



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103155385 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 17

(21) 申请号 201180042752. 9

(22) 申请日 2011. 07. 25

(30) 优先权数据

1038151 2010. 08. 05 NL

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 03. 05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/NL2011/000055 2011. 07. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/018253 EN 2012. 02. 09

(73) 专利权人 荷兰应用科学研究会 (TNO)

地址 荷兰代尔夫特

(72) 发明人 马丁·雅各布斯·赫爱耶马凯斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王琼

(51) Int. Cl.

H02K 51/00(2006. 01)

H02K 21/04(2006. 01)

B60K 6/543(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1572052 A, 2005. 01. 26,

CN 1572052 A, 2005. 01. 26,

CN 2845305 Y, 2006. 12. 06,

WO 00/34066 A1, 2000. 06. 15,

WO 2007/107691 A1, 2007. 09. 27,

WO 2010/015299 A1, 2010. 02. 11,

EP 2072320 A1, 2009. 06. 24,

EP 1154551 A2, 2001. 11. 14,

CN 101248571 A, 2008. 08. 20,

审查员 廖雪华

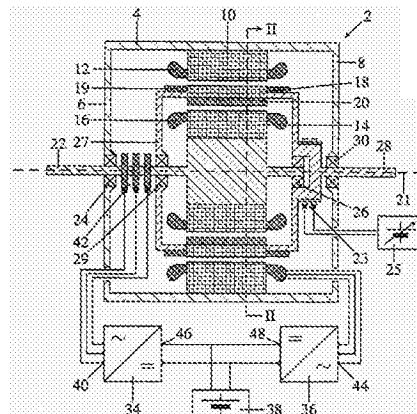
权利要求书3页 说明书7页 附图10页

(54) 发明名称

旋转式电力机械变换器

(57) 摘要

从已知的旋转式电力机械变换器出发, 其中旋转式电力机械变换器包括磁路和多相励磁绕组的定子; 第一内部转子, 其具有磁路和多相励磁绕组; 和第二(中间)转子, 其位于所述第一转子和定子之间, 设有用来与至少定子的磁路相协作的永磁构件, 本发明提出提供用于改变所述第二转子的各自位于两个连续永磁构件之间的各自区域的至少一部分的磁化状态。



1. 旋转式电力机械变换器(2,80),包括:围绕公共轴线(21)布置的,
-定子(10,88),其包括磁路和多相励磁绕组(12,90),
-第一转子(14,92),其与所述定子(10,88)相距一距离并且联接到第一外部可接近的轴(22,96),所述第一转子(14,92)包括磁路和多相励磁绕组(16,116),
-第二转子(18,104),其位于所述第一转子(14,92)和定子(10,88)之间,联接到第二外部可接近的轴(28,107),所述第二转子(18,104)包括磁路和永磁构件(20,56,106),用于与至少所述定子(10,88)的磁路相协作,以便由这些永磁构件(20,56,106)产生的磁力线横截第一转子和第二转子的磁路和定子的磁路,

其中第二转子(18,104)包括用于改变磁化状态的装置,所述用于改变磁化状态的装置是用于承载DC电流的控制绕组(19,61,134)或永磁控制构件(150)中的一个,所述永磁控制构件(150)可调整它的磁极的取向;

其中,

用于改变磁化状态的装置被布置成用于改变各自第二转子区域(62,135,162)的至少一部分的磁化状态,各自第二转子区域(62,135,162)的至少一部分分别位于两个连续的永磁构件(20,56,106)之间;

用于改变磁化状态的装置在靠近所述永磁构件(20,56,106)之间的各自第二转子区域附近的位置上被容纳在第二转子中;

其中一方面由所述永磁构件(20,56,106)产生的和另一方面由用于改变磁化状态的装置产生的各自磁力线的一部分共用共同磁路,所述共同磁路占用在连续永磁构件(20,56,106)之间的各自第二转子区域的所述至少一部分;其中由所述用于改变磁化状态的装置产生的各自第二转子区域(62,135,162)的所述至少一部分的磁化状态的改变导致由永磁构件(20,56,106)产生的磁力线的改变,所述由永磁构件(20,56,106)产生的磁力线横截在所述定子中的磁路或者在第一转子中的磁路。

2. 根据权利要求1所述的变换器,其特征在于,

-所述定子(10)具有圆柱形结构并且经由第一空气间隙(52)围绕套管形的第二转子(18),所述套管形的第二转子(18)具有指向所述定子(10)的第一外表面和指向第一转子(14)的第二外表面,第二空气间隙(50)出现在这个第二外表面和圆柱形第一转子(14)之间,

-所述永磁构件(20,56,106)每个具有指向所述第一转子(14)的第一磁极和指向所述定子(10)的相对的第二磁极,所述磁极分别具有第一磁极性和第二磁极性,所述极性在圆周方向上在相邻磁极之间交替,

-第一磁路,其从每个第一磁极出发,横过相邻的第二空气间隙,穿过所述第一转子(14)的磁路延伸,返回到相反极性的每个相邻磁极,

-第二磁路,其从每个第二磁极出发,横过所述第一空气间隙,穿过所述定子(10)的磁路延伸,到达相反极性的每个相邻磁极,和

-第三磁路(62),其存在于相反极性的相邻磁极之间的第二转子(18)中并且在这个转子的圆周方向上延伸,

-所述第二转子设有位于所述第三磁路(62)附近的控制绕组(19,61)以承载可控DC电流,使得由所述控制绕组(19,61)中的电流产生的磁力线叠加由所述永磁构件(20,56,106)

提供的磁力线并且穿过这些第三磁路且藉此控制在定子(10)中的至少第一磁路内的磁力线密度。

3. 根据权利要求1所述的变换器,其特征在于,

-所述定子具有圆柱形结构并且经由第一空气间隙围绕套管形的第二转子,所述套管形的第二转子具有指向所述定子的第一外表面和指向所述第一转子的第二外表面,第二空气间隙出现在这个第二外表面和所述圆柱形第一转子之间,

-所述永磁构件每个具有指向所述定子的第一磁极和指向所述第一转子的相反的第二磁极,所述磁极分别具有第一磁极性和第二磁极性,所述极性在圆周方向上在相邻磁极之间交替,

-第一磁路,其从每个第一磁极出发,横过相邻的第一空气间隙延伸,穿过所述定子的磁路,返回到相反极性的每个相邻磁极,

-第二磁路,其从每个第二磁极出发,横过所述第二空气间隙延伸,穿过所述第一转子的磁路,到达相反极性的每个相邻磁极,和

-第三磁路,其出现在相反极性的相邻磁极之间的第二转子中并且在这个转子的圆周方向上延伸,

-所述第二转子设有控制绕组,其位于所述第三磁路附近以承载可控DC电流,使得由所述控制绕组的电流产生的磁力线叠加由所述永磁构件提供的磁力线且穿过这些第三磁路并且藉此控制所述第一转子中至少第二磁路中的磁力线密度。

4. 权利要求2或3所述的变换器,其特征在于,

所述第二转子(18)中的控制绕组(19,61)容纳在从所述第二转子的外表面延伸到在这个转子中位于所述永磁体(20,56,106)之间的空间附近的凹槽(60)中。

5. 根据权利要求1所述的变换器,其特征在于,

-所述定子(88)、第一转子(92)和第二转子(104)每个都是围绕公共轴线布置的盘形构件,

-所述定子(88)和第一转子(92)每个都承载为环形结构的多相励磁绕组(90,116),

-所述第二转子(104)位于所述定子(88)和第一转子(92)之间并且在它的表面上承载径向布置的永磁体(106),所述永磁体(106)为环形结构且具有指向第一转子的第一极性的磁极和指向定子的相反极性的磁极,并且所述第二转子(104)还承载控制绕组(134)或者在所述永磁构件之间的各自区域附近的永磁控制构件。

6. 根据权利要求5所述的变换器,其特征在于,

-所述定子(88)、第一转子(92)和第二转子(104)被容纳在圆柱形壳体(82)内,所述圆柱形壳体(82)的第一端壁(86)在轴承(98)中承载第一轴(96),所述第一转子(94)连接到所述第一轴(96),

-这个第一轴(96)的内端部在轴承(100)中支撑在所述第二转子(92)的中心,所述第二转子(92)连接到支撑在所述圆柱形壳体(82)的第二端壁(84)中的轴承(108)内的第二轴(107),第二端壁(84)也承载所述定子(88)。

7. 根据权利要求1-3和5-6中的任一项所述的变换器,其特征在于,

所述第二转子(18,104)中的控制绕组(19,61,134)经由电流整流装置连接到拾取绕组,所述拾取绕组以电磁方式联接到连接可控交流电源的励磁绕组。

8. 根据权利要求1-3和5-6中任一项所述的变换器,其特征在於,
所述永磁构件(20,56,106)的场强和所述永磁构件的布置使得永磁构件之间的各自区域在机器的任意绕组中缺乏任意电流的情况下磁饱和。

旋转式电力机械变换器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种独立权利要求的前序部分所述类型的旋转式电力机械变换器。

背景技术

[0002] 这种变换器从W003/075437(US7164219)已知,申请人认为该文献是最接近的现有技术。

[0003] 虽然这份公开文献详细描述了这种不具有永磁构件的变换器的实施例,但它在权利要求4中提到中间转子(第二转子),所述中间转子在一个表面上设有永磁材料和在另一表面上设有容纳外部可接近的控制绕组的凹槽。在第5页第26行至第6页第12行描述了这个结构是怎样导致在其中开有凹槽的转子表面上形成“虚拟磁极”的,所述磁极能够在绕组中控制电流的影响下在中间转子的圆周方向上转变。它的目的被理解为试图影响渗透到定子中的由永磁构件产生的部分磁力线,并且当变换器以更高旋转速度运行时,这个定子磁力线必须减小。确实,当旋转机械以更高旋转速度运行时,减小旋转机械的定子中的磁力线是很长时间以来本身已知的一项措施。然而,根据所述提议得到的方法的效率不是非常高,同时实施这项提议所必需的转子结构存在几个缺陷。W003/075437还注意到为了在中间转子的表面上形成可转换的虚拟磁极(因而没有材料磁极和没有凸极),这个转子必需具有基本平滑的表面,禁止使用在中间转子的圆周方向上具有相当尺寸的凹槽。因而任意绕组必须被容纳在转子本体的凹槽中,所述凹槽经由宽度稍微大于绕组所使用电线的直径的窄缝进入凹槽而与所述中间转子表面相连接。作为结果,最终得到的绕组置于这些凹槽中,将因小填充因子而非常不规则,并且可能不非常有效。

发明内容

[0004] 本发明旨在消除这些缺陷并且基于如下认识:通过控制和改变由永磁构件产生的磁力线已经在中间转子的本体中和在磁构件附近的部分中间转子材料中的路径和幅值,并且以这种方式控制这部分实际上到达定子的磁力线。

[0005] 因而,根据本发明的变换器的特征是独立权利要求的措施。

[0006] 权利要求2和3描述了这个概括构思的实施例。

[0007] 应注意到由这些装置产生的磁力线也能够用作有用的定子磁力线。

[0008] 本发明所提议的措施确保以简单的方式且不需要复杂的转子结构,所述定子中磁力线的路径和幅值能够通过适中的控制电流高效地控制,并因而具有最小损失。

[0009] 在权利要求4-6中描述以径向磁力线结构的根据本发明的电力机械变换器的可能实施例。

[0010] 权利要求4中描述的实施例在车辆中是有利的,以便在第二(外部)转子高速时减小所述定子磁力线,从而所述定子铁芯损耗和定子电压受到限制。

[0011] 特别地,权利要求5所述的实施例提供了控制第一(内部)转子中的磁力线的可能性。这在第二(外部)转子低速时需要低输出转矩的情况下是有利的。在那种情况下,第一转

子上的转矩也是低的,从而第一转子中的磁力线也可被减小并且第一转子中的铁芯损耗和第一转子电压受到限制。这种类型的运行发生在具有二次转矩-速度特征的驱动系统中,例如船舶的推进系统中。本发明提供这样的可能性,即在低速时船舶的优秀速度控制,但在更高速度时使用第一转子和第二转子之间的机械锁定。这在拖船和消防船中是非常有用的。

[0012] 在权利要求7和8中描述以轴向磁力线结构的根据本发明的电力机械变换器的优选实施例。

[0013] 在权利要求9和10中描述进一步优选的实施例。

[0014] 应当注意的是,以径向磁力线和轴向磁力线结构的这种类型的电力机械变换器本身从许多公开文献是已知的。例如W000/34066(AB ABB)描述了一种以径向磁力线和轴向磁力线结构的电力机械变换器,所述电力机械变换器具有永磁构件以产生运行所述机械所必需的磁力线,然而没有公开定子中的永磁力线可被控制的任何方法。(然而,从实践中已知AB ABB为此目的而使用定子结构中的绕组。)

[0015] M.Aydin、S.Huang和T.A.Lipo在文章“Axial Flux Permanent Magnet Disc Machine:A Review(评述轴向磁力线式永磁盘式机械)”中对轴向磁力线机械给出了优秀的概述以及相关文献的扩展列表。

[0016] 此外,M.J.Hoeijmakers(本发明的发明人)和J.A.Ferreira在IEEE Transactions on Industry Application(关于工业应用的IEEE学报),2006年7月/八月期发表的文章“The Electric Variable Transmission(电力可变传输)”给出了关于例如本发明的电力机械变换器的理论背景清楚概述。

[0017] W02007/107691和W02010/015299描述了一类具有可变变速比的磁力变速箱,其具有第一、旋转、环形的外部构件,设有永磁体,第二、旋转环形的内部构件,也设有永磁体,并且在二者之间的套管形的第三构件,具有径向辅助极以调制以各自磁体产生的径向指向的交互磁场。根据W02010/015299,这些辅助极的磁性材料能够被驱动到磁性饱和和以使它们不活跃。本发明所提议的具体措施是不能从这些公开文献得知的,或者对这些公开文献显而易见的。

[0018] 根据本发明的电动机变换器能够被使用、控制、与主原动机结合并且设有通电电路的方法与上述现有技术中相同,因而这里不再讨论。参照附图给出的下述描述将只涉及根据本发明控制定子中磁力线的方法。

附图说明

[0019] 本发明将依据附图进行阐明。这里示出:

[0020] 图1示意性地且以截面图的形式示出电力机械变换器的总布置,其中集成了本发明的措施;

[0021] 图2是这个变换器的沿线II-II的截面图;

[0022] 图3-6是这个实施例的定子、中间转子和转子的一部分的互相类似的截面图,在这里示出了磁力线在各种运行阶段的分布,它取决于第二转子的绕组中的直流电流;

[0023] 图7是类似于图2所示变换器的截面图,其稍微不同于所述中间转子中控制绕组的结构;

[0024] 图8是以轴向磁力线结构的根据本发明的电力机械变换器的示意性截面图;

[0025] 图9是这个变换器的部分示意性端视图；

[0026] 图10是这个第二转子的部分示意性展开图；

[0027] 图11是类似于图3-6的截面图，示出这样一个实施例，即所述永磁体之间的区域的磁态利用多个永磁控制构件改变。

具体实施方式

[0028] 图1示出电力机械变换器的一般结构，本发明的措施集成于其中，所述电力机械变换器的一般结构以径向结构形式包括具有圆柱形壁4和两个圆柱形端壁6,8的壳体2。具有绕组12的定子10连接到圆柱形壁4的内侧，并且在壳体2内还容纳第一转子14和第二转子18，其中第一转子14具有它的多相绕组16，第二转子18环绕第一转子14，第二转子18在它的朝向第一转子14的径向内表面上具有永磁构件20。第二转子18也可被称作中间转子，承载控制绕组19，控制绕组19连接到滑环和电刷的组件23，滑环和电刷的组件23又连接到可控制的DC电源25。

[0029] 第一转子14和第二转子18都能够围绕公共轴线21旋转。内部转子14连接到轴22，轴22可以认为是电力机械变换器的输入轴，并且这个轴分别承载在轴承24和26中，轴承24和26分别容纳在主圆柱形壳体2的端壁6中和主圆柱形辅助壳体27的右手端壁中。这个壳体27在它的圆柱形壁处承载第二转子18，并且在右手侧连接到具有同一轴线21的径向延伸的轴28且被认为构成电力机械变换器的输出轴。这个轴支撑在主壳体2的端壁8中的轴承30中。壳体27在左手侧支承在轴22上的轴承29中。

[0030] 上述部件与包括第一AC/DC变换器34和第二AC/DC变换器36的电力电路相协作，第一AC/DC变换器34和第二AC/DC变换器36都与蓄电池38相协作。图1中示出变换器34的AC连接器40连接到电刷和滑环组件42，电刷和滑环组件42的滑环以本身已知的方式连接到第一转子14的三相励磁绕组16；变换器36的AC终端44也如所已知的连接到定子12的三相励磁绕组。变换器34的各自DC终端46和变换器36的DC终端48相互连接并且连接到电池38。AC输出端40和44可分别传输频率为零的AC电流，因而，实际上是DC电流。

[0031] 这原则上在现有技术中也是已知的。

[0032] 图3-6显示穿过包括定子10、中间转子18和第一转子14的组件的部分截面图。

[0033] 图3-6显示定子10和第二转子18之间的第一空气间隙52，第二转子18又经由第二空气间隙50环绕最内部的第一转子14。第一转子14、第二转子18和定子10具有已知堆叠的叠片结构，其在第一转子14中具有容纳励磁绕组16的凹槽53和在定子中具有容纳励磁绕组12的凹槽54。第二、中间转子18承载多个永磁构件56a...56h，它们紧邻空气间隙52(参见图2)在图3-6中示出了其中的两个永磁构件，分别用56a和56b表示。它们被径向磁化且其磁极在圆周方向上交替。例如，对于永磁构件56a，第一磁极N指向径向向外(指向定子10)和第二磁极(S)指向径向向内(朝向第一转子14)；对于永磁构件56b，位置恰好相反：在这里，第二磁极(S)指向径向向外，指向定子10，第一磁极(N)指向径向向内(指向第一转子14)。根据本发明，第二转子18包括沿约束空隙间隙52的外圆周49分布的多个径向向内指向的凹槽，在图2和7中用附图标记60a...60h表示，在图3-6中显示其中的一个凹槽并在那里用60a表示。这些凹槽60a...60h容纳控制绕组61，控制绕组61承载DC电流，从而在第二转子18的圆周方向上产生磁力线，磁力线横过在图3中用双阴影线表示的、位于每个凹槽60的底部64和间隙

50之间的间隔62。很清楚的是,通过这个控制绕组61的电流的方向和幅值在很大程度上控制通过这个中间区域62的磁力线的磁态和方向。

[0034] 注意的是,这些凹槽的入口能够是相对宽的,因为表面49不是必需是平滑的表面,从而在凹槽中可能容纳整洁的缠绕绕组,其具有高填充因子(因而具有高的控制效率),并且使用适当的硬化树脂密封所述凹槽。相对于现有技术的方法(如在引言中所述的)而言的大优点是所述绕组被容纳。

[0035] 优选地,磁体56a...56h的场强是使磁力线在两个相邻磁体(例如磁体56a和56b)之间产生,这两个相邻磁体在机械中不存在任何电流时由这些可控区域62分离,这个区域中的磁性材料已饱和并因而显示高磁阻。这是因为从磁体56a的N极发出的磁力线分成两部分,第一部分穿过定子10,第二部分穿过区域62。

[0036] 如在引言中已经阐述的,有创造性的构思实际上是通过控制位于凹槽60下面的狭窄区域62的磁化状态,从永磁体56发出的磁力线的<沟道效应>和控制,以及还有穿过这些区域的磁力线。在所示实施例中,它可利用流过这些凹槽60中的绕组61的DC电流进行影响:由这个电流产生的磁场指向转子18的圆周方向,并且根据这个电流的方向,能够指向右或指向左,并因而支持或者抵消磁体56产生的磁力线。当如图所示,磁体56a的S极位于空气间隙50附近和磁体56b的N极位于空气间隙附近时,则不存在穿过控制绕组的任意电流时,区域62中的磁力线流向右,从磁体56a的N极流向磁体56b的S极。

[0037] 还存在从磁体56a的N极出发,穿过第二转子和定子10之间的空气间隙,然后流过定子10,再穿过空气间隙并且流到磁体56b的S极的磁力线。依据电力机械变换器的运行条件,本发明旨在控制穿过定子10的这个磁力线。

[0038] 最后,存在从磁体56b的N极流出和同时穿过空气间隙50两次,经由第一转子14流到磁体56a的部分磁力线。

[0039] 这部分磁力线在实践中不受区域62的状态的影响。

[0040] 下面将描述定子中的磁力线能够利用占据第二转子18中的凹槽的绕组中的控制电流进行控制。

[0041] 图3显示所有绕组中的所有电流都是零的情形中的磁场线。从永磁体56a的N极到永磁体56b的S极的磁力线的最短路径是穿过将饱和的区域62。因此,区域62的磁阻将是高的并且更大部分的磁力线将流过定子10。这是以连接到输出轴28的第二(内部)转子的正常速度运行的情形。

[0042] 图4显示定子和第一转子中的电流是零的情形。然而,在凹槽60中的第二转子绕组61中的DC电流现在具有的数值使区域62中的磁力线为零。作为这个相对低电流的结果,这个区域的磁阻是低的。从磁体56a的N极到磁体56b的S极的所有磁力线流过定子10。这是第二(内部)转子以相对低速度运行的基本情形。

[0043] 图5显示定子和第一转子中的电流再次为零的情形。然而,凹槽60中的第二转子绕组61的DC电流具有的数值使区域62中的磁力线位于与图3相比相反的方向上。在这种情况下,DC电流有助于流过定子的磁力线,因而定子磁力线高于图4的情况,也高于磁体磁力线。这是第二(内部)转子以非常低的速度运行的基本情形。由于高定子磁力线,定子电流对第二(内部)转子上的转矩的贡献相对高。

[0044] 图6显示凹槽60中第二转子绕组61中的DC电流与图4和5情形中的DC电流相反的情

形。定子和第一转子中的电流再次为零。从永磁体56a的N极到永磁体56b的S极的流过区域62的磁力线在这种情况下大于图3的情况。作为结果,区域62中的饱和度也高于图3的情况,通过定子10的磁力线将更低。实际上,存在一种在定子弱化的活动场。这是第二(内部)转子和输出轴28以非常高速度运行的基本情形。

[0045] 该电力机械变换器能够用作汽车的无级变速器,当机动车减速和还具有纯电动区域的可能性时与可再充电的电池相结合以恢复能量。于此相关,应注意根据现有技术的变换器原则上也具有这些功能可能性,但根据本发明的变换器具有更低运行损耗的优点,并因而具有更高的效率。

[0046] 连接到第一转子14的第一轴22则是输入轴,连接到机动车的发动机,例如柴油发动机,它在整个运行期间以它的额定或更有效率的速度,例如1500rpm,运行。第二轴28是输出轴,连接到机动车的主减速器。当然,机动车的每个牵引轮也可能连接到它自己的变换器。这对机械变换器的各种运行状态没有影响。

[0047] 应注意的是,图1中示出的电变换器34和36分别能将DC电流变换成具有可变频率的AC电流,但是这个AC电流也能具有零频率,则在这种情况下实际上是DC电流。

[0048] 当启动发动机时,轴22最初是静止的。为了使机动车在启动过程中维持静止,定子10中的多相绕组12被供给DC电流。第二转子绕组19中的DC电流通常可以是零。第一转子14上的多相绕组16被供给一组多相电流,它的频率从零增加到对应发动机启动速度的数值。接着,燃料被供给到发动机,发动机启动。

[0049] 当机动车被驱离时,第一转子14上的多相绕组16被供给一组多相电流,它的频率增加,使轴22加速到希望的(最佳)发动机速度,当喷射的燃料量也增加时,发动机转矩从第一轴22直接传递到第一转子14上,经由空气间隙50中的磁场,传递到第二转子18上的永磁体20和传递到第二轴28。

[0050] 此外,电能从第一转子14上的多相绕组16经由滑环和电刷42撤退到AC/DC变换器34的AC终端40。产生的DC电流从DC终端46流到DC/AC变换器36的DC终端48。这个DC电流可由来自电池38的电流增加电压。

[0051] 来自DC/AC变换器36的AC终端44的多相电流的频率与第二轴28的速度相关联,例如利用速度传感器。来自AC终端44的这些多相电流被供给到定子10上的绕组12,并因而导致来自第二转子18上的定子10和第二轴28上的转矩。

[0052] 在非常低的机动车速度时,定子10中的磁场通过供给第二转子控制绕组19相对高的DC电流而增加。因而,来自第二转子18上的定子10的转矩也增加。

[0053] 由于从第一转子14到第二转子18上的直接转矩和从定子10到第二转子18上的转矩,机动车速度将增加。作为结果,供给到定子10上的绕组12的来自AC终端44的多相电流的频率也将增加。

[0054] 在加速过程中,第二轴28上的希望的最大转矩下降。因为这个原因,定子10中的磁场可通过降低第二转子绕组19中的DC电流而降低。这对定子10中的铁磁损耗和定子10上的绕组12的电压水平具有有利的影响。

[0055] 当达到希望的机动车速度时,定子电流的负荷角的数值减小到使转矩维持在保持机动车速度恒定的数值。

[0056] 当机动车速度的数值增加到使第一轴22的速度等于第二轴28的速度时,存在直接

驱动的情况。在这种情况下,发动机转矩从第一转子14经由空隙间隙50完全传递到第二转子18。为了传递这个转矩,第一转子14的转子绕组16被供给DC电流。经由AC/DC变换器34的DC终端46几乎不具有任何能量迁移(只有一些损耗)。在第二转子绕组19和定子绕组12中不存在电流。在这种情况下,总变换器损耗达到最小。

[0057] 当机动车速度进一步增加时,但维持发动机速度,所述变换器超速传动。在这种情况下,存在电能从定子绕组12流到DC/AC变换器36,流到DC/AC变换器34,流到电刷和滑环42的组,进一步流到转子绕组16。现在,定子10施加制动转矩到第二转子14上(第二轴28上的转矩小于第一轴22上的转矩)。

[0058] 在相对高的机动车速度时,所述定子以所谓场弱化模式运行。这通过将第二转子18的绕组19中的DC电流降低到相对低或零来得到。在极其高的机动车速度时,定子场可通过使第二转子18的绕组19中的DC电流反向来进一步降低。

[0059] 为了影响恢复的制动,转子绕组16中的电流设置为零,定子绕组12中的电流负荷角的数值调整为使定子10将制动转矩施加到第二转子18上。在这种情况下,电能从定子绕组12经由DC/AC变换器36流动到电池38。

[0060] 在电池接近是满的情况下,一部分电能可被引导到第一转子绕组16,经由DC/AC变换器34和电刷和滑环42。这导致发动机上的致动转矩,且一部分能量在发动机中被耗散。

[0061] 最后,可实现纯电动驱动。现在,转子绕组16中的电流设置为零,并且定子绕组12中的多相电流的负荷角的数值调整为使定子10将加速转矩施加到第二转子18上。在这种情况下,电能从电池38流到定子绕组12,经由DC/AC变换器36。

[0062] 当在纯电动驱动中需要非常高的输出转矩时,发动机可被机械阻止,第一转子绕组16可经由电刷和滑环42及DC/AC变换器34从电池38供给一组多相电流。在这种情况下,第一转子作为支持真实定子动作的一种第二定子。

[0063] 图7显示具有绕组61的凹槽60,但除此之外,图7还显示了在布置中具有辅助绕组71的相对浅的辅助凹槽70a',70a'',在该布置中具有包括一个凹槽60的两个这种凹槽70。以这种方式可实现磁力线通过第二转子18和定子10的分布的不同控制。

[0064] 图7显示了对称结构,但这并非严格必需的,对于特定的运行模式,非对称结构可能更好。

[0065] 上述结构是径向磁力线结构。轴向磁力线结构也是可能的。这种轴向磁力线结构已公知与不具有本发明的特征的电力机械变换器相结合。例如W000-34066(ABB)显示处于轴向磁力线结构的电力机械变换器。

[0066] 图8非常示意性地显示具有轴向磁力线结构的电力机械变换器的一般结构,其中合并了本发明。

[0067] 所述布置包括壳体80,壳体80具有圆柱形壁82和圆形端壁84,86。环形定子88由端壁84直接承载并且设有三相励磁绕组90。第一转子92由固定到输入轴96的盘94承载,并且这个输入轴96支撑在壁86中的轴承98和盘102中的第二轴承100中;盘102支撑具有磁体106的第二(内部)转子104;第二(内部)转子104和磁体106都具有环形结构。盘102承载输出轴107,输出轴107支撑在端壁84中的轴承108内。

[0068] 在这里也存在第一AC/DC变换器110,第一AC/DC变换器110的AC终端112连接到滑环和电刷组件114,与第一转子92上的绕组116相协作。第二AC/DC变换器117的AC终端118连

接到定子88的绕组90。DC终端120,122各自互相连接并且连接到电池124。

[0069] 图9显示第二(内部)转子104的可能实施例的部分示意性侧视图,图10显示它在平面中的展开图。所述转子具有层叠结构。这个结构设有切口,在图中示出为3个,分别用130a、130b、130c表示。它们容纳永磁体,在图中示出为3个,用106a、106b、106c表示。这些磁体的磁极在所述转子的圆周方向上交替出现。存在围绕转子104布置的径向凹槽,在图中示出为3个,用132a、132b、132c表示,它们容纳绕组134。整个绕组134实际上是串行连接的绕组部分,每个绕组部分占用凹槽的一半和相邻凹槽的相邻的一半,例如用符号“0”和“<”表示。这个绕组134的功能与上述径向磁力线实施例中的相关绕组61的功能相同,因而这里不再详细描述。这个绕组134必须经由滑环和电刷组件(未显示)或者经由例如本身已知但这里未显示的无接触组件(进给的AC励磁绕组、拾取绕组和整流器)进给可控DC电流。

[0070] 在每个凹槽下面在第二(内部)转子104的磁性材料中存在这样的区域,它们在图中显示为3个,分别用135a、135b和135c表示(参见图10),它的功能与上述根据本发明的变换器的第一径向磁力线实施例中区域62的功能相符。

[0071] 磁力线从永磁体发出且渗入到定子88可由这些区域的磁化状态控制,这个方法在原则上与上述图1-7中关于径向磁力线实施例相同。

[0072] 图11示意性地显示中间转子18的一部分,其中,具有绕组61的凹槽60已经由多个伸长的圆柱形控制元件150代替,伸长的圆柱形控制元件150容纳在第二(内部)转子18的适当伸长的凹槽152中,使得它们能够围绕它们各自的轴线154旋转。它们在径向方向上被磁化(或者包括适当数量的离散永磁构件)使得它们具有N极和与此相对的S极。它们相对于轴向154的取向影响永磁体56a、56b之间的区域的磁化状态,在这里这个区域用162表示。应当理解的是,在构件150的所示取向上,在这个区域162中从磁体56a、56b发出的磁力线将被增强,但围绕轴线154旋转 180° 将导致这个磁力线被抵消的情形。中间情形当然也是可能的。所述各自构件在实践中将从转子18突出一端,并且与用于设定它们的取向的适当控制机构相协作。

[0073] 很清楚的是,上述描述只用于解释本发明的基本原理,并不意图显示根据本发明的变换器的每一部分并且在本发明的保护范围内对所示实施例的变型是可能的。因而所述第二转子能够具有实心的整体结构,代替上述层叠结构,并且所述实心结构和层叠结构能够用螺栓增强。容纳励磁绕组的凹槽能够被封闭或打开。

[0074] 电力电子设备,例如变换器34和36及控制电路,能够用商业上可获得的部件构成,并且专家们在设计它们时不会遇到任何问题。例如,能够使用与具有永磁体的同步电机相结合的商业上使用的控制电路。

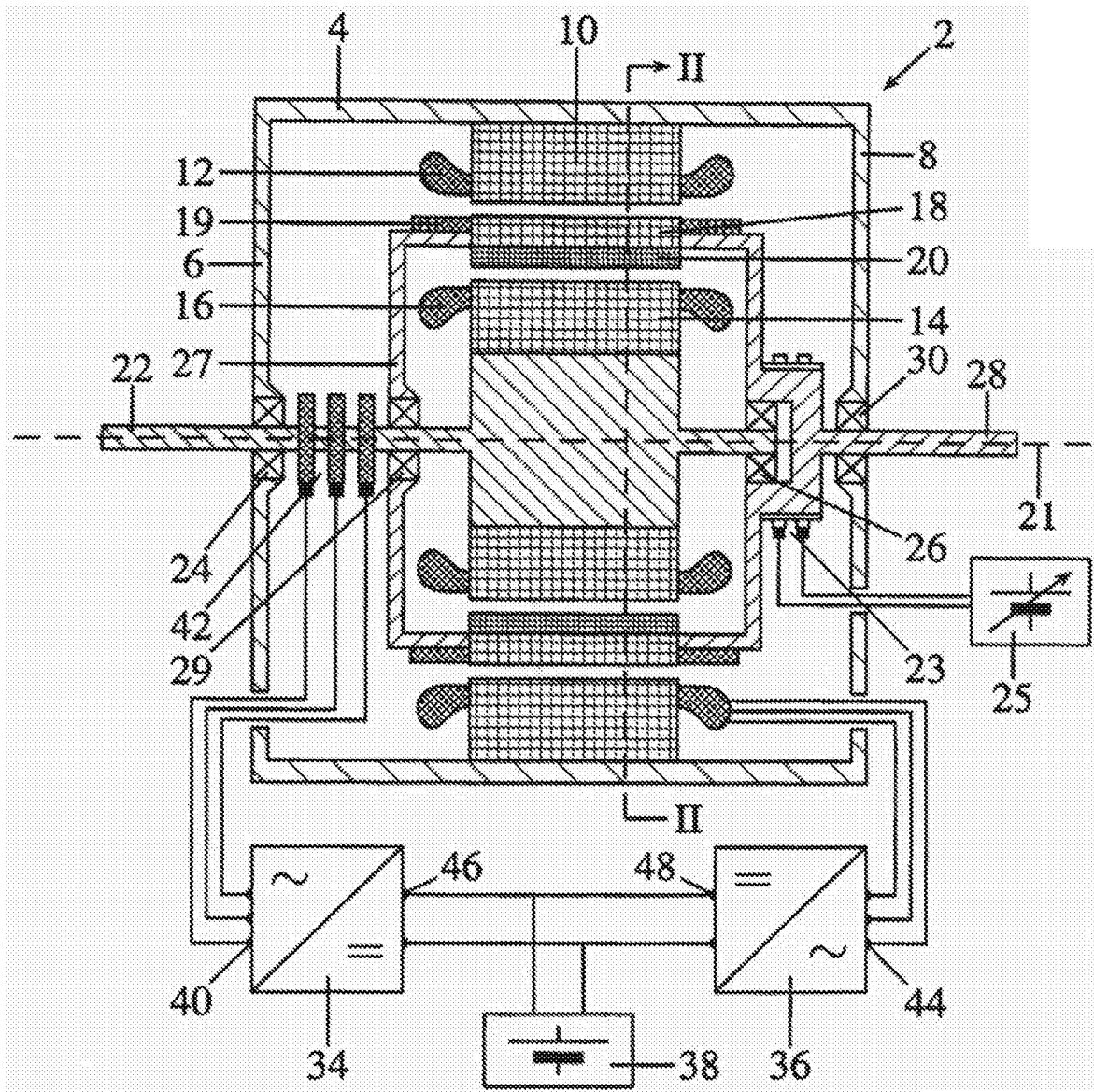


图1

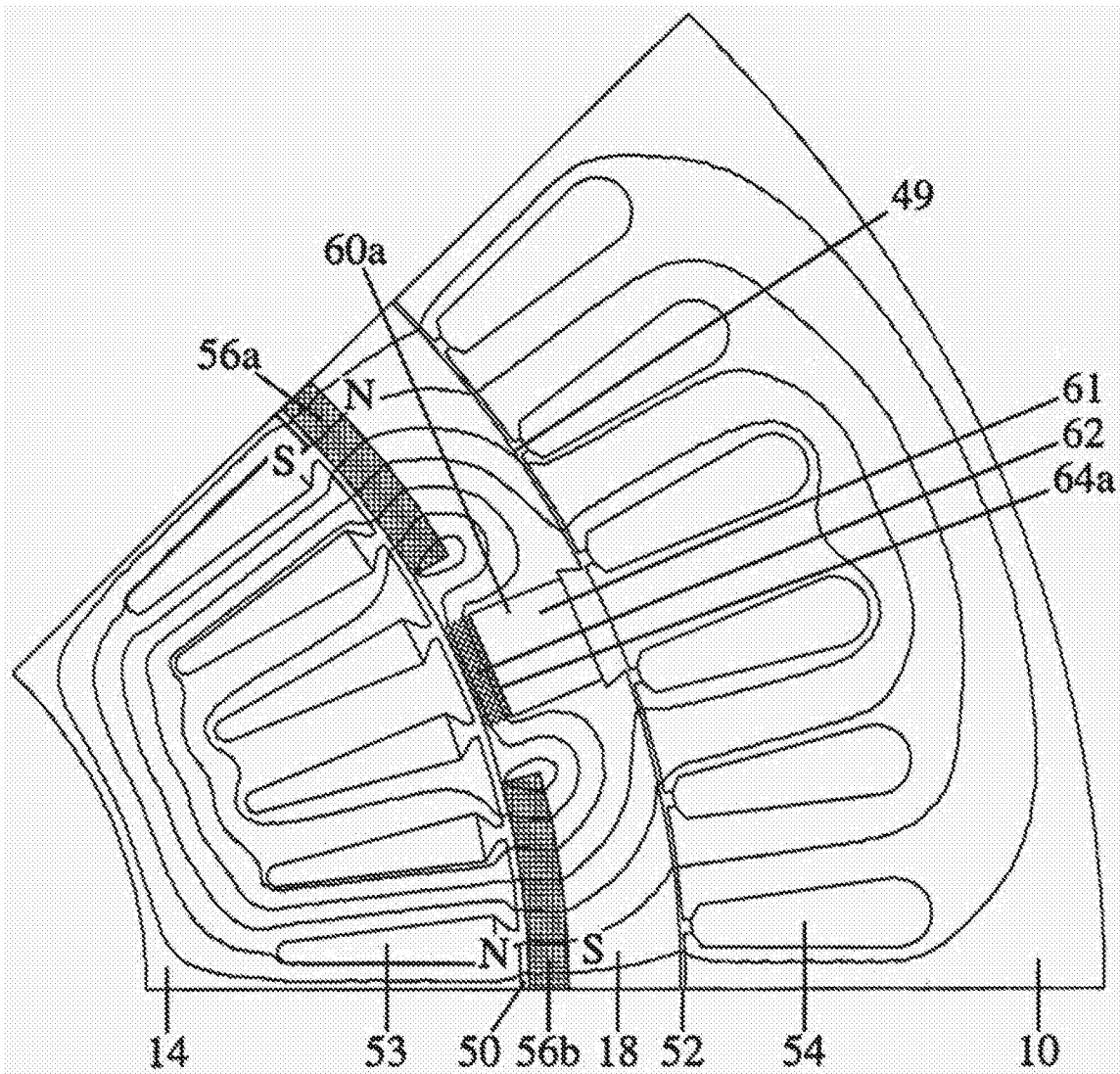


图3

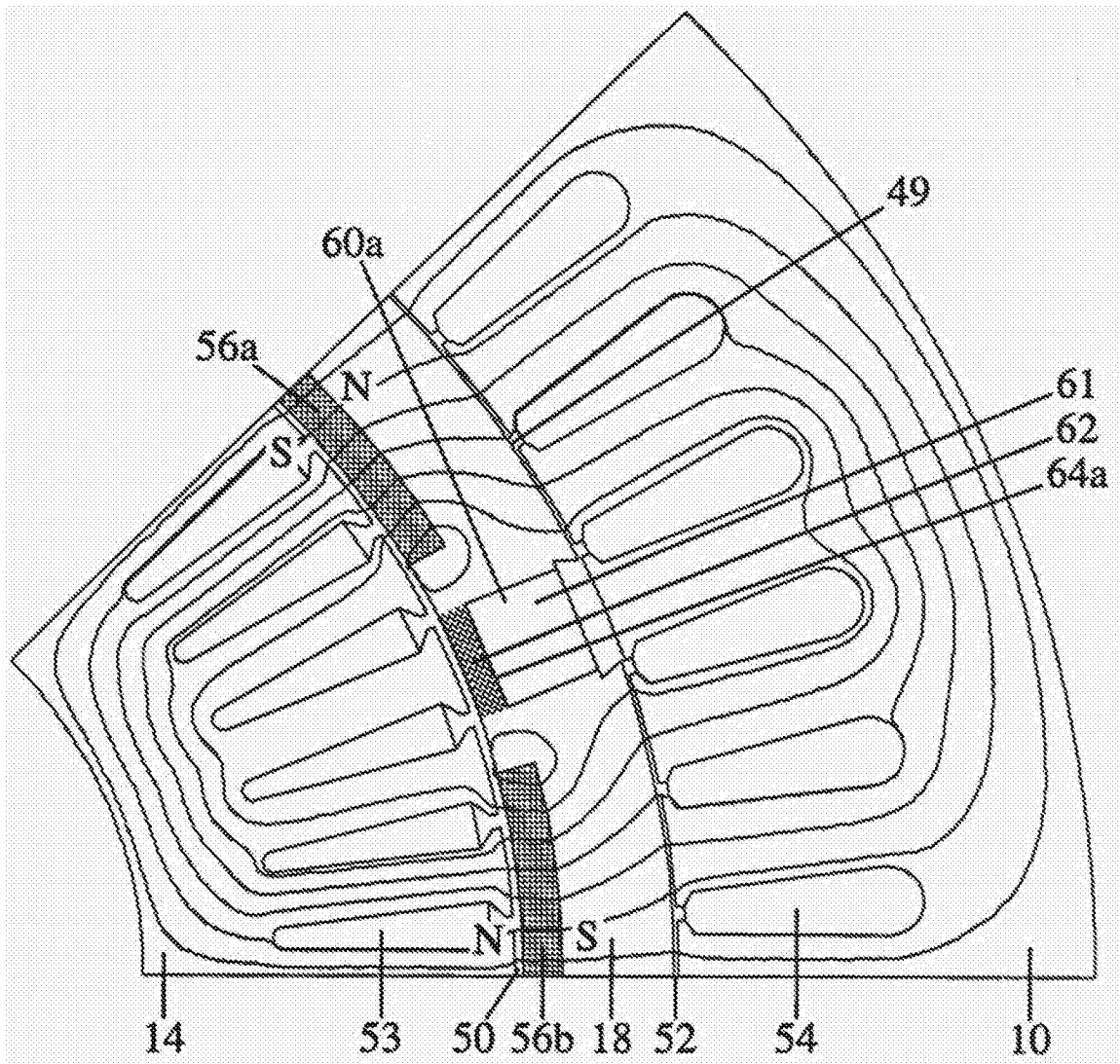


图4

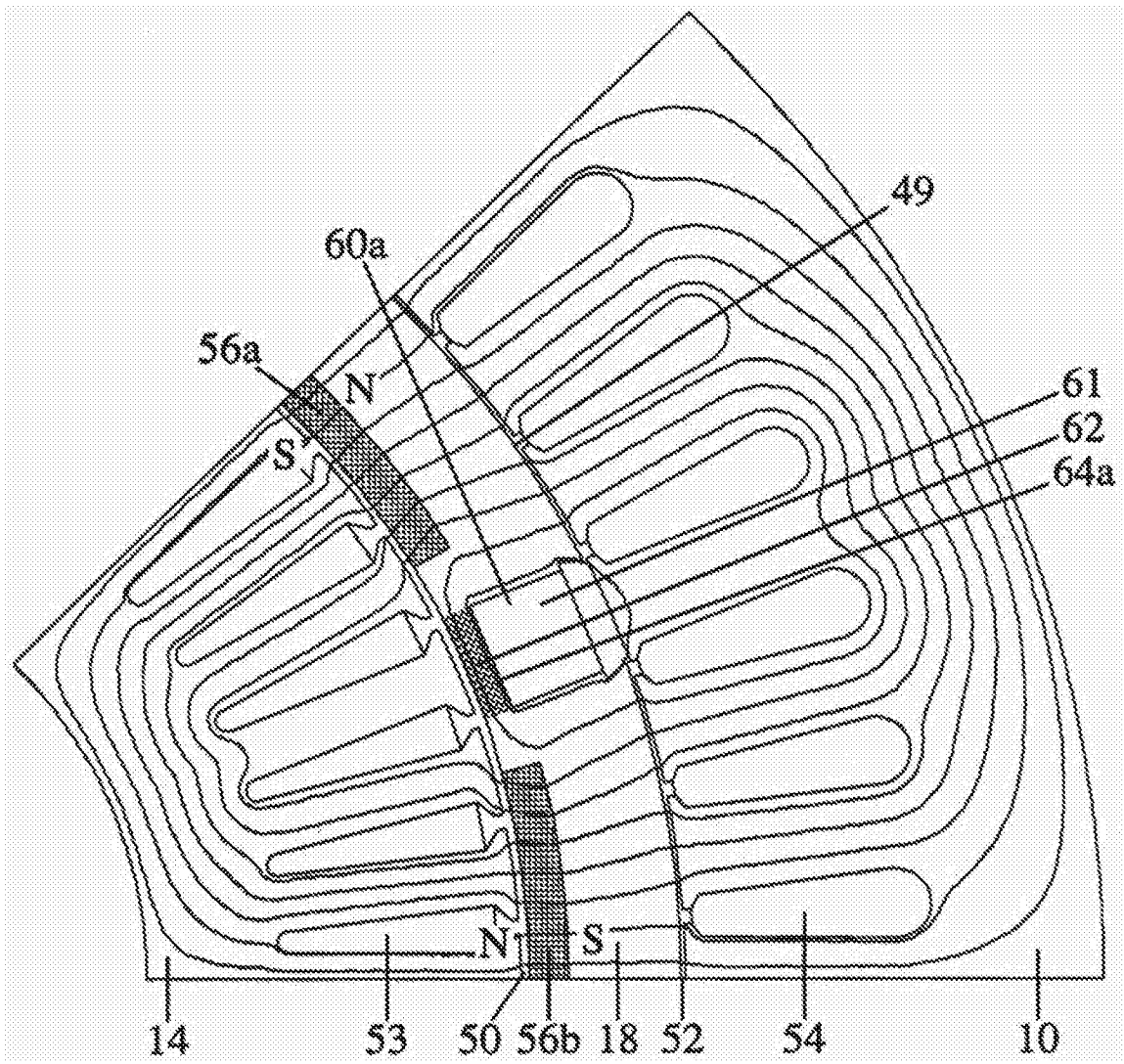


图5

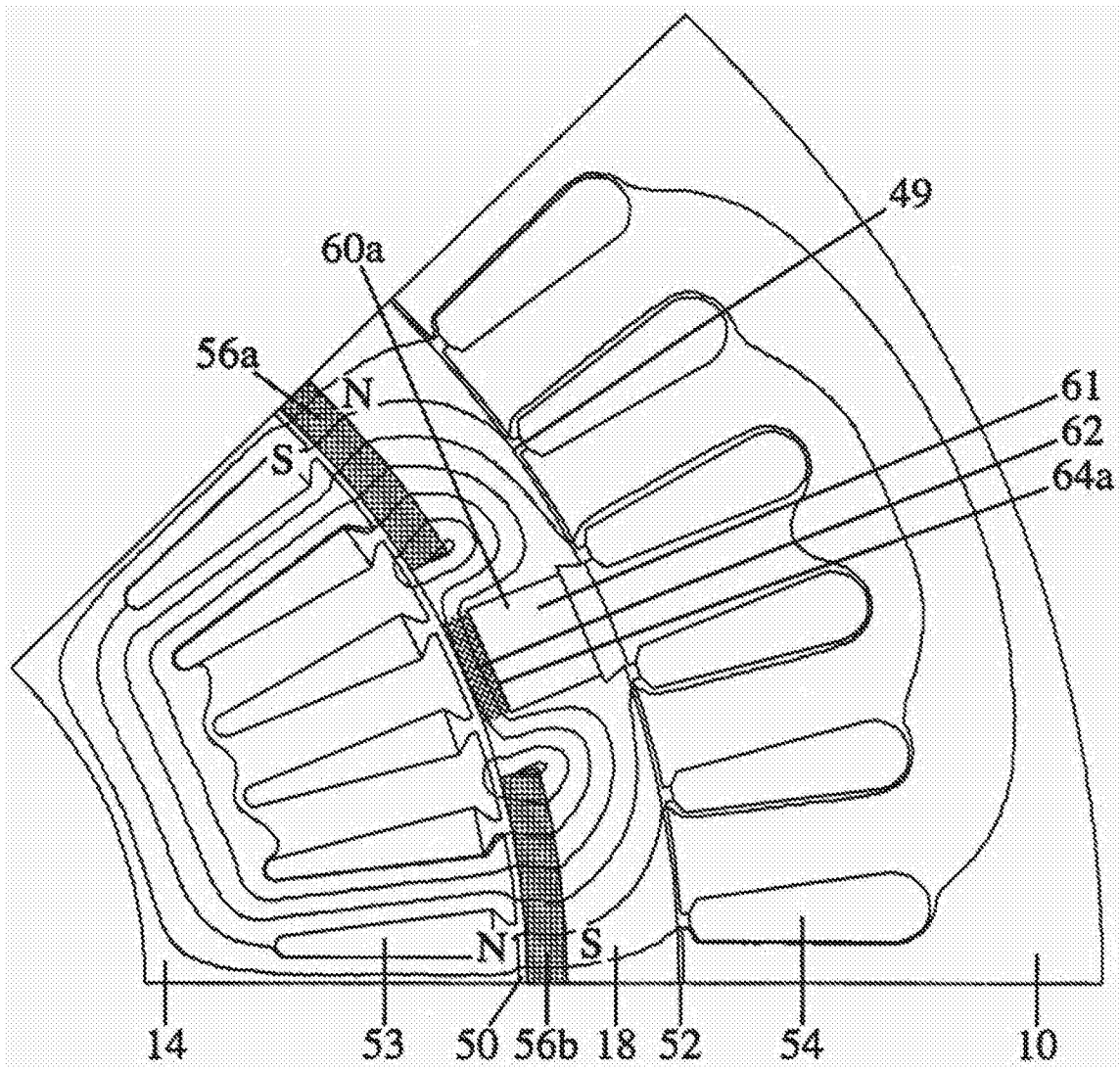


图6

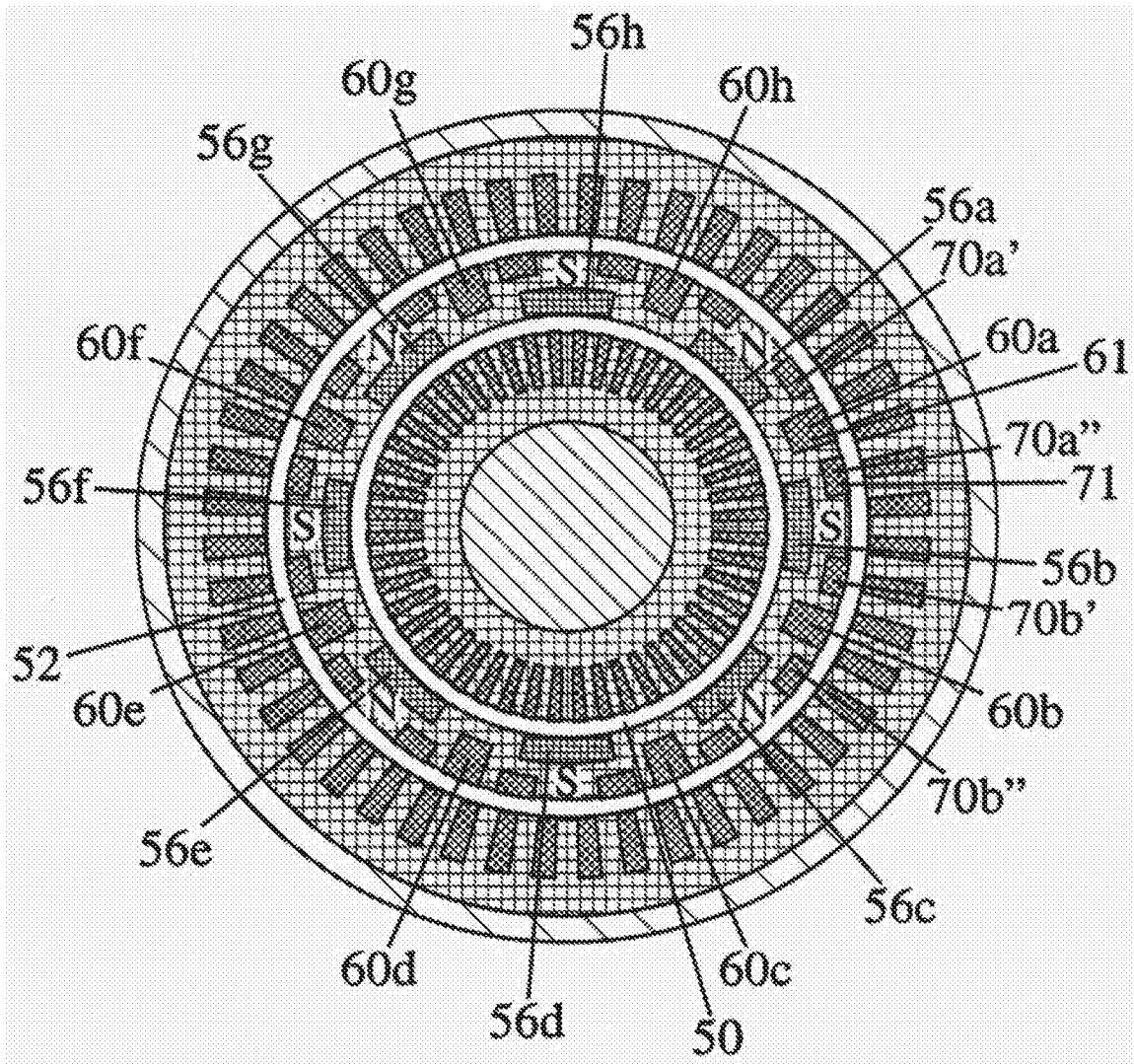


图7

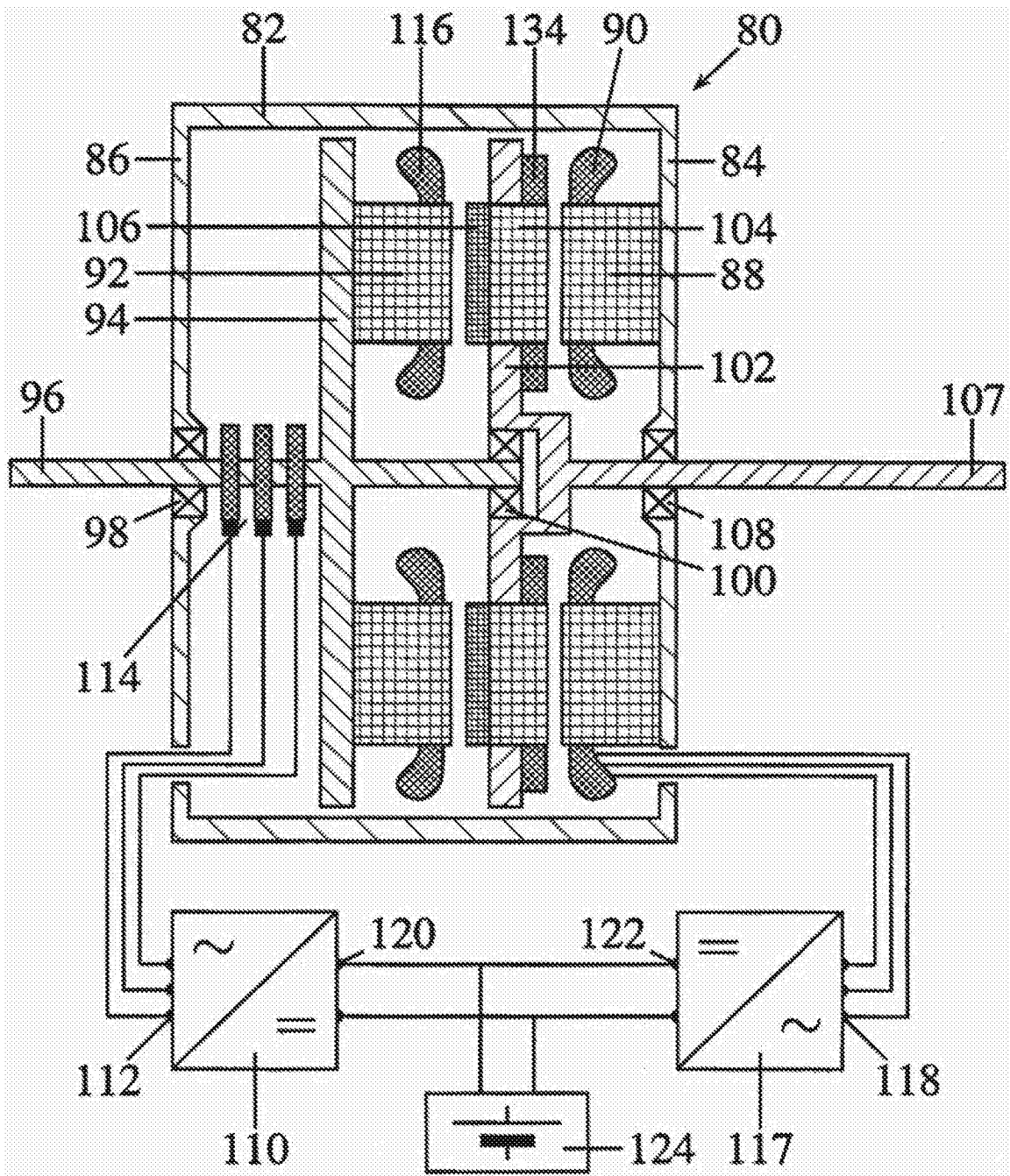


图8

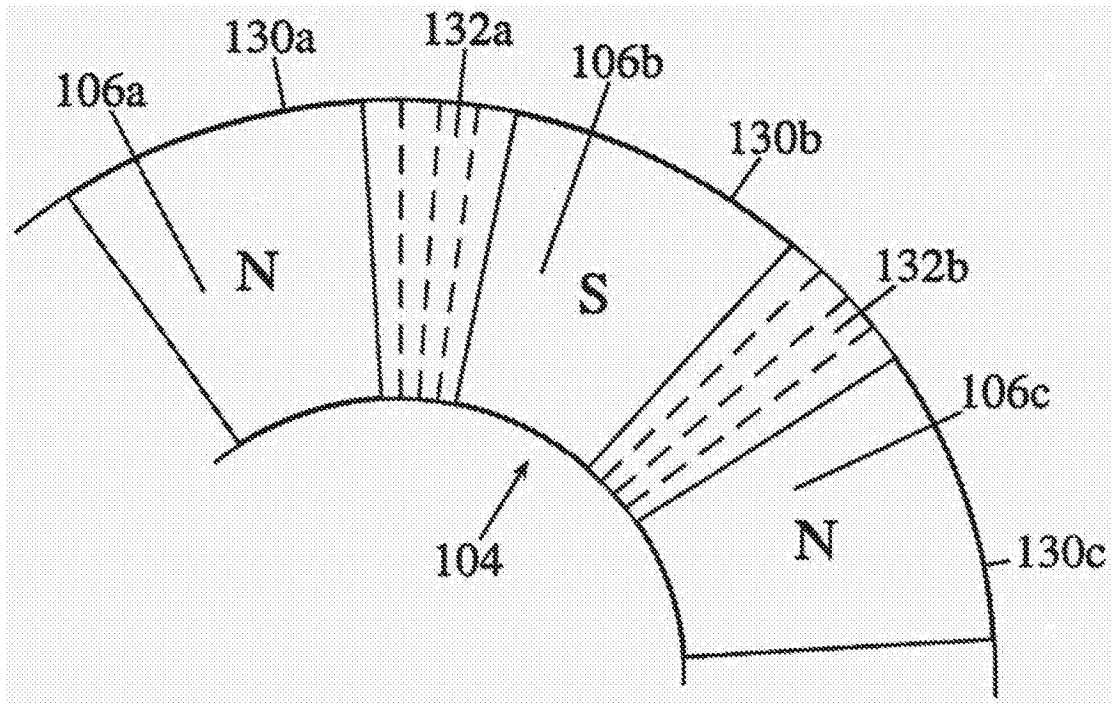


图9

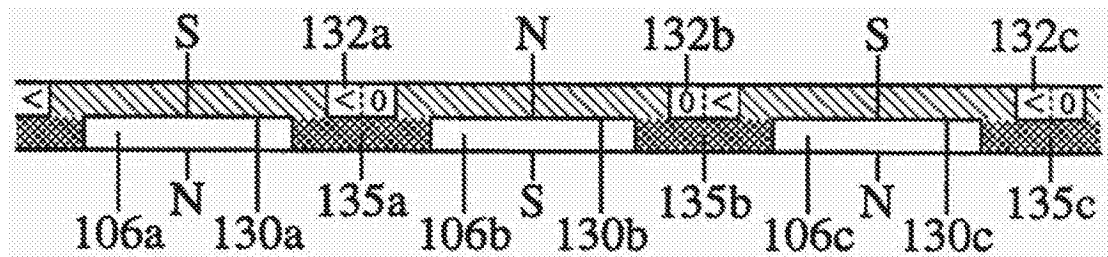


图10

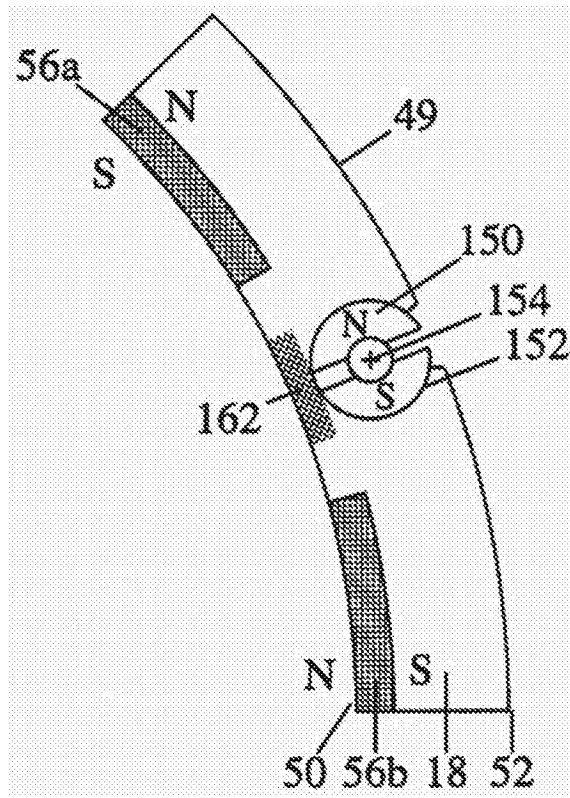


图11