



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661595 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310066866. 8

(22) 申请日 2013. 03. 04

(30) 优先权数据

2012-202208 2012. 09. 14 JP

(71) 申请人 日立汽车系统转向器株式会社

地址 日本埼玉县

(72) 发明人 吉田治 丸山辰义 白窪清隆

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 岳雪兰

(51) Int. Cl.

B62D 6/10 (2006. 01)

G01L 3/10 (2006. 01)

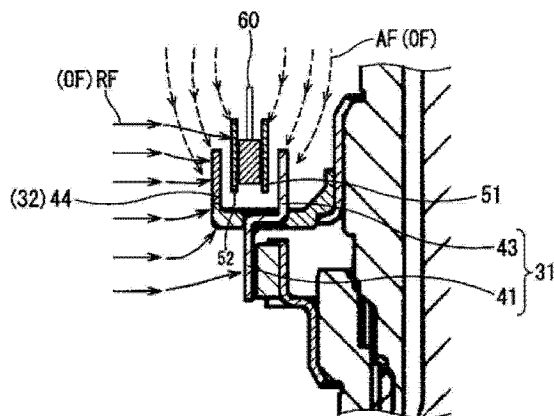
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

扭矩传感器及利用其的助力转向装置

(57) 摘要

本发明提供一种扭矩传感器及利用其的助力转向装置,其能够抑制磁性传感器的扭矩检测精度因检测外部磁场而下降。检测产生在通过扭杆连接为能够相对旋转的输入轴与第一输出轴之间的扭矩的扭矩传感器包括:磁性部件,其设置为能够与第一输出轴一体旋转,且在周向上配置有不同的磁极;第一、第二轭部件,其设置为能够与输入轴一体旋转;第一、第二集磁环,其收纳配置于设置在各该轭部件的与磁性部件侧相反的端部上的第一、第二圆环部之间;磁性传感器,其检测通过该两集磁环之间的产生在磁性部件上的磁通量;利用外周侧的第二圆环部遮蔽所述集磁环的轴向区域的一部分。



1. 一种扭矩传感器,其检测产生在旋转部件上的扭矩,该旋转部件由通过扭杆来连接的第一轴部件和第二轴部件构成,该扭矩传感器的特征在于,具有:

磁性部件,其与所述第一轴部件一体旋转地设置在该第一轴部件上,并且在所述旋转部件的旋转轴的同心圆上沿周向交替配置有不同的磁极;

第一轭部件,其由磁性材料构成,设置在该第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转,并且具有多个第一爪部和第一圆环部,所述多个第一爪部配置在所述旋转轴的同心圆上,且配置为在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置,所述第一圆环部将各该第一爪部彼此连接;

第二轭部件,其由磁性材料构成,设置在第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转,并且具有多个第二爪部和第二圆环部,所述多个第二爪部配置在所述旋转轴的同心圆上,且配置为在周向上在各所述第一爪部之间交替排列,在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置,所述第二圆环部配置为在所述第一圆环部的外周侧与该第一圆环部分离对置,并将各所述第二爪部彼此连接;

第一集磁环,其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成,并且设置在所述第一圆环部与所述第二圆环部之间,与所述第一圆环部在径向上重合,基于产生于所述第一圆环部的磁场在内部产生磁场;

第二集磁环,其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成,并且设置在所述第二圆环部与所述第一集磁环之间,与所述第二圆环部在径向上重合,基于产生于所述第二圆环部的磁场在内部产生磁场;

磁性传感器,其配置在所述第一集磁环与所述第二集磁环之间,并且具有霍尔元件,该霍尔元件检测由于受到随着所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化而变化的所述第一、第二圆环部之间的磁场而产生的所述第一、第二集磁环之间的内部磁场的变化,所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化是因所述扭杆的扭转而产生的,

基于所述磁性传感器的输出信号来检测产生在所述旋转部件上的扭矩。

2. 如权利要求1所述的扭矩传感器,其特征在于,所述第一集磁环仅设置于比所述第一轭部件的所述第一圆环部靠向外周侧的位置。

3. 如权利要求1所述的扭矩传感器,其特征在于,所述第二圆环部的直径形成为大于连接各所述第二爪部的假想圆的直径,

并且,连接所述第二圆环部与各所述第二爪部的第二连接部形成为,自各所述第二爪部的基端部向径向外侧延伸。

4. 一种助力转向装置,其具有:

转向机构,其由转向轴和转换机构构成,所述转向轴由随着方向盘的转向操作而旋转的输入轴和经由扭杆与该输入轴连接以传递所述输入轴的旋转的输出轴构成,所述转换机构将所述输出轴的旋转转换成转向轮的转向操作;

扭矩传感器,其检测产生在所述转向轴上的转向扭矩;

电动马达,其基于所述扭矩传感器的输出信号对所述转向机构施加转向力;

该助力转向装置的特征在于,所述扭矩传感器包括:

磁性部件,其与所述第一轴部件一体旋转地设置在该第一轴部件上,并且在所述旋转

部件的旋转轴的同心圆上沿周向交替配置有不同的磁极；

第一轭部件，其由磁性材料构成，设置在该第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转，并且具有多个第一爪部和第一圆环部，所述多个第一爪部配置在所述旋转轴的同心圆上，且配置为在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置，所述第一圆环部将各该第一爪部彼此连接；

第二轭部件，其由磁性材料构成，设置在第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转，并且具有多个第二爪部和第二圆环部，所述多个第二爪部配置在所述旋转轴的同心圆上，且配置为在周向上在各所述第一爪部之间交替排列，在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置，所述第二圆环部配置为在所述第一圆环部的外周侧与该第一圆环部分离对置，并将各所述第二爪部彼此连接；

第一集磁环，其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成，并且设置在所述第一圆环部与所述第二圆环部之间，与所述第一圆环部在径向上重合，基于产生于所述第一圆环部的磁场在内部产生磁场；

第二集磁环，其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成，并且设置在所述第二圆环部与所述第一集磁环之间，与所述第二圆环部在径向上重合，基于产生于所述第二圆环部的磁场在内部产生磁场；

磁性传感器，其配置在所述第一集磁环与所述第二集磁环之间，并且具有霍尔元件，该霍尔元件检测由于受到随着所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化而变化的所述第一、第二圆环部之间的磁场而产生的所述第一、第二集磁环之间的内部磁场的变化，所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化是因所述扭杆的扭转而产生的。

扭矩传感器及利用其的助力转向装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种扭矩传感器以及利用其的助力转向装置,该扭矩传感器适用于例如车辆的助力转向装置,并检测驾驶员的转向扭矩。

背景技术

[0002] 例如,公知下述专利文献 1 所记载的适用于机动车的助力转向装置的现有的扭矩传感器。

[0003] 简单而言,该扭矩传感器具有:磁性部件,其经由扭杆与由连接为能够相对旋转的两个轴部件构成的转向轴的一个轴部件的外周结合,且在周向上具有多个磁极;第一、第二轭部件,其为由通过规定的固定装置与所述两轴中的另一个轴部件的外周连结的软磁体构成的一对环状部件,并且分别具有向径向内侧延伸设置的多个爪部,且配置为在轴向上相互对置;一对第一、第二集磁部件,其设置为在各所述轭部件的周向上的局部范围在该轭部件之间(轴向上)相互对置的状态,并且在两者之间产生磁场;磁性传感器,其收纳配置在形成于上述两个集磁部件之间的空气间隙内,并且检测通过该集磁部件之间的磁通量。该扭矩传感器用于根据磁性传感器所检测的磁通量(磁通密度)的变化来检测输入到转向轴的扭矩。

[0004] 专利文献 1:(日本)特开 2004—309463 号公报

[0005] 然而,在所述现有的扭矩传感器中,由于所述两个集磁部件没有特别地被遮蔽等而是向外部露出,因此存在通过所述两个集磁部件,除了收集产生于所述磁性部件的磁场之外,还收集其他外部磁场(所谓干扰)的问题。其结果是,通过所述磁性传感器检测到很多基于所述外部磁场的磁通量,存在不能够进行确切的扭矩检测的可能。

[0006] 下面,在本说明书中,将由设置于扭矩传感器的磁性部件所产生的磁场定义为内部磁场,将由该磁性部件以外的外部因素所产生的磁场定义为外部磁场。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述技术问题而做出的,提供一种能够抑制磁性传感器的扭矩检测精度因检测外部磁场而下降的扭矩传感器等。

[0008] 本发明的第一方面发明,其检测产生在旋转部件上的扭矩,该旋转部件由通过扭杆来连接的第一轴部件和第二轴部件构成,该扭矩传感器的特征在于,具有:磁性部件,其与所述第一轴部件一体旋转地设置在该第一轴部件上,并且在所述旋转部件的旋转轴的同心圆上沿周向交替配置有不同的磁极;第一轭部件,其由磁性材料构成,并且具有多个第一爪部和第一圆环部,所述多个第一爪部配置在所述旋转轴的同心圆上,且配置为在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置,所述第一圆环部连接各该第一爪部,该第一轭部件设置在该第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转;第二轭部件,其由磁性材料构成,并且具有多个第二爪部和第二圆环部,所述多个第二爪部配置在所述旋转轴的同心圆上,且配置为在各所述第一爪部的周向上交替排列,在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置,所述

第二圆环部配置为在所述第一圆环部的外周侧与该第一圆环部分离对置,并连接各所述第二爪部,该第二轭部件设置在第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转;第一集磁环,其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成,并且设置在所述第一圆环部与所述第二圆环部之间,与所述第一圆环部在径向上重合,基于产生于所述第一圆环部的磁场在内部产生磁场;第二集磁环,其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成,并且设置在所述第二圆环部与所述第一集磁环之间,与所述第二圆环部在径向上重合,基于产生于所述第二圆环部的磁场在内部产生磁场;磁性传感器,其具有霍尔元件,并且配置在所述第一集磁环与所述第二集磁环之间,检测由于受到随着所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化而变化的所述第一、第二圆环部之间的磁场而产生的所述第一、第二集磁环之间的内部磁场的变化,所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化是因所述扭杆的扭转而产生的,基于所述磁性传感器的输出信号来检测产生在所述旋转部件上的扭矩。

[0009] 本发明的第二方面发明,其特征在于,所述第一集磁环仅设置于比所述第一轭部件的所述第一圆环部靠向外周侧的位置。

[0010] 本发明的第三方面发明,其特征在于,所述第二圆环部的直径形成大于连接各所述第二爪部的假想圆的直径,并且,连接所述第二圆环部与各所述第二爪部的第二连接部形成,自各所述第二爪部的基端部向径向外侧延伸。

[0011] 本发明的第四方面发明,助力转向装置具有:转向机构,其由转向轴和转换机构构成,所述转向轴由随着方向盘的转向操作而旋转的输入轴和经由扭杆与该输入轴连接以传递所述输入轴的旋转的输出轴构成,所述转换机构将所述输出轴的旋转转换成转向轮的转向操作;扭矩传感器,其检测产生在所述转向轴上的转向扭矩;电动马达,其基于所述扭矩传感器的输出信号对所述转向机构施加转向力;该助力转向装置的特征在于,所述扭矩传感器包括:磁性部件,其与所述第一轴部件一体旋转地设置在该第一轴部件上,并且在所述旋转部件的旋转轴的同心圆上沿周向交替配置有不同的磁极;第一轭部件,其由磁性材料构成,并且具有多个第一爪部和第一圆环部,所述多个第一爪部配置在所述旋转轴的同心圆上,且配置为在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置,所述第一圆环部连接各该第一爪部,该第一轭部件设置在该第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转;第二轭部件,其由磁性材料构成,并且具有多个第二爪部和第二圆环部,所述多个第二爪部配置在所述旋转轴的同心圆上,且配置为在各所述第一爪部的周向上交替排列,在该旋转轴的径向上与所述磁性部件对置,所述第二圆环部配置为在所述第一圆环部的外周侧与该第一圆环部分离对置,并连接各所述第二爪部,该第二轭部件设置在第二轴部件上以与所述第二轴部件一体旋转;第一集磁环,其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成,并且设置在所述第一圆环部与所述第二圆环部之间,与所述第一圆环部在径向上重合,基于产生于所述第一圆环部的磁场在内部产生磁场;第二集磁环,其由横截面呈大致圆弧状的磁性材料构成,并且设置在所述第二圆环部与所述第一集磁环之间,与所述第二圆环部在径向上重合,基于产生于所述第二圆环部的磁场在内部产生磁场;磁性传感器,其具有霍尔元件,并且配置在所述第一集磁环与所述第二集磁环之间,检测由于受到随着所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化而变化的所述第一、第二圆环部之间的磁场而产生的所述第一、第二集磁环之间的内部磁场的变化,所述第一爪部和第二爪部与所述磁性部件之间的相对角度变化是因所述扭杆的扭转而产生的。

[0012] 根据本发明,两集磁环的外周侧被第二轭部件的第二圆环部包围,因此,有助于抑制外部磁场对各该集磁环的作用(传递),并且改善磁性传感器的扭矩检测精度因检测外部磁场而下降。

[0013] 此时,虽然第二轭部件受到的很多外部磁场传递到第二集磁环,但由于该第二轭部件受到的很多外部磁场通过形成在该第二轭部件与第二圆环部之间的空气间隙而衰减,因此,与各集磁环通过外部直接受到该外部磁场的情况相比,能够可靠地降低其不良影响。

附图说明

[0014] 图 1 是表示本发明的助力转向装置的结构示意图。

[0015] 图 2 是表示本发明的扭矩传感器等的第一实施方式的图,是图 1 所示的转向系统(第一齿轮齿条机构附近)的纵向剖视图。

[0016] 图 3 是图 2 所示的扭矩传感器的立体图。

[0017] 图 4 是图 3 所示的扭矩传感器的分解立体图。

[0018] 图 5 是沿图 2 的 A—A 线的剖视图。

[0019] 图 6 是图 5 所示的扭矩传感器附近的主要部分的放大图。

[0020] 图 7 是沿图 6 的 B—B 线的剖视图。

[0021] 图 8 是用于说明本发明第一实施方式的作用效果的图 6 的局部放大图。

[0022] 图 9 是表示本发明的扭矩传感器等的第二实施方式的图,图 9 (a) 是扭矩传感器的侧视图,图 9 (b) 是扭矩传感器的仰视图,图 9 (c) 是沿该图 9 (b) 的 C—C 线的剖视图,图 9 (d) 是该图 9 (c) 的主要部分的放大图。

[0023] 图 10 是表示本发明第二实施方式的比较例的图,图 10 (a) 是扭矩传感器的侧视图,图 10 (b) 是扭矩传感器的仰视图,图 10 (c) 是沿该图 10 (b) 的 D—D 线的剖视图,图 10 (d) 是该图 10 (c) 的主要部分的放大图。

[0024] 图 11 是表示本发明第二实施方式的第一变形例的图,图 11 (a) 是扭矩传感器的纵向剖视图,图 11 (b) 是该图 11 (a) 的主要部分的放大图,是表示外部磁场的径向磁通量对集磁环的影响的图,图 11 (c) 是该图 11 (a) 的主要部分的放大图,是表示外部磁场的径向磁通量对集磁环的影响的图。

[0025] 图 12 是表示本发明第二实施方式的第一变形例的比较例的图,图 12 (a) 是扭矩传感器的纵向剖视图,图 12 (b) 是该图 12 (a) 的主要部分的放大图,是表示外部磁场的径向磁通量对集磁环的影响的图,图 12 (c) 是该图 12 (a) 的主要部分的放大图,是表示外部磁场的径向磁通量对集磁环的影响的图。

[0026] 图 13 是表示本发明第二实施方式的第二变形例的图,图 13 (a) 是相当于沿图 6 的 B—B 线截面的扭矩传感器的横向剖视图,图 13 (b) 是沿该图 13 (a) 的 E—E 线的扭矩传感器的纵向剖视图。

[0027] 图 14 是表示本发明第二实施方式的第二变形例的图,相当于图 9 (c) 的扭矩传感器的纵向剖视图。

[0028] 附图标记说明

[0029] 1 输入轴(第一轴部件)

[0030] 2 扭杆

- [0031] 3 第一输出轴(第二轴部件)
- [0032] 20 磁性部件
- [0033] 31 第一轭部件
- [0034] 41 第一爪部
- [0035] 43 第一圆环部
- [0036] 32 第二轭部件
- [0037] 42 第二爪部
- [0038] 44 第二圆环部
- [0039] 51 第一集磁环
- [0040] 52 第二集磁环
- [0041] 60 磁性传感器
- [0042] TS 扭矩传感器
- [0043] Z 旋转轴(旋转部件的旋转轴)

具体实施方式

[0044] 下面,参照附图详细说明本发明的扭矩传感器及利用其的助力转向装置的实施方式等。需要说明的是,在下述实施方式等中,以将该扭矩传感器等应用于机动车的齿轮齿条式电动助力转向装置为例进行说明。

[0045] 图1~图8表示本发明的扭矩传感器等的第一实施方式,如图1所示,作为该扭矩传感器的适用对象的电动助力转向装置构成为:使转向轴经由设置于车体宽度方向一侧的第一齿轮齿条机构RP1与未图示的转向轮连接,该转向轴由一端侧与方向盘SW连接的输入轴1(相当于本发明的第二轴部件)和一端侧经由扭杆2与所述输入轴1连接为能够相对旋转的第一输出轴3(相当于本发明的第一轴部件)构成,并且,第二输出轴6经由设置于车体宽度方向另一侧的第二齿轮齿条机构RP2与未图示的所述转向轮连接,第二输出轴6经由蜗轮等规定的减速机构5与电动马达M连接,该电动马达M基于配置在所述转向轴的外周上的扭矩传感器TS的输出信号被ECU4驱动控制。

[0046] 在此,所述第一齿轮齿条机构RP1由设置于第一输出轴3的另一端侧的齿轮齿3a和设置于齿条杆8的一端侧的未图示的第一齿条齿构成,该齿条杆8的各端经由转向横拉杆7,7分别与所述转向轮连接,第二齿轮齿条机构RP2由连接在第二输出轴6的前端部的第二齿轮齿6a和设置于所述齿条杆8的另一端侧的未图示的第二齿条齿构成。

[0047] 通过如上所述的结构,基于通过方向盘SW输入到输入轴1的转向扭矩使扭杆2扭转变形,随着该扭转变形,基于该扭杆2复原时所产生的旋转扭矩而旋转的第一输出轴3的旋转运动经由所述第一齿轮齿条机构RP1转换成齿条杆8的直线运动,并且,基于通过所述转向扭矩而产生于电动马达M的转向辅助扭矩而旋转的第二输出轴6的旋转运动经由所述第二齿轮齿条机构RP2转换成齿条杆8的直线运动,由此,一边获得所述电动马达M的转向辅助一边改变所述转向轮的方向。

[0048] 特别是如图2所示,所述转向轴构成为,输入轴1的另一端侧和整个第二输出轴3被收纳在收纳所述第一齿轮齿条机构RP1的第一齿轮壳10内部,该第一齿轮壳10由收纳整个第一输出轴3的大致圆筒状的壳本体11和壳体盖12构成,该壳本体11是被沿周向配

置的多个螺栓 9 联结的一对壳体构成部件,该壳体盖 12 设置为封闭作为该壳本体 11 的上端部的一端侧开口部。

[0049] 所述壳本体 11 的一端侧构成成为直径呈台阶状扩大的大径部 11a,而另一端侧构成成为小径部 11b,该小径部 11b 形成为与第二输出轴 3 的外径相比略大的程度,在两轴 1、3 的连接部外周区域配置有所述扭矩传感器 TS,该两轴 1、3 的连接部使收纳在所述大径部 11a 内的输入轴 1 的另一端部与第二输出轴 3 的一端部对接。另外,在所述壳本体 11 的小径部 11b 的两端部配置有一对轴承 BR1、BR2,通过该一对轴承 BR1、BR2 将第二输出轴 3 支承为旋转自如。另外,在壳体盖 12 上,也在形成于轴向中间部的颈部 12a 的内周配置有轴承 BR3,通过该轴承 BR3 将输入轴 1 支承为旋转自如。

[0050] 如图 2~图 6 所示,所述扭矩传感器 TS 主要由以下部件构成:磁性部件 20,其构成成为大致圆筒状,并安装固定于第一输出轴 3 的一端部外周,由此设置为能够与该第一输出轴 3 一体旋转;一对第一、第二轭部件 31、32,其均由软磁体构成成为大致圆筒状,一同安装固定于输入轴 1 的另一端部外周,由此设置为能够与该输入轴 1 一体旋转,并设置为其一端侧(图 6 中的下端部侧)在所述磁性部件 20 的径向上与该磁性部件 20 对置,且相互分离(不直接连接);形成为大致圆环状的一对第一、第二集磁环 51、52,其在该两轭部件 31、32 的另一端侧(图 6 中的上端部侧)收纳配置于形成在该两轭部件 31、32 之间的径向间隙内,将泄漏到该两轭部件 31、32 的另一端侧的由所述磁性部件 20 产生的磁场(磁通量)汇集在规定范围;一对磁性传感器 60、60,其隔着规定的空气间隙 C1 收纳配置在该两集磁环 51、52 之间,检测通过该两集磁环 51、52 之间的所述磁通量。

[0051] 所述磁性部件 20 由永磁铁 21 和套筒 23 构成,该永磁铁 21 由磁性材料形成为圆环状,在周向上交替配置有多个(本实施方式中位各 8 极共 16 极)不同的磁极(N 极、S 极),该套筒 23 由规定的金属材料形成为大致圆筒状,一端侧经由由规定的树脂材料构成的绝缘部 22 以绝缘状态连接于所述永磁铁 21 的内周部,这两者 21、23 由所述树脂材料模塑成型为一体,通过将外嵌在直径呈台阶状扩大的大径部 3b 上的套筒 23 的前端沿周向激光焊接于第一输出轴 3 的一端部外周,将这两者 21、23 经由该套筒 23 固定于第一输出轴 3 的外周。

[0052] 所述第一轭部件 31 是一端侧的直径较大而另一端侧的直径较小的纵截面形成为曲柄状的部件,其由多个第一爪部 41 和第一圆环部 43 构成,该第一爪部 41 在一端侧形成为直径向径向外侧扩大的纵截面呈大致倒 L 形,且以在磁性部件 20 的外周区域隔着规定的周向间隔的状态排列在所述转向轴(旋转轴 Z)的同心圆上,该第一圆环部 43 在另一端侧形成为沿所述旋转轴 Z 的周向连续的圆环状,通过与各所述第一爪部 41 的基部连接将各该第一爪部 41 相互连接。

[0053] 所述第二轭部件 32 是一端侧的直径较小而另一端侧的直径较大的纵截面形成为曲柄状的部件,其由多个第二爪部 42 和第二圆环部 44 构成,该第二爪部 42 在一端侧形成为直径向径向内侧缩小的纵截面呈大致倒 L 形,且以隔着规定的周向间隔的状态形成于磁性部件 20 的外周区域,以在所述旋转轴 Z 的同心圆上且在各所述第一爪部 41 的周向之间与各该第一爪部 41 交替排列于同一圆周周上,该第二圆环部 44 在另一端侧形成为沿所述旋转轴 Z 的周向连续的圆环状,通过与各所述第二爪部 42 的基部连接将各该第二爪部 42 相互连接。

[0054] 在上述第一轭部件 31 和第二轭部件 32 中,各所述第一爪部 41 与各所述第二爪部 42 交替排列于同一圆周上,且将第二圆环部 44 配置为在第一圆环部 43 的外周侧与其分离对置,在该状态下,相邻的各所述爪部 41、42 通过由与所述磁性部件 20 同样的树脂材料构成的绝缘部 33 相互连接,经由该绝缘部 33 在第一圆环部 43 的内周侧连接有由规定的金属材料形成大致圆筒状的套筒 34,第一轭部件 31 和第二轭部件 32 经由该套筒 34 固定于输入轴 1 的外周。作为此时的具体的固定方式,与所述磁性部件 20 同样,通过将外嵌在直径呈台阶状扩大的大径部 1a 上的套筒 34 的前端沿周向激光焊接于输入轴 1 的另一端部外周,将第一轭部件 31 和第二轭部件 32 经由所述套筒 34 固定于第一输出轴 3 的外周。

[0055] 另外,所述第一、第二爪部 41、42 分别由第一、第二轴向延伸部 41a、42a 和第一、第二径向延伸部 41b、42b 构成,该第一、第二轴向延伸部 41a、42a 沿所述旋转轴 Z 的轴向延伸设置,在径向上与永磁铁 21 对置,该第一、第二径向延伸部 41b、42b 以自各该轴向延伸部 41a、42a 开始弯折的方式沿所述旋转轴 Z 的径向延伸设置。所述两轴向延伸部 41a、42a 设定为至少比永磁铁 21 的轴向长度长的轴向长度,通过该两轴向延伸部 41a、42a 从径向外侧完全包围永磁铁 21。

[0056] 如图 7 所示,所述第一、第二集磁环 51、52 均通过冲压成型形成在周向上有头且具有超过 180 度的规定周向范围从而包围所述旋转轴 Z 的圆弧状,并且,将第一集磁环 51 作为内周侧,将第二集磁环 52 作为外周侧,将该两集磁环 51、52 配置为在径向上相互重合的状态(参照图 6、图 7),使与相对置的圆环部 43、44 之间的径向尺寸 C2、C3 相等(“C2 = C3”的关系),在由后述的第一、第二平坦部 51a、52a 形成的径向间隙 C4 内收纳配置有所述一对磁性传感器 60、60,该第一、第二平坦部 51a、52a 对置形成于所述第一、第二集磁环 51、52 各自周向上的一部分。

[0057] 即,所述第一集磁环 51 形成为包围 320 度左右的周向上较宽的范围的大致圆环状,并且,在周向上被切断的第一切口部 51c 的相反侧(点对称的位置)设置有作为第一传感器对置区域的第一平坦部 51a,该第一平坦部 51a 向径向外侧突出以使该位置的规定周向范围的横截面呈大致凸形,而所述第二集磁环 52 形成为包围与所述第一集磁环 51 相比窄的 290 度左右的周向范围的大致圆环状,并且,在周向上被切断的第二切口部 52c 的相反侧(点对称的位置)设置有作为第二传感器对置区域的第二平坦部 52a,该第二平坦部 52a 向径向内侧按压以使该位置的规定周向范围呈平坦状。

[0058] 在此,所述两集磁环 51、52 均构成为包围所述旋转轴 Z 的圆弧状,因此能够仅通过将薄金属板沿该旋转轴 Z 周围冲压成型来形成,有助于扭矩传感器 TS 的制造成本的低廉化。另外,如上所述,该两集磁环 51、52 构成为横截面呈绕所述旋转轴 Z 的周向角度范围超过 180 度的 C 形,由此,还能够在该两集磁环 51、52 上产生径向错位的情况下,抑制磁性传感器 60、60 的检测误差。

[0059] 另外,所述第一平坦部 51a 形成为,为了使该第一平坦部 51a 与第一圆环部 43 之间的径向间隙 C5 至少大于第一圆弧状部 51b 与第一圆环部 43 之间的径向间隙 C2,相对于作为其周向外侧区域的其他第一圆弧状部 51b 向外侧偏移。同样,所述第二平坦部 52a 形成为,为了使该第二平坦部 52a 与第二圆环部 44 之间的径向间隙 C6 至少大于第二圆弧状部 52b 与第二圆环部 44 之间的径向间隙 C3,相对于作为其周向外侧的区域的其他第二圆弧状部 52b 向内侧偏移。

[0060] 所述第一、第二集磁环 51、52 通过由与所述磁性部件 20 或所述两轭部件 31、32 同样的树脂材料构成的绝缘部 53 相互连接,至少其轴向区域 X 的一部分在所述两圆环部 43、44 内与该两圆环部 43、44 在径向上重合,经由所述绝缘部 53 通过规定的固定机构(例如通过螺栓进行的联结)安装固定于壳本体 11 的大径部 11a。

[0061] 所述一对磁性传感器 60、60 均收纳配置于所述第一、第二集磁环 51、52 之间的径向间隙 C4,由作为霍尔集成电路(ホール IC)的检测部 61 和连接端子 62 构成,该检测部 61 运用收纳在径向间隙 C4 内部的霍尔元件来检测通过该两集磁环 51、52(所述两平坦部 51a、52a)之间的磁场(磁通量),该连接端子 62 用于连接该检测部 61 与配置在所述扭矩传感器 TS 的上方的控制基板 63(参照图 2)。即,该磁性传感器 60、60 本身分别通过经由各所述连接端子 62、62 与控制基板 63 连接而被固定,并且在所述径向间隙 C4 内收纳配置为与各所述集磁环 51、52(各所述平坦部 51a、52a)之间隔着所述规定的空气间隙 C1 的状态。该两磁性传感器 60、60 通过利用所述霍尔元件的霍尔效应运用各所述检测部 61、61 来检测通过所述两集磁环 51、52 之间的磁通密度,基于根据该磁通密度而变化的来自各所述检测部 61、61 的输出信号进行控制基板 63 的扭矩演算。

[0062] 另外,如图 2 所示,所述控制基板 63 经由相当于线束的板对板连接器(ボード to ボードコネクタ)64 与 ECU4(参照图 1)连接,该板对板连接器 64 通过贯穿形成于壳本体 11 的大径部 11a 侧方的窗孔 11c 被引入该壳本体 11 内。此时,所述窗孔 11c 配置在相对于轭部件 31、32 或集磁环 51、52 在旋转轴 Z 的轴向一侧(图 2 中的上端部侧)离开的位置,即配置于在其径向上与轭部件 31、32 或集磁环 51、52 不重合的位置

[0063] 下面,参照图 1~图 8 说明本实施方式的所述扭矩传感器 TS 的作用及该作用所带来的效果。

[0064] 根据以上述方式构成的扭矩传感器 TS,在没有作用于所述两轴 1、3 之间的转向扭矩处于中立状态时,永磁铁 21 的各极边界位于第一、第二爪部 41、42 的周向正中间位置,该永磁铁 21 对各所述爪部 41、42 的磁路磁阻相等。其结果是,在该永磁铁 21 上产生的磁场在与第一、第二爪部 42 之间短路而不向各所述圆环部 43、44 泄漏,因此,该磁场的磁通量不会被各所述磁性传感器 60、60 检测。

[0065] 接着,当方向盘 SW 转向而将转向扭矩作用于输入轴 1(所述两轴 1、3 之间)时,永磁铁 21 的各极边界向第一、第二爪部 41、42 的周向一侧偏倚,在永磁铁 21 对各所述爪部 41、42 施加的磁路磁阻中,所述极边界偏倚的周向一侧的磁路磁阻变大。由此,产生在该永磁铁 21 上的磁场向各所述圆环部 43、44 泄漏,经过各该圆环部 43、44 流向相邻的磁极。其结果是,磁通量在各所述集磁环 51、52 之间从一侧通到另一侧,各所述磁性传感器 60、60 检测到该磁通密度,基于通过各该磁性传感器 60、60 的输出信号计算出的转向扭矩,通过 ECU4 来计算电动马达 M 的转向辅助扭矩。此时,基于经过各所述集磁环 51、52 之间的磁通量的方向,确定转向方向及基于该转向方向施加的所述转向辅助扭矩的施加方向。

[0066] 在此,在上述扭矩检测中,所述扭矩传感器 TS 也与以往相同,没有用特别的遮蔽部件来进行遮蔽,因此,如图 8 所示,与所述永磁铁 21 的内部磁场一同有很多与该永磁铁 21 无关的外部磁场 OF 作用于所述两集磁环 51、52。

[0067] 然而,在所述扭矩传感器 TS 中,所述两集磁环 51、52 的局部轴向区域 X 收纳配置于所述两圆环部 43、44 的径向间隙内,该局部轴向区域 X 与所述两圆环部 43、44 在径向上

重合。因此,所述外部磁场 0F 中收纳在该两圆环部 43、44 内的局部轴向区域 X 的径向磁通量 RF 由配置于最外周的第二轭部件 32 的第二圆环部 44 来承受。这样,该第二圆环部 44 承受的所述径向磁通量 RF 经由该第二圆环部 44 作用于第二集磁环 52 时,很多所述径向磁通量 RF 通过作为所述径向间隙 C6 的空气间隙而衰减,因此,与像所述以往一样地使该外部磁场 0F 直接作用于两集磁部件的情况相比,外部磁场 0F 对所述局部轴向区域 X 的作用减少。

[0068] 这样,根据本实施方式的所述助力转向装置(扭矩传感器 TS),通过使第一、第二集磁环 51、52 的局部轴向区域 X 被配置于其外周侧的第二轭部件 31 的第二圆环部 44 遮蔽(包围),通过该第二圆环部 44 来抑制外部磁场 0F 对两集磁环 51、52 的作用(传递),其结果是,有助于改善磁性传感器 60、60 的扭矩检测精度因外部磁场检测而下降。

[0069] 而且,此时,第二集磁环 52 与第二圆环部 44 之间的径向间隙被设定为,相对于所述第二圆弧状部 52b 与第二圆环部 44 之间的径向间隙 C3,所述第二平坦部 52a 与第二圆环部 44 之间的径向间隙 C6 大,因此,通过该径向间隙 C6 的扩大能够谋求提高所述外部磁场的衰减效果,并且,使经由所述第二圆环部 44 传递的外部磁场 0F 通过向径向间隙小(磁路磁阻小)的第二圆弧状部 52b 迂回而使外部磁场 0F 到磁性传感器 60、60 的传递路径延长,其结果是,能够更有效地降低该外部磁场 0F 对扭矩检测的不良影响。

[0070] 除此之外,第一集磁环 51 也同样向外方形成为,相对于所述第一圆弧状部 51b 与第一圆环部 43 之间的径向间隙 C2,所述第一平坦部 51a 与第一圆环部 43 之间的径向间隙 C5 大,因此,能够缩小所述两平坦部 51a、52a 之间的径向间隔 C4,有助于提高磁性传感器 60、60 的检测精度,并且,能够延长因配置在内周侧而比第二集磁环 52 短的第一集磁环 51 的周长,有助于使所述两集磁环 51、52 的磁路磁阻均等。

[0071] 进而,所述两集磁环 51、52 形成为,配置在内周侧的第一集磁环 51 的周向角度范围窄,而配置在外周侧的第二集磁环 52 的周向角度范围宽,即相对于如图 7 所示的第一切口部 51c 的周向尺寸 L1,第二切口部 52c 的周向尺寸 L2 大,由此,能够使该两集磁环 51、52 的周长大致均等,由此也能够谋求使该两集磁环 51、52 之间的磁路磁阻均等。换言之,当使各两集磁环 51、52 的周向角度范围相同时,配置在外周侧的第二集磁环 52 的周长变长,相应地与第二圆环部 44 对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,导致在该两集磁环 51、52 之间产生磁路磁阻的不平衡这样的问题,而通过如上所述将配置于内周侧的第一集磁环 51 的周向角度范围设定为相对较大,也能够避免该问题。

[0072] 另外,当采用通过所述第二圆环部 44 来包围集磁环 51、52 的结构时,两集磁环 51、52 均构成为仅配置于第一圆环部 43 的外周侧,因此也能够减小从所述两圆环部 43、44 的前端开口部侧进入的轴向的外部磁场(参照图 8 中的 AF)造成的不良影响。换言之,在将集磁环 51、52 配置在第一圆环部 43 的内外周两侧时,要横跨第一圆环部 43 配置磁连接该集磁环 51、52 的部件,将产生该连接部件容易受到来自所述轴向的外部磁场的影响的问题,而通过将两集磁环 51、52 收纳在所述两圆环部 43、44 之间,能够避免该问题的产生。

[0073] 进而,在本实施方式中,向所述壳 10 内引入板对板连接器 64 的窗孔 11c 也同样在径向上配置在与轭部件 31、32 或集磁环 51、52 不重合的位置,由此,避免通过该窗孔 11c 进入的外部磁场直接作用于集磁环 51、52 的问题。

[0074] 图 9 是表示本发明的扭矩传感器等的第二实施方式的图,是改变所述第一实施方

式的第一、第二轭部件 31、32 的结构的图。

[0075] 即,在本实施方式中,对第一、第二轭部件 31、32 而言,分别取消各所述爪部 41、42 的径向延伸部 41b、42b,取而代之将各所述圆环部 43、44 的基端部整周延伸设置为弯折状,由此,在所述第一实施方式的第一、第二爪部 41、42(相当于所述第一、第二轴向延伸部 41a、42a)与第一、第二圆环部 43、44 之间设置有第一、第二连接部 45、46,该第一、第二连接部 45、46 以遮蔽形成在所述两圆环部 43、44 之间的集磁环收纳部 50 的底部侧的状态沿所述旋转轴 Z 的径向延伸,由此连接所述两部 41、42 (43、44)。

[0076] 需要说明的是,除了上述结构以外,没有特别言及的其他结构基本上与所述第一实施方式相同,在附图上也标有与所述第一实施方式相同的附图标记,由此省略具体的说明。

[0077] 这样,在本实施方式中,从图 9 与图 10 的比较可知,通过所述第一、第二连接部 45、46,能够抑制外部磁场 OF 从所述集磁环收纳部 50 底部侧进入,因此,能够进一步有效抑制上述外部磁场对扭矩检测的不良影响。

[0078] 图 11 是表示本发明的扭矩传感器等的第二实施方式的第一变形例的图,将第一、第二集磁环 51、52 配置为完全收纳在集磁环收纳部 50 内,在该两集磁环 51、52 的轴向上的整个区域,使该两集磁环 51、52 与第二圆环部 44 在径向上重合。

[0079] 通过上述结构,与图 12 所示的所述第二实施方式相比,通过在轴和径两方向上位于最外侧的第一圆环部 43 甚至第二圆环部 44,能够抑制所述外部磁场 OF 的轴和径两方向的所有磁通量 AF、RF,由此,能够进一步有效抑制上述外部磁场对扭矩检测的不良影响。

[0080] 图 13 是表示本发明的扭矩传感器等的第二实施方式的第二变形例的图,代替将第一、第二集磁环 51、52 的周向角度范围设定为大致相同的结构,而使第二集磁环 52 与第二圆环部 44 之间的径向间隙 C3 大于第一集磁环 51 与第一圆环部 43 之间的径向间隙 C2。

[0081] 这样,通过将配置在外周侧的第二集磁环 52 与第二圆环部 44 之间的径向间隙 C3 设定为相对较大,能够调整所述两集磁环 51、52 之间的磁路磁阻,有助于该两者 51、52 之间的磁路磁阻的均等。换言之,当将内外周的径向间隙 C2、C3 设定为相同时,配置在外周侧的第二集磁环 52 的周长变长,相应地使与第二圆环部 44 对置的对置面积变大,从而使集磁效率提高,其结果是,导致在该两集磁环 51、52 之间产生磁路磁阻不平衡这样的问题,而如上所述通过将外周侧的径向间隙 C3 设定为相对较大,能够通过基于上述径向间隙 C3 而增大的磁路磁阻来抵消所述集磁效率的提高,从而避免该问题的产生。

[0082] 图 14 是表示本发明的扭矩传感器等的第二实施方式的第三变形例的图,代替将第一、第二集磁环 51、52 的周向角度范围设定为大致相同,而第二集磁环 52 的轴向长度 L4 大于第一集磁环 51 的轴向长度 L3。

[0083] 这样,通过将设置于外周侧的第二集磁环 52 的轴向长度 L4 设定为相对较小,能够调整所述两集磁环 51、52 之间的对置面积,有助于使该两者 51、52 之间的集磁效率均等化。换言之,当将内外周的轴向长度 L3、L4 设定为相同时,配置于外周侧的第二集磁环 52 的周长变长,相应地使与第二圆环部 44 对置的对置面积变大,从而提高集磁效率,其结果是,导致在该两集磁环 51、52 之间产生磁路磁阻不平衡这样的问题,而通过如上所述将外周侧的集磁环轴向长度 L4 设定为相对较小,能够通过基于上述轴向长度 L4 而减小的与第二圆环部 44 对置的对置面积来抵消所述集磁效率的提高,从而避免该问题。

[0084] 本发明不限于所述实施方式等的结构,例如,不仅与本发明的特征没有直接关系的所述壳 10 或所述转向机构 RP1、RP2 的具体结构可以变更,而且,只要是能够获得所述作用效果,作为本发明的特征的所述磁性部件 20 或各所述轭部件 31、32、各所述集磁环 51、52 (各所述集磁部件 54、55) 的结构的具体形状也能够根据搭载有适用的扭矩传感器等的车辆的规格自由地进行变更。

[0085] 例如,在所述实施方式等中,表示了将所述扭矩传感器 TS 适用于转向系统与辅助系统相互独立的所谓的双齿轮(デュアルピニオン)式助力转向装置的例子,但是,作为适用该扭矩传感器 TS 的本发明的助力转向装置,能够适用于取消第二输出轴 6 而经由减速机构 5 将电动马达 M 连接于第一输出轴 3 的所谓的单齿轮式助力转向装置等,只要是基于该扭矩传感器 TS 的扭矩检测进行控制的助力转向装置,能够适用于任何助力转向装置。

[0086] 另外,在所述实施方式等中,第一、第二轭部件 31、32 以使所有各所述爪部 41、42 配置在同一圆周上的结构为例进行了说明,但对于各该爪部 41、42 的配置而言,只要将各该爪部 41、42 配置在所述旋转轴 Z 的同心圆上,其具体结构可以自由变更。即,可以构成为第一、第二爪部 41、42 与永磁铁 21 之间的空气间隙不同,另外,也可以构成为以维持所述两爪部 41、42 与永磁铁 21 之间的空气间隙的状态将第一爪部 41 配置在永磁铁 21 的内周侧,将第二爪部 42 配置在永磁铁 21 的外周侧。另外,通过如此调整各所述爪部 41、42 的配置,能够调整基于内外周的配置而产生的所述两轭部件 31、32 之间的磁路磁阻的差值,能够谋求进一步提高所述扭矩传感器 TS 的扭矩检测精度。

[0087] 下面,说明从所述实施方式等掌握的权利要求所记载的范围以外的技术思想。

[0088] (a) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,

[0089] 所述第二集磁环构成为,与所述磁性传感器在径向上对置的第一传感器对置区域与所述第二圆环部之间的径向间隙大于位于所述第二传感器对置区域的周向外侧的其他区域与所述第二圆环部之间的径向间隙。

[0090] 这样,通过将第二传感器对置区域与第二圆环部之间的径向间隙设定为相对较大,使经由第二圆环部传递来的外部磁场向径向间隙小(磁路磁阻小)的所述其他区域迂回。由此,使外部磁场到磁性传感器的传递路径延长,其结果是,能够更加有效地降低该外部磁场的不良影响。

[0091] (b) 如所述(a)所记载的扭矩传感器,其特征在于,

[0092] 所述第一集磁环构成为,与所述磁性传感器在径向上对置的第一传感器对置区域相对于该第一传感器对置区域的周向外侧的其他区域向所述旋转轴的径向外侧突出。

[0093] 这样,通过使第一传感器对置区域向径向外侧突出,能够缩小与第二传感器对置区域之间的径向间隔,并且能够延长因配置在内周侧而比第二集磁环短的第一集磁环的周长,有助于两集磁环的磁路磁阻的均等。

[0094] (c) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,

[0095] 由所述第二集磁环包围的绕所述旋转轴的周向角度范围小于由所述第一集磁环包围的绕所述旋转轴的周向角度范围。

[0096] 当将两集磁环的周向角度范围设定为相同时,配置在外周侧的第二集磁环的周长变长,相应地与轭部件对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,在两集磁环之间产生磁路磁阻不平衡,而上述结构有助于径向上重合的两集磁环的磁路磁阻均等。

- [0097] (d) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,
- [0098] 所述第二集磁环的轴向长度比所述第一集磁环的轴向长度短。
- [0099] 当将两集磁环的周向角度范围设定为相同时,配置在外周侧的第二集磁环的周长变长,相应地与轭部件对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,在两集磁环之间产生磁路磁阻不平衡,而通过上述结构,能够缩小第二集磁环与第二圆环部之间的对置面积,相应地使其集磁效率下降,有助于使径向上重合的两集磁环的磁路磁阻均等。
- [0100] (e) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,
- [0101] 所述第二集磁环与所述第二圆环部之间的径向间隙大于所述第一集磁环与所述第一圆环部之间的径向间隙。
- [0102] 当将两集磁环的周向角度范围设置为相同时,配置在外周侧的第二集磁环的周长变长,相应地与轭部件对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,在两集磁环之间产生磁路磁阻不平衡,而通过上述结构,第二集磁环与第二圆环部之间的径向间隙扩大,相应地使其磁路磁阻增大,有助于使径向上重合的两集磁环的磁路磁阻均等。
- [0103] (f) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,
- [0104] 所述第二圆环部构成为在所述第一集磁环和第二集磁环的轴向整个区域与该两集磁环在径向上重合。
- [0105] 通过上述结构,能够进一步有效抑制外部磁场对各集磁环的影响。
- [0106] (g) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,
- [0107] 所述第一集磁环构成为绕所述旋转轴的周向角度范围超过 180 度。
- [0108] 通过上述结构,还能够抑制两集磁环在径向上错位所引起的磁性传感器的检测误差。
- [0109] (h) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,
- [0110] 具有:壳,其由所述非磁性材料构成;线束,其通过贯穿形成于该壳的窗孔被引入,向外部传输所述磁性传感器的检测信号;
- [0111] 所述窗孔相对于所述第一集磁环和第二集磁环在轴向上偏移配置。
- [0112] 通过上述结构,能够避免通过窗孔侵入的外部磁场直接作用于各集磁环的问题。
- [0113] (i) 如第一方面发明所记载的扭矩传感器,其特征在于,
- [0114] 所述第一集磁环和第二集磁环均通过冲压成型来形成。
- [0115] 由此,只要使冲压成型的弯曲方向沿着绕旋转轴的方向即可,因而能够容易地形成两集磁环。
- [0116] (j) 如第四方面发明所记载的助力转向装置,其特征在于,
- [0117] 所述第一集磁环仅设置于比所述第一轭部件的所述第一圆环部靠向外周侧的位置。
- [0118] 在将第一集磁环配置在第一圆环部的内外周两侧的情况下,横跨第一圆环部而配置磁连接该两集磁环的部件,因此该连接部件容易受到来自轴向的外部磁场的影响,而通过上述结构,有助于降低来自所述轴向的外部磁场的影响。
- [0119] (k) 如第四方面发明所记载的助力转向装置,其特征在于,
- [0120] 所述第二圆环部的直径大于连接各所述第二爪部的假想圆的直径,
- [0121] 并且,连接所述第二圆环部与各所述第二爪部的第二连接部形成为,自各所述第

二爪部的基端部向径向外侧延伸。

[0122] 通过上述结构,有助于通过第二接部减小从轴向外侧进入的外部磁场的影响。

[0123] (1)如第四方面发明所记载的助力转向装置,其特征在于,

[0124] 所述第二集磁环构成为,与所述磁性传感器在径向上对置的第一传感器对置区域与所述第二圆环部之间的径向间隙大于所述第二传感器对置区域的周向外侧的其他区域与所述第二圆环部之间的径向间隙。

[0125] 这样,通过将第二传感器对置区域与第二圆环部之间的径向间隙设定为相对较大,使经由第二圆环部传递的外部磁场向径向间隙小(磁路磁阻小)的所述其他区域迂回。由此,使外部磁场到磁性传感器的传递路径延长,其结果是,能够进一步有效降低该外部磁场的不良影响。

[0126] (m)如所述(1)所记载的助力转向装置,其特征在于,

[0127] 所述第一集磁环构成为,与所述磁性传感器在径向上对置的第一传感器对置区域相对于该第一传感器对置区域的周向外侧的其他区域向所述旋转轴的径向外侧突出。

[0128] 这样,通过使第一传感器对置区域向径向外侧突出,能够缩小第一传感器对置区域与第二传感器对置区域之间的径向间隔,并且,能够延长因配置在内周侧而比第二集磁环短的第一集磁环的周长,有助于使两集磁环的磁路磁阻均等。

[0129] (n)如第四方面发明所记载的助力转向装置,其特征在于,

[0130] 被所述第二集磁环包围的绕所述旋转轴的周向角度范围小于被所述第一集磁环包围的绕所述旋转轴的周向角度范围。

[0131] 当将两集磁环的周向角度范围设定为相同时,配置在外周侧的第二集磁环的周长变长,相应地与轭部件对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,在两集磁环之间产生磁路磁阻不平衡,而通过上述结构,有助于使径向上重合的两集磁环的磁路磁阻均等。

[0132] (o)如第四方面发明所记载的助力转向装置,其特征在于,

[0133] 所述第二集磁环的轴向长度比所述第一集磁环的轴向长度短。

[0134] 当将两集磁环的周向角度范围设定为相同时,配置在外周侧的第二集磁环的周长变长,相应地与轭部件对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,在两集磁环之间产生磁路磁阻不平衡,而通过上述结构,将第二集磁环与第二圆环部对置的对置面积缩小,相应地使其集磁效率下降,有助于使径向上重合的两集磁环的磁路磁阻均等。

[0135] (p)如第四方面发明所记载的助力转向装置,其特征在于,

[0136] 所述第二集磁环与所述第二圆环部之间的径向间隙大于所述第一集磁环与所述第一圆环部之间的径向间隙。

[0137] 当将两集磁环的周向角度范围设定为相同时,配置在外周侧的第二集磁环的周长变长,相应地与轭部件对置的对置面积变大,使得集磁效率提高,其结果是,在两集磁环之间产生磁路磁阻不平衡,而通过上述结构,将第二集磁环与第二圆环部之间的径向间隙扩大,相应地使其磁路磁阻增大,有助于使径向上重合的两集磁环的磁路磁阻均等。

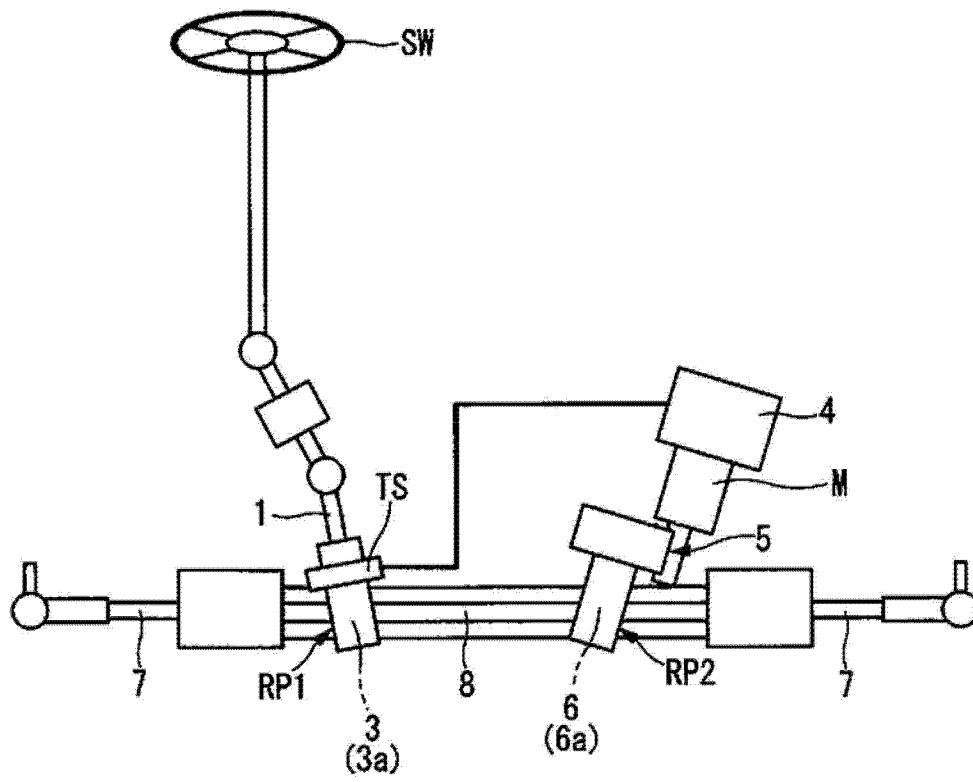


图 1

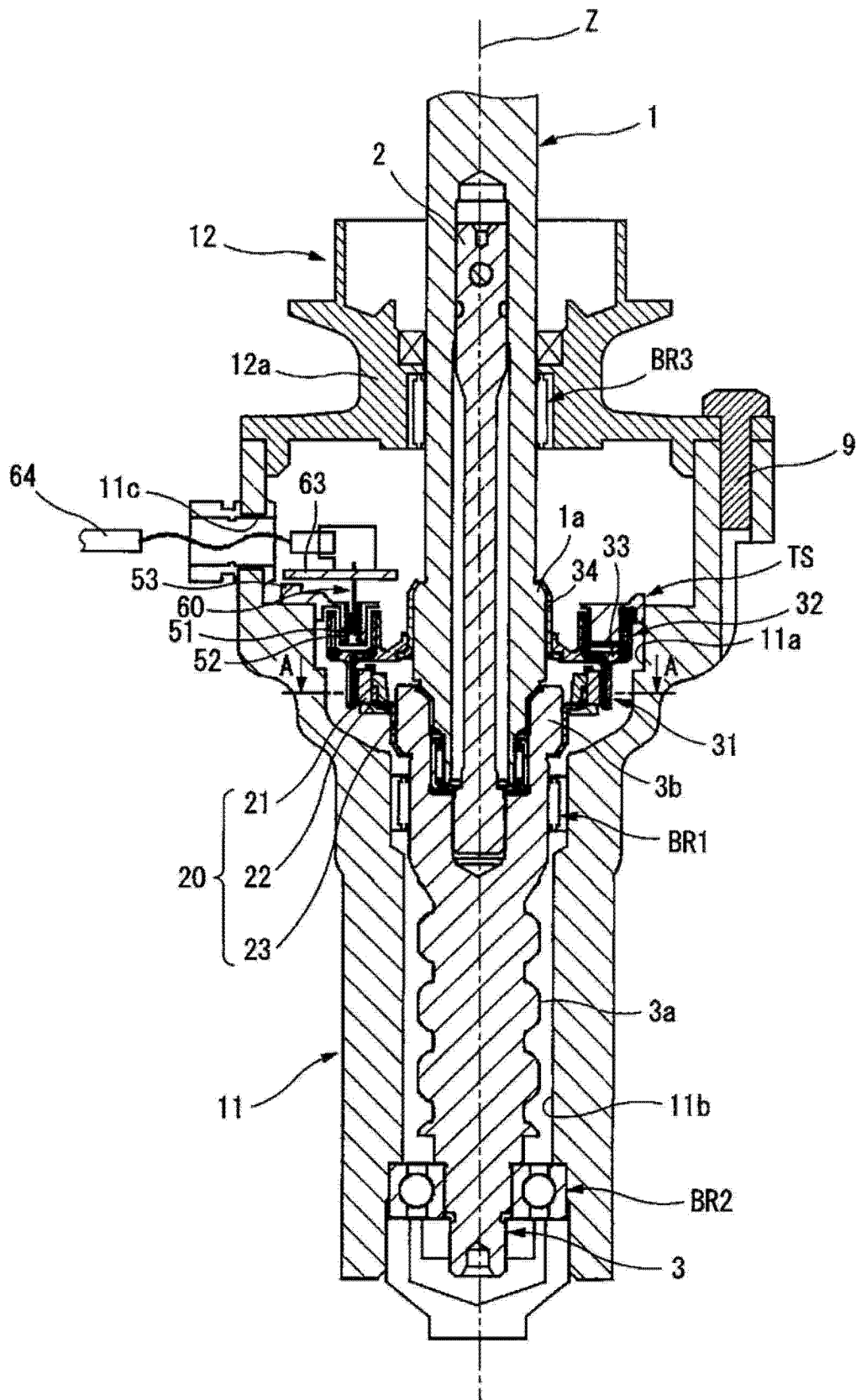


图 2

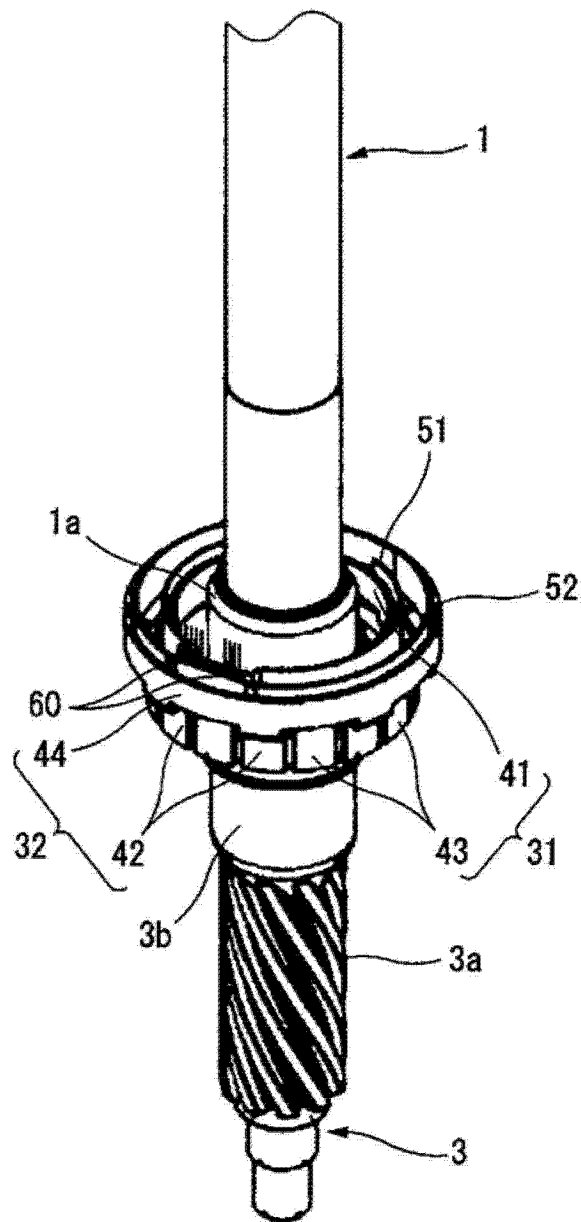


图 3

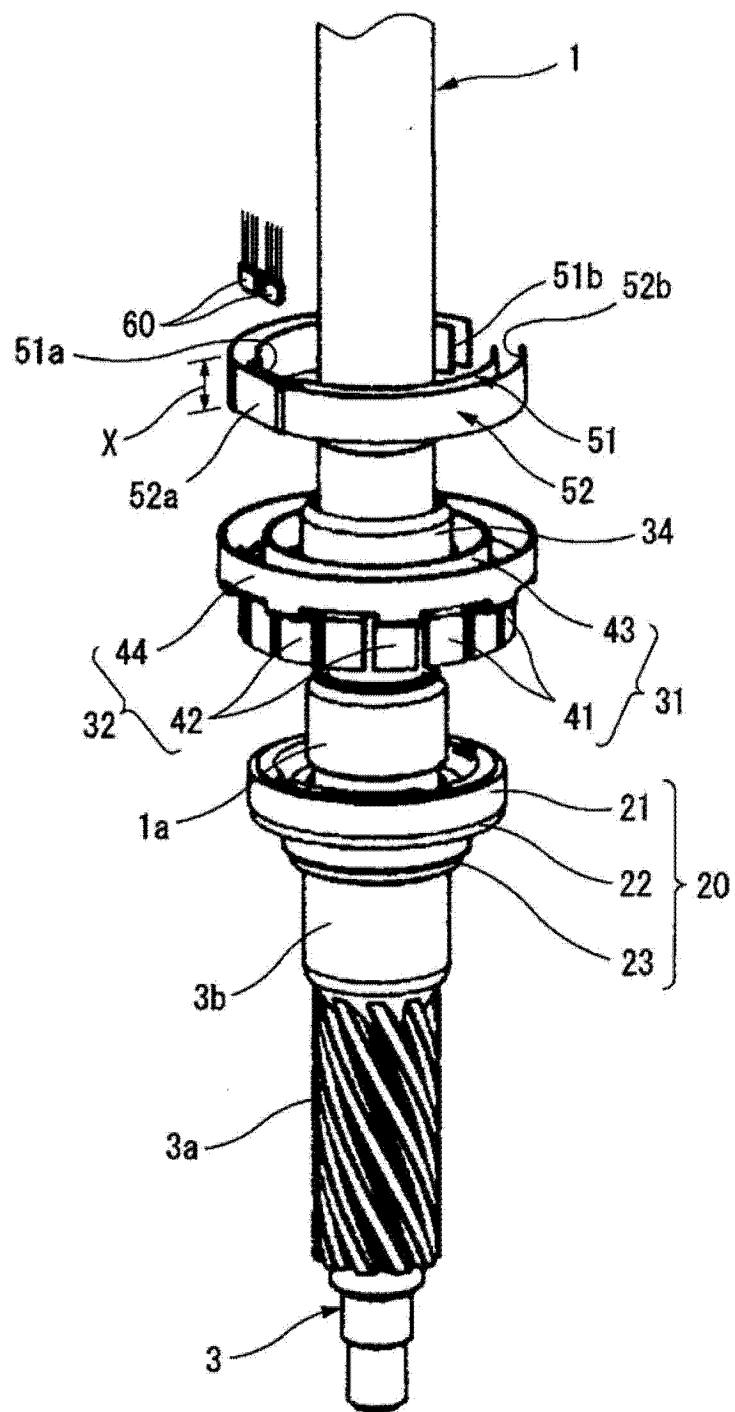


图 4

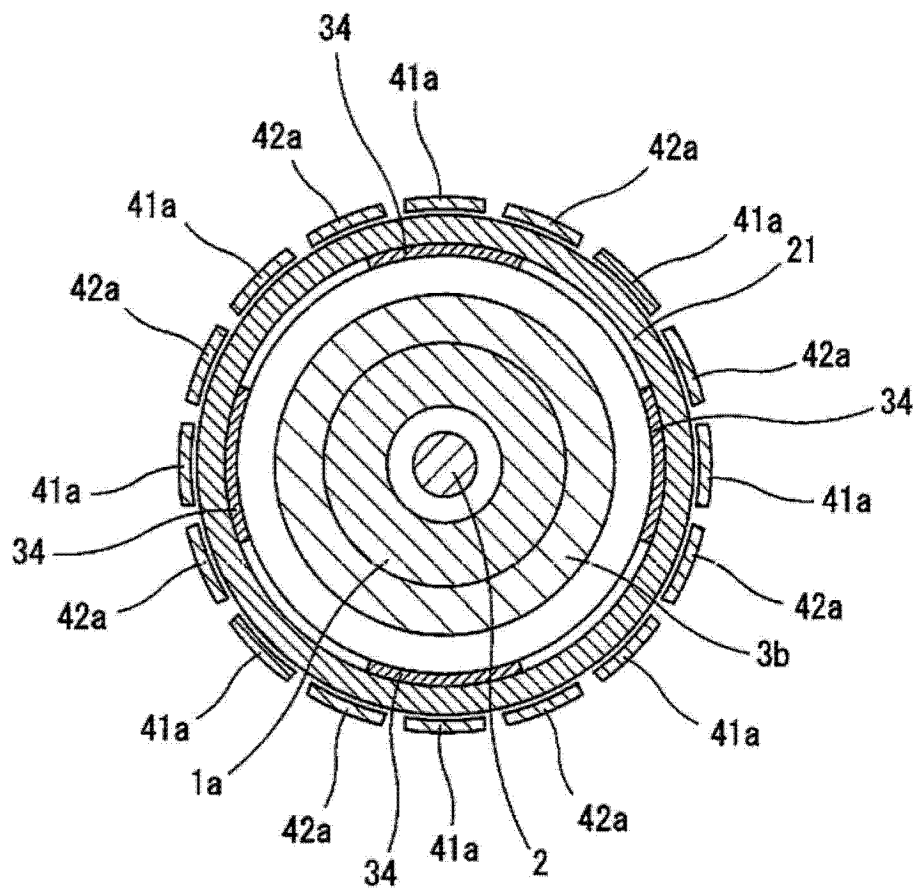


图 5

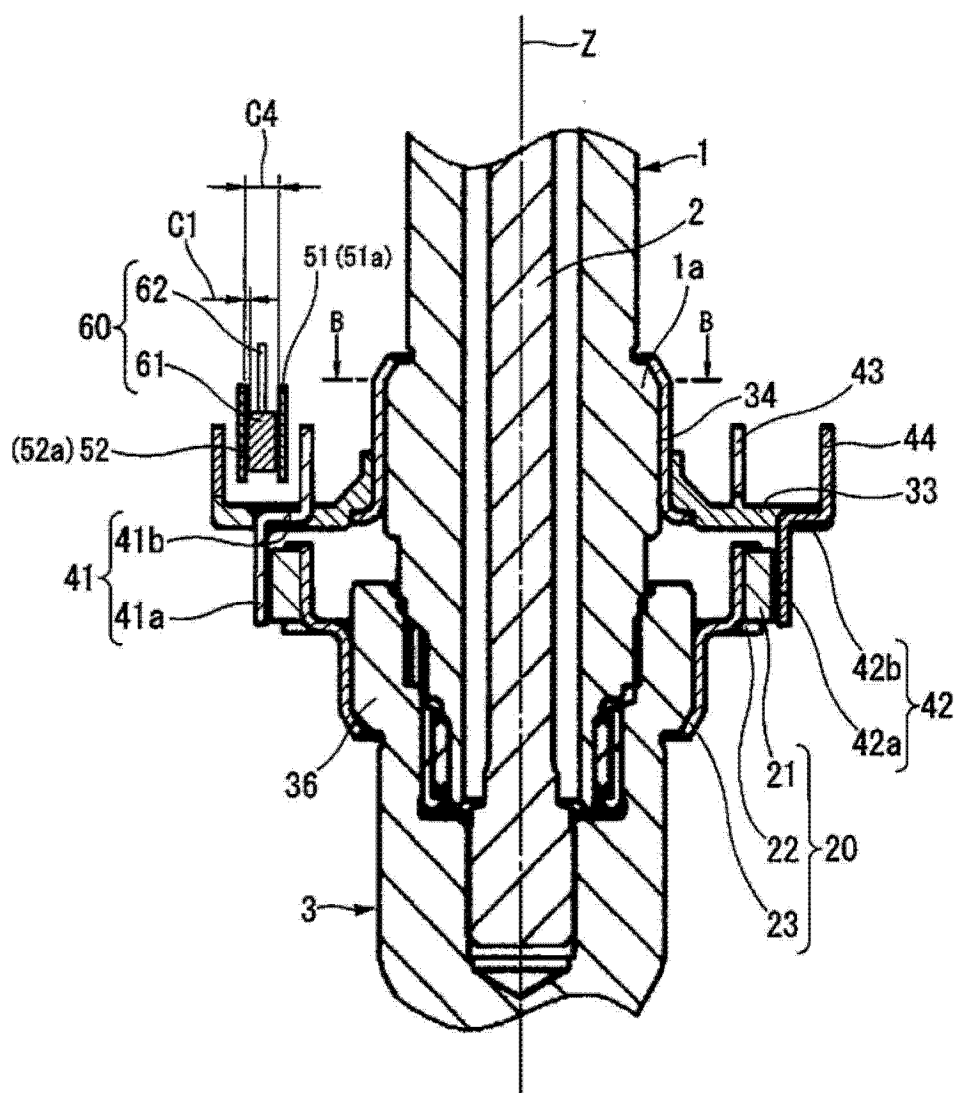


图 6

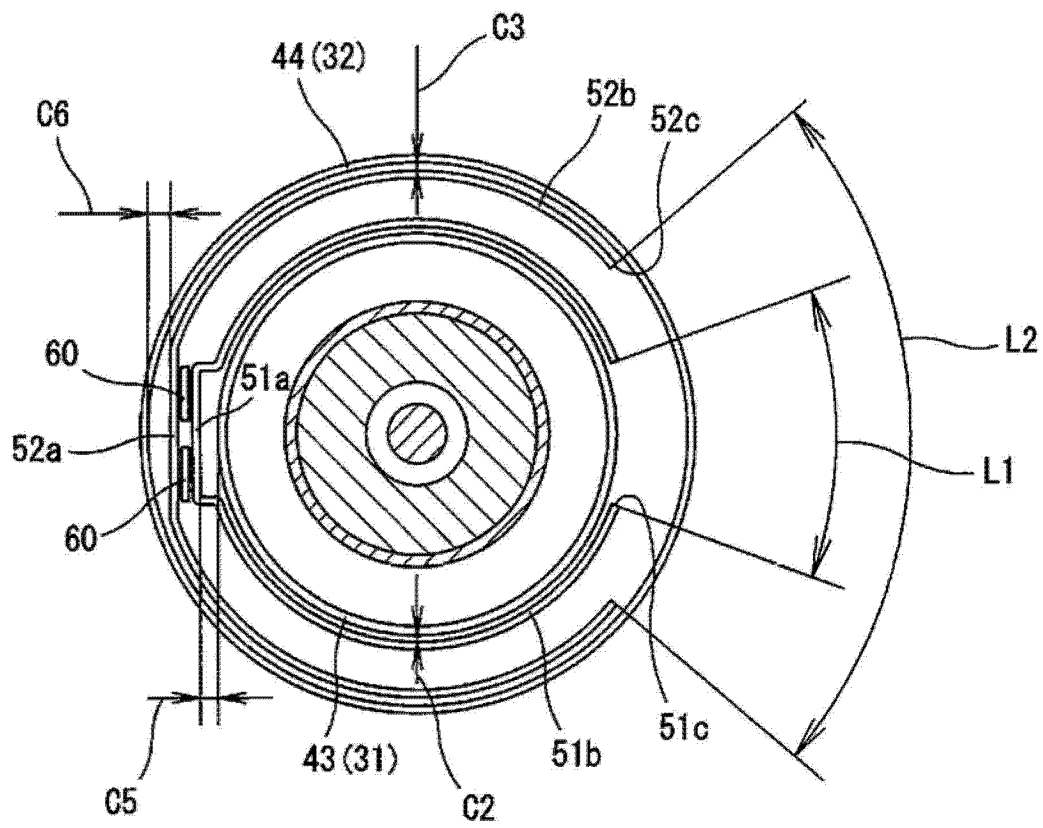


图 7

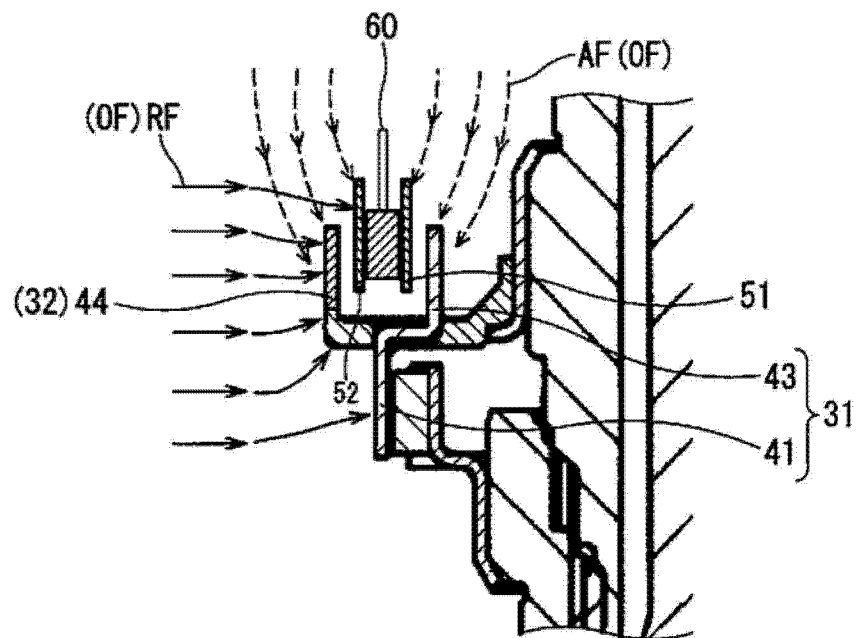
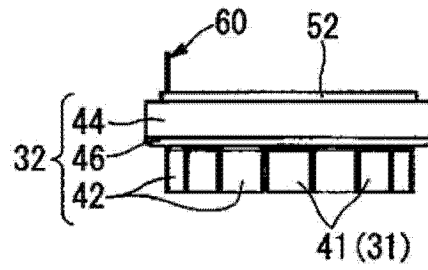
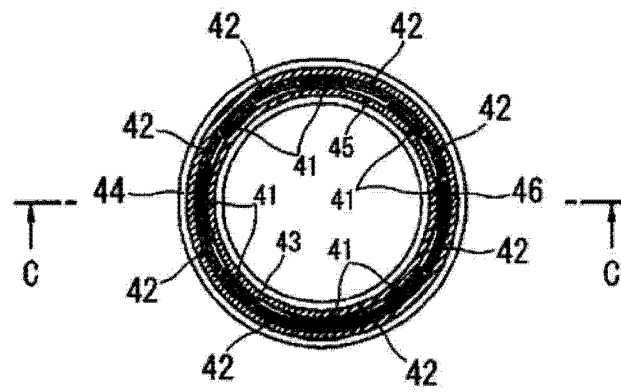


图 8

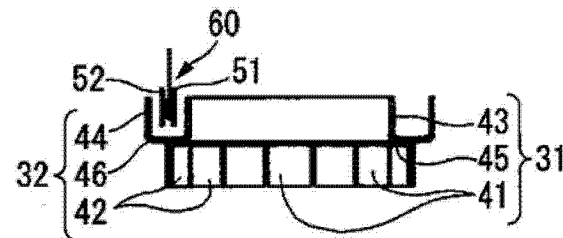
(a)



(b)



(c)



(d)

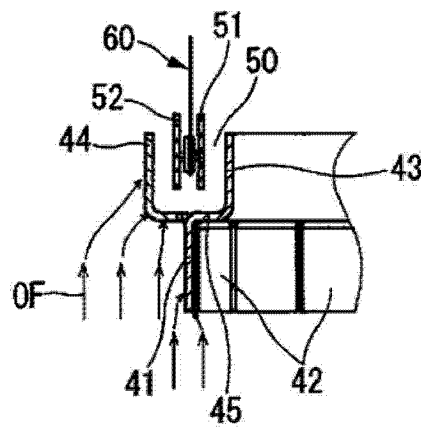


图 9

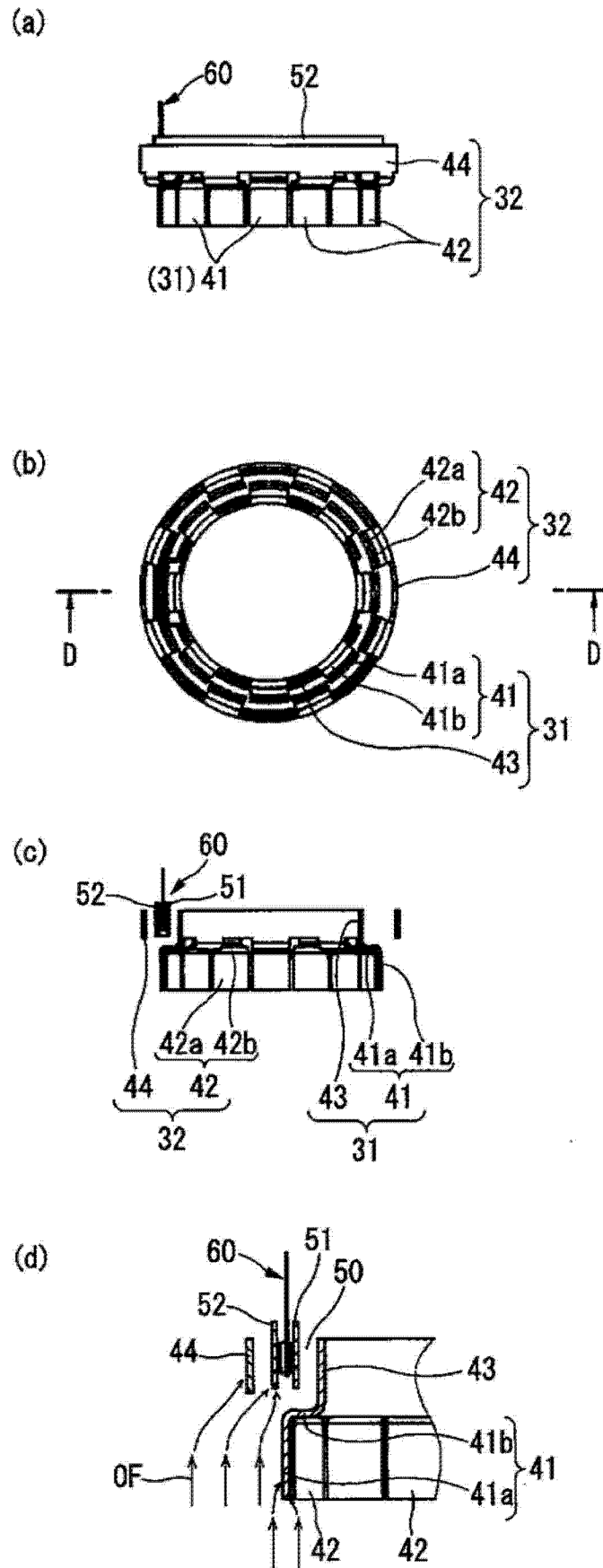
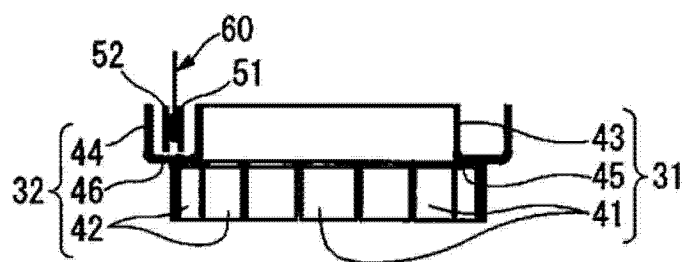
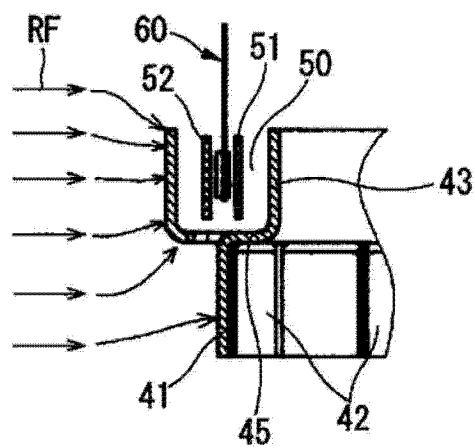


图 10

(a)



(b)



(c)

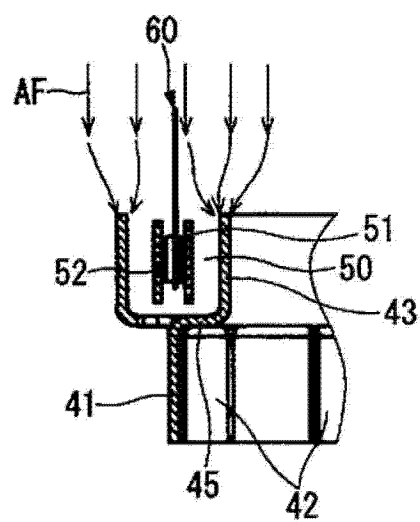
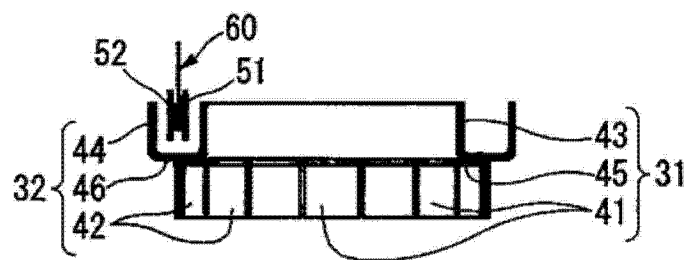
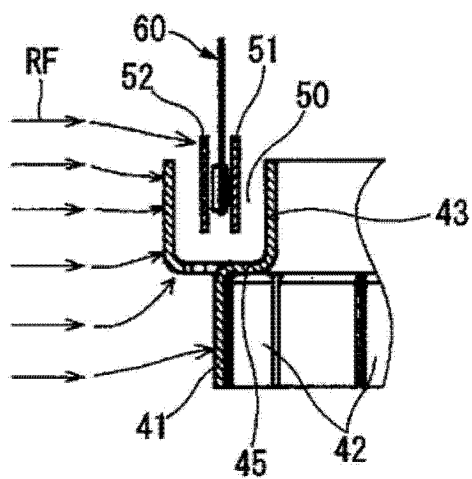


图 11

(a)



(b)



(c)

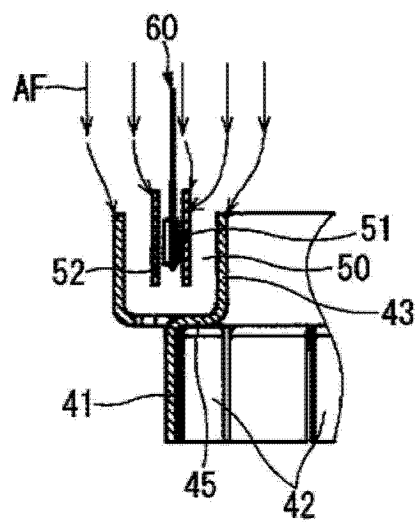


图 12

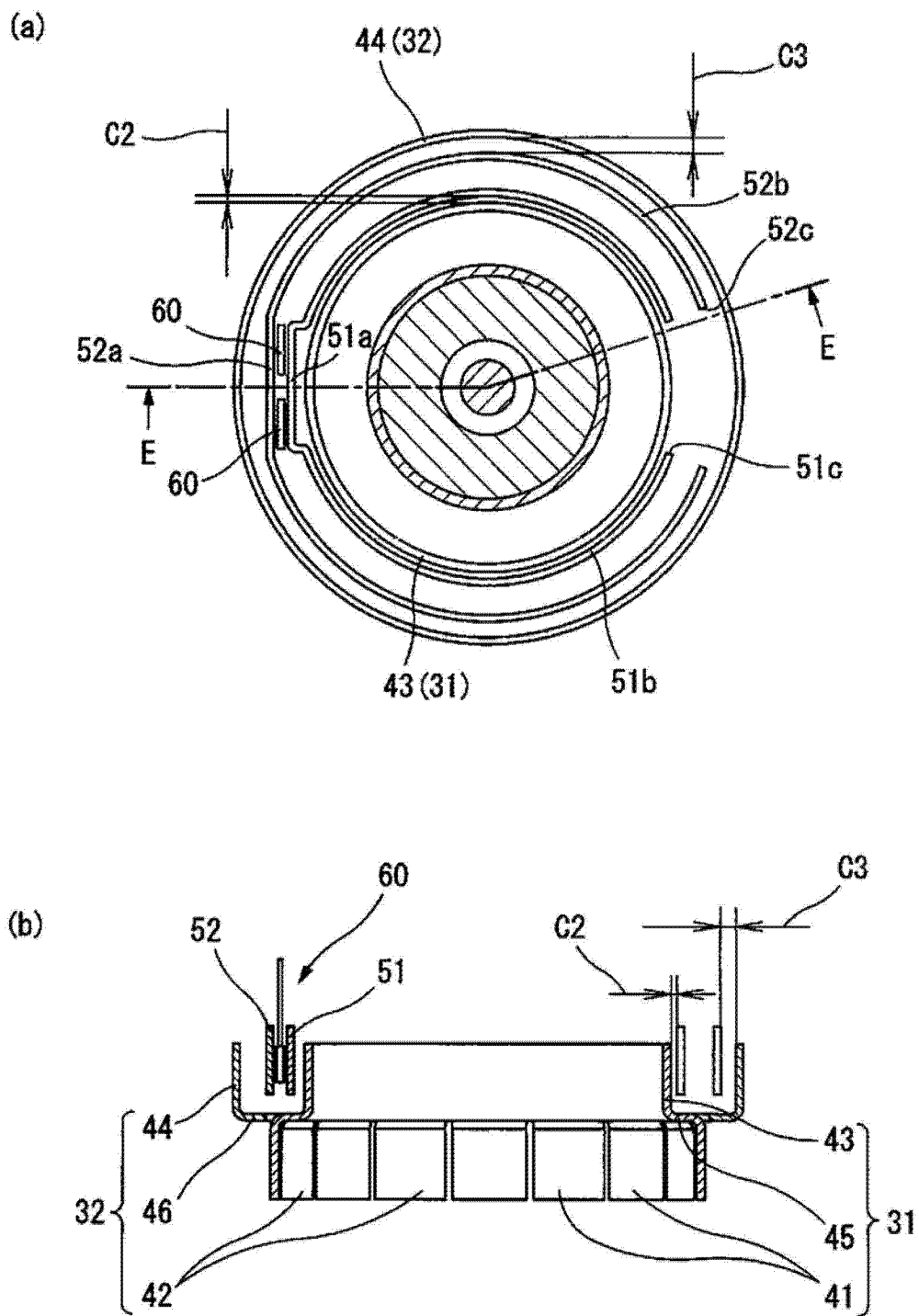


图 13

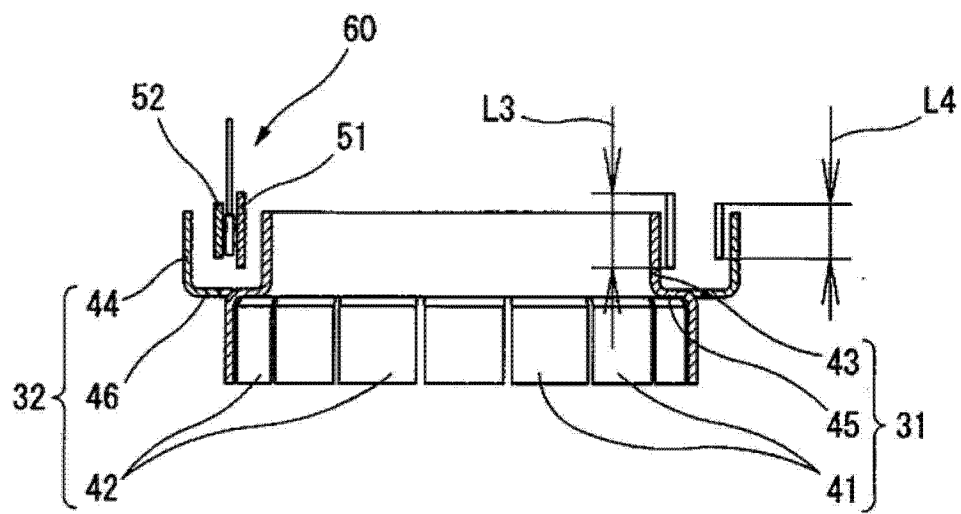


图 14