



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115176399 A

(43) 申请公布日 2022.10.11

(21) 申请号 202080097546.7

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限

(22) 申请日 2020.09.14

公司 11127

(30) 优先权数据

专利代理人 杨俊波 于靖帅

2020-031830 2020.02.27 JP

(51) Int.CI.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H02K 1/276 (2022.01)

2022.08.25

H02K 1/22 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/034772 2020.09.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/171663 JA 2021.09.02

(71) 申请人 日本电产株式会社

地址 日本京都府京都市

(72) 发明人 山田晋衣

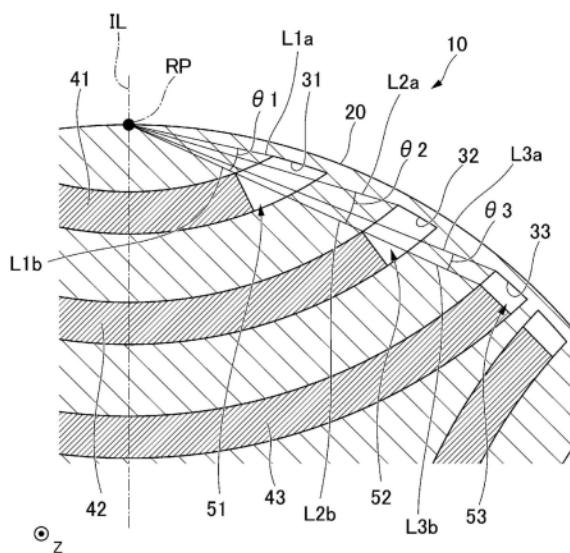
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

转子和马达

(57) 摘要

本发明的一个方式为转子，其具有：转子铁芯，其具有第1缝、位于第1缝的径向内侧的第2缝以及位于第2缝的径向内侧的第3缝；第1磁铁，其设置在第1缝内；第2磁铁，其设置在第2缝内；以及第3磁铁，其设置在第3缝内。沿轴向观察时，当将穿过中心轴线、第1缝、第2缝以及第3缝的假想线与转子铁芯的外周面交叉的点设为基准点时，连结基准点和第1缝的端部的线段与连结基准点和第1磁铁的端部的线段所成的第一角度大于连结基准点和第2缝的端部的线段与连结基准点和第2磁铁的端部的线段所成的第二角度。沿轴向观察时，第二角度大于连结基准点和第3缝的端部的线段与连结基准点和第3磁铁的端部的线段所成的第三角度。



1. 一种转子，其设置于马达，能够以中心轴线为中心进行旋转，其中，  
该转子具有：

转子铁芯，其具有多个缝；以及  
多个磁铁，该多个磁铁设置在所述多个缝内，  
所述多个缝包含：

第1缝，其沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状；

第2缝，其位于向所述第1缝的径向内侧离开的位置，沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状；以及

第3缝，其位于向所述第2缝的径向内侧离开的位置，沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状，

所述多个磁铁包含：

第1磁铁，其设置在所述第1缝内，沿轴向观察时呈沿着所述第1缝延伸的圆弧状；

第2磁铁，其设置在所述第2缝内，沿轴向观察时呈沿着所述第2缝延伸的圆弧状；以及

第3磁铁，其设置在所述第3缝内，沿轴向观察时呈沿着所述第3缝延伸的圆弧状，

沿轴向观察时，所述第1磁铁的两端部分别与所述第1缝的两端部分离地配置，

沿轴向观察时，所述第2磁铁的两端部分别与所述第2缝的两端部分离地配置，

沿轴向观察时，所述第3磁铁的两端部分别与所述第3缝的两端部分离地配置，

沿轴向观察时，当将穿过所述中心轴线、所述第1缝、所述第2缝以及所述第3缝的假想线与所述转子铁芯的外周面交叉的点设为基准点时，

沿轴向观察时，连结所述基准点和所述第1缝的端部的线段与连结所述基准点和所述第1磁铁的端部的线段所成的第1角度大于连结所述基准点和所述第2缝的端部的线段与连结所述基准点和所述第2磁铁的端部的线段所成的第2角度，

沿轴向观察时，所述第2角度大于连结所述基准点和所述第3缝的端部的线段与连结所述基准点和所述第3磁铁的端部的线段所成的第3角度。

2. 根据权利要求1所述的转子，其中，

所述第1缝的两端部、所述第2缝的两端部以及所述第3缝的两端部位于所述转子铁芯的径向外缘部。

3. 根据权利要求1或2所述的转子，其中，

所述第1缝的两端部的径向位置、所述第2缝的两端部的径向位置以及所述第3缝的两端部的径向位置是彼此相同的。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的转子，其中，

所述第1缝、所述第2缝以及所述第3缝沿着周向各设置有多个，

所述第1磁铁设置于每个所述第1缝，

所述第2磁铁设置于每个所述第2缝，

所述第3磁铁设置于每个所述第3缝。

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的转子，其中，

所述第1缝、所述第2缝以及所述第3缝在径向上等间隔地排列配置。

6. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的转子，其中，

所述第1角度大于所述第3角度的2倍且小于所述第3角度的3倍。

7. 根据权利要求1至6中的任意一项所述的转子，其中，  
所述第2角度大于所述第3角度的1.5倍且小于所述第3角度的2.5倍。
8. 根据权利要求1至7中的任意一项所述的转子，其中，  
所述磁铁是铁氧体磁铁。
9. 一种马达，其具有：  
权利要求1至8中的任意一项所述的转子；以及  
定子，其位于所述转子的径向外侧。

## 转子和马达

### 技术领域

[0001] 本发明涉及转子和马达。

### 背景技术

[0002] 已知有一种旋转电机的转子，其具有转子铁芯和配置在设置于转子铁芯的孔中的永磁铁。例如，在专利文献1中记载了具有永磁铁的转子，该永磁铁的径向截面具有圆弧形状，且呈凸状弯曲的面朝向转子的旋转轴线侧而设置。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2018-153047号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 在专利文献1那样的转子中，由于永磁铁的磁力的一部分在转子内循环而在定子与转子之间流动等，有时无法将永磁铁的磁力的一部分用于产生马达的扭矩。因此，有时无法充分地提高马达的扭矩。

[0008] 本发明鉴于上述情况，其目的之一在于提供具有能够提高马达的扭矩的构造的转子和具有这样的转子的马达。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明的一个方式为转子，其设置于马达，能够以中心轴线为中心进行旋转，其中，该转子具有：转子铁芯，其具有多个缝；以及多个磁铁，该多个磁铁设置在所述多个缝内。所述多个缝包含：第1缝，其沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状；第2缝，其位于向所述第1缝的径向内侧离开的位置，沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状；以及第3缝，其位于向所述第2缝的径向内侧离开的位置，沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状。所述多个磁铁包含：第1磁铁，其设置在所述第1缝内，沿轴向观察时呈沿着所述第1缝延伸的圆弧状；第2磁铁，其设置在所述第2缝内，沿轴向观察时呈沿着所述第2缝延伸的圆弧状；以及第3磁铁，其设置在所述第3缝内，沿轴向观察时呈沿着所述第3缝延伸的圆弧状。沿轴向观察时，所述第1磁铁的两端部分别与所述第1缝的两端部分离地配置。沿轴向观察时，所述第2磁铁的两端部分别与所述第2缝的两端部分离地配置。沿轴向观察时，所述第3磁铁的两端部分别与所述第3缝的两端部分离地配置。沿轴向观察时，当将穿过所述中心轴线、所述第1缝、所述第2缝以及所述第3缝的假想线与所述转子铁芯的外周面交叉的点设为基准点时，沿轴向观察时，连结所述基准点和所述第1缝的端部的线段与连结所述基准点和所述第1磁铁的端部的线段所成的第一角度大于连结所述基准点和所述第2缝的端部的线段与连结所述基准点和所述第2磁铁的端部的线段所成的第二角度。沿轴向观察时，所述第二角度大于连结所述基准点和所述第3缝的端部的线段与连结所述基准点和所述第3磁铁的端部的线段所成的第三角度。

- [0011] 本发明的一个方式为马达，其具有上述转子和位于所述转子的径向外侧的定子。
- [0012] 发明效果
- [0013] 根据本发明的一个方式，能够提高马达的扭矩。

## 附图说明

- [0014] 图1是示意性地示出本实施方式的马达的剖视图。
- [0015] 图2是示出本实施方式的转子的剖视图，是图1中的II-II剖视图。
- [0016] 图3是示出本实施方式的转子的一部分的剖视图，是图2的局部放大图。
- [0017] 图4是用于对本实施方式的转子中的磁通的流动进行说明的剖视图。

## 具体实施方式

[0018] 各图中适当示出的Z轴方向是以正侧为“上侧”、以负侧为“下侧”的上下方向。各图中适当示出的中心轴线J是与Z轴方向平行且沿上下方向延伸的假想线。在以下的说明中，将中心轴线J的轴向、即与上下方向平行的方向简称为“轴向”，将以中心轴线J为中心的径向简称为“径向”，将以中心轴线J为中心的周向简称为“周向”。

[0019] 另外，上下方向、上侧以及下侧只是用于说明各部的配置关系等的名称，实际的配置关系等也可以是由这些名称表示的配置关系等以外的配置关系等。

[0020] 图1所示的本实施方式的马达1是内转子型的马达。如图1所示，本实施方式的马达1具有壳体2、转子10、定子3、轴承保持架4、轴承5a、5b。壳体2在内部收纳转子10、定子3、轴承保持架4以及轴承5a、5b。壳体2的底部保持轴承5b。轴承保持架4保持轴承5a。轴承5a、5b例如是球轴承。

[0021] 定子3位于转子10的径向外侧。定子3具有定子铁芯3a、绝缘件3d以及多个线圈3e。定子铁芯3a具有铁芯背部3b和多个齿3c。铁芯背部3b呈以中心轴线J为中心的圆环状。多个齿3c从铁芯背部3b向径向内侧延伸。虽然省略了图示，但多个齿3c沿着周向在整周范围内等间隔地配置。多个线圈3e隔着绝缘件3d安装在定子铁芯3a上。

[0022] 转子10能够以中心轴线J为中心进行旋转。如图2所示，转子10具有轴11、转子铁芯20以及多个磁铁40。轴11呈以中心轴线J为中心沿轴向延伸的圆柱状。如图1所示，轴11被轴承5a、5b支承为能够绕中心轴线J旋转。

[0023] 转子铁芯20是磁性体。转子铁芯20固定于轴11的外周面。转子铁芯20具有沿轴向贯穿转子铁芯20的贯通孔21。如图2所示，沿轴向观察时，贯通孔21呈以中心轴线J为中心的圆形形状。在贯通孔21中通入有轴11。轴11例如通过压入等而固定在贯通孔21内。虽然省略了图示，但转子铁芯20例如通过在轴向上层叠多个电磁钢板而构成。

[0024] 转子铁芯20具有多个缝30。多个缝30例如沿轴向贯穿转子铁芯20。多个缝30沿着与轴向垂直的平面延伸。多个缝30包含第1缝31、第2缝32以及第3缝33。

[0025] 沿轴向观察时，第1缝31、第2缝32以及第3缝33呈向径向内侧凸出的圆弧状。第2缝32位于向第1缝31的径向内侧离开的位置。第3缝33位于向第2缝32的径向内侧离开的位置。在本实施方式中，第1缝31、第2缝32以及第3缝33在径向上等间隔地排列配置。第1缝31、第2缝32以及第3缝33例如在沿轴向观察时为相互同心的圆弧状。第2缝32的圆弧半径大于第1缝31的圆弧半径。第3缝33的圆弧半径大于第2缝32的圆弧半径。

[0026] 第1缝31的宽度、第2缝32的宽度以及第3缝33的宽度例如彼此相同。另外，在本说明书中，所谓“某参数彼此相互相同”，除了某参数彼此严格地相互相同的情况之外，还包括某参数彼此相互大致相同的情况。“某参数彼此相互大致相同”例如包括在公差的范围内某参数彼此稍微偏离的情况。

[0027] 沿轴向观察时，第1缝31与第2缝32的间隔以及第2缝32与第3缝33的间隔大于各缝30的宽度。各缝30的宽度是指沿轴向观察时各缝30在与各缝30呈圆弧状延伸的方向垂直的方向上的尺寸。

[0028] 在以下的说明中，将沿轴向观察时缝30呈圆弧状延伸的方向称为“延伸方向”。将沿轴向观察时第1缝31呈圆弧状延伸的方向称为“第1延伸方向”。将沿轴向观察时第2缝32呈圆弧状延伸的方向称为“第2延伸方向”。将沿轴向观察时第3缝33呈圆弧状延伸的方向称为“第3延伸方向”。

[0029] 在本实施方式中，第1缝31的两端部、第2缝32的两端部以及第3缝33的两端部位于转子铁芯20的径向外缘部。第1缝31的两端部是指第1缝31的第1延伸方向的两端部。第2缝32的两端部是指第2缝32的第2延伸方向的两端部。第3缝33的两端部是指第3缝33的第3延伸方向的两端部。第1缝31的两端部、第2缝32的两端部以及第3缝33的两端部例如位于从转子铁芯20的外周面稍微向径向内侧离开的位置。各缝30的两端部的内侧面在沿轴向观察时沿着转子铁芯20的外周面配置。

[0030] 在本实施方式中，第1缝31的两端部的径向位置、第2缝32的两端部的径向位置以及第3缝33的两端部的径向位置是彼此相同的。

[0031] 第1缝31的两端部、第2缝32的两端部以及第3缝33的两端部分别在转子铁芯20的径向外缘部沿着周向隔开间隔地排列配置。沿轴向观察时，第2缝32的第2延伸方向的尺寸比第1缝31的第1延伸方向的尺寸大。沿轴向观察时，第3缝33的第3延伸方向的尺寸比第2缝32的第2延伸方向的尺寸大。

[0032] 在本实施方式中，沿着周向设置有四组包含沿径向隔开间隔地列的第1缝31、第2缝32以及第3缝33各一个的组。由此，在本实施方式中，第1缝31、第2缝32以及第3缝33沿着周向各设置有多个。多个第1缝31沿着周向在整周范围内等间隔地配置。多个第2缝32沿着周向在整周范围内等间隔地配置。多个第3缝33沿着周向在整周范围内等间隔地配置。包含沿径向隔开间隔地排列的第1缝31、第2缝32以及第3缝33各一个的各组除了在周向上相邻的组以外在周向上倾斜90°的姿势配置这一点以外，是同样的结构。

[0033] 多个磁铁40设置在多个缝30内。在各缝30内分别设置有各一个磁铁40。在本实施方式中，磁铁40是铁氧体磁铁。多个磁铁40包含第1磁铁41、第2磁铁42以及第3磁铁43。

[0034] 第1磁铁41设置在第1缝31内。在本实施方式中，第1磁铁41设置于每个第1缝31。第1磁铁41例如设置有4个。沿轴向观察时，第1磁铁41呈沿着第1缝31延伸的圆弧状。沿轴向观察时，第1磁铁41呈向径向内侧凸出的圆弧状。第1磁铁41嵌合在第1缝31内。第1磁铁41的径向两侧面分别与第1缝31的径向两侧面接触。

[0035] 沿轴向观察时，第1磁铁41的两端部分别与第1缝31的两端部分离地配置。第1磁铁41的两端部是指第1磁铁41在第1延伸方向上的两端部。第1磁铁41的第1延伸方向的两端面例如与第1延伸方向垂直。在第1磁铁41的第1延伸方向的两侧分别设置有第1磁通阻隔部51。第1磁通阻隔部51是第1缝31中的未配置第1磁铁41的部分。在本实施方式中，第1磁通阻

隔部51是空隙部。虽然省略了图示,但第1磁铁41例如在第1缝31内的轴向的整体范围内设置。

[0036] 第2磁铁42设置在第2缝32内。在本实施方式中,第2磁铁42设置于每个第2缝32。第2磁铁42例如设置有4个。沿轴向观察时,第2磁铁42呈沿着第2缝32延伸的圆弧状。沿轴向观察时,第2磁铁42呈向径向内侧凸出的圆弧状。第2磁铁42嵌合在第2缝32内。第2磁铁42的径向两侧面分别与第2缝32的径向两侧面接触。

[0037] 沿轴向观察时,第2磁铁42的两端部分别与第2缝32的两端部分离地配置。第2磁铁42的两端部是指第2磁铁42在第2延伸方向上的两端部。第2磁铁42的第2延伸方向的两端面例如与第2延伸方向垂直。在第2磁铁42的第2延伸方向的两侧分别设置有第2磁通阻隔部52。第2磁通阻隔部52是第2缝32中的未配置第2磁铁42的部分。在本实施方式中,第2磁通阻隔部52是空隙部。第2磁通阻隔部52在第2延伸方向上的尺寸小于第1磁通阻隔部51在第1延伸方向上的尺寸。虽然省略了图示,但第2磁铁42例如在第2缝32内的轴向的整体范围内设置。

[0038] 第3磁铁43设置在第3缝33内。在本实施方式中,第3磁铁43设置于每个第3缝33。第3磁铁43例如设置有4个。沿轴向观察时,第3磁铁43呈沿着第3缝33延伸的圆弧状。沿轴向观察时,第3磁铁43呈向径向内侧凸出的圆弧状。第3磁铁43嵌合在第3缝33内。第3磁铁43的径向两侧面分别与第3缝33的径向两侧面接触。

[0039] 第3磁铁43的两端部分别与第3缝33的两端部分离地配置。第3磁铁43的两端部是指第3磁铁43在第3延伸方向上的两端部。第3磁铁43的第3延伸方向的两端面例如与第3延伸方向垂直。在第3磁铁43的第3延伸方向的两侧分别设置有第3磁通阻隔部53。第3磁通阻隔部53是第3缝33中的未配置第3磁铁43的部分。在本实施方式中,第3磁通阻隔部53是空隙部。第3磁通阻隔部53在第3延伸方向上的尺寸小于第2磁通阻隔部52在第2延伸方向上的尺寸。虽然省略了图示,但第3磁铁43例如在第3缝33内的轴向的整体范围内设置。

[0040] 第1磁铁41的磁极、第2磁铁42的磁极以及第3磁铁43的磁极沿着径向配置。第1磁铁41包含第1磁铁41a和第1磁铁41b,该第1磁铁41a和第1磁铁41b的磁极在径向上彼此反转地配置。第1磁铁41a和第1磁铁41b沿着周向交替配置。第2磁铁42包含第2磁铁42a和第2磁铁42b,该第2磁铁42a和第2磁铁42b的磁极在径向上彼此反转地配置。第2磁铁42a和第2磁铁42b沿着周向交替配置。第3磁铁43包含第3磁铁43a和第3磁铁43b,该第3磁铁43a和第3磁铁43b的磁极在径向上彼此反转地配置。第3磁铁43a和第3磁铁43b沿着周向交替配置。

[0041] 第1磁铁41a、第2磁铁42a以及第3磁铁43a配置在包含沿径向隔开间隔地排列的第1缝31、第2缝32以及第3缝33各一个的各组中的同一组的各缝中。由此,第1磁铁41a、第2磁铁42a以及第3磁铁43a在径向上隔开间隔地排列配置。

[0042] 第1磁铁41b、第2磁铁42b以及第3磁铁43b配置在包含沿径向隔开间隔地排列的第1缝31、第2缝32以及第3缝33各一个的各组中的同一组的各缝中。由此,第1磁铁41b、第2磁铁42b以及第3磁铁43b在径向上隔开间隔地排列配置。

[0043] 例如,在第1磁铁41a、第2磁铁42a以及第3磁铁43a中,分别是径向外侧部分是N极,径向内侧部分是S极。另外,例如,在第1磁铁41b、第2磁铁42b以及第3磁铁43b的中,分别是径向外侧部分是S极,径向内侧部分是N极。另外,也可以是,在第1磁铁41a、第2磁铁42a以及第3磁铁43a中,分别是径向外侧部分是S极,径向内侧部分是N极,并且在第1磁铁41b、第2磁

铁42b以及第3磁铁43b中,分别是径向外侧部分是N极,径向内侧部分是S极。

[0044] 这里,沿轴向观察时,将穿过中心轴线J、第1缝31、第2缝32以及第3缝33的假想线IL与转子铁芯20的外周面交叉的点设为基准点RP。在本实施方式中,沿轴向观察时,假想线IL穿过中心轴线J、第1缝31的周向中心、第2缝32的周向中心以及第3缝33的周向中心。例如,沿轴向观察时,假想线IL穿过第1磁铁41的周向中心、第2磁铁42的周向中心以及第3磁铁43的周向中心。

[0045] 如图3所示,沿轴向观察时,连结基准点RP和第1缝31的端部的线段L1a与连结基准点RP和第1磁铁41的端部的线段L1b所成的第一角度θ1大于连结基准点RP和第2缝32的端部的线段L2a与连结基准点RP和第2磁铁42的端部的线段L2b所成的第二角度θ2。沿轴向观察时,第二角度θ2大于连结基准点RP和第3缝33的端部的线段L3a与连结基准点RP和第3磁铁43的端部的线段L3b所成的第三角度θ3。即,第一角度θ1、第二角度θ2以及第三角度θ3满足 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ 的关系。

[0046] 在图3中,沿轴向观察时,线段L1a连结基准点RP和第1缝31的径向外侧的缘部中的第1延伸方向的一端部。在图3中,沿轴向观察时,线段L1b连结基准点RP和第1磁铁41的径向外侧的缘部中的第1延伸方向的一端部。在图3中,沿轴向观察时,线段L2a连结基准点RP和第2缝32的径向外侧的缘部中的第2延伸方向的一端部。在图3中,沿轴向观察时,线段L2b连结基准点RP和第2磁铁42的径向外侧的缘部中的第2延伸方向的一端部。在图3中,沿轴向观察时,线段L3a连结基准点RP和第3缝33的径向外侧的缘部中的第3延伸方向的一端部。在图3中,沿轴向观察时,线段L3b连结基准点RP和第3磁铁43的径向外侧的缘部中的第3延伸方向的一端部。线段L1b、线段L2b以及线段L3b例如在沿轴向观察时设置在同一直线上。

[0047] 在本实施方式中,第一角度θ1大于第三角度θ3的2倍且小于第三角度θ3的3倍。在本实施方式中,第二角度θ2大于第三角度θ3的1.5倍且小于第三角度θ3的2.5倍。

[0048] 根据本实施方式,通过第一角度θ1、第二角度θ2以及第三角度θ3满足上述的关系,能够提高马达1的扭矩。以下进行详细地说明。假设在缝30内未配置磁铁40的情况下,如图4中箭头FB所示那样,在转子铁芯20内流动的磁通容易沿着多个缝30彼此之间呈圆弧状流动。由此,能够使磁通沿着定子3与转子10之间的磁通的流动而容易地流入到转子铁芯20内。通过这样设置缝30来引导转子铁芯20内的磁通的流动,即使在转子10上未设置磁铁40的状态下,也能够利用从定子3放射的磁通产生使转子10旋转的扭矩。在以下的说明中,将这样的与磁铁40无关地在转子铁芯20与定子3之间产生的扭矩称为磁阻扭矩。

[0049] 在能够产生上述那样的磁阻扭矩的转子铁芯20中,若在缝30内配置磁铁40,则借助磁铁40的磁力也能产生使转子10旋转的扭矩。在以下的说明中,将借助这样的磁铁40的磁力而在转子10产生的扭矩称为磁扭矩。在本实施方式中,在转子10产生磁阻扭矩和磁扭矩双方。将磁阻扭矩和磁扭矩相加而得的合计扭矩是马达1的扭矩。

[0050] 在没有向定子3提供电力的情况下,如图4中箭头MB所示那样,从磁铁40放射的磁通沿着径向流动。在向定子3提供电力的情况下,在转子铁芯20内产生将图4中箭头FB所示的磁通的流动和箭头MB所示的磁通的流动合成而得的磁通的流动。

[0051] 这里,例如考虑在缝30内的整体配置有磁铁的情况。在该情况下,从磁铁的两端部放射的磁通不到达定子3而容易通过转子铁芯20返回到磁铁的两端部。因此,无法将磁铁的磁通充分地用于提高马达的扭矩。另外,由于在磁铁的两端部与转子铁芯20之间循环的磁

通,也存在其他部分中的磁通的流动紊乱的情况。由此,存在即使仅在缝30内配置磁铁也无法充分提高马达的扭矩的情况。

[0052] 与此相对,根据本实施方式,各磁铁40的两端部分别与各缝30的两端部分分离地配置。因此,在各磁铁40的两侧设置有磁通阻隔部。更详细而言,在第1磁铁41的第1延伸方向的两侧设置有第1磁通阻隔部51。在第2磁铁42的第2延伸方向的两侧设置有第2磁通阻隔部52。在第3磁铁43的第3延伸方向的两侧设置有第3磁通阻隔部53。由此,从各磁铁40的两端部放射的磁通被各磁通阻隔部遮挡而被抑制返回到各磁铁40的两端部。因此,容易将从磁铁40放射的磁通充分用于提高马达1的扭矩。另外,由于能够抑制产生仅在磁铁40与转子铁芯20之间循环的磁通,因此,其他部分中的磁通的流动也不易紊乱。

[0053] 但是,仅单纯地在各磁铁40的延伸方向两侧配置磁通阻隔部的话,有时难以将从磁铁40放射的磁通充分地用于产生磁扭矩。

[0054] 与此相对,根据本实施方式,第1角度θ1大于第2角度θ2,并且第2角度θ2大于第3角度θ3。因此,沿轴向观察时,设置在第1缝31内的第1磁铁41的端部比设置在第2缝32内的第2磁铁42的端部容易配置于沿延伸方向远离转子铁芯20的外周面的位置。沿轴向观察时,设置在第2缝32内的第2磁铁42的端部比设置在第3缝33内的第3磁铁43的端部容易配置于沿延伸方向远离转子铁芯20的外周面的位置。由此,如图4中虚线的箭头IB所示那样,通过第1磁铁41的第1延伸方向的一端部、第2磁铁42的第2延伸方向的一端部以及第3磁铁43的第3延伸方向的一端部的磁通的流动容易成为随着从第3磁铁43朝向第1磁铁41而沿延伸方向前进的流动。因此,容易使通过第1磁铁41的第1延伸方向的一端部、第2磁铁42的第2延伸方向的一端部以及第3磁铁43的第3延伸方向的一端部的磁通的流动接近沿着箭头FB所示的延伸方向的磁通的流动。因此,容易使从磁铁40放射的磁通的流动接近产生磁阻扭矩的磁通的流动。由此,能够使从磁铁40放射的磁通容易地在转子10与定子3之间适当地流动,从而能够容易地用于产生磁扭矩。因此,能够适当地提高磁扭矩。因此,能够适当地提高马达1的扭矩。

[0055] 另外,例如,在第1角度θ1、第2角度θ2以及第3角度θ3为与本实施方式相反的关系、即满足 $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$ 的关系的情况下,第2磁铁的端部比第1磁铁的端部容易配置于沿延伸方向远离转子铁芯的外周面的位置,第3磁铁的端部比第2磁铁的端部容易配置于沿延伸方向远离转子铁芯的外周面的位置。因此,通过第1磁铁的第1延伸方向的一端部、第2磁铁的第2延伸方向的一端部以及第3磁铁的第3延伸方向的一端部的磁通的流动容易接近图4中箭头MB所示的磁通的流动。由此,从磁铁放射的磁通的流动容易成为与产生磁阻扭矩的磁通的流动大不相同的流动。因此,难以充分提高磁扭矩,从而无法充分提高马达的扭矩。

[0056] 另外,例如在将磁铁设置在整个缝内的情况下,磁铁的延伸方向两端部位于转子铁芯的径向外缘部。在该情况下,磁铁的延伸方向两端部由于由定子产生的磁场的影响等而容易退磁。因此,即使将磁铁的延伸方向两端部切削而设置磁通阻隔部,也不易影响从磁铁放射的磁通的总量。由此,即使不像本实施方式那样在缝30的延伸方向两端部设置磁铁40,也能够抑制从磁铁40放射的磁通的总量变少。另外,根据本实施方式,与在整个缝30内设置磁铁40的情况相比,能够减小磁铁40。因此,能够降低用于准备磁铁40的成本,从而能够降低转子10的制造成本及马达1的制造成本。

[0057] 根据本实施方式,第1缝31的两端部、第2缝32的两端部以及第3缝33的两端部位于

转子铁芯20的径向外缘部。因此，能够使转子铁芯20中的位于多个缝30之间的部分从转子铁芯20的径向外缘部的一部分呈圆弧状延伸至转子铁芯20的径向外缘部的另一部分。由此，能够使在定子3与转子10之间流动的磁通在转子铁芯20内沿着多个缝30之间适当地流动。因此，能够进一步提高磁阻扭矩。因此，能够进一步提高马达1的扭矩。

[0058] 根据本实施方式，第1缝31的两端部的径向位置、第2缝32的两端部的径向位置以及第3缝33的两端部的径向位置是彼此相同的。因此，与各缝30的两端部的径向位置存在偏差的情况相比，能够在转子铁芯20内使磁通在多个缝30之间稳定地流动。由此，能够进一步提高磁阻扭矩。因此，能够进一步提高马达1的扭矩。

[0059] 根据本实施方式，第1缝31、第2缝32以及第3缝33沿着周向各设置有多个。第1磁铁41设置于每个第1缝31。第2磁铁42设置于每个第2缝32。第3磁铁43设置于每个第3缝33。因此，能够进一步提高磁阻扭矩和磁扭矩。由此，能够进一步提高马达1的扭矩。

[0060] 根据本实施方式，第1缝31、第2缝32以及第3缝33在径向上等间隔地排列配置。因此，能够使转子铁芯20中的第1缝31与第2缝32之间的磁通的流动容易度和转子铁芯20中的第2缝32与第3缝33之间的磁通的流动容易度为相同程度。由此，能够容易地使磁通适当地分别在转子铁芯20内的多个缝30之间流动，从而容易进一步提高磁阻扭矩。因此，能够进一步提高马达1的扭矩。

[0061] 根据本实施方式，第1角度θ1大于第3角度θ3的2倍且小于第3角度θ3的3倍。通过使第1角度θ1大于第3角度θ3的2倍，能够适当地增大第1磁通阻隔部51，从而进一步抑制从第1磁铁41的两端部放射的磁通不通过定子3而返回到第1磁铁41。由此，能够进一步提高磁扭矩。另外，通过使第1角度θ1小于第3角度θ3的3倍，能够抑制第1磁铁41在第1延伸方向上的尺寸变得过小。由此，能够抑制从第1磁铁41放射的磁通的量变少，从而能够抑制磁扭矩降低。由此，能够更适当地提高马达1的扭矩。

[0062] 根据本实施方式，第2角度θ2大于第3角度θ3的1.5倍且小于第3角度θ3的2.5倍。通过使第2角度θ2大于第3角度θ3的1.5倍，能够适当地增大第2磁通阻隔部52，从而进一步抑制从第2磁铁42的两端部放射的磁通不通过定子3而返回到第2磁铁42。由此，能够进一步提高磁扭矩。另外，通过使第2角度θ2小于第3角度θ3的2.5倍，能够抑制第2磁铁42在第2延伸方向上的尺寸变得过小。由此，能够抑制从第2磁铁42放射的磁通的量变少，从而能够抑制磁扭矩降低。由此，能够更适当地提高马达1的扭矩。

[0063] 根据本实施方式，磁铁40是铁氧体磁铁。因此，与使磁铁40为铁氧体磁铁的情况相比，能够抑制磁铁40因温度的影响而退磁。由此，能够适当地得到磁扭矩。因此，能够更适当地提高马达1的扭矩。

[0064] 本发明不限于上述的实施方式，在本发明的技术思想的范围内，也可以采用其他结构。多个缝只要包含第1缝、第2缝以及第3缝各至少一个即可，也可以包含其他缝。多个缝也可以包含与第1缝、第2缝以及第3缝一起沿径向隔开间隔地排列配置的一个以上的其他缝。在该情况下，其他缝也可以是沿轴向观察时呈向径向内侧凸出的圆弧状。多个缝也可以包含沿轴向观察时不呈圆弧状的缝。多个缝也可以包含在内部不配置磁铁的缝。多个缝也可以仅设置一个第1缝、一个第2缝以及一个第3缝这三个缝。

[0065] 缝也可以不沿轴向贯穿转子铁芯。缝也可以仅在转子铁芯的轴向两侧的端面中的一个端面开口。缝的延伸方向的两端部也可以不设置在转子铁芯的径向外缘部。第1缝的宽

度、第2缝的宽度以及第3缝的宽度可以互不相同。第1缝在第1延伸方向上的尺寸、第2缝在第2延伸方向上的尺寸以及第3缝在第3延伸方向上的尺寸可以彼此相同。

[0066] 设置在缝的延伸方向的两端部的磁通阻隔部只要能够抑制磁通的流动即可，没有特别限定。在上述的实施方式中，磁通阻隔部为空隙部，但也可以通过在该空隙部中埋入树脂等非磁性体而构成磁通阻隔部。

[0067] 磁铁的种类没有特别限定。磁铁可以是钕磁铁。在如上述那样缝包含其他缝的情况下，多个磁铁也可以包含设置在其他缝内的磁铁。第1角度 $\theta_1$ 、第2角度 $\theta_2$ 以及第3角度 $\theta_3$ 只要满足 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ 的关系即可，没有特别限定。在如上述那样设置有与第1缝、第2缝以及第3缝一起沿径向排列的其他缝的情况下，其他缝的两端部与设置在其他缝内的磁铁的两端部的位置关系也可以沿着第1角度 $\theta_1$ 、第2角度 $\theta_2$ 以及第3角度 $\theta_3$ 的关系来决定。

[0068] 具体而言，在沿径向排列的多个缝和设置在各缝内的磁铁中，也可以采用如下结构：越是位于径向内侧的缝和磁铁，沿轴向观察时，连结基准点和缝的端部的线段与连结基准点和磁铁的端部的线段所成的角度越大。例如，在设置有位于向第3缝的径向内侧离开的位置的第4缝和配置在第4缝内的第4磁铁的情况下，沿轴向观察时，连结基准点和第4缝的端部的线段与连结基准点和第4磁铁的端部的线段所成的第4角度也可以小于第3角度。另外，例如，在设置有位于向第1缝的径向外侧离开的位置的第5缝和配置在第5缝内的第5磁铁的情况下，沿轴向观察时，连结基准点和第5缝的端部的线段与连结基准点和第5磁铁的端部的线段所成的第5角度也可以大于第1角度。

[0069] 应用本发明的马达的用途没有特别限定。马达例如可以搭载在车辆上，也可以搭载在车辆以外的设备上。以上，在本说明书中说明的结构可以在相互不矛盾的范围内适当组合。

[0070] 标号说明

[0071] 1: 马达；3: 定子；10: 转子；20: 转子铁芯；30: 缝；31: 第1缝；32: 第2缝；33: 第3缝；40: 磁铁；41: 第1磁铁；42: 第2磁铁；43: 第3磁铁；IL: 假想线；J: 中心轴线；L1a、L2a、L3a、L1b、L2b、L3b: 线段；RP: 基准点； $\theta_1$ : 第1角度； $\theta_2$ : 第2角度； $\theta_3$ : 第3角度。

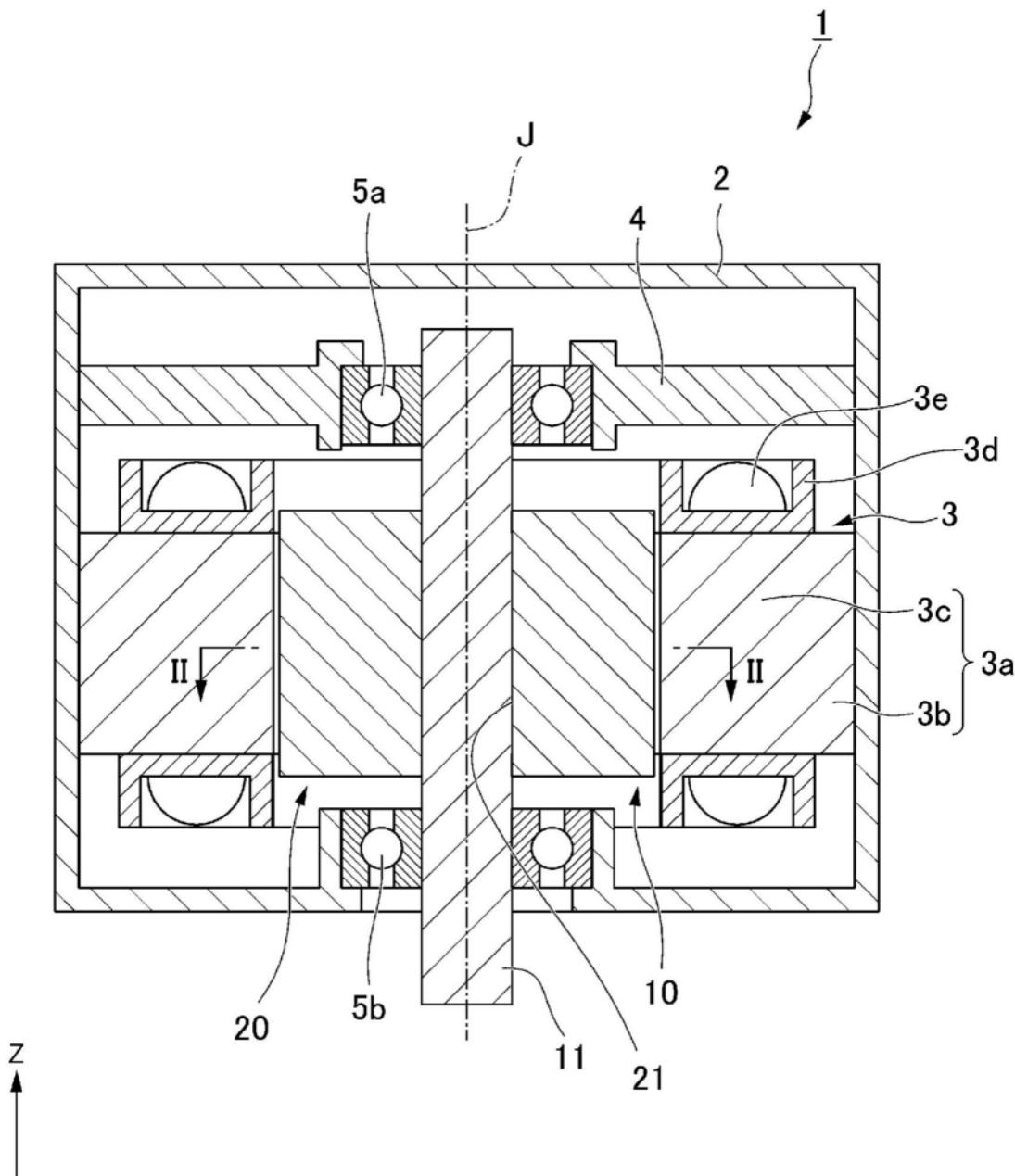


图1

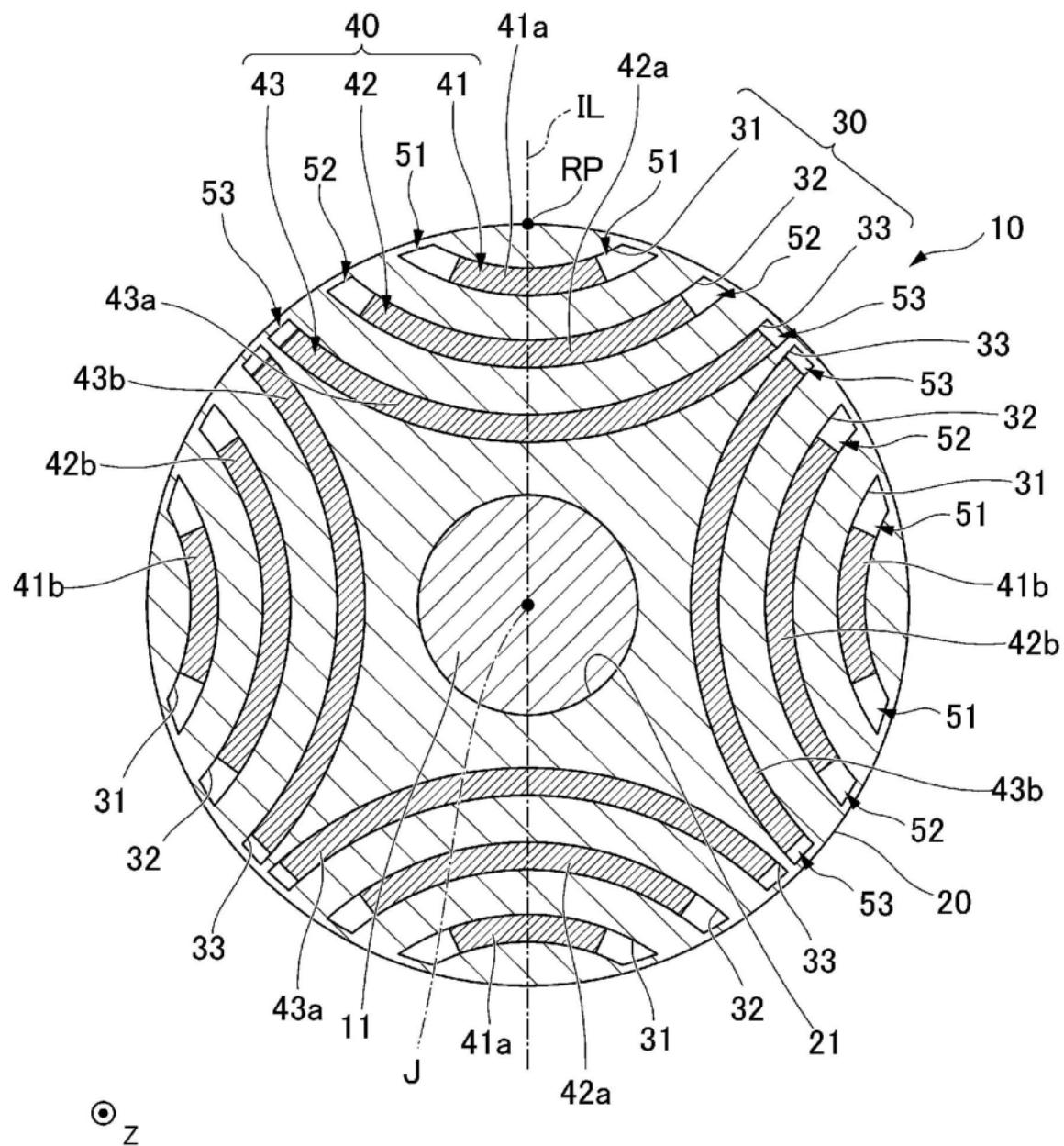


图2

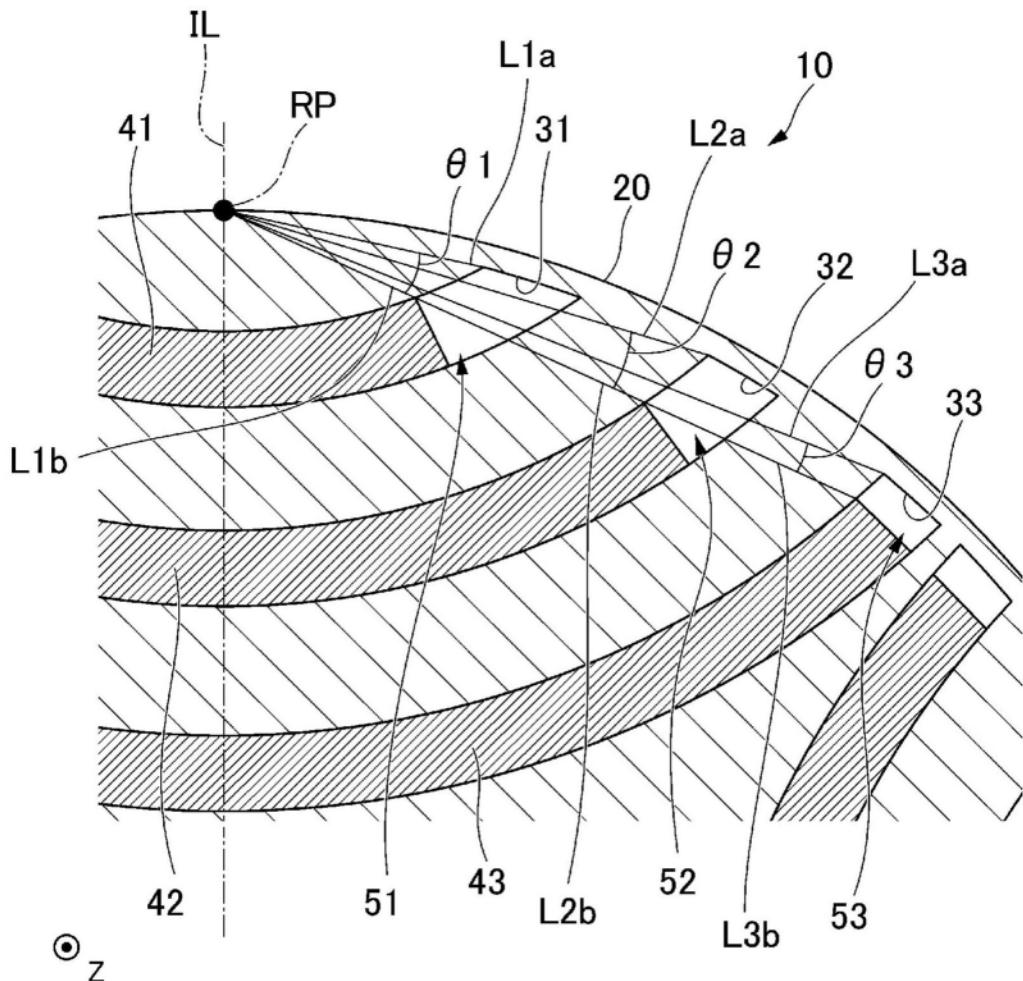


图3

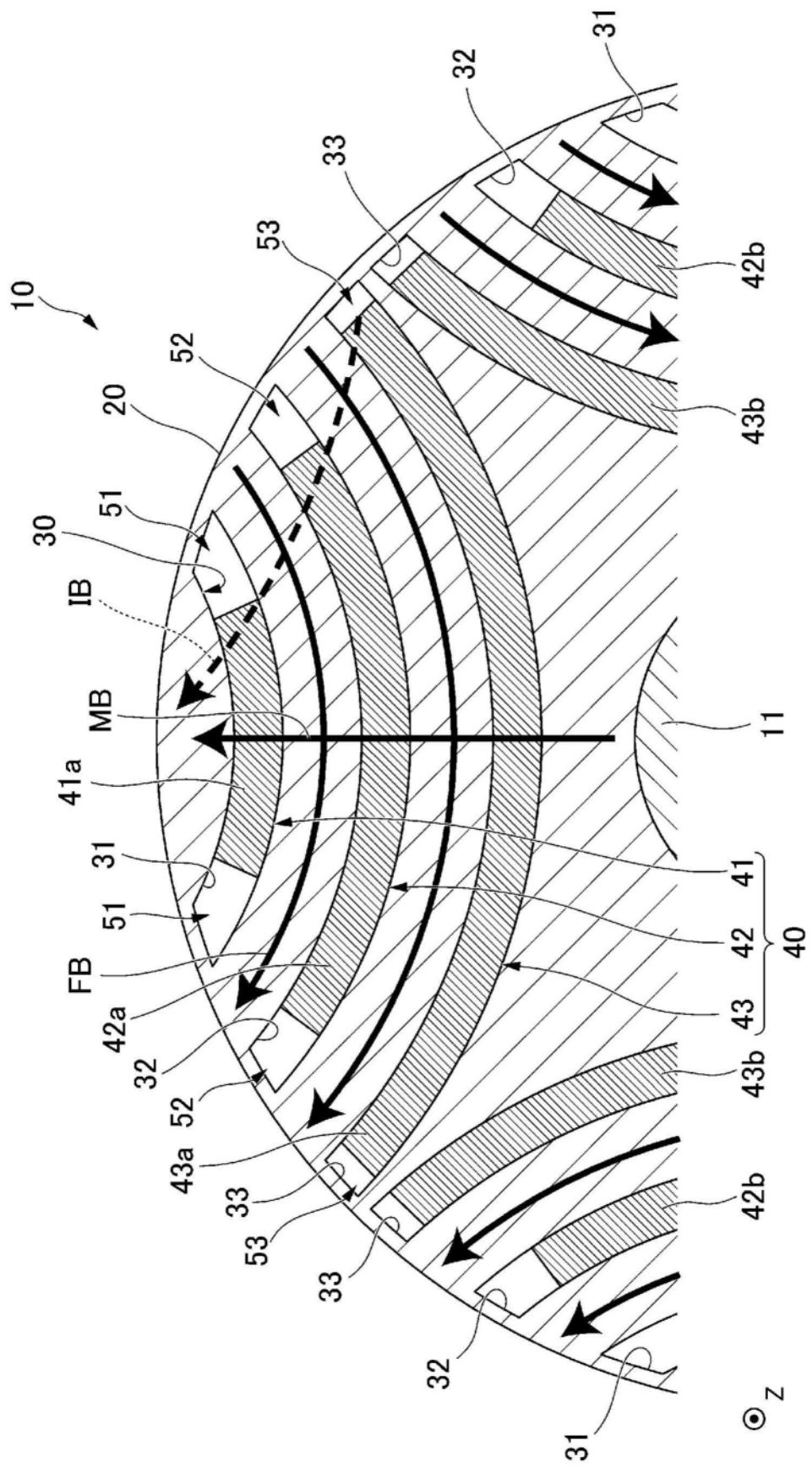


图4