



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111917203 B

(45) 授权公告日 2023.05.12

(21) 申请号 202010367030.1
 (22) 申请日 2020.04.30
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111917203 A
 (43) 申请公布日 2020.11.10
 (30) 优先权数据
 1906455.9 2019.05.08 GB
 (73) 专利权人 劳斯莱斯有限公司
 地址 英国伦敦
 (72) 发明人 阿德戈克·巴德扬
 埃利斯·FH·崇
 (74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 72001
 专利代理师 杨国治 王玮

(51) Int. Cl.
 H02K 1/2792 (2022.01)
 H02K 1/30 (2006.01)
 H02K 1/16 (2006.01)
 H02K 3/14 (2006.01)
 H02K 3/28 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 203522484 U, 2014.04.02
 CN 101051769 A, 2007.10.10
 CN 108418368 A, 2018.08.17
 FR 3063312 A1, 2018.08.31
 US 2013241335 A1, 2013.09.19
 审查员 武迪

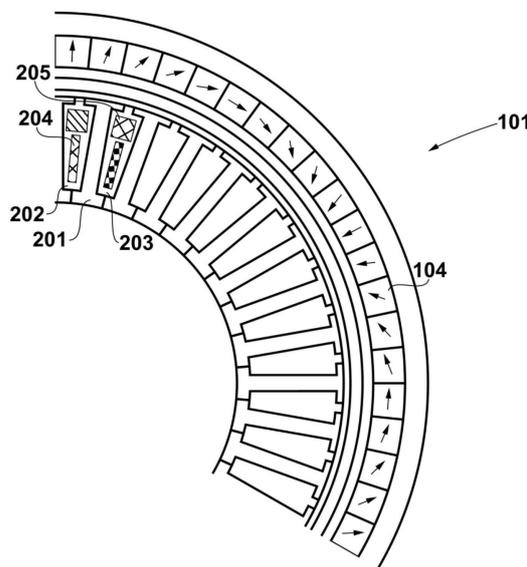
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

电机

(57) 摘要

本公开示出了具有外部转子构型的径向通量旋转电机。所述电机具有：永磁体转子，所述永磁体转子包括呈Halbach阵列的永磁体；在所述转子内部的空心定子，所述空心定子具有限定锥形狭槽的齿以及围绕所述齿以形成呈双层布置结构的线圈的分布绕组，所述绕组由多个相绕组构成。对于在一侧上具有狭槽S1并且在另一侧上具有狭槽S2的每个齿T，相绕组的线圈侧C1被布置成占据所述狭槽S1的径向内层，并且同一相绕组的线圈侧C2被布置成占据所述狭槽S2的径向外层，其中所述线圈侧C1与所述线圈侧C2相比具有较小的周向尺寸和较大的径向尺寸。



1. 一种具有外部转子构型的径向通量旋转电机,包括:
永磁体转子,所述永磁体转子包括呈Halbach阵列的永磁体;
在所述转子内部的空心定子,所述空心定子具有限定锥形狭槽的齿以及围绕所述齿以形成呈双层布置结构的线圈的分布绕组,所述绕组由多个相绕组构成;
其中对于在一侧上具有狭槽S1并且在另一侧上具有狭槽S2的每个齿T,相绕组的线圈侧C1被布置成占据所述狭槽S1的径向内层,并且同一相绕组的线圈侧C2被布置成占据所述狭槽S2的径向外层,其中所述线圈侧C1与所述线圈侧C2相比具有较小的周向尺寸和较大的径向尺寸。
2. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述绕组具有恒定的导线横截面积。
3. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述永磁体安装在张紧的内部支撑件上。
4. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述永磁体通过预加应力的外部保持器保持在适当的位置。
5. 根据权利要求4所述的旋转电机,其中所述外部保持器由以下中的一者或多者构成:
碳纤维复合材料;
金属基质复合材料。
6. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述转子上的所述永磁体在轴向方向上偏斜以减小齿槽转矩。
7. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述转子上的所述永磁体被分成轴向区段,其中轴向相邻的区段在其间具有周向偏移以减小齿槽转矩。
8. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述定子中的所述绕组包括换位导线。
9. 根据权利要求8所述的旋转电机,其中所述换位导线为绞合导线。
10. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述线圈侧C1和所述线圈侧C2串联连接。
11. 根据权利要求1所述的旋转电机,其中所述线圈侧C1和所述线圈侧C2并联连接。

电机

技术领域

[0001] 本公开涉及具有外部转子构型的径向通量旋转电机。

背景技术

[0002] 现有的径向通量内转子永磁电机存在低于最优功率密度的问题。这部分地是由于需要捆扎以将永磁体保持在转子上,这增加了磁气隙并因此减少了有助于有用功的通量。因此,定子通常需要铁磁芯以便产生足够的功率输出。还需要这样的设计,即,转子轴包含磁性材料以形成用于磁体的通量路径,该磁性材料的密度减小了电机的功率重量比。

发明内容

[0003] 因此,提供了一种具有外部转子构型的径向通量旋转电机,包括:

[0004] 永磁体转子,所述永磁体转子包括呈Halbach阵列的永磁体;

[0005] 在所述转子内部的空心定子,所述空心定子具有限定锥形狭槽的齿以及围绕所述齿以形成呈双层布置结构的线圈的分布绕组,所述绕组由多个相绕组构成;

[0006] 其中对于在一侧上具有狭槽S1并且在另一侧上具有狭槽S2的每个齿T,相绕组的线圈侧C1被布置成占据所述狭槽S1的径向内层,并且同一相绕组的线圈侧C2被布置成占据所述狭槽S2的径向外层,其中所述线圈侧C1与所述线圈侧C2相比具有较小的周向尺寸和较大的径向尺寸。

[0007] 在转子中使用Halbach阵列允许使用空心定子。这减小了电机的重量。双层分布绕组的使用减少了原本将导致不可接受的损耗的谐波。锥形狭槽改善了狭槽中的填充系数。

[0008] 通过将相绕组的线圈侧的径向位置调换到特定齿的每一侧上,能够实现绕组上的更优化的温度分布。在一个实施方案中,绕组具有恒定的导线横截面。在这种情况下,绕组中的总电阻是恒定的。占据径向内层的线圈侧具有比外层上的线圈侧更窄的周向尺寸,以便与狭槽的锥度相适应。这种构型在提供气隙冷却(以冷却径向外绕组层)连同定子的中心孔冷却(以冷却径向内绕组层)的情况下是最佳的。在这种构型中,线圈的串联连接是可能的,但也可以使用线圈的并联连接。

[0009] 在另一实施方案中,导线横截面可以变化,其中在狭槽中在径向内层中的线圈侧与在狭槽中占据径向外层的线圈侧相比具有较大的横截面。这样,对于径向内层中的线圈侧,电流密度和由此的焦耳(Joule)损耗被减小。在仅提供气隙冷却的情况下,或者在中心孔中的冷却能力没有气隙中那么好的情况下,这种构型可能是最佳的。不同的导线横截面可以通过使用并联绕组来实现,或者另选地通过适当的制造技术来实现,以便于串联连接。

附图说明

[0010] 现在将仅通过示例的方式参考附图来描述实施方案,附图仅为示意图并且未按比例绘制,并且在附图中:

[0011] 图1示出了电机;

- [0012] 图2更详细地示出了图1的电机的120度弧；
[0013] 图3示出了图2的120度弧的绕组布置结构；
[0014] 图4示出了转子磁体的一个实施方案；并且
[0015] 图5示出了转子磁体的另一个实施方案。

具体实施方式

- [0016] 本发明的一个实施方案在图1中以横截面示出。
- [0017] 电机101具有径向通量构型。电机包括外部转子102和内部定子103。
- [0018] 转子102包括呈Halbach阵列的多个永磁体104。将参照图2、图4和图5进一步描述各个磁体的构型。在本实施方案中，永磁体104安装在张紧的内部支撑件105上。在本实施方案中，内部支撑件105包含诸如碳纤维的复合材料。永磁体104的保持通过预加应力的外部保持器106来实现。在本实施方案中，外部保持器106是复合材料，例如金属基质复合材料，特别是钛基质复合材料。另选地，可以使用碳纤维复合材料。
- [0019] 定子103是空心定子，也就是说，它是完全非磁性的芯。本实施方案中的定子芯107包括其中嵌入有绕组的树脂。在一个具体的实施方案中，树脂是聚合物树脂，例如环氧树脂、聚氨酯树脂等。应当理解，可以使用另选的非磁性芯材料和/或支撑框架。定子芯107形成多个齿108，这些齿在其间限定多个锥形狭槽109。在本示例中，齿108是直齿，以在狭槽109中形成锥形。当然，应当理解，齿不必是直的，而仍然具有锥形狭槽。
- [0020] 在本实施方案中，定子103包括中空的中心孔110。本领域技术人员将熟悉这种与对流冷却方法相容的构型。
- [0021] 从图中可以看出，定子芯107和永磁体104之间的气隙不需要容纳用于磁体的外部保持器106。这样，气隙可以制成比内部转子设计更短。这与Halbach阵列的使用相结合，便于空心定子的使用。这些特征的组合显著地增加了电机101的功率重量比。
- [0022] 现在参考图2，该图是电机101的120度弧的放大视图，示出了各个永磁体104的磁化方向。
- [0023] 还示出了定子103中的绕组的一部分。如在介绍中所提出的，电机101使用双层分布绕组构型。在本示例中，电机101是三相电机。因此，存在三相绕组。然而，应当理解，根据应用可以使用更多数量的相。
- [0024] 如将显而易见的，在双层分布绕组布置结构中，特定齿的任一侧的每个狭槽包括两个线圈侧，取决于绕组布局来自相同的或不同的相。在电机101中，对于在一侧上具有狭槽S1而在另一侧上具有狭槽S2的任何给定的齿T，存在占据狭槽S1的径向内层的相的线圈侧C1和占据狭槽S2的径向外层的同一相的线圈侧C2。在图2的示例中，齿201在其左侧上具有狭槽202，并且在其右侧上具有狭槽203。属于相A的线圈侧204占据狭槽202中的径向内层，并且也属于相A的线圈侧205占据狭槽203中的径向外层。
- [0025] 现在参考图3，其是电机101的绕组图，示出了相绕组A、B和C，该构型围绕定子全程连续。(在图3中，具有大写字母所示相标记的线圈侧指示流出页面的电流，并且具有小写字母所示相标记的线圈侧指示流入页面的电流)。
- [0026] 再次参考图2，应当注意，线圈侧204与线圈侧205相比具有较小的周向尺寸和较大的径向尺寸(虽然未示出，这是电机101中的整组线圈侧和狭槽的情况)。这允许狭槽中的填

充系数比使用恒定的纵横比的情况更好。

[0027] 在所示的实施方案中,绕组的横截面积是恒定的。这样,通过定子的电流密度是恒定的。在这种情况下,可以将绕组完全串联连接,但并联连接当然也是可能的。

[0028] 在一个另选的实施方案中,径向内线圈侧的横截面积可以大于径向外线圈侧的横截面积。这可以在放宽定子103的中心孔110中的冷却要求方面具有优点。

[0029] 在另一另选的实施方案中,径向外线圈侧的横截面积可以大于径向内线圈侧的横截面积。这可以在放宽定子103和转子102之间的气隙中的冷却要求方面具有优点。

[0030] 在这样的实施方式中,可以优选地并联连接线圈侧。

[0031] 另选地,采用具有可变横截面积的导线是可能的。

[0032] 空心定子的使用使绕组暴露于由Halbach阵列产生的全场。因此,在一个实施方案中,绕组由换位导线形成。换位导线是多股导线,其中每根股线均为绝缘的并且为了沿特定长度占据每个可能位置而换位。股线的换位可以是连续的、离散的或无规的。这样,当导线暴露于磁场时,每根股线将通常与跟每一其他股线相同数量的磁通线相连,从而在股线之间平均地划分电流。股线具有足够小的直径以致可能发生小的集肤效应,从而减少由旋转转子场引起的感应涡流带来的损失。

[0033] 在一个实施方案中,绕组由绞合导线形成。绞合导线是一种特定类型的换位导线,其中圆形横截面的股线沿电缆长度连续地换位。可设想其他换位导线,诸如使用在离散间隔处换位的矩形股线的罗贝尔导线。

[0034] 在一个实施方案中,换位导线可由铜形成。在另一个实施方案中,换位导线可由铝形成。

[0035] 图4中示出了转子102的实施方案的平面图。轴向方向由箭头A示出。在该实施方案中,转子102上的永磁体104在轴向方向上偏斜以减小齿槽转矩—为了清楚起见,具有相同磁化的一组永磁体104以402标识。可以看出,在该实施方案中,永磁体具有平行四边形形状。另外,如图所示,它们可以轴向分段以减少其中的涡流损耗。

[0036] 图5中示出了转子102的另一个实施方案的平面图。在该实施方案中,永磁体104具有矩形形状,该矩形形状具有轴向分段以减少涡流损耗。相同磁化的磁体,例如组402,在轴向方向A上周向偏移,以再次减小齿槽转矩。由于磁体104的矩形形状,该实施方案可以在成本方面具有优点。

[0037] 已经描述了各种示例,每个示例都以各种特征组合为特征。本领域技术人员将理解,除非明显相互排斥,否则任何特征可单独使用或与任何其他特征组合使用,并且本发明扩展到并包括本文所述的一个或多个特征的所有组合和子组合。

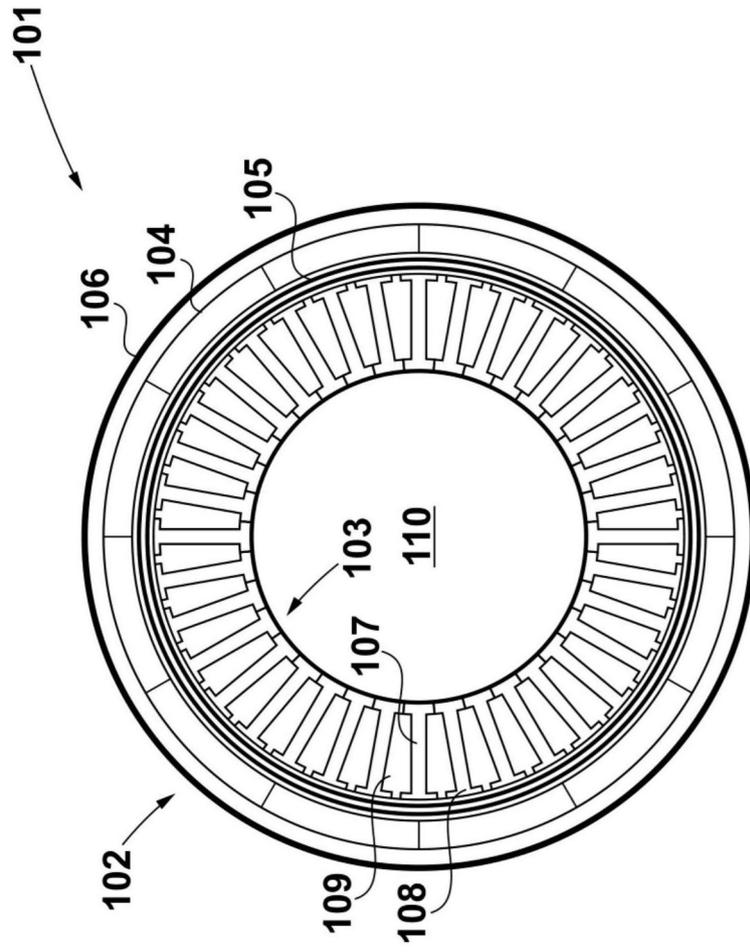


图1

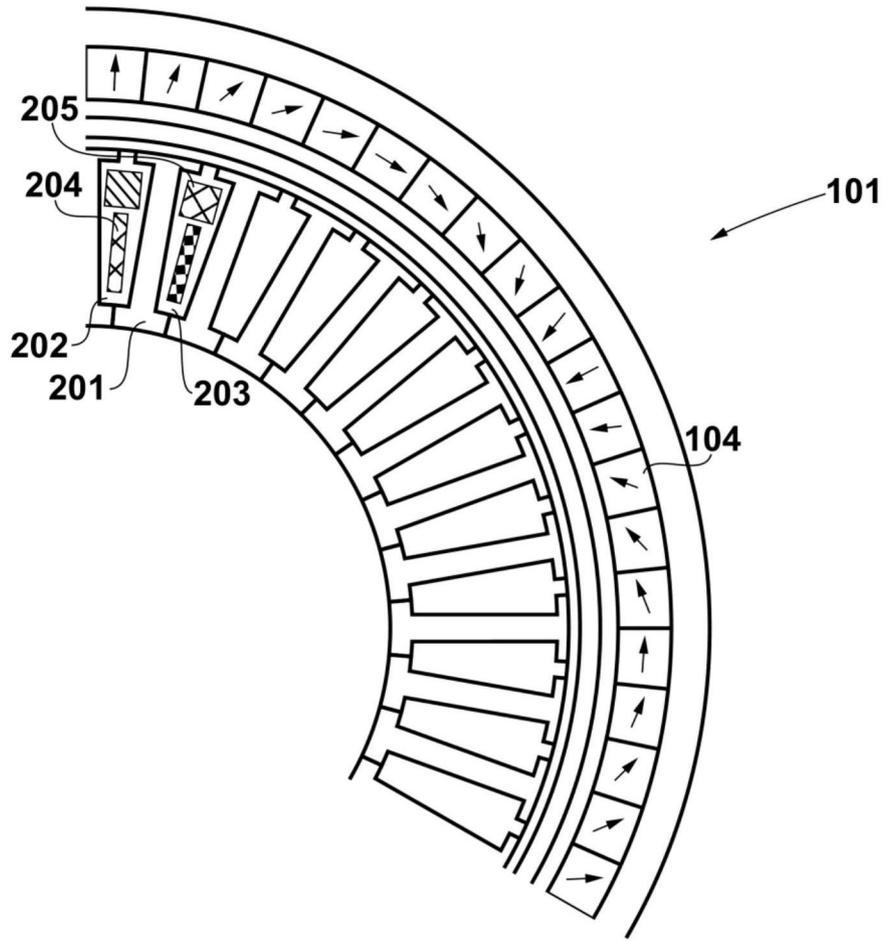


图2

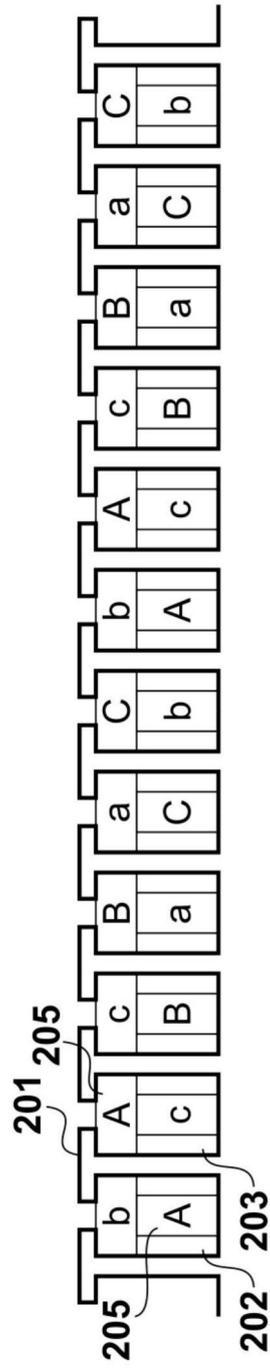


图3

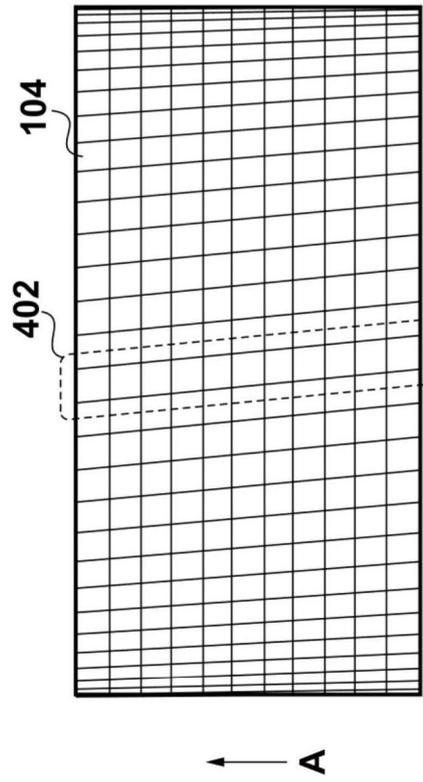


图4

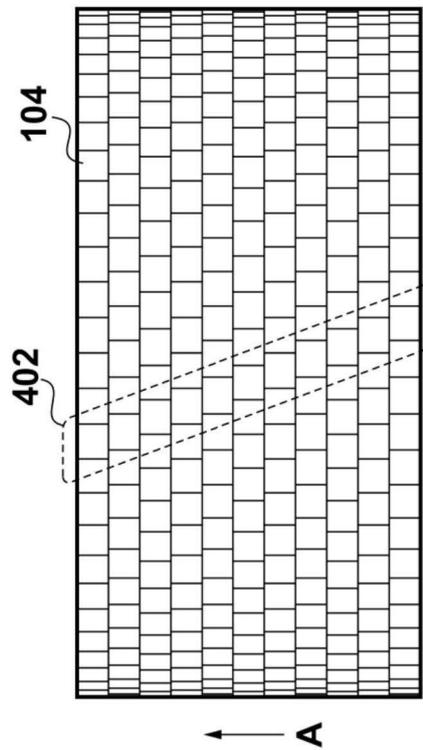


图5