



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115917927 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(21) 申请号 202180042308.0

V·帕帕尼科劳

(22) 申请日 2021.04.30

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

(30) 优先权数据

63/019,848 2020.05.04 US

11256

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.12

专利代理人 张宁

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/030276 2021.04.30

(51) Int.CI.

H02K 1/276 (2022.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/225902 EN 2021.11.11

H02K 1/30 (2006.01)

H02K 15/03 (2006.01)

H02K 7/04 (2006.01)

H02K 1/28 (2006.01)

(71) 申请人 特斯拉公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 L·E·奥尔森 D·尼尔森

K·拉斯卡里斯 葛浩 E·菲利普

C·维加 P·佩勒雷

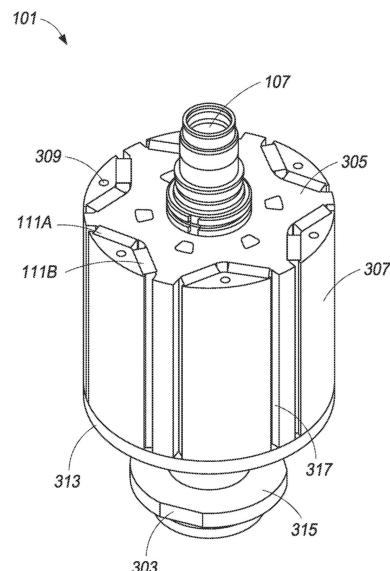
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

具有绕组的永磁电机

(57) 摘要

本公开涉及电动机。电动机组件可以包括同轴安装在轴上的转子。转子可以包括被安装在平衡环上的中心层压叠层。中心层压叠层可以具有沿着外周的槽，该槽将极件保持附接到多个磁体。磁体可以位于极件与中心层压叠层之间。磁体可以未完全被转子的金属体包围。转子的上述部件可以被包裹在缠绕式纤维套筒中。转子可旋转地被安装在定子内。



1. 一种电动机，包括：
定子，被配置为生成磁场并且将转子接纳到中央开口中；以及
转子，所述转子的尺寸被设计为适配在所述中央开口内，其中所述转子包括多个磁体并且在所述转子的外周上缠绕有缠绕式纤维套筒，其中所述磁体未完全被所述转子包围。
 2. 根据权利要求1所述的电动机，其中所述转子包括位于中央的轴，所述轴具有第一端和第二端，其中所述轴的所述第一端包括径向突出的盘。
 3. 根据权利要求2所述的电动机，其中所述盘的圆周被多个平坦边缘中断。
 4. 根据权利要求2所述的电动机，还包括平衡环和多个定位销，所述平衡环邻近所述轴的所述第一端，所述多个定位销在所述平衡环中。
 5. 根据权利要求4所述的电动机，其中所述定位销被嵌入到与所述平衡环同心的圆形图案中。
 6. 根据权利要求1所述的电动机，其中所述多个磁体被耦合到多个极件，使得每个极件与至少两个磁体耦合。
 7. 根据权利要求6所述的电动机，其中所述极件中的每个极件与中心层压叠层中的多个槽互锁，使得所述多个磁体定向在所述极件的内边缘与所述中心层压叠层的外边缘之间。
 8. 根据权利要求7所述的电动机，还包括多个定位销，所述多个定位销经由每个极件的边缘上的固定槽穿过所述转子。
 9. 根据权利要求1所述的电动机，其中所述缠绕式纤维套筒包括缠绕式碳纤维套筒。
 10. 根据权利要求1所述的电动机，其中在所述多个磁体中的每个磁体的端部与所述缠绕式纤维套筒之间存在空的空间。
11. 一种组装电动机的转子的方法，包括：
将磁性件插入转子夹具的外周中的槽中；
利用定位销将所述磁性件定位在所述转子夹具中；
在绕线机设备上张紧非金属纤维；以及
在张力下将所述非金属纤维缠绕在所述转子周围，以将所述磁性件保持在所述定子夹具上的适当位置。
 12. 根据权利要求11所述的方法，为了张紧所述非金属纤维，还包括将绕线机设备固定到沿着所述转子夹具的一端上的盘的圆周的多个平坦边缘。
 13. 根据权利要求11所述的方法，其中利用定位销定位所述磁性件包括将所述磁性件固定成与所述转子夹具的表面齐平。
 14. 一种组装电动机转子的方法，包括：
将磁性片插入层压叠层的外周中的槽中；
在张力下将非金属纤维缠绕在所述转子周围，以将所述磁性件保持在所述槽中的适当位置。
 15. 根据权利要求14所述的方法，还包括利用定位销将所述磁性件互锁在转子夹具中。
 16. 根据权利要求14所述的方法，还包括将所述磁性件固定到所述层压叠层。
 17. 根据权利要求14所述的方法，为了缠绕所述非金属纤维，还包括：
将绕线机设备固定到沿着转子夹具的一端上的盘的圆周的多个平坦边缘；以及

在所述绕线机设备上张紧非金属纤维。

具有绕组的永磁电机

技术领域

[0001] 本公开涉及电动机，并且更具体地涉及电动机中的转子的配置。

背景技术

[0002] 近年来，道路和越野车辆设计和制造燃油效率高、低排放或零排放的趋势显著增加，重点是混合动力和全电动汽车的发展。这又导致人们更加重视电动机，无论是作为唯一的推进源（例如，全电动车辆）还是作为联合推进系统中的辅助推进源（例如，混合动力或双电动车辆）。这种应用中的电动机可以利用AC或DC永磁电机设计或AC感应电机设计。无论电动机的类型如何，电机通常设计为用于特定应用，以便以可接受的电动机尺寸和重量实现期望的效率、转矩密度或高速功率。

发明内容

[0003] 本公开涉及电动机。电动机组件包括同轴安装在轴上的转子。在一个实施例中，转子可以包括安装在平衡环上的中心层压叠层。中心层压叠层可以具有沿着外周的槽，该槽保持与多个磁体耦合的极件。磁体可以位于极件与中心层压叠层之间。在一个实施例中，极件还可以包括固定槽，使得从平衡环的表面突出的多个嵌入式定位销可以在套筒缠绕过程中固定极件。在一个实施例中，转子的上述组件被包裹在缠绕式纤维套筒中，该套筒将极件围绕转子的周边保持在适当的位置。转子可旋转地安装在定子内以形成永磁电机。

附图说明

[0004] 图1示出了根据本公开的某些实施例的电动机的示例性局部轴向横截面。

[0005] 图2示出了根据本公开的某些实施例的套筒转子的透视图。

[0006] 图3示出了根据本公开的某些实施例的容纳在转子套筒内的转子的组件的透视图。

[0007] 图4示出了根据本公开的某些实施例的套筒转子的示例性轴向视图。

[0008] 图5A示出了根据本公开的某些实施例的转子的内部组件的分解图。

[0009] 图5B示出了根据本公开的某些实施例的电机轴上的平衡环和层压叠层组件的透视图。

[0010] 图6示出了根据本公开的某些实施例的转子的横向横截面。

[0011] 图7示出了根据本公开的某些实施例的比较常规永磁电机和具有碳套筒的永磁电机两者的电机速度与转矩的电机性能图。

具体实施方式

[0012] 实施例涉及具有转子的永磁电机，转子具有围绕转子的周边设置的磁片，并且使用在转子的外周周围的缠绕式纤维包裹物被保持在适当的位置。例如，缠绕式纤维包裹物可以由碳纤维或其他纤维材料制成。在一个实施例中，磁性件未使用金属组件被保持在转

子中，并且磁体未完全被包围在转子内。与具有嵌入金属中的磁性件的常规转子相比，由定子作用在转子中的磁性件上而产生的磁场可以更强，因为缠绕式纤维包裹物和金属组件缺少可能会对由定子生成的磁场提供较低水平的干扰。在一个实施例中，在磁性件与转子的中心部分之间设置有有限金属组件或没有设置金属组件。因此，本文中公开的永磁电机由于减少了磁通量泄漏而可以提供比常规设计更好的性能。

[0013] 图1示出了根据本公开的一个实施例的永磁电机100的轴向截面图。为了便于说明，图1中提供的图示被简化，该视图省略了绕组和其他组件。如图所示，转子101由定子103围绕。多个绕组(未示出)围绕每个定子齿109设置。在各种实施例中，绕组是铜，但其他材料也在本发明的范围内。绕组限定多个极，例如，三相、四极设计或六极设计。

[0014] 如图所示，转子101由定子103包围，转子101与定子103之间由气隙105隔开。轴107耦合到转子101，轴107提供用于将电机100耦合到各种装置和机构(诸如电动车辆内的车轴、变速箱等)的方法。定子103与转子101之间的气隙105的尺寸设计为获取从定子103到转子101上的期望水平的磁感应。气隙105还可能影响气隙105附近磁通量的饱和水平和/or谐波水平。通常，气隙105越小，定子103与转子101之间的磁通量越强。

[0015] 如图所示，一系列磁体111A和111B以“V”形配置设置在转子101的周边。磁体111A和111B的配置具有朝向轴107的顶点117以及指向定子103的两个臂119A和119B。臂119A和119B中的每个的端部邻近开口120A和120B，该开口120A和120B在磁体的臂与气隙105之间提供空的空间。该气穴或空的空间允许磁通量从转子进入定子，而永久磁通量的损失最小。磁体111A和111B没有嵌入转子101的实心金属体中。应当理解，该图示只是磁体111A和111B如何定向的一个示例，并且在其他实施例中，磁体111A和111B可以不同地布置。示出了缠绕式纤维套筒115，其包围转子以在转子101在定子103内旋转时将磁体111A和111B保持在适当的位置。应当理解，磁体未完全被转子包围的其他磁体配置也可以减少永久磁通量的损失。

[0016] 图2示出了根据本发明的组装的转子101。与常规的铁桥相反，转子101被包裹在缠绕式纤维套筒115中。轴107耦合到转子101，以提供用于将电机耦合到电动车辆内的各种装置和机构(诸如车轴、变速箱等)的装置。在一些实施例中，缠绕式纤维套筒115包括在预张紧时缠绕在转子周围的碳纤维。在一个实施例中，套筒的厚度为0.1-2mm。在其他实施例中，套筒的厚度为0.3、0.4、0.5、1、2、3、4或5mm。与现有生产缠绕式纤维转子套筒的方法不同，本缠绕式纤维套筒生产方法通过在缠绕过程中使纤维受到相对较高的张力来尽量减小套筒的厚度。为了使套筒厚度最小化，纤维可以在预张紧时缠绕到转子上。在一些实施例中，可以使用具有导丝辊的独特导丝辊系统来缠绕纤维，导丝辊可以在张力下将纤维缠绕在转子的周边周围，而对纤维的损伤最小。

[0017] 图3示出了根据本公开的转子101的完全组装的内部组件(套筒被移除)的示例性实施例。转子101包围轴107并且包括位于下端的平衡环313、中心层压叠层305、极件307、以及磁体111A和111B。轴107具有从轴301的下端突出的同轴盘315。同轴盘315沿着其圆周具有一个或多个扁平段(“扁平件”)303。扁平件303在转子制造期间、特别是在套筒缠绕过程期间用作绕线机设备的固定区域，其中绕线机设备固定轴以使转子旋转。在一些实施例中，盘可以不具有扁平件303，而是可以具有适合于绕线机设备的其他固定特征。在一些实施例中，盘可以不具有扁平件或任何其他固定特征，使得盘具有不间断的外周。在该图中，未示

出围绕转子101的缠绕式纤维套筒。

[0018] 继续参考图3,中心层压叠层305安装到平衡环313。中心层压叠层305沿着其外侧边缘具有多个槽317,槽317贯穿中心层压叠层305的整个长度。极件307每个与多个磁体111耦合。在组装时,极件307和磁体311装配到中心层压叠层305的槽317中,使得磁体111被压在极件307与中心层压叠层305之间。这可以通过参考下面的图5更充分地看到。应当注意,在一些实施例中,极件307和中心层压叠层305不像常规转子设计中那样通过钢桥或其他金属组件连接。移除极件307与中心层压叠层305之间的所有金属连接减少了通过连接的磁通泄漏。

[0019] 在一些实施例中,每个极件307具有固定槽309,该槽309被配置为与平衡环中的定位销(未示出)互锁。固定槽309和定位销可以在转子制造期间用作固定特征。在一些实施例中,磁体111、极件307和中心层压叠层305在组装期间彼此固定。在这样的实施例中,极件307可以不具有固定槽309。给定转子组件在套筒缠绕过程中旋转的高速,固定特征可以在制造期间保持极件307紧靠中心层压叠层305。

[0020] 在一个实施例中,套筒缠绕过程开始于将图3中的转子放置到旋转机构上,该旋转机构连接到细丝张紧系统,诸如导丝辊。例如,张紧系统可以包括碳纤维线轴,该线轴穿过环氧树脂浴,然后在图3的转子机构在一个方向上旋转时缠绕到其外周上。在另一示例中,张紧系统可以在分配过程中将树脂施加到卷轴上。该系统允许套筒以预定图案和预定数目的纤维缠绕物缠绕在转子的长度上,以产生特定套筒厚度。

[0021] 应当认识到,围绕转子的套筒不一定由碳纤维制成。其他类似材料也可以缠绕在转子周围,并且用于围绕转子并且保持极件和磁体的位置。例如,由其他类型的纤维(诸如陶瓷、玻璃纤维、聚丙烯、聚乙烯、聚醚醚酮(PEEK)和类似塑料)制成的其他复合材料可以嵌入树脂中以形成耐用材料,该材料可以用于在转子周围形成张紧套筒。在其他示例中,可以使用材料的组合来制造套筒,诸如嵌入塑料中的碳纤维。

[0022] 图4示出了根据本公开的完全组装的转子的轴向截面图。该组件与轴107同轴,如穿过转子中心的轴107所示。从轴向视图中,可以看到磁体111A和111B被压成与极件307和中心层压叠层305两者齐平。在一些实施例中,放置在极件的相邻表面上的磁体(例如,形成“V”形配置的一对磁体)通过气隙彼此分离。每个极件307可以包括与定位销互锁的固定槽309,因此极件307在缠绕过程中固定。缠绕式纤维套筒115可以包围整个组件。当然,应当认识到,定位销可能不是必需的,并且电机的实施例可以不包括任何定位销或杆。

[0023] 图5A示出了根据本公开的转子101的部分组件。在该部分组件中,只有中心层压叠层305和平衡环313安装到轴107上。如图所示,定位销507嵌入平衡环313中,并且突出到平衡环313的表面之外。一组定位销507可以从平衡环313的接触中心层压叠层的表面突出一小段距离。

[0024] 图5B示出了根据本公开的转子的内部组件的分解图。图5B示出了极件307以及磁体111A和111B如何装配到多个槽317中并且彼此和与中心层压叠层305耦合。如图所示,在一些实施例中,磁体111A和111B固定到极件307,而不是固定到中心层压叠层305,如图5B所示。在一个实施例中,每个极件307的长度与中心层压叠层305的长度相似。每个极件306可以与同样具有相似长度的两个磁体111A和111B耦合。在其他实施例中,磁体111A和111B可以更短,并且可以使用更多的磁体111A和111B来占据磁体111B和111A耦合到的极件307的

长度。在其他实施例中，磁体111A和111B可以是与图5B所示的矩形棱镜不同的形状。

[0025] 继续参考图5B，每个极件307可以包括固定槽309以将极件307固定到平衡环313。在一个实施例中，固定槽309贯穿极件307的整个长度。在其他实施例中，固定槽309可以终止于极件307中。在转子包括两个平衡环的实施例中，在中心层压叠层305的每一端上，极件307可以具有沿着极件307的长度延伸的一个固定槽309，或者极件307可以在极件307的每一端上具有一个固定槽309，每个固定槽309终止于极件307的长度内。如本文中所述，在一些实施例中，极件307、磁体111A和111B以及中心层压叠层305可以在制造期间彼此固定，使得组件不具有固定槽309或定位销507。

[0026] 图6是根据本公开的转子的横向横截面的一半。针对从轴107开始并且向外辐射的组件，图6示出了中心层压叠层305、与极件307耦合的磁体111A、以及与极件306中的固定槽309互锁的定位销507。整个组件安装在平衡环313上。该图示示出了定位销507如何嵌入平衡环313中并且仅从接触转子组件的平衡环313的表面突出。

[0027] 图7将所公开的套筒电机的转矩生成与常规的永磁电机进行比较。实线701跟踪由所公开的套筒电机在各种速度下生成的转矩量。虚线703表示由常规永磁电机以相同速度生成的转矩。如图所示，在相同的速度下，套筒电机可以比常规电机产生更多的转矩。套筒式电机可以具有更高的峰值转矩，因为消除了肋和桥可以实现更大的基波磁通。

[0028] 在相同速度下，套筒电机也可以比常规电机产生更多的功率。较高的基波磁通与槽谐波比在高速、低转矩和高转矩下都能提高电机效率。此外，碳包裹的电机设计可以减少或消除泄漏，这能够更好地利用逆变器电流并且导致峰值功率增加高达25%或更多。在高速下，与常规电机相比，套筒电机可以生成更多的功率，而不增加永磁体的使用。

[0029] 上述公开不旨在将本公开限于所公开的精确形式或特定使用领域。因此，考虑到本公开，本公开的各种替代实施例和/或修改（无论是在本文中明确描述的还是隐含的）都是可能的。已经如此描述了本公开的实施例，本领域普通技术人员将认识到，在不脱离本公开的范围的情况下，可以在形式和细节上进行改变。因此，本公开仅受权利要求的限制。

[0030] 在上述说明书中，已经参考具体实施例描述了本公开。然而，如本领域技术人员将理解的，在不脱离本公开的精神和范围的情况下，本文中公开的各种实施例可以以各种其他方式修改或以其他方式实现。因此，该描述应当被认为是说明性的，并且是为了教导本领域技术人员制造和使用所公开的电机组件的各种实施例的方式。应当理解，本文中示出和描述的公开形式将被视为代表性实施例。等效的元素、材料、工艺或步骤可以替代本文中代表性说明和描述的那些。此外，本公开的某些特征可以独立于其他特征的使用而被利用，所有这些对于本领域技术人员在受益于本公开的描述之后将是很清楚的。诸如“包括(including)”、“包括(comprising)”、“合并(incorporating)”、“由……组成(consisting of)”、“具有(have)”、“是(is)”等用于描述和主张本公开的表达旨在以非排他性的方式解释，即，允许未明确描述的项目、组件或元素也存在。提及单数也应当理解为与复数相关。

[0031] 此外，本文中公开的各种实施例应当在说明性和解释性意义上进行理解，并且不得以任何方式解释为对本公开的限制。所有合并引用（例如，附接、固定、耦合、连接等）仅用于帮助读者理解本公开，并且可以不会产生限制，特别是关于本文中公开的系统和/或方法的位置、定向或使用。因此，合并引用（如有）应当广义解释。此外，这样的合并引用不一定推断两个元素彼此直接连接。

[0032] 此外,所有数字术语(诸如但不限于“第一”、“第二”、“第三”、“主”、“辅”、“主要”或任何其他普通和/或数字术语)也应当仅作为标识符,以帮助读者理解本公开的各种元素、实施例、变化和/或修改,并且可以不产生任何限制,特别是关于相对于或超过另一元素、实施例、变化和/或修改的任何元素、实施例、变化和/或修改的顺序或偏好。

[0033] 还应当理解,附图/图中描绘的一个或多个元素也可以以更分离或集成的方式实现,甚至在某些情况下被移除或变得不可操作,这根据特定应用是有用的。此外,除非另有明确规定,否则附图/图中的任何信号阴影应当仅视为示例性的,而非限制性的。

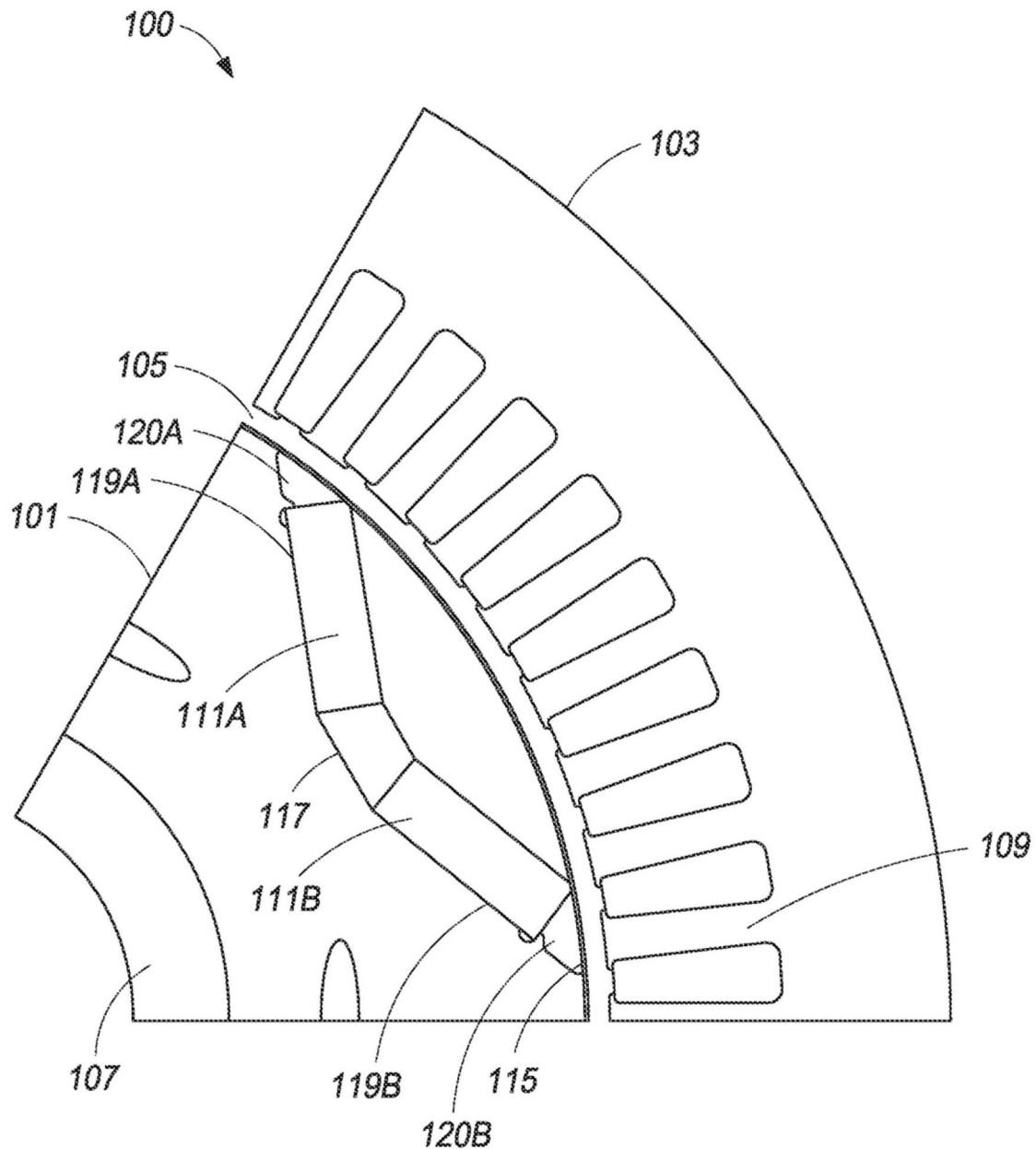


图1

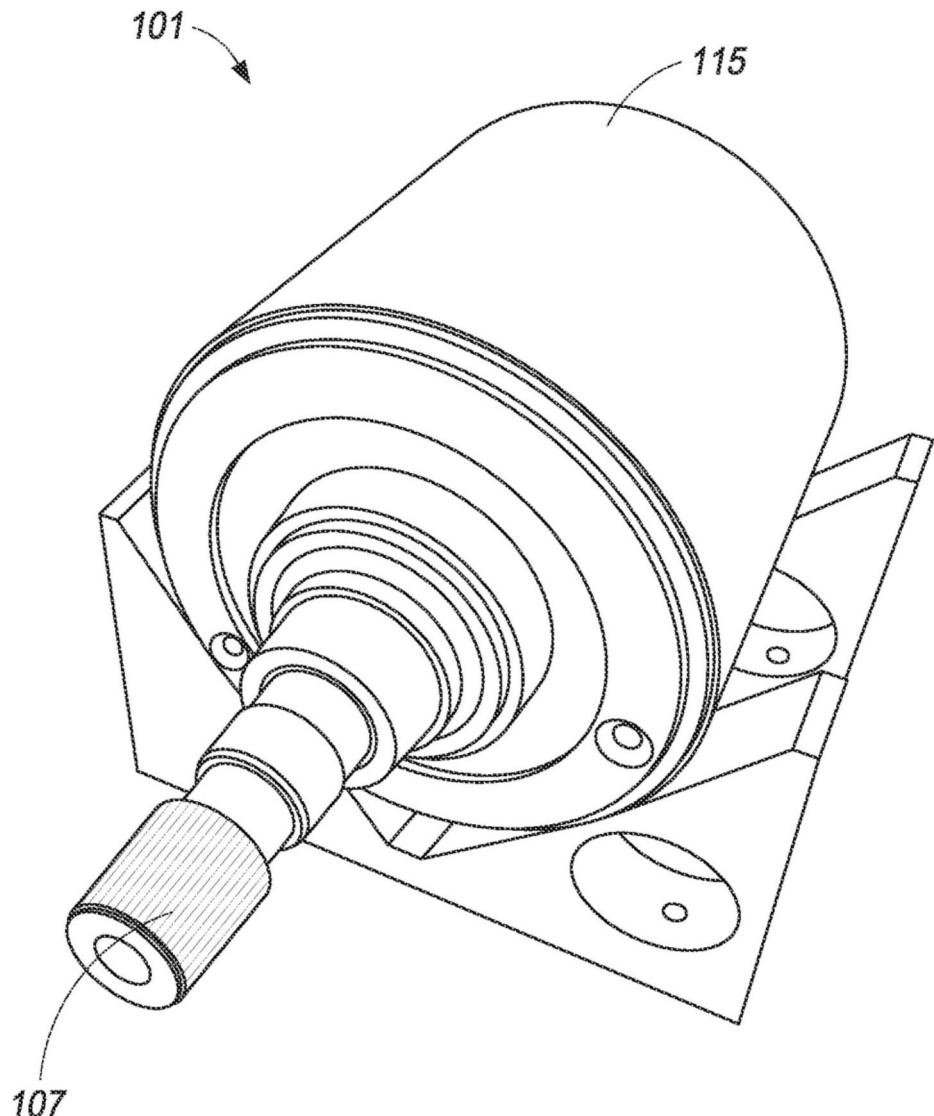


图2

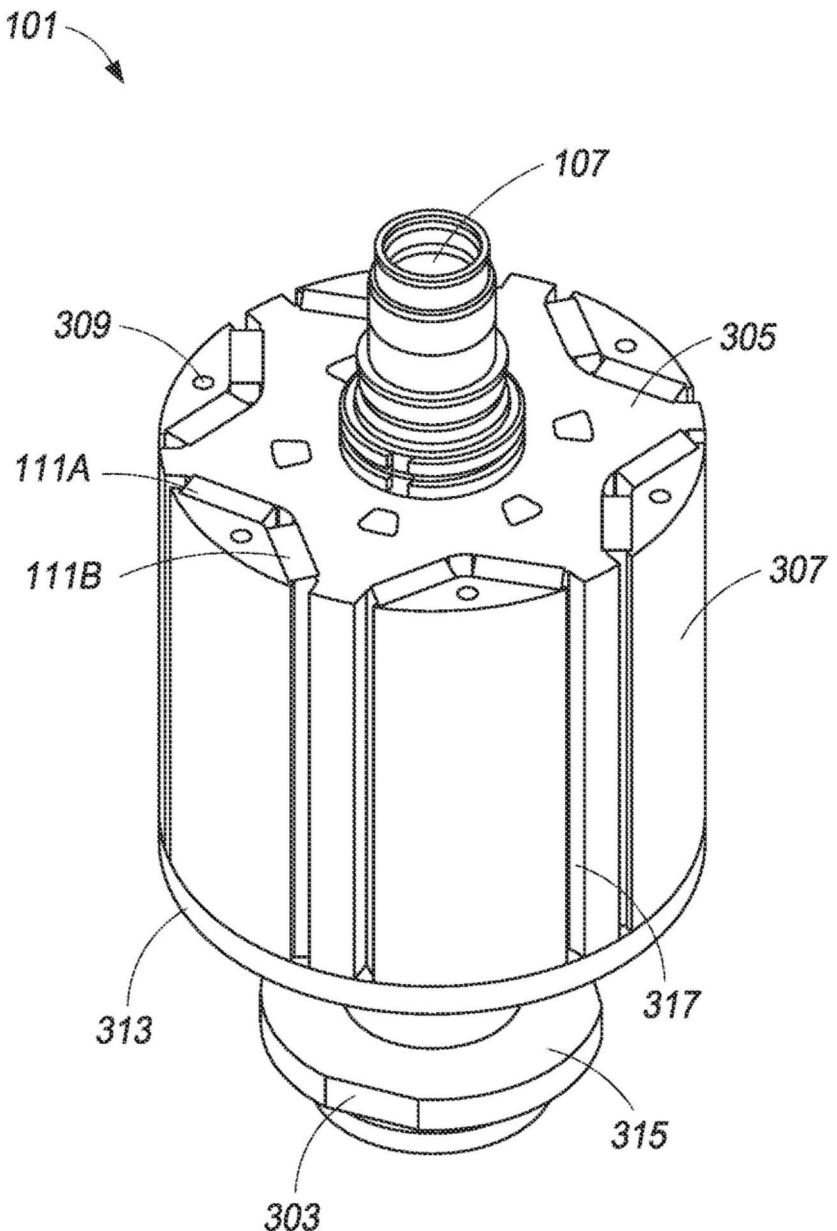


图3

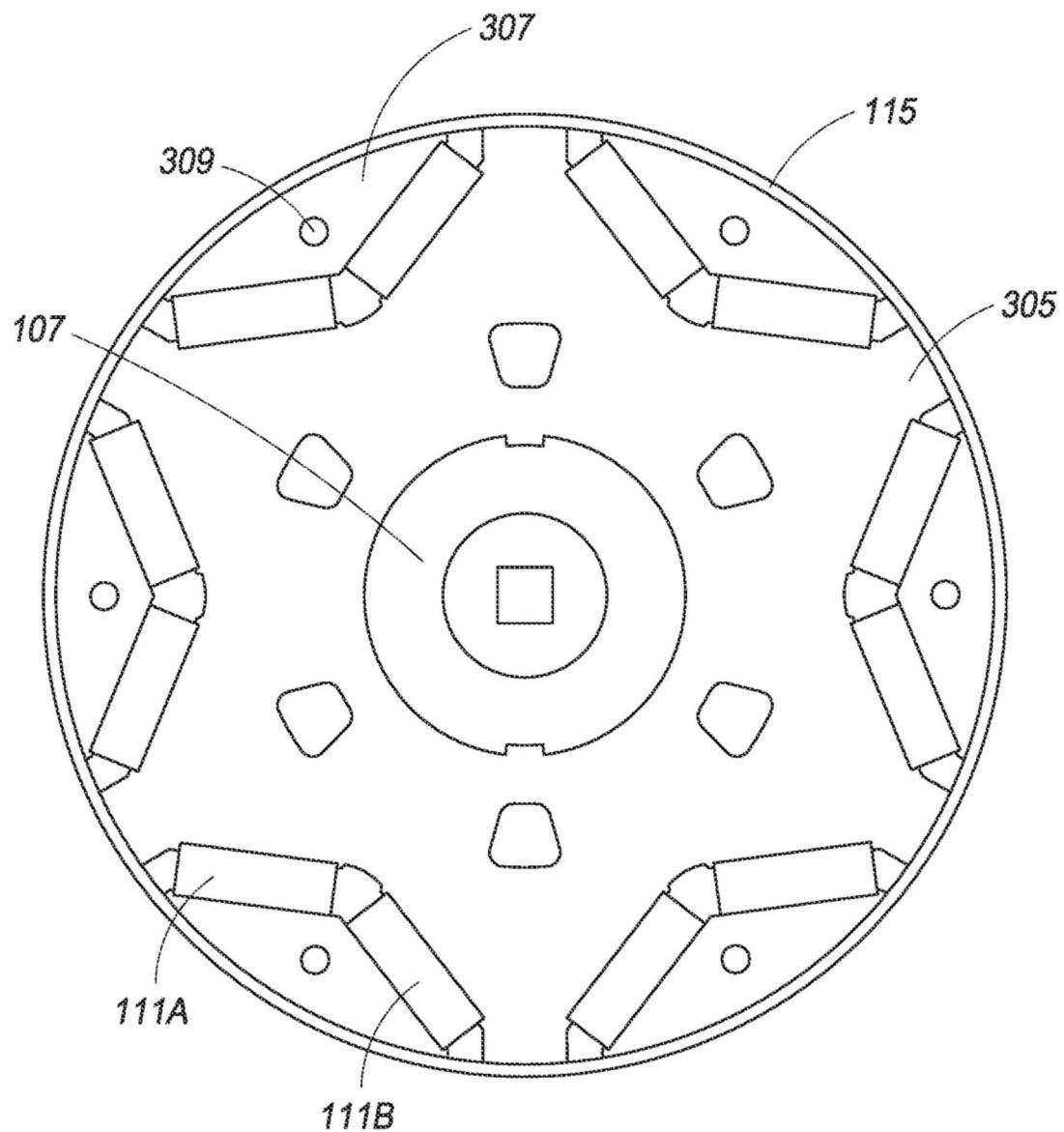


图4

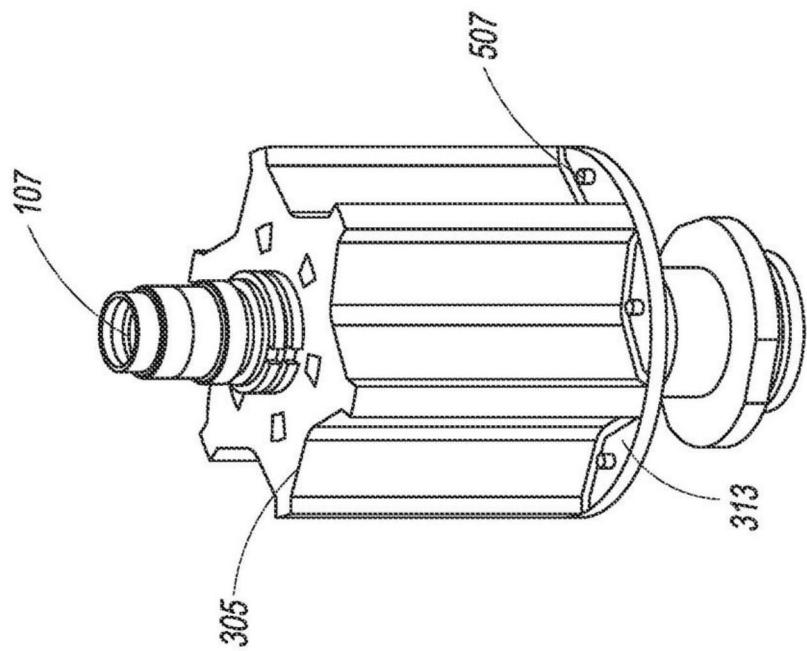


图5A

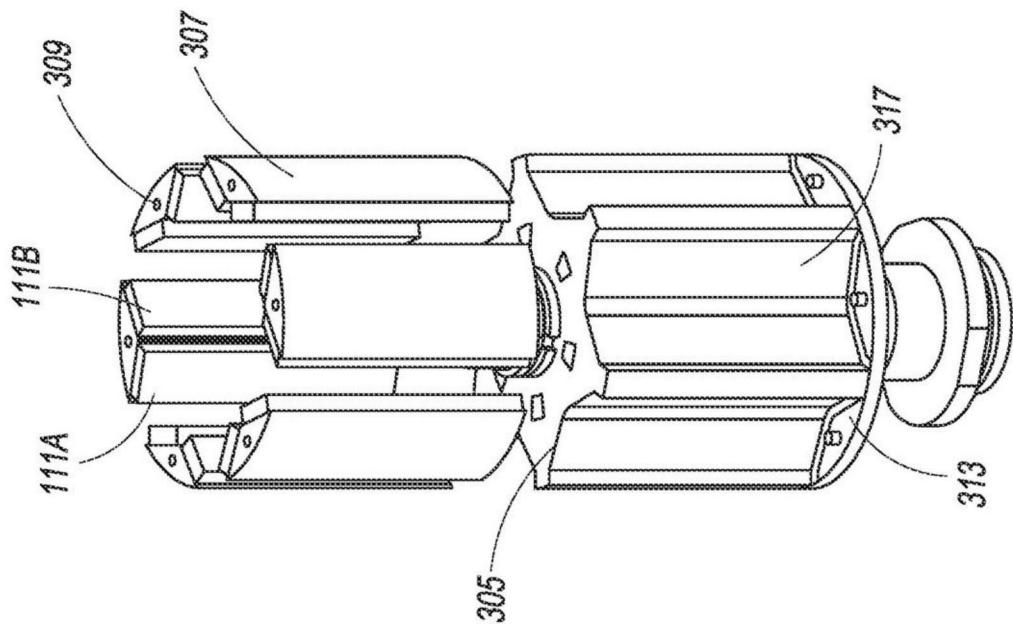


图5B

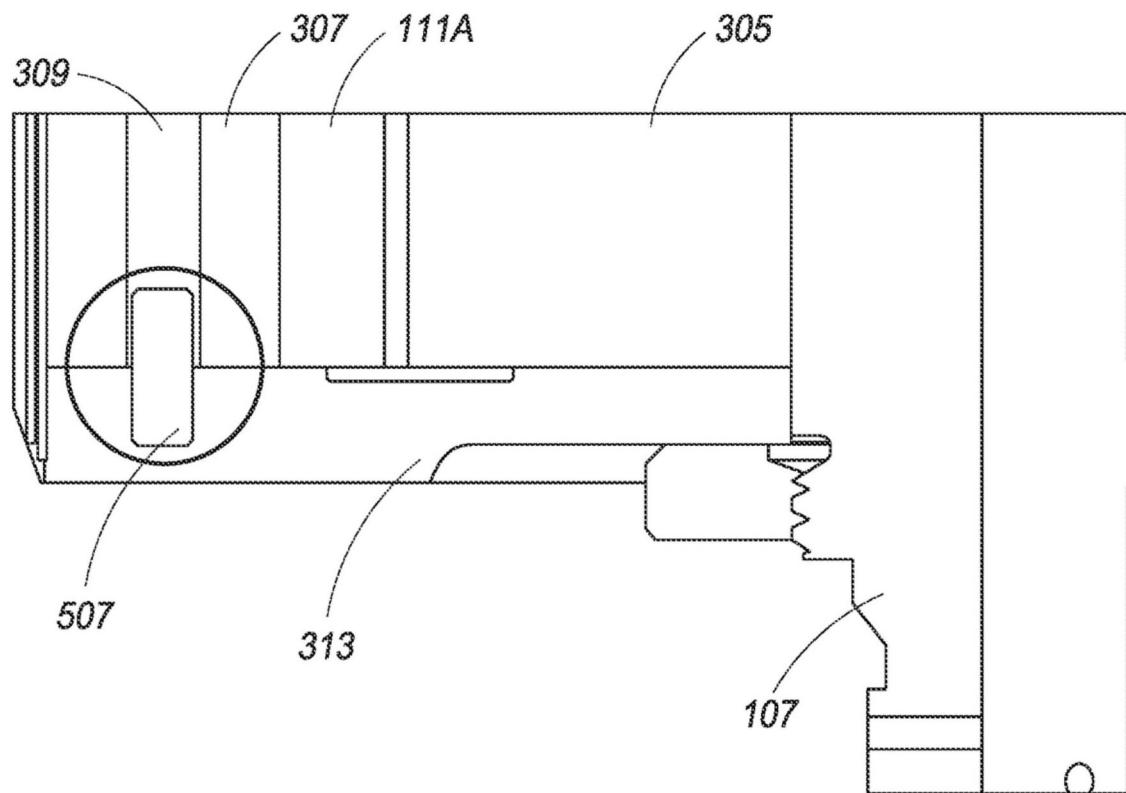


图6

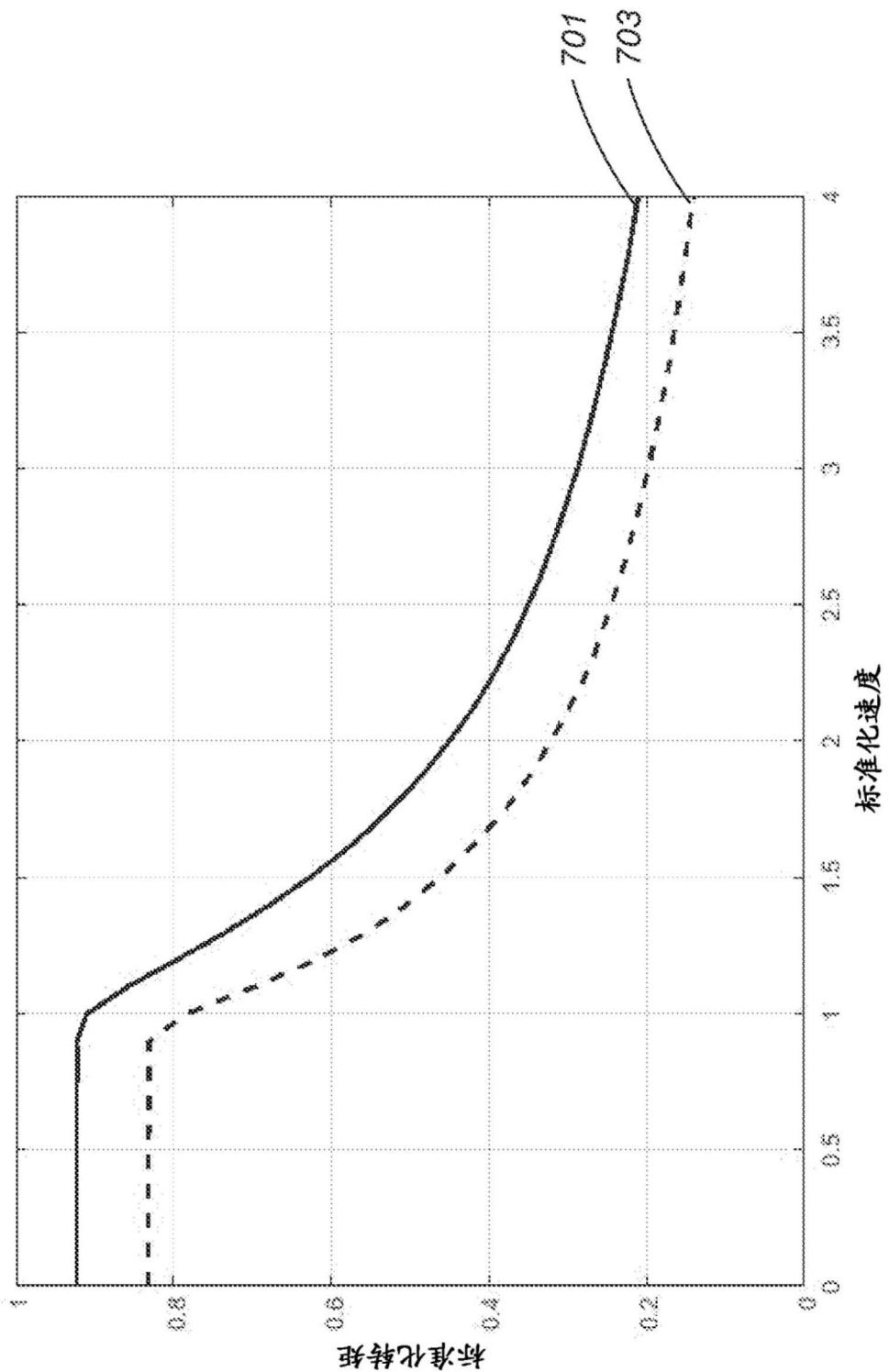


图7