



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118829859 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 22

(21) 申请号 202380025760.5

(22) 申请日 2023.03.07

(30) 优先权数据

2022-034711 2022.03.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/008503 2023.03.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/171649 JA 2023.09.14

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72) 发明人 木田喜启 河野隆修 木村优介

赤间贞洋 堀畑晴美 近江徹哉

北浦靖宽 小林笃史 森川铁平

(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.

G01L 5/00 (2006.01)

B60B 35/02 (2006.01)

F16C 19/18 (2006.01)

F16C 41/00 (2006.01)

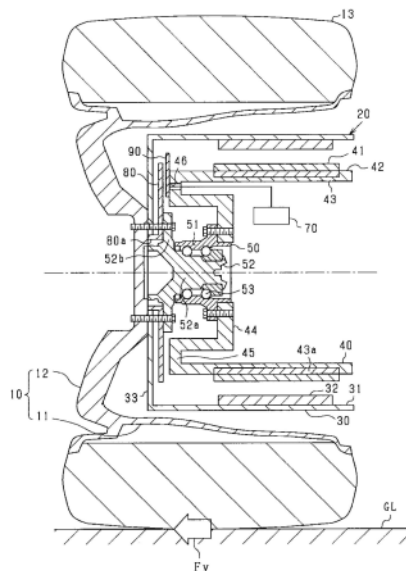
权利要求书3页 说明书15页 附图19页

(54) 发明名称

车辆用检测装置

(57) 摘要

车辆用检测装置包括：固定于车辆的车体的基座部(42)；以及轴承(50)，所述轴承具有外圈构件(51)、内圈构件(52)以及滚动体(53)，并将车辆的车轮支承成能够相对于基座部旋转。外圈构件与内圈构件中的一方即第一轴承构件(52)固定于车轮，另一方即第二轴承构件(51)固定于基座部。检测装置包括：圆盘状的检测用旋转部(80、83、86)，其相对于第一轴承构件向轴承的径向外侧延伸；以及位移检测部(90、90A、90B)，其输出与检测用旋转部的轴向的位移对应的信号。



1. 一种车辆用检测装置,包括:

固定至车辆的车体的基座部(42);以及

轴承(50),所述轴承具有外圈构件(51)、内圈构件(52)以及设置于所述外圈构件与所述内圈构件之间的滚动体(53),所述轴承将所述车辆的车轮支承成能够相对于所述基座部旋转,

所述外圈构件与所述内圈构件中的一方即第一轴承构件(52)固定于所述车轮,另一方即第二轴承构件(51)固定于所述基座部,

所述车辆用检测装置包括:

圆盘状的检测用旋转部(80、83、86),所述检测用旋转部设置成与所述第一轴承构件一体旋转,并相对于所述第一轴承构件向所述轴承的径向外侧延伸;以及

位移检测部(90、90A、90B),所述位移检测部以与所述检测用旋转部非接触的状态设置于所述基座部中的在所述径向上与所述轴承分离且在所述轴承的轴向上与所述检测用旋转部相对的位置处,并输出与所述检测用旋转部的所述轴向的位移对应的信号。

2. 根据权利要求1所述的车辆用检测装置,其特征在于,

在所述检测用旋转部中的在所述径向上与所述轴承分离的位置处形成有沿所述轴承的周向延伸的圆环状的检测对象部(81、82、84、85、87、88),

所述位移检测部具有:

平面状的接收线圈(110、120),所述接收线圈固定于所述基座部并设置于在所述轴向上与所述检测对象部相对的位置处,沿与所述轴向交叉的方向延伸;以及

供给有交流的励磁电压的励磁线圈(100),

在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,所述接收线圈中感应出电压,

所述车辆用检测装置包括处理部(70),所述处理部基于所述接收线圈的输出电压信号来计算所述检测用旋转部的所述轴向的位移。

3. 根据权利要求2所述的车辆用检测装置,其特征在于,

所述检测对象部构成为:

金属部分(81)与在所述轴向上贯穿的部分(82)沿所述周向交替设置;

沿所述轴向凹陷的凹部(88)与相对于所述凹部沿所述轴向突出的凸部(87)沿所述周向交替设置;或者

金属部分与非金属部分沿所述周向交替设置,

所述处理部基于所述接收线圈的输出电压信号来进一步计算所述检测用旋转部的旋转角。

4. 根据权利要求3所述的车辆用检测装置,其特征在于,

所述接收线圈包括:

第一接收线圈(110),在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,所述第一接收线圈中感应出电压;以及

第二接收线圈(120),在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,所述第二接收线圈中感应出相对于所述第一接收线圈的感应电压相位偏移的电压,

所述处理部基于所述第一接收线圈和所述第二接收线圈的输出电压信号来计算所述旋转角。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的车辆用检测装置,其特征在于,  
所述车辆用检测装置包括第一位移检测部(90A)以及第二位移检测部(90B)以作为所述位移检测部,

所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈设置于在所述轴向上与所述检测用旋转部的上端部相对的位置处,

所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈设置于在所述轴向上与所述检测用旋转部的下端部相对的位置处。

6. 根据权利要求2至4中任一项所述的车辆用检测装置,其特征在于,

所述车辆用检测装置包括第一位移检测部(90A)以及第二位移检测部(90B)以作为所述位移检测部,

所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈设置于在所述轴向上与所述检测用旋转部的上端部或下端部相对的位置处,

所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈在所述轴向上以夹着所述检测用旋转部的方式设置于与所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈一侧相反的一侧。

7. 根据权利要求5所述的车辆用检测装置,其特征在于,

所述第一位移检测部和所述第二位移检测部构成为,所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号的相位与所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号的相位相同,

所述车辆用检测装置包括放大部(AP),所述放大部对所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号与所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号的差进行放大并输出,

所述处理部基于所述放大部的输出电压信号来计算所述位移。

8. 根据权利要求2至4中任一项所述的车辆用检测装置,其特征在于,

所述接收线圈具有:

在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,在所述接收线圈的两端产生第一极性的电压的第一部分(110A、120A);以及

在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,在所述接收线圈的两端产生与所述第一极性的极性相反的第二极性的电压的第二部分(110B、120B),

所述接收线圈构成为:

在所述接收线圈的俯视观察时,相对于所述接收线圈的所述周向的中央在一侧设置有所述第一部分(120A)并在另一侧设置有所述第二部分(120B),且所述第一部分与所述第二部分沿所述周向排列;或者

在所述接收线圈的俯视观察时,相对于所述接收线圈的所述周向的中央在一侧的所述第一部分(110A)和所述第二部分(110B)与在另一侧的所述第一部分和所述第二部分相对于所述中央对称,

所述接收线圈以跨过了穿过所述检测用旋转部的旋转中心轴线的水平轴线的状态进行设置,

所述接收线圈的所述周向的中央位于相对于所述水平轴线沿上下方向偏移的位置处。

9. 根据权利要求2至4中任一项所述的车辆用检测装置,其特征在于,

所述处理部基于计算出的所述位移来计算作用于所述车轮的横向力。

## 车辆用检测装置

### 相关申请的援引

[0001] 本申请以2022年3月7日申请的日本专利申请2022-034711号为基础,在此援引其记载内容。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及一种车辆用检测装置。

### 背景技术

[0003] 以往,如专利文献1中记载的那样,已知一种将固定于车轮的轮毂以能够相对于车体旋转的方式进行支承的轴承单元。轴承单元包括固定至车体的外圈、固定至轮毂的内圈以及外圈和内圈之间的滚动体。此处,为了使车辆的行驶稳定,期望的是基于作用于车轮的力(例如横向力)来进行车辆的行驶控制。

[0004] 作为用于检测作用于车轮的力的结构,在专利文献1中记载了设置于内圈的内周侧并固定至轮毂的被检测环和位移传感器单元。被检测环包括圆筒部和从圆筒部的轴向端部向径向外侧弯曲的弯折部。位移传感器单元的前端部配置于内圈的内周侧。在位移传感器单元的前端部设置有在轴承单元的轴向上与弯折部相对的位移测定元件。

[0005] 当力作用于车轮时,内圈的中心轴线相对于外圈的中心轴线的斜率增加。在这种情况下,位移测定元件与弯折部的轴向上的距离发生变化。该距离的变化被检测为弯折部的轴向上的位移。此外,检测出的位移被换算成作用于车轮的力。

现有技术文献

专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利第3900031号公报

### 发明内容

[0007] 弯折部设置于轴承单元内部,因此,力作用于车轮时的弯折部的轴向上的位移较小。在这种情况下,位移的检测精度可能会变差。

[0008] 本公开的主要目的在于提供一种能够提高位移的检测精度的车辆用检测装置。

解决技术问题所采用的技术方案

[0009] 本公开的车辆用检测装置包括:固定至车辆的车体的基座部;以及  
轴承,所述轴承具有外圈构件、内圈构件以及设置于所述外圈构件与所述内圈构件之间的滚动体,所述轴承将所述车辆的车轮支承成能够相对于所述基座部旋转,

所述外圈构件与所述内圈构件中的一方即第一轴承构件固定于所述车轮,另一方即第二轴承构件固定于所述基座部,

所述车辆用检测装置包括:

圆盘状的检测用旋转部,所述检测用旋转部设置成与所述第一轴承构件一体旋转,并相对于所述第一轴承构件向所述轴承的径向外侧延伸;以及

位移检测部,所述位移检测部以与所述检测用旋转部非接触的状态设置于所述基座部中的在所述径向上与所述轴承分离且在所述轴承的轴向上与所述检测用旋转部相对的位置处,并输出与所述检测用旋转部的所述轴向的位移对应的信号。

[0010] 在本公开中,检测用旋转部设置成与构成轴承的第一轴承构件一体旋转。因此,检测用旋转部与固定于第一轴承构件的车轮一体旋转。

[0011] 此处,朝径向外侧越远离第一轴承构件,则横向力作用于车轮时的检测用旋转部的轴向的位移越增大。通过在位移变大的位置处设置位移检测部,能够提高位移的检测精度。因此,在本公开中,位移检测部设置于基座部中的、在径向上与轴承分离且轴向上与检测用旋转部相对的位置处。因此,例如与位移检测部设置于轴承内的结构相比,能够增大相对于检测用旋转部的轴向的位移的变化的位移检测部的输出信号(例如输出信号的振幅)的变化。由此,能够提高位移检测部对位移的检测精度,并例如能够提高基于检测出的位移的横向力的计算精度。

## 附图说明

[0012] 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是第一实施方式的车轮的纵剖视图。

图2是滚道部的俯视图。

图3是表示在横向力作用于轮胎的情况下内圈相对于外圈倾斜的状态的图。

图4是示出检测单元的图。

图5是示出检测单元以及处理部的电气结构的图。

图6是多层基板的俯视观察时的励磁线圈和第一、第二接收线圈的投影图。

图7是示出形成于多层基板的第一层的配线图案以及过孔的图。

图8是示出形成于多层基板的第二层的配线图案以及过孔的图。

图9是示出形成于多层基板的第三层的配线图案以及过孔的图。

图10是示出形成于多层基板的第四层的配线图案以及过孔的图。

图11是用于对位移以及旋转角的检测原理进行说明的图。

图12是用于对位移以及旋转角的检测原理进行说明的图。

图13是简化后的第二接收线圈的俯视图。

图14是示出接收线圈的输出电压信号和该信号的包络线的推移的图。

图15是示出第一、第二接收线圈的输出电压信号的包络线的推移的图。

图16是示出输出电压信号的振幅最大值、位移以及横向力的关系的特性图。

图17是第一实施方式的变形例的滚道部的俯视图。

图18是第一实施方式的变形例的滚道部的立体图。

图19是第一实施方式的变形例的滚道部的俯视图。

图20是示出第二实施方式的滚道部、检测单元以及处理部的图。

图21是示出各检测单元的输出电压的包络线等的推移的图。

图22是示出第三实施方式的滚道部、检测单元以及处理部的图。

图23是示出第四实施方式的滚道部以及检测单元的图。

图24是第五实施方式的车轮的纵剖视图。

图25是第六实施方式的车轮的纵剖视图。

## 具体实施方式

### [0013] <第一实施方式>

以下,参照附图,对将本公开的车辆用检测装置具体化的第一实施方式进行说明。本实施方式的检测装置构成为能够对作用于包括轮内电动机的车轮(驱动轮)的横向力进行计算。车辆例如是具有两个前轮和两个后轮的乘用的四轮车辆。不过,作为车辆并不限于此,也可以是两轮车辆等四轮以外的车辆。此外,作为车辆的用途,不限于乘用。

[0014] 如图1所示,车轮包括轮辋10和轮内电动机20。轮辋10包括圆筒状的轮缘部11和设置在轮缘部11中的车宽方向外侧的端部的圆板上的盘部12。轮缘部11的外周安装有轮胎13。

[0015] 轮内电动机20收纳于被轮缘部11和盘部12围住的轮辋10的内侧空间,并向轮辋10施加旋转动力。轮内电动机20是包括转子30和配置在转子30的径向内侧的定子40的外转子型的电动机。

[0016] 转子30包括圆筒状的磁体保持部31和设置于磁体保持部31的内周面的磁体单元32。在磁体保持部31中,从轮内电动机20的轴向(车辆的车宽方向)的外侧一端到内侧一端与轮缘部11的内周面相对。磁体单元32呈与转子30的旋转中心轴线同心的圆筒状,并具有固定至磁体保持部31的内周面的多个磁体。即,本实施方式的轮内电动机20是表面磁体型的同步机(SPMSM)。在磁体单元32中,磁体以交替地改变极性的方式沿着转子30的周向排列。由此,在磁体单元32中沿周向形成了多个磁极。磁体例如是烧结钕磁体。顺便提及,作为轮内电动机20,也可以是埋入磁体型的同步机(IPMSM)。

[0017] 转子30设置于磁体保持部31中的车宽方向外侧端部,包括将磁体保持部31与盘部12连接的圆盘状的平板部33。在平板部33中,盘部12由螺栓固定。由此,转子30与轮辋10一体旋转。

[0018] 定子40包括配置在径向上与磁体单元32相对的位置处的圆筒状的定子绕组41和设置于定子绕组41的径向内侧的圆筒状的定子基座部42。定子绕组41包括设置于径向上与磁体单元32相对的位置处的线圈侧部和设置于线圈侧部的轴向两端的线圈端部。

[0019] 定子基座部42例如通过转向节等固定至车体,对定子绕组41等进行保持。定子基座部42包括固定至车体的圆筒部43。在圆筒部43的径向上与定子绕组41相邻的部分是定子铁芯43a。

[0020] 定子基座部42包括从圆筒部43的轴向一端向径向内侧延伸的固定部44。通过固定部44和轴承50,转子30以能够旋转的方式被支承于定子基座部42。固定部44中的径向外侧端部是向平板部33侧突出的圆环状的突出部45。突出部45中的与平板部33相对的部分是平坦面。

[0021] 轴承50是滚动轴承(例如径向滚珠轴承),包括相当于“第一轴承构件”的外圈51、相当于“第二轴承构件”的内圈52以及配置于外圈51与内圈52之间的多个滚动体53(例如滚珠)。外圈51通过螺栓固定至固定部44。内圈52包括径向上与外圈51相对的圆柱部52a和从圆柱部52a的轴向一端部向径向外侧延伸的凸缘部52b。凸缘部52b通过螺栓固定至平板部

33和盘部12。另外,在图1中示出了内圈52与外圈51同轴的状态。

[0022] 在车辆中包括有与定子绕组41电连接的逆变器和与逆变器电连接的蓄电部。蓄电部设置于车体,其例如是锂离子蓄电池等蓄电池。构成逆变器的上、下臂开关的开关控制由控制装置执行。由此,转子30旋转,从而车轮旋转。另外,逆变器和控制装置也可以设置于车体,也可以内置于轮内电动机20。

[0023] 在轮辋10的内侧空间设置有相当于“检测用旋转部”的圆盘状的滚道部80和相当于“位移检测部”的检测单元90。滚道部80以及检测单元90用于计算轮内电动机20的转子30的旋转角(具体而言是电角度或机械角)、车轮的旋转速度以及作用于接地面(地面)GL与车轮(轮胎13)之间的横向力 $F_y$ 。例如,计算出的旋转角(电角度)在控制装置中用于逆变器的开关控制,车轮的旋转速度和横向力在控制装置中用于车辆的行驶控制。

[0024] 如图1以及图2所示,滚道部80呈圆盘状,并由金属材料(例如铁或铝)构成。在滚道部80的中央部形成有通孔。滚道部80中的通孔的周缘部是沿盘部12方向弯曲的弯曲部80a。弯曲部80a嵌入至形成于转子30的平板部33的中央部的通孔。滚道部80在从转子30的平板部33分离且与内圈52的凸缘部52b面接触的状态下,通过螺栓固定。由此,滚道部80与内圈52同轴。滚道部80、转子30以及轮辋10一体旋转。

[0025] 滚道部80中的径向外侧端部与定子基座部42的突出部45相对。如图2所示,在滚道部80的径向外侧端部,作为金属部分的屏蔽部81和沿滚道部80的板厚方向贯穿而成的切口82在周向上交替形成。通过屏蔽部81和切口82形成了圆环状的“检测对象部”。在本实施方式中,屏蔽部81的周向长度 $L_1$ 和切口82的周向长度 $L_2$ 相等。此外,在图2所示的例子中,屏蔽部81和切口82设有八组。另外,图2所示的 $LC_i$ 表示内圈52的中心轴线。

[0026] 检测单元90是所谓的涡电流式的感应传感器。如图2、图4以及图5所示,检测单元90包括基板91、设置于基板91的线圈部92以及电路部93。图2是示出从轮辋10侧观察到的滚道部80的图。图4是示出从轮辋10侧观察到的基板91的图。基板91固定至突出部45的平坦面。由此,基板91沿与外圈51的轴向正交的方向延伸。在本实施方式中,基板91固定至圆环状的突出部45中的上端部的平坦面。

[0027] 如图1和图5所示,电路部93与处理部70电连接。详细而言,在突出部45形成有插通孔46,处理部70与电路部93经由插通至插通孔46的配线来电连接。另外,处理部70也可以设置于车体,也可以内置于轮内电动机20。

[0028] 线圈部92包括励磁线圈100、第一接收线圈110以及第二接收线圈120。各线圈100、110、120是平面线圈。电路部93由集成电路构成。如图5所示,电路部93包括将高频的励磁电压供给至励磁线圈100的励磁电路94以及接收电路95。当励磁电压供给至励磁线圈100时,在第一接收线圈110和第二接收线圈120中感应出与励磁电压的频率相同或同等的电压。接收电路95将各接收线圈110、120的两端的电压检测为输出电压信号。

[0029] 如图3所示,当如图1所示那样横向力 $F_y$ 作用于车轮时,内圈52的中心轴线 $LC_i$ 相对于外圈51的中心轴线 $LC_o$ 的斜率 $\theta$ 变大。在这种情况下,各接收线圈110、120与滚道部80的轴向距离变化,各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅变化。检测单元90基于该振幅变化来计算滚道部80的轴向上的位移 $\Delta L$ ,并基于算出的 $\Delta L$ 来计算横向力 $F_y$ 。

[0030] 接着,使用图6~图10来说明线圈部92。在本实施方式中,基板91是多层基板(具体而言是四层的基板),构成线圈部92的励磁线圈100和各接收线圈110、120由多层基板上的

配线图案构成。图7~图10中示出了从滚道部80侧观察基板91时的形成于各层的配线图案。图6的(a)是将第二至四层的配线图案投影到第一层的配线图案的图。

[0031] 首先,对励磁线圈100进行说明。如图7和图8所示,励磁线圈100形成于在基板91的板厚方向上相邻的第一层和第二层。各层的配线图案通过填充于励磁侧过孔VI的导体电连接。在第一层上形成有第一励磁端部101和第一励磁图案102以作为配线图案,其中,第一励磁端部101与励磁电路94电连接,第一励磁图案102通过从第一励磁端部101到励磁侧过孔VI顺时针环绕多次(三次)的方式形成。在第二层上形成有第二励磁端部103和第二励磁图案104,其中,第二励磁端部103与励磁电路94电连接,第二励磁图案104通过从第二励磁端部103到励磁侧过孔VI逆时针环绕多次(三次)的方式形成。由此,在基板91上形成了六匝的平面线圈的励磁线圈100。励磁线圈100呈沿外圈51的周向延伸的圆弧状。

[0032] 接着,对第一接收线圈110进行说明。如图7~图10所示,第一接收线圈110形成于第一至四层。如图9所示,在第三层上形成有与接收电路95电连接的第一接收端部111。第一层的图案112的第一端经由第一A过孔VA1与第一接收端部111连接。第二层的图案113的第一端经由第二A过孔VA2与图案112的第二端连接。第一层的图案115的第一端经由第三A过孔VA3、图案114以及第四A过孔VA4与图案113的第二端连接。第二层的图案116的第一端经由第五A过孔VA5与图案115的第二端连接。第四层的第二接收端部118经由第六A过孔VA6、图案117以及第七A过孔VA7与图案116的第二端连接。第二接收端部118与接收电路95连接。接收电路95将第一接收端部111和第二接收端部118的电位差检测为第一输出电压信号v1。

[0033] 如图6的(a)所示,第一接收线圈110在基板91的俯视观察时设置于被励磁线圈100包围的区域。此外,在励磁电压供给至励磁线圈100的情况下,第一接收线圈110由在第一接收线圈110的第一接收端部111和第二接收端部118之间产生第一极性的电压的第一部分以及产生与第一极性的极性相反的第二极性的电压的第二部分构成。详细而言,如图6的(b)所示,在基板91的俯视观察时,第一接收线圈110的周向的中央部为一匝的第一部分110A,第一接收线圈110中的第一部分110A的两端部为与第一部分110A匝数相同(一匝)的第二部分110B。由此,相对于第一接收线圈110的周向的中央轴线Lt处于一侧的第一部分110A、第二部分110B的图案形状和处于另一侧的第一部分110A、110B的图案形状相对于上述中央轴线Lt对称。

[0034] 接着,对第二接收线圈120进行说明。如图7~图10所示,第二接收线圈120形成于第一至四层。如图9所示,在第三层上形成有与接收电路95电连接的第三接收端部121。第二层的图案122的第一端经由第一B过孔VB1与第三接收端部121连接。第一层的图案123的第一端经由第二B过孔VB2与图案122的第二端连接。第一层的图案125的第一端经由第三A过孔VA3、图案124以及第四B过孔VB4与图案123的第二端连接。第二层的图案126的第一端经由第五B过孔VB5与图案125的第二端连接。第四层的第四接收端部128经由第六B过孔VB6、图案127以及第七B过孔VB7与图案126的第二端连接。第四接收端部128与接收电路95连接。接收电路95将第三接收端部121和第四接收端部128的电位差检测为第二输出电压信号v2。

[0035] 如图6的(a)所示,第二接收线圈120在基板91的俯视观察时设置于被励磁线圈100包围的区域。第二接收线圈120的周向长度与第一接收线圈110的周向长度相同。第二接收线圈120的径向长度与第一接收线圈110的径向长度相同。

[0036] 在基板91的俯视观察时,第二接收线圈120的周向两端位置与第一接收线圈110的

周向两端位置相同。此外,在基板91的俯视观察时,第二接收线圈120的径向外侧一端的位置与第一接收线圈110的径向外侧一端的位置在以外圈51的中心轴线LCo为中心的同心圆上。此外,在基板91的俯视观察时,第二接收线圈120的径向内侧一端的位置与第一接收线圈110的径向内侧一端的位置在以中心轴线LCo为中心的同心圆上。

[0037] 如图6的(c)所示,第二接收线圈120与第一接收线圈110同样地由第一部分120A和第二部分120B构成。在基板91的俯视观察时,相对于第二接收线圈120的周向的中央轴线Lt,一侧是第一部分120A,另一侧是第二部分120B。

[0038] 在第一接收线圈110和第二接收线圈120中,从中央轴线Lt到周向一端的周向长度与屏蔽部81和切口82的周向长度L1相同。

[0039] 接着,使用图11~图16,对能够通过检测单元90检测位移和旋转角的原理进行说明。

[0040] 首先,使用图11和图12对该原理的概况进行说明。如图11所示,当高频的励磁电压 $v_r(t)$ 供给至励磁线圈时,高频电流流过励磁线圈。由该电流产生磁通 $\phi(t)$ ,磁通 $\phi(t)$ 与接收线圈交链。在接收线圈的两端感应出与交链磁通的时间变化率成比例的电压 $v_e(t)$ 。

[0041] 图12中示出了接收线圈的一部分被作为金属部分的屏蔽部覆盖的状态。在屏蔽部中的与接收线圈相对的部分,通过励磁线圈的伴随通电的交链磁通而有涡电流流过。通过该涡电流,在接收线圈中沿减弱产生感应电压的磁通的方向产生磁通,接收线圈的感应电压的振幅变小。即,接收线圈的两端的电位差的振幅与接收线圈中的未被屏蔽部覆盖的面积成比例。

[0042] 在图11和图12的说明事项的基础上,使用图13和图14并以第二接收线圈120为例,对检测原理进行说明。图13和图14是将图6等所示的第二接收线圈120以及屏蔽部81以使周向为直线状的方式示出的图。图14是表示第二接收线圈120和屏蔽部81的相对位置关系和第二接收线圈120的第二输出电压信号 $v_2$ 的推移的图。

[0043] 在图13和图14中,将电流从第二接收端部118向第一接收端部111流动的方向( $I_+$ )称为正方向,将电流从第一接收端部111向第二接收端部118流动的方向( $I_-$ )称为负方向。此外,在图13和图14中,来自励磁线圈10的磁通从纸面近前侧穿过到里侧。

[0044] 在图14的时刻 $t_1$ 处,第一部分120A的中央侧的一半和第二部分120B的中央侧的一半被屏蔽部81覆盖。在第一部分120A中感应出要沿正方向流过电流的电压,在第二部分120B中感应出要沿负方向流过电流的电压。其结果是,在第一部分120A中产生的感应电压与在第二部分120B中产生的感应电压抵消,第二输出电压信号 $v_2$ 的振幅为0。

[0045] 在时刻 $t_2$ 处,第一部分120A以及第二部分120B中的第二部分120B被屏蔽部81覆盖。在这种情况下,在第一部分120A中感应出要沿正方向流过电流的电压,而第二部分120B的感应电压为0。其结果是,第二输出电压信号 $v_2$ 的振幅是第一极性(正极性)侧的最大值。滚道部80越靠近第二接收线圈120,则该最大值越大。

[0046] 在时刻 $t_3$ 处,第一部分120A的端部侧的一半和第二部分120B的端部侧的一半被屏蔽部81覆盖。在第一部分120A中感应出要沿正方向流过电流的电压,在第二部分120B中感应出要沿负方向流过电流的电压。其结果是,在第一部分120A中产生的感应电压与在第二部分120B中产生的感应电压抵消,第二输出电压信号 $v_2$ 的振幅为0。

[0047] 在时刻 $t_4$ 处,第一部分120A以及第二部分120B中的第一部分120A被屏蔽部81覆

盖。在这种情况下,在第二部分120B中感应出要沿负方向流过电流的电压,而第一部分120A的感应电压为0。其结果是,第二输出电压信号v2的振幅是与第一极性的极性相反的第二极性(负极性)侧的最大值。滚道部80越靠近第二接收线圈120,则该最大值越大。

[0048] 在本实施方式中,屏蔽部81和切口82交替地形成于滚道部80的径向外侧端部。因此,在转子30的旋转过程中,第二接收线圈120的第二输出电压信号v2的振幅周期性变化,如图14和图15中的虚线所示,第二输出电压信号v2的包络线(以下的第二包络线ENV2)为正弦波状。例如,通过对磁体单元32的磁极位置的周向间隔与屏蔽部81和切口82的周向长度以相关联的方式进行设定,能够对振幅或包络线与电角度 $\theta_e$ 建立对应。

[0049] 在本实施方式中,在励磁电压供给至励磁线圈100的情况下,第一接收线圈110的第一输出电压信号v1相对于第二接收线圈120的第二输出电压信号v2的相位差为90度。因此,如图15中的单点划线所示,第一输出电压信号v1的包络线(以下的第一包络线ENV1)相对于第二包络线ENV2的相位差也是90度。

[0050] 如图16所示,滚道部80越靠近第一接收线圈110、第二接收线圈120,则第一包络线ENV1、第二包络线ENV2的振幅越大。当以第一包络线ENV1为例进行说明时,接收电路95将实际的第一包络线ENV1的振幅相对于基准状态下的第一包络线ES1的振幅的偏移量作为第一位移信号输出至处理部70。基准状态可以任意地进行设定。基准状态例如是指车辆的停车状态,具体而言例如是指车辆正停车在水平路面上的状态。在本实施方式中,接收电路95构成为在基准状态下的第一位移信号为0。在滚道部80的上端部从基准状态下的位置接近第一接收线圈110、第二接收线圈120的情况下,第一位移信号为正极性。滚道部80从基准状态下的位置越接近第一接收线圈110、第二接收线圈120,第一位移信号越在正方向上变大。另一方面,在滚道部80的上端部相对于基准状态下的位置远离第一接收线圈110、第二接收线圈120的情况下,第一位移信号为负极性。滚道部80的上端部相对于基准状态下的位置越远离第一接收线圈110、第二接收线圈120,则第一位移信号越在负方向上变大。每当第一包络线ENV1的正极性侧的振幅最大值和负极性侧的振幅最大值出现时,第一位移信号更新。另外,接收电路95将实际的第二包络线ENV2的振幅相对于基准状态下的第二包络线ES2的振幅的偏移量作为第二位移信号输出至处理部70。在本实施方式中,接收电路95构成为基准状态下的第二位移信号为0。利用以上说明的关系,构成处理部70的位移计算部71基于第一位移信号或第二位移信号来计算滚道部80的轴向上的位移 $\Delta L$ 。详细而言,位移计算部71基于将位移信号和位移 $\Delta L$ 相关联的映射信息或公式信息来计算位移 $\Delta L$ 。

[0051] 如图16所示,位移 $\Delta L$ 越大,则横向力 $F_y$ 越大。利用该关系,构成处理部70的横向力计算部72基于计算出的位移 $\Delta L$ 以及位移 $\Delta L$ 和横向力 $F_y$ 相关联得到的映射信息或公式信息来计算横向力 $F_y$ 。在横向力 $F_y$ 为正值的情况下,朝向车宽方向外侧的方向的横向力作用于车轮,在横向力 $F_y$ 为负值的情况下,朝向车宽方向内侧的方向的横向力作用于车轮。另外,当以第一位移信号为例进行说明时,横向力计算部72也可以基于第一位移信号以及将第一位移信号与横向力 $F_y$ 相关联得到的映射信息或公式信息来计算横向力 $F_y$ 。基于位移信号以及映射信息或公式信息的横向力 $F_y$ 的计算也可以同样地应用于以下的各实施方式中。

[0052] 构成处理部70的角度计算部73基于第一输出电压信号v1和第二输出电压信号v2中的至少一方来计算转子30的旋转角(例如电角度 $\theta_e$ )。

[0053] 具体而言,例如,角度计算部73基于第一包络线ENV1或第二包络线ENV2来计算电

角度 $\theta_e$ 即可。这是基于包络线是表示输出电压信号的振幅的推移的信息且输出电压信号的振幅取决于旋转角的计算方法。

[0054] 此外,例如,角度计算部73通过将第一输出电压信号 $v_1$ 、第二输出电压信号 $v_2$ 以及励磁电压 $v_r$ 作为输入,并使用同步检波和低通滤波器来计算电角度 $\theta_e$ 即可。该计算方法是数字追踪方式的计算方法,例如,记载于日本特开2015-073407的说明书的第0028~0030段。

[0055] 根据以上详细说明的本实施方式,能够得到以下效果。

[0056] 在定子基座部42中的径向上从轴承50离开且轴向上与滚道部80的径向端部相对的位置处设置有检测单元90。滚道部80中的轴向上与检测单元90相对的部分是从轴承50向径向外侧离开的部分。因此,在横向力作用于车轮的情况下,能够增大滚道部80中的轴向上与检测单元90相对的部分的轴向上的位移。其结果是,能够提高位移 $\Delta L$ 的检测精度,进而能够提高构成车辆的弹簧下的车轮的横向力 $F_y$ 的计算精度。

[0057] 由于将轮内电动机20设为外转子型的结构,因此,能够将滚道部80的径向端部配置在从轴承50沿径向大幅离开的位置处。由此,能够提高位移 $\Delta L$ 的检测精度。

[0058] 第一接收线圈110和第二接收线圈120设置于轴向上比构成定子绕组41的线圈端部靠轮辋10侧的位置处。由此,能够抑制伴随向定子绕组41的通电而产生的噪声等对第一接收线圈110和第二接收线圈120的感应电压造成的影响。其结果是,能够提高位移 $\Delta L$ 以及旋转角的检测精度。

[0059] <第一实施方式的变形例>

• 滚道部不限于图1等所示的结构,例如,其也可以是以下(A)、(B)的结构。

[0060] (A)如图17所示,在滚道部83中,屏蔽部85与贯穿滚道部的开口84在周向上交替设置。另外,图17的83a相当于图1和图2所示的弯曲部80a。此外,开口84的周向长度与图2的切口82的周向长度对应。

[0061] (B)如图18和图19所示,在滚道部86中,凸部87和凹部88在周向上交替设置,其中,凸部87从滚道部86的平坦面沿内圈52的轴向突出,凹部88从滚道部86的平坦面沿轴向突出且相对于凸部87沿内圈52的轴向凹陷。另外,凸部87的周向长度与图2的屏蔽部81的周向长度对应,凹部88的周向长度与图2的切口82的周向长度对应。通过设置凹部88和凸部87,在转子30的旋转过程中,各接收线圈110、120与滚道部86的轴向距离发生变化。利用该变化,能够与第一实施方式同样地对位移 $\Delta L$ 进行检测。

[0062] • 检测单元90也可以设置于与滚道部80的下端部相对的位置处。此外,检测单元90也可以相对于滚道部80配置于盘部12侧。

[0063] <第二实施方式>

以下,参照附图,以与第一实施方式的不同点为中心对第二实施方式进行说明。在本实施方式中,如图20所示,设置有第一检测单元90A和第二检测单元90B来作为检测单元。第一检测单元90A所包括的线圈部92(第一接收线圈110、第二接收线圈120)设置于定子基座部42的突出部45中的、在内圈52的轴向上与滚道部80的上端部相对的位置处。第二检测单元90B所包括的线圈部92(第一接收线圈110、第二接收线圈120)设置于突出部45中的、在内圈52的轴向上与滚道部80的下端部相对的位置处。第一检测单元、第二检测单元90A、90B的基板91相对于滚道部80配置于轴向上相同的一侧。另外,在图20中,HL表示穿过内圈52的

中心轴线LCi的水平轴线。

[0064] 各检测单元90A、90B构成并配置为,在转子30的旋转过程中,第二检测单元90B所包括的第一接收线圈110、第二接收线圈120的第一输出电压信号v1B、第二输出电压信号v2B相对于第一检测单元90A所包括的第一接收线圈110、第二接收线圈120的第一输出电压信号v1A、第二输出电压信号v2A的相位差为0。

[0065] 处理部70包括差动放大电路AP。差动放大电路AP对第一检测单元90A的第一输出电压信号v1A与第二检测单元90B的第一输出电压信号v1B的差进行放大,并作为第一放大信号vt1进行输出。此外,差动放大电路AP对第一检测单元90A的第二输出电压信号v2A与第二检测单元90B的第二输出电压信号v2B的差进行放大,并作为第二放大信号vt2进行输出。在角度计算部73中,作为第一输出电压信号v1、第二输出电压信号v2的替代,将第一放大信号vt1、第二放大信号vt2应用于旋转角的计算。另外,也可以基于第一检测单元90A的第一输出电压信号v1A、第二输出电压信号v2A或第二检测单元90B的第一输出电压信号v1B、第二输出电压信号v2B来计算旋转角。此外,位移计算部71将第一放大信号vt1的包络线的振幅作为第一位移信号进行计算,将第二放大信号vt2的包络线的振幅作为第二位移信号进行计算。由于进行了差动放大,因此,能够增大相对于线圈部92与滚道部80的轴向位移的变化量的各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅变化量。即,能够提高感应传感器的灵敏度。由此,能够提高位移 $\Delta L$ 的检测精度。

[0066] 以下,使用图21,对差动放大电路AP等的输出信号进行说明。图21的(a)表示第一检测单元90A中的第一输出电压信号v1A的包络线ENV1A的推移,图21的(b)表示第二检测单元90B中的第一输出电压信号v1B的包络线ENV1B的推移。图21的(c)表示第一放大信号vt1( $=v1A-v1B$ )的包络线ENV1t的推移。

[0067] 第一检测单元90A的第一输出电压信号v1A与第二检测单元90B的第一输出电压信号v1B的相位差是0。此外,在横向力未作用于车轮的情况下,第一检测单元90A的第一输出电压信号v1A的振幅与第二检测单元90B的第一输出电压信号v1B的振幅相同。其结果是,如图中虚线所示,各包络线ENV1A、ENV1B的振幅相同,第一放大信号vt1和第一位移信号为0。

[0068] 另一方面,在朝向车宽方向外侧的横向力作用于车轮时,内圈52以使滚道部80的上端部靠近定子基座部42侧,下端部靠近轮辋10侧的方式相对于外圈51倾斜。由此,第一检测单元90A的第一输出电压信号v1A的振幅增加,第二检测单元90B的第一输出电压信号v1B的振幅减少。其结果是,如图中实线所示,第一检测单元90A中的第一输出电压信号v1A的包络线ENV1A的振幅增加,第二检测单元90B中的第一输出电压信号v1B的包络线ENV1B的振幅减小。因此,第一放大信号vt1的包络线ENV1t的振幅增加。由上,构成处理部70的位移计算部71将第一放大信号vt1、第二放大信号vt2的包络线的振幅作为第一、第二位移信号进行计算,并基于计算出的第一、第二位移信号中的任意一个来计算滚道部80的轴向上的位移 $\Delta L$ 。

[0069] 在与滚道部80的上端部相对的位置处配置有第一检测单元90A的线圈部92,在与滚道部80的下端部相对的位置处配置有第二检测单元90B的线圈部92。在横向力作用于车轮的情况下,滚道部80中的上端部和下端部的轴向位移变大。因此,通过上述配置,能够增大各检测单元90A、90B的各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅,从而能够提高位移 $\Delta L$ 的检测精度。

[0070] 第一检测单元90A、第二检测单元90B的基板91相对于滚道部80配置于轴向上相同的一侧。在作用于车轮的横向力的方向朝向车宽方向外侧的情况下,内圈52以使滚道部80的上端部靠近定子基座部42侧,下端部靠近轮辋10侧的方式相对于外圈51倾斜。在这种情况下,第一检测单元90A的各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅增加,第二检测单元90B的各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅减少。即,能够通过第一检测单元90A侧的输出电压信号的振幅的增加来补偿第二检测单元90B侧的输出电压信号的振幅的减少。

[0071] 另一方面,在作用于车轮的横向力的方向朝向车宽方向内侧的情况下,内圈52以使滚道部80的上端部靠近轮辋10侧,下端部靠近定子基座部42侧的方式相对于外圈51倾斜。在这种情况下,第一检测单元90A的各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅减少,第二检测单元90B的各接收线圈110、120的输出电压信号的振幅增加。即,能够通过第二检测单元90B侧的输出电压信号的振幅的增加来补偿第一检测单元90A侧的输出电压信号的振幅的减少。

[0072] 如此,根据第一检测单元90A、第二检测单元90B的基板91相对于滚道部80配置于同一侧的结构,无论作用于车轮的横向力的方向是车宽方向内侧还是外侧,都能够尽可能地维持输出电压信号的振幅。其结果是,能够维持位移 $\Delta L$ 的检测精度。

[0073] <第二实施方式的变形例>

第二检测单元90B也可以相对于滚道部80配置在与第一检测单元90A相反的一侧。

[0074] <第三实施方式>

以下,参照附图,以与第二实施方式的不同点为中心对第三实施方式进行说明。在本实施方式中,如图22所示,第二检测单元90B所包括的基板91以及线圈部92在外圈51的中心轴线LCo的方向上夹着滚道部80并设置在与第一检测单元90A所包括的基板91和线圈部92侧相反的一侧。即,第一检测单元90A和第二检测单元90B设置于与滚道部80的上端部相对的位置处。图22是从滚道部80的上方观察滚道部80以及各检测单元90A、90B的图。在本实施方式中,各检测单元90A、90B也构成并配置为,在转子30的旋转过程中,第二检测单元90B所包括的第一接收线圈110、第二接收线圈120的第一输出电压信号v1B、第二输出电压信号v2B相对于第一检测单元90A所包括的第一接收线圈110、第二接收线圈120的第一输出电压信号v1A、第二输出电压信号v2A的相位差为0。角度计算部73与第二实施方式同样地对旋转角进行计算,位移计算部71与第二实施方式同样地对第一、第二位移信号进行计算。

[0075] 根据以上说明的本实施方式,能够起到与第二实施方式相同的效果。

[0076] <第三实施方式的变形例>

第一检测单元90A和第二检测单元90B也可以设置于与滚道部80的下端部相对的位置处。

[0077] <第四实施方式>

以下,参照附图,以与第一实施方式的不同点为中心对第四实施方式进行说明。在本实施方式中,如图23所示,线圈部92(第一接收线圈110、第二接收线圈120)以跨过穿过滚道部80的旋转中心(内圈52的中心轴线LCi)的水平轴线HL的状态进行设置。由此,第一接收线圈110、第二接收线圈120的周向的中央相对于水平轴线HL位于向上方向偏移的位置处。以下,以第二接收线圈120为例,对该配置方法进行说明。

[0078] 如上所述,通过第二接收线圈120与屏蔽部81的相对位置关系,形成在第二接收线

圈120的第一部分120A中产生的感应电压与在第二部分120B中产生的感应电压抵消的状态。在这种情况下,第二接收线圈120的第二输出电压 $v_2$ 为0。伴随抵消状态的消除,第二输出电压信号 $v_2$ 的振幅逐渐变大。不过,滚道部80中的水平轴线HL附近的轴向位移小于滚道部80的径向端部的轴向位移。因此,在检测单元90以跨过水平轴线HL的状态设置的结构中,第二接收线圈120的第二输出电压信号 $v_2$ 的振幅容易减小。

[0079] 为此,在本实施方式中,第一接收线圈110、第二接收线圈120的周向的中央相对于水平轴线HL位于向上方向偏移的位置处。由此,能够尽可能地增大内圈52相对于外圈51倾斜的状态下的第二接收线圈120与滚道部80的轴向位移。其结果是,能够提高位移 $\Delta L$ 的检测精度。

[0080] <第五实施方式>

以下,参照附图,以与第一实施方式的不同点为中心,对第五实施方式进行说明。在本实施方式中,如图24所示,采用了能够减小转子30、滚道部80以及轴承50的同轴度的结构。另外,在图24中,为了方便,对与先前的图1等所示的结构相同的结构或对应的结构标注相同的符号。此外,在本实施方式的滚道部80未形成有弯曲部80a。

[0081] 在构成转子30的平板部33的径向中央部形成有通孔33a。在平板部33中的车宽方向内侧的面上形成有从径向内侧端部向径向外侧延伸的圆环状的台阶部33b。台阶部33b中的车宽方向内侧的面为平坦面。在台阶部33b的径向内侧端部形成有向车宽方向内侧突出的圆环状定位部33c。

[0082] 在滚道部80的径向中央部形成有通孔80b。在滚道部80的平坦面与台阶部33b的平坦面抵接的状态下,滚道部80的通孔80b与定位部33c嵌合。由此,转子30的旋转中心轴线与滚道部80的旋转中心轴线同轴。

[0083] 在内圈52的凸缘部52b中的径向内侧端部形成有向车宽方向外侧突出的圆环状的轴承侧台阶部52c。在平板部33中的比定位部33c靠径向内侧的部分形成有向车宽方向外侧凹陷的圆环状的凹部33d。通过轴承侧台阶部52c嵌合至凹部33d,内圈52的中心轴线、转子30的旋转中心轴线以及滚道部80的旋转中心轴线同轴。特别地,在本实施方式中,凸缘部52b的车宽方向外侧的平坦面与滚道部80以及定位部33c的平坦面抵接。由此,能够合适地减小转子30的旋转中心轴线、滚道部80的旋转中心轴线以及内圈52的中心轴线的同轴度。

[0084] 在平板部33、滚道部80以及凸缘部52b形成有沿轴向贯穿的第一通孔。第一通孔以沿周向排列(例如、沿周向等间隔地排列)的方式形成有多个。在各第一通孔中插通有螺栓200。在螺栓200的头部朝向车宽方向外侧且螺栓200的轴部朝向车宽方向内侧的状态下,螺栓200插通至第一通孔。在该插通状态下,轴部的前端部的外螺纹拧入至螺母201的内螺纹。由此,重叠状态下的平板部33、滚道部80以及凸缘部52b被螺栓200的头部和螺母201夹入。其结果是,转子30、滚道部80以及轴承50一体化。

[0085] 在平板部33、滚道部80、凸缘部52b以及盘部12形成有沿轴向贯穿的第二通孔。第二通孔在与第一通孔的形成位置错开的位置处,以沿周向排列(例如、沿周向等间隔地排列)的方式形成有多个。在各第二通孔中插通有螺栓210。在螺栓210的头部朝向车宽方向内侧且螺栓210的轴部朝向车宽方向外侧的状态下,螺栓210插通至第二通孔。在该插通状态下,螺栓210的外螺纹拧入至螺母211的内螺纹。由此,重叠状态下的平板部33、凸缘部52b、滚道部80以及盘部12被螺栓210的头部和螺母211夹入。其结果是,转子30、轴承50、滚道部

80以及轮辋10一体化。

[0086] 接着,对驱动轮的制造方法进行说明。在该制造方法中,在组装好包括滚道部80的电动机总成后,将电动机总成安装至轮辋10。

[0087] 在使滚道部80的平坦面与台阶部33b的平坦面抵接的状态下,使定位部33c嵌合于滚道部80的通孔80b。然后,用台阶部33b和凸缘部52b夹住滚道部80,并使轴承侧台阶部52c嵌合于凹部33d。

[0088] 在重叠了平板部33、滚道部80和凸缘部52b的状态下,使螺栓200的头部朝向转子30的外侧,并使螺栓200插通至各第一通孔。然后,将螺栓200的外螺纹拧入至螺母201的内螺纹。由此,重叠状态下的平板部33、滚道部80以及凸缘部52b被螺栓200的头部和螺母201夹入。由此,形成转子30、滚道部80以及轴承50一体化的电动机总成。此处,使滚道部80的平坦面与台阶部33b的平坦面抵接,因此,能够抑制螺栓200拧入至螺母201时的滚道部80的翘曲。

[0089] 在电动机总成与盘部12重叠的状态下,使螺栓210的头部朝向定子基座部42侧并将螺栓210插通至各第二通孔。然后,将螺栓210的外螺纹拧入至螺母211的内螺纹。由此,电动机总成与轮辋10一体化。

[0090] 根据以上说明的本实施方式,能够提供减小了转子30、滚道部80以及轴承50的同轴度的驱动轮。由此,能够提高检测单元90的检测精度。

[0091] <第六实施方式>

以下,参照附图,以与第五实施方式的不同点为中心对第六实施方式进行说明。在本实施方式中,如图25所示,滚道部80固定至转子30,而不是固定至内圈52。另外,在图25中,为了方便,对与先前的图24等所示的结构相同的结构或对应的结构标注相同的符号。

[0092] 在滚道部80的平坦面与台阶部33b的平坦面抵接的状态下,滚道部80的通孔80b与定位部33c嵌合。在这种状态下,滚道部80与台阶部33b通过螺栓220固定。

[0093] 在平板部33以及凸缘部52b形成有沿轴向贯穿的第一通孔。第一通孔以沿周向排列(例如、沿周向等间隔地排列)的方式形成有多个。在各第一通孔中插通有螺栓230。在螺栓230的头部朝向车宽方向内侧且螺栓230的轴部朝向车宽方向外侧的状态下,螺栓230插通至第一通孔。在该插通状态下,螺栓230的外螺纹拧入至螺母231的内螺纹。由此,重叠状态下的平板部33以及凸缘部52b被螺栓230的头部和螺母231夹入。其结果是,转子30、滚道部80以及轴承50一体化。

[0094] 在平板部33、凸缘部52b以及盘部12形成有沿轴向贯穿的第二通孔。第二通孔在径向上与第一通孔的形成位置错开的位置处,以沿周向排列(例如、沿周向等间隔地排列)的方式形成有多个。在各第二通孔中插通有螺栓240。在螺栓240的头部朝向车宽方向内侧且螺栓240的轴部朝向车宽方向外侧的状态下,螺栓240插通至第二通孔。在该插通状态下,螺栓240的外螺纹拧入至螺母241的内螺纹。由此,重叠状态下的平板部33、凸缘部52b以及盘部12被螺栓240的头部和螺母241夹入。其结果是,转子30与轮辋10一体化。

[0095] <其他实施方式>

另外,上述各实施方式也可以进行以下变更来实施。

[0096] • 在第四实施方式中,也可以是,第一接收线圈110、第二接收线圈120的周向的中央相对于水平轴线HL位于向下方向偏移的位置处。

[0097] • 在图2的切口82或图17的开口84也可以设有合成树脂等非金属部。在这种情况下,能够在滚道部中金属部分与非金属部分沿周向交替设置的结构,与第一实施方式等同样地能够对旋转角进行检测。

[0098] • 图1所示的轮内电动机20也可以不包括滚道部80。在这种情况下,例如可以是,在轮内电动机20的平板部33中的、轴向上与线圈部92相对的部分,屏蔽部与开口沿周向交替形成,或者凹部与凸部沿周向交替形成。另外,在这种情况下,平板部33相当于“检测用旋转部”。

[0099] • 形成于基板91的接收线圈也可以是第一接收线圈110和第二接收线圈120中的任一个。

[0100] • 作为对位移进行检测的传感器,不限于涡电流式的传感器,例如也可以是通过激光检测位移的传感器。

[0101] • 作为轴承,不限于外圈51固定至定子基座部42且内圈52固定至轮辋10的轴承,其也可以是外圈固定至轮辋10、内圈固定至定子基座部42的轴承。在这种情况下,内圈相当于“第一轴承构件”,外圈相当于“第二轴承构件”。

[0102] • 作为电动机,不限于收纳于车轮的电动机,例如也可以是设置于车体的车载电动机。此外,作为电动机,不限于外转子型的电动机,也可以是内转子型的电动机。

[0103] • 本公开所记载的控制部及其方法也可以通过专用计算机来实现,该专用计算机通过构成处理器和存储器而提供,上述处理器被编程为执行由计算机程序具体化的一个至多个功能。或者,也可以是,本公开所记载的控制部及其方法通过专用计算机来实现,该专用计算机是通过由一个以上的专用硬件逻辑电路构成处理器而提供的。或者,本公开所记载的控制部及其方法由一个以上的专用计算机来实现,该专用计算机通过被编程为执行一个至多个功能的处理器及存储器与由一个以上硬件逻辑电路构成的处理器的组合构成。此外,计算机程序也可以被存储于计算机可读的非暂时性有形存储介质,以作为由计算机执行的指令。

[0104] 以下,记载从上述各实施方式提取的特征性结构。

[结构1]

车辆用检测装置包括:

固定至车辆的车体的基座部(42);以及

轴承(50),所述轴承具有外圈构件(51)、内圈构件(52)以及设置于所述外圈构件与所述内圈构件之间的滚动体(53),所述轴承将所述车辆的车轮支承成能够相对于所述基座部旋转,

所述外圈构件与所述内圈构件中的一方即第一轴承构件(52)固定于所述车轮,另一方即第二轴承构件(51)固定于所述基座部,

所述车辆用检测装置包括:

圆盘状的检测用旋转部(80、83、86),所述检测用旋转部设置成与所述第一轴承构件一体旋转,并相对于所述第一轴承构件向所述轴承的径向外侧延伸;以及

位移检测部(90、90A、90B),所述位移检测部以与所述检测用旋转部非接触的状态设置于所述基座部中的在所述径向上与所述轴承分离且在所述轴承的轴向上与所述检测用旋转部相对的位置处,并输出与所述检测用旋转部的所述轴向的位移对应的信号。

## [结构2]

根据结构1所述的车辆用检测装置，

在所述检测用旋转部中的在所述径向上与所述轴承分离的位置处形成有沿所述轴承的周向延伸的圆环状的检测对象部(81、82、84、85、87、88)，

所述位移检测部具有：

平面状的接收线圈(110、120)，所述接收线圈固定于所述基座部并设置于在所述轴向上与所述检测对象部相对的位置处，沿与所述轴向交叉的方向延伸；以及

供给有交流的励磁电压的励磁线圈(100)，

在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下，所述接收线圈中感应出电压，

所述车辆用检测装置包括处理部(70)，所述处理部基于所述接收线圈的输出电压信号来计算所述检测用旋转部的所述轴向的位移。

## [结构3]

根据结构2所述的车辆用检测装置，

所述检测对象部构成为：

金属部分(81)与在所述轴向上贯穿的部分(82)沿周向交替设置；

沿所述轴向凹陷的凹部(88)与相对于所述凹部沿轴向突出的凸部(87)在所述周向上交替设置；或者

金属部分与非金属部分沿所述周向交替设置，

所述处理部基于所述接收线圈的输出电压信号来进一步计算所述检测用旋转部的旋转角。

## [结构4]

根据结构3所述的车辆用检测装置，

所述接收线圈包括：

第一接收线圈(110)，在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下，所述第一接收线圈中感应出电压；以及

第二接收线圈(120)，在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下，所述第二接收线圈中感应出相对于所述第一接收线圈的感应电压相位偏移的电压，

所述处理部基于所述第一接收线圈和所述第二接收线圈的输出电压信号来计算所述旋转角。

## [结构5]

根据结构2至4中任一结构所述的车辆用检测装置，

所述车辆用检测装置包括第一位移检测部(90A)以及第二位移检测部(90B)以作为所述位移检测部，

所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈设置于在所述轴向上与所述检测用旋转部的上端部相对的位置处，

所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈设置于在所述轴向上与所述检测用旋转部的下端部相对的位置处。

## [结构6]

根据结构2至4中任一结构所述的车辆用检测装置，

所述车辆用检测装置包括第一位移检测部(90A)以及第二位移检测部(90B)以作为所述位移检测部,

所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈设置于在所述轴向上与所述检测用旋转部的上端部或下端部相对的位置处,

所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈在所述轴向上以夹着所述检测用旋转部的方式设置于与所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈一侧相反的一侧。

[结构7]

根据结构5或6所述的车辆用检测装置,

所述第一位移检测部和所述第二位移检测部构成为,所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号的相位与所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号的相位相同,

所述车辆用检测装置包括放大部(AP),所述放大部对所述第一位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号与所述第二位移检测部所包括的所述接收线圈的输出电压信号的差进行放大并输出,

所述处理部基于所述放大部的输出电压信号来计算所述位移。

[结构8]

根据结构2至4中任一结构所述的车辆用检测装置,

所述接收线圈具有:

在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,在所述接收线圈的两端产生第一极性的电压的第一部分(110A、120A);以及

在所述励磁电压供给至所述励磁线圈的情况下,在所述接收线圈的两端产生与所述第一极性的极性相反的第二极性的电压的第二部分(110B、120B),

所述接收线圈构成为:

在所述接收线圈的俯视观察时,相对于所述接收线圈的所述周向的中央在一侧设置有所述第一部分(120A)并在另一侧设置有所述第二部分(120B),且所述第一部分与所述第二部分沿所述周向排列;或者

在所述接收线圈的俯视观察时,相对于所述接收线圈的所述周向的中央在一侧的所述第一部分(110A)和所述第二部分(110B)与在另一侧的所述第一部分和所述第二部分相对于所述中央对称,

所述接收线圈以跨过了穿过所述检测用旋转部的旋转中心轴线的水平轴线的状态进行设置,

所述接收线圈的所述周向的中央位于相对于所述水平轴线沿上下方向偏移的位置处。

[结构9]

根据结构2至8中任一结构所述的车辆用检测装置,

所述处理部基于计算出的所述位移来计算作用于所述车轮的横向力。

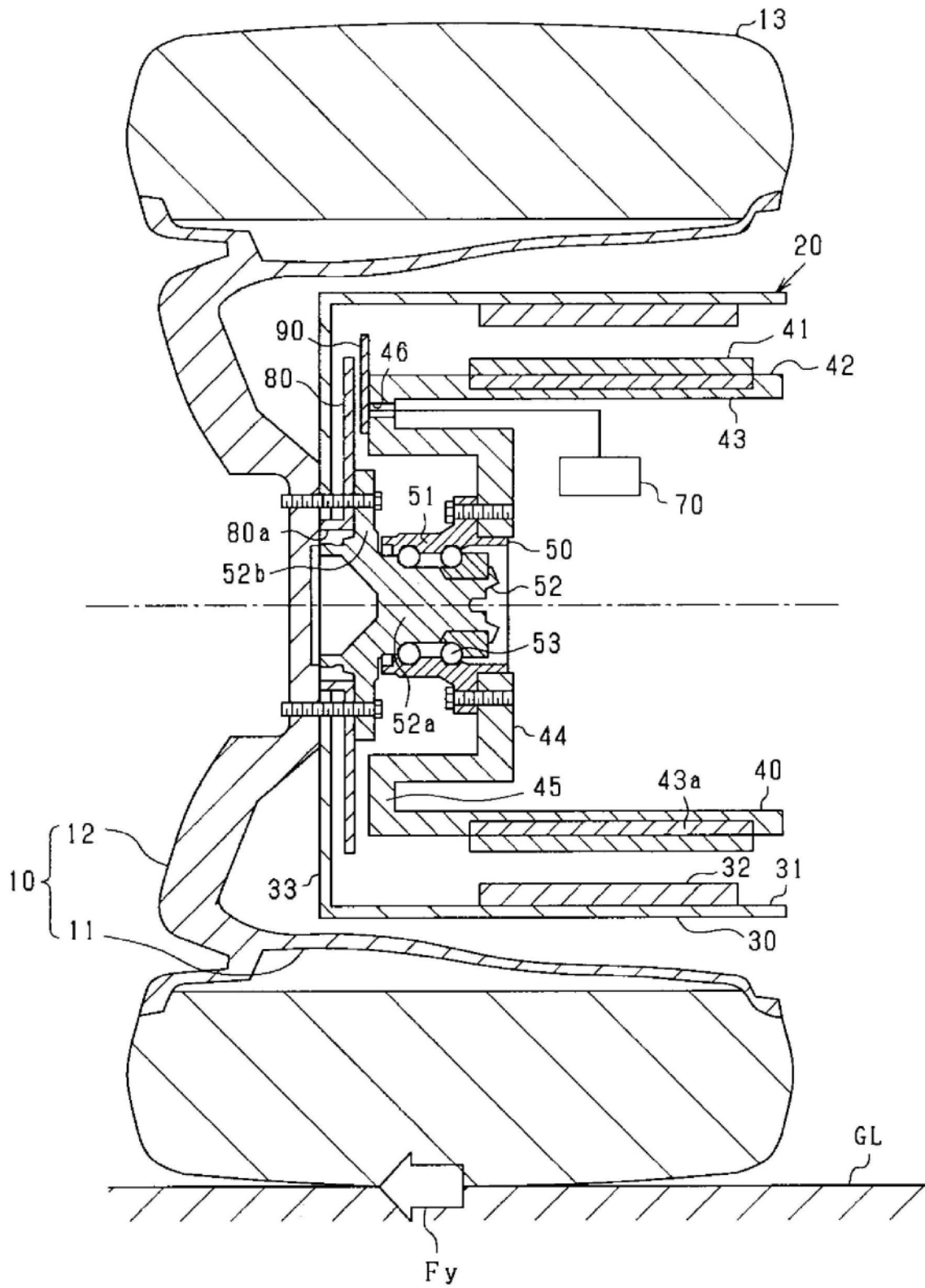


图1

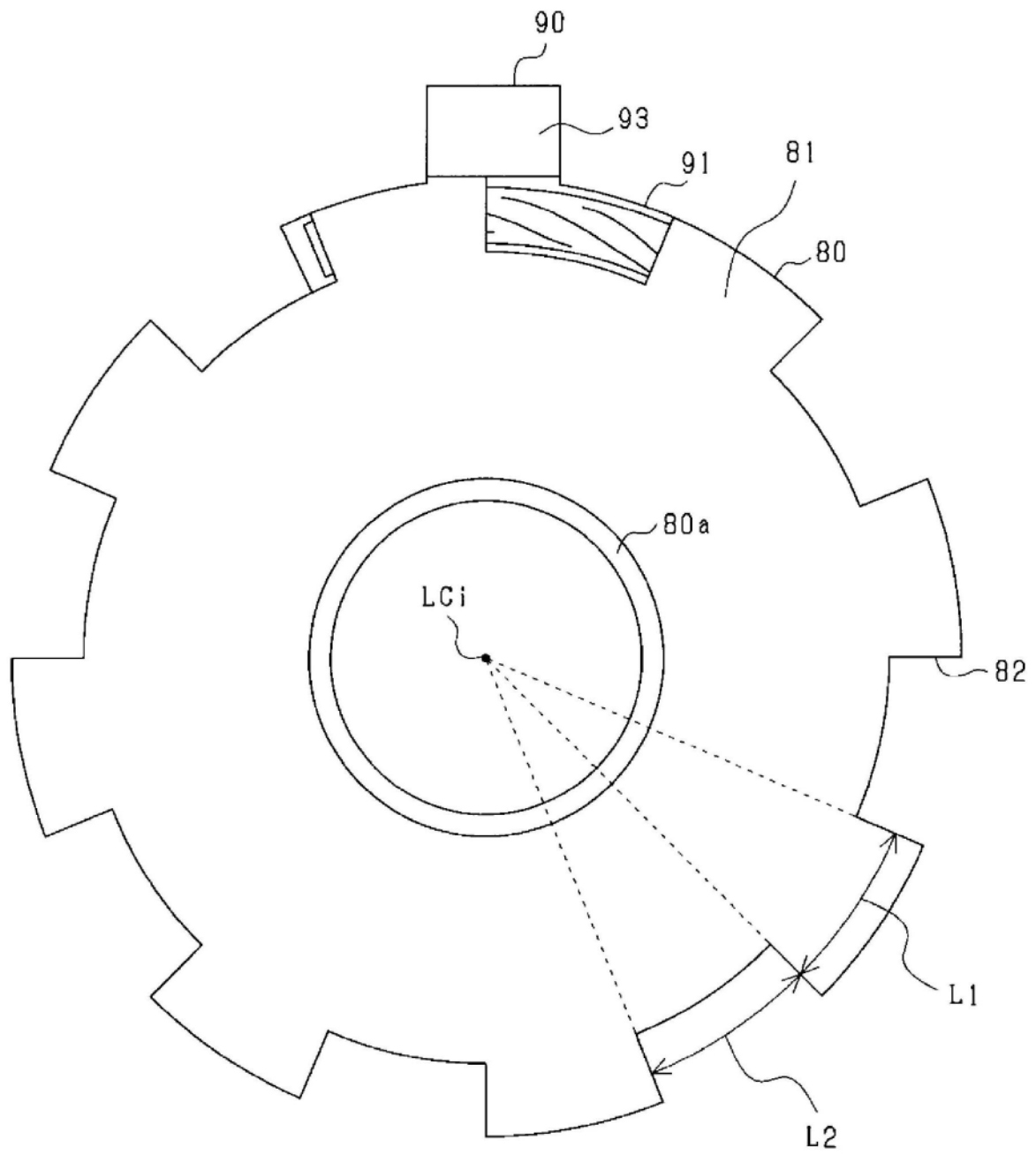


图2

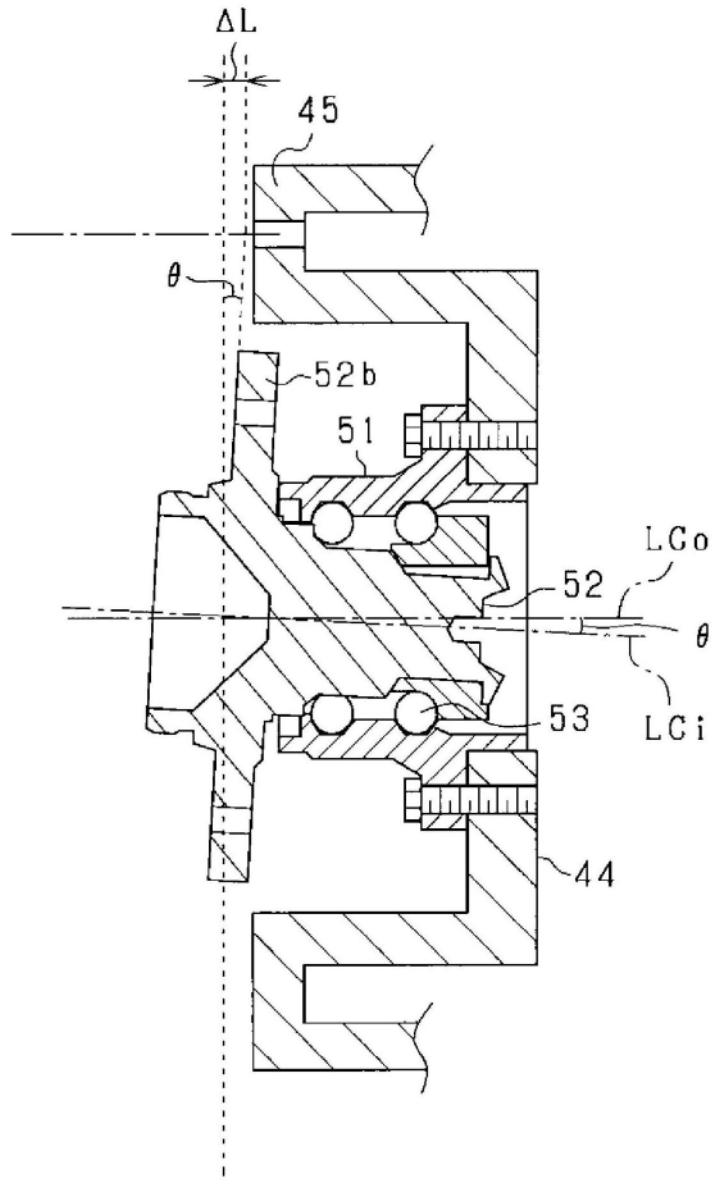


图3

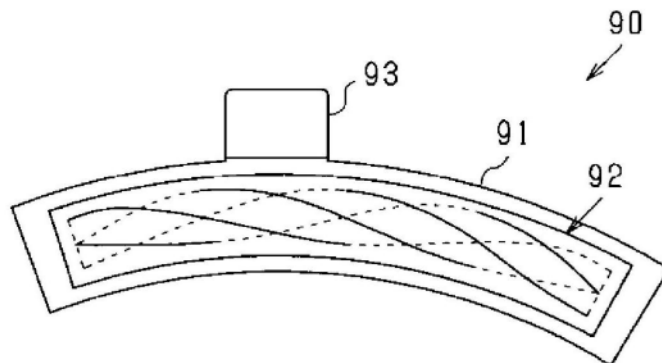


图4

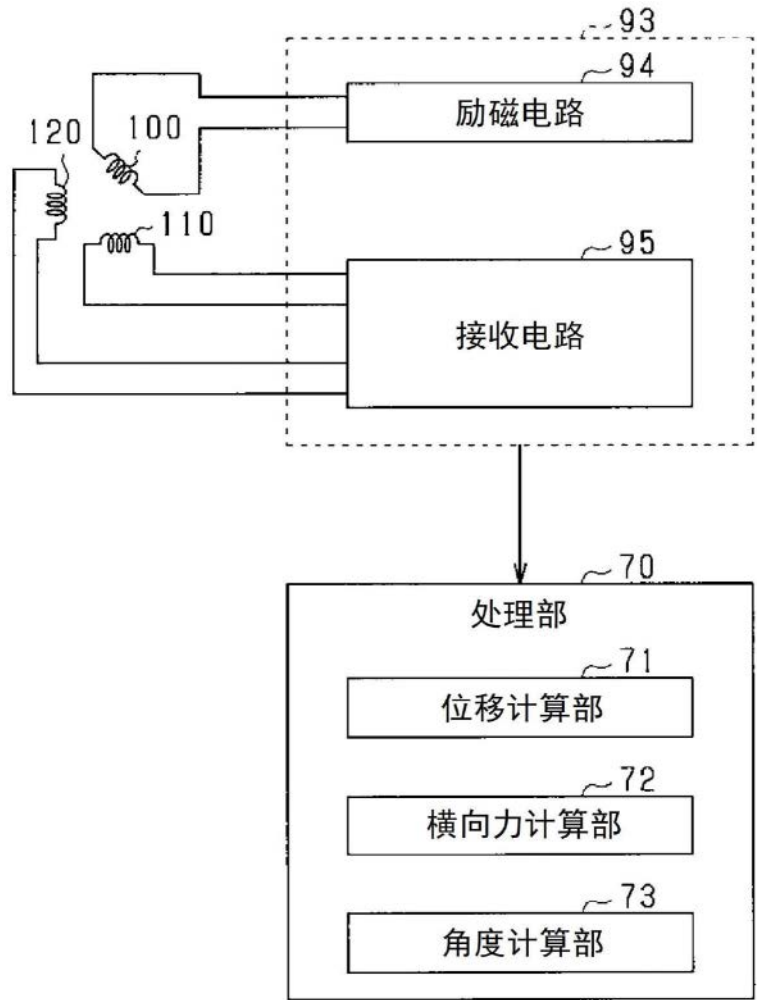


图5

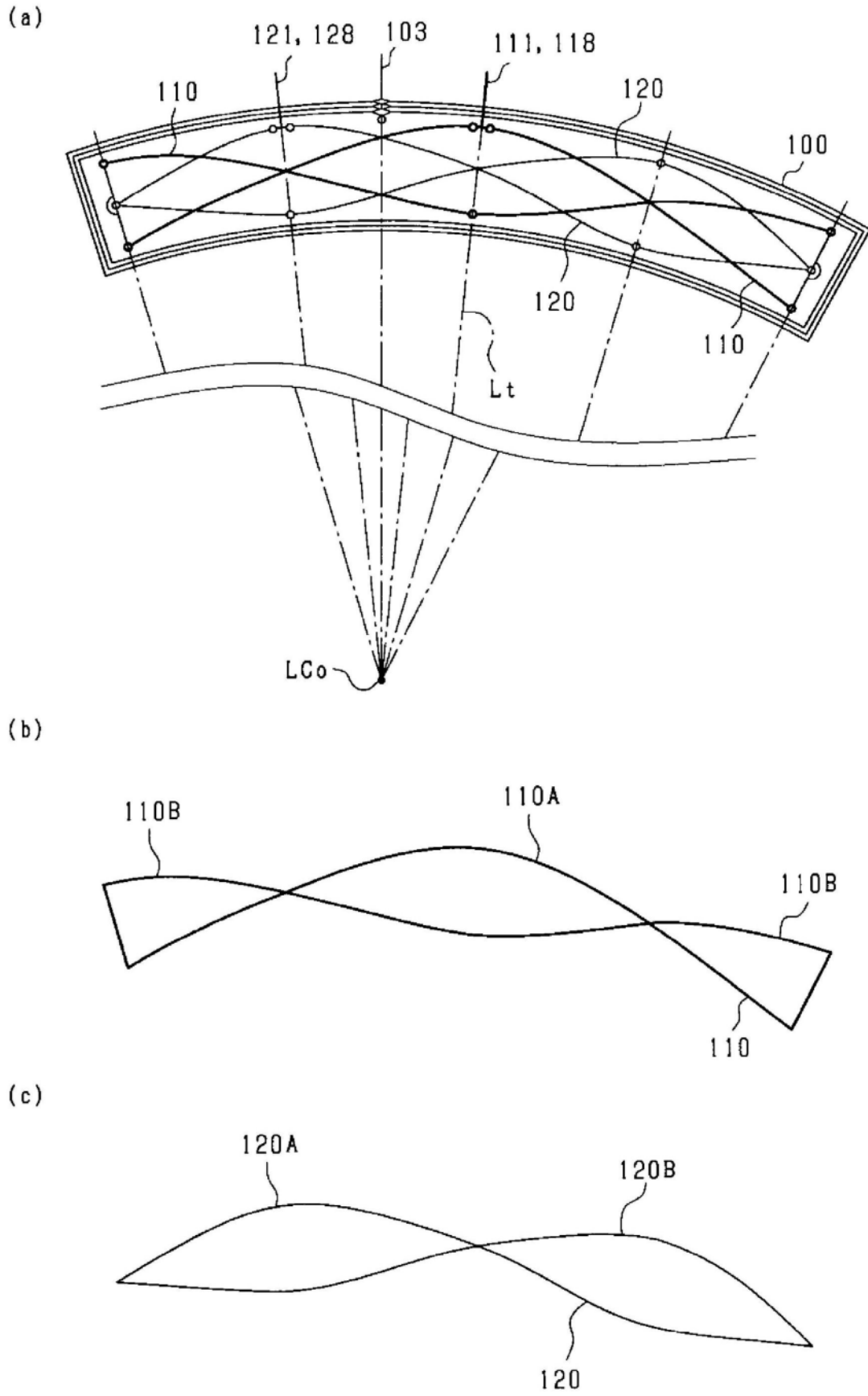


图6

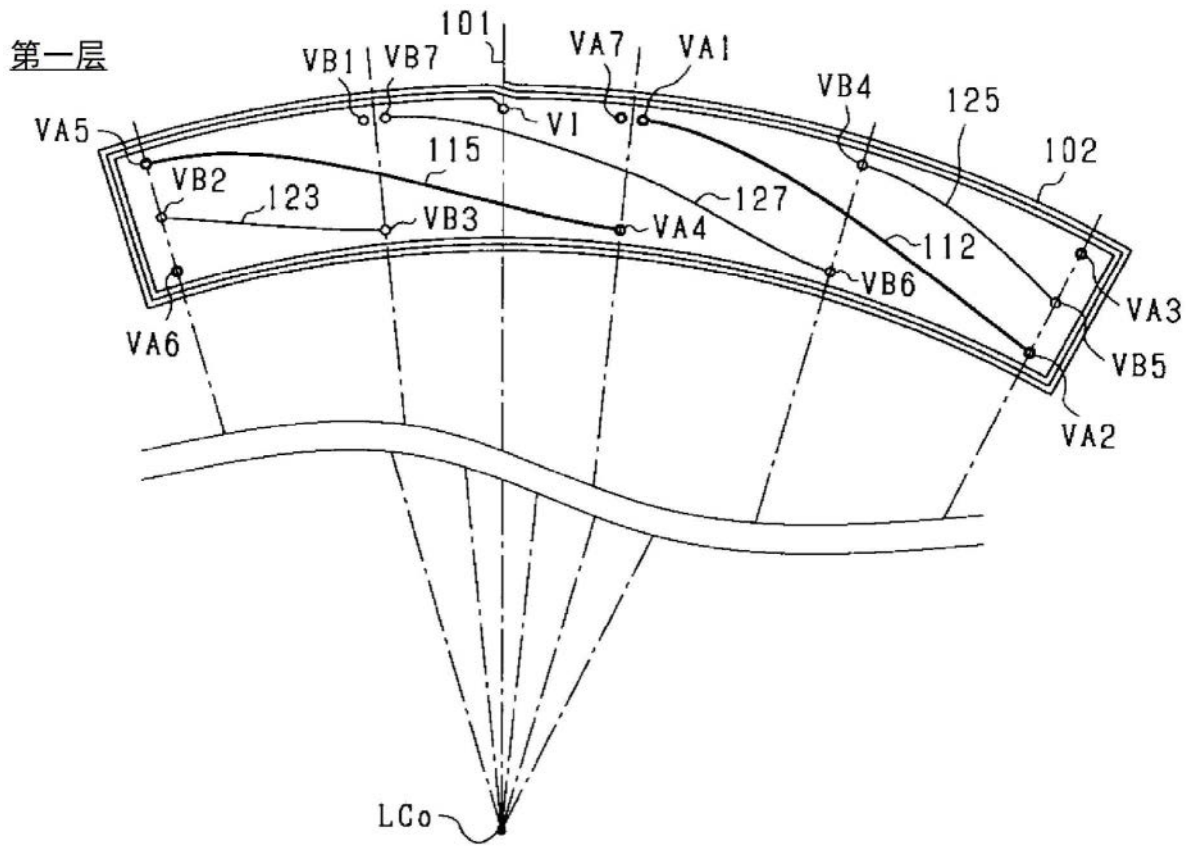


图7

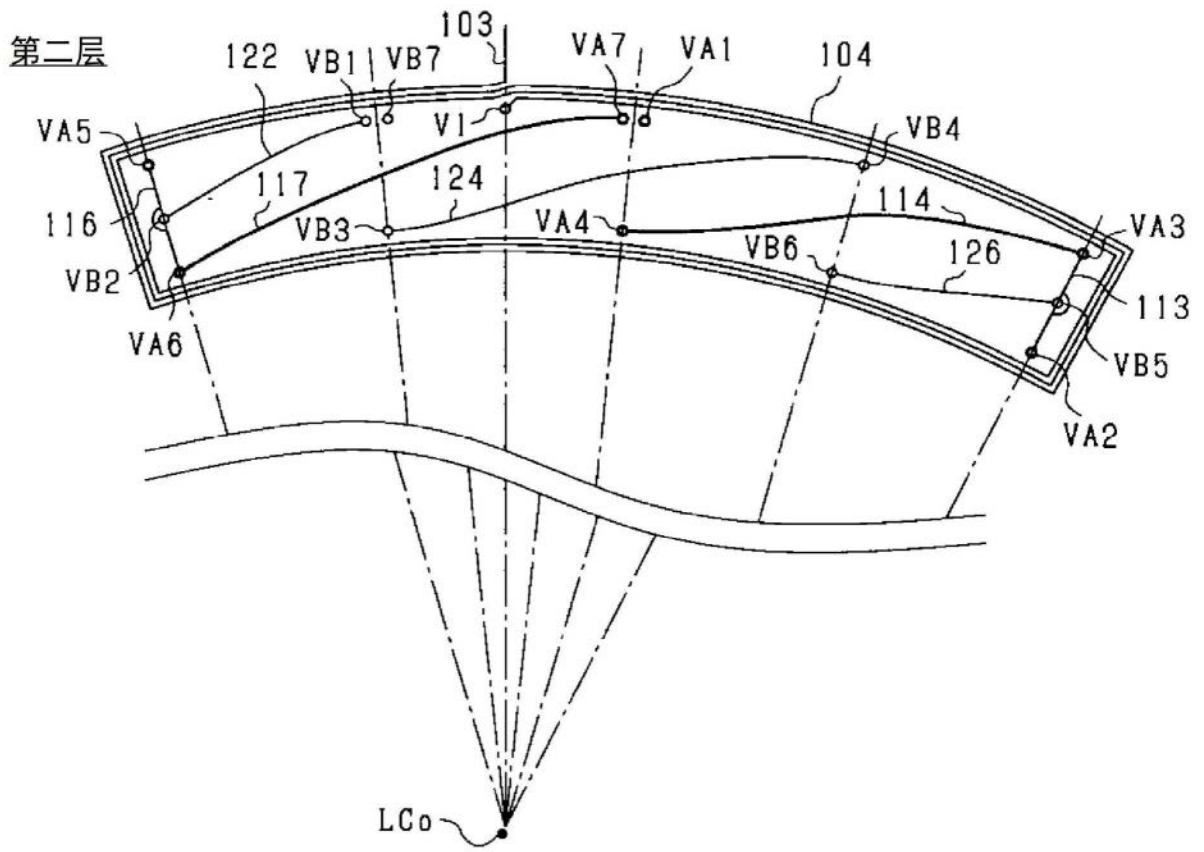


图8

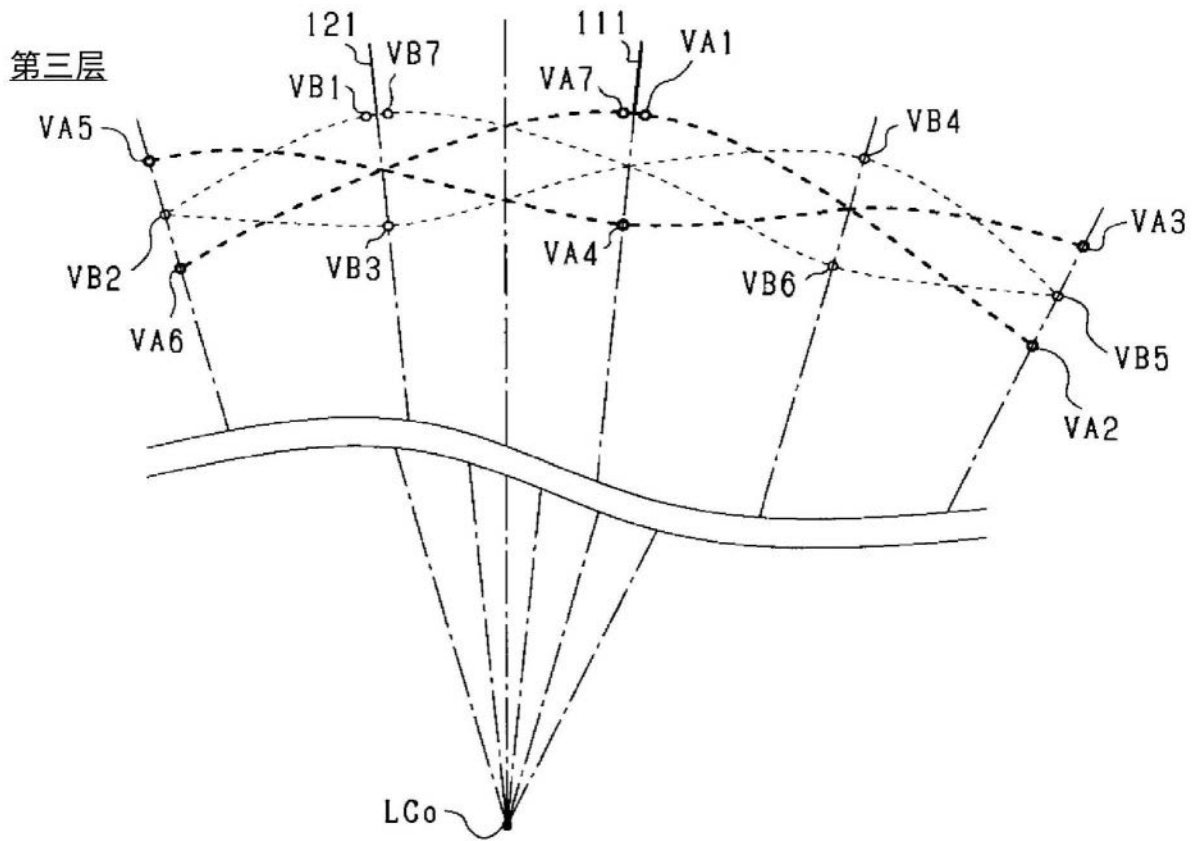


图9

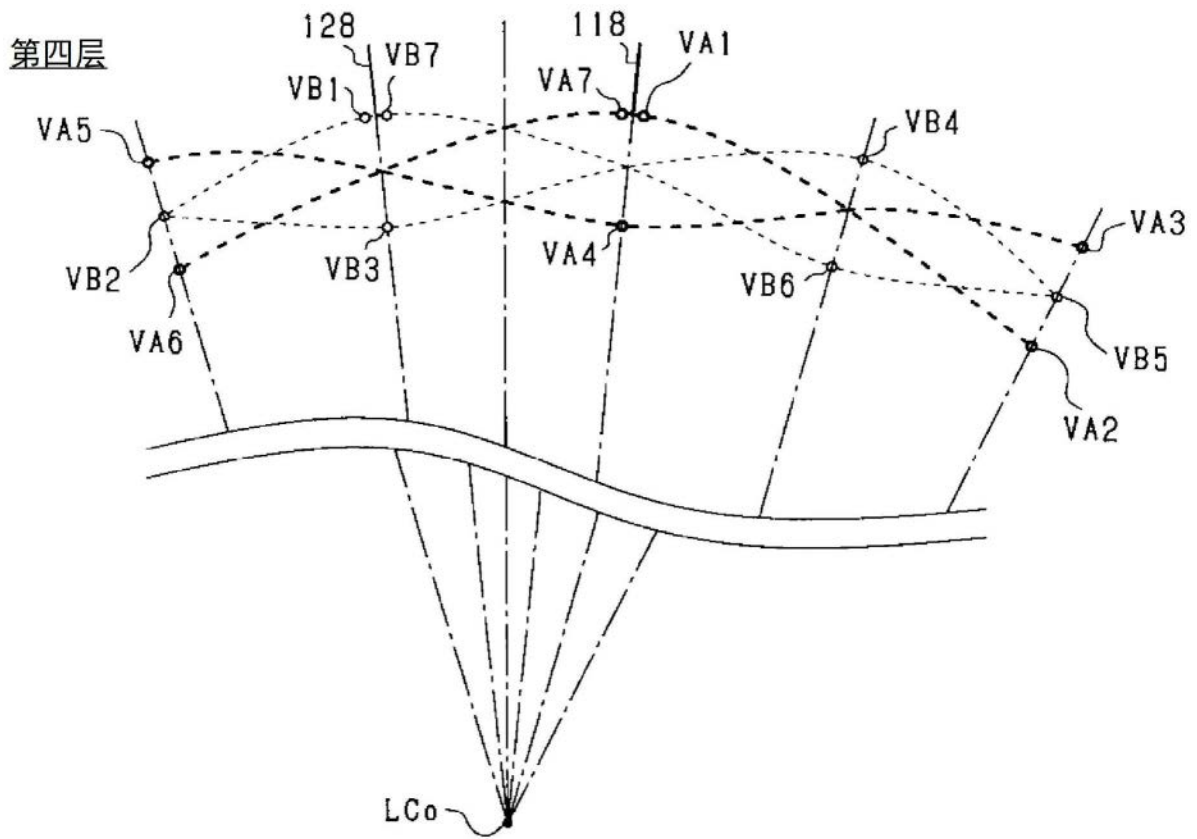


图10

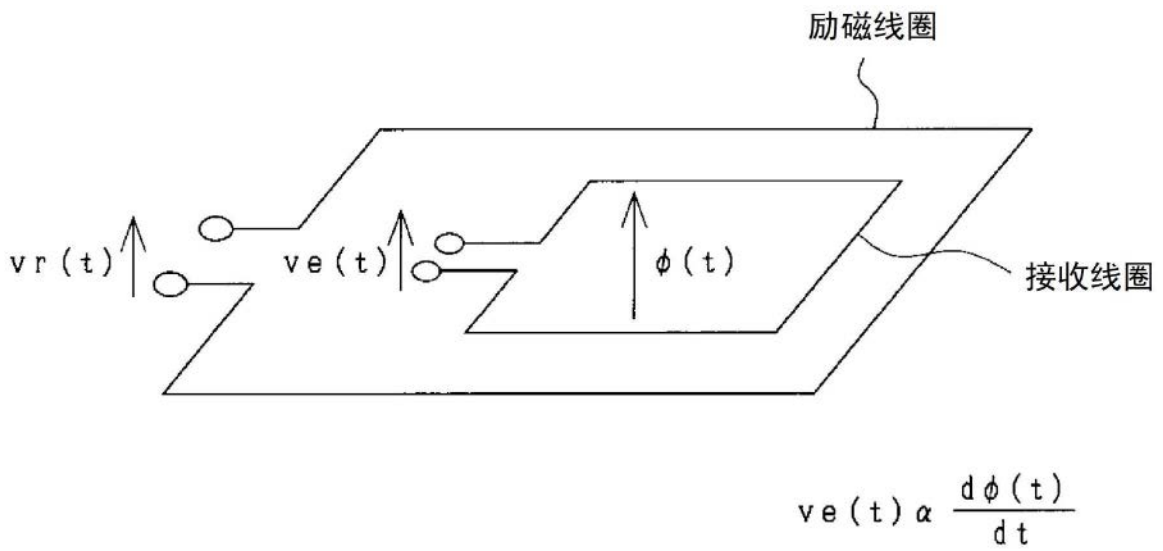


图11

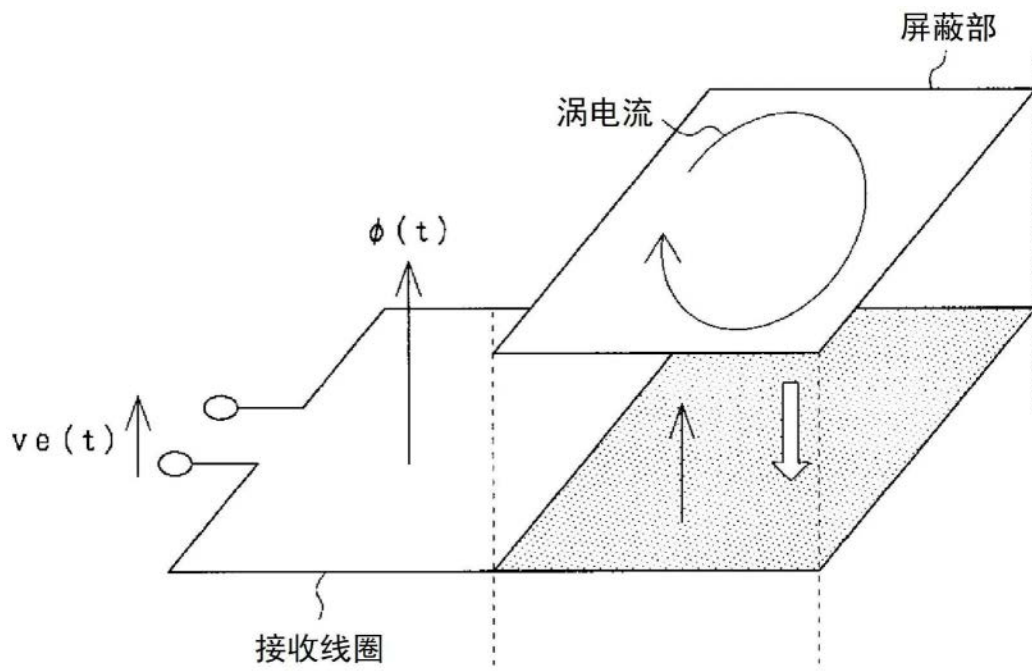


图12

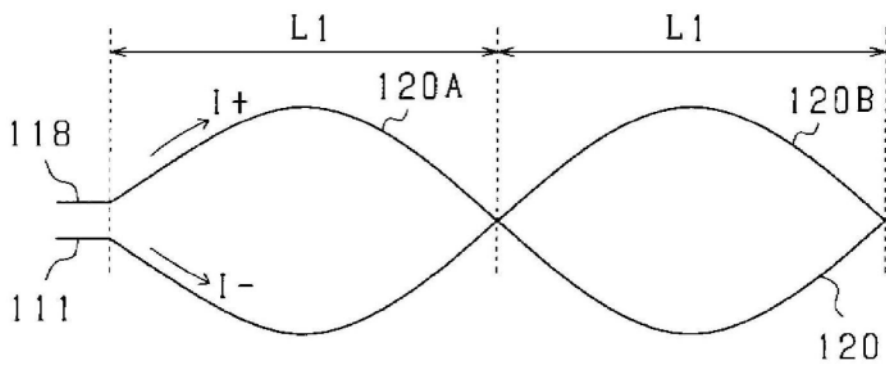


图13

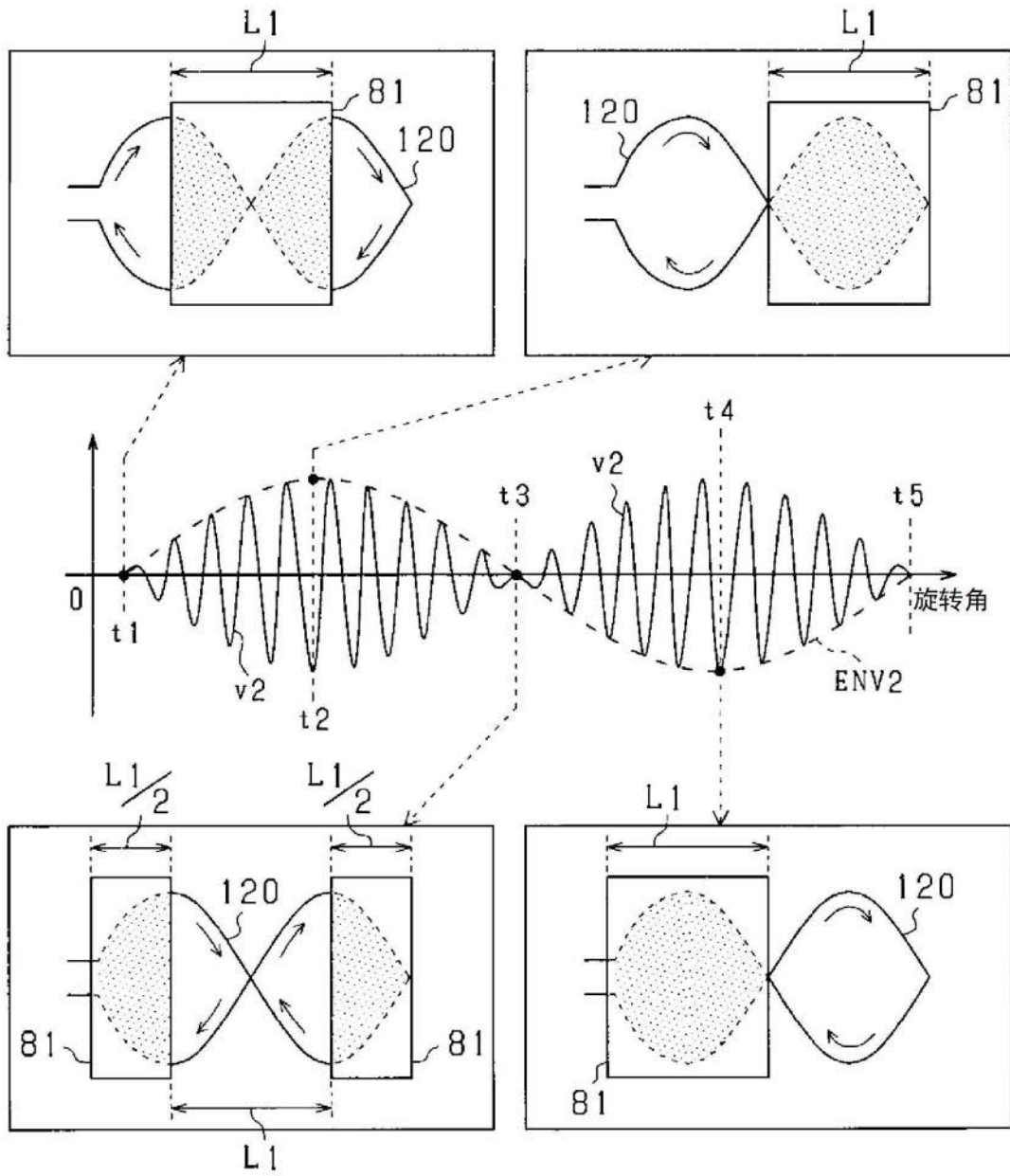


图14

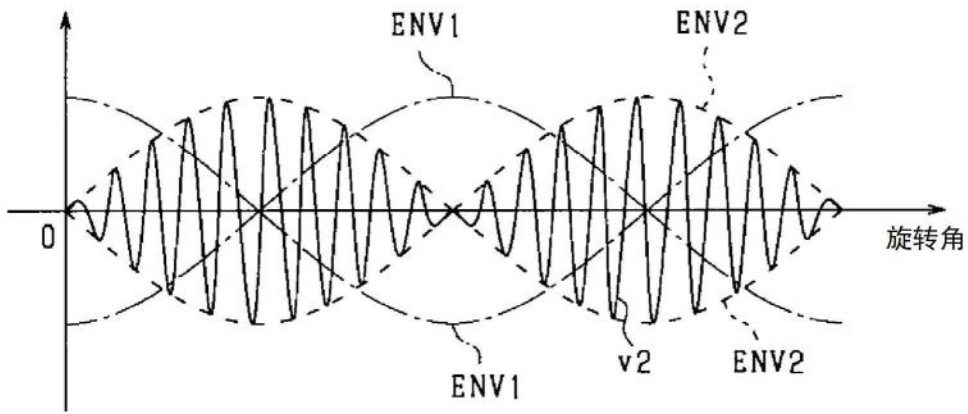


图15

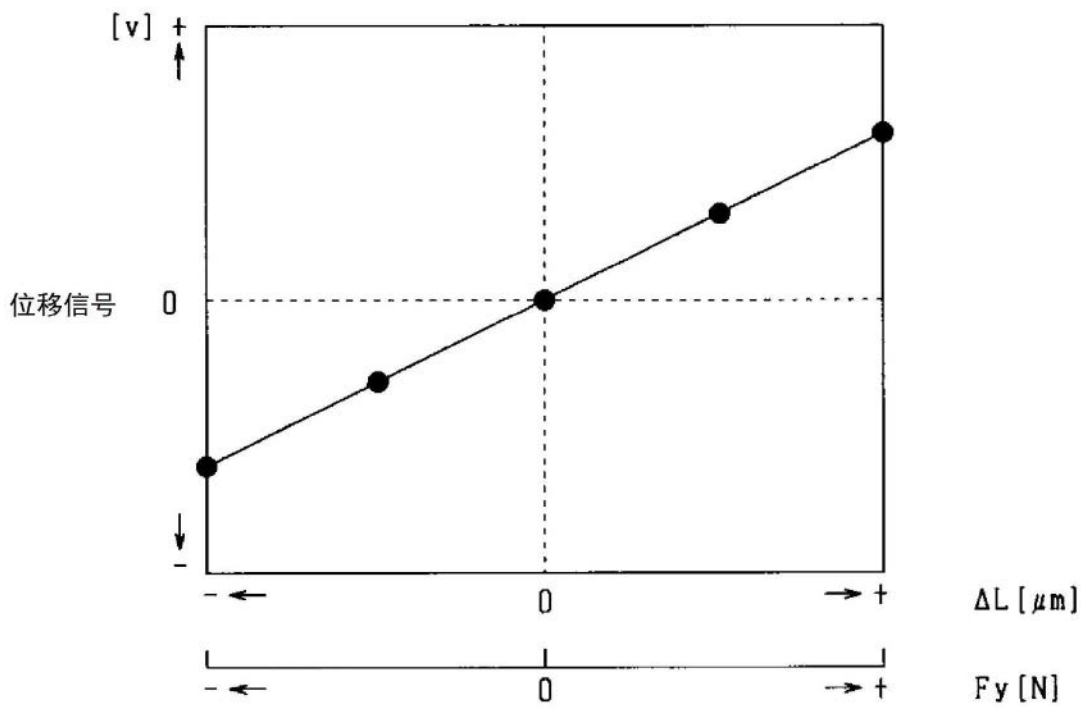


图16

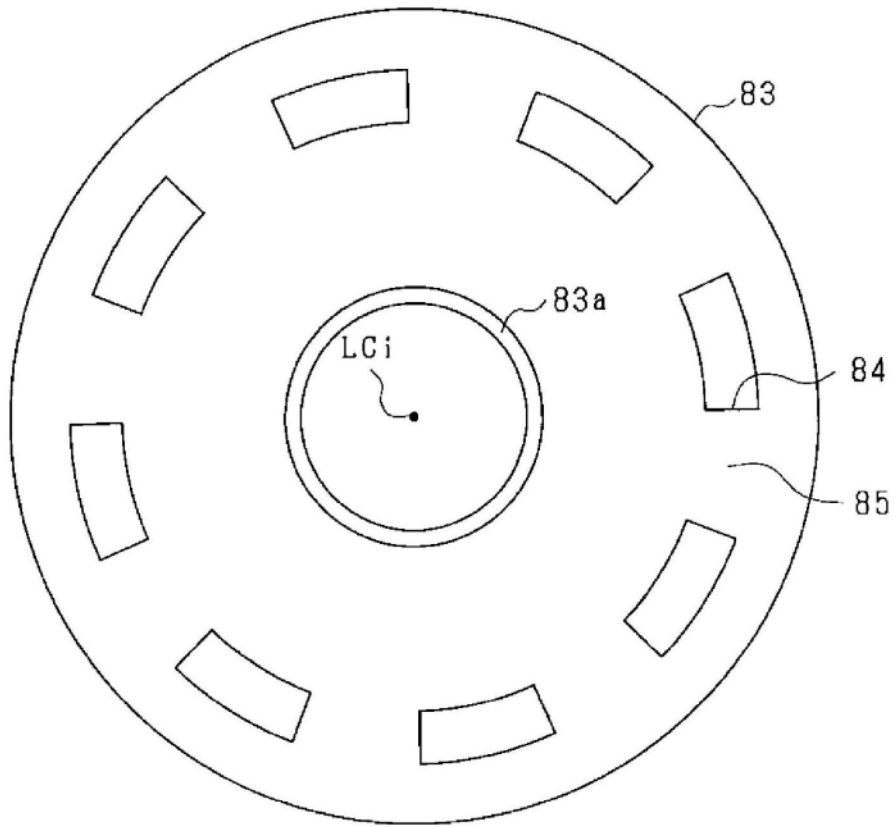


图17

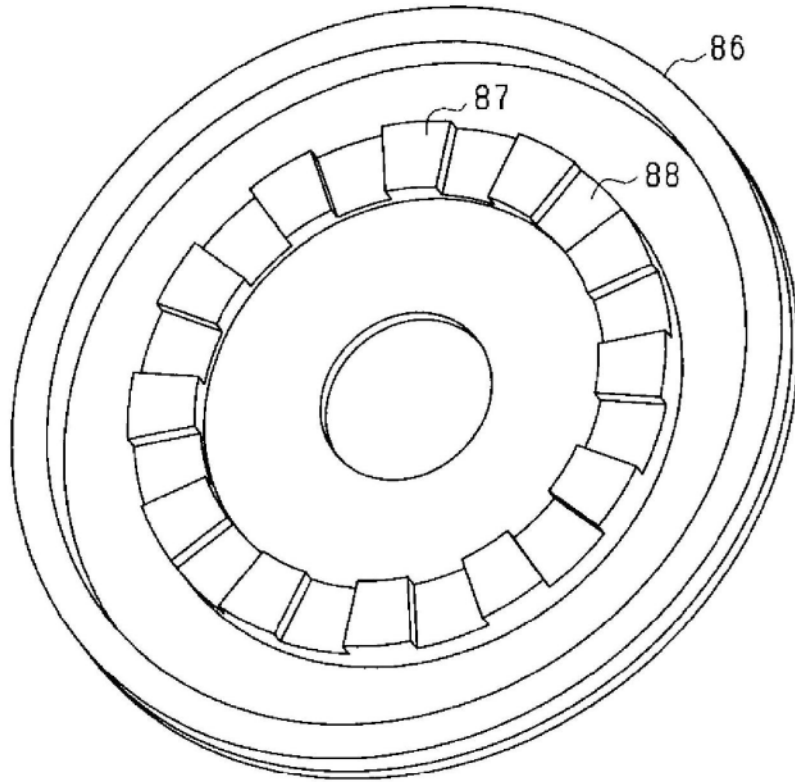


图18

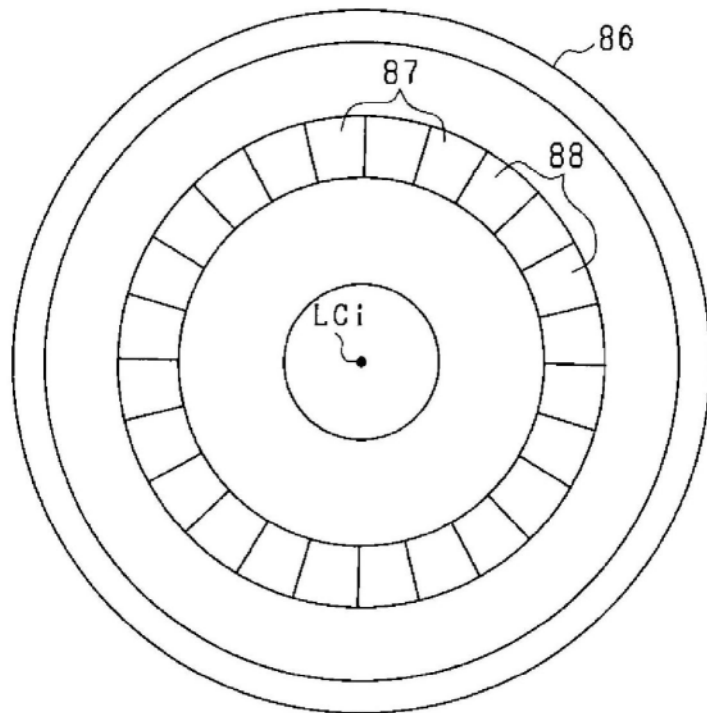


图19

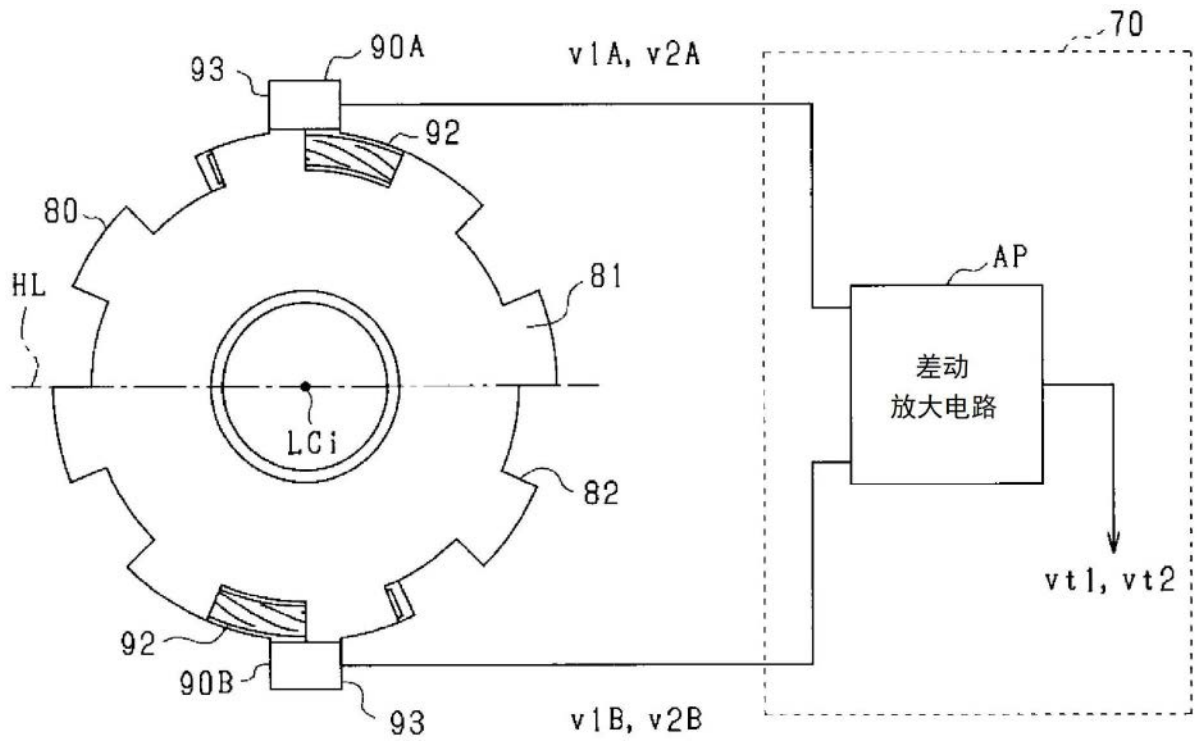


图20

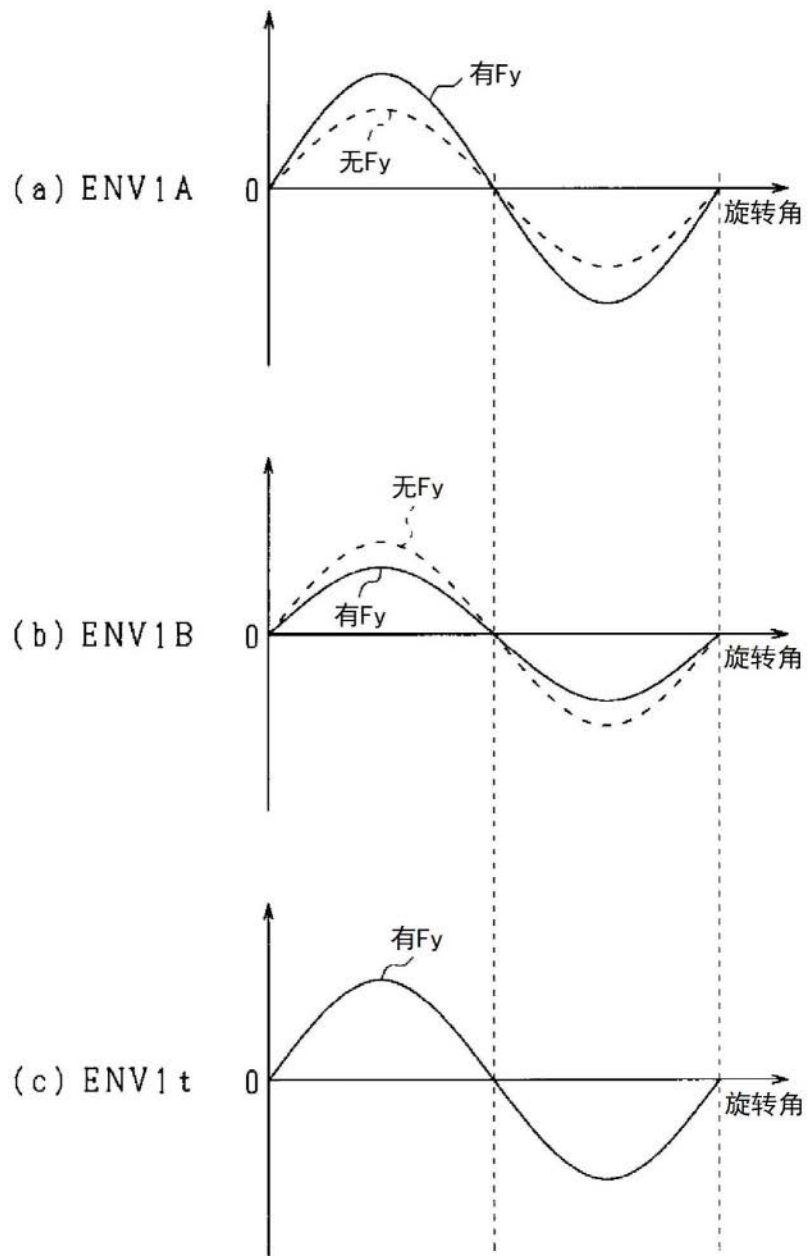


图21

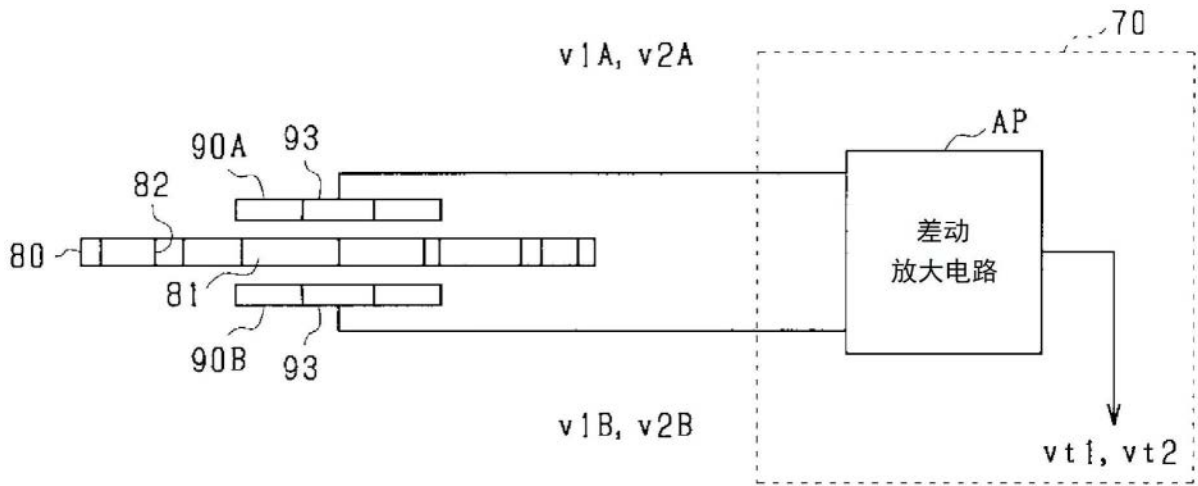


图22

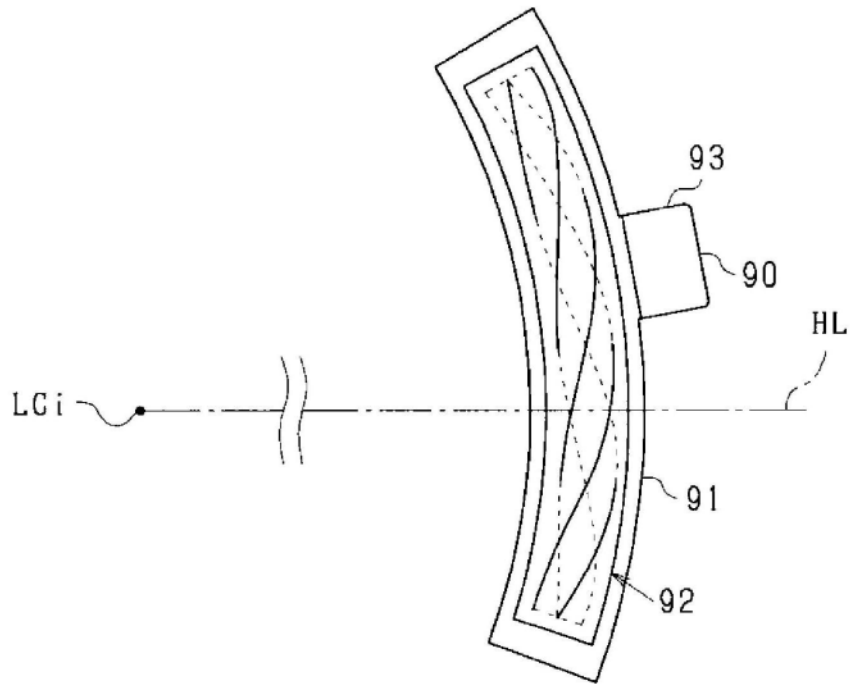


图23

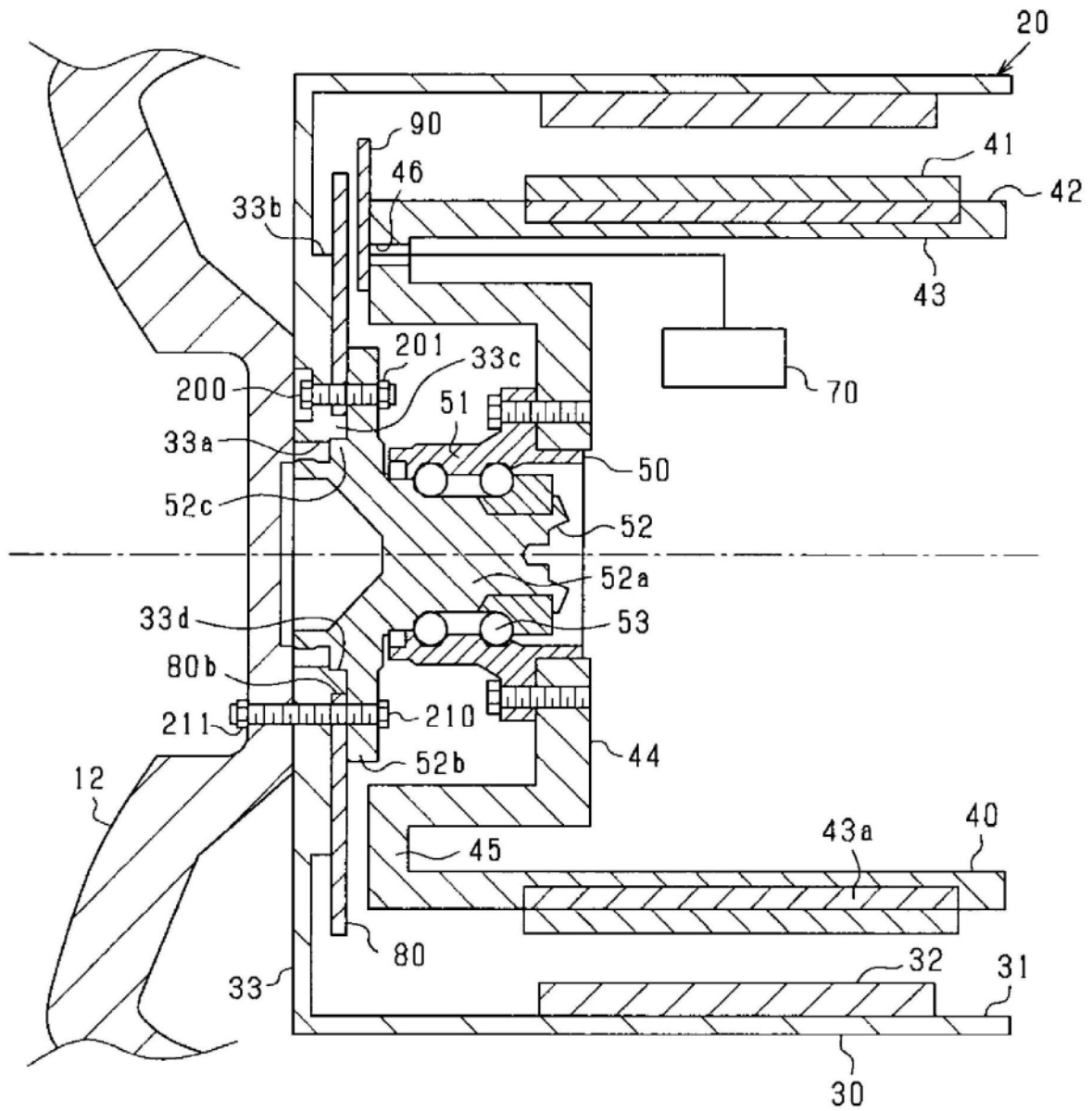


图24

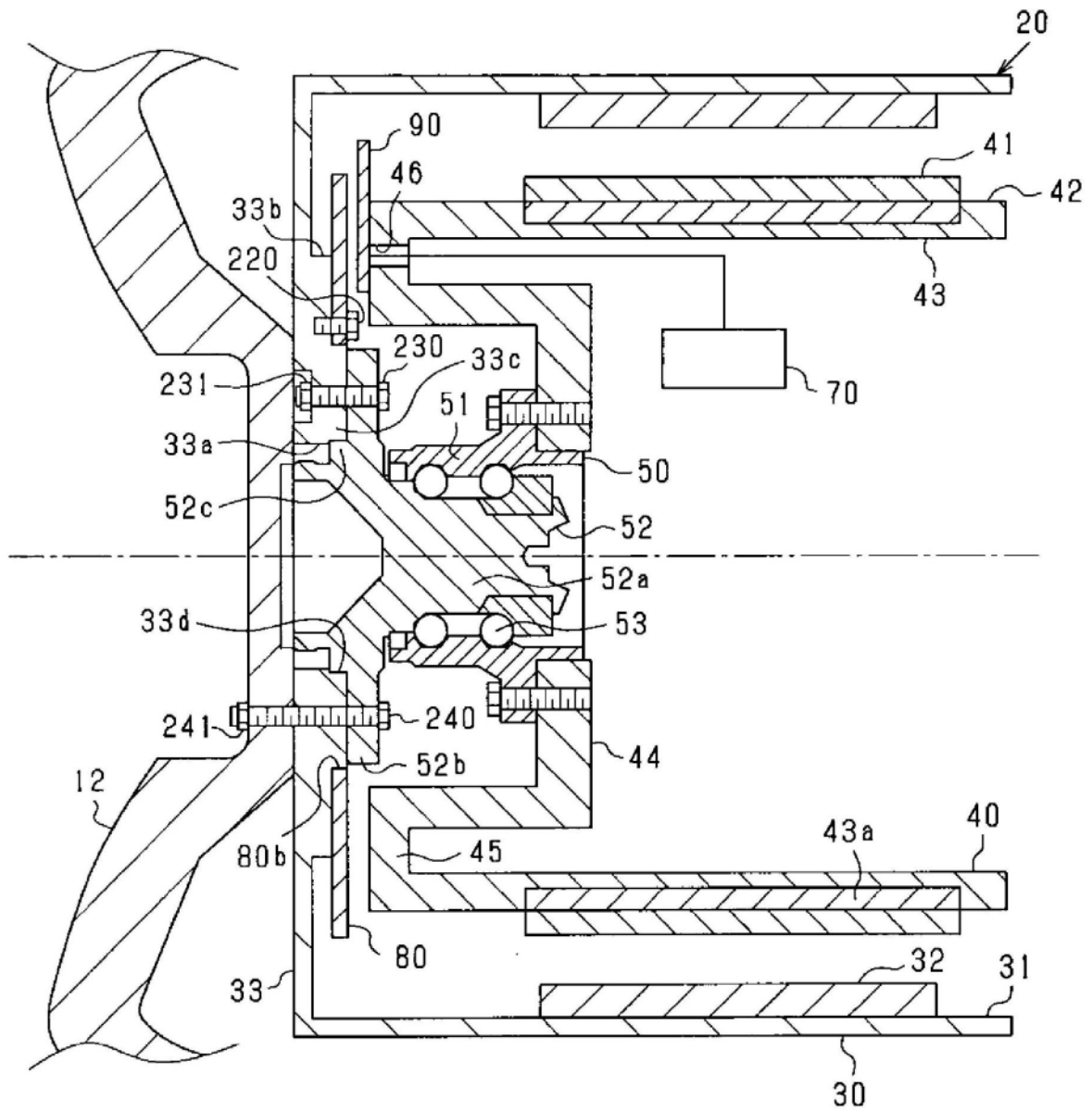


图25