



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103138521 A

(43) 申请公布日 2013.06.05

(21) 申请号 201210596634.9

(22) 申请日 2012.12.05

(30) 优先权数据

2011-265987 2011.12.05 JP

10-2012-0133677 2012.11.23 KR

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 向井胜久 山根太志

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 王新华

(51) Int. Cl.

H02K 29/03 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)

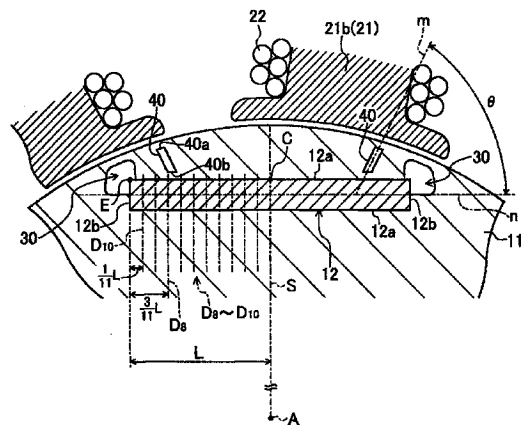
权利要求书1页 说明书5页 附图10页

(54) 发明名称

无刷电机

(57) 摘要

这里公开了一种无刷电机,该无刷电机包括转子,绕旋转轴旋转且具有转子芯和多个磁体;以及定子,设置在转子周围,其中磁体等间隔地布置且嵌入在转子芯的外圆周部分中,转子芯包括关于参考线对称地设置的成对狭缝,其中当磁体的位于中心点与每个边缘之间的部分被平行于参考线的分割线分为十一个部分时,当分割线从参考线的一侧朝向边缘依次布置时,狭缝的内端部位于设定为第八分割线的分割线的外侧。



1. 一种无刷电机,包括:

转子,绕旋转轴旋转且具有转子芯和多个磁体;以及  
定子,设置在所述转子周围,间隙位于所述转子和所述定子之间;  
其中:

所述磁体具有长方体的形状并等间隔地布置且嵌入在所述转子芯的外圆周部分中,使得从所述旋转轴径向延伸的参考线垂直于每个所述磁体的侧面部的相对边缘之间的中心点;并且

所述转子芯包括成对的狭缝,该成对的狭缝关于所述参考线对称地设置,且在每个所述磁体的所述相对边缘之间,

其中每个所述狭缝倾斜使得该狭缝的从所述旋转轴径向地向外定位的外端部与该狭缝的径向地向内定位的内端部相比位于更远离所述参考线的位置,当所述磁体的位于所述中心点与每个边缘之间的部分被平行于所述参考线的分割线分为十一个部分时,当所述分割线从所述参考线的一侧朝向所述边缘依次布置时,所述狭缝的内端部位于设定为第八分割线的分割线的外侧。

2. 根据权利要求 1 所述的无刷电机,其中每个所述狭缝相对于与所述参考线垂直的线的倾斜角不大于  $80^\circ$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的无刷电机,其中所述转子芯仅包括成对的狭缝。

4. 根据权利要求 2 所述的无刷电机,其中所述转子芯还包括中央狭缝,该中央狭缝位于所述参考线上且在所述旋转轴的方向上以贯穿的方式布置。

5. 根据权利要求 4 所述的无刷电机,其中所述转子芯还包括辅助狭缝的组,所述辅助狭缝的组关于所述参考线轴对称地设置且在所述中央狭缝和所述成对的狭缝之间。

## 无刷电机

### 技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及一种无刷电机 (brushless motor), 该无刷电机包括提供有狭缝 (slit) 的电机。

### 背景技术

[0002] 无刷电机通常分为表面安装永磁体 (SPM) 型和内置永磁体 (IPM) 型。SPM 电机具有安装在转子的外圆周表面上的磁体, 而 IPM 电机具有嵌入在转子中的磁体。

[0003] 与 SPM 电机相比, IPM 电机可以保证磁体不与转子分离并使得磁阻转矩被有效利用。IPM 电机用作压缩机的驱动源, 该压缩机用于例如空调或冰箱。

[0004] 对于 IPM 电机, 为了改善磁特性, 多个狭缝有时形成在安装于转子内部的永磁体的外圆周面上。对于这些狭缝已经提出各种形状和布置。

[0005] 例如, 日本专利申请 No. 2011-78283 公开了一种 IPM 电机, 其具有多个狭缝, 这些狭缝朝向电机的旋转方向或与该旋转方向相反的方向倾斜, 该日本专利申请还公开了一种 IPM 电机, 其具有多个狭缝, 这些狭缝朝向磁极的中心线倾斜。

[0006] 此外, 日本专利申请 No. 2011-78283 提出, 为了消除高频分量以减小转矩波动 (torque ripple), 通过在旋转方向和与该旋转方向相反的方向之间交替改变磁极的狭缝的倾斜方向, 使磁极的转矩相位 (torque phase) 不同于相邻磁极的转矩相位。

[0007] 引用的参考文献

[0008] 专利文件

[0009] 日本专利申请公开 No. 2011-78283

### 发明内容

[0010] 日本专利申请公开 No. 2011-78283 所使用的技术通过使相邻磁极的狭缝的形状和布置非对称会导致狭缝复杂的结构, 使得该结构的操控变得困难。

[0011] 因此, 本发明的一方面提供一种无刷电机, 该无刷电机可以通过提供狭缝的简化结构而有效减小转矩波动。

[0012] 本发明的其他方面将在以下的描述中被部分地阐述, 并将部分地从该描述而变得明显, 或者可以通过本发明的实践而获知。

[0013] 根据本发明的一方面, 一种无刷电机包括: 转子 (rotor), 绕旋转轴旋转且具有转子芯 (rotor core) 和多个磁体; 以及定子 (stator), 设置在转子周围, 间隙位于转子和定子之间, 其中磁体具有长方体的形状并等间隔地布置且嵌入在转子芯的外圆周部分中, 使得从旋转轴径向延伸的参考线垂直于每个磁体的侧面部的相对边缘之间的中心点, 转子芯包括成对的狭缝, 该成对的狭缝关于参考线对称地设置, 且在每个磁体的相对边缘之间, 其中每个狭缝倾斜使得该狭缝的从旋转轴径向地向外定位的外端部与径向地向内定位的内端部相比位于更远离参考线的位置, 当磁体的位于中心点与每个边缘之间的部分被平行于参考线的分割线分为十一个部分时, 当分割线从参考线的一侧朝向所述边缘依次布置时,

狭缝的内端部位于设定为第八分割线的分割线的外侧。

[0014] 当狭缝在预定的范围内定位得靠近磁体时,即使通过狭缝的简化结构也可以有效抑制转矩波动。

[0015] 每个狭缝相对于与参考线垂直的线的倾斜角可以不大于  $80^{\circ}$ 。

[0016] 此外,仅成对的狭缝可以形成在转子芯上,除了成对的狭缝之外,转子芯可以提供有中央狭缝,该中央狭缝形成在参考线上并在旋转轴的方向上以贯穿的方式布置。辅助狭缝的组可以进一步布置在转子中的中央狭缝和成对狭缝之间以关于参考线轴向地对称。

### 附图说明

[0017] 从以下结合附图对示范性实施例的描述,本发明的这些和 / 或其他的方面将变得明显并更易于理解。

[0018] 图 1 是示出根据本发明示范性实施例的电机的示意透视图;

[0019] 图 2 是根据本发明所示实施例的电机的示意截面图;

[0020] 图 3 是沿图 2 的线 I-I 截取的示意截面图;

[0021] 图 4 是示出图 3 的主要部分的放大示意图;

[0022] 图 5 是示出狭缝的倾斜角与转矩波动之间的关系的关系的曲线图;

[0023] 图 6 是示出狭缝的倾斜的视图;

[0024] 图 7 是示出狭缝的位置与转矩波动之间的关系的关系的曲线图;

[0025] 图 8 是示出根据本发明另一实施例的电机的示意图;

[0026] 图 9 是示出根据本发明另一实施例的电机的示意图;

[0027] 图 10 是示出根据本发明另一实施例的电机的示意图;

[0028] 图 11A 和图 11B 是示出狭缝的另外的示例的示意图。

### 具体实施方式

[0029] 现在将详细参照本发明的实施例,附图中示出这些实施例的示例,其中相似的附图标记始终指代相似的元件。

[0030] (电机的整个构造)

[0031] 图 1 至图 3 示出根据本发明示范性实施例的电机 1。电机 1 是内转子型的无刷电机,用作例如冰箱的压缩机的驱动源。电机 1 包括轴 2、电机外壳 3、转子 4、定子 5 以及电力分配构件 7。

[0032] 如图 2 所示,轴 2 通过轴承 6 被电机外壳 3 支撑,并绕旋转轴 A 旋转。转子 4 具有圆柱形的外观,被固定在轴 2 的中间部分,转子 4 的旋转中心与轴 2 的旋转中心对准。

[0033] 转子 4 包括转子芯 11 和多个磁体 12(在所示的实施例中为 6 个磁体 12)。通过在旋转轴 A 的方向上(即,在旋转轴 A 延伸的方向上)堆叠多个盘状的金属板,转子芯 11 形成圆柱形状。电机 1 是内置永磁体(IPM)型电机,电机 1 的每个磁体 12 都嵌入在转子芯 11 的外圆周部分中。

[0034] 如图 3 的截面图所示,磁体 12 形成为相同的形状和尺寸,并具有长方体的形状。也就是,如图 4 所示,每个磁体 12 都具有长且薄的平板形状,并提供有一对矩形侧面部(lateral section)12a、连接到侧面部 12a 的一对纵向部(longitudinal section)12b 以

及一对截面部 (cross section) 12c。磁体 12 设置在圆周方向上以彼此等间距,并具有交替布置的北极和南极,使截面部 12c 面对旋转轴 A 的方向。以下将描述转子 4 的结构细节。

[0035] 具有圆柱形外观的定子 5 安装在电机外壳 3 的内侧。定子 5 的内圆周表面布置为面对转子 4 的外圆周表面,小的间隙位于定子 5 的内圆周表面与转子 4 的外圆周表面之间。

[0036] 定子 5 包括定子芯 21 和线圈 22。定子芯 21 包括具有环形的基部 21a 以及多个齿部 21b (在所示的实施例中为九个齿部),该多个齿部 21b 从基部 21a 的内圆周表面朝向旋转中心径向地突出。多个线圈 22 (在所示的实施例中为九个线圈) 通过在每个齿部 21b 的周围缠绕导线形成,其中绝缘体 (未示出) 置于导线中。

[0037] 具有连接端子的电力分配构件 7 安装在电机外壳 3 内。从未示出的外部电源供应到电机 1 的电流通过电力分配构件 7 以预定的时序分配到各个线圈 22。从而,形成在转子 4 的磁体 12 和定子 5 的每个线圈 22 之间的磁场改变以产生用于使轴 2 旋转的转矩。电机 1 在正反两个方向上旋转并根据所供应电流的控制而旋转。

[0038] 当轴 2 被旋转时,转子 4 与定子 5 之间磁力改变,导致转矩波动。为了有效抑制该转矩波动,狭缝 40 形成在转子芯 11 中。为了提高生产率,狭缝 40 的位置和角度被提出允许以简化的狭缝构造来有效抑制转矩波动。

[0039] (电机构造的细节)

[0040] 图 4 示出从旋转轴 A 方向观看的具有嵌入在其中的磁体 12 的转子芯 11 的外圆周部分。六个外圆周部分都具有相同的构造。将参照图 4 描述磁体 12 和狭缝 40 的位置和角度的情况。

[0041] 磁体 12 嵌入在转子芯 11 中靠近转子芯 11 的外圆周周边,使磁体 12 的侧面部 12a 布置得面对径向方向。也就是,当虚拟参考线 S 从中心 (即,旋转轴 A) 在径向方向上绘出以穿过磁体 12 的侧面部 12a 的相对边缘之间的中心点 C 时,参考线 S 布置为垂直于侧面部 12a。

[0042] 一对磁通屏障 (flux barrier) 30 形成在转子芯 11 的一部分上,磁体 12 的相对边缘布置在该部分以防止磁通的断开。也就是,作为磁通屏障 30,在旋转轴 A 的方向上贯穿转子芯 11 的长孔形成在侧面部 12a 的端部 (也就是,在径向方向上面向外部的侧面部 12a 与纵向部 12b 连接的端部) 的位置。

[0043] 每个磁通屏障 30 都具有从相应的端部径向地向外伸展的横截面区域。该横截面区域具有在径向方向上伸展到转子芯 11 的外圆周表面附近的大体上扇形或方形的形式,包括磁体 12 的面向外侧的侧面部 12a 的边缘的周边 (该边缘部分形成在侧面部 12a 和纵向部 12b 之间)。

[0044] 此外,像磁通屏障 30 一样在旋转轴 A 的方向上贯穿转子芯 11 的两个狭缝 40 形成在转子芯 11 的外圆周部分上,在径向方向上布置在磁体 12 外面且在磁通屏障 30 之间。狭缝 40 的位置和形状关于参考线 S 轴向对称。

[0045] 每个狭缝 40 都具有基本上在径向方向上延伸的基本上细长的矩形横截面。每个狭缝 40 是倾斜的使得狭缝的自旋转轴径向向外定位的一端 (称为外端部 40a) 与狭缝的径向向内定位的另一端部 (称为内端部 40b) 相比定位得更远离参考线 S。

[0046] 在电机 1 中,每个狭缝 40 的外端部 40a 几乎平行于其面对的转子芯 11 的外圆周周边,而狭缝 40 的内端部 40b 几乎平行于磁体 12 的侧面部 12a。

[0047] 每个狭缝 40 相对于磁体 12 的侧面部 12a 的倾斜角 ( $\theta$ ) 的值设定为小于  $80^\circ$  的值。

[0048] 如图 4 所示,每个狭缝 40 的纵轴 (m) (即,穿过狭缝 40 的宽度中心的线) 与侧面部 12a (即,图 4 中平行于侧面部 12a 的参考线 (n)) 的交叉的角度设定为小于  $80^\circ$ 。通过如上设定每个狭缝 20 的倾斜角 ( $\theta$ ),可以抑制转矩波动。

[0049] 图 5 示出用于研究狭缝 20 的倾斜角 ( $\theta$ ) 与转矩波动之间的关系而进行的试验的结果 (曲线图)。纵轴表示转矩波动的幅度。横轴表示狭缝 20 的倾斜角 ( $\theta$ )。虚线表示其中没有提供狭缝 40 的情形的试验结果,给出用来对比。

[0050] 在试验中,如图 6 中的箭头所示,从狭缝 40 垂直于磁体 12 的侧面部 12a 的角度 (即,倾斜角 ( $\theta$ ) =  $90^\circ$ ),通过改变狭缝 40 的倾斜角,在预定的角度测量转矩波动。除了倾斜角 ( $\theta$ ) 之外的所有其它条件保持不变。

[0051] 如图 5 所示,随着倾斜角 ( $\theta$ ) 减小,转矩波动也减小。还看到,当倾斜角 ( $\theta$ ) 不大于约  $80^\circ$  时,转矩波动小于不提供狭缝 40 的情形。但是过小的倾斜角 ( $\theta$ ) 会导致狭缝 40 的外端部 40a 接触磁通屏障 30。因此,倾斜角 ( $\theta$ ) 需要具有不小于  $20^\circ$  的值。

[0052] 因此,如果每个狭缝 40 的倾斜角 ( $\theta$ ) 设定为不大于约  $80^\circ$  的值,则可以抑制转矩波动。

[0053] 此外,每个狭缝 40 都设置在相应的磁通屏障 30 附近。

[0054] 如图 4 所示,假设磁体 12 的位于中心点 C 与边缘 E 之间的部分的侧面部 12a 被平行于参考线 S 的分割线  $D_1$  到  $D_{10}$  分为 11 个部分。在此情形下,当分割线从参考线 S 的一侧朝向边缘 E 依次布置时,狭缝 40 的内端部 40b 布置为位于设定为第八分割线  $D_8$  的分割线的外侧。

[0055] 换句话说,如果磁体 12 的长度的一半为 L,则狭缝 40 的内端部 40b 布置为与分割线  $D_8$  相比位于更加朝向纵向部 12b 的位置,其中分割线  $D_8$  经过从纵向部 12b 朝向中心点 C 间隔  $3/11 \times L$  的长度的点。通过以此方式设定每个狭缝 40 的位置,可以抑制转矩波动。

[0056] 图 7 示出用于研究狭缝 20 的位置与转矩波动之间的关系而进行的试验的结果 (曲线图)。纵轴表示转矩波动的幅度。横轴表示狭缝 40 的内端部 40b 的位置,该位置由图 4 所示的分割线  $D_1$  至  $D_{10}$  到磁体 12 的边缘 E (或纵向部 12b) 的距离来指示。虚线表示没有提供狭缝 40 的情形的试验结果,给出用于对比。除了狭缝 40 的位置之外,所有其它的试验条件保持不变。

[0057] 如图 7 所示,狭缝 40 定位得越靠近朝向磁体 12 的边缘 E,转矩波动越小。还看出,当狭缝 40 的位置比距离边缘 E 约  $3/11 \times L$  的位置 (也就是,当分割线从参考线 S 的一侧朝向边缘 E 依次布置时设定为第八分割线  $D_8$  的分割线的位置) 更靠近边缘 E 时,转矩波动小于不提供狭缝 40 的情形的转矩波动。

[0058] 但是将狭缝 40 定位得过于靠近边缘 E 会导致狭缝 40 接触磁通屏障 30,因此狭缝 40 需要形成在与距离边缘 E 约  $1/11 \times L$  的位置 (也就是当分割线从参考线 S 的一侧朝向边缘 E 依次布置时设定为第十分割线  $D_{10}$  的分割线的位置) 相比更朝向中心点 C 的位置。

[0059] 当同时考虑狭缝 40 的倾斜角 ( $\theta$ ) 和位置时,将倾斜角 ( $\theta$ ) 设定为在约  $40^\circ$  至约  $80^\circ$  之间的值,并在距离边缘 E 约  $1/11 \times L$  至约  $3/11 \times L$  的范围内的位置形成狭缝 20。

[0060] (另外的实施例)

[0061] 图 8 至图 10 示出根据本发明的另外的实施例的电机。如上述实施例中,如果两个狭缝 40 和 40 布置在预定的位置并形成成为具有预定的倾斜角,则可以抑制转矩波动。

[0062] 然而,通过改善电机的特性可以形成附加的狭缝 40。在此情形下,如图 8 所示,狭缝 40 可以通过在旋转轴 A 的方向上贯穿转子芯 11 而形成在关于参考线 S 轴对称的位置。

[0063] 如图 8 所示,当形成三个狭缝 40 时,附加狭缝 40(中央狭缝 51)设置在参考线 S 上。如图 9 或图 10 所示,当提供附加狭缝 40 时,同时添加两个附加狭缝 40(辅助狭缝 52)。在此情形下,辅助狭缝 52 布置在中央狭缝 51 与两个最外面的狭缝 40 之间,以具有等间隔的位置和均匀增大的倾斜角( $\theta$ )。

[0064] 因而,可以增加狭缝的数目而不使通过成对的具有预定形状的狭缝 40 而获得的抑制转矩波动的效果降低。此外,狭缝 40 的对称布置可以提供高的生产率以及电机在任意旋转方向上的稳定特性。

[0065] 根据本发明实施例的无刷电机并不限于以上实施例,而是可以具有不同的实施例。

[0066] 例如,在所示实施例中公开的狭缝 40 的截面形状仅是示例。狭缝 40 的横截面可以是如图 11A 所示的矩形形状或是如图 11B 所示的椭圆形状。

[0067] 如从以上描述而明显的,根据本发明实施例的无刷电机可以有效抑制转矩波动并提高生产率。

[0068] 尽管已经示出并描述了本发明的几个实施例,但是本领域技术人员将理解,可以在这些实施例中进行改变而不脱离本发明的原理和精神,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

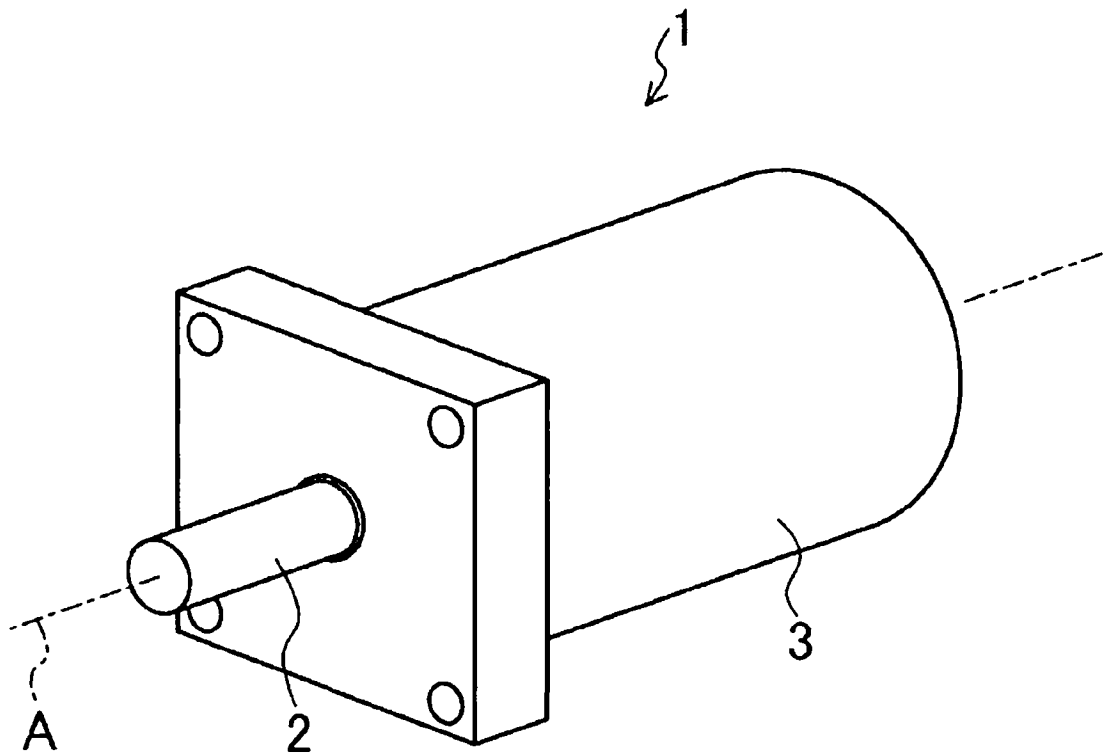


图 1

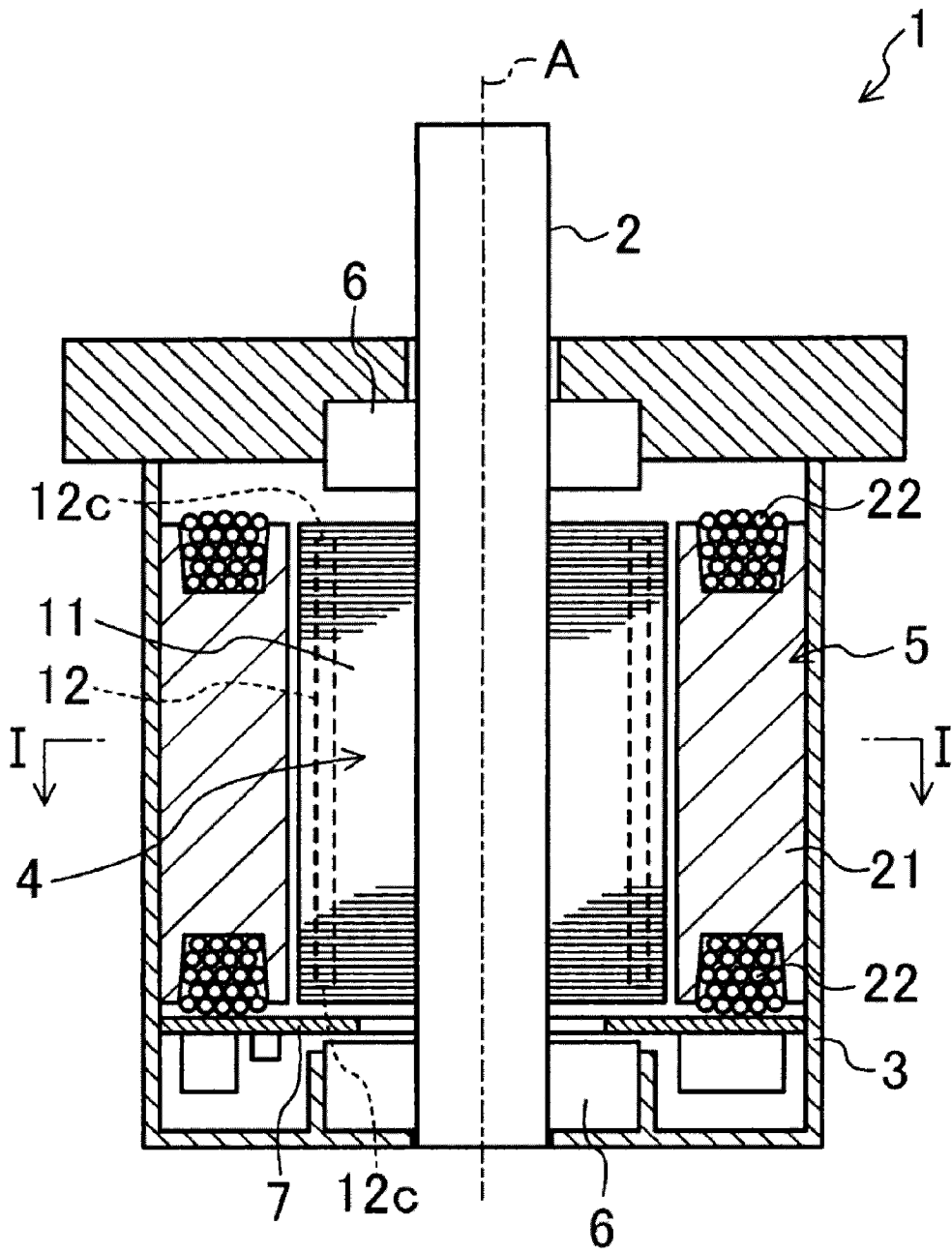


图 2

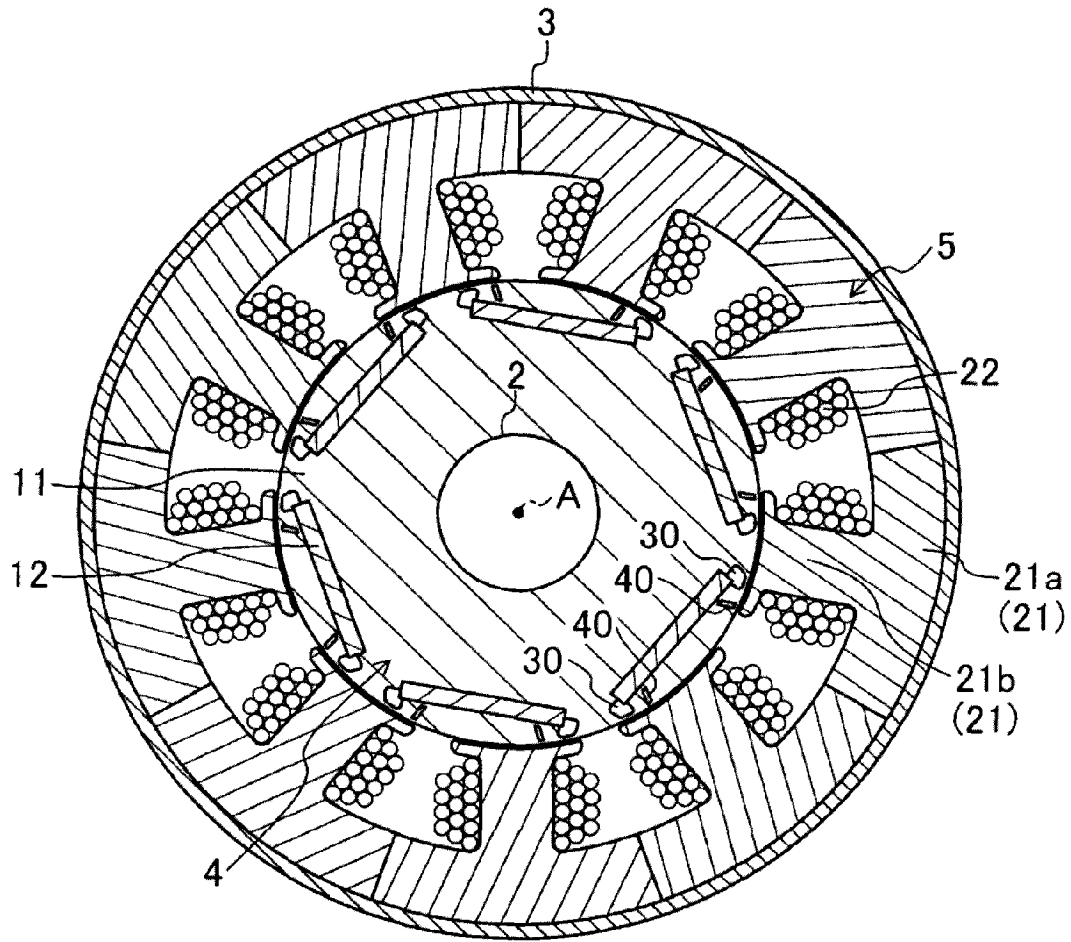


图 3

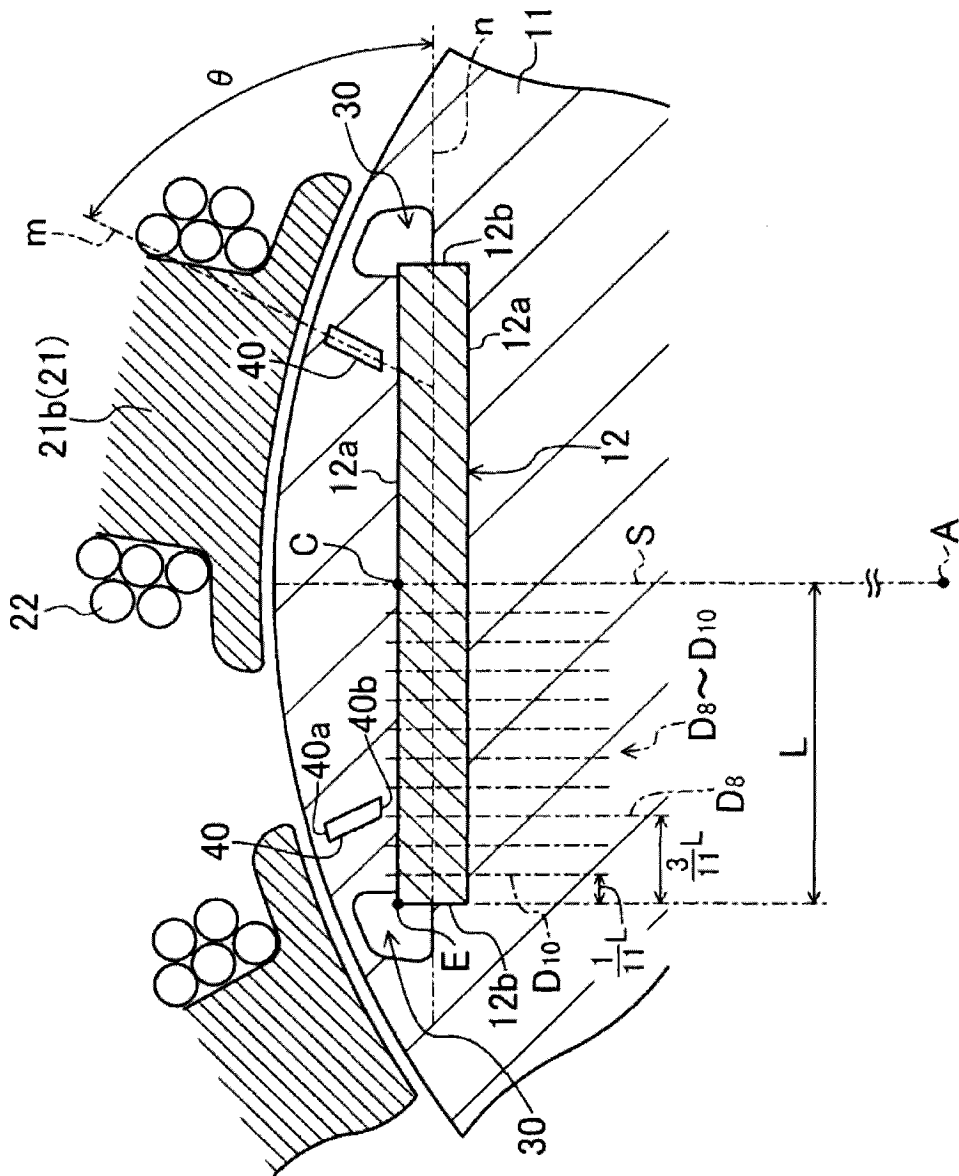


图 4

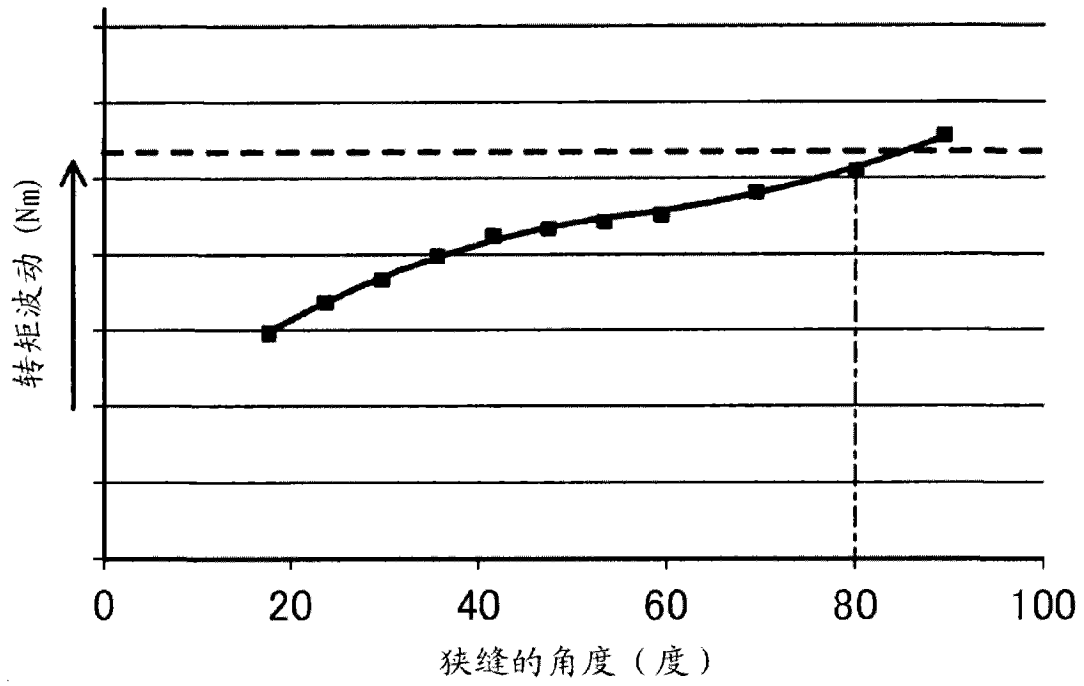


图 5

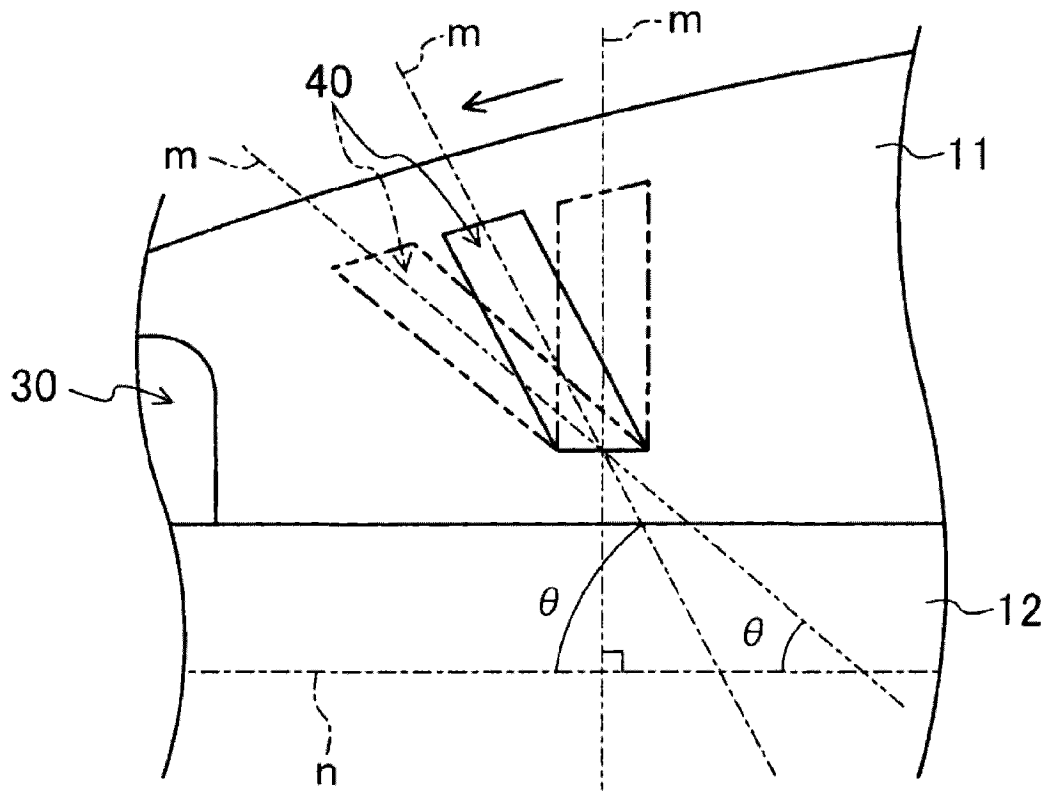


图 6

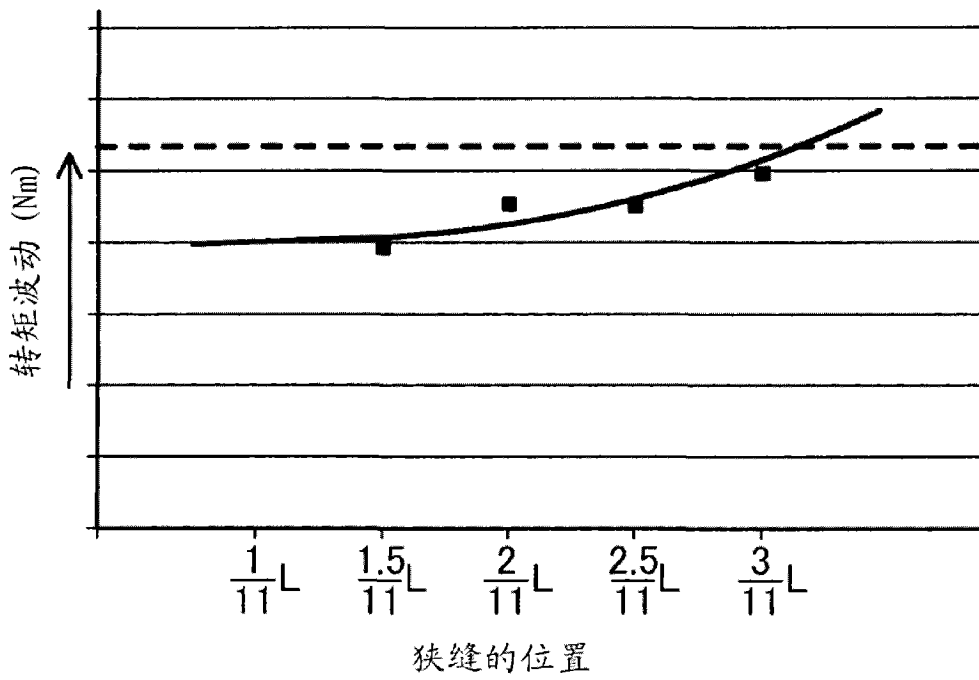


图 7

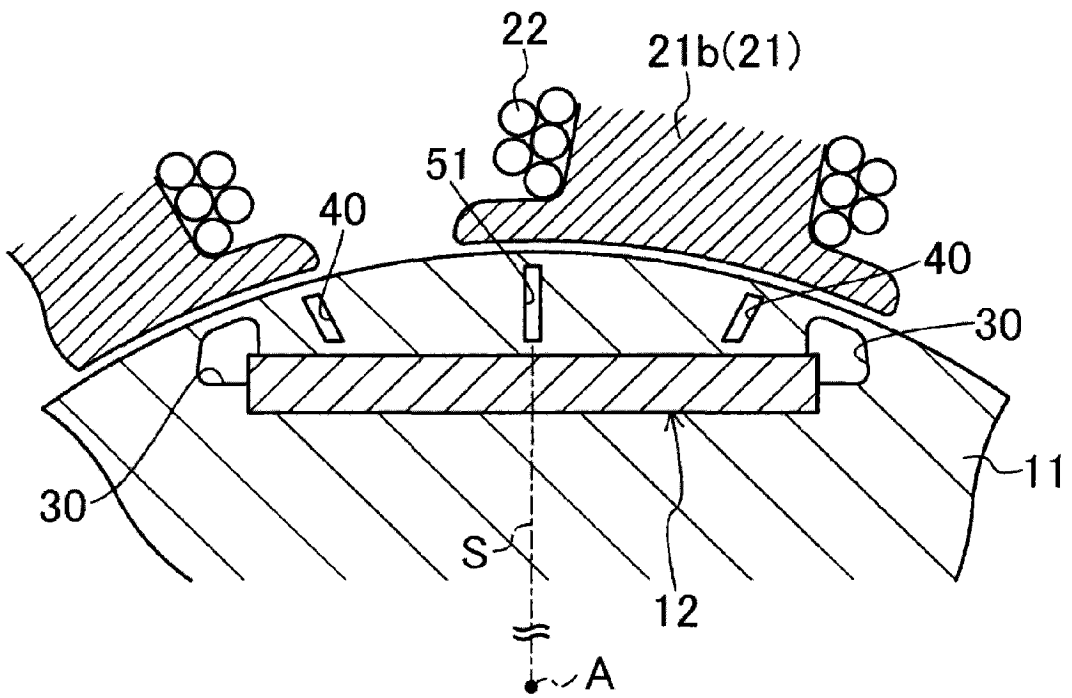


图 8

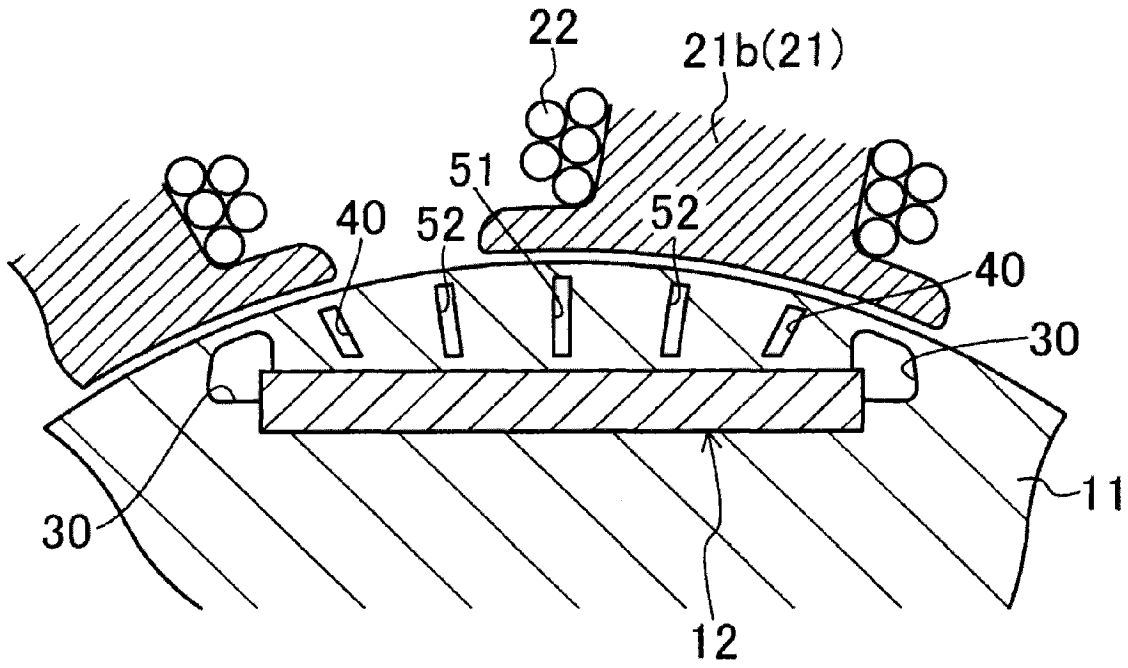


图 9

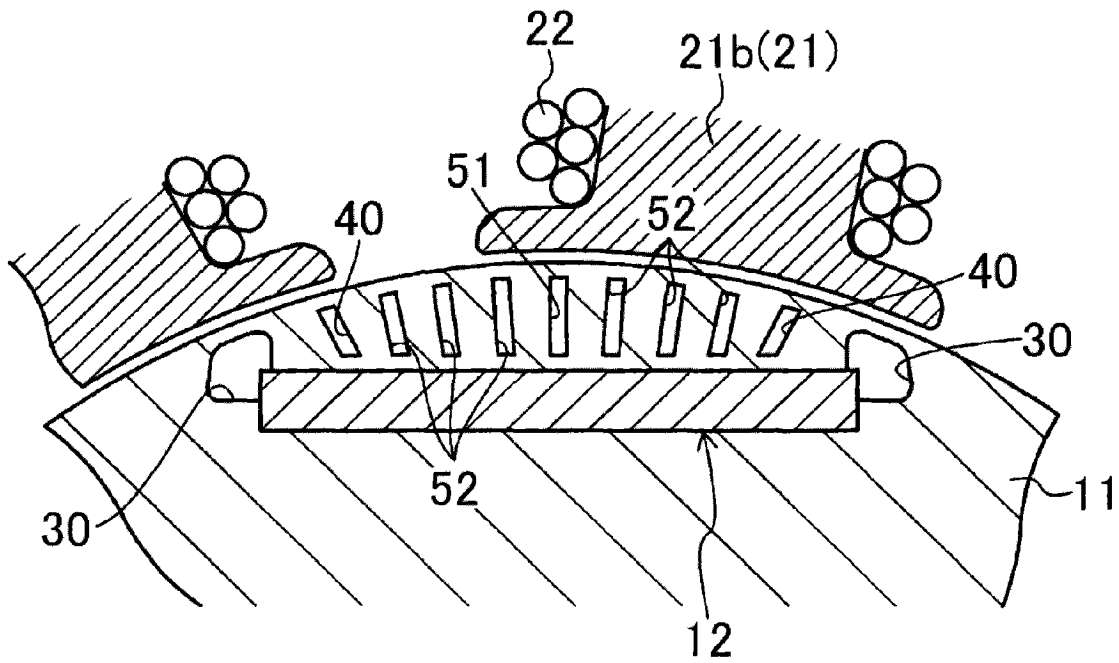


图 10

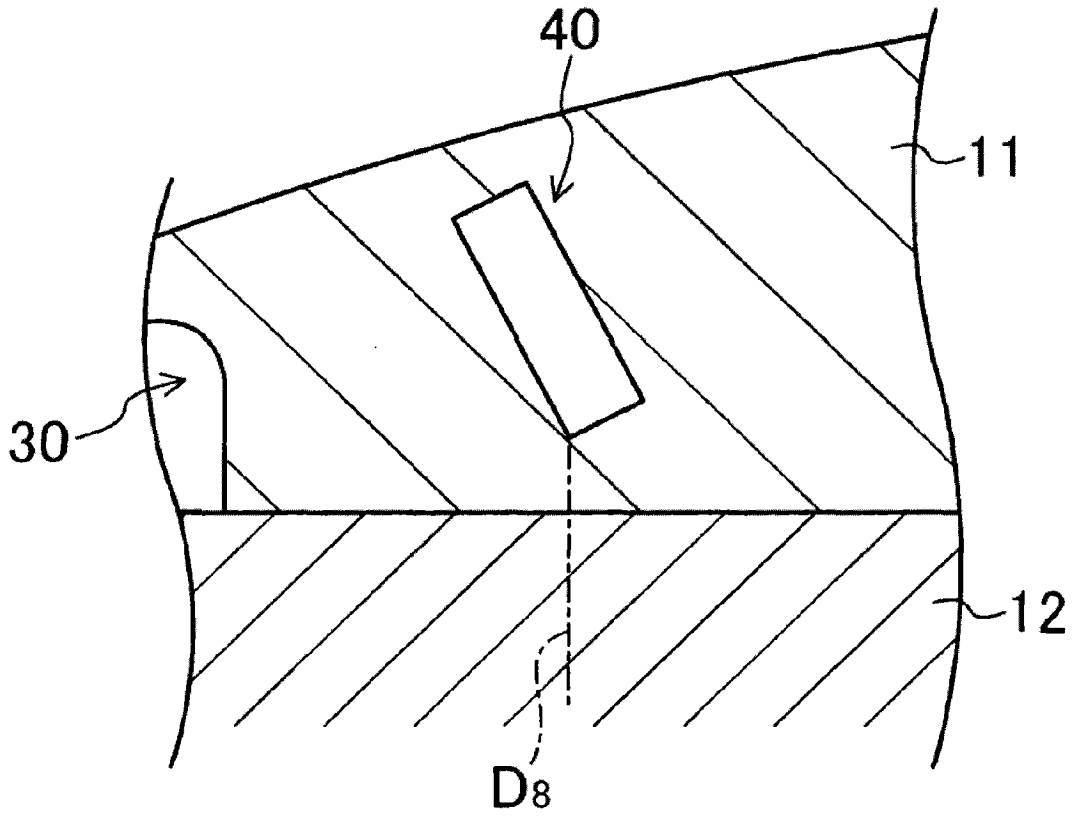


图 11A

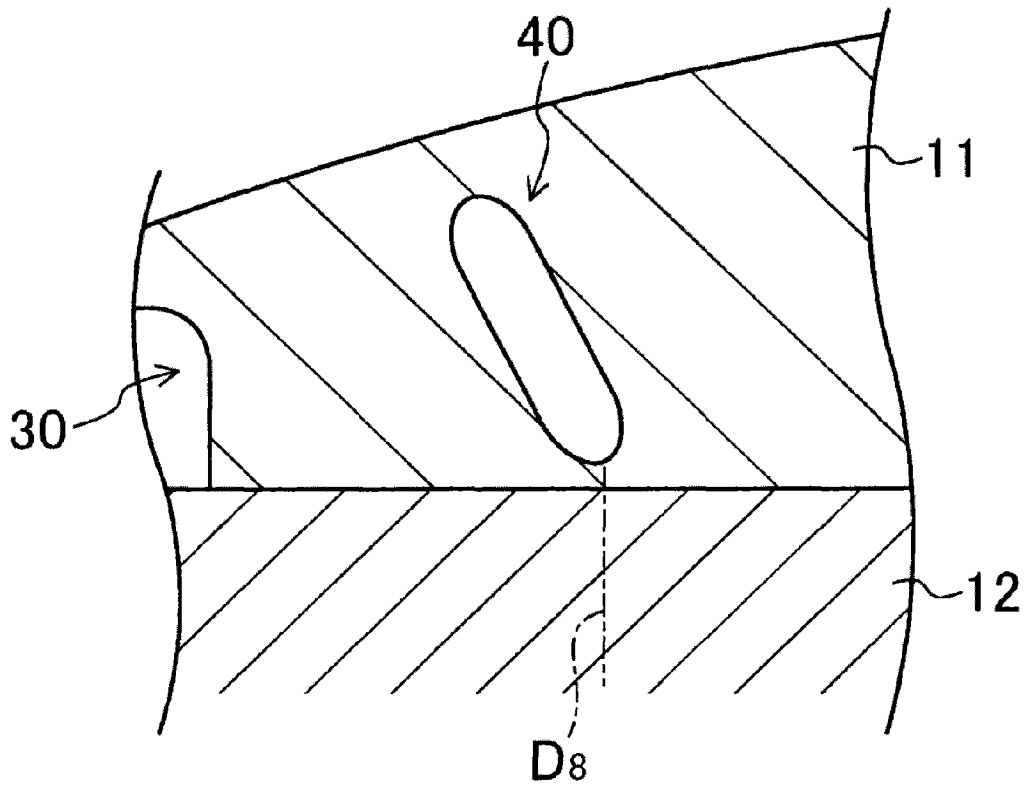


图 11B