(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
2023年9月21日(21.09.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/176603 A1

(51) 国際特許分類:
G01M 13/04 (2019.01) *F16C 19/52* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/008685

(22) 国際出願日： 2023年3月7日(07.03.2023)

(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 2022-041692 2022年3月16日(16.03.2022) JP

(71) 出願人: 日本精工株式会社 **(NSK LTD.)** [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目６番３号 Tokyo (JP).

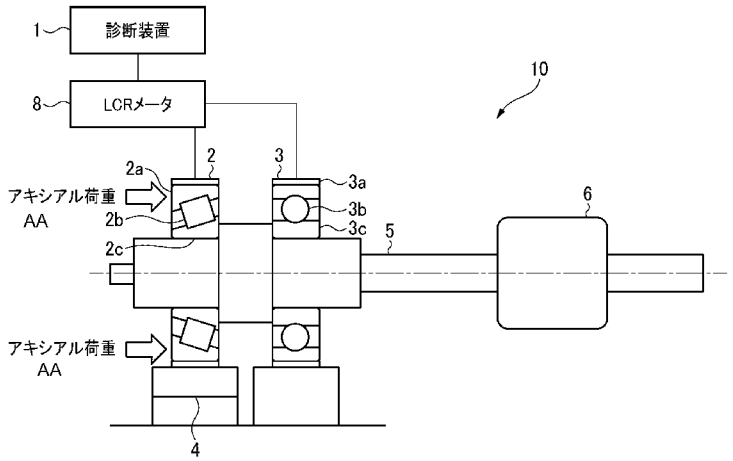
(72) 発明者: 小杉 大智 **(KOSUGI Daichi)**; 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 岩瀬 駿介 **(IWASE Shunsuke)**; 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 丸山 泰右 **(MARUYAMA Taisuke)**; 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 清水 康之 **(SHIMIZU Yasuyuki)**; 〒2518501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目５番５０号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人栄光事務所 **(EIKOH, P.C.)**; 〒1050003 東京都港区西新橋一丁

(54) **Title:** STATE DIAGNOSIS METHOD, STATE DIAGNOSIS DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 状態診断方法、状態診断装置、およびプログラム

[図1]



1 Diagnosis device
8 LCR meter
AA Axial load

(57) **Abstract:** Provided is a method for diagnosing the state of a bearing device including a plurality of electrically connected rolling bearings, the method comprising: measuring the impedance of the plurality of rolling bearings as a whole by applying a voltage to the plurality of rolling bearings while varying the frequency using an alternating-current power supply; deriving the impedance of each of the plurality of rolling bearings by fitting the measured impedance on the basis of an equivalent circuit in which the plurality of rolling bearings are connected in series; and diagnosing the state of

WO 2023/176603 A1

[続葉有]

目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０階 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

each of the plurality of rolling bearings on the basis of the derived impedance of each of the plurality of rolling bearings.

(57) 要約：電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断方法は、前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定し、前記測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出し、前記導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する。

明　細　書

発明の名称 ： 状態診断方法、状態診断装置、およびプログラム

技術分野

[0001]　本願発明は、状態診断方法、状態診断装置、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002]　従来、軸受装置などの転動装置では、潤滑剤（例えば、潤滑油やグリース）を用いて、その回転を潤滑する構成が広く普及している。一方、軸受装置などの回転部品に対しては、定期的に状態診断を行うことで、損傷や摩耗を早期に検知して回転部品の故障などの発生を抑制することが行われている。

[0003]　潤滑剤を用いた転動装置では、その動作状態を診断するために、内部の状態を適切に検知することが求められる。一方、装置の種類によっては、複数の軸受装置を用いて回転動作を支持しているものがある。例えば、特許文献１では、２個の転がり軸受にて回転軸を支持した構成の装置を対象として、回転輪や転動体に対して非接触の状態で、転がり軸受の潤滑膜の状態を判定する構成が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開２００７－２３９７７９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　一方、特許文献１の方法では、２個の転がり軸受の静電容量の合計値を用いて測定を行っている。しかしながら、特許文献１の方法では、個々の転がり軸受の状態を把握することはできない。しかしながら、複数の転がり軸受を備える装置に対し、より少ない測定にて個々の転がり軸受の状態を把握したいという要求がある。

[0006]　上記課題を鑑み、本願発明は、複数の転がり軸受を備える装置において、複数の転がり軸受の測定結果から個々の転がり軸受の状態を診断可能とする

手法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために本願発明は以下の構成を有する。すなわち、電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断方法であって、

前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定工程と、

前記測定工程にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出工程と、

前記導出工程にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断工程と、

を有する。

[0008] また、本願発明の別の形態は以下の構成を有する。すなわち、電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断装置であって、

前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定手段と、

前記測定手段にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出手段と、

前記導出手段にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断手段と、

を有する。

[0009] また、本願発明の別の形態は以下の構成を有する。すなわち、プログラム

であって、

コンピュータに、

電気的に接続された複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定工程と、

前記測定工程にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出工程と、

前記導出工程にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断工程と、

を実行させる。

発明の効果

[0010] 本願発明により、複数の転がり軸受を備える装置において、複数の転がり軸受の測定結果から個々の転がり軸受の状態を診断することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本願発明の一実施形態に係る状態診断方法を適用可能な装置の構成例を示す図。

[図2]本願発明の一実施形態に係る転がり軸受内の潤滑剤周りの等価回路を説明するための概念図。

[図3]本願発明の一実施形態に係る転がり軸受の等価回路を説明するための概略図。

[図4]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理のフローチャート。

[図5A]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

[図5B]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

[図5C]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグ

ラフ図。

[図6A]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

[図6B]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

[図6C]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

[図7A]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

[図7B]本願発明の一実施形態に係る状態診断処理の結果を説明するためのグラフ図。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本願発明を実施するための形態について図面などを参照して説明する。なお、以下に説明する実施形態は、本願発明を説明するための一実施形態であり、本願発明を限定して解釈されることを意図するものではなく、また、各実施形態で説明されている全ての構成が本願発明の課題を解決するために必須の構成であるとは限らない。また、各図面において、同じ構成要素については、同じ参照番号を付すことにより対応関係を示す。

[0013] ＜第１の実施形態＞

以下、本発明の第１の実施形態について説明を行う。なお、本発明に係る測定方法は、潤滑剤により潤滑されながら転がり挙動を行う転がり軸受を複数備える装置を対象として適用可能である。例えば、本発明に係る診断方法が適用可能な転がり軸受の種類としては、深溝玉軸受、アンギュラ玉軸受、円錐ころ軸受、円筒ころ軸受、自動調心ころ軸受などが挙げられる。

[0014] ［装置構成］

図１は、本実施形態に係る状態診断方法を適用可能なシステムの全体構成の一例を示す概略構成図である。図１では、本実施形態に係る状態診断方法を用いる診断装置１、ＬＣＲメータ８、および診断対象である軸受装置１０

を示している。なお、図１に示す構成は一例であり、診断対象などに応じて異なる構成が用いられてよい。

[0015] 軸受装置１０は、２つの転がり軸受を含んで構成される。図１の例では、ころ軸受２と、玉軸受３の組み合わせの例を示している。ころ軸受２および玉軸受３は、回転軸５の周囲に設けられ、回転軸５を回転可能に構成される。ころ軸受２および玉軸受３内部において、所定の潤滑方式により、各軸受内の摩擦が軽減される。潤滑方式は特に限定するものではないが、例えば、グリース潤滑や油潤滑などが用いられ、各転がり軸受内部に供給されている。潤滑剤の種類についても特に限定するものではない。また、各転がり軸受にて用いられる潤滑剤はそれぞれ異なっていてよい。

[0016] ころ軸受２は、外輪２ａ、転動体である複数のころ２ｂ、内輪２ｃを含んで構成される。玉軸受３は、外輪３ａ、転動体である複数の玉３ｂ、内輪３ｃを含んで構成される。本実施形態では、各転がり軸受の内輪を転動輪とし、外輪を固定輪として説明するが、逆の構成であってもよい。

[0017] リニアガイド４は、ころ軸受２の回転軸方向の動きをガイドするために用いられる。本実施形態では、ころ軸受２は回転軸方向に沿ってアキシアル荷重が負荷されるものとし、このアキシアル荷重に応じてころ軸受２はリニアガイド４に従って移動可能である。

[0018] モータ６は、駆動用のモータであり、回転軸５に対して回転による動力を供給する。ＬＣＲメータ８は、ころ軸受２および玉軸受３と電気的に接続され、このとき、ＬＣＲメータ８は、ころ軸受２および玉軸受３に対する交流電源としても機能する。

[0019] 診断装置１は、本実施形態に係る検出方法を実行可能な検出装置として動作する。診断装置１は、診断の際に、ＬＣＲメータ８に対して交流電源の角周波数ω、および交流電圧Ｖを入力として指示し、それに対する出力としてＬＣＲメータ８からころ軸受２および玉軸受３のインピーダンス｜Ｚ｜（｜Ｚ｜は、Ｚの絶対値を示す）、および位相角θを取得する。そして、診断装置１はこれらの値を用いてころ軸受２および玉軸受３における潤滑剤の油膜

のモニタリングを行う。状態診断方法の詳細については、後述する。

[0020] 診断装置１は、例えば、不図示の制御装置、記憶装置、および出力装置を含んで構成される情報処理装置にて実現されてよい。制御装置は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＭＰＵ（Ｍｉｃｒｏ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｓｉｎｇｌｅ Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ）、または専用回路などから構成されてよい。記憶装置は、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ Ｄｉｓｋ Ｄｒｉｖｅ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）やＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）等の揮発性および不揮発性の記憶媒体により構成され、制御装置からの指示により各種情報の入出力が可能である。出力装置は、スピーカやライト、或いは液晶ディスプレイ等の表示デバイス等から構成され、制御装置からの指示により、作業者への報知を行う。出力装置による報知方法は特に限定するものではないが、例えば、音声による聴覚的な報知であってもよいし、画面出力による視覚的な報知であってもよい。また、出力装置は、通信機能を備えたネットワークインターフェースであってもよく、ネットワーク（不図示）を介した外部装置（不図示）へのデータ送信により報知動作を行ってもよい。ここでの報知内容は、例えば、検出結果に基づいて、状態診断を行った場合、異常が検出された際の報知に限定するものではなく、軸受装置１０が正常である旨の報知を含んでもよい。

[0021] ［電気回路］

図２は、転がり軸受内の潤滑剤周りの電気的に等価な電気回路を示す図である。電気回路Ｅは、潤滑剤から構成されるコンデンサＣと、その周辺の要素に起因する抵抗Ｒが並列に接続された構成を有する。ここでの周辺の要素とは、転がり軸受を構成する転動体（ころや玉など）、内輪、外輪などが挙げられる。また、電気回路Ｅのインピーダンスをｚにて示す。ここで、電気回路Ｅに印加される交流電圧Ｖ、電気回路Ｅを流れる電流Ｉ、および、電気回路Ｅ全体の複素数インピーダンスＺは以下の式（１）～（３）にて示される。

$$V = |V| \exp(j\omega t) \quad \cdots (1)$$

$$I = |I| \exp(j(\omega t - \theta)) \quad \cdots (2)$$

$$Z = V/I = |V/I| \exp(j\theta) = |Z| \exp(j\theta) \quad \cdots (3)$$

ｊ：虚数

ω：電圧の角周波数

ｔ：時間

θ：位相角（電圧と電流の位相のずれ）

[0022] また、本実施形態では、電気化学インピーダンス分光法を応用して診断を行う。電気化学インピーダンス分光法は、公知の手法であるため、ここでの詳細な説明は省略するが、溶液・電極／溶液界面のインピーダンス挙動を区別して捉える手法である。

[0023] 図１に示すように、本実施形態では、２つの転がり軸受が用いられている。これは、ＬＣＲメータ８から見ると、直列接続された回路とみなすことができる。図３は、ころ軸受２と玉軸受３の電気的に等価な電気回路を示す。本実施形態では、転動体および内外輪の表面粗さを想定して、ＣＰＥ（Ｃｏｎｓｔａｎｔ　Ｐｈａｓｅ　Ｅｌｅｍｅｎｔ；疑似容量）を用いる。

[0024] ここでは、ころ軸受２の抵抗をＲ１とし、ＣＰＥをＣＰＥ１として示す。同様に、玉軸受３の抵抗をＲ２とし、ＣＰＥをＣＰＥ２として示す。

[0025] ＣＰＥは、電極表面の凹凸や不均一性に起因したキャパシタと抵抗の要素を併せて有する回路素子である。ＣＰＥにおいて時定数は１つに定まらない。ＣＰＥのインピーダンスは、以下の式（４）にて表される。ｐ＝１の場合に、ＣＰＥ定数T_{CPE}に基づくキャパシタとなり、ｐ＝０の場合に、抵抗値が１／T_{CPE}の抵抗となる。なお、Ｒ－ＣＰＥ並列回路はつぶれた半円を示し、そのつぶれ具合はｐに依存する。

[0026]

[数1]

$$Z_{CPE} = \frac{1}{\left(j\,2\pi f\right)^{p} T_{CPE}} \quad \cdots (4)$$

[0027] Z_{CPE}：インピーダンス

ｊ：虚数

π：円周率

ｆ：周波数

T_{CPE}：ＣＰＥ定数

ｐ：ＣＰＥ指数

[0028] 本実施形態では、図３に示す等価回路に基づいて、インピーダンス分光法を適用することで、個々の転がり軸受における油膜挙動を分離して判定する。なお、ＬＣＲメータ８は、各転がり軸受について固定輪である外輪に電気的に接続され、回転軸５へは非接触とする。

[0029] ［処理フロー］

図４は、本実施形態に係る状態診断処理のフローチャートである。本処理は、診断装置１により実行され、例えば、診断装置１が備える制御装置（不図示）が本実施形態に係る処理を実現するためのプログラムを記憶装置（不図示）から読み出して実行することにより実現されてよい。なお、以下の処理におけるフィッティングやパラメータの導出は、汎用のソフトウェアの機能を用いてその一部が実現されるように構成されてよい。

[0030] Ｓ４０１にて、診断装置１は、ＬＣＲメータ８に対し、ＬＣＲメータ８が備える交流電源（不図示）を用いて角周波数ωの交流電圧Ｖの電力を軸受装置１０（すなわち、ころ軸受２および玉軸受３）に与えるように制御する。これにより、各転がり軸受内の潤滑剤には、角周波数ωの交流電圧Ｖが印加されることとなる。

[0031] Ｓ４０２にて、診断装置１は、Ｓ１０１にて指示した入力に対する出力と

して、ＬＣＲメータ８からインピーダンス｜Ｚ｜および位相角θを取得する。つまり、ＬＣＲメータ８は、入力である角周波数ωの交流電圧Ｖに対する軸受装置１０の測定結果として、インピーダンス｜Ｚ｜および位相角θを診断装置１に出力する。

[0032] Ｓ４０３にて、診断装置１は、Ｓ４０２にて取得したインピーダンス｜Ｚ｜および位相角θ、Ｓ４０１にて指示した角周波数ωの交流電圧Ｖの情報に基づいて、図３にて示した等価回路に基づく式へのフィッティング（当てはめ）を行う。

[0033] Ｓ４０４にて、診断装置１は、Ｓ４０３のフィッティングの結果から、図３にて示した等価回路に対応する式（１）における各パラメータを特定することができる。ここで特定されるパラメータは、Ｒ、T_{CPE}（ＣＰＥ定数）、ｐ（ＣＰＥ指数）となる。このとき、直列接続された各転がり軸受に対応する上記パラメータが導出されることとなる。

[0034] Ｓ４０５にて、診断装置１は、Ｓ４０４にて導出された各パラメータを用いて、複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスＺの周波数依存性を導出する。インピーダンスＺの周波数依存性の導出の例については、後述する。

[0035] Ｓ４０６にて、診断装置１は、Ｓ４０５にて導出したインピーダンスＺの周波数依存性の結果に基づいて、各転がり軸受における潤滑剤の状態診断を行う。ここでの診断内容は特に限定するものでは無いが、例えば、本特許出願人による特許第６７２９６３３号に記載されているような手法により、潤滑油膜厚さｈや金属接触割合αを導出してもよい。そして、潤滑油膜厚さｈや金属接触割合αに対して、所定の閾値を設定しておき、その閾値との比較により正常または異常を診断するような構成であってもよい。また、異常の緊急度に応じた複数の閾値を設定しておき、それらの閾値との比較により、緊急度を診断するような構成であってもよい。また、複数の転がり軸受それぞれに対して閾値や評価基準を予め設定しておき、それらとの比較により、個々の転がり軸受の状態診断を行うような構成であってもよい。潤滑油膜厚さｈや金属接触割合αを導出した場合の、本実施形態に係る測定精度につい

ては試験例として後述する。

[0036] Ｓ４０７にて、診断装置１は、Ｓ４０６にて得られた診断結果をユーザに対して報知する。ここでの報知方法は特に限定するものでは無いが、例えば、異常と判断したパラメータや項目を画面上で表示したり、音声にて通知したりするような構成であってよい。そして、本処理フローを終了する。

[0037] ［試験］

以下、上記の診断方法を用いて行った試験の結果について説明する。ここでは２つの異なる試験条件の結果について説明する。試験の条件は以下の通りである。試験１では、円すいころ軸受と玉軸受の２つの転がり軸受を直列回路とし、同じ潤滑剤（粘度）を用いて試験を行っている。一方、試験２では、２つの同じ玉軸受を用い、粘度が異なる潤滑剤を用いて試験を行っている。

[0038] （試験条件１）

使用軸受：円すいころ軸受（銘番：ＨＲ３２２０６）、玉軸受（銘番：６３０６）

アキシアル荷重：３００［Ｎ］

ラジアル荷重：０［Ｎ］

基油粘度：４７［ｃＳｔ］（４０℃下）

グリース：ウレア系

封入量：３．６［ｇ］

回転速度：４００［ｍｉｎ$^{-1}$］

交流周波数：２０～１０００００［Ｈｚ］

交流電圧：０．２［Ｖ］

[0039] （試験結果１）

図５Ａ～図５Ｃは、試験条件１における測定結果を示すグラフ図である。図５Ａにおいて、横軸は周波数ｆ［Ｈｚ］の対数ｌｏｇを示し、縦軸はインピーダンス｜Ｚ｜［Ω］の対数ｌｏｇを示す。図５Ｂにおいて、横軸は周波数ｆ［Ｈｚ］の対数ｌｏｇを示し、縦軸は位相角θ［°］を示す。図５Ａの

プロット５０１および図５Ｂのプロット５１１の情報は、上記の図４に示すＳ４０１、Ｓ４０２の工程の動作にて特定される。

[0040] 図５Ａにおいて、プロット５０２は、試験１で用いる円すいころ軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線５０３は、プロット５０１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより円すいころ軸受に対する推定値として推定した結果を示す。曲線５０３は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。同様に、プロット５０４は、試験１で用いる玉軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線５０５は、プロット５０１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより、玉軸受単体に対する推定値として推定した結果を示す。曲線５０５は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。

[0041] 図５Ｂにおいて、プロット５１２は、試験１で用いる円すいころ軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線５１３は、プロット５１１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより円すいころ軸受に対する推定値として推定した結果を示す。曲線５１３は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。同様に、プロット５１４は、試験１で用いる玉軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線５１５は、プロット５１１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより玉軸受単体に対する推定値として推定した結果を示す。曲線５１５は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。

[0042] 図５Ｃは、上記の図４に示すＳ４０３、Ｓ４０４の処理の結果を示すグラフ図である。図５Ｃにおいて、横軸はインピーダンスＺの実数部Z_{re}を示し、縦軸はインピーダンスＺの虚数部Z_{im}を示す。プロット５２１は、Ｓ４０２の工程の動作にて特定される。曲線５２２は、プロット５２１を用いてフィッティングを行った結果を示し、図４のＳ４０３にて求められる。また、曲線５２４は、図４のＳ４０４、Ｓ４０５の処理により得られる、試験１に

て用いた円すい軸受のインピーダンスの周波数依存性を示す曲線である。なお、プロット５２３は、円すい軸受単体で計測を行った場合の測定結果を示す。曲線５２６は、図４のＳ４０４、Ｓ４０５の処理により得られる、試験１にて用いた玉軸受のインピーダンスの周波数依存性を示す曲線である。なお、プロット５２５は、玉軸受単体で計測を行った場合の測定結果を示す。

[0043] 図５Ａにおいて、本手法により導出された曲線５０３と単体での計測にて得られたプロット５０２との比較、および、本手法により導出された曲線５０５と単体での計測にて得られたプロット５０４との比較を行う。これによると、本実施形態による手法では、単体で計測した際のプロットと、ほぼ同様の推定値を導出できていることが分かる。

[0044] 同様に、図５Ｂにおいて、本手法により導出された曲線５１３と単体での計測にて得られたプロット５１２との比較、および、本手法により導出された曲線５１５と単体での計測にて得られたプロット５１４との比較を行う。これによると、本実施形態による手法では、単体で計測した際のプロットと、ほぼ同様の推定値を導出できていることが分かる。

[0045] 同様に、図５Ｃにおいて、本手法により導出された曲線５２４と単体での計測にて得られたプロット５２３との比較、および、本手法により導出された曲線５２６と単体での計測にて得られたプロット５２５との比較を行う。これによると、異なる種類の転がり軸受を直列構造とした測定対象において、本実施形態による測定手法により精度良く測定できていることが分かる。

[0046] （試験条件２）

使用軸受：玉軸受（銘番：６３０６）×２

アキシアル荷重：４３６［Ｎ］

ラジアル荷重：０［Ｎ］

基油粘度：１７［ｃＳｔ］（４０℃下）、４１１［ｃＳｔ］（４０℃下）

グリース：ウレア系

封入量：３．６［ｇ］

回転速度：５００［min^{-1}］

交流周波数：２０～１０００００００［Ｈｚ］

交流電圧：０．２［Ｖ］

[0047] （試験結果２）

図６Ａ～図６Ｃは、試験条件２における測定結果を示すグラフ図である。図６Ａにおいて、横軸は周波数ｆ［Ｈｚ］の対数ｌｏｇを示し、縦軸はインピーダンス｜Ｚ｜［Ω］の対数ｌｏｇを示す。図６Ｂにおいて、横軸は周波数ｆ［Ｈｚ］の対数ｌｏｇを示し、縦軸は位相角θ［°］を示す。図６Ａのプロット６０１および図６Ｂのプロット６１１の情報は、上記の図４に示すＳ４０１、Ｓ４０２の工程の動作にて特定される。

[0048] 図６Ａにおいて、プロット６０２は、試験２で用いる玉軸受のうち基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線６０３は、プロット６０１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体に対する推定値として推定した結果を示す。曲線６０３は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。同様に、プロット６０４は、試験２で用いる玉軸受のうち基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線６０５は、プロット６０１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより、基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体に対する推定値として推定した結果を示す。曲線６０５は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。

[0049] 図６Ｂにおいて、プロット６１２は、試験２で用いる玉軸受のうち基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線６１３は、プロット６１１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体に対する推定値として推定した結果を示す。曲線６１３は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。同様に、プロット６１４は、試験２で用いる玉軸受のうち基油粘度が４１１ｃＳ

ｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体で計測を行った結果を示す。また、曲線６１５は、プロット６１１として得られた結果に基づいて、図３に示す回路構成にフィッティングすることにより４１１ｃＳｔの潤滑剤を用いている玉軸受単体に対する推定値として推定した結果を示す。曲線６１５は、図４に示すＳ４０４、Ｓ４０５の結果として得られる。

[0050] 図６Ｃは、上記の図４に示すＳ４０３、Ｓ４０４の処理の結果を示すグラフ図である。図６Ｃにおいて、横軸はインピーダンスＺの実数部Z_{re}を示し、縦軸はインピーダンスＺの虚数部Z_{im}を示す。プロット６２１は、Ｓ４０２の工程の動作にて特定される。曲線６２２は、プロット６２１を用いてフィッティングを行った結果を示し、図４のＳ４０３にて求められる。また、曲線６２４は、図４のＳ４０４、Ｓ４０５の処理により得られる、本試験２にて用いた基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤を用いた玉軸受のインピーダンスの周波数依存性を示す曲線である。なお、プロット６２３は、基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤を用いた玉軸受単体で計測を行った場合の測定結果を示す。曲線６２６は、図４のＳ４０４、Ｓ４０５の処理により得られる、試験２にて用いた基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受のインピーダンスの周波数依存性を示す曲線である。なお、プロット６２５は、玉軸受単体で計測を行った場合の測定結果を示す。

[0051] 図６Ａにおいて、本手法により導出された曲線６０３と単体での計測にて得られたプロット６０２との比較、および、本手法により導出された曲線６０５と単体での計測にて得られたプロット６０４との比較を行う。これによると、本実施形態に係る手法では、単体で計測した際のプロットと、ほぼ同様の推定値を導出することができていることが分かる。

[0052] 同様に、図６Ｂにおいて、本手法により導出された曲線６１３と単体での計測にて得られたプロット６１２との比較、および、本手法により導出された曲線６１５と単体での計測にて得られたプロット６１４との比較を行う。これによると、本実施形態に係る手法では、単体で計測した際のプロットと、ほぼ同様の推定値を導出することができていることが分かる。

[0053] 同様に、図６Ｃにおいて、本手法により導出された曲線６２４と単体での計測にて得られたプロット６２３との比較、および、本手法により導出された曲線６２６と単体での計測にて得られたプロット６２５との比較を行う。これによると、異なる種類の潤滑剤を用いた同一の転がり軸受を直列構造とした測定対象において、本実施形態による測定手法により精度良く測定できていることが分かる。

[0054] 本実施形態では更に、図４のＳ４０６にて各軸受のインピーダンスＺの周波数依存性を推定した後、その推定値を用いて、各軸受の油膜厚さｈおよび金属接触割合αを算出する。ここでの算出結果と、各軸受での測定結果との比較結果を図７Ａおよび図７Ｂを用いて説明する。ここでは、試験２の条件に基づいて説明する。

[0055] 図７Ａにおいて、横軸は理論油膜厚さh_{theory}［ｍ］を示し、縦軸は油膜厚さｈ［ｍ］を示す。ここでの理論油膜厚さh_{theory}は、公知のＨａｍｒｏｃｋ＆Ｄｏｗｓｏｎの式を用いて算出した値を示す。図７Ａにおいて、破線７０１は、理論油膜厚さh_{theory}を示している。丸にて示すプロット７０２、７０３はそれぞれ、本実施形態に手法により推定された、基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受および基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受の推定値に基づいて導出された油膜厚さｈを示す。四角にて示すプロット７０４は、基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受単体で測定した結果に基づいて導出された油膜厚さｈを示す。また、三角にて示すプロット７０５は、基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受単体で測定した結果に基づいて導出された油膜厚さｈを示す。

[0056] 図７Ｂにおいて、横軸は理論油膜厚さh_{theory}［ｍ］を示し、縦軸は金属接触割合αを示す。図７Ｂにおいて、丸にて示すプロット７１１、７１２はそれぞれ、本実施形態に手法により推定された、基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受および基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受の推定値に基づいて導出された金属接触割合αを示す。四角にて示すプロット７１３は、基油粘度が１７ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受単体で測定した結果に基づいて導出

された金属接触割合αを示す。また、三角にて示すプロット７１４は、基油粘度が４１１ｃＳｔの潤滑剤の玉軸受単体で測定した結果に基づいて導出された金属接触割合αを示す。

[0057] 図７Ａおよび図７Ｂを参照すると、本実施形態に係る手法により推定された各軸受に対する推定値を用いて導出された油膜厚さｈおよび金属接触割合αは、単体での測定結果にほぼ一致した精度にて導出されていることが分かる。つまり、本実施形態に係る手法では、従来方法では個別に計測しなければならなかった複数の軸受に対し、まとめて計測を行うことができ、また、個別の計測と同等の精度を得ることが可能である。

[0058] なお、上記の例では、２つの転がり軸受を直列回路とみなして説明を行ったが、これに限定するものではない。例えば、３以上の転がり軸受であっても、各転がり軸受の特性や、各転がり軸受にて用いられる潤滑剤の特性に応じて、本実施形態に係る手法は適用可能である。

[0059] 以上、本実施形態により、複数の転がり軸受を備える装置において、複数の転がり軸受の測定結果から個々の転がり軸受の状態の診断が可能となる。特に、複数の転がり軸受それぞれにおける潤滑剤の電気特性を示すパラメータを特定することができる。そして、その電気特性を示すパラメータに基づいて、潤滑剤の状態を容易に診断することが可能となる。

[0060] ＜その他の実施形態＞

また、本願発明において、上述した１以上の実施形態の機能を実現するためのプログラムやアプリケーションを、ネットワーク又は記憶媒体等を用いてシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサがプログラムを読出し実行する処理でも実現可能である。

[0061] また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）やＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ））によって実現してもよい。

[0062] このように、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

[0063] 以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

（１） 電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断方法であって、

前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定工程と、

前記測定工程にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出工程と、

前記導出工程にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断工程と、

を有することを特徴とする状態診断方法。

この構成によれば、複数の転がり軸受を備える装置において、複数の転がり軸受の測定結果から個々の転がり軸受の状態を診断することが可能となる。

[0064] （２） 前記等価回路は、前記複数の転がり軸受それぞれに対応する疑似容量により構成される、ことを特徴とする（１）に記載の状態診断方法。

この構成によれば、複数の転がり軸受のそれぞれの疑似容量の特性に基づいて、個々の転がり軸受のインピーダンスの周波数依存性を特定することが可能となる。

[0065] （３） 前記複数の転がり軸受は、異なる種類の転がり軸受から構成され、

前記複数の転がり軸受は、同じ種類の潤滑剤を用いる、

ことを特徴とする（１）または（２）に記載の状態診断方法。

この構成によれば、異なる種類の転がり軸受から構成される装置に対して、個々の転がり軸受の状態診断を行うことが可能となる。

[0066] （４） 前記複数の転がり軸受は、同じ種類の転がり軸受から構成され、

前記複数の転がり軸受はそれぞれ異なる種類の潤滑剤を用いる、

ことを特徴とする（１）または（２）に記載の状態診断方法。

この構成によれば、異なる潤滑剤を用いる同じ種類の転がり軸受から構成される装置に対して、個々の転がり軸受の状態診断を行うことが可能となる。

[0067] （５） 電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断装置であって、

前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定手段と、

前記測定手段にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出手段と、

前記導出手段にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断手段と、

を有することを特徴とする状態診断装置。

この構成によれば、複数の転がり軸受を備える装置において、複数の転がり軸受の測定結果から個々の転がり軸受の状態を診断することが可能となる。

[0068] （６） コンピュータに、

電気的に接続された複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定工程と、

前記測定工程にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出工程と、

前記導出工程にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断工程と、

を実行させるためのプログラム。

この構成によれば、複数の転がり軸受を備える装置において、複数の転がり軸受の測定結果から個々の転がり軸受の状態を診断することが可能となる。

[0069] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0070] 以上、各種の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0071] なお、本出願は、２０２２年３月１６日出願の日本特許出願（特願２０２２－０４１６９２）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

[0072] １　診断装置

２　ころ軸受

２ａ　外輪

２ｂ　ころ（転動体）

２ｃ　内輪

３　玉軸受

３ａ　外輪

３ｂ　玉（転動体）

３ｃ　内輪

４　リニアガイド

５　回転軸

６　モータ

８　ＬＣＲメータ

１０　軸受装置

請求の範囲

[請求項1] 電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断方法であって、

前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定工程と、

前記測定工程にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出工程と、

前記導出工程にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断工程と、

を有することを特徴とする状態診断方法。

[請求項2] 前記等価回路は、前記複数の転がり軸受それぞれに対応する疑似容量により構成される、ことを特徴とする請求項１に記載の状態診断方法。

[請求項3] 前記複数の転がり軸受は、異なる種類の転がり軸受から構成され、

前記複数の転がり軸受は、同じ種類の潤滑剤を用いる、

ことを特徴とする請求項１または２に記載の状態診断方法。

[請求項4] 前記複数の転がり軸受は、同じ種類の転がり軸受から構成され、

前記複数の転がり軸受はそれぞれ異なる種類の潤滑剤を用いる、

ことを特徴とする請求項１または２に記載の状態診断方法。

[請求項5] 電気的に接続された複数の転がり軸受を備える軸受装置の状態診断装置であって、

前記複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定手段と、

前記測定手段にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出手段と、

前記導出手段にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断手段と、

を有することを特徴とする状態診断装置。

[請求項6] コンピュータに、

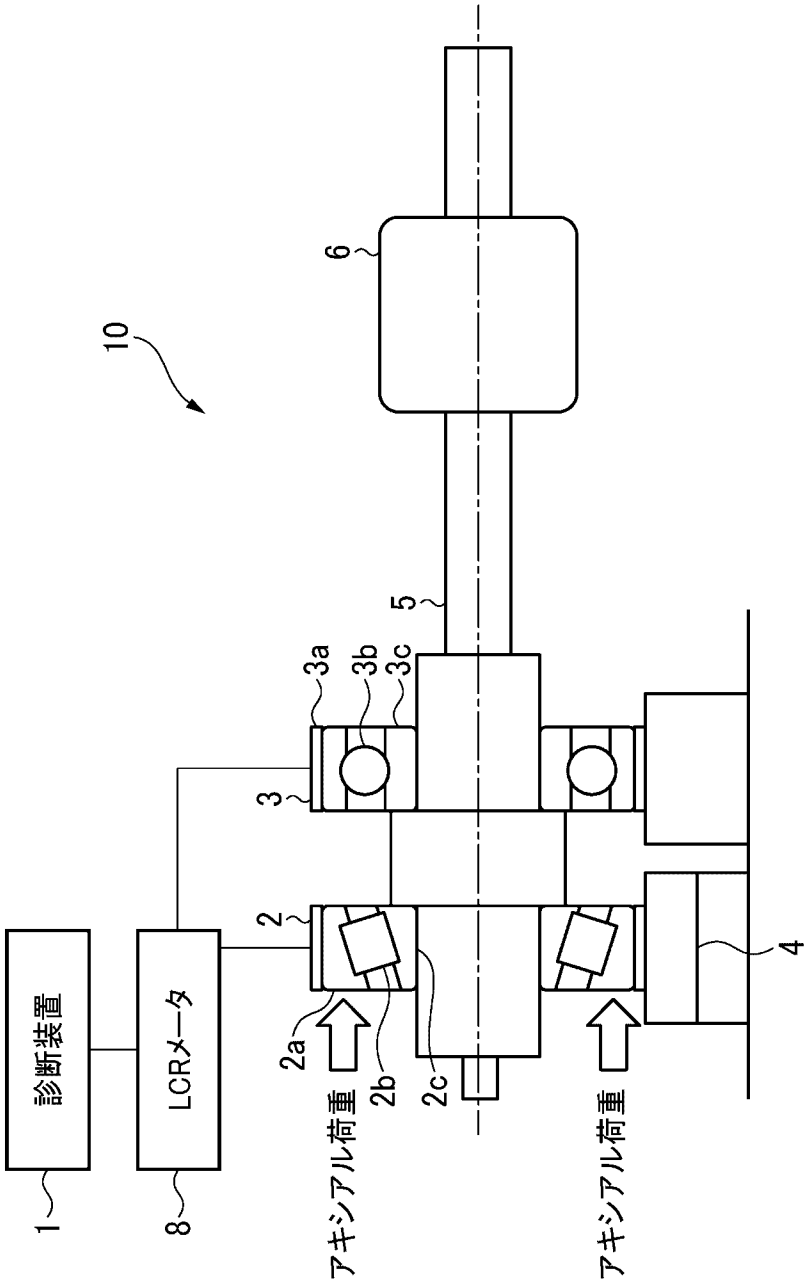
電気的に接続された複数の転がり軸受に交流電源により周波数を変化させながら電圧を印加させることにより前記複数の転がり軸受全体のインピーダンスを測定する測定工程と、

前記測定工程にて測定したインピーダンスを前記複数の転がり軸受が直列接続された等価回路に基づいてフィッティングを行うことで、前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスを導出する導出工程と、

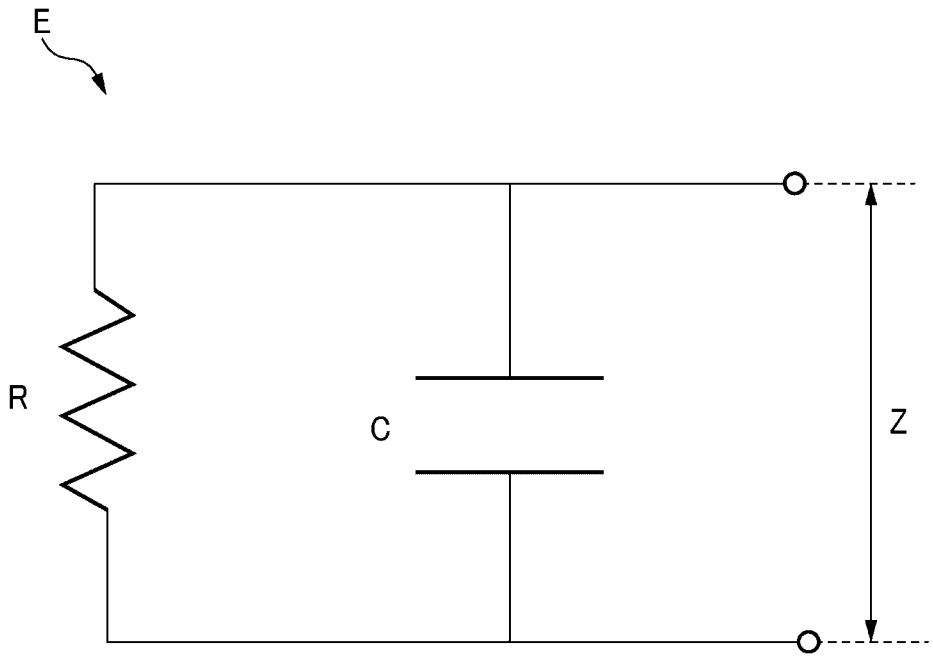
前記導出工程にて導出した前記複数の転がり軸受それぞれのインピーダンスに基づいて、前記複数の転がり軸受それぞれの状態を診断する診断工程と、

を実行させるためのプログラム。

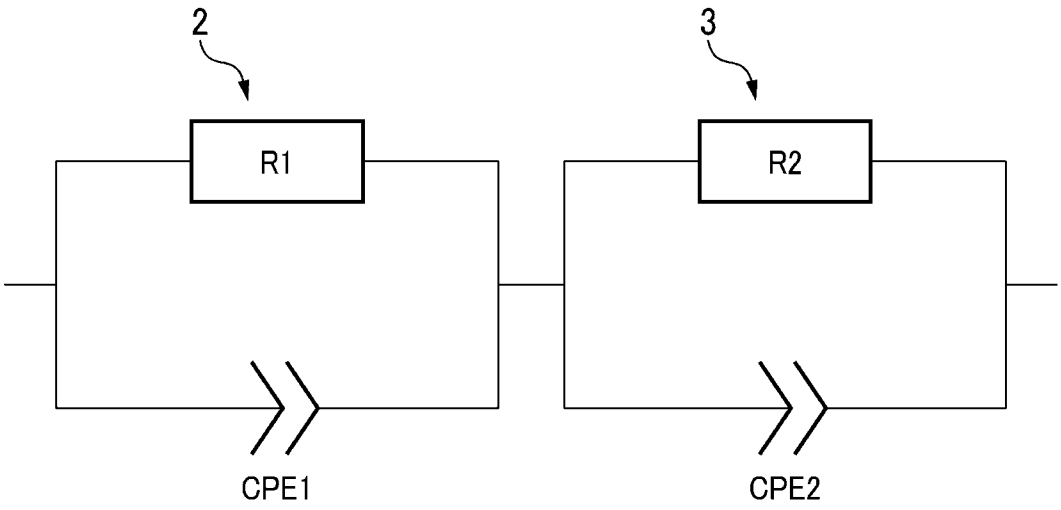
[図1]



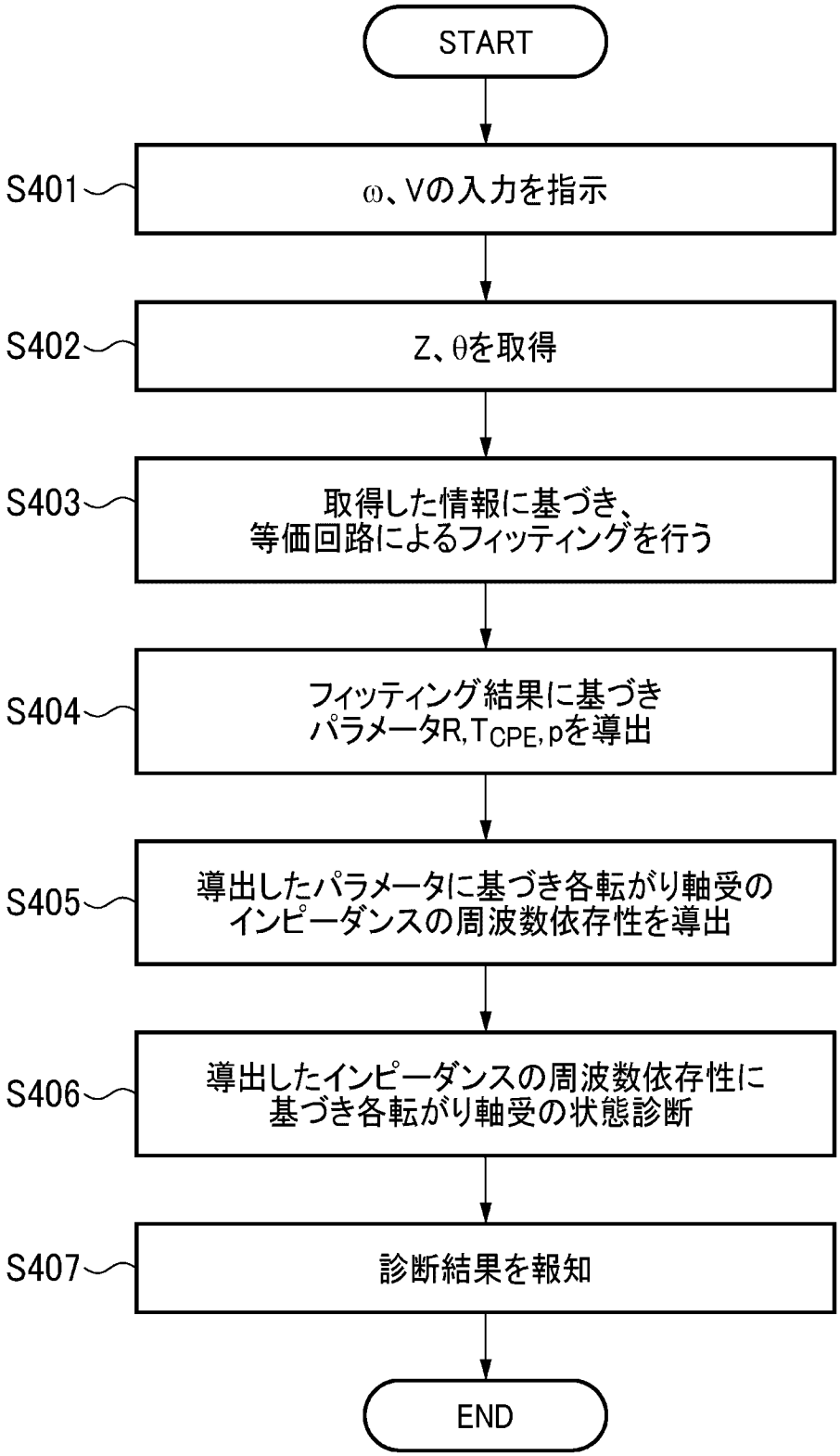
[図2]



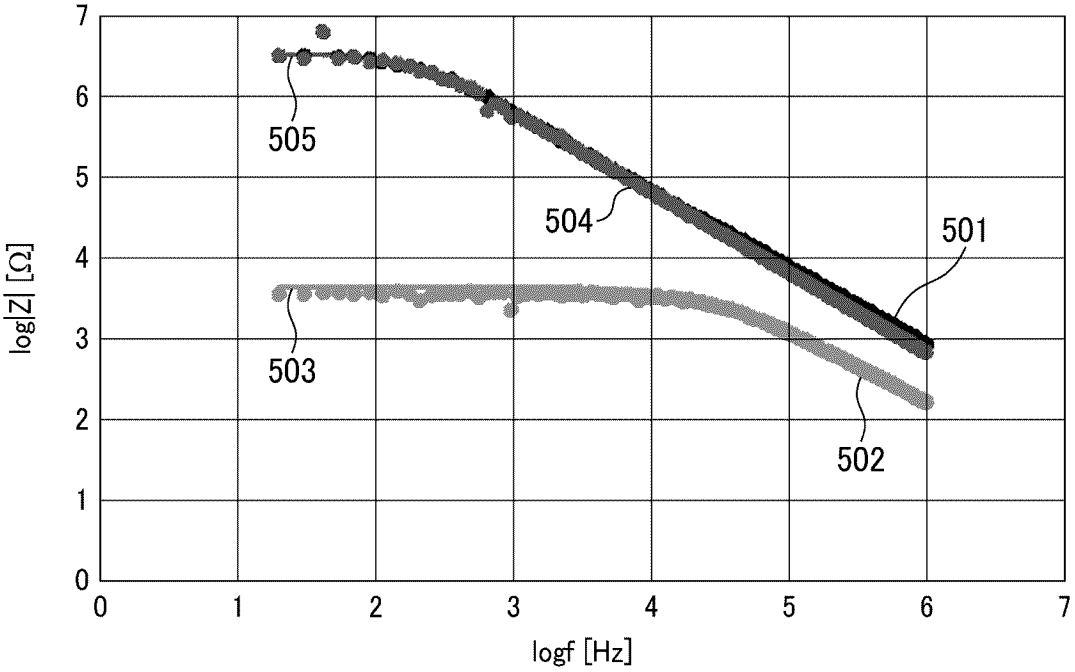
[図3]



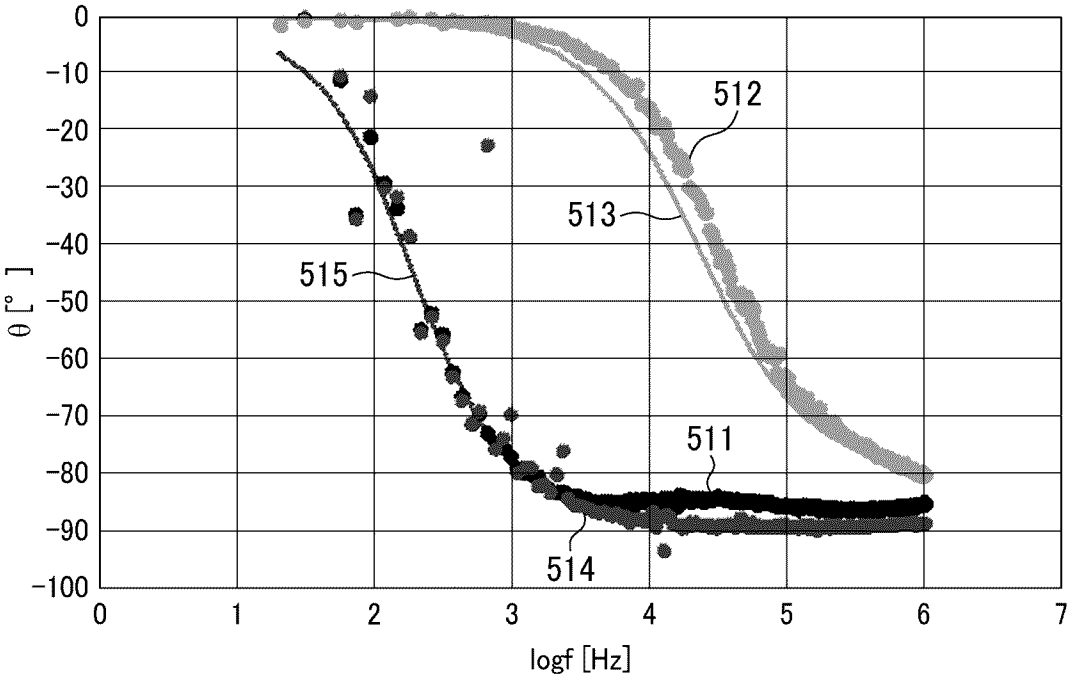
[図4]


START
S401
ω、Vの入力を指示
S402
Z、θを取得
S403
取得した情報に基づき、
等価回路によるフィッティングを行う
S404
フィッティング結果に基づき
パラメータR,T_{CPE},pを導出
S405
導出したパラメータに基づき各転がり軸受の
インピーダンスの周波数依存性を導出
S406
導出したインピーダンスの周波数依存性に
基づき各転がり軸受の状態診断
S407
診断結果を報知
END

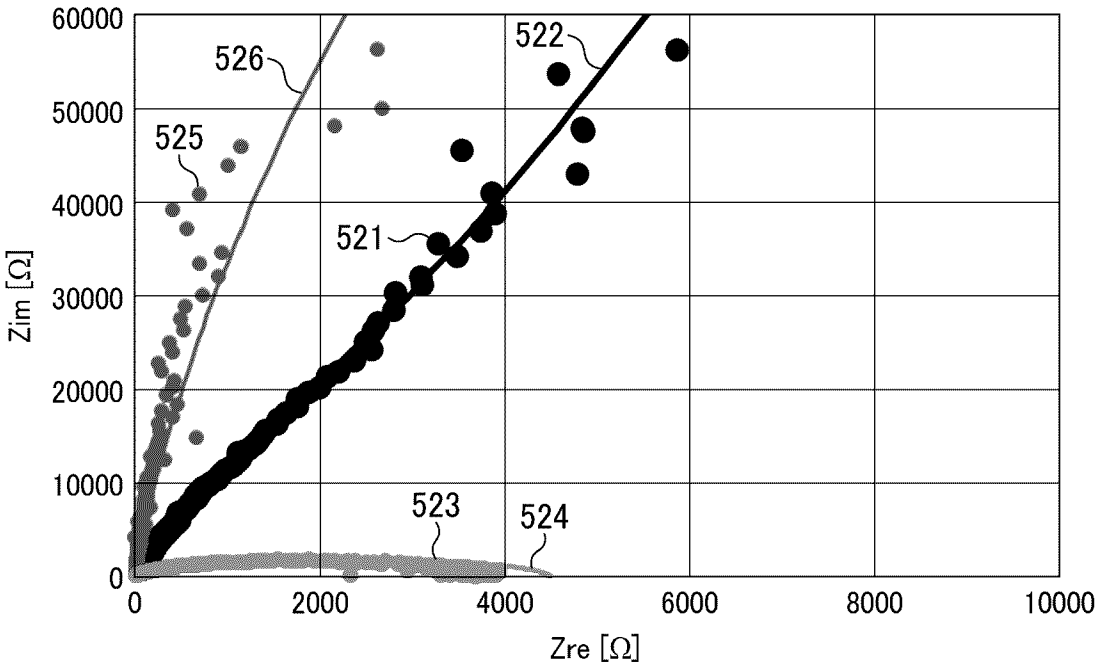
[図5A]



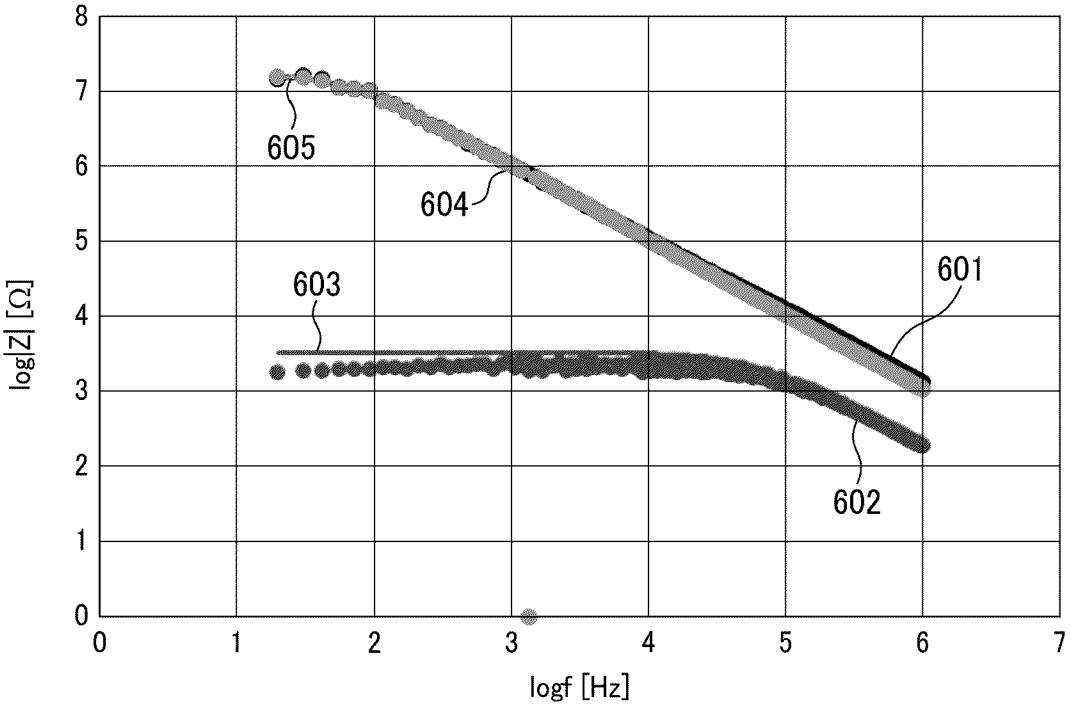
[図5B]



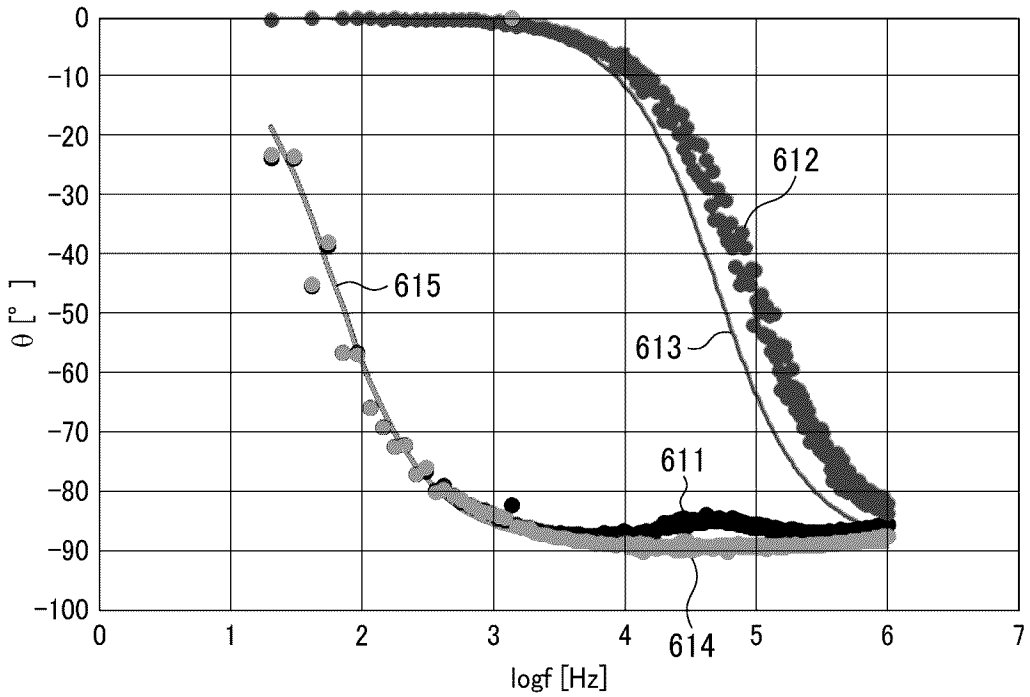
[図5C]


60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
Zim [Ω]
0
2000
4000
6000
8000
10000
Zre [Ω]
526
522
525
521
523
524

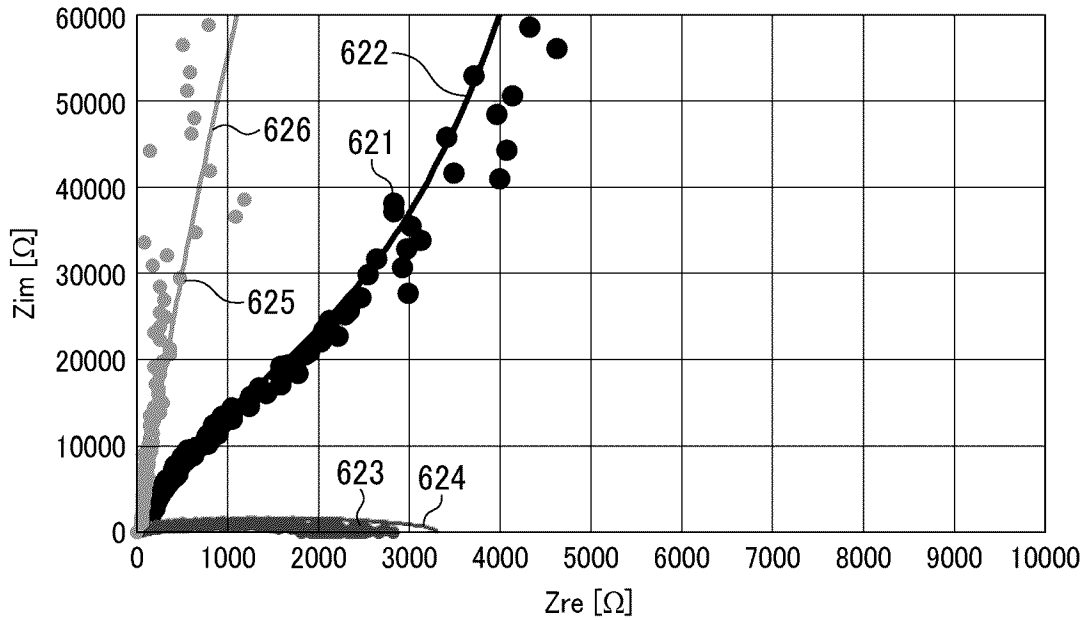
[図6A]


8
7
6
5
4
3
2
1
0
log|Z| [Ω]
0
1
2
3
4
5
6
7
logf [Hz]
605
604
603
601
602

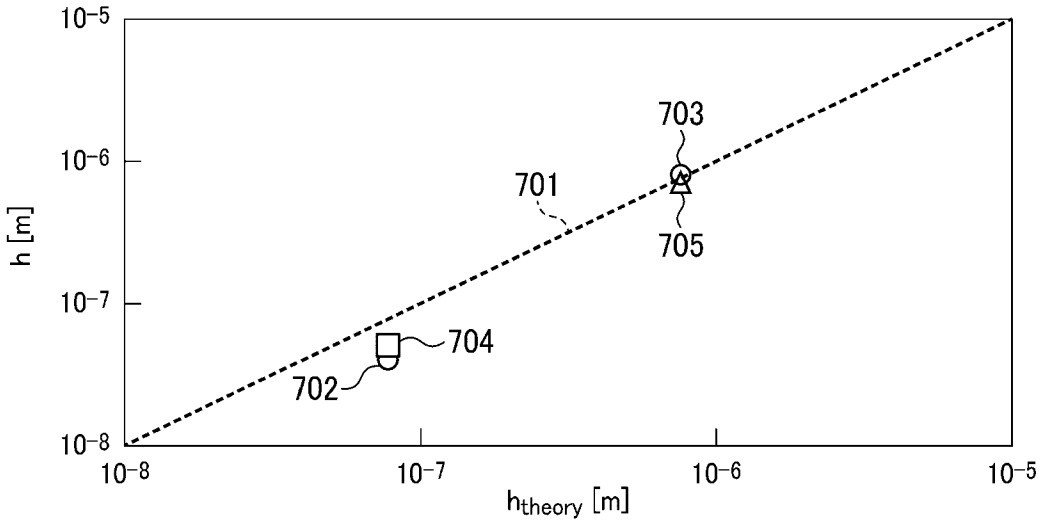
[図6B]


0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
θ [°]
0
1
2
3
4
5
6
7
logf [Hz]
612
615
613
611
614

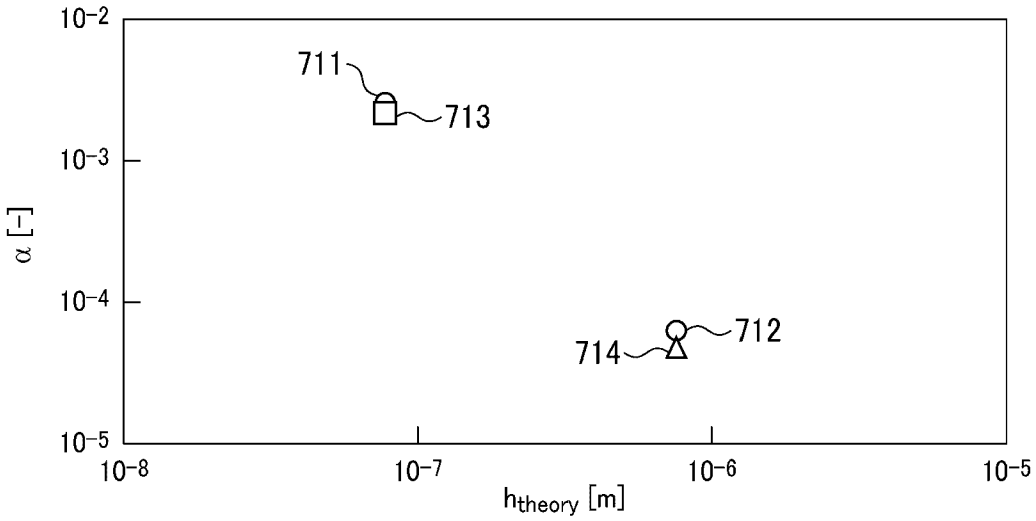
[図6C]


60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
Zim [Ω]
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Zre [Ω]
622
626
621
625
623
624

[図7A]


10−5
10−6
10−7
10−8
h [m]
703
701
705
704
702
10−8
10−7
10−6
10−5
htheory [m]

[図7B]


10−2
10−3
10−4
10−5
α [−]
711
713
714
712
10−8
10−7
10−6
10−5
htheory [m]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/008685

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 13/04(2019.01)i; ***F16C 19/52***(2006.01)i
FI: G01M13/04; F16C19/52

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)

G01M13/00-13/045; G01M99/00; F16C3/00-9/06; F16C17/00-33/66; F16C41/00-41/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2007-239779 A (NTN CORP.) 20 September 2007 (2007-09-20)	1-6
A	JP 2020-193968 A (NSK LTD.) 03 December 2020 (2020-12-03)	1-6
A	JP 2012-237334 A (MINEBEA CO., LTD.) 06 December 2012 (2012-12-06)	1-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
17 May 2023	**30 May 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/008685

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2007-239779 A	20 September 2007	(Family: none)	
JP 2020-193968 A	03 December 2020	(Family: none)	
JP 2012-237334 A	06 December 2012	US 2012/0286608 A1	
		CN 102780306 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/008685

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01M 13/04(2019.01)i; F16C 19/52(2006.01)i
FI: G01M13/04; F16C19/52

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（ＩＰＣ））

G01M13/00-13/045; G01M99/00; F16C3/00-9/06; F16C17/00-33/66; F16C41/00-41/04

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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 2007-239779 A（ＮＴＮ株式会社）20.09.2007（2007-09-20）	1-6
A	JP 2020-193968 A（日本精工株式会社）03.12.2020（2020-12-03）	1-6
A	JP 2012-237334 A（ミネベア株式会社）06.12.2012（2012-12-06）	1-6

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
17.05.2023	30.05.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
岩永　寛道 2J 6207

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/008685

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2007-239779 A	20.09.2007	（ファミリーなし）	
JP 2020-193968 A	03.12.2020	（ファミリーなし）	
JP 2012-237334 A	06.12.2012	US 2012/0286608 A1	
		CN 102780306 A	