(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
2017 年 3 月 23 日(23.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/046984 A1

(51) 国際特許分類:
H04S 1/00 (2006.01)　*H04R 5/027* (2006.01)
H04R 1/10 (2006.01)　*H04S 5/02* (2006.01)
H04R 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/003153

(22) 国際出願日: 2016 年 7 月 1 日(01.07.2016)

(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 2015-184223 2015 年 9 月 17 日(17.09.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社ＪＶＣケンウッド(JVC KENWOOD CORPORATION) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町３丁目１２番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 村田　寿子(MURATA, Hisako); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町３丁目１２番地 株式会社ＪＶＣケンウッド　知的財産部内 Kanagawa (JP). 小西　正也(KONISHI, Masaya); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町３丁目１２番地　株式会社ＪＶＣケンウッド　知的財産部内 Kanagawa (JP). 藤井　優美(FUJII, Yumi); 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町３丁目１２番地　株式会社ＪＶＣケンウッド　知的財産部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 家入　健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目３３番８　アサヒビルヂング５階　響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

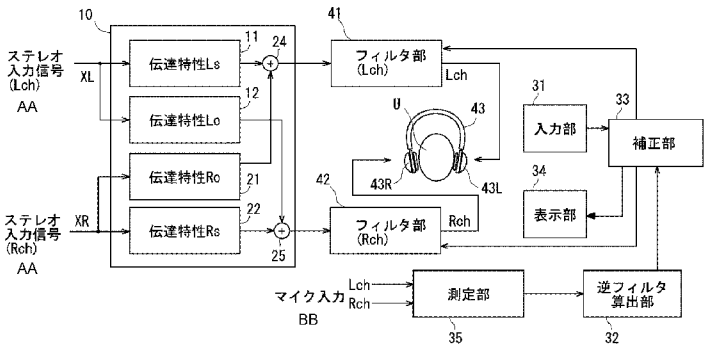
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) **Title**: OUT-OF-HEAD LOCALIZATION PROCESSING APPARATUS AND OUT-OF-HEAD LOCALIZATION PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称 : 頭外定位処理装置、及び頭外定位処理方法

[図1]



11, 12, 21, 22 Transfer characteristic
31 Input unit
32 Inverse-filter calculation unit
33 Correction unit
34 Display unit
35 Measurement unit
41, 42 Filter unit
AA Stereo input signal
BB Microphone input

(57) **Abstract**: An out-of-head localization processing apparatus according to the present embodiment is provided with: headphones (43); left and right microphones (2L, 2R); a measurement unit (35) that measures left and right headphone transfer characteristics individually; an inverse-filter calculation unit (32) that calculates inverse filters for the headphone transfer characteristics individually; a correction unit (33) that calculates correction filters by correcting the inverse filters in a frequency domain; and an input unit (31) that accepts a user input. The correction unit (33) corrects the inverse filters using a preset correction function in a first band. In a second band, the inverse filters are corrected in accordance with a correction pattern selected by means of the user input.

(57) 要約: 本実施の形態にかかる頭外定位処理装置は、ヘッドホン（４３）と、左右のマイク（２Ｌ、２Ｒ）と、左右のヘッドホン伝達特性をそれぞれ測定する測定部（３５）と、ヘッドホン伝達特性の逆フィルタをそれぞれ算出する逆フィルタ算出部（３２）と、周波数領域において、逆フィルタを補正して補正フィルタを算出する補正部（３３）と、ユーザ入力を受け付ける入力部（３１）と、を備えている。補正部（３３）は、第１の帯域では、予め設定された補正関数を用いて逆フィルタを補正している。第２の帯域では、ユーザ入力によって選択された補正パターンに応じて、逆フィルタを補正している。

WO 2017/046984 A1

(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).

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 ： 頭外定位処理装置、及び頭外定位処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、頭外定位処理装置、及び頭外定位処理方法に関する。

背景技術

[0002] 音場再生技術の一つとして、ヘッドホンで再生していながら、あたかもスピーカで再生しているかのような音場を生成する「頭外定位ヘッドホン技術」がある。頭外定位ヘッドホン技術では、例えば、聴取者の頭部伝達特性（前面に配置された２ｃｈの仮想スピーカから左右それぞれの耳までの空間伝達特性）及び外耳道伝達特性（ヘッドホンの左右の振動板からそれぞれの外耳道内での伝達特性）を用いている。

[0003] 頭外定位再生においては、２チャンネル（以下、ｃｈと記載）のスピーカから発した測定信号（インパルス音等）を聴取者本人の耳に設置したマイクで録音する。そして、インパルス応答から頭部伝達特性を算出して、フィルタを作成する。作成したフィルタを２ｃｈの音楽信号に畳み込むことにより、頭外定位再生を実現することができる。

[0004] 受聴者の耳（外耳道入口が望ましい）にマイクを設置することで、正確に特性を測定することができる。しかしながら、受聴者の外耳道入口にマイクを設置した上での測定は煩雑である。そこで、特許文献１には、マイクを内蔵したヘッドホンによって、伝達特性を測定する方法が開示されている。

[0005] 特許文献１では、適応信号処理を用いて、ヘッドホンの内側に付けられたマイクロホン信号が所望の特性になるよう逐次係数更新している。こうすることで、所望の目標特性を得ることができる。なお、目標特性とは、例えば、ユーザの前方にセンター音源を置いたときの両耳元の伝達特性である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００２－１３５８９８号公報

発明の概要

[0007] 特許文献１の段落００５９に記載された式（６）が成立するためには、ヘッドホンに取り付けられたマイクロホンの設置位置が重要となる。具体的には、左右のマイクロホンが受聴者あるいは受聴者を想定したダミーヘッドの耳元に取り付けられたマイクロホンが同じ位置にある必要がある。しかしながら、様々な形をした受聴者の頭部をダミーヘッドと同じ形状にすることはできず、マイクロホンの位置ずれは避けられない。ヘッドホンに取り付けられたマイクロホンを、確実に耳元に位置させることは困難であり、受聴者に応じて位置ずれが生じてしまう。

[0008] 受聴者が実際に聴いている音は鼓膜で受音されており、外耳道を伝わる音の振動を１次振動とすると外耳道入口での受音信号がより正確であると考えられる。したがって特許文献１に記載の目標特性は、ヘッドホンに取り付け可能なマイクロホンの位置における受音信号であるから、正確さに欠ける。また適応制御は処理コストが高く、もっと安価で、簡単な仕組みで達成できるものが期待されている。

[0009] 本実施形態は上記の点に鑑みなされたもので、ヘッドホンに取り付けられたマイクを用いた場合でも、適切に頭外定位処理することができる頭外定位処理装置、及び頭外定位処理方法を提供することを目的とする。

[0010] 本実施形態の一態様にかかる頭外定位処理装置は、左右の出力ユニットを有するヘッドホンと、前記左右の出力ユニットにそれぞれ取り付けられた左右のマイクと、左右の前記出力ユニットから出力された音を左右の前記マイクでそれぞれ収音することで、左右のヘッドホン伝達特性をそれぞれ測定する測定部と、周波数領域において、左右の前記ヘッドホン伝達特性の逆フィルタをそれぞれ算出する逆フィルタ算出部と、周波数領域において、前記逆フィルタを補正して補正フィルタを算出する補正部と、再生信号に対して、空間音響伝達特性を用いて畳み込み処理を行う畳み込み演算部と、前記畳み込み演算部で畳み込み処理された前記再生信号に対して、前記補正フィルタを用いて畳み込み処理を行うフィルタ部と、複数の補正パターンの中から最

適な補正パターンを選択するためのユーザ入力を受け付ける入力部と、を備え、前記ヘッドホンは、前記補正フィルタが畳み込まれた前記再生信号を出力し、前記補正部は前記逆フィルタを、第１の帯域では、予め設定された補正関数を用いて補正し、前記第１の帯域よりも高い第２の帯域では、前記ユーザ入力によって選択された補正パターンに応じて補正し、前記第２の帯域よりも高い第３の帯域では、前記補正フィルタを所定値に補正するものである。

[0011] 本実施の形態にかかる頭外定位処理方法は、左右の出力ユニットを有するヘッドホンと、前記左右の出力ユニットにそれぞれ取り付けられた左右のマイクと、複数の補正パターンの中から最適な補正パターンを選択するためのユーザ入力を受け付ける入力部と、を備えた頭外定位処理装置を用いた頭外定位処理方法であって、左右の前記出力ユニットから出力された音を左右の前記マイクでそれぞれ収音することで、左右のヘッドホン伝達特性をそれぞれ測定するステップと、周波数領域において、左右の前記ヘッドホン伝達特性の逆フィルタをそれぞれ算出するステップと、周波数領域において、前記逆フィルタを複数の補正パターンにより補正して、前記複数の補正パターンに対応する複数の補正フィルタを生成するステップと、前記ユーザ入力に応じて、前記複数の補正パターンの中から最適な補正パターンを選択するステップと、再生信号に対して、空間音響伝達特性を用いて畳み込み処理を行う畳み込みステップと、空間音響伝達特性が畳み込まれた前記再生信号に対して、前記補正フィルタを用いて畳み込み処理を行うステップと、前記補正フィルタが畳み込まれた前記再生信号を前記ヘッドホンから出力するステップと、を備え、前記補正フィルタを生成するステップにおいて前記逆フィルタを、第１の帯域では、予め設定された補正関数を用いて補正し、前記第１の帯域よりも高い第２の帯域では、前記ユーザ入力によって選択された補正パターンに応じて補正し、前記第２の帯域よりも高い第３の帯域では、前記補正フィルタを所定値に補正するものである。

[0012] 本実施形態によれば、ヘッドホンに取り付けられたマイクを用いた場合で

も、適切に頭外定位処理することができる頭外定位処理装置、及び頭外定位処理方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本実施の形態に係る頭外定位処理装置を示すブロック図である。

[図2]ヘッドホン伝達特性を測定するための構成を示す図である。

[図3]左耳での耳元マイク特性の測定結果を示す図である。

[図4]右耳での耳元マイク特性の測定結果を示す図である。

[図5]左耳での内蔵マイク特性の測定結果を示す図である。

[図6]右耳での内蔵マイク特性の測定結果を示す図である。

[図7]第２の帯域での周波数振幅特性のパターン（１）を示す図である。

[図8]第２の帯域での周波数振幅特性のパターン（４）を示す図である。

[図9]第２の帯域での周波数振幅特性のパターン（３）を示す図である。

[図10]左耳の乗算フィルタの周波数振幅特性を示す図である。

[図11]右耳の乗算フィルタの周波数振幅特性を示す図である。

[図12]頭外定位処理方法を示すフローチャートである。

[図13]補正フィルタの生成ステップの詳細を示すフローチャートである。

[図14]補正パターンの選択ステップの詳細を示すフローチャートである。

[図15]左右の相関係数が高い場合の周波数振幅特性を示す図である。

[図16]左右の相関係数が低い場合の周波数振幅特性を示す図である。

[図17]補正部の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] （概要）

本実施の形態にかかる頭外定位処理の概要について説明する。

本実施形態にかかる頭外定位処理は、空間音響伝達特性（空間音響伝達関数ともいう）、及び外耳道伝達特性（外耳道伝達関数ともいう）を用いて頭外定位処理を行うものである。本実施形態では、スピーカから聴取者の耳までの空間音響伝達特性、及びヘッドホンを装着した状態での外耳道伝達特性を用いて頭外定位処理を実現している。

[0015] 空間音響伝達特性としては、受聴者本人の外耳道入口において測定した受音信号を用いることが好ましい。しかしながら、受聴者本人の外耳道入口にマイクロホン（以下、マイクとする）を設置した上での測定は煩雑である。このため、本実施形態では、予めプリセットされた特性から、受聴者が受聴者本人に適しているものを選択する。空間音響伝達特性は、ステレオスピーカから両耳までの伝達特性を含んでいる。

[0016] 具体的には、空間音響伝達特性は、左スピーカから左耳外耳道入口までの伝達特性Ｌｓ、左スピーカから右耳外耳道入口までの伝達特性Ｌｏ、右スピーカから左耳までの伝達特性Ｒｏ、右スピーカから右耳外耳道入口までの伝達特性Ｒｓを含んでいる。そして、予め複数の受聴者、あるいはダミーヘッドの外耳道入口で伝達特性を測定して、統計解析などにより複数セットにカテゴライズしておく。空間音響伝達特性の各セットには、４つの伝達特性Ｌｓ、Ｌｏ、Ｒｏ、Ｒｓが含まれている。空間音響伝達特性を複数セット用意し、受聴者がこれら適切なものを選択することで、空間音響伝達特性を設定する。そして、４つの伝達特性を用いて、頭外定位処理装置が畳み込み処理を行っている。

[0017] 外耳道伝達特性は、本来、外耳道入口に設置したマイクで測定したヘッドホン伝達特性（以下、耳元マイク特性とする）を用いることが望ましい。しかしながら、受聴者本人の外耳道入口にマイクを設置した上での測定は煩雑である。したがって、本実施の形態では、受聴者本人の外耳道入口に設置したマイクで測定した耳元マイク特性ではなく、ヘッドホンに内蔵したマイクで測定したヘッドホン伝達特性（以下、内蔵マイク特性）を用いている。

[0018] 本実施形態では、ヘッドホン内蔵マイクで測定した内蔵マイク特性の逆フィルタを補正している。そして、内蔵マイク特性の逆フィルタを補正した補正フィルタを用いて、畳み込み処理を実行している。

[0019] 例えば、耳元マイク特性をＡ、内蔵マイク特性をＢとする。頭外定位処理で必要な特性は、耳元マイク特性Ａの逆フィルタ（１／Ａ）である。しかしながら、外耳道入口にマイクを設置しないで耳元マイク特性Ａを測定するこ

とはできない。そのため、本実施の形態では、ヘッドホンに内蔵されたマイクで内蔵マイク特性Ｂが測定される。

[0020] ここで、ヘッドホンに対して、ＡとＢとの関係性が予め分かっていれば、逆フィルタ（１／Ａ）を求めることができる。例えば、測定した内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）に（Ｂ／Ａ）を乗算することで、逆フィルタ（１／Ａ）を得ることができる。ここで、（Ｂ／Ａ）はヘッドホン固有のフィルタである。（Ｂ／Ａ）を乗算フィルタとする。本実施の形態では、内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）を耳元マイク特性Ａの逆フィルタ（１／Ａ）に近づけるよう、逆フィルタ（１／Ｂ）が補正される。

[0021] ある帯域では、乗算フィルタ（Ｂ／Ａ）は人によらず一様になり、別の帯域では、個人差がある。したがって、複数の帯域に分けて、帯域毎に逆フィルタ（１／Ｂ）の補正方法を変えている。

[0022] 本実施の形態では逆フィルタ（１／Ｂ）から補正フィルタを求める場合において、帯域毎に各周波数の振幅値（以下、周波数振幅値と記載）を操作している。逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値を増幅又は減衰させることで、補正フィルタを生成している。

[0023] さらに、本実施の形態では、ユーザが聴感試験を行っている。そして、聴感試験の結果に応じて、複数の補正パターンの中から、ユーザが最適な補正パターンを選択している。選択された最適な補正パターンに対応する補正フィルタが用いられる。

[0024] また、ユーザの内蔵マイク特性Ｂの左右の相関に応じて、左右の補正パターンを決定している。具体的には、内蔵マイク特性Ｂの周波数振幅特性の相関係数を求めている。相関係数がしきい値以上の場合は、左右の逆フィルタにおいて同じ補正パターンで補正している。相関係数がしきい値よりも小さい場合は、左右の逆フィルタにおいて異なる補正パターンを選択できるようにしている。

[0025] 本実施の形態にかかる頭外定位処理装置は、パーソナルコンピュータなどの情報処理装置を有しており、具体的には、プロセッサ等の処理手段、メモ

リやハードディスクなどの記憶手段、液晶モニタ等の表示手段、タッチパネル、ボタン、キーボード、マウスなどの入力手段、ヘッドホン又はイヤホンを有する出力手段を備えている。あるいは、頭外定位処理装置は、スマートホンやタブレットＰＣであってもよい。

[0026]（頭外定位処理装置）

本実施の形態にかかる頭外定位処理装置、及びその処理方法について、図１～図２を用いて説明する。図１は、頭外定位処理装置１００の構成を示すブロック図である。図２は、内蔵マイク特性Ｂを測定するための構成を示す図である。

[0027] 頭外定位処理装置１００は、ヘッドホン４３を装着するユーザＵに対して音場を再生する。そのため、頭外定位処理装置１００は、左チャンネル（以下Ｌｃｈと記載する）と右チャンネル（以下Ｒｃｈと記載する）のステレオ入力信号ＸＬ、ＸＲについて、頭外定位処理を行う。ＬｃｈとＲｃｈのステレオ入力信号ＸＬ、ＸＲは、ＣＤ（Compact Disc）プレーヤなどから出力される音楽再生信号である。なお、頭外定位処理装置１００は、物理的に単一な装置に限られるものではなく、一部の処理が異なる装置で行われてもよい。例えば、一部の処理がパソコンなどにより行われ、残りの処理がヘッドホン４３に内蔵されたＤＳＰ(Digital Signal Processor)などにより行われてもよい。

[0028] 図１に示すように、頭外定位処理装置１００は、頭外定位処理部１０と、入力部３１、逆フィルタ算出部３２、補正部３３、表示部３４、測定部３５、フィルタ部４１、フィルタ部４２、及びヘッドホン４３を備えている。

[0029] 頭外定位処理部１０は、畳み込み演算部１１、１２、２１、２２を備えている。畳み込み演算部１１、１２、２１、２２は、空間音響伝達特性を用いた畳み込み処理を行う。頭外定位処理部１０には、ＣＤプレーヤなどからのステレオ入力信号ＸＬ、ＸＲが入力される。頭外定位処理部１０には、空間音響伝達特性が設定されている。頭外定位処理部１０は、各チャンネルのステレオ入力信号ＸＬ、ＸＲに対し、空間音響伝達特性を畳み込む。

[0030] 例えば、ユーザＵが、プリセットされた複数の空間音響伝達特性の中から最適な空間音響伝達特性を選択する。空間音響伝達特性は、左スピーカから左耳外耳道入口までの伝達特性Ｌｓ、左スピーカから右耳外耳道入口までの伝達特性Ｌｏ、右スピーカから左耳までの伝達特性Ｒｏ、右スピーカから右耳外耳道入口までの伝達特性Ｒｓを含んでいる。すなわち、空間音響伝達特性は、４つの伝達特性Ｌｓ、Ｌｏ、Ｒｏ、Ｒｓを有している。

[0031] そして、畳み込み演算部１１は、Ｌｃｈのステレオ入力信号ＸＬに対して伝達特性Ｌｓを畳み込む。畳み込み演算部１１は、畳み込み演算データを加算器２４に出力する。畳み込み演算部２１は、Ｒｃｈのステレオ入力信号ＸＲに対して伝達特性Ｒｏを畳み込む。畳み込み演算部２１は、畳み込み演算データを加算器２４に出力する。加算器２４は２つの畳み込み演算データを加算して、フィルタ部４１に出力する。

[0032] 畳み込み演算部１２は、Ｌｃｈのステレオ入力信号ＸＬに対して伝達特性Ｌｏを畳み込む。畳み込み演算部１２は、畳み込み演算データを、加算器２５に出力する。畳み込み演算部２２は、Ｒｃｈのステレオ入力信号ＸＲに対して伝達特性Ｒｓを畳み込む。畳み込み演算部２２は、畳み込み演算データを、加算器２５に出力する。加算器２５は２つの畳み込み演算データを加算して、フィルタ部４２に出力する。

[0033] フィルタ部４１、４２には補正フィルタが設定されている。補正フィルタは、後述するように、補正部３３で生成されている。すなわち、フィルタ部４１、４２は、補正部３３で生成された補正フィルタを記憶している。

[0034] フィルタ部４１、４２は、頭外定位処理部１０での処理が施された再生信号に補正フィルタを畳み込む。フィルタ部４１で加算器２４からのＬｃｈ信号に対して、補正フィルタを畳み込む。フィルタ部４１で補正フィルタが畳み込まれたＬｃｈ信号は、ヘッドホン４３の左の出力ユニット４３Ｌに出力される。同様に、フィルタ部４２は加算器２５からのＲｃｈ信号に対して補正フィルタを畳み込む。フィルタ部４２で補正フィルタが畳み込まれたＲｃｈ信号は、ヘッドホン４３の右の出力ユニット４３Ｒに出力される。

[0035] ヘッドホン４３の左の出力ユニット４３Ｌは、補正フィルタが畳み込まれたＬｃｈ信号をユーザＵの左耳に向けて出力する。ヘッドホン４３の右の出力ユニット４３Ｒは、補正フィルタが畳み込まれたＲｃｈ信号をユーザＵの右耳に向けて出力する。補正フィルタは、ヘッドホン４３を装着した場合に、ユーザ各人の外耳道入口とヘッドホンのスピーカユニットとの間の伝達特性をキャンセルする。このようにすることで、ヘッドホン４３のヘッドホン伝達特性が補正（キャンセル）される。これにより、ユーザＵが受聴する音の音像は、ユーザＵの頭外に定位される。

[0036] 表示部３４は、液晶モニタなどの表示デバイスを備えている。表示部３４は、補正フィルタを設定するための設定画面等を表示する。

[0037] 入力部３１は、タッチパネル、ボタン、キーボード、マウスなどの入力デバイスを有しており、ユーザＵからの入力を受け付ける。具体的には、入力部３１は、補正フィルタを設定するため、設定画面上での入力を受け付ける。

[0038] 本実施の形態では、補正フィルタがヘッドホン４３を用いた測定結果に基づいて、生成されている。以下、補正フィルタを生成するための測定について説明する。

[0039] ヘッドホン４３は、図２に示すように、左右の出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒを備えている。出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒはそれぞれスピーカユニットを有している。さらに、左右の出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒには、それぞれ収音用のマイク２Ｌ、２Ｒが取り付けられている。具体的には、出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒは、それぞれスピーカを有しており、マイク２Ｌ、２Ｒはスピーカ中央よりも少し下に設置されている。ヘッドホン４３の出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒのヘッドホン端子は、ステレオオーディオ出力端子に接続される。マイク２Ｌ、２Ｒは、ステレオマイク入力端子に接続される。マイク２Ｌは、出力ユニット４３Ｌから出力される音を収音する。マイク２Ｒは、出力ユニット４３Ｒから出力される音を収音する。

[0040] このように、左右の出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒから出力された音を左右

のマイク２Ｌ、２Ｒがそれぞれ収音する。ここでは、左右の出力ユニット４３Ｌ、４３ＲとマイクＬ、２Ｒを用いて、インパルス応答測定が行われる。マイク２Ｌ、２Ｒで収音された収音信号は測定部３５に出力される。測定部３５は、マイク２Ｌ、２Ｒで収音された収音信号に基づいて、左右の内蔵マイク特性Ｂをそれぞれ測定する。図１に示すように、測定部３５は、測定した内蔵マイク特性Ｂを逆フィルタ算出部３２に出力する。

[0041] 逆フィルタ算出部３２は、測定部３５で測定した内蔵マイク特性Ｂの逆特性を逆フィルタ（１／Ｂ）として算出する。逆フィルタ算出部３２はマイク２Ｌで収音した収音信号に基づいて、左の逆フィルタを算出する。逆フィルタ算出部３２はマイク２Ｒで収音した収音信号に基づいて、右の逆フィルタを算出する。このように、逆フィルタ算出部３２は、左右の逆フィルタを算出する。

[0042] 上記したように、外耳道入口とヘッドホンのスピーカユニットとの間の伝達特性をキャンセルするためには、マイク２Ｌ、２Ｒを外耳道入口に設置することが好ましい。しかしながら、ヘッドホン４３に内蔵されたマイク２Ｌ、２Ｒを用いた場合、外耳道入口にマイク２Ｌ、２Ｒを設置することは困難である。そのため、本実施の形態では、内蔵マイク特性の測定結果に基づいて耳元マイク特性の逆フィルタを求めるよう、内蔵マイク特性の逆フィルタを補正している。

[0043] 補正フィルタの役割は、外耳道入口において、周波数振幅特性を平坦にすることになる。すなわち、ヘッドホン伝達特性を打ち消して、目標特性（具体的には、頭部伝達関数ＨＲＴＦ、自由空間伝達関数）を与えることにある。

[0044] （周波数振幅特性）

内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）の補正について、以下、データを用いて説明する。

[0045] 図３、図４は、それぞれ左右の耳元に設置したマイクで測定した耳元マイク特性Ａを示す。また、図５、図６は、ヘッドホン４３に内蔵したマイク２

Ｌ、２Ｒで測定した内蔵マイク特性Ｂを示す。図３～図６は、同じヘッドホン４３を装着した状態で測定された周波数振幅特性である。そして、図３、図４の測定結果と、図５、図６の測定結果では、マイクの設置位置のみが異なっている。なお、図３、図５は左耳側の周波数振幅特性であり、図４、図６は、右耳側の周波数振幅特性である。ここでは、図３～図６は、同じ８名の受聴者の測定結果を示している。

[0046] 図３～図６の測定結果においては、５ｋＨｚまでは、人によらず、一様な周波数振幅特性を示している（図３～図６中の帯域Ｄ参照）。すなわち、５ｋＨｚまでの左耳の内蔵マイク特性Ｂは、人によらず一様となっており、５ｋＨｚまでの右耳の内蔵マイク特性Ｂは、人によらず一様となっている。同様に、５ｋＨｚまでの左耳の耳元マイク特性Ａは、人によらず一様となっており、５ｋＨｚまでの右耳の耳元マイク特性Ａは、人によらず一様となっている。なお、マイクの設置位置が異なるため、内蔵マイク特性Ｂと耳元マイク特性Ａは同じとはなっていない。測定で用いたヘッドホン４３では５ｋＨｚまでが一様の特性となっているが、内蔵マイク特性Ｂ、耳元マイク特性Ａとも、一様の特性となる周波数範囲は、ヘッドホン４３の形状に応じて変化する。すなわち、一様の特性となる周波数範囲は、ヘッドホン４３の形状毎に定まる範囲である。

[0047] 一方、５ｋＨｚ以上では、内蔵マイク特性Ｂ、及び耳元マイク特性Ａとも個人差がある。すなわち、５ｋＨｚ以上の内蔵マイク特性Ｂは、人によって、異なる特性となっている。同様に、５ｋＨｚ以上の耳元マイク特性Ａは、人によって、異なる特性となっている。

[0048] ここで、約５ｋＨｚ～約１２ｋＨｚの耳元マイク特性の逆フィルタと、内蔵マイク特性の逆フィルタとを比較したところ、次に列挙するパターンの特徴がある。

（１）周波数振幅特性の形、レベルが似ている。

（２）周波数振幅特性の形は似ているが、内蔵マイク特性の逆フィルタが、耳元マイク特性の逆フィルタよりも１０ｄＢ程度低い。

（３）内蔵マイク特性の逆フィルタと耳元マイク特性の逆フィルタとがほぼ逆特性の関係になっている。

（４）周波数振幅特性の形は似ておらず、耳元マイク特性の逆フィルタがほぼ平坦になっている。

[0049] 図７にパターン（１）での周波数振幅特性の一例を示す。図８に、パターン（４）での周波数振幅特性の一例を示す。図９に、パターン（３）での周波数振幅特性の一例を示す。

[0050] 図７～図９より、１２ｋＨｚ～１４ｋＨｚでは、耳元マイク特性の逆フィルタは、約１０ｄＢ高いことがわかる。

[0051] 測定部３５は、ヘッドホン４３に内蔵されたマイク２Ｌ、２Ｒを用いてユーザＵに対する内蔵マイク特性Ｂを測定する。そして、補正部３３は、内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）にヘッドホン固有の乗算フィルタ（Ｂ／Ａ）を乗算することで、耳元マイク特性Ａの逆フィルタ（１／Ａ）を求めることができる。

[0052] 図１０、図１１に乗算フィルタ（Ｂ／Ａ）を示す。図１０は左耳に対する乗算フィルタ（Ｂ／Ａ）であり、図１１は右耳に対する乗算フィルタ（Ｂ／Ａ）である。図１０、図１１は、図３～図６に示す測定結果に基づいて計算されたものである。

[0053] 実際には、マイク内蔵ヘッドホンを用いて耳元にマイクを設置することは困難であるため、乗算フィルタＡを測定することはできない。よって、補正部３３が、逆フィルタ（１／Ｂ）の振幅を操作することで、（１／Ａ）となるように逆フィルタ（１／Ｂ）を補正している。すなわち、補正部３３が、内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値を増幅又は減衰させることで、補正フィルタを算出している。このように、帯域毎に補正方法を変えるのは、帯域毎に乗算フィルタ（Ｂ／Ａ）の特性に違いがみられるからである。逆フィルタ（１／Ｂ）の補正方法については、後述する。

[0054] （頭外定位処理方法）

次に、補正フィルタを用いた頭外定位処理方法について、図１２を用いて

説明する。図１２は、補正フィルタを用いた頭外定位処理方法を示すフローチャートである。

[0055] まず、測定部３５が内蔵マイク特性Ｂを測定する（Ｓ１１）。測定部３５がインパルス応答測定により、ユーザＵの内蔵マイク特性Ｂを測定する。具体的には、ヘッドホン４３の左右の出力ユニット４３Ｌ、４３Ｒからインパルス音を出力して、マイク２Ｌ、２Ｒがインパルス音を収音する。なお、ヘッドホン４３が密閉型である場合、左右のインパルス音を同時に発生することにより、ユーザ１の内蔵マイク特性Ｂが得られる。ヘッドホン４３が開放型である場合、左の出力ユニット４３Ｌからの音が漏れて、右のマイク２Ｒで受音される場合がある。これをヘッドホン４３のクロストーク伝達特性とする。クロストーク伝達特性が、内蔵マイク特性Ｂよりも３０ｄＢ以上小さければ、クロストーク伝達特性を無視することができる。

[0056] ここでは測定部３５が時間領域の内蔵マイク特性Ｂを離散フーリエ変換（ＤＦＴ）して、周波数領域の内蔵マイク特性Ｂを算出する。これにより、周波数領域における振幅特性（振幅スペクトル）と位相特性（位相スペクトル）とを求めることができる。なお、本発明における周波数領域と時間領域との各変換処理は、ＤＦＴに限らず、ＦＦＴやＤＣＴ等、種々の変換処理を採用してもよい。

[0057] 逆フィルタ算出部３２が内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）を算出する（Ｓ１２）。具体的には、逆フィルタ算出部３２は、内蔵マイク特性Ｂの振幅特性の逆特性を逆フィルタ（１／Ｂ）として算出する。

[0058] 次に、補正部３３は、逆フィルタ（１／Ｂ）を補正することで、補正フィルタを生成する（Ｓ１３）。ここでは、補正部３３には、複数の補正パターンが設定されている。そして、補正部３３は、複数の補正パターン毎に、補正フィルタを生成する。補正部３３は、左右それぞれの補正フィルタを生成する。例えば、第１～第３の補正パターンがある場合、補正部３３は、左右それぞれに、３つの補正フィルタ、すなわち合計６つの補正フィルタを生成する。

[0059] 具体的には、補正部３３は、逆フィルタ（１／Ｂ）の位相は変えずに、振幅を操作している。そして、補正部３３は、位相特性と、振幅が操作された振幅特性とを逆離散フーリエ変換（ＩＤＦＴ）することで、補正フィルタを算出している。なお、補正フィルタの生成方法の詳細については、後述する。

[0060] そして、ユーザＵが聴感試験を行って、最適な補正パターンを選択する（Ｓ１４）。例えば、第１～第３の補正パターンの補正フィルタが畳み込まれた聴感試験用信号をそれぞれ受聴する。具体的には、フィルタ部４１、４２がホワイトノイズに第１～第３の補正パターンでの補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３を用いて、補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズをユーザＵが受聴する。

[0061] ユーザＵがホワイトノイズの音質に基づいて、最適な補正パターンを選択する。ユーザに対する聴感試験を行った際のユーザ入力に応じて、最適な補正パターンが選択される。なお、補正フィルタの役割は、マイク位置において、周波数振幅特性を平坦にすることである。すなわち、補正フィルタの役割は、ヘッドホン伝達特性を打ち消して、目標特性（具体的には、頭部伝達関数ＨＲＴＦ、又は自由空間伝達関数）を与えることである。実際には人の耳は、等感曲線にしたがって聴こえることになるが、音質に癖がない（所定の周波数が突出していない）補正パターンを選択することが好ましい。なお、補正パターンの選択方法の詳細については後述する。

[0062] そして、ユーザが選択した補正パターンに応じた補正フィルタを用いて、畳み込む処理を実行する（Ｓ１５）。具体的には、畳み込み演算部２１が空間音響伝達特性（Ｌｓ、Ｌｏ、Ｒｏ、Ｒｓ）を用いて畳み込みを行うとともに、フィルタ部４１、４２が補正フィルタを用いて畳み込み処理を行う。これにより、再生信号に空間音響伝達特性と補正フィルタが畳み込まれるため、適切に頭外定位処理を行うことができる。

[0063] 外耳道入口にマイクを設置する必要がないため、簡便に補正フィルタを算出することができる。すなわち、ヘッドホン４３に内蔵されたマイク２Ｌ、

２Ｒで測定した内蔵マイク特性Ｂを用いて、逆フィルタ、及び補正フィルタを生成することができる。よって、ヘッドホン４３に取り付けられたマイク２Ｌ、２Ｒを用いた場合でも、適切に頭外定位処理することができる。換言すると、外耳道入口にマイクを設置する必要がないため、簡便に補正フィルタを生成することができる。また、特許文献１のように適応制御は行う必要がないため、低コスト化を図ることができる。

[0064]（補正フィルタと補正パターン）

上記したように、帯域毎に、耳元マイク特性Ａと内蔵マイク特性Ｂとの違いが異なっている。このため、帯域毎に、内蔵マイク特性Ｂの補正方法を変えている。例えば、５ｋＨｚまでの帯域（以下、第１の帯域）は、内蔵マイク特性Ｂの周波数振幅値を、全てのユーザに共通の補正関数で補正する。個人差の大きい、５ｋＨｚ～１２ｋＨｚの帯域（以下、第２の帯域とする）では、パターン分けして補正する。例えば、ユーザが聴感試験に応じて、最適な補正パターンを選択する。１２ｋＨｚ～１４ｋＨｚの帯域（以下、第３の帯域とする）では、一定の値（例えば１０ｄＢ）とする。なお、この一定の値は、ヘッドホン毎に定められる値である。また、１４ｋＨｚ以上の帯域（以下、第４の帯域）では、周波数振幅値を０ｄＢで一定としている。

[0065] 第２の帯域では、複数の補正パターンにパターン分けされている。以下、補正パターンについて説明する。ここでは、第１～第３の補正パターンに分ける例につい説明する。

[0066] 第１の補正パターンは、内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）をそのまま補正フィルタとして用いるものである。第１の補正パターンは、上記したパターン（１）に対応する。すなわち、パターン（１）では、周波数振幅特性の形、レベルが似ていることから、内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）をそのまま補正フィルタとして利用することができる。

[0067] 第２の補正パターンは、後述する具体的一例のように、補正フィルタの周波数振幅値を一定の値にするものである。ここでは、第２の帯域における周波数振幅値を０ｄＢとしている。なお、周波数振幅値は０ｄＢに限らず、任

意の値であってもよい。

[0068] 第３の補正パターンは、逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値を増幅又は減衰させるものである。すなわち、補正部３３が、各帯域の周波数振幅値が連続するように逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値をレベルシフトさせる。例えば、第２の帯域における逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値を一定の値だけ増加、又は減少させて、補正フィルタの周波数振幅値とする。

[0069] 上記のように、ユーザＵは、聴感試験を行って、第１～第３の補正パターンから最適な補正パターンを選択する。そして、選択された補正パターンに応じた補正フィルタが再生信号に畳み込まれる。

[0070] 以下、補正フィルタの生成方法の具体的一例について説明する。以下の説明では、第２の補正パターンが選択された場合の生成方法を示している。以下の説明において、ｉをＤＦＴの周波数インデックス、ｆｒｅｑ［ｉ］を周波数インデックスｉにおける周波数（Ｈｚ）、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］を周波数インデックスｉにおける補正フィルタの周波数における音圧レベル（ｄＢ）、ａｍｐ＿ｄＢ［ｉ］を測定した内蔵マイク特性の逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数における音圧レベル（ｄＢ）とする。また、以下の補正例に示す数値、補正関数は、測定で用いたヘッドホンにおける一例であり、本発明は以下の具体的な数値、補正関数に限定されるものではない。

[0071] （ｌ）内蔵マイク特性の低域周波数の位相が左右で、正負逆である場合、左右の位相値を揃える。本実施の形態では、ＤＦＴで分析できる最低周波数での左右の位相に応じて、左右の位相値を揃えている。

[0072] 第１の帯域（最低周波数～５ｋＨｚ）

（ｌｌ）最低周波数～１ｋＨｚまでは、補正フィルタの周波数振幅値ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］を一定値ａｍｐ１ｋ＿ｄＢに設定する。なお、一定値ａｍｐ１ｋ＿ｄＢは、１ｋＨｚにおける内蔵マイク特性の逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値である。また、最低周波数は例えば１０Ｈｚである。

[0073] （ｌｌｌ）１ｋＨｚ～２ｋＨｚの範囲では周波数振幅値を以下の補正式（１）で示す値に設定する。

ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］
＝ａｍｐ＿ｄＢ［ｉ］＋ｆｒｅｑ［ｉ］＊（－０．００３５）＋３．５　・・・（１）

[0074] （ＩＶ）２ｋＨｚ～４ｋＨｚの範囲では、周波数振幅値を以下の補正式（２）で示す値に設定する。

ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］
＝ａｍｐ＿ｄＢ［ｉ］＋ｆｒｅｑ［ｉ］＊（－０．００２）＋０．５　・・・（２）

[0075] （Ｖ）４ｋＨｚ～５ｋＨｚの範囲では、周波数振幅値を以下の補正式（３）で示す値に設定する。

ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］
＝ａｍｐ＿ｄＢ［ｉ］＋ｆｒｅｑ［ｉ］＊（－３．５／８００）＋１０　・・・（３）

[0076] 第２の帯域（５ｋＨｚ～１２ｋＨｚ）

（ＶＩ）第２の帯域では、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］を一定値に設定する。第２の帯域では、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］＝０ｄＢにしている。

[0077] 第３の帯域（１２ｋＨｚ～１４ｋＨｚ）

（ＶＩＩ）第３の帯域では、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］を一定値に設定する。第３の帯域では、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］＝１０ｄＢにしている。

[0078] 第４の帯域（１４ｋＨｚ～最高周波数）

（ＶＩＩＩ）第４の帯域では、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］を一定値に設定する。第４の帯域では、ｔｍｐ＿ｄＢ［ｉ］＝０ｄＢにしている。

[0079] 以上のように、補正部３３は、逆フィルタ（１／Ｂ）に基づいて、補正フィルタを生成する。第１の帯域では、補正関数を用いて、内蔵マイク特性の周波数振幅値を、補正関数で補正する。補正関数は、ヘッドホン固有のものであり、全ユーザ共通とする。したがって、同じタイプ（形状）のヘッドホンであれば、同じ補正関数が設定される。第２の帯域では、補正パターンに応じた補正が行われる。第３の帯域、第４の帯域では、補正フィルタの周波

数振幅値がそれぞれ一定値に設定される。

[0080] 次に、図１３を用いて、補正フィルタを生成するステップ（Ｓ１３）について詳細に説明する。図１３は補正フィルタの生成ステップの詳細を示すフローチャートである。

[0081] まず、逆フィルタ（１／Ｂ）をＤＦＴ処理して、周波数領域の振幅特性と位相特性を算出する（Ｓ２１）。次に、第１の帯域（最低周波数～５ｋＨｚ）における振幅操作を行う（Ｓ２２）。最低周波数は例えば、１０Ｈｚである。第１の帯域では、上記のように、全ユーザに共通する補正関数に応じて、周波数振幅値を増幅又は減衰する。なお、補正関数は、ヘッドホン毎に異なっている。すなわち、異なるタイプ（形状）のヘッドホンでは、異なる補正関数が用いられ、同じタイプ（形状）のヘッドホンでは同じ補正関数が用いられる。したがって、ヘッドホンのタイプ毎に補正関数を設定すればよい。なお、補正関数は、図１０に示すような周波数特性から直線又は任意の曲線を用いて近似式を算出すればよい。

[0082] 次に、第１～第３の補正パターンに応じて、第２の帯域（５ｋＨｚ～１２ｋＨｚ）の振幅を操作する（Ｓ２３～Ｓ２５）。第１の補正パターンでは、５ｋＨｚ～１２ｋＨｚの補正フィルタの周波数振幅値を５～１２ｋＨｚの内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）に置き換える（Ｓ２３）。すなわち、内蔵マイク特性Ｂの逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値がそのまま補正フィルタの周波数振幅値として用いられる。

[0083] 第２の補正パターンでは、５ｋＨｚ～１２ｋＨｚの周波数振幅値が０ｄＢと設定される（Ｓ２４）。第３の補正パターンでは、各帯域で周波数振幅値が連続するように、５ｋＨｚ～１２ｋＨｚの逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値をレベルシフトさせる（Ｓ２５）。例えば、逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数振幅値を一定値だけ増幅又は減衰させて、補正フィルタの周波数振幅値とする。

[0084] 次に、第３の帯域（１２ｋＨｚ～１４ｋＨｚ）の周波数振幅値を１０ｄＢに設定する（Ｓ２６）。第４の帯域（１４ｋＨｚ～最高周波数）の周波数振

幅値を０ｄＢに設定する（Ｓ２７）。そして、逆離散フーリエ変換（ＩＤＦＴ）を行う（Ｓ２８）。これにより、補正パターン毎に、補正フィルタを求めることができる。なお、逆離散フーリエ変換に用いられる周波数位相特性は、逆フィルタ（１／Ｂ）の周波数位相特性をそのまま用いることができる。

[0085] 図１３に示す処理を左右それぞれに対して実行することで、左右の補正フィルタが生成される。具体的には、左右のそれぞれに３つの補正パターンがあるため、補正部３３は、合計６つの補正フィルタが生成される。ここで、第１の補正パターンに対応する補正フィルタを第１の補正フィルタとする。第２の補正パターンに対応する補正フィルタを第２の補正フィルタとし、第３の補正パターンに対応する補正フィルタを第３の補正フィルタとする。

[0086] （補正パターンの選択）

次に、補正パターンの選択ステップの詳細について、図１４～図１６を用いて説明する。図１４は、補正パターンの選択ステップの詳細を示すフローチャートである。図１５、図１６は、左右の内蔵マイク特性Ｂを示す図である。図１５は、左右の内蔵マイク特性Ｂの相関係数が高い場合の周波数振幅特性を示す図である。図１６は、左右の内蔵マイク特性Ｂの相関係数が低い場合の周波数振幅特性を示す図である。具体的には、図１５では相関係数が０．９１であり、図１６では相関係数が０．４１となっている。相関係数は、（左右の内蔵マイク特性の共分散）を（左右の内蔵マイク特性の標準偏差の積）で除した値となる。なお、左右の内蔵マイク特性Ｂの相関係数は、第２の帯域（図１５、図１６のＣ２の範囲）のみで算出すればよい。

[0087] 本実施の形態では、左右の内蔵マイク特性Ｂの相関係数に応じて、左右の補正パターンの選択方法を変えている。具体的には、補正部３３は、第２の帯域における内蔵マイク特性Ｂの左右の相関係数を求める。そして、相関係数を所定のしきい値と比較する。なお、しきい値は、０．７５としている。そして、相関係数がしきい値以上であれば、左右同じ補正パターンを選択し、しきい値未満であれば、左右異なる補正パターンを選択できるようにする

。

[0088] まず、補正部３３が相関係数を求め、しきい値以上となっているかを判定する（Ｓ３１）。なお、相関係数の算出はいずれのタイミングで行われてもよい。例えば、図１２のステップＳ１１～Ｓ１３のいずれで行ってもよい。また、表示部３４が相関係数を表示してもよい。

[0089] 相関係数がしきい値以上の場合（Ｓ３１のＹＥＳ）、ホワイトノイズを左右交互に入力する（Ｓ３２）。そして、フィルタ部４１、４２が第１～第３の補正パターンの補正フィルタを順番に切り替えて畳み込み処理を行う（Ｓ３３）。例えば、フィルタ部４１、４２がホワイトノイズに補正フィルタを畳み込む。そして、補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズをヘッドホン４３が出力する。ここでは、ユーザＵが３回の聴感試験を行う。

[0090] １回目の聴感試験では、左右のフィルタ部４１、４２が第１の補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３が、第１の補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズを左右交互に出力する。２回目の聴感試験では、左右のフィルタ部４１、４２が第２の補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３が第２の補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズを左右交互に出力する。３回目の聴感試験では、左右のフィルタ部４１、４２が第３の補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３が第３の補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズを左右交互に出力する。

[0091] もちろん、第１～第３の補正フィルタを畳み込む順番は特に限定されるものではない。なお、補正パターンは自動で切り替えられてもよく、手動で切り替えられてもよい。手動切替を行う場合、例えば、ユーザＵが入力部３１の切替ボタンを押せばよい。自動切り替えを行う場合、一定の時間毎に各補正パターンでの聴感試験を切り替えればよい。

[0092] 次に、ユーザが音質に癖のない補正パターンを選択する（Ｓ３４）。３回の聴感試験のうち、最も音質に癖がなく聴こえるときの補正パターンが選択される。具体的には、ユーザＵが入力部３１のボタンを押すことで、最適な補正パターンが入力される。入力部３１はユーザＵの入力を受け付けて、補

正部３３に出力する。これにより、最適な補正パターンが選択される。なお、ユーザ入力はボタンに限らず、タッチパネル入力や音声入力などであってもよい。

[0093] 一方、相関係数がしきい値未満の場合（Ｓ３１のＮＯ）、ホワイトノイズを片ｃｈのみホワイトノイズを入力する（Ｓ３５）。ここでは、まずＬｃｈのみホワイトノイズを入力する。そして、フィルタ部４１が第１～第３の補正パターンの補正フィルタを順番に切り替えて畳み込み処理を行う（Ｓ３６）。例えば、フィルタ部４１がホワイトノイズに補正フィルタを畳み込む。そして、補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズをヘッドホン４３が出力する。ここでは、ユーザＵが３回の聴感試験を行う。

[0094] １回目の聴感試験では、左のフィルタ部４１が第１の補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３の左の出力ユニット４３Ｌが第１の補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズを出力する。２回目の聴感試験では、左のフィルタ部４１が第２の補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３の左の出力ユニット４３Ｌが第２の補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズを出力する。３回目の聴感試験では、左のフィルタ部４１が第３の補正フィルタを畳み込む。そして、ヘッドホン４３の左の出力ユニット４３Ｌが第３の補正フィルタが畳み込まれたホワイトノイズを出力する。もちろん、第１～第３の補正フィルタを畳み込む順番は特に限定されるものではない。

[0095] 次に、ユーザが音質に癖のない補正パターンを選択する（Ｓ３７）。すなわち、３回の聴感試験のうち、最も音質に癖がなく聴こえるときの補正パターンが選択される。具体的には、ユーザＵが入力部３１のボタンを押すことで、最適な補正パターンが入力される。入力部３１はユーザＵの入力を受け付けて、補正部３３に出力する。これにより、Ｌｃｈに対して最適な補正パターンが選択される。なお、ユーザ入力はボタンに限らず、タッチパネル入力や音声入力などであってもよい。

[0096] 次に、左右の選択が終了したか否かを判定する（Ｓ３８）。ここでは、右

の選択が終了していないので（Ｓ３８のＮＯ）、右Ｌｃｈのみホワイトノイズを入力する。そして、左ｃｈと同様に、右ｃｈに対しても、フィルタ部４２が第１～第３の補正フィルタを順番に畳み込み処理を行う（Ｓ３６）。これにより、右耳に対しても３回の聴感試験が行われる。そして、ユーザＵが入力部３１を操作して、音質に癖のない補正パターンを選択する（Ｓ３７）。左右とも選択が終了すると（Ｓ３８のＹＥＳ）、選択を終了する。

[0097] なお、上記の説明では、左右の内蔵マイク特性Ｂの相関係数がしきい値以上である場合に、左右同じ補正パターンを選択するようにしたが、逆フィルタ（１／Ｂ）の相関係数を用いてもよい。すなわち、内蔵マイク特性Ｂ又は逆フィルタ（１／Ｂ）の左右の相関係数がしきい値以上である場合に、左右同じ補正パターンを選択するようにしてもよい。

[0098] また、相関係数のしきい値の値は、０．７５に限られるものでない。ヘッドホン４３に応じて適切なしきい値を設定すればよい。また、相関係数がしきい値よりも低い場合において、上記の説明では左の聴感試験を行った後、右の聴感試験を行ったが、右の聴感試験を行った後、左の聴感試験を行ってもよい。

[0099] （補正部３３）

次に、補正フィルタを生成するために、逆フィルタを補正する補正部３３の構成について図１７を用いて説明する。図１７は、補正部３３の一例を示すブロック図である。補正部３３は、相関係数算出部５１、ＤＦＴ部５２、振幅操作部５３、及びＩＤＦＴ部５４を備えている。

[0100] 相関係数算出部５１には、逆フィルタ算出部３２から左右の逆フィルタ（１／Ｂ）が入力されている。相関係数算出部５１は、左右の逆フィルタ（１／Ｂ）の相関係数を算出する。相関係数算出部５１は、第２の帯域における左右の相関係数を算出する。相関係数算出部５１は、算出した相関係数を表示部３４に出力する。表示部３４は相関係数を表示する。もちろん、逆フィルタ（１／Ｂ）の相関係数ではなく、内蔵マイク特性Ｂの相関係数を算出してもよい。

[0101] ＤＦＴ部５２には、逆フィルタ（１／Ｂ）が入力されている。ＤＦＴ部５２は、時間領域の逆フィルタ（１／Ｂ）を離散フーリエ変換する。これにより、周波数振幅特性と周波数位相特性が算出される。振幅操作部５３は、逆フィルタ（１／Ｂ）の振幅を操作する。上記したように、帯域に応じて、振幅を変更する。

[0102] ＩＤＦＴ部５４は、振幅が変更された周波数振幅特性と位相特性とに対して逆離散フーリエ変換を行う。これにより、時間領域の補正フィルタが生成される。補正フィルタは、フィルタ部４１、フィルタ部４２に出力される。そして、この補正フィルタが上記したように再生信号に畳み込まれる。

[0103] なお、上記の説明では、内蔵マイク特性Ｂ、逆フィルタ（１／Ｂ）、補正フィルタの振幅スペクトルを算出していたが、パワースペクトルを求めてもよい。そして、逆フィルタ（１／Ｂ）のパワースペクトルのパワー値を操作することで、補正フィルタを求めてもよい。すなわち、逆フィルタ（振幅値、又はパワー値）を操作することで、補正フィルタを算出するようにしてもよい。

[0104] また、補正部３３における具体的な補正処理は、ヘッドホン４３毎に変えることができる。すなわち、同じタイプのヘッドホン４３では同じ補正関数や一定値を用いて、振幅を操作することができる。もちろん、異なるタイプのヘッドホン４３では、それぞれ最適な補正関数や一定値を設定すればよい。具体的には、あるタイプのヘッドホン４３において、製造者が、耳元マイク特性（Ａ）と内蔵マイク特性（Ｂ）とを測定する。そして、耳元マイク特性（Ａ）と内蔵マイク特性（Ｂ）の測定結果を分析することで、補正パターン、各帯域の上限周波数と下限周波数、各帯域における振幅の設定値、補正関数などを決定する。マイク内蔵ヘッドホンを購入したユーザに補正及び頭外定位処理を実行するコンピュータプログラムを提供する。そして、ユーザがコンピュータプログラムを実行することで、逆フィルタの補正処理、及び頭外定位処理が実行される。

[0105] 上記信号処理のうちの一部又は全部は、コンピュータプログラムによって

実行されてもよい。上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（ｎｏｎ－ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ　ｃｏｍｐｕｔｅｒ　ｒｅａｄａｂｌｅ　ｍｅｄｉｕｍ）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（ｔａｎｇｉｂｌｅ　ｓｔｏｒａｇｅ　ｍｅｄｉｕｍ）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、ＣＤ－ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＣＤ－Ｒ、ＣＤ－Ｒ／Ｗ、半導体メモリ（例えば、マスクＲＯＭ、ＰＲＯＭ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　ＲＯＭ)、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ　ＰＲＯＭ)、フラッシュＲＯＭ、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ　ｃｏｍｐｕｔｅｒ　ｒｅａｄａｂｌｅ　ｍｅｄｉｕｍ)によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0106] 以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

[0107] この出願は、２０１５年９月１７日に出願された日本出願特願２０１５－１８４２２３を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0108] 本発明は、ヘッドホンを用いた頭外定位処理に適用することができる。

符号の説明

[0109] Ｕ　ユーザ

２Ｌ　左マイク

２Ｒ　右マイク

３Ｌ　左耳

３Ｒ　右耳

１０　頭外定位処理部

１１　畳み込み演算部

１２　畳み込み演算部

２１　畳み込み演算部

２２　畳み込み演算部

２４　加算器

２５　加算器

３１　入力部

３２　逆フィルタ算出部

３３　補正部

３４　表示部

３５　測定部

４１　フィルタ部

４２　フィルタ部

４３　ヘッドホン

５１　相関係数算出部

５２　ＤＦＴ部

５３　振幅操作部

５４　ＩＤＦＴ部

１００　頭外定位処理装置

請求の範囲

[請求項1] 左右の出力ユニットを有するヘッドホンと、

前記左右の出力ユニットにそれぞれ取り付けられた左右のマイクと、

左右の前記出力ユニットから出力された音を左右の前記マイクでそれぞれ収音することで、左右のヘッドホン伝達特性をそれぞれ測定する測定部と、

周波数領域において、左右の前記ヘッドホン伝達特性の逆フィルタをそれぞれ算出する逆フィルタ算出部と、

周波数領域において、前記逆フィルタを補正して補正フィルタを算出する補正部と、

再生信号に対して、空間音響伝達特性を用いて畳み込み処理を行う畳み込み演算部と、

前記畳み込み演算部で畳み込み処理された前記再生信号に対して、前記補正フィルタを用いて畳み込み処理を行うフィルタ部と、

複数の補正パターンの中から最適な補正パターンを選択するためのユーザ入力を受け付ける入力部と、を備え、

前記ヘッドホンは、前記補正フィルタが畳み込まれた前記再生信号を出力し、

前記補正部は前記逆フィルタを、

第１の帯域では、予め設定された補正関数を用いて補正し、

前記第１の帯域よりも高い第２の帯域では、前記ユーザ入力によって選択された補正パターンに応じて補正し、

前記第２の帯域よりも高い第３の帯域では、前記補正フィルタを所定値に補正する頭外定位処理装置。

[請求項2] 前記補正部は、前記第２の帯域において、前記ヘッドホン伝達特性又は前記逆フィルタの左右の相関係数が所定のしきい値以上である場合に、左右同じ補正パターンを選択する請求項１に記載の頭外定位処

理装置。

[請求項3] 前記複数の補正パターンは、

前記第２の帯域において、前記逆フィルタを前記補正フィルタにする第１の補正パターンと、

前記第２の帯域において、前記補正フィルタを一定の値に設定する第２の補正パターンと、

前記第２の帯域において、前記逆フィルタを増幅又は減衰させて、前記補正フィルタに設定する第３の補正パターンと、を含む請求項１、又は２に記載の頭外定位処理装置。

[請求項4] 左右の出力ユニットを有するヘッドホンと、

前記左右の出力ユニットにそれぞれ取り付けられた左右のマイクと、

複数の補正パターンの中から最適な補正パターンを選択するためのユーザ入力を受け付ける入力部と、を備えた頭外定位処理装置を用いた頭外定位処理方法であって、

左右の前記出力ユニットから出力された音を左右の前記マイクでそれぞれ収音することで、左右のヘッドホン伝達特性をそれぞれ測定するステップと、

周波数領域において、左右の前記ヘッドホン伝達特性の逆フィルタをそれぞれ算出するステップと、

周波数領域において、前記逆フィルタを複数の補正パターンにより補正して、前記複数の補正パターンに対応する複数の補正フィルタを生成するステップと、

前記ユーザ入力に応じて、前記複数の補正パターンの中から最適な補正パターンを選択するステップと、

再生信号に対して、空間音響伝達特性を用いて畳み込み処理を行う畳み込みステップと、

空間音響伝達特性が畳み込まれた前記再生信号に対して、前記補正

フィルタを用いて畳み込み処理を行うステップと、

前記補正フィルタが畳み込まれた前記再生信号を前記ヘッドホンから出力するステップと、を備え、

前記補正フィルタを生成するステップにおいて前記逆フィルタを、

第１の帯域では、予め設定された補正関数を用いて補正し、

前記第１の帯域よりも高い第２の帯域では、前記ユーザ入力によって選択された補正パターンに応じて補正し、

前記第２の帯域よりも高い第３の帯域では、前記補正フィルタを所定値に補正する頭外定位処理方法。

[請求項5] 前記第２の帯域において、前記ヘッドホン伝達特性又は前記逆フィルタの左右の相関係数が所定のしきい値以上である場合に、左右同じ補正パターンを選択する請求項４に記載の頭外定位処理方法。

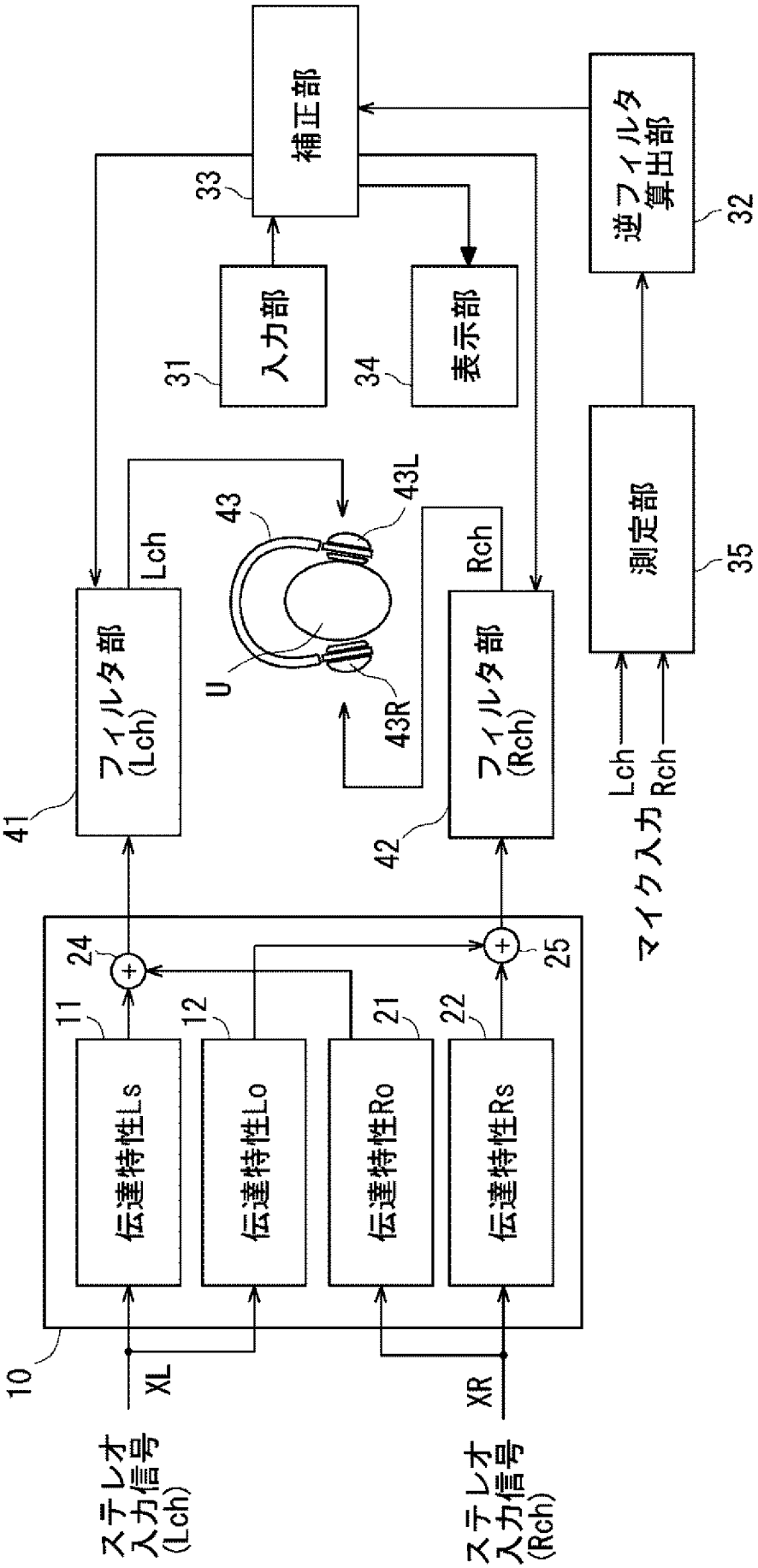
[請求項6] 前記複数の補正パターンは、

前記第２の帯域において、前記逆フィルタを前記補正フィルタにする第１の補正パターンと、

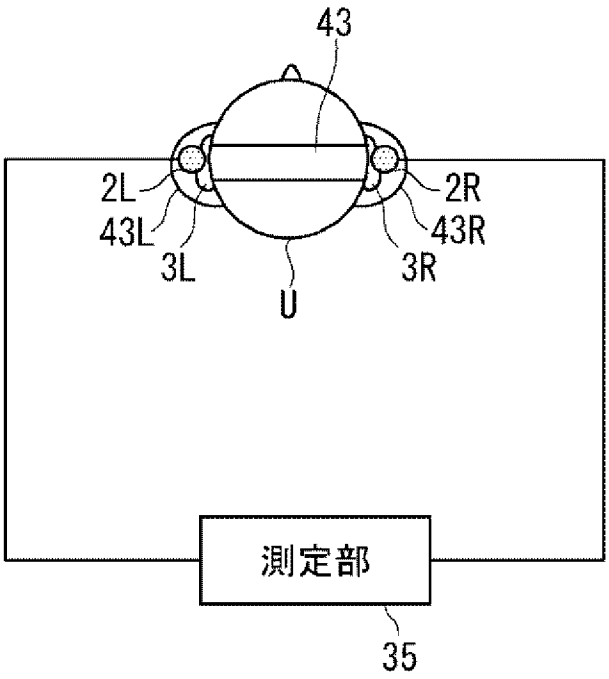
前記第２の帯域において、前記補正フィルタを一定の値に設定する第２の補正パターンと、

前記第２の帯域において、前記逆フィルタを増幅又は減衰させて、前記補正フィルタに設定する第３の補正パターンと、を含む請求項４、又は５に記載の頭外定位処理方法。

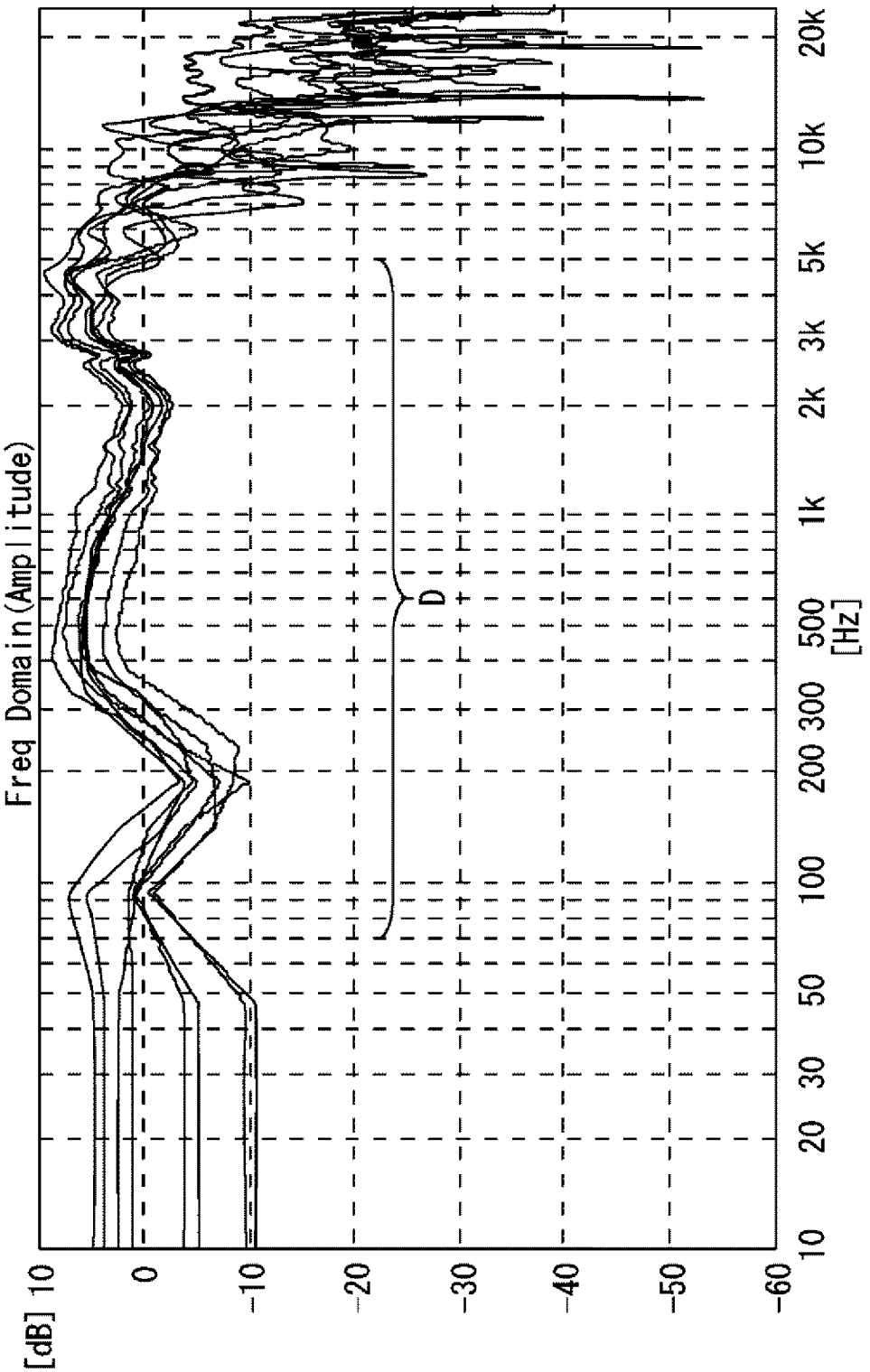
[図1]


補正部
33
逆フィルタ算出部
32
入力部
31
表示部
34
測定部
35
Lch
Rch
43
43L
43R
U
フィルタ部(Lch)
41
フィルタ部(Rch)
42
マイク入力
24
25
11
12
21
22
伝達特性Ls
伝達特性Lo
伝達特性Ro
伝達特性Rs
10
XL
XR
ステレオ入力信号(Lch)
ステレオ入力信号(Rch)

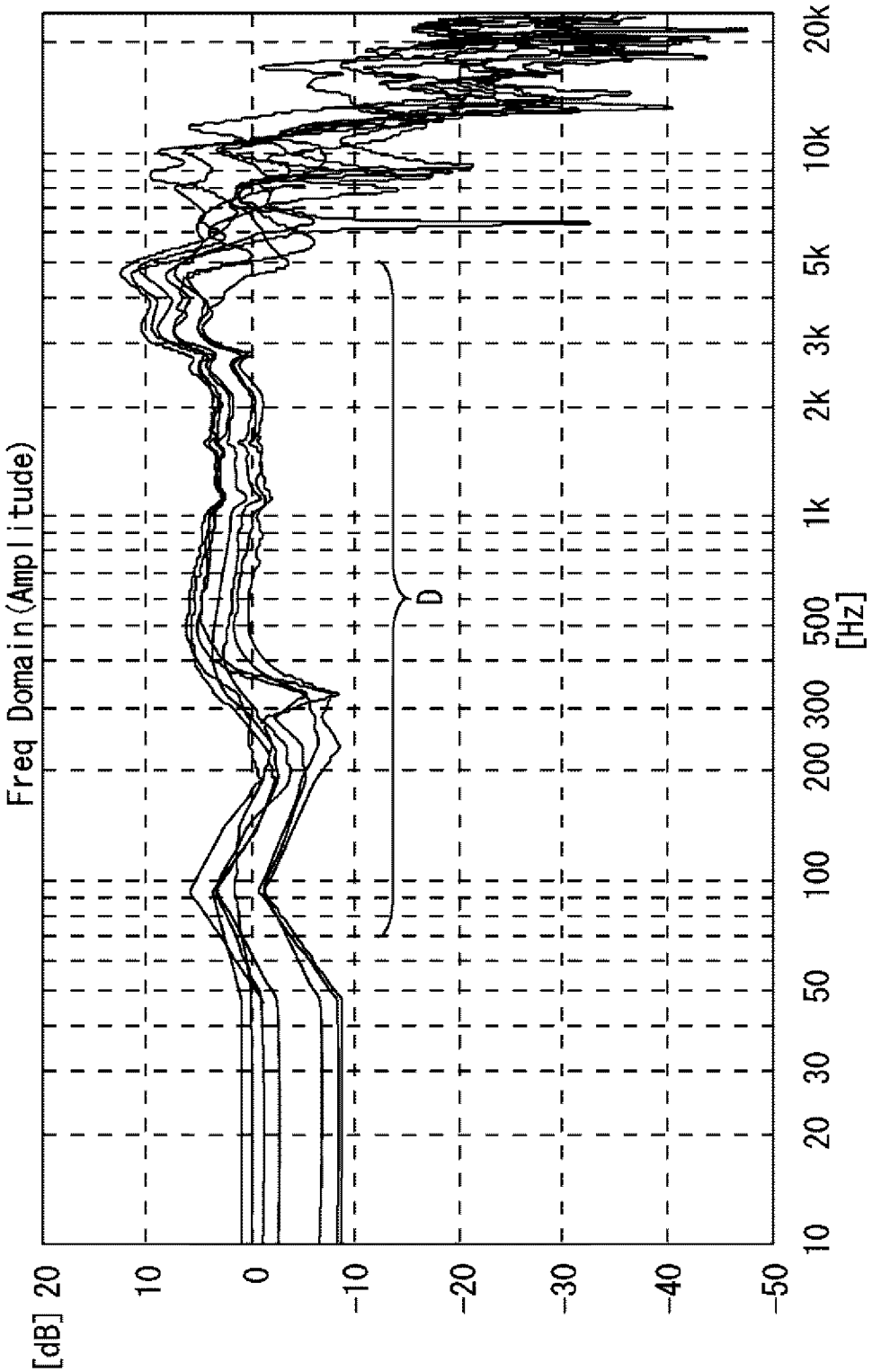
[図2]



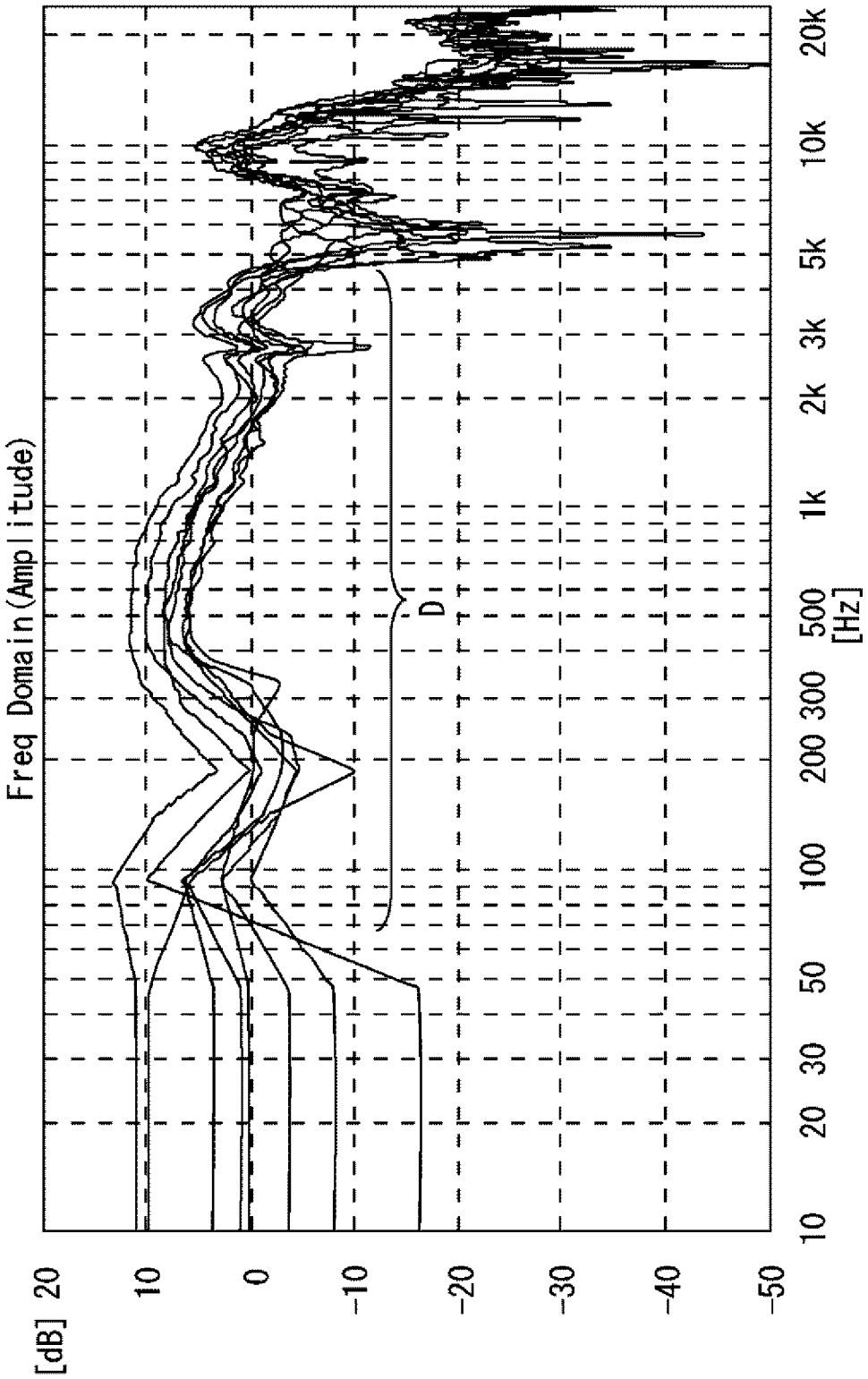
[図3]


Freq Domain (Amplitude)
[dB] 10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
D

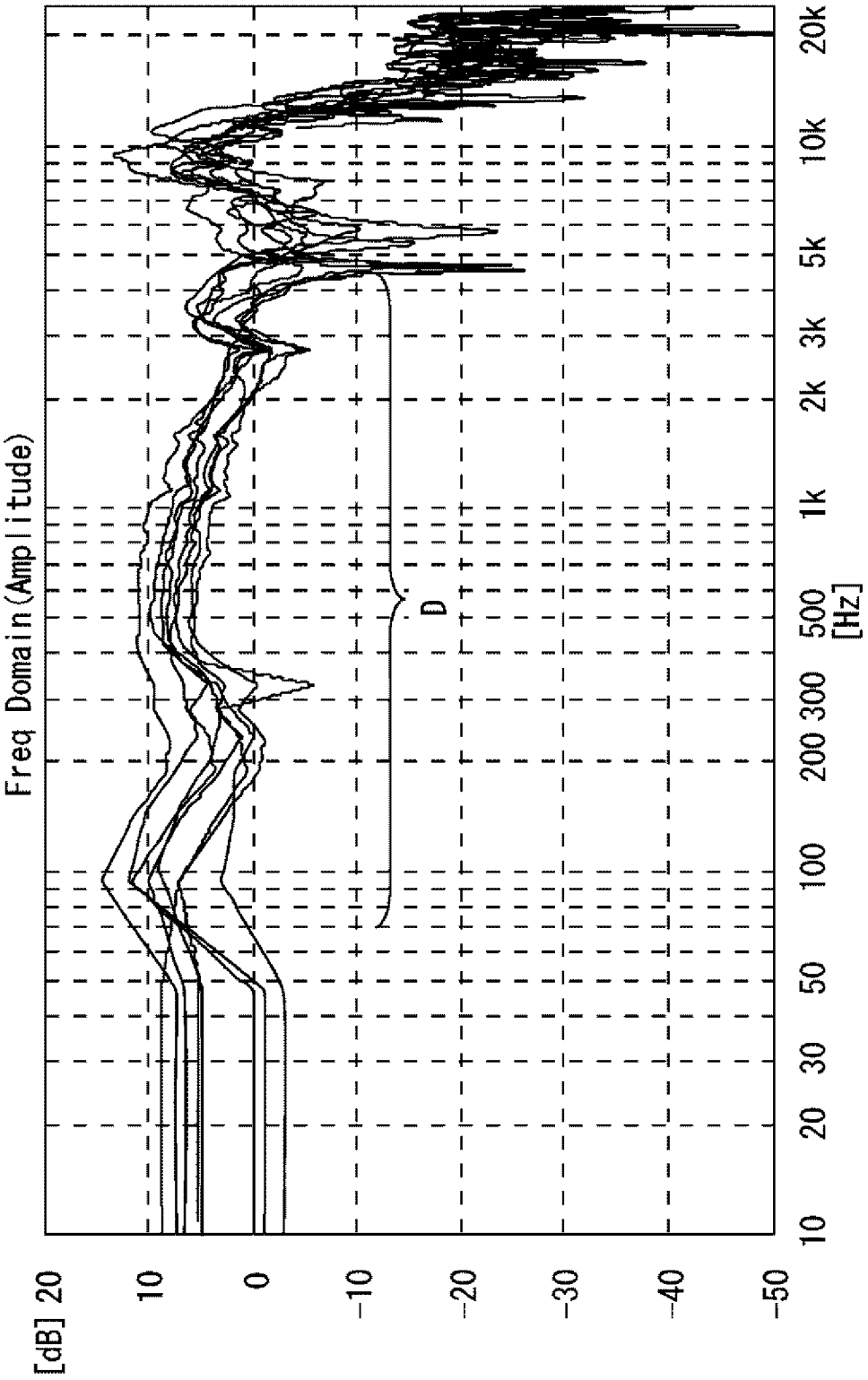
[図4]


Freq Domain (Amplitude)
[dB] 20
10
0
−10
−20
−30
−40
−50
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
D

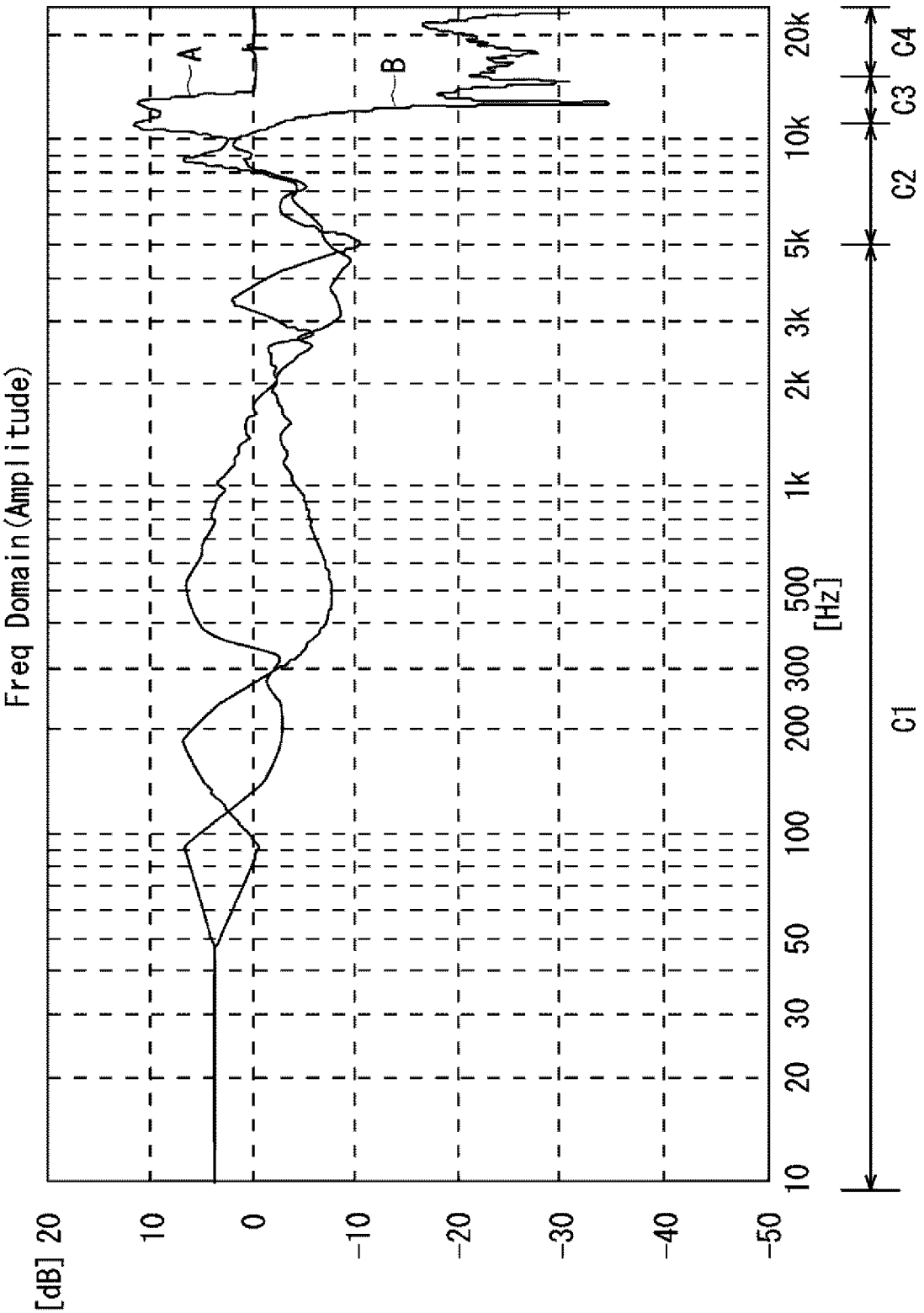
[図5]


Freq Domain (Amplitude)
[dB] 20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
D

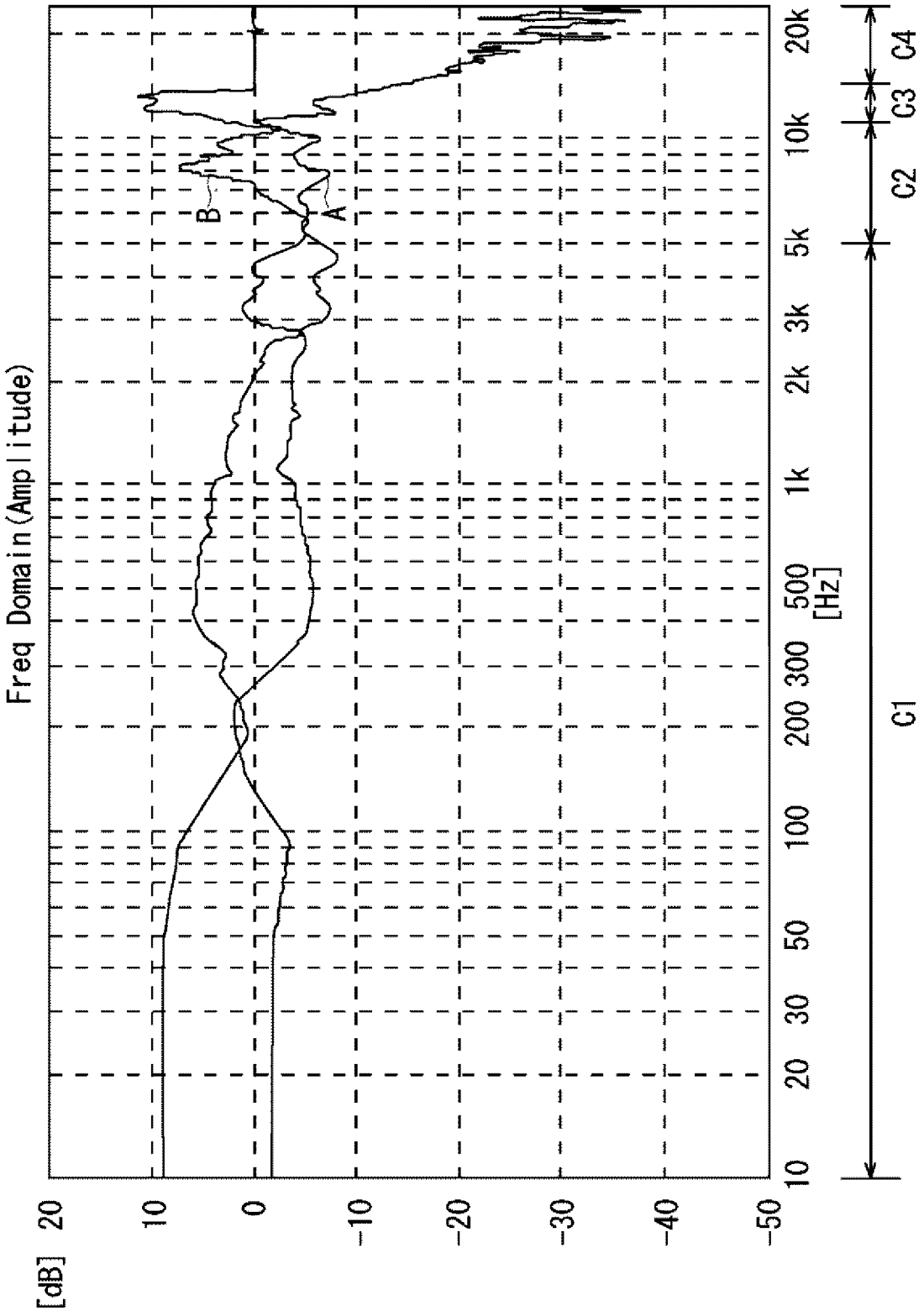
[図6]


Freq Domain(Amplitude)
[dB] 20
10
0
−10
−20
−30
−40
−50
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
D

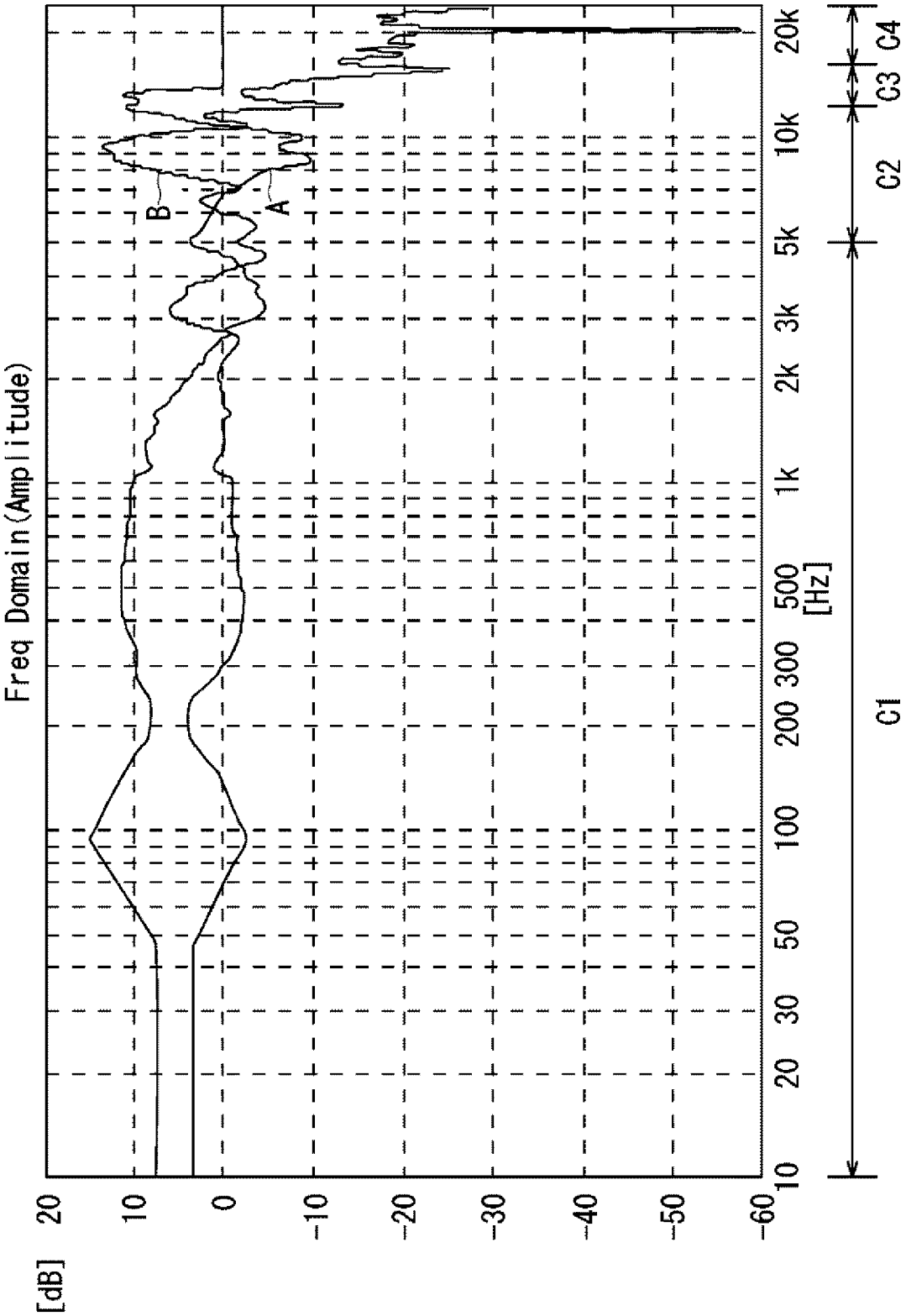
[図7]


Freq Domain(Amplitude)
[dB] 20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
A
B
C1
C2
C3
C4

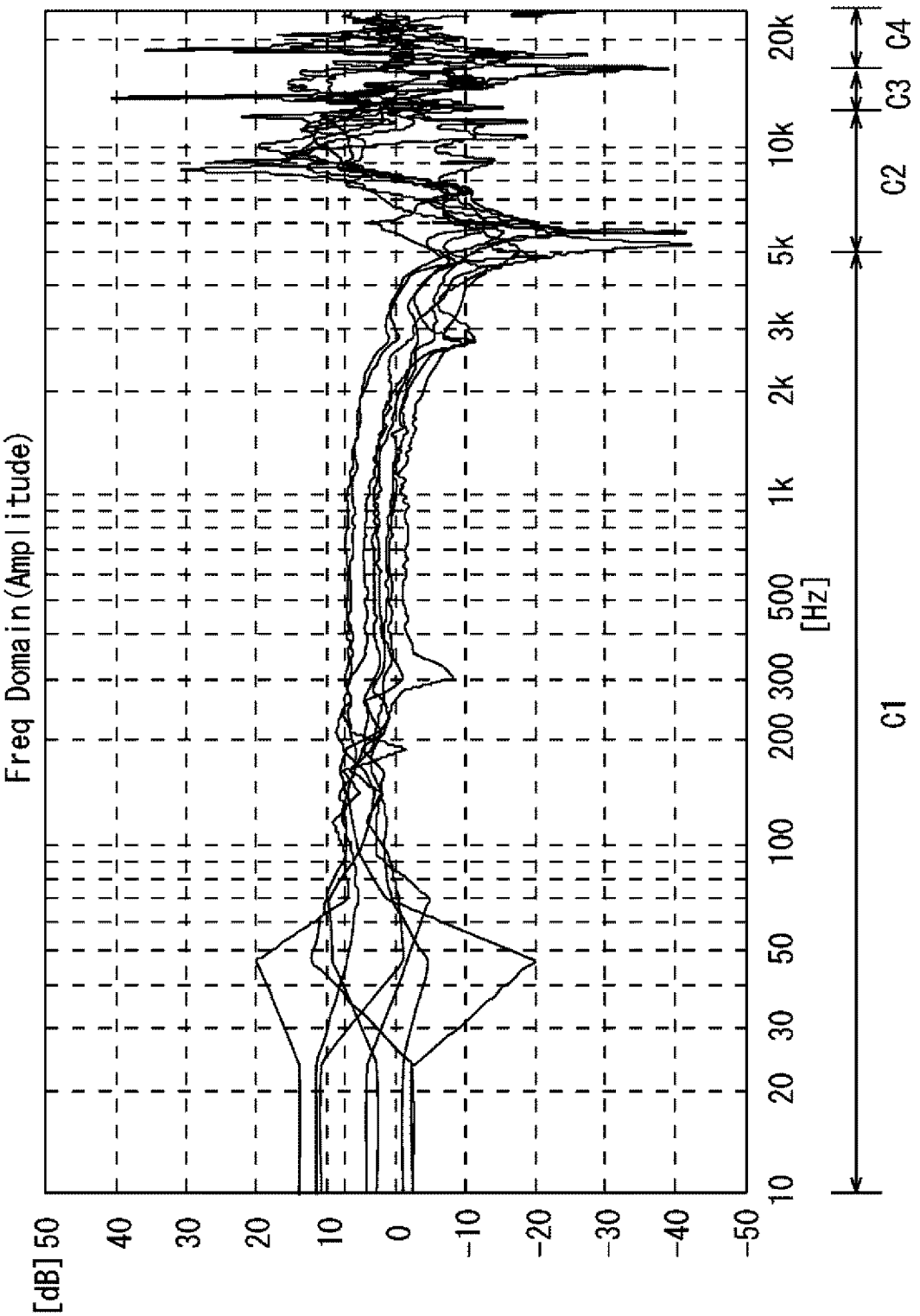
[図8]


Freq Domain (Amplitude)
[dB]
20
10
0
−10
−20
−30
−40
−50
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
A
B
C1
C2
C3
C4

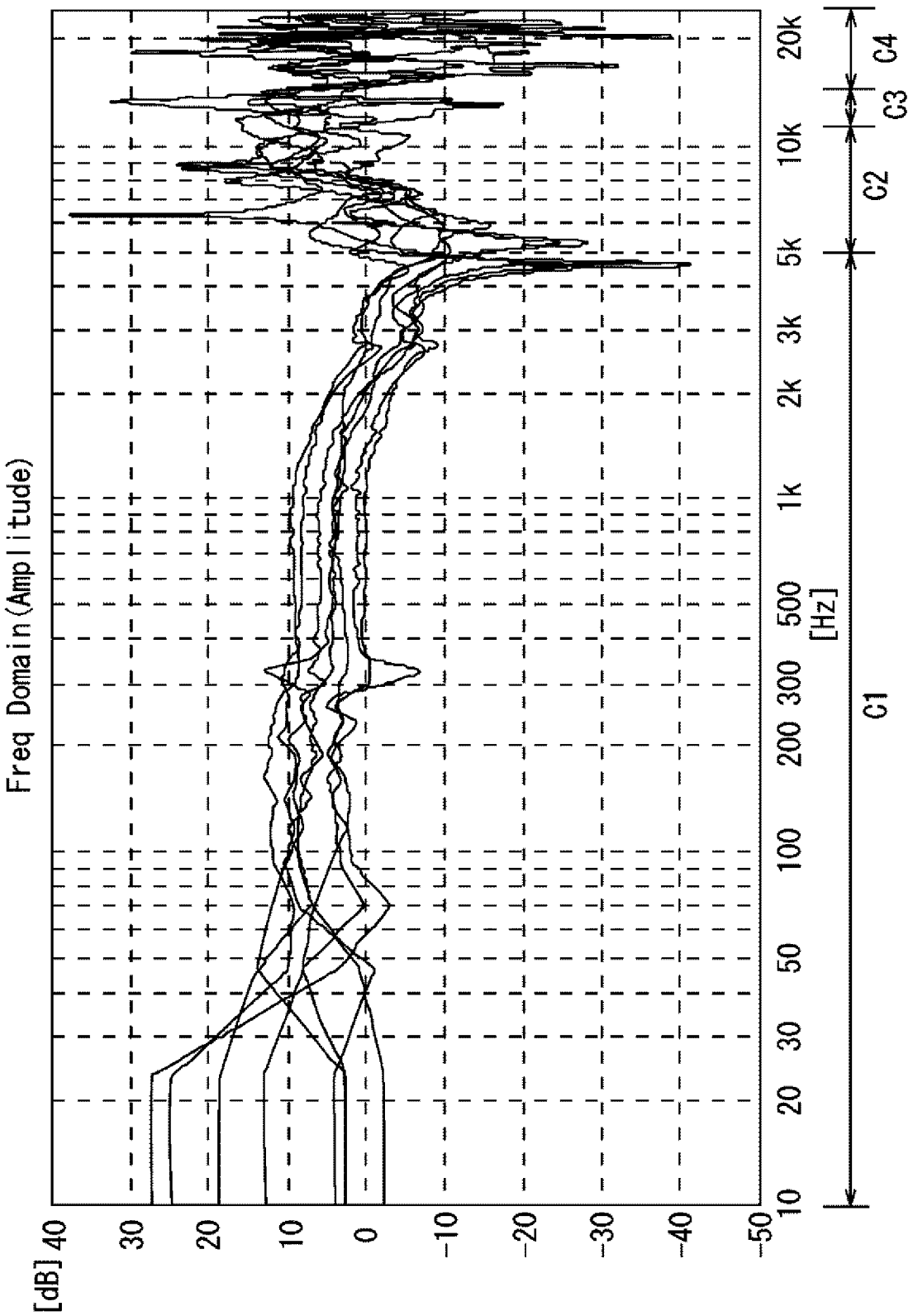
[図9]


Freq Domain(Amplitude)
[dB]
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
A
B
C1
C2
C3
C4

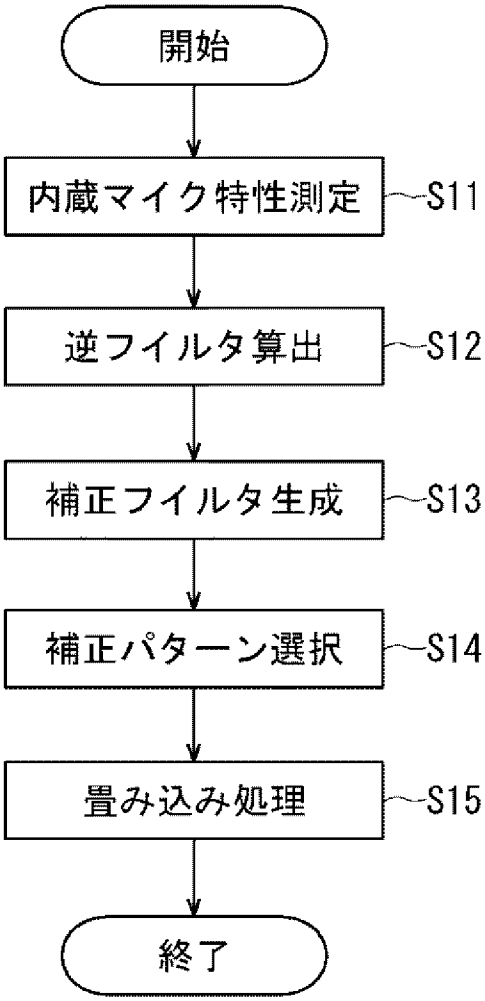
[図10]


Freq Domain(Amplitude)
[dB] 50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
10
20
30
50
100
200 300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
C1
C2
C3
C4

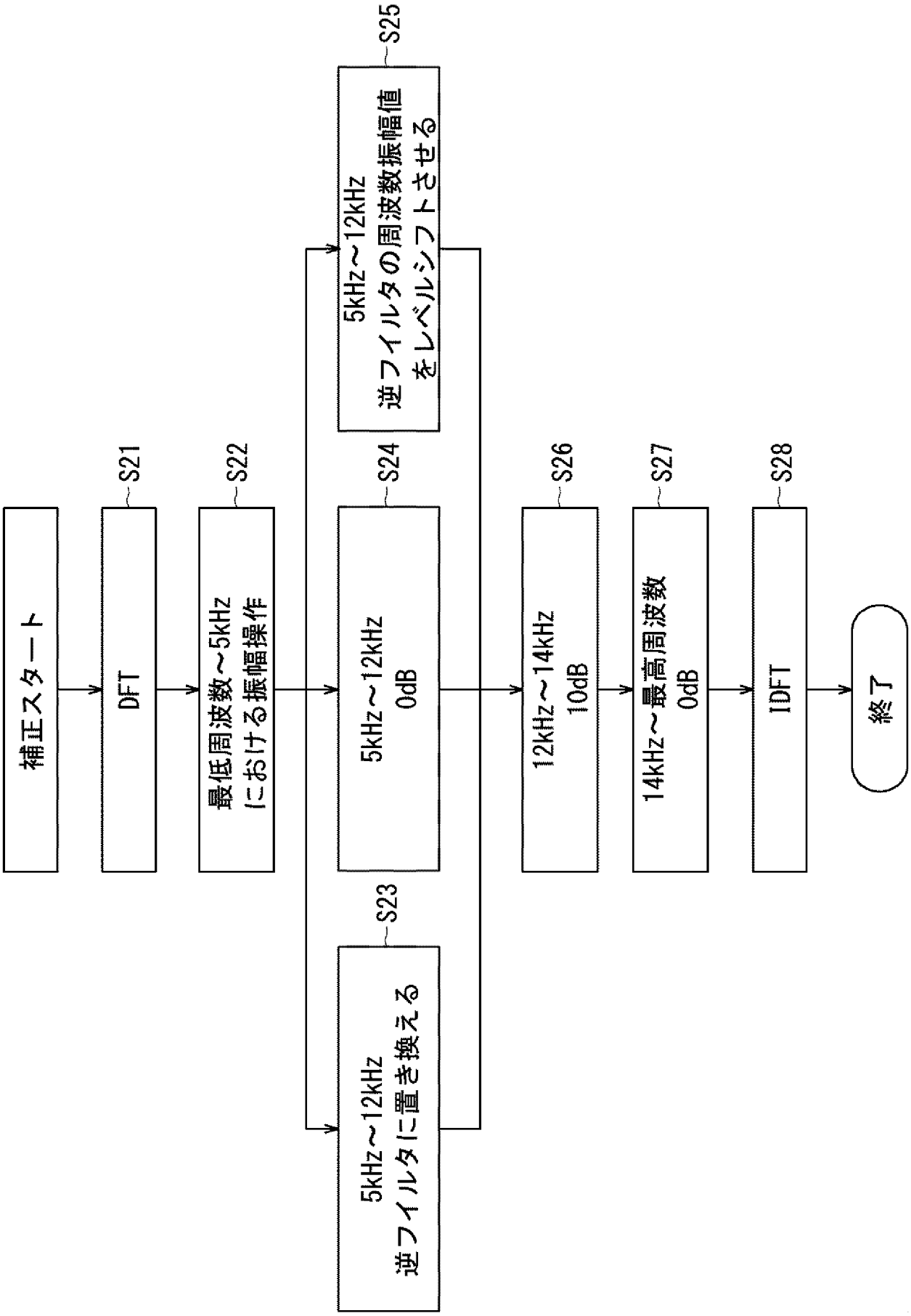
[図11]


Freq Domain(Amplitude)
[dB]
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
10
20
30
50
100
200
300
500
1k
2k
3k
5k
10k
20k
[Hz]
C1
C2
C3
C4

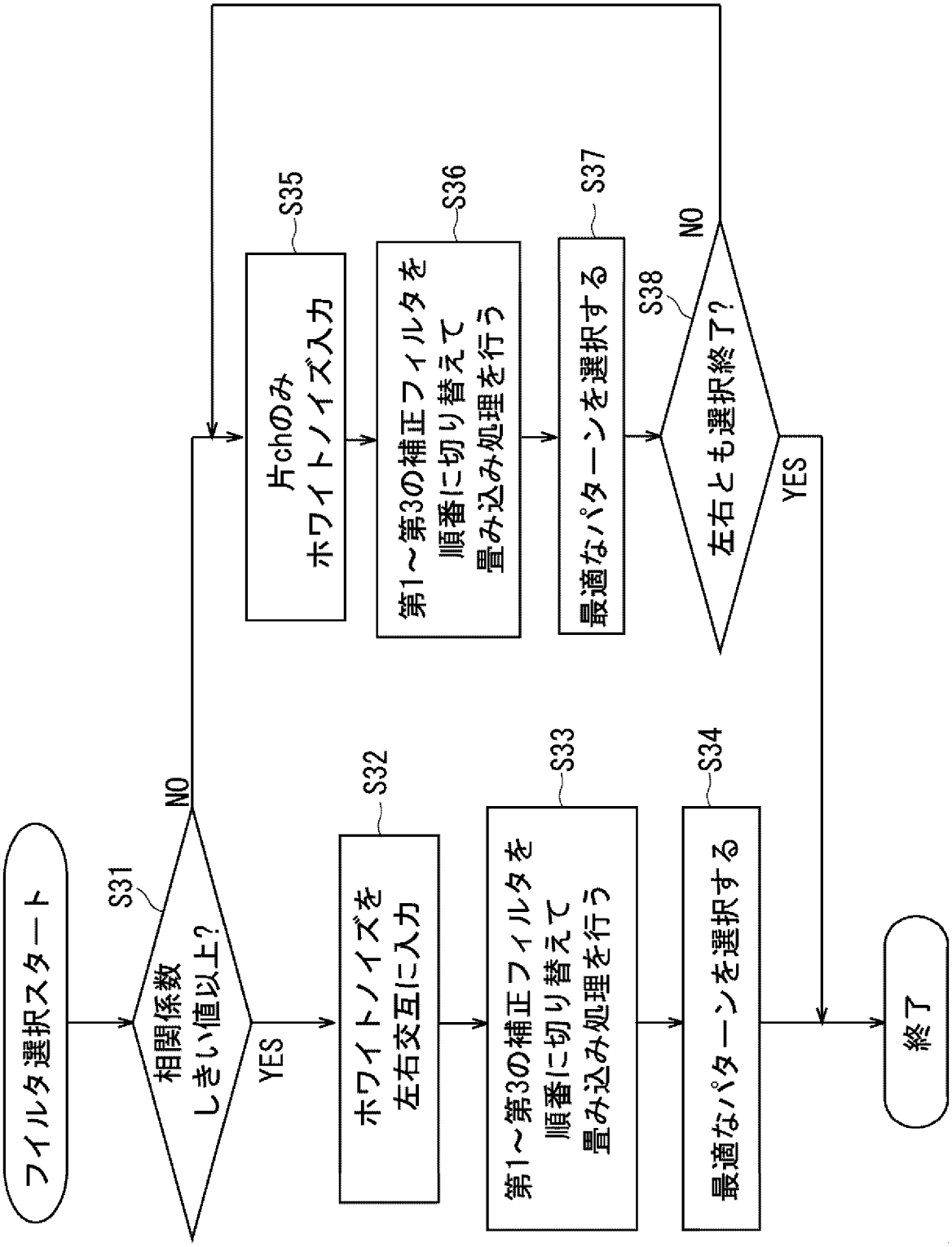
[図12]


開始
内蔵マイク特性測定
S11
逆フイルタ算出
S12
補正フイルタ生成
S13
補正パターン選択
S14
畳み込み処理
S15
終了

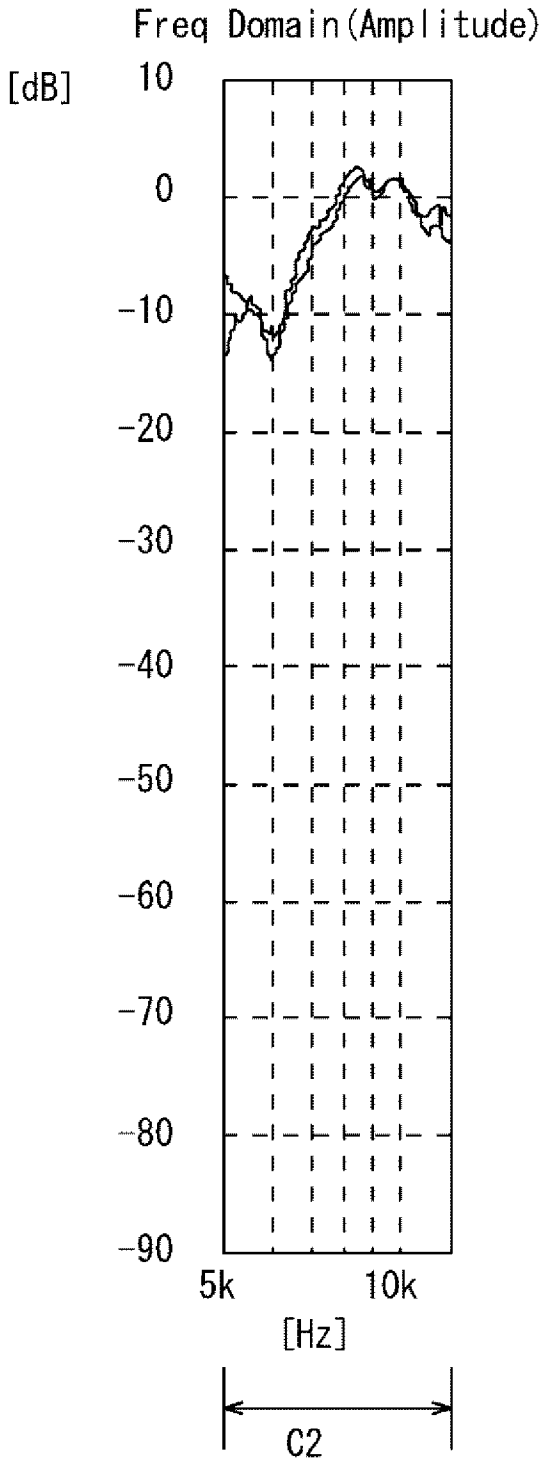
[図13]


補正スタート
S21
DFT
S22
最低周波数～5kHzにおける振幅操作
S23
5kHz～12kHz 逆フィルタに置き換える
S24
5kHz～12kHz 0dB
S25
5kHz～12kHz 逆フィルタの周波数振幅値をレベルシフトさせる
S26
12kHz～14kHz 10dB
S27
14kHz～最高周波数 0dB
S28
IDFT
終了

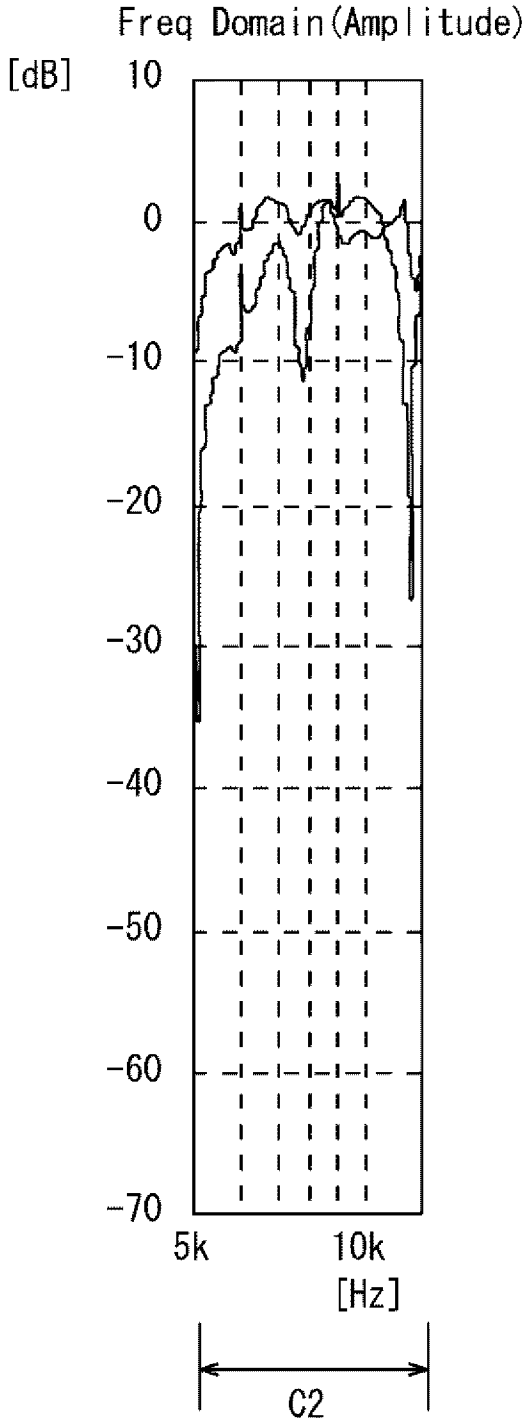
[図14]


フィルタ選択スタート
S31
相関係数
しきい値以上?
NO
YES
S32
ホワイトノイズを
左右交互に入力
S33
第1～第3の補正フィルタを
順番に切り替えて
畳み込み処理を行う
S34
最適なパターンを選択する
終了
S35
片chのみ
ホワイトノイズ入力
S36
第1～第3の補正フィルタを
順番に切り替えて
畳み込み処理を行う
S37
最適なパターンを選択する
S38
左右とも選択終了?
NO
YES

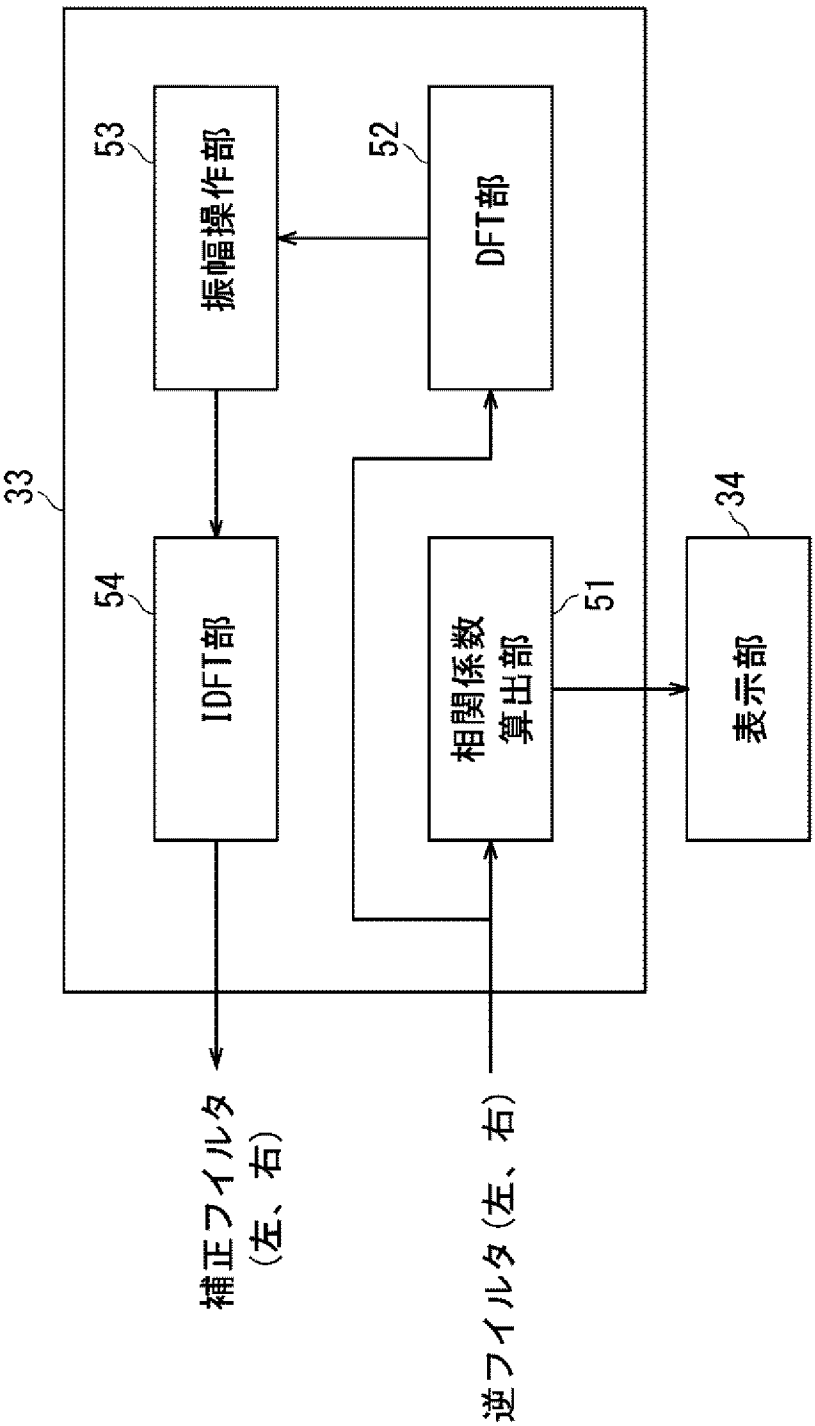
[図15]


Freq Domain(Amplitude)
[dB]
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
5k
10k
[Hz]
C2

[図16]



[図17]


33
53
振幅操作部
52
DFT部
54
IDFT部
相関係数
算出部
51
34
表示部
補正フィルタ
(左、右)
逆フィルタ(左、右)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/003153

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04S1/00(2006.01)i, *H04R1/10*(2006.01)i, *H04R3/00*(2006.01)i, *H04R5/027*(2006.01)i, *H04S5/02*(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)
H04S1/00, H04R1/10, H04R3/00, H04R5/027, H04S5/02

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2014-60691 A (Sony Corp.), 03 April 2014 (03.04.2014), entire text; all drawings & US 2015/0180433 A1 entire text; all drawings & WO 2014/030560 A & CN 104604254 A	1-6
A	JP 8-111899 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 April 1996 (30.04.1996), entire text; all drawings (Family: none)	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
22 July 2016 (22.07.16)	02 August 2016 (02.08.16)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/003153

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-318061 A (Sony Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), entire text; all drawings & US 2005/0238176 A1 entire text; all drawings & KR 10-2006-0047444 A & CN 1691840 A	1-6
A	JP 2012-34204 A (Audio-Technica Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings & US 2012/0027239 A1 entire text; all drawings	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／００３１５３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04S1/00(2006.01)i, H04R1/10(2006.01)i, H04R3/00(2006.01)i, H04R5/027(2006.01)i, H04S5/02(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.　H04S1/00, H04R1/10, H04R3/00, H04R5/027, H04S5/02

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 2014-60691 A（ソニー株式会社）2014.04.03, 全文,全図 & US 2015/0180433 A1,全文,全図 & WO 2014/030560 A & CN 104604254 A	1-6
A	JP 8-111899 A（松下電器産業株式会社）1996.04.30, 全文,全図 （ファミリーなし）	1-6
A	JP 2005-318061 A（ソニー株式会社）2005.11.10, 全文,全図 & US 2005/0238176 A1,全文,全図	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
２２．０７．２０１６	０２．０８．２０１６

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）　５Ｚ　４５４５
菊池　充
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８９

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
	& KR 10-2006-0047444 A & CN 1691840 A	
A	JP 2012-34204 A (株式会社オーディオテクニカ) 2012.02.16, 全文, 全図 & US 2012/0027239 A1, 全文, 全図	1-6