



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103929018 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 201410015334.6

(22)申请日 2014.01.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103929018 A

(43)申请公布日 2014.07.16

(30)优先权数据

2013-004586 2013.01.15 JP

(73)专利权人 株式会社安川电机

地址 日本福冈县

(72)发明人 吉富史朗 室北几磨 吉田康

村冈次郎 小山昌二

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.

H02K 11/215(2016.01)

(56)对比文件

US 2003/0070497 A1, 2003.04.17,

CN 1815860 A, 2006.08.09,

US 2007/0051555 A1, 2007.03.08,

DE 102005050271 A1, 2007.04.26,

CN 102361370 A, 2012.02.22,

CN 102468714 A, 2012.05.23,

CN 102761186 A, 2012.10.31,

审查员 张晓燕

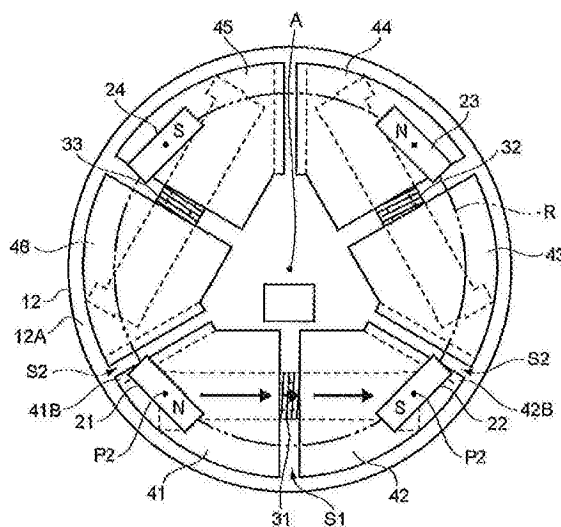
权利要求书2页 说明书21页 附图17页

(54)发明名称

马达

(57)摘要

提供一种马达,在旋转检测装置中,通过抑制齿槽效应,能够高精度地检测轴的旋转。在设置于马达(210)的旋转检测装置(1)中,在固定有磁铁(21、22)等的第1支承体(11)随着轴(213)的旋转而相对于固定有磁场检测部(31)等的第2支承体(12)进行旋转的期间内,通过磁场检测部(31)等检测由磁铁(21、22)等形成的磁场,由此检测轴(213)的旋转状态。在各磁场检测部(31)等中,其一端部和另一端部被磁性部件(41、42)等覆盖。磁性部件(41~46)的各对在各磁场检测部(31~33)的长度方向中间部隔着间隙(S1)彼此相对,各磁铁(21~24)在圆周的切线方向上的尺寸(D1)大于其径向的尺寸(D4),并且大于间隙(S1)的距离。



1. 一种马达,其特征在于,该马达具有:

使轴绕轴线旋转的马达主体;以及

检测所述轴的旋转的旋转检测装置,

所述旋转检测装置具有:

第1支承体和第2支承体,它们沿所述轴线的方向相互分离地设置在所述轴线的周围,任意一方随着所述轴的旋转而以所述轴线为旋转轴进行旋转;

至少一对磁场形成部,它们被固定于所述第1支承体,面向所述第2支承体,沿周向相互分离地配置在所述轴线的周围,极性互不相同,在所述第1支承体与所述第2支承体之间的区域形成磁场;

至少1个磁场检测部,其是通过将线圈卷绕于磁化方向在长度方向上变化的棒状、线状或者长板状的磁性元件而形成的,固定于所述第2支承体,面向所述第1支承体,被配置成以所述轴线上的点为中心而与所述至少一对磁场形成部分别重合的圆周的切线平行于所述磁性元件的长度方向,检测由所述磁场形成部形成的磁场;

第1磁性部件,其由磁性材料形成,固定于所述第2支承体,在所述磁场检测部的长度方向一端部覆盖面向所述第1支承体的部分;以及

第2磁性部件,其由磁性材料形成,固定于所述第2支承体,在所述磁场检测部的长度方向另一端部覆盖面向所述第1支承体的部分,

所述第1磁性部件和所述第2磁性部件在朝向所述磁场检测部的长度方向中间部相互接近的方向上延伸,在所述磁场检测部的长度方向中间部隔着间隙彼此相对,

各磁场形成部在所述圆周的切线方向上的尺寸大于所述各磁场形成部的径向的尺寸,并且大于所述第1磁性部件与所述第2磁性部件的间隙的距离。

2. 根据权利要求1所述的马达,其特征在于,

所述至少一对磁场形成部被配置为分别面向作为所述磁性元件的长度方向一端侧以及另一端侧与所述圆周重合的情况下的交点的重合点,

所述各磁场形成部在所述圆周的切线方向上的尺寸为:在所述磁场检测部的长度方向一端侧的所述重合点与所述磁场形成部的所述圆周的切线方向的中央部一致的情况下从所述磁场形成部的所述中央部到与所述第1磁性部件的周向一端部相同的位置的距离的2倍的长度以上、且所述第1支承体的整周的1/2的圆弧中的弦的长度以下。

3. 根据权利要求1或2所述的马达,其特征在于,

所述各磁场形成部形成为:与所述圆周的切线方向的中央部相比,所述各磁场形成部的径向的尺寸在两端部较小。

4. 根据权利要求1或2所述的马达,其特征在于,

所述各磁场形成部形成为:与所述圆周的切线方向的中央部相比,所述各磁场形成部与所述第2支承体的分离距离在两端部较大。

5. 根据权利要求1或2所述的马达,其特征在于,

所述各磁场形成部为粘结磁铁,形成为与所述圆周的切线方向的中央部相比,在两端部磁力较小。

6. 根据权利要求1或2所述的马达,其特征在于,

在所述第1支承体上,围绕所述轴线的全周,以极性交替不同的方式沿周向等间隔地设

置有至少2组的成对磁场形成部，

在所述第2支承体上，围绕所述轴线的全周，沿周向等间隔地设置有至少3个所述磁场检测部，

在所述各磁场检测部上设置有所述第1磁性部件和所述第2磁性部件，

多个所述第1磁性部件和多个所述第2磁性部件中的沿周向彼此相邻的各对第1磁性部件和第2磁性部件相互接近，由此形成的多个所述第1磁性部件和多个所述第2磁性部件的连续的排列与所述第2支承体之间存在所述各磁场检测部，并且在所述第2支承体上大致整周地覆盖面向所述第1支承体的部分内的外周侧。

7. 根据权利要求1或2所述的马达，其特征在于，

所述马达具有：

存储部，其存储所述磁场检测部的检测结果；以及

转速检测部，其根据所述存储部中存储的信息，检测所述轴的转速，

所述存储部与所述磁场检测部相邻地配置。

8. 根据权利要求1或2所述的马达，其特征在于，

所述马达具有检测所述轴的旋转位置的光学式的旋转位置检测传感器，

所述旋转位置检测传感器具有：

反射图案，其形成在与所述轴一起旋转的所述第1支承体或者所述第2支承体上；以及

光传感器，其对所述反射图案照射光，接收所述反射图案的反射光。

9. 根据权利要求8所述的马达，其特征在于，

在所述第1支承体的配置有所述磁场形成部的面的相反侧的面上、或者在所述第2支承体的配置有所述磁场检测部的面的相反侧的面上形成有所述反射图案。

10. 根据权利要求8所述的马达，其特征在于，

所述第1支承体配置在比所述第2支承体更接近所述马达主体的位置，并随着所述轴的旋转而旋转，

所述反射图案形成在所述第1支承体中的朝向所述马达主体侧的面上。

11. 根据权利要求9所述的马达，其特征在于，

所述第1支承体配置在比所述第2支承体更接近所述马达主体的位置，并随着所述轴的旋转而旋转，

所述反射图案形成在所述第1支承体中的朝向所述马达主体侧的面上。

马达

技术领域

[0001] 本发明涉及具有利用磁性来检测轴的旋转的旋转检测装置的马达。

背景技术

[0002] 如下这样的旋转检测装置已得到应用：通常安装于马达，利用磁性产生与马达的轴的旋转对应的脉冲信号。

[0003] 作为现有的旋转检测装置，公知有如下装置：其由可引起大巴克豪森跳跃（Barkhausen jump）的至少两个磁性元件、卷绕于各磁性元件的周围的线圈、被配置为夹着磁性元件且磁极方向彼此相反的一对永久磁铁构成，检测具有由磁性材料构成的多个齿部的齿轮的旋转（例如，参照专利文献1）。

[0004] 在该旋转检测装置中，一对永久磁铁被配设为具有比齿轮的齿部彼此的间隔小的间隔，因此，1个齿部仅与一对永久磁铁中的任意一方相对。在该旋转检测装置中，响应于各齿部反复与各永久磁铁的接近和分离，改变施加于磁性元件的磁场，由此产生大巴克豪森跳跃，从线圈产生脉冲信号。

[0005] 专利文献1：日本特开2002-033645号公报

[0006] 但是，在现有的旋转检测装置中，没有考虑齿槽扭矩的降低。此处，齿槽扭矩是指作用于磁性材料（此处为齿轮的齿部）与永久磁铁之间的力，是由与磁性材料和永久磁铁的相对位置（旋转角）对应的磁引力的变化而产生扭矩脉动（变动）。此外，在此后的说明中，将由齿槽扭矩产生的轴等被检测物的旋转速度变动等现象称作齿槽效应。

[0007] 具体而言，在由于齿轮的旋转而使某齿部与1个永久磁铁接近时，该永久磁铁的磁通的一部分朝向该齿部，进一步旋转后，该齿部移动到与该永久磁铁相对的位置。在该位置，齿部与永久磁铁之间的磁阻最小，齿部（齿轮）将静止于该位置。为了使齿部（齿轮）从该位置起旋转，需要可抵消磁引力的扭矩（产生齿槽扭矩）。

[0008] 存在这样的问题：由于该齿槽扭矩的产生，齿轮的旋转速度发生变动（产生齿槽效应），在齿轮的旋转轴上传导而成为振动和噪音的原因，并且，如静止扭矩那样发挥作用而增大齿轮的启动扭矩。因此，在安装有这样的旋转检测装置的马达中，存在不能通过该旋转检测装置高精度地检测轴的旋转的问题。

发明内容

[0009] 本发明是鉴于上述问题而完成的，目的在于提供如下马达：在旋转检测装置中，通过抑制齿槽效应，能够高精度地检测轴的旋转。

[0010] 为了解决上述问题，本发明的第1马达的特征在于，该马达具有：使轴绕轴线旋转的马达主体；以及检测所述轴的旋转的旋转检测装置，所述旋转检测装置具有：第1支承体和第2支承体，它们沿所述轴线方向相互分离地设置在所述轴线的周围，任意一方随着所述轴的旋转而以所述轴线为旋转轴进行旋转；至少一对磁场形成部，它们被固定于所述第1支承体，面向所述第2支承体，沿周向相互分离地配置在所述轴线的周围，极性互不相同，在所

述第1支承体与所述第2支承体之间的区域形成磁场;至少1个磁场检测部,其是通过将线圈卷绕于磁化方向在长度方向变化的棒状、线状或者长板状的磁性元件而形成的,固定于所述第2支承体,面向所述第1支承体,被配置成以所述轴线上的点为中心而与所述至少一对磁场形成部分别重合的圆周的切线平行于所述磁性元件的长度方向,检测由所述磁场形成部形成的磁场;第1磁性部件,其由磁性材料形成,固定于所述第2支承体,在所述磁场检测部的长度方向一端部覆盖面向所述第1支承体的部分;以及第2磁性部件,其由磁性材料形成,固定于所述第2支承体,在所述磁场检测部的长度方向另一端部覆盖面向所述第1支承体的部分,所述第1磁性部件和所述第2磁性部件在朝向所述磁场检测部的长度方向中间部相互接近的方向上延伸,在所述磁场检测部的长度方向中间部隔着间隙彼此相对,所述各磁场形成部在所述圆周的切线方向上的尺寸大于所述各磁场形成部的径向的尺寸,并且大于所述第1磁性部件与所述第2磁性部件的间隙的距离。

[0011] 在本发明的第1马达具有的旋转检测装置中,例如,在由于第1支承体和第2支承体中的任意一方的旋转(以下,简称为“支承体的旋转”)而使1个磁场形成部的整体与第1磁性部件相对的情况下,由该磁场形成部形成的磁通的大致全部朝向相对的第1磁性部件。这是磁稳定的状态,施加于支承体的旋转的扭矩是固定的。

[0012] 此处,当支承体在从磁场检测部的一端部朝向另一端部的方向上旋转而使该磁场形成部的另一端部开始面向第1磁性部件与第2磁性部件的间隙时,在由该磁场形成部形成的磁通中,其另一端部的磁通朝向位于与支承体的旋转方向相反的方向的第1磁性部件。该另一端部的磁通通常作为使与支承体的旋转方向相反的方向返回的力(齿槽扭矩)而作用。然而,在本发明的第1马达具有的旋转检测装置中,各磁场形成部形成为在其圆周的切线方向上较长,因此,相对而言,在该磁场形成部中产生齿槽扭矩的部分(另一端部)非常小,该磁场形成部的大部分成为与第1磁性部件相对的状态。即,磁场形成部的磁通密度分布成为在周向上均匀化的状态。由此,能够维持磁稳定的状态,从而能够相对地减小齿槽扭矩。

[0013] 此外,在具有本发明的第1马达的旋转检测装置中,各磁场形成部形成为比两个磁性部件的间隙长,因此,在支承体进一步旋转后,该磁场形成部以跨越第1磁性部件与第2磁性部件的间隙的方式面向第1磁性部件与第2磁性部件。在该状态下,由该磁场形成部形成的磁通大致均等地分散于第1磁性部件和第2磁性部件,因此能够使支承体的旋转的扭矩固定。

[0014] 此外,在支承体继续旋转而使面向两个磁性部件的间隙的该磁场形成部的一端部开始接近第2磁性部件的一端部时,由该磁场形成部的一端部形成的磁通朝向位于支承体的旋转方向的第2磁性部件。该一端部的磁通通常作为朝向支承体的旋转方向的力而作用。然而,如上所述,各磁场形成部形成为在其圆周的切线方向上较长,因此,相对而言,在该磁场形成部中,产生朝向支承体的旋转方向的力的部分(一端部)非常小,该磁场形成部的大部分成为与第2磁性部件相对的状态。因此,磁场形成部的磁通密度分布在周向上均匀化,从而能够减小施加于支承体的旋转的扭矩变动。

[0015] 因此,根据本发明的第1马达,能够减小施加于支承体的旋转的扭矩变动,能够通过抑制齿槽效应来高精度地检测轴的旋转。

[0016] 此外,本发明的第2马达的特征在于,在上述的第1马达中,所述至少一对磁场形成部被配置为分别面向作为所述磁性元件的长度方向一端侧以及另一端侧与所述圆周重合

的情况下的交点的重合点,所述各磁场形成部在所述圆周的切线方向上的尺寸为:在所述磁场检测部的长度方向一端侧的所述重合点与所述磁场形成部的所述圆周的切线方向的中央部一致的情况下从所述磁场形成部的所述中央部到与所述第1磁性部件的周向一端部相同的位置的距离的2倍的长度以上、且所述第1支承体的整周的1/2的圆弧中的弦的长度以下。

[0017] 在本发明的第2马达具有的旋转检测装置中,例如,在第1支承体上配置了N极的第1磁场形成部和S极的第2磁场形成部的情况下,相对而言,由于支承体的旋转,第1磁场形成部隔着第1磁性部件接近磁场检测部的一端侧的重合点,并且,第2磁场形成部隔着第2磁性部件接近磁场检测部的另一端侧的重合点。此时,由一对磁场形成部形成的大部分的磁通从第1磁场形成部进入第1磁性部件而朝向另一端侧前进,在第1磁性部件与第2磁性部件的间隙处进入磁场检测部的中间部。进入磁场检测部的磁通朝向另一端侧前进,在第2磁性部件的附近离开磁场检测部,进入第2磁性部件。进入第2磁性部件的磁通朝向第2磁场形成部前进,从第2磁性部件到达第2磁场形成部。这样,引导从第1磁场形成部朝向第2磁场形成部的磁场。

[0018] 根据本发明的第2马达,将各磁场形成部配置为面向各个重合点,并且,将各磁场形成部在圆周的切线方向上的尺寸设为在使磁场检测部的一端侧的重合点和磁场形成部的中央部一致的状态下从该中央部起到第1磁性部件的一端部位置的2倍的长度以上、且第1支承体的1/2的圆弧中的弦的长度以下。如上所述,通过以这样的配置和长度形成各磁场形成部,能够抑制齿槽效应,并且,能够向磁性元件赋予将磁场检测部的磁性元件磁化为规定方向而所需的能量(磁通密度)。因此,能够防止磁性元件的磁化方向的难以预测的变化,提高轴的旋转检测精度。

[0019] 此外,本发明的第3马达的特征在于,在上述的第1或者第2马达中,所述各磁场形成部形成成为:与所述圆周的切线方向的中央部相比,所述各磁场形成部的径向的尺寸在两端部较小。

[0020] 根据本发明的第3马达,各磁场形成部的径向的尺寸形成成为与圆周的切线方向的中央部相比,在两端部较小。即,形成成为:从第2支承体侧观察,与各磁场形成部的圆周的切线方向的中央部区域的面积相比,两端部区域的面积较小。由于磁力的强度与面积成比例,因此各磁场形成部形成成为其磁力在两端部变弱。因此,例如,当支承体在从磁场检测部的一端部朝向另一端部的方向上旋转而使磁场形成部的另一端部开始面向第1磁性部件与第2磁性部件的间隙时,能够降低朝向位于与支承体的旋转方向相反的方向的第1磁性部件的该磁场形成部的另一端部的磁通密度。由此,能够有效地降低齿槽扭矩的产生。

[0021] 此外,本发明的第4马达的特征在于,在上述的第1~第3任意一个马达中,所述各磁场形成部形成成为:与所述圆周的切线方向的中央部相比,所述各磁场形成部与所述第2支承体的分离距离在两端部较大。

[0022] 根据本发明的第4马达,各磁场形成部与第2支承体的分离距离形成成为,与圆周的切线方向的中央部相比,在两端部较大。由于磁力的强度与距离的平方成反比,因此,各磁场形成部形成成为其磁力在两端部变弱。因此,例如,当支承体在从磁场检测部的一端部朝向另一端部的方向上旋转而使磁场形成部的另一端部开始面向第1磁性部件与第2磁性部件的间隙时,能够降低朝向位于与支承体的旋转方向相反的方向的第1磁性部件的该磁场形

成部的另一端部的磁通密度。由此,能够有效地抑制齿槽扭矩的产生。

[0023] 此外,本发明的第5马达的特征在于,在上述的第1~第4中的任意一个马达中,所述各磁场形成部为粘结磁铁,形成为与所述圆周的切线方向的中央部相比,在两端部磁力较小。

[0024] 根据本发明的第5马达,使用以与圆周的切线方向的中央部相比在两端部磁力变弱的方式形成的粘结磁铁。因此,例如,当支承体在从磁场检测部的一端部朝向另一端部的方向上旋转而使磁场形成部的另一端部开始面向第1磁性部件与第2磁性部件的间隙时,能够降低朝向位于与支承体的旋转方向相反的方向的第1磁性部件的该磁场形成部的另一端部的磁通密度。由此,能够有效地抑制齿槽扭矩的产生。

[0025] 此外,本发明的第6马达的特征在于,在上述的第1~第5中的任意一个马达中,在所述第1支承体上,围绕所述轴线的全周,以极性交替不同的方式沿周向等间隔地设置有至少2组的成对磁场形成部,在所述第2支承体上,围绕所述轴线的全周,沿周向等间隔地设置有至少3个所述磁场检测部,在所述各磁场检测部上设置有所述第1磁性部件和所述第2磁性部件,所述多个第1磁性部件和所述多个第2磁性部件中的沿周向彼此相邻的各对第1磁性部件和第2磁性部件相互接近,由此形成的所述多个第1磁性部件和所述多个第2磁性部件的连续的排列与所述第2支承体之间存在所述各磁场检测部,并且在所述第2支承体上大致整周地覆盖面向所述第1支承体的部分内的外周侧。

[0026] 根据本发明的第6马达,通过多个第1磁性部件和多个第2磁性部件的连续的排列,在第2支承体上大致整周地覆盖与第1支承体相对的部分的外周侧,由此,能够抑制磁场形成部与磁场检测部之间产生的磁力,或者使该磁力在周向上均匀化。由此,能够抑制伴随支承体的旋转而产生的齿槽效应。

[0027] 此外,本发明的第7马达的特征在于,在上述的第1~第6中的任意一个马达中,所述马达具有:存储部,其存储所述磁场检测部的检测结果;转速检测部,其根据所述存储部中存储的信息,检测所述轴的转速,所述存储部与所述磁场检测部相邻地配置。

[0028] 根据本发明的第7马达,在旋转检测装置中,通过与磁场检测部相邻地配置存储部,由此,在将磁场检测部的检测结果存储到存储部时,能够降低将磁场检测部的检测结果传送到存储部所需的电力。

[0029] 此外,本发明的第8的马达的特征在于,在上述的第1~第7中的任意一个马达中,所述马达具有检测所述轴的旋转位置的光学式的旋转位置检测传感器,所述旋转位置检测传感器具有:反射图案,其形成在与所述轴一起旋转的所述第1支承体或者所述第2支承体上;以及光传感器,其对所述反射图案照射光,接收所述反射图案的反射光。

[0030] 根据本发明的第8的马达,采用通过光学式的旋转位置检测传感器来检测轴的旋转位置的结构,由此,能够在不受到对来自马达主体的漏磁的影响的情况下高精度地检测轴的旋转位置。

[0031] 此外,本发明的第9的马达的特征在于,在上述的第8的马达中,在所述第1支承体的配置有所述磁场形成部的面的相反侧的面上、或者在所述第2支承体的配置有所述磁场检测部的面的相反侧的面上形成有所述反射图案。

[0032] 在本发明的第9的马达具有的旋转检测装置中,当在第1支承体上形成有反射图案的情况下,能够将磁场形成部和反射图案双方设置于第1支承体,能够使第1支承体成为磁

场形成部与反射图案共用的部件。此外,在第2支承体上形成反射图案的情况下,能够将磁场检测部和反射图案双方设置于第2支承体,能够将第2支承体作为磁场检测部和反射图案共用的部件。由此,能够减小旋转检测装置的尺寸,能够使马达小型化。

[0033] 此外,在第1支承体上形成有反射图案的情况下,能够通过第1支承体使磁场形成部和旋转位置检测传感器相互分离。此外,在第2支承体上形成有反射图案的情况下,能够通过第2支承体使磁场检测部和旋转位置检测传感器相互分离。这样,能够使旋转位置检测传感器与磁场形成部或磁场检测部分离,由此,能够抑制由磁场检测部形成的磁场对旋转位置检测传感器的影响。

[0034] 此外,本发明的第10的马达的特征在于,在上述的第8或者第9马达中,所述第1支承体配置在比所述第2支承体更接近所述马达主体的位置,并随着所述轴的旋转而旋转,所述反射图案形成在所述第1支承体中的朝向所述马达主体侧的面上。

[0035] 在本发明的第10的马达中,将第1支承体配置在比第2支承体更接近马达主体的位置,并且,在面向第1支承体的马达主体侧的面上形成反射图案,由此按照马达主体、旋转位置检测传感器、第1支承体、磁场形成部、磁场检测部和第2支承体的顺序来进行配置。通过这样的配置,使旋转位置检测传感器存在于具有磁场形成部和磁场检测部的磁结构与马达主体之间,因此,上述磁结构与马达主体被配置在相互分离的位置。因此,能够抑制来自马达主体的漏磁给上述磁结构的影响。

[0036] 根据本发明,在安装于马达的旋转检测装置中,通过抑制齿槽效应,能够高精度地检测轴的旋转。

附图说明

[0037] 图1是示出包括本发明实施方式的马达的马达系统的说明图。

[0038] 图2是示出本发明实施方式的马达的说明图。

[0039] 图3是示出本发明实施方式的马达中的旋转检测装置的说明图。

[0040] 图4是从图3中的箭头IV-IV方向观察本发明实施方式的马达中的旋转检测装置的第1支承体和磁铁的说明图。

[0041] 图5是从图3中的箭头V-V方向观察本发明实施方式的马达中的旋转检测装置的第2支承体、磁场检测部和磁性部件的说明图。

[0042] 图6是示出从图5中的结构体去除磁性部件后的状态的说明图。

[0043] 图7是放大地示出图5中的第2支承体的一部分和磁场检测部等的说明图。

[0044] 图8是示出本发明实施方式的马达中的旋转检测装置的动作的说明图。

[0045] 图9是示出本发明实施方式的马达的旋转检测装置中的磁场路径的说明图。

[0046] 图10是示出本发明实施方式的马达中的旋转检测装置的动作的说明图。

[0047] 图11是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中的磁场路径的说明图。

[0048] 图12是示出本发明实施方式的马达中的旋转检测装置的动作的说明图。

[0049] 图13是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、在磁性部件等中前进的磁场的说明图。

[0050] 图14是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁铁面向磁性部件的状态的说明图。

[0051] 图15是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁铁开始面向间隙的状态的说明图。

[0052] 图16是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁铁跨越间隙的状态的说明图。

[0053] 图17是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁铁的一端部面向间隙的状态的说明图。

[0054] 图18是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、第1支承体和磁铁的变形例的说明图。

[0055] 图19是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、第1支承体和磁铁的另一变形例的说明图。

[0056] 图20是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、与检测马达主体的旋转量的信号处理相关的结构的说明图。

[0057] 图21是示出本发明实施方式的马达的旋转检测装置中的第1支承体和反射盘的说明图。

[0058] 图22是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中去除磁性部件的侧板部后的变形例的说明图。

[0059] 图23是示出本发明的马达中的旋转检测装置的另一实施方式的说明图。

[0060] 图24是示出在本发明的另一实施方式的马达的旋转检测装置中、第1支承体和磁铁的变形例的说明图。

[0061] 图25是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁性部件的变形例的说明图。

[0062] 图26是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁性部件的另一变形例的说明图。

[0063] 图27是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁性部件的再一变形例的说明图。

[0064] 图28是示出在本发明实施方式的马达的旋转检测装置中、磁性部件的又一变形例的说明图。

[0065] 图29是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的平面形状的例子说明图。

[0066] 图30是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的平面形状的另一例的说明图。

[0067] 图31是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的平面形状的再一例的说明图。

[0068] 图32是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的平面形状的又一例的说明图。

[0069] 图33是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的平面形状的又一例的说明图。

[0070] 图34是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的平面形状的又一例的说明图。

[0071] 图35是示出在本发明实施方式的第1变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的另一端部开始面向间隙的状态的说明图。

[0072] 图36是示出在本发明实施方式的第2变形例的马达的旋转检测装置中、磁铁的另一端部开始面向间隙的状态的说明图。

[0073] 标号说明

[0074] 1、50、60旋转检测装置;11第1支承体;11A、11B面;12第2支承体;21~24、61、62、70、71、73a~78a、73b~78b、73c~78c、73d~78d、81a、81b、81c、81d磁铁;31、32、33、64磁场检测部;35磁性元件;36线圈;41~46、65、66、101、102、111、112、121、122、131、132磁性部件;210马达;211马达主体;213轴;237多旋转检测单元;238旋转位置检测单元(旋转位置检测传感器);242反射盘;243缝阵列(反射图案);260光传感器;272多旋转检测部(转速检测部);273多旋转存储部(存储部);A轴线;D1、D4(磁铁的)尺寸;D2(间隙的)距离;P1重合点;R圆周;S1间隙。

具体实施方式

[0075] (马达系统和马达)

[0076] 图1示出包括本发明实施方式的马达的马达系统。在图1中,马达系统201具有本发明实施方式的马达210和控制装置220。而且,马达210具有马达主体211和旋转检测装置1。

[0077] 马达主体211具有轴213。马达主体211使轴213以轴线A为旋转轴绕该旋转轴旋转,由此输出旋转力。此外,在本实施方式中,马达主体211是使用电作为动力源的电动式马达,但是马达主体不限于此,例如,也可以是液压式马达、空气式马达、蒸汽式马达等使用其它动力源的马达。

[0078] 旋转检测装置1被配置在马达主体211的输出旋转力的负载装置侧的相反侧,与轴213连结。并且,旋转检测装置1通过检测轴213的旋转位置(旋转角度)和转速,检测马达主体211的旋转量 x ,输出表示该旋转量 x 的位置数据。此外,旋转检测装置1除了能够检测马达主体211的旋转量 x 以外,还能够检测马达主体211的旋转速度 v 和马达主体211的旋转加速度 a 中的至少一方,但是在本实施方式中例举仅检测旋转量 x 的情况。

[0079] 控制装置220从未图示的上位控制装置取得上位控制指令,根据该上位控制指令控制马达主体211。控制装置220取得从旋转检测装置1输出的位置数据,根据该位置数据控制马达主体211的旋转,使得马达主体211的旋转成为与上位控制指令对应的旋转。在使用电动式马达作为马达主体211的本实施方式中,控制装置220根据位置数据,控制作为控制信号施加给马达主体211的电流或者电压等,由此控制马达主体211的旋转。此外,在马达主体211使用液压式、空气式、蒸汽式等其它动力源的情况下,控制装置220也能够通过控制这些动力源的供给,来控制马达主体211的旋转。

[0080] 图2示出马达210的结构。如图2所示,马达210具有马达主体211和旋转检测装置1,旋转检测装置1安装在马达主体211的负载相反侧。马达主体211具有轴213、框架215、支架216、轴承217A、217B、定子218和转子219。

[0081] 框架215形成为筒状,在内周面固定定子218的外周,在一端侧支承轴承217A。支架216形成为大致圆盘状,外周部安装于框架215的另一端,在内周部支承轴承217B。通过这些轴承217A、217B,将轴213保持为能够绕轴线A旋转。

[0082] 定子218具有定子铁心和定子绕组,固定于框架215。转子219隔着空隙相对地配置在该定子218的内周侧。通过使电流流过定子218的定子绕组,在定子218的内侧产生旋转磁场。转子219具有转子铁心和多个永久磁铁,通过在定子218的内侧产生的旋转磁场与转子219的永久磁铁产生的磁场之间的相互作用,使转子219旋转,轴213伴随于该转子219的旋转而绕轴线A旋转。

[0083] (旋转检测装置)

[0084] 图3示出旋转检测装置1。在图3中,旋转检测装置1是能够检测轴213的旋转状态例如转速和旋转方向的装置。

[0085] 旋转检测装置1的壳体2具有基座部233、背轭铁234和盖部件235。基座部233在中央部具有插通轴213的开孔,负载侧安装于支架216。背轭铁234是由金属等磁性材料构成的圆筒状的部件,一端安装于基座部233的负载相反侧的外周部。通过背轭铁234,提高旋转检测装置1中的抗磁噪声性,由此能够抑制来自马达主体211的漏磁等引起的旋转检测装置1的误动作。盖部件235安装于背轭铁234的另一端。

[0086] 在壳体2内即由基座部233、背轭铁234和盖部件235形成的空间内,收纳有第1支承体11和第2支承体12。例如,壳体2形成为带盖的圆筒状,第1支承体11和第2支承体12例如分别形成为圆盘状。在壳体2内,第1支承体11和第2支承体12以轴线A贯穿各自的中心的方式彼此确定位置,并且被配置为在轴线方向上相互分离。第1支承体11的面11A与轴线A垂直,面向第2支承体12。此外,第2支承体12的面12A与轴线A垂直,面向第1支承体11。此外,第1支承体11能够以轴线A为旋转轴进行旋转。另一方面,第2支承体12固定于壳体2。此外,轴213经由基座部233的开孔进入壳体2内。轴213的端部在壳体2内例如通过螺栓236固定于第1支承体11。由此,当轴213旋转时,第1支承体11也随之在壳体2内旋转。

[0087] 图4是从图3中的箭头IV-IV方向观察旋转检测装置1的第1支承体11和设置于第1支承体11的4个磁铁的图。如图4所示,在第1支承体11上设置有4个作为磁场形成部的磁铁21、22、23、24。各磁铁21、22、23、24例如是烧制成矩形板状的永久磁铁,在第1支承体11与第2支承体12之间的区域形成磁场。磁铁21、22、23、24在第1支承体11的面11A上,在轴线A的周围沿周向相互分离,例如沿周向以相等的间隔进行固定。在本实施方式中,磁铁21、22、23、24以轴线A为中心,每隔中心角90度进行配置。磁铁21、22、23、24以极性交替不同的方式沿周向配置。例如,磁铁21、22、23、24被配置为面向第2支承体12一侧的极性分别为N极、S极、N极、S极。此外,图4中的双点划线表示以轴线A上的点为中心、与4个磁铁21、22、23、24分别重合的圆周R。当第1支承体11旋转时,磁铁21、22、23、24的旋转轨迹与圆周R一致。

[0088] 此外,如图4所示,磁铁21在与重合于磁铁21中心的圆周R上的点相切的切线的方向(以下,简称为“切线方向”)上的尺寸D1被设定为规定值。同样,各个磁铁22、23、24的切线方向的尺寸也被设定为与磁铁21的尺寸D1相同的值。此外,后面将详细描述关于各磁铁21~24的尺寸。

[0089] 图5是示出从图3中的箭头V-V方向观察旋转检测装置1的第2支承体12、设置于第2支承体12的3个磁场检测部和覆盖各个磁场检测部的各端部的磁性部件的图。图6示出从图5所示的结构体中去除磁性部件后的状态。图7放大地示出图5中的第2支承体12的一部分、1个磁场检测部、覆盖该磁场检测部的一对磁性部件等。

[0090] 如图6所示,在第2支承体12上设置有3个磁场检测部31、32、33。通过在线状、棒状

或者长板状的磁性元件35的周围卷绕线圈36形成各磁场检测部31、32、33,来检测由磁铁21、22、23、24形成的磁场。在第2支承体12的面12A上,磁场检测部31、32、33在轴线A的周围沿周向相互分离,例如沿周向以相等的间隔进行固定。在本实施方式中,磁场检测部31、32、33以轴线A为中心,每隔中心角120度进行配置。此外,磁场检测部31的位置被设定为磁性元件35的长度方向与圆周R的切线(与通过轴线A上的点以及磁性元件35的长度方向中间的点的直线和圆周R的交点相切的切线)平行。同样,各个磁场检测部32、33的位置也被设定为磁性元件35的长度方向与圆周R的切线平行。此外,各磁场检测部31、32、33以磁性元件35的一端部以及另一端部与圆周R重合的方式设定位置。此外,各个磁场检测部31、32、33被配置为磁性元件35的一端和轴线A之间的距离与磁性元件35的另一端和轴线A之间的距离相等。

[0091] 各个磁场检测部31、32、33采用复合磁线缆作为磁性元件35。通常,复合磁线缆是细线状的强磁体。复合磁线缆是具有如下独特的磁特性的单轴各向异性的复合磁体:其外周部会由于被赋予较小的外部磁场而改变磁化方向,与此相对,中心部必须赋予较大的外部磁场才改变磁化方向。当沿着与复合磁线缆的长度方向平行的一个方向赋予足以使复合磁线缆的中心部的磁化方向反转的较大外部磁场时,复合磁线缆的中心部的磁化方向与外周部的磁化方向统一为相同的方向。然后,当沿着与复合磁线缆的长度方向平行、且与上述一个方向相反的另一方向赋予只能使复合磁线缆的外周部的磁化方向反转的较小外部磁场时,复合磁线缆的中心部的磁化方向不变化,只有外周部的磁化方向反转。其结果是,复合磁线缆成为其中心部与外周部的磁化方向不同的状态,即使去除外部磁场,也维持该状态。

[0092] 此处,沿着上述一个方向对中心部被磁化为上述一个方向、外周部被磁化为上述另一方向的状态下的复合磁线缆赋予外部磁场。此时,最初减小外部磁场的强度,然后逐渐增大外部磁场的强度。于是,当外部磁场的强度超过一定强度时,产生大巴克豪森效应,复合磁线缆的外周部的磁化方向从上述另一方向急剧反转为上述一个方向。并且,由于因复合磁线缆的磁化方向的急剧反转而产生的电动势,例如从卷绕于复合磁线缆的线圈输出朝正方向尖锐上升的脉冲状的电信号。

[0093] 并且,沿着上述另一方向对中心部和外周部均被磁化为上述一个方向的状态下的复合磁线缆赋予外部磁场。此时也是最初减小外部磁场的强度,然后逐渐增大外部磁场的强度。这样,当外部磁场的强度超过一定强度时,复合磁线缆的外周部的磁化方向从上述一个方向急剧反转为上述另一方向。并且,由于因复合磁线缆的磁化方向的急剧反转而产生的电动势,例如从卷绕于复合磁线缆的线圈输出朝负方向尖锐上升的脉冲状的电信号。

[0094] 在采用这样的复合磁线缆作为磁性元件35的各个磁场检测部31、32、33中,对磁性元件35赋予外部磁场,由此,当磁性元件35的外周部的磁化方向变化时,从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出脉冲状的电信号(以下,将其称作“检测脉冲”)。在旋转检测装置1中,与赋予给磁性元件35的外部磁场对应的是,由磁铁21与磁铁22形成的磁场、由磁铁22和磁铁23形成的磁场,由磁铁23和磁铁24形成的磁场以及由磁铁24和磁铁21形成的磁场。在关注任意一个磁性元件35时,由于第1支承体11旋转,这4个磁场被依次赋予给该磁性元件35。此外,这4个磁场不是能够改变磁性元件35的中心部和外周部双方的磁化方向的较大磁场,而是仅能够改变磁性元件35的外周部的磁化方向程度的大小的磁场。根据该磁性元件35与磁铁21、22、23、24的位置关系,每当赋予给该磁性元件35的磁场切换时,该磁性元件35的外周

部的磁化方向变化,与此相伴,从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出检测脉冲。

[0095] 此外,如上所述,磁铁21、22、23、24例如按90度间隔进行配置,与此相对,磁场检测部31、32、33例如按120度间隔进行配置。因此,在第1支承体11旋转的期间,从磁场检测部31、32、33输出检测脉冲的定时不会重合。通过使用从磁场检测部31、32、33在不同的定时输出的检测脉冲进行预定处理,能够检测轴213的转速和旋转方向。

[0096] 此外,如图5所示,磁场检测部31的一端部和另一端部分别被磁性部件41、42覆盖。此外,磁场检测部32的一端部和另一端部分别被磁性部件43、44覆盖。此外,磁场检测部33的一端部和另一端部分别被磁性部件45、46覆盖。

[0097] 在此,对磁性部件41、42进行具体说明。如图7所示,磁性部件41、42例如由铁等磁性材料形成,被配置于第2支承体12的面12A而固定在第2支承体12上。此外,磁场检测部31与磁性部件41、42彼此不接触。此外,磁性部件41不与其它磁性部件42~46中的任意一个接触,磁性部件42不与其它磁性部件41以及43~46中的任意一个接触。

[0098] 磁性部件41由平板部41A和侧板部41B形成。平板部41A在磁场检测部31的一端部的上方,与第1支承体11的面11A或第2支承体12的面12A平行地扩展。平板部41A在磁场检测部31的长度方向一端部,覆盖面向第1支承体11的部分。此外,平板部41A从与磁场检测部31的长度方向一端部对应的位置起分别朝第2支承体12的内周侧和外周侧扩展,在第2支承体12上,分别大范围覆盖相对于磁场检测部31的长度方向一端部位于内周侧和外周侧的区域。

[0099] 侧板部41B是将平板部41A的周方向一端部朝第2支承体12弯曲而形成的。侧板部41B形成为与第2支承体12的面12A以及平板部41A垂直,覆盖磁场检测部31的长度方向一端部的端面(图7中的左端面)。此外,侧板部41B的下端部固定于第2支承体12,由此,磁性部件41整体固定于第2支承体12。

[0100] 磁性部件42具有以基准线B为基准与磁性部件41线对称的形状。磁性部件42与磁性部件41同样,由平板部42A和侧板部42B形成。平板部42A在磁场检测部31的长度方向另一端部,覆盖面向第1支承体11的部分。此外,平板部42A从与磁场检测部31的长度方向另一端部对应的位置起分别朝第2支承体12的内周侧和外周侧扩展,在第2支承体12中,分别大范围覆盖相对于磁场检测部31的长度方向另一端部位于内周侧和外周侧的区域。侧板部42B覆盖磁场检测部31的长度方向另一端部的端面(图7中的右端面)。此外,侧板部42B的下端部固定于第2支承体12,由此磁性部件42整体固定于第2支承体12。

[0101] 此外,磁性部件41与磁性部件42在朝向磁场检测部31的长度方向中间部相互接近的方向上延伸,磁性部件41的相对端面41C和磁性部件42的相对端面42C在磁场检测部31的长度方向中间部隔着间隙S1彼此相对。相对端面41C、42C分别沿着与轴线A垂直且与磁场检测部31的长度方向垂直的方向延伸。此外,相对端面41C、42C从第2支承体12的内周侧起,通过与磁场检测部31的长度方向中间部对应的位置,使彼此的分离距离保持恒定而朝第2支承体12的外周侧延伸。后面进行详细叙述,如图7所示,相对端面41C与相对端面42C之间的间隙S1的距离D2被设定为预定值。

[0102] 此外,在磁性部件41中,朝向轴线A侧的内周侧端面41D沿着与磁场检测部31的长度方向平行的方向延伸。同样,在磁性部件42中,朝向轴线A侧的内周侧端面42D沿着与磁场检测部31的长度方向平行的方向延伸。另一方面,磁性部件41的外周侧端面41E和磁性部件

42的外周侧端面42E沿着第2支承体12的周缘延伸为圆弧状。

[0103] 此外,如图7所示,在磁场检测部31中,面向第1支承体11的部分中的大部分被磁性部件41、42覆盖,朝第1支承体11露出的部分较少。在磁场检测部31中,面向第1支承体11的部分中的被磁性部件41与磁性部件42覆盖的部分的面积大于露出的部分的面积。

[0104] 磁性部件43、44的结构以及磁性部件43、44与磁场检测部32之间的位置关系等和磁性部件41、42的结构以及磁性部件41、42与磁场检测部31之间的位置关系等相同。此外,磁性部件45、46的结构以及磁性部件45、46与磁场检测部33之间的位置关系等也与磁性部件41、42的结构以及磁性部件41、42与磁场检测部31之间的位置关系等相同。此外,例如,在周向上彼此相邻的磁性部件41的侧板部41B与磁性部件46的侧板部46B的间隙S2的距离D3被设定为小于距离D2。此外,关于彼此相邻的另一侧板部(42B与43B,44B与45B)也相同。

[0105] 此外,如图5所示,磁性部件41~46中的在周向上彼此相邻的各对磁性部件(41和42、42和43、43和44、44和45、45和46、46和41)相互接近,由此形成的磁性部件41~46的连续的排列大致整周地覆盖第2支承体12的面12A内的外周侧上方,并且在与第2支承体12之间存在磁场检测部31、32、33。即,在包含磁性部件41~46的平板部41A~46A的表面的平面中,与磁性部件41~46中的彼此相邻的各对磁性部件间的间隙S1、S2对应的区域的面积远远小于各磁性部件41~46的平板部41A~46A的表面面积。通过这样的磁性部件41~46的连续的排列,能够控制磁铁21、22、23、24与磁场检测部31、32、33之间产生的磁力,并且能够使该磁力在周向上均匀化,由此,能够抑制随着第1支承体11的旋转而产生的齿槽效应。

[0106] 接下来,参照图4和图8,对各磁铁21、22、23、24的形状(尺寸)进行详细说明。图8示出旋转检测装置1的动作,虽然是从图3中的箭头VIII-VIII方向观察的旋转检测装置1,为了便于说明,没有图示壳体2、轴213和第1支承体11。此外,由于各磁铁21、22、23、24的形状(尺寸)分别相同,因而此处着眼于磁铁21进行具体说明。

[0107] 磁铁21形成为在切线方向上较长的长方体形状。即,在从第2支承体12侧观察时,磁铁21具有在切线方向上较长的长方形状。具体而言,磁铁21的切线方向的尺寸D1被设定为大于磁铁21的径向的尺寸D4,并且,大于相邻的磁性部件41、42的相对端面41C、42C彼此之间的间隙S1的距离D2。

[0108] 接下来,例如根据与磁场检测部31以及磁性部件41的位置关系,对磁铁21的切线方向的尺寸D1进行更详细的说明。如上所述,磁场检测部31、磁性元件35的长度方向一端部和另一端部以与圆周R重合的方式设定位置。该磁性元件35的一端部以及另一端部与圆周R重合的交点称作重合点P1(参照图6)。此外,磁性元件35也可以不设定在与圆周R重合的位置。例如,各磁场检测部31、32、33的磁性元件35可以配置在圆周R的内侧或者外侧。即,各磁性元件35配置在能够通过圆周R上移动的各磁铁21、22、23、24来赋予产生大巴克豪森效应的外部磁场的位置即可。此时,假设磁性元件35的一端部以及另一端部与圆周R重合的情况下的交点为重合点P1。

[0109] 此外,如上所述,随着第1支承体11的旋转,各磁铁21、22、23、24在圆周R上移动。即,各磁铁21、22、23、24被配置为能够分别面向磁场检测部31的磁性元件35的一端侧以及另一端侧的重合点P1。

[0110] 磁铁21的切线方向的尺寸D1例如形成为:在磁场检测部31的一端侧的重合点P1与包含在磁铁21的切线方向的中央部的中心点P2一致的情况下,从该中心点P2起到与磁性部

件41的侧板部41B的端面的相同位置的2倍的距离。此外,更优选的是,例如使磁铁21的切线方向的尺寸D1形成为:如上述那样使重合点P1与中心点P2一致、从该中心点P2起到与距离D3的周向中间部的相同位置的2倍的距离,其中,D3是磁性部件41的侧板部41B与磁性部件46的侧板部46B的间隙S2的距离。此外,当磁场检测部31的一端侧的重合点P1与磁铁21的中心点P2一致时,磁场检测部31的另一端侧的重合点P1与磁铁22的中心点P2一致。

[0111] 此外,也可以以其它磁性部件42、43、44、45、46具有的各个重合点P1为基准,设定各磁铁21、22、23、24的切线方向的尺寸D1。此外,通过解析使磁场检测部31、32、33输出检测脉冲而所需的磁场强度来决定从第2支承体12侧观察时的磁铁21的面积。并且,根据该解析结果和磁铁21的切线方向的尺寸D1,决定磁铁21的径向的尺寸D4。

[0112] 接下来,参照图8和图12,对旋转检测装置1的基本动作进行说明。此处,着眼于磁场检测部31,对该动作进行具体说明。图12示出了旋转检测装置1的动作,虽然是从图3中的箭头VIII-VIII方向观察的旋转检测装置1,但是为了便于说明,没有图示壳体2、轴213和第1支承体11。

[0113] 例如,当磁场检测部31的磁性元件35处于被磁化为从其另一端部朝向一端部的方向的状态时,第1支承体11进行了逆时针旋转。由此,如图8所示,当N极的磁铁21接近磁场检测部31的一端部、且S极的磁铁22接近磁场检测部31的另一端部时,由于从磁铁21朝向磁铁22的磁场使磁场检测部31的磁性元件35的外周部的磁化方向反转。其结果是,该磁性元件35的磁化方向成为从其一端部朝向另一端部的方向。并且,由于该磁性元件35的磁化方向的反转,从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出例如朝正方向尖锐上升的检测脉冲。

[0114] 接着,第1支承体11继续逆时针旋转,如图12所示,当S极的磁铁24接近磁场检测部31的一端部、且N极的磁铁21接近磁场检测部31的另一端部时,由于从磁铁21朝向磁铁24的磁场使磁场检测部31的磁性元件35的外周部的磁化方向反转。其结果是,该磁性元件35的磁化方向成为从其另一端部朝向一端部的方向。并且,由于该磁性元件35的磁化方向的反转,从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出例如朝负方向尖锐上升的检测脉冲。

[0115] 接着,第1支承体11继续旋转,当N极的磁铁23接近磁场检测部31的一端侧、且S极的磁铁24接近磁场检测部31的另一端部时,由于从磁铁23朝向磁铁24的磁场使磁场检测部31的磁性元件35的磁化方向成为从其一端部朝向另一端部的方向,从线圈36输出例如朝正方向尖锐上升的检测脉冲。第1支承体11继续旋转,当S极的磁铁22接近磁场检测部31的一端侧、且N极的磁铁23接近磁场检测部31的另一端部时,由于从磁铁23朝向磁铁22的磁场使磁场检测部31的磁性元件35的磁化方向成为从其另一端部朝向一端部的方向,从线圈36输出例如朝负方向尖锐上升的检测脉冲。磁场检测部32、33也与磁场检测部31相同地动作。

[0116] 接下来,参照图8~图12,具体说明磁性部件41、42对磁场检测部31的磁场引导功能。图9和图11示出旋转检测装置1中的磁场路径。图10示出了旋转检测装置1的动作,虽然是从图3中的箭头VIII-VIII方向观察的旋转检测装置1,但是为了便于说明,没有图示壳体2、轴213和第1支承体11。

[0117] 如图8所示,假设第1支承体11例如逆时针旋转而使N极的磁铁21接近磁场检测部31的一端部、且S极的磁铁22接近磁场检测部31的另一端部。此时,如图9所示,从磁铁21朝向磁铁22的磁通的大部分首先从磁铁21进入磁性部件41,而不是进入磁场检测部31的一端

部。进入磁性部件41的磁通在磁性部件41的平板部41A中朝向磁性部件42侧前进,从磁性部件41与磁性部件42的间隙S1进入磁场检测部31的中间部的稍靠一端部的部分。进入磁场检测部31的磁通在磁场检测部31中朝向另一端侧前进,到达磁场检测部31的中间部的稍靠另一端部的部分。到达该部分的磁通离开磁场检测部31,进入磁性部件42。进入磁性部件42的磁通在磁性部件42的平板部42A中朝向磁铁22前进,从磁性部件42到达磁铁22。

[0118] 这样,通过磁性部件41、42引导从磁铁21朝向磁铁22的磁场,形成图9中的黑色实线箭头所示的磁路。其结果是,该磁场的大部分被赋予给磁场检测部31的中间部,因而磁场检测部31的中间部的磁通密度比磁场检测部31的一端部或另一端部的磁通密度高。

[0119] 此外,在磁场检测部31的一端部和另一端部中,包括面向第1支承体11的部分在内的较大区域被磁性部件41、42的平板部41A、42A覆盖,此外,磁场检测部31的一端面(左端面)和另一端面(右端面)被磁性部件41、42的侧板部41B、42B覆盖。由此,在磁场检测部31的周围且被磁性部件41、42覆盖的内侧的空间内,如图9中的黑色虚线箭头所示那样,形成从磁场检测部31的一端侧朝向另一端侧的磁场。此外,从磁铁21朝向磁铁22的磁通中的大部分在图9中的黑色实线箭头所示的磁路中前进,因此,图9中的黑色虚线箭头所示的磁场的强度小于图9中的黑色实线箭头所示的磁场的强度。因此,通过对磁场检测部31赋予图9中的黑色虚线箭头所示的磁场,保持磁场检测部31的中间部的磁通密度高于一端部或另一端部的磁通密度的状态,磁场检测部31的磁通密度整体地增加。

[0120] 通过对磁场检测部31赋予以上这样的磁场,使得磁场检测部31的磁性元件35的外周部被磁化为图9中的白箭头所示的方向、即从磁性元件35的一端部朝向另一端部的方向。因此,在该磁件元件35的外周部的磁化方向是从该磁件元件35的另一端部朝向一端部的方向的情况下,该磁性元件35的外周部的磁化方向反转,例如从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出朝正方向尖锐上升的检测脉冲。

[0121] 接着,如图10所示,当第1支承体11再逆时针方向旋转45度而使N极的磁铁21接近磁场检测部31的中间部时,如图11所示,从磁铁21朝向磁铁24的磁通的大部分从磁铁21进入磁性部件41,从磁铁21朝向磁铁22的磁通的大部分从磁铁21进入磁性部件42。进入磁性部件41的磁通在磁性部件41中朝向磁铁24侧前进,进入磁性部件42的磁通在磁性部件42中朝向磁铁22侧前进。由此,能够抑制磁通进入磁场检测部31。此外,如图10所示,由于磁性部件41与磁性部件46隔着间隙S2相互分离,因而在磁性部件41中前进的磁通的大部分不进入磁性部件46。同样,由于磁性部件42和磁性部件43隔着间隙S2相互分离,因此在磁性部件42中前进的磁通的大部分不进入磁性部件43。

[0122] 此处,磁铁21的切线方向的尺寸D1被设定为大于磁性部件41和磁性部件42之间的距离D2。因此,当磁铁21接近磁场检测部31的中间部时,磁铁21与各磁性部件41、42之间的距离分别可靠地小于磁铁21和磁场检测部31之间的距离,确保从磁铁21分别朝向磁铁24、22的磁通的大部分进入磁性部件41、42。此外,在磁场检测部31的一端部和另一端部中,包括面向第1支承体11的部分在内的较大区域被磁性部件41、42的平板部41A、42A覆盖,此外,磁场检测部31的一端面(左端面)和另一端面(右端面)被磁性部件41、42的侧板部41B、42B覆盖。由此,当磁铁21接近磁场检测部31的中间部时,从磁铁21朝向磁铁24、22的磁场被磁性部件41、42引导为避开磁场检测部31。其结果是,该磁场中的磁通的大部分没有进入磁场检测部31,磁场检测部31的磁性元件35的外周部的磁化方向没有变化。图11中的白箭头所

示的方向与图9中的白箭头所示的方向相同,这表示磁性元件35的磁化方向没有变化。因此,不会从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出检测脉冲。

[0123] 接着,如图12所示,第1支承体11再逆时针旋转45度,当S极的磁铁24接近磁场检测部31的一端部、且N极的磁铁21接近磁场检测部31的另一端部时,从磁铁21朝向磁铁24的磁场被磁性部件41、42引导,朝反方向经过与图9中的黑色实线箭头以及黑色虚线箭头所示的磁场的路径相同的路径。

[0124] 通过对磁场检测部31赋予这样的磁场,磁场检测部31的磁性元件35的外周部被磁化为从磁性元件35的另一端部朝向一端部的方向。因此,在该磁性元件35的外周部的磁化方向为从该磁性元件35的一端部朝向另一端部的方向的情况下,该磁性元件35的外周部的磁化方向反转,例如从卷绕于该磁性元件35的线圈36输出朝负方向尖锐上升的检测脉冲。

[0125] 以上,根据磁性部件41、42的磁场引导功能,当极性彼此不同的磁铁分别接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,能够以由这些磁铁形成的磁通通过磁场检测部31的中间部而不是通过一端部和另一端部的方式引导磁场。此外,当磁铁接近磁场检测部31的中间部时,能够抑制由该磁铁形成的磁通进入磁场检测部31。

[0126] 由此,当极性互不相同的一对磁铁分别接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,能够主要提高磁场检测部31的磁性元件35的中间部的磁通密度。另一方面,当磁铁接近磁场检测部31的中间部时,能够整体地降低磁场检测部31的磁性元件35的磁通密度。因此,只有在极性互不相同的磁铁分别接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,才能够提高磁场检测部31的磁性元件35的磁通密度。因此,只有在极性互不相同的磁铁分别接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,才能够改变磁性元件35的磁化方向。即,能够防止在极性互不相同的磁铁没有分别接近磁场检测部31的一端部和另一端部的期间,磁场检测部31的磁性元件35的磁化方向变化。

[0127] 此外,磁性部件41、42具有若干能够提高磁场引导功能的性能的结构特征。参照图13对它们进行说明。图13中的箭头示意性示出磁铁21、22分别接近磁场检测部31的一端部和另一端部时在磁性部件41、42中形成的磁场。

[0128] 首先,在磁性部件41、42中,朝向轴线A侧的内周侧端面41D、42D分别在与磁场检测部31的长度方向平行的方向上延伸。由此,当磁铁21、22与磁场检测部31的一端部以及另一端部分别接近时,分别在磁性部件41、42中前进的磁通在与磁场检测部31的长度方向大致平行的方向上前进。由此,能够抑制分别在磁性部件41、42中前进的磁通在前进途中扩散到离开磁场检测部31的方向(尤其是,从内周侧端面41D、42D朝向磁性部件41、42的外部的方向)。

[0129] 接下来,磁性部件41、42的相对端面41C、42C分别沿着与轴线A垂直且与磁场检测部31的长度方向垂直的方向延伸。由此,当磁铁21、22分别与磁场检测部31的一端部以及另一端部接近时,分别在磁性部件41、42中前进的磁通在与磁场检测部31的长度方向大致平行的方向上前进。由此,能够抑制分别在磁性部件41、42中前进的磁通在前进途中扩散到离开磁场检测部31的方向(尤其是,从相对端面41C朝向磁性部件41的外部的方向)。

[0130] 根据这些结构特征,当磁铁21、22与磁场检测部31的一端部以及另一端部分别接近时,能够提高通过磁性部件41、42将从磁铁21朝向磁铁22的磁场引导到磁场检测部31的效果,能够使磁场检测部31成为磁通密度高的稳定状态。

[0131] 以上,说明了磁性部件41、42对磁场检测部31的磁场引导功能,磁性部件43、44对磁场检测部32的磁场引导功能以及磁性部件45、46对磁场检测部33的磁场引导功能也与磁性部件41、42对磁场检测部31的磁场引导功能相同。通过磁性部件41~46的磁场引导功能,能够防止磁场检测部31、32、33各自具有的磁性元件35的磁化方向的难以预测的变化,能够提高轴213的旋转检测精度。

[0132] 另一方面,从马达主体211产生漏磁。该漏磁大致从轴线A辐射状地前进。因此,该漏磁与磁场检测部31、32、33的磁化方向之间的相互位置关系成为螺旋的位置关系或交叉的位置关系。因此,能够抑制从马达主体211产生的漏磁对利用磁场检测部31、32、33检测由磁铁21、22、23、24形成的磁场的动作的影响。因此,能够防止磁场检测部31、32、33由于该漏磁进行误动作。此外,其结果是,由于能够使磁场检测部31、32、33靠近马达主体211,因而能够使由旋转检测装置1和马达主体211构成的马达210小型化。

[0133] 此外,通过设置磁场检测部31、32、33,不需要安装于电路基板上的多旋转检测用MR元件或霍尔元件。因此,不需要在基板上确保它们的安装空间,因而能够提高电路基板的节省空间化和设计的自由度。

[0134] 接下来,参照图14~图17,对本实施方式的马达210具有的旋转检测装置1的齿槽效应的抑制作用进行说明。图14~图17示出在旋转检测装置1中、磁铁21与磁性部件41、42(间隙S1)的位置关系。此处,着眼于磁铁21、磁场检测部31和磁性部件41、42进行具体说明。此外,假设第1支承体11沿着从磁场检测部31的一端部朝向另一端部的方向旋转(在图8中为逆时针旋转)。

[0135] 如图14所示,在由于第1支承体11的旋转而使磁铁21整体面向与磁性部件41的平板部41A相对的位置的情况下,由磁铁21形成的磁通的大致全部磁通朝向对面的磁性部件41(参照图14中的箭头)。即,由磁铁21形成的磁力线成为在旋转方向(或者切线方向)上朝向相同方向的线性状态。这是磁稳定的状态,施加于第1支承体11的旋转的扭矩保持固定。

[0136] 接下来,如图15所示,当第1支承体11继续旋转而使磁铁21的另一端部开始面向磁性部件41与磁性部件42的间隙S1时,由磁铁21形成的磁通中的该另一端部的磁通朝向位于与第1支承体11的旋转方向相反的方向(朝向一端侧的方向)的磁性部件41(参照图15中的箭头)。即,开始在间隙S1上通过的磁铁21的另一端部形成与第1支承体11的旋转方向相反的方向的非线性的磁力线。该与旋转方向相反的方向的磁力线通常作为使第1支承体11朝与旋转方向相反的方向返回的力(齿槽扭矩)而作用。然而,由于磁铁21形成为在切线方向上较长,因此,相对而言,在磁铁21中产生齿槽扭矩的部分(另一端部)非常小,磁铁21的大部分成为与磁性部件41的平板部41A相对的状态。因此,磁铁21的磁通密度分布成为在周向上均匀化的状态。即,由磁铁21形成的磁力线维持大致线性状态。由此,能够维持磁稳定的状态,从而能够相对地减小齿槽扭矩。

[0137] 磁铁21形成为比磁性部件41与磁性部件42的间隙S1长,因此,在第1支承体11进一步逆时针方向旋转时,如图16所示,磁铁21以跨越磁性部件41与磁性部件42的间隙S1的方式面向磁性部件41、磁性部件42。在该状态下,由磁铁21形成的磁通大致均等地分散于磁性部件41和磁性部件42(参照图16中的箭头)。即,由磁铁21形成的磁力线维持大致线性状态。由此,能够使施加于第1支承体11的旋转的扭矩保持固定,从而抑制齿槽效应的产生。此外,在该状态下,分别在磁性部件41、42中前进的磁通呈左右对称,因此,在被磁性部件41、42覆

盖的磁场检测部31的周围,从磁铁21朝向磁铁22的磁场和从磁铁21朝向磁铁24的磁场相互抵消,磁场大致为零。

[0138] 如图17所示,在第1支承体11进一步旋转而使面向磁性部件41与磁性部件42的间隙S1的磁铁21的一端部开始接近第2磁性部件的一端部时,由磁铁21的一端部形成的磁通朝向位于第1支承体11的旋转方向(朝向另一端侧的方向)的磁性部件42(参照图17中的箭头)。即,在间隙S1上通过的磁铁21的一端部形成与第1支承体11的旋转方向相同的方向的非线性的磁力线。该非线性的磁力线(磁铁21的一端部的磁通)通常作为朝旋转方向推送第1支承体11的力而作用。然而,如上所述,由于磁铁21形成为在切线方向上较长,因此,相对而言,在磁铁21中,产生朝向第1支承体11的旋转方向的力的部分非常小,磁铁21的大部分成为与磁性部件42的平板部42A相对的状态。因此,磁铁21的磁通密度分布成为在周向上均匀化的状态。即,由磁铁21形成的磁力线维持大致线性状态。由此,能够减小施加于第1支承体11的旋转的扭矩变动。

[0139] 此外,关于其它磁铁22、23、24对其它磁性部件43、44、45、46的齿槽扭矩的降低作用也相同。

[0140] 根据以上的实施方式的马达210具有的旋转检测装置1,例如,磁铁214被设定为其切线方向的尺寸D1大于径向的尺寸D4,并且大于磁性部件41和磁性部件42的间隙S1的距离D2。因此,例如,在磁铁21面向间隙S1时产生齿槽扭矩的部分非常小,磁铁21的大部分在上方面对磁性部件41。因此,相对而言,磁铁21的磁通密度分布在周向上均匀化,成为磁稳定的状态。由此,相对而言,能够减小施加于第1支承体11的旋转的扭矩变动即齿槽扭矩,能够通过抑制齿槽效应来高精度地检测轴213的旋转。

[0141] 此外,上述实施方式的各磁铁21、22、23、24的切线方向的尺寸D1为最小的尺寸,各磁铁21、22、23、24的切线方向的尺寸D1可以在上述实施方式的长度以上且第1支承体11的整周(整个圆周)的1/4的圆弧中的弦的长度以下的范围内任意设定。

[0142] 例如,如图18所示,也可以通过由以轴线A为中心、按照中心角90度分割的4个磁片70a、70b、70c、70d构成的圆盘状磁铁来形成第1支承体70自身。此外,例如,如图19所示,也可以由以轴线A为中心、按照中心角90度分割的4个磁片71a、71b、71c、71d构成的环状磁铁来形成第1支承体71自身。此外,也可以利用电磁铁来形成磁铁。

[0143] 通过将各磁铁21、22、23、24的切线方向的长度设定在以上这样的范围内,能够抑制齿槽效应,并且能够向磁性元件35赋予将各磁场检测部31、32、33的磁性元件35磁化为规定方向而所需的能量(磁通密度)。因此,能够防止磁性元件35的磁化方向的难以预测的变化,提高被检测物的旋转检测精度。

[0144] (旋转量的检测)

[0145] 接下来,参照图2、图3、图20和图21,对马达主体211的旋转量x的检测进行说明。图20示出在旋转检测装置1中、与检测马达主体211的旋转量x的信号处理相关的结构。图21示出配置于第1支承体11的反射盘。

[0146] 旋转检测装置1分别检测轴213的转速和旋转位置(绝对位置),根据轴213的这些转速和旋转位置,检测马达主体211的旋转量x。

[0147] 如图20所示,轴213的转速由设置于第1支承体11的面11A的磁铁21、22、23、24、设置于第2支承体12的面12A的磁场检测部31、32、33、覆盖磁场检测部31、32、33各自的端部的

磁性部件41~46以及设置于第2支承体12的转速检测部255(参照图5)进行检测。以下,将具有磁铁21、22、23、24、磁场检测部31、32、33、磁性部件41~46以及转速检测部255并对轴213的转速进行检测的结构称作转速检测单元237(参照图2)。

[0148] 此外,如图20所示,通过设置于第1支承体11的反射盘242(参照图3)和设置于壳体2的基座部233的光检测部232(参照图3)来检测轴213的旋转位置。以下,将具有反射盘242和光检测部232并对轴213的旋转位置进行检测的结构称作旋转位置检测单元238(参照图2)。

[0149] 由此,对转速检测单元237中的转速检测部255、旋转位置检测单元238中的反射盘242以及光检测部232进行说明。

[0150] 首先,对转速检测单元237中的转速检测部255进行说明。转速检测部255例如是封装化的集成电路。如图5所示,转速检测部255配置在第2支承体12的面12A上。转速检测部255以位于与磁场检测部31、32、33分别接近或相邻的位置的方式配置在面12A的中央附近。

[0151] 如图20所示,转速检测部255具有电源切换部270、波形整形部271、多旋转检测部272和多旋转存储部273。即使在没有从外部提供电源电压 V_{cc} 的情况下,转速检测部255也能够基于根据从磁场检测部31、32、33输出的检测脉冲而生成的电力,检测轴213的转速。

[0152] 在从外部提供电源电压 V_{cc} 的情况下,电源切换部270向波形整形部271、多旋转检测部272和多旋转存储部273提供电源电压 V_{cc} 。另一方面,在没有从外部提供电源电压 V_{cc} 的情况下,电源切换部270将根据从磁场检测部31、32、33输出的检测脉冲而生成的电压提供给波形整形部271、多旋转检测部272和多旋转存储部273。

[0153] 在此,从磁场检测部31、32、33输出的检测脉冲包括朝正方向上升的检测脉冲和朝负方向上升的检测脉冲。电源切换部270根据这些检测脉冲中的朝正方向上升的检测脉冲生成电压,将该电压提供给波形整形部271、多旋转检测部272和多旋转存储部273。此外,也可以使用全波整流器等,利用从磁场检测部31、32、33输出的朝负方向上升的检测脉冲生成该电压。

[0154] 波形整形部271选择从磁场检测部31、32、33输出的检测脉冲中的朝正方向上升的检测脉冲,将选择出的检测脉冲的波形整形为矩形波,将波形整形后的检测脉冲输出到多旋转检测部272。多旋转检测部272根据从波形整形部271输出的检测脉冲,检测轴213的转速。

[0155] 具体而言,多旋转检测部272判定从波形整形部271输出的检测脉冲基于从磁场检测部31、32、33中的哪个磁场检测部输出的检测脉冲,将其结果存储到多旋转存储部273中。例如,在与磁场检测部31对应的检测脉冲的情况下,多旋转检测部272将“00”的数据存储到多旋转存储部273中,在与磁场检测部32对应的检测脉冲的情况下,多旋转检测部272将“01”的数据存储到多旋转存储部273中,在与磁场检测部33对应的检测脉冲的情况下,多旋转检测部272将“10”的数据存储到多旋转存储部273中。并且,多旋转检测部272根据存储在多旋转存储部273中的数据,检测轴213的转速。多旋转检测部272将表示轴213的转速的信息输出到位置数据生成部262。

[0156] 即使在没有从外部提供电源电压 V_{cc} 的情况下,转速检测部255也能够自己发出消耗电力,因此能够省略备份用电源(例如电池)。

[0157] 接着,对旋转位置检测单元238中的反射盘242和光检测部232进行说明。如图3所

示,在第1支承体11中,在与固定有磁铁21、22、23、24的面11A的相反一侧的面11B上,固定有反射盘242。反射盘242与第1支承体11一起旋转。如图21所示,反射盘242形成为圆盘状,其中心部形成有孔。反射盘242以其中心与轴线A一致的方式配置在面11B上。在反射盘242上,作为反射图案形成有具有多个反射缝的缝阵列243。

[0158] 此外,如图3所示,光检测部232在壳体2的基座部233中被固定于面向第1支承体11的面11B的面。如图20所示,光检测部232具有光传感器260、单旋转绝对值检测部261和位置数据生成部262。

[0159] 光传感器260具有发光部和光接收部,从发光部对设置于第1支承体11的反射盘242照射光。光传感器260利用光接收部接收缝阵列243的反射光,输出与光接收状态对应的信号。缝阵列243具有的多个反射缝以在反射盘242的周向具有绝对的图案的方式配置在反射盘242的全周。绝对的图案是指如下图案:在反射盘242的1圈旋转内,光检测部232的光接收部相对的角度内的反射缝的位置、比例等是唯一确定的。光传感器260接收通过向反射盘242照射光而从反射盘242的多个反射缝反射的光,输出与反射盘242的周向的位置对应的信号。

[0160] 单旋转绝对值检测部261根据从光传感器260输出的信号,检测第1支承体11的绝对位置、即轴213的旋转位置,将表示轴213的旋转位置的信息输出到位置数据生成部262。

[0161] 位置数据生成部262取得从单旋转绝对值检测部261输出的表示轴213的旋转位置的信息以及从转速检测部255的多旋转检测部272输出的表示轴213的转速的信息。然后,位置数据生成部262根据所取得的信息,计算马达主体211的旋转量 x 。具体而言,位置数据生成部262例如结合轴213的转速与轴213的旋转位置(旋转角度)来计算马达主体211的旋转量 x 。进而,位置数据生成部262将表示计算出的旋转量 x 的位置数据输出到控制装置220。

[0162] 此外,在从外部提供电源电压 V_{cc} 的情况下,位置数据生成部262能够仅根据从单旋转绝对值检测部261输出的表示轴213的旋转位置的信息计算马达主体211的旋转量 x 。另一方面,在来自外部的电源电压 V_{cc} 停止后开始提供来自外部的电源电压 V_{cc} 的情况下,根据从单旋转绝对值检测部261输出的表示轴213的旋转位置的信息和从多旋转检测部272输出的表示轴213的转速的信息,计算马达主体11的旋转量 x 。

[0163] 此外,也可以是,在多旋转检测部272中不检测轴213的转速,而将多旋转存储部273中存储的数据输出到位置数据生成部262。在该情况下,位置数据生成部262根据多旋转存储部273中存储的数据和轴213的旋转位置,运算轴213的转速。

[0164] 关于检测马达主体211的旋转量 x 的信号处理,由于在具有以上这样的结构的旋转检测装置1中,通过光学结构进行旋转位置(单旋转绝对值)的检测,因此不会受到对来自马达主体211的漏磁的影响,能够高精度地进行旋转位置的检测。

[0165] 此外,如图2所示,在第1支承体11的一方侧形成有转速检测单元237,在其相反侧形成有旋转位置检测单元238。由此,能够使第1支承体11一并用于转速检测和旋转位置检测,能够实现节省空间化和小型化。而且,由于能够通过第1支承体11使转速检测单元237与旋转位置检测单元238分离,因此,能够抑制磁铁21、22、23、24的磁通对光检测部232或其它电路的影响。

[0166] 此外,通过将存储磁场检测部31、32、33的检测结果的存储部273与磁场检测部31、32、33相邻地配置,能够降低传送磁场检测部31、32、33的检测结果的电力。此外,

通过将电源切换部270与磁场检测部31、32、33相邻地配置,能够有效地进行来自磁场检测部31、32、33的电力供给。

[0167] 此外,在上述实施方式的旋转检测装置1中,例举了在各磁性部件41~46上形成有侧板部41B~46B的情况,但是,也可以如图22所示的旋转检测装置50那样,采用具有省略了侧板部的磁性部件51、52的结构。在该情况下,当磁铁21、22接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,难以形成从磁场检测部31的一端面进入的磁场或者从磁场检测部31的另一端面出去的磁场。其结果是,当磁铁21、22接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,磁性元件35的一端部和另一端部的磁通密度不会增加,而成为与磁铁21、22没有接近磁场检测部31的一端部和另一端部的情况相同的程度。

[0168] 为了可靠地产生磁性元件35的磁化方向的反转,得到输出电平高且稳定的检测脉冲,优选的是,当磁铁21、22接近磁场检测部31的一端部和另一端部时,磁性元件35的磁通密度整体地提高。从该角度来看,优选在各个磁性部件上设置侧板部。

[0169] 此外,在上述实施方式的旋转检测装置1中,在第1支承体11上,按照90度间隔设置了4个磁铁21、22、23、24,在第2支承体12上按照120度间隔设置了3个磁场检测部,但是本发明不限于此。磁铁的个数只要是2个以上即可,磁铁的配置间隔没有限定,磁场检测部的个数没有限定,磁场检测部的配置间隔也没有限定。但是,如上所述,优选的是,以使在第1支承体旋转的期间内从各个磁场检测部输出检测脉冲的时机不重合的方式设定磁铁的配置间隔和磁场检测部的配置间隔。在图23中,作为本发明的旋转检测装置的另一实施方式,示出了如下旋转检测装置60:在第1支承体上设置两个磁铁61、62,在第2支承体63上设置1个磁场检测部64,通过磁性部件65、66分别覆盖磁场检测部64的一端部和另一端部。

[0170] 在该情况下,各磁铁21、22、23、24的切线方向的尺寸D1可以在上述实施方式的长度以上且第1支承体11的整周(整个圆周)的 $1/2$ 的圆弧中的弦的长度以下的范围内任意设定。例如,如图24所示,可以通过由以轴线A为中心、按照中心角180度分割的两个磁片72a、72b构成的圆盘状(或者环状(未图示))的磁铁来形成第1支承体72自身。

[0171] 此外,在上述实施方式的旋转检测装置1中,例举了采用复合磁性线缆作为各磁场检测部31、32、33的磁性元件35的情况,但是也可以采用其它巴克豪森元件。

[0172] 此外,在上述实施方式的旋转检测装置1中,例举了把铁作为形成磁性部件41~46等的磁性材料的情况,本发明不限于此,也可以使用其它磁体或强磁体、例如透磁合金、电磁钢板等。

[0173] 此外,各个磁性部件41~46的形状可以进行各种变形。例如,可以如图25所示的磁性部件101、102那样,部分地去除相对端面101C(102C)与内周侧端面101D(102D)相交的角部,在相对端面101C(102C)与内周侧端面101D(102D)之间形成倾斜面101F(102F)。此外,也可以如图26所示的磁性部件111、112那样,在相对端面111C、112C上分别形成阶梯部111F、112F,使相对端面111C与相对端面112C之间的距离部分地变化。具体而言,在与磁场检测部31的中间部对应的部分,增大相对端面111C与相对端面112C的间隔。另一方面,在与磁铁21、22、23、24通过的区域对应的部分(与圆周R对应的部分),减小相对端面111C与相对端面112C的间隔。此外,也可以如图27所示的磁性部件121、122那样,将相对端面121C和相对端面122C分别形成成为圆弧状,以使在与磁场检测部31的中间部对应的部分,相对端面121C与相对端面122C最接近。此外,也可以如图28所示的磁性部件131、132那样,在相对端面131C

和相对端面132C中,在与磁铁21、22、23、24通过的区域对应的部分(与圆周R对应的部分),分别形成弯曲成曲柄状的曲柄部131F、132F。

[0174] 此外,在上述实施方式的旋转检测装置1中,例举了使第1支承体11以及设置于其上的磁铁21、22、23、24旋转的情况,但是,也可以采用使第2支承体12以及设置于其上的磁场检测部31、32、33旋转的结构。

[0175] (第1变形例)

[0176] 接下来,参照图29~图35,对上述实施方式的马达210具有的旋转检测装置1的第1变形例进行说明。图29~图34示出在本实施方式的第1变形例的马达210的旋转检测装置1中、各磁铁的平面形状的例子。图35在示出在本实施方式的第1变形例的马达210的旋转检测装置1中、磁铁的另一端部开始面向间隙S1的状态。此外,对于与上述实施方式的旋转检测装置1相同的结构,标注相同的标号,并省略其说明。

[0177] 在本实施方式的第1变形例中,在面向第2支承体12的一侧的面(以下,称作“平面”)中,各磁铁的径向的尺寸形成为与圆周R的切线方向的中央部相比,在一端部和另一端部(以下,称作“两端部”)较小。各磁铁的平面形状可以进行各种变形。

[0178] 例如,如图29所示,各磁铁73a、73b、73c、73d的平面形状可以形成为沿切线方向具有长直径的椭圆形。此外,如图30所示,各磁铁74a、74b、74c、74d的平面形状可以形成为切线方向的两端部分别形成为锐角的大致椭圆形。此外,如图31所示,各磁铁75a、75b、75c、75d的平面形状可以形成为在切线方向上细长的菱形。此外,如图32所示,各磁铁76a、76b、76c、76d的平面形状可以形成为在切线方向上细长且锐角分别位于两端部的六边形。此外,如图33所示,各磁铁77a、77b、77c、77d的平面形状可以形成为在切线方向上细长且锐角分别位于两端部的梯形。此外,例如,如图34所示,各磁铁78a、78b、78c、78d的平面形状可以由主体部79和宽度缩小部80构成,其中,主体部79是在切线方向上细长的矩形,宽度缩小部80的径向的尺寸小于主体部79且分别从主体部79的切线方向两端面突出。

[0179] 根据以上的实施方式的第1变形例的马达210具有的旋转检测装置1,形成为:在面向第2支承体12侧的面上(或者从第2支承体12侧观察),与各磁铁73a~78a、73b~78b、73c~78c、73d~78d的圆周R的切线方向的中央部区域的面积相比,切线方向的两端部区域的面积较小。由于磁力的强度与面积成比例,因此各磁铁73a~78a、73b~78b、73c~78c、73d~78d形成为其磁力在两端部变弱。因此,如图35所示,例如,当第1支承体11在从磁场检测部31的一端部朝向另一端部的方向上旋转而使磁铁73a的另一端部开始面向磁性部件41与磁性部件42的间隙S1时,能够降低朝向位于与第1支承体11的旋转方向相反的方向的磁性部件41的磁铁73a的另一端部的磁通密度。此外,在图35中,用虚线箭头示出磁铁21的两端部的磁通密度低于磁铁21的中央部的磁通密度的状态。由此,能够有效地抑制齿槽扭矩的产生。

[0180] 此外,关于其它磁铁对其它磁性部件43、44、45、46的齿槽扭矩的降低作用也相同。

[0181] (第2变形例)

[0182] 接下来,参照图36,对上述实施方式的马达210具有的旋转检测装置1的第2变形例进行说明。图36示出在本实施方式的第2变形例的马达210的旋转检测装置1中、磁铁的另一端部开始面向间隙S1的状态。此外,对于与上述实施方式的旋转检测装置1相同的结构,标注相同的标号,并省略其说明。

[0183] 在本实施方式的第2变形例的旋转检测装置1中,与上述实施方式相同地,在第1支承体11上配设有4个磁铁81a、81b、81c、81d。由于各磁铁81a、81b、81c、81d的形状分别相同,因此此处着眼于磁铁81a进行具体说明。如图36所示,磁铁81a形成为:与圆周R的切线方向的中央部相比,磁铁81a与第2支承体12的分离距离在两端部较大。即,例如,磁铁81a从面向第2支承体12侧朝向第1支承体11倾斜(分别朝一端侧和另一端侧向上倾斜),而形成梯形。

[0184] 根据以上的实施方式的第2变形例的马达210具有的旋转检测装置1,由于磁力的强度与距离的平方成反比,因此各磁铁81a、81b、81c、81d形成为其磁力在两端部变弱。因此,如图36所示,例如,当第1支承体11在从磁场检测部31的一端部朝向另一端部的方向上旋转而使磁铁21的另一端部开始面向磁性部件41与磁性部件42的间隙S1时,能够降低朝向位于与第1支承体11的旋转方向相反的方向的磁性部件41的磁铁81a的另一端部的磁通密度。此外,在图36中,用虚线箭头示出磁铁81a的两端部的磁通密度低于其中央部的磁通密度的状态。由此,能够有效地抑制齿槽扭矩的产生。

[0185] 此外,关于的其它磁铁81b、81c、81d对其它磁性部件43、44、45、46的齿槽扭矩的降低作用也相同。此外,也可以将本实施方式的第2变形例的结构应用于上述第1变形例。

[0186] 此外,上述实施方式和各变形例的各磁铁21、22、23、24等使用了烧制磁铁,但是也可以使用将粉碎的磁铁(磁铁粉)搅拌入橡胶或塑料中而形成的粘结磁铁。在该情况下,可以形成为:在粘结磁铁的圆周R的切线方向的中央部提高磁铁粉浓度,在切线方向的两端部降低磁铁粉浓度。即,与圆周R的切线方向的中央部相比,各粘结磁铁在两端部磁力变弱。由此,能够维持使磁通密度分布在周向上均匀化的状态,从而能够有效地抑制齿槽扭矩的产生。

[0187] 此外,在不违反可从权利要求和说明书整体中读出的发明主旨或思想的范围内,本发明可以进行适当变更,伴随这样的变更的马达仍包含于本发明的技术思想。

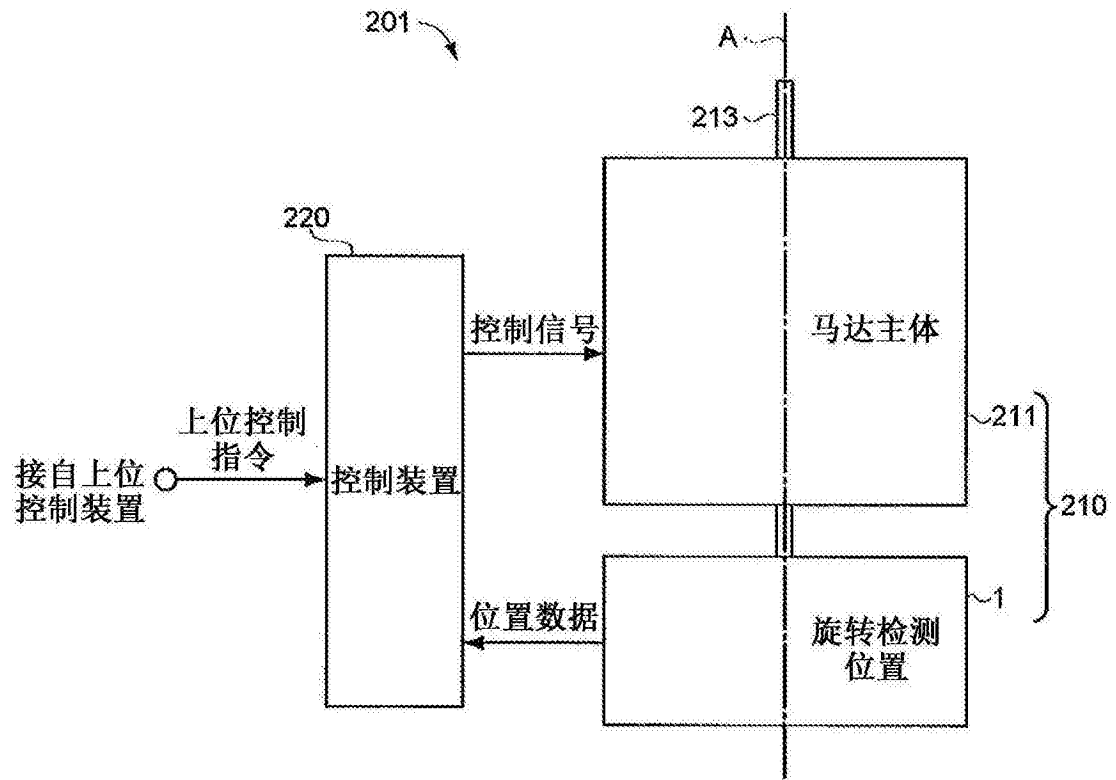


图1

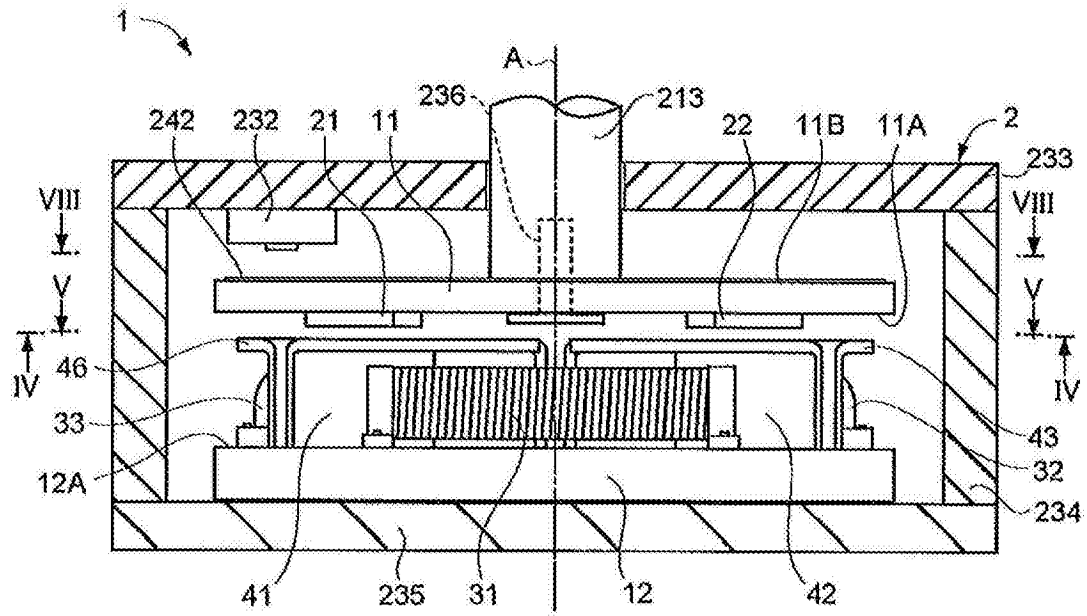


图3

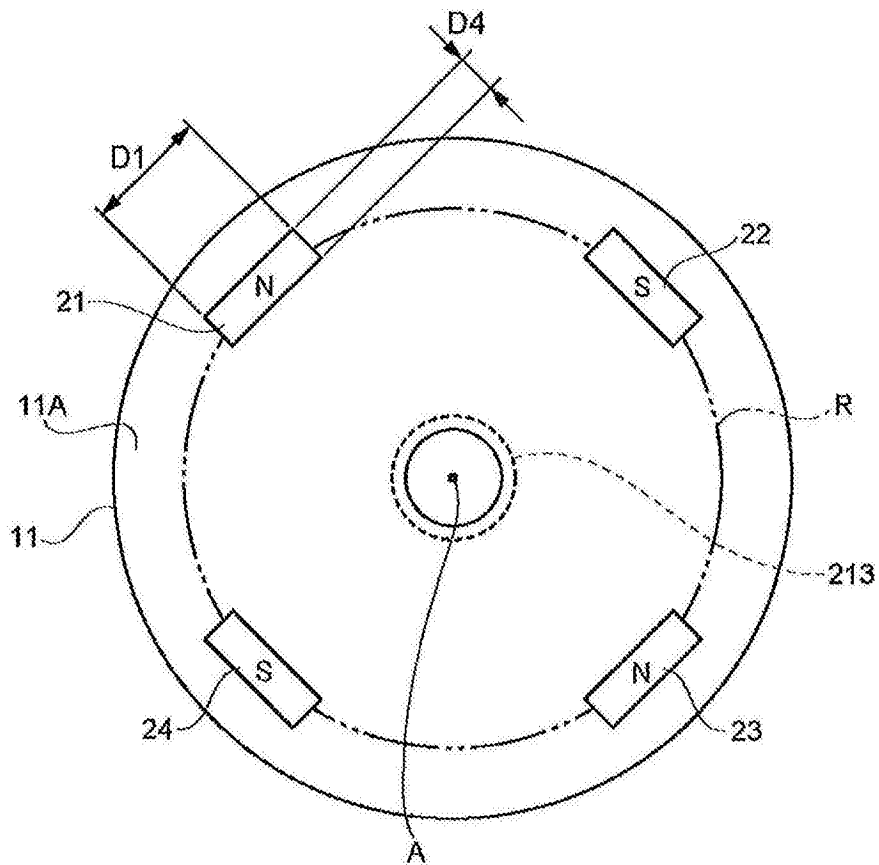


图4

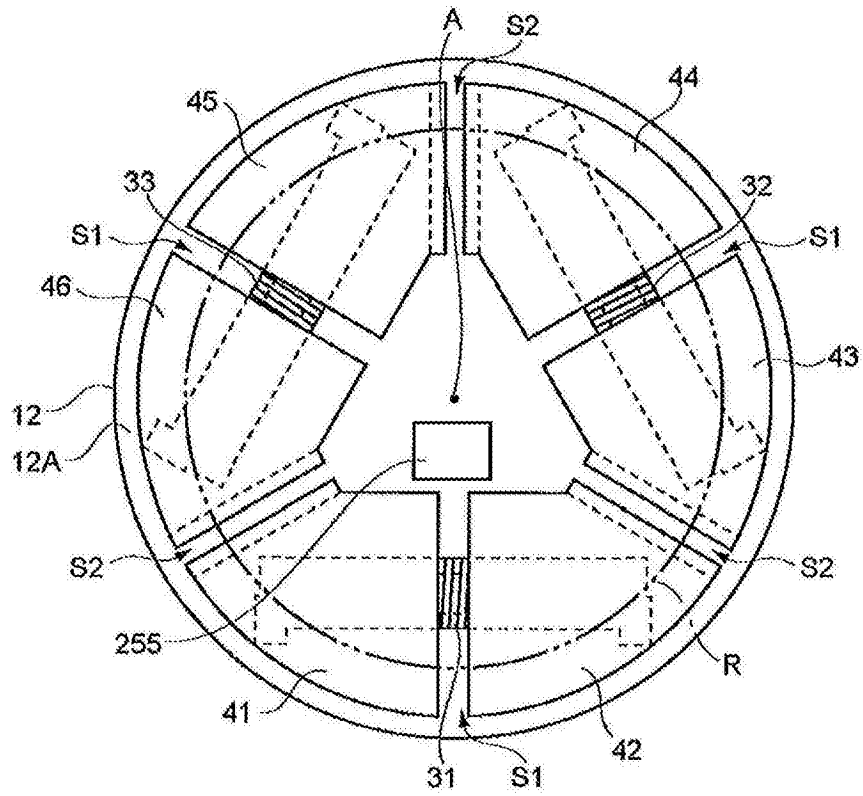


图5

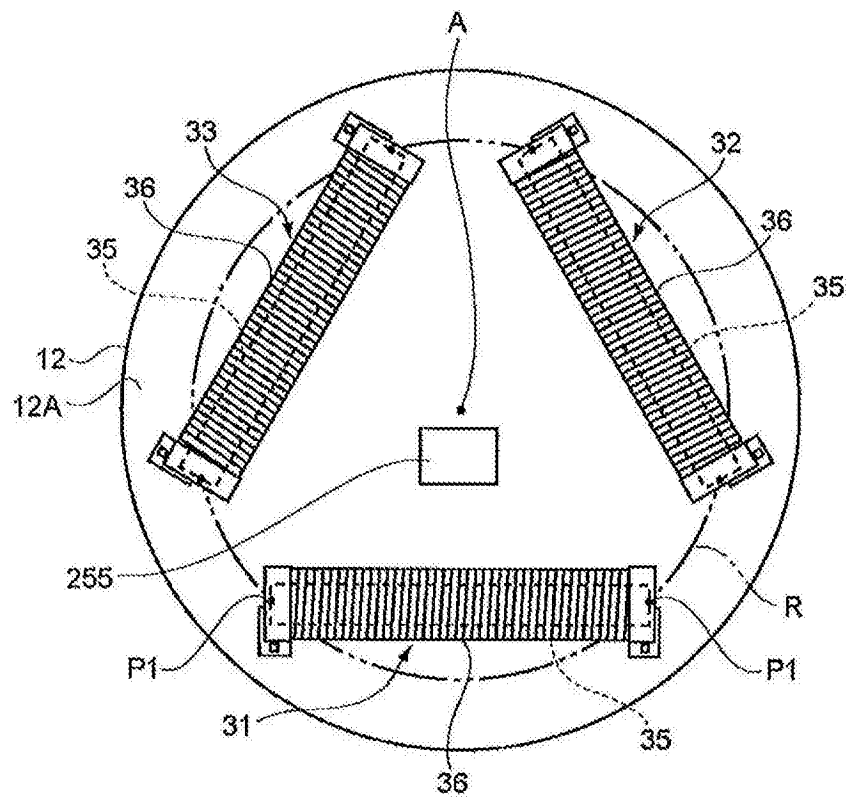


图6

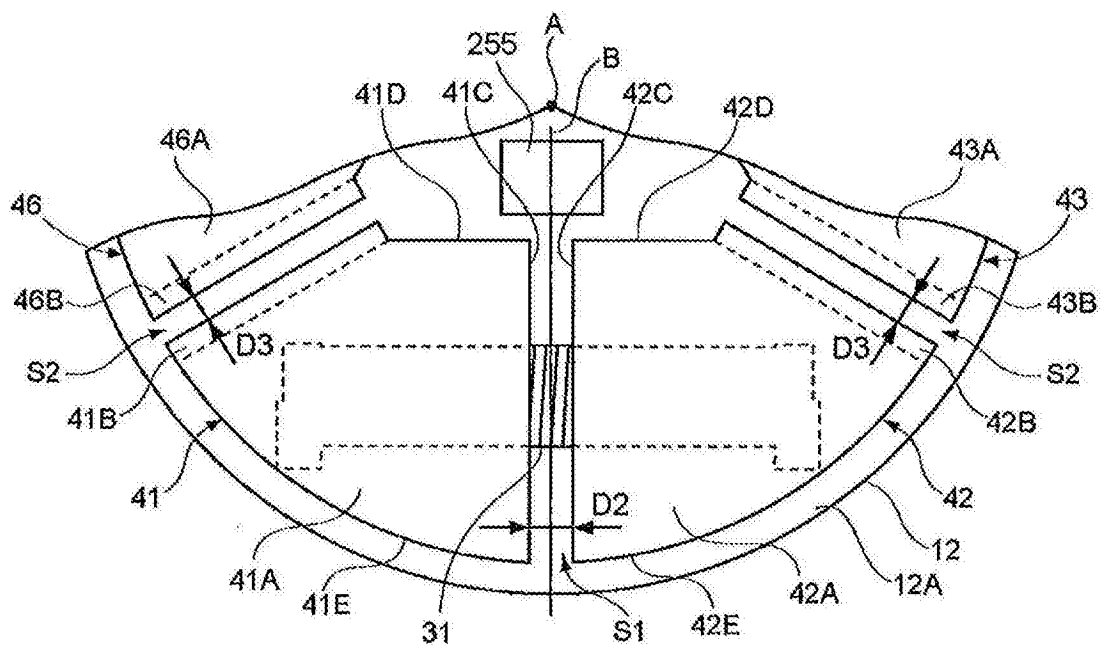


图7

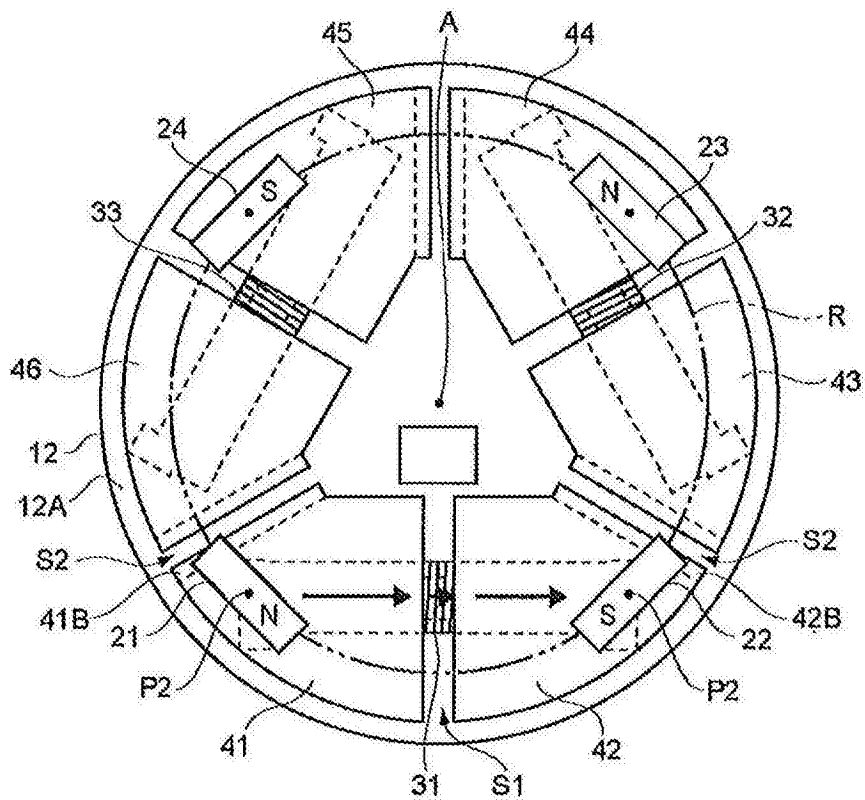


图8

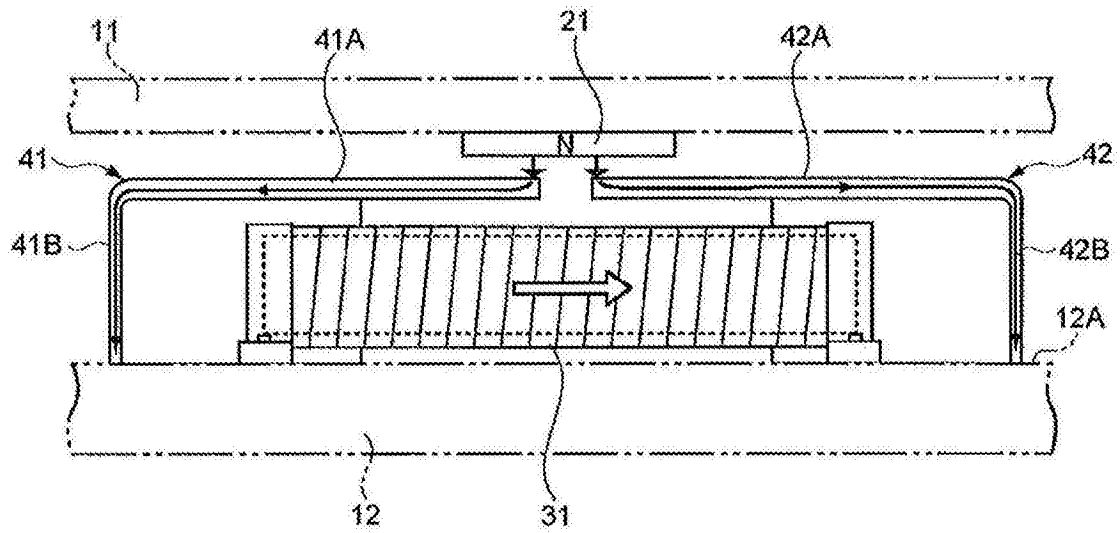


图11

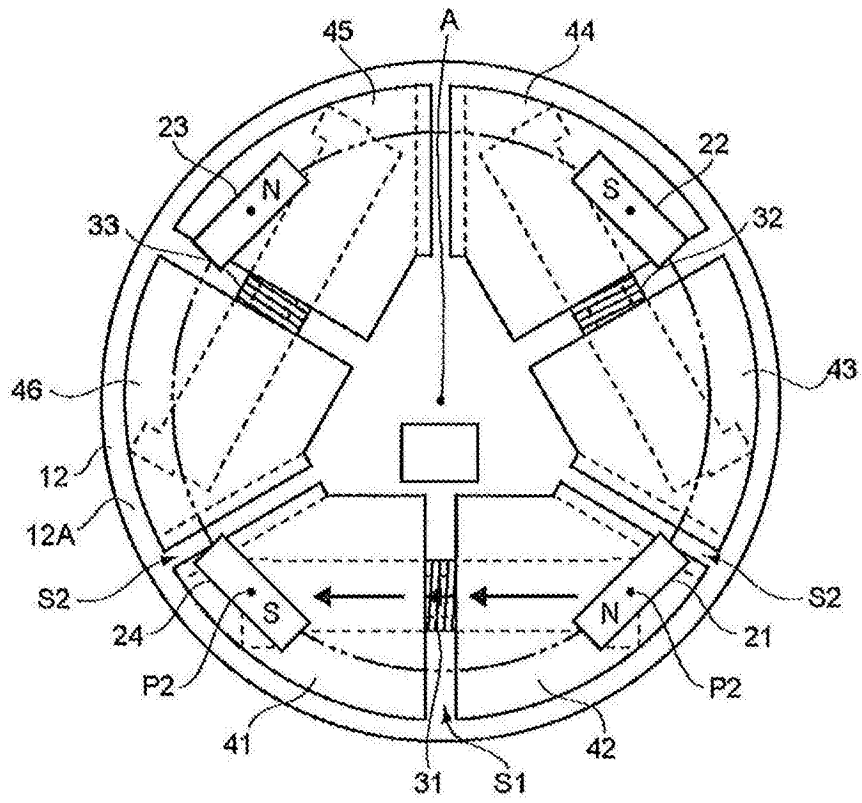


图12

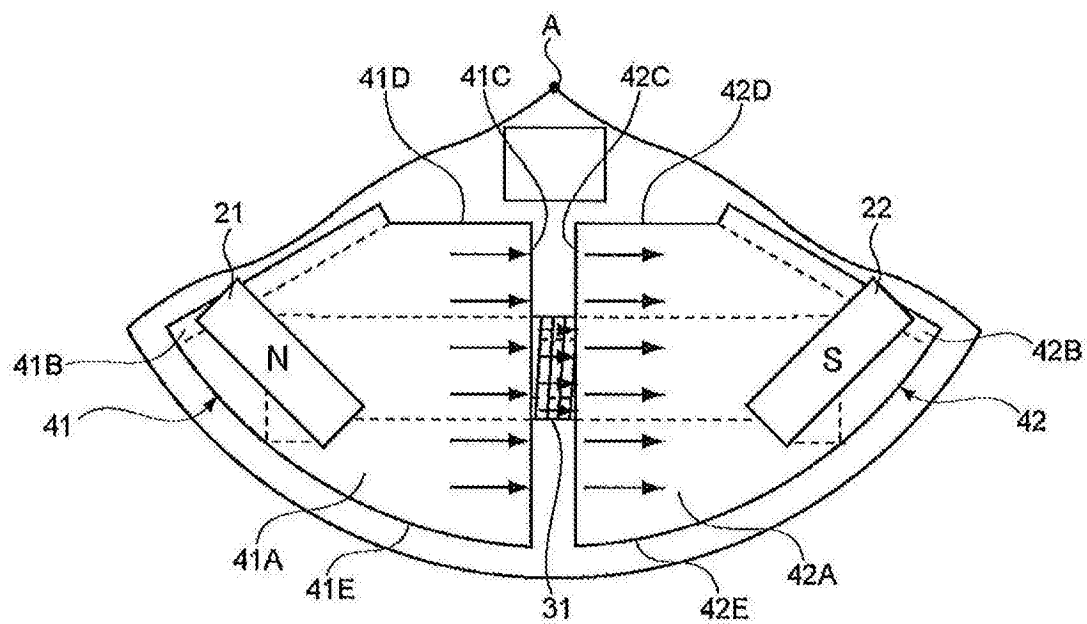


图13

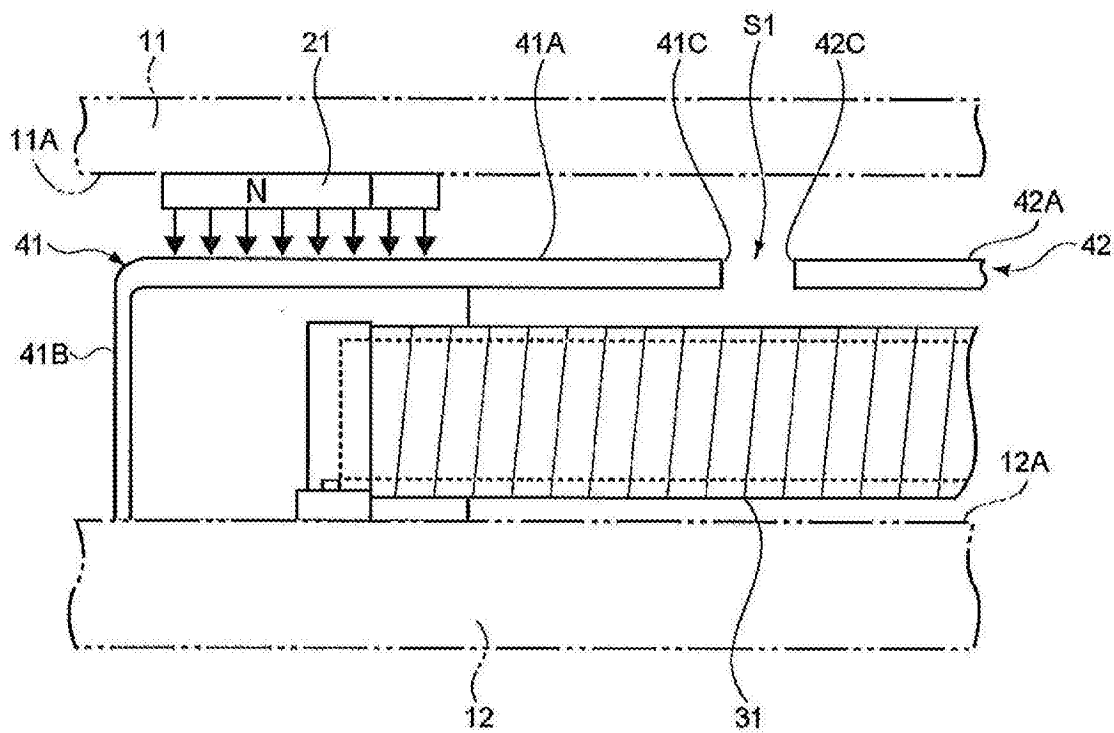


图14

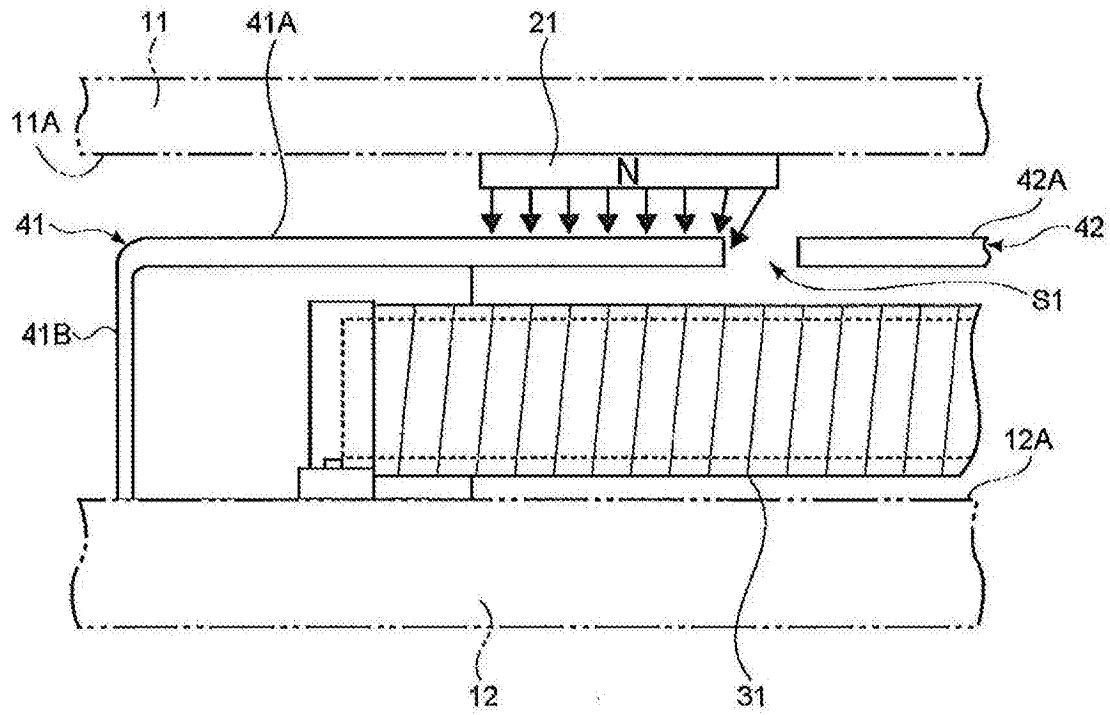


图15

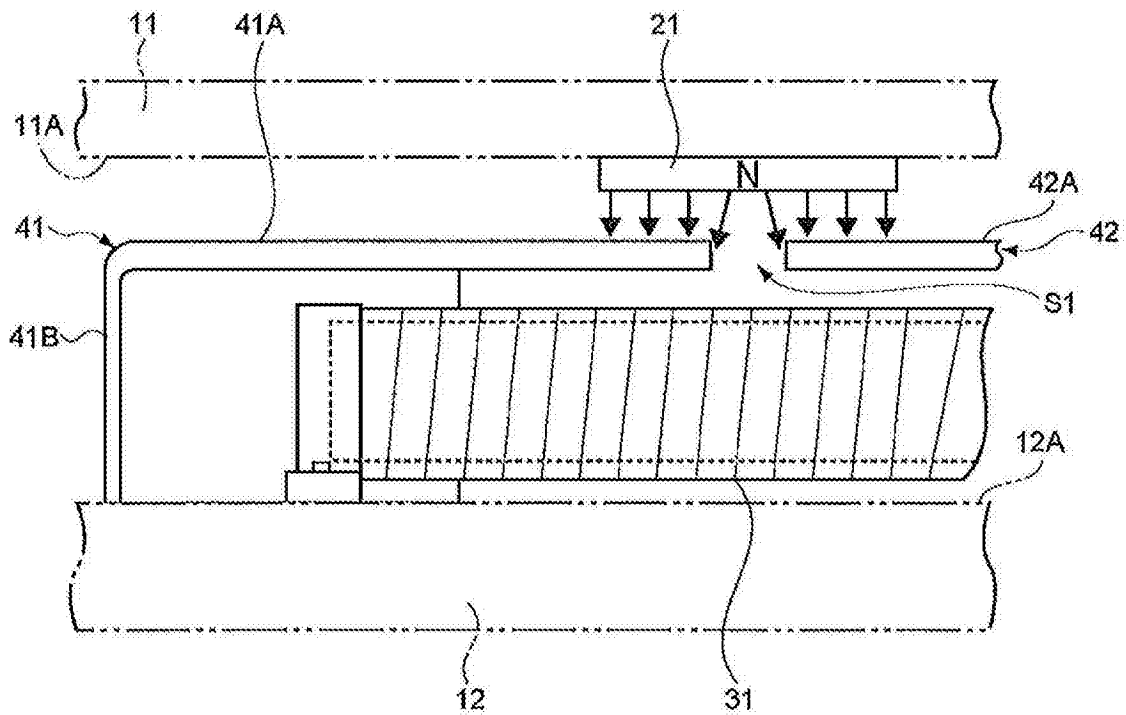


图16

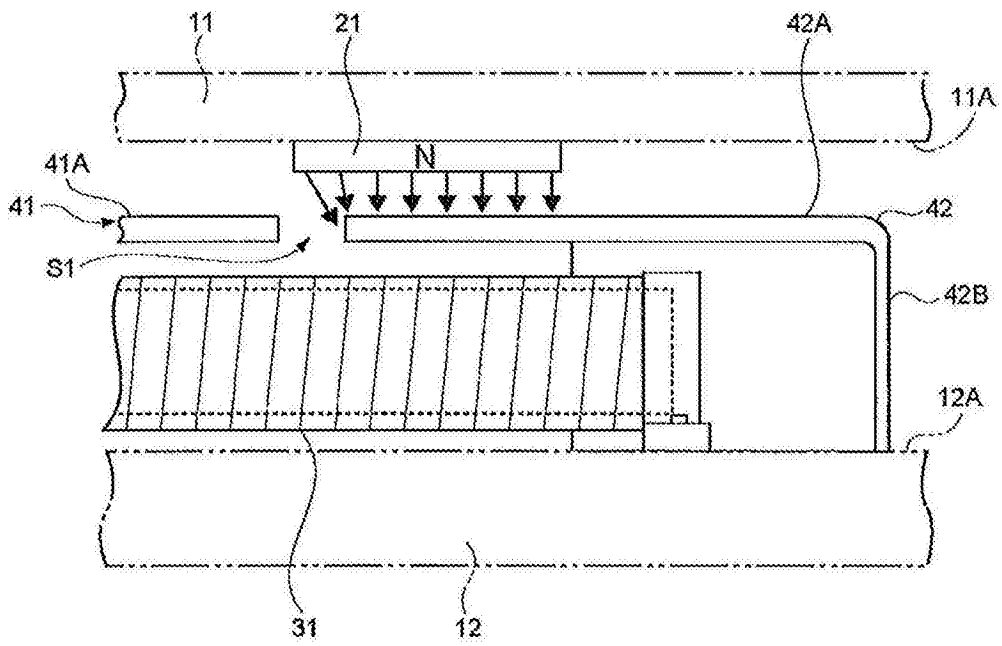


图17

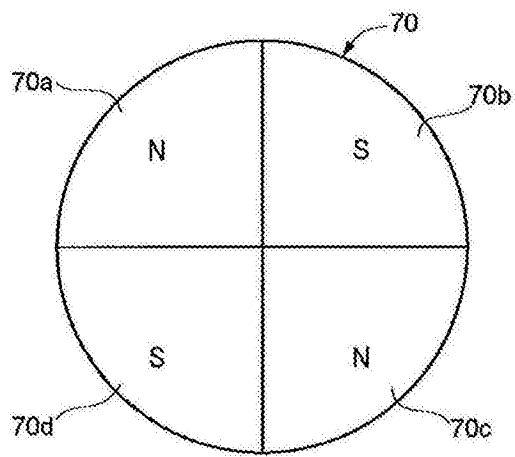


图18

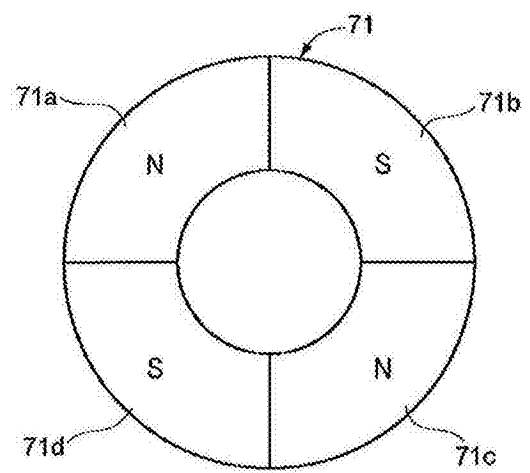


图19

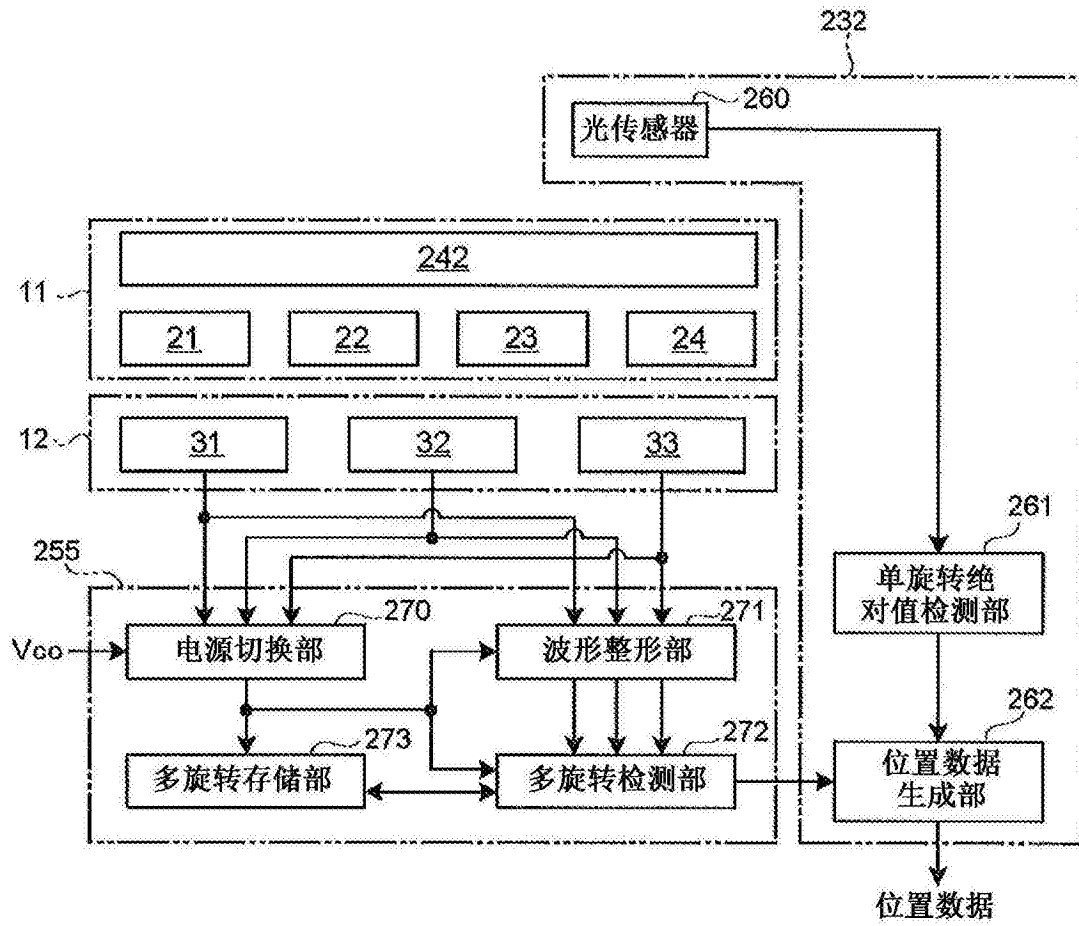


图20

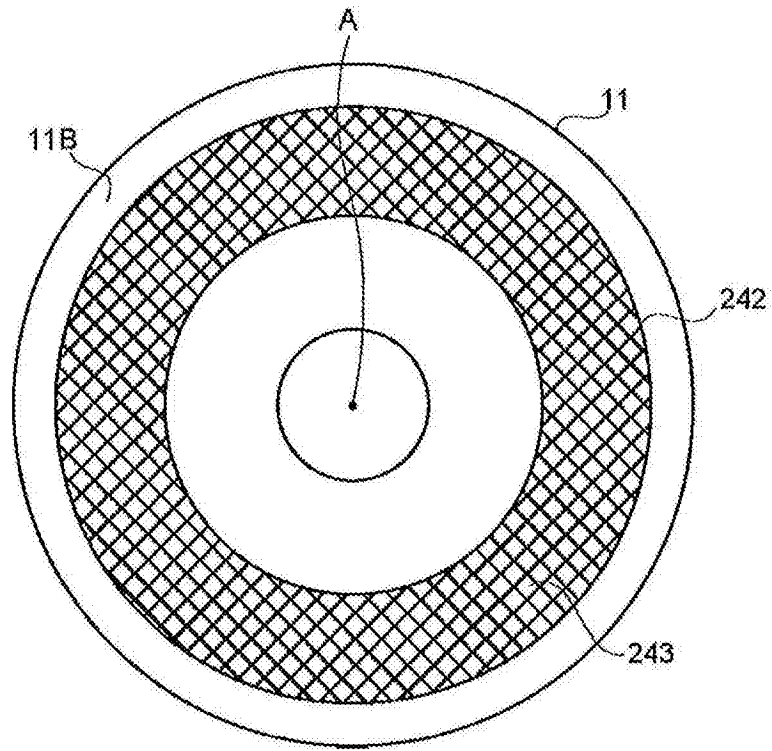


图21

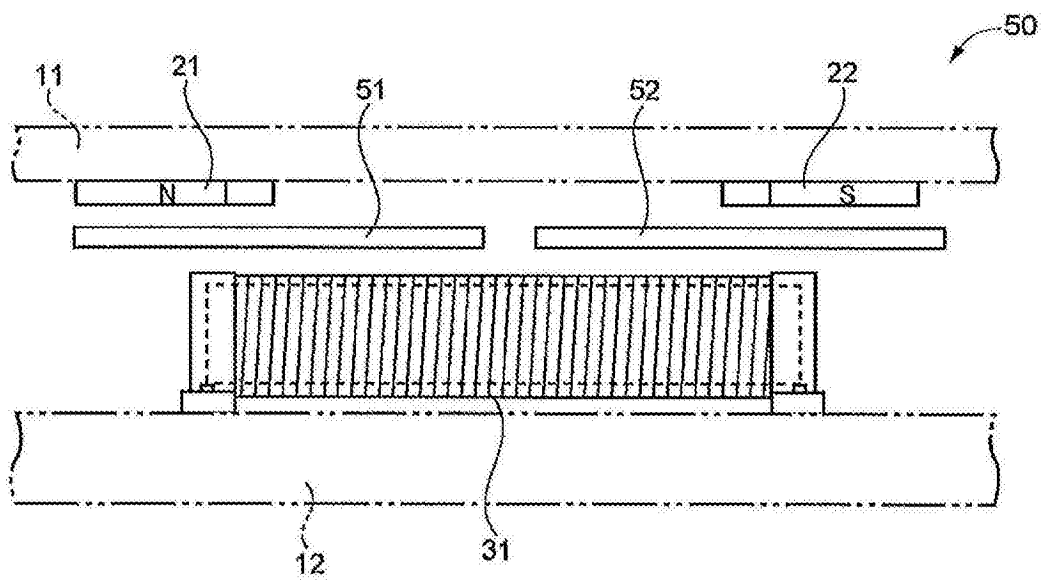


图22

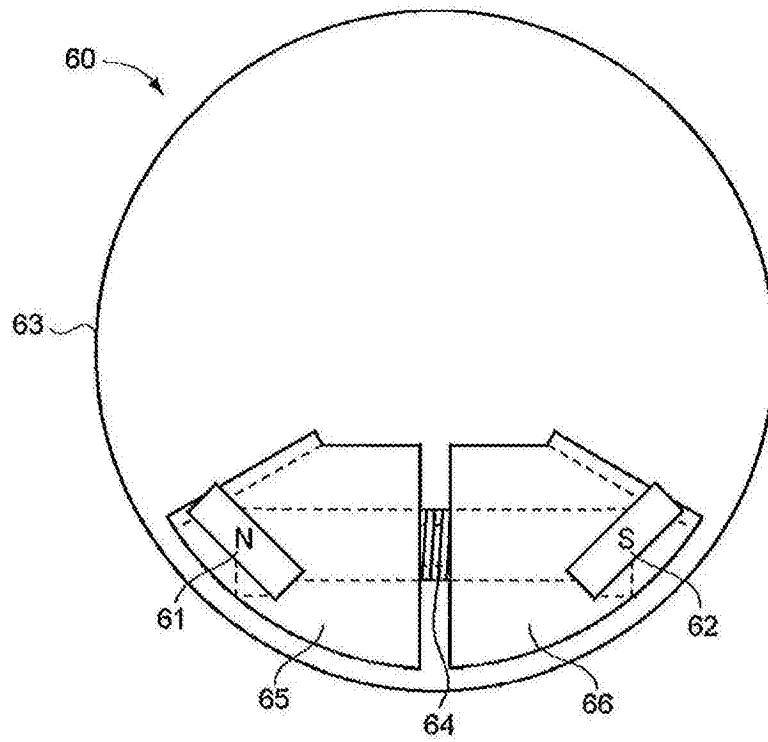


图23

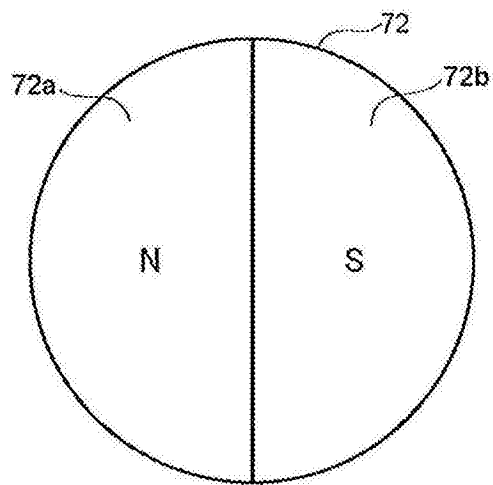


图24

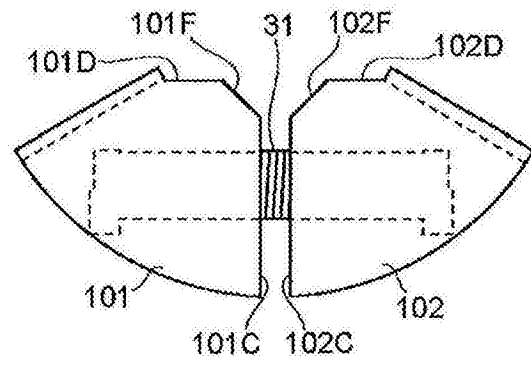


图25

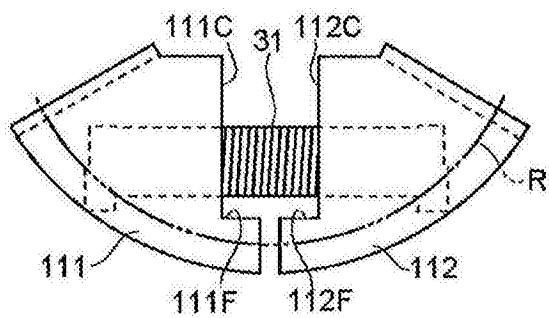


图26

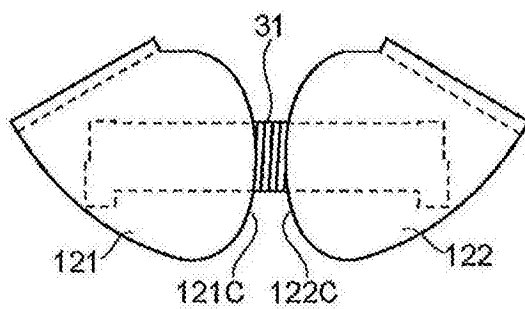


图27

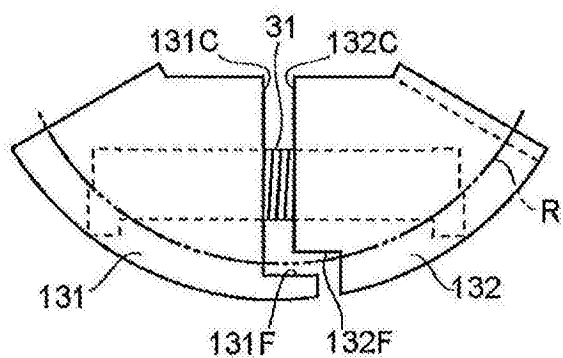


图28

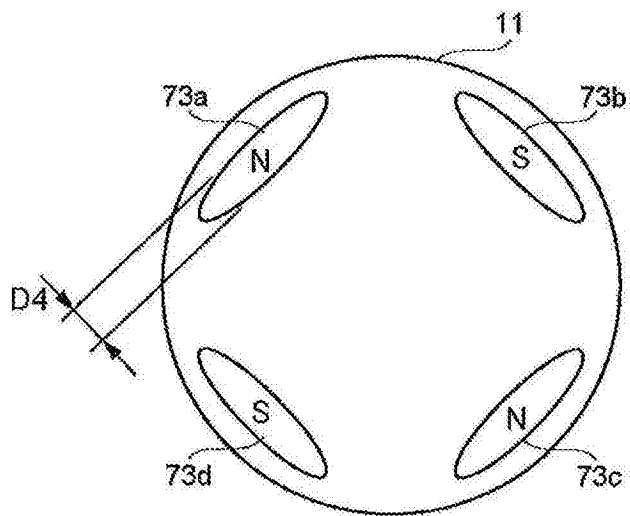


图29

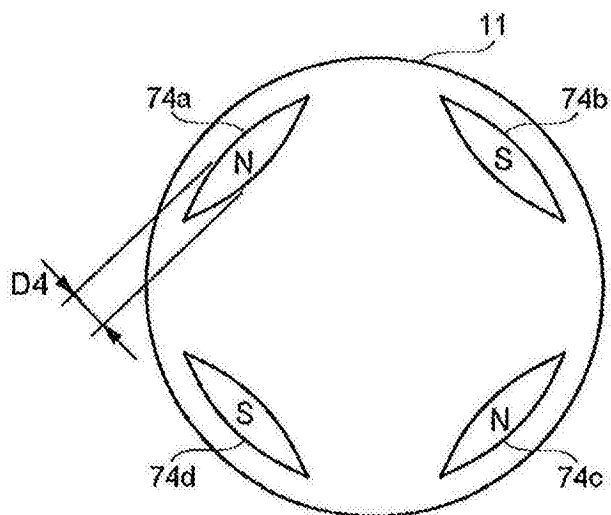


图30

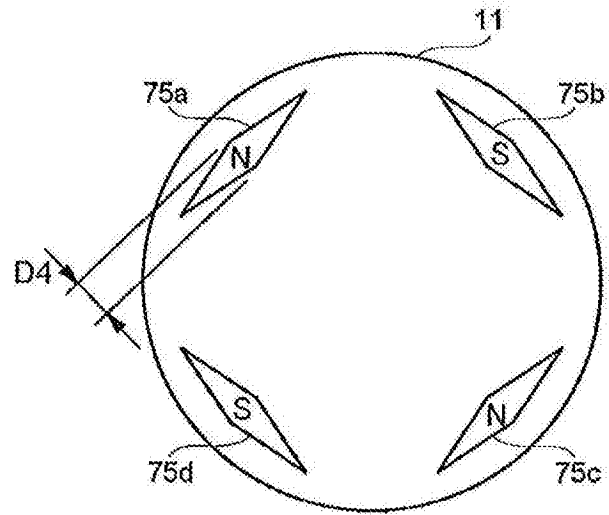


图31

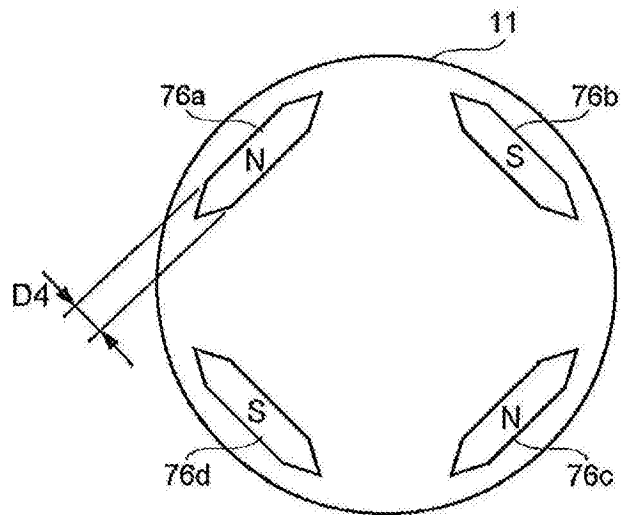


图32

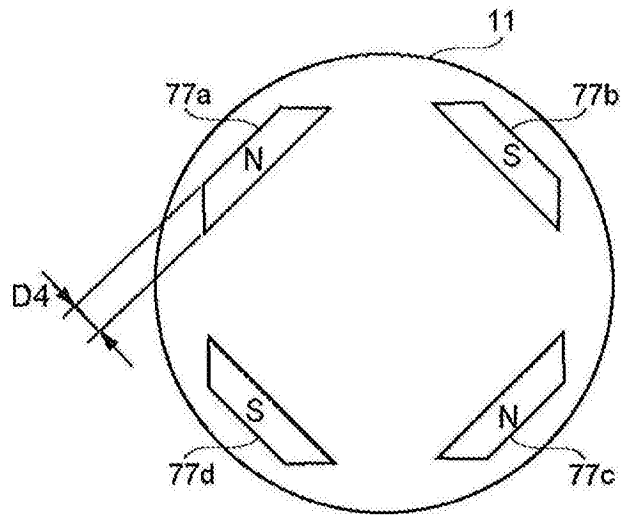


图33

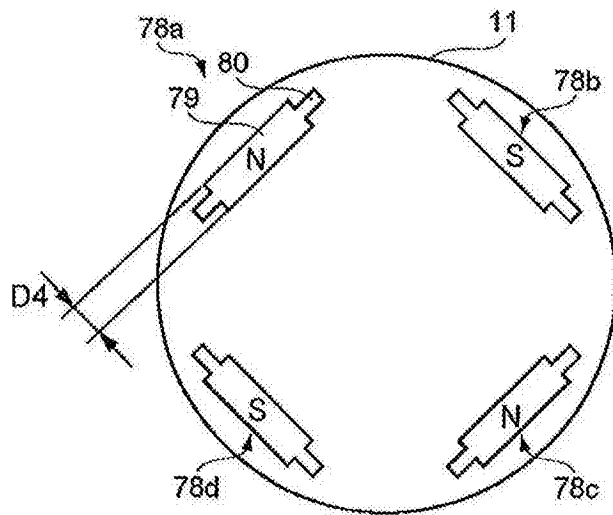


图34

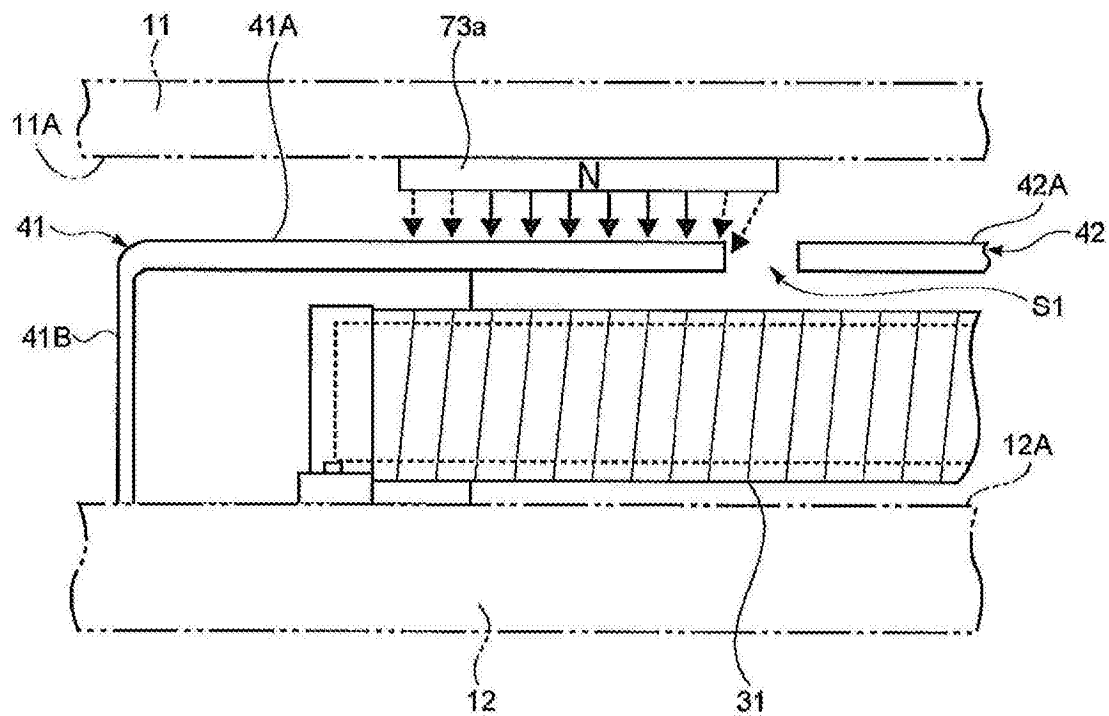


图35

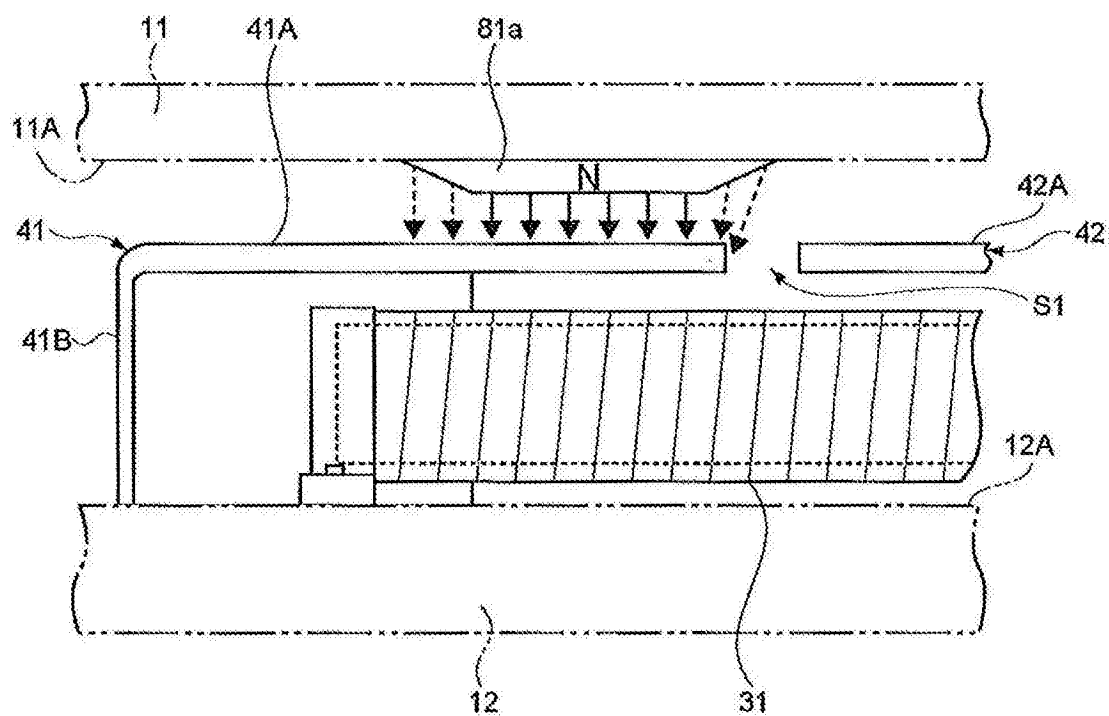


图36