



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105308835 B

(45)授权公告日 2019.05.14

(21)申请号 201380077486.2

R.A.希姆梅曼恩

(22)申请日 2013.06.20

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105308835 A

代理人 刘林华 周心志

(43)申请公布日 2016.02.03

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.12.15

H02K 16/04(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2013/046847 2013.06.20

(56)对比文件

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/204469 EN 2014.12.24

CN 101636894 A, 2010.01.27,  
CN 101636894 A, 2010.01.27,  
CN 102812619 A, 2012.12.05,  
CN 103036376 A, 2013.04.10,  
JP 特开2010-252419 A, 2010.11.04,  
US 6459185 B1, 2002.10.01,  
CN 103081302 A, 2013.05.01,

(73)专利权人 奥的斯电梯公司  
地址 美国康涅狄格州

审查员 徐晨琛

(72)发明人 Z.皮伊奇 J.坦古杜

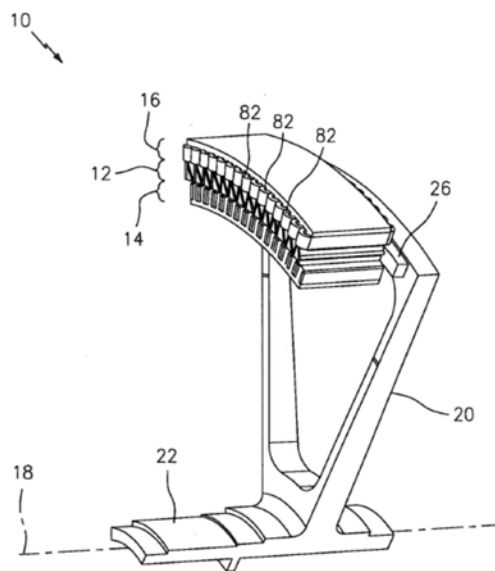
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

## (54)发明名称

具有带倾斜永久磁铁的转子的电机

## (57)摘要

本发明提供一种包括转子和环形第一定子的电机。转子包括环形转子主体和相对于所述转子主体固定定位的多个永久磁铁。第一定子包括圆周间隔的定子极。转子和第一定子相对于电机的轴向中心线同心且轴向对准。永久磁铁的每个形成磁偶极子。每个磁偶极子沿着穿透各自永久磁铁的偶极轴延伸。每个偶极轴在第一平面中延伸。电机的中心线在至少大体上垂直于第一平面的第二平面中延伸。永久磁铁的每个被定位使得在各自偶极轴与在各自永久磁铁与中心线之间延伸的径向轴之间界定介于15°与75°之间的磁铁角度。



1. 一种电机,其包括:

转子,其包括环形转子主体和相对于所述转子主体固定定位的多个永久磁铁;

环形第一定子,其包括多个圆周间隔的定子极;

其中所述转子和所述第一定子相对于所述电机的轴向中心线同心且轴向对准;

其中所述多个永久磁铁的每个形成磁偶极子,其中每个磁偶极子沿着穿过所述各自永久磁铁的偶极轴延伸,其中每个偶极轴在第一平面中延伸,且其中所述电机的所述中心线在垂直于所述第一平面的第二平面中延伸;

其中所述多个永久磁铁的每个被定位使得在所述各自偶极轴与在所述各自永久磁铁与所述电机的所述中心线之间延伸的径向轴之间界定介于 $15^{\circ}$ 与 $75^{\circ}$ 之间的磁铁角度;其特征在于:

所述多个永久磁铁的每个的径向外端与相邻永久磁铁的径向内端圆周重叠。

2. 根据权利要求1所述的电机,其中所述转子主体包括多个轴向延伸槽,所述多个永久磁铁被安置在所述多个轴向延伸槽内。

3. 根据权利要求1所述的电机,其中所述多个永久磁铁的所述磁铁角度都相同。

4. 根据权利要求1所述的电机,其中所述多个永久磁铁的所述磁铁角度并非都相同。

5. 根据权利要求1所述的电机,其中所述转子包括多个磁铁组,其中所述多个磁铁组的每个包括所述多个永久磁铁的至少两个,其中所述多个磁铁组的每个内的所述多个永久磁铁的所述磁铁角度形成在多个磁铁组的每个内重复的模式。

6. 根据权利要求1所述的电机,其中所述多个永久磁铁被定位,使得所述多个永久磁铁的每个的所述磁偶极子具有与相邻永久磁铁的所述磁偶极子相反的极性。

7. 根据权利要求1所述的电机,其中所述多个永久磁铁的每个具有外暴露分率,其等于所述各自永久磁铁的主体宽度与所述各自永久磁铁的外暴露宽度的比率,所述外暴露宽度是在从各自永久磁铁径向向外的位置上在所述各自永久磁铁的径向外端与所述电机的中心线之间延伸的径向轴以及在相邻、重叠永久磁铁的径向外端与电机的中心线之间延伸的径向轴之间圆周延伸的距离,其中所述外暴露分率大于一。

8. 根据权利要求1所述的电机,其中所述多个永久磁铁的每个具有内暴露分率,其等于所述各自永久磁铁的主体宽度与所述各自永久磁铁的内暴露宽度的比率,所述内暴露宽度是在从各自永久磁铁径向向内的位置上在所述各自永久磁铁的径向内端与所述电机的中心线之间延伸的径向轴以及在相邻、重叠永久磁铁的径向内端与电机的中心线之间延伸的径向轴之间圆周延伸的距离,其中所述内暴露分率大于一。

9. 根据权利要求1所述的电机,其中所述转子包括多个通量屏障,其中所述多个通量屏障的每个被圆周安置在所述多个永久磁铁中的一个与相邻永久磁铁之间。

10. 根据权利要求9所述的电机,其中所述多个通量屏障的每个是被安置在所述转子中的轴向延伸孔隙。

11. 根据权利要求1所述的电机,其中所述第一定子的所述多个定子极的每个由从所述第一定子径向延伸的定子齿和绕所述定子齿缠绕的定子线圈形成。

12. 根据权利要求1所述的电机,其进一步包括环形第二定子,所述环形第二定子包括多个圆周间隔的定子极。

13. 根据权利要求12所述的电机,其中所述第二定子的所述多个定子极的每个由从所

述第二定子径向延伸的定子齿和绕所述定子齿缠绕的定子线圈形成。

14. 根据权利要求12所述的电机,其中所述转子、所述第一定子和所述第二定子相对于所述电机的所述中心线同心且轴向对准,且其中所述转子同心定位在所述第一定子与所述第二定子之间。

15. 根据权利要求12所述的电机,其中所述第一定子上的所述多个定子极的每个对应于所述第二定子上的所述多个定子极中的一个,且其中所述第一定子和所述第二定子上的所述相应定子极彼此偏移达一定偏移角度。

16. 根据权利要求1所述的电机,

其中所述转子主体相对于所述电机的轴向中心线同心;

其中所述转子主体包括多个轴向定位转子环,每个包括多个弓形转子主体块,所述多个弓形转子主体块端对端定位以形成各自的转子环。

17. 根据权利要求1所述的电机,

其中所述转子主体相对于所述电机的轴向中心线同心;

其中所述转子主体包括多个弓形转子主体块,所述多个弓形转子主体块端对端定位以形成所述转子主体;

其中所述弓形转子主体块的每个包括多个轴向定位面板,所述多个轴向定位面板被轴向压缩以形成所述各自的转子主体块。

## 具有带倾斜永久磁铁的转子的电机

[0001] 背景

### 1. 技术领域

[0002] 本发明的方面一般涉及电机,且更具体地涉及具有带倾斜永久磁铁的转子的电机。

[0003] 2. 背景信息

[0004] 已知提供具有带多个永久磁铁的转子的电机。永久磁铁通常以数种已知构造中的一种定位在转子上。这些已知构造可导致转子具有比期望值大的直径。本发明的方面涉及这个问题和其它问题。

[0005] 发明方面的概述

[0006] 根据本发明的方面,提供包括转子和环形第一定子的电机。转子包括环形转子主体和相对于转子主体固定定位的多个永久磁铁。第一定子包括多个圆周间隔的定子极。转子和第一定子相对于电机的轴向中心线同心且轴向对准。多个永久磁铁的每个形成磁偶极子。每个磁偶极子沿着穿透各自永久磁铁的偶极轴延伸。每个偶极轴在第一平面中延伸。电机的中心线在至少大体上垂直于第一平面的第二平面中延伸。多个永久磁铁的每个被定位,使得在各自偶极轴与在各自永久磁铁与电机的中心线之间延伸的径向轴之间界定介于 $15^{\circ}$ 与 $75^{\circ}$ 之间的磁铁角度。

[0007] 根据本发明的另一个方面,提供用于电机中的转子。转子包括环形转子主体和相对于转子主体固定定位的多个永久磁铁。转子主体相对于电机的轴向延伸中心线同心。转子主体包括多个轴向定位转子环,每个包括多个弓形转子主体块,该多个弓形转子主体块端对端定位以形成各自的转子环。多个永久磁铁的每个形成磁偶极子。每个磁偶极子沿着穿透各自永久磁铁的偶极轴延伸。每个偶极轴在第一平面中延伸。电机的中心线在至少大体上垂直于第一平面的第二平面中延伸。多个永久磁铁的每个被定位,使得在各自偶极轴与在各自永久磁铁与电机的中心线之间延伸的径向轴之间界定介于 $15^{\circ}$ 与 $75^{\circ}$ 之间的磁铁角度。

[0008] 根据本发明的另一个方面,提供用于电机中的转子。转子包括环形转子主体和相对于转子主体固定定位的多个永久磁铁。转子主体相对于电机的轴向延伸中心线同心。转子主体包括多个弓形转子主体块,该多个弓形转子主体块端对端定位以形成转子主体。弓形转子主体块的每个包括多个轴向定位面板,该多个轴向定位面板被轴向压缩以形成各自的转子主体块。多个永久磁铁的每个形成磁偶极子。每个磁偶极子沿着穿透各自永久磁铁的偶极轴延伸。每个偶极轴在第一平面中延伸。电机的中心线在至少大体上垂直于第一平面的第二平面中延伸。多个永久磁铁的每个被定位,使得在各自偶极轴与在各自永久磁铁与电机的中心线之间延伸的径向轴之间界定介于 $15^{\circ}$ 与 $75^{\circ}$ 之间的磁铁角度。

[0009] 根据下文提供的附图和详述,本发明的这些和其它方面将显而易见。

[0010] 附图简述

[0011] 图1示出电机实施方案的部分透视图。

[0012] 图2示出图1的电机的部分透视图。

[0013] 图3示出图1的电机的转子和定子的部分横截面图。

[0014] 图4示出图1的转子的部分横截面图。

[0015] 图5示出图1的转子的两(2)个转子主体块的部分横截面图。

[0016] 图6示出图1的电机的转子中所包括的转子主体块的剖视图。

[0017] 图7示出图1的电机的转子中所包括的两(2)个转子主体块的剖视图。

[0018] 图8示出从工件上切割下来的面板,其用于形成转子的转子主体块。

[0019] 图9示出替代转子的部分横截面图。

[0020] 详述

[0021] 参考图1和图2,本公开描述包括转子12和一个或多个定子14、16的电机10的实施方案。电机10可作为电动机或作为发电机操作。转子12和定子14、16相对于电机10的轴向中心线18同心且轴向对准。转子12附接至转子支架20,且转子支架20附接至轴22,该轴22沿着电机10的中心线18延伸。转子12相对于定子14、16旋转,定子14、16固定定位至电机10的外壳(未示出)。本文参考附图中示出的实施方案来描述本发明的方面;但是本发明的方面不限于附图中示出的实施方案。在图1至图7中示出的实施方案中,转子12同心定位在内定子14与外定子16之间(见图1至图3);转子12轴向定位在环形、非导电端环24(见图2)与环形、非导电分隔器26(见图1和图2)之间;分隔器26轴向定位在转子12与转子支架20之间;且使用销25将转子12、端环24和分隔器26附接至转子支架20(见图2、图6和图7),如将在下文进一步描述。

[0022] 转子12包括环形转子主体28(见图2至图7)和相对于转子主体28固定定位的多个永久磁铁30、32、34、36(见图3和图4)。在图1至图7中示出的实施方案中,转子主体28包括多个圆周间隔、轴向延伸槽42(见图3、图6和图7),永久磁铁30、32、34、36被安置在槽42内以便相对于转子主体28固定定位它们。永久磁铁30、32、34、36各自产生个别磁场,且共同产生转子磁场。转子磁场的至少一部分在径向方向上从转子12延伸以与定子14、16相互作用。转子磁场在电机10操作期间相对于定子14、16旋转。下文详细描述转子主体28和永久磁铁30、32、34、36。

[0023] 电机10的性能可至少部分依据转子磁场的的一个或多个特征;例如转子磁场的强度、转子磁场的对称性等。因此,可设计电机10使得转子12达成期望转子磁场。本公开描述可被选择来达成期望转子磁场的转子主体28的数个特征。转子主体28可影响转子磁场,因为它可改变由永久磁铁30、32、34、36在它们(个别磁场)穿过转子主体28时产生的个别磁场;例如,当个别磁场穿过转子主体28时,转子主体28可诱发涡电流,由此导致个别磁场损失强度和/或转子主体28可在个别磁场穿过转子主体28时改变它们的方向。本公开也描述如何选择永久磁铁30、32、34、36的特性和/或永久磁铁30、32、34、36在转子12上的定位来达成期望转子磁场。

[0024] 电机10的性能也可至少部分依据电机10的结构完整性;例如,转子12在不导致电机10振动的情况下相对于定子14、16旋转的能力。因此,电机10可在考虑结构完整性的情况下被设计。本公开描述可在其中转子主体28被分段为多个块的实施方案中协助改进转子主体28的结构完整性的特征。如下文将描述,转子主体28可分段为多个块,例如,使得转子12达成期望转子磁场。

[0025] 电机10的性能也可至少部分依据转子磁场与定子14、16的相互作用;例如,转子磁场穿过定子14、16的通量。因此,可设计电机10来达成转子磁场与定子14、16的期望相互作用。本公开描述如何选择定子14、16的结构和/或定子14、16的定位来达成转子磁场与定子14、16之间的期望相互作用。

[0026] 转子主体28可为单一结构或它可分段为;例如圆周分段、轴向分段等。在图1至图7的实施方案中,转子主体28圆周分段和轴向分段;转子主体28包括四(4)个轴向定位转子环33、35(见图2和图7),每个包括多个弓形转子主体块40(见图2至图7),该多个弓形转子主体块端对端定位来形成各自转子环33、35。在一些实施方案(包括图5中示出的实施方案)中,转子主体块40可成形使得相邻转子主体块40在它们端对端定位时彼此匹配且圆周重叠,以形成转子主体28的各自转子环33、35。图5示出如何将两(2)个相邻主体块40结合在一起以彼此匹配且在圆周上重叠。相邻转子主体块40的圆周重叠可协助改进电机10的结构完整性;例如,可改进转子主体28的硬度,其接着可减小或消除可能在电机10的操作期间另外发生的振动。在一些实施方案中,转子主体块40可成形,使得相邻转子主体块40共同形成轴向延伸孔隙,销25可穿过该孔隙插入。在图5至图7中示出的实施方案中,例如,每个转子主体块40在第一端面27与第二端面29之间圆周延伸,且转子主体块40的端面27、29各自包括凹口31。图5示出当相邻主体块40被结合至一起以彼此匹配并且圆周重叠时,转子主体块40的第一端面27中所包括的凹口31和相邻转子主体块40的第二端面29中所包括的凹口31共同形成孔隙。出于一个或多个理由,可能期望提供如例如图2、图6和图7中所示分段的转子主体28。例如,在一些实施方案中,转子12可具有相对较大直径,且因此在转子主体28被分段的情况下制造它可能更容易和/或更廉价。此外,将转子主体28分段可使得替换或修理转子主体28的一部分更容易。此外,将转子主体28分段可使转子12能达成期望转子磁场。单一结构的转子主体28可减弱由永久磁铁30、32、34、36在它们穿过转子主体28时产生的个别磁场至比被分段的转子主体28更大的程度,且因此可将转子主体28分段,例如来达成相对较强的转子磁场。

[0027] 在其中转子主体28包括多个转子主体块40的实施方案中,每个转子主体块40可为单一结构,或可将每个轴向分段。在图1至图7中的实施方案中,每个转子主体块40被轴向分段为多个面板41(见图6和图7)。在其中转子主体块40被轴向分段为多个面板41的实施方案中,转子主体块40不限于任何特定数量的面板41,且面板41不限于任何特定轴向厚度。在其中转子主体块40被轴向分段为多个面板41的一些实施方案中,轴向相邻面板41可附接至彼此;例如使用粘着剂、机械紧固件、提供在面板41上的配合部件(例如,凹部)等。在其中转子主体块40被轴向分段为多个面板41的一些实施方案中,可提供结构来将面板41轴向压缩在一起以形成转子主体块40。在图1至图7中示出的实施方案中,例如,销25(见图2、图6和图7)延伸穿过形成在转子主体块40中(或由其形成)的孔隙,且销25提供端环24(见图2)与分离器26(见图1和图2)之间的轴向张力,其接着将面板41轴向压缩在一起以形成转子主体块40。用于轴向压缩面板41的这些结构可协助改进电机10的结构完整性;例如,可改进转子主体28的硬度,其接着可减小或消除可能在电机10的操作期间另外发生的振动。出于一个或多个理由,可能期望提供如例如图6和图7中所示被轴向分段的转子主体块40。例如,将转子主体块40轴向分段可使得替换或修理转子主体块40的一部分更容易。此外,将转子主体块40轴向分段可使得制造转子主体块40更容易和/或更廉价。参考图8,例如,可能可切割

(或冲压或压制等)用以从工件43形成转子主体块40的多个面板41,该工件可为相对较薄的片材。面板41可切割自工件43,使得所形成的废料量小于将在制造作为单一结构的转子主体块40中形成的废料量。此外,将转子主体块40轴向分段可使转子12能达成期望转子磁场。单一结构的转子主体块40可减弱由永久磁铁30、32、34、36在它们穿过转子主体块40时产生的个别磁场至比被分段的转子主体块40更大的程度,且因此可将转子主体块40分段,例如来达成相对较强的转子磁场。

[0028] 在类似于图1至图7中示出的实施方案中,其中转子主体28包括端对端定位以形成多个轴向定位的转子环33、35的多个转子主体块40(见图2和图7),转子环33、35可彼此圆周偏移达转子环偏移角度。即,例如,转子环33、35可相对于彼此定位,使得转子主体块40的端面27、29并非都从一个转子环33、35至下一个转子环圆周对准。例如,在图7中示出这个特征。在图7中,第一转子环33中所包括的转子主体块40的第一端面27与第二转子环35中所包括的转子主体块40的第一端面27圆周偏移达转子环偏移角度。本发明的方面不限于结合任何特定转子环偏移角度使用;但是转子环33、35可优选地相对于彼此定位,使得永久磁铁30、32、34、36从一个转子环33、35至下一个转子环圆周对准,且使得形成在转子主体块40中(或由其形成)的孔隙从一个转子环33、35至下一个转子环圆周对准。出于一个或多个理由,可期望提供包括彼此圆周偏移的多个转子环33、35的转子主体28。例如,使转子环33、35彼此圆周偏移可协助改进电机10的结构完整性;例如,使转子环33、35圆周偏移可使转子主体28能在圆周方向上具有更连续负载,其接着可减小或消除可能在电机10操作期间另外发生的振动。此外,使转子环33、35彼此圆周偏移可使转子12能达成期望转子磁场。参考图5,在一些实施方案中,可能存在转子主体块40的第一端面27与相邻转子主体块40的第二端面29之间的相对较小间隙。由永久磁铁30、32、34、36产生的个别磁场可以相对较小减弱穿过这些间隙,尤其在间隙在转子主体28的前表面与转子主体28的尾端之间轴向延伸的情况下。使多个转子环33、35彼此圆周偏移可防止这些间隙在转子主体28的前表面与转子主体28的尾端之间轴向延伸,且可由此使转子12能达成相对更对称的转子磁场。

[0029] 在一些实施方案中,包括图1至图7中示出的实施方案,转子主体28可包括多个通量屏障78。通量屏障78从图6和图7省略,但可见于例如图3和图4中。在图1至图7中示出的实施方案中,每个通量屏障78是被圆周安置在转子主体28中的轴向延伸孔隙,其在槽42之间(见图3、图6和图7),永久磁铁30、32、34、36被安置在槽42内。出于一个或多个理由,可期望转子主体28中包括通量屏障78。例如,包括通量屏障78可协助减小转子主体28的总重量。此外,转子主体28中包括通量屏障78可使转子12能达成期望转子磁场。转子主体28中包括通量屏障78可改变个别磁场在其穿过转子主体28时改变它们的方向,并且可由此使转子12能达成相对更对称的转子磁场。

[0030] 转子主体28或其组件可由各种材料或材料组合制成。可接受材料的实例包括:钢、镍、铁、钴或其组合。在一些实施方案中,转子主体28或其组件可涂布有材料(例如,层压材料),其可包括例如硅。可选择转子主体28或其组件的材料,使得转子12达成期望转子磁场。例如,包括特定材料的转子主体28可减弱由永久磁铁30、32、34、36在它们穿过转子主体40时产生的个别磁场至比由其它材料制成的转子主体40更大的程度,且因此可选择转子主体块40的材料来(例如)达成相对较强的转子磁场。

[0031] 永久磁铁30、32、34、36各自具有残余通量密度。术语“残余通量密度”在本文中用

于描述永久磁铁30、32、34、36的磁场强度。永久磁铁30、32、34、36不限于任何特定残余通量密度。残余通量密度针对永久磁铁30、32、34、36可全部相同,或残余通量密度针对永久磁铁30、32、34、36的一个或多个可不同。在残余通量密度针对永久磁铁30、32、34、36可全部相同的实施方案中,永久磁铁30、32、34、36的每个的可接受残余通量密度的示例是大约一(1)特斯拉。可选择永久磁铁30、32、34、36的残余通量密度来使转子12能达成期望转子磁场。例如,如果期望相对较强转子磁场,那么可选择具有相对较高残余通量密度的永久磁铁30、32、34、36。

[0032] 参考图4,永久磁铁30、32、34、36各自形成磁偶极子44,磁偶极子沿着穿过个各自永久磁铁30、32、34、36的偶极轴46延伸。每个磁偶极子44在第一平面中延伸,且电机10的中心线18(见图1和图2)在垂直于或大体上垂直于第一平面的第二平面中延伸。永久磁铁30、32、34、36的每个被定位使得在各自偶极轴46与在各自永久磁铁30、32、34、36与电机10的中心线18之间延伸的径向轴52之间界定介于大约十五度(15°)与七十五度(75°)之间的磁铁角度50。永久磁铁30、32、34、36各自可在下文中被描述为依各自磁铁角度50倾斜。永久磁铁30、32、34、36的磁铁角度50可都相同或一些或所有可彼此不同。在图4中示出的实施方案中,例如,永久磁铁30、32、34、36都具有大约四十五度(45°)的磁铁角度50。在其它实施方案中,包括图9中的实施方案,永久磁铁30、32、34、36可分组为多个磁体组54、56,且每个磁体组54、56内的永久磁铁30、32、34、36的磁铁角度50可能都相同后一些或所有可能不同。在一些实施方案中,每个磁体组54、56内的永久磁铁30、32、34、36数量可能相同,且可选择永久磁铁30、32、34、36的磁铁角度50为在每个磁体组54、56内具有可重复模式。在图9中的实施方案中,例如,磁体组54、56的每个包括具有磁铁角度50的第一永久磁铁30、具有磁铁角度50加两度(2°)的第二永久磁铁32、具有磁铁角度50加四度(4°)的第三永久磁铁34和具有磁铁角度50加六度(6°)的第四永久磁铁36。在类似于图9中示出的实施方案中,邻近永久磁铁30、32、34、36的不同磁铁角度50可导致转子磁场不对称,且因此可选择特性(例如,残余通量密度)在邻近永久磁铁30、32、34、36之间变化以增大转子磁场的对称性。出于一个或多个理由,可能期望提供按介于大约十五度(15°)与七十五度(75°)之间的磁铁角度50倾斜的永久磁铁30、32、34、36。例如,如本文中所述使永久磁铁30、32、34、36倾斜可使转子12能具有小于定位为零度(0°)或九十度(90°)的磁铁角度的永久磁铁的先前技术转子的直径。

[0033] 参考图4,永久磁铁30、32、34、36被定位,使得每个永久磁铁30、32、34、36的磁偶极子44具有与两(2)个邻近永久磁铁30、32、34、36的磁偶极子44相反的极性。在图4中示出的实施方案中,例如,第一永久磁铁30的磁偶极子44具有朝向中心线18径向延伸的南极58和北极60;第二永久磁铁32的磁偶极子44具有背离中心线18径向延伸的南极58和北极60;第三永久磁铁34的磁偶极子44具有朝向中心线18径向延伸的南极58和北极60;且第四永久磁铁36的磁偶极子44具有背离中心线18径向延伸的南极58和北极60。出于一个或多个理由,可能期望提供如例如图4中所示的具有交替极性的永久磁铁30、32、34、36。例如,永久磁铁30、32、34、36的交替极性可使转子12能达成对称转子磁场。

[0034] 参考图4和图9,可将永久磁铁30、32、34、36定位使得它们圆周重叠或圆周不重叠。在永久磁铁30、32、34、36圆周重叠的实施方案中,包括图9中示出的实施方案,每个永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与邻近永久磁铁30、32、34、36的径向内端64圆周重叠;例如,



在每个永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与电机10的中心线18之间延伸的径向轴66将穿过邻近永久磁铁30、32、34、36。在其中永久磁铁30、32、34、36圆周非重叠的实施方案中,包括图4中示出的实施方案,每个永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与邻近永久磁铁30、32、34、36的径向内端64圆周重叠;例如,在每个永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与电机10的中心线18之间延伸的径向轴66不将穿过邻近永久磁铁30、32、34、36。在永久磁铁30、32、34、36圆周重叠的实施方案中,永久磁铁30、32、34、36的每个将仅与相邻永久磁铁30、32、34、36的在相邻永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与相邻永久磁铁30、32、34、36的中心48之间延伸的部分重叠,该中心在相邻永久磁铁30、32、34、36的一个位置上,是其径向外端62与其径向内端64之间的大约一半的位置。出于一个或多个理由,可能期望提供圆周重叠或圆周不重叠的永久磁铁30、32、34、36。例如,使永久磁铁30、32、34、36圆周重叠可使可使转子12能具有相对较小直径。此外,使永久磁铁30、32、34、36圆周重叠可使转子12能达成对称转子磁场。

[0035] 参考图4和图9,可描述每个永久磁铁30、32、34、36具有外暴露分率和内暴露分率。

[0036] 参考图4,每个永久磁铁30、32、34、36的外暴露分率等于两个值的比率:(1)各自永久磁铁30、32、34、36的主体宽度70;和(2)各自永久磁铁30、32、34、36的外暴露宽度72。每个永久磁铁30、32、34、36的主体宽度70是在各自永久磁铁30、32、34、36的径向内端64与径向外端62之间延伸的距离。在其中永久磁铁30、32、34、36圆周不重叠的实施方案中,外暴露宽度72是在从各自永久磁铁30、32、34、36径向向外的位置上在以下两个轴之间圆周延伸的距离:(1)在各自永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与电机10的中心线18之间延伸的径向轴66;和(2)在各自永久磁铁30、32、34、36的径向内端64与电机10的中心线18之间延伸的径向轴68。参考图9,在其中永久磁铁30、32、34、36圆周重叠的实施方案中,外暴露宽度72是在从各自永久磁铁30、32、34、36径向向外的位置上在以下两个轴之间圆周延伸的距离:(1)在各自永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与电机10的中心线18之间延伸的径向轴66;和(2)在相邻、重叠永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与电机10的中心线18之间延伸的径向轴74。每个永久磁铁30、32、34、36的外暴露分率不限于任何特定值;但是外暴露分率可优选地具有大于一(1)的值。

[0037] 可选择每个永久磁铁30、32、34、36的外暴露分率来使转子12能达成期望转子磁场。例如,为了达成相对较强的转子磁场,可将永久磁铁30、32、34、36定位在转子12上,使得它们每个具有相对较高的外暴露分率。

[0038] 参考图4,每个永久磁铁30、32、34、36的内暴露分率等于两个值的比率:(1)各自永久磁铁30、32、34、36的主体宽度70;和(2)各自永久磁铁30、32、34、36的内暴露宽度76。在其中永久磁铁30、32、34、36圆周不重叠的实施方案中,内暴露宽度76是在从各自永久磁铁30、32、34、36径向向内的位置上在以下两个轴之间圆周延伸的距离:(1)在各自永久磁铁30、32、34、36的径向外端62与电机10的中心线18之间延伸的径向轴66;和(2)在各自永久磁铁30、32、34、36的径向内端64与电机10的中心线18之间延伸的径向轴68。参考图9,在其中永久磁铁30、32、34、36圆周重叠的实施方案中,内暴露宽度76是在从各自永久磁铁30、32、34、36径向向内的位置上在以下两个轴之间圆周延伸的距离:(1)在各自永久磁铁30、32、34、36的径向内端64与电机10的中心线18之间延伸的径向轴66;和(2)在相邻、重叠永久磁铁30、32、34、36的径向内端64与电机10的中心线18之间延伸的径向轴74。每个永久磁铁30、32、

34、36的内暴露分率不限于任何特定值；但是内暴露分率可优选地具有大于一(1)的值。可选择每个永久磁铁30、32、34、36的内暴露分率来使转子12能达成期望转子磁场。例如，为了达成相对较强的转子磁场，可将永久磁铁30、32、34、36定位在转子12上，使得它们每个具有相对较高的内暴露分率。

[0039] 参考图3，定子14、16的每个是环形的，且包括多个圆周间隔、径向延伸的定子齿80。在图3中示出的实施方案中，例如，外定子16包括从外定子16径向朝向电机10的中心线18延伸的多个定子齿80，且内定子14包括从内定子14背离中心线18径向延伸的多个定子齿80。定子14、16的每个也包括多个定子线圈82。定子线圈82在图3中省略，但可见于例如图1和图2中。每个定子齿80具有以已知方式绕其缠绕的定子线圈82。在其中电机10作为电动机操作的实施方案中，定子线圈82可以已知方式电连接至AC电源。在其中电机10作为发电机操作的实施方案中，定子线圈82可以已知方式电连接至电存储装置。

[0040] 每个定子齿80和绕其缠绕的相应定子线圈82形成下文中被称作定子极86的事物。可描述每个定子14、16为具有多个圆周间隔的定子极86。本发明的方面不限于结合具有任何特定数量的定子极86的定子14、16使用。定子14、16的每个中所包括的定子极86的数量可优选地等于转子12中所包括的永久磁铁30、32、34、36的数量。定子极的数量可依据一个或多个因素变化，包括例如，定子14、16的大小(直径)、转子12的大小(例如，直径)等。每个定子极86具有相对于它圆周定位的相应定子极86。相应定子极86的这些对可各在下文中被称作定子极对。在一些实施方案中，流动穿过定子线圈82的电流可具有数个相位中的一个。在这些实施方案中，流动穿过每个定子极对的定子线圈82的电流彼此同相。

[0041] 在类似于图3中示出的实施方案中，其中电机10包括各自具有相同数量的定子极对的内定子14和外定子16，内定子14的每个定子极对可对应于外定子16的定子极对。如上所述，在一些实施方案中，流动穿过定子线圈82的电流可具有数个相位中的一个。在这些实施方案中，流动穿过内定子14和外定子16的相应定子极对的定子线圈82的电流可具有相同相位。在其中内定子14和外定子16具有相应定子极对的实施方案中，内定子14和外定子16可相对于彼此定位，使得其相应定子极对彼此圆周偏移达偏移角度88。参考图3，偏移角度88在下列两个轴之间延伸：(1) 在外定子16的定子极86与电机10的中心线18之间延伸的径向轴90；和(2) 在内定子14的相应定子极86与电机10的中心线18之间延伸的径向轴92。可选择偏移角度88，例如，使得它等于三百六十度(360°)除以定子极86的数量。

[0042] 可选择定子14、16的结构和/或定子14、16的定位来达成转子磁场与定子14、16之间的期望相互作用。例如，可选择定子14、16的每个中所包括的定子极86的数量与永久磁铁30、32、34、36的数量相同以使穿过定子14、16的转子磁场的通量最大化。此外，可选择偏移角度88为对应于永久磁铁30、32、34、36的磁铁角度50以使穿过定子14、16的转子磁场的通量最大化。

[0043] 电机10可包括一个或多个组件，除转子12和定子14、16外，其可影响：(1) 转子12的转子磁场；和/或(2) 转子磁场与定子14、16的相互作用。可选择这些组件的一个或多个特征：(1) 使得转子12达成期望转子磁场；和/或(2) 达成转子磁场与定子14、16的期望相互作用。在图1至图7中示出的实施方案中，例如，延伸穿过转子主体块40以提供端环24(图2)与分隔器26(见图1和图2)之间的轴向张力的销25(见图2、图6和图7)可改变由永久磁铁30、32、34、36在它们(个别磁场)穿过销25时产生的个别磁场。因此，可设计销25，使得转子12达

成期望转子磁场。通过材料压制条形成的销25(例如,类似于已知弹簧销)可减弱由永久磁铁30、32、34、36在它们穿过销25时产生的个别磁场至小于通过固体材料块形成的销25的程度。因此,可选择通过压制材料条形成的销25来例如达成相对较强的磁场。

[0044] 电机10可作为电动机或作为发电机操作。在电机10作为电动机操作期间,定子线圈82电连接至AC电源(例如,三相AC电源)。当来自AC电源的电流流动穿过定子线圈82时,磁场产生。磁场与由转子12产生的转子磁场相互作用,且导致转子12旋转,其接着可旋转地驱动电机10的轴22。在电机10作为发电机操作期间,使电机10的轴22旋转;例如,在一些实施方案中,连接至轴22的多个风力涡轮机叶片可导致轴22旋转。轴22的旋转导致转子12的旋转,其接着导致由转子12产生的转子磁场旋转。由转子12产生的转子磁场与定子线圈82相互作用并且导致电流流动穿过定子线圈82。定子线圈82可连接至电存储装置,其接收并且存储由流动穿过定子线圈82的电流产生的电力。

[0045] 本发明的方面提供优于现有技术电机的好处。在其中电机10作为发电机操作的实施方案中,由转子12产生的转子磁场可使电机10能产生等于或大于由现有技术电机产生的电量的电量,该现有技术电机包括具有定位在零度( $0^{\circ}$ )或九十度( $90^{\circ}$ )的磁铁角度的永久磁铁的现有技术转子。即使由于永久磁铁的倾斜定位而存在转子12的直径(和因此电机10的总尺寸)可能小于这些现有技术转子的事实,本电机10仍产生这个电量。

[0046] 虽然已公开数个实施方案,但是对本领域一般技术人员来说显而易见的是本发明的方面包括更多的实施方案和实施。因此,本发明的方面除依据随附权利要求书和其等效物外不受限制。

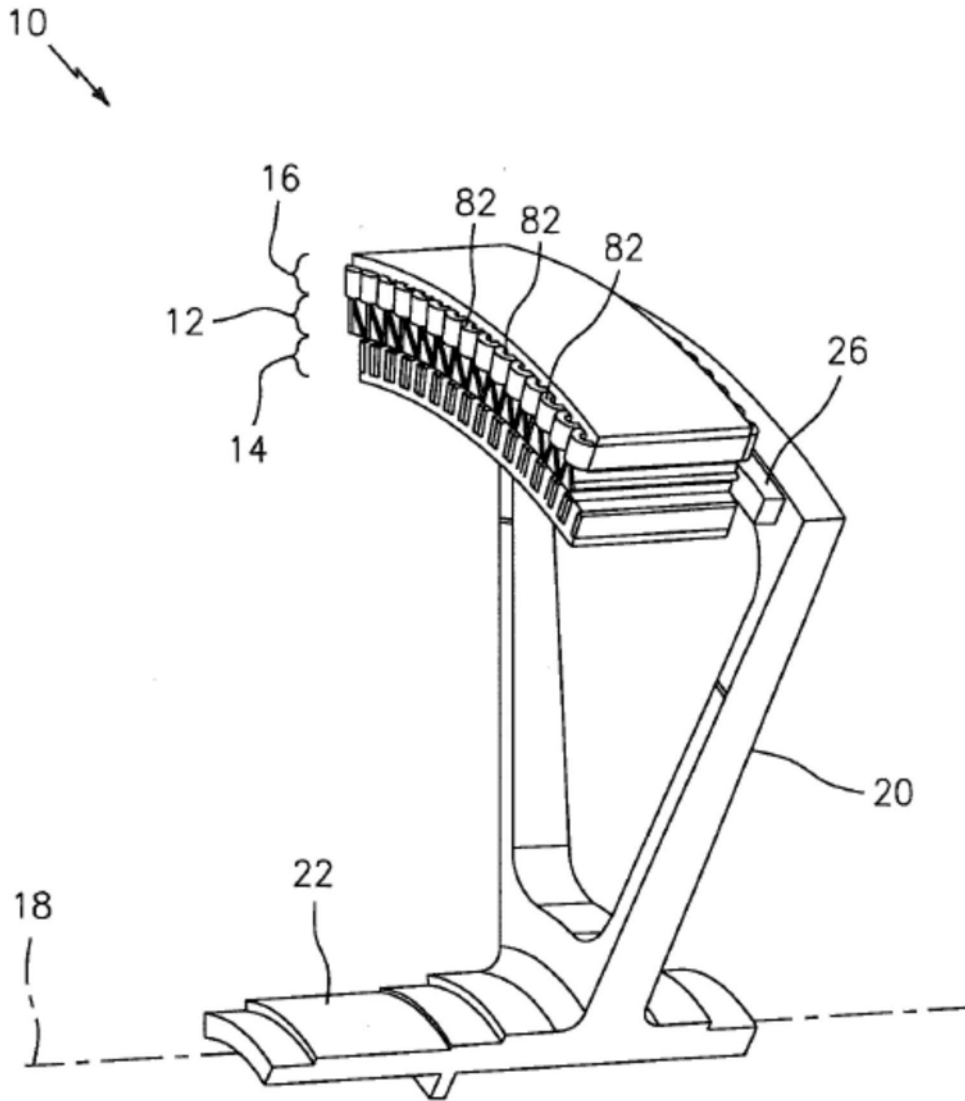


图1

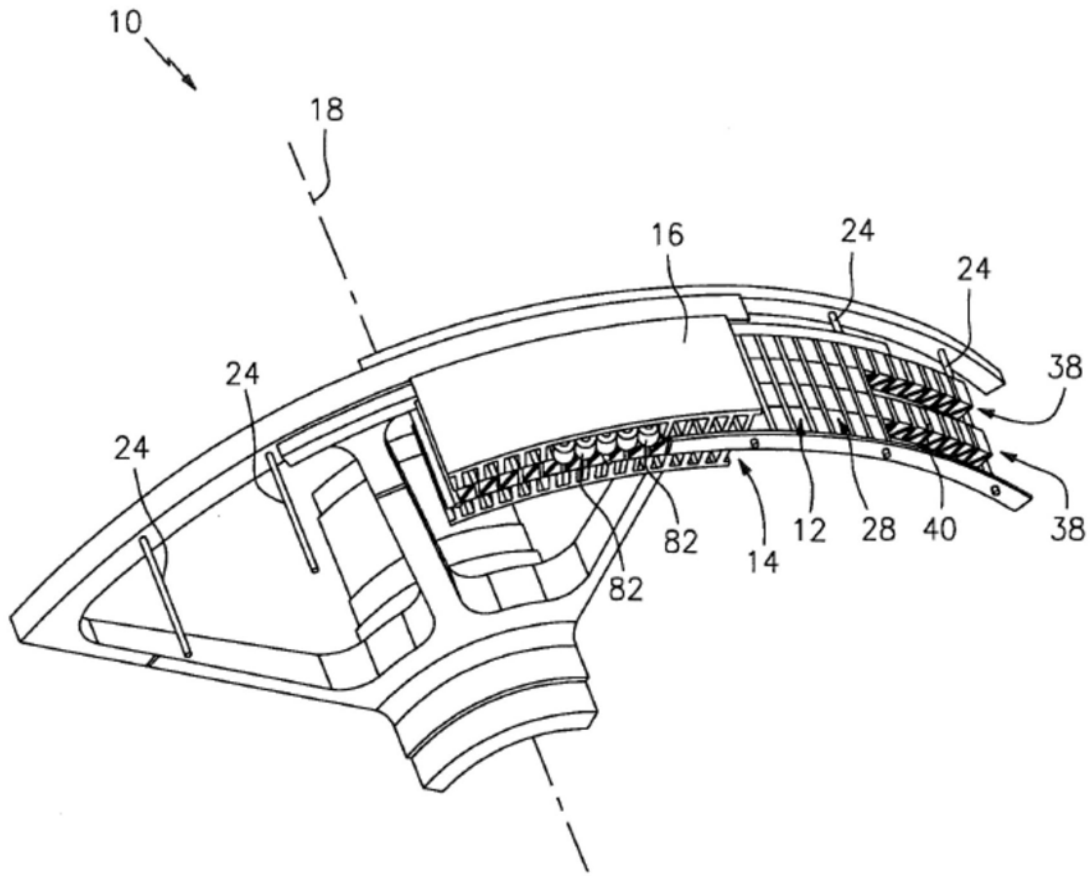


图2

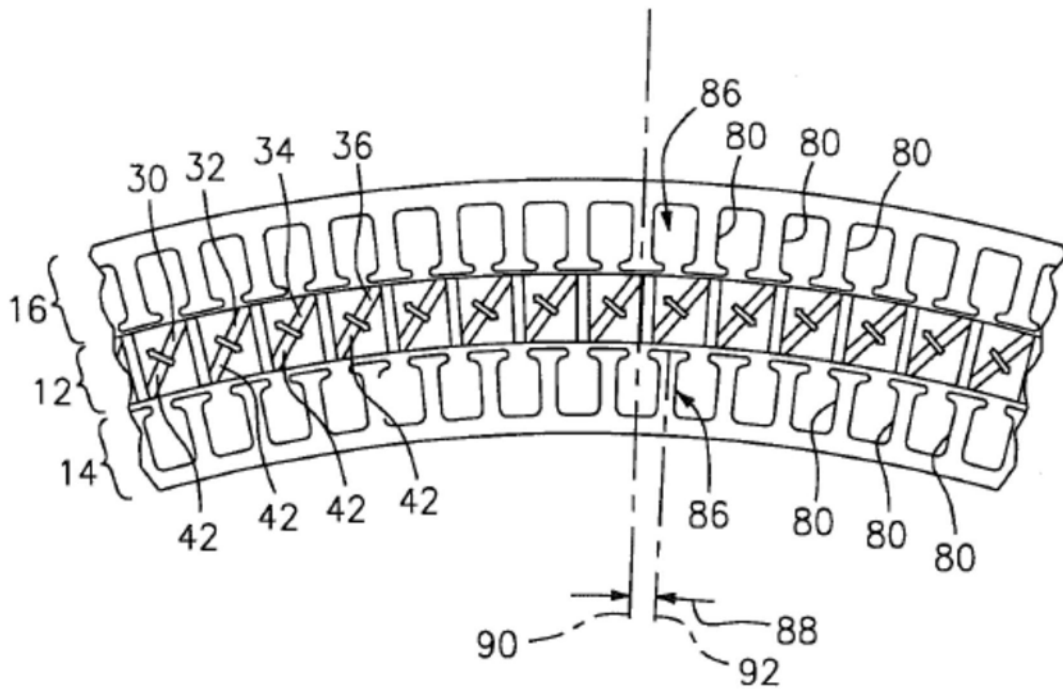


图3

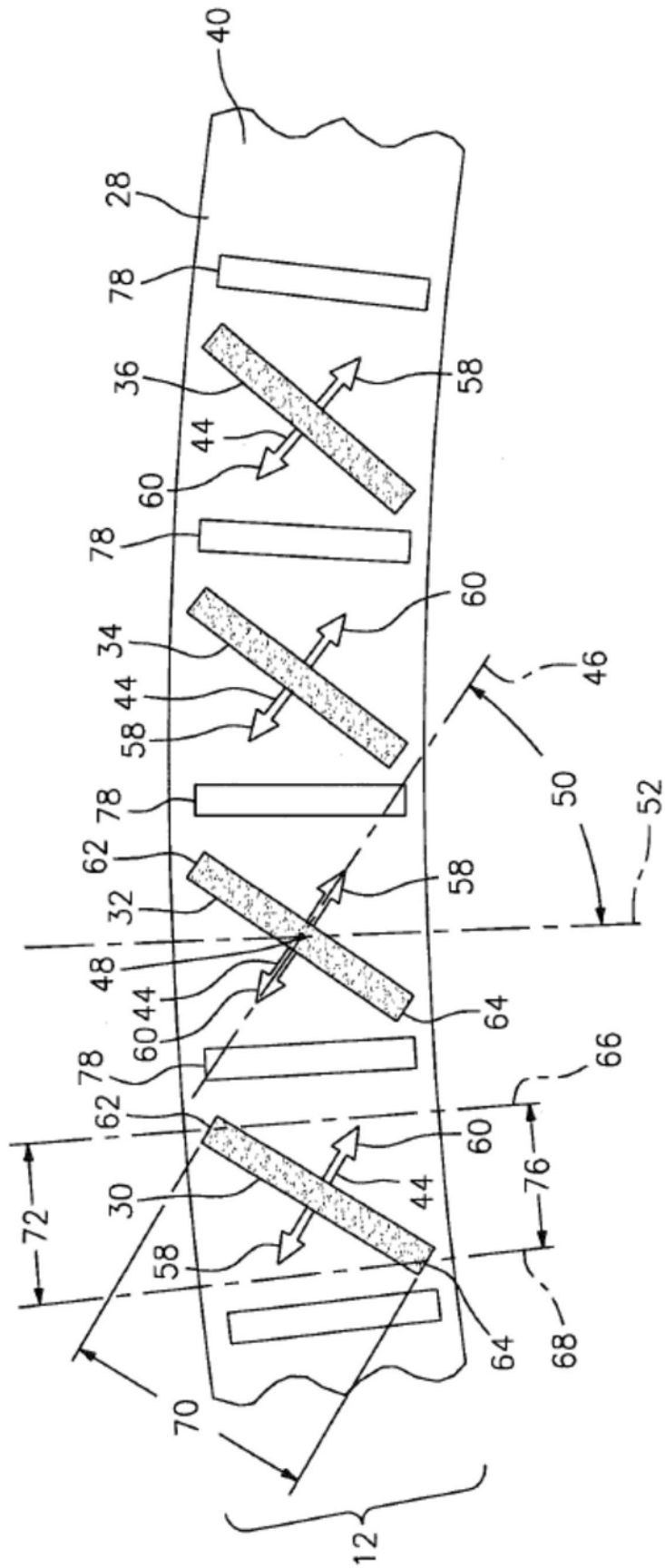


图4

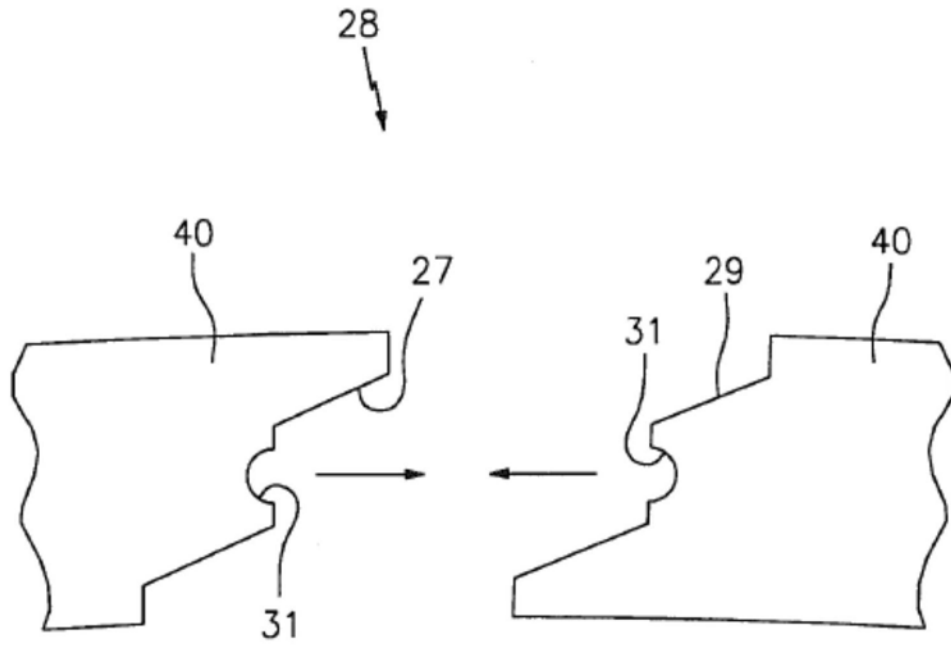


图5

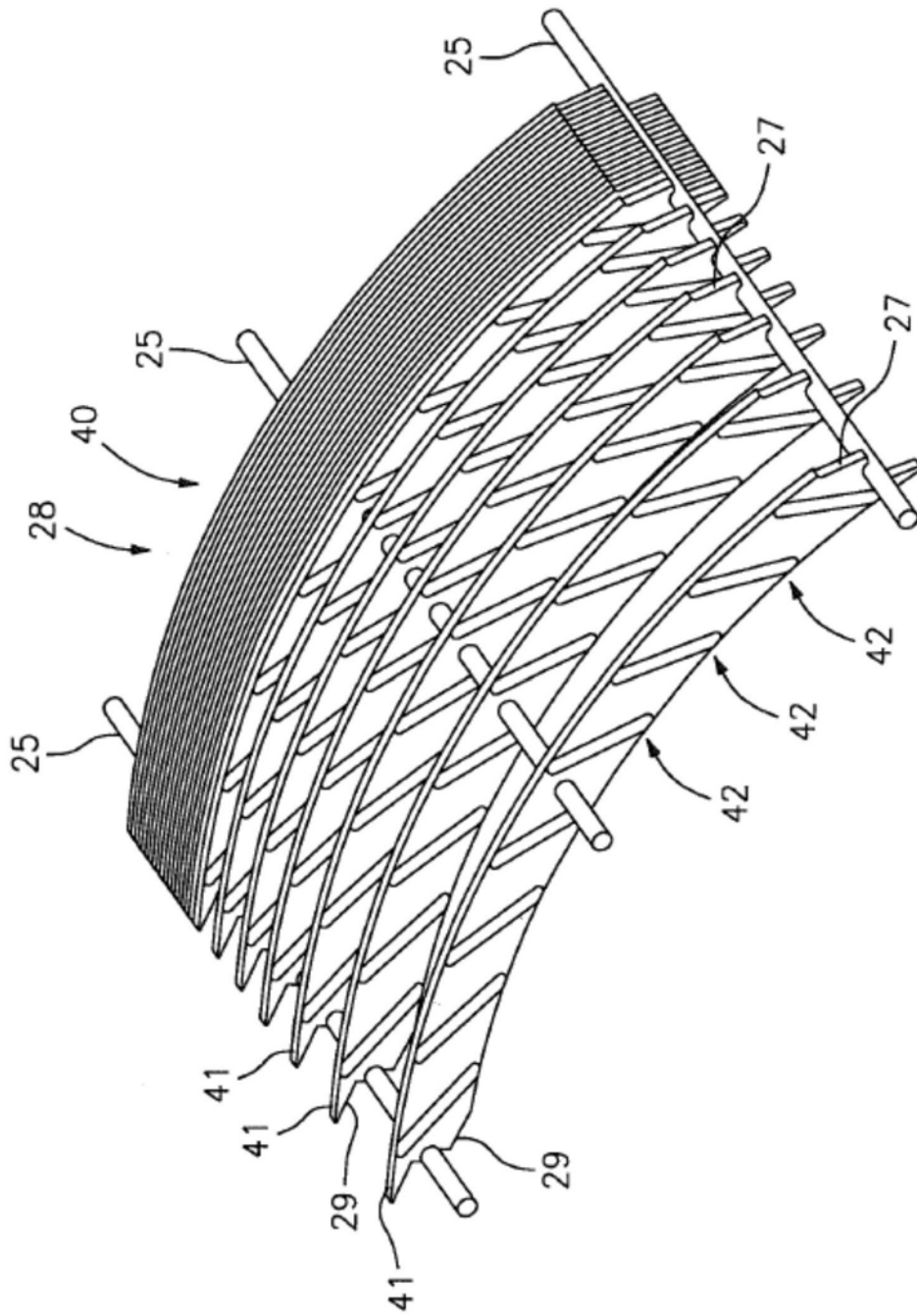


图6



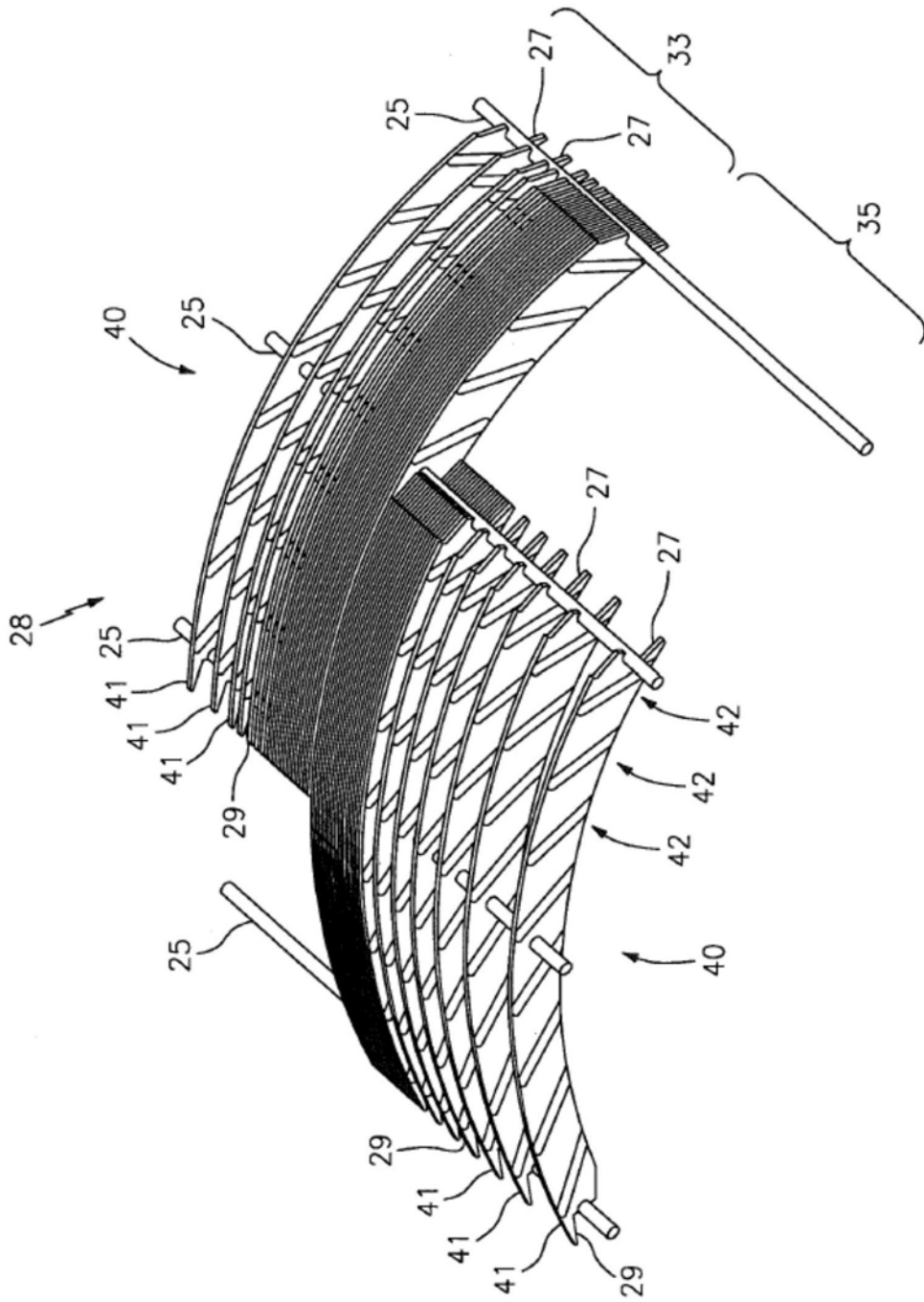


图7

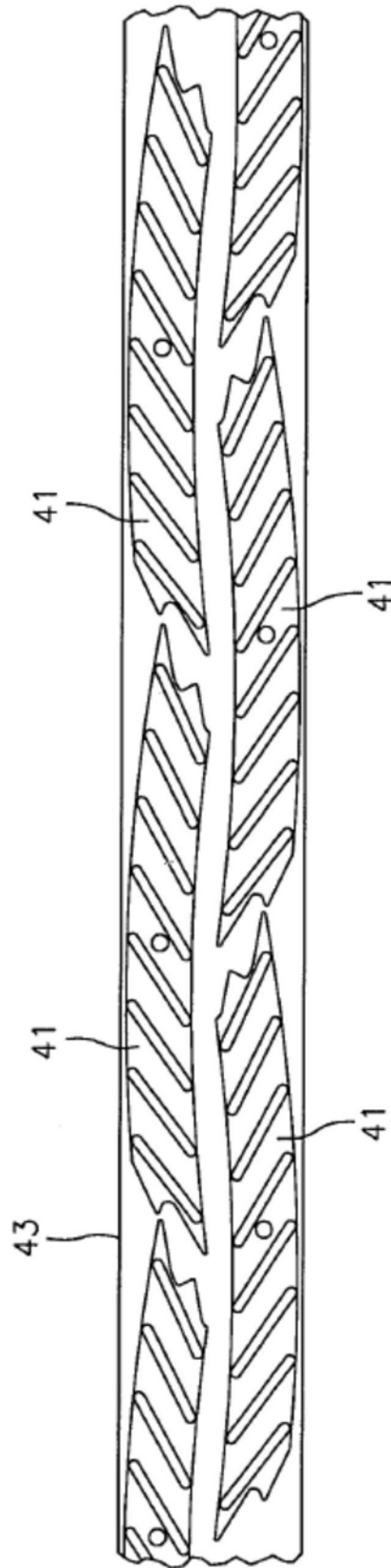


图8

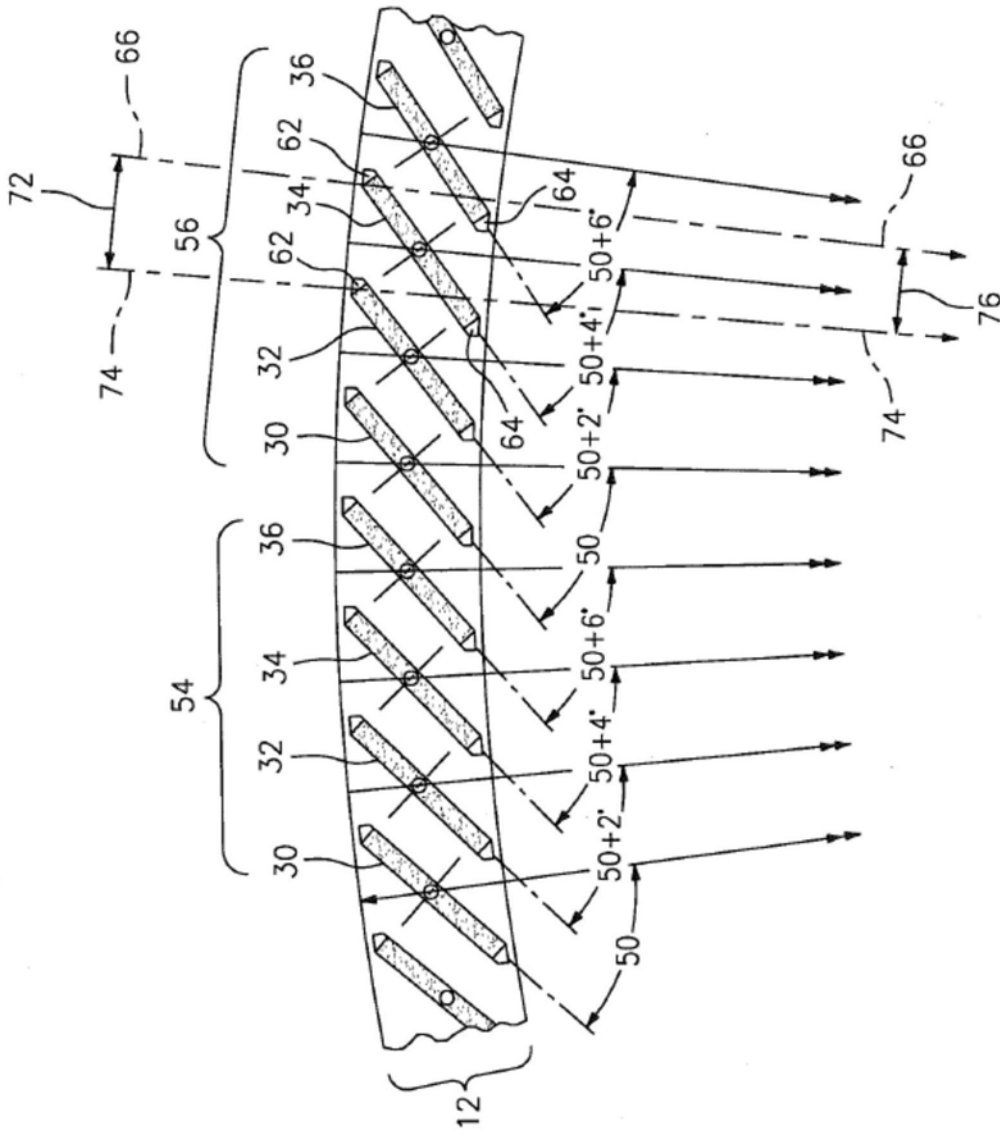


图9