

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02K 1/06

H02K 1/27



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99110674.1

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1133259C

[22] 申请日 1999.7.23 [21] 申请号 99110674.1

[30] 优先权

[32] 1998. 7. 24 [33] JP [31] 208917/1998

[32] 1998. 8. 21 [33] JP [31] 235289/1998

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 浅野能成 神藤正行 山本敏夫

审查员 刘 平

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

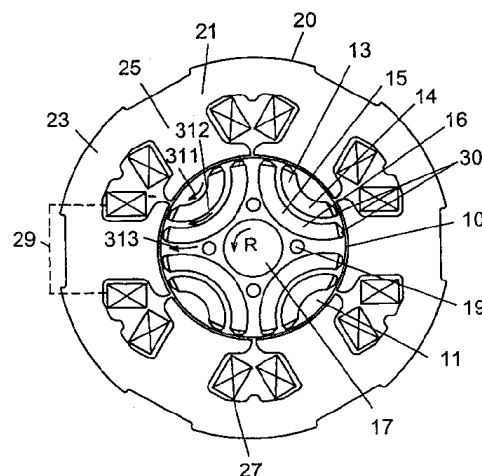
代理人 张民华

权利要求书 5 页 说明书 15 页 附图 19 页

[54] 发明名称 带内永久磁铁转子的电动机和用该电动机的设备驱动单元

[57] 摘要

本发明电动机包括下列元件：一具有多个齿的定子铁芯、连接这些齿的一轭铁、以一集中绕组的形式绕在诸齿上的诸线圈以及一带有诸内永久磁铁的转子。该带有诸内永久磁铁的转子包括下列元件：一具有多个狭缝的诸转子铁芯，该狭缝的端部延伸靠近于该转子的外圆；诸位于这些狭缝里的永久磁铁；以及设在转子铁芯的外圆与诸永久磁铁的相应的诸端部之间的诸非磁性部分。这一结构使该电动机能持久地经受住去磁作用，并且使其体积小，效率高，并能以高效率方式制造。该电动机能被用作一驱动装置整体地装入一设备驱动单元。



ISSN 1008-4274

1. 一种电动机，它包括：
 - (a) 一定子铁芯，它包括多个齿和连接这些齿的一轭铁；
 - (b) 诸线圈，它们以一集中绕组的形式绕在诸齿上；以及
 - 5 (c) 一带有诸内永久磁铁的转子，所述转子包括下列元件：
 - (c-1) 具有多个狭缝的诸转子铁芯，该狭缝的端部延伸靠近于该转子的外圆；
 - (c-2) 诸位于这些狭缝里的永久磁铁；以及
 - (c-3) 在诸永久磁铁的端部形成的诸非磁性部分，它们设在转子铁芯
 - 10 的外圆与诸永久磁铁的相应的诸端部之间。
2. 如权利要求1所述的电动机，其特征在于，狭缝的形状如一弧，该弧线的顶端朝着转子中心。
3. 如权利要求1所述的电动机，其特征在于，诸所述永久磁铁为稀土永久磁铁。
- 15 4. 如权利要求1所述的电动机，其特征在于，所述转子有四个极。
5. 一种电动机，它包括：
 - (a) 一定子铁芯，它包括多个齿和连接这些齿的一轭铁；
 - (b) 诸绕在诸齿上的线圈；以及
 - (c) 一带有诸内永久磁铁的转子，所述转子包括下列元件：
 - 20 (c-1) 一转子铁芯，它由诸电磁钢板制成的转子铁芯薄板叠置而成；
 - (c-2) 一内永久磁铁，它埋置在所述转子铁芯里；以及
 - (c-3) 一非磁性部分，它被设置得接触于所述永久磁铁的端部，所述非磁性部分的顶端延伸至转子极的端部，
- 其中，所述转子铁芯由多块转子铁芯薄板组成，这些薄板在一极分界面与沿
- 25 所述转子的转动方向的一居前的非磁性部分的顶端之间具有不同的角度范围。
6. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，所述非磁性部分沿着转子外圆的圆周方向延伸。
7. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，埋置在所述转子铁芯内的所述永久磁铁是一刚性板。
- 30 8. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，所述永久磁铁沿轴向埋置，它笔直而无偏移地位于所述转子铁芯内。
9. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，具有内永久磁铁的所述转子包括诸具有不同角“ θ_i ”的“N”型转子铁芯薄板，该角“ θ_i ”延伸在一极分界面

与沿所述转子的转动方向的该转子极的一居前的非磁性部分的顶端之间，每块“N”型薄板的厚度大约相等，并满足以下等式： $\theta_i = \theta_0 + 120 \times i / (P \times N)$ ，

式中，P=转子极数量，定子狭缝的数量是 $(3/2) \times P$ 和 $3P$ 中之一，

“ θ_0 ”是一常数，它满足 $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ ，

5 $i=1, 2, \dots, N$ 。

10. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，具有内永久磁铁的所述转子包括诸具有不同角“ θ_i ”的“N”型转子铁芯薄板，该角“ θ_i ”延伸在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的一居前的非磁性部分的顶端之间，每块

“N”型薄板的厚度大约相等，并满足以下等式： $\theta_i = \theta_0 + 60 \times i / (P \times N)$ ，

10 式中，P=转子极数量，定子狭缝的数量是 $6P$ ，

“ θ_0 ”是一常数，它满足 $0 \leq \theta_i \leq 120/P$ ，

$i=1, 2, \dots, N$ 。

11. 如权利要求9或10所述的电动机，其特征在于，其中， $\theta_i + \theta'_i = 120/P$ ，其中， θ'_i 是在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的第“i”块转

15 子铁芯薄板的一末尾非磁性部分的顶端之间的一角度范围。

12. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，带所述内永久磁铁的所述转子是通过叠置 n/P 片转子铁芯形成，每叠一片时偏移一角度 $360 \times j/P$ ，并且 $\theta_j = \theta_0 + 120 \times j \times n / (P^2)$ ，

20 式中， θ_j 是在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子的一居前的非磁性部分的顶端之间的角度范围， θ_j 取 P/n 类数值，每一数值循环重复“n”次，

P是转子极数量，定子的数量是 $(3/2)$ 和 $3P$ 中之一，

θ_0 是一常数，它满足 $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ ，

$j=1, 2, \dots, P/n$ ，

“n”是一不大于 $P/2$ 的自然数。

25 13. 如权利要求5所述的电动机，其特征在于，带所述内永久磁铁的所述转子是通过叠置 n/P 片转子铁芯形成，每叠一片时偏移一角度 $360 \times j/P$ ，并且

$\theta_j = \theta_0 + 120 \times j \times n / (P^2)$ ，

30 式中， θ_j 是在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的一居前的非磁性部分的顶端之间的角度范围， θ_j 取 P/n 类数值，每一数值循环重复“n”次，

P是转子极数量，定子的数量是 $6P$ ，

θ_0 是一常数，它满足 $0 \leq \theta_j \leq 120/P$ ，

$j=1, 2, \dots, P/n$ ，

“n”是一不大于 $P/2$ 的自然数。

14. 如权利要求12或13所述的电动机，其特征在于，所述“n”=1。

15. 如权利要求 12 或 13 所述的电动机,其特征在于,其中, $\theta_j + \theta'_j = 120/P$, 其中, θ'_j 是在一极分界面与一转子极的一末尾的非磁性部分的顶端之间的一角度范围, 该转子极邻近于沿所述转子的转动方向的第“j”个转子极的居前的非磁性部分。

5 16. 一种电动机, 它包括:

(a) 一定子铁芯, 它包括多个齿和连接这些齿的一轭铁;

(b) 诸绕在诸齿上的线圈; 以及

(c) 一带有诸内永久磁铁的转子, 所述转子包括下列元件:

(c-1) 一转子铁芯, 它由诸电磁钢板制成的转子铁芯薄板叠置而成;

10 (c-2) 一内永久磁铁, 它埋置在所述转子铁芯里; 以及

(c-3) 一缺口, 它设在一转子外圆上, 并靠近于所述永久磁铁的端

面,

其中, 所述转子铁芯由多块转子铁芯薄板组成, 这些薄板在一极分界面与沿所述转子的转动方向的一居前的缺口的一边缘之间具有不同的角度范围。

15 17. 如权利要求 16 所述的电动机, 其特征在于, 具有内永久磁铁的所述转子包括诸具有不同角“ θ_i ”的“N”型转子铁芯薄板, 该角“ θ_i ”延伸在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的居前的缺口的边缘之间, 每块“N”型薄板的厚度大约相等, 并满足以下等式: $\theta_i = \theta_0 + 120 \times i / (P \times N)$,

式中, P = 转子极数量, 定子狭缝的数量是 $(3/2) \times P$ 和 $3P$ 中之一,

20 “ θ_0 ”是一常数, 它满足 $0 \leq \theta_i \leq 120/P$,

$i=1, 2, \dots, N$ 。

18. 如权利要求 16 所述的电动机, 其特征在于, 具有内永久磁铁的所述转子包括诸具有不同角“ θ_i ”的“N”型转子铁芯薄板, 该角“ θ_i ”延伸在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的居前的缺口的边缘之间, 每块“N”型薄板的厚度大约相等, 并满足以下等式: $\theta_i = \theta_0 + 60 \times i / (P \times N)$,

25 式中, P = 转子极数量, 定子狭缝的数量是 $6P$,

“ θ_0 ”是一常数, 它满足 $0 \leq \theta_i \leq 120/P$,

$i=1, 2, \dots, N$ 。

19. 如权利要求 17 或 18 所述的电动机, 其特征在于, 其中, $\theta_i + \theta'_i = 120/P$, 其中, θ'_i 是在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的第“i”块转子铁芯薄板的一末尾的缺口的一边缘之间的一角度范围。

20. 如权利要求 16 所述的电动机, 其特征在于, 带所述内永久磁铁的所述转子是通过叠置 n/P 片转子铁芯形成, 每叠一片时偏移一角度 $360 \times j / P$, 并且 $\theta_j = \theta_0 + 120 \times j \times n / (P^2)$,

式中, θ_j 是在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的缺口的边缘之间的角度范围, θ_j 取 P/n 类数值, 每一数值循环重复 “ n ” 次,

P 是转子极数量, 定子的数量是 $(3/2) \times P$ 和 $3P$ 中之一,

θ_0 是一常数, 它满足 $0 \leq \theta_j \leq 120/P$,

5 $j=1, 2, \dots, P/n$,

“ n ” 是一不大于 $P/2$ 的自然数。

21. 如权利要求 16 所述的电动机, 其特征在于, 带所述内永久磁铁的所述转子是通过叠置 n/P 片转子铁芯形成, 每叠一片时偏移一角度 $360 \times j/P$, 并且 $\theta_j = \theta_0 + 120 \times j \times n / (P^2)$,

10 式中, θ_j 是在一极分界面与沿所述转子的转动方向的该转子极的缺口的边缘之间的角度范围, θ_j 取 P/n 类数值, 每一数值循环重复 “ n ” 次,

P 是转子极数量, 定子的数量是 $6P$,

θ_0 是一常数, 它满足 $0 \leq \theta_j \leq 120/P$,

$j=1, 2, \dots, P/n$,

15 “ n ” 是一不大于 $P/2$ 的自然数。

22. 如权利要求 20 或 21 所述的电动机, 其特征在于, 所述 “ n ” = 1。

23. 如权利要求 20 或 21 所述的电动机, 其特征在于, 其中, $\theta_j + \theta'_j = 120/P$, 其中, θ'_j 是在一极分界面与邻近于沿所述转子的转动方向的第 “ i ” 个转子极的提前的缺口的末尾缺口的边缘之间的一角度范围。

20 24. 如权利要求 5 或 16 所述的电动机, 其特征在于, 在叠置的多个铁芯中, 沿轴向的两端部处的铁芯厚度比其他铁芯厚度厚 0.5—2.5 毫米。

25. 一种设备驱动单元, 它包括一用作一驱动装置的电动机, 所述电动机包括

(a) 一定子铁芯, 它包括多个齿和连接这些齿的一轭铁;

25 (b) 诸线圈, 它们以一集中绕组的形式绕在诸齿上; 以及

(c) 一带有诸内永久磁铁的转子, 所述转子包括下列元件:

(c-1) 具有多个狭缝的诸转子铁芯, 该狭缝的端部延伸靠近于该转子的外圆;

(c-2) 诸位于这些狭缝里的永久磁铁; 以及

30 (c-3) 在诸永久磁铁的端部形成的诸非磁性部分, 它们设在转子铁芯的外圆与诸永久磁铁的相应的诸端部之间。

26. 如权利要求 25 所述的设备驱动单元, 其特征在于, 所述驱动单元驱动一安装在一机动车辆里的空调器的一压缩机。

27. 如权利要求 25 所述的设备驱动单元, 其特征在于, 所述驱动单元驱动一

电动车辆。

带内永久磁铁转子的电动机和
用该电动机的设备驱动单元

技术领域

- 5 本发明涉及一种用在空调器、工业设备和电动自行车的驱动电动机。尤其是，它涉及一种电动机结构，该结构采用了一具有一内永久磁铁的转子铁芯，并且不但利用了磁铁转矩，还利用了磁阻转矩，以能获得一种较高效率的电动机。

10 背景技术

在市场上有一种为人熟知的高效电动机，该电动机能通过在一转子铁芯内埋一内磁铁而利用磁铁转矩和磁阻转矩，其一实例被揭示在日本专利申请未审查公开物 NO. H08-331823。图 18 是表示这类传统电动机的剖面图。

- 在图 18 中，定子 401 包括多个齿 403 和连接这些齿的根部的轭铁 405，
15 定子 401 的形状如一环。形成在诸齿 403 之间的多个槽被以一三相绕组方式绕有线圈。

- 转子 410 与定子基本上共轴线，其形状基本上为一圆柱体，并通过彼此之间的一环形间隙与定子 401 的内壁面对。转子 410 有四个转子极并支撑在一轴承(未图示)上，使该转子 401 能在轴 421 上转动。在转子 410 上设置了四条沿
20 轴向钻通并沿转子铁芯 411 的转动方向以等间距方式布置的四条狭缝 413，在每个狭缝里插入板状永久磁铁 415。在每个转子铁芯 411 的轴向端设置一端板(未图示)，以固定永久磁铁 415。端板利用经过孔 423 的铆销 425 固定在端面上，从而将永久磁铁 415 固定在转子铁芯 411 之中。转子 410 的外壁在相应的转子极之间的交界区具有诸缺口 419，永久磁铁 415 的两纵向端与相应的缺口
25 419 相邻。一电流流经定子线圈以建立一旋转磁场。然后，诸转子极吸引/推斥定子 401 的齿 403，从而使转子 410 自转。

在上述结构里，在电感 L_d 与 L_q 之间建立有以下的关系： $L_d < L_q$ 。

其中， L_d 是一沿着垂直通过该转子极的

- “d”轴线的电感；以及
30 L_q 是一沿着延伸通过转子极之间的交界区的“q”轴线的电感。

总的说来，电动机转矩是由下列等式表示的：

$$T = P_n \{ \psi_a \times I \times \cos\beta + 0.5(L_q - L_d) I^2 \times \sin 2\beta \}$$

式中, P_n : 成对转子极的对数

ψ_a : 互联磁通

I : 定子线圈电流

5 β : 电流 I 的超前相位角(电相角)

在上面讨论的等式中, 第一个名词表示磁铁转矩, 第二个表示磁阻转矩。由于满足了关系 $L_d < L_q$, 就此控制了绕组电流, 以相对于在每个相位绕组里产生的对应的感应电压将绕组电流“ I ”的相位提前了, 从而变为大于零(>0), 并产生了磁阻转矩。当 β 设定为一预定值时, 一相同的电流所产生的转矩“ T ”
10 比起只有磁铁转矩的情况更大。

但是, 按照上述结构, 由于在狭缝 413 与缺口 419 之间具有高透过率的钢部分 417, 永久磁铁 415 的端部的磁通穿过钢部分 417 的磁路 430。尽管该磁通到达了定子 401 并用于转矩的产生, 但仍如图 18 所示发生短路。换言之, 磁通量减少了被短路的量, 从而降低了电动机的效率。另外, 短路引起的磁通
15 增大了嵌齿转矩(cogging torque), 这样就加大了电动机的噪音和振动。

日本专利申请未审查公开物 NO. H08-331783 揭示了一种如图 19 所示的使用另一种内永久磁铁的电动机。与上面讨论的传统电动机不同, 这种已有技术的电动机在外壁上没有缺口, 在定子上采用了一种分配绕组方法。

在图 19 中, 转子 503 在由电磁叠成薄钢板制造的转子铁芯 507 内具有四
20 组内永久磁铁 501 和 502。磁铁 501 和 502 沿径向放置在每个极上而占据一空间。放置每组磁铁 501 和 502 是使“S”极与“N”极彼此相邻。形成一层叠结构的磁铁 501 和 502 被放置得使面向转子 503 的外缘的相应的外磁铁 501 的外侧与相应的内磁铁 502 的外侧的极性相同。磁铁 501 和 502 为一弧形磁铁, 它们的弧顶朝着转子中心, 成层叠结构的两磁铁基本上形成了两个同心圆并彼此
25 平行。两磁铁间的间距基本上是恒定的。

如上限定的转子 503 是由磁铁转矩与磁阻转矩的合成转矩来驱动转动的: 即, 磁铁转矩是由磁铁 501 和 502 的磁场与由流过一组线圈 509 的电流产生的旋转磁场之间的关系产生的, 其中的该组线圈跨在由断裂线 517 限定的一预定数目的齿 506 上; 另一方面, 磁阻转矩是由旋转磁场形成的磁路产生的, 该磁
30 路显现在磁铁 501 与 502 之间以及转子 503 的表面上。如此利用了磁阻转矩, 从而获得了一种比仅使用磁铁转矩的电动机的效率更高的电动机。

在如采用内永久磁铁的电动机中, 实施了另一设想, 不但提高了效率而且减小了电动机的尺寸, 即, 在定子的齿上以一更高的密度实施了一种集中绕组方法。

但是，在具有在齿上集中绕组的传统的电动机上，当该电动机由三相 120° 驱动并将一个极和一个相位的绕组量集中在一个齿上时，一相邻的磁极转到一相对的磁极。如此，磁化力为带有分布绕组的电动机的两倍那么强，所以，磁通运行在相邻的齿之间，这样，就使内永久磁铁被去磁了。

5

发明内容

本发明的目的在于，克服上述的不足，并提供一种具有稳定驱动扭矩、降低噪音和振动的电动机。

10 本发明的再一目的在于，提供一种动力消耗较少，尺寸较小，驱动性能良好的设备驱动单元。

本发明的这种电动机具有几个内永久磁铁，该电动机包括以下元件：

- (a) 一定子铁芯，它具有多个齿和连接这些齿的一轭铁；
- (b) 集中绕在诸齿上的诸线圈；
- (c) 一具有诸内永久磁铁的转子；

15 以及，该带有诸内永久磁铁的转子包括下列元件：

- (c-1) 一具有多个狭缝的转子铁芯，这些狭缝延伸靠近于该转子的圆；
- (c-2) 诸位于这些狭缝里的永久磁铁；
- (c-3) 在诸永久磁铁的端部形成的非磁性部分，它们设在转子铁芯的外圆与相应的诸磁铁的端部之间。

20 这种结构的结果是：由于去磁磁场的作用，使磁通通过诸非磁性部分，从而能抑制在诸永久磁铁端部的去磁。靠近转子铁芯的外圆的那部分狭缝尤其受到去磁；但是，由于存在诸非磁性部分，故来自诸齿的磁通由于去磁作用难以影响诸永久磁铁。因此，本发明的电动机能抑制在诸相应磁铁的端部的去磁，从而供给稳定的驱动扭矩。

25 另外有一种具有不同的结构的电动机。这种电动机的目标是减少旋转时的噪音和振动。该电动机包括以下元件：

- (a) 定子铁芯，它具有多个齿和连接这些齿的一轭铁；
- (b) 绕在诸齿上的诸线圈；
- (c) 一具有诸内永久磁铁的转子；

30 以及，该转子包括下列元件：

- (c-1) 一转子铁芯，它包括叠置的诸电磁钢板制成的转子铁芯薄板；
- (c-2) 诸永久磁铁，它埋置在转子铁芯里；
- (c-3) 诸非磁性部分，它被设置得接触于诸永久磁铁的诸端面，诸所述非磁性部分延伸至诸转子极的端部。另外，转子铁芯包括多块转子铁芯薄板，

这些薄板具有诸不同的角度，这些角度是由居前的非磁性部分的顶端沿转子的转动方向相对于诸极分界线形成的。

另外，还有又一种结构，它包括以下元件：

- 5 (a) 定子铁芯，它具有多个齿和连接这些齿的一轭铁；
 (b) 绕在诸齿上的诸线圈；
 (c) 一具有诸内永久磁铁的转子；

以及，该转子包括下列元件：

- (c-1) 一转子铁芯，它包括叠置的诸电磁钢板制成的转子铁芯薄板；
 (c-2) 诸永久磁铁，它们被埋置在转子铁芯里；
 10 (c-3) 诸缺口，它们设在转子外圆上，并靠近于诸永久磁铁的诸端面。

另外，该转子铁芯包括多块转子铁芯薄板，这些薄板具有诸不同的角度，这些角度是由居前的诸缺口沿转子的转动方向相对于诸极分界线形成的。

上述讨论的这两种结构使这两电动机减少了诸转子极之间的磁通泄漏，避免沿径向不平衡和提供假歪斜(pseudo skew)。其结果，能降低噪音和振动。

- 15 本发明又一目标是提供一种设备驱动单元，该单元采用一具有诸内永久磁铁的电动机作为一驱动器。该设备驱动单元包括以下后组元件：

- (a) 定子铁芯，它具有多个齿和连接这些齿的一轭铁；
 (b) 集中绕在诸齿上的诸线圈；
 (c) 一电动机，它包括一带有诸内永久磁铁的转子；

- 20 以及，该带有诸内永久磁铁的转子包括下列元件：

(c-1) 一具有多个狭缝的转子铁芯，这些狭缝的端部延伸靠近于该转子的外壁；

(c-2) 位于这些狭缝里的诸永久磁铁；

- (c-3) 诸非磁性部分，它们设在转子铁芯的外壁与诸永久磁铁的诸端部
 25 之间。

上面讨论的该结构使该设备驱动单元消耗的动力较少，尺寸也较小，驱动性，例如驱动安装在一电车辆上的一空调机的一压缩机时的性能良好。该设备驱动单元驱动一电动自行车时的性能也很好，这是因为它尺寸小，重量轻，一次充电可行驶较长距离。

30

附图说明

图 1 是在本发明的第一实施例中使用的一电动机的横截面图；

图 2 是图 1 所示的电动机的一转子的组装图；

图 3 是在本发明的第二实施例中使用的一电动机的横截面图；

图 4 表示了图 3 所示的电动机在带有集中绕组和分布绕组的情况下的转动速度与电动机效率之间的关系；

图 5 表示了图 3 所示的电动机在带有集中绕组和分布绕组的情况下的转动速度与电动机损耗之间的关系；

5 图 6 是在本发明的第三实施例中使用的—电动机的一转子的分解立体图；

图 7 是图 6 所示的转子的横截面图；

图 8A-8D 表示了图所示的转子的原理图；

图 9 是在本发明的第四实施例中使用的—电动机的一转子的分解立体图；

图 10A-10D 是图 9 所示的转子的横截面图；

10 图 11A-11D 表示了图 9 所示的转子的原理；

图 12 是在本发明的第五实施例中使用的—电动机的一转子的分解立体图；

图 13A-13D 是图 12 所示的转子的横截面图；

15 图 14 是在本发明的第六实施例中使用的—电动机的一转子的分解立体图；

图 15A-15B 是图 14 所示的转子的横截面图；

图 16 是在本发明第七实施例中使用的、安装在一电动车里的一空调器的压缩机驱动单元的剖视图；

图 17 是在本发明第八实施例中使用的、一电动车的一驱动单元的剖视图；

20 图 18 是采用了一带有内永久磁铁的传统的转子的一电动机的横截面图；

图 19 是采用了另一带有内永久磁铁的传统的转子的一电动机的横截面图。

具体实施方式

25 下面参阅诸附图描述本发明的诸实施例。

实施例 1

图 1 是描绘在本发明的第一实施例中使用的—电动机的横截面图，图 2 是图 1 所示的电动机的一转子的组装图。

30 在图 1 中，本发明的该电动机包括转子 10 和通过在它们之间的一环状间隙与转子 10 相对的定子。

定子 20 包括多个齿 25、具有轭铁 23 和连接齿 25 的定子铁芯 21 以及在相应的齿 25 上用一种集中绕组方法设置的绕组 27。

转子 10 包括下列诸零件：四套以一层叠结构间隔的永久磁铁 13 和 15；转子铁芯 11 包括诸叠置的电磁薄板，其中每套永久磁铁 13 和 15 沿着转子径

向埋置在诸相应的转子极内。每套磁铁 13 和 15 设置成使“S”极与“N”极彼此相邻。在一层叠结构中的磁铁 13 和 15 设置成使面朝转子的外缘的磁铁 13 的诸相应的外侧的极性与放置在比起磁铁 13 更靠近于转子轴之处的诸磁铁 15 的外侧的极性相同。

- 5 磁铁 13 和 15 由铁氧体磁铁制成，以使易于将它们做成弧形。磁铁 13 和 15 被埋置在延伸接近于该转子 10 的一外壁的窄槽 14 和 16 中。窄槽 14 和 16 的端部，即窄槽的最接近于转子 10 的外壁的部分，形成非磁性的空隙 30。诸空隙 30 仅仅形成在窄槽 14 和 16 的端部。如此，除了磁铁 13 和 15 的面朝空隙 30 的诸端部外，磁铁 13 和 15 接触于转子铁芯 11，以使来自磁铁 13 和 15 的磁通能顺畅地流通。磁通 13 和 15 呈弧形，且其顶部朝着转子中心，在该层叠结构里的两磁铁基本上组成同心圆而彼此平行。该两磁铁间的空隙是基本上恒定的。

在转子铁芯的中心 11 通过有一旋转轴 17，诸端板(未图示)用铆销 19 固定在转子 10 的两端面上。

- 15 下面将描述具有上面讨论过的结构的电动机的运作。

转子 10 由磁铁转矩与磁阻转矩的合成转矩沿图 1 所示的“R”方向转动：即，磁铁转矩是由磁铁 13 和 15 的磁场与由流过一组设置在定子 20 的相应的齿 25 上的线圈 27 的电流产生的旋转磁场之间的关系产生的；另一方面，磁阻转矩是由旋转磁场形成的磁路产生的，该磁路显现在转子 10 的表面 311 上、
20 磁铁 13 与 15 之间的空隙 312 以及诸极间的空隙 313 上。在这种情况下，磁阻转矩补充了磁铁转矩，并且，总的说来，磁铁转矩大于磁阻转矩。

设置在相应的诸齿 25 上的集中绕组的利用率比分布绕组的低约 10%，所以，线圈数必须比分布绕组的增加约 10%。但是，即使线圈数增加了 10%，其绕组电阻比起分布绕组的还会明显降低，这是因为由以下的因素所致。(1) 线圈端部的高度比分布绕组的降低了 40%。(2) 另一方面，线圈的跨设长度 29 仅仅占有了一个齿的宽度，而在一 4 极转子里的分布绕组的跨设长度 517 在定子中心覆盖了约圆周长度的四分之一(如图 19 所示)。其结果，当由于空间受限制而必须使用一带一较薄厚度的转子铁芯 11 的电动机时，这种集中绕组是最好的，因为能大大减小绕组电阻，这样就大大减少了铜耗，从而提高了该电动机
30 的效率。

在这第一实施例中，由于磁铁端受到去磁，在磁铁 13 和 15 的端部设置了非磁性空隙 30。在磁铁端部与转子 10 的外壁之间形成的空隙 30 能成为缩短转子 10 相邻极的磁路中的磁通屏障，并限制了磁通短路(magnetic-flux-short)。在相邻的齿间流通的磁通通过该空隙 30，从而减小了磁铁 13 和 15 之上的去磁

磁场。也可埋置如树脂的非磁性材料而不形成该空隙了。在此情况下，能提高转子 10 的强度。

如图 2 所示，定子铁芯 21 被分成诸齿 25，在诸齿 25 被绕上线圈后利用压配合或焊接将诸齿 25 组装成定子 20。这种制造方法能以高密度且容易地绕
5 上线圈。另外，可用重负载导线缠绕在诸齿 25 上，从而大大减小了绕组电阻。

对能产生相同的感应电压的如下两个电动机作了比较：一个电动机采用分布绕组，另一个电动机采用集中绕组。比较结果告诉我们：集中绕组的每相的线圈圈数是分布绕组的 110%，线圈直径是分布绕组的 103%，集中绕组的线电阻小到为分布绕组的约 60%。

10 在一带有集中绕组的电动机里，定子铁芯的厚度为定子直径的一半，包括线圈端部的电动机的总长度比带有分布绕组的短约 25%。齿数与极数之比值最好为 3:2。

按照第一实施例的电动机在制造 10 的外壁与磁铁 13 和 15 的端部设有非磁性部分，即空隙 30。这样的结构能防止由去磁磁场产生并流通在相邻的齿
15 25 之间的磁通流到磁通 13 和 15 的端部。另外，这些非磁性部分的存在使磁通 13 和 15 离开转子 10 的外壁，使流通在相邻的齿间的磁通较少影响磁通 13 和 15。非磁性部分被放置在转子 10 的外壁与磁通 13 和 15 的端部之间。这种结构无须将磁铁延伸以靠近于转子的外壁，并使凸极比(salient-pole-rate)与磁铁延伸靠近于转子的外壁的电动机的相同。该凸极比是 L_d/L_q (沿着“d”
20 轴线的感抗与沿着“q”轴线的感抗之比)。

换言之，将一种其永久磁铁延伸接近于转子的外壁的传统电动机与其中的诸非磁性部分形成在诸磁铁的端部的本发明的对比，证明了下面的结果。传统电动机在诸磁铁的端部受到去磁化作用，磁通量因此随着重复使用逐步地从原始状态减少，从而改变了输出转矩。另一方面，按照本发明的第一实施例的电动机不受去磁的影响，因为在诸磁铁的端部形成了非磁性部分，从而可望得到
25 恒定的磁通量和稳定的转矩。

实施例 2

图 3 是按照本发明的第二实施例的一电动机的横截面图。

在图 3 中，转子 10 包括下列诸零件：四板块永久磁铁 35；以及包括诸叠
30 置的电磁薄板的转子铁芯 33。每块永久磁铁 35 沿着垂直于转子径向的方向埋置在转子铁芯 33 内。在设置每块磁铁 35 时使“S”极与“N”极彼此相邻。为了限制由于流通在相邻的齿 25 间的磁通引起的去磁作用，在相应的诸磁铁 35 的端部形成非磁性部分 37。磁铁 35 包括其残余磁通密度为 1.1-1.4T(特斯拉)的稀土磁铁。

下面将描述具有上述结构的转子的运作。

转子 31 由磁铁转矩与磁阻转矩的合成转矩沿图 3 所示的“R”方向转动：即，磁铁转矩是由磁铁 35 的磁场与由流过一组设置在定子 20 的相应的齿 25 上的线圈 27 的电流产生的旋转磁场之间的关系产生的；另一方面，磁阻转矩是由旋转磁场形成的磁路 321 和 323 产生的，该磁路显现在转子 31 的表面上以及诸极间的空隙上。

由于磁铁采用了稀土磁铁，它产生的磁通量比铁氧体磁铁的多。转子铁芯 33 的厚度比铁氧体磁铁的薄 20%-60%。另外，集中绕组方法使线圈端的高度低于分布绕组的。其结果，使该电动机的轴向长度小于传统电动机的。由于磁铁 35 的形状如一板，可望费用便宜些。

图 4 表示了第二实施例的电动机在带有集中绕组和分布绕组的情况下的转动速度与电动机效率之间的关系。在图 4 中，一条实线示出带有在第二实施例中使用的集中绕组的电动机的转速与效率间的关系。一条虚线表示出一电动机的转速与效率间的关系，该电动机使用了与上面刚讨论过的相同的转子和带有分布绕组的定子，该分布绕组用来产生均与上面刚讨论过的电动机的相等的感应电压和铁芯-磁通-密度(core-magnetic-flux-density)。这两条线示出在相同的负荷扭矩下测得的数值。在第二实施例里使用的电动机与集中绕组类电动机相比，证明效率提高 0.5%-2%，并且，在较低转速时的效率相差较大。

图 5 表示在与上面讨论的相同的条件下带有集中绕组和分布绕组情况时的转速与电动机损耗之间的关系。在图 5 中，在相同扭矩情况下，不管转速如何，铜损大致是恒定的；但是，铁损随转速成比例地增加。因此，在铁损显得很小时的较低转速时铜损的差异影响较大，其结果，集中绕组与分布绕组间的效率的差异就变得较大。

总的来说，用于建立相同转速的电源频率在极数较多时提高。另一方面，铁损由涡流损耗和磁滞损耗组成。涡流损耗正比于频率的平方，磁滞损耗正比于频率。

在该第二实施例中，当转子极数为 6 或更多时，铁损的增加超过了铜损的减少，这样降低了效率。当转子有两个极时，由“N”极和“S”极形成的电相角为 120°和 240°，转子的吸引力倾向于“N”极和“S”极的邻接部分，两个极由电流在定子上产生。然后，转子发生严重的偏心。该第二实施例因此就在转子上采用四个极。在四个极的情况下，可成两对平衡的较好的“N”极和“S”极。当考虑到电动机的效率、噪音和振动时，选择四极转子是最好的。另外，弧形磁铁能产生较大的磁通量，使可进一步减小电动机的尺寸。

下面将详细介绍按照第二实施例的转子 31 的结构。

转子铁芯 33 包括诸形状相同的电磁钢板材料的、沿轴向叠置的转子铁芯薄板。四块板形永久磁铁 35 沿着垂直于转子径向的方向埋置在转子铁芯 33 内。诸磁铁彼此相邻，并使“S”极与“N”极交替布置。为了限制由于流通在相邻的齿 25 间的磁通引起的去磁作用，在相应的诸磁铁 35 的端部设置诸非磁性部分 37。

非磁性部分代表与相应的磁铁 35 的端部接触的打通的长孔或一空隙。诸长孔 37 与设置由诸永久磁铁的诸窄槽 34 相连通，并且，在整个转子铁芯的厚度内孔 37 的形状是相同的。在转子铁芯的两端设置了诸端板(未图示)，这些板是用穿过孔的铆销 19 固定的，使转子铁芯 33 本身能被固定，并使诸磁铁 35 也能被固定在转子铁芯 33 内。在转子铁芯中心压配合一旋转轴 17，转子 311 在轴 17 上旋转。

在转子铁芯 33 里埋置磁铁 35 能免用不锈钢管，该不锈钢管是为了防止永久磁铁以一通常的方式从该转子铁芯的外壁离开而用来覆盖转子的外壁。这样的免除能使转子与定子间的空间变窄，也减少了由于流在该管子里的涡流引起的损失。另外，在第二实施例里使用的结构产生能被利用的磁阻转矩。由于得益于这些优点，按照第二实施例的电动机能成为一高效率电动机。

在这一第二实施例中，难以将转子 31 作偏斜变形(skew)，尤其是在转子铁芯 33 里埋置烧结的磁铁时更为如此。在此情况下，没有办法将转子偏斜变形，只得将窄槽 34 拉大。转子的偏斜变形可进一步降低在旋转时的噪音和振动，并且它是以下述的方式来实施的：通过沿着轴 17 的圆周方向一点一点地移动一角度将诸转子铁芯薄板叠置起来，从而形成转子铁芯 33。如果为了将该转子偏斜变形而加大诸窄槽 34，则在相应的诸磁铁 35 的极面与转子铁芯 33 之间产生诸空隙，这将降低透过率。其结果，降低了电动机的效率。如上讨论过的，在进一步降低噪音和振动方面该第二实施例遗留了一些困难，但是，这些困难被下面的诸实施例克服了。

实施例 3

图 6 是按照本发明第三实施例的一电动机的一转子的分解立体图。图 7 是图 6 所示的转子的横截面图。图 8 表示了如何减小嵌齿转矩和转矩脉动的原理。

在图 6-图 8 中，电磁钢板被冲制成圆形，再将这些圆形转子铁芯钢板叠置起来以形成转子铁芯 51、53、55 和 57。诸永久磁铁 121 埋置在这些转子铁芯里。非磁性长孔 61、63、65、67、71、73、75 和 77 设置的与诸磁铁 11 的端部相接触。这些非磁性长孔的顶端沿转子外圆的圆弧方向延伸至诸转子极的端部以这样方式形成的转子具有四个极。

当该转子沿如图 7 中的“R”方向旋转时，诸沿着转子的旋转方向居前的

长孔 61、63、65 和 67 的诸顶端相对于极分界面形成一角“ θ_j ”。该角“ θ_j ”取四个数值，即定子的定子狭缝(齿)数是 12(3×极数 4)，并采用分布绕组。如此，“ θ_j ”为 3.75°、11.25°、18.75°和 26.25°。转子铁芯 51、53、55 和 57 每移动 90°而彼此叠置。转子的总厚度的约四分之一被分布到每一个转子铁芯。

5 第“j”个末尾长孔 71、73、75 和 77 的各顶端相对于极分界面形成一角“ θ'_j ”。角“ θ'_j ”取 26.25°、18.75°、11.25°和 3.75°。如此，

“ θ_j ” + “ θ'_j ” = 30°。与此同时，上面讨论过的诸末尾的长孔被限定如下：一转子极的末尾长孔后面的是沿转动方向一随后的转子极的居前的长孔。当将转子铁芯 51、53、55 和 57 叠置后，居前的长孔或沿转动方向的一极的末尾长孔可具有四种形状。“ θ_j ”和“ θ'_j ”所取的值不必遵循上面讨论过的顺序。

下面将参阅图 8A-8D 描述如何减小转矩脉动的原理。这些图表示了在同一转子位置上在一极分界面处的长孔与齿间的关系。

15 在图 8A 中，从极面 135 送来的磁通沿转动方向沿着长孔 65 走到定子的齿 131。但是，定子 133 有一大磁阻。

在同一转子位置长孔 61、63、65 和 67 与定子狭缝之间的位置关系有四种方式。换言之，相应的诸长孔的端部各限定了大约相邻的齿间的空间的四分之一。所以，从相应的诸长孔走到该齿的磁通各通过定子狭缝 7.5°，即 $360^\circ / (\text{齿数为 } 12 \times 4) = 7.5^\circ$ 。如果所有的长孔的形状相同，从诸端部走到该齿的磁通各通过定子狭缝 30°，即 $360^\circ / (\text{齿数 } 12) = 30^\circ$ 。因此，与具有相同的长孔形状的转子相比，这一第三实施例产生了多至四倍的脉动。所以，这一脉动量减小到约四分之一。

25 本发明的同一发明人的日本专利申请 No. 09-195379 揭示了：当“ θ_j ” + “ θ'_j ” = 30°时，转矩最大但嵌齿转矩最小。它还告诉说：诸长孔的存在能减少使一正极面与一负极面短路的磁通量。

第三实施例的结构使转子铁芯薄板只有一种形状，这样能节省模具制造成本(tooling-die cost)，并使在不增加磁铁数量的情况下可容易地给转子设置准偏斜变形(pseudo skewing)，从而降低了噪音和振动。

30 在这一实施例中极分界面用偶数范围，即 90°限定，齿以偶数间隔定位。当“ θ_j ”或“ θ'_j ”取最小值时，在该长孔里收置一个磁铁。

磁通会沿轴向从转子的两端泄漏，位于转子的两端的转子铁芯 51 和 57 的厚度希望比另外的铁芯 53 和 55 厚。当考虑到叠置厚度的尺寸误差和磁铁形状时，这两类转子铁芯的厚度差希望不小于 0.5 毫米，而当考虑到泄漏的磁通量时则不大于 2.5 毫米。

实施例 4

图 9 是按照本发明的第四实施例的一电动机的一转子的分解立体图。图 10A-10D 是图 9 所示的转子的横截面图。另外，图 11A-11D 表示了如何减小同一转子的嵌齿转矩和转矩脉动的原理。

5 有关该第四实施例的结构和运作，由于与第三实施例描述的内容相同，故在此省略。

在前面讨论过的第三实施例里，转子铁芯的一长孔具有如图 7 所示的形状。在这一第四实施例中转子铁芯有四种形状，即转子铁芯 81、83、85 和 87 较适应于诸长孔形状。定子狭缝的数量(齿数)为 6，即 $3/2 \times$ (转子极的数量为 10 4)，并采用了集中绕组方法。

在相应的诸转子铁芯中沿着转动方向四个极具有相同的长孔形状。假定该转子是沿如图 10A 所示的方向“R”转动。当居前的长孔 91、93、95 和 97 的顶端相对于一极交界面形成一角“ θ_i ”时，该角“ θ_i ”取四个值，即 3.75° 、 11.25° 、 18.75° 和 26.25° 。末尾长孔 101、103、105 和 107 的顶端 65 相对于该极交界面形成一角“ θ'_i ”。该角“ θ'_i ”取 26.25° 、 18.75° 、 11.25° 和 3.75° 。如此，15 “ θ_j ” + “ θ'_j ” = 30° 。与此同时，上面讨论过的诸末尾的长孔被限定如下：一转子极的末尾长孔之后的是沿转动方向一随后的转子极的居前的长孔。总的转子厚度的四分之一分配为各相应的叠置的转子铁芯 81、83、85 和 87 的厚度。

当将这些转子铁芯叠置后，居前的长孔或沿转子的转动方向的一转子极的 20 末尾长孔可具有四种形状。“ θ_i ”和“ θ'_i ”所取的值不必遵循上面讨论过的顺序。换言之，在这一第四实施例中“ θ_i ”按照 26.25° 、 18.75° 、 11.25° 和 3.75° 这样的次序取值，但是，该次序可任意改变。形状模式并不限制于四种，但为了对降低转矩脉动有较大的作用，可增加数量。

以下将参阅图 11A-11D 描述如何降低转矩脉动的原理。这些图表示了在同 25 一转子位置上的长孔与齿间的关系。

在图 11A 中，从极面 137 送来的磁通沿转动方向“R”沿着长孔 97 走到定子的齿 111 或 115。但是，定子狭缝 119 有一大磁阻。以同样的方式，从极面 138 送来的磁通沿转动方向“R”沿着长孔 97 走到齿 113。该齿与接触于极面 138 的长孔 97 间的位置关系从该齿与接触于极面 137 的长孔 97 之间的定位关 30 系偏移 30° 。

以相同的方式，在同一转子位置上在诸转子狭缝与诸长孔 91、93、95 和 97 之间的定位关系有八种模式。相应的诸长孔的端部各限定了大约相邻的齿间的角度范围 60° 的八分之一。所以，来自长孔的端部的磁通各通过定子狭缝 7.5° 。

因此，与转子具有相同的长孔形状、且磁通各以 30° 通过定子狭缝的情况相比，这一第四实施例产生了多至四倍的脉动。所以，这一脉动量减小到约四分之一。

5 本发明的同一发明人的日本专利申请 No. 09-195379 揭示了：当 “ θ_i ” + “ θ'_j ” = 30° 时，转矩最大但嵌齿转矩最小。它还告诉说：诸长孔的存在能减少使一正极面与一负极面短路的磁通量。

由于在同一铁芯片上的诸长孔的形状相同，沿径向就平衡了。

实施例 5

10 图 12 是按照本发明第五实施例的一电动机转子的分解立体图。图 13A-13D 是同一转子的横截面图。

有关该第五实施例的结构和运作，由于与第四实施例描述的内容相同，故在此省略。

在这一实施例中使用了具有缺口 151、153、155 和 157 的四极转子。这些缺口设在一转子外圆上的诸永久磁铁端部彼此靠近之部位。

15 如图 13A-13D 所示，根据诸缺口的位置的不同，可有四种类型的转子铁芯 141、143、145 和 147。转子狭缝数量(=齿数)为 6 或 12，即 $(3/2) \times$ 极数 4，或 $(3 \times$ 极数 4)。

20 在同一个转子铁芯上，相对于该转子极的沿转动方向的居前侧和一末尾侧，诸缺口的位置在所有四个极上是相同的。假定该转子是沿如图 13A 所示的方向 “R” 转动，然后角 “ θ_i ” 取四个值，即 3.75° 、 11.25° 、 18.75° 和 26.25° ，这里的角 “ θ_i ” 是由一极分界面和沿转动方向的相应的诸居前的缺口 161、163、165 和 167 形成的。

25 相应的诸末尾缺口 171、173、175 和 177 的诸边缘相对于极分界面形成一角 “ θ'_j ”。该角 “ θ'_j ” 取值为 26.25° 、 18.75° 、 11.25° 和 3.75° 。如此，“ θ_i ” + “ θ'_j ” = 30° 。与此同时，上面讨论过的诸末尾的缺口被限定如下：一转子极的末尾缺口之后的是沿转动方向一随后的转子极的居前的缺口。大约总的转子厚度的四分之一分配为相应的叠置的转子铁芯 141、143、145 和 147 的厚度。

30 这一第五实施例的运作和优点与第四实施例的相同。在这一第五实施例中，相应的诸磁铁的诸端部位于相应的诸缺口之内，这样就减少了去磁磁场对相应的磁铁的影响。因此，该结构使诸磁铁能持久地经受去磁。

实施例 6

图 14 是按照本发明第六实施例的一电动机转子的分解立体图。图 15A 和 15B 是同一转子的横截面图；

在图 14 中，永久磁铁 185 和 187 埋置在转子铁芯 181 和 183 里。该转子

铁芯包括由被冲制成近乎圆形的电磁板制成的多块叠置的转子铁芯薄板。长孔 195 和 197 接触于沿转动方向的磁铁 185 和 187 的居前端部。长孔 195 和 197 只设在转子的两个极而不是四个极上。

5 在这一第六实施例中，每个转子极的一磁铁被分裂成沿径向的两部分，换言之，该两部分形成一层叠结构。相应的外磁铁 185 和内磁铁 187 的端部延伸靠近于转子外圆。这种结构增大了凸极比和磁阻转矩。日本专利申请未审查的出版物 NO. H08-331783 揭示了这一优点。外磁铁居前端部与内磁铁居前端部之间的一空间比尾端部间的空间更大。这种结构减缓了磁通在一特定地方的集中，并减少了铁损。这一优点揭示在日本专利申请未审查的出版物 NO. H08-10 336246 上。

另外，该第六实施例还有以下优点：假定该转子是沿如图 15A 所示的方向“R”转动。相对于极分界面居前的长孔 195 和 197 形成角“ θ_2 ”和“ δ_2 ”。外磁铁 185 的居前端部限定了 31° 角“ θ_2 ”，内磁铁 187 的居前端部限定了 17° 角“ δ_2 ”。与上面讨论的转子极相邻的转子极没有居前的长孔，相应的外、内磁铁的靠近于转子外圆的端部相对于极分界面形成角“ θ_1 ”和“ δ_1 ”。外磁铁的角“ θ_1 ”为 23.5° ，内磁铁的角“ δ_1 ”为 9.5° 。转子狭缝数量为 (=齿数) 24，即 $(6 \times \text{转子极数量}, 4)$ ，并采用分布绕组方法。在这些条件下，“ θ_j ” = $16 + 60 \times j \times 2 / (4^2)$ ，和“ δ_j ” = $2 + 60 \times j \times 2 / (4^2)$ 。转子铁芯 183 相对于转子铁芯 181 转动 90° ，然后叠置在它上面。转子的总厚度的大约一半分配给相应的转子铁芯 182 和 183。

该第六实施例具有与第三实施例相同的优点。

在上述诸实施例中，是以 4 极为例描述的。然而，极的数量以及转子铁芯、永久磁铁和定子的形状并不限于在这些实施例里使用的例子。按照本发明还可作许多的修改。

25 实施例 7

图 16 是按照本发明第七实施例、安装在一电动车里的一空调器的压缩机驱动单元的剖视图。

按照第一实施例转子 10 用在该电动机里。每个极的一弧形永久磁铁被分裂成沿径向的两部分，即磁铁 13 和 15 形成一层叠结构，并且，它们的弧顶朝着转子中心。诸磁铁埋置在转子铁芯 11 内，在相应的磁铁 13、15 与转子外圆之间设有非磁性部分。在该定子的诸齿上设置了诸集中绕组。转子 10 通过一弧形空间面对定子 20，从而组成该电动机。该电动机作为一驱动装置被整体地装入压缩机的外壳 40 内。

不仅第一实施例的电动机而且第二至第六实施例的电动机均适用于这个

第七实施例，这一实施例的运作和优点也和最初的几个实施例的相同。当将一无刷电动机用作一驱动装置整体地装入一要求气密性屏蔽的压缩机时，难以用一如 Hall 元件的传感器探测该电动机的转子位置。因为该 Hall 元件要求为其输入和输出绕线，况且，该 Hall 元件受到该压缩机运作所引起的高压力，因此，就不能指望精确地探测到转子位置。所以，当将一无刷电动机整体地装入该压缩机时，通常采用不使用传感器的驱动(无传感器驱动)。

在此情况下，当在定子上设置集中绕组时，在一接通电之时就突然出现大电流，该转子就经受到一强去磁磁场。由于诸永久磁铁被埋置在转子内，这样，就能抑制该强去磁磁场影响磁铁。另外，由于包括线圈端部的电动机高度被降低了，故能得到一较高的效率。采用这一种电动机的驱动单元能很好地用于一强烈希望功耗低而车体体积小又轻的电动车的空调器压缩机。如采用稀土磁铁，能进一步减薄转子铁芯，使该驱动单元的体积减小。

实施例 8

图 17 是按照本发明第八实施例的、一电动车的一驱动单元的剖视图。
第一至第六实施例中使用的任何电动机结构均能用于图 17 所示的结构，其运作和优点均相同。

下面就描述该第八实施例的结构和运作。

电动机旋转轴 17 的旋转经过齿轮 41 传到驱动单元的输出轴 43。输出轴 43 连接于自行车的脚蹬(未图示)。当一辆自行车是电助动的时，负载扭矩是响应于骑车人的蹬踏力而被控制的，因此，需要一个大的扭矩，并需要转速为 2000-5000 转/分钟。为此用途最好选择带一具有诸内永久磁铁和四个极的转子的电动机，因为其输出大。由于在一自行车上安装了该驱动单元，可望车体细巧且重量轻。一较高效率的电动机经一次充电将增加该自行车的骑行距离。当一骑车人开始蹬车，或该车正上坡时，能给出一较大的电力助动支持，即一较大的扭矩加于该电动机，一大电流流到该电动机。在此时，产生了去磁磁场；但是，诸内永久磁铁可防止该去磁磁场被加在其上。如上所述，本发明的电动机很好地适用于电动自行车的驱动单元。

本发明并不限于上面讨论的诸实施例，该电动机的形状和技术参数能修改，也能按照本发明修改一设备与该电动机的组合。

本发明电动机包括下列元件：

一定子铁芯，它包括多个齿和连接这些齿的一轭铁；
诸线圈，它们以一集中绕组的形式绕在诸齿上；以及
一带有诸内永久磁铁的转子。

该带有诸内永久磁铁的转子包括下列元件：

具有多个狭缝的诸转子铁芯，该狭缝的端部延伸靠近于该转子的外圆；
诸位于这些狭缝里的永久磁铁；以及
诸非磁性部分，它们设在转子铁芯的外圆与诸永久磁铁的相应的诸端部之间。

- 5 这一结构使该电动机能持久地经受住去磁作用，并且使其体积小，效率高，并能以高效率方式制造。该电动机能被用作一驱动装置整体地装入一设备驱动单元。

特别是，一种强烈要求节省功耗、体积小、重量轻的设备，如一电动车的空调器压缩机和一电动自行车，能最好配装这一电动机，该电动机有一转子，
10 该转子具有诸内永久磁铁，能得到最实用的优点。

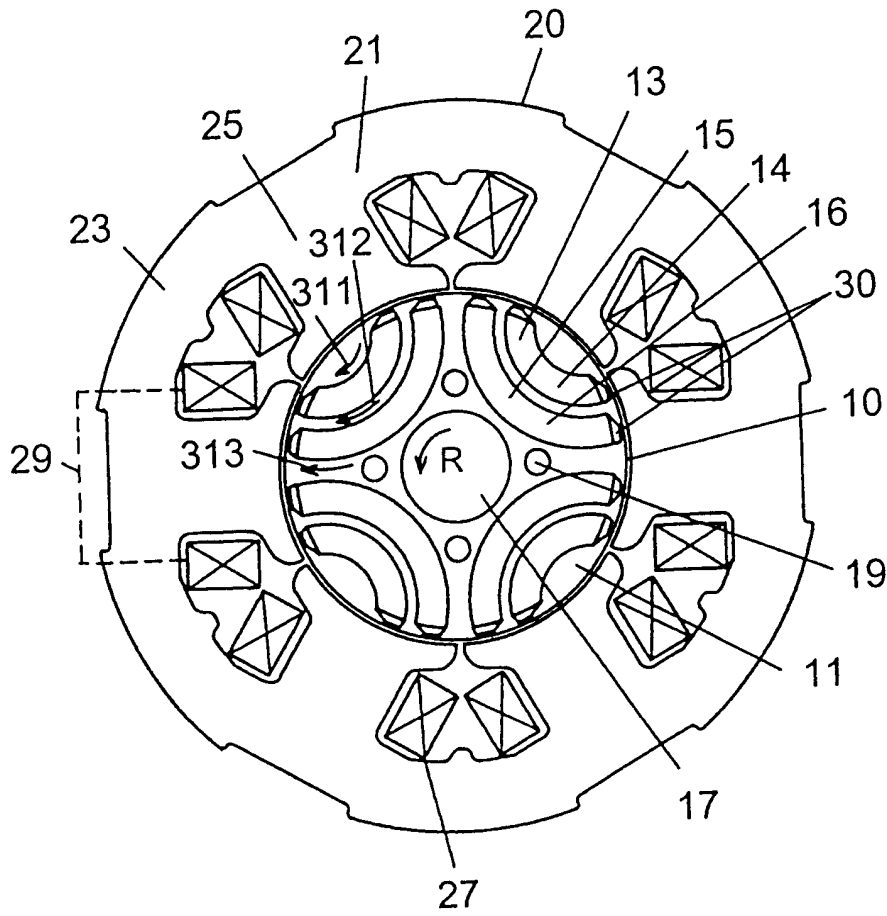


图 1

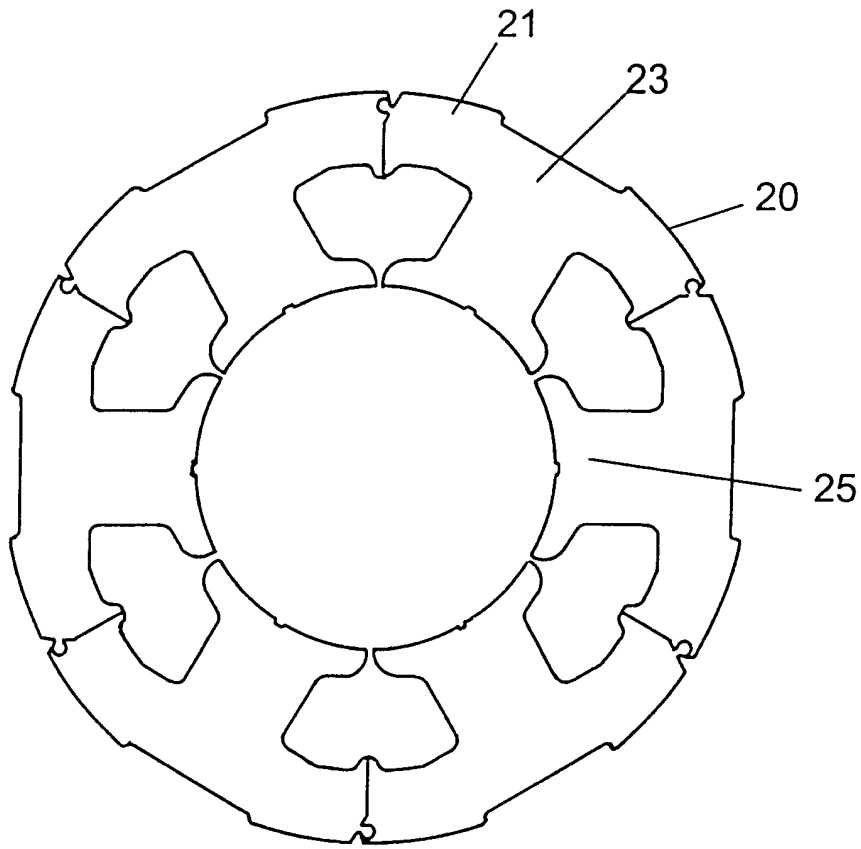


图 2

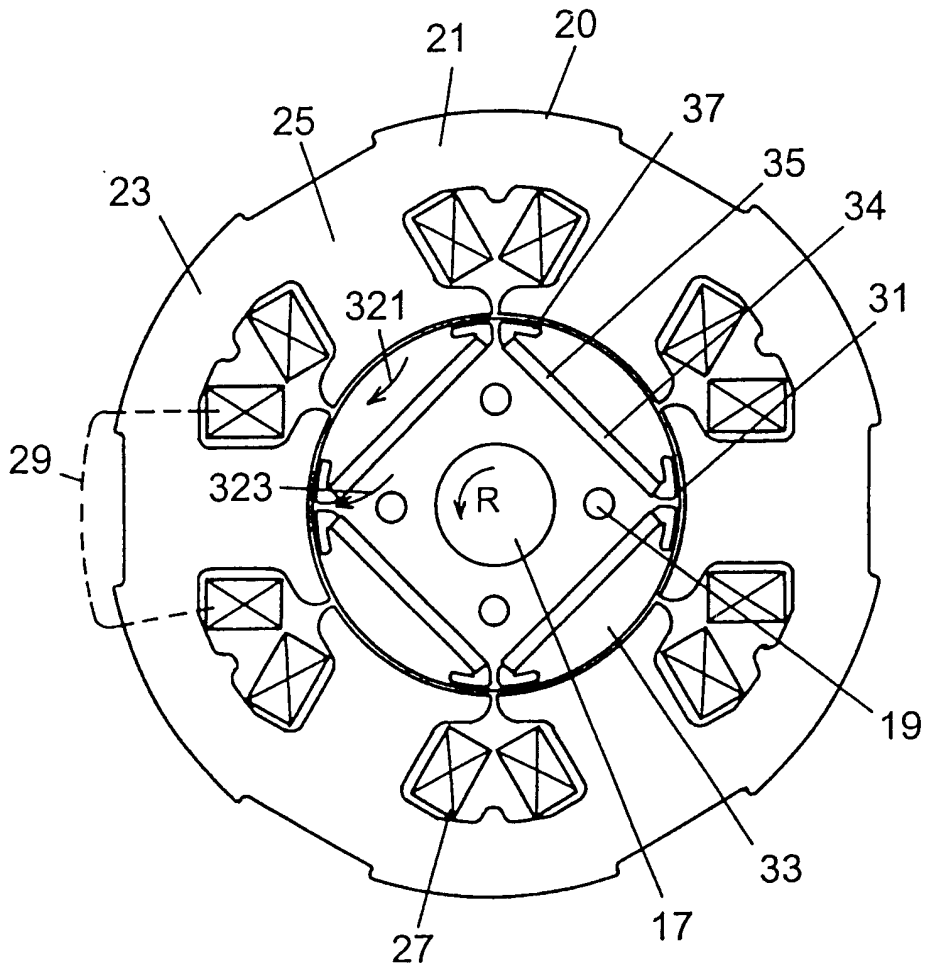


图 3

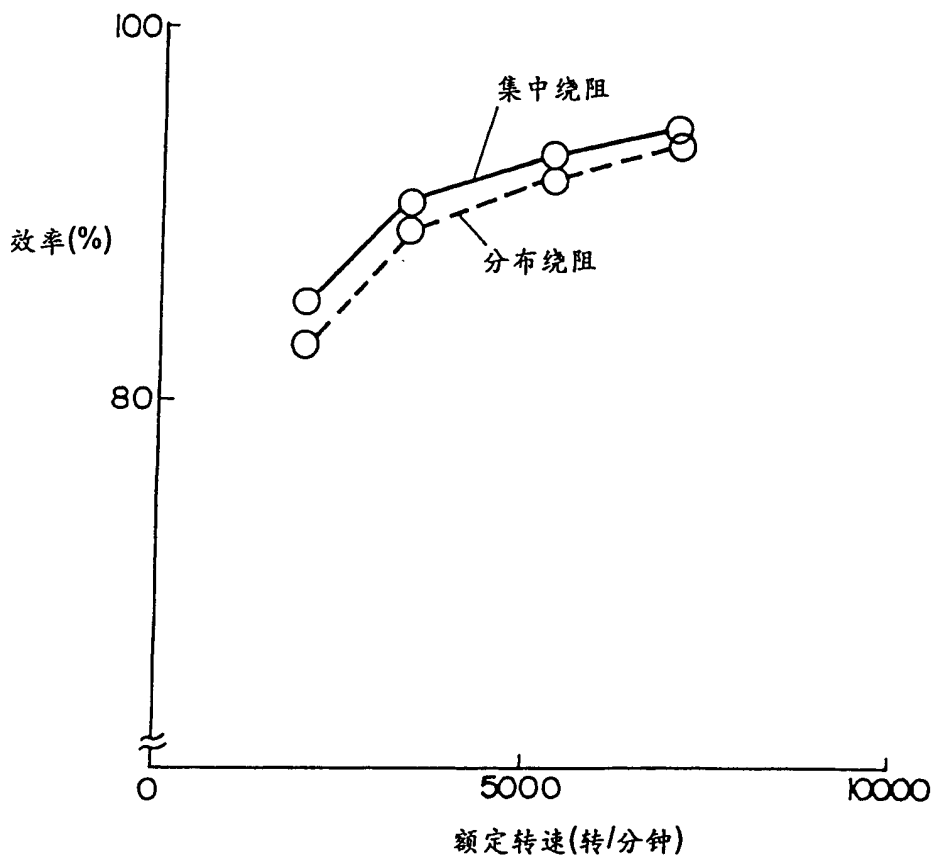


图 4

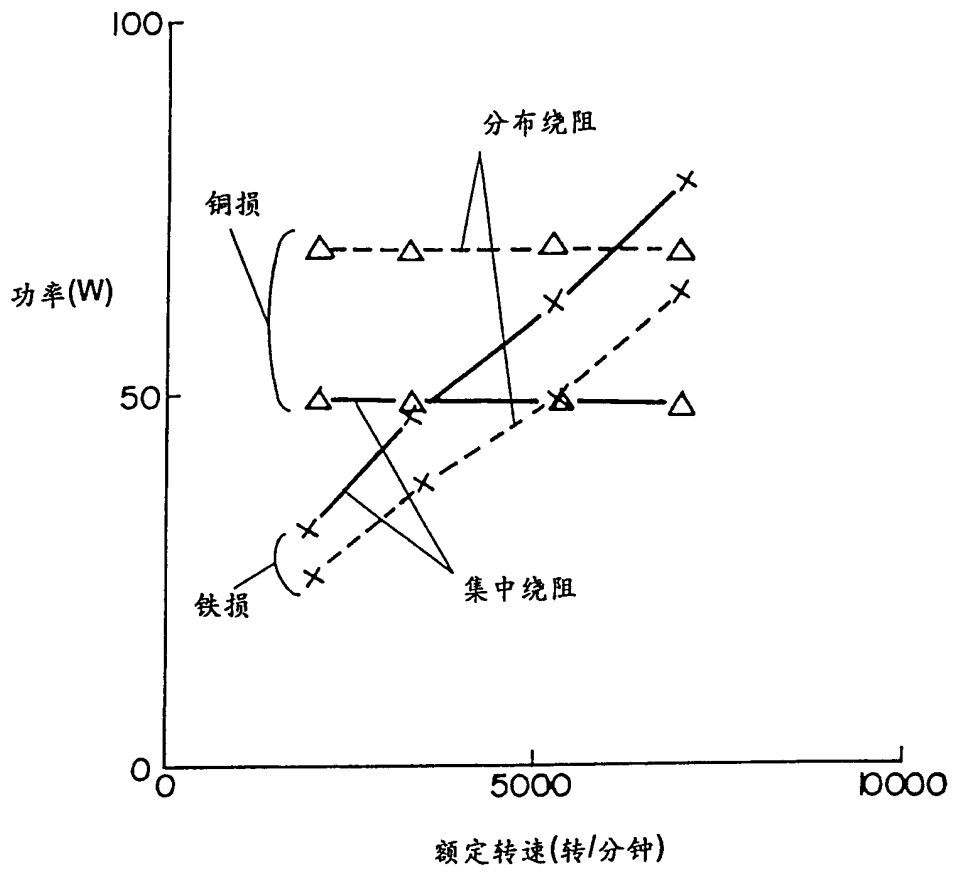


图 5

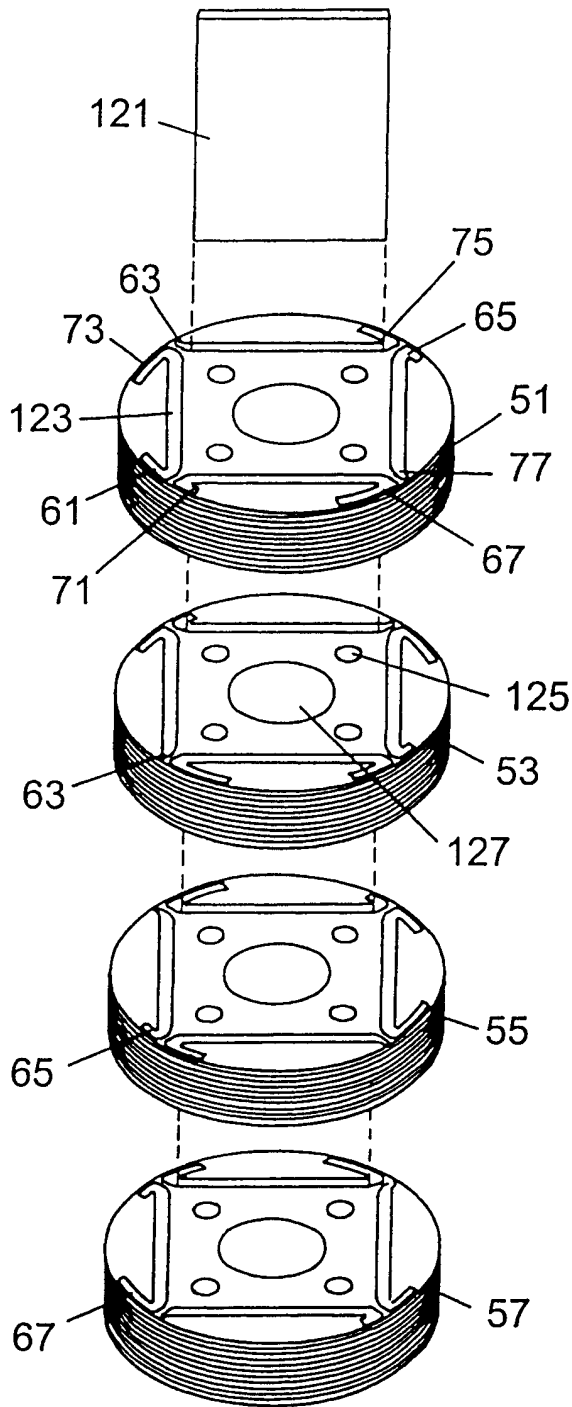


图 6

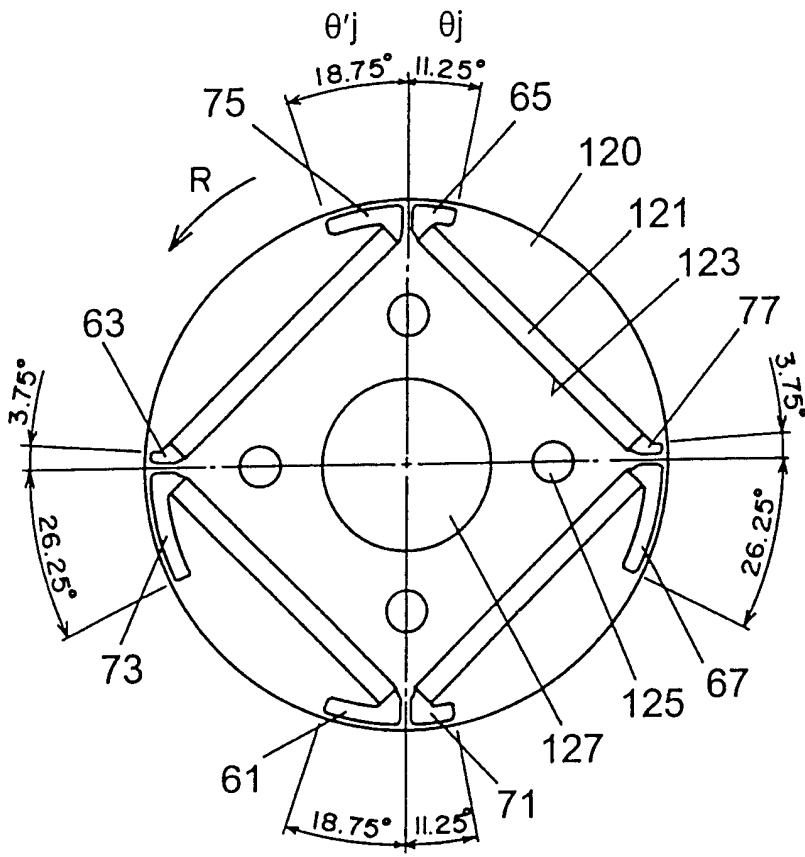


图 7

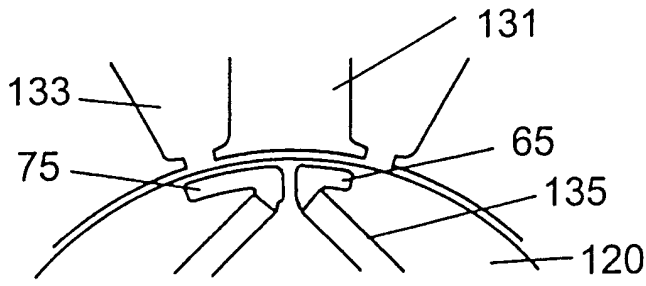


图 8A

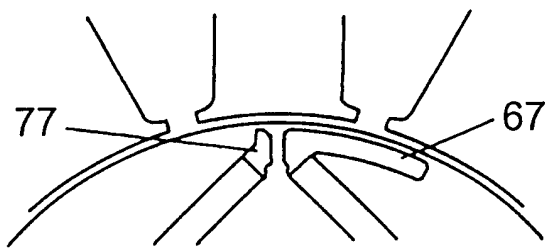


图 8B

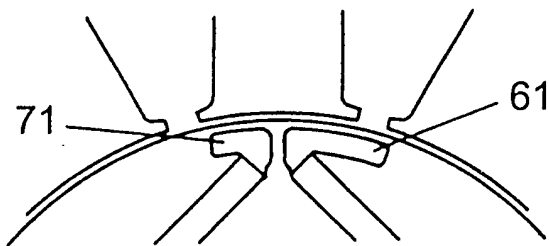


图 8C

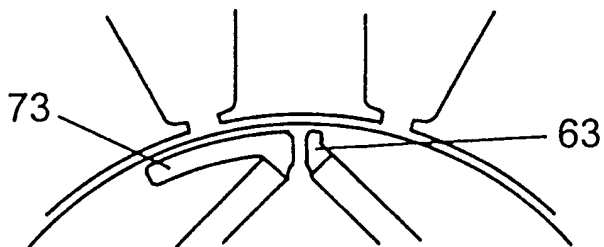


图 8D

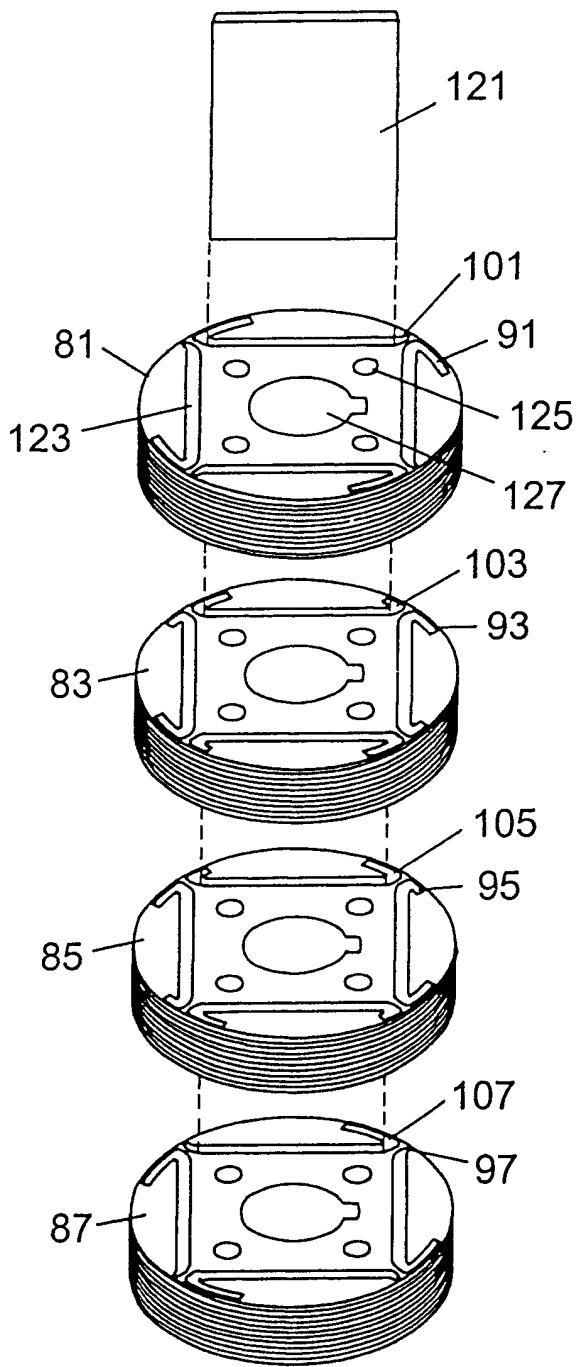


图 9

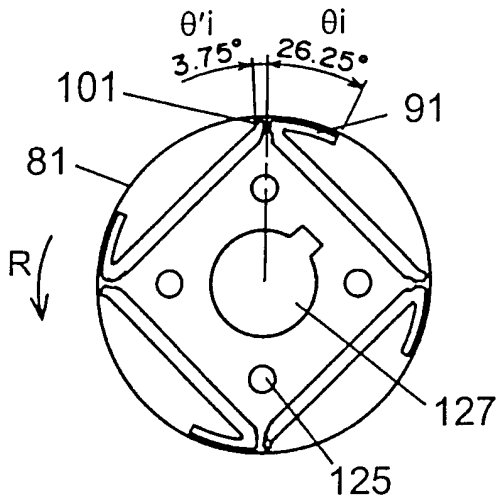


图 10A

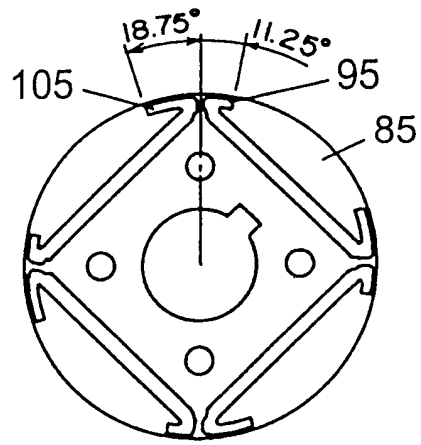


图 10C

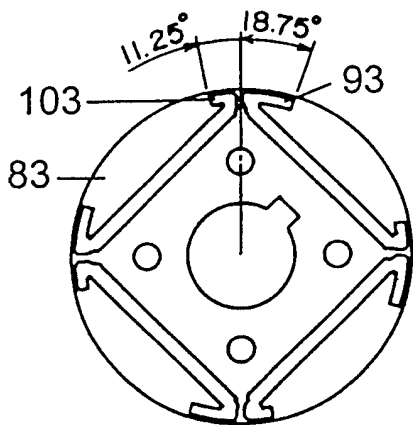


图 10B

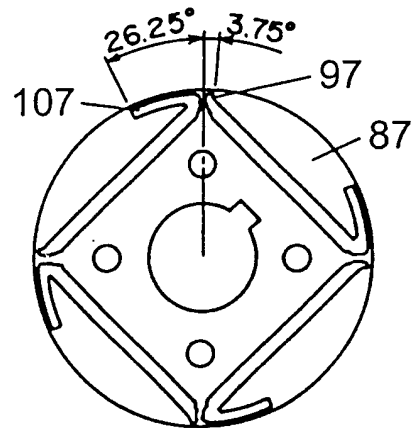


图 10D

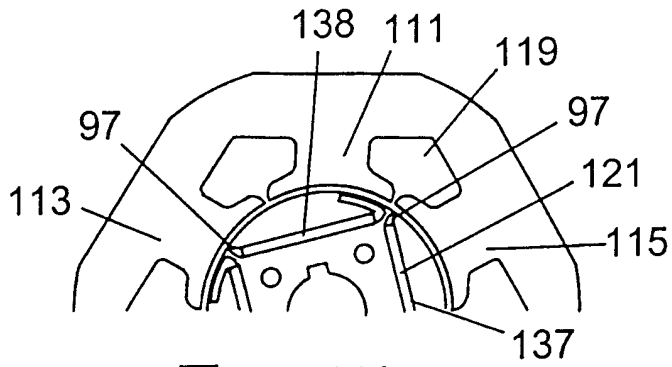


图 11A

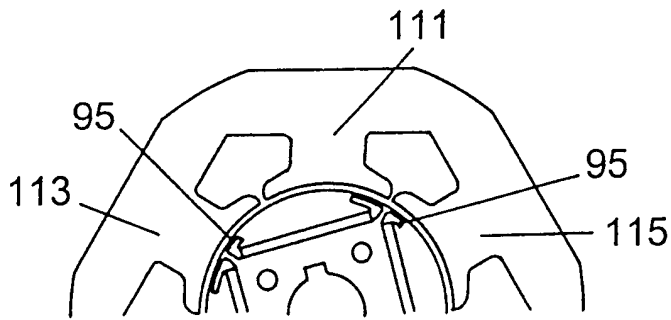


图 11B

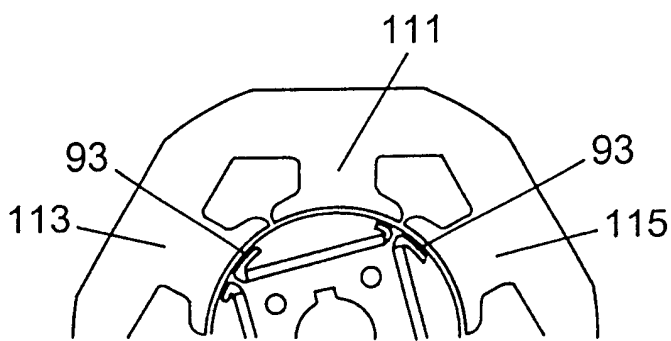


图 11C

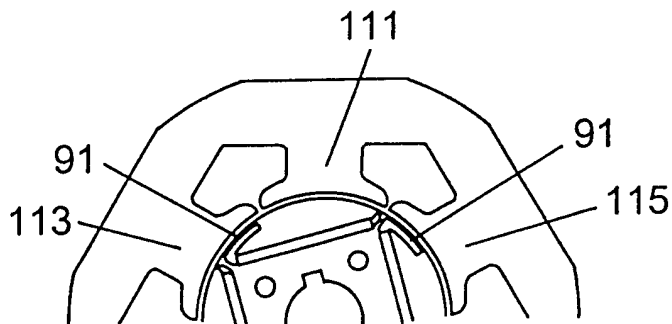


图 11D

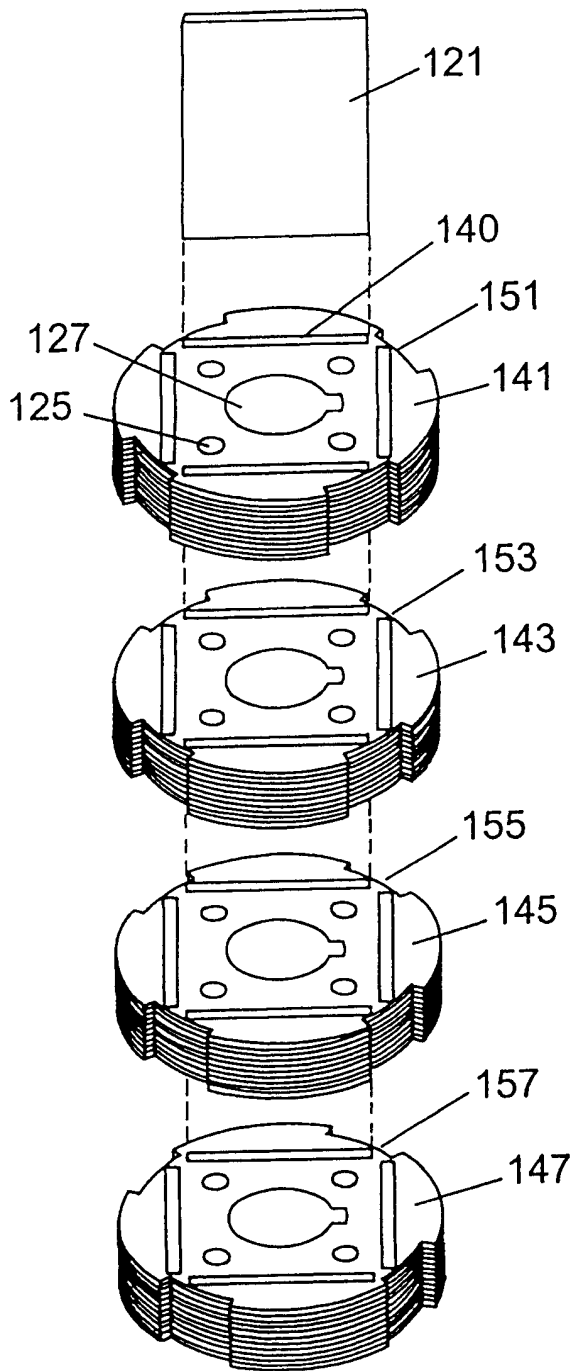


图 12

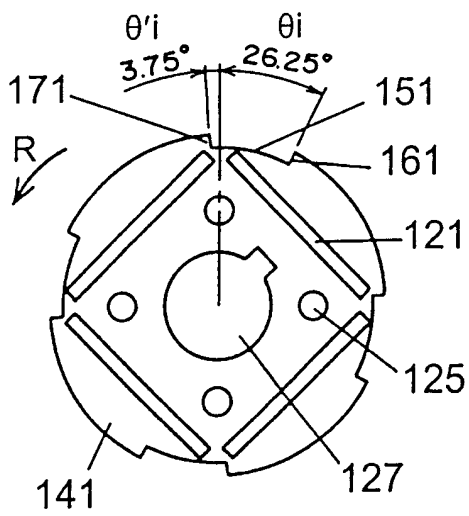


图 13A

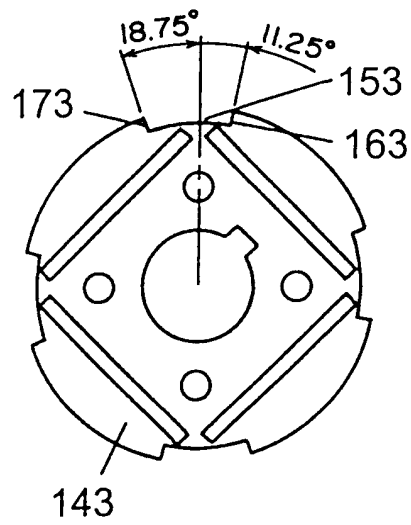


图 13B

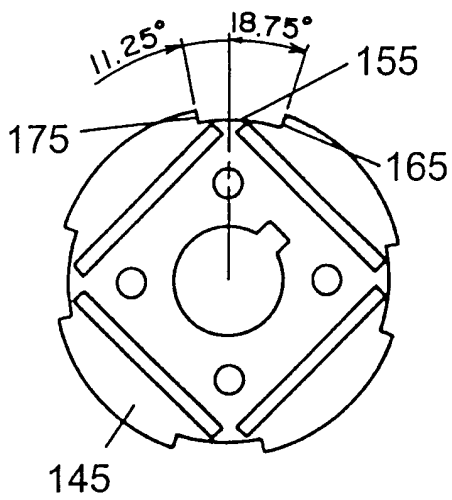


图 13C

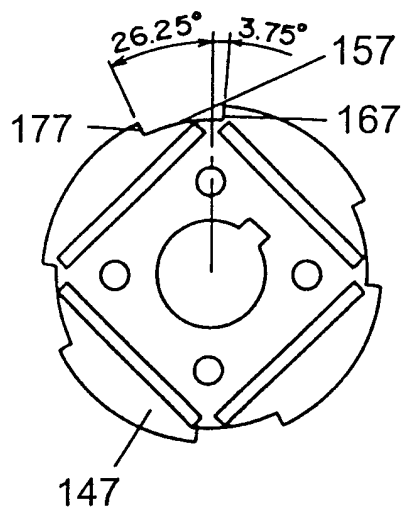


图 13D

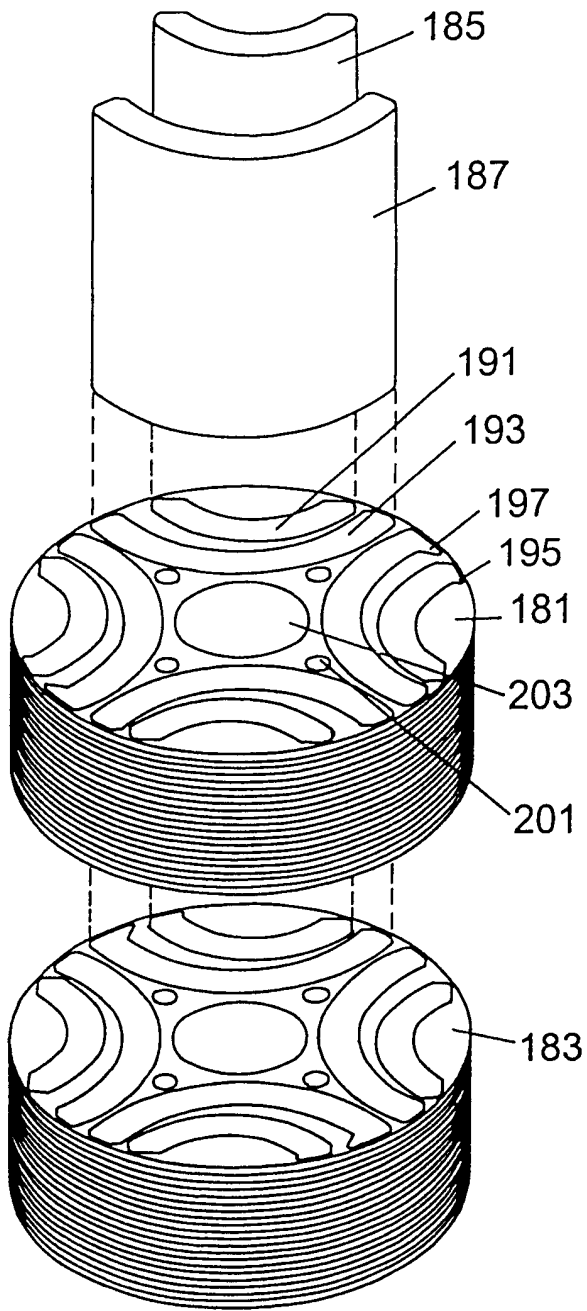


图 14

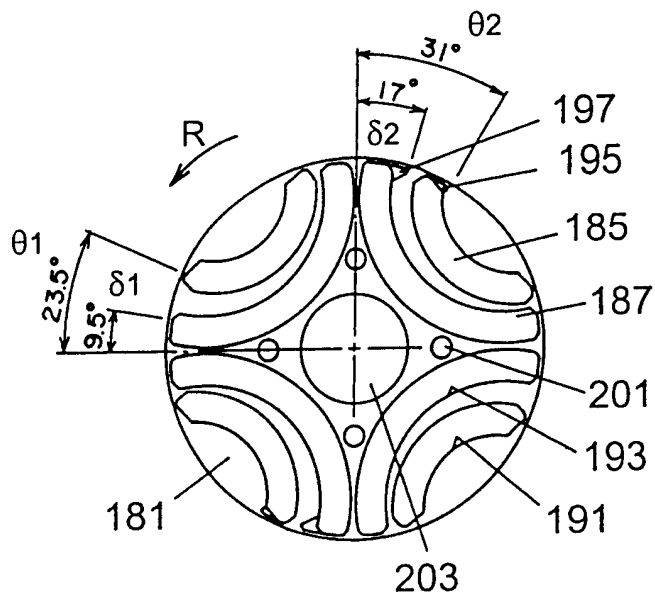


图 15A

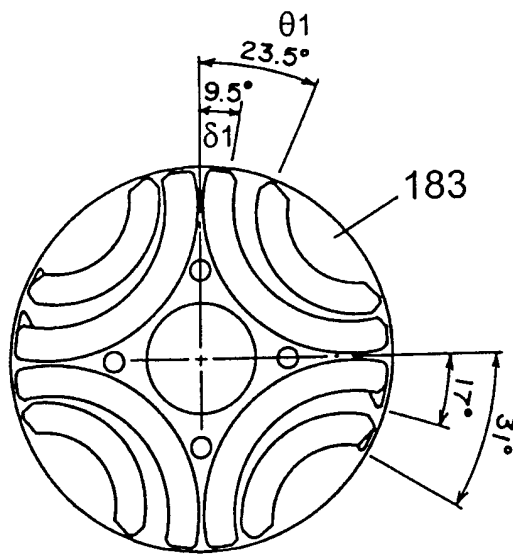


图 15B

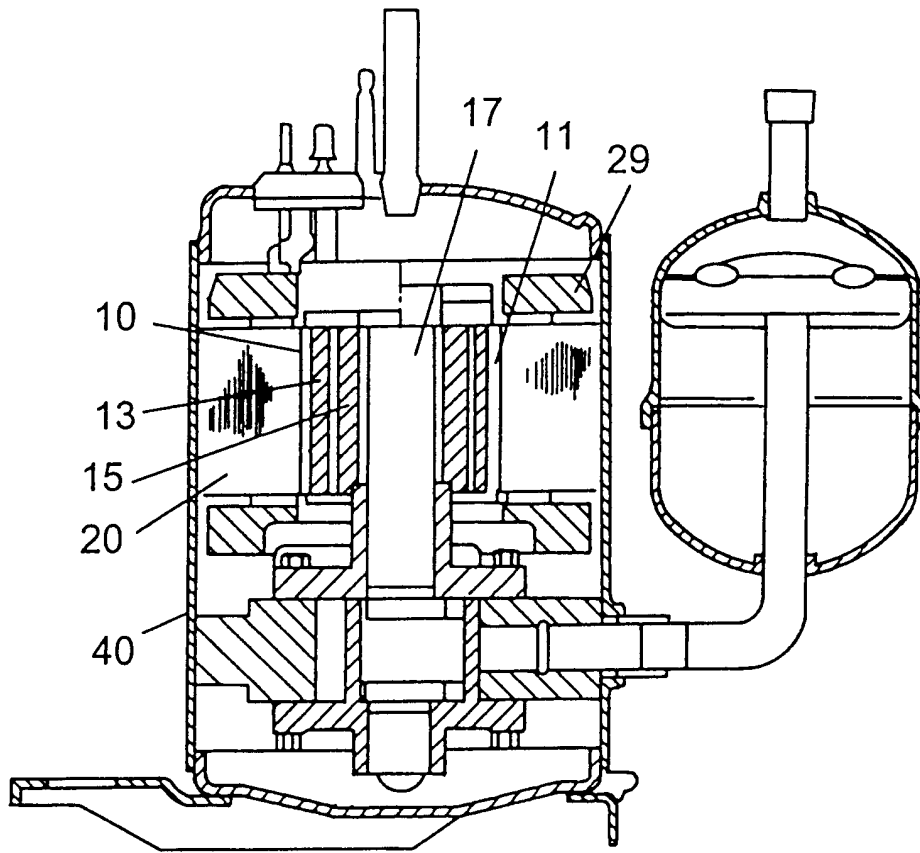


图 16

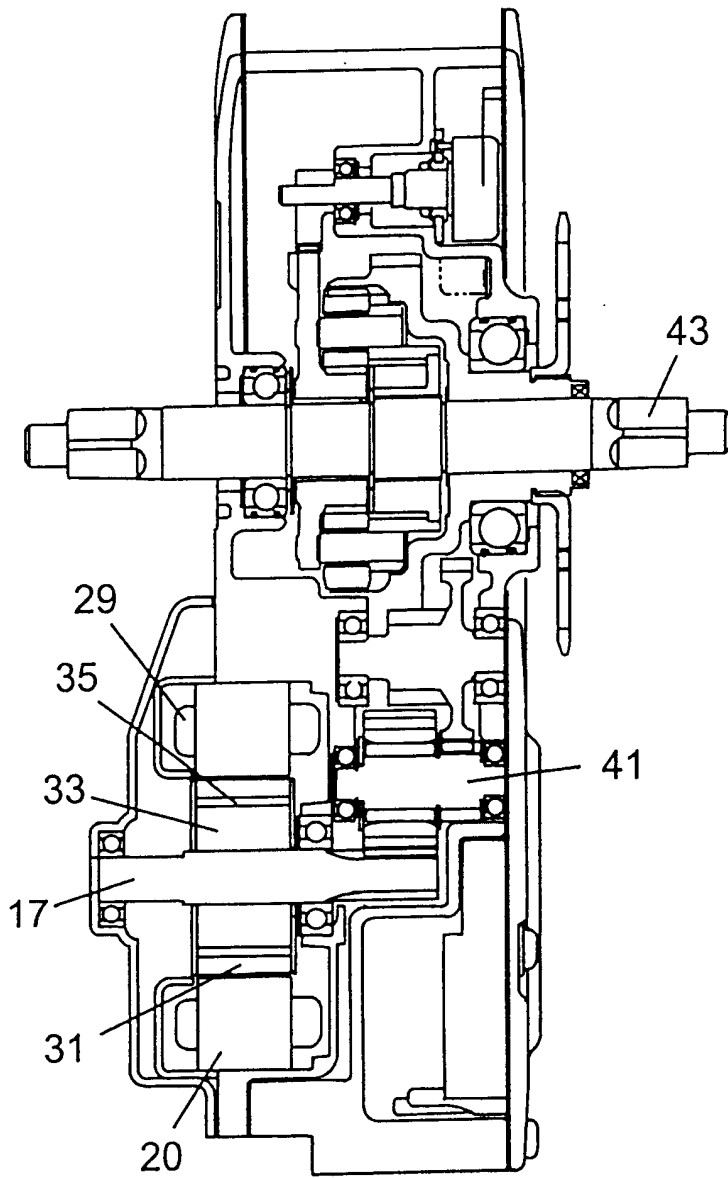


图 17

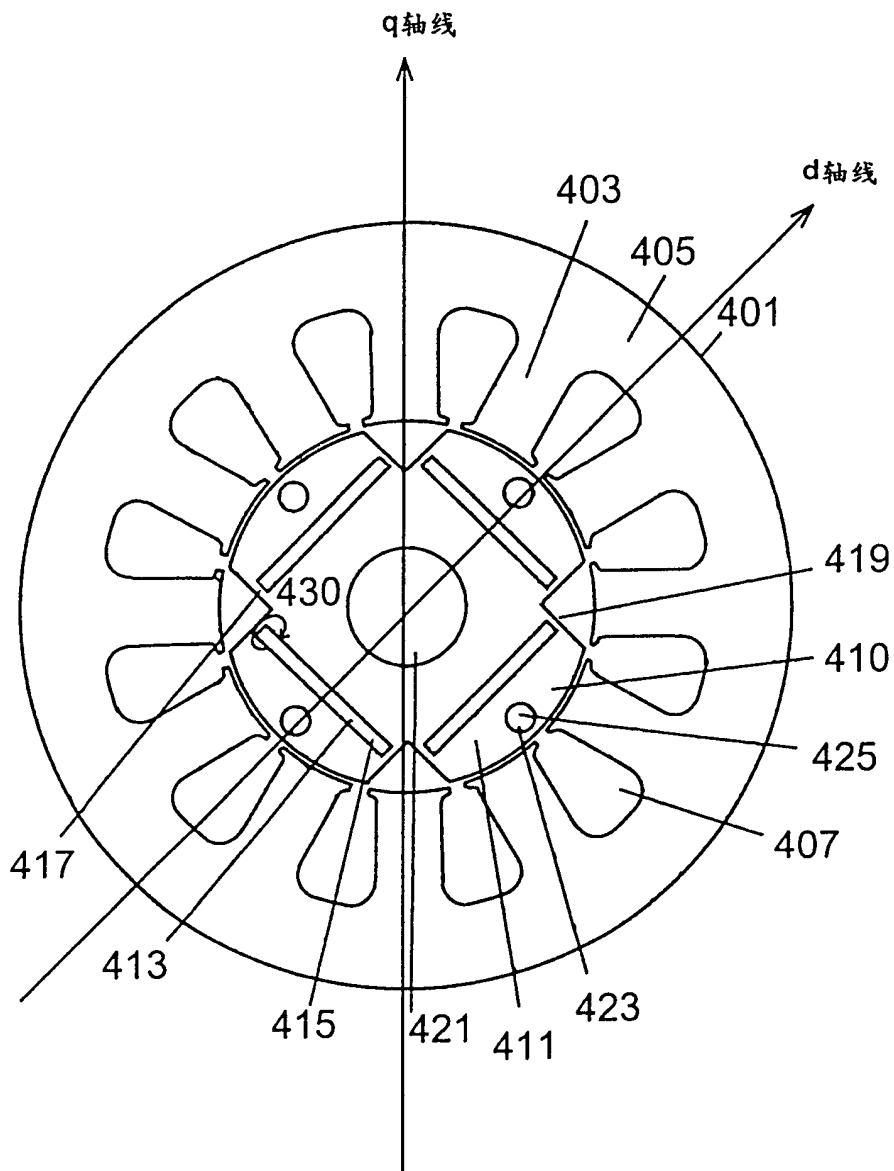


图 18

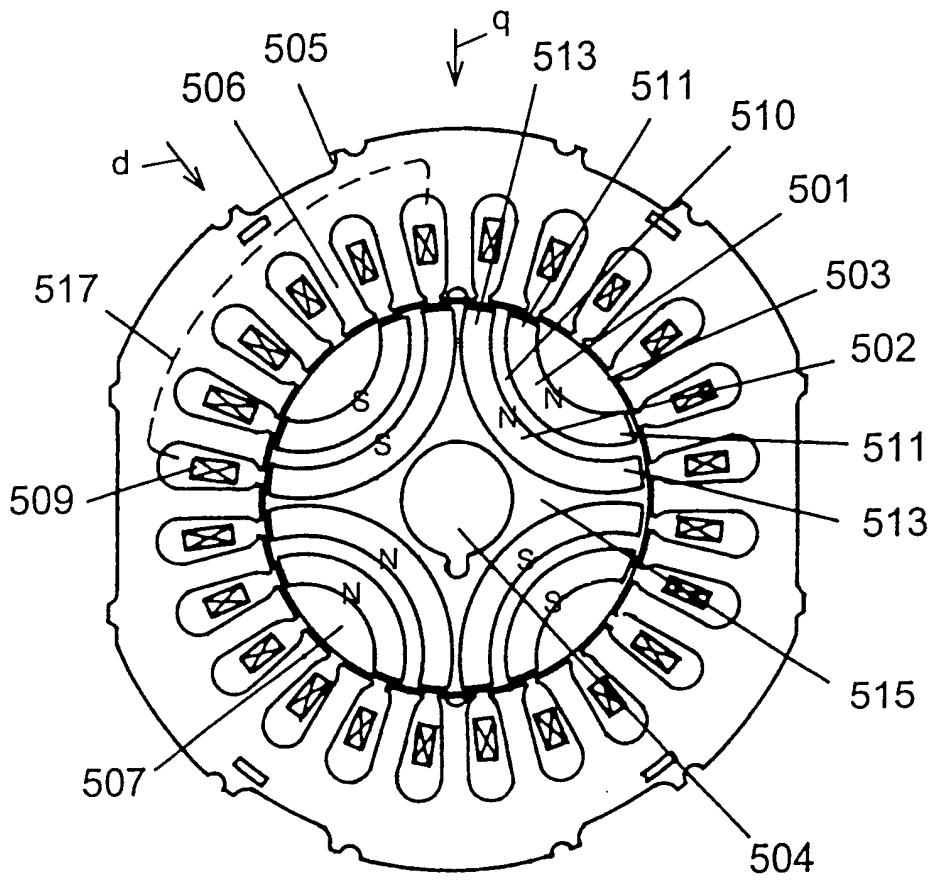


图 19