

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02K 16/00 (2006.01)

H02K 21/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810007960.5

[43] 公开日 2009 年 8 月 26 日

[11] 公开号 CN 101515744A

[22] 申请日 2008.2.21

[21] 申请号 200810007960.5

[71] 申请人 高 强

地址 100027 北京市东城区东直门外大街 38
楼 2 门 706 室

[72] 发明人 高 强

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 邢雪红

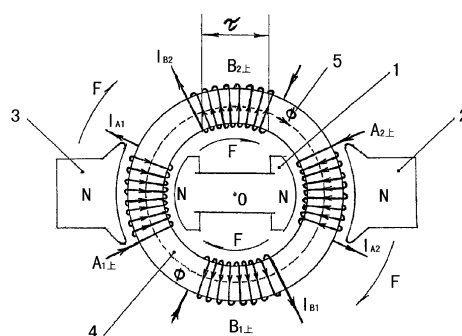
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

交流同步发电机

[57] 摘要

一种同步交流发电机，包括：具有上层定子绕线环、连接部和下层定子绕线环的环状定子，均匀分布在上下层定子绕线环上且对称设置 $2N$ 个线圈绕组，具有上下两层激磁磁极且位于环状定子内的内转子和位于环状定子外的外转子；其中，所述内转子和外转子上下两层的激磁磁极的磁性相同；所述的内转子激磁磁极与外转子的一对激磁磁极在一条水平线上，所述内转子和外转子固定在同一传动轴上，且同向同步旋转。通过此结构，保证了励磁磁通 ϕ_1 与上、下定子绕线环内主磁通 ϕ 互成 90° 角垂直，励磁磁通 ϕ_1 与主磁通 ϕ 各自走各自的磁通路，互不干扰，使本发明的交流同步发电机在发电运行中的反拖动电磁力矩（制动力矩）得到了减少，从而提高了发电机的效率。



1、一种单向同步交流发电机，其特征在于，包括：

环状定子，包括上层定子绕线环、连接部和下层定子绕线环；

2N 个线圈绕组，均匀分布在上、下层定子绕线环上，且上下层线圈绕组对称设置；其中，N 为大于等于 4 的偶数倍；

内转子，位于所述环状定子内，其包括上下两层，其中，所述上下两层的连接部还设置有励磁绕组，且所述上下两层各包括 2 个水平设置的具有单一磁性的激磁磁极；以及

两个外转子，位于所述环状定子外，其包括上下两层，其中，所述上下两层的连接部还设置有励磁绕组，且所述上下两层各包括一个水平设置的具有单一磁性的激磁磁极；

其中，所述内转子和外转子上下两层的激磁磁极的磁性相同；所述的内转子激磁磁极与外转子的一对激磁磁极在一条水平线上，所述内转子和外转子固定在同一传动轴上，且同向同步旋转。

2、根据权利要求 1 所述的同步交流发电机，其特征在于，所述环状定子的连接部为圆筒状栅栏环，所述栅栏环上具有均匀分布的栅栏槽，所述上下层线圈绕组分别穿越所述栅栏槽固定在所述环状定子的上、下层定子绕线环上。

3、根据权利要求 1 所述的同步交流发电机，其特征在于，所述上下层线圈绕组为全距线圈，每个线圈在所述上、下层定子绕线环上的宽度为激磁磁极的宽度。

4、根据权利要求 1 所述的同步交流发电机，其特征在于，所述上层转子激磁磁极为 N 极，下层转子激磁磁极为 S 极，所述上下两层水平相对的线圈绕组串联或并联接在一起。

5、根据权利要求 4 所述的同步交流发电机，其特征在于，所述的 N 为 4，所述上、下两层水平相对的四个线圈绕组串联或并联接在一起。

6、一种三相同步交流发电机，其特征在于，包括三台根据权利要求 1 所述的同步交流发电机，所述三台单向交流同步发电机的主轴同步转动，且

所述三台单向交流同步发电机的激磁极相差 120° ，或者，所述三台单向交流同步发电机的绕组在上下环状定子环上互差 120° 绕制。

交流同步发电机

技术领域

本发明涉及一种交流同步发电机，尤其涉及一种能减少反拖动电磁力矩（制动力矩 Brake Torque）交流同步发电机的内部结构。

背景技术

电能是现代社会最主要的能源之一，发电机是将其它形式的能源转换成电能的机械设备，它由水轮机、汽轮机、柴油机或其他动力机械驱动，将水流、气流、燃料燃烧或原子核裂变产生的能量转化为机械能传给发电机，再由发电机转换为电能，发电机的工作原理都基于电磁感应定律和电磁力定律；发电机在工农业生产、国防、科技及日常生活中有广泛的用途。

同步发电机是当前主流的交流发电机，与感应电机不同的是其运行原理不是经过感应来获得电流和转矩。电机由原动机拖动，可以产生交流电，

请参阅图 1，图 1 为现有技术中最常用的旋转磁场式同步发电机的结构模型示意图。如图所示，同步交流发电机由固定的定子和可旋转的转子两大部分组成。其定子铁芯的内圆均匀分布着定子槽，槽内嵌放着按一定规律排列的单相或三相对称交流绕组。这种同步交流发电机的定子又称为电枢，定子铁芯和绕组又称为电枢铁芯和电枢绕组。转子铁芯上装有制成一定形状的成对磁极，磁极上绕有励磁绕组，通以直流电流时，将会在电机处于电枢内圆和转子磁极之间的气隙中形成极性相间的分布磁场，称为励磁磁场(也称主磁场、转子磁场)。

励磁绕组通以直流励磁电流，建立极性相间的励磁磁场，即建立起主磁场。原动机拖动转子旋转（给电机输入机械能），极性相间的励磁磁场随轴一起旋转并顺次切割定子各相绕组（相当于绕组的导体反向切割励磁磁场）。由于电枢绕组与主磁场之间的相对切割运动，电枢绕组中将会感应出大小和方向按周期性变化的交变电势。根据法拉第电磁感应定律分析发电机中感应电流的变化规律可知，感应电动势或感应电流随时间作正弦变化，即产生交

流电，该交流电通过引出线输出，即可给负载提供交流电源。

当线圈在磁场中运动产生感应电流的同时，线圈还要受到安培力矩的阻碍作用。因此，为了保持线圈在磁场中的匀速转动（继续发电），就必须依靠外界不断克服制动力矩而不断做功，即必须消耗外界其它形式的能量。即现有的发电机如水轮发电机、汽轮发电机或风力发电机，原拖动力都要克服发电机的反拖动力矩，也就是说克服制动力矩做功才能发出电能。

因此，如何发展出一种交流同步发电机，以减少绕组的电磁力矩对激磁磁极在力学上产生的制动力矩，即减少原拖动力克服发电机的反拖动力矩，提高发电机的效率，实为目前迫切需要解决的课题。

发明内容

鉴于上述技术的不足，本发明的目的在于，通过对电机的内部结构进行改造，即提供一种没有反拖动电磁力矩的交流同步发电机。

本发明的目的是通过如下的技术方案实现的：

一种单向同步交流发电机，包括环状定子、 $2N$ 个线圈绕组、内转子以及两个外转子；所述环状定子包含上层定子绕线环、连接部和下层定子绕线环；所述 $2N$ 个线圈绕组均匀分布在上、下层定子绕线环上，且上下层线圈绕组对称设置；其中， N 为大于等于 4 的偶数倍；所述内转子位于所述环状定子内，其包括上下两层，其中，所述上下两层各包括 2 个水平设置的具有单一磁性的激磁磁极，且所述上下两层的连接部还设置有励磁绕组；以及，所述两个外转子位于所述环状定子外，其包括上下两层，其中，所述上下两层各包括一个水平设置的具有单一磁性的激磁磁极，且所述上下两层的连接部还设置有励磁绕组；其中，所述内转子和外转子的上下两层的激磁磁极的磁性相同；所述外转子的激磁磁极与内转子的一对激磁磁极在一条水平线上，所述内转子和外转子固定在同一传动轴上，且同向同步旋转。

如根据本发明的优选实施例所述的同步交流发电机，其中，所述环状定子的连接部为圆筒状栅栏环，所述栅栏环上具有均匀分布的栅栏槽，所述上下层线圈绕组分别穿越所述栅栏槽固定在所述环状定子的上、下层定子绕线环上。

如根据本发明的优选实施例所述的同步交流发电机，其中，所述上下层线圈绕组为全距线圈，每个线圈在所述上、下层定子绕线环上的宽度为激磁磁极的宽度。

如根据本发明的优选实施例所述的同步交流发电机，其中，所述上层转子激磁磁极为 N 极，下层转子激磁磁极为 S 极，所述上下两层水平相对的线圈绕组串联或并联接在一起。

如根据本发明的优选实施例所述的同步交流发电机，其中，所述的 N 为 4，所述上、下两层水平相对的四个线圈绕组串联或并联接在一起。

本发明还提供一种三相同步交流发电机，其特征在于，包括三台根据权利要求 1 所述的同步交流发电机，所述三台单向交流同步发电机的主轴同步转动，且所述三台单向交流同步发电机的激磁极相差 120° ，或者，所述三台单向交流同步发电机的绕组在上下环状定子环上互差 120° 绕制。

如根据本发明的优选实施例所述的三相同步交流发电机，其中，所述同步发电机的主轴按同向以 25 转/秒同步旋转。

从上述技术方案可以看出，本发明所提供的一种同步交流发电机结构，该结构保证了励磁磁通 Φ_1 与上、下定子绕线环内主磁通 Φ 互成 90° 角垂直，励磁磁通 Φ_1 与主磁通 Φ 各自走各的磁通路，互不干扰，即交流同步发电机上、下层定子环磁路原理是根据罗兰环（测磁介质导磁率 μ 密绕螺纹环线）原理发明的，故上、下层定子环环内空芯及环外圆周按安培环路定理，环内环外 $B=0$ ，由此，使本发明的交流同步发电机在发电运行中克服反拖动电磁力矩（制动力矩）得到了减少，从而提高了发电机的效率。

附图说明

图 1 为现有技术中发电机内部结构示意图；

图 2 为本发明实施例发电机的内部结构俯视图；

图 3 为本发明实施例发电机的内部结构侧面（即包括环状定子的栅栏环和外转子）示意图；

图 4 为本发明实施例发电机的内部结构剖面（即包括上层与下层定子、内转子以及外转子）示意图。

具体实施方式

上述及其它技术特征和有益效果，将结合图 2、图 3 以及图 4 对本发明实施例的单向交流同步发电机和三相交流同步发电机进行详细说明。

需要说明的是，本发明的单向同步交流发电机，包括环状定子、 $2N$ 个线圈绕组（即上下层定子绕线环所包含的 N 对线圈绕组）、内转子以及两个外转子；其中， N 的取值范围可以为大于等于 4 的偶数倍；线圈绕组均匀分布在上、下层定子绕线环上，即上层定子绕线环上分布有 N 个，下层定子绕线环上分布有 N 个，并且，每个线圈绕组均可以接负载，或者，上、下两层水平相对的 4 个线圈绕组可以串联或并联接在一起。

优选地，所述环状定子 6 的上下层线圈绕组为全距线圈，也就是说，每个线圈在所述上、下层定子绕线环上的宽度为激磁磁极的宽度。

请参阅图 2、图 3 和图 4，图 2 为本发明单向同步交流发电机的一个最佳实施例的结构俯视示意图；图 3 为本发明实施例发电机的内部结构侧面（即包括环状定子的栅栏环和外转子）示意图；图 4 为本发明实施例发电机的内部结构剖面（即包括上层与下层定子、内转子以及外转子）示意图。

本发明的实施例中（假设 N 为 4），环状定子 6 包含上层定子绕线环、连接部和下层定子绕线环；所述八个线圈绕组均匀分布在上、下层定子绕线环上，且线圈绕组的规格、线径、匝数、首尾、绕向全部相同。如图所示，有四个线圈绕组（ $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 、 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ ）均匀分布在上层定子绕线环（上层定子铁芯）上，四个线圈绕组之间大体上呈互为 90° 分布；同样，下层定子绕线环上的四个线圈绕组（ $A_{1下}$ 、 $A_{2下}$ 、 $B_{1下}$ 、 $B_{2下}$ ）均匀分布在下层定子绕线环（下层定子铁芯）上，四个线圈绕组之间大体上也呈互为 90° 分布，并且，上、下层定子绕线环上的线圈绕组对称设置。

如图 3 所示，环状定子 6 的连接部可以为圆筒状栅栏环，所述栅栏环上具有均匀分布的栅栏槽 7，所述上下层线圈绕组分别穿越所述栅栏槽 7 固定在环状定子 6 的上、下层定子绕线环上。

请结合图 2 参阅图 4，图中所示的标号 9、13、15、19 是上层定子铁芯与下层定子铁芯的剖面，该发电机的整体结构，可以保证所述内转子和外转子的上下两层的激磁磁极的磁性相同；所述的内转子激磁磁极与外转子的一

对激磁磁极在一条水平线上。

如图所示，内转子 1 位于所述环状定子 6 内，其包括上下两层，其中，所述上下两层各包括 2 个水平设置的具有单一磁性的激磁磁极，在本实施例中，所述内转子 1 上下两层的连接部还设置有励磁绕组，励磁绕组按图 4 所示的电流方向通直流电后，内转子 1 的上层转子激磁磁极为 N 极，下层转子激磁磁极为 S 极。

两个外转子（外转子 2 和外转子 3）位于所述环状定子 6 外，其也包括相对设置的上下两层，其中，所述上下两层各包括一个水平设置的具有单一磁性的激磁磁极，且所述上下两层的连接部还设置有励磁绕组，励磁绕组按图 4 所示的电流方向通直流电后，即使两个外转子的上层转子激磁磁极为 N 极，下层转子激磁磁极为 S 极。

两个外转子和内转子 1 上的励磁绕组通电后产生的如图 3 所示的磁力线 ϕ_1 ，图 3 和图 4 中标号 11、18 所示的是发电机励磁磁通 ϕ_1 走向。

在本实施例中，内转子 1 和两个外转子是固定于同一传动轴上，在外部机械拖动力的作用下，同向同步旋转；例如，传动轴可以按顺时针方向（图 2 中的 F 向），以 25 转/秒的速度使内转子 1、外转子 2 和外转子 3 同步旋转。内转子 1 以及两个外转子绕环状定子 6 转动过程中，线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 、 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 、 $A_{1下}$ 、 $A_{2下}$ 、 $B_{1下}$ 、 $B_{2下}$ 垂直于穿过磁力线 ϕ_1 的线圈边，执行切割磁力线的运动，在线圈绕组中产生感应电流，如图 4 中标号 8、12、14、20 所示的是 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 、 $A_{1下}$ 、 $A_{2下}$ 绕组内电流的方向。

如图 4 所示，以上层线圈绕组为例，当线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 穿过内外转子相对的励磁磁极的区域时，根据右手定则，线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 垂直于图 2 纸面的那两边线圈组切割磁力线 ϕ_1 ，线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 所产生的电流方向如标号 8、14 所示。如果线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 接通负载，两线圈绕组导线内就有电流 I_{A1} 、 I_{A2} 通过，由于两绕组匝数 W 和线圈的直径相同，即绕组匝数 $W_{A1}=W_{A2}$ ，那么：

$$I_{A1} \times W_{A1} + I_{A2} \times W_{A2} = I \times W$$

其中， IW 为主磁通励磁磁势，由 IW 主磁通励磁磁势建立了主磁通 ϕ ，即主磁通 ϕ 在上层定子铁芯内按顺时针方向运动，如图 2 中标号 5 所示。由主

磁通 ϕ 穿过绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 两个绕组彼此建立起互感电动势：

$$e = -\frac{d\phi}{dt}$$

这时，如果定子上层绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 接通负载，则定子上层绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 则会有电流产生。由此，可以从磁路上看出，线圈绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 相当于变压器的次级线圈，线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 相当于变压器的初级线圈。

当内外转子的励磁磁极又转过 90° 后，即当线圈绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 穿过内外转子相对的励磁磁极的区域时，根据右手定则，线圈绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 垂直于图 2 纸面的那两边线圈组切割磁力线 ϕ_1 ，如果线圈绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 接通负载，两线圈绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 导线内就有电流 I_{B1} 、 I_{B2} 通过，绕组内电流 I_{B1} 、 I_{B2} 又建立起主磁动势 IW 。同样，由于两绕组匝数 W 和线圈的直径相同，即绕组匝数 $W_{B1}=W_{B2}$ ，那么：

$$I_{B1} \times W_{B1} + I_{B2} \times W_{B2} = I \times W$$

同样，由上述 IW 主磁通励磁磁势建立了主磁通 ϕ ，主磁通 ϕ 穿过 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 两绕组，如果定子上层绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 接通负载，则定子上层绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 则会有电流产生。由此，可以从磁路上看出，线圈绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 相当于变压器的次级线圈，线圈绕组 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 相当于变压器的初级线圈。

上层定子四个绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 与 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 如果开路，每组绕组的首尾端之间都有相同的正弦交变电压，假设，内外转子的转速以 25 转/秒同步旋转，则线圈绕组中的频率为： $f=25 \text{ 转/秒} \times 2=50 \text{ 赫兹}$ 。

因此，绕组 $A_{1上}$ 、 $A_{2上}$ 和 $B_{1上}$ 、 $B_{2上}$ 从磁路上看互为变压器的初、次级线圈，相互产生互感电动势。同理，下层定子绕线环的四个线圈绕组 $A_{1下}$ 、 $A_{2下}$ 、 $B_{1下}$ 、 $B_{2下}$ 上也可互为变压器的初、次级线圈，相互产生互感电动势。此外，环状定子上下两层水平相对的四对线圈绕组可以串联或并联接在一起，这样，可以使单向同步交流发电机最少有两个输出电压绕组，且绕组本体内阻为最低。

如有 N 个绕组，上、下层定子的单一磁性励磁磁极也是 N 个励磁磁极，如图 2 和图 4 所示，定子上下层绕组共 8 个，那么，励磁磁极上层 N 极为 4 个，下层 S 极 4 个，合计也是 8 个励磁磁极。

纵上所述，励磁磁通 ϕ_1 与上、下定子绕线环内主磁通 ϕ 互成 90° 角垂

直，励磁磁通 ϕ_1 与主磁通 ϕ 各自走各的磁通路，互不干扰，从而使本发明的交流同步发电机在发电运行中反拖动电磁力矩（制动力矩）得到了减少。

图 2 至图 4 所示是单向交流同步发电机原理图，要制作三相交流同步发电机，用三台同样的单向交流同步发电机串联在同一主轴同步转动，或分三台主轴同步拖动，且所述三台单向交流同步发电机的激磁极相差 120° ，或者，所述三台单向交流同步发电机的绕组互差 120° ，就制成了 A、B、C 三相交流同步发电机。如果所述同步发电机的主轴按同向以 25 转/秒同步旋转，即可获得频率 f 为 50 赫兹的交流电。

需要声明的是，上述发明内容及具体实施方式意在证明本发明所提供技术方案的实际应用，不应解释为对本发明保护范围的限定。本领域技术人员在本发明的精神和原理内，当可作各种修改、等同替换、或改进。本发明的保护范围以所附权利要求书为准。

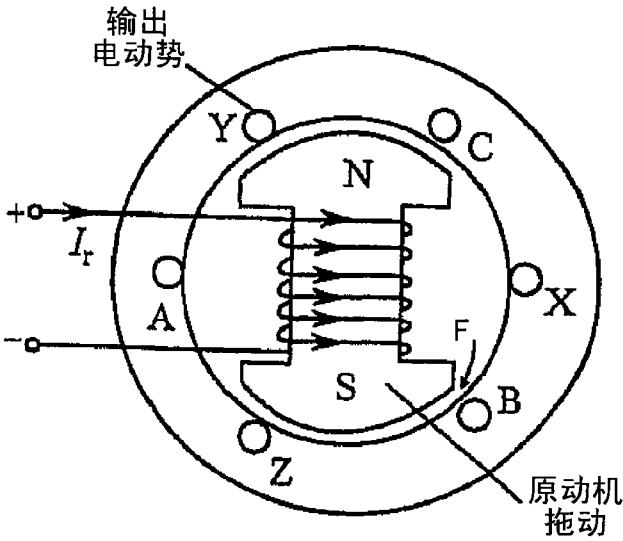


图1

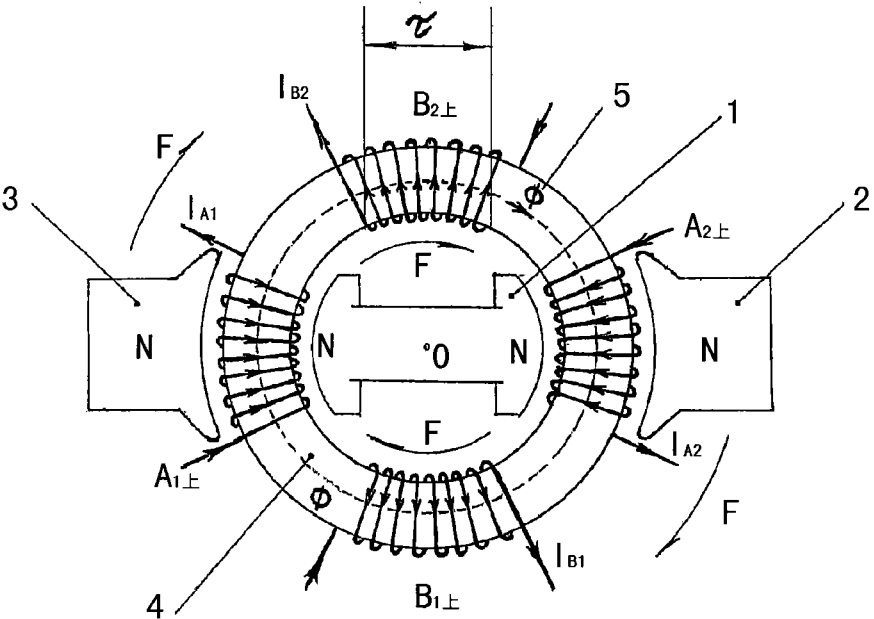


图2

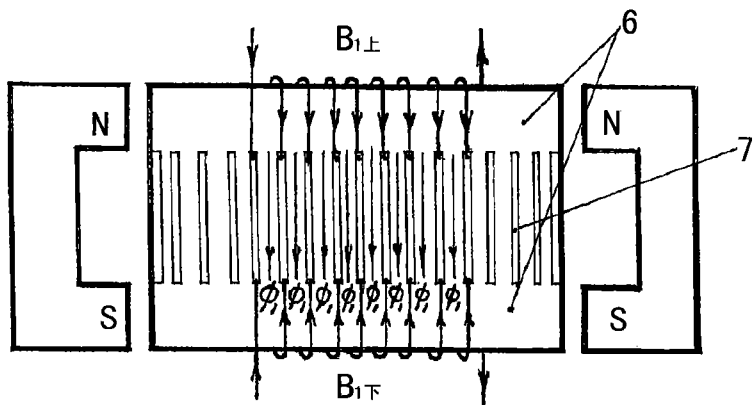


图3

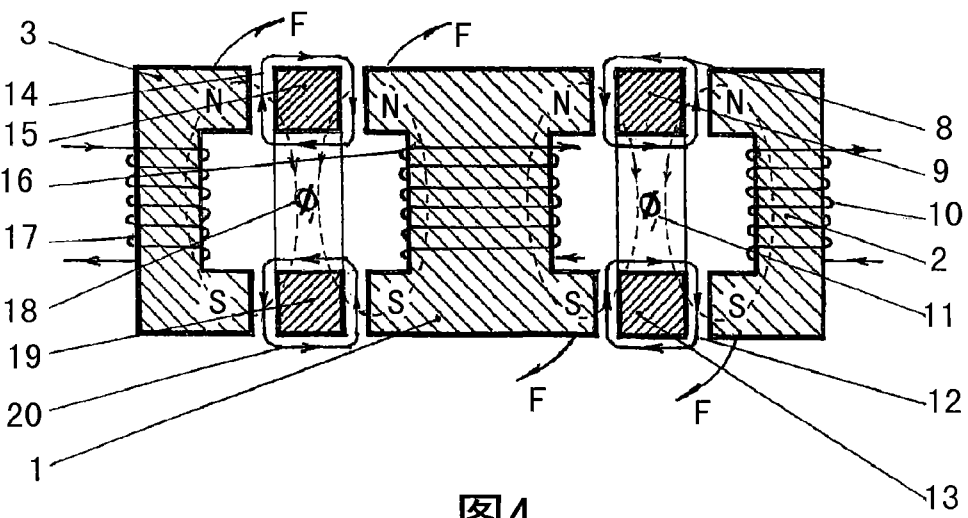


图4