

(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9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/181976 A1

(51) 国際特許分類:
G10L 19/00 (2013.01) G10L 19/008 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/004641

(22) 国際出願日: 2021年2月8日(08.02.2021)

(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:
PCT/JP2020/010080 2020年3月9日(09.03.2020) JP
PCT/JP2020/010081 2020年3月9日(09.03.2020) JP
PCT/JP2020/041216 2020年11月4日(04.11.2020) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE

CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 杉浦 亮介 (SUGIURA, Ryosuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 守谷 健弘 (MORIYA, Takehiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 鎌本 優 (KAMAMOTO, Yutaka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中尾 直樹, 外 (NAKAO, Naoki et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目1番22号 新宿NSビル6階 Tokyo (JP).

(54) Title: SOUND SIGNAL DOWN-MIXING METHOD, SOUND SIGNAL ENCODING METHOD, SOUND SIGNAL DOWN-MIXING DEVICE, SOUND SIGNAL ENCODING DEVICE, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 音信号ダウンミックス方法、音信号符号化方法、音信号ダウンミックス装置、音信号符号化装置、プログラム及び記録媒体

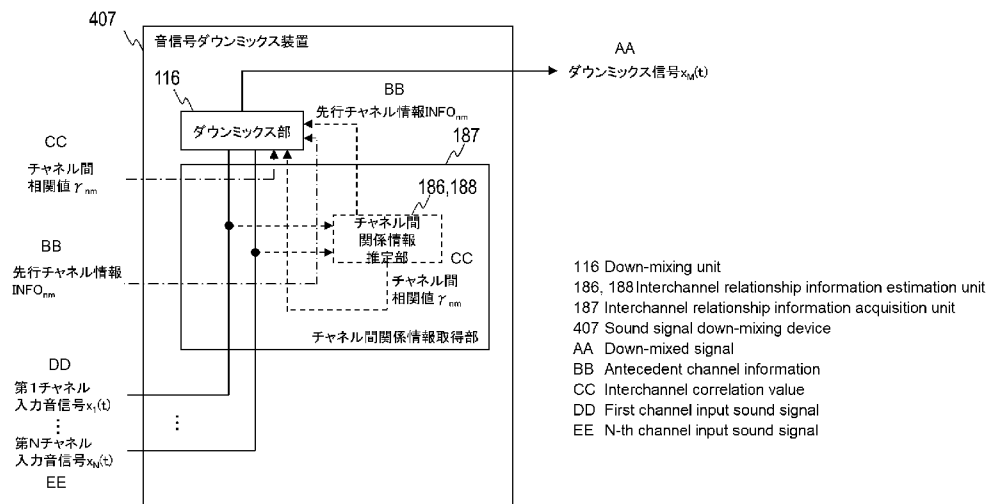


図7

(57) Abstract: This sound signal down-mixing method includes: an interchannel relationship information acquisition step for acquiring an interchannel correlation value and an interchannel time difference through approximation; and a down-mixing step for acquiring a down-mixed signal on the basis of the acquired information. In the interchannel relation-

(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, IT, 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))

ship information acquisition step, multichannel signals are sorted such that signals of adjacent channels are made closer, an interchannel correlation value and an interchannel time difference are obtained only between adjacent channels after the sorting, interchannel correlation values between non-adjacent channels are acquired by obtaining values in a monotone nondecreasing relationship with interchannel correlation between adjacent channels, and interchannel time differences between non-adjacent channels are acquired by addition of interchannel time differences between adjacent channels.

(57) 要約: 音信号ダウンミックス方法は、チャンネル間相関値とチャンネル間時間差を近似により得るチャンネル間関係情報取得ステップと、これらの得られた情報に基づいてダウンミックス信号を得るダウンミックスステップと、を有する。チャンネル間関係情報取得ステップでは、マルチチャンネルの信号を隣接するチャンネルの信号が近くなるように並び替えて、並び替え後の隣接するチャンネル間のみでチャンネル間相関値とチャンネル間時間差を求めて、隣接しないチャンネル間のチャンネル間相関値は隣接するチャンネル間のチャンネル間相関と単調非減少の関係にある値を求めることで得て、隣接しないチャンネル間のチャンネル間時間差は隣接するチャンネル間のチャンネル間時間差の加算により得る。

明 細 書

発明の名称：

音信号ダウンミックス方法、音信号符号化方法、音信号ダウンミックス装置、音信号符号化装置、プログラム及び記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、音信号をモノラルで符号化したり、モノラル符号化とステレオ符号化を併用して音信号を符号化したり、音信号をモノラルで信号処理したり、ステレオの音信号にモノラルの音信号を用いた信号処理をしたりするために、複数チャネルの音信号からモノラルの音信号を得る技術に関する。

背景技術

[0002] 2チャネルの音信号からモノラルの音信号を得て、2チャネルの音信号とモノラルの音信号をエンベデッド符号化／復号する技術として、特許文献1の技術がある。特許文献1には、入力された左チャネルの音信号と入力された右チャネルの音信号を対応するサンプルごとに平均することでモノラル信号を得て、モノラル信号を符号化（モノラル符号化）してモノラル符号を得て、モノラル符号を復号（モノラル復号）してモノラル局部復号信号を得て、左チャネルと右チャネルのそれぞれについて、入力された音信号と、モノラル局部復号信号から得た予測信号と、の差分（予測残差信号）を符号化する技術が開示されている。特許文献1の技術では、それぞれのチャネルについて、モノラル局部復号信号に遅延を与えて振幅比を与えた信号を予測信号として、入力された音信号と予測信号の誤差が最小となる遅延と振幅比を有する予測信号を選択するか、または、入力された音信号とモノラル局部復号信号との間の相互相関を最大にする遅延差と振幅比を有する予測信号を用いて、入力された音信号から予測信号を減算して予測残差信号を得て、予測残差信号を符号化／復号の対象とすることで、各チャネルの復号音信号の音質劣化を抑えている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2006/070751号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の技術では、予測信号を得る際にモノラル局部復号信号に与える遅延と振幅比を最適化することで、各チャンネルの符号化効率を高めることができる。しかし、特許文献1の技術では、モノラル局部復号信号は左チャンネルの音信号と右チャンネルの音信号を平均して得たモノラル信号を符号化・復号して得たものである。すなわち、特許文献1の技術には、複数チャンネルの音信号から符号化処理などの信号処理に有用なモノラル信号を得る工夫がされていないという課題がある。

本発明では、複数チャンネルの音信号から符号化処理などの信号処理に有用なモノラル信号を得る技術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

[0005] 本発明の一態様は、 N 個（ N は3以上の整数）のチャンネルの入力音信号からモノラルの音信号であるダウンミックス信号を得る音信号ダウンミックス方法であって、 N 個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せのそれぞれについての、2個のチャンネルの入力音信号間の相関の大きさを表す値であるチャンネル間相関値と、2個のチャンネルの入力音信号のどちらが先行しているかを表す情報である先行チャンネル情報と、を得るチャンネル間関係情報取得ステップと、チャンネル間相関値と先行チャンネル情報とに基づき、各チャンネルの入力音信号に、当該チャンネルより先行している各チャンネルの入力音信号との相関が大きいほど小さく、当該チャンネルより後行している各チャンネルの入力音信号との相関が大きいほど大きい重みを与えて、 N 個のチャンネルの入力音信号を重み付け加算してダウンミックス信号を得るダウンミックスステップと、を有し、チャンネル間関係情報取得ステップは、第1チャンネルから順に、残りのチャンネルのうちの入力音信号が最も類似するチャンネルが隣接するチャンネルとな

るように、逐次的に並び替えを行って、N個のチャネルの並び替え後の信号である第1並び替え済入力音信号から第N並び替え済入力音信号と、各並び替え済入力音信号のN個のチャネルの入力音信号におけるチャネル番号である第1原チャネル情報から第N原チャネル情報と、を得るチャネル並び替えステップと、第1並び替え済入力音信号から第N並び替え済入力音信号のうちの並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての、チャネル間相関値とチャネル間時間差を得る隣接チャネル間関係情報推定ステップと、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値から、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を得て、並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間相関値を、原チャネル情報を用いてN個のチャネルの入力音信号におけるチャネルの組合せに対応付けることで、N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての、入力音信号間のチャネル間相関値を得て、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差から、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差を得て、並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間時間差から、原チャネル情報を用いてN個のチャネルの入力音信号におけるチャネルの組合せに対応付けることと、チャネル間時間差が正であるか負であるか0であるかに基づいて先行チャネル情報を得ることと、によって、N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての先行チャネル情報を得るチャネル間関係情報補完ステップを有し、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を i (i は1以上 $N-1$ 以下の各整数)と $i+1$ とし、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を $\gamma'_{i(i+1)}$ とし、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並

び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差を $\tau'_{i(i+1)}$ とし、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を n (n は1以上 $N-2$ 以下の各整数)と m (m は $n+2$ 以上 N 以下の各整数)とし、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を γ'_{nm} とし、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差を τ'_{nm} として、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 γ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値を含む1個以上のチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のそれぞれと単調非減少の関係にある値であり、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差 τ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差 $\tau'_{i(i+1)}$ の全てを加算した値であることを特徴とする。

[0006] 本発明の一態様は、音信号符号化方法であって、前記音信号ダウンミックス方法を音信号ダウンミックスステップとして有し、ダウンミックスステップが得たダウンミックス信号を符号化してモノラル符号を得るモノラル符号化ステップと、 N 個チャネルの入力音信号を符号化してステレオ符号を得るステレオ符号化ステップと、を更に有することを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、複数チャネルの音信号から符号化処理などの信号処理に有用なモノラル信号を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置を示すブロック図である。

[図2]第1実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置の処理を示す流れ図

である。

[図3]第1実施形態の第2例の音信号ダウンミックス装置の例を示すブロック図である。

[図4]第1実施形態の第2例の音信号ダウンミックス装置の処理の例を示す流れ図である。

[図5]第2実施形態の第1例と第3実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置の例を示すブロック図である。

[図6]第2実施形態の第1例と第3実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置の処理の例を示す流れ図である。

[図7]第2実施形態の第2例と第3実施形態の第2例の音信号ダウンミックス装置の例を示すブロック図である。

[図8]第2実施形態の第2例と第3実施形態の第2例の音信号ダウンミックス装置の処理の例を示す流れ図である。

[図9]音信号ダウンミックス装置に入力される6チャンネルの入力音信号を模式的に示す図である。

[図10]音信号ダウンミックス装置に入力される6チャンネルの入力音信号を模式的に示す図である。

[図11]第3実施形態のチャンネル間関係情報推定部の例を示すブロック図である。

[図12]第3実施形態のチャンネル間関係情報推定部の処理の例を示す流れ図である。

[図13]第4実施形態の音信号符号化装置の例を示すブロック図である。

[図14]第4実施形態の音信号符号化装置の処理の例を示す流れ図である。

[図15]第5実施形態の音信号処理装置の例を示すブロック図である。

[図16]第5実施形態の音信号処理装置の処理の例を示す流れ図である。

[図17]本発明の実施形態における各装置を実現するコンピュータの機能構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] <第1実施形態>

符号化処理などの信号処理の対象となる2チャンネルの音信号は、ある空間に配置された左チャンネル用のマイクロホンと右チャンネル用のマイクロホンのそれぞれで収録した音をA/D変換して得られたデジタルの音信号であることが多い。この場合には、符号化処理などの信号処理をする装置に入力されるのは、当該空間に配置した左チャンネル用のマイクロホンで収録した音をA/D変換して得られたデジタルの音信号である左チャンネル入力音信号と、当該空間に配置した右チャンネル用のマイクロホンで収録した音をA/D変換して得られたデジタルの音信号である右チャンネル入力音信号である。この左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号には、当該空間に存在する各音源が発した音が、音源から左チャンネル用のマイクロホンへの到達時間と、音源から右チャンネル用のマイクロホンへの到達時間と、の差（いわゆる到来時間差）が与えられた状態で含まれている。

[0010] 上述した特許文献1の技術では、モノラル局部復号信号に遅延を与えて振幅比を与えた信号を予測信号として、入力された音信号から予測信号を減算して予測残差信号を得て、予測残差信号を符号化／復号の対象としている。すなわち、それぞれのチャンネルについて、入力された音信号とモノラル局部復号信号とが類似しているほど効率よく符号化できる。しかしながら、例えば、ある空間に存在する1つの音源が発した音のみが左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号に到来時間差が与えられた状態で含まれているとすると、モノラル局部復号信号が左チャンネル音信号と右チャンネル音信号を平均して得たモノラル信号を符号化・復号して得たものである場合には、左チャンネル音信号にも右チャンネル音信号にもモノラル局部復号信号にも同じ1つの音源が発した音のみが含まれているにもかかわらず、左チャンネル音信号とモノラル局部復号信号の類似の度合いは極めて高くはなく、右チャンネル音信号とモノラル局部復号信号の類似の度合いも極めて高くはない。このように、左チャンネル音信号と右チャンネル音信号をただ平均してモノラル信号を得るのでは、符号化処理などの信号処理に有用なモノラル信号を得られないことが

ある。

[0011] そこで、符号化処理などの信号処理に有用なモノラル信号を得られるように、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の関係を考慮したダウンミックス処理を行うのが第1実施形態の音信号ダウンミックス装置である。以下、第1実施形態の音信号ダウンミックス装置について説明する。

[0012] ≪第1例≫

まず、第1実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置について説明する。第1例の音信号ダウンミックス装置401は、図1に示す通り、左右関係情報推定部183とダウンミックス部112を含む。音信号ダウンミックス装置401は、例えば20msの所定の時間長のフレーム単位で、入力された2チャンネルステレオの時間領域の音信号から、後述するダウンミックス信号を得て出力する。音信号ダウンミックス装置401に入力されるのは2チャンネルステレオの時間領域の音信号であり、例えば、音声や音楽などの音を2個のマイクロホンそれぞれで収音してAD変換して得られたデジタルの音信号、前述したデジタルの音信号を符号化／復号して得たデジタルの復号音信号、前述したデジタルの音信号を信号処理して得たデジタルの信号処理済みの音信号、であり、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号から成る。音信号ダウンミックス装置401が得た時間領域のモノラルの音信号であるダウンミックス信号は、少なくともダウンミックス信号を符号化する符号化装置や少なくともダウンミックス信号を信号処理する信号処理装置に入力される。フレーム当たりのサンプル数をTとすると、音信号ダウンミックス装置401にはフレーム単位で左チャンネル入力音信号 $x_L(1)$, $x_L(2)$, ..., $x_L(T)$ と右チャンネル入力音信号 $x_R(1)$, $x_R(2)$, ..., $x_R(T)$ が入力され、音信号ダウンミックス装置401はフレーム単位でダウンミックス信号 $x_M(1)$, $x_M(2)$, ..., $x_M(T)$ を得て出力する。ここで、Tは正の整数であり、例えば、フレーム長が20msであり、サンプリング周波数が32kHzであれば、Tは640である。第1例の音信号ダウンミックス装置401は、各フレームについて、図2に例示するステップS183とステップS112の処理を行う。

[0013] [左右関係情報推定部 183]

左右関係情報推定部 183 には、音信号ダウンミックス装置 401 に入力された左チャンネル入力音信号と、音信号ダウンミックス装置 401 に入力された右チャンネル入力音信号と、が入力される。左右関係情報推定部 183 は、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号から、左右相関値 γ と、先行チャンネル情報と、を得て出力する（ステップ S183）。

[0014] 先行チャンネル情報は、ある空間の主な音源が発した音が、当該空間に配置した左チャンネル用のマイクロホンと当該空間に配置した右チャンネル用のマイクロホンのどちらに早く到達しているかに相当する情報である。すなわち、先行チャンネル情報は、同じ音信号が左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号のどちらに先に含まれているかを表す情報である。同じ音信号が左チャンネル入力音信号に先に含まれている場合には左チャンネルが先行しているまたは右チャンネルが後行しているといい、同じ音信号が右チャンネル入力音信号に先に含まれている場合には右チャンネルが先行しているまたは左チャンネルが後行しているというとする。先行チャンネル情報は、左チャンネルと右チャンネルのどちらのチャンネルが先行しているかを表す情報である。左右相関値 γ は、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の時間差を考慮した相関値である。すなわち、左右相関値 γ は、先行しているチャンネルの入力音信号のサンプル列と、 τ サンプルだけ当該サンプル列より後にずれた位置にある後行しているチャンネルの入力音信号のサンプル列と、の相関の大きさを表す値である。この τ のことを以下では左右時間差ともいう。先行チャンネル情報と左右相関値 γ は、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の関係を表す情報であるので、左右関係情報であるともいえる。

[0015] 例えば、相関の大きさを表す値として相関係数の絶対値を用いるのであれば、左右関係情報推定部 183 は、予め定めた $\tau_{\max}$ から $\tau_{\min}$ まで（例えば、 $\tau_{\max}$ は正の数、 $\tau_{\min}$ は負の数）の各候補サンプル数 τ_{cand} について、左チャンネル入力音信号のサンプル列と、各候補サンプル数 τ_{cand} 分だけ当該サンプル列より後にずれた位置にある右チャンネル入力音信号のサンプル列と、の相関係数の

絶対値 γ_{cand} のうちの最大値を左右相関値 γ として得て出力し、相関係数の絶対値が最大値のときの τ_{cand} が正の値である場合には、左チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報として得て出力し、相関係数の絶対値が最大値のときの τ_{cand} が負の値である場合には、右チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報として得て出力する。左右関係情報推定部 183 は、相関係数の絶対値が最大値のときの τ_{cand} が 0 である場合には、左チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報として得て出力してもよいし、右チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報として得て出力してもよいが、何れのチャンネルも先行していないことを表す情報を先行チャンネル情報として得て出力するとよい。

[0016] 予め定めた各候補サンプル数は、 τ_{max} から τ_{min} までの各整数値であってもよいし、 τ_{max} から τ_{min} までの間にある分数値や小数値を含んでいてもよいし、 τ_{max} から τ_{min} までの間にある何れかの整数値を含まないでもよい。また、 $\tau_{\text{max}} = -\tau_{\text{min}}$ であってもよいし、そうでなくてもよい。何れかのチャンネルが先行しているか分からない入力音信号を対象とすることを想定すると、 τ_{max} を正の数とし、 τ_{min} を負の数とするのがよいが、何れかのチャンネルが必ず先行しているような特殊な入力音信号を対象とする場合には、 τ_{max} も τ_{min} も正の数としたり、 τ_{max} も τ_{min} も負の数としたりしてもよい。なお、相関係数の絶対値 γ_{cand} を計算するために現在のフレームの入力音信号のサンプル列に連続する過去の入力音信号の 1 個以上のサンプルも用いてもよく、この場合には過去のフレームの入力音信号のサンプル列を予め定めたフレーム数分だけ左右関係情報推定部 183 内の図示しない記憶部に記憶しておくようにすればよい。

[0017] また例えば、相関係数の絶対値に代えて、以下のように信号の位相の情報をを用いた相関値を γ_{cand} としてもよい。この例においては、左右関係情報推定部 183 は、まず左チャンネル入力音信号 $x_L(1), x_L(2), \dots, x_L(T)$ 及び右チャンネル入力音信号 $x_R(1), x_R(2), \dots, x_R(T)$ のそれぞれを、下記の式 (1-1) 及び式 (1-2) のようにフーリエ変換することにより、0 から $T-1$ の各周波数 k における周波数スペクトル $X_L(k)$ 及び $X_R(k)$ を得る。

[数1]

$$X_L(k) = \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=0}^{T-1} x_L(t+1) e^{-j \frac{2\pi k t}{T}} \cdots (1-1)$$

[数2]

$$X_R(k) = \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=0}^{T-1} x_R(t+1) e^{-j \frac{2\pi k t}{T}} \cdots (1-2)$$

[0018] 左右関係情報推定部183は、次に、式(1-1)及び式(1-2)で得られた各周波数 k における周波数スペクトル $X_L(k)$ 及び $X_R(k)$ を用いて、下記の式(1-3)により、各周波数 k における位相差のスペクトル $\phi(k)$ を得る。

[数3]

$$\phi(k) = \frac{X_L(k)/|X_L(k)|}{X_R(k)/|X_R(k)|} \cdots (1-3)$$

[0019] 左右関係情報推定部183は、次に、式(1-3)で得られた位相差のスペクトルを逆フーリエ変換することにより、下記の式(1-4)のように $\tau_{\max}$ から $\tau_{\min}$ までの各候補サンプル数 τ_{cand} について位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ を得る。

[数4]

$$\psi(\tau_{\text{cand}}) = \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{k=0}^{T-1} \phi(k) e^{j \frac{2\pi k \tau_{\text{cand}}}{T}} \cdots (1-4)$$

[0020] 式(1-4)で得られた位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値は、左チャネル入力音信号 $x_L(1), x_L(2), \dots, x_L(T)$ 及び右チャネル入力音信号 $x_R(1), x_R(2), \dots, x_R(T)$ の時間差の尤もらしさに対応したある種の相関を表すものであるので、左右関係情報推定部183は、各候補サンプル数 τ_{cand} に対するこの位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値を相関値 γ_{cand} として用いる。すなわち、左右関係情報推定部183は、この位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値である相関値 γ_{cand} の最大値を左右相関値 γ として得て出力し、相関値が最大値のときの τ_{cand} が正の値である場合には、左チャネルが先行していることを表す情報を先行チャネル情報として得て出力し、相関値が最大値のときの τ_{cand} が負の値である場合には、右チャネルが先行していることを表す情報を先行チャネル情報として得て

出力する。左右関係情報推定部 183 は、相関値が最大値のときの τ_{cand} が 0 である場合には、左チャネルが先行していることを表す情報を先行チャネル情報として得て出力してもよいし、右チャネルが先行していることを表す情報を先行チャネル情報として得て出力してもよいが、何れのチャネルも先行していないことを表す情報を先行チャネル情報として得て出力するとよい。

なお、左右関係情報推定部 183 は、相関値 γ_{cand} として位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値をそのまま用いることに代えて、例えば各 τ_{cand} について位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値に対する τ_{cand} 前後にある複数個の候補サンプル数それぞれについて得られた位相差信号の絶対値の平均との相対差のような、正規化された値を用いてもよい。つまり、左右関係情報推定部 183 は、各 τ_{cand} について、予め定めた正の数 τ_{range} を用いて、下記の式 (1-5) により平均値を得て、得られた平均値 $\psi_c(\tau_{\text{cand}})$ と位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ を用いて下記の式 (1-6) により得られる正規化された相関値を γ_{cand} として用いてもよい。

[数5]

$$\psi_c(\tau_{\text{cand}}) = \frac{1}{2\tau_{\text{range}} + 1} \sum_{\tau' = \tau_{\text{cand}} - \tau_{\text{range}}}^{\tau_{\text{cand}} + \tau_{\text{range}}} |\psi(\tau')| \cdots (1-5)$$

[数6]

$$1 - \frac{\psi_c(\tau_{\text{cand}})}{|\psi(\tau_{\text{cand}})|} \cdots (1-6)$$

[0021] なお、式 (1-6) により得られる正規化された相関値は、0 以上 1 以下の値であり、 τ_{cand} が左右時間差として尤もらしいほど 1 に近く、 τ_{cand} が左右時間差として尤もらしくないほど 0 に近い性質を示す値である。

[0022] [ダウンミックス部 112]

ダウンミックス部 112 には、音信号ダウンミックス装置 401 に入力された左チャネル入力音信号と、音信号ダウンミックス装置 401 に入力された右チャネル入力音信号と、左右関係情報推定部 183 が出力した左右相関値 γ と、左右関係情報推定部 183 が出力した先行チャネル情報と、が入力される。ダウンミックス部 112 は、ダウンミックス信号に、左チャネル入

力音信号と右チャンネル入力音信号のうちの先行しているチャンネルの入力音信号のほうが、左右相関値 γ が大きいほど大きく含まれるように、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号を重み付け平均してダウンミックス信号を得て出力する（ステップS 1 1 2）。

[0023] 例えば、左右関係情報推定部 1 8 3 の説明箇所です述した例のように相関値に相関係数の絶対値や正規化された値を用いているのであれば、左右関係情報推定部 1 8 3 から入力された左右相関値 γ は0以上1以下の値であるため、ダウンミックス部 1 1 2 は、対応する各サンプル番号 t に対して、左右相関値 γ で定まる重みを用いて左チャンネル入力音信号 $x_L(t)$ と右チャンネル入力音信号 $x_R(t)$ を重み付け加算したものをダウンミックス信号 $x_M(t)$ とすればよい。具体的には、ダウンミックス部 1 1 2 は、先行チャンネル情報が左チャンネルが先行していることを表す情報である場合、すなわち、左チャンネルが先行している場合には、 $x_M(t) = ((1+\gamma)/2) \times x_L(t) + ((1-\gamma)/2) \times x_R(t)$ 、先行チャンネル情報が右チャンネルが先行していることを表す情報である場合、すなわち、右チャンネルが先行している場合には、 $x_M(t) = ((1-\gamma)/2) \times x_L(t) + ((1+\gamma)/2) \times x_R(t)$ 、としてダウンミックス信号 $x_M(t)$ を得ればよい。ダウンミックス部 1 1 2 がこのようにダウンミックス信号を得ると、当該ダウンミックス信号は、左右相関値 γ が小さいほど、つまり左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の相関が小さいほど、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の平均により得られる信号に近く、左右相関値 γ が大きいほど、つまり左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の相関が大きいほど、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号のうちの先行しているチャンネルの入力音信号に近い。

[0024] なお、ダウンミックス部 1 1 2 は、何れのチャンネルも先行していない場合には、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号が同じ重みでダウンミックス信号に含まれるように、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号を平均してダウンミックス信号を得て出力するのがよい。すなわち、ダウンミックス部 1 1 2 は、先行チャンネル情報が何れのチャンネルも先行していな

いことを表す場合には、各サンプル番号 t について、左チャンネル入力音信号 $x_L(t)$ と右チャンネル入力音信号 $x_R(t)$ を平均した $x_M(t)=(x_L(t)+x_R(t))/2$ をダウンミックス信号 $x_M(t)$ とするとよい。

[0025] 《第2例》

例えば、音信号ダウンミックス装置とは別の装置が左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号をステレオ符号化処理する場合、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号が音信号ダウンミックス装置とは別の装置によるステレオ復号処理により得られた信号である場合、などにおいては、左右関係情報推定部183が得るのと同じ左右相関値 γ と先行チャンネル情報の何れか一方または両方が音信号ダウンミックス装置とは別装置で得られている場合がある。左右相関値 γ と先行チャンネル情報の何れか一方または両方が別装置で得られている場合は、音信号ダウンミックス装置には、別装置で得た左右相関値 γ と先行チャンネル情報の何れか一方または両方が入力されるようにして、左右関係情報推定部183は、音信号ダウンミックス装置に入力されなかった左右相関値 γ または先行チャンネル情報を得るようにすればよい。以下、左右相関値 γ と先行チャンネル情報の何れか一方または両方が外部から入力されることを想定した音信号ダウンミックス装置の例を第2例として、第1例と異なる点を中心に説明する。

[0026] 第2例の音信号ダウンミックス装置405は、図3に示す通り、左右関係情報取得部185とダウンミックス部112を含む。音信号ダウンミックス装置405には、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号に加えて、図3に一点鎖線で示す通り、別装置で得た左右相関値 γ と先行チャンネル情報の何れか一方または両方が入力されてもよい。第2例の音信号ダウンミックス装置405は、各フレームについて、図4に例示するステップS185とステップS112の処理を行う。ダウンミックス部112とステップS112は第1例と同じであるので、以下では左右関係情報取得部185とステップS185について説明する。

[0027] [左右関係情報取得部185]

左右関係情報取得部 185 は、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号の相関の大きさを表す値である左右相関値 γ と、左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号のどちらが先行しているかを表す情報である先行チャンネル情報と、を得て出力する（ステップ S 185）。

[0028] 左右相関値 γ と先行チャンネル情報の両方が別装置から音信号ダウンミックス装置 405 に入力された場合には、図 3 に一点鎖線で示すように、左右関係情報取得部 185 は音信号ダウンミックス装置 405 に入力された左右相関値 γ と先行チャンネル情報を得てダウンミックス部 112 に対して出力する。

[0029] 左右相関値 γ と先行チャンネル情報の何れか一方が別装置から音信号ダウンミックス装置 405 に入力されていない場合には、図 3 に破線で示すように、左右関係情報取得部 185 は、左右関係情報推定部 183 を備える。左右関係情報取得部 185 の左右関係情報推定部 183 は、音信号ダウンミックス装置 405 に入力されていない左右相関値 γ または音信号ダウンミックス装置 405 に入力されていない先行チャンネル情報を、第 1 例の左右関係情報推定部 183 と同様に左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号から得て、ダウンミックス部 112 に対して出力する。音信号ダウンミックス装置 405 に入力された左右相関値 γ または音信号ダウンミックス装置 405 に入力された先行チャンネル情報については、左右関係情報取得部 185 は、図 3 に一点鎖線で示すように、音信号ダウンミックス装置 405 に入力された左右相関値 γ または音信号ダウンミックス装置 405 に入力された先行チャンネル情報をダウンミックス部 112 に対して出力する。

[0030] 左右相関値 γ と先行チャンネル情報の両方が別装置から音信号ダウンミックス装置 405 に入力されていない場合には、図 3 に破線で示すように、左右関係情報取得部 185 は左右関係情報推定部 183 を備える。左右関係情報推定部 183 は、左右相関値 γ と先行チャンネル情報を、第 1 例の左右関係情報推定部 183 と同様に左チャンネル入力音信号と右チャンネル入力音信号から得て、ダウンミックス部 112 に対して出力する。すなわち、第 1 例の左右

関係情報推定部183とステップS183のそれぞれは、左右関係情報取得部185とステップS185の範疇であるといえる。

[0031] <第2実施形態>

チャンネル数が3以上の場合であっても、各チャンネルの入力音信号とダウンミックス信号との関係を第1実施形態の音信号ダウンミックス装置401、405と同様にすることで、符号化处理などの信号処理に有用なモノラル信号を得ることができる。この形態を第2実施形態として説明する。

[0032] 第1実施形態の音信号ダウンミックス装置401、405におけるあるチャンネルの入力音信号のダウンミックス信号への含め方を左チャンネルと右チャンネルのそれぞれのチャンネル番号を n として説明すると、第1実施形態の音信号ダウンミックス装置401、405は、各第 n チャンネルについて、第 n チャンネルより後行しているチャンネルの入力音信号と第 n チャンネルの入力音信号の相関が大きいほど、第 n チャンネルの入力音信号に大きな重みを与えたものをダウンミックス信号に含めており、第 n チャンネルより先行しているチャンネルの入力音信号と第 n チャンネルの入力音信号の相関が大きいほど、第 n チャンネルの入力音信号に小さな重みを与えたものをダウンミックス信号に含めている。この入力音信号とダウンミックス信号との関係を、先行しているチャンネルが複数個ある場合、後行しているチャンネルが複数個ある場合、先行しているチャンネルと後行しているチャンネルの両方がある場合、に対応できるように拡張したのが第2実施形態の音信号ダウンミックス装置である。以下、第2実施形態の音信号ダウンミックス装置について説明する。なお、第2実施形態の音信号ダウンミックス装置は、第1実施形態の音信号ダウンミックス装置をチャンネル数が3以上である場合に対応できるように拡張したものであり、チャンネル数が2の場合には第1実施形態の音信号ダウンミックス装置と同様に動作する。

[0033] なお、第1実施形態では、音信号ダウンミックス装置401、405が、入力音信号のチャンネル間の相関が小さいほど、全ての入力音信号の平均により得られる信号に近いダウンミックス信号を得る例を説明したが、この入力

音信号とダウンミックス信号との関係もチャンネル数が3以上の場合であっても実現できるので、第2実施形態の音信号ダウンミックス装置の一例として説明する。

[0034] 《第1例》

まず、第2実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置について説明する。第1例の音信号ダウンミックス装置406は、図5に示す通り、チャンネル間関係情報推定部186とダウンミックス部116を含む。音信号ダウンミックス装置406は、例えば20msの所定の時間長のフレーム単位で、入力されたNチャンネルステレオの時間領域の音信号から、後述するダウンミックス信号を得て出力する。チャンネル数Nは2以上の整数である。ただし、チャンネル数が2の場合には第1実施形態の音信号ダウンミックス装置を用いればよいので、第2実施形態の音信号ダウンミックス装置が特に有用なのはNが3以上の整数の場合である。音信号ダウンミックス装置406に入力されるのはN個のチャンネルの時間領域の音信号であり、例えば、音声や音楽などの音をN個のマイクロホンそれぞれで収録してAD変換して得られたデジタルの音信号、複数の地点それぞれで収録してAD変換して得られた1チャンネルまたは複数個のチャンネルのデジタルの音信号をそのまままたは適宜混合してN個のチャンネルにしたデジタルの音信号、前述した各デジタルの音信号を符号化・復号して得たデジタルの復号音信号、前述した各デジタルの音信号を信号処理して得たデジタルの信号処理済みの音信号、である。音信号ダウンミックス装置406が得た時間領域のモノラルの音信号であるダウンミックス信号は、少なくともダウンミックス信号を符号化する符号化装置や少なくともダウンミックス信号を信号処理する信号処理装置に入力される。音信号ダウンミックス装置406には、フレーム単位でN個のチャンネルの入力音信号が入力され、音信号ダウンミックス装置406は、フレーム単位でダウンミックス信号を得て出力する。以下では、フレーム当たりのサンプル数をTとして説明する。Tは正の整数であり、例えば、フレーム長が20msであり、サンプリング周波数が32kHzであれば、Tは640である。第1例の音信号ダウンミッ

クス装置406は、各フレームについて、図6に例示するステップS186とステップS116の処理を行う。

[0035] [チャンネル間関係情報推定部186]

チャンネル間関係情報推定部186には、音信号ダウンミックス装置406に入力されたN個のチャンネルの入力音信号が入力される。チャンネル間関係情報推定部186は、入力されたN個のチャンネルの入力音信号から、チャンネル間相関値と、先行チャンネル情報と、を得て出力する（ステップS186）。チャンネル間相関値と先行チャンネル情報は、N個のチャンネルの入力音信号におけるチャンネル間の関係を表す情報であるので、チャンネル間関係情報であるともいえる。

[0036] チャンネル間相関値は、N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せ（pair）それぞれについての、入力音信号間の時間差を考慮した相関の大きさを表す値である。N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せは、 $(N \times (N-1))/2$ 通りある。nを1以上N以下の各整数とし、mをnより大きくN以下の各整数とし、第nチャンネル入力音信号と第mチャンネル入力音信号との間のチャンネル間相関値を γ_{nm} とすると、チャンネル間関係情報推定部186は、 $(N \times (N-1))/2$ 通りのnとmの組合せのそれぞれについてのチャンネル間相関値 γ_{nm} を得る。

[0037] 先行チャンネル情報は、N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての、同じ音信号が2個のチャンネルの入力音信号のどちらに先に含まれているかを表す情報であり、2個のチャンネルのどちらのチャンネルが先行しているかを表す情報である。第nチャンネル入力音信号と第mチャンネル入力音信号との間の先行チャンネル情報を $INF0_{nm}$ とすると、チャンネル間関係情報推定部186は、上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りのnとmの組合せそれぞれについての先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得る。なお、以下では、nとmの組合せについて、同じ音信号が第mチャンネル入力音信号よりも第nチャンネル入力音信号に先に含まれている場合には、第nチャンネルが第mチャンネルに対して先行している、第nチャンネルが第mチャンネルより先行している、第mチャンネルが第nチャンネル

に対して後行している、第mチャンネルが第nチャンネルより後行している、などということがある。同様に、以下では、nとmの組合せについて、同じ音信号が第nチャンネル入力音信号よりも第mチャンネル入力音信号に先に含まれている場合には、第mチャンネルが第nチャンネルに対して先行している、第mチャンネルが第nチャンネルより先行している、第nチャンネルが第mチャンネルに対して後行している、第nチャンネルが第mチャンネルより後行している、などということがある。

[0038] チャンネル間関係情報推定部 186 は、上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りの第nチャンネルと第mチャンネルの組合せそれぞれについて、チャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を第1実施形態の左右関係情報推定部 183 と同様に得ればよい。すなわち、チャンネル間関係情報推定部 186 は、例えば、第1実施形態の左右関係情報推定部 183 の説明箇所の各例における左チャンネルを第nチャンネルと読み替え、右チャンネルを第mチャンネルと読み替え、Lをnと読み替え、Rをmと読み替え、先行チャンネル情報を先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ と読み替え、左右相関値 γ をチャンネル間相関値 γ_{nm} と読み替えて、第1実施形態の左右関係情報推定部 183 の各例と同様の動作を上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りの第nチャンネルと第mチャンネルの組合せそれぞれについて行うことで、第nチャンネルと第mチャンネルの組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得ることができる。

[0039] 例えば、相関の大きさを表す値として相関係数の絶対値を用いるのであれば、チャンネル間関係情報推定部 186 は、上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りの第nチャンネルと第mチャンネルの組合せそれぞれについて、予め定めた τ_{max} から τ_{min} までの各候補サンプル数 τ_{cand} についての、第nチャンネル入力音信号のサンプル列と、各候補サンプル数 τ_{cand} 分だけ当該サンプル列より後にずれた位置にある第mチャンネル入力音信号のサンプル列と、の相関係数の絶対値 γ_{cand} 、のうちの最大値をチャンネル間相関係数 γ_{nm} として得て出力し、相関係数の絶対値が最大値のときの τ_{cand} が正の値である場合には、第nチャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ として得て出力し、相関係数の絶対値が最

大値のときの τ_{cand} が負の値である場合には、第 m チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力する。チャンネル間関係情報推定部186は、第 n チャンネルと第 m チャンネルの組合せのそれぞれについて、相関係数の絶対値が最大値のときの τ_{cand} が0である場合には、第 n チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力してもよいし、第 m チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力してもよい。なお、 τ_{max} と τ_{min} については第1実施形態と同様である。

[0040] また例えば、相関係数の絶対値に代えて、以下のように信号の位相の情報を用いた相関値を γ_{cand} としてもよい。この例においては、チャンネル間関係情報推定部186は、まず、第1チャンネル入力音信号から第 N チャンネル入力音信号までの各チャンネル i について、入力音信号 $x_i(1)$, $x_i(2)$, ..., $x_i(T)$ を下記の式(2-1)のようにフーリエ変換することにより、0から $T-1$ の各周波数 k における周波数スペクトル $X_i(k)$ を得る。

[数7]

$$X_i(k) = \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=0}^{T-1} x_i(t+1) e^{-j \frac{2\pi kt}{T}} \cdots (2-1)$$

[0041] チャンネル間関係情報推定部186は、次に、上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りの第 n チャンネルと第 m チャンネルの組合せそれぞれについて以降の処理を行う。チャンネル間関係情報推定部186は、まず、式(2-1)で得られた各周波数 k における第 n チャンネルの周波数スペクトル $X_n(k)$ 及び第 m チャンネルの周波数スペクトル $X_m(k)$ を用いて、下記の式(2-2)により、各周波数 k における位相差のスペクトル $\phi(k)$ を得る。

[数8]

$$\phi(k) = \frac{X_n(k)/|X_n(k)|}{X_m(k)/|X_m(k)|} \cdots (2-2)$$

[0042] チャンネル間関係情報推定部186は、次に、式(2-2)で得られた位相差のスペクトルを逆フーリエ変換することにより、式(1-4)のように τ_{max}

から $\tau_{\min}$ までの各候補サンプル数 τ_{cand} について位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ を得る。チャンネル間関係情報推定部186は、次に、位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値である相関値 γ_{cand} の最大値をチャンネル間相関値 γ_{nm} として得て出力し、相関値が最大値のときの τ_{cand} が正の値である場合には、第nチャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力し、相関値が最大値のときの τ_{cand} が負の値である場合には、第mチャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力する。チャンネル間関係情報推定部186は、相関値が最大値のときの τ_{cand} が0である場合には、第nチャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力してもよいし、第mチャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 INF0_{nm} として得て出力してもよい。

[0043] なお、チャンネル間関係情報推定部186は、左右関係情報推定部183と同様に、相関値 γ_{cand} として位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値をそのまま用いることに代えて、例えば各 τ_{cand} について位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値に対する τ_{cand} 前後にある複数個の候補サンプル数それぞれについて得られた位相差信号の絶対値の平均との相対差のような、正規化された値を用いてもよい。つまり、チャンネル間関係情報推定部186は、各 τ_{cand} について、予め定めた正の数 τ_{range} を用いて、式(1-5)により平均値を得て、得られた平均値 $\phi_c(\tau_{\text{cand}})$ と位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ を用いて式(1-6)により得られる正規化された相関値を γ_{cand} として用いてもよい。

[0044] [ダウンミックス部116]

ダウンミックス部116には、音信号ダウンミックス装置406に入力されたN個のチャンネルの入力音信号と、チャンネル間関係情報推定部186が出力した上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りのnとmの組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値 γ_{nm} （すなわち、N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値）と、チャンネル間関係情報推定部186が出力した上述した $(N \times (N-1))/2$ 通りのnとmの組合せそれぞれについての先行チャンネル情報 INF0_{nm} （すなわち、N個のチャンネルに含まれる2個のチ

ヤネルによる組合せそれぞれについての先行チャネル情報）と、が入力される。ダウンミックス部 116 は、各チャネルの入力音信号に、当該チャネルより先行している各チャネルの入力音信号との相関が大きいほど小さく、当該チャネルより後行している各チャネルの入力音信号との相関が大きいほど大きい重みを与えて、N個のチャネルの入力音信号を重み付け加算してダウンミックス信号を得て出力する（ステップ S 116）。

[0045] [[ダウンミックス部 116 の具体例 1]]

各チャネルのチャネル番号（チャネルのインデックス）を i とし、第 i チャネルの入力音信号を $x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(T)$ とし、ダウンミックス信号を $x_M(1), x_M(2), \dots, x_M(T)$ として、ダウンミックス部 116 の具体例 1 を説明する。具体例 1 では、チャネル間相関値は、チャネル間関係情報推定部 186 の説明箇所です述した例の相関係数の絶対値や正規化された値のように、0 以上 1 以下の値であるとする。またここで、 M はチャネルの番号ではなく、ダウンミックス信号がモノラルの信号であることを意図した添え字である。ダウンミックス部 116 は、例えば下記のステップ S 116-1 からステップ S 116-3 の処理を行うことにより、ダウンミックス信号を得る。ダウンミックス部 116 は、まず、各第 i チャネルについて、ダウンミックス部 116 に入力された先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ のうちの当該第 i チャネルを含む $(N-1)$ 通りの 2 個のチャネルによる組合せの先行チャネル情報から、当該第 i チャネルに対して先行しているチャネルのチャネル番号の集合 I_{Li} と、当該第 i チャネルに対して後行しているチャネルのチャネル番号の集合 I_{Fi} と、を得る（ステップ S 116-1）。ダウンミックス部 116 は、次に、各第 i チャネルについて、ダウンミックス部 116 に入力されたチャネル間相関値 γ_{nm} のうちの当該第 i チャネルを含む $(N-1)$ 通りの 2 個のチャネルによる組合せのチャネル間相関値と、当該第 i チャネルに対して先行しているチャネルのチャネル番号の集合 I_{Li} と、当該第 i チャネルに対して後行しているチャネルのチャネル番号の集合 I_{Fi} と、を用いて下記の式（2-3）により当該第 i チャネルの重み w_i を得る（ステップ S 116-2）。

[数9]

$$w_i = \frac{1}{N} \prod_{j \in I_{Li}} (1 - \gamma_{ij}) \left(1 + \sum_{k \in I_{Fi}} \gamma_{ik} \right) \cdots (2-3)$$

[0046] なお、上述したnとmの組合せそれぞれについて、チャンネル間相関値 γ_{mn} はチャンネル間相関値 γ_{nm} と同じ値であるので、iがjより大きい値であるときのチャンネル間相関値 γ_{ij} も、iがkより大きい値であるときのチャンネル間相関値 γ_{ik} も、ダウンミックス部 1 1 6 に入力されたチャンネル間相関値 γ_{nm} に含まれている。

[0047] ダウンミックス部 1 1 6 は、次に、iが1からNまでの各第iチャンネルの入力音信号 $x_i(1)$, $x_i(2)$, ..., $x_i(T)$ 、iが1からNまでの各第iチャンネルの重み w_i と、を用いて、サンプル番号t（サンプルのインデックスt）ごとに下記の式（2-4）によりダウンミックス信号サンプル $x_M(t)$ を得ることで、ダウンミックス信号 $x_M(1)$, $x_M(2)$, ..., $x_M(T)$ を得る（ステップS 1 1 6-3）。

[数10]

$$x_M(t) = \sum_{i=1}^N w_i \times x_i(t) \cdots (2-4)$$

[0048] なお、ダウンミックス部 1 1 6 は、ステップS 1 1 6-2 とステップS 1 1 6-3 を順に行うのではなく、式（2-4）の重み w_i を式（2-3）の右辺に置き換えた式を用いてダウンミックス信号を得てもよい。すなわち、ダウンミックス部 1 1 6 は、各第iチャンネルについての、当該第iチャンネルに対して先行しているチャンネルのチャンネル番号の集合を I_{Li} とし、各第iチャンネルについての、当該第iチャンネルに対して後行しているチャンネルのチャンネル番号の集合を I_{Fi} とし、各第iチャンネルについての、当該第iチャンネルと当該第iチャンネルに対して先行している各チャンネルjとの組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値を γ_{ij} とし、各第iチャンネルについての、当該第iチャンネルと当該第iチャンネルに対して後行している各チャンネルkとの組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値を γ_{ik} とし、各第iチャンネルについての重みを式（2-3）によ

り表される w_i として、式（2-4）によりダウンミックス信号の各サンプル $x_m(t)$ を得ればよい。

[0049] 式（2-4）はN個のチャネルの入力音信号を重み付け加算してダウンミックス信号を得る式であり、その重み付け加算において各第iチャネルの入力音信号に与える各第iチャネルの重み w_i を得るのが式（2-3）である。式（2-3）のうちの下記の式（2-3-A）の部分は、第iチャネルの入力音信号が第iチャネルに対して先行している各チャネルの入力音信号との相関が大きいほど重み w_i が小さな値になるようにするものであり、第iチャネルに対して先行しているチャネルの中に、第iチャネルの入力音信号と先行しているチャネルの入力音信号との相関が非常に大きいチャネルが1つでもあれば、重み w_i が0に近い値となるようにするものである。

[数11]

$$\prod_{j \in I_{Li}} (1 - r_{ij}) \cdots (2-3-A)$$

[0050] 式（2-3）のうちの下記の式（2-3-B）の部分は、第iチャネルに対して後行している各チャネルの入力音信号との相関が大きいほど重み w_i が1より大きな値となるようにするものである。

[数12]

$$\left(1 + \sum_{k \in I_{Fi}} r_{ik} \right) \cdots (2-3-B)$$

[0051] 全てのチャネルの入力音信号が独立している場合、すなわち、何れのチャネル間にも相関がない場合には、全チャネルの入力音信号の単純な加算平均をダウンミックス信号とするのが望ましい。そこで、式（2-3）では、式（2-3-A）の部分の最大値を1となるようにして、式（2-3-B）の部分の最小値が1となるようにして、式（2-3-A）と式（2-3-B）と1/Nを乗算したものを重み w_i とすることで、チャネル間の相関が全て小さな値であるときには、全てのチャネルの重み w_i が1/Nに近い値となるようにして

いる。

[0052] [[ダウンミックス部 1 1 6 の具体例 2]]

具体例 1 のステップ S 1 1 6 - 1 でダウンミックス部 1 1 6 が得た重み w_i の全チャネルの合計値は 1 とならないことあるので、ダウンミックス部 1 1 6 は、重みの全チャネルの合計値が 1 となるように各第 i チャネルの重み w_i を正規化して得た値を式 (2-4) の重み w_i に代えて用いたり、重みの全チャネルの合計値が 1 となるように重み w_i を正規化することを含むように式 (2-4) を変形した式を用いたりすることにより、ダウンミックス信号を得るようにしてもよい。この例をダウンミックス部 1 1 6 の具体例 2 として、具体例 1 と異なる点を説明する。

[0053] 例えば、ダウンミックス部 1 1 6 は、各第 i チャネルについての重み w_i を式 (2-3) により得て、各第 i チャネルについての重み w_i を全チャネルの合計値が 1 となるように正規化して正規化済重み w'_i を得て（すなわち、各第 i チャネルについて下記の式 (2-5) により正規化済重み w'_i を得て）、 i が 1 から N までの各第 i チャネルの入力音信号 $x_i(1)$, $x_i(2)$, ..., $x_i(T)$ と正規化済重み w'_i を用いて、サンプル番号 t ごとに下記の式 (2-6) によりダウンミックス信号サンプル $x_M(t)$ を得ることで、ダウンミックス信号 $x_M(1)$, $x_M(2)$, ..., $x_M(T)$ を得てもよい。

[数13]

$$w'_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \cdots (2-5)$$

[数14]

$$x_M(t) = \sum_{i=1}^N w'_i \times x_i(t) \cdots (2-6)$$

[0054] すなわち、ダウンミックス部 1 1 6 は、各第 i チャネルについての、当該第 i チャネルに対して先行しているチャネルのチャネル番号の集合を I_{Li} とし、各第 i チャネルについての、当該第 i チャネルに対して後行しているチャネルのチャネル番号の集合を I_{Fi} とし、各第 i チャネルについての、当該第 i チャネル

と当該第 i チャンネルに対して先行している各チャンネル j との組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値を γ_{ij} とし、各第 i チャンネルについての、当該第 i チャンネルと当該第 i チャンネルに対して後行している各チャンネル k との組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値を γ_{ik} とし、各第 i チャンネルについての重みを式(2-3)により表される w_i とし、各第 i チャンネルについての正規化された重みを式(2-5)により表される w'_i として、式(2-6)によりダウンミックス信号の各サンプル $x_m(t)$ を得ればよい。

[0055] 《第2例》

例えば、音信号ダウンミックス装置とは別の装置が N 個のチャンネルの入力音信号をステレオ符号化処理する場合、 N 個のチャンネルの入力音信号が音信号ダウンミックス装置とは別の装置によるステレオ復号処理により得られた信号である場合、などにおいては、チャンネル間関係情報推定部186が得るのと同じチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の何れかまたは全てが音信号ダウンミックス装置とは別装置で得られている場合がある。チャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の何れかまたは全てが別装置で得られている場合は、音信号ダウンミックス装置には、別装置で得たチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の何れかまたは全てが入力されるようにして、チャンネル間関係情報推定部186は、音信号ダウンミックス装置に入力されなかったチャンネル間相関値 γ_{nm} や先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得るようにすればよい。以下、チャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の何れかまたは全てが外部から入力されることを想定した音信号ダウンミックス装置の例を第2例として、第1例と異なる点を中心に説明する。

[0056] 第2例の音信号ダウンミックス装置407は、図7に示す通り、チャンネル間関係情報取得部187とダウンミックス部116を含む。音信号ダウンミックス装置407には、 N 個のチャンネルの入力音信号に加えて、図7に一点鎖線で示す通り、別装置で得たチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の何れかまたは全てが入力されてもよい。第2例の音信号ダウンミックス装置407は、各フレームについて、図8に例示するステップS187とステ

ップS 1 1 6の処理を行う。ダウンミックス部 1 1 6とステップS 1 1 6は第1例と同じであるので、以下ではチャンネル間関係情報取得部 1 8 7とステップS 1 8 7について説明する。

[0057] [チャンネル間関係情報取得部 1 8 7]

チャンネル間関係情報取得部 1 8 7は、N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての相関の大きさを表す値であるチャンネル間相関値 γ_{nm} と、N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての、同じ音信号が2個のチャンネルの入力音信号のどちらに先に含まれているかを表す情報である先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ と、を得て出力する(ステップS 1 8 7)。

[0058] チャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の全てが別装置から音信号ダウンミックス装置407に入力された場合には、図7に一点鎖線で示すように、チャンネル間関係情報取得部 1 8 7は音信号ダウンミックス装置407に入力されたチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得てダウンミックス部 1 1 6に対して出力する。

[0059] チャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ の何れか一方が別装置から音信号ダウンミックス装置407に入力されていない場合には、図7に破線で示すように、チャンネル間関係情報取得部 1 8 7は、チャンネル間関係情報推定部 1 8 6を備える。チャンネル間関係情報取得部 1 8 7のチャンネル間関係情報推定部 1 8 6は、音信号ダウンミックス装置407に入力されていないチャンネル間相関値 γ_{nm} または音信号ダウンミックス装置407に入力されていない先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を、第1例のチャンネル間関係情報推定部 1 8 6と同様にN個のチャンネルの入力音信号から得て、ダウンミックス部 1 1 6に対して出力する。音信号ダウンミックス装置407に入力されたチャンネル間相関値 γ_{nm} または音信号ダウンミックス装置407に入力された先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ については、チャンネル間関係情報取得部 1 8 7は、図7に一点鎖線で示すように、音信号ダウンミックス装置407に入力されたチャンネル間相関値 γ_{nm} または音信号ダウンミックス装置407に入力された先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$

をダウンミックス部 116 に対して出力する。

[0060] チャネル間相関値 γ_{nm} と先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ の全てが別装置から音信号ダウンミックス装置 407 に入力されていない場合には、図 7 に破線で示すように、チャネル間関係情報取得部 187 はチャネル間関係情報推定部 186 を備える。チャネル間関係情報推定部 186 は、チャネル間相関値 γ_{nm} と先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ を、第 1 例のチャネル間関係情報推定部 186 と同様に N 個のチャネルの入力音信号から得て、ダウンミックス部 116 に対して出力する。すなわち、第 1 例のチャネル間関係情報推定部 186 とステップ S186 のそれぞれは、チャネル間関係情報取得部 187 とステップ S187 の範疇であるといえる。

[0061] なお、チャネル間相関値 γ_{nm} の一部が他装置で得られているもののチャネル間相関値 γ_{nm} の残りが他装置で得られていない場合、先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ の一部が他装置で得られているものの先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ の残りが他装置で得られていない場合、なども有り得るが、これらの場合も、チャネル間関係情報取得部 187 はチャネル間関係情報推定部 186 を備えるようにして、上記と同様に、他装置で得られて音信号ダウンミックス装置 407 に入力されたものは、チャネル間関係情報取得部 187 がダウンミックス部 116 に対して出力し、他装置で得られておらず音信号ダウンミックス装置 407 に入力されないものは、チャネル間関係情報推定部 186 が第 1 例のチャネル間関係情報推定部 186 と同様に N 個のチャネルの入力音信号から得て、ダウンミックス部 116 に対して出力すればよい。

[0062] <第 3 実施形態>

第 2 実施形態のチャネル間関係情報推定部 186 は、N 個のチャネルに含まれる 2 個のチャネルによる組合せそれぞれについてチャネル間相関値 γ_{nm} と先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ を得る必要がある。N 個のチャネルに含まれる 2 個のチャネルによる組合せは、 $(N \times (N-1))/2$ 通りあることから、第 2 実施形態のチャネル間関係情報推定部 186 の説明箇所では例示した方法でチャネル間相関値 γ_{nm} と先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ を得ると、チャネル数が多い場合には演算処

理量が課題となることがある。第3実施形態では、チャンネル間関係情報推定部186よりも演算処理量が少ない方法で近似的にチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得るチャンネル間関係情報推定処理を含む音信号ダウンミックス装置について説明する。第3実施形態のダウンミックス処理は第2実施形態と同様である。

[0063] 第2実施形態のダウンミックス部116が行うダウンミックス処理は、例えば、ある音源が発した同じ音のみが時間差が与えられた状態で複数個のチャンネルの信号に含まれている場合には、当該複数個のチャンネルの入力音信号のうちの最も早く含まれているチャンネルの入力音信号をダウンミックス信号に含めるようにする処理である。この処理を、チャンネル数が6であり、第1チャンネル(1ch)から第6チャンネル(6ch)の入力音信号が図9に模式的に示す信号である例で説明する。この例では、第1チャンネル入力音信号と第2チャンネル入力音信号は第1の音源が発した同じ第1の音信号のみが時間差が与えられた状態で含まれた信号であり、第1の音信号は第2チャンネル入力音信号に最も早く含まれている。この例では、また、第3チャンネル入力音信号から第6チャンネル入力音信号は第2の音源が発した同じ第2の音信号のみが時間差が与えられた状態で含まれた信号であり、第2の音信号は第6チャンネル入力音信号に最も早く含まれている。この例であれば、ダウンミックス部116は、第1の音信号が最も早く含まれる第2チャンネル入力音信号と第2の音信号が最も早く含まれる第6チャンネル入力音信号を含み、第1チャンネル入力音信号及び第3チャンネル入力音信号から第5チャンネル入力音信号を含まないダウンミックス信号を得る。このようなダウンミックス信号を得るのであれば、隣接しないチャンネル間のチャンネル間相関値 γ_{nm} を、チャンネル間相関値が0以上1以下の値であるとしたときの隣接するチャンネル間のチャンネル間相関値 $\gamma_{12}=1$ 、 $\gamma_{23}=0$ 、 $\gamma_{34}=1$ 、 $\gamma_{45}=1$ 、 $\gamma_{56}=1$ を用いて下記の各式により近似的に得ても問題は生じない。

$$\gamma_{13} = \gamma_{12} \times \gamma_{23} = 1 \times 0 = 0$$

$$\gamma_{14} = \gamma_{12} \times \gamma_{23} \times \gamma_{34} = 1 \times 0 \times 1 = 0$$

$$\gamma_{15} = \gamma_{12} \times \gamma_{23} \times \gamma_{34} \times \gamma_{45} = 1 \times 0 \times 1 \times 1 = 0$$

$$\gamma_{16} = \gamma_{12} \times \gamma_{23} \times \gamma_{34} \times \gamma_{45} \times \gamma_{56} = 1 \times 0 \times 1 \times 1 \times 1 = 0$$

$$\gamma_{24} = \gamma_{23} \times \gamma_{34} = 0 \times 1 = 0$$

$$\gamma_{25} = \gamma_{23} \times \gamma_{34} \times \gamma_{45} = 0 \times 1 \times 1 = 0$$

$$\gamma_{26} = \gamma_{23} \times \gamma_{34} \times \gamma_{45} \times \gamma_{56} = 0 \times 1 \times 1 \times 1 = 0$$

$$\gamma_{35} = \gamma_{34} \times \gamma_{45} = 1 \times 1 = 1$$

$$\gamma_{36} = \gamma_{34} \times \gamma_{45} \times \gamma_{56} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$\gamma_{46} = \gamma_{45} \times \gamma_{56} = 1 \times 1 = 1$$

[0064] 同様に、隣接しないチャネル間の時間差を、隣接するチャネル間の時間差 τ_{12} 、 τ_{23} 、 τ_{34} 、 τ_{45} 、 τ_{56} を用いて下記の各式により近似的に得て、得たチャネル間の時間差が正であるか負であるか0であるかによって先行チャネル情報 $INFO_{nm}$ を近似的に得ても問題は生じない。

$$\tau_{13} = \tau_{12} + \tau_{23}$$

$$\tau_{14} = \tau_{12} + \tau_{23} + \tau_{34}$$

$$\tau_{15} = \tau_{12} + \tau_{23} + \tau_{34} + \tau_{45}$$

$$\tau_{16} = \tau_{12} + \tau_{23} + \tau_{34} + \tau_{45} + \tau_{56}$$

$$\tau_{24} = \tau_{23} + \tau_{34}$$

$$\tau_{25} = \tau_{23} + \tau_{34} + \tau_{45}$$

$$\tau_{26} = \tau_{23} + \tau_{34} + \tau_{45} + \tau_{56}$$

$$\tau_{35} = \tau_{34} + \tau_{45}$$

$$\tau_{36} = \tau_{34} + \tau_{45} + \tau_{56}$$

$$\tau_{46} = \tau_{45} + \tau_{56}$$

[0065] ただし、チャネル間相関値 γ_{nm} と先行チャネル情報 $INFO_{nm}$ を上記の各式を用いて近似的に得ることができるのは、図9に例示したように同一または類似する波形の入力音信号が連続したチャネルに配置されている場合に限られ、図10に例示するように、入力音信号の波形が同一または類似するチャネルの間に入力音信号の波形が大きく異なるチャネルが存在する場合には、チャネル間相関値 γ_{nm} と先行チャネル情報 $INFO_{nm}$ を上記の各式を用いて近似的に得

ることはできない。そこで、第3実施形態の音信号ダウンミックス装置では、N個のチャンネルの入力音信号を、入力音信号の波形が同一または類似するチャンネルの間に入力音信号の波形が大きく異なるチャンネルが存在しないように並び替えて、並び替え後の隣接するチャンネル間についてチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得て、並び替え後の隣接するチャンネル間のチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を用いて、その他のチャンネル間相関値 γ_{nm} と先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を近似的に得る。

[0066] 《第1例》

第3実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置について説明する。第1例の音信号ダウンミックス装置408は、図5に示す通り、チャンネル間関係情報推定部188とダウンミックス部116を含む。第1例の音信号ダウンミックス装置408は、各フレームについて、図6に例示するステップS188とステップS116の処理を行う。ダウンミックス部116とステップS116は第2実施形態の第1例と同じであるので、以下では、第2実施形態の第1例と異なるチャンネル間関係情報推定部188とステップS188について説明する。音信号ダウンミックス装置408に入力されるのは第2実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置408と同様にN個のチャンネルの時間領域の音信号であり、音信号ダウンミックス装置408が得て出力するのは第2実施形態の第1例の音信号ダウンミックス装置406と同様に時間領域のモノラルの音信号であるダウンミックス信号である。

[0067] [チャンネル間関係情報推定部188]

チャンネル間関係情報推定部188には、音信号ダウンミックス装置408に入力されたN個のチャンネルの入力音信号が入力される。第2実施形態ではチャンネル数Nは2以上の整数であったが、チャンネル数Nが2である場合には入力音信号の波形が同一または類似するチャンネルの間に入力音信号の波形が大きく異なるチャンネルが存在することはないので、第3実施形態ではチャンネル数Nは3以上の整数である。チャンネル間関係情報推定部188は、例えば、図11に示す通り、チャンネル並び替え部1881と隣接チャンネル間関係情報推定

部 1882 とチャンネル間関係情報補完部 1883 を含む。チャンネル間関係情報推定部 188 は、チャンネル間関係情報推定部 188 は、例えば、各フレームについて、図 12 に例示するステップ S 1881 とステップ S 1882 とステップ S 1883 の処理を行う（ステップ S 188）。

[0068] [[チャンネル並び替え部 1881]]

チャンネル並び替え部 1881 は、例えば、第 1 チャンネルから順に、残りのチャンネルのうちの時間差を揃えたときに入力音信号の波形の類似の度合いが最も高いチャンネルが隣接するチャンネルとなるように、逐次的に並び替えを行って、N 個のチャンネルの並び替え後の信号である第 1 並び替え済入力音信号から第 N 並び替え済入力音信号と、各並び替え済入力音信号が音信号ダウンミックス装置 408 に入力されたときのチャンネル番号（すなわち、入力音信号のチャンネル番号）である第 1 原チャンネル情報 c_1 から第 N 原チャンネル情報 c_N と、を得て出力する（ステップ S 1881A）。チャンネル並び替え部 1881 は、時間差を揃えたときの波形の類似の度合いとしては、時間差を揃えたときの 2 つのチャンネルの入力音信号間の距離の近さを表す値、時間差を揃えたときの 2 つのチャンネルの入力音信号の内積を 2 つのチャンネルの入力音信号のエネルギーの相乗平均で除算値などの相関の大きさを表す値、などを用いればよい。

[0069] 例えば、時間差を揃えたときの波形の類似の度合いとして、時間差を揃えたときの 2 つのチャンネルの入力音信号間の距離の近さを表す値を用いるのであれば、チャンネル並び替え部 1881 は、以下のステップ S 1881A-1 からステップ S 1881A-N を行う。チャンネル並び替え部 1881 は、まず、第 1 チャンネル入力音信号を第 1 並び替え済入力音信号として得て、第 1 チャンネルのチャンネル番号である "1" を第 1 原チャンネル情報 c_1 として得る（ステップ S 1881A-1）。

[0070] 次に、チャンネル並び替え部 1881 は、第 2 チャンネルから第 N チャンネルの各チャンネル m についての予め定めた $\tau_{\max}$ から $\tau_{\min}$ まで（例えば、 $\tau_{\max}$ は正の数、 $\tau_{\min}$ は負の数）の各候補サンプル数 τ_{cand} について、第 1 並び替え済入力音信

号のサンプル列と、各候補サンプル数 τ_{cand} 分だけ当該サンプル列より後にずれた位置にある第 m チャンネル入力音信号のサンプル列と、の距離を得て、距離が最小値であるチャンネル m の入力音信号を第 2 並び替え済入力音信号として得て、距離が最小値であるチャンネル m のチャンネル番号を第 2 原チャンネル情報 c_2 として得る（ステップ S 1881A-2）。

[0071] 次に、チャンネル並び替え部 1881 は、第 2 チャンネルから第 N チャンネルのうちのまだ並び替え済入力音信号としていない各チャンネル m についての τ_{max} から τ_{min} までの各候補サンプル数 τ_{cand} について、第 2 並び替え済入力音信号のサンプル列と、各候補サンプル数 τ_{cand} 分だけ当該サンプル列より後にずれた位置にある第 m チャンネル入力音信号のサンプル列と、の距離を得て、距離が最小値であるチャンネル m の入力音信号を第 3 並び替え済入力音信号として得て、距離が最小値であるチャンネル m のチャンネル番号を第 3 原チャンネル情報 c_3 として得る（ステップ S 1881A-3）。以降、まだ並び替え済入力音信号としていないチャンネルが残り 1 つになるまで同様の処理を繰り返して、第 4 並び替え済入力音信号から第 $(N-1)$ 並び替え済入力音信号までと、第 4 原チャンネル情報 c_4 から第 $(N-1)$ 原チャンネル情報 $c_{(N-1)}$ までと、を得る（ステップ S 1881A-4 からステップ S 1881A- $(N-1)$ ）。

[0072] 最後に、チャンネル並び替え部 1881 は、まだ並び替え済入力音信号としていない残り 1 つのチャンネルの入力音信号を第 N 並び替え済入力音信号として得て、まだ並び替え済入力音信号としていない残り 1 つのチャンネルのチャンネル番号を第 N 原チャンネル情報 c_N として得る（ステップ S 1881A- N ）。なお、以下では、1 以上 N 以下の各 n についての第 n 並び替え済入力音信号のことを並び替え後の第 n チャンネルの入力音信号ともいい、第 n 並び替え済入力音信号の n のことを並び替え後のチャンネル番号ともいう。

[0073] なお、チャンネル並び替え部 1881 は、入力音信号の波形が同一または類似するチャンネルの間に入力音信号の波形が大きく異なるチャンネルが存在しないように N 個のチャンネルの入力音信号を並び替えることが目的であること、並び替えの処理に要する演算処理量は少ないほうがよいこと、などを考慮して

、時間差を揃えずに類似の度合いを評価して並び替えを行ってもよい。例えば、チャンネル並び替え部1881は、以下のステップS1881B-1からステップS1881B-Nを行ってもよい。チャンネル並び替え部1881は、まず、第1チャンネル入力音信号を第1並び替え済入力音信号として得て、第1チャンネルのチャンネル番号である"1"を第1原チャンネル情報 c_1 として得る（ステップS1881B-1）。

[0074] 次に、チャンネル並び替え部1881は、第2チャンネルから第Nチャンネルの各チャンネル m について、第1並び替え済入力音信号のサンプル列と第 m チャンネル入力音信号のサンプル列との距離を得て、距離が最小値であるチャンネル m の入力音信号を第2並び替え済入力音信号として得て、距離が最小値であるチャンネル m のチャンネル番号を第2原チャンネル情報 c_2 として得る（ステップS1881B-2）。

[0075] 次に、チャンネル並び替え部1881は、第2チャンネルから第Nチャンネルのうちのまだ並び替え済入力音信号としていない各チャンネル m について、第2並び替え済入力音信号のサンプル列と第 m チャンネル入力音信号のサンプル列との距離を得て、距離が最小値であるチャンネル m の入力音信号を第3並び替え済入力音信号として得て、距離が最小値であるチャンネル m のチャンネル番号を第3原チャンネル情報 c_3 として得る（ステップS1881B-3）。以降、まだ並び替え済入力音信号としていないチャンネルが残り1つになるまで同様の処理を繰り返して、第4並び替え済入力音信号から第 $(N-1)$ 並び替え済入力音信号までと、第4原チャンネル情報 c_4 から第 $(N-1)$ 原チャンネル情報 $c_{(N-1)}$ までと、を得る（ステップS1881B-4からステップS1881B- $(N-1)$ ）。

[0076] 最後に、チャンネル並び替え部1881は、まだ並び替え済入力音信号としていない残り1つのチャンネルの入力音信号を第N並び替え済入力音信号として得て、まだ並び替え済入力音信号としていない残り1つのチャンネルのチャンネル番号を第N原チャンネル情報 c_N として得る（ステップS1881B-N）。

[0077] 要するに、チャンネル並び替え部1881は、時間差を揃えるか否かや、信号間の類似の度合いにどのような値を用いるかに関わらず、第1チャンネルか

ら順に、残りのチャンネルのうちの入力音信号が最も類似するチャンネルが隣接するチャンネルとなるように、逐次的に並び替えを行って、N個のチャンネルの並び替え後の信号である第1並び替え済入力音信号から第N並び替え済入力音信号と、各並び替え済入力音信号が音信号ダウンミックス装置408に入力されたときのチャンネル番号（すなわち、入力音信号のチャンネル番号）である第1原チャンネル情報 c_1 から第N原チャンネル情報 c_N と、を得て出力すればよい（ステップS1881）。

[0078] [隣接チャンネル間関係情報推定部1882]

隣接チャンネル間関係情報推定部1882には、第1並び替え済入力音信号から第N並び替え済入力音信号までのN個の並び替え済入力音信号が入力される。隣接チャンネル間関係情報推定部1882は、N個の並び替え済入力音信号のうちの並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間相関値とチャンネル間時間差と、を得て出力する（ステップS1882）。

[0079] ステップS1882で得るチャンネル間相関値は、並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについての、並び替え済入力音信号間の時間差を考慮した相関値、すなわち、並び替え済入力音信号間の時間差を考慮した相関の大きさを表す値、である。N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せは(N-1)通りある。nを1以上N-1以下の各整数とし、第n並び替え済入力音信号と第(n+1)並び替え済チャンネル入力音信号との間のチャンネル間相関値を $\gamma'_{n(n+1)}$ とすると、隣接チャンネル間関係情報推定部1882は、並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せ(N-1)通りのそれぞれについてのチャンネル間相関値 $\gamma'_{n(n+1)}$ を得る。

[0080] ステップS1882で得るチャンネル間時間差は、並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについての、同じ音信号が2個の並び替え済入力音信号のどちらにどれくらい先に含まれているかを表す情報である。第n並び替え済入力音信号と第(n+1)並び替え

済入力音信号との間のチャネル間時間差を $\tau'_{n(n+1)}$ とすると、隣接チャネル間関係情報推定部1882は、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せ(N-1)通りのそれぞれについてのチャネル間時間差を $\tau'_{n(n+1)}$ を得る。

[0081] 例えば、相関の大きさを表す値として相関係数の絶対値を用いるのであれば、隣接チャネル間関係情報推定部1882は、1以上N-1以下の各nについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについて）、予め定めた $\tau_{\max}$ から $\tau_{\min}$ までの各候補サンプル数 τ_{cand} についての、第n並び替え済入力音信号のサンプル列と、各候補サンプル数 τ_{cand} 分だけ当該サンプル列より後にずれた位置にある第(n+1)並び替え済入力音信号のサンプル列と、の相関係数の絶対値 γ_{cand} 、のうちの最大値をチャネル間相関値 $\gamma'_{n(n+1)}$ として得て出力し、相関係数の絶対値が最大値のときの τ_{cand} をチャネル間時間差 $\tau'_{n(n+1)}$ として得て出力する。

[0082] また例えば、相関係数の絶対値に代えて、以下のように信号の位相の情報を用いた相関値を γ_{cand} としてもよい。この例においては、隣接チャネル間関係情報推定部1882は、まず、第1チャネル入力音信号から第Nチャネル入力音信号までの各チャネルiについて、入力音信号 $x_i(1)$, $x_i(2)$, ..., $x_i(T)$ を式(2-1)のようにフーリエ変換することにより、0からT-1の各周波数kにおける周波数スペクトル $X_i(k)$ を得る。

[0083] 隣接チャネル間関係情報推定部1882は、次に、1以上N-1以下の各nについて、すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについて、以降の処理を行う。隣接チャネル間関係情報推定部1882は、まず、式(2-1)で得られた各周波数kにおける第nチャネルの周波数スペクトル $X_n(k)$ 及び第(n+1)チャネルの周波数スペクトル $X_{(n+1)}(k)$ を用いて、下記の式(3-1)により、各周波数kにおける位相差のスペクトル $\phi(k)$ を得る。

[数15]

$$\phi(k) = \frac{X_n(k)/|X_n(k)|}{X_{(n+1)}(k)/|X_{(n+1)}(k)|} \cdots (3-1)$$

[0084] 隣接チャネル間関係情報推定部 1882 は、次に、式 (3-1) で得られた位相差のスペクトルを逆フーリエ変換することにより、式 (1-4) のように $\tau_{\max}$ から $\tau_{\min}$ までの各候補サンプル数 τ_{cand} について位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ を得る。隣接チャネル間関係情報推定部 1882 は、次に、位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値である相関値 γ_{cand} の最大値をチャネル間相関値 $\gamma'_{n(n+1)}$ として得て出力し、相関値が最大値のときの τ_{cand} をチャネル間時間差 $\tau'_{n(n+1)}$ として得て出力する。

[0085] なお、隣接チャネル間関係情報推定部 1882 は、左右関係情報推定部 183 やチャネル間関係情報推定部 186 と同様に、相関値 γ_{cand} として位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値をそのまま用いることに代えて、例えば各 τ_{cand} について位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ の絶対値に対する τ_{cand} 前後にある複数個の候補サンプル数それぞれについて得られた位相差信号の絶対値の平均との相対差のような、正規化された値を用いてもよい。つまり、隣接チャネル間関係情報推定部 1882 は、各 τ_{cand} について、予め定めた正の数 τ_{range} を用いて、式 (1-5) により平均値を得て、得られた平均値 $\phi_c(\tau_{\text{cand}})$ と位相差信号 $\phi(\tau_{\text{cand}})$ を用いて式 (1-6) により得られる正規化された相関値を γ_{cand} として用いてもよい。

[0086] [チャネル間関係情報補完部 1883]

チャネル間関係情報補完部 1883 には、隣接チャネル間関係情報推定部 1882 が出力した、並び替え後のチャネル番号が隣接する 2 個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての、チャネル間相関値とチャネル間時間差と、チャネル並び替え部 1881 が出力した、並び替え後の各チャネルについての原チャネル情報と、が入力される。チャネル間関係情報補完部 1883 は、下記のステップ S1883-1 からステップ S1883-5 の処理を行うことで、2 個のチャネルによる組合せ全て（すなわち、並び替え元の 2 個のチャネルによる組合せ全て）についてのチャネル間相関値と先行チャネル情報を得て出力する（ステップ S1883）。

[0087] チャネル間関係情報補完部 1883 は、まず、並び替え後のチャネル番号

が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値から、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を得る（ステップS1883-1）。nを1以上N-2以下の各整数とし、mをn+2以上N以下の各整数とし、第n並び替え済入力音信号と第m並び替え済入力音信号との間のチャネル間相関値を γ'_{nm} とすると、チャネル間関係情報補完部1883は、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 γ'_{nm} を得る。

[0088] 並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号をi（iは1以上N-1以下の各整数）とi+1とし、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を $\gamma'_{i(i+1)}$ とすると、例えば、チャネル間関係情報補完部1883は、nとmの組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて）、iがn以上m-1以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ の全てを乗算した値を、チャネル間相関値 γ'_{nm} として得る。すなわち、チャネル間関係情報補完部1883は、チャネル間相関値 γ'_{nm} を下記の式（3-2）によって得る。

[数16]

$$\gamma'_{nm} = \prod_{i=n}^{m-1} \gamma'_{i(i+1)} \cdots (3-2)$$

[0089] なお、チャネル間関係情報補完部1883は、nとmの組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて）、iがn以上m-1以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ の全ての相乗平均を、チャネル間相関値 γ'_{nm} として得てもよい。すなわち、チャネル間関係情報補完部1883は、チャネ

ル間相関値 γ'_{nm} を下記の式 (3-3) によって得てもよい。

[数17]

$$\gamma'_{nm} = \sqrt{\prod_{i=n}^{m-1} \gamma'_{i(i+1)}} \cdots (3-3)$$

[0090] ただし、チャネル間相関値が相関係数の絶対値や正規化された値のような上限が1ではない値である場合には、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値が、当該チャネル間相関値が本来取り得る値の上限を超えないように、チャネル間関係情報補完部1883は、式(3-2)で表される乗算値ではなく式(3-3)で表される相乗平均をチャネル間相関値 γ'_{nm} として得るほうがよい。

[0091] なお、例えば、nとmの組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて）、iがn以上m-1以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せの中に、組合せを構成する2つの入力音信号が異なる音信号を含むことにより相関が非常に小さい組合せがあった場合に、チャネル間相関値 γ'_{nm} をその組合せのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ に依存する値とするようにしてもよい。例えば、チャネル間関係情報補完部1883は、nとmの組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて）、iがn以上m-1以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値を、チャネル間相関値 γ'_{nm} として得るようにしてもよい。また例えば、チャネル間関係情報補完部1883は、nとmの組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて）、iがn以上m-1以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関

値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの、最小値を含む複数個のチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ の乗算値または相乗平均を、チャネル間相関値 γ'_{nm} として得るようにしてもよい。ただし、チャネル間相関値が相関係数の絶対値や正規化された値のような上限が1ではない値である場合には、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値が、当該チャネル間相関値が本来取り得る値の上限を超えないように、チャネル間関係情報補完部1883は、乗算値ではなく相乗平均をチャネル間相関値 γ'_{nm} として得るほうがよい。

[0092] 要するに、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を i (i は1以上 $N-1$ 以下の各整数) と $i+1$ とし、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を $\gamma'_{i(i+1)}$ とし、 n を1以上 $N-2$ 以下の各整数とし、 m を $n+2$ 以上 N 以下の各整数とし、第 n 並び替え済入力音信号と第 m 並び替え済入力音信号との間のチャネル間相関値を γ'_{nm} とすると、チャネル間関係情報補完部1883は、 n と m の組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて）、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値を含む1個以上のチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のそれぞれと単調非減少の関係にある値をチャネル間相関値 γ'_{nm} として得ればよい。更には、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を i (i は1以上 $N-1$ 以下の各整数) と $i+1$ とし、並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を $\gamma'_{i(i+1)}$ とし、 n を1以上 $N-2$ 以下の各整数とし、 m を $n+2$ 以上 N 以下の各整数とし、第 n 並び替え済入力音信号と第 m 並び替え済入力音信号との間のチャネル間相関値を γ'_{nm} とすると、チャネル間関係情報補完部1883は、 n と m の組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャネル番号

が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについて)、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値を含む1個以上のチャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のそれぞれと、チャネル間相関値が取り得る値の範囲内で、単調非減少の関係にある値をチャネル間相関値 γ'_{nm} として得ればよい。

[0093] 並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値は、隣接チャネル間関係情報推定部1882が得たものが入力されており、並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値は、ステップS1883-1により得られるので、ステップS1883-1を行った時点で、チャネル間関係情報補完部1883には、 N 個の並び替え後のチャネルに含まれる2個の並び替え後のチャネルによる $(N \times (N-1))/2$ 通りの組合せそれぞれについてのチャネル間相関値が全て存在する状態となる。すなわち、 n を1以上 N 以下の各整数として、 m を n より大きく N 以下の各整数とし、第 n 並び替え済み入力音信号と第 m 並び替え済み入力音信号との間のチャネル間相関値を γ'_{nm} とすると、ステップS1883-1を行った時点で、チャネル間関係情報補完部1883には、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの2個の並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間相関値 γ'_{nm} が存在している。

[0094] チャネル間関係情報補完部1883は、ステップS1883-1の後に、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの2個の並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間相関値 γ'_{nm} を、並び替え後の各チャネルについての原チャネル情報 c_1 から c_N を用いて、 N 個のチャネルの入力音信号におけるチャネルの組合せ（すなわち、並び替え元のチャネルの組合せ）に対応付けることで、 N 個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての、入力音信号間のチャネル間相関値を得る（ステップS1883-2）。 n を1以上 N 以下の各整数とし、 m を n より大きく N 以下の各整数とし、第 n チャネル入

力音信号と第 m チャンネル入力音信号との間のチャンネル間相関値を γ_{nm} とすると、チャンネル間関係情報補完部1883は、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの2個のチャンネルによる組合せのそれぞれについてのチャンネル間相関値 γ_{nm} を得る。

[0095] チャンネル間関係情報補完部1883は、また、並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間時間差から、並び替え後のチャンネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間時間差を得る（ステップS1883-3）。 n を1以上 $N-2$ 以下の各整数とし、 m を $n+2$ 以上 N 以下の各整数とし、第 n チャンネル並び替え済入力音信号と第 m チャンネル並び替え済入力音信号との間のチャンネル間時間差を τ'_{nm} とすると、チャンネル間関係情報補完部1883は、並び替え後のチャンネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間時間差 τ'_{nm} を得る。並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャンネル番号を i （ i は1以上 $N-1$ 以下の各整数）と $i+1$ とし、並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間時間差を $\tau'_{i(i+1)}$ とすると、チャンネル間関係情報補完部1883は、 n と m の組合せそれぞれについて（すなわち、並び替え後のチャンネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについて）、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間時間差 $\tau'_{i(i+1)}$ の全てを加算した値を、チャンネル間時間差 τ'_{nm} として得る。すなわち、チャンネル間関係情報補完部1883は、チャンネル間時間差 τ'_{nm} を下記の式（3-4）によって得る。

[数18]

$$\tau'_{nm} = \sum_{i=n}^{m-1} \tau'_{i(i+1)} \cdots (3-4)$$

[0096] 並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについてのチャンネル間時間差は、隣接チャンネル間関係情報推

定部 1 8 8 2 が得たものが入力されており、並び替え後のチャネル番号が隣接しない 2 個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差は、ステップ S 1 8 8 3 - 3 により得られるので、ステップ S 1 8 8 3 - 3 を行った時点で、チャネル間関係情報補完部 1 8 8 3 には、N 個の並び替え後のチャネルに含まれる 2 個の並び替え後のチャネルによる $(N \times (N-1))/2$ 通りの組合せそれぞれについてのチャネル間時間差が全て存在する状態となる。すなわち、n を 1 以上 N 以下の各整数とし、m を n より大きく N 以下の各整数とし、並び替え後の第 n チャネルと並び替え後の第 m チャネルによる組合せについてのチャネル間時間差を τ'_{nm} とすると、ステップ S 1 8 8 3 - 3 を行った時点で、チャネル間関係情報補完部 1 8 8 3 には、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの 2 個の並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間時間差 τ'_{nm} が存在している。

[0097] チャネル間関係情報補完部 1 8 8 3 は、ステップ S 1 8 8 3 - 3 の後に、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの 2 個の並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについてチャネル間時間差 τ'_{nm} を、並び替え後の各チャネルについての原チャネル情報 c_1 から c_N を用いて、N 個のチャネルの入力音信号におけるチャネルの組合せ（すなわち、並び替え元のチャネルの組合せ）に対応付けることで、N 個のチャネルに含まれる 2 個のチャネルによる組合せそれぞれについての、入力音信号間のチャネル間時間差を得る（ステップ S 1 8 8 3 - 4）。n を 1 以上 N 以下の各整数として、m を n より大きく N 以下の各整数とし、第 n チャネル入力音信号と第 m チャネル入力音信号との間のチャネル間時間差を τ_{nm} とすると、チャネル間関係情報補完部 1 8 8 3 は、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの 2 個のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間時間差 τ_{nm} を得る。

[0098] チャネル間関係情報補完部 1 8 8 3 は、ステップ S 1 8 8 3 - 4 の後に、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの 2 個のチャネルによる組合せのそれぞれについてのチャネル間時間差 τ_{nm} から、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの 2 個のチャネルによる組合せのそれぞれについての先行チャネル情報 $INF0_{nm}$ を得る（ステップ S 1 8 8 3 - 5）。チャネル間関係情報補完部 1 8 8 3 は、チャネル間時間差 τ_{nm} が正の値である

場合には、第 n チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ として得て、チャンネル間時間差 τ_{nm} が負の値である場合には、第 m チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ として得る。チャンネル間関係情報補完部1883は、2個のチャンネルによる組合せのそれぞれについて、チャンネル間時間差 τ_{nm} が0である場合には、第 n チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ として得てもよいし、第 m チャンネルが先行していることを表す情報を先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ として得てもよい。

[0099] なお、チャンネル間関係情報補完部1883は、ステップS1883-4とステップS1883-5に代えて、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの2個の並び替え後のチャンネルによる組合せのそれぞれについて、チャンネル間時間差 τ'_{nm} からステップS1883-5と同様にして先行チャンネル情報 $INF0'_{nm}$ を得るステップS1883-4'と、ステップS1883-4'で得た $(N \times (N-1))/2$ 通りの2個の並び替え後のチャンネルによる組合せのそれぞれについて先行チャンネル情報 $INF0'_{nm}$ を、並び替え後の各チャンネルについての原チャンネル情報 c_1 から c_N を用いて、 N 個のチャンネルの入力音信号におけるチャンネルの組合せ（すなわち、並び替え元のチャンネルの組合せ）に対応付けることで、 N 個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得るステップS1883-5'と、を行ってもよい。すなわち、チャンネル間関係情報補完部1883は、 $(N \times (N-1))/2$ 通りの2個の並び替え後のチャンネルによる組合せのそれぞれについてのチャンネル間時間差 τ'_{nm} から、原チャンネル情報 c_1 から c_N を用いて N 個のチャンネルの入力音信号におけるチャンネルの組合せに対応付けることと、チャンネル間時間差が正であるか負であるか0であるかに基づいて先行チャンネル情報を得ることと、によって、 N 個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての先行チャンネル情報 $INF0_{nm}$ を得ればよい。

[0100] ≪第2例≫

第2実施形態の第2例のチャンネル間関係情報推定部186に代えて、第3

実施形態の第1例のチャンネル間関係情報推定部188を用いてもよい。この場合には、音信号ダウンミックス装置407のチャンネル間関係情報取得部187はチャンネル間関係情報推定部186に代えてチャンネル間関係情報推定部188を備えて、チャンネル間関係情報取得部187は、チャンネル間関係情報推定部186をチャンネル間関係情報推定部188と読み替えた動作をすればよい。この場合の音信号ダウンミックス装置407の装置構成は図7に例示する通りであり、音信号ダウンミックス装置407の処理の流れは図8に例示する通りである。

[0101] <第4実施形態>

音信号を符号化する符号化装置に上述した第2実施形態と第3実施形態の音信号ダウンミックス装置を音信号ダウンミックス部として含んでもよく、この形態を第4実施形態として説明する。

[0102] <<音信号符号化装置106>>

第4実施形態の音信号符号化装置106は、図13に示す通り、音信号ダウンミックス部407と符号化部196を含む。第4実施形態の音信号符号化装置106は、例えば20msの所定の時間長のフレーム単位で、入力されたNチャンネルステレオの時間領域の音信号を符号化して、音信号符号を得て出力する。音信号符号化装置106に入力されるNチャンネルステレオの時間領域の音信号は、例えば、音声や音楽などの音をN個のマイクロホンそれぞれで収音してAD変換して得られたデジタルの音声信号又は音響信号であり、第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号からなる。符号化装置が出力する音信号符号は復号装置へ入力される。第4実施形態の音信号符号化装置105は、各フレームについて、図14に例示するステップS407とステップS196の処理を行う。以下、第4実施形態の音信号符号化装置106について、第2実施形態と第3実施形態の説明を適宜参照して説明する。

[0103] [音信号ダウンミックス部407]

音信号ダウンミックス部407は、音信号符号化装置106に入力された

第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号からダウンミックス信号を得て出力する（ステップS407）。音信号ダウンミックス部407は、第2実施形態または第3実施形態の音信号ダウンミックス装置407と同様であり、チャンネル間関係情報取得部187とダウンミックス部116を含む。チャンネル間関係情報取得部187は上述したステップS187を行い、ダウンミックス部116は上述したステップS116を行う。すなわち、音信号符号化装置106は、第2実施形態または第3実施形態の音信号ダウンミックス装置407を音信号ダウンミックス部407として含んでおり、第2実施形態または第3実施形態の音信号ダウンミックス装置407の処理をステップS407として行う。

[0104] [符号化部196]

符号化部196には、音信号ダウンミックス部407が出力したダウンミックス信号が少なくとも入力される。符号化部196は、入力されたダウンミックス信号を少なくとも符号化して音信号符号を得て出力する（ステップS196）。符号化部196は、第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号も符号化してもよく、この符号化で得た符号も音信号符号に含めて出力してもよい。この場合には、図13に破線で示すように、符号化部196には第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号も入力される。

[0105] 符号化部196が行う符号化処理はどのような符号化処理であってもよい。例えば、入力されたTサンプルのダウンミックス信号 $x_M(1)$, $x_M(2)$, ..., $x_M(T)$ を3GPP EVS規格のようなモノラル符号化方式で符号化して音信号符号を得てもよい。また例えば、ダウンミックス信号を符号化してモノラル符号を得ることに加えて、第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号をMPEG-4 AAC規格のステレオ復号方式に対応するステレオ符号化方式で符号化してステレオ符号を得て、モノラル符号とステレオ符号を合わせたものを音信号符号として出力してもよい。また例えば、ダウンミックス信号を符号化してモノラル符号を得ることに加えて、第1チャンネル入力音

信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号について、チャンネルごとにダウンミックス信号との差分や重み付き差分を符号化することでステレオ符号を得て、モノラル符号とステレオ符号を合わせたものを音信号符号として出力してもよい。

[0106] <第5実施形態>

音信号を信号処理する信号処理装置に上述した第2実施形態と第3実施形態の音信号ダウンミックス装置を音信号ダウンミックス部として含んでもよく、この形態を第5実施形態として説明する。

[0107] <<音信号処理装置306>>

第5実施形態の音信号処理装置306は、図15に示す通り、音信号ダウンミックス部407と信号処理部316を含む。第5実施形態の音信号処理装置306は、例えば20msの所定の時間長のフレーム単位で、入力されたNチャンネルステレオの時間領域の音信号を信号処理して、信号処理結果を得て出力する。音信号処理装置306に入力されるNチャンネルステレオの時間領域の音信号は、例えば、音声や音楽などの音をN個のマイクロホンそれぞれで収音してAD変換して得られたデジタルの音声信号又は音響信号であり、また例えば、当該デジタルの音声信号又は音響信号を加工して得たデジタルの音声信号又は音響信号であり、また例えば、ステレオ復号装置がステレオ符号を復号して得たデジタルの復号音声信号又は復号音響信号であり、第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号からなる。第5実施形態の音信号処理装置306は、各フレームについて、図16に例示するステップS407とステップS316の処理を行う。以下、第5実施形態の音信号処理装置306について、第2実施形態と第3実施形態の説明を適宜参照して説明する。

[0108] [音信号ダウンミックス部407]

音信号ダウンミックス部407は、音信号処理装置306に入力された第1チャンネル入力音信号から第Nチャンネル入力音信号のN個の入力音信号からダウンミックス信号を得て出力する（ステップS407）。音信号ダウンミッ

クス部４０７は、第２実施形態または第３実施形態の音信号ダウンミックス装置４０７と同様であり、チャンネル間関係情報取得部１８７とダウンミックス部１１６を含む。チャンネル間関係情報取得部１８７は上述したステップＳ１８７を行い、ダウンミックス部１１６は上述したステップＳ１１６を行う。すなわち、音信号処理装置３０６は、第２実施形態または第３実施形態の音信号ダウンミックス装置４０７を音信号ダウンミックス部４０７として含んでおり、第２実施形態または第３実施形態の音信号ダウンミックス装置４０７の処理をステップＳ４０７として行う。

[0109] [信号処理部３１６]

信号処理部３１６には、音信号ダウンミックス部４０７が出力したダウンミックス信号が少なくとも入力される。信号処理部３１６は、入力されたダウンミックス信号を少なくとも信号処理して信号処理結果を得て出力する（ステップＳ３１６）。信号処理部３１６は、第１チャンネル入力音信号から第Ｎチャンネル入力音信号のＮ個の入力音信号も信号処理して信号処理結果を得てもよく、この場合には、図１５に破線で示すように、信号処理部３１６には第１チャンネル入力音信号から第Ｎチャンネル入力音信号のＮ個の入力音信号も入力され、信号処理部３１６は、例えば、各チャンネルの入力音信号に対してダウンミックス信号を用いた信号処理を行って各チャンネルの出力音信号を信号処理結果として得る。

[0110] <プログラム及び記録媒体>

上述した各音信号ダウンミックス装置と音信号符号化装置と音信号処理装置との各部の処理をコンピュータにより実現してもよく、この場合は各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムを図１７に示すコンピュータ１０００の記憶部１０２０に読み込ませ、演算処理部１０１０、入力部１０３０、出力部１０４０などに動作させることにより、上記各装置における各種の処理機能がコンピュータ上で実現される。

[0111] この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記

録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体は、例えば、非一時的な記録媒体であり、具体的には、磁気記録装置、光ディスク、等である。

[0112] また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

[0113] このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の非一時的な記憶装置である補助記録部1050に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の非一時的な記憶装置である補助記録部1050に格納されたプログラムを記憶部1020に読み込み、読み込んだプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを記憶部1020に読み込み、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

[0114] また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させるこ

とにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

[0115] その他、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

請求の範囲

- [請求項1] N個（Nは3以上の整数）のチャンネルの入力音信号からモノラルの音信号であるダウンミックス信号を得る音信号ダウンミックス方法であって、
- 前記N個のチャンネルに含まれる2個のチャンネルによる組合せのそれぞれについての、2個のチャンネルの入力音信号間の相関の大きさを表す値であるチャンネル間相関値と、2個のチャンネルの入力音信号のどちらが先行しているかを表す情報である先行チャンネル情報と、を得るチャンネル間関係情報取得ステップと、
- 前記チャンネル間相関値と前記先行チャンネル情報とに基づき、前記各チャンネルの入力音信号に、当該チャンネルより先行している各チャンネルの入力音信号との相関が大きいほど小さく、当該チャンネルより後行している各チャンネルの入力音信号との相関が大きいほど大きい重みを与えて、前記N個のチャンネルの入力音信号を重み付け加算して前記ダウンミックス信号を得るダウンミックスステップと、
- を含み、
- 前記チャンネル間関係情報取得ステップは、
- 第1チャンネルから順に、残りのチャンネルのうちの入力音信号が最も類似するチャンネルが隣接するチャンネルとなるように、逐次的に並び替えを行って、N個のチャンネルの並び替え後の信号である第1並び替え済入力音信号から第N並び替え済入力音信号と、前記各並び替え済入力音信号の前記N個のチャンネルの前記入力音信号におけるチャンネル番号である第1原チャンネル情報から第N原チャンネル情報と、を得るチャンネル並び替えステップと、
- 前記第1並び替え済入力音信号から前記第N並び替え済入力音信号のうちの前記の並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについての、チャンネル間相関値とチャンネル間時間差を得る隣接チャンネル間関係情報推定ステップと、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値から、前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を得て、
前記並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについての前記チャネル間相関値を、前記原チャネル情報を用いてN個のチャネルの前記入力音信号におけるチャネルの組合せに対応付けることで、N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての、前記入力音信号間の前記チャネル間相関値を得て、
前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差から、前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差を得て、
前記並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについての前記チャネル間時間差から、前記原チャネル情報を用いてN個のチャネルの前記入力音信号におけるチャネルの組合せに対応付けることと、前記チャネル間時間差が正であるか負であるか0であるかに基づいて先行チャネル情報を得ることと、によって、N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての前記先行チャネル情報を得る
チャネル間関係情報補完ステップを含み、
前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を i (i は1以上 $N-1$ 以下の各整数) と $i+1$ とし、
前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値を $\gamma'_{i(i+1)}$ とし、
前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネ

ルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差を $\tau'_{i(i+1)}$ とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を n (n は1以上 $N-2$ 以下の各整数) と m (m は $n+2$ 以上 N 以下の各整数) とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値を γ'_{nm} とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差を τ'_{nm} とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値 γ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値を含む1個以上の前記チャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のそれぞれと単調非減少の関係にある値であり、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差 τ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差 $\tau'_{i(i+1)}$ の全てを加算した値である

ことを特徴とする音信号ダウンミックス方法。

[請求項2]

請求項1に記載の音信号ダウンミックス方法であって、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値 γ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$

のうちの最小値である

ことを特徴とする音信号ダウンミックス方法。

[請求項3] 請求項1または2に記載の音信号ダウンミックス方法を音信号ダウンミックスステップとして含み、
前記ダウンミックスステップが得た前記ダウンミックス信号を符号化してモノラル符号を得るモノラル符号化ステップと、
前記N個チャネルの入力音信号を符号化してステレオ符号を得るステレオ符号化ステップと、
を更に含む
ことを特徴とする音信号符号化方法。

[請求項4] N個（Nは3以上の整数）のチャネルの入力音信号からモノラルの音信号であるダウンミックス信号を得る音信号ダウンミックス装置であって、
前記N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せのそれぞれについての、2個のチャネルの入力音信号間の相関の大きさを表す値であるチャネル間相関値と、2個のチャネルの入力音信号のどちらが先行しているかを表す情報である先行チャネル情報と、を得るチャネル間関係情報取得部と、
前記チャネル間相関値と前記先行チャネル情報とに基づき、前記各チャネルの入力音信号に、当該チャネルより先行している各チャネルの入力音信号との相関が大きいほど小さく、当該チャネルより後行している各チャネルの入力音信号との相関が大きいほど大きい重みを与えて、前記N個のチャネルの入力音信号を重み付け加算して前記ダウンミックス信号を得るダウンミックス部と、
を含み、
前記チャネル間関係情報取得部は、
第1チャネルから順に、残りのチャネルのうちの入力音信号が最も類似するチャネルが隣接するチャネルとなるように、逐次的に並び替え

を行って、N個のチャネルの並び替え後の信号である第1並び替え済入力音信号から第N並び替え済入力音信号と、前記各並び替え済入力音信号の前記N個のチャネルの前記入力音信号におけるチャネル番号である第1原チャネル情報から第N原チャネル情報と、を得るチャネル並び替え部と、

前記第1並び替え済入力音信号から前記第N並び替え済入力音信号のうちの前記の並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての、チャネル間相関値とチャネル間時間差を得る隣接チャネル間関係情報推定部と、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値から、前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間相関値を得て、

前記並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについての前記チャネル間相関値を、前記原チャネル情報を用いてN個のチャネルの前記入力音信号におけるチャネルの組合せに対応付けることで、N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての、前記入力音信号間の前記チャネル間相関値を得て、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差から、前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについてのチャネル間時間差を得て、

前記並び替え後のチャネルによる組合せのそれぞれについての前記チャネル間時間差から、前記原チャネル情報を用いてN個のチャネルの前記入力音信号におけるチャネルの組合せに対応付けることと、前記チャネル間時間差が正であるか負であるか0であるかに基づいて先行チャネル情報を得ることと、によって、N個のチャネルに含まれる2個のチャネルによる組合せそれぞれについての前記先行チャネル情報を

得る

チャネル間関係情報補完部を含み、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を i (i は1以上 $N-1$ 以下の各整数) と $i+1$ とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値を $\gamma'_{i(i+1)}$ とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接する2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差を $\tau'_{i(i+1)}$ とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれにおける2個のチャネル番号を n (n は1以上 $N-2$ 以下の各整数) と m (m は $n+2$ 以上 N 以下の各整数) とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値を γ'_{nm} とし、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差を τ'_{nm} として、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値 γ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャネル番号が隣接する2個のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値を含む1個以上の前記チャネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のそれぞれと単調非減少の関係にある値であり、

前記並び替え後のチャネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャネルによる組合せそれぞれについての前記チャネル間時間差 τ'_{nm} は、

i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての前記チャンネル間時間差 $\tau'_{i(i+1)}$ の全てを加算した値である

ことを特徴とする音信号ダウンミックス装置。

[請求項5]

請求項4に記載の音信号ダウンミックス装置であって、

前記並び替え後のチャンネル番号が隣接しない2個の並び替え後のチャンネルによる組合せそれぞれについての前記チャンネル間相関値 γ'_{nm} は、 i が n 以上 $m-1$ 以下である並び替え後のチャンネル番号が隣接する2個のチャンネルによる組合せそれぞれについての前記チャンネル間相関値 $\gamma'_{i(i+1)}$ のうちの最小値である

ことを特徴とする音信号ダウンミックス装置。

[請求項6]

請求項4または5に記載の音信号ダウンミックス装置を音信号ダウンミックス部として含み、

前記ダウンミックス部が得た前記ダウンミックス信号を符号化してモノラル符号を得るモノラル符号化部と、

前記 N 個チャンネルの入力音信号を符号化してステレオ符号を得るステレオ符号化部と、

を更に含む

ことを特徴とする音信号符号化装置。

[請求項7]

請求項1または2に記載の音信号ダウンミックス方法の各ステップの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8]

請求項3に記載の音信号符号化方法の各ステップの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9]

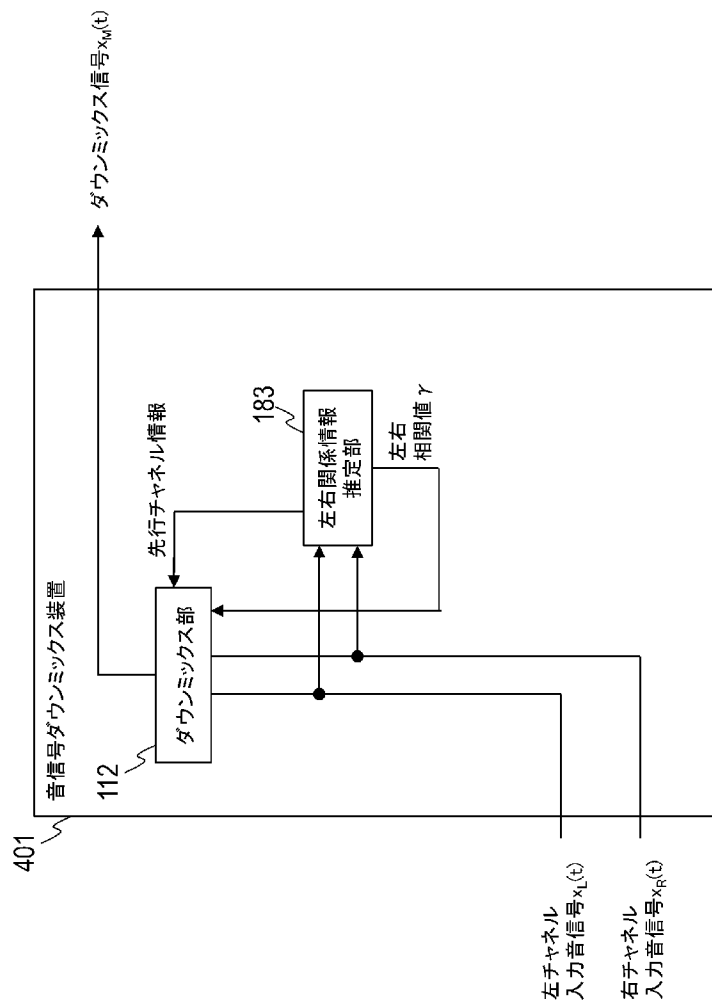
請求項1または2に記載の音信号ダウンミックス方法の各ステップの処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項10]

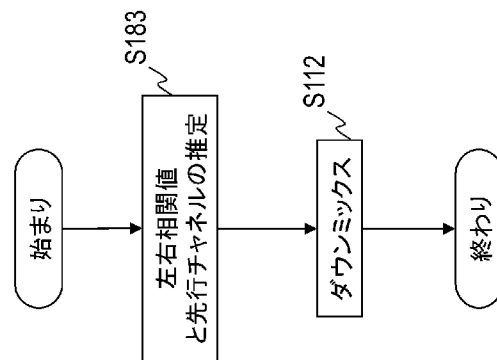
請求項3に記載の音信号符号化方法の各ステップの処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り

可能な記録媒体。

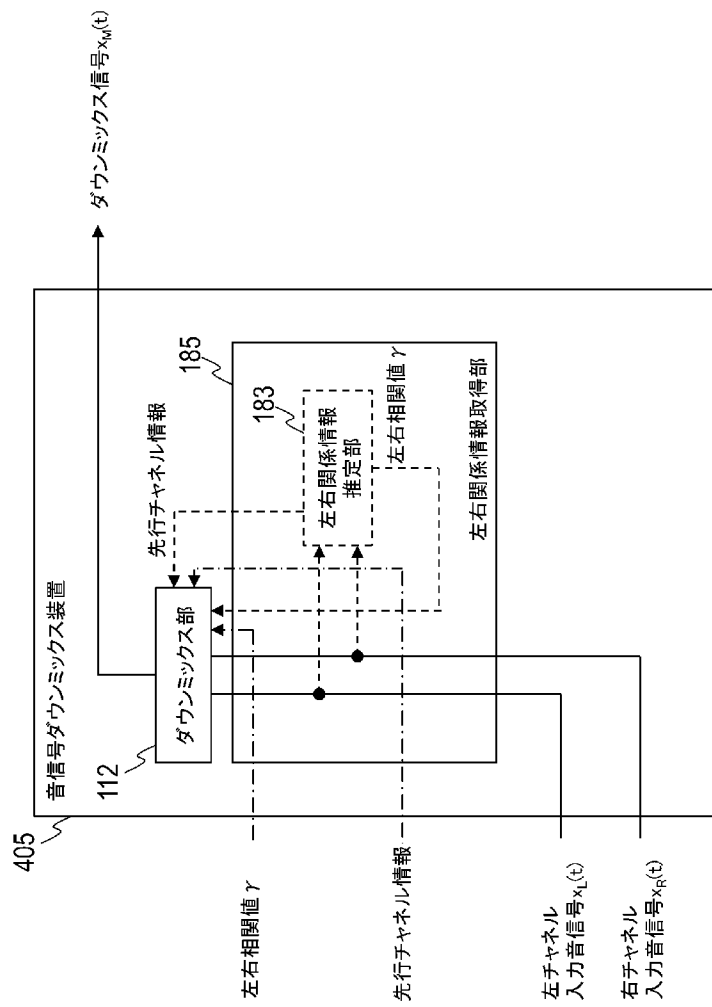
[図1]



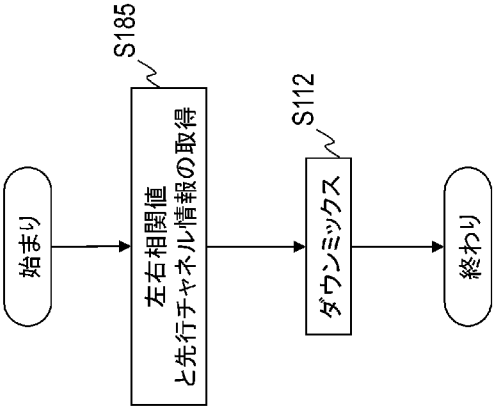
[図2]



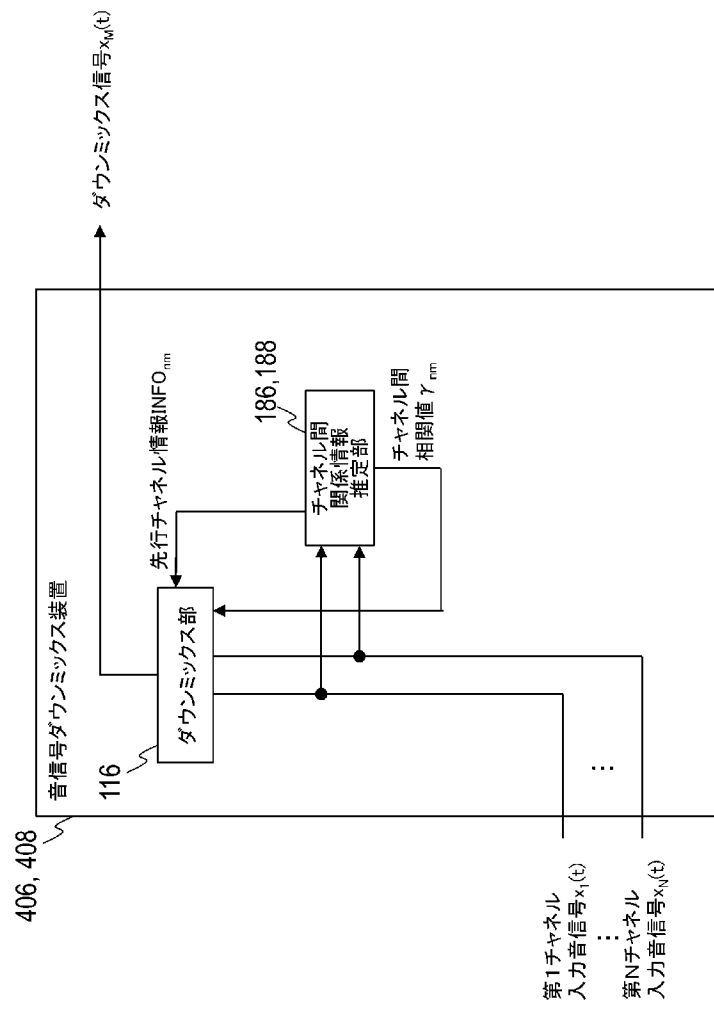
[図3]



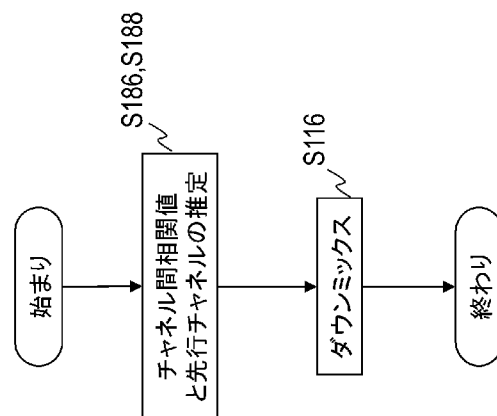
[図4]



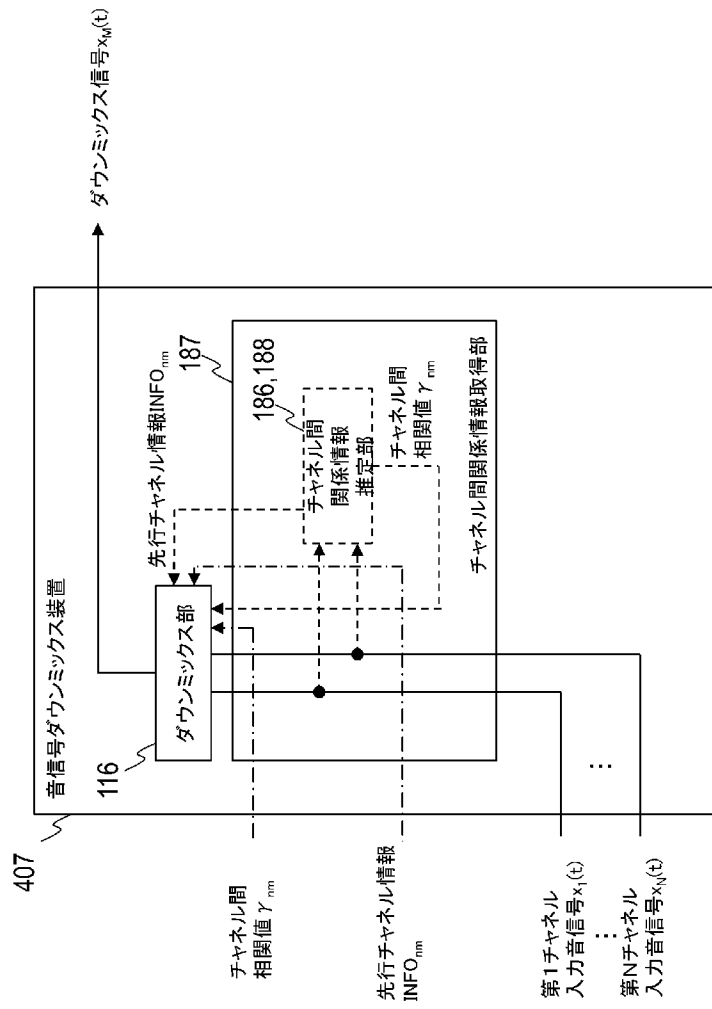
[図5]



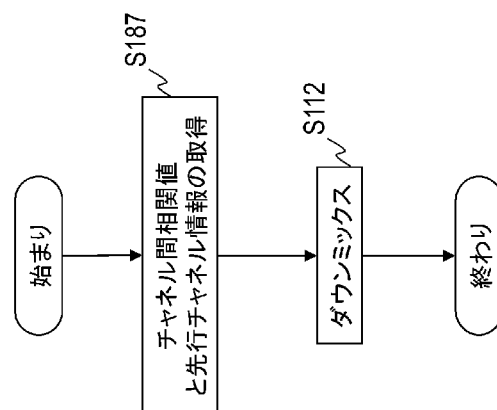
[図6]



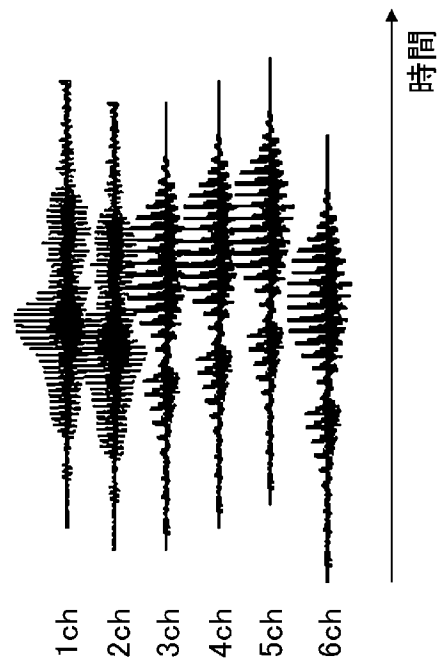
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

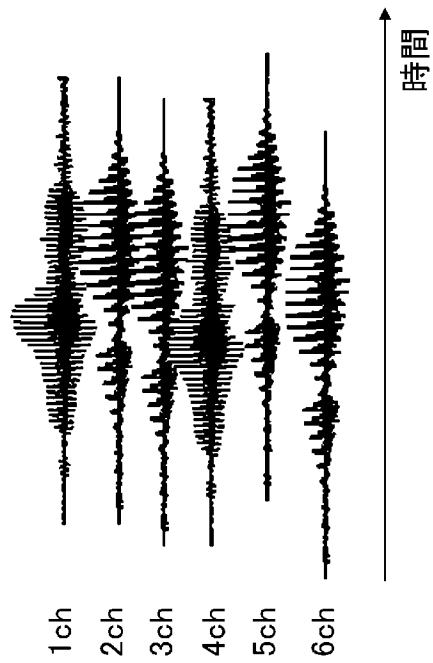
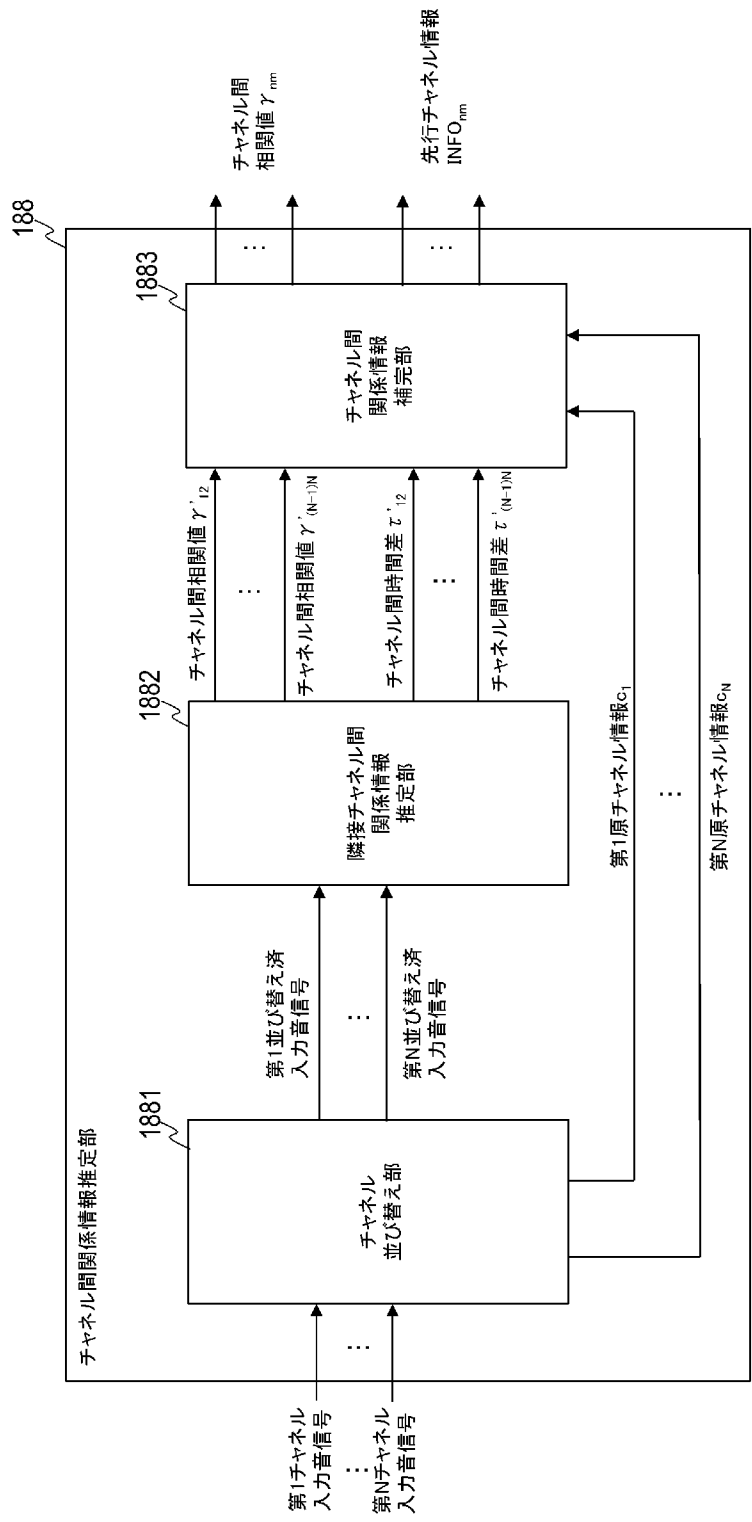
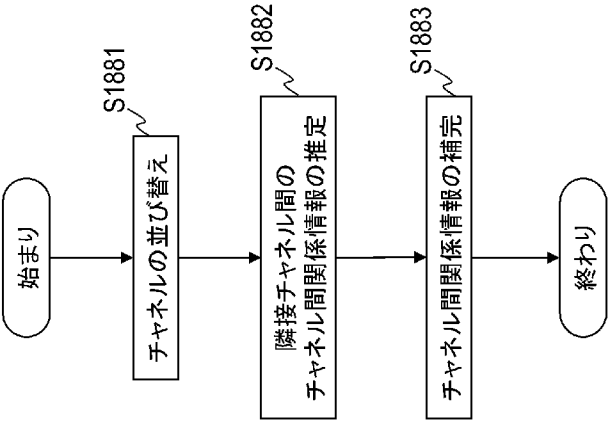


図10

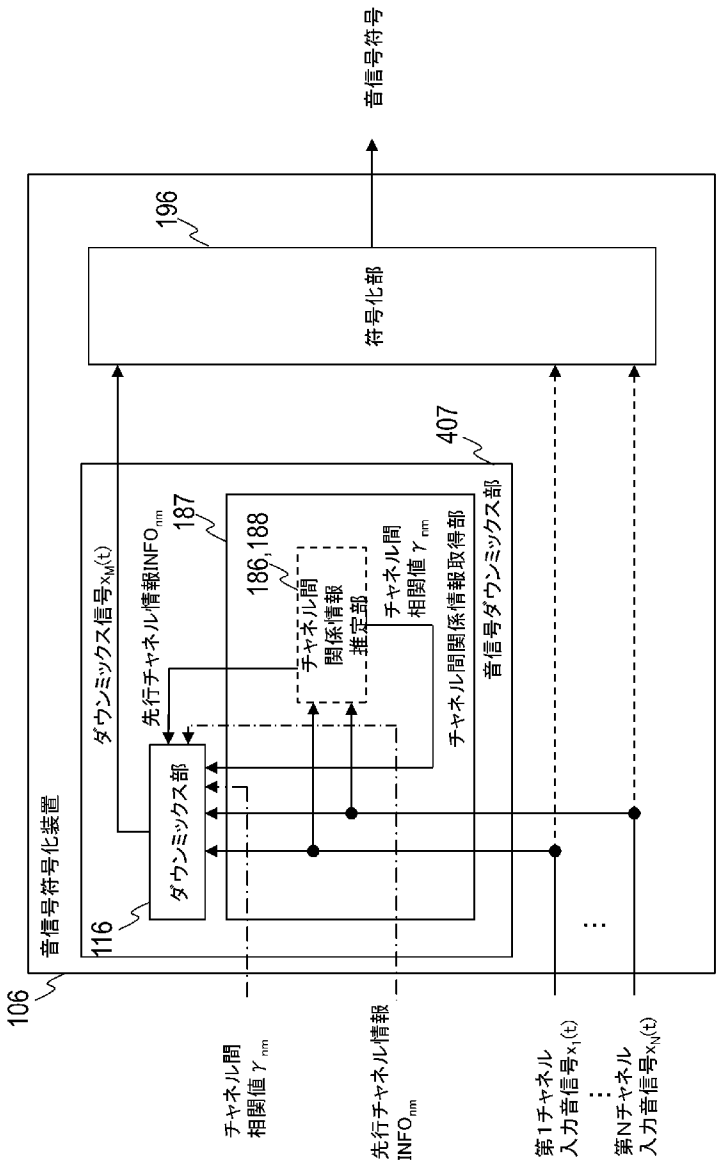
[図11]



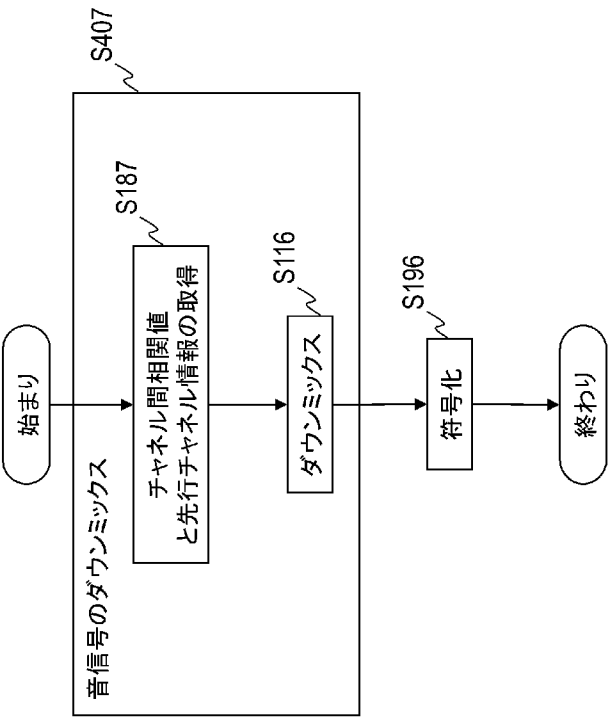
[図12]



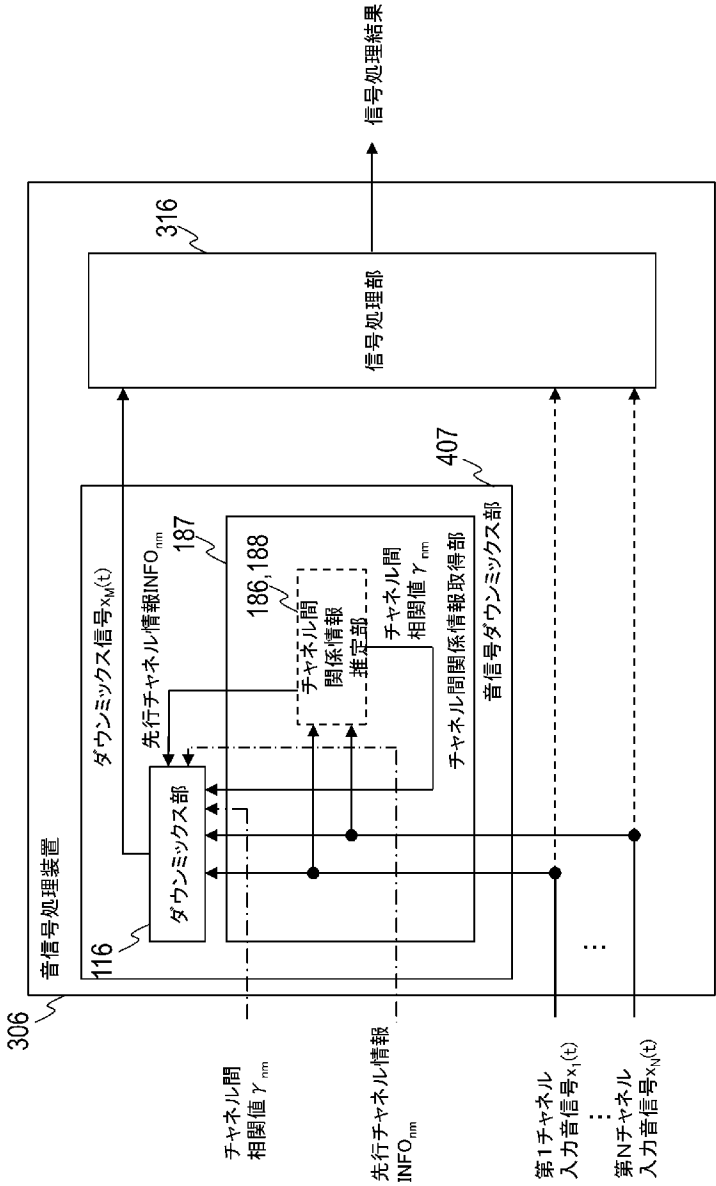
[図13]



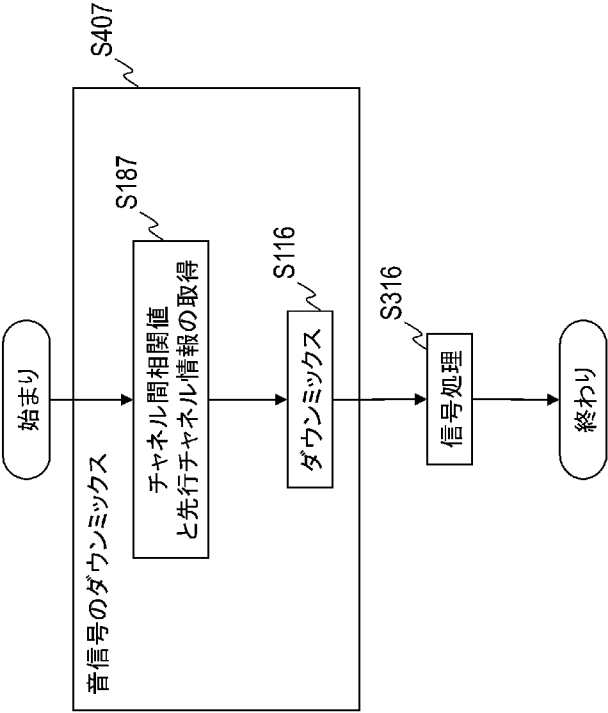
[図14]



[図15]



[図16]



[図17]

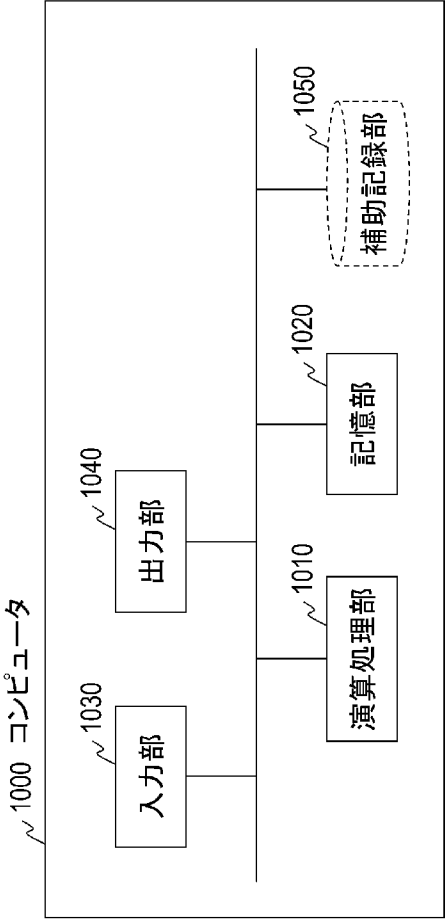


図17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/004641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G10L19/00 (2013.01) i, G10L19/008 (2013.01) i
FI: G10L19/008, G10L19/00400Z

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. G10L19/00-25/93

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2010-525403 A (DOLBY SWEDEN AB) 22 July 2010 (2010-07-22), paragraphs [0018]-[0088]	1-10
A	WO 2010/140350 A1 (PANASONIC CORPORATION) 09 December 2010 (2010-12-09), entire text	1-10
A	JP 2018-533056 A (VOICEAGE CORPORATION) 08 November 2018 (2018-11-08), entire text	1-10
A	JP 2011-522472 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 28 July 2011 (2011-07-28), entire text	1-10
A	JP 2019-536112 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 12 December 2019 (2019-12-12), entire text	1-10



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
16 April 2021

Date of mailing of the international search report
27 April 2021

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/JP2021/004641

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/097748 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N. V.) 02 September 2010 (2010-09-02), entire text	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/004641

JP 2010-525403 A	22 July 2010	US 2010/0094631 A1 paragraphs [0046]-[0118] WO 2008/131903 A1 EP 2137725 A1 KR 10-2010-0003352 A CN 101809654 A
WO 2010/140350 A1	09 December 2010	US 2012/0072207 A1 entire text EP 2439736 A1 CN 102428512 A
JP 2018-533056 A	08 November 2018	US 2018/0233154 A1 entire text WO 2017/049397 A1 EP 3353778 A1 KR 10-2018-0056662 A CN 108352162 A
JP 2011-522472 A	28 July 2011	US 2011/0096932 A1 entire text WO 2009/141775 A1 EP 2283483 A1 CN 102037507 A KR 10-2011-0020846 A
JP 2019-536112 A	12 December 2019	US 2019/0259395 A1 entire text WO 2018/086947 A1 EP 3539125 A1 KR 10-2019-0072647 A CN 110100279 A
WO 2010/097748 A1	02 September 2010	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G10L 19/00(2013.01)i; G10L 19/008(2013.01)i FI: G10L19/008; G10L19/00 400Z		
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）） G10L19/00-25/93		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2010-525403 A（ドルビー インターナショナル アクチボラゲット）22.07.2010 (2010 - 07 - 22) 段落[0018]-[0088]	1-10
A	WO 2010/140350 A1（パナソニック株式会社）09.12.2010（2010 - 12 - 09） 全文	1-10
A	JP 2018-533056 A（ヴォイスエイジ・コーポレーション）08.11.2018（2018 - 11 - 08） 全文	1-10
A	JP 2011-522472 A（コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ） 28.07.2011（2011 - 07 - 28） 全文	1-10
A	JP 2019-536112 A（フラウンホファー ゲセルシャフト ツール フェールデルンク ダー アンゲヴァンテン フォルシュンク エー. ファオ. ）12.12.2019（2019 - 12 - 12） 全文	1-10
☒ 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 16.04.2021		国際調査報告の発送日 27.04.2021
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） 山下 剛史 5Z 8946 電話番号 03-3581-1101 内線 3591

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	WO 2010/097748 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 02.09.2010 (2010 - 09 - 02) 全文	1-10

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/JP2021/004641

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
JP	2010-525403	A	22.07.2010	US	2010/0094631	A1
				段落[0046]-[0118]		
				WO	2008/131903	A1
				EP	2137725	A1
				KR	10-2010-0003352	A
				CN	101809654	A
WO	2010/140350	A1	09.12.2010	US	2012/0072207	A1
				全文		
				EP	2439736	A1
				CN	102428512	A
JP	2018-533056	A	08.11.2018	US	2018/0233154	A1
				全文		
				WO	2017/049397	A1
				EP	3353778	A1
				KR	10-2018-0056662	A
				CN	108352162	A
JP	2011-522472	A	28.07.2011	US	2011/0096932	A1
				全文		
				WO	2009/141775	A1
				EP	2283483	A1
				CN	102037507	A
				KR	10-2011-0020846	A
JP	2019-536112	A	12.12.2019	US	2019/0259395	A1
				全文		
				WO	2018/086947	A1
				EP	3539125	A1
				KR	10-2019-0072647	A
				CN	110100279	A
WO	2010/097748	A1	02.09.2010	(ファミリーなし)		