

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-214815

(P2007-214815A)

(43) 公開日 平成19年8月23日(2007.8.23)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4S 1/00	(2006.01)	HO4S 1/00	L	5D062
HO4S 5/02	(2006.01)	HO4S 5/02	D	
HO4S 7/00	(2006.01)	HO4S 7/00	F	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-31651 (P2006-31651)  
 (22) 出願日 平成18年2月8日(2006.2.8)

(71) 出願人 304021288  
 国立大学法人長岡技術科学大学  
 新潟県長岡市上富岡町1603-1  
 (74) 代理人 100077779  
 弁理士 牧 哲郎  
 (74) 代理人 100078260  
 弁理士 牧 レイ子  
 (74) 代理人 100086450  
 弁理士 菊谷 公男  
 (72) 発明者 島田 正治  
 新潟県長岡市上富岡町1603-1  
 国立大学法人 長岡技術  
 科学大学 内

最終頁に続く

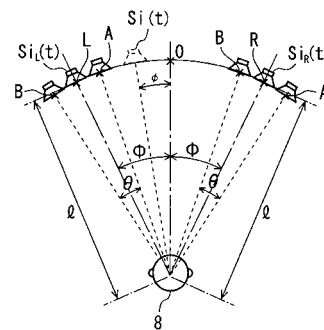
(54) 【発明の名称】 頭外音像定位装置

(57) 【要約】

【課題】汎用の伝達関数を用いながら不特定多数の受聴者に良好な定位感が得られるステレオヘッドホンの頭外音像定位装置を提供する。

【解決手段】受聴者8の正面中心線から左右対称な円弧上のステレオ実音源位置L、Rに仮想音源 $S_i$ を設定し、仮想音源 $S_i$ をステレオ実音源位置L、Rから左右対称な円弧上の移動音源位置A、B間を一定のスイッチング時間Tで往復運動させてスイング音像を提示し、音像を受聴者8の頭外に定位させる。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

方位角  $\pm$  を有する前方の2チャンネルステレオ実音源位置 L、R の左右に角度差（スイング角度）を有する移動音源位置 A、B を設定して両耳の受聴点までの経路の伝達関数  $H_a(\quad)$ 、 $H_b(\quad)$  を移動音源位置毎に求め、ステレオヘッドホンの各チャンネルの音源信号  $s(t)$  に対し、

フレームの前後がオーバーラップする波形切り出し関数  $w_1(t)$  を掛けて逐次フレームを切り出し、音源信号  $s(t)$  を複数のフレーム信号  $s_n(t)$  に分割する切り出し手段と、

フレーム信号  $s_n(t)$  に対し、交互に伝達関数  $H_a(\quad)$ 、 $H_b(\quad)$  を畳み込んで移動音源位置 A、B の位置情報を含んだフレーム信号  $s_a(t)$ 、 $s_b(t)$  を生成する畳み込み手段と、 10

フレーム信号  $s_a(t)$ 、 $s_b(t)$  に対し、波形合成関数  $w_2$  を掛けて得られるフレーム信号  $s_a'(t)$ 、 $s_b'(t)$  を交互にオーバーラップ加算して、波形の不連続を平滑化するとともに、ステレオ実音源位置 L、R に設置した音源が移動音源位置 A、B 間を一定の周期 T（スイッチング時間）で往復運動する移動情報を含んだ合成信号  $s'(t)$  を生成する加算手段と、

を備え、

これより受聴者の両耳に音像提示角度、スイング角度、スイッチング時間 T なるスイング音像を提示して音像を頭外に定位させることを特徴とする頭外音像定位装置。 20

## 【請求項 2】

前記フレーム信号  $s_n(t)$  に対し、畳み込む伝達関数  $H_a(\quad)$ 、 $H_b(\quad)$  の順序を左右のチャンネルで逆にしてスイング音像を左右に伸縮させることを特徴とする請求項 1 記載の頭外音像定位装置。

## 【請求項 3】

前記フレーム信号  $s_n(t)$  に対し、畳み込む伝達関数  $H_a(\quad)$ 、 $H_b(\quad)$  の順序を左右のチャンネルで同じにしてスイング音像を左右に揺動させることを特徴とする請求項 1 記載の頭外音像定位装置。

## 【請求項 4】

前記波形切り出し関数  $w_1(t)$  と波形合成関数  $w_2(t)$  がそれぞれフェードイン / フェードアウト関数またはモディファイド・ハミング窓のいずれかであることを特徴とする請求項 1 記載の頭外音像定位装置。 30

## 【請求項 5】

前記スイング角度が 3 ~ 10 度であることを特徴とする請求項 1 記載の頭外音像定位装置。

## 【請求項 6】

前記スイッチング時間 T が 200 ms 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の頭外音像定位装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、ステレオヘッドホン受聴時に頭外に音源の方位を知覚できるようにする頭外音像定位技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

頭外音像定位は、ヘッドホン装着時の外耳道の音響伝播特性をデジタルフィルタで補正して受聴者に提示することにより、頭の外に開放感のある音像を再現するものである。

空間音響特性の付与は、図 13 に示すように、頭外音像定位伝達関数 S L T F（Sound Localization Transfer Function）を音源信号 S（ $\quad$ ）と複素乗算して行う。

図の添字 L、R はそれぞれ左耳、右耳のものを示している。 50

S L T F は、自由空間におけるスピーカ 3 から外耳道入口のマイクロホン 2 までの空間音響伝達関数 S S T F ( Spatial Sound Transfer Function ) を求め、これをスピーカ 3 の伝達関数 L S T F ( Loud Speaker Transfer Function ) で割ってスピーカ 3 の特性を補償したものをさらに受聴者 8 のヘッドホン 4 からマイクロホン 2 までの外耳道伝達関数 E C T F ( Ear Canal Transfer Function ) で割って得られる。すなわち  $S L T F = S S T F / ( L S T F \cdot E C T F )$  となる。

この S L T F を音源信号  $S ( )$  と複素乗算し、ヘッドホン 4 を介して受聴者 8 に提示することにより、頭外音像定位が実現する。

#### 【 0 0 0 3 】

しかしながら、受聴者が音源位置を知覚するのに必要な両耳間の到達時間差、レベル差、周波数特性などの両耳特性や単耳特性は、頭部、胴体、耳介などの微妙な違いで変化することが知られている。

そのため人間の頭部、胴体、耳介には個人差があり、ダミーヘッドを用いて測定した汎用の伝達関数では本来は前方に知覚されるべき音像が後方に知覚される、いわゆる前後誤判定が生じ、音像定位は不正確になるか、もしくは最悪の場合、音像は頭の中に定位してしまう。

#### 【 発明の開示 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0 0 0 4 】

解決しようとする問題点は以上のような点であり、本発明は、汎用の伝達関数を用いながら不特定多数の受聴者に良好な定位感が得られるステレオヘッドホンの頭外音像定位装置を提供することを目的になされたものである。

#### 【 課題を解決するための手段 】

#### 【 0 0 0 5 】

そのため本発明は、方位角  $\pm$  を有する前方の 2 チャンネルステレオ実音源位置 L、R の左右に角度差 ( スイング角度 ) を有する移動音源位置 A、B を設定して両耳の受聴点までの経路の伝達関数  $H a ( )$ 、 $H b ( )$  を移動音源位置毎に求め、ステレオヘッドホンの各チャンネルの音源信号  $s ( t )$  に対し、フレームの前後がオーバーラップする波形切り出し関数  $w_1 ( t )$  を掛けて逐次フレームを切り出し、音源信号  $s ( t )$  を複数のフレーム信号  $s_n ( t )$  に分割する切り出し手段と、フレーム信号  $s_n ( t )$  に対し、交互に伝達関数  $H a ( )$ 、 $H b ( )$  を畳み込んで移動音源位置 A、B の位置情報を含んだフレーム信号  $s_a ( t )$ 、 $s_b ( t )$  を生成する畳み込み手段と、フレーム信号  $s_a ( t )$ 、 $s_b ( t )$  に対し、波形合成関数  $w_2$  を掛けて得られるフレーム信号  $s_a' ( t )$ 、 $s_b' ( t )$  を交互にオーバーラップ加算して、波形の不連続を平滑化するとともに、ステレオ実音源位置 L、R に設置した音源が移動音源位置 A、B 間を一定の周期 T ( スイッチング時間 ) で往復運動する移動情報を含んだ合成信号  $s' ( t )$  を生成する加算手段とを備え、これより受聴者の両耳に音像提示角度、スイング角度、スイッチング時間 T なるスイング音像を提示して音像を頭外に定位させることを最も主要な特徴とする。

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 0 6 】

本発明は、人間を含む動物は一般的に移動音源の知覚に対して敏感であるという性質を利用して、ステレオヘッドホンの各チャンネルの音源信号  $s ( t )$  に移動音源位置 A、B の伝達関数  $H a ( )$ 、 $H b ( )$  を交互に畳み込んで音像を移動するので、汎用の伝達関数を用いた高精度な頭外音像定位を実現できる。

また、オーバーラップ区間の波形を合成してオーバーラップ加算時の波形の不連続を平滑化するので、伝達関数を切り替える際に生じる振幅変動による違和感をなくし、より自然な信号波形の音像を提示できる。

#### 【 発明を実施するための最良の形態 】

#### 【 0 0 0 7 】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

10

20

30

40

50

## 【0008】

図1に、本発明を実施した頭外音像定位装置の構成図を示す。

図には、図を複雑にしないためステレオヘッドホンシステムの片方のチャンネル系列のみを示している。

頭外音像定位装置は、パソコン1の入力側に測定系のマイクロホン2を接続し、出力側に測定系のスピーカ3と再生系のヘッドホン4をスイッチ5により切換え可能に接続する。

マイクロホン2は、A/D変換器21、アンチエリアシングフィルタとしてのローパスフィルタ22、アンプ23を介してパソコン1に接続する。

スピーカ3は、セレクタ31、アンプ32を介してスイッチ5に接続する。

ヘッドホン4は、アンプ41を介してスイッチ5に接続する。

スイッチ5は、D/A変換器51、スムージングフィルタとしてのローパスフィルタ52を介してパソコン1に接続する。

## 【0009】

測定は測定室6内に人間の頭部、胴体、耳介形状を模したダミーヘッド7を設置して行い、ダミーヘッド7の両耳の外耳道入口部分にマイクロホン2をセットし、ダミーヘッド7を中心にした前方の円弧上に等しい角度間隔でスピーカ3を配置する。

そしてセレクタ31を切換えて測定音を出力するスピーカ3の位置を移動し、スピーカ3の測定音をダミーヘッド7の耳に挿入したマイクロホン2で収音して所定の測定角度間隔で順番にインパルス応答を測定する。

測定角度間隔を実際のスピーカ3の配置間隔より狭い、例えば1度間隔にする場合は、到来時間差を考慮した線形補間法を用いてインパルス応答を計算で求める。

スピーカ3は、円形の枠に等しい角度間隔で取り付けてもよい。

その場合、枠を水平方向に回転して測定角度間隔を実際のスピーカ3の配置間隔より狭い、例えば1度間隔にすることもできる。

## 【0010】

測定はダミーヘッド7の両耳について行い、図2に示すように、左側のスピーカ3Lと左耳との間のインパルス応答 $h_{1L}(t)$ 、左側のスピーカ3Lと右耳との間のインパルス応答 $h_{2L}(t)$ 、右側のスピーカ3Rと右耳との間のインパルス応答 $h_{1R}(t)$ 、右側のスピーカ3Rと左耳との間のインパルス応答 $h_{2R}(t)$ をそれぞれ測定する。

## 【0011】

図3に、パソコン1内で処理する測定系のブロック図を示す。

測定系は、信号発生部11、インパルス応答計算部12、メモリ保存部13で構成し、測定室6内におけるスピーカ3とマイクロホン2の間のインパルス応答を測定して音源から受聴点までの経路の伝達関数を求める。

## 【0012】

信号発生部11は、M系列信号(Maximum Length Sequence)や時間伸張パルス(Time Stretched Pulse)などのインパルス応答測定用の入力信号 $x(t)$ を生成し、スピーカ3に出力する。

入力信号 $x(t)$ はスピーカ3により音として出力され、ダミーヘッド7の耳に挿入したマイクロホン2により収音される。

マイクロホン2で収音した音はデジタル信号に変換され、インパルス応答が $h(t)$ の線形システムに $x(t)$ を入力したときの出力信号 $y(t)$ として入力信号 $x(t)$ と共にインパルス応答計算部12に入力される。

インパルス応答計算部12は、入力信号 $x(t)$ のフーリエ変換 $X(\ )$ と出力信号 $y(t)$ のフーリエ変換 $Y(\ )$ からインパルス応答 $h(t)$ のフーリエ変換である伝達関数 $H(\ ) = Y(\ ) / X(\ )$ を算出する。

測定はスピーカ3の位置を移動して行い、異なる音源位置のインパルス応答 $h(t)$ を所定の測定角度間隔で順番に取得し、それより異なる音源位置の伝達関数 $H(\ )$ を順番に算出する。

10

20

30

40

50

メモリ保存部 13 は、インパルス応答計算部 12 が算出した異なる音源位置の伝達関数  $H(\quad)$  を順番にメモリに保存する。

【0013】

図 2 と図 4 に示すように、音源信号  $S_L(t)$  と実音源 3L の位置から受聴者の両耳までの伝達関数のインパルス応答  $h_{1L}(t)$ 、 $h_{2L}(t)$  を畳み込んだ信号と、音源信号  $S_R(t)$  と実音源 3R の位置から受聴者の両耳までの伝達関数のインパルス応答  $h_{1R}(t)$ 、 $h_{2R}(t)$  を畳み込んだ信号を両耳毎にそれぞれ加算することによって得られる 2 チャンルの仮想音源  $S_{iL}(t)$  と  $S_{iR}(t)$  を、ヘッドホン 4 を用いて提示することで、受聴者は合成されたステレオ音像  $S_i(t)$  を知覚する。

このとき、音源信号  $S_L(t)$  と  $S_R(t)$  にレベル差と時間差を付加することで、合成されたステレオ音像の提示角度を制御できる。 10

音像スイング法は、図 4 に示すように、仮想音源  $S_{iL}(t)$  と  $S_{iR}(t)$  をスイング角度だけ変位した位置 A、B 間で一定のスイッチング時間 T で往復運動させることで、合成されたステレオ音像  $S_i(t)$  を左右方向に変位させることにより、受聴者 8 の頭外に定位させるものである。

図 4 において、円弧 AB の中心角をスイング角度とし、3 ~ 10 度の範囲に設定する。

また、受聴者 8 の頭部中心からステレオ実音源位置 L、R までの距離  $r$  を約 1.5 m、スイッチング時間 T を 200 m 秒以上に設定する。

音像提示角度は、各チャンネルの音源信号  $s(t)$  に時間差とレベル差を付加することにより設定する。 20

【0014】

スイング音像の提示方法には、図 5 に示すように、ステレオ実音源位置 L、R に設定した仮想音源  $S_{iL}(t)$ 、 $S_{iR}(t)$  を逆方向に移動音源位置 A、B 間を往復させるコンパンド法と、図 6 に示すように、仮想音源  $S_{iL}(t)$ 、 $S_{iR}(t)$  を同方向に移動音源位置 A、B 間を往復させるツイスト法がある。

コンパンド法は、左右のステレオ実音源位置 L、R に設定した仮想音源  $S_{iL}(t)$ 、 $S_{iR}(t)$  が提示する音像の位置を左右に伸縮して受聴者 8 の前方の頭外に音像を定位させる。

ツイスト法は、左右のステレオ実音源位置 L、R に設定した仮想音源  $S_{iL}(t)$ 、 $S_{iR}(t)$  が提示する音像の位置を左右に揺動して受聴者 8 の前方の頭外に音像を定位させる。 30

【0015】

図 7 に、パソコン 1 内で処理する再生系のブロック図を示す。

再生系は、第 1 音像生成部 14、第 2 音像生成部 15、第 3 音像生成部 16、第 4 音像生成部 17、第 1 音像合成部 18、第 2 音像合成部 19 で構成し、左右のステレオ信号を入力して両耳のスイング音像を生成し、ヘッドホン 4 の左右のチャンネルに出力する。

スイング音像は、左右のチャンネルに対しメモリ保存部 13 に保存した異なる音源位置の伝達関数  $H(\quad)$  の中から移動音源位置 A、B の伝達関数  $H_a(\quad)$ 、 $H_b(\quad)$  を抽出し、それを交互に音源信号と複素乗算して得られる。 40

【0016】

第 1 音像生成部 14 は、左側のステレオ信号とインパルス応答  $h_{1L}(t)$  を畳み込み乗算して左耳用のスイング音像  $s_{1L}(t)$  を生成する。

第 2 音像生成部 15 は、左側のステレオ信号とインパルス応答  $h_{2L}(t)$  を畳み込み乗算して右耳用のスイング音像  $s_{2L}(t)$  を生成する。

第 3 音像生成部 16 は、右側のステレオ信号とインパルス応答  $h_{2R}(t)$  を畳み込み乗算して左耳用のスイング音像  $s_{2R}(t)$  を生成する。

第 4 音像生成部 17 は、右側のステレオ信号とインパルス応答  $h_{1R}(t)$  を畳み込み乗算して右耳用のスイング音像  $s_{1R}(t)$  を生成する。

第 1 音像合成部 18 は、スイング音像  $s_{1L}(t)$ 、 $s_{2R}(t)$  を加算してヘッドホ 50

ン 4 の左チャンネル出力信号を生成する。

第 2 音像合成部 19 は、スイング音像  $s_{1R}(t)$ 、 $s_{2L}(t)$  を加算してヘッドホン 4 の右チャンネル出力信号を生成する。

【0017】

図 8 に、音像生成部の処理フローを示す。

まず、音源信号  $s(t)$  にフレーム間で前後がオーバーラップする波形切り出し関数  $w_1(t)$  を掛けて逐次フレームを切り出し、音源信号  $s(t)$  を複数のフレーム信号  $s_n(t) = s(t) \cdot w_1(t)$  に分割する(ステップ 101)。

これにより音源信号の長さをインパルス応答と同程度の長さに分割し、畳み込み演算の処理効率を高める。

10

次に、高速フーリエ変換 (FFT) によりフレーム信号  $s_n(t)$  のフーリエ変換  $S_n(\ ) = F\{s_n(t)\}$  を求める(ステップ 102)。

次に、周波数領域のフレーム信号  $S_n(\ )$  と移動音源位置 A、B の伝達関数  $H_a(\ )$ 、 $H_b(\ )$  を交互に複素乗算して A 位置フレーム信号  $S_a(\ ) = S_n(\ ) \cdot H_a(\ )$  と B 位置フレーム信号  $S_b(\ ) = S_n(\ ) \cdot H_b(\ )$  を生成する(ステップ 103)。

これにより異なる音源位置 A、B で測定・算出された伝達関数が畳み込まれ、フレーム信号は空間の位置情報を含んだ音源信号となる。

【0018】

コンパンド法の場合、ステレオの各チャンネルのフレーム信号  $S_n(\ )$  に対し、複素乗算する伝達関数  $H_a(\ )$ 、 $H_b(\ )$  の順序を左右逆にする。

20

ツイスト法の場合、ステレオの各チャンネルのフレーム信号  $S_n(\ )$  に対し、複素乗算する伝達関数  $H_a(\ )$ 、 $H_b(\ )$  の順序を左右同じにする。

【0019】

次に、逆高速フーリエ変換 (IFFT) により A 位置フレーム信号  $S_a(\ )$  と B 位置フレーム信号  $S_b(\ )$  の逆フーリエ変換  $s_a(t) = F^{-1}\{S_a(\ )\}$ 、 $s_b(t) = F^{-1}\{S_b(\ )\}$  を求め、音源信号を時間領域に戻す(ステップ 104)。

次に、A 位置フレーム信号  $s_a(t)$  と B 位置フレーム信号  $s_b(t)$  に波形合成関数  $w_2(t)$  を掛けてフレームの前後の波形を合成し、波形合成 A 位置フレーム信号  $s_a'(t) = s_a(t) \cdot w_2(t)$  と波形合成 B 位置フレーム信号  $s_b'(t) = s_b(t) \cdot w_2(t)$  を生成する。これによりオーバーラップ区間の振幅を調整し、オーバーラップ加算時の振幅変動を抑えてフレームのつながりを滑らかにする。次に、波形合成 A 位置フレーム信号  $s_a'(t)$  と波形合成 B 位置フレーム信号  $s_b'(t)$  を交互にオーバーラップ加算して結合し、合成信号  $s'(t) = s_a'(t_1) + s_b'(t_2) + \dots$  を生成する(ステップ 105)。

30

これにより異なる音源位置 A、B の位置情報を含んだフレーム信号が交互に接続され、合成信号は空間の移動情報を含んだ音源信号となる。

【0020】

波形切り出し関数  $w_1(t)$  と波形合成関数  $w_2(t)$  は、フェードイン/フェードアウト関数を用いる場合とモディファイド・ハミング窓を用いる場合がある。

40

切り出し区間  $L$  とフレームシフト量  $M$  の間に、 $L = (4 \cdot M)$  の倍数という関係が成り立つならば、モディファイド・ハミング窓を用いて、波形の切り出し・合成を行うことで、滑らかに波形を合成することができる。モディファイド・ハミング窓は、オーバーラップ区間のパワー和が一定になるように一方の振幅と他方の振幅を両方同時に小さくして信号波形を平滑化し、音像が滑らかに移動するようにする。

また、フェードイン/フェードアウト関数を用いることでも、滑らかに波形の合成を行うことができる。フェードイン/フェードアウト関数は、図 9 に示すように、フレーム信号を  $a$  から  $b$  に切り替えるとき、もしくは  $b$  から  $a$  に切り替えるとき、信号  $a$ 、 $b$  のオーバーラップ区間をクロスフェード領域とし、クロスフェード領域においてフェードアウトする信号  $a$  には直線状に傾斜して下降するフェードアウト関数  $w_a(t)$  を乗算し、フェー

50

ドインする信号  $b$  には直線状に傾斜して上昇するフェードイン関数  $w_b(t)$  を乗算する。

これによりオーバーラップ区間のパワー和が一定になるように一方の振幅を単調減少、他方の振幅を単調増加させて信号波形を平滑化し、音像が滑らかに移動するようにする。

#### 【実施例 1】

##### 【0021】

以下、本発明の実施例（評価結果）について説明する。

図 10 に、音像提示角度 と前後誤判定率の関係を示す。

図 10 は、汎用の伝達関数を用いると定位精度が悪化する被験者に対し、本発明の頭外音像定位装置を適用した場合の評価結果を示し、左右 0 度から 20 度の音像提示角度 を横軸に、音像定位知覚の前後誤判定率を縦軸に配置している。 10

これより音像提示角度が 0 度の場合、従前の技術では前後誤判定率が 60% であったものが本発明のコンパンド法とツイスト法では 10 ~ 30% に減少していることが分かる。

また、音像提示角度が 10 度の場合、従前の技術では前後誤判定率が 25% であったものが本発明のコンパンド法とツイスト法では 10 ~ 20% に減少している。

このときの値は、後述のスイッチング時間  $T$ 、スイング角度、伝達関数に合致しない被験者のすべての平均値で表している。

以上により、音像提示角度が 0 度における前後誤判定率が最も悪く、音像提示角度が正面を離れるほど、前後誤判定率が低下することが分かる。これは理論的・実験的にも正面方向の定位精度が悪いことを実証している。 20

以下、正面定位に議論を絞って最適なスイング角度、スイッチング時間  $T$  を求める。

##### 【0022】

図 11 に、スイング角度 と前後誤判定率の関係を示す。

図 11 は、汎用の伝達関数に合致しない被験者（A グループ）とほぼ合致する被験者（B グループ）に対し、本発明の頭外音像定位装置を適用した場合のツイスト法の評価結果を示し、音像提示角度 が 0 度でスイッチング時間  $T$  を 200 m 秒 ~ 1 秒までとし、スイング角度 を横軸に、音像定位知覚の前後誤判定率を縦軸に配置している。

これよりスイング角度 が最適な値の範囲は 3 ~ 10 度であることが分かる。

なお、コンパンド法については記述を省略するが、ツイスト法と同様な評価結果を得ている。 30

##### 【0023】

図 12 に、スイッチング時間  $T$  と前後誤判定率の関係を示す。

図 12 は、汎用の伝達関数に合致しない被験者（A グループ）とほぼ合致する被験者（B グループ）に対し、本発明の頭外音像定位装置を適用した場合のツイスト法の評価結果を示し、音像提示角度 が 0 度でスイング角度 を 4 度、8 度とし、スイッチング時間  $T$  を横軸に、音像定位知覚の前後誤判定率を縦軸に配置している。

これよりスイッチング時間  $T$  が最適な値の範囲は 200 m 秒以上であることが分かる。

同様に、コンパンド法については記述を省略するが、ツイスト法と同様な評価結果を得ている。

#### 【図面の簡単な説明】

40

##### 【0024】

【図 1】本発明を実施した頭外音像定位装置の構成図である。

【図 2】インパルス応答の測定方法の概念図である。

【図 3】パソコン 1 内で処理する測定系のブロック図である。

【図 4】本発明を実施した頭外音像定位装置の音像提示方法の概念図である。

【図 5】コンパンド法による音像提示方法の概念図である。

【図 6】ツイスト法による音像提示方法の概念図である。

【図 7】パソコン 1 内で処理する再生系のブロック図である。

【図 8】音像生成部の処理フローである。

【図 9】フェードイン/フェードアウト処理の概念図である。 50

【図 1 0】 音像提示角度と前後誤判定率の関係を表すグラフである。

【図 1 1】 スイング角度 と前後誤判定率の関係を表すグラフである。

【図 1 2】 スイッチング時間 T と前後誤判定率の関係を表すグラフである。

【図 1 3】 頭外音像定位伝達関数の測定方法の概念図である。

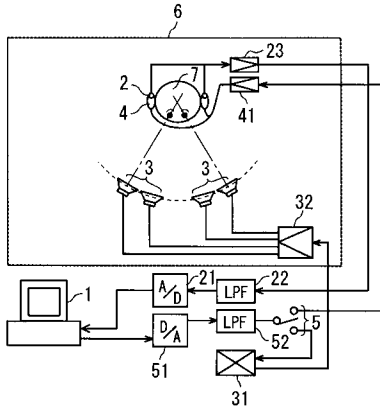
【符号の説明】

【 0 0 2 5 】

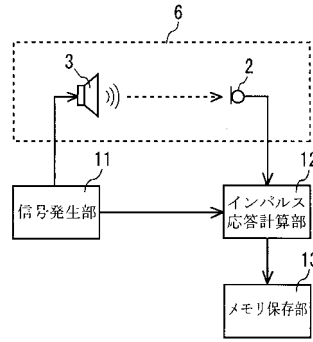
1	パソコン	
1 1	信号発生部	
1 2	インパルス応答計算部	
1 3	メモリ保存部	10
1 4	第 1 音像生成部	
1 5	第 2 音像生成部	
1 6	第 3 音像生成部	
1 7	第 4 音像生成部	
1 8	第 1 音像合成部	
1 9	第 2 音像合成部	
2	マイクロホン	
2 1	A / D 変換器	
2 2	ローパスフィルタ	
2 3	アンプ	20
3	スピーカ	
3 1	セレクタ	
3 2	アンプ	
4	ヘッドホン	
4 1	アンプ	
5	スイッチ	
5 1	D / A 変換器	
5 2	ローパスフィルタ	
6	測定室	
7	ダミーヘッド	30
8	受聴者	



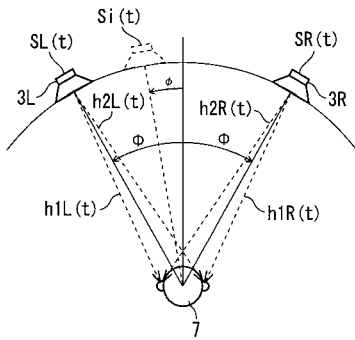
【 図 1 】



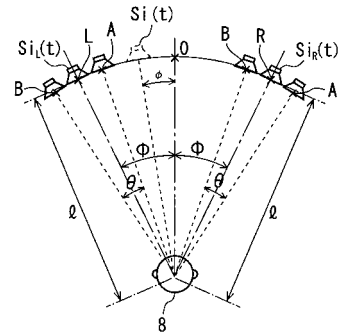
【 図 3 】



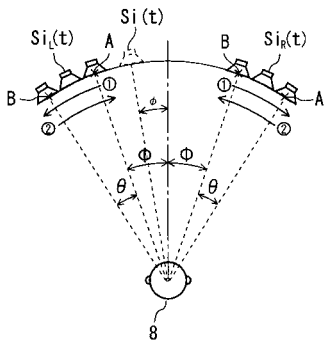
【 図 2 】



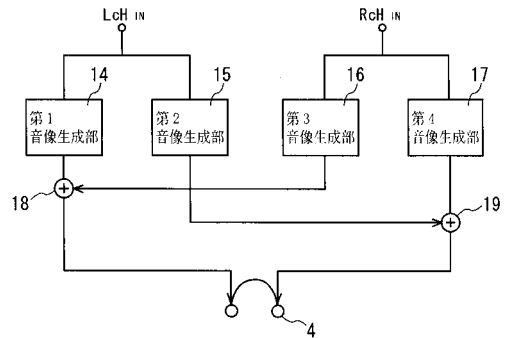
【 図 4 】



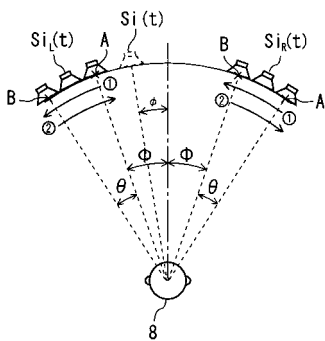
【 図 5 】



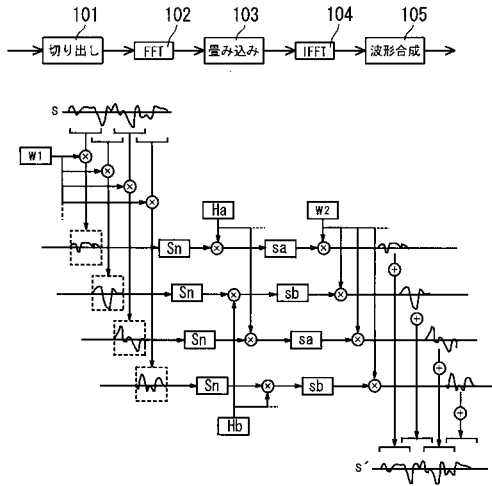
【 図 7 】



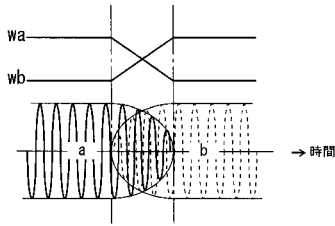
【 図 6 】



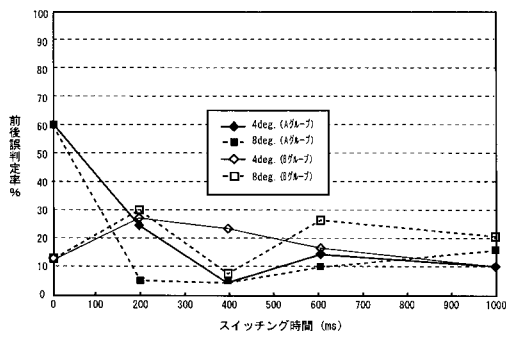
【 図 8 】



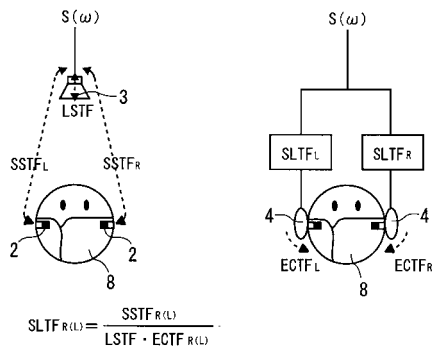
【 図 9 】



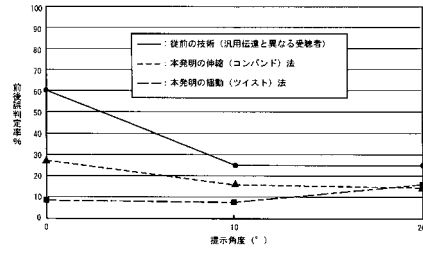
【 図 1 2 】



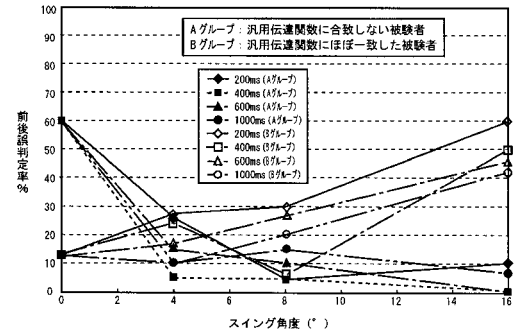
【 図 1 3 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 穂刈 治英  
新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人 長岡技術科学大学 内
- (72)発明者 工藤 彰洋  
新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人 長岡技術科学大学 内
- (72)発明者 久保 星哉  
新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人 長岡技術科学大学 内
- Fターム(参考) 5D062 AA67 AA74 CC13