



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117677824 A

(43) 申请公布日 2024.03.08

(21) 申请号 202280051187.0

(22) 申请日 2022.06.23

(30) 优先权数据

2021-120375 2021.07.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.01.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/025103 2022.06.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/002799 JA 2023.01.26

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 桥爪瞭弥 堀畑晴美

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 胡曼

(51) Int.Cl.

G01D 5/20 (2006.01)

H02K 11/21 (2006.01)

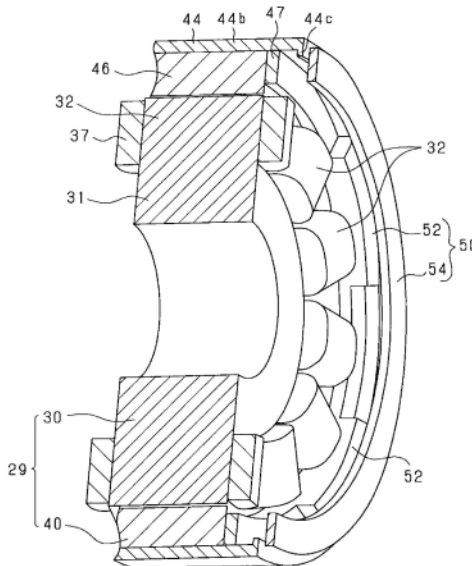
权利要求书1页 说明书7页 附图12页

(54) 发明名称

旋转角检测装置

(57) 摘要

一种旋转角检测装置(50),适用于具有绕轴线旋转的外转子(40)和设置于外转子的径向内侧的定子(30)的旋转电机(29)。旋转角检测装置具有被检测部(52)和检测部(54),上述被检测部安装于外转子,上述检测部在比定子更靠径向外侧的位置处与被检测部相对配置,并且对被检测部的位置进行检测。



1. 一种旋转角检测装置,所述旋转角检测装置(50)适用于旋转电机(29),所述旋转电机具有绕轴线旋转的外转子(40)和设置于所述外转子的径向内侧的定子(30),
所述旋转角检测装置包括:
被检测部(52),所述被检测部安装于所述外转子;以及
检测部(54),所述检测部在比所述定子更靠径向外侧的位置处与所述被检测部相对配置,并且对所述被检测部的位置进行检测。
2. 如权利要求1所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述外转子具有:转子主体(44),所述转子主体以能够绕所述轴线旋转的方式设置;永磁体(46),所述永磁体安装于所述转子主体;以及定位部(47),所述定位部以在轴线方向上与所述永磁体并列的方式设置,并且在轴线方向上进行所述永磁体相对于所述转子主体的定位,
所述被检测部(52)设置于所述定位部。
3. 如权利要求2所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述定位部是与所述转子主体分体的间隔件(47),所述被检测部与所述间隔件一体地形成。
4. 如权利要求3所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述转子主体呈在轴线方向的一侧开口的有底筒状,所述永磁体固定于所述转子主体的径向内侧的面,
所述间隔件夹装在凸缘部(44c)与所述永磁体之间,所述凸缘部设置于所述转子主体的开口端部的径向内侧的面。
5. 如权利要求4所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述被检测部在轴线方向上形成于所述间隔件中的与所述永磁体侧相反侧的面,所述检测部在轴线方向上配置于比所述间隔件更靠与所述永磁体侧相反一侧的位置。
6. 如权利要求4所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述检测部配置于比所述间隔件更靠径向内侧的位置。
7. 如权利要求2所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述定位部与所述转子主体一体地形成。
8. 如权利要求2所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述被检测部与所述定位部分体,并且安装于所述定位部。
9. 如权利要求2至8中任一项所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述被检测部的径向内侧的面配置于比所述永磁体的径向内侧的面更靠径向外侧的位置。
10. 如权利要求1至9中任一项所述的旋转角检测装置,其特征在于,
所述检测部(54)是感应传感器。

旋转角检测装置

相关申请的援引

[0001] 本申请以2021年7月21日提交申请的日本专利申请第2021-120375号为基础,将其记载内容援引于此。

技术领域

[0002] 本公开涉及一种用于检测旋转电机的转子的旋转角的旋转角检测装置。

背景技术

[0003] 专利文献1等所记载的外转子型的电动机具有定子、在定子的径向内侧能旋转地设置的旋转轴以及在比定子更靠径向外侧的位置处与旋转轴一起旋转的外转子。在旋转轴上设置有被检测部,在与被检测部相对的位置处设置有对被检测部的位置进行检测的检测部。

现有技术文献

专利文献

[0004] 专利文献1:日本专利特开2019-75976号公报

发明内容

[0005] 根据专利文献1等,由于在旋转轴上存在被检测部,因此,必须在旋转轴附近设置检测部。但是,在外转子型的旋转电机的周边,靠近径向内侧的空间不足的情况较多。具体而言,例如,作为轮内电动机,在旋转电机中存在设置于轮胎轮辋的内侧的电动机。在这种情况下,由于在轮胎轮辋的内侧的中空空间内置有刹车或逆变器,因此,如上所述,在旋转电机的周边,靠近径向内侧的空间不足。因此,检测部的设置变得困难。

[0006] 本公开是鉴于上述情况而作出的,其主要目的在于提供一种在适用于外转子型的旋转电机的情况下容易设置检测部的旋转角检测装置。

[0007] 本公开的旋转角检测装置适用于具有绕轴线旋转的外转子和设置于上述外转子的径向内侧的定子的旋转电机。上述旋转角检测装置具有被检测部和检测部,上述被检测部安装于上述外转子,上述检测部在比上述定子更靠径向外侧的位置处与上述被检测部相对配置,并且对上述被检测部的位置进行检测。

[0008] 根据本公开,在外转子上安装有被检测部,检测部在比定子更靠径向外侧的位置处与被检测部相对配置。因此,即使在旋转电机的周边的靠近径向内侧的空间不足的情况下,由于检测部设置于比定子更靠径向外侧的位置,因此,难以与靠近径向内侧的空间不足发生干涉。因此,旋转角检测装置即使在适用于外转子型的旋转电机的情况下,也容易设置检测部。

附图说明

[0009] 参照附图和以下详细的记述,可以更明确本公开的上述目的、其他目的、特征和优

点。附图如下所述。

图1是示出第一实施方式的旋转电机和旋转角检测装置等的正面剖视图。

图2是示出旋转电机和旋转角检测装置的侧视图。

图3是示出旋转电机和旋转角检测装置的截面的局部截面的立体图。

图4是示出旋转角检测装置的分解立体图。

图5是示出被检测部处于第一位置时的检测电路的电路图。

图6是示出被检测部处于第二位置时的检测电路的电路图。

图7是示出被检测部处于第三位置时的检测电路的电路图。

图8是示出被检测部处于第四位置时的检测电路的电路图。

图9是示出励磁电流的波形和接收电压的波形的曲线图。

图10是示出第二实施方式的旋转角检测装置的分解立体图。

图11是示出第三实施方式的旋转角检测装置的立体图。

图12是示出第四实施方式的电动机和旋转角检测装置的局部截面的立体图。

图13是示出第五实施方式的旋转角检测装置的立体图。

图14是示出第六实施方式的电动机和旋转角检测装置的局部截面的立体图。

具体实施方式

[0010] 以下,参照附图对本公开的实施方式进行说明。不过,本公开并不局限于以下实施方式,在不脱离公开的主旨的范围内,能够适当改变来实施。

[0011]

[第一实施方式]

图1是示出第一实施方式的旋转电机29和旋转角检测装置50的正面剖视图。旋转角检测装置50适用于旋转电机29。旋转电机29是轮内电动机,并且设置于电动车辆的轮胎67的轮辋63的内侧。旋转电机29具有与轮胎67及轮辋63一起绕轴线旋转的外转子40和设置于外转子40的径向内侧的定子30。

[0012] 图2是示出旋转电机29的侧视图,具体而言,是在图1中沿左方向观察旋转电机29的侧视图。定子30具有:定子轭部31,上述定子轭部31围绕轴线并呈环状;多根极齿32,上述多根极齿32从定子轭部31向径向外侧突出;以及三相线圈37,上述三相线圈37卷绕于各极齿32。

[0013] 如图1所示,外转子40具有旋转轴41、转子主体44、永磁体46和间隔件47。旋转轴41设置成在比定子轭部31更靠径向内侧的位置处在轴线上能够旋转。在定子轭部31与旋转轴41之间设置有轴珠等轴承39。

[0014] 转子主体44安装于旋转轴41,并且与旋转轴41一起旋转。转子主体44呈在轴线方向一侧(图中为右方向)开口的有底筒状,具有筒状的转子轭部44b和将转子轭部44b与旋转轴41连接的底部44a。永磁体46和间隔件47安装于转子主体44,并且与转子主体44一起旋转。在旋转电机29的轴线方向一侧设置有用于向三相线圈37供给三相交流电流的逆变器21和用于根据需要使轮胎67及轮辋63的旋转减速的刹车垫25。逆变器21和刹车垫25设置于比转子主体44的内周面更靠近径向内侧的位置,更详细而言比定子30的外周面更靠近径向内侧的位置。

[0015] 图3是示出旋转电机29和旋转角检测装置50的局部截面的立体图。外转子40是表面磁体型(SPM:Surface Permanent Magnet)的,在转子主体44的径向内侧的面上固定有永磁体46。在作为转子轭部44b的轴线方向一侧的端部的“转子主体44的开口端部”的径向内侧的面上,设置有向径向内侧突出的凸缘部44c。间隔件47是围绕轴线且呈环状的作为非磁性体和导体的构件,并且夹装在凸缘部44c与永磁体46之间。由此,间隔件47以在轴线方向上与永磁体46并列的方式设置,并且在轴线方向上进行永磁体46相对于转子主体44的定位。

[0016] 旋转角检测装置50具有:沿围绕轴线的方向大致等间隔地设置于间隔件47的作为目标的被检测部52;以及与被检测部52相对配置的检测部54。被检测部52是与间隔件47一体形成的作为非磁性体和导体的部位。各被检测部52在间隔件47中的轴线方向一侧的面、即在间隔件47中的与永磁体46侧相反一侧的面上,设置成向轴线方向一侧突出的凸部状。

[0017] 详细而言,各被检测部52在轴线方向上与凸缘部44c卡合。因此,间隔件47向轴线方向一侧的移动受到限制。另外,在轴线方向上,间隔件47的永磁体46侧的面与各永磁体46抵接。因此,各永磁体46也经由间隔件47与凸缘部44c卡合,并且向轴线方向一侧的移动受到限制。被检测部52的径向内侧的面配置于比永磁体46的径向内侧的面更靠径向外侧的位置。

[0018] 如图2所示,各被检测部52在围绕轴线的方向上等间隔地配置。径向上的被检测部52的宽度大于径向上的凸缘部44c的宽度。因此,被检测部52比凸缘部44c更向径向内侧突出并在轴线方向一侧露出。

[0019] 如图3所示,检测部54是围绕轴线且呈环状的构件,并且以与被检测部52相对的形式固定于车身等。检测部54配置于比定子30更靠径向外侧的位置,并且配置成在旋转电机29的轴线方向一侧与间隔件47相对。由此,检测部54在轴线方向上以与各被检测部52的露出部分相对的形式,配置于比间隔件47更靠与永磁体46侧相反一侧的位置。检测部54的中心配置成与轴线同轴。检测部54的外径比转子主体44的外径稍小,检测部54的内径与间隔件47的内径相同。

[0020] 图4是示出旋转角检测装置50的分解立体图。如上所述,间隔件47和检测部54呈环状,被检测部52在环状的间隔件47上形成为凸部状。检测部54是感应传感器,并且围绕轴线大致等间隔地具有多个检测电路55。

[0021] 图5是示出绕轴线并列设置的检测电路55中的一个的电路图。另外,检测电路55的外轮廓实际上如图4所示,沿着环状的检测部54设置成圆弧状,但是在图5中,为了电路的可视性,将检测电路55的外轮廓表示为矩形状。检测电路55具有励磁电路Ca和接收电路Cb。

[0022] 以下,将沿轴线方向一侧观察到的俯视图简称为“俯视观察”。接收电路Cb在俯视观察时形成为 ∞ 字状。另外,以下,在俯视观察时,将接收电路Cb的左半部分称为“第一接收部Cb1”,将右半部分称为“第二接收部Cb2”,将第一接收部Cb1中的右旋方向称为“正方向”,将左旋方向称为“负方向”。此时,由于接收电路Cb如上所述地形成 ∞ 字状,因此,针对第二接收部Cb2,与第一接收部Cb1相反,左旋方向为“正方向”,右旋方向为“负方向”。用于将在接收电路Cb中产生的感应电动势检测为“接收电压Vb”的电压传感器57与接收电路Cb连接。

[0023] 在俯视观察时,励磁电路Ca形成为从周围包围 ∞ 字状的接收电路Cb的环状。用于

使交流的“励磁电流 I_a ”流过励磁电路Ca的交流电压源56与励磁电路Ca连接。

[0024] 首先,如图5所示,对被检测部52根据外转子40的旋转角度而处于在俯视观察时与第一接收部Cb1的右半部分及第二接收部Cb2的左半部分重叠的“第一位置P1”的情况进行说明。在这种情况下,在俯视观察时,例如在励磁电流 I_a 沿左旋方向增大时,在励磁电路Ca的内侧,朝向纸面近前方向的磁通 Φ 增大。此时,在作为导体的被检测部52中,沿抵消该磁通 Φ 的增大的方向产生涡电流。因此,在俯视观察时与被检测部52重叠的第一接收部Cb1的右半部分和第二接收部Cb2的左半部分中,磁通 Φ 的增大得到抑制。

[0025] 另一方面,在俯视观察时与被检测部52不重叠的第一接收部Cb1的左半部分和第二接收部Cb2的右半部分中,磁通 Φ 的增大没有得到抑制而发生,并且产生朝向右旋方向的感应电动势。但是,如上所述,第一接收部Cb1中的右旋方向为正方向,与此相对,第二接收部Cb2中的右旋方向为负方向。因此,在第一接收部Cb1中,产生正方向的电动势 V_+ ,与此相对,在第二接收部Cb2中,产生负方向的电动势 V_- ,接收电压 V_b 大致为零。

[0026] 接着,如图6所示,对被检测部52根据外转子40的旋转角度而处于在俯视观察时与第一接收部Cb1不重叠且与第二接收部Cb2重叠的“第二位置P2”的情况进行说明。在这种情况下,在俯视观察时,在励磁电流 I_a 沿左旋方向增大时,在第一接收部Cb1中,磁通 Φ 的增大没有得到抑制,与此相对,在第二接收部Cb2中,磁通 Φ 的增大得到抑制。因此,在第一接收部Cb1中,正方向的电动势 V_+ 没有得到抑制而产生,与此相对,在第二接收部Cb2中,负方向的电动势 V_- 的产生得到抑制,接收电压 V_b 为正。

[0027] 接着,如图7所示,对被检测部52根据外转子40的旋转角度而处于在俯视观察时与第一接收部Cb1的左半部分及第二接收部Cb2的右半部分重叠的“第三位置P3”的情况进行说明。在这种情况下,在俯视观察时,在励磁电流 I_a 沿左旋方向增大时,在第一接收部Cb1的左半部分和第二接收部Cb2的右半部分中,磁通 Φ 的增大得到抑制。另一方面,在第一接收部Cb1的右半部分和第二接收部Cb2的左半部分中,磁通 Φ 的增大没有得到抑制而产生,并且产生朝向右旋方向的感应电动势。但是,如上所述,由于第一接收部Cb1中的右旋方向为正方向,而第二接收部Cb2中的右旋方向为负方向,因此,接收电压 V_b 大致为零。

[0028] 接着,如图8所示,对被检测部52根据外转子40的旋转角度而处于在俯视观察时与第一接收部Cb1重叠且与第二接收部Cb2不重叠的“第四位置P4”的情况进行说明。在这种情况下,在俯视观察时,在励磁电流 I_a 沿左旋方向增大时,在第一接收部Cb1中,磁通 Φ 的增大得到抑制,与此相对,在第二接收部Cb2中,磁通 Φ 的增大没有得到抑制。因此,在第一接收部Cb1中,正方向的电动势 V_+ 的产生得到抑制,与此相对,在第二接收部Cb2中,负方向的电动势 V_- 没有得到抑制而产生,接收电压 V_b 为负。

[0029] 图9是示出励磁电流 I_a 的波形和接收电压 V_b 的波形的曲线图。如上所述,在被检测部52处于第一位置P1时,励磁电流 I_a 增大时的接收电压 V_b 大致为零。此外,在被检测部52处于第二位置P2时,励磁电流 I_a 增大时的接收电压 V_b 为正。此外,在被检测部52处于第三位置P3时,励磁电流 I_a 增大时的接收电压 V_b 大致为零。此外,在被检测部52处于第四位置P4时,励磁电流 I_a 增大时的接收电压 V_b 为负。旋转角检测装置50基于以上那样变化的接收电压 V_b 来检测外转子40的旋转角度。

[0030] 以下,对本实施方式的效果进行总结。根据本实施方式,在外转子40上安装有被检测部52,检测部54在比定子30更靠径向外侧的位置处与被检测部52相对配置。因此,如本实

施方式那样,即使在由于逆变器21或刹车垫25等的设置而使旋转电机29周边的靠近径向内侧的空间不足的情况下,由于检测部54设置于比定子30更靠径向外侧的位置,因此,也不会与它们发生干涉。

[0031] 此外,由于被检测部52与间隔件47一体形成,因此,与被检测部52和间隔件47分体的情况相比,能够减少部件数量。此外,由于被检测部52与间隔件47一体形成,因此,仅通过将间隔件47正确地安装于转子主体44,就能够将各被检测部52正确地安装于期望的位置。因此,能够降低安装误差,由此提高旋转角检测装置50的检测精度。此外,由于被检测部52与间隔件47一体形成,因此,与在间隔件47的轴线方向侧以与间隔件47分体的方式设置被检测部52的情况相比,能够在轴线方向上节约空间。

[0032] 此外,在轴线方向上,间隔件47夹装在凸缘部44c与永磁体46之间,被检测部52形成于间隔件47的与永磁体46侧相反一侧的面,检测部54配置于比间隔件47更靠与永磁体46侧相反一侧的位置。由此,能够简单地实现将被检测部52与间隔件47一体形成并将检测部54配置于比定子30更靠径向外侧的位置的结构。

[0033] 此外,被检测部52的径向内侧的面配置于比永磁体46的径向内侧的面更靠径向外侧的位置。因此,例如,与被检测部52的径向内侧的面与永磁体46的径向内侧的面共面的情况相比,能够降低三相线圈37所产生的磁力对被检测部52的影响。因此,旋转角检测装置50的检测精度提高。

[0034] 而且,由于各被检测部52在围绕轴线的方向上等间隔地配置,因此,在围绕轴线的方向上,间隔件47的质量平衡良好,外转子的质量平衡良好。另外,由于检测部54是在围绕轴线的方向上呈环状的形状,因此,围绕轴线的方向的偏差较小。因此,旋转角检测装置50的检测精度提高。另外,由于外转子40是表面磁体型的,永磁体46在外转子40的径向内侧的表面露出,因此,有效磁通量较大,转矩脉动较小。

[0035] [第二实施方式]

接着,对第二实施方式进行说明。在以下的实施方式中,对与在此之前的实施方式相同或对应的构件等标注相同的符号。对于以下的实施方式,以第一实施方式为基础并以与之不同的点为中心进行说明,适当省略与第一实施方式相同或类似的部分的说明。

[0036] 图10是示出第二实施方式的旋转角检测装置50的分解立体图。在本实施方式中,检测部54形成为半圆状。根据本实施方式,通过将检测部54设置成半圆状,与设置成环状的情况相比,能够节约检测部54的设置空间。

[0037] [第三实施方式]

图11是示出第三实施方式的旋转角检测装置50的立体图。在本实施方式中,被检测部52在间隔件47中的径向内侧的面上形成为向径向内侧突出的波状。检测部54在比被检测部52更靠轴线方向一侧的位置处与被检测部52相对配置。根据本实施方式,将被检测部52形成为波状。因此,在难以在间隔件47中将检测部52形成为凸部状的情况等下是有效的。

[0038] [第四实施方式]

图12是示出第四实施方式的旋转电机29和旋转角检测装置50的局部截面的立体图。在本实施方式中,检测部54在比间隔件47更靠径向内侧、更具体而言比向轴线方向一侧突出的被检测部52更靠径向内侧的位置处与被检测部52相对配置。根据本实施方式,由于

检测部54配置于比间隔件47更靠径向内侧的位置,因此,与配置于比间隔件47更靠轴线方向一侧的情况相比,能够在轴线方向上更节约空间。

[0039] [第五实施方式]

图13是示出第五实施方式的旋转角检测装置50的立体图。在本实施方式中,被检测部52在间隔件47中的径向外侧的面上形成为向径向外侧突出的凸部状。检测部54设置成圆弧状,并且在比向径向外侧突出的被检测部52更靠轴线方向一侧的位置处与被检测部52相对配置。

[0040] 根据本实施方式,通过将被检测部52设置成向径向外侧突出的凸部状,与设置成向轴线方向一侧突出的凸部状的情况相比,能够在轴线方向上节约空间。此外,通过将检测部54设置成圆弧状,与设置成环状的情况相比,能够节约检测部54的设置空间。

[0041] [第六实施方式]

图14是示出第六实施方式的旋转电机29和旋转角检测装置50的局部截面的立体图。在本实施方式中,在间隔件47上没有形成被检测部52,间隔件47的轴线方向的厚度在围绕轴线的方向上是恒定的。在转子轭部44b中的轴线方向一侧的面、即外转子40的开口端侧的面上,与间隔件47分体地安装有作为非磁性体和导体的环构件49。在该环构件49的轴线方向一侧的面上,设置有作为非磁性体和导体的、向轴线方向一侧突出的凸部状的被检测部52。

[0042] 根据本实施方式,能够以与间隔件47分离的方式设置被检测部52。因此,例如在难以将间隔件47设为非磁性体且导体的情况等、难以将作为非磁性体和导体的被检测部52设置于间隔件47的情况下是有效的。

[0043] [其他实施方式]

以上所示的实施方式例如也可以以如下方式改变。

[0044] 在第一实施方式~第六实施方式中,如图3等所示,间隔件47与转子主体44分体地设置。作为代替,也可以去除间隔件47并设置将间隔件47与转子主体44一体形成的形状的定位部。

[0045] 另外,在第一实施方式~第六实施方式中,如图3等所示,被检测部52与间隔件47一体地形成。作为代替,也可以将被检测部52与间隔件47分体并将被检测部52安装于间隔件47。

[0046] 在图11所示的第三实施方式中,被检测部52从间隔件47的径向内侧的面向径向内侧波状地突出。作为代替,被检测部52也可以从间隔件47的轴线方向一侧的面向轴线方向一侧波状地突出。

[0047] 在图12所示的第四实施方式中,被检测部52从间隔件47的轴线方向一侧的面向轴线方向一侧突出。作为代替,被检测部52也可以从间隔件47的轴线方向内侧的面向轴线方向内侧突出。

[0048] 另外,在第四实施方式中,检测部54在比被检测部52更靠径向内侧的位置处与被检测部52相对配置。作为代替,也可以在比被检测部52更靠径向外侧的位置处将检测部54与被检测部52相对配置。但是,在这种情况下,需要转子轭部44b是非磁性体且非导体,并且不产生涡电流。

[0049] 在图13所示的第五实施方式中,被检测部52从间隔件47的径向外侧的面向径向外

侧突出。作为代替,也可以使被检测部52从间隔件47的径向内侧的面向径向内侧突出。

[0050] 在第一实施方式~第六实施方式中,如图1等所示,间隔件47和被检测部52设置于外转子40中的轴线方向一侧附近、即开口端部附近。作为代替,也可以将间隔件47和被检测部52设置于外转子40中的与开口端部附近相反一侧的位置、即底部44a附近,并且使检测部54与该被检测部52相对配置。

[0051] 另外,以上所示的各实施方式除了不相容的情况以外,也能够任意地组合并实施它们的各一部分的结构。

[0052] 虽然基于实施例对本公开进行了记述,但是应当理解,本公开并不限于上述实施例、结构。本公开也包含各种各样的变形例、等同范围内的变形。除此之外,各种各样的组合、方式、进而在它们中包含仅一个要素、其以上或其以下的其他组合、方式也属于本公开的范畴、思想范围。

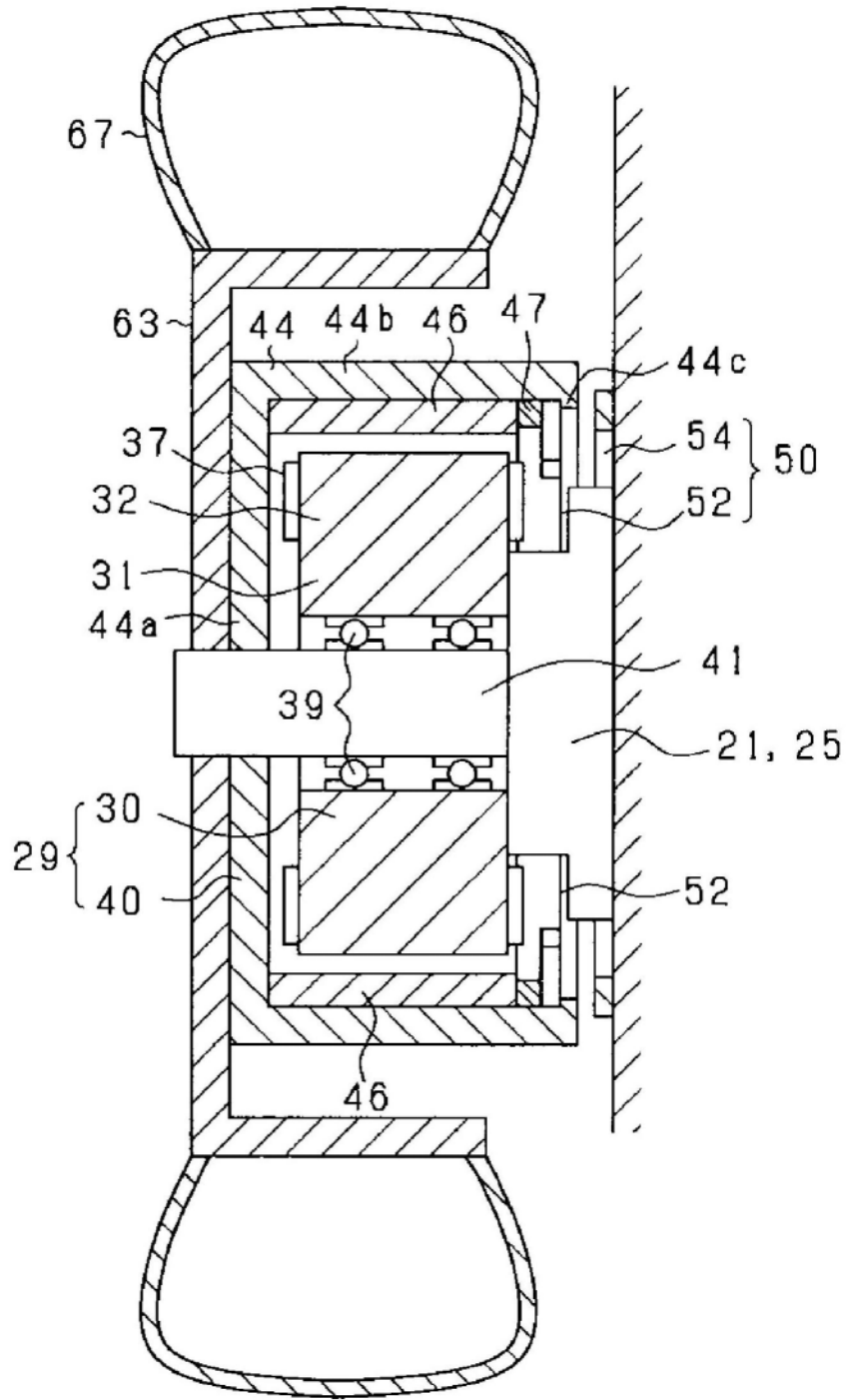


图1

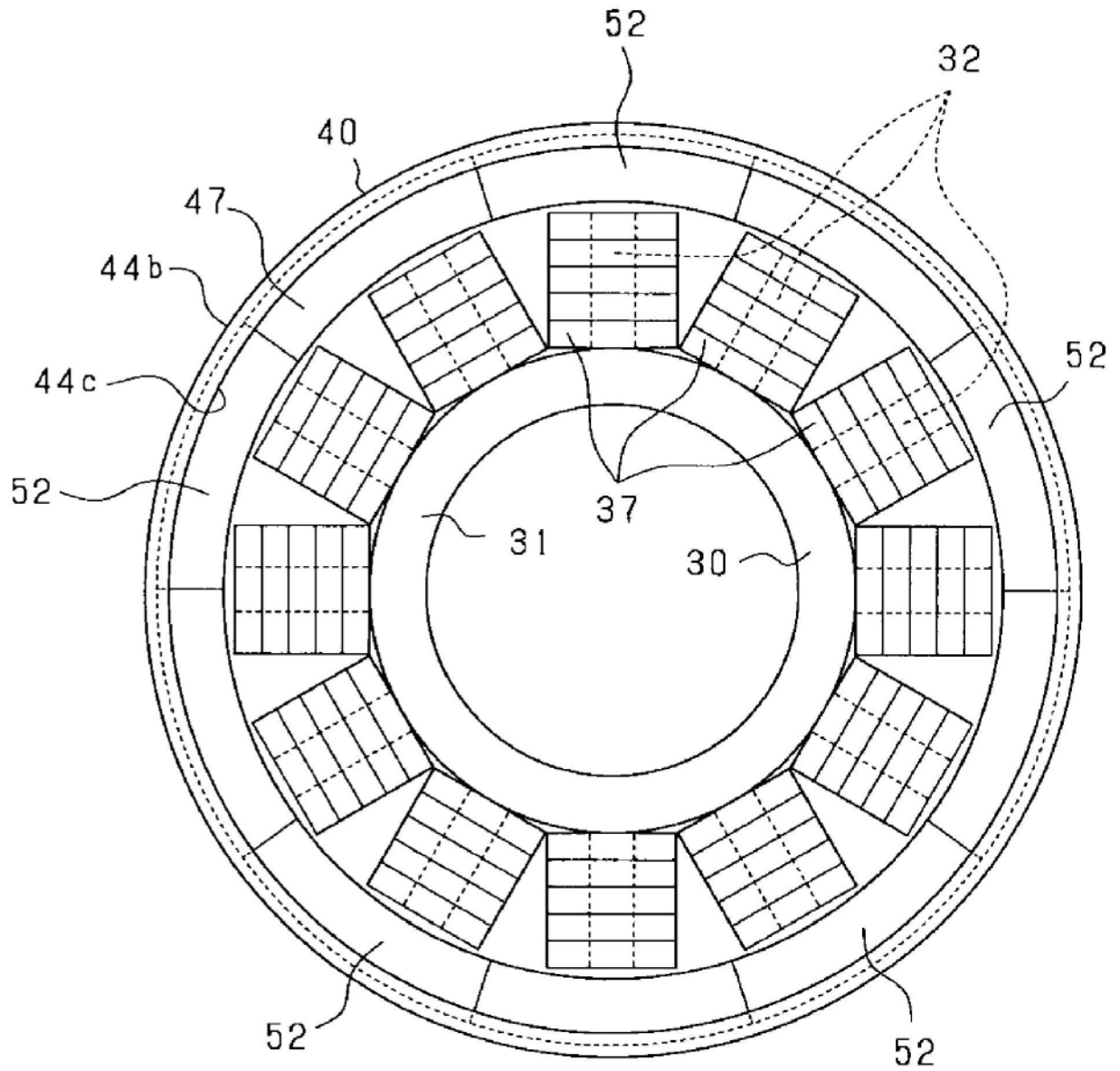


图2

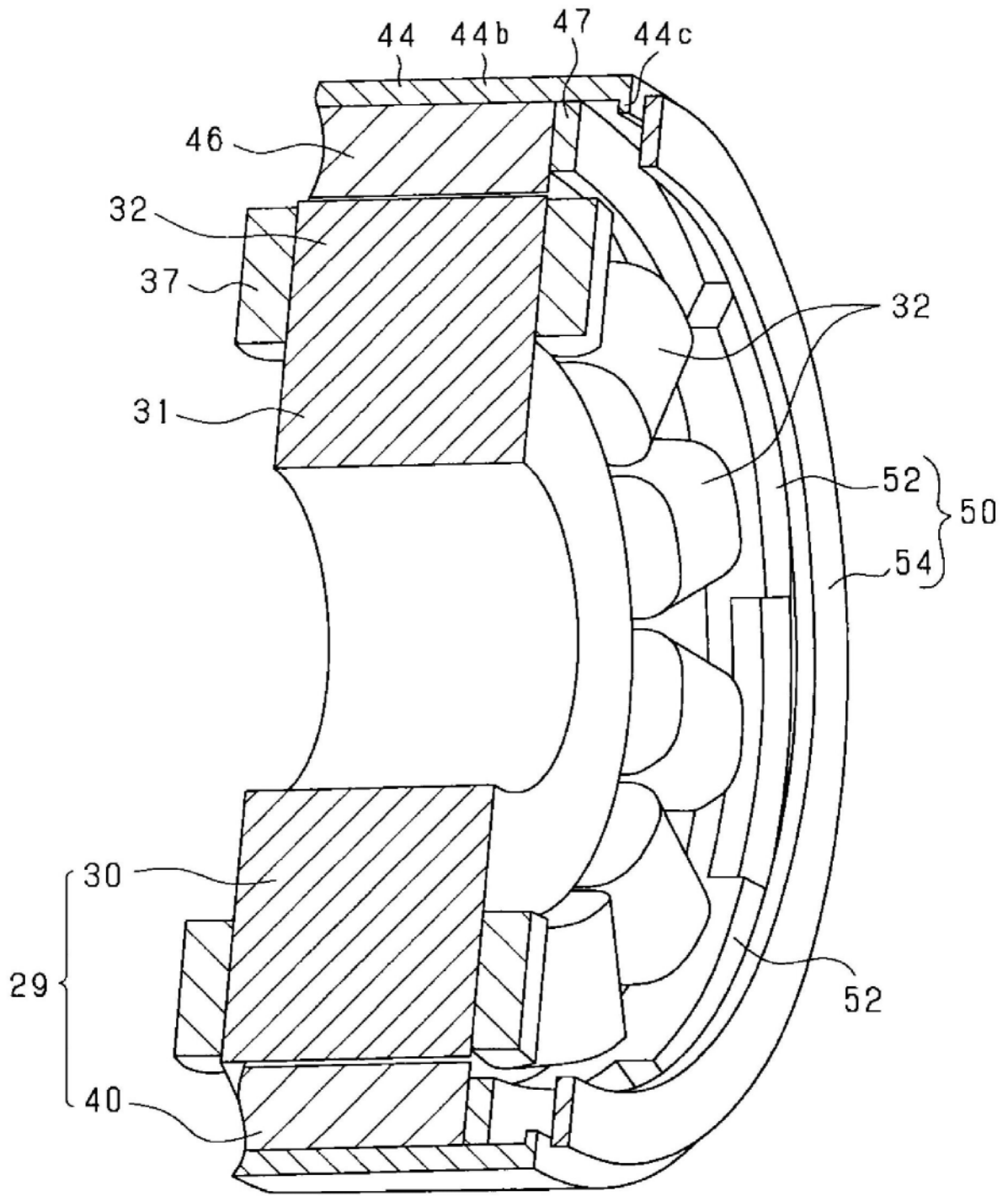


图3

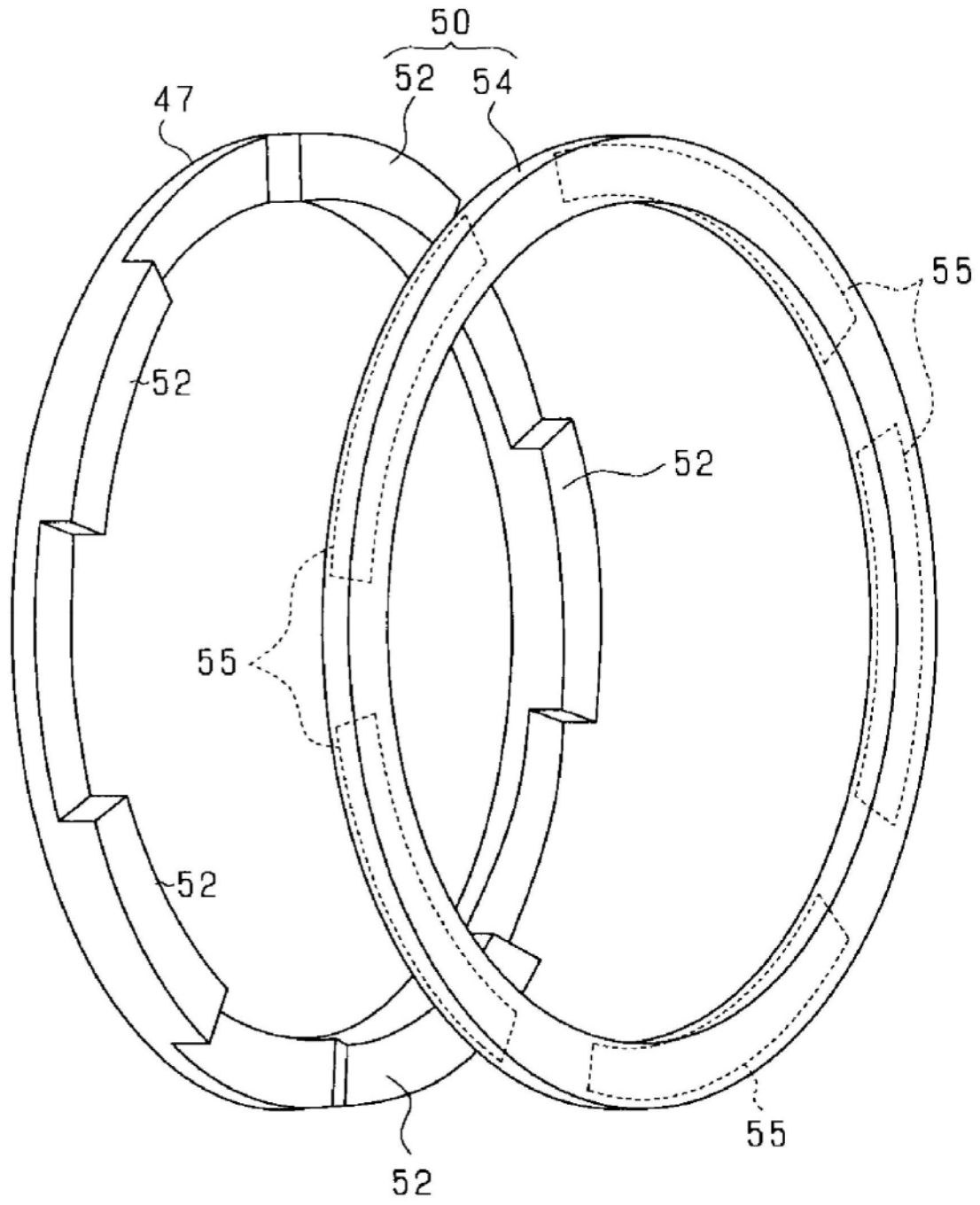


图4

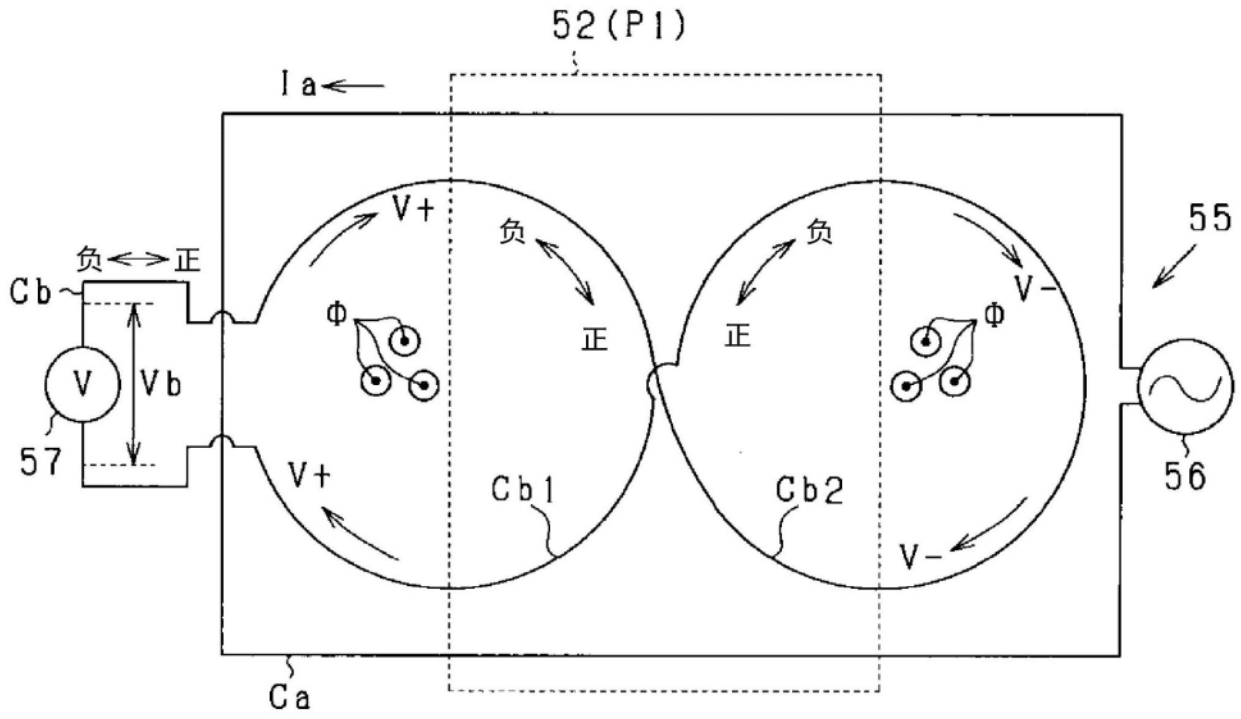


图5

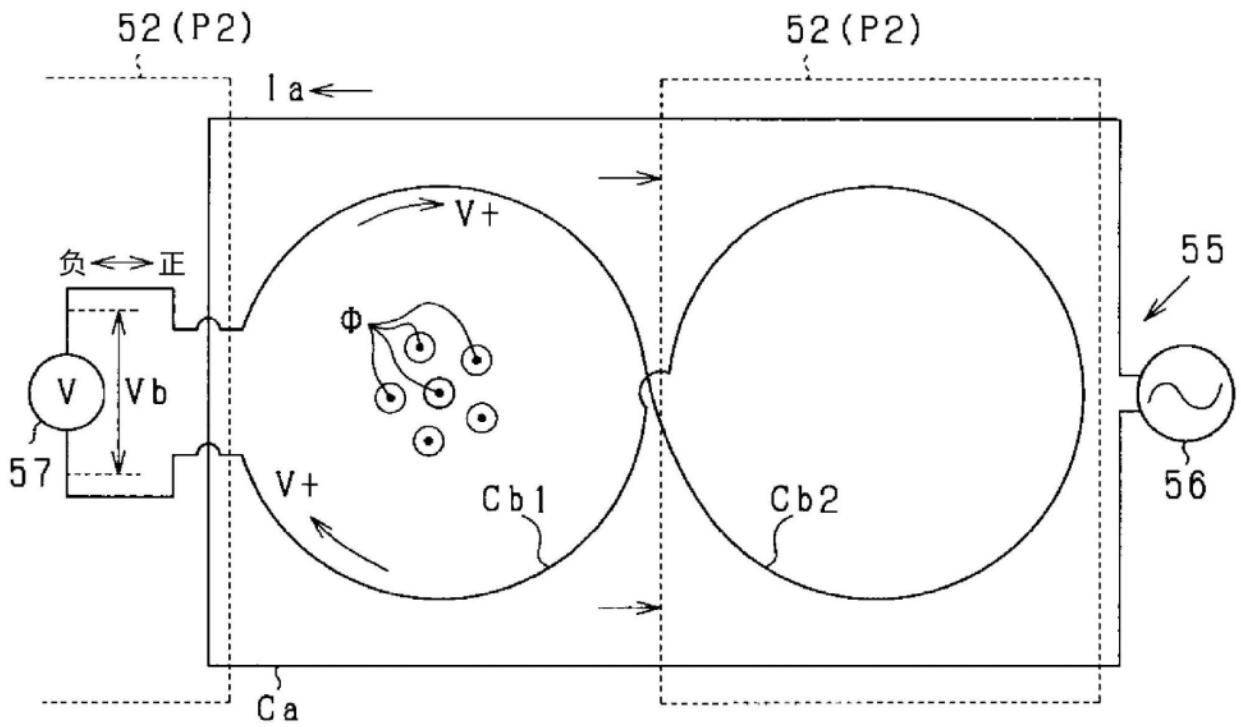


图6

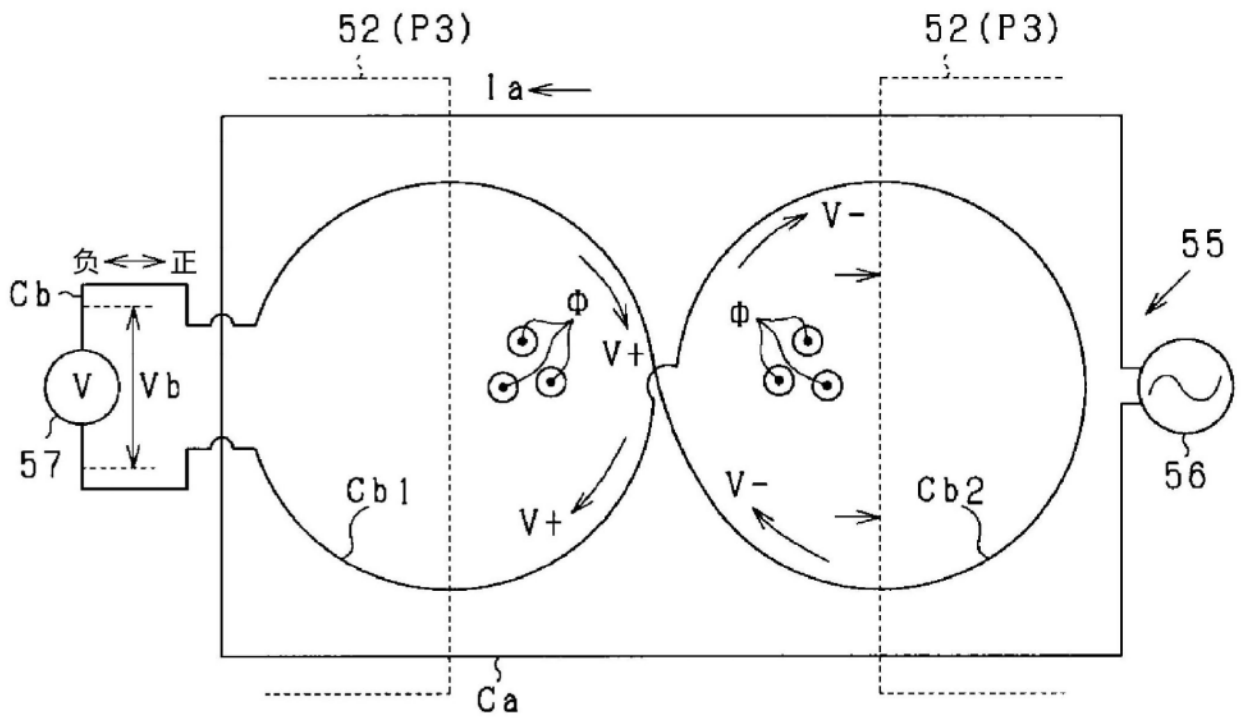


图7

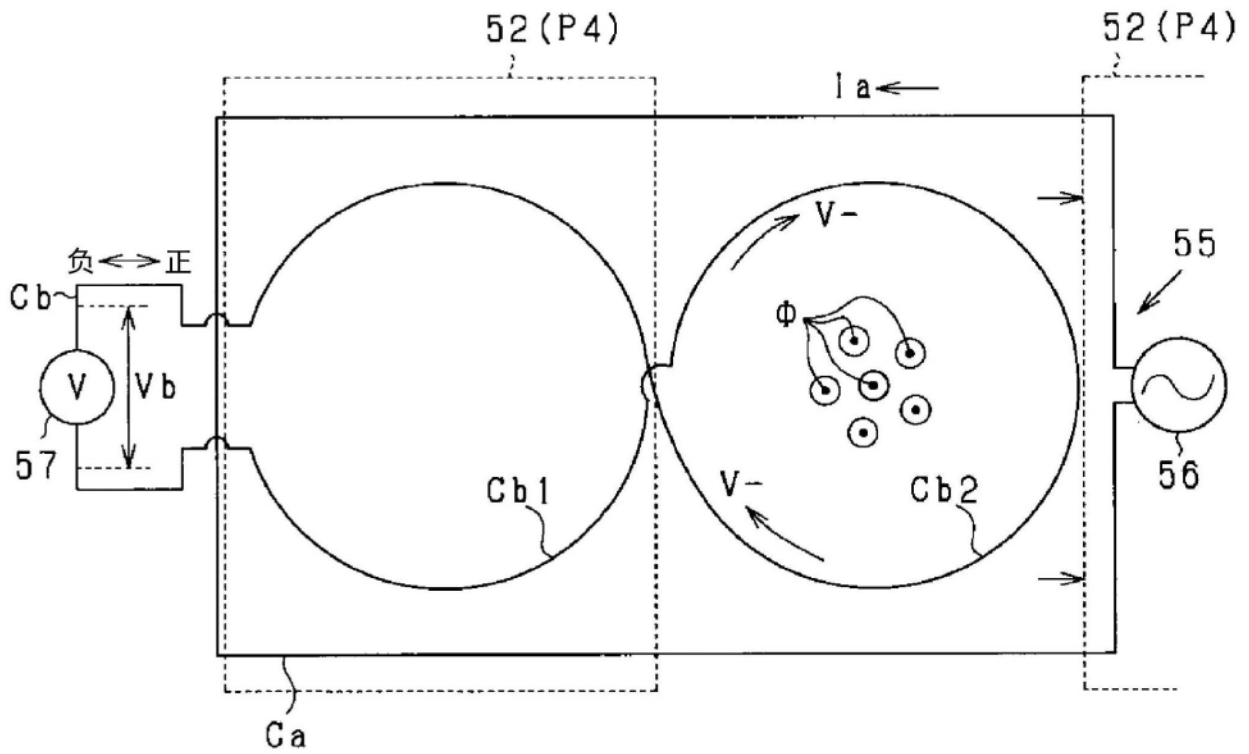


图8

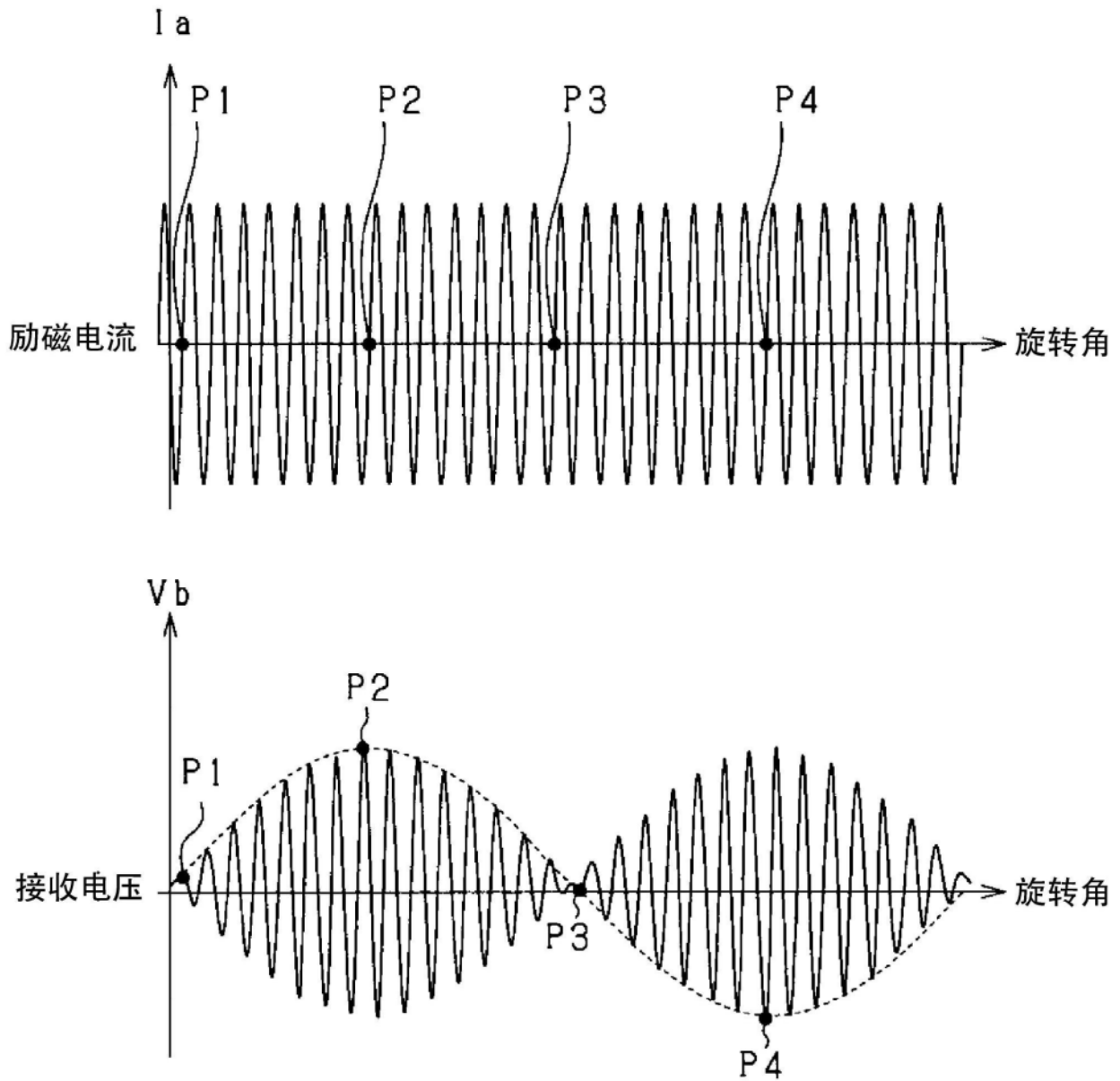


图9

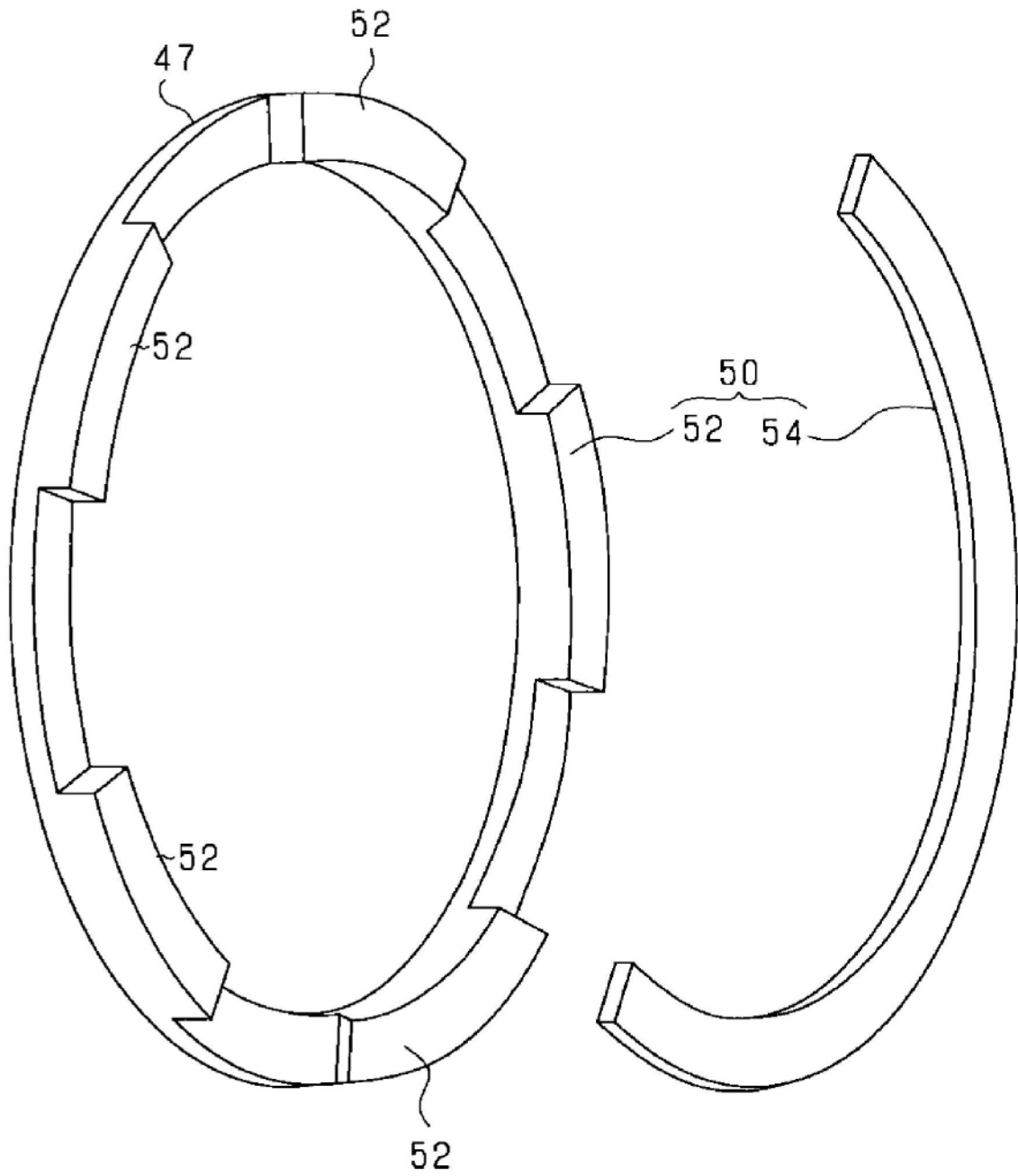


图10

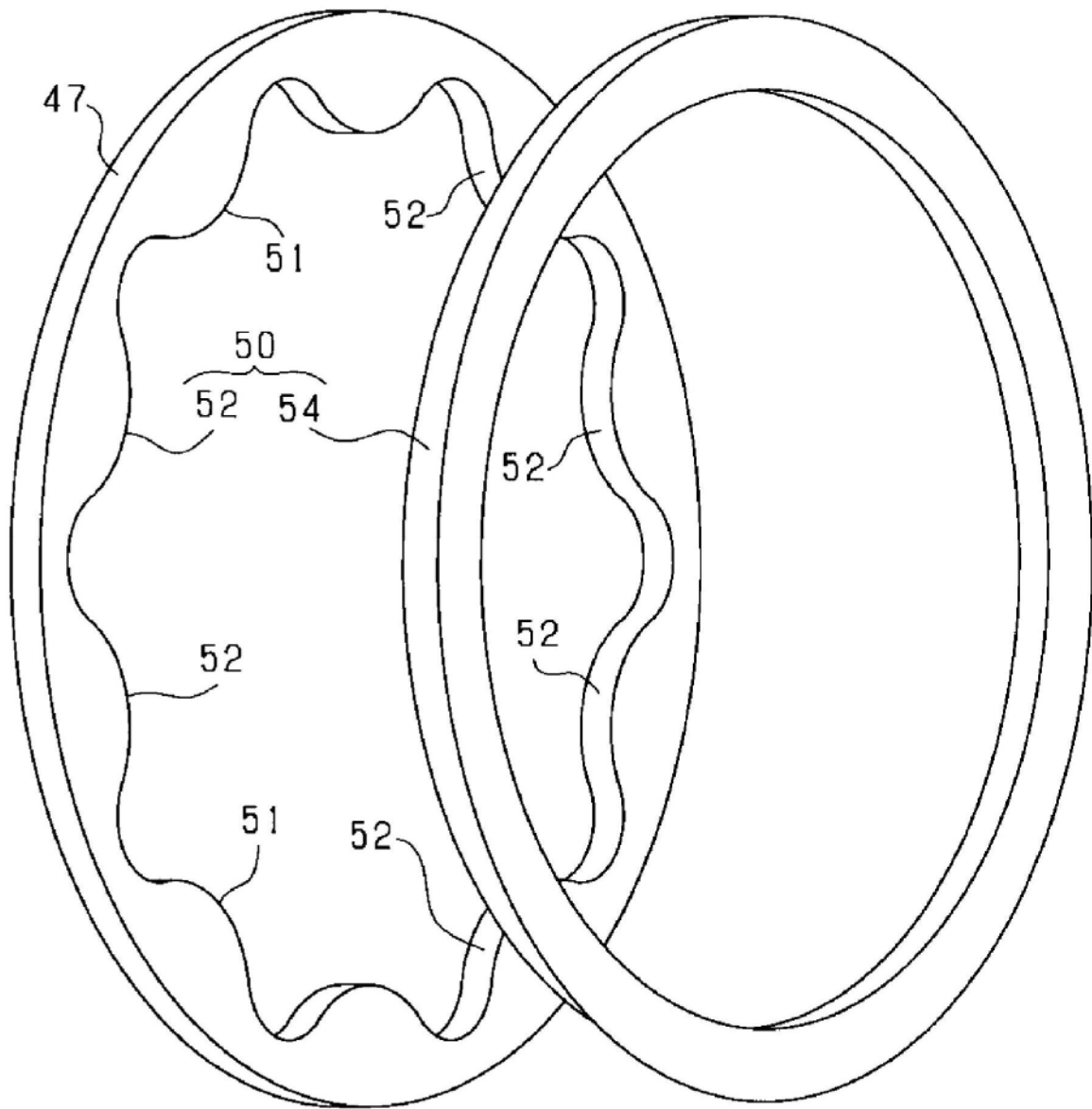


图11

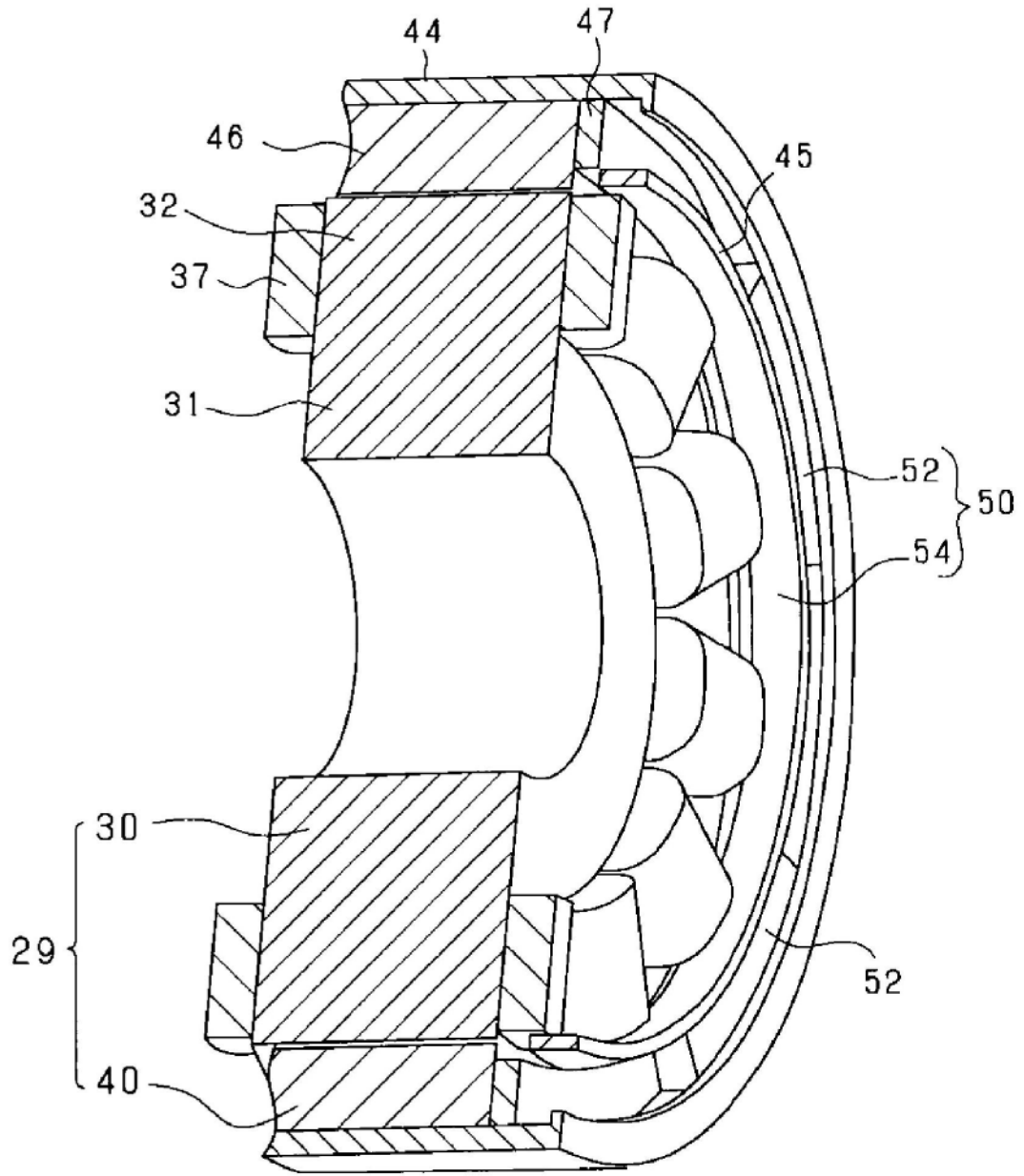


图12

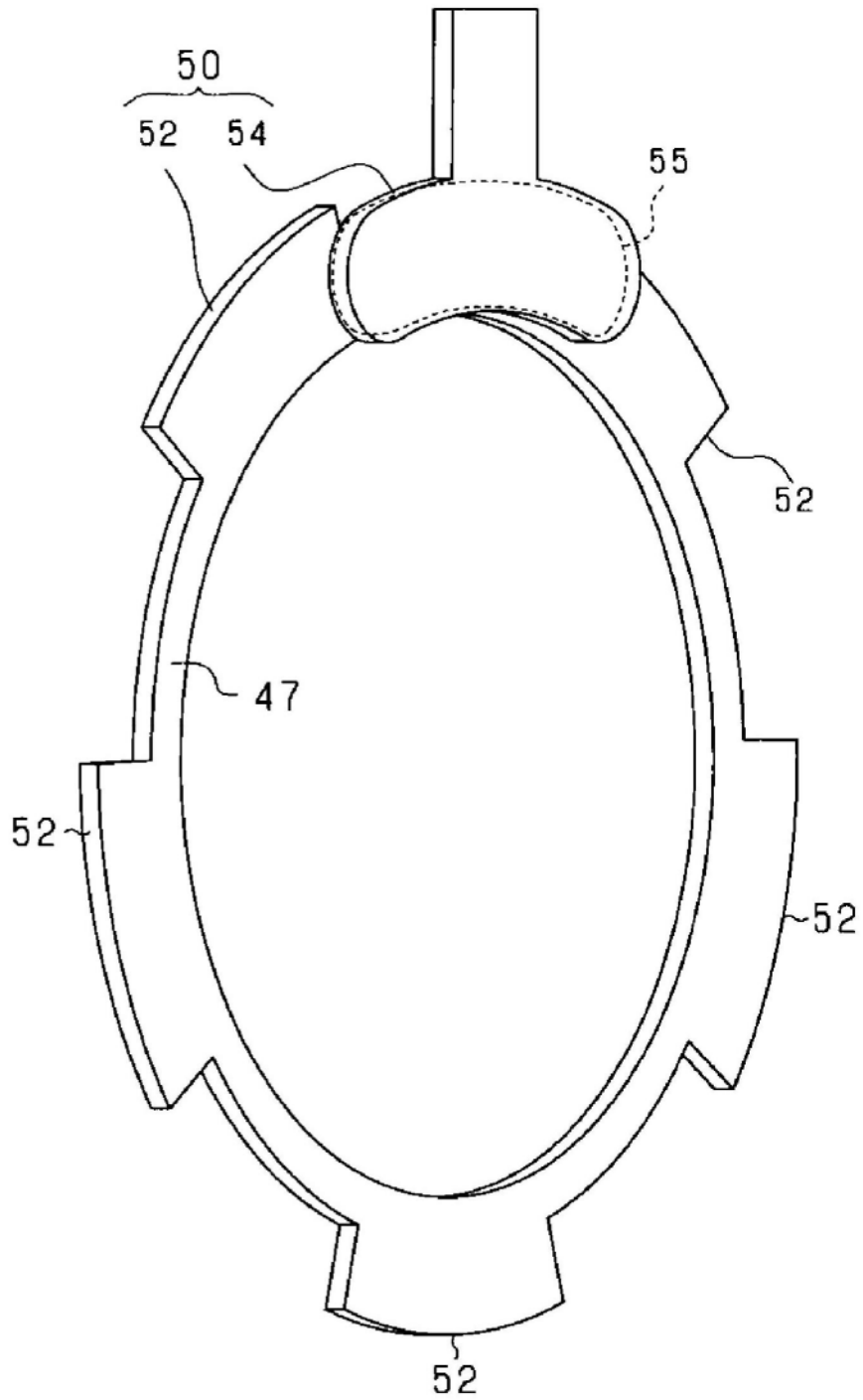


图13

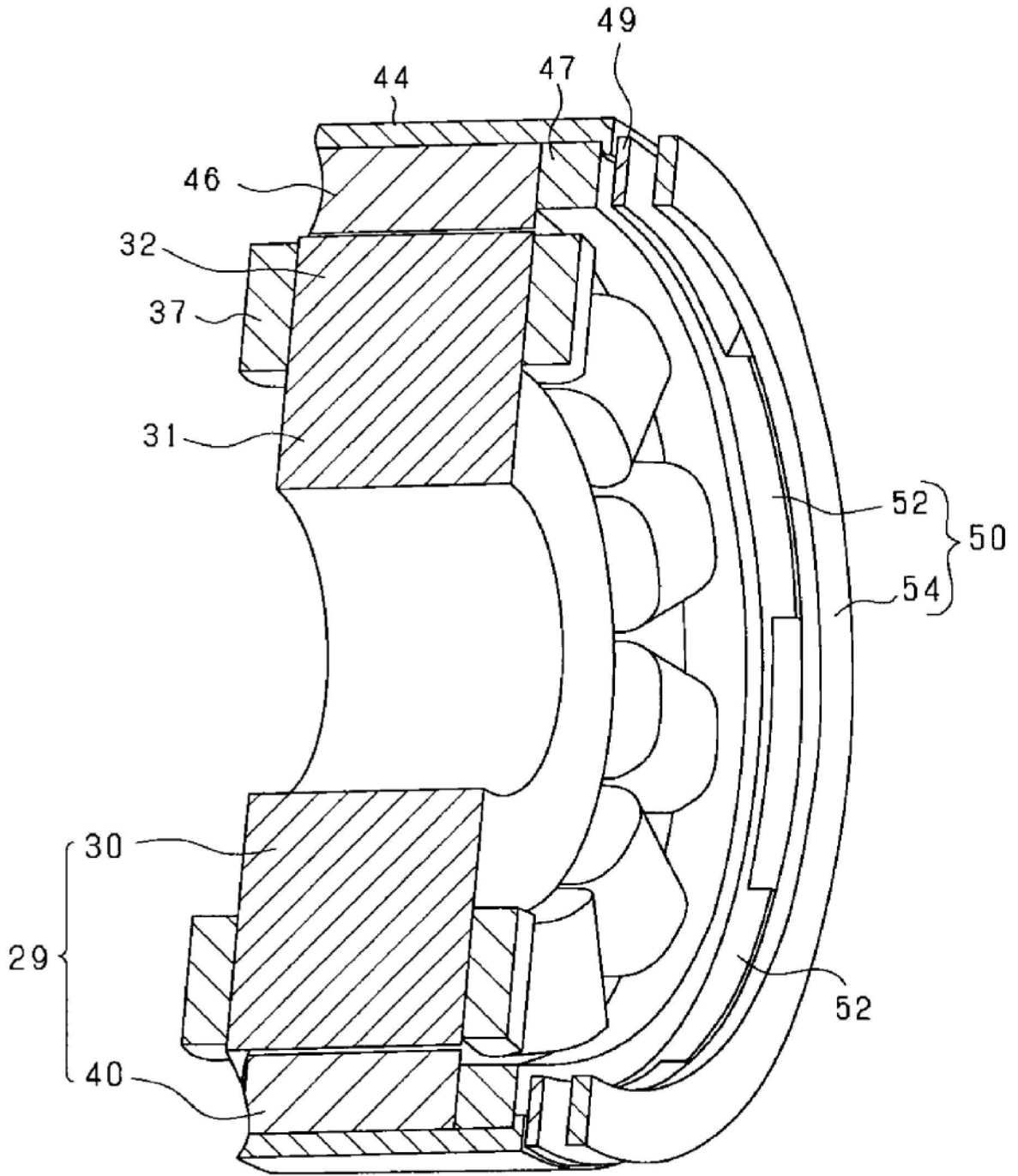


图14