(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
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/198894 A1

(51) 国際特許分類:
G01H 17/00 (2006.01) *G06F 17/17* (2006.01)
G01M 99/00 (2011.01) *G06F 17/50* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/067051

(22) 国際出願日: 2015 年 6 月 12 日(12.06.2015)

(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 2014-133142 2014 年 6 月 27 日(27.06.2014) JP

(71) 出願人: 国立大学法人東京大学(THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中野 公彦(NAKANO, Kimihiko); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目３番１号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 辻 宏実智(TSUJI, Hiromichi); 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目３番１号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 Tokyo (JP).

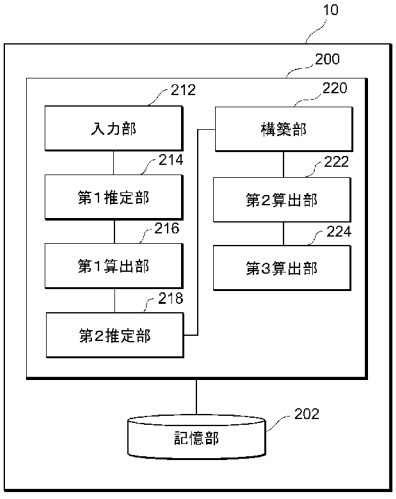
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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, RW, 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, 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).

[続葉有]

(54) **Title**: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称 : 情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び記録媒体



202 Storage unit
212 Input unit
214 First estimation unit
216 First calculation unit
218 Second estimation unit
220 Construction unit
222 Second calculation unit
224 Third calculation unit

(57) **Abstract**: This information processing device is provided with an input unit for inputting a first self-transfer function acquired through the measurement of a response to input from an evaluation point at the evaluation point and first transfer functions acquired through the measurement of the responses to the input between each connection point, a first estimation unit for estimating second self-transfer functions using the first self-transfer function and the first transfer functions, a first calculation unit for calculating element vectors for the connection points on the basis of the second self-transfer functions estimated by the first estimation unit, a second estimation unit for estimating second transfer functions between the connection points in a vector space using the element vectors of each connection point, and a construction unit for constructing third transfer functions using the second self-transfer functions and the second transfer functions.

(57) 要約: 情報処理装置は、評価点からの入力に対する該評価点における応答を計測して取得される第１自己伝達関数と、入力に対する各接続点間における応答を計測して取得される各第１伝達関数とを入力する入力部と、第１自己伝達関数及び各第１伝達関数を用いて、各第２自己伝達関数を推定する第１推定部と、第１推定部により推定された各第２自己伝達関数に基づき、各接続点の要素ベクトルを算出する第１算出部と、各接続点の要素ベクトルを用いて、ベクトル空間上の接続点間の各第２伝達関数を推定する第２推定部と、各第２自己伝達関数と、各第２伝達関数とを用いて第３伝達関数を構築する構築部と、を備える。

WO 2015/198894 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 自動車、航空機やロボットなどの精密な工業製品開発においては、製品の実稼働時の音や振動などの評価が行われ、その評価を実施した位置に影響を及ぼしている伝達経路が解析される。この解析結果により修正すべき部位が特定され、特定された部位を修正することで製品の改善が図られている。

[0003] 伝達経路解析は、解析の対象物となる製品を部分構造に分割して定義し、その部分構造間の力の受け渡しをする接続点において、寄与解析が実施される。従来の解析手法は、主に部分構造へ分離し、接続点に掛かる力を推定する方法と、部分構造へ分離せずに実稼働の振動から伝達経路の寄与を推定する方法との２つに分類される（例えば非特許文献１参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Gajdatsy P., Jansens K., Desmet W., Van der Auweraer H., “Application of the Transmissibility Concept in Transfer Path Analysis” ISMA2010-0031, (2010).

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 後者の方法は、解析精度がまだ十分ではないことから、前者の方法が主に実施されているのが現状である。

[0006] しかしながら、前者の方法が自動車、航空、ロボットなどの精密な工業製品開発へ適用され、伝達関数を求める場合に、以下に示す２つの課題が少な

くとも存在する。

課題１：部分構造へ分離するのに莫大な工数が掛かる。

課題２：分離した部分構造の各接続点における駆動点関数（入力点と応答点が同じ位置となる伝達関数）と、接続点間の伝達関数との計測に莫大な工数が掛かる。

[0007] そこで、本発明の所定の態様は、部分構造への分離工数や伝達関数の計測工数を削減し、適切な伝達関数を推定することができる情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び記録媒体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

[0008] 本発明の一態様における情報処理装置は、対象物の伝達経路解析を行う際、該対象物に対して入力側構造と、該入力側構造と１つ以上の接続点を介して接続される、評価点を含む応答側構造とが定義され、前記評価点からの入力に対する該評価点における応答を計測して取得される第１自己伝達関数と、前記入力に対する各接続点間における応答を計測して取得される各第１伝達関数とを入力する入力部と、前記第１自己伝達関数及び前記各第１伝達関数を用いて、前記接続点と前記評価点との間の伝達関数に基づくベクトル空間上の各接続点における各第２自己伝達関数を推定する第１推定部と、入力側の要素ベクトルと出力側の要素ベクトルの内積として定義される自己伝達関数に対し、前記第１推定部により推定された各第２自己伝達関数に基づき、各接続点の要素ベクトルを算出する第１算出部と、前記各接続点の要素ベクトルを用いて、前記ベクトル空間上の接続点間の各第２伝達関数を推定する第２推定部と、前記各第２自己伝達関数と、前記各第２伝達関数とを用いて、前記ベクトル空間上における前記応答側構造の各接続点における第３伝達関数を構築する構築部と、を備える。

[0009] また、本発明の他の態様における情報処理方法は、対象物の伝達経路解析を行う際、該対象物に対して入力側構造と、該入力側構造と１つ以上の接続点を介して接続される、評価点を含む応答側構造とが定義され、前記評価点からの入力に対する該評価点における応答を計測して取得される第１自己伝

達関数と、前記入力に対する各接続点における応答を計測して取得される各第１伝達関数とを入力すること、前記第１自己伝達関数及び前記各第１伝達関数を用いて、前記評価点が存在するベクトル空間上の各接続点における各第２自己伝達関数を推定すること、前記ベクトル空間の前記各第２自己伝達関数を用いて、各接続点の要素ベクトルを算出すること、前記各接続点の要素ベクトルを用いて、前記ベクトル空間上の全ての接続点間の各第２伝達関数を推定すること、前記各第２自己伝達関数と、前記各第２伝達関数とを用いて、前記ベクトル空間上における前記応答側構造の各接続点における第３伝達関数を構築すること、をコンピュータが実行する。

発明の効果

[0010] 本発明の所定の態様によれば、部分構造への分離工数や伝達関数の計測工数を削減し、適切な伝達関数を推定することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第１実施形態における情報処理装置の概略構成の一例を示すブロック図である。

[図2]第１実施形態における情報処理装置の機能の一例を示すブロック図である。

[図3]実施例における入力側構造と応答側構造の一例を示す図である。

[図4]実施例における伝達関数で張られる空間の一例を示す図である。

[図5]第１実施形態における伝達経路解析処理の一例を示すフローチャートである。

[図6]従来手法の伝達経路解析による、複雑な車両モデルを用いたシミュレーション結果を示す図である。

[図7]実施例の伝達経路解析による、複雑な車両モデルを用いたシミュレーション結果を示す図である。

[図8]部品が交換された場合の音圧の比較を説明するための実車実験データを示す図である。

[図9]図８で説明した自動車に対する、実施例における伝達経路解析を用いた

部品交換前後のシミュレーション結果データを示す図である。

[図10]第２実施形態における情報処理装置の機能の一例を示すブロック図である。

[図11]第２実施形態で用いる単純モデルを説明するための図である。

[図12]第２実施形態における駆動点関数の推定精度を評価するための実験結果（その１）の一例を示す図である。

[図13]第２実施形態における駆動点関数の推定精度を評価するための実験結果（その２）の一例を示す図である。

[図14]第２実施形態における伝達関数の推定精度を評価するための実験結果（その１）の一例を示す図である。

[図15]第２実施形態における伝達関数の推定精度を評価するための実験結果（その２）の一例を示す図である。

[図16]第２実施形態における自由度８１に生じる力の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。

[図17]第２実施形態における自由度１０１に生じる力の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。

[図18]第２実施形態における自由度１１９に生じる力の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。

[図19]第２実施形態における評価点の評価物理量の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。

[0013] ［第１実施形態］

＜構成＞

図１は、第１実施形態における情報処理装置１０の概略構成の一例を示すブロック図である。図１に示すように、情報処理装置１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１０２と、ＲＡＭ（Random Access Memory）１０４と

、ＲＯＭ（Read only Memory）１０６と、ドライブ装置１０８と、ネットワークＩ／Ｆ（Interface）１１０と、入力装置１１２と、表示装置１１４とを有する。これら各構成は、バスを介して相互にデータ送受信可能に接続されている。

[0014] ＣＰＵ１０２は、コンピュータの中で、各装置の制御やデータの演算、加工を行う制御部である。また、ＣＰＵ１０２は、ＲＡＭ１０４又はＲＯＭ１０６に記憶された、伝達経路解析処理を行うプログラムを実行する演算装置である。ＣＰＵ１０２は、入力装置１１２やネットワークＩ／Ｆ１１０などから入力データを受け取り、演算、加工した上で、演算結果を表示装置１１４や記憶装置などに出力する。

[0015] ＲＡＭ１０４は、例えば主記憶部などである。ＲＡＭ１０４は、ＣＰＵ１０２が実行する基本ソフトウェアであるＯＳ（Operating System）やアプリケーションソフトウェアなどのプログラムやデータを記憶又は一時保存する記憶装置である。

[0016] ＲＯＭ１０６は、例えばアプリケーションソフトウェアなどに関連するデータを記憶する記憶装置である。

[0017] ドライブ装置１０８は、記録媒体１１６、例えばＣＤ－ＲＯＭやＳＤカードなどからプログラムやデータを読み出し、記憶装置にインストールしたりダウンロードしたりする。

[0018] また、記録媒体１１６に、所定のプログラムを格納し、この記録媒体１１６に格納されたプログラムはドライブ装置１０８を介して情報処理装置１０にインストールされる。インストールされた所定のプログラムは、情報処理装置１０により実行可能となる。

[0019] ネットワークＩ／Ｆ１１０は、通信機能を有する周辺機器と情報処理装置１０とのインターフェースである。また、ネットワークＩ／Ｆ１１０は、例えば、有線及び／又は無線回線などのデータ伝送路により構築されたＬＡＮ（Local Area Network）、ＷＡＮ（Wide Area Network）などのネットワークを介して接続される。

[0020] 入力装置１１２は、カーソルキー、数字入力及び各種機能キー等を備えたキーボード、表示装置１１４の表示画面上でキーの選択等を行うためのマウスやスライドパッド等を有する。また、入力装置１１２は、ユーザがＣＰＵ１０２に操作指示を与えたり、データを入力したりするためのユーザインターフェースである。

[0021] 表示装置１１４は、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）等により構成され、ＣＰＵ１０２から入力される表示データに応じた表示が行われる。なお、入力装置１１２や表示装置１１４は、情報処理装置１０の外部に設けられてもよい。

[0022] ＜機能＞

次に、情報処理装置１０の機能について説明する。図２は、第１実施形態における情報処理装置１０の機能の一例を示すブロック図である。図２に示す情報処理装置１０は、演算部２００と、記憶部２０２とを備え、演算部２００は、入力部２１２と、第１推定部２１４と、第１算出部２１６と、第２推定部２１８と、構築部２２０と、第２算出部２２２と、第３算出部２２４とを少なくとも備える。

[0023] なお、図２に示す演算部２００は、例えばＣＰＵ１０２やワークメモリとしてのＲＡＭ１０４などにより実現されうる。ＣＰＵ１０２は、入力データに基づき、伝達経路解析を行うアプリケーションプログラムを実行することで、演算部２００内の各部の機能を実行することができる。

また、記憶部２０２は、例えばＲＡＭ１０４及び／又はＲＯＭ１０６により実現されうる。記憶部２０２は、伝達経路解析に用いるパラメータや演算結果などを記憶する。ここで、対象物の伝達経路解析を実施する際に、以下の定義が行われる。

[0024] （定義１）

対象物に対して、入力側構造と、この入力側構造と１つ以上の接続点を介して接続される、評価点を含む応答側構造という部分構造が定義される。

[0025] （定義２）

入力側構造と応答側構造との各接続点に発生する作用反作用の力について、構造を分離した際は、入力側構造と応答側構造とに対する外力として、また構造を分離しないで接続している場合は、内力として定義される。

[0026] （定義３）

以下に提案する解析手法は、この各接続点における実稼働時の力を推定し、応答側構造の各接続点ｅから評価点ｉまでの伝達関数に掛け合わせ、その総和により、評価点における物理量（例えば、音、振動、歪、電流・電圧など）が近似的に表現できるシステムを対象とする。

[0027] 次に、対象物の応答側構造の各接続点における伝達経路解析を実施するために、以下の計測が行われる。

[0028] （計測１）

対象物の実稼働時に、対象物の評価点ｉにおいて、対象物の評価が可能な物理量（例えば音や振動など）が計測される。これと同時に、応答側構造の接続点ｅにおいても、伝達経路の寄与を見積もることが可能な物理量（例えば加速度など）が計測される。

[0029] この際、計測された全てのデータは、評価点ｉを基準にして相関を取ったデータ（相互相関関数やクロスパワースペクトルなど）とすることが望ましい。

[0030] （計測２）

次に、対象物の応答側構造に生ずる力を推定するために、評価点ｉからの入力に対する評価点ｉにおける応答が計測される。これと同時に、評価点ｉからの入力に対する各接続点ｅにおける応答も計測される。これにより、対象物の伝達経路解析を行う際に計測された、評価点ｉにおける伝達関数（以下、第１自己伝達関数、駆動点関数ともいう。）や各接続点ｅ間における伝達関数（以下、各第１伝達関数ともいう。）が取得される。

[0031] なお、従来の計測においては、各接続点から入力が行われ、各接続点における駆動点関数と、各接続点間の伝達関数とが計測されていたために、接続点の数が増えるにつれ、これらの計測に莫大な工数が掛かっていた。

[0032] 一方、第１実施形態の場合は、１度の実験だけで必要な測定結果を取得することが可能であるため、伝達経路の解析にかかる工数を大幅に削減することができる。なお、評価点が複数ある場合は、その評価点全てにおいて、無相関な信号を入力として与えることで、１度の実験で全ての計測が可能となる。

[0033] 計測２で取得された第１自己伝達関数及び各第１伝達関数は、入力データとして、情報処理装置１０に入力される。このとき、入力データは、ネットワークＩ／Ｆ１１０や入力装置１１２などを介して情報処理装置１０に入力される。

[0034] 入力部２１２は、ネットワークＩ／Ｆ１１０、又は入力装置１１２などから、入力データを入力する。入力データは、例えば、対象物の伝達経路解析を行う際に計測された、評価点における第１自己伝達関数や各接続点における各第１伝達関数である。入力部２１２は、入力された第１自己伝達関数及び各第１伝達関数を、第１推定部２１４に出力する。

[0035] 第１推定部２１４は、入力部２１２から取得された第１自己伝達関数及び各第１伝達関数を用いて、接続点と評価点との伝達関数に基づくベクトル空間上の各接続点における各第２自己伝達関数を推定する。

[0036] 第１算出部２１６は、入力側の要素ベクトルと出力側の要素ベクトルの内積として定義される自己伝達関数に対し、第１推定部２１４により推定された各第２自己伝達関数により、各接続点の要素ベクトルを算出する。

[0037] 第２推定部２１８は、各接続点の要素ベクトルを用いて、ベクトル空間上の接続点間の各第２伝達関数を推定する。

[0038] 構築部２２０は、推定された各第２自己伝達関数と、各第２伝達関数とを用いて、ベクトル空間上における応答側構造の各接続点における第３伝達関数を構築する。これにより、部分構造への分離工数や伝達関数の計測工数を削減し、適切な伝達関数を推定することができる。

[0039] また、第２算出部２２２は、対象物の稼働時に計測した、応答側構造の各接続点における応答データと、構築された第３伝達関数とを用いて、ベクト

ル空間上の稼働時の各接続点に生ずる力を算出する。

[0040] 第３算出部２２４は、各接続点における第１伝達関数に、対応する接続点に生ずる力を乗算して総和を求め、評価点ｉにおける評価物理量に対する伝達経路の寄与を算出する。所定の接続点における乗算値が総和に占める割合が、その接続点における伝達経路の寄与となる。これにより、算出された寄与を用いて対象物の改善を図ることができる。

[0041] ［実施例］

次に、対象物を車両（以下、自動車を例にする）とし、車両の評価が可能な物理量を音や振動とし、接続点において伝達経路の寄与を見積もることが可能な物理量を加速度とする実施例について説明する。本実施例において、以下の定義が行われる。

[0042] （定義１）

図３は、実施例における入力側構造と応答側構造の一例を示す図である。自動車に対して伝達経路解析が実施される際、まず、自動車に対して、入力側構造(Active part)ａｐと、評価点を含む応答側構造(Passive part)ｐｐという部分構造が定義される。

[0043] ここで、図１に示すように、接続点ｅ１、ｅ２に対して、実稼働時の力（例えば走行時の振動）$\{f^{op}\}_1$、$\{f^{op}\}_2$が加わるとする。また、評価点ｉにおける音を$\{P_a\}_i$とし、接続点ｅ１、ｅ２から評価点ｉまでの伝達関数をそれぞれ$[h_{i1}]$、$[h_{i2}]$とする。

[0044] （定義２）

次に、入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐの各接続点ｅ１、ｅ２に発生する作用反作用の力について、構造を分離した場合は、入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐに対する外力、また構造を分離しない場合は、入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐに対する内力として定義される。

[0045] （定義３）

本実施例において、発明者らは、評価点ｉにおける音を、伝達関数$[H]_{in}$と実稼働時の力$\{F^{op}\}_n$を用いて式（１）で表す。

[数1]

$$\{P_a\}_s = [H]_{sn}\{F^{op}\}_n \quad \cdots(1)$$

この各接続点ｅにおいて力の入る方向が考慮され、実稼働時の力｛Ｆ°ｐ｝ｎが推定される。例えば、接続点ｅがｓ個で力の向きを３方向とした場合、推定する力の総数はｎ＝ｓ×３となる。

[0046] 力の総数ｎ個の分だけ、応答側構造ｐｐの各接続点ｅから評価点ｉまでの伝達関数［Ｈ］ｉｎに力を掛け合わせ、その総和が、評価点ｉにおける音や振動として近似される。

[0047] ＜伝達経路解析手順＞

次に、実施例において、応答側構造ｐｐの各接続点ｅにおける伝達経路解析を実施するために、以下の手順が行われる。

[0048] ≪手順１≫

まず、自動車の実稼働時に、対象物の評価点ｉにおいて製品の評価が可能な音｛Ｐａ｝ｉや振動｛U°ｐ｝ｉ（Uは、ウムラウト付きUを表す）がセンサーにより計測される。この計測と同時に、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおいても伝達経路の寄与を見積もることが可能な加速度｛U°ｐ｝ｍが計測される。この時、計測する個数ｍは、求めたい力の個数ｎ以上（ｍ≧ｎ）となることが望ましい。

[0049] この際、計測された全てのデータは、評価点ｉを基準にして相関を取ったデータであることが望ましい。例えば、相関を取ったデータとは、相互相関関数を取って、周波数軸で分析する場合はクロスパワースペクトルに変換されたデータである。

[0050] ≪従来手法の処理≫

実施例における手順２を説明する前に、実施例と比較するための、従来手法の処理について説明する。

[0051] 従来手法では、自動車の応答側構造ｐｐに生ずる力を以下の式（２）を用いて推定するため、［Ｇ］ｍｎの計測が実施される。［Ｇ］ｍｎは、式（３）に

より表される。

[数2]

$$\{F^{op}\}_n = [G]^{-1}_{mn}\{\ddot{U}^{op}\}_m \quad \cdots(2)$$

[数3]

$$[G(k)]_{mn} = \begin{bmatrix} \{h(k)\}_{e_1e_1} & \{h(k)\}_{e_1e_2} & \cdots \\ \{h(k)\}_{e_2e_1} & \{h(k)\}_{e_2e_2} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \quad \cdots(3)$$

この［Ｇ］$_{mn}$を計測するために、自動車から入力側構造ａｐが分離され、応答側構造ｐｐが考慮される。応答側構造ｐｐの各接続点ｅの入力方向（通常加振可能な３方向）毎に加振した際の駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$と、各接続点間の伝達関数｛ｈ｝$_{ej}$とが計測される。

[0052] この駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$の右下の添え字ｅｅは、対角項を意味し、［Ｇ］$_{mn}$の対角項に当てはまる。また、伝達関数｛ｈ｝$_{ej}$の右下の添え字ｅｊは、非対角項を意味し、［Ｇ］$_{mn}$の非対角項に当てはまる。従来手法において、この［Ｇ］$_{mn}$を計測するには、莫大な工数が掛かるという課題がある。

[0053] 一方、実施例では、以下の計測が行われる。例えば、自動車の評価が、評価点ｉにおける音｛Ｐ$_a$｝$_i$（振動評価の場合は、加速度｛U^{op}｝$_i$）、伝達経路の寄与解析を実施する、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおける計測結果が、振動の加速度｛U^{op}｝$_m$の場合、応答側構造ｐｐのみに分離され、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおいて加振機を用いて計測が行われる。

[0054] このとき、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおいて加速度｛ｕ｝$_n$（ｕは、ウムラウト付きのｕを表す）が計測されると同時に、評価点ｉ近傍で音圧応答｛ｐ$_a$｝$_i$（振動評価の場合は加速度応答｛ｕ｝$_i$）が計測される。

[0055] これにより、式（２）の［Ｇ］$_{mn}$を構成する接続点と同じ位置ｅにおける駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$と、接続点ｅ間の伝達関数｛ｈ｝$_{ej}$とが計測され、入力｛Ｆ^{op}｝$_n$が求められる。これと同時に、式（１）の［Ｈ］$_{in}$を構成する接続

点ｅから評価点ｉへの伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$も全て計測され、入力寄与が求められる。

[0056] 一方、伝達経路の寄与解析を実施する応答側構造ｐｐの接続点ｅにおける計測結果が、振動の歪｛δ°^{p}｝$_{m}$の場合、応答側構造ｐｐのみに分離される。次に、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおいて、加振機を用いて接続点近傍で歪｛δ｝$_{n}$が計測される。これと同時に評価点ｉで音圧応答｛ｐ$_{a}$｝$_{i}$（振動評価の場合は加速度応答｛ｕ｝$_{i}$）が計測される。

[0057] これにより、式（２）の［Ｇ］$_{mn}$を構成する接続点ｅ近傍の歪応答の駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$と、接続点ｅ近傍の歪応答間の伝達関数｛ｈ｝$_{ej}$とが計測され、入力｛Ｆ°^{p}｝$_{n}$が求められる。なお、駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$は、正確には入力位置と応答位置とが不一致のため伝達関数となる。また、駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$や、伝達関数｛ｈ｝$_{ej}$の計測と同時に、式（１）の［Ｈ］$_{in}$を構成する接続点ｅから評価点ｉへの伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$も全て計測され、入力寄与が求められる。

[0058] 以上により、前述したような従来手法を用いた場合、計測を実施するためには、先ず、部分構造へ分離する必要があるため、非常に工数が掛かること、次に、一旦計測が開始されても、計測点数が非常に多いため、非常に工数が掛かることという２つの課題があることがわかる。

[0059] ≪手順２≫

次に、実施例の手順２について説明する。実施例では、従来手法とは異なり、［Ｇ］$_{mn}$は計測されず、発明者らにより提案される後述の式を用いることで、伝達経路解析に必要な評価点ｉに寄与する駆動点関数｛ｈ^{i}（ｋ）｝$_{ee}$と、接続点ｅ間の伝達関数｛ｈ｝$_{ej}$とが推定される。ｋは、周波数などの刻みステップである。これにより、実施例では、駆動点関数や伝達関数を適切に推定するため、計測工数を大幅に削減することができる。

[0060] まず、実施例における手順２の準備段階として、評価点ｉにおける入力によって励起された伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$で張られる空間が定義される。次に、この空間上で、接続点ｅと評価点ｉ間の伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$を、出力側の応答ベ

クトル｛φ^{i}（ｋ）｝$_{e}$と、入力側の応答ベクトル｛φ^{i}（ｋ）｝$_{i}$との内積で構成する２つの応答ベクトルとし、このベクトルを要素ベクトルとして定義される。

[0061] ここで、定義された要素ベクトルを用いると、接続点ｅと評価点ｉ間の伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$は、式（４）により、評価点ｉにおける入力によって励起された伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$で張られる空間上の応答ベクトルの内積で構成されると仮定することができる。応答ベクトルは、出力側の要素ベクトル｛Φ^{i}（ｋ）｝$_{e}$と、入力側の要素ベクトル｛Φ^{i}（ｋ）｝$_{i}$とである。

[0062] なお、要素ベクトルの右肩の添え字「ｉ」は、入力ｉによって励起された伝達関数で張られる空間上の応答ベクトルであることを意味する。

[数4]

$$\{h(k)\}_{ei} = \{\Phi^{i}(k)\}_{e}^{T} \cdot \{\Phi^{i}(k)\}_{i} \quad \cdots(4)$$

式（４）と同じように、評価点と同じ位置ｉにおける駆動点関数｛ｈ｝$_{ii}$は、式（５）により、出力側の要素ベクトル｛Φ^{i}（ｋ）｝$_{i}$と、入力側の要素ベクトル｛Φ^{i}（ｋ）｝$_{i}$との内積で構成されていると仮定することができる。

[数5]

$$\{h(k)\}_{ii} = \{\Phi^{i}(k)\}_{i}^{T} \cdot \{\Phi^{i}(k)\}_{i} \quad \cdots(5)$$

上記の式（４）と（５）とを用いることにより、実際に加振されていない点（非加振点）の駆動点関数｛ｈ｝$_{ee}$のうち、評価点ｉにおける入力によって励起された伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$で張られる空間上の成分となる駆動点関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$は、次の式（６）により推定することが可能となる。

[数6]

$$\left\{h^i(k)\right\}_{ee} = \{h(k)\}_{ei} \cdot \{h(k)\}_{ei} / \{h(k)\}_{ii} = \left\{\Phi^i(k)\right\}_e^T \cdot \left\{\Phi^i(k)\right\}_e \quad \cdots(6)$$

この式（６）を適用するために、実施例においては、右辺に代入する２種類の全接続点ｅ及び評価点ｉ間の伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$と、評価点ｉの駆動点関数｛ｈ｝$_{ii}$とが計測される。

[0063] 実施例における計測は、従来手法とは異なり、１度の実験だけで必要な測定結果を取得することができるため、上述した従来手法と比べて大幅な工数削減を可能にする。例えば、実施例における計測の場合、評価点が数多くある場合でも、その評価点の全点において、無相関な信号を入力として与えることで、１度の実験で全ての計測を行うことが可能となる。

[0064] 全接続点ｅと評価点ｉとの間の伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$は、手順１において実稼働時に評価した評価点ｉと応答側構造ｐｐの接続点ｅとの間において相反性が成り立つ。よって、伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$は、評価点ｉ側から入力を与えて全ての接続点ｅにおいて応答を計測することで取得することが可能である。この計測と同時に、評価点ｉ側における駆動点関数（入力点と同じ位置ｉで応答を計測により求められる伝達関数）｛ｈ｝$_{ii}$が計測される。

[0065] 図４は、実施例における伝達関数で張られる空間の一例を示す図である。上述したように一度で計測された全伝達関数と駆動点関数とを用いて、図２に示す評価点ｉが存在するベクトル空間［Ｈ］上において、座標軸の中心である非加振点である接続点ｅにおける駆動点関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$を推定することが可能となる。なお、右肩「ｉ」記号は、応答側構造ｐｐ上の接続点ｅと評価点ｉとの間の伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$で貼られるベクトル空間［Ｈ］上の応答であることを示す。

[0066] 実施例において、情報処理装置１０は、この駆動点関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$を用いて、式（２）における［Ｇ］$_{mn}$をベクトル空間［Ｈ］上において推定し、応答

側構造ｐｐの接続点ｅに生ずるベクトル空間［Ｈ］上の力｛ｆ$^{i-op}$｝$_{e}$を推定する。

[0067] まず、情報処理装置１０の入力部２１２は、計測された伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$と、駆動点関数｛ｈ｝$_{ii}$とを入力する。次に、情報処理装置１０の第１推定部２１４は、実際の数値計算において、式（６）の各伝達関数｛ｈ^{i}（ｋ）｝$_{ei}$と駆動点関数｛ｈ^{i}（ｋ）｝$_{ii}$とに対し、以下の式（７）と（８）とに示すように、オイラーの公式を代入して計算する。これにより、演算部２００は、微小な数値計算を安定化させ、かつ高速化させることができる。

[数7]

$$\{h^i(k)\}_{ei} = \{A^i(k)\}_{ei} \cdot exp\left\{j\{\theta^i(k)\}_{ei} \cdot \pi/180\right\} \quad \cdots(7)$$

[数8]

$$\{h^i(k)\}_{ii} = \{A^i(k)\}_{ii} \cdot exp\left\{j\{\theta^i(k)\}_{ii} \cdot \pi/180\right\} \quad \cdots(8)$$

[0068] 第１推定部２１４は、上記の式（７）、（８）を式（６）に代入することで、以下の様に非加振点の接続点ｅにおける駆動点関数のオイラー公式表現（式（９））、その振幅と位相（式（１０）と（１１））を計算する。

[数9]

$$\{h^i(k)\}_{ee} = \{A^i(k)\}_{ee} \cdot exp\left\{j\{\theta^i(k)\}_{ee} \cdot \pi/180\right\} \quad \cdots(9)$$

[数10]

$$\{A^i(k)\}_{ee} = \{A^i(k)\}_{ei} \cdot \{A^i(k)\}_{ei} / \{A^i(k)\}_{ii} \quad \cdots(10)$$

[数11]

$$\{\theta^i(k)\}_{ee} = \{\theta^i(k)\}_{ei} + \{\theta^i(k)\}_{ei} - \{\theta^i(k)\}_{ii} \quad \cdots(11)$$

[0069] 次に、第１算出部２１６は、第１推定部２１４により推定されたベクトル空間［Ｈ］上の各駆動点関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$より、各接続点である応答点側ｅの要素ベクトル｛Φ^{i}｝$_{e}$を算出する。

[0070] 第１算出部２１６は、この計算に対し、オイラーの公式を用いて要素ベクトル｛Φ^{i}｝$_{e}$（式（１２））、その振幅と位相（式（１３）と（１４））を計算する。

[数12]

$$\{\Phi^i(k)\}_e = \{A^i(k)\}_e \cdot exp\left\{j\{\theta^i(k)\}_e \cdot \pi/180\right\} \quad \cdots(12)$$

[数13]

$$\{A^i(k)\}_e = \sqrt{\{A^i(k)\}_{ee}} \quad \cdots(13)$$

[数14]

$$\{\theta^i(k)\}_e = \frac{1}{2} \cdot \{\theta^i(k)\}_{ee} \quad \cdots(14)$$

[0071] ≪手順３≫

次に、第２推定部２１８は、手順３で算出した応答側構造ｐｐの複数の非加振点である接続点ｅにおける要素ベクトル｛Φ^{i}｝$_{e}$を用いて、ベクトル空間［Ｈ］上の全ての接続点間の伝達関数｛ｈ^{i}｝$_{ej}$を、式（１５）～（１７）を用いて推定する。

[数15]

$$\{h^i(k)\}_{ej} = \{\Phi^i(k)\}_e^T \cdot \{\Phi^i(k)\}_j \quad \cdots(15)$$

[数16]

$$\{A^i(k)\}_{ej} = \{A^i(k)\}_e \cdot \{A^i(k)\}_j \quad \cdots(16)$$

[数17]

$$\{\theta^i(k)\}_{ej} = \{\theta^i(k)\}_e + \{\theta^i(k)\}_j \quad \cdots(17)$$

[0072] 以上より、構築部２２０は、推定された全ての接続点ｅの駆動点関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$と、伝達関数｛ｈ^{i}｝$_{ej}$とを用いて、ベクトル空間［Ｈ］上において、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおける伝達関数［Ｇ^{i}］$_{ee}$を、式（１８）に示すように構築する。これにより、伝達関数［Ｇ^{i}］$_{ee}$を求めるために、接続点ｅから加振しなくてもよい。

[数18]

$$[G^i(k)]_{mn} = \begin{bmatrix} \{h^i(k)\}_{e_1e_1} & \{h^i(k)\}_{e_1e_2} & \cdots \\ \{h^i(k)\}_{e_2e_1} & \{h^i(k)\}_{e_2e_2} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \quad \cdots(18)$$

ここで、添え字の「ｅ$_{1}$ｅ$_{2}$」と、「ｅ$_{2}$ｅ$_{1}$」は、非対角項を示し、添え字「ｅｊ」と「ｊｅ」と同じ意味を持つ。

[0073] ≪手順４≫

次に、第２算出部２２２は、自動車の実稼働時における応答側構造ｐｐの接続点ｅに生ずる力を算出する。第２算出部２２２は、手順１の実稼働時に計測した応答側構造ｐｐの接続点ｅにおける応答｛Ｕ^{op}｝$_{m}$と、手順２で推定されたベクトル空間［Ｈ］上の伝達関数［Ｇ^{i}］$_{ee}$とを用いて、ベクトル空間［Ｈ］上の実稼働時の全接続点ｅに生ずる力｛Ｆ$^{i-op}$｝$_{n}$を算出する。なお、

接続点ｅにおける応答は、評価点基準でクロスパワースペクトル化したデータなど、評価点と相関があるデータが望ましい。

[数19]

$$\{F^{i-op}\}_n = [G^i]^{-1}_{mn}\{\ddot{U}^{op}\}_m \quad \cdots(19)$$

[0074] ≪手順５≫

次に、第３算出部２２４は、手順２で評価点側から加振して計測した評価点ｉと、応答側構造ｐｐの各接続点ｅの間の伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$を、相反性を利用して各接続点ｅ側から評価点ｉへの伝達関数という逆伝達関数としてまとめて構築した行列［Ｈ］$_{in}$に対して、手順４で求めた力｛Ｆ$^{i-op}$｝$_n$を掛け合わせる。第３算出部２２４は、乗算した値を総和することで、評価点ｉにおける評価物理量(音｛Ｐ$_a$｝$_i$や振動｛Ü^{op}｝$_i$など)に対する伝達経路の寄与を算出する。所定の接続点における乗算値が総和に占める割合が、その接続点における伝達経路の寄与となる。

[0075] ここで、評価する物理量（式（２０）に示す場合、音｛Ｐ$_a$｝$_i$）は、伝達関数［Ｈ］$_{in}$で張られる空間上に存在する。そのため、求める伝達経路の寄与は、実入力｛Ｆ^{op}｝$_n$の内、上記の空間上へ射影された入力｛Ｆ$^{i-op}$｝$_n$だけが意味を持つため、式（２０）の結果が、式（１）と同等となる。

[数20]

$$\{P_a\}_i = [H]_{in}\{F^{i-op}\}_n \quad \cdots(20)$$

[0076] ＜実施例における具体例＞

ここで、上述した実施例における各手順について、事例を用いて説明する。例えば、自動車の評価は、評価点ｉにおいて音｛Ｐ$_a$｝$_i$（振動評価の場合は加速度｛Ü^{op}｝$_i$）とする。また、伝達経路の寄与解析を実施する応答側構造の接続点ｅにおける計測結果は、振動の加速度｛Ü^{op}｝$_m$とする。

[0077] この場合、評価点においてスピーカーを用いた体積加速度加振｛ｑ｝$_i$が行

われる。なお、振動評価の場合は加振機が用いられる。応答側構造ｐｐの接続点ｅにおいて、加速度｛ｕ｝$_{n}$が計測されると同時に、評価点ｉ近傍で音圧応答｛ｐ$_{a}$｝$_{i}$（振動評価の場合は加速度応答｛ｕ｝$_{i}$）が計測される。

[0078] これにより、接続点ｅから評価点ｉへの伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$と評価点と同じ位置ｉにおける駆動点関数｛ｈ｝$_{ii}$が計測される。

[0079] 一方、伝達経路の寄与解析を実施する応答側構造ｐｐの接続点ｅにおける計測結果が振動の歪｛δ°^{p}｝$_{m}$の場合、評価点においてスピーカーを用いた体積加速度加振｛ｑ｝$_{i}$が行われる。なお、振動評価の場合は加振機が用いられる。応答側構造ｐｐの接続点ｅにおいて加速度｛ｕ｝$_{n}$が計測され、更に、接続点ｅ近傍の歪｛δ｝$_{n}$が計測される。これと同時に、評価点ｉ近傍で音圧応答｛ｐ$_{a}$｝$_{i}$（振動評価の場合は加速度応答｛ｕ｝$_{i}$）が計測される。

[0080] これにより、接続点ｅの加速度応答と、近傍の歪応答とから評価点ｉへの伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$が計測され、同時に評価点と同じ位置ｉにおける駆動点関数｛ｈ｝$_{ii}$が計測される。

[0081] 上記の計測処理で計測された結果が、情報処理装置２０の入力部２１２に入力されることで、式（１８）に示す、ベクトル空間［Ｈ］上の接続点ｅにおける伝達関数｛Ｇ^{i}｝$_{ee}$を加振せずに推定することが可能となる。

[0082] 情報処理装置２０は、推定した伝達関数と、式（１９）と、式（２０）とを用いることで、従来手法の２つの課題を解決することができる。具体的には、実施例によれば、部分構造に分離しなくても伝達経路の寄与解析が実施でき、１度の計測で必要な全ての結果を取得することができるため、従来手法の２つの課題を解決することが可能となる。

[0083] なお、実施例における手法を用いて入力を求める際、従来手法の様に入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐとに分離した場合、部分構造へ生ずる外力が算出される。また、入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐとに分離しない場合、両者間の内力が算出される。

[0084] 推定されたこれらの力を掛け合わせる伝達関数も、入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐとに分離した状態と、入力側構造ａｐと応答側構造ｐｐとに分離

しない状態の計測が使用される。よって、構造を入力側と応答側とに分離してもしなくても、結果となる伝達寄与率はほぼ同等となるため、どちらが実施されても良い。

[0085] また、実施例を用いて時間軸における入力同定や伝達経路解析が実施される場合、入力や寄与を求める際は、計測されたデータを一旦、周波数軸など他の座標軸へ変換して分析される。これにより、実施例における手法を用いて入力や寄与が求められ、それを時間軸に戻すことで、時間軸における解析が行われる。

[0086] ＜動作＞

情報処理装置１０の動作について説明する。図５は、第１実施形態における伝達経路解析処理の一例を示すフローチャートである。

[0087] ステップＳ１０２で、入力部２１２は、計測された伝達関数｛ｈ｝$_{ei}$（各第１伝達関数）と、駆動点関数｛ｈ｝$_{ii}$（第１自己伝達関数）とを入力する。

[0088] ステップＳ１０４で、第１推定部２１４は、第１自己伝達関数及び各第１伝達関数を用いて、接続点と評価点との間の伝達関数に基づくベクトル空間上の、各接続点における各第２自己伝達関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$を推定する。

[0089] ステップＳ１０６で、第１算出部２１６は、入力側の要素ベクトルと出力側の要素ベクトルの内積として定義される自己伝達関数に対し、第１推定部２１４により推定された各第２自己伝達関数により、各接続点の要素ベクトルを算出する。

[0090] ステップＳ１０８で、第２推定部２１８は、各接続点の要素ベクトルを用いて、ベクトル空間上の接続点間の各第２伝達関数を推定する。

[0091] ステップＳ１１０で、構築部２２０は、各第２自己伝達関数と、各第２伝達関数とを用いて、ベクトル空間上における応答側構造ｐｐの各接続点における第３伝達関数を構築する。これにより、部分構造への分離工数や伝達関数の計測工数を削減し、適切な伝達関数を推定することができる。

[0092] ＜実験結果＞

以下、発明者らは、２つの実験を実施している。一つ目は、全く外乱が無い理想的な条件の実験を再現するために、車両走行実験の現象を模擬する複雑な車両モデルを用いたシミュレーション実験である（図６、７）。このシミュレーション実験では、走行時の現象を再現するため、タイヤ接地面に対し、変位入力を与えた時の車室内の音が計算される。二つ目は、さまざまな外乱がある条件の実車を使った路面走行時の計測実験である（図８、図９）。

[0093] まずは、一つ目の実験について説明する。図６は、従来手法の伝達経路解析による、複雑な車両モデルを用いたシミュレーション結果（数値解析）を示す図である。図６に示す従来手法とは、部分構造への分解を行って、接続点側から入力を行い、応答を計測する手法である。図６に示す実線は、走行時の現象を再現するため、タイヤ接地面に対し、変位入力を与えた時の車室内の音の計算データであり、薄線は、従来手法により解析された結果を示すシミュレーション結果データである。実線の計算データと薄線のシミュレーション結果データとはほぼ同じであり、従来手法の解析が適切に行われていることが分かる。

[0094] 図７は、実施例の伝達経路解析による、複雑な車両モデルを用いたシミュレーション結果を示す図である。図７に示す実施例の手法とは、評価点側から入力を行い、応答を計測するところが従来手法と異なり、評価点における自己伝達関数を推定することで、工数を削減する手法である。図７に示す実線は、図６に示す実線と同様の計算データであり、薄線は、実施例の手法により解析された結果を示すシミュレーション結果データである。

[0095] 図７に示す薄線と、図６に示す薄線とを比較すると、ほぼ同じであるといえるので、本実施例における伝達経路解析手法は、分離工数や計測工数を大幅に削減しつつも、従来手法と同様の高い精度で解析を行うことができる。

[0096] 次に、二つ目の実験について説明する。図８は、部品が交換された場合の音圧の比較を説明するための実車実験データを示す図である。図８に示す実線は、オリジナルの自動車の評価点における音圧の計測実験データを示す。

図８に示す薄線は、オリジナルとはサスペンションが異なる自動車の評価点における音圧の計測実験データを示す。図８に示すとおり、サスペンションを変えたことで、特に６０～１００Ｈｚにおいて、音圧に違いが生じている。

[0097] 図９は、図８で説明した自動車に対する、実施例における伝達経路解析を用いた部品交換前後のシミュレーション結果データを示す図である。図９に示す実線は、オリジナルの自動車に対し、実施例の伝達経路解析を行ったシミュレーション結果データであり、薄線は、オリジナルとはサスペンションが異なる自動車に対し、実施例の伝達経路解析を行ったシミュレーション結果データである。図９に示すとおり、解析結果においても、部品の違いを表す６０～１００Ｈｚに音圧の違いが生じている。よって、実施例の伝達経路解析によれば、部品の違いについても適切に検出することが可能となる。

[0098] 以上、第１実施形態における情報処理装置１０は、部分構造への分離工数や伝達関数の計測工数を削減し、適切な伝達関数を推定することができる。

[0099] ［第２実施形態］

次に、第２実施形態における情報処理装置について説明する。第２実施形態における情報処装置の構成は、図１に示す構成と同様であるため、その説明を省略する。

[0100] ＜機能＞

図１０は、第２実施形態における情報処理装置２０の機能の一例を示すブロック図である。図１０に示す機能のうち、図２に示す機能と同様のものは、図２に示す符号と同じ符号を用いる。図１０に示す情報処理装置２０は、演算部３００と、記憶部２０２とを備える。演算部３００は、入力部２１２と、第４算出部３０２と、第１推定部２１４と、第１算出部２１６と、第２推定部２１８と、構築部２２０と、第２算出部２２２と、第３算出部２２４とを少なくとも備える。

[0101] 第４算出部３０２は、入力部２１２から、第１自己伝達関数及び各第１伝達関数を取得する。第４算出部３０２は、接続点と評価点との間の伝達関数

に基づくベクトル空間上の接続点における周波数応答関数に対し、一般的なモード解析で用いられる式展開を行う。

[0102] ここで、以下の式では、第１実施形態におけるパラメータを変更する。第１実施形態で用いたパラメータｋをωに変更し、パラメータｋは別の添え字として用いる。このとき、第１実施形態で求めた式（３）は、式（２１）で表される。

[数21]

$$[G(\omega)]_{mn} = \begin{bmatrix} \{h(\omega)\}_{e_1e_1} & \{h(\omega)\}_{e_1e_2} & \cdots \\ \{h(\omega)\}_{e_2e_1} & \{h(\omega)\}_{e_2e_2} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \quad \cdots(21)$$

[0103] 第４算出部３０２は、モード解析を用いて周波数応答関数を式（２２）により展開する。

[数22]

$$\{h(\omega)\}_{ee} = \sum_{k=1}^{n}\left[\frac{\{\varphi_k\}\{\xi_k\}^T}{\sigma_k + j(\omega-\omega_{dk})} + \frac{\{\varphi_k{}^*\}\{\xi_k{}^*\}^T}{\sigma_k + j(\omega+\omega_{dk})}\right] + \sum_r [Z_r](j\omega)^r \quad \cdots(22)$$

式（２２）の左辺の周波数応答関数は、右辺第一項の様に、ｋ番目のモード座標系の変数で表した式の足し合わせと、右辺第二項の剰余関数とで表現することができる。

ｋは、モード数

ω_{dk}は、減衰自然周波数

ξ_kは、刺激係数

$\{\phi_k\}$は、モード形

$[Z_r]$は、剰余項

[0104] 第４算出部３０２は、式（２２）の右辺第二項の剰余関数項を、右辺第一

項の各モード座標系の周波数応答の重ね合わせと同様に扱い、各項で表される周波数応答関数の重ね合わせを行う。これにより、周波数応答関数が式（２３）により表現できる。以降の式は、全て式（２３）の周波数応答関数を前提として展開する。

[数23]

$$\{h(\omega)\}_{ee} = \sum_{k=1}^{n+r} \{h_k(\omega)\}_{ee} \quad \cdots(23)$$

以降、式（２３）が用いられることに伴い、第１実施形態の数式に対し、各周波数応答ｈに添え字ｋを入れて表現する式に変更する。なお、式（２３）は、周波数応答を１自由度の周波数応答の重ね合わせで表現した式である。

[0105] 第１推定部２１４は、周波数応答関数に基づき、第１実施形態と同様に、以下の式を用いて接続点と評価点との間の伝達関数に基づくベクトル空間上の各接続点における各第２自己伝達関数を算出する。

[数24]

$$\sum_{k=1}^{n} \{h_k(\omega)\}_{ei} = \sum_{k=1}^{n} (\{\phi_k^i(\omega)\}_e \cdot \{\phi_k^i(\omega)\}_i) \quad \cdots(24)$$

[数25]

$$\sum_{k=1}^{n} \{h_k(\omega)\}_{ii} = \sum_{k=1}^{n} (\{\phi_k^i(\omega)\}_i \cdot \{\phi_k^i(\omega)\}_i) \quad \cdots(25)$$

[数26]

$$\sum_{k=1}^{n}\{h_k^i(\omega)\}_{ee}=\sum_{k=1}^{n}(\{h_k(\omega)\}_{ei}\cdot\{h_k(\omega)\}_{ei}/\{h_k(\omega)\}_{ii})$$
$$=\sum_{k=1}^{n}(\{\phi_k^i(\omega)\}_e\cdot\{\phi_k^i(\omega)\}_e) \quad \cdots(26)$$

[数27]

$$\{h_k^i(\omega)\}_{ei}=\{A_k^i(\omega)\}_{ei}\cdot\exp(j(\{\theta_k^i(\omega)\}_{ei}\cdot\pi/180)) \quad \cdots(27)$$

[数28]

$$\{h_k^i(\omega)\}_{ii}=\{A_k^i(\omega)\}_{ii}\cdot\exp(j(\{\theta_k^i(\omega)\}_{ii}\cdot\pi/180)) \quad \cdots(28)$$

[数29]

$$\{h_k^i(\omega)\}_{ee}=\{A_k^i(\omega)\}_{ee}\cdot\exp(j(\{\theta_k^i(\omega)\}_{ee}\cdot\pi/180)) \quad \cdots(29)$$

[数30]

$$\{A_k^i(\omega)\}_{ee}=\{A_k^i(\omega)\}_{ei}\cdot\{A_k^i(\omega)\}_{ei}/\{A_k^i(\omega)\}_{ii} \quad \cdots(30)$$

[数31]

$$\{\theta_k^i(\omega)\}_{ee}=\{\theta_k^i(\omega)\}_{ei}+\{\theta_k^i(\omega)\}_{ei}-\{\theta_k^i(\omega)\}_{ii} \quad \cdots(31)$$

[0106] 次に、第１算出部２１６は、第１実施形態と同様にして、以下の式を用いて各接続点の要素ベクトルを算出する。

[数32]

$$\{\phi_k^i(\omega)\}_e = \{A_k^i(\omega)\}_e \cdot \exp(j(\{\theta_k^i(\omega)\}_e)\cdot\pi/180)) \quad \cdots(32)$$

[数33]

$$\{A_k^i(\omega)\}_e = \sqrt{\{A_k^i(\omega)\}_{ee}} \quad \cdots(33)$$

[数34]

$$\{\theta_k^i(\omega)\}_e = \frac{1}{2}\{\theta_k^i(\omega)\}_{ee} \quad \cdots(34)$$

[0107] 次に、第２推定部２１８は、第１実施形態と同様にして、以下の式を用いて接続点間の各第２伝達関数を推定する。

[数35]

$$\{h_k^i(\omega)\}_{ej} = \{\phi_k^i(\omega)\}_e \cdot \{\phi_k^i(\omega)\}_j \quad \cdots(35)$$

[数36]

$$\{A_k^i(\omega)\}_{ej} = \{A_k^i(\omega)\}_e \cdot \{A_k^i(\omega)\}_j \quad \cdots(36)$$

[数37]

$$\{\theta_k^i(\omega)\}_{ej} = \{\theta_k^i(\omega)\}_e + \{\theta_k^i(\omega)\}_j \quad \cdots(37)$$

[0108] 次に、構築部２２０は、第１実施形態と同様にして、式（３８）を用いて、推定された全ての接続点ｅの駆動点関数｛ｈ^{i}｝$_{ee}$と、伝達関数｛ｈ^{i}｝$_{ej}$とを用いて、ベクトル空間［Ｈ］上において、応答側構造ｐｐの接続点ｅにおける伝達関数を構築する。

[数38]

$$\left[G^{i}\right]_{mn,k}=\begin{bmatrix}\{h^{i}\}_{e_1e_1} & \{h^{i}\}_{e_1e_2} & \cdots\\ \{h^{i}\}_{e_2e_1} & \{h^{i}\}_{e_2e_2} & \cdots\\ \vdots & \vdots & \ddots\end{bmatrix}_{k} \quad \cdots(38)$$

[0109] 次に、第２算出部２２２は、第１実施形態と同様にして、式（３９）を用いて、自動車などの製品の実稼働時における応答側構造ｐｐの接続点ｅに生ずる力を算出する。

[数39]

$$\{F^{i-op}(\omega)\}_{n}=\left[G^{i}(\omega)\right]^{-1}_{mn}\cdot\{\ddot{U}^{op}(\omega)\}_{m} \quad \cdots(39)$$

[0110] 第３算出部２２４は、第１実施形態と同様にして、式（４０）を用いて、乗算した値を総和することで、評価点ｉにおける評価物理量(音｛Ｐ$_{a}$｝$_{i}$や振動｛Ｕ$_{op}$｝$_{i}$など)に対する伝達経路の寄与を算出する。

[数40]

$$\{P_{a}(\omega)\}_{i}=\left[H(\omega)\right]_{in}\cdot\{F^{i-op}(\omega)\}_{n} \quad \cdots(40)$$

[0111] 図１１は、第２実施形態で用いる単純モデルを説明するための図である。図１１は、本手法の精度を証明するために、あらかじめ有限要素法で計算した伝達関数と、本手法を用いて推定した伝達関数とを比較することで本手法の有効性を示すため構築したモデルを示す。

[0112] 図１１に示すモデルでは、有限要素法の理論に基づき、２次元の梁モデル表現を用いる。一般的に、２次元の梁モデルは、並進と回転の２自由度がセットであり、その２自由度のセット毎をつなぐものを要素という。この要素により梁が構成される。図１１に示す例では、要素番号は記載しておらず、

自由度の番号のみを記載する。奇数が並進自由度を表し、偶数が回転自由度を表す。図１１に示すモデルは、各梁の両端の奇数の並進自由度に対して、並進バネ要素を用いて接続する。なお、ここでいう「要素」は、数式で用いられる「要素ベクトル」とは別概念である。

[0113] 例えば、図１１は、有限要素法を用いて１つの梁モデルと２つの接地バネ要素で構成される入力側構造（Active Part）と、３つ梁モデルと各梁を２つの並進バネ要素で自由度１と４１、３９と７９、４１と８１、７９と１１９を接続した評価点を含む応答側構造（Passive Part）とを、３つの並進バネ要素を介して自由度８１と１２１、１０１と１４１、１１９と１５９で接続されたシステムモデルである。以下、図１１に示すモデルを用いたシミュレーションによる各種実験の結果について説明する。

[0114] 図１２は、第２実施形態における駆動点関数の推定精度を評価するための実験結果（その１）の一例を示す図である。図１２に示す結果は、入力構造側と応答構造側との接続バネが繋がっていない場合の応答側構造のみのモデルを用いて、接続点である自由度８１における駆動点関数を、直接、有限要素法を用いて計算した実線の結果と、本手法で推定した点線（ドット及びドットにより形成される線）の結果とを示す。

[0115] 図１３は、第２実施形態における駆動点関数の推定精度を評価するための実験結果（その２）の一例を示す図である。図１３に示す結果は、入力構造側と応答構造側との接続バネが繋がっていない場合の応答側構造のみのモデルを用いて、接続点である自由度１０１における駆動点関数を、直接、有限要素法を用いて計算した実線の結果と、本手法で推定した点線の結果とを示す。

[0116] 図１４は、第２実施形態における伝達関数の推定精度を評価するための実験結果（その１）の一例を示す図である。図１４に示す結果は、入力構造側と応答構造側との接続バネが繋がっていない場合の応答側構造のみのモデルを用いて、自由度１０１を加振した際の自由度８１の伝達関数を、直接、有限要素法を用いて計算した実線の結果と、本手法で推定した点線の結果とを

示す。

[0117] 図１５は、第２実施形態における伝達関数の推定精度を評価するための実験結果（その２）の一例を示す図である。図１５に示す結果は、入力構造側と応答構造側との接続バネが繋がっていない場合の応答側構造のみのモデルを用いて、自由度１１９を加振した際の自由度８１の伝達関数を、直接、有限要素法を用いて計算した実線の結果と、本手法で推定した点線の結果とを示す。

[0118] 以上、図１２～１５に示す結果によれば、本手法は、各自由度の駆動点関数や伝達関数を精度良く推定することができている。

[0119] 図１６は、第２実施形態における自由度８１に生じる力の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。図１６に示す結果は、自由度８１に生ずる力を、直接、従来手法の式（２）を用いて計算した実線の結果と、式（３９）を用いて推定した点線の結果とを示す。

[0120] 図１７は、第２実施形態における自由度１０１に生じる力の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。図１７に示す結果は、自由度１０１に生ずる力を、直接、従来手法の式（２）を用いて計算した実線の結果と、式（３９）を用いて推定した点線の結果とを示す。

[0121] 図１８は、第２実施形態における自由度１１９に生じる力の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。図１８に示す結果は、自由度１１９に生ずる力を、直接、従来手法の式（２）を用いて計算した実線の結果と、式（３９）を用いて推定した点線の結果とを示す。

[0122] 以上、図１６～１８に示す結果によれば、本手法は、各自由度に生じる力を精度良く推定することができている。

[0123] 図１９は、第２実施形態における評価点の評価物理量の推定精度を評価するための実験結果の一例を示す図である。図１９に示す結果は、評価点である自由度１１における評価物理量となる振動を従来手法の式（１）を用いて計算した実線の結果と、式（４０）を用いて推定した点線の結果とを示す。

[0124] 図１９に示す結果によれば、本手法は、評価点における評価物理量となる

振動を精度良く求めることができる。

[0125] ＜動作＞

第２実施形態における情報処理装置２０の動作について説明する。第２実施形態における情報処理装置２０の動作は、図５に示すステップＳ１０２とＳ１０４と間に第４算出部３０２によるモード解析処理が挿入される。第２実施形態におけるステップＳ１０４以降の処理は、モード解析により得られた周波数応答関数が展開されること以外は、図５で説明した処理と同様である。

[0126] 以上、第２実施形態によれば、第１実施形態に対して、第４算出部３０２による数式を２つ（式（２２）及び式（２３））追加することで、伝達関数等の推定精度を向上させることができる。

[0127] なお、上述した情報処理装置で実行されるプログラムについて、実際のハードウェアとしては、ＣＰＵ１０２がＲＯＭ１０６からプログラムを読み出して実行することにより、上記各部のうち１又は複数の各部がＲＡＭ１０４上にロードされ、１又は複数の各部がＲＡＭ１０４上に生成されるようになっている。

[0128] このように、上述した２つの実施形態で説明した処理は、コンピュータに実行させるためのプログラムとして実現されてもよい。このプログラムをサーバ等からインストールしてコンピュータに実行させることで、前述した処理を実現することができる。

[0129] また、このプログラムを記録媒体１１６に記録し、このプログラムが記録された記録媒体１１６をコンピュータに読み取らせて、前述した処理を実現させることも可能である。

[0130] なお、記録媒体１１６は、ＣＤ－ＲＯＭ、フレキシブルディスク、光磁気ディスク等の様に情報を光学的，電気的或いは磁気的に記録する記録媒体、ＲＯＭ、フラッシュメモリ等の様に情報を電気的に記録する半導体メモリ等、様々なタイプの記録媒体を用いることができる。

[0131] また、上記例では、対象物として自動車について説明したが、実施例にお

ける伝達経路解析は、船舶、飛行機、建物などにも適用することができる。

[0132] 以上、２つの実施形態について詳述したが、上記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、上記実施形態以外にも種々の変形及び変更が可能である。

符号の説明

[0133] １０ 情報処理装置

１０２ ＣＰＵ

１０４ ＲＡＭ

１０６ ＲＯＭ

２１２ 入力部

２１４ 第１推定部

２１６ 第１算出部

２１８ 第２推定部

２２０ 構築部

２２２ 第２算出部

２２４ 第３算出部

３０２ 第４算出部

請求の範囲

[請求項1] 対象物の伝達経路解析を行う際、該対象物に対して入力側構造と、該入力側構造と１つ以上の接続点を介して接続される、評価点を含む応答側構造とが定義され、前記評価点からの入力に対する該評価点における応答を計測して取得される第１自己伝達関数と、前記入力に対する各接続点間における応答を計測して取得される各第１伝達関数とを入力する入力部と、

前記第１自己伝達関数及び前記各第１伝達関数を用いて、前記接続点と前記評価点との間の伝達関数に基づくベクトル空間上の各接続点における各第２自己伝達関数を推定する第１推定部と、

入力側の要素ベクトルと出力側の要素ベクトルの内積として定義される自己伝達関数に対し、前記第１推定部により推定された各第２自己伝達関数に基づき、各接続点の要素ベクトルを算出する第１算出部と、

前記各接続点の要素ベクトルを用いて、前記ベクトル空間上の接続点間の各第２伝達関数を推定する第２推定部と、

前記各第２自己伝達関数と、前記各第２伝達関数とを用いて、前記ベクトル空間上における前記応答側構造の各接続点における第３伝達関数を構築する構築部と、

を備える情報処理装置。

[請求項2] 前記第１推定部は、

前記第１自己伝達関数及び前記各第１伝達関数に対し、オイラーの公式を用いて代入して推定処理を行う、請求項１記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記対象物の稼働時に計測した、前記応答側構造の各接続点における応答データと、前記第３伝達関数とを用いて、前記ベクトル空間上の稼働時の各接続点に生ずる力を算出する第２算出部と、

前記各接続点における第１伝達関数に、対応する接続点に生ずる力

を乗算して総和を求め、前記評価点における評価物理量に対する伝達経路の寄与を算出する第３算出部と、

をさらに備える、請求項１又は２に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記入力部に入力された前記第１自己伝達関数及び前記各第１伝達関数に基づく、前記接続点と前記評価点との間の伝達関数に基づくベクトル空間上の各接続点における周波数応答関数に対し、モード解析を行う第４算出部をさらに備え、

前記第１推定部は、

前記第４算出部によりモード解析された周波数応答関数に基づく各第２自己伝達関数を推定する、請求項１乃至３いずれか一項に記載の情報処理装置。

[請求項5] 対象物の伝達経路解析を行う際、該対象物に対して入力側構造と、該入力側構造と１つ以上の接続点を介して接続される、評価点を含む応答側構造とが定義され、前記評価点からの入力に対する該評価点における応答を計測して取得される第１自己伝達関数と、前記入力に対する各接続点における応答を計測して取得される各第１伝達関数とを入力すること、

前記第１自己伝達関数及び前記各第１伝達関数を用いて、前記評価点が存在するベクトル空間上の各接続点における各第２自己伝達関数を推定すること、

前記ベクトル空間の前記各第２自己伝達関数を用いて、各接続点の要素ベクトルを算出すること、

前記各接続点の要素ベクトルを用いて、前記ベクトル空間上の全ての接続点間の各第２伝達関数を推定すること、

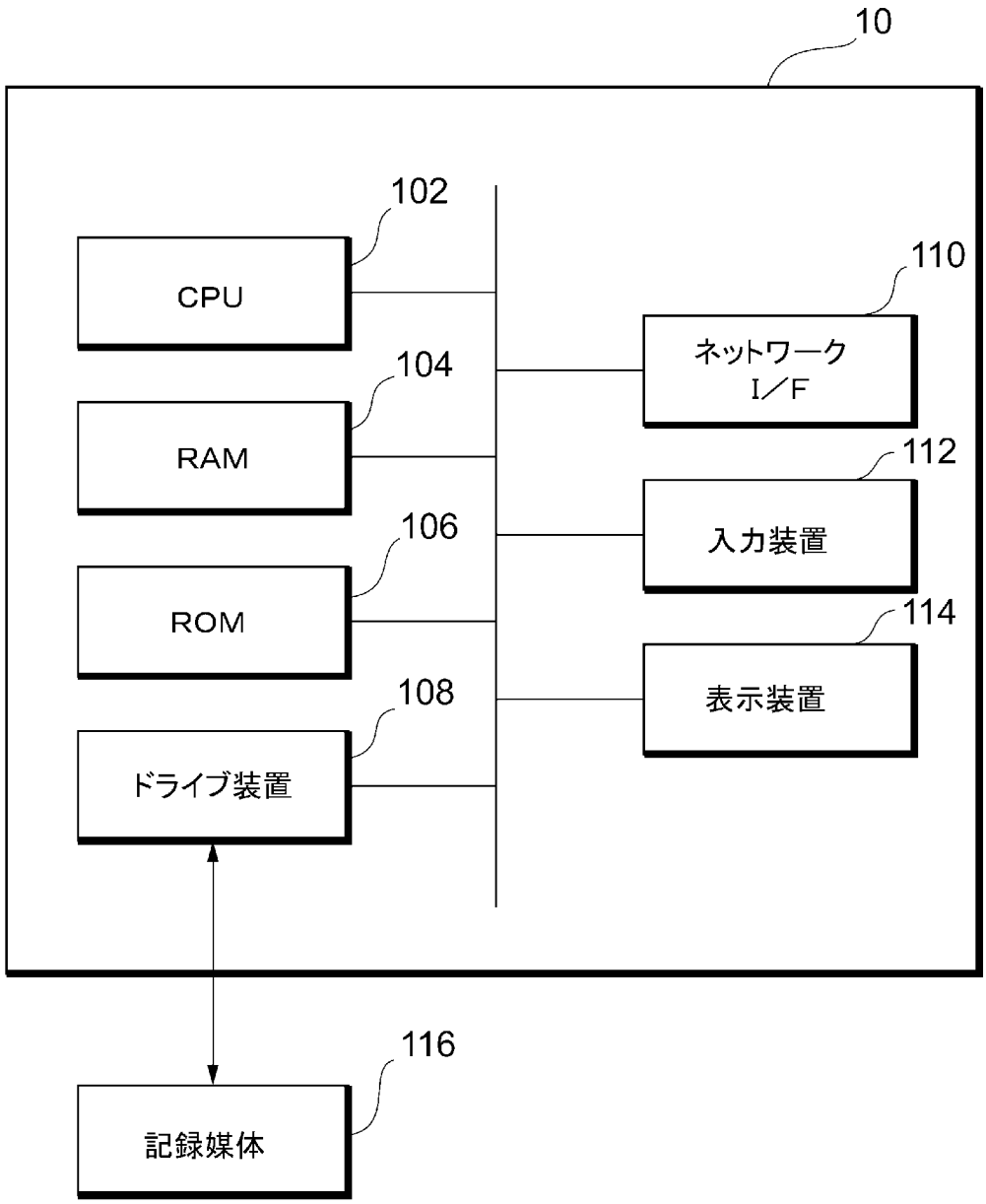
前記各第２自己伝達関数と、前記各第２伝達関数とを用いて、前記ベクトル空間上における前記応答側構造の各接続点における第３伝達関数を構築すること、

をコンピュータが実行する情報処理方法。

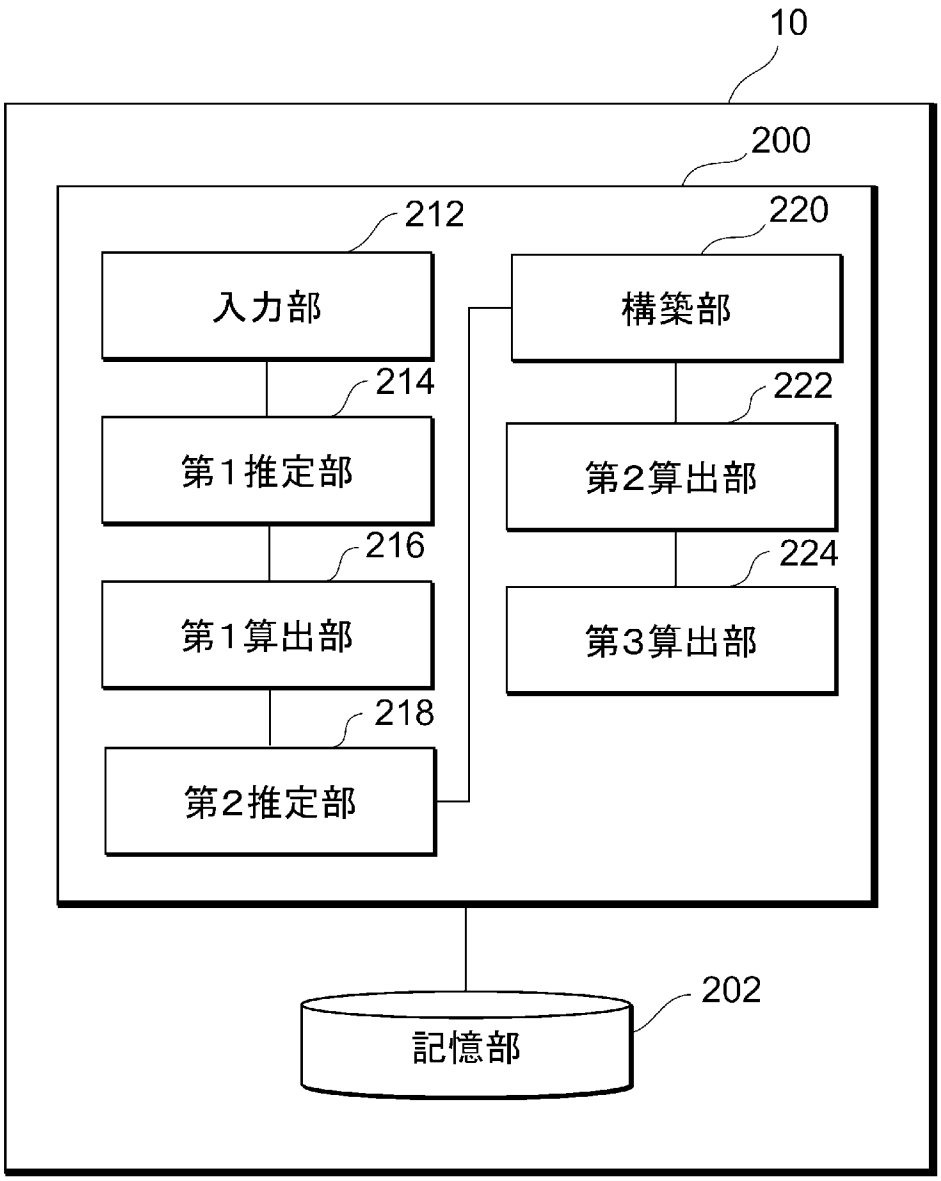
[請求項6] 請求項５に記載の情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項7] 請求項６に記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

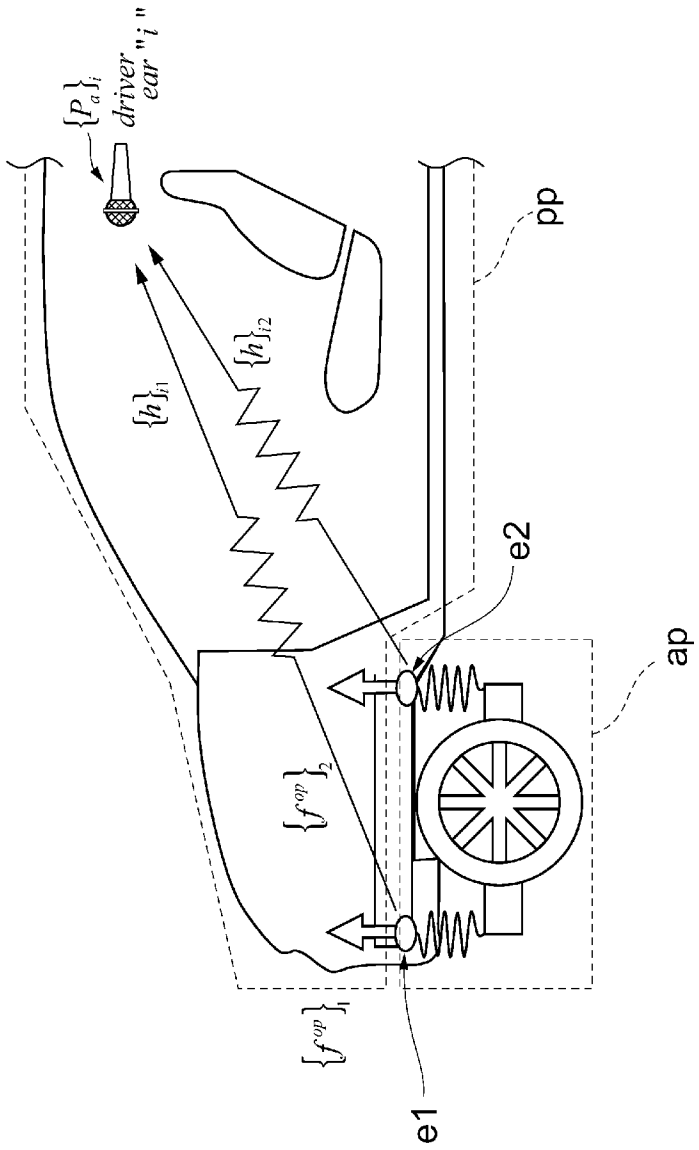
[図1]


10
102
CPU
104
RAM
106
ROM
108
ドライブ装置
110
ネットワーク
I／F
112
入力装置
114
表示装置
116
記録媒体

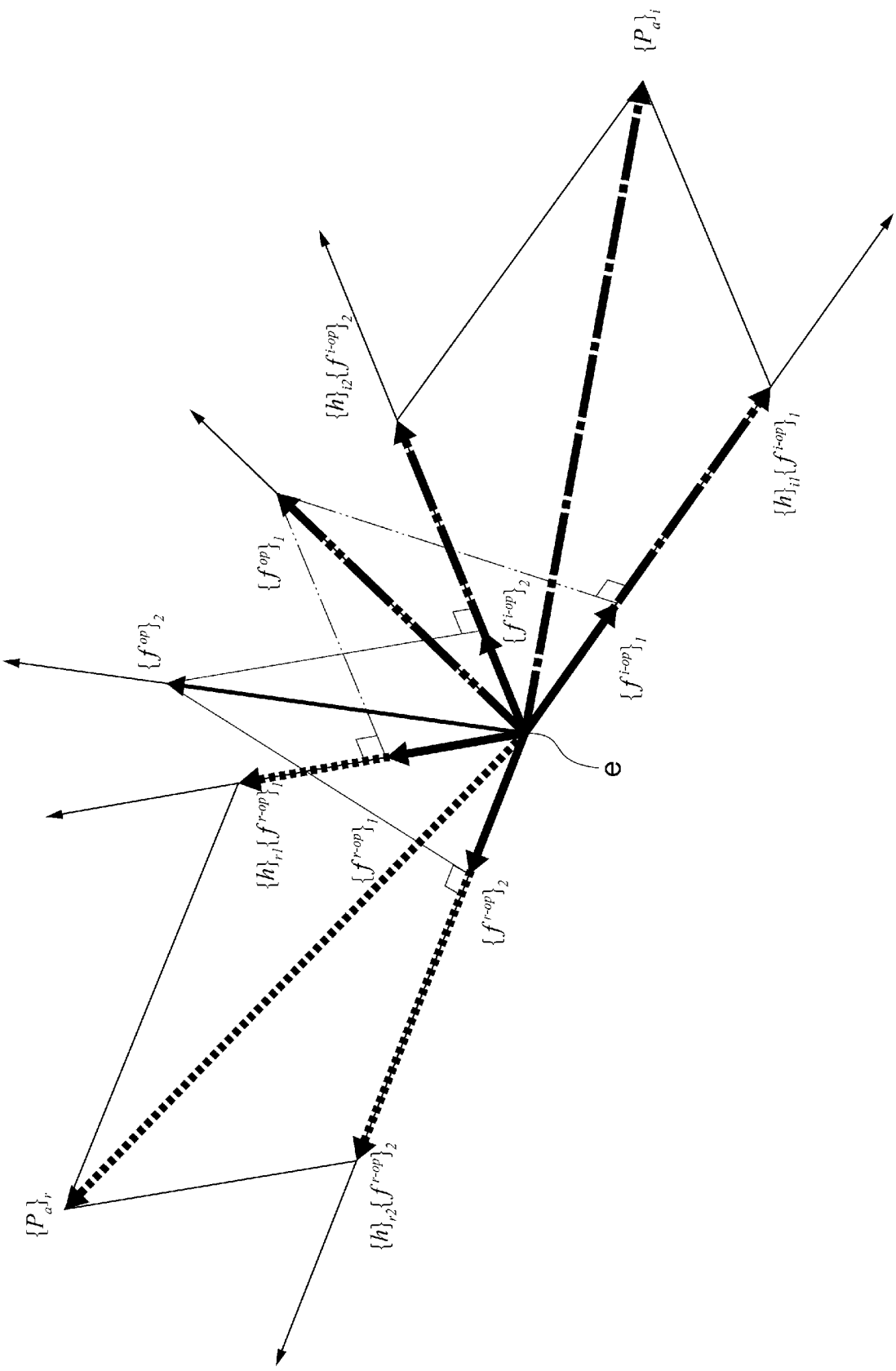
[図2]


10
200
212
入力部
214
第1推定部
216
第1算出部
218
第2推定部
220
構築部
222
第2算出部
224
第3算出部
202
記憶部

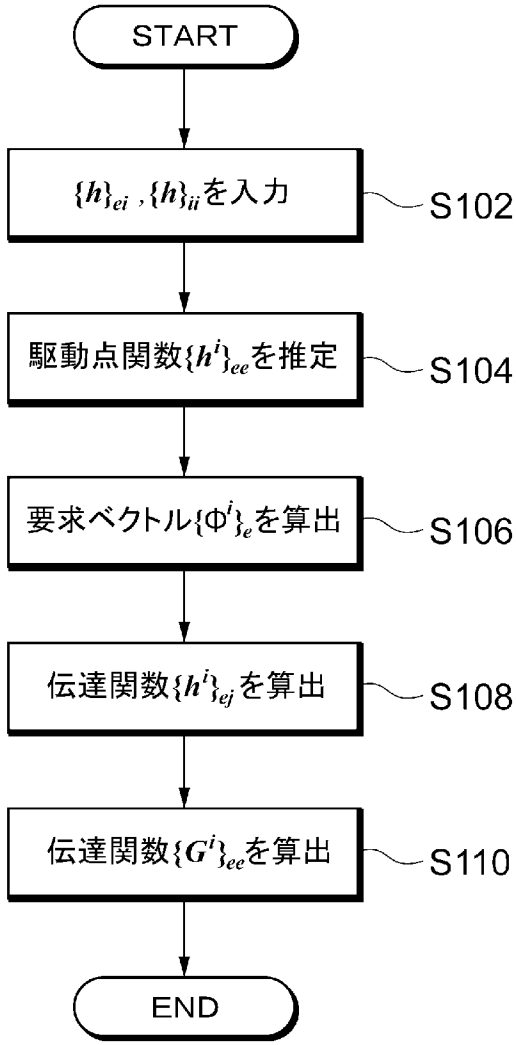
[図3]



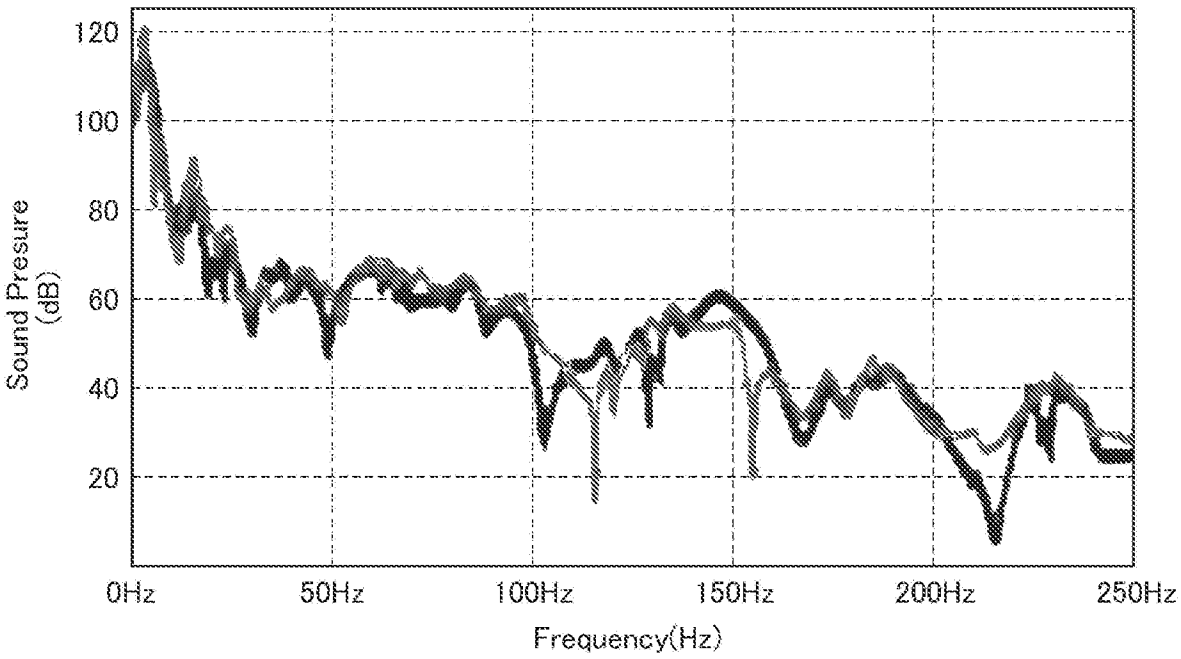
[図4]


$\{P_a\}_i$
$\{h\}_{i2}\{f^{i\text{-}op}\}_2$
$\{h\}_{i1}\{f^{i\text{-}op}\}_1$
$\{f^{op}\}_1$
$\{f^{op}\}_2$
$\{f^{i\text{-}op}\}_2$
$\{f^{i\text{-}op}\}_1$
e
$\{h\}_{r1}\{f^{r\text{-}op}\}_1$
$\{f^{r\text{-}op}\}_1$
$\{f^{r\text{-}op}\}_2$
$\{P_a\}_r$
$\{h\}_{r2}\{f^{r\text{-}op}\}_2$

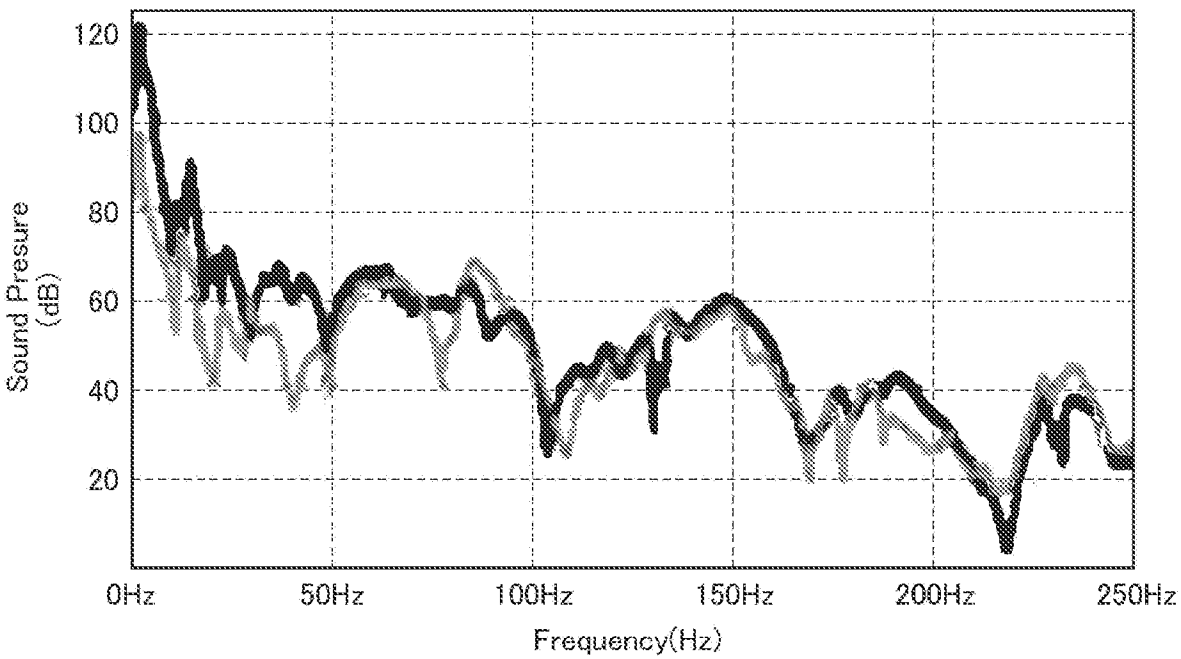
[図5]


START
$\{h\}_{ei}$, $\{h\}_{ii}$を入力
S102
駆動点関数$\{h^i\}_{ee}$を推定
S104
要求ベクトル$\{\Phi^i\}_e$を算出
S106
伝達関数$\{h^i\}_{ej}$を算出
S108
伝達関数$\{G^i\}_{ee}$を算出
S110
END

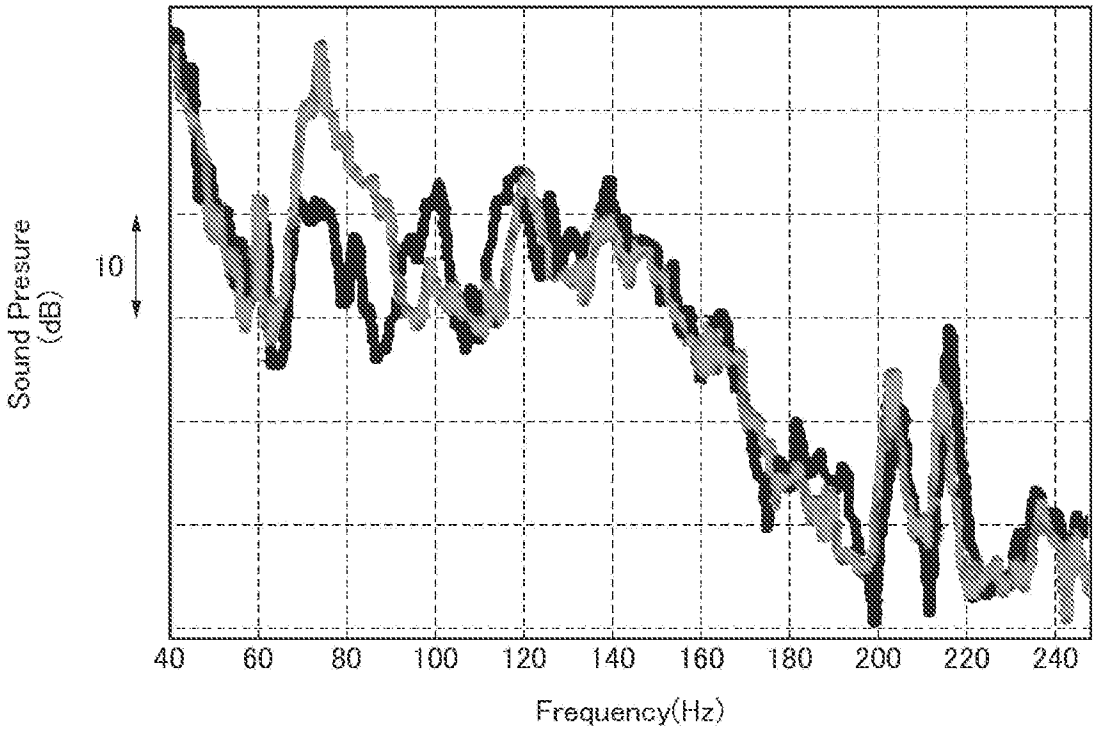
[図6]


120
100
80
60
40
20
Sound Presure (dB)
0Hz
50Hz
100Hz
150Hz
200Hz
250Hz
Frequency(Hz)

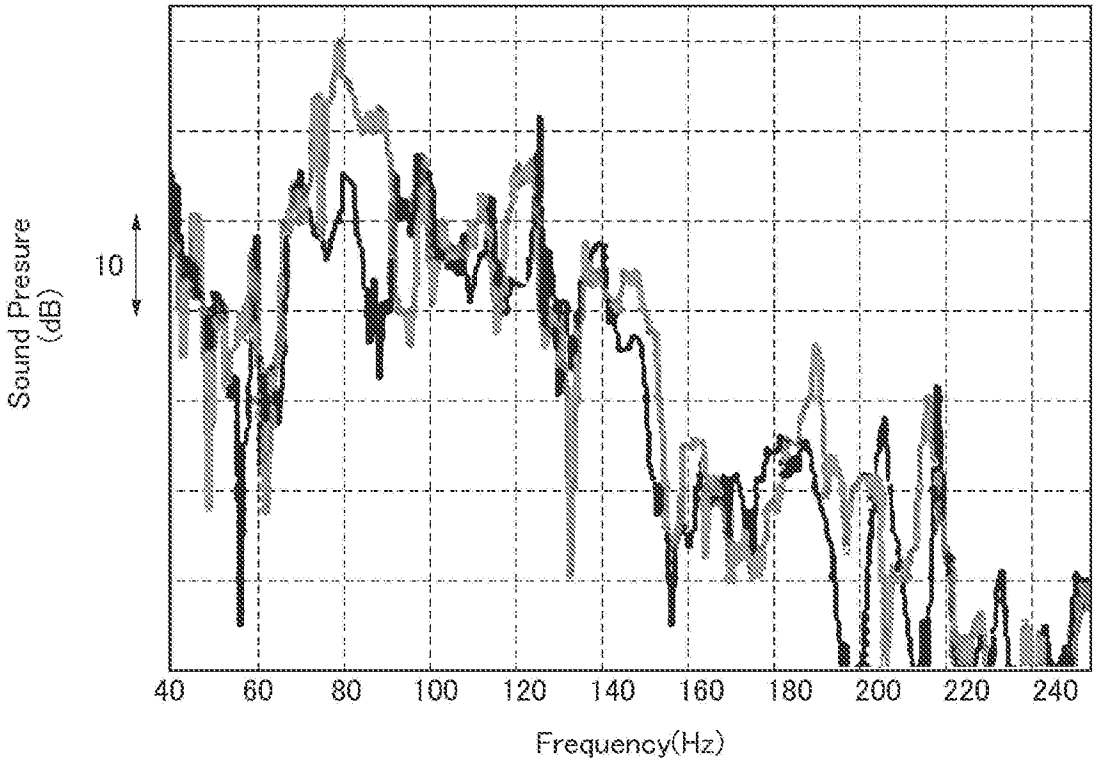
[図7]


120
100
80
60
40
20
Sound Presure (dB)
0Hz
50Hz
100Hz
150Hz
200Hz
250Hz
Frequency(Hz)

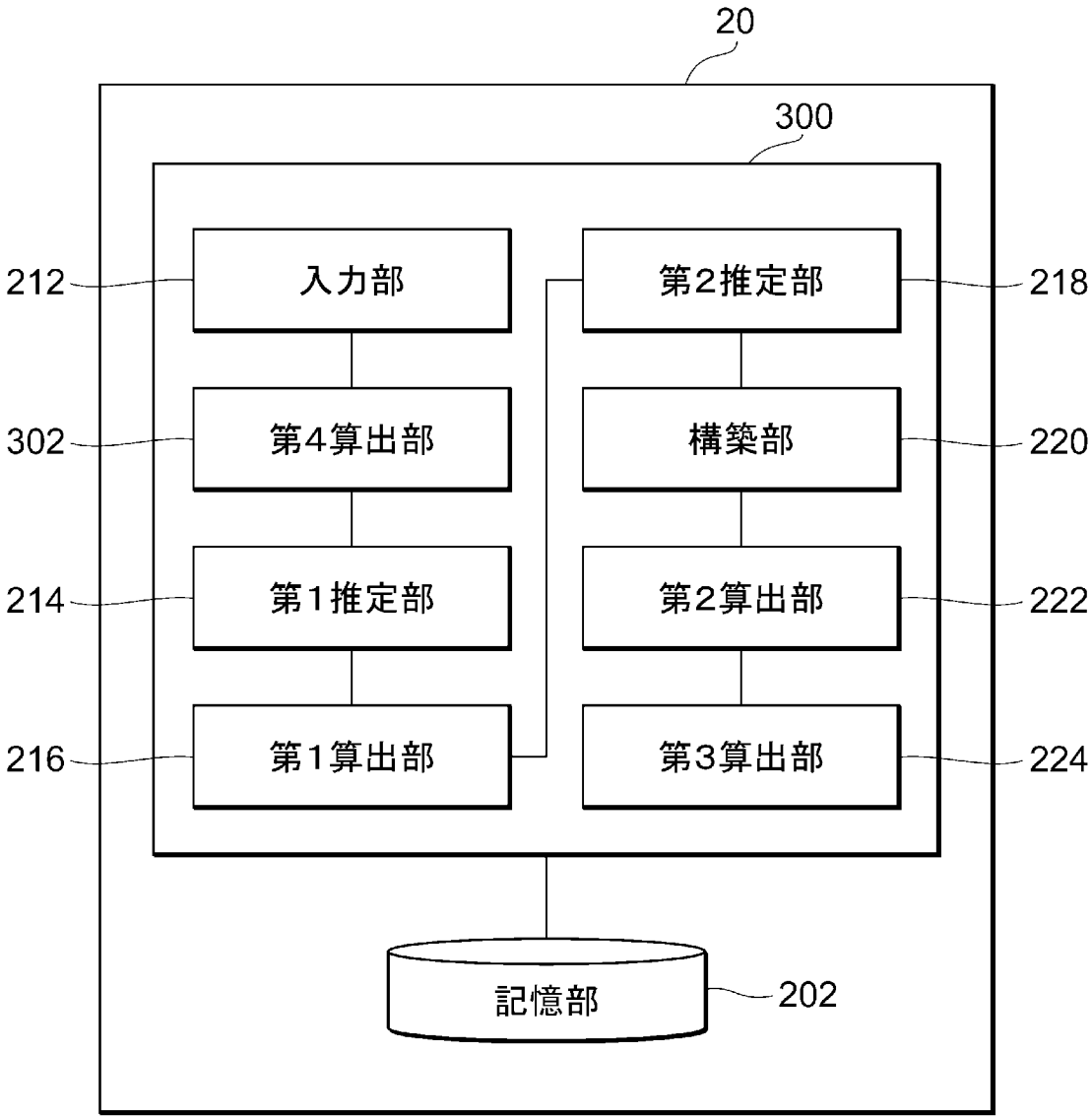
[図8]


Sound Presure (dB)
10
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
Frequency(Hz)

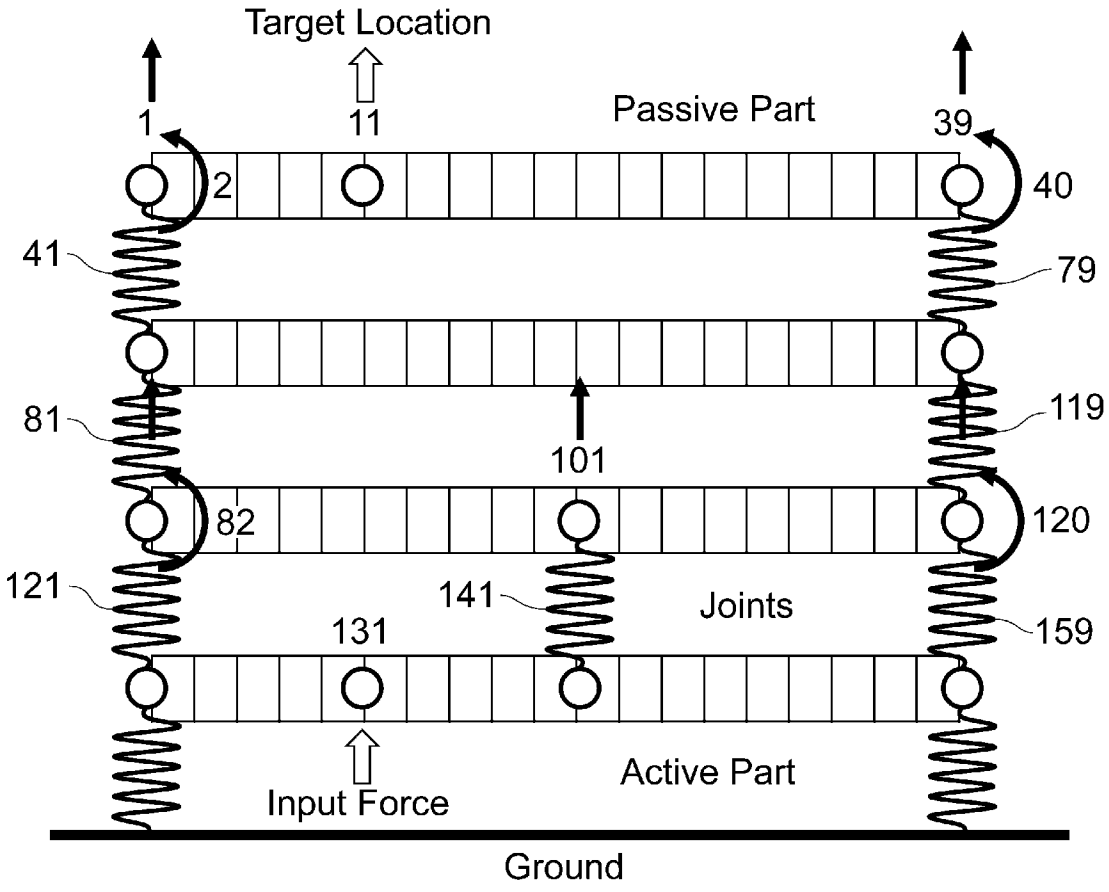
[図9]


Sound Presure (dB)
10
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
Frequency(Hz)

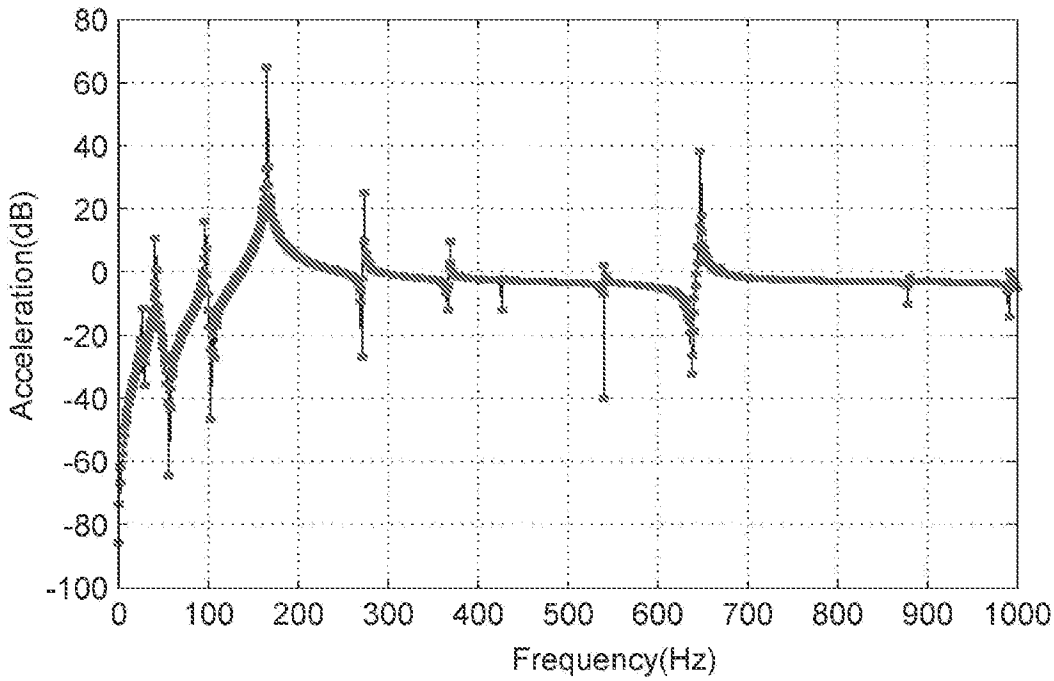
[図10]


20
300
212
入力部
第2推定部
218
302
第4算出部
構築部
220
214
第1推定部
第2算出部
222
216
第1算出部
第3算出部
224
記憶部
202

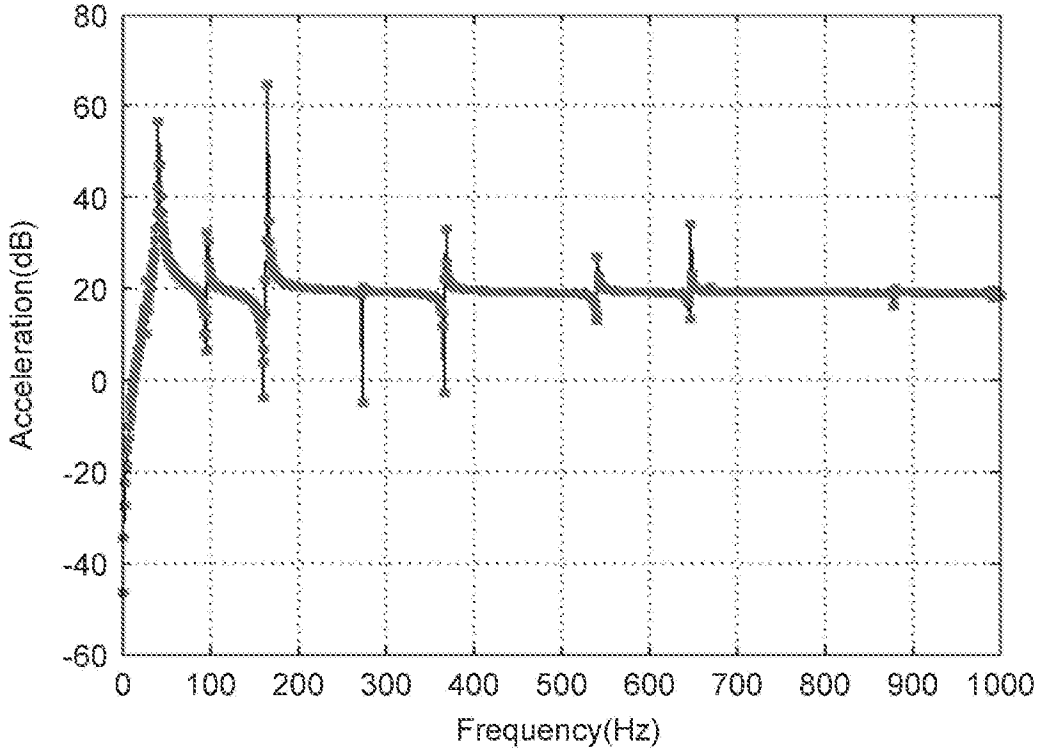
[図11]


Target Location
1
11
Passive Part
39
2
40
41
79
81
119
101
82
120
121
141
Joints
131
159
Input Force
Active Part
Ground

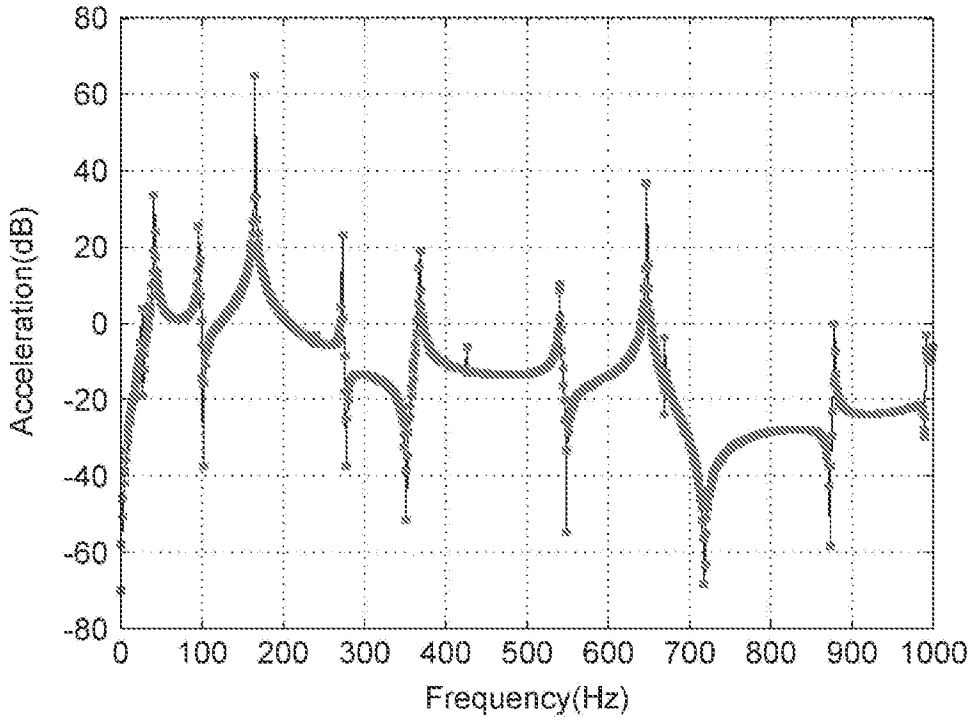
[図12]


80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
Acceleration(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

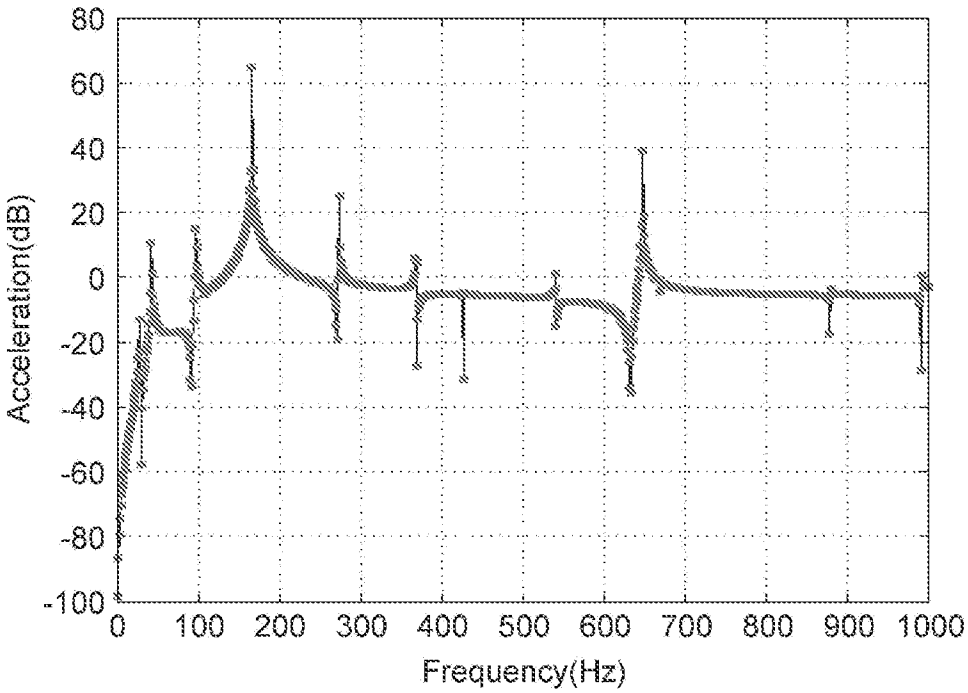
[図13]


80
60
40
20
0
-20
-40
-60
Acceleration(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

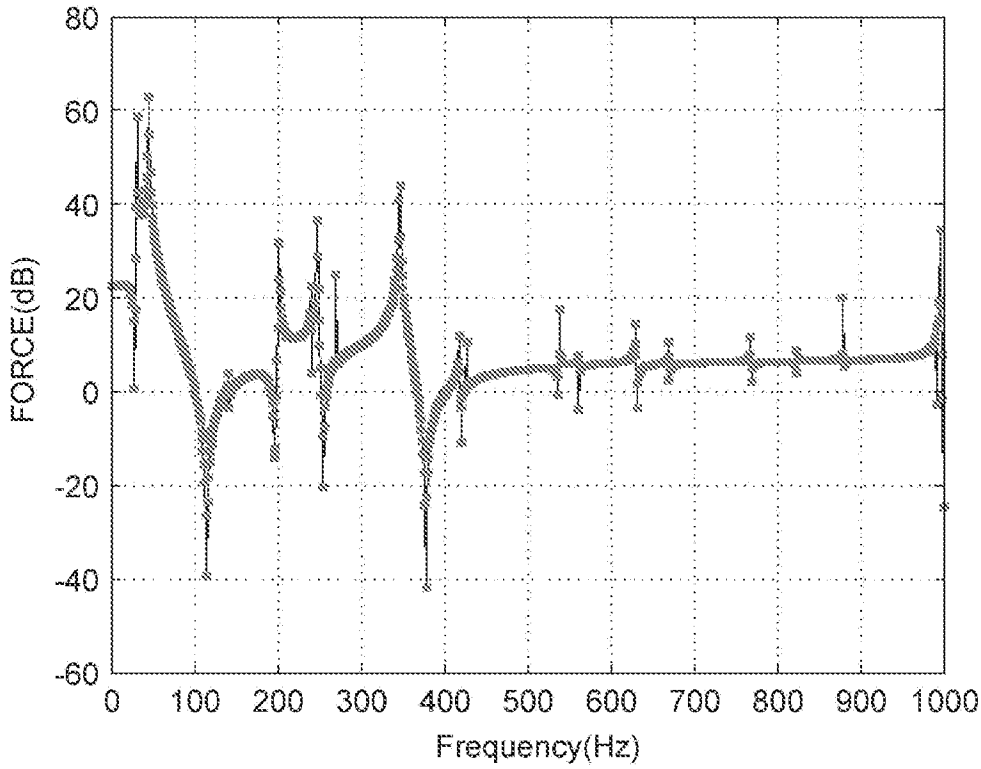
[図14]


80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
Acceleration(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

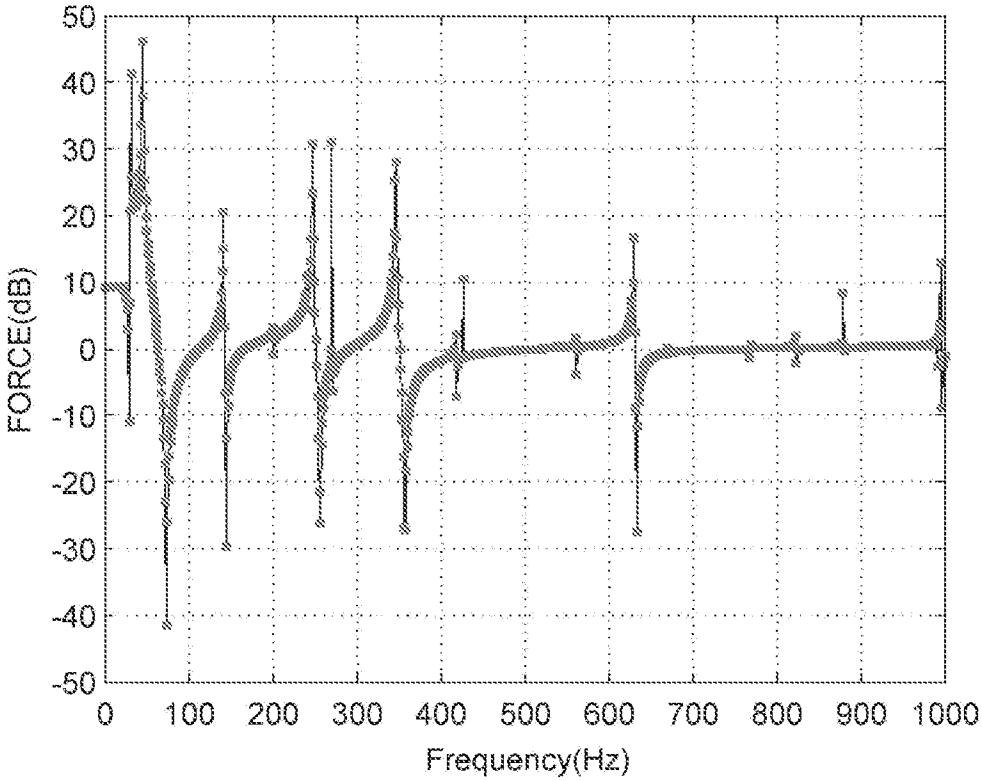
[図15]


80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
Acceleration(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

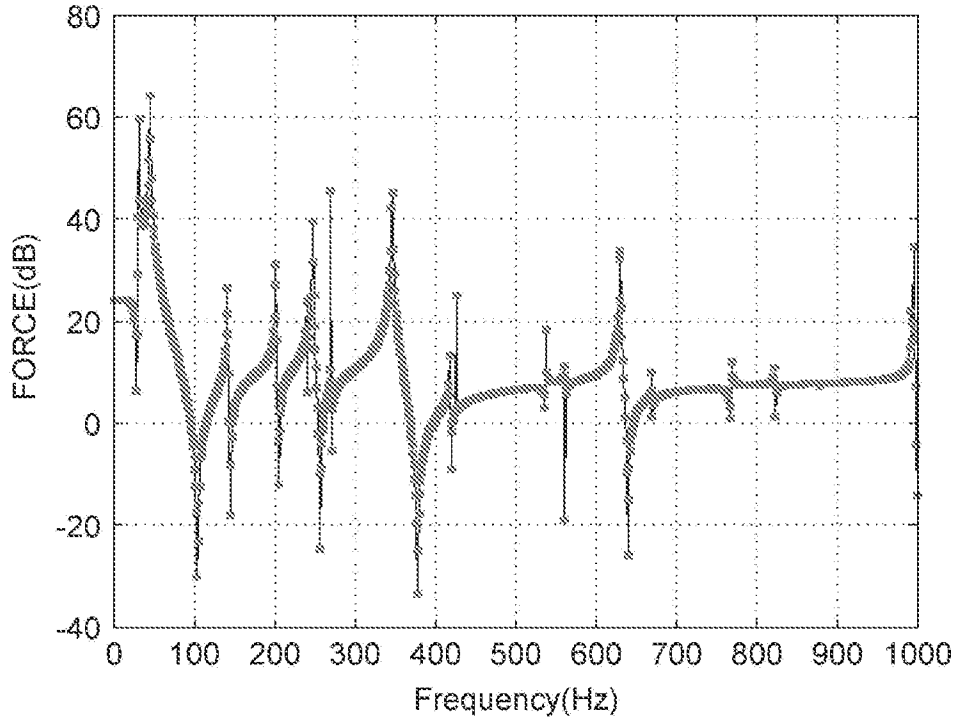
[図16]


80
60
40
20
0
-20
-40
-60
FORCE(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

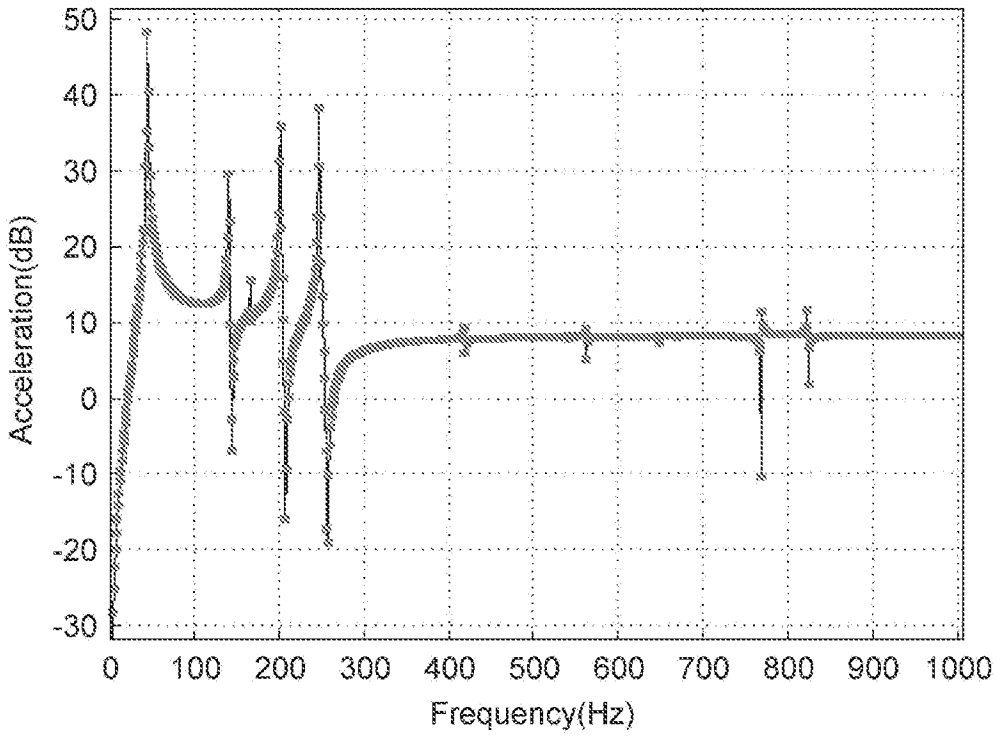
[図17]


50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
FORCE(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

[図18]


80
60
40
20
0
-20
-40
FORCE(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

[図19]


50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
Acceleration(dB)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Frequency(Hz)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/067051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01H17/00(2006.01)i, *G01M99/00*(2011.01)i, *G06F17/17*(2006.01)i, *G06F17/50*(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)
G01H17/00, G01M13/00-13/04, G01M99/00, G06F17/17, G06F17/50

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-81543 A (Suzuki Motor Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2010-230584 A (Mazda Motor Corp.), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraphs [0042] to [0091]; fig. 5 to 12 & US 2010/0299107 A1	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)	08 September 2015 (08.09.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６７０５１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01H17/00(2006.01)i, G01M99/00(2011.01)i, G06F17/17(2006.01)i, G06F17/50(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01H17/00, G01M13/00-13/04, G01M99/00, G06F17/17, G06F17/50

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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）

JSTPlus（JDreamIII）

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 2011-81543 A（スズキ株式会社）2011.04.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-230584 A（マツダ株式会社）2010.10.14, [0042]-[0091], [図 5]-[図 12] & US 2010/0299107 A1	1-7

☐　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	国際調査報告の発送日
２５．０８．２０１５	０８．０９．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　２Ｊ　５２６１
後藤　大思
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２