



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103959608 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201280059564. 1

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22) 申请日 2012. 10. 30

代理人 葛青

(30) 优先权数据

1161016 2011. 12. 01 FR

(51) Int. Cl.

H02K 1/27(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2012/052510 2012. 10. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/079840 FR 2013. 06. 06

(71) 申请人 法雷奥电机设备公司

地址 法国克雷泰伊

(72) 发明人 L. 伯亚路德 J-C. 马特

J-C. 拉布罗塞

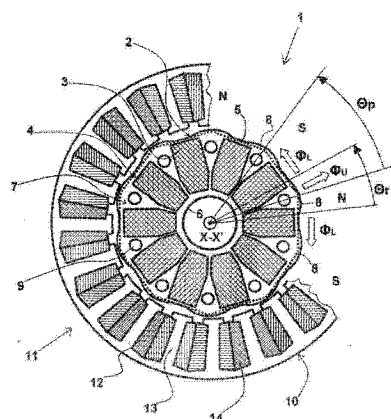
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

用于旋转电机的转子和包括该类型转子的旋转电机

(57) 摘要

本发明涉及包括多个交替磁极的转子(1),所述多个交替磁极由永磁体(3)形成,永磁体(3)规则地分布在转子的磁性本体(2)的周向部分(5)和中心部分(6)之间,并且限定周向磁极区段(7)。磁极区段具有预定磁极间距(Θ_p),并且包括形成凸角的径向区段(8)。根据本发明,形成凸角的径向区段部分地覆盖磁体,以例如最大化径向流动通过每一个磁极区段的可用磁通量(Φ_U)并且最小化流动通过周向部分的漏磁通量(Φ_L)。磁极区段可具有预定磁极重叠角(Θ_r),以例如最大化磁通量(Φ_U)并且最小化漏磁通量(Φ_L),所述重叠角(Θ_r)为凸角(8)的从转子的轴上的一点看的可视角度。



1. 一种旋转电机的转子(1),包括多个北(N)极和南(S)极,所述多个北(N)极和南(S)极由布置在第一凹部(4)中的多个永磁体(3)形成,第一凹部(4)沿所述转子(1)的轴(X-X')延伸,并且在所述转子(1)的磁性本体(2)的周向部分(5)和中心部分(6)之间规则地分布,以例如限定具有预定磁极间距(Θ_p)的多个周向磁极区段(7),所述永磁体(3)具有第一多边形径向区段和第一轴向对称平面,所述磁极区段(7)具有在外部形成凸角(8)的第二径向区段和第二轴向对称平面,其特征在于,所述凸角(8)部分地与所述永磁体(3)重叠,以例如最大化径向地在每一个所述磁极区段(7)中流通的可用磁通量(Φ_U)并且最小化沿周向方向在所述周向部分(5)中流通的漏磁通量(Φ_L),所述磁极区段(7)具有预定磁极重叠角(Θ_r),以例如最大化所述可用磁通量(Φ_U)并且最小化所述漏磁通量(Φ_L),所述磁极重叠角(Θ_r)为凸角(8)从转子的所述轴(X-X')看的可视角度,所述磁极区段(7)具有预定重叠比(R),以例如最大化所述可用磁通量(Φ_U)并且最小化所述漏磁通量(Φ_L),所述重叠比(R)等于所述磁极重叠角(Θ_r)与所述预定磁极间距(Θ_p)的比,并且所述重叠比(R)大致包括在0.35至0.50的范围内。

2. 根据权利要求1所述的旋转电机的转子(1),其特征在于,所述第一径向区段包括靠近所述周向部分(5)的矩形部分,该矩形部分邻接靠近所述中心部分(6)的楔形部分。

3. 根据权利要求1或2所述的旋转电机的转子(1),其特征在于,其包括至少多个第二凹部(9),所述第二凹部(9)轴向地延伸,并且布置在所述永磁体(3)之间,在所述转子(1)的在所述中心部分(6)和所述周向部分(5)之间的中间部分中。

4. 根据前述权利要求3所述的旋转电机的转子(1),其特征在于,非磁性支撑体布置在所述第二凹部(9)中。

5. 根据前述权利要求1至4中任一项所述的旋转电机的转子(1),其特征在于,所述永磁体(3)包含铁氧体。

6. 根据前述权利要求1至5中任一项所述的旋转电机的转子(1),其特征在于,所述周向部分(5)另外包括轴向凹槽(15),所述轴向凹槽(15)布置在所述磁极区段(7)之间,面向所述永磁体(3),并且形成所述第一凹部(4)的开口。

7. 一种旋转电机,其特征在于,其包括根据前述权利要求1至6中任一项所述的转子(1)。

用于旋转电机的转子和包括该类型转子的旋转电机

技术领域

[0001] 本发明涉及设计用于旋转电机的具有永磁体的的转子。

[0002] 本发明还涉及包括该类型的转子的,特别地,应用于机动车辆领域中的旋转电机。

背景技术

[0003] 由于同步电机的在输出、功率系数和功率密度方面提高的性能,现今的具有永磁体的同步电机在机动车领域中具有广泛的应用。

[0004] 这些电机可被制造具有宽范围的功率和速度,并且在“纯电动”类型的车辆和基于CO₂的所谓的“轻度混合动力”和“完全混合动力”车辆中都有应用。

[0005] “轻度混合动力”应用通常涉及约8到10kW的电机,例如装配到热力发动机前部并且由传动带联接到热力发动机的电动机。通过该类型的电动机,可能通过提供电扭矩辅助(特别在加快转速期间提供附加动力)降低热力发动机的排量(“发动机尺寸减小”)。另外,低速下的牵引力,例如在城市环境中,也可通过该同一电动机来确保。

[0006] 应用在该动力范围内的电机另一个示例包括驱动热力发动机的双增压系统的离心压缩机。在低速下,电动压缩机辅助由排气驱动的涡轮压缩机,并且使得可能省掉减小排量方面的附加的步骤。

[0007] “完全混合动力”类型的应用通常涉及用于串联和/或并联类型构造的30到50kW电动机,具有更好的电动机(一个或多个)在车辆的牵引链中的整合水平。

[0008] 目前具有永磁体的电机的卓越的性能水平主要由于稀土磁体的开发,稀土磁体例如为钕铁硼(NdFeB)、铁钆合金(SmFe)或钆钴合金(SmCo)类型,其可具有超过1特斯拉的剩磁。

[0009] 但是,具有永磁体、包括所谓的“磁通量集中”结构的转子的电机之前已经使得可能使用具有较低剩磁的磁体获得大的磁通量,所述具有较低剩磁的磁体例如为从烧结的或粘接的铁氧体获得的磁体。

[0010] 同样追溯到很久以前,该类型的结构的尺寸和磁特性已经被通过进行很多测试或近期通过进行计算机模拟进行了优化,例如用于提高电机的电输出。

[0011] 具有永磁体的转子的磁体和磁极的尺寸优化的示例在1971年的FR2.084.279法国专利中公开。

[0012] 磁极的尺寸优化近年来由于稀土磁体缘于不利的地理政治状况变得更昂贵而再次成为关注的前沿。

[0013] 由于在设计用于机动车辆应用的电机的转子中使用稀土磁体不再经济可行,并且可能不能持久,因此需要包括基于铁氧体的其他替代。

[0014] 但是,由于铁氧体的剩磁比稀土磁体低,因此由铁氧体代替稀土磁体导致具有较低性能水平的电机。

发明内容

[0015] 本发明的目的因而是优化转子的磁极的形式以最大化磁极中的磁通量,并且因而特别地保持电机的扭矩。

[0016] 其目的具体地为旋转电机的转子,包括由多个布置在第一凹部中的永磁体形成的多个交替的北极和南极。

[0017] 这些第一凹部沿转子轴延伸,并且规则地分布在转子磁性本体的周向部分和中心部分之间,以例如限定多个具有预定磁极间距的周向磁极区段。

[0018] 所讨论的转子类型的永磁体具有第一多边形径向区段和第一轴向对称平面。

[0019] 磁极区段的其部分具有在外部形成凸角的第二径向区段和第二轴向对称平面。

[0020] 根据本发明的转子不同之处在于,该凸角部分地与永磁体重叠,以例如最大化径向地在每一个磁极区段中流通的可用磁通量,并且最小化沿周向方向在转子的周向部分中流通的漏磁通量,转子的该磁极区段具有预定磁极重叠角,以最大化该可用磁通量并且最小化漏磁通量,该磁极重叠角定义为凸角从旋转轴的一点看的可视角度,磁极区段优选地具有预定重叠比,以例如最大化可用磁通量并且最小化漏磁通量,重叠比等于磁极重叠角与预定磁极间距的比,并且重叠比基本上包括在 0.35 至 0.50 之间。

[0021] 根据本发明的转子的不同之处还在于,永磁体的第一径向区段包括矩形部分,其靠近周向部分,邻近靠近中心部分的楔形状的部分。

[0022] 非常有利地,根据本发明的转子另外包括至少多个第二凹部,所述多个第二凹部轴向地延伸,并且布置在永磁体之间,在转子的位于中心部分和周向部分之间的中间部分中。

[0023] 非磁性支撑体优选地布置在这些第二凹部中。

[0024] 在根据本发明的变形实施例中,周向部分非常有利地另外包括轴向凹槽,轴向凹槽布置在磁极区段之间,面对永磁体,并且形成第一凹部的开口。

[0025] 将从这样的事实获得优点:根据本发明的旋转电机的转子的永磁体包含铁氧体。

[0026] 本发明还涉及包括具有上述特性的转子的旋转电机。

[0027] 这几个重要的说明将使得与现有技术比较由根据本发明的旋转电机的转子以及由相应的电机提供的优点对于本领域技术人员显而易见。

[0028] 在下面的描述中结合附图进行本发明的详细说明。应注意,这附图仅用于示出描述的文字,不以任何方式构成对本发明范围的限制。

附图说明

[0029] 图 1 显示了根据本发明的旋转电机的布置在定子中的本发明的主实施例中的具有永磁体的转子的简化径向剖视图,该定子以局部径向剖视图显示;

[0030] 图 2 显示了代表磁极部分中可用磁通量的相之间电动势常数根据磁极重叠角的变化;

[0031] 图 3 显示了代表磁极部分中可用磁通量的相之间电动势常数根据重叠比率的变化;

[0032] 图 4 显示了根据本发明的旋转电机的布置在定子中的根据本发明变形实施例的具有永磁体的转子的简化径向剖视图,该定子以局部径向剖视图显示;

[0033] 图 5a 和 5b 分别显示了包括图 1 中所示的本发明的主实施例的转子的旋转电机的

空载的相之间电动势的波形和相应的谐波水平；

[0034] 图 6a 和 6b 分别显示了包括根据图 4 中所示的本发明的变形实施例的转子的旋转电机的空载的相之间电动势的波形和相应的谐波水平。

具体实施方式

[0035] 图 1 中图示的本发明的主实施例中的具有永磁体的转子 1 的简化径向剖视图清楚地显示了第一凹部 4 中的永磁体的磁性本体 2 的布置方式，第一凹部 4 规则地分布在周向部分 5 和中心部分 6 之间，以例如形成多个交替的北极 N 和南极 S。

[0036] 根据本发明的转子 1 为磁通量集中类型。永磁体 3 具有总体大致矩形的横截面，但是被以朝向转子 1 的轴 X-X' 成楔形的形状倒角。永磁体 3 在等角度轴向平面附近对称地延伸。

[0037] 永磁体 3 布置其中的第一凹部 4 限定了十个周向磁极区段 7。

[0038] 这些磁极区段 7 的组件在径向横截面中形成具有对应于磁极 N, S 的突出部的多个凸角 8 的大致圆形图形。

[0039] 磁极区段 7 包括第二凹部 9，第二凹部 9 布置在永磁体 3 之间。第二凹部 9 在等角度轴向平面附近对称地延伸。

[0040] 这些第二凹部 9 具有圆形横截面，并且接收非磁性支撑体，非磁性支撑体保持形成转子 1 和定子 11 的磁性本体 2, 10 的金属片组。

[0041] 第二凹部 9 还对控制转子 1 中的磁场起作用。

[0042] 根据该电机的特定实施例，包括十个永磁体 3 的转子 1 在定子 11 内部旋转，定子 11 具有多个槽口 12，多个槽口 12 限定多个定子齿 13，定子绕组 14 围绕多个齿 13 布置。

[0043] 包括该类型的转子的电机的特定实施例例如为应用于所谓的“轻度混合动力”类型的机动车辆中的 8 到 10kW 电动机 / 发动机。

[0044] 在其用作电动机的模式中，该电机可被设计用于起动热力发动机，为热力发动机提供扭矩辅助，在车辆低速下提供电牵引，以及用于驱动离心压缩机。

[0045] 定子电流经过定子绕组 14，该定子绕组 14 产生驱动转子 1 的旋转磁场。供给的发动机扭矩特别地取决于定子电流强度和转子 1 中的磁通量。

[0046] 如前序中所说明的，稀土永磁体 3 由铁氧体永磁体 3 替代需要优化磁极 N, S 以在转子 1 中获得相似的磁通量，并且因而对于相同定子电流强度保持相同的发动机扭矩。

[0047] 包括具有上述特性的转子 1 的电机的计算机模拟已经允许本发明的本体在转子 1 和定子 11 中建立磁通量分布。

[0048] 已经建立的是，由永磁体 3 产生并且在转子 1 的磁性本体 2 中流通的磁通量分布在可用磁通量 Φ_U 和漏磁通量 Φ_L 之间，可用磁通量 Φ_U 在磁极区段 7 中径向流通，漏磁通量 Φ_L 沿周向方向在转子 1 的周向部分 5 中流通。

[0049] 可用磁通量 Φ_U 取决于永磁体 3 由磁极区段 7 的凸角 8 的重叠度。该重叠度越大，可用磁通量 Φ_U 可增大更大，但是漏磁通量 Φ_L 也增大，漏磁通量 Φ_L 具有降低可用磁通量 Φ_U 的效果。因此存在最佳重叠度，该最佳重叠度通过模拟确定，针对该最佳重叠度磁通量 Φ_U 最大，并且漏磁通量 Φ_L 最小。

[0050] 磁极重叠角 Θ_r ，即凸角 8 的从转子 1 的轴 X-X' 的一点看的可视角度，为使得可能

量化永磁体 3 由磁极区段 7 的重叠度的参数。

[0051] 图 1 清楚地显示了永磁体 3 由转子 1 的外周上的凸角 8 部分重叠的示例（其中虚线显示了非优化转子的外表面）。

[0052] 图 2 是包括上述转子的旋转电机的特定原型的计算机模拟结果，其显示了针对大致包括在 10° 至 30° （以绝对值计）范围内的磁极重叠角 Θ_r 的值，相之间的电动势常数 K_e 的发展变化。

[0053] 该常数 K_e 代表可用磁通量 Φ_U 。据发现，对于小于 12° 的磁极重叠角 Θ_r （几乎没有或没有重叠度），和大于 18° 的磁极重叠角 Θ_r （漏磁通量 Φ_L 变得占有优势），该常数 K_e 减小。因此存在大致包括在 12° 至 28° 范围内的角度重叠角 Θ_r 的优化值范围 $\Delta\Theta_r$ 。

[0054] 发明本体已经确定，适用于具有任何数量 N_p 的磁极 N, S 的转子 1 的最佳参数是重叠比 R，其定义为转子 1 的磁极重叠角 Θ_r 与磁极间距 Θ_p 的比 Θ_r/Θ_p （以角度计的磁极间距 Θ_p 等于 $360^\circ/N_p$ ）。

[0055] 也通过计算机模拟建立图 3，其显示了对于上面所述的具有十个磁极（ $\Theta_p = 36^\circ$ ）的转子，相之间的电动势常数 K_e 的发展变化。

[0056] 据发现，对于大致包括在 0.35 至 0.5 范围内的值 R 的集合 ΔR ，可获得 K_e 的最大值（即可用磁通量的最大值）。根据本发明的优化的转子和非优化转子（图 1 中以虚线所示）之间的增益为约 5%。

[0057] 转子 1 的该优化结构使得可能在铁氧体被代替稀土磁体使用时保持电机的性能水平，而不过度增大永磁体 3 的本体。

[0058] 通过同一技术，对增大转子 1 中的磁通量起作用的本发明还使得可能降低由定子 11 产生的旋转磁场的强度，这是产生指定扭矩所需要的，并且因此使得可能减小制备定子绕组 14 所需要的铜本体。

[0059] 永磁体本体和铜的减小使得可能降低制造成本，因此在车辆装备的高度竞争领域中提供商业优点。

[0060] 但是，在上面所述的本发明的主实施例中，磁极 N, S 的使用磁极重叠角的形状优化的可能性受周向部分 5 具有漏磁阻这一事实的限制，该周向部分 5 相对于永磁体 3 或多或少是厚的。

[0061] 在图 4 中所示的变形实施例中，转子 1 的周向部分 5 另外包括轴向凹槽 15，轴向凹槽 15 面对永磁体 30 布置在磁极区段 7 之间。这些凹槽 15 在第一凹部 4 中形成开口，并且将磁体 3 暴露于气隙 16 的空气。这些凹槽 15 因此构成磁通量阻隔物，其使得可能增大磁极重叠角 Θ_r 而不使这导致漏磁通量 Φ_L 过大地增大。

[0062] 该变形的优点是，由于降低电动势和扭矩的谐波畸变，因此与主实施例相比较降低由电机产生的磁噪声，如通过分别对应于两个实施例的一方面图 6a 和 6b 与另一方面图 5a 和 5b 所示。

[0063] 实际上，包括根据本变形（图 4）的转子 1 的电机的空载的相之间的电动势 U_{2ph-ph} 的波形 17 显示为图 6a 中的基本上正弦曲线，而该波形 17 在图 5a 中具有畸变 18。

[0064] 图 6b 证明没有与基础谐波 19 不同的谐波，而在包括根据本发明的主实施例（图 1）的转子 1 的电机的空载的相之间的另一电动势 U_{1ph-ph} 中则存在具有代表为大于基础谐波 19 的 6% 的振幅的第五阶谐波。

[0065] 应意识到,本发明不仅限于上面所述的优选实施例。

[0066] 基于与上面所述的不同数值的其他实施例,特别是不同磁极数 N_p 的其他实施例以及对应于包括所述类型的转子的旋转电机的其他测试或模拟将不偏离本发明的范围,只要其可从所附的权利要求获得。

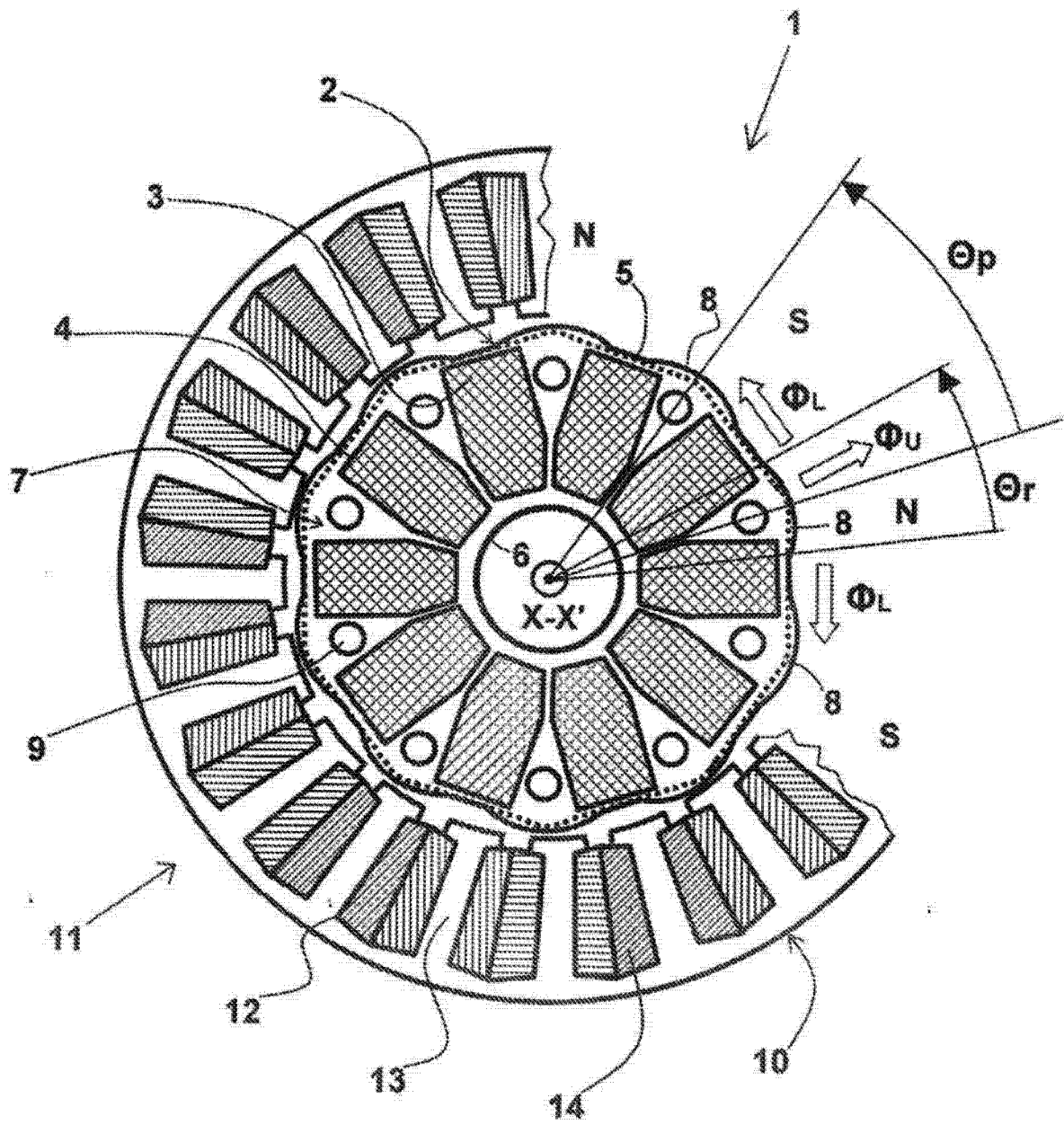


图 1

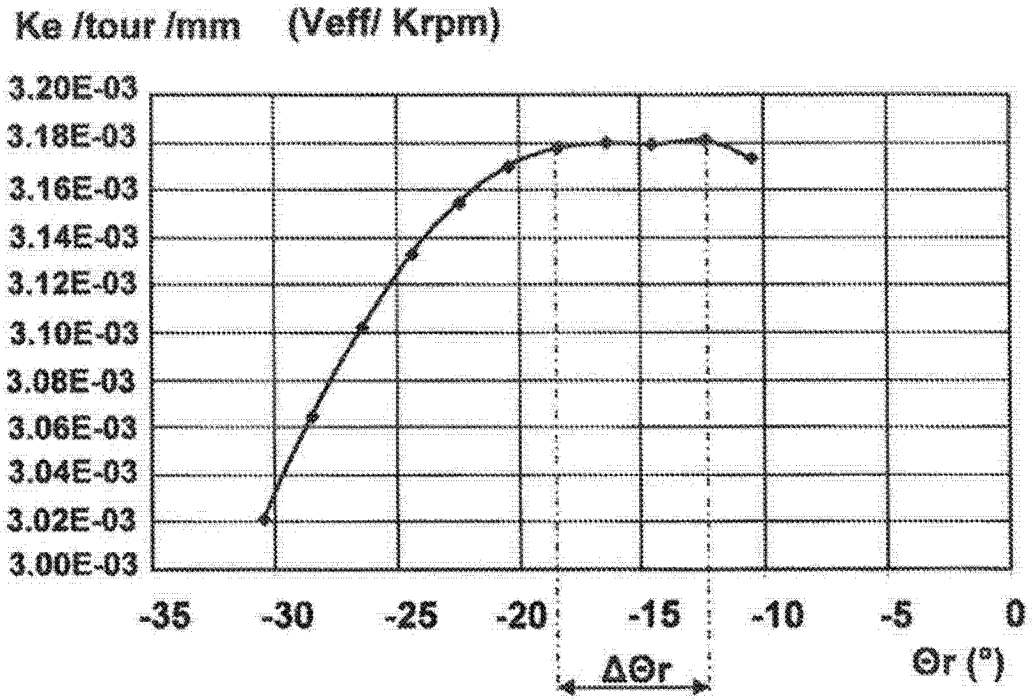


图 2

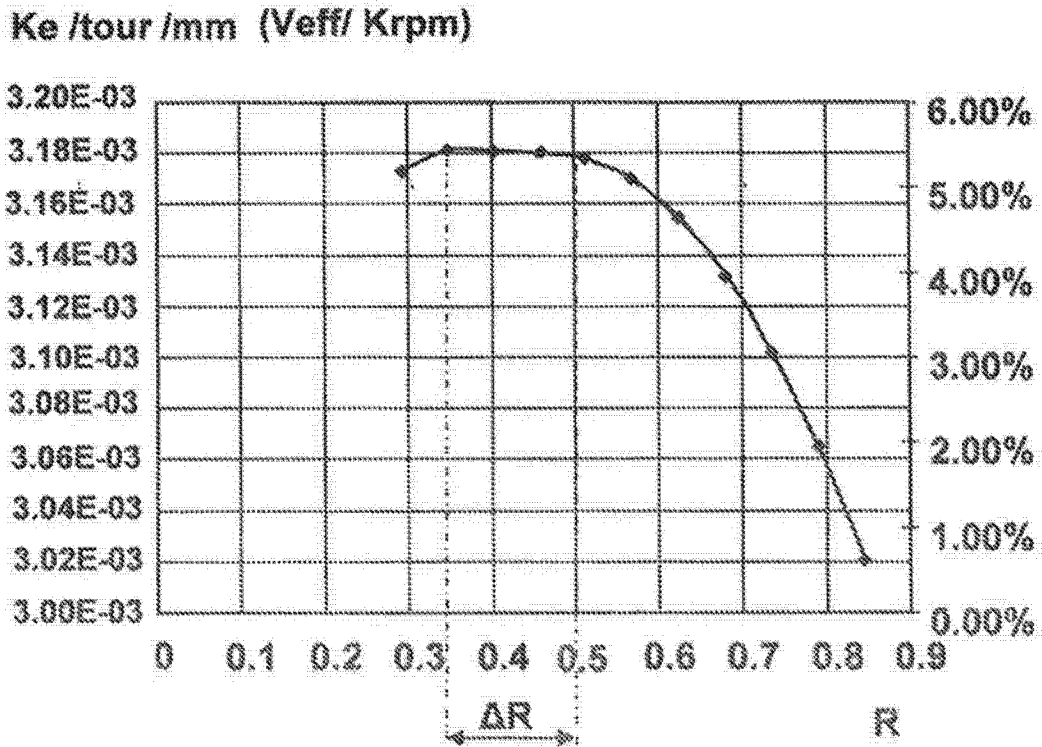


图 3

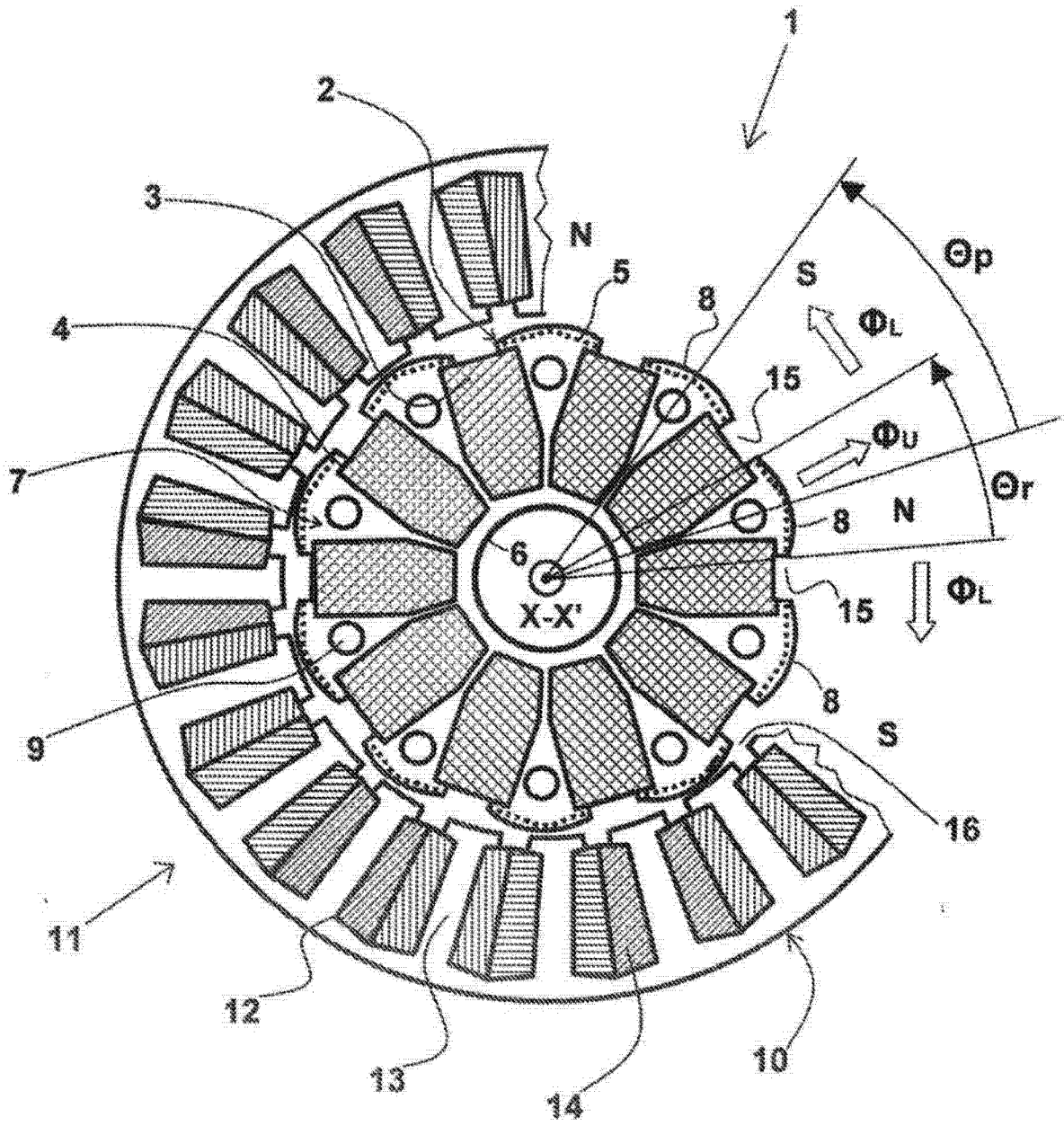


图 4

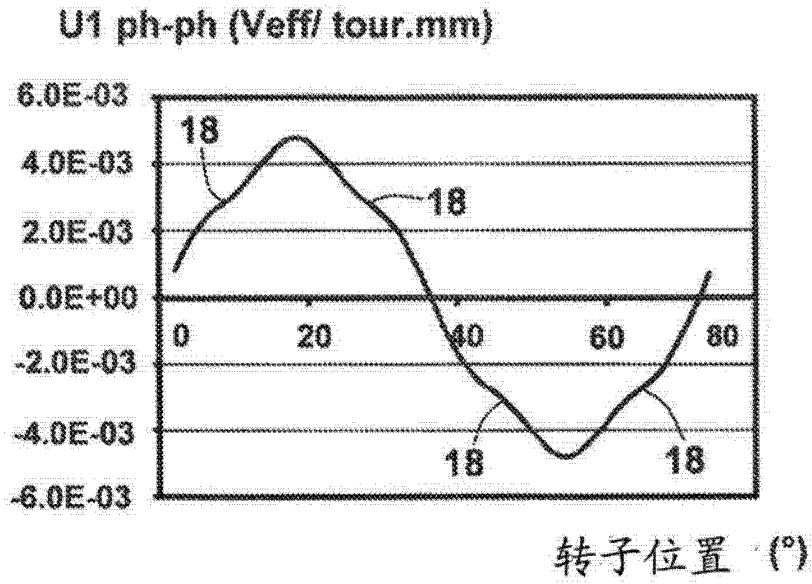


图 5a

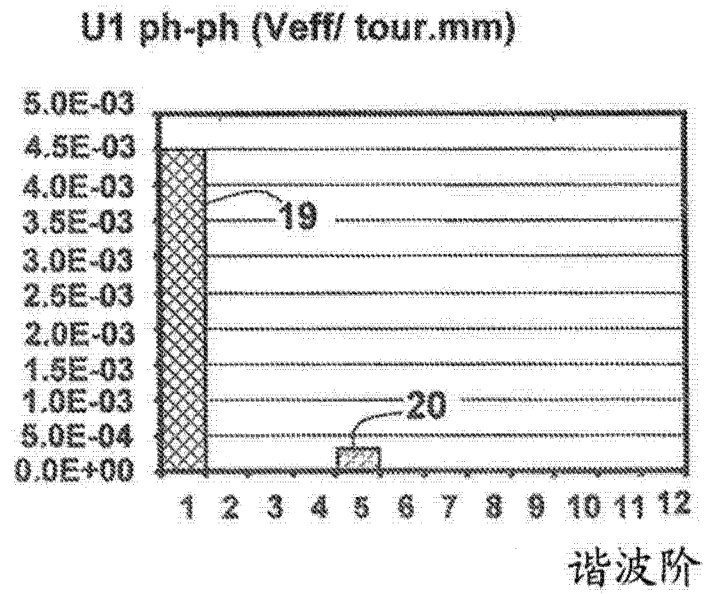


图 5b

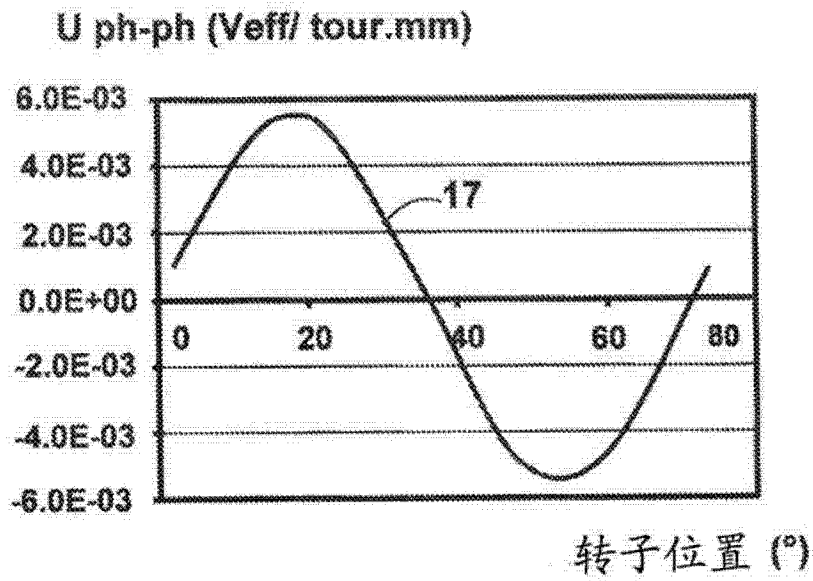


图 6a

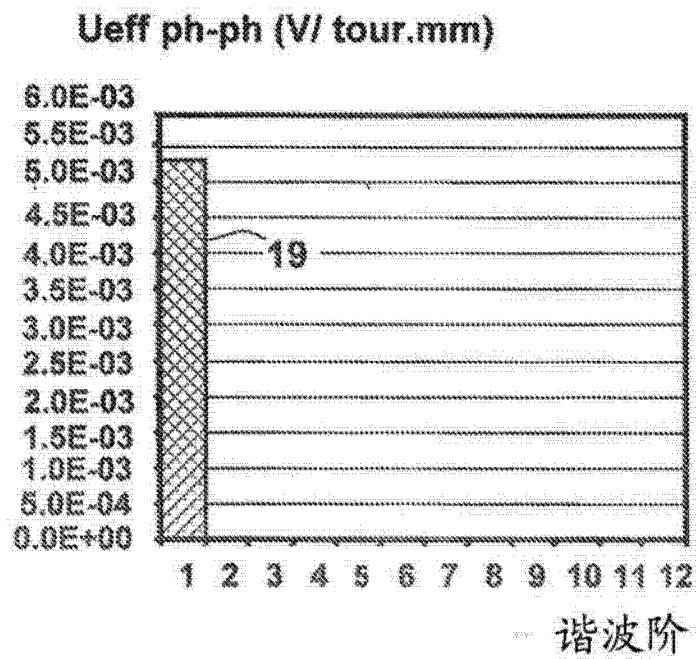


图 6b