



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116391313 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 04

(21) 申请号 202180071483.2

(22) 申请日 2021.11.30

(30) 优先权数据

2021-023262 2021.02.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.04.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/043827 2021.11.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/176308 JA 2022.08.25

(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 西山典祯

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

专利代理师 龙淳 何中文

(51) Int.Cl.

H02K 7/14 (2006.01)

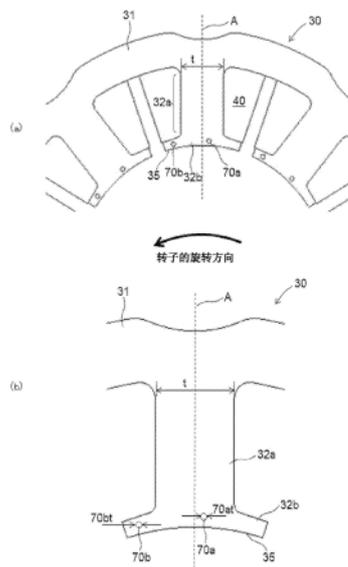
权利要求书2页 说明书13页 附图15页

(54) 发明名称

永磁同步电机、压缩机和设备

(57) 摘要

在本发明的永磁同步电机3构成为,定子3b具有环形的定子轭31、从定子轭31延伸的多个定子齿32、形成于定子齿32之间的槽40,定子齿32具有供绕组50卷绕在其上的定子齿基部32a;和位于定子齿基部32a的、在前端形成有与转子3a相对的相对面35的定子齿前端部32b,在定子齿前端部32b在沿着相对面35的方向上排列着至少2个小孔70a、70b,小孔70a、70b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸范围内和周向宽度尺寸范围外,通过采用这样的结构,能够减小齿方向(半径方向)的变动,能够实现基于低振动的低噪音和效率。



1. 一种永磁同步电机,其特征在于,具有:
配置成能够以旋转轴为中心旋转的转子;和
与所述转子隔着气隙配置的定子,
所述定子具有:
以所述旋转轴为中心的环形的定子轭;
从所述定子轭向所述转子延伸的多个定子齿;和
形成在所述定子齿之间的槽,
在所述槽内配置有绕组,
所述定子齿具有:
供所述绕组卷绕在其上的定子齿基部;和
位于所述定子齿基部的前端,形成有与所述转子相对的相对面的定子齿前端部,
在所述定子齿前端部,在沿着所述相对面的方向上排列有至少2个小孔,
所述小孔配置在所述定子齿基部的周向宽度尺寸范围内和所述周向宽度尺寸范围外。
2. 如权利要求1所述的永磁同步电机,其特征在于:
令所述定子齿基部的周向宽度尺寸中心为齿基部假想中心线,
在所述周向宽度尺寸范围内配置的所述小孔,与所述齿基部假想中心线相比位于所述转子的旋转方向的相反方向上的位置。
3. 如权利要求1或2所述的永磁同步电机,其特征在于:
在所述周向宽度尺寸范围外配置的所述小孔,配置在所述转子的旋转方向上。
4. 权利要求1或2所述的永磁同步电机,其特征在于:
在所述周向宽度尺寸范围外配置的所述小孔,配置在所述转子的旋转方向的相反方向上。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的永磁同步电机,其特征在于:
至少1个所述小孔的截面形状为四边形、三角形、多边形或椭圆形。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的永磁同步电机,其特征在于:
各个所述小孔以其距所述相对面的距离不同的方式配置。
7. 如权利要求1~6中任一项所述的永磁同步电机,其特征在于:
所述定子通过将多个定子芯在所述旋转轴的轴向层叠而构成,
在一部分所述定子芯形成有所述小孔,
在其他所述定子芯没有形成所述小孔。
8. 一种压缩机,其特征在于:
使用权利要求7所述的永磁同步电机,
所述永磁同步电机和压缩机构部由轴连结,
在所述压缩机构部侧配置有没有形成所述小孔的所述定子芯,
在远离所述压缩机构部的一侧配置有形成有所述小孔的所述定子芯。
9. 一种压缩机,其特征在于:
使用权利要求1~7中任一项所述的永磁同步电机,
所述永磁同步电机和压缩机构部由轴连结,
利用所述压缩机构部压缩制冷剂。

10. 一种使用压缩机的设备,其特征在于:
权利要求8或9所述的压缩机、冷凝器、减压装置和蒸发器由配管连接成环状。

永磁同步电机、压缩机和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及永磁同步电机、使用该永磁同步电机的压缩机和使用该压缩机的设备。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了一种旋转电机,其能够同时实现抑制旋转电机应产生的周向转矩的下降和降低在旋转电机产生的径向的电磁激振力。

[0003] 在专利文献1中,通过在齿部中的气隙附近设置轴向连通孔来抑制周向转矩的下降。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2015-96022号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 发现了:作用于定子齿的电磁激振力根据转子的旋转位置、通电电流而变化,从齿部的中心在旋转方向的相反侧增强电磁激振力的半径方向力最大,但重要的是在调节磁通的流动的同时不使转矩下降。

[0009] 本发明的目的在于,提供能够减小半径方向力的变动(变化),实现基于低振动的低噪音且高效率的永磁同步电机,使用该永磁同步电机的用于空调机、除湿机、热泵式热水器、冷藏库(家用冷藏库、商用冷藏库)、制冰机、展示柜、热泵式洗涤干燥机、自动售货机等压缩机,和使用该压缩机的设备。

[0010] 用于解决技术问题的技术方案

[0011] 权利要求1所述的本发明的永磁同步电机的特征在于,具有:配置成可以旋转轴为中心旋转的转子;和与所述转子隔着气隙配置的定子,所述定子具有:以所述旋转轴为中心的环形的定子轭;从所述定子轭向所述转子延伸的多个定子齿;和形成在所述定子齿之间的槽,在所述槽内配置有绕组,所述定子齿具有:供所述绕组卷绕在其上的定子齿基部;和位于所述定子齿基部的前端,形成有与所述转子相对的相对面的定子齿前端部,在所述定子齿前端部,在沿着所述相对面的方向上排列有至少2个小孔,所述小孔配置在所述定子齿基部的周向宽度尺寸范围内和所述周向宽度尺寸范围外。

[0012] 权利要求2所述的本发明的特征在于,在权利要求1所述的永磁同步电机中,令所述定子齿基部的周向宽度尺寸中心为齿基部假想中心线,配置在所述周向宽度尺寸范围内的所述小孔,与所述齿基部假想中心线相比位于所述转子的旋转方向的相反方向上的位置。

[0013] 权利要求3所述的本发明的特征在于,在权利要求1或权利要求2所述的永磁同步电机中,配置在所述周向宽度尺寸范围外的所述小孔,在所述转子的旋转方向上配置。

[0014] 权利要求4所述的本发明的特征在于,在权利要求1或权利要求2所述的永磁同步电机中,配置在所述周向宽度尺寸范围外的所述小孔,在所述转子的旋转方向的相反方向上配置。

[0015] 权利要求5所述的本发明的特征在于,在权利要求1至权利要求4的任一项所述的永磁同步电机中,至少1个所述小孔的截面形状为四边形、三角形、多边形或椭圆形。

[0016] 权利要求6所述的本发明的特征在于,在权利要求1至权利要求5的任一项所述的永磁同步电机中,各个所述小孔以各自距所述相对面的距离不同的方式配置。

[0017] 权利要求7所述的本发明的特征在于,在权利要求1至权利要求6的任一项所述的永磁同步电机中,所述定子通过将多个定子芯沿所述旋转轴的轴向层叠而构成,在一部分的所述定子芯形成有所述小孔,在其他所述定子芯没有形成所述小孔。

[0018] 权利要求8所述的本发明的压缩机的特征在于,使用权利要求7所述的永磁同步电机,所述永磁同步电机和压缩机构部由轴连结,在所述压缩机构部侧配置有没有形成所述小孔的所述定子芯,在远离所述压缩机构部的一侧配置有形成有所述小孔的所述定子芯。

[0019] 权利要求9所述的本发明的压缩机的特征在于,使用权利要求1至权利要求7的任一项所述的永磁同步电机,所述永磁同步电机和压缩机构部由轴连结,可利用所述压缩机构部压缩制冷剂。

[0020] 权利要求10所述的本发明的设备的特征在于,权利要求8或权利要求9所述的压缩机、冷凝器、减压装置和蒸发器由配管连接为环状。

[0021] 发明效果

[0022] 根据本发明,能够在定子齿前端部的不同的位置通过不同的时刻调节伴随转子的旋转而产生的磁通的流动(磁通流),能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩并且减小半径方向力的变动,能够实现因低振动而得到的低噪音和高效率。

附图说明

[0023] 图1是表示使用本发明的实施例1的永磁同步电机的压缩机的结构的纵截面图。

[0024] 图2是本实施例的永磁同步电机的结构图。

[0025] 图3是表示本实施例的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。

[0026] 图4是表示本实施例的齿方向(半径方向)力和转矩的图表(曲线图)。

[0027] 图5是表示相对于小孔的配置角度的、齿方向(半径方向)力的变动幅度和转矩的关系的图表。

[0028] 图6是表示使2个小孔的配置为X、A1、A2、B1、B2、B3时的齿方向(半径方向)力的变动幅度和转矩的关系的图表。

[0029] 图7是表示本发明的实施例2的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。

[0030] 图8是表示本实施例的齿方向(半径方向)力和转矩的图表。

[0031] 图9是表示本发明的实施例3的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。

[0032] 图10是表示本实施例的齿方向(半径方向)力和转矩的图表。

[0033] 图11是表示其他实施例的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。

[0034] 图12是表示其他实施例的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。

[0035] 图13是表示使用本发明的实施例4的永磁同步电机的压缩机的主要部分的结构

图。

[0036] 图14是表示图13所示的实施例的转矩变动的图表。

[0037] 图15是表示使用本发明的实施例5的永磁同步电机的压缩机的主要部分的结构图。

具体实施方式

[0038] 本发明的第1实施方式的永磁同步电机构成为,在定子齿前端部,至少2个小孔在沿着相对面的方向上排列,小孔配置在定子齿基部的周向宽度尺寸范围内和周向宽度尺寸范围外。根据本实施方式,能够在定子齿前端部的不同的位置通过不同的时刻调节伴随转子的旋转而产生的磁通的流动,能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩、并减小齿方向(半径方向)的变动,实现基于低振动的低噪音和高效率。

[0039] 本发明的第2实施方式为:在第1实施方式的永磁同步电机中,令定子齿基部的周向宽度尺寸中心为齿基部假想中心线,配置在周向宽度尺寸范围内的小孔,与齿基部假想中心线相比位于转子的旋转方向的相反方向上的位置。根据本实施方式,能够同时实现降低齿方向(半径方向)力的变动和抑制转矩下降。

[0040] 本发明的第3实施方式为:在第1或第2实施方式的永磁同步电机中,配置在周向宽度尺寸范围外的小孔,在转子的旋转方向上配置。根据本实施方式,能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)力的变动,能够实现因低振动而得到的低噪音和高效率。

[0041] 本发明的第4实施方式为:在第1或第2实施方式的永磁同步电机中,配置在周向宽度尺寸范围外的小孔,在转子的旋转方向的相反方向上配置。根据本实施方式,能够降低转矩的局部的最大值。

[0042] 本发明的第5实施方式为:在第1至第4的任一实施方式的永磁同步电机中,至少1个小孔的截面形状为四边形、三角形、多边形或椭圆形。根据本实施方式,因为四边形、三角形、多边形或椭圆形包括直线部,所以能够稳定地确保小孔与小孔之间的间隔的最小距离,能够抑制因加工误差而导致的磁阻的偏差。

[0043] 本发明的第6实施方式为:在第1至第5的任一实施方式的永磁同步电机中,各个小孔以其距相对面的距离不同的方式配置。根据本实施方式,能够成为与伴随转子的旋转而作用于定子的磁通、定子齿方向(半径方向)力相应的配置,能够调节磁通的流动,能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)的变动。

[0044] 本发明的第7实施方式为:在第1至第6的任一实施方式的永磁同步电机中,定子通过将多个定子芯沿旋转轴的轴向层叠而构成,在一部分的定子芯形成有小孔,在其他定子芯没有形成小孔。根据本实施方式,在没有形成小孔的定子芯和形成有小孔的定子芯,转矩脉动相位发生偏离,因此,通过这些定子芯层叠能够降低转矩的脉动。

[0045] 本发明的第8实施方式的压缩机使用第7实施方式的永磁同步电机,永磁同步电机和压缩机构部由轴连结,在压缩机构部侧配置有没有形成小孔的定子芯,在远离压缩机构部的一侧配置有形成有小孔的定子芯。根据本实施方式,通过在远离压缩机构部的一侧配置齿方向(半径方向)力的变动小的定子芯,转子的支承刚性增加。

[0046] 本发明的第9实施方式的压缩机使用第1至第7的任一实施方式的永磁同步电机,

永磁同步电机和压缩机构部由轴连结,可利用压缩机构部压缩制冷剂。根据本实施方式,能够不使转矩下降地实现基于低振动的低噪音且高效率的压缩机。

[0047] 本发明的第10实施方式的设备构成为,第8或第9实施方式的压缩机、冷凝器、减压装置和蒸发器由配管连接为环状。根据本实施方式,能够不使转矩下降地实现基于低振动的低噪音且高效率的设备。

[0048] 实施例

[0049] 以下,参照附图对本发明的实施例1进行说明。

[0050] 图1是表示使用本实施例的永磁同步电机的压缩机的结构的纵截面图。

[0051] 本实施例的压缩机10在密闭容器1内包括压缩制冷剂气体的压缩机构部2和驱动压缩机构部2的永磁同步电机3。

[0052] 密闭容器1内由压缩机构部2分隔为一个容器内空间和另一个容器内空间。并且在另一个容器内空间配置有永磁同步电机3。

[0053] 此外,另一个容器内空间由永磁同步电机3分隔为压缩机构侧空间和贮油侧空间。在贮油侧空间配置有贮油部4。

[0054] 吸入管5和排出管6通过焊接(熔接)而固定在密闭容器1。吸入管5和排出管6与密闭容器1的外部连通,与构成冷冻循环(制冷循环)的部件连接。吸入管5从密闭容器1的外部导入制冷剂气体,排出管6从一个容器内空间向密闭容器1的外部导出制冷剂气体。

[0055] 主轴承部件7a通过焊接、热装等固定于密闭容器1内,对轴8(转子3a的旋转轴)进行轴支承。轴8的一端由主轴承部件7a轴支承,另一端由轴承7b轴支承。在该主轴承部件7a通过螺栓固定有固定涡旋件2a。与固定涡旋件2a啮合的回旋涡旋件2b由主轴承部件7a和固定涡旋件2a夹着。固定涡旋件2a和回旋涡旋件2b构成涡旋式的压缩机构部2。

[0056] 在回旋涡旋件2b与主轴承部件7a之间设置有以十字滑环(Oldhamring,欧丹环)等构成的自转限制机构9。自转限制机构9防止回旋涡旋件2b的自转,引导回旋涡旋件2b进行圆轨道运动。回旋涡旋件2b由设置在轴8的上端的偏心轴偏心驱动。通过该偏心驱动,形成于固定涡旋件2a和回旋涡旋件2b之间的压缩室,从压缩机构部2的外周向中央部移动,减小容积而进行压缩。

[0057] 永磁同步电机3具有:配置成可以旋转轴8为中心旋转的转子3a;和与转子3a隔着气隙配置的定子3b。

[0058] 制冷剂从吸入管5被吸入压缩机构部2,由压缩机构部2压缩。之后,制冷剂被从排出管6排出。

[0059] 本实施例的设备构成为,压缩机10、冷凝器61、减压装置62和蒸发器63由配管呈环状地连接。在冷凝器61中使从排出管6排出的制冷剂冷凝,在减压装置62中将由冷凝器61冷凝了的制冷剂减压,在蒸发器63中使由减压装置62减压了的制冷剂蒸发。

[0060] 由蒸发器63蒸发的制冷剂从吸入管5返回压缩机10。

[0061] 图2是本实施例的永磁同步电机的结构图,图2(a)是安装在图1所示的压缩机的状态下的截面图,图2(b)是表示从图2(a)拆下了轴和转子的状态的截面图,图2(c)是表示从图2(a)拆下了密闭容器和绕组的状态的截面图。

[0062] 转子3a固定于轴(shaft)8,定子3b固定于密闭容器1。在本实施例的压缩机中,转子3a的旋转轴为轴8。

[0063] 转子3a由磁性体构成,在转子3a的内部设置有多个狭缝,在这些狭缝中分别配置有永磁铁11。

[0064] 定子3b通过多个定子芯30沿着转子3a的旋转轴8的轴向层叠而构成。定子芯30具有:以转子3a的旋转轴8为中心的环状的定子轭31;从定子轭31向转子3a延伸的多个定子齿32;和形成在定子齿32之间的槽40。在槽40中配置有绕组50。

[0065] 图3是表示本实施例的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。

[0066] 本实施例的定子芯30的定子齿32具有:隔着绝缘材料(未图示)卷绕有绕组50(参照图2)的定子齿基部32a;和位于定子齿基部32a的前端,形成与转子3a(参照图2)相对的相对面35的定子齿前端部32b。

[0067] 定子齿前端部32b通过与定子齿基部32a的周向宽度尺寸(周向宽度尺寸部)t相比向两侧伸出而形成。

[0068] 在定子齿前端部32b,至少2个小孔70a、70b在沿着相对面35的方向上排列地配置。此处,小孔70a、70b用于提高磁阻,只要是非磁性的则效果好,既可以是空隙也可以埋有树脂。

[0069] 小孔70a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔70b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。

[0070] 通过配置这些小孔70a、70b,能够在定子齿前端部32b的不同的位置通过不同的定时调节伴随转子3a的旋转而产生的磁通的流动,能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)的变动,能够实现因低振动而得到的低噪音和高效率。

[0071] 令定子齿基部32a的周向宽度尺寸t中心为齿基部假想(虚拟)中心线A时,配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内的小孔70a,配置在与齿基部假想中心线A相比位于转子3a的旋转方向的相反方向上的位置。

[0072] 通过像这样配置小孔70a,能够兼顾降低齿方向(半径方向)力的变动和抑制转矩下降。

[0073] 此外,配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外的小孔70b,配置在转子3a的旋转方向上的位置。

[0074] 通过像这样配置小孔70b,能够维持与不设置小孔70b的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)力的变动(变化),能够实现基于低振动的低噪音和高效率。

[0075] 其中,在令小孔70a的直径为 $70at$ 、小孔70b的直径为 $70bt$ 时,优选直径 $70at$ 和直径 $70bt$ 为1mm以上,小孔70a与相对面35之间为0.5mm以上,小孔70b与相对面35之间为0.5mm以上。

[0076] 图4是表示本实施例的齿方向(半径方向)力和转矩的图表。

[0077] 图4(a)示出了作用于1个定子齿前端部的齿方向(半径方向)力与转子3a的旋转角的关系。现有例中没有设置小孔。

[0078] 定子齿前端部32b通过转子3a旋转而受到与转子磁极数相应的周期分量的齿方向(半径方向)力。本实施例为六极电机,作用于1个定子齿前端部的齿方向(半径方向)力是以旋转角度 60° 具有一个周期分量的齿方向(半径方向)力。

[0079] 此外,在本实施例中,为三相电机,关于作用于定子齿前端部32b的力的变动,以电角度 120° 、旋转角 40° ,齿方向(半径方向)力的变动相位发生偏离。

[0080] 齿方向(半径方向)力的变动幅度大时,定子齿32的振动大且电机的振动也变大,因而成为定子3b的外周与压缩机10的外壁内接触固定的通常的旋转压缩机、涡旋压缩机的振动较大的主要原因。

[0081] 通过使齿方向(半径方向)力的变动幅度降低,能够实现低振动的电机和压缩机10。

[0082] 齿方向(半径方向)力并非均匀地作用于定子齿前端部32b,伴随转子3a的旋转而局部作用的部位会发生变化。

[0083] 如图4(a)所示,根据本实施例,能够有效降低伴随转子3a的旋转而局部作用的齿方向(半径方向)力。齿方向(半径方向)力在旋转角 $20^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 的区间比现有例减少。齿方向(半径方向)的变动力比与现有例相比为98%。

[0084] 另一方面,如图4(b)所示,比较现有例的转矩和本实施例的转矩可知,本实施例的转矩的最大值、最小值增加,但平均转矩与现有电机同等。

[0085] 图5是表示相对于小孔的配置角度的、齿方向(半径方向)力的变动幅度和转矩的关系的图表。令定子齿基部假想中心线A上为小孔的配置角度 0° ,用负的角度表示旋转方向侧,用正的角度表示旋转方向的相反侧。

[0086] 如图5所示,如果仅将小孔70a、70b中的一个小孔70配置在定子齿前端部并改变配置角度,则齿方向(半径方向)力的变动幅度和转矩发生变化。此处,减小齿方向(半径方向)力的变动幅度对于降低振动是有效的。

[0087] 小孔的配置角度处于图5所示的A区间(大致 $-14^{\circ}\sim -10^{\circ}$)时转矩增大,处于B区间(大致 $-2^{\circ}\sim 7^{\circ}$)时齿方向(半径方向)力的变动幅度的降低效果明显。

[0088] 因而,通过将小孔70a、70b配置在A区间和B区间,能够同时实现低振动和高转矩。

[0089] 图6是令无孔为X、配置1个小孔为A1、A2、配置2个小孔为B1、B2、B3时的齿方向(半径方向)力的变动幅度和转矩的关系的图表。

[0090] 相比于无孔X,在A区间仅在 -12.5° 配置小孔的A1的转矩大,但对低振动有效的降低齿方向(半径方向)力的变动幅度的效果小。相比于无孔X,在B区间仅在 5° 配置小孔的A2的对低振动有效的降低齿方向(半径方向)力的变动幅度的效果明显,但转矩下降。

[0091] 在配置2个小孔的B1、B2、B3中,在A区间将小孔配置在转矩增加的小孔配置角度 -12.5° ,在B区间将小孔配置在齿方向(半径方向)力的变动幅度降低的 1.5° 至 5° 。B1将小孔配置在了 -12.5° 和 1.5° ,B2将小孔配置在了 -12.5° 和 5° ,B3将小孔配置在了 -12.5° 和 3° 。

[0092] 尤其是在B3中,与无孔X的转矩相同,且能够大幅降低齿方向(半径方向)力的变动幅度,能够实现低振动、转矩不降低的高效率的电机。

[0093] 图7是表示本发明的实施例2的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。另外,小孔以外的结构与实施例1相同,因此省略说明。

[0094] 在本实施例中,相比于图3所示的实施例1,使小孔70a的直径比小孔70b大,此外使从相对面35至小孔70a的距离比从相对面35至小孔70b的距离大。

[0095] 图8是表示本实施例的齿方向(半径方向)力和转矩的图表。

[0096] 图8(a)示出了作用于1个定子齿前端部32b的齿方向(半径方向)力和转子3a的旋转角的关系。现有例中没有设置小孔。

[0097] 定子齿前端部32b通过转子3a旋转而受到与转子磁极数相应的周期分量的齿方向

(半径方向)力。本实施例为六极电机,作用于1个定子齿前端部的齿方向(半径方向)力是以旋转角度 60° 具有一个周期分量的齿方向(半径方向)力。

[0098] 此外,在本实施例中,为三相电机,关于作用于定子齿前端部32b的力的变动,以电角度 120° 、旋转角 40° ,齿方向(半径方向)力的变动相位发生偏移。

[0099] 齿方向(半径方向)力的变动幅度大时,定子齿32的振动大且电机的振动也变大,因而成为定子3b的外周与压缩机10的外壁内接触固定的通常的旋转压缩机、涡旋压缩机的振动较大的主要原因。

[0100] 通过使齿方向(半径方向)力的变动幅度降低,能够实现低振动的电机和压缩机10。

[0101] 齿方向(半径方向)力并非均匀地作用于定子齿前端部32b,伴随转子3a的旋转,局部作用的部位会发生变化。

[0102] 在本实施例中,使小孔70a的直径比小孔70b大,此外使从相对面35至小孔70a的距离比从相对面35至小孔70b的距离大,因而能够降低齿方向(半径方向)力的最大值,齿方向(半径方向)力在旋转角 $20^\circ \sim 50^\circ$ 的区间比现有例减小。齿方向(半径方向)的变动力比与现有例相比降低至90%,能够提供更低振动的电机。

[0103] 另一方面,如图8(b)所示,比较现有例的转矩和本实施例的转矩可知,本实施例中高转矩的区间多,最小值下降,但平均转矩与现有电机同等。

[0104] 图9是表示本发明的实施例3的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。其中,小孔以外的结构与实施例1相同,因此省略说明。

[0105] 本实施例的定子芯30的定子齿32具有:卷绕有绕组50(参照图2)的定子齿基部32a;和位于定子齿基部32a的前端,形成与转子3a(参照图2)相对的相对面35的定子齿前端部32b。

[0106] 定子齿前端部32b通过与定子齿基部32a的周向宽度尺寸(周向宽度尺寸部)t相比向两侧伸出而形成。

[0107] 在定子齿前端部32b,至少2个小孔70a、70b在沿着相对面35的方向上排列配置。此处,小孔70a、70b用于提高磁阻,只要是非磁性的则效果好,既可以是空隙也可以埋有树脂。

[0108] 小孔70a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔70b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。

[0109] 通过配置这些小孔70a、70b,能够在定子齿前端部32b的不同的位置通过不同的时刻调节伴随转子的旋转而产生的磁通的流动,能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)力的变动,能够实现基于低振动的低噪音和高效率。

[0110] 当令定子齿基部32a的周向宽度尺寸t中心为齿基部假想中心线A时,配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内的小孔70a,配置在与齿基部假想中心线A相比靠转子3a的旋转方向的相反方向的位置。

[0111] 通过像这样配置小孔70a,能够同时实现降低齿方向(半径方向)力的变动和抑制转矩下降。

[0112] 此外,配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外的小孔70b,配置在转子3a的旋转方向的相反方向的位置。

[0113] 通过像这样配置小孔70b,能够减小转矩的局部的最大值。

[0114] 其中,在令小孔70a的直径为70at,令小孔70b的直径为70bt时,优选直径70at和直径70bt为1mm以上,小孔70a与相对面35之间为0.5mm以上,小孔70b与相对面35之间为0.5mm以上。

[0115] 图10是表示本实施例的齿方向(半径方向)力和转矩的图表。

[0116] 图10(a)示出了作用于1个定子齿前端部的齿方向(半径方向)力和转子3a的旋转角的关系。现有例中没有设置小孔。

[0117] 定子齿前端部32b通过转子3a旋转而受到与转子磁极数相应的周期分量的齿方向(半径方向)力。本实施例为六极电机,作用于1个定子齿前端部的齿方向(半径方向)力是以旋转角度 60° 具有一个周期分量的齿方向(半径方向)力。

[0118] 此外,在本实施例中,为三相电机,关于作用于定子齿前端部32b的力的变动,在电角度 120° 、旋转角(转角) 40° ,齿方向(半径方向)力的变动相位产生偏离。

[0119] 齿方向(半径方向)力的变动幅度大时,定子齿32的振动大且电机的振动也变大,因而成为定子3b的外周与压缩机10的外壁内接触固定的通常的旋转压缩机、涡旋压缩机的振动较大的主要原因。

[0120] 通过使齿方向(半径方向)力的变动幅度降低,能够实现低振动的电机和压缩机10。

[0121] 齿方向(半径方向)力并非均匀地作用于定子齿前端部32b,伴随转子3a的旋转而局部作用的部位会发生变化。

[0122] 如图10(a)所示,根据本实施例,能够有效降低伴随转子3a的旋转而局部作用的齿方向(半径方向)力。齿方向(半径方向)力在旋转角 $10^\circ \sim 50^\circ$ 的区间比现有例减小。齿方向(半径方向)的变动力比与现有例相比为98%。

[0123] 另一方面,如图10(b)所示,对现有例的转矩和本实施例的转矩进行比较,本实施例的转矩的最大值减少,最小值增加,转矩脉动成为1/3。另外,平均转矩与现有例同等。转矩脉动的下降降低了扭转方向的振动,转矩相对于指令电流的变动小,因此也有助于控制性的提高。

[0124] 图11和图12分别是表示其他实施例的永磁同步电机的定子芯的主要部分结构图。其中,小孔以外的结构与实施例1相同,因而省略说明。

[0125] 在图11(a)所示的定子芯30的定子齿前端部32b设置有3个小孔70a、70b、70c。

[0126] 小孔70a、70c配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔70b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。

[0127] 也能够像这样使小孔70a、70b、70c为3个以上。通过设置3个以上的小孔70a、70b、70c,易于在定子齿前端部32b的不同的位置通过不同的时刻调节伴随转子3a的旋转而产生的磁通的流动,能够维持与不设置小孔70a、70b、70c的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)力的变动,能够实现基于低振动的低噪音和高效率。

[0128] 在图11(b)所示的定子芯30的定子齿前端部32b设置有截面形状为四边形的小孔71a、71b。小孔71a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔71b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。在图11(b)中,示出了设置2个小孔71a、71b的情况,但也能够设置3个以上。

[0129] 在图11(c)所示的定子芯30的定子齿前端部32b设置有截面形状为三角形的小孔

72a、72b,使三角形的直线部处于相对面35侧。小孔72a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔72b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。在图11(c)中,示出了设置2个小孔72a、72b的情况,但也能够设置3个以上。

[0130] 在图11(d)所示的定子芯30的定子齿前端部32b设置有截面形状为三角形的小孔72a、72b,使三角形的顶点部处于相对面35侧。小孔72a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔72b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。在图11(d)中,示出了设置2个小孔72a、72b的情况,但也能够设置3个以上。

[0131] 在图11(e)所示的定子芯30的定子齿前端部32b设置有截面形状为四边形的小孔71a、71b,小孔71a使四边形的直线部处于相对面35侧,小孔71b使四边形的顶点部处于相对面35侧。小孔71a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔71b配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外。在图11(e)中,示出了设置2个小孔71a、71b的情况,但也能够设置3个以上。

[0132] 其中,在图11(b)和图11(e)中示出了截面形状为四边形的小孔71a、71b,在图11(c)和图11(d)中示出了截面形状为三角形的小孔72a、72b,但截面形状也可以是其他的多边形。

[0133] 在图12(a)所示的定子芯30的定子齿前端部32b,截面形状为椭圆形的小孔73a、73c配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,截面形状为圆形的小孔70b在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外配置在转子3a的旋转方向的位置。小孔73a、73c使椭圆的长边为半径方向。在图12(a)中示出了设置2个小孔73a、73c的情况,但也能够设置3个以上。

[0134] 在图12(b)所示的定子芯30的定子齿前端部32b,将截面形状为椭圆形的小孔73a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,将截面形状为椭圆形的小孔73b在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外配置在转子3a的旋转方向的相反方向的位置。小孔73a、73b使椭圆的长边沿着旋转方向。在图12(b)中示出了设置2个小孔73a、73b的情况,但也能够设置3个以上。

[0135] 在图12(c)所示的定子芯30的定子齿前端部32b,将截面形状为椭圆形的小孔73a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,将截面形状为椭圆形的小孔73b在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外配置在转子3a的旋转方向。小孔73a使椭圆的长边沿着半径方向,小孔73b使椭圆的长边沿着相对于齿基部假想中心线A倾斜的方向。在图12(c)中示出了设置2个小孔73a、73b的情况,但也能够设置3个以上。

[0136] 在图12(d)所示的定子芯30的定子齿前端部32b设置有3个小孔70a、70b、70d。

[0137] 小孔70a配置在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内,小孔70b在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外配置在转子3a的旋转方向的位置,小孔70d在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外配置在转子3a的旋转方向的相反方向的位置。

[0138] 通过像这样设置3个以上的小孔70a、70b、70d,易于在定子齿前端部的不同的位置通过不同的时刻调节伴随转子的旋转而产生的磁通的流动,能够维持与不设置小孔70a、70b、70c的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)的变动,能够实现基于低振动的低噪音和高效率。

[0139] 在图12(e)所示的定子芯30的定子齿前端部32b,在定子齿基部32a的周向宽度尺

寸t的范围内设置了3个小孔70a、70c、70e,在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外在转子3a的旋转方向的相反方向设置了小孔70d。

[0140] 在图12(e)中,小孔70e与相对面35的距离不同于2个小孔70a、70c与相对面35的距离。

[0141] 通过像这样使距相对面35的距离不同地配置3个小孔70a、70c、70e,能够成为与伴随转子3a的旋转而作用于定子3b的磁通、定子齿32方向力相应的配置,能够调节磁通的流动,能够维持与不设置小孔的情况同等的转矩并减小齿方向(半径方向)的变动。

[0142] 在图12(f)所示的定子芯30的定子齿前端部32b,在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围内设置了小孔70a,并且在定子齿基部32a的周向宽度尺寸t的范围外沿转子3a的旋转方向的位置设置了小孔70b。并且,使2个小孔70a、70b的大小不同。也可以像这样使小孔70a、70b的大小不同。另外,在图11(a)至图12(e)中,也可以使小孔70a、70b、70c、70d、71a、71b、72a、72b、73a、73b的大小不同。

[0143] 如图11(b)至图12(c)所示,能够使至少1个小孔71a、71b、72a、72b、73a、73b、73c的截面形状为四边形、三角形、多边形或椭圆形,四边形、三角形、多边形或椭圆形包括直线部,因此,能够稳定地确保小孔71a、71b、72a、72b、73a、73b、73c与小孔71a、71b、72a、72b、73a、73b、73c的间隔的最小距离,能够抑制因加工误差导致的磁阻的偏差。

[0144] 通过使用这样的本实施例的永磁同步电机3,能够不使转矩下降地实现基于低振动的低噪音且高效率的压缩机10。

[0145] 此外,使用采用这样的本实施例的永磁同步电机3的压缩机10的设备,能够实现基于低振动的低噪音和高效率。

[0146] 图13是表示使用本发明的实施例4的永磁同步电机的压缩机的主要部分的结构图。

[0147] 在图13(a)中,示出了压缩制冷剂气体的压缩机构部2和驱动压缩机构部2的永磁同步电机3的配置。压缩机构部2和永磁同步电机3由轴8连结。压缩机构部2是旋转压缩机构。

[0148] 永磁同步电机3具有转子3a和定子3b。定子3b由多个定子芯30沿转子3a的旋转轴8的轴向层叠而构成。

[0149] 如使用图2所说明了的那样,定子芯30具有环状的定子轭31和多个定子齿32,在定子齿32之间形成有槽40,在槽40内配置有绕组50。

[0150] 在本实施例中,使用形成有小孔70a、70b的定子芯30a和没有形成小孔70a、70b的定子芯30b作为定子芯30。

[0151] 图13(b)示出了形成有小孔70a、70b的定子芯30a,图13(c)示出了没有形成小孔70a、70b的定子芯30b。其中,图13(b)所示的定子芯30a是使用图7已经说明了的定子芯30。

[0152] 如图13(a)所示,在压缩机构部2侧层叠没有形成小孔70a、70b的定子芯30b,在远离压缩机构部2的一侧层叠形成有小孔70a、70b的定子芯30a。

[0153] 定子芯30a的齿方向(半径方向)力的变动比定子芯30b的齿方向(半径方向)力小。因而,尤其在转子3a由压缩机构部2悬臂支承的旋转压缩机中,通过在距压缩机构部2远的位置配置齿方向(半径方向)力的变动较小的定子芯30a,能够减小轴8的挠曲。

[0154] 在转子3a由压缩机构部2悬臂支承的情况下,因轴8的挠曲引起的倾斜而容易发生

气隙 (air gap) 的偏心, 在距压缩机构部2越远的位置气隙越窄, 因而滑动损耗增加。通过像本实施例这样在气隙变窄的位置配置定子芯30a, 能够减小作用于此处的齿方向 (半径方向) 的磁吸引力, 因此, 通过滑动损耗降低、轴8的挠曲减小, 能够提供基于低振动的低噪音且可靠性高的压缩机10。

[0155] 另外, 在图13(a)中, 示出了将压缩机构部2配置在永磁同步电机3的下方的压缩机10, 但将压缩机构部2配置在永磁同步电机3的上方的压缩机、或者将压缩机构部2和永磁同步电机3沿横向配置而使用的压缩机也同样。

[0156] 此外, 在图13(b)中, 示出了图7所示的定子芯30, 但使用图3、图9、图11(a)至图11(e)和图12(a)至图12(f)所示的定子芯30也同样。

[0157] 图14是表示图13所示的实施例的转矩变动的图表。

[0158] 如图14所示, 比较仅由定子芯30a构成定子芯30的实施例2(图7)、仅由定子芯30b构成定子芯30的现有例、和实施例3(定子芯30a和定子芯30b)的转矩可知, 本实施例的平均转矩与现有电机同等, 与仅由定子芯30a构成定子芯30的实施例2相比, 本实施例的转矩脉动进一步减少。

[0159] 图15是表示使用本发明的实施例5的永磁同步电机的压缩机的主要部分的结构图。

[0160] 在图15(a)中, 示出了压缩制冷剂气体的压缩机构部2和驱动压缩机构部2的永磁同步电机3的配置。压缩机构部2和永磁同步电机3由轴8连结。压缩机构部2是图1所示的涡旋压缩机构。

[0161] 永磁同步电机3具有转子3a和定子3b。定子3b由多个定子芯30沿转子3a的旋转轴8的轴向层叠而构成。

[0162] 如使用图2所说明了的那样, 定子芯30具有环状的定子轭31和多个定子齿32, 在定子齿32之间形成有槽40, 在槽40中配置有绕组50。

[0163] 在本实施例中, 使用形成有小孔70a、70b的定子芯30a和没有形成小孔70a、70b的定子芯30b作为定子芯30。

[0164] 图15(b)示出了形成有小孔70a、70b的定子芯30a, 图15(c)示出了没有形成小孔70a、70b的定子芯30b。另外, 图15(b)所示的定子芯30a是用图7已经说明了的定子芯30。

[0165] 如图15(a)所示, 在压缩机构部2侧和远离压缩机构部2的一侧层叠没有形成小孔70a、70b的定子芯30b, 在这些定子芯30b之间层叠形成有小孔70a、70b的定子芯30a。

[0166] 定子芯30a的齿方向 (半径方向) 力的变动比定子芯30b的齿方向 (半径方向) 力小。因而, 尤其是在转子3a由压缩机构部2和轴承7b双臂支承的涡旋压缩机中, 通过在距压缩机构部2较远的位置配置齿方向 (半径方向) 力的变动小的定子芯30a, 能够减小轴8的挠曲。

[0167] 在转子3a由压缩机构部2和轴承7b双臂支承的情况下, 通过在易于产生轴的挠曲的轴支承之间的中央附近配置定子芯30a, 能够使得轴8的挠曲减少, 从而能够提供基于低振动的低噪音且可靠性高的压缩机10。另外, 在压缩机构部2侧使用比轴承7b侧直径大、轴长长的高刚性的轴8的情况下, 也可以在压缩机构部2侧配置定子芯30b, 在距压缩机构部2侧较远的位置配置定子芯30a。

[0168] 另外, 在图15(a)中, 示出了将压缩机构部2配置在永磁同步电机3的上方的压缩机, 但是将压缩机构部2配置在永磁同步电机3的下方的压缩机、或者将压缩机构部2和永磁

同步电机3沿横向配置而使用的压缩机10也同样。

[0169] 此外,在图15(b)中,示出了图7所示的定子芯30,但使用图3、图9、图11(a)至图11(e)和图12(a)至图12(f)所示的定子芯30也同样。

[0170] 另外,也可以在使用了所谓的分割芯、定子的电机中使用本实施方式中示出了的小孔配置芯,其中,所述分割芯是在周向上被分割、在对定子设置高密度绕组后沿周向排列并组合而成的芯,所述定子是在定子轭的一部分接合了的状态下设置高密度绕组后使轭部变形或可动而沿周向紧贴的定子。

[0171] 与周向上一体形成的通常的定子相比,分割芯定子、定子轭的一部接合了的定子的刚性低。此外,在因为采用高密度绕组而使得齿与轭的角度成为直角的T字状的定子中,即使齿与齿的中间的轭部的宽度尺寸变小,刚性也低。本发明的永磁同步电机对于分割芯也能够减小半径方向力的变动,能够实现因低振动而得到的低噪音和高效率。

[0172] 工业上的可利用性

[0173] 本发明的永磁同步电机适用于涡旋压缩机、旋转压缩机,但也能够用于往复式压缩机等压缩机。

[0174] 附图标记的说明

[0175] 1 密闭容器

[0176] 2 压缩机构部

[0177] 2a 固定涡旋件

[0178] 2b 回旋涡旋件

[0179] 3 永磁同步电机

[0180] 3a 转子

[0181] 3b 定子

[0182] 4 贮油部

[0183] 5 吸入管

[0184] 6 排出管

[0185] 7a 主轴承部件

[0186] 7b 轴承

[0187] 8轴(转子的旋转轴)

[0188] 8a 偏心轴部

[0189] 9 自转限制机构

[0190] 10 压缩机

[0191] 11 永磁铁

[0192] 30、30a、30b定子芯

[0193] 31 定子轭

[0194] 32 定子齿

[0195] 32a 定子齿基部

[0196] 32b 定子齿前端部

[0197] 35 相对面

[0198] 40 槽

- [0199] 50 绕组
- [0200] 61 冷凝器
- [0201] 62 减压装置
- [0202] 63 蒸发器
- [0203] 70a、70b、70c、70d、71a、71b、72a、72b、73a、73b小孔
- [0204] t 周向宽度尺寸
- [0205] A 齿基部假想中心线。

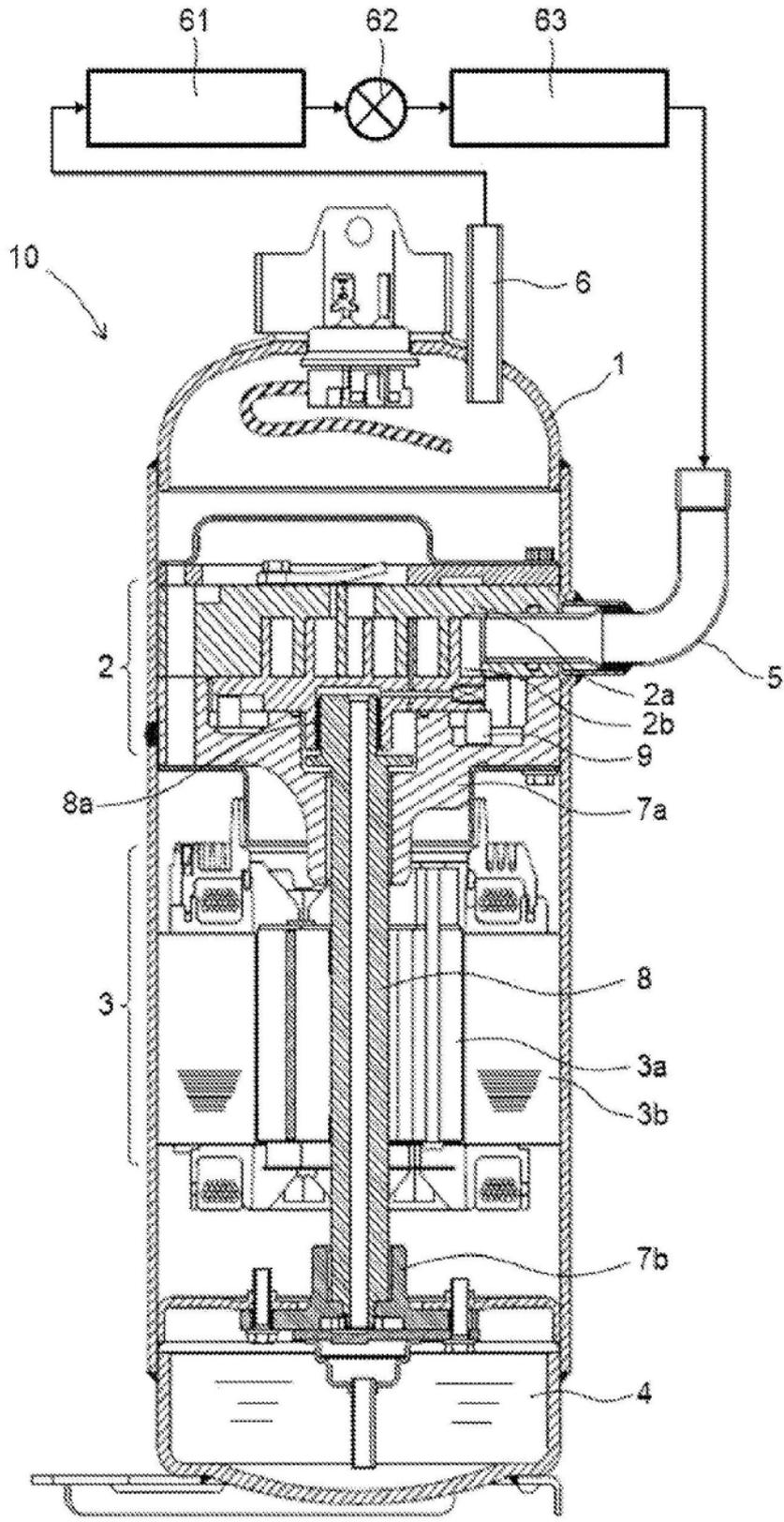


图1

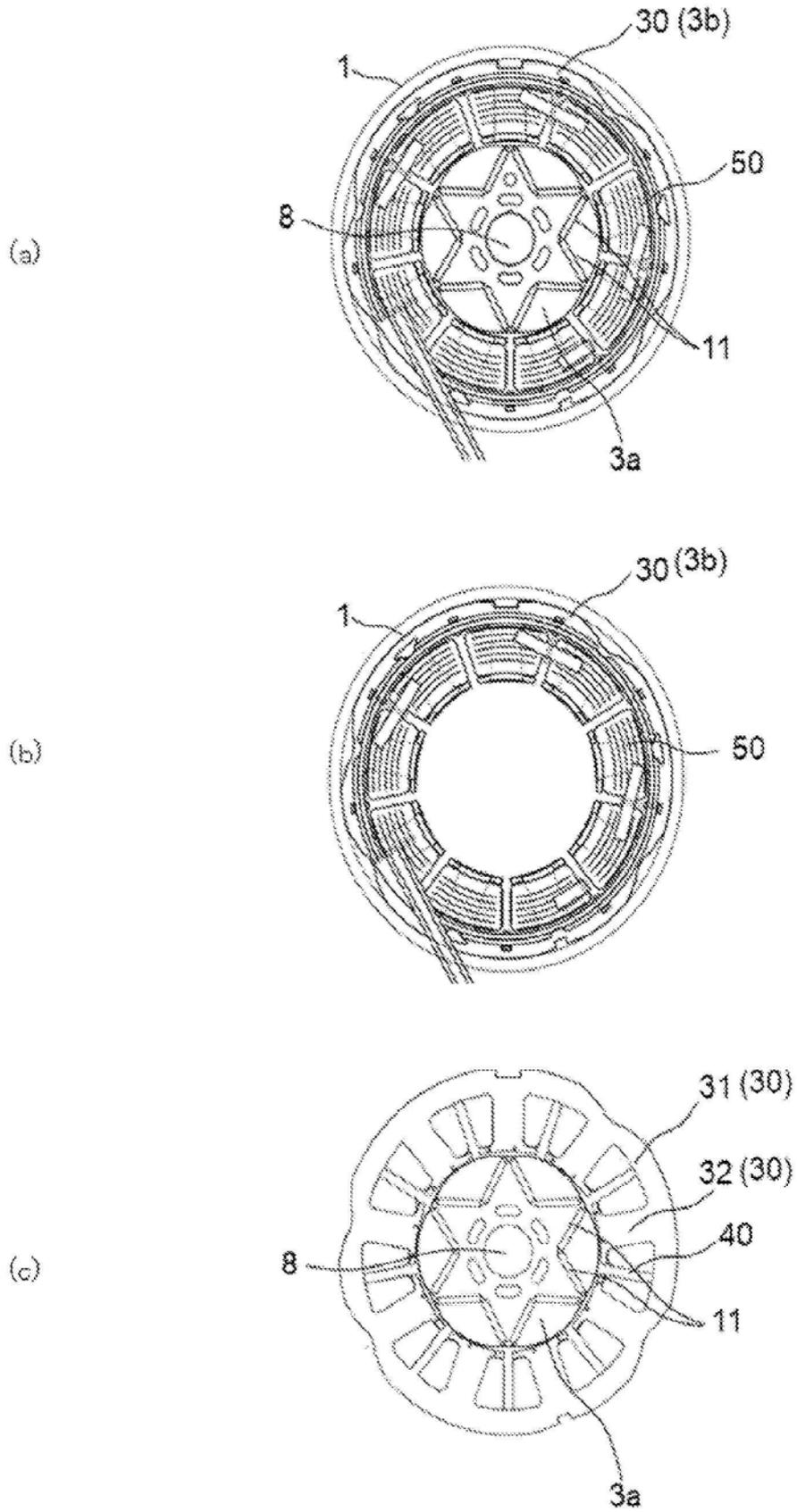


图2

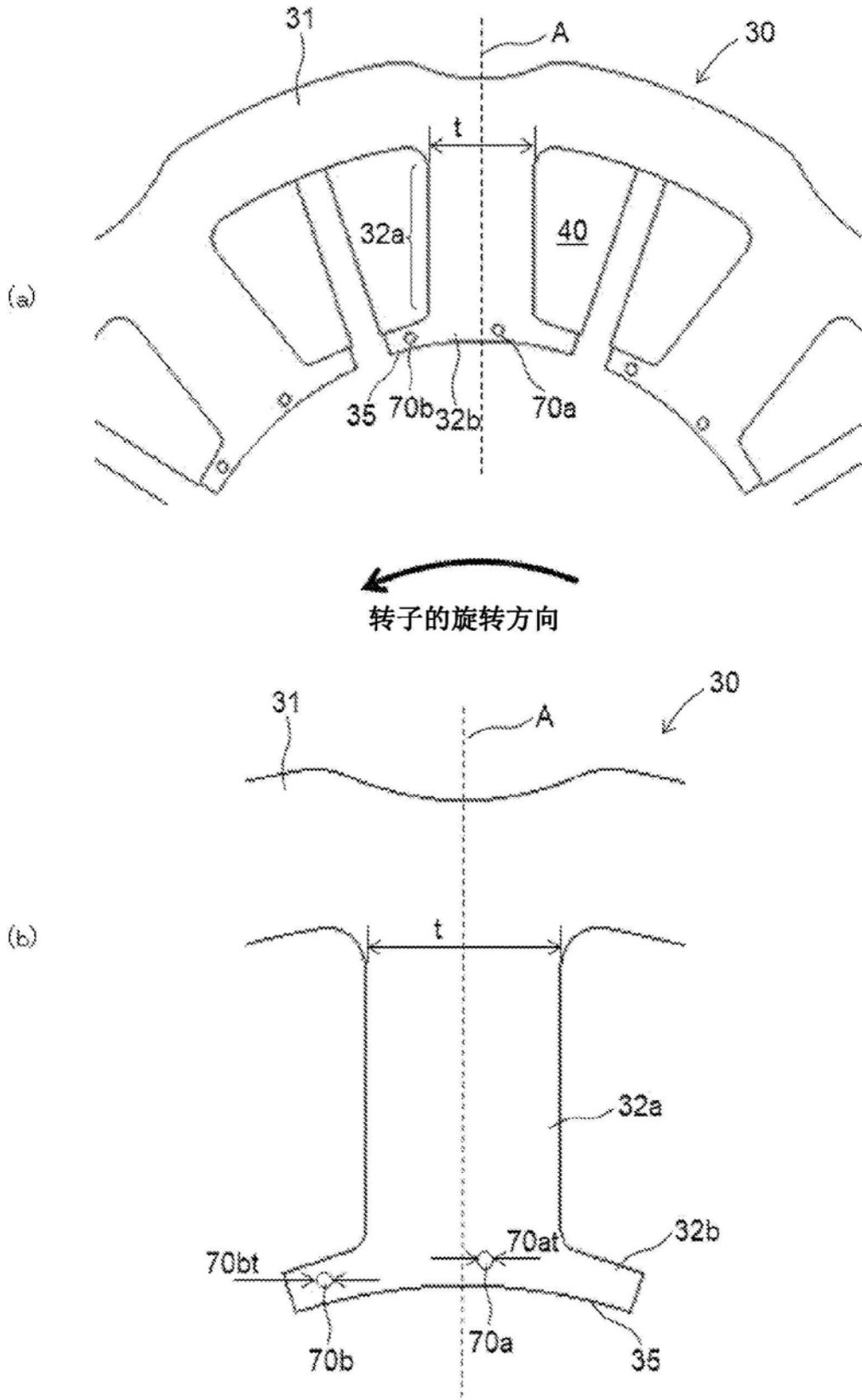


图3

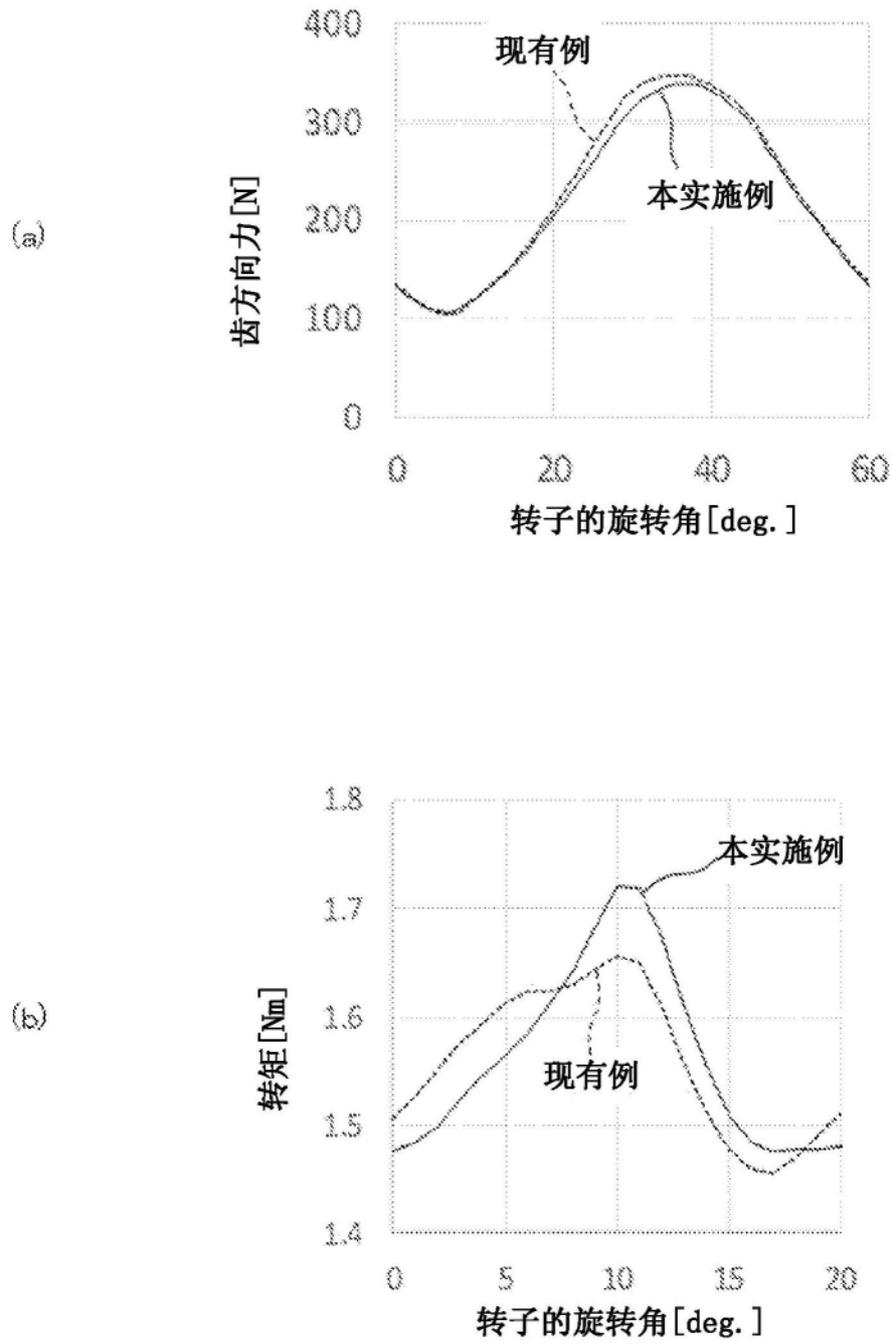


图4

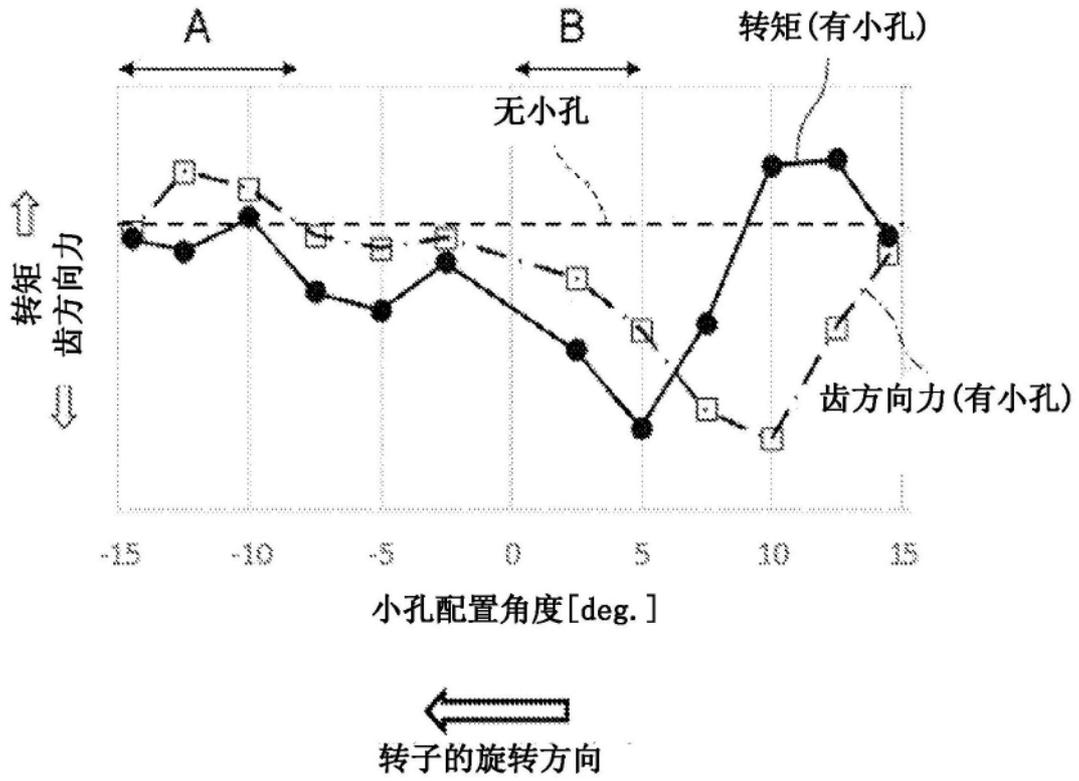


图5

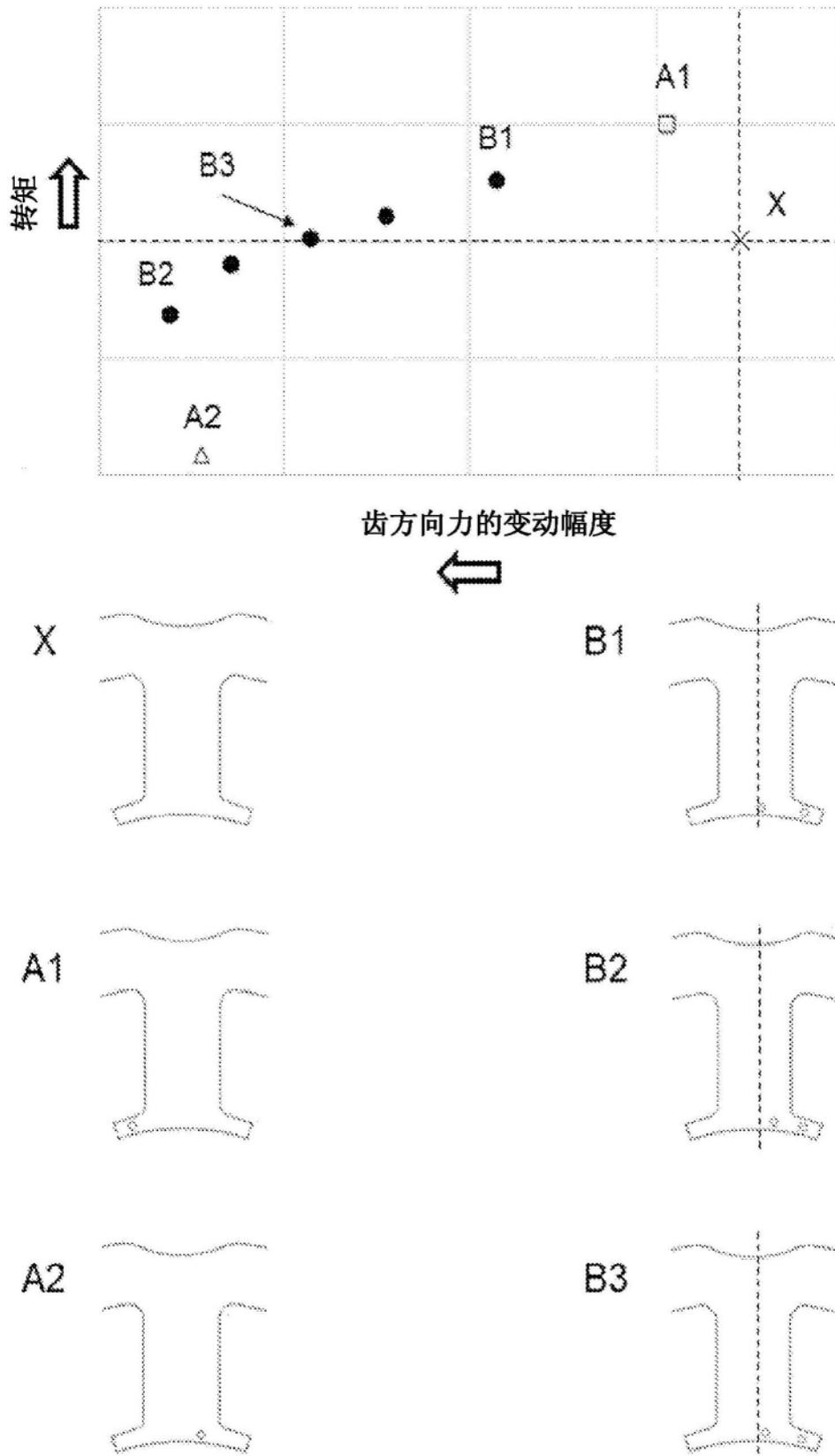


图6

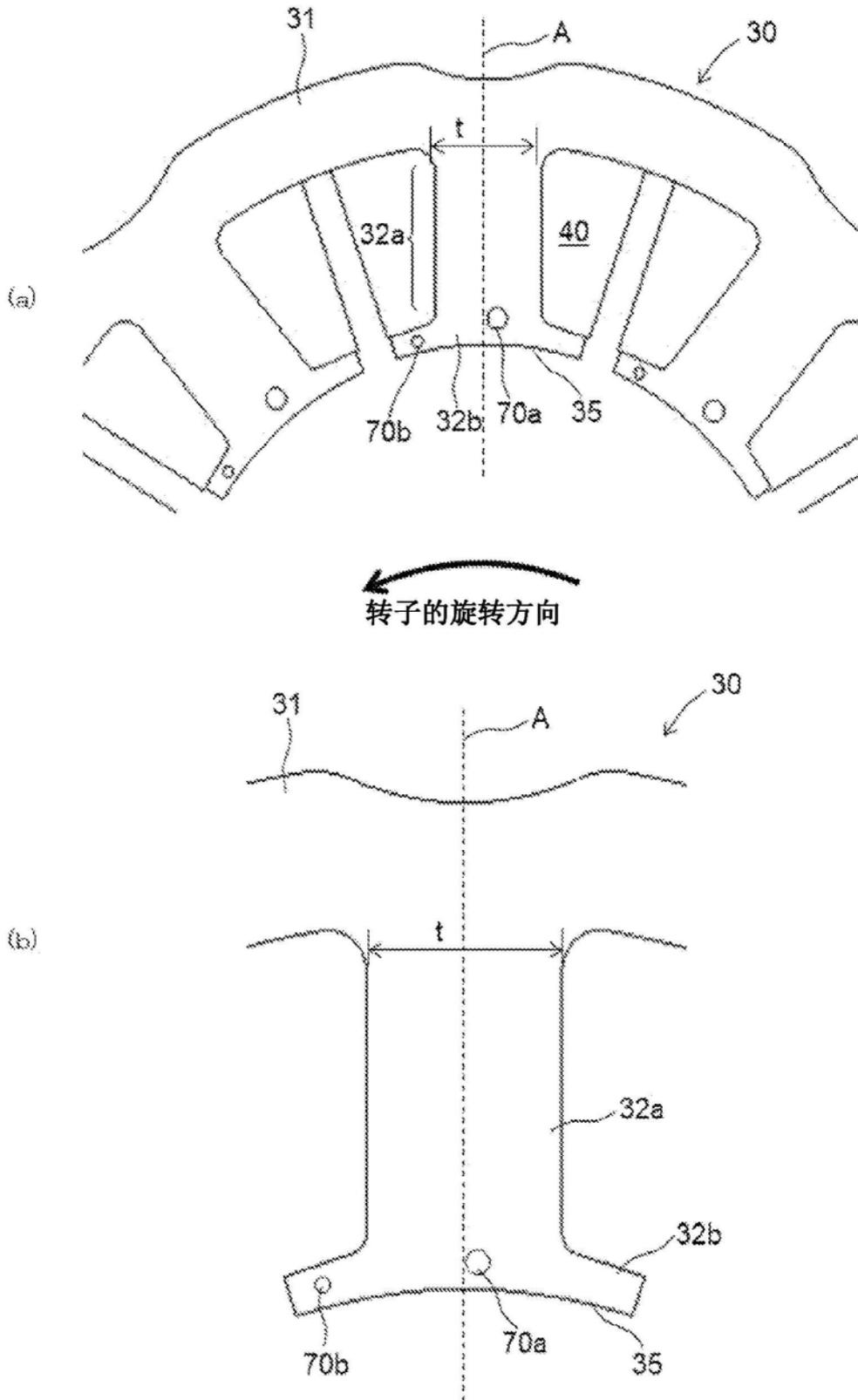


图7

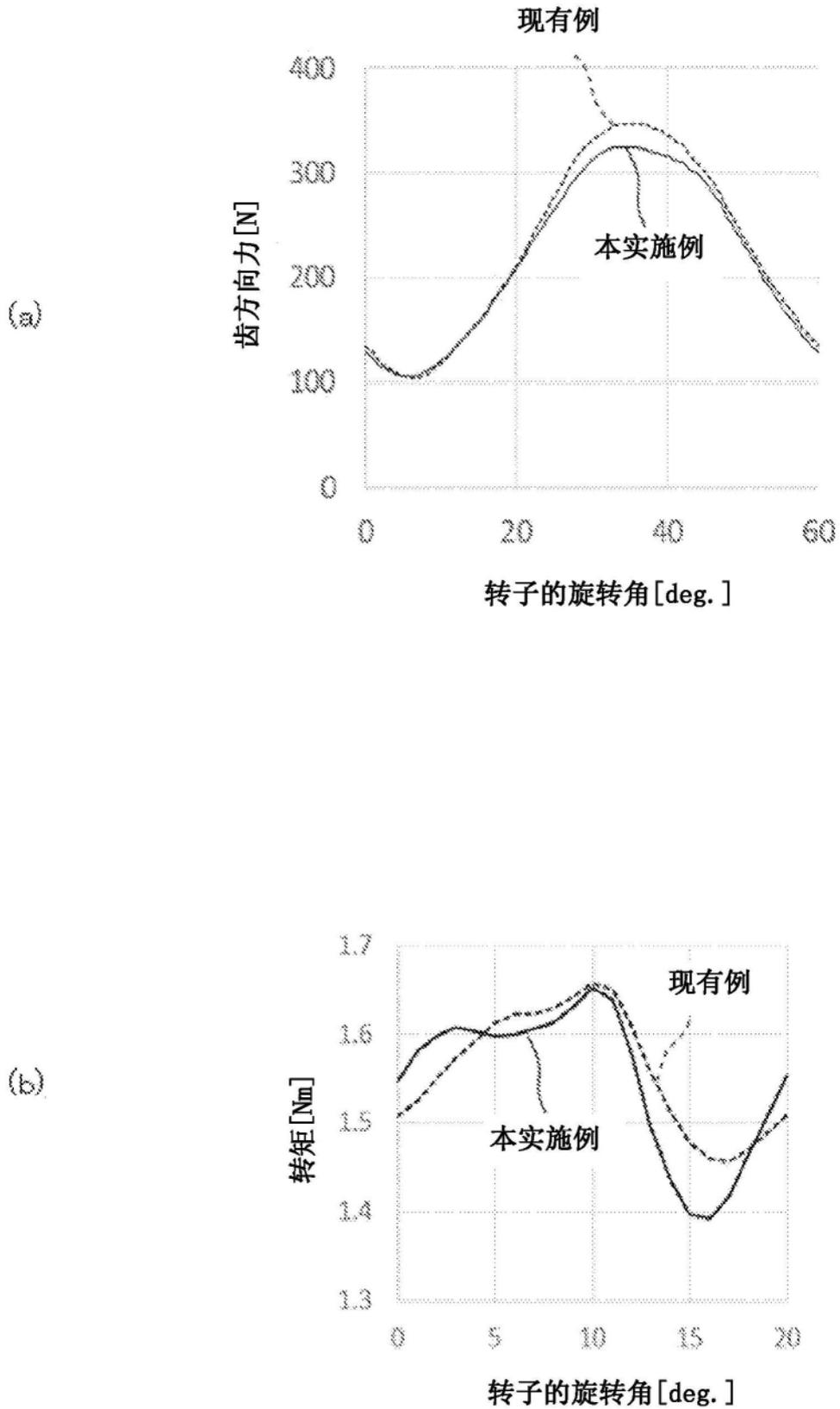


图8

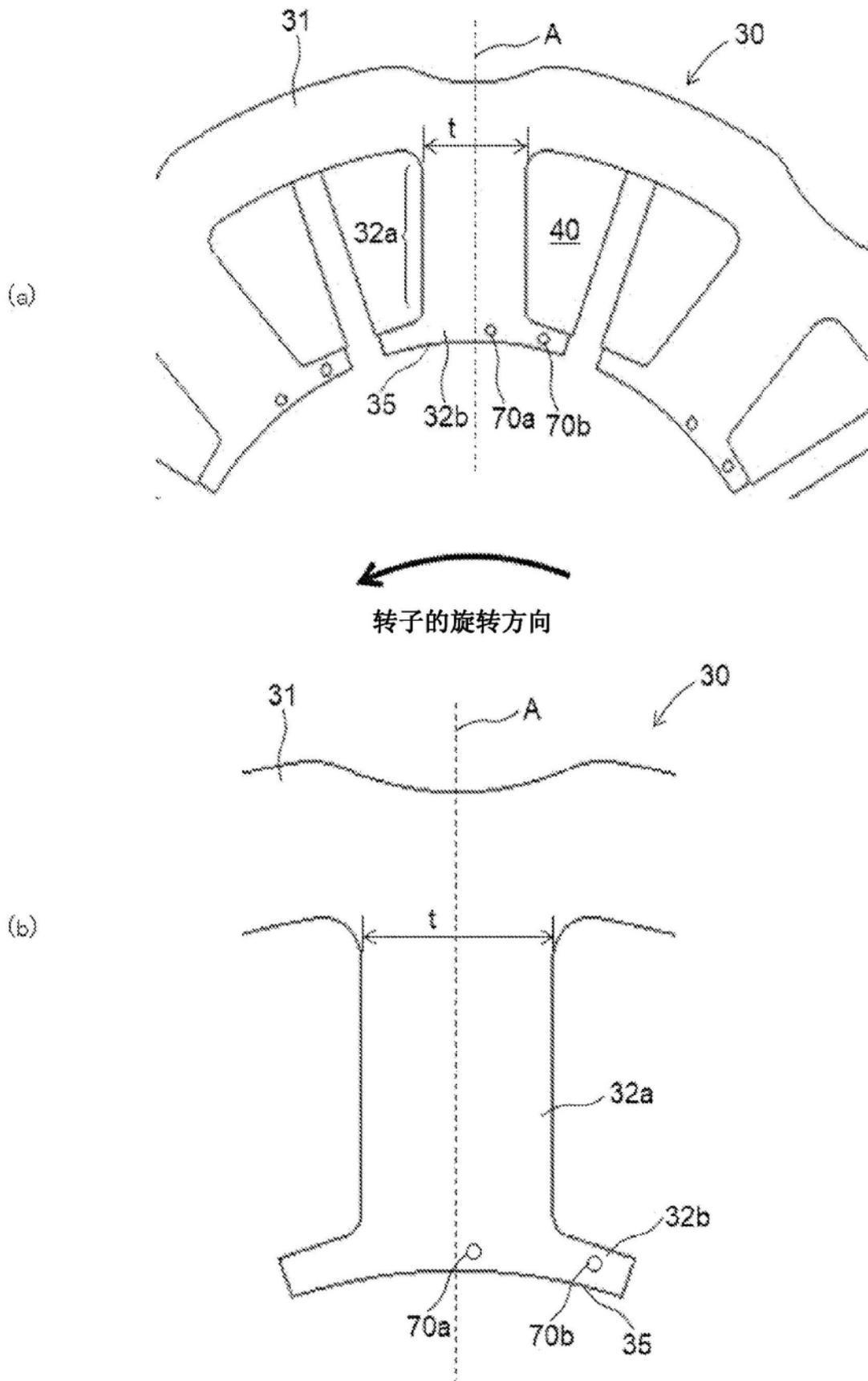


图9

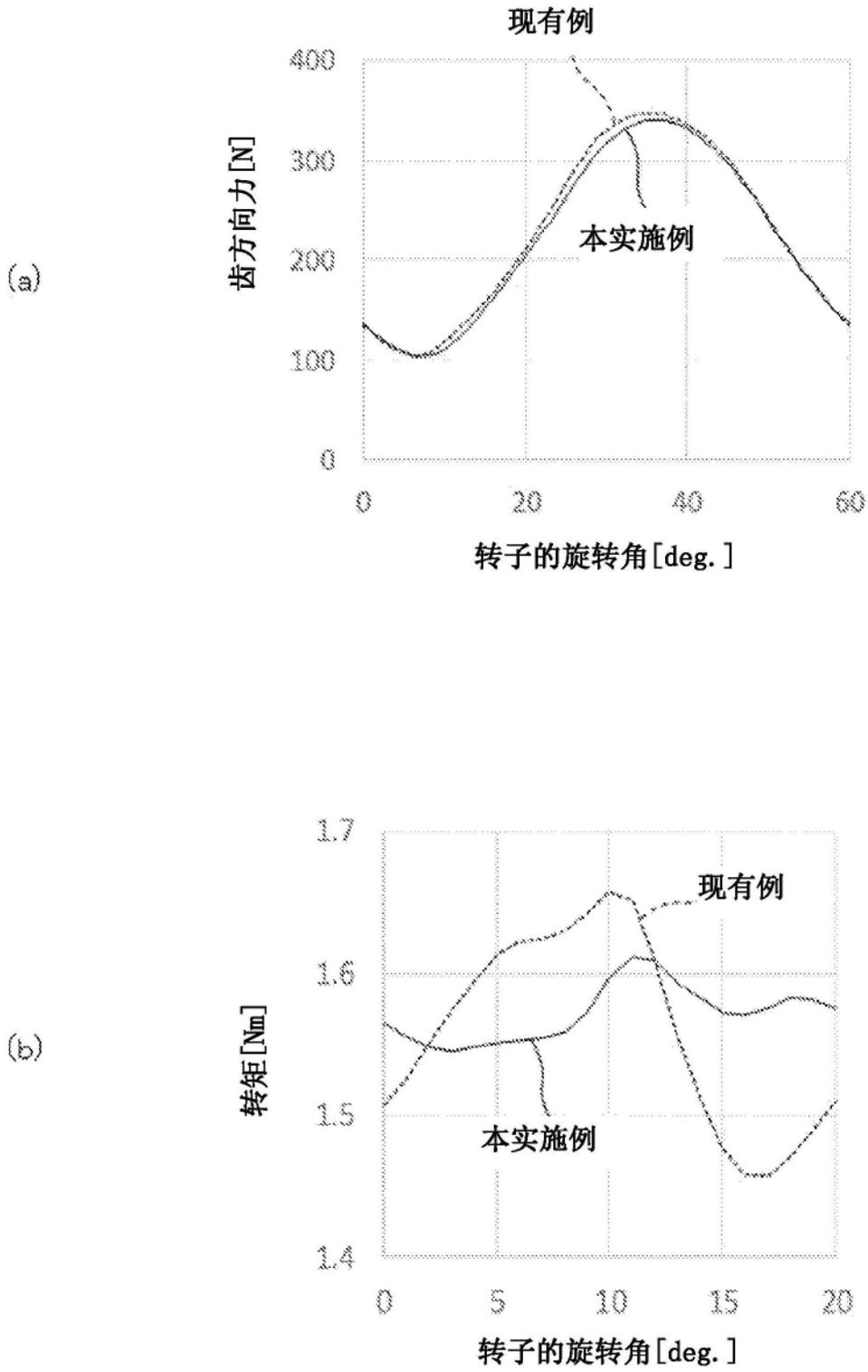


图10

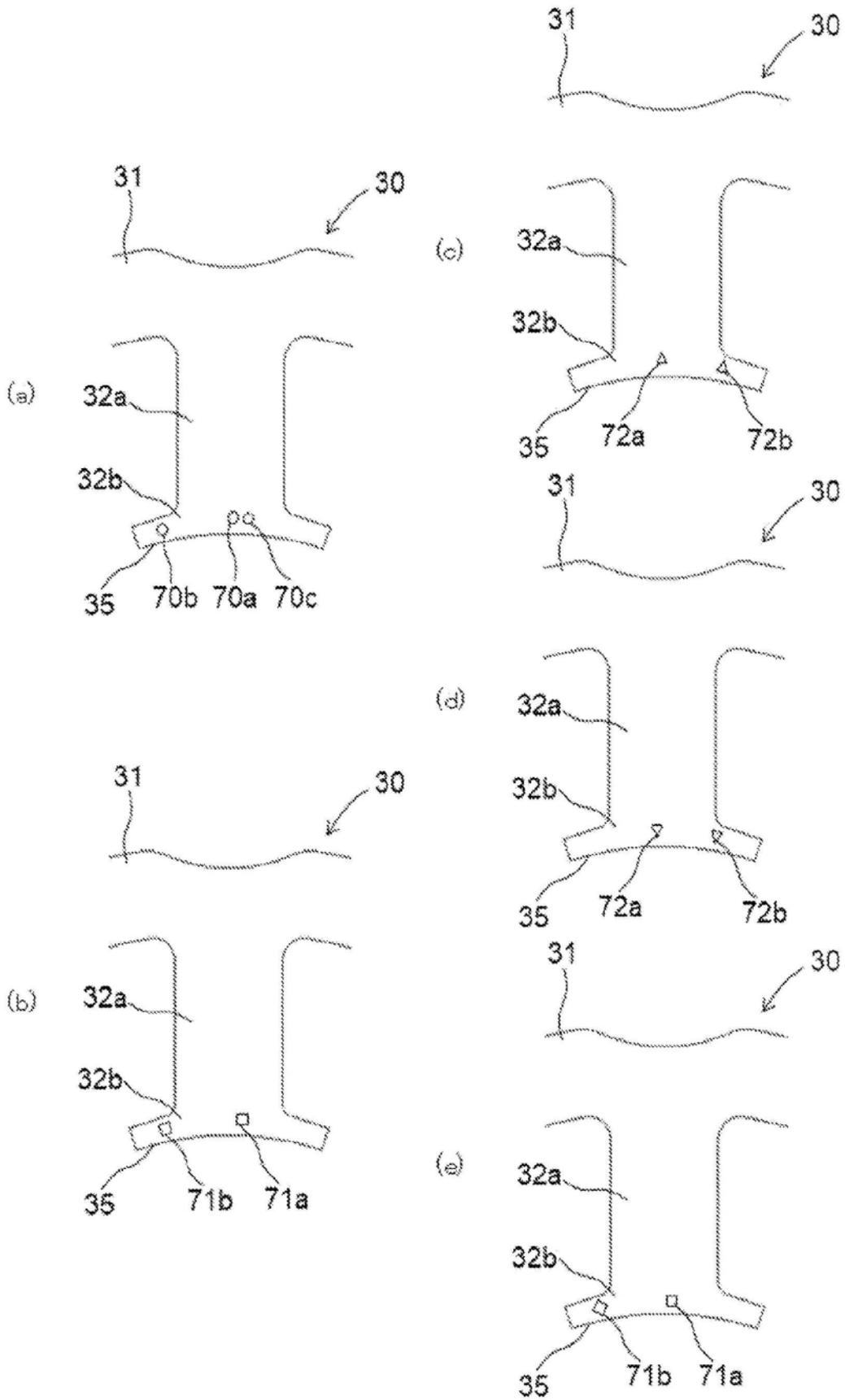


图11

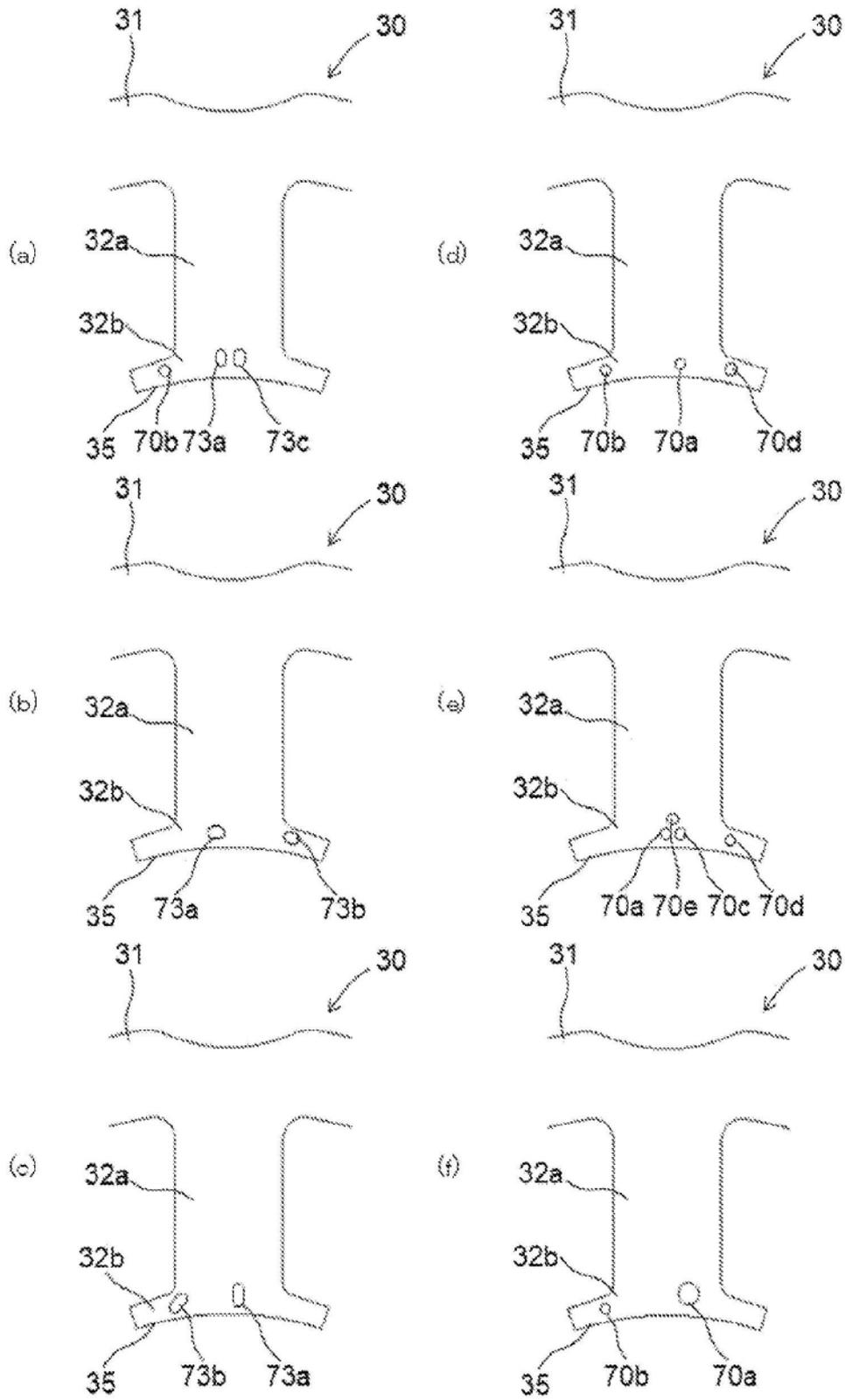


图12

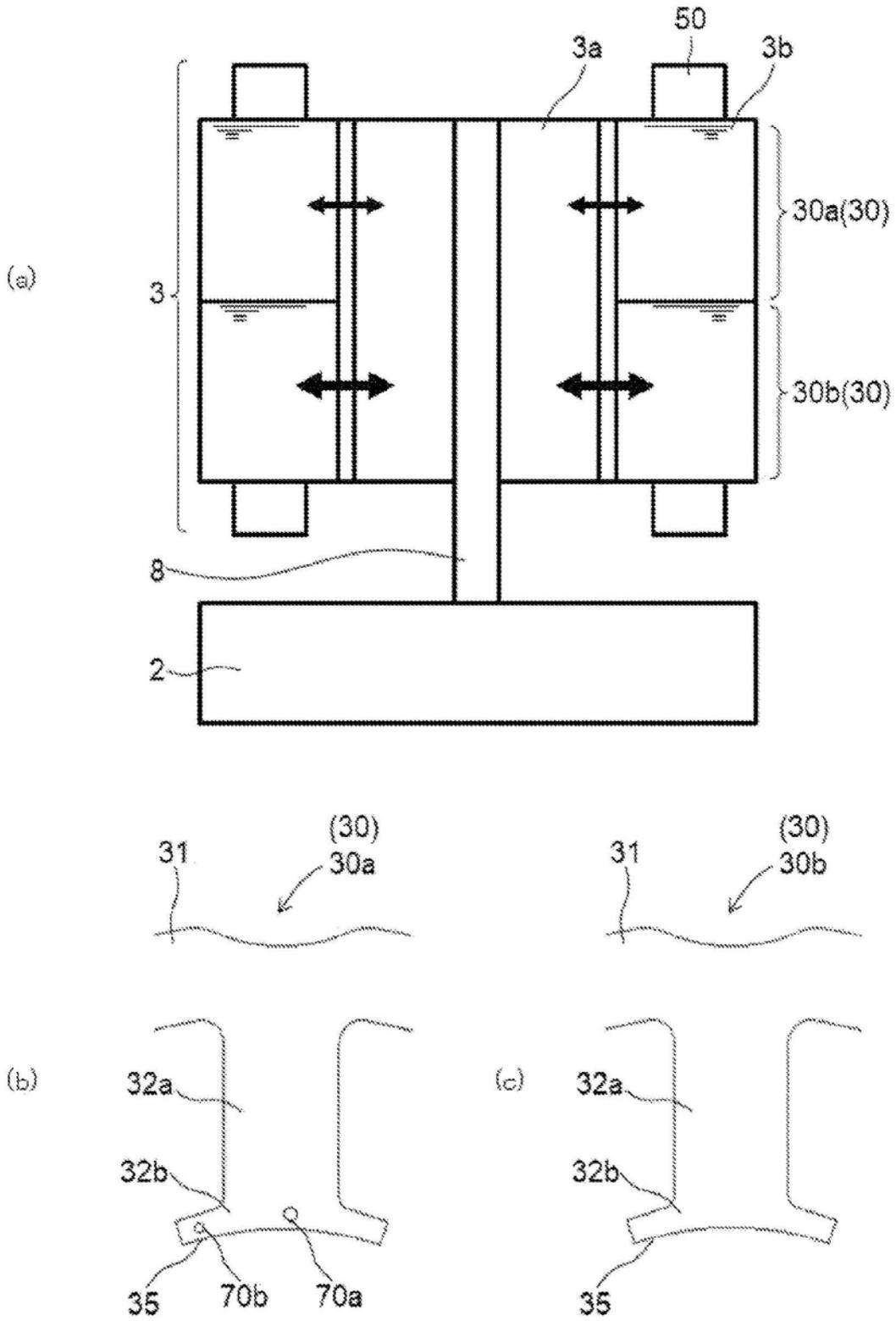


图13

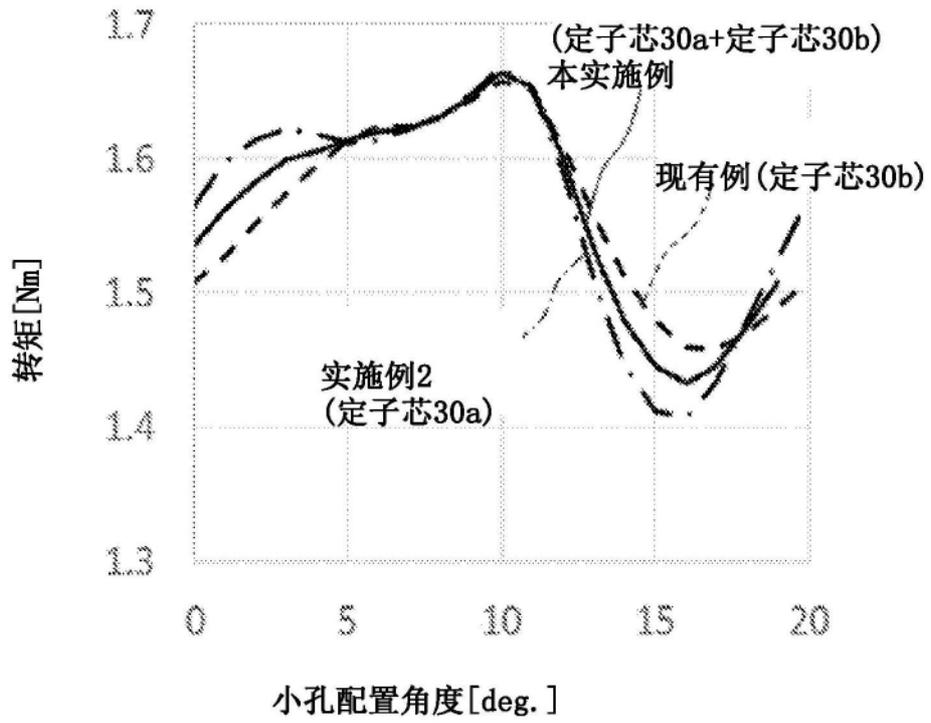


图14

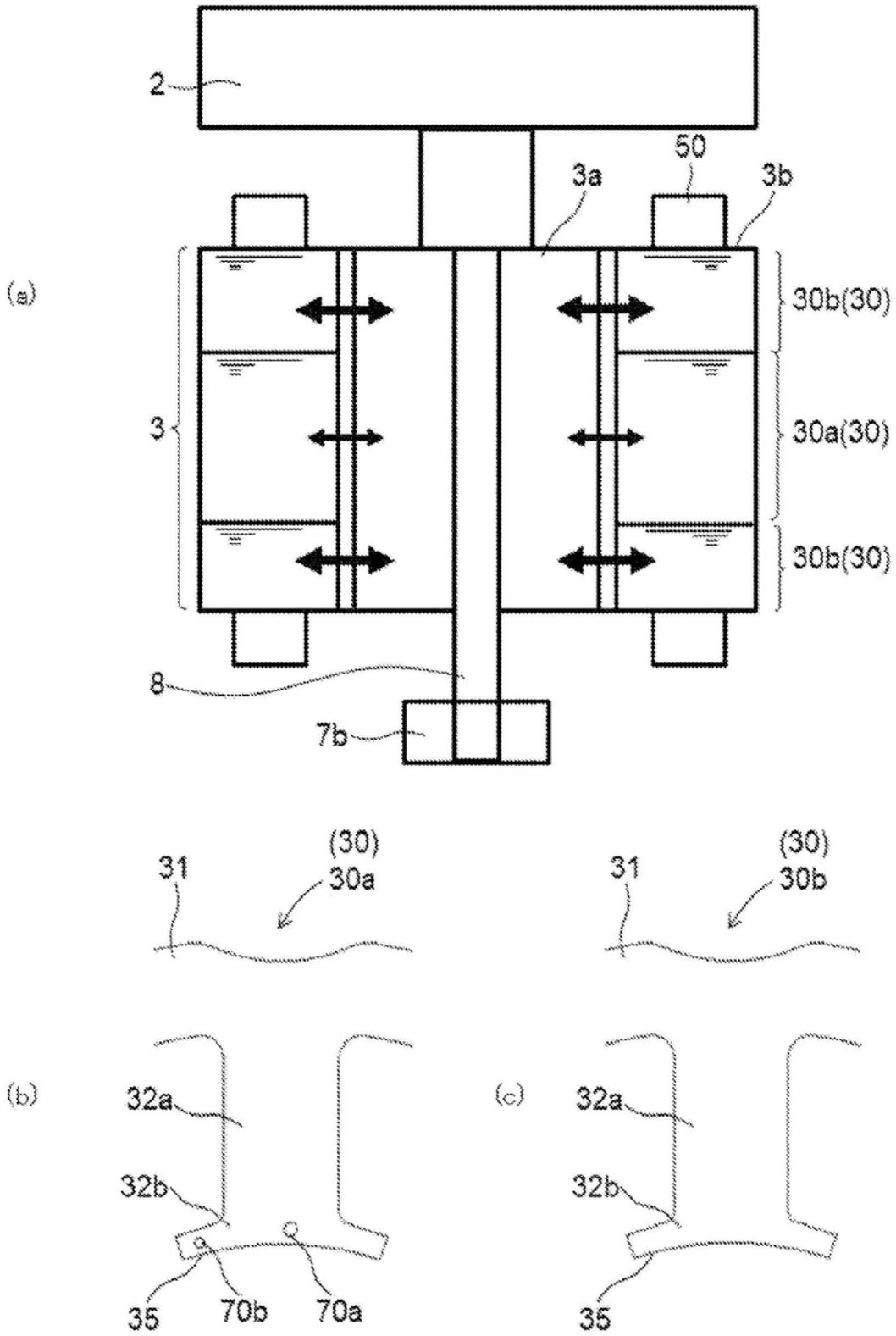


图15