



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110402376 B

(45) 授权公告日 2021.02.23

(21) 申请号 201880017928.7

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 朴勇

(22) 申请日 2018.03.15

(51) Int.CI.

G01L 3/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110402376 A

(43) 申请公布日 2019.11.01

(56) 对比文件

CN 103162886 A, 2013.06.19

(30) 优先权数据

CN 103471498 A, 2013.12.25

2017-069923 2017.03.31 JP

CN 101943619 A, 2011.01.12

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 105651435 A, 2016.06.08

2019.09.12

CN 103822740 A, 2014.05.28

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 105987779 A, 2016.10.05

PCT/JP2018/010167 2018.03.15

CN 104169700 A, 2014.11.26

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 102401710 A, 2012.04.04

W02018/180533 JA 2018.10.04

CN 101002078 A, 2007.07.18

(73) 专利权人 株式会社电装

JP 2016161344 A, 2016.09.05

地址 日本爱知县

WO 2008105541 A1, 2008.09.04

(72) 发明人 铃木俊朗 深谷繁利 神野智

JP H01127927 A, 1989.05.19

田中健

US 6810336 B2, 2004.10.26

JP 2008076149 A, 2008.04.03

审查员 赵福俊

权利要求书2页 说明书14页 附图12页

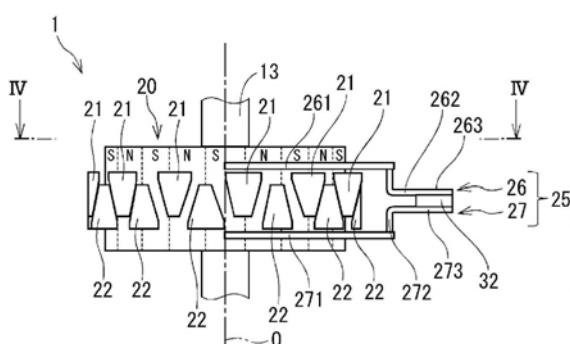
(54) 发明名称

磁铁所产生的磁场内形成磁路的集磁部(25、35、40、45、50、55、60、65、70、75)。

转矩传感器

(57) 摘要

转矩传感器具备：将施加于第一轴(11)与第二轴(12)之间的转矩转换为扭转位移的扭杆(13)；固定于第一轴或者扭杆的一端侧且在周向上交替地磁化有N极以及S极的多极磁铁(20)；在多极磁铁的径外方向上沿周向设置的多个第一磁轭(21)；在多极磁铁的径外方向上以被两个第一磁轭夹着的方式沿周向设置的多个第二磁轭(22)；以及具有在轴向上位于多个第一磁轭的第一轴侧的第一主体部(261、361、411、461、511、561、611、711、761)及在轴向上位于多个第二磁轭的第二轴侧的第二主体部(271、721、771)、且和多个第一磁轭以及多个第二磁轭一起在多极



1.一种转矩传感器,其特征在于,具备:

扭杆(13),将第一轴(11)与第二轴(12)在同轴上连结,将施加于所述第一轴与所述第二轴之间的转矩转换为扭转位移;

多极磁铁(20),固定于所述第一轴或者所述扭杆的一端侧,在周向上交替地磁化有N极以及S极;

多个第一磁轭(21),固定于所述第二轴或者所述扭杆的另一端侧,在所述多极磁铁的径外方向上沿周向等间隔地设置;

多个第二磁轭(22),与多个所述第一磁轭一起固定于所述第二轴或者所述扭杆的另一端侧,在所述多极磁铁的径外方向上以被多个所述第一磁轭中的两个所述第一磁轭夹着的方式沿周向等间隔地设置;

集磁部(25、35、40、45、50、55、60、65、70、75),具有在轴向上位于多个所述第一磁轭的所述第一轴侧的第一主体部(261、361、411、461、511、561、611、711、761)以及在轴向上位于多个所述第二磁轭的所述第二轴侧的第二主体部(271、721、771),和多个所述第一磁轭及多个所述第二磁轭一起在所述多极磁铁所产生的磁场内形成磁路;以及

磁传感器(31、32),设于所述第一主体部以及所述第二主体部的径向外侧,能够检测在所述磁路中产生的磁通密度,

所述第一主体部以及所述第二主体部形成为,径向的宽度比多个所述第一磁轭以及多个所述第二磁轭的径向的宽度大。

2.根据权利要求1所述的转矩传感器,其中,

所述第一主体部以及所述第二主体部中的至少一方的与所述第一轴以及所述第二轴的旋转轴垂直的剖面形状形成为部分圆环状。

3.根据权利要求1所述的转矩传感器,其中,

所述第一主体部以及所述第二主体部中的至少一方的与所述第一轴以及所述第二轴的旋转轴垂直的剖面形状为,沿着所述多极磁铁的径向外侧的外形被切除了一部分的矩形状。

4.根据权利要求1所述的转矩传感器,其中,

所述第一主体部以及所述第二主体部中的至少一方的与所述第一轴以及所述第二轴的旋转轴垂直的剖面形状为,沿着所述多极磁铁的径向外侧的外形的一部分被切除的三角形状。

5.根据权利要求2至4中任一项所述的转矩传感器,其中,

所述第一主体部以及所述第二主体部中的至少一方的以所述第一轴以及所述第二轴的旋转轴上的点为中心的中心角小于180度。

6.根据权利要求1至4中任一项所述的转矩传感器,其中,

所述集磁部具有设置于所述第一主体部的径向外侧并支承所述磁传感器的第一支承部(663)、以及设置于所述第二主体部的径向外侧且所述第一支承部的径外方向并支承所述磁传感器的第二支承部(673),

所述磁传感器设置于所述第一支承部与所述第二支承部之间,且形成为所述磁路的磁通所经过的磁感应面朝向所述多极磁铁的径向。

7.根据权利要求1至4中任一项所述的转矩传感器,其中,

还具备将多个所述第一磁轭以及多个所述第二磁轭中的至少一方连结的连结部(211、221)。

8.根据权利要求1所述的转矩传感器,其中,

所述第一主体部以及所述第二主体部中的至少一方具有:基部(762、772),在轴向上位于多个所述第一磁轭的所述第一轴侧,或者在轴向上位于多个所述第二磁轭的所述第二轴侧;以及弯折部(763、773),成形于该基部且被设置为能够相对于所述基部弯折。

转矩传感器

[0001] 相关申请的相互参照

[0002] 本申请基于2017年3月31日申请的日本专利申请号2017-069923号,此处引用其记载内容。

技术领域

[0003] 本公开涉及一种转矩传感器。

背景技术

[0004] 以往,已知有如下转矩传感器,其具备根据与设于旋转轴的多极磁铁的位置关系而形成磁路的磁轭、设于磁轭的径外方向并对磁通进行诱导的集磁部、以及设于该集磁部且能够检测磁路的磁通密度的磁传感器。在转矩传感器中,基于磁路的磁通密度的变化计算作用于旋转轴的轴转矩。例如专利文献1中记载有如下转矩传感器,其具备:磁轭,具有位于多极磁铁的径外方向的整周的多个爪以及在多极磁铁的径外方向上将多个爪连结的圆环状的环状部;圆环状的集磁部,在磁轭的径外方向以包围该磁轭的方式设置;以及磁传感器。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利3874642号说明书

发明内容

[0008] 转矩传感器优选的是对于作用于旋转轴的转矩的检测灵敏度恒定。在磁路的一部分构成在离开旋转轴的旋转中心的位置的情况下,需要将伴随着位置变化引起的检测灵敏度的变化抑制在规定的范围内。

[0009] 在专利文献1所记载的转矩传感器中,磁轭与集磁部针对产生轴向、径向的相对的位置变化的情况,通过使集磁部与磁轭的整周对置,抑制了检测灵敏度的变化。具体而言,多极磁铁、磁轭以及集磁部被设为,相对于多极磁铁以及磁轭与集磁部在轴向上的相对的位置变化,对置面积被保持为一定。另外,多极磁铁、磁轭以及集磁部相对于多极磁铁以及磁轭与集磁部在径向上的相对的位置变化,通过将磁路的总间隙保持为一定来抑制检测灵敏度的变化。

[0010] 另外,转矩传感器需要将来自磁路的漏磁通的影响抑制在规定的范围内。漏磁通指的是来自磁体表面的磁通中的与旋转轴的扭转无关而被磁传感器检测到的噪声成分。

[0011] 在专利文献1所记载的转矩传感器中,通过在磁轭上设置圆环状的环状部,使从多极磁铁的表面到磁传感器的距离离开一定以上,抑制了漏磁通的影响。

[0012] 如上述那样,在专利文献1所记载的转矩传感器中,为了将伴随着位置变化而发生的检测灵敏度的变化抑制在规定的范围内,并且将来自磁路的漏磁通的影响抑制在规定的范围内,需要使集磁部与磁轭的整周对置,并且在磁轭设置圆环状的环状部。即,为了确保

检测灵敏度的鲁棒性,成形出集磁部以及磁轭所需的原料变多,制造成本增大。

[0013] 而且,在专利文献1所记载的转矩传感器中,磁轭以及集磁部都形成为圆环状。因此,例如在通过板材的冲裁成形出磁轭以及集磁部的情况下,由于将该板材冲裁为圆环状,因此剩余材料变多,成品率降低。

[0014] 本公开的目的是提供一种能够确保检测灵敏度相对于位置变化的鲁棒性、同时能够减少制造所需的原料且提高成品率的转矩传感器。

[0015] 本公开的转矩传感器具备扭杆、多极磁铁、第一磁轭、第二磁轭、集磁部以及磁传感器。

[0016] 扭杆将第一轴与第二轴在同轴上连结,将施加于第一轴与第二轴之间的转矩转换为扭转位移。

[0017] 多极磁铁固定于第一轴或者扭杆的一端侧,在周向上交替地磁化有N极以及S极。

[0018] 多个第一磁轭固定于第二轴或者扭杆的另一端侧,在多极磁铁的径外方向上沿周向等间隔地设置。

[0019] 多个第二磁轭与多个第一磁轭一起固定于第二轴或者扭杆的另一端侧。多个第二磁轭在多极磁铁的径外方向上以被多个第一磁轭中的两个第一磁轭夹着的方式沿周向等间隔地设置。

[0020] 集磁部具有在轴向上位于多个第一磁轭的第一轴侧的第一主体部以及在轴向上位于多个第二磁轭的第二轴侧的第二主体部。集磁部和多个第一磁轭以及多个第二磁轭一起在多极磁铁所产生的磁场内形成磁路。

[0021] 磁传感器设于第一主体部以及第二主体部的径向外侧,能够检测在磁路中产生的磁通密度。

[0022] 本公开的转矩传感器中,集磁部在轴向上位于第一磁轭的第一轴侧以及第二磁轭的第二轴侧。由此,第一轴以及第二轴在径向上偏移时,集磁部相对于第一磁轭以及第二磁轭的对置面积不变化。另外,在第一轴以及第二轴在轴向上偏移时,第一磁轭以及第二磁轭与集磁部之间的间隙的合计量、即磁路中的总间隙不变化。因而,能够抑制径向、轴向的位置变化时的磁传感器的检测灵敏度的变化。即,能够确保检测灵敏度相对于形成磁路的部件的位置变化的鲁棒性。

[0023] 另外,本公开的转矩传感器中,第一磁轭以及第二磁轭在多极磁铁的径外方向上设有多个。由此,在本公开的转矩传感器中,与将以包围多极磁铁的径外方向的整周的方式设置的圆环状的部件成形为磁轭的情况相比,能够减少磁轭的成形所需的原料。

[0024] 另外,例如从板材冲裁圆环状的部件的情况下,由于不需要该圆环状的部件的中心部分,所以成为相对较大的剩余材料。但在本公开的转矩传感器中,由于能够分开地成形多个第一磁轭以及多个第二磁轭,因此能够减小剩余材料。

[0025] 这样,本公开的转矩传感器能够在确保检测灵敏度的鲁棒性的同时,减少制造所需的原料并且提高成品率。

附图说明

[0026] 关于本公开的上述目的及其他目的、特征及优点,参照附图并通过下述详细的叙述会变得更明确。该附图为:

- [0027] 图1是第一实施方式的转矩传感器的分解立体图。
- [0028] 图2是应用了第一实施方式的转矩传感器的电动动力转向装置的概略构成图。
- [0029] 图3是第一实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0030] 图4是图3的IV—IV线剖面图。
- [0031] 图5是说明在成形出第一实施方式的转矩传感器所具备的磁轭以及集磁部时所需的板材的面积的示意图。
- [0032] 图6是说明第一实施方式的转矩传感器的效果的特性图。
- [0033] 图7是第二实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0034] 图8是第三实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0035] 图9是第四实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0036] 图10是第五实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0037] 图11是第六实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0038] 图12是第七实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0039] 图13是第八实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0040] 图14是第九实施方式的转矩传感器的示意图。
- [0041] 图15是图14的XV—XV线剖面图。
- [0042] 图16是第十实施方式的转矩传感器所具备的集磁部的示意图。
- [0043] 图17是第十实施方式的转矩传感器的局部剖面图。
- [0044] 图18是说明其他实施方式的转矩传感器所具备的磁轭的形状的示意图。

具体实施方式

[0045] 以下,基于附图对本公开的转矩传感器的实施方式进行说明。在多个实施方式中,对实质上相同的构成标注相同的附图标记而省略说明。

[0046] (第一实施方式)

[0047] 如图2所示,第一实施方式的转矩传感器1例如应用于用于辅助车辆的转向操作的电动动力转向装置(Electric power steering device)。图2示出具备电动动力转向装置90的转向系统的整体构成。

[0048] 转矩传感器1设于与方向盘93连接的转向轴94。在转向轴94的前端设有小齿轮96。小齿轮96啮合于齿条轴97。在齿条轴97的两端经由转向横拉杆(Tie rod)等可旋转地连结有一对车轮98。转向轴94的旋转运动通过小齿轮96转换为齿条轴97的直线运动,一对车轮98被转向。

[0049] 转矩传感器1设于构成转向轴94的作为“第一轴”的输入轴11与作为“第二轴”的输出轴12之间。转矩传感器1检测施加于转向轴94的转向转矩并向ECU 91输出。ECU 91根据检测出的转向转矩控制马达92的输出。马达92所产生的转向辅助转矩经由减速齿轮95而减速,并传递到转向轴94。

[0050] 接下来,参照图1、3、4对转矩传感器1的构成进行说明。

[0051] 如图1所示,转矩传感器1具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部25、以及两个磁传感器31、32。

[0052] 扭杆13是棒状的弹性部件,设于输入轴11与输出轴12之间。扭杆13的一端侧通过

固定销14固定于输入轴11。另外，扭杆13的另一端侧通过固定销15固定于输出轴12。由此，扭杆13将输入轴11与输出轴12在旋转轴0上连结。扭杆13将施加到转向轴94的转向转矩转换为扭转位移。

[0053] 多极磁铁20是圆筒状的部件，固定于输入轴11。多极磁铁20在周向上交替地设有在径向上产生磁通的N极以及S极。在第一实施方式中，多极磁铁20的例如N极与S极的数量具有12对、即共计24极。

[0054] 第一磁轭21是由软磁性体构成的大致梯形形状的板材。多个第一磁轭21在多极磁铁20的输入轴11侧的端部的径外方向遍及多极磁铁20的整周等间隔地设置。第一磁轭21被设为多极磁铁20的周向上的宽度窄的部位位于输出轴12侧。在第一实施方式中，设置12个第一磁轭21。第一磁轭21在多极磁铁20所形成的磁场内形成磁路。

[0055] 第二磁轭22是由软磁性体构成的大致梯形形状的板材。多个第二磁轭22在多极磁铁20的输出轴12侧的端部的径外方向遍及多极磁铁20的整周等间隔地设置。第二磁轭22被设为多极磁铁20的周向上的宽度窄的部位位于输入轴11侧。在第一实施方式中，设置12个第二磁轭22。第二磁轭22在多极磁铁20所形成的磁场内形成磁路。

[0056] 第一磁轭21与第二磁轭22沿周向交替地配置于。即，第一磁轭21或者第二磁轭22分别被设为被两个第二磁轭22或者两个第一磁轭21夹住。此时，第一磁轭21与第二磁轭22如图3所示，在沿着旋转轴0的方向（以下，称作“旋转轴方向”）隔着气隙而对置。在第一实施方式中，第一磁轭21以及第二磁轭22利用未图示的树脂形成为一体，固定于输出轴12。

[0057] 一组集磁部25具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件26以及第二集磁部件27。一组集磁部25被设为在作为图1的上下方向的旋转轴方向上相互对置。

[0058] 第一集磁部件26具有第一主体部261、第一连结部262、以及第一支承部263。

[0059] 第一主体部261在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部261的与扭杆13的旋转轴垂直的剖面形状如图4所示那样形成为中心角 α_1 为180度的部分圆环状。第一主体部261如图4所示那样形成为径向的宽度比多个第一磁轭21以及多个第二磁轭22的径向的宽度大。第一主体部261与第一磁轭21一起形成磁路。

[0060] 第一连结部262如图3所示那样设于第一主体部261的第一磁轭21侧的端面。第一连结部262形成为从第一主体部261向多极磁铁20的径外方向延伸。第一连结部262通过使第一支承部263离开多极磁铁20来减少第一支承部263处的来自多极磁铁20的漏磁通的影响，同时将第一主体部261的磁通向第一支承部263诱导。

[0061] 第一支承部263设于第一连结部262的与第一主体部261连接的一侧的相反侧的端部。第一支承部263形成为相对于旋转轴0大致垂直地设置的平板状，并支承磁传感器31、32。

[0062] 第二集磁部件27具有第二主体部271、第二连结部272、以及第二支承部273。

[0063] 第二主体部271在旋转轴方向上位于多个第二磁轭22的输出轴12侧。第二主体部271的与扭杆13的旋转轴垂直的剖面形状与第一主体部261同样地形成为中心角为180度的部分圆环状。第二主体部271形成为径向的宽度比多个第一磁轭21以及多个第二磁轭22的径向的宽度大。第二主体部271与第二磁轭22一起形成磁路。

[0064] 第二连结部272如图3所示那样设于第二主体部271的第二磁轭22侧的端面。第二连结部272形成为从第二主体部271向多极磁铁20的径外方向延伸。第二连结部272通过使

第二支承部273离开多极磁铁20来减少第二支承部273处的来自多极磁铁20的漏磁通的影响,同时将第二主体部271的磁通向第二支承部273诱导。

[0065] 第二支承部273设于第二连结部272的与第二主体部271连接的一侧相反侧的端部。第二支承部273形成为相对于旋转轴0大致垂直地设置的平板状,支承磁传感器31、32。

[0066] 磁传感器31、32设于第一支承部263与第二支承部273之间。在磁传感器31、32中经过第一磁轭21、集磁部25、以及第二磁轭22上所形成的磁路中的第一支承部263与第二支承部273之间的磁通。磁传感器31、32将第一支承部263与第二支承部273之间的磁通密度作为磁场的强度进行检测,并将与该检测出的磁场的强度相应的信号作为输出信号而输出。输出信号经由线束33、34向外部输出。

[0067] 接下来,对转矩传感器1的工作进行说明。

[0068] 在输入轴11与输出轴12之间没有施加转向转矩、扭杆13上没有产生扭转位移的中立状态时,如图3、4所示,多极磁铁20的N极和S极的边界与第一磁轭21或者第二磁轭22的中心一致。在中立状态下,在第一磁轭21或者第二磁轭22的每一个中,由于从多极磁铁20的N极及S极进出有数量相同的磁力线,因此磁通不会泄漏到第一磁轭21与第二磁轭22之间的间隙,磁传感器31、32所检测的磁通密度为零。

[0069] 若输入轴11与输出轴12之间被施加转向转矩而在扭杆13产生扭转位移,则固定于输入轴11的多极磁铁20与固定于输出轴12的第一磁轭21以及第二磁轭22的相对位置在周向上变化。

[0070] 例如若第一磁轭21与N极对置,第二磁轭22与S极对置,则在第一磁轭21及第二磁轭22中分别增加具有S极的磁力线及具有N极的磁力线。由此,经过磁传感器31、32的磁通密度与扭杆13的扭转位移量大致成比例,并且极性根据扭杆13的扭转方向而变化。磁传感器31、32检测在第一支承部263与第二支承部273之间经过磁传感器31、32的磁通密度即磁场的强度。转矩传感器1输出与检测出的磁场的强度相应的电压作为输出信号,从而检测输入轴11与输出轴12之间的转向转矩。

[0071] 在第一实施方式的转矩传感器1中,将第一集磁部件26的第一主体部261在旋转轴方向上设于多个第一磁轭21的输入轴11侧,将第二集磁部件27的第二主体部271在旋转轴方向上设于多个第二磁轭22的输出轴12侧。由此,在输入轴11以及输出轴12在径向上偏移时,集磁部25相对于第一磁轭21以及第二磁轭22的对置面积不变化。另外,在输入轴11以及输出轴12在轴向上偏移时,第一磁轭21以及第二磁轭22与集磁部25之间的间隙的合计量、即磁路中的总间隙不变化。因而,转矩传感器1能够抑制由径向、轴向的位置变化引起的磁传感器31、32的检测灵敏度的变化。由此,能够确保检测灵敏度相对于形成磁路的部件的位置变化的鲁棒性。

[0072] 另外,在转矩传感器1中,第一磁轭21以及第二磁轭22在多极磁铁20的径外方向上设有多个。由此,在转矩传感器1中,与将以包围多极磁铁20的径外方向的整周的方式设置的圆环状的部件成形为磁轭的情况相比,能够减少磁轭的成形所需的原料。另外,从板材冲裁圆环状的部件的情况下,由于不需要该圆环状的部件的中心部分,所以成为相对较大的剩余材料,但在转矩传感器1中,由于能够分开地成形多个第一磁轭21以及多个第二磁轭22,因此能够减小剩余材料。

[0073] 图5中示出比较成形转矩传感器的磁轭以及集磁部时所占有的被加工部件的面积

的示意图。

[0074] 图5中示出在作为被加工部件的板状部件100上通过板状部件100的冲裁成形转矩传感器1的8个第一磁轭21、8个第二磁轭22、第一集磁部件26、以及第二集磁部件27时的板状部件100上的位置。

[0075] 另外,在图5中,作为比较例,示出成形出具备具有8个爪的环状的磁轭81、82以及环状的集磁部83、84的转矩传感器的磁轭81、82以及集磁部83、84时所占有的部件的板状部件100的面积。另外,在图5中,为了避免附图变得繁杂,将转矩传感器1的磁轭的数量以及比较例的转矩传感器所具有的爪的数量分别表示为16个。

[0076] 在比较例的转矩传感器中,在成形磁轭81、82时,如双点划线S0内所示,需要配合磁轭81、82的大小地将板状部件100冲裁为圆形,因此板状部件100的面积相对较大。即,制造磁轭81、82所需的原料相对较多。另外,磁轭81、82的中央部分不被用作磁轭81、82,因此成为剩余材料。因此,在比较例的转矩传感器中,由于产生较多的剩余材料,因此成品率低。

[0077] 另一方面,在转矩传感器1中,大致梯形形状的8个第一磁轭21以及8个第二磁轭22从板状部件100分别单独冲裁而成形。此时,如图5的双点划线S1内所示,能够接近冲裁位置地配置。由此,如图5所示,即使在将第一集磁部件26以及第二集磁部件27形成为圆弧状的情况下,成形第一磁轭21、第二磁轭22、第一集磁部件26以及第二集磁部件27所需的板状部件100的面积S1也比成形比较例的转矩传感器的磁轭81、82以及集磁部83、84所需的板状部件100的面积S0小。

[0078] 这样,第一实施方式能够在确保检测灵敏度的鲁棒性的同时,减少制造形成磁路部件所需的原料,并且提高成品率。

[0079] 另外,一组集磁部25具有形成为中心角为180度的圆弧状的第一主体部261以及第二主体部271。这里,基于图6对集磁部的中心角的大小与磁传感器的检测灵敏度的关系进行说明。

[0080] 图6中示出磁传感器的检测灵敏度相对于集磁部的中心角的大小的变化。

[0081] 在图6中,在第一横轴上表示集磁部的中心角的大小。集磁部的中心角的大小由中心角 $\{2 \times (180 - \theta)\}$ 表示。这里,角度 θ 如图6所示的集磁部25的示意图所示,是在隔着经过旋转轴0上的点C1及连结部252的中心的中心线L25分割主体部251时没有形成主体部251的角度。即,在图6的特性图中,在第二横轴所示的 $(180 - \theta)$ 为180时,集磁部的中心角为360度,因此该集磁部形成为圆环状。另外,在第二横轴所示的 $(180 - \theta)$ 为90时,集磁部的中心角为180度,因此集磁部形成为半圆的部分圆环状。

[0082] 图6中,在纵轴上表示将中心角为360度即圆环状的集磁部上所设置的磁传感器的检测灵敏度设为1时的各个中心角的磁传感器的检测灵敏度的相对值。

[0083] 如图6所示,可知在集磁部的中心角为360度到180度之间时,磁传感器的检测灵敏度几乎不降低。由此可知,距离连结部相对较远的位置的主体部几乎不有助于磁通向磁传感器的诱导。

[0084] 在第一实施方式中,集磁部25的第一主体部261以及第二主体部271形成为中心角为磁传感器的检测灵敏度几乎不降低的180度。由此,能够在维持磁传感器31、32的检测灵敏度的状态下,使成形集磁部25所需的被加工部件比中心角为360度的圆环状的集磁部少。因而,能够进一步提高成品率。

[0085] 在转矩传感器1中,第一主体部261以及第二主体部271形成为径向的宽度比第一磁轭21以及第二磁轭22的径向的宽度大,以使得即使第一主体部261以及第二主体部271与第一磁轭21以及第二磁轭22在径向上偏移,也在轴向上对置。由此,即使第一主体部261以及第二主体部271与第一磁轭21以及第二磁轭22在径向上偏移,对置面积也不会变化,因此能够抑制磁传感器31、32中的检测灵敏度的变化。

[0086] (第二实施方式)

[0087] 基于图7对第二实施方式的转矩传感器进行说明。在第二实施方式中,主体部的形状与第一实施方式不同。

[0088] 第二实施方式的转矩传感器2具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部35、以及两个磁传感器31、32。

[0089] 一组集磁部35具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件36以及未图示的第二集磁部件。一组集磁部35的第一集磁部件36与第二集磁部件在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0090] 图7中示出沿旋转轴方向观察多极磁铁20、第一磁轭21、以及第一集磁部件36时的示意图。第一集磁部件36具有第一主体部361、第一连结部262、以及第一支承部263。这里,对第一集磁部件36的构成进行说明,但一组集磁部35所具有的第二集磁部件也成为相同的形状。

[0091] 第一主体部361在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部361的与旋转轴O垂直的剖面形状如图7所示那样形成为中心角 α_2 小于180度的部分圆环状。第一主体部361与第一磁轭21一起形成磁路。

[0092] 第一连结部262设于第一主体部361的第一磁轭21侧的端面,并形成为从第一主体部361向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0093] 在第二实施方式的转矩传感器2中,一组集磁部35所具有的主体部形成为中心角小于180度的部分圆环状。由此,第二实施方式起到与第一实施方式相同的效果。

[0094] 另外,集磁部35的大小比第一实施方式的集磁部25的大小小。由此,能够进一步减少制造多个第一磁轭21、多个第二磁轭22以及一组集磁部35所需的原料,同时进一步提高成品率。

[0095] (第三实施方式)

[0096] 基于图8对第三实施方式的转矩传感器进行说明。在第三实施方式中,主体部的形状与第一实施方式不同。

[0097] 第三实施方式的转矩传感器3具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部40、以及两个磁传感器31、32。

[0098] 一组集磁部40具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件41以及未图示的第二集磁部件。一组集磁部40的第一集磁部件41与第二集磁部件在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0099] 图8中示出沿旋转轴方向观察多极磁铁20、第一磁轭21、以及第一集磁部件41时的示意图。第一集磁部件41具有第一主体部411、第一连结部262、以及第一支承部263。这里,对第一集磁部件41的构成进行说明,但一组集磁部40所具有的第二集磁部件也成为相同的形状。

[0100] 第一主体部411在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部411的与旋转轴0垂直的剖面形状为第一主体部411的与设置第一连结部262的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的矩形状。该切除的部位412形成为中心角 α_3 为180度。第一主体部411与第一磁轭21一起形成磁路。

[0101] 第一连结部262设于第一主体部411的第一磁轭21侧的端面,形成为从第一主体部411向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0102] 在第三实施方式的转矩传感器3中,一组集磁部40所具有的主体部的与旋转轴0垂直的剖面形状形成为,主体部的与设置连结部的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的矩形状。由此,第三实施方式起到与第一实施方式相同的效果。

[0103] (第四实施方式)

[0104] 基于图9对第四实施方式的转矩传感器进行说明。在第四实施方式中,主体部的形状与第一实施方式不同。

[0105] 第四实施方式的转矩传感器4具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部45、以及两个磁传感器31、32。

[0106] 一组集磁部45具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件46以及未图示的第二集磁部件。一组集磁部45的第一集磁部件46与第二集磁部在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0107] 图9中示出沿旋转轴方向观察多极磁铁20、第一磁轭21、以及第一集磁部件46时的示意图。第一集磁部件46具有第一主体部461、第一连结部262、以及第一支承部263。这里,对第一集磁部件46的构成进行说明,但一组集磁部45所具有的第二集磁部件也为相同的形状。

[0108] 第一主体部461在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部461的与旋转轴0垂直的剖面形状为第一主体部461的与设置第一连结部262的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的形状。该切除的部位462形成为中心角 α_4 小于180度。第一主体部461与第一磁轭21一起形成磁路。

[0109] 第一连结部262设于第一主体部461的第一磁轭21侧的端面,形成为从第一主体部461向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0110] 在第四实施方式的转矩传感器4中,一组集磁部45所具有的主体部的与旋转轴0垂直的剖面形状形成为,第一主体部461的与设置第一连结部262的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的形状。由此,第四实施方式起到与第一实施方式相同的效果。

[0111] 另外,集磁部45的大小小于第三实施方式的集磁部40的大小。由此,能够进一步减少制造多个第一磁轭21、多个第二磁轭22以及一组集磁部45所需的原料,同时与第三实施方式相比进一步提高成品率。

[0112] (第五实施方式)

[0113] 基于图10对第五实施方式的转矩传感器进行说明。在第五实施方式中,主体部的形状与第一实施方式不同。

[0114] 第五实施方式的转矩传感器5具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部50、以及两个磁传感器31、32。

[0115] 一组集磁部50具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件51以及未图示的第二集

磁部件。一组集磁部50的第一集磁部件51与第二集磁部在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0116] 图10中示出沿旋转轴方向观察多极磁铁20、第一磁轭21、以及第一集磁部件51时的示意图。第一集磁部件51具有第一主体部511、第一连结部262、以及第一支承部263。这里,对第一集磁部件51的构成进行说明,但一组集磁部50所具有的第二集磁部件也为相同的形式。

[0117] 第一主体部511在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部511的与旋转轴O垂直的剖面形状形成为梯形形状。具体而言,第一主体部511的多极磁铁20的径内方向的平面状的侧面512与多极磁铁20的径外方向的平面状的侧面513大致平行。在与旋转轴O垂直的剖面形状中,侧面512的长度比侧面513短。此时,将侧面512与侧面513连接的两个侧面514、515与旋转轴O上的点形成的中心角 α_5 小于180度。第一主体部511与第一磁轭21一起形成磁路。

[0118] 第一连结部262设于第一主体部511的侧面513,形成为从第一主体部511向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0119] 在第五实施方式的转矩传感器5中,一组集磁部50所具有的主体部的与旋转轴O垂直的剖面形状形成为梯形形状。由此,第五实施方式起到与第一实施方式相同的效果。

[0120] 另外,集磁部50包括主体部在内由呈直线状的形状的部位形成。由此,与包含呈曲线状的形状的部位的情况相比,能够进一步减少制造多个第一磁轭21、多个第二磁轭22以及一组集磁部50所需的原料,同时进一步提高成品率。

[0121] (第六实施方式)

[0122] 基于图11对第六实施方式的转矩传感器进行说明。在第六实施方式中,主体部的形状与第一实施方式不同。

[0123] 第六实施方式的转矩传感器6具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部55、以及两个磁传感器31、32。

[0124] 一组集磁部55具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件56、以及未图示的第二集磁部件。一组集磁部55的第一集磁部件56与第二集磁部件在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0125] 图11中示出沿旋转轴方向观察多极磁铁20、第一磁轭21、以及第一集磁部件56时的示意图。第一集磁部件56具有第一主体部561、以及第一支承部563。这里,对第一集磁部件56的构成进行说明,但一组集磁部55所具有的第二集磁部件也为相同的形式。

[0126] 第一主体部561在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部561的与旋转轴O垂直的剖面形状为第一主体部561的与设置第一支承部563的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的大致三角形状。该切除的部位562形成为中心角 α_6 为180度。第一主体部561与第一磁轭21一起形成磁路。

[0127] 第一支承部563设于第一主体部561的与多极磁铁20相反的一侧的端部。第一支承部563形成为与旋转轴O大致垂直地设置的平板状,支承磁传感器31、32。

[0128] 在第六实施方式的转矩传感器6中,一组集磁部55所具有的主体部的与旋转轴O垂直的剖面形状形成为主体部的与设置连结部的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的三角形状。由此,第六实施方式起到与第一实施方式相同的效果。

[0129] (第七实施方式)

[0130] 基于图12对第七实施方式的转矩传感器进行说明。在第七实施方式中，主体部的形状与第一实施方式不同。

[0131] 第七实施方式的转矩传感器7具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部60、以及两个磁传感器31、32。

[0132] 一组集磁部60具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件61以及未图示的第二集磁部件。一组集磁部60的第一集磁部件61与第二集磁部件在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0133] 图12中示出沿旋转轴方向观察多极磁铁20、第一磁轭21、以及第一集磁部件61时的示意图。第一集磁部件61具有第一主体部611、第一连结部262、以及第一支承部263。这里，对第一集磁部件61的构成进行说明，但一组集磁部60所具有的第二集磁部件也为相同的形式。

[0134] 第一主体部611在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。第一主体部611的与旋转轴O垂直的剖面形状为第一主体部611的与设置第一连结部262的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的大致五边形状。该切除的部位612形成为中心角 α_7 小于180度。第一主体部611与第一磁轭21一起形成磁路。

[0135] 第一连结部262设于第一主体部611的第一磁轭21侧的端面，形成为从第一主体部611向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0136] 在第七实施方式的转矩传感器7中，一组集磁部60所具有的主体部的与旋转轴O垂直的剖面形状形成为，主体部的与设置支承部的一侧相反的一侧沿多极磁铁20的径向外侧的外形被切除的大致五边形状。由此，第七实施方式起到与第一实施方式相同的效果。

[0137] 另外，集磁部60的大小比第六实施方式的集磁部55的大小小。由此，能够进一步减少制造多个第一磁轭21、多个第二磁轭22以及一组集磁部60所需的原料，同时与第六实施方式相比能够进一步提高成品率。

[0138] (第八实施方式)

[0139] 基于图13对第八实施方式的转矩传感器进行说明。在第八实施方式中，连结部以及支承部的形状与第一实施方式不同。

[0140] 第八实施方式的转矩传感器8具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部65、以及两个磁传感器31、32。

[0141] 一组集磁部65具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件66、以及第二集磁部件67。第一集磁部件66与第二集磁部件67如图13所示，在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0142] 第一集磁部件66具有第一主体部261、第一连结部662、以及第一支承部663。

[0143] 第一连结部662设于第一主体部261的第一磁轭21侧的端面。第一连结部662形成为从第一主体部261向多极磁铁20的径外方向延伸。第一连结部662向第一支承部663诱导第一主体部261的磁通。

[0144] 第一支承部663设于第一连结部662的与连接于第一主体部261的一侧相反的一侧的端部。第一支承部663形成为与旋转轴O大致平行地设置的平板状，支承磁传感器31、32。

[0145] 第二集磁部件67具有第二主体部271、第二连结部672、以及第二支承部673。

[0146] 第二连结部672设于第二主体部271的第二磁轭22侧的端面。第二连结部672形成为从第二主体部271向多极磁铁20的径外方向延伸。第二连结部672的多极磁铁20的径外方

向的长度比第一连结部662的长度长。第二连结部672向第二支承部673诱导第二主体部271的磁通。

[0147] 第二支承部673设于第二连结部672的与连接于第二主体部271的一侧相反的一侧的端部。第二支承部673形成为与旋转轴0大致平行地设置的平板状，支承磁传感器31、32。

[0148] 在第八实施方式的转矩传感器8中，利用形成为与旋转轴0大致平行地设置的平板状的第一支承部663与第二支承部673支承磁传感器31、32，由此将磁通所经过的磁传感器31、32的磁感应面朝向多极磁铁20的径向地配置。由此，能够相对减小磁传感器31、32向径向突出的程度。因而，第八实施方式起到与第一实施方式的效果，并且减小转矩传感器8的体积。

[0149] 另外，在转矩传感器8中，在磁传感器31、32的磁感应面与多极磁铁20之间设有第一支承部663。由此，多极磁铁20的漏磁通被第一支承部663遮挡，因此能够抑制多极磁铁20的漏磁通引起的检测灵敏度的降低。

[0150] (第九实施方式)

[0151] 基于图14、15对第九实施方式的转矩传感器进行说明。在第九实施方式中，集磁部件的形状与第一实施方式不同。

[0152] 第九实施方式的转矩传感器9具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部70、以及两个磁传感器31、32。

[0153] 一组集磁部70具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件71、以及第二集磁部件72。第一集磁部件71与第二集磁部件72如图15所示那样在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0154] 第一集磁部件71具有第一主体部711、第一连结部712、以及第一支承部263。

[0155] 如图15所示，第一主体部711在多个第一磁轭21与多极磁铁20之间、在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧以及从多极磁铁20观察时多个第一磁轭21的径外方向。即，第一主体部711形成为包围第一磁轭21的输入轴11侧的端部。第一主体部711的与旋转轴0垂直的剖面形状如图14所示那样形成为中心角 α_9 小于180度的部分圆环状。第一主体部261与第一磁轭21一起形成磁路。

[0156] 第一连结部712设于从多极磁铁20观察位于第一磁轭21的径外方向的第一主体部711的端部。第一连结部712形成为从第一主体部711向多极磁铁20的径外方向延伸。第一连结部712向第一支承部263诱导第一主体部711的磁通。

[0157] 第一支承部263设于第一连结部712的与连接于第一主体部711的一侧相反的一侧的端部。

[0158] 第二集磁部件72具有第二主体部721、第二连结部722、以及第二支承部273。

[0159] 如图15所示，第二主体部721在多个第二磁轭22与多极磁铁20之间、在旋转轴方向上位于多个第二磁轭22的输出轴12侧以及从多极磁铁20观察时多个第二磁轭22的径外方向。即，第二主体部721形成为包围第二磁轭22的输出轴12侧的端部。第二主体部721的与旋转轴0垂直的剖面形状与第一主体部261相同地形成为小于180度的部分圆环状。第二主体部721与第二磁轭22一起形成磁路。

[0160] 第二连结部722设于从多极磁铁20观察位于第二磁轭22的径外方向的第二主体部721的端部。第二连结部722形成为从第二主体部721向多极磁铁20的径外方向延伸。第二连结部722向第二支承部273诱导第二主体部721的磁通。

[0161] 第二支承部273设于第二连结部722的与连接于第二主体部721的一侧相反的一侧的端部。

[0162] 在第九实施方式的转矩传感器9中,一组集磁部70的主体部除了位于第一磁轭或者第二磁轭的轴向之外,还位于磁轭与多极磁铁20之间以及从多极磁铁20观察时磁轭的径外方向。由此,主体部相对于磁轭的对置面积相对变大,因此能够增多被诱导到支承部的磁通密度。因而,第九实施方式起到与第一实施方式的效果,并且能够提高磁传感器31、32的检测灵敏度。

[0163] 另外,由于能够提高磁传感器31、32的检测灵敏度,因此集磁部70的主体部能够在抑制检测灵敏度的降低的同时缩短多极磁铁20的周向的长度。由此,能够进一步减少成形一组集磁部70所需的原料。

[0164] (第十实施方式)

[0165] 基于图16、17对第十实施方式的转矩传感器进行说明。在第十实施方式中,集磁部件的形状与第九实施方式不同。

[0166] 第十实施方式的转矩传感器10具有扭杆13、多极磁铁20、多个第一磁轭21、多个第二磁轭22、一组集磁部75、以及两个磁传感器31、32。

[0167] 一组集磁部75具有均由软磁性材料形成的第一集磁部件76、以及第二集磁部件77。第一集磁部件76与第二集磁部件77如图17所示那样在旋转轴方向上相互对置地设置。

[0168] 第一集磁部件76具有第一主体部761、第一连结部712、以及第一支承部263。

[0169] 第一主体部761在多个第一磁轭21与多极磁铁20之间、在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧以及从多极磁铁20观察时多个第一磁轭21的径外方向。第一主体部761的与旋转轴0垂直的剖面形状如图16所示那样形成为中心角 α_{10} 为180度的部分圆环状。第一主体部761与第一磁轭21一起形成磁路。

[0170] 第一连结部712设于第一主体部761的与多极磁铁20相反的一侧。第一连结部712形成为从第一主体部761向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0171] 第一主体部761具有作为与第一连结部712连结的“基部”的圆环部762、以及多个弯折部763。第一主体部761在利用冲头等从板状部件冲裁时,如图16所示那样形成与圆环部762的径向的长度相比径向的长度更长的半圆的部分圆环状。

[0172] 圆环部762在旋转轴方向上位于多个第一磁轭21的输入轴11侧。

[0173] 多个弯折部763设于圆环部762的径向内侧。弯折部763是将设于圆环部762的径向内侧的圆环状的部位沿圆环部762的径向切断为多个而成的部位。在将第一集磁部件76设于第一磁轭21的输入轴11侧时,弯折部763在与圆环部762的连接线L76上交替地弯折。交替地弯折的弯折部763如图17所示,交替地位于多个第一磁轭21与多极磁铁20之间或者从多极磁铁20观察时多个第一磁轭21的径外方向。

[0174] 第二集磁部件77具有第二主体部771、第二连结部722、以及第二支承部273。

[0175] 第二主体部771在多个第二磁轭22与多极磁铁20之间、在旋转轴方向上位于多个第二磁轭22的输出轴12侧以及从多极磁铁20观察时多个第二磁轭22的径外方向。第二主体部771的与旋转轴0垂直的剖面形状与第一主体部761同样形成为中心角为180度的部分圆环状。第二主体部771与第二磁轭22一起形成磁路。

[0176] 第二连结部722设于第二主体部771的与多极磁铁20相反的一侧。第二连结部722

形成为从第二主体部771向多极磁铁20的径外方向延伸。

[0177] 第二主体部771具有作为与第二连结部722连结的“基部”的圆环部772、以及多个弯折部773。第二主体部771在利用冲头等从板状部件冲裁时，与第一主体部761同样形成为与圆环部772的径向的长度相比径向的长度更长的半圆的部分圆环状。

[0178] 圆环部772在旋转轴方向上位于多个第二磁轭22的输出轴12侧。

[0179] 多个弯折部773是将设于圆环部772的径向内侧的圆环状的部位沿圆环部772的径向切断多个而成的部位。在将第二集磁部件77设于第二磁轭22的输出轴12侧时，弯折部773在与圆环部772的连接位置交替地弯折。交替地弯折的弯折部773如图17所示，交替地位于多个第二磁轭22与多极磁铁20之间、或者从多极磁铁20观察时多个第二磁轭22的径外方向。

[0180] 在第十实施方式的转矩传感器10中，一组集磁部75的主体部在利用冲头等从板状部件冲裁时，呈具有连结于连结部的圆环部以及多个弯折部的平板状。由此，能够通过相对较容易的成形方法相对增大主体部相对于磁轭的对置面积。因而，第十实施方式起到与第九实施方式的效果，并且能够减少转矩传感器10的制造成本。

[0181] (其他实施方式)

[0182] 在上述的实施方式中，集磁部所具有的主体部形成为中心角为180度以下的形状。然而，主体部的形状并不限定于此。也可以形成为中心角为360度的环状。另外，主体部的形状并不限定于部分圆环状、大致矩形状、大致三角形状、梯形形状。

[0183] 在第八实施方式中，磁传感器的磁感应面配置为朝向多极磁铁的径向。然而，磁感应面的朝向并不限定于此。也可以是与旋转轴不同的方向。

[0184] 在第九、十实施方式中，集磁部件的主体部在磁轭与多极磁铁之间、在旋转轴方向上位于磁轭的旋转轴方向侧以及从多极磁铁观察时磁轭的径外方向。然而，集磁部件的主体部的位置并不限定于此。也可以在磁轭与多极磁铁之间以及旋转轴方向上的磁轭的旋转轴方向侧，也可以在从多极磁铁观察时磁轭的径外方向以及旋转轴方向上的磁轭的旋转轴方向侧。

[0185] 在上述的实施方式中，第一磁轭以及第二磁轭设为大致梯形形状的板材。然而，第一磁轭以及第二磁轭的形状并不限定于此。也可以是长方形状、三角形状，也可以是由曲线形成的形状。

[0186] 另外，第一磁轭设于多极磁铁的输入轴侧的端部的径外方向，第二磁轭设于多极磁铁的输出轴侧的端部的径外方向。然而，第一磁轭以及第二磁轭所设置的位置并不限定于此。只要在第一磁轭与第一集磁部件之间形成磁路，在第二磁轭与第二集磁部件之间形成磁路即可。

[0187] 在上述的实施方式中，多个第一磁轭以及多个第二磁轭通过分别单独冲裁板状部件而成形。然而，多个第一磁轭以及多个第二磁轭的成形方法并不限定于此。例如如图18所示，也可以从平板状部件冲裁出由连结多个第一磁轭21的宽度相对较窄的连结部211连结的部件。另外，对于连结多个第二磁轭22的宽度相对较窄的连结部221也同样。由此，能够容易地处理多个磁轭。

[0188] 另外，多个第一磁轭以及多个第二磁轭的成形方法并不限定于从平板状部件冲裁的方法。例如也可以通过切断剖面为大致梯形形状的棒材，从而成形多个厚度相对较薄的

大致梯形形状的平板。

[0189] 以上,本公开并不限于这种实施方式,在不脱离公开主旨的范围内能够以各种方式实施。

[0190] 本公开遵照实施例进行了描述。然而,本公开并不限于该实施方式及结构。本公开也包含各种变形例及等效范围内的变形。另外,各种组合及方式、进而是在它们之中包含仅一个要素、一个要素以上、或一个要素以下的其他组合及方式也落入本公开的范畴和思想范围内。

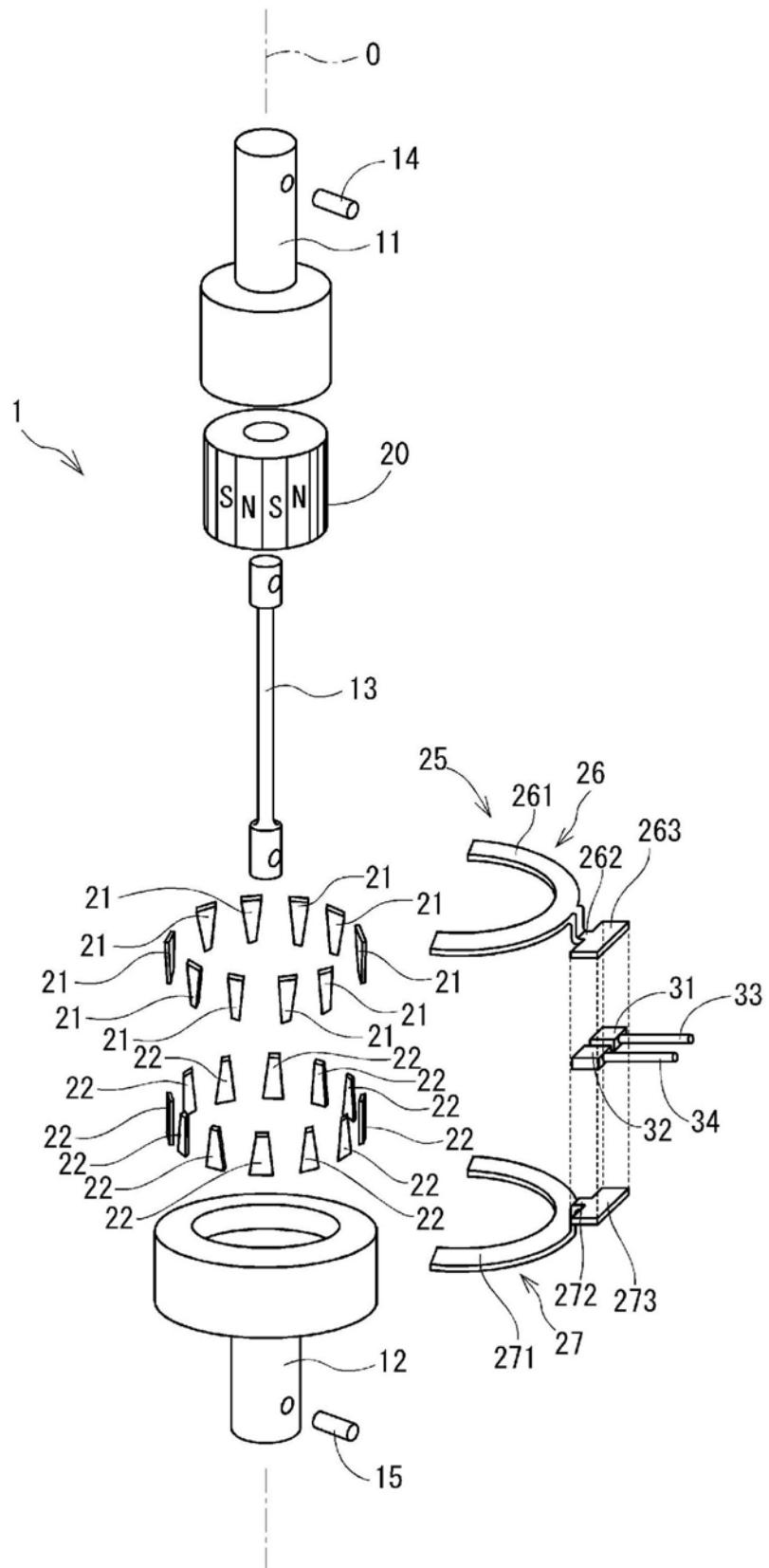


图1

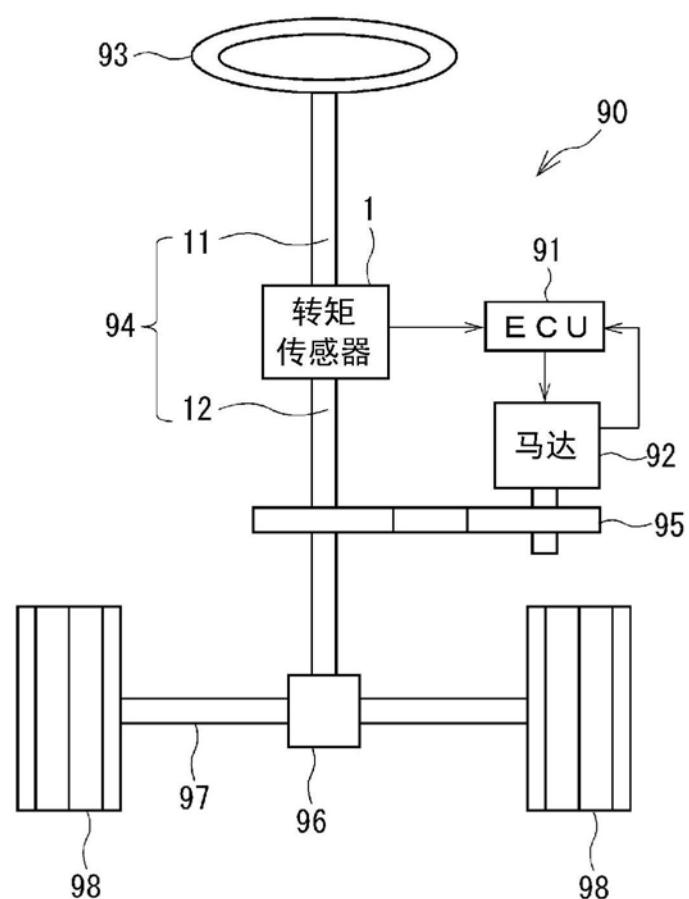


图2

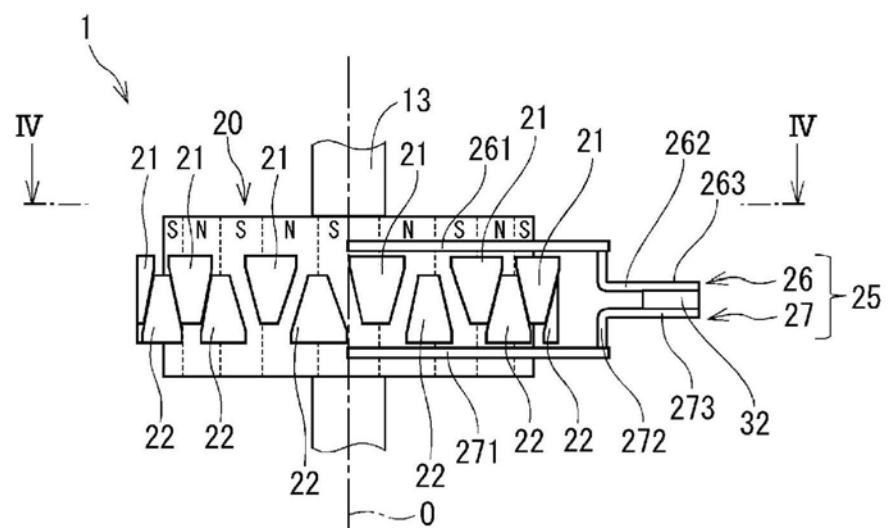


图3

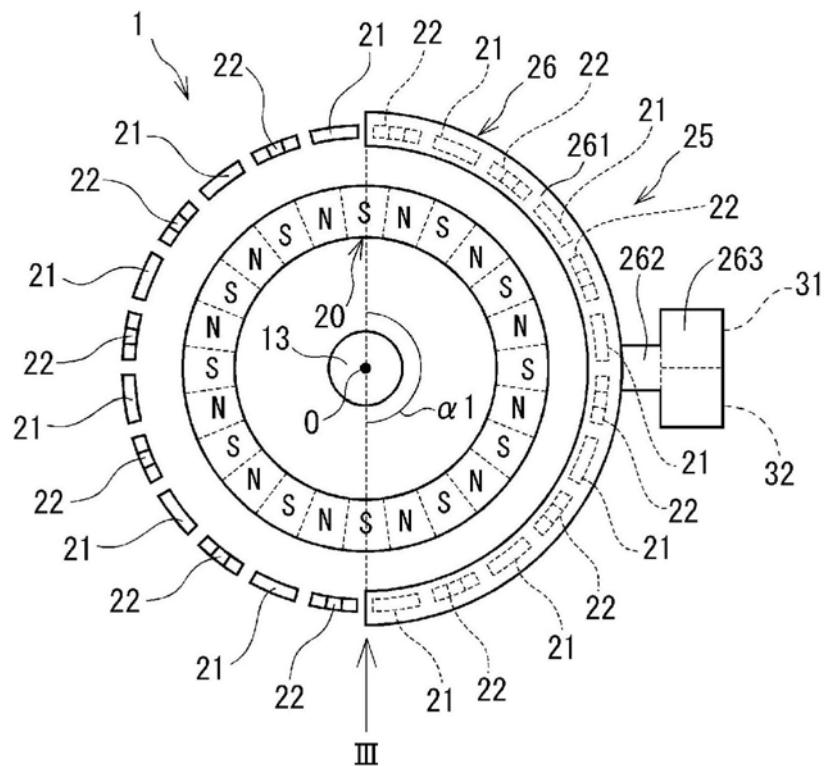


图4

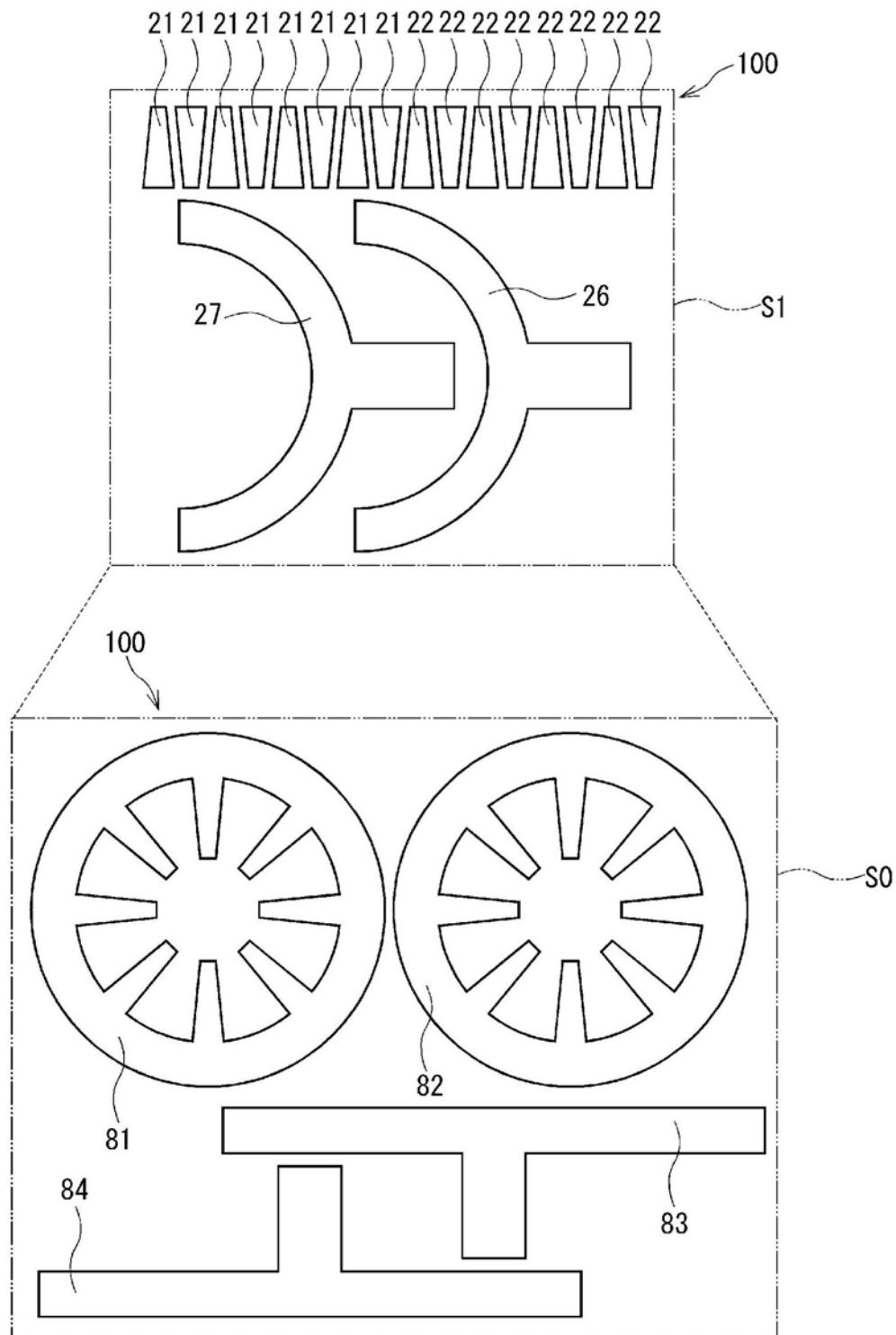


图5

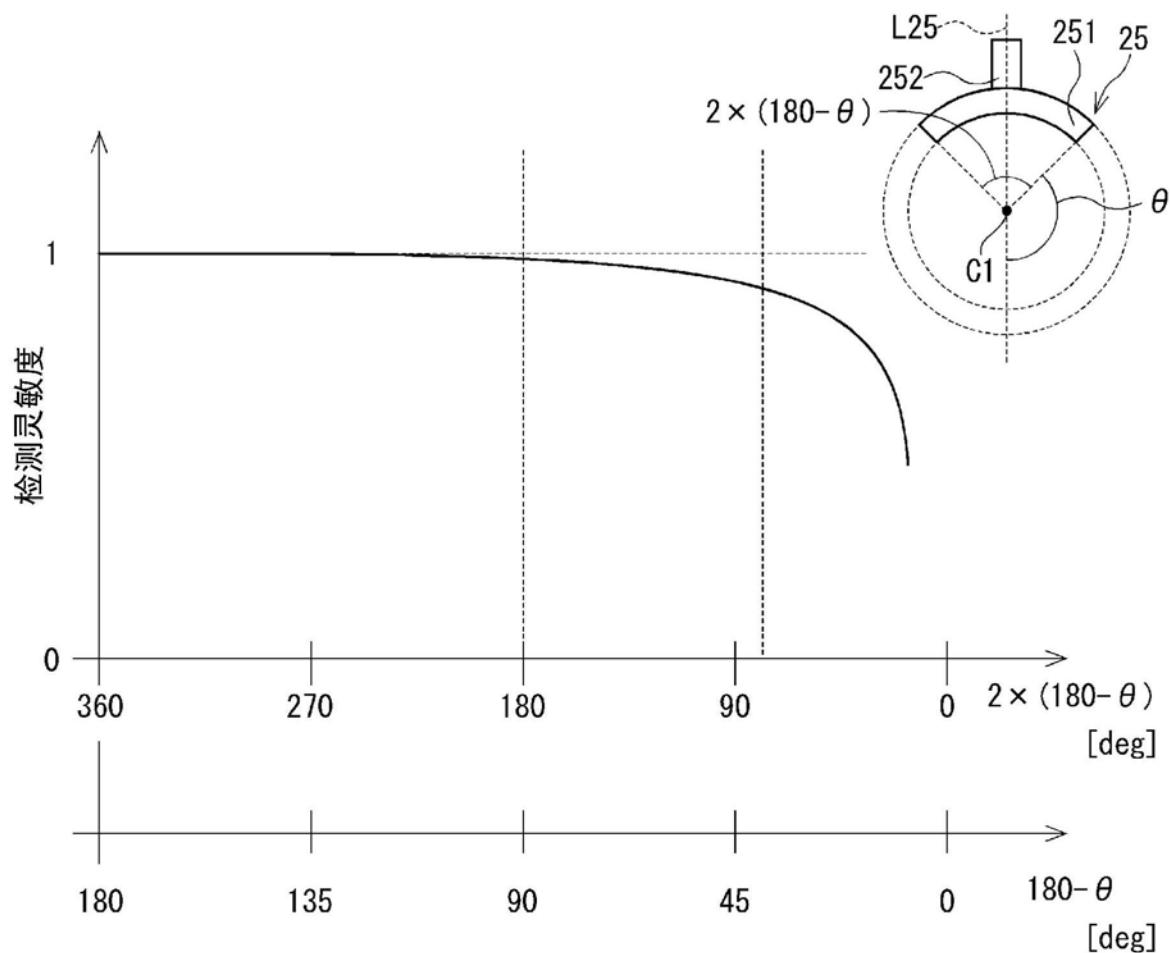


图6

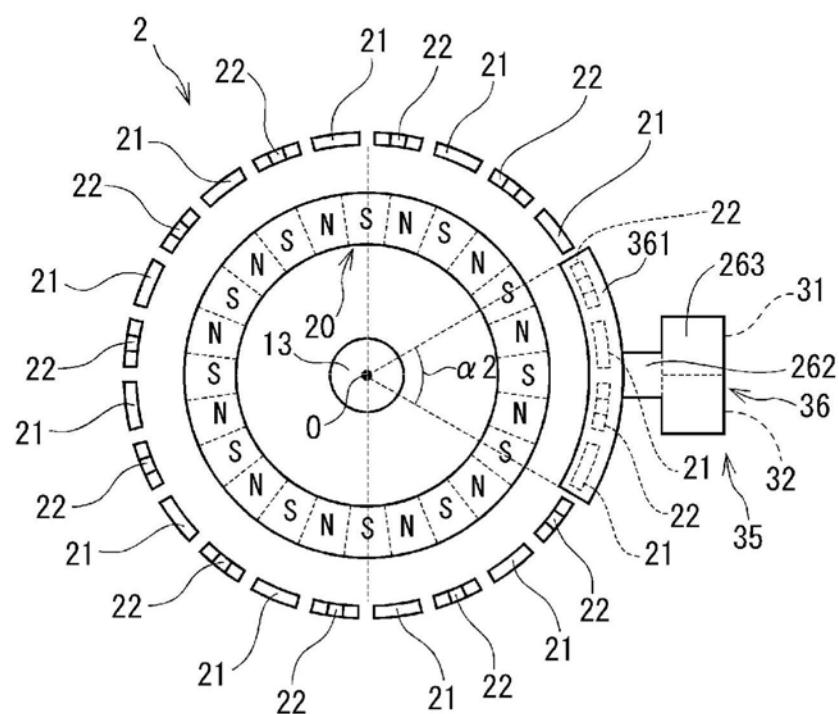


图7

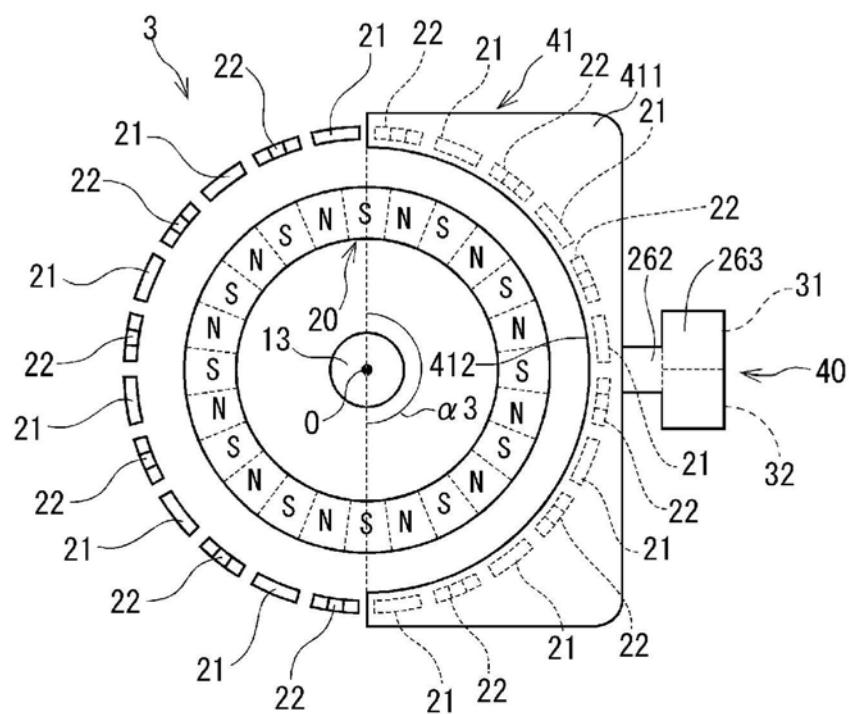


图8

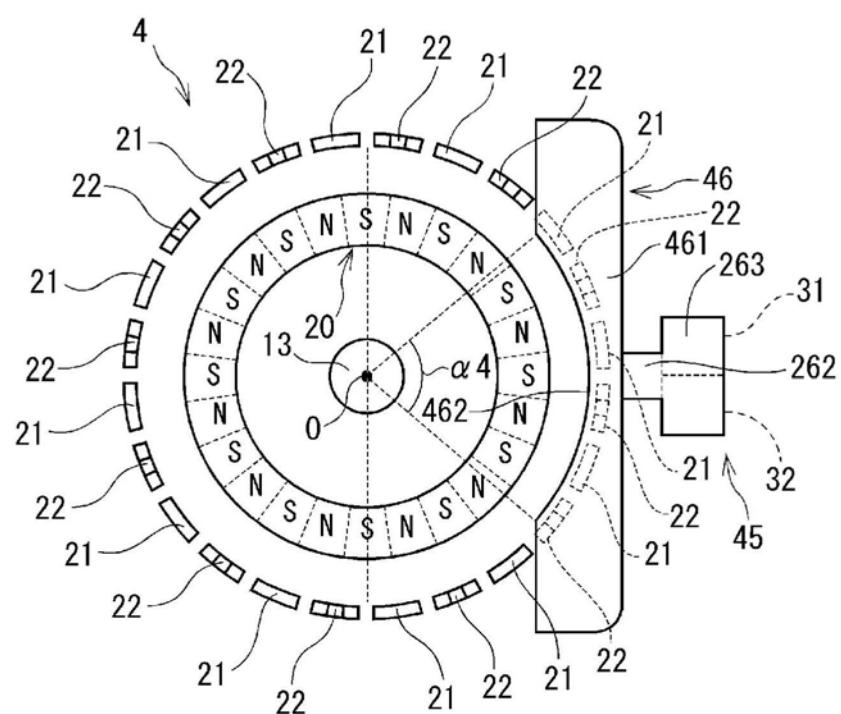


图9

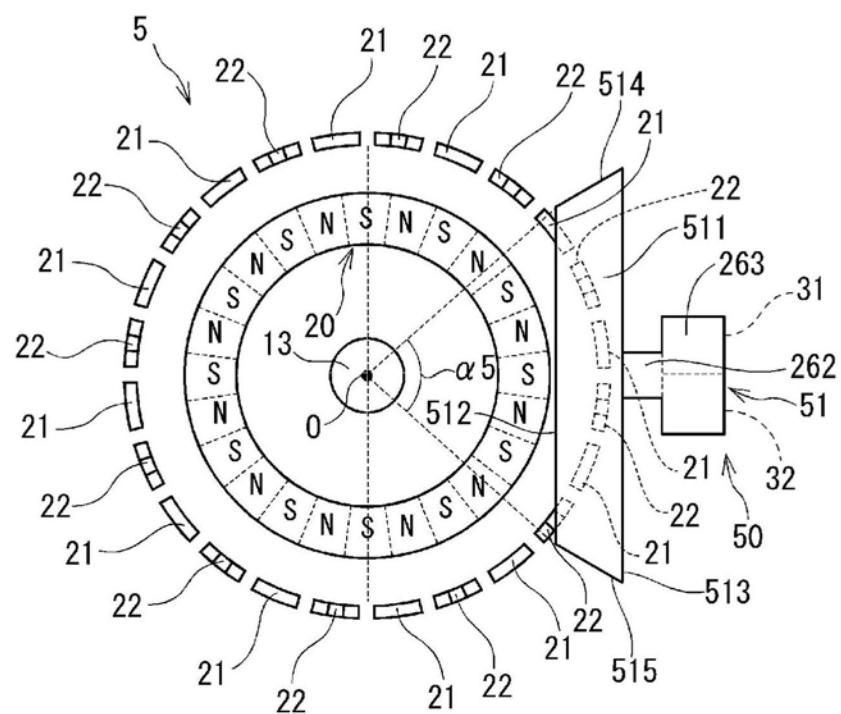


图10

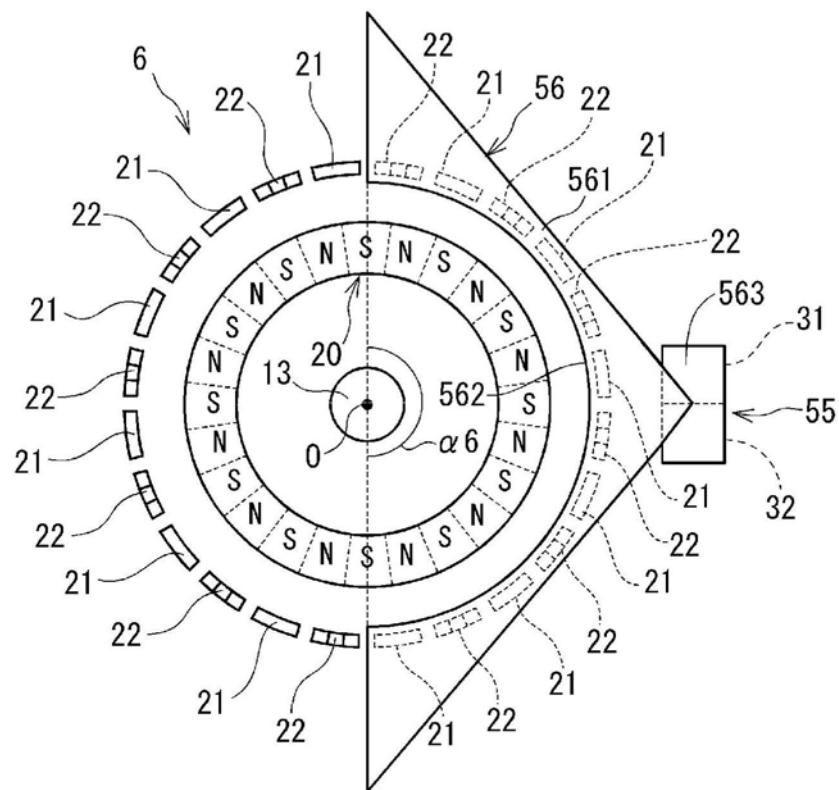


图11

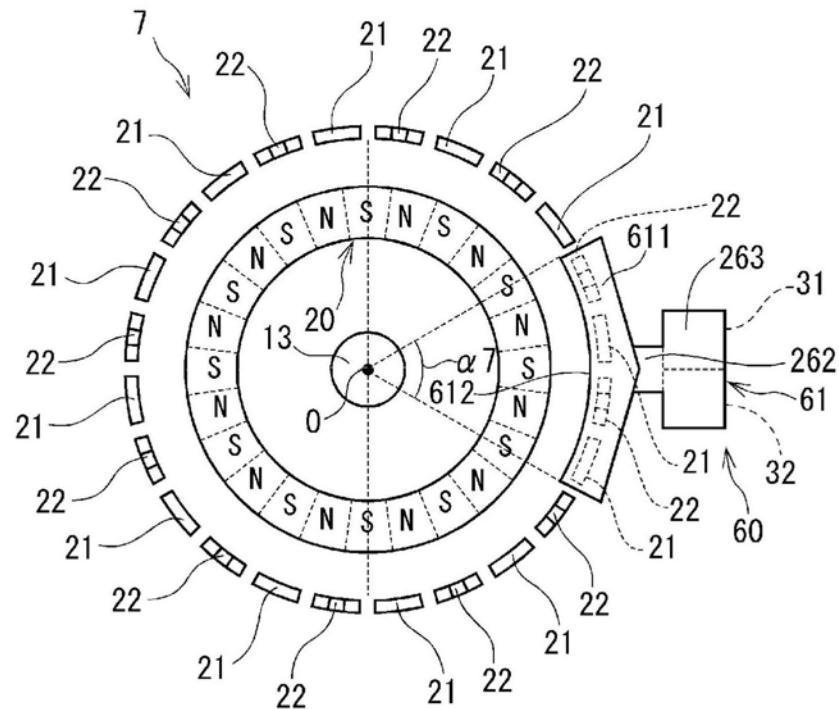


图12

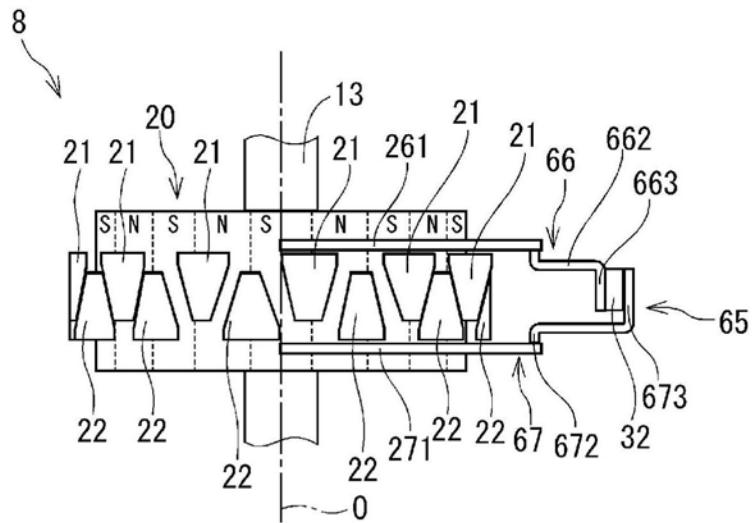


图13

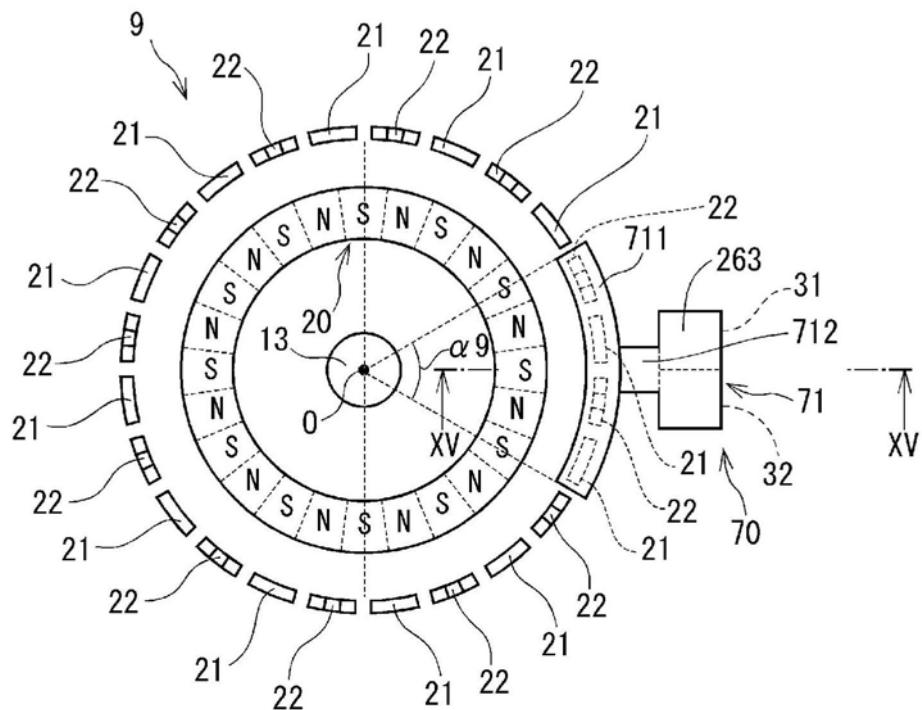


图14

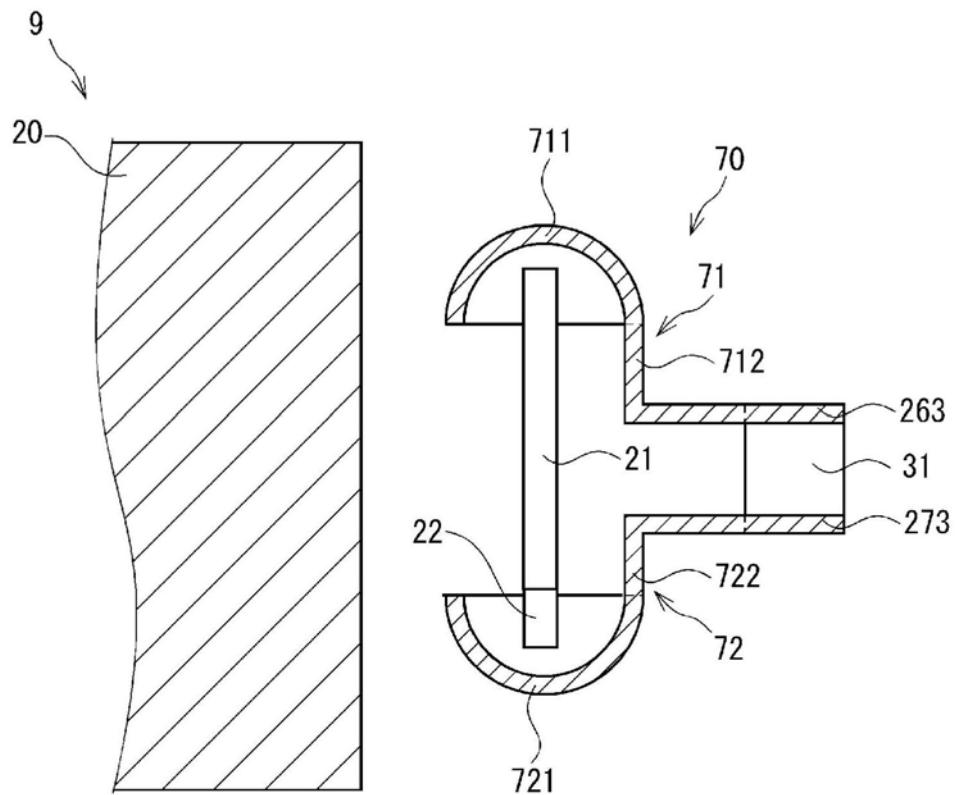


图15

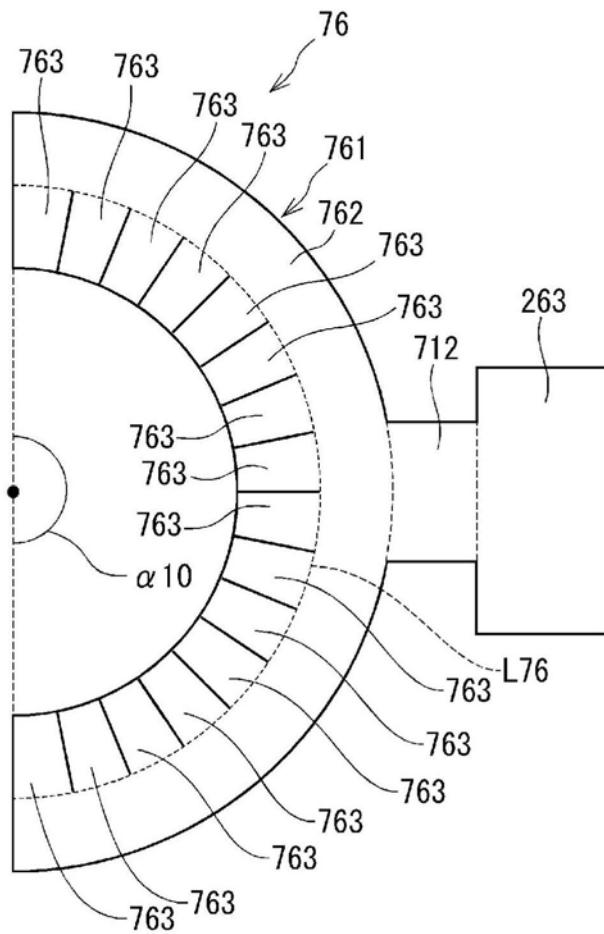


图16

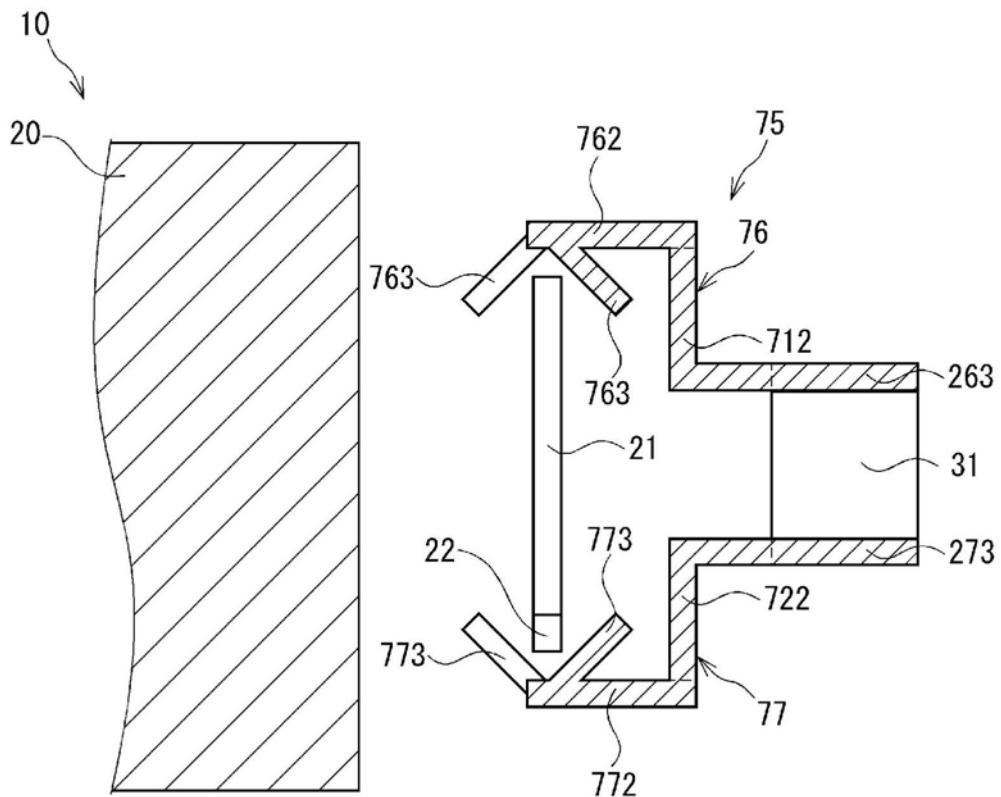


图17

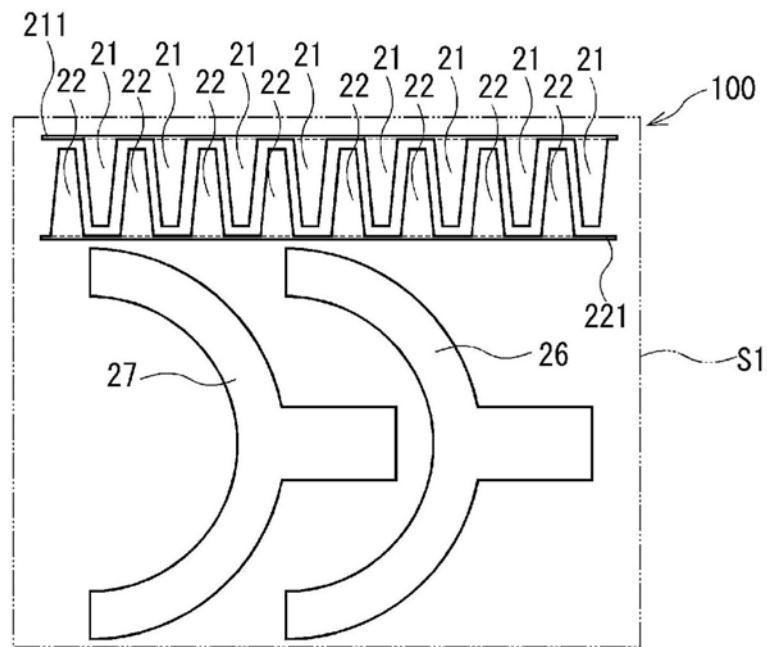


图18