



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116490706 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 25

(21) 申请号 202180079272.3

(22) 申请日 2021.11.04

(30) 优先权数据

2020-200284 2020.12.02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.05.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/040490 2021.11.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/118598 JA 2022.06.09

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 森元瑛树 河村清美 松下泰明

麻生宜农

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 石宝方

(51) Int.Cl.

F16H 49/00 (2006.01)

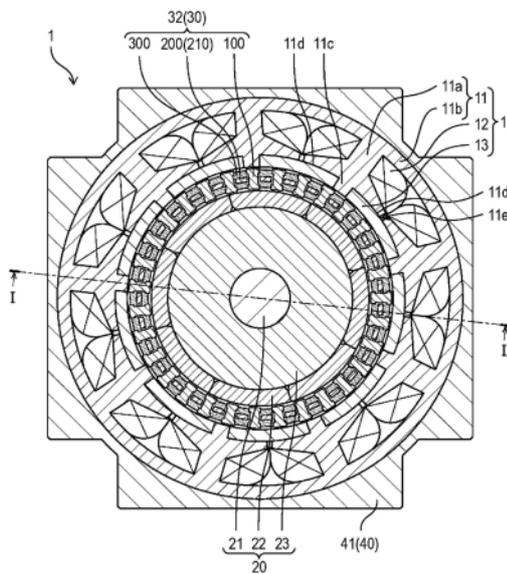
权利要求书3页 说明书15页 附图23页

(54) 发明名称

磁齿轮电机和磁齿轮

(57) 摘要

本发明提供能以较高的刚度支承极靴并且残余应力较少且组装性优异的磁齿轮电机和磁齿轮。具备：定子(10)；第1转子(20)，其利用由定子(10)产生的磁通旋转；以及第2转子(30)，其以与第1转子(20)不同的速度旋转。第2转子(30)具备：多个极靴(100)，其沿着第2转子(30)的周向呈环状排列；以及框架(200)，其具有侧周部，该侧周部形成有多个间隙，该多个间隙与多个极靴(100)分别对应且供多个极靴(100)各自的至少局部插入。多个极靴(100)和框架(200)利用模制树脂(300)一体地构成。



1. 一种磁齿轮电机,其中,
该磁齿轮电机具备:
定子;
第1转子,其具有第1旋转轴,且利用由所述定子产生的磁通以所述第1旋转轴为中心而旋转;以及
第2转子,其具有与所述第1旋转轴同轴的第2旋转轴,且利用由所述定子产生的磁通以与所述第1转子不同的角速度且以所述第2旋转轴为中心而旋转,
所述第2转子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂,
所述多个极靴沿着所述第2转子的周向呈环状排列,
所述框架具备侧周部,该侧周部具有多个间隙,
所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列,
所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙,
所述多个极靴和所述框架利用所述模制树脂一体地构成。
2. 根据权利要求1所述的磁齿轮电机,其中,
所述模制树脂以所述多个极靴的径向内侧面和径向外侧面中的至少一者暴露的方式覆盖所述框架。
3. 根据权利要求1或2所述的磁齿轮电机,其中,
所述框架还具有底部,该底部具有与所述第2旋转轴交叉的面,
所述侧周部竖立设置于所述底部的外周端。
4. 根据权利要求3所述的磁齿轮电机,其中,
所述侧周部具有分别向远离所述底部的方向延伸的多个延伸部,
所述多个间隙分别是向远离所述底部的方向延伸的多个狭缝,
所述多个狭缝分别位于所述多个延伸部中的相邻的两个延伸部之间,
所述多个极靴分别是沿着所述狭缝的长度方向延伸的形状,所述多个极靴分别配置于所述相邻的两个延伸部之间。
5. 根据权利要求4所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个狭缝各自的与所述底部侧相反的那一侧的部分闭口。
6. 根据权利要求4或5所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个极靴分别具有:
第1部位,其位于所述相邻的两个延伸部之间;
第2部位,其位于比所述第1部位靠所述第2转子的径向外侧的位置;以及
第3部位,其位于比所述第1部位靠所述第2转子的径向内侧的位置,
所述第2部位和所述第3部位各自的在所述第2转子的周向上的两端部在所述第2转子的周向上相对于所述第1部位突出。
7. 根据权利要求6所述的磁齿轮电机,其中,
所述第2部位和所述第3部位的两端部各自的顶端在所述第2转子的径向上与所述延伸部重叠。
8. 根据权利要求6或7所述的磁齿轮电机,其中,
在以与所述第2转子的旋转的中心轴正交的面剖切时的剖面中,

所述第2部位的内侧的面、所述第1部位的侧面以及所述第3部位的外侧的面与所述模制树脂接触。

9. 根据权利要求4~8中任一项所述的磁齿轮电机,其中,
在所述多个延伸部中的至少一个延伸部形成有开口孔。

10. 根据权利要求1~3中任一项所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个间隙是分别由在与所述第2转子的旋转的中心轴平行的方向上成列的多个开口孔构成且在所述侧周部的周向上的整体的范围存在的多个开口列,
所述多个极靴分别具有多个突起部,该多个突起部向所述多个开口孔分别插入。

11. 根据权利要求10所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个极靴分别配置于所述侧周部的径向外侧,
所述多个突起部朝向所述侧周部的径向内侧突出。

12. 根据权利要求10所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个极靴分别配置于所述侧周部的径向内侧,
所述多个突起部朝向所述侧周部的径向外侧突出。

13. 根据权利要求1~12中任一项所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个极靴分别是多个钢板层叠而成的层叠体。

14. 根据权利要求13所述的磁齿轮电机,其中,
所述多个钢板的层叠方向是所述第2转子的旋转的中心轴的轴向。

15. 根据权利要求1~14中任一项所述的磁齿轮电机,其中,
所述模制树脂的一端部相对于所述侧周部的一端部突出,
在所述模制树脂的所述一端部安装有轴承。

16. 根据权利要求15所述的磁齿轮电机,其中,
在所述模制树脂的所述一端部的径向内侧的部分设有用于容纳所述轴承的凹部。

17. 一种磁齿轮电机,其中,
该磁齿轮电机具备:

定子;

第1转子,其具有第1旋转轴,且利用由所述定子产生的磁通以所述第1旋转轴为中心而旋转;以及

第2转子,其具有与所述第1旋转轴同轴的第2旋转轴,且以与所述第1转子不同的角速度且以所述第2旋转轴为中心而旋转,

所述定子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂,
所述多个极靴沿着所述定子的周向呈环状排列,
所述框架具有侧周部,该侧周部形成有多个间隙,
所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列,
所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙,
所述多个极靴和所述框架利用所述模制树脂一体地构成。

18. 一种磁齿轮,其具有转子,其中,
所述转子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂,
所述多个极靴沿着所述转子的周向呈环状排列,

所述框架具有侧周部,该侧周部形成有多个间隙,
所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列,
所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙,所述多个极靴和
所述框架利用所述模制树脂一体地构成。

19. 一种磁齿轮,其具有定子,其中,
所述定子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂,
所述多个极靴沿着所述定子的周向呈环状排列,
所述框架具有侧周部,该侧周部形成有多个间隙,
所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列,
所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙,所述多个极靴和
所述框架利用所述模制树脂一体地构成。

磁齿轮电机和磁齿轮

技术领域

[0001] 本公开涉及磁齿轮电机和磁齿轮。

背景技术

[0002] 近年来,在工厂内或仓库等中,使用无人搬运车(AGV:Automatic Guided Vehicle)的情况增多。AGV例如由电机来驱动。对于用于驱动AGV的电机,要求低速且高转矩的特性以及高效率的特性以能够长距离运转。于是,作为驱动AGV的电机,研究了使用非接触且高转矩的磁齿轮电机。

[0003] 磁齿轮电机是利用了使用高次谐波磁通的磁齿轮(磁减速器)的电机。磁齿轮电机例如具备定子、高速转子和低速转子(例如专利文献1)。在这样的磁齿轮电机中,利用定子的磁动势使高速转子旋转,由此,产生高次谐波磁通。由此,能够使具有输出轴的低速转子以预定的齿轮比(减速比)旋转。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2013-106401号公报

[0007] 专利文献2:国际公开第2015/137392号

发明内容

[0008] 磁齿轮和磁齿轮电机具备转子。该转子具有在旋转方向的整周的范围呈圆环状排列的多个极靴。例如,专利文献1所公开的磁齿轮电机具备低速转子来作为具有多个极靴的转子。

[0009] 在磁齿轮和磁齿轮电机中,利用多个极靴来产生转矩和径向力等力,因此需要以较高的刚度支承多个极靴。于是,作为以较高的刚度支承呈圆环状排列的多个极靴的方式,提出了以下的方式。即,提出了如下方式:如图28所示的转子30X那样,在每相邻的两个极靴100X之间配置螺栓等金属棒900X。另外,如专利文献2所示,提出了向设于各极靴的贯通孔插入螺栓等金属棒的方式。

[0010] 在利用金属棒来支承极靴的方式中,多根金属棒呈圆环状排列。在该情况下,多根金属棒例如被位于金属棒的长度方向上的两端侧的两个托架夹持而固定。具体而言,使各金属棒的一端部贯穿于一托架的插入孔,并且使各金属棒的另一端部贯穿于另一托架的插入孔。并且,在各金属棒的从各托架的插入孔向外部突出的端部安装螺母,利用螺母来紧固各金属棒的两端部。由此,能够借助托架来固定多根金属棒。

[0011] 在这样利用金属棒来支承极靴的方式中,能够利用金属棒来承受转子的旋转所产生的多个极靴的转矩和径向力等力,能够以较高的刚度支承多个极靴。

[0012] 但是,当利用金属棒来支承极靴时,由螺母等将多个金属棒的两端部固定于托架,因此会发生多点处的同时接触。因此,要求金属棒和托架的贯穿孔的精度,因此组装工时增多等而组装性变差。另外,确保可靠性和量产性也变得困难。

[0013] 再者,在利用金属棒来支承极靴的方式中,由于形成于托架的多个贯穿孔的加工精度、多个螺母的紧固力等,在极靴、金属棒或托架等产生应变,在转子产生残余应力。另一方面,若试图抑制残余应力而增大托架的贯穿孔,则无法以较高的刚度支承极靴。

[0014] 也就是说,虽然能够通过使用金属棒来以较高的刚度支承极靴,但是,由于使用多个螺钉、螺母,组装性变差或者产生残余应力。这对于如将金属棒向托架的孔压入的情况等那样不使用螺钉、螺母而使金属彼此嵌合的情况而言也是同样的。

[0015] 这样,对于具有极靴的迄今为止的转子,不得不牺牲刚度、组装性和残余应力中的任一者。

[0016] 本公开是为了解决这样的问题而完成的,其目的在于提供能以较高的刚度支承极靴并且残余应力较少且组装性优异的磁齿轮电机和磁齿轮。

[0017] 为了解决上述问题,本公开的磁齿轮电机的一方案具备定子、第1转子和第2转子。第1转子具有第1旋转轴。另外,第1转子利用由定子产生的磁通以第1旋转轴为中心而旋转。第2转子具备第2旋转轴、多个极靴、框架和模制树脂。第2旋转轴与第1旋转轴同轴。第2转子以第2旋转轴为中心而旋转。多个极靴沿着第2转子的周向呈环状排列。框架具有侧周部。在侧周部形成有多个间隙。多个间隙对应于多个极靴地排列。多个极靴的至少局部配置于多个间隙中的对应的间隙。多个极靴和框架利用模制树脂一体地构成。第2转子以与第1转子不同的角速度旋转。

[0018] 另外,本公开的磁齿轮电机的另一方案具备定子、第1转子和第2转子,该第2转子以与第1转子不同的速度旋转。所述第1转子具有第1旋转轴。另外,所述第1转子利用由所述定子产生的磁通以所述第1旋转轴为中心而旋转。所述第2转子具有第2旋转轴。所述第1旋转轴与所述第2旋转轴同轴。所述第2转子以所述第2旋转轴为中心而旋转。所述定子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂。所述多个极靴沿着所述第2转子的周向呈环状排列。所述框架具有侧周部。在所述侧周部形成有多个间隙。所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列。所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙。所述多个极靴和所述框架利用所述模制树脂一体地构成。另外,所述第1转子和所述第2转子以不同的角速度旋转。

[0019] 另外,本公开的磁齿轮的一方案是具有转子的磁齿轮。转子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂。所述多个极靴沿着所述转子的周向呈环状排列。所述框架具有侧周部。在所述侧周部形成有多个间隙。所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列。所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙。所述多个极靴和所述框架利用所述模制树脂一体地构成。

[0020] 另外,本公开的磁齿轮的另一方案是具有定子的磁齿轮。所述定子具备:多个极靴;框架;以及模制树脂。多个极靴沿着所述定子的周向呈环状排列。所述框架具有侧周部。在所述侧周部形成有多个间隙。所述多个间隙对应于所述多个极靴地排列。所述多个极靴各自的至少局部配置于所述多个间隙中的对应的间隙。所述多个极靴和所述框架利用所述模制树脂一体地构成。

[0021] 根据本公开,能够实现能够以较高的刚度支承极靴并且残余应力较少且组装性优异的磁齿轮电机和磁齿轮。

附图说明

- [0022] 图1是实施方式的磁齿轮电机的剖视图。
- [0023] 图2是实施方式的磁齿轮电机的剖视图。
- [0024] 图3是实施方式的磁齿轮电机中的第2转子的外观立体图。
- [0025] 图4是实施方式的磁齿轮电机中的第2转子的分解立体图。
- [0026] 图5是实施方式的第2转子的极靴部的立体图。
- [0027] 图6是实施方式的第2转子的极靴部的立体图。
- [0028] 图7是实施方式的第2转子的极靴部的侧视图。
- [0029] 图8是实施方式的第2转子的极靴部的剖视图。
- [0030] 图9是实施方式的第2转子的极靴部的剖视图。
- [0031] 图10是表示实施方式的第2转子的极靴的构造的一例的立体图。
- [0032] 图11是表示实施方式的第2转子的极靴的构造的另一例的立体图。
- [0033] 图12是表示在制作实施方式的第2转子的极靴部的方法中在框架配置极靴时的情形的图。
- [0034] 图13是表示在制作实施方式的第2转子的极靴部的方法中配置有极靴的框架的图。
- [0035] 图14A是在制作实施方式的第2转子的极靴部的方法中配置了配置有极靴和框架的模具的图。
- [0036] 图14B是表示在制作实施方式的第2转子的极靴部的方法中向配置有极靴和框架的模具注入液状的树脂时的情形的图。
- [0037] 图15是表示变形例1的第2转子的结构的剖视图。
- [0038] 图16是表示变形例2的第2转子的框架的结构立体图。
- [0039] 图17是表示变形例2的第2转子的另一框架的结构立体图。
- [0040] 图18是表示变形例3的第2转子的框架的结构立体图。
- [0041] 图19是表示变形例3的第2转子的另一框架的结构立体图。
- [0042] 图20A是表示变形例3的第2转子的结构的剖视图。
- [0043] 图20B是表示变形例3的第2转子所使用的极靴的结构立体图。
- [0044] 图21是表示变形例3的第2转子的另一结构的剖视图。
- [0045] 图22是实施方式的第2转子的剖视图。
- [0046] 图23是变形例4的第2转子的剖视图。
- [0047] 图24是表示变形例5的第2转子的极靴和框架的关系的图。
- [0048] 图25是表示变形例6的第2转子的极靴和框架的关系的图。
- [0049] 图26是表示变形例7的第2转子的结构的侧视图。
- [0050] 图27A是表示极靴的第一变形例的图。
- [0051] 图27B是表示极靴的第二变形例的立体图。
- [0052] 图27C是表示极靴的第三变形例的立体图。
- [0053] 图27D是表示极靴的第四变形例的立体图。
- [0054] 图27E是表示极靴的第五变形例的立体图。
- [0055] 图28是剖切现有的磁齿轮电机中的低速转子的局部并进行表示的立体图。

具体实施方式

[0056] 以下,对本公开的实施方式进行说明。此外,以下说明的实施方式均表示本公开的一具体例。因此,在以下的实施方式中示出的数值、构成要素、构成要素的配置位置以及连接方式等为一例,主旨并非限定本公开。因此,对于以下的实施方式的构成要素中的未记载于表示本公开的最上位概念的独立权利要求中的构成要素,作为任意的构成要素进行说明。

[0057] 另外,各图为示意图,不一定严格地进行图示。此外,在各图中,对实质上相同的结构标注相同的附图标记,并且省略或简化重复的说明。

[0058] (实施方式)

[0059] 首先,使用图1和图2对实施方式的磁齿轮电机1的整体的结构进行说明。图1和图2是实施方式的磁齿轮电机1的剖视图。此外,图1是图2的I-I线处的剖视图,表示沿着第1旋转轴21的轴心剖切时的剖面。另外,图2表示以与第1旋转轴21的轴心正交的平面剖切时的剖面。在图1和图2中,图示出现于剖面的部分。

[0060] 磁齿轮电机1是内置有磁齿轮的电机,如图1和图2所示,磁齿轮电机1具备定子(stator)10;第1转子(first rotor)20,其利用由定子10产生的磁通而旋转;以及第2转子(second rotor)30,其以与第1转子20不同的速度旋转。在本实施方式中,第1转子20是与第2转子30相比以高速旋转的高速转子,第2转子30是与第1转子20相比以低速旋转的低速转子。磁齿轮电机1还具备壳体40、第1轴承51、第2轴承52和第3轴承53。

[0061] 如图2所示,本实施方式的磁齿轮电机1是第1转子20和第2转子30配置于定子10的内侧的内转子型的电机。也就是说,定子10以包围第1转子20和第2转子30的方式配置。

[0062] 第1转子20具有第1旋转轴21,以第1旋转轴21的轴心为中心而旋转。第2转子30具有第2旋转轴31,以第2旋转轴31的轴心为中心而旋转。在本实施方式的磁齿轮电机1中,第2转子30的第2旋转轴31成为输出轴。

[0063] 第1转子20的第1旋转轴21是棒状的轴。另外,第2转子30的第2旋转轴31是具有有底圆筒部31a和棒状部31b的轴。第2旋转轴31成为在有底圆筒部31a的底部的背面连接有棒状部31b的结构。第1旋转轴21和第2旋转轴31例如由金属材料构成。

[0064] 此外,由于第2转子30的第2旋转轴31是输出轴,因此第2旋转轴31的棒状部31b向壳体40的外部暴露。第2旋转轴31的有底圆筒部31a位于壳体40内。

[0065] 定子10、第1转子20和第2转子30同轴地配置。也就是说,定子10的中心、第1转子20的第1旋转轴21的轴心和第2转子30的第2旋转轴31的轴心一致。因此,第1转子20的旋转中心和第2转子30的旋转中心一致。

[0066] 定子10与第1转子20以及第2转子30分别相对。如图2所示,在本实施方式中,定子10、第2转子30和第1转子20按照定子10、第2转子30和第1转子20的顺序从径向外侧朝向径向内侧配置。也就是说,第2转子30配置于定子10与第1转子20之间。此外,“径向”如以下这样定义。即,在以与第1转子20的第1旋转轴21的轴心一致的直线为法线的平面中,将从与第1旋转轴21的轴心对应的点朝向第1旋转轴21的外侧的方向定义为“径向”。例如,在图2中,从第1转子20的中心(第1旋转轴21的轴心)朝向第1转子20的外侧的方向为径向。按照该定义,“从径向外侧朝向径向内侧”是指在图2中从第1转子20的外侧朝向第1转子20的中心。另外,“径向内侧方向”是指在图2中从第1转子20的外侧朝向第1转子20的中心的中心的方向,“径向

外侧方向”是指与“径向内侧方向”相反的方向。

[0067] 定子10产生作用于第1转子20和第2转子30的磁力。具体而言,定子10构成为在与第2转子30相面对的气隙面沿着周向交替地出现N极和S极。此外,“周向”如以下这样定义。即,在以与第1转子20的第1旋转轴21的轴心一致的直线为法线的平面中,将沿着以与第1旋转轴21的轴心对应的点为中心的圆的圆周的方向定义为“周向”。上述“气隙面”的“周向”是指在图2中沿着表示定子10的内表面的圆的圆周的方向。

[0068] 本实施方式的定子10具有:定子芯11,其具有磁轭11b和多个齿11a;线圈12,其卷绕于多个齿11a的各齿11a;以及永久磁体13。

[0069] 定子芯11是成为定子10的芯的定子铁芯,该定子芯11产生用于使第1转子20和第2转子30旋转的磁力。定子芯11例如是在第1转子20的第1旋转轴21的轴心的方向上层叠有多个电磁钢板的层叠体。此外,定子芯11不限于多个钢板的层叠体,也可以是由磁性材料构成的块体。

[0070] 如图2所示,设于定子芯11的多个齿11a沿着第1转子20和第2转子30旋转的旋转方向(周向)呈环状等间隔地设置。也就是说,多个齿11a沿着以第1转子20的第1旋转轴21的轴心为中心的圆的周向等间隔地配置。具体而言,多个齿11a以定子10的中心轴(也就是第1旋转轴21)为中心而在与第1旋转轴21的轴心正交的方向(径向)上呈放射状延伸。

[0071] 多个齿11a与第2转子30相对。在本实施方式中,多个齿11a分别与第2转子30的极靴部32相对。另外,多个齿11a形成于磁轭11b的内侧。具体而言,多个齿11a以自圆环状的磁轭11b朝向径向内侧方向突出的方式延伸。磁轭11b是形成于多个齿11a的外侧的背磁轭(日文:バックヨーク)。磁轭11b沿着以第1旋转轴21的轴心为中心的圆的周向形成为圆环状。在本实施方式中,齿11a和磁轭11b作为定子芯11一体地构成。也就是说,构成定子芯11的一片钢板具有与齿11a对应的部分和与磁轭11b对应的部分。

[0072] 各齿11a是磁极齿,是通过向卷绕于齿11a的线圈12通电而产生磁力的电磁体。线圈12是作为定子10的电枢绕组的绕组线圈,该线圈12被卷绕成通过电流流动来产生作用于第1转子20的磁通。在本实施方式中,线圈12是卷绕于多个齿11a的各齿11a的集中绕组线圈。另外,线圈12为三相绕组,以能够使第1转子20作为三相同步电机来旋转。此外,也可以是,线圈12隔着绝缘体(未图示)而卷绕于齿11a。

[0073] 在相邻的两个齿11a之间形成有供线圈12配置的槽。也就是说,定子10的槽对应于相邻的两个齿11a之间。如图2所示,本实施方式的定子10具有9个齿11a,因此定子10的槽数为9。

[0074] 多个齿11a分别具有在径向上突出的磁极部11c。另外,在各齿11a的顶端部处的周向上的两端部分别设有凹部11d。也就是说,在各齿11a设有两个凹部11d。通过在各齿11a设置两个凹部11d而形成凸状的磁极部11c。

[0075] 另外,在相邻的两个齿11a之间存在槽开口部11e。槽开口部11e是存在于相邻的两个齿11a的顶端部彼此之间的间隙。

[0076] 在各槽开口部11e配置有永久磁体13来作为定子磁体。因此,在定子10配置有多个永久磁体13。在各槽开口部11e处,永久磁体13以堵塞槽开口部11e的方式跨相邻的两个齿11a而配置。也就是说,一个永久磁体13配置于相邻的两个齿11a中的一个齿11a的凹部11d和另一个齿11a的凹部11d。具体而言,一个永久磁体13通过被相邻的两个齿11a中的一个齿

11a的磁极部11c和另一个齿11a的磁极部11c夹持而由两个齿11a保持。永久磁体13以磁极方向成为定子10的径向的方式被磁化。永久磁体13例如为烧结磁体。

[0077] 磁极部11c和永久磁体13与第2转子30的极靴部32相对。另外,磁极部11c的前端面和永久磁体13的表面成为定子10的气隙面。在本实施方式中,磁极部11c的前端面与永久磁体13的表面共面,成为连续的气隙面。此外,磁极部11c和永久磁体13在定子10的整周的范围无间隙地连续设置。

[0078] 磁极部11c和永久磁体13以在气隙面交替地出现N极和S极的方式配置。在本实施方式中,永久磁体13被磁化为5极,极对数为27。

[0079] 作为高速转子的第1转子20具有多个磁极对。在本实施方式中,第1转子20是永久磁体型转子,如图2所示,该第1转子20具有多个永久磁体22来作为多个磁极对。

[0080] 多个永久磁体22以磁极方向成为第1转子20的径向的方式被磁化,该多个永久磁体22被配置为N极和S极沿着第1旋转轴21的周向交替且均匀地存在。作为一例,永久磁体22是烧结磁体。此外,在本实施方式中,配置有8个永久磁体22。因此,第1转子20的极对数为4。也就是说,第1转子20的极数为8。

[0081] 另外,如图1和图2所示,第1转子20具有转子芯23。转子芯23是成为第1转子20的芯的转子铁芯,例如是多个电磁钢板在第1旋转轴21的轴心方向上层叠而成的层叠体。此外,转子芯23不限于电磁钢板的层叠体,也可以是由磁性材料构成的块体。

[0082] 多个永久磁体22设于转子芯23。在本实施方式中,由于第1转子20是表面磁体型(Surface Permanent Magnet:SPM)转子,因此多个永久磁体22设于转子芯23的外周侧面。具体而言,如图2所示,多个永久磁体22以覆盖转子芯23的整个外周侧面的方式在周向上连续地配置。因此,多个永久磁体22与第2转子30的极靴部32相面对。因此,各永久磁体22的表面是第1转子20的外表面,成为气隙面。

[0083] 在第1转子20中,第1旋转轴21固定于转子芯23。具体而言,如图1所示,第1旋转轴21以自转子芯23的两侧突出地贯穿转子芯23的状态固定于转子芯23。例如,第1旋转轴21插入到设于转子芯23的中心的贯通孔而固定于转子芯23。在该情况下,第1旋转轴21通过压入或者热套到转子芯23的贯通孔来固定于转子芯23。

[0084] 如图1和图2所示,作为低速转子的第2转子30具有第2旋转轴31和作为转子主体部的极靴部32。

[0085] 极靴部32具有多个极靴(磁极片)100。多个极靴100分别是由磁性材料构成的磁通集中构件。如图2所示,在本实施方式中,第2转子30具有31个极靴100。因此,第2转子30的极对数为31。

[0086] 多个极靴100与第1转子20的永久磁体22相对。另外,多个极靴100与定子10的齿11a和多个永久磁体13相对。在本实施方式中,多个极靴100各自的第1转子20侧的第1面(径向外侧的面)和定子10侧的第2面(径向内侧的面)暴露,成为气隙面。

[0087] 另外,关于第2转子30的详细构造见后述。

[0088] 第1转子20和第2转子30构成为同轴且能够相互独立地旋转。具体而言,如图1所示,第1转子20和第2转子30构成为,通过由第1轴承51、第2轴承52和第3轴承53支承为旋转自如,能够相互独立地旋转。

[0089] 在本实施方式中,第1转子20由第1轴承51和第2轴承52支承为旋转自如。具体而

言,第1轴承51支承作为第1旋转轴21的一个端部的第1端部21a,第2轴承52支承作为第1旋转轴21的另一个端部的第2端部21b。

[0090] 另外,第2转子30由第3轴承53支承为旋转自如。具体而言,第3轴承53支承第2旋转轴31的有底圆筒部31a的外表面。

[0091] 作为一例,第1轴承51、第2轴承52和第3轴承53是滚珠轴承,但只要能够将第1旋转轴21和第2旋转轴31支承为旋转自如,就不限于此。此外,第3轴承53是双轴承,沿着第2旋转轴31的轴心方向配置有两个,但不限于此。

[0092] 如图1所示,定子10、第1转子20和第2转子30收纳于壳体40。壳体40是用于收纳定子10、第1转子20和第2转子30的外壳,构成磁齿轮电机1的外廓。在本实施方式中,壳体40由多个部件构成。具体而言,壳体40具有筒状的筒部41、第1托架42和第2托架43。

[0093] 第1托架42被配置为堵塞筒部41的一侧的开口。在第1托架42固定有第1轴承51。具体而言,在第1托架42设有用于保持第1轴承51的第1轴承保持部42a。

[0094] 第2托架43被配置为堵塞筒部41的另一侧的开口。在第2托架43固定有第3轴承53。具体而言,在第2托架43设有用于保持第3轴承53的第3轴承保持部43a。

[0095] 筒部41、第1托架42和第2托架43例如由金属材料构成,但也可以由树脂材料构成。另外,筒部41、第1托架42和第2托架43既可以由相同的材料构成,也可以由不同的材料构成。

[0096] 这样构成的磁齿轮电机1是永久磁体式同步电机,由逆变器驱动。具体而言,当来自逆变器的交流对定子10的线圈12通电时,在线圈12流通励磁电流,根据电流控制相而相应地在定子10(齿11a)产生磁通。并且,由于由定子10产生的磁通和自第1转子20的永久磁体22产生的磁通的相互作用而产生的磁力成为使第1转子20旋转的转矩,第1转子20旋转。此时,自第1转子20产生的磁通由第2转子30的极靴100调制,在第2转子30与定子10之间生成高次谐波磁通。此时,通过自定子10产生的磁通,第2转子30按照预定的齿轮比(减速比)减速并以高转矩旋转。

[0097] 接下来,使用图3~图9对第2转子30的详细的构造进行说明。图3是实施方式的磁齿轮电机1中的第2转子30的外观立体图。图4是第2转子30的分解立体图。图5和图6是第2转子30的极靴部32的立体图。在图5中透过极靴部32的一部分模制树脂300地进行图示。另外,图7是极靴部32的侧视图,图8和图9是极靴部32的剖视图。此外,图8是沿着第2旋转轴31的轴心剖切时的剖面,表示图9的VIII-VIII线处的剖面,图9表示以与第2旋转轴31的轴心正交的平面剖切时的剖面。另外,在图8和图9中图示出现于剖面的部分。

[0098] 如图3和图4所示,第2转子30具有第2旋转轴31和极靴部32。第2旋转轴31和极靴部32由螺钉33固定。因此,极靴部32和第2旋转轴31成为一体地旋转。

[0099] 极靴部32是在底部形成有开口部的大致有底圆筒状的形状。在极靴部32中,多个极靴100和框架200利用模制树脂300一体成型。也就是说,极靴部32是多个极靴100、框架200和模制树脂300的一体成型部件。

[0100] 如图5~图9所示,极靴部32具有:多个极靴100;框架200;以及模制树脂300。多个极靴100和框架200利用模制树脂300模制而固定。

[0101] 如图9所示,多个极靴100沿着第2转子30的周向呈环状排列。在本实施方式中,极靴100在极靴部32的周向的整周的范围等间隔地呈圆环状排列。

[0102] 多个极靴100分别是由磁性材料构成的长条状的磁性构件。如图5和图8所示,多个极靴100分别被配置为其长度方向与第2旋转轴31的轴心方向平行。

[0103] 另外,如图10所示,在本实施方式中,多个极靴100分别是多个钢板层叠而成的层叠体。这样,通过将极靴100设成多个钢板的层叠体,能够减小在极靴100产生的涡流损耗,能够提高第2转子30的转矩和效率。

[0104] 在该情况下,既可以是如图10所示,构成极靴100的多个钢板的层叠方向成为与第2转子30的旋转的中心轴的轴向正交的方向,也可以是如图11所示,构成极靴100的多个钢板的层叠方向成为第2转子30的旋转的中心轴的轴向(也就是第2旋转轴31的轴心方向)。图10是表示极靴100的构造的一例的立体图。图11是表示极靴100的构造的另一例的立体图。在改善极靴100的磁特性这一观点上,如图11所示,多个钢板的层叠方向成为第2转子30的旋转的中心轴的轴向则较佳。此外,极靴100也可以不是多个钢板的层叠体,而是由磁性材料构成的块体。

[0105] 框架200是支承多个极靴100的支承构件。因此,框架200的强度大于极靴100的强度则较佳。另外,框架200由非磁性材料构成。也就是说,框架200只要为高强度且具有非磁性即可。作为这样的框架200的材料,能够使用金属材料、非金属材料或树脂材料等。在本实施方式中,框架200为不锈钢制,但不限于此。

[0106] 如图4所示,框架200是在底部形成有开口部的大致有底圆筒状的形状,具有作为框架主体的大致圆筒状的侧周部210和设于侧周部210的一个开口面的底部220。这样,通过在框架200设置底部220,从而与没有底部220的情况(也就是仅有侧周部210的情况)相比,能够增大框架200的强度。

[0107] 如图4和图8所示,框架200的侧周部210竖立设置于底部220的外周端。另外,如图4和图5所示,在侧周部210形成有多个间隙211,该多个间隙211与多个极靴100分别对应且供多个极靴100各自的至少局部插入。多个间隙211与多个极靴100一对一地对应地形成。

[0108] 在本实施方式中,多个间隙211分别是向远离底部220的方向延伸的狭缝。形成为间隙211的狭缝是以相同宽度形成为直线状的开口孔。通过这样在侧周部210形成多个狭缝,从而在侧周部210存在多个延伸部212。也就是说,在侧周部210中,相邻的两个狭缝(间隙211)之间的部分是延伸部212。换言之,多个延伸部212中的相邻的两个延伸部212之间的间隙是狭缝(间隙211)。因此,延伸部212以相同宽度形成为直线状。

[0109] 如图4和图8所示,多个延伸部212分别向远离底部220的方向延伸。在本实施方式中,在侧周部210存在31根延伸部212,31根所有的延伸部212从侧周部210的底部220侧的附近沿着与第2转子30的旋转的中心轴的轴向平行的方向延伸。因此,形成为多个间隙211的多个狭缝分别形成至侧周部210的底部220侧的附近。另外,形成为多个间隙211的多个狭缝各自的与底部220侧相反的那一侧的部分开口。因此,多个延伸部212的与底部220侧相反的那一侧的部分未相互连接而成为开放端。另外,多个延伸部212呈圆环状等间隔地排列。这样构成的多个延伸部212形成为梳齿状。另外,也可以是,形成为间隙211的狭缝各自的与底部220侧相反的那一侧的部分闭口。

[0110] 在相邻的两个延伸部212之间(也就是作为间隙211的狭缝)存在多个极靴100中的一个极靴100的至少局部。在本实施方式中,多个极靴100分别是沿着作为间隙211的狭缝的长度方向延伸的形状,如图5和图9所示,多个极靴100分别配置于相邻的两个延伸部212之

间。也就是说,各极靴100被夹在相邻的两个延伸部212之间。因此,一个极靴100的整体位于一个狭缝内。

[0111] 此外,如图9所示,在本实施方式中,各极靴100在周向上不与延伸部212接触。因此,各极靴100以在其与相邻的延伸部212之间隔开距离(间隙)的状态被夹在相邻的两个延伸部212之间。

[0112] 底部220作为供第2旋转轴31安装的托架部发挥功能。具体而言,在底部220设有多个螺纹孔,底部220和第2旋转轴31通过向螺纹孔拧入螺钉33而被固定。此外,底部220和第2旋转轴31的安装方法不限于螺纹固定。

[0113] 如图3~图8所示,框架200的底部220具有与第2转子30的旋转的中心轴交叉的面。在本实施方式中,底部220包括板部,该板部具有圆环带状的平面来作为与第2转子30的旋转的中心轴正交的面。具体而言,底部220包括隔着台阶形成的圆环带状的第1板部和圆环带状的第2板部。底部220的第1板部连接于侧周部210,底部220的第2板部位于第1板部的内侧。在底部220的第2板部设有多个螺纹孔,第2旋转轴31安装于底部220的第2板部。

[0114] 这样构成的框架200是通过深拉、压铸和切削中的任一个或多个加工方法而制作的一体部件。此外,框架200不限于一体部件,也可以是多个部件组合并接合而成的接合部件。例如,也可以是如下接合部件:将侧周部210和底部220设为分开的部件,通过粘接、钎焊、压接、焊接、螺纹固定和树脂成型中的任一个或多个方法而对通过上述的加工方法或弯曲加工而制作的侧周部210和底部220进行接合而成的接合部件。

[0115] 此外,极靴部32中的极靴100全部是相同的形状。在本实施方式中,如图9~图11所示,各极靴100的剖面形状为字母I形状。

[0116] 具体而言,如图9所示,各极靴100具有:第1部位110,其位于相邻的两个延伸部212之间的间隙;第2部位120,其位于比第1部位110靠第2转子30的径向外侧的位置;以及第3部位130,其位于比第1部位110靠第2转子30的径向内侧的位置。并且,在以与第2转子30的旋转的中心轴正交的面剖切时的剖面中,第2部位120和第3部位130各自的在第2转子30的周向上的两端部在第2转子30的周向上相对于第1部位110突出。

[0117] 在本实施方式中,第2部位120和第3部位130的两端部各自的顶端在第2转子30的径向上与延伸部212重叠。也就是说,成为如下构造:框架200的延伸部212的宽度方向(也就是框架200的周向)上的端部进入到极靴100的侧面的凹部。

[0118] 如图5~图9所示,多个极靴100和框架200利用模制树脂300一体地构成。具体而言,多个极靴100和框架200的侧周部210利用模制树脂300一体地构成。

[0119] 模制树脂300在极靴100的局部插入到框架200的间隙211的状态下覆盖框架200。具体而言,如图9所示,模制树脂300于在相邻的两个延伸部212之间配置有一个极靴100的状态下覆盖框架200的侧周部210。在本实施方式中,模制树脂300形成为填充相邻的两个极靴100之间。在该情况下,在相邻的两个极靴100之间,各延伸部212整体被模制树脂300覆盖,各延伸部212的表面不暴露。

[0120] 另外,在本实施方式中,在侧周部210的周向上,极靴100与延伸部212不接触,在极靴100与延伸部212之间存在间隙。模制树脂300存在至该间隙。也就是说,模制树脂300在树脂成型时进入到极靴100与延伸部212之间的间隙。因此,如图9所示,在以与第2转子30的旋转的中心轴正交的面剖切时的剖面中,各极靴100的第2部位120的内侧的面、第1部位110的

侧面以及第3部位130的外侧的面与模制树脂300接触。

[0121] 另外,模制树脂300只要以多个极靴100的径向内侧面和径向外侧面中的至少一者暴露的方式覆盖框架200即可。在本实施方式中,模制树脂300以多个极靴100的径向内侧面和径向外侧面这两者暴露的方式覆盖框架200的侧周部210。也就是说,各极靴100的径向内表面和径向外表面未被模制树脂300覆盖。

[0122] 模制树脂300由环氧树脂或聚酯树脂等绝缘性树脂材料构成。另外,模制树脂300由热固性树脂构成。在本实施方式中,作为模制树脂300,使用作为热固性树脂的二液混合型的环氧树脂。此外,模制树脂300也可以是作为热固性树脂的不饱和聚酯等其他树脂材料。

[0123] 在此,使用图12、图13、图14A和图14B对利用模制树脂300将极靴100和框架200一体成型的方法进行说明。图12~图14B是用于说明制作实施方式的第2转子30的极靴部32的方法的图。图12表示在框架200配置极靴100时的情形。图13表示配置有极靴100的框架200。图14A和图14B表示向配置有极靴100和框架200的模具2注入液状的树脂300L时的情形。

[0124] 首先,在框架200配置多个极靴100。在该情况下,以成为多个极靴100各自的局部插入到框架200的侧周部210的对应的间隙211的状态的方式将多个极靴100配置于框架200。

[0125] 在本实施方式中,如图12所示,首先,向形成为狭缝的间隙211插入极靴100。也就是说,向相邻的两个延伸部212之间插入极靴100。例如,将各极靴100从作为间隙211的狭缝的端部的开口朝向底部220插入到对应的狭缝内(相邻的两个延伸部212之间)。由此,如图13所示,在作为间隙211的狭缝内的预定的位置配置各极靴100。此时,进行多个极靴100在框架200中的定位。多个极靴100的定位能够使用治具或模具来进行。

[0126] 接下来,利用树脂将配置有多个极靴100的框架200模制成形。具体而言,如图14A所示,在将在作为间隙211的狭缝内(相邻的两个延伸部212之间)配置有极靴100的框架200收纳于模具2的状态下,如图14B所示,向相邻的两个极靴100之间注入液状的树脂300L。此时,在本实施方式中,在框架200的侧周部210的周向上,极靴100与延伸部212不接触,因此在极靴100与延伸部212之间存在间隙。因此,液状的树脂300L还进入到该间隙而包围各延伸部212整体地填充于相邻的两个极靴100之间。

[0127] 之后,加热或干燥而使液状的树脂300L固化,由此,形成硬质的模制树脂300。由此,能够利用模制树脂300将极靴100和框架200一体地成型,能够制作图5~图9所示的构造的第2转子30的极靴部32。

[0128] 此外,图12和图13所示的在框架200配置多个极靴100的工序也可以使用图14A和图14B所示的模具2来进行。也就是说,多个极靴100的定位也可以使用模具2来进行。

[0129] 另外,在本实施方式中,在极靴100与延伸部212之间存在间隙,在第2转子30的周向上,极靴100与延伸部212不接触,但不限于此。也就是说,也可以是,在极靴100与延伸部212之间不存在间隙,在第2转子30的周向上,极靴100与延伸部212接触。例如,也可以是,如图15所示的第2转子30A那样,以框架200A的延伸部212A的宽度方向上的端部与剖面形状为字母I形状的极靴100A的侧面的凹部嵌合的方式使极靴100A与延伸部212A接触。此外,关于图15,在以下(变形例)也进行说明。

[0130] 如以上说明的那样,本实施方式的磁齿轮电机1中的第2转子30具备:多个极靴

100,其沿着第2转子30的周向呈环状排列;以及框架200,其具有侧周部210,该侧周部210形成有多个间隙211,该多个间隙211与多个极靴100分别对应且供多个极靴100各自的至少局部插入。并且,多个极靴100和框架200利用模制树脂300一体地构成。

[0131] 根据该结构,能够利用框架200来承受第2转子30的旋转所产生的多个极靴100的转矩和径向力等力。由此,能够以与利用金属棒来支承多个极靴的构造的转子同等或者在其以上的较高的刚度来支承多个极靴100。

[0132] 并且,在本实施方式的第2转子30中,多个极靴100和框架200由模制树脂300固定,因此不利用螺钉、螺母紧固或使金属彼此嵌合就能够固定多个极靴100。由此,不发生多点处的同时接触,因此与利用多个金属棒来支承多个极靴的构造的转子相比,能够提高组装性。由此,第2转子30和磁齿轮电机1的量产性和可靠性也提高。

[0133] 再者,通过利用模制树脂300来固定多个极靴100和框架200,从而与利用多个金属棒来支承多个极靴的构造的转子相比,还能够抑制在第2转子30产生的残余应力。

[0134] 这样,根据本实施方式的磁齿轮电机1,能够实现能够以较高的刚度支承极靴100并且残余应力较少且组装性优异的磁齿轮电机。

[0135] 另外,如本实施方式这样,利用树脂成型将多个极靴100和框架200设为一体,由此,能够利用树脂成型时的模具等高精度地进行极靴100的定位。由此,能够提高极靴100与轴承之间的同轴度,并且能够提高极靴100和第2转子30的圆度。因此,能够实现高性能和高可靠性的磁齿轮电机1。

[0136] (变形例)

[0137] 以上,基于实施方式对本公开的磁齿轮电机1进行了说明,但本公开并不限定于上述实施方式。关于本公开的磁齿轮电机1,也能够实施以下说明的变形例。

[0138] (变形例1)

[0139] 使用图15对变形例1的第2转子30A进行说明。图15是表示变形例1的第2转子30A的结构剖视图。

[0140] 例如,也可以是,如图15所示的第2转子30A那样,以框架200A的延伸部212A的宽度方向上的端部与剖面形状为字母I形状的极靴100A的侧面的凹部嵌合的方式使极靴100A与延伸部212A接触。

[0141] (变形例2)

[0142] 使用图16和图17对变形例2的第2转子30B进行说明。图16是表示变形例2的第2转子30B的框架200B的结构立体图。图17是表示变形例2的第2转子30B的另一框架200B的结构立体图。

[0143] 例如,在第2转子30的框架200为金属制的情况下,在框架200的延伸部212产生涡流,因此如图16所示的第2转子30B的框架200B那样在侧周部210B的多个延伸部212中的至少一个延伸部212形成有开口孔213则更佳。这样,通过在延伸部212形成开口孔213,能够抑制在框架200B产生涡流的情况。

[0144] 此外,如图17所示的框架200B那样,延伸部212的宽度越大,在框架200B产生的涡流越大。因此,在抑制涡流这一观点上,在与图16所示的框架200B相比延伸部212的宽度较大的图17所示的框架200B形成有开口孔213的结构是更有效的。

[0145] 不过,当在延伸部212形成有仅一个开口孔213时,若该开口孔213的开口过大,则

框架200B的刚度有可能下降。因此,如图16和图17所示的框架200B那样沿着延伸部212的长度方向间断地形成有多个开口孔213则较佳。由此,能够在相邻的开口孔213之间留存一个或多个桥部,因此对于在延伸部212形成有开口孔213的情况,也能够抑制框架200B的刚度下降的情况。

[0146] (变形例3)

[0147] 使用图18~图21对变形例3的第2转子30C进行说明。

[0148] 图18是表示变形例3的第2转子30C的框架200C的结构的立体图。图19是表示变形例3的第2转子30C的另一框架200C的结构的立体图。图20A是表示变形例3的第2转子30C的结构的剖视图。图20B是表示变形例3的第2转子所使用的极靴100C的结构的立体图。图21是表示变形例3的第2转子30C的另一结构的剖视图。

[0149] 在上述实施方式中,框架200的侧周部210的多个间隙211分别是沿着第2转子30的第2旋转轴31的轴心方向延伸的一条狭缝,但不限于此。也可以是,例如,如图18所示的第2转子30C的框架200C那样,多个间隙211是形成于侧周部210C的多个贯通孔211C。即,作为多个贯通孔211C,也可以是分别由在与第2转子30C的旋转的中心轴平行的方向(第2旋转轴31的轴心方向)上成列的多个开口孔构成且在侧周部210C的周向上的整体的范围存在的多个开口列。此外,也可以是,在多个贯通孔211C由多个开口列构成的情况下,如图19所示的框架200C那样,延伸部212的宽度变宽。由此,能够增大框架200C的刚度。

[0150] 另外,在如图18和图19所示的框架200C那样多个贯通孔211C由多个开口列构成的情况下,在上述实施方式的极靴100的构造中,无法将整个极靴100配置于贯通孔211C内。因此,在使用图18和图19所示的构造的框架200C的情况下,使用图20A、图20B和图21所示的形状的极靴100C则较佳。此外,在图20B中示出一个极靴100C的结构。如图20A、图20B和图21所示,框架200C所使用的多个极靴100C分别具有多个突起部140,该多个突起部140向作为多个开口列的多个贯通孔211C分别插入。

[0151] 此时,如图20A所示,在将多个极靴100C分别配置于框架200C的侧周部210C的径向外侧的情况下,各极靴100C的多个突起部140朝向侧周部210C的径向内侧突出。也就是说,图20B所示的极靴100C以突起部140朝向侧周部210C的径向内侧突出的状态配置于框架200C。

[0152] 另一方面,如图21所示,在将多个极靴100C分别配置于框架200C的侧周部210C的径向内侧的情况下,各极靴100C的多个突起部140朝向侧周部210C的径向外侧突出。也就是说,极靴100C以突起部140朝向侧周部210C的径向外侧突出的状态配置于框架200C。此外,关于图21所示的极靴100C,能够使用图20B所示的极靴100C。

[0153] 此外,也可以是,如图20A和图21所示,各极靴100C的突起部140至少在周向上与贯通孔211C无间隙地嵌合,但也可以不与贯通孔211C嵌合。另外,图20A和图21所示的极靴100C也可以用于上述实施方式的第2转子30。

[0154] (变形例4)

[0155] 使用图23对变形例4的第2转子30D进行说明。图23是变形例4的第2转子30D的剖视图。此外,图22是上述实施方式的第2转子30的剖视图。

[0156] 上述实施方式的第2转子30的第3轴承53是一对双轴承,如图22所示,第3轴承53均配置于第2旋转轴31的有底圆筒部31a的外侧(也就是说,成为双轴承的悬臂构造),但不限

于此。例如,也可以是,如图23所示的第2转子30D那样,将作为双轴承的一对第3轴承53中的一者配置于第2旋转轴31的有底圆筒部31a的外侧,将一对第3轴承53中的另一者配置于极靴部32D的框架200的开口侧。

[0157] 在该情况下,也可以是,如图23所示,使极靴部32D的模制树脂300D的一端部相对于框架200的侧周部210的一端部或极靴100的一端部突出,在该突出的模制树脂300D的一端部安装一对第3轴承53中的另一者。具体而言,在图23中,在突出的模制树脂300D的一端部的径向内侧的部分形成用于收纳第3轴承53的凹部301,在该凹部301配置有一对第3轴承53中的另一者。此外,凹部301既可以在模制树脂300D的树脂成型时形成,也可以在模制树脂300D的树脂成型后通过切削等形成缺口而形成。

[0158] (变形例5)

[0159] 对变形例5的第2转子30E进行说明。图24是表示变形例5的第2转子30E的极靴100E和框架200的关系的图。

[0160] 在上述实施方式的第2转子30中,如图13所示,极靴100的长度方向上的长度比框架200的延伸部212的长度方向上的长度(间隙211的狭缝长度)短,极靴100的一端部相对于框架200的开口端突出,但不限于此。例如,也可以是,如图24所示的第2转子30E的极靴部32E那样,极靴100E的长度方向上的长度与框架200的延伸部212的长度方向上的长度(间隙211的狭缝长度)相同,极靴100E的一端部与框架200的开口端共面。此外,在图24中省略模制树脂300。

[0161] (变形例6)

[0162] 对变形例6的第2转子进行说明。图25是表示变形例6的第2转子30F的极靴100F和框架200的关系的图。

[0163] 也可以是,作为上述实施方式的第2转子30,如图25所示的第2转子10的极靴部32F那样,极靴100F的长度方向上的长度比框架200的延伸部212的长度方向上的长度(间隙211的狭缝长度)长,极靴100F的一端部存在于自框架200的开口端后退的位置。此外,在图25中省略模制树脂300。

[0164] (变形例7)

[0165] 对变形例7的第2转子30G进行说明。图26是表示变形例7的第2转子30G的极靴100G和框架200的关系的侧视图。

[0166] 也可以是,如图26所示的第2转子30G的极靴部32G那样,在框架200的开口侧的端部设有用于防止极靴100的脱落的防脱构件400。此外,在图26中,该防脱构件400是与极靴部32G的框架200等分开的部件,但不限于此。例如,也可以是,防脱构件400不是分开的部件,而是模制树脂300的局部并与模制树脂300一体地形成。另外,也可以是,防脱构件400不构成极靴部32G,而是将极靴100和框架200树脂成型时的模具的局部。

[0167] (极靴的变形例)

[0168] 使用图27A~图27E对极靴100的变形例进行说明。图27A是表示第一变形例的极靴100G的立体图。图27B是表示第二变形例的极靴100H的立体图。图27C是表示第三变形例的极靴100I的立体图。图27D是表示第四变形例的极靴100J的立体图。图27E是表示第五变形例的极靴100K的立体图。

[0169] 在上述实施方式中,以将极靴的长度方向作为垂线的剖面剖切时的极靴100的剖

面形状为字母I形状,但不限于此。例如,如图27A~图27E所示,极靴能够使用各种形状的构件。具体而言,也可以是,如图27A的第一变形例所示为具有四边形的四角被削成四边形形状而成的形状(也就是角为字母L状)的剖面形状的极靴100G。另外,也可以是,如图27B的第二变形例所示为具有四边形的四角被削成扇形而成的形状(也就是角为圆弧)的剖面形状的极靴100H。另外,也可以是,如图27C的第三变形例所示为剖面形状是四边形等多边形的极靴100I。另外,也可以是,如图27D的第四变形例所示为剖面形状是圆形的极靴100J。另外,也可以是,如图27E的第五变形例所示为剖面形状是椭圆形的极靴100K。也就是说,能够采用具有由多个直线或圆弧包围而成的外形的任意的剖面形状的极靴。

[0170] 此外,如上述实施方式那样,采用字母I形状的剖面形状、或者如图27A的第一变形例和图27B的第二变形例所示那样切削四角、或者此外在极靴的外表面的局部设置凹部或缺口部等,由此,能够改善模制树脂300对极靴的咬入。由此,能够实现可靠性更高的第2转子和磁齿轮电机。

[0171] (其他变形例)

[0172] 另外,在上述实施方式中,第1转子20是SPM转子,但不限于此。例如,也可以是,第1转子20使用在转子芯埋入有永久磁体的永久磁体埋入型(Interior Permanent Magnet: IPM)的转子来作为永久磁体型的转子。在该情况下,既可以是在设于转子芯的贯穿孔(埋入孔)插入有由烧结磁体构成的永久磁体的结构的转子,也可以是在设于转子芯的埋入孔埋入有粘结磁体的结构的转子。

[0173] 另外,在上述实施方式中,定子10、第2转子30和第1转子20按照定子10、第2转子30和第1转子20的顺序从径向外侧朝向径向内侧配置,但不限于此。

[0174] 另外,在上述实施方式中,使用了集中绕组线圈来作为定子10的线圈12,但不限于此。例如,也可以是,使用分布绕组线圈来作为线圈12。

[0175] 另外,在上述实施方式中,对将多个极靴和框架利用模制树脂一体地构成的一体成型部件应用于转子的情况进行了说明,但不限于此。例如,也可以是,将多个极靴和框架利用模制树脂一体地构成的一体成型部件应用于定子。在该情况下,作为一体成型部件的定子具有与第2转子30相同的结构。

[0176] 另外,本公开例示了应用于磁齿轮和电机成为一体而成的磁齿轮电机的情况,但不限于此。例如,本公开也能够单独应用于独立于电机的磁齿轮。在该情况下,磁齿轮具备具有与第2转子30相同的结构的转子或转子。

[0177] 此外,对上述各实施方式实施本领域技术人员想到的各种变形而得到的方式、通过在不脱离本公开的主旨的范围内任意组合上述各实施方式中的构成要素和功能而实现的方式也包含于本公开。

[0178] 产业上的可利用性

[0179] 本公开能够利用于以AVG等为代表的各种电气设备等。

[0180] 附图标记说明

[0181] 1、磁齿轮电机;2、模具;10、定子;11、定子芯;11a、齿;11b、磁轭;11c、磁极部;11d、凹部;11e、槽开口部;12、线圈;13、永久磁体;20、第1转子;21、第1旋转轴;21a、第1端部;21b、第2端部;22、永久磁体;23、转子芯;30、30A、30B、30C、30D、30E、30F、30G、第2转子;31、第2旋转轴;31a、有底圆筒部;31b、棒状部;32、32D、32E、32F、32G、极靴部;33、螺钉;40、壳

体;41、筒部;42、第1托架;42a、第1轴承保持部;43、第2托架;43a、第3轴承保持部;51、第1轴承;52、第2轴承;53、第3轴承;100、100A、100C、100E、100F、100G、100H、100I、100J、100K、极靴;110、第1部位;120、第2部位;130、第3部位;140、突起部;200、200A、200B、200C、框架;210、210B、210C、侧周部;211、间隙;211C、贯通孔;212、212A、延伸部;213、开口孔;220、底部;300、300D、模制树脂;300L、液状的树脂;301、凹部;400、防脱构件。

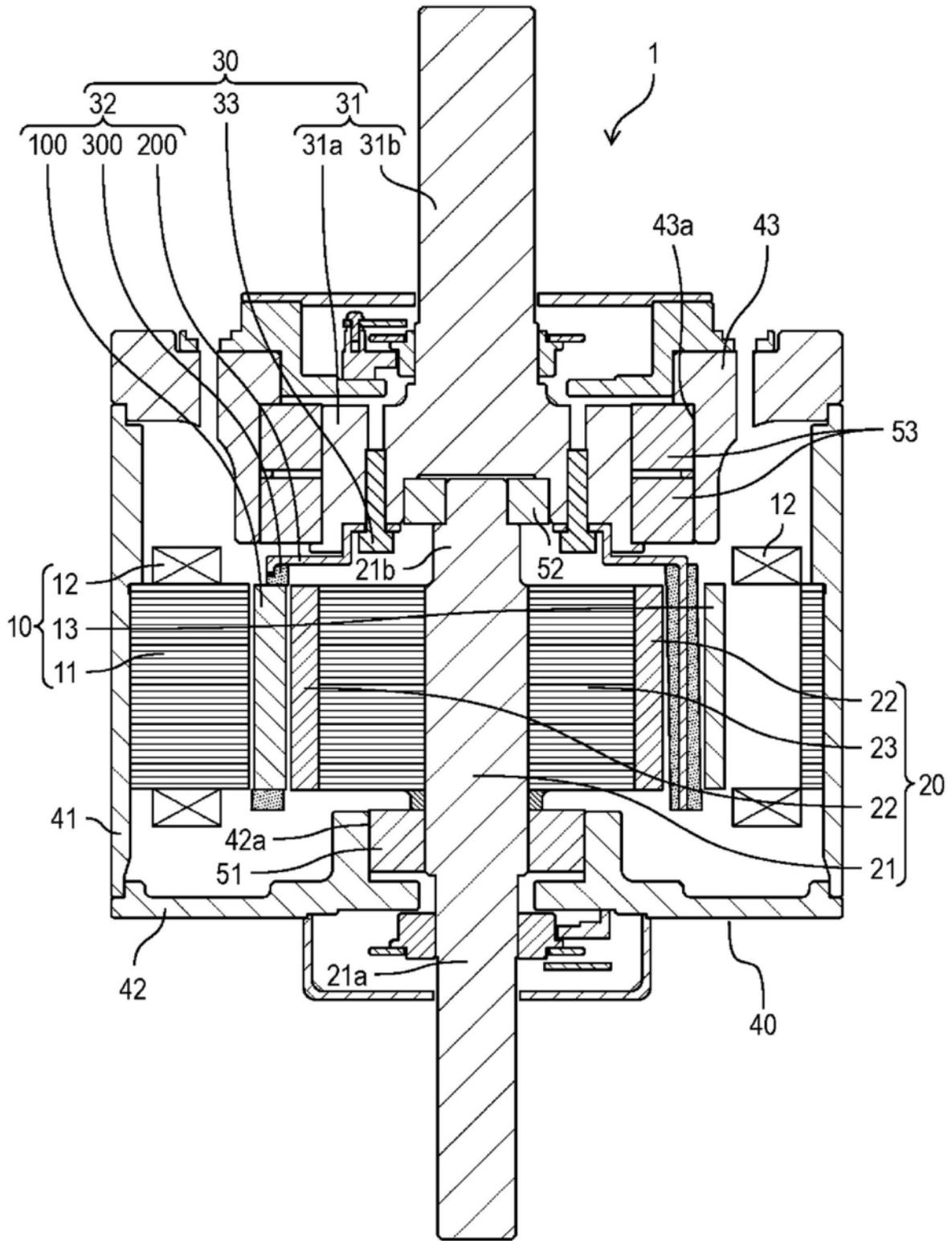


图1

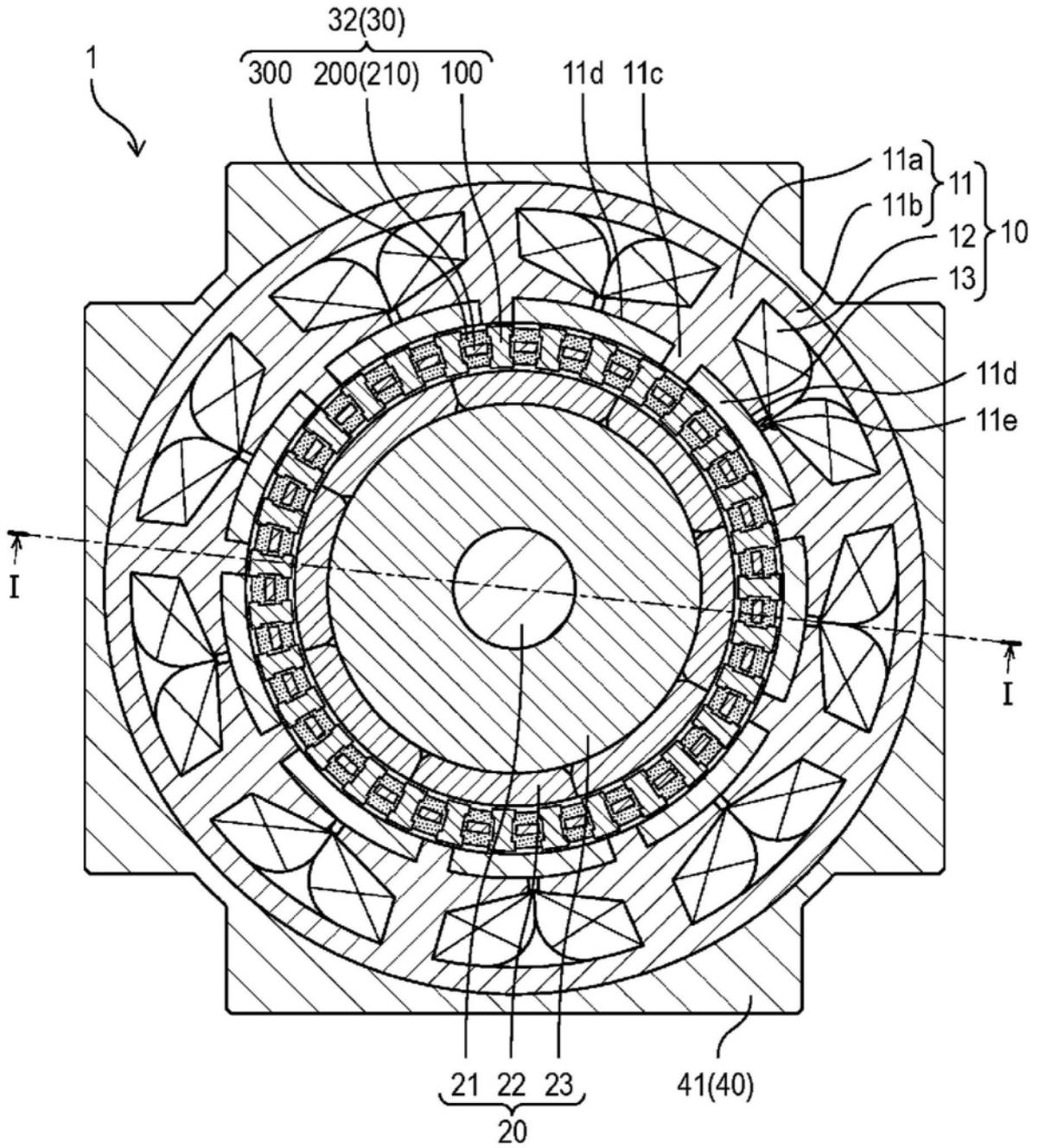


图2

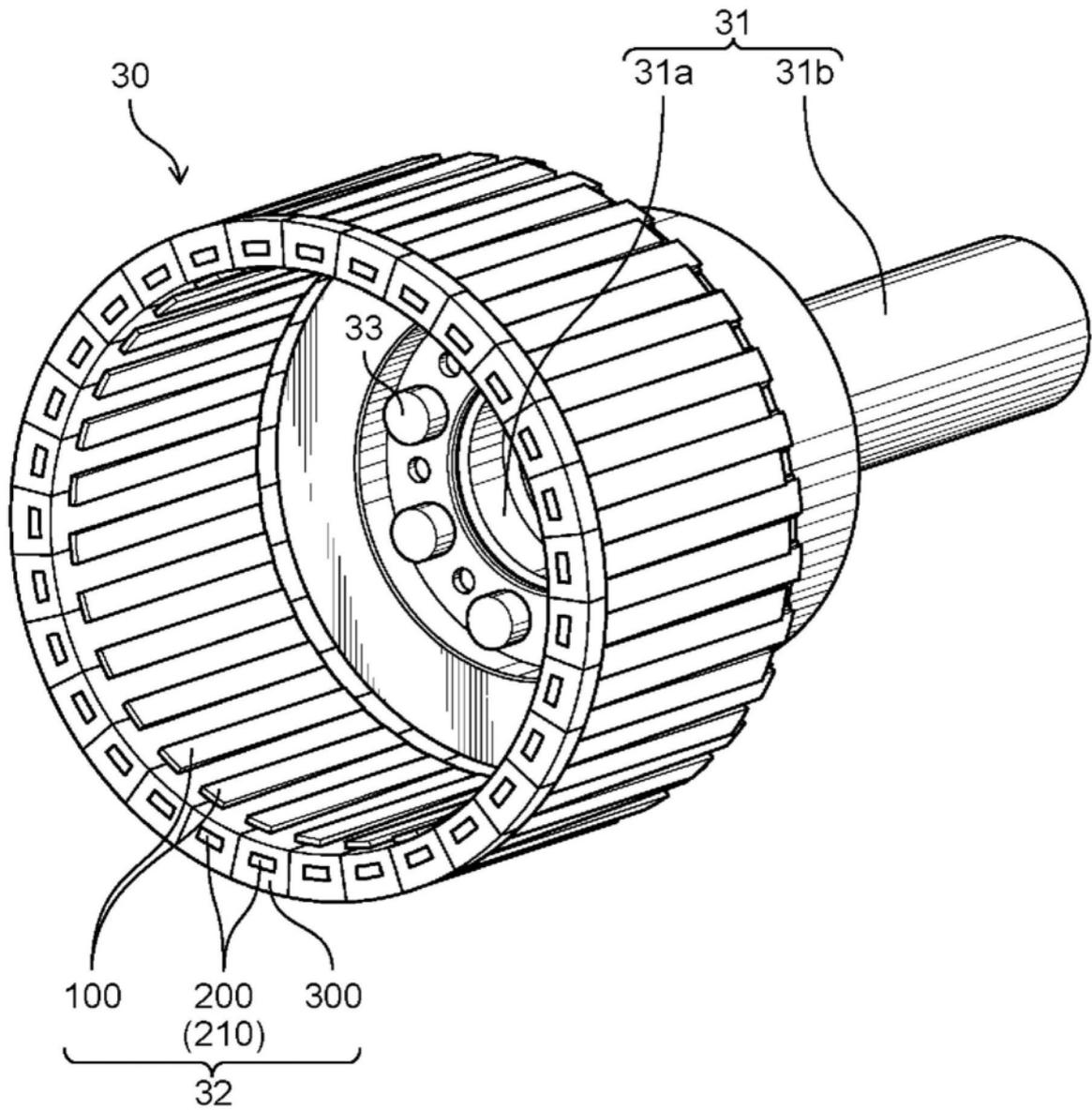


图3

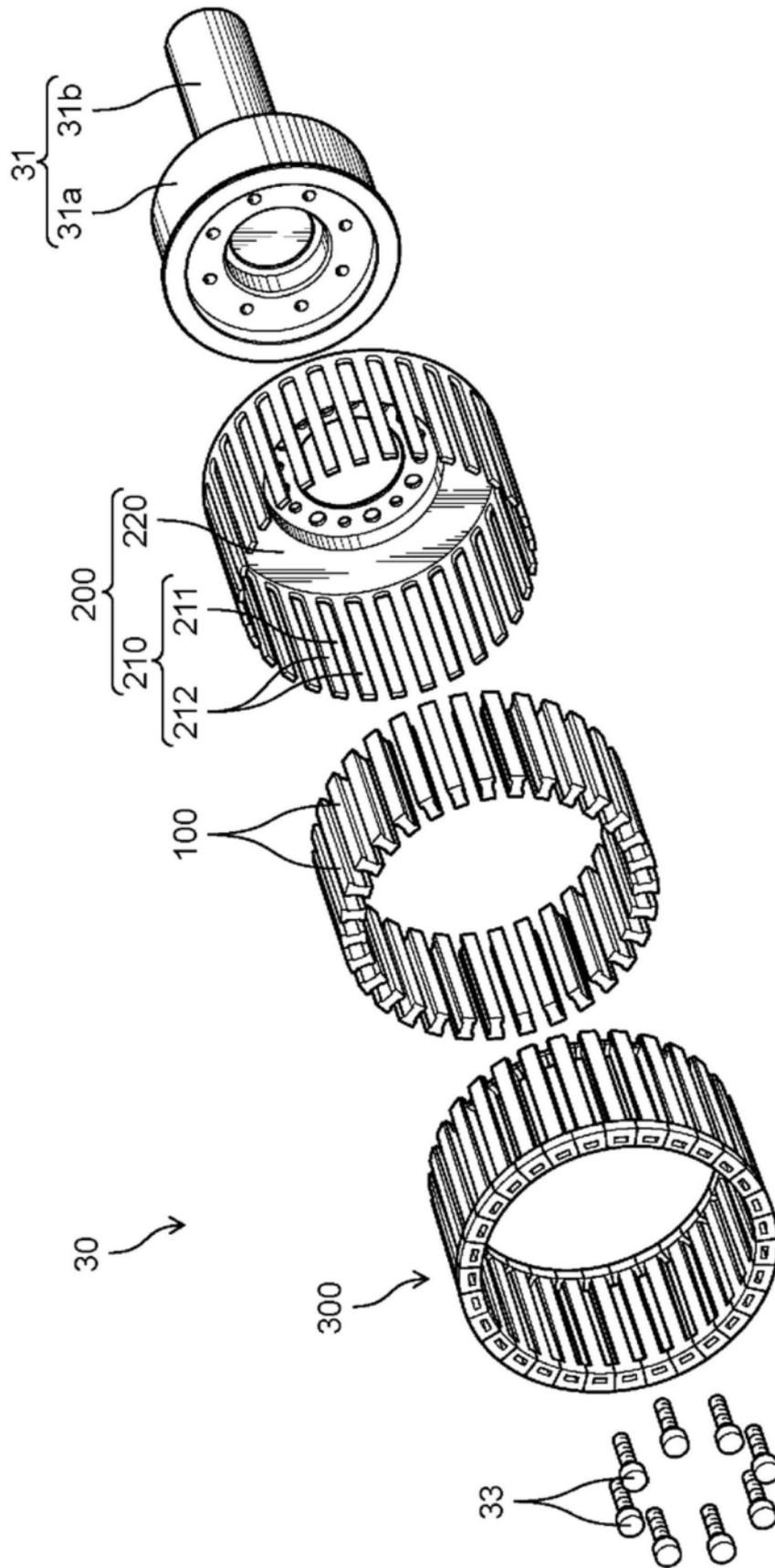


图4

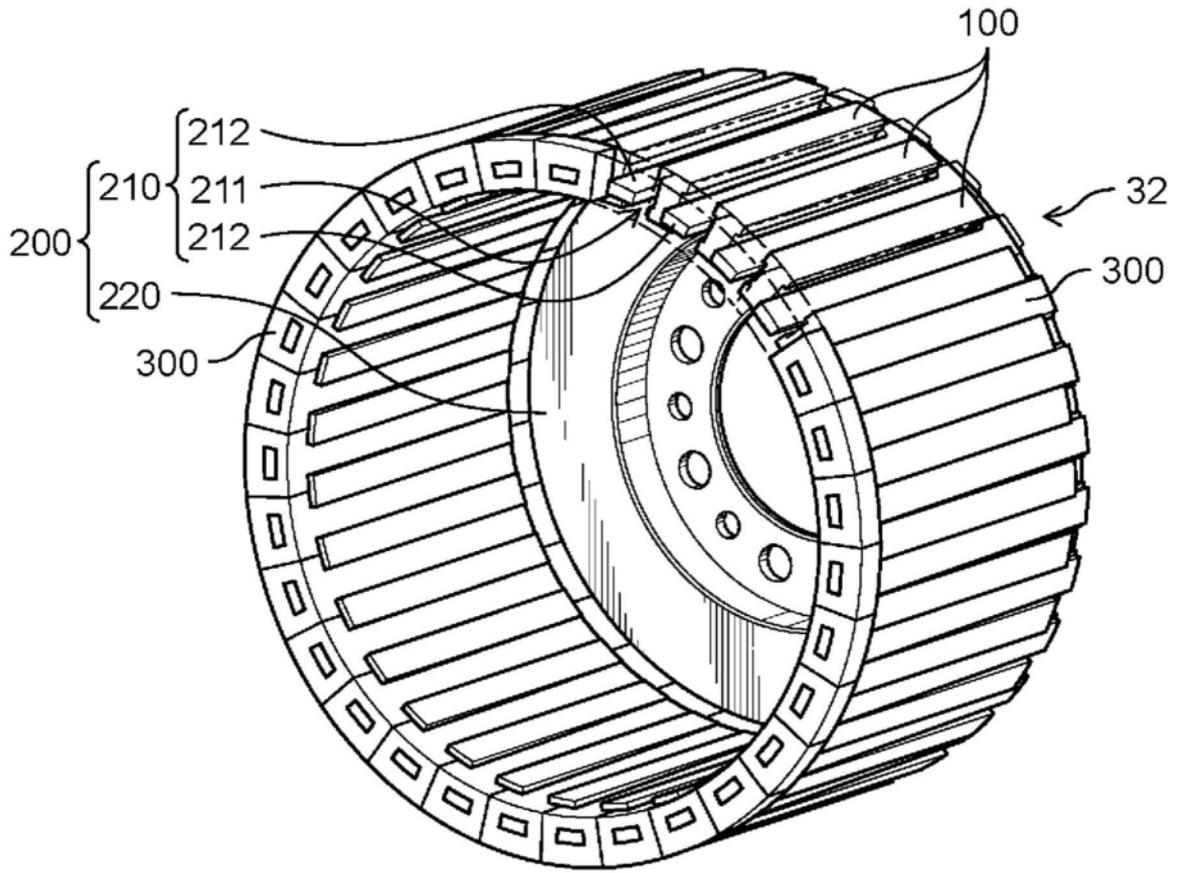


图5

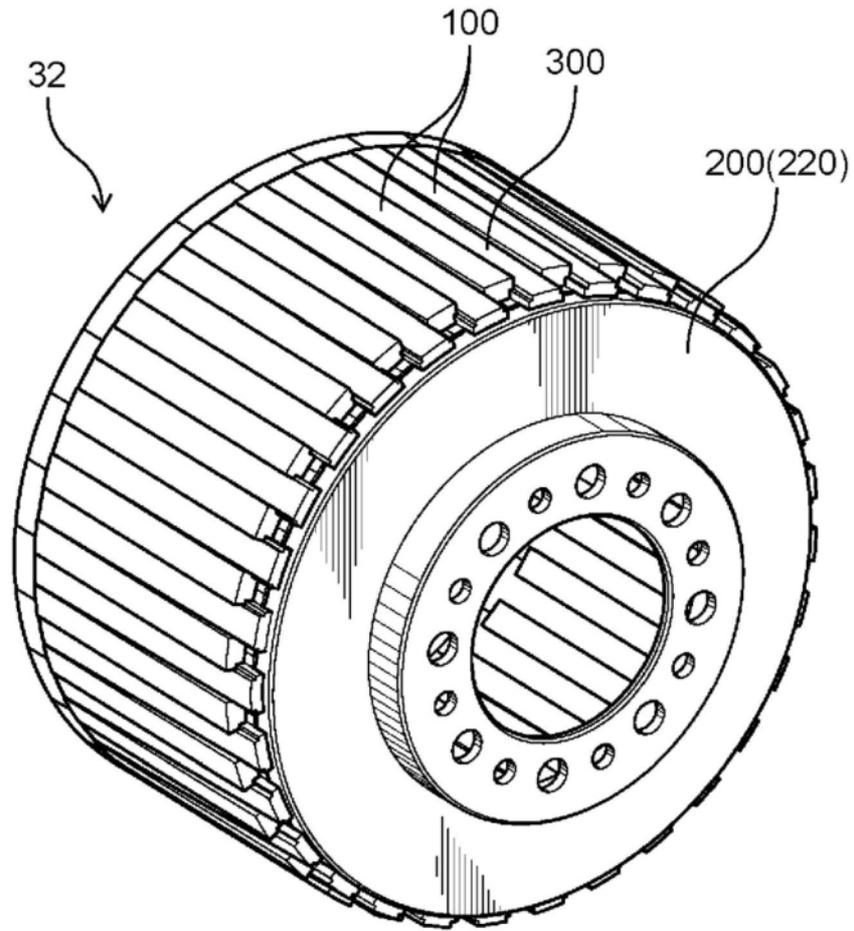


图6

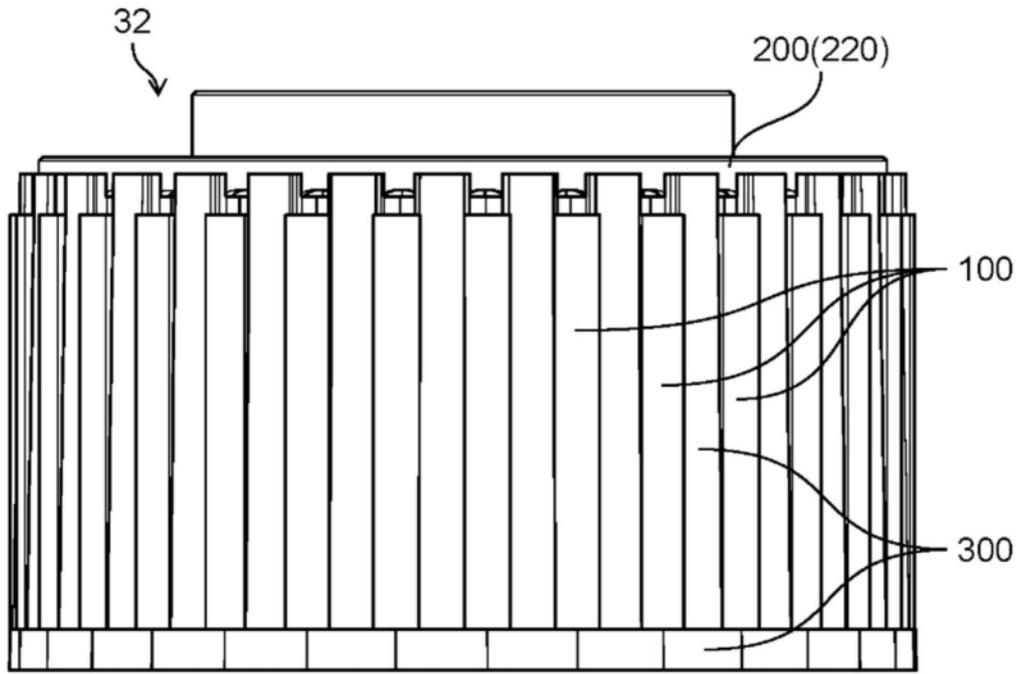


图7

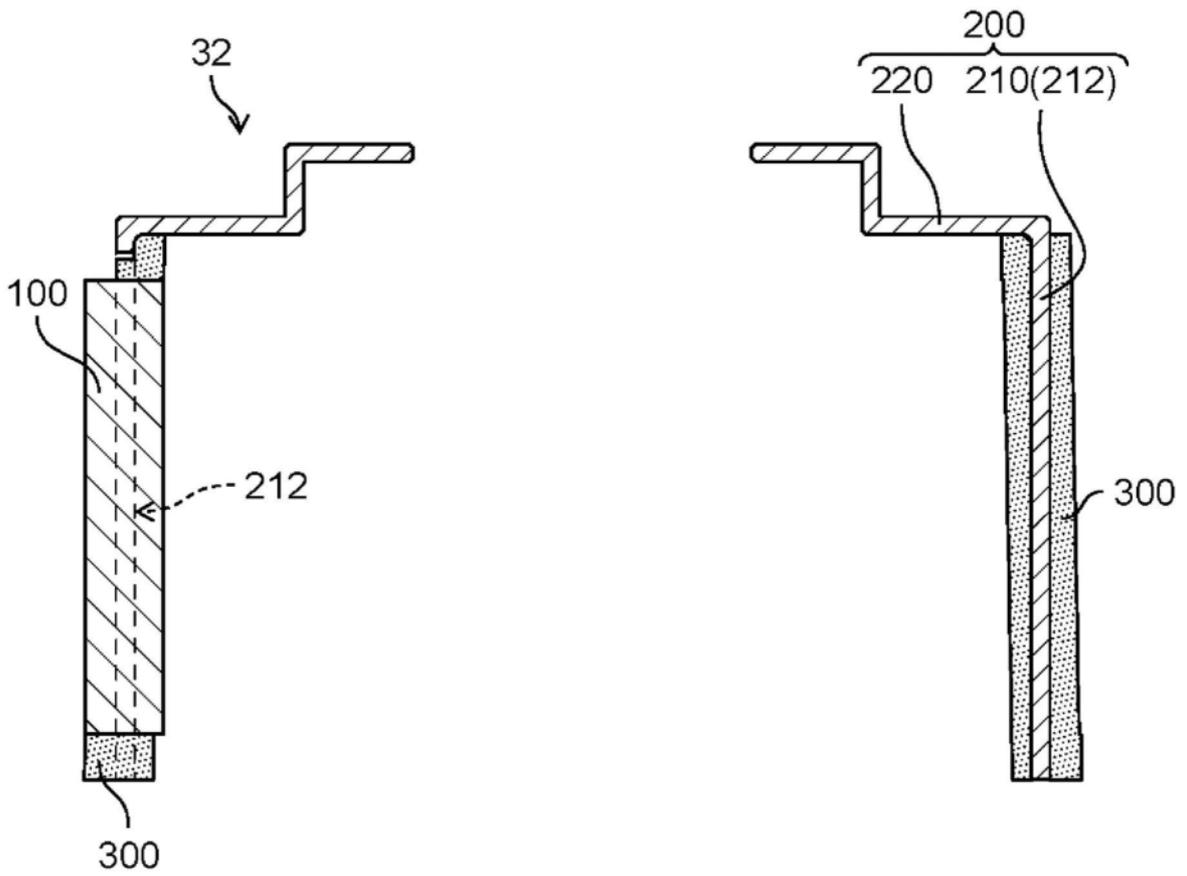


图8

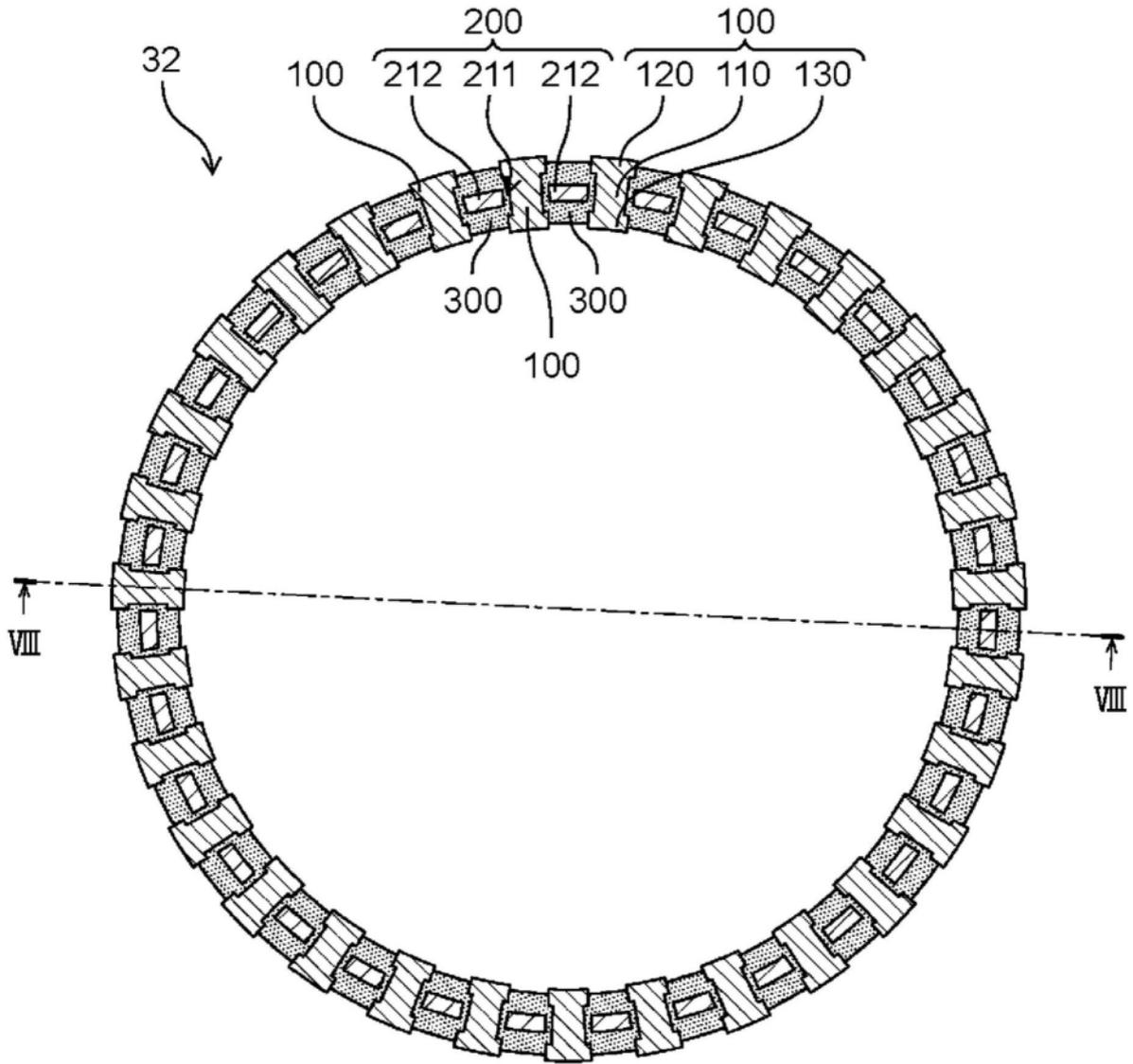


图9

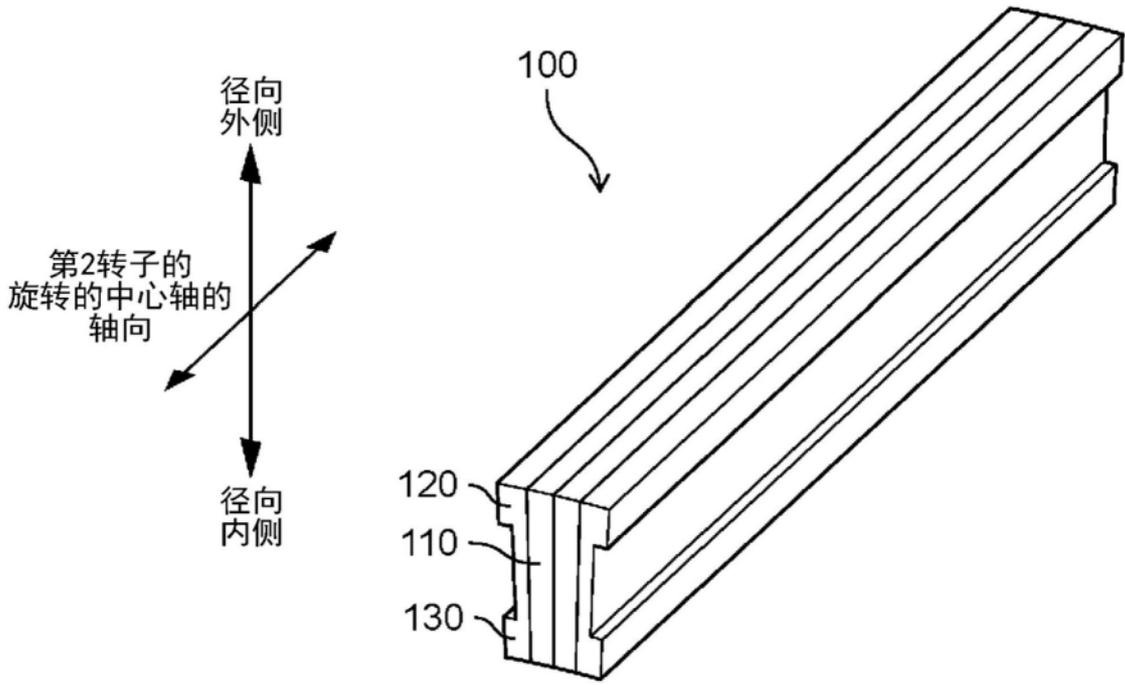


图10

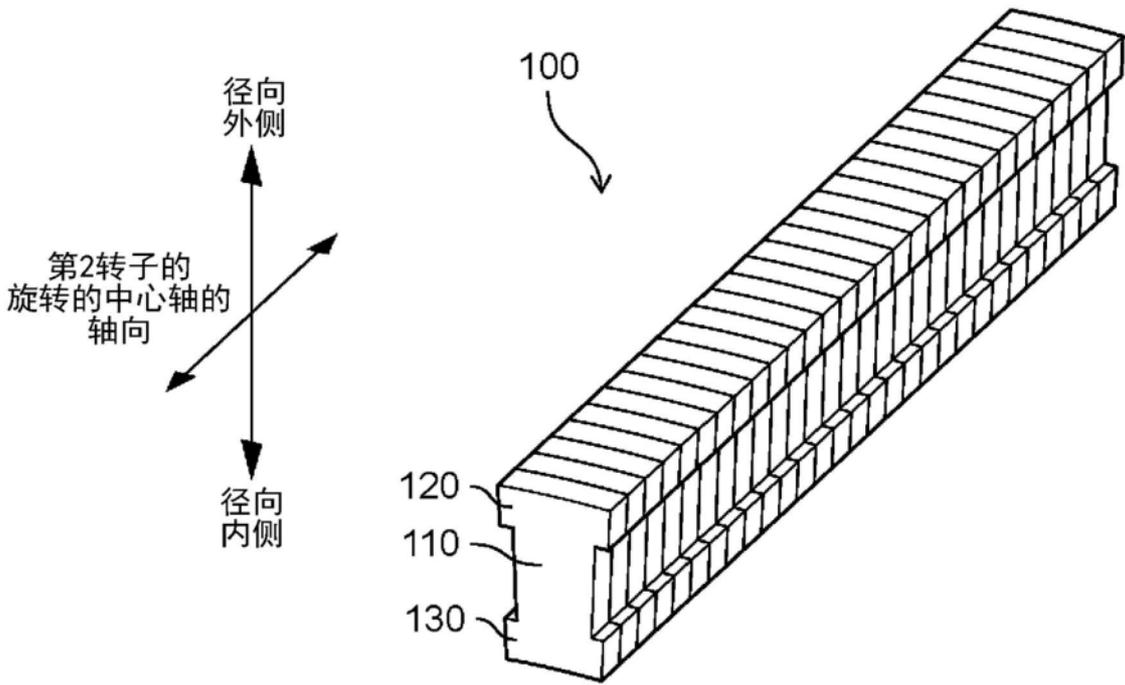


图11

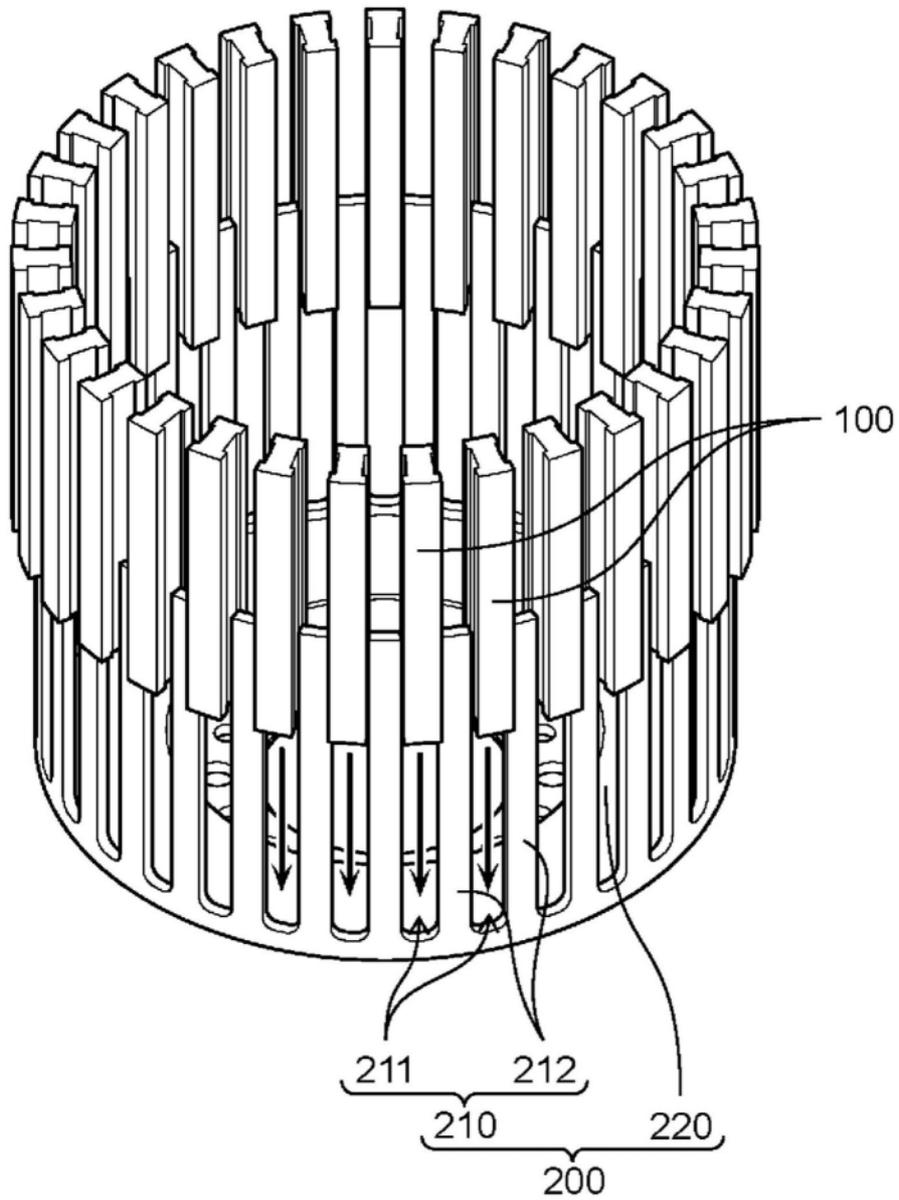


图12

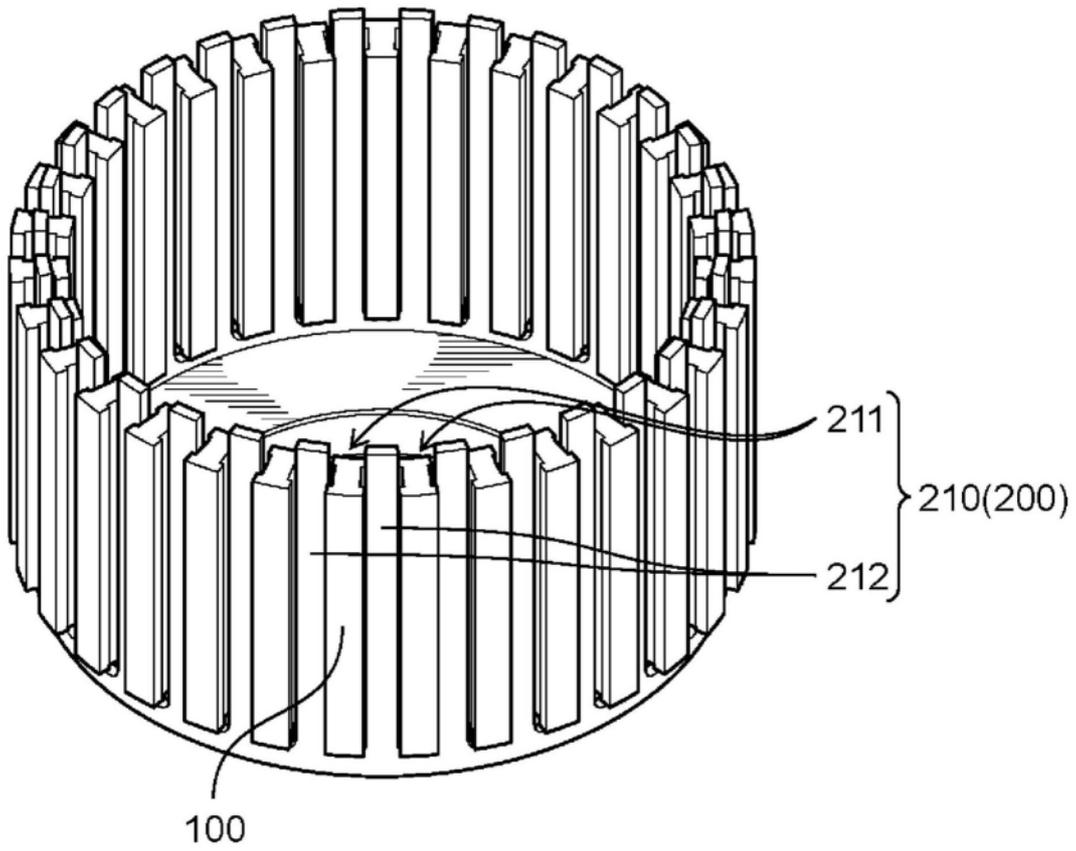


图13

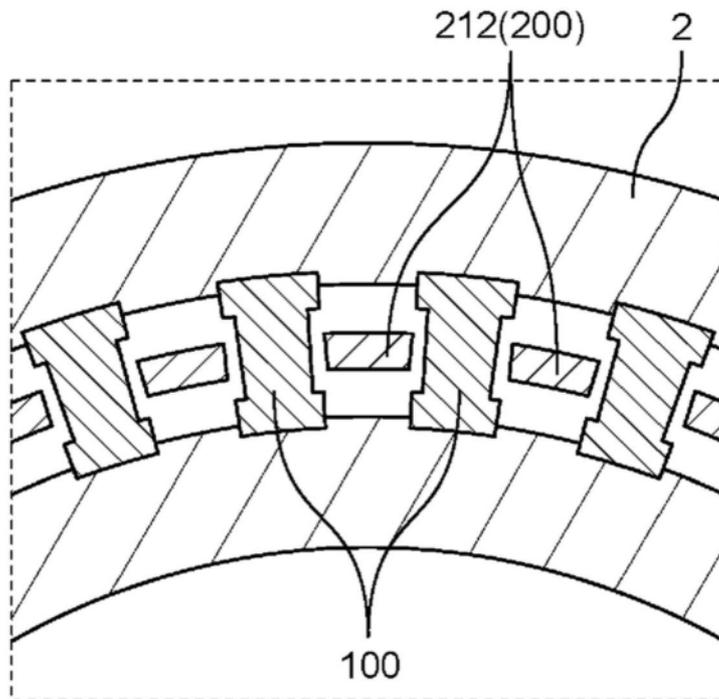


图14A

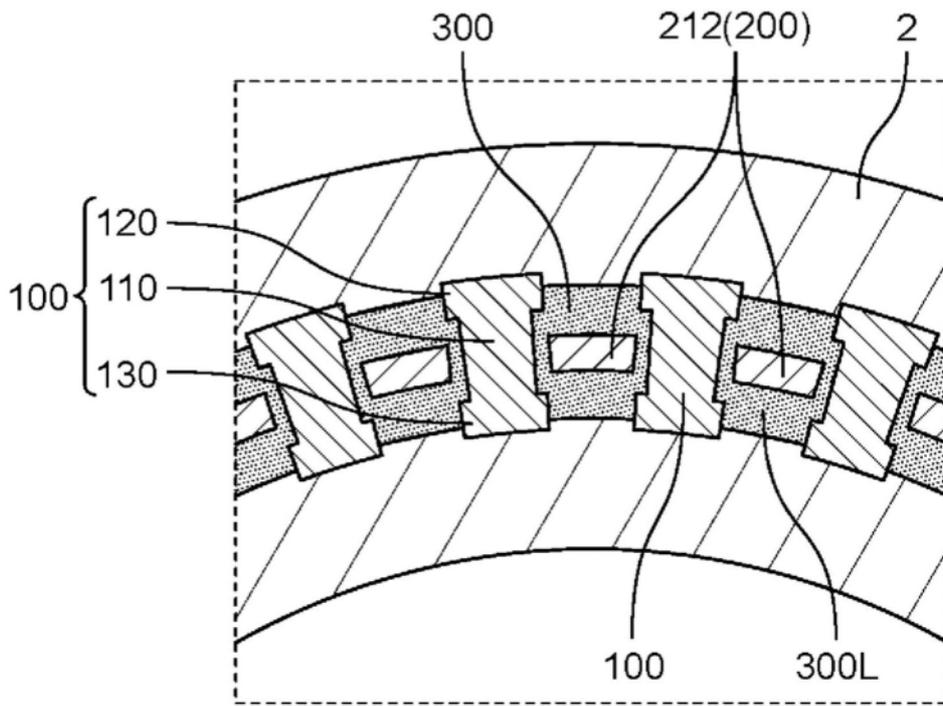


图14B

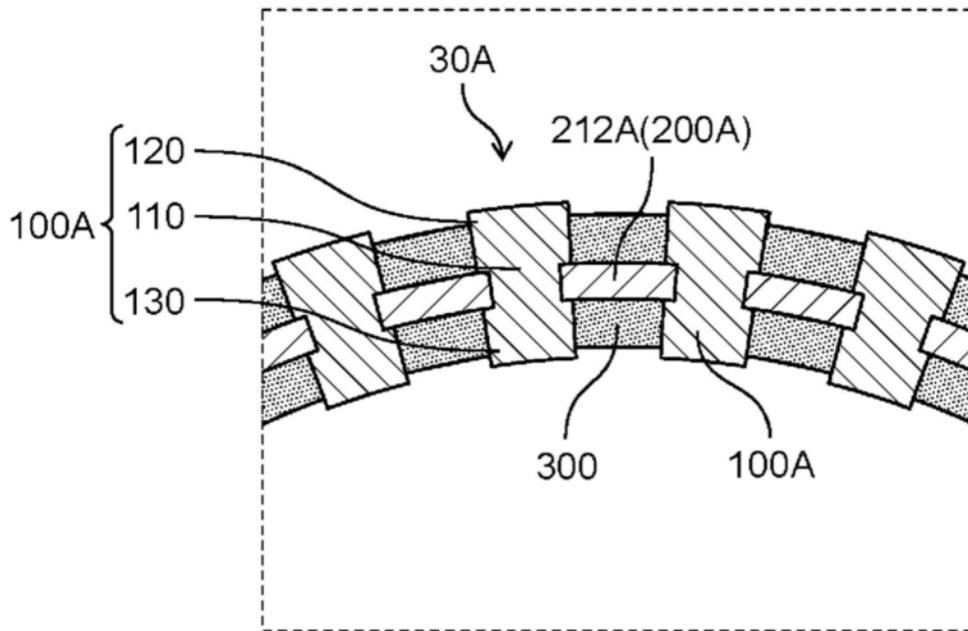


图15

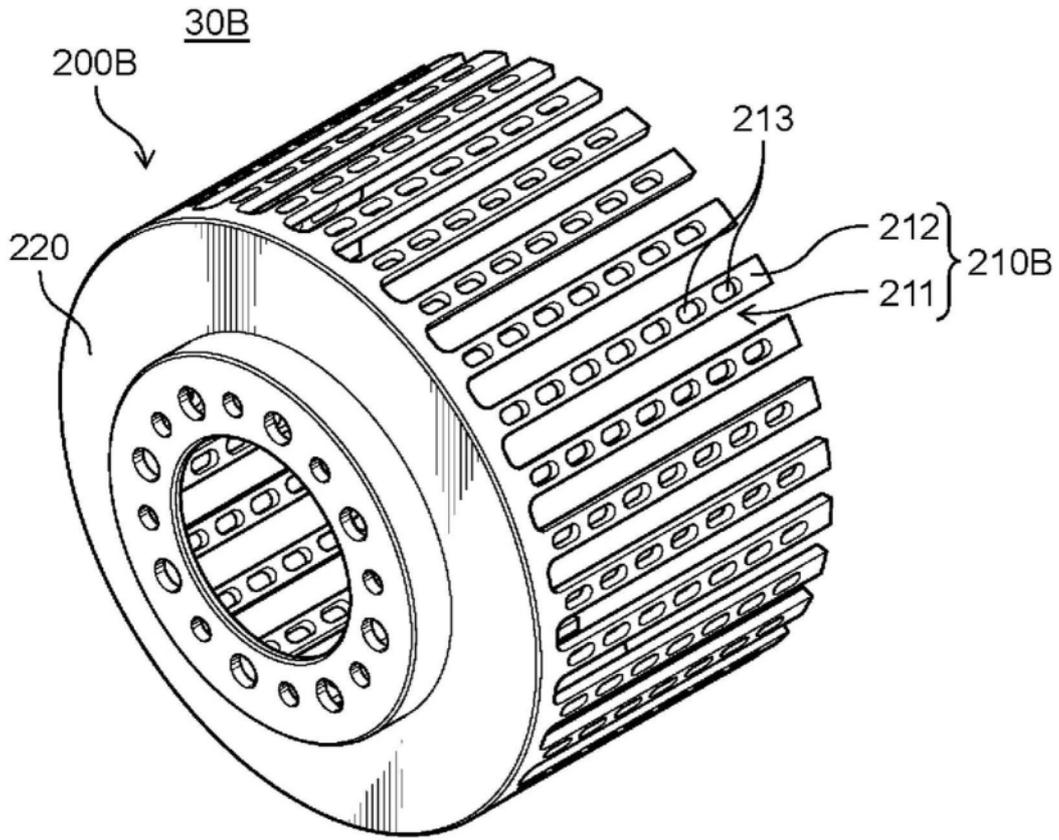


图16

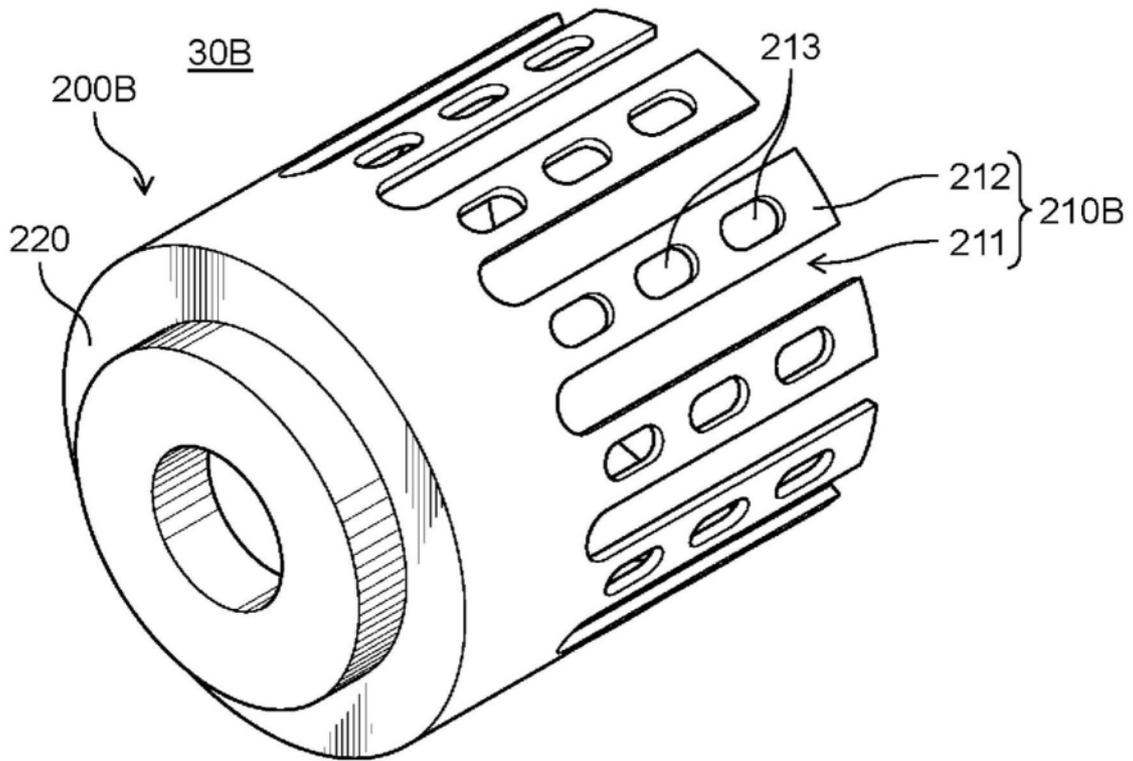


图17

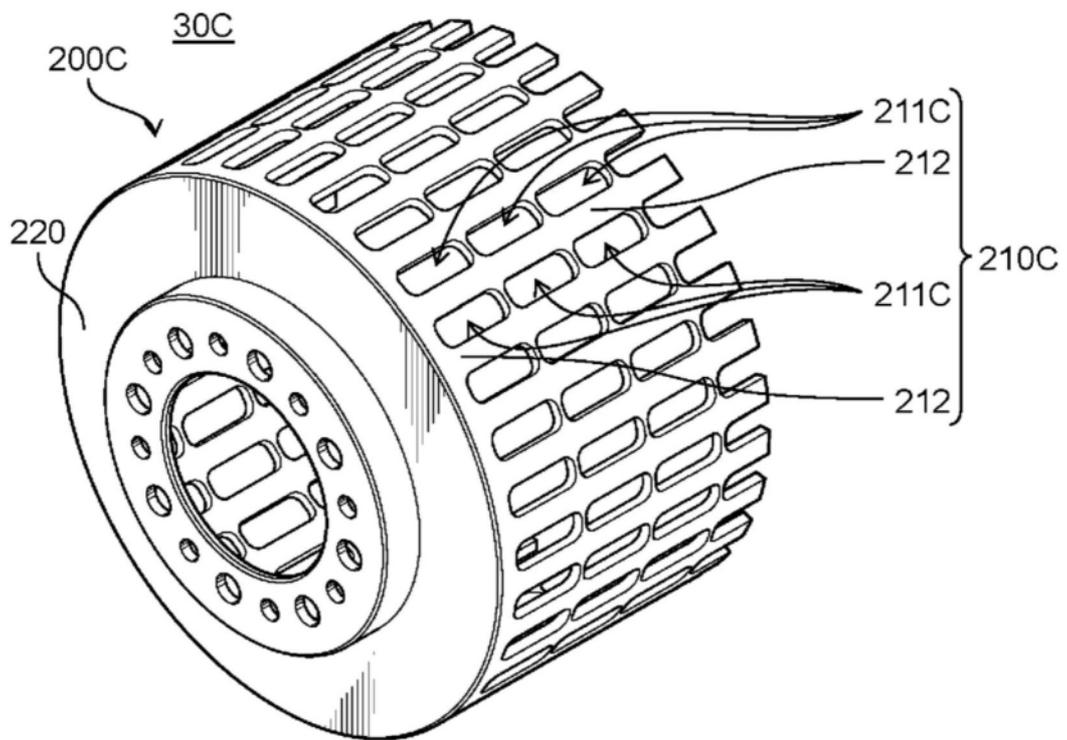


图18

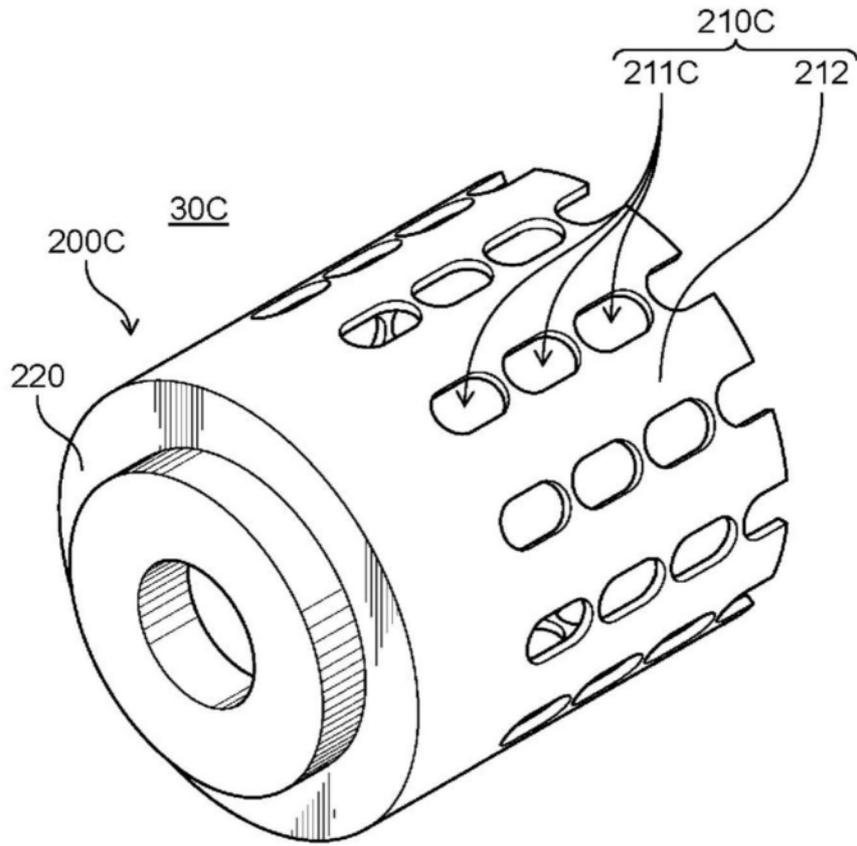


图19

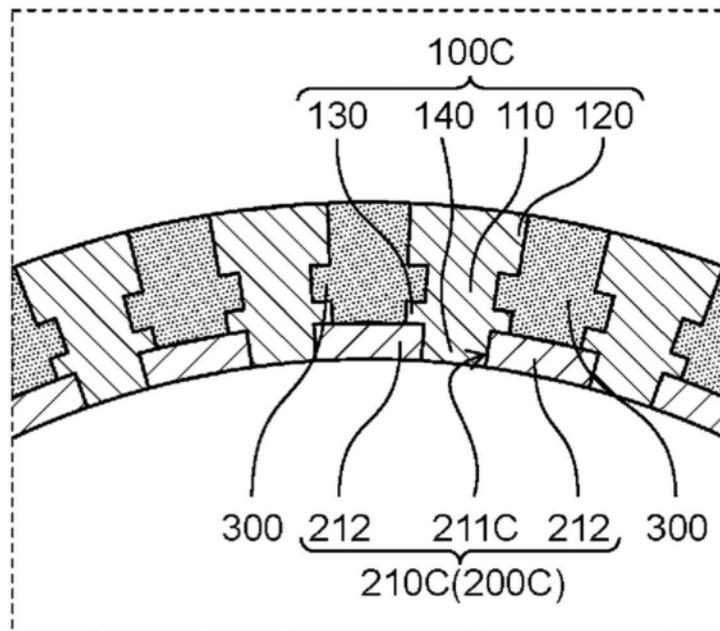


图20A

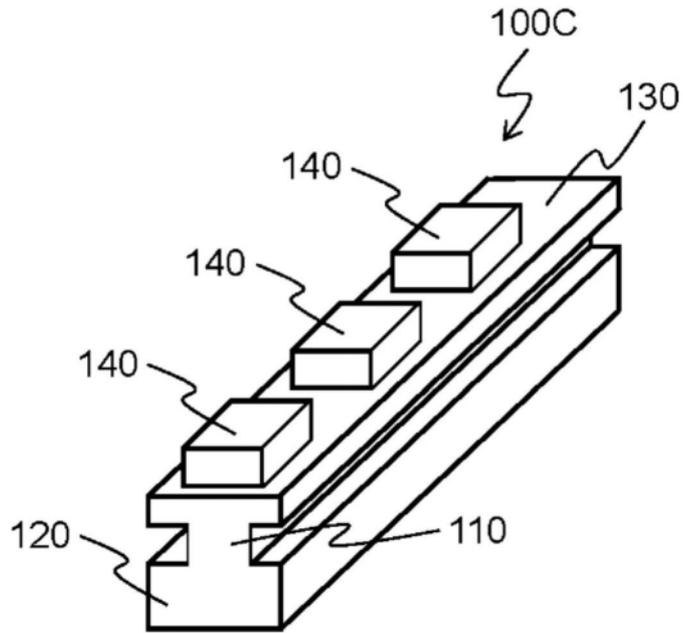


图20B

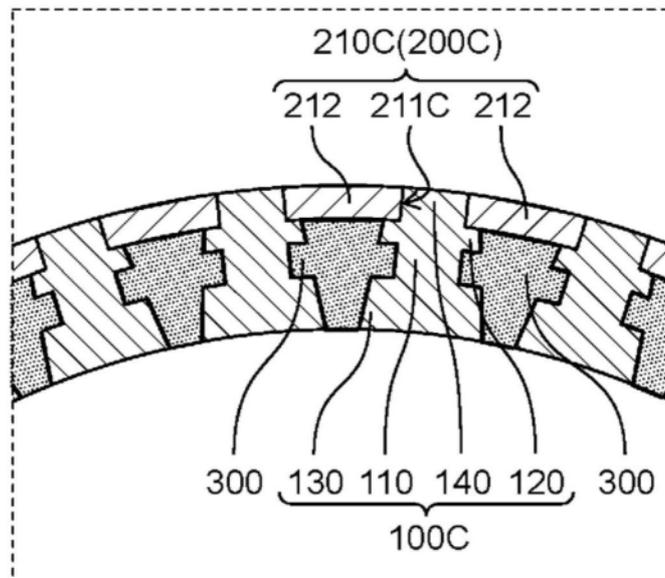


图21

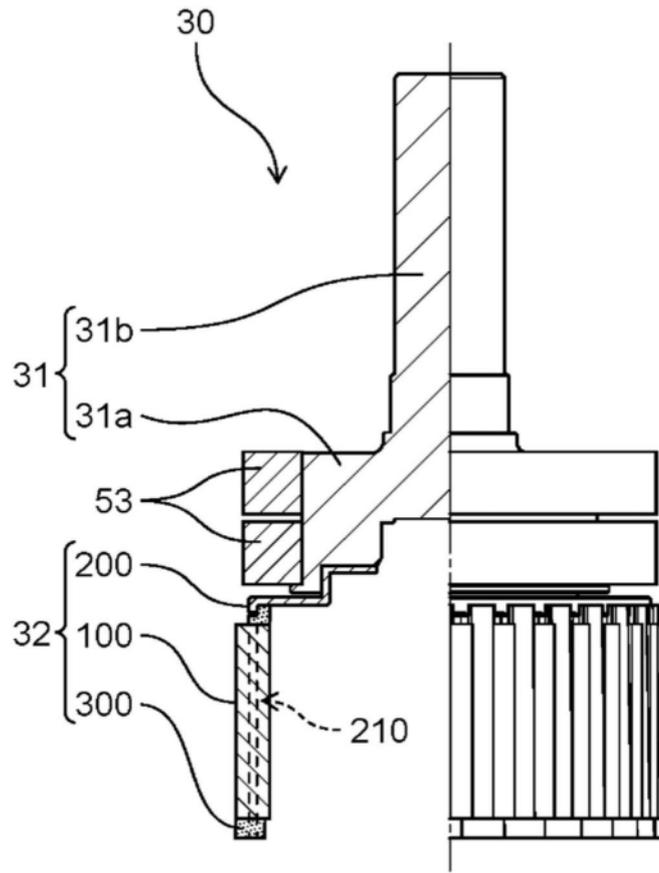


图22

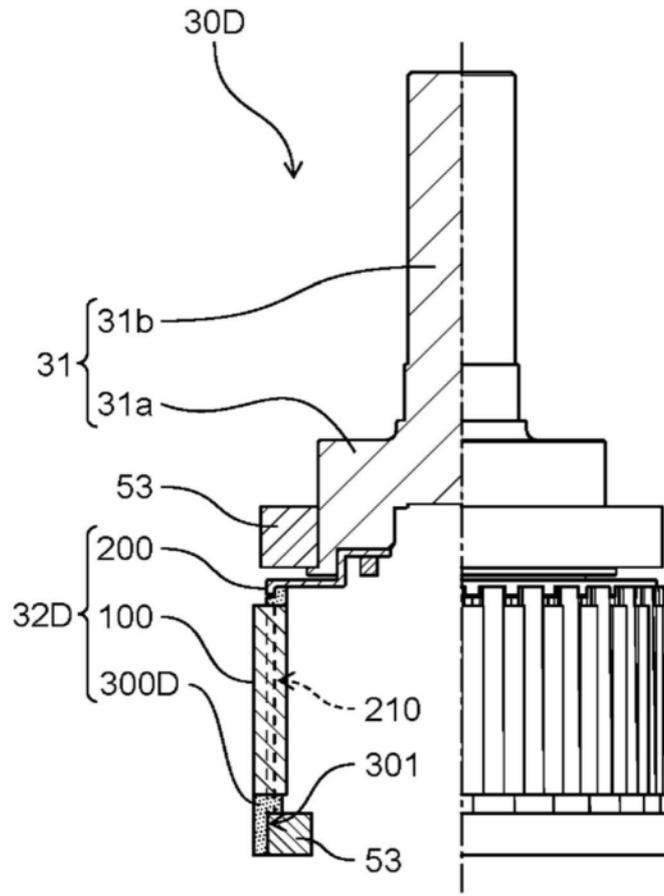


图23

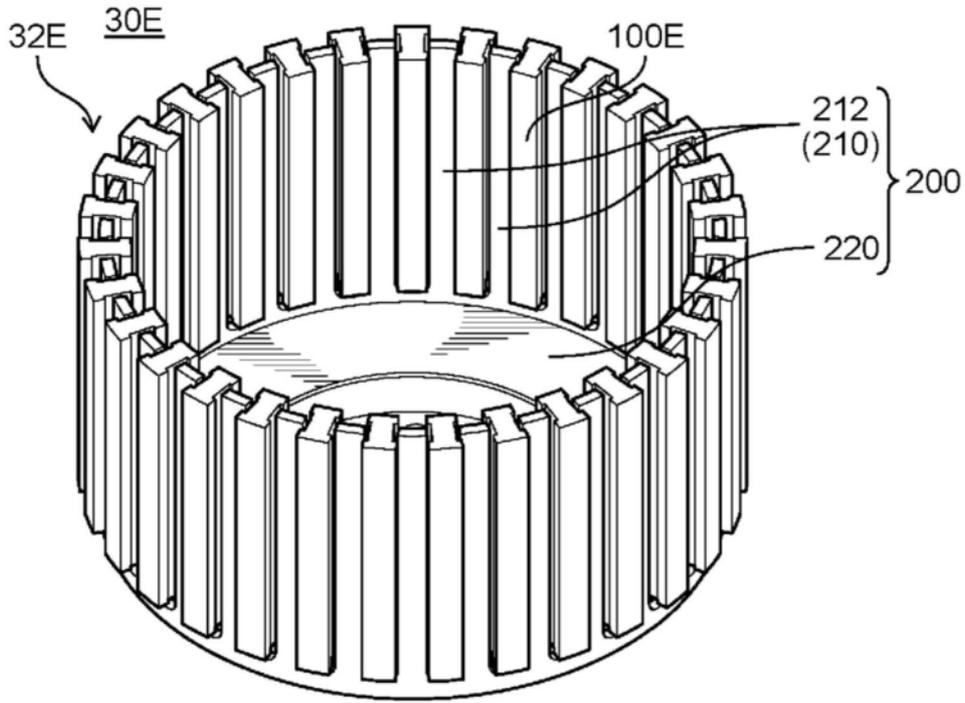


图24

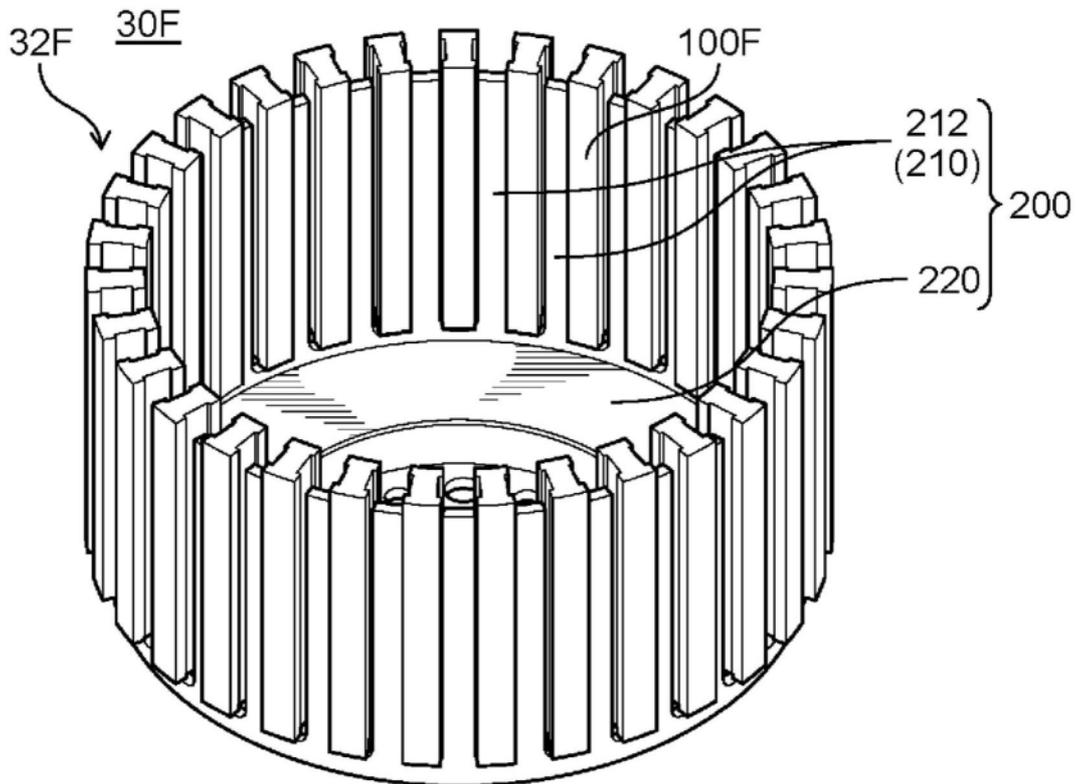


图25

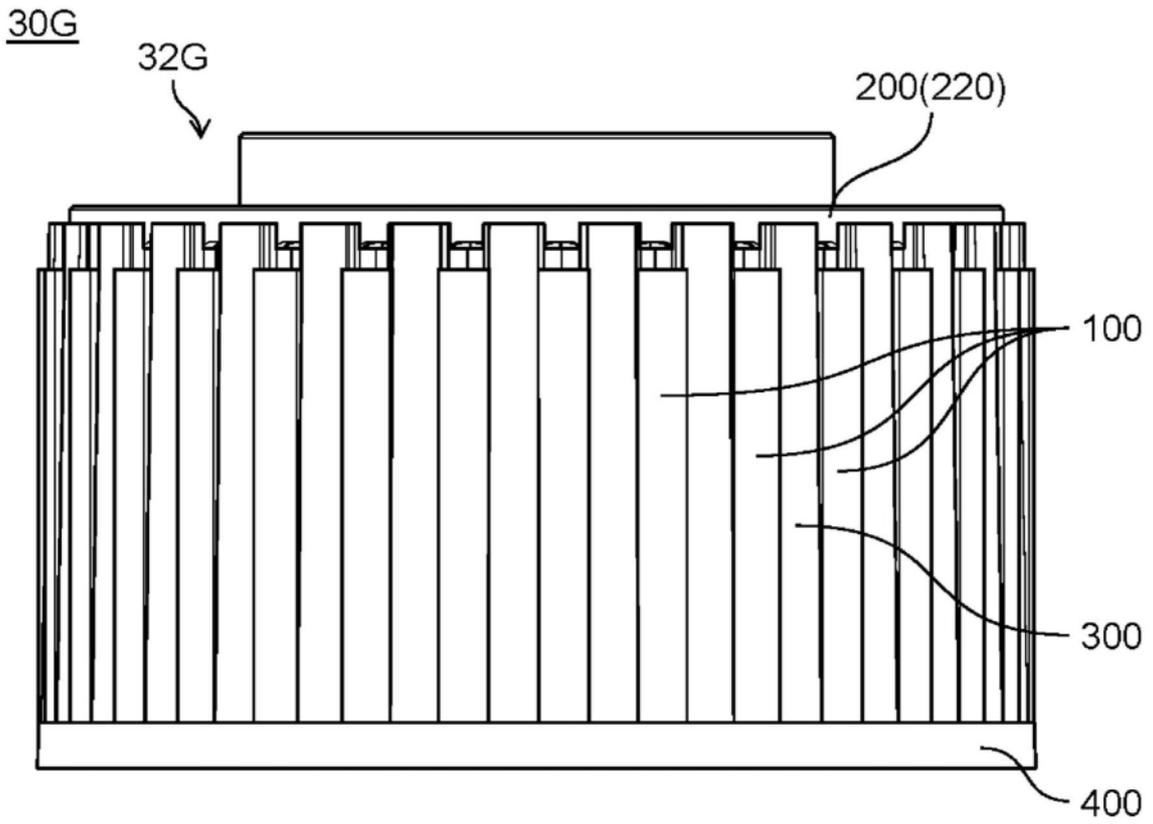


图26

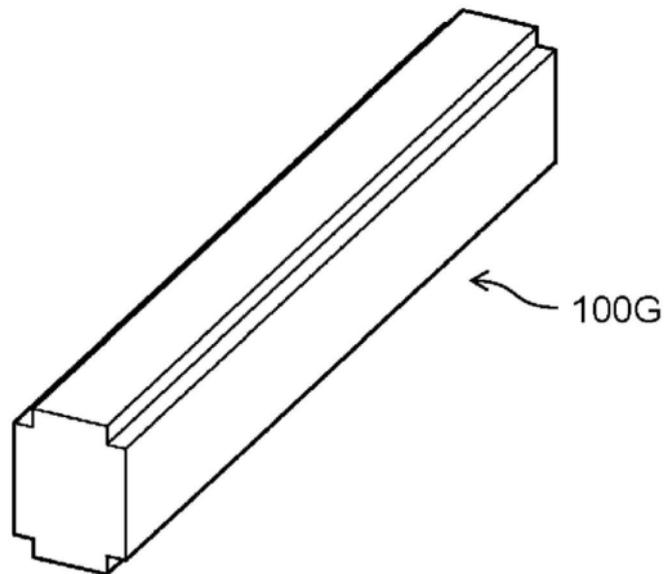


图27A

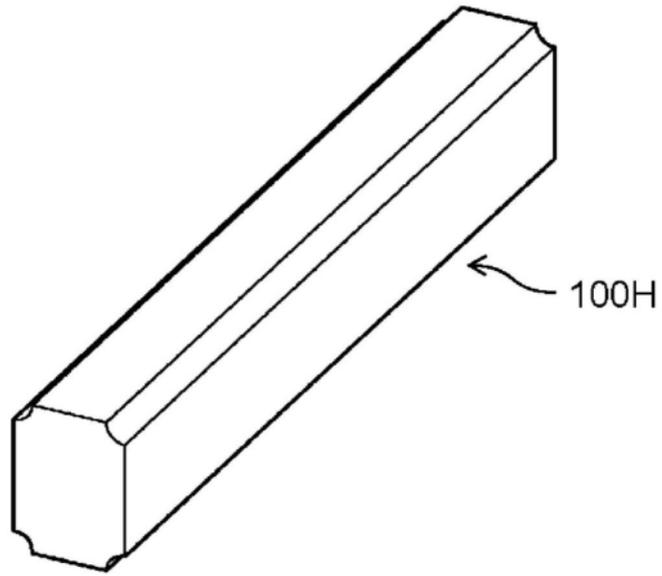


图27B

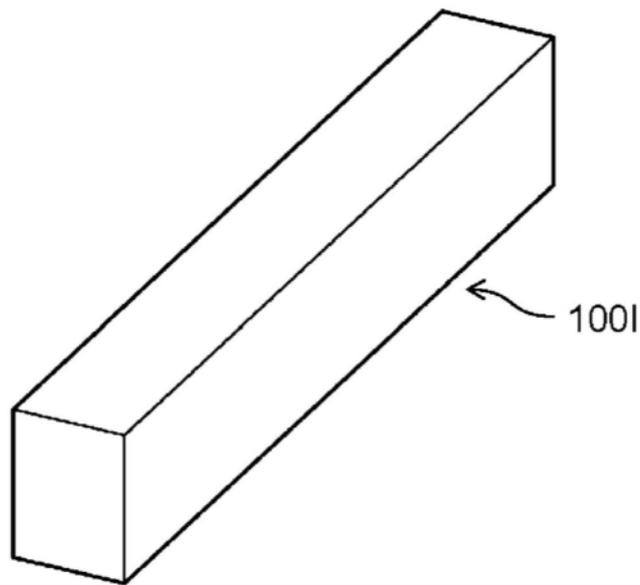


图27C

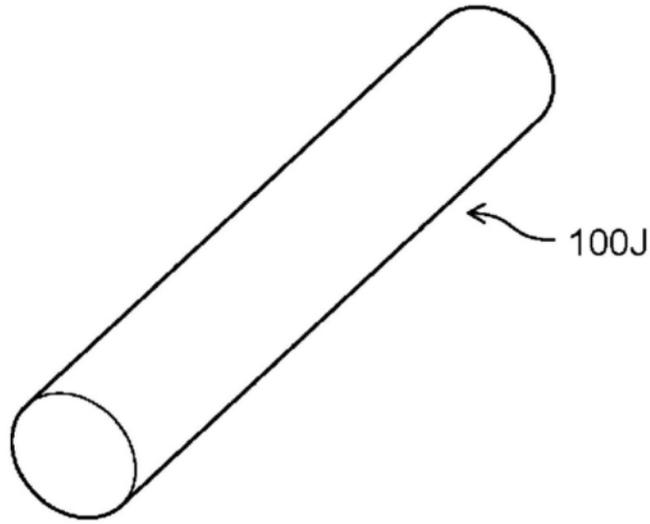


图27D

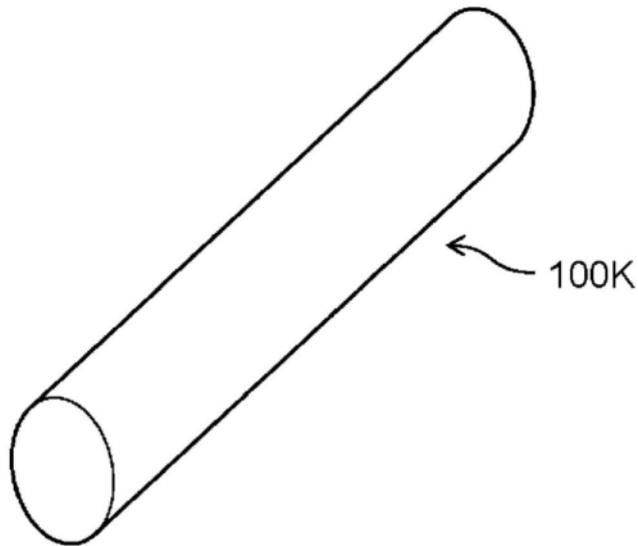


图27E

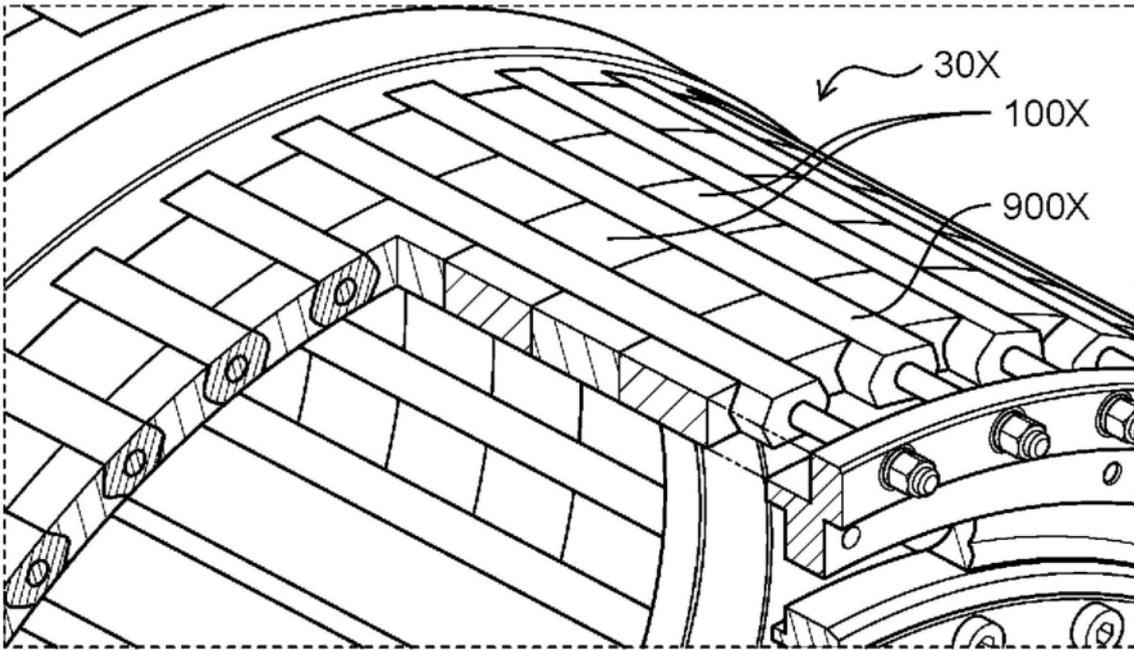


图28