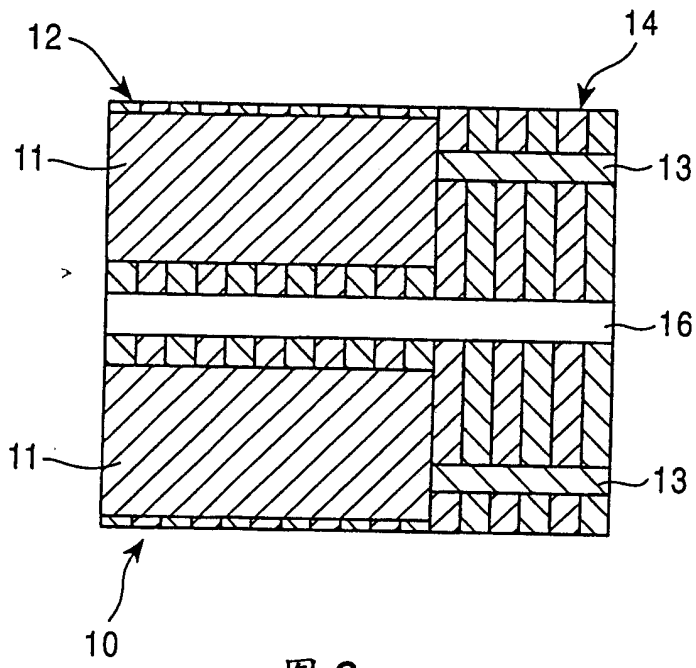


图 2

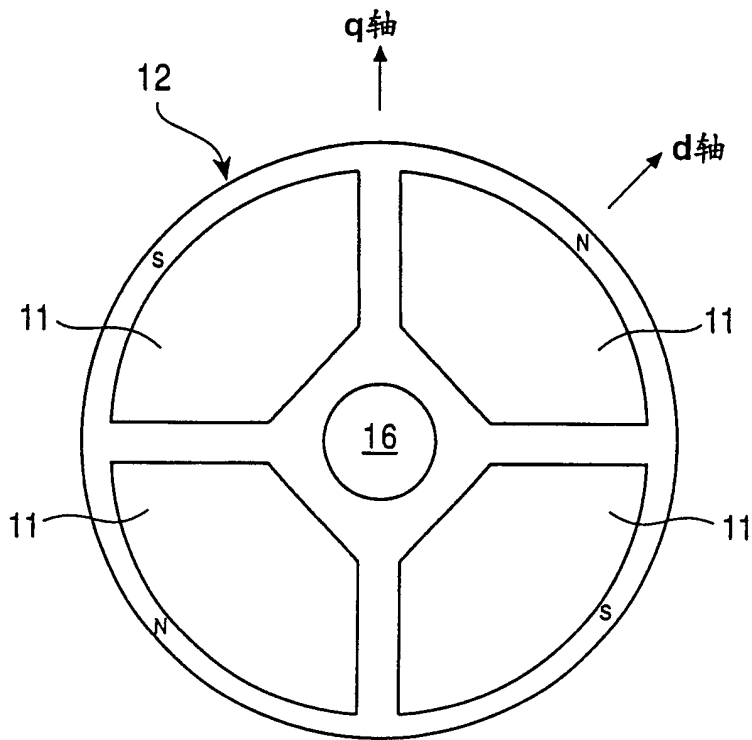


图 3

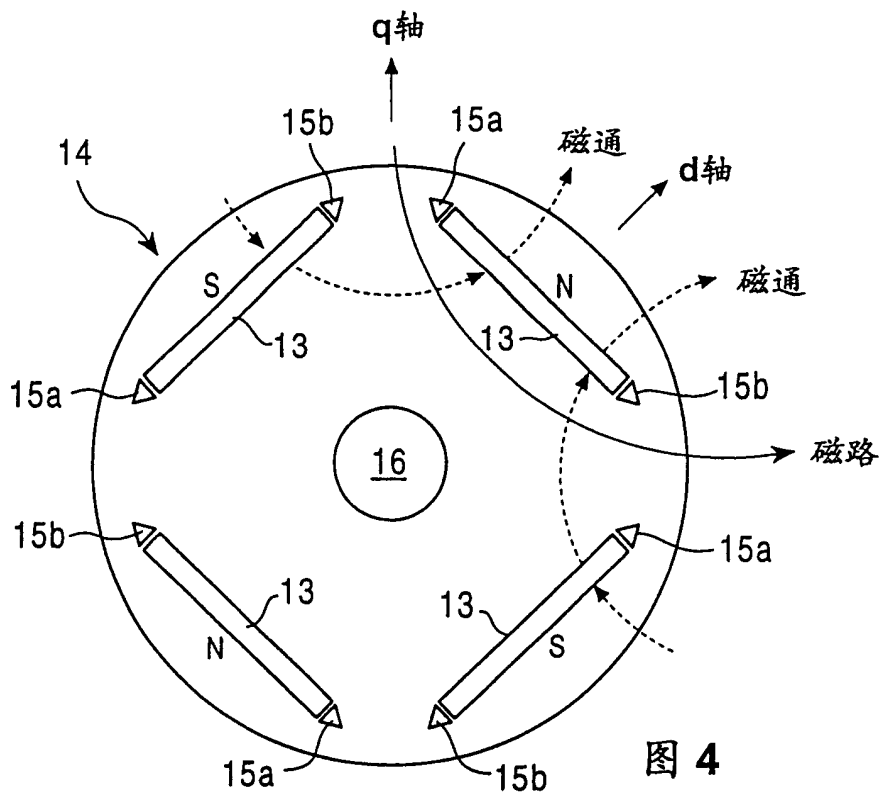


图 4

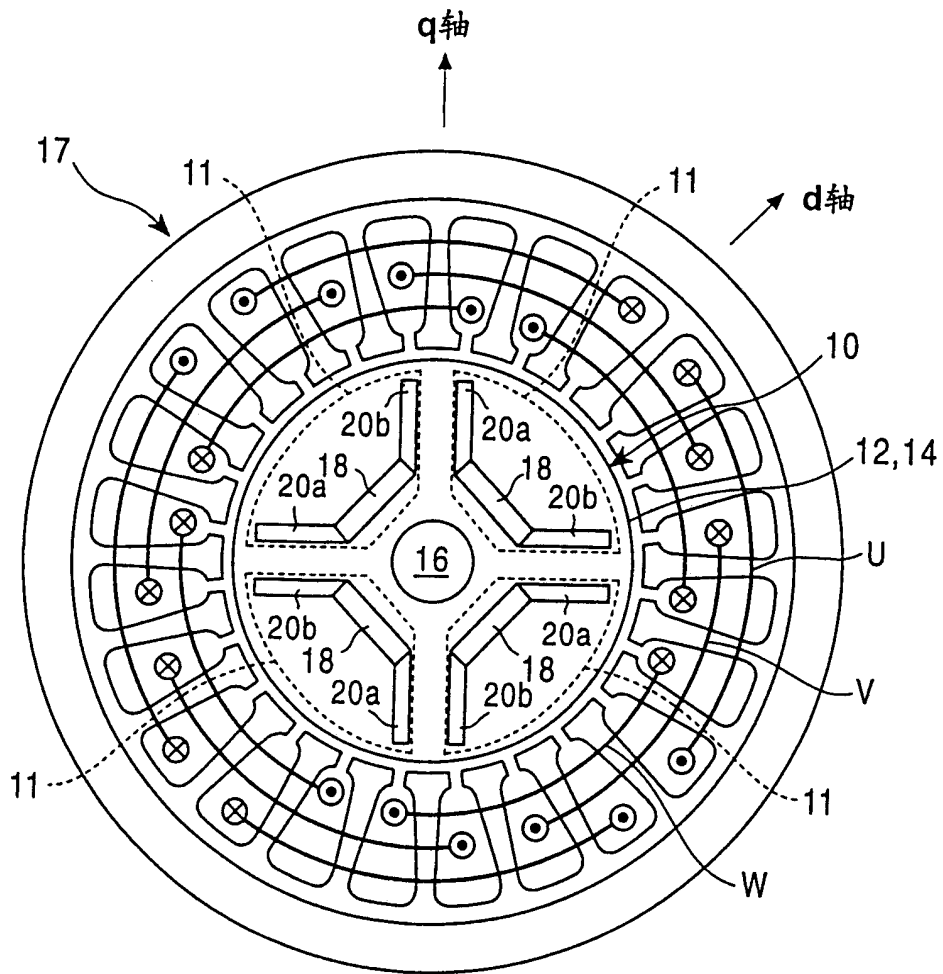


图 5

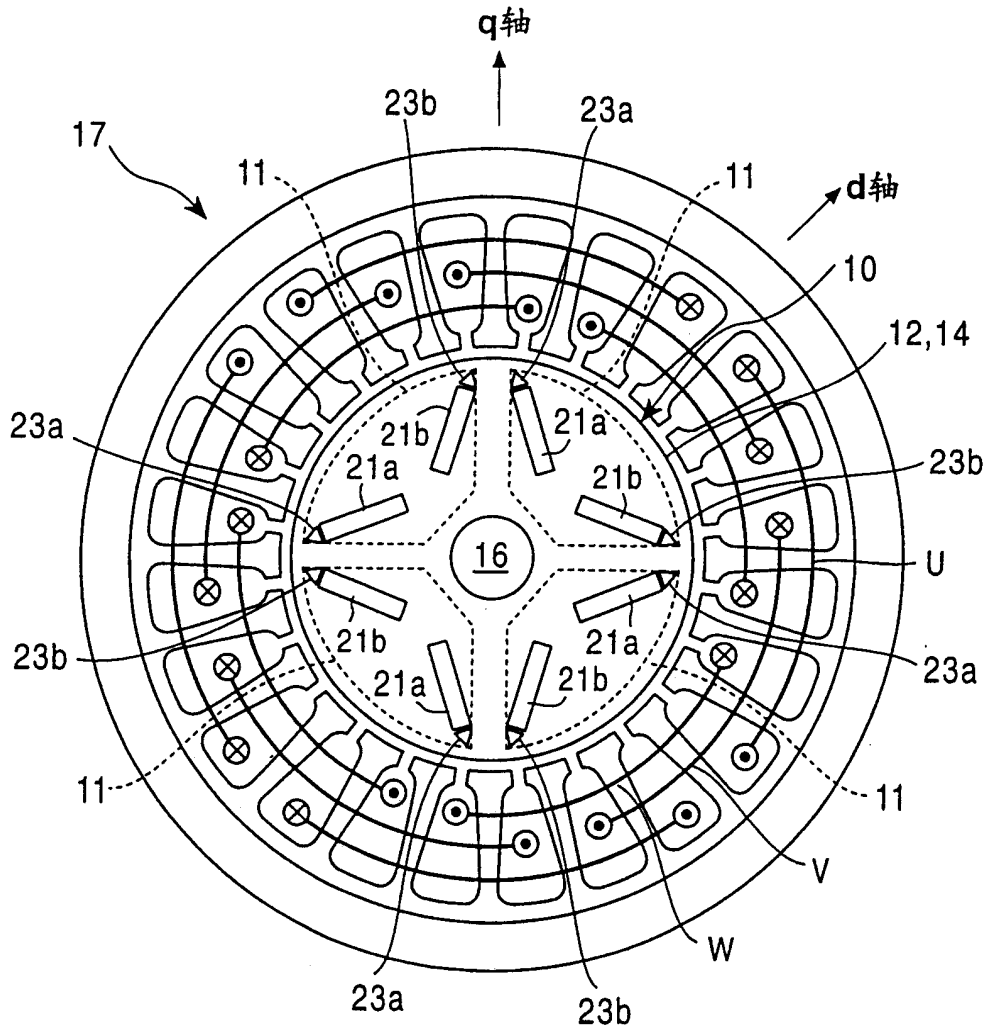


图 8

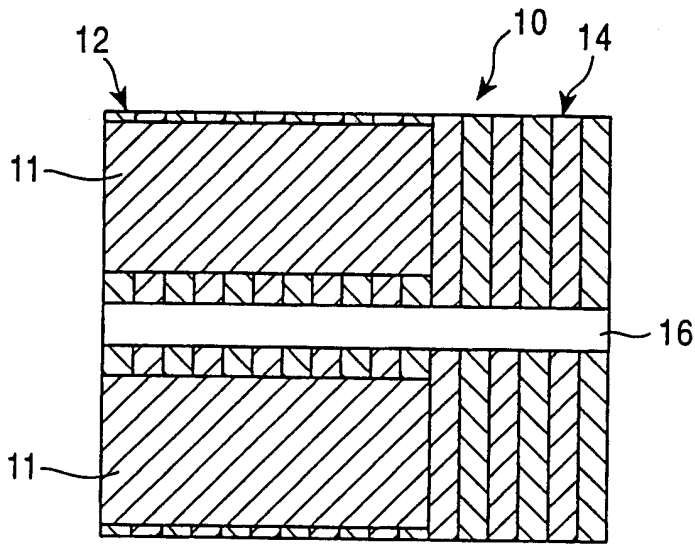


图 9

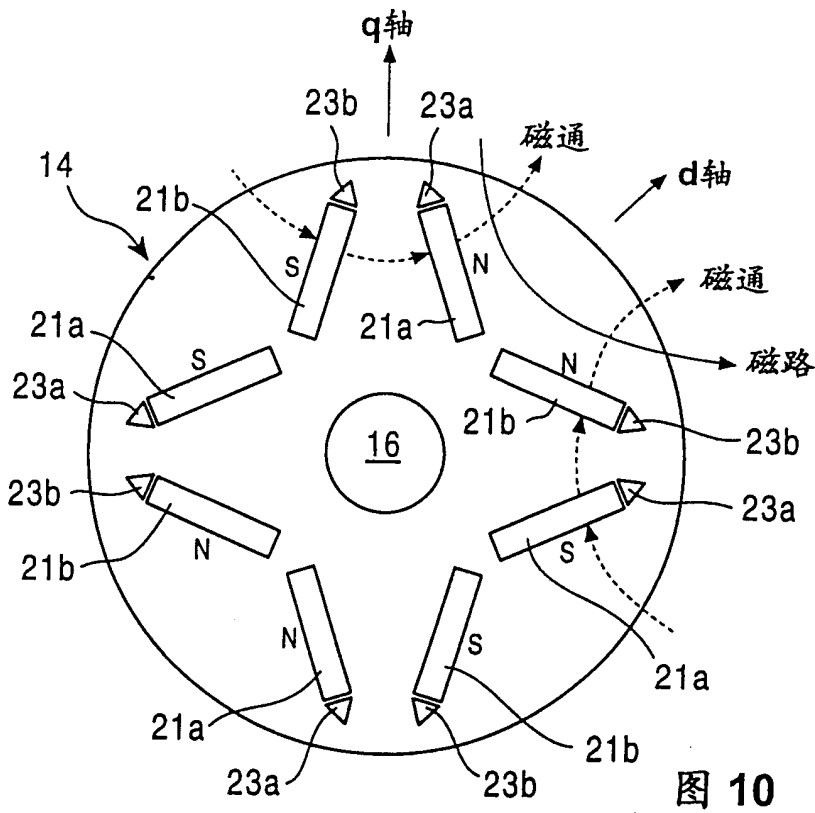


图 10

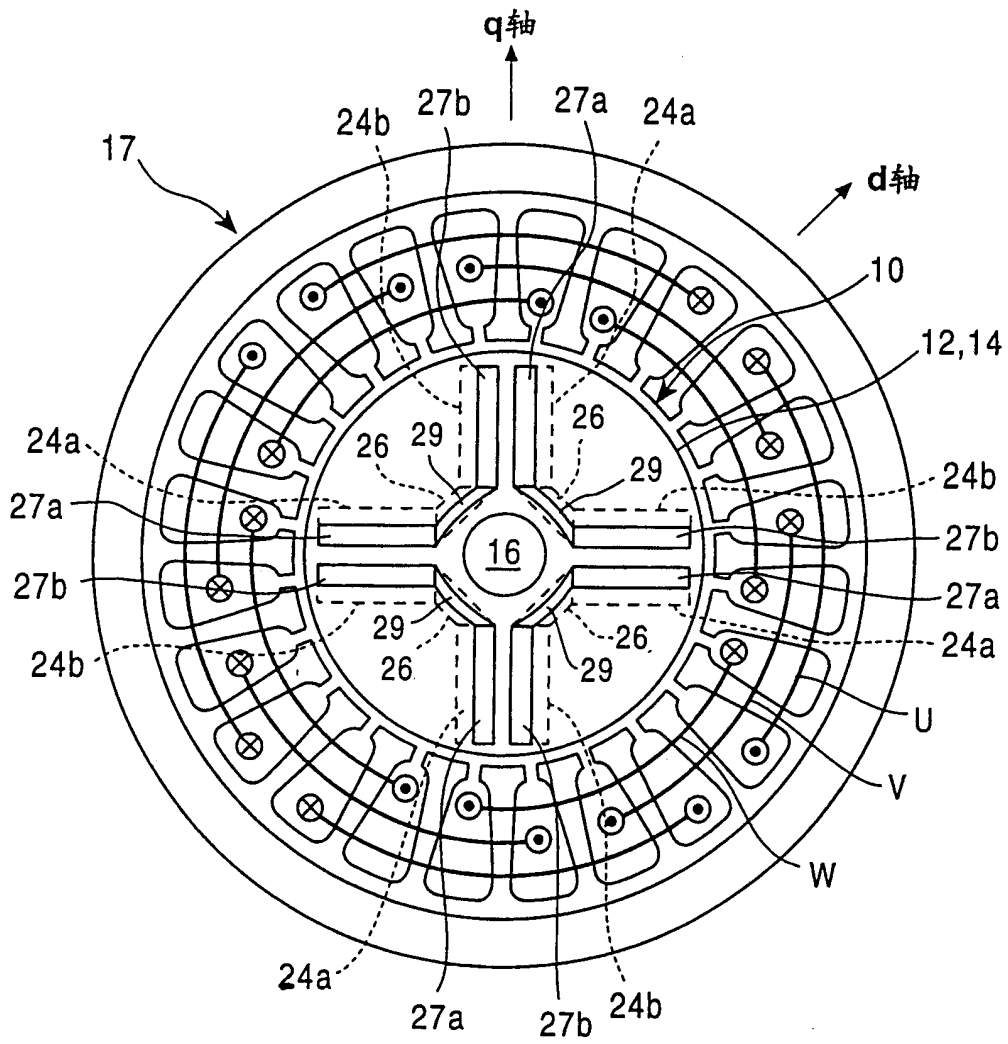


图 11

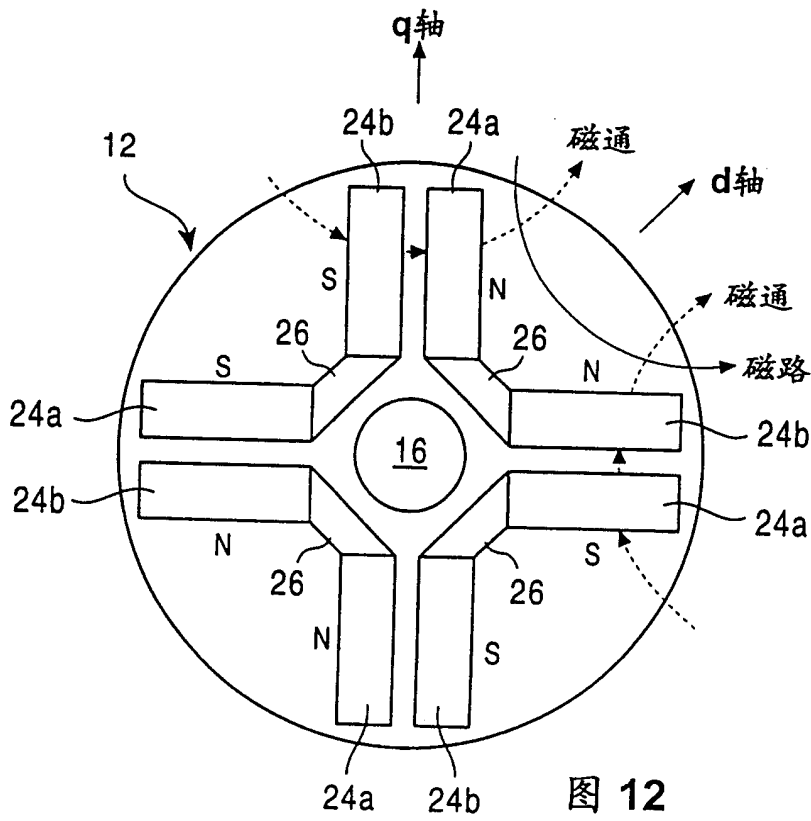


图 12

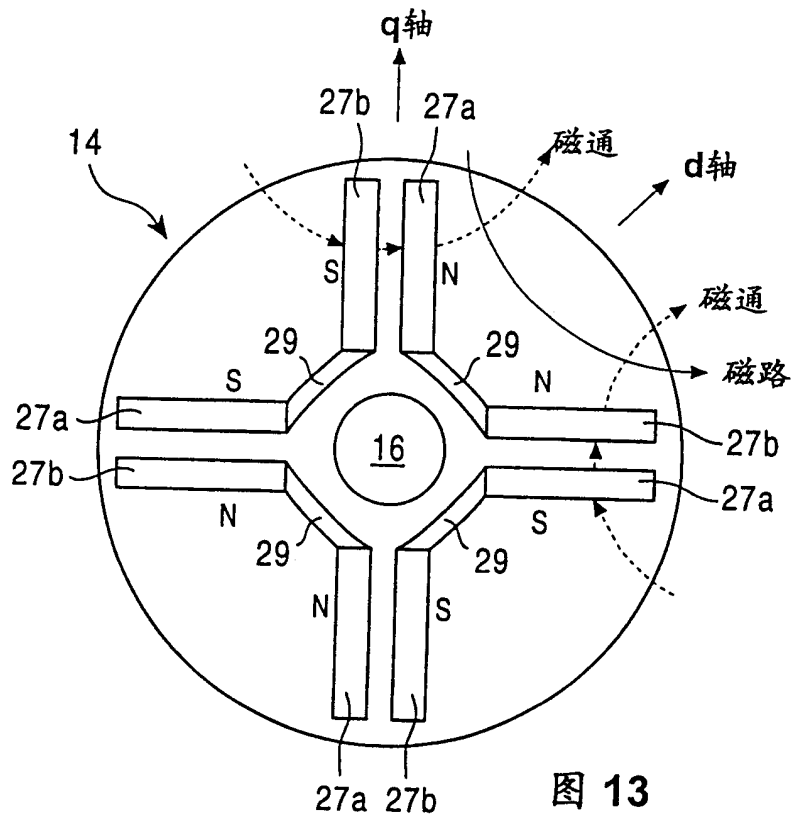


图 13

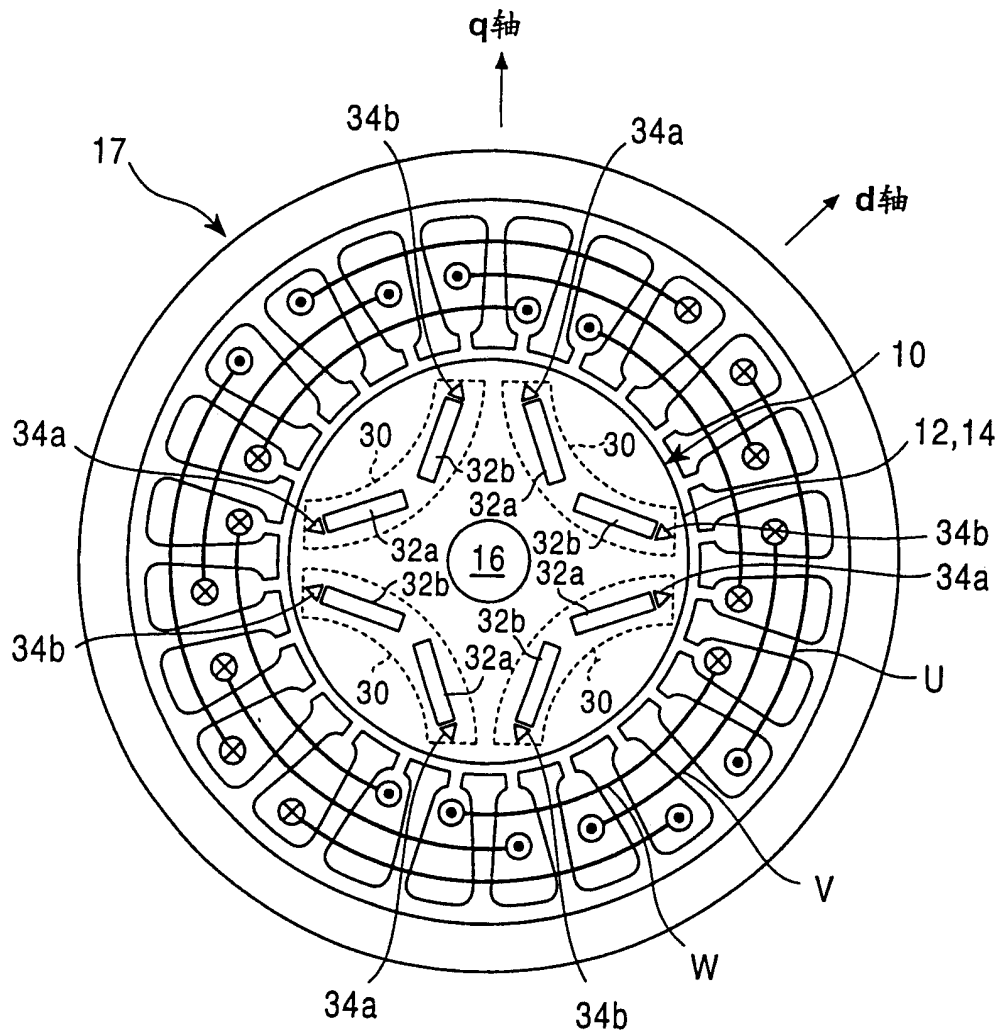
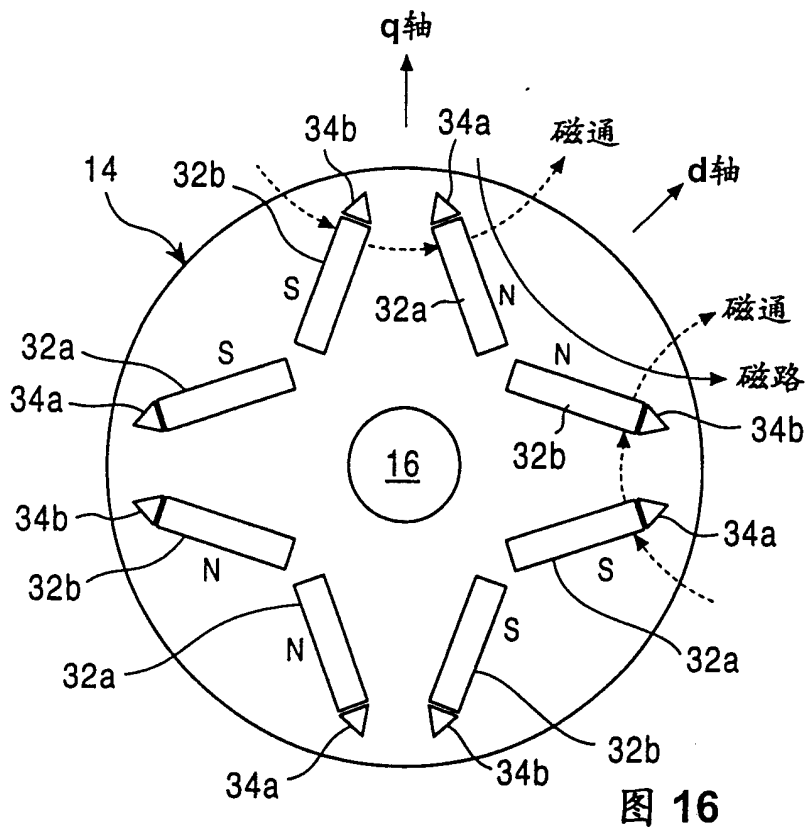
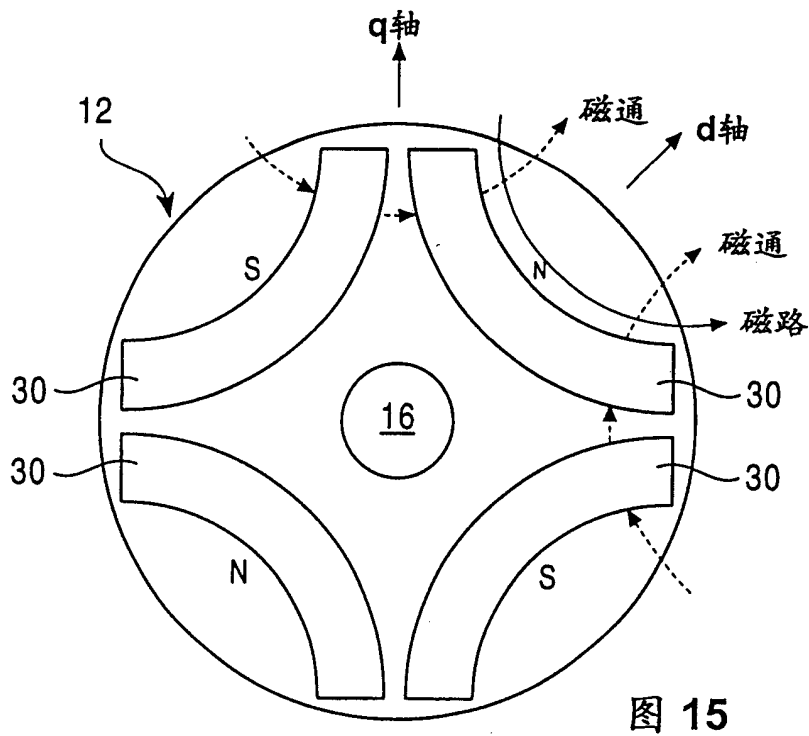


图 14



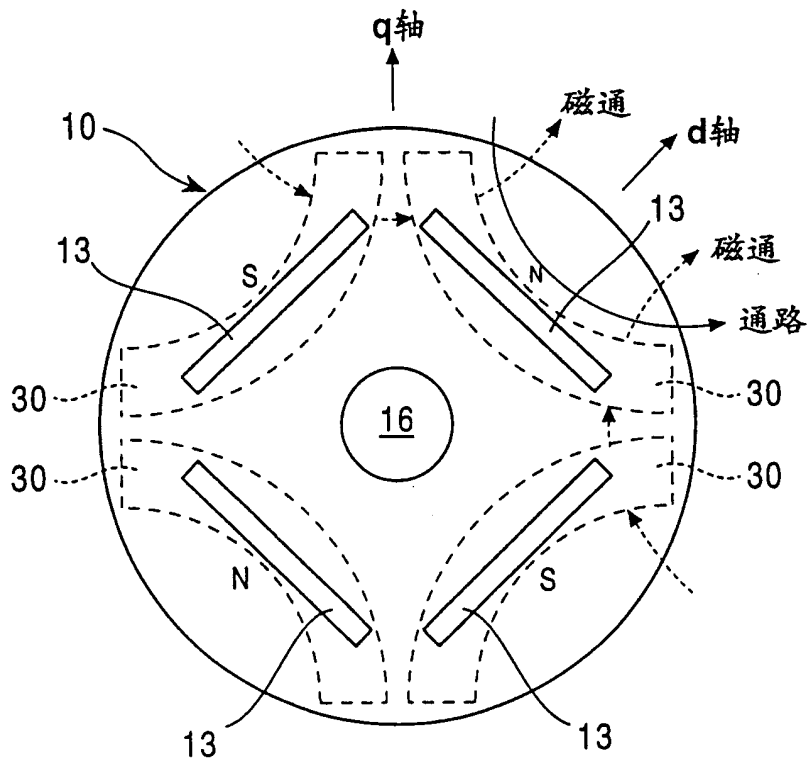


图 17

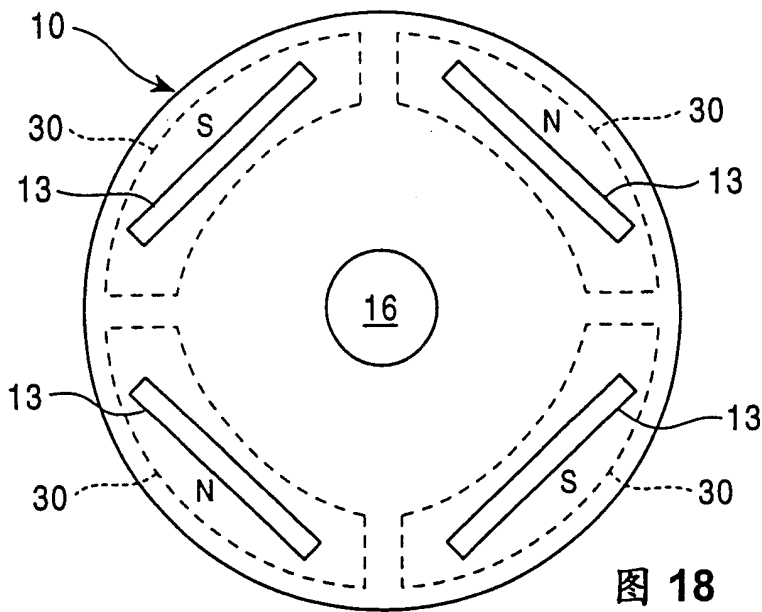


图 18

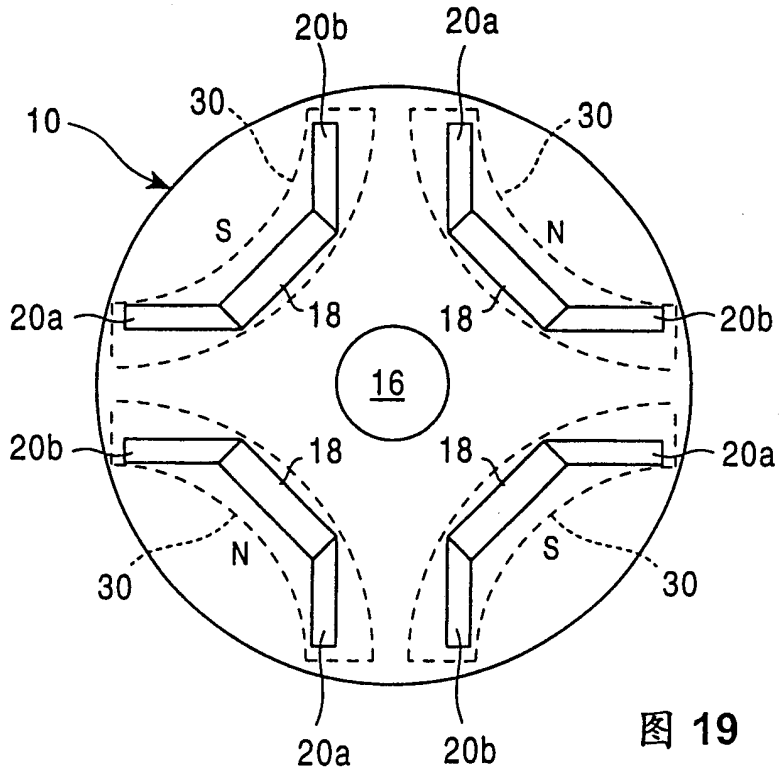


图 19

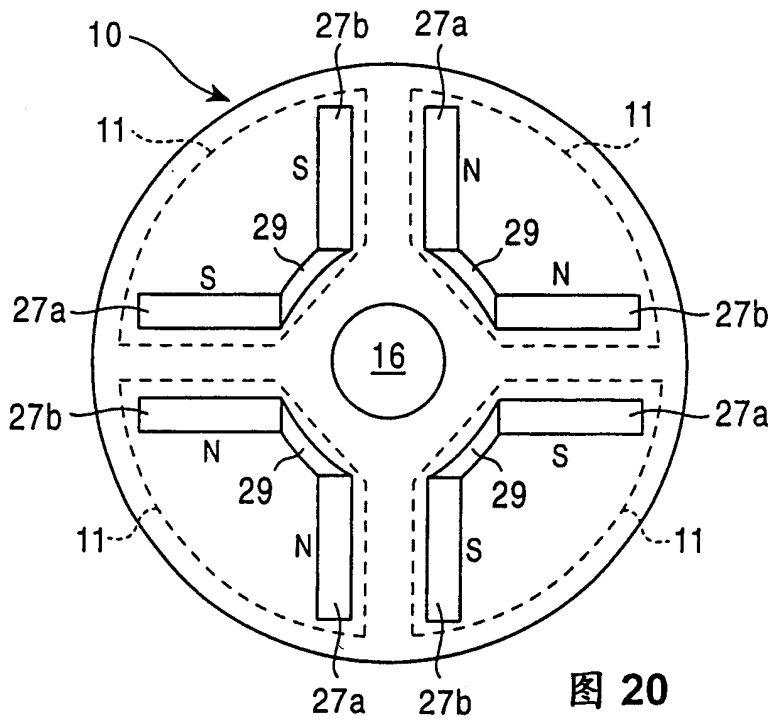


图 20

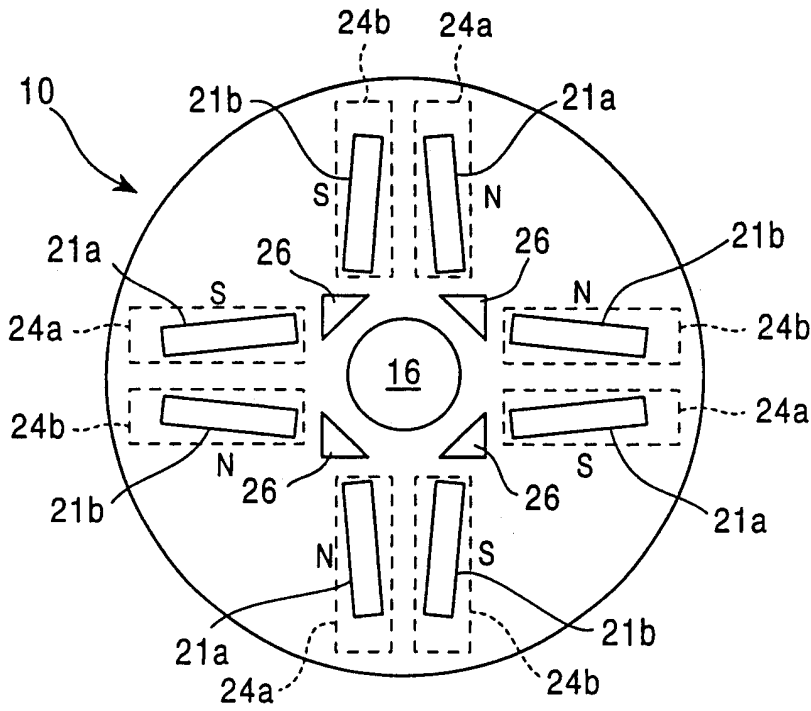


图 21

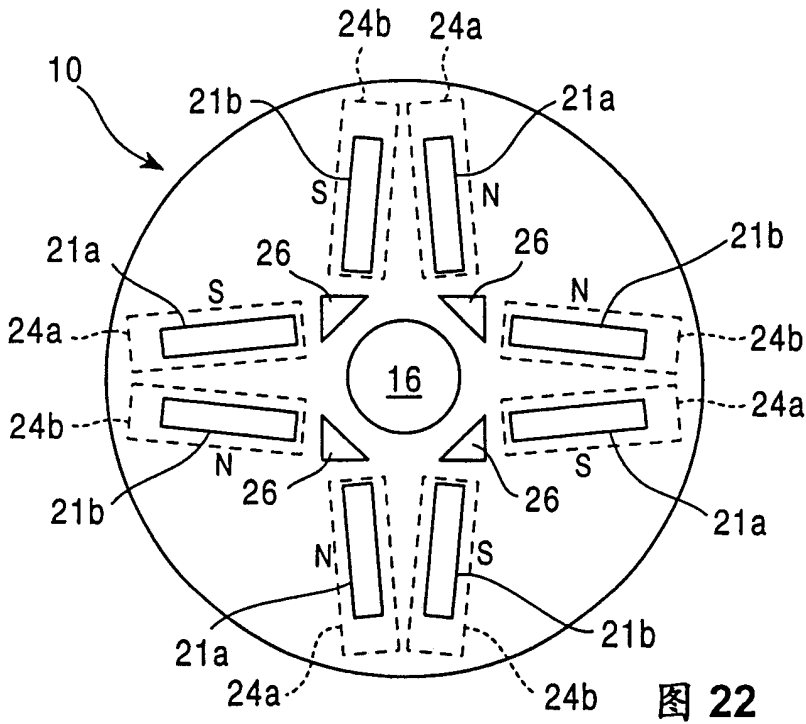


图 22

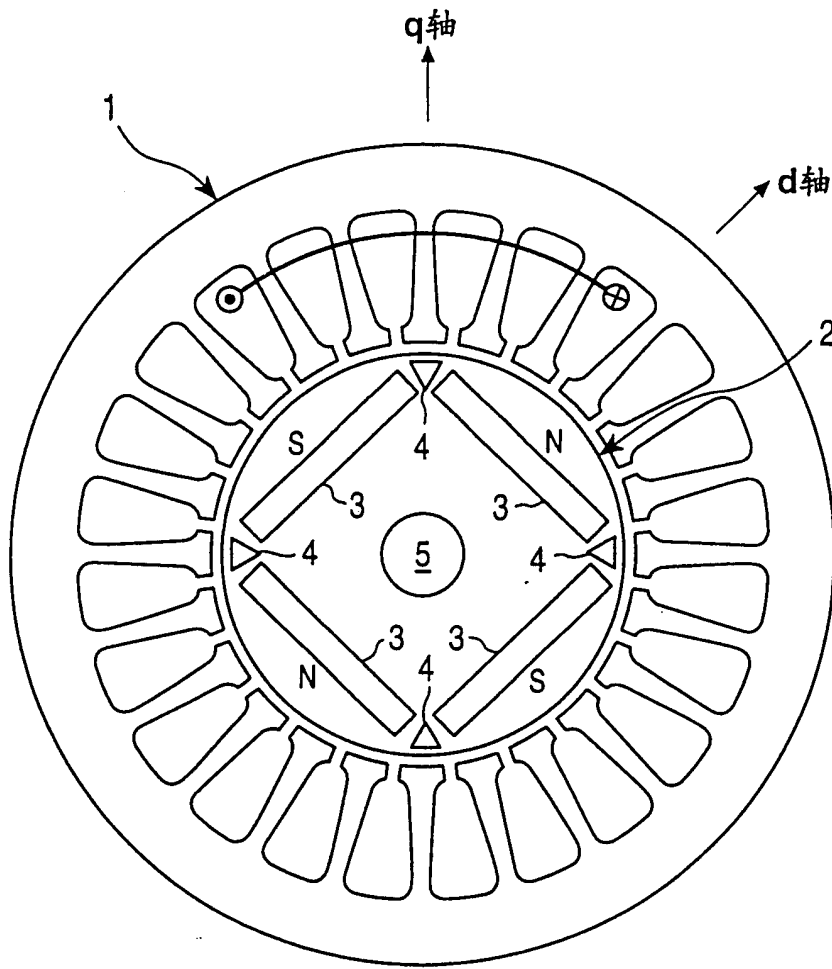


图 23

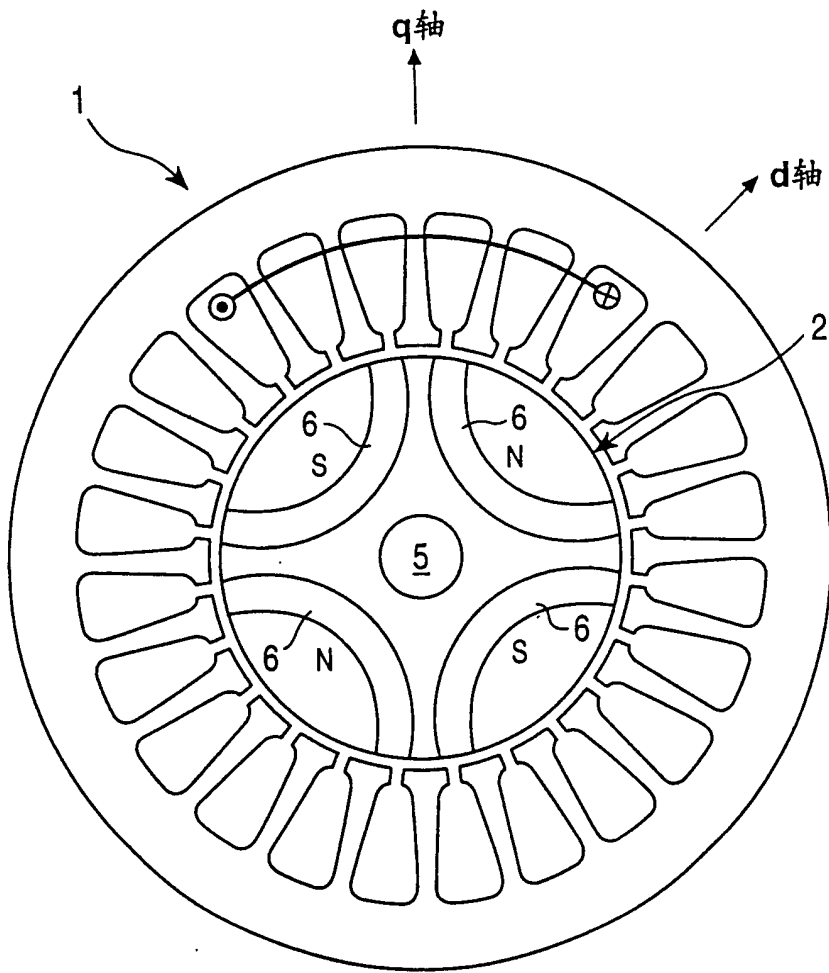


图 24