



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103620916 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201280024193.3

(22)申请日 2012.05.21

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103620916 A

(43)申请公布日 2014.03.05

(30)优先权数据  
102011102046.6 2011.05.19 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2013.11.19

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2012/002156 2012.05.21

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02012/156103 DE 2012.11.22

(73)专利权人 康派克特动力有限公司  
地址 德国施塔恩贝格市茅斯大街9号,  
82319

(72)发明人 约翰·桑特海姆 斯特凡·里斯

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理  
有限公司 44217  
代理人 高占元

(51)Int.Cl.  
H02K 1/27(2006.01)  
H02K 15/03(2006.01)  
H02K 21/12(2006.01)

(56)对比文件  
DE 4442869 A1,1996.06.13,  
DE 3823113 C1,1989.08.10,  
CN 101803150 A,2010.08.11,  
US 4459171 A,1984.07.10,  
审查员 查洁立

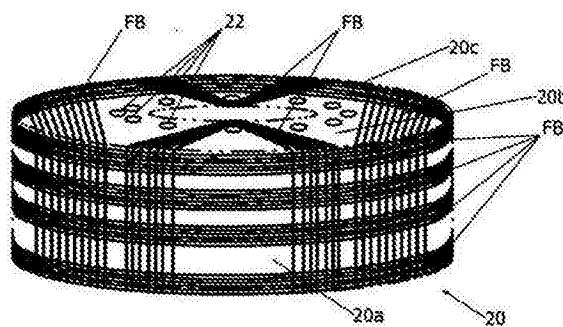
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

## (54)发明名称

外转子永磁电机、用于该电机的转子及该转子的制造方法

## (57)摘要

永磁电机包括定子和转子,定子上绕有线圈,转子上装有永磁元件。定子与转子之间存在气隙,该气隙的边界由永磁元件和定子上的、在特定位置与上述的永磁元件对齐的导磁齿确定。转子包括转子钟(rotor bell),转子钟是由多层树脂纤维复合材料制成的、是包括转子管和转子底座的一体结构、且在转子底座区域中设有至少一根丝束。所述至少一根丝束从转子底座中心伸出、大致沿着虚构的半径或切线延伸至超出转子底座的外边缘、在转子底座的外边缘处折弯、并沿转子管的轴向和/或与转子管的中纵轴成一定角度不间断地进入转子管中并穿过转子管直至延伸到转子管的自由边缘区域。



1. 永磁电机(10),包括定子(12)和转子(14),其特征在于,所述定子(12)绕有线圈(28),所述转子(14)装有永磁元件(50),所述定子(12)与所述转子(14)间形成有气隙(16),所述气隙的边界由所述永磁元件(50)和所述定子(12)上的、与所述永磁元件在特定位置上对齐的导磁齿确定,其中,

所述转子(14)包括转子钟(20),所述转子钟:

由多层树脂纤维复合材料制成;

是包括转子管(20a)和转子底座(20b)的一体结构,在所述转子底座(20b)中心或中心附近有螺纹、栓或螺纹套管形式的固定部件用于使所述转子钟(20)与机轴耦合,

所述转子底座(20b)区域至少设有一根丝束(FB),其中所述至少一根丝束(FB):

每次以对称形式分布在所述固定部件(22)四周,其中所述丝束(FB)在所述固定部件(22)处折弯,继续以 $70^{\circ}$ 至 $110^{\circ}$ 的角度向前延伸;

由所述转子底座(20b)中心伸出,大致沿虚构的半径或切线延伸至超出所述转子底座(20b)的外边缘(20c);

在所述转子底座(20b)的外边缘(20c)上折弯,不间断地沿所述转子管(20a)轴向和/或与所述转子管(20a)的中心纵轴成一定角度进入所述转子管(20a)并穿过所述转子管(20a)延伸至所述转子管的自由边缘区域;

其中至少一个沿所述转子管(20a)切线方向放置的、螺纹状的丝束(FB)缠绕在所述转子管(20a)区域;

在所述转子钟的转子管(20a)的内侧或外侧装有所述永磁元件(50),所述永磁元件是嵌在所述树脂纤维复合材料中的。

2. 根据权利要求1所述的永磁电机(10),其特征在于,所述转子(14)的所述至少一根丝束(FB)以对称方式沿虚构的切线缠绕在所述转子底座(20b)中心或中心附近。

3. 根据上述任意一项权利要求所述的永磁电机(10),其特征在于,所述转子底座(20b)包括沿虚构的切线或半径放置的、平行移动的丝束(FB),其中所述丝束的至少一端伸至超出所述转子底座(20b)的外边缘(20c)、在所述转子底座(20b)的外边缘折弯并穿过所述转子管(20a)。

4. 根据权利要求1或2所述的永磁电机(10),其特征在于,

所述转子钟(20)的壁厚不均匀,和/或完全由所述树脂纤维复合材料制成;和

所述转子钟(20)是由

(i) 至少一个螺纹状缠绕的丝束(FB)、纤维编织层或纤维无纺布,和/或,

(ii) 至少一个大致平行移动的丝束(FB)构成,所述丝束在分层上至少部分重叠。

5. 根据权利要求1或2所述的永磁电机(10),其特征在于,所述转子钟(20)在面向所述气隙(16)的一侧装设嵌入树脂纤维复合物的所述永磁元件(50),这些永磁元件只需在承受小于90%的相应永磁元件的最大流动磁通量的位置上等高设置;

和/或所述永磁元件(50)在远离所述气隙的一侧和/或朝向所述气隙的边缘上等高设置形成卷曲状或阶梯状的空隙。

6. 生产至少两个根据上述任意一项权利要求所述的永磁电机的转子钟的制造方法,其特征在于,包括步骤如下:

提供型芯,所述型芯包括第一模座、第二模座和组合模具的圆柱形中间件;

用至少一根丝束 (FB) 缠绕所述型芯, 所述丝束在分层上至少部分重叠, 以便生成两个边缘区域相邻的所述转子钟, 所述至少一根丝束 (FB) 不间断地沿所述圆柱形中间件缠绕在所述第一模座和所述第二模座上, 其中所述至少一根丝束 (FB) 从所述第一模座中心伸出、大致沿虚构的半径或切线延伸至超出所述第一模座的外边缘, 然后所述至少一根丝束 (FB) 在所述第一模座的外边缘折弯、不间断地顺着所述型芯的圆柱形中间件沿所述圆柱形中间件的轴向和/或与所述圆柱形中间件的中心纵轴 (M) 成一定角度移动、直至超出第二模座;

由此形成一个整体, 包括两个镜像的转子钟, 每个所述转子钟都包括转子管 (20a) 和转子底座 (20b), 在所述转子底座 (20b) 中心或中心附近设有螺纹、栓或螺纹套管形式的固定部件用于使所述转子钟 (20) 与机轴耦合,

且所述转子底座 (20b) 区域至少设有一根丝束 (FB), 所述至少一根丝束 (FB):

每次以对称形式分布在所述固定部件 (22) 四周, 其中所述丝束 (FB) 在所述固定部件 (22) 处折弯, 继续以  $70^{\circ}$  至  $110^{\circ}$  的角度向前延伸,

其中至少一个沿转子管 (20a) 切线方向放置的、螺纹状的丝束 (FB) 缠绕在所述转子管 (20a) 区域,

由所述至少一根丝束 (FB) 和树脂构成的纤维复合物发生时效硬化反应;

横向对应于所述圆柱形中间件的中心纵轴, 所述纤维复合物分裂成两个单独的所述转子钟;

两个单独的所述转子钟从所述型芯上脱模。

7. 根据权利要求6所述的制造方法, 其特征在于,

所述至少一根丝束 (FB) 在缠绕所述型芯之前、之中或之后用树脂浸润, 和/或所述至少一根丝束 (FB) 在浸润树脂之前、之中或之后施以张紧力。

8. 根据权利要求6或7所述的制造方法, 其特征在于, 所述至少一根丝束 (FB) 作为无限长丝束 (FB) 重复缠绕在所述第一模座、第二模座及圆柱形中间件上, 所述型芯连续围绕所述型芯的中心纵轴旋转, 和/或一个将所述至少一根丝束 (FB) 引至所述型芯的线头大致沿与所述型芯中心纵轴平行或与所述型芯中心纵轴成尖角的方向来回移动。

9. 根据权利要求6或7所述的制造方法, 其特征在于, 包括步骤如下:

将缠绕至少一根丝束 (FB) 的型芯引入至少一个模具的模壳中, 由此形成模腔, 所述至少一根丝束 (FB) 位于所述模腔中;

将所述模腔密封;

将树脂注入所述模腔;

由所述至少一根丝束 (FB) 和已注入的树脂共同构成的至少两个所述转子钟发生时效硬化反应;

至少两个所述转子钟从所述模腔中脱模。

10. 根据权利要求9所述的制造方法, 其特征在于, 包括步骤如下:

将在分层上至少部分重叠的 (i) 至少一根丝束 (FB) 形成由长丝或环状纤维编织层构成的螺纹线头和/或 (ii) 至少一个大致平行移动的丝束, 缠绕在所述型芯上或在至少一个所述模壳中, 以形成两个所述转子钟的转子底座 (20b) 和/或转子管 (20a)。

11. 根据权利要求10所述的制造方法, 其特征在于, 包括步骤如下:

在所述至少一根丝束缠绕在型芯上之前, 将永磁元件装载在型芯上;

或在将缠绕至少一根丝束的型芯引入所述模壳之前,将所述永磁元件装载在所述模壳上。

12. 根据权利要求11所述的制造方法,其特征在于,包括步骤如下:

对于外转子电机,在型芯上缠绕所述至少一根丝束之前,先将永磁元件装载在铁磁型芯上;

和/或对于内转子电机,将缠绕至少一根丝束的型芯引入模壳之前,先将所述永磁元件装载在模壳上;

其中,所述永磁元件因其磁吸力稳定固定在所述型芯或模壳上;未磁化磁铁由于永磁元件、电磁铁或真空的牵引力固定在所述型芯或模壳上;同时磁体分层。

13. 永磁电机的转子(14),其特征在于,所述转子包括转子钟(20),所述转子钟:

由多层树脂纤维复合材料制成;

是包括转子管(20a)和转子底座(20b)的一体结构;在所述转子底座(20b)中心或中心附近设有螺纹、栓或螺纹套管形式的固定部件用于使所述转子钟(20)与机轴耦合;

所述转子底座(20b)区域至少设有一根丝束(FB),其中所述至少一根丝束(FB):

每次以对称形式分布在所述固定部件(22)四周,其中丝束(FB)在所述固定部件(22)处折弯,继续以 $70^{\circ}$ 至 $110^{\circ}$ 的角度向前延伸;

由所述转子底座(20b)中心伸出,大致沿虚构半径或切线延伸至超出所述转子底座(20b)的外边缘(20c);

并在所述转子底座(20b)的外边缘(20c)上折弯,且不间断地沿所述转子管(20a)的轴向和/或与所述转子管(20a)中心纵轴成一定角度进入所述转子管(20a)并穿过所述转子管(20a)延伸至所述转子管的自由边缘区域;

其中至少一个沿转子管(20a)切线方向放置的、螺纹状的丝束(FB)缠绕在所述转子管(20a)区域,

所述转子钟的转子底座的外边缘成圆形或多边形,所述转子底座是多边形盘或圆盘、多边形靶环或圆形靶环;和

所述转子钟的转子管与转子底座形状相同,所述转子管切面也是圆形或多边形;和

所述转子底座包括螺纹状缠绕的长丝或环状的纤维编织层和/或包括至少一个沿虚构半径或切线放置、实质上平行移动的丝束,所述至少一根丝束的一端伸出所述转子底座的外边缘、在所述外边缘处折弯并不间断地穿过所述转子管;或

所述转子钟的壁厚不均匀,和/或所述转子钟是完全由树脂纤维复合材料制成;和

在所述转子钟(20)的转子管(20a)的内侧或外侧装有永磁元件(50),所述永磁元件是嵌在树脂纤维复合材料中的;和

所述转子钟由所述至少一根丝束组成,所述丝束在分层上至少部分重叠。

## 外转子永磁电机、用于该电机的转子及该转子的制造方法

### 技术领域

[0001] 下面将介绍一种外转子永磁电机，特别是由定子和转子组成的一种横向磁场电机。其中该定子绕有定子线圈，该转子装有永磁元件。此外，本文还将介绍该电机的转子及该转子的制造方法。

### [0002] 概念定义

[0003] “电机”是指内向电流、外向电流电动机或发电机。

### 背景技术

[0004] 在外转子永磁电机中，装有永磁元件的转子是塑料材质的转子钟。该转子钟包括玻璃纤维或碳纤维增强型塑料转子管和金属转子底座（例如铝、钢或钛）。因此，永磁元件才能粘在该转子钟内。

[0005] 转子管大致为沿切线方向的玻璃纤维或碳纤维，以确保为运行中转子产生的离心力提供足够的牢固性。安装在转子管上的转子底座可由铝或钛制成。选择这种材料就保证了转子底座的长半径牢固性。出于成本和降低转子惯性的考虑，转子底座通常会选择铝制材料。但由于铝与玻璃纤维或碳纤维的热膨胀系数不同，因此铝并不适合制造大型转子钟。钛由于热膨胀系数低和质量极小，可以成为铝的替代品，但由于其昂贵的成本所以并未纳入考虑之内。

[0006] 德国菲希特尔-萨克斯公司(Fichtel&Sachs AG)的专利DE 44 42 869 C2的内容涉及电机转子及转子制造方法。DE 44 42 869 C2建议在制造转子，尤其是在制造制造方法简单和高坚固性的电机外转子时，将一个管状、圆柱形的外罩安装在转子上，该部件至少在第一横截面区域由塑料材料制成，该塑料材料经大致沿切线方向移动的纤维状钢筋材料强化。外罩与凸起的法兰部件紧固在一起。外罩部分经由塑料材质制成的纤维状钢筋材料强化，钢筋材料相互交错着在多个延伸方向上沿与切线成 $5^{\circ}$ 至 $45^{\circ}$ 的角度延伸。第二横截面的强化应该提升转子的抗弯强度。第二横截面区域内的这种钢筋材料的延伸方向优先沿与切线方向成 $5^{\circ}$ 至 $45^{\circ}$ 的角度延伸；这种做法应使得外罩沿切线方向到达的额定电压比轴向大一个数量级。同时，第二横截面区域采用多层预制钢筋网强化，其中钢筋材料沿多个既定延伸方向轮流或在某个单独位置交错配置在钢筋网上。当纤维或纱线集成了外罩切线偏斜方向时，钢筋材料实质上可能含有单向纤维或纱线。然后连续层轮流集成不同的、与切线方向方便镜像对称的纤维方向。DE 44 42 869 C2建议点阵结构的钢筋网。DE 44 42 869 C2中的法兰部件与外罩集成连接，这样就能与外罩一起通过压铸形成。生成法兰部件的塑料材料在第一轴向纵截面区域内经由主要为平面叠加和预制的多层圆盘形钢筋网的堆垛加强。钢筋网以周期性、 $360^{\circ}$ 互补花纹图案成角度地围绕在旋转轴上。嵌入外罩和法兰部件的塑料材料中的钢筋材料在制造转子时预制成钢筋体。塑料材料可采用双组分注射成型工艺（反应注塑成型或RIM方法）成形。金属环状轮毂注入法兰部件中。轮毂包括外露的、轴向或/和径向的凸缘面，形成了可供支座凸起、轴或类似部件安装法兰的连接器。轮毂沿切线方向分布，有多个嵌入法兰部件塑料材料的锚固组织，外露凸缘面内的锚固组织的配置范围内

径向开设有许多沿轴向连续的固定孔。

[0007] 乌拉尼特有限责任公司DE 38 23 113 C1的内容涉及制造电气传动装置或磁驱动装置的缝隙罐的生产方法,缝隙罐由纤维复合材料制成。驱动装置也由纤维复合材料制成,包括连接法兰和扁平的拱形基座,基座因缝隙罐的圆形部件被加强。缝隙罐的外罩由圆周线圈和螺旋线圈缠绕而成。这种缝隙罐通常阻隔在电磁离合器泵中。电磁离合器泵将传统液压泵与永磁驱动器结合在一起,其中两个半联轴器中的永磁体相互吸引、排斥,形成无接触、不滑动的扭矩传递。缝隙罐位于两个装载磁体的半联轴器之间,将产品空间与周围环境分离。磁驱动器不接触、不滑动地推动磁性载体转动,从而驱动电磁离合器泵。然后,磁性载体驱动泵叶轮。磁驱动器与磁性载体之间为缝隙罐,将传输的物料与环境隔离,防止泄露。金属缝隙罐因旋转的磁场导致涡轮损耗,为了避免此种情况发生,缝隙罐可以由例如塑料材料制成。此外,缝隙罐在电磁离合器泵运行时保持不动,也就是说当电机转子转动的时候,缝隙罐被其他固定部件完全固定。缝隙罐必须压力稳定,也不能造成任何涡轮损耗。此处介绍的缠绕技术中,与螺旋线圈接触的罐体底部也需要缠绕,制造中应允许形状稳定、薄壁的缝隙罐,外部和底部区域能够承受极高的运行压力。该缝隙罐由纤维复合材料制成,包括连接法兰和扁平的拱形基座。基座因缝隙罐的圆形部件被加强。因此,在罐体底部粘上一个遮盖中心开口的强化盖子,盖子的边缘可进入罐体的圆柱形部分。DE 38 23 113 C1中缝隙罐的外罩由圆柱形线圈和螺旋线圈缠绕而成。螺旋线圈与纵轴成 $10^{\circ}$ 至 $40^{\circ}$ 缠绕。其中,DE 38 23 113 C1中缝隙罐外罩的纤维径向围绕着线芯轴的绝缘罩盖进入栓上的设备下面,栓与纤维缠绕的角度为 $10^{\circ}$ 至 $40^{\circ}$ 。

[0008] 该外转子永磁电机、用于该电机的转子及该转子制造方法的技术背景详见德国专利DE 10 2009 021 A1和DE 199 60 182 A1和美国专利US 2001/0 036 565 A1和US 2007/0 297 905 A1。

## 发明内容

### [0009] 技术问题

[0010] 本发明的目的是提供一种结构紧凑、效率高的电机。

### [0011] 技术方案

[0012] 在一种技术方案中,提供一种具备权利要求1所述特征的永磁电机。尤其提供一种包括定子和转子的永磁电机,定子上绕有线圈,转子上装有永磁元件。定子与转子之间存在气隙,该气隙的边界是由永磁元件和定子上的、在特定位置与永磁元件对齐的导磁齿来确定。转子包括转子钟,转子钟由多层树脂纤维复合材料制成、是包括转子管和转子底座的一体结构,在转子底座中心或中心附近处设有螺纹、栓或螺纹套管形式的固定部件用于使转子钟与机轴耦合、且转子底座区域至少设有一根丝束。所述至少一根丝束每次以对称形式分布在固定部件四周,其中丝束在固定部件处折弯,继续以 $70^{\circ}$ 至 $110^{\circ}$ 的角度向前延伸、从转子底座中心伸出、大致沿虚构的(auf gedachten Sekanten)半径或切线延伸至超出转子底座的外边缘、在转子底座的外边缘折弯、沿转子管的轴向和/或与转子管的中纵轴成一定角度不间断地进入转子管中并穿过转子管直至到达转子管的自由边缘区域,其中至少一个沿转子管切线方向放置的、螺纹状的丝束缠绕在转子管区域。在转子钟的转子管的内侧或外侧装有永磁元件,永磁元件是嵌在树脂纤维复合材料中的。

[0013] 这种技术方案为批量生产所需的最佳装配提供了一种高功率密度的永磁电机。这种永磁电机的转子钟具有抵抗作用于它的力和扭矩的高刚度(eine hohe Steifigkeit),生产简单、效率高,成形性好。此外,所述丝束是一层或多层长度不限的纤维,既可以一起折弯,也可以单独分束。

#### [0014] 电机、转子和转子制造方法的特性和设计方案

[0015] 这种永磁电机的转子钟的结构十分牢固,具有很高的模具精度和可重复性。纤维的高刚性和韧性在电机转子钟的纵向成形中得到了最佳应用。由于转子管与转子底座之间没有结合件,转子钟是均质的一体式结构,因此转子钟结构牢固,能够应对电机运行中产生的力和扭矩,形状稳定。下面所述设计方案的方法与上述特点协同发挥作用。它们是电机、相应转子及转子最佳制造方法的技术和经济总体布局。

[0016] 用树脂浸润所述至少一根丝束,待时效硬化反应发生之后,固定部件将永久正确地固定在转子钟内。所述至少一根丝束可由10至1000层玻璃纤维、碳纤维或芳族聚酰胺纤维<sup>®</sup>构成。为了提高转子钟的成形稳定性,所述至少一根丝束也可以缝合或粘在一起。

[0017] 转子钟的转子底座的外边缘是圆形或多边形,转子底座也可以是多边形盘或圆盘、多边形靶环或圆形靶环。原则上,转子钟的转子底座既可以是平整的,也可以是拱形的。

[0018] 转子钟的转子管有一点与转子底座相似,即转子管切面也是圆形或多边形,而转子底座包括至少一个大致沿虚构的切线或半径放置的、大致平行移动的丝束,且该丝束至少一端伸至超出转子底座的外边缘,在转子底座的外边缘折弯并穿过转子管。

[0019] 转子钟的壁厚分布不均匀,和/或该转子钟是全部由树脂纤维复合材料制成。

[0020] 转子钟可以由至少一个成螺线状缠绕的丝束、长丝或环状纤维编织层和/或大致平行移动的丝束构成,该丝束在分层上至少部分重叠。

[0021] 转子钟在朝向气隙的一侧设有嵌入树脂纤维复合材料中的永磁元件。这些永磁元件可以在只需承受小于90%相应永磁元件最大流动磁通量的位置上仿形(Die Permanetmagnet-Elemente können an den Stellen, an denen sie weniger als 90% des durch das jeweilige Permantmagnet-Element maximal fließenden magnetischen Flusses tragen, konturiert sein)。

[0022] 永磁元件在远离气隙的一侧和/或朝向气隙的边缘上仿形,形成弯曲或留有阶梯状的空隙(Die Permanentmagnet-Elemente können auf ihrer vom Luftspalt abliegenden Seite und/oder an ihren dem Luftspalt zugewandten Rändern konturiert, gewellt oder mit stufenförmigen Aussparungen versehen sein.)。这种结构降低了转子的质量,节省了磁性材料。

[0023] 生产适合上述永磁电机的转子钟,可以使用以下方法:

[0024] 提供型芯,包括第一模座、第二模座和组合模具的圆柱形中间件;用至少一根丝束缠绕型芯,丝束在分层上至少部分重叠,为了生成两个边缘区域相邻的转子钟,所述至少一根丝束不间断地沿圆柱形中间件缠绕第一模座和第二模座上,其中所述至少一根丝束从第一模座中心伸出,大致沿虚构的半径或切线延伸至超出第一模座的外边缘;所述至少一根丝束(FB)然后在第一模座的外边缘折弯、不间断地顺着型芯圆柱形中间件沿圆柱形中间件的轴向和/或与圆柱形中间件中心纵轴成一定角度移动、直至超出第二模座;由此形成一个

整体,包含两个镜像的转子钟,每个转子钟都包括转子管和转子底座,在转子底座中心或中心附近有螺纹、栓或螺纹套管形式的固定部件用于使转子钟与机轴耦合,且转子底座区域至少设有一根丝束。所述至少一根丝束每次以对称形式分布在固定部件四周,其中丝束在固定部件处折弯,继续以 $70^{\circ}$ 至 $110^{\circ}$ 的角度向前延伸,其中至少一个沿转子管切线方向放置的、螺纹状的丝束缠绕在转子管区域,由所述至少一根丝束和已注入的树脂共同构成的至少两个转子钟发生时效硬化反应;横向对应于圆柱形中间件的中心纵轴的纤维复合物分裂成两个单独的转子钟,两个单独的转子钟从型芯上脱模。

[0025] 将至少一根丝束安装在型芯上时或在此之前,可先用树脂浸润。这个由至少一根丝束和树脂共同构成的纤维复合体在纤维复合体分裂前发生时效硬化反应。

[0026] 采用有效的制造方法一次能够至少生产两个永磁电机的转子钟,所述至少一根丝束在实际应用中作为无限长丝束重复缠绕在第一模座、第二模座和圆柱形中间件上。与此同时,型芯连续或不间断地围绕其中心纵轴旋转。作为替代选择或额外补充,至少一个引导所述至少一根丝束(FB)至型芯的线头大致沿平行于所述型芯中心纵轴或与型芯中心纵轴成尖角的方向来回移动。纤维复合物的生成受到型芯围绕中心纵轴的旋转运动或所述至少一根丝束围绕型芯的运动轨迹的旋转运动的影响,根据未来运行的磁通量和扭矩的要求由该纤维复合物切出转子钟。

[0027] 一个型芯同时成型两个转子钟极大地降低了生产费用。采用上述制造方法,所述至少一根丝束弯曲形成一个均质“型泡”,而后同时制造出两个相对的转子钟。如果型泡是由用树脂浸润的丝束弯曲而成,那么树脂时效硬化之后型泡就能从中心裂开。但只由丝束和可能的固定原件构成的、未浸润的型泡也能从中心裂开,仅在后续加工过程中才会使用树脂。两种方法都能在一次弯曲过程中得到两个转子钟,几乎不会产生废料。在缠绕所述至少一根丝束之前,作为内模的线芯轴或型芯可以先装载永磁元件。型泡退火后剧烈分裂成两个转子钟,然后线芯轴可以重新装载永磁元件,再缠绕所述至少一根丝束。根据转子钟的几何形状/结构的要求,所述至少一根丝束持续缠绕在线芯轴上,同时线芯轴围绕轴旋转和摆动,由此生成型泡。型泡最好采用湿法复合方法制造,这样型泡在丝束缠绕之后仅需退火即可。目前即使在现有技术中提到的采用类似对称性的著名结构中也没有人推荐“同时”生产两个转子钟的制造方法。这种“同时”生产两个转子钟的制造方法产生的生产效率及收益是十分显著的。

[0028] 此外,该制造方法的变型方案包括以下步骤:

[0029] 将缠绕至少一根丝束的型芯引入至少一个模具模壳中,由此形成腔,所述至少一根丝束位于腔中;将模腔密封;将树脂注入模腔;由所述至少一根丝束和已注入的树脂共同构成的至少两个转子钟发生时效硬化反应;至少两个转子钟从模腔中脱模。

[0030] 在制造方法的变型方案中需要额外执行以下步骤:在型芯上缠绕所述至少一根丝束之前,先将永磁元件装载在型芯上,或在将缠绕至少一根丝束的型芯引入至少一个模壳之前,将永磁元件装载在模壳上。

[0031] 采用这种方法无需任何预制套、预浸料或其他剪裁。此外,丝束可以根据要求沿轴向或切线方向缠绕在型芯上,由此生成的转子可获得最佳的刚性和韧性。

[0032] 经过持续的缠绕过程,转子钟在生产中几乎不产生废料。线芯轴仅作为简单工具重复使用。型芯的丝束缠绕可由自动化绕线机完成,实现了过程控制化和生产自动化,省去



了人工步骤。

[0033] 生产至少两个转子钟的方法也可能包含以下步骤:将在分层上至少部分重叠的至少一根丝束作为由长丝或环状纤维编织层构成的螺纹线头、和/或至少将一个大致平行移动的丝束缠绕在型芯或所述至少一个模壳上,以形成两个转子钟的转子底座和/或转子管。

[0034] 由未旋转、伸长的长丝构成的丝束例如可以松弛地缠绕在型芯上,浸入树脂之后,树脂时效硬化和树脂纤维复合物的对半分裂,生产运行中的磁通量和扭矩合理的转子钟。

[0035] 作为替代选择,丝束可作为拉应力作用下的长丝缠绕在型芯上,丝束在缠绕型芯之前首先用树脂浸润,树脂发生时效硬化之后树脂纤维复合物对半分裂,由树脂纤维复合物生成运行中的磁通量和扭矩合理的转子钟。

[0036] 所述至少一个长丝缠绕的型芯可被引入一体的或组合模具模壳,由此形成模腔,所述至少一根丝束就位于模腔中。然后密封、关闭该模腔。接下来,通过第一输入管道将注满树脂的外部储备容器与模具连通。此外,通过第二输入管道将低压泵与模具气动联接。将低压施加在第二输入管道和/或将高压施加在注满树脂的储备容器上,使得外部储备容器中的塑料树脂经第一输入管道进入模具内。这样两个转子钟的型泡-纤维半成品才能被树脂浸润。最终,制作完成的两个转子钟仅留有少量极小的滞留气泡。

[0037] 合适的加热部件对模具和所述被树脂浸润的至少一根丝束加热,受热后树脂开始时效硬化反应,这样型泡-纤维复合物的单个纤维能够在内部相互结合在一起。由型泡-纤维复合物构成的转子钟发生时效硬化反应之后分裂,转子钟从模腔中脱模。将模具部件清洗干净后,模具可再次用于生产新的转子钟。

[0038] 在型泡缠绕型芯之前,先将永磁元件装载在型芯上,或将缠绕型泡-纤维复合物的型芯引入模壳之前,先将永磁元件装载在模壳上,这种方法就可以生成由树脂纤维复合材料制成的完整的转子钟。

[0039] 为了使组装的纤维半成品达到磁通量和扭矩要求,丝束或纤维束中未扭曲的、伸长的长丝通过编织、刺绣和/或缝制相互结合在一起。同时也可直接将纤维缠绕在型芯上。这种方法能够自动生产出由纤维复合材料制成的廉价转子钟。例如,与预浸润或手工叠层的方法相比,该方法的优势是转子钟的质量更佳,重现性好,适合大批量生产,并具有独特的特性,例如耐冲击性高,通过编织达到纤维缠绕的特殊磁通量要求,和长丝得到加强。

[0040] 转子底座和转子管具有长丝结构,用塑料树脂浸润和硬化之后,电机运行时产生的离心力、倾覆力矩、倾斜力和扭矩等对转子、转子与机轴的对准以及电机定子的模具稳定性的影响因素得到最佳补偿,由此将所述至少一根丝束缠绕在型芯上。

[0041] 永磁电机的定子具有最佳的机械张力,为三维立体树脂纤维复合材料结构,具有很高的牢固性。批量生产可通过丝束来实现。其他部件可在类似过程中在转子钟内分层。

[0042] 而相对于传统的要求,在本发明中,部件和连接过程减少,质量和惯性力矩减小,牢固性增强。由于转子底座和转子管内是整体、相似和均质的物质,因此不会产生因为材料特性不同而引发的分层危险。例如永磁元件等的功能部件可在制造过程中分层。不需要其他粘接过程。

[0043] 根据模具结构和材料选择可以量化生产。因此大多数情况下可避免昂贵、成本密集的部件加工。

[0044] 在较典型的结构中,永磁元件单独粘在预制转子上或转子内。转子钟、永磁元件、

胶黏剂及其安装误差在气隙方向上合在一起。该误差范围在轴向上可能为0.5mm左右或更高,由此导致永磁元件将进入气隙中,从而可能造成永磁元件与定子相撞。此外,由于气隙尺寸的不同,电机的励磁相差较大从而导致电机的调整不稳定。气隙增大还可导致扭矩和效率损失的增大。为了避免这些问题,去掉永磁元件的多余尺寸,转子磨平至额定尺寸。这意味着损失了约10%的永磁元件,需要昂贵的额外工艺过程,还必须对转子钟执行昂贵的清洗以去除磁性磨料粉。此外,永磁元件的防腐蚀保护层也被磨掉,需要重新涂抹。

[0045] 因此,丝束缠绕型芯之前先将永磁元件安装在型芯上或将缠绕丝束的型芯引入模壳之前先将永磁元件安装在模壳上。

[0046] 对于外转子电机,在型芯上缠绕所述至少一根丝束之前,先将永磁元件安装在铁磁型芯上。对于内转子电机,将缠绕至少一根丝束的型芯引入模壳之前,先将永磁元件安装在模壳上。其中,永磁元件因其磁吸力而稳定固定在型芯或模壳上。无磁性磁铁由于永磁元件、电磁铁或低压的牵引力而固定在型芯或模壳上,同时磁体分层,生成转子钟成品。定位芯轴用作线芯轴。

[0047] 型芯和模壳在此处形成理想的气隙直径。所有可能出现的误差均聚集在永磁元件远离电机气隙的一侧,因此不会对气隙造成影响。永磁元件远离气隙一侧的尺寸误差不会对电机功能造成影响。因为这些误差随着永磁元件嵌入树脂纤维复合材料中得到补偿。因此省去了昂贵的转子钟再加工过程。

[0048] 采用如上所述的误差补偿方法,即使永磁元件的尺寸误差很大,也能以低成本生产出高精度的转子钟。因此,本发明提供的永磁电机可以使用价格低廉、未打磨的永磁元件。这种高尺寸精度、形状稳定的转子钟能够形成一个极小的气隙,提高了励磁,节省了磁性材料,磁性材料的防腐蚀保护层也保留了下来,不必因为再加工过程(磨光)而被磨掉。通过转子钟内的分层省去了粘合的过程,甚至省去了再加工所需的转子钟清洁。

[0049] 复合结构的树脂纤维复合材料具有很高的纤维体积含量。用树脂浸润所述至少一根干燥丝束,型泡-纤维树脂复合物发生时效硬化反应,脱模之后生成成品转子钟。这种方法是一种封闭的过程,涉及部件重量、纤维体积含量和部件尺寸的加工误差很小。

[0050] 转子的永磁元件可以是由铝镍合金或铝镍金合金、钡铁氧体或锶铁氧体、钕钆合金或钕铁硼合金或其他类型材料制成的铸件、冲压件或剪切件。高能源产品(BH)最高也能达到150℃至180℃的温度区间。

[0051] 为了增强机械稳定性,永磁元件作为粉末颗粒嵌入耐热塑料粘合剂中,例如含有聚酰胺、聚苯硫醚、热固塑料、环氧树脂或其他类似物质。耐热塑料粘合剂也可以是甲基丙烯酸酯胶粘剂、环氧树脂胶粘剂、聚氨酯胶粘剂或酚醛树脂胶粘剂、纤维加强的环氧树脂或疏水性的环氧树脂。

[0052] 永磁元件实质上可以是方形结构,也可以本质上与磁通轭的结构相匹配;从俯视气隙面上看,永磁元件也可以是矩形、梯形、三角形、菱形或类似形状。此外,永磁元件也可设计为环段或整环。为了使得气隙的间隙持续恒定,可以将定子轮廓以镜面方式添入永磁元件中。

[0053] 永磁电机的转子包括转子钟。该转子钟由多层树脂纤维复合材料制成、是包括转子和转子底座的一体结构。转子钟在转子底座区域设有至少一根丝束,该丝束由转子底座中心伸出、沿虚构的半径或切线延伸至超出转子底座的外边缘;所述至少一根丝束在转

子底座的外边缘折弯、不间断地沿转子管的轴向和/或与转子管成一定角度进入转子管并穿过转子管直至到达转子管的自由边缘区域。转子钟的转子底座的外边缘是圆形或多边形,转子底座也可以是多边形盘或圆盘,多边形靶环或圆形靶环。转子钟的转子管有一点与转子底座相似,即转子管切面也是圆形或多边形、和/或包括螺纹状缠绕的长丝或环状的纤维编织层。转子底座包括至少一个大致沿虚构的切线或半径放置的、大致平行移动的丝束,且该丝束的至少一端伸至超出转子底座的外边缘、在转子底座的外边缘折弯并不间断地穿过转子管。转子钟的壁厚分布不均匀和/或完全由树脂纤维复合材料制成。在转子钟的转子管的内侧或外侧装有永磁元件,永磁元件是嵌在树脂纤维复合材料中的。转子钟由所述至少一根丝束组成,丝束在分层上至少部分重叠。

### 附图说明

[0054] 在后续说明中会结合附图为本领域技术人员介绍其他的特征、性能、优点和可能的变化。

[0055] 图1是永磁电机的纵截面的侧视示意图;

[0056] 图2是转子钟的侧透视示意图;

[0057] 图3是图2所示的转子钟的俯视示意图;

[0058] 图3a是图2所示的转子钟变型的俯视示意图;

[0059] 图4至图6是同时生产两个图2所示的转子钟的过程示意图;

[0060] 图7是含永磁元件的转子展平的横截面图;

[0061] 图8是含永磁元件的转子展平的纵截面图。

### 具体实施方式

[0062] 图1是一种永磁电机的纵截面的侧视示意图,是一种外转子电机。该图及后续阐述的图同样适用于内转子电机。电机10包括定子12和转子14。转子14与定子12之间形成气隙16。定子12由气隙16隔离,周围环绕着钟形的转子14,转子的端面有一个带开口18a的转子底座18,主动轴20在开口18a中与转子14抗扭地连接在一起。转子14的球轴承或滚子轴承将不在这里图解说明。

[0063] 定子12绕有线圈28,即两个空心圆柱形线圈28a和28b,线圈沿横向磁场电机10的中心纵轴M同轴方向设置。每个空心圆柱型线圈28a,28b都是由横截面大致呈矩形的带状材料缠绕而成。每个空心圆柱型线圈28a,28b均包括内侧面30、外侧面32、下端面34和上端面36。空心圆柱型线圈28a,28b容纳在定子12中。定子12在上述结构形式中是组合结构,但也可以设计成一体结构,因此需要将线圈28的线圈28a,28b纳入外壳部件,该外壳部件作为磁通轭30。每个磁通轭在朝向转子一侧的齿面上有许多齿42,这些齿沿中心纵轴M相互平行排列。在内转子电机中,磁通轭30的齿42安装在空心圆柱型线圈的内侧面上,而在外向电流电机中(如上述所示范例)则安装在空心圆柱型线圈28a,28b的外侧面上。

[0064] 永磁元件50安装在转子14上、通过气隙16与周围的齿42沿径向隔开,永磁元件根据气隙16的磁取向进行相应变换。图示中用不同的阴影线标记不断变换的极化。当转子14位于与定子12对应的特定位置上时,转子14轴向上的永磁元件50与定子12轴向上的齿42对齐。

[0065] 如图1所示,实际上,永磁元件50的结构与齿42的结构相适配;永磁元件50朝向齿一侧的侧面可以是矩形、梯形、三角形、菱形或其他类似形状。在转子钟14内周上相邻排列的永磁元件50具有不同的磁取向。因此对立取向的永磁元件50成棋盘状变化排列。

[0066] 转子14包括转子钟20。转子钟20由多层树脂纤维复合材料制成。转子钟是由转子管20a和转子底座20b(见图2、图3)组成的一体结构。转子钟20在转子管20a区域内设有沿转子管20b切线方向的环状丝束FB。如图2所示,为了更好地图解描述,图2中只显示了部分内容。丝束FB在转子钟20的转子底座20b区域分层分布。丝束从转子底座20b的中心伸出,大致沿虚构的半径或切线延伸至超出转子底座20b的边缘20c;丝束FB在转子底座20a的外边缘折弯、不间断地穿过转子管20a。图2中为了获得更好的图示说明,因此只显示了部分。丝束FB含有2至50根长丝,例如20根,对称地缠绕在螺纹、栓或螺纹套筒上,而这些螺纹、栓或螺纹套筒则位于转子底座20b的中心或中心附近。丝束FB在每个固定部件处以 $70^{\circ}$ 至 $110^{\circ}$ 的角度折弯,而后继续缠绕,由此形成了层叠结构,这样形成的转子钟20的转子底座20a外边缘20c是圆形结构,转子底座的结构也变成了圆盘。

[0067] 图3a介绍的变型结构是不含螺纹套筒22的。在这种结构中,丝束FB在转子底座上方沿靠近中心处的切线方向缠绕,在通道处折弯进入转子管并不间断地穿过转子管20a。机轴的固定部件既可以按照图3a的模式,也可以按照图3的模式补充安装。

[0068] 转子钟20的转子管20a有一点与转子底座20b相似,即横截面是圆形的。丝束FB包括螺纹状缠绕的玻璃纤维。这种结构使得转子钟的结构符合磁通和扭矩的要求。

[0069] 转子钟20完全由树脂纤维复合材料制成,壁厚取决于纤维复合物的厚度,薄厚不一。在转子钟20的转子管内侧(见图7、8)或外侧设置有永磁元件50,永磁元件是嵌在树脂纤维复合材料中的。

[0070] 制造至少两个这样的永磁电机转子钟的制造方法包含以下步骤:提供组合模具,模具包括型芯,型芯包括第一模座,第二模座和圆柱形中间部件(见图4)。在前面所讲的变型技术方案中,型芯是一体成型的。将所述至少一根丝束缠绕在型芯上,丝束在分层上至少部分重叠,并形成两个转子钟,两个转子钟的两侧边缘区域在圆柱形中间件的中心处临近。丝束FB将不间断地越过第一模座沿着圆柱形中间件缠绕在第二模座上。丝束由第一模座的中心或中心附近伸出,大致沿虚构的半径或切线延伸至超出第一模座的外边缘。丝束在第一模座的外边缘折弯、不间断地沿着型芯的圆柱形中间件且与型芯中心纵轴成一定角度向前延伸直至到达第二模座。重复以上过程,同时型芯沿其中心纵轴M旋转,引导丝束FB的线头沿椭圆或圆形线头轨迹WKB围绕型芯的横轴Q旋转,直到纤维体制成为止。经过这两组互相重叠的运动的协同作用形成了两个转子钟的转子底座和转子管。丝束在依照图示模式缠绕在型芯上之后用树脂浸润。为此需要将组合模具的2个外壳部件F2移至型芯FK上,由此形成了模腔,而纤维体就位于腔内。然后借助低压作用将树脂注入腔内(见图5),与纤维体结合在一起。由丝束FB和树脂构成的纤维复合物发生时效硬化反应之后,纤维复合物沿型芯FK圆柱形中间件的中心纵轴M的方向横向分裂,由此获得两个单独的转子钟。最后一步将两个单独的转子钟从型芯上脱模下来(图6)。

[0071] 在一种未在此处详细介绍的方法模式中,生产转子时也可以配备多个引导丝束FB的线头。不仅节省了生产时间,也提高了方法的经济性。

[0072] 在另一种未在此处详细介绍的方法模式中,生产外转子电机的转子时,永磁元件

可在丝束FB缠绕型芯之前先安装在型芯上。生产内转子电机的转子时,在将缠绕至少一根丝束的型芯引入型壳之前可先安装永磁元件。

[0073] 同时永磁元件50可在远离气隙的一侧(被树脂纤维复合物吸入的侧面)仿形,例如形成卷曲或留出阶梯状的空隙(见图7、8)。这将提高整体结构的牢固性。此外,永磁元件50可以在纤维复合物缠绕之前通过定位固定在转子管的切线或纵向方向上。永磁元件50为方形时,永磁元件50远离气隙一侧和面向气隙的边缘区域都不能或只能承受少量磁通量。与此不同,仿形的侧面借助阶梯状的留白可以实现转子内磁体在正确位置的进给和定位,允许磁体形状优化,且机器扭矩不存在重大损失;允许仿形永磁元件的几何形状优化,此外还允许转子内磁体的识别和定位。因为永磁元件是棱镜几何形状,因此模具不需要很高的复杂性。该转子的变型降低了磁质量,但未降低电机扭矩,由此减少了稀土金属的费用。此外,还实现了转子质量和转子转动惯量的下降。因此,可以实现机械和光学位置识别以及磁体在转子钟内的自动定位。

[0074] 上述变型及其制造只是为了帮助更好地理解所述技术方案的结构、作用原理和特点;但方法不仅局限于设计范例。图表是部分示意图,清晰并放大地展示了部分主要的特性和影响,明晰了功能、作用原理、技术设计和特性。

[0075] 图表或文中介绍的每种作用方式、原理、技术设计和特性可以与文中或其他图中的所有要求、每个特性相结合,本发明中含有或衍生出的其他作用方式、原理、技术设计和特性可以自由结合,因此所有组合都属于上述技术方案。同时,各种组合也存在于文中所有单个设计中,这意味着存在于说明的每个段落和要求中。各种组合也存在于文中不同变体、要求和图表中。

[0076] 前面论述的结果细节和方法细节相互之间存在联系;但它们之间既可以互不影响,也可以相互任意结合。在图中介绍的每个部件和段落之间的比例,及其尺寸和比例是不受限的。每种尺寸和比例与示例相比可能有较大偏差。即使是权利要求也并不限制所有上述特性的公布和组合可能性。所示特性是明确的,可单独或与其他特性一起公开。

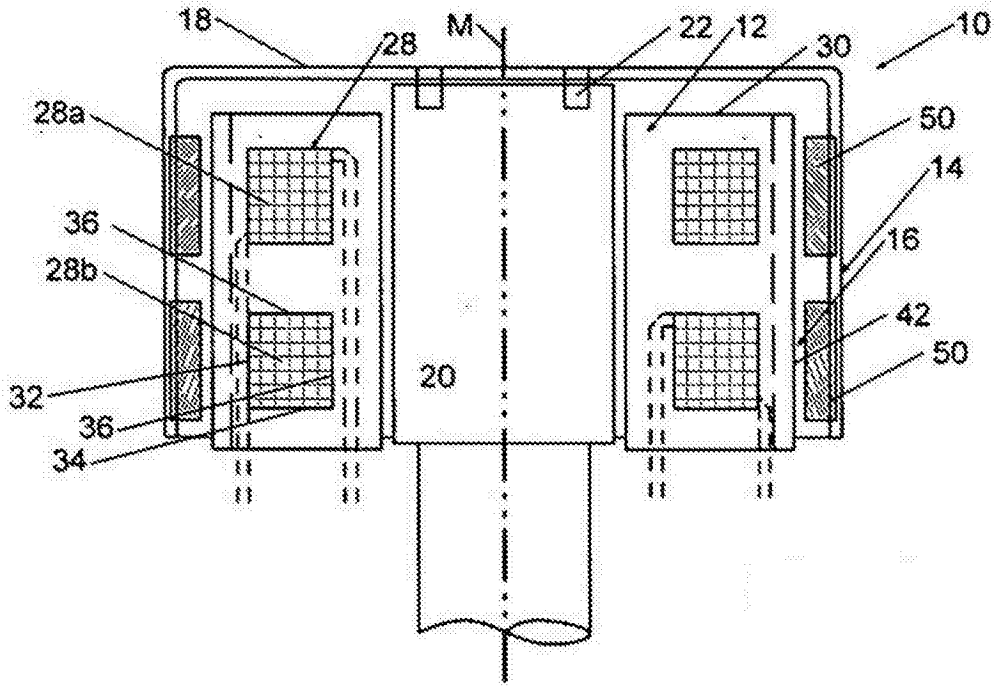


图1

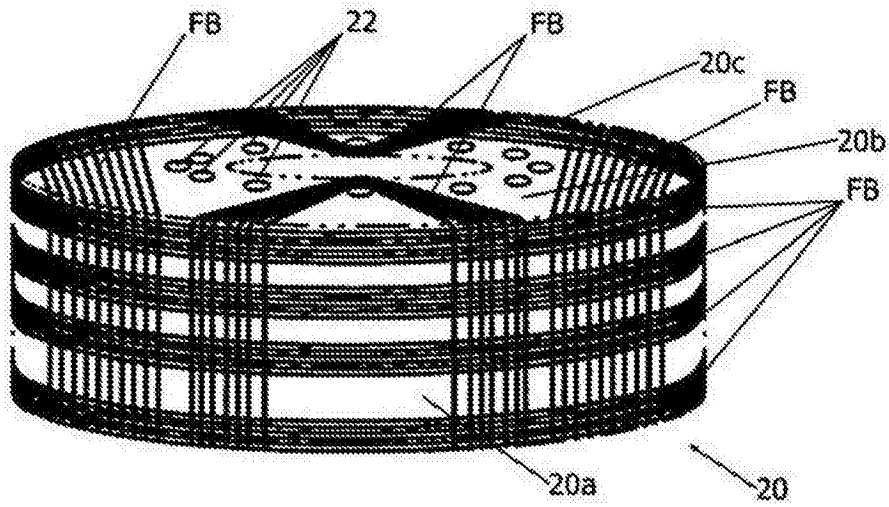


图2

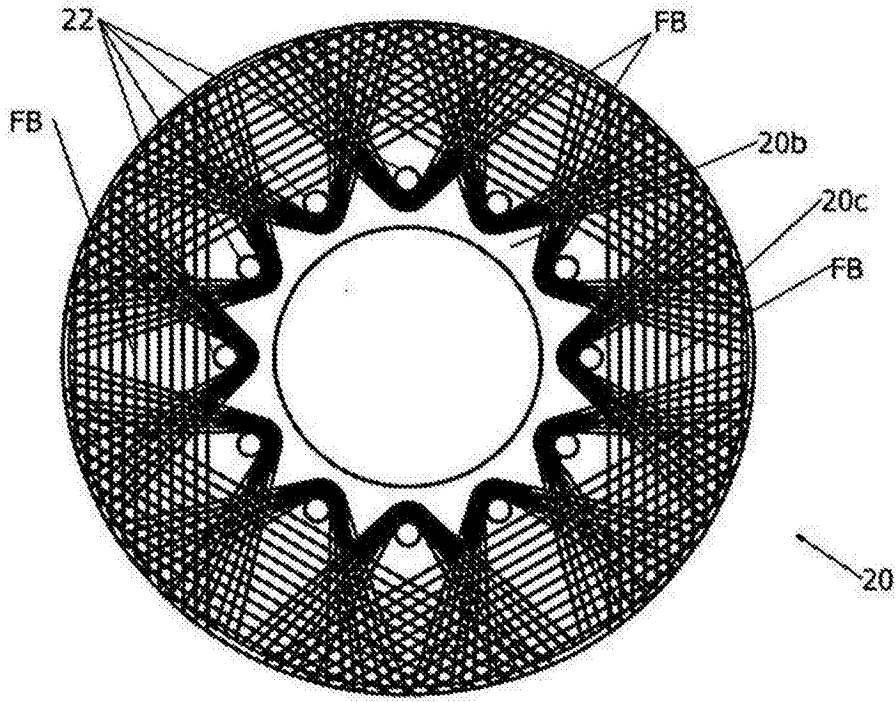


图3

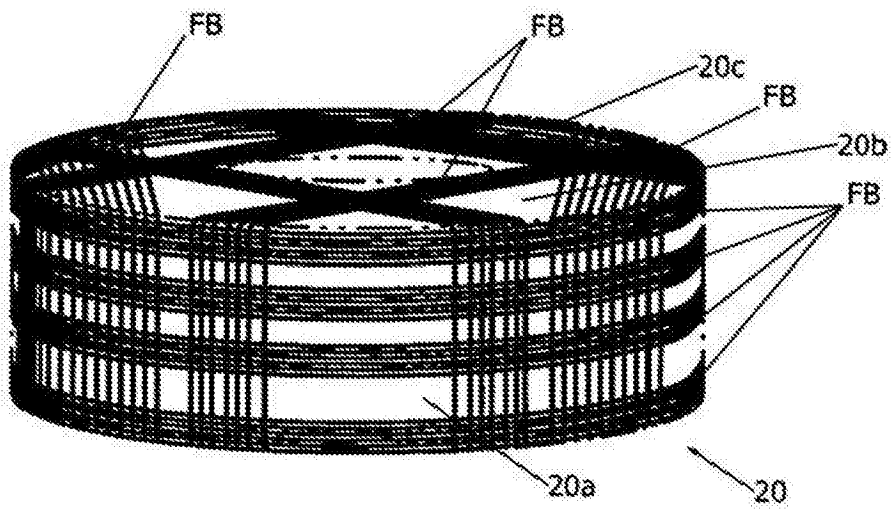


图3a

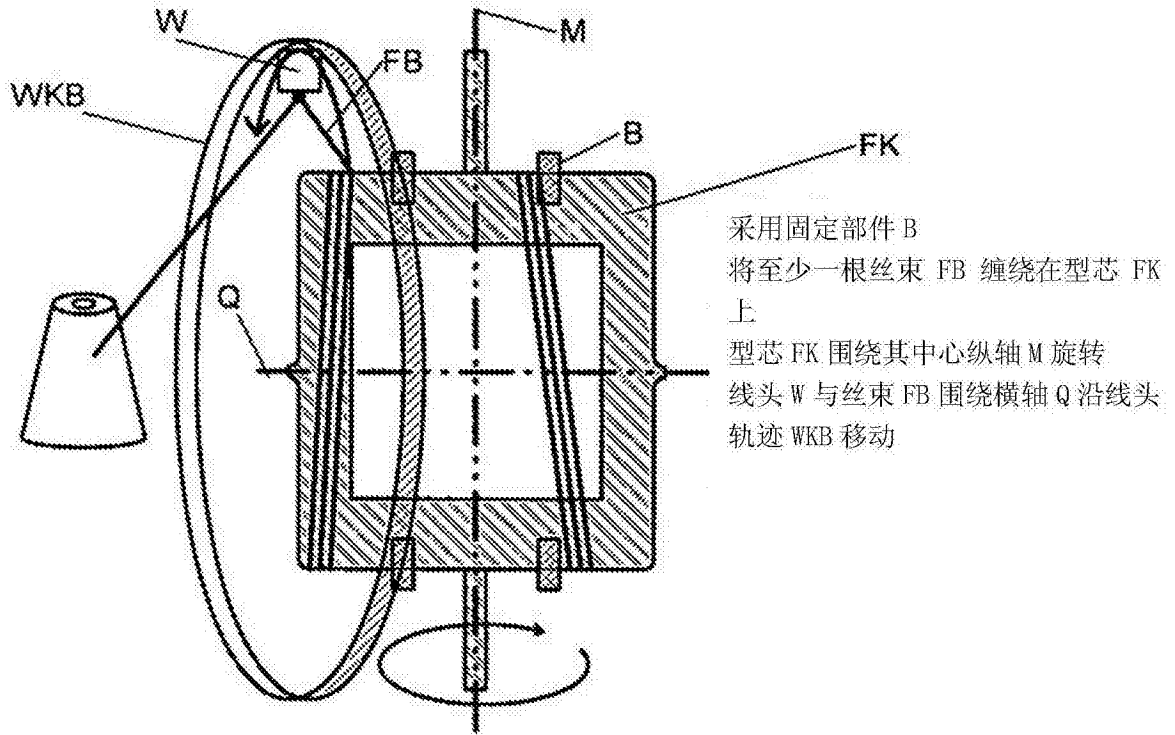


图4

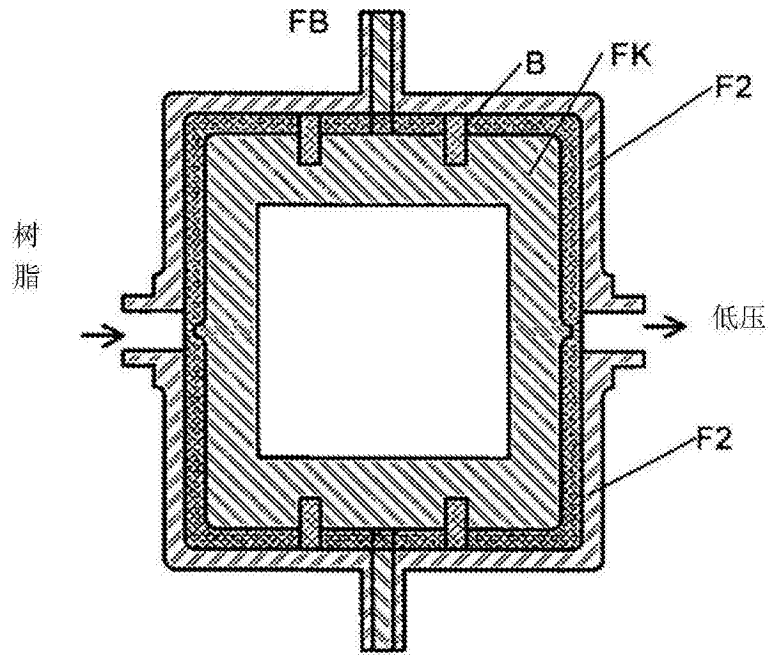


图5



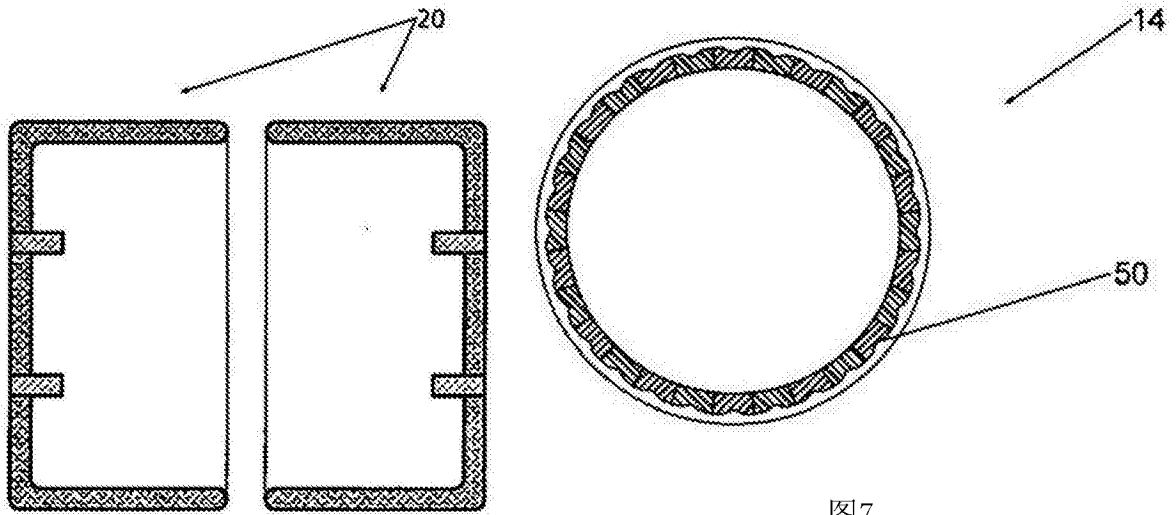


图7

图6

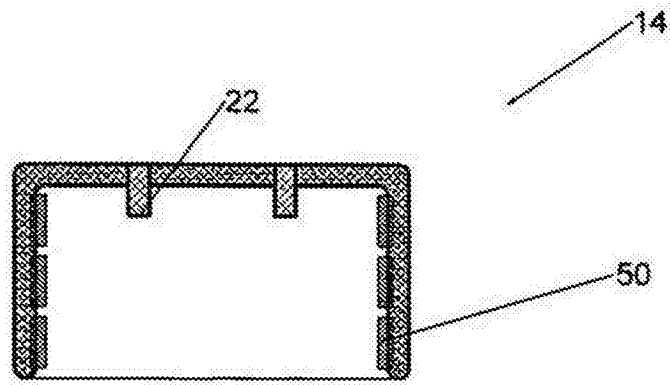


图8