

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年10月16日 (16.10.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/123315 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 3/00 (2006.01) G10L 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/055757
- (22) 国際出願日: 2008年3月26日 (26.03.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-092067 2007年3月30日 (30.03.2007) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION NARA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916-5 Nara (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 猿渡 洋 (SARUWATARI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916-5 国立大学法人奈良先端

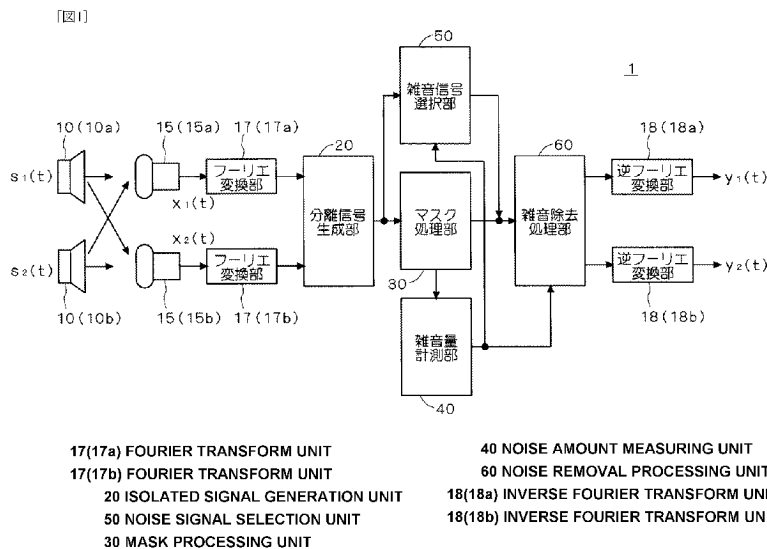
科学技術大学院大学内 Nara (JP). 森 康充 (MORI, Yoshimitsu) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916-5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内 Nara (JP). 馬場 栄治 (BABA, Eiji) [JP/JP]; 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目1番6号株式会社メガチップス内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外 (YOSHITAKE, Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 信号処理装置



(57) Abstract: It is possible to provide a signal processing device which can preferably restore a target original signal from a mixed signal obtained by mixing a plurality of original signals. An isolated signal generation unit (20) generates a plurality of isolated signals independent from one another from one frame of the mixed signal converted into a frequency region. According to a first and a second isolated signal, a mask processing unit (30) judges the noise state of the first separated signal for each of frequency bins. Moreover, the mask processing unit (30) removes from the first isolated signal, a first noise component obtained according to the judgment result of the noise state. A noise amount measuring unit (40) measures a noise amount of the first isolated signal. According to the noise amount measured by the noise amount measuring unit, a noise signal selection unit (50) selects a noise signal for each of frequencies. A noise removal processing unit (60) removes the second noise component from the noise removal signal inputted from the mask processing unit (30) for each of the frequency bins. The noise removal processing unit (60) outputs as a target signal, the noise-removed signal from which the second noise component has been removed.

[続葉有]



WO 2008/123315 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,

SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 本発明は、複数の原信号が混合された混合信号から、対象となる原信号を良好に復元することができる信号処理装置を提供することを目的とする。分離信号生成部 20 は、周波数領域に変換された 1 フレーム分の混合信号から、互いに独立した複数の分離信号を生成する。マスク処理部 30 は、第 1 および第 2 分離信号に基づいて、周波数ビン毎に第 1 分離信号の雑音状況を判断する。またマスク処理部 30 は、雑音状況の判断結果に基づいて求められた第 1 雑音成分を第 1 分離信号から除去する。雑音量計測部 40 は、第 1 分離信号の雑音量を計測する。雑音信号選択部 50 は、雑音量計測部 40 によって計測された雑音量に基づいて、周波数便毎に雑音信号を選択する。雑音除去処理部 60 は、周波数ビン毎に、マスク処理部 30 より入力された雑音除去信号から第 2 雑音成分を除去する。雑音除去処理部 60 は、第 2 雑音成分が除去された雑音除去信号を目的信号として出力する。

明 細 書

信号処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の波動源のうち対象となる波動源から出力された原信号を目的信号として復元する信号処理装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、複数の音源から出力された音源信号について、周波数領域における独立成分分析法に基づいたブラインド音源分離方式の音源分離処理を用いることにより、各音源信号が重畳された複数の混合音源信号から、音源信号に対応した分離信号を生成する技術が知られている(例えば、特許文献1ないし特許文献3)。

[0003] 特許文献1の技術では、周波数領域における独立成分分析法に基づいたブラインド音源分離方式の音源分離処理により、複数の分離信号としてSIMO(single-input multiple-output)信号が、周波数ビン毎に生成される。次に、複数の分離信号のうち、分離対象となる音源に対応した第1分離信号と、この音源に対応した分離信号以外の第2分離信号と、が周波数ビン毎に比較される。そして、分離信号の比較結果に基づいたマスク処理により、周波数ビン毎に第1分離信号から雑音成分が除去されて、目的信号が生成される。

[0004] また、特許文献2の技術では、分離対象となる音源から出力される音源信号の到来方向と、雑音信号の到来方向と、が相違していることを利用して、音源分離処理が実行される。すなわち、周波数領域の独立成分分析法に基づいた音源分離処理後において、目的信号に対応するストレート成分の分離信号と、妨害音に対応するクロス成分の分離信号との、相互相関が演算され、この相互相関が最大となる時の遅延量から雑音推定のための係数が求められる。そして、この求められた係数に基づいて、目的信号に対応する分離信号から雑音成分が除去される。

[0005] さらに、特許文献3の技術では、目的の音源から出力される音源信号と、雑音信号との振幅スペクトルが、同時刻および同周波数において、同時に大きな値とならないという仮定に基づいた雑音推定および雑音除去が実行される。

[0006] 特許文献1:特開2006-154314号公報

特許文献2:特許3831220号公報

特許文献3:特開2005-308771号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、屋外において特許文献1ないし特許文献3の技術が使用されて音源分離処理が実行される場合、以下のような問題が生ずる。すなわち、屋外には、虫の音、雨音、風、および波の音等の環境音や反響音のように分離対象となる音源から出力された音の周囲を覆う雑音が多く含まれている。そのため、このような雑音状況下にあつては、特許文献1の技術によつても、雑音信号から分離対象となる音源信号を良好に分離して抽出できない場合が生じている。

[0008] また、特許文献2の技術では、上述のように、分離対象となる目的の音源からの音源信号と、雑音信号とが、それぞれ異なる方向から出力されることを利用している。そのため、環境音や反響音のように、雑音信号が目的の音源から出力された音源信号を覆い、目的の音源信号と雑音信号とが重なり合う場合には、分離対象となる音源信号を良好に分離できないという問題が生じている。

[0009] さらに、特許文献3の技術では、分離対象となる音源信号と、雑音信号とは、スパース性が大きいこと、すなわち、この音源信号と雑音信号とが混合していても、周波数領域におけるこれら信号の重なりは少ないこと、を前提としている。そのため、特許文献3の技術についても、特許文献1および2の技術と同様に、屋外環境では、分離対象となる音源信号を良好に分離できないという問題が生じている。

[0010] そして、この問題は、音波に限定されず、電磁波や脳波のように複数の波動源のうち対象となる波動源から出力される原信号を目的信号として復元する場合にも同様に生ずる。

[0011] そこで、本発明では、複数の原信号が混合された混合信号から、対象となる原信号を良好に復元することができる信号処理装置を提供することを目的とする。

[0012] 上記の課題を解決するため、第1の発明は、複数の波動源のうち対象となる波動源から出力された原信号を目的信号として復元する信号処理装置であつて、各々が、

前記複数の波動源から出力された複数の原信号につき、該複数の原信号を混合信号として観測可能な複数の観測部と、各観測部で観測されて周波数領域に変換された1フレーム分の前記混合信号から、互いに独立した複数の分離信号を前記フレーム内の周波数ビン毎に生成する分離信号生成部と、前記複数の分離信号のうち前記目的信号に対応する第1分離信号と、前記複数の分離信号のうち前記第1分離信号以外の第2分離信号と、に基づいて、前記第1分離信号の雑音状況を判断する処理と、雑音状況の判断結果に基づいて求められた第1雑音成分を前記第1分離信号から除去することにより雑音除去信号を生成する処理と、前記雑音状況の判断結果に基づいて雑音状況信号を生成する処理とを、前記フレーム内の周波数ビン毎に行うマスク処理部と、前記マスク処理部側から入力された前記周波数ビン毎の雑音状況信号に基づいて、前記フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測する雑音量計測部と、前記雑音量計測部によって計測された前記雑音量に基づいて、前記周波数ビン毎に、前記第2分離信号のうちの1つの信号を雑音信号として選択する雑音信号選択部と、前記雑音信号に基づいて生成された第2雑音成分を、前記雑音除去信号から前記周波数ビン毎に除去するとともに、前記第2雑音成分が除去された前記雑音除去信号を目的信号として出力する雑音除去処理部とを備えることを特徴とする。

[0013] また、第2の発明は、第1の発明の信号処理装置において、前記マスク処理部は、前記周波数ビン毎に、前記目的信号に対応する前記第1分離信号の振幅スペクトルと、前記第2分離信号の振幅スペクトルと、の大小比較に基づいて、前記雑音状況の判断と、前記雑音状況信号の生成とを行い、前記雑音量計測部は、前記雑音状況信号を計測することによって、前記雑音量を計測することを特徴とする。

[0014] また、第3の発明は、複数の波動源のうち対象となる波動源から出力された原信号を目的信号として復元する信号処理装置であって、各々が、前記複数の波動源から出力された複数の原信号につき、該複数の原信号を混合信号として観測可能な複数の観測部と、各観測部で観測されて周波数領域に変換された1フレーム分の前記混合信号から、互いに独立した複数の分離信号を前記フレーム内の周波数ビン毎に生成する分離信号生成部と、前記複数の分離信号のうち前記目的信号に対応する

第1分離信号と、前記複数の分離信号のうち前記第1分離信号以外の第2分離信号と、に基づいて、前記第1分離信号の雑音状況を判断する処理と、雑音状況の判断結果に基づいて求められた第1雑音成分を前記第1分離信号から除去することにより雑音除去信号を生成する処理とを前記フレーム内の周波数ビン毎に行うマスク処理部と、前記分離信号生成部から入力された前記複数の分離信号に基づいて、前記フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測する雑音量計測部と、前記雑音量計測部によって計測された前記雑音量に基づいて、前記周波数ビン毎に、前記第2分離信号のうちの1つの信号を雑音信号として選択する雑音信号選択部と、前記雑音信号に基づいて生成された第2雑音成分を前記雑音除去信号から前記周波数ビン毎に除去するとともに、前記第2雑音成分が除去された前記雑音除去信号を目的信号として出力する雑音除去処理部とを備えることを特徴とする。

[0015] また、第4の発明は、第3の発明の信号処理装置において、前記雑音量計測部は、前記分離信号生成部から入力された周波数領域の第1分離信号を時間領域に変換するとともに、変換後の前記第1分離信号を用いて演算された尖度に基づいて、前記第1分離信号に含まれる前記雑音量を計測することを特徴とする。

[0016] また、第5の発明は、第3の発明の信号処理装置において、前記雑音量計測部は、前記分離信号生成部から入力された第2分離信号の広がり状況に基づいて、前記フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測することを特徴とする。

[0017] また、第6の発明は、第5の発明の信号処理装置において、前記広がり状況は、第2分離信号の方向のばらつき状況であることを特徴とする。

[0018] また、第7の発明は、第1ないし第5の発明の信号処理装置のいずれかにおいて、前記雑音除去処理部は、前記雑音量計測部側から入力された前記雑音量と、前記雑音信号選択部によって選択された雑音信号と、に基づいて、前記第2雑音成分を生成することを特徴とする。

[0019] また、第8の発明は、第1または第3の発明の信号処理装置において、前記雑音除去処理部は、前記雑音除去信号の振幅スペクトルから前記第2雑音成分の振幅スペクトルを減算することによって、前記周波数ビン毎に前記目的信号の振幅スペクトルを演算することを特徴とする。

- [0020] また、第9の発明は、第1または第3の発明の信号処理装置において、M個の波動源から出力されたM個の原信号は、それぞれN個の観測部によって観測され(M、Nは、それぞれ2以上の自然数)、前記マスク処理部は、1個の第1分離信号と、 $(M-1) \times N$ 個の第2分離信号と、に基づいて雑音状況を判断し、前記雑音信号選択部は、 $(M-1) \times N$ 個の第2分離信号のうちの1つを、雑音信号として選択することを特徴とする。
- [0021] 第1ないし第9の発明によれば、第1分離信号の雑音状況に応じ、マスク処理部および雑音除去処理部によって雑音除去が実行される。すなわち、マスク処理部により雑音除去された雑音除去信号からは、第1分離信号の雑音状況に応じた第2雑音成分が、さらに除去される。そのため、環境音や反響音のように波動源から出力された原信号の周囲を覆う雑音信号が多く含まれている場合であっても、さらに良好に雑音成分を除去することができる。
- [0022] また、第1、第2および第7ないし第9の発明によれば、雑音量計測部は、マスク処理部によって得られた雑音状況の判断結果を利用して、雑音量を計測することができる。そのため、雑音量計測部のハードウェア構成を簡略化することができ、装置全体の製造コストを低減させることができる。
- [0023] また、第3ないし第9に記載の発明によれば、雑音量計測部は、分離信号生成部から出力された分離信号を使用して雑音量を計測することができる。すなわち、雑音量の計測にマスク処理部の介在は必要とされない。そのため、雑音量計測部とマスク処理部との間で実行される処理(例えば、同期処理)が不要となり、雑音量計測部およびマスク処理部の回路構成を簡略化することができる。
- [0024] 特に、第2の発明によれば、雑音量計測部は、目的信号に対応する第1分離信号の振幅スペクトルと、第2分離信号の振幅スペクトルと、の大小比較によって生成された雑音状況信号について、該雑音状況信号を計数することによって雑音量を計測することができる。そのため、容易な演算処理で雑音量を求めることができ、雑音量計測部の計算コストを低減させることができる。
- [0025] 特に、第4の発明によれば、雑音量計測部は、目的信号に対応する第1分離信号の統計量(尖度)に基づいて、第1分離信号に含まれる雑音量を計測することができ

る。そのため、第1分離信号の雑音状況を正確に把握することができ、雑音除去処理部による雑音除去を良好に実行することができる。

[0026] 特に、第5および第6の発明によれば、雑音量計測部は、第1分離信号と比較して雑音成分を多く含む第2分離信号につき、該第2分離信号の広がり状況(第2分離信号の方向のばらつき状況)に基づいて、波動源が配置された空間の雑音状況を定量化することができる。そのため、第1分離信号の雑音状況を正確に把握することができ、雑音除去処理部による雑音除去を良好に実行することができる。

[0027] 特に、第7の発明によれば、雑音信号から第2雑音成分を生成する場合において、雑音除去処理部は、雑音量計測部で生成された雑音量をも考慮に入れて第2雑音成分を生成することができる。そのため、目的信号に対応する雑音除去信号から雑音成分をさらに良好に除去することができる。

[0028] 特に、第8の発明によれば、雑音除去処理部は、減算処理によって目的信号の振幅スペクトルを演算することができる。そのため、雑音除去処理部の計算コストを低減させることができる。

[0029] この発明の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明の第1の実施の形態における信号処理装置の全体構成を一例を示すブロック図である。

[図2]第1ないし第3の実施の形態における分離信号生成部の構成の一例を示すブロック図である。

[図3]第1ないし第3の実施の形態におけるマスク処理部の構成の一例を示すブロック図である。

[図4]マスク処理部による第1雑音成分の除去手法を説明するための図である。

[図5]マスク処理部による第1雑音成分の除去手法を説明するための図である。

[図6]マスク処理部による第1雑音成分の除去手法を説明するための図である。

[図7]第1の実施の形態の実施の形態における雑音量計測部の構成の一例を示すブロック図である。

[図8]第1ないし第3の実施の形態における雑音信号選択部の構成の一例を示すブロック図である。

[図9]第1ないし第3の実施の形態における雑音除去処理部の構成の一例を示すブロック図である。

[図10]第2および第3の実施の形態における信号処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図11]第2の実施の形態における雑音量計測部の構成の一例を示すブロック図である。

[図12]第3の実施の形態における雑音量計測部の構成の一例を示すブロック図である。

[図13]第2分離信号の広がり状況を説明するための図である。

[図14]第2分離信号の広がり状況を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

[0031] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[0032] (1. 第1の実施の形態)

(1. 1. 信号処理装置の構成)

図1は、第1の実施の形態における信号処理装置1の構成の一例を示すブロック図である。ここで、信号処理装置1は、複数の音源(波動源)10(10a、10b)のうち対象となる音源10から出力された原信号を目的信号として復元する信号処理装置である。信号処理装置1において分離手法としては、いわゆる独立成分分析法に基づくブラインド音源分離方式が採用されている。

[0033] 図1に示すように、信号処理装置1は、主として、観測部15と、分離信号生成部20と、マスク処理部30と、雑音量計測部40と、雑音信号選択部50と、雑音除去処理部60と、を備えている。

[0034] 複数のマイク15(15a、15b)のそれぞれは、音源10(10a、10b)から出力された各音源信号(原信号) $s_1(t)$ 、 $s_2(t)$ につき、これら音源信号の混合信号を観測する観測部である。すなわち、各マイク15では、複数(本実施の形態の場合、2つ)の音源10のそれぞれから出力された音源信号が重畳されている。

[0035] また、マイク15a、15bは、それぞれ音源10a、10b側に配置されている。したがって、マイク15aによって受音された時間領域の混合信号 $x_1(t)$ からは、独立成分分析法に基づいて、目的信号 $y_1(t)$ に対応する周波数領域の分離信号 $y_{11}(f, t)$ (図2参照)が分離される。また同様に、マイク15bによって受音された混合信号 $x_2(t)$ からは、目的信号 $y_2(t)$ に対応する分離信号 $y_{21}(f, t)$ (図2参照)が分離される。

[0036] フーリエ変換部17(17a、17b)は、マイク15(15a、15b)から入力された時間領域の混合信号 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ を、周波数領域の混合信号 $x_1(f, t)$ 、 $x_2(f, t)$ に変換する。なお、本実施の形態では、所定時間内の混合信号 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ をフレームとして、フレーム毎に離散的フーリエ変換が施される。また、離散的フーリエ変換の計算アルゴリズムとしては、高速フーリエ変換(FFT:Fast Fourier Transform)が使用される。

[0037] 図2は、分離信号生成部20の構成の一例を示すブロック図である。分離信号生成部20は、各マイク15で観測され、対応するフーリエ変換部17によって周波数領域に変換された1フレーム分の混合信号 $x_1(f, t)$ 、 $x_2(f, t)$ から、互いに独立した複数(本実施の形態では、4つ)の分離信号を生成する。図2に示すように、分離信号生成部20は、主として、独立成分分析部21と、逆射影演算部22と、分離信号演算部25と、を有している。

[0038] ここで、この分離信号は、フレーム内の周波数ビン(特定幅の周波数帯域)毎に生成される。また、本実施の形態において、各フレームは、1024個の周波数ビンに分割されているが、フレーム内の周波数ビンの個数はこれに限定されるものでなく、必要に応じて増減させてもよい。

[0039] 独立成分分析部21は、周波数領域の独立成分分析法で使用される分離行列(w_{11} 、 w_{22})を求める。この係数 w_{11} 、 w_{22} は、数1および数2に示すように、2つのマイク15a、15bに基づいた混合信号 $x_1(f, t)$ 、 $x_2(f, t)$ から、各音源10a、10bに対応する分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ を演算するために使用される。

[0040] [数1]

$$y_1^{ICA1}(f, t) = w_{11}(f) \cdot x_1(f, t) \quad \dots \text{(数1)}$$

[0041] [数2]

$$y_2^{\text{ICA1}}(f, t) = w_{22}(f) \cdot x_2(f, t) \quad \dots \text{ (数2) }$$

[0042] なお、独立成分分析部21において、係数 w_{11} 、 w_{22} を求めるための学習アルゴリズムとしては、例えば、Amariによって考案された高速アルゴリズム(Kullback-Leibler divergenceの最小化に基づいた教師なし適応アルゴリズム)が使用される。

[0043] 逆射影演算部22は、独立成分分析部21で学習した分離行列(w_{11} 、 w_{22})の逆射影を演算することによって、分離行列(w_{12} 、 w_{21})を求める。この係数 w_{12} 、 w_{21} は、数3および数4に示すように、混合信号 $x_1(f, t)$ 、 $x_2(f, t)$ から、2つのマイク15a、15bの対角線上の信号成分(分離信号 $y_{22}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$)を演算するために使用される。

[0044] [数3]

$$y_1^{\text{ICA2}}(f, t) = w_{12}(f) \cdot x_2(f, t) \quad \dots \text{ (数3) }$$

[0045] [数4]

$$y_2^{\text{ICA2}}(f, t) = w_{21}(f) \cdot x_1(f, t) \quad \dots \text{ (数4) }$$

[0046] ここで、対角線上の信号成分とは、音源10bから出力されてマイク15aによって観測された音源信号(分離信号 $y_{22}(f, t)$ が対応)を、音源10aから出力されてマイク15bによって観測された音源信号(分離信号 $y_{12}(f, t)$ が対応)を、それぞれいう。

[0047] 分離信号演算部25は、独立成分分析部21および逆射影演算部22によって求められた分離行列(w_{11} 、 w_{22} 、 w_{12} 、 w_{21})と、各マイク15a、15bから入力された混合信号 $x_1(f, t)$ 、 $x_2(f, t)$ と、を数1ないし数4に代入することによって、分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ を演算する。

[0048] このように、本実施の形態の分離信号生成部20では、SIMO(Single-Input Multiple-Output)モデルに基づく独立成分分析によって、各分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ が求められる。

[0049] 図3は、マスク処理部30の構成の一例を示すブロック図である。図4ないし図6は、マスク処理部30による雑音成分(第1雑音成分)の除去手法を説明するための図で

ある。マスク処理部30は、分離信号生成部20から入力された複数の分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ のうち、目的信号に対応する分離信号(以下、「第1分離信号」とも呼ぶ)と、この複数の分離信号のうち、第1分離信号以外の分離信号(以下、「第2分離信号」とも呼ぶ)に基づいて、第1分離信号の雑音状況を判断する(雑音状況判断部31が対応)。

[0050] また、マスク処理部30は、雑音状況の判断結果に基づいて求められた雑音成分(第1雑音成分)を第1分離信号から除去することにより雑音除去信号を生成する(除去部35が対応)。

[0051] 図3に示すように、マスク処理部30は、主として、雑音状況判断部31と、除去部35と、を有している。

[0052] 雑音状況判断部31(31a、31b)は、分離信号生成部20からの分離信号に基づいて、目的信号に含まれる雑音の状況を判断する。ここで、目的信号 $y_1(t)$ に対応する第1分離信号 $y_{11}(f, t)$ の雑音状況を判断する雑音状況判断部31aには、分離信号 $y_{21}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ が第2分離信号として入力される。一方、目的信号 $y_2(t)$ に対応する第1分離信号 $y_{21}(f, t)$ の雑音状況を判断する雑音状況判断部31bには、分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ が第2分離信号として入力される。

[0053] 各雑音状況判断部31の選択部32(32a、32b)は、入力された各第2分離信号の振幅スペクトルの絶対値を比較し、その絶対値が最大となる第2分離信号を選択する。

[0054] 比較部33(33a、33b)は、目的信号に対応する第1分離信号、および選択部32によって選択された第2分離信号について、振幅スペクトルの絶対値の大小比較を周波数ビン毎に行う。

[0055] 第1分離信号の振幅スペクトルの絶対値の方が第2分離信号の振幅スペクトルの絶対値より大きい場合には(図4および図5の周波数ビンFB5を参照)、比較部33(33a、33b)は、第1分離信号の信号成分が雑音成分(第1雑音成分)に該当しないものとして判断する。そして、比較部33a、33bは、雑音状況信号 $m_1(f, t)$ 、 $m_2(f, t)$ として「1」を生成する。

- [0056] 一方、第1分離信号の振幅スペクトルの絶対値が第2分離信号の振幅スペクトルの絶対値以下となる場合には(図4および図5の周波数ビンFB1~FB4を参照)、比較部33(33a、33b)は、第1分離信号の信号成分が雑音成分に該当するものとして判断する。そして、比較部33a、33bは、雑音状況信号 $m_1(f, t)$ 、 $m_2(f, t)$ として「0」を生成する。
- [0057] 除去部35(35a、35b)は、対応する雑音状況信号 $m_1(f, t)$ 、 $m_2(f, t)$ に基づいた雑音除去処理を実行する。すなわち、雑音状況信号 $m_1(f, t)$ が「0」の場合、除去部35aは、雑音状況信号 $m_1(f, t)$ に対応する周波数ビンの信号成分(第1雑音成分)を第1分離信号から除去する(図6の周波数ビンFB1~FB4を参照)。そして、除去部35は、第1雑音成分が除去された雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ を出力する。
- [0058] 一方、雑音状況信号 $m_1(f, t)$ が「1」の場合、除去部35aは、雑音状況信号 $m_1(f, t)$ に対応する周波数ビンの信号成分を除去しない(図6の周波数ビンFB5を参照)。そして、除去部35は、分離信号 $y_{11}(f, t)$ を雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ として出力する。
- [0059] 除去部35bについても、除去部35aと同様な処理が実行されることによって、雑音状況信号 $m_2(f, t)$ に基づいた雑音成分の除去が行われ、雑音除去信号 $y_{21}'(f, t)$ が出力される。
- [0060] 図7は、本実施の形態の雑音量計測部40の構成の一例を示すブロック図である。雑音量計測部40は、マスク処理部30側から入力された周波数ビン毎の雑音状況信号 $m_1(f, t)$ 、 $m_2(f, t)$ に基づいて、フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測する。図7に示すように、雑音量計測部40は、主として、計数部41(41a、41b)を有している。
- [0061] 計数部41(41a、41b)は、対応する比較部33(33a、33b)から出力された前記雑音状況信号を計数し、その計数結果を雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ として出力する。このように、雑音量計測部40は、容易な演算処理で雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ を求めることができる。そのため、雑音量計測部40の計算コストを低減させることができる。
- [0062] 図8は、雑音信号選択部50の構成の一例を示すブロック図である。雑音信号選択部50は、雑音量計測部40によって計測された雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ に基づいて、

雑音信号を選択する処理を周波数ビン毎に実行する。図8に示すように、雑音信号選択部50は、主として、選択信号生成部51(51a、51b)と、選択部53(53a、53b)と、を有している。

- [0063] 選択信号生成部51aは、音源10aからの音源信号(目的信号)に対応する雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ につき、この信号から除去される雑音信号の選択に使用される選択信号を周波数ビン毎に生成する。
- [0064] すなわち、選択信号生成部51aに入力された雑音量 $nc1(t)$ につき、雑音量 $nc1(t) < \text{閾値}Th_{10}$ となる場合には、選択信号生成部51aは、雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ には、目的の音源10aから出力された音源信号と雑音信号との重なり合いが小さいものと判断する。そして、選択信号生成部51aは、雑音信号 $yn1(f, t)$ として、マイク15bの対角線上の信号成分(すなわち、マイク15bにて受音された音源10aに対応する分離信号 $y_{12}(f, t)$)を選択するよう、選択信号を生成する。
- [0065] ここで、この選択信号によって選択される分離信号 $y_{12}(f, t)$ は、目的信号に対応する雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ と同様な信号が含まれている。したがって、目的信号に対応する信号が分離信号 $y_{11}(f, t)$ (雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$)である場合、分離信号 $y_{12}(f, t)$ の雑音含有量は、他の第2分離信号(分離信号 $y_{22}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$)と比較して少ない。
- [0066] また、閾値 $Th_{10} \leq \text{雑音量}nc1(t) < \text{閾値}Th_{11}$ となる場合には、選択信号生成部51aは、目的音源10aの音源信号と雑音信号との重なり合いが中程度であると判断する。そして、選択信号生成部51aは、雑音信号 $yn1(f, t)$ として、マイク15aの対角線上の信号成分(すなわち、マイク15aにて受音された音源10bに対応する分離信号 $y_{22}(f, t)$)を選択するよう、選択信号を生成する。
- [0067] ここで、この選択信号によって選択される分離信号 $y_{22}(f, t)$ は、音源10bからの目的信号に対応し、分離信号 $y_{21}(f, t)$ に対応する信号である。また、分離信号 $y_{22}(f, t)$ は、マイク15aの対角線上の信号成分であり、分離信号 $y_{21}(f, t)$ と比較して、振幅スペクトルの絶対値が小さい。したがって、目的信号に対応する信号が分離信号 $y_{11}(f, t)$ である場合、分離信号 $y_{22}(f, t)$ の雑音含有量は、他の第2分離信号(分離信号 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$)と比較し中程度である。

- [0068] さらに、閾値 $Th_{11} \leq \text{雑音量}_{nc1}(t)$ となる場合には、選択信号生成部51aは、目的音源10aの音源信号と雑音信号との重なり合いが大きいと判断する。そして、選択信号生成部51aは、雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ として、マイク15bからの目的信号に対応する分離信号 $y_{21}(f, t)$ を選択する。
- [0069] ここで、この選択信号によって選択される分離信号 $y_{21}(f, t)$ は、音源10bからの目的信号に対応する。したがって、目的信号に対応する信号が分離信号 $y_{11}(f, t)$ である場合、分離信号 $y_{22}(f, t)$ の雑音含有量は、他の第2分離信号(分離信号 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$)と比較し大きい。
- [0070] このように、選択部53aは、選択信号生成部51a側から入力される選択信号に基づいて、周波数ビン毎に、分離信号生成部20側から第2分離信号として入力される分離信号 $y_{21}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ のうち1の分離信号を雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ を選択する。そして、選択された雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ は、雑音除去処理部60側に出力される。
- [0071] すなわち、選択部53aは、雑音量 $nc1(t)$ に基づいて、第2分離信号から1の分離信号を雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ として選択できる。例えば、雑音量 $nc1(t)$ が少ない場合には、目的信号に対して雑音含有量の小さな雑音信号が選択される。そのため、雑音除去処理部60の除去処理によって目的信号が劣化することを抑制できる。
- [0072] 選択信号生成部51bは、音源10bからの音源信号(目的信号)に対応する雑音除去信号 $y_{21}'(f, t)$ につき、この信号から除去される雑音信号の選択に使用される選択信号を周波数ビン毎に生成する。
- [0073] すなわち、選択信号生成部51bに入力された雑音量 $nc2(t)$ につき、雑音量 $nc2(t) < \text{閾値}_{Th20}$ となる場合には、選択信号生成部51bは、雑音除去信号 $y_{21}'(f, t)$ には、目的の音源10bから出力された音源信号と雑音信号との重なり合いが小さいものと判断する。そして、選択信号生成部51bは、雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ として、マイク15aの対角線上の信号成分(すなわち、マイク15aにて受音された音源10bに対応する分離信号 $y_{22}(f, t)$)を選択するよう、選択信号を生成する。ここで、この選択信号によって選択される分離信号 $y_{22}(f, t)$ は、目的信号に対応する雑音除去信号 $y_{21}'(f, t)$ と同様な信号が含まれている。したがって、目的信号に対応する信号が

雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ (分離信号 $y_{11}(f, t)$)である場合、分離信号 $y_{22}(f, t)$ の雑音含有量は、他の第2分離信号(分離信号 $y_{22}(f, t)$ 、 $y_{11}(f, t)$)と比較して少ない。

[0074] また、閾値 $Th_{20} \leq$ 雑音量 $nc_2(t) <$ 閾値 Th_{21} となる場合には、選択信号生成部51bは、目的音源10bの音源信号と雑音信号との重なり合いが中程度であると判断する。そして、選択信号生成部51bは、雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ として、マイク15bの対角線上の信号成分(すなわち、マイク15bにて受音された音源10aに対応する分離信号 $y_{12}(f, t)$)を選択するよう、選択信号を生成する。

[0075] ここで、この選択信号によって選択される分離信号 $y_{12}(f, t)$ は、音源10aからの目的信号に対応し、分離信号 $y_{11}(f, t)$ に対応する信号である。また、分離信号 $y_{12}(f, t)$ は、マイク15bの対角線上の信号成分であり、分離信号 $y_{11}(f, t)$ と比較して、振幅スペクトルの絶対値が小さい。したがって、目的信号に対応する信号が分離信号 $y_{21}(f, t)$ である場合、分離信号 $y_{12}(f, t)$ の雑音含有量は、他の第2分離信号(分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$)と比較し中程度である。

[0076] さらに、閾値 $Th_{21} \leq$ 雑音量 $nc_2(t)$ となる場合には、選択信号生成部51bは、目的音源10bの音源信号と雑音信号との重なり合いが大きいと判断する。そして、選択信号生成部51bは、雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ として、マイク15aからの目的信号に対応する分離信号 $y_{11}(f, t)$ を選択する。

[0077] ここで、この選択信号によって選択される分離信号 $y_{11}(f, t)$ は、音源10aからの目的信号に対応する。したがって、目的信号に対応する信号が分離信号 $y_{21}(f, t)$ である場合、分離信号 $y_{11}(f, t)$ の雑音含有量は、他の第2分離信号(分離信号 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$)と比較し大きい。

[0078] このように、選択部53bは、選択信号生成部51b側から入力される選択信号に基づいて、周波数ビン毎に、分離信号生成部20側から第2分離信号として入力される分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{12}(f, t)$ 、 $y_{22}(f, t)$ のうち1の分離信号を雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ として選択する。そして、選択された雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ は、雑音除去処理部60側に出力される。

[0079] すなわち、選択部53bは、雑音量 $nc_2(t)$ に基づいて、第2分離信号から1の分離

信号を雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ として選択できる。例えば、雑音量 $nc_2(t)$ が少ない場合には、目的信号に対して雑音含有量の小さな雑音信号が選択される。そのため、雑音除去処理部60の除去処理によって目的信号が劣化することを抑制できる。

[0080] 図9は、雑音除去処理部60の構成の一例を示すブロック図である。雑音除去処理部60は、周波数ビン毎に、マスク処理部30から入力された雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ 、 $y_{21}'(f, t)$ から雑音成分(第2雑音成分)を除去する。また、雑音除去処理部60は、第2雑音成分が除去された雑音除去信号 $y_{11}''(f, t)$ 、 $y_{21}''(f, t)$ を目的信号として逆フーリエ変換部18(18a、18b)側に出力する。

[0081] 図9に示すように、雑音除去処理部60は、主として、雑音成分生成部61(61a)と、除去部65(65a、65b)と、を有している。

[0082] なお、雑音成分生成部61a、61bでは同様な処理が行われるため、以下では雑音成分生成部61aで実行される処理についてのみ説明する。また、除去部65a、65bにおいても同様な処理が行われるため、以下では除去部65aで実行される処理についてのみ説明する。

[0083] 雑音成分生成部61aは、雑音信号選択部50側によって選択された雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ と、雑音量計測部40側から入力された雑音量 $nc_1(t)$ と、に基づいて第2雑音成分を、周波数ビン毎に生成する。

[0084] ここで、本実施の形態において第2雑音成分は、雑音量 $nc_1(t)$ を線形変換(例えば、ルックアップテーブルに基づいて雑音量 $nc_1(t)$ を変換する、または、雑音量 $nc_1(t)$ を対数変換する等)し、変換後の雑音量 $nc_1(t)$ と、雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ とを乗算することによって求められる。なお、線形変換手法については、予め実験等により必要なパラメータ等が定められる。

[0085] このように、雑音除去処理部60の雑音成分生成部61aでは、雑音量計測部40で生成された雑音量 $nc_1(t)$ をも考慮に入れて第2雑音成分を生成することができる。そのため、目的信号に対応する雑音信号 $y_{n1}(f, t)$ から雑音成分をさらに良好に除去することができる。

[0086] 除去部65aは、雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ の振幅スペクトルの絶対値から第2雑音成分の振幅スペクトルの絶対値を減算することにより、目的信号に対応する信号の振

幅スペクトルを求める。また、除去部65aは、雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ の位相角を検出する。そして、除去部65aは、求められた振幅スペクトルと位相角とに基づいて、雑音除去信号 $y_{11}''(f, t)$ を生成する。

[0087] このようにこの雑音除去処理部60の除去部65aでは、減算処理によって目的信号の振幅スペクトルを演算することができる。そのため、除去部65aの計算コストを低減させることができる。

[0088] なお、雑音成分生成部61bでは、第2雑音成分が、雑音成分生成部61aと同様な処理により、雑音量 $nc_2(t)$ と雑音信号 $y_{n2}(f, t)$ とに基づいて演算される。また、除去部65bでは、雑音除去信号 $y_{21}'(f, t)$ の振幅スペクトルの絶対値から、第2雑音成分の振幅スペクトルの絶対値が減算されることによって、雑音除去信号 $y_{21}''(f, t)$ の振幅スペクトルが演算される。

[0089] 逆フーリエ変換部18(18a、18b)は、雑音除去処理部60の除去部65a、65bから出力された周波数領域の雑音除去信号 $y_{11}''(f, t)$ 、 $y_{21}''(f, t)$ を時間領域の目的信号 $y_1(t)$ 、 $y_2(t)$ に変換する。

[0090] (1. 第1の実施の形態の信号処理装置の利点)

以上のように、第1の実施の形態の信号処理装置1では、第1分離信号の雑音状況に応じ、マスク処理部30および雑音除去処理部60によって雑音除去が実行される。すなわち、マスク処理部30により雑音除去された雑音除去信号 $y_{11}'(f, t)$ 、 $y_{21}'(f, t)$ からは、第1分離信号の雑音状況に応じた第2雑音成分が、さらに除去される。そのため、環境音や反響音のように波動源から出力された原信号の周囲を覆う雑音信号が多く含まれている場合であっても、マスク処理部30による除去処理がなされた第1分離信号から、さらに良好に雑音成分を除去することができる。

[0091] また、第1の実施の形態の雑音量計測部40は、雑音量計測部は、マスク処理部30によって得られた雑音状況の判断結果を利用して、雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ を計測することができる。そのため、雑音量計測部40のハードウェア構成を簡略化することができ、装置全体の製造コストを低減させることができる。

[0092] (2. 第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。この第2の実施の形態にお

ける信号処理装置100は、第1の実施の形態と比較して、雑音量計測部140の構成が異なる点を除いては、第1の実施の形態と同様である。そこで、以下ではこの相違点を中心に説明する。なお、以下の説明において、第1の信号処理装置1における構成要素と同様な構成要素については同一符号を付している。これら同一符号の構成要素は、第1の実施の形態において説明済みであるため、本実施の形態では説明を省略する。

[0093] (2. 1. 信号処理装置の構成)

図10は、第2および第3の実施の形態における信号処理装置100、200の全体構成の一例を示すブロック図である。図11は、第2の実施の形態の雑音量計測部140の構成の一例を示すブロック図である。雑音量計測部140は、分離信号生成部20から入力された周波数領域の第1分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ を時間領域に変換するとともに、変換後の第1分離信号を用いて演算された尖度 β_2 に基づいて、第1分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ に含まれる雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ を計測する。図11に示すように、雑音量計測部140は、主として、逆フーリエ変換部142(142a、142b)と、尖度演算部143(143a、143b)と、を有している。

[0094] 逆フーリエ変換部142(142a、142b)は、逆フーリエ変換部18と同様なハードウェア構成を有する演算部である。逆フーリエ変換部142aは、入力された周波数領域の第1分離信号 $y_{11}(f, t)$ を時間領域の信号に変換する。また、逆フーリエ変換部142bは、入力された周波数領域の $y_{21}(f, t)$ を時間領域の信号に変換する。

[0095] 尖度演算部143(143a、143b)は、逆フーリエ変換された後の時間領域の第1分離信号に基づいて、尖度 β_2 を演算する。本実施の形態では、この尖度 β_2 が雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ として使用されている。

[0096] なお、周波数領域の分離信号 $y_{11}(f, t)$ 、 $y_{21}(f, t)$ に対応する時間領域の第1分離信号を分離信号 $y_{11}(t)$ 、 $y_{21}(t)$ とし、第1分離信号 $y_{11}(t)$ 、 $y_{21}(t)$ の標準偏差を σ 、平均値を y_{ave} 、4次の積率を μ_4 とした場合、尖度 β_2 は、数5および数6のように表される。

[0097] [数5]

$$\beta_2 = \left(\frac{\mu_4}{\sigma^4} \right) - 3 \quad \dots \text{ (数5) }$$

[0098] [数6]

$$\mu_4 = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^{n-1} [y_{k1}(t) - y_{ave}]^4 \quad \dots \text{ (数6) }$$

[0099] ここで、尖度 β_2 は時間領域の第1分離信号の分布形を評価可能な統計量である。 $\beta_2 = 0$ のとき、時間領域の第1分離信号は、正規分布となる。この場合は、環境音や反響音のようにもう的信号の周囲を覆う雑音が、第1分離信号に多く含まれていると考えられる。一方、尖度 β_2 の値が大きい程、時間領域における第1分離信号のばらつきが小さくなる。すなわち、第1分離信号には、容易に分離可能な雑音成分が含まれているものと考えられる。

[0100] (2. 第2の実施の形態の信号処理装置の利点)

以上のように、第2の実施の形態の信号処理装置100は、目的信号に対応する第1分離信号の尖度を使用することにより、第1分離信号に含まれる雑音量 $nc1(t)$ 、 $nc2(t)$ を計測することができる。そのため、第1分離信号の雑音状況を正確に把握することができる。

[0101] また、第2の実施の形態の信号処理装置100による雑音量 $nc1(t)$ 、 $nc2(t)$ の計測において、マスク処理部30の介在は必要とされない。そのため、雑音量計測部140とマスク処理部30との間で実行される処理(例えば、同期処理)が不要となり、雑音量計測部140およびマスク処理部30の回路構成を簡略化することができる。

[0102] (3. 第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。この第3の実施の形態における信号処理装置200は、第1の実施の形態と比較して、雑音量計測部240の構成が異なる点を除いては、第1の実施の形態と同様である。そこで、以下ではこの相違点を中心に説明する。なお、以下の説明において、第1の信号処理装置1における構成要素と同様な構成要素については同一符号を付している。これら同一符号の構成要素は、第1の実施の形態において説明済みであるため、本実施の形態では説明

を省略する。

[0103] (3. 1. 信号処理装置の構成)

図12は、第3の実施の形態の雑音量計測部240の構成の一例を示すブロック図である。図13および図14は、第2分離信号の広がり状況を説明するための図である。雑音量計測部240は、分離信号生成部20から入力された周波数領域の複数の分離信号のうち第2分離信号について、該第2分離信号の広がり状況を求める。そして、雑音量計測部240は、第2分離信号の広がり状況に基づいて、フレーム毎に、対応する第1分離信号に含まれる雑音量を計測する。図12に示すように、雑音量計測部240は、主として、方向推定処理部245(245a、245b)と、広がり判定処理部246(246a、246b)と、を有している。

[0104] 方向推定処理部245(245a、245b)は、いわゆるビームフォーミングと呼ばれる演算手法(DOA: Direction of Arraival)を実行する。ここで、ビームフォーミングでは、到来する音源信号 $s_1(t)$ 、 $s_2(t)$ について、マイク15の位置によって変わる混合信号 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ の遅延時間と、マイク15の特性とを利用して、音源方向を特定する。

[0105] 図12に示すように、方向推定処理部245aには分離行列のうち係数 $w_{11}(f)$ 、 $w_{12}(f)$ が、方向推定処理部245bには分離行列のうち係数 $w_{21}(f)$ 、 $w_{22}(f)$ が、それぞれ入力される。

[0106] 広がり判定処理部246(246a、246b)は、方向推定処理部245(245a、245b)によって演算された音源方向角を階級とし、階級について度数をプロットしたヒストグラムを求める。そして、広がり判定処理部246は、各第2分離信号の方向のばらつき状況を、例えば、(1)第2分離信号の標準偏差、(2)最大音源方向角から最小音源方向角を減算した角度幅 R_1 (図13参照)、 R_2 (図14参照)、および、(3)所定角度範囲に属する度数(すなわち、所定範囲におけるヒストグラムの面積)等に基づいて、演算する。本実施の形態では、この広がり状況(ばらつき状況)が雑音量 $nc_1(t)$ 、 $nc_2(t)$ として使用されている。

[0107] ここで、第2分離信号の広がり状況(例えば、標準偏差)が予め実験等によって求められた所定範囲の外側となる場合、第1分離信号には、環境音や反響音のように目的信号の周囲を覆う雑音が第1分離信号に多く含まれていると考えられる。一方、第

2分離信号の広がり状況がこの所定範囲内となる場合、第1分離信号には、容易に分離可能な雑音成分が含まれているものと考えられる。

[0108] (3. 2. 第3の実施の形態の信号処理装置の利点)

以上のように、第3の実施の形態の信号処理装置200は、目的信号に対する第2分離信号の広がり状況を使用することにより、第1分離信号に含まれる雑音量 $nc1(t)$ 、 $nc2(t)$ を計測することができる。そのため、第1分離信号の雑音状況を正確に把握することができる。

[0109] また、第3の実施の形態の信号処理装置200による雑音量 $nc1(t)$ 、 $nc2(t)$ の計測において、マスク処理部30の介在は必要とされない。そのため、雑音量計測部240とマスク処理部30との間で実行される処理(例えば、同期処理)が不要となり、雑音量計測部240およびマスク処理部30の回路構成を簡略化することができる。

[0110] (4. 変形例)

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく様々な変形が可能である。

[0111] (1)第1ないし第3の実施の形態において、音源(波動源)10は、2つであるものとして説明したが、これに限定されるものでなく、音源10の個数は、 $M(\geq 3)$ の複数であってもよい。また、マイク(観測部)15は、2つであるものとして説明したが、これに限定されるものでなく、観測部15の個数は、 $N(\geq 3)$ の複数であってもよい。

[0112] この場合において、マスク処理部30は、1個の第1分離信号と、 $(M-1) \times N$ 個の第2分離信号と、に基づいて雑音状況を判断し、雑音信号選択部50は、 $(M-1) \times N$ 個の第2分離信号のうちの1つを、雑音信号として選択する。

[0113] (2)また、(1)第1ないし第3の実施の形態において、雑音除去処理部60の雑音成分生成部61(61a、61b)は、線形変換後の雑音量 $nc1(t)$ 、 $nc2(t)$ と、雑音信号 $yn1(f, t)$ 、 $yn2(f, t)$ と、を乗算することによって、第2雑音成分を演算するものとして説明したがこれに限定されるものでない。例えば、雑音量 $nc1(t)$ 、 $nc2(t)$ が、線形変換することなく、雑音信号 $yn1(f, t)$ 、 $yn2(f, t)$ と乗算されることによって第2雑音成分が求められてもよい。これにより、雑音成分生成部61における計算コストを低減させることができる。

[0114] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

請求の範囲

- [1] 複数の波動源(10)のうち対象となる波動源(10)から出力された原信号を目的信号として復元する信号処理装置であって、
- (a) 各々が、前記複数の波動源から出力された複数の原信号につき、該複数の原信号の混合信号として観測可能な複数の観測部(15)と、
 - (b) 各観測部(15)で観測されて周波数領域に変換された1フレーム分の前記混合信号から、互いに独立した複数の分離信号を前記フレーム内の周波数ビン毎に生成する分離信号生成部(20)と、
 - (c) 前記複数の分離信号のうち前記目的信号に対応する第1分離信号と、前記複数の分離信号のうち前記第1分離信号以外の第2分離信号と、に基づいて、前記第1分離信号の雑音状況を判断する処理と、
雑音状況の判断結果に基づいて求められた第1雑音成分を前記第1分離信号から除去することにより雑音除去信号を生成する処理と、
前記雑音状況の判断結果に基づいて雑音状況信号を生成する処理と、
を、前記フレーム内の周波数ビン毎に行うマスク処理部(30)と、
 - (d) 前記マスク処理部(30)側から入力された前記周波数ビン毎の雑音状況信号に基づいて、前記フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測する雑音量計測部(40)と、
 - (e) 前記雑音量計測部(40)によって計測された前記雑音量に基づいて、前記周波数ビン毎に、前記第2分離信号のうちの1つの信号を雑音信号として選択する雑音信号選択部(50)と、
 - (f) 前記雑音信号に基づいて生成された第2雑音成分を、前記雑音除去信号から前記周波数ビン毎に除去するとともに、前記第2雑音成分が除去された前記雑音除去信号を目的信号として出力する雑音除去処理部(60)と、
を備えることを特徴とする信号処理装置。
- [2] 請求項1に記載の信号処理装置において、
- 前記マスク処理部(30)は、前記周波数ビン毎に、前記目的信号に対応する前記第1分離信号の振幅スペクトルと、前記第2分離信号の振幅スペクトルと、の大小比

較に基づいて、前記雑音状況の判断と、前記雑音状況信号の生成と、を行い、

前記雑音量計測部(40)は、前記雑音状況信号を計数することによって、前記雑音量を計測することを特徴とする信号処理装置。

[3] 複数の波動源(10)のうち対象となる波動源(10)から出力された原信号を目的信号として復元する信号処理装置であって、

(a) 各々が、前記複数の波動源から出力された複数の原信号につき、該複数の原信号を混合信号として観測可能な複数の観測部(15)と、

(b) 各観測部(15)で観測されて周波数領域に変換された1フレーム分の前記混合信号から、互いに独立した複数の分離信号を前記フレーム内の周波数ビン毎に生成する分離信号生成部(20)と、

(c) 前記複数の分離信号のうち前記目的信号に対応する第1分離信号と、前記複数の分離信号のうち前記第1分離信号以外の第2分離信号と、に基づいて、前記第1分離信号の雑音状況を判断する処理と、

雑音状況の判断結果に基づいて求められた第1雑音成分を前記第1分離信号から除去することにより雑音除去信号を生成する処理と、

を前記フレーム内の周波数ビン毎に行うマスク処理部(30)と、

(d) 前記分離信号生成部から入力された前記複数の分離信号に基づいて、前記フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測する雑音量計測部(140, 240)と、

(e) 前記雑音量計測部(140, 240)によって計測された前記雑音量に基づいて、前記周波数ビン毎に、前記第2分離信号のうちの1つの信号を雑音信号として選択する雑音信号選択部(50)と、

(f) 前記雑音信号に基づいて生成された第2雑音成分を前記雑音除去信号から前記周波数ビン毎に除去するとともに、前記第2雑音成分が除去された前記雑音除去信号を目的信号として出力する雑音除去処理部(60)と、

を備えることを特徴とする信号処理装置。

[4] 請求項3に記載の信号処理装置において、

前記雑音量計測部(140)は、前記分離信号生成部(20)から入力された周波数領

域の第1分離信号を時間領域に変換するとともに、変換後の前記第1分離信号を用いて演算された尖度に基づいて、前記第1分離信号に含まれる前記雑音量を計測することを特徴とする信号処理装置。

[5] 請求項3に記載の信号処理装置において、

前記雑音量計測部(240)は、前記分離信号生成部(20)から入力された第2分離信号の広がり状況に基づいて、前記フレーム毎に、前記第1分離信号に含まれる雑音量を計測することを特徴とする信号処理装置。

[6] 請求項5に記載の信号処理装置において、

前記広がり状況は、第2分離信号の方向のばらつき状況であることを特徴とする信号処理装置。

[7] 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の信号処理装置において、

前記雑音除去処理部(60)は、前記雑音量計測部(40、140、240)側から入力された前記雑音量と、前記雑音信号選択部(50)によって選択された雑音信号と、に基づいて、前記第2雑音成分を生成することを特徴とする信号処理装置。

[8] 請求項1または請求項3に記載の信号処理装置において、

前記雑音除去処理部(60)は、前記雑音除去信号の振幅スペクトルから前記第2雑音成分の振幅スペクトルを減算することによって、前記周波数ビン毎に前記目的信号の振幅スペクトルを演算することを特徴とする信号処理装置。

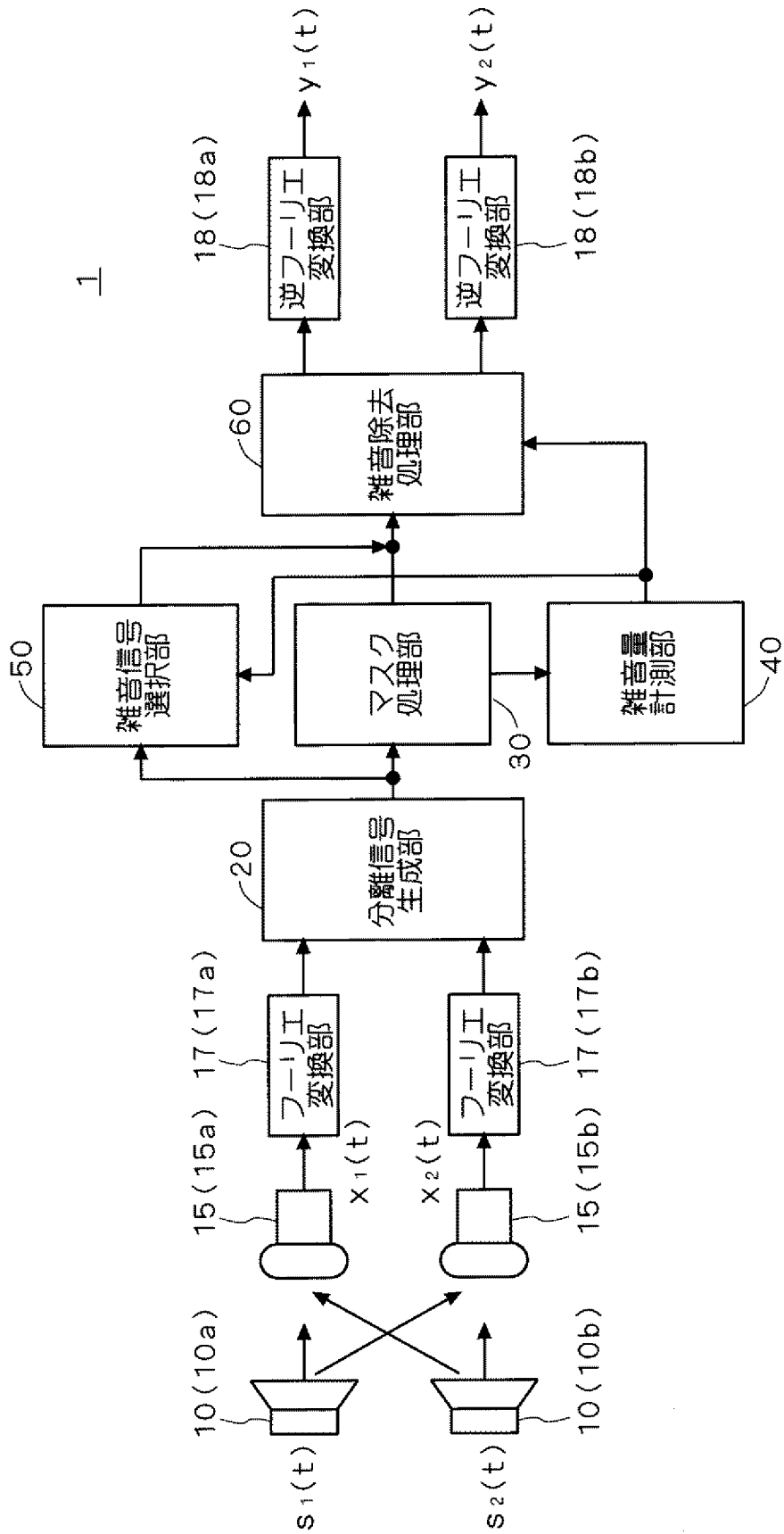
[9] 請求項1または請求項3に記載の信号処理装置において、

M個の波動源(10)から出力されたM個の原信号は、それぞれN個の観測部(15)によって観測され(M、Nは、それぞれ2以上の自然数)、

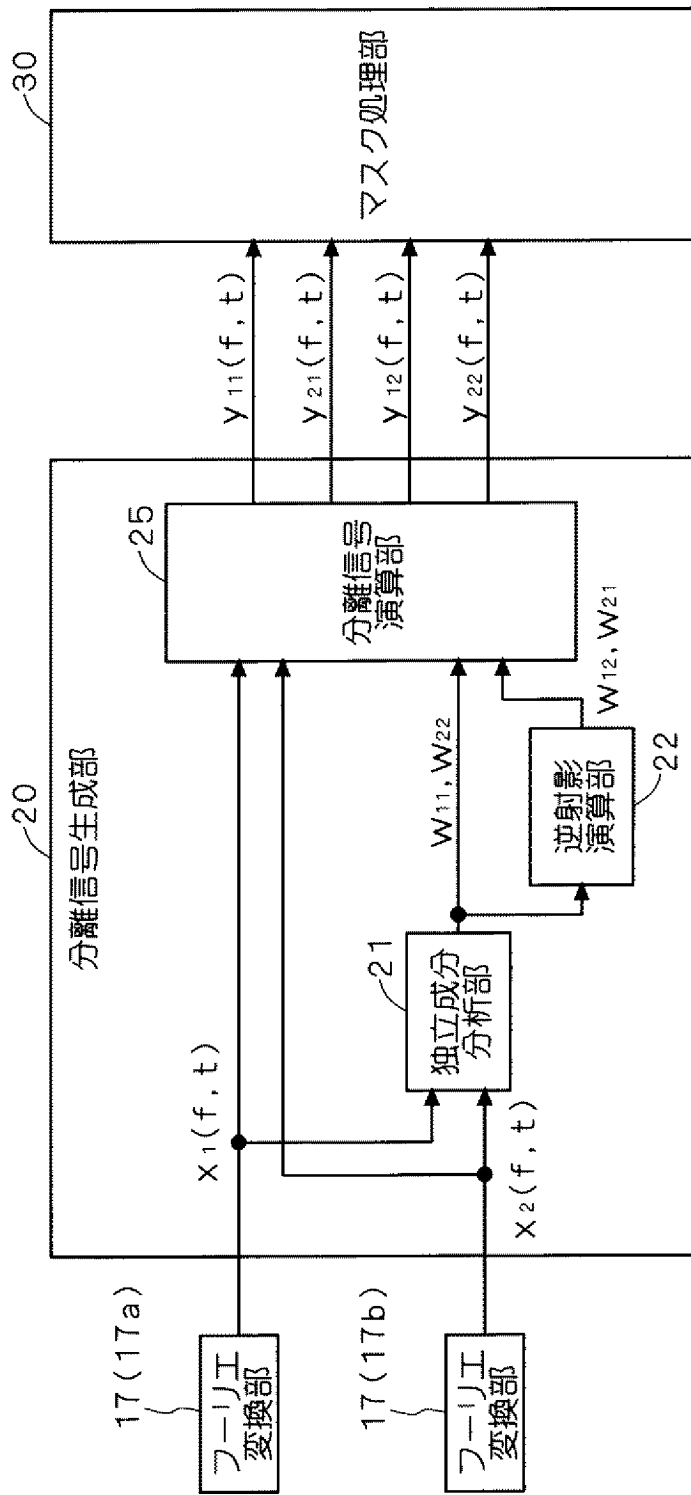
前記マスク処理部(30)は、1個の第1分離信号と、 $(M-1) \times N$ 個の第2分離信号と、に基づいて雑音状況を判断し、

前記雑音信号選択部(50)は、 $(M-1) \times N$ 個の第2分離信号のうちの1つを、雑音信号として選択することを特徴とする信号処理装置。

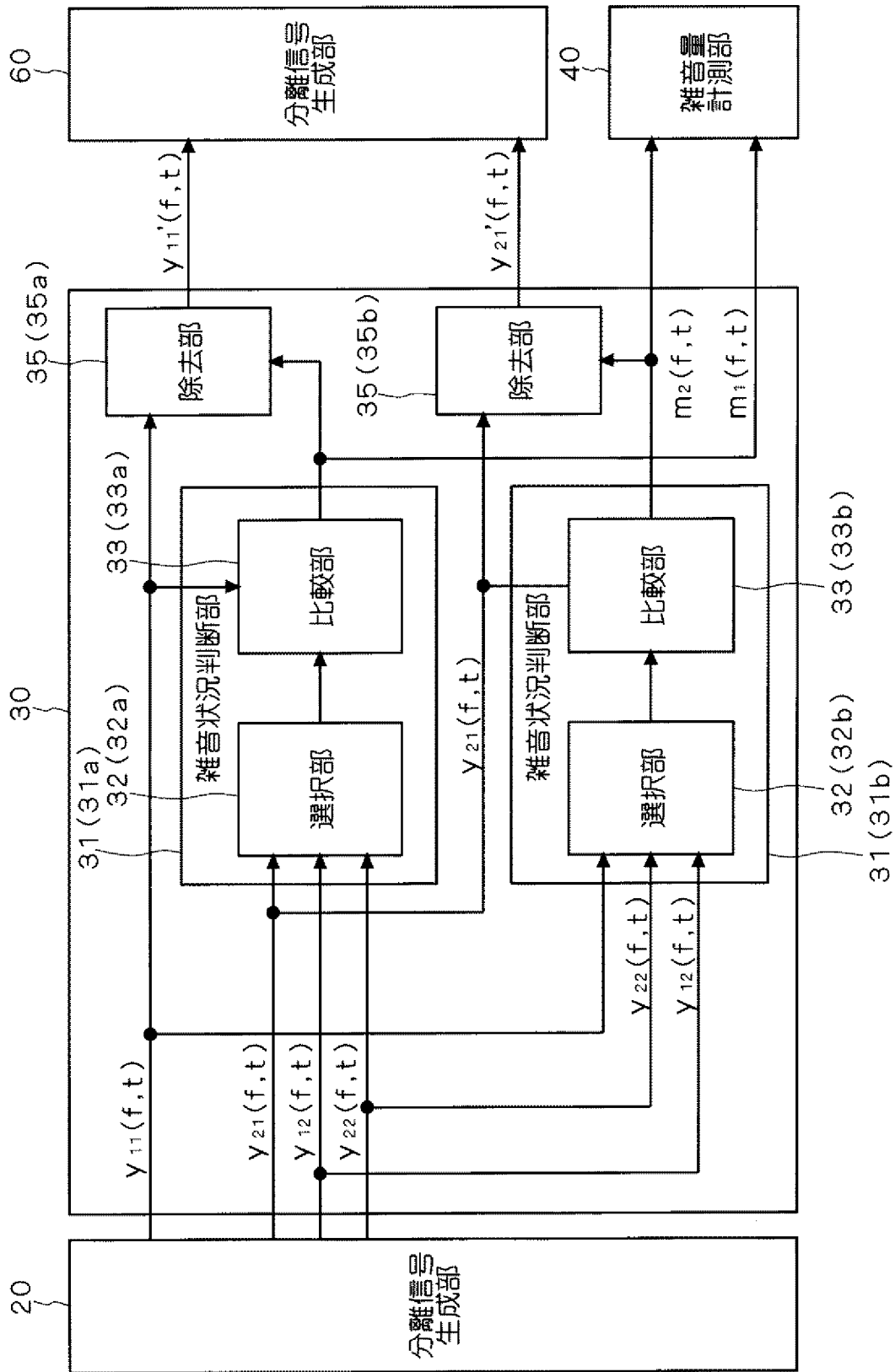
[図1]



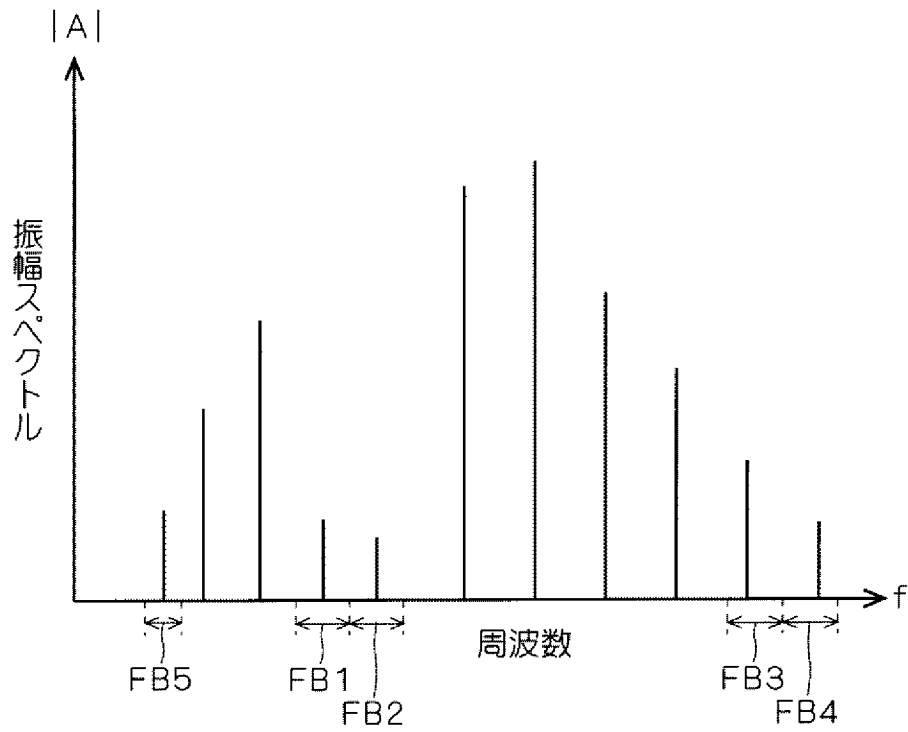
[図2]



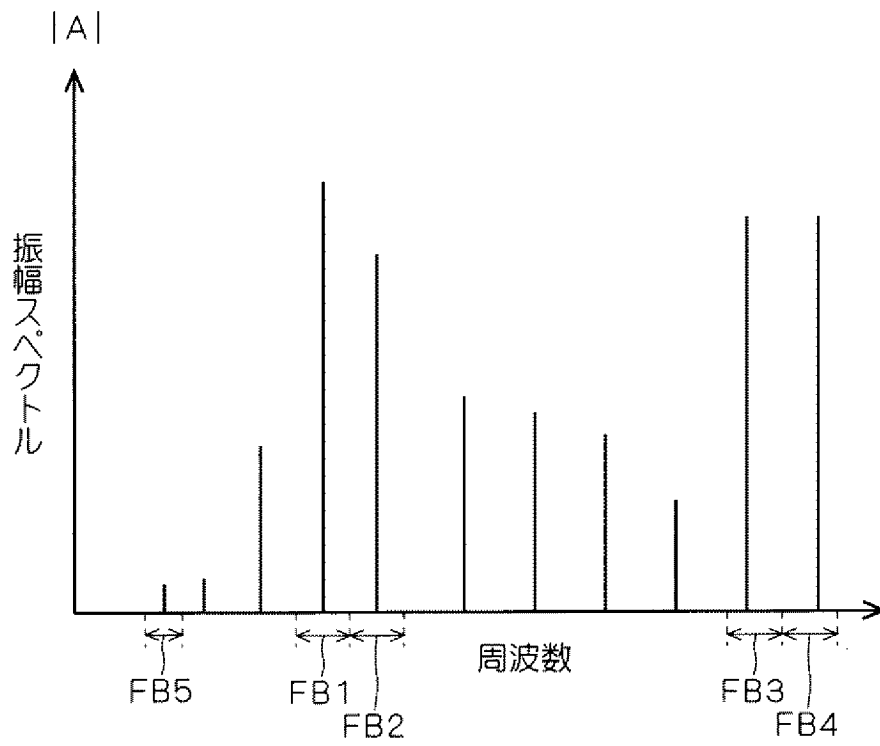
[図3]



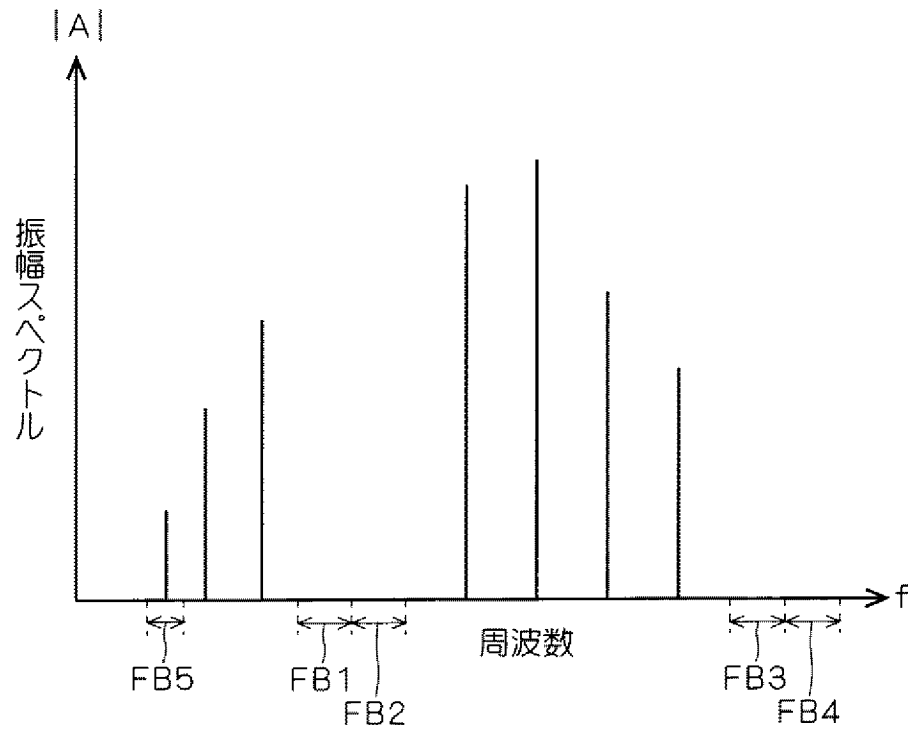
[図4]



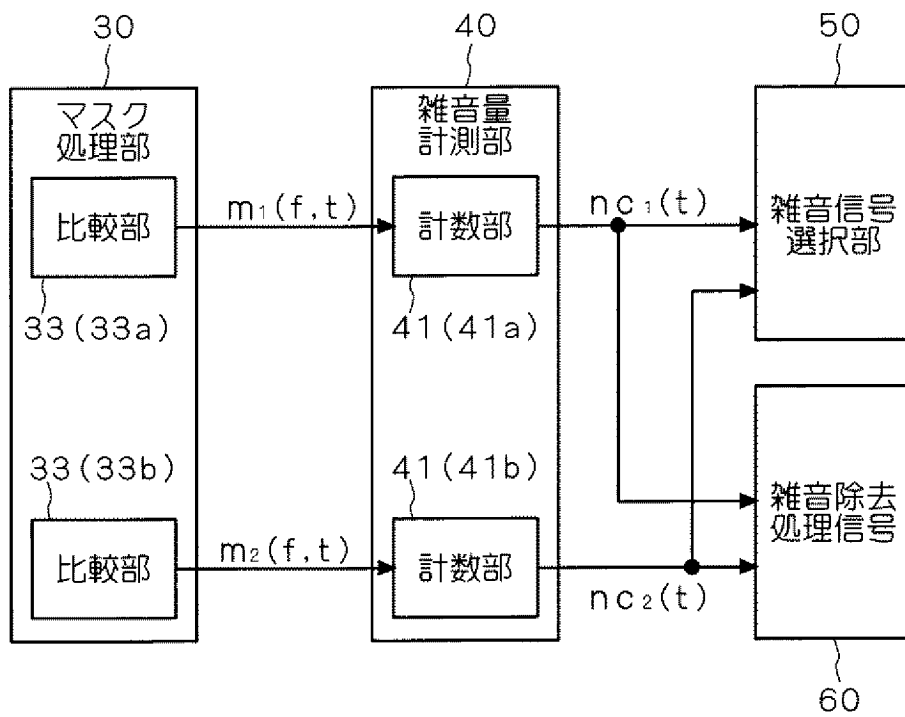
[図5]



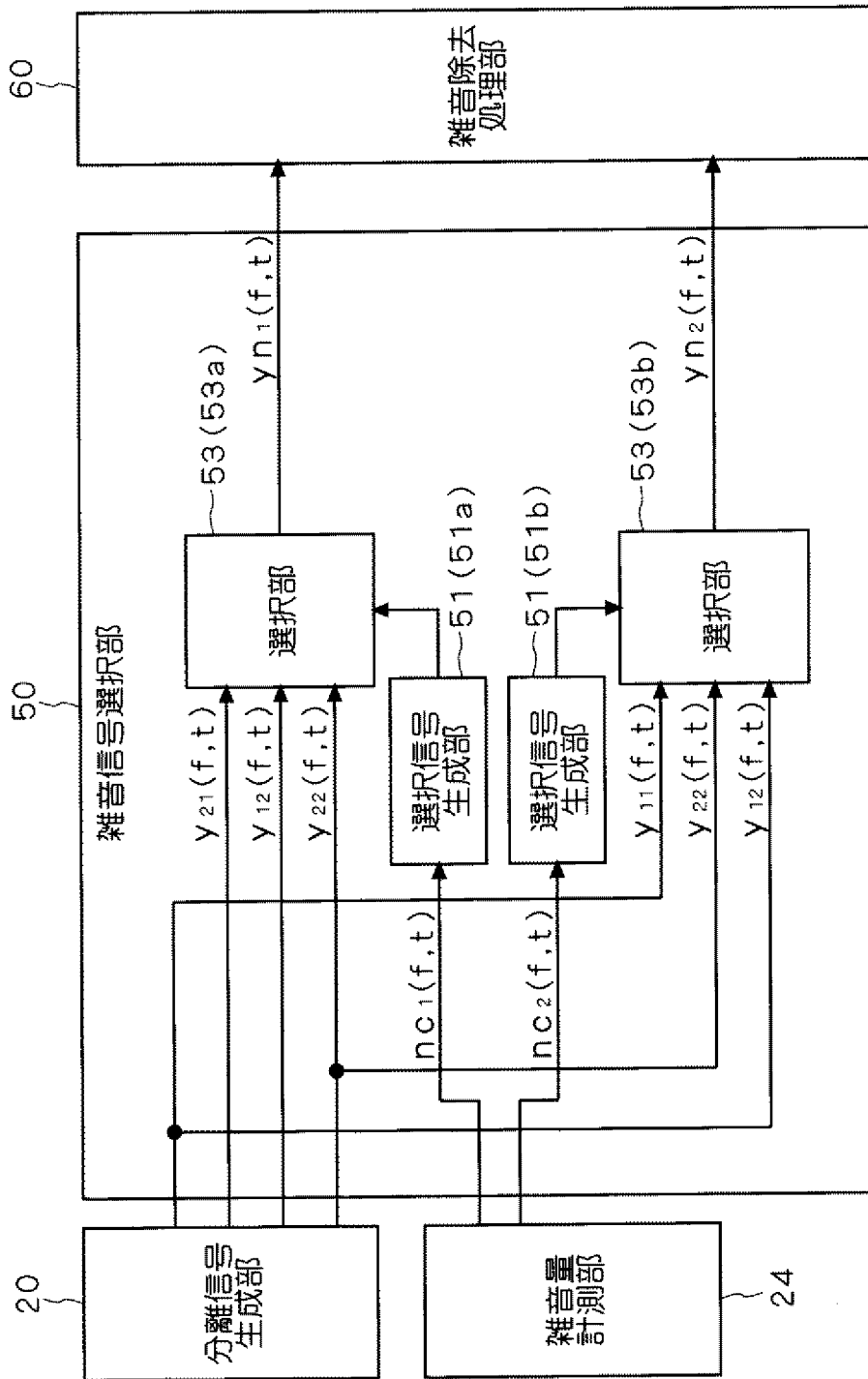
[図6]



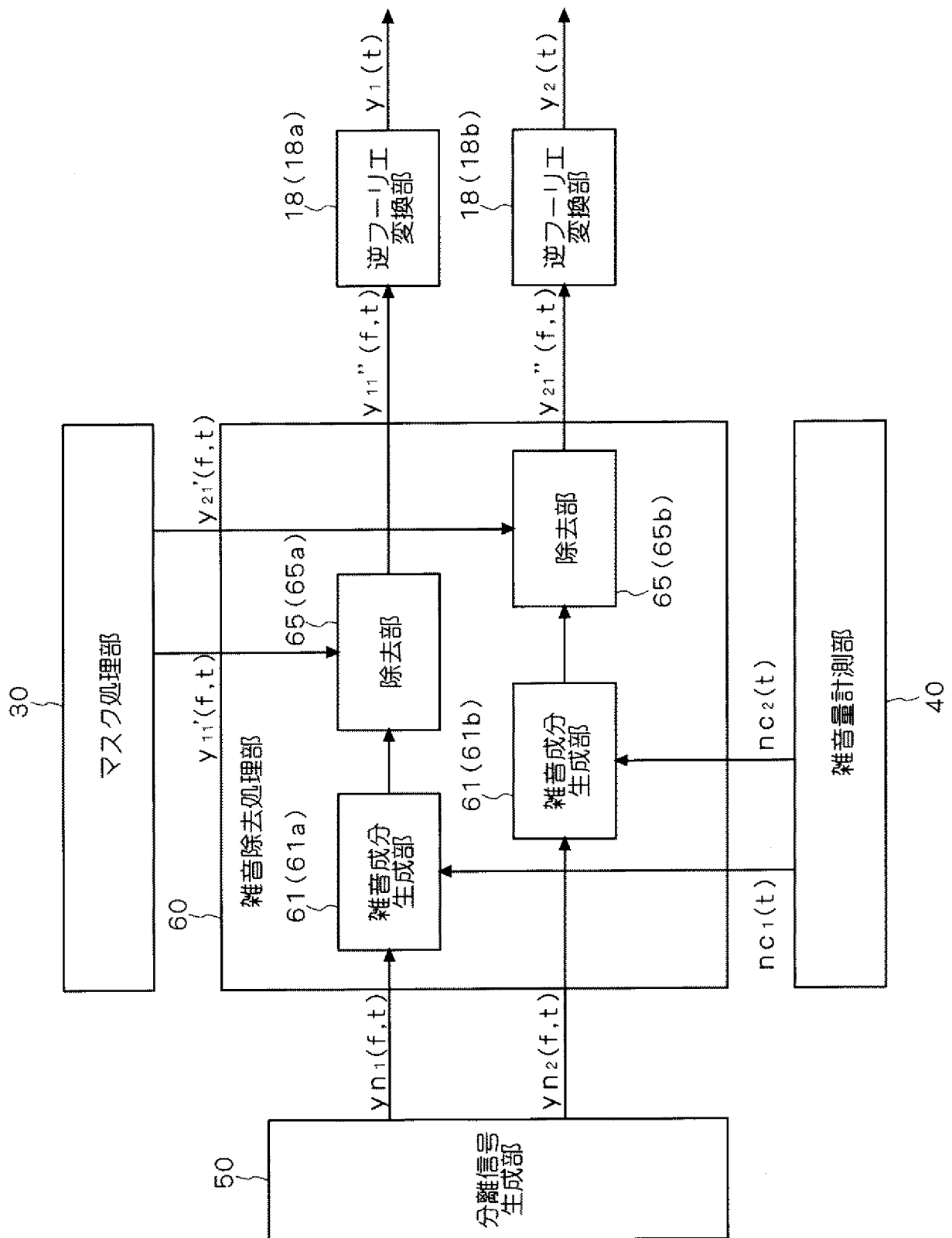
[図7]



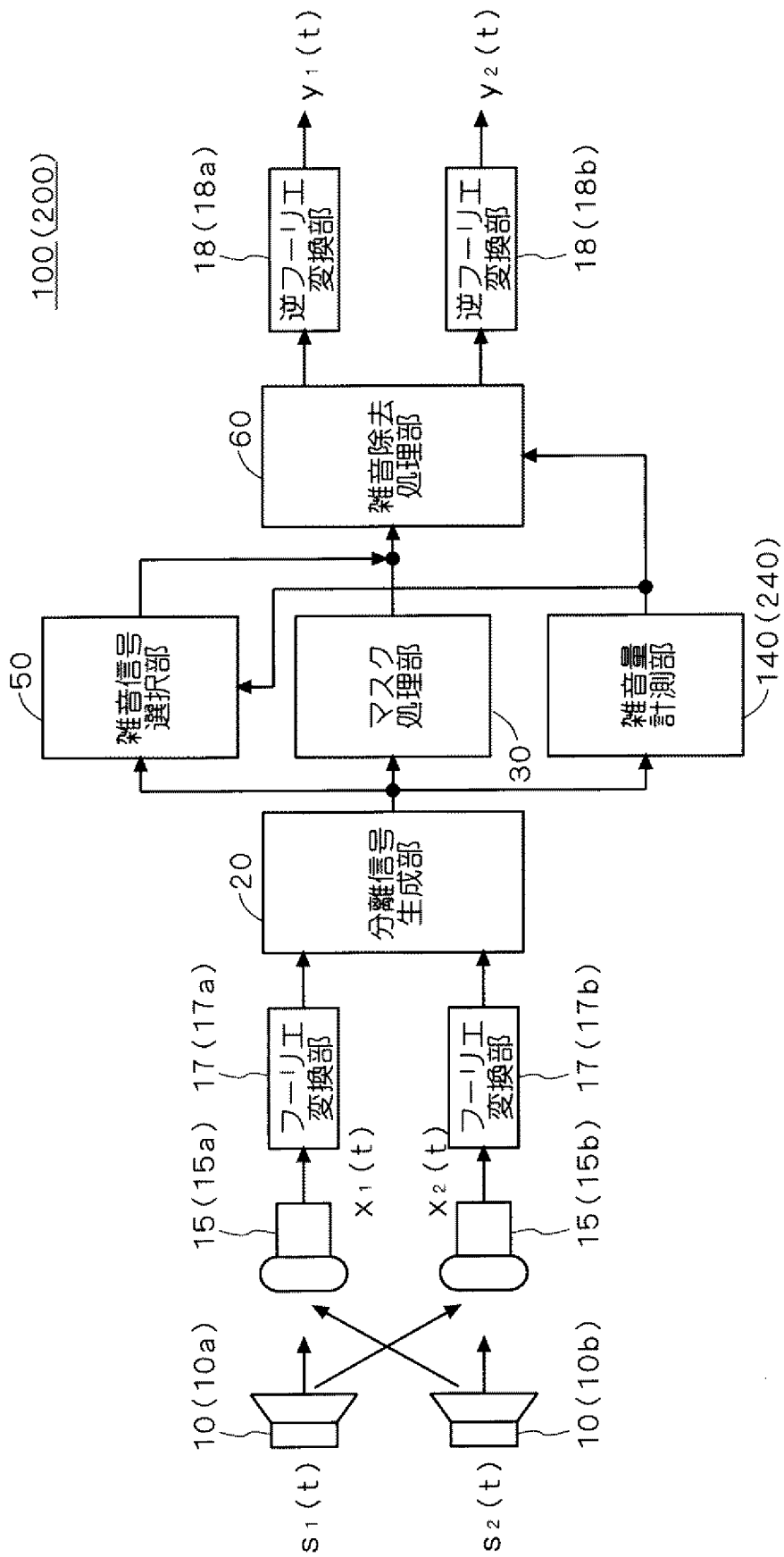
[図8]



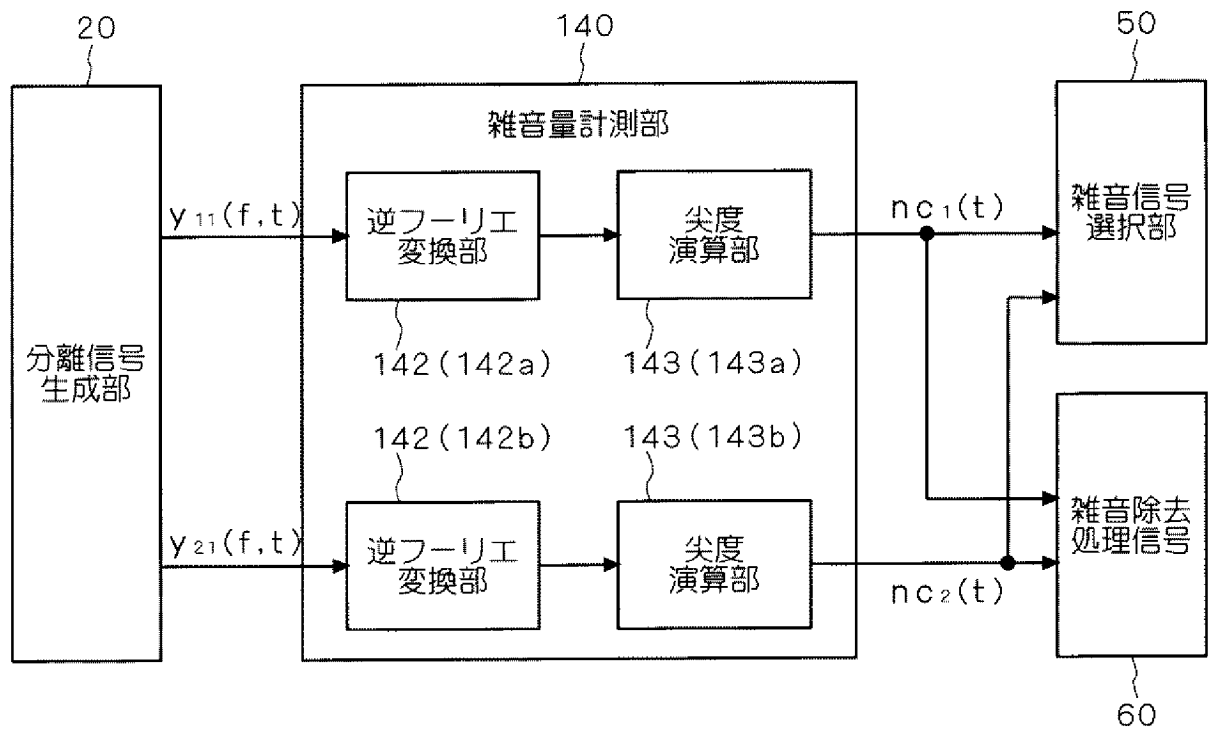
[図9]



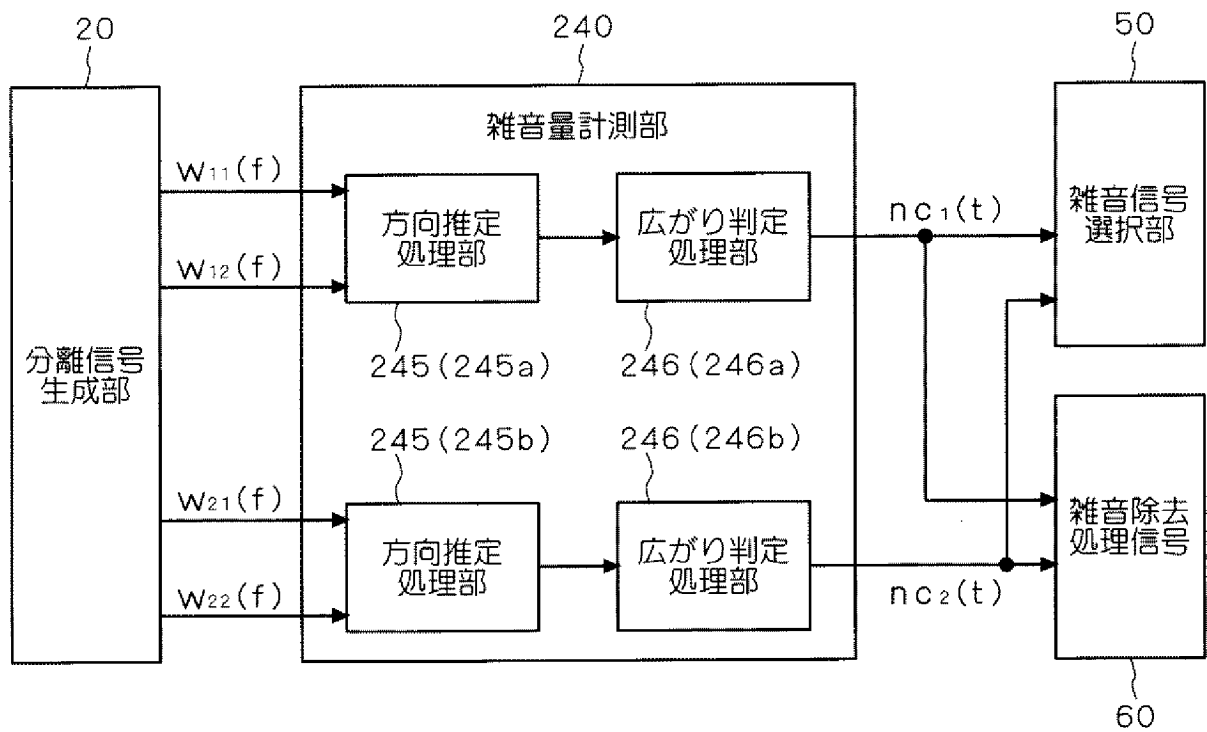
[図10]



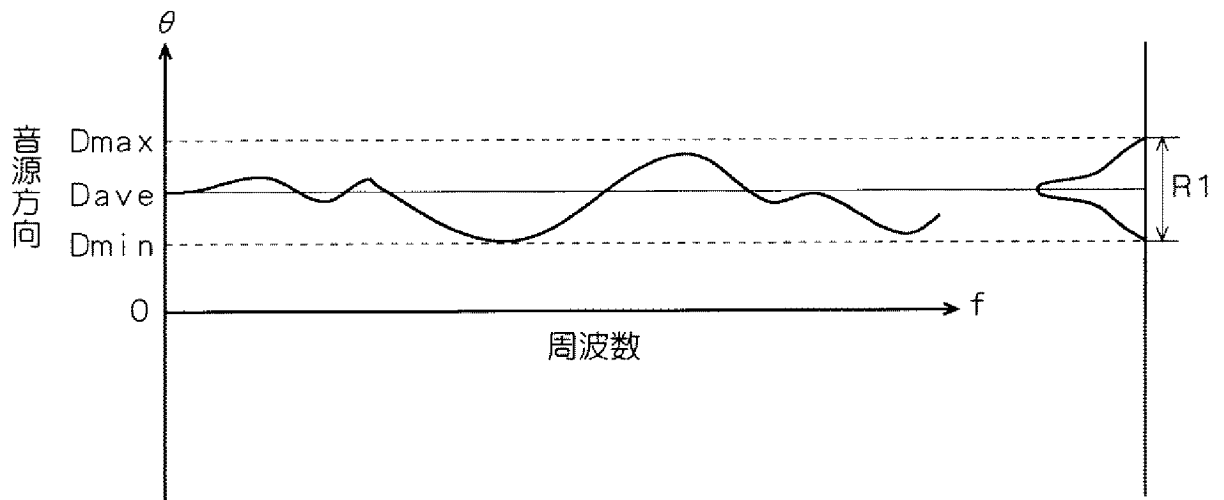
[図11]



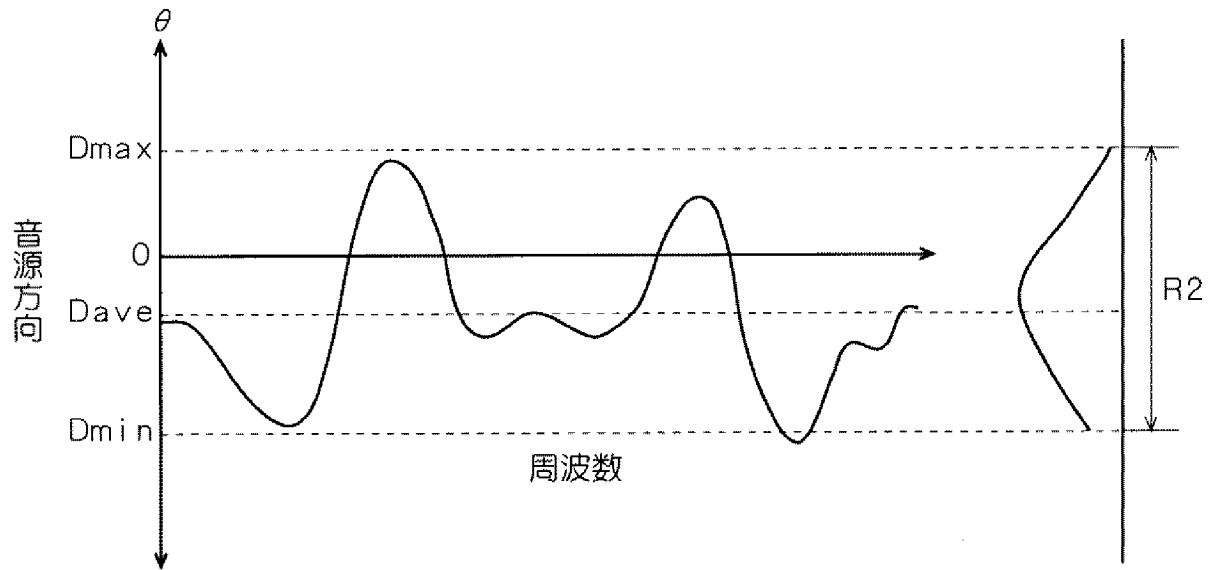
[図12]



[图13]



[图14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/055757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04R3/00(2006.01)i, G10L21/02(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04R3/00, G10L21/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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 2006-154314 A (Kobe Steel, Ltd. (et al.)), 15 June, 2006 (15.06.06), Full text; Figs. 1 to 17 (Family: none)	1-9
A	JP 2007-033825 A (Kobe Steel, Ltd.), 08 February, 2007 (08.02.07), Full text; Figs. 1 to 7 & US 2007/0025556 A1 & EP 1748427 A1	1-9
A	Report of the 2006 Spring Meeting, the Acoustical Society of Japan, "SIMO-ICA to SIMO Model ni Motozuku Kakucho Binary Mask Shori o Mochiita 2-dan Blind Ongen Bunri Shuho", The Acoustical Society of Japan (ASJ), 07 March, 2006 (07.03.06), pages 537 to 538	1-9

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 25 June, 2008 (25.06.08)	Date of mailing of the international search report 08 July, 2008 (08.07.08)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R3/00(2006.01)i, G10L21/02(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R3/00, G10L21/02			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号	
A	JP 2006-154314 A (株式会社神戸製鋼所 (他1名)) 2006.06.15, 全文及び第1-17図 (ファミリーなし)	1-9	
A	JP 2007-033825 A (株式会社神戸製鋼所) 2007.02.08, 全文及び第1-7図 & US 2007/0025556 A1 & EP 1748427 A1	1-9	
A	日本音響学会 2006年春季研究発表会講演論文集, SIMO-ICA と SIMOモデルに基づく拡張バイナリマスク処理を用いた2段ブラインド音源分離手法, 社団法人日本音響学会, 2006.03.07, pp. 537-538	1-9	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 25.06.2008		国際調査報告の発送日 08.07.2008	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 新川 圭二	5Z 3654
		電話番号 03-3581-1101	内線 3541