



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108141069 B

(45) 授权公告日 2021.01.22

(21) 申请号 201680059957.0

(22) 申请日 2016.09.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108141069 A

(43) 申请公布日 2018.06.08

(30) 优先权数据
15191034.6 2015.10.22 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.04.13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2016/071723 2016.09.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/067719 EN 2017.04.27

(73) 专利权人 ABB瑞士股份有限公司
地址 瑞士巴登

(72) 发明人 J·科莱赫迈宁

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
代理人 范莉

(51) Int.Cl.
H02K 1/24 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2003111927 A1, 2003.06.19
US 2003111927 A1, 2003.06.19
DE 102014014487 A1, 2015.08.13
EP 2790295 A1, 2014.10.15
EP 2790296 A1, 2014.10.15

审查员 熊齐兵

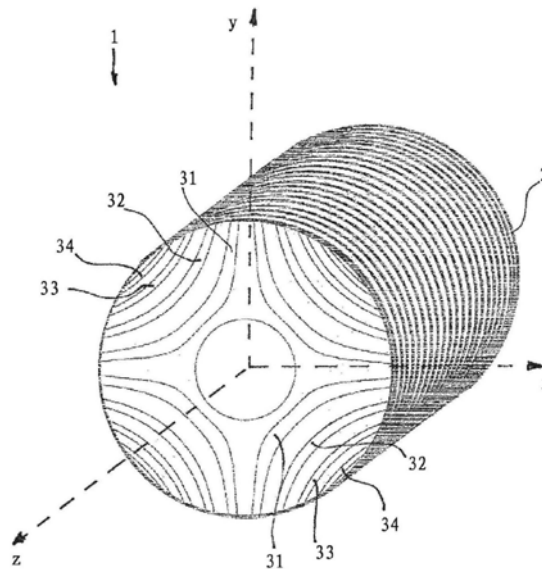
权利要求书2页 说明书8页 附图17页

(54) 发明名称

用于旋转电机的转子

(57) 摘要

一种用于旋转电机的转子有数量 n 个磁极对 p ,这些磁极对 p 限定了相应的直极轴(D轴)和交轴(Q轴),该转子包括转子芯,该转子芯有沿转子轴向 z 堆垛的多个导磁叠片。导磁叠片包括切口部分,该切口部分形成多个磁通屏障,该磁通屏障相对于所述Q轴从所述导磁叠片的第一边缘部分连续延伸至第二边缘部分,所述磁通屏障与磁通路径沿径向交替。多个磁通屏障形成相应的多个空腔,这些空腔沿着所述轴向方向 z 在转子芯中延伸,所述多个空腔中的至少一些由导电和不导磁的材料填充。转子还包括多个槽道,这些槽道沿周向和沿轴向方向 z 间隔开,各所述槽道横向连接所述多个空腔中的两个相邻空腔,至少一些所述槽道由不导磁的材料填充。



1. 一种用于旋转电机的转子(1),其具有数量 n 个磁极对(p),所述磁极对(p)限定了相应的直极轴(D轴)和交轴(Q轴),所述转子(1)包括转子芯(2),所述转子芯(2)有沿转子轴向方向 z 堆垛的多个导磁叠片(10;100);其特征在于,所述导磁叠片(10;100)包括切口部分(11、12、13、14;101、102),所述切口部分(11、12、13、14;101、102)形成多个磁通屏障(FB),所述磁通屏障(FB)相对于所述交轴从所述导磁叠片(10;100)的第一边缘部分(21;201)连续延伸至第二边缘部分(22;202),并且与磁通路径(FP)沿径向交替,所述多个磁通屏障(FB)形成相应的多个空腔(31、32、33、34;131、132、133),所述多个空腔(31、32、33、34;131、132、133)沿着所述轴向方向 z 在转子芯(2)中延伸,所述多个空腔(31、32、33、34;131、132、133)中的至少一些由不导磁的材料至少部分地填充;所述转子还包括多个槽道(41、42、43、44;141、142、143),所述多个槽道(41、42、43、44;141、142、143)沿周向和沿轴向方向 z 间隔开,各所述槽道(41、42、43、44;141、142、143)横向连接所述多个空腔(31、32、33、34;131、132、133)中的两个相邻空腔,至少一些所述槽道(41、42、43、44;141、142、143)至少局部由不导磁的材料填充;

其中,转子芯(2)包括:多个第一槽道(41;141),所述多个第一槽道(41;141)连接同样两个相邻的第一空腔(31、32;131、132);以及多个第二槽道(42;142),所述多个第二槽道(42;142)连接同样两个相邻的第二空腔(32、33;132、133)。

2. 根据权利要求1所述的转子(1),其特征在于:在所述导磁叠片(10;100)中的一个或多个所述磁通路径(FP)有至少一个形成槽道的切口(51、52、53、54;152、152、153),所述形成槽道的切口(51、52、53、54;152、152、153)连接相同磁极和/或不同磁极的两个相邻的磁通屏障(FB)。

3. 根据权利要求1或2所述的转子(1),其特征在于:在所述导磁叠片(10;100)中,对于至少一个磁极对(p_1),一个磁极(P_{11})的磁通路径(FP_{111} 、 \dots 、 FP_{11n})的至少一部分与另一磁极(P_{12})的磁通路径(FP_{121} 、 \dots 、 FP_{12n})不同。

4. 根据权利要求2所述的转子(1),其特征在于:在所述导磁叠片(10;100)中,对于至少一个磁极对(p_1),一个磁极(P_{11})的磁通路径(FP_{111} 、 \dots 、 FP_{11n})的所述形成槽道的切口的至少一部分与另一磁极(P_{12})的磁通路径(FP_{121} 、 \dots 、 FP_{12n})的所述形成槽道的切口不同。

5. 根据权利要求1或2所述的转子(1),其特征在于:在所述转子芯(2)中,连接同样两个相邻的空腔(31、32;131、132)的多个第一槽道(41;141)绕所述轴向方向 z 以恒定角度规则地间隔开。

6. 根据权利要求1或2所述的转子(1),其特征在于:至少一段长度的所述转子芯(2)由具有相同结构的多个导磁叠片(10;100)来制造。

7. 根据权利要求6所述的转子(1),其特征在于:在所述至少一段长度的所述转子芯(2)中,第一部分由导磁叠片(10;100)的第一堆垛来制造,所述第一堆垛的导磁叠片(10;100)有相同结构和相对于xyz参考系统的相同的第一方位,其中, z 轴与转子轴向方向对齐, x 和 y 轴中的至少一个与所述直极轴和/或交轴中的至少一个对齐,且至少第二部分由导磁叠片的第二堆垛来制造,所述第二堆垛的导磁叠片有相同结构和相对于所述xyz参考系统的相同的第二方位,所述第一方位与所述第二方位不同。

8. 根据权利要求6所述的转子(1),其特征在于:所述至少一段长度的所述转子芯(2)包括多个部分,所述多个部分由多个导磁叠片(10;100)的堆垛来制造,所述导磁叠片在各堆

垛中有相同结构和相同方位,不同的堆垛相对于xyz参考系统具有多个不同的方位,所述多个不同的方位通过所述导磁叠片(10;100)绕z轴旋转角度 $\alpha = m(\pi/n)$ 而获得,和/或通过绕所述直极轴和/或交轴旋转 180° 而获得,其中,m是值为 $1 \leq m \leq 2n$ 的整数,n是磁极对(p)的数量。

9. 根据权利要求8所述的转子(1),其特征在于:所述至少一段长度的所述转子芯(2)包括至少四个部分,所述至少四个部分由导磁叠片的多个堆垛来制造,所述导磁叠片在各堆垛中有相同结构和相同方位,所述四个部分相对于所述xyz参考系统具有相应的四个不同的方位。

10. 根据权利要求9所述的转子(1),其特征在于:磁极对(p)的数量为 $n=2$,且在所述四个部分的第一部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第一方位,在第二部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第二方位,所述第二方位通过所述导磁叠片相对于所述第一方位绕所述z轴旋转角度 $\alpha = \pi/2$ 而获得,在第三部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第三方位,所述第三方位通过导磁叠片相对于所述第一方位绕所述z轴旋转角度 $\alpha = \pi$ 而获得,在第四部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第四方位,所述第四方位通过所述导磁叠片相对于所述第一方位绕所述z轴旋转角度 $\alpha = (3/2)\pi$ 而获得。

11. 根据权利要求9所述的转子(1),其特征在于:磁极对(p)的数量为 $n=1$,且在所述四个部分的第一部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第一方位,在第二部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第二方位,所述第二方位通过导磁叠片相对于所述第一方位绕所述交轴旋转 180° 角度并且然后绕所述直极轴旋转 180° 角度而获得,在第三部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第三方位,所述第三方位通过导磁叠片相对于所述第一方位绕所述直极轴旋转 180° 角度而获得,在第四部分中的导磁叠片(10;100)有相对于所述xyz参考系统的第四方位,所述第四方位通过导磁叠片相对于所述第一方位绕所述交轴旋转 180° 角度而获得。

12. 根据权利要求1或2所述的转子(1),其特征在于:一个或多个所述磁通路径(FP)包括一个或多个凹槽和/或一个或多个齿。

13. 根据权利要求1或2所述的转子(1),其特征在于:一个或多个所述磁通路径(FP)的宽度不均匀,并在最大宽度与最小宽度之间,所述形成槽道的切口(51、52、53、54;152、152、153)在所述磁通路径(FP)的、宽度为最大宽度的区域中形成。

14. 一种电机,包括根据前述任意一项权利要求所述的转子(1)。

用于旋转电机的转子

[0001] 本发明涉及一种用于旋转电机的转子,特别是涉及一种用于同步磁阻电机的转子。更特别是,本发明涉及一种用于同步磁阻电机的转子,它有提高的机械强度和更好的电特性。而且,本发明还涉及一种包括该转子的旋转电机,特别是同步磁阻电机。

[0002] 已知类型的用于同步磁阻电机的转子通常由基本柱形的叠片堆垛形成,该叠片堆垛有多个导磁叠片,该叠片包括磁通传导部分以及磁通屏障部分,从而形成一个或多个磁极对。磁通传导部分和磁通屏障部分彼此不同,有变化程度的磁导率,具有较高导磁性的部分通常称为转子的d轴,而具有相对较低导磁性的部分通常称为转子的q轴。当d轴具有尽可能高的导磁性而q轴具有尽可能低的导磁性时,将获得最佳的屈服点扭矩。

[0003] 实际上,这通常通过在导磁叠片中沿q轴制成合适形状的切口来实现;所述切口充有空气,从而沿q轴方向阻止磁通,因此磁导率降低。

[0004] 还已知的是,对于线起动或直接在线(DOL)形式的同步磁阻电动机,有这样的方案,其具有埋入叠片堆垛内的鼠笼结构,该鼠笼结构通过由传导材料(例如铝或铜)填充导磁叠片的切口部分而获得。

[0005] 不过,已知由实心电片材制成的同步磁阻电机总是限制了抗离心力的强度。为了解决或者至少限制该问题,已知方案提出了导磁叠片有在磁通路径之间的支承桥接件。

[0006] 在附图14中表示了已知的导磁叠片的典型实例。在该实例中,导磁叠片90包括多个切口部分91,这些切口部分91形成在磁通路径92之间的磁通屏障。磁通屏障91由支承桥接件93中断,该支承桥接件93连接两个相邻的磁通路径92,以便向所形成的转子结构提供所需的机械特性。

[0007] 已知方案的一个缺点是,由于在磁通路径92之间的增强桥接件,磁通能够从一个磁通路径泄漏至另一磁通路径,从而导致机器的介电性能降低。

[0008] 因此,支承桥接件应该尽可能窄,以便使磁通泄漏最小,但是这通常很难通过用于制造导磁叠片的常规冲压技术来实现。已经提出了其它方案,但是它们通常在制造时间和成本方面更麻烦。

[0009] 因此,本发明的目的是提供一种用于同步磁阻电机的转子,它能够克服至少一些上述缺点。

[0010] 特别是,本发明的目的是提供一种用于同步磁阻电机的转子,它不需要在形成转子的叠片结构中的支承桥接件。

[0011] 作为另一目的,本发明的目的是提供一种用于同步磁阻电机的转子,它有足够的机械强度,还有更好的电特性。

[0012] 作为另一目的,本发明的目的是提供一种用于同步磁阻电机的转子,其中,制造时间和成本降低。

[0013] 因此,本发明涉及一种用于同步磁阻电机的转子,该转子有数量n个磁极对p,这些磁极对p限定了相应的直极轴(D轴)和交轴(Q轴),该转子包括转子芯,该转子芯有沿转子轴向方向z堆垛的多个导磁叠片;本发明的转子的特征在于,导磁叠片包括切口部分,该切口部分形成多个磁通屏障,该磁通屏障从所述导磁叠片的第一边缘部分连续延伸至第二边缘

部分,与磁通路径沿径向交替,所述多个磁通屏障形成相应的多个空腔,这些空腔沿着所述轴向方向z在转子芯中延伸,所述多个空腔中的至少一些由不导磁的材料填充;本发明的转子还包括多个槽道,这些槽道沿周向和沿轴向方向z间隔开,各所述槽道横向连接所述多个空腔中的两个相邻空腔,至少一些所述槽道至少局部由不导磁的材料填充。

[0014] 根据需要,不导磁的材料能够导电或不导电。当需要鼠笼时,该材料为导电的,而当例如不需要自启动能力时,该材料能够是例如绝缘树脂。在下面的说明中,将参考鼠笼式电动机,这并不是用于限制本发明。

[0015] 如在下面的说明中更好地解释的那样,由于根据本发明的用于同步磁阻电机的转子的特定结构和功能,机械和电性能大大提高,且在转子的叠片结构中不需要支承桥接件。

[0016] 实际上,在形成本发明转子的导磁叠片中,磁通屏障连续延伸,而并不由连接两个相邻磁通路径的支承桥接件来中断,从而避免了从一个磁通路径至另一个磁通路径的任何磁通泄漏。实际上,可以看到,通过除去支承桥接件,能够显著提高机器的效率和功率因数。

[0017] 而且,在根据本发明的转子中,横向(即径向)连接两个相邻空腔以及沿周向和沿转子的轴向方向z间隔开的槽道用于铸造形成鼠笼的材料的良好通路。因此,即使在磁通路径之间没有支承桥接件,转子也有明显更强的结构。

[0018] 一种包括根据本发明的转子的旋转电机(特别是同步磁阻电机)也是本发明的一部分。

[0019] 优选是,在导磁叠片中的、形成磁通屏障的切口部分也相对于所述Q轴对称地从所述导磁叠片的第一边缘部分延伸至第二边缘部分。

[0020] 根据本发明的转子的优选实施例,导磁叠片中的一个或多个所述磁通路径有至少一个形成槽道的切口,该形成槽道的切口连接相同磁极和/或不同磁极的两个相邻的磁通屏障。实际上,在叠片中的至少一个磁通路径不连续,而是有切口,从而形成在两个相邻的磁通屏障之间的连接。通过重叠多个这样的叠片以使得切口部分沿轴向对齐,从而产生转子部分,其中,两个相邻空腔通过由叠片的重叠的形成槽道的切口部分而形成的槽道来连接。

[0021] 换句话说,根据本发明的转子的结构能够通过合适地堆垛多个导磁叠片而获得,其中,对于至少一个磁极对,一个磁极的磁通路径的至少一部分与另一磁极的磁通路径不同。

[0022] 实际上,在形成根据本发明的转子的导磁叠片中,对于至少一个磁极对,一个磁极的磁通路径的形成槽道的切口的至少一部分与另一个磁极的磁通路径的形成槽道的切口不同。在这方面,为了本发明的目的,必须注意,术语“一个磁极的磁通路径的形成槽道的切口的一部分与另一个磁极的磁通路径的形成槽道的切口不同”的意思是还包括这样的情况,其中,只有一个磁极的磁通路径具有形成槽道的切口,而另一磁极的磁通路径不中断,即,不具有形成槽道的切口。

[0023] 优选是,一个或多个所述磁通路径的宽度并不均匀,在最大宽度 W_{max} 和最小宽度 W_{min} 之间,且所述形成槽道的切口形成于宽度为最大宽度 W_{max} 的区域中。为了本发明的目的,所述磁通路径的宽度沿径向方向测量。

[0024] 根据本发明的转子的特定实施例,磁通路径中的切口还能够是局部的(即,不是完全切割所述磁通路径),从而产生在两个相邻空腔之间的槽道,也可以只切除磁通路径的一

部分,从而产生只与一个空腔连通的凹口。

[0025] 根据本发明的转子的优选实施例,转子芯包括:多个第一槽道,所述多个第一槽道连接同样的两个相邻的第一空腔;以及多个第二槽道,该多个第二槽道连接同样的两个相邻的第二空腔。实际上,由于机械和电的原因,优选是有多个槽道,该槽道沿转子芯的纵向展开部而沿径向连接两个相邻空腔。特别是,为了有转子芯的对称结构,优选是有多个用于连接同样两个相邻空腔的槽道,所述槽道绕转子芯的轴向方向 z 以恒定角度规则地间隔开。为了本发明目的,术语“绕轴向方向 z 以恒定角度规则地间隔开”是指所述槽道在垂直于轴向方向 z 的平面上的投影。例如,考虑四个槽道和两个可选位置,从参考角度位置开始,槽道能够定位在 0° 、 90° 、 180° 和 270° ,或者 0° 、 90° 、 270° 和 180° (也可以有其它可选位置)。在两种情况下,当考虑它们在垂直于轴向方向 z 的平面上的投影时,这些投影绕轴向方向 z 以 90° 的恒定角度规则地间隔开。优选是,所述槽道也沿所述轴向方向 z 以恒定距离规则地间隔开。

[0026] 从制造的观点来看,如在下面的详细说明中更好解释的那样,对于至少一段长度的转子芯,根据本发明的转子能够通过使用多个具有相同结构的导磁叠片而方便地制造。

[0027] 实际上,根据本发明的转子能够这样制造:

[0028] 合适地形成导磁叠片,从而,对于至少一个磁极对,一个磁极的磁通路径的形成槽道的切口与另一磁极的磁通路径的形成槽道的切口不同;以及

[0029] 合适地堆垛导磁叠片,以使得多个槽道形成于转子芯中,这些槽道沿周向和沿轴向方向间隔开。

[0030] 实际上,在至少一段长度的转子芯中,第一部分优选是由导磁叠片的第一堆垛来制造,该导磁叠片有相同结构和相对于 xyz 参考系统的相同的第一方位,其中 z 轴与转子轴向方向 z 对齐,且 x 轴和 y 轴中的至少一个与所述 D 轴和/或 Q 轴中的至少一个对齐;且至少第二部分优选是由导磁叠片的第二堆垛来制造,该导磁叠片有相同结构和相对于所述 xyz 参考系统的相同的第二方位,所述第一方位与所述第二方位不同。

[0031] 更特别地,至少一段长度的所述转子芯优选地包括多个部分,这些部分由导磁叠片的多个堆垛来制造,该导磁叠片有相同的结构和相对于所述 xyz 参考系统的相应的多个方位,所述多个方位(和相应的多个转子芯部分)通过所述导磁叠片绕所述 z 轴旋转角度 $\alpha = m(\pi/n)$ 而获得,其中, m 是值为 $1 \leq m \leq 2n$ 的整数, n 是磁极对的数量,和/或通过绕所述 D 轴和/或 Q 轴旋转 180° 而获得。

[0032] 因此,根据特定实施例,对于四磁极转子,即,当磁极对的数量为 $n=2$ 时,所述至少一段长度的转子芯的可行结构能够如下:

[0033] 第一部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述 xyz 参考系统有第一方位;

[0034] 第二部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述 xyz 参考系统有第二方位,所述第二方位通过使导磁叠片相对于所述第一方位绕所述 z 轴旋转角度 $\alpha = \pi/2$ 而获得;

[0035] 第三部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述 xyz 参考系统有第三方位,所述第三方位通过使导磁叠片相对于所述第一方位绕所述 z 轴旋转角度 $\alpha = \pi$ 而获得;

[0036] 第四部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述 xyz 参考系统有第四方位,所述第四方位通过使导磁叠片相对于所述第一方位绕所述 z 轴旋转角度 $\alpha = (3/2)\pi$ 而获得。

[0037] 在这种情况下,至少一段长度的所述转子芯包括四个部分,这四个部分由多个导

磁叠片的堆垛来制造,这些导磁叠片有相同结构和相对于所述xyz参考系统的相应的四个不同方位,所述方位通过绕所述z轴旋转而获得。

[0038] 在两磁极转子的情况下,即,当磁极对的数量为 $n=1$ 时,所述至少一段长度的转子芯的可行结构能够如下:

[0039] 第一部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述xyz参考系统有第一方位;

[0040] 第二部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述xyz参考系统有第二方位,所述第二方位通过使导磁叠片相对于所述第一方位绕所述Q轴旋转 180° 角度并且然后绕所述D轴旋转 180° 角度而获得;

[0041] 第三部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述xyz参考系统有第三方位,所述第三方位通过使导磁叠片相对于所述第一方位绕所述D轴旋转 180° 角度而获得;

[0042] 第四部分有多个导磁叠片,这些导磁叠片相对于所述xyz参考系统有第四方位,所述第四方位通过使导磁叠片相对于所述第一方位绕所述Q轴旋转 180° 角度而获得。

[0043] 在这种情况下,至少一段长度的所述转子芯包括四个部分,这四个部分由多个导磁叠片的堆垛来制造,这些导磁叠片有相同结构和相对于所述xyz参考系统的相应的四个不同方位,所述方位通过绕所述z轴以及绕所述Q轴和D轴旋转而获得。

[0044] 通过对根据本发明的用于同步磁阻电机的转子的优选(但并不排他)实施例的说明,将更清楚本发明的其它特征和优点,该实施例在附图中通过实例来表示,附图中:

[0045] 图1是根据本发明的用于同步磁阻电机的转子的第一实施例的透视图;

[0046] 图2是在图1的用于同步磁阻电机的转子中的导磁叠片的平面图;

[0047] 图3a-3c表示了怎样能够获得图2的叠片结构;

[0048] 图4a-4d表示了图2的叠片在xyz参考系统中的四个不同方位;

[0049] 图5是图1的用于同步磁阻电机的转子的一部分的透视图;

[0050] 图6是图2的导磁叠片的可选实施例的平面图;

[0051] 图7是根据本发明的用于同步磁阻电机的转子的第二实施例的透视图;

[0052] 图8是在图7的、用于同步磁阻电机的转子中的导磁叠片的平面图;

[0053] 图9a-9c表示了怎样能够获得图8的叠片结构;

[0054] 图10a-10d表示了图8的叠片在xyz参考系统中的四个不同方位;

[0055] 图11是图7的、用于同步磁阻电机的转子的一部分的透视图;

[0056] 图12是图8的导磁叠片的第一可选实施例的平面图;

[0057] 图13是图8的导磁叠片的第二可选实施例的平面图;以及

[0058] 图14是在已知类型的用于同步磁阻电机的转子中的导磁叠片的典型实施例的平面图。

[0059] 根据本发明的转子用于同步磁阻电机中,该同步磁阻电机有数量 n 个磁极对(p)。在下面的详细说明和附图中,为了简便,将参考用于四磁极同步磁阻电机的转子(即,磁极对的数量 $n=2$)和用于二磁极同步磁阻电机的转子(即,磁极对的数量 $n=1$)来介绍本发明。当然,相同的结构和原理能够在具有不同数量磁极的转子中复制。

[0060] 参考附图1-5,根据本发明的第一特定实施例,用于同步磁阻电机的转子(总体由参考标号1表示)有数量 $n=2$ 个磁极对,这些磁极对限定了相应的直极轴(D轴)和交轴(Q轴)。

[0061] 通过使用xyz参考系统,x和y轴与D轴对齐,而z轴与转子轴向方向对齐。如图2所示,Q轴是平分两个相邻D轴(即x轴和y轴)的轴线。

[0062] 根据本发明的转子1包括转子芯2,该转子芯2有沿转子轴向方向z堆垛的多个导磁叠片10。参考图2,根据本发明的转子1的一个特征如下:导磁叠片10包括切口部分11、12、13、14,该切口部分11、12、13、14形成多个磁通屏障(FB),这些磁通屏障(FB)相对于所述Q轴从导磁叠片10的第一边缘部分21连续延伸至第二边缘部分22。磁通屏障与磁通路径(FP)沿径向交替。

[0063] 如前所述,术语“连续延伸”的意思是切口部分11、12、13、14(因此FB)并不被连接两个相邻磁通路径的桥接件中断。

[0064] 参考图1和5,多个磁通屏障(FB)形成相应的多个空腔31、32、33、34,这些空腔31、32、33、34沿轴向方向z在转子芯2中延伸。而且,参考图5,根据本发明的转子1包括多个槽道41、42、43、44,这些槽道41、42、43、44沿周向和沿轴向方向z间隔开,各所述槽道41、42、43、44横向连接所述多个空腔31、32、33、34中的两个相邻空腔。实际上,对于至少一段长度的转子芯2,空腔31、32、33、34沿轴向方向z连续延伸,而槽道41、42、43、44使两个相邻空腔在离散点处沿轴向方向z和绕轴向方向z连通。

[0065] 通过由导电和不导磁的材料(例如铝或铜)来填充至少一些所述空腔31、32、33、34和至少一些所述槽道41、42、43、44,从而获得鼠笼。如前所述,所形成的结构没有在磁通路径(FP)之间的任何桥接件,从而避免了磁通泄露的任何问题以及因此在效率和性能方面的缺陷。同时,由填充空腔31、32、33、34和槽道41、42、43、44的材料产生的笼结构极大地提高了沿轴向和径向方向的机械强度。

[0066] 参考图2,根据本发明的转子1的该优选实施例,在所述导磁叠片10中的一个或多个所述磁通路径(FP)具有至少一个形成槽道的切口51、52、53、54,该形成槽道的切口51、52、53、54连接两个相邻的磁通屏障(FB)。形成槽道的切口51、52、53连接相同磁极的相邻磁通屏障,而形成槽道的切口54连接属于不同磁极的相邻磁通屏障。

[0067] 参考图3a-3c,包括形成槽道的切口51、52、53、54的导磁叠片10能够很容易地获得,即从对称结构(图3a)开始,除去磁通路径的一部分(图3b的深灰色区域),以便获得图3c的最终结构。从制造的观点来看,图3c的叠片能够通过单次冲压操作而直接获得,即通过同时切出磁通屏障(FB)和在磁通路径(FP)中的切口51、52、53、54。

[0068] 如上述附图所示,导磁叠片10优选是具有不对称结构,这是因为,对于给定的磁极对,一个磁极 P_{11} 的磁通路径 FP_{111} 、 \dots 、 FP_{11n} 的至少一部分与另一磁极 P_{12} 磁通路径 FP_{121} 、 \dots 、 FP_{12n} 不同。

[0069] 实际上,根据该实施例,在导磁叠片10中,磁极 P_{11} 的磁通路径 FP_{111} 、 \dots 、 FP_{11n} 的形成槽道的切口(即切口54)与另一磁极 P_{12} 磁通路径 FP_{121} 、 \dots 、 FP_{12n} 的形成槽道的切口(即切口52)不同。值得注意的是,另一磁极对的磁通路径的形成槽道的切口也不同(用于一个磁极的切口51和53,用于另一磁极的切口54)。

[0070] 参考图5,转子芯2优选地包括:多个第一槽道41,该多个第一槽道41连接同样两个相邻的第一空腔31、32;以及多个第二槽道42,该多个第二槽道42连接同样两个相邻的第二空腔32、33。实际上,槽道41、42、43、44的数量和位置能够通过以不同顺序合适地堆垛多个导磁叠片10而变化。特别是,优选使得槽道41、42、43、44绕轴向方向z以恒定角度和沿所述

轴向方向z以恒定距离规则地间隔开,以便有均匀结构的转子1。根据本发明的转子1的一个特定特征是它能够通过使用具有相同结构的多个导磁叠片10而获得。

[0071] 例如,参考附图4a-4d,能够通过使用图2的导磁叠片10来获得转子1,该导磁叠片10重叠在多个堆垛中,在各堆垛中的导磁叠片10的方位是相同的,各个堆垛有不同的方位。这种不同方位能够通过导磁叠片10绕z轴旋转角度 $\alpha = m(\pi/n)$ 来获得,其中m是值为 $1 \leq m \leq 2n$ 的整数,n是磁极对(p)的数量,和/或通过绕所述D轴和/或Q轴旋转 180° 而获得。

[0072] 在图4a-4d的情况中(其中磁极对(p)的数量为 $n=2$),第一堆垛能够通过重叠多个具有图4a的结构导磁叠片10而获得;第二堆垛能够通过重叠多个具有图4b的结构导磁叠片10而获得,所述结构通过导磁叠片相对于图4a的结构绕所述z轴旋转角度 $\alpha = \pi/2$ 而获得;第三堆垛能够通过重叠多个具有图4c的结构导磁叠片10而获得,所述结构通过导磁叠片相对于图4a的结构绕所述z轴旋转角度 $\alpha = \pi$ 而获得;且第四堆垛能够通过重叠多个具有图4d的结构导磁叠片10而获得,所述结构通过导磁叠片相对于图4a的结构绕所述z轴旋转角度 $\alpha = (3/2)\pi$ 而获得。随后的堆垛(绕z轴进一步旋转角度 $\alpha = \pi/2$)将具有图4a的相同结构。

[0073] 在堆垛中的导磁叠片10的数量、堆垛的数量以及在堆垛之间的不同方位能够根据需要来选择。在转子堆垛集中在一起之后,空腔31、32、33、34和槽道41、42、43、44能够由例如铝或类似的非磁性材料通过使用例如铸造技术来填充,从而获得埋入转子芯内并且沿轴向和径向方向展开的笼。

[0074] 图6中表示了本发明的转子的特定实施例。根据该实施例,能够在磁通路径中获得一个或多个凹槽65、66或67,特别是与所述形成槽道的切口相对应。凹槽65、66或67能够有不同的形状(例如圆形65、方形67、三角形66),并且能够由从磁通路径凸出的齿来代替。一旦空腔31、32、33、34和槽道41、42、43、44由例如铝来填充,凹槽65、66或67也由该材料填充,并有助于结构的机械强度。

[0075] 参考附图7-11,根据本发明的第二特定实施例,用于同步磁阻电机的转子(总体由参考标号1表示)有数量 $n=1$ 个磁极对,该磁极对限定了相应的直极轴(D轴)和交轴(Q轴)。

[0076] 通过使用xyz参考系,x轴与D轴对齐,y轴与Q轴对齐,而z轴与转子轴向方向对齐。

[0077] 根据该实施例的转子1包括转子芯2,该转子芯2有沿转子轴向方向z堆垛的多个导磁叠片100。参考图8,导磁叠片100包括切口部分101、102,该切口部分101、102形成多个磁通屏障(FB),该磁通屏障(FB)相对于Q轴(y轴)从磁导体叠片100的第一边缘部分201连续延伸至第二边缘部分202。磁通屏障与磁通路径(FP)沿径向交替。

[0078] 而且在这种情况下,术语“连续延伸”的意思是切口部分101、102并不由连接两个相邻磁通路径的桥接件中断。

[0079] 参考图7和图11,多个磁通屏障(FB)形成相应的多个空腔131、132、133,这些空腔131、132、133沿轴向方向z在转子芯2中延伸。而且,参考图11,根据本发明的转子1包括多个槽道141、142、143,这些槽道141、142、143沿周向和沿轴向方向z间隔开,各所述槽道141、142、143横向连接两个相邻的空腔131、132、133。实际上,对于至少一段长度的转子芯2,空腔131、132、133沿轴向方向z连续延伸,而槽道141、142、143使两个相邻空腔在离散点处沿轴向方向z和绕轴向方向z连通。

[0080] 通过由导电和不导磁的材料(例如铝或铜)来填充至少一些所述空腔131、132、133

和至少一些所述槽道141、142、143,从而获得鼠笼。与前面的实例相同,所形成的结构在磁通路径(FP)之间没有任何桥接件,从而避免了磁通泄露的任何问题以及因此在效率和性能方面的缺陷。同时,笼结构极大地提高了沿轴向和径向方向的机械强度。

[0081] 参考图8,根据本发明的转子1的该优选实施例,在所述导磁叠片100中的一个或多个所述磁通路径(FP)具有至少一个形成槽道的切口151、152、153,该形成槽道的切口151、152、153连接两个相邻的磁通屏障(FB)。形成槽道的切口151和152连接相同磁极的相邻磁通屏障,而形成槽道的切口153连接属于不同磁极的相邻磁通屏障。

[0082] 参考图9a-9c,有形成槽道的切口151、152、153的导磁叠片100能够很容易地获得,即从对称结构(图9a)开始,除去磁通路径的一部分(图9b的深灰色区域),以便获得图9c的最终结构。从制造的观点来看,图9c的叠片能够通过单次冲压操作而直接获得,即通过同时切出磁通屏障(FB)和在磁通路径(FP)中的切口151、152、153。

[0083] 如上述附图所示,导磁叠片100优选是具有不对称结构,因为磁极 P_{11} 的磁通路径 FP_{111} 、 \dots 、 FP_{11n} 的形成槽道的切口(即切口151)与另一磁极 P_{12} 的磁通路径 FP_{121} 、 \dots 、 FP_{12n} 的形成槽道的切口(即切口152)不同。

[0084] 参考图11,转子芯2优选地包括:多个第一槽道141,该多个第一槽道141连接同样两个相邻的第一空腔131、132;以及多个第二槽道142,该多个第二槽道142连接同样两个相邻的第二空腔132、133。实际上,槽道141、142、143的数量和位置能够通过以不同顺序合适地堆垛多个导磁叠片100而变化。特别是,优选使得槽道141、142、143绕轴向方向z以恒定角度和沿所述轴向方向z以恒定距离而规则地间隔开,以便有均匀结构的转子1。图7-11的转子1能够通过使用具有相同结构的多个导磁叠片10而获得。

[0085] 例如,参考附图10a-10d,转子1能够通过使用图8的导磁叠片100来获得,该导磁叠片100重叠在多个堆垛中,在各堆垛中的导磁叠片100的方位是相同的,各个堆垛有不同的方位。而且在本例中,这种不同方位能够通过导磁叠片100绕z轴旋转角度 $\alpha = m(\pi/n)$ 而获得,其中m是值为 $1 \leq m \leq 2n$ 的整数,n是磁极对(p)的数量,和/或通过绕所述D轴和/或Q轴旋转 180° 而获得。

[0086] 在图10a-10d的情况中(其中磁极对(p)的数量为 $n=1$),第一堆垛能够通过重叠多个具有图10a的结构的导磁叠片100而获得;第二堆垛能够通过重叠多个具有图10b的结构的导磁叠片100而获得,所述结构通过导磁叠片相对于图10a的结构绕Q轴旋转 180° 角度然后绕D轴旋转 180° 角度而获得;第三堆垛能够通过重叠多个具有图10c的结构的导磁叠片100而获得,所述结构通过导磁叠片100相对于图10a的结构绕所述D轴旋转 180° 角度而获得;且第四堆垛能够通过重叠多个具有图10d的结构的导磁叠片100而获得,所述结构通过导磁叠片100相对于图10a的结构绕所述Q轴旋转 180° 角度而获得。

[0087] 在堆垛中的导磁叠片100的数量、堆垛的数量以及在堆垛之间的不同方位能够根据需要来选择。在转子堆垛集中在一起之后,空腔131、132、133和槽道141、142、143能够由铝或类似的非磁性材料通过使用铸造技术来填充,从而获得埋入转子芯内以及沿轴向和径向方向展开的笼。

[0088] 图12中表示了本发明的两磁极转子的第一特定实施例。根据该实施例,能够在磁通路径中获得一个或多个凹槽65、66或67,特别是与形成槽道的切口相对应。凹槽65、66或67能够有不同的形状(例如圆形65、方形67、三角形66)。一旦空腔131、132、133和槽道141、

142、143由例如铝来填充,凹槽65、66或67也由该材料填充,从而有助于转子结构的机械强度。

[0089] 替代地,如图13中所示,磁通路径能够设有齿75、76、77、78,该齿75、76、77、78从磁通路径凸出。齿75、76、77、78优选是定位成与形成槽道的切口相对应,并能够有不同的形状,例如圆形75、方形77、三角形76、78。

[0090] 如由上面的说明清楚可知,本发明的用于同步磁阻电机的转子完全实现了预期目的。

[0091] 特别是,能够避免在导磁叠片的磁通屏障中存在桥接件,从而避免降低最大扭矩和效率以及增加电流的已知问题(该电流对机器的电特性产生不利影响)。同时,由于笼结构沿轴向方向(即,沿空腔31、32、33、34;131、132、133)以及沿径向方向(即,沿槽道41、42、43、44;141、142、143)展开,因此大大提高机械强度。

[0092] 而且,在制造技术方面,能够通过转子的整个长度上堆垛具有相同结构但是有不同相对方位的导磁叠片而制造转子。

[0093] 包括如本文所述的转子的旋转电机(特别是同步磁阻电机)也是本发明的一部分。

[0094] 这样设想的用于同步磁阻电机的转子能够进行多种变化,所有这些都落入附加权利要求的范围内。实际上,根据需求和现有技术,使用的材料以及可能的尺寸和形状能够是任意的。

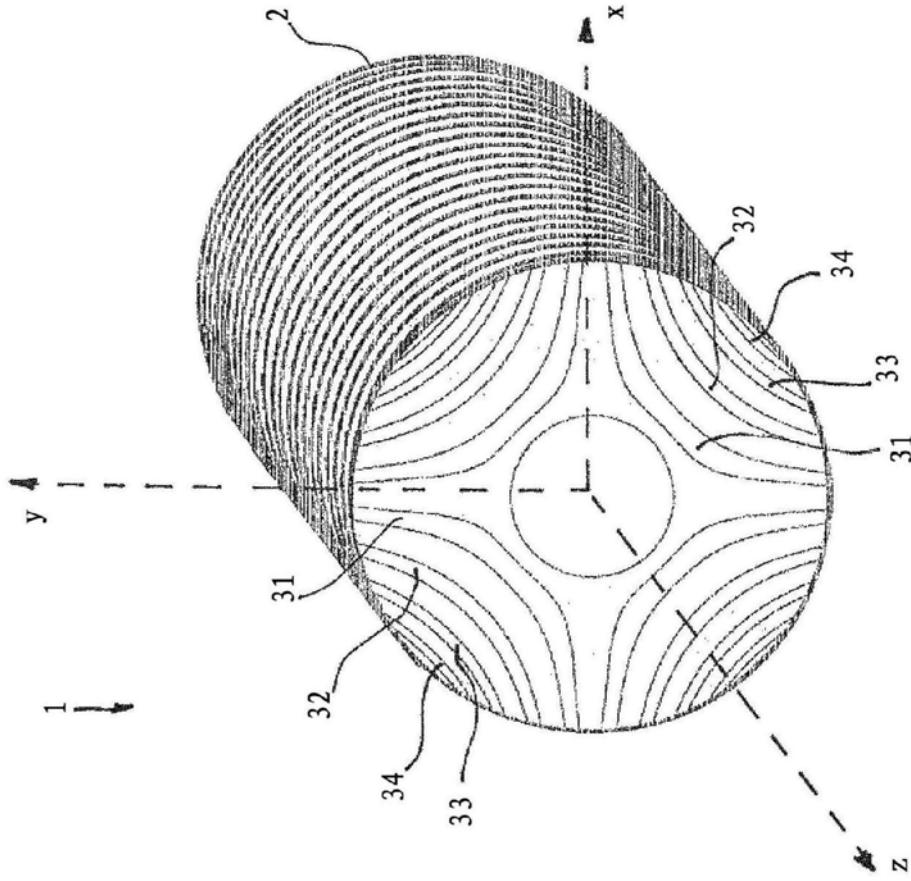


图1

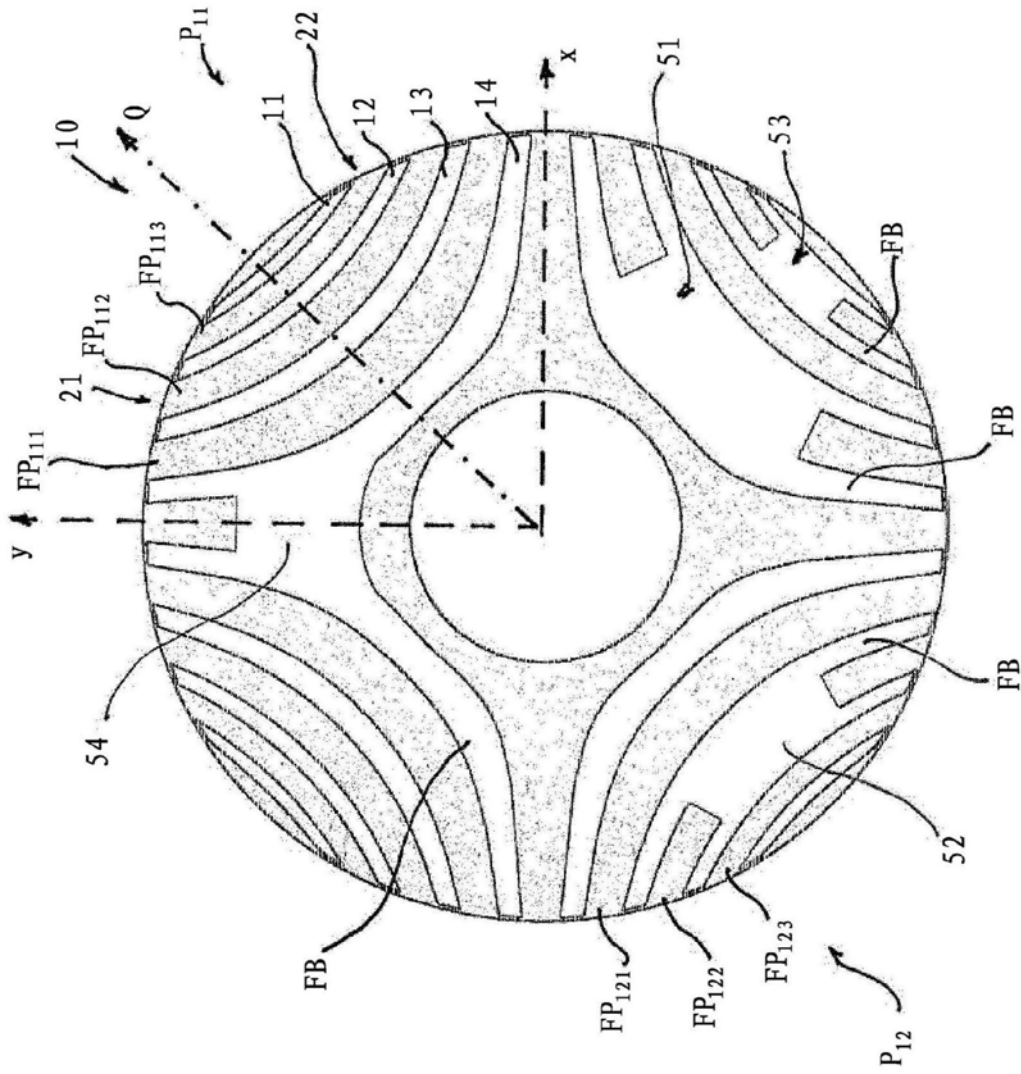


图2

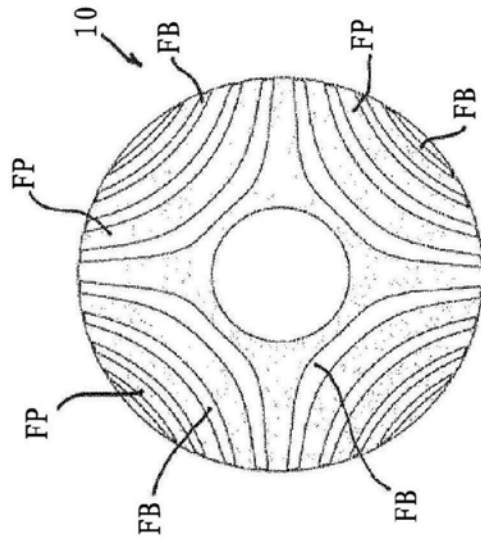


图3a

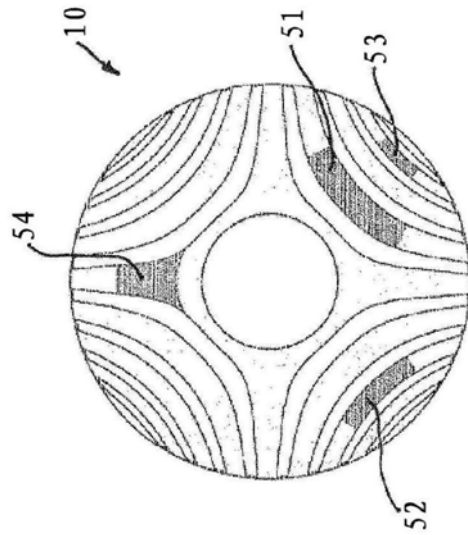


图3b

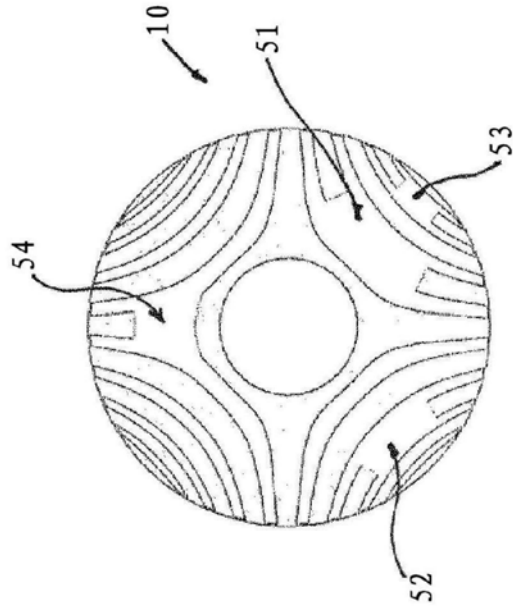


图3c

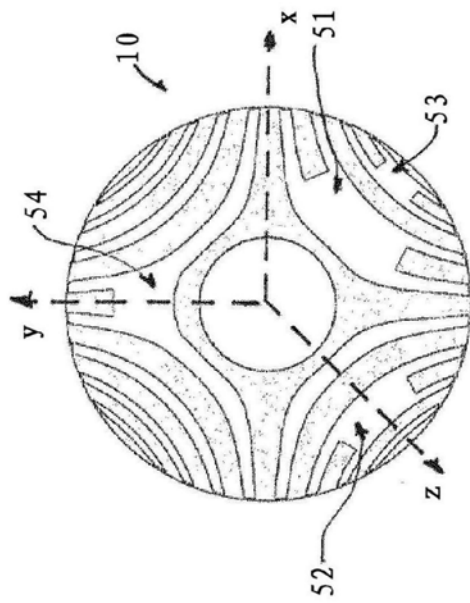


图4a

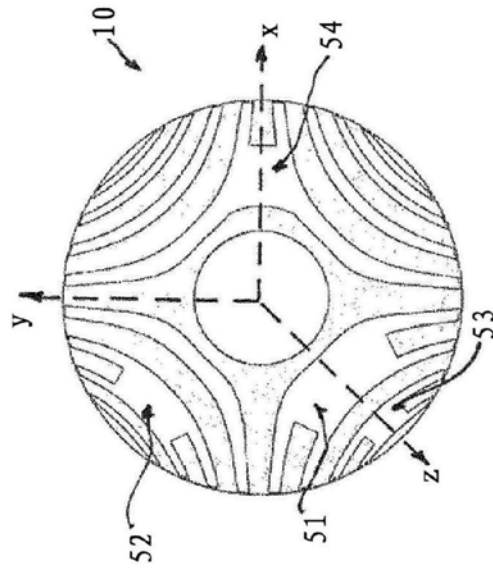


图4b

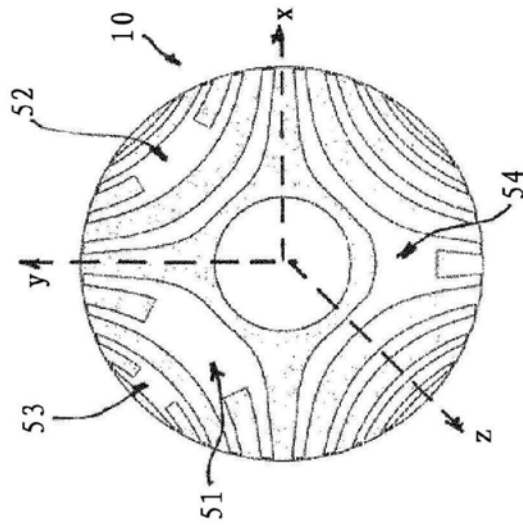


图4c

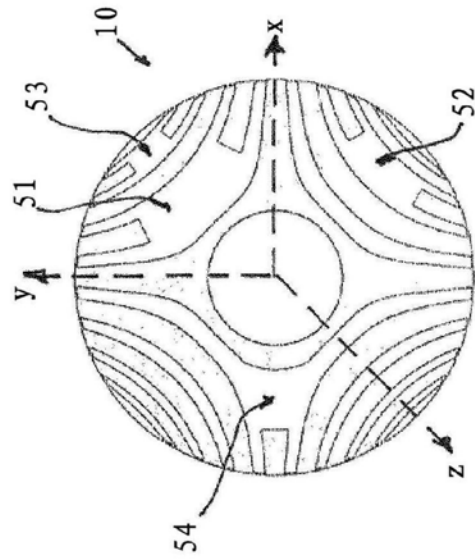


图4d

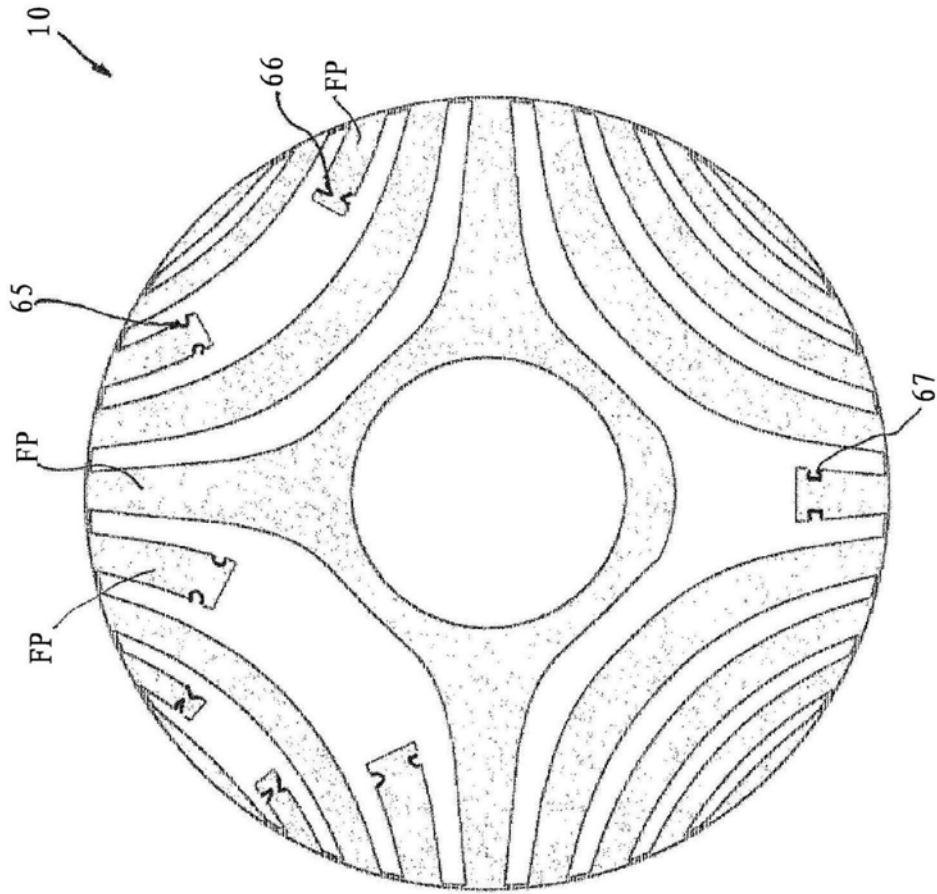


图6

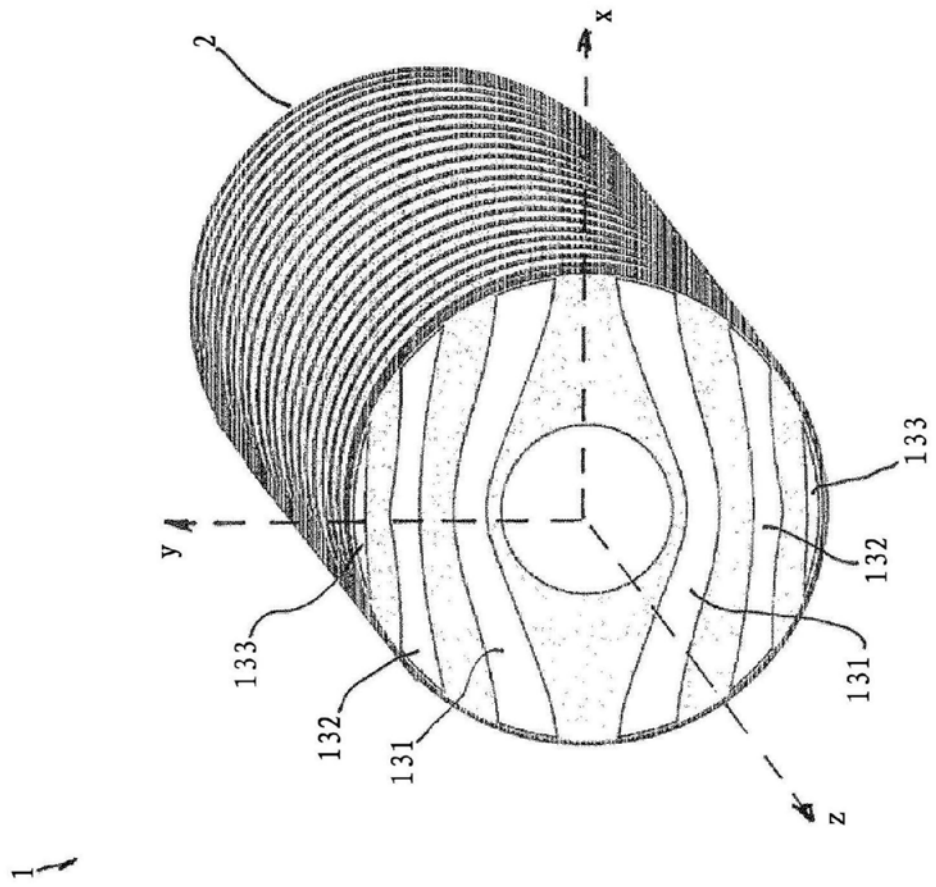


图7

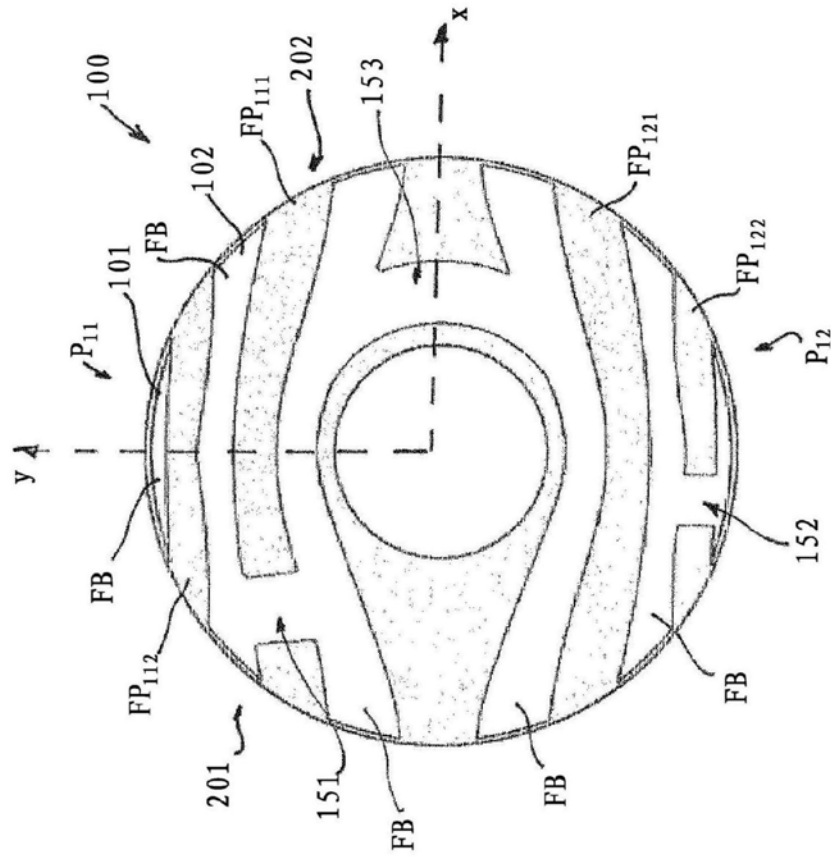


图8

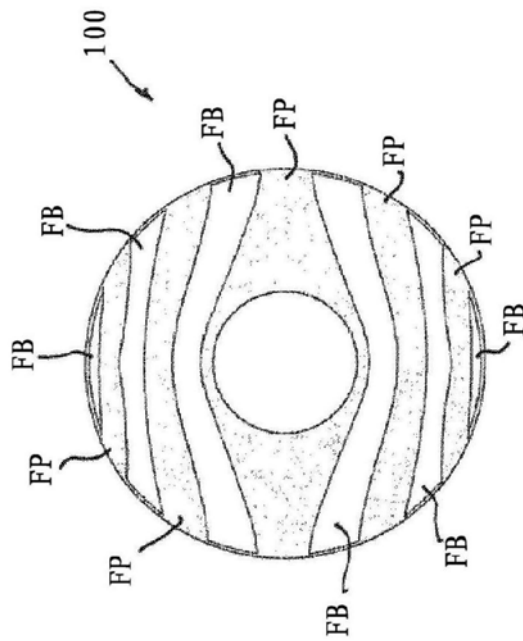


图9a

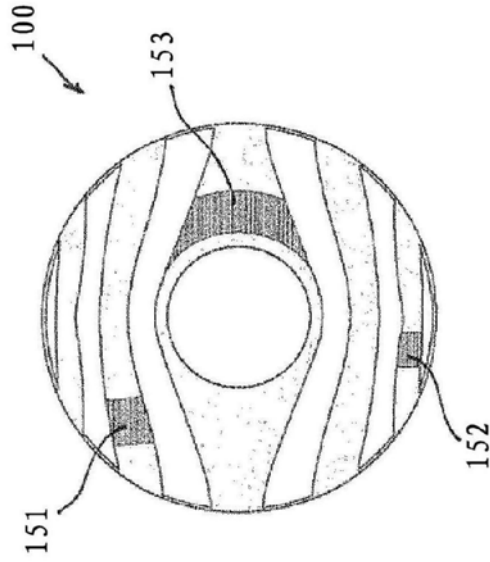


图9b

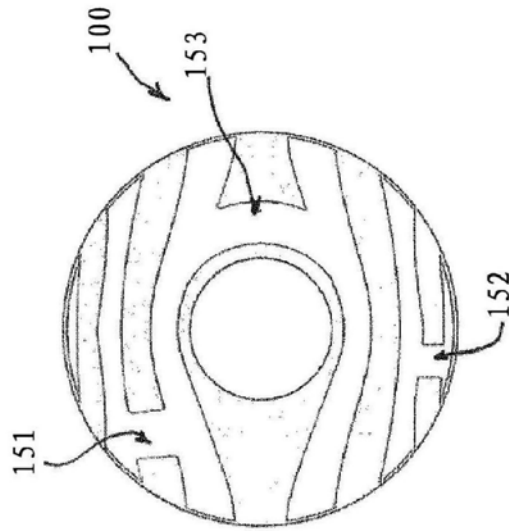


图9c

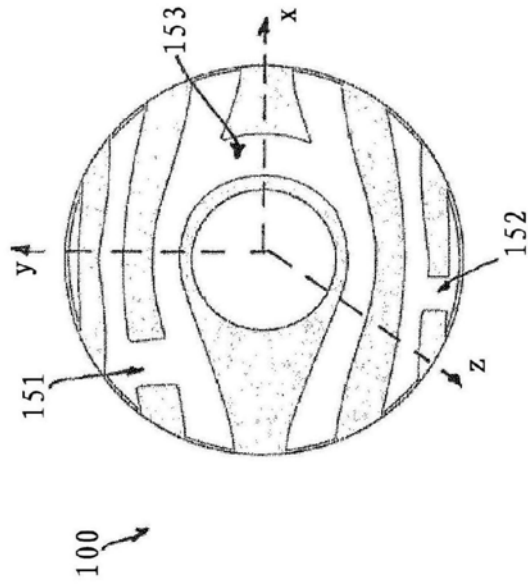


图10a

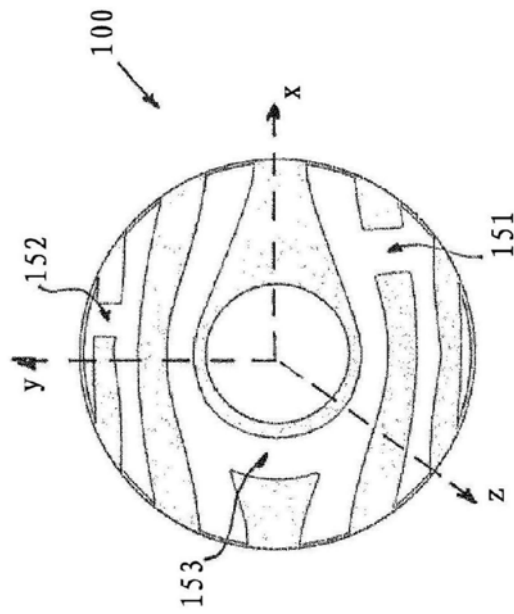


图10b

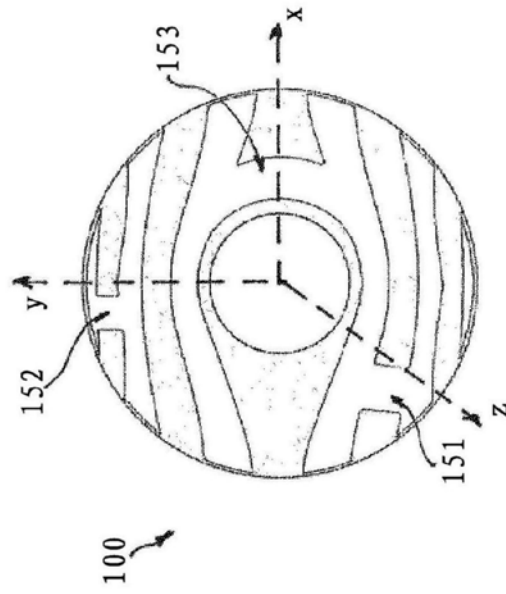


图10c

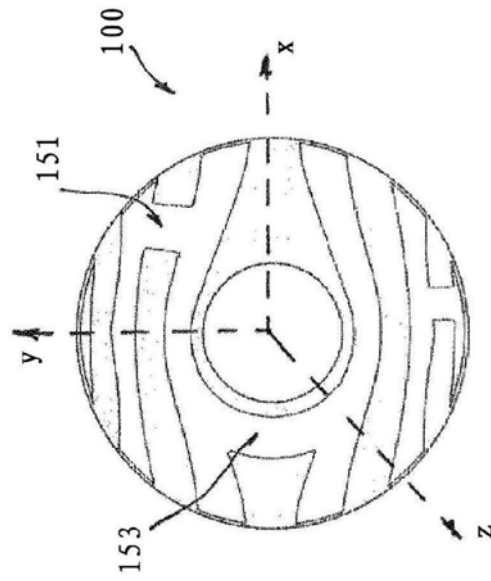


图10d

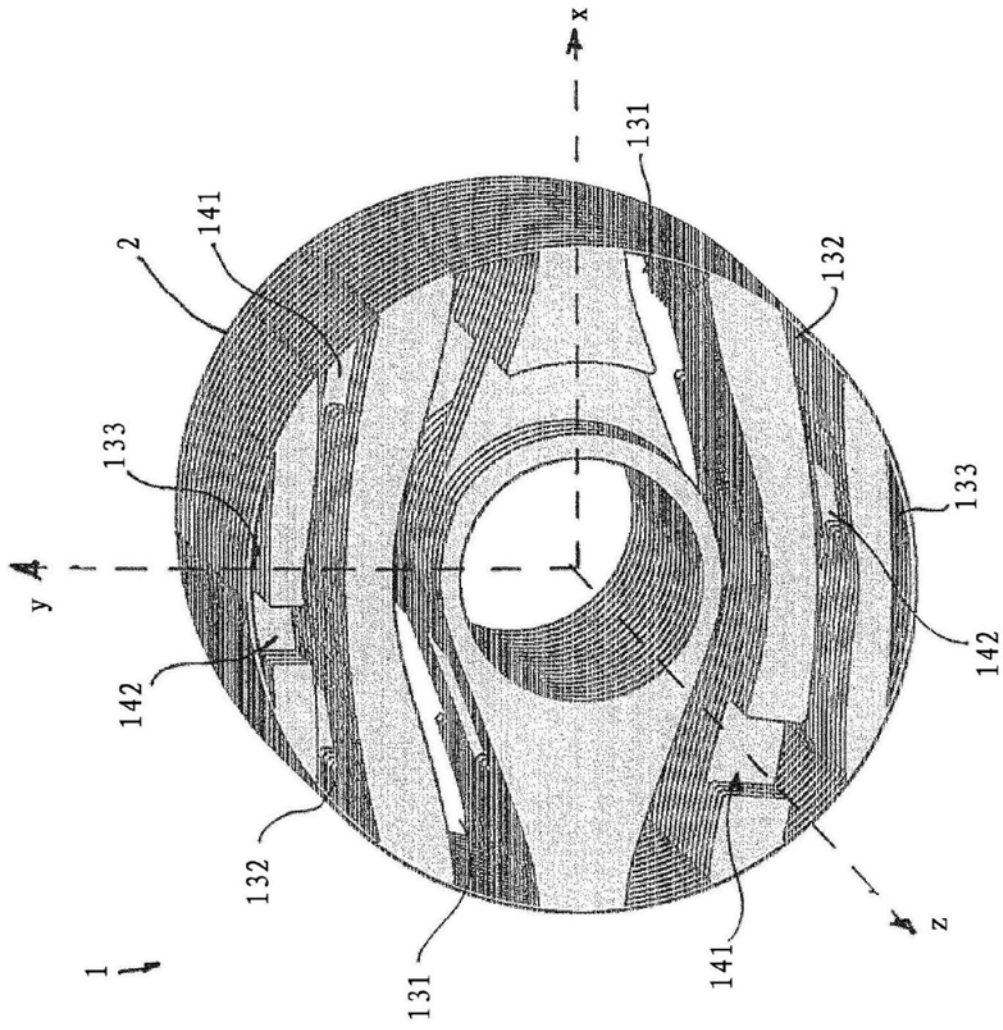


图11

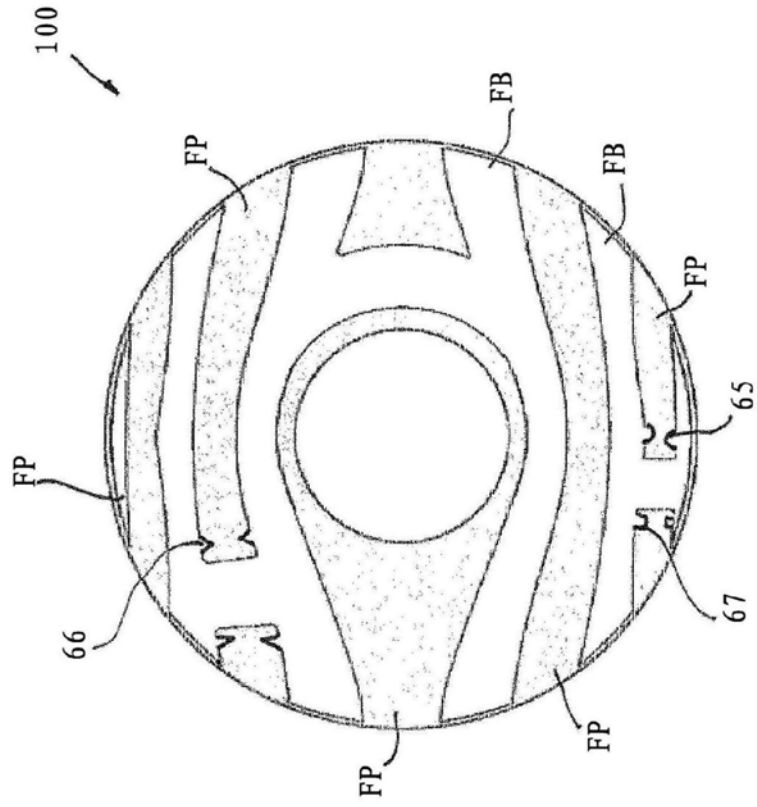


图12

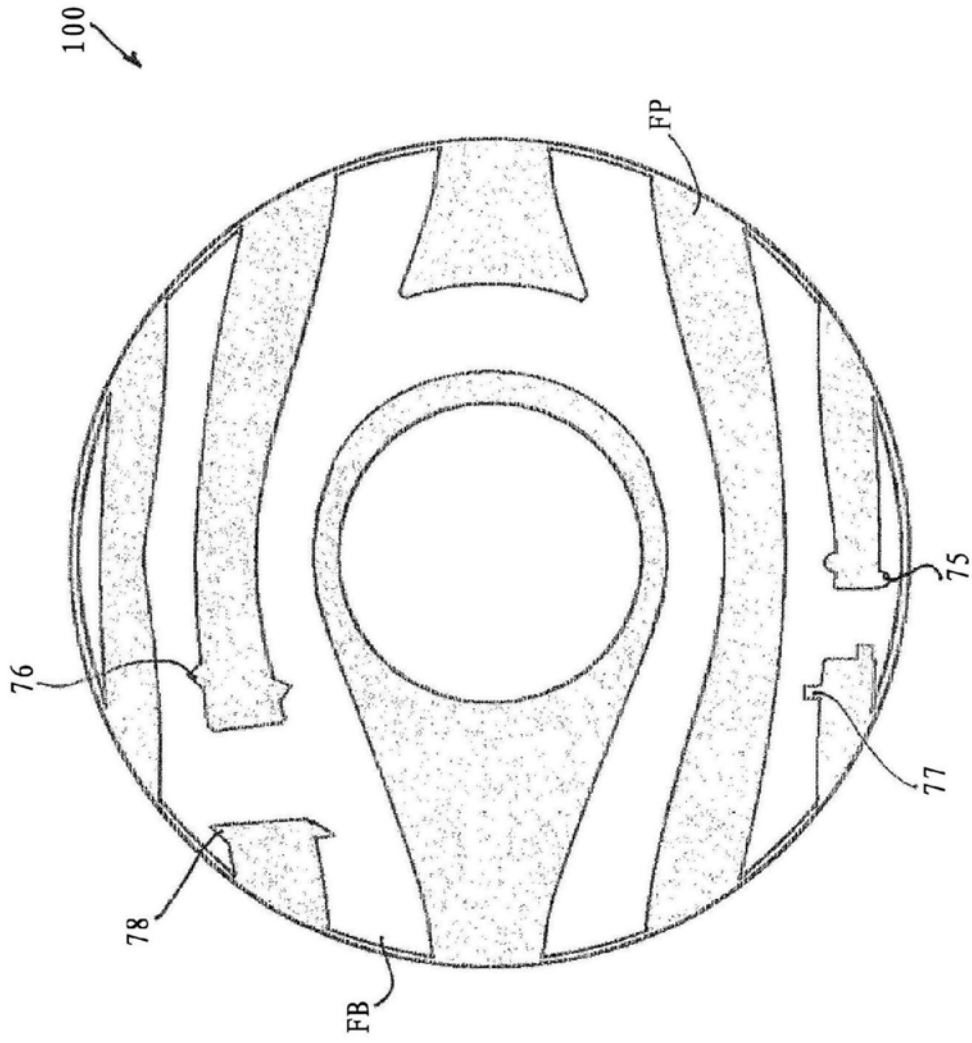


图13

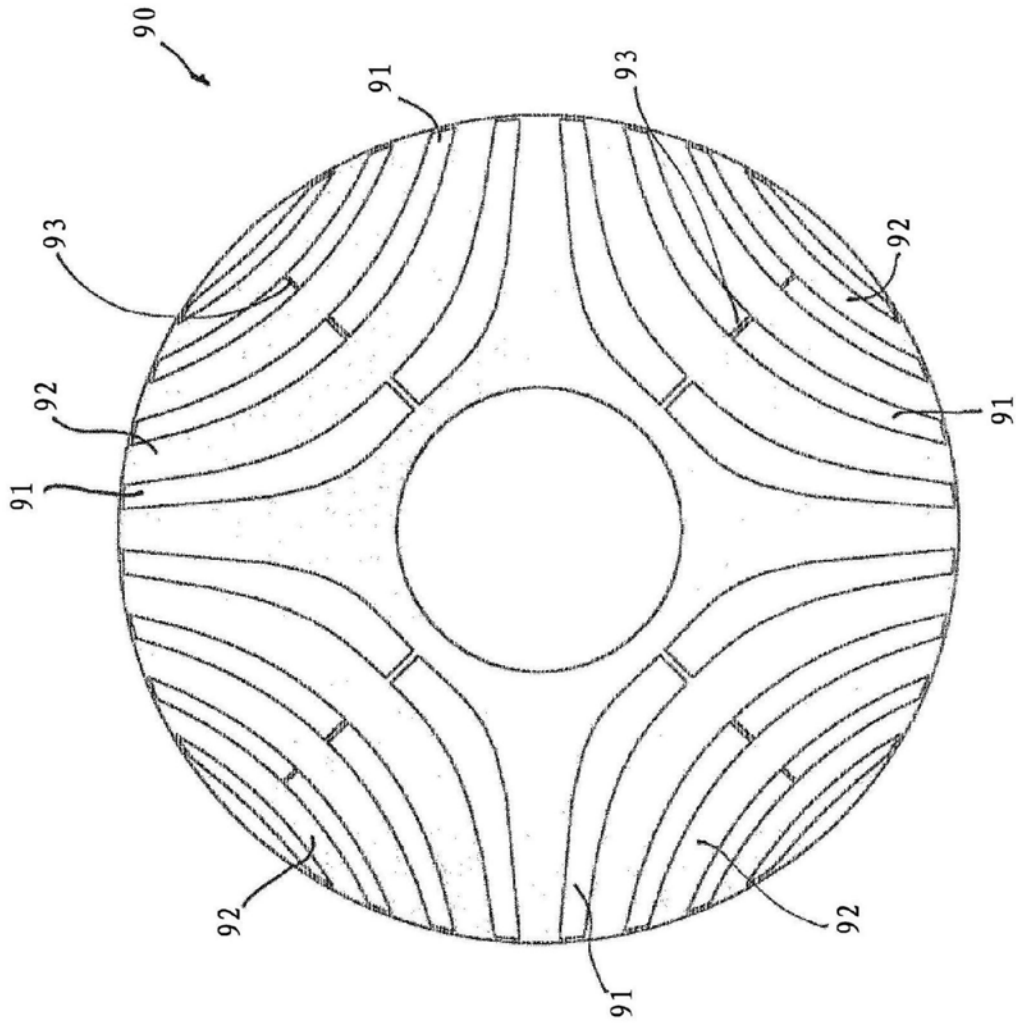


图14