

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5867389号
(P5867389)

(45) 発行日 平成28年2月24日(2016.2.24)

(24) 登録日 平成28年1月15日(2016.1.15)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 O L	21/0232 (2013.01)	G 1 O L	21/0232
G 1 O L	21/0264 (2013.01)	G 1 O L	21/0264 Z
G 1 O L	25/18 (2013.01)	G 1 O L	25/18
H O 4 B	1/10 (2006.01)	H O 4 B	1/10 L

請求項の数 19 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-517234 (P2012-517234)	(73) 特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86) (22) 出願日	平成23年5月13日(2011.5.13)	(74) 代理人	100109313 弁理士 机 昌彦
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/061597	(74) 代理人	100124154 弁理士 下坂 直樹
(87) 国際公開番号	W02011/148860	(72) 発明者	杉山 昭彦 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年12月1日(2011.12.1)		
審査請求日	平成26年4月17日(2014.4.17)	審査官	松田 直也
(31) 優先権主張番号	特願2010-118842 (P2010-118842)		
(32) 優先日	平成22年5月24日(2010.5.24)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理方法、情報処理装置、及び信号処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力した劣化信号を変換して変換信号を生成し、
前記変換信号を分析して分析結果を生成し、
予め記憶された抑圧対象となる雑音に関する複数の雑音情報を、前記分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成し、
前記混合雑音情報と前記変換信号を用いて前記雑音の抑圧を行なう信号処理方法。

【請求項2】

予め記憶された前記雑音情報から、前記混合雑音情報を生成するために混合される混合対象の雑音情報を生成する請求項1に記載の信号処理方法。

【請求項3】

抑圧対象となる雑音の平均スペクトル及び最大スペクトルを前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成する請求項1または2に記載の信号処理方法。

【請求項4】

抑圧対象となる雑音の平均スペクトル、最大スペクトル及び最小スペクトルを前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成する請求項1または2に記載の信号処理方法。

【請求項5】

抑圧対象となる雑音に関する平均スペクトルを予め記憶しておき、
前記最大スペクトルを前記平均スペクトルから生成する請求項3または4に記載の信号

処理方法。

【請求項 6】

抑圧対象となる雑音に関する平均スペクトルを予め記憶しておき、
前記最小スペクトルを前記平均スペクトルから生成する請求項 4 に記載の信号処理方法。

【請求項 7】

前記劣化信号を分析して特殊成分を検出した場合に、
抑圧対象となる雑音の周波数成分のうち、前記特殊成分及びそれ以外の基本成分を、それぞれ前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成する請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

10

【請求項 8】

前記劣化信号を分析してピーク成分を検出した場合に、
抑圧対象となる雑音の周波数成分のうち、前記ピーク成分及びそれ以外の基本成分を、それぞれ前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成する請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

【請求項 9】

混合対象となる複数の雑音情報のそれぞれに対して、前記劣化信号の分析に応じた係数を乗算してから加算することにより前記混合雑音情報を生成する請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

【請求項 10】

特殊なスペクトル形状を有する特殊雑音情報を予め記憶しておき、
前記劣化信号の分析により、前記特殊雑音情報と入力した劣化信号との類似度を評価し、
前記類似度が高い場合には、前記特殊雑音情報を混合して前記混合雑音情報を生成する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の信号処理方法。

20

【請求項 11】

前記特殊雑音情報は、衝撃音の雑音情報である請求項 10 に記載の信号処理方法。

【請求項 12】

雑音抑圧結果に基づいて前記雑音情報を補正する請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

30

【請求項 13】

雑音抑圧結果に応じた倍率係数を乗算することにより前記雑音情報を補正する請求項 12 に記載の信号処理方法。

【請求項 14】

雑音抑圧結果に応じてオフセットすることにより前記雑音情報を補正する請求項 12 または 13 に記載の信号処理方法。

【請求項 15】

雑音抑圧結果を分析した結果に基づいて、混合対象となる複数の前記雑音情報をそれぞれ補正する請求項 12 乃至 14 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

【請求項 16】

劣化信号中に雑音が存在するか否かを示す情報を入力し、
劣化信号中に雑音が存在している場合に、前記雑音の抑圧を行なう請求項 1 乃至 15 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

40

【請求項 17】

前記劣化信号を解析して、前記劣化信号中に所望信号がどの程度存在しているかを判定し、その判定結果に基づいて、前記雑音の抑圧を行なう請求項 1 乃至 16 の何れか 1 項に記載の信号処理方法。

【請求項 18】

入力した劣化信号を変換して変換信号を生成する変換手段と、
前記変換信号を分析して分析結果を生成する分析手段と、

50

予め記憶された抑圧対象となる雑音に関する複数の雑音情報を、前記分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成する混合手段と、

前記混合雑音情報と前記変換信号を用いて前記雑音の抑圧を行なう雑音抑圧手段と、
を備える情報処理装置。

【請求項 19】

入力した劣化信号を変換して変換信号を生成し、

前記変換信号を分析して分析結果を生成し、

予め記憶された抑圧対象となる雑音に関する複数の雑音情報を、前記分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成し、

前記混合雑音情報と前記変換信号を用いて前記雑音の抑圧を行なうこと、

をコンピュータに実行させる信号処理プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、劣化信号中の雑音を抑圧して所望の信号を強調するための信号処理技術に関する。

【背景技術】

【0002】

劣化信号（所望の信号と雑音とが混合された信号）から、雑音の一部又は全部を抑圧し、強調信号（所望の信号を強調した信号）を出力する信号処理技術として、雑音抑圧技術（noise suppressing technology）が知られている。例えば、ノイズサプレッサは、所望の音声信号に重畳されている雑音（ノイズ）を抑圧するシステムであり、携帯電話など様々な音声端末において利用されている。

20

この種の技術に関し、特許文献 1 には、入力信号に 1 より小さな抑圧係数を乗算することによって、ノイズを抑圧する方法が開示されており、特許文献 2 には、推定された雑音を劣化信号から直接減算することによって、雑音を抑圧する方法が開示されている。

特許文献 1 及び 2 に記載の技術は、既に雑音が含まれて劣化している所望信号から、雑音を推定しなければならない。しかし、劣化信号だけから正確に雑音を推定することには限界があり、特許文献 1 及び 2 に記載された方法は、一般的に、雑音が所望信号に対して十分小さい場合のみ有効である。雑音が所望信号に対して十分に小さいという条件が満たされない場合は、雑音推定値の精度が低いため、特許文献 1 及び 2 に記載された方法では、十分な雑音抑圧の効果が得られず、さらに強調信号に大きな歪が含まれていた。

30

これに対し、雑音が所望信号に対して十分に小さいという条件が満たされない場合にも、十分な雑音抑圧効果と強調信号における小さな歪とを実現できる雑音抑圧システムが、特許文献 3 に開示されている。特許文献 3 に記載された方法は、所望信号に混入する雑音の特性が事前にある程度わかる場合を想定しており、事前に記録しておいた雑音情報（雑音の特性に関する情報）を、劣化信号から減算することで、雑音を抑圧する。また、入力信号を分析して得られた入力信号パワーが大きいときは大きな係数を、その入力信号パワーが小さいときは小さな係数を、雑音情報に積算して、その積算結果を劣化信号から減算する方法も開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 2 8 2 2 2 7 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 2 2 1 0 9 2 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 2 7 9 1 8 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の特許文献 3 に開示された方法は、1 種類の雑音に対して 1 つの雑

50

音特性のみを用いて雑音除去を図っている。そのため、この方法は、消去できる雑音の種類が限定され、衝撃音を含む場合やスペクトルにピークを有する場合など、変動の激しい信号特性に対応できなかった。

以上を踏まえ、本発明は、上述の課題を解決する信号処理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】

上記目的を達成するため、本発明に係る方法は、入力した劣化信号を分析し、抑圧対象となる雑音に関する雑音情報を、前記劣化信号の分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成し、前記混合雑音情報を用いて前記雑音の抑圧を行なう。

10

上記目的を達成するため、本発明に係る装置は、入力した劣化信号を分析する分析手段と、抑圧対象となる雑音に関する雑音情報を、前記劣化信号の分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成する混合手段と、前記混合雑音情報を用いて前記雑音の抑圧を行なう雑音抑圧手段と、を備える。

上記目的を達成するため、本発明に係るプログラム記録媒体に格納されたプログラムは、入力した劣化信号を分析する分析ステップと、抑圧対象となる雑音に関する雑音情報を、前記劣化信号の分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成する混合ステップと、前記混合雑音情報を用いて前記雑音の抑圧を行なう雑音抑圧ステップと、をコンピュータに実行させる。

【発明の効果】

20

【0006】

本発明は、変動の激しい信号特性に対応した雑音抑圧を実現することができる信号処理技術を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1実施形態としての雑音抑圧装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態としての雑音抑圧装置に含まれる変換部の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態としての雑音抑圧装置に含まれる逆変換部の構成を示すブロック図である。

30

【図4】本発明の第1実施形態としての雑音抑圧装置に含まれる雑音情報記憶部の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2実施形態としての雑音抑圧装置に含まれる混合部及び雑音情報記憶部の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の第3実施形態としての雑音抑圧装置の概略構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係るピーク成分検出部の概略構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第4実施形態としての雑音抑圧装置に含まれる混合部及び雑音情報記憶部の構成を示すブロック図である。

40

【図9】本発明の第5実施形態としての雑音抑圧装置の分析部及び雑音情報記憶部の構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の第6実施形態としての雑音抑圧装置の概略構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第6実施形態としての雑音抑圧装置の補正部の概略構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第7実施形態としての雑音抑圧装置の補正部の概略構成を示すブロック図である。

【図13】本発明の第8実施形態としての雑音抑圧装置の補正部の概略構成を示すブロッ

50

ク図である。

【図 1 4】本発明の第 9 実施形態としての雑音抑圧装置の補正部の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 5】本発明の第 1 0 実施形態としての雑音抑圧装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 6】本発明の第 1 1 実施形態としての雑音抑圧装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 7】本発明の第 1 2 実施形態としての雑音抑圧装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 1 8】本発明の他の実施形態としての信号処理プログラムを実行するコンピュータの概略構成図である。

10

【図 1 9】本発明の情報処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、図面を参照して、本発明の実施の形態について例示的に詳しく説明する。ただし、以下の実施の形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の技術範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

(第 1 実施形態)

[全体構成]

本発明に係る信号処理方法を実現する第 1 実施形態として、劣化信号（所望の信号と雑音とが混合された信号）から、雑音の一部又は全部を抑圧し、強調信号（所望の信号を強調した信号）を出力する雑音抑圧装置 100 について説明する。図 1 は、雑音抑圧装置 100 の全体構成を示すブロック図である。雑音抑圧装置 100 は、例えばデジタルカメラ、ノートパソコン、携帯電話などといった装置の一部としても機能するが、本発明はこれに限定されるものではなく、入力信号からのノイズ除去を要求されるあらゆる情報処理装置に適用可能である。

20

図 1 に示すように、雑音抑圧装置 100 は、入力端子 1、変換部 2、雑音抑圧部 3、逆変換部 4、出力端子 5、分析部 10、混合部 11、雑音情報記憶部 6 を備えている。この雑音抑圧装置 100 は、大まかに言えば、入力した劣化信号を分析し、予め記憶された雑音情報を用いて、分析結果に応じた混合方法によって混合雑音情報（擬似雑音情報）を生成し、更に、その混合雑音情報を用いて雑音の抑圧を行なう。混合対象となる複数の雑音情報のうち少なくとも 1 つは予め雑音情報記憶部 6 に記憶されたものである。図 1 9 には、情報処理装置（雑音抑圧装置）100 のブロック構成図の他の一例が示されている。情報処理装置 100 は、分析部 10、混合部 11、雑音抑圧部 3 を含む。以下では、図 1 を用いて説明する。

30

入力端子 1 には、劣化信号が、サンプル値系列として供給される。入力端子 1 に供給された劣化信号は、変換部 2 においてフーリエ変換などの変換を施されて複数の周波数成分に分割される。複数の周波数成分の振幅スペクトルは雑音抑圧部 3 へ供給され、位相スペクトルは、逆変換部 4 に伝達される。なお、ここでは、雑音抑圧部 3 に振幅スペクトルが供給されているが、本発明はこれに限定されるものではなく、その二乗に相当するパワースペクトルが雑音抑圧部 3 に供給されても良い。

40

雑音情報記憶部 6 は、半導体メモリなどの記憶素子を含み、抑圧対象としての既知の雑音の特性に関する情報（雑音情報）を記憶している。抑圧対象として記憶される既知の雑音は、例えば、シャッター音、モータ駆動音、ズーム音、オートフォーカスのフォーカシングノイズ（カチカチという音）等である。

一方、分析部 10 は、変換部 2 で生成された劣化信号振幅スペクトルを入力し、分析を行なう。分析部 10 は、劣化信号振幅スペクトルを分析することによって、劣化信号に含まれる雑音の特性を決定し、その特性に応じた雑音情報の混合方法を決定する。そして、分析部 10 は、決定した混合方法を混合部 11 に渡す。混合部 11 は、分析部 10 から受け取った混合方法に応じて、雑音情報記憶部 6 に記憶された雑音情報から混合雑音情報を

50

生成する。

雑音抑圧部 3 は、変換部 2 から供給された劣化信号振幅スペクトルと混合部 1 1 から供給された混合雑音情報とを用いて、各周波数で雑音を抑圧し、雑音抑圧結果としての強調信号振幅スペクトルを逆変換部 4 に伝達する。逆変換部 4 は、雑音抑圧部 3 から供給された強調信号振幅スペクトルと変換部 2 から供給された劣化信号の位相スペクトルとを合わせて逆変換を行い、強調信号サンプルとして、出力端子 5 に供給する。

[変換部の構成]

図 2 は、変換部 2 の構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、変換部 2 はフレーム分割部 2 1、窓がけ処理部 (windowing unit) 2 2、及びフーリエ変換部 2 3 を含む。劣化信号サンプルは、フレーム分割部 2 1 に供給され、 $K/2$ サンプル毎のフレームに分割される。ここで、 K は偶数とする。フレームに分割された劣化信号サンプルは、窓がけ処理部 2 2 に供給され、窓関数 (window function) である $w(t)$ との乗算が行なわれる。第 n フレームの入力信号 $y_n(t)$ ($t = 0, 1, \dots, K/2 - 1$) に対する $w(t)$ で窓がけ (windowing) された信号は、次式 (1) で与えられる。

【数 1】

$$\bar{y}_n(t) = w(t)y_n(t) \quad \dots(1)$$

また、連続する 2 フレームの一部を重ね合わせ (オーバラップ) して窓がけすることも広く行なわれている。オーバーラップ長としてフレーム長の 50% を仮定すれば、 $t = 0, 1, \dots, K/2 - 1$ に対して、以下の式 (2) で得られる左辺が、窓がけ処理部 2 2 の出力となる。

【数 2】

$$\left. \begin{aligned} \bar{y}_n(t) &= w(t)y_{n-1}(t + K/2) \\ \bar{y}_n(t + K/2) &= w(t + K/2)y_n(t) \end{aligned} \right\} \quad \dots(2)$$

実数信号に対しては、左右対称窓関数がいられる。また、窓関数は、MMSE STSA 法における抑圧係数を 1 に設定したとき、又は SS 法においてゼロを減算したときの入力信号と出力信号が計算誤差を除いて一致するように設計される。これは、 $w(t) + w(t + K/2) = 1$ となることを意味する。

以後、連続する 2 フレームの 50% をオーバーラップして窓がけする場合を例として説明を続ける。 $w(t)$ としては、例えば、次式 (3) に示すハニング窓を用いることができる。

【数 3】

$$w(t) = \begin{cases} 0.5 + 0.5 \cos\left(\frac{\pi(t - K/2)}{K/2}\right), & 0 \leq t < K \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots(3)$$

このほかに、ハミング窓、ケイザー窓、ブラックマン窓など、様々な窓関数が知られている。窓がけされた出力はフーリエ変換部 2 3 に供給され、劣化信号スペクトル $Y_n(k)$ に変換される。劣化信号スペクトル $Y_n(k)$ は位相と振幅に分離され、劣化信号位相スペクトル $\arg Y_n(k)$ は、逆変換部 4 に、劣化信号振幅スペクトル $|Y_n(k)|$ は、雑音抑圧部 3 に供給される。既に説明したように、振幅スペクトルの代わりにパワースペクトルが用いられてもよい。

[逆変換部の構成]

図3は、逆変換部4の構成を示すブロック図である。図3に示すように、逆変換部4は逆フーリエ変換部43、窓がけ処理部42、及び、フレーム合成部41を含む。逆フーリエ変換部43は、雑音抑圧部3から供給された強調信号振幅スペクトルと変換部2から供給された劣化信号位相スペクトル $\arg Y_n(k)$ とを乗算して、強調信号(以下の式(4)の左辺)を求める。

【数4】

$$\bar{X}_n(k) = |\bar{X}_n(k)| \cdot \arg Y_n(k) \quad \dots(4)$$

10

逆フーリエ変換部43は、得られた強調信号に逆フーリエ変換を施す。逆フーリエ変換された協調信号は、1フレームがKサンプルを含む時間領域サンプル値系列 $x_n(t)$ ($t = 0, 1, \dots, K-1$) として、窓がけ処理部42に供給され、窓関数 $w(t)$ との乗算が行なわれる。第nフレームの入力信号 $x_n(t)$ ($t = 0, 1, \dots, K/2-1$) に対して $w(t)$ で窓がけされた信号は、次式(5)の左辺で与えられる。

【数5】

$$\bar{x}_n(t) = w(t)x_n(t) \quad \dots(5)$$

また、連続する2フレームの一部を重ね合わせ(オーバーラップ)して窓がけすることも広く行なわれている。フレーム長の50%をオーバーラップ長として仮定すれば、 $t = 0, 1, \dots, K/2-1$ に対して、以下の式の左辺が、窓がけ処理部42の出力となり、フレーム合成部41に伝達される。

【数6】

$$\left. \begin{aligned} \bar{x}_n(t) &= w(t)x_{n-1}(t+K/2) \\ \bar{x}_n(t+K/2) &= w(t+K/2)x_n(t) \end{aligned} \right\} \quad \dots(6)$$

30

フレーム合成部41は、窓がけ処理部42からの隣接する2フレームの出力を、K/2サンプルずつ取り出して重ね合わせ、以下の式(7)によって、 $t = 0, 1, \dots, K-1$ における出力信号(式(7)の左辺)を得る。得られた出力信号は、フレーム合成部41から出力端子5に伝達される。

【数7】

$$\hat{x}_n(t) = \bar{x}_{n-1}(t+K/2) + \bar{x}_n(t) \quad \dots(7)$$

なお、図2と図3において変換部2と逆変換部4における変換をフーリエ変換として説明したが、変換部2、逆変換部4は、フーリエ変換に代えて、コサイン変換、修正コサイン変換、アダマール変換、ハール変換、ウェーブレット変換など、他の変換を用いることもできる。例えば、コサイン変換や修正コサイン変換は、変換結果として振幅だけしか得ないため、図1における変換部2から逆変換部4に至る経路は不要になる。また、雑音情報記憶部6に記録する雑音情報も、振幅(又はパワー)だけとなり、記憶容量の削減、雑音抑圧処理における演算量の削減に貢献する。ハール変換は、乗算を不要とし、LSI化したときの面積を小さくすることができる。ウェーブレット変換は、周波数によって時間解像度を異なったものに変更できるために、雑音抑圧効果の向上が期待できる。

40

また、変換部2が周波数成分を複数統合してから、雑音抑圧部3が実際の抑圧を行うこともできる。その際、変換部2は聴覚特性の弁別能力が高い低周波領域から、能力が低い高周波領域に向かって、よりたくさんの周波数成分を統合することにより、高い音質を達

50

成することができる。このように、雑音抑圧装置 100 は、複数の周波数成分を統合してから雑音抑圧を実行すると、雑音抑圧を適用する周波数成分の数が少なくなるため、全体の演算量を削減することができる。

[雑音抑圧部の処理]

雑音抑圧部 3 は、様々な抑圧を行うことが可能であるが、代表的なものとして、SS (Spectrum Subtraction: スペクトル減算) 法と MMSE STSA (Minimum Mean-Square Error Short-Time Spectral Amplitude Estimator: 最小二乗平均誤差短時間振幅スペクトル推定) 法とがある。SS 法は、混合部 11 から供給された混合雑音情報を、変換部 2 から供給された劣化信号振幅スペクトルから減算する。MMSE STSA 法は、混合部 11 から供給された混合雑音情報と変換部 2 から供給された劣化信号振幅スペクトルを用いて、複数の周波数成分それぞれに対して抑圧係数を計算し、この抑圧係数を劣化信号振幅スペクトルに乗算する。この抑圧係数は、強調信号の平均二乗パワーを最小化するように決定される。

雑音抑圧部 3 における雑音の抑圧に際しては、過剰な抑圧を避けるために、フロアリングを適用することができる。フロアリングとは、最大抑圧量を超える抑圧を避ける方法である。フロアリングパラメータは最大抑圧量を決定する。SS 法は、補正雑音情報を劣化信号振幅スペクトルから減算した結果が、フロアリングパラメータより小さくならないように制約をかける。具体的には、SS 法は、減算結果がフロアリングパラメータよりも小さいときには、減算結果をフロアリングパラメータで置換する。また、MMSE STSA 法は、補正雑音情報と劣化信号振幅スペクトルから求めた抑圧係数が、フロアリングパラメータよりも小さいときに、抑圧係数をフロアリングパラメータで置換する。フロアリングの詳細に関しては、文献「M. Berouti, R. Schwartz and J. Makhoul, Enhancement of speech corrupted by acoustic noise, Proceedings of ICASSP '79, pp. 208 - 211, Apr. 1979」に開示されている。雑音抑圧部 3 は、フロアリングパラメータを導入することによって、過剰な抑圧を生じなくなる。フロアリングは、強調信号の歪が大きくなることを防止することができる。

雑音抑圧部 3 は、雑音情報の周波数成分を劣化信号スペクトルの周波数成分よりも小さく設定することもできる。このとき、複数の雑音情報が複数の周波数成分に対して共用されることになる。劣化信号スペクトルと雑音情報の双方に対して、複数の周波数成分を統合する場合と比べて、劣化信号スペクトルの周波数分解能が高いので、雑音抑圧部 3 は、周波数成分の統合が全くない場合よりも少ない演算量で、高い音質を達成することができる。劣化信号スペクトルの周波数成分よりも少ない周波数成分の雑音情報を用いた抑圧の詳細は、特開 2008 - 203879 号に開示されている。

[雑音情報記憶部の構成]

図 4 は、雑音情報記憶部 6 の内部構成を説明するための図である。図 4 では、雑音情報記憶部 6 に予め複数の雑音情報 601 ~ 60n が記憶されている。雑音情報 601 ~ 60n は、例えば、既知の雑音の最大雑音情報と平均雑音情報の組合せ、最大雑音情報と平均雑音情報と最小雑音情報の組合せ、ピーク成分雑音情報とそれ以外の組合せ、衝撃成分雑音情報とそれ以外の組合せ等である。雑音情報 601 ~ 60n は、分散やメジアンなどの統計量を含んでもよい。また、雑音情報記憶部 6 は、スペクトルに加えて、位相の周波数特性、特定の周波数における強弱や時間変化などの特徴量を記憶してもよい。

なお、平均雑音情報、最大雑音情報、最小雑音情報、ピーク成分雑音情報、衝撃成分雑音情報の定義は以下の通りである。

平均雑音情報：既知の雑音の全体（複数フレーム）についてフーリエ変換により導きだされる複数のスペクトルについて同じ周波数成分の振幅（またはパワー）を平均したものである。いわゆる時間方向に平均した平均スペクトル。

最大雑音情報：既知の雑音の全体（複数フレーム）についてフーリエ変換により導きだされる複数のスペクトルの周波数成分ごとの振幅（またはパワー）の最大値、いわゆる最

10

20

30

40

50

大スペクトル。

最小雑音情報：既知の雑音の全体（複数フレーム）についてフーリエ変換により導きだされる複数のスペクトルの周波数成分ごとの振幅（またはパワー）の最小値、いわゆる最小スペクトル。

ピーク成分雑音情報：既知の雑音の全体（複数フレーム）についてフーリエ変換により導きだされるスペクトルにおいて、周波数方向に順に振幅を比較したときに、近傍の値に比べて突出して大きい値を有する周波数成分。

衝撃成分雑音情報：衝撃音の全体についてフーリエ変換により導きだされる複数のスペクトルの平均、いわゆる衝撃音の平均スペクトル。衝撃音自体は、フーリエ変換前の音声信号の時間変化を観測したときに、極めて短時間だけ大きな値を持つものであるが、フーリエ変換後のスペクトルは、所定の周波数帯域に渡って振幅がほぼ一定という特徴を有する。

以上の構成により、本実施形態によれば、変動の激しい信号特性に対応した雑音抑圧を実現することができる。特に、平均と最大とを混合対象の雑音情報とすれば、混合割合を変化させて、平均と最大の間の任意の値を合成でき、擬似ノイズの精度が高くなり、抑圧による音質が向上する。平均と最小、または最大と平均と最小とを混合対象の雑音情報とした場合にも同様の効果が生じる。

（第2実施形態）

本発明の第2実施形態としての雑音抑圧装置について図5を用いて説明する。第1実施形態と比べた場合、本実施形態に係る雑音抑圧装置は、雑音情報記憶部61の内容及び混合部111の構成が異なるのみであり、他の構成は第1実施形態と同様であるため、ここでは同じ構成については同じ符号を付してその説明を省略する。

本実施形態では、雑音情報記憶部61は、平均雑音情報611のみを記憶している。そして、混合部111内の最大雑音情報生成部1112は、平均雑音情報611から最大雑音情報を生成する。混合制御部1111は、平均雑音情報と生成された最大雑音情報とを重み付けを行ないつつ混合する。

なお、本実施形態では最大雑音情報生成部1112が最大雑音情報を生成することとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、混合部111内で平均雑音情報から最小雑音情報が生成されてもよい。更には、雑音情報記憶部61に記憶されている雑音情報も平均雑音情報611に限定されず、最大雑音情報や最小雑音情報でもよい。

また、混合部111は、入力した雑音情報Nに対して、係数 α を積算することにより最大雑音情報 N_{max} を生成し、それらを、分析部10の分析結果に応じた重み付け α_1 、 α_2 で加算して、混合雑音情報 $M = \alpha_1 N_{max} + \alpha_2 N$ を求めてもよい。この場合、混合雑音情報 $M = (\alpha_1 + \alpha_2) N_{max} = N_{max}$ と変形できるため、結果的に、混合雑音情報Mは、入力した雑音情報Nに係数 α を積算したものとなる。すなわち、分析部10による分析結果に応じて係数 α が算出されれば（この過程が混合ステップと言える）、混合部111は、入力した雑音情報Nに係数 α を積算する処理を行なうこととなる。記憶した雑音情報から2つ以上の雑音情報を生成する場合も同様である。

このような制御が行なれる場合には、最大雑音情報生成部1112は存在せず、混合制御部1111が、上記の $M = (\alpha_1 + \alpha_2) N_{max} = N_{max}$ に従って、分析部10から提供された情報に基づいて求めた α_1 と α_2 に従って $\alpha_1 + \alpha_2$ を計算し、その結果と雑音情報記憶部61からの雑音情報Nを用いて N_{max} を求める。すなわち、 $\alpha_1 + \alpha_2$ の計算が混合処理に相当する。この類似度の判定は、全周波数帯に渡ってスペクトル形状を比較する場合に限定されるものではなく、特徴的な一部の周波数帯同士を比較することにより、類似度が算出されてもよい。そのようにすれば、スペクトル形状の特徴が一部の周波数帯に限定される場合に、最終的な類似度検出の精度が上がるという効果が得られる。

本実施形態によれば、雑音情報記憶部61に記憶された雑音情報から他の雑音情報を生成し、それらを混合することにより、雑音情報記憶部61の記憶容量を小さくしつつ変動の激しい信号特性に対応した雑音抑圧を実現することができる。

（第3実施形態）

本発明の第3実施形態としての雑音抑圧装置について図6を用いて説明する。第1実施形態と比べた場合、本実施形態に係る雑音抑圧装置は、分析部の内部構成及び雑音情報記憶部の内容が異なるのみであり、他の構成は第1実施形態と同様であるため、ここでは同じ構成については同じ符号を付してその説明を省略する。本実施形態では、抑圧対象となる雑音情報の基本成分と特殊成分とが予め別々に記憶されており、劣化信号から特殊成分が検出された場合に、記憶された特殊成分の値を用いて混合雑音情報が生成される。そして、本実施形態では特殊成分の一例としてピーク成分の記憶及び検出が行なわれる。

図6において、分析部101は、ピーク成分検出部1011を含む。ピーク成分検出部1011は、入力した劣化信号スペクトルから、ピークとなる周波数成分を検出する。例えば所定の閾値よりも振幅値が大きく、かつ周辺の周波数成分よりも振幅値が大きい周波数成分をピークと判断する。また、ピーク成分検出部1011は、例えば、隣接する周波数成分における振幅値との差分が所定の閾値以上の場合、ピーク成分と判定してもよい。ピーク成分検出部1011は、予め雑音のピークが表われる周波数成分が分かっている場合には、その周辺のみをピーク成分検出の対象としてもよい。

混合部11は、ピークと判定された周波数成分と、それ以外とで、異なる混合割合で、雑音情報を混合する。例えば、予め、雑音情報記憶部62に、抑圧対象となる雑音の最大スペクトルが雑音情報621として記憶され、平均スペクトルが雑音情報622として記憶されている。そして、ピーク成分検出により、何処にピークがあるのかが検出されると、混合部11は、その場所(周波数成分)によって雑音情報621からの最大値と雑音情報622からの平均値の混合比率を変えればよい。例えばピーク成分検出部1011は、全ての周波数成分(例えば1024)のそれぞれについて、独立にピーク検出を行ない、混合部11は、ピークがある周波数成分については、最大スペクトルの振幅を80%、平均スペクトルの振幅を20%混合してもよい。一方、混合部11は、ピーク以外の成分については、平均を100%使ってもよい。混合部11は、ピーク検出の精度(ピークがある尤もらしさ)に応じて、混合割合を変えてもよい。例えば、混合部11は、100%ピークと認められる周波数成分については、最大スペクトルでの振幅を100%としてもよい。

予め、雑音情報記憶部62に、抑圧対象となる雑音のピーク成分とそれ以外の成分とが分けて記憶されており、ピークと判定された周波数成分について、混合部11は記憶されたピーク成分を読み出し、それ以外の周波数成分については、ピーク以外の成分を読み出してもよい。例えば、ピーク成分検出部1011で検出した周波数成分が、雑音情報621として記憶されたピーク成分とずれていたとしても、そのずれ量(周波数のステップ数)が所定値以下の場合には、混合部11は、ピーク成分として記憶された振幅を用いて混合を行なう。

ピーク成分検出部1011の内部構成について図7を用いて説明する。図7に示すようにピーク成分検出部1011は、比較部10111、遅延部10112、閾値選択部10113を備えている。

過去(1つ前のフレームなど)にピークがあった周波数(例えば5番と20番)の周辺(4~6番及び19~21番)は、ピークが出やすい。ピーク成分検出部1011は、これを用いてピークの検出を行なう。ピーク成分検出部1011は、例えば、その周辺のみピーク検出の閾値を小さくすることでピークを検出されやすくする。

具体的には、比較部10111は、劣化信号中の振幅(またはパワー)を周波数成分ごとに閾値と比較する。そして、比較部10111は、ピークであると判断された周波数成分については、その情報を遅延部10112に保存しておく。そして、続くいくつかのフレームでは、ピークが検出された周波数の近傍において、閾値選択部10113が小さな閾値を選択して、比較部10111に渡す。これにより、一度ピークが発見された周波数成分の近傍においては、再度ピークとして検出されやすくなる。

また、閾値選択部10113は、雑音情報記憶部に記憶されているピーク成分の周波数を参照し、その周波数の近傍の周波数について、閾値を下げ、ピークを検出しやすくしてもよい。

10

20

30

40

50

本実施形態では、ピーク成分を独立して混合対象としている。ピークは局在するので、ピークに関しては、存在位置とその値だけが記憶されればよい。つまり、本実施形態によれば、存在可能性のあるすべての位置に対してメモリを準備する必要がないため、メモリ容量を削減できる。また、ピークを分離することで、ピークとそれ以外をあわせて記憶する場合よりもダイナミックレンジを狭くすることができる。これは、精度の改善またはビット数の削減に通じる。後者は、メモリ領域の削減に通じる。すなわち、コスト削減に有効である。

(第4実施形態)

本発明の第4実施形態としての雑音抑圧装置について図8を用いて説明する。本実施形態は、図4に示した混合部の内部構成の具体例について説明するものである。混合部以外の構成は第1実施形態と同様であるため、ここではその説明を省略する。

図8において、混合部112は、分析部10による分析結果に基づいて、雑音情報の混合割合 $1 \sim n$ を算出する混合割合算出部1131を備えている。

算出された混合割合 $1 \sim n$ はそれぞれ乗算部1121 \sim 112nに渡され、それぞれの乗算部1121 \sim 112nにおいて、雑音情報601 \sim 60nと乗算される。つまり、劣化信号の分析の結果、雑音情報601を80%混合すべきという判断がなされた場合、混合割合算出部1131は、 1 として0.8を出力する。そして、乗算部1121において、雑音情報601に対して0.8が乗算される。そのように係数を乗算された雑音情報は、加算部1132に入力され、加算される。これにより、混合雑音情報が生成される。

なお、本実施形態では例として雑音情報に係数を乗算して線形加算しているが、本発明はこれに限定されず、例えば、分析結果に応じた数式を用いて雑音情報を非線形に混合してもよい。

(第5実施形態)

本発明の第5実施形態としての雑音抑圧装置について図9を用いて説明する。本実施形態は、第1実施形態で示した混合部11の内部構成の他の例について説明するものである。検出部以外の構成は第1実施形態と同様であるため、ここでは同じ構成については同じ符号を付してその説明を省略する。

まず、本実施形態に係る分析部102には、類似度評価部1021が設けられている。ここでの抑圧対象は、特殊なスペクトル形状を有する特殊雑音情報である。類似度評価部1021は、雑音情報記憶部63に予め記憶された特殊雑音情報632と、入力した劣化信号スペクトルとの類似性を評価する。そして、その類似度に応じて重み付けて、特殊雑音情報632を混合する。

具体的には、類似度評価部1021は、衝撃音スペクトル(所定周波数幅に渡って一定の振幅を有する)を特殊雑音情報632として記憶しており、入力した劣化信号スペクトルと、衝撃音スペクトルとの形状の類似度を評価する。

類似度の評価について、類似度評価部1021は、2つのスペクトルの周波数成分値の差の二乗総和を取り、特殊雑音情報632のスペクトルの周波数成分値の2乗値の総和で正規化する。類似度評価部1021は、その値が閾値以内であれば類似していると判断する。また、類似度評価部1021は、2つのスペクトルの周波数成分値の積の二乗総和を、特殊雑音情報632のスペクトルの周波数成分値の2乗値の総和で正規化することもできる。

類似度の評価の対象となる雑音は衝撃音に限定されるものではなく、スペクトル形状に特徴を有する雑音であればどのようなものでもよい。また、類似度評価部1021は、スペクトルの概形を用いて類似度を求めてもよい。つまり、類似度評価部1021は、たとえば、1024の周波数成分の値を8個にまとめて、点数を減らして演算してもよい。

このようにして求めた衝撃音との類似度が80%であれば、衝撃音を80%、他の基準音を20%混合した混合雑音情報が生成される。

衝撃成分とそれ以外のノイズは、特性が著しく異なる。従って、一方から他方を変形により作り出すことができない。そこで本実施形態のように、衝撃成分が別に記憶されるこ

10

20

30

40

50

とで、それぞれの特性に忠実なデータが準備される。結果として、雑音抑圧装置は、高精度な擬似雑音情報を生成することができ、抑圧によって音質が向上するという効果が得られる。

(第6実施形態)

本発明の第6実施形態としての雑音抑圧装置600について図10を用いて説明する。第1実施形態と比べた場合、本実施形態に係る雑音抑圧装置600は、雑音情報記憶部6と混合部11との間に補正部7が設けられている点で異なる。他の構成は第1実施形態と同様であるため、ここでは同じ構成については同じ符号を付してその説明を省略する。

図10において、補正部7は、雑音抑圧部3から供給された雑音抑圧結果としての強調信号振幅スペクトルに基づいた倍率係数を乗算することにより雑音情報を補正し、補正雑音情報として混合部11に供給する。

[補正部の構成]

図11は、補正部7の内部構成を示すブロック図である。補正部7は、雑音情報記憶部6に記憶された雑音情報の数に応じて、複数の補正雑音情報生成部71~7nを備えている。もちろん、図5に示したように、雑音情報が1つしか記憶されていない場合には、補正雑音情報生成部も1つのみ備えられていればよい。

各補正雑音情報生成部71~7nは、乗算部711、記憶部712、及び更新部713を含む。補正部7に供給された雑音情報は、乗算部711に供給される。記憶部712には、雑音情報を補正する際に用いられる補正用情報としての倍率係数が記憶されている。乗算部711は、雑音情報と倍率係数の積を求め、補正雑音情報として出力する。

一方、更新部713には、雑音抑圧結果としての強調信号振幅スペクトルが供給される。更新部713は、記憶部712内の倍率係数を読み出し、雑音抑圧結果を用いて倍率係数を変更し、変更後の新しい倍率係数を記憶部712に供給する。記憶部712は、新しい倍率係数を、それまで記憶していた古い倍率係数に代えて、新たに記憶する。

更新部713は、帰還(feedback)された雑音抑圧結果を用いて倍率係数を更新するときには、所望信号が入力されていないタイミングでの雑音抑圧結果が大きいほど(抑圧されずに残った雑音が大きいほど)補正雑音情報が大きくなるように、倍率係数を更新する。所望信号が入力されていないタイミングでの雑音抑圧結果が大きいということは、抑圧が不十分であることを示し、倍率係数を変更することによって補正雑音情報を大きくすることが望ましいからである。補正雑音情報が大きいときには、SS法では減算する値が大きくなるため、雑音抑圧結果は小さくなる。また、MMSE STSA法のような乗算型の抑圧では、抑圧係数の計算に用いる信号対雑音比の推定値が小さくなるため、小さな抑圧係数が得られる。これは、より強力な雑音抑圧をもたらす。倍率係数を更新する方法は、複数の方法が考えられる。例として、再計算法及び逐次更新法について説明する。

雑音抑圧結果としては、雑音が完全に抑圧された状態が理想である。このため、補正部7は、例えば、劣化信号の振幅又はパワーが小さいときに、雑音が完全に抑圧されるように、倍率係数を再計算又は逐次更新することができる。劣化信号の振幅又はパワーが小さいときには、抑圧しようとする雑音以外の信号のパワーも小さい確率が高いからである。補正部7は、劣化信号の振幅又はパワーが小さいことを、劣化信号の振幅又はパワーが閾値よりも小さいことを用いて検出できる。

また、補正部7は、劣化信号の振幅又はパワーが小さいことを、劣化信号の振幅又はパワーと雑音情報記憶部6に記録されている雑音情報との差分が、閾値より小さいことを用いても検出できる。すなわち、補正部7は、劣化信号の振幅又はパワーが雑音情報と似ているときに、劣化信号における雑音情報の占有率が高い(信号対雑音比が低い)ことを利用する。特に、補正部7は、複数の周波数点における情報を複合的に用いることにより、スペクトル概形を比較することが可能となり、検出精度を高くすることができる。

SS法における倍率係数は、各周波数において、補正雑音情報が、所望信号が入力されていないタイミングでの劣化信号スペクトルに等しくなるように、再計算される。言い換えれば、補正部7は、雑音だけを入力した時点で変換部2から供給された劣化信号振幅ス

10

20

30

40

50

ベクトル $|Y_n(k)|$ と、倍率係数 n と雑音情報 (k) との積が一致するように倍率係数 n を求める。ここで n はフレーム番号、 k は、周波数番号である。すなわち、倍率係数 $n(k)$ は次式(8)で計算される。

$$n(k) = |Y_n(k)| / \dots (8)$$

一方、SS法における倍率係数の逐次更新は、各周波数において、所望信号が入力されていないタイミングでの強調信号振幅スペクトルがゼロに近づくように、倍率係数を少しずつ更新する。補正部7は、逐次更新に最小二乗平均(Least Squares Method, LMS)アルゴリズムを用いる場合には、 n 番目フレーム、周波数番号 k の誤差 $e_n(k)$ を用いて、 $n+1(k)$ を次式(9)で計算する。

$$n+1(k) = n(k) + \mu e_n(k) / \dots (9)$$

ただし、 μ はステップサイズと呼ばれる微小定数である。

補正部7は、計算して得られた倍率係数 $n(k)$ を直ちに利用するときには、数式(9)の代わりに以下の数式(10)を用いる。

$$n(k) = n-1(k) + \mu e_n(k) / \dots (10)$$

すなわち、補正部7は、現在の誤差を用いて現在の倍率係数 $n(k)$ を計算し、直ちに適用する。補正部7は、倍率係数を直ちに更新することにより、リアルタイムで高精度の雑音抑圧を実現できる。

正規化最小二乗平均(NLMS)アルゴリズムを用いる場合には、上述の誤差 $e_n(k)$ を用いて、倍率係数 $n+1(k)$ を次式(11)で計算する。

$$n+1(k) = n(k) + \mu e_n(k) / \dots (11)$$

$n(k)^2$ は、雑音情報 $n(k)$ の平均パワーであり、FIRフィルタに基づく平均(スライド窓を用いた移動平均)やIIRフィルタに基づく平均(漏れ積分)などを用いて計算できる。

また、補正部7は、摂動法を用いて、以下の式(12)によって倍率係数 $n+1(k)$ を計算しても良い。

$$n+1(k) = n(k) + \mu e_n(k) \dots (12)$$

また、補正部7は、誤差の符号だけ表わす符号関数 $\text{sgn}\{e_n(k)\}$ を用いて、以下の式(13)によって倍率係数 $n+1(k)$ を計算しても良い。

$$n+1(k) = n(k) + \mu \cdot \text{sgn}\{e_n(k)\} \dots (13)$$

同様に、補正部7は、最小二乗アルゴリズム(Least Squares, LS)アルゴリズムやその他の適応アルゴリズムを用いてもよい。また、補正部7は、更新した倍率係数を直ちに適用することも可能であり、数式(9)から数式(10)への変更を参照して、数式(11)~数式(13)を変形して、倍率係数をリアルタイム更新してもよい。

MMSE STSA法は、倍率係数を逐次更新する。補正部7は、各周波数において、数式(8)から数式(13)を用いて説明した方法と同様の方法で、倍率係数 $n(k)$ を更新する。

上述した倍率係数の更新方法としての再計算法と逐次更新法について、再計算法は追従速度が速く、逐次更新法は精度が高いという特徴がある。これらの特徴を活かすために、補正部7は、最初は再計算法を用い、後に逐次更新法を用いる、というように更新方法を変更することも可能である。補正部7は、更新方法の変更のタイミングを決定するにあたり、倍率係数が最適値に十分近くなったこと条件とすることもできる。また、補正部7は、例えば、予め定められた時間が経過したときに更新方法を変更してもよい。またさらに、補正部7は、倍率係数の補正量が予め定められた閾値よりも小さくなったときに更新方法を変更することもできる。

本実施形態によれば、雑音抑圧に用いられる雑音情報を補正するにあたり、その補正に用いられる補正用情報を、雑音抑圧結果に基づいて更新するので、予め多数の雑音情報を記憶することなく、未知な雑音を含む多種多様な雑音を抑圧することができる。

なお、補正部7は、雑音抑圧結果に応じて、雑音情報の混合割合を補正してもよい。その場合、補正部7は、例えば図8に示した混合割合 $1 \sim n$ の値を補正することによ

10

20

30

40

50

て本実施形態と同様の効果を得ることができる。

(第7実施形態)

本発明の第7実施形態としての雑音抑圧装置について図12を用いて説明する。第6実施形態と比べた場合、本実施形態に係る雑音抑圧装置は、補正部7に抑圧結果分析部70が設けられている点で異なる。他の構成は第6実施形態と同様であるため、ここでは同じ構成については同じ符号を付してその説明を省略する。

抑圧結果分析部70は、抑圧結果を分析し、どの雑音情報について消し残り量が多いかに応じて倍率係数を修正する。これにより、補正部7は、複数の雑音情報において、消し残り量が多かった雑音情報について、比較的積極的に補正することができる。

(第8実施形態)

本発明の第8実施形態としての雑音抑圧装置について図13を用いて説明する。第6実施形態では、雑音信号を補正するための補正用情報として倍率係数を用いたが、本実施形態では、倍率係数にオフセットを加えた値を補正用情報とする。この場合は、倍率係数とオフセットとの両方が雑音抑圧結果に基づいて更新される。

図13は、補正部7の内部構成を示すブロック図である。補正部7は、雑音情報記憶部6に記憶された雑音情報の数に応じて、複数の補正雑音情報生成部71~7nを備えている。もちろん、図5に示したように、雑音情報が1つしか記憶されていない場合には、補正雑音情報生成部も1つのみ備えられていればよい。

図13に示すように、各補正雑音情報生成部71~7nは、図11で説明した構成に加えて、加算部714、記憶部715、及び更新部716を有している。乗算部711、記憶部712、及び更新部713の動作は図11を用いて説明した通りであるので、ここでは説明を省略する。

乗算部711は、入力された雑音情報と記憶部712から読出した倍率係数とを乗算し、その積を加算部714に供給する。加算部714は、記憶部715に記憶されているオフセット値を、乗算部711の出力から減算し、補正雑音情報として出力する。

一方、更新部716には、更新部713と同じ雑音抑圧結果が供給され、記憶部715に記憶されているオフセット値を、雑音抑圧結果を用いて更新し、新しいオフセット値を記憶部715に供給する。記憶部715は、新しいオフセット値を、それまで記憶していた古いオフセット値に代えて、新たに記憶する。

以上のように本実施形態では、雑音情報の補正に用いられる補正用情報として、倍率係数とオフセットとを用いたので、より一層細かく雑音情報を補正することができ、結果として、雑音抑圧効果を高めることができる。

(第9実施形態)

本発明の第9実施形態としての雑音抑圧装置について図14を用いて説明する。第8実施形態と比べた場合、本実施形態に係る雑音抑圧装置は、補正部7に抑圧結果分析部70が設けられている点で異なる。他の構成は第8実施形態と同様であるため、ここでは同じ構成については同じ符号を付してその説明を省略する。

抑圧結果分析部70では、抑圧結果を分析し、どの雑音情報について消し残り量が多いかに応じて倍率係数及びオフセットを修正する。これにより、補正部7は、複数の雑音情報において、消し残り量が多かった雑音情報について、比較的積極的に補正することができる。

(第10実施形態)

本発明の第10実施形態について、図15を用いて説明する。第10実施形態としての雑音抑圧装置1500に含まれる雑音抑圧部3には、入力端子9から、入力した劣化信号中に特定の雑音が存在するか否かを示す情報(雑音存在情報)が供給される。これにより、特定の雑音が存在しているタイミングで、確実に雑音を抑圧することができる。その他の構成及び動作については第1実施形態と同様であるためここでは詳細な説明を省略する。

(第11実施形態)

本発明の第11実施形態について、図16を用いて説明する。第1実施形態としての雑

10

20

30

40

50

音抑圧装置 1600 に含まれる雑音抑圧部 3 及び補正部 7 には、入力端子 9 から、入力した劣化信号中に特定の雑音が存在するか否かを示す情報（雑音存在情報）が供給される。これにより、特定の雑音が存在しているタイミングで、確実に雑音を抑圧し、同時に、補正用情報の更新を行なうことができる。その他の構成及び動作については第 1 実施形態と同様であるためここでは詳細な説明を省略する。また、本実施形態によれば、特定の雑音が存在していないタイミングでは、補正用情報の更新を行なわないので、特定の雑音に対する雑音抑圧の精度を向上させることができる。

（第 12 実施形態）

本発明の第 12 実施形態について、図 17 を用いて説明する。本実施形態における雑音抑圧装置 1200 は、所望信号存在判定部 81 を有している。所望信号存在判定部 81 には、変換部 2 からの劣化信号振幅スペクトルが伝達される。所望信号存在判定部 81 は、劣化信号振幅スペクトルを解析し、所望信号が存在するか否か、或いは、どの程度存在するのかを判定する。

補正部 87 は、所望信号存在判定部 81 での判定結果に基づいて、雑音情報を補正するための補正用情報を更新する。例えば、所望信号がないときには、劣化信号は全て雑音から構成されるので、雑音抑圧部 3 での抑圧結果はゼロになるはずである。したがって、補正部 87 は、この時の雑音抑圧結果がゼロになるように、倍率係数などを調整する。

一方、劣化信号に所望信号が含まれている場合には、所望信号の存在割合に応じて、補正部 87 における補正用情報の更新が行なわれる。例えば、劣化信号中に所望信号が 10% 存在している場合には、部分的に（90% だけ）補正用情報が更新される。

本実施形態によれば、劣化信号中の雑音の割合に応じて補正情報を更新するので、結果的により精度の高い雑音抑圧結果を得ることができる。

（他の実施形態）

以上説明してきた第 1 乃至第 12 実施形態は、それぞれ別々の特徴を持つ雑音抑圧装置について説明したが、それらの特徴を如何様に組み合わせた雑音抑圧装置も、本発明の範疇に含まれる。

また、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても良いし、単体の装置に適用しても良い。さらに、本発明は、実施形態の機能を実現するソフトウェアの信号処理プログラムが、システム或いは装置に直接或いは遠隔から供給される場合にも適用可能である。したがって、本発明の機能をコンピュータで実現するために、コンピュータにインストールされるプログラム、或いはそのプログラムを格納した媒体、そのプログラムをダウンロードさせる WWW サーバも、本発明の範疇に含まれる。

図 18 は、第 1 実施形態を信号処理プログラムにより構成した場合に、その信号処理プログラムを実行するコンピュータ 1800 の構成図である。コンピュータ 1800 は、入力部 1801 と、CPU 1802 と、雑音情報記憶部 1803 と、出力部 1804 と、メモリ 1805 と、通信制御部 1806 とを含む。

CPU 1802 は、メモリ 1805 に格納された信号処理プログラムを読み込むことにより、コンピュータ 1800 全体の動作を制御する。すなわち、信号処理プログラムを実行した CPU 1802 は、劣化信号を分析して混合方法を決定する（S1821）。次に、CPU 1802 は、決定した混合方法で複数の雑音情報を混合して混合雑音情報を生成する（S1822）。混合対象となる複数の雑音情報のうち少なくとも 1 つは予め雑音情報記憶部 1803 に記憶されたものである。つぎに、CPU 1802 は、混合雑音情報を用いて劣化信号中の雑音を抑圧し（S1823）、処理を終了する。

これにより、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

〔実施形態の他の表現〕

上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

（付記 1）

劣化信号中の雑音を抑圧するため、
入力した劣化信号を分析し、

10

20

30

40

50

抑圧対象となる雑音に関する雑音情報を、前記劣化信号の分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成し、

前記混合雑音情報を用いて前記雑音の抑圧を行なうことを特徴とする信号処理方法。

(付記 2)

予め記憶された前記雑音情報から、前記混合雑音情報を生成するために混合される混合対象の雑音情報を生成することを特徴とする付記 1 に記載の信号処理方法。

(付記 3)

抑圧対象となる雑音の平均スペクトル及び最大スペクトルを前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成することを特徴とする付記 1 または 2 に記載の信号処理方法。

(付記 4)

抑圧対象となる雑音の平均スペクトル、最大スペクトル及び最小スペクトルを前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成することを特徴とする付記 1 または 2 に記載の信号処理方法。

(付記 5)

抑圧対象となる雑音に関する平均スペクトルを予め記憶しておき、

前記最大スペクトルを前記平均スペクトルから生成することを特徴とする付記 3 または 4 に記載の信号処理方法。

(付記 6)

抑圧対象となる雑音に関する平均スペクトルを予め記憶しておき、

前記最小スペクトルを前記平均スペクトルから生成することを特徴とする付記 4 に記載の信号処理方法。

(付記 7)

前記劣化信号を分析して特殊成分を検出した場合に、

抑圧対象となる雑音の周波数成分のうち、前記特殊成分及びそれ以外の基本成分を、それぞれ前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成することを特徴とする付記 1 乃至 6 の何れかに記載の信号処理方法。

(付記 8)

前記劣化信号を分析してピーク成分を検出した場合に、

抑圧対象となる雑音の周波数成分のうち、前記ピーク成分及びそれ以外の基本成分を、それぞれ前記雑音情報として混合して前記混合雑音情報を生成することを特徴とする付記 1 乃至 6 の何れかに記載の信号処理方法。

(付記 9)

混合対象となる複数の雑音情報のそれぞれに対して、前記劣化信号の分析に応じた係数を乗算してから加算することにより前記混合雑音情報を生成するを特徴とする付記 1 乃至 8 の何れかに記載の信号処理方法。

(付記 10)

特殊なスペクトル形状を有する特殊雑音情報を予め記憶しておき、

前記劣化信号の分析により、前記特殊雑音情報と入力した劣化信号との類似度を評価し、

前記類似度が高い場合には、前記特殊雑音情報を混合して前記混合雑音情報を生成することを特徴とする付記 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の信号処理方法。

(付記 11)

前記特殊雑音情報は、衝撃音の雑音情報であることを特徴とする付記 10 に記載の信号処理方法。

(付記 12)

雑音抑圧結果に基づいて前記雑音情報を補正することを特徴とする付記 1 乃至 11 の何れかに記載の信号処理方法。

(付記 13)

雑音抑圧結果に応じた倍率係数を乗算することにより前記雑音情報を補正することを特徴とする付記 12 に記載の信号処理方法。

10

20

30

40

50

(付記 14)

雑音抑圧結果に応じてオフセットすることにより前記雑音情報を補正することを特徴とする付記 12 または 13 に記載の信号処理方法。

(付記 15)

雑音抑圧結果を分析した結果に基づいて、混合対象となる複数の前記雑音情報をそれぞれ補正することを特徴とする付記 12 乃至 14 の何れかに記載の信号処理方法。

(付記 16)

劣化信号中に雑音が存在するか否かを示す情報を入力し、劣化信号中に雑音が存在している場合に、前記雑音の抑圧を行なうことを特徴とする付記 1 乃至 15 の何れかに記載の信号処理方法。

10

(付記 17)

前記劣化信号を解析して、前記劣化信号中に所望信号がどの程度存在しているかを判定し、その判定結果に基づいて、前記雑音の抑圧を行なうことを特徴とする付記 1 乃至 16 の何れかに記載の信号処理方法。

(付記 18)

入力した劣化信号を分析する分析手段と、抑圧対象となる雑音に関する雑音情報を、前記劣化信号の分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成する混合手段と、前記混合雑音情報を用いて前記雑音の抑圧を行なう雑音抑圧手段と、を備えたことを特徴とする情報処理装置。

20

(付記 19)

入力した劣化信号を分析する分析工程と、抑圧対象となる雑音に関する雑音情報を、前記劣化信号の分析結果に応じて混合して混合雑音情報を生成する混合工程と、前記混合雑音情報を用いて前記雑音の抑圧を行なう雑音抑圧工程と、をコンピュータに実行させることを特徴とする信号処理プログラム。

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解しうる様々な変更をすることができる。

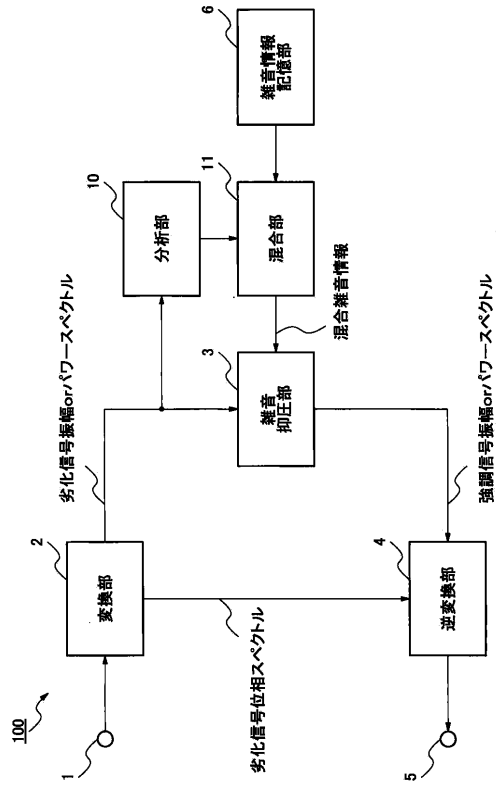
この出願は、2010年5月24日に出願された日本出願特願2010-118842

30

を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

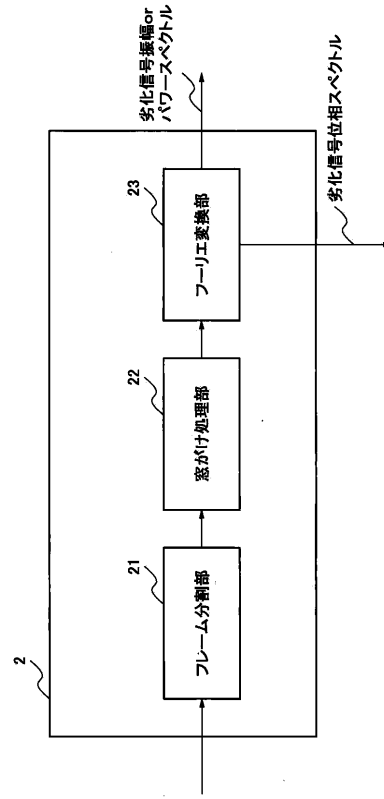
【図1】

図1



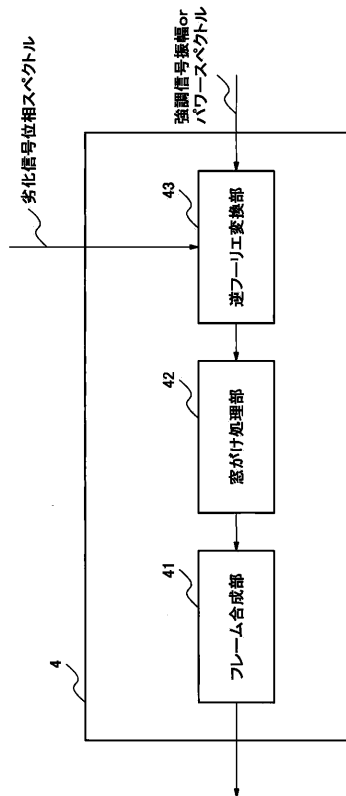
【図2】

図2



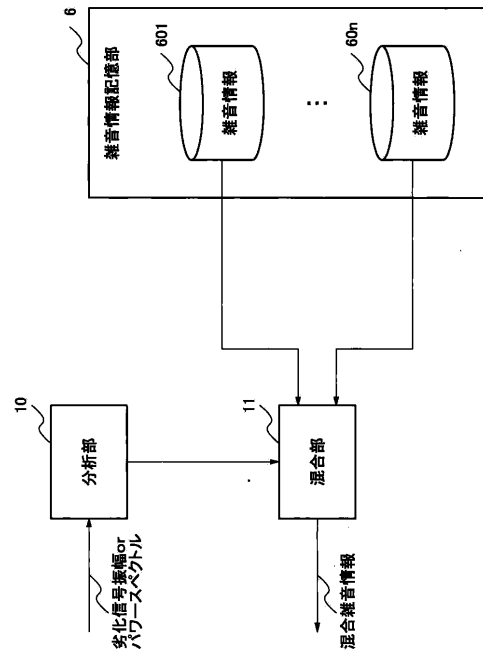
【図3】

図3



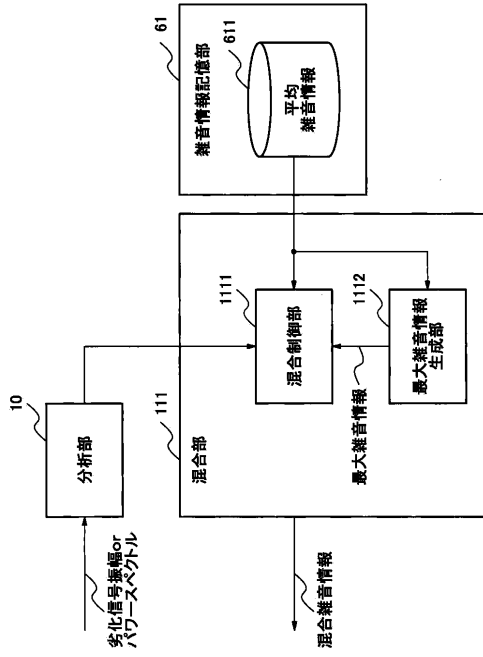
【図4】

図4



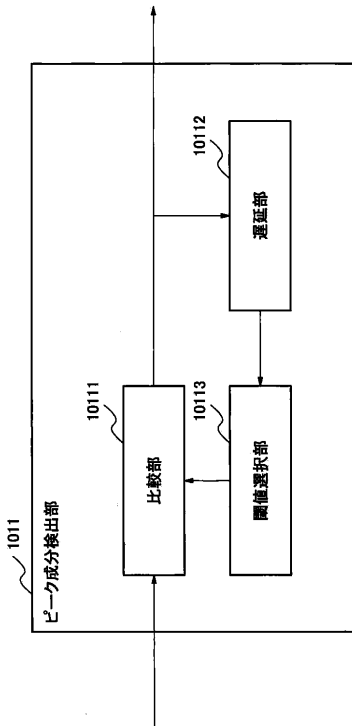
【図5】

図5



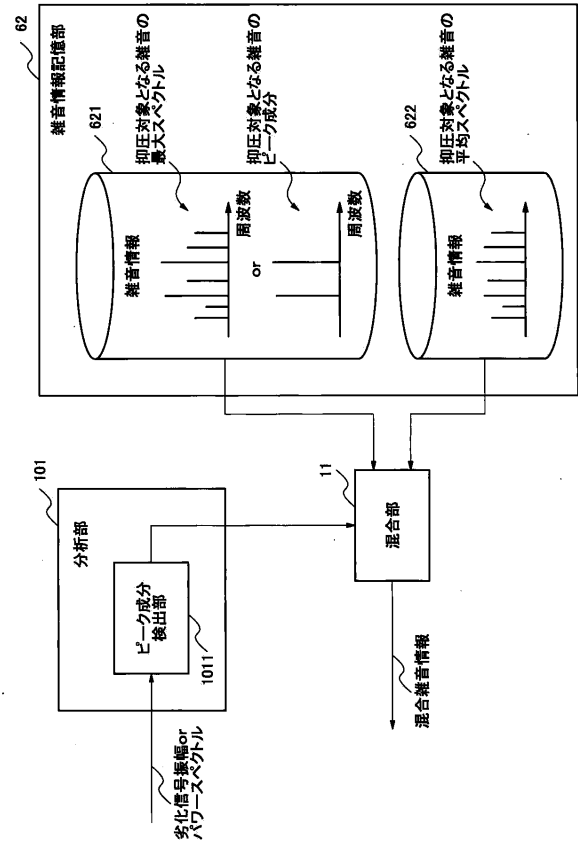
【図7】

図7



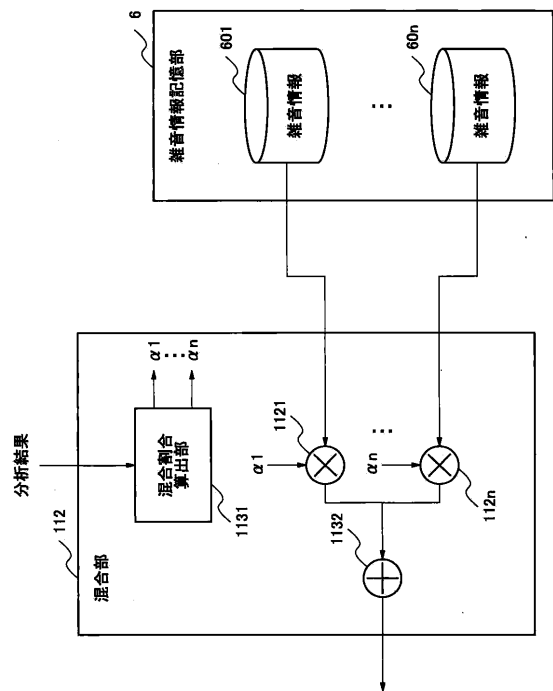
【図6】

図6



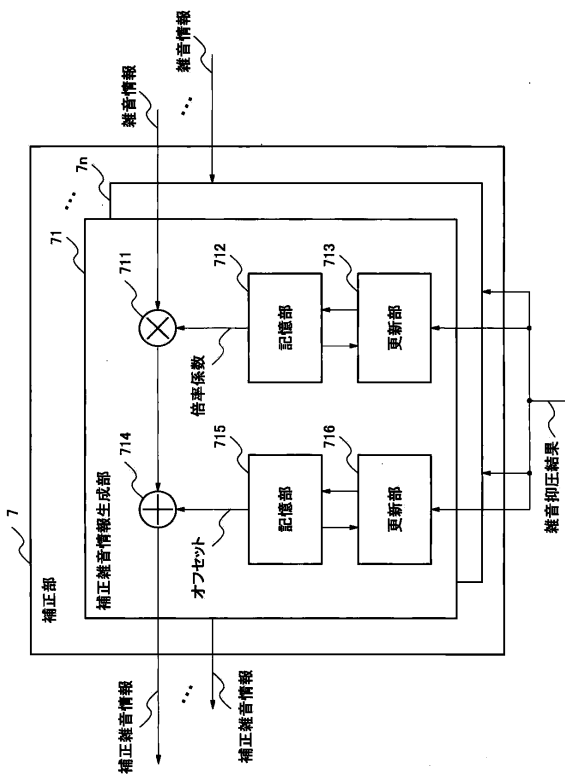
【図8】

図8



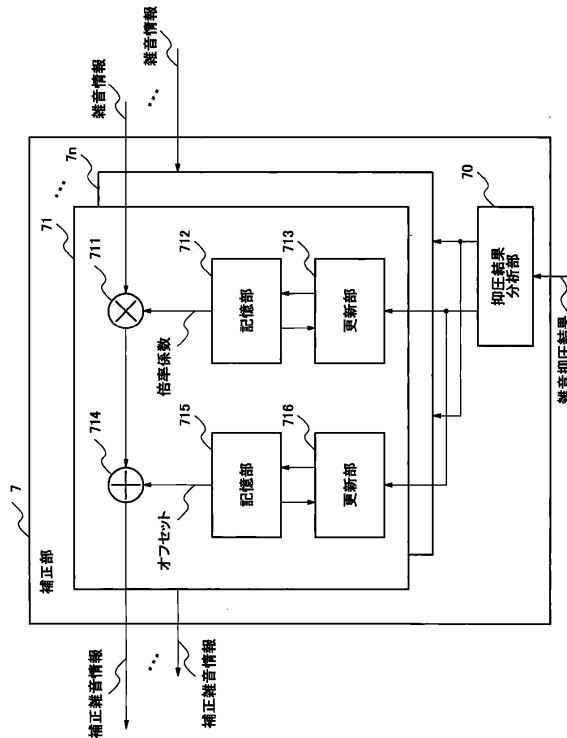
【 図 13 】

図 13



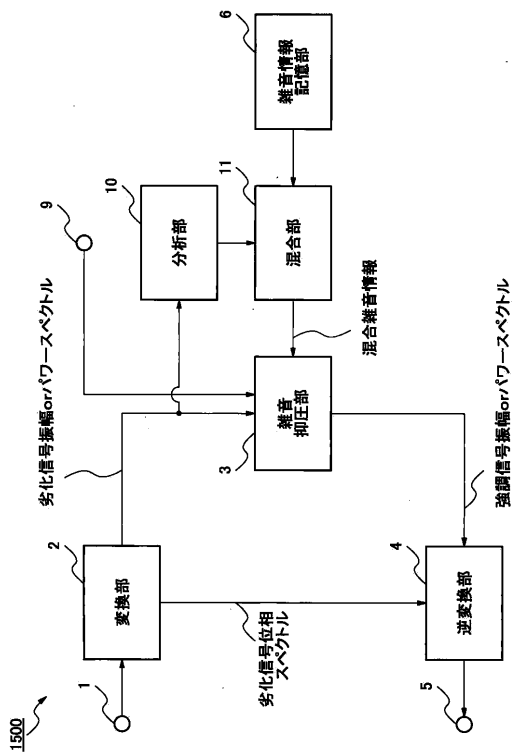
【 図 14 】

図 14



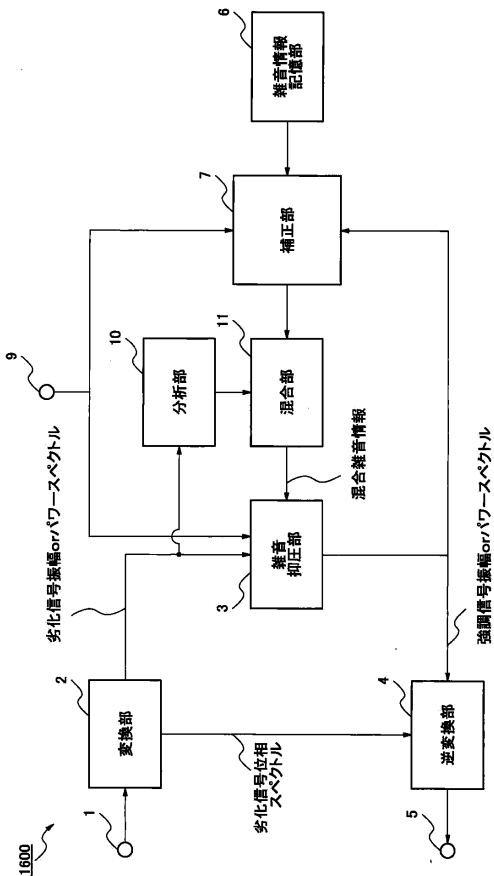
【 図 15 】

図 15



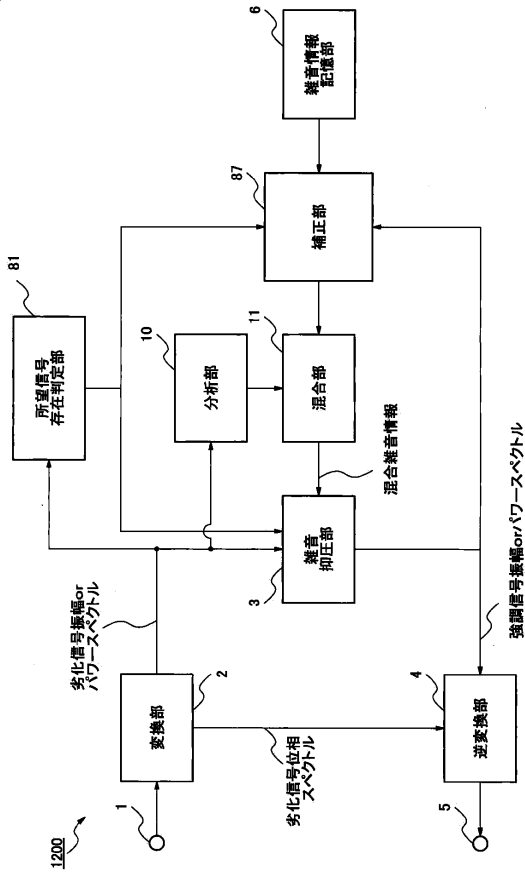
【 図 16 】

図 16



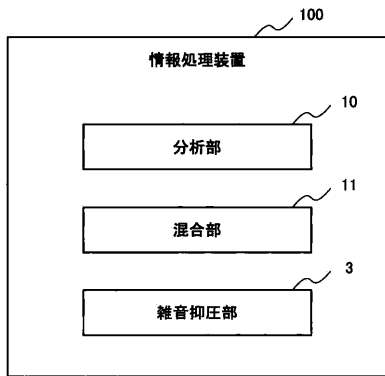
【図17】

図17



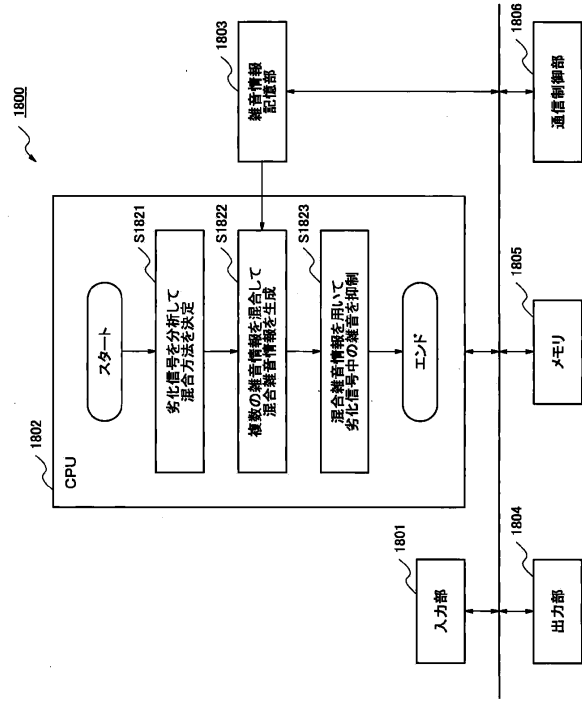
【図19】

図19



【図18】

図18



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09 - 258768 (JP, A)

特開2003 - 284181 (JP, A)

特開2002 - 258897 (JP, A)

特開2006 - 262241 (JP, A)

特開2009 - 282536 (JP, A)

特開2002 - 314637 (JP, A)

Kazuhiro Nakadai, Ego Noise Suppression of a Robot Using Template Subtraction, The 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems October 11-15, 2009 St. Louis, USA, 2009年10月15日, 199~204, [検索日]平成27年6月30日, URL, http://www.researchgate.net/publication/224091062_Ego_Noise_Suppression_of_a_Robot_Using_Template_Subtraction

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 21/0232

G10L 21/0264

G10L 25/18

H04B 1/10