

权 利 要 求 书

1.电子换向磁阻电动机, 具有磁性相互隔开的轭(11), 以产生脉动磁场, 并有一个转子(12), 它相对于轭(11)转动, 转子极(121)可由轭的极(111)吸引, 在这种情况下, 这个吸引力可根据转子极(121)相对于线绕轭(11)的极的位置进行电子控制, 而轭(11)的至少一个绕组(112)可通过一个功率半导体(21)与直流电压源串联, 并且该功率半导体(21)可根据转子极(121)相对于轭(11)的极(111)的位置加以控制, 线绕轭(11)的极(111)以及转子极(121)成对地, 相对于电动机的转动轴(52)径向对称地布置, 并且, 在转子(12)的转子极(121)之间有非磁性间隙(122), 并且转子极(121)由轭(123)连接, 其特征是, 轭(11)是U形的, 并且U形轭(11)的数量是4个, 轭(11)带有绕组(112), 它们在一个圆周上形成8个磁极(111), 转子(12)的转子极(121)的数量为6个, 在空气间隙范围内相邻轭的极(111X、111Y)的外角间距比在空气间隙范围内轭(11)的2个极的内角间距小。

2.根据权利要求1的电动机, 其特征是, 轭(11)的绕组(112、113)的长度至少为轭(11)的磁作用长度的50%。

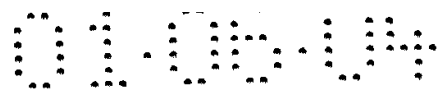
3.根据权利要求1或2的电动机, 其特征是, 它是一个电子换向的2相(X、Y)电动机。

4.根据权利要求1的电动机, 其特征是, 在空气间隙范围内相邻轭(11)的极(111X, 111Y)的外角间的距离选择得很小, 使得就磁损耗来说为最佳, 同时该距离至少是空气间隙的3倍。

5.根据权利要求1的电动机, 其特征是, 在绕组(112)和转子(12)之间范围内轭(11X, 11Y)相互相对地径向固定。

6.根据权利要求1的电动机, 其特征是, 轭(11)有凹陷或凸起部(116), 它们嵌入配合件(55)中相应凸起或凹陷部, 配合件布置在绕组(112)和转子(12)之间, 用于轭(111)的匹配固定。

7.根据权利要求6的电动机, 其特征是, 配合件(55)形成固定



件(56)的组成部件,它固定到一个刚性非磁性机架(5)的底板(57)上,并且电机的磁作用部件(11,12),借助机架(5),彼此相互定位。

8.根据权利要求1的电动机,其特征是,该电动机有用至少一个螺旋绕制金属带制造的绕组(112、113),这些绕组之间用一种绝缘箔或用一种绝缘层敷在该带子上,使它们互相绝缘。

9.根据权利要求8的电动机,其特征是,该电动机有至少一个带有次绕组(113)的主绕组(112),所述绕组用金属带组成,它们相互间有一定距离并且相互平行绕制。

10.根据权利要求1的电动机,其特征是,该电动机有一个固定到转子(12)上的多极磁盘(32),并仅有一个具有数字或模拟输出的霍尔传感器(31),磁盘(32)可在该传感器前面旋转,以控制对电机绕组的电流供给。

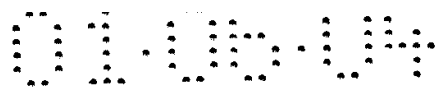
11.根据权利要求1的电动机,其特征是,转子位置传感器(31)的数字输出直接控制用于控制一绕组的一功率半导体(21Y)的栅极,并通过提供附加逻辑状态的开关半导体(28)间接控制用于另一绕组的另一功率半导体(21Y)。

12.根据权利要求1的电动机,其特征是,电动机的输出可以借助用于控制绕组(112)的功率半导体(21)的可用旋转角表示的导通周期来控制,或者可以用改变功率半导体(21)的控制脉冲宽度(L)的办法来控制,在这种情况下这些控制脉冲可以在转子位置传感器(31)的逻辑状态的两次变化之间多次发生。

13.根据权利要求12的电动机,其特征是,通过功率半导体(21)的通电中断是当达到电流极限或达到转速极限时发生的。

14.根据权利要求1的电动机,其特征是,功率半导体(21)可以借助用以控制绕组(112)的控制信号的相移来实现功率或转速控制,而该相移可以借助霍尔传感器(31)位置的局部移动或由磁场作用的方法来实现。

15.根据权利要求1的电动机,其特征是,可以借助霍尔传感器



(31) 的逻辑信号的翻转或借助相对轭 (11) 布置在不同角位置的两个霍尔传感器 (31) 之间的切换来影响电动机的转动方向。

16. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 借助于与转子 (2) 有关的磁路 (1) 的导磁率的逻辑比较, 可以检测转子位置, 并且这个电子信息可用于控制电动机的转动或起动, 用于控制绕组 (112) 的功率半导体 (21) 的相继触发。

17. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 根据其运行参数, 如电流或根据在随后的绕组 (112Y) 中感应的电压来切断至少一个绕组 (112X) 是可行的, 而切断操作可以由一个电子程序来控制。

18. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 借助电子开关电路, 一个绕组 (112X) 的切断使延时或立即启动后面接着起作用的绕组 (112), 使电动机具有一个电动机相位的周期自动控制。

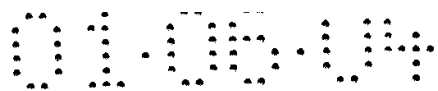
19. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 用于触发绕组 (112) 的半导体 (21) 的控制是借助于一个带有固定程序的电子电路来完成的, 而无需检测转子位置。

20. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 该电动机有一个带有鼠笼绕组的转子。

21. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 该电动机有一个转子箱, 用塑料聚合物或合成橡胶层, 或有合适的磁或电气特性的合金制成薄壳 (512) 从外面将该转子箱密封, 其中, 该薄壳只在小的中间区域受到压力, 其表面的绝大部分区域由外部极 (111) 或由在外极 (111) 之间的非磁性填充物支撑。

22. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 电动机的转子刚性连接到一个电动机驱动泵的泵转子 (62), 其中电动机转子 (12) 和泵转子 (62) 装在一个最好是由陶瓷材料制成的轴 (52) 上, 该轴能在轴承 (54) 之间转动, 因此, 该轴 (52) 不把任何泵转子的力矩负荷传递到电动机转子 (12)。

23. 根据权利要求 1 的电动机, 其特征是, 在转子轴 (52) 和转子 (12) 之间装有弹性块 (53)。



24.根据权利要求 1 的电动机,其特征是,该电动机有一些薄层,它们互相之间用有弹性的绝缘粘合剂牢固地连在一起,或者甚至被密封。

25.根据权利要求 1 的电动机,其特征是,电子元部件被集成在一个印刷电路板上,该电路板连到线绕轭。

26.尤其是权利要求 1 所述的至少有两个磁性分开的带有绕组(112)的轭(11)的电子换向直流电动机,这些轭在电动机转动方向上相互按角度布置,其中一个绕组(112)断开时产生的去磁能量借助耦合二极管(22)可由轭(11)相互传送,其特征是来自绕组(112)的自感电压(U_a)可以在这个绕组及用于触发绕组(112)的功率半导体(21)之间的连接线上分接,并且借助一个耦合二极管(22)可将该电压直接连到布置在后面接着起作用的轭(11)上的一个绕组(112)的起始端。

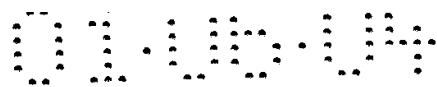
27.根据权利要求 26 的电动机,其特征是,在所有情况下,只有不多于一个功率半导体(21)与绕组(112)串联连结。

28.根据权利要求 26 或 27 的电动机,其特征是,自感电压(U_a)可以不作产生时间延迟的中间去磁能量存储,传导到一个后面接着起作用的轭(11)上的一个绕组(112)上。

29.根据权利要求 26 的电动机,其特征是,除了作为主绕组(112)的绕组以外,轭(11)还有次绕组(113),并且来自主绕组(112)的自感电压(U_a)可以在该主绕组(112)和用于触发该主绕组(112)的功率半导体(21)之间的连接点上分接,并且可以被传导到装在一个后面接着起作用的轭(11)上的次绕组(113)起始端上,而该次绕组(113)的末端连接到主绕组(112)的起始端。

30.根据权利要求 29 的电动机,其特征是,控制半导体(21)被断开时产生的自感电压(U_a),在转子位置传感器(31)未改变其逻辑状态的时间内,可以借助于另一个可控半导体(211)返回到原来产生该电压的主绕组(112)。

31.根据权利要求 30 的电动机,其特征是,一相(X, Y)的功率



半导体 (21、211) 同时导通, 但是阻断另一个半导体 (211) 只能是在转子位置传感器 (31) 输出端逻辑状态改变时发生。

32. 根据权利要求 30 或 31 的电动机, 其特征是, 触发主绕组 (112、113) 的功率半导体 (21) 所需要的电压高于电动机的额定电压, 并且由主绕组 (112、113) 的自感电压得到。

33. 根据权利要求 32 的电动机, 其特征是, 自感电压 (U_a) 的峰值可以存储在一个电容器 (25) 中, 以得到功率半导体的控制电压。

34. 尤其根据权利要求 1 所述的电子换向电动机, 其特征是, 转子 (2) 及组成线绕轭 (11) 的外部转子由一个支架 (S) 组装, 并且转子 (12) 的外部转子可以相反方向旋转, 以分别产生可利用的电动机输出的一部分。

35. 根据权利要求 34 的电动机, 其特征是, 支架 (S) 有两个轴承 (541、532) 用于支撑转动轴 (52), 可以与转动轴 (52) 一起转动的外部转子 (11) 的外部转子支架 (5) 安装在转动轴 (52) 上, 并且在转动轴 (52) 的两端有刷 (521+, 521-), 以传输电动机需要的能量。

36. 根据权利要求 35 的电动机, 其特征是, 转子有液体位移部件 (641), 可以被插入外部转子 (11) 的内部或外部转子支架 (5) 内部, 并可借助轴承 (543) 相对于外部转子支架转动。

37. 根据权利要求 34 的电动机, 其特征是, 转子 (12) 及外部转子 (11) 都驱动反向转动的鼓风机或反向转动的泵的液体位移部件 (64、641)。

38. 根据权利要求 34 的电动机, 其特征是, 电动机输出控制可以由一个没有电接触的静止部件来实现, 更具体地说借助光电方法或由磁场对电动机旋转电部件的作用来实现。

说明书

电子换向磁阻电动机

本发明为具有绕组式磁轭的新型直流电动机，其中，驱动电动机的旋转磁场由磁轭绕组的电子换向所产生。

与众多电子换向电动机不同，本发明的电动机不需要用以产生有效转矩的永磁铁，因此本发明的电动机比一般的同类电动机的制造费用更低。

这种电动机例如可从英国 Messrs. Tasc 传动设备有限公司的说明书中了解到。这种电动机有 8 个定子极，以及在该定子内转动的一个 6 极转子。对转子励磁的磁通经两个相对安放的极，穿过定子圆周的一半及转子直径，它因此在相当大的长度上是穿过无绕组铁轭，只是造成了损耗。

DOS 2953032/79 的图 1 示出的一种电动机具有 3 个相互绝缘的绕组式定子轭。由于由它们按相互分开 120° 布置，并非对置，因此有大的径向力作用在转子上，导致轴承过早地磨损。

本发明的技术问题是要给出如何制造一些不同型式的电子换向电动机的几种可能性，并且提供关于磁路及换向回路的通用解决办法，以达到制造低耗、低成本及重量轻的电动机的目的。

技术问题的解决在独立权利要求中讲述，而制造的细节在从属权利要求或图示中讲述。

下面是一些一般理论考虑：

长时期来，相应于本发明的电子换向磁阻电动机被认为不如永磁铁励磁的电动机优越，这是由于磁轭磁化能不是来自永磁体，而是每当电磁极要吸引转子极时，该能量必须以电的形式供给。根据本发明的讲述，该能量周期性恢复并传输到接着起作用的轭，其原因在于一个轭 11Y 的去磁能量产生的自感应电压 U_a 以预磁能的形式传输到后面的轭 11X。由于这一点，实现了节能（高效率）并在转子的极离开刚被断开的极而

接近的轭中迅速提高磁通。

为了供更好地理解本发明，现定义了图的参考编号的编号体制，其中参考编号的开始数字说明标示零部件所属的组别：详细做法如下：

- 产生有效转矩的电动电路的零件标记开始的数字为 1；
- 电动机绕组的控制电路的零件标记的开始数字为 2；
- 用于检测转子极相对于电磁励磁电路极的位置的电路的零件标记的开始数字为 3；
- 使转子转到起始位置的磁路的零件（不是所有的型式的电机都有）标记的开始数字为 4。

原则上讲，所有这些组成部件在许多现有技术不同形式中都有，并且仅是在经过有效组合，使它们与磁动回路（铁轭和绕组）相互作用而取得主要的新奇特点这个意义上说组成本发明的主题。驱动磁路的特点是，在线绕磁轭的一侧（并尽可能在转子一侧），采用了尽可能短的磁路（理解为磁力线）。至少线绕磁轭的磁路的 50% 长度位于有电流流过的绕组内部，从而有利于提高励磁通量。在最理想的情况下，可能出现绕组占轭 11 的 90% 长度。线绕轭（或多个轭）相对转子对称布置，因此，不产生径向磁力，只产生转矩。

图 1 示出根据本发明的一个电动机的总视图，作为一个非限制性的实施例。该电动机磁路由两个水平 U 形磁轭 11X 及两个垂直磁轭 11Y 组成，在这种情况下，4 个轭是相同的。每个轭各有两个极 111，它们都指向转子，并且当电流经过主绕组 112 或经过次绕组 113 时，呈现南北极性。

因此，有 8 个极组成一个圆的圆周各部分，围在轴向旋转的转子周围。转子有 6 个极 121，它们由一个小的气隙与外面的极 111 隔开，并组成一个大体与极 111 的表面对应的表面，其宽度则大体上与轭 11 的两个腿的开口相对应。

从图 1 可以推断，当 4 个转子极 121 与垂直轭 111Y 的 4 个极 111 对置时，则其余外部水平极 111X 位于与极 121 的极空隙 122 对置。转子极 121 由一个公共的转子轭 123 互联，因此，这些部件仅是转子 12 的叠片组件，它由冲压的带有缺口的圆形电磁金属片组成。这些部件借助一

个弹性部件 53 装在转子轴 52 上。这个部件例如可以用有弹性的塑料制成，它的作用是减弱转子的振动或者减轻其重量。如果转子叠片 12 的中心孔直接压到转子轴 52 上，该构件 53 可以被省去。

线绕轭 11 可以由 U 形金属叠片形成，叠片的厚度根据电动机转速（换向频率）选择。

轭 11 叠片的厚度及转子叠片的厚度的标准值由 0.1mm 到 1mm，其中薄层片适合于高转速（50,000 转/分钟），厚层片用于大约情况为 500 - 1000 转/分钟的转速。

对于线绕轭 11 和转子 12 的最便宜的材料，推荐采用（用于变压器的）硅钢片。对于线绕轭 11 也可以用具有从优取向的晶粒定向硅钢片，形式为冲出的 U 形薄片（在此情况下，从优方向平行于 U 形结构的两个腿）。或为磨光的截割铁芯（同具有绕带截剖面的带变压器的情况）。但是这种办法更贵。在任何情况下，轭的断面是长方形的，当用较粗的导线缠绕时（大约 1mm^2 的截面积），可能出现问題。

在一个特殊实施例中，薄叠片间的绝缘层有弹性，它可以减弱磁致伸缩振动或可用以封闭叠片包。绕组被滑动地装到 U 形轭上（该 U 形轭最好是预加工好的），每个轭至少有一个主绕组。这些绕组可以用漆包绝缘线，用通常的办法制成，用或不用线圈架（用自粘导线），见图 2。在一个普通绕组中，次绕组 113 用较细导线制成，可以在线圈架 114 上绕于主绕组 112 下面。但是，根据本发明，采用了带式绕组，更准确地说采用的是绝缘的或无绝缘的铜或铝带。当用后者时，主绕组带与绝缘膜 115（如用聚脂膜）的一面相贴，该绝缘膜比导电带宽一些，因此可以避免金属绕组带绕成的螺旋状的边缘间的短路，见图 3。

一个特别好的办法是同时制作主绕组 112 及具有较小断面的次绕组 113。在这种情况下，绕组带的厚度相同，但宽度不同，它们被隔开一合适的距离，平行地绕在相同的足够宽的绝缘膜 115 上。由于制作这些绕组的技术来源于制作电容器和变压器，因此，我们不讲述有关制作这些连接结构及无线圈架线圈固定的任何细节。图 2 和图 3 所示的两个绕组滑动地插到轭 111 的两个腿上，并可要求连结起来。这样，马达磁路 1 由各带两个铁芯 11X 和 11Y 的线绕轭 11、8 个主绕组 112，并且

还可能有 8 个次绕组 113，以及转子 12 组成。

当单独来看一个极 11 及二个转子极 121，及极 123 的连接这些极的部分，且电流通过这两个绕组 112 时，产生对应于图 1 中虚线的磁通，因此，这个磁路类似于一个电动剃刀的摇动电动机磁路。

当转子的极 121 不面对外部磁极的极 111X（见图 1），并且当极 111X 静止时，由于电流流过，极 111X 将吸引转子极 122，产生一转矩，使转子 12 旋转大约 30° 。为了使这些离散的 30° 运动变为连续转动，必须实现在 X 轴和 Y 轴方向绕线的极按相应顺序通电，该顺序由转子位置检测电路 3 及电子控制电路 2 来调整，并且转换为绕组控制信号。

转子位置检测电路 3 在转子转过 30° 后给 X 轴的绕组发出断开信号，而给 Y 轴的绕组发出接通信号，它由一个多极磁盘 32 组成，如图 4 所示，该磁盘有 6 对极，并装在转子上，磁盘在一个静止的霍尔传感器 31 前转动，为了找到一个最佳工作点，该传感器的位置可以适应功率控制或适应转动的变化。当磁盘 32 的极在霍尔传感器 31（带有数字输出）前连续移动时，则随转子的位置而定，在传感器输出端出现一个逻辑信号“低”或“高”，见图 5。

绕组 112 和 113 的控制电路 2 主要由两个功率晶体（最好是金属氧化物半导体场效应晶体管 MOSFET）21X、21Y，它们与主绕组 112X 或 112Y，电机外面的电源相串联，见图 6。绕组 112 或 113X（或 Y）位于对置的极上，可根据电机工作电压电平，串联或并联。

晶体管 21X 和 21Y 由转子位置检测电路 3 的一个简单电子电路作推挽模式控制，因此，当霍尔传感器的输出是“高”时，晶体管 21X 导通，当霍尔传感器 31 的输出指示“低”时，晶体管 21Y 导通。水平绕线的极 11X 或垂直极 11Y 顺序被磁化，以在极 111 上产生使转子转动的旋转磁场。

晶体管 21X、21Y 的漏极与绕组 112X 及 112Y 的连接点上的正电压（与 0 = 负比较）在图 7 中用连续线画出。通过主绕组 112 的电流由于电感绕组的影响有图 7 中虚线表示的变化过程。因此，在初始相位电流缓慢上升，有效驱动磁通也以类似的形式上升。当绕组断开以后，在该绕组上产生一个比电动机额定电压 U_n 高很多的电压 U_a ，它形成损耗

的能量，并可导致晶体管 21 损坏。这个自感电压 U_a 如果加到即将接通的绕组上，则可以被转换为有用的能量。

从图 6a 可以很清楚，这时必须借助一个耦合二极管 22，当绕组 112X 被切断时，产生一个正的过电压，该二极管将该电压供到绕组 112Y 上（或反之）。去耦合二极管 23 用来防止自感电压 U_a 供到电压源的正极。但是，这个电路有一个缺点，即自感电压 U_a 的电路由晶体管 21 或电流源来闭合。如果用位于同一轭 11 上的次级绕组，可以避免这一缺点，见图 6b。自感电压 U_a 在主绕组 112X 中产生（作为源），并供到作为接受者的垂直轭次绕组 113Y。因此，借助主绕组 112X 的自感过电压 U_a ，在次绕组 113Y 中产生一个有用电流，并因此在该绕组所缠绕的轭 11Y 中产生磁通。在次绕组 113Y 产生电流的同时，额定电压 U_N 送到主绕组 112Y，因为在阻断晶体管 21X 的同时，晶体管 21Y 导通。在次绕组 113Y 中快速升高的瞬态电流的作用与主绕组 112Y 中的持续比较长，但升高较慢的电流相加，这样导致通过垂直轭的磁通比较快地增加，从而，增强激励效果。重复上述的动作，可使转子 12 连续转动，因此，当每对轭收到 6 个控制脉冲，转子就转动一整周。最佳切换点可以通过改变霍尔传感器 31 相对于轭 11 的位置来实现。

电动机的磁性元件和电气元件可以固定在由塑料材料或适当的非磁性金属模铸的机架 5 上，见图 1 和图 8。这个机架可以制成很不不同的形式，但是它主要应具有凹槽来安装轭 11 以及电动机轴的轴承 54。

机架 5 用作冷却器，通常它也可装上功率晶体管 21、二极管 22 和 23 以及其它机械和电气元件（底盘、霍尔传感器等）。功率晶体管 21 栅极触发所需要的较高电压可以由自感电压 U_a 峰值的积分而取得。

为了能较好地理解，我们将从图 1a 开始，它是图 1 的放大详图。图 1 和图 1a 将与图 6c 联系起来考虑。图 6c 是图 6b 的改进的详图。

根据图 1，当 4 个转子极近似与极 111Y 相重合时，其相关主绕组 112Y 被断开，导致立即出现高的自感电压 U_a 。该电压被送到次绕组 113X，同时主绕组 112X 由电源供电。属于这些绕组的 4 个极 111X 被很快磁化，从而能够吸引四个转子极 121，其中的两个刚刚从断开的轭 11Y 的两个相应的极离开。发生这一情况的先决条件是 111X 锐角尖端

位于极 111Y 的相应尖端附近，因为否则水平轭的极 111X 的磁化强度就不能在合适的时间对转子极施加吸引作用，因此绕组 112X 和 113X 中的电流将平稳升高，但没有任何有用的作用。

为了用图解说明这些因素的重要性，在图 1a 中，极 111X 和 111Y 的外角之间的用角“U”表示的距离比图 1 中所示距离减小了。这个距离必须根据有关电动机的机电参数进行优化，它至少为轭 11 和转子 12 之间空隙的 3 至 4 倍，以避免由于轭 11X 和 11Y 的直接接触而发生磁损耗。轭 11 的先后安装以及转子与固定支架的连接最好在绕组和转子之间的区域内进行，在那里振动水平低。

图 6c 图示出一个运转的电动机的完整电路图，其中绕组 112 和 113 旁的点线表示它们的起端，112X 例如表示轭 11X 的可以串联或并联的 4 个主绕组。

这里只需要 2 个耦合二极管 22，将自感电压 U_a 送到次绕组 113 的起端。二极管 24 把峰值电压 U_a 传送到电容器 25。该电容器在启动电动机后，用高于供电电压 U_{bat} 的电压充电，并且保证晶体管 21Y、21X 的栅极控制电路的供电。该电压由齐纳二极管 26 限制。当开关 27 闭合时，霍尔传感器 31 通电，霍尔传感器的数字输出连接到晶体管 21Y 的栅极，逻辑信号“高”或“低”出现，它决定于在霍尔传感器 31 前出现的多极磁盘 32 的是北极还是南极。这个逻辑信号也加到信号转换晶体管 28，该晶体管在信号“高”出现在晶体管 21Y 的栅极时，将“低”信号加到晶体管 21X 的栅极。在霍尔传感器 31 上面的箭头指出该传感器相对其支架来讲是可移动的。因此可以改变当多极磁盘 32 转动时产生的逻辑信号的相位。也可以通过改变供电电压而不改变控制信号的相位而实现电动机转动速度的控制。也可以由改变晶体管 21 的电阻，从而控制栅极电压，来改变转动速度。但是这种控制是不利的，因为它引起电欧姆损耗，损坏晶体管，因此仅用于低功率的情况。一种两步控制方法可以由增加电动机的欧姆电阻来实现。如图 6d 所示，例如将并联绕组的一半分开。在要求电动机满输出时，要同时控制通过晶体管 21、21' 并联的绕组 112、112'。如果希望输出减小，晶体管 21' 不再被触发，绕组 112' 保持不运行。因此，电动机以较高损耗和减小的输出运行。图 6e 给出更

广泛的输出控制的改进型式。

另外两个半导体模块（这里指双极晶体管）被加到电动机的控制电路中，它们起着稳流二极管的作用，使绕组产生的自感电压复原，但是这一次是可控的。图 5b 示出与转子角有关地使自感电压 U_a 返回的晶体管 21 和晶体管 211 的控制信号。在图 5b 的横座标上，给出霍尔传感器的输出信号，它对应转子角 30° ，并且具有同加到晶体管 211Y 基板的电流脉冲相同的持续时间。加到 MOFSET 晶体管 21Y 上用以控制输出的正电压脉冲的持续时间在下面的横座标以两个变化形式给出，图中只有在满负荷时，这个持续时间才达到 30° 。在第一种变化形式 A 中，晶体管 21 和 211 同时导通，它发生在霍尔传感器的输出逻辑信号由“低”变为“高”时。在负荷不满的情况下，在霍尔传感器再次切换到“低”以前，即在转子完成 30° 角转动以前，晶体管 21Y 不导通。晶体管 21 的阻断例如也可以发生在达到电流极限值或极限转速（换向频率）时。当发生这种情况时，自感电压 U_a 不马上加到次绕组 113X，这是由于晶体管 211Y 把这一电压传导到供电电压 U_{bat} 的正连接线。连续吸引转子极 121 的轭 11Y 的去磁因而被限制。当转子转的角达到 30° 时，即当晶体管 211Y 的基极电流停止，并且霍尔传感器 31 的输出呈现逻辑电平“低”，剩余电流停止通过晶体管 211Y，自感电压 U_a 被加到次绕组 113X。同样地，但是在转子角移过 30° 例如为 $30 - 60^\circ$ 而不是 $0 - 30^\circ$ 时，在 Y 轴上发生的这种情况同样在水平轭 11X 重复发生，即晶体管 21X 和 211X 变为导通，这是由于霍尔传感器输出端的逻辑信号变为“低”而不是“高”。因此，利用这种形式的控制，在可变角度最大达 30° 情况下以与转子角相关的方式，实现晶体管 21X、211X 的控制，所以不是象不可控电机那样为一个固定的 30° 孔径角。

利用这种改变晶体管 21 的断开时间的方法，电机电源及电动机输出得到控制。按照图 5b 中描述的变化形式 B，在一个 30° 转子角内，通过晶体管 21X、21Y 的重复电流导通达到同样的效果。这是用晶体管 21 控制信号的一个合适的频率作脉冲宽度调制（ $L =$ 脉冲， $I =$ 间隔），达到的。晶体管 21Y 的电流导通时间用一个粗线表示，晶体管 21X 的电流导通时间用虚线表示。尽可能将所有电动机电子元部件集成在一个电

路板上是有利的。

图 1 和图 8 中可看到的轭 11 的安装(由于转子和线绕轭之间的狭空气隙)是重要和严格的。在此看得很清楚, 轭 11 的两侧(如果可能, 在距轴的两个不同距离上)具有凹槽或半圆形的高出部 116, 它们可通过合适的配合件 55, 匹配地(垂直于图面)插入。这些配合件构成与前述凹槽 116 相反的形状, 并且是在底盘 57 上安装的附件 56 的一个组成部分。

这些轭因此可以可靠地作径向安装, 保证相对于转子 12 的距离相同(恒定空气隙)。轴承盖 58 及反轴承(Gegenlager)54' 在轴向和径向固定到机架 5 上, 保持轭 11 就位, 在轴向不能移动, 有了这些元部件, 电动机就可以运转了。

运行模式

当电动机连到具有电压 U_n 的电流源时, 由于在霍尔传感器 31 的输出端将有一个信号水平“高”或“低”, 电子电路 2 将把控制电压加到晶体管 21 之一的栅极上, 例如加到 21Y 上。主绕组 112Y 被通电, 并且将转子 12 从图 1 中所示的初始位置, 通过转 30° 到极 111X 与 121 相对的一个位置。结果是, 它从相对于 Y 轴的极的相对位置, 来到一个相同的位置, 但这是相对于 X 轴的。在到达这一位置以前, 转子位置传感器 3 改变霍尔传感器 31 的输出端的逻辑电平, 使晶体管 21X 导通, 而晶体管 21Y 阻塞。上述运行重复进行, 使转子连续转动并且在每对晶体管(X 和 Y)收到 6 个电流脉冲以后, 相对于绕组轭 11 完成了一整圈转动。晶体管 21 的栅极连线连到负线, 但不把电动机从电压源断开, 可以停止或启动该电动机。如果霍尔传感器 31 是数字型的, 逻辑输出信号的改变总是发生在转子极 21 相对于轭 11 的极 111 的相同相对角时, 该位置定为角度零。为了控制输出功率或转动速度, 可能需要改变这个角度, 如改变 $\pm 5^\circ$ 。这可以通过用机械方法改变霍尔传感器的位置, 或借助一个外部磁场来影响它的切换点来达到。外部磁场(通过相移)改变多极磁盘 32 的交变磁场。

如果采用模拟霍尔传感器, 这时在传感器输出端产生一个正弦信号代替图 5 中的方波信号。在这种情况下, 当选择正弦曲线上任何一个点

作触发换向的切换电压电平时，转换点可以相对于零随机改变。

如前所述，这个正弦曲线也可以移相，因此，在这种情况下有两种可能影响换向角。所提到的磁场的影响可借助于一个绕组或一个永磁铁达到。它们装在霍尔传感器附近。在这种情况下，通过绕组的电流总是恒定的。要改变转动，可以改变图 5 的逻辑信号，使晶体管 21X 在霍尔传感器的逻辑信号为“高”时导通，而不是在“低”时导通；或者由可转换到与前者比较有角位移的另一个霍尔传感器。

这里所示不同形式的无刷电动机，如果对电气部件加以保护，例如埋入合成树脂中便能浸入一种液体中运行，例如在燃料油中运转。也可用这些电动机实现没有任何空气隙密封的简单的泵。在这种情况下，整个电动机被放到一个加压的泵壳中。这种型式的电动机特别适合于驱动风扇和泵，尤其适用于电动机转子以及泵的转子带有液体转动的场合，见图 8。在这种情况下，必须使转子腔对绕组或外部空间密封。这里的主要问题是密封圆筒形的空气隙，因为该气隙的径向尺寸的数量级为 0.1 毫米。

本发明借助于一种薄的，非磁性材料的圆筒形壳（塑料或用在液体状况下的聚合物材料），或具有特殊电、磁特性的专门的钢解决这个问题。这些特殊电、磁特性例如可以从湿式异步电动泵的空气隙管得知。该圆筒形件自己不能承受压力；但是，它由外面的极 111 支撑，或靠在所述极之间的填充材料 511 部分支撑。这样，压力仅作用在圆筒形壳 512 对应于极 111 和填充部分 511 之间缝隙的不大于零点几毫米的面积上。当这样小的面积上承受到压力时，甚至于一个薄片(0.1 毫米)也可以承受几十巴的压力。

如图 8 所示，根据本发明的方法组装电动机和泵，可以按照下面的详细叙述进行。

轭 11 从外面（从左侧）装到机架 5 上（机架用塑料或金属制成），并且通过保持环或保持盖 59 装配。前面谈到的圆筒形转子腔的空间用例如聚合清漆、环氧树脂等密封。带有固定到左侧的多极磁盘 32 的转子 12 与其锁定啮合的泵转子 62 一起，装到电动机的轴 12 上；电动机轴 12 不必传送有效电动机转矩。装配以盖上泵的盖 63 而告结束，它也把轴承

螺栓 61' 定中。已知关于泵的制造就不在这里讨论了，只是用箭头指出泵出的液体流动方向。霍尔传感器 31 位于泵的（干的）外部空间，并且用磁场可以透过的抗压薄壁与磁盘 32 隔开，磁盘位于“湿”转子空间中。

电动机或泵的轴 52 是由例如陶瓷管制造，其管孔供轴承螺栓 54' 和 61' 用。降低噪音的发生是通风口和鼓风机的主要问题之一，并且有时噪音是由传送到支架的转矩的波动产生的。为了消除这些缺点，可根据本发明实现电动机鼓风机的一种特殊变化形式，其具有的两个转子以相反的转动方向转动，因此电动机就没有能把力矩所致振动传送到支架上的固定部件。根据图 10，带绕组 112、113 的轭 11 以及连带的电子元部件装到支架 5 上，这里，支架也连接到一个转轴 52，该转轴最好有一个轴向孔。扇叶 64 同样固定到该支架上，当支架 5 向右转时，这些扇叶从右向左鼓风。在轴 52 的两端有轴承 541 或 542。在左侧，这次轭与支架 5 不同，不装在轴承盖上，而装在一个保持环 59 上，转子 12 穿过该环。转子 12 带有扇叶 641，当转子向左转时，扇叶从右向左鼓风。转子借助于轴承 543 在轴 52 上自由转动，不发生轴向移动。在轴 52 的内部，在一个绝缘管中，装有两个连到电动机引线的相互绝缘的刷 521⁺、521⁻，它们由弹簧 522 向外推。这些刷子与两根固定的引线 +、- 相接触。引线 与电源 Ubat 相连，将该电压传到旋转的电刷 521⁺ 和 521⁻。轴承 541 和 542 装在支架 S 上。

运行模式

当电动机接收到电流，带有风扇叶 641 的转子 12 及与轭 11、支架 5 及叶片 64 装配在一起的外部转子组件开始作方向相反的转动（转子向左转、外部转子组件向右转），并且旋转速度为 +V、-V，因此，转子与外部转子组件之间的绝对转动速度为 2V。这两个相反方向转动的部件的旋转速度将增加到装在两个转子上的叶片受到的空气阻力准确地等于电动机的转矩。这个有两个相反方向转动转子的鼓风机具有以相对低的转速的二级鼓风机的形式作用的优点，因此噪声电平低。但是对于该电动机，两个相反方向转动部分之间的设计转速（相对转速）将为 2V。

与具有同样输出的常规单级鼓风机比较，其优点是明显的：

- 没有反作用转矩，因此没有旋转振动传到支架 S；

- 该电动机设计成一双倍转速，具有同样输出，因而显著小和轻。

借助于这个原理，有可能代替轴向鼓风机而用带有径向风扇的两个相反方向鼓风机，因此在这种情况下轴向力得到补偿。如果想争取对这些电动机输出的控制，必须从外部对与外部转子组件 11、5 一起转动的晶体管 21 施加作用。可以用现有技术中的合适的电子装置从外部不使用电连接而例如以磁的形式，利用发射绕组和一个接收器，或以光学办法，来接收控制信号。这种形式的电动机（或这种类型的泵）工作原理简单，即基于由电磁极连续吸引转子极，也可以用不同数量的轭来达到，例如 6 或 8 个，而不是 4 个，同时相应地增加转子的极。也可以用多相办法达到，例如用了相 R、S、T，它们等距布置，因此是以 120° 电角度布置，而不是以迄今的 180° 布置。

当转子极或电磁极装配方便时，也可以用其腿轴向布置而不是切向布置的“U”型轭。在这种电动机中，也可以不需要转子位置传感器；但这表示必须根据下列原理采用复杂一些的电子启动和运行程序：

- 在启动电动机以前，电信号被送入绕组，该信号随绕组电感的大小而变，前者依赖于转子的位置，因为它引起受到影响的轭的磁路的磁阻（导磁率）。

- 电子逻辑电路比较这些修正过的信号，并由此来确定转子位置，使在该电路的输出端出现晶体管 21X 或 21Y 的控制信号。

- 与导通的晶体管串联的绕组被触发，并使感应激磁的转子转动。

- 当如此被激磁的转子极接近无电流轭极时，在该极中感生一个电压，该电压由对该绕组（相）供给额定电压的一个电路来估计，使转子可继续被吸引。这些动作重复进行，使得转子如同是在一个转子位置检测传感器的控制下转动。

一旦电动机开始转动，也有其它的一些自动控制换向的可能性存在，例如当通过该绕组的电流超过最大值或预先定值时，断开绕组；当在电动机正常运行的过程中达到这样一个值时，表明转子极 121 已经被属于该绕组的极 111 吸引。

断开一个绕组（例如 112X），便将通过电子逻辑电路接通下一绕组，如 112Y（可能在预定延时以后）。轭对 X - Y，X - Y，或 R -

S - T, R - S - T ... (有 3 个(或更多)相存在) 的连锁循环控制, 如果可以由转子位置检测传感器来控制, 或者与电动机参数(电流、感应电压) 相关地加以控制。这个循环控制在一些情况下可以从外部加强, 此时电动机以外部预定的转速运行。在这种情况下, 晶体管 21X、21Y 由电动机外面的一个发生器产生的信号来控制。对于这种形式的控制, 用一个异步电动机(鼠笼转子) 而不用图 1 中所述的电动机是有利的。考虑到同样的电磁准则, 这种型式的电动机也可以用放在一个杯形转子内部的轭来达到。

本发明的电动机的一种比较简单的改型示于图 9。该电机只有两个对置的线绕轭 11 和一个与这些轭的绕组串联的功率晶体管 21, 并且仅有 4 个转子极 121。电路对应图 6a, 但是没有轴“X”的元部件(轭 11X, 绕组 112X、晶体管 21X)。二极管 22 和 23 不再需要。该电动机的转子有 2 或 4 个转子定位磁体 4, 它们把转子移到启动位置。启动位置对应于晶体管 21 的当前的导通相对应于转子极 121 不与轭 11 的极 111 重合的转子位置。这些磁体为了检测转子位置也可以触发霍尔传感器 31, 并且具有比较小的尺寸, 因此其作用力与施加在转子 12 上的电磁力相比是很小的。

工作模式

由于定位磁体 4 在轭 11 的极的下面被吸引, 故转子取上一节所述的位置, 晶体管导通, 轭 11 的极 111 被激磁并吸引离它最近的转子极 121。当转子极 121 几乎与外部极 111 相重合时, 磁体 4 之一将在霍尔传感器 31 前通过, 并且改变传感器的逻辑状态, 因此, 绕组变为去磁。转子继续在惯性影响下运动, 直到转子极 121 相对轭 11 的极的相对位置对应于起始位置。在到达这一位置的过程中, 另一个磁体 4 将在霍尔传感器 31 前通过, 并且改变传感器的逻辑状态, 使上述运行重复进行, 并使电动机运转。如果把问题进一步简化, 可以制造一台与图 9 类似的电动机, 但只有一个线绕 U 型轭, 在其加长的 U 型腿之间有一些环形段, 起极 111 的作用, 具有两个极的转子 121 在其之间转动, 而转子 121 每转一周间断地以对应两个电流脉冲的大约 90° 的有效转矩角起动两次。特别是对于较高电压级的电动机, 可以不用 MOSFET 晶体管 21 而用其它半导体,

如可控硅（也许是可由闸门电路断开(GTO)的可控硅），双极晶体管等，同时用现有技术水平修改电子控制电路2。

说明书附图

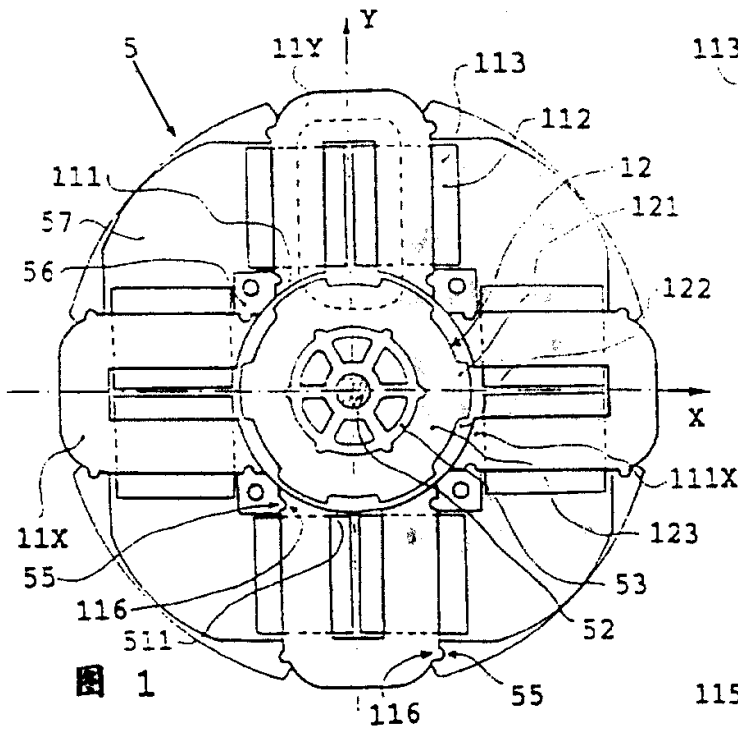


图 1

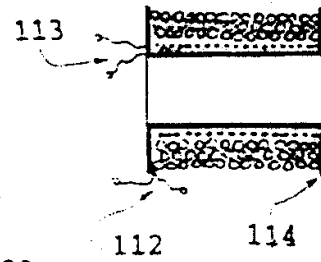


图 2

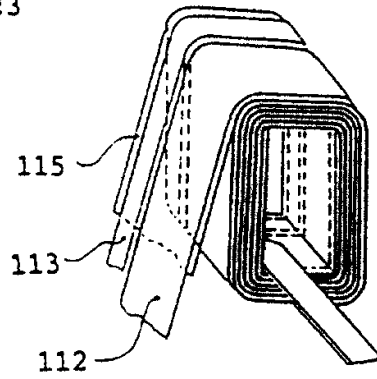


图 3

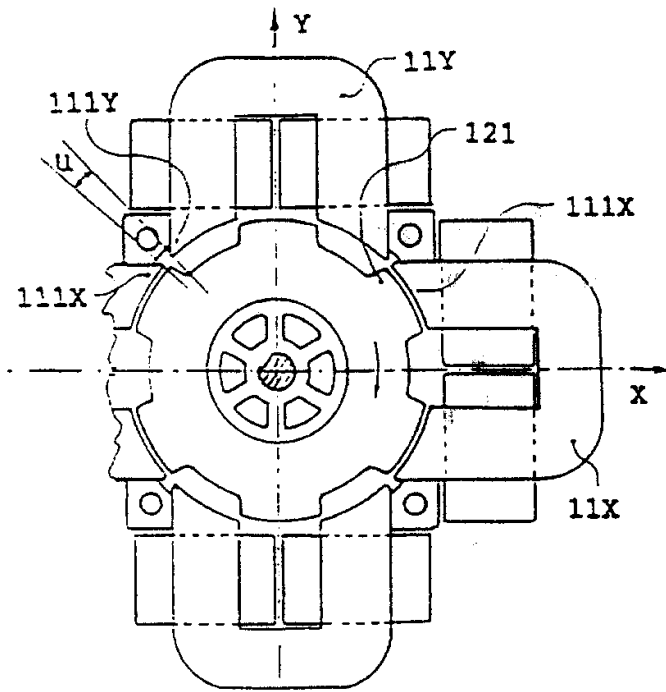


图 1a

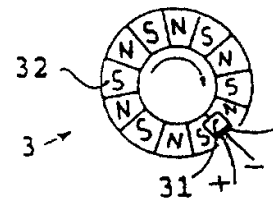


图 4

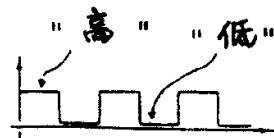


图 5

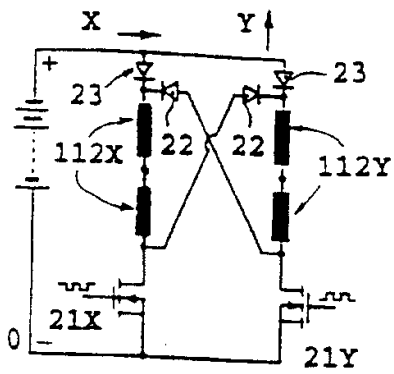


图 6a

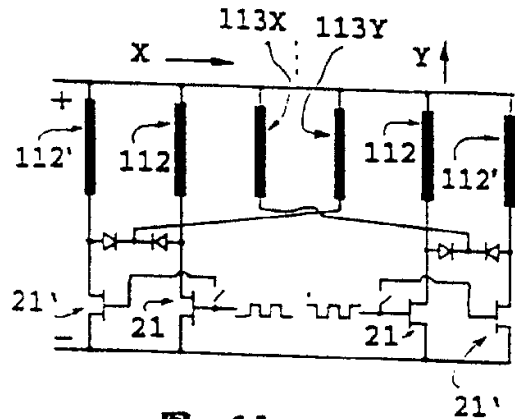


图 6d

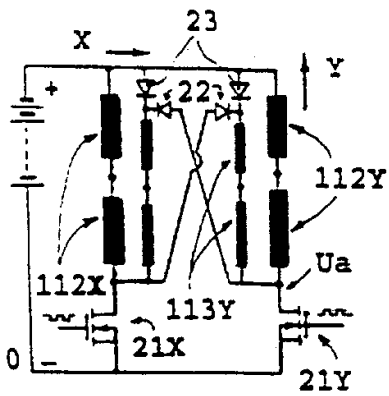


图 6b

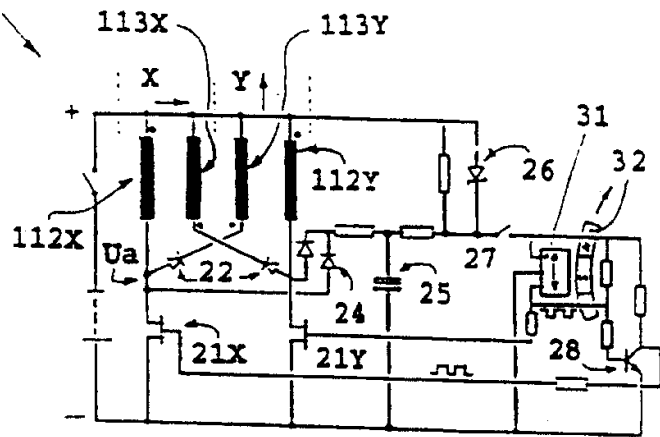


图 6c

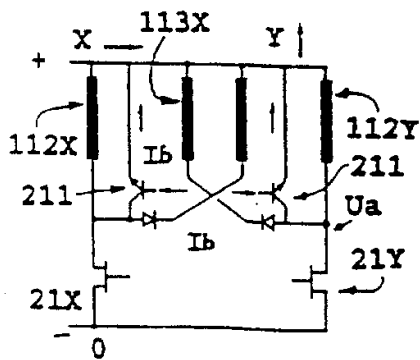


图 6e

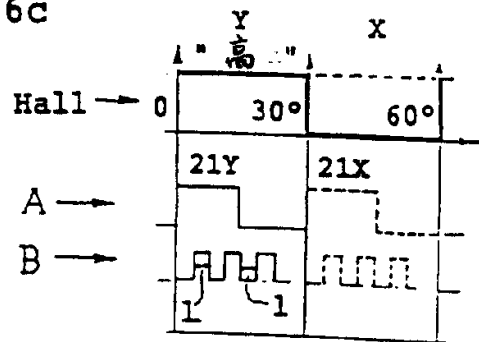


图 5b

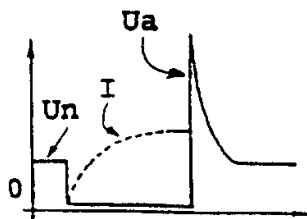


图 7

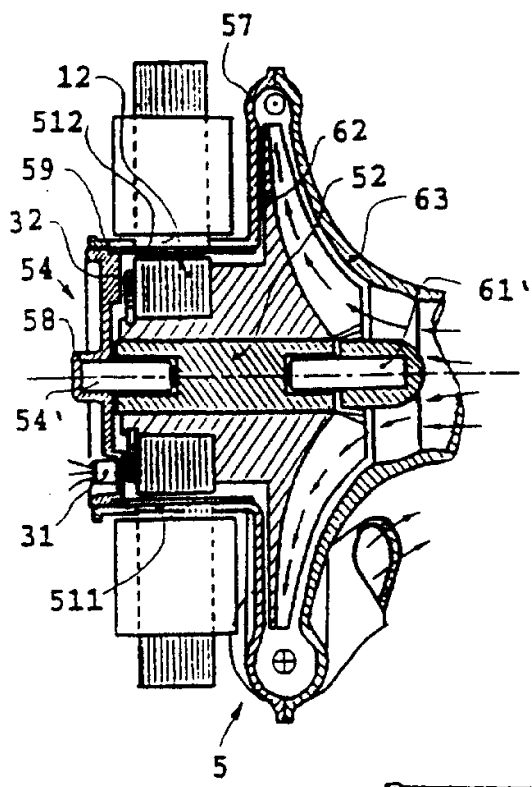


图 8

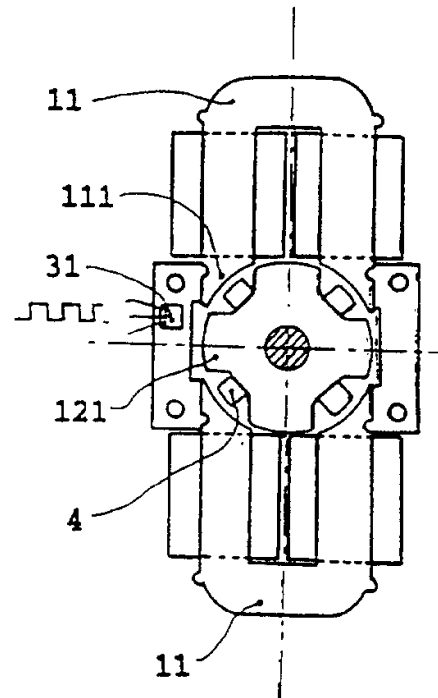


图 9

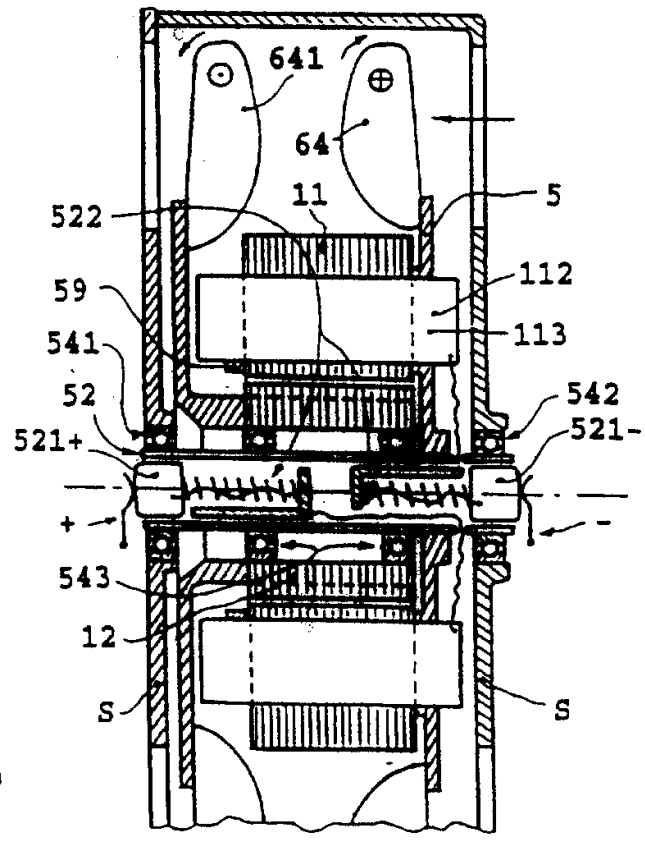


图 10