

(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
2021年10月14日(14.10.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/205601 A1

(51) 国際特許分類:

H04R 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/015961

(22) 国際出願日: 2020年4月9日(09.04.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 正田 純(SHODA Jun); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機

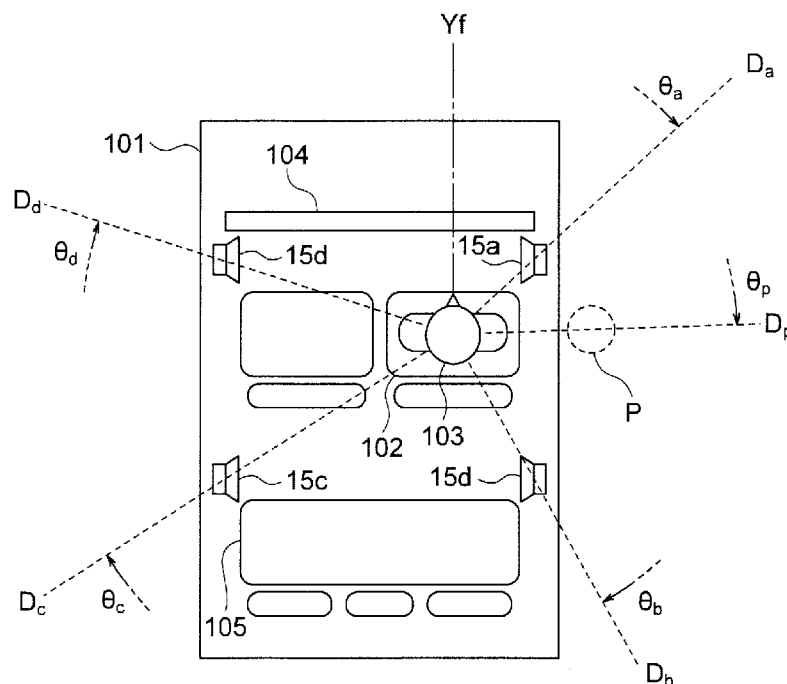
株式会社内 Tokyo (JP). 細谷 耕佑(HOSOYA Kosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 栗野 智治(AWANO Tomoharu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 木村 勝(KIMURA Masaru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 山形 洋一, 外(YAMAGATA Yoichi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

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

(54) 発明の名称: 音声信号処理装置及び音声信号処理方法、並びにプログラム及び記録媒体



(57) **Abstract:** The present invention generates a set of filter coefficients in accordance with the target direction (D_p) of a sound image, performs filtering on an input sound signal (S_a) using the generated set of filter coefficients, and performs amplitude panning using a panning ratio on a filtered sound signal (S_b) to thereby generate drive signals (Q_a , Q_b) for a pair of speakers (26). The set of filter coefficients are used to perform filtering so that the frequency component in at least one of a band in which a difference in ITD is relatively small and a band in which a difference in ILD is relatively small, between a case where an actual sound source is assumed to have been positioned in the target direction and a case where

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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the sound image is localized in the target direction by amplitude panning, becomes relatively large. It is possible to more accurately perceive the direction of the sound image than in the case of amplitude panning only.

(57) 要約: 音像の目標方向 (D_p) に応じてフィルタ係数の組を生成し、入力音声信号 (S_a) に対し、生成されたフィルタ係数の組を用いてフィルタリング処理を行ない、フィルタリング処理された音声信号 (S_b) に対し、パンニング比率を用いた振幅パンニングを行なうことで、一対のスピーカのための駆動信号 (Q_a, Q_b) を生成する (26)。フィルタ係数の組は、目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、振幅パンニングにより目標方向に音像が定位された場合との I T D の差が比較的小さい帯域、及び I L D の差が比較的小さい帯域の少なくとも一方の周波数成分が、相対的に大きくなるようにフィルタリングを行なうためのものである。振幅パンニングのみの場合と比べ音像の方向をより正確に知覚できる。

明 細 書

発明の名称：

音声信号処理装置及び音声信号処理方法、並びにプログラム及び記録媒体
技術分野

[0001] 本開示は、音声信号処理装置及び音声信号処理方法、並びにプログラム及び記録媒体に関する。本開示は特に、注意を喚起したい方向に音像を定位する技術に関する。

背景技術

[0002] 情報提示の手段として、ディスプレイ等による視覚的情報提示と、スピーカ等による聴覚的情報提示が多く用いられている。聴覚的情報提示は、利用者の視線によらず音が鳴った時点で情報が利用者に伝わる。

利用者が現に見ている方向以外の方向に利用者の注意を向けさせたい場合がある。

例えば、ADAS・ECUでは、前方を注視している運転者に前方以外の方向にある障害物（他の車両、歩行者等）、ディスプレイ等に注意を向けさせたい場合がある。ADASは、Advanced Driver-Assistance Systems（運転支援システム）の略である。ECUは、Electronic Control Unit（電子制御装置）の略である。

[0003] また、列車の内部に設けられた複数のディスプレイのうちのいずれかに運転者或いは乗客の注意を向けさせたい場合がある。管制室、監視室等に設けられた複数のディスプレイのうちのいずれかに監視員の注意を向けさせたい場合がある。このような場合に、注意を向けさせたい方向からの音として聞こえるように音、例えば報知音を発生することが行われる。

人が感じる音の到来方向を制御する技術の一例が、非特許文献1に示されている。

[0004] 非特許文献1では、2つのスピーカ間の音圧比を制御することでILDを

調整し、スピーカ間に音像を生成する方法について記載されている。ILD は、interaural level difference（両耳間強度差）の略である。以下、2つのスピーカ間の音圧比をパンニング比率と称し、パンニング比率を用いて音像を制御することを振幅パンニングと称する。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1: Ville Pulkki, “Virtual Sound Source Positioning Using Vector Base Amplitude Panning”, Journal of AES, vol. 45, no. 6, pp. 456–466, 1997.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 非特許文献1に記載された技術では、音像がぼやけてしまい、音像の方向を正確に知覚できないと言う課題がある。
- [0007] 本開示は、音像の定位感を向上させ、音像の方向を正確に知覚できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 本開示の音声信号処理装置は、
- 受聴位置に対して音像を提示すべき方向を目標方向として決定する音像方向決定部と、
- 前記目標方向に応じてフィルタ係数の組を生成するフィルタ係数生成部と、
- 入力音声信号に対し、生成されたフィルタ係数の組を用いてフィルタリング処理を行なうフィルタリング処理部と、
- 前記目標方向に応じてパンニング比率を決定するパンニング比率制御部と

、

前記フィルタリング処理部でフィルタリング処理された音声信号に対し、前記パンニング比率制御部で決定されたパンニング比率を用いて振幅パンニングを行なうことで、一対のスピーカのための駆動信号を生成する駆動信号生成部とを有し、

前記フィルタ係数の組は、

上限周波数以下の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのITDの差が比較的小さい帯域、及び

下限周波数以上の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域

の少なくとも一方の周波数成分が、相対的に大きくなるようにフィルタリングを行なうものである。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、振幅パンニングのみの場合と比べ音像の方向をより正確に知覚できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1の音声信号処理装置を備えた情報提示システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図1の情報提示システムのスピーカの配置例を示す。

[図3]実施の形態1に係る音声信号処理装置の構成例を示す機能ブロック図である。

[図4]選択されたスピーカと受聴位置との位置関係を示す図である。

[図5]図2の駆動信号生成部の具体例を示す機能ブロック図である。

[図6] (a) は、ITDの周波数特性の一例を示す図であり、(b) は、ILDの周波数特性の一例を示す図である。

[図7]実施の形態2に係る音声信号処理装置の構成例を示す機能ブロック図で

ある。

[図8]図7の駆動信号生成部の具体例を示す機能ブロック図である。

[図9]実施の形態3に係る音声信号処理装置の構成例を示す機能ブロック図である。

[図10]図9の駆動信号生成部の具体例を示す機能ブロック図である。

[図11]実施の形態4に係る音声信号処理装置の構成例を示す機能ブロック図である。

[図12]図11の駆動信号生成部の具体例を示す機能ブロック図である。

[図13]実施の形態1～4のいずれかの音声信号処理装置の全ての機能を実現するコンピュータを、DA変換回路、パワーアンプ回路、スピーカ群、及び外部記憶装置とともに示す機能ブロック図である。

[図14]図3の音声信号処理装置が図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサによる処理の手順を示すフローチャートである。

[図15]図7の音声信号処理装置が図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサによる処理の手順を示すフローチャートである。

[図16]図9の音声信号処理装置が図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサによる処理の手順を示すフローチャートである。

[図17]図11の音声信号処理装置が図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサによる処理の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1の音声信号処理装置を備えた情報提示システムの構成を示すブロック図である。

図示の情報提示システムは、外部記憶装置11と、音声信号処理装置12と、DA変換回路13と、パワーアンプ回路14と、スピーカ群15とを有する。パワーアンプ回路14とスピーカ群15とで音声出力部が構成される。

[0012] スピーカ群15は、複数の、例えば4つのスピーカ15a～15dを含む

。パワーアンプ回路14はスピーカ群のスピーカ15a～15dにそれぞれ対応して設けられたパワーアンプ14a～14dを含む。DA変換回路13は、パワーアンプ14a～14dにそれぞれ対応して設けられたDA変換器13a～13dを含む。

[0013] 音声信号処理装置12は、入力音声信号Saに対して、信号処理を行なって駆動信号Qa～Qdを出力する。駆動信号Qa～Qdは、DA変換器13a～13dでアナログ信号に変換され、パワーアンプ14a～14dで増幅されたのち、スピーカ15a～15dに供給される。

[0014] 外部記憶装置11は、例えばHDD（ハードディスクドライブ）、SSD（ソリッドステートドライブ）などで構成され、音声信号処理装置12に直接あるいはネットワークを経由して接続されている。

[0015] 図2は、図1の情報提示システムのスピーカの配置例を示す。

図示の情報提示システムは、自動車101のADAS・ECUで用いられるものであり、4つスピーカ15a～15dが自動車101の車室内の、運転席102を基準として、右前方、右後方、左後方、左前方にそれぞれ配置されている。運転席102に着座する運転者103は、情報提示システムの利用者であり、以下では単に利用者と言うことがある。また、本実施の形態では、運転者103の頭部の位置が、基準となる受聴位置であり、以下では、単に「受聴位置」と言うことがある。受聴位置を運転者と同じ符号「103」で表す。

[0016] 一例として右前方のスピーカ15a及び左前方のスピーカ15dは、ダッシュボード104の右端付近及び左端付近にそれぞれ配置され、右後方のスピーカ15b及び左後方のスピーカ15cは、後部座席105の右端付近及び左端付近に配置されている。

[0017] 以下では、自動車101の外部の対象物Pの位置を検知し、検知された対象物Pの、運転者（受聴位置）103に対する方向Dpを音像（仮想音源）の方向として報知音を発生し、対象物Pの方向に運転者103の注意を向けさせる場合を想定して説明する。方向は方位角で表される。方位角は、例え

ば、図2に示されるように、自動車101の正面方向 Y_f を基準方向として、時計方向に測った角度と定義される。

対象物Pは、運転者103が運転の際注意を払う必要のあるものであり、他の車両、歩行者、構造物等を含む。

[0018] 図2には、運転者（受聴位置）103と、対象物Pと、スピーカ15a～15dとの位置関係が示されている。運転者（受聴位置）103に対する対象物Pの方向 D_p は方位角 θ_p で示され、運転者103に対するスピーカ15a～15dの方向 $D_a \sim D_d$ は方位角 $\theta_a \sim \theta_d$ で示される。

[0019] スピーカ15a～15dの方位角 $\theta_a \sim \theta_d$ は既知であり、外部記憶装置11に、又は音声信号処理装置12内の図示しないメモリに記憶されているものとする。

音声信号処理装置12は、スピーカ15a～15dを用いて、対象物Pの方向 D_p に音像を定位する。

[0020] 図3は、図1の音声信号処理装置12の構成例を示す機能ブロック図である。図示の音声信号処理装置12は、フィルタ係数記憶部21、音像方向決定部22、フィルタ係数生成部23、フィルタリング処理部24、パンニング比率制御部25、及び駆動信号生成部26を有する。フィルタ係数記憶部21は、外部記憶装置11の一部によって構成されていても良い。

[0021] フィルタ係数記憶部21は、複数のフィルタ係数の組を格納している。

上記の複数のフィルタ係数の組は、それぞれ複数の予め指定された方向（指定方向）に対応するものである。

上記の指定は例えば一定の角度間隔、例えば10度毎に行われる。

[0022] 複数の指定方向の各々についてのフィルタ係数の組は、予め定められた周波数（上限周波数）以下の周波数範囲内において、当該指定方向に実音源が仮想的に配置された場合と、当該指定方向に音像が定位された場合とのITDの差が比較的近い帯域周波数成分を強調するとともに、予め定められた周波数（下限周波数）以上の周波数範囲内において、当該指定方向に実音源が仮想的に配置された場合と、当該指定方向に音像が定位された場合とのILD

Dの差が比較的近い帯域の周波数成分を強調する

フィルタリングを行なうように定められたものである。

[0023] ここで言う実音源は、例えば単一のスピーカで構成される。

ITDは、interaural time difference（両耳間時間差）の略である。ILDは、interaural level difference（両耳間強度差）の略である。

[0024] 上記の上限周波数及び下限周波数は例えば共に1500Hzである。

フィルタ係数の組の生成方法については後述する。

[0025] 画像方向決定部22は、画像を提示すべき方向を決定し、決定した方向を示す角度情報Gpを出力する。画像方向決定部22は、例えば図示しないADAS・ECUで検知された対象物の位置を示す情報を受け取り、対象物の位置する方向を、画像を提示すべき方向（画像の目標方向）Dpと決定する。画像を提示すべき方向を以下では、「画像の目標方向」或いは単に「目標方向」と言うことがある。

[0026] フィルタ係数生成部23は、角度情報Gpをもとに、フィルタ係数の組を生成する。

例えば、フィルタ係数生成部23は、角度情報Gpをもとに、フィルタ係数記憶部21に記憶されている複数のフィルタ係数の組のうちの1又は2以上のフィルタ係数の組を選択し、選択したフィルタ係数の組に基づく補間により、フィルタ係数の組を生成する。生成されたフィルタ係数の組を符号Fpで表す。

[0027] 補間は最近傍補間でも良く、2以上のフィルタ係数の組に基づく線形補間であっても良い。

最近傍補間の場合には、角度情報Gpで示される目標方向Dpに最も近い指定方向のフィルタ係数の組が選択され、選択された指定方向のフィルタ係数の組が、生成されたフィルタ係数の組Fpとして出力される。

[0028] 線形補間の場合には、角度情報Gpで示される目標方向Dpに比較的近い2以上の指定方向のフィルタ係数の組が選択される。例えば目標方向Dpの

一方の側（反時計方向）で目標方向 D_p に最も近い指定方向のフィルタ係数の組と、目標方向 D_p の他方の側（時計方向）で目標方向 D_p に最も近い指定方向のフィルタ係数の組とが選択される。

[0029] フィルタリング処理部24は、入力音声信号 S_a に対し、フィルタ係数生成部23で生成されたフィルタ係数の組 F_p を用いてフィルタリング処理（等化処理）を行って、フィルタリングの結果生成される信号を出力する。フィルタリング処理部24から出力される信号をフィルタリング後音声信号 S_b と呼ぶ。

[0030] フィルタリングは、音声信号のうちの、実音源の場合と、振幅パンニングによる音像定位の場合とで、 ITD の差又は ILD の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するために行われる。

[0031] より詳しく言えば、フィルタリングには、上限周波数以下の周波数範囲内において、目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、当該方向に音像が定位された場合との、 ITD の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するとともに、下限周波数以上の周波数範囲内において、目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、当該方向に音像が定位された場合との、 ILD の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するフィルタ係数の組が用いられる。

[0032] フィルタリング処理部24は、 FIR フィルタを使用したものであっても良く、 IIR フィルタを使用したものであっても良い。

FIR は、 $Finite Impulse Response Filter$ （有限インパルス応答）の略である。 IIR は、 $Infinite Impulse Response$ （無限インパルス応答）の略である。

[0033] パンニング比率制御部25は、音像方向決定部22からの角度情報 G_p をもとにパンニング比率を決定する。

[0034] 本実施の形態の振幅パンニングにおいては、図2に例示するように、目標方向 D_p に対して、一方の側（反時計方向）に位置し、かつ最も近い方向（方位角）に位置するスピーカ（図示の例ではスピーカ15a）と、他方の側

(時計方向)に位置し、かつ最も近い方向(方位角)に位置するスピーカ(図示の例ではスピーカ15b)とを選択し、選択されたスピーカを用いて音声出力を行なう。その際、選択されたスピーカから出力される音声の大きさ(音圧)を制御する。この制御はパンニング比率を適用することで行われる。パンニング比率の適用のために、パンニング係数 w_1 、 w_2 が決定され、音声信号との乗算に用いられる。

[0035] 図4は、選択されたスピーカと受聴位置103との位置関係を示す。選択されたスピーカが符号L1、L2で示されている。

スピーカL1は、目標方向Dpに対して、一方の側(反時計方向)に、かつ最も近い方向(方位角)に位置するスピーカ(第1のスピーカ)であり、スピーカL2は、目標方向DPに対して、他方の側(時計方向)に、かつ最も近い方向(方位角)に位置するスピーカ(第2のスピーカ)である。

スピーカL1、L2のためのパンニング係数 w_1 、 w_2 は下記の式(1a)及び(1b)を満たすように決定される。

[0036] [数1]

$$\frac{\sin \phi_p}{\sin \phi_0} = \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2} \quad \cdots (1a)$$

$$w_1^2 + w_2^2 = 1 \quad \cdots (1b)$$

[0037] 式(1a)及び式(1b)で、

ϕ_0 は、図4に示すように、受聴位置103とスピーカL1とを結ぶ直線111と、受聴位置103とスピーカL2とを結ぶ直線112との成す角の半分であり、

ϕ_p は、上記の直線111及び112の成す角($2\phi_0$)を2つに分ける直線113に対し、目標方向Dpを示す直線115のなす角、より厳密に言えば、直線113の方位角から直線115の方位角を減算することで得られる

角である。

[0038] 駆動信号生成部 26 は、音像方向決定部 22 から出力される角度情報 G_p に基づいて、音声出力に用いる一対のスピーカを選択し、パンニング比率制御部 25 で決定されたパンニング係数 w_1 、 w_2 に基づいて、フィルタリング後音声信号 S_b に対して大きさの調整を行ない、駆動信号 $Q_a \sim Q_d$ を出力する。

[0039] 図示の例では、スピーカ 15a、15b が選択される。

選択されたスピーカのための駆動信号（図示の例では、駆動信号 Q_a 、 Q_b ）としては、選択されたスピーカで音声出力を行なうための駆動信号が生成される。

選択されていないスピーカのための駆動信号（図示の例では、駆動信号 Q_c 、 Q_d ）としては無音の信号が生成される。「無音の信号を生成する」とは、駆動信号を出力しないことと等価である。

[0040] 駆動信号生成部 26 は、例えば図 5 に示すように、調整部 31 と、切替部 32 とを有する。

調整部 31 は、フィルタリング後音声信号 S_b を受け、音量及びタイミングを調整して、信号 S_{c1} 、 S_{c2} を出力する。調整部 31 から出力される信号 S_{c1} 、 S_{c2} を調整後信号と言う。

[0041] 調整後信号 S_{c1} 、 S_{c2} の生成に当たっては、受聴位置 103 から各スピーカまでの距離も考慮される。

例えば、調整後信号 S_{c1} 、 S_{c2} の大きさ（振幅）を決めるに当たっては、距離による音圧の低下を補償するよう、距離が長いほど調整後信号を大きくする。

[0042] 具体的には、各スピーカで発生され、受聴位置 103 に届く音の大きさ（音圧）が、当該スピーカから受聴位置 103 までの距離の 2 乗の逆数に比例することを考慮に入れる。

例えば、受聴位置 103 からスピーカ L_1 、 L_2 までの距離が R_1 、 R_2 であれば、スピーカ L_1 、 L_2 のための調整後信号の生成のために用いられる

係数 m_1 、 m_2 が下記の式（2 a）及び（2 b）の関係を満たすように定められる。

[0043] [数2]

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1/R_1^2}{1/R_2^2} \quad \cdots (2 a)$$

$$m_1^2 + m_2^2 = 1 \quad \cdots (2 b)$$

[0044] 受聴位置103からスピーカ15a～15までの距離 $R_a \sim R_d$ は既知であり、外部記憶装置11に、又は音声信号処理装置12内の図示しないメモリに記憶されており、調整部31は、選択されたスピーカの距離を距離 R_1 、 R_2 として用いる。

[0045] 調整後信号Sc1の生成には、フィルタリング後音声信号Sbに、係数 w_1 及び m_1 を掛ける処理が含まれ、調整後信号Sc2の生成には、フィルタリング後音声信号Sbに、係数 w_2 及び m_2 を掛ける処理が含まれる。

[0046] 調整後信号Sc1及びSc2の生成にはさらに遅延量の付与が含まれる。

遅延量は、距離に応じた伝達時間の差 T_d を打ち消すために、スピーカが音声を出力するタイミングを調整するために付与される。該タイミングの調整は、フィルタリング後音声信号Sbを受けてから、調整後信号Sc1、Sc2が出力されるまでの時間（遅延時間）の調整によって行われる。

上記の伝達時間の差 T_d は、下記の式（3）で与えられる。

[0047] [数3]

$$T_d = \nu(R_2 - R_1) \quad \cdots (3)$$

[0048] 上記の式(3)で v は音速である。

T_d が正であれば、スピーカL2までの伝達時間の方が長いことを意味し、 T_d が負であれば、スピーカL1までの伝達時間の方が長いことを意味する。

[0049] 調整後信号Sc1、Sc2としては、上記の伝達時間の差 T_d を補償するように、距離が短いスピーカほど遅延量を長くする。即ち、距離が短いスピーカの遅延量を、距離が長いスピーカの遅延量よりも T_d だけ長くなるように制御を行なう。例えば、距離の長いスピーカのための信号に与える遅延量をゼロとし、距離の短いスピーカのための信号には、伝達時間の差 T_d に等しい遅延量を与える。

[0050] 切替部32は、角度情報Gpに基づいて、一对のスピーカを選択し、調整後信号Sc1、Sc2を、選択されたスピーカへの駆動信号として出力する。図2の例では、スピーカ15a、15bが選択され、調整後信号Sc1、Sc2がそれぞれスピーカ15a、15bのための駆動信号Qa、Qbとして出力される。

駆動信号生成部26から出力された駆動信号Qa、Qbは、DA変換回路13でアナログ信号に変換され、パワーアンプ回路14で増幅され、スピーカ15a、15bに供給される。

[0051] 選択されなかったスピーカ15d、15cには無音の信号（音声出力をしないことを示す信号）が供給される。

[0052] 以上、目標方向Dpがスピーカ15aの方向Daからスピーカ15bの方向Dbまでの範囲内にある場合について説明したが、目標方向が他の範囲にあっても同様である。

即ち、目標方向Dpがスピーカ15bの方向Dbからスピーカ15cの方向Dcまでの範囲内であれば、スピーカ15b及び15cが選択されて音声出力に用いられる。

[0053] 同様に、目標方向Dpがスピーカ15cの方向Dcからスピーカ15dの方向Ddまでの範囲内であれば、スピーカ15c及び15dが選択されて音声出力に用いられる。

同様に、目標方向 D_p がスピーカ15dの方向 D_d からスピーカ15aの方向 D_a までの範囲内であれば、スピーカ15d及び15aが選択されて音声出力に用いられる。

[0054] 以下、フィルタ係数記憶部21に記録されるフィルタ係数の組の生成方法について説明する。

[0055] 上記の複数の指定方向の各々についてのフィルタ係数の組は、実音源を当該指定方向に設置し、該実音源から受聴位置の運転者103の左右の耳までの一対のHRTFを求め、求められた一対のHRTFからITDの周波数特性及びILDの周波数特性を求め、振幅パンニングにより音像を当該指定方向に定位し、当該音像の位置から受聴位置の運転者103の左右の耳までの一対のHRTFを求め、求められた一対のHRTFからITDの周波数特性及びILDの周波数特性を求め、実音源について求めたITDの周波数特性及びILDの周波数特性と、定位された音像について求めたITDの周波数特性及びILDの周波数特性とに基づいて生成される。

[0056] HRTFは、Head Related Transfer Function（頭部伝達関数）の略である。

[0057] なお、実音源の設置位置及び音像が定位される位置は、受聴位置103から予め定められた、互いに等しい距離にあるものとする。

[0058] 図6（a）はITDの周波数特性の一例を示し、図6（b）はILDの周波数特性の一例を示す。

図6（a）及び図6（b）に示される特性は、指定方向が90度（右耳方向）である場合の特性である。図6（a）で、ITDは右耳への音声の到達が遅い（右耳の方が伝達時間が長い）場合に正の値になる。図6（b）で、ILDは左耳における音声のレベルが大きい場合に正の値になる。

[0059] 図6（a）に示される、90度の方向に実音源があるときのITDの周波数特性 IT_r と、振幅パンニングで同じ90度の方向に音像を定位した時のITDの周波数特性 IT_v と特性とにおいて、1500Hz以下の周波数範囲に着目すると、点線 U_a で示すように、300～400Hzの帯域におい

てILDの差が小さいことが分かる。1500Hz以下の周波数範囲に着目する理由は後述する。

[0060] 図6(b)に示される、90度の方向に実音源があるときのILDの周波数特性ILrと、振幅パンニングで同じ90度の方向に音像を定位した時のILDの周波数特性ILvと特性とにおいて、1500Hz以上の周波数範囲に着目すると、点線Ubで示すように、1500Hz～3000Hzの帯域においてILDの差が小さいことが分かる。1500Hz以上の周波数範囲に着目する理由は後述する。

[0061] 本実施の形態では、上記のILDの差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するとともに、上記のILDの差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するフィルタリングを行なうようフィルタ係数の組が定められる。

[0062] 以上の指定方向が90度である場合について説明したが、他の指定方向の各々についても、図6(a)及び図6(b)に例示される周波数特性と同様の、ILD及びITDの周波数特性を求め、求められた周波数特性に基づいて、フィルタ係数の組が定められる。

定められた指定方向毎にフィルタ係数の組はフィルタ係数記憶部21に記憶される。

[0063] 本実施の形態では、記憶されている複数の指定方向についての複数のフィルタ係数の組のうち、音像の目標方向に比較的近い1又は2以上の指定方向についてのフィルタ係数の組を用いた補間により、目標方向についてのフィルタ係数の組を生成して、生成されたフィルタ係数の組を用いてフィルタリングを行なう。

[0064] 従って、フィルタリングに用いられるフィルタ係数の組は、1500Hz以下の周波数範囲内において、目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、上記目標方向に音像が定位された場合との、ITDの差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するとともに、1500Hz以上の周波数範囲内において、目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、上記目標方向に音像が定位された場合との、ILDの差が比較的小さい帯域の周波数成分

を強調するものとなる。

[0065] このようにすることで、目標方向に音像を定位したときの I T D 及び I L D が、実音源を上記目標方向に配置したときの I T D 及び I L D より近いものと感じられる。そのため、通常の振幅パンニング（フィルタリングを行わない場合）と比べて、目標方向から音が発生されている感じがより強くなる。即ち、音像の定位感が増強される。

その理由は以下の通りである。

[0066] 一般的に人は音の方向を判断するとき、ある周波数、例えば 1500 Hz 以下の周波数範囲では I T D、ある周波数、例えば 1500 Hz 以上の周波数範囲では I L D を手掛かりにしていると言われている。

ある方向に実音源があるときの I T D の周波数特性と、振幅パンニングで同じ方向に音像を定位した時の I T D の周波数特性とにおいて、1500 Hz 以下の周波数範囲で、I T D の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調すれば、振幅パンニングで音像定位したときの音声のうち、実音源から発せられる音声に対し I T D が比較的近い帯域の周波数成分が支配的となる。

[0067] 同様に、ある方向に実音源があるときの I L D の周波数特性と、振幅パンニングで同じ方向に音像を定位した時の I L D の周波数特性とにおいて、1500 Hz 以上の周波数範囲で、I L D の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調すれば、振幅パンニングで音像定位したときの音声のうち、実音源から発せられる音声に対し I L D が比較的近い帯域の周波数成分が支配的となる。

[0068] 従って、上記の I T D の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するとともに、上記の I L D の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調するフィルタリングを行えば、振幅パンニングで音像定位したときの音声の I T D、I L D が実音源からの音声の I T D、I L D より近いものと感じられる。そのため、通常の振幅パンニング（フィルタリング処理部 24 によるフィルタリングを行わない場合）と比べて、音像が定位された位置から音が発生されている感じがより強くなる。即ち、音像の定位感が増強される。

[0069] 上記の例では、 $I T D$ の差が比較的小さい帯域を 1500 Hz 以下の周波数範囲において特定し、 $I L D$ の差が比較的小さい帯域を 1500 Hz 以上の周波数範囲内において特定する。

$I T D$ の差が比較的小さい帯域を 1500 Hz 以外の他の特定の周波数以下の周波数範囲において特定しても良く、 $I L D$ の差が比較的小さい帯域を 1500 Hz 以外の他の特定の周波数以上の範囲において特定しても良い。

[0070] 要するに予め定められた周波数（上限周波数）以下の周波数範囲内において、 $I T D$ の差が比較的小さい帯域を特定し、予め定められた周波数（下限周波数）以上の周波数範囲内において $I L D$ の差が比較的小さい帯域を特定すれば良い。上限周波数と下限周波数とは同じであっても良い。

[0071] 上記の例では、上限周波数以下の周波数範囲内の $I T D$ の差が比較的小さい帯域、及び下限周波数以上の周波数範囲内の $I L D$ の差が比較的小さい帯域の双方の周波数成分を強調する。

そのようにする代わりに、上限周波数以下の周波数範囲内の $I T D$ の差が比較的小さい帯域、及び下限周波数以上の周波数範囲内の $I L D$ の差が比較的小さい帯域の一方の周波数成分を強調し、他方の周波数成分を強調しないフィルタリングを行なうようにフィルタ係数の組を生成しても良い。

[0072] 上記の例では、 $I T D$ の差が比較的小さい帯域又は $I L D$ の差が比較的小さい帯域の周波数成分を強調する。代わりに、 $I T D$ の差が比較的大きい帯域及び $I L D$ の差が比較的大きい帯域の少なくとも一方の周波数成分を減衰させるフィルタリングを行なうようにフィルタ係数の組を生成しても良い。

[0073] 上記のフィルタ係数の組は、上記の強調と減衰とをともに行なうフィルタリングを行なうためのものであっても良い。

[0074] また、強調を行なう場合、強調の程度は一律でなくても良い。例えば、 $I T D$ の差又は $I L D$ の差が小さいほど強調の程度を大きくしても良い。

同様に、減衰の程度は一律でなくても良い。例えば、 $I T D$ の差又は $I L D$ の差が大きいほど減衰の程度を大きくしても良い。

[0075] 以上を要するに、フィルタリングで用いられるフィルタ係数の組は、 $I T$

Dの差が比較的小さい帯域、及びILDの差が比較的小さい帯域の少なくとも一方の周波数成分が相対的に大きくなるようにするものであれば良い。

[0076] 上記の例では、式(1a)及び(1b)により、パンニング係数 w_1 、 w_2 を算出している。

パンニング係数 w_1 、 w_2 の算出は上記の例に限定されるものではなく、DBAP (Distance Based Amplitude Panning)、VBAP (Vector Based Amplitude Panning) など、他の方法で定めても良い。

[0077] 上記の例では、4つのスピーカが設けられている。しかしながら、スピーカの数に4に限定されない。スピーカ数は2以上であれば良い。

スピーカ数が3以上であれば、目標方向に応じて、3以上のスピーカのうちの、目標方向の一方の側（反時計方向）で最も近い方向に位置するスピーカ（第1のスピーカ）と、目標方向の他方の側（時計方向）で最も近い方向に位置するスピーカ（第2のスピーカ）とが選択され、選択された第1及び第2のスピーカが振幅パンニングのための一对のスピーカとして用いられる。

[0078] スピーカ数が2である場合には、目標方向は2個のスピーカの間に限定され、目標に応じてスピーカを選択する処理が不要となる。従って、駆動信号生成部26内の切替部32は不要となる。

[0079] 上記の例では、自動車の近辺に位置する対象物の方向に運転者103の注意を喚起するため、上記の対象物の方向に音像を定位する。

対象物は、自動車の車室内のディスプレイであっても良い。例えば、自動車の車室内の複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイを選択し、選択されたディスプレイに運転者103の視線を誘導するために、選択されたディスプレイの方向に音像を定位することとしても良い。この場合には、選択されたディスプレイの方向が音像の目標方向となるように制御を行えば良い。

[0080] 対象物はまた、列車等の運転に用いられる、複数のディスプレイのうちの

いずれかのディスプレイであっても良い。

[0081] 対象物はまた、列車の客車乃至客室内に設けられた複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイであっても良い。

この場合、基準となる受聴位置は、客車乃至客室内の、代表的な位置であるものとしても良い。代表的な位置は、客車内のゾーンごとに異なっても良い。即ち、客車内のスペースが複数のゾーンに分けられ、ゾーン毎に別個に、上記の代表的な位置が設定されていても良い。例えば、各ゾーン内の中心の位置が上記の代表的な位置と設定されていても良い。

[0082] 対象物はまた、管制室、監視室等に設けられた複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイであっても良い。管制室は例えば列車の運行を管理する中央管制室であっても良い。これらの場合、基準となる受聴位置は、管制室、監視室等の代表的な位置であるものとしても良い。代表的な位置は、監視員が監視作業の際に占める位置、例えば着座する位置であっても良い。

[0083] 以上のように、実施の形態1の処理構成では、音像方向決定部22からの角度情報G_pに基づき選択されたフィルタを用いて入力音源にフィルタリング処理し、角度情報G_pに応じて振幅パンニングを行なうことで、受聴位置の周囲に音像を定位する。

通常の振幅パンニングで音像を定位する場合、音像がぼやけてしまい、音像の方向を正確に知覚できない場合がある。

実施の形態1では、フィルタリング処理を行うことで、ITDもしくはILDが実音源と近い帯域が支配的となるため通常の振幅パンニングと比べ定位感が向上すると言う効果が得られる。

[0084] 定位感が向上する結果、例えば、自動車の近辺に位置する対象物に運転者が気付くのを早めることができる。従って、対象物との衝突の回避等、運転を適切に行うことができる。また、複数のディスプレイのうちのいずれかに表示されている緊急度の高い情報或いは重要な情報に、運転者、乗客、監視員等が気付くのを早めることができる。従って、表示された情報に基づく対

応を早く行うことが可能となる。

[0085] 実施の形態 2.

実施の形態 2 は、音像までの距離に応じて音量を制御することで音像に方向感だけでなく距離感をも与えるものである。

図 7 は実施の形態 2 の音声信号処理装置 1 2 b を示したものである。

図示の音声信号処理装置 1 2 b は、図 3 の音声信号処理装置 1 2 と概して同じである。但し、音像距離決定部 2 7 及び音量制御部 2 8 が付加され、駆動信号生成部 2 6 の代わりに駆動信号生成部 2 6 b が設けられている点で異なる。

[0086] 音像距離決定部 2 7 は、受聴位置 1 0 3 から音像を提示すべき位置までの距離を決定する。音像距離決定部 2 7 は、例えば図示しない A D A S ・ E C U で検知された対象物の位置を示す情報を受け取り、受聴位置 1 0 3 から、対象物の位置までの距離を、音像を提示すべき位置までの距離 R_p と決定する。音像距離決定部 2 7 は、決定した距離 R_p を表す距離情報 G_r を出力する。音像を提示すべき位置までの距離を以下では単に「音像の目標距離」或いは単に「目標距離」と言うことがある。

[0087] 音量制御部 2 8 は、音像距離決定部 2 7 から出力された距離情報 G_r をもとに音量を調整するための係数（音量調整係数） K_r を算出する。音量調整係数 K_r は、目標距離が短いほど大きく、目標距離が長いほど小さく定められる。音量調整係数 K_r は、例えば下記の式（4）で算出される。

[0088] [数4]

$$K_r = \frac{R_0^2}{R_p^2} \quad \cdots (4)$$

[0089] 式（4）で、

R_p は、目標距離である。

R_0 は、目標距離として想定される範囲内の最短の距離である。

最短の距離 R_0 は、例えば受聴位置103から最も近い窓までの距離であり、例えば50cmである。

[0090] 駆動信号生成部26bは、係数 w_1 、 w_2 、 m_1 、 m_2 のみならず、音量制御部28から出力される音量調整係数 K_r にも基づいて、信号 S_{c1} 、 S_{c2} を生成する。

[0091] 駆動信号生成部26bは、例えば図8に示すように調整部31bと、切替部32とを有する。

調整部31bは、図5の調整部31と概して同じであるが、係数 w_1 、 w_2 、 m_1 、 m_2 のみならず、音量調整係数 K_r にも基づいて、信号 S_{c1} 、 S_{c2} を生成する。

[0092] 具体的には、調整部31bは、フィルタリング後音声信号 S_b に、係数 w_1 、 m_1 、及び K_r を掛け、さらにスピーカL1までの距離に応じた遅延量を付与することで、調整後信号 S_{c1} を生成し、フィルタリング後音声信号 S_b に、係数 w_2 、 m_2 、及び K_r を掛け、さらにスピーカL2までの距離に応じた遅延量を付与することで、調整後信号 S_{c2} を生成する。

遅延量の付与に当たっては、実施の形態1と同様に、距離が長い方のスピーカのための信号に対する遅延量に対し、距離が短い方のスピーカのための信号に対する遅延量が、伝達時間の差 T_d だけ長くなるようにしても良い。

[0093] 切替部32は、図5の切替部32と同様に動作する。即ち、切替部32は、角度情報 G_p に基づいて一对のスピーカを選択し、調整後信号 S_{c1} 、 S_{c2} を選択されたスピーカへの駆動信号として出力する。

[0094] 上記の例では、自動車の近辺に位置する対象物の位置に運転者103の注意を喚起するため、上記の対象物の位置に音像を定位する。

対象物は、自動車の車室内のディスプレイであっても良い。例えば、自動車の車室内の複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイを選択し、選択されたディスプレイに運転者103の視線を誘導するために、選択されたディスプレイの位置に音像を定位することとしても良い。この場合には、選択されたディスプレイの位置が音像の位置となるように制御を行なえば

良い。

[0095] 対象物がディスプレイである場合、目標距離を対象物（ディスプレイ）までの距離に一致させなくても良い。例えば、ディスプレイに表示される情報の重要度に応じて目標距離を変えることとしても良い。具体的には、ディスプレイに表示される情報の重要度が大きいほど目標距離を短くしても良い。

[0096] 対象物はまた、列車等の運転に用いられる、複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイであっても良い。

[0097] 対象物はまた、列車の客車乃至客室に設けられた複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイであっても良い。

対象物が客車乃至客室内のディスプレイである場合、基準となる受聴位置は、客車乃至客室内の、代表的な位置であるものとしても良い。代表的な位置は、客車内のゾーンごとに異なっても良い。即ち、客車内のスペースが複数のゾーンに分けられ、ゾーン毎に別個に、上記の代表的な位置が設定されていても良い。例えば、各ゾーン内の中心の位置が上記の代表的な位置と設定されていても良い。

[0098] 対象物はまた、管制室、監視室等に設けられた複数のディスプレイのうちのいずれかのディスプレイであっても良い。管制室は例えば列車の運行を管理する中央管制室であっても良い。これらの場合、基準となる受聴位置は、管制室、監視室等の代表的な位置であるものとしても良い。代表的な位置は、監視員が監視作業の際に占める位置、例えば着座する位置であっても良い。

[0099] 実施の形態2でも実施の形態1と同様の効果が得られる。それに加え、実施の形態2では、目標距離が短くなるにつれ音量を大きくすることで音像までの距離が知覚しやすくなるという効果が得られる。

[0100] 実施の形態3.

実施の形態2では、音量を制御することで音像に距離感を与えるが、代わりにリバーブ効果で距離間を与えることもできる。

図9は実施の形態3の音声信号処理装置12cを示したものである。

図示の音声信号処理装置 1 2 c は、図 7 の音声信号処理装置 1 2 b と概して同じである。但し、音量制御部 2 8 及び駆動信号生成部 2 6 b の代わりに、リバーブ効果制御部 2 9 及び駆動信号生成部 2 6 c が設けられている点で異なる。

[0101] 駆動信号生成部 2 6 c は、フィルタリング後音声信号 S_b に対してリバーブ処理を行なう機能をも有する。リバーブ処理は、音声信号に残響効果を与える処理である。リバーブ処理は、残響などのインパルス応答を時間軸、もしくは周波数軸上で畳み込むことで実現される。元の音声信号で表される原音と、リバーブ処理で畳み込まれた音とのバランスを調整することで残響感が調整される。一般には、リバーブ効果を強くするほど、音像が遠く感じられる。

[0102] リバーブ効果制御部 2 9 は、音像距離決定部 2 7 から出力された距離情報 G_r に基づいて、リバーブ効果の強さを決定する。距離情報 G_r で示される目標距離が長いほど、リバーブ効果がより強く、逆に該目標距離が短いほどリバーブ効果が弱くなるように決定される。

リバーブ効果制御部 2 9 は、決定したリバーブ効果の強さを示す情報（リバーブ制御情報） R_v を出力する。

[0103] 駆動信号生成部 2 6 c は、実施の形態 1 の駆動信号生成部 2 6 と同様に、パンニング比率制御部 2 5 から出力されたパンニング係数 w_1 、 w_2 、及びスピーカまでの距離に応じた調整係数 m_1 、 m_2 に基づく音量調整を行ない、さらにスピーカ L_1 、 L_2 までの距離に応じた遅延量の調整を行なう。

駆動信号生成部 2 6 c は、上記の音量調整に加えて、リバーブ効果制御部 2 9 から出力されたリバーブ制御情報 R_v に応じて、リバーブ処理を行なう。

[0104] 駆動信号生成部 2 6 c は、例えば図 1 0 に示すように、調整部 3 1 と、切替部 3 2 c と、リバーブ処理部 3 3 とを有する。

調整部 3 1 は、図 5 の調整部 3 1 と同様のものである。

[0105] リバーブ処理部 3 3 は、調整部 3 1 から出力された信号 S_{c1} 、 S_{c2} に

対してリバーブ処理を行ない、リバーブ処理後の信号 S d 1、S d 2 を出力する。リバーブ処理を行なうに当たり、リバーブ効果の強さは、リバーブ効果制御部 2 9 からのリバーブ制御情報 R v に応じて決められる。

信号 S c 1、S c 2 に与えられるリバーブ処理は互いに同じ内容のものであっても良く、異なっても良い。

[0106] 切替部 3 2 c は、図 5 の切替部 3 2 と同様のものであるが、調整部 3 1 の出力 S c 1、S c 2 ではなくリバーブ処理部 3 3 の出力 S d 1、S d 2 を、選択されたスピーカのための駆動信号として出力する。

[0107] なお図 1 0 ではリバーブ処理部 3 3 が調整部 3 1 の後段に設けられているが、リバーブ処理部 3 3 を調整部 3 1 の前段に設けても良い。前段に設ける場合には、フィルタリング後音声信号 S b に対してリバーブ処理を行ない、その後で調整部 3 1 で 2 つの信号が生成される。

[0108] 実施の形態 3 でも実施の形態 1 と同様の効果が得られる。それに加え、実施の形態 3 では、目標距離に応じてリバーブ効果の強さ変えることで、音像までの距離が知覚しやすくなるという効果が得られる。

[0109] 実施の形態 4

実施の形態 2 で説明した特徴と、実施の形態 3 で説明した特徴とを併せ持つ構成とすることもできる。

図 1 1 は実施の形態 4 の音声信号処理装置 1 2 d を示したものである。

図 1 1 に示される音声信号処理装置 1 2 d は、図 7 の音声信号処理装置 1 2 b と概して同じであるが、リバーブ効果制御部 2 9 が付加されており、駆動信号生成部 2 6 b の代わりに、駆動信号生成部 2 6 d が設けられていると見ることができる。

図 1 1 に示される音声信号処理装置 1 2 d は、図 9 の音声信号処理装置 1 2 c と概して同じであるが、音量制御部 2 8 が付加されており、駆動信号生成部 2 6 c の代わりに、駆動信号生成部 2 6 d が設けられていると見ることができる。

[0110] 駆動信号生成部 2 6 d は、実施の形態 2 の駆動信号生成部 2 6 b と同様に

、距離に応じた音量調整を行なうことができ、かつ実施の形態３の駆動信号生成部２６ｃと同様に距離に応じたリバーブ処理を行なうことができる。

[0111] 駆動信号生成部２６ｄは、例えば図１２に示すように、調整部３１ｂと、切替部３２ｃと、リバーブ処理部３３とを有する。

調整部３１ｂは、図８の調整部３１ｂと同様のものである。

リバーブ処理部３３は、図１０のリバーブ処理部３３と同様のものである。

切替部３２ｃは、図１０の切替部３２ｃと同様のものである。

[0112] 実施の形態３で述べたのと同様に、リバーブ処理部３３を調整部３１ｂの前段に設けても良い。

[0113] 実施の形態４でも実施の形態１と同様の効果が得られる。それに加え、実施の形態４では、実施の形態２と同様の効果及び実施の形態３と同様の効果が得られる。

[0114] 実施の形態１～４で説明した音声信号処理装置の一部又は全部は、処理回路で構成し得る。

例えば、音声信号処理装置の各部分の機能をそれぞれ別個の処理回路で実現しても良いし、複数の部分の機能を纏めて１つの処理回路で実現しても良い。

処理回路はハードウェアで構成されていても良く、ソフトウェアで、即ちプログラムされたコンピュータで構成されていても良い。

音声信号処理装置の各部分の機能のうち、一部をハードウェアで実現し、他の一部をソフトウェアで実現するようにしても良い。

[0115] 図１３は、音声信号処理装置の全ての機能を実現するコンピュータ９０を、外部記憶装置１１、ＤＡ変換回路１３、パワーアンプ回路１４、及びスピーカ群１５とともに示す。

図示の例ではコンピュータ９０は、プロセッサ９１及びメモリ９２を有する。

[0116] プロセッサ９１は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓ　ｉ

ng Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ又はDSP (Digital Signal Processor) 等を用いたものである。

[0117] メモリ92は、例えばRAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) 若しくはEEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 等の半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク、又は光磁気ディスク等を用いたものである。メモリ92の一部又は全部は、外部記憶装置11の一部によって構成されていても良い。

[0118] プロセッサ91及びメモリ92は、互いに一体化されたLSI (Large Scale Integration) で実現されていても良い。

[0119] プロセッサ91は、プログラムをメモリ92にロードし、メモリ92にロードされたプログラムを実行することにより、音声信号処理装置の機能を実現する。音声信号処理装置の機能には、入力音声信号に対するフィルタリング、及びフィルタリング後の信号に対する振幅パンニングが含まれる。

[0120] プログラムは、ネットワークを通じて提供されてもよく、また、記録媒体、例えば非一時的な記録媒体に記録されて提供されてもよい。即ち、プログラムは、例えば、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

図13のコンピュータは単一のプロセッサを含むが、2以上のプロセッサを含んでいても良い。

[0121] 図3の音声信号処理装置12が図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサ91による処理の手順を図14を参照して説明する。図14の処理は、予め定められた処理周期毎に開始される。

[0122] ステップST11で、プロセッサ91は、音像の目標方向Dpを決定する。ステップST11の処理は、図3の音像方向決定部22における処理に相当する。

[0123] ステップS T 1 2で、プロセッサ9 1は、ステップS T 1 1で決定された目標方向D pに基づいてフィルタ係数の組を生成する。ステップS T 1 2の処理は、図3のフィルタ係数生成部2 3における処理に相当する。

[0124] ステップS T 1 3で、プロセッサ9 1は、ステップS T 1 3で生成されたフィルタ係数の組を用いてフィルタリング処理を行なう。ステップS T 1 3の処理は、図3のフィルタリング処理部2 4における処理に相当する。

[0125] ステップS T 1 4で、プロセッサ9 1は、ステップS T 1 1で決定された目標方向D pに基づいて、パンニング比率を決定する。ステップS T 1 4の処理は、図3のパンニング比率制御部2 5における処理に相当する。

[0126] ステップS T 1 4の処理は、ステップS T 1 2及びS T 1 3の処理と並行して行うことができる。

[0127] ステップS T 1 3及びS T 1 4の処理の次に、プロセッサ9 1は、ステップS T 1 5の処理を行なう。

[0128] ステップS T 1 5では、ステップS T 1 3でフィルタリング処理を受けた信号に対して、ステップS T 1 4で決定されたパンニング比率を用いて振幅パンニングが行なわれる。

ステップS T 1 5ではさらに、ステップS T 1 1で決定された目標方向D pに基づいて、スピーカの選択及び選択されたスピーカに対する駆動信号の生成が行われる。

ステップS T 1 5の処理は、図3の駆動信号生成部2 6における処理に相当する。

[0129] 図7の音声信号処理装置1 2 bが図1 3のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサ9 1による処理の手順を図1 5を参照して説明する。図1 5の処理は、予め定められた処理周期毎に開始される。

[0130] 図1 5に示される処理の手順は、図1 4に示される処理の手順と概して同じである。

但し、ステップS T 2 1及びS T 2 2が付加され、ステップS T 1 5がステップS T 1 5 bに置き換わっている。

ステップST21で、プロセッサ91は、音像までの目標距離を決定する。ステップST21の処理は、図7の音像距離決定部27における処理に相当する。

[0131] ステップST22で、プロセッサ91は、ステップST21で決定された目標距離に基づいて、音量調整係数 K_r を算出する。ステップST22の処理は、図7の音量制御部28における処理に相当する。

[0132] ステップST21及びST22の処理は、ステップST11～ST14の処理と並行して行い得る。ステップST13、ST14、及びST22の次にプロセッサ91は、ステップST15bの処理を行なう。

[0133] ステップST15bでは、ステップST13でフィルタリング処理を受けた信号に対して、ステップST14で決定されたパンニング比率を用いて振幅パンニングが行なわれる。

ステップST15bではさらに、ステップST11で決定された目標方向 D_p 及びステップST22で算出された音量調整係数 K_r に基づいて、スピーカを選択及び選択されたスピーカに対する駆動信号の生成が行われる。

ステップST15bの処理は、図7の駆動信号生成部26bの処理に相当する。

[0134] 図9の音声信号処理装置12cが図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサ91による処理の手順を図16を参照して説明する。図16の処理は、予め定められた処理周期毎に開始される。

[0135] 図16に示される処理の手順は、図15に示される処理の手順と概して同じである。

但し、ステップST21及びST22が付加され、ステップST15がステップST15cに置き換わり、ステップST22がステップST31に置き換わっている。

[0136] ステップST31で、プロセッサ91は、ステップST21で決定された目標距離に基づいてリバーブ効果の強さを決定する。ステップST31の処理は、図9のリバーブ効果制御部29における処理に相当する。

[0137] ステップST21及びST31の処理は、ステップST11～ST14の処理と並行して行い得る。ステップST13、ST14、及びST31の次にプロセッサ91は、ステップST15cの処理を行なう。

[0138] ステップST15cでは、ステップST13でフィルタリング処理を受けた信号に対して、ステップST14で決定されたパンニング比率を用いて振幅パンニングが行なわれる。

ステップST15cではさらに、ステップST11で決定された目標方向Dp及びステップST31で決定されたリバーブ効果の強さに基づいて、スピーカの選択及び選択されたスピーカに対する駆動信号の生成が行われる。

ステップST15cの処理は、図9の駆動信号生成部26cの処理に相当する。

[0139] 図11の音声信号処理装置12dが図13のコンピュータで構成されている場合の、プロセッサ91による処理の手順を図17を参照して説明する。図17の処理は、予め定められた処理周期毎に開始される。

[0140] 図17に示される処理の手順は、図15に示される処理の手順と概して同じであり、ステップST31が付加され、さらに、ステップST15bがステップST15dに置き換わっている点で異なると見ることもでき、図16に示される処理の手順と概して同じであり、ステップST22が付加され、さらに、ステップST15cがステップST15dに置き換わっているとも見ることができる。

[0141] ステップST22は、図15のステップST22と同じである。

ステップST31は、図16のステップST31と同じである。

ステップST22処理とステップST31の処理とは並行して行い得る。

ステップST13、ST14、ST22、及びST31の次にプロセッサ91は、ステップST15dの処理を行なう。

[0142] ステップST15dでは、ステップST13でフィルタリング処理を受けた信号に対して、ステップST14で決定されたパンニング比率を用いて振幅パンニングが行なわれる。

ステップST15dではさらに、ステップST11で決定された目標方向D_p、ステップST22で算出された音量調整係数K_r、及びステップST31で決定されたリバーブ効果の強さに基づいて、スピーカの選択及び選択されたスピーカに対する駆動信号の生成が行われる。

ステップST15dの処理は、図11の駆動信号生成部26dの処理に相当する。

[0143] 上記の実施の形態には種々の変形が可能である。例えば、実施の形態1について記載した変形は実施の形態2～4にも適用可能である。

[0144] 以上、音声信号処理装置について説明した。上記の音声信号処理装置で音声信号処理方法を実施することが可能である。そのような音声信号処理方法も、上記した処理回路で実施することが可能である。

符号の説明

[0145] 11 外部記憶装置、 12, 12b, 12c, 12d 音声信号処理装置、 13 DA変換回路、 14 パワーアンプ回路、 15 スピーカ群、 21 フィルタ係数記憶部、 22 音像方向決定部、 23 フィルタ係数生成部、 24 フィルタリング処理部、 25 パンニング比率制御部、 26, 26b, 26c, 26d 駆動信号生成部、 27 音像距離決定部、 28 音量制御部、 29 リバーブ効果制御部、 31, 31b 調整部、 32, 32c 切替部、 33 リバーブ処理部、 90 コンピュータ、 91 プロセッサ、 92 メモリ。

請求の範囲

[請求項1] 受聴位置に対して音像を提示すべき方向を目標方向として決定する
音像方向決定部と、

前記目標方向に応じてフィルタ係数の組を生成するフィルタ係数生成部と、

入力音声信号に対し、生成されたフィルタ係数の組を用いてフィルタリング処理を行なうフィルタリング処理部と、

前記目標方向に応じてパンニング比率を決定するパンニング比率制御部と、

前記フィルタリング処理部でフィルタリング処理された音声信号に対し、前記パンニング比率制御部で決定されたパンニング比率を用いて振幅パンニングを行なうことで、一対のスピーカのための駆動信号を生成する駆動信号生成部とを有し、

前記フィルタ係数の組は、

上限周波数以下の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域、及び

下限周波数以上の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域

の少なくとも一方の周波数成分が、相対的に大きくなるようにフィルタリングを行なうものである

音声信号処理装置。

[請求項2] 前記フィルタ係数の組は、

前記上限周波数以下の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域、及び

前記下限周波数以上の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域の少なくとも一方の周波数成分を強調するフィルタリングを行なうためのものである

請求項1に記載の音声信号処理装置。

[請求項3]

前記フィルタ係数の組は、前記入力音声信号のうち、

前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのITDの差が比較的大きい帯域、及び

前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的大きい帯域の

少なくとも一方の周波数成分を減衰させるフィルタリングを行なうためのものである

請求項1又は2に記載の音声信号処理装置。

[請求項4]

前記フィルタ係数生成部は、複数の指定された方向について、それぞれ予め用意された複数のフィルタ係数の組に基づいて、前記フィルタ係数の組の生成を行なう

請求項1から3のいずれか1項に記載の音声信号処理装置。

[請求項5]

前記フィルタ係数生成部は、前記複数のフィルタ係数の組のうち、1又は2以上の前記指定された方向についてのフィルタ係数の組を用いた補間を行なうことで、前記フィルタ係数の組の生成を行なう請求項4に記載の音声信号処理装置。

[請求項6]

前記複数の指定された方向について、それぞれ予め用意された複数のフィルタ係数の組の各々は、

前記上限周波数以下の周波数範囲内において、当該指定された方向に実音源が配置された場合と、前記振幅パンニングにより当該指定さ

れた方向に音像が定位された場合との I T D の差が比較的小さい帯域、及び

前記下限周波数以上の周波数範囲内において、当該指定された方向に実音源が配置された場合と、前記振幅パンニングにより当該指定された方向に音像が定位された場合との I L D の差が比較的小さい帯域の少なくとも一方の周波数成分が、相対的に大きくなるようにフィルタリングを行なうものである

請求項 5 に記載の音声信号処理装置。

[請求項 7] 前記複数の指定された方向について、それぞれ予め用意された複数のフィルタ係数の組の各々は、

前記上限周波数以下の周波数範囲内において、当該指定された方向に実音源が配置された場合と、前記振幅パンニングにより当該指定された方向に音像が定位された場合との I T D の差が比較的小さい帯域、及び

前記下限周波数以上の周波数範囲内において、当該指定された方向に実音源が配置された場合と、前記振幅パンニングにより当該指定された方向に音像が定位された場合との I L D の差が比較的小さい帯域の少なくとも一方の周波数成分を強調するフィルタリングを行なうためのものである

請求項 6 に記載の音声信号処理装置。

[請求項 8] 前記複数の指定された方向について、それぞれ予め用意された複数のフィルタ係数の組の各々は、

当該指定された方向に実音源が配置された場合と、前記振幅パンニングにより当該指定された方向に音像が定位された場合との I T D の差が比較的大きい帯域、及び

当該指定された方向に実音源が配置された場合と、前記振幅パンニングにより当該指定された方向に音像が定位された場合との I L D の差が比較的大きい帯域

の少なくとも一方の周波数成分を減衰させるフィルタリングを行なうためのものである

請求項 6 又は 7 に記載の音声信号処理装置。

[請求項 9] 前記上限周波数及び前記下限周波数がともに 1500 Hz である
請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の音声信号処理装置。

[請求項 10] 前記音像方向決定部は、前記目標方向を、注意を喚起しようとする対象物の方向に一致するように定める

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の音声信号処理装置。

[請求項 11] 前記音像までの距離を目標距離として決定する音像距離決定部をさらに有し、

前記駆動信号生成部は、前記目標距離にも基づいて前記駆動信号を生成する

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の音声信号処理装置。

[請求項 12] 前記駆動信号生成部は、前記距離が大きいほど、前記駆動信号で表される音量を小さくする

請求項 11 に記載の音声信号処理装置。

[請求項 13] 前記駆動信号生成部は、前記フィルタリング処理された音声信号に対して、前記距離が大きい程より強いリバーブ効果を付与する

請求項 11 又は 12 に記載の音声信号処理装置。

[請求項 14] 前記駆動信号生成部は、3 つ以上のスピーカのうちの、前記目標方向の一方の側で最も近い方向に位置する第 1 のスピーカと、前記目標方向の他方の側で最も近い方向に位置する第 2 のスピーカとを選択し、

選択された第 1 及び第 2 のスピーカを前記一対のスピーカとして用いる

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の音声信号処理装置。

[請求項 15] 受聴位置に対して音像を提示すべき方向を目標方向として決定し、前記目標方向に応じてフィルタ係数の組を生成し、

入力音声信号に対し、生成されたフィルタ係数の組を用いてフィルタリング処理を行ない、

前記目標方向に応じてパンニング比率を決定し、

前記フィルタリング処理された音声信号に対し、前記パンニング比率を用いて振幅パンニングを行なうことで、一对のスピーカのための駆動信号を生成し、

前記フィルタ係数の組は、

上限周波数以下の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域、及び

下限周波数以上の周波数範囲内において、前記目標方向に実音源が配置されたと仮定した場合と、前記振幅パンニングにより前記目標方向に音像が定位された場合とのILDの差が比較的小さい帯域

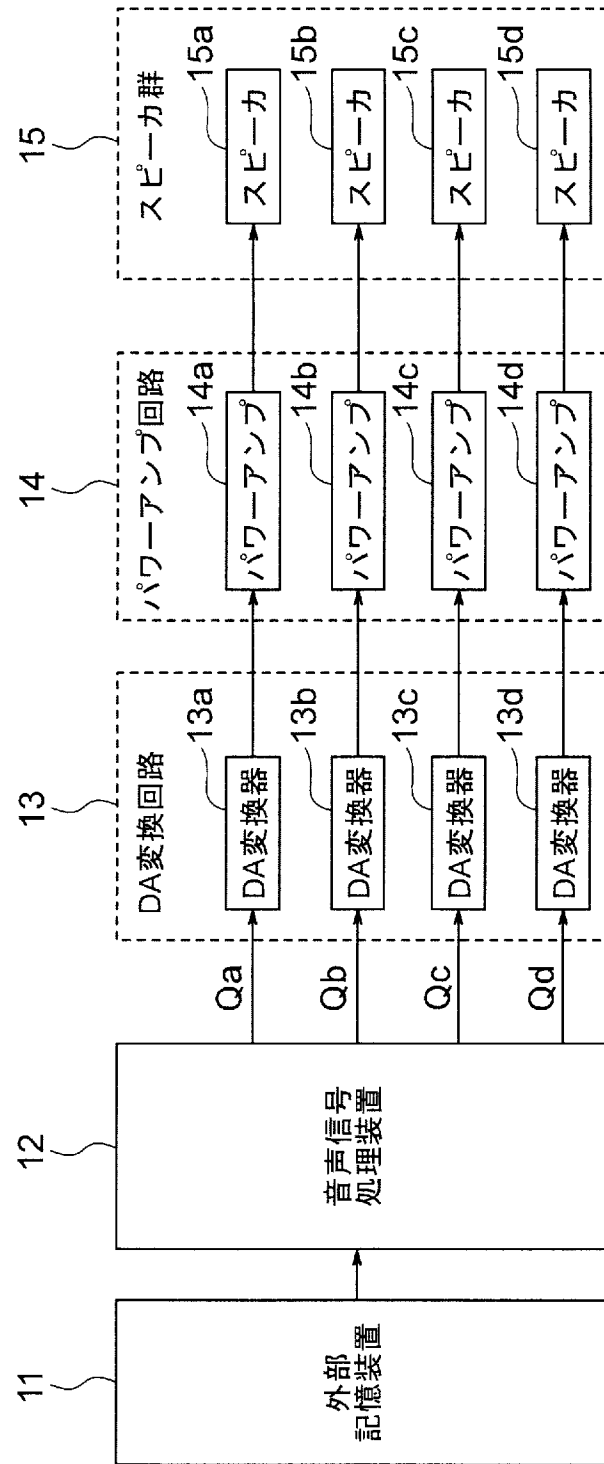
の少なくとも一方の周波数成分が、相対的に大きくなるようにフィルタリングを行なうものである

音声信号処理方法。

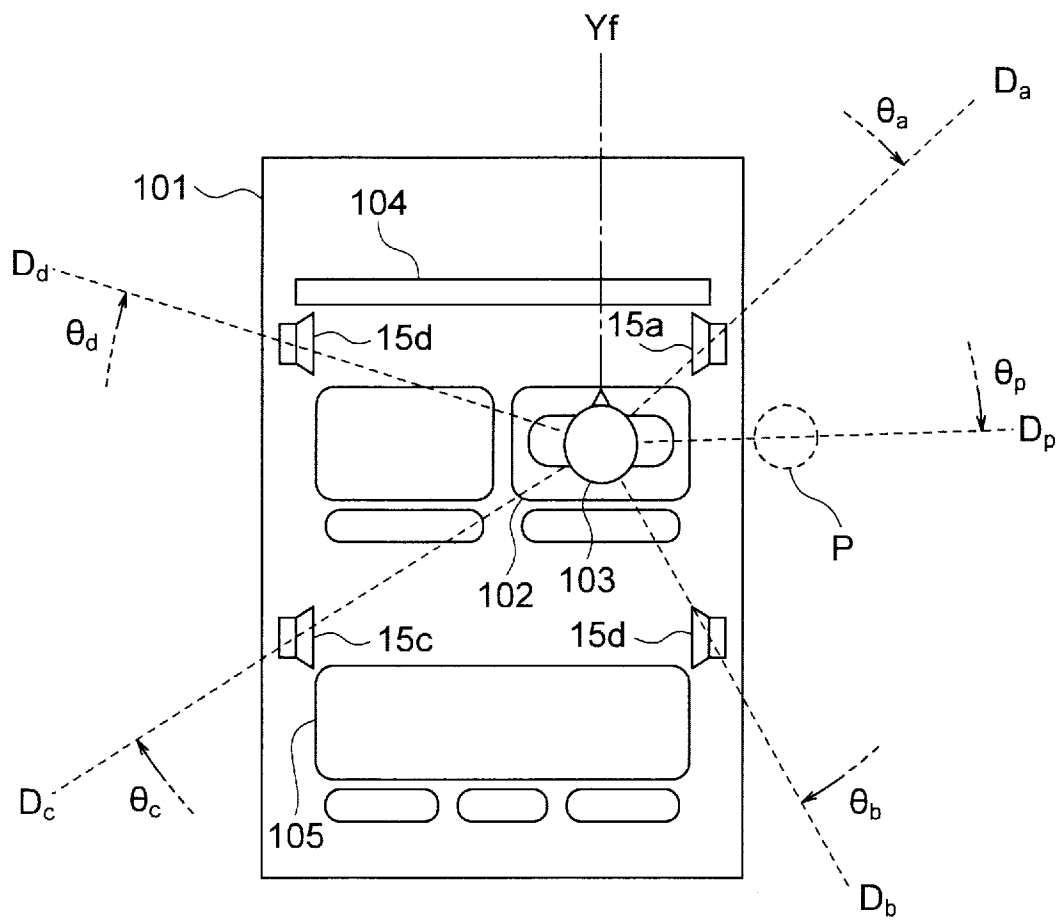
[請求項16] 請求項15に記載の音声信号処理方法における処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項17] 請求項16に記載のプログラムを記録した、コンピュータで読取可能な記録媒体。

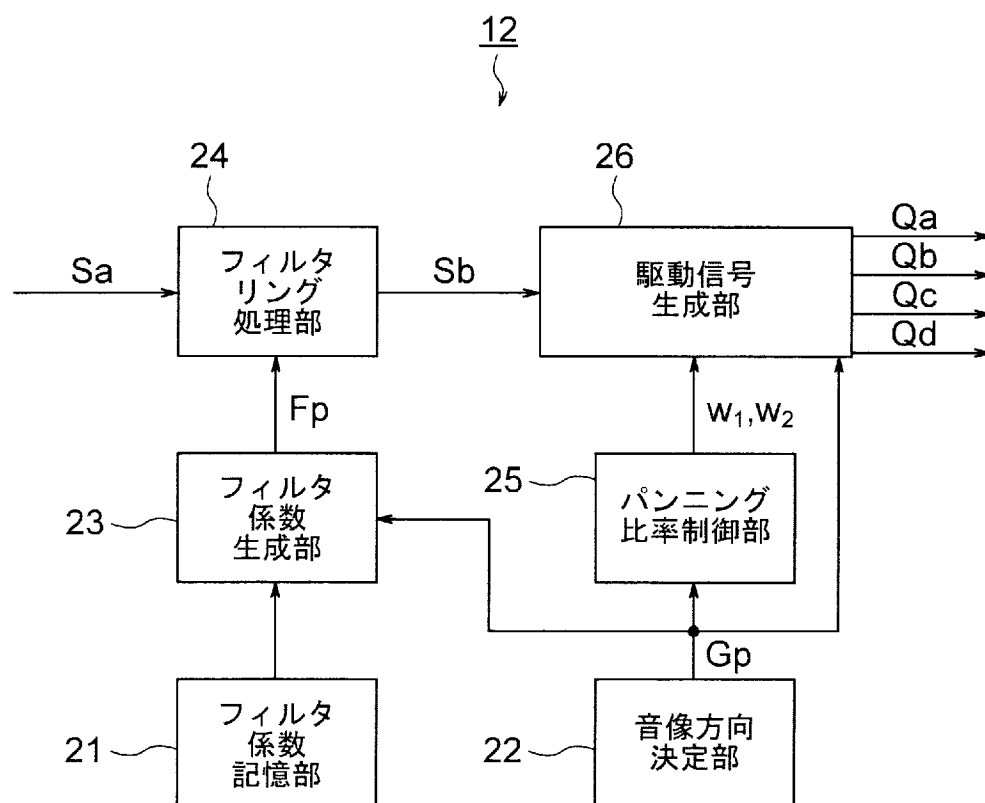
[図1]



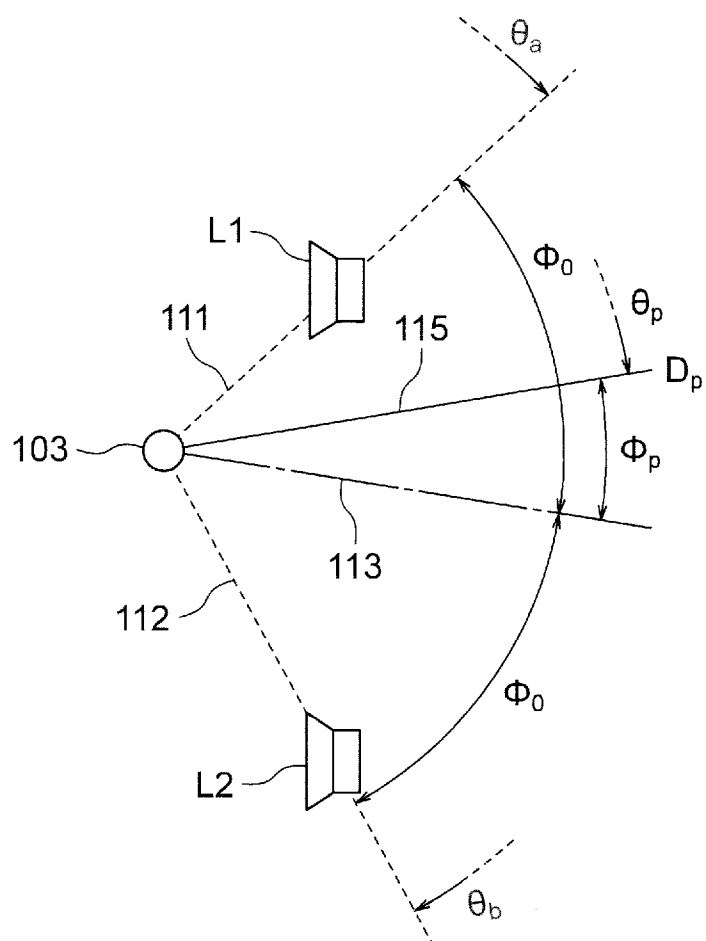
[図2]



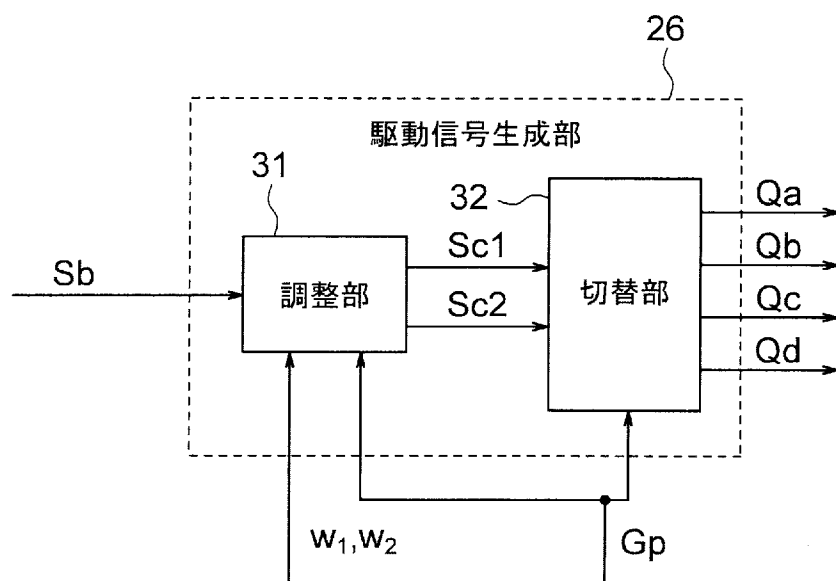
[図3]



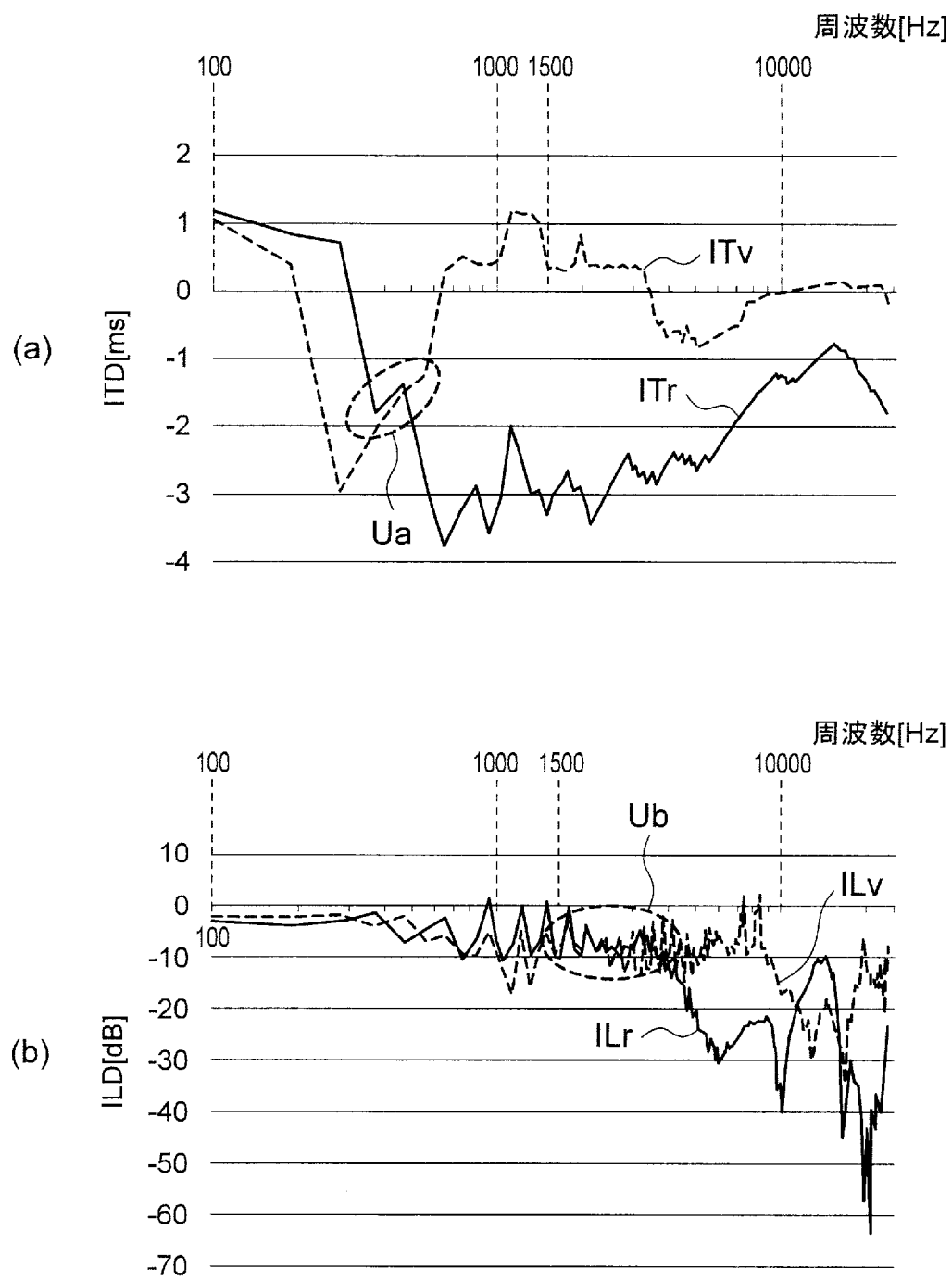
[図4]



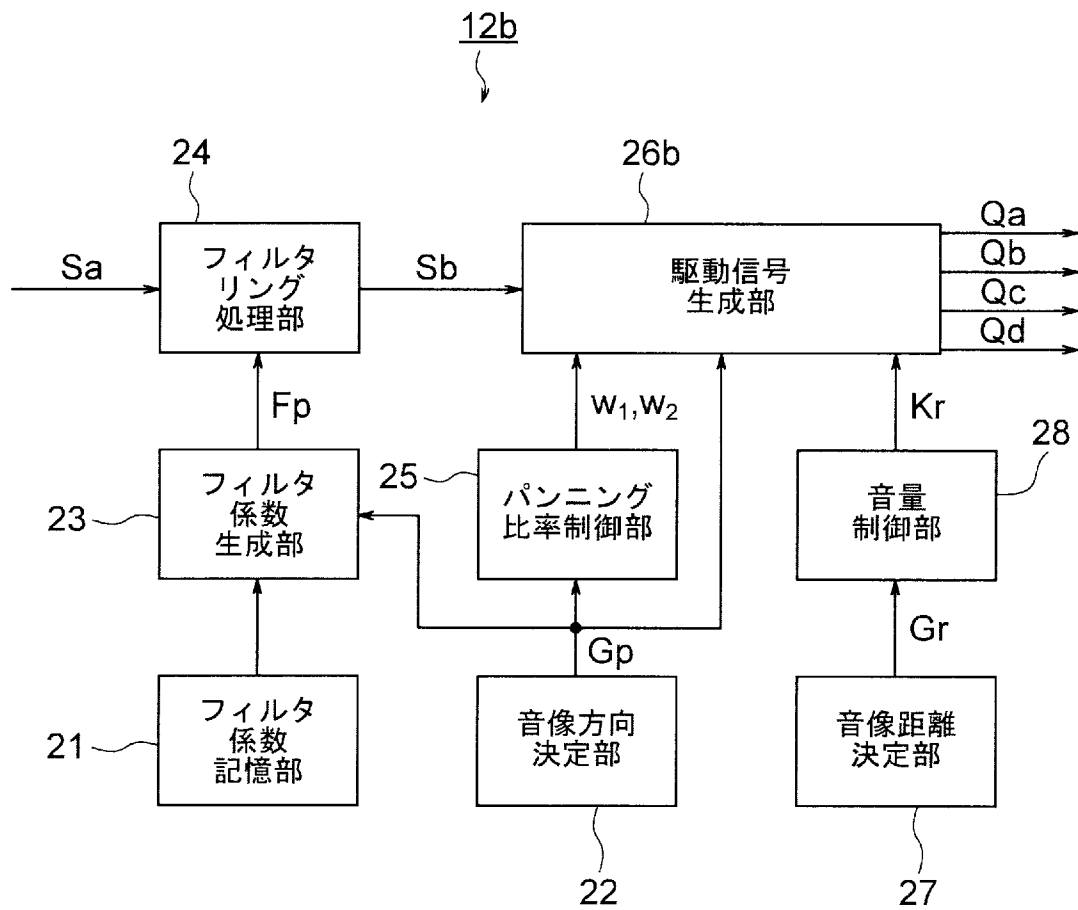
[図5]



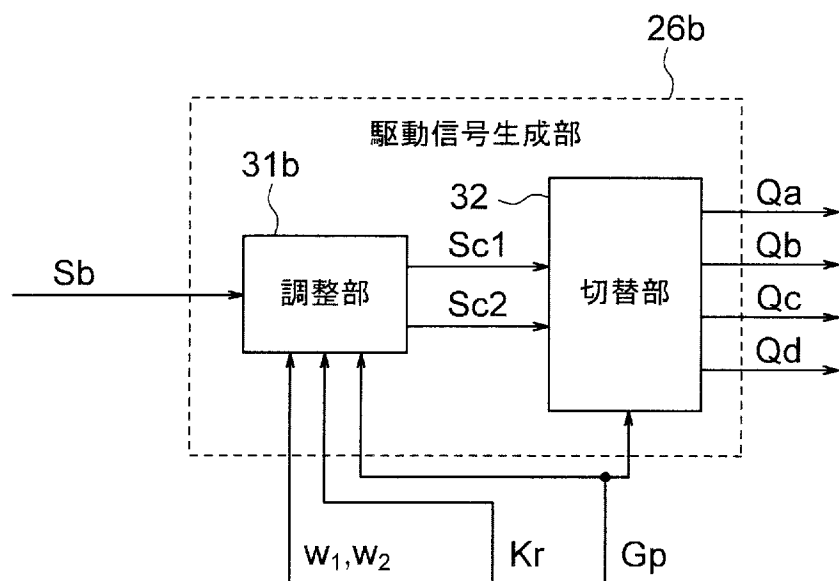
[図6]



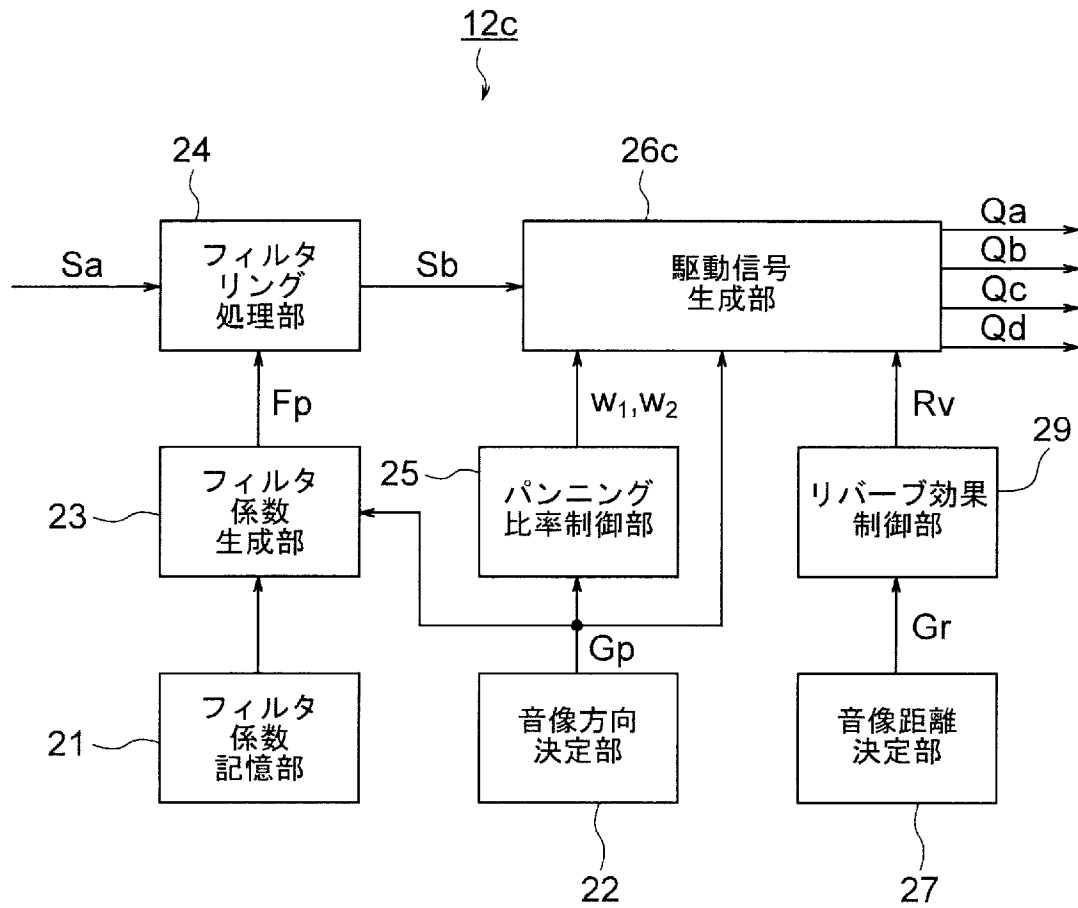
[図7]



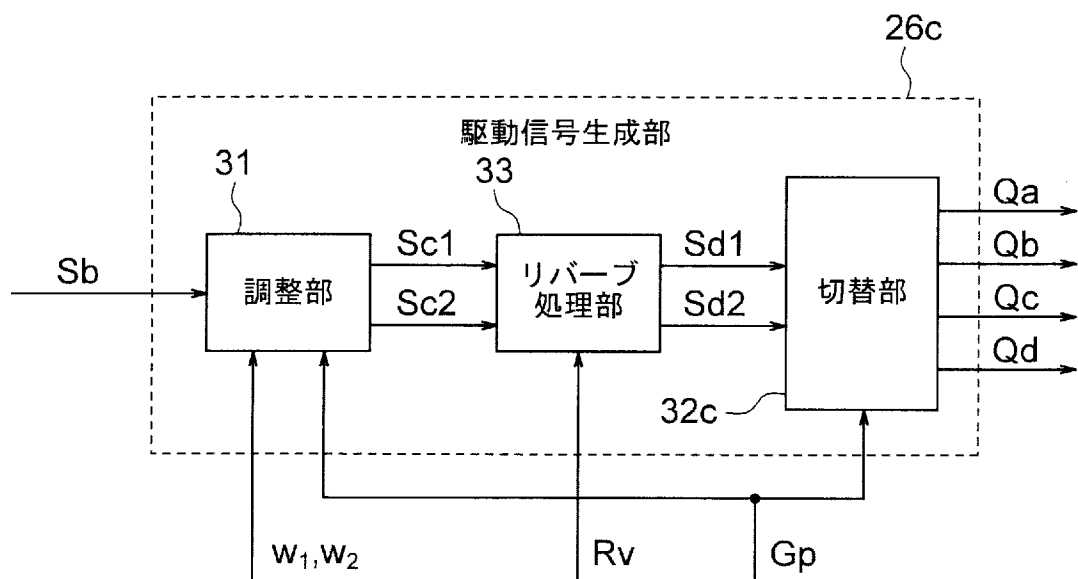
[図8]



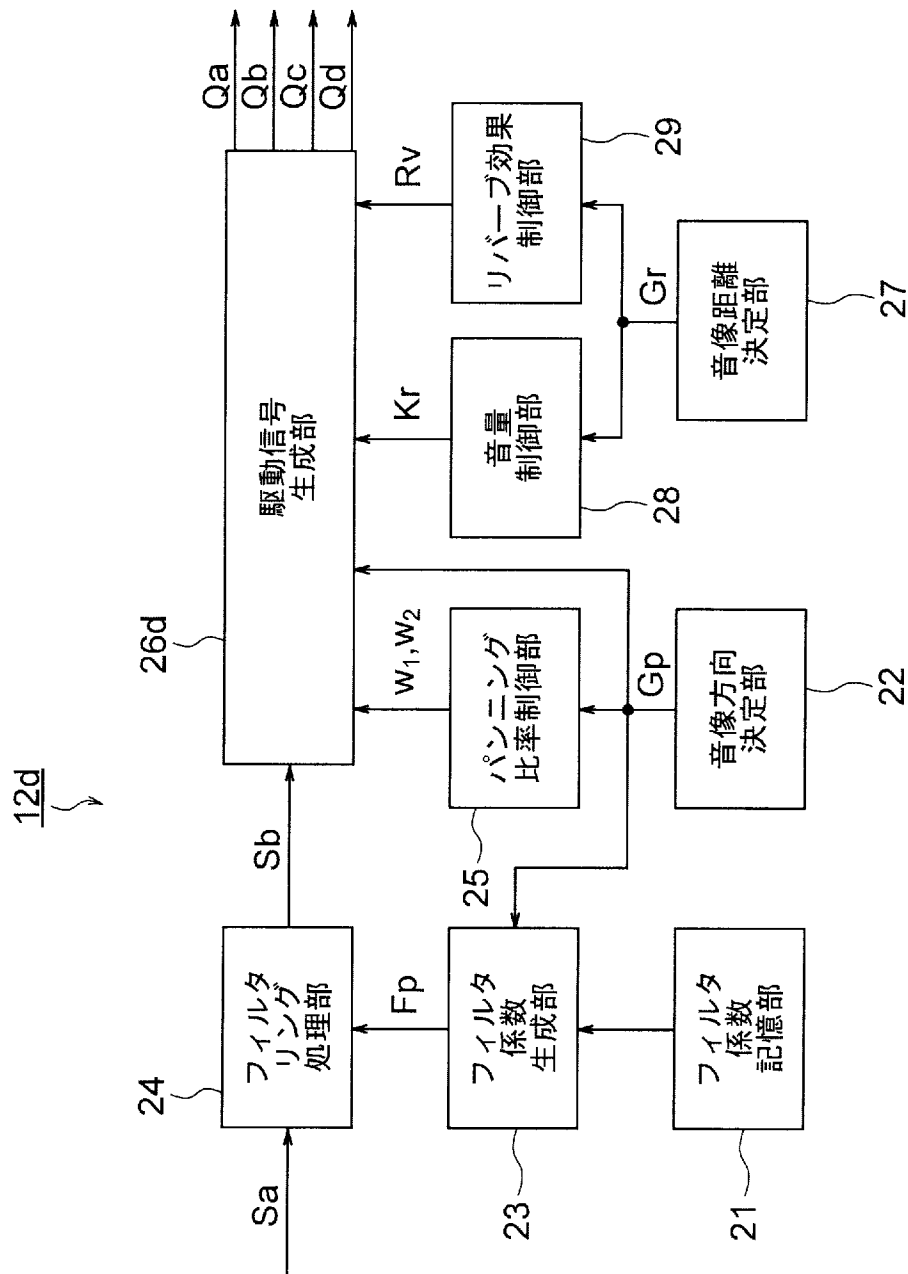
[図9]



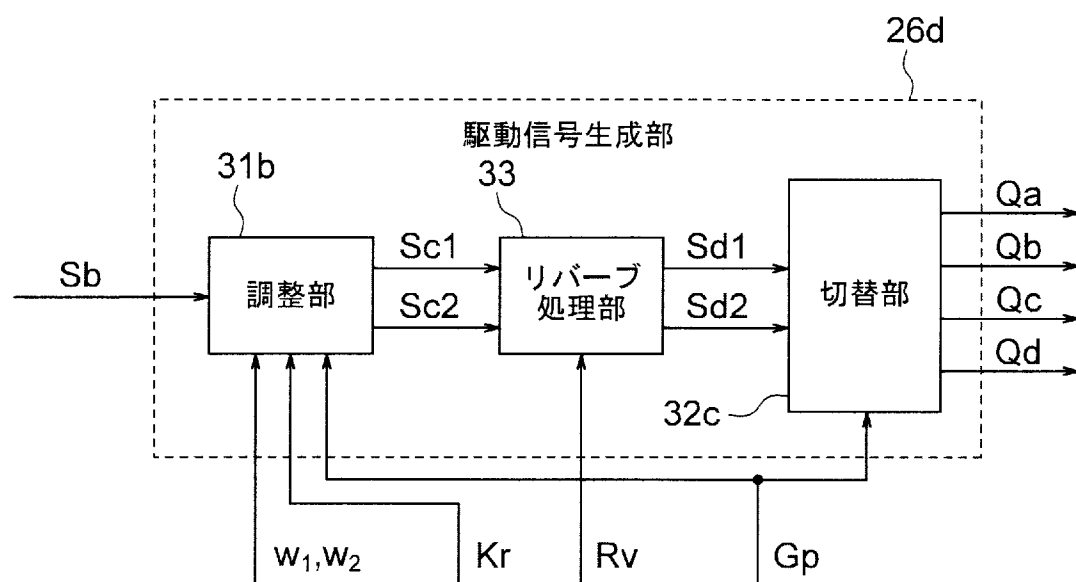
[図10]



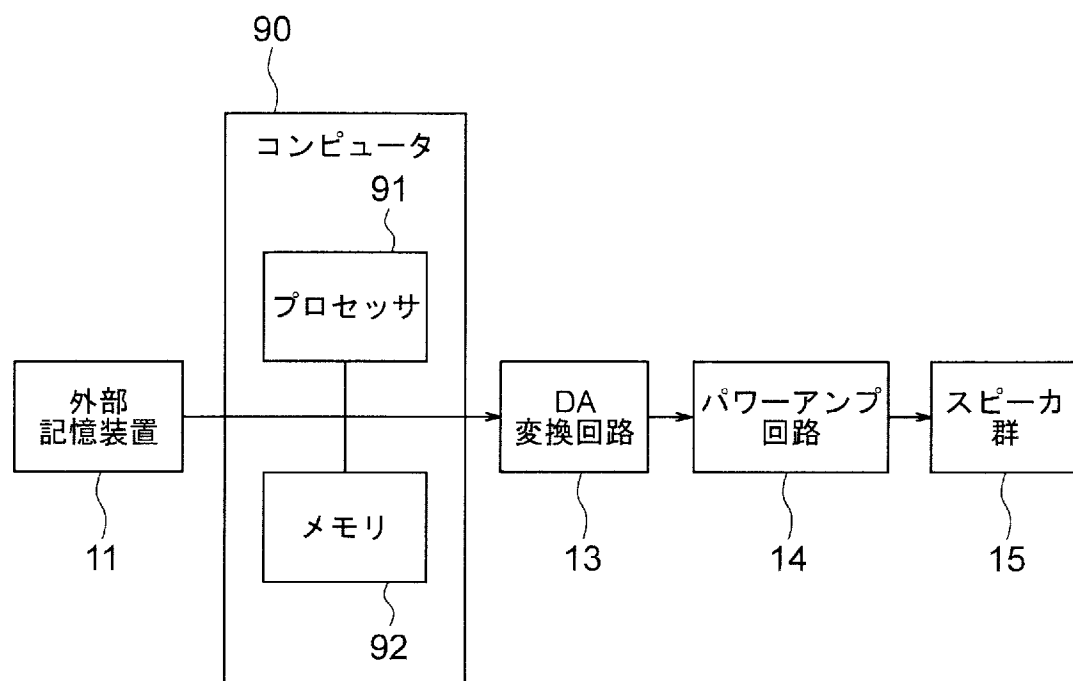
[図11]



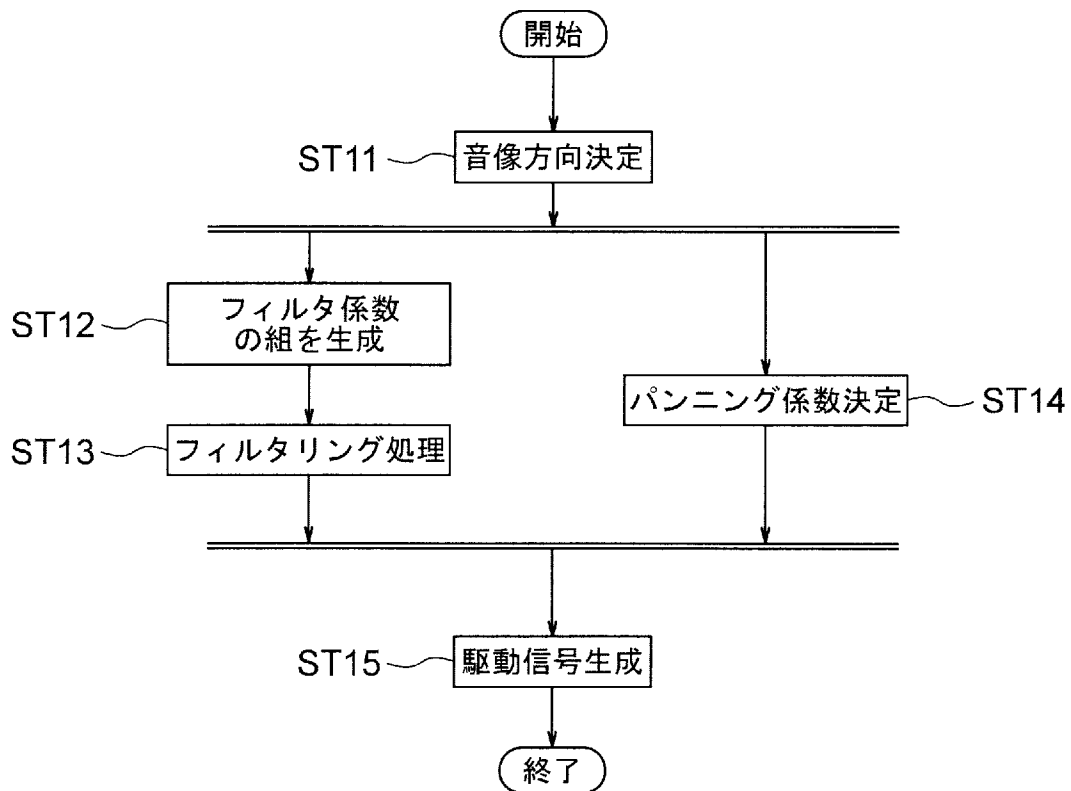
[図12]



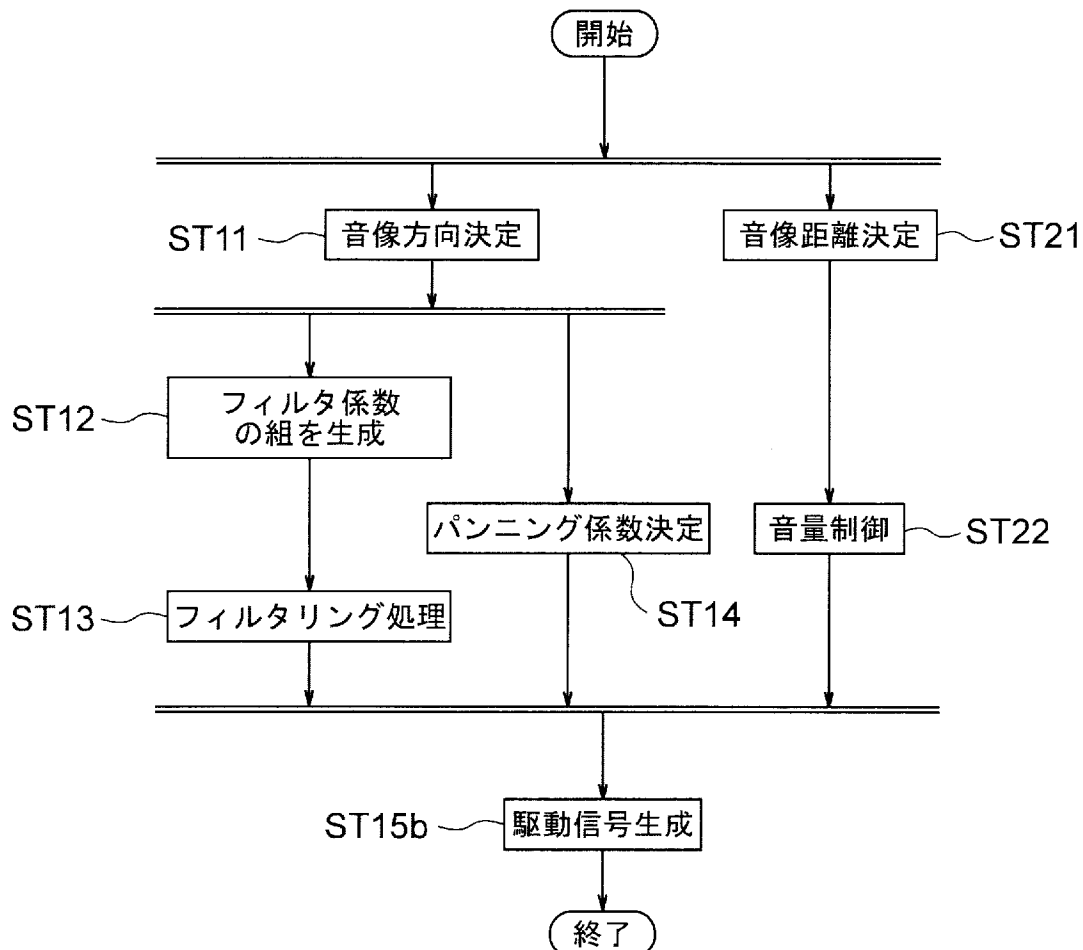
[図13]



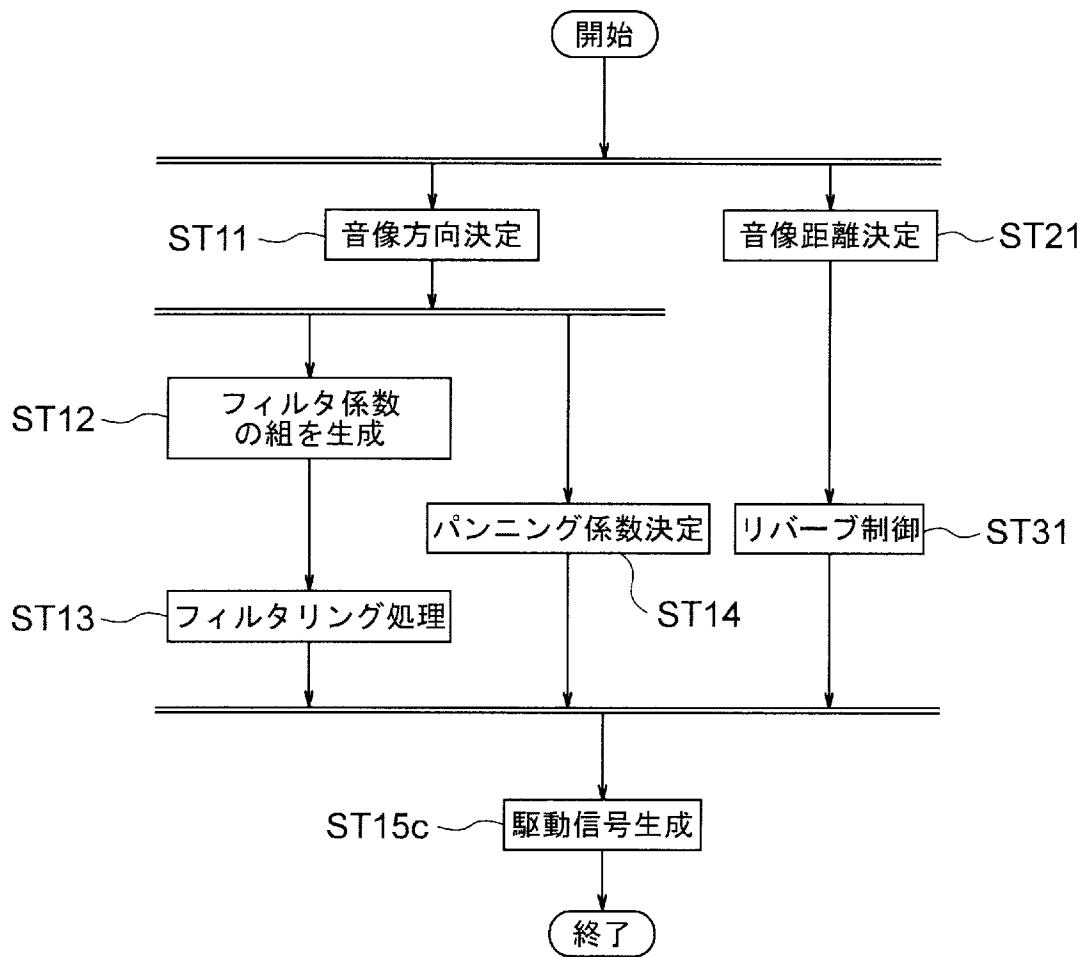
[図14]



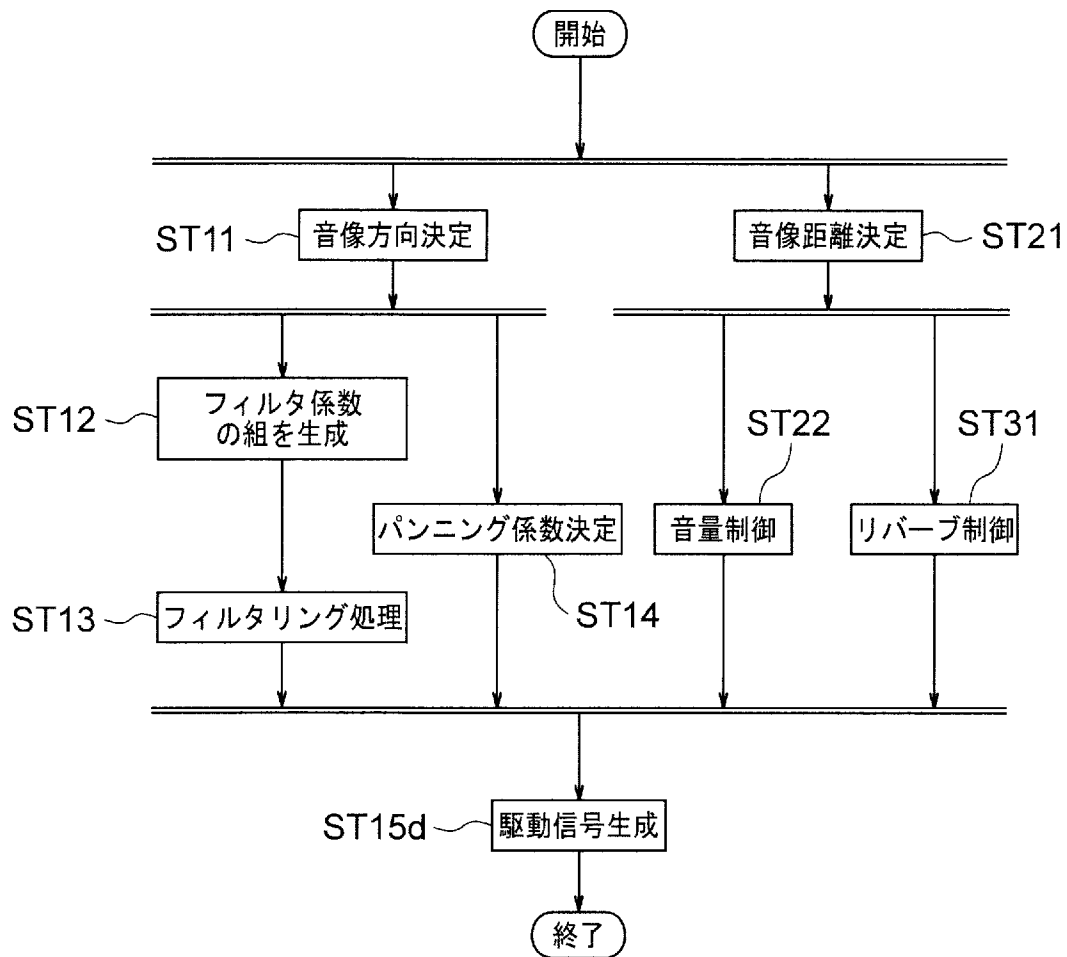
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/015961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04R3/00 (2006.01) i

FI: H04R3/00 310

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. H04R3/00

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2017-513382 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 25 May 2017, paragraphs [0052]-[0057], fig. 2	1-17
A	JP 2004-187300 A (BOSE CORP.) 02 July 2004, entire text, all drawings	1-17
A	JP 2017-46322 A (CANON INC.) 02 March 2017, entire text, all drawings	1-17

☐ 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
19.08.2020

Date of mailing of the international search report
01.09.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/015961

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-513382 A	25.05.2017	JP 2019-33506 A US 2018/0184227 A1 paragraphs [0066]- [0071], fig. 2 WO 2015/147532 A2 WO 2015/147533 A2 WO 2015/147530 A1 EP 3125240 A1 CA 2943670 A1 AU 2015234454 A KR 10-2016-0141765 A CN 106463124 A MX 2016012543 A RU 2643630 C AU 2018200684 A RU 2018101706 A	
JP 2004-187300 A	02.07.2004	JP 2004-194315 A US 2004/0105550 A1 entire text, all drawings US 2004/0196982 A1 US 2004/0105559 A1 US 2010/0119081 A1 US 2012/0224729 A1 EP 1427253 A2 EP 1427254 A2 CN 1509118 A CN 1518395 A AT 510420 T	
JP 2017-46322 A	02.03.2017	US 2017/0064444 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04R 3/00(2006.01)i FI: H04R3/00 310		
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）） H04R3/00		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2017-513382 A（サムスン エレクトロニクス カンパニー）25.05.2017（2017-05-25） 段落 [0052] - [0057]，図2	1-17
A	JP 2004-187300 A（ボーズ・コーポレーション）02.07.2004（2004-07-02） 全文，全図	1-17
A	JP 2017-46322 A（キヤノン株式会社）02.03.2017（2017-03-02） 全文，全図	1-17
☐ 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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 19.08.2020		国際調査報告の発送日 01.09.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 上田 雄 5Z 5095 電話番号 03-3581-1101 内線 3591

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/015961

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-513382	A	25.05.2017	JP	2019-33506	A	
				US	2018/0184227	A1	
				段落 [0 0 6 6] - [0 0 7 1] , 図 2			
				WO	2015/147532	A2	
				WO	2015/147533	A2	
				WO	2015/147530	A1	
				EP	3125240	A1	
				CA	2943670	A1	
				AU	2015234454	A	
				KR	10-2016-0141765	A	
				CN	106463124	A	
				MX	2016012543	A	
				RU	2643630	C	
				AU	2018200684	A	
				RU	2018101706	A	
JP	2004-187300	A	02.07.2004	JP	2004-194315	A	
				US	2004/0105550	A1	
				全文, 全図			
				US	2004/0196982	A1	
				US	2004/0105559	A1	
				US	2010/0119081	A1	
				US	2012/0224729	A1	
				EP	1427253	A2	
				EP	1427254	A2	
				CN	1509118	A	
				CN	1518395	A	
				AT	510420	T	
JP	2017-46322	A	02.03.2017	US	2017/0064444	A1	
				全文, 全図			