

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年2月16日(16.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/020654 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 5/00 (2006.01) F16C 19/18 (2006.01)
B60B 35/18 (2006.01) F16C 41/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/067463
- (22) 国際出願日: 2011年7月29日(29.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-180098 2010年8月11日(11.08.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): N T N 株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 秋山あゆみ (AKIYAMA, Ayumi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP). 西川健太郎 (NISHIKAWA, Kentarou) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP). 高橋亨

(TAKAHASHI, Toru) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP).

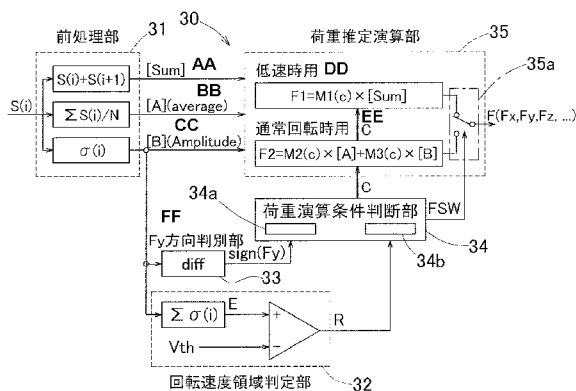
- (74) 代理人: 杉本修司, 外 (SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番2号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: WHEEL BEARING WITH SENSOR

(54) 発明の名称: センサ付車輪用軸受

[図7]



- 31 Preprocessor
32 Rotational speed region determination unit
34 Load calculation condition determination unit
35 Load estimation calculation unit
AA Sum
BB average
CC Amplitude
DD During low speed
EE During normal rotation
FF Fy direction determination unit

(57) Abstract: A wheel bearing with a sensor is provided which can switch calculation methods corresponding to a vehicle speed, can improve the accuracy of an estimation of a load applied to a wheel, has a simple structure without the installation of additional sensors, and is designed to be compact, have a simplified structure, and be more reliable. A sensor unit (20) is provided in a fixed-side member from among an outer member (1) and an inner member (2) of a wheel bearing. A load estimation means (30) is provided for estimating a load on the basis of sensor output signals from the sensor unit (20). The load estimation means (30) is provided with: a rotational speed region determination unit (32) for determining a rotational speed region of a wheel from the sum of the amplitudes of the sensor output signals; a load estimation calculation unit (35) for calculating and estimating the load by applying each sensor output signal to an estimation calculation formula; and a parameter switching unit (34a) for switching the parameters of an inference calculation formula in response to the rotational speed region determined.

(57) 要約:

[続葉有]



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

追加のセンサ等を設けることなく、簡単な構造で、車速に応じた計算方法の切り替えを実現できて、車輪に加わる荷重の推定精度を向上させることができ、コンパクト化、構成の単純化、信頼性を向上が図れるセンサ付車輪用軸受を提供する。車輪用軸受の外方部材(1)と内方部材(2)のうちの固定側部材にセンサユニット(20)を設ける。センサユニット(20)のセンサ出力信号から荷重を推定する荷重推定手段(30)を設ける。荷重推定手段(30)は、各センサ出力信号の振幅値の総和から車輪の回転速度領域を判別する回転速度領域判別部(32)と、各センサ出力信号を推定演算式に当てはめて荷重を演算・推定する荷重推定演算部(35)と、判別された回転速度領域に応じて、推理演算式のパラメータを切り替えるパラメータ切替部(34a)とを備える。

明 細 書

発明の名称 : センサ付車輪用軸受

関連出願

[0001] 本出願は、2010年8月11日出願の特願2010-180098の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、車輪の軸受部にかかる荷重を検出する荷重検出センサを内蔵したセンサ付車輪用軸受に関する。

背景技術

[0003] 自動車の各車輪にかかる荷重を検出する技術として、車輪用軸受の外輪に歪みゲージを貼り付け、外輪外径面の歪みから荷重を検出するようにした車輪用軸受が提案されている（例えば特許文献1）。しかし、特許文献1に開示の技術では、車輪用軸受に作用する荷重を検出する場合、荷重に対する固定輪変形量が小さいため歪み量も小さく、検出感度が低くなり、荷重を精度良く検出できない。

[0004] この課題を解決するものとして、以下の構成としたセンサ付車輪用軸受が提案されている（特許文献2）。同文献のセンサ付車輪用軸受における車輪用軸受は、複列の転走面が内周に形成された外方部材と、上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。上記外方部材および内方部材のうちの固定側部材の外径面には、その固定側部材の円周方向における180度の位相差をなす位置に配置された2つのセンサユニットからなるセンサユニット対を少なくとも1対設ける。各センサユニットは、前記固定側部材の外径面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歪み発生部材の歪みを検出するセンサを有するものとする。

[0005] この構成において、前記センサユニット対における2つのセンサユニットのセンサ出力信号の差分を基に、径方向荷重推定手段で、車輪用軸受の径方向に作用する径方向荷重を推定する。また、前記センサユニット対における2つのセンサユニットのセンサ出力信号の和を基に、軸方向荷重推定手段で、車輪用軸受の軸方向に作用する軸方向荷重を推定する。そして、少なくとも1対のセンサユニット対の2つのセンサユニットは、タイヤ接地面に対して上下位置となる前記固定側部材の外径面の上面部と下面部に配置する。このセンサユニット対のセンサの出力信号振幅を基に、軸方向荷重方向判別手段で、前記軸方向荷重の方向を判別する。この場合の荷重推定処理の概略を図17にブロック図で示す。

[0006] 前記センサユニットにおける歪み発生部材の接触固定部を、車輪用軸受における固定側部材の転走面付近に配置すると、車輪の回転に伴ってセンサ出力信号に図18のような正弦波に近い変動が見られる。これは、転動体の通過による歪みの変化が検出されたものである。上記構成では、上下に配置した2つのセンサユニットのセンサ出力信号における振幅値（転動体の公転運動に伴う振動成分）の差分により、軸方向荷重を判別し、軸方向荷重の正負に応じて、それぞれに適した荷重推定パラメータを用いて荷重を演算するので、荷重を感度良く推定できる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特表2003-530565号公報

特許文献2：特開2010-43901号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかし、特許文献2の構成の場合、最適な荷重推定パラメータを選択するために、センサ出力信号の振幅値を算出する必要があり、振幅値を算出できない場合に対応できない。すなわち、回転が静止している状態、あるいは極

低速回転状態においては、転動体荷重による信号変化がないか、または非常にゆっくりとした変化しかない状態となる。この場合には、センサ出力信号の変動から振幅の大きさを求めることはできない。

[0009] 一方、転動体荷重によるセンサ出力信号の振幅値を静止状態においても検出する手段として、転動体荷重の影響を観測するのに十分な領域（転動体の配置ピッチに相当する周方向長さ）に複数のセンサを配置して、歪みの分布を直接測定する手段もある。しかしながら、この場合、センサ個数が増加し、検出回路が複雑化するため、コストアップと信頼性確保が新たな課題となる。

[0010] そこで、本発明者等は、センサ付車輪用軸受におけるさらに新たな荷重推定手段として、図19にブロック図で示す構成のものを開発した。この構成では、荷重推定演算式として、変数としてセンサ出力信号の平均値Aのみを用いる式と、変数としてセンサ出力信号の平均値Aと振幅値Bとを用いる式とを用意し、回転速度によって荷重演算処理を切り替えるようにしている。すなわち、通常走行状態では、センサ出力信号の平均値Aと振幅値Bを用いた演算式による荷重推定演算を行い、低速あるいは停止状態においては前記平均値Aだけを用いた演算式による荷重推定演算を行う。この構成の場合、回転速度の判定に、回転速度情報を用いる。

[0011] しかし、この構成では、回転速度情報を用いるので、別途回転センサを設けるか、上位のECUなどから回転速度情報を受け取る必要があり、センサや配線が増加してしまうという新たな課題が生じる。

[0012] この発明の目的は、追加のセンサ等を設けることなく、簡単な構造で、車速に応じた計算方法の切り替えを実現できて、車輪に加わる荷重の推定精度を向上させることができ、センサや配線の設置スペースを削減してコンパクト化でき、また構成の単純化により信頼性を向上させることができる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

[0013] 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 1 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 2 と、両部材の対向する転走面間に介在した複列の転動体 5 とを備え、車体に対して車輪を回転自在に支持するセンサ付車輪用軸受であって、前記外方部材 1 および内方部材 2 のうちの固定側部材に複数の荷重検出用センサユニット 20 を設け、前記センサユニット 20 は、前記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 21 a を有する歪み発生部材 21、およびこの歪み発生部材 21 に取付けられてこの歪み発生部材 21 の歪みを検出する 1 つ以上のセンサ 22、22 A、22 B を有し、さらに、前記複数のセンサユニット 20 のセンサ 22、22 A、22 B の出力信号から車輪に加わる荷重を推定する荷重推定手段 30 を設け、前記荷重推定手段 30 は、前記各センサユニット 20 における各センサ 22 の出力信号の一定時間内におけるバラつき量を示す値の総和を算出し、その算出値を評価値として車輪の回転速度が、定められた複数の回転速度領域のいずれに含まれるかを判別する回転速度領域判定部 32 と、前記各センサユニット 20 のセンサ 22 の出力信号を定められた推定演算式に当てはめて車輪用軸受に作用する荷重を演算する荷重推定演算部 35 と、前記回転速度領域判定部 32 で判別された回転速度領域に応じて、前記荷重推定演算部 35 で用いられる推定演算式中のパラメータを切り替える荷重演算条件判断部 34 とを備えたものである。上記「バラつき量を示す値の総和」は、具体的には、例えば各入力データの標準偏差を合計したものである。

[0014] この構成によると、荷重推定手段 30 において、各センサユニット 20 のセンサ出力信号のバラつき量を示す値の総和を算出し、その算出値を評価値として回転速度領域判定部 32 で車輪の回転速度領域を判別する。判別された回転速度領域に応じて前記荷重推定演算部 35 で用いられる推定演算式のパラメータを荷重演算条件判断部 34 で切り替える。そのため、車輪の回転速度を検出することなく、センサユニット 20 のセンサ出力信号から、車輪の回転速度領域に応じた演算処理に切り替えて、車輪に加わる荷重を信頼性良く推定することができる。このため、追加のセンサ等を設けることなく、

簡単な構造で、車速に応じた計算方法の切り替えを実現できて、車輪に加わる荷重の推定精度を向上させることができる。また、センサや配線の設置スペースを削減してコンパクト化でき、構成の単純化により信頼性を向上させることができる。

[0015] この発明において、前記回転速度領域判定部 32 は、前記評価値を定められた 1 つのしきい値と比較して、車輪が、定められた通常の回転速度領域にあるか低速の回転速度領域にあるかを判別するものとしても良い。回転速度領域を 2 つの領域とするため、車速に応じた計算方法の切り替えが、より簡素な構造で実現できる。

[0016] また、この発明において、前記回転速度領域判定部 32 は、前記評価値を定められた 2 つ以上のしきい値と比較して、車輪が、定められた 3 つ以上の回転速度領域のうちいずれの回転速度領域にあるかを判別するものとしても良い。3 つ以上の回転速度領域に分けて推定演算式中のパラメータを切り替えることにより、推定精度により優れた荷重の推定を行うことができる。

[0017] この発明において、前記荷重演算条件判断部 34 は、前記回転速度領域判定部 32 が最低の低速の回転速度領域であると判別したとき、一定時間の経過後に、前記荷重推定演算部 35 で用いられる推定演算式のパラメータを、定められた規定のパラメータに切り替えるものとしても良い。いわば、最低の低速の回転速度領域であると判別された後の一定時間の経過後に、推定演算式のパラメータを初期値にリセットする。特に、回転速度領域判定部 32 で軸方向荷重に応じた処理を行う場合に効果的である。ほぼ停止状態の低速であると、軸方向荷重の変化等に応じたパラメータの切り替えができない場合があるが、推定演算式のパラメータを初期値にリセットすることで、低速での荷重推定精度を向上させることができる。

[0018] この発明において、前記センサユニット 20 を 3 つ以上設け、前記荷重推定手段 30 は、前記 3 つ以上のセンサユニット 20 のセンサの出力信号から、車輪用軸受の径方向に作用する上下方向および左右方向の 2 つの径方向荷重と、軸方向に作用する一つの軸方向荷重との 3 方向の荷重を推定するもの

としても良い。

[0019] この発明において、前記センサユニットを、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、および左面部に円周方向90度の位相差で4つ等配しても良い。このように4つのセンサユニット20を配置することで、車輪用軸受に作用する垂直方向荷重 F_z 、駆動力や制動力となる荷重 F_x 、軸方向荷重 F_y を、より精度良く推定することができる。

[0020] このように4つのセンサユニット20を配置した場合に、前記荷重推定演算部35は、前記推定演算式を複数有し、かつこれら複数の推定演算式を選択命令によって選択する演算式選択部35aを有し、前記荷重推定手段30は、上下位置に対向して配置される2つのセンサユニット20のセンサの出力信号の振幅値の差分を用いて、軸方向荷重の方向を判別する方向判別部33を有し、前記荷重演算条件判断部34は、前記荷重推定演算部35で用いられる推定演算式の前記パラメータの切り替えを行うパラメータ切替部34aと、前記方向判別部33の判別結果に対応して前記荷重推定演算部35の前記演算式選択部35aに前記選択命令を与える方向対応命令部34bとを有するものとしても良い。この構成により、車輪用軸受に作用する軸方向荷重の方向に応じた精度のより優れた荷重推定を行うことができる。

[0021] この発明において、前記荷重推定手段30は前記各センサユニットにおける各センサの出力信号の一定時間内の平均値と振幅値を算出する前処理部31を有し、前記荷重推定演算部35の推定演算式は、前記平均値のみ、または振幅値のみ、または前記平均値と振幅値の両方の、いずれかを用いて荷重を演算処理するものとしても良い。この場合に、回転速度領域判定部32で判別する回転速度領域が低速領域であるときには、荷重推定演算部35での推定演算式として平均値を用いたものを採用し、回転速度領域が通常速度領域である場合には、推定演算式として振幅値を用いたもの、あるいは平均値と振幅値を用いたものを採用するのが望ましい。

[0022] この発明において、前記センサユニット20は3つ以上の接触固定部21

aと2つのセンサ22を有し、隣り合う第1および第2の接触固定部21aの間、および隣り合う第2および第3の接触固定部21aの間に各センサ22をそれぞれ取付け、隣り合う接触固定部21aもしくは隣り合うセンサ22の前記固定側部材の円周方向についての間隔を、転動体5の配列ピッチの $\{1/2 + n \text{ (} n : \text{整数)} \}$ 倍とし、前記荷重推定手段30は前記2つのセンサ22の出力信号の和を平均値として用いるものとしても良い。この構成の場合、2つのセンサ22の出力信号は略180度の位相差を有することになり、その平均値は転動体通過による変動成分をキャンセルした値となる。また、振幅値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。

[0023] この発明において、前記各センサユニット22に温度センサ36を設け、この温度センサ36の出力信号に基づき、センサユニット22のセンサ出力信号を補正するものとしても良い。この構成の場合、センサユニット22のセンサ出力信号の温度ドリフトを補正することができ、より一層精度良く、荷重の推定が手軽に行える。

[0024] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0025] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第1実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の縦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正面図であ

る。

[図3]同センサ付車輪用軸受におけるセンサユニットの拡大平面図である。

[図4]図3におけるIV－IV線断面図である。

[図5]センサユニットの他の設置例を示す断面図である。

[図6]センサユニット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7]荷重推定手段の構成を示すブロック図である。

[図8]同荷重推定手段での演算処理動作の説明図である。

[図9]（A）は外方部材外径面上部でのセンサ出力信号の振幅と軸方向荷重の方向との関係を示すグラフ、（B）は同外径面下面部でのセンサ出力信号の振幅と軸方向荷重との関係を示すグラフである。

[図10]軸方向荷重の大きさと上下のセンサユニットのセンサ出力信号の差分との関係を示すグラフである。

[図11]この発明の第2実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受の縦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図である。

[図12]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正面図である。

[図13]同センサ付車輪用軸受におけるセンサユニットの拡大平面図である。

[図14]図13におけるXIV－XIV線断面図である。

[図15]センサユニットの他の設置例を示す縦断面図である。

[図16]荷重推定手段の構成を示すブロック図である。

[図17]提案例における荷重推定処理の流れを示す説明図である。

[図18]同提案例におけるセンサ出力信号の波形図である。

[図19]他の提案例における荷重推定手段の概略構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0026] この発明の第1実施形態を図1ないし図10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。

[0027] このセンサ付車輪用軸受における軸受は、図 1 に縦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。

[0028] 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（図示せず）におけるナックル 16 に取付ける車体取付用フランジ 1a を外周に有し、全体が一体の部品とされている。フランジ 1a には周方向複数箇所にナックル取付用のねじ孔 14 が設けられ、インボード側よりナックル 16 のボルト挿通孔 17 に挿通したナックルボルト（図示せず）を前記ねじ孔 14 に螺合することにより、車体取付用フランジ 1a がナックル 16 に取付けられる。

[0029] 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 9a を有するハブ輪 9 と、このハブ輪 9 の軸部 9b 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 9a には、周方向複数箇所にハブボルト（図示せず）の圧入孔 15 が設けられている。ハブ輪 9 のハブフランジ 9a 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。

[0030] 図 2 は、この車輪用軸受の外方部材 1 をアウトボード側から見た正面図を

示す。なお、図 1 は、図 2 における I-I 線断面図を示す。前記車体取付用フランジ 1 a は、図 2 のように、各ねじ孔 1 4 が設けられた円周方向部分が他の部分よりも外径側へ突出した突片 1 a a とされている。

[0031] 固定側部材である外方部材 1 の外径面には、4 つのセンサユニット 2 0 が設けられている。ここでは、これらのセンサユニット 2 0 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。

[0032] これらのセンサユニット 2 0 は、図 3 および図 4 に拡大平面図および図 3 における IV-IV 線断面図として示すように、歪み発生部材 2 1 と、この歪み発生部材 2 1 に取付けられて歪み発生部材 2 1 の歪みを検出する 2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B とでなる。歪み発生部材 2 1 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両側辺部に切欠き部 2 1 b を有する。切欠き部 2 1 b の隅部は断面円弧状とされている。また、歪み発生部材 2 1 は、外方部材 1 の外径面にスペーサ 2 3 を介して接触固定される 3 つの接触固定部 2 1 a を有する。3 つの接触固定部 2 1 a は、歪み発生部材 2 1 の長手方向に向け 1 列に並べて配置される。2 つの歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B は、歪み発生部材 2 1 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 2 1 の外面側で隣り合う接触固定部 2 1 a の間に配置される。

[0033] つまり、図 4 において、左端の接触固定部 2 1 a と中央の接触固定部 2 1 a との間に 1 つの歪みセンサ 2 2 A が配置され、中央の接触固定部 2 1 a と右端の接触固定部 2 1 a との間に他の 1 つの歪みセンサ 2 2 B が配置される。切欠き部 2 1 b は、図 3 のように、歪み発生部材 2 1 の両側辺部における前記歪みセンサ 2 2 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 2 2 A, 2 2 B は歪み発生部材 2 1 の切欠き部 2 1 b 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 2 1 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印加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 の変形がセンサユニット 20 に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼすからである。

[0034] 前記センサユニット 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 の軸方向について同じ位置で、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 からスペーサ 23 のボルト挿通孔 26 に挿通し、外方部材 1 の外周部に設けられたねじ孔 27 に螺合させる。

[0035] このように、スペーサ 23 を介して外方部材 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。外方部材 1 の外径面へセンサユニット 20 A, 20 B 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スペーサ 23 が接触固定される箇所には平坦部 1 b が形成される。

[0036] このほか、図 5 に縦断面図で示すように、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 箇所の各中間部に溝 1 c を設けることで、前記スペーサ 23 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。

[0037] 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 A, 22 B 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 A, 22 B 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。

[0038] センサユニット 20 の歪みセンサ 22 A, 22 B は、図 1 に示すように、その出力信号から車輪に加わる荷重を推定する荷重推定手段 30 に接続される。ここでは、車輪の軸方向に作用する軸方向荷重 F_y と、垂直方向に作用する垂直方向荷重 F_z と、駆動力や制動力となる前後方向に作用する荷重 F_x が推定される。この荷重推定手段 30 は、図 7 にブロック図で示すように、前処理部 31 と、回転速度領域判定部 32 と、 F_y 方向判別部 33 と、荷重演算条件判断部 34 と、荷重推定演算部 35 とを有する。

[0039] 荷重推定手段 30 の各部の構成の説明の前に、その全体の作用の概要を説明する。まず、外方部材 1 上の複数の位置に設置した各センサ 22 の出力信号から、回転に伴って通過する転動体 5 による変動成分の大きさを演算によってそれぞれ抽出する。

[0040] 上記の演算処理では、一定時間 (T) 内のセンサ信号のばらつきを示す値 σ_i として、標準偏差を求める。このほかに、平均値まわりの二乗平均値や分散値を用いてもよく、これらの値は、一定時間 (T) 内のデータで転動体 5 による変動成分の振幅を示す数値として用いることができる。

上記 T の値は、センサ 22 に要求される応答時間を考慮して設定される。

求められた各センサ信号のばらつき値 σ_i をすべてのセンサ信号について合計して評価値 E とする。

$$E = \sum \sigma_i$$

センサ 22 は外方部材 1 の上下左右に配置されており、車輪が回転すると転動体 5 による変動成分がいずれかのセンサ信号に重畳することになる。

したがって、適当なしきい値 V_{th} を設定することにより、以下のような判断が可能になる。

$E > \text{しきい値 } V_{th}$: 回転状態で振幅演算処理が可能 → 通常走行状態の計算処

理を実行。

$E < \text{しきい値} V_{th}$: ほぼ静止状態で振幅演算処理は不可能 → 振幅を使用しない計算処理を実行。

この方法では回転速度を検出する必要がなく、歪みセンサ 22 の信号状態からの演算処理だけで荷重推定の計算方法の切り替えを実現することができる。

[0041] 次に、荷重推定手段 30 を構成する各部の詳細を説明する。前処理部 31 では、センサユニット 20 における 2 つの歪みセンサ 22 A, 22 B の出力信号の和 S_{um} を算出すると共に、予め設定された時間 T における各センサ出力信号の平均値 A および振幅値 B を算出する。振幅値 B として、ここでは設定された時間 T 内のセンサ出力信号のばらつきを示す値であるばらつき値 σ_i (σ_i は標準偏差あるいは平均値まわりの二乗平均値や分散値) が求められる。前処理 31 において各センサ出力信号の平均値 A および振幅値 B を算出するのに定められた時間 T の大きさは、要求される応答時間を考慮して、設計者等により任意に適切に設定される。

[0042] 上記バラつき値 σ_i としては、標準偏差を用いるのが望ましい。車輪の回転速度が高く、演算のために設定された一定時間 (T) が、転動体の通過によるセンサ信号の変動分の少なくとも 1 周期以上を観測できる時間になれば、演算によって得られる標準偏差は、転動体の通過による振幅成分と等価なものとなる。その結果、この値を振幅値 B として荷重の推定演算に用いることができる。一方、車輪の回転速度が低い場合には、時間 T 内における転動体通過によるセンサの変動成分が観測されなくなり、振幅値に比例した数値ではなくなる。この場合、得られた標準偏差を振幅値 B として用いることができなくなる。このときの標準偏差は、先の十分な回転速度の場合と比較して小さな値となる。軸受の数箇所に設置された歪みセンサは、印加荷重の状態によってそれぞれ異なった信号を出力するため、転動体の通過による振幅成分は全ての信号に同じように重畳するわけではないが、各センサ信号のばらつき値 σ_i をすべてのセンサ信号について合計した評価値 E は、回

転数が低くなると小さな値を示すようになる。

[0043] センサユニット20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22A、22Bの出力信号a、bは、図6のようにセンサユニット20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22A、22B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がセンサユニット20における歪みセンサ22A、22B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22A、22Bの出力信号a、bの振幅は最大値となり、図6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で前記センサユニット20の設置部の近傍を順次通過するので、歪みセンサ22A、22Bの出力信号a、bは、その振幅が転動体5の配列ピッチPを周期として図6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。

[0044] 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21aのうち、その配列の両端に位置する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。この場合、隣り合う接触固定部21aの中間位置にそれぞれ配置される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、上記した前処理部31で算出する2つの歪みセンサ22A、22Bの出力信号a、bの振幅の和Sumは、転動体5の通過による変動成分をキャンセルしたものとなる。

[0045] なお、図6では、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、隣り合う接触固定部21aの中間位置に各1つの歪みセンサ22A、22Bをそれぞれ配置することで、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の略1/2とな

るようにした。これとは別に、直接、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 $1/2$ に設定しても良い。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の和Sumは転動体5の通過による変動成分をキャンセルした値となる。

[0046] 図7に示すように、回転速度領域判定部32では、前処理部31で算出された各センサ出力信号のばらつき値 σ_i の総和 $E = \sum \sigma_i$ を評価値として車輪の回転速度の領域を判別する。ここでは、前記評価値Eを予め定められたしきい値 V_{th} （任意に適切な値に設定されるものとする）と比較して、車輪が通常の回転速度領域にあるか低速の回転速度領域にあるかを判別する。このときの回転速度領域判定部32の判定出力Rは2値（0： $E < V_{th}$ 、1： $E > V_{th}$ ）で表され、回転速度が振幅値を求めるのに十分であるかどうかの判断材料とされる。

[0047] F_y 方向判別部33では、以下のようにして軸方向荷重 F_y の方向を判別する。上記したように、車輪用軸受の回転中には、センサユニット20のセンサ出力信号の振幅には、正弦波に近い周期的な変化が生じるが、その振幅値は軸方向荷重（モーメント力） F_y の大きさによって変化する。図9（A）は外方部材1の外径面の上面部に配置されたセンサユニット20のセンサ出力を示し、図9（B）は外方部材1の外径面の下面部に配置されたセンサユニット20のセンサ出力を示している。これらの図において、横軸は軸方向荷重 F_y を表し、縦軸は外方部材1の歪み量つまりセンサ出力信号の振幅を表し、最大値および最小値は振幅の最大値および最小値を表す。これらの図から、軸方向荷重 F_y が+方向の場合、個々の転動体5の荷重は外方部材1の外径面上面部で小さくなり（つまり振幅の最大値と最小値の差が小さくなる）、外方部材1の外径面下面部で大きくなる（つまり振幅の最大値と最小値の差が大きくなる）ことが分かる。

[0048] これに対して、軸方向荷重 F_y が一方向の場合には逆に、個々の転動体 5 の荷重は外方部材 1 の外径面上面部で大きくなり、外方部材 1 の外径面下面部で小さくなる事が分かる。図 10 は、これら上下のセンサユニット 20 のセンサ出力信号の振幅の差分と軸方向荷重 F_y の方向の関係をグラフで示している。

[0049] そこで、 F_y 方向判別部 33 では、外方部材 1 の外径面上面部および外径面下面部に配置されたセンサユニット 20 のセンサ出力信号の振幅の上記差分を求め、これらの値を比較することで、軸方向荷重 F_y の方向を判別する。すなわち、外方部材 1 の外径面上面部の振幅の最大値と最小値の差分が小さく、外方部材 1 の外径面下面部のセンサユニット 20 のセンサ出力信号の振幅の最大値と最小値の差分が大きいとき、 F_y 方向判別部 33 では、軸方向荷重 F_y の方向が + 方向であると判別する。逆に、外方部材 1 の外径面上面部のセンサユニット 20 のセンサ出力信号の振幅の最大値と最小値の差分が大きく、外方部材 1 の外径面下面部のセンサユニット 20 のセンサ出力信号の振幅の最大値と最小値の差分が小さいとき、 F_y 方向判別部 33 では、軸方向荷重 F_y の方向が一方向であると判別する。

[0050] 荷重推定演算部 35 では、各センサユニット 20 のセンサ出力信号を定められた推定演算式に当てはめて、車輪用軸受に作用する各荷重 F_z , F_x , F_y を演算・推定する。ここでは、その演算に 2 種類の推定演算式が用いられる。一種類の推定演算式 F_1 は、

$$F_1 = M_1(c) \times [Sum] \dots\dots\dots (1)$$

とされ、他の一種類の推定演算式 F_2 は、

$$F_2 = M_2(c) \times [A] + M_3(c) \times [B] \dots\dots\dots (2)$$

とされる。 $M_1(c)$, $M_2(c)$, $M_3(c)$ は推定演算式のパラメータであり、演算・推定する各荷重 F_z , F_x , F_y ごとに異なる。すなわち、推定演算式 F_1 は、前処理部 31 で算出される和値 Sum を変数とし、これにパラメータ $M_1(c)$ を乗算したものである。和値 Sum は車輪の低速状態でも正確に算出できるので、この推定演算式 F_1 は低速時用として用いられる

。推定演算式 F 2 は、前処理部 3 1 で算出された平均値 A および振幅値 B を変数とし、これらにパラメータ M 2 (c) , (M 3 (c)) をそれぞれ乗算したものである。平均値 A および振幅値 B は、車輪の通常回転状態で正確に算出できるので、この推定演算式 F 2 は通常回転時用として用いられる。荷重推定演算部 3 5 は、上記複数の推定演算式 F 1 , F 2 を選択命令によって選択する演算式選択部 3 5 a を有している。

[0051] 荷重演算条件判断部 3 4 は、パラメータ切替部 3 4 a と方向対応命令部 3 4 b とを有する。パラメータ切替部 3 4 a は、回転速度領域判定部 3 2 の出力 R と F y 方向判別部 3 3 の出力 sign (F y) に応じて、荷重推定演算部 3 5 における推定演算式 F 1 , F 2 の各パラメータ M 1 (c) , M 2 (c) , M 3 (c) を切り替え指定する信号 C を生成する機能を持つ。これにより、回転速度領域判定部 3 2 の出力 R と F y 方向判別部 3 3 の出力 sign (F y) に応じて、荷重推定演算部 3 5 における推定演算式 F 1 , F 2 の各パラメータ M 1 (c) , M 2 (c) , M 3 (c) が最適な値に切り替えられる。

[0052] 方向対応命令部 3 4 b は、回転速度領域判定部 3 2 の出力 R に応じて、荷重推定演算部 3 5 における低速時用の推定演算式 F 1 と通常回転時用の推定演算式 F 2 のうちいずれの出力を使用するかを判別する信号 F SW (0 : 低速時用 (R = 0) , 1 : 通常回転時用 (R = 1)) を生成する機能を持つ。この判別信号 F SW は、荷重推定演算部 3 5 の方向対応命令部 3 5 a に選択命令として入力され、これにより、荷重推定演算部 3 5 は、回転速度領域判定部 3 2 の出力 R に応じて、回転速度領域に対応した推定演算式の出力を荷重値として選択する。

[0053] 図 8 の (a) ~ (e) には、走行状態に応じた荷重推定手段 3 0 の具体的な動作の一例を各波形図として示している。これらの波形図は、横軸を時間 t とし、縦軸に車輪回転速度 v , 評価値 E , 回転速度領域判別出力 R , F y 方向判別出力 sign (F y) , およびパラメータ切り替え指定信号 C の状態を示すものであって、静止状態から走行を開始して再び静止するまでを示している。同図 (a) ~ (e) におけるパラメータ切り替え指定信号 C の状態表記は

、以下のような状態を示すものとする。

C [1] : (R = 0 , F S W = 0 , sign (-)) : 低速状態で、 $F_y < 0$ の状態用のパラメータを使用。

C [2] : (R = 1 , F S W = 1 , sign (-)) : 通常回転状態で、 $F_y < 0$ の状態用のパラメータを使用。

C [3] : (R = 1 , F S W = 1 , sign (+)) : 通常回転状態で、 $F_y > 0$ の状態用のパラメータを使用。

C [4] : (R = 0 , F S W = 1 , sign (+)) : 低速状態で、 $F_y > 0$ の状態用のパラメータを使用。

[0054] すなわち、図 8 の (a) ~ (e) の動作例では、以下の判断処理を行っている。

R = 1 のとき、回転状態で振幅演算処理が可能と判断し、通常走行状態の演算処理を実行（パラメータは F_y 方向により切り替え、各センサ出力信号の移動平均値 A と振幅値 B を用いて荷重推定する）。

R = 0 のとき、ほぼ静止状態で振幅演算処理は不可能と判断し、振幅を使用しないで、和値 S u m だけを用いた低速時用の演算処理を実行（パラメータは、上下位置のセンサユニット 2 0 のセンサ出力信号の振幅差分による F_y 方向判別ができないため固定値とし、各センサ出力信号の移動平均値 A と振幅値 B を使用できないため、和値 S u m を用いて荷重推定する）。

[0055] 図 8 (c) で R = 0 となった後は、振幅値を求めるのに十分な回転速度がない状態であるため、 F_y 方向判別部 3 3 の出力 sign (F_y) は更新できない状態となり、最後の値が保持されることになる。しかし、同図 (d) , (e) の一部に符号 Q で示したように、ある一定時間 t 1 経過後に F_y 方向判別部 3 3 の出力 sign (F_y) を初期値にリセットするような構成としても良い。すなわち、 F_y 方向判別が不可能になってから、ある一定時間 t 1 までは直前の方向判別値を維持するが、その後は予め決められた初期状態に戻るよう処理しても良い。これにより、低速状態が継続した場合には、常に同じパラメータ（この例では同図 (e) の C [1] ）に戻るようになる。そのため、こ

の条件で出現確率の高いパラメータに戻るよう設定しておけば、低速での荷重推定精度を安定させることが可能になる。一定時間 t_1 は、任意に定められる。

[0056] このほか、上記した判別条件に加えて、検出された軸方向荷重 F_y の大きさに応じて、より細かく推定演算式 F_1 、 F_2 のパラメータの切り替えを行っても良い。細かな条件分けにより、センサ出力信号の非線形性による影響を低減し、より荷重推定精度を向上させることができる。また、回転速度領域判定部 32 の出力 R を 0 / 1 の 2 値ではなく、複数のしきい値を用いて多値となるように構成しても良い。低速回転時におけるパラメータをより細かく条件分けし、走行状態に適した演算処理を行うことで、荷重推定精度を向上させることができる。

[0057] また、出力される推定荷重の種類は、上記した 3 方向の荷重 F_x 、 F_y 、 F_z に限定するものではなく、荷重推定演算部 35 における推定演算式 F_1 、 F_2 のパラメータを追加して、ステアモーメント M_z や、X 軸回りのモーメント M_x を演算するように構成することもできる。

[0058] さらに、図 3 のようにセンサユニット 20 に温度センサ 36 を取付け、この温度センサ 36 の検出信号により、各センサ出力信号を補正するようにしても良い。軸受回転による発熱や周辺環境などにより車輪用軸受の温度が変化すると、荷重が変化しなくても、センサユニット 20 のセンサ出力信号は熱膨張などにより変動するので、検出された荷重に温度の影響が残る。そこで、上記したように温度センサ 36 の検出信号により各センサ出力信号を補正すると、温度による検出荷重誤差を低減することができる。

[0059] 車輪のタイヤと路面間に荷重が作用すると、図 1 に示す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。ここでは、図 4 に示すように、センサユニット 20 における歪み発生部材 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、その出力信号に生じるヒステリシスも小さ

くなる。

[0060] 特に、荷重推定手段30では、前記各センサユニット20のセンサ出力信号のばらつき値 σ_i の総和 $\Sigma \sigma_i$ を算出し、その算出値を評価値Eとして回転速度領域判定部32で車輪の回転速度領域を判別し、判別された回転速度領域に応じて前記荷重推定演算部35で用いられる推定演算式のパラメータをパラメータ切替部34aで切り替え、また荷重推定演算部35の推定演算式のうち判定された回転速度領域に応じた推定演算式の演算結果を方向対応命令部34bで選択して出力するようにしているので、センサユニット20のセンサ出力信号から、車輪の回転速度領域に応じた演算処理に切り替えて、車輪に加わる荷重を精度良く推定することができる。

[0061] また、上記演算処理では、全センサ出力信号からばらつきを求め、それらを機械的に合計した評価値Eのみを用いて、演算方法の切り替えを判断できるため、処理が容易で処理上のオーバーヘッドが発生しない。また、評価値Eを用いた演算方法の切り替え判断を、しきい値 V_{th} を用いて行うので、しきい値 V_{th} の設定によって最適な回転速度領域に区分調整が可能になる。また、回転検出用のセンサを設置したり、上位ECUなどから車輪の回転速度などの回転速度情報を入力する必要がなく、センサや配線の設置スペースを削減して構成をコンパクト化できる。構成が単純化されることから、信頼性を向上させることもできる。

[0062] 図11ないし図16は、この発明の第2実施形態を示す。このセンサ付車輪用軸受では、図1～図10に示す第1実施形態において、各センサユニット20を以下のように構成している。この場合、センサユニット20は、図14に拡大縦断面図に示すように、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1つの歪みセンサ22とでなる。歪み発生部材21は、外方部材1の外径面にスペーサ23を介して接触固定される2つの接触固定部21aを両端部に有する。このほか、図15に縦断面図で示すように、外方部材1の外径面における前記歪み発生部材21の2つの接触固定部21aが固定される2箇所の各中間部に溝1c

を設けることで、前記スペーサ 23 を省略し、歪み発生部材 21 における欠き部 21 b が位置する部位を外方部材 1 の外径面から離すようにしても良い。

[0063] 各センサユニット 20 には 1 つの歪みセンサ 22 が取付けられているだけなので、荷重推定手段 30 の前処理部 31 では、先の実施形態での和値 Sum は算出されず、各センサ出力信号の平均値 A と振幅値 B （時間 T 内のセンサ出力信号のばらつきを示す標準偏差 σ_i （あるいは分散））とが求められる。また、荷重推定演算部 35 では一種類の推定演算式 F_3 が用いられる。この推定演算式 F_3 は、先の実施形態における通常回転時用の推定演算式 F_2 と同じ形式のものである。すなわち、平均値 A と振幅値 B を変数とし、これらにパラメータ $M_4(c)$ 、 $M_5(c)$ を乗算したものである。荷重演算条件判断部 34 はパラメータ切替部 34 a を有し、 F_y 方向判別部 33 の出力 $\text{sign}(F_y)$ および回転速度領域判定部 32 の出力 R に応じて、推定演算式 F_3 のパラメータ $M_4(c)$ 、 $M_5(c)$ を切り替える。ここでは、回転速度領域判定部 32 の出力 R が通常回転領域であることを示すとき、パラメータ切替部 34 a はパラメータ切り替え指定信号 C として、前記パラメータ $M_4(c)$ 、 $M_5(c)$ としてゼロでない所定の値に切り替える信号を生成する。

[0064] すなわち、通常回転時には前記推定演算式 F_3 は平均値 A と振幅値 B とを変数する推定演算式として用いられる。一方、回転速度領域判定部 32 の出力 R が低速回転領域であることを示すときには、パラメータ切替部 34 a はパラメータ切り替え指定信号 C として、前記パラメータ $M_5(c)$ をゼロとし、パラメータ $M_4(c)$ をゼロでない所定の値に切り替える信号を生成する。すなわち、低速時には、前処理部 31 において振幅値 B を算出できないので、推定演算式 F_3 は平均値 A だけを変数とする推定演算式として用いられ、この推定演算式の演算結果が低速時の荷重値として出力される。

[0065] つまり、この第 2 実施形態でのパラメータ切替部 34 a は、先の第 1 実施形態における方向対応命令部 34 b の機能を兼ねる。なお、この低速時の演

算では平均値 A だけを用いるために演算誤差が大きくなるので、低速時の演算モードになっていることを示す信号を別途出力するものとしてもよい。この信号の状態に応じて、信号を利用する制御回路などにおける処理方法を切り替えることにより、検出誤差の影響を低減することが可能になる。

[0066] なお、上記した各実施形態では、外方部材 1 が固定側部材である場合につき説明したが、この発明は、内方部材が固定側部材である車輪用軸受にも適用することができ、その場合、センサユニット 20 は内方部材の内周となる周面に設ける。

[0067] また、これらの実施形態では第 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することができる。また、このセンサ付車輪用軸受は、従動輪用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。

[0068] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

- [0069] 1…外方部材
2…内方部材
3, 4…転走面
5…転動体
20…センサユニット
21…歪み発生部材
21a…接触固定部
22, 22A, 22B…歪みセンサ
30…荷重推定手段

- 3 1 …前処理部
- 3 2 …回転速度領域判定部
- 3 3 …F y方向判別部
- 3 4 …荷重演算条件判断部
- 3 4 a …パラメータ切替部
- 3 4 b …方向対応命令部
- 3 5 …荷重推定演算部
- 3 5 a …演算式選択部
- 3 6 …温度センサ

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センサ付車輪用軸受であって、

前記外方部材および内方部材のうちの固定側部材に複数の荷重検出用センサユニットを設け、前記センサユニットは、前記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1つ以上のセンサを有し、

さらに、前記複数のセンサユニットのセンサの出力信号から車輪に加わる荷重を推定する荷重推定手段を設け、

前記荷重推定手段は、前記各センサユニットにおける各センサの出力信号の一定時間内におけるバラつき量を示す値の総和を算出し、その算出値を評価値として車輪の回転速度が、定められた複数の回転速度領域のいずれに含まれるかを判別する回転速度領域判別部と、前記各センサユニットのセンサの出力信号を定められた推定演算式に当てはめて車輪用軸受に作用する荷重を演算する荷重推定演算部と、前記回転速度領域判別部で判別された回転速度領域に応じて、前記荷重推定演算部で用いられる推定演算式中のパラメータを切り替える荷重演算条件判断部とを備えるセンサ付車輪用軸受。

[請求項2]

請求項1において、前記回転速度領域判別部は、前記評価値を定められた1つのしきい値と比較して、車輪が、定められた通常の回転速度領域にあるか低速の回転速度領域にあるかを判別するセンサ付車輪用軸受。

[請求項3]

請求項1において、前記回転速度領域判別部は、前記評価値を定められた2つ以上のしきい値と比較して、車輪が、定められた3つ以上の回転速度領域のうちいずれの回転速度領域にあるかを判別するセン

サ付車輪用軸受。

[請求項4] 請求項1において、前記荷重演算条件判断部は、前記回転速度領域判別部が最低の低速の回転速度領域であると判別したとき、一定時間の経過後に、前記荷重推定演算部で用いられる推定演算式のパラメータを、定められた規定のパラメータに切り替えるセンサ付車輪用軸受。

[請求項5] 請求項1において、前記センサユニットを3つ以上設け、前記荷重推定手段は、前記3つ以上のセンサユニットのセンサの出力信号から、車輪用軸受の径方向に作用する上下方向および左右方向の2つの径方向荷重と、軸方向に作用する一つの軸方向荷重との3方向の荷重を推定するものとしたセンサ付車輪用軸受。

[請求項6] 請求項1において、前記センサユニットを、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、および左面部に円周方向90度の位相差で4つ等配したセンサ付車輪用軸受。

[請求項7] 請求項6において、前記荷重推定演算部は、前記推定演算式を複数有し、かつこれら複数の推定演算式を選択命令によって選択する演算式選択部を有し、前記荷重推定手段は、上下位置に対向して配置される2つのセンサユニットのセンサの出力信号の振幅値の差分を用いて、軸方向荷重の方向を判別する方向判別部を有し、前記荷重演算条件判断部は、前記荷重推定演算部で用いられる推定演算式の前記パラメータの切り替えを行うパラメータ切替部と、前記方向判別部の判別結果に対応して前記荷重推定演算部の前記方向対応命令部に前記選択命令を与える方向対応命令部とを有するセンサ付車輪用軸受。

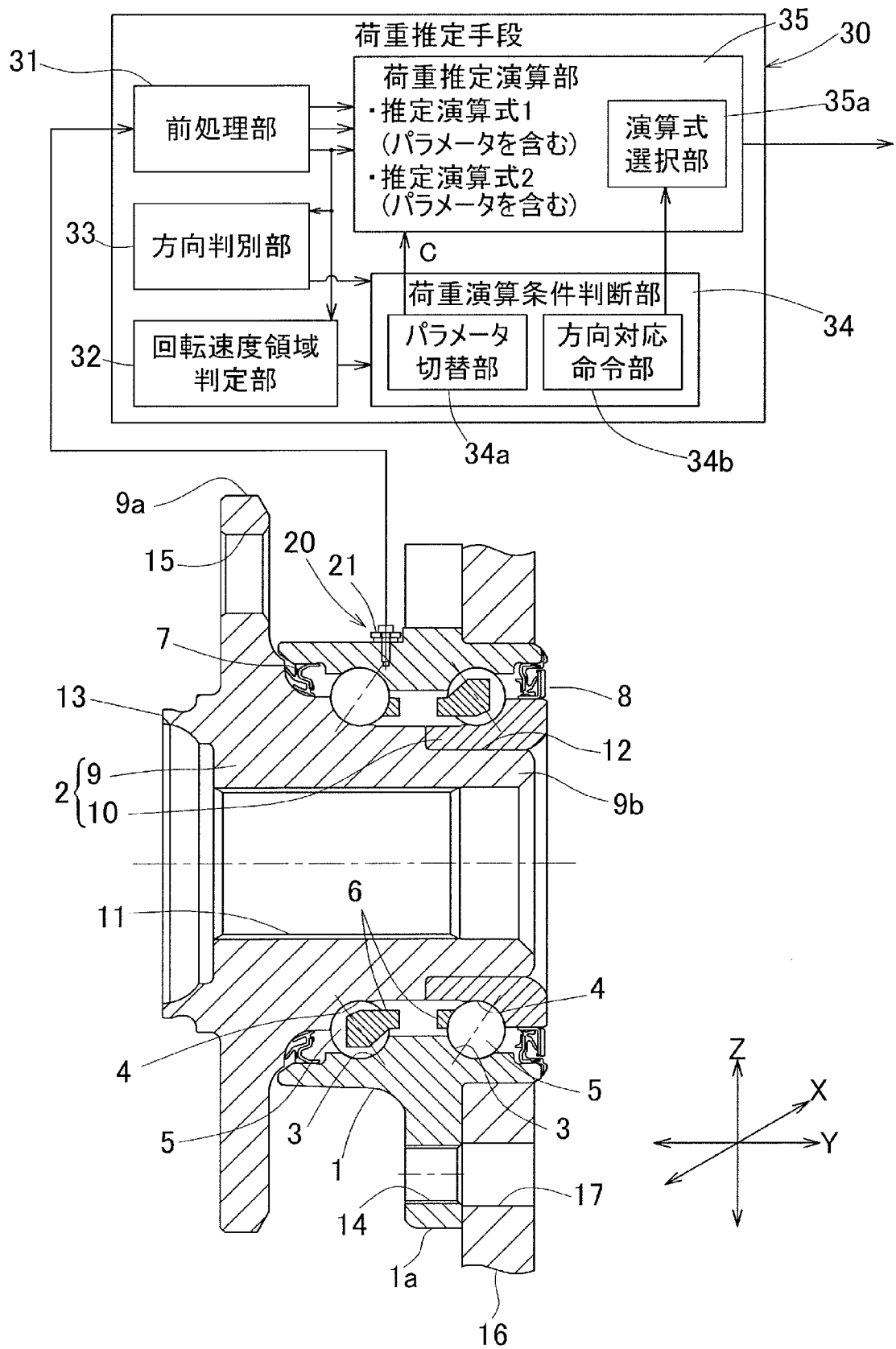
[請求項8] 請求項1において、前記荷重推定手段は前記各センサユニットにおける各センサの出力信号の一定時間内の平均値と振幅値を算出する前処理部を有し、前記荷重推定演算部の推定演算式は、前記平均値のみ、または振幅値のみ、または前記平均値と振幅値の両方の、いずれか

を用いて荷重を演算処理するセンサ付車輪用軸受。

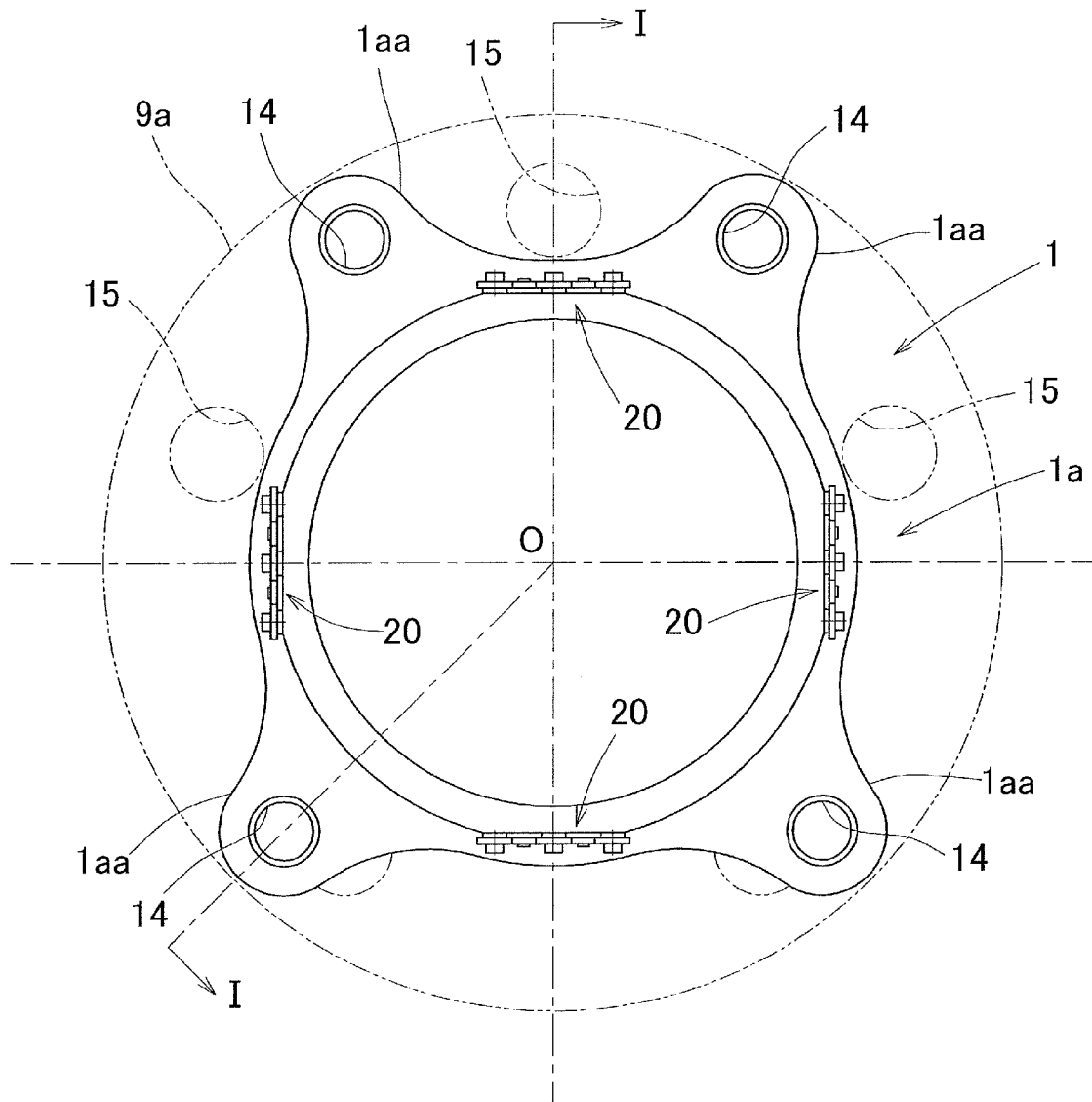
[請求項9] 請求項8において、前記センサユニットは3つ以上の接触固定部と2つのセンサを有し、隣り合う第1および第2の接触固定部の間、および隣り合う第2および第3の接触固定部の間に各センサをそれぞれ取付け、隣り合う接触固定部もしくは隣り合うセンサの前記固定側部材の円周方向についての間隔を、転動体の配列ピッチの $\{1/2 + n$ (n : 整数) $\}$ 倍とし、前記荷重推定手段は前記2つのセンサの出力信号の和を平均値として用いるものとしたセンサ付車輪用軸受。

[請求項10] 請求項1において、前記各センサユニットに温度センサを設け、この温度センサの出力信号に基づき、センサユニットのセンサの出力信号を補正するものとしたセンサ付車輪用軸受。

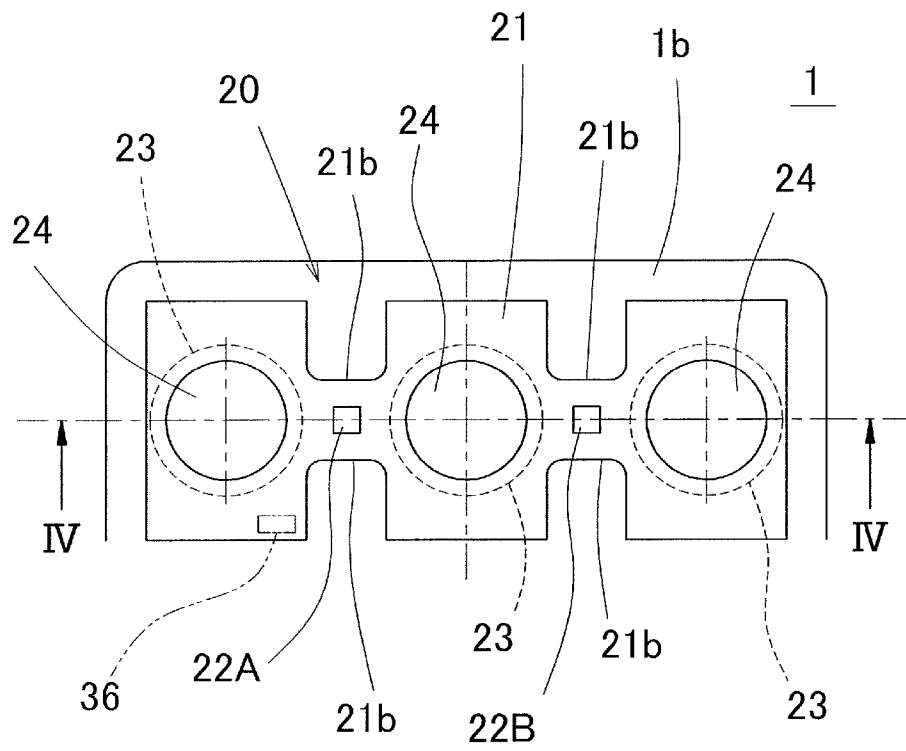
[図1]



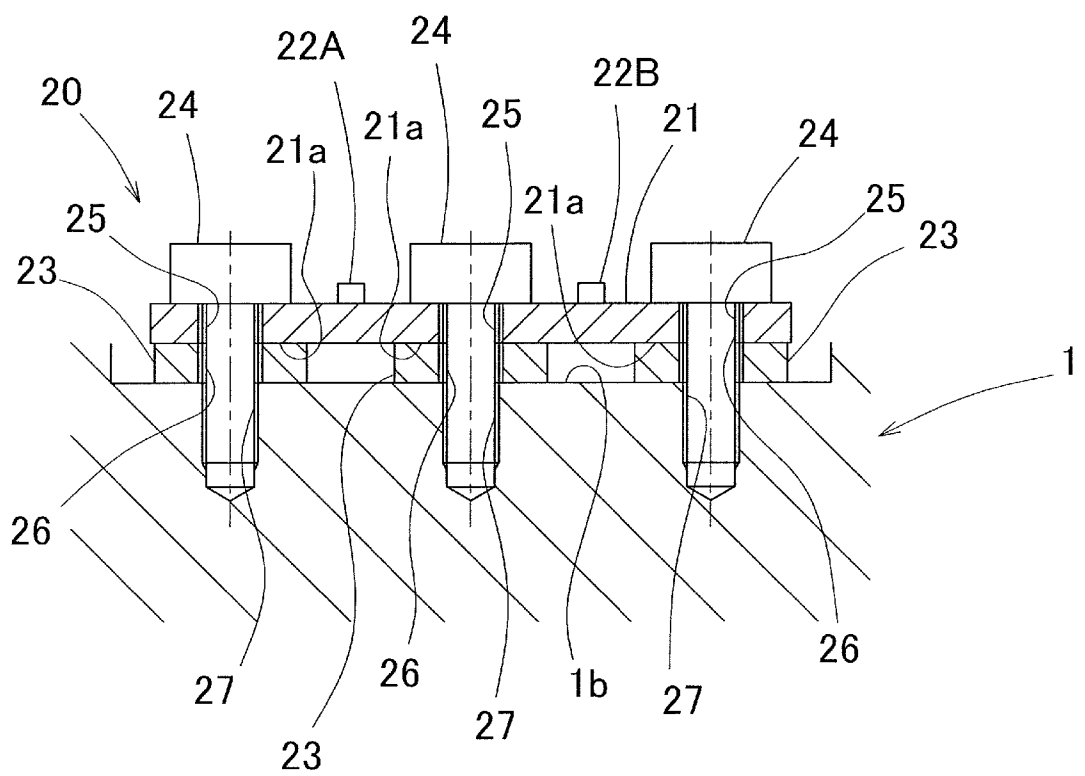
[図2]



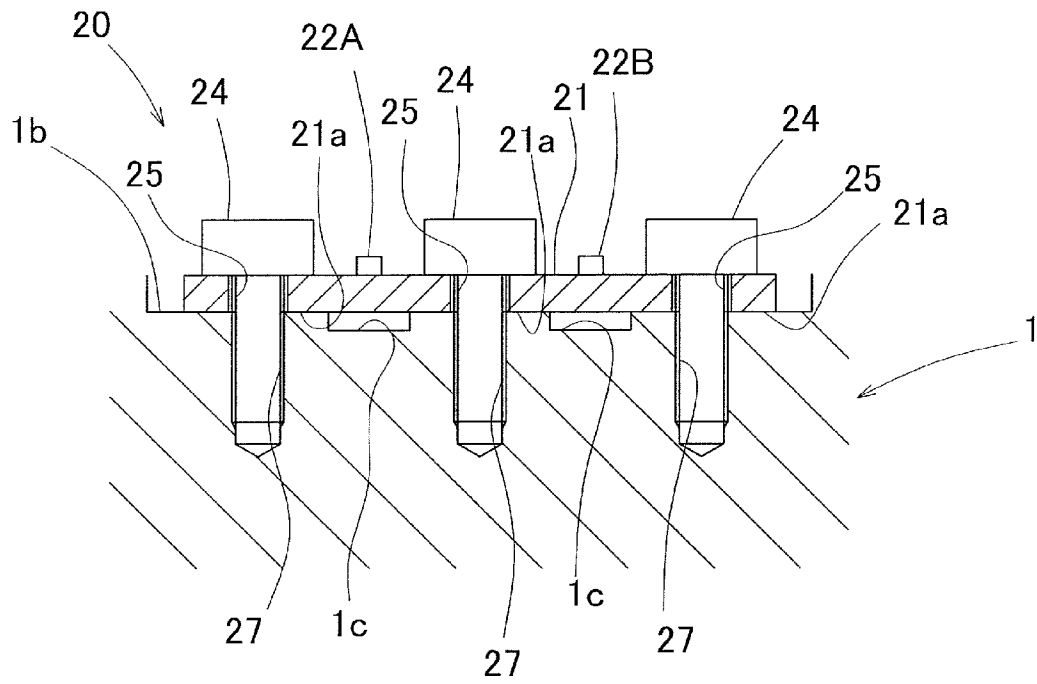
[図3]



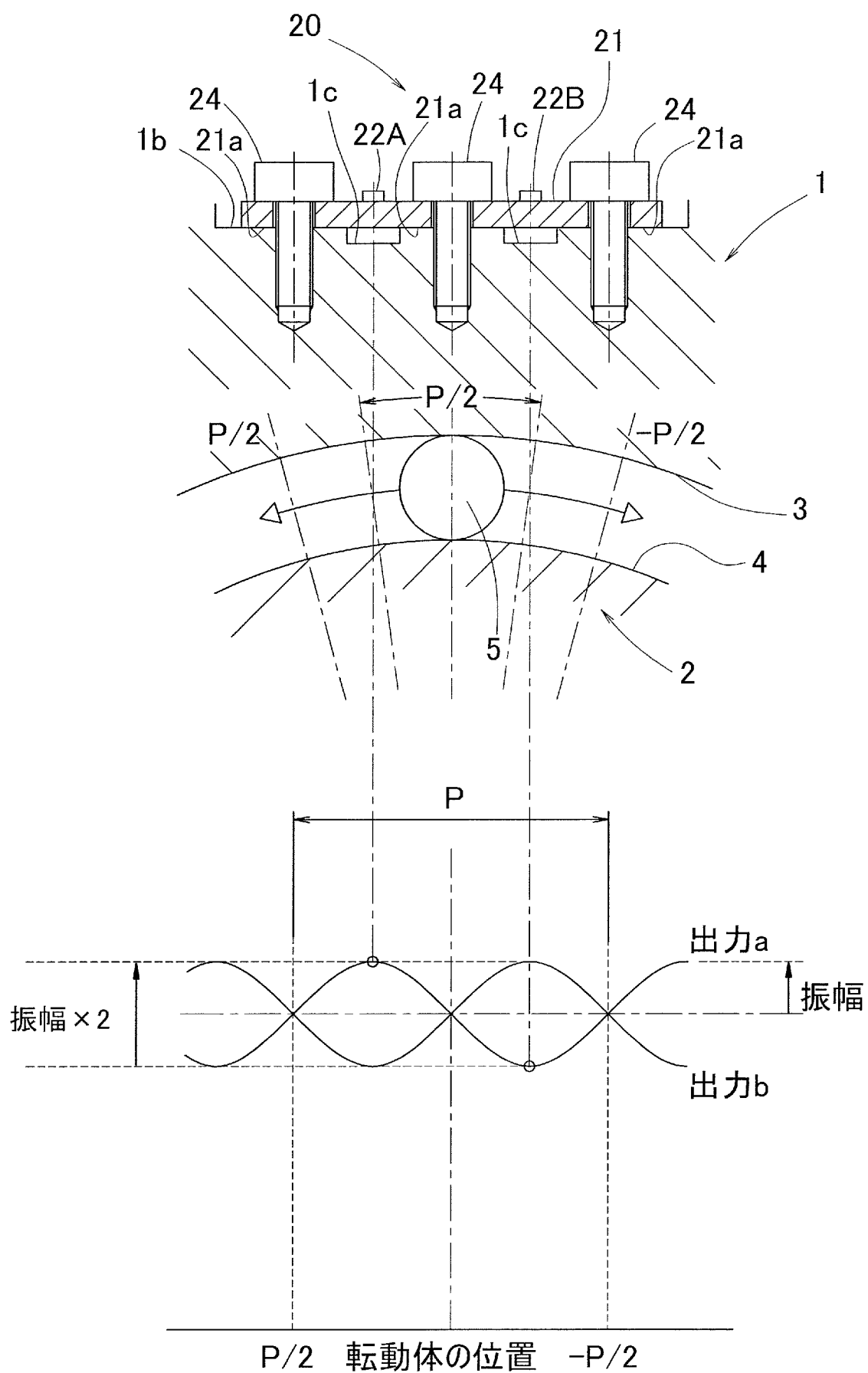
[図4]



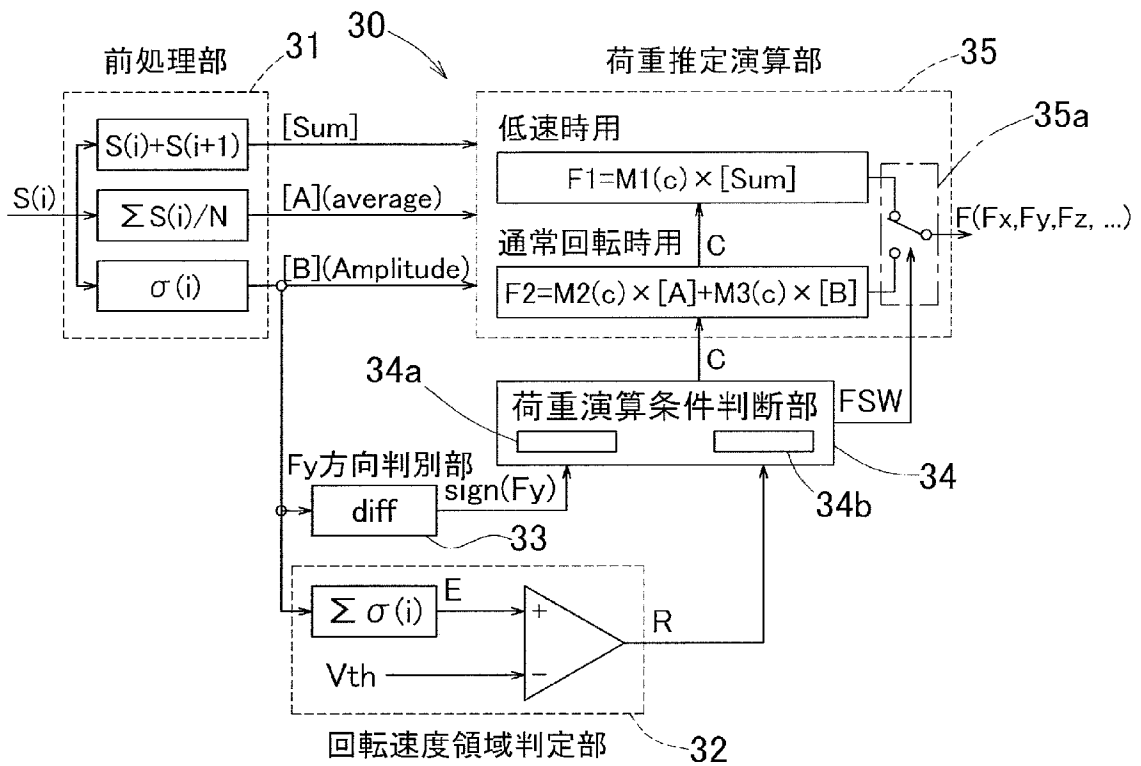
[図5]



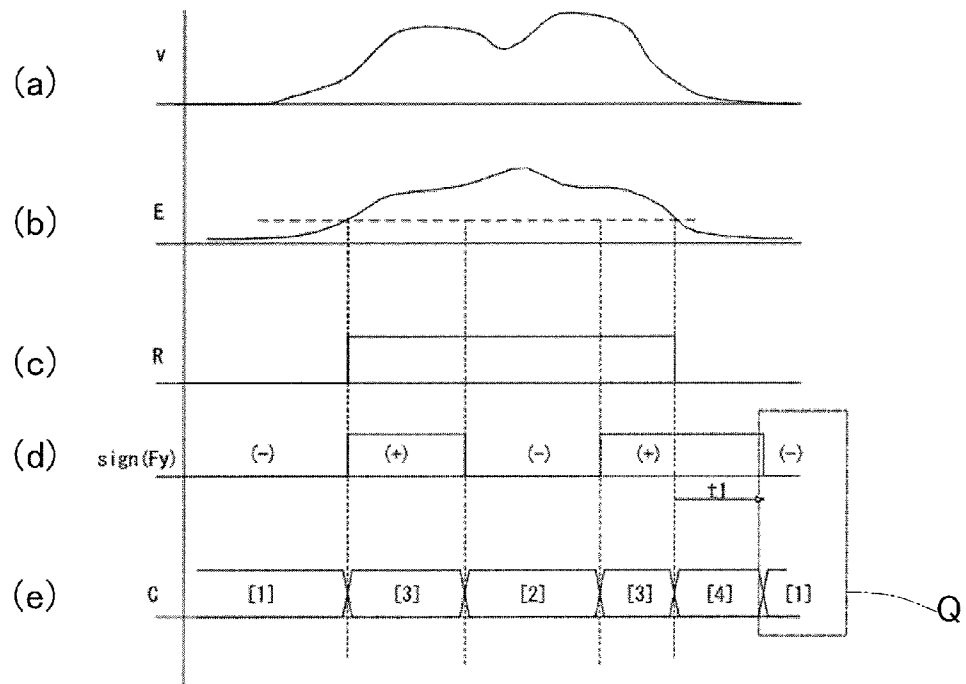
[図6]



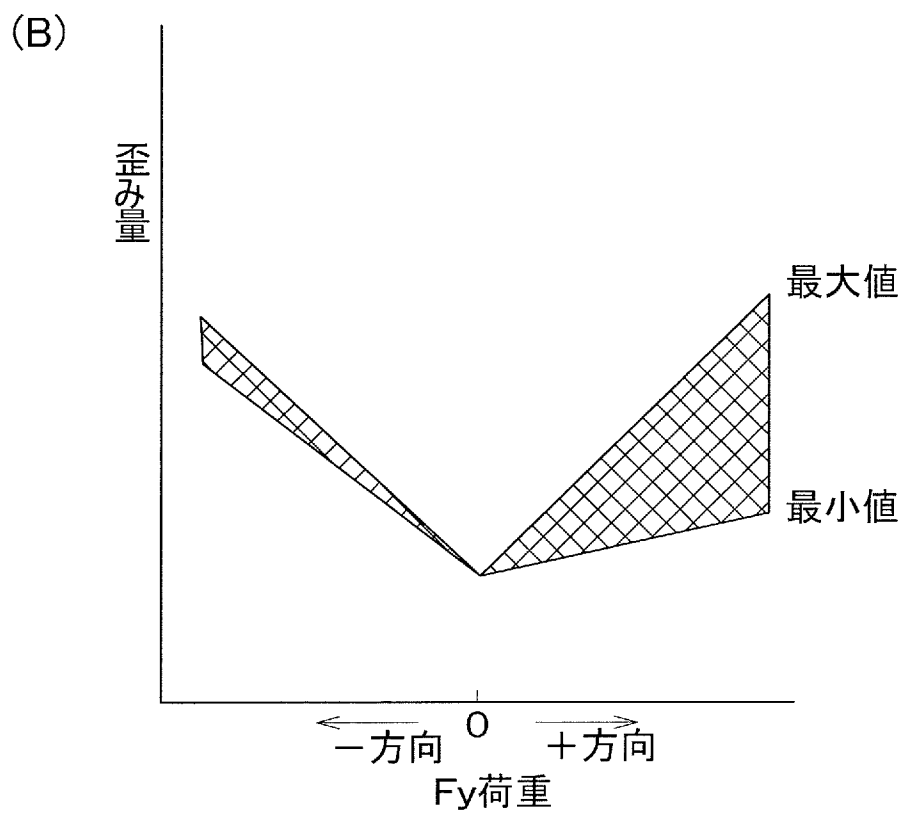
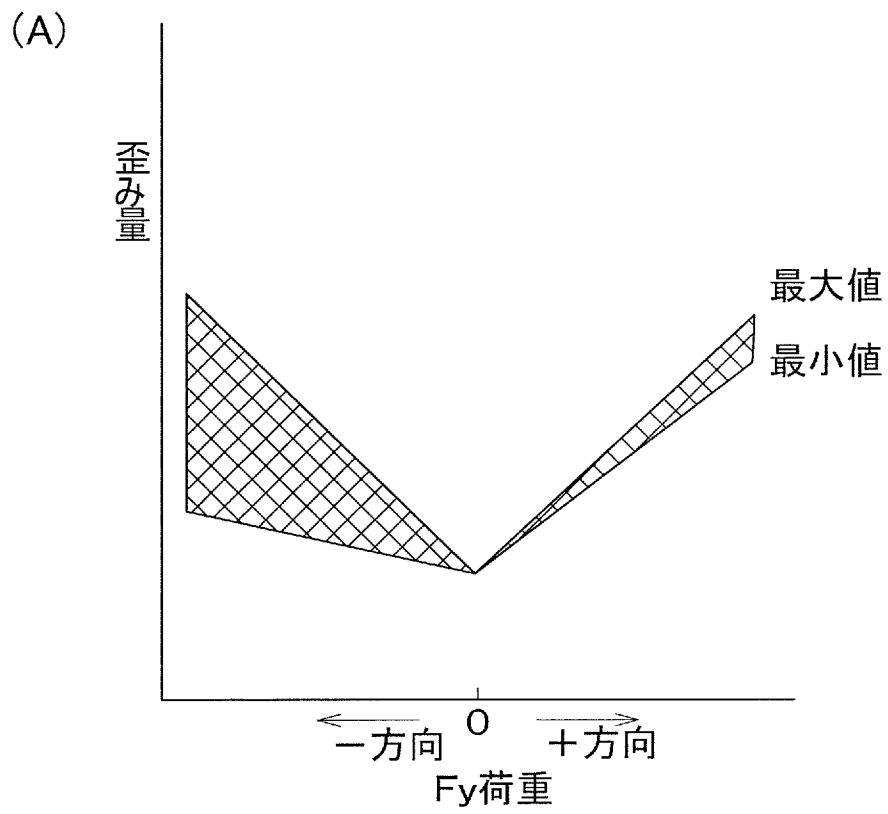
[図7]



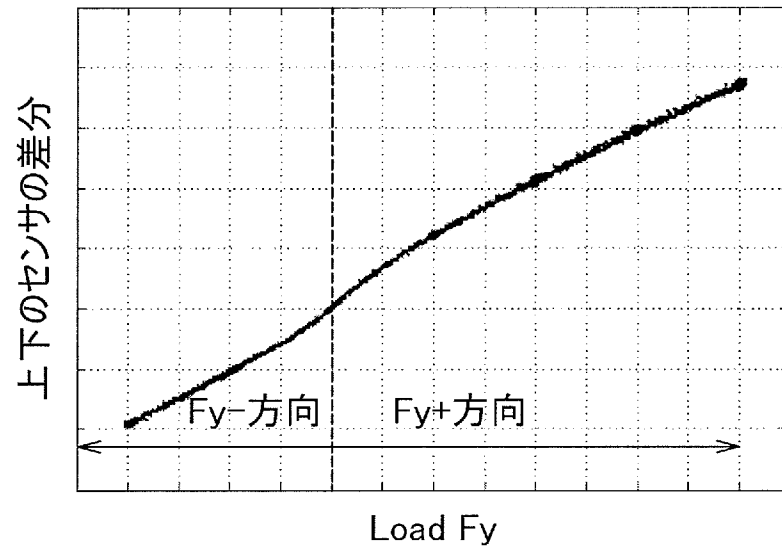
[図8]



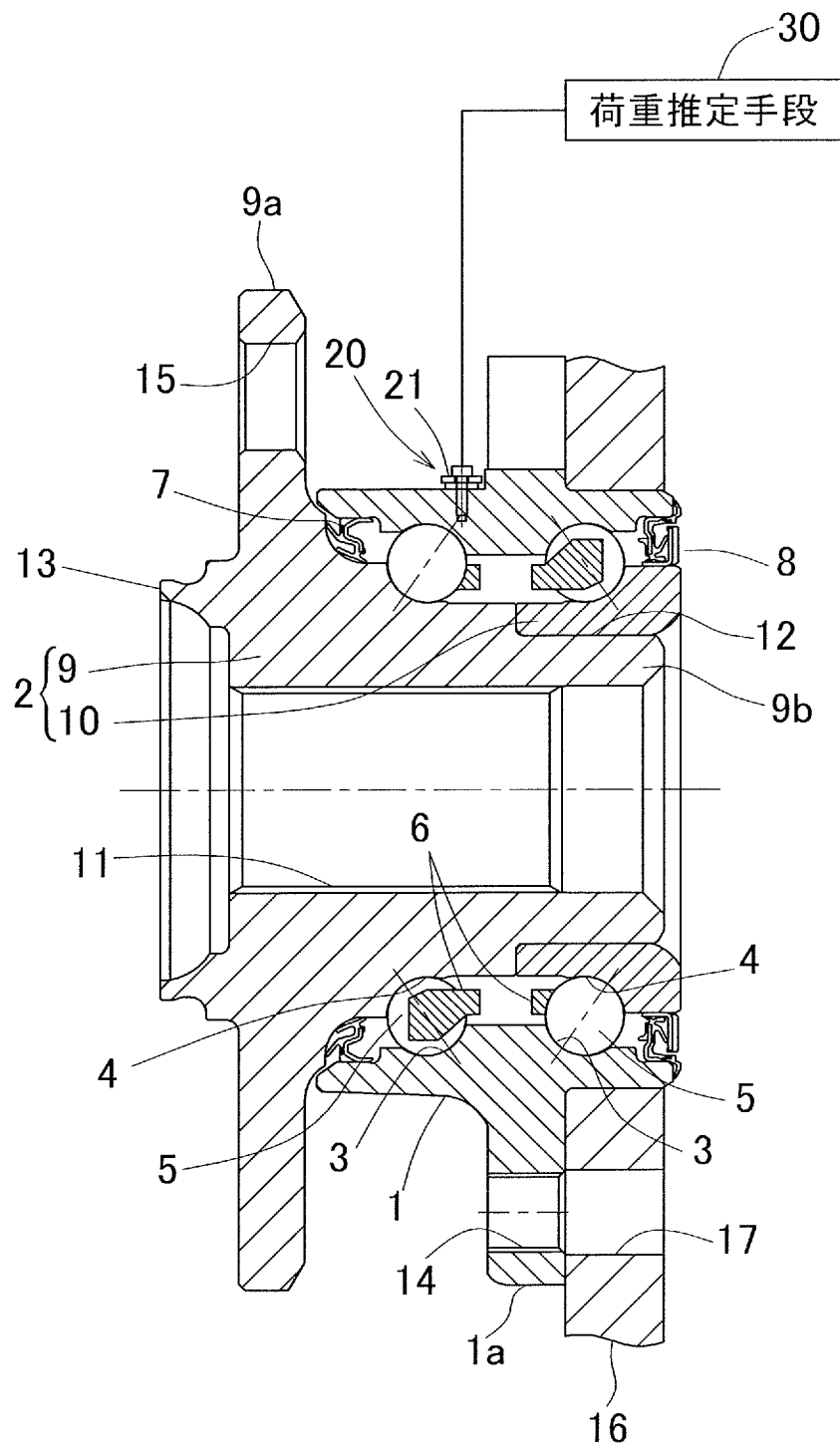
[図9]



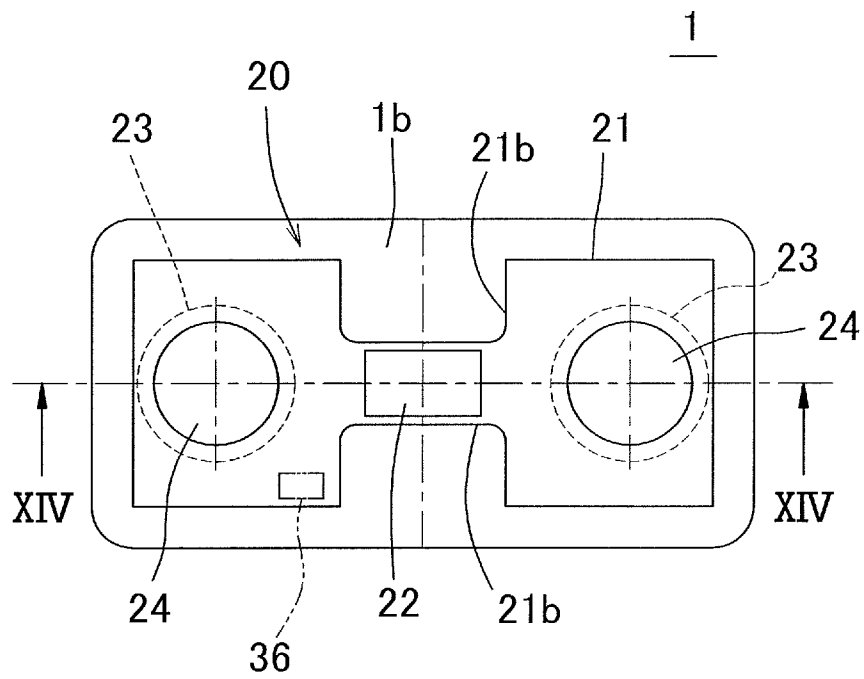
[図10]



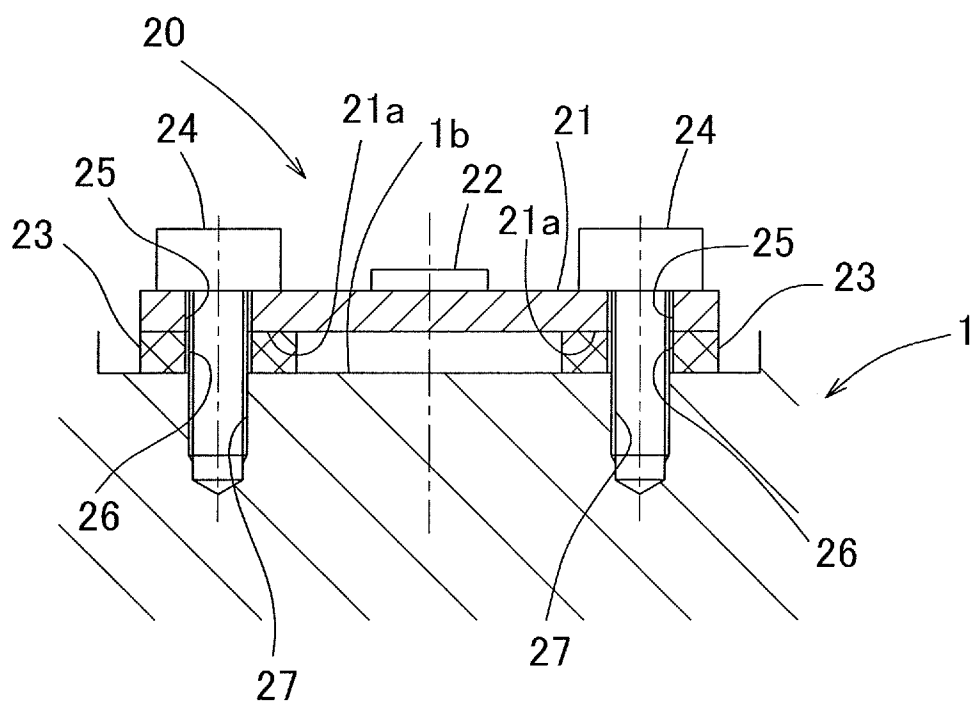
[図11]

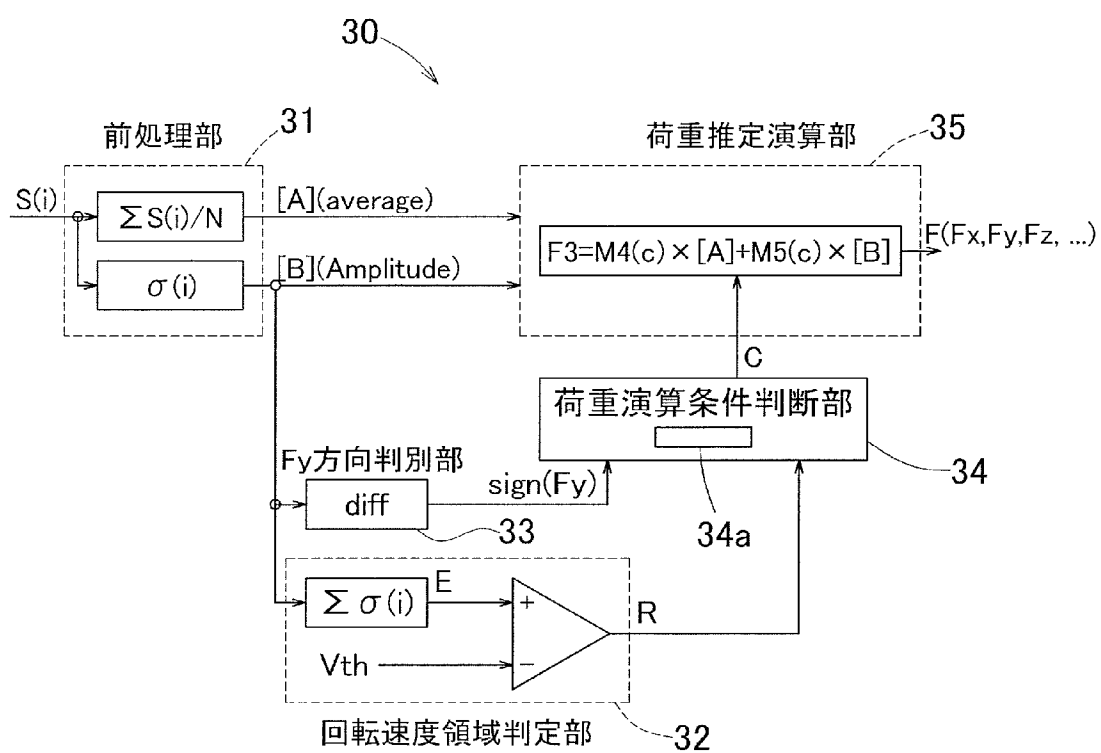
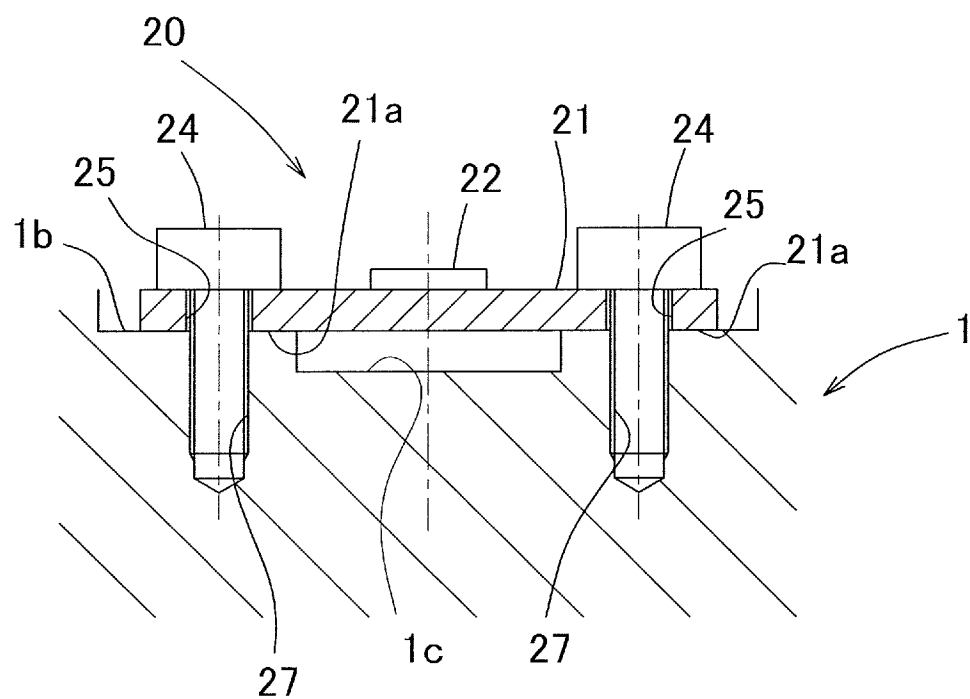


[図13]

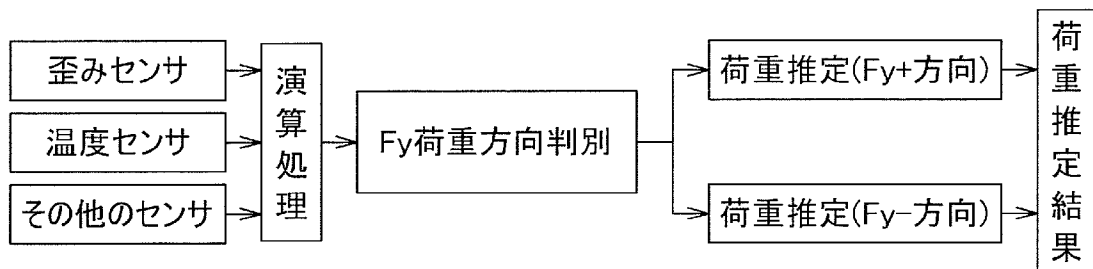


[図14]

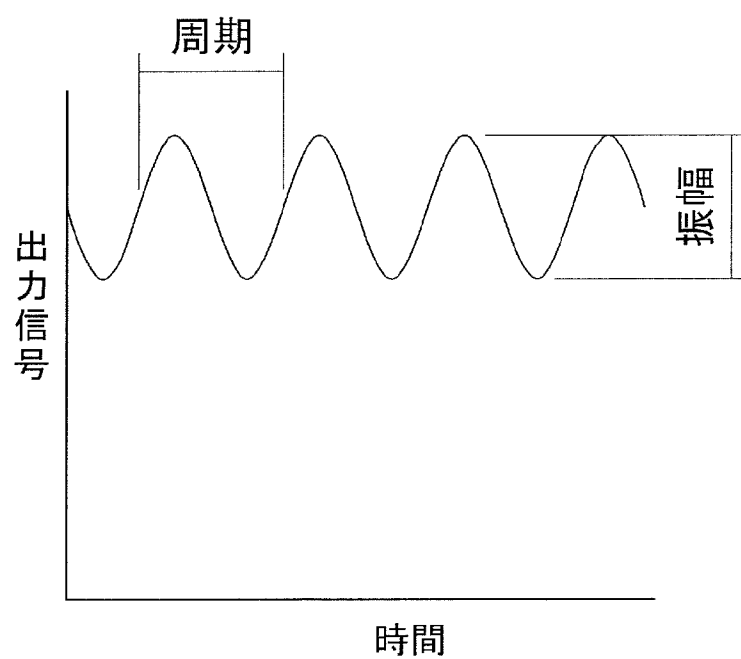




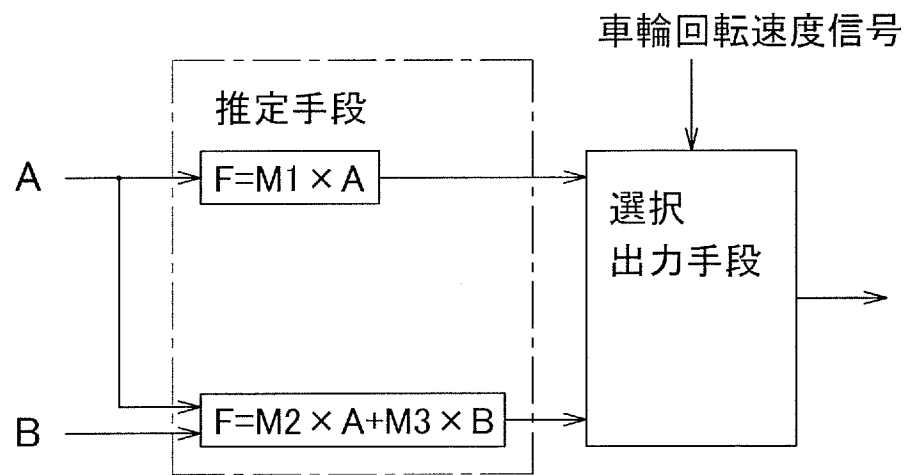
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067463

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L5/00(2006.01)i, B60B35/18(2006.01)i, F16C19/18(2006.01)i, F16C41/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L5/00, G01P3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-43901 A (NTN Corp.), 25 February 2010 (25.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2010-96565 A (NTN Corp.), 30 April 2010 (30.04.2010), entire text; all drawings & EP 2341327 A1 & WO 2010/044228 A1	1-10
A	JP 1-206113 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 18 August 1989 (18.08.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 October, 2011 (14.10.11)Date of mailing of the international search report
25 October, 2011 (25.10.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/067463

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-198231 A (Meidensha Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings & WO 2009/104576 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L5/00(2006.01)i, B60B35/18(2006.01)i, F16C19/18(2006.01)i, F16C41/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01L5/00, G01P3/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-43901 A (N T N株式会社) 2010.02.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 0
A	JP 2010-96565 A (N T N株式会社) 2010.04.30, 全文, 全図 & EP 2341327 A1 & WO 2010/044228 A1	1 - 1 0
A	JP 1-206113 A (工業技術院長) 1989.08.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 0

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田邊 英治

2 F

9 4 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-198231 A (株式会社明電舎) 2009.09.03, 全文, 全図 & WO 2009/104576 A1	1 - 1 0