

(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5月24日(24.05.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/066995 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 5/00 (2006.01) *F16C 19/52* (2006.01)
F16C 19/18 (2006.01) *F16C 41/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/075805
- (22) 国際出願日: 2011年11月9日(09.11.2011)
- (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 2010-254416 2010年11月15日(15.11.2010) JP
特願 2011-161754 2011年7月25日(25.07.2011) 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): 高橋 亨 (TAKAHASHI, Toru) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内

Shizuoka (JP). 秋山 あゆみ (AKIYAMA, Ayumi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 乗松 孝幸 (NORIMATSU, Takayuki) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN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 NTN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).

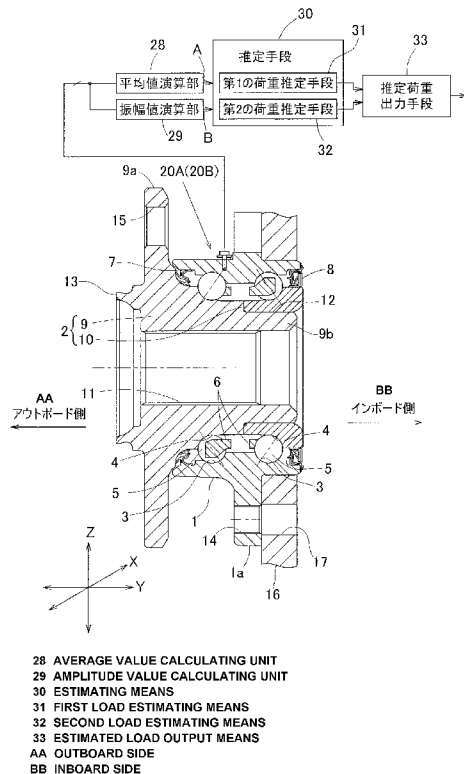
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[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1】



(57) Abstract: Provided is a wheel bearing with a sensor capable of calculating continuous estimated load values according to various input load conditions while reducing the load estimation error by correcting non-linear characteristics of the sensor, and capable of outputting estimated load values with the smallest possible detection time delay. Sensor units (20A, 20B) are provided to the fixed member among an outer member (1) and an inner member (2) of a wheel bearing. The sensor unit includes: a distortion generating member (21) having three or more contact/fixing portions which are brought into contact with and affixed to the fixed member; and two or more sensors (22A, 22B) attached to the distortion generating member (21) to detect distortion. The wheel bearing with a sensor further includes: a first load estimating means (31) for calculating the load acting on the wheel bearing on the basis of the average value of the sensor output signals; a second load estimating means (32) for calculating the load on the basis of the average value and the amplitude values of the sensor output signals; and an estimated load output means (33) for outputting an estimated load value by combining the calculation results of these load estimating means (32) at a ratio corresponding to the wheel rotation speed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/066995 A1



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, RW, 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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

センサの非線形特性を補正して荷重推定誤差を低減させつつ、様々な入力荷重状態に応じて連続的な推定荷重値を演算し、できるだけ小さな検出時間遅れで推定荷重値を出力でき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(20A),(20B)を設ける。センサユニットは、固定側部材に接触固定される3つ以上の接触固定部を有する歪み発生部材(21)と、この歪み発生部材(21)に取り付けられて歪みを検出する2つ以上のセンサ(22A),(22B)とでなる。車輪用軸受に作用する荷重を、センサ出力信号の平均値から演算する第1の荷重推定手段(31)と、センサ出力信号の平均値と振幅値とから演算する第2の荷重推定手段(32)と、これらの荷重推定手段(32)の演算結果を車輪回転速度に応じた比率で合成して推定荷重値を出力する推理荷重出力手段(33)とを設ける。

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11月15日出願の特願2010-254416および2011年7月25日出願の特願2011-161754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20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21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。

[0007] 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。

[0008] 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。

[0009] 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22にブロック図で示す構成のものを開発した（特許文献3）。

[0010] この構成による荷重推定手段は、車輪用軸受に作用する荷重を、センサ出力信号の平均値のみから演算・推定する第1の荷重推定手段と、センサ出力信号の平均値と振幅値とから演算・推定する第2の荷重推定手段と、これら両荷重推定手段のうちのいずれかの推定荷重値を車輪回転速度に応じて切り替え選択して出力する選択出力手段とを設けたものである。

[0011] 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、車輪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。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特表2003-530565号公報

特許文献2：特開2010-43901号公報

特許文献3：特開2010-181154号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献2や特許文献3の構成のもののように、検出されたセンサ出力信号の状態や推定された荷重の状態に応じて、複数の荷重推定パラメータの中

から最適なものを選択し、推定荷重を演算する構成とした場合、センサの非線形特性などが補正された誤差の小さな検出結果を得ることができる。

[0014] しかし、センサ出力信号の振幅値を演算によって求める場合、ある一定時間内もしくは一定のサンプリング個数のセンサ出力信号を用いた演算処理が必要になるため、信号処理による時間遅れが発生する。例えば、一定時間 T 内のセンサ出力信号の自乗平均値（RMS 値）を算出し、その値を現在の振幅値として用いると、略 $T/2$ の時間遅れが発生することになる。特に、特許文献 3 の構成のもののように、変数としてセンサ出力信号の平均値 A のみを用いる荷重推定演算式と、平均値 A と振幅値 B とを用いる荷重推定演算式とを、走行速度（車輪回転速度）によって切り替え使用する場合には、その切り替えにより推定荷重出力の遅れ時間も変化するため、検出誤差となって観測される。

[0015] また、2つの演算式による演算結果には違いが発生する場合もあり、その状態で荷重推定演算式の切り替えを行うと、推定荷重出力が不連続に変化する場合がある。検出した推定荷重値に基づいて各種の操作を実行する制御システムにとっては、上記のような推定荷重出力の不連続な変化や大きな検出誤差は好ましくない。

[0016] これらの不具合を防止するために、回転センサを搭載して車輪の回転速度を検出したり、車両側から別途、車輪の回転速度情報を入手したりすることで、2つの演算式による演算結果を回転速度に応じて連続的に切り替えることも可能だが、回転速度情報が得られない状況では対処できない。

[0017] これとは別に、回転センサ等の情報を用いずに、センサ出力信号から回転速度に準ずる評価値を算出し、この評価値に基づいて荷重演算処理を切り替えることも考えられる。この方法では、回転センサ信号を用いることができない状況、あるいは回転速度情報を連続的に安定して取得することができない状況においても、回転速度に準じた評価値を得ることができる。しかし、この評価値で、低速回転状態か否かを判別することは可能だが、速度に正確に比例する評価値とはならないため、速度に応じて連続的に切り替える処理

に適用するのは難しい。

[0018] さらに、センサ出力信号をA/D変換回路によってデジタル数値化してサンプリングする処理回路を構成した場合においては、軸受転動体の公転運動によって発生するセンサ出力信号の振動周波数が、車両の走行速度に比例して変化するため、高速走行時にはA/D変換のサンプリングレートに近い周波数に達することがある。この場合、サンプリングデータに現れるエイリアシングにより正確な振幅値Bが得られなくなってしまう。エイリアシングを低減するためには、信号入力側にLPF（低域通過フィルタ）を設ける。しかし、その結果、高速走行時に検出される振幅値Bは、LPFの影響を受けて小さく検出されることになり、荷重推定誤差が増加してしまう。このような不連続な変化や検出誤差が大きくなることは、検出した推定荷重値に基づいて各種の操作を実行する自動車などにおける制御システムにとっては好ましくない。

[0019] この発明の目的は、センサの非線形特性を補正して荷重推定誤差を低減させつつ、様々な入力荷重状態に応じて連続的な推定荷重値を演算し、できるだけ小さな検出時間遅れで推定荷重値を出力できるセンサ付車輪用軸受を提供することであり、他の目的は、回転センサの信号や、車両からの車輪回転速度情報を用いることなく、荷重推定演算処理を行うことができ、正確な推定荷重値を得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。以下、この発明の概要について、実施形態を示す図面中の符号を用いて説明する。

課題を解決するための手段

[0020] この発明の第1構成にかかる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車輪用軸受であって、上記外方部材1および内方部材2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つ以上の接触固定部21a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 2 つ以上のセンサ 22 A, 22 B からなる荷重検出用センサユニット 20 A, 20 B を設ける。

[0021] 前記センサ 22 A, 22 B の出力信号の平均値 A を用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 1 の荷重推定手段 31 と、前記センサ 22 A, 22 B の出力信号の平均値 A と振幅値 B とを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 2 の荷重推定手段 32 と、これらの荷重推定手段 31, 32 が出力する演算結果を車輪回転速度に応じた比率 r で合成して推定荷重値を出力する推定荷重出力手段 33 とを設ける。

[0022] この構成によると、車輪のタイヤと路面間に荷重が作用するとき、車輪用軸受の固定側部材（例えば外方部材 1）にも荷重が印加されて変形が生じる。ここではセンサユニット 20 A（20 B）における歪み発生部材 21 の 3 つ以上の接触固定部 21 a が、外方部材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、その歪みがセンサ 22 A, 22 B 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。

[0023] 特に、センサユニット 20 A（20 B）の歪みセンサ 22 A, 22 B の出力信号の平均値 A を用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 1 の荷重推定手段 31 と、センサ出力信号の振幅値 B と前記平均値 A とを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 2 の荷重推定手段 32 とを設け、これら両荷重推定手段 31, 32 が出力する演算結果を車輪回転速度に応じた比率 r で合成して推定荷重値を出力する推定荷重出力手段 33 を設けているので、以下に列挙するような効果が得られる。

[0024] ・荷重推定演算処理による検出時間遅れを最小限に抑えることができ、得られた荷重情報を利用した制御が容易になる。

・従来例（特許文献 3）のように荷重推定処理を切り替える方法では、推定荷重出力の遅れ時間も急激に変化するため、結果として検出誤差となって観測されてしまうが、このセンサ付車輪用軸受では連続的に変化する合成比

率 r で前記した 2 つの演算結果を合成するため、得られる推定荷重値に不連続変化がなくなり、各種の車両制御への推定荷重値の利用が容易となる。

・また、静止状態あるいは極低速状態では前記平均値 A のみによる第 1 の荷重値 $L A$ が出力されるようにできるため、車両が静止した状態であっても、タイヤと路面間に作用する荷重状態を検出できる。

・また、合成比率 r を用いて前記した 2 つの演算結果を合成するので、この合成比率 r の値を制御して、所望の特定の推定荷重値が得られるように構成することができる。

・高速走行時には、センサ出力信号の振動周波数は A/D 変換のサンプリングレートに近い値に達することがあるが、合成比率 r を用いて前記した 2 つの演算結果を合成するので、高速走行時に前記振幅値 B の誤差が発生してきた場合でも、前記平均値 A のみを用いて演算される第 1 の荷重値 $L A$ の比率を高めることで振幅値 B の誤差の影響を小さくでき、荷重の検出精度を高めることができる。

[0025] 以上の結果から、センサの非線形特性を補正して荷重推定誤差を低減させつつ、様々な入力荷重状態に応じて連続的な推定荷重値を演算し、できるだけ小さな検出時間遅れで推定荷重値を出力できる。また、推定荷重値が不連続になる状態が発生しにくくなるため、推定した荷重値に基づいて各種の操作を実行する制御システムにも適合しやすいものとなる。

[0026] この発明において、前記センサユニット 20A (20B) では、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 22A, 22B 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 22A, 22B の前記固定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 $\{1/2 + n \text{ (} n : \text{整数)}\}$ 倍とし、前記第 1 および第 2 の荷重推定手段 31, 32 は前記 2 つのセンサ 22A, 22B の出力信号の和を平均値 A として用いるものとしても良い。

[0027] この構成の場合、2 つのセンサ 22A, 22B 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 A 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 B 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つのセンサ 22 A, 22 B の出力信号の平均値 A は転動体通過による変動成分をキャンセルした値となり、振幅値 B 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。

[0028] この発明において、前記推定荷重出力手段 33 で用いる合成比率 r は、車輪停止状態から車輪回転速度が低速状態の間で $r = 1$ と設定されているのが望ましい。

[0029] また、この発明において、前記推定荷重出力手段 33 で用いる合成比率 r は、車輪回転速度が通常速度の状態から高速状態になるにつれて高くなるように設定されているのが望ましい。

[0030] 前記推定荷重出力手段 33 で用いられる合成比率 r は、車輪回転速度に対応してマップ化されており、外部からパラメータで変更可能にされていても良い。なお、ここで言う「マップ化されて」とは、車輪回転速度に対応して合成比率 r が定められていることを言う。また、「外部から」とは、推定荷重出力手段 33 や、前記マップ化した情報を定めた手段、および推定荷重出力手段 33 の前段となる各処理手段以外からを意味する。

[0031] この発明において、前記推定荷重出力手段 33 は、車輪用軸受に設置された車輪回転速度検出センサの出力信号を直接入力して車輪回転速度を検出するものとしても良い。

[0032] また、この発明において、前記推定荷重出力手段 33 は、車体側の ECU（電気制御ユニット）から車輪回転速度の情報を受けるものとしても良い。

[0033] また、この発明において、前記推定荷重出力手段 33 は、前記センサ 22 A, 22 B の出力信号に含まれる転動体 5 の公転運動による振幅成分の周波数から車輪回転速度を検出するものとしても良い。

[0034] この発明において、前記センサユニット 20 A（20 B）を 3 つ以上設け、前記第 1 および第 2 の荷重推定手段 31, 32 は、前記 3 つ以上のセンサ

ユニット 20A (20B) のセンサ 22A, 22B の出力信号から車輪用軸受の径方向に作用する径方向荷重 F_x , F_z および車輪用軸受の軸方向に作用する軸方向荷重 F_y を演算・推定するものとしても良い。

[0035] この発明において、前記センサユニット 20A (20B) 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。

[0036] この発明において、前記センサユニット 20A (20B) に温度センサ 19 を取付け、この温度センサ 19 の検出信号により前記センサ出力信号を補正する温度補正手段 37 を設けても良い。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 20A (20B) 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、車輪用軸受の温度またはその周辺温度に応じてセンサ出力信号の平均値 A を補正する温度補正手段 37 を設けると、温度による検出荷重誤差を低減することができる。

[0037] この発明において、前記推定荷重出力手段 33 とは別に、前記第 1 の荷重推定手段 31 が演算・推定する第 1 の荷重値 L_A と、前記第 2 の荷重推定手段 32 が演算・推定する第 2 の荷重値 L_B を、個別に外部に出力する第 2 の推定荷重出力手段 35 を設けても良い。このように、前記推定荷重出力手段 33 とは別個に、第 1 および第 2 の荷重推定手段 31, 32 で演算された第 1 の荷重値 L_A , L_B を別々に出力する第 2 の推定荷重出力手段 35 を設けると、これらの演算結果を車体側の ECU が走行状態に応じて合成する処理を行うことができる。この場合、車両の走行状態に関するより多くの情報に基づいて判断することが可能になるので、上記した合成比率 r を制御して、最適な推定荷重値を出力することが容易になる。

[0038] この発明において、さらに、前記各センサ 22A, 22B の出力信号から

車輪の回転速度を表す評価値 V を求める回転速度評価手段 36 を設け、前記推定荷重出力手段 33 A は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ったからの経過時間に応じた比率 r で前記演算結果の合成を行う。

[0039] この構成によると、特に、センサユニット 20 A (20 B) のセンサ 22 A, 22 B の出力信号の平均値 A のみを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 1 の荷重推定手段 31、およびセンサ 22 A, 22 B の出力信号の振幅値 B と前記平均値 A とを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 2 の荷重推定手段 32 からなる 2 つの推定手段 30 と、前記各センサ 22 A, 22 B の出力信号から車輪の回転速度を表す評価値 V を求める回転速度評価手段 36 と、前記評価値 V に基づき前記推定手段 30 における推定手段 31, 32 の演算結果を合成して推定荷重値を出力する推定荷重出力手段 33 A とを設け、この推定荷重出力手段 33 A は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ったからの経過時間に応じた比率 r で前記演算結果の合成を行うようにしているので、以下に列挙するような効果が得られる。

[0040] ・回転センサの信号や、車両からの車輪回転速度情報を用いることなく、荷重推定演算処理を行うことができるため、信号配線本数の増加が必要なく、荷重センサの製造コストを抑えられるとともに、車両に搭載するときの自由度を高めることができる。

・通常の回転状態における荷重推定演算処理と、低速時の荷重推定演算処理とを切り替えることにより、荷重推定誤差が抑制されるため、より正確な推定荷重値を得ることができる。

・回転速度に応じて荷重推定演算処理を切り替えるときにも、連続的に合成比率が変化する方法により荷重信号の不連続変化がなくなり、各種の車両制御への荷重信号の利用が容易になる。

・走行中に急ブレーキを動作させた場合には、急激に回転速度が変化してスリップ状態となることもあるが、車輪の回転が静止状態あるいは極低速状態であっても推定荷重値が出力されるため、走行状態に依存することなく車

両制御等に信号を利用することができる。

- [0041] この発明において、前記推定手段 30 における演算処理に用いる前記各センサ 22 A, 22 B の出力信号の平均値 A と振幅値 B は、一定時間 T 内の各センサ 22 A, 22 B の出力信号を用いても良い。この場合に、前記一定時間 T の値は、前記回転速度評価手段 36 が求める評価値 V に応じて変化させても良い。車輪の回転速度が低い状態では前記一定時間 T を長めに設定し、回転速度が速くなると前記一定時間 T が短くなるように構成すると、推定手段 30 での振幅値 B を用いた演算処理が低速領域で精度劣化するのを抑えつつ、より高速な応答が求められる速度領域では演算結果の応答時間を短くすることができる。
- [0042] この発明において、前記推定荷重出力手段 33 A で用いる合成比率 r は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間を変数とする一次関数で決定されるものとしても良い。
- [0043] この発明において、前記推定荷重出力手段 33 A で用いる合成比率 r は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間を変数とする二次以上の関数で決定されるものとしても良い。
- [0044] この発明において、前記推定荷重出力手段 33 A で用いる合成比率 r の変化は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間のうち、予め設定された遷移時間 a の経過で完了するものとしても良い。
- [0045] この場合に、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから再度しきい値 V_{th} を横切るまでの経過時間が、前記遷移時間 a に満たない場合、再度しきい値 V_{th} を横切ったときの合成比率 r を初期値として、以後の合成比率 r が変化するものとしても良い。
- [0046] この発明において、前記回転速度評価手段 36 は、各センサ 22 A, 22 B の出力信号の振幅値 B を選択して合計した値を前記評価値 V として求めるものとしても良い。
- [0047] この発明において、前記回転速度評価手段 36 は、前記センサ 22 A, 22 B の出力信号に含まれる転動体の公転運動による振幅成分の周波数から前

記評価値 V を求めるものとしても良い。

- [0048] 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

- [0049] 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縦断面図である。

[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]センサ出力信号の平均値と振幅値を演算する演算部の回路例のブロック図である。

[図8]平均値および振幅値から荷重を推定・出力する回路部のブロック図である。

[図9]車輪回転速度と合成比率との関係の一例を示すグラフである。

[図10]センサ出力信号の前処理部におけるサンプリング処理回路の一構成例を示すブロック図である。

[図11]同サンプリング処理回路におけるLPFの周波数特性を示すグラフである。

[図12] (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13] 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14] 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外方部材をアウトボード側から見た正面図である。

[図15] この発明の第3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16] センサ出力信号の平均値と振幅値を演算する演算処理部の回路例のブロック図である。

[図17] 検出系の全体の構成を示すブロック図である。

[図18] 評価値 V と回転速度領域 RA , RB との関係を示す図である。

[図19] 推定荷重出力手段での推定荷重値 L_{out} の算出例を示す図である。

[図20] 従来例における荷重推定処理の流れを示す説明図である。

[図21] 同従来例におけるセンサ出力信号の波形図である。

[図22] 他の従来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

[0050] この発明の第1実施形態を図1ないし図13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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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 の車輪用軸受は、図 2 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 1a は、図 2 のように、各ねじ孔 14 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 1aa とされている。

[0055] 固定側部材である外方部材 1 の外径面には、2つのセンサユニット 20A, 20B が設けられている。ここでは、これらのセンサユニット 20A, 20B が、タイヤ接地面に対して上下位置となる外方部材 1 の外径面における

上面部および下面部にそれぞれ設けられている。

[0056] これらのセンサユニット 20A, 20B は、図 3 および図 4 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 22A, 22B とでなる。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両側辺部に切欠き部 21b を有する。切欠き部 21b の隅部は断面円弧状とされている。

[0057] また、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 3 つ以上（ここでは 3 つ）の接触固定部 21a を有する。3 つの接触固定部 21a 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。2 つの歪みセンサ 22A, 22B は、歪み発生部材 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 21a の間に配置される。つまり、図 4 において、左端の接触固定部 21a と中央の接触固定部 21a との間に 1 つの歪みセンサ 22A が配置され、中央の接触固定部 21a と右端の接触固定部 21a との間に他の 1 つの歪みセンサ 22B が配置される。

[0058] 切欠き部 21b は、図 3 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 22A, 22B 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 22A, 22B は歪み発生部材 21 の切欠き部 21b 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 20A, 20B に伝わらず、歪みの測定に影響を及ぼすからである。

[0059] 前記センサユニット 20A, 20B は、その歪み発生部材 21 の 3 つの接

触固定部 2 1 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 2 1 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 2 1 a がそれぞれスペーサ 2 3 を介してボルト 2 4 により外方部材 1 の外径面に固定される。前記各ボルト 2 4 は、それぞれ接触固定部 2 1 a に設けられた径方向に貫通するボルト挿通孔 2 5 からスペーサ 2 3 のボルト挿通孔 2 6 に挿通し、外方部材 1 の外周部に設けられたねじ孔 2 7 に螺合させる。

[0060] このように、スペーサ 2 3 を介して外方部材 1 の外径面に接触固定部 2 1 a を固定することにより、薄板状である歪み発生部材 2 1 における切欠き部 2 1 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 2 1 b の周辺の歪み変形が容易となる。接触固定部 2 1 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 2 0 A, 2 0 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 2 3 が接触固定される箇所には平坦部 1 b が形成される。

[0061] 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 2 1 の 3 つの接触固定部 2 1 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 2 3 を省略し、歪み発生部材 2 1 における切欠き部 2 1 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。

[0062] 歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B 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 2 2 A, 2 2 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 2 1 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 2 2 A, 2 2 B を歪み発生部材 2 1 上に厚膜抵抗体にて形成することもできる。

[0063] センサユニット20A(20B)の2つの歪みセンサ22A, 22Bは、図1に示すように、平均値演算部28と振幅値演算部29とに接続される。図7に示すように、平均値演算部28は加算器からなり、2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号の和を演算して、その和を平均値Aとして取り出す。振幅値演算部29は減算器からなり、2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号の差分を演算して、その差分値を振幅値Bとして取り出す。なお、平均値Aとしては、センサ出力信号の和を演算するほか、センサ出力信号の時間平均値を取り出すようにしても良い。

[0064] 前記平均値演算部28および振幅値演算部29は推定手段30に接続される。推定手段30は、各センサユニット20A, 20Bのセンサ出力信号から演算される前記平均値Aおよび振幅値B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(例えば垂直方向荷重Fz)を演算・推定する手段である。この推定手段30は、前記歪みセンサ22A, 22Bの出力信号の平均値Aを用いて車輪用軸受に作用する荷重値LAを演算・推定する演算処理部としての第1の荷重推定手段31と、前記歪みセンサ22A, 22Bの出力信号の平均値Aと振幅値Bとを用いて車輪用軸受に作用する荷重値LBを演算・推定する演算処理部としての第2の荷重推定手段32とを有する。つまり、第1および第2の演算推定手段31, 32はそれぞれ、第1および第2の荷重値LA, LBを演算結果として出力する。

[0065] 車輪用軸受に作用する荷重Lと歪みセンサ22A, 22Bの出力信号Sとの関係は、線形な範囲内でオフセット分を除外すれば、

$$L = M1 \times S \quad \dots\dots (1)$$

という関係で表すことができ、この関係式(1)から車輪用軸受や車輪と路面間(タイヤ接地面)に作用する荷重Lを推定することができる。ここで、M1は所定の補正係数である。

[0066] 前記第1の荷重推定手段31では、歪みセンサ22A, 22Bの出力信号からオフセット分を除いた変数として前記平均値Aを用い、この変数に所定の補正係数M1を乗算した一次式、つまり

$$L A = M 1 \times A \quad \cdots \cdots (2)$$

から第1の荷重値(演算結果) $L A$ を演算・推定する。このようにオフセット分を除外した変数を用いることにより、荷重推定精度を向上させることができる。

[0067] なお、この例では、2つのセンサユニット20A、20Bが用いられているので、式(2)による演算では各センサユニット20A(20B)から求められる平均値Aが用いられる。すなわち、センサユニット20Aから求められる平均値を $A A$ 、センサユニット20Bから求められる平均値を $A B$ とすると、式(2)は

$$L A = M 1 A \times A A + M 1 B \times A B \quad \cdots \cdots (2')$$

として表される。ただし、 $M 1 A$ は平均値 $A A$ に乗算する所定の補正係数、 $M 1 B$ は平均値 $A B$ に乗算する所定の補正係数である。

[0068] 前記第2の荷重推定手段32では、前記平均値Aおよび振幅値Bを変数として用い、これらの変数に所定の補正係数 $M 2$ 、 $M 3$ を乗算した一次式、つまり

$$L B = M 2 \times A + M 3 \times B \quad \cdots \cdots (3)$$

から第2の荷重値(演算結果) $L B$ を演算・推定する。このように2種類の変数を用いることで、荷重推定精度をさらに向上させることができる。

[0069] この例では、2つのセンサユニット20A、20Bが用いられているので、センサユニット20Aから求められる平均値を $A A$ 、振幅値を $B A$ 、センサユニット20Bから求められる平均値を $A B$ 、振幅値を $B B$ とすると、式(3)は

$$L B = M 2 A \times A A + M 2 B \times A B + M 3 A \times B A + M 3 B \times B B \\ \cdots \cdots (3')$$

として表される。ただし、 $M 2 A$ は平均値 $A A$ に乗算する所定の補正係数、 $M 2 B$ は平均値 $A B$ に乗算する所定の補正係数、 $M 3 A$ は振幅値 $B A$ に乗算する所定の補正係数、 $M 3 B$ は振幅値 $B B$ に乗算する所定の補正係数である。上記各演算式における各補正係数の値は、予め試験やシミュレーションで

求めておいて設定する。前記第1の荷重推定手段31および第2の荷重推定手段32による演算は並行して行なわれる。

[0070] センサユニット20A(20B)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20A(20B)の設置部の近傍を通過する転動体5の影響を受ける。つまり、この転動体5の影響が上記したオフセット分として作用する。

[0071] 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20A(20B)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。

[0072] 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20A(20B)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、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。また、歪みセンサ22A, 22Bの出力信号a, bは、温度の影響やナックル16と車体取付用フランジ1a(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。

[0073] この実施形態では、前記2つの歪みセンサ22A, 22Bの出力信号a, bの和を上記した平均値Aとし、出力信号a, bの差分から絶対値 $|a - b|$ を求めて時間平均したもの、または出力信号a, bの差分からRMS値(二乗平均値)を求めたものを、上記した振幅値Bとする。これにより、平均値A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。また、振幅値Bは、2つの歪みセンサ22A, 22B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した値となる。したが

って、この平均値 A と振幅値 B を用いることにより、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。

[0074] センサユニット 20A (20B) として、図5の構成例のものを示す図6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、その和として求められる平均値 A 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。また、その差分として求められる振幅値 B 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。

[0075] 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。

[0076] 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 の和として求められる平均値 A 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り、差分として求められる振幅値 B 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。

[0077] 図8のように、前記推定手段30は次段の推定荷重出力手段33に接続される。この推定荷重出力手段33は、前記第1および第2の荷重推定手段3

1, 32が出力する演算結果 L_A , L_B を、車輪回転速度に応じた比率 r ($0 \sim 1$ の値)で次式(4)のように合成して最終の推定荷重値 L_{out} を出力するものである。

$$L_{out} = r L_A + (1 - r) L_B \quad \cdots \cdots (4)$$

[0078] この場合の合成比率 r は、車輪回転速度に対応して合成比率テーブル34から読み出される。合成比率テーブル34においてマップ化される車輪用回転速度と合成比率 r との関係は、例えば図9のように設定される。すなわち、静止時には合成比率 r は1、通常走行時には1以下の値とされ、高速走行時には再び増加する傾向となるように設定される。これにより、静止状態あるいは極低速状態では平均値 A のみによる第1の荷重値 L_A が出力され、走行状態になり振幅値 B が安定して得られるようになったところで徐々に第2の荷重値 L_B との合成出力に切り替わる。合成比率テーブル34に設定される合成比率 r は、外部からパラメータで変更可能とされる。なお、ここで言う「マップ化されて」とは、車輪回転速度に対応して合成比率 r が定められていることを言う。また、「外部から」とは、合成比率テーブル34や、推定荷重出力手段33以外からを言う。

[0079] なお、推定手段30で得られる第1および第2の荷重値 L_A , L_B については、平均値 A と振幅値 B の両方を用いて推定・演算する第2の荷重推定手段32による演算結果 L_B のほうが精度が高くなるという特性がある。したがって、遅延時間よりも精度を優先する場合には、前記合成比率 r を L_B 側が高くなるように設定するのが望ましい。逆に、遅延時間をできるだけ小さくすることが要求される場合には、 L_A の比率が高くなるように合成比率 r を設定するのが望ましい。このほか、積極的に合成比率 r を制御して、所望の特定の推定荷重出力が得られるように構成しても良い。

[0080] ここでは、上記したように車輪回転数が高速となる側で L_A の比率を上げるように合成比率 r を設定したが、それは次の理由による。センサ出力信号の前処理部である前記平均値演算部28や振幅値演算部29において、センサ出力信号をA/D変換によってデジタル数値化してサンプリングする処理回

路を構成した場合に発生する問題がある。転動体 5 の公転運動によって図 6 のように発生するセンサ出力信号の振動周波数が、車両の走行速度に比例して変化するため、高速走行時には A/D 変換のサンプリングレートに近い周波数に達することがある。この場合、サンプリングデータに現れるエイリアシングにより、振幅値演算部 29 では正確な振幅値 B が得られなくなってしまう。エイリアシングを低減するためには、図 10 のように A/D 変換回路 39 の信号入力側に L/P/F 38 を設けるが、その結果、高速走行時に検出される振幅値 B は、L/P/F 38 の影響を受けて小さく検出されることになり、この値を用いた第 2 の荷重推定手段 32 での荷重推定の誤差が増加してしまう。なお、図 11 には、L/P/F 38 の周波数特性を示す。

[0081] 図 9 に示した合成比率 r の設定例では、約 90 km/h の走行速度より高速側では、演算結果の合成比率 r を大きくしていき、平均値 A のみを用いた第 1 の荷重推定手段 31 による第 1 の荷重値 L A の比率を高めている。そのため、高速側で振幅値演算の誤差が発生してきた場合でも、その影響が小さくなり、荷重の推定誤差の増加を抑えることができる。また、第 1 の荷重値 L A 側の比率を高めることで検出遅延時間が小さくなるため、車速が高い場合にはより高速な荷重検出応答が得られることになる。これらは、車両の安定性を制御する様々な制御プログラムにとっても有利な特性となるため、より車両の安全性、安定性を高める効果が得られる。

[0082] 前記推定荷重出力手段 33 には、例えば外部から車輪回転速度の情報が入力され、この情報に基づいて前記合成比率 r が決められる。「外部から」とは、推定荷重出力手段 33 やその前段の各演算部 28, 29、推定手段 30、以外からを言う。この場合、外部からの車輪回転速度の情報として、車輪用軸受に設置された回転速度検出センサ（図示せず）の出力信号を直接入力しても良いし、車体側の ECU から車輪回転速度の情報を受けるものとしても良い。また、車輪回転速度の情報として、前記歪みセンサ 22 A, 22 B の出力信号 a, b から転動体 5 の通過周波数を検出して、車輪回転速度を推定するものとしても良い。

[0083] また、前記推定荷重出力手段 33 とは別個に、図 8 のように第 1 および第 2 の荷重推定手段 31, 32 で演算された第 1 および第 2 の荷重値 L_A , L_B を別々に出力する第 2 の推定荷重出力手段 35 を設け、これらの演算結果を車体側の ECU が走行状態に応じて合成する処理を行うようにしても良い。この場合、車両の走行状態に関するより多くの情報に基づいて判断することが可能になるので、上記した合成比率 r を制御して、最適な推定荷重値を出力することが容易になる。

[0084] この実施形態では、固定側部材である外方部材 1 の外径面の上下位置に 2 つのセンサユニット 20A, 20B を配置しているので、車輪用軸受に作用する垂直方向荷重 F_z を精度良く推定できる。配置するセンサユニット 20 の個数を増やせば、さらに駆動力や制動力となる荷重 F_x 、軸方向荷重 F_y も推定することができる。

[0085] また、図 7 のように、センサユニット 20A, 20B に温度センサ 36 を取付け、この温度センサ 36 の検出信号により前記センサ出力信号の平均値 A を補正する温度補正手段 37 を設けても良い。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 20A, 20B 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、車輪用軸受の温度またはその周辺温度に応じてセンサ出力信号の平均値 A を補正する温度補正手段 37 を設けると、温度による検出荷重誤差を低減することができる。

[0086] 図 8 に示す推定手段 30 には、軸方向荷重 F_y を演算するときに、軸方向荷重 F_y の方向を判別する F_y 方向判別部 40 が設けられる。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 20A, 20B 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。

[0087] 図 12 (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 20A のセンサ出力を示し、図 12 (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 20B のセンサ出力を示している。これらの図に

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を表し、最大値および最小値は振動する信号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（つまり出力信号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（つまり出力信号の最大値と最小値の差が大きくなる）ことが分かる。これに対して、軸方向荷重 F_y が - 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（つまり出力信号の最大値と最小値の差が大きくなる）ことが分かる。図 13 は、これら上下のセンサユニット 20A, 20B 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。

[0088] そこで、 F_y 方向判別部 40 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 20A, 20B 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 の外径面上面部のセンサユニット 20A のセンサ出力信号の振幅の差分が小さく、外方部材 1 の外径面下面部のセンサユニット 20B のセンサ出力信号の振幅の差分が大きいとき、 F_y 方向判別部 40 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 20A のセンサ出力信号の振幅の差分が大きく、外方部材 1 の外径面下面部のセンサユニット 20B のセンサ出力信号の振幅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 - 方向であると判別する。これに対応して、推定手段 30 では、第 1 および第 2 の荷重推定手段 31, 32 で軸方向荷重 F_y の演算が行われるときに、前記 F_y 方向判別部 40 の判別結果を反映させて演算推定式のパラメータの正負を反転させるなどの処理を施す。

[0089] 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。ここではセンサユニット 20A (20B) における歪み発生部材 21 の 3 つ以上の接触固定部 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 2 1 に拡大して伝達され易く、その歪みが歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B 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。

[0090] 特に、センサユニット 2 0 A (2 0 B) の歪みセンサ 2 2 A, 2 2 B の出力信号の平均値 A を用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 1 の荷重推定手段 3 1 と、センサ出力信号の振幅値 B と前記平均値 A とを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 2 の荷重推定手段 3 2 とを設け、これら両荷重推定手段 3 1, 3 2 が出力する演算結果を車輪回転速度に応じた比率 r で合成して推定荷重値を出力する推定荷重出力手段 3 3 を設けているので、以下に列挙するような効果が得られる。

[0091] ・荷重推定演算処理による検出時間遅れを最小限に抑えることができ、得られた荷重情報を利用した制御が容易になる。

・従来例（特許文献 3）のように荷重推定処理を切り替える方法では、推定荷重出力の遅れ時間も急激に変化するため、結果として検出誤差となって観測されてしまうが、このセンサ付車輪用軸受では連続的に変化する合成比率 r で前記した 2 つの演算結果を合成するため、得られる推定荷重値に不連続変化がなくなり、各種の車両制御への推定荷重値の利用が容易となる。

・また、静止状態あるいは極低速状態では前記平均値 A のみによる第 1 の荷重値 L_A が出力されるようにできるため、車両が静止した状態であっても、タイヤと路面間に作用する荷重状態を検出できる。

・また、合成比率 r を用いて前記した 2 つの演算結果を合成するので、この合成比率 r の値を制御して、所望の特定の推定荷重値が得られるように構成することができる。

・高速走行時には、センサ出力信号の振動周波数は A/D 変換のサンプリングレートに近い値に達することがあるが、合成比率 r を用いて前記した 2 つの演算結果を合成するので、高速走行時に前記振幅値 B の誤差が発生してきた場合でも、前記平均値 A のみを用いて演算される第 1 の荷重値 L_A の比率を高めることで振幅値 B の誤差の影響を小さくでき、荷重の検出精度を高め

ることができる。

[0092] 以上の結果から、センサ 22A, 22B の非線形特性を補正して荷重推定誤差を低減させつつ、様々な入力荷重状態に応じて連続的な推定荷重値を演算し、できるだけ小さな検出時間遅れで推定荷重値を出力できる。

[0093] 図 14 は、タイヤ接地面に対して上下位置および左右位置となる、前記固定側部材である外方部材 1 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 つのセンサユニット 20A, 20B, 20C, 20D を等配した第 2 実施形態のアウトボード側から見た正面図を示す。センサユニット 20A ~ 20D の配置構成を除くその他の構成は、先の実施形態の場合と同様である。このように 4 つのセンサユニット 20A ~ 20D 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 を推定することができる。

[0094] この発明の第 3 実施形態を図 15 ないし図 19 と共に説明する。以下の実施形態の説明においては、先行する実施形態で説明している事項に対応している部分には同一の符号を付し、重複する説明を略する。構成の一部のみを説明している場合、構成の他の部分は、先行して説明している実施形態と同様とする。同一の構成部分からは同一の作用効果を奏する。各実施形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0095] この第 3 実施形態にかかるセンサ付車輪用軸受は、回転センサの信号や車両からの車輪回転速度情報を用いずに、荷重推定演算処理を行い、正確な推定荷重値が得られるようにしている。この実施形態では、図 15 に示すように、平均値演算部 28 と振幅値演算部 29 を信号前処理手段 42 としており、この信号前処理手段 42 が推定手段 30 に接続される。

[0096] 前記信号前処理手段 42 は、図 15 のように回転速度評価手段 36 にも接続される。回転速度評価手段 36 は、前記信号前処理手段 42 において各歪みセンサ 22A, 22B の出力信号 a , b から求められた平均値 A および振幅値 B を利用することで、車輪の回転速度を判別する指標となる評価値 V を

求める手段である。

[0097] 図17のように、前記推定手段30は次段の推定荷重出力手段33Aに接続される。この推定荷重出力手段33Aは、前記推定手段30の2つの荷重推定手段31、32での演算結果（荷重値） L_A 、 L_B を合成して最終の推定荷重値 L_{out} を出力するものである。この場合の2つの演算結果 L_A 、 L_B の合成は、前記回転速度評価手段36で求められる評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間 t に応じた比率 $r(t)$ で行われる。しきい値 V_{th} はメモリ41から読み出される。

[0098] 次に、このセンサ付車輪用軸受における前記検出系での作用を説明する。まず、信号前処理手段42において、各歪みセンサ22A、22Bの出力信号 S から平均値 A および振幅値 B を求め、それらを利用して回転速度を判別するための評価値 V を回転速度評価手段36で算出する。回転速度評価手段36では、算出した評価値 V をさらに別途定めたしきい値 V_{th} と比較することにより、現在の状態が推定手段30での第1の演算結果 L_A を用いる回転速度領域 R_A にあるか、または第2の演算結果 L_B を用いる回転速度領域 R_B にあるか、を判断する。

[0099] ここで、回転速度を判別するための評価値 V としては、例えば、一定時間内に入力された各歪みセンサ22A、22Bの出力信号の振幅値 B を選択して合計した値を用いるものとする。この場合、全ての出力信号の振幅値 B を合計しても良いし、一部のセンサ出力信号の振幅値 B を選択して合計したものでも良い。また、別の方法としては、各歪みセンサ22A、22Bの出力信号から基本周波数成分を抽出して、回転速度を推定するものとしても良い。この評価値 V は、回転速度に正確に比例する関係になくても良く、回転速度の判別に必要な低速の回転速度領域において、ある一定速度を超えているかどうかを判断できれば良い。これにより、評価値 V に必要な精度が低くて済むため、正確な回転速度を出力する回転センサを設けたり、外部のセンサ情報を入力するための手段を設けたりする必要がなく、構成を単純化することができる。

[0100] 推定手段30では、歪みセンサ22A、22Bの出力信号の平均値A（回転体5の配列ピッチPの1/2だけずれた位置に配置した2つの歪みセンサ22A、22Bの出力信号の和Sum）のみを用いた第1の演算処理部35での第1の演算結果LAと、平均値A（平均値はSumでも良いし、時間平均値Avでも良い）と振幅値Bを用いた第2の演算処理部36での第2の演算結果LBとを、並列して算出する。そして、上記の回転速度を判別するための評価値Vに応じて、推定荷重値Loutとしてどちらの演算結果を用いるかを選択して出力する。走行中に評価値Vが変化し、回転速度領域RAと回転速度領域RBの境界を越えた場合、通過後の時間に応じて重み付けした2つの計算結果を合成して出力する。すなわち、比率r(t)により演算結果LAと演算結果LBを合成し、最終の推定荷重値Loutを出力する。なお、領域RAは低速の回転速度領域、領域RBは通常の水速の回転速度領域であり、図18は評価値Vと回転速度領域RA、RBとの関係を示す。

[0101] 図19は、推定荷重出力手段33Aでの推定荷重値Loutの算出例を示す。例えば、回転速度が領域RAから領域RBに入った場合、境界通過後の時間をtとして、推定荷重出力手段33Aでは前記合成を以下のように計算する。

$$L_{out} = (1 - r(t)) \times L_A + r(t) \times L_B ; (r(t) \text{は} 0 \sim 1 \text{の値}) \dots\dots (4)$$

ここで、比率r(t)は、例えば、線形関数を用いて

$$r(t) = t / a (0 < t < a) \dots\dots (5)$$

としても良いし、三角関数を用いて

$$r(t) = \sin(\pi t / 2a)^2 (0 < t < a) \dots\dots (6)$$

などとしても良い。2次以上の関数を用いた場合、切り替え部分を滑らかに接続することができる。いずれも、t=0からt=aにかけて0から1に変化する関数とする。この演算の結果、境界通過後の経過時間t=aまでは第1の演算結果LAと第2の演算結果LBを合成した推定荷重値Loutが出力され、それ以降は回転速度領域RBの計算結果が出力されることになる。なお

、境界通過後の経過時間のうち、予め設定された時間 a （以下、遷移時間と呼ぶ）は、前記しきい値 V_{th} とともに、図 17 におけるメモリ 41 に予め書き込まれている。また、境界通過後の経過時間 t は、回転速度評価手段 36 に設けられるタイマ 43 で計測される。

[0102] 逆に、回転速度が領域 R_B から領域 R_A に入った場合、境界通過後の時間を t として、推定荷重出力手段 33A では前記合成を以下のように計算する。

$$L_{out} = (1 - r(a-t)) \times L_A + r(a-t) \times L_B \cdots \cdots (7)$$

また、回転速度が領域 R_A から領域 R_B に入った後、時間 t が a に到達しない状態（ $t = t_1$ ）で再び領域 R_B に戻った場合には、

$$t = a - t_1$$

での合成比率 $r(t)$ を初期値として演算処理を継続する。

[0103] なお、推定手段 30 の演算処理に用いる平均値 A および振幅値 B の信号前処理手段 42 での算出において、処理対象時間 T の大きさを、評価値 V の値に応じて変化させる構成としても良い。車輪の回転速度が低い状態では処理対象時間 T を長めに設定し、回転速度が速くなると処理対象時間 T が短くなるように構成すると、推定手段 30 での振幅値 B を用いた演算処理が低速領域で精度劣化するのを抑えつつ、より高速な応答が求められる速度領域では演算結果の応答時間を短くすることができる。評価値 V と回転速度との相関が低い場合でも、評価値 V の値に応じたマップを作成しておくことで、処理対象時間 T を回転速度領域に応じて最適に選択することが可能となる。

[0104] 特に、センサユニット 20A（20B）の歪みセンサ 22A、22B の出力信号の平均値 A のみを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 1 の荷重推定手段 31、およびセンサ出力信号の振幅値 B と前記平均値 A とを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第 2 の荷重推定手段 32 からなる推定手段 30 と、前記各歪みセンサ 22A、22B の出力信号から車輪の回転速度を表す評価値 V を求める回転速度評価手段 36 と、前記評価値 V に基づき前記推定手段 30 における 2 つの荷重推定手段 31、32

の演算結果を合成して推定荷重値を出力する推定荷重出力手段 33A とを設け、この推定荷重出力手段 33A は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間に応じた比率 r で前記演算結果の合成を行うようにしているので、以下に列挙するような効果が得られる。

[0105] ・回転センサの信号や、車両からの車輪回転速度情報を用いることなく、荷重推定演算処理を行うことができるため、信号配線本数の増加が必要なく、荷重センサの製造コストを抑えられるとともに、車両に搭載するときの自由度を高めることができる。

・通常の回転状態における荷重推定演算処理と、低速時の荷重推定演算処理とを切り替えることにより、荷重推定誤差が抑制されるため、より正確な推定荷重を得ることができる。

・回転速度に応じて荷重推定演算処理を切り替えるときにも、連続的に合成比率が変化する方法により荷重信号の不連続変化がなくなり、各種の車両制御への荷重信号の利用が容易になる。

・走行中に急ブレーキを動作させた場合には、急激に回転速度が変化してスリップ状態となることもあるが、車輪の回転が静止状態あるいは極低速状態であっても推定荷重値が出力されるため、走行状態に依存することなく車両制御等に信号を利用することができる。

[0106] 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。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。

[0107] 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

- [0108] 1…外方部材
2…内方部材
3, 4…転走面
5…転動体
19…温度センサ
20A～20D…センサユニット
21…歪み発生部材
21a…接触固定部
22A, 22B…歪みセンサ
28…平均値演算部
29…振幅値演算部
30…推定手段
31…第1の荷重推定手段
32…第2の荷重推定手段
33, 33A…推定荷重出力手段
34…合成比率テーブル
35…第2の推定荷重出力手段
37…温度補正手段
38…信号前処理手段

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であって、

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ユニットを設け、

前記各センサの出力信号の平均値を用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第1の荷重推定手段と、前記センサの出力信号の平均値と振幅値とを用いて車輪用軸受に作用する荷重を演算・推定する第2の荷重推定手段と、これらの荷重推定手段が出力する演算結果を車輪回転速度に応じた比率で合成して推定荷重値を出力する推定荷重出力手段とを設けたセンサ付車輪用軸受。

[請求項2] 請求項1において、前記センサユニットでは、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 $\{1/2 + n \text{ (} n : \text{整数)}\}$ 倍とし、前記第1および第2の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3] 請求項1において、前記推定荷重出力手段で用いる合成比率 r が、車輪停止状態から車輪回転速度が低速状態の間で、 $r = 1$ と設定されているセンサ付車輪用軸受。

[請求項4] 請求項1において、前記推定荷重出力手段で用いる合成比率が、車輪回転速度が通常速度の状態から高速状態になるにつれて高くなるよ

うに設定されているセンサ付車輪用軸受。

[請求項5] 請求項1において、前記推定荷重出力手段で用いられる合成比率が、車輪回転速度に対応してマップ化されており、外部からパラメータで変更可能にされているセンサ付車輪用軸受。

[請求項6] 請求項1において、前記推定荷重出力手段は、車輪用軸受に設置された車輪回転速度検出センサの出力信号を直接入力して車輪回転速度を検出するものとしたセンサ付車輪用軸受。

[請求項7] 請求項1において、前記推定荷重出力手段は、車体側のECUから車輪回転速度の情報を受けるものとしたセンサ付車輪用軸受。

[請求項8] 請求項1において、前記推定荷重出力手段は、前記センサの出力信号に含まれる転動体の公転運動による振幅成分の周波数から車輪回転速度を検出するものとしたセンサ付車輪用軸受。

[請求項9] 請求項1において、前記センサユニットを3つ以上設け、前記第1および第2の荷重推定手段は、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径方向荷重 F_x 、 F_z および車輪用軸受の軸方向に作用する軸方向荷重 F_y を演算・推定す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。

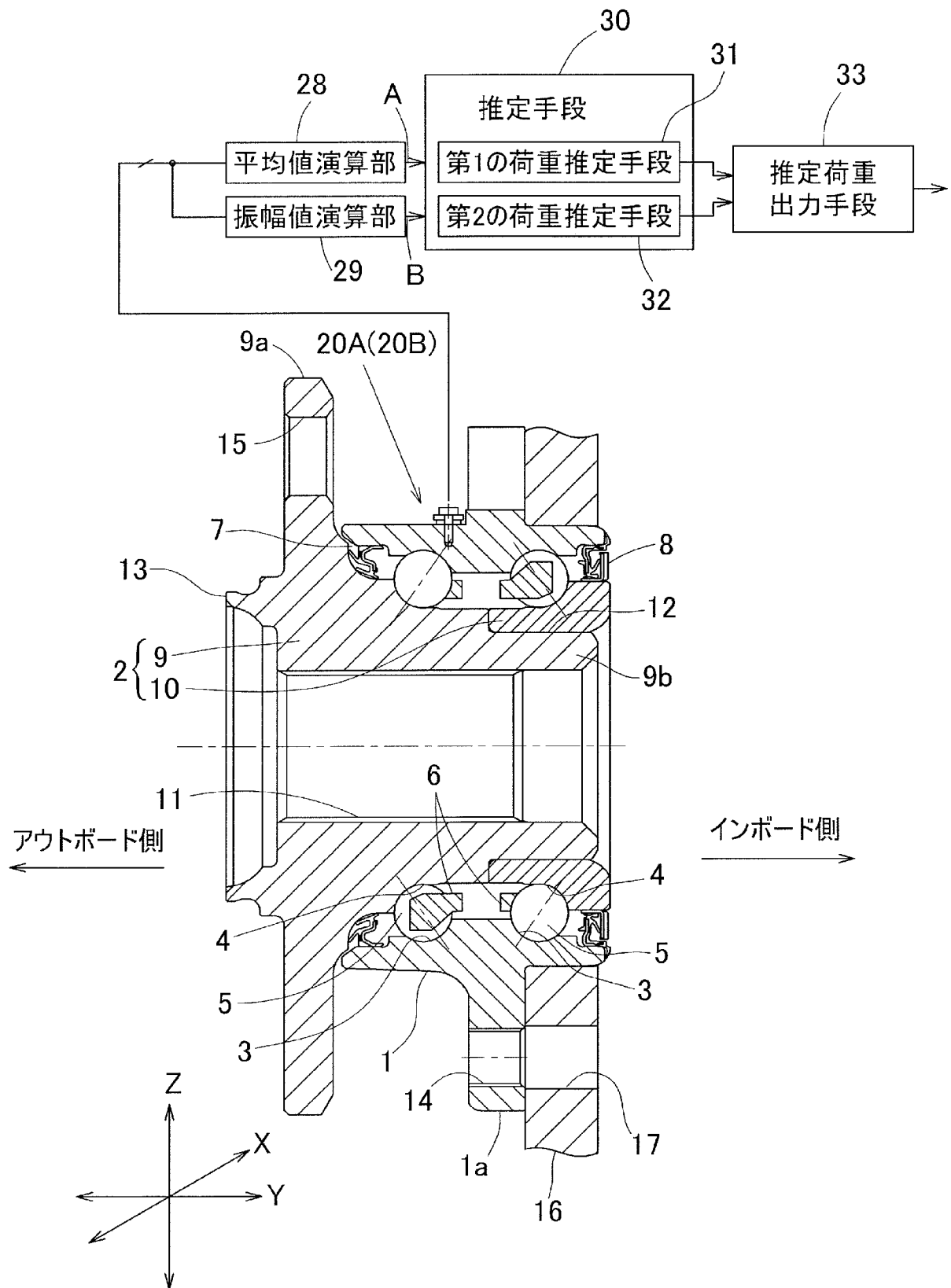
[請求項11] 請求項1において、前記センサユニットに温度センサを取付け、この温度センサの検出信号により前記センサ出力信号を補正する温度補正手段を設けたセンサ付車輪用軸受。

[請求項12] 請求項1において、前記推定荷重出力手段とは別に、前記第1の荷重推定手段が演算・推定する推定荷重値と、前記第2の荷重推定手段が演算・推定する推定荷重値を、個別に外部に出力する第2の推定荷重出力手段を設けたセンサ付車輪用軸受。

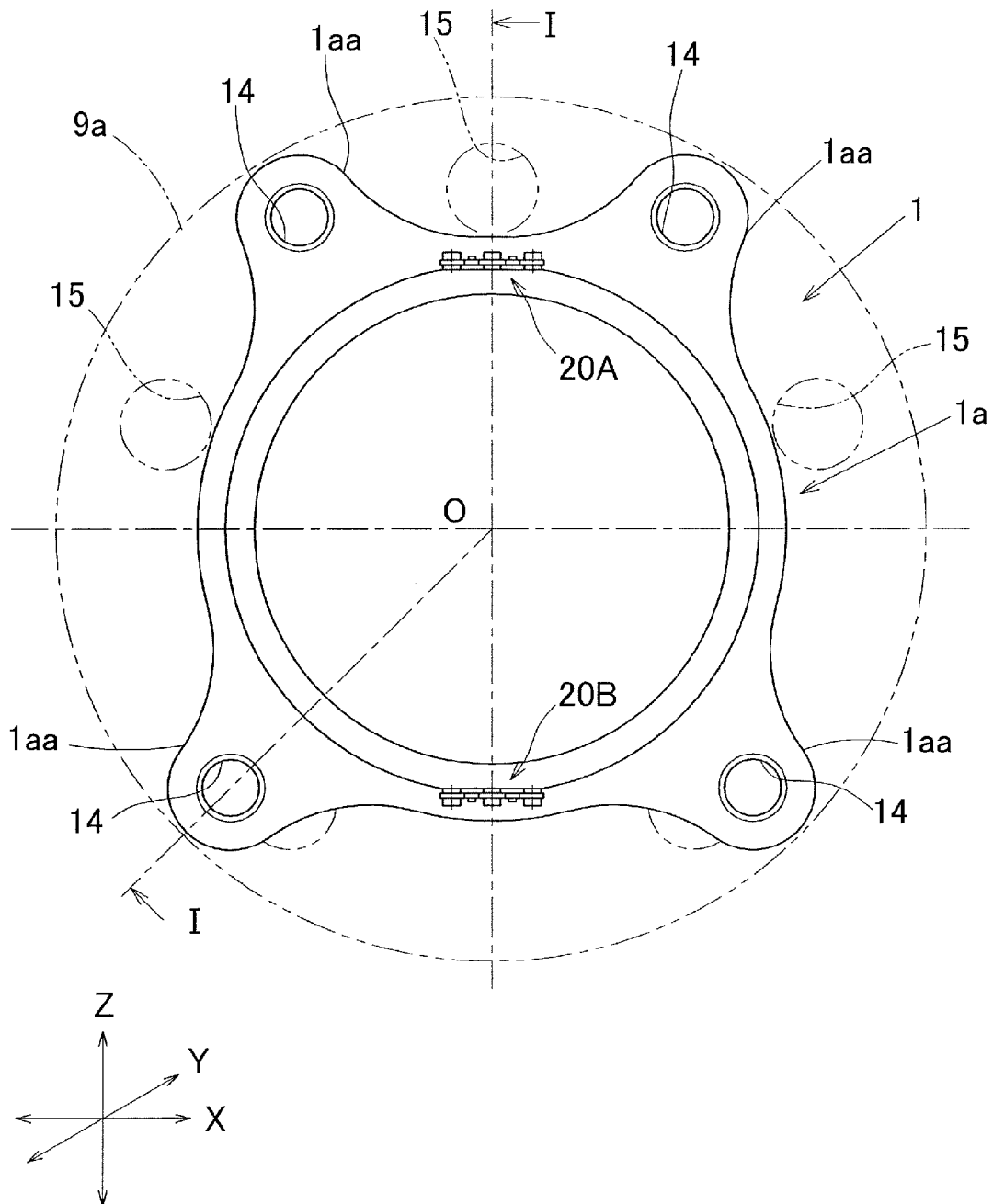
- [請求項13] 請求項1において、さらに、前記各センサの出力信号から車輪の回転速度を表す評価値 V を求める回転速度評価手段を設け、前記推定荷重出力手段は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間に応じた比率 r で前記演算結果の合成を行うセンサ付車輪用軸受。
- [請求項14] 請求項13において、前記荷重推定手段における演算処理に用いる前記各センサの出力信号の平均値と振幅値は、一定時間 T 内の各センサの出力信号を用いて算出するセンサ付車輪用軸受。
- [請求項15] 請求項13において、前記一定時間 T の値は、前記回転速度評価手段が求める評価値 V に応じて変化させるセンサ付車輪用軸受。
- [請求項16] 請求項13において、前記推定荷重出力手段で用いる合成比率 r は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間を変数とする一次関数で決定されるセンサ付車輪用軸受。
- [請求項17] 請求項13において、前記推定荷重出力手段で用いる合成比率 r は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから経過時間を変数とする二次以上の関数で決定されるセンサ付車輪用軸受。
- [請求項18] 請求項13において、前記推定荷重出力手段で用いる合成比率 r の変化は、前記評価値 V が予め定めたしきい値 th を横切ってから経過時間のうち、予め設定された遷移時間 a の経過で完了するものとしたセンサ付車輪用軸受。
- [請求項19] 請求項18において、前記評価値 V が予め定めたしきい値 V_{th} を横切ってから再度しきい値 V_{th} を横切るまでの経過時間が、前記遷移時間 a に満たない場合、再度しきい値 V_{th} を横切ったときの合成比率 r を初期値として、以後の合成比率 r が変化するものとしたセンサ付車輪用軸受。
- [請求項20] 請求項13において、前記回転速度評価手段は、各センサの出力信号の振幅値を選択して合計した値を前記評価値 V として求めるものとしたセンサ付車輪用軸受。

[請求項21] 請求項 1 3 において、前記回転速度評価手段は、前記センサの出力信号に含まれる回転体の公転運動による振幅成分の周波数から前記評価値 V を求めるものとしたセンサ付車輪用軸受。

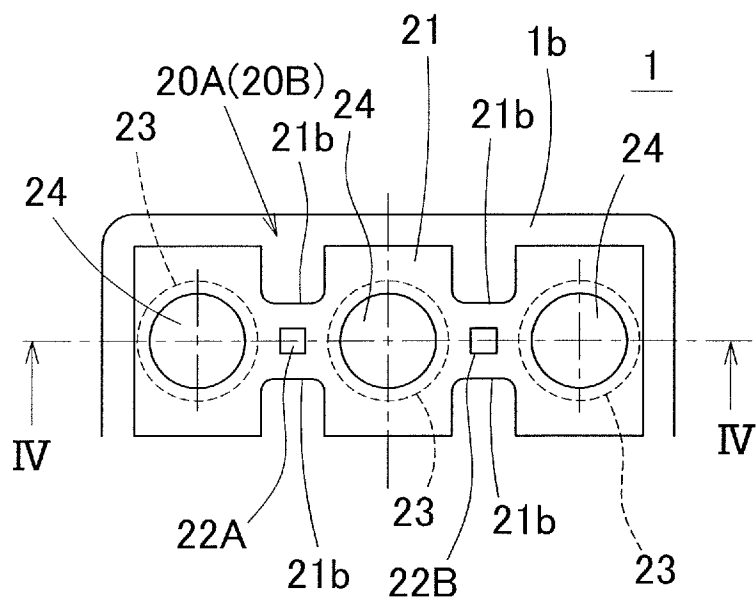
[図1]



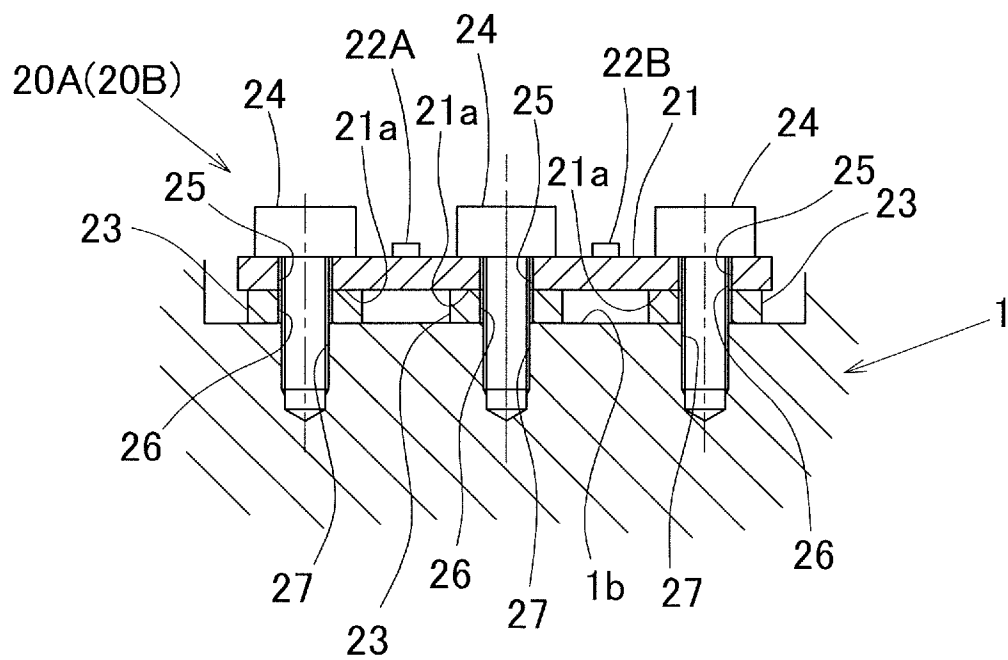
[図2]



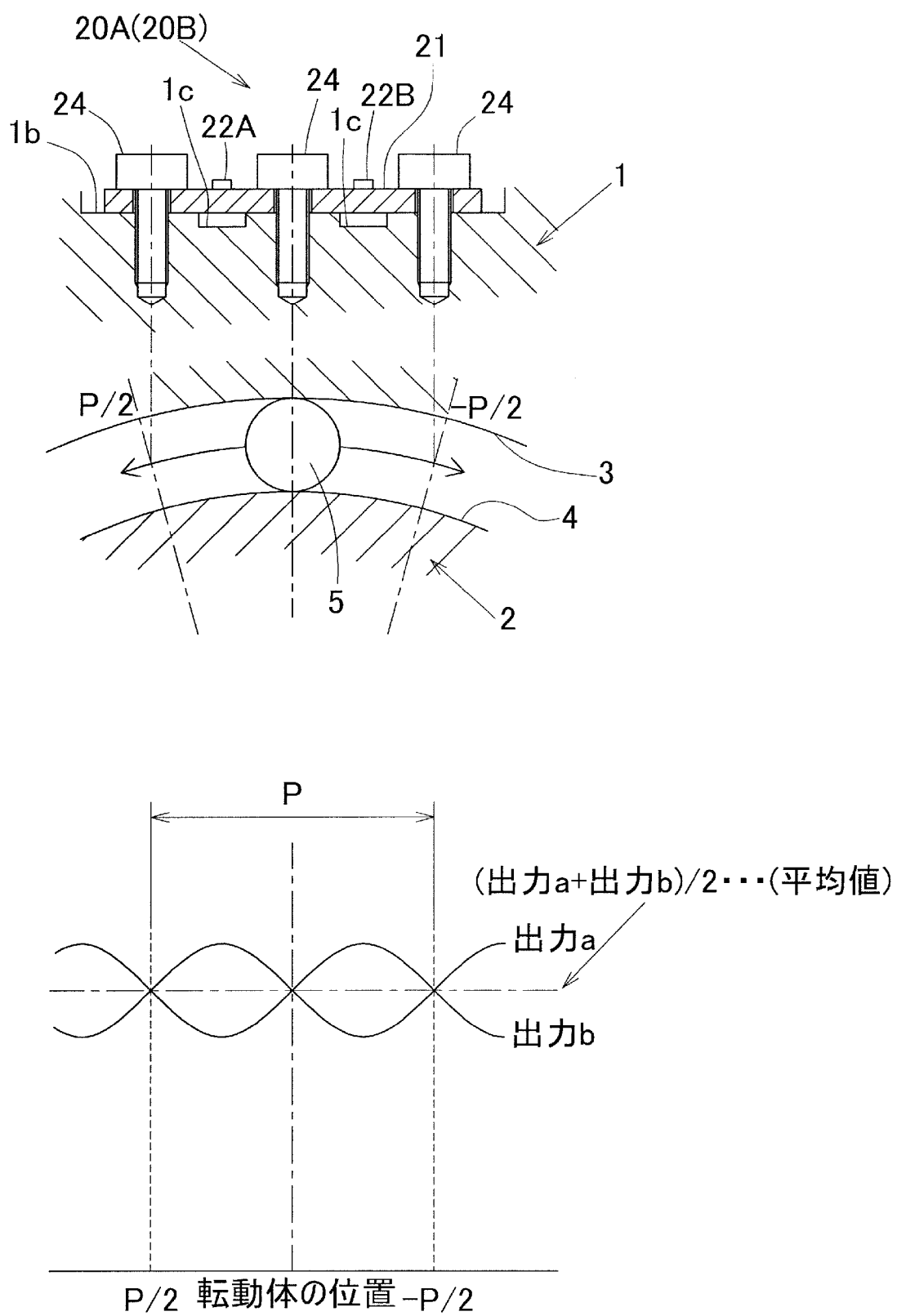
[図3]



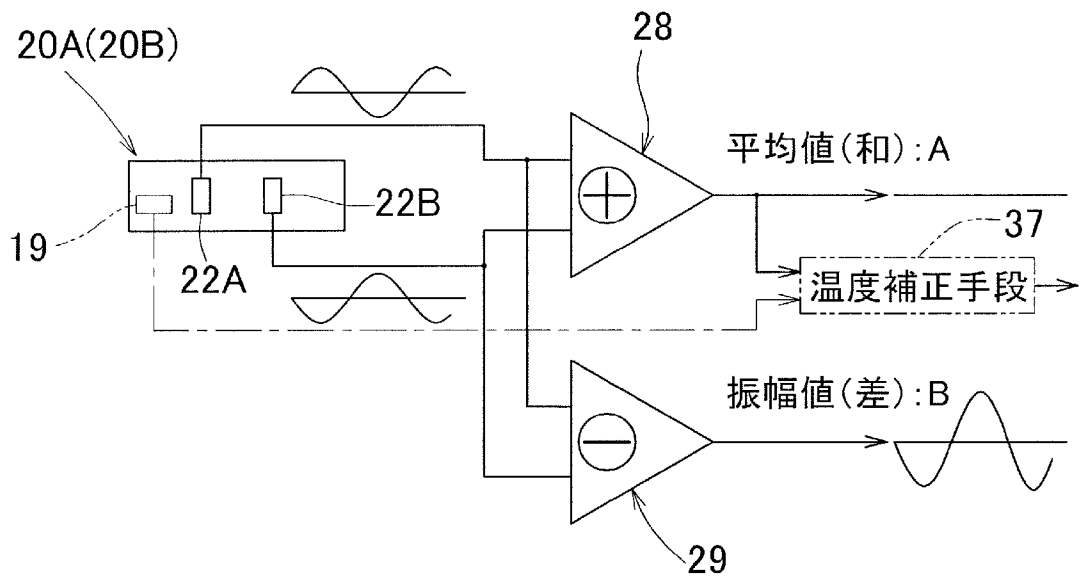
[図4]



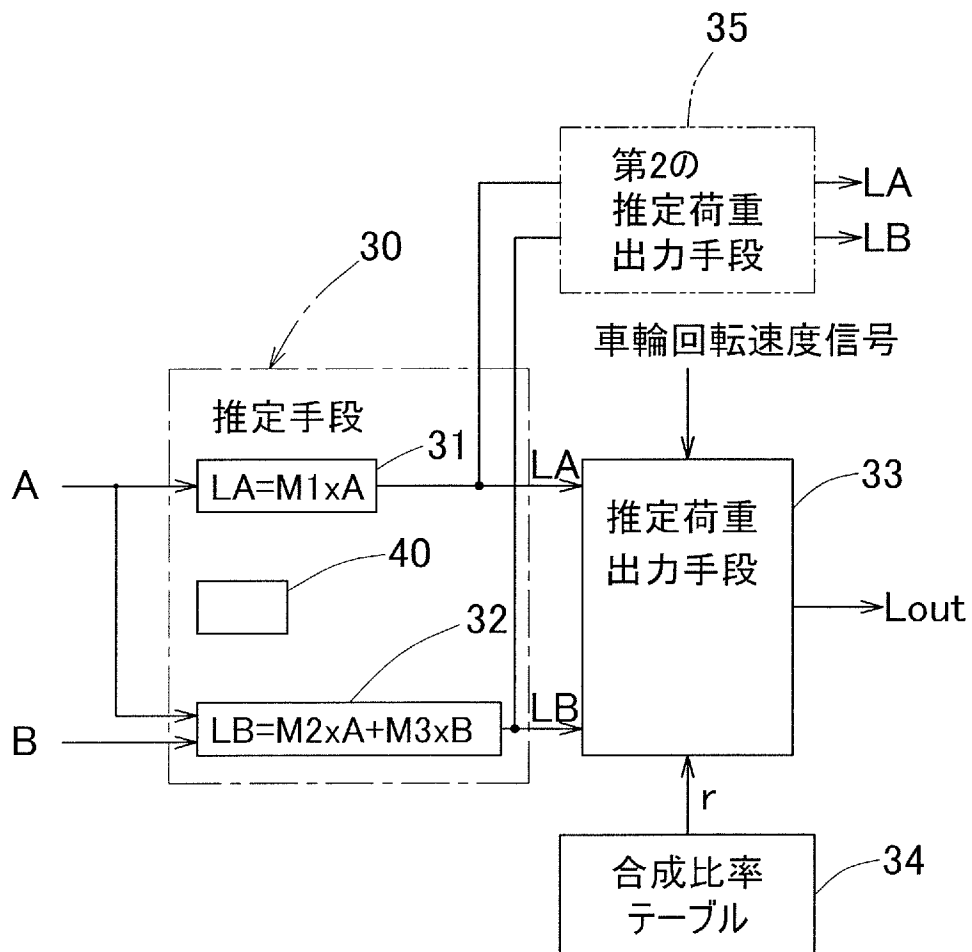
[図6]



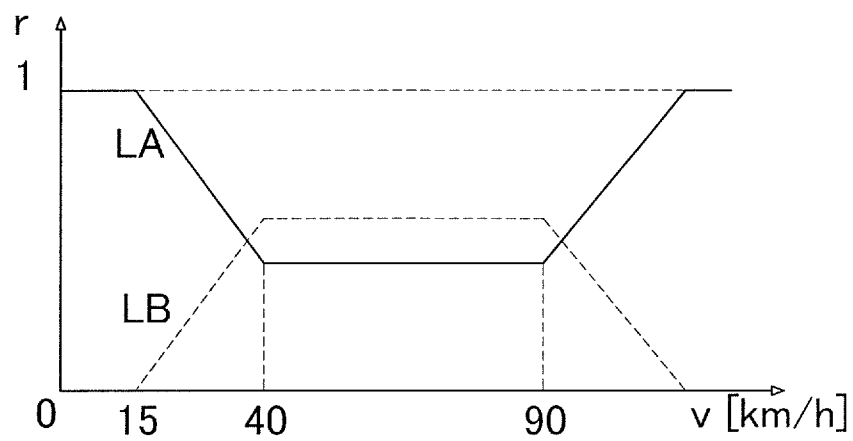
[図7]



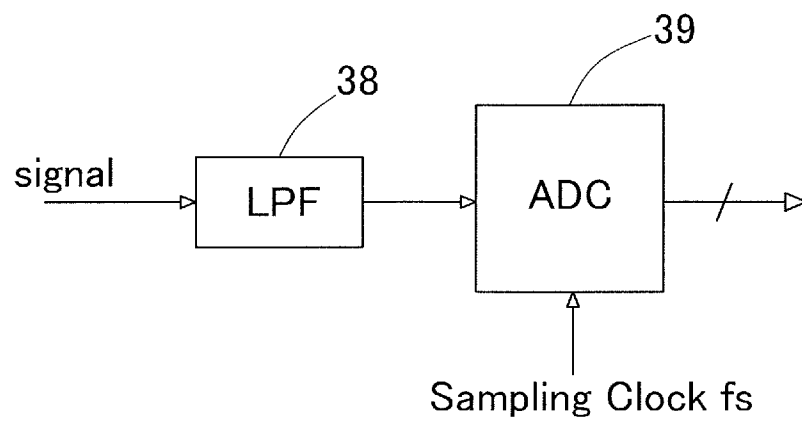
[図8]



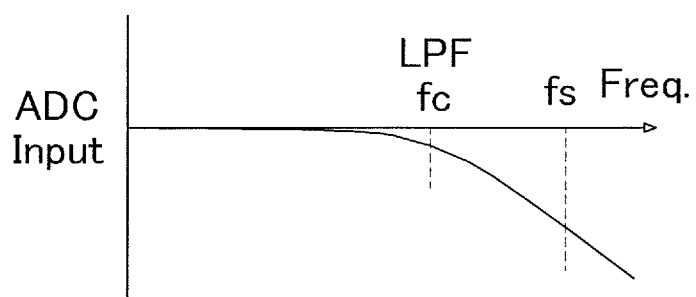
[図9]



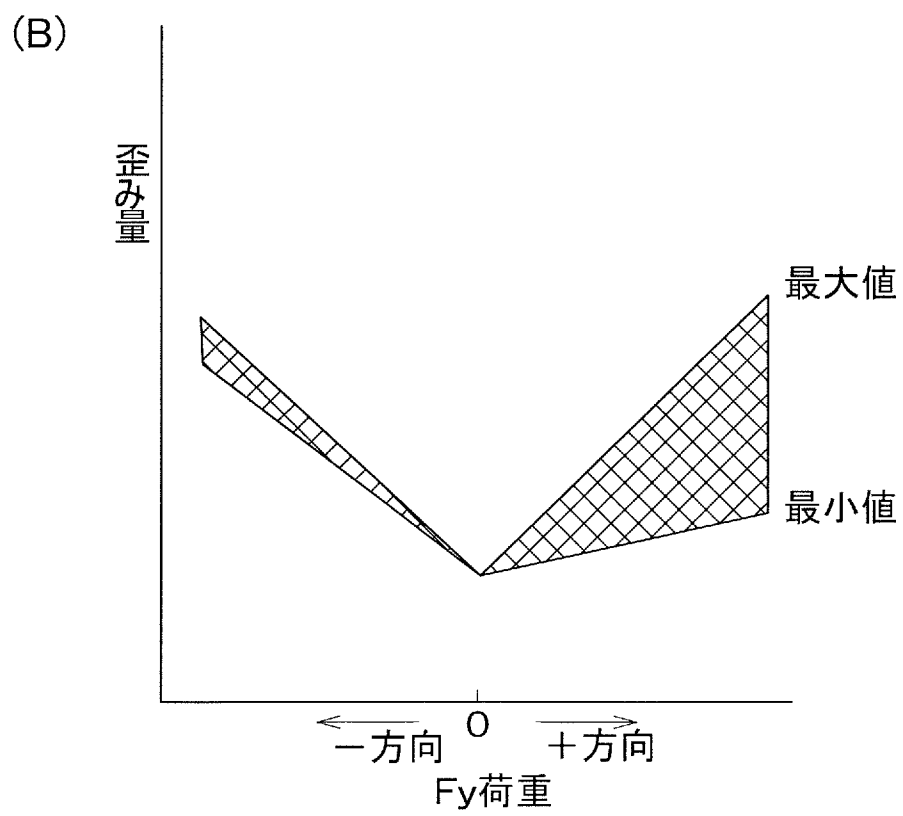
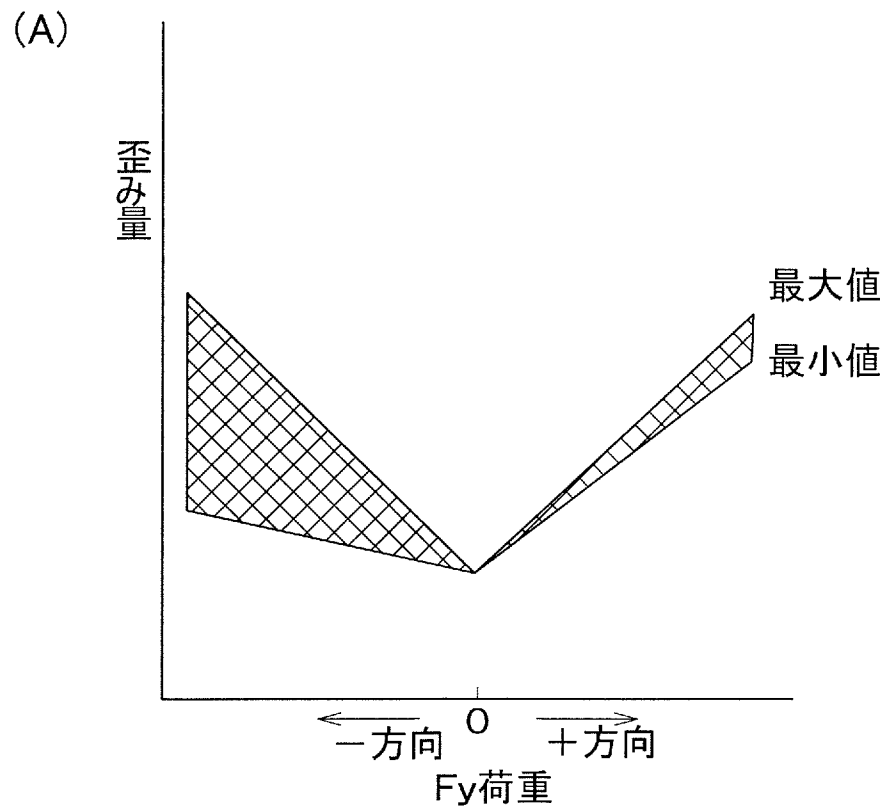
[図10]



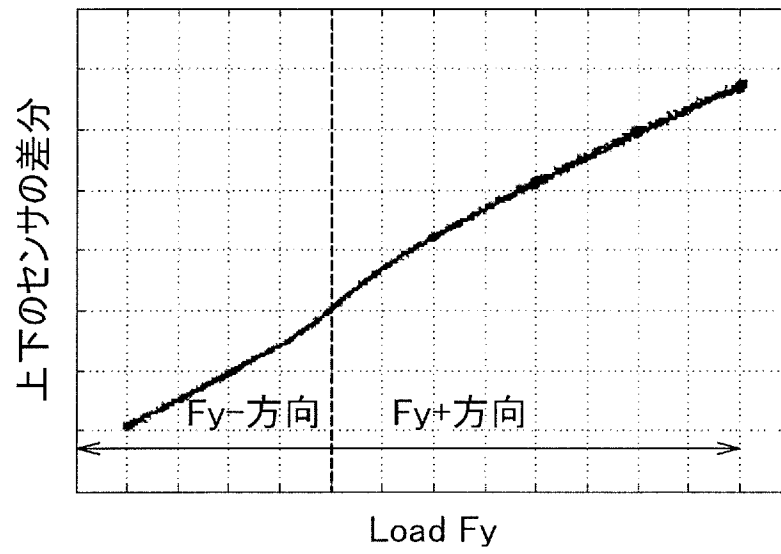
[図11]



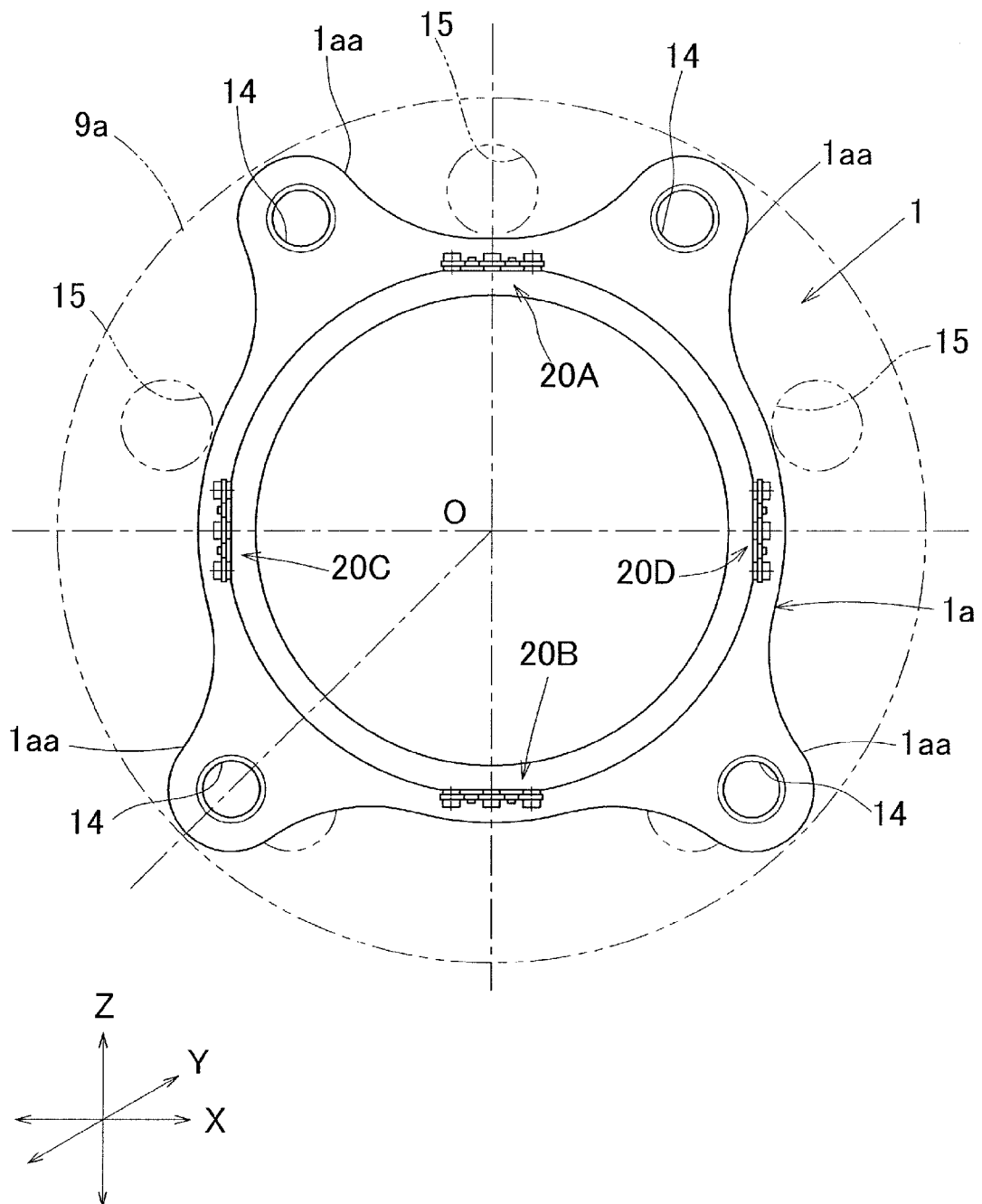
[図12]



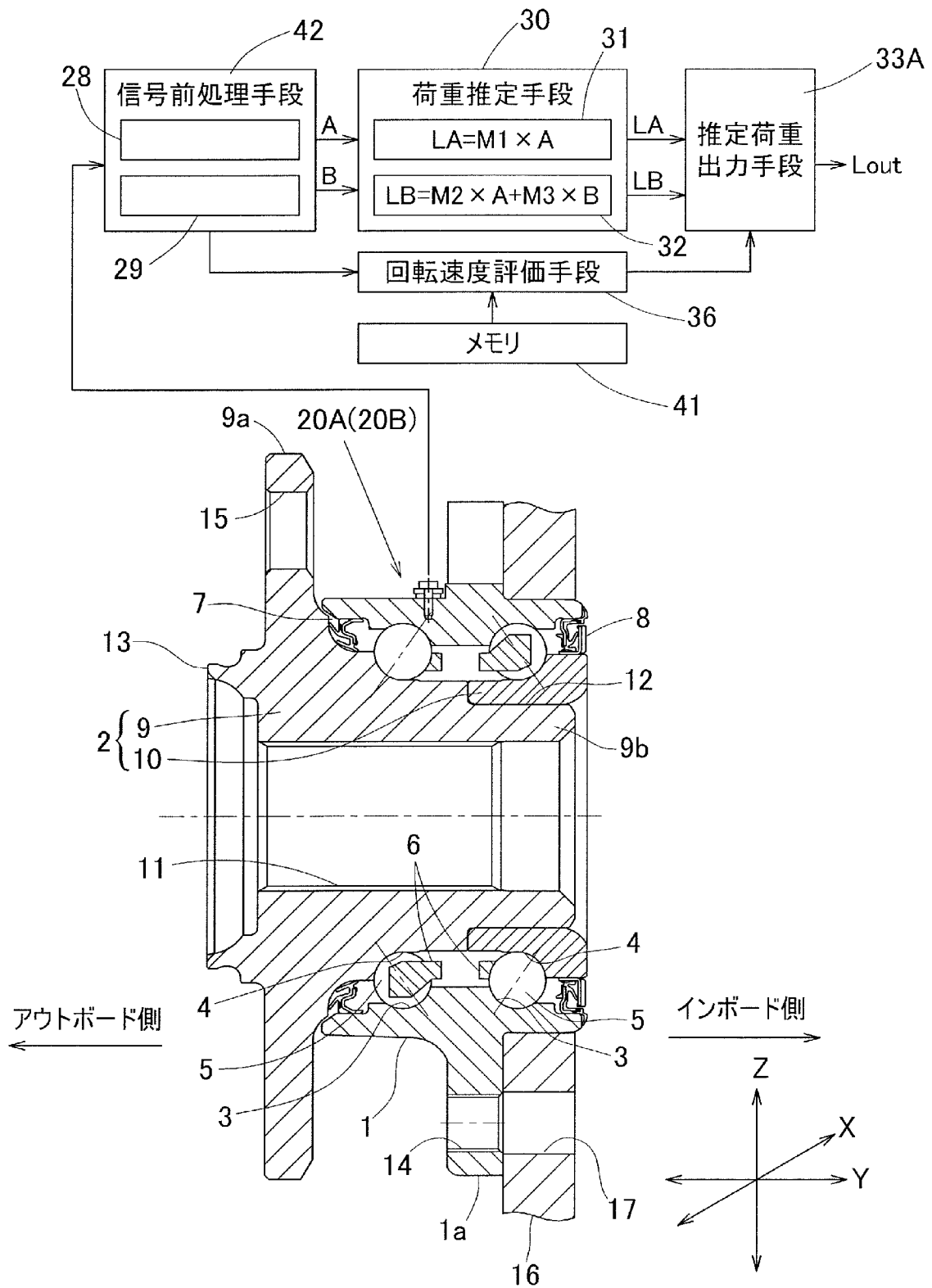
[図13]



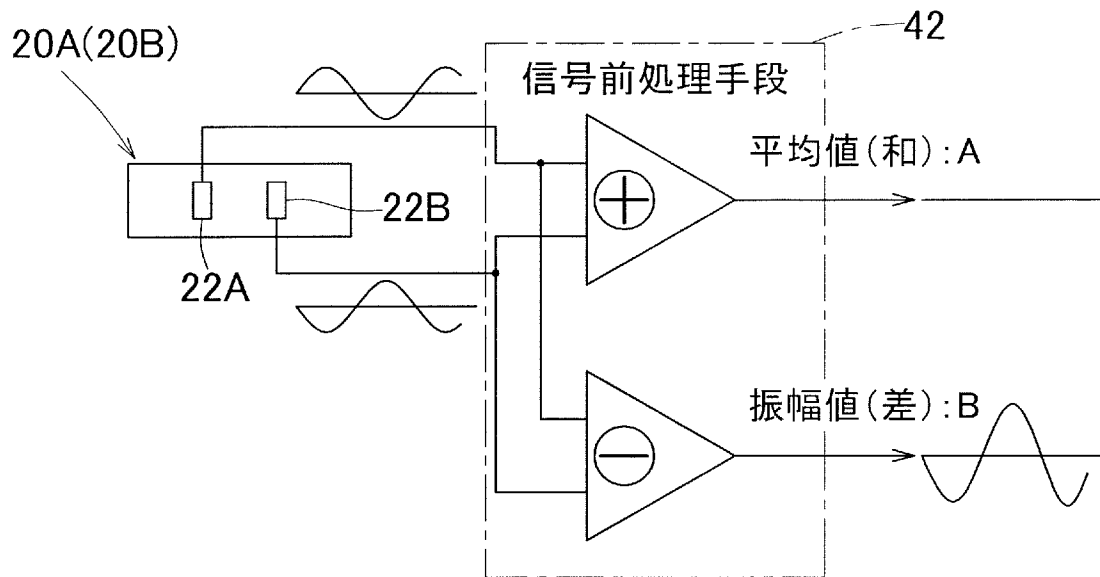
[図14]



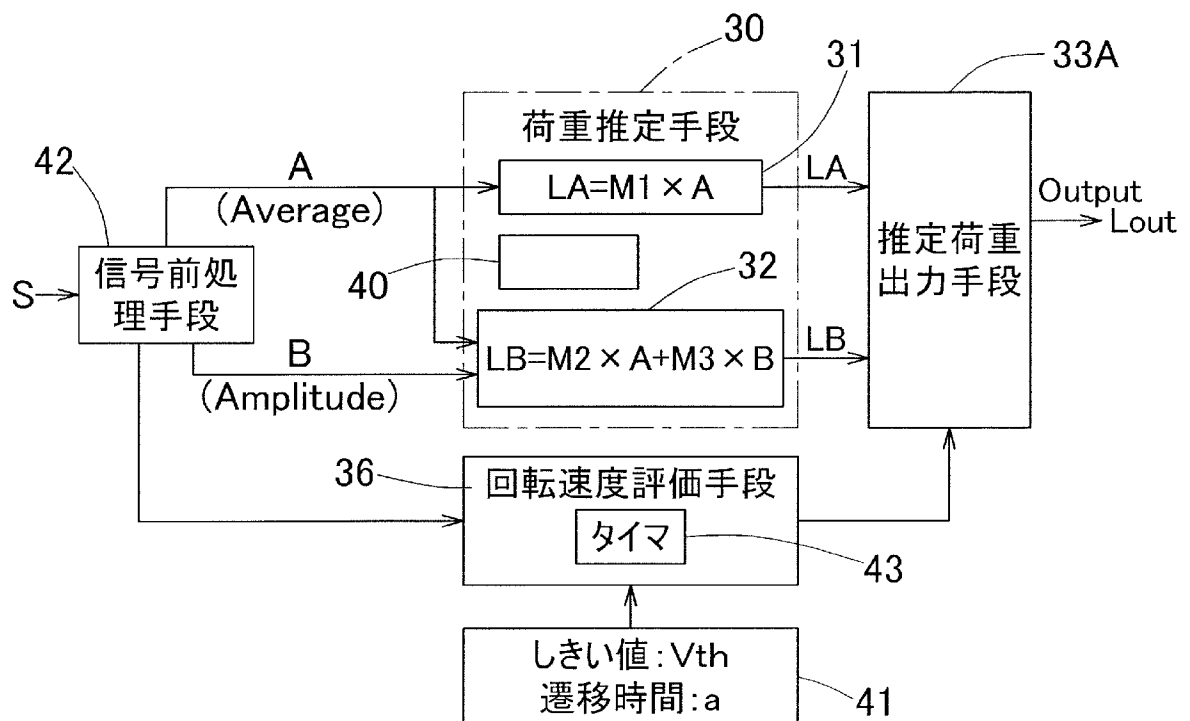
[図15]



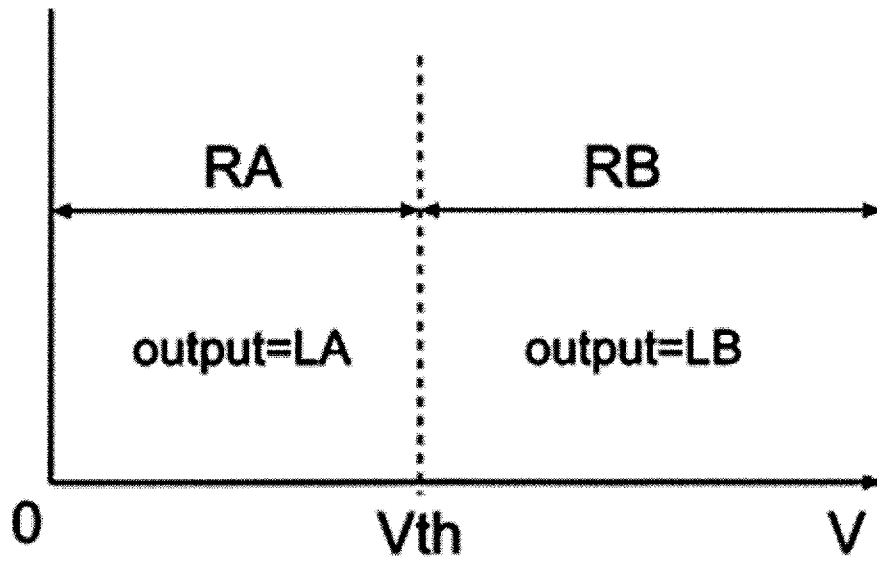
[図16]



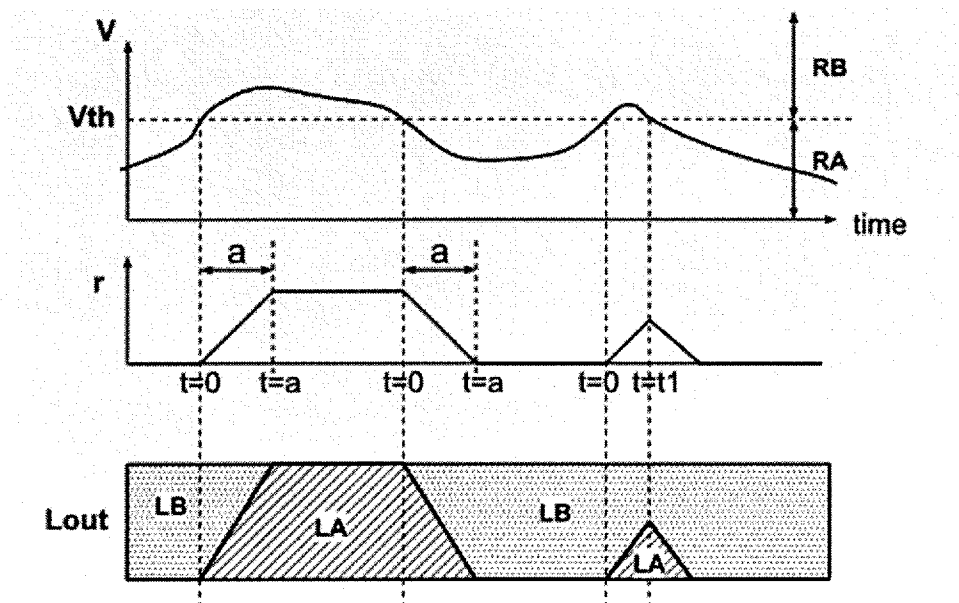
[図17]



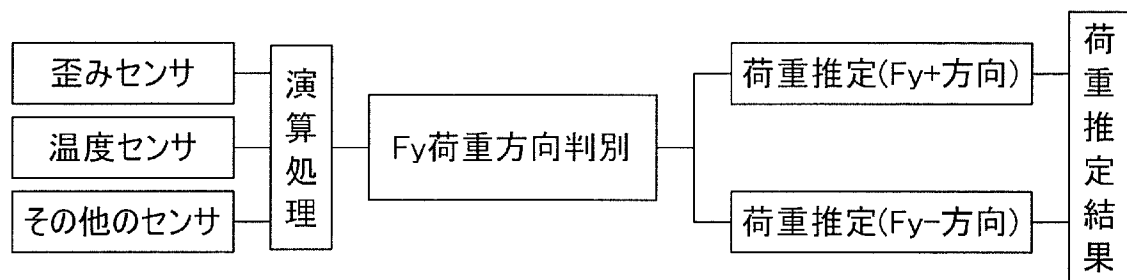
[図18]



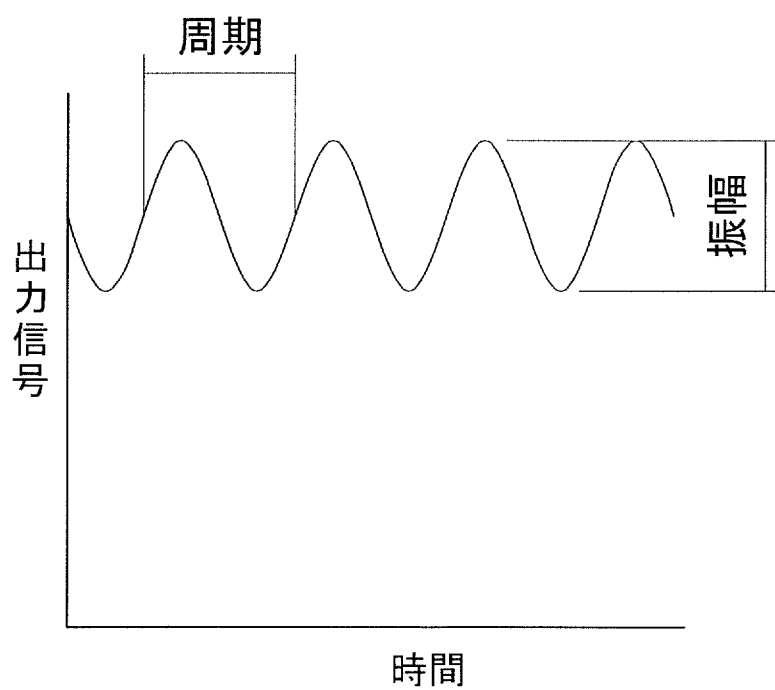
[図19]



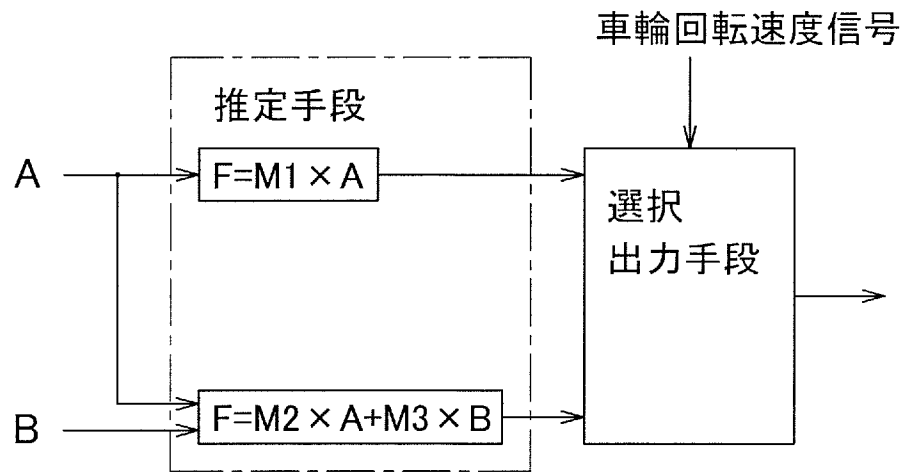
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L5/00(2006.01)i, F16C19/18(2006.01)i, F16C19/52(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, F16C19/18, F16C19/52, F16C41/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2010-181154 A (NTN Corp.), 19 August 2010 (19.08.2010), entire text; all drawings & EP 2341327 A1 & WO 2010/044228 A1	1-11 12-21
Y A	JP 11-094661 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 April 1999 (09.04.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-11 12
Y	JP 2005-022602 A (Honda Motor Co., Ltd.), 27 January 2005 (27.01.2005), paragraph [0017]; fig. 1 to 3 (Family: none)	7

☒ 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
01 February, 2012 (01.02.12)Date of mailing of the international search report
14 February, 2012 (14.02.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075805

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-237881 A (Toyota Motor Corp.), 26 August 2004 (26.08.2004), paragraph [0027]; fig. 4 (Family: none)	7
A	JP 2010-230406 A (NTN Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings & WO 2010/110173 A1	1-21
A	JP 2004-538564 A (FAG Kugelfischer Georg Schaefer KGaA), 24 December 2004 (24.12.2004), entire text; all drawings & US 2004/0244496 A1 & EP 1421354 A & WO 2003/014686 A1 & DE 10224792 A & AT 463727 T	1-21

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, F16C19/18(2006.01)i, F16C19/52(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, F16C19/18, F16C19/52, F16C41/00

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
Y A	JP 2010-181154 A（N T N株式会社） 2010.08.19, 全文, 全図 & EP 2341327 A1 & WO 2010/044228 A1	1-11 12-21
Y A	JP 11-094661 A（日産自動車株式会社） 1999.04.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11 12

☒ 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

0 1 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 2 . 2 0 1 2

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）

公文代 康祐

2 F

4 7 4 1

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
Y	JP 2005-022602 A (本田技研工業株式会社) 2005.01.27, 段落【0017】, 図1-図3 (ファミリーなし)	7
Y	JP 2004-237881 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.08.26, 段落【0027】, 図4 (ファミリーなし)	7
A	JP 2010-230406 A (NTN株式会社) 2010.10.14, 全文, 全図 & WO 2010/110173 A1	1-21
A	JP 2004-538564 A (エフ・アー・ゲー・クーゲルフィッシャー・ゲ オルク・シェーファー・カー・ゲー・アー・アー) 2004.12.24, 全文, 全図 & US 2004/0244496 A1 & EP 1421354 A & WO 2003/014686 A1 & DE 10224792 A & AT 463727 T	1-21