

(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  
2020年1月9日(09.01.2020)



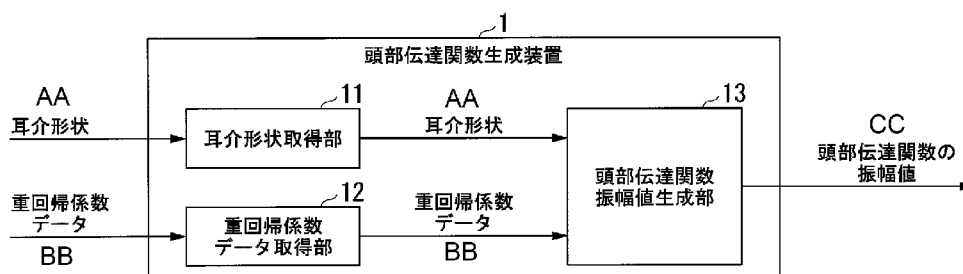
(10) 国際公開番号

WO 2020/008655 A1

- (51) 国際特許分類:  
G10K 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/029903
- (22) 国際出願日: 2018年8月9日(09.08.2018)
- (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 2018-127146 2018年7月3日(03.07.2018) JP
- (71) 出願人: 学校法人千葉工業大学  
(CHIBA INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/  
JP]; 〒2750016 千葉県習志野市津田沼 2  
- 1 7 - 1 Chiba (JP).
- (72) 発明者: 飯田 一博(HIDA Kazuhiro); 〒2750016  
千葉県習志野市津田沼 2 - 1 7 - 1 学校  
法人千葉工業大学内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外(TANAI Sumio et al.);  
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁  
目9番2号 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, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: DEVICE FOR GENERATING HEAD-RELATED TRANSFER FUNCTION, METHOD FOR GENERATING HEAD-RELATED TRANSFER FUNCTION, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラム



- 1 Head-related transfer function generating device  
11 Auricle shape acquisition unit  
12 Multiple regression coefficient data acquisition unit  
13 Head-related transfer function amplitude value generating unit  
AA Auricle shape  
BB Multiple regression coefficient data  
CC Amplitude value of head-related transfer function

(57) Abstract: This device for generating a head-related transfer function is provided with: an auricle shape acquisition unit for acquiring the shape of an auricle of a listener; and a head-related transfer function amplitude value generating unit for calculating the amplitude value of a head-related transfer function of each frequency in each direction on the basis of the auricle shape acquired by the auricle shape acquisition unit and multiple regression coefficient data obtained by digitizing a multiple regression coefficient obtained by multiple regression analysis using the auricle shape as an explanatory variable and the amplitude value of the head-related transfer function or an initial head-related transfer function as an objective variable, or a correlation between the amplitude value of the head-related transfer function and the auricle shape after



WO 2020/008655 A1

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).

添付公開書類 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

learning using training data is performed.

(57) 要約 : 頭部伝達関数生成装置は、受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得部と、前記耳介形状取得部によって取得された前記耳介形状と、各方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである重回帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成部とを備える。

## 明 細 書

発明の名称：

頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムに関する。

本願は、2018年7月3日に、日本に出願された特願2018-127146号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 従来、自分自身の頭部伝達関数に近似する頭部伝達関数を選択する頭部伝達関数選択装置が知られている（例えば特許文献1参照）。特許文献1に記載された頭部伝達関数選択装置では、スピーカが所定の音声を発生している状態で、受聴者の耳に装着されたマイクロホンが收音した音声信号に基づいて、測定部が受聴者の頭部インパルス応答を取得する。次いで、特徴量抽出部が頭部インパルス応答に対応する周波数特性の特徴量を抽出する。次いで、特性選択部が、特徴量抽出部によって抽出された特徴量に基づいて、複数の人のそれぞれの頭部伝達関数と頭部伝達関数の特徴量とを対応付けたデータベースからいずれかの頭部伝達関数を選択する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-201723号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したように、特許文献1に記載された技術では、データベースに記憶されている複数の頭部伝達関数のうちのいずれかが選択されるにすぎない。そのため、受聴者本人の頭部伝達関数に適合する（目標の方向に聴こえる）頭部伝達関数がデータベースに記憶されていない場合には、当然のことなが

ら、受聴者本人の頭部伝達関数に適合する頭部伝達関数を得ることができない。

受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行うことによって受聴者本人の頭部伝達関数を得る場合であっても、例えば住宅、オフィスなどで頭部伝達関数の測定が行われる場合には、不要な反射や騒音が混入するため、受聴者本人の頭部伝達関数に適合する頭部伝達関数（高精度な受聴者本人の頭部伝達関数）を得ることができない。高精度な受聴者本人の頭部伝達関数を得るためには、反射のない無響室において受聴者本人の頭部伝達関数の測定を行う必要がある。

無響室において頭部伝達関数の測定が行われる場合であっても、音響の専門知識の無い一般ユーザが測定を行う場合には、当然のことながら、高精度な受聴者本人の頭部伝達関数を得ることはできない。

[0005] 上述した問題点に鑑み、本発明は、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を容易に得ることができる頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラム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

[0006] 鋭意研究において、本発明者は、各方向の各周波数において、耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものと、受聴者の耳介形状とを用いて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出することによって、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を生成できることを見出したのである。

[0007] 本発明の一態様は、受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得部と、前記耳介形状取得部によって取得された前記耳介形状と、各方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰

係数をデータ化したものである重回帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成部とを備える、頭部伝達関数生成装置である。

[0008] 本発明の一態様の頭部伝達関数生成装置は、記憶されている前記重回帰係数データを取得する重回帰係数データ取得部を更に備え、前記頭部伝達関数振幅値生成部は、前記耳介形状取得部によって取得された前記耳介形状と、前記重回帰係数データ取得部によって取得された前記重回帰係数データとに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出してもよい。

[0009] 本発明の一態様の頭部伝達関数生成装置は、前記頭部伝達関数振幅値生成部によって生成された各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を逆フーリエ変換することによって頭部インパルス応答を算出する頭部インパルス応答生成部を更に備えてもよい。

[0010] 本発明の一態様の頭部伝達関数生成装置は、前記重回帰係数データを記憶する重回帰係数データベースを更に備えてもよい。

[0011] 本発明の一態様の頭部伝達関数生成装置は、前記重回帰係数データを生成する重回帰係数データ生成部を更に備えてもよい。

[0012] 本発明の一態様の頭部伝達関数生成装置は、前記受聴者の頭部形状を取得する頭部形状取得部と、前記頭部形状取得部によって取得された前記頭部形状に基づいて、前記受聴者の両耳間時間差を算出する両耳間時間差算出部と、前記両耳間時間差算出部によって算出された前記両耳間時間差を、前記頭部インパルス応答生成部によって算出された前記頭部インパルス応答に付加する両耳間時間差付加部とを更に備えてもよい。

[0013] 本発明の一態様の頭部伝達関数生成装置は、前記教師データを取得する教師データ取得部と、前記教師データ取得部によって取得された前記教師データを用いることによって、耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係を学習する学習部とを更に備え、前記教師データは、所定の受聴者の耳介形状と前記所定の受聴者の頭部伝達関数の振幅値と含むものであり、前記頭部伝

達関数振幅値生成部は、前記耳介形状取得部によって取得された前記耳介形状と、前記学習部による学習が行われた後の前記対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出してもよい。

[0014] 本発明の一態様は、受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得ステップと、前記耳介形状取得ステップにおいて取得された前記耳介形状と、各方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである重回帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成ステップとを備える、頭部伝達関数生成方法である。

[0015] 本発明の一態様は、コンピュータに、受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得ステップと、前記耳介形状取得ステップにおいて取得された前記耳介形状と、各方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである重回帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成ステップとを実行させるためのプログラムである。

### 発明の効果

[0016] 本発明によれば、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を容易に得ることができる頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]耳軸座標系を説明するための図である。

[図2A]上半球正中面内の正面から後ろまでを30 [°] 間隔で測定した頭部伝達関数の振幅特性を示す図である。

[図2B]正中面内の上昇角 $\beta$ が0 [°] の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）などを示す図である。

[図3]頭部伝達関数の個人差を説明するための図である。

[図4]第1実施形態の頭部伝達関数生成装置の概要の一例を示す図である。

[図5A]受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10} \sim x_{13}$ を説明するための左耳の正面図である。

[図5B]受聴者の耳介形状 $x_9$ を説明するために左耳を図5Aの下側から見た断面図である。

[図5C]受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ に対応する計測部位の名称を示す図である。

[図6]第1実施形態の頭部伝達関数生成装置の耳介形状取得部によって取得される受聴者の耳介形状の他の例を説明するための図である。

[図7A]受聴者の耳介形状（受聴者の耳介の各部位）などを説明するための左耳の正面図である。

[図7B]受聴者の耳介形状（計測部位） $x_{14}$ を説明するために左耳を図7Aの下側から見た断面図である。

[図7C]受聴者の耳介形状（計測部位） $x_1 \sim x_{14}$ の定義などを説明するための図である。

[図8]頭部伝達関数振幅値生成部が生成した頭部伝達関数の振幅値を示す図である。

[図9]第1実施形態の頭部伝達関数生成装置が頭部伝達関数の振幅値を生成する場合に実行される処理の一例を説明するためのフローチャートである。

[図10A]耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ を説明変数とし、（全区間）頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数データを用いて生成された頭部伝達関数の振幅値を示す図である。

[図10B]耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  を説明変数とし、初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数データを用いて生成された頭部伝達関数の振幅値を示す図である。

[図11]第2実施形態の頭部伝達関数生成装置の概要の一例を示す図である。

[図12]第3実施形態の頭部伝達関数生成装置の概要の一例を示す図である。

[図13]第4実施形態の頭部伝達関数生成装置の概要の一例を示す図である。

[図14]第5実施形態の頭部伝達関数生成装置の概要の一例を示す図である。

[図15A]受聴者の頭部形状  $p_1$ 、 $p_{6l}$ 、 $p_{6r}$ 、 $p_7$  を説明するための受聴者の正面図である。

[図15B]受聴者の頭部形状  $p_2$ 、 $p_3$  を説明するための受聴者の左側頭部を示す図である。

[図15C]受聴者の頭部形状  $p_{4l}$ 、 $p_{4r}$ 、 $p_{5l}$ 、 $p_{5r}$  を説明するための受聴者の頭頂部を示す図である。

[図16]第6実施形態の頭部伝達関数生成装置の概要の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0018] 本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの実施形態の説明の前に、本発明の理解に必要な基礎的な項目について説明する。

音波は鼓膜に届く直前に頭や耳介あるいは胴体の影響を受ける。このような頭部周辺による入射音波の物理特性の変化を周波数領域で表現したものを頭部伝達関数（HRTF：head-related transfer function）という。頭部伝達関数を考える場合には、耳軸座標系が主に用いられる。

[0019] 図1は耳軸座標系を説明するための図である。

図1に示す耳軸座標系は次のように定義される。原点は、受聴者の左右の外耳道入口を結ぶ線分の中点である。水平面は、右眼窩点と左右の耳珠を結ぶ平面である。横断面（図示せず）は左右の外耳道入口を通り、水平面に直交する面である。正中面は、水平面と横断面の両方に直交する面（受聴者を左右に2等分する面）である。

耳軸座標系では、音源方向を、側方角 $\alpha$ と上昇角 $\beta$ とにより表す。側方角 $\alpha$ は、音源（図1中の黒丸「●」で示す部分）と原点とを結ぶ直線が耳軸（左右の外耳道入口を通る直線）となす角の余角である。上昇角 $\beta$ は、音源を通る矢状面内における仰角である。

[0020] 図2Aは上半球正中面内の正面から後ろまでを30[°]間隔で測定した頭部伝達関数の振幅特性を示す図である。詳細には、図2Aは、正中面内の上昇角 $\beta$ が0[°]の音源と、正中面内の上昇角 $\beta$ が30[°]の音源と、正中面内の上昇角 $\beta$ が60[°]の音源と、正中面内の上昇角 $\beta$ が90[°]の音源と、正中面内の上昇角 $\beta$ が120[°]の音源と、正中面内の上昇角 $\beta$ が150[°]の音源と、正中面内の上昇角 $\beta$ が180[°]の音源とを黒丸「●」で示している。

図2Bは正中面内の上昇角 $\beta$ が0[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）などを示す図である。詳細には、図2Bは、正中面内の上昇角 $\beta$ が0[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が30[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が60[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が90[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が120[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が150[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が180[°]の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）および左耳での頭部伝達関数の振幅特性（点線）とを示している。図2Bの縦軸は相対振幅[dB]を示しており、図2Bの横軸

は周波数 [k H z] を示している。

図 2 B に示すように、頭部伝達関数は、音波の入射方向により異なる。それは、受聴者の頭部形状や耳介形状が前後左右上下のいずれについても非対称であるからである。受聴者は、この入射方向依存性を手掛かりとして音の方向を知覚している。

[0021] ある方向の受聴者本人の頭部伝達関数を再現すると、受聴者は、その方向に音像を知覚する。つまり、例えば図 2 B に示す正中面内の上昇角  $\beta$  が  $0 [^\circ]$  の音源に対する右耳での頭部伝達関数の振幅特性（実線）を再現すると、その頭部伝達関数の振幅特性を有する受聴者は、正中面内の上昇角  $\beta$  が  $0 [^\circ]$  の方向に音像を知覚する。

音源から発せられた音波が受聴者の鼓膜に到達すると、受聴者には様々な知覚が生まれる。音波により受聴者が知覚したものの総体を音像という。音源は物理的な存在であるが、音像は知覚現象により生じる心理的な存在である。音像には、時間的性質（残響感、リズム感、持続感など）、空間的性質（方向感、距離感、広がり感など）、質的性質（大きさ、高さ、音色など）がある。

[0022] 上述したように、ある方向の受聴者本人の頭部伝達関数を再現すると受聴者はその方向に音像を知覚するため、原理的には、様々な方向の頭部伝達関数を用いることにより、効果的な 3 次元音響システムや音のバーチャルリアリティ（VR）システムを実現できると考えられる。しかし、頭部伝達関数には、個人差が存在する。

図 3 は頭部伝達関数の個人差を説明するための図である。詳細には、図 3 は日本人 10 名の正中面内の上昇角  $\beta$  が  $0 [^\circ]$  の方向の音源に対する頭部伝達関数の振幅特性を示している。図 3 の縦軸は相対振幅 [d B] を示しており、図 3 の横軸は周波数 [k H z] を示している。

図 3 に示すように、4 k H z 程度までの周波数では頭部伝達関数の個人差が少ないものの、それ以上の周波数ではノッチやピークの周波数もレベル（振幅値）も受聴者によって大きく異なる。つまり、正中面内の上昇角  $\beta$  が  $0$

[°] の方向の音源に対する頭部伝達関数には、個人差が存在する。

図示しないが、正中面内の上昇角 $\beta$ が30 [°]、60 [°]、90 [°]、120 [°]、150 [°]、180 [°] の各方向の音源に対する頭部伝達関数にも個人差が存在することが、本発明者の鋭意研究において確認されている。

本発明者の鋭意研究において、他人の頭部伝達関数を再現した場合に、受聴者による前後・上下方向の誤判定（正中面内の方向の誤判定）が発生することが確認されている。前後誤判定とは、目標とする音源方向と、知覚する音像方向の前後が逆転する現象である。

また、本発明者の鋭意研究において、他人の頭部伝達関数を再現した場合に、受聴者に頭内定位（受聴者が音像を頭の中に知覚する現象）が発生することが確認されている。

頭部伝達関数を利用した音像制御や音場再生が長い研究の歴史をもつにもかかわらず、従来の3次元音響システムや音のVRシステムは特定の受聴者にしか効果がなく、一般のユーザに広く浸透しない最大の理由は、頭部伝達関数の個人差を克服できていないことにある。

[0023] <第1実施形態>

以下、本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの第1実施形態について説明する。

[0024] 図4は第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1の概要の一例を示す図である。

図4に示す例では、頭部伝達関数生成装置1が、耳介形状取得部11と、重回帰係数データ取得部12と、頭部伝達関数振幅値生成部13とを備えている。耳介形状取得部11は、受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ （図5A～図5C参照）を取得する。

[0025] 図5A～図5Cは第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1の耳介形状取得部11によって取得される受聴者の耳介形状（受聴者の耳介の各計測部位の計測値）の一例を説明するための図である。

詳細には、図5 Aは受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10} \sim x_{13}$ を説明するための左耳の正面図である。図5 Bは受聴者の耳介形状 $x_9$ を説明するために左耳を図5 Aの下側から見た断面図である。図5 Cは受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ に対応する計測部位の名称を示す図である。

図5 A～図5 Cに示す例では、受聴者の耳介形状 $x_1$ が受聴者の最大耳幅の計測値である。受聴者の耳介形状 $x_2$ は受聴者の耳甲介腔の最大幅の計測値である。受聴者の耳介形状 $x_3$ は受聴者の珠間切痕の最大幅の計測値である。受聴者の耳介形状 $x_4$ は受聴者の耳輪の最大幅の計測値である。受聴者の耳介形状 $x_5$ は受聴者の最大耳長の計測値である。

受聴者の耳介形状 $x_6$ は受聴者の耳甲介腔の長さの計測値である。受聴者の耳介形状 $x_7$ は受聴者の耳甲介舟の長さの計測値である。受聴者の耳介形状 $x_8$ は受聴者の舟状窩の高さの計測値である。受聴者の耳介形状 $x_9$ （図5 B参照）は受聴者の耳甲介腔の深さの計測値である。受聴者の耳介形状 $x_{10}$ は受聴者の耳介の傾きの計測値である。

受聴者の耳介形状 $x_{11}$ は受聴者の外耳道入口から三角窩までの長さの計測値である。受聴者の耳介形状 $x_{12}$ は受聴者の外耳道入口から耳甲介舟までの長さの計測値である。受聴者の耳介形状 $x_{13}$ は受聴者の外耳道入口から耳甲介腔までの長さの計測値である。

[0026] 図4に示す例では、耳介形状取得部11によって取得される受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ （図5 A～図5 C参照）が、受聴者の耳介からノギスなどを用いて計測されたものである。

他の例では、まず、受聴者の耳型が採取され、次いで、その受聴者の耳型からノギスなどを用いて受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ が計測される。次いで、その受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ が、耳介形状取得部11によって取得される。

更に他の例では、まず、受聴者の耳介の画像が撮影され、次いで、その画像を用いて受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ が計測される。次いで、その受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ が、耳介形状取得部11によって取得される。

[0027] 図6は第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1の耳介形状取得部11によって取得される受聴者の耳介形状（受聴者の耳介の各計測部位の計測値）の他の例を説明するための図である。図6における受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10}$ は、図5A～図5Cにおける受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10}$ と同様である。

図4および図5A～図5Cに示す例では、耳介形状取得部11によって、図5A～図5Cに示す受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ が取得される。

一方、図4および図6に示す例では、耳介形状取得部11によって、図6に示す受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10}$ および図5Bに示す受聴者の耳介形状 $x_9$ が取得される。

本発明者の鋭意研究において、図6に示す受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10}$ および図5Bに示す受聴者の耳介形状 $x_9$ が取得される頭部伝達関数生成装置1によっても、図5A～図5Cに示す受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ が取得される頭部伝達関数生成装置1と同等に高精度な頭部伝達関数を生成できることが確認されている。

[0028] 図7A～図7Cは第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1の耳介形状取得部11によって取得される受聴者の耳介形状（受聴者の耳介の各計測部位の計測値）の更に他の例を説明するための図である。

詳細には、図7Aは受聴者の耳介形状（受聴者の耳介の各部位）などを説明するための左耳の正面図である。図7Bは受聴者の耳介形状（計測部位） $x_{14}$ を説明するために左耳を図7Aの下側から見た断面図である。図7Cは受聴者の耳介形状（計測部位） $x_1 \sim x_{14}$ の定義などを説明するための図である。

[0029] 図7A～図7Cに示す例では、部位 $C_1$ が耳輪の内側境界線である。部位 $C_2$ が対輪である。部位 $C_3$ が耳甲介の外側境界線である。

部位 $p_0$ が原点（外耳道入口）である。部位 $p_1$ が上昇角 $120^\circ$ の直線と部位 $C_1$ の交点である。部位 $p_2$ が上昇角 $150^\circ$ の直線と部位 $C_1$ の交点である。部位 $p_3$ が上昇角 $180^\circ$ の直線と部位 $C_1$ の交点である。部位 $p_4$ が上昇

角  $120^\circ$  の直線と部位  $C_2$  の交点である。部位  $p_5$  が上昇角  $150^\circ$  の直線と部位  $C_2$  の交点である。部位  $p_6$  が上昇角  $180^\circ$  の直線と部位  $C_2$  の交点である。部位  $p_7$  が上昇角  $120^\circ$  の直線と部位  $C_3$  の交点である。部位  $p_8$  が上昇角  $150^\circ$  の直線と部位  $C_3$  の交点である。部位  $p_9$  が上昇角  $180^\circ$  の直線と部位  $C_3$  の交点である。部位  $p_{10}$  が上昇角  $210^\circ$  の直線と部位  $C_3$  の交点である。部位  $p_{11}$  が上昇角  $240^\circ$  の直線と部位  $C_3$  の交点である。部位  $p_{12}$  が上昇角  $270^\circ$  の直線と部位  $C_3$  の交点である。

受聴者の耳介形状（計測部位） $x_1$  が部位  $p_0$  から部位  $p_1$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_2$  が部位  $p_0$  から部位  $p_2$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_3$  が部位  $p_0$  から部位  $p_3$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_4$  が部位  $p_0$  から部位  $p_4$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_5$  が部位  $p_0$  から部位  $p_5$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_6$  が部位  $p_0$  から部位  $p_6$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_7$  が部位  $p_0$  から部位  $p_7$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_8$  が部位  $p_0$  から部位  $p_8$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_9$  が部位  $p_0$  から部位  $p_9$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_{10}$  が部位  $p_0$  から部位  $p_{10}$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_{11}$  が部位  $p_0$  から部位  $p_{11}$  の長さである。受聴者の耳介形状（計測部位） $x_{12}$  が部位  $p_0$  から部位  $p_{12}$  の長さである。受聴者の耳介形状  $x_{13}$  は受聴者の耳介の傾きの計測値である。受聴者の耳介形状  $x_{14}$ （図 7 B 参照）は受聴者の耳甲介腔の深さの計測値である。

[0030] 図 4 および図 7 A～図 7 C に示す例では、耳介形状取得部 11 によって、図 7 A～図 7 C に示す受聴者の耳介形状  $x_1 \sim x_{14}$  が取得される。

本発明者の鋭意研究において、図 7 A～図 7 C に示す受聴者の耳介形状  $x_1 \sim x_{14}$  が取得される頭部伝達関数生成装置 1 によっても、図 5 A～図 5 C に示す受聴者の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  が取得される頭部伝達関数生成装置 1 と同等に高精度な頭部伝達関数を生成できることが確認されている。

[0031] 図 4 に示す例では、重回帰係数データ取得部 12 が、例えば重回帰係数デ

ータベース（図示せず）などに記憶されている重回帰係数データを取得する。重回帰係数データは、各方向（例えば図2Aに示す正中面内の上昇角 $\beta$ が、 $0 [^\circ]$ の方向、 $30 [^\circ]$ の方向など）の各周波数（例えば図2Bに示す $0 [kHz]$ から $24 [kHz]$ の周波数のうちの $93.75 [Hz]$ 間隔の各周波数）において、耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ （図5A～図5C参照）を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである。

[0032] 重回帰係数データを生成するために用いられる初期頭部伝達関数について説明する。

ヒトは、頭部伝達関数に含まれる両耳間差および第1ノッチN1、第2ノッチN2を手がかりとして左右方向および前後・上下方向を知覚している。したがって、頭部伝達関数から、これらの手がかりを抽出あるいは算出し、それを適切に処理すれば、3次元方向の音像制御が可能となる。しかし、受聴者や音源方向によっては、第1ノッチN1、第2ノッチN2が明確ではない場合もあり、容易かつ確実に第1ノッチN1、第2ノッチN2を検出する方法が必要となっていた。

上述したように、頭部伝達関数は、一般に耳介、頭部、胴体の影響を受けるが、第1ノッチN1、第2ノッチN2は耳介の影響を強く受けて形成されることが知られている。本発明者等は、鋭意研究において、耳介の各部位を粘土で埋めて、正中面内での頭部伝達関数の測定および音像定位実験を行い、conchaを埋めることで第1ノッチN1、第2ノッチN2が消失し、また音像定位精度も有意に劣化することを見出した。

第1ノッチN1、第2ノッチN2は、耳介の影響を強く受けて形成されることから、外耳道入口で測定した頭部インパルス応答（HRIR：head-related impulse response）の初期部分に含まれていると考えられる。

そこで、本発明者等は、鋭意研究において、切り出し時間窓長を変化させて頭部インパルス応答の一部を抽出し、第1ノッチN1、第2ノッチN2の

出現過程を観察した。その結果、本発明者等は、頭部インパルス応答の初期 1 m s 程度を切り出して分析することにより、第 1 ノッチ N 1、第 2 ノッチ N 2 を明確に検出できることを見出した。頭部や胴体からの応答が届く前、すなわち、耳介の応答だけを観察しているためであると考えられる。

頭部インパルス応答の初期 1 m s 程度が初期頭部インパルス応答であり、その初期頭部インパルス応答をフーリエ変換したものが、本発明における初期頭部伝達関数である。

[0033] 図 4 に示す例では、頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 が、耳介形状取得部 1 1 によって取得された受聴者の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  (図 5 A ~ 図 5 C 参照) と、重回帰係数データ取得部 1 2 によって取得された重回帰係数データとに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する。詳細には、頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 は、受聴者  $s$  の各耳介形状  $x_i(s)$  と、重回帰係数  $a_i(\beta, f)$  ( $\beta$  は上昇角、 $f$  は周波数) と、下記の式 1 とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値  $L(s, \beta, f)$  を算出する。

[0034] [数 1]

$$L(s, \beta, f) = \sum_1^n a_i(\beta, f) x_i(s) + b(\beta, f) \quad \dots (式 1)$$

[0035] 式 1 において、 $i$  ( $= 1 \sim n$ ) は図 5 A ~ 図 5 C に示す耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  の添え字 (「1」 ~ 「13」) に対応している。図 5 A ~ 図 5 C に示す耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  を用いて各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値  $L(s, \beta, f)$  を算出する場合、 $n$  の値は「13」である。 $b(\beta, f)$  は定数項である。

[0036] 図 8 は頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 が生成した頭部伝達関数の振幅値を示す図である。図 8 の縦軸は相対振幅 [dB] を示しており、図 8 の横軸は周波数 [Hz] を示している。

詳細には、図 8 において、実線は、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  (図 5 A ~ 図 5 C 参照) と、各方向の各周波数において、耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  を説明変

数とし、『頭部伝達関数』の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数  $a_i(\beta, f)$  と、上記の式 1 とに基づいて、頭部伝達関数振幅値生成部 13 が生成（算出）した頭部伝達関数の振幅値  $L(s, \beta, f)$  を示している。

点線は、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$ （図 5 A～図 5 C 参照）と、各方向の各周波数において、耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  を説明変数とし、『初期頭部伝達関数』の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数  $a_i(\beta, f)$  と、上記の式 1 とに基づいて、頭部伝達関数振幅値生成部 13 が生成（算出）した頭部伝達関数の振幅値  $L(s, \beta, f)$  を示している。

図 8 に示す例では、上述したように、振幅値が目的変数とされる『初期頭部伝達関数』は、頭部インパルス応答の初期 1 m s 程度を初期頭部インパルス応答として切り出し、その初期頭部インパルス応答をフーリエ変換したものである。一方、振幅値が目的変数とされる『頭部伝達関数』は、頭部インパルス応答の全体（5.3 m s）を頭部インパルス応答として切り出し、その頭部インパルス応答をフーリエ変換したものである。

[0037] 図 9 は第 1 実施形態の頭部伝達関数生成装置 1 が頭部伝達関数の振幅値  $L(s, \beta, f)$  を生成する場合に実行される処理の一例を説明するためのフローチャートである。

図 9 に示す例では、ステップ S 1 において、例えば上述したいずれかの手法により、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$ （図 5 A～図 5 C 参照）、または、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_8$ 、 $x_{10}$ （図 6 参照）および受聴者  $s$  の耳介形状  $x_9$ （図 5 B 参照）、または、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{14}$ （図 7 A～図 7 C 参照）が計測される。

次いで、ステップ S 2 では、耳介形状取得部 11 が、ステップ S 1 において計測された受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$ 、または、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{10}$ 、または、受聴者  $s$  の耳介形状  $x_1 \sim x_{14}$  を取得する。

また、ステップ S 3 において、例えば重回帰係数データ生成部（図示せず

)によって、各方向の各周波数において、耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ 、または、耳介形状 $x_1 \sim x_{10}$ 、または、耳介形状 $x_1 \sim x_{14}$ を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数 $a$ をデータ化したものである重回帰係数データが生成される。

次いで、ステップS4では、ステップS3において生成された重回帰係数データが、例えば重回帰係数データベース（図示せず）に記憶される。

次いで、ステップS5において、重回帰係数データ取得部12は、重回帰係数データベースに記憶されている重回帰係数データを取得する。

次いで、ステップS6では、ステップS2において取得された受聴者 $s$ の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ 、または、受聴者 $s$ の耳介形状 $x_1 \sim x_{10}$ 、または、受聴者 $s$ の耳介形状 $x_1 \sim x_{14}$ と、ステップS5において取得された重回帰係数データと、上述した式1とに基づいて、頭部伝達関数振幅値生成部13が、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値 $L(s, \beta, f)$ を算出（生成）する。

[0038] 第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1では、受聴者本人の頭部伝達関数の測定が実際に行われるのではなく、受聴者本人の耳介形状と、予め準備された重回帰係数データとに基づいて、頭部伝達関数振幅値生成部13が、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値 $L(s, \beta, f)$ を算出する。本発明者は、鋭意研究において、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数の振幅値と同等に高精度な頭部伝達関数の振幅値 $L(s, \beta, f)$ を算出できることを見出した。

[0039] 図10Aおよび図10Bは実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数の振幅値と、頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値とを比較して示す図である。

図10Aは耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ を説明変数とし、（全区間）頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数データを用いて生成された頭部伝達関数の振幅値を示す図である。

詳細には、図10Aは、正中面内の上昇角 $\beta$ が0 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が30 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が60 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が90 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が120 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が150 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が180 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）とを示している。図10Aの縦軸は相対振幅 [dB] を示しており、図10Aの横軸は周波数 [Hz] を示している。

[0040] 図10Bは耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ を説明変数とし、初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数データを用いて生成された頭部伝達関数の振幅値を示す図である。

詳細には、図10Bは、正中面内の上昇角 $\beta$ が0 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が30 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置1によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角 $\beta$ が60 [°] の音源に対して実測された頭部伝達関数

の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置 1 によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角  $\beta$  が  $90 [^\circ]$  の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置 1 によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角  $\beta$  が  $120 [^\circ]$  の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置 1 によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角  $\beta$  が  $150 [^\circ]$  の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置 1 によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）と、正中面内の上昇角  $\beta$  が  $180 [^\circ]$  の音源に対して実測された頭部伝達関数の振幅値（実線）および頭部伝達関数生成装置 1 によって生成された頭部伝達関数の振幅値（点線）とを示している。図 10B の縦軸は相対振幅 [dB] を示しており、図 10B の横軸は周波数 [Hz] を示している。

[0041] 図 10A および図 10B に示すように、第 1 実施形態の頭部伝達関数生成装置 1 によれば、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数（図 10A および図 10B の実線）と同等に高精度な頭部伝達関数（図 10A および図 10B の点線）を容易に得ることができる。

[0042] 換言すれば、第 1 実施形態の頭部伝達関数生成装置 1 では、受聴者本人の頭部伝達関数の測定が実際に行われる必要なく、受聴者本人による試聴の必要なく、頭部伝達関数生成装置 1 が重回帰係数データベースを有する必要なく、受聴者に適合する頭部伝達関数を生成することができる。

また、第 1 実施形態の頭部伝達関数生成装置 1 によって得られる頭部伝達関数と、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数との類似度が高いため、頭部伝達関数生成装置 1 によって得られる頭部伝達関数を用いることによって、3次元音響再生や音の VR を高い精度で実現することができる。

つまり、騒音下で測定された頭部伝達関数が用いられる場合や、データベースに記憶されている複数の頭部伝達関数のうちのいずれかが試聴によって

選択される場合には、高精度の3次元音響再生や音のVRを期待できないのに対し、第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1によって得られる頭部伝達関数を用いることによって、3次元音響再生や音のVRを高い精度で実現することができる。

[0043] <第2実施形態>

以下、本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの第2実施形態について説明する。

第2実施形態の頭部伝達関数生成装置1は、後述する点を除き、上述した第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様に構成されている。従って、第2実施形態の頭部伝達関数生成装置1によれば、後述する点を除き、上述した第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様の効果を奏することができる。

[0044] 図11は第2実施形態の頭部伝達関数生成装置1の概要の一例を示す図である。

図11に示す例では、図4に示す例と同様に、頭部伝達関数生成装置1が、耳介形状取得部11と、重回帰係数データ取得部12と、頭部伝達関数振幅値生成部13とを備えている。

図11に示す例では、図4に示す例とは異なり、頭部伝達関数生成装置1が、頭部インパルス応答生成部14を更に備えている。頭部インパルス応答生成部14は、頭部伝達関数振幅値生成部13によって生成された各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を逆フーリエ変換することによって、各方向の頭部インパルス応答を算出する。頭部インパルス応答生成部14では、各周波数の位相は、例えば最小位相系を仮定する。

第2実施形態の頭部伝達関数生成装置1では、頭部インパルス応答生成部14が備えられているため、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を容易に得ることができるのみならず、受聴者本人の頭部インパルス応答の測定および受聴者本人の頭部伝達関数の測定のいずれも実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部インパルス

ス応答と同等に高精度な頭部インパルス応答を容易に得ることができる。

[0045] <第3実施形態>

以下、本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの第3実施形態について説明する。

第3実施形態の頭部伝達関数生成装置1は、後述する点を除き、上述した第2実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様に構成されている。従って、第3実施形態の頭部伝達関数生成装置1によれば、後述する点を除き、上述した第2実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様の効果を奏することができる。

[0046] 図12は第3実施形態の頭部伝達関数生成装置1の概要の一例を示す図である。

図12に示す例では、図11に示す例と同様に、頭部伝達関数生成装置1が、耳介形状取得部11と、重回帰係数データ取得部12と、頭部伝達関数振幅値生成部13と、頭部インパルス応答生成部14とを備えている。

図12に示す例では、図11に示す例とは異なり、頭部伝達関数生成装置1が、重回帰係数データベース15を更に備えている。重回帰係数データベース15は、例えば頭部伝達関数生成装置1の外部に設けられた重回帰係数データ生成部（図示せず）によって生成された重回帰係数データを記憶する。

第3実施形態の頭部伝達関数生成装置1では、重回帰係数データベース15が備えられているため、頭部伝達関数生成装置1の外部に設けられた重回帰係数データベース（図示せず）にアクセスする必要なく、かつ、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を容易に得ることができる。

[0047] <第4実施形態>

以下、本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの第4実施形態について説明する。

第4実施形態の頭部伝達関数生成装置1は、後述する点を除き、上述した第3実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様に構成されている。従って、第4実施形態の頭部伝達関数生成装置1によれば、後述する点を除き、上述した第3実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様の効果を奏することができる。

[0048] 図13は第4実施形態の頭部伝達関数生成装置1の概要の一例を示す図である。

図13に示す例では、図12に示す例と同様に、頭部伝達関数生成装置1が、耳介形状取得部11と、重回帰係数データ取得部12と、頭部伝達関数振幅値生成部13と、頭部インパルス応答生成部14と、重回帰係数データベース15とを備えている。

図13に示す例では、図12に示す例とは異なり、頭部伝達関数生成装置1が、重回帰係数データ生成部16を更に備えている。重回帰係数データ生成部16は、各方向の各周波数において、耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ 、または、耳介形状 $x_1 \sim x_{10}$ 、または、耳介形状 $x_1 \sim x_{14}$ を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数 $a$ をデータ化したものである重回帰係数データを生成する。重回帰係数データ生成部16が生成した重回帰係数データは、重回帰係数データベース15に記憶される。

[0049] <第5実施形態>

以下、本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの第5実施形態について説明する。

第5実施形態の頭部伝達関数生成装置1は、後述する点を除き、上述した第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1とほぼ同様に構成されている。従って、第5実施形態の頭部伝達関数生成装置1によれば、後述する点を除き、上述した第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様の効果を奏することができる。

[0050] 図14は第5実施形態の頭部伝達関数生成装置1の概要の一例を示す図で

ある。

図 1 4 に示す例では、頭部伝達関数生成装置 1 が、耳介形状取得部 1 1 と、重回帰係数データ取得部 1 2 と、頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 と、頭部インパルス応答生成部 1 4 と、頭部形状取得部 1 7 と、両耳間時間差付き頭部インパルス応答生成部 1 8 とを備えている。

耳介形状取得部 1 1 は、図 4 に示す耳介形状取得部 1 1 と同様に構成されており、受聴者の耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  (図 5 A ~ 図 5 C 参照)、または、耳介形状  $x_1 \sim x_{10}$ 、または、耳介形状  $x_1 \sim x_{14}$  (図 7 A ~ 図 7 C 参照) を取得する。

重回帰係数データ取得部 1 2 は、図 4 に示す重回帰係数データ取得部 1 2 と同様に構成されており、例えば重回帰係数データベース (図示せず) などに記憶されている重回帰係数データを取得する。重回帰係数データは、各方向 (例えば図 2 A に示す正中面内の上昇角  $\beta$  が、 $0 [^\circ]$  の方向、 $30 [^\circ]$  の方向など) の各周波数 (例えば図 2 B に示す  $0 [kHz]$  から  $24 [kHz]$  の周波数のうちの  $93.75 [Hz]$  間隔の各周波数) において、耳介形状  $x_1 \sim x_{13}$  (図 5 A ~ 図 5 C 参照)、または、耳介形状  $x_1 \sim x_{10}$ 、または、耳介形状  $x_1 \sim x_{14}$  (図 7 A ~ 図 7 C 参照) を説明変数とし、頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである。

頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 は、図 4 に示す頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 と同様に構成されており、受聴者  $s$  の各耳介形状  $x_i (s)$  と、重回帰係数  $a_i (\beta, f)$  ( $\beta$  は上昇角、 $f$  は周波数) と、上述した式 1 とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値  $L (s, \beta, f)$  を算出する。

頭部インパルス応答生成部 1 4 は、図 1 1 に示す頭部インパルス応答生成部 1 4 と同様に構成されており、頭部伝達関数振幅値生成部 1 3 によって生成された各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を逆フーリエ変換することによって、各方向の頭部インパルス応答を算出する。頭部インパルス応答生成部 1 4 では、各周波数の位相は、例えば最小位相系を仮定する。

頭部形状取得部 17 は、受聴者の頭部形状  $p_1 \sim p_7$  (図 15 A ~ 図 15 C 参照) を取得する。

[0051] 図 15 A ~ 図 15 C は第 5 実施形態の頭部伝達関数生成装置 1 の頭部形状取得部 17 によって取得される受聴者の頭部形状 (受聴者の頭部およびその周辺の各計測部位の計測値) の一例を説明するための図である。詳細には、図 15 A は受聴者の頭部形状  $p_1$ 、 $p_{6_l}$ 、 $p_{6_r}$ 、 $p_7$  を説明するための受聴者の正面図である。図 15 B は受聴者の頭部形状  $p_2$ 、 $p_3$  を説明するための受聴者の左側頭部を示す図である。図 15 C は受聴者の頭部形状  $p_{4_l}$ 、 $p_{4_r}$ 、 $p_{5_l}$ 、 $p_{5_r}$  を説明するための受聴者の頭頂部を示す図である。図 15 A ~ 図 15 C において、添え字「l」は左耳を表し、添え字「r」は右耳を表す。

[0052] 図 14 に示す例では、頭部形状取得部 17 によって取得される受聴者の頭部形状  $p_1 \sim p_7$  (図 15 A ~ 図 15 C 参照) が、受聴者の頭部およびその周辺から触覚計や巻尺などを用いて計測されたものである。

他の例では、まず、受聴者の頭部およびその周辺の画像が撮影され、次いで、その画像を用いて受聴者の頭部形状  $p_1 \sim p_7$  が計測される。次いで、その受聴者の頭部形状  $p_1 \sim p_7$  が、頭部形状取得部 17 によって取得される。

[0053] 図 14 に示す例では、両耳間時間差付き頭部インパルス応答生成部 18 が、両耳間時間差算出部 18 A と、両耳間時間差付加部 18 B とを備えている。両耳間時間差算出部 18 A は両耳間時間差 ITD (interaural time difference) を算出する。詳細には、両耳間時間差算出部 18 A が、頭部形状取得部 17 によって取得された受聴者  $s$  の頭部形状  $p_i(s)$  ( $p_1 \sim p_7$ ) (図 15 A ~ 図 15 C 参照) と、重回帰係数  $a_i(\alpha)$  と、下記の式 2 とに基づいて、受聴者  $s$  の両耳間時間差 ITD ( $s, \alpha$ ) を算出する。

[0054] [数2]

$$ITD(s, \alpha) = \sum_1^n a_i(\alpha) p_i(s) + b(\alpha) \quad \dots (式2)$$

[0055] 式2において、 $\alpha$  [°] は側方角 (図1参照) である。i (= 1 ~ n) は図15A~図15Cに示す頭部形状p1~p7の添え字 (「1」、「2」、「3」、「4<sub>l</sub>」、「4<sub>r</sub>」、「5<sub>l</sub>」、「5<sub>r</sub>」、「6<sub>l</sub>」、「6<sub>r</sub>」、「7」) に対応している。図15A~図15Cに示す頭部形状p1~p7を用いて両耳間時間差ITD (s,  $\alpha$ ) を算出する場合、nの値は「7」である。  
b ( $\beta$ , f) は定数項である。

[0056] 他の例では、両耳間時間差算出部18Aが、頭部形状取得部17によって取得された受聴者sの頭部形状p1 (両耳間距離D) と、音速cと、下記の式3とに基づいて、両耳間時間差ITD (s,  $\alpha$ ) を算出する。

[0057] [数3]

$$ITD(s, \alpha) = \frac{D}{2c} \left( \frac{\pi\alpha}{180} + \sin \frac{\pi\alpha}{180} \right) \quad \dots (式3)$$

[0058] 図14に示す例では、両耳間時間差付加部18Bが、頭部インパルス応答生成部14によって生成された各方向の頭部インパルス応答に、両耳間時間差算出部18Aによって算出された受聴者sの両耳間時間差ITD (s,  $\alpha$ ) を付加する。

[0059] 第5実施形態の頭部伝達関数生成装置1では、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を容易に得ることができると共に、受聴者本人の両耳間時間差ITD (s,  $\alpha$ ) が付加された受聴者本人の頭部インパルス応答を高精度かつ容易に得ることができる。

[0060] <第6実施形態>

以下、本発明の頭部伝達関数生成装置、頭部伝達関数生成方法およびプログラムの第6実施形態について説明する。

[0061] 図16は第6実施形態の頭部伝達関数生成装置1の概要の一例を示す図である。

図16に示す例では、頭部伝達関数生成装置1が、耳介形状取得部11と、教師データ取得部19Aと、学習部19Bと、頭部伝達関数振幅値生成部

13とを備えている。耳介形状取得部11は、受聴者の耳介形状 $x_1 \sim x_{13}$ （図5A～図5C参照）、または、耳介形状 $x_1 \sim x_{10}$ ）、または、耳介形状 $x_1 \sim x_{14}$ （図7A～図7C参照）を取得する。

教師データ取得部19Aは、所定の受聴者の耳介形状とそれらの所定の受聴者の頭部伝達関数の振幅値とを含むものである教師データを取得する。

学習部19Bは、教師データ取得部19Aによって取得された教師データを用いることによって、耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係を学習する。学習部19Bは、例えば入力層と中間層（隠れ層）と出力層とを有するNN（Neural Network）、入力層と複数の中間層（隠れ層）と出力層とを有するDNN（Deep Neural Network）などである。学習部19Bは、学習後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係を頭部伝達関数振幅値生成部13に出力する。

頭部伝達関数振幅値生成部13は、耳介形状取得部11によって取得された耳介形状と、学習部19Bから出力された学習後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値（図10Aおよび図10B参照）を算出する。

第6実施形態の頭部伝達関数生成装置1によっても、第1実施形態の頭部伝達関数生成装置1と同様に、受聴者本人の頭部伝達関数の測定を実際に行う必要なく、実際に測定された受聴者本人の頭部伝達関数と同等に高精度な頭部伝達関数を容易に得ることができる。

#### [0062] <適用例>

##### [時間領域での処理]

3次元音響システムにより、任意の音源信号に対してその空間特性を制御する場合、音源信号と、上述した頭部伝達関数生成装置1によって得られる頭部インパルス応答の畳込み演算が行われる。多くのアプリケーションでは、これが実時間で処理される。

ある系のインパルス応答を $h(t)$ とすると、この系に任意の信号 $x(t)$ を入力したときの出力信号 $y(t)$ は、下記の式4のように畳込み積分で

表される。

[0063] [数4]

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)h(t - \tau)d\tau \quad \dots (式4)$$

[0064] この式は、ある時間  $t$  における出力信号  $y(t)$  は、時間  $\tau$  における入力信号  $x(\tau)$  と、 $\tau$  から起算した時間  $(t - \tau)$  におけるインパルス応答との積  $x(\tau)h(t - \tau)$  をすべての  $\tau$  について加算したものであることを意味している。

このように、インパルス応答  $h(t)$  の系に信号  $x(t)$  を入力したときの出力信号  $y(t)$  は、時間  $t$  に到達するすべての  $x(\tau)h(t - \tau)$  の和で表される。

[0065] [周波数領域での処理]

時間軸上での畳込み積分は、周波数軸上では音源信号とインパルス応答の複素スペクトルの乗算となる。時間軸上での演算量と比較すると、顕著に少なくなる。

[0066] [3次元音響システム]

上述した頭部伝達関数生成装置 1 によって得られる頭部伝達関数を適用すれば、時間と空間を超えて、原音場の 3次元空間特性を別の空間に再現したり、任意の 3次元空間特性を生成したりすることが可能になる。

[0067] [VR (仮想現実)]

上述した頭部伝達関数生成装置 1 によって得られる頭部伝達関数を適用すれば、高精度な音の VR の実現が期待できる。つまり、上述した頭部伝達関数生成装置 1 によって得られる頭部伝達関数を適用すれば、エンターテインメントのみならず、専門性の高い教育・訓練、ヒトの知覚や認識の研究、ロボットや機器の高精度な制御、建築や都市の設計、臨場感の高いコミュニケーション、新しい芸術表現など、幅広い分野で社会や生活を向上発展させることが期待できる。

[0068] 以上、本発明を実施するための形態について実施形態を用いて説明したが

、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。上述した各実施形態および各例に記載の構成を組み合わせてもよい。

[0069] なお、上述した実施形態における頭部伝達関数生成装置1が備える各部の機能全体あるいはその一部は、これらの機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶部のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

## 符号の説明

[0070] 1…頭部伝達関数生成装置、11…耳介形状取得部、12…重回帰係数データ取得部、13…頭部伝達関数振幅値生成部、14…頭部インパルス応答生成部、15…重回帰係数データベース、16…重回帰係数データ生成部、17…頭部形状取得部、18…両耳間時間差付き頭部インパルス応答生成部、18A…両耳間時間差算出部、18B…両耳間時間差付加部、19A…教師データ取得部、19B…学習部

## 請求の範囲

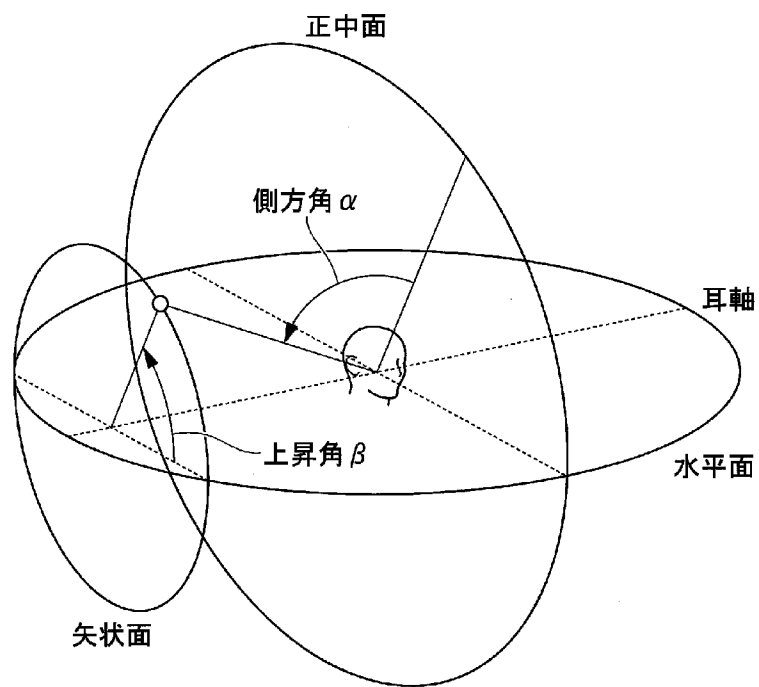
- [請求項1] 受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得部と、  
前記耳介形状取得部によって取得された前記耳介形状と、各方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである重回帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成部とを備える、  
頭部伝達関数生成装置。
- [請求項2] 記憶されている前記重回帰係数データを取得する重回帰係数データ取得部を更に備え、  
前記頭部伝達関数振幅値生成部は、前記耳介形状取得部によって取得された前記耳介形状と、前記重回帰係数データ取得部によって取得された前記重回帰係数データとに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する、  
請求項1に記載の頭部伝達関数生成装置。
- [請求項3] 前記頭部伝達関数振幅値生成部によって生成された各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を逆フーリエ変換することによって頭部インパルス応答を算出する頭部インパルス応答生成部を更に備える、  
請求項1に記載の頭部伝達関数生成装置。
- [請求項4] 前記重回帰係数データを記憶する重回帰係数データベースを更に備える、  
請求項2に記載の頭部伝達関数生成装置。
- [請求項5] 前記重回帰係数データを生成する重回帰係数データ生成部を更に備える、  
請求項4に記載の頭部伝達関数生成装置。

- [請求項6] 前記受聴者の頭部形状を取得する頭部形状取得部と、  
前記頭部形状取得部によって取得された前記頭部形状に基づいて、  
前記受聴者の両耳間時間差を算出する両耳間時間差算出部と、  
前記両耳間時間差算出部によって算出された前記両耳間時間差を、  
前記頭部インパルス応答生成部によって算出された前記頭部インパルス  
応答に付加する両耳間時間差付加部とを更に備える、  
請求項3に記載の頭部伝達関数生成装置。
- [請求項7] 前記教師データを取得する教師データ取得部と、  
前記教師データ取得部によって取得された前記教師データを用いる  
ことによって、耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係を学習  
する学習部とを更に備え、  
前記教師データは、所定の受聴者の耳介形状と前記所定の受聴者の  
頭部伝達関数の振幅値と含むものであり、  
前記頭部伝達関数振幅値生成部は、前記耳介形状取得部によって取  
得された前記耳介形状と、前記学習部による学習が行われた後の前記  
対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を  
算出する、  
請求項1に記載の頭部伝達関数生成装置。
- [請求項8] 受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得ステップと、  
前記耳介形状取得ステップにおいて取得された前記耳介形状と、各  
方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関  
数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を  
行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである重回  
帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介  
形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各  
周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成ス  
テップとを備える、  
頭部伝達関数生成方法。

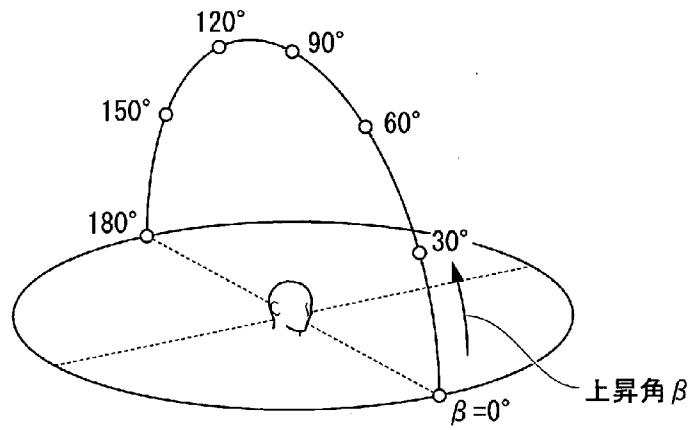
## [請求項9]

コンピュータに、  
受聴者の耳介形状を取得する耳介形状取得ステップと、  
前記耳介形状取得ステップにおいて取得された前記耳介形状と、各方向の各周波数において、前記耳介形状を説明変数とし、頭部伝達関数もしくは初期頭部伝達関数の振幅値を目的変数とした重回帰分析を行うことによって得られた重回帰係数をデータ化したものである重回帰係数データ、または、教師データを用いた学習が行われた後の耳介形状と頭部伝達関数の振幅値との対応関係とに基づいて、各方向の各周波数の頭部伝達関数の振幅値を算出する頭部伝達関数振幅値生成ステップと  
を実行させるためのプログラム。

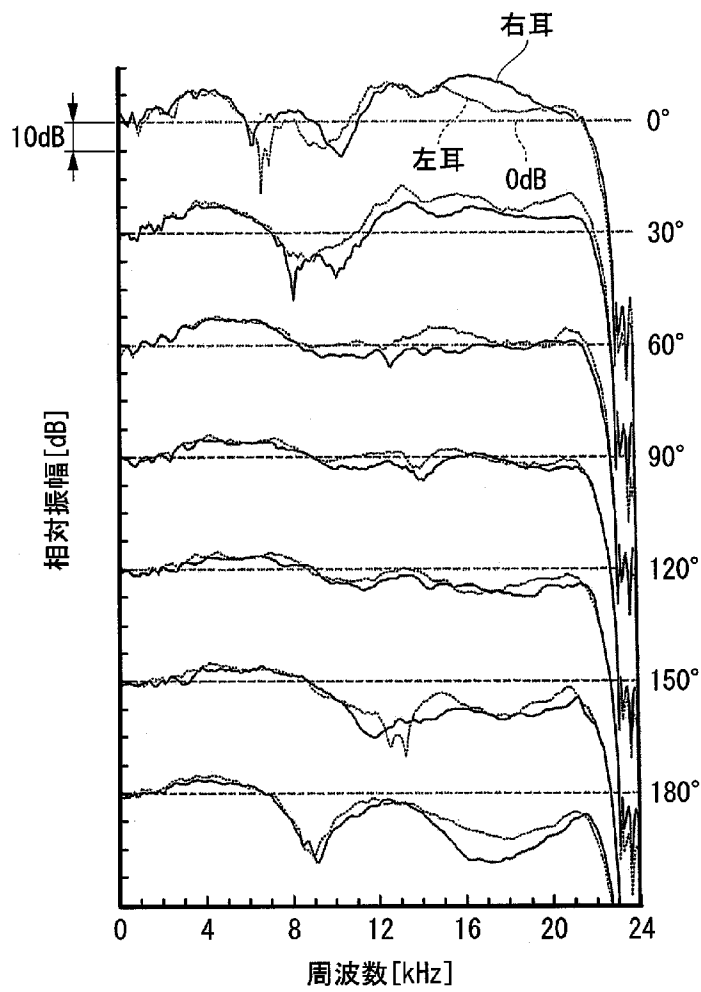
[図1]



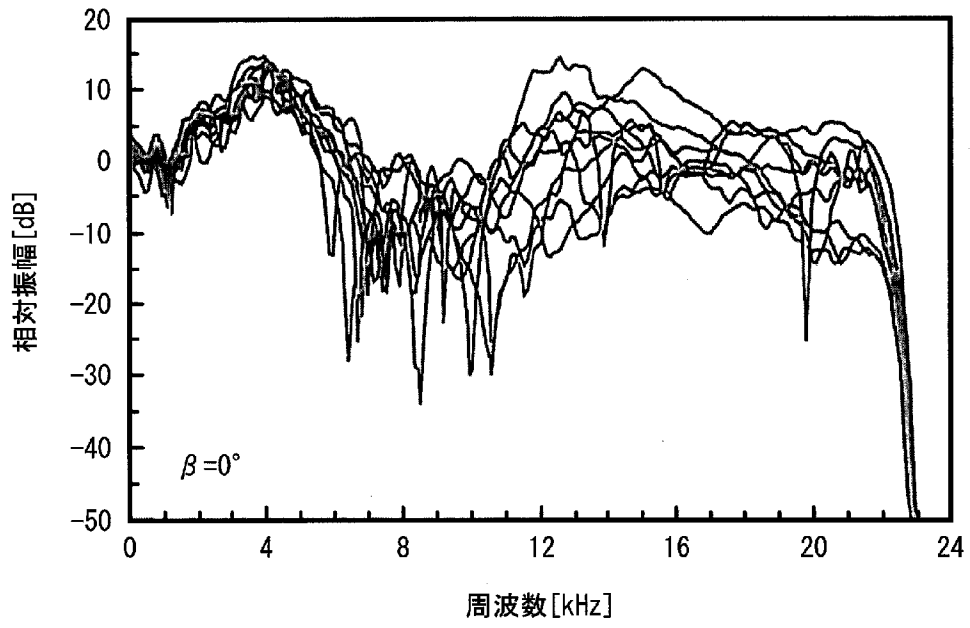
[図2A]



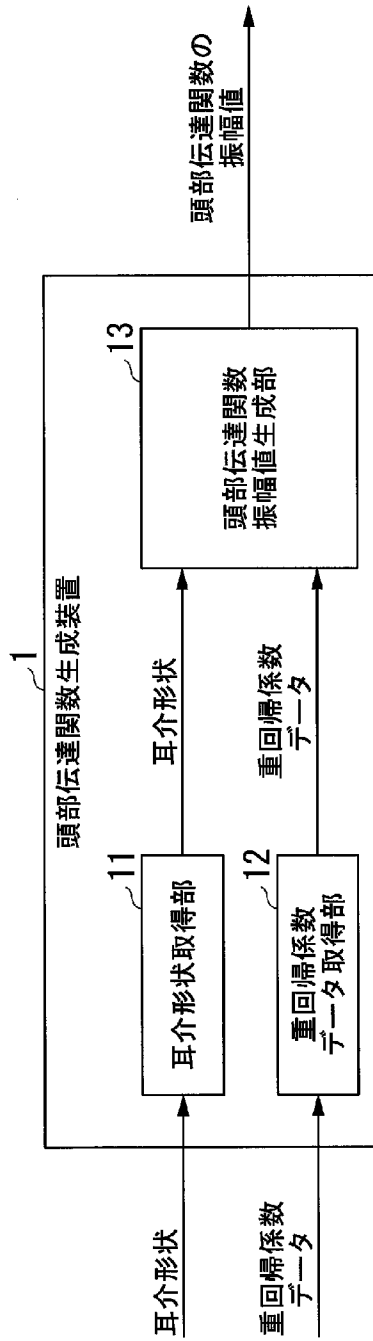
[図2B]



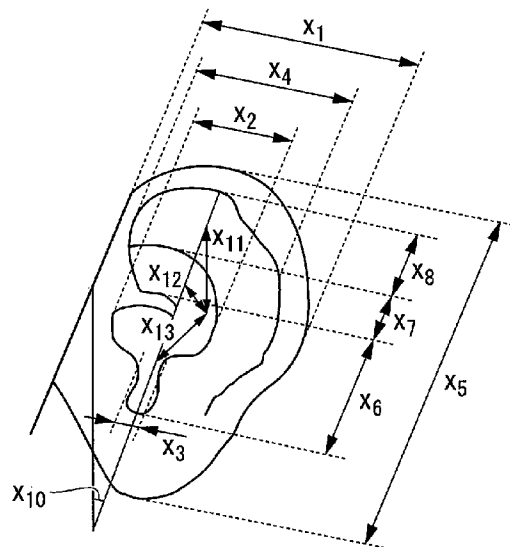
[図3]



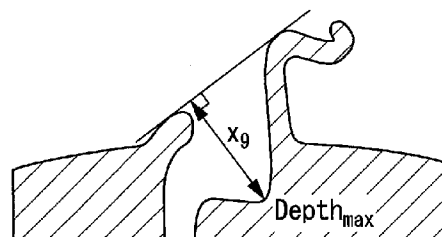
[図4]



[図5A]



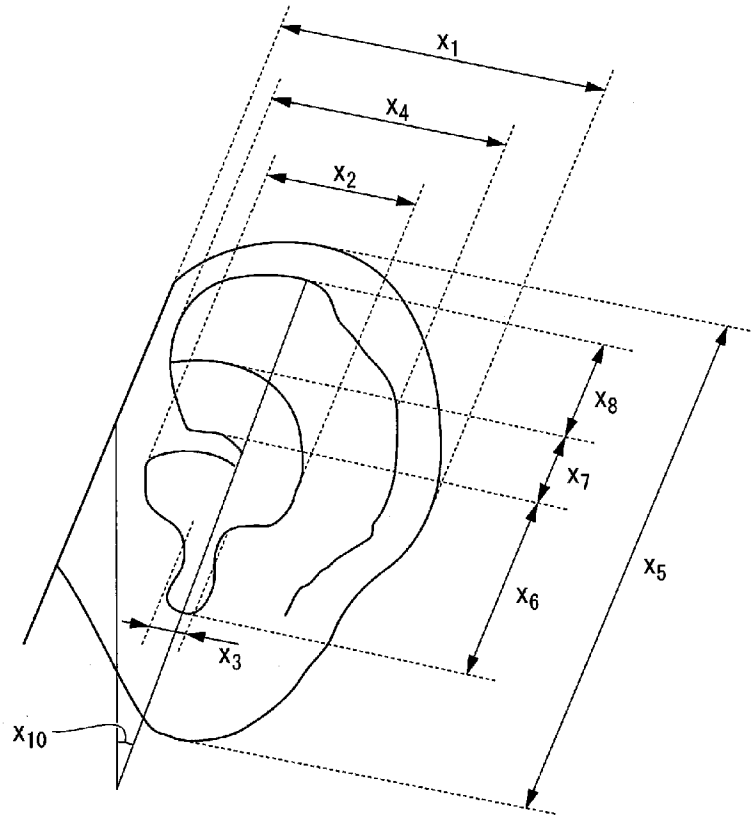
[図5B]



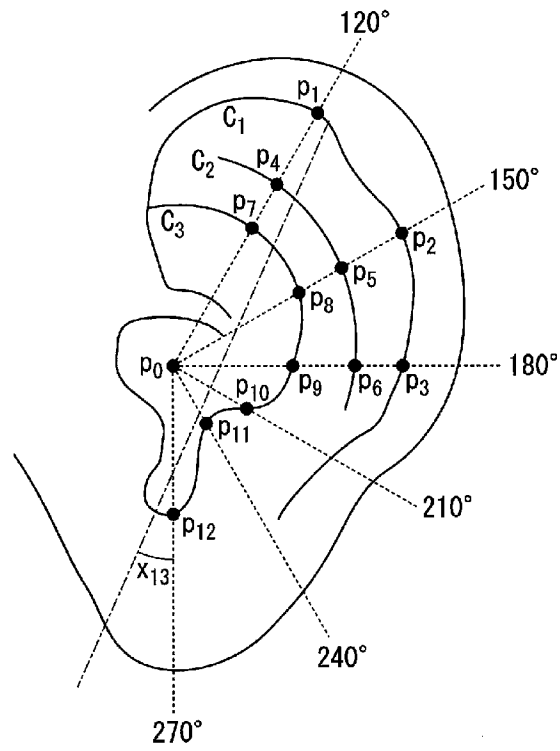
[図5C]

計測部位	名称
x <sub>1</sub>	最大耳幅
x <sub>2</sub>	耳甲介腔の最大幅
x <sub>3</sub>	珠間切痕の最大幅
x <sub>4</sub>	耳輪の最大幅
x <sub>5</sub>	最大耳長
x <sub>6</sub>	耳甲介腔の長さ
x <sub>7</sub>	耳甲介舟の長さ
x <sub>8</sub>	舟状窩の高さ
x <sub>9</sub>	耳甲介腔の深さ
x <sub>10</sub>	耳介の傾き
x <sub>11</sub>	外耳道入口から三角窩までの長さ
x <sub>12</sub>	外耳道入口から耳甲介舟までの長さ
x <sub>13</sub>	外耳道入口から耳甲介腔までの長さ

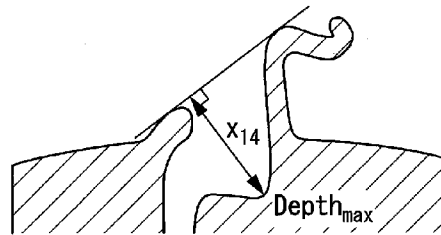
[図6]



[図7A]



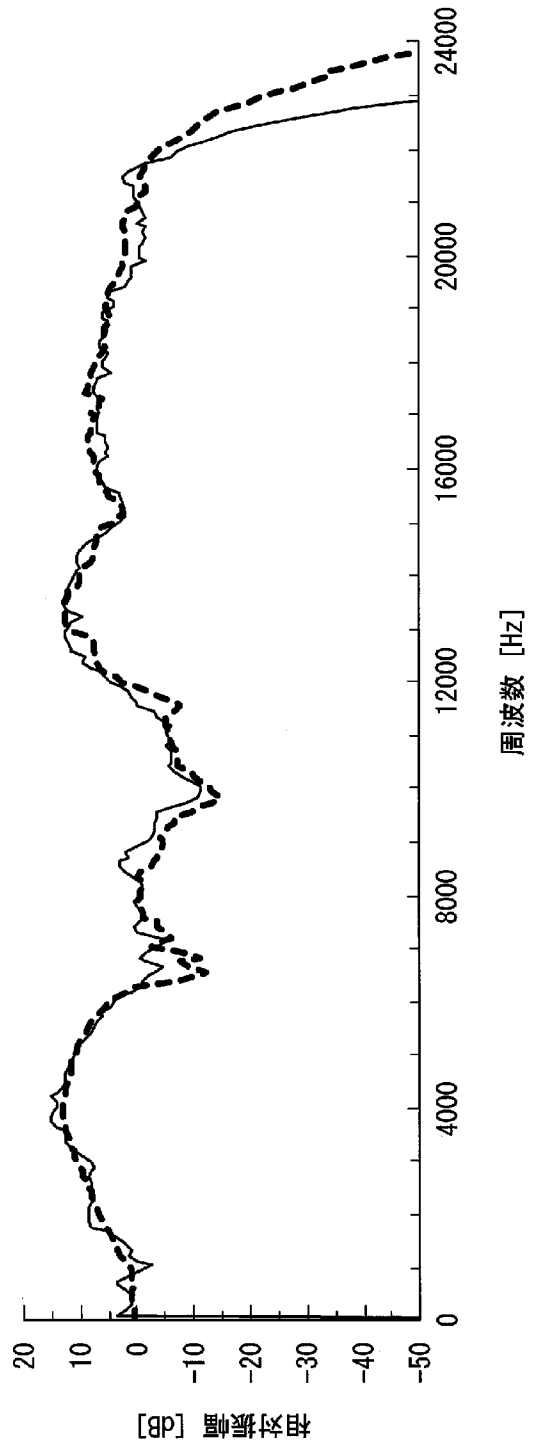
[図7B]



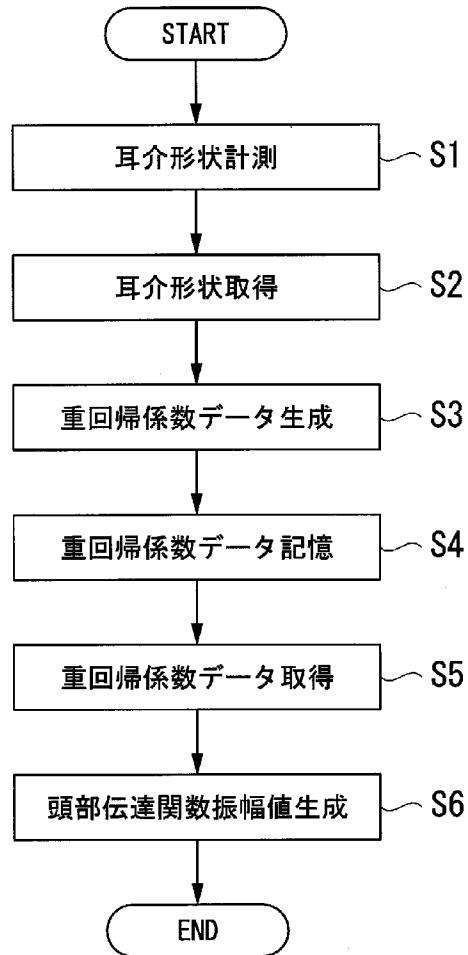
[図7C]

部位	名称	計測部位	定義
$C_1$	耳輪の内側境界線	$x_1$	$p_0$ から $p_1$ の長さ
$C_2$	対輪	$x_2$	$p_0$ から $p_2$ の長さ
$C_3$	耳甲介の外側境界線	$x_3$	$p_0$ から $p_3$ の長さ
$p_0$	原点(外耳道入口)	$x_4$	$p_0$ から $p_4$ の長さ
$p_1$	上昇角 $120^\circ$ の直線と $C_1$ の交点	$x_5$	$p_0$ から $p_5$ の長さ
$p_2$	上昇角 $150^\circ$ の直線と $C_1$ の交点	$x_6$	$p_0$ から $p_6$ の長さ
$p_3$	上昇角 $180^\circ$ の直線と $C_1$ の交点	$x_7$	$p_0$ から $p_7$ の長さ
$p_4$	上昇角 $120^\circ$ の直線と $C_2$ の交点	$x_8$	$p_0$ から $p_8$ の長さ
$p_5$	上昇角 $150^\circ$ の直線と $C_2$ の交点	$x_9$	$p_0$ から $p_9$ の長さ
$p_6$	上昇角 $180^\circ$ の直線と $C_2$ の交点	$x_{10}$	$p_0$ から $p_{10}$ の長さ
$p_7$	上昇角 $120^\circ$ の直線と $C_3$ の交点	$x_{11}$	$p_0$ から $p_{11}$ の長さ
$p_8$	上昇角 $150^\circ$ の直線と $C_3$ の交点	$x_{12}$	$p_0$ から $p_{12}$ の長さ
$p_9$	上昇角 $180^\circ$ の直線と $C_3$ の交点	$x_{13}$	耳介の傾き
$p_{10}$	上昇角 $210^\circ$ の直線と $C_3$ の交点	$x_{14}$	耳甲介腔の深さ
$p_{11}$	上昇角 $240^\circ$ の直線と $C_3$ の交点		
$p_{12}$	上昇角 $270^\circ$ の直線と $C_3$ の交点		

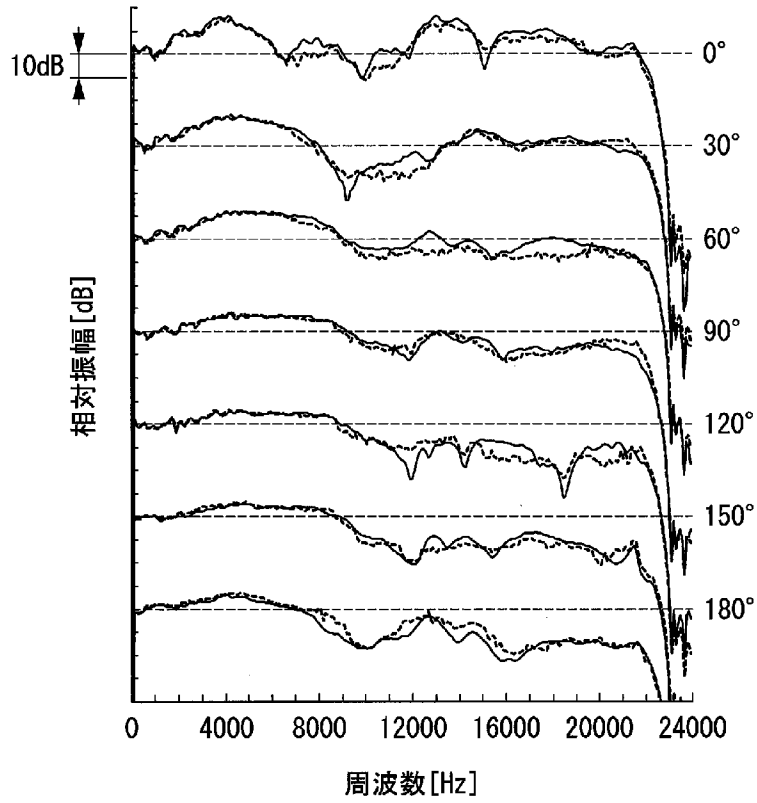
[図8]



[図9]

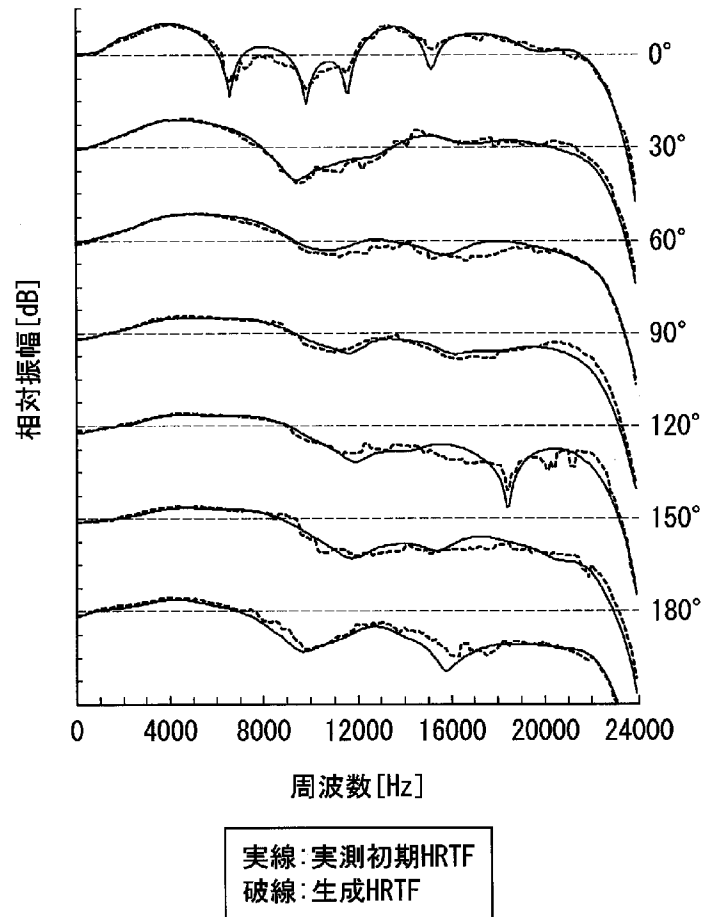


[図10A]

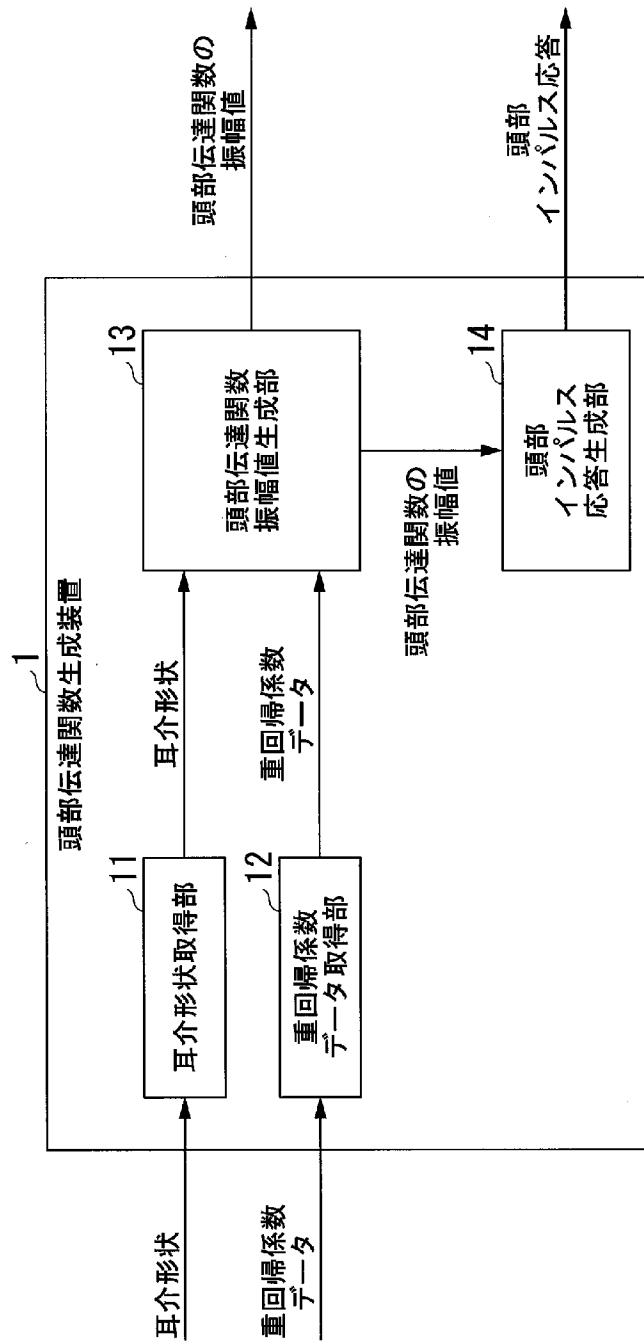


実線: 実測全区間HRTF  
破線: 生成HRTF

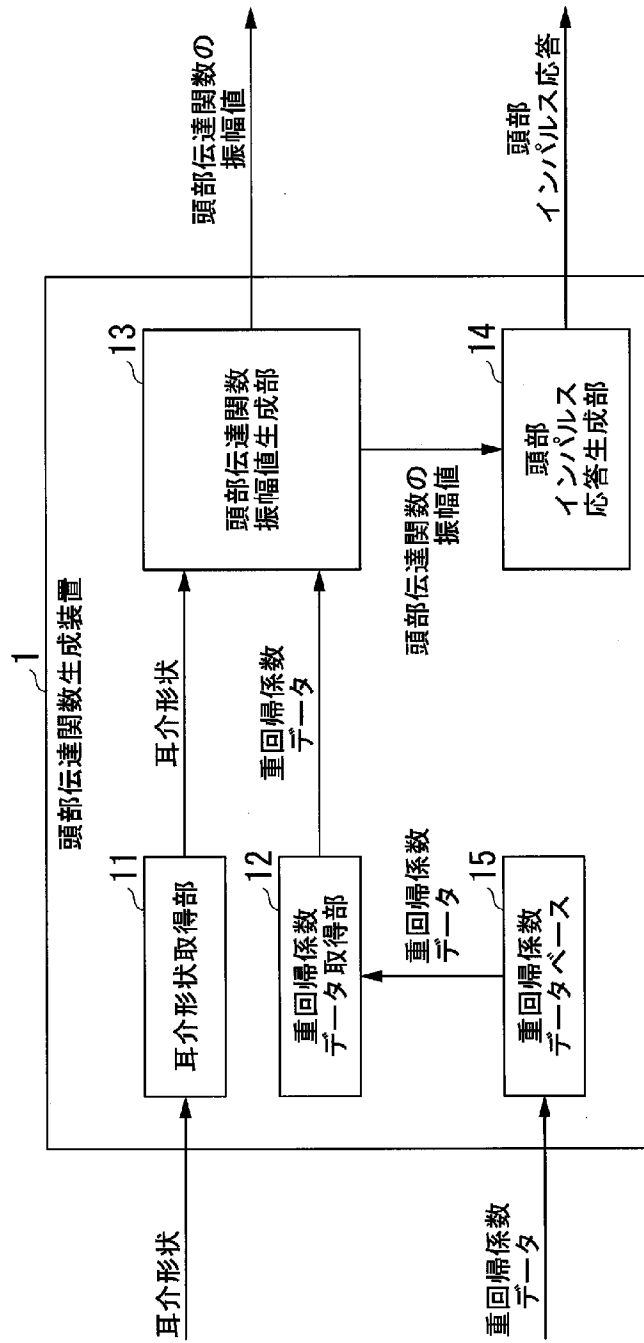
[図10B]



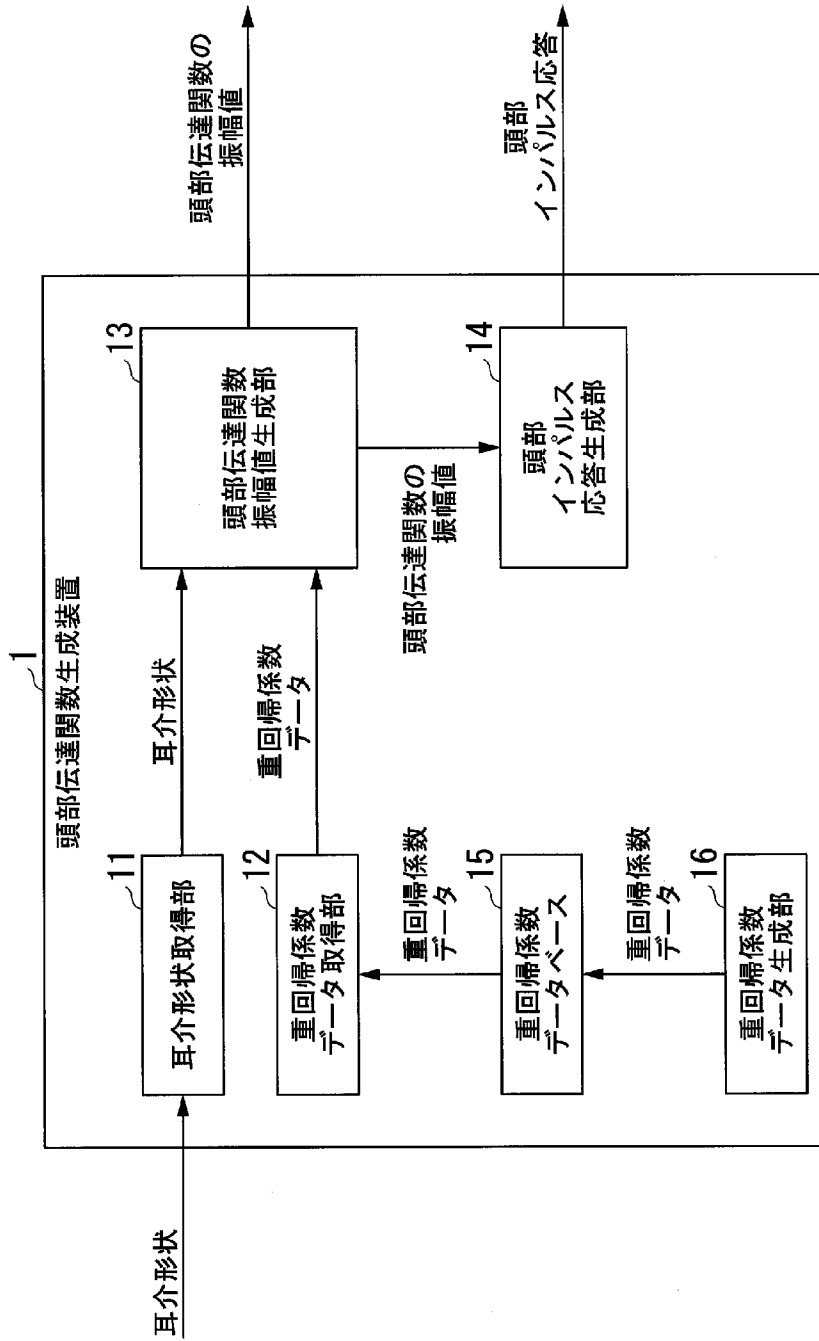
[図11]



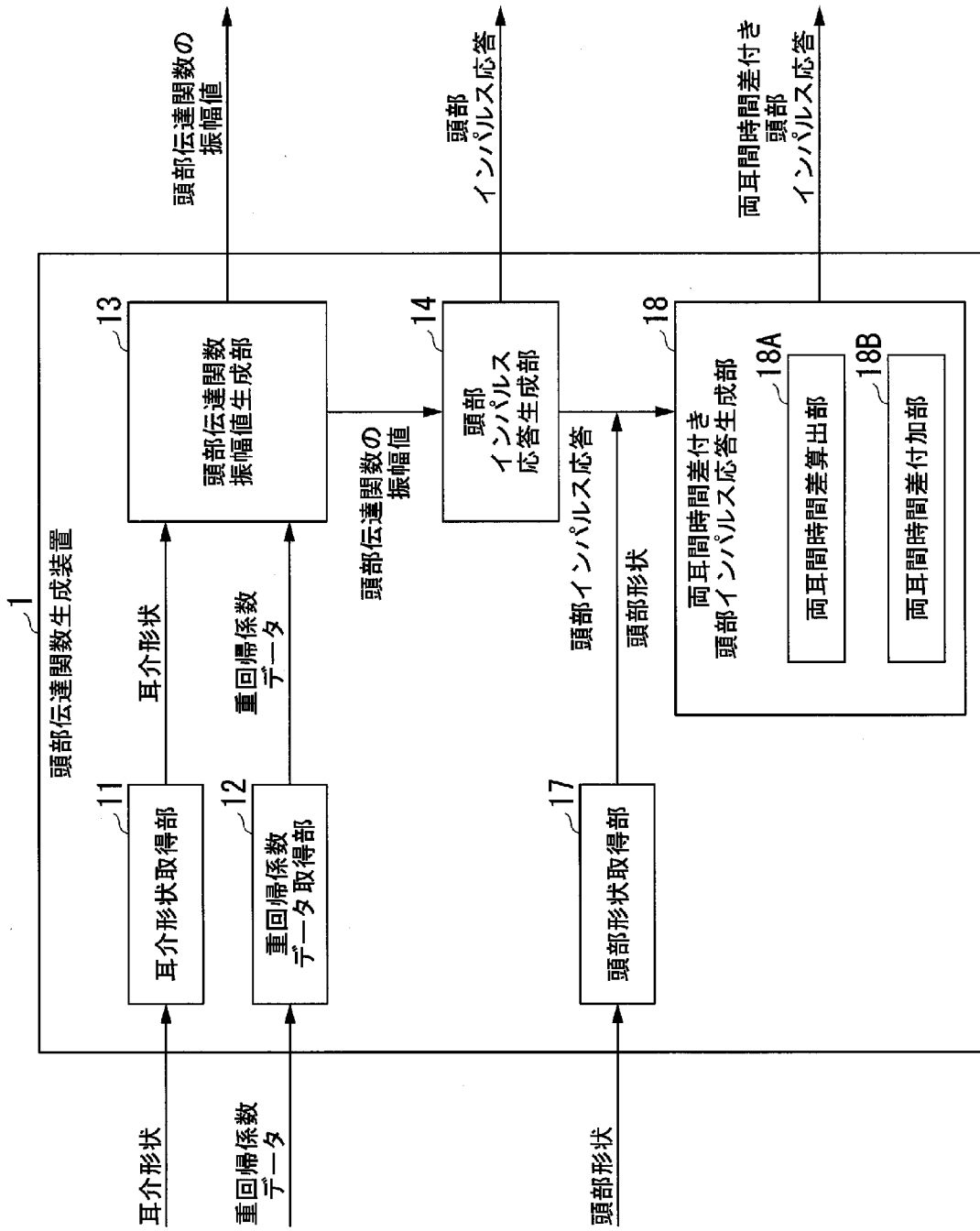
[図12]


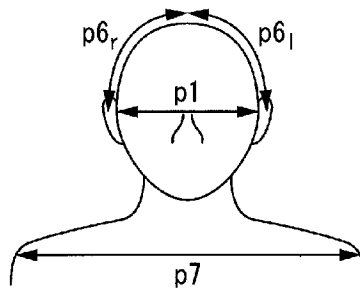

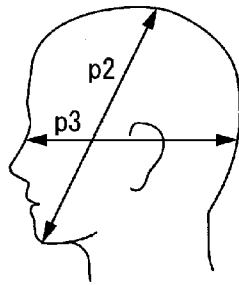

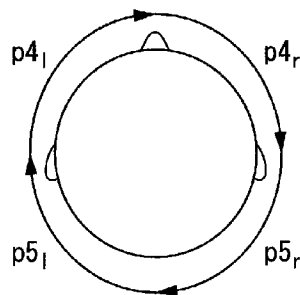


[図13]

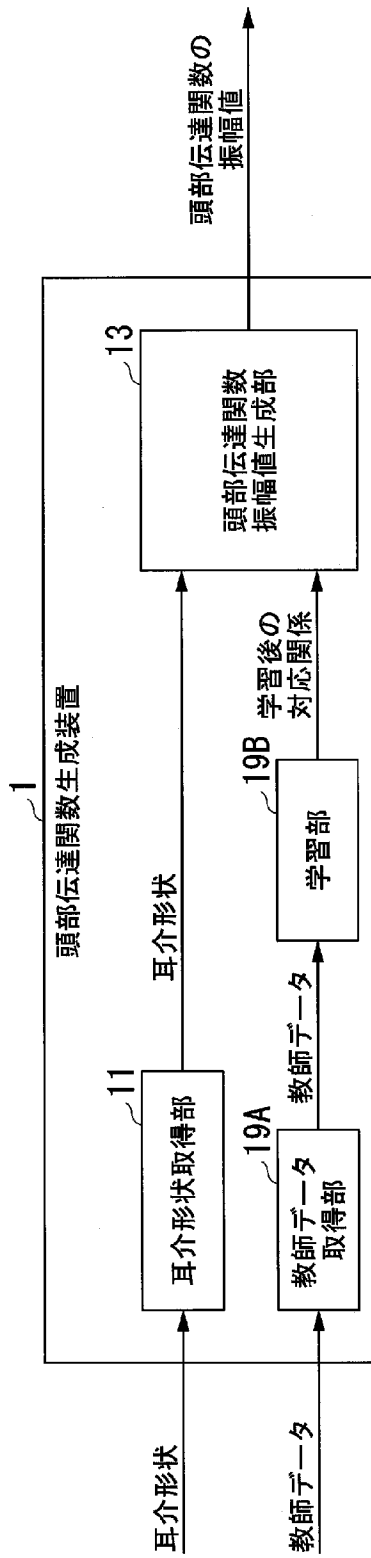


[図14]



[15A][15B][15C]

[図16]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/029903

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. G10K15/00 (2006.01) i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G10K15/00

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
X	西野 隆典, 「重回帰分析に基づく頭部伝達関数の推定」, 電子情報通信学会論文誌, March 2001, vol. J84-A, no. 3, pp. 260-268, (NISHINO, Takanori, "Estimating head related transfer function using multiple regression analysis", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers)	1, 2, 4, 5, 8,
Y		9 3, 6
Y	石井 要次, 「受聴者の頭部形状による両耳間差キューの個人化」, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 [CD-ROM], 2017, vol. 22, no. 3, pp. 405-412, (ISHII, Yohji, "Personalization of interaural difference cues based on the anthropometry of the listener's head", Transactions of the Virtual Reality Society of Japan [CD-ROM])	3, 6

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 18.09.2018	Date of mailing of the international search report 25.09.2018
---	--

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

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/029903

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	矢野 晃寛, 「ニューラルネットワークを用いた HRTF の推定」, 日本音響学会 2014 年 春季研究発表会講演論文集 [CD-ROM], March 2014, pp. 885, 886, (YANO, Akihiro), non-official translation ("Prediction of HRTF using neural network", Proceedings of the 2014 Spring Meeting of the Acoustical Society of Japan [CD-ROM])	1, 7-9
A	JP 2008-527821 A (FRANCE TELECOM) 24 July 2008, entire text, all drawings & JP 4718559 B2 & US 2008/0137870 A1, entire text, all drawings & WO 2006/075077 A2	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G10K15/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G10K15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y	西野 隆典, 「重回帰分析に基づく頭部伝達関数の推定」, 電子情報通信学会論文誌, 2001.03, Vol. J84-A, No. 3, pp. 260-268	1, 2, 4, 5, 8, 9 3, 6
Y	石井 要次, 「受聴者の頭部形状による両耳間差キューの個人化」, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 [CD-ROM], 2017, Vol. 22, No. 3, pp. 405-412	3, 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

18.09.2018

国際調査報告の発送日

25.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 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)

堀 洋介

電話番号 03-3581-1101 内線 3591

5Z

3996

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
X	矢野 晃寛, 「ニューラルネットワークを用いたHRTFの推定」, 日本音響学会 2014年 春季研究発表会講演論文集 [CD-ROM], 2014.03, pp.885-886	1,7-9
A	JP 2008-527821 A (フランス テレコム) 2008.07.24, 全文, 全図 & JP 4718559 B2 & US 2008/0137870 A1, 全文, 全図 & WO 2006/075077 A2	1-9