

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年3月5日 (05.03.2009)

PCT

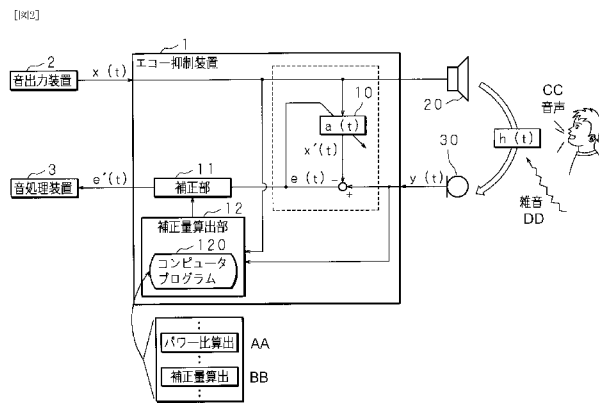
(10) 国際公開番号
WO 2009/028023 A1

- (51) 国際特許分類:
G10L 21/02 (2006.01) H04R 3/02 (2006.01)
G10K 11/178 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/066470
- (22) 国際出願日: 2007年8月24日 (24.08.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 太介 (ITOU, Taisuke).
- (74) 代理人: 河野 登夫 (KOHNO, Takao); 〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目4番3号 河野特許事務所 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, 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, JP, 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.
- (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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ECHO SUPPRESSING APPARATUS, ECHO SUPPRESSING SYSTEM, ECHO SUPPRESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: エコー抑制装置、エコー抑制システム、エコー抑制方法及びコンピュータプログラム



- | | | | |
|----|---------------------------------------|-----|-----------------------------|
| 2 | SOUND OUTPUT DEVICE | 120 | COMPUTER PROGRAM |
| 3 | SOUND PROCESSING DEVICE | AA | CALCULATE POWER RATIO |
| 1 | ECHO SUPPRESSING APPARATUS | BB | CALCULATE CORRECTION AMOUNT |
| 11 | CORRECTION SECTION | CC | VOICE |
| 12 | CORRECTION AMOUNT CALCULATING SECTION | DD | NOISE |

(57) Abstract: An echo suppressing apparatus for cooperating with a sound output device for outputting the sound based on a sound signal from a sound output section and a sound processing device for processing the sound signal based on the sound received by a sound input section to suppress the echo of the observed sound signal based on the sound received by the sound input section, an echo suppressing system, an echo suppressing method, and a computer program are provided. An echo suppressing apparatus (1) removes an echo component of the observed sound signal estimated on the basis of a reference sound signal outputted from a sound output device (2) to a sound output section (20) and the observed sound signal, calculates the power ratio of the observed sound signal to the reference sound signal, calculates the amount of the correction to the observed sound signal from which the echo component is removed on the basis of the calculated power ratio, corrects the observed sound signal from which the echo component is removed on the basis of the calculated correction amount to suppress the remaining echo remaining in the observed sound signal from which the echo component is removed, and outputs the corrected observed sound signal to a sound processing device (3).

[続葉有]



WO 2009/028023 A1



添付公開書類：
— 国際調査報告書

(57) 要約： 音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受信した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携し、音入力部が受信した音に基づく観測音信号のエコーを抑制するエコー抑制装置、エコー抑制システム、エコー抑制方法及びコンピュータプログラムを提供する。 エコー抑制装置 1 は、音出力装置 2 から音出力部 20 へ出力する参照音信号及び観測音信号に基づいて推定した観測音信号のエコー成分を除去し、参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出し、算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出し、エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、算出した補正量に基づいて、エコー成分を除去した観測音信号を補正し、補正した観測音信号を音処理装置 3 へ出力する。

明 細 書

エコー抑制装置、エコー抑制システム、エコー抑制方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携し、音入力部が受音した音に基づく観測音信号のエコーを抑制するエコー抑制装置、該エコー抑制装置を備えるエコー抑制システム、前記エコー抑制装置を用いて行うエコー抑制方法、前記エコー抑制装置を実現するためのコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] テレビ会議システム、ハンズフリー通話装置、音声出力及び音声認識機能を有するカーナビゲーションシステム等のスピーカ及びマイクロホンを備える装置では、スピーカから出力された音に基づくエコーを、マイクロホンが受音した音から除去するエコーキャンセラの機能が求められている。

[0003] 図1は、従来のエコーキャンセラの構成を示す模式図である。図1中100は、エコーキャンセラであり、エコーキャンセラ100は、参照音信号 $x(t)$ に基づいて音を出力するスピーカ101及び受音した音に基づいて観測音信号 $y(t)$ を生成するマイクロホン102を備えている。またエコーキャンセラ100は、観測音信号 $y(t)$ からのエコーの除去に用いる適応フィルタ103を備えている。

[0004] マイクロホン102は、話者の発する音声等の受音すべき音だけでなく、スピーカ101から出力された音、その他の雑音等の様々な音を受音する。即ちスピーカ101から参照音信号 $x(t)$ に基づいて出力された音は、外部環境の音場を通過してマイクロホン102に受音される。このスピーカ101及びマイクロホン102間のインパルス応答を $h(t)$ とすると、その推定値 $a(t)$ を適応フィルタ103にて求め、参照音信号 $x(t)$ を $a(t)$ を適応フィルタに通した $x'(t)$ を導出する。推定値 $a(t)$ を推定する方法としては、最急降下法、LMS(Least Mean Square)法、学習同定法等の方法が用いられる。そして観測音信号 $y(t)$ から $x'(t)$ を減算することによりスピーカ101の出力に基づくエ

コーを除去して差分信号 $e(t)$ を導出する。なお $y(t)$ に含まれている信号がスピーカ101の出力に基づく残留エコーのみである場合に、差分信号 $e(t)$ の電力が最小となる様に適応フィルタ103を動作させて推定する(例えば非特許文献1参照。)

非特許文献1:古井貞熙著、音響・音声工学、初版、株式会社近代科学社、1992年9月、p84-85

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら非特許文献1に開示されている様な従来の方法では、例えば音楽が流れている環境下での性能に問題がある。具体的には、スピーカから音楽を出力している状態で、エコーキャンセラ処理を行った場合、適応フィルタの性能限界のため、音楽が残留エコーとして残り易いという問題がある。音楽が残留エコーとして残った状態で音声認識を行うと、残留エコーの区間が音声区間と判定される場合があり、誤認識に繋がるという問題がある。また話者が発した音声の前後に残留エコーが含まれていると、他の単語と誤認識されるという問題がある。

[0006] これらの誤認識に係る問題を解決するためには、話者が発声していないシングルトークと呼ばれる状態では、残留エコーのパワーを可及的に小さくし、話者が発声しているダブルトークと呼ばれる状態では、発声した音声を残しつつエコーのみを抑制することが必要となる。

[0007] 本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、参照音信号に対する観測音信号のパワー比を算出し、算出したパワー比に応じて観測音信号を補正することにより、エコーを抑制することが可能なエコー抑制装置、該エコー抑制装置を備えるエコー抑制システム、前記エコー抑制装置を用いて行うエコー抑制方法、前記エコー抑制装置を実現するためのコンピュータプログラムの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 第1発明に係るエコー抑制装置は、音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携して動作可能であり、音入力部が受音した音に基づく観測音信号のエコーを抑制するエコー抑制装置において、前記音出力装置から音出力部へ出力する参照音

信号及び前記観測音信号に基づいて推定した該観測音信号のエコー成分を除去するエコー除去部と、前記参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出する比算出部と、算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出する補正量算出部と、前記エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、算出した補正量に基づいて、前記エコー成分を除去した観測音信号を補正する補正部と、補正した観測音信号を前記音処理装置へ出力する出力部とを備えることを特徴とする。

[0009] 第2発明に係るエコー抑制装置は、第1発明において、前記補正量算出部は、パワー比が所定値以下である場合に、パワー比に応じて前記観測音信号の残留エコーを抑制すべく補正量を算出する様に構成してあることを特徴とする。

[0010] 第3発明に係るエコー抑制装置は、第1発明又は第2発明において、前記補正量算出部は、パワー比の時間変化を平滑化した結果に基づいて補正量を算出する様に構成してあることを特徴とする。

[0011] 第4発明に係るエコー抑制装置は、第1発明乃至第3発明のいずれかにおいて、前記補正量算出部は、前記エコー成分を除去した観測音信号に基づくスペクトルを導出する導出部と、導出したスペクトルに基づくスペクトル包絡を導出する包絡導出部と、パワー比が所定値以下である場合に、前記パワー比に応じて前記スペクトル包絡を補正する補正係数を求める係数部とを備え、前記補正係数にて前記スペクトル包絡を補正した結果に基づいて、前記エコー成分を除去した観測音信号のスペクトル形状を補正する補正量を算出する様に構成してあることを特徴とする。

[0012] 第5発明に係るエコー抑制装置は、第1発明乃至第4発明のいずれかにおいて、前記補正量算出部は、前記観測音信号及び前記参照音信号の周波数帯域毎に補正量を算出する様に構成してあり、周波数帯域毎に算出した補正量に、周波数帯域毎に予め設定されている帯域補正係数を乗じて補正量を算出する様に構成してあることを特徴とする。

[0013] 第6発明に係るエコー抑制システムは、音信号に基づく音を出力部から出力させる音出力装置と、音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と、前記音出力装置及び音処理装置と連携する請求項1乃至請求項5のいずれかに記載

のエコー抑制装置とを備えることを特徴とする。

[0014] 第7発明に係るエコー抑制方法は、音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携可能なエコー抑制装置に、音入力部が受音した音に基づく観測音信号のエコーを抑制させるエコー抑制方法において、前記エコー抑制装置は、前記音出力装置から音出力部へ出力する参照音信号及び前記観測音信号に基づいて推定した該観測音信号のエコー成分を除去する手順と、前記参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出する手順と、算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出する手順と、前記エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、算出した補正量に基づいて、前記エコー成分を除去した観測音信号を補正する手順と、補正した観測音信号を前記音処理装置へ出力する手順とを実行することを特徴とする。

[0015] 第8発明に係るコンピュータプログラムは、音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携し、音入力部が受音した音に基づく観測音信号のエコー成分を除去し、前記出力装置へ出力するコンピュータに、エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、エコー成分を除去した観測音信号を補正する補正量を算出させるコンピュータプログラムであって、コンピュータに、前記音出力装置から音出力部へ出力する参照音信号及び前記観測音信号に基づいて推定した該観測音信号のエコー成分を除去させる手順と、前記参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出させる手順と、算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出させる手順とを実行させることを特徴とする。

[0016] 第1発明、第6発明、第7発明及び第8発明では、例えば参照音信号に基づいて音楽を出力している環境下で、話者が発声する音声を受音する場合に、話者が発声していないシングルトークと呼ばれる状態においては、観測音信号のパワー及び参照音信号のパワーの時間変化が類似していることから、パワー比に基づいてシングルトークの状態にあるか否かを推定することができるので、観測音信号に対して適切な補正を行い、残留エコーを除去することが可能である。また本発明では、パワー比を加

味して補正量を算出するので、参照音信号のパワーが大きい場合でも、シングルトークの状態か、話者が発声しているダブルトークと呼ばれる状態であるかを推定してエコーを除去することが可能である。

[0017] 第2発明では、シングルトークの状態にある場合には、ダブルトークの状態にある場合と比べてパワー比が小さくなることから、パワー比に応じて観測音信号を抑制することにより、シングルトークの状態と見なせる区間の残留エコーのパワーを小さくすることができるので、エコーを除去することが可能である。

[0018] 第3発明では、時間変化を平滑化したパワー比を用いて補正量を算出することにより、例えば時間変化を平滑化したパワー比で、パワー比を除いた結果を補正量の算出に用いることにより、外部環境の音場の時間変化を均すことができるので、外部環境の音場の時間変化に関わらず、一定の演算処理により、補正量を算出することが可能である。従って例えばカーナビゲーションシステムに適用した場合には、車両走行時のロードノイズの変化、再生中の音楽の変化等の外部環境の音場の時間変化による影響を抑制し、一定の演算処理にて、エコーを除去することが可能である。

[0019] 第4発明では、パワー比が所定値以下であるシングルトークの状態にあると見なせる場合に、スペクトル包絡を補正して、スペクトルの緩やかな変化による影響を排除し、シングルトークの状態でのエコーによる影響を排除することが可能である。

[0020] 第5発明では、周波数帯域毎に処理することにより、エコー以外の雑音が入りやすい低周波数帯の重みを小さくする等の処理を行うことが可能である。

発明の効果

[0021] 本発明に係るエコー抑制装置、エコー抑制システム、エコー抑制方法及びコンピュータプログラムは、音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携し、音出力装置から音出力部へ出力する参照音信号及び観測音信号に基づいて推定したエコー成分を除去し、参照音信号に対する観測音信号のパワー比を算出し、算出したパワー比に応じて、エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を求め、求めた補正量に基づいて、エコー成分を除去した観測音信号を補正し、補正した観測音信号を前記音処理装置へ出力する。

- [0022] この構成により、本発明では、例えば参照音信号に基づいて音楽を出力している環境下で、話者が発声する音声を受音する場合に、話者が発声していないシングルトークと呼ばれる状態においては、観測音信号のパワー及び参照音信号のパワーの時間変化が類似していることから、パワー比に基づいてシングルトークの状態にあるか否かを推定することができるので、エコーを除去した観測音信号に対して適切な補正を行い、残留エコーを除去することが可能である等、優れた効果を奏する。
- [0023] また本発明は、パワー比に基づく補正の方法として、パワー比が所定値以下である場合に、パワー比に応じて観測音信号を抑制した結果に基づいて補正量を算出する。通常、シングルトーク状態では、ダブルトークの状態よりパワー比が小さくなる。本発明では、この特性に鑑みて、パワー比に応じて観測音信号を抑制することにより、シングルトークの状態と見なせる区間の残留エコーのパワーを小さくすることができるので、エコーを除去することが可能である等、優れた効果を奏する。
- [0024] 本発明は、パワー比に基づく補正の方法として、観測音信号のスペクトル形状を補正する補正量を算出する。特に観測音信号に基づくスペクトルを導出し、導出したスペクトルに基づくスペクトル包絡を導出し、パワー比が所定値以下である場合に、パワー比に応じてスペクトル包絡を補正する補正係数を算出し、補正係数にてスペクトル包絡を補正した結果に基づいて、観測音信号のスペクトル形状を補正する補正量を算出する。
- [0025] この構成により、本発明では、パワー比が所定値以下であるシングルトークの状態と見なせる区間において、スペクトル包絡を補正して、スペクトルの緩やかな変化による影響を排除し、シングルトークの状態と見なせる区間での残留エコーによる影響を排除することが可能である等、優れた効果を奏する。
- [0026] 本発明は、時間変化を平滑化したパワー比で、パワー比を除することにより、外部環境の音場の時間変化を均すことができるので、外部環境の音場の時間変化に関わらず、一定の演算処理により、補正量を算出することが可能である等、優れた効果を奏する。従って例えばカーナビゲーションシステムに適用した場合には、車両走行時のロードノイズの変化、再生中の音楽の変化等の外部環境の音場の時間変化による影響を抑制し、残留エコーを除去することが可能である等、優れた効果を奏する。

[0027] また本発明は、観測音信号及び参照音信号の周波数帯域毎に補正量を算出し、周波数帯域毎に算出した補正量に、周波数帯域毎に予め設定されている帯域補正係数を乗じて補正量を算出することにより、目的に応じて周波数帯域毎の強調又は抑制を行うことができるので、例えばエコーが混入しやすい低周波数帯の重みを小さくする等の処理を行うことが可能である等、優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]従来のエコーキャンセラの構成を示す模式図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の構成例を示す模式図である。

[図3]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。

[図4]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。

[図5]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。

[図6]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。

[図7]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の平滑化パワー比と補正量との関係の一例を示すグラフである。

[図8]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。

[図9]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の信号補正処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の補正量算出処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置の構成例を示す模式図である。

[図12]本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置の平滑化パワー比とスペクトルを補正する補正係数との関係の一例を示すグラフである。

[図13]本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置の補正量算出処理の一例を示

すフローチャートである。

[図14]本発明の実施の形態3に係るエコー抑制装置の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。

[図15]本発明の実施の形態3に係るエコー抑制装置の補正量算出処理の一例を示すフローチャートである。

[図16]本発明の実施の形態4に係るエコー抑制装置の構成例を示す模式図である。

符号の説明

- [0029]
- 1 エコー抑制装置
 - 10 適応フィルタ
 - 11 補正部
 - 12 補正量算出部
 - 120 コンピュータプログラム
 - 121 分割手段
 - 122 合成手段
 - 2 音出力装置
 - 20 音出力部
 - 3 音処理装置
 - 30 音入力部
 - 100 エコーキャンセラ
 - 101 スピーカ
 - 102 マイクロホン
 - 103 適応フィルタ

発明を実施するための最良の形態

[0030] 以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

[0031] 実施の形態1.

図2は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置の構成例を示す模式図である。図2中1は、例えばテレビ会議システム、車両に搭載されるカーナビゲーションシステム等のコンピュータを用いたエコー抑制装置であり、エコー抑制装置1は、オー

ディオシステム等の音出力装置2及び音声認識システム等の音処理装置3と連携して動作する。音出力装置2から出力される出力音信号は、スピーカ等の音出力部20から音として出力される。またコンデンサマイクロホン等の音入力部30は、外部の音を受音し、受音した音に基づいて入力音信号を生成し、音処理装置3へ出力する。エコー抑制装置1は、音出力部20から夫々出力された音に基づくエコーを、音入力部30が受音した音から除去するエコーキャンセラの機能を備えている。なお以降の説明において、特にエコー抑制装置1内の出力音信号を参照音信号として示し、入力音信号を観測音信号として示す。

[0032] さらにエコー抑制装置1は、観測音信号からのエコーの除去に用いる適応フィルタ10と、適応フィルタ10により除去しきれない残留エコーを除去すべく信号を補正する補正部11と、補正部11による補正量を算出する補正量算出部12とを備えている。なお図2中に破線で示した箇所は、背景技術として説明したエコーキャンセラに相当する。本実施の形態では、エコーキャンセラとして適応フィルタ10を用いる形態を示しているが、本発明はこれに限らず、参照音信号及び観測音信号をFFT等の方法にて周波数軸上の信号に変換し、周波数領域でエコーを除去する等、適応フィルタ10以外の他の公知の方法により観測音信号からエコーを除去する様にしても良い。

[0033] 補正量算出部12は、ファームウェアとしてコンピュータプログラム120を記録するメモリ等の記憶回路、各種制御及び演算を行うMPU等の制御回路とを備え、記憶回路に記憶したコンピュータプログラム120を、制御回路にて実行し、各種演算を行うことで、コンピュータは、本発明のエコー抑制装置1として機能する。なおここでは、便宜上、記憶回路及び制御回路を用いてコンピュータプログラム120を実行するものとして説明するが、ファームウェアとしてコンピュータプログラム120を実行するのではなく、ハードウェアとして専用のVLSI等の演算回路を設計する様にしても良い。

[0034] エコー抑制装置1が、例えば音声認識機能を有するナビゲーションシステムである場合、音処理装置3は、補正された観測音信号に基づいて音声認識処理を実行する。

[0035] 次に図2を用いて本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1が備えるエコー抑

制装置1の信号処理について説明する。音出力装置2から出力され音出力部20から音楽等の音を出力させる参照音信号は、サンプリング番号 t を用いた参照音信号 $x(t)$ として示し、また話者の発声音等の音入力部30が受音した音に基づく観測音信号は、サンプリング番号 t を用いた観測音信号 $y(t)$ として示す。サンプリング番号 t とは、アナログ信号である音を8000~16000Hzのサンプリング周波数でデジタル信号に変換する際の各サンプルを特定する番号である。なお出力時期及び入力時期が同じである参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ に対しては、同じサンプリング番号 t が付与される。

[0036] 音入力部30は、話者の発声音等の受音すべき音だけでなく、音出力部20から出力された音楽、その他の雑音等の様々な音を受音する。即ち音出力部20から参照音信号 $x(t)$ に基づいて出力された音は、外部環境の音場を通過して音入力部30に受音される。この音出力部20及び音入力部30間のインパルス応答を $h(t)$ とすると、その推定値 $a(t)$ を適応フィルタ10にて求め、参照音信号 $x(t)$ を推定値 $a(t)$ の適応フィルタ10に通した $x'(t)$ を導出する。そして観測音信号 $y(t)$ から $x'(t)$ を減算することにより音出力部20の出力に基づくエコーを除去した差分信号 $e(t)$ を算出する。なお観測音信号 $y(t)$ に含まれている信号が音出力部20の出力に基づくエコーのみである場合に、差分信号 $e(t)$ の電力が最小となる様に適応フィルタ10を動作させて推定する。

[0037] また補正量算出部12は、参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ を受け付け、参照音信号 $x(t)$ に対する観測音信号 $y(t)$ のパワー比を算出し、算出したパワー比に応じて観測音信号 $y(t)$ に対する補正量、特にここでは適応フィルタ10によるエコー除去後の観測音信号である差分信号 $e(t)$ に対する補正量を算出し、算出した補正量を補正部11へ出力する。

[0038] 補正部11は、補正量算出部12から補正量を受け付け、受け付けた補正量に基づいて、適応フィルタ10によるエコー除去後の観測音信号である差分信号 $e(t)$ を補正した補正信号 $e'(t)$ を、音処理装置3へ出力する。

[0039] 次に補正量の算出方法について更に詳細に説明する。補正量算出部12では、参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ を受け付け、受け付けた参照音信号 $x(t)$ 及び

観測音信号 $y(t)$ の夫々数100サンプル分を1フレームとし、フレーム毎に夫々の対数パワーを算出する。なおフレーム番号 n を用いて参照音信号 $x(t)$ に係るフレームの対数パワーを $\text{powX}(n)$ と示し、観測音信号 $y(t)$ に係るフレームの対数パワーを $\text{powY}(n)$ として示す。ここでパワーとは、例えばフレームに含まれる音信号のパワースペクトルの積分値として示されるフレームパワーであり、対数パワーとは、フレームパワーの常用対数である。なおパワーとしては、フレームに含まれる音信号の振幅の二乗値等の値を適宜定義することが可能である。

[0040] 図3は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。図3(a)は、参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号(n)をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。また図3(b)は、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号(n)をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。図3において、話者が発声していない区間をシングルトークとして示し、話者が発声している区間をダブルトークとして示している。図3に示す様にシングルトークの区間では、観測音信号 $y(t)$ に対する参照音信号 $x(t)$ の影響が相対的に大きくなるため、参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ 及び観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ は、類似した変化の波形を示す。またダブルトークの区間では、話者の発声等の観測音信号 $y(t)$ 側にのみ影響する音が存在するため、参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ 及び観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ は、異なる変化の波形となる。

[0041] 図4は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。図4は、観測音信号 $y(t)$ から $x'(t)$ を減算して得られた差分信号 $e(t)$ の対数パワー $\text{powE}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号(n)をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。図4に示す様に適応フィルタ10の機能によりエコーを除去した差分信号 $e(t)$ の対数パワー $\text{powE}(n)$ は、シングルトークの区間及びダブルトークの区間のいずれにおいても大きな変化を示す波形を示している。本発明で

は、シングルトークの区間において、参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ 及び観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ が類似した変化の波形を示すことに鑑み、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ から参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ を減じた結果に基づいて、差分信号 $e(t)$ を補正することにより、シングルトークの区間で、差分信号 $e(t)$ のパワーを可及的に小さくしてエコーを除去する。

[0042] 図5は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。図5は、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ から参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ を減じた値 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号 (n) をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ と参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ との差は、観測音信号 $y(t)$ のパワーを参照音信号 $x(t)$ のパワーで除した商、即ち参照音信号 $x(t)$ に対する観測音信号 $y(t)$ のパワー比を示す。以降の説明では、フレーム n 毎の観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ と参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ との差をパワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ という。図5に示す様にパワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ の変化は、ダブルトークの区間の方がシングルトークの区間より大きくなっており、シングルトークの区間の変化と、ダブルトークの区間の変化との差が明確になっている。図5に示す様に、補正量算出部12は、参照音信号 $x(t)$ に対する観測音信号 $y(t)$ のパワー比を算出する。

[0043] 前述した様にシングルトークの区間では、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ の変化が小さく、またダブルトークの区間と比べて小さい値をとり、シングルトークの区間とダブルトークの区間との差が明確になっていることから、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ に基づいて、差分信号 $e(t)$ を補正することにより、参照音信号 $x(t)$ の影響を排除することが可能となる。但し、本発明では、更に参照音信号 $x(t)$ の緩やかな時間変化による影響を排除してシングルトークの区間とダブルトークの区間との差を明確にする。

[0044] 参照音信号 $x(t)$ の緩やかな時間変化による影響を排除して、シングルトークの区間におけるパワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ の変化を平滑化する方法として、補正

量算出部12は、下記の式1を用いた計算を行う。

[0045]
$$\text{subYX}(n) = \alpha \times \text{subYX}(n-1) + (1 - \alpha) \times \{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\} \quad \dots \text{式1}$$

[0046] 式1において、 $\text{subYX}(n)$ は、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ の時間平均であり、 α は、時間平均を算出する上での時間定数である。時間定数 α としては、0.95等の数値(但し、 $0 < \alpha < 1$)が用いられる。

[0047] 図6は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。図6(a)は、図5に示したパワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ のグラフである。図6(b)は、式1を用いて算出した時間平均 $\text{subYX}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号(n)をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。図6(b)に示す様に式1を用いて算出した時間平均 $\text{subYX}(n)$ は、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ の緩やかな時間変化を示している。補正量算出部12は、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ から時間平均 $\text{subYX}(n)$ の影響を排除すべく、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ から時間平均 $\text{subYX}(n)$ を減じて、時間変化を平滑化したパワー比 $\text{Et}(n)$ を算出する。なお以降の説明においては、時間変化を平滑化したパワー比 $\text{Et}(n)$ を、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ という。但し、 $\text{powEt}(n)$ が負の値をとる場合、その値を0としている。(c)は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号(n)をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。図6(c)に示す様に平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ は、シングルトークの区間において、ほぼ0dBの値をとる。

[0048] 補正量算出部12は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に基づき、補正部11にて補正する補正量を算出する。図7は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の平滑化パワー比と補正量との関係の一例を示すグラフである。図7は、横軸に平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ をとり、縦軸に補正量をとってその関係を示したグラフである。図7に示す様に、補正量は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ が、所定値以下である場合に、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に応じて差分信号 $e(t)$ を抑制する様に補正量が算出される。図7に示す例では、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ が6dB以下である場合に、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に応じた補正量が求まるが、その補正量は、平滑化パワー比

$\text{powEt}(n)$ が小さい程、大きくなる。即ち平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ が小さい場合、その区間はシングルトークの区間である可能性が高く、その区間の差分信号 $e(t)$ は、残留エコーである可能性が高いと判断し、差分信号 $e(t)$ を抑制するのである。

[0049] そして補正量算出部12にて算出された補正量は、補正部11へ渡され、補正部11は、受け付けた補正量に基づいて、差分信号 $e(t)$ を補正することにより、補正信号 $e'(t)$ を導出し、導出した補正信号 $e'(t)$ を音声認識機能を備える音処理装置3へ出力する。

[0050] 図8は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。図8(a)は、差分信号の対数パワー $\text{powE}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号 (n) をとり、dB単位の対数パワーを示している。図8(b)は、補正信号の対数パワー $\text{powE}'(t)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号 (n) をとり、dB単位の対数パワーを示している。図8(c)は、図8(a)及び(b)を重ねたグラフであり、点線が図8(a)であり、実線が図8(b)である。図8(a)、(b)、(c)から明らかな様に、本発明の信号補正方法を適用することにより、シングルトークの区間において、差分信号の対数パワー $\text{powE}(n)$ が抑制されている。

[0051] 次に上述した構成の本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の処理について説明する。図9は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の信号補正処理の一例を示すフローチャートである。エコー抑制装置1は、音入力部30にて受音した音に基づいて観測音信号 $y(t)$ を生成し(S101)、適応フィルタ10の処理により、音入力部30が生成した観測音信号 $y(t)$ から音出力部20の出力に基づくエコーを除去した差分信号 $e(t)$ を算出する(S102)。

[0052] エコー抑制装置1は、補正量算出部12により、参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ に基づいて補正量を算出する補正量算出処理を実行し(S103)、補正部11により、補正量に基づいて差分信号 $e(t)$ を補正することにより、補正信号 $e'(t)$ を生成する(S104)。そしてエコー抑制装置1は、生成した補正信号 $e'(t)$ を音処理装置3へ出力する(S105)。

- [0053] そして音処理装置3は、入力された補正信号 $e'(t)$ に基づいて、音声認識処理等の処理を実行する。
- [0054] 図10は、本発明の実施の形態1に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理の一例を示すフローチャートである。補正量算出処理として、図9を用いて説明した信号補正処理のステップS103における補正量算出処理を詳述する。エコー抑制装置1の補正量算出部12は、記憶回路に記憶しているコンピュータプログラム120を実行する制御回路の制御に基づいて、観測音信号 $y(t)$ を参照音信号 $x(t)$ で除することにより、参照音信号 $x(t)$ に対する観測音信号 $y(t)$ のパワー比を算出する(S201)。ステップS201のパワー比は、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{pow}Y(n)$ から参照音信号 $x(t)$ の対数パワー $\text{pow}X(n)$ を減じることで算出することもできる。
- [0055] エコー抑制装置1の補正量算出部12は、パワー比 $\{\text{pow}Y(n) - \text{pow}X(n)\}$ の時間変化を平滑化したパワー比の時間平均 $\text{sub}YX(n)$ を算出する(S202)。ステップS202の時間平均 $\text{sub}YX(n)$ は、前述の式1を用いて算出される。
- [0056] エコー抑制装置1の補正量算出部12は、パワー比 $\{\text{pow}Y(n) - \text{pow}X(n)\}$ を時間平均 $\text{sub}YX(n)$ で除して平滑化パワー比 $\text{pow}Et(n)$ を算出する(S203)。ステップS203の平滑化パワー比 $\text{pow}Et(n)$ は、パワー比 $\{\text{pow}Y(n) - \text{pow}X(n)\}$ の対数から、時間平均 $\text{sub}YX(n)$ の対数を減じることにより算出することもできる。
- [0057] そしてエコー抑制装置1の補正量算出部12は、平滑化パワー比 $\text{pow}Et(n)$ が所定値以下である場合に、平滑化パワー比 $\text{pow}Et(n)$ に応じて差分信号 $e(t)$ を抑制する補正量を算出する(S204)。ステップS204の補正量の算出は、図7のグラフの関係を示す数式に基づき、平滑化パワー比 $\text{pow}Et(n)$ の対数が例えば6dB以下である場合に、平滑化パワー比 $\text{pow}Et(n)$ に応じて差分信号 $e(t)$ から減じる補正量を算出することにより行われる。この様にして算出された補正量は、補正量算出部12から補正部11へ出力される。
- [0058] 前記実施の形態1に示した補正によるエコー抑制方法は本願の無数にある形態の一例であり、例えば差分信号を補正する形態を示したが、本発明はこれに限らず、観測音信号を直接補正する補正量を算出する等、様々な形態に展開することが可能である。また時間平均を考慮せずに、パワー比から補正量を算出する様にしても良い

等、様々な形態に展開することが可能である。

[0059] 実施の形態2.

実施の形態2は、実施の形態1とは異なる方法にて補正量を算出する形態である。図11は、本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置の構成例を示す模式図である。実施の形態2では、補正量算出部12に参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ 並びに差分信号 $e(t)$ が入力される。補正量算出部12は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に基づき、補正部11にて、差分信号 $e(t)$ のスペクトル形状を平坦化すべく補正量(補正係数)を算出する。具体的には差分信号 $e(t)$ からスペクトルを導出し、導出したスペクトルに対してケプストラム分析を行うことにより、スペクトルの低次、例えば3次以下の成分であるスペクトル包絡を導出する。そして導出したスペクトル包絡を0に近づけるべく、スペクトル包絡に乗じる補正係数を算出する。なおその他の構成については、実施の形態1と同様であるので、実施の形態1と同様の符号を付し、その説明を省略する。また平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ を算出するまでの処理も実施の形態1と同様であるので、実施の形態1と同様の符号を付し、その説明を省略する。

[0060] 図12は、本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置1の平滑化パワー比とスペクトルを補正する補正係数との関係の一例を示すグラフである。図12は、横軸に平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ をとり、縦軸に補正係数をとってその関係を示したグラフである。図12に示す様に、平滑化パワー比 $\text{powE}(t)$ が所定値以上である場合、補正係数は1.0である。補正係数は、スペクトル包絡に乗じる係数であるので、補正係数が1.0である場合、スペクトル包絡に対する補正量は0となる。平滑化パワー比 $\text{powE}(t)$ が所定値以下である場合、平滑化パワー比 $\text{powE}(t)$ に応じて差分信号 $e(t)$ を抑制する様にスペクトル包絡に乗じる補正係数が算出される。図12に示す例では、平滑化パワー比 $\text{powE}(t)$ が5dB以下である場合に、平滑化パワー比 $\text{powE}(t)$ に応じてスペクトル包絡を補正する補正係数が求まるが、その補正係数は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ が小さい程、小さくなり、補正量としては大きくなる。即ち平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ が小さい場合、その区間はシングルトークの区間である可能性が高く、その区間の差分信号 $e(t)$ は、残留エコーである可能性が高いと判断し、スペクトル形状を平坦化すべく差分信号 $e(t)$ を抑制するのである。

[0061] 次に本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置1の処理について説明する。実施の形態2は、実施の形態1の補正量算出処理を変更した形態であるので、補正量算出処理について説明する。図13は、本発明の実施の形態2に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理の一例を示すフローチャートである。エコー抑制装置1の補正量算出部12は、記憶回路に記憶しているコンピュータプログラム120を実行する制御回路の制御により、参照音信号 $x(t)$ に対する観測音信号 $y(t)$ のパワー比 $\{powY(n) - powX(n)\}$ を算出し(S301)、パワー比 $\{powY(n) - powX(n)\}$ の時間変化を平滑化したパワー比の時間平均 $subYX(n)$ を算出し(S302)、パワー比 $\{powY(n) - powX(n)\}$ を時間平均 $subYX(n)$ で除して平滑化パワー比 $powEt(n)$ を算出する(S303)。

[0062] またエコー抑制装置1の補正量算出部12は、差分信号 $e(t)$ からスペクトルを導出する(S304)。ステップS304のスペクトルの導出は、FFT等の周波数変換関数を用いて行われる。

[0063] エコー抑制装置1の補正量算出部12は、導出したスペクトルをケプストラムに変換し、変換したケプストラムに係る所定の次数より低次の成分、例えば3次以下の成分を逆FFT処理してスペクトル包絡を導出する(S305)。

[0064] ステップS304の処理について説明する。差分信号 $e(t)$ をFFT処理したスペクトル $|e(\omega)|$ は、高次成分及び低次成分のFFTを夫々示す $G(\omega)$ 及び $H(\omega)$ を用いた下記の式2で示すことができる。

$$[0065] \quad e(\omega) = G(\omega)H(\omega) \quad \cdots \text{式2}$$

[0066] 式2の対数は、下記の式3で示すことができる。

$$[0067] \quad \log_{10} |e(\omega)| = \log_{10} |G(\omega)| + \log_{10} |H(\omega)| \quad \cdots \text{式3}$$

[0068] 式3を、周波数 ω を変数として逆FFTしたものがケプストラム $c(\tau)$ である。なお式2の右辺第1項は、スペクトルの高次の成分である微細構造を示し、右辺第2項は、スペクトルの低次の成分であるスペクトル包絡を示す。

[0069] エコー抑制装置1の補正量算出部12は、平滑化パワー比 $powEt(n)$ が所定値以下である場合に、平滑化パワー比 $powEt(n)$ に応じてスペクトル包絡を補正する補正係数を算出する(S306)。ステップS306の補正係数の算出は、図12のグラフの

関係を示す数式に基づき、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ の対数が例えば5dB以下である場合に、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に応じてスペクトル包絡を補正する補正係数を算出することにより行われる。なお平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ が所定値以上である場合についても補正係数を算出する様にしても良いが、補正係数は0であるので、実質的な補正は行われない。

[0070] そしてエコー抑制装置1の補正量算出部12は、補正係数及びスペクトル包絡の積に基づいて差分信号 $e(t)$ から減じる補正量を算出する(S307)。この様にして算出された補正量は、補正量算出部12から補正部11へ出力される。

[0071] 実施の形態3.

実施の形態3は、実施の形態1において実施の形態1とは異なる方法にて補正量を算出する形態である。なお実施の形態3に係るエコー抑制装置の構成例は、実施の形態1の変形である実施の形態2と同様であるので、実施の形態1及び実施の形態2を参照するものとし、その詳細な説明を省略する。また平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ を算出するまでの処理は、実施の形態1と同様であるので、実施の形態1と同様の符号を付し、その説明を省略する。

[0072] 実施の形態3では、補正量算出部12において、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ の変化を平滑化する方法として、下記の式4を用いた計算を行う。

[0073] $\text{avepowY}(n) = \beta \times \text{avepowY}(n-1) + (1 - \beta) \times \text{powY}(n)$ …式4

[0074] 式4において、 $\text{avepowY}(n)$ は、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ の時間平均であり、 β は、時間平均を算出する上での時間定数である。時間定数 β としては、0.95等の数値(但し、 $0 < \beta < 1$)が用いられる。なお以降の説明においては、平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ という。

[0075] さらに補正量算出部12は、式4を用いて算出された平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ を、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に加算する下記の式5を用いてレンジ補正を行った平滑化パワー比 $\text{powEt}'(n)$ を算出する。

[0076] $\text{powEt}'(n) = \text{powEt}(n) + \text{avepowY}(n)$ …式5

[0077] 式5は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ を加算する演算を示しており、式5に示す演算を行うことにより、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ のレ

レンジを平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ により補正した $\text{powEt}'(n)$ を算出することができる。

[0078] 図14は、本発明の実施の形態3に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理にて用いられるデータの変化の一例を示すグラフである。図14(a)は、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号 (n) をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。図14(b)は、式4を用いて算出した時間平均 $\text{avepowY}(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号 (n) をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。図14(c)は、式5を用いて算出した $\text{powEt}'(n)$ のフレーム毎の変化を示すグラフであり、横軸に時間を示す指標としてフレーム番号 (n) をとり、dB単位の対数パワーの変化を示している。平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ を加算した $\text{powEt}'(n)$ は、レンジ補正がなされており、補正信号 $e'(t)$ の対数パワーとして用いることが可能である。

[0079] 次に本発明の実施の形態3に係るエコー抑制装置1の処理について説明する。実施の形態3は、実施の形態1の補正量算出処理を変更した形態であるので、補正量算出処理について説明する。図15は、本発明の実施の形態3に係るエコー抑制装置1の補正量算出処理の一例を示すフローチャートである。エコー抑制装置1の補正量算出部12は、記憶回路に記憶しているコンピュータプログラム120を実行する制御回路の制御により、参照音信号 $x(t)$ に対する観測音信号 $y(t)$ のパワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ を算出し(S401)、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ の時間変化を平滑化したパワー比の時間平均 $\text{subYX}(n)$ を算出し(S402)、パワー比 $\{\text{powY}(n) - \text{powX}(n)\}$ を時間平均 $\text{subYX}(n)$ で除して平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ を算出する(S403)。

[0080] さらにエコー抑制装置1の補正量算出部12は、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ の時間変化を平滑化した平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ を算出する(S404)。ステップS404の平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ は、前述の式4を用いて算出される。

[0081] エコー抑制装置1の補正量算出部12は、平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ を、平

滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ に加算して、レンジ補正を行った平滑化パワー比 $\text{powEt}'(n)$ を算出する(S405)。ステップS405の $\text{powEt}'(n)$ は、前述の式5を用いて算出される。なおステップS405の平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ 及び平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ とは、対数パワーであるので、対数ではなく正数を用いて演算する場合、ステップS405は積算を行うことになる。

[0082] そしてエコー抑制装置1の補正量算出部12は、差分信号 $e(t)$ を、 $\text{powEt}'(n)$ に補正すべく補正量を算出する(S406)。この様にして算出された補正量は、補正量算出部12から補正部11へ出力される。

[0083] 前記実施の形態3では、差分信号 $e(t)$ を、 $\text{powEt}'(n)$ に補正すべく補正量を算出する形態を示したが、本発明はこれに限らず、 $\text{powE}(n)$ 及び $\text{powEt}'(n)$ を所定の重みで加重平均した結果に基づいて、補正信号 $e'(t)$ を算出する様にしても良い。

[0084] また前記実施の形態3では、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powY}(n)$ の時間平均として算出した平滑化観測音信号 $\text{avepowY}(n)$ に基づいて、平滑化パワー比 $\text{powEt}(n)$ のレンジ補正を行ったが、本発明はこれに限らず、観測音信号 $y(t)$ の対数パワー $\text{powX}(n)$ の時間平均、差分信号 $e(t)$ の対数パワー $\text{powE}(n)$ の時間平均等の他の信号に基づいてレンジ補正を行うことも可能である。

[0085] 実施の形態4.

実施の形態4は、実施の形態1において、信号を周波数帯域に基づいて分割し、分割した周波数帯域毎に補正量を算出する形態である。図16は、本発明の実施の形態4に係るエコー抑制装置の構成例を示す模式図である。実施の形態4における補正量算出部12は、参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ を周波数帯域に基づいて分割する分割手段121と、周波数帯域毎に算出した補正量を合成する合成手段122とを備えている。なおその他の構成については、実施の形態1と同様であるので、実施の形態1と同様の符号を付し、その説明を省略する。

[0086] 分割手段121は、参照音信号 $x(t)$ 及び観測音信号 $y(t)$ に対してFFT等の周波数変換関数を用いてスペクトルを導出し、導出したスペクトルを周波数帯域に基づいて2~6程度の信号に分割し、周波数帯域毎にパワースペクトルを積分することで、 $\text{powX}(n, i)$ 及び $\text{powY}(n, i)$ を算出する。但し、 i とは、夫々の周波数帯域を示す帯域

番号である。そして夫々の周波数帯域について、実施の形態1に示した方法を用いて周波数帯域毎の補正量(i)を算出する。

- [0087] そして合成手段122は、周波数帯域毎の補正量(i)を合成して差分信号 $e(t)$ に対する補正量を算出する。なお周波数帯域毎の補正量(i)の合成に対しては、周波数帯域毎に重み係数を設定することが可能である。例えば夫々の周波数帯域に対し、低波長域から(0.1, 0.2, 0.3, …)という重み係数を設定することにより、低波長域に混入しやすい雑音を抑制することが可能となる。
- [0088] 前記実施の形態1乃至4は、夫々独立した実施に限るものではなく、状況に応じて適宜組み合わせて実施することが可能である。
- [0089] また前記実施の形態1乃至4は、本発明の無限にある実施の形態の一部を例示したに過ぎず、各種ハードウェア及びソフトウェア等の構成は、適宜設定することが可能であり、また例示した基本的な処理以外にも様々な処理を組み合わせることが可能である。

請求の範囲

- [1] 音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受信した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携して動作可能であり、音入力部が受信した音に基づく観測音信号のエコーを抑制するエコー抑制装置において、
- 前記音出力装置から音出力部へ出力する参照音信号及び前記観測音信号に基づいて推定した該観測音信号のエコー成分を除去するエコー除去部と、
- 前記参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出する比算出部と、
- 算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出する補正量算出部と、
- 前記エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、算出した補正量に基づいて、前記エコー成分を除去した観測音信号を補正する補正部と、
- 補正した観測音信号を前記音処理装置へ出力する出力部と
- を備えることを特徴とするエコー抑制装置。
- [2] 前記補正量算出部は、パワー比が所定値以下である場合に、パワー比に応じて前記観測音信号の残留エコーを抑制すべく補正量を算出する様に構成してあることを特徴とする請求項1に記載のエコー抑制装置。
- [3] 前記補正量算出部は、パワー比の時間変化を平滑化した結果に基づいて補正量を算出する様に構成してあることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のエコー抑制装置。
- [4] 前記補正量算出部は、
- 前記エコー成分を除去した観測音信号に基づくスペクトルを導出する導出部と、
- 導出したスペクトルに基づくスペクトル包絡を導出する包絡導出部と、
- パワー比が所定値以下である場合に、前記パワー比に応じて前記スペクトル包絡を補正する補正係数を求める係数部と
- を備え、
- 前記補正係数にて前記スペクトル包絡を補正した結果に基づいて、前記エコー成分を除去した観測音信号のスペクトル形状を補正する補正量を算出する様に構成し

てある

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のエコー抑制装置。

- [5] 前記補正量算出部は、
前記観測音信号及び前記参照音信号の周波数帯域毎に補正量を算出する様に構成してあり、

周波数帯域毎に算出した補正量に、周波数帯域毎に予め設定されている帯域補正係数を乗じて補正量を算出する様に構成してある

ことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のエコー抑制装置。

- [6] 音信号に基づく音を出力部から出力させる音出力装置と、
音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と、
前記音出力装置及び音処理装置と連携する請求項1乃至請求項5のいずれかに記載のエコー抑制装置と

を備えることを特徴とするエコー抑制システム。

- [7] 音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音した音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携可能なエコー抑制装置に、音入力部が受音した音に基づく観測音信号のエコーを抑制させるエコー抑制方法において、

前記エコー抑制装置は、

前記音出力装置から音出力部へ出力する参照音信号及び前記観測音信号に基づいて推定した該観測音信号のエコー成分を除去する手順と、

前記参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出する手順と、

算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出する手順と、

前記エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、算出した補正量に基づいて、前記エコー成分を除去した観測音信号を補正する手順と、

補正した観測音信号を前記音処理装置へ出力する手順と

を実行することを特徴とするエコー抑制方法。

- [8] 音信号に基づく音を音出力部から出力させる音出力装置、及び音入力部が受音し

た音に基づく音信号を処理する音処理装置と連携し、音入力部が受音した音に基づく観測音信号のエコー成分を除去し、前記出力装置へ出力するコンピュータに、エコー成分を除去した観測音信号に残留する残留エコーを抑制すべく、エコー成分を除去した観測音信号を補正する補正量を算出させるコンピュータプログラムであって、コンピュータに、

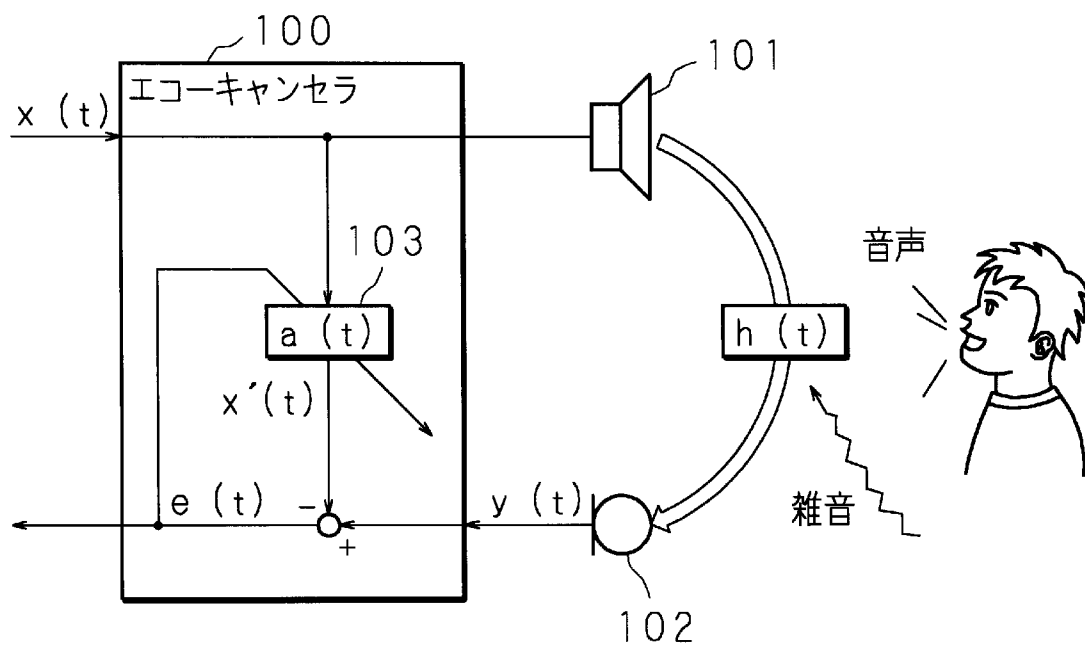
前記音出力装置から音出力部へ出力する参照音信号及び前記観測音信号に基づいて推定した該観測音信号のエコー成分を除去させる手順と、

前記参照音信号に対する前記観測音信号のパワー比を算出させる手順と、

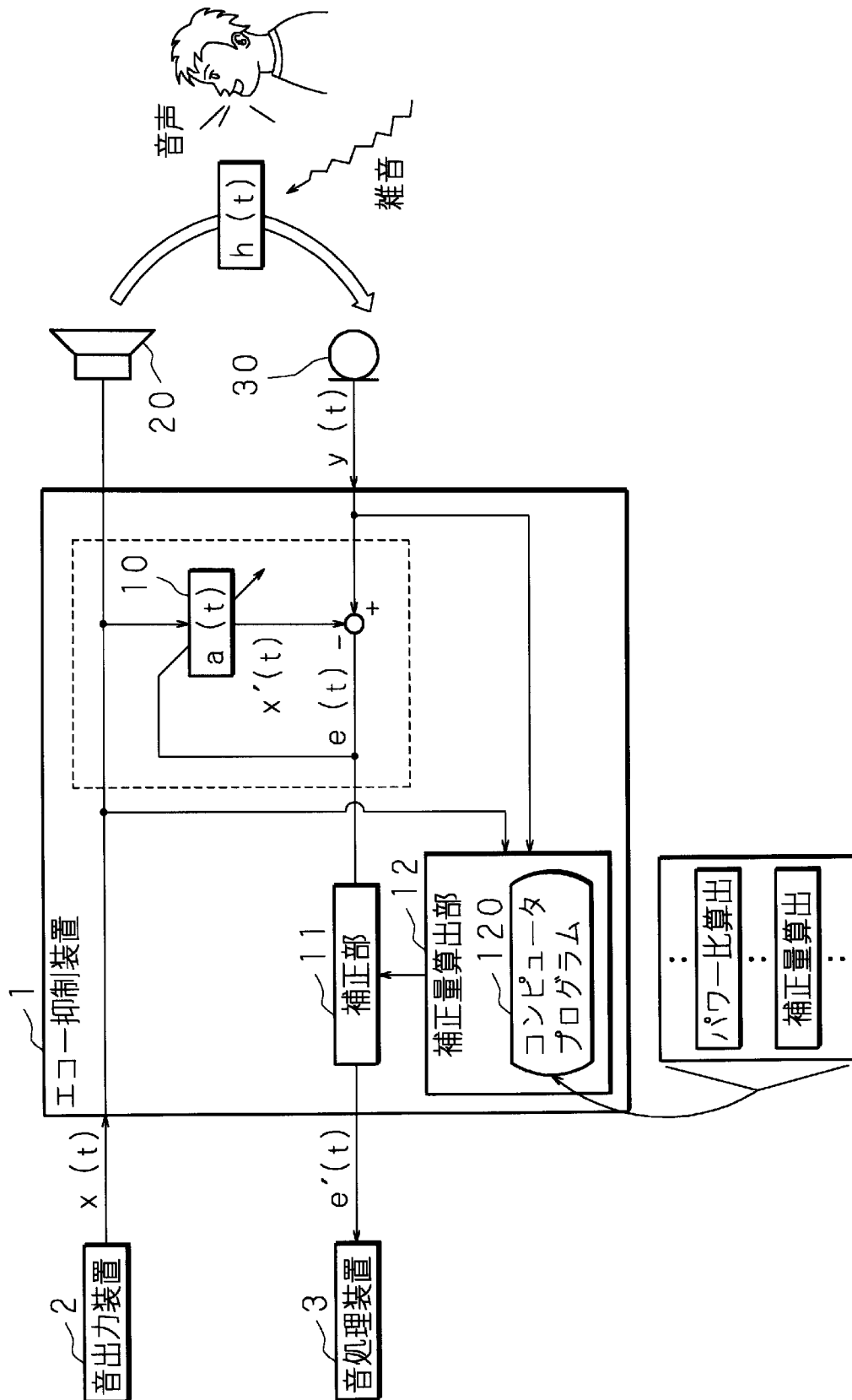
算出したパワー比に応じて、前記エコー成分を除去した観測音信号に対する補正量を算出させる手順と

を実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

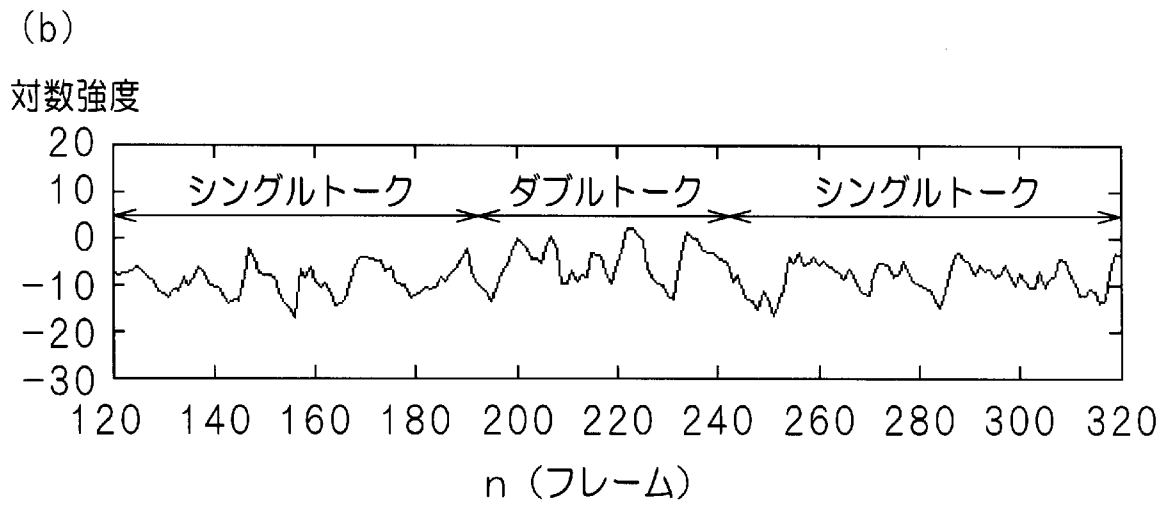
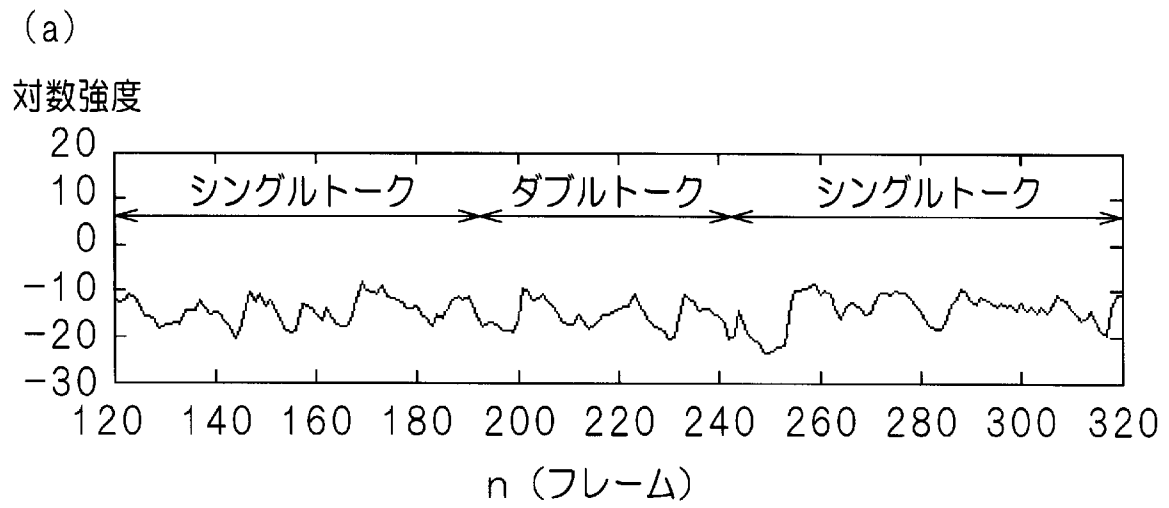
[図1]



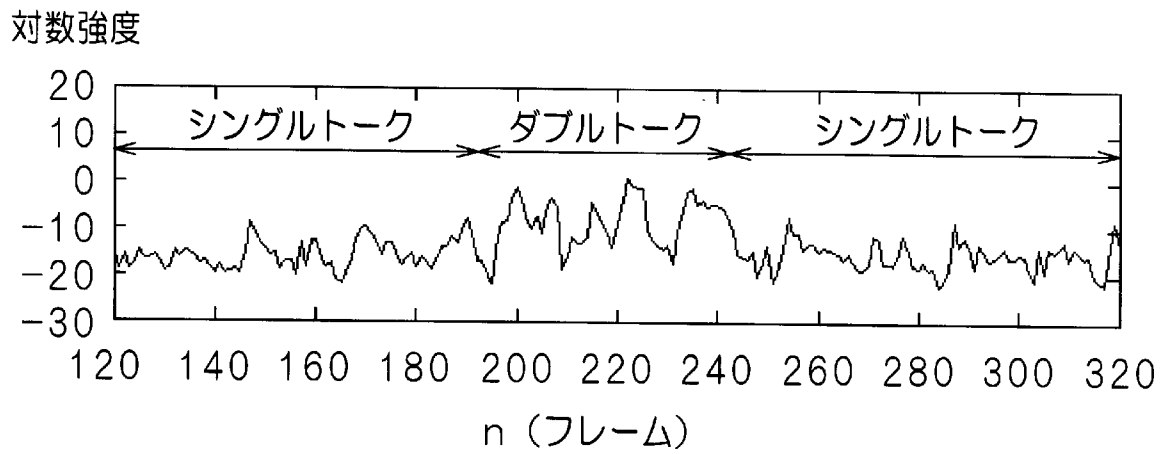
[図2]



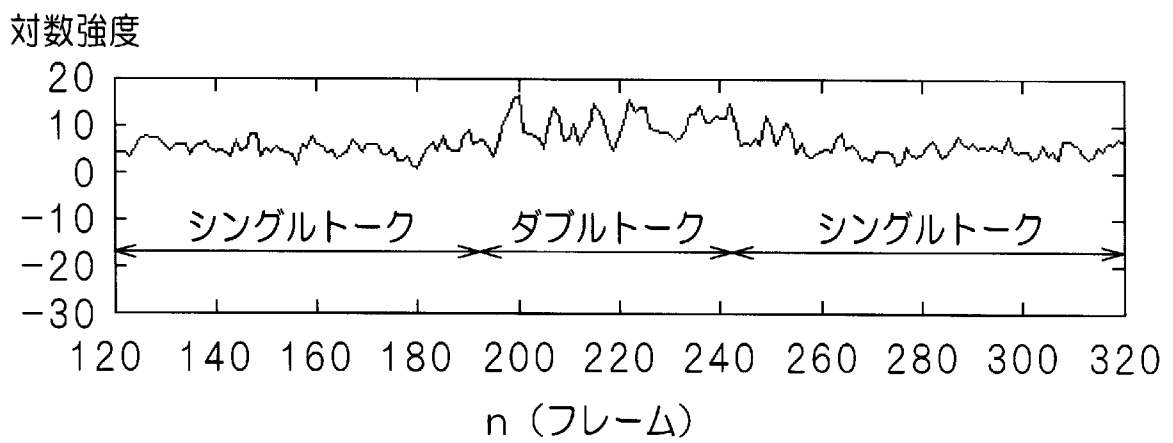
[図3]



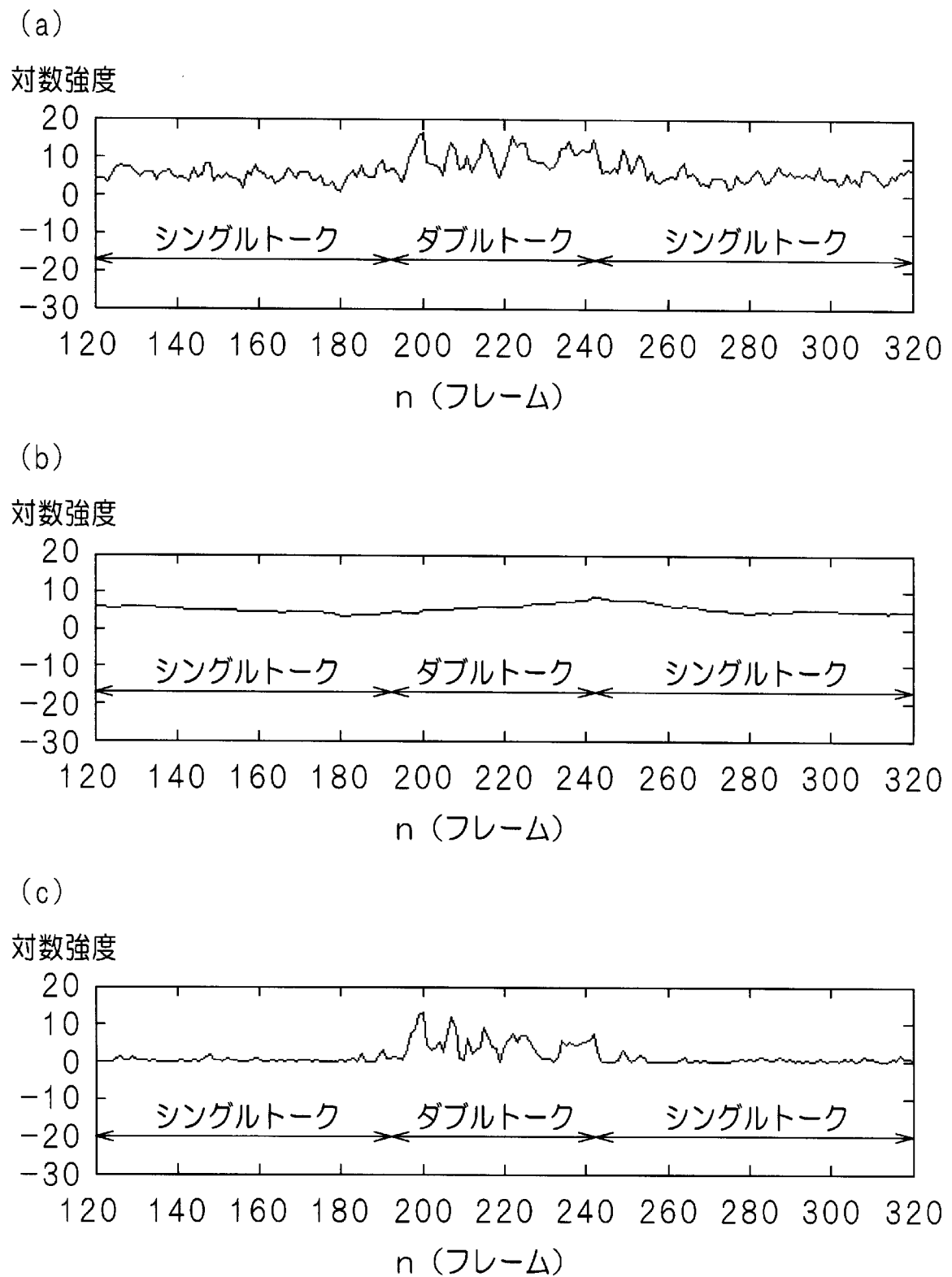
[図4]



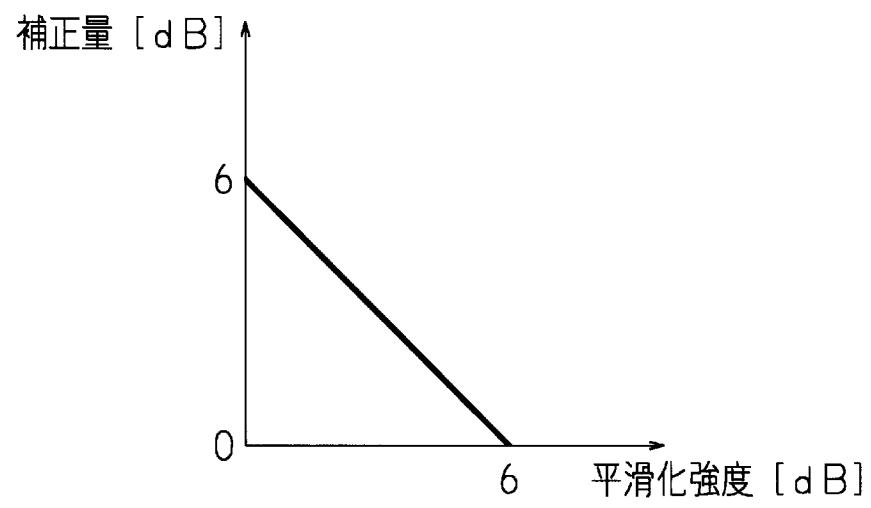
[図5]



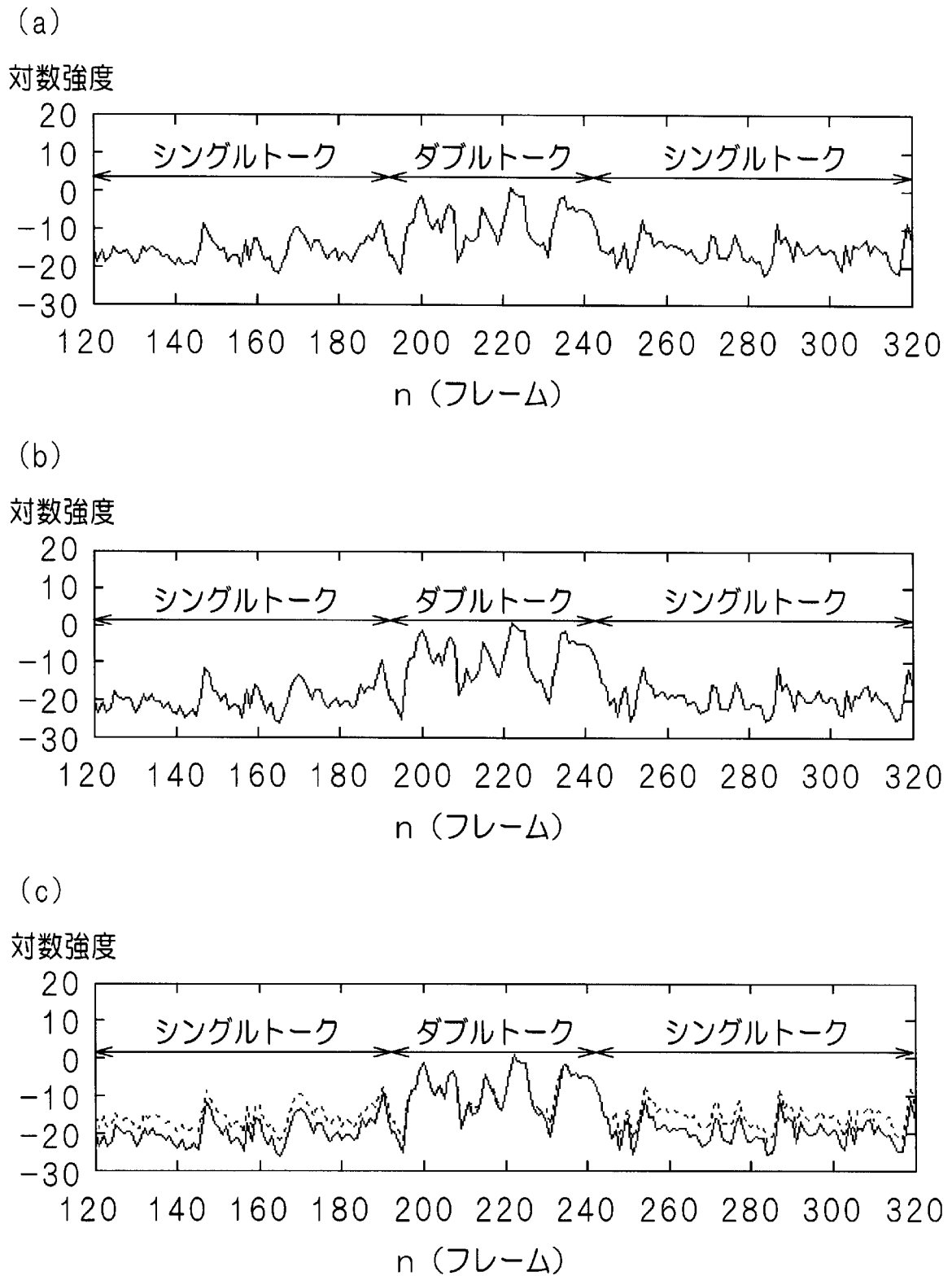
[図6]



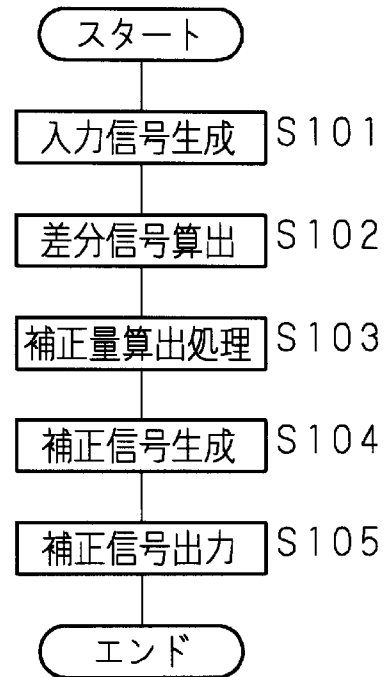
[図7]



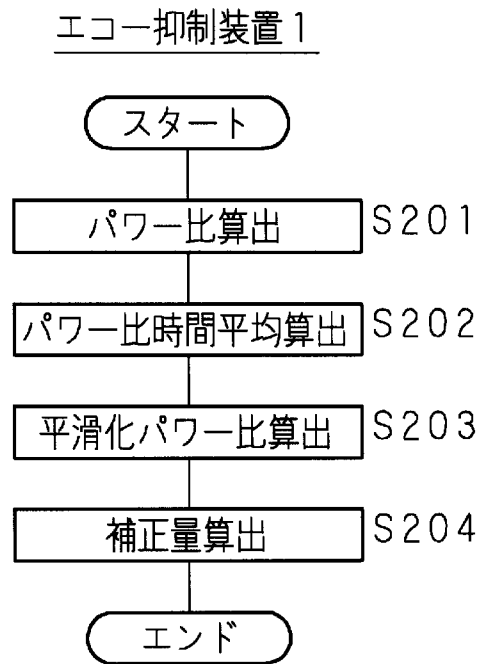
[図8]



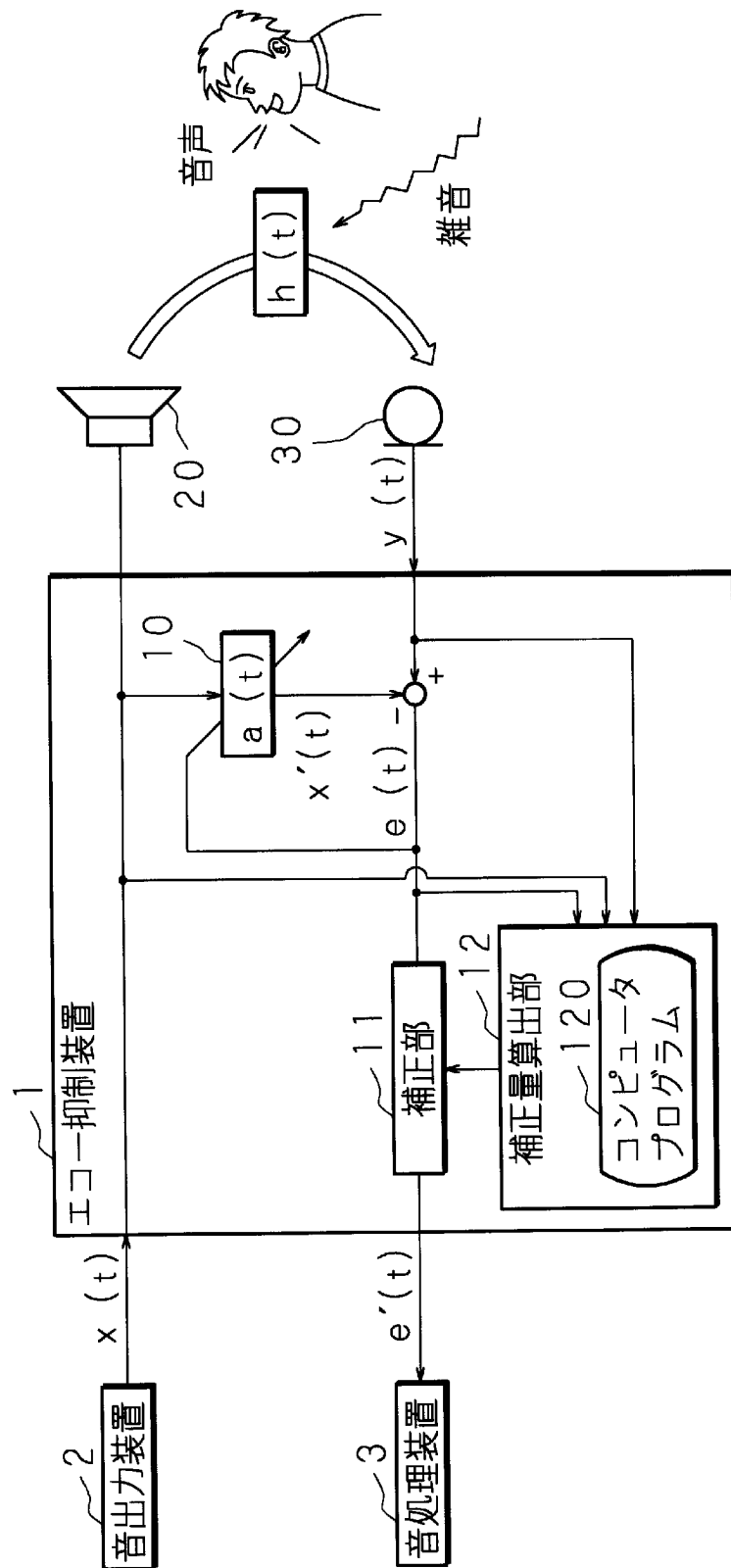
[図9]

エコー抑制装置 1

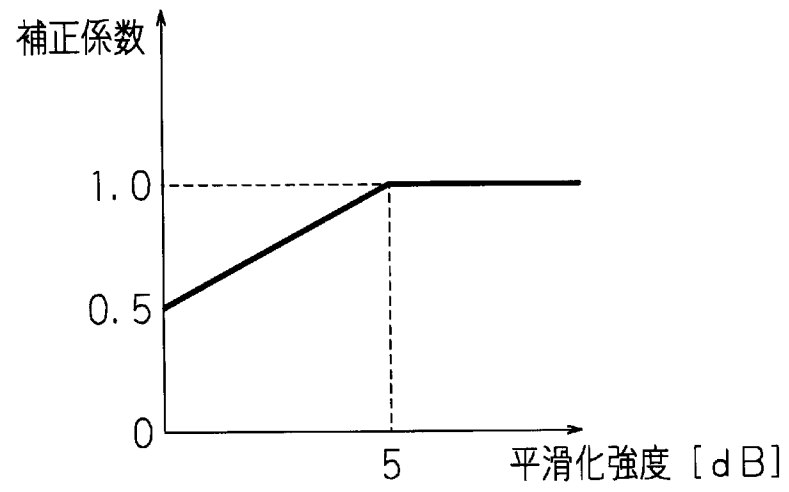
[図10]



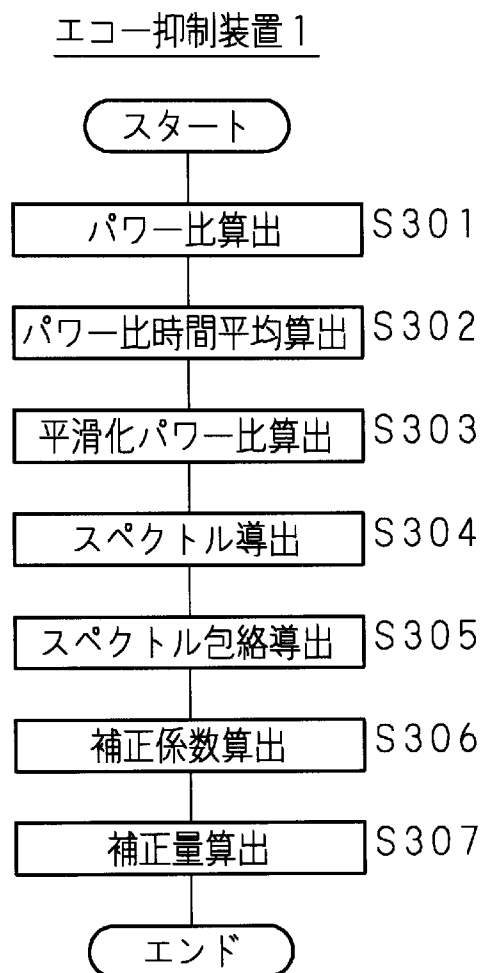
[図11]



[図12]



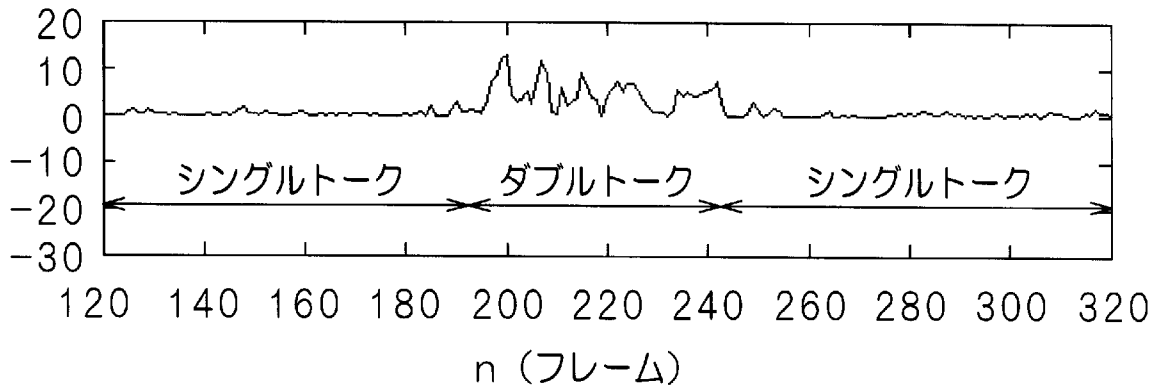
[図13]



[図14]

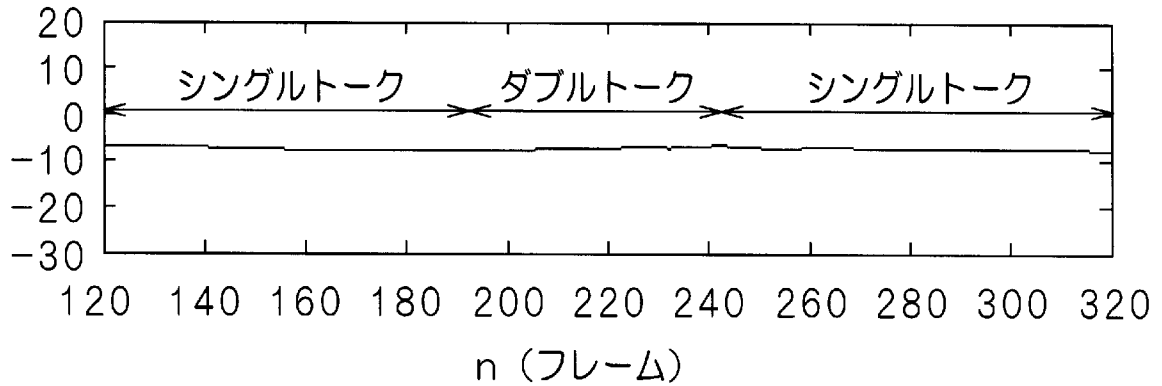
(a)

対数強度



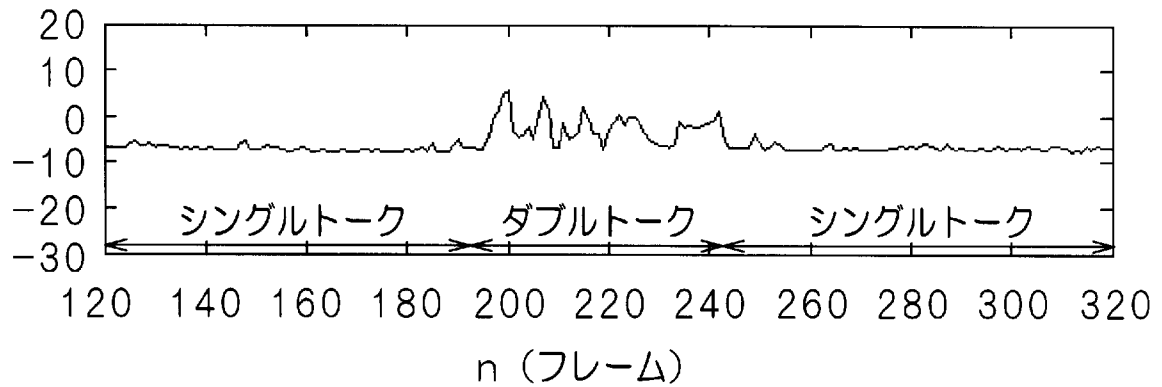
(b)

対数強度

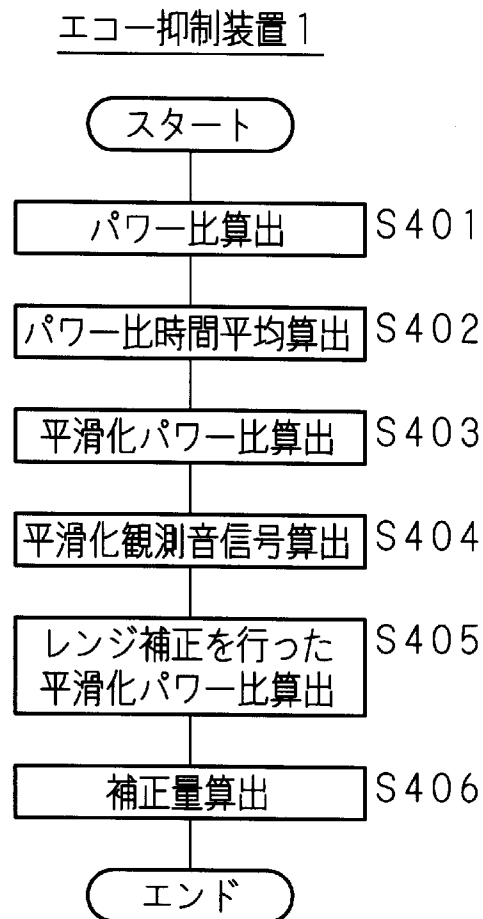


(c)

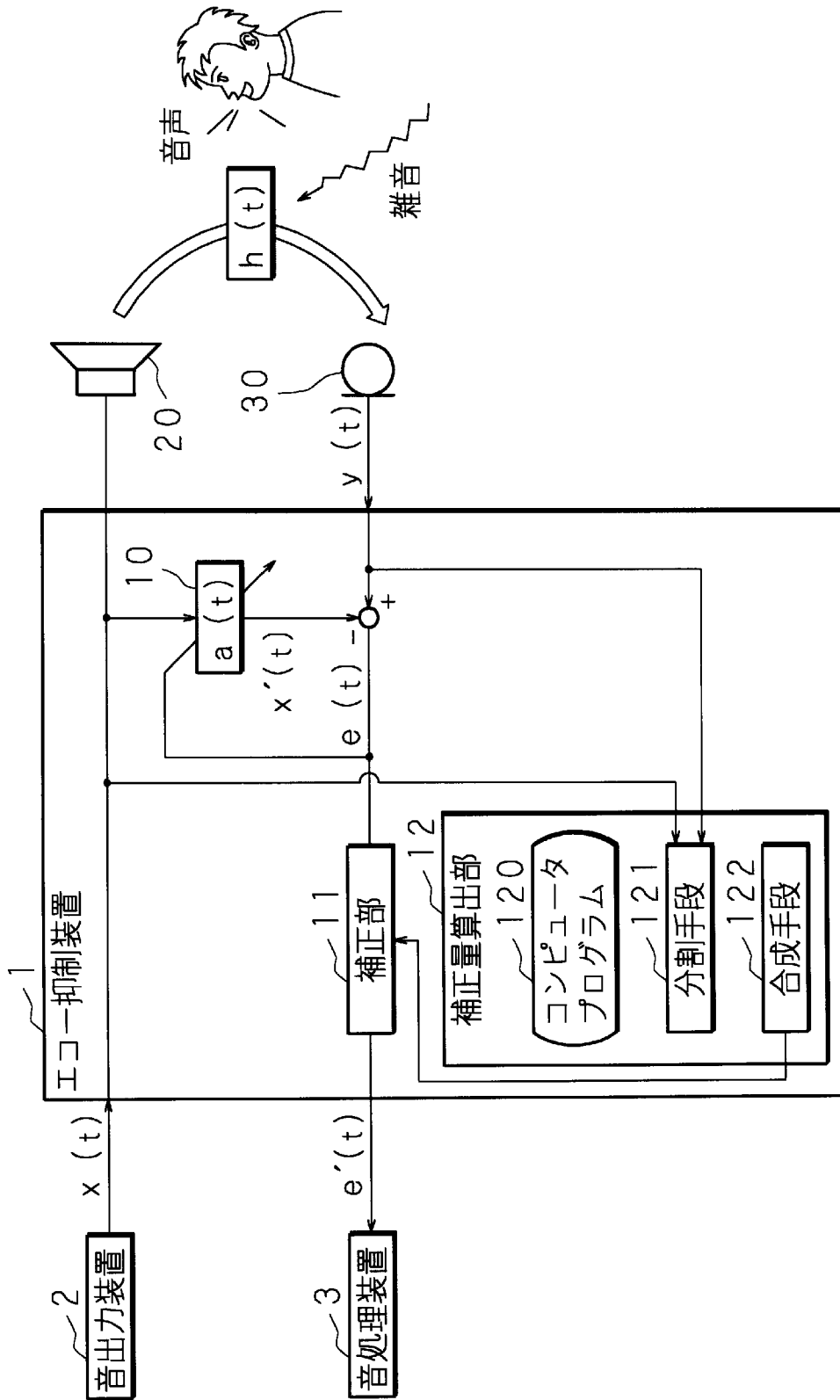
対数強度



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/066470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G10L21/02(2006.01) i, G10K11/178(2006.01) i, H04R3/02(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)
G10L21/02, G10K11/178, H04R3/02

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-84212 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 22 March, 2002 (22.03.02), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8
A	WO 2006/049260 A1 (NEC Corp.), 11 May, 2006 (11.05.06), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1-8
A	JP 2005-250266 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 15 September, 2005 (15.09.05), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-8

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 16 November, 2007 (16.11.07)	Date of mailing of the international search report 27 November, 2007 (27.11.07)
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/066470

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-237769 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 23 August, 2002 (23.08.02), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8
A	JP 2003-284183 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 03 October, 2003 (03.10.03), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-8
A	JP 10-304489 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; Figs. 1 to 6 & EP 880260 A2 & US 6181753 B1	1-8
A	JP 7-226793 A (Fujitsu Ltd.), 22 August, 1995 (22.08.95), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	1-8
A	JP 11-331046 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 30 November, 1999 (30.11.99), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-8
A	JP 2007-519316 A (Motorola, Inc.), 12 July, 2007 (12.07.07), Full text; Figs. 1 to 8 & WO 2005/0605583 A2 & EP 1697192 A2 & US 2005/0129225 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G10L21/02(2006.01)i, G10K11/178(2006.01)i, H04R3/02(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. G10L21/02, G10K11/178, H04R3/02			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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) WPI			
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	
X	JP 2002-84212 A (日本電信電話株式会社) 2002.03.22, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-8	
A	WO 2006/049260 A1 (日本電気株式会社) 2006.05.11, 全文, 図1-12 (ファミリーなし)	1-8	
A	JP 2005-250266 A (日本電信電話株式会社) 2005.09.15, 全文, 図1-4 (ファミリーなし)	1-8	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 16.11.2007		国際調査報告の発送日 27.11.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 山下 剛史	5 Z 8 9 4 6
		電話番号 03-3581-1101 内線 3541	

C (続き) . 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 2002-237769 A (日本電信電話株式会社) 2002.08.23, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2003-284183 A (日本電信電話株式会社) 2003.10.03, 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 10-304489 A (沖電気工業株式会社) 1998.11.13, 全文, 図1-6 & EP 880260 A2 & US 6181753 B1	1-8
A	JP 7-226793 A (富士通株式会社) 1995.08.22, 全文, 図1-15 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 11-331046 A (日本電信電話株式会社) 1999.11.30, 全文, 図1-9 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2007-519316 A (モトローラ・インコーポレイテッド) 2007.07.12, 全文, 図1-8 & WO 2005/0605583 A2 & EP 1697192 A2 & US 2005/0129225 A1	1-8