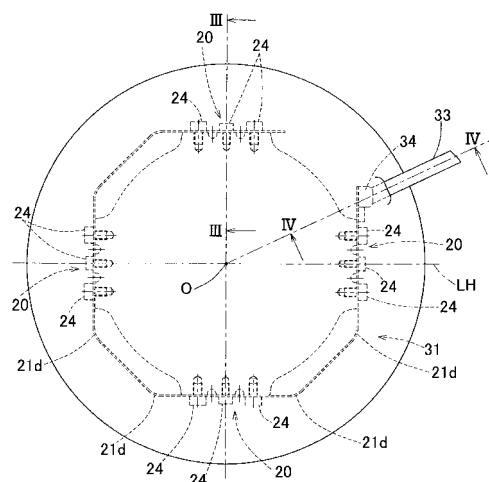




## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複列の転走面が内周に形成された外方部材と、前記転走面と対向する転走面が外周に形成された内方部材と、両部材の対向する転走面間に介在した複列の転動体とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受において、

上記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に、この固定側部材に接触して固定される2つ以上の接触固定部を有する歪み発生部材、およびこの歪み発生部材に取付けられてこの歪み発生部材の歪みを検出する2つ以上のセンサからなる荷重検出用センサ部を複数設けてなるセンサ組立品を備えたセンサ付車輪用軸受であって、

前記2つ以上のセンサの出力信号により、車輪用軸受に作用する荷重を推定する推定手段を設け、

前記複数の荷重検出用センサ部の歪み発生部材を、これら複数の荷重検出用センサ部に渡って連続した1つの帯状の歪み発生部材とし、この帯状の歪み発生部材における前記2つ以上の接触固定部を、前記固定側部材の外径面の同一軸方向位置でかつ円周方向に互いに離間した位置となるように配置し、

複数の荷重検出用センサ部を固定側部材の外周を囲む筒状の保護カバーで覆い、この保護カバーの軸方向のいずれか一端で前記固定側部材の外周に嵌合させ、他端の開口縁に弾性体からなる環状のシール部材を設け、このシール部材を前記固定側部材の表面、または上記外方部材および内方部材のうちの回転側部材の表面に接触させた、

ことを特徴とするセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記1つの帯状の歪み発生部材を、その長手方向の複数箇所における、隣合う荷重検出用センサ部の間で屈曲させて、前記固定側部材に固定具で固定したセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、前記固定側部材が車体への取付け用のフランジを外周に有し、前記固定側部材を軸受軸方向の正面側から見た形状が、軸受軸心と直交する線分に対して線対称となる形状、または軸受軸心を中心とする点対称となる形状であるセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか1項において、前記固定側部材の外径面における少なくとも前記複数の荷重検出用センサ部との接触部分に、耐食性または防食性を有する表面処理を施したセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 5】

請求項 4 において、前記表面処理が金属メッキ、または塗装、またはコーティング処理であるセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか1項において、前記固定側部材が外方部材であり、前記回転側部材が前記内方部材であるセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか1項において、前記保護カバーのアウトボード側端を固定側部材の外周面に嵌合させ、前記保護カバーのインボード側端の開口縁に沿って前記環状の弾性体からなるリップ部を設け、このリップ部を、前記固定側部材に設けられたフランジのアウトボード側を向く側面、または前記固定側部材の外周面に接触させたセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 8】

請求項 7 において、前記保護カバーのインボード側端部に、前記信号ケーブルの保護カバーからの引き出し部が引き出される孔部を設け、信号ケーブル引き出し部が前記孔部から引き出される部分にシール材を塗布したセンサ付車輪用軸受。

## 【請求項 9】

請求項 7 または請求項 8 において、前記保護カバーのアウトボード側端を前記固定側部材よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端と前記回転側部材との間に非接触シール隙間を形成したセンサ付車輪用軸受。

【請求項 10】

請求項 9 において、前記保護カバーのアウトボード側端を前記回転側部材に沿う形状としたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 11】

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項において、前記保護カバーのインボード側端を前記固定側部材に設けられた車体への取付用のフランジの外径面に嵌合させ、前記保護カバーのアウトボード側端の開口縁に沿って前記環状の弾性体からなるリップ部を設け、このリップ部を前記固定側部材の外周面、または前記外方部材および内方部材のうちの回転側部材の表面に接触させたセンサ付車輪用軸受。

10

【請求項 12】

請求項 11 において、前記リップ部は、先端がアウトボード側に向かって次第に縮径して延びる形状であり、このリップ部を前記固定側部材の外周面に接触させたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 13】

請求項 11 または請求項 12 において、前記リップ部の一部を前記保護カバーの外周面の一部にまで延長してカバー外周面被覆部分としたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 14】

請求項 13 において、前記リップ部のカバー外周面被覆部分の外周面を、アウトボード側に向かって拡張する傾斜面としたセンサ付車輪用軸受。

20

【請求項 15】

請求項 11 ないし請求項 14 のいずれか 1 項において、前記保護カバーのアウトボード側端を前記固定側部材よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端と前記回転側部材との間に非接触シール隙間を形成したセンサ付車輪用軸受。

【請求項 16】

請求項 11 において、前記回転側部材は車輪取付用のハブフランジを有し、このハブフランジのインボード側を向く側面に前記リップ部を接触させたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 17】

請求項 7 ないし請求項 16 のいずれか 1 項において、前記荷重検出用センサ部と、この荷重検出用センサ部の出力信号を処理する信号処理用 IC と、処理された前記出力信号を軸受外部へ取り出す信号ケーブルとを含む電子部品をリング状に接続してなるセンサ組立品を、前記固定側部材の外周面に固定側部材と同心に取付けると共に、このセンサ組立品を前記保護カバーで覆ったセンサ付車輪用軸受。

30

【請求項 18】

請求項 7 ないし請求項 18 のいずれか 1 項において、前記保護カバーが、耐食性を有する鋼板をプレス加工した成形品であるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 19】

請求項 7 ないし請求項 18 のいずれか 1 項において、前記保護カバーが、耐食性を有する鋼板をプレス加工し、その表面に金属メッキまたは塗装処理を施したものであるセンサ付車輪用軸受。

40

【請求項 20】

請求項 6 ないし請求項 19 のいずれか 1 項において、前記リップ部を前記保護カバーに一体形成したセンサ付車輪用軸受。

【請求項 21】

請求項 20 において、前記前記リップ部を構成する弾性体がゴム材料からなるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 22】

請求項 1 ないし請求項 21 のいずれか 1 項において、前記推定手段は、前記 2 つ以上の

50

センサの出力信号の差分から、出力信号の振幅または振幅に相当する値を演算するものであるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 において、前記推定手段は、出力信号の差分から信号の絶対値を生成し、そのピーク値または直流成分を、出力信号の振幅相当値とするものであるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 において、前記推定手段は、出力信号の差分から信号の実効値を演算し、その値を出力信号の振幅相当値とするものであるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 5】

請求項 2 2 において、前記推定手段は、出力信号の差分から、その振動周期の一周期以上の時間区間内における最大値と最小値を求め、その値を出力信号の振幅相当値とするものであるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 6】

請求項 1 ないし請求項 2 5 のいずれか 1 項において、前記 2 つ以上の接触固定部のうち、前記固定側部材の外径面の円周方向配列の両端に位置する 2 つの接触固定部の間隔を、転動体の配列ピッチと同一としたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 7】

請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれか 1 項において、前記 2 つ以上のセンサにおける隣り合うセンサ間の前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの  $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍またはこれらの値に近似した値としたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 8】

請求項 1 ないし請求項 2 7 のいずれか 1 項において、前記荷重検出用センサ部は 3 つの接触固定部と 2 つのセンサを有し、隣り合う第 1 および第 2 の接触固定部の間、および隣り合う第 2 および第 3 の接触固定部の間に各センサをそれぞれ取付けたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 2 9】

請求項 2 8 において、隣り合う接触固定部もしくは隣り合うセンサの前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの  $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍またはこれらの値に近似した値としたセンサ付車輪用軸受。

【請求項 3 0】

請求項 1 ないし請求項 2 9 のいずれか 1 項において、前記歪み発生部材は、平面概形が均一幅の帯状、または平面概形が帯状で側辺部に切欠き部を有する薄板材からなるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 3 1】

請求項 1 ないし請求項 3 1 のいずれか 1 項において、前記荷重検出用センサ部を、タイヤ接地面に対して上下位置および左右位置となる前記固定側部材の外径面の上面部、下面部、右面部、および左面部に配置したセンサ付車輪用軸受。

【請求項 3 2】

請求項 1 ないし請求項 1 7 のいずれか 1 項において、前記推定手段は、さらに前記 2 つ以上のセンサの出力信号の和も用いて、車輪用軸受に作用する荷重を推定するセンサ付車輪用軸受。

【請求項 3 3】

請求項 1 ないし請求項 2 8 のいずれか 1 項において、前記荷重検出用センサ部における前記歪み発生部材の接触固定部が 3 つであり、

前記帯状の歪み発生部材における前記 3 つの接触固定部を、前記固定側部材の外径面の同一軸方向位置でかつ円周方向に互いに離間した位置となるように配置し、隣り合う前記接触固定部の間隔または隣り合う前記センサの前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの  $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍またはこれらの値に近

10

20

30

40

50

似した値とし、前記推定手段は、前記 2 つのセンサの出力信号の差分により、車輪用軸受に作用する荷重を推定するセンサ付車輪用軸受。

【請求項 3 4】

請求項 1 ないし請求項 3 3 のいずれか 1 項において、前記保護カバーのいずれか一端で前記固定側部材の外周に嵌合させた前記シール部材が、リップ部であるセンサ付車輪用軸受。

【請求項 3 5】

請求項 1 ないし請求項 3 3 のいずれか 1 項において、前記保護カバーのいずれか一端で前記固定側部材の外周に嵌合させた前記シール部材が、リングであるセンサ付車輪用軸受。

10

【請求項 3 6】

請求項 1 ないし請求項 3 5 のいずれか 1 項に記載のセンサ付車輪用軸受の組立方法であって、前記固定側部材の単体の状態、または固定側部材に前記転動体を組み付けた状態で、前記固定側部材の外周面に、複数の荷重検出用センサ部を構成した前記帯状の歪み発生部材を取付け、前記保護カバーを固定側部材の外周面に圧入した後、軸受を組み立てることを特徴とするセンサ付車輪用軸受の組立方法。

【請求項 3 7】

請求項 1 ないし請求項 3 5 のいずれか 1 項に記載のセンサ付車輪用軸受を備えたインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

この発明は、車輪の軸受部にかかる荷重を検出する荷重センサを備えたセンサ付車輪用軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車の各車輪にかかる荷重を検出する技術として、図 3 6 に展開図で示す電子部品複合体を、円環状の保護カバーの内側に配置して円環状のセンサ組立品とし、このセンサ組立品をシール部材を介して車輪用軸受の外方部材および内方部材のうちの固定側部材の周面に固定側部材と同心に取付けたセンサ付車輪用軸受が提案されている（例えば特許文献 1）。同図の電子部品複合体は、前記固定側部材の周面に接触して固定される歪み発生部材 5 1、およびこの歪み発生部材 5 1 に取付けられてこの歪み発生部材 5 1 の歪みを検出するセンサ 5 2 からなる 4 つのセンサユニット 5 0 と、前記センサ 5 2 の出力信号を処理する信号処理用 IC 5 5 と、処理された前記出力信号を軸受外部へ取り出す信号ケーブル 5 6 とを含む。

30

【0003】

また、他の技術として、図 3 7（A）、（B）に展開図および断面図で示すように、図 3 6 に示した電子部品複合体において、前記センサユニット 5 0、前記信号処理用 IC 5 5、および前記信号ケーブル 5 6 の間を配線する配線回路を有するフレキシブル基板 6 5 を追加した構成のセンサ付車輪用軸受も提案されている（例えば特許文献 2）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 1 3 8 9 5 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 1 2 7 7 5 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に開示のセンサ付車輪用軸受では、前記電子部品複合体を構成するのに、半田付けなどにより 4 つの歪み発生部材 5 1 を信号ケーブル 5 6 を介して配線している。こ

50

のため、信号ケーブル５６の配線作業が煩雑でコスト高の要因となっている。

【０００６】

一方、特許文献２に開示のセンサ付車輪用軸受でも、前記電子部品複合体を構成するのに、４つの歪み発生部材５１とフレキシブル基板６５を半田付けなどにより接続する作業が発生してしまう。また、配線部をハンダで固定した場合、車両走行中に振動などによりハンダ部にクラックが発生し、センサ５２が正常に検出作動しないことも考えられる。

【０００７】

さらに、特許文献２に開示のセンサ付車輪用軸受では、外部環境の泥水などにより、センサ５２が腐食するのを防止するために、図３８のように円環状の保護カバー５７の内側に前記電子部品複合体を配置し、その保護カバー５７の外径側溝部にモールド材５８を充填している。しかし、この保護カバー５７は、図３９のように、ヒンジ６０を介して半割れ形状とされているため、密封性、組立性、コストの観点から問題があった。また、この保護カバー５７は、全体が金属で覆われていないため、車両走行中に跳ねた小石などがぶつかると損傷し、内部のセンサ５２が正常に検出動作しなくなる可能性もある。

【０００８】

この発明の目的は、煩雑な配線作業が要らず、配線部の品質向上およびコスト低減が可能で、また走行中に跳ねた小石等の衝突からセンサを保護することができ、かつ外部からの泥水等のセンサへの浸入が防止できて、長期間安定的にセンシングすることが可能なセンサ付車輪用軸受を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

この発明のセンサ付車輪用軸受は、複列の転走面が内周に形成された外方部材と、前記転走面と対向する転走面が外周に形成された内方部材と、両部材の対向する転走面間に介在した複列の転動体とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受において、上記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に、この固定側部材に接触して固定される２つ以上の接触固定部を有する歪み発生部材、およびこの歪み発生部材に取付けられてこの歪み発生部材の歪みを検出する２つ以上のセンサからなる荷重検出用センサ部を複数設けてなるセンサ付車輪用軸受であって、前記２つ以上のセンサの出力信号により、車輪用軸受に作用する荷重を推定する推定手段を設け、

前記複数の荷重検出用センサ部の歪み発生部材を、これら複数の荷重検出用センサ部に渡って連続した１つの帯状の歪み発生部材とし、この帯状の歪み発生部材における前記２つ以上の接触固定部を、前記固定側部材の外径面の同一軸方向位置でかつ円周方向に互いに離間した位置となるように配置し、

複数の荷重検出用センサ部を固定側部材の外周を囲む筒状の保護カバーで覆い、この保護カバーの軸方向のいずれか一端で前記固定側部材の外周に嵌合させ、他端の開口縁に弾性体からなる環状のシール部材を設け、このシール部材を前記固定側部材の表面、または上記外方部材および内方部材のうちの回転側部材の表面に接触させたことを特徴とする。

前記固定側部材が外方部材であり、前記回転側部材が前記内方部材であっても良い。前記シール部材は、例えば、リップ部であっても、またＯリングであっても良い。

【００１０】

車輪用軸受や、車輪のタイヤと路面間に荷重が作用すると、車輪用軸受の固定側部材（例えば外方部材）にも荷重が負荷されて変形が生じ、その変形から荷重検出用センサ部が荷重を検出する。荷重検出用センサ部の２つ以上のセンサの出力信号は、転動体の通過の影響を受けるが、推定手段はこれらのセンサの出力信号から、車輪用軸受や車輪と路面間（タイヤ接地面）に作用する力（垂直方向荷重  $F_z$  , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$  , 軸方向荷重  $F_y$  ）を推定するものとしているので、２つ以上のセンサの各出力信号に現れる温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りによる影響を相殺ないし緩和することができる。これにより、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りによる影響を受けることなく、車輪用軸受や、車輪のタイヤと路面間に作用する荷重（垂直方向荷重  $F_z$  , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$  , 軸方向荷重  $F_y$  ）を精度良く検出できる。

## 【0011】

特に、複数の荷重検出用センサ部の歪み発生部材を、これら複数の荷重検出用センサ部に渡って連続した1つの帯状の歪み発生部材としているので、煩雑な配線作業が要らず、配線部の品質向上およびコスト低減が可能となる。

また、複数の荷重検出用センサ部を有するセンサ組立品を保護カバーで覆ったため、例えば、車両走行中に跳ねた小石等の衝突からセンサを保護するなど、複数の荷重検出用センサ部を外部環境から保護することができる。そのため、外部環境による荷重検出用センサ部の故障を防止して、車輪用軸受やタイヤ接地面に作用する荷重を長期にわたり安定的に検出できる。

さらに、この保護カバーにシール部材を設けてシール機能を付加したため、外部からの泥水等がセンサ内部に浸入するのを防止し、より一層、長期間安定的にセンシングすることが可能となる。

## 【0012】

この発明において、前記1つの帯状の歪み発生部材を、その長手方向の複数箇所で屈曲させて、前記固定側部材に固定しても良い。

このように、複数の荷重検出用センサ部を有する1つの帯状の歪み発生部材を複数箇所で屈曲させることにより、固定側部材への取付け作業が容易になる。

## 【0013】

この発明において、前記固定側部材が車体への取付け用のフランジを外周に有し、前記固定側部材を軸受軸方向の正面側から見た形状が、軸受軸心と直交する線分に対して線対称となる形状、または軸受軸心を中心とする点対称となる形状であっても良い。

車体取付け用のフランジの正面形状をこのような形状とした場合、固定側部材の形状が単純化され、固定側部材の形状の複雑さに起因する温度分布や膨張・収縮量のばらつきを低減できる。これにより、固定側部材における温度分布や膨張・収縮量のばらつきによる影響を十分小さくして、荷重による歪み量を荷重検出用センサ部に検出させることができる。

## 【0014】

この発明において、前記固定側部材の外径面における少なくとも前記複数の荷重検出用センサ部との接触部分に、耐食性または防食性を有する表面処理を施しても良い。表面処理は金属メッキ、または塗装、またはコーティング処理である。

このように、固定側部材の外径面に耐食性または防食性を有する表面処理を施した場合、固定側部材の外径面の錆により荷重検出用センサ部の取付け部が盛り上がったたり、荷重検出用センサ部にもらい錆が発生するのを防止でき、錆に起因する歪みセンサの誤動作を解消でき、荷重検出を長期にわたり正確に行なうことができる。

## 【0015】

この発明において、前記保護カバーのアウトボード側端を固定側部材の外周面に嵌合させ、前記保護カバーのインボード側端の開口縁に沿って前記環状の弾性体からなるリップ部を設け、このリップ部を、前記固定側部材に設けられたフランジのアウトボード側を向く側面、または前記固定側部材の外周面に接触させても良い。

この構成の場合も、センサを保護カバーで被覆できて、外部環境の影響によるセンサの故障を防止して、車輪用軸受やタイヤ接地面に作用する荷重を長期にわたり正確に検出できる。例えば、外部からの飛び石や泥水、塩水等から、荷重検出用センサ部を確実に保護することができる。保護カバーは、アウトボード側端を固定側部材の外周面に嵌合させて取付けるので、保護カバーの取付け作業が容易に行える。また、信号ケーブルの配線処理や荷重検出用センサ部の組付けも容易でコスト低減が可能となる。

前記固定側部材が前記外方部材である場合は、前記保護カバーは外方部材の外周面に取付けられるが、その場合、保護カバーを取付け易くて、保護カバーによる荷重検出用センサ部の保護が行い易い。

## 【0016】

この構成の場合に、前記保護カバーのインボード側端部に、前記信号ケーブルの保護カ

10

20

30

40

50

バーからの引き出し部が引き出される孔部を設け、信号ケーブル引き出し部が前記孔部から引き出される部分にシール材を塗布しても良い。これにより、信号ケーブルの引出し部における防水、防塵が確実に行える。

#### 【0017】

また、前記保護カバーのアウトボード側端を前記固定側部材よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端と前記回転側部材との間に非接触シール隙間を形成しても良い。

この構成の場合、保護カバーと回転側部材との間に非接触シール隙間で密封するため、トルク増加を伴うことなく、密封性を向上させることができる。

#### 【0018】

この場合に、前記保護カバーのアウトボード側端を前記回転側部材に沿う形状としても良い。この構成の場合、保護カバーのアウトボード側端と回転側部材との間に形成される非接触シール隙間がより密封性の高いものとなる。

#### 【0019】

この発明において、前記保護カバーのインボード側端を前記固定側部材に設けられた車体への取付用のフランジの外径面に嵌合させ、前記保護カバーのアウトボード側端の開口縁に沿って前記環状の弾性体からなるリップ部を設け、このリップ部を前記固定側部材の外周面、または前記外方部材および内方部材のうちの回転側部材の表面に接触させても良い。

このように、保護カバーのインボード側端を固定側部材に設けられた車体への取付用のフランジの外径面に嵌合させて取付けるようにした場合、保護カバーの取付作業が容易に行える。しかも、リップが保護カバーに設けられているため、リップ部等のシール手段を保護カバーと別個に取付ける必要がなく、シール手段の取付作業も軽減できる。

前記固定側部材が外方部材である場合は、前記保護カバーは外方部材の外周に取付けられるが、その場合、保護カバーをより一層取付け易くて、保護カバーによるセンサの保護が行い易い。

#### 【0020】

この構成の場合に、前記リップ部は、先端がアウトボード側に向かって次第に縮径して延びる形状であり、このリップ部を前記固定側部材の外周面に接触させても良い。この構成の場合、アウトボード側端から保護カバー内への泥水・塩溝等の浸入をより一層確実に防止できる。

#### 【0021】

また、リップ部の一部を前記保護カバーの外周面の一部にまで延長してカバー外周面被覆部分としても良い。前記カバー外周面被覆部分は、リップ部を、保護カバーの外周面へ取付ける場合は、その取付けに必要な強度を得るために保護カバーの外周面に位置させる範囲よりもさらにインボード側へ延びて設ける。この構成の場合、保護カバーの外周面におけるアウトボード側端において、前記カバー外周面被覆部分からなる壁が外径側に張り出すことになり、この壁によりリップ部が外方部材の外周面に当接している部分へ泥水・塩水等が流れ込むのを阻止できる。そのため、保護カバー内への泥水・塩水等の浸入をより確実に防止することができる。

#### 【0022】

この発明において、前記リップ部のカバー外周面被覆部分の外周面を、アウトボード側に向かって拡径する傾斜面としても良い。この構成の場合、リップ部が外方部材の外周面に当接している部分へ泥水・塩水等が流れ込むのを阻止でき、保護カバー内への泥水・塩水等の浸入をより確実に防止できる。

#### 【0023】

この発明において、前記保護カバーのアウトボード側端を前記固定側部材よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端と前記回転側部材との間に非接触シール隙間を形成しても良い。この明細書で言う「非接触シール隙間」とは、固定側部材と回転側部材との相対回転が生じている状態で、水等の浸入が防止される程度に狭い隙間を言う。

10

20

30

40

50

この構成の場合、保護カバーと固定側部材との間のシールが、リップ部の固定側部材外周面への当接と、保護カバーのアウトボード側端と回転側部材との間に形成される非接触シールとによる二重の密閉構造でなされるので、アウトボード側でのシールがより確実なものとなり、外部環境の影響によるセンサの故障をさらに確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。

#### 【0024】

この発明において、前記回転側部材は車輪取付用のハブフランジを有し、このハブフランジのインボード側を向く側面に前記リップ部を接触させても良い。

この構成の場合、回転側部材のハブフランジと保護カバーのアウトボード側端との間がリップ部で密封されるので、アウトボード側端から保護カバー内への泥水・塩水等の浸入を確実に防止できる。

10

#### 【0025】

この発明において、前記荷重検出用センサ部と、この荷重検出用センサ部の出力信号を処理する信号処理用ICと、処理された前記出力信号を軸受外部へ取り出す信号ケーブルを含む電子部品をリング状に接続してなるセンサ組立品を、前記固定側部材の外周面に固定側部材と同心に取付けると共に、このセンサ組立品を前記保護カバーで覆っても良い。この構成の場合、センサ組立品と共に、電子部品を保護カバーで被覆できる。

#### 【0026】

この発明において、前記保護カバーが、耐食性を有する鋼板をプレス加工した成形品であっても良い。前記保護カバーが、耐食性を有する鋼板をプレス加工し、その表面に金属メッキまたは塗装処理を施したものであってもよい。これらの構成の場合、保護カバーが外部環境により腐食するのを防止できる。

20

#### 【0027】

この発明において、前記リップ部を前記保護カバーに一体形成しても良い。リップ部を一体形成すると、リップ部を別部品として製造して保護カバーに組付ける手間が省ける。前記リップ部を構成する弾性体がゴム材料からなるものであっても良い。リップ部を構成する弾性体がゴム材料であると、保護カバーのインボード側端の密封性を確実なものとすることができる。

#### 【0028】

この発明において、前記推定手段は、前記2つ以上のセンサの出力信号の差分から、出力信号の振幅または振幅に相当する値を演算するものであっても良い。

30

出力信号の振幅は、転動体の通過や転動体の位置による影響を受けると共に、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を受けて、出力信号が変動する。そこで、その出力信号の差分から出力信号の振幅または振幅に相当する値を演算することにより、少なくとも各出力信号に及ぼす温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を相殺できて、検出精度を上げることができる。

なお、前記「温度の影響」は、軸受の温度変化によって出力信号がシフトすることである。前記「滑りの影響」は、軸受が受ける荷重の変動によって生じる出力信号のシフトである。

(1) シフト要因の時間的変化が緩やかである場合、具体的には転動体の周波数よりも低い場合、見かけ上の振幅の幅は演算で得られる振幅の幅と同等となる。すなわち、振幅の中心位置が変化したと見える。

40

(2) シフトの要因の時間的変化が転動体の周波数と同じ場合、見かけ上の振幅の幅は（実際の振幅）＋（シフト要因による変動）となってしまう。

(3) シフト要因の時間的変化が転動体の周波数よりも高い場合、見かけ上の振幅の周波数は転動体の通過によるものではなく、シフト要因の変化によるものに見えてしまう。

これらのシフト要因は、隣合う2つの出力信号に同相で入力される。したがって、2つのセンサの差分を取ることで、影響を除去することができ、純粋な振幅を検出することが可能となる。

#### 【0029】

50

前記推定手段は、出力信号の差分から信号の絶対値を生成し、そのピーク値または直流成分を、出力信号の振幅相当値としても良い。

前記推定手段は、出力信号の差分から信号の実効値を演算し、その値を出力信号の振幅相当値としても良い。

前記推定手段は、出力信号の差分から、その振動周期の一周期以上の時間区間内における最大値と最小値を求め、その値を出力信号の振幅相当値としても良い。

前記推定手段を、上記のいずれかの処理を行うものとしても、精度良く、かつ簡単な演算で振幅相当値を求めることができる。

#### 【0030】

この発明において、前記2つ以上の接触固定部のうち、前記固定側部材の外径面の円周方向配列の両端に位置する2つの接触固定部の間隔を、転動体の配列ピッチと同一としても良い。

この構成の場合、前記2つの接触固定部の中間位置に例えば2つのセンサが配置されていれば、これら両センサの間での前記円周方向の間隔は、転動体の配列ピッチの略 $1/2$ となる。その結果、両センサの出力信号は略 $180$ 度の位相差を有することになり、その差分は温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を十分相殺した値となる。これにより、推定手段によって推定される車輪用軸受や車輪と路面間に作用する力は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響をより確実に排除した正確なものとなる。

#### 【0031】

この発明において、前記2つ以上のセンサにおける隣り合うセンサ間の前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$ 倍またはこれらの値に近似した値としても良い。

2つのセンサの間での前記円周方向の間隔が、転動体の配列ピッチの $1/2$ であると、それらセンサの出力信号は $180$ 度の位相差を有することになり、その差分は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を相殺した値となる。これにより、推定手段によって推定される車輪用軸受や車輪と路面間に作用する力は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響をより確実に排除した正確なものとなる。

#### 【0032】

この発明において、前記荷重検出用センサ部は3つの接触固定部と2つのセンサを有し、隣り合う第1および第2の接触固定部の間、および隣り合う第2および第3の接触固定部の間に各センサをそれぞれ取付けても良い。

この構成の場合、両端に位置する2つの接触固定部（第1の接触固定部と第3の接触固定部）の間での前記円周方向の間隔を、転動体の配列ピッチと同一とすると、隣り合う2つのセンサ間での前記円周方向の間隔は転動体の配列ピッチの $1/2$ となる。これにより、推定手段によって推定される車輪用軸受や車輪と路面間に作用する力は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を排除した正確なものとなる。

#### 【0033】

この構成の場合に、隣り合う接触固定部または隣り合うセンサの前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$ 倍またはこれらの値に近似した値としても良い。この構成の場合も、各センサの出力信号の差分により、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を排除できる。

#### 【0034】

この発明において、前記歪み発生部材は、平面概形が均一幅の帯状、または平面概形が帯状で側辺部に切欠き部を有する薄板材からなるものとしても良い。

このように、平面概形が均一幅の帯状である薄板材で歪み発生部材を構成した場合、歪み発生部材をコンパクトで低コストなものとすることができる。

#### 【0035】

この発明において、前記荷重検出用センサ部を、タイヤ接地面に対して上下位置および左右位置となる前記固定側部材の外径面の上面部、下面部、右面部、および左面部に配置

10

20

30

40

50

しても良い。この構成の場合、複数方向の荷重を推定することができる。すなわち、固定側部材の外径面における上面部と下面部に配置される2つの荷重検出用センサ部の出力信号から垂直方向荷重  $F_z$  と軸方向荷重  $F_y$  を推定でき、固定側部材の外径面における右面部と左面部に配置される2つの荷重検出用センサ部の出力信号から駆動力や制動力による荷重  $F_x$  を推定することができる。

#### 【0036】

この発明において、前記推定手段は、さらに前記2つ以上のセンサの出力信号の和も用いて、車輪用軸受に作用する荷重を推定するものとしても良い。

2つ以上のセンサの出力信号の和を取ると、各出力信号に現れる転動体の位置の影響を相殺することができるので、静止時においても荷重を推定できる。差分から温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を排除できることと相まって、荷重をさらに精度良く検出でき、ローパスフィルタが不要となるため、応答速度も向上する。

#### 【0037】

この発明において、前記荷重検出用センサ部における前記歪み発生部材の接触固定部が3つであり、前記帯状の歪み発生部材における前記3つの接触固定部を、前記固定側部材の外径面の同一軸方向位置でかつ円周方向に互いに離間した位置となるように配置し、隣り合う前記接触固定部の間隔または隣り合う前記センサの前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの  $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍またはこれらの値に近似した値とし、前記推定手段は、前記前記2つのセンサの出力信号の差分により、車輪用軸受に作用する荷重を推定するものとしても良い。

纏め直して言うと、このセンサ付車輪用軸受は、複列の転走面が内周に形成された外方部材と、前記転走面と対向する転走面が外周に形成された内方部材と、両部材の対向する転走面間に介在した複列の転動体とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受において、上記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に、この固定側部材に接触して固定される3つの接触固定部を有する歪み発生部材、およびこの歪み発生部材に取付けられてこの歪み発生部材の歪みを検出する2つのセンサからなる荷重検出用センサ部を複数設けてなるセンサ付車輪用軸受であって、前記複数の荷重検出用センサ部の歪み発生部材を、これら複数の荷重検出用センサ部に渡って連続した1つの帯状の歪み発生部材とし、この帯状の歪み発生部材における前記3つの接触固定部を、前記固定側部材の外径面の同一軸方向位置でかつ円周方向に互いに離間した位置となるように配置し、隣り合う前記接触固定部の間隔または隣り合う前記センサの前記固定側部材の外径面の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの  $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍またはこれらの値に近似した値とし、前記2つのセンサの出力信号の差分により、車輪用軸受に作用する荷重を推定する推定手段を設けたものであってもよい。

#### 【0038】

この構成によると、2つのセンサの出力信号の差分により、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響が相殺されるので、これらの影響を受けることなく、車輪用軸受や、車輪のタイヤと路面間に作用する荷重を精度良く検出できる。

特に、複数の荷重検出用センサ部の歪み発生部材を、これら複数の荷重検出用センサ部に渡って連続した1つの帯状の歪み発生部材としているので、煩雑な配線作業が要らず、配線部の品質向上およびコスト低減が可能となる。

#### 【0039】

この発明のセンサ付車輪用軸受の組立方法であって、前記固定側部材の単体の状態、または固定側部材に前記転動体を組み付けた状態で、前記固定側部材の外周面に、複数の荷重検出用センサ部を構成した前記帯状の歪み発生部材を取付け、前記保護カバーを固定側部材の外周面に圧入した後、軸受を組み立てることを特徴とする。

この組立方法によると、固定側部材に取付けた荷重検出用センサ部を保護カバーで覆ったセンサ付車輪用軸受を、容易に組み立てることができる。

#### 【0040】

この発明のインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置は、この発明の上記いずれかの構

成のセンサ付車輪用軸受を備えたものである。

この構成によると、インホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置の、この発明のセンサ付車輪用軸受を適用した場合、この発明の各効果がより効果的に発揮される。

#### 【発明の効果】

##### 【0041】

この発明のセンサ付車輪用軸受は、複列の転走面が内周に形成された外方部材と、前記転走面と対向する転走面が外周に形成された内方部材と、両部材の対向する転走面間に介在した複列の転動体とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持する車輪用軸受において、上記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に、この固定側部材に接触して固定される2つ以上の接触固定部を有する歪み発生部材、およびこの歪み発生部材に取付けられてこの歪み発生部材の歪みを検出する2つ以上のセンサからなる荷重検出用センサ部を複数設けてなるセンサ付車輪用軸受であって、前記2つ以上のセンサの出力信号の差分により、車輪用軸受に作用する荷重を推定する推定手段を設け、前記複数の荷重検出用センサ部の歪み発生部材を、これら複数の荷重検出用センサ部に渡って連続した1つの帯状の歪み発生部材とし、この帯状の歪み発生部材における前記2つ以上の接触固定部を、前記固定側部材の外周面の同一軸方向位置でかつ円周方向に互いに離間した位置となるように配置し、複数の荷重検出用センサ部を固定側部材の外周を囲む筒状の保護カバーで覆い、この保護カバーの軸方向のいずれか一端で前記固定側部材の外周に嵌合させ、他端の開口縁に弾性体からなる環状のシール部材を設け、このシール部材を前記固定側部材の表面、または上記外方部材および内方部材のうちの回転側部材の表面に接触させたため、煩雑な配線作業が要らず、配線部の品質向上およびコスト低減が可能で、また走行中に跳ねた小石等の衝突からセンサを保護することができ、かつ外部からの泥水等のセンサへの浸入が防止できて、長期間安定的にセンシングすることが可能となる。

##### 【0042】

この発明のインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置は、この発明の上記いずれかの構成のセンサ付車輪用軸受を備えたものであるため、この発明のセンサ付車輪用軸受の各効果が効果的に発揮されて、センサについての煩雑な配線作業が要らず、配線部の品質向上およびコスト低減が可能で、また走行中に跳ねた小石等の衝突からセンサを保護することができ、かつ外部からの泥水等のセンサへの浸入が防止できて、長期間安定的にセンシングすることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0043】

【図1】この発明の第1の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図とその検出系の概念構成のブロック図とを組み合わせる示す図である。

【図2】同センサ付車輪用軸受の外方部材をアウトボード側から見た、センサ組立品の説明図である。

【図3】図2のIII-III 矢視断面図である。

【図4】図2のIV-IV 矢視断面図である。

【図5】図1のV-V 矢視断面図である。

【図6】同センサ付車輪用軸受におけるセンサ組立品の展開平面図である。

【図7】同センサ組立品における荷重検出用センサ部の拡大平面図である。

【図8】図7におけるVIII-VIII 矢視断面図である。

【図9】荷重検出用センサ部の他の設置例を示す断面図である。

【図10】荷重検出用センサ部の出力信号に対する転動体位置の影響の説明図である。

【図11】荷重検出用センサ部の出力信号に対する転動体位置の影響の他の説明図である。

【図12】荷重検出用センサ部の出力信号に対する転動体位置の影響のさらに他の説明図である。

【図13】荷重検出用センサ部の出力信号に対する転動体位置の影響のさらに他の説明図である。

【図 1 4】この発明の他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の一部省略断面図である。

【図 1 5】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 1 6】図 1 5 の部分拡大断面図である。

【図 1 7】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 1 8】図 1 7 の部分拡大断面図である。

【図 1 9】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 2 0】図 1 9 の部分拡大断面図である。

【図 2 1】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 2 2】図 2 1 の部分拡大断面図である。

【図 2 3】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 2 4】図 2 3 の部分拡大断面図である。

【図 2 5】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 2 6】図 2 5 の部分拡大断面図である。

【図 2 7】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 2 8】図 2 7 の部分拡大断面図である。

【図 2 9】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 3 0】図 2 9 の部分拡大断面図である。

【図 3 1】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 3 2】図 3 1 の部分拡大断面図である。

【図 3 3】この発明のさらに他の実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の断面図である。

【図 3 4】図 3 3 の部分拡大断面図である。

【図 3 5】図 1 のセンサ付車輪用軸受を用いたインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置の概要を示す断面図である。

【図 3 6】従来例におけるセンサ組立品の構成を示す展開平面図である。

【図 3 7】他の従来例におけるセンサ組立品の構成を示す展開平面図である。

【図 3 8】同従来例における保護カバーの取付構造を示す断面図である。

【図 3 9】同保護カバーの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0044】

この発明の第 1 の実施形態を図 1 ないし図 1 3 と共に説明する。この実施形態は、第 3 世代型の内輪回転タイプで、駆動輪支持用の車輪用軸受に適用したものである。なお、この明細書において、車両に取付けた状態で車両の車幅方向の外側寄りとなる側をアウトボード側と呼び、車両の中央寄りとなる側をインボード側と呼ぶ。

【0045】

このセンサ付車輪用軸受における軸受は、図 1 に断面図で示すように、内周に複列の転走面 3 を形成した外方部材 1 と、これら各転走面 3 に対向する転走面 4 を外周に形成した内方部材 2 と、これら外方部材 1 および内方部材 2 の転走面 3, 4 間に介在した複列の転動体 5 とで構成される。この車輪用軸受は、複列のアンギュラ玉軸受型とされていて、転動体 5 はボールからなり、各列毎に保持器 6 で保持されている。上記転走面 3, 4 は断面円弧状であり、ボール接触角が背面合わせとなるように形成されている。外方部材 1 と内方部材 2 との間の軸受空間の両端は、一对のシール 7, 8 によってそれぞれ密封されている。

【0046】

外方部材 1 は固定側部材となるものであって、車体の懸架装置におけるナックル（図示せず）に取付ける車体取付用フランジ 1 a を外周に有し、全体が一体の部品とされている。フランジ 1 a には周方向複数箇所にナックル取付用のボルト孔 1 4 が設けられ、インボード側よりナックルのボルト挿通孔（図示せず）に挿通したナックルボルト（図示せず）を前記ボルト孔 1 4 に螺合することにより、車体取付用フランジ 1 a がナックルに取付けられる。

10

20

30

40

50

内方部材 2 は回転側部材となるものであって、車輪取付用のハブフランジ 9 a を有するハブ輪 9 と、このハブ輪 9 の軸部 9 b のインボード側端の外周に嵌合した内輪 10 とでなる。これらハブ輪 9 および内輪 10 に、前記各列の転走面 4 が形成されている。ハブ輪 9 のインボード側端の外周には段差を持って小径となる内輪嵌合面 12 が設けられ、この内輪嵌合面 12 に内輪 10 が嵌合している。ハブ輪 9 の中心には貫通孔 11 が設けられている。ハブフランジ 9 a には、周方向複数箇所にハブボルト 15 の圧入孔 16 が設けられている。ハブ輪 9 のハブフランジ 9 a の根元部付近には、車輪および制動部品（図示せず）を案内する円筒状のパイロット部 13 がアウトボード側に突出している。

#### 【0047】

外方部材 1 の外周に、荷重検出用のセンサ組立品 31 が設けられ、このセンサ組立品 31 は、外方部材 1 の外周を囲む筒状の保護カバー 29 で覆われている。

#### 【0048】

図 5 は、図 1 の V-V 矢視断面図を示す。なお、図 1 は、図 5 における I-I 矢視断面図を示す。前記車体取付用フランジ 1 a は、その正面形状が、図 5 のように軸受軸心 O に直交する線分（例えば図 5 における縦線分 L V あるいは横線分 L H に対して線対称となる形状、または軸受軸心 O に対して点对称となる形状とされている。具体的には、この例ではその正面形状が円形とされている。

#### 【0049】

固定側部材である外方部材 1 の外径面には、4 つの荷重検出用センサ部 20 が設けられている。ここでは、これらの荷重検出用センサ部 20 が、タイヤ接地面に対して上下位置および前後位置となる外方部材 1 の外径面における上面部、下面部、右面部、および左面部に設けられている。

#### 【0050】

これらの各荷重検出用センサ部 20 は、図 7 および図 8 に拡大平面図および拡大断面図で示すように、歪み発生部材 21 と、この歪み発生部材 21 に取付けられて歪み発生部材 21 の歪みを検出する 2 つ以上（ここでは 2 つ）の歪みセンサ 22（22 A, 22 B）とでなる。なお、図では歪みセンサにつき符号「22 A, 22 B」を付しているが、2 つの歪みセンサの区別の必要がない場合は、「歪みセンサ 22」と称する場合がある。これらの荷重検出用センサ部 20 の歪み発生部材 21 は、図 6 に展開平面図で示すように、これら複数の荷重検出用センサ部 20 にわたって連続した 1 つの帯状の部材とされる。この歪み発生部材 21 は、鋼材等の弾性変形可能な金属製で 2 mm 以下の薄板材からなり、平面概形が全長にわたり均一幅の帯状で、各荷重検出用センサ部 20 の位置ごとに両側辺部に、幅方向に延びるスリット状の切欠き部 21 b を、2 本ずつ平行に有する。ここでは、歪み発生部材 21 の一側辺部の切欠き部 21 b は、その側辺部から幅方向に直接切り込んで形成されているが、他側辺部の切欠き部 21 b は、歪み発生部材 21 にその長手方向に延びて形成されているスリット 21 c の途中部分から幅方向に切り込んで形成されている。切欠き部 21 b の隅部は断面円弧状とされている。また、歪み発生部材 21 は、各荷重検出用センサ部 20 の位置ごとに、外方部材 1 の外径面に接触固定される 2 つ以上（ここでは 3 つ）の接触固定部 21 a を有する。3 つの接触固定部 21 a は、歪み発生部材 21 の長手方向に向け 1 列に並べて配置される。

#### 【0051】

2 つの歪みセンサ 22 は、歪み発生部 21 における各方向の荷重に対して歪みが大きくなる箇所に貼り付けられる。具体的には、歪み発生部材 21 の外面側で隣り合う接触固定部 21 a の間に配置される。つまり、図 8 において、左端の接触固定部 21 a と中央の接触固定部 21 a との間に 1 つの歪みセンサ 22 A が配置され、中央の接触固定部 21 a と右端の接触固定部 21 a との間に他の 1 つの歪みセンサ 22 B が配置される。切欠き部 21 b は、図 7 のように、歪み発生部材 21 の両側辺部における前記歪みセンサ 22 A, 22 B の配置部に対応する 2 箇所の位置にそれぞれ形成されている。これにより、歪みセンサ 22 は歪み発生部材 21 の切欠き部 21 b の周辺における長手方向の歪みを検出する。なお、歪み発生部材 21 は、固定側部材である外方部材 1 に作用する外力、またはタイヤ

10

20

30

40

50

と路面間に作用する作用力として、想定される最大の力が負荷された状態においても、塑性変形しないものとするのが望ましい。塑性変形が生じると、外方部材 1 の変形が荷重検出用センサ部 20 に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼすからである。

#### 【0052】

前記各荷重検出用センサ部 20 は、その歪み発生部材 21 の 3 つの接触固定部 21 a が、外方部材 1 の軸方向に同寸法の位置で、かつ各接触固定部 21 a が互いに円周方向に離れた位置に来るように配置され、これら接触固定部 21 a が、それぞれ固定具であるボルト 24 により外方部材 1 の外径面に固定される。外方部材 1 の外径面へ荷重検出用センサ部 20 を安定良く固定する上で、外方部材 1 の外径面における前記各接触固定部 21 a が接触固定される箇所には平坦部 1 b が形成される。前記各ボルト 24 は、それぞれ接触固定部 21 a に設けられた径方向に貫通するボルト挿通孔 25 から外方部材 1 の外周部に設けられた雌ねじのボルト孔 27 に螺合させる。外方部材 1 の外径面における前記歪み発生部材 21 の 3 つの接触固定部 21 a が固定される 3 箇所の各中間部には溝 1 c が設けられる。このように、外方部材 1 の外径面に接触固定部 21 a を固定することにより、薄板状である歪み発生部材 21 における切欠き部 21 b を有する各部位が外方部材 1 の外径面から離れた状態となり、切欠き部 21 b の周辺の歪み変形が容易となる。接触固定部 21 a が配置される軸方向位置として、ここでは外方部材 1 のアウトボード側列の転走面 3 の周辺となる軸方向位置が選ばれる。ここでいうアウトボード側列の転走面 3 の周辺とは、インボード側列およびアウトボード側列の転走面 3 の中間位置からアウトボード側列の転走面 3 の形成部までの範囲である。

#### 【0053】

このほか、図 9 に断面図で示すように、歪み発生部材 21 の 3 つの接触固定部 21 a をそれぞれスペーサ 23 を介してボルト 24 により外方部材 1 の外径面に固定することで、外方部材 1 の外径面への溝 1 c の形成を省略し、歪み発生部材 21 における切欠き部 21 b が位置する各部位を外方部材 1 の外径面から離すようにしても良い。

#### 【0054】

歪みセンサ 22 としては、種々のものを使用することができる。例えば、歪みセンサ 22 を金属箔ストレインゲージで構成することができる。その場合、通常、歪み発生部材 21 に対しては接着による固定が行なわれる。また、歪みセンサ 22 を歪み発生部材 21 上に厚膜抵抗体にて形成することもできる。

#### 【0055】

4 つの荷重検出用センサ部 20 にわたって連続した 1 つの帯状部材とされる歪み発生部材 21 は、図 5 に示すように、隣り合う荷重検出用センサ部 20 の各中間位置となる複数箇所（ここでは 6 箇所）が一方向に屈曲された屈曲部 21 d とされ、同図のように外方部材 1 の外周を取り巻くように外方部材 1 に取付けられる。また、歪み発生部材 21 には、各荷重検出用センサ部 20 の歪みセンサ 22 からの出力信号を処理する信号処理用 IC 28 と、処理された信号を外部に取り出す信号ケーブル 33 と、信号処理用 IC 28 と信号ケーブル 33 を接続するコネクタ 34 が設けられる。4 つの荷重検出用センサ部 20 における各歪みセンサ 22 は、歪み発生部材 21 上に設けられた配線用の回路パターン（図示せず）により前記信号処理用 IC 28 に接続される。このように、4 つの荷重検出用センサ部 20 と、これらの荷重検出用センサ部 20 にわたって連続した歪み発生部材 21 と、この歪み発生部材 21 に別に設けられる信号処理用 IC 28 と、信号ケーブル 33 と、コネクタ 34 とが複合して、一体となった 1 つの電子部品複合体であるセンサ組立品 31 が構成され、このセンサ組立品 31 を前記外方部材 1 の外径面に取付けることにより、センサ付車輪用軸受が構成される。

#### 【0056】

次に、図 1 ないし図 4 と共に、前記保護カバー 29 につき説明する。保護カバー 29 は、外方部材 1 の外周を囲む筒状の部材であり、そのアウトボード側端が、他の部分に対して小径となった嵌合筒部 29 o で外方部材 1 の外周面に嵌合させられる。保護カバー 29 のインボード側端には、シール部材として、その開口縁に沿って環状の弾性体からなるリ

リップ部 3 5 が設けられ、このリップ部 3 5 が外方部材 1 の車体取付用フランジ 1 a のアウトボード側を向く側面に当接させられる。これにより、保護カバー 2 9 のアウトボード側端およびインボード側端と外方部材 1 の外周面との間が密封される。リップ部 3 5 は、前記フランジ 1 a の外周面に当接させても良い。

#### 【0057】

前記リップ部 3 5 を構成する弾性体としてはゴム材料が望ましい。これにより、リップ部 3 5 による保護カバー 2 9 のインボード側端の密封性を確実なものとする事ができる。このほか、リップ部 3 5 を保護カバー 2 9 に一体形成しても良い。ここでは、図 3 に拡大断面図で示すように、リップ部 3 5 を、インボード側に向かって拡張する形状としている。これにより、インボード側端から保護カバー 2 9 内への泥水・塩水等の浸入をより確実に防止できる。

10

#### 【0058】

保護カバー 2 9 は、例えば耐食性を有する鋼板をプレス加工して成形される。これにより、保護カバー 2 9 が外部環境により腐食するのを防止できる。このほか、鋼板をプレス加工して保護カバー 2 9 を成形し、その表面に金属メッキまたは塗装処理を施しても良い。この場合も、保護カバー 2 9 が外部環境により腐食するのを防止できる。保護カバー 2 9 の材質は、このほかプラスチックやゴムであっても良い。

#### 【0059】

図 2 の IV-IV 矢視断面図を示す図 4 のように、保護カバー 2 9 のインボード側端部には、前記センサ組立品 3 1 における信号ケーブル 3 3 の引き出し部 3 3 B を外側に引き出す孔部 3 6 が設けられ、この孔部 3 6 から信号ケーブル引き出し部 3 3 B が引き出される部分にシール材 3 7 が塗布される。シール材 3 7 により孔部 3 6 は封止される。これにより、保護カバー 2 9 から信号ケーブル引き出し部 3 3 B が引き出される部分の密封性を確実なものとする事ができる。

20

#### 【0060】

このセンサ付車輪用軸受の組立は、以下の手順で行われる。まず、外方部材 1 の単体の状態、または外方部材 1 に転動体 5 を組み付けた状態で、外方部材 1 の外周面に荷重検出用センサ部 2 0 を含む電子部品からなるセンサ組立品 3 1 を取付ける。つぎに、筒状の保護カバー 2 9 を、外方部材 1 のアウトボード側からその外周面に圧入してそのアウトボード側端を外方部材 1 の外周面に嵌合させると共に、保護カバー 2 9 のインボード側端のリップ部 3 5 を外方部材 1 の車体取付用フランジ 1 a のアウトボード側を向く側面または外周面に当接させることで、荷重検出用センサ部 2 0 を含む電子部品からなるセンサ組立品 3 1 を保護カバー 2 9 で覆う。この後で軸受の全体を組み立てる。この手順で組み立てることにより、外方部材 1 に取付けた荷重検出用センサ部 2 0、もしくは荷重検出用センサ部 2 0 を含むセンサ組立品 3 1 を保護カバー 2 9 で覆ってなるセンサ付車輪用軸受を、容易に組み立てることができる。

30

#### 【0061】

前記荷重検出用センサ部 2 0 の作用および具体的構成を説明する。各荷重検出用センサ部 2 0 の 2 つの歪みセンサ 2 2 (2 2 A, 2 2 B) の出力信号は、前記信号処理用 IC 2 8、信号ケーブル 3 3 を経て車両側の推定手段 3 2 (図 1) に入力される。推定手段 3 2 は、荷重検出用センサ部 2 0 の 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号から、車輪用軸受や車輪と路面間 (タイヤ接地面) に作用する力 (垂直方向荷重  $F_z$ 、駆動力や制動力となる荷重  $F_x$ 、軸方向荷重  $F_y$ ) を推定する手段である。前記推定手段 3 2 は、この実施形態では、前記 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号の差分 (具体的には出力信号の振幅) から前記各作用力  $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$  を推定する。この推定手段 3 2 は、前記垂直方向荷重  $F_z$ 、駆動力や制動力となる荷重  $F_x$ 、軸方向荷重  $F_y$  と、2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号の差分との関係を演算式またはテーブル等により設定した関係設定手段 (図示せず) を有し、2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号の差分から前記関係設定手段を用いて作用力 (垂直方向荷重  $F_z$ 、駆動力や制動力となる荷重  $F_x$ 、軸方向荷重  $F_y$ ) を推定する。前記関係設定手段の設定内容は、予め試験やシミュレーション

40

50

ンで求めておいて設定する。

なお、前記推定手段 3 2 は、前記出力信号の差分に限らず、例えば、前記 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号の和や、平均値、振幅値、振幅中心値などの情報から、これらを適宜用いて、例えば線形結合的に用いて、各作用力  $F_x$   $F_y$ ,  $F_z$  を推定するようにしても良い。その場合も、前記和や平均値などの情報と前記各作用力  $F_x$   $F_y$ ,  $F_z$  との関係を、演算式またはテーブル等により設定した関係設定手段を用いても良い。

#### 【0062】

荷重検出用センサ部 2 0 は、外方部材 1 のアウトボード側列の転走面 3 の周辺となる軸方向位置に設けられるので、歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号は、図 1 0 のように荷重検出用センサ部 2 0 の設置部の近傍を通過する転動体 5 の影響を受ける。また、軸受の停止時においても、歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B は、転動体 5 の位置の影響を受ける。すなわち、転動体 5 が荷重検出用センサ部 2 0 における歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B に最も近い位置を通過するとき（または、その位置に転動体 5 があるとき）、歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B は最大値となり、図 1 0 (B), (C) のように転動体 5 がその位置から遠ざかるにつれて（または、その位置から離れた位置に転動体 5 があるとき）低下する。軸受回転時には、転動体 5 は所定の配列ピッチ P で前記荷重検出用センサ部 2 0 の設置部の近傍を順次通過するので、歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B は、転動体 5 の配列ピッチ P を周期として図 1 0 (C) に実線で示すように周期的に変化する正弦波に近い波形となる。また、歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B は、温度の影響やナックルと車体取付用フランジ 1 a (図 1) の面間などの滑りによるヒステリシスの影響を受ける。

#### 【0063】

この実施形態では、前記 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B の差分を演算処理することで、推定手段 3 2 が車輪用軸受や車輪と路面間（タイヤ接地面）に作用する力（垂直方向荷重  $F_z$ , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$ , 軸方向荷重  $F_y$ ）を推定するものとしているので、2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の各出力信号 A, B に現れる温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を相殺することができ、これにより車輪用軸受やタイヤ接地面に作用する荷重を正確に検出することができる。

#### 【0064】

差分の演算処理について説明する。

前記 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B の差分から、演算処理によって差分信号の振幅、または振幅に相当する値を求める方法としては、絶対値  $|A - B|$  からそのピーク値を検出するものでも良い。絶対値  $|A - B|$  は、演算回路によって生成しても良いが、デジタル演算処理によって計算しても良い。回転状態では半波整流波形が得られるため、そのピーク値をホールドするか、ローパスフィルタ；Low Pass Filter, 略称 LPF によって直流成分を求めて差分信号の振幅相当値とすることができる。また、差分信号  $(A - B)$  の実効値（二乗平均値）を振幅相当値として荷重の推定演算に用いても良い。デジタル演算処理においては、差分信号の振動周期の一周期以上を演算対象区間に設定し、その区間内の最大値と最小値を検出することで、振幅相当値を算出するものでも良い。

#### 【0065】

荷重検出用センサ部 2 0 として、図 8 の構成例のものを示す図 1 0 においては、固定側部材である外方部材 1 の外径面の円周方向に並ぶ 3 つの接触固定部 2 1 a のうち、その配列の両端に位置する 2 つの接触固定部 2 1 a の間隔を、転動体 5 の配列ピッチ P と同一に設定している。この場合、隣り合う接触固定部 2 1 a の中間位置にそれぞれ配置される 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の間での前記円周方向の間隔は、転動体 5 の配列ピッチ P の略  $1/2$  となる。その結果、2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B は略  $180$  度の位相差を有することになり、その差分は温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を十分相殺した値となる。これにより、2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号 A, B の差分から、推定手段 3 2 によって推定される車輪用軸受や車輪と路面

間（タイヤ接地面）に作用する力（垂直方向荷重  $F_z$  , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$  , 軸方向荷重  $F_y$  ）は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響をより確実に排除した正確なものとなる。

#### 【0066】

図11には、図8の構成例の荷重検出用センサ部20において、2つの歪みセンサ22A, 22Bの間での前記円周方向の間隔を、転動体5の配列ピッチPの $1/2$ に設定した例を示している。この例では、2つの歪みセンサ22A, 22Bの間での前記円周方向の間隔が、転動体5の配列ピッチPの $1/2$ とされるので、2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bは180度の位相差を有することになり、その差分は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を完全に相殺した値となる。これにより、推定手段32によって推定される車輪用軸受や車輪と路面間（タイヤ接地面）に作用する力（垂直方向荷重  $F_z$  , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$  , 軸方向荷重  $F_y$  ）から、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響をより確実に排除することができる。

なお、この場合に、2つの歪みセンサ22A, 22Bの前記円周方向の間隔を、転動体5の配列ピッチPの $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍、またはこれらの値に近似した値としても良い。この場合にも、両歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bの差分は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を相殺した値となる。

#### 【0067】

図12には、荷重検出用センサ部20として、図8の構成例のものにおいて、中間位置の接触固定部21aを省略して、接触固定部21aを2つとした構成例（図12（A））の場合を示している。この場合、図10の例の場合と同様に、2つの接触固定部21aの間隔を、転動体5の配列ピッチPと同一に設定している。これにより、2つの接触固定部21aの間に配置される2つの歪みセンサ22A, 22Bの間での前記円周方向の間隔は、転動体5の配列ピッチPの略 $1/2$ となる。その結果、2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bは略180度の位相差を有することになり、その差分は温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を十分相殺した値となる。これにより、2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bの差分から、推定手段32によって推定される車輪用軸受や車輪と路面間（タイヤ接地面）に作用する力（垂直方向荷重  $F_z$  , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$  , 軸方向荷重  $F_y$  ）は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響をより確実に排除した正確なものとなる。

図13には、図12（A）の構成例の荷重検出用センサ部20において、2つの歪みセンサ22A, 22Bの間での前記円周方向の間隔を、転動体5の配列ピッチPの $1/2$ に設定した例を示している。この例でも、図11の例の場合と同様に、2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bは180度の位相差を有することになり、その差分は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を完全に相殺した値となる。これにより、推定手段32によって推定される車輪用軸受や車輪と路面間（タイヤ接地面）に作用する力（垂直方向荷重  $F_z$  , 駆動力や制動力となる荷重  $F_x$  , 軸方向荷重  $F_y$  ）から、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響をより確実に排除することができる。

#### 【0068】

この場合、2つの歪みセンサ22A, 22Bの前記円周方向の間隔を、転動体5の配列ピッチPの $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍、またはこれらの値に近似した値としても良い。この場合にも、両歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bの差分は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を相殺した値となる。

#### 【0069】

このほか、図10および図11において、隣り合う2つの接触固定部21aの間での前記円周方向の間隔を、転動体5の配列ピッチPの $\{1/2 + n \text{ (} n: \text{整数)}\}$  倍、またはこれらの値に近似した値としても良い。この場合にも、隣り合う2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号A, Bの差分は、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を相殺した値となる。

## 【0070】

上記構成のセンサ付車輪用軸受によると、車輪用軸受や、車輪のタイヤと路面間に荷重が作用すると、車輪用軸受の固定側部材である外方部材1にも荷重が印加されて変形が生じる。荷重検出用センサ部20における切欠き部21bを有する歪み発生部材21の3つの接触固定部21aが外方部材1に接触固定されているので、外方部材1の歪みが歪み発生部材21に拡大して伝達され、その歪みが歪みセンサ22A、22Bで感度良く検出され、その出力信号から荷重を推定できる。ここでは、外方部材1の外径面における上面部と下面部に配置される2つの荷重検出用センサ部20の出力信号から垂直方向荷重 $F_z$ と軸方向荷重 $F_y$ を推定でき、外方部材1の外径面における右面部と左面部に配置される2つの荷重検出用センサ部20の出力信号から駆動力や制動力による荷重 $F_x$ を推定できる。

10

## 【0071】

この場合、各荷重検出用センサ部20における歪みセンサ22A、22Bの出力信号A、Bは、上記したようにそのままでは温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を受けるが、推定手段32ではその2つの出力信号の差分から、車輪用軸受や、車輪のタイヤと路面間に作用する荷重（垂直方向荷重 $F_z$ 、駆動力や制動力となる荷重 $F_x$ 、軸方向荷重 $F_y$ ）を推定するので、温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響が解消され、荷重を精度良く推定できる。

## 【0072】

特に、このセンサ付車輪用軸受では、複数の荷重検出用センサ部20の歪み発生部材21を、これら複数の荷重検出用センサ部20にわたって連続した1つの帯状の部材で構成しているので、煩雑な配線作業が要らず、配線部の品質向上およびコスト低減が可能となる。

20

## 【0073】

また、この実施形態では、前記歪み発生部材21を、その長手方向の複数箇所で屈曲させて、固定側部材である外方部材1に固定するようにしているので、外方部材1への取付け作業も容易になる。

## 【0074】

固定側部材である外方部材1の外径面に固定される荷重検出用センサ部20の各接触固定部21aの軸方向寸法が異なると、外方部材1の外径面から接触固定部21aを介して歪み発生部材21に伝達される歪みも異なる。この実施形態では、荷重検出用センサ部20の各接触固定部21aを、外方部材1の外径面に対して軸方向に同寸法となるように設けているので、歪み発生部材21に歪みが集中しやすくなり、それだけ検出感度が向上する。

30

## 【0075】

また、この実施形態では、荷重検出用センサ部20の歪み発生部材21は、平面概形が均一幅の帯状、または平面概形が帯状で側辺部に切欠き部21bを有する薄板材からなるものとしているので、外方部材1の歪みが歪み発生部材21に拡大して伝達され易く、その歪みが歪みセンサ22A、22Bで感度良く検出され、その出力信号A、Bに生じるヒステリシスも小さくなり、荷重を精度良く推定できる。また、歪み発生部材21の形状も簡単なものとなり、コンパクトで低コストなものとできる。

40

## 【0076】

また、歪み発生部材21の切欠き部21bの隅部は断面円弧状とされているので、切欠き部21bの隅部に歪みが集中せず、塑性変形する可能性が低くなる。切欠き部21bの隅部に歪みが集中しなくなることで、歪み発生部材21における検出部つまり歪みセンサ22A、22Bの取付け部での歪み分布のばらつきが小さくなり、歪みセンサ22A、22Bの取付け位置が歪みセンサ22A、22Bの出力信号A、Bに及ぼす影響も小さくなる。これにより、荷重をさらに精度良く推定できる。

## 【0077】

特に、このセンサ付車輪用軸受によると、複数の荷重検出用センサ部20を、固定側部

50

材である外方部材 1 の外周を囲む筒状の保護カバー 29 で覆い、この保護カバー 29 のアウトボード側端を外方部材 1 の外周面に嵌合させ、保護カバー 29 のインボード側端の開口縁に沿って設けた環状の弾性体からなるリップ部 35 を外方部材 1 の車体取付用フランジ 1a のアウトボード側を向く側面もしくは外周面に当接させている。このため、外部環境により荷重検出用センサ部 20 が故障する（飛び石による損傷や、泥水・塩水などによる腐食）のを防止でき、長期にわたって荷重を正確に検出することができ、信号ケーブル 33 の配線処理や荷重検出用センサ部 20 の組付けも容易でコスト低減が可能となる。

#### 【0078】

また、この実施形態では、荷重検出用センサ部 20 と、この荷重検出用センサ部 20 の出力信号を処理する信号処理用 IC 28 と、処理された前記出力信号を軸受外部へ取り出す信号ケーブル 33 とを含む電子部品をリング状に接続してセンサ組立品 31 とし、このセンサ組立品 31 を、固定側部材である外方部材 1 の外周面に外方部材 1 と同心に取付けている。このセンサ組立品 31 を前記保護カバー 29 で覆っている。このため、荷重検出用センサ部 20 だけでなく、センサ組立品 31 を構成する信号処理用 IC 28、信号ケーブル 33 などの他の電子部品をも、外部環境による故障から保護することができる。

#### 【0079】

なお、上記説明では車輪のタイヤと路面間の作用力を検出する場合を示したが、車輪のタイヤと路面間の作用力だけでなく、車輪用軸受に作用する力（例えば予圧量）を検出するものとしても良い。

このセンサ付車輪用軸受から得られた検出荷重を自動車の車両制御に使用することにより、自動車の安定走行に寄与できる。また、このセンサ付車輪用軸受を用いると、車両にコンパクトに荷重センサを設置でき、量産性に優れたものとでき、コスト低減を図ることができる。

#### 【0080】

また、この実施形態では、固定側部材である外方部材 1 の車体取付用フランジ 1a の正面形状を、図 5 のように軸受軸心 O に直交する線分（例えば図 5 における縦線分 LV あるいは横線分 LH）に対して線対称となる形状、または軸受軸心 O に対して点对称となる形状（具体的には円形）としているので、外方部材 1 のフランジ 1a が単純化され、外方部材 1 の形状の複雑さに起因する温度分布や膨張・収縮量のばらつきを低減できる。これにより、固定側部材である外方部材 1 における温度分布や膨張・収縮量のばらつきによる影響を十分小さくして、荷重による歪み量を荷重検出用センサ部に検出させることができる。

#### 【0081】

また、この実施形態では、荷重検出用センサ部 20 を、外方部材 1 における複列の転走面 3 のうちのアウトボード側の転走面 3 の周辺となる軸方向位置、つまり比較的設置スペースが広く、タイヤ作用力が転動体 5 を介して外方部材 1 に伝達されて比較の変形量の大きい部位に配置しているので、検出感度が向上し、荷重をより精度良く推定できる。

#### 【0082】

また、この実施形態では、固定側部材である外方部材 1 の外径面の上面部と下面部、および右面部と左面部に荷重検出用センサ部 20 を設けているので、どのような荷重条件においても、荷重を精度良く推定することができる。すなわち、ある方向への荷重が大きくなると、転動体 5 と転走面 3 が接触している部分と接触していない部分が 180 度位相差で現れるため、その方向に合わせて荷重検出用センサ部 20 を 180 度位相差で設置すれば、どちらかの荷重検出用センサ部 20 には必ず転動体 5 を介して外方部材 1 に負荷される荷重が伝達され、その荷重を歪みセンサ 22A、22B により検出可能となる。

#### 【0083】

なお、上記実施形態では、推定手段 32 が、2 つ以上の歪みセンサ 22A、22B の出力信号 A、B の差分から、車輪用軸受に作用する荷重を推定するものとしたが、推定手段 32 は、さらに前記 2 つ以上の歪みセンサ 22A、22B の出力信号 A、B の和も用いて、車輪用軸受に作用する荷重を推定するものとしても良い。このように、2 つ以上の歪み

10

20

30

40

50

センサ 22 A, 22 B の出力信号 A, B の和を取ると、各出力信号 A, B に現れる転動体 5 の位置の影響を相殺することができるので、差分から温度の影響やナックル・フランジ面間などの滑りの影響を排除できることと相まって、荷重をさらに精度良く検出できる。

#### 【0084】

図 14 は、この発明の他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 1 ～図 13 に示した実施形態において、前記荷重検出用センサ部 20 が取付けられる外方部材 1 の外周面における少なくとも荷重検出用センサ部 20 との接触部分に、耐食性または防食性を有する表面処理層 38 が形成されている。ここでは、外方部材 1 の外周面の全域にわたって表面処理層 38 を形成した場合を示したが、車体取付用フランジ 1 a よりもアウトボード側の外周面に限定して表面処理層 38 を形成しても良い。なお、図 14 では、図 1 の保護カバー 29 については、図示を省略している。また、表面処理層 38 は、以下に示す各実施形態においても、上記と同様に設けても良い。

10

#### 【0085】

耐食性または防食性を有する表面処理層 38 としては、例えば金属メッキ処理によるメッキ層や、塗装処理による塗装膜、コーティング処理によるコーティング層等が挙げられる。金属メッキ処理としては、亜鉛メッキ、ユニクロメッキ、クロメートメッキ、ニッケルメッキ、クロムメッキ、無電解ニッケルメッキ、カニゼンメッキ、四三酸化鉄皮膜（黒染め）、レイデントなどの処理が適用可能である。塗装処理としては、カチオン電着塗装、アニオン電着塗装、フッ素系電着塗装等の電着塗装が適用できる。コーティング処理としては、窒化珪素等のセラミックコーティングなどが適用可能である。

20

#### 【0086】

このように、固定側部材である外方部材 1 の外周面の少なくとも荷重検出用センサ部 20 との接触部分に耐食性または防食性を有する表面処理層 38 を形成することにより、外方部材 1 の外周面の錆により荷重検出用センサ部 20 の取付部が盛り上がったたり、荷重検出用センサ部 20 にもらい錆が発生するのを防止でき、錆に起因する歪みセンサ 22 A, 22 B の誤動作を解消でき、荷重検出をさらに長期にわたり正確に行うことができる。また、荷重検出用センサ部 20 を含む前記センサ組立品 33 が取付けられる外方部材 1 の外周面に前記表面処理層 38 を形成した場合、センサ組立品 33 の取付部が錆で盛り上がったたりするのを防止でき、錆に起因する歪みセンサ 22 A, 22 B の誤動作をさらに解消できる。

30

#### 【0087】

また、外方部材 1 の外周面の車体取付用フランジ 1 a よりもアウトボード側だけに限定して表面処理層 38 を形成した場合には、外方部材 1 の転走面 3 を研削加工する際に、外方部材 1 の外周面のインボード側端の表面未処理部を保持することができ、高精度に転走面 3 を研削加工することができる。

#### 【0088】

図 15 および図 16 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 1 ～図 13 に示す実施形態において、保護カバー 29 のアウトボード側端を外方部材 1 よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端と、回転側部材である内方部材 2 との間に非接触シール隙間 39、すなわちラビリンスシールを形成している。ここでは、図 16 に拡大断面図で示すように、保護カバー 29 のアウトボード側端に、外方部材 1 のアウトボード側端に沿って内径側に折り曲げられる内側折り曲げ部 29 a を形成し、つぎにその内側折り曲げ部 29 a の先端から外径側に折り返されて内側折り曲げ部 29 a と重なる外側折り曲げ部 29 b を形成し、さらに外側折り曲げ部 29 b の先端から内方部材 2 のハブフランジ 9 a の基部の曲面部分 9 a a に向けて延びる筒部 29 c を形成している。これにより、前記外側折り曲げ部 29 b から筒部 29 c にわたる部分とハブフランジ 9 a の基部曲面部分 9 a a との間に狭幅の非接触シール隙間 39 が形成される。その他の構成は図 1 ～図 13 の実施形態の場合と同様である。

40

#### 【0089】

このように、保護カバー 29 のアウトボード側端と内方部材 2 との間に非接触シール隙

50

間 3 9 を形成することにより、保護カバー 2 9 のアウトボード側端でのシール性が向上し、外部環境の影響によるセンサの故障をさらに確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。

#### 【0090】

図 1 7 および図 1 8 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 1 5 および図 1 6 に示す実施形態において、保護カバー 2 9 のアウトボード側端の外側折り曲げ部 2 9 b の先端の筒部 2 9 c を、図 1 8 に拡大断面図で示すようにハブフランジ 9 a の側面に沿う断面 L 字状に形成している。その他の構成は図 1 5、図 1 6 に示す実施形態の場合と同様である。

#### 【0091】

このように、保護カバー 2 9 のアウトボード側端の外側折り曲げ部 2 9 b の先端の筒部 2 9 c をハブフランジ 9 a の側面に沿う断面 L 字状に形成することにより、前記外側折り曲げ部 2 9 b から筒部 2 9 c にわたる部分とハブフランジ 9 a の基部曲面部分 9 a a との間に形成される非接触シール隙間 3 9 が、ハブフランジ 9 a の側面に沿った形状となる。これにより、保護カバー 2 9 のアウトボード側において、浸入してくる泥水などがハブフランジ 9 a の側面に沿った前記非接触シール隙間 3 9 から外側に向けて流れ易くなり、保護カバー 2 9 のアウトボード側端でのシール性がさらに向上する。

#### 【0092】

図 1 9 および図 2 0 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 1 5 および図 1 6 に示す実施形態において、保護カバー 2 9 のアウトボード側端の外側折り曲げ部 2 9 b を、図 2 0 に拡大断面図で示すように内側折り曲げ部 2 9 a の外径側基端よりもさらに外径側まで延ばしている。その他の構成は図 1 5 および図 1 6 に示す実施形態の場合と同様である。

#### 【0093】

このように、保護カバー 2 9 のアウトボード側端の外側折り曲げ部 2 9 b を内側折り曲げ部 2 9 a の外径側基端よりもさらに外径側まで延ばすことにより、前記外側折り曲げ部 2 9 b から筒部 2 9 c にわたる部分とハブフランジ 9 a の基部曲面部分 9 a a との間に形成される非接触シール隙間 3 9 の径方向距離がより長くなる。これにより、保護カバー 2 9 のアウトボード側端でのシール性がさらに向上する。

#### 【0094】

図 2 1 および図 2 2 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 2 2 に拡大断面図で示すように、保護カバー 2 9 のアウトボード側端を外方部材 1 よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端から外径側に折り曲げられる外側折り曲げ部 2 9 d を形成し、つぎにその外側折り曲げ部 2 9 d の先端から内径側に折り返されて外側折り曲げ部 2 9 d と重なる内側折り曲げ部 2 9 e を形成し、さらに内側折り曲げ部 2 9 e の先端から内方部材 2 のハブフランジ 9 a の基部の曲面部分 9 a a に向けて延びる筒部 2 9 f を形成している。これにより、前記内側折り曲げ部 2 9 e から筒部 2 9 f にわたる部分とハブフランジ 9 a の基部曲面部分 9 a a との間に狭幅で径方向に長い非接触シール隙間 3 9 が形成される。その他の構成は図 1 ～図 1 3 の実施形態の場合と同様である。

#### 【0095】

この場合も、保護カバー 2 9 のアウトボード側端において、その内側折り曲げ部 2 9 e から筒部 2 9 f にわたる部分とハブフランジ 9 a の基部曲面部分 9 a a との間に狭幅で径方向に長い非接触シール隙間 3 9 が形成されるので、保護カバー 2 9 のアウトボード側端でのシール性が向上し、外部環境の影響によるセンサの故障をさらに確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。

#### 【0096】

図 2 3 および図 2 4 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 1 ないし図 1 3 に示す第 1 の実施形態において、外方部材 1 の外周面に設けた保護カバー 2 9 A を次のように構成したものである。この例では、保護カバー 2 9 A は、

10

20

30

40

50

第 1 の実施形態と同じくセンサ組立部品 3 1 および外方部材 1 の外周を覆う筒状の部材であるが、その外径がアウトボード側からインボード側に向けて段階的に拡径する形状とされ、インボード側端が外方部材 1 のフランジ 1 a の外径面に嵌合させられる。保護カバー 2 9 A のアウトボード側端には、その開口縁に沿って環状の弾性体からなるリップ部 3 5 A が設けられ、このリップ部 3 5 A が外方部材 1 の外周面に当接させられる。これにより、保護カバー 2 9 A のアウトボード側端と外方部材 1 の外周面との間、および保護カバー 2 9 A のインボード側端と外方部材 1 のフランジ 1 a の外径面との間が密封され、アウトボード側端から保護カバー 2 9 A 内への泥水・塩水等の浸入を確実に防止できる。その結果、外部環境の影響によるセンサの故障を確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。

10

#### 【0097】

前記リップ部 3 5 A を構成する弾性体としてはゴム材料が望ましい。これにより、リップ部 3 5 A による保護カバー 2 9 A のアウトボード側端での密封性を確実なものとすることができる。このほか、リップ部 3 5 A を保護カバー 2 9 A に一体形成しても良い。ここでは、図 2 4 に拡大断面図で示すように、リップ部 3 5 A を、先端がアウトボード側に向かって次第に縮径して延びる形状としている。これにより、アウトボード側端から保護カバー 2 9 A 内への泥水・塩水等の浸入をより確実に防止できる。また、リップ部 3 5 A には、その一部を保護カバー 2 9 A の外周面の一部まで延長してカバー外周面被覆部分 3 5 A a が形成されている。これにより、保護カバー 2 9 A の外周面におけるアウトボード側端において、カバー外周面被覆部分 3 5 A a からなる壁が外径側に張り出すことになり、この壁によりリップ部 3 5 A が外方部材 1 の外周面に当接している部分へ泥水・塩水等が流れ込むのを阻止でき、保護カバー 2 9 A 内への泥水・塩水等の浸入をより確実に防止できる。カバー外周面被覆部分 3 5 A a は、リップ部 3 5 A を、保護カバー 2 9 A の外周面へ取付ける場合は、その取付けに必要な強度を得るために保護カバー 2 9 A の外周面に位置させる範囲よりもさらにインボード側へ延びて設ける。

20

#### 【0098】

保護カバー 2 9 A は、例えば耐食性を有する鋼板をプレス加工して成形される。これにより、保護カバー 2 9 A が外部環境により腐食するのを防止できる。このほか、鋼板をプレス加工して保護カバー 2 9 A を成形し、その表面に金属メッキまたは塗装処理を施しても良い。この場合も、保護カバー 2 9 A が外部環境により腐食するのを防止できる。保護カバー 2 9 A の材質は、このほかプラスチックやゴムであっても良い。

30

#### 【0099】

この実施形態におけるその他の構成、効果は、図 1 ～図 1 3 と共に説明した第 1 の実施形態と同様である。なお、この実施形態、および以下の各実施形態においても、図 1 4 と共に前述した表面処理層 3 8 を設けても良い。

#### 【0100】

図 2 5 および図 2 6 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 2 3、図 2 4 に示す実施形態において、保護カバー 2 9 A のアウトボード側端に設けたリップ部 3 5 A のカバー外周面被覆部分 3 5 A a の外周面を、図 2 6 に拡大断面図で示すようにアウトボード側に向かって拡径する傾斜面としている。その他の構成は図 2 3、図 2 4 の実施形態の場合と同様である。

40

#### 【0101】

このように、リップ部 3 5 A のカバー外周面被覆部分 3 5 A a の外周面を、アウトボード側に向かって拡径する傾斜面とすることにより、リップ部 3 5 A が外方部材 1 の外周面に当接している部分へ泥水・塩水等が流れ込むのを阻止でき、保護カバー 2 9 A 内への泥水・塩水等の浸入をより確実に防止できる。

#### 【0102】

図 2 7 および図 2 8 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 2 3、図 2 4 に示す実施形態において、保護カバー 2 9 A のアウトボード側端を外方部材 1 よりもアウトボード側に突出させ、そのアウトボード側端と、回転側部材で

50

ある内方部材 2 との間に非接触シール隙間 39 A、すなわちラビリンスシールを形成している。非接触シール隙間 39 A は、前述のように内方部材 2 と外方部材 1 との相対回転が生じている状態で、水等の浸入が防止される程度の狭い隙間である。ここでは、図 28 に拡大断面図で示すように、保護カバー 29 A のアウトボード側端を内方部材 2 のハブフランジ 9 a のインボード側を向く側面近傍まで突出させ、その先端から内径側に折り曲げられインボード側へ向かう折り曲げ部 29 A a を形成し、さらにその折り曲げ部 29 A a の先端から内径側に向けて折り曲げられた内側折り曲げ部 29 A b を形成し、この内側折り曲げ部 29 A b にリップ部 35 A を一体に設けている。その他の構成は図 23、図 24 の実施形態の場合と同様である。

#### 【0103】

このように、保護カバー 29 A のアウトボード側端と内方部材 2 との間に非接触シール隙間 39 A を形成することにより、保護カバー 29 A のアウトボード側端における外方部材 1 との間のシールが、リップ部 35 A の外方部材 1 の外周面への当接と、保護カバー 29 A のアウトボード側端と内方部材 2 のハブフランジ 9 a との間に形成される非接触シール 39 A とによる二重の密閉構造でなされるので、アウトボード側でのシールがより確実なものとなり、外部環境の影響によるセンサの故障をさらに確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。

#### 【0104】

図 29 および図 30 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 23 および図 24 に示す実施形態において、保護カバー 29 A のアウトボード側端の折り曲げ部 29 A a を、図 30 に拡大断面図で示すようにインボード側に向けて縮径傾斜する形状としている。その他の構成は図 23 および図 24 に示す実施形態の場合と同様である。

#### 【0105】

このように、保護カバー 29 A のアウトボード側端の折り曲げ部 29 A a をインボード側に向けて縮径傾斜する形状とすることにより、非接触シール隙間 39 A から外方部材 1 のアウトボード側端に浸入してきた泥水・塩水等が前記折り曲げ部 29 A a の傾斜面に沿って非接触シール隙間 39 A から外側に向けて排出し易くなり、保護カバー 29 A のアウトボード側端でのシール性がさらに向上する。

#### 【0106】

図 31 および図 32 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 23 および図 24 に示す実施形態において、保護カバー 29 A のアウトボード側端の小径筒部 29 s と外方部材 1 の外周との間に、シール部材としてリング 35 B を介在させている。リング 35 B は、図 32 に拡大断面図で示すように、外方部材 1 の外周面に設けられた環状のシール取付溝内に嵌め込んで取り付けられている。その他の構成は図 23 および図 24 に示す実施形態の場合と同様である。

このようにシール部材としてリング 35 B を設けた場合も、保護カバー 29 A のアウトボード側端から保護カバー 29 A 内への泥水・塩水等の浸入を確実に防止できて、外部環境の影響によるセンサの故障を確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。

#### 【0107】

図 33 および図 34 は、この発明のさらに他の実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図 23、図 24 に示す実施形態において、保護カバー 29 A のアウトボード側端に設けたリップ部 35 A を、回転側部材である内方部材 2 の表面に当接させている。具体的には、図 34 に拡大断面図で示すように保護カバー 29 A のアウトボード側端を外方部材 1 よりもアウトボード側に突出させ、内方部材 2 の構成部品であるハブ輪 9 のハブフランジ 9 a のインボード側を向く側面に前記リップ部 35 A を当接させている。その他の構成は図 23、図 24 に示す実施形態の場合と同様である。

#### 【0108】

このように、保護カバー 29 A のアウトボード側端に設けたリップ部 35 A を内方部材 2 のハブフランジ 9 a に当接させた場合にも、保護カバー 29 A のアウトボード側端から

10

20

30

40

50

保護カバー 29 A 内への泥水・塩水等の浸入を確実に防止できるので、外部環境の影響によるセンサの故障を確実に防止して、荷重検出を正確に行うことができる。また、この場合には、外方部材 1 と内方部材 2 の間に形成される軸受空間のアウトボード側端も密封されることになるので、アウトボード側のシール 7 を省略することも可能である。

#### 【0109】

図 35 は、図 1 ～図 13 に示した第 1 の実施形態のセンサ付車輪用軸受 A を搭載したインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置の概要を示す断面図である。このインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置は、駆動輪 40 のハブを回転自在に支持する前記センサ付車輪用軸受 A と、回転駆動源としての電気モータ B と、この電気モータ B の回転を減速してハブに伝達する減速機 C と、ハブに制動力を与えるブレーキ D とを、駆動輪 40 の中心軸上に配置したものである。電気モータ B は、筒状のケーシング 41 に固定したステータ 42 と出力軸 43 に取付けたロータ 44 との間にラジアルギャップを設けたラジアルギャップ型のものである。減速機 C はサイクロイド減速機として構成されている。

なお、図 35 では、図 1 ～図 13 に示した実施形態のセンサ付車輪用軸受 A を搭載した例を示したが、これに限らずこの発明の他の実施形態のセンサ付車輪用軸受を用いた場合にも、同様の効果を上げることができる。

#### 【0110】

このように、この発明の前記いずれかの構成のセンサ付車輪用軸受 A をインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置の車輪用軸受として用いた場合には、外部環境の影響によるセンサの故障を防止して、車輪用軸受やタイヤ接地面に作用する荷重を長期にわたり正確に検出できるインホイール型モータ内蔵車輪用軸受装置とすることができる。

#### 【0111】

上記各実施形態では第 3 世代型の車輪用軸受に適用した場合につき説明したが、この発明は、軸受部分とハブとが互いに独立した部品となる第 1 または第 2 世代型の車輪用軸受や、内方部材の一部が等速ジョイントの外輪で構成される第 4 世代型の車輪用軸受にも適用でき、さらに各世代形式のテーパころタイプの車輪用軸受にも適用することができる。また、外方部材が回転側部材となる車輪用軸受にも適用することができる。その場合、内方部材の外周にセンサユニットを設ける。

#### 【符号の説明】

#### 【0112】

- 1 … 外方部材
- 1 a … 車体取付用フランジ
- 2 … 内方部材
- 3, 4 … 転走面
- 5 … 転動体
- 20 … 荷重検出用センサ部
- 21 … 歪み発生部材
- 21 a … 接触固定部 21 b … 切欠き部
- 21 d … 屈曲部
- 22, 22 A, 22 B … 歪みセンサ
- 29, 29 A … 保護カバー
- 31 … センサ組立品
- 32 … 推定手段
- 35, 35 A … リップ部〈シール部材〉
- 35 B … Oリング〈シール部材〉
- 38 … 表面処理層
- 39, 39 A … 非接触シール隙間

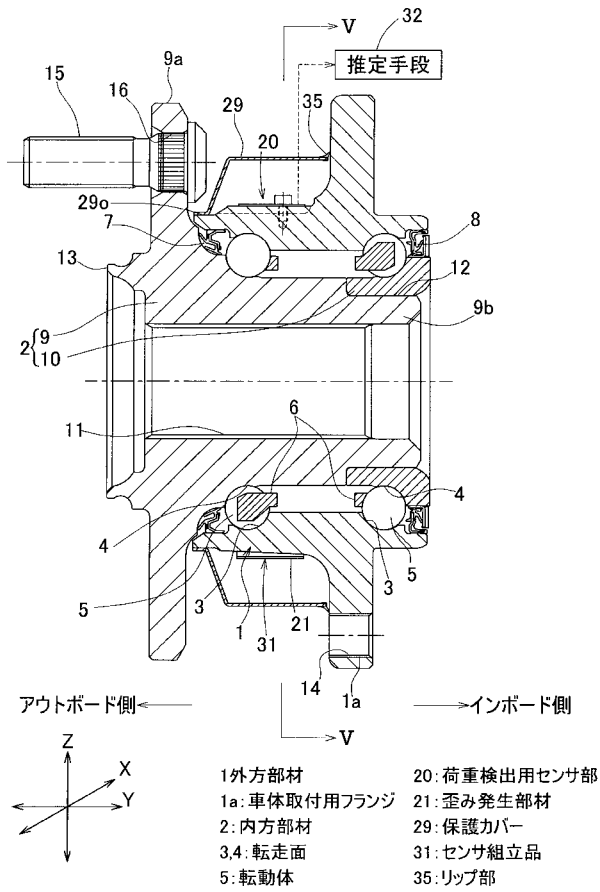
10

20

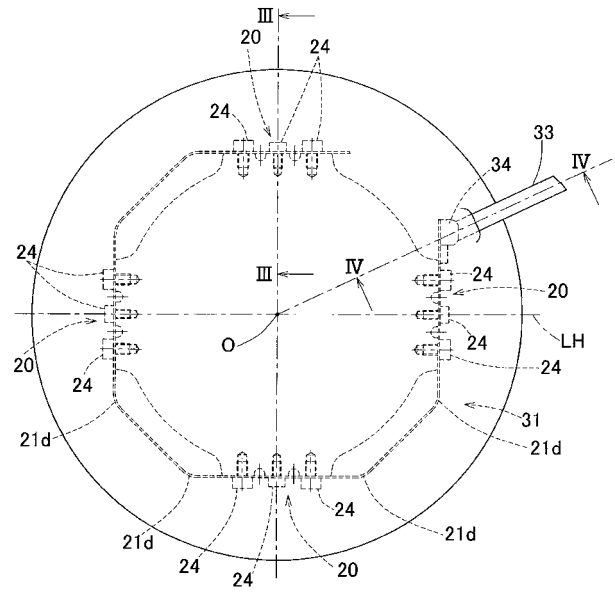
30

40

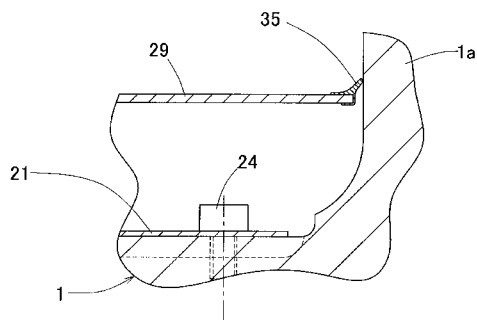
【図 1】



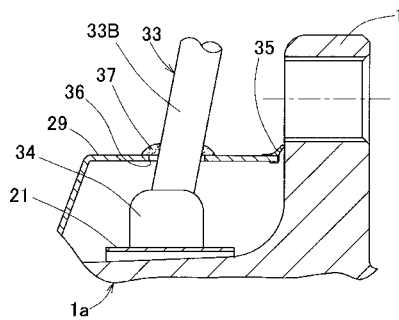
【図 2】



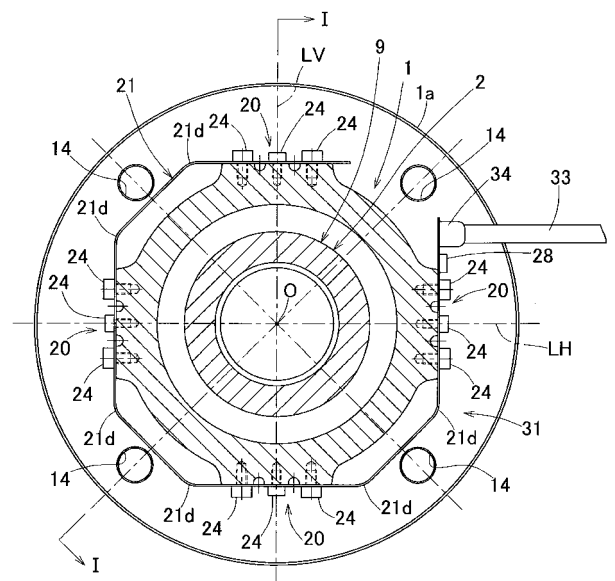
【図 3】



【図 4】

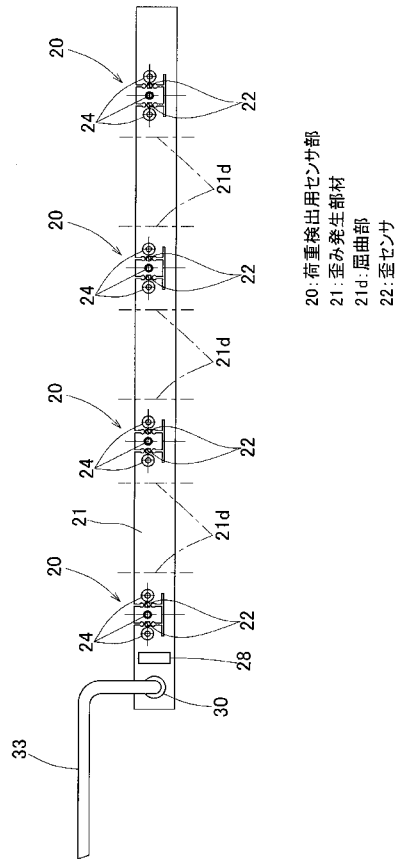


【図 5】

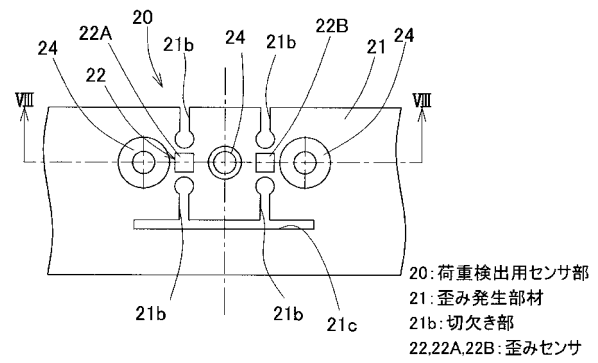


- 1: 外方部材  
1a: 車体取付用フランジ  
2: 内方部材  
20: 荷重検出用センサ部  
21: 歪み発生部材  
21b: 屈曲部  
31: センサ組立品

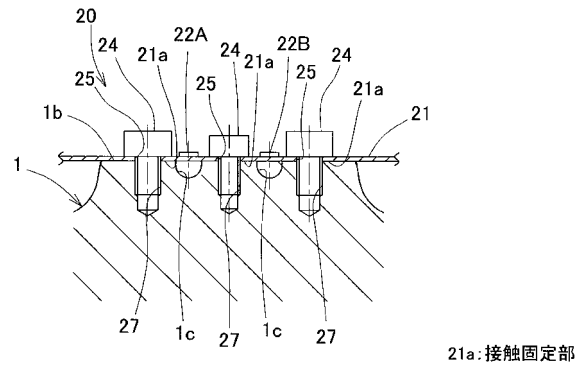
【図 6】



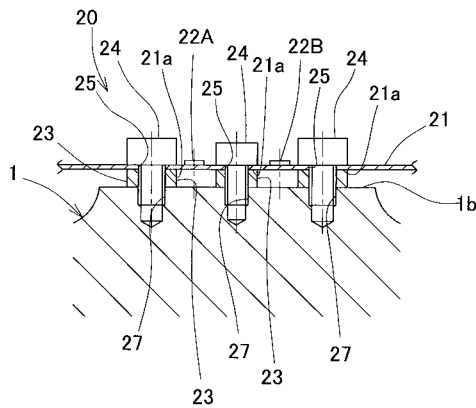
【図 7】



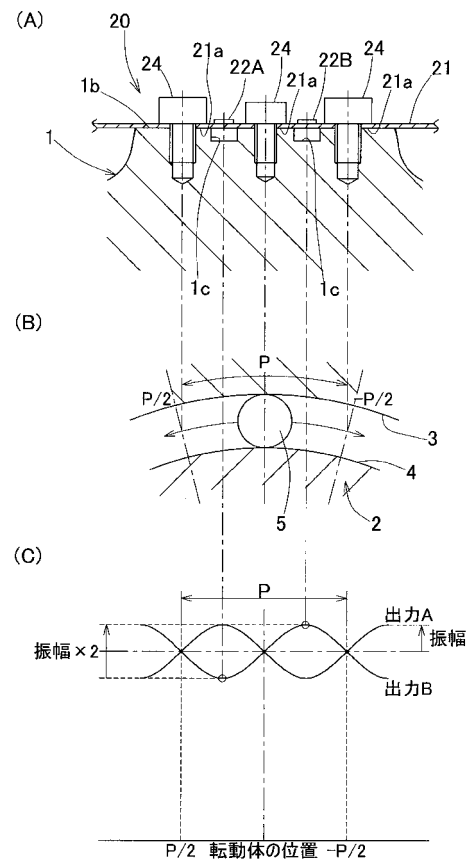
【図 8】



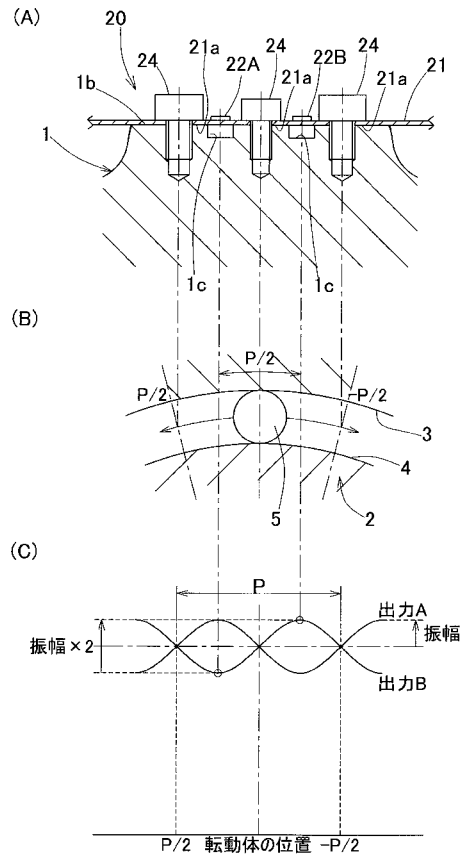
【図 9】



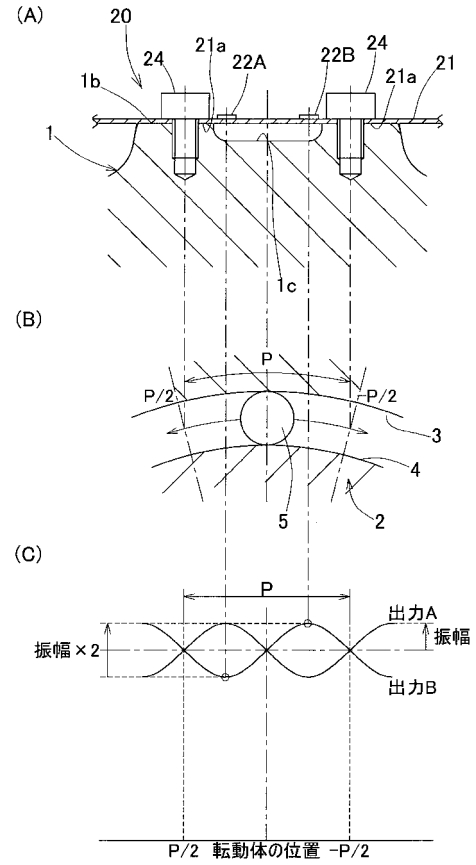
【図 10】



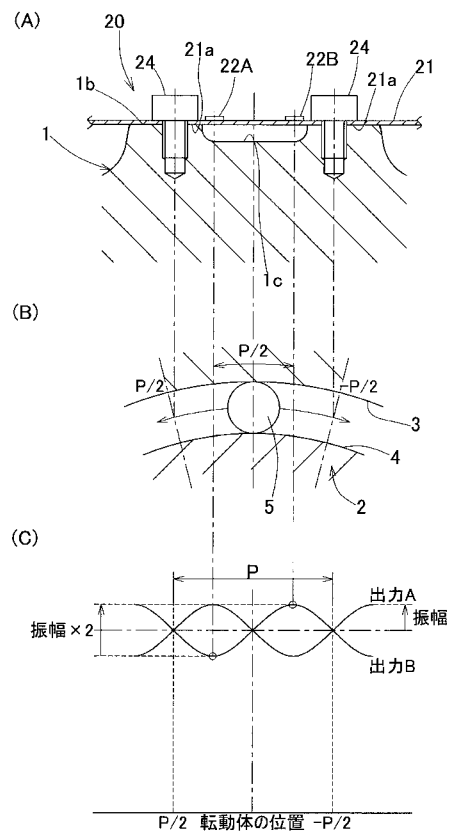
【図 1 1】



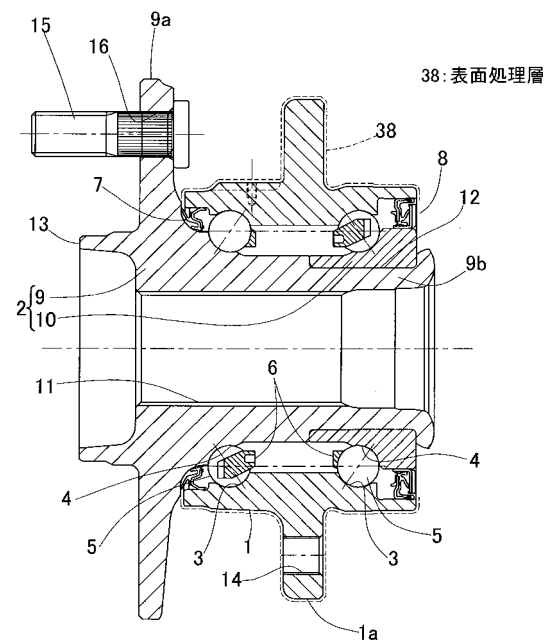
【図 1 2】



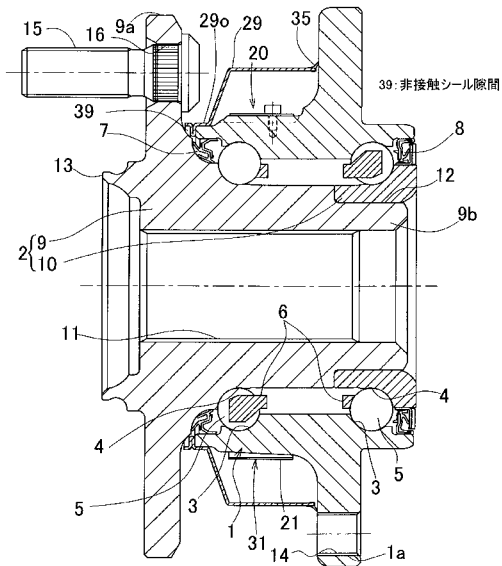
【図 1 3】



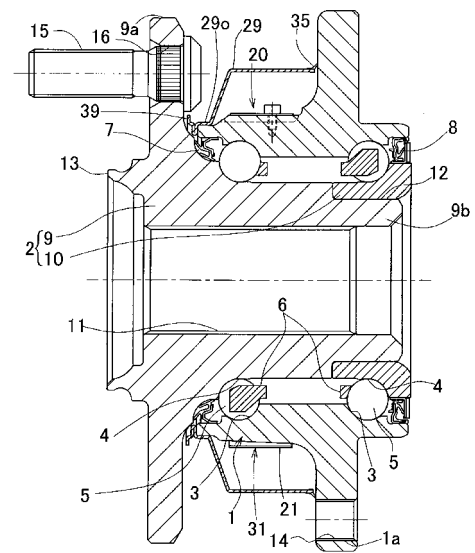
【図 1 4】



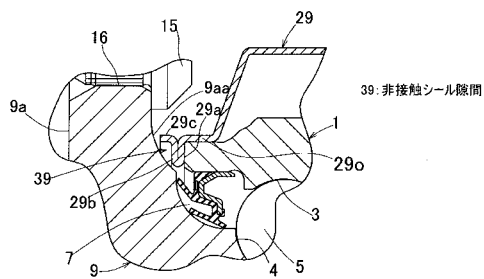
【図 15】



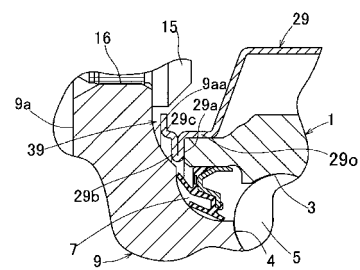
【図 17】



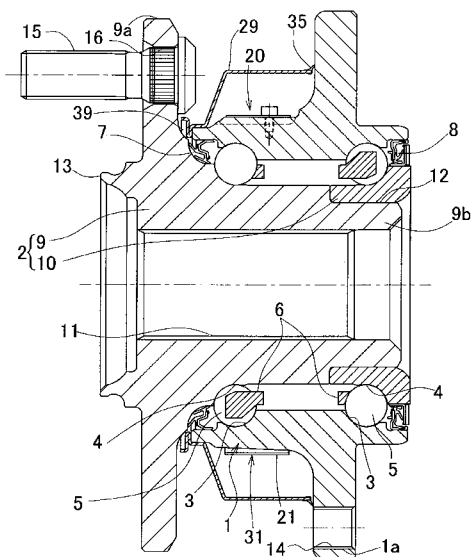
【図 16】



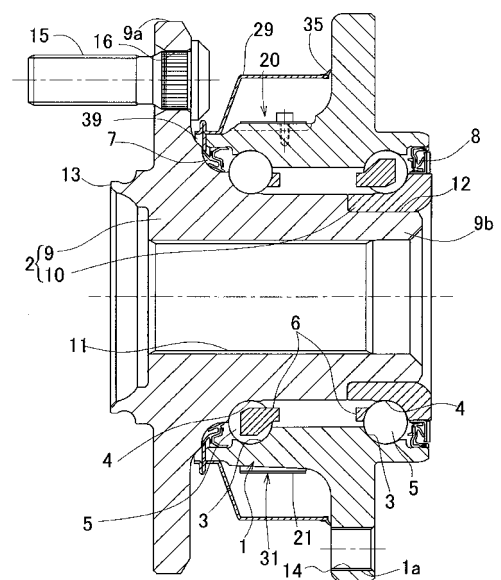
【図 18】



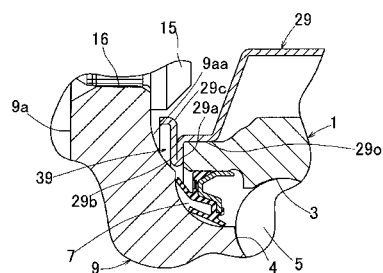
【図 19】



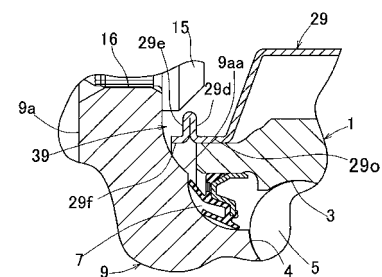
【図 21】



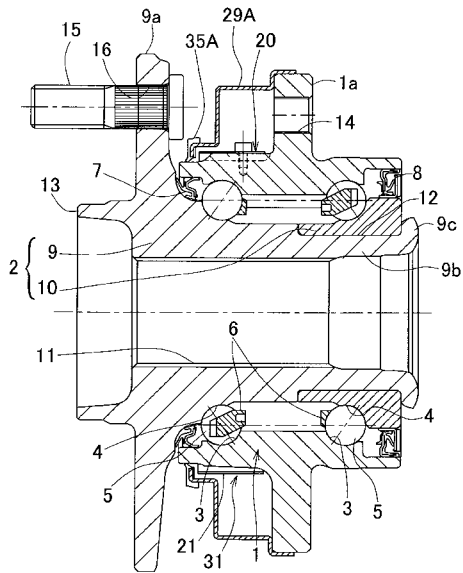
【図 20】



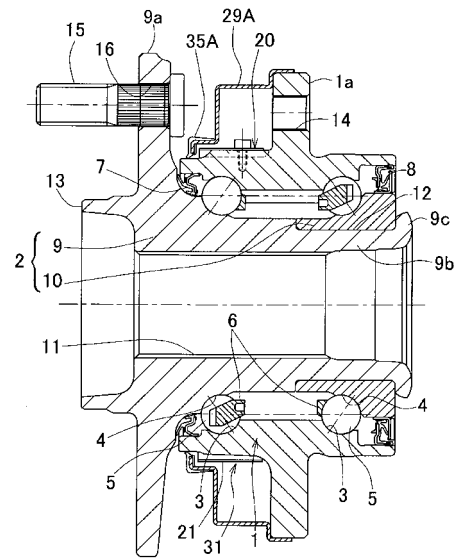
【図 22】



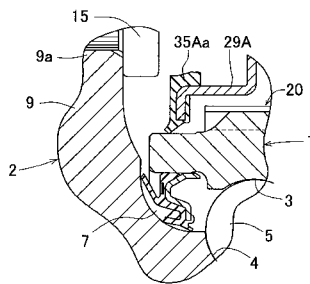
【図 23】



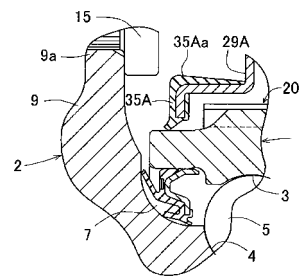
【図 25】



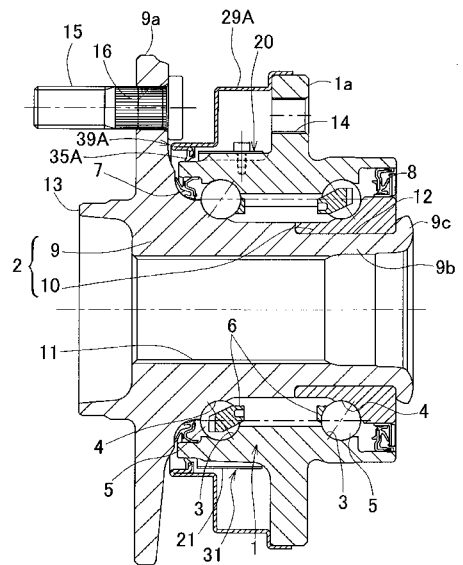
【図 24】



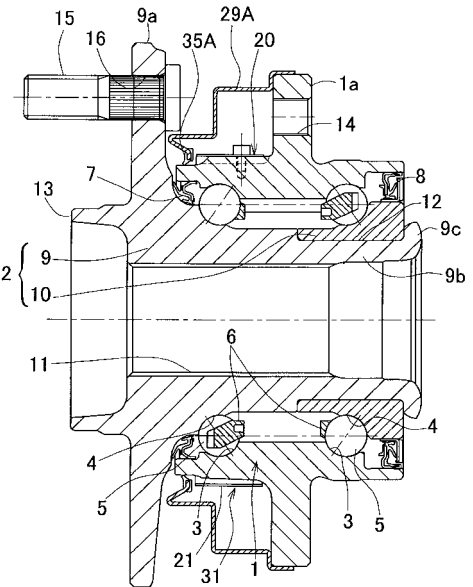
【図 26】



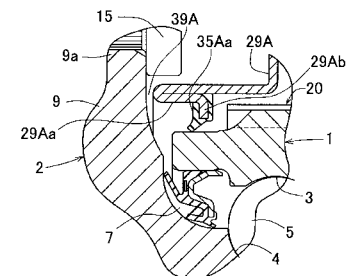
【図 27】



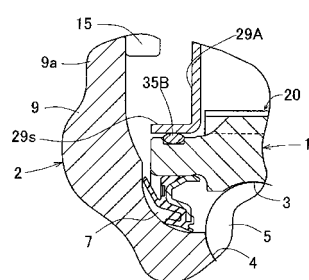
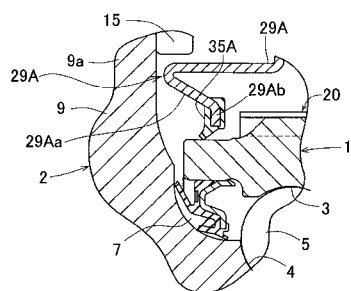
【図 29】



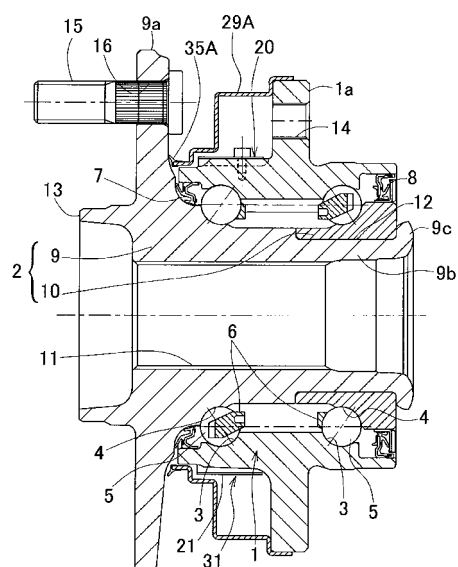
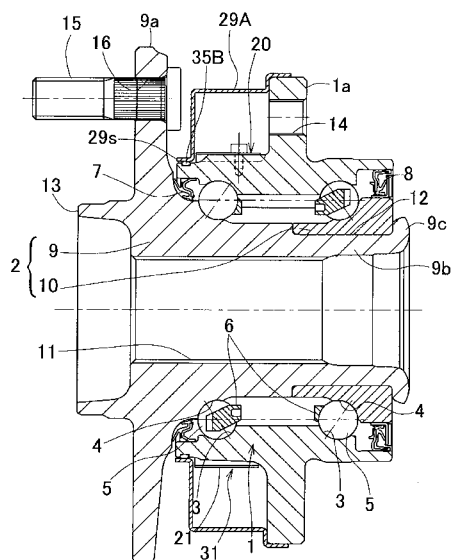
【図 28】



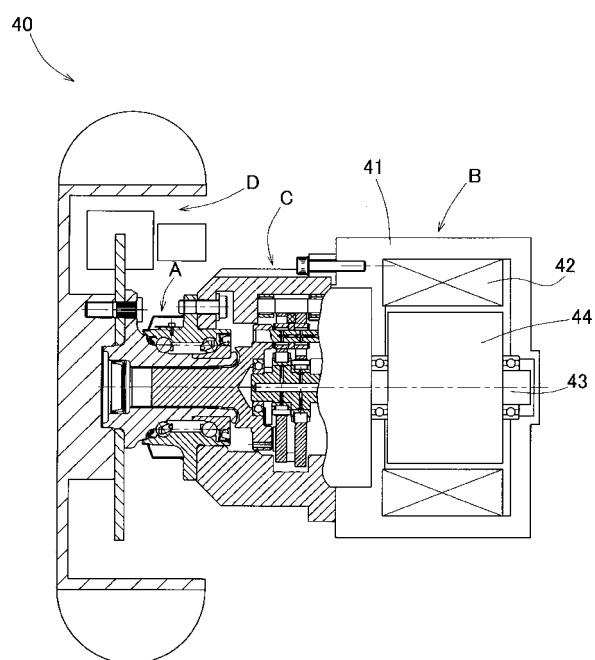
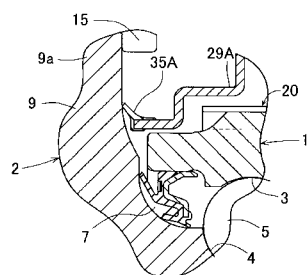
【図 3 2】



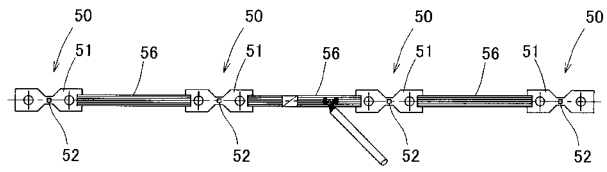
【図 3 3】



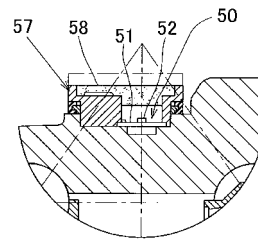
【図 3 5】



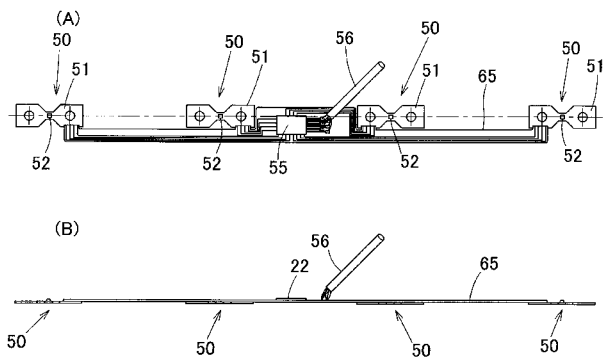
【図 3 6】



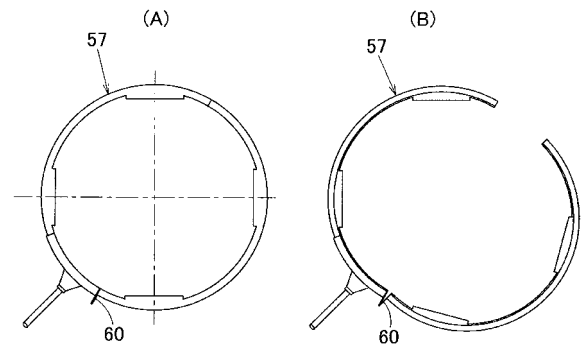
【図 3 8】



【図 3 7】



【図 3 9】



---

フロントページの続き

| (51)Int.Cl.                    | F I           | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| <b>B 6 0 B 35/18 (2006.01)</b> | F 1 6 C 33/78 | Z           |
| <b>G 0 1 L 5/00 (2006.01)</b>  | F 1 6 C 33/78 | K           |
|                                | B 6 0 B 35/18 | Z           |
|                                | G 0 1 L 5/00  | K           |

(72)発明者 高橋 亨  
静岡県磐田市東貝塚1 5 7 8 番地 NTN株式会社内

(72)発明者 秋山 あゆみ  
静岡県磐田市東貝塚1 5 7 8 番地 NTN株式会社内

Fターム(参考) 2F051 AA01 AB09  
3J016 AA02 AA03 BB03 CA02  
3J117 HA02  
3J217 JA02 JA14 JA24 JA36 JA38 JB15 JB16 JB56 JB64 JB84  
JB85 JB89  
3J701 AA02 AA32 AA43 AA54 AA62 AA72