

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-130184  
(P2023-130184A)

(43)公開日 令和5年9月20日(2023.9.20)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード ( 参考 )
G 0 1 L 5/00 (2006.01)	G 0 1 L 5/00	K 2 F 0 5 1
B 6 0 B 35/02 (2006.01)	B 6 0 B 35/02	L 3 J 2 1 7
F 1 6 C 41/00 (2006.01)	F 1 6 C 41/00	3 J 7 0 1
F 1 6 C 19/18 (2006.01)	F 1 6 C 19/18	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L ( 全25頁 )

(21)出願番号 特願2022-34711(P2022-34711)	(71)出願人 000004695 株式会社 S O K E N 愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0
(22)出願日 令和4年3月7日(2022.3.7)	(71)出願人 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
	(74)代理人 100121821 弁理士 山田 強
	(74)代理人 100139480 弁理士 日野 京子
	(74)代理人 100125575 弁理士 松田 洋
	(74)代理人 100175134 弁理士 北 裕介

最終頁に続く

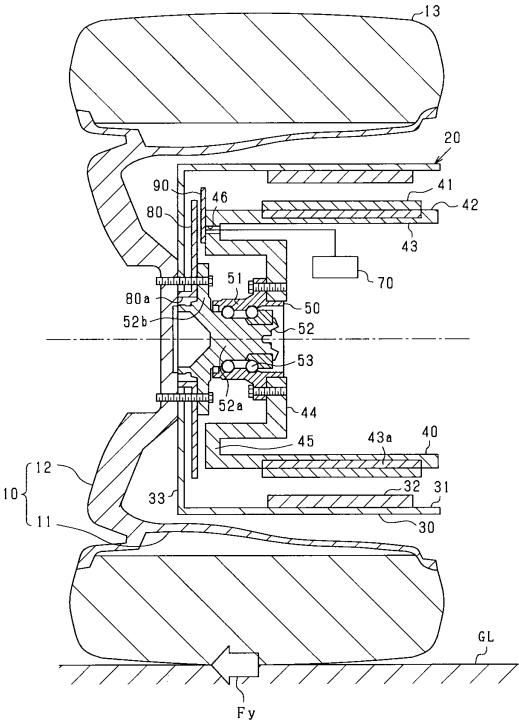
(54)【発明の名称】 車両用検出装置

(57)【要約】

【課題】変位の検出精度を高めることができる車両用検出装置を提供する。

【解決手段】検出装置は、車両の車体に対して固定される固定子ベース部42と、軸受50とを備えている。軸受50は、外輪51、内輪52、及び外輪51と内輪52との間に設けられる転動体53を有し、車輪を固定子ベース部42に対して回転可能に支持する。内輪52が車輪に対して固定され、外輪51が固定子ベース部42に対して固定されている。検出装置は、内輪52に対して固定され、軸受50の径方向外側に延びる円盤状のレース部80と、検出ユニット90とを備えている。検出ユニット90は、固定子ベース部42のうち、径方向において軸受50から離れた位置であって、軸受50の軸方向においてレース部80と対向する位置に設けられている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車両の車体に対して固定されるベース部（４２）と、  
外輪部材（５１）、内輪部材（５２）、及び前記外輪部材と前記内輪部材との間に設けられる転動体（５３）を有し、前記車両の車輪を前記ベース部に対して回転可能に支持する軸受（５０）と、を備え、

前記外輪部材及び前記内輪部材のうち、一方である第１軸受部材（５２）が前記車輪に対して固定され、他方である第２軸受部材（５１）が前記ベース部に対して固定され、

前記第１軸受部材と一体回転するように設けられ、前記第１軸受部材に対して前記軸受の径方向外側に延びる円盤状の検出用回転部（８０，８３，８６）と、

前記ベース部のうち、前記径方向において前記軸受から離れた位置であって、前記軸受の軸方向において前記検出用回転部と対向する位置に前記検出用回転部と非接触の状態で設けられ、前記検出用回転部の前記軸方向の変位に応じた信号を出力する変位検出部（９０，９０Ａ，９０Ｂ）と、

を備える、車両用検出装置。

**【請求項 2】**

前記検出用回転部のうち前記径方向において前記軸受から離れた位置には、前記軸受の周方向に延びる円環状の検出対象部（８１，８２，８４，８５，８７，８８）が形成されており、

前記変位検出部は、

前記ベース部に対して固定されるとともに前記軸方向において前記検出対象部と対向する位置に設けられ、前記軸方向と交差する方向に延びる平面状の受信コイル（１１０，１２０）と、

交流の励磁電圧が供給される励磁コイル（１００）と、

を有し、

前記受信コイルは、前記励磁コイルに前記励磁電圧が供給されている場合に電圧が誘起され、

前記受信コイルの出力電圧信号に基づいて、前記検出用回転部の前記軸方向の変位を算出する処理部（７０）を備える、請求項 1 に記載の車両用検出装置。

**【請求項 3】**

前記検出対象部は、

金属部分（８１）と、前記軸方向において貫かれた部分（８２）とが前記周方向において交互に設けられた構成、

前記軸方向に凹む凹部（８８）と、前記凹部に対して前記軸方向に突出する凸部（８７）とが前記周方向において交互に設けられた構成、又は

金属部分と非金属部分とが前記周方向において交互に設けられた構成  
になっており、

前記処理部は、前記受信コイルの出力電圧信号に基づいて、前記検出用回転部の回転角を更に算出する、請求項 2 に記載の車両用検出装置。

**【請求項 4】**

前記受信コイルは、

前記励磁コイルに前記励磁電圧が供給されている場合に電圧が誘起される第１受信コイル（１１０）と、

前記励磁コイルに前記励磁電圧が供給されている場合に、前記第１受信コイルの誘起電圧に対して位相がずれた電圧が誘起される第２受信コイル（１２０）と、を含み、

前記処理部は、前記第１受信コイル及び前記第２受信コイルの出力電圧信号に基づいて、前記回転角を算出する、請求項 3 に記載の車両用検出装置。

**【請求項 5】**

前記変位検出部として、第１変位検出部（９０Ａ）及び第２変位検出部（９０Ｂ）を備え、

前記第 1 変位検出部が備える前記受信コイルは、前記軸方向において前記検出用回転部の上端部と対向する位置に設けられ、

前記第 2 変位検出部が備える前記受信コイルは、前記軸方向において前記検出用回転部の下端部と対向する位置に設けられている、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両用検出装置。

【請求項 6】

前記変位検出部として、第 1 変位検出部 ( 9 0 A ) 及び第 2 変位検出部 ( 9 0 B ) を備え、

前記第 1 変位検出部が備える前記受信コイルは、前記軸方向において前記検出用回転部の上端部又は下端部と対向する位置に設けられ、

前記第 2 変位検出部が備える前記受信コイルは、前記軸方向において前記検出用回転部を挟んで前記第 1 変位検出部が備える前記受信コイル側とは反対側に設けられている、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両用検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 変位検出部が備える前記受信コイルの出力電圧信号の位相と、前記第 2 変位検出部が備える前記受信コイルの出力電圧信号の位相とが同じになるように、前記第 1 変位検出部及び前記第 2 変位検出部が構成され、

前記第 1 変位検出部が備える前記受信コイルの出力電圧信号と、前記第 2 変位検出部が備える前記受信コイルの出力電圧信号との差を増幅して出力する増幅部 ( A P ) を備え、

前記処理部は、前記増幅部の出力電圧信号に基づいて前記変位を算出する、請求項 5 又は 6 に記載の車両用検出装置。

【請求項 8】

前記受信コイルは、

前記励磁コイルに前記励磁電圧が供給されている場合に前記受信コイルの両端に第 1 極性の電圧を発生させる第 1 部分 ( 1 1 0 A , 1 2 0 A ) と、

前記励磁コイルに前記励磁電圧が供給されている場合に前記受信コイルの両端に前記第 1 極性とは逆極性の第 2 極性の電圧を発生する第 2 部分 ( 1 1 0 B , 1 2 0 B ) と、を有し、

前記受信コイルは、

前記受信コイルの平面視において、前記受信コイルの前記周方向の中央に対して一方側に前記第 1 部分 ( 1 2 0 A ) が設けられるとともに他方側に前記第 2 部分 ( 1 2 0 B ) が設けられて、かつ、前記第 1 部分と前記第 2 部分とが前記周方向に並んだ構成、又は

前記受信コイルの平面視において、前記受信コイルの前記周方向の中央に対して一方側の前記第 1 部分 ( 1 1 0 A ) 及び前記第 2 部分 ( 1 1 0 B ) と他方側の前記第 1 部分及び前記第 2 部分とが、前記中央に対して対称の構成になっており、

前記受信コイルは、前記検出用回転部の回転中心軸線を通る水平軸線を跨いた状態で設けられ、

前記受信コイルの前記周方向の中央が前記水平軸線に対して上下方向にずれた位置になっている、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両用検出装置。

【請求項 9】

前記処理部は、算出した前記変位に基づいて、前記車輪に作用する横力を算出する、請求項 2 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の車両用検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 に記載されているように、車輪に固定されたハブを車体に対して回転

10

20

30

40

50

可能に支持する軸受ユニットが知られている。軸受ユニットは、車体に対して固定された外輪と、ハブに対して固定された内輪と、外輪及び内輪の間の転動体とを備えている。ここで、車両の走行を安定させるためには、車輪に作用する力（例えば横力）に基づいて、車両の走行制御が行われることが望まれる。

【 0 0 0 3 】

車輪に作用する力を検出するための構成として、特許文献 1 には、内輪の内周側に設けられ、ハブに対して固定された被検出リングと、変位センサユニットとが記載されている。被検出リングは、円筒部と、円筒部の軸方向端部から径方向外側に屈曲した折れ曲がり部とを備えている。変位センサユニットの先端部は、内輪の内周側に配置されている。変位センサユニットの先端部には、軸受ユニットの軸方向において折れ曲がりと対向する変位測定素子が設けられている。

10

【 0 0 0 4 】

車輪に力が作用すると、外輪の中心軸線に対する内輪の中心軸線の傾きが増加する。この場合、変位測定素子と折れ曲がり部との軸方向における距離が変化する。この距離の変化が、折れ曲がり部の軸方向の変位として検出される。そして、検出された変位が車輪に作用する力に換算される。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 9 0 0 0 3 1 号公報

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

折れ曲がり部は、軸受ユニット内部に設けられているため、車輪に力が作用する場合における折れ曲がり部の軸方向の変位は小さい。この場合、変位の検出精度が悪化することが懸念される。

【 0 0 0 7 】

本発明は、変位の検出精度を高めることができる車両用検出装置を提供することを主たる目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、車両の車体に対して固定されるベース部と、  
外輪部材、内輪部材、及び前記外輪部材と前記内輪部材との間に設けられる転動体を有し、前記車両の車輪を前記ベース部に対して回転可能に支持する軸受と、を備え、  
前記外輪部材及び前記内輪部材のうち、一方である第 1 軸受部材が前記車輪に対して固定され、他方である第 2 軸受部材が前記ベース部に対して固定され、  
前記第 1 軸受部材と一体回転するように設けられ、前記第 1 軸受部材に対して前記軸受の径方向外側に延びる円盤状の検出用回転部と、  
前記ベース部のうち、前記径方向において前記軸受から離れた位置であって、前記軸受の軸方向において前記検出用回転部と対向する位置に前記検出用回転部と非接触の状態で設けられ、前記検出用回転部の前記軸方向の変位に応じた信号を出力する変位検出部と、を備える。

40

【 0 0 0 9 】

本発明では、軸受を構成する第 1 軸受部材と一体回転するように検出用回転部が設けられている。このため、検出用回転部は、第 1 軸受部材に対して固定された車輪と一体回転する。

【 0 0 1 0 】

ここで、車輪に横力が作用する場合における検出用回転部の軸方向の変位は、第 1 軸受部材から径方向外側に離れるほど大きくなる。変位が大きくなる位置に変位検出部が設けられることにより、変位の検出精度を高めることができる。そこで、本発明では、ベース

50

部のうち、径方向において軸受から離れた位置であって、軸方向において検出用回転部と対向する位置に変位検出部が設けられている。このため、例えば軸受内に変位検出部が設けられる構成と比較して、検出用回転部の軸方向の変位の変化に対する変位検出部の出力信号（例えば出力信号の振幅）の変化を大きくすることができる。これにより、変位検出部による変位の検出精度を高めることができ、例えば、検出された変位に基づく横力の算出精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係る車輪の縦断面図。

【図2】レース部の平面図。

10

【図3】タイヤに横力が作用した場合に外輪に対して内輪が傾斜した状態を示す図。

【図4】検出ユニットを示す図。

【図5】検出ユニット及び処理部の電氣的構成を示す図。

【図6】多層基板の平面視における励磁コイル及び第1、第2受信コイルの投影図。

【図7】多層基板の1層目に形成された配線パターン及びビアを示す図。

【図8】多層基板の2層目に形成された配線パターン及びビアを示す図。

【図9】多層基板の3層目に形成された配線パターン及びビアを示す図。

【図10】多層基板の4層目に形成された配線パターン及びビアを示す図。

【図11】変位及び回転角の検出原理を説明するための図。

【図12】変位及び回転角の検出原理を説明するための図。

20

【図13】簡略化した第2受信コイルの平面図。

【図14】受信コイルの出力電圧信号及びこの信号の包絡線の推移を示す図。

【図15】第1、第2受信コイルの出力電圧信号の包絡線の推移を示す図。

【図16】出力電圧信号の振幅最大値、変位及び横力の関係を示す特性図。

【図17】第1実施形態の変形例に係るレース部の平面図。

【図18】第1実施形態の変形例に係るレース部の斜視図。

【図19】第1実施形態の変形例に係るレース部の平面図。

【図20】第2実施形態に係るレース部、検出ユニット及び処理部を示す図。

【図21】各検出ユニットの出力電圧の包絡線等の推移を示す図。

【図22】第3実施形態に係るレース部、検出ユニット及び処理部を示す図。

30

【図23】第4実施形態に係るレース部及び検出ユニットを示す図。

【図24】第5実施形態に係る車輪の縦断面図。

【図25】第6実施形態に係る車輪の縦断面図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

< 第1実施形態 >

以下、本発明に係る車両用検出装置を具体化した第1実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態の検出装置は、インホイールモータを備える車輪（駆動輪）に作用する横力を算出可能に構成されている。車両は、例えば、2つの前輪及び2つの後輪を有する乗用の4輪車両である。ただし、車両としては、これに限らず、2輪車両等、4輪以外の車両であってもよい。また、車両の用途としては、乗用に限らない。

40

【0013】

図1に示すように、車輪は、ホイール10及びインホイールモータ20を備えている。ホイール10は、円筒状のリム部11と、リム部11のうち車幅方向外側の端部に設けられた円板上のディスク部12とを備えている。リム部11の外周には、タイヤ13が取り付けられている。

【0014】

インホイールモータ20は、リム部11及びディスク部12により囲まれたホイール10の内側空間に収容されており、ホイール10に回転動力を付与する。インホイールモータ20は、回転子30と、回転子30の径方向内側に配置された固定子40とを備えるア

50

ウタロータ型のモータである。

【 0 0 1 5 】

回転子 3 0 は、円筒状の磁石保持部 3 1 と、磁石保持部 3 1 の内周面に設けられた磁石ユニット 3 2 とを備えている。磁石保持部 3 1 においてインホイールモータ 2 0 の軸方向（車両の車幅方向）の外側端から内側端までにわたって、リム部 1 1 の内周面と対向している。磁石ユニット 3 2 は、回転子 3 0 の回転中心軸線と同心の円筒状をなしており、磁石保持部 3 1 の内周面に固定された複数の磁石を有している。つまり、本実施形態のインホイールモータ 2 0 は表面磁石型の同期機（S P M S M）である。磁石ユニット 3 2 において、磁石は、回転子 3 0 の周方向に沿って極性が交互に変わるように並べられている。これにより、磁石ユニット 3 2 には、周方向に複数の磁極が形成されている。磁石は、例えば焼結ネオジム磁石である。ちなみに、インホイールモータ 2 0 としては、埋込磁石型の同期機（I P M S M）であってもよい。

10

【 0 0 1 6 】

回転子 3 0 は、磁石保持部 3 1 のうち車幅方向外側端部に設けられ、磁石保持部 3 1 とディスク部 1 2 とを接続する円盤状の平板部 3 3 を備えている。平板部 3 3 には、ディスク部 1 2 がボルトにより固定されている。これにより、回転子 3 0 とホイール 1 0 とが一体回転する。

【 0 0 1 7 】

固定子 4 0 は、径方向において磁石ユニット 3 2 と対向する位置に配置された円筒状の固定子巻線 4 1 と、固定子巻線 4 1 の径方向内側に設けられた円筒状の固定子ベース部 4 2 とを備えている。固定子巻線 4 1 は、径方向において磁石ユニット 3 2 と対向する位置に設けられたコイルサイド部と、コイルサイド部の軸方向両端に設けられたコイルエンド部とを備えている。

20

【 0 0 1 8 】

固定子ベース部 4 2 は、例えばナックル等を介して車体に固定され、固定子巻線 4 1 等を保持する。固定子ベース部 4 2 は、車体に対して固定された円筒部 4 3 を備えている。円筒部 4 3 のうち径方向において固定子巻線 4 1 と隣り合う部分が固定子コア 4 3 a とされている。

【 0 0 1 9 】

固定子ベース部 4 2 は、円筒部 4 3 の軸方向一端から径方向内側に延びる固定部 4 4 を備えている。固定部 4 4 及び軸受 5 0 により、固定子ベース部 4 2 に対して回転子 3 0 が回転可能に支持されている。固定部 4 4 のうち径方向外側端部は、平板部 3 3 側に突出する円環状の突出部 4 5 とされている。突出部 4 5 のうち平板部 3 3 に対向する部分は平坦面とされている。

30

【 0 0 2 0 】

軸受 5 0 は、転がり軸受（例えばラジアル玉軸受）であり、「第 1 軸受部材」に相当する外輪 5 1 と、「第 2 軸受部材」に相当する内輪 5 2 と、外輪 5 1 及び内輪 5 2 の間に配置された複数の転動体 5 3（例えば玉）とを備えている。外輪 5 1 は、ボルトにより固定部 4 4 に固定されている。内輪 5 2 は、径方向において外輪 5 1 と対向する円柱部 5 2 a と、円柱部 5 2 a の軸方向一端部から径方向外側に延びるフランジ部 5 2 b とを備えている。フランジ部 5 2 b は、ボルトにより平板部 3 3 及びディスク部 1 2 に固定されている。なお、図 1 には、内輪 5 2 と外輪 5 1 とが同軸になっている状態を示す。

40

【 0 0 2 1 】

車両には、固定子巻線 4 1 に電氣的に接続されたインバータと、インバータに電氣的に接続された蓄電部とが備えられている。蓄電部は、車体に設けられ、例えばリチウムイオン蓄電池等の蓄電池である。インバータを構成する上、下アームスイッチのスイッチング制御は、制御装置により行われる。これにより、回転子 3 0 が回転し、車輪が回転する。なお、インバータ及び制御装置は、車体に設けられていてもよいし、インホイールモータ 2 0 に内蔵されていてもよい。

【 0 0 2 2 】

50

ホイール 10 の内側空間には、「検出用回転部」に相当する円盤状のレース部 80 と、「変位検出部」に相当する検出ユニット 90 とが設けられている。レース部 80 及び検出ユニット 90 は、インホイールモータ 20 の回転子 30 の回転角（具体的には、電気角又は機械角）、車輪の回転速度、及び接地面（地面）GL と車輪（タイヤ 13）との間に作用する横力  $F_y$  を算出するために用いられる。例えば、算出された回転角（電気角）は、制御装置においてインバータのスイッチング制御に用いられ、車輪の回転速度及び横力は、制御装置において車両の走行制御に用いられる。

#### 【0023】

図 1 及び図 2 に示すように、レース部 80 は、円盤状をなし、金属材料（例えば、鉄又はアルミニウム）で構成されている。レース部 80 の中央部には、貫通孔が形成されている。レース部 80 のうち貫通孔の周縁部は、ディスク部 12 方向に屈曲する屈曲部 80a とされている。屈曲部 80a は、回転子 30 の平板部 33 の中央部に形成された貫通孔に嵌め込まれている。レース部 80 は、回転子 30 の平板部 33 から離間して、かつ、内輪 52 のフランジ部 52b に面接触した状態で、ボルトにより固定されている。これにより、レース部 80 と内輪 52 とが同軸にされている。レース部 80、回転子 30 及びホイール 10 は一体回転する。

10

#### 【0024】

レース部 80 のうち径方向外側端部は、固定子ベース部 42 の突出部 45 と対向している。図 2 に示すように、レース部 80 の径方向外側端部には、金属部分である遮蔽部 81 と、レース部 80 の板厚方向に貫かれた切欠 82 とが周方向において交互に形成されている。遮蔽部 81 及び切欠 82 により、円環状の「検出対象部」が形成されている。本実施形態では、遮蔽部 81 の周方向長さ  $L_1$  と、切欠 82 の周方向長さ  $L_2$  とが等しくなっている。また、図 2 に示す例では、遮蔽部 81 及び切欠 82 が 8 組設けられている。なお、図 2 に示す  $LCi$  は、内輪 52 の中心軸線を示す。

20

#### 【0025】

検出ユニット 90 は、いわゆる渦電流式のインダクティブセンサである。検出ユニット 90 は、図 2、図 4 及び図 5 に示すように、基板 91 と、基板 91 に設けられたコイル部 92 と、回路部 93 とを備えている。図 2 は、ホイール 10 側から見たレース部 80 を示す図である。図 4 は、ホイール 10 側から見た基板 91 を示す図である。基板 91 は、突出部 45 の平坦面に固定されている。これにより、基板 91 は、外輪 51 の軸方向と直交する方向に延びている。本実施形態では、基板 91 は、円環状の突出部 45 のうち上端部の平坦面に固定されている。

30

#### 【0026】

図 1 及び図 5 に示すように、回路部 93 は、処理部 70 と電氣的に接続されている。詳しくは、突出部 45 に挿通孔 46 が形成され、挿通孔 46 に挿通された配線を介して処理部 70 と回路部 93 とが電氣的に接続されている。なお、処理部 70 は、車体に設けられていてもよいし、インホイールモータ 20 に内蔵されていてもよい。

#### 【0027】

コイル部 92 は、励磁コイル 100、第 1 受信コイル 110 及び第 2 受信コイル 120 を備えている。各コイル 100、110、120 は平面コイルである。回路部 93 は、集積回路で構成されている。回路部 93 は、図 5 に示すように、励磁コイル 100 に高周波の励磁電圧を供給する励磁回路 94 と、受信回路 95 とを備えている。励磁コイル 100 に励磁電圧が供給されると、励磁電圧と同じ又は同等の周波数の電圧が第 1 受信コイル 110 及び第 2 受信コイル 120 に誘起される。受信回路 95 は、各受信コイル 110、120 の両端の電圧を出力電圧信号として検出する。

40

#### 【0028】

図 1 に示すように車輪に横力  $F_y$  が作用すると、図 3 に示すように、外輪 51 の中心軸線  $LCo$  に対する内輪 52 の中心軸線  $LCi$  の傾き  $\theta$  が大きくなる。この場合、各受信コイル 110、120 と、レース部 80 との軸方向距離が変化し、各受信コイル 110、120 の出力電圧信号の振幅が変化する。検出ユニット 90 は、この振幅変化に基づいて、

50

レース部 80 の軸方向における変位  $L$  を算出し、算出した変位  $L$  に基づいて、横力  $F_y$  を算出する。

【0029】

続いて、図 6 ~ 図 10 を用いて、コイル部 92 について説明する。本実施形態において、基板 91 は多層基板（具体的には 4 層の基板）であり、コイル部 92 を構成する励磁コイル 100 及び各受信コイル 110, 120 は、多層基板上の配線パターンにより構成されている。図 7 ~ 図 10 には、レース部 80 側から基板 91 を見た場合における各層に形成された配線パターンを示す。図 6 (a) は、1 層目の配線パターンに 2 ~ 4 層目の配線パターンを投影した図である。

【0030】

まず、励磁コイル 100 について説明する。励磁コイル 100 は、図 7 及び図 8 に示すように、基板 91 の板厚方向に隣接する 1 層目及び 2 層目に形成されている。各層の配線パターンは、励磁側ビア V I に充填された導体により電氣的に接続されている。1 層目には、配線パターンとして、励磁回路 94 に電氣的に接続された第 1 励磁端部 101 と、第 1 励磁端部 101 から励磁側ビア V I まで時計回りに複数回（3 回）周回して形成された第 1 励磁パターン 102 とが形成されている。2 層目には、励磁回路 94 に電氣的に接続された第 2 励磁端部 103 と、第 2 励磁端部 103 から励磁側ビア V I まで反時計回りに複数回（3 回）周回して形成された第 2 励磁パターン 104 とが形成されている。これにより、6 ターンの平面コイルの励磁コイル 100 が基板 91 に形成されている。励磁コイル 100 は、外輪 51 の周方向に延びる円弧状をなしている。

【0031】

続いて、第 1 受信コイル 110 について説明する。第 1 受信コイル 110 は、図 7 ~ 図 10 に示すように、1 ~ 4 層目に形成されている。図 9 に示すように、3 層目には、受信回路 95 に電氣的に接続された第 1 受信端部 111 が形成されている。第 1 受信端部 111 には、第 1 A ビア V A 1 を介して、1 層目のパターン 112 の第 1 端が接続されている。パターン 112 の第 2 端には、第 2 A ビア V A 2 を介して、2 層目のパターン 113 の第 1 端が接続されている。パターン 113 の第 2 端には、第 3 A ビア V A 3、パターン 114 及び第 4 A ビア V A 4 を介して、1 層目のパターン 115 の第 1 端が接続されている。パターン 115 の第 2 端には、第 5 A ビア V A 5 を介して、2 層目のパターン 116 の第 1 端が接続されている。パターン 116 の第 2 端には、第 6 A ビア V A 6、パターン 117 及び第 7 A ビア V A 7 を介して、4 層目の第 2 受信端部 118 が接続されている。第 2 受信端部 118 は、受信回路 95 に接続されている。受信回路 95 は、第 1 受信端部 111 及び第 2 受信端部 118 の電位差を第 1 出力電圧信号  $v_1$  として検出する。

【0032】

第 1 受信コイル 110 は、図 6 (a) に示すように、基板 91 の平面視において励磁コイル 100 に囲まれた領域に設けられている。また、第 1 受信コイル 110 は、励磁コイル 100 に励磁電圧が供給されている場合、第 1 受信コイル 110 の第 1 受信端部 111 及び第 2 受信端部 118 の間に第 1 極性の電圧を発生させる第 1 部分と、第 1 極性とは逆極性の第 2 極性の電圧を発生する第 2 部分とから構成されることとなる。詳しくは、図 6 (b) に示すように、基板 91 の平面視において、第 1 受信コイル 110 の周方向の中央部が 1 ターンの第 1 部分 110 A とされ、第 1 受信コイル 110 のうち第 1 部分 110 A の両端部が、第 1 部分 110 A と同じターン数（1 ターン）の第 2 部分 110 B とされている。これにより、第 1 受信コイル 110 の周方向の中央軸線  $L_t$  に対して一方側の第 1, 第 2 部分 110 A, 110 B のパターン形状と他方側の第 1, 第 2 部分 110 A, 110 B のパターン形状とが上記中央軸線  $L_t$  に対して対称になっている。

【0033】

続いて、第 2 受信コイル 120 について説明する。第 2 受信コイル 120 は、図 7 ~ 図 10 に示すように、1 ~ 4 層目に形成されている。図 9 に示すように、3 層目には、受信回路 95 に電氣的に接続された第 3 受信端部 121 が形成されている。第 3 受信端部 121 には、第 1 B ビア V B 1 を介して、2 層目のパターン 122 の第 1 端が接続されている

10

20

30

40

50



。パターン 1 2 2 の第 2 端には、第 2 B ビア  $V B 2$  を介して、1 層目のパターン 1 2 3 の第 1 端が接続されている。パターン 1 2 3 の第 2 端には、第 3 A ビア  $V A 3$ 、パターン 1 2 4 及び第 4 B ビア  $V B 4$  を介して、1 層目のパターン 1 2 5 の第 1 端が接続されている。パターン 1 2 5 の第 2 端には、第 5 B ビア  $V B 5$  を介して、2 層目のパターン 1 2 6 の第 1 端が接続されている。パターン 1 2 6 の第 2 端には、第 6 B ビア  $V B 6$ 、パターン 1 2 7 及び第 7 B ビア  $V B 7$  を介して、4 層目の第 4 受信端部 1 2 8 が接続されている。第 4 受信端部 1 2 8 は、受信回路 9 5 に接続されている。受信回路 9 5 は、第 3 受信端部 1 2 1 及び第 4 受信端部 1 2 8 の電位差を第 2 出力電圧信号  $v 2$  として検出する。

#### 【 0 0 3 4 】

第 2 受信コイル 1 2 0 は、図 6 ( a ) に示すように、基板 9 1 の平面視において励磁コイル 1 0 0 に囲まれた領域に設けられている。第 2 受信コイル 1 2 0 の周方向長さは、第 1 受信コイル 1 1 0 の周方向長さと同じである。第 2 受信コイル 1 2 0 の径方向長さは、第 1 受信コイル 1 1 0 の径方向長さと同じである。

#### 【 0 0 3 5 】

基板 9 1 の平面視において、第 2 受信コイル 1 2 0 の周方向両端位置は、第 1 受信コイル 1 1 0 の周方向両端位置と同じである。また、基板 9 1 の平面視において、第 2 受信コイル 1 2 0 の径方向外側端の位置と、第 1 受信コイル 1 1 0 の径方向外側端の位置とは、外輪 5 1 の中心軸線  $L C o$  を中心とする同心円上に存在する。また、基板 9 1 の平面視において、第 2 受信コイル 1 2 0 の径方向内側端の位置と、第 1 受信コイル 1 1 0 の径方向内側端の位置とは、中心軸線  $L C o$  を中心とする同心円上に存在する。

#### 【 0 0 3 6 】

図 6 ( c ) に示すように、第 2 受信コイル 1 2 0 は、第 1 受信コイル 1 1 0 と同様に、第 1 部分 1 2 0 A 及び第 2 部分 1 2 0 B から構成されている。基板 9 1 の平面視において、第 2 受信コイル 1 2 0 の周方向の中央軸線  $L t$  に対して一方側が第 1 部分 1 2 0 A とされ、他方側が第 2 部分 1 2 0 B とされている。

#### 【 0 0 3 7 】

第 1 受信コイル 1 1 0 及び第 2 受信コイル 1 2 0 において、中央軸線  $L t$  から周方向端までの周方向長さは、遮蔽部 8 1 及び切欠 8 2 の周方向長さ  $L 1$  と同じである。

#### 【 0 0 3 8 】

続いて、図 1 1 ~ 図 1 6 を用いて、検出ユニット 9 0 によって変位及び回転角を検出できる原理について説明する。

#### 【 0 0 3 9 】

まず、図 1 1 及び図 1 2 を用いて、この原理の概要について説明する。図 1 1 に示すように、励磁コイルに高周波の励磁電圧  $v r ( t )$  が供給されると、励磁コイルに高周波電流が流れる。その電流により磁束  $( t )$  が発生し、磁束  $( t )$  が受信コイルを鎖交する。受信コイルの両端には、鎖交磁束の時間変化率に比例した電圧  $v e ( t )$  が誘起される。

#### 【 0 0 4 0 】

図 1 2 には、金属部分である遮蔽部により受信コイルの一部が覆われた状態を示す。遮蔽部のうち受信コイルと対向する部分には、励磁コイルの通電に伴う鎖交磁束により渦電流が流れる。この渦電流により、受信コイルに誘起電圧を発生させる磁束を弱める向きに磁束が発生し、受信コイルの誘起電圧の振幅が小さくなる。つまり、受信コイルの両端の電位差の振幅は、受信コイルのうち遮蔽部に覆われていない面積に比例する。

#### 【 0 0 4 1 】

図 1 1 及び図 1 2 の説明事項を踏まえ、図 1 3 及び図 1 4 を用いて、第 2 受信コイル 1 2 0 を例にして検出原理について説明する。図 1 3 及び図 1 4 は、図 6 等にした第 2 受信コイル 1 2 0 及び遮蔽部 8 1 を、周方向を直線状にして示した図である。図 1 4 は、第 2 受信コイル 1 2 0 及び遮蔽部 8 1 の相対的な位置関係と、第 2 受信コイル 1 2 0 の第 2 出力電圧信号  $v 2$  の推移とを示す図である。

#### 【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

図 1 3 及び図 1 4 において、第 2 受信端部 1 1 8 から第 1 受信端部 1 1 1 へと電流が流れる方向 (  $I +$  ) を正方向と称し、第 1 受信端部 1 1 1 から第 2 受信端部 1 1 8 へと電流が流れる方向 (  $I -$  ) を負方向と称することとする。また、図 1 3 及び図 1 4 では、紙面手前側から奥側に、励磁コイル 1 0 0 からの磁束が通過する。

【 0 0 4 3 】

図 1 4 の時刻  $t_1$  において、第 1 部分 1 2 0 A の中央側の半分と、第 2 部分 1 2 0 B の中央側の半分とが遮蔽部 8 1 により覆われている。第 1 部分 1 2 0 A には正方向に電流を流そうとする電圧が誘起され、第 2 部分 1 2 0 B には負方向に電流を流そうとする電圧が誘起される。その結果、第 1 部分 1 2 0 A で発生する誘起電圧と第 2 部分 1 2 0 B で発生する誘起電圧とが打ち消し合い、第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅が 0 となる。

10

【 0 0 4 4 】

時刻  $t_2$  において、第 1 部分 1 2 0 A 及び第 2 部分 1 2 0 B のうち第 2 部分 1 2 0 B が遮蔽部 8 1 により覆われる。この場合、第 1 部分 1 2 0 A には正方向に電流を流そうとする電圧が誘起され、第 2 部分 1 2 0 B の誘起電圧が 0 となる。その結果、第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅が第 1 極性 ( 正極性 ) 側の最大値となる。この最大値は、レース部 8 0 が第 2 受信コイル 1 2 0 に近づくほど大きくなる。

【 0 0 4 5 】

時刻  $t_3$  において、第 1 部分 1 2 0 A の端部側の半分と、第 2 部分 1 2 0 B の端部側の半分とが遮蔽部 8 1 により覆われている。第 1 部分 1 2 0 A には正方向に電流を流そうとする電圧が誘起され、第 2 部分 1 2 0 B には負方向に電流を流そうとする電圧が誘起される。その結果、第 1 部分 1 2 0 A で発生する誘起電圧と第 2 部分 1 2 0 B で発生する誘起電圧とが打ち消し合い、第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅が 0 となる。

20

【 0 0 4 6 】

時刻  $t_4$  において、第 1 部分 1 2 0 A 及び第 2 部分 1 2 0 B のうち第 1 部分 1 2 0 A が遮蔽部 8 1 により覆われる。この場合、第 2 部分 1 2 0 B には負方向に電流を流そうとする電圧が誘起され、第 1 部分 1 2 0 A の誘起電圧が 0 となる。その結果、第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅が、第 1 極性とは逆極性の第 2 極性 ( 負極性 ) 側の最大値となる。この最大値は、レース部 8 0 が第 2 受信コイル 1 2 0 に近づくほど大きくなる。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、レース部 8 0 の径方向外側端部に遮蔽部 8 1 及び切欠 8 2 が交互に形成されている。このため、回転子 3 0 の回転中において、第 2 受信コイル 1 2 0 の第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅は周期的に変化し、図 1 4 及び図 1 5 に破線にて示すように、第 2 出力電圧信号  $v_2$  の包絡線 ( 以下、第 2 包絡線  $ENV_2$  ) は、正弦波状になる。例えば、磁石ユニット 3 2 の磁極位置の周方向間隔と、遮蔽部 8 1 及び切欠 8 2 の周方向長さとを関係付けて設定することにより、振幅又は包絡線と電気角  $e$  とを対応付けることができる。

30

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、励磁コイル 1 0 0 に励磁電圧が供給されている場合において、第 2 受信コイル 1 2 0 の第 2 出力電圧信号  $v_2$  に対する第 1 受信コイル 1 1 0 の第 1 出力電圧信号  $v_1$  の位相差が 90 度である。このため、図 1 5 に一点鎖線にて示すように、第 2 包絡線  $ENV_2$  に対する第 1 出力電圧信号  $v_1$  の包絡線 ( 以下、第 1 包絡線  $ENV_1$  ) の位相差も 90 度である。

40

【 0 0 4 9 】

図 1 6 に示すように、第 1 , 第 2 包絡線  $ENV_1$  ,  $ENV_2$  の振幅は、レース部 8 0 が第 1 , 第 2 受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 に近づくほど大きくなる。第 1 包絡線  $ENV_1$  を例にして説明すると、受信回路 9 5 は、基準状態における第 1 包絡線  $ES_1$  の振幅に対する実際の第 1 包絡線  $ENV_1$  の振幅のずれ量を第 1 変位信号として処理部 7 0 に出力する。基準状態は、任意に設定することができる。基準状態とは、例えば車両の停車状態であり、具体的には例えば水平な路面に車両が停車している状態である。本実施形態では、基準状態における第 1 変位信号が 0 となるように受信回路 9 5 が構成されている。第 1 変位信

50

号は、レース部 80 の上端部が基準状態における位置から第 1, 第 2 受信コイル 110, 120 に近づく場合に正極性となる。第 1 変位信号は、レース部 80 が基準状態における位置から第 1, 第 2 受信コイル 110, 120 に近づくほど正方向に大きくなる。一方、第 1 変位信号は、レース部 80 の上端部が基準状態における位置に対して第 1, 第 2 受信コイル 110, 120 から離れる場合に負極性となる。第 1 変位信号は、レース部 80 の上端部が基準状態における位置に対して第 1, 第 2 受信コイル 110, 120 から離れるほど負方向に大きくなる。第 1 変位信号は、第 1 包絡線  $ENV1$  の正極性側の振幅最大値及び負極性側の振幅最大値が出現するたびに更新される。なお、受信回路 95 は、基準状態における第 2 包絡線  $ES2$  の振幅に対する実際の第 2 包絡線  $ENV2$  の振幅のずれ量を第 2 変位信号として処理部 70 に出力する。本実施形態では、基準状態における第 2 変位信号が 0 となるように受信回路 95 が構成されている。以上説明した関係を利用して、処理部 70 を構成する変位算出部 71 は、第 1 変位信号又は第 2 変位信号に基づいて、レース部 80 の軸方向における変位  $L$  を算出する。詳しくは、変位算出部 71 は、変位信号及び変位  $L$  が関係付けられたマップ情報又は数式情報に基づいて、変位  $L$  を算出する。

10

#### 【0050】

図 16 に示すように、変位  $L$  が大きくなるほど、横力  $F_y$  が大きくなる。この関係を利用して、処理部 70 を構成する横力算出部 72 は、算出された変位  $L$  と、変位  $L$  及び横力  $F_y$  が関係付けられたマップ情報又は数式情報とに基づいて、横力  $F_y$  を算出する。横力  $F_y$  が正の値になる場合、車幅方向外側に向かう方向の横力が車輪に作用し、横力  $F_y$  が負の値になる場合、車幅方向内側に向かう方向の横力が車輪に作用する。なお、第 1 変位信号を例にして説明すると、横力算出部 72 は、第 1 変位信号と、第 1 変位信号及び横力  $F_y$  が関係付けられたマップ情報又は数式情報とに基づいて、横力  $F_y$  を算出してもよい。変位信号と、マップ情報又は数式情報とに基づく横力  $F_y$  の算出は、以下の各実施形態においても同様に適用できる。

20

#### 【0051】

処理部 70 を構成する角度算出部 73 は、第 1 出力電圧信号  $v_1$  及び第 2 出力電圧信号  $v_2$  の少なくとも一方に基づいて、回転子 30 の回転角（例えば電気角  $e$ ）を算出する。

#### 【0052】

具体的には例えば、角度算出部 73 は、第 1 包絡線  $ENV1$  又は第 2 包絡線  $ENV2$  に基づいて、電気角  $e$  を算出すればよい。これは、包絡線が出力電圧信号の振幅の推移を示す情報であること、及び出力電圧信号の振幅が回転角に依存することに基づく算出方法である。

30

#### 【0053】

また、例えば、角度算出部 73 は、第 1 出力電圧信号  $v_1$ 、第 2 出力電圧信号  $v_2$  及び励磁電圧  $v_r$  を入力として、同期検波及びローパスフィルタを用いることにより、電気角  $e$  を算出すればよい。この算出方法は、デジタルトラッキング方式のものであり、例えば、特開 2015-073407 の明細書の段落 0028 ~ 0030 に記載されている。

#### 【0054】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

40

#### 【0055】

固定子ベース部 42 のうち、径方向において軸受 50 から離れた位置であって、軸方向においてレース部 80 の径方向端部と対向する位置に、検出ユニット 90 が設けられている。レース部 80 のうち軸方向において検出ユニット 90 と対向する部分は、軸受 50 から径方向外側に離れた部分である。このため、車輪に横力が作用する場合において、レース部 80 のうち軸方向において検出ユニット 90 と対向する部分の軸方向の変位を大きくすることができる。その結果、変位  $L$  の検出精度を高めることができ、ひいては車両のばね下を構成する車輪の横力  $F_y$  の算出精度を高めることができる。

#### 【0056】

50

インホイールモータ 20 をアウトロータ型の構成としたため、レース部 80 の径方向端部を、軸受 50 から径方向に大きく離れた位置に配置することができる。これにより、変位  $L$  の検出精度を高めることができる。

#### 【0057】

第 1 受信コイル 110 及び第 2 受信コイル 120 が、固定子巻線 41 を構成するコイルエンド部よりも軸方向においてホイール 10 側に設けられている。これにより、固定子巻線 41 への通電に伴うノイズ等が第 1 受信コイル 110 及び第 2 受信コイル 120 の誘起電圧に及ぼす影響を抑制できる。その結果、変位  $L$  及び回転角の検出精度を高めることができる。

#### 【0058】

< 第 1 実施形態の変形例 >

・レース部は、図 1 等にした構成に限らず、例えば、以下 (A) , (B) の構成であってもよい。

#### 【0059】

(A) 図 17 に示すように、レース部 83 には、遮蔽部 85 と、レース部を貫く開口 84 とが周方向において交互に設けられている。なお、図 17 の 83 a は、図 1 及び図 2 に示す屈曲部 80 a に相当する。また、開口 84 の周方向長さが図 2 の切欠 82 の周方向長さに対応する。

#### 【0060】

(B) 図 18 及び図 19 に示すように、レース部 83 には、レース部 83 の平坦面から内輪 52 の軸方向に突出する凸部 87 と、レース部 83 の平坦面から軸方向に突出するとともに凸部 87 に対して内輪 52 の軸方向に凹む凹部 88 とが周方向において交互に設けられている。なお、凸部 87 の周方向長さが図 2 の遮蔽部 81 の周方向長さに対応し、凹部 88 の周方向長さが図 2 の切欠 82 の周方向長さに対応する。凹部 88 及び凸部 87 が設けられていることにより、回転子 30 の回転中において、各受信コイル 110 , 120 とレース部 83 との軸方向距離が変化する。この変化を利用して、第 1 実施形態と同様に、変位  $L$  を検出することができる。

・検出ユニット 90 がレース部 80 の下端部と対向する位置に設けられていてもよい。また、検出ユニット 90 が、レース部 80 に対してディスク部 12 側に配置されていてもよい。

#### 【0061】

< 第 2 実施形態 >

以下、第 2 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 20 に示すように、検出ユニットとして、第 1 検出ユニット 90 A 及び第 2 検出ユニット 90 B が設けられている。第 1 検出ユニット 90 A が備えるコイル部 92 (第 1 , 第 2 受信コイル 110 , 120) は、固定子ベース部 42 の突出部 45 のうち、内輪 52 の軸方向においてレース部 80 の上端部と対向する位置に設けられている。第 2 検出ユニット 90 B が備えるコイル部 92 (第 1 , 第 2 受信コイル 110 , 120) は、突出部 45 のうち、内輪 52 の軸方向においてレース部 80 の下端部と対向する位置に設けられている。第 1 , 第 2 検出ユニット 90 A , 90 B の基板 91 は、レース部 80 に対して軸方向で同じ側に配置されている。なお、図 20 において、HL は、内輪 52 の中心軸線 LC i を通る水平軸線を示す。

#### 【0062】

回転子 30 の回転中において、第 1 検出ユニット 90 A が備える第 1 , 第 2 受信コイル 110 , 120 の第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v1A$  ,  $v2A$  に対する、第 2 検出ユニット 90 B が備える第 1 , 第 2 受信コイル 110 , 120 の第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v1B$  ,  $v2B$  の位相差が 0 となるように、各検出ユニット 90 A , 90 B が構成及び配置されている。

#### 【0063】

処理部 70 は、差動増幅回路 AP を備えている。差動増幅回路 AP は、第 1 検出ユニッ

10

20

30

40

50

ト 9 0 A の第 1 出力電圧信号  $v_1 A$  と第 2 検出ユニット 9 0 B の第 1 出力電圧信号  $v_1 B$  との差を増幅し、第 1 増幅信号  $v_t 1$  として出力する。また、差動増幅回路 A P は、第 1 検出ユニット 9 0 A の第 2 出力電圧信号  $v_2 A$  と第 2 検出ユニット 9 0 B の第 2 出力電圧信号  $v_2 B$  との差を増幅し、第 2 増幅信号  $v_t 2$  として出力する。角度算出部 7 3 において、第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v_1$  ,  $v_2$  に代えて、第 1 , 第 2 増幅信号  $v_t 1$  ,  $v_t 2$  が回転角の算出に用いられる。なお、第 1 検出ユニット 9 0 A の第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v_1 A$  ,  $v_2 A$  、又は第 2 検出ユニット 9 0 B の第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v_1 B$  ,  $v_2 B$  に基づいて回転角が算出されてもよい。また、変位算出部 7 1 は、第 1 増幅信号  $v_t 1$  の包絡線の振幅を第 1 変位信号として算出し、第 2 増幅信号  $v_t 2$  の包絡線の振幅を第 2 変位信号として算出する。差動増幅されているため、コイル部 9 2 とレース部 8 0 との軸方向変位の変化量に対する各受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の出力電圧信号の振幅変化量を大きくできる。つまり、インダクティブセンサの感度を高めることができる。これにより、変位 L の検出精度を高めることができる。

#### 【 0 0 6 4 】

以下、図 2 1 を用いて、差動増幅回路 A P 等の出力信号について説明する。図 2 1 ( a ) は、第 1 検出ユニット 9 0 A における第 1 出力電圧信号  $v_1 A$  の包絡線 E N V 1 A の推移を示し、図 2 1 ( b ) は、第 2 検出ユニット 9 0 B における第 1 出力電圧信号  $v_1 B$  の包絡線 E N V 1 B の推移を示す。図 2 1 ( c ) は、第 1 増幅信号  $v_t 1$  ( =  $v_1 A - v_1 B$  ) の包絡線 E N V 1 t の推移を示す。

#### 【 0 0 6 5 】

第 1 検出ユニット 9 0 A の第 1 出力電圧信号  $v_1 A$  と第 2 検出ユニット 9 0 B の第 1 出力電圧信号  $v_1 B$  との位相差は 0 である。また、車輪に横力が作用していない場合、第 1 検出ユニット 9 0 A の第 1 出力電圧信号  $v_1 A$  の振幅と、第 2 検出ユニット 9 0 B の第 1 出力電圧信号  $v_1 B$  の振幅とが同じになる。その結果、図中破線にて示すように、各包絡線 E N V 1 A , E N V 1 B の振幅が同じになり、第 1 増幅信号  $v_t 1$  及び第 1 変位信号が 0 となる。

#### 【 0 0 6 6 】

一方、車幅方向外側を向く横力が車輪に作用する場合、レース部 8 0 の上端部が固定子ベース部 4 2 側に近づき、下端部がホイール 1 0 側に近づくように外輪 5 1 に対して内輪 5 2 が傾く。これにより、第 1 検出ユニット 9 0 A の第 1 出力電圧信号  $v_1 A$  の振幅が増加し、第 2 検出ユニット 9 0 B の第 1 出力電圧信号  $v_1 B$  の振幅が減少する。その結果、図中実線にて示すように、第 1 検出ユニット 9 0 A における第 1 出力電圧信号  $v_1 A$  の包絡線 E N V 1 A の振幅が増加し、第 2 検出ユニット 9 0 B における第 1 出力電圧信号  $v_1 B$  の包絡線 E N V 1 B の振幅が減少する。したがって、第 1 増幅信号  $v_t 1$  の包絡線 E N V 1 t の振幅が増加する。以上から、処理部 7 0 を構成する変位算出部 7 1 は、第 1 , 第 2 増幅信号  $v_t 1$  ,  $v_t 2$  の包絡線の振幅を第 1 , 第 2 変位信号として算出し、算出した第 1 , 第 2 変位信号のいずれかに基づいて、レース部 8 0 の軸方向における変位 L を算出する。

#### 【 0 0 6 7 】

レース部 8 0 の上端部に対向する位置に第 1 検出ユニット 9 0 A のコイル部 9 2 が配置され、レース部 8 0 の下端部に対向する位置に第 2 検出ユニット 9 0 B のコイル部 9 2 が配置されている。車輪に横力が作用する場合、レース部 8 0 のうち上端部及び下端部の軸方向変位が大きくなる。このため、このような配置により、各検出ユニット 9 0 A , 9 0 B の各受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の出力電圧信号の振幅を大きくでき、変位 L の検出精度を高めることができる。

#### 【 0 0 6 8 】

レース部 8 0 に対して軸方向で同じ側に第 1 , 第 2 検出ユニット 9 0 A , 9 0 B の基板 9 1 が配置されている。車輪に作用する横力の方向が車幅方向外側を向いている場合、レース部 8 0 の上端部が固定子ベース部 4 2 側に近づき、下端部がホイール 1 0 側に近づくように外輪 5 1 に対して内輪 5 2 が傾く。この場合、第 1 検出ユニット 9 0 A の各受信コ

イル 1 1 0 , 1 2 0 の出力電圧信号の振幅が増加し、第 2 検出ユニット 9 0 B の各受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の出力電圧信号の振幅が減少する。つまり、第 2 検出ユニット 9 0 B 側の出力電圧信号の振幅の減少を、第 1 検出ユニット 9 0 A 側の出力電圧信号の振幅の増加で補償できる。

【 0 0 6 9 】

一方、車輪に作用する横力の方向が車幅方向内側を向いている場合、レース部 8 0 の上端部がホイール 1 0 側に近づき、下端部が固定子ベース部 4 2 側に近づくように外輪 5 1 に対して内輪 5 2 が傾く。この場合、第 1 検出ユニット 9 0 A の各受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の出力電圧信号の振幅が減少し、第 2 検出ユニット 9 0 B の各受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の出力電圧信号の振幅が増加する。つまり、第 1 検出ユニット 9 0 A 側の出力電圧信号の振幅の減少を、第 2 検出ユニット 9 0 B 側の出力電圧信号の振幅の増加で補償できる。

10

【 0 0 7 0 】

このように、レース部 8 0 に対して同じ側に第 1 , 第 2 検出ユニット 9 0 A , 9 0 B の基板 9 1 が配置される構成によれば、車輪に作用する横力の方向が車幅方向内側及び外側のどちらになるかに依らず、出力電圧信号の振幅を極力維持できる。その結果、変位 L の検出精度を維持することができる。

【 0 0 7 1 】

< 第 2 実施形態の変形例 >

第 2 検出ユニット 9 0 B が、レース部 8 0 に対して第 1 検出ユニット 9 0 A とは反対側に配置されていてもよい。

20

【 0 0 7 2 】

< 第 3 実施形態 >

以下、第 3 実施形態について、第 2 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 2 2 に示すように、第 2 検出ユニット 9 0 B が備える基板 9 1 及びコイル部 9 2 は、外輪 5 1 の中心軸線 L C o の方向において、レース部 8 0 を挟んで第 1 検出ユニット 9 0 A が備える基板 9 1 及びコイル部 9 2 側とは反対側に設けられている。つまり、第 1 検出ユニット 9 0 A 及び第 2 検出ユニット 9 0 B がレース部 8 0 の上端部と対向する位置に設けられている。図 2 2 は、レース部 8 0 及び各検出ユニット 9 0 A , 9 0 B をレース部 8 0 の上方から見た図である。本実施形態においても、回転子 3 0 の回転中において、第 1 検出ユニット 9 0 A が備える第 1 , 第 2 受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v 1 A$  ,  $v 2 A$  に対する、第 2 検出ユニット 9 0 B が備える第 1 , 第 2 受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の第 1 , 第 2 出力電圧信号  $v 1 B$  ,  $v 2 B$  の位相差が 0 となるように、各検出ユニット 9 0 A , 9 0 B が構成及び配置されている。角度算出部 7 3 は、第 2 実施形態と同様に回転角を算出し、変位算出部 7 1 は、第 2 実施形態と同様に第 1 , 第 2 変位信号を算出する。

30

【 0 0 7 3 】

以上説明した本実施形態によれば、第 2 実施形態と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 7 4 】

< 第 3 実施形態の変形例 >

第 1 検出ユニット 9 0 A 及び第 2 検出ユニット 9 0 B がレース部 8 0 の下端部と対向する位置に設けられていてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

< 第 4 実施形態 >

以下、第 4 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 2 3 に示すように、コイル部 9 2 ( 第 1 , 第 2 受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 ) が、レース部 8 0 の回転中心 ( 内輪 5 2 の中心軸線 L C i ) を通る水平軸線 H L を跨いだ状態で設けられている。これにより、第 1 , 第 2 受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の周方向の中央が水平軸線 H L に対して上方向にずれた位置になっている。以下、この配置方法について、第 2 受信コイル 1 2 0 を例にして説明する。

50

## 【 0 0 7 6 】

上述したように、第 2 受信コイル 1 2 0 と遮蔽部 8 1 との相対的な位置関係により、第 2 受信コイル 1 2 0 の第 1 部分 1 2 0 A で発生する誘起電圧と、第 2 部分 1 2 0 B で発生する誘起電圧とが打ち消し合う状態となる。この場合、第 2 受信コイル 1 2 0 の第 2 出力電圧信号  $v_2$  が 0 となる。打ち消し合う状態が解消されるにつれて、第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅が大きくなっていく。ただし、レース部 8 0 のうち水平軸線 H L 付近における軸方向変位は、レース部 8 0 の径方向端部よりも小さい。このため、水平軸線 H L を跨いだ状態で検出ユニット 9 0 が設けられる構成では、第 2 受信コイル 1 2 0 の第 2 出力電圧信号  $v_2$  の振幅が小さくなりやすい。

## 【 0 0 7 7 】

そこで、本実施形態では、第 1 , 第 2 受信コイル 1 1 0 , 1 2 0 の周方向の中央が水平軸線 H L に対して上方向にずれた位置になっている。これにより、外輪 5 1 に対して内輪 5 2 が傾斜した状態における、第 2 受信コイル 1 2 0 とレース部 8 0 との軸方向変位を極力大きくできる。その結果、変位 L の検出精度を高めることができる。

## 【 0 0 7 8 】

## &lt; 第 5 実施形態 &gt;

以下、第 5 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 2 4 に示すように、回転子 3 0、レース部 8 0 及び軸受 5 0 の同軸度を小さくできる構成が採用されている。なお、図 2 4 において、先の図 1 等 に示した構成と同一の構成又は対応する構成については、便宜上、同一の符号を付している。また、本実施形態のレース部 8 0 には屈曲部 8 0 a が形成されていない。

## 【 0 0 7 9 】

回転子 3 0 を構成する平板部 3 3 の径方向中央部には、貫通孔 3 3 a が形成されている。平板部 3 3 のうち車幅方向内側の面には、径方向内側端部から径方向外側に向かって延びる円環状の段差部 3 3 b が形成されている。段差部 3 3 b のうち車幅方向内側の面は平坦面とされている。段差部 3 3 b のうち径方向内側端部には、車幅方向内側に突出する円環状の位置決め部 3 3 c が形成されている。

## 【 0 0 8 0 】

レース部 8 0 の径方向中央部には、貫通孔 8 0 b が形成されている。段差部 3 3 b の平坦面にレース部 8 0 の平坦面が当接した状態で、レース部 8 0 の貫通孔 8 0 b に位置決め部 3 3 c が嵌め合わされる。これにより、回転子 3 0 の回転中心軸線とレース部 8 0 の回転中心軸線とが同軸にされている。

## 【 0 0 8 1 】

内輪 5 2 のフランジ部 5 2 b のうち径方向内側端部には、車幅方向外側に突出する円環状の軸受側段差部 5 2 c が形成されている。平板部 3 3 のうち位置決め部 3 3 c よりも径方向内側部分は、車幅方向外側に凹む円環状の凹部 3 3 d が形成されている。軸受側段差部 5 2 c が凹部 3 3 d に嵌め合わされることにより、内輪 5 2 の中心軸線、回転子 3 0 の回転中心軸線及びレース部 8 0 の回転中心軸線が同軸にされている。特に本実施形態では、フランジ部 5 2 b の車幅方向外側の平坦面と、レース部 8 0 及び位置決め部 3 3 c の平坦面とが当接している。これにより、回転子 3 0 の回転中心軸線、レース部 8 0 の回転中心軸線及び内輪 5 2 の中心軸線の同軸度を好適に小さくできる。

## 【 0 0 8 2 】

平板部 3 3、レース部 8 0 及びフランジ部 5 2 b には、軸方向に貫通する第 1 貫通孔が形成されている。第 1 貫通孔は、周方向に並んで（例えば、周方向に等間隔に並んで）複数形成されている。各第 1 貫通孔には、ボルト 2 0 0 が挿通されている。ボルト 2 0 0 の頭部を車幅方向外側に向けるとともにボルト 2 0 0 の軸部を車幅方向内側に向けた状態で、ボルト 2 0 0 が第 1 貫通孔に挿通されている。この挿通状態において、軸部の先端部の雄ネジがナット 2 0 1 の雌ネジにねじ込まれている。これにより、重ね合わされた状態の平板部 3 3、レース部 8 0 及びフランジ部 5 2 b がボルト 2 0 0 の頭部とナット 2 0 1 とにより挟み込まれる。その結果、回転子 3 0、レース部 8 0 及び軸受 5 0 が一体化されて

10

20

30

40

50

いる。

#### 【 0 0 8 3 】

平板部 3 3、レース部 8 0、フランジ部 5 2 b 及びディスク部 1 2 には、軸方向に貫通する第 2 貫通孔が形成されている。第 2 貫通孔は、第 1 貫通孔の形成位置からずれた位置に、周方向に並んで（例えば、周方向に等間隔に並んで）複数形成されている。各第 2 貫通孔には、ボルト 2 1 0 が挿通されている。ボルト 2 1 0 の頭部を車幅方向内側に向けるとともにボルト 2 1 0 の軸部を車幅方向外側に向けた状態で、ボルト 2 1 0 が第 2 貫通孔に挿通されている。この挿通状態において、ボルト 2 1 0 の雄ネジがナット 2 1 1 の雌ネジにねじ込まれている。これにより、重ね合わされた状態の平板部 3 3、フランジ部 5 2 b、レース部 8 0 及びディスク部 1 2 がボルト 2 1 0 の頭部とナット 2 1 1 とにより挟み込まれる。その結果、回転子 3 0、軸受 5 0、レース部 8 0 及びホイール 1 0 が一体化されている。

10

#### 【 0 0 8 4 】

続いて、駆動輪の製造方法について説明する。この製造方法では、レース部 8 0 を備えるモータ A S S Y を組み立てた後、モータ A S S Y をホイール 1 0 に組み付ける。

#### 【 0 0 8 5 】

段差部 3 3 b の平坦面にレース部 8 0 の平坦面を当接させた状態で、レース部 8 0 の貫通孔 8 0 b に位置決め部 3 3 c を嵌め合わせる。その後、レース部 8 0 を段差部 3 3 b 及びフランジ部 5 2 b で挟みつつ、軸受側段差部 5 2 c を凹部 3 3 d に嵌め合わせる。

#### 【 0 0 8 6 】

平板部 3 3、レース部 8 0 及びフランジ部 5 2 b を重ねた状態で、ボルト 2 0 0 の頭部を回転子 3 0 の外側に向けてボルト 2 0 0 を各第 1 貫通孔に挿通する。そして、ボルト 2 0 0 の雄ネジにナット 2 0 1 の雌ネジをねじ込む。これにより、重ね合わされた状態の平板部 3 3、レース部 8 0 及びフランジ部 5 2 b がボルト 2 0 0 の頭部とナット 2 0 1 とにより挟み込まれる。これにより、回転子 3 0、レース部 8 0 及び軸受 5 0 が一体化されたモータ A S S Y となる。ここで、段差部 3 3 b の平坦面にレース部 8 0 の平坦面を当接させているため、ボルト 2 0 0 にナット 2 0 1 がねじ込まれる場合におけるレース部 8 0 の反りを抑制することができる。

20

#### 【 0 0 8 7 】

モータ A S S Y とディスク部 1 2 とを重ねた状態で、ボルト 2 1 0 の頭部を固定子ベース部 4 2 側に向けてボルト 2 1 0 を各第 2 貫通孔に挿通する。そして、ボルト 2 1 0 の雄ネジにナット 2 1 1 の雌ネジをねじ込む。これにより、モータ A S S Y 及びホイール 1 0 が一体化される。

30

#### 【 0 0 8 8 】

以上説明した本実施形態によれば、回転子 3 0、レース部 8 0 及び軸受 5 0 の同軸度を小さくした駆動輪を提供することができる。これにより、検出ユニット 9 0 による検出精度を高めることができる。

#### 【 0 0 8 9 】

< 第 6 実施形態 >

以下、第 6 実施形態について、第 5 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 2 5 に示すように、レース部 8 0 が、内輪 5 2 ではなく、回転子 3 0 に固定されている。なお、図 2 5 において、先の図 2 4 等 に示した構成と同一の構成又は対応する構成については、便宜上、同一の符号を付している。

40

#### 【 0 0 9 0 】

段差部 3 3 b の平坦面にレース部 8 0 の平坦面が当接した状態で、レース部 8 0 の貫通孔 8 0 b に位置決め部 3 3 c が嵌め合わされている。この状態で、ボルト 2 2 0 によりレース部 8 0 と段差部 3 3 b とが固定されている。

#### 【 0 0 9 1 】

平板部 3 3 及びフランジ部 5 2 b には、軸方向に貫通する第 1 貫通孔が形成されている。第 1 貫通孔は、周方向に並んで（例えば、周方向に等間隔に並んで）複数形成されてい

50



る。各第 1 貫通孔には、ボルト 2 3 0 が挿通されている。ボルト 2 3 0 の頭部を車幅方向内側に向けるとともにボルト 2 3 0 の軸部を車幅方向外側に向けた状態で、ボルト 2 3 0 が第 1 貫通孔に挿通されている。この挿通状態において、ボルト 2 3 0 の雄ネジがナット 2 3 1 の雌ネジにねじ込まれている。これにより、重ね合わされた状態の平板部 3 3 及びフランジ部 5 2 b がボルト 2 3 0 の頭部とナット 2 3 1 とにより挟み込まれる。その結果、回転子 3 0、レース部 8 0 及び軸受 5 0 が一体化されている。

【 0 0 9 2 】

平板部 3 3、フランジ部 5 2 b 及びディスク部 1 2 には、軸方向に貫通する第 2 貫通孔が形成されている。第 2 貫通孔は、径方向において第 1 貫通孔の形成位置からずれた位置に、周方向に並んで（例えば、周方向に等間隔に並んで）複数形成されている。各第 2 貫通孔には、ボルト 2 4 0 が挿通されている。ボルト 2 4 0 の頭部を車幅方向内側に向けるとともにボルト 2 4 0 の軸部を車幅方向外側に向けた状態で、ボルト 2 4 0 が第 2 貫通孔に挿通されている。この挿通状態において、ボルト 2 4 0 の雄ネジがナット 2 4 1 の雌ネジにねじ込まれている。これにより、重ね合わされた状態の平板部 3 3、フランジ部 5 2 b 及びディスク部 1 2 がボルト 2 4 0 の頭部とナット 2 4 1 とにより挟み込まれる。その結果、回転子 3 0 及びホイール 1 0 が一体化されている。

10

【 0 0 9 3 】

< その他の実施形態 >

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【 0 0 9 4 】

・第 4 実施形態において、第 1、第 2 受信コイル 1 1 0、1 2 0 の周方向の中央が水平軸線 H L に対して下方向にずれた位置になっていてもよい。

20

【 0 0 9 5 】

・図 2 の切欠 8 2 又は図 1 7 の開口 8 4 に、合成樹脂等の非金属部が設けられていてもよい。この場合、レース部において、金属部分と非金属部分とが周方向において交互に設けられた構成を実現でき、第 1 実施形態等の同様に回転角を検出することができる。

【 0 0 9 6 】

・図 1 に示すインホイールモータ 2 0 がレース部 8 0 を備えていなくてもよい。この場合、例えば、インホイールモータ 2 0 の平板部 3 3 のうち、軸方向においてコイル部 9 2 と対向する部分に、遮蔽部と開口とが周方向に交互に形成されたり、凹部と凸部とが周方向に交互に形成されたりしてもよい。なお、この場合、平板部 3 3 が「検出用回転部」に相当する。

30

【 0 0 9 7 】

・基板 9 1 に形成される受信コイルは、第 1 受信コイル 1 1 0 及び第 2 受信コイル 1 2 0 のいずれかであってもよい。

【 0 0 9 8 】

・変位を検出するセンサとしては、渦電流式のセンサに限らず、例えばレーザ光で変位を検出するセンサであってもよい。

【 0 0 9 9 】

・軸受としては、外輪 5 1 が固定子ベース部 4 2 に固定され、内輪 5 2 がホイール 1 0 に固定されているものに限らず、外輪がホイール 1 0 に固定され、内輪が固定子ベース部 4 2 に固定されているものであってもよい。この場合、内輪が「第 1 軸受部材」に相当し、外輪が「第 2 軸受部材」に相当する。

40

【 0 1 0 0 】

・モータとしては、車輪に収容されるものに限らず、例えば、車体に設けられたオンロードモータであってもよい。また、モータとしては、アウトロータ型のものに限らず、インナロータ型のものであってもよい。

【 0 1 0 1 】

・本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成す

50

ることによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

【符号の説明】

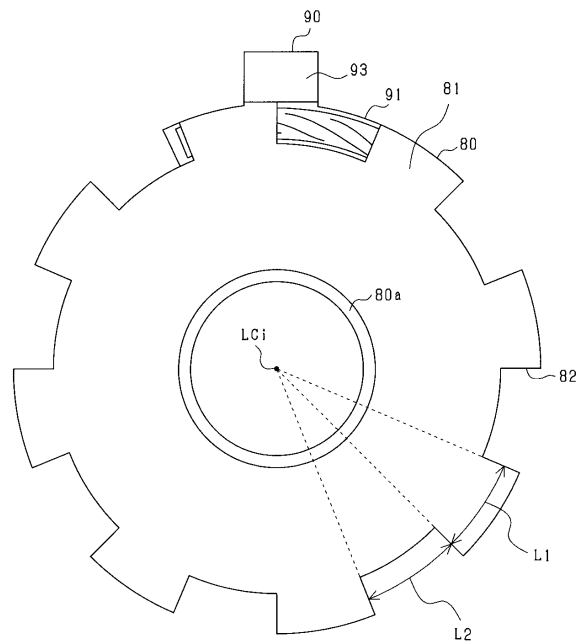
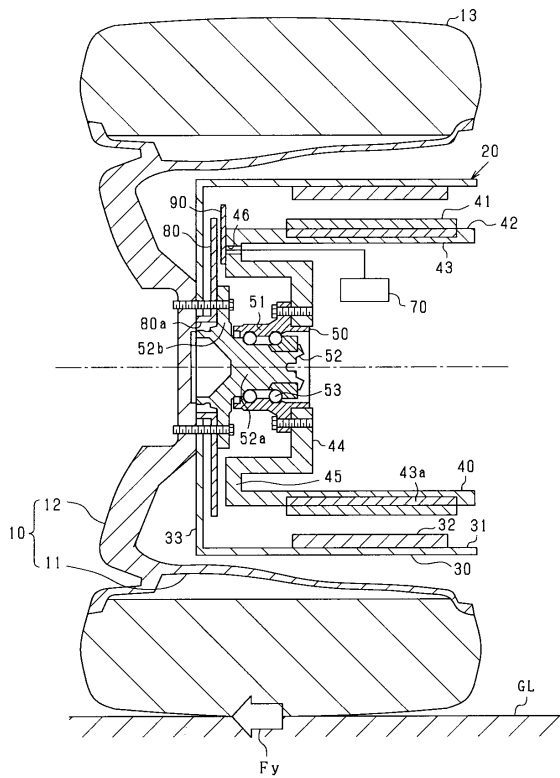
【 0 1 0 2 】

2 0 ... インホイールモータ、 3 0 ... 回転子、 4 0 ... 固定子、 5 0 ... 軸受、 8 0 ... レース部、 9 0 ... 検出ユニット。

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

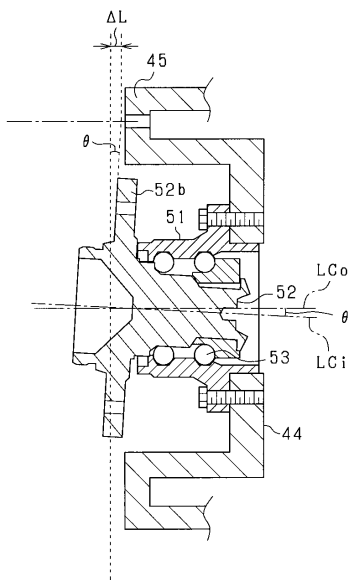
20

30

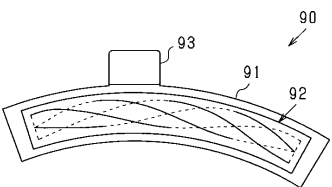
40

50

【 図 3 】



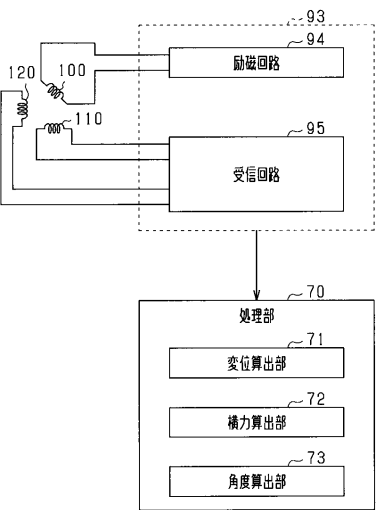
【 図 4 】



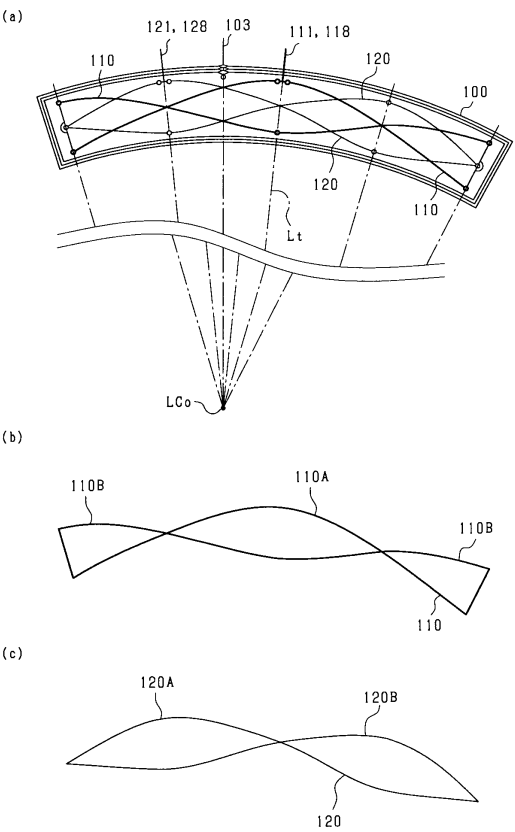
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

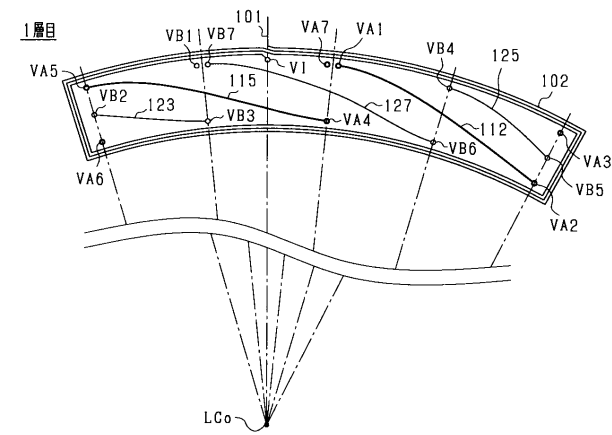


30

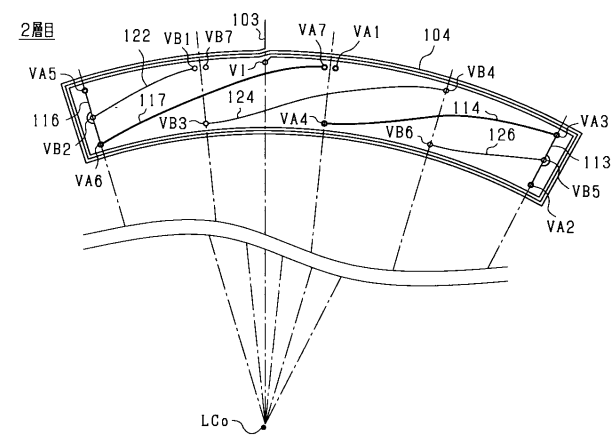
40

50

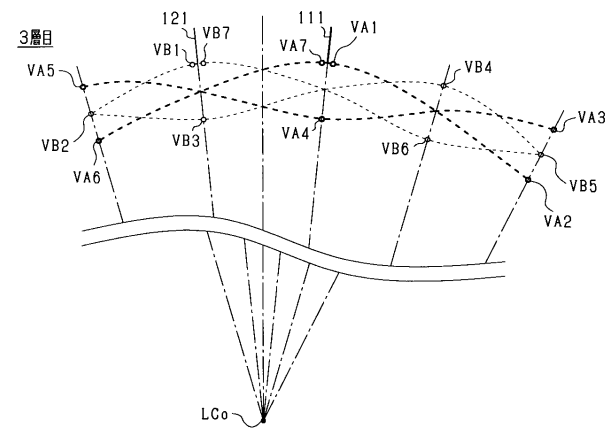
【図 7】



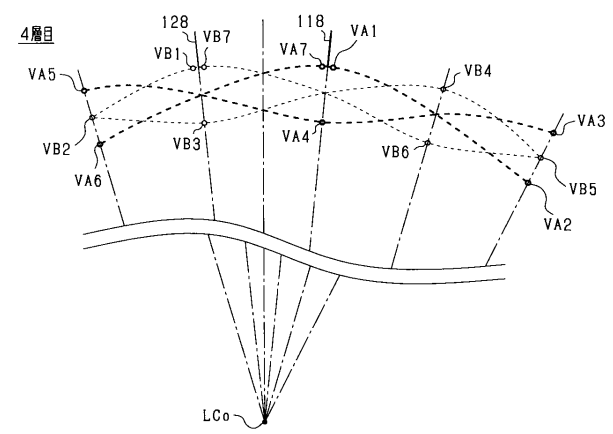
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

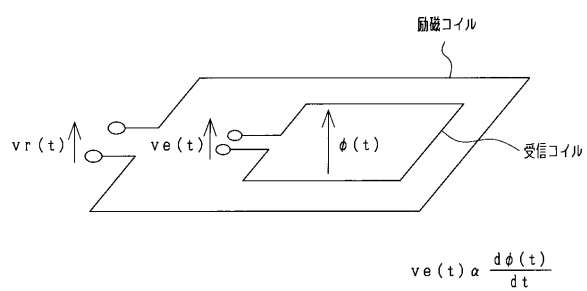
20

30

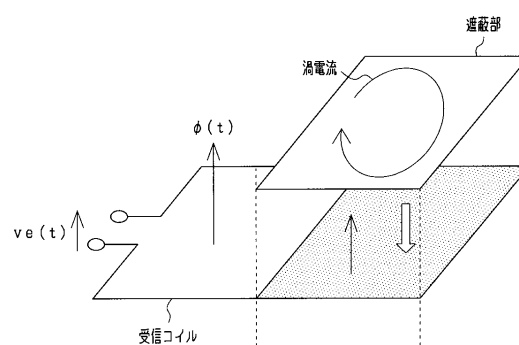
40

50

【 圖 1 1 】

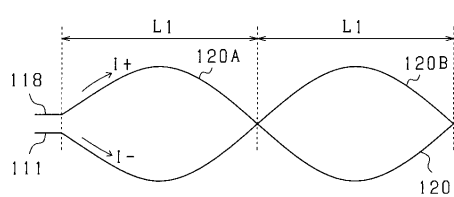


【图 1 2】

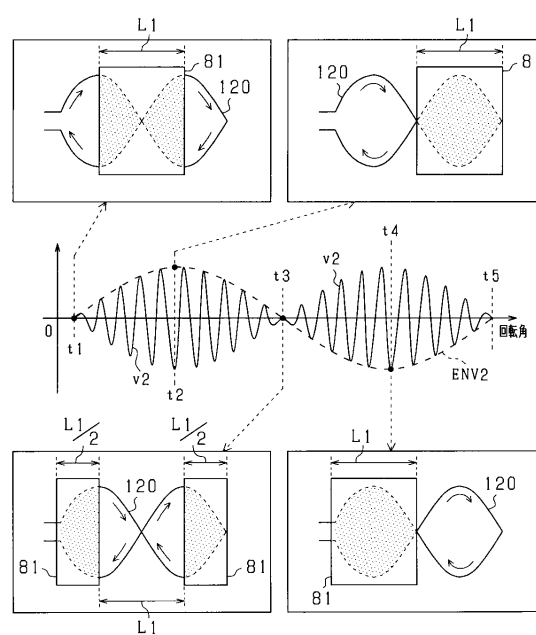


10

【 图 1 3 】



【 图 1 4 】



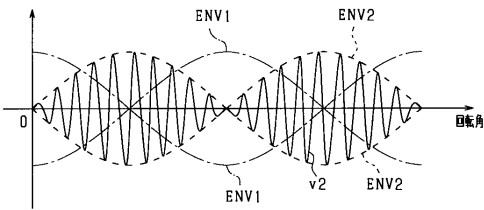
20

30

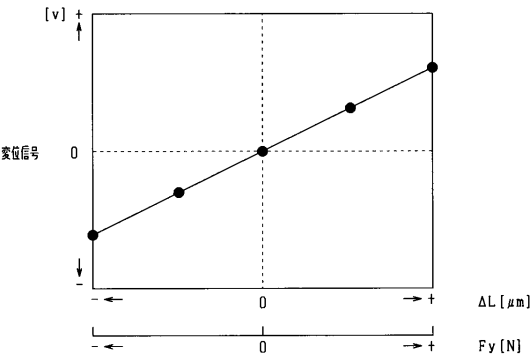
40

50

【 図 1 5 】

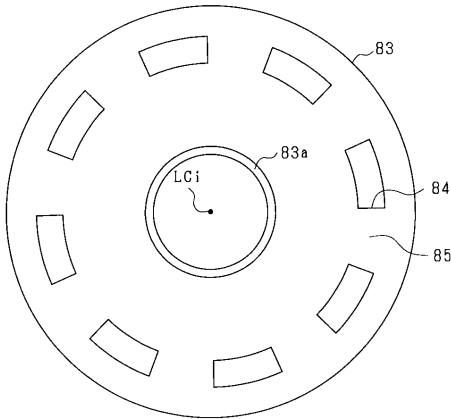


【 図 1 6 】

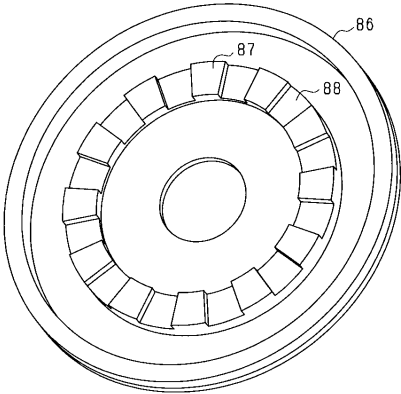


10

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



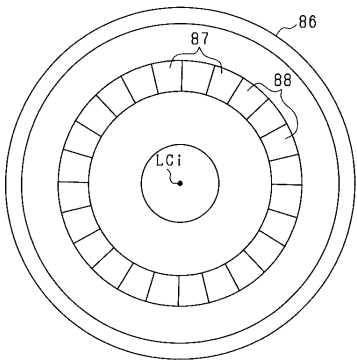
20

30

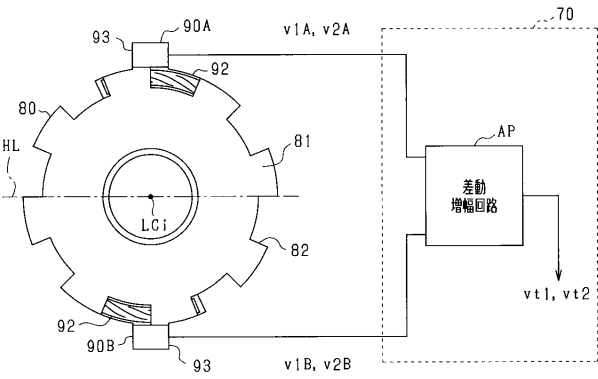
40

50

【図 19】

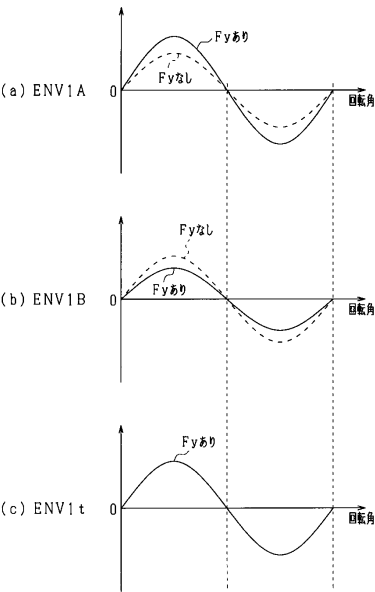


【図 20】

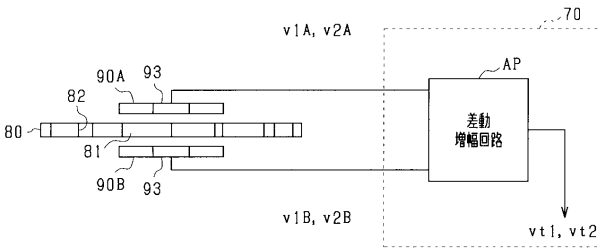


10

【図 21】



【図 22】



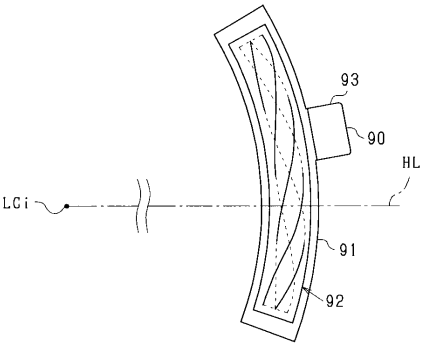
20

30

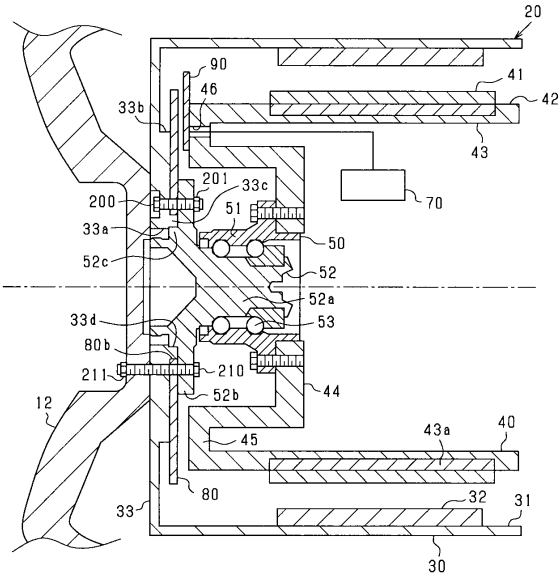
40

50

【 図 2 3 】



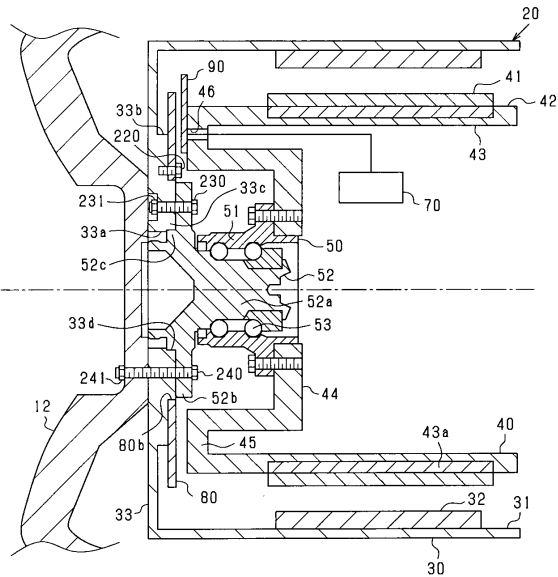
【 図 2 4 】



10

20

【 図 2 5 】



30

40

50



## フロントページの続き

- (74)代理人 100207859  
弁理士 塩谷 尚人
- (72)発明者 木田 喜啓  
愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0 株式会社 S O K E N 内
- (72)発明者 河野 隆修  
愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0 株式会社 S O K E N 内
- (72)発明者 木村 優介  
愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0 株式会社 S O K E N 内
- (72)発明者 赤間 貞洋  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 堀畑 晴美  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 近江 徹哉  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 北浦 靖寛  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 小林 篤史  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 森川 鉄平  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- F ターム ( 参考 ) 2F051 AA01 AB05 BA07  
3J217 JA02 JA12 JA24 JA33 JA38 JB23 JB25 JB52 JB55 JB64  
JB70 JB84  
3J701 AA02 AA43 AA54 AA62 AA72 BA77 FA25 FA41 GA03 GA24