(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118525436 A
(43)申请公布日 2024.08.20

(21)申请号 202280087809.5
(22)申请日 2022.09.20
(30)优先权数据
10-2022-0012727 2022.01.27 KR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.07.05
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2022/014001 2022.09.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/146056 KO 2023.08.03
(71)申请人 李株悦
地址 韩国京畿道军浦市
(72)发明人 李株悦
(74)专利代理机构 北京冠和权律师事务所 11399
专利代理师 张杰
(51)Int.Cl.
H02K 11/00(2016.01)
H02K 11/042(2016.01)
H02J 50/10(2016.01)
H01F 38/14(2006.01)
H02K 7/08(2006.01)
H02K 11/01(2016.01)
H02K 1/06(2006.01)
H02K 1/02(2006.01)
H02K 5/02(2006.01)

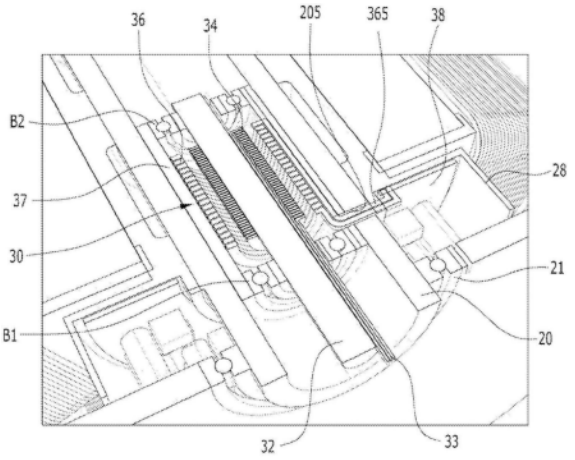
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

非接触式旋转变压器及包含该变压器的马达

(57)摘要

公开了一种非接触式旋转变压器及包括该变压器的马达。根据本发明的非接触式旋转变压器作为一种将马达的转子以非接触的方式与外部电源相连接的机器,其特征在于,包括:芯部,其在中空的马达轴内部以与马达轴同心的结构配置;第一线圈部,其安装于芯部的外周面;第二线圈部,其安装于马达轴的内侧周面,并且将第一线圈部以隔开一定距离(空气间隙)的形式包围;以及整流电路部,其结合于马达轴,并进行同步的旋转运动,并且与第二线圈部电连接。



CN 118525436 A

1.一种非接触式旋转变压器,作为一种将马达的转子以非接触的方式与外部电源相连接的机器,其特征在于,包括:

芯部,其在中空的马达轴内部以与马达轴同心的结构配置;

第一线圈部,其安装于芯部的外周面;

第二线圈部,其安装于马达轴的内侧周面,并且将第一线圈部以隔开一定距离(空气间隙)的形式包围;以及

整流电路部,其结合于马达轴,并进行同步的旋转运动,并且与第二线圈部电连接。

2.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

芯部通过一个以上的内部轴承安装于马达轴的内部,从而使得芯部及第一线圈部不受马达轴的旋转的限制,

安装于马达轴的内侧周面的第二线圈部进行与马达轴同步的旋转运动。

3.根据权利要求2所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,内部轴承包括:

前方轴承,其安装于第一线圈部及第二线圈部前方的马达轴和芯部之间;

后方轴承,其安装于第一线圈部及第二线圈部后方的马达轴和芯部之间。

4.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

在芯部的中心部或外面部形成有用于从马达轴的外部向内部引入构成第一线圈部的电缆的孔或凹槽。

5.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

在第二线圈部和马达轴之间安装有用于磁遮蔽的遮蔽部件。

6.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

芯部为磁性体材质,并且以圆棒形态构成。

7.根据权利要求6所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

芯部由不锈钢构成。

8.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

整流电路部安装于马达轴的外部。

9.根据权利要求8所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

整流电路部收容于结合在马达轴的一端外面部的金属收容体,并且金属收容体由铝构成。

10.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

整流电路部安装于马达轴的内部。

11.根据权利要求1所述的非接触式旋转变压器,其特征在于,

第一线圈部构成为两个以上,

第二线圈部构成为分别一一对应于两个以上的第一线圈部。

12.一种马达,其特征在于,包括:

马达壳体;

中空结构的马达轴,其以可旋转的形式支撑于马达壳体的中心;

定子,其结合于马达壳体的内侧;

转子,其结合于马达轴,并且通过与定子的相互作用,产生用于使得马达轴旋转的旋转力;以及

权利要求1至11中任意一项所记载的非接触式旋转变压器,其安装在中空结构的马达轴。

非接触式旋转变压器及包含该变压器的马达

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电气供给装置,其供给电气至马达的转子,更加具体地涉及一种非接触式旋转变压器及包含该变压器的马达,其通过将马达的转子以非接触的方式与外部电源相连接,从而将电气供给至转子。

背景技术

[0002] 励磁绕组型同步马达(Wound Rotor Synchronous Motor)与其他马达相比扭矩及电力密度更优秀,主要用于电动汽车。通常,这种励磁绕组型同步马达采用通过利用机械地相互接触的滑环和电刷将外部电源和马达内部的转子电连接来供电的方式。

[0003] 但是,在利用滑环和电刷的现有接触式供电方式中,由于在马达被驱动时与马达轴一起旋转的滑环和固定在马达壳体的电刷之间的持续摩擦,问题在于,电刷会变形或损坏,因此,与滑环之间产生火花,有可能引发火灾。另外,由于电刷的磨损,缺点在于,会产生大量的粉尘。

[0004] 为解决这种现有技术问题而提出的技术是以非接触方式实现外部电源和转子的电连接的技术。该技术是利用当在面对面的两个线圈中的一个线圈中流过电流时,电压被诱导到另一个线圈并且电流流动的现象(电感应现象)的技术,外部电源和转子无需零件间的直接连接就可实现电连接。

[0005] 图1是概略示出适用以非接触的方式将马达的转子与外部电源相连接的技术的现有非接触励磁绕组型同步马达的切开立体图,图2是当进行图1中以非接触的方式将马达的转子与外部电源电连接时成为核心的变压器的分解立体图。

[0006] 参照图1和图2,现有励磁绕组型同步马达包括:马达壳体100;以及马达轴200,其以轴承为媒介以可旋转的形式支撑于马达壳体100。在马达壳体100的内侧结合有定子120(Stator),并且在马达轴200安装有通过引起与定子120的电磁相互作用来产生用于旋转马达轴200的电磁力的转子220(Rotor)。

[0007] 转子220通过包含面对面的两个线圈的变压器300与外部电源进行电连接,而无需与外部电源直接接触,在变压器300和转子220之间安装有整流器400,从而使得因外部电源产生的电流经过变压器300变压到适当水平并供给至转子220,在中间通过整流器(Rectifier)从交流转换成直流并供给至转子220。

[0008] 变压器300包括安装于马达壳体100的定子120侧第一线圈310和结合于马达轴200与转子220同步旋转运动的转子220侧第二线圈320。

[0009] 在此,第一线圈310和第二线圈320被配置为以相互隔开规定距离(空气间隙)的形式面对面,并且分别固定在马达壳体100和马达轴200的第一铁氧体芯312和第二铁氧体芯322分别收容第一线圈310和第二线圈320。

[0010] 在图2中,附图标号314是覆盖第一铁氧体芯312的第一铁氧体壳体,并且附图标号324是覆盖第二铁氧体芯322的第二铁氧体壳体。

[0011] 但是像这样,第一线圈和第二线圈相互面对的结构的变压器在马达驱动时,由于

与马达轴一起旋转的第二线圈及第二铁氧体芯、不旋转的第一线圈及第一铁氧体芯之间以隔开规定空气间隙(通常在1mm以内)的形式单纯隔开的构成,因此问题在于,在旋转过程中相互碰撞后会导致芯受损或线圈刮伤。

[0012] 特别是,用于磁束集中和磁屏蔽的第一铁氧体芯和第二铁氧体芯的铁氧体物质,特性上容易破碎,与其他产业用马达不同,在容易暴露在严酷的振动环境中的电动汽车上,因车辆行驶时发生的路面冲击等,铁氧体芯破损的可能性更高,因此问题在于,降低了马达的耐久性和可靠性。

[0013] 另外,由于第二线圈和第二铁氧体芯在位于马达轴的外部的状态下与转子一起旋转,因此问题在于,承受强大的因离心力引起的机械的应力而损坏的可能性进一步增加。

[0014] 另外,在两个线圈相对的结构中,由于对转子的电力供给量与线圈相对的面积成正比,因此越是大功率马达,越应该使用沿径向进一步扩张的线圈,在这种情况下,马达的大小必须随着线圈体积的增加而增大,因此在最近马达进一步小型化的趋势下,问题在于,不能满足这种小型化要求。

[0015] 【先行技术文献】

[0016] 【专利文献】

[0017] (专利文献1)韩国公开专利第10-2018-0015450号(公开日2018.02.13.)

发明内容

[0018] 本发明要解决的技术课题在于提供一种非接触式旋转变压器及包括该变压器的马达,其与线圈面对面的结构的现有技术相比,能够以更加宽间隔的空气间隙(Ai r gap)实现外部电源和转子之间的电连接。

[0019] 本发明要解决的另一技术课题在于提供一种非接触式旋转变压器及包括该变压器的马达,其代替易破损的铁氧体可将不锈钢等耐久性高的材质作为变压器的芯,从而可提高耐久性。

[0020] 本发明要解决的又一个技术课题在于提供一种非接触式旋转变压器及包括该变压器的马达,其与安装于马达轴外部的现有旋转变压器相比,有利于马达的小型化。

[0021] 作为课题的解决手段,根据本发明的一个方面,提供一种非接触式旋转变压器,作为一种将马达的转子以非接触的方式与外部电源相连接的机器,其特征在于,包括:

[0022] 芯部,其在中空的马达轴内部以与马达轴同心的结构配置;

[0023] 第一线圈部,其安装于芯部的外周面;

[0024] 第二线圈部,其安装于马达轴的内侧周面,并且将第一线圈部以隔开一定距离(空气间隙)的形式包围;以及

[0025] 整流电路部,其结合于马达轴,并进行同步的旋转运动,并且与第二线圈部电连接。

[0026] 在根据本发明的一个方面的非接触式旋转变压器中,芯部通过一个以上的内部轴承安装于马达轴的内部,从而使得芯部及第一线圈部不受马达轴的旋转的限制,安装于马达轴的内侧周面的第二线圈部可进行与马达轴同步的旋转运动。

[0027] 在此,内部轴承可包括:前方轴承,其安装于第一线圈部及第二线圈部前方的马达轴和芯部之间;后方轴承,其安装于第一线圈部及第二线圈部后方的马达轴和芯部之间。

[0028] 另外,在芯部的中心部或外面部可形成有用于从马达轴的外部向内部引入构成第一线圈部的电缆的孔或凹槽。

[0029] 另外,在第二线圈部和马达轴之间可形成有用于磁遮蔽的遮蔽部件。优选地,遮蔽部件可以为铝膜。

[0030] 另外,芯部为磁性体材质,并且以圆棒形态构成,芯部可由不锈钢构成。

[0031] 作为优选的一个例子,适用于根据本发明的一个方面的非接触式旋转变压器的整流电路部可安装于马达轴的外部。

[0032] 在这种情况下,整流电路部可收容于结合在马达轴的一端外面部的金属收容体,其中,金属收容体可由铝构成。

[0033] 作为优选的另一个例子,整流电路部可以是和芯部及线圈部一起埋入马达轴的内部(中空部)的构成。

[0034] 根据情况,第一线圈部构成为两个以上,并且第二线圈部可构成为分别一一对应于两个以上的第一线圈部。

[0035] 作为课题的解决手段,根据本发明的另一方面,提供一种马达,其包括:

[0036] 马达壳体;

[0037] 中空结构的马达轴,其以可旋转的形式支撑于马达壳体的中心;

[0038] 定子,其结合于马达壳体的内侧;

[0039] 转子,其结合于马达轴,并且通过与定子的相互作用,产生用于使得马达轴旋转的旋转力;以及

[0040] 根据前述一方面的非接触式旋转变压器,其安装在中空结构的马达轴。

[0041] 根据本发明的实施例,与线圈面对面的现有非接触式变压器相比,可通过更宽间隔的空气间隙(两个线圈之间的间隔)来实现外部电源和转子之间的电连接,并且结构上线圈间发生物理接触及因其损坏的可能性非常低,从而大大提高了马达的耐久性。

[0042] 另外,即使使用与马达的壳体和马达轴相同的金属材质代替结构上易破损的铁氧体,例如使用不锈钢作为芯,显示变压器效率的特性值,即,结合系数的变化(减少量)也不大。换句话说,由于这种可代替耐久性差的铁氧体使用不锈钢作为芯的结构,因此可增大马达的耐久性和提高可靠性。

[0043] 另外,由于不锈钢与铁氧体相比相对便宜,因此可节省费用,可以以更经济的费用实现马达,从而提高价格竞争力。

[0044] 另外,本发明可满足市场小型化的要求,例如,由于旋转变压器大部分或全部的构成要素安装于中空的马达轴内部,因此与在马达轴的外部安装旋转变压器的现有励磁绕组型同步马达相比,可显着减小其尺寸,并且由于转子的旋转惯性的减小而易于控制,并且可消除需要追加具备平衡部件的复杂性,以解决转子旋转方向的质量不平衡。

附图说明

[0045] 图1是适用以非接触的方式将马达的转子与外部电源相连接的技术的现有非接触励磁绕组型同步马达的切开立体图。

[0046] 图2是当进行图1中以非接触的方式将马达的转子与外部电源电连接时成为核心的变压器部分的分解立体图。

[0047] 图3是适用根据本发明的实施例的非接触式旋转变压器的励磁绕组型同步马达的切开立体图。

[0048] 图4是放大示出图3中旋转变压器部分的图。

[0049] 图5是分解示出图4中示出的旋转变压器的主要构成的图。

[0050] 图6及图7是以图形形态示出关于两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器的模拟结果的图。

[0051] 图8是整理图6及图7的模拟结果的表。

[0052] 图9和图10是以图形形态示出当在两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器中,代替铁氧体芯将不锈钢用作芯时的模拟结果的图。

[0053] 图11是整理图9及图10的模拟结果的表。

[0054] 图12及图13是以图形形态示出像将两个线圈同心配置于马达轴内部的本发明的实施例一样构成的旋转变压器相关的模拟结果的图。

[0055] 图14是整理图12及图13的模拟结果的表。

[0056] 图15及图16是以图形形态示出当在像将两个线圈同心配置于马达轴内部的本发明的实施例一样构成的旋转变压器中,代替铁氧体芯用不锈钢构成芯部时的模拟结果的图。

[0057] 图17是整理图15及图16的模拟结果的表。

[0058] 图18是示出根据本发明的非接触式旋转变压器的另一优选实施例的切开立体图。

[0059] 图19是示出根据本发明的非接触式旋转变压器的又一优选实施例的切开立体图。

[0060] 标号说明

[0061] 1:马达 10:马达壳体

[0062] 12:定子 20:马达轴

[0063] 21:前面轴承 22:转子

[0064] 23:后面轴承 28:金属收容体

[0065] 30:旋转变压器 32:芯部

[0066] 33:凹槽(电源输入端经过的凹槽)

[0067] 34:第一线圈部 36:第二线圈部

[0068] 37:遮蔽部件 38:整流电路部

[0069] 345:电源输入端 365:电源输出端

[0070] B1:前方轴承 B2:后方轴承

具体实施方式

[0071] 以下,将参照附图对本发明的优选实施例进行详细的说明。

[0072] 在说明本发明时,以下说明书中使用的术语只是为了说明特定的实施例而使用的,并不是要限定本发明的意图。单数的表达包括多数的表达,除非文脉上有明显不同的意思。

[0073] 另外,在本说明书中,“包括”或“具有”等术语应理解为要指定说明书中所记载的特征、数字、步骤、动作、构成要素、元件或它们组合的存在,不是事先排除一个或一个以上的其他特征或数字、步骤、动作、构成要素、元件或它们组合的存在或者附加可能性。

[0074] 另外,第一、第二等术语虽然用于对各种构成要素进行说明,但构成要素并不因这些术语而受限。术语的目的仅在于将一个构成要素与其他构成要素区分开来。

[0075] 另外,说明书中所记载的“……部”、“……单元”,“……模块”等术语是指至少一个的处理功能或动作的单位,其可通过硬件或软件或硬件及软件的结合来实现。

[0076] 在参照附图进行说明时,决定对同一构成要素赋予相同的参照标号,并省略其重复的说明。在说明本发明时,当判断对相关的公知技术的具体的说明可能会不必要地模糊本发明的要旨时,将省略其详细的说明。

[0077] 图3作为适用根据本发明的实施例的非接触式旋转变压器的励磁绕组型同步马达的切开立体图,参照该图来简单观察适用根据本发明的实施例的非接触式旋转变压器的励磁绕组型同步马达的整体构成。

[0078] 参照图3,根据本发明的非接触式励磁绕组型同步马达1包括马达壳体10和沿着马达壳体10的中心部安装的马达轴20。马达轴20通过轴承,更加具体地,通过前面轴承21和后面轴承23在马达壳体10的中心以可相对于马达壳体10自由旋转的形式构成,并且在其外侧周面结合有转子22(Rotor)。

[0079] 转子22可由通过直流电压操作的电磁铁形成的励磁系统(Fie ld system)构成。另外,在马达壳体10的内侧安装有与转子22相对应的定子12(Stator)。定子12可由通过从电动汽车的逆变器或外部电源供给的交流电压操作的电磁铁形成的电枢(Armature)构成。

[0080] 在控制器的控制下,当交流电压和直流电压分别施加到定子12和转子22时,两者之间的电磁相互作用会在转子22上产生使得马达轴20旋转的力(电磁力),并且马达轴20通过该力旋转来输出旋转动力。定子12与转子22的相互作用产生的力的原理是已经公知的概念,因此省略其详细说明。

[0081] 转子22可通过根据本发明的实施例的旋转变压器30(Rotary Transformer)与外部电源电连接而无需直接接触。在旋转变压器30包括整流电路部38,因此,从外部供给的电源可经过根据本发明的实施例的旋转变压器30变压为适当的水平,并且从交流转换为直流,供给至转子22的励磁电源。

[0082] 根据本发明的实施例的旋转变压器30的一部分或整体可内置于马达轴20。例如,如图3的一个实施例所示,除了整流电路部38以外剩余的结构均内置于中空马达轴20,或如后述的图18的另一实施例所示,包括整流电路部38在内的所有构成均可安装于中空的马达轴20内部。

[0083] 图4作为放大示出图3中旋转变压器部分的主要部分放大立体图,是示出除了整流电路部以外其余的构成都安装于马达轴的内部的根据本发明的实施例的旋转变压器的构成的图,图5是分解示出图4中所示的旋转变压器的主要构成的图。

[0084] 参照图4和图5,根据本发明的一个实施例的旋转变压器30包括芯部32。芯部32以与马达轴20具有同心结构的形式配置于中空的马达轴20内部,可通过一个以上的内部轴承,优选地,如图2所示,可通过在马达轴20的内部隔开距离的两个轴承(前方轴承B1和后方轴承B2)以同心结构安装于马达轴20的内部。

[0085] 芯部32为磁性体材质,并且可由截面模样为圆形的圆棒形态构成。芯部32可以是与马达壳体10和马达轴20相同的材料,例如,由不锈钢构成的圆棒。当芯部32由不锈钢构成时,即使发挥与使用耐久性差的铁氧体时相似的马达特性,耐久性也会增加,因此可提高马

达的可靠性并节省费用。

[0086] 在芯部32的外周面构成有第一线圈部34。第一线圈部34可通过沿着芯部32的外面部连续卷绕导电性电缆而形成,并且构成第一线圈部34的导电性电缆的电源输入端345可与电动汽车的逆变器或外部电源相连接。在此,导电性电缆可以是例如,绞(Litz)线、平铜角线和绝缘线。

[0087] 构成第一线圈部34的导电性电缆的电源输入端345可沿着在芯部32的外面部沿其长度方向形成的凹槽33,通过马达轴20的一端开口从马达轴20外部引入到内部,或者通过未示出但在芯部32的中心部沿其长度方向形成的孔或形成在前方轴承B1的内轮的孔,从马达轴20的外部延长到构成第一线圈部34的位置。

[0088] 在马达轴20的内侧周面安装有第二线圈部36。第二线圈部36可由与构成第一线圈部34的电缆相同的导电性电缆构成。更加具体地,可通过以线圈形态连续卷绕导电性电缆而形成,并且可安装于马达轴20的内侧周面,以便将安装于芯部32外周面的第一线圈部34以隔开一定距离(空气间隙)的形式包围。

[0089] 如前面所提及的,芯部32可通过一个以上的内部轴承B1、B2以同心结构安装在马达轴20的内部。因此,芯部32和安装在此的第一线圈部34不受马达轴20的旋转的影响,并且在马达轴20内部包围第一线圈部34的第二线圈部36安装在马达轴20的内侧周面,从而与马达轴20进行同步的旋转运动。

[0090] 换句话说,当施加电源时,由于转子22和定子12的相互作用,在转子22产生使得马达轴20旋转的力(电磁力),即使马达轴20旋转,同心配置于马达轴20内部的芯部32ALC第一线圈部34也不会旋转,并且仅有安装在马达轴20的内侧周面的第二线圈部36与马达轴20一起旋转运动。

[0091] 优选地,将芯部32以可旋转的形式支撑于马达轴20的内部的内部轴承,如图4所示,可由前方轴承B1和后方轴承B2构成。前方轴承B1可安装在第一线圈部34和第二线圈部36前方的马达轴20和芯部32之间,并且后方轴承B2可安装在第一线圈部34和第二线圈部36后方的马达轴20和芯部32之间。

[0092] 在第二线圈部36和马达轴20之间可安装有由磁性体制成的遮蔽部件37。遮蔽部件37是为了将第一线圈部34和第二线圈部36与外部磁场隔离,并且可形成为比第二线圈部36更长的圆柱模样,以便可收容包围第一线圈部34的整个第二线圈部36。优选地,可以是比第二线圈部36长的铝圆柱。

[0093] 构成第二线圈部36的导电性电缆可与整流电路部38电连接。在本发明的一个实施例中,整流电路部38可安装于马达轴20的外部。在这种情况下,整流电路部38可在转子22的前端面与马达壳体10的前方端板(省略标号)之间形成的空间中结合于马达轴20,以进行与马达轴20同步的旋转运动。

[0094] 整流电路部38可以是包括基板和安装于基板的整流元件,例如,二极管的结构,并且可收容在结合于马达轴20的一端外面部的金属收容体28。基板可通过形成在马达轴20的电缆引出孔205与从马达轴20内部引出到外部的导电性电缆(构成第二线圈部36的电缆)相连接,并且金属收容体28可由铝构成。

[0095] 将简单考察通过根据像这样构成的本发明的一个实施例的旋转变压器30将外部电源供给至转子22的励磁电源的过程。

[0096] 外部电源,例如,电动汽车的逆变器供给的交流电流通过构成第一线圈部34的导电性电缆的电源输入端345施加到旋转变压器30。电流通过施加的交流电流流过第一线圈部34,并且在通过第一线圈部34流动的电流隔开一定距离的第二线圈部36根据电磁感应原理产生第二电流(变压电流、交流电流)。

[0097] 根据电磁感应原理,由第二线圈部36中产生的第二电流通过构成第二线圈部36的导电性电缆的电源输出端365提供至整流电路部38,并且在整流电路部38中从交流转换为直流之后,供给至与整流电路部38的输出侧电连接的转子22。结果为转子22被磁化,并且转子22通过定子12的感应磁场进行同步旋转。

[0098] 在此,构成第二线圈部36的导电性电缆的电源输出端365可通过沿马达轴20的径向形成的电缆引出孔205,从马达轴20的内部引出至外部,与收容于结合在马达轴20的外侧的金属收容体28的整流电路部38电连接。

[0099] 图6至图7示出了两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器的模拟结果。在此,作为模拟变数,线圈的材质采用了铜(copper),铁氧体芯的磁导率为3300。

[0100] 图6的(a)示出了当两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器的第一线圈和第二线圈之间的距离即空气间隙为1mm时,第一线圈和第二线圈的交流电流的密度。考虑到电动汽车用逆变器的交流电流频率为20kHz,将其解释为20kHz交流电流,并将结果用表整理在图8中。

[0101] 图6的(b)示出了当现有非接触式旋转变压器的第一线圈和第二线圈的距离,即,空气间隙为1mm时,在第一线圈激发(excit ing)的第一铁氧体芯和第二线圈激发(excit ing)的第二铁氧体芯之间的磁通量(magnet ic f l ux)。这里也考虑到电动汽车用逆变器的交流电流频率为20kHz,将其解释为20kHz交流电流,并将结果整理在图8中。

[0102] 图7的(a)至(d)示出了当现有非接触式旋转变压器中的空气间隙(相对的第一线圈和第二线圈之间的距离)为1mm、2mm、3mm、4mm时各自的磁通量的分布,图8是整理图6至图7所示图形结果的模拟计算值的表。换句话说,示出了空气间隙从1mm移动到4mm时各自的模拟结果。

[0103] 由图8可知,随着空气间隙的增大,旋转变压器的结合系数减小。结合系数作为显示变压器效率的特性值,结合系数与变压器效率密切相关。更加具体地,结合系数与变压器效率成正比关系。因此,结合系数越大,变压器的效率就越高,其原理已经众所周知,因此省略详细的说明。

[0104] 从变压器效率和磁通量流动的相关关系可分析旋转变压器的性能。

[0105] 如图7的(a)所示,在第一线圈激发(excit ing)的第一铁氧体芯和第二线圈激发(excit ing)的第二铁氧体芯之间的磁通量(magnet ic f l ux)形成坚固且小的闭环,这是因为旋转变压器的第一侧(Pr imary)的第一线圈和第二侧(Secondary)的第二线圈通过铁氧体芯顺利地进行能量交换。

[0106] 总之,在两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器中,通过模拟结果可看出,随着第一线圈和第二线圈之间的距离即空气间隙的增加,变压器的效率会降低。

[0107] 另一方面,在两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器中,铁氧体芯主要用作第一线圈和第二线圈的磁性体(用于磁屏蔽和磁束集中的磁性体)。虽然特性已经得到验证,并且没有对策,是通常使用的材质,但实情是在高速旋转时,可承受因空气间隙而

破损的忧虑。

[0108] 图9和图10示出了当在两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器中,将铁氧体芯变更为与马达壳体和中空马达轴相同材料的不锈钢芯时的模拟结果。在此,作为模拟变数,线圈的材质使用了铜(copper),铁氧体芯使用了不锈钢芯。

[0109] 图9的(a)示出了当在两个线圈面对面的结构的现有非接触式旋转变压器中铁氧体芯变更为不锈钢芯时,第一线圈和第二线圈之间的距离即空气间隙为1mm时,第一线圈和第二线圈的交流电流的密度。考虑到电动汽车用逆变器的交流电流频率为20kHz,将其解释为20kHz交流电流,并将结果用表整理在图11中。

[0110] 图9的(b)示出了在与图9的(a)相同的结构中,在第一线圈激发(excit ing)的第一不锈钢芯和在第二线圈激发(excit ing)的第二不锈钢芯之间的磁通量(magnet ic f l ux)。在此也考虑到电动汽车用逆变器的交流电流的频率为20kHz,将其解释为20kHz交流电流,并将结果整理在图11中。

[0111] 图10的(a)至(d)示出了在如图9所示的构成中,当仅将空气间隙(相对的第一线圈和第二线圈之间的距离)改变为1mm、2mm、3mm、4mm时各自磁通量的分布,图11是图9至图10所示的图形结果的模拟计算值整理表。换句话说,示出了空气间隙从1mm移动到4mm时各自的模拟结果值。

[0112] 从图11中可以看出,通过结合系数的数值可确认磁能在所有空气间隙(1mm～4mm)中均无法传递。换句话说,在现有非接触式旋转变压器结构,即,两个线圈面对面的结构中,不可能用不易损坏的不锈钢芯代替收容线圈的铁氧体芯。

[0113] 图12和图13示出了对与两个线圈同心配置于马达轴内部的本发明的实施例相同构成的旋转变压器的模拟结果。在这里,作为第一芯部,使用了磁导率为3300的铁氧体芯,并且线圈的材质使用了铜(copper)。

[0114] 图12的(a)是当根据本发明的实施例的旋转变压器的第一线圈部和第二线圈部的间隔距离即空气间隙为1mm时,作为表示第一线圈部和第二线圈部的交流电流密度的模拟结果,考虑到电动汽车用逆变器的交流电源的频率为20kHz,将其解释为20kHz的交流电源,并将结果用表整理在图14中。

[0115] 图12的(b)和图12的(a)一样,示出了当第一线圈部和第二线圈部的距离即空气间隙为1mm时,在第一线圈部激发(excit ing)的第一芯部(铁氧体芯)和在第二线圈激发(excit ing)的第二芯部(作为遮蔽部件,铁氧体材料)之间的磁通量。这里也考虑到电动车用逆变器的交流电流的频率为20kHz,将其解释为20kHz交流电流,其结果如图14所示。

[0116] 图13的(a)至(d)示出了当在图12(a)所示的构成中,第一线圈部和第二线圈部的空气间隙(相对的第一线圈部和第二线圈部之间的距离)为1mm、2mm、3mm和4mm时各自的磁通量的分布,图14是整理图12至图13所示的图形结果的模拟计算值的表。

[0117] 由图14可知,随着空气间隙的增大,旋转变压器的结合系数减小,但与之前的模拟结果(两个线圈隔开空气间隙并面对的结构的现有旋转变压器的模拟结果,参照图8)不同,结合系数的变化(减小量)相对不大。换句话说,这意味着在与本发明相同的构成中,可在所有空气间隙中构成旋转变压器。

[0118] 图15及图16示出了将两个线圈同心配置于马达轴内部的像本发明的实施例一样构成的旋转变压器相关的模拟结果,或者与之前的模拟结果不同,示出了用不锈钢代替第

一芯部时的模拟结果。

[0119] 图15的(a)作为示出当根据本发明的实施例的旋转变压器的第一线圈部和第二线圈部的间隔距离即当空气间隙为1mm时,第一线圈部和第二线圈部的交流电流密度的模拟结果,考虑到电动汽车用逆变器的交流电源频率为20kHz,将其解释为20kHz的交流电源,并将其结果用表整理在图17中。

[0120] 图15的(b)如图15的(a)所示,示出了当第一线圈部和第二线圈部的距离即空气间隙为1mm时,在第一线圈部激发(excit ing)的第一芯部(不锈钢)和在第二线圈部激发(excit ing)的第二线圈部(将由不锈钢制成的中空马达轴用作第二线圈部)之间的磁通量。

[0121] 这里也考虑到电动汽车用逆变器的交流电流的频率为20kHz,将其解释为20kHz交流电流,其结果如图17所示。

[0122] 图16的(a)至(d)示出了在图15的(a)的构成中当第一线圈部和第二线圈部的空气间隙(相对的第一线圈部和第二线圈部之间的距离)为1mm、2mm、3mm和4mm时各自的磁通量的分布,图17是整理图15至图16中所示的图形结果的模拟计算值的表。

[0123] 由图17可知,随着空气间隙的增加,旋转变压器的结合系数同样减少,但与之前的模拟结果(第一芯部由铁氧体芯构成,第二芯部由单独的铁氧体构成时的模拟结果)相比,结合系数的变化(减小量)并不大。

[0124] 换句话说,与现有线圈面对面的构成不同,在像本发明一样同心配置两个线圈(第一线圈部和第二线圈部)的结构中,即使将第一芯和第二芯由不锈钢构成,结合系数的变化(减少量)也不大,因此可以说这是明确确认由不锈钢芯构成旋转变压器也无妨的结果。

[0125] 另一方面,图18至图19作为分别示出根据本发明的非接触式旋转变压器的优选另一实施例的切开立体图,图18与仅将整流电路部构成于马达轴外侧的之前一个实施例不同,是与芯部32、第一线圈部34、第二线圈部36和整流电路部38一起埋入中空马达轴20内部的实施例,图19是将多个线圈组构成于中空的马达轴20内部的实施例。

[0126] 在如图18所示的实施例中,优选地,通过将芯部32构成为中空管形态,从而将构成第一线圈部34的导电性电缆构成为使得电源输入端345经由芯部32的内部引入至形成有第一线圈部34的位置,并且第二线圈部36的电源输出端365通过后方轴承B2的外轮后与后方的整流电路部38电连接。

[0127] 如该图18所示的另一实施例,由于构成线圈部和整流器的整流电路部一起内置于中空的马达轴内部,因此可更坚固且小型地制造励磁绕组型同步马达,并且与在马达轴外侧构成整流电路部的前述的一个实施例相比,整流电路部更少受到旋转惯性的影响,因此部件损坏的可能性低,并且整流电路部也易于控制。

[0128] 另外,如图19所示,当在一个芯部中构成多个线圈组,换句话说,将第一线圈部34构成为两个以上,并且将第二线圈部36构成为分别与两个以上的第一线圈部34一一对应时,与单线圈组的构成相比,可使每单位时间供给至转子的电力成倍增加,从而可有效地用于需要高输出的高配置励磁绕组型同步马达。

[0129] 根据以上所观察的本发明的实施例,与线圈面对面的现有非接触式变压器相比,可以以更宽间隔的空气间隙(两个线圈之间的间隔)实现外部电源和转子之间的电连接,并且在结构上线圈间发生物理接触及由此产生的损伤的可能性非常低,可大大提高马达的耐

久性。

[0130] 另外,即使使用与马达的壳体及马达轴相同的金属材质例如不锈钢代替结构上易损坏的铁氧体作为芯,显示变压器效率的特性值即结合系数的变化(减少量)也不大。换句话说,由于这种可代替耐久性差的铁氧体将不锈钢用作芯的结构,可增加马达的耐久性和提高可靠性。

[0131] 另外,由于不锈钢与铁氧体相比相对便宜,因此可节约费用,可以以更加经济的费用实现马达,从而提高价格竞争力。

[0132] 另外,本发明可满足市场小型化的要求,例如,由于旋转变压器的大部分或全部构成要素安装于中空的马达轴内部,因此与在马达轴外部安装旋转变压器的现有励磁绕组型同步马达相比,可显着减小其尺寸,并且由于转子的旋转惯性的减小而易于控制,并且可消除需要追加具备平衡部件的复杂性,以解决转子旋转方向的质量不平衡。

[0133] 在以上的本发明的详细的说明中,仅记述了特殊实施例。但是,本发明应被理解为不限于在详细的说明中提到的特殊形态,相反,应被理解为包括根据附加的权利要求书定义的本发明的精神和范围内的所有变形物、均等物及替代物。

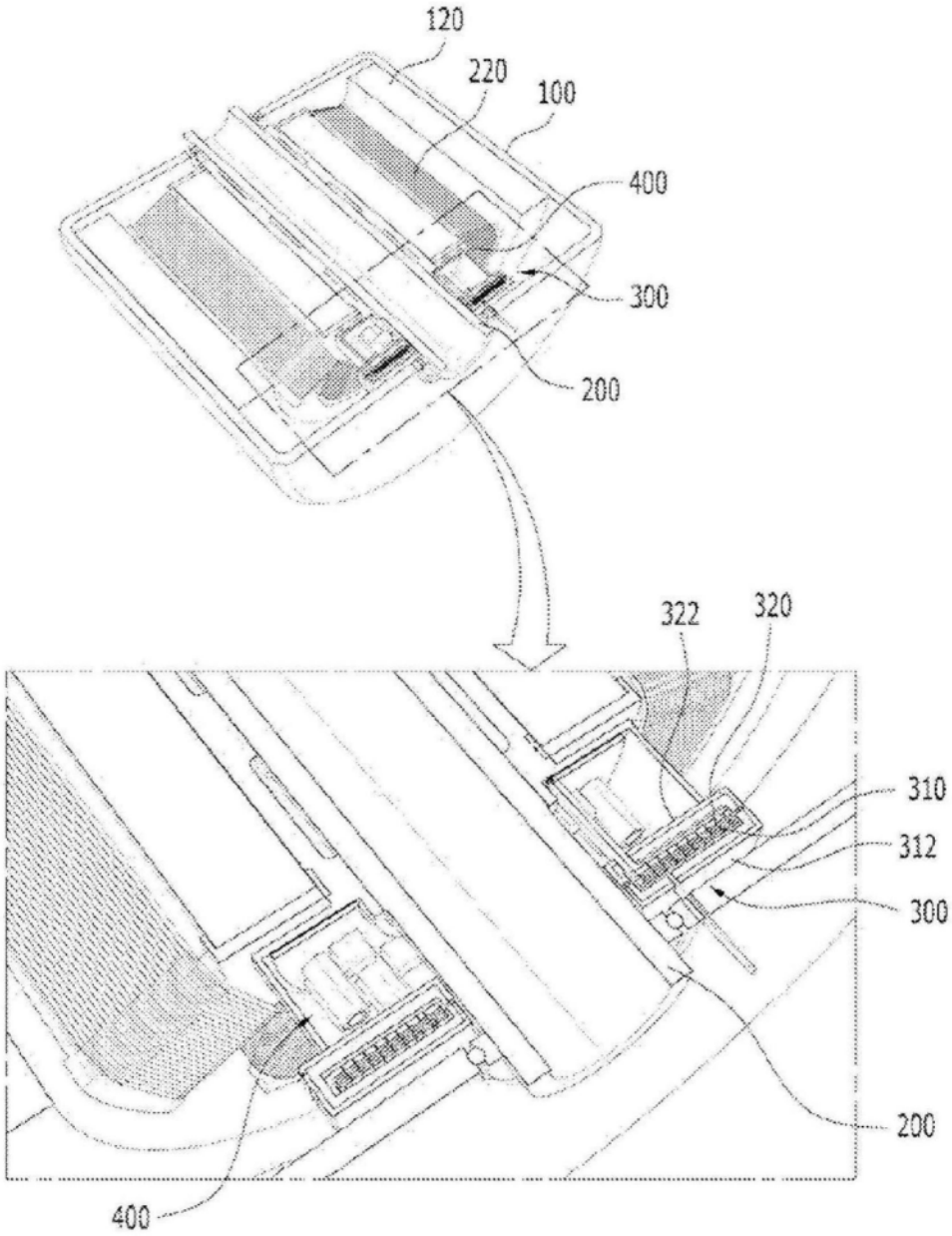


图1

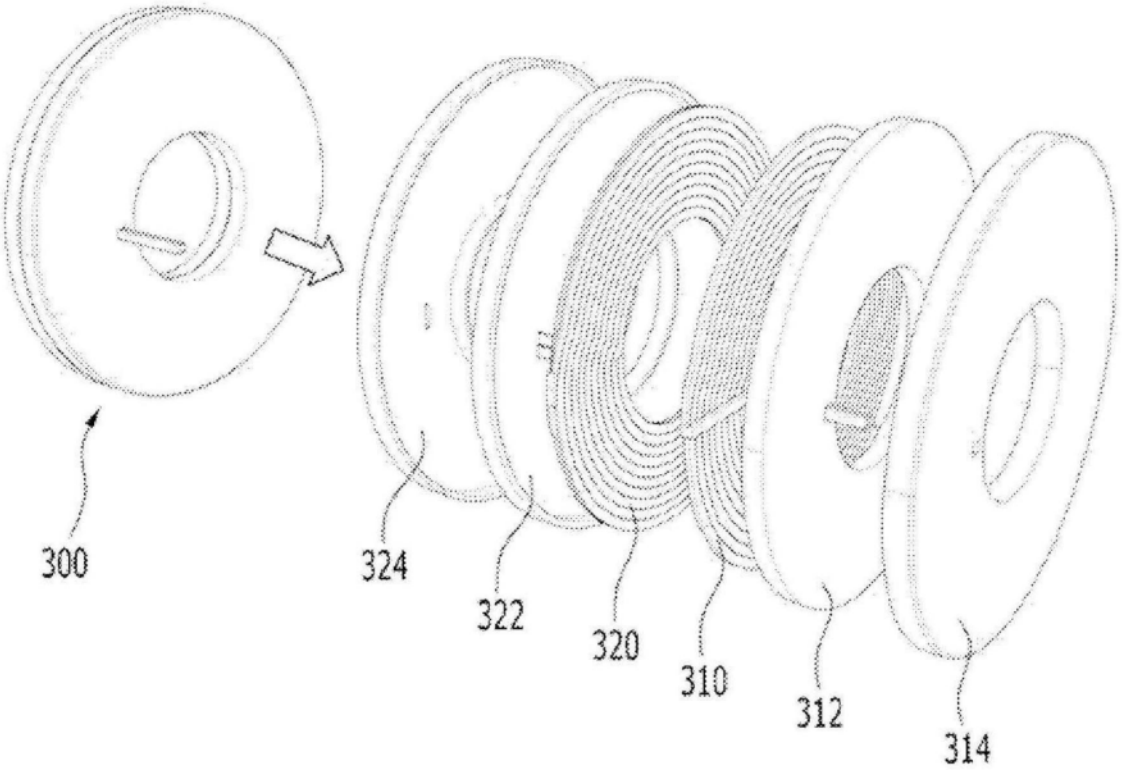


图2

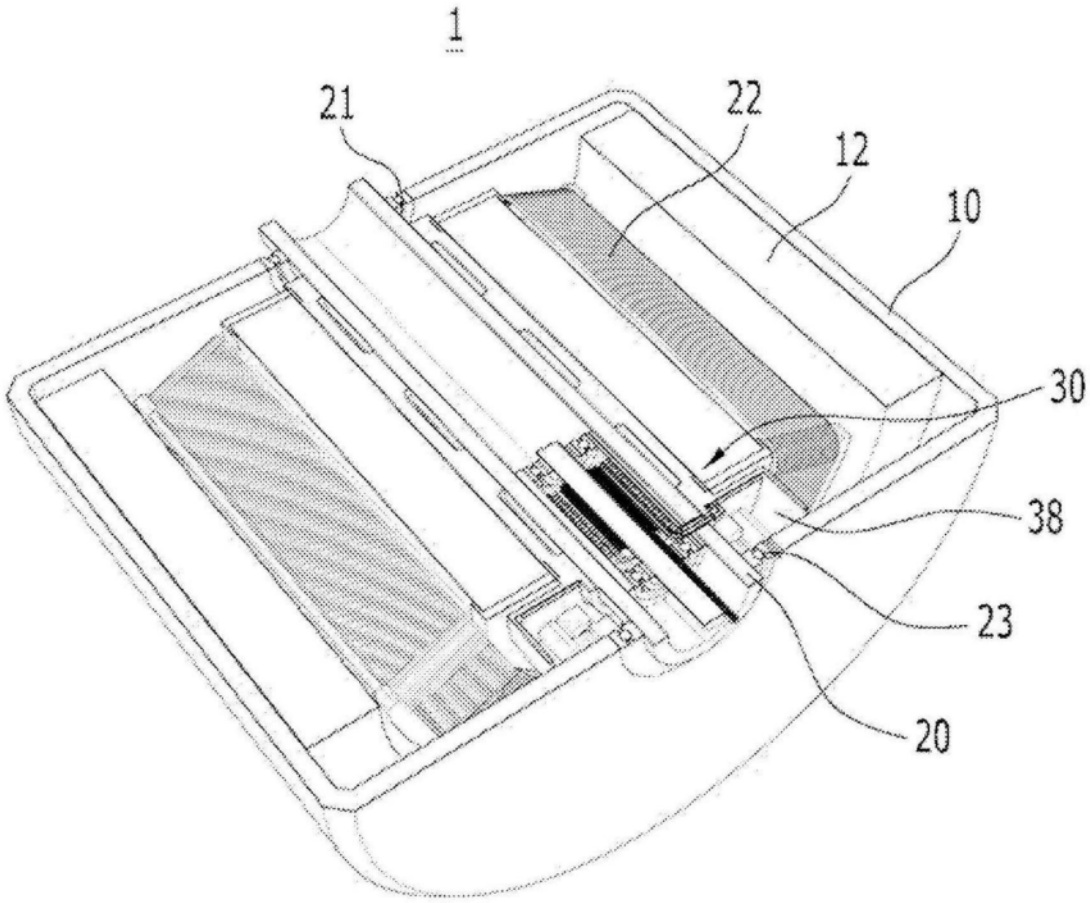


图3

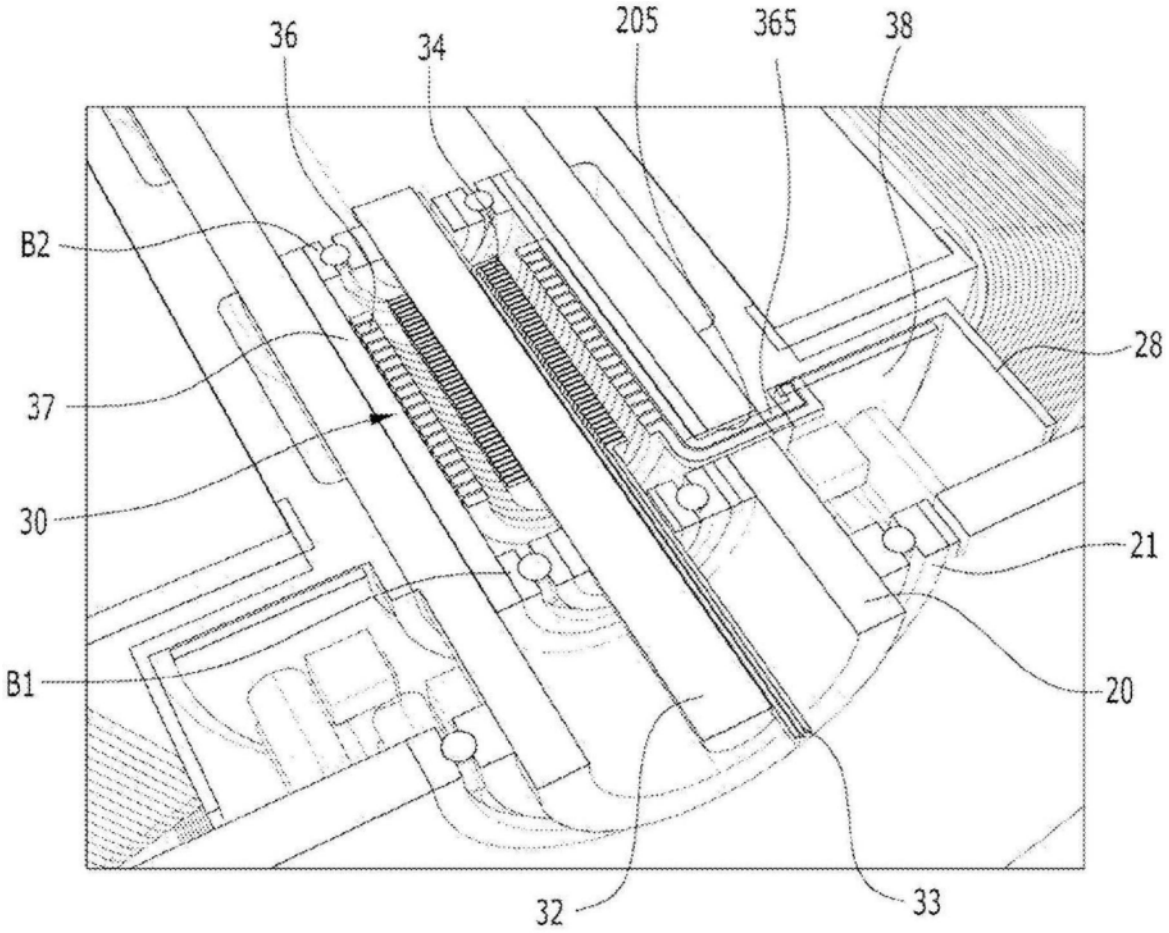


图4

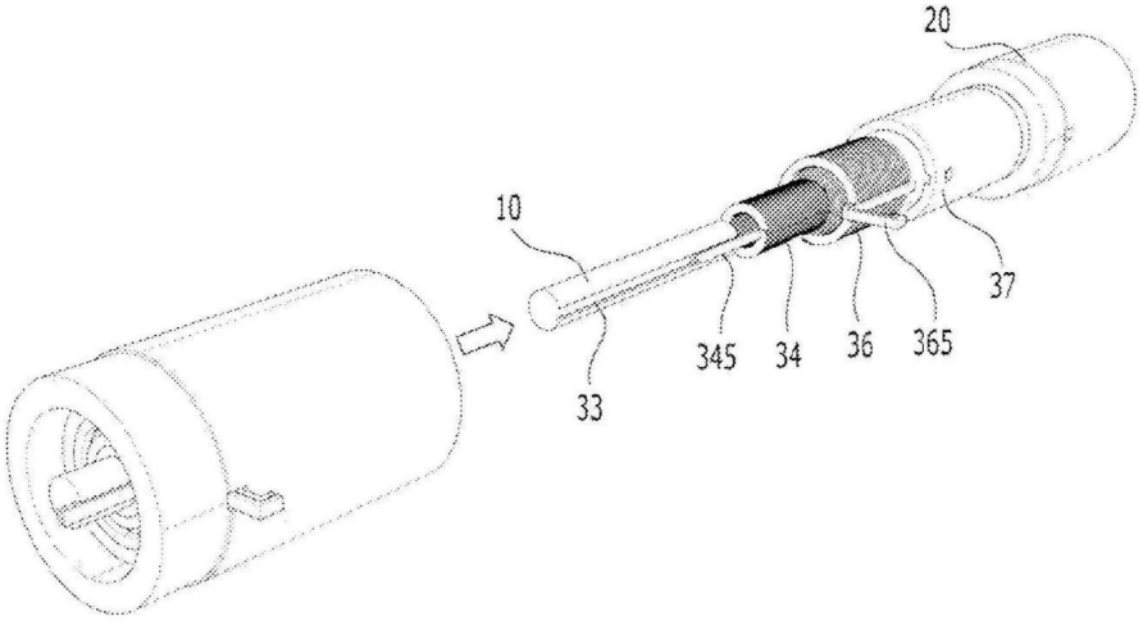


图5

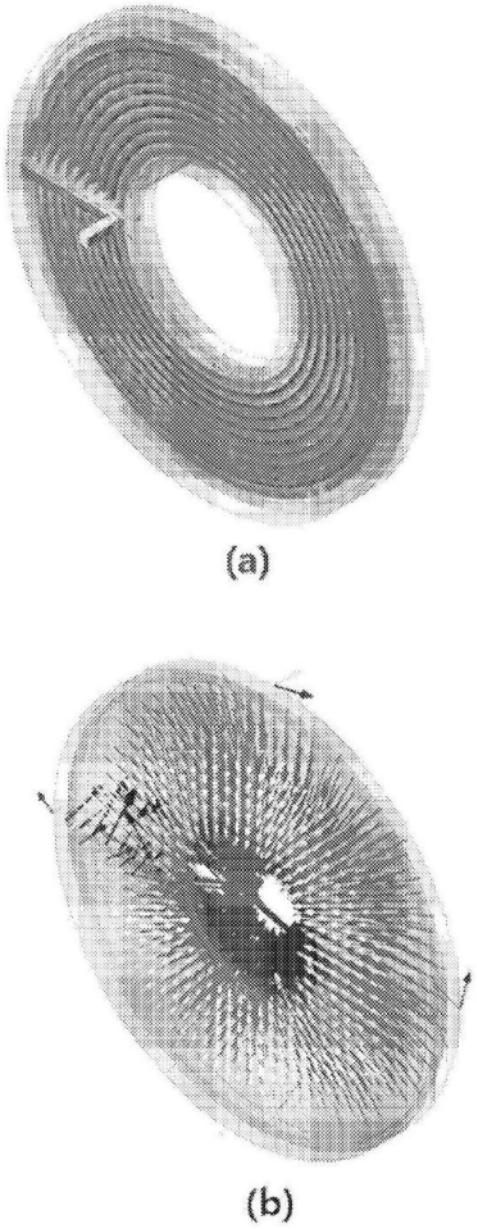


图6

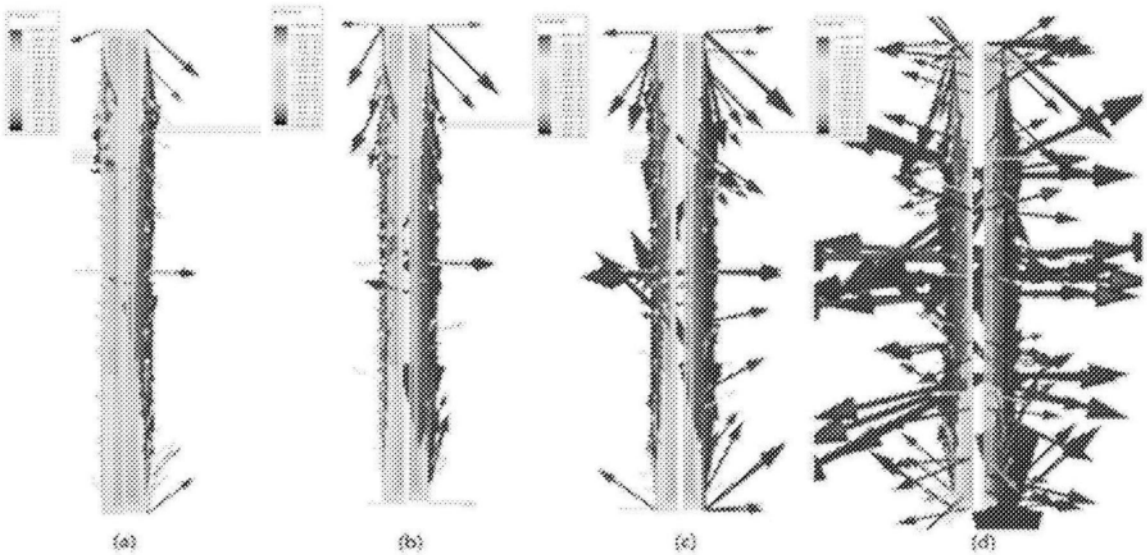


图7

空气间隙	1mm	2mm	3mm	4mm
结合系数	9.31 %	7.73 %	7.18 %	6.58 %
第一线圈直流电阻	0.28 mΩ	0.48 mΩ	0.48 mΩ	0.48 mΩ
第一线圈交流电阻	1.14 mΩ	1.17 mΩ	1.1 mΩ	1.08 mΩ
第二线圈直流电阻	8.46 mΩ	8.46 mΩ	8.46 mΩ	8.47 mΩ
第二线圈交流电阻	52.55 mΩ	51.28 mΩ	48.92 mΩ	48.67 mΩ
铁氧体损失	10.02 mW	15.89 mW	18.29 mW	19.23 mW
铜损失	5.28 mW	6.23 mW	6.33 mW	6.15 mW

图8

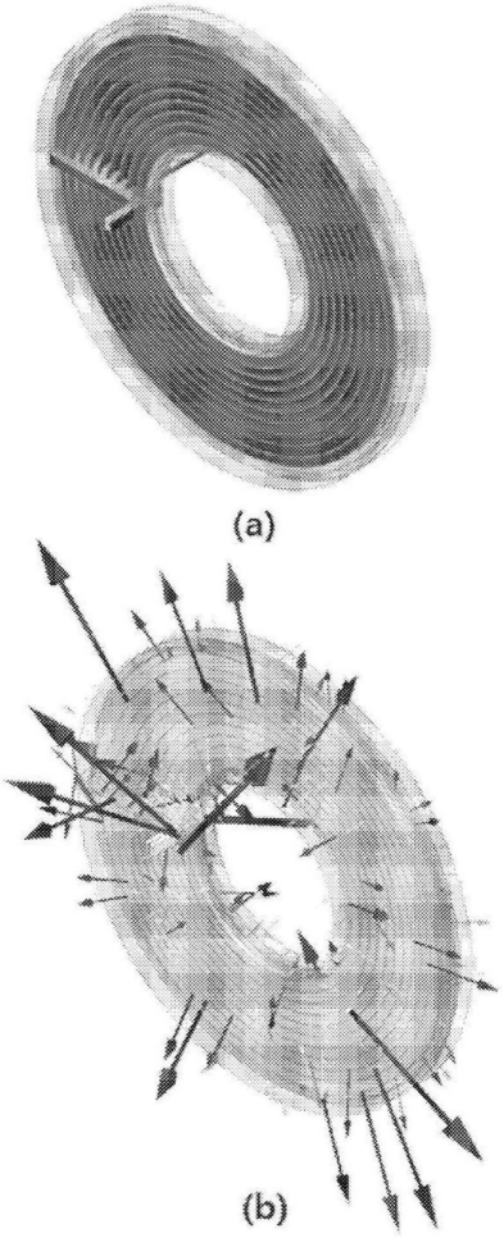


图9

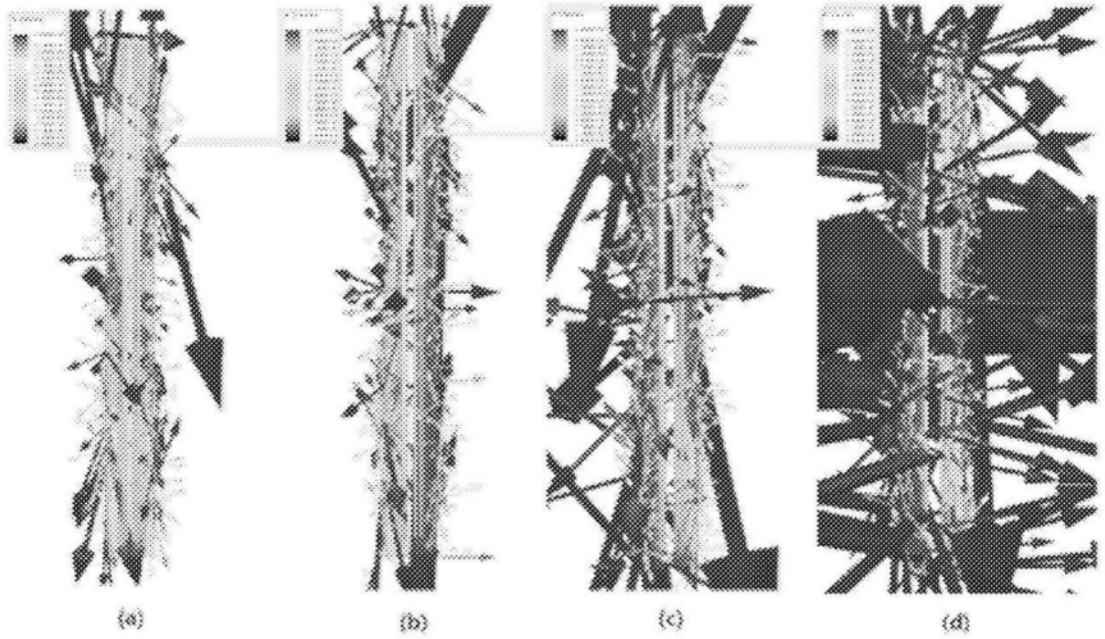


图10

空气间隙	1mm	2mm	3mm	4mm
结合系数	9.31 %	7.73 %	7.18 %	6.58 %
第一线圈直流电阻	0.28 mΩ	0.48 mΩ	0.48 mΩ	0.48 mΩ
第一线圈交流电阻	1.14 mΩ	1.17 mΩ	1.1 mΩ	1.08 mΩ
第二线圈直流电阻	8.46 mΩ	8.46 mΩ	8.46 mΩ	8.47 mΩ
第二线圈交流电阻	52.56 mΩ	51.28 mΩ	48.92 mΩ	48.67 mΩ
铁氧体损失	10.02 mW	15.89 mW	18.29 mW	19.23 mW
铜损失	5.28 mW	6.23 mW	6.33 mW	6.15 mW

图11

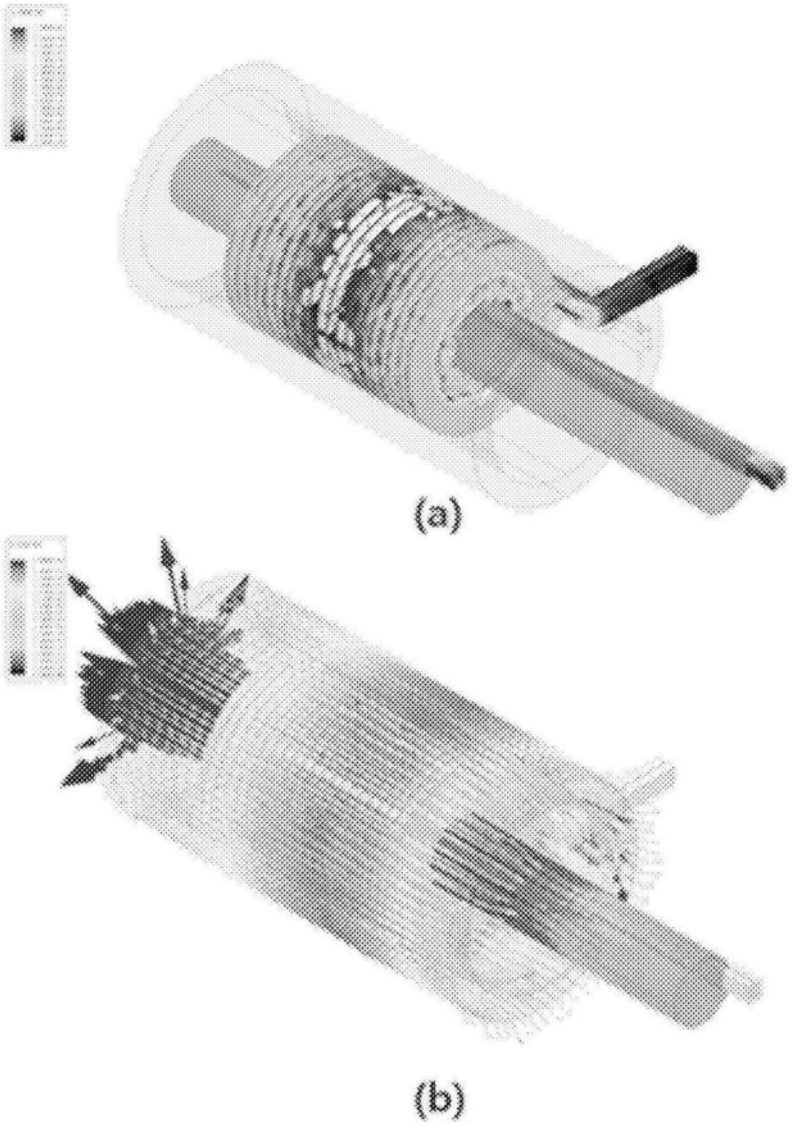


图12

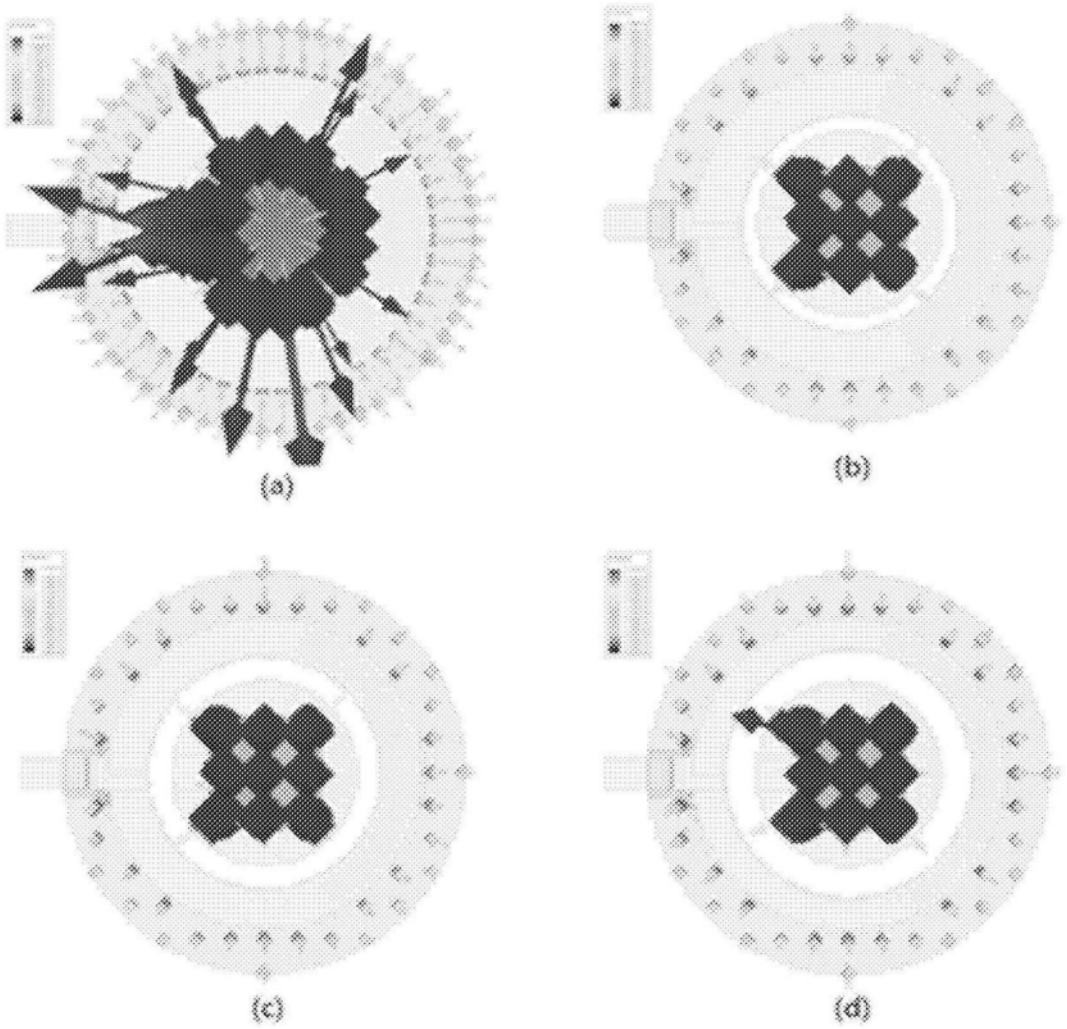


图13

空气间隙	1mm	2mm	3mm	4mm
结合系数	98.84 %	98.21 %	97.55 %	96.88 %
第一线圈直流电阻	11.01 mΩ	11.01 mΩ	11.01 mΩ	11.01 mΩ
第一线圈交流电阻	1448.51 mΩ	1410.22 mΩ	1291.61 mΩ	1210.33 mΩ
第二线圈直流电阻	2.69 mΩ	3.20 mΩ	3.92 mΩ	4.98 mΩ
第二线圈交流电阻	365.59 mΩ	360.64 mΩ	337.47 mΩ	322.84 mΩ
铁氧体损失	65.37 mW	67.11 mW	69.43 mW	69.56 mW
铜损失	22.16 mW	27.04 mW	27.58 mW	29.22 mW

图14

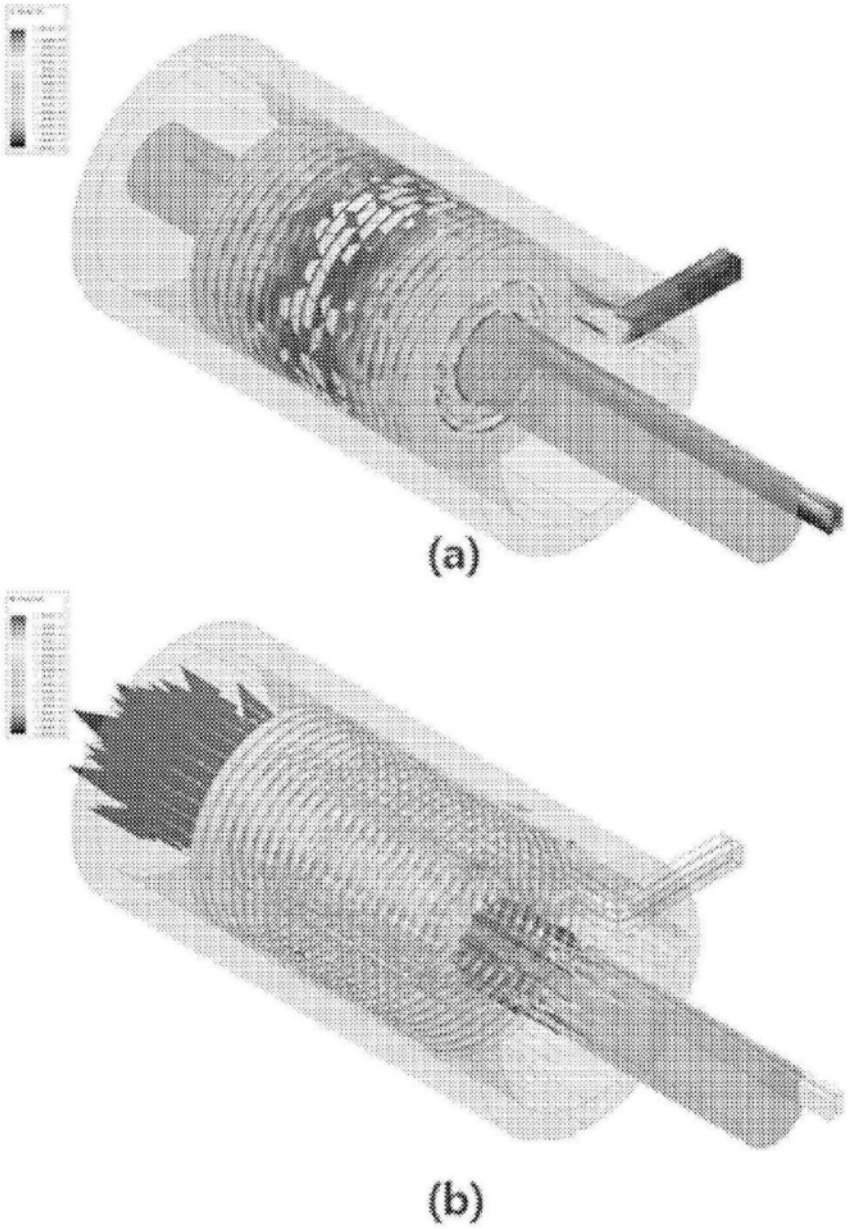


图15

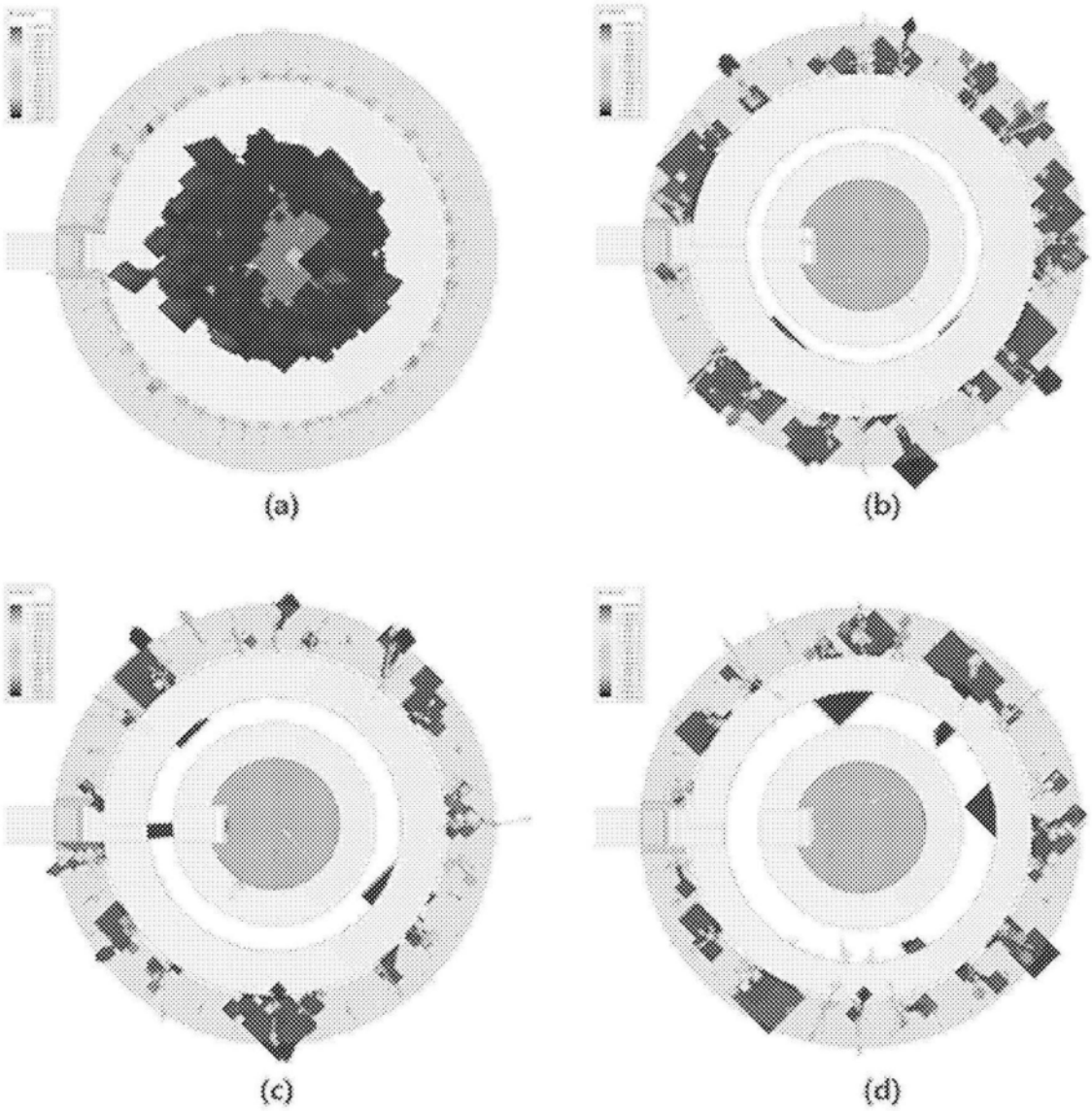


图16

空气间隙	1mm	2mm	3mm	4mm
结合系数	97.72 %	96.89 %	96.41 %	95.91 %
第一线圈直流电阻	11.01 mΩ	11.01 mΩ	11.01 mΩ	11.01 mΩ
第一线圈交流电阻	2376.81 mΩ	2602.22 mΩ	2599.23 mΩ	2614.73 mΩ
第二线圈直流电阻	2.69 mΩ	3.20 mΩ	3.91 mΩ	4.98 mΩ
第二线圈交流电阻	594.37 mΩ	645.31 mΩ	641.13 mΩ	642.24 mΩ
铁氧体损失	62.77 mW	65.93 mW	66.77 mW	68.42 mW
铜损失	22.88 mW	27.42 mW	28.02 mW	29.89 mW

图17

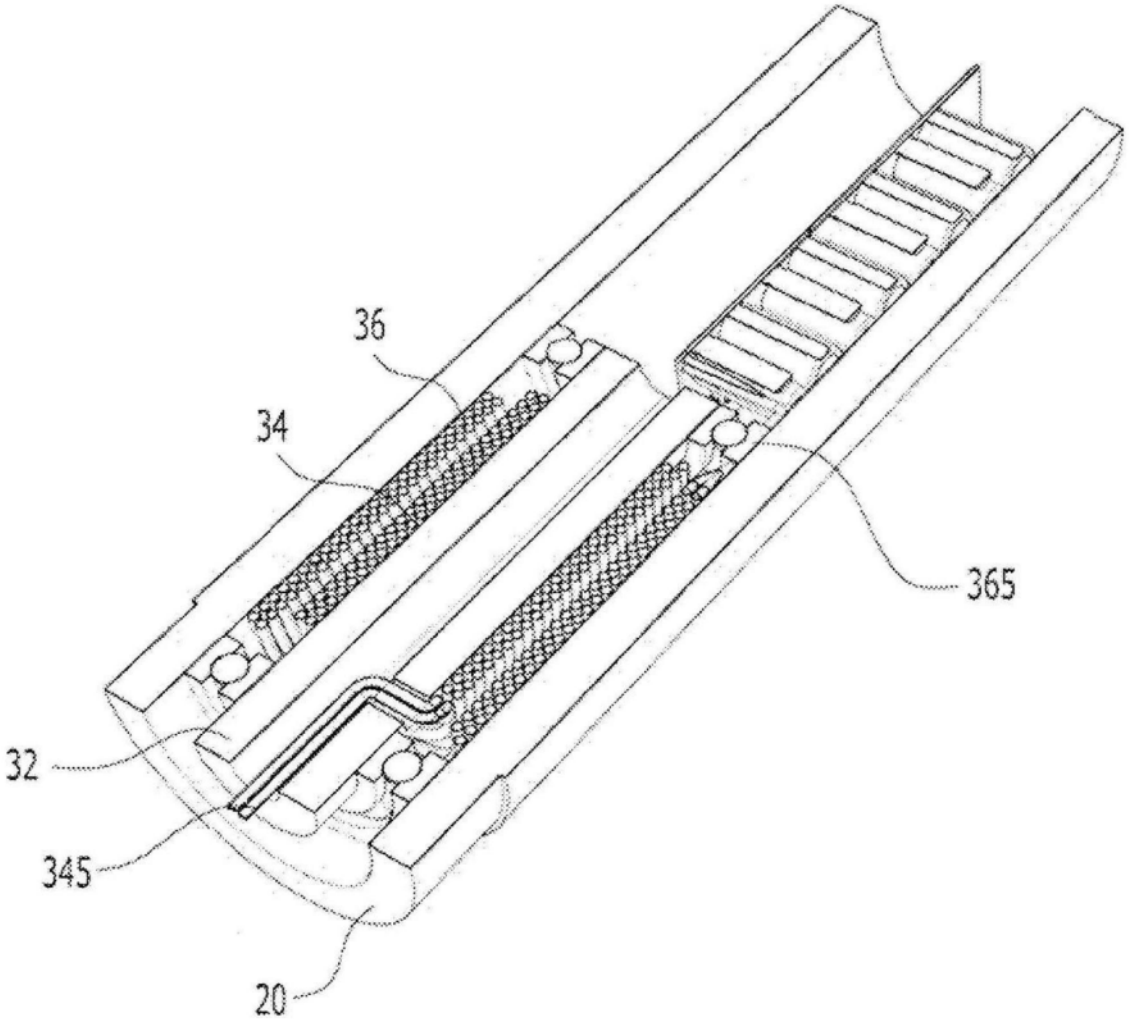


图18

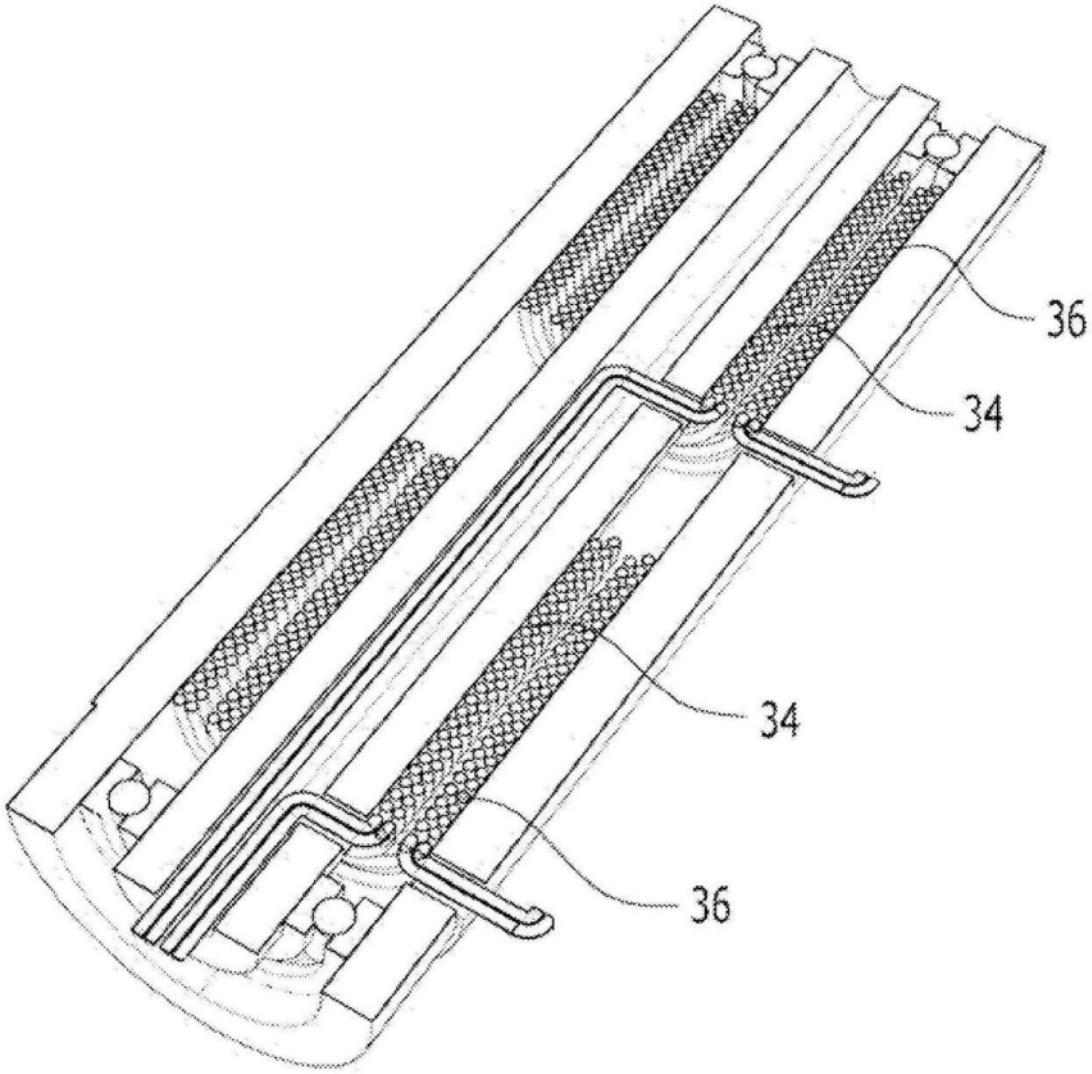


图19