



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101821923 B

(45)授权公告日 2016.09.28

(21)申请号 200880111309.0

(22)申请日 2008.07.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 101821923 A

(43)申请公布日 2010.09.01

(30)优先权数据
20070761 2007.10.09 FI

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2010.04.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FI2008/050447 2008.07.31

(87)PCT国际申请的公布数据
W02009/047384 EN 2009.04.16

(73)专利权人 苏尔寿管理有限公司
地址 瑞士温特图尔

(72)发明人 E·J·兰托 M·P·帕尔科
V·托米拉

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 谭佐晞 刘华联

(51)Int.Cl.
H02K 1/27(2006.01)

(56)对比文件
US 5801470 A,1998.09.01,
CN 1198034 A,1998.11.04,
JP 特开2000-161280 A,2000.06.13,
US 6661145 B1,2003.12.09,
US 2005/0235481 A1,2005.10.27,
审查员 聂利

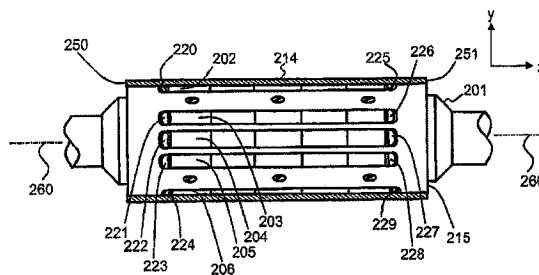
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

用于永磁电机的转子结构

(57)摘要

本发明涉及永磁电机的转子结构以及用于制造这种结构的方法。本发明的转子结构具有：轴(201)，所述轴的外表面设置有永磁体(202-206)；支撑环(214)，所述支撑环环绕所述永磁体；以及保护性零件(220-229)，所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间，并且设置为用于所述永磁体的轴向机械延伸部。所述保护性零件减小了在所述转子旋转期间形成于所述支撑环和所述永磁体之间的力的局部最大值。



1. 一种永磁电机的转子结构,所述转子结构具有:
-轴(201、301、401、701);
-永磁体(202-206、302、303、402、702);
-支撑环(214、314、412、414a、814),所述支撑环环绕所述轴和所述永磁体;以及
-保护性零件(220-229、320、321、420、720-725),所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并设置为用于所述永磁体的轴向机械延伸部,

其特征在于,所述保护性零件的质量中心位于距所述转子结构的几何旋转轴线(260、460)一段距离处,所述保护性零件在小于所述支撑环内周的一半上沿切向延伸。

2. 根据权利要求1所述的转子结构,其特征在于,所述永磁体(302、303)位于所述轴(301)的外表面上的凹部内。

3. 根据权利要求2所述的转子结构,其特征在于,由非导磁材料制成的零件(305、306、307、308)的位置紧接着所述永磁体(302、303)上指向切向的表面。

4. 根据权利要求1所述的转子结构,其特征在于,在所述轴的外表面上具有套管(215、415、415a),所述套管由非导磁材料制成并且设置有用於所述永磁体的通孔,并且所述套管(215、415、415a)被设置用以相对于所述轴支撑住所述支撑环(214、414、414a)。

5. 根据权利要求1或2或3或4所述的转子结构,其特征在于,所述永磁体(302、303)在所述支撑环(314)和所述轴(301)之间具有径向间隙(330、331)。

6. 根据权利要求5所述的转子结构,其特征在于,使所述间隙成为可能的空间(330、331)含有弹性材料。

7. 根据权利要求1所述的转子结构,其特征在于,所述转子结构具有至少两个沿轴向连续的部分(471、472),每个部分均包含:

-永磁体;
-支撑环,所述支撑环环绕所述轴和所述永磁体;以及
-保护性零件,所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且设置为用于所述永磁体的轴向机械延伸部。

8. 根据权利要求1所述的转子结构,其特征在于,所述支撑环由碳纤维制成,所述碳纤维中的纤维大致沿切向朝向。

9. 根据权利要求1所述的转子结构,其特征在于,所述支撑环由钛制成。

10. 一种永磁电机,所述永磁电机的转子(584)具有:
-轴(501),所述轴通过轴承装配至所述电机的框架(581);
-永磁体(502、503);
-支撑环(514),所述支撑环环绕所述轴和所述永磁体;以及
-保护性零件(520、521),所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且设置为用于所述永磁体的轴向机械延伸部,

其特征在于,所述保护性零件的质量中心位于距所述转子的几何旋转轴线一段距离处,所述保护性零件在小于所述支撑环内周的一半上沿切向延伸。

11. 一种用于制造如权利要求10所述的永磁电机的方法,其特征在于,在所述方法中:
-安装保护性零件(601),使得所述保护性零件形成用于所述转子中的永磁体的轴向机械延伸部,并且所述保护性零件的质量中心保持在距所述转子的几何旋转轴线一段距离

处,所述保护性零件在小于所述支撑环内周的一半上沿切向延伸;以及

-安装所述支撑环(602)从而环绕所述轴、所述永磁体和所述保护性零件,使得所述保护性零件保持在所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间。

用于永磁电机的转子结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于永磁电机(electrical machine)的转子结构,所述永磁电机能够作为电动马达(electrical motor)或发电机(electrical generator)来进行工作。本发明还涉及一种用于制造永磁电机的转子的方法。本发明还涉及一种永磁电机。

背景技术

[0002] 通过用于永磁体的材料,例如钕铁硼(NeFeB)或钐钴(SmCo)等,能够实现的1-1.2T的强磁通密度,但它们通常很容易碎掉。尤其是,这些永磁材料承受拉伸应力的能力比较差。因此,通常必需用由韧度(viscous)更强的材料制成的支撑结构来加强永磁电机的转子中的永磁体。上述的加强是非常重要的,尤其是在永磁性的高速电机中更是如此,在这种高速电机中转子外表面的圆周速度甚至能够达到几百米每秒。

[0003] 图1a以侧视图示出了现有技术中的永磁电机转子结构。图1b示出了上述转子结构的横截面A-A。该转子结构具有轴101,所述轴101的外表面上具有永磁体102-113。该轴优选地由铁磁钢(ferromagnetic steel)制成。轴101的外表面设置有用非导磁材料(magnetically non-conductive material)制成的套管115,套管115具有用于永磁体102-113的通孔。标至永磁体102-113的箭头表示每个永磁体的充磁方向(magnetising direction)。支撑环(support collar)114设置在套管115以及永磁体102-113上。在图1a中以纵截面的方式示出了支撑环114。通过例如螺钉116和/或基于热膨胀现象的压接(crimped joint)即热压(thermal crimping),套管115能够被附接至轴101。套管115能够用例如塑料、铝、钛或某些其它适当的非导磁材料制成。在本文件中将非铁磁性的材料称为非导磁材料。在图1a和图1b中所示的转子结构中,每个永磁体102-113由若干沿轴向连续的零件组成。在本文件中,轴向指的是转子的旋转轴线160的方向。图1c示出了图1a中所示区域B的纵截面。纵截面平面是标至图1a和图1c的x-y平面。图1c对应于一种示例情况,其中转子结构围绕旋转轴线160旋转。永磁体受离心力的影响,使得永磁体抵靠支撑环114而受压。换言之,支撑环114将径向力指向永磁体,这些径向力将永磁体保持在圆形轨道(circular orbit)上。永磁体和支撑环之间的力将支撑环张紧。为了示出这一现象,在图1c中明显地夸大了支撑环的张紧程度。图1c示出了永磁体106如何抵靠支撑环114而受压。强表面压力被施加至永磁体106上用箭头130示出的区域。所述强表面压力给易碎的永磁材料106施加应力,甚至可能导致永磁材料106破裂。不利的高表面压力也可以被指向支撑环114。通过圆化永磁体106上由箭头130所标示的边缘和/或通过选择支撑环的长度使得永磁体和支撑环的端部沿轴向尽可能紧密地对齐,这种情况能够得到些许改善。这些事项的实现在于永磁体难以加工并且支撑环有可能相对于永磁体移动而被复杂化。

[0004] 现有技术中的一种解决方案是将永磁体102-113附接至轴101,使得永磁体抵靠支撑环114的压力变小。通常来说,所述附接通过粘合来实现。然而,这种解决方案在高速电机中通常是不可行的,因为实现在易碎的永磁体102-113和轴101之间充分强有力的附接是一项非常困难的任務。另一方面,如果永磁体和轴之间的附接能够承受由离心力所导致的压

力,即所述附接能够将永磁体保持在圆形轨道上,则永磁体将产生内部拉伸应力。这并不是有利的,因为仅凭若干永磁材料来承受拉伸应力的能力是不足的。

发明内容

[0005] 本发明涉及一种永磁电机的转子结构,所述永磁电机能够作为电动马达或发电机来进行工作。根据本发明的永磁电机的转子结构具有:

[0006] -轴;

[0007] -永磁体;

[0008] -支撑环,所述支撑环环绕所述轴和所述永磁体;以及

[0009] -保护性零件,所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且所述保护性零件设置为用于所述永磁体的轴向机械延伸部(axial mechanical extension),并且所述保护性零件的质量中心(mass midpoint)位于距所述转子结构的几何旋转轴线一段距离处,所述保护性零件在小于所述支撑环内周的一半上沿切向延伸。

[0010] 本发明还涉及一种用于制造永磁电机的方法。在本发明的方法中:

[0011] -安装保护性零件,使得所述保护性零件将形成用于所述转子中的永磁体的轴向机械延伸部,并且所述保护性零件的质量中心将停留在距所述转子的几何旋转轴线一段距离处,所述保护性零件在小于所述支撑环内周的一半上沿切向延伸;以及

[0012] -安装支撑环从而环绕所述转子轴、所述永磁体和所述保护性零件,使得所述保护性零件将保持在所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间。

[0013] 本发明还涉及一种永磁电机,所述永磁电机能够作为电动马达或发电机来进行工作。本发明的永磁电机包括转子,所述转子具有:

[0014] -轴,所述轴通过轴承装配至所述电机的框架;

[0015] -永磁体;

[0016] -支撑环,所述支撑环环绕所述轴和所述永磁体;以及

[0017] -保护性零件,所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且所述保护性零件设置为用于所述永磁体的轴向机械延伸部,所述保护性零件的质量中心位于距所述转子结构的几何旋转轴一段距离处,所述保护性零件在小于所述支撑环内周的一半上沿切向延伸。

[0018] 通过本发明能够实现的重要优点是,借助于所述保护性零件,可以减小当转子旋转时形成于支撑环和永磁体之间的力的局部最大值,并且不必加工永磁体的形状或设计永磁体和支撑环的末端沿轴向尽可能紧密地匹配的结构。

[0019] 本发明的不同实施方式的特征在于在从属的专利权利要求中所公开的内容。

附图说明

[0020] 作为所示实施方式和附图的示例,接下来将更详细地说明本发明的实施方式及它们的有利之处,图中:

[0021] 图1a、图1b和图1c是根据现有技术的永磁电机的转子结构的侧视图、所述转子结构的横截面以及所述转子结构的局部视图;

[0022] 图2a和图2b示出了永磁电机的转子结构的实施方式的侧视图和所述 转子结构的

局部视图；

[0023] 图3a和图3b示出了永磁电机的转子结构的实施方式的侧视图和所述转子结构的横截面；

[0024] 图4是永磁电机的转子结构的实施方式的侧视图；

[0025] 图5示出了根据本发明的实施方式的永磁电机；

[0026] 图6是用于制造永磁电机的根据本发明的实施方式的方法的流程图；以及

[0027] 图7a和图7b示出了根据本发明的实施方式的永磁电机的转子结构的侧视图以及所述转子结构的横截面。

具体实施方式

[0028] 在本文件中，前面已结合对现有技术的描述解释了图1a、图1b和图1c。

[0029] 图2a示出了根据本发明的实施方式的永磁电机的转子结构的侧视图。图2b是所述转子结构的局部纵截面。转子结构具有轴201，并且永磁体202-206设置在所述轴的外表面上。该轴优选为由铁磁钢制成。在轴201的外表面上有套管215，套管215由非导磁材料制成，并且具有用于永磁体202-206的通孔。表面环214位于套管215和永磁体202-206上。在图2a中，支撑环214以纵截面的形式示出。套管215能够被附接至轴201，例如通过螺钉和/或基于热膨胀现象的压接即热压。套管215能够用例如塑料、铝、钛或某些其它适当的非导磁材料制成。紧挨着永磁体202-206设置有保护性零件(protective piece)220-229。保护性零件优选地定位成使得所述保护性零件作为用于永磁体的轴向机械延伸部来工作。也可以将这些保护性零件安装在沿轴向连续的永磁零件(permanent magnet pieces)之间。在图2a所示的结构中，保护性零件定位成用于永磁体202-206的、朝向支撑环214的端部250和251的轴向机械延伸部。每一永磁体202-206均由五个沿轴向连续的零件构成。

[0030] 图2b是图2a中所示的保护性零件220附近的纵截面。该纵截面平面是标至图2a和图2b的x-y平面。图2b对应于一种示例情况，其中转子结构围绕旋转轴线260旋转。永磁体和保护性零件受离心力的影响，使得永磁体和保护性零件抵靠支撑环214而受压。换言之，支撑环214向永磁体和保护性零件施加径向力，该径向力将永磁体和保护性零件保持在圆形轨道上。永磁体和保护性零件以及支撑环之间的力将支撑环张紧。为了示出这一现象，在图2b中明显地夸大了支撑件的张紧程度。

[0031] 图2b示出了保护性零件220和永磁体202如何抵靠支撑环214而受压。强表面压力被施加至保护性零件220上由箭头230所标示的边缘，因为轴201周围的套管215不能向支撑环的内表面提供与保护性零件和永磁体一样高的压力。保护性零件220减小支撑环214施加至永磁体202上由箭头231所标示的边缘的表面压力。保护性零件材料的密度(千克/立方米)优选为在永磁材料密度的0.3-1.3倍的区间内。保护性零件材料的韧度(viscosity)优选为高于永磁材料的韧度。保护性零件能够由例如铝、钛、不锈钢、黄铜、青铜或紫铜等制成。

[0032] 在根据本发明的实施方式的转子结构中，支撑环214由碳纤维制成，碳纤维中的纤维大致沿切向(tangential direction)。在本文件中，切向指的是旋转运动的轨迹的方向。

[0033] 在根据本发明的实施方式的转子结构中，支撑环214由钛制成。

[0034] 图2a中所示的转子结构具有四个磁极(pole)，但是，对于所属领域的技术人员来

说很显然,图2a中所示的结构原理也能够应用于磁极数量为两个或多于四个的转子结构。

[0035] 图3a示出了根据本发明的实施方式的永磁电机的转子结构的侧视图。图3b示出了所讨论的转子结构的横截面A-A。转子结构具有轴301,并且所述轴的外表面上设置有永磁体302和303。该轴优选为由铁磁钢制成。标至永磁体302和303的箭头标示了每个永磁体的充磁方向。永磁体302和303位于所述轴301的外表面上的凹部内。围绕着轴301和永磁体302及303设置有支撑环314。在图3a中以纵截面的形式示出了支撑环314。转子结构具有保护性零件,其位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且其设置为用于永磁体的轴向机械延伸部。保护性零件320和321是用于永磁体302的轴向机械延伸部。

[0036] 在根据本发明的实施方式的转子结构中,非导磁材料的零件305、306、307和308紧接着永磁体302和303上指向切向的表面设置。非导磁材料的零件305、306、307和308能够是例如塑料、铝、钛或某些其它适当的非铁磁性材料。

[0037] 在根据本发明的实施方式的转子结构中,每个永磁体302和303均在支撑环314和轴301之间具有径向间隙330和331。在图3b中所示的情况中,永磁体302和303能够在图表面3b的平面上移动远离旋转轴360。在图3b中所示的情况中,永磁体和支撑环214之间空间330和331使得永磁体302和303的间隙成为可能。根据永磁体302和303在所述径向间隙中的位置,使该间隙成为可能的空间也能够是完全地或者部分地位于轴301的外表面和永磁体302及303之间。如从图3b可以看出,永磁体302及303和支撑环314的相互配合并非以机械的方式靠紧,使得在安装期间能够通过使用沿旋转轴线332方向上的运动而将被推动到位,同时不会使支撑环与由可能易碎的材料制成的永磁体接触。

[0038] 在根据本发明的实施方式的转子结构中,使永磁体302和303的径向间隙成为可能的空间330和331含有空气。在根据本发明的另一实施方式的转子结构中,使永磁体302和303的径向间隙成为可能的空间330和331含有弹性材料,该弹性材料能够是例如硅等。

[0039] 图3a和图3b中所示的转子结构具有两个磁极,但是对于所属领域的技术人员来说很明显,图3a和图3b中所示的结构原理也能够应用于磁极数量多于两个的转子结构。

[0040] 图4示出了根据本发明的实施方式的永磁电机的转子结构的侧视图。转子结构具有两个沿轴向连续的部分471和472,每个部分均包含:

[0041] -永磁体(例如永磁体402);

[0042] -支撑环,所述支撑环环绕轴401和所述永磁体;以及

[0043] -保护性零件(例如保护性零件420),所述保护性零件位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且设置为用于永磁体的轴向机械延伸部。

[0044] 图4中所示的转子结构是有利的,尤其地,当套管415及415a和/或支撑环414及414a具有与轴401不同的热膨胀系数时更是如此。通过图4中所示的结构,可以降低由温度变化引起的轴向机械应力。在图4中,支撑环414和414a以纵截面的形式示出,并且永磁体和保护性零件示出为黑色表面。

[0045] 在根据本发明的实施方式的永磁电机的转子结构中具有多于两个沿轴向连续的部分,每个部分均包含永磁体、支撑环和保护性零件。

[0046] 图5示出了根据本发明的实施方式的永磁电机。该电机有框架581,定子芯582附接至所述框架。定子芯中的槽具有定子绕组583。电机的转子584具有:

[0047] -轴501,其通过轴承装配至电机的框架581;

[0048] -永磁体(例如永磁体502和503);

[0049] -支撑环514,其环绕所述轴和所述永磁体;以及

[0050] -保护性零件(例如保护性零件520和521),其位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且设置为用于永磁体的轴向机械延伸部。

[0051] 在图5中以纵截面的形式示出了支撑环514、框架581、定子芯582、定子绕组583以及轴承585和586。

[0052] 在根据本发明的实施方式的电机中,轴承585和586中的至少一个是主动磁轴承(active magnetic bearing)。

[0053] 在根据本发明的实施方式的电机中,轴承585和586两者都是主动磁轴承。

[0054] 在根据本发明的实施方式的电机中,轴承585和586中的至少一个是气体轴承。

[0055] 在根据本发明的实施方式的电机中,轴承585和586中的至少一个是滚动轴承,所述滚动轴承例如能够是滚珠轴承或滚柱轴承。

[0056] 在根据本发明的实施方式的电机中,轴承585和586中的至少一个是滑动轴承,所述滑动轴承例如能够摇臂扇面轴承(rocker segment bearing)。

[0057] 图6是用于制造永磁电机转子的根据本发明的实施方式的方法的流程图。在步骤601中,安装保护性零件使得所述保护性零件将形成用于所述转子中的永磁体的轴向机械延伸部。在步骤602中,安装支撑环从而环绕所述转子轴、所述永磁体和所述保护性零件,使得所述保护性零件停留在所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间。可以例如通过轴向运动推动支撑环来安装支撑环,从而环绕所述轴、永磁体和保护性零件。

[0058] 图7a示出了根据本发明的实施方式的永磁电机的转子结构的侧视图。图7b是所讨论的转子结构的横截面A-A。转子结构具有轴701,所述轴被管状永磁体702环绕。该轴优选为由铁磁钢制成。轴701和永磁体702被支撑环714环绕。转子结构具有保护性零件720-725,其位于所述轴的外表面和所述支撑环的内表面之间,并且设置为用于永磁体的轴向机械延伸部。图7b中示出了四个保护性零件720-723。也可以使用一个环形保护性零件来替代保护性零件720-723。然而,优选地,所述环形保护性零件由比永磁体702更具弹性的材料制成。在图7a中以纵截面的形式示出了永磁体702、支撑环714以及保护性零件720、722、724和725。转子结构具有支撑凸缘(support flange)771和772,其设置成沿轴向支撑永磁体702、支撑环714和保护性零件720-725。所述支撑凸缘771和772能被附接至轴701,例如通过螺钉和/或基于热膨胀现象的压接即热压。

[0059] 正如对于所属领域的技术人员来说很明显的那样,本发明及其实施方式并不被限制于所示的实施方式示例,相反,本发明及其实施方式能够在独立的专利要求范围内进行改型。包含于权利要求书中、用于描述特征的存在性的表述例如“转子结构具有轴”等是开放式的,使得这些特征的出现并不排除独立的专利权利要求中未示出的其它特征的存在。

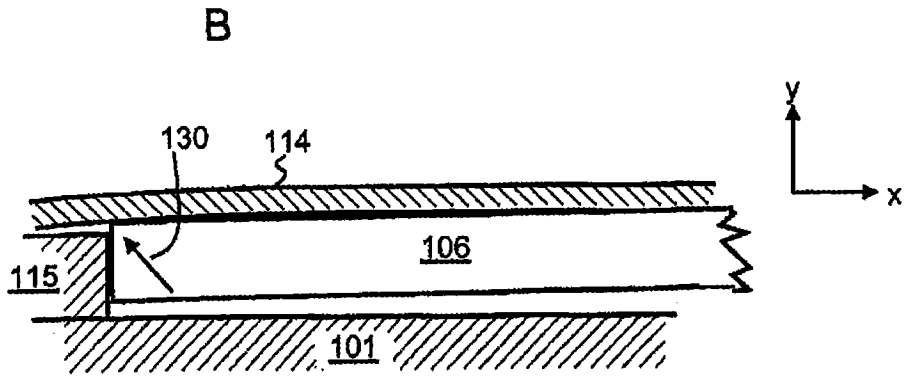


图1c

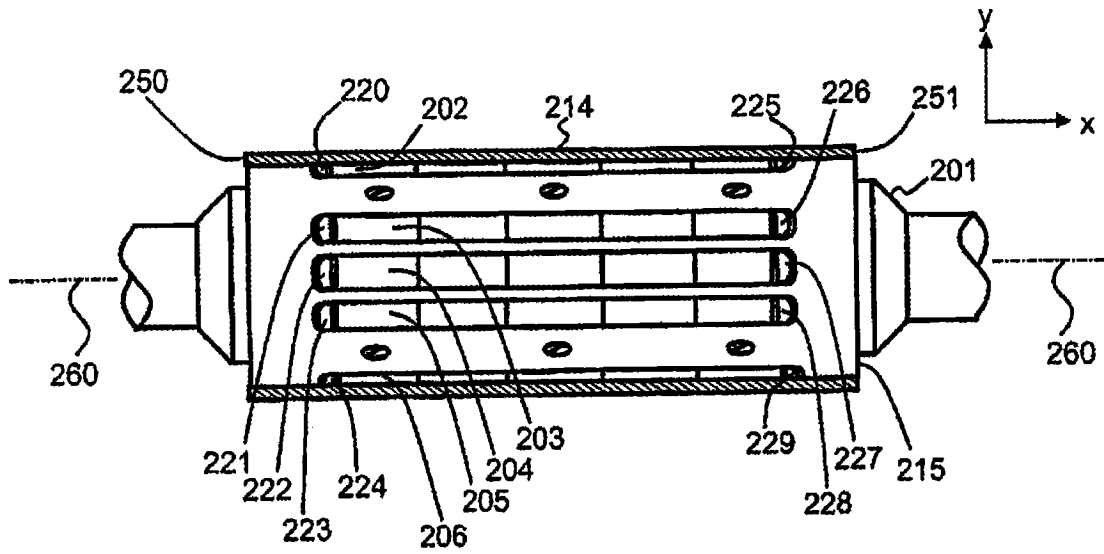


图2a

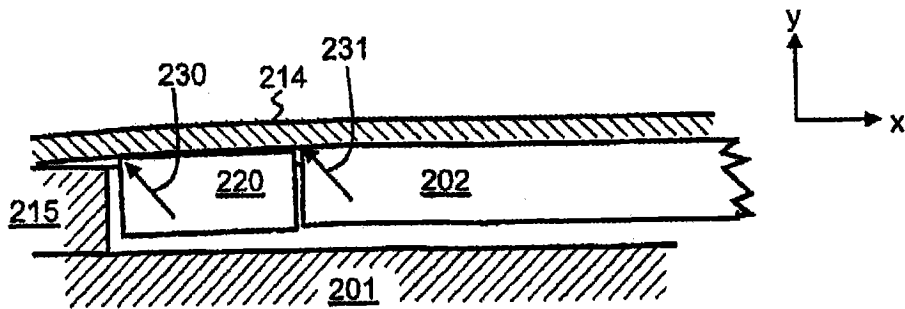


图2b

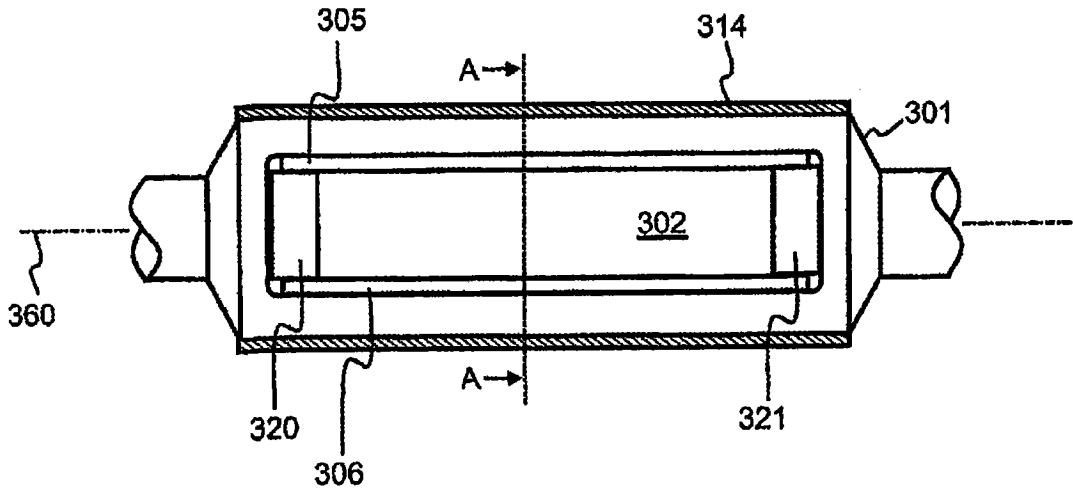


图3a

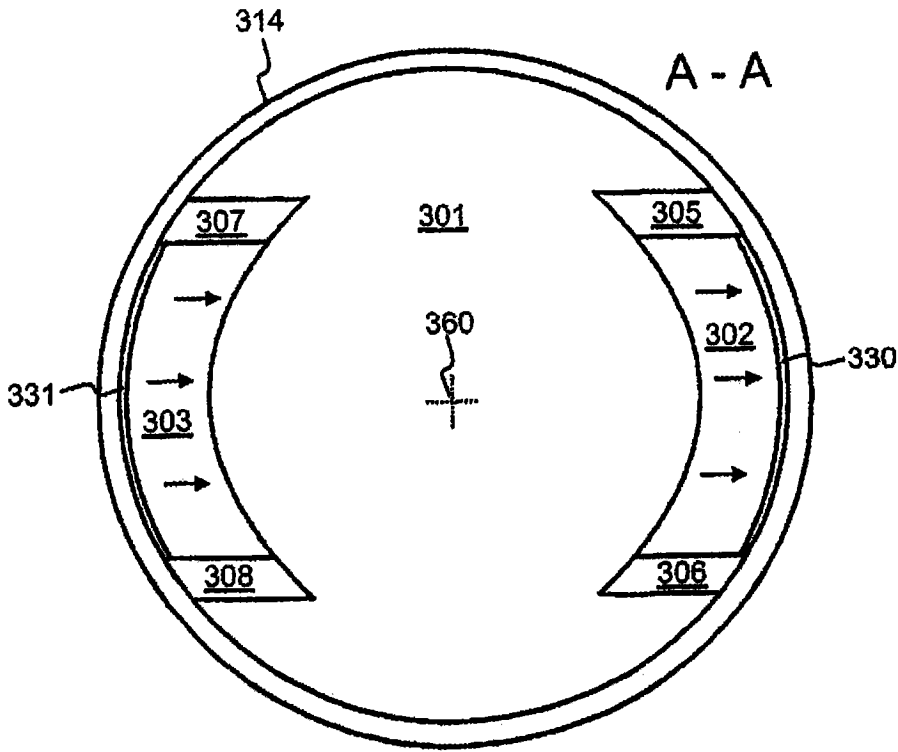


图3b

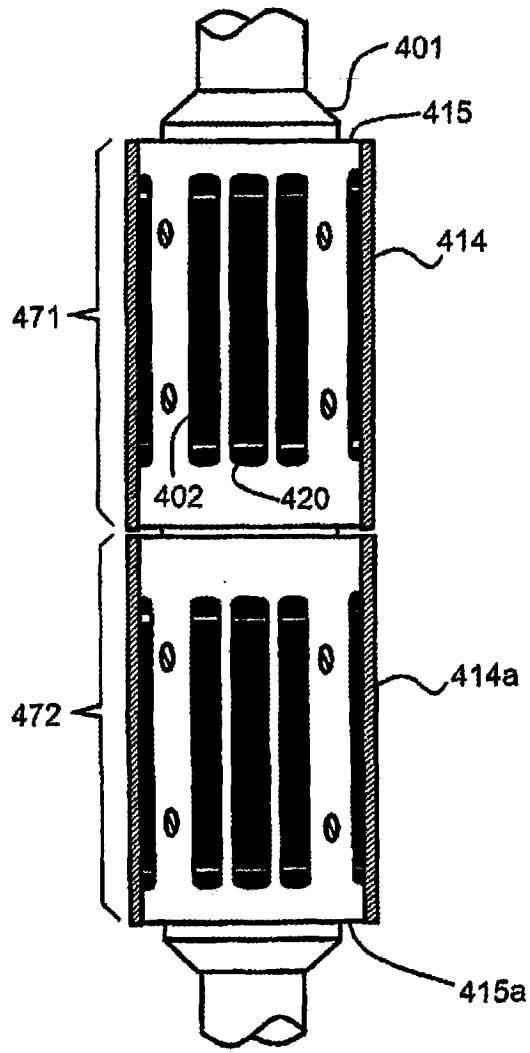


图4

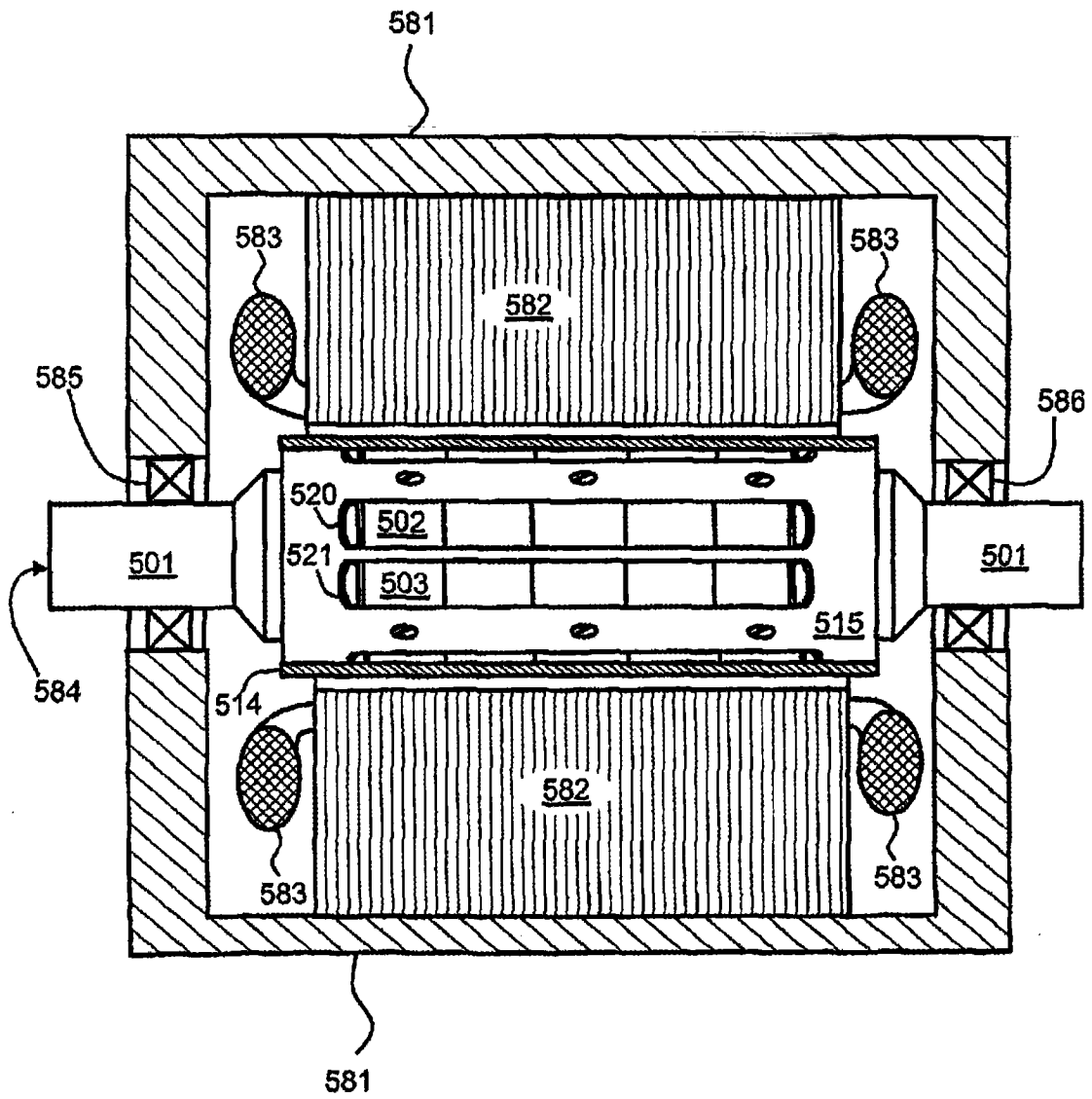


图5

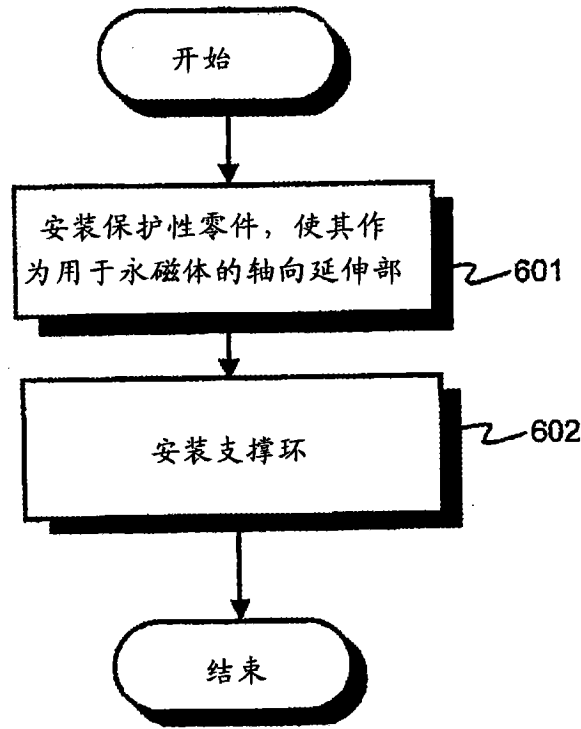


图6

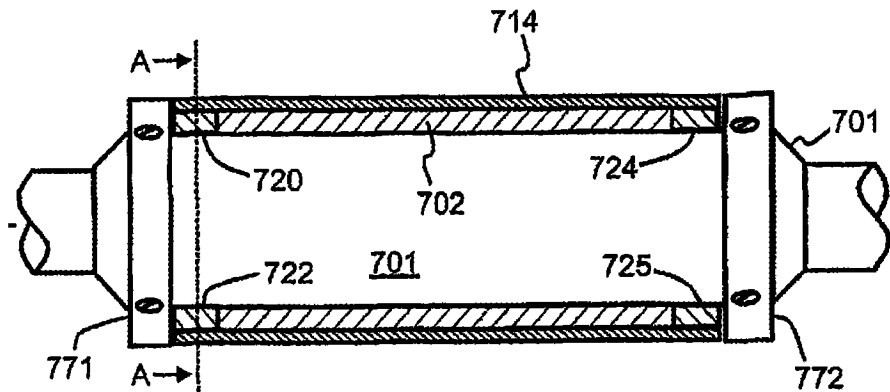


图7a

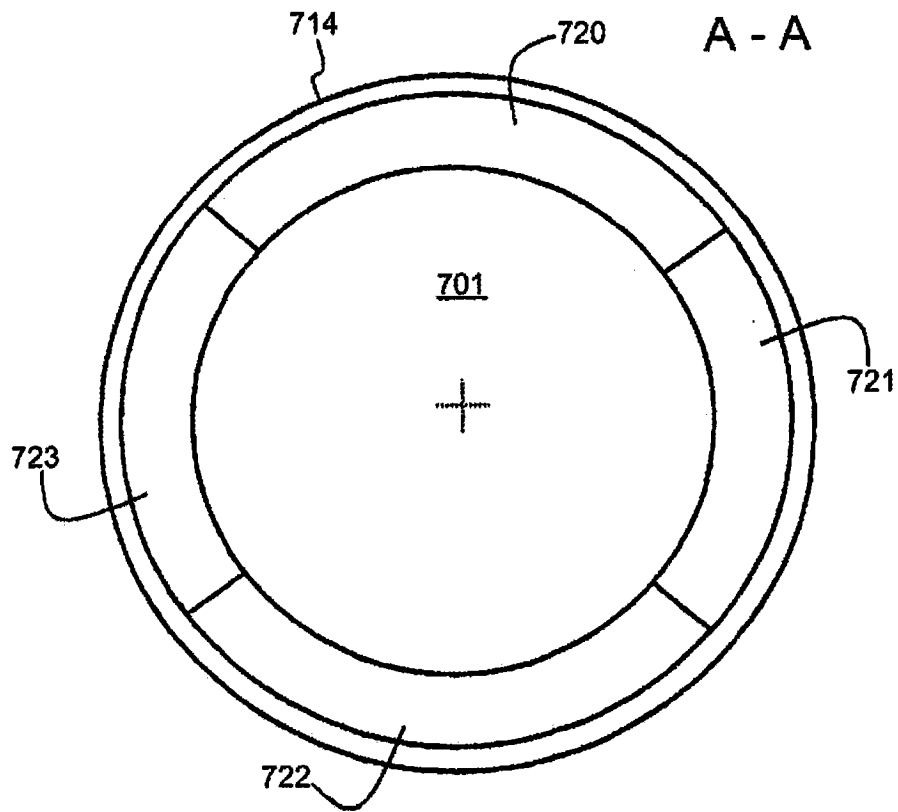


图7b