

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-84253
(P2005-84253A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 0 L 15/20	G 1 0 L 3/02 3 0 1 C	5 D 0 1 5
G 1 0 L 15/00	H 0 3 H 17/02 6 3 5 B	5 D 0 2 0
G 1 0 L 15/28	H 0 4 R 3/02	
G 1 0 L 21/02	G 1 0 L 3/00 5 5 1 G	
H 0 3 H 17/02	G 1 0 L 3/00 5 7 1 H	
審査請求 未請求 請求項の数 33 O L (全 34 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-314483 (P2003-314483)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成15年9月5日(2003.9.5)	(74) 代理人	100072604 弁理士 有我 軍一郎
		(72) 発明者	國枝 伸行 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	野村 和也 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	中村 一啓 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		Fターム(参考)	5D015 EE04 5D020 BB07 CC04 CC06

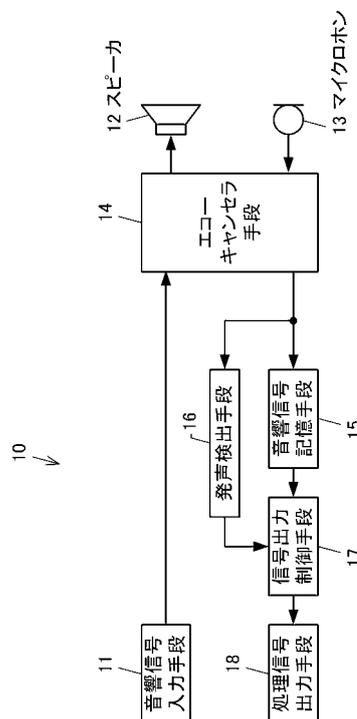
(54) 【発明の名称】 音響処理装置、方法、プログラム及び記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 音響信号の処理時間の短縮化を図ることができる音響処理装置を提供すること。

【解決手段】 第1音響信号を入力する音響信号入力手段11と、第1音響信号を第1音響に変換して出力するスピーカ12と、第2音響を入力して第2音響信号を出力するマイクロホン13と、第2音響信号から音響エコー成分を低減した第3音響信号を出力するエコーキャンセラ手段14と、第3音響信号を時系列に記憶する音響信号記憶手段15と、第3音響信号から音声成分を検出する発声検出手段16と、第3音響信号の所定の信号を第4音響信号として出力する処理信号出力手段18と、発声検出手段16が音声成分を検出したとき、処理信号出力手段18が第4音響信号を出力するよう制御する信号出力制御手段17とを備える構成とすることにより、音響信号の処理時間の短縮化を図るようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 音響信号を入力する音響信号入力手段と、

前記第 1 音響信号を音に変換して空間に出力するスピーカと、

空間の音を收音して第 2 音響信号として出力するマイクロホンと、

前記第 1 音響信号及び前記第 2 音響信号に基づき、前記第 2 音響信号から前記第 2 音響信号に含まれる前記第 1 音響信号の成分を表す音響エコー成分を低減した第 3 音響信号を出力するエコーキャンセラ手段と、

前記第 3 音響信号を時系列に記憶する音響信号記憶手段と、

前記第 3 音響信号から利用者が発声した音声成分を検出する発声検出手段と、

前記音響信号記憶手段によって記憶された前記第 3 音響信号に含まれる所定の時刻以降の信号を第 4 音響信号として出力する処理信号出力手段と、

前記発声検出手段によって前記音声成分が検出されたとき、前記処理信号出力手段が前記第 4 音響信号を出力するよう制御する信号出力制御手段とを備えたことを特徴とする音響処理装置。

10

【請求項 2】

前記発声検出手段は、前記第 1 音響信号及び前記第 3 音響信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の音響処理装置。

【請求項 3】

前記発声検出手段は、前記第 2 音響信号及び前記第 3 音響信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の音響処理装置。

20

【請求項 4】

前記発声検出手段は、前記第 1 音響信号、前記第 2 音響信号及び前記第 3 音響信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の音響処理装置。

【請求項 5】

前記スピーカから出力される前記音の音量を制御する音量制御手段を備え、前記発声検出手段は、前記音の音量に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 6】

前記利用者が発声するタイミングを検出する発声検出補助手段を備え、前記発声検出手段は、前記発声検出補助手段によって検出された前記タイミングに基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれかに記載の音響処理装置。

30

【請求項 7】

前記マイクロホンは複数のマイクロホン素子を含み、前記複数のマイクロホン素子によって入力された前記利用者の音声の音声信号を制御するマイクロホン入力制御手段を備え、前記発声検出手段は、前記マイクロホン入力制御手段によって制御された前記利用者の音声の音声信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 8】

前記エコーキャンセラ手段によって出力された前記第 3 音響信号に含まれる騒音信号成分を抑圧する騒音抑圧手段を備え、前記発声検出手段は、前記騒音抑圧手段の出力に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記載の音響処理装置。

40

【請求項 9】

通信路を介し、前記音響信号入力手段に入力する信号の受信及び前記第 4 音響信号の送信を制御する通信制御手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 10】

通信路を介し、前記第 1 音響信号を前記スピーカに送信するとともに、前記マイクロホンによって出力される前記第 2 音響信号を前記エコーキャンセラ手段に送信する通信制御

50

手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 1 1】

前記エコーキャンセラ手段は、前記第 1 音響信号及び前記第 2 音響信号に基づき、前記スピーカーから出力される前記音が伝達される前記スピーカーから前記マイクロホンまでの伝達経路の特性を推定し、前記伝達経路の特性に応じたフィルタ係数を出力する適応フィルタと、

前記第 1 音響信号を記憶する第 1 音響信号記憶手段と、

前記フィルタ係数に基づき、前記第 1 音響信号記憶手段によって記憶された前記第 1 音響信号の畳み込み処理を行う畳み込み手段と、

10

前記適応フィルタによって出力された前記フィルタ係数の安定性を判定し、前記フィルタ係数を前記畳み込み手段に転送する係数転送判定手段と、

前記第 2 音響信号を記憶する第 2 音響信号記憶手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 0 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 1 2】

前記発声検出手段は、前記フィルタ係数の収束状況に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 1 に記載の音響処理装置。

【請求項 1 3】

前記エコーキャンセラ手段は、前記フィルタ係数の学習に必要な前記第 1 音響信号を記憶する第 1 学習用データ記憶手段と、

20

前記フィルタ係数の学習に必要な前記第 2 音響信号を記憶する第 2 学習用データ記憶手段と、

前記第 1 学習用データ記憶手段及び前記第 2 学習用データ記憶手段の記憶動作を制御する学習データ制御手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 1 4】

前記音響信号入力手段によって入力された前記第 1 音響信号は、オーディオ再生装置から出力されるオーディオ信号またはガイダンス再生装置から出力されるガイダンス音声信号を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 3 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 1 5】

30

前記処理信号出力手段は、前記第 4 音響信号を音声認識の処理を行う音声認識処理装置に出力することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 4 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 1 6】

前記処理信号出力手段は、前記発声検出手段が前記音声成分を検出した際に出力する信号を前記音声認識処理装置に出力することを特徴とする請求項 1 5 に記載の音響処理装置。

【請求項 1 7】

前記発声検出手段は、前記第 3 音響信号のパワーまたは信号レベルに基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 6 までのいずれかに記載の音響処理装置。

40

【請求項 1 8】

前記発声検出手段は、前記第 3 音響信号の周波数分析結果及び周波数判定結果のいずれかに基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 7 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 1 9】

前記信号出力制御手段は、前記発声検出手段によって前記音声成分が検出された時刻から所定時間遡った時刻を前記処理信号出力手段によって出力される前記第 4 音響信号の開始時刻とすることを特徴とする請求項 1 から請求項 1 8 までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項 2 0】

50

前記発声検出手段は、前記利用者の発声が終了した発声終了時刻を検出し、前記信号出力制御手段は、前記発声終了時刻を前記処理信号出力手段によって出力される前記第4音響信号の終了時刻とすることを特徴とする請求項1から請求項19までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項21】

前記発声検出手段は、予め設定された前記パワーまたは信号レベルの閾値に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする請求項17から請求項20までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項22】

前記閾値は、前記第3音響信号に含まれる騒音信号成分に応じて変化するように設定されていることを特徴とする請求項21に記載の音響処理装置。 10

【請求項23】

前記閾値は、前記スピーカーから出力される前記音の有無に基づいて変化するように設定されていることを特徴とする請求項21に記載の音響処理装置。

【請求項24】

前記閾値は、前記スピーカーから出力される前記音の出力時間に基づいて変化するように設定されていることを特徴とする請求項21に記載の音響処理装置。

【請求項25】

前記第4音響信号によって電気機器を動作させることを特徴とする請求項1から請求項24までのいずれかに記載の音響処理装置。 20

【請求項26】

前記電気機器は、カーナビゲーションシステムであることを特徴とする請求項25に記載の音響処理装置。

【請求項27】

前記第4音響信号は、前記利用者の歌声の信号を含むことを特徴とする請求項1から請求項26までのいずれかに記載の音響処理装置。

【請求項28】

前記マイクロホンから出力された前記第2音響信号によって、ハードウェア及びソフトウェアの少なくとも一方により製作された擬似生命体と対話することを特徴とする請求項1から請求項27までのいずれかに記載の音響処理装置。 30

【請求項29】

請求項1から請求項28までの音声処理装置を複数備え、各音声処理装置の前記スピーカーから出力された前記音のうち、前記マイクロホンに入力された成分を低減することを特徴とする音響処理システム。

【請求項30】

前記音声処理装置はそれぞれ、通信路を介し、前記音響エコー成分を低減するための音響信号を送受信することを特徴とする請求項29に記載の音響処理システム。

【請求項31】

第1音響信号及び前記第2音響信号に基づき、前記第2音響信号から前記第2音響信号に含まれる前記第1音響信号の成分を表す音響エコー成分を低減した第3音響信号を時間情報と共に記憶し、前記第3音響信号に所定の音声成分が含まれているとき、前記第3音響信号に含まれる所定の時間範囲の信号を第4音響信号として出力することを特徴とする音響処理方法。 40

【請求項32】

請求項31に記載の音響処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項33】

請求項32に記載のプログラムを記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エコーキャンセラを利用した音響処理装置、方法、プログラム及び記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

スピーカから音（例えば、音声や音楽など）を出力する環境下で、マイクロホンから例えば音声を入力するシステムとしては、テレビ会議システムやハンズフリー通話システムなどがある。このようなシステムでは、スピーカから出力される音響がマイクロホンに混入するという問題が発生する。このマイクロホンに混入する音を音響エコーと呼ぶ。この問題を解決する方法としては、エコーキャンセラの利用が一般的である。エコーキャンセラとは、スピーカから出力される音が既知であることを利用し、スピーカから出力される既知の音とマイクロホンに入力されるスピーカからの音とから、マイクロホンから入力された音に混入した音響エコー成分を適応フィルタによって推定し、音響エコー成分をキャンセルする処理を行うものである。このエコーキャンセラを利用した音響処理装置は、広く用いられており、例えば非特許文献1や非特許文献2などに詳しく示されている。

10

【0003】

一方、音声認識を利用した音声対話システムにおいても音響エコー成分の低減が求められている。例えば、カーナビゲーションシステムにおける音声対話システムでは、システム側から例えば「ご用はなんですか？」というガイダンス音声スピーカから出力され、それに対して利用者がマイクロホンで例えば「A遊園地に行きたい。」と答えるようになっている。現在ある多くの音声対話システムでは、システムのガイダンス音声出力が終了した後に発声するように制約されている。しかしながら、利用者にとってはガイダンス音声が出力されている間でも、割り込んで発声することができれば便利である。このような割り込み発声を可能にする技術は、バージイン（B a r g e - i n）と呼ばれ、音声対話システムで求められている技術となっている（例えば、非特許文献3参照）。

20

【0004】

音声対話システムでバージインを実現する際に大きな課題となるのが、マイクロホンから入力された音にスピーカから出力されたガイダンスの音声成分が音響エコー成分として含まれていると音声認識に悪影響を及ぼすことであり、通常はエコーキャンセラを利用して音響エコー成分を低減する。しかしながら、エコーキャンセラによって音響エコー成分を完全にキャンセルすることは困難である。

30

【0005】

例えば、騒音環境下において音響エコー成分の推定精度が低下したり、音響エコーが伝達された経路（以下、音響エコー経路という。）の特性を推定する際に利用者の音声を重ねていたために誤った学習が行われたり、音響エコー経路の特性が時間とともに変化しているために推定誤差が生じたりするなどの問題により、キャンセルすべき音響エコー成分の引き残り信号（以下、残留エコーという。）が発生する。この残留エコーが音声認識や音声出力に与える影響を軽減するため、エコーキャンセラで処理した信号から利用者が発声した音声区間のみを取り出す技術の検討が行われている。また、利用者が発声している時間に適応フィルタに学習させると誤った学習となる問題への対策としては、利用者の音声の有無を検出して、学習及び更新を行うようにする検討も行われている。

40

【0006】

前述のように、音声対話システムにおけるガイダンス音声を低減する技術、システム自身が出力している例えば音楽の信号をキャンセルする技術、音響エコー成分を取り除いて音声信号を出力する技術はこれまでも検討が行われている。

【0007】

例えば、特許文献1に記載の「音響信号記録再生装置」及び特許文献2に記載の「情報処理装置」においては、図33に示すように、音響信号入力手段1と、スピーカ2と、マイクロホン3と、エコーキャンセラ手段4と、処理信号出力手段5とを備え、エコーキャンセラ手段4によって音響エコー成分が低減できるようになっている。

50

【0008】

また、特許文献3に記載の「音声認識装置」においては、図34に示すように、音響信号入力手段1と、スピーカ2と、マイクロホン3と、エコーキャンセラ手段4と、処理信号出力手段5と、音声区間検出手段6を備え、エコーキャンセラ手段4の入出力信号のレベル差から利用者の発声が存在するかどうかを判定し、音声区間検出手段6によって音声区間を切り出すことにより音響エコー成分が低減できるようになっている。

【0009】

また、特許文献4に記載の「音声入力方式」においては、エコーキャンセラで処理した信号から音声部分のみを抽出して、再びスピーカから出力することで、利用者に発声内容を確認させることができるようになっている。

10

【0010】

また、特許文献5に記載の「音声対話システム」においては、背景騒音のパワーと適応フィルタで予測した音響エコー成分のパワーの特に継続時間を利用して利用者の発声検出を行い、音声区間のときにはそれ以前の適応フィルタの係数を使うように構成され、音声があるときのみ音声認識ができるようになっている。

【0011】

また、特許文献6に記載の「音声処理装置および方法」においては、エコーキャンセラ処理した後の信号の時間情報及び周波数情報を利用し、利用者の発声を検出して適応フィルタの学習を行うタイミングが決定できるようになっている。

【0012】

また、特許文献7に記載の「音声の重畳検出方法及び装置とその検出装置を利用する音声入出力装置」においては、音声出力部と音声音源信号入力手段のパワー又は対数パワーを使って利用者の発声を検出し、エコーキャンセラの学習に適したデータが得られるようになっている。

20

【特許文献1】特開平8-107375号公報(第4-5頁、第1図)

【特許文献2】特開平8-51385号公報(第3-4頁、第1図)

【特許文献3】特開2001-134275号公報(第3-4頁、第5図)

【特許文献4】特開2001-94370号公報(第3-4頁、第1図)

【特許文献5】特開平5-323993号公報(第3-4頁、第1図)

【特許文献6】特許第3229335号公報(第4頁、第2図)

30

【特許文献7】特開平7-264103号公報(第4頁、第1図)

【非特許文献1】電子情報通信学会(編)「音響システムとデジタル処理」pp.209-218、コロナ社、1995。

【非特許文献2】北脇信彦(編著)「デジタル音声・オーディオ技術」オーム社、pp.21-257、1999。

【非特許文献3】北脇信彦(編著)「音のコミュニケーション工学」コロナ社、pp.128-130、1996。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

40

しかしながら、このような従来の音声処理装置では、例えば利用者の発声が終了するまで信号を出力することができなかつたり、音響エコー成分を低減するためのアルゴリズムが不十分であったり、適応フィルタの係数が十分に収束しない状態で適応フィルタの係数を利用していたりするので、音響エコー成分を十分低減できず、また、エコーキャンセラで音響信号を処理してから出力するまでの時間の短縮化が図れないという問題があった。

【0014】

本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、マイクロホンが出力する信号から音響エコー成分をより効果的に低減するとともに、エコーキャンセラで音響信号を処理してから出力するまでの時間の短縮化を図ることができる音響処理装置を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の音響処理装置は、第1音響信号を入力する音響信号入力手段と、前記第1音響信号を音に変換して空間に出力するスピーカと、空間の音を收音して第2音響信号として出力するマイクロホンと、前記第1音響信号及び前記第2音響信号に基づき、前記第2音響信号から前記第2音響信号に含まれる前記第1音響信号の成分を表す音響エコー成分を低減した第3音響信号を出力するエコーキャンセラ手段と、前記第3音響信号を時系列に記憶する音響信号記憶手段と、前記第3音響信号から利用者が発声した音声成分を検出する発声検出手段と、前記音響信号記憶手段によって記憶された前記第3音響信号に含まれる所定の時刻以降の信号を第4音響信号として出力する処理信号出力手段と、前記発声検出手段によって前記音声成分が検出されたとき、前記処理信号出力手段が前記第4音響信号を出力するよう制御する信号出力制御手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

10

【0016】

この構成により、発声検出手段は、第3音響信号から利用者が発声した音声成分を検出し、信号出力制御手段は、発声検出手段によって音声成分が検出されたとき、処理信号出力手段が第4音響信号を出力するよう制御するので、エコーキャンセラ手段で音響信号を処理してから出力するまでの時間の短縮化を図ることができる。

【0017】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記第1音響信号及び前記第3音響信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

20

【0018】

この構成により、発声検出手段は、第3音響信号から利用者が発声した音声成分を高精度で検出することができる。

【0019】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記第2音響信号及び前記第3音響信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

【0020】

この構成により、発声検出手段は、第2音響信号と第3音響信号との差を観測することができるので、第3音響信号から利用者が発声した音声成分を高精度で検出することができる。

30

【0021】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記第1音響信号、前記第2音響信号及び前記第3音響信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

【0022】

この構成により、発声検出手段は、第1音響信号、第2音響信号及び第3音響信号に基づいて利用者が発声した音声成分を高精度で検出することができる。

【0023】

また、本発明の音響処理装置は、前記スピーカから出力される前記音の音量を制御する音量制御手段を備え、前記発声検出手段は、前記音の音量に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

40

【0024】

この構成により、発声検出手段は、スピーカから出力された音のレベルを反映させた発声検出を行うことができるので、利用者が発声した音声成分を高精度で検出することができる。

【0025】

また、本発明の音響処理装置は、前記利用者が発声するタイミングを検出する発声検出補助手段を備え、前記発声検出手段は、前記発声検出補助手段によって検出された前記タイミングに基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

50

【0026】

この構成により、発声検出補助手段は、利用者が発声するタイミングを検出するので、発声検出手段は、利用者が発声した音声成分を高精度で検出することができる。

【0027】

また、本発明の音響処理装置は、前記マイクロホンは複数のマイクロホン素子を含み、前記複数のマイクロホン素子によって入力された前記利用者の音声の音声信号を制御するマイクロホン入力制御手段を備え、前記発声検出手段は、前記マイクロホン入力制御手段によって制御された前記利用者の音声の音声信号に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

【0028】

この構成により、利用者が発声した音声のSN比（信号対雑音比）を高くすることができると同時に、マイクロホンへ混入する音響エコーを少なくすることができ、発声検出精度をより高めることができるとともに、処理信号出力手段から出力される信号に含まれる残留エコーのレベルを低減することができる。

【0029】

また、本発明の音響処理装置は、前記エコーキャンセラ手段によって出力された前記第3音響信号に含まれる騒音信号成分を抑圧する騒音抑圧手段を備え、前記発声検出手段は、前記騒音抑圧手段の出力に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

【0030】

この構成により、騒音抑圧手段は、第3音響信号に含まれる騒音信号成分を抑圧するので、発声検出補助手段は、騒音の影響が低減された信号で発生検出を行うことができる。

【0031】

また、本発明の音響処理装置は、通信路を介し、前記音響信号入力手段に入力する信号の受信及び前記第4音響信号の送信を制御する通信制御手段を備えたことを特徴とする構成を有している。

【0032】

この構成により、ネットワークを介して音響信号の送受信が可能となり、ネットワークに接続されたシステムへの応用も可能となる。

【0033】

また、本発明の音響処理装置は、通信路を介し、前記第1音響信号を前記スピーカーに送信するとともに、前記マイクロホンによって出力される前記第2音響信号を前記エコーキャンセラ手段に送信する通信制御手段を備えたことを特徴とする構成を有している。

【0034】

この構成により、スピーカー及びマイクロホンと音響処理を行う手段が必ずしも同一のシステム内にある必要はなくなるため、スピーカーとマイクロホンを小型の装置に組み込み、エコーキャンセラ等の手段を大型の装置に組み込んで実行することも可能となる。

【0035】

また、本発明の音響処理装置は、前記エコーキャンセラ手段は、前記第1音響信号及び前記第2音響信号に基づき、前記スピーカーから出力される前記音が伝達される前記スピーカーから前記マイクロホンまでの伝達経路の特性を推定し、前記伝達経路の特性に応じたフィルタ係数を出力する適応フィルタと、前記第1音響信号を記憶する第1音響信号記憶手段と、前記フィルタ係数に基づき、前記第1音響信号記憶手段によって記憶された前記第1音響信号の畳み込み処理を行う畳み込み手段と、前記適応フィルタによって出力された前記フィルタ係数の安定性を判定し、前記フィルタ係数を前記畳み込み手段に転送する係数転送判定手段と、前記第2音響信号を記憶する第2音響信号記憶手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。

【0036】

この構成により、適応フィルタで行うスピーカーからマイクロホンまでの音響エコー経路の特性の推定精度が高くなるまで第1音響信号記憶手段及び第2音響信号記憶手段に蓄

10

20

30

40

50

えておくことが可能となり、精度よいエコーキャンセル処理を行うことが可能となると同時に、遅延時間の少ない状態で処理信号を出力することができる。

【0037】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記フィルタ係数の収束状況に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

【0038】

この構成により、エコーキャンセル処理で処理された信号の精度を知ることが可能となるため、より高精度な発声検出を行うことができる。

【0039】

また、本発明の音響処理装置は、前記エコーキャンセラ手段は、前記フィルタ係数の学習に必要な前記第1音響信号を記憶する第1学習用データ記憶手段と、前記フィルタ係数の学習に必要な前記第2音響信号を記憶する第2学習用データ記憶手段と、前記第1学習用データ記憶手段及び前記第2学習用データ記憶手段の記憶動作を制御する学習データ制御手段とを備えたことを特徴とする構成を有している。 10

【0040】

この構成により、少ない学習データを利用して音響エコー経路の特性を学習することができる。

【0041】

また、本発明の音響処理装置は、前記音響信号入力手段によって入力された前記第1音響信号は、オーディオ再生装置から出力されるオーディオ信号またはガイダンス再生装置から出力されるガイダンス音声信号を含むことを特徴とする構成を有している。 20

【0042】

この構成により、スピーカから出力した音楽やガイダンス音声などの音響信号の影響を低減して、精度よく利用者の音声成分を出力することができる。

【0043】

また、本発明の音響処理装置は、前記処理信号出力手段は、前記第4音響信号を音声認識の処理を行う音声認識処理装置に出力することを特徴とする構成を有している。

【0044】

この構成により、スピーカから出力した信号の影響を受けずに音声認識を行うことが可能となり、性能の良い音声対話装置を実現することもできる。 30

【0045】

また、本発明の音響処理装置は、前記処理信号出力手段は、前記発声検出手段が前記音声成分を検出した際に出力する信号を前記音声認識処理装置に出力することを特徴とする構成を有している。

【0046】

この構成により、スピーカから出力した信号の影響を小さくして音声認識を行うことができる。

【0047】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記第3音響信号のパワーまたは信号レベルに基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。 40

【0048】

この構成により、比較的観測しやすい例えば音響信号のパワーを用いて発声検出を行うことができ、あらかじめ設定した閾値と比較することによって発声検出を行うことができる。

【0049】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記第3音響信号の周波数分析結果及び周波数判定結果のいずれかに基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

【0050】

この構成により、周波数分析によるスペクトルパターンや、調波構造の有無、音声の周 50

期性、基本周波数の値、などを観測することができるため、音声の特徴に注目した発声検出を行うことができる。

【0051】

また、本発明の音響処理装置は、前記信号出力制御手段は、前記発声検出手段によって前記音声成分が検出された時刻から所定時間遡った時刻を前記処理信号出力手段によって出力される前記第4音響信号の開始時刻とすることを特徴とする構成を有している。

【0052】

この構成により、音響信号記憶手段で行う処理を一定時間出力を遅らせる遅延手段と同等の構成とすることが可能となり、より単純な構成となるほか、スピーカから出力された音響信号の影響を低減して音声信号が含まれた部分の信号を出力できるように構成することができる。

10

【0053】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、前記利用者の発声が終了した発声終了時刻を検出し、前記信号出力制御手段は、前記発声終了時刻を前記処理信号出力手段によって出力される前記第4音響信号の終了時刻とすることを特徴とする構成を有している。

【0054】

この構成により、音響処理方法から出力される信号を音声区間に絞った信号として処理することができる。

【0055】

また、本発明の音響処理装置は、前記発声検出手段は、予め設定された前記パワーまたは信号レベルの閾値に基づいて前記音声成分を検出することを特徴とする構成を有している。

20

【0056】

この構成により、利用者の発声検出を閾値との比較という単純な方法で実現することができる。

【0057】

また、本発明の音響処理装置は、前記閾値は、前記第3音響信号に含まれる騒音信号成分に応じて変化するように設定されていることを特徴とする構成を有している。

【0058】

この構成により、利用者の発声検出を閾値で行う際に、騒音下における利用者の発声レベル上昇を考慮した閾値の設定を実現することができる、より高精度な発声検出を行うことができる。

30

【0059】

また、本発明の音響処理装置は、前記閾値は、前記スピーカから出力される前記音の有無に基づいて変化するように設定されていることを特徴とする構成を有している。

【0060】

この構成により、スピーカから出力されている音の影響の程度を予測して、それを反映した閾値設定が可能となり、より高精度な発声検出を行うことができる。

【0061】

また、本発明の音響処理装置は、前記閾値は、前記スピーカから出力される前記音の出力時間に基づいて変化するように設定されていることを特徴とする構成を有している。

40

【0062】

この構成により、エコーキャンセラ手段によるスピーカからの出力信号の低減効果を予測し、それを反映した閾値設定が可能となり、より高精度な発声検出を行うことができる。

【0063】

また、本発明の音響処理装置は、前記第4音響信号によって電気機器を動作させることを特徴とする構成を有している。

【0064】

50

この構成により、例えばテレビやオーディオ装置、空調機器などの様々な機器で本発明が提供する音響処理方法を組み込んだ装置を実現することができる。

【0065】

また、本発明の音響処理装置は、前記電気機器は、カーナビゲーションシステムであることを特徴とする構成を有している。

【0066】

この構成により、カーナビゲーションへの音声操作をスムーズに実現することができる。

【0067】

また、本発明の音響処理装置は、前記第4音響信号は、前記利用者の歌声の信号を含むことを特徴とする構成を有している。 10

【0068】

この構成により、利用者が歌った音楽の信号を抽出することができる。

【0069】

また、本発明の音響処理装置は、前記マイクロホンから出力された前記第2音響信号によって、ハードウェア及びソフトウェアの少なくとも一方により製作された擬似生命体と対話することを特徴とする構成を有している。

【0070】

この構成により、ロボットまたは擬人化されたキャラクタと対話ができるシステムを実現することができる。 20

【0071】

本発明の音響処理システムは、音声処理装置を複数備え、各音声処理装置の前記スピーカーから出力された前記音のうち、前記マイクロホンに入力された成分を低減することを特徴とする構成を有している。

【0072】

この構成により、近くにある2つの音響処理装置のスピーカーから出力される信号の情報を得ることができるため、より効果的なエコーキャンセル部処理を行うことができる。

【0073】

また、本発明の音響処理システムは、前記音声処理装置はそれぞれ、通信路を介し、前記音響エコー成分を低減するための音響信号を送受信することを特徴とする構成を有している。 30

【0074】

この構成により、物理的に接続されていない近くにある2つの音響処理装置のスピーカーから出力される信号の情報を得ることができるため、より効果的なエコーキャンセル部処理を行うことができる。

【0075】

本発明の音響処理方法は、第1音響信号及び前記第2音響信号に基づき、前記第2音響信号から前記第2音響信号に含まれる前記第1音響信号の成分を表す音響エコー成分を低減した第3音響信号を時間情報と共に記憶し、前記第3音響信号に所定の音声成分が含まれているとき、前記第3音響信号に含まれる所定の時間範囲の信号を第4音響信号として出力することを特徴とする方法である。 40

【0076】

この方法により、音響エコー成分を低減した第3音響信号を時間情報と共に記憶した後、第3音響信号に利用者の音声成分が含まれているとき、第3音響信号に含まれる所定の時間範囲の信号を第4音響信号として出力することができる。

【0077】

本発明のプログラムは、音響処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【0078】

このプログラムにより、コンピュータは音響処理方法の各ステップを実行することとな 50

る。

【0079】

本発明の記憶媒体は、請求項32に記載のプログラムを記憶した記憶媒体である。

【0080】

この記憶媒体により、コンピュータに音響処理方法の各ステップを実行させることができる。

【発明の効果】

【0081】

本発明は、第3音響信号から利用者が発声した音声成分を検出する発声検出手段と、発声検出手段によって音声成分が検出されたとき、処理信号出力手段が第4音響信号を出力するよう制御する信号出力制御手段とを設けることにより、エコーキャンセラ手段で音響信号を処理してから出力するまでの時間の短縮化を図ることができるという効果を有する音響処理装置を提供することができるものである。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0082】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、各実施の形態の構成の説明において、既出の同様の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。また、動作の説明において、既出の同様の構成に係る動作の説明は省略する。

【0083】

(第1の実施の形態)

20

まず、本発明の第1の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0084】

図1に示すように、本実施の形態の音響処理装置10は、第1音響信号を入力する音響信号入力手段11と、第1音響信号を第1音響に変換して出力するスピーカ12と、第2音響を入力して第2音響信号を出力するマイクロホン13と、第1音響信号及び第2音響信号に基づき、第2音響信号から第2音響信号に含まれる第1音響信号の成分を表す音響エコー成分を低減した第3音響信号を出力するエコーキャンセラ手段14と、第3音響信号を時系列に記憶する音響信号記憶手段15と、第3音響信号から利用者が発声した音声成分を検出する発声検出手段16と、音響信号記憶手段15によって記憶された第3音響信号に含まれる所定の時間区間の信号を第4音響信号として出力する処理信号出力手段18と、発声検出手段16によって音声成分が検出されたとき、処理信号出力手段18が第4音響信号を出力するよう制御する信号出力制御手段17とを備えている。

30

【0085】

なお、前述の第1音響及び第2音響として、それぞれ、利用者に音声入力を促すガイダンス音声及び利用者の音声を挙げて以下説明する。

【0086】

エコーキャンセラ手段14は、例えば、図2または図3に示すように構成されている。

【0087】

図2においてエコーキャンセラ手段14は、ガイダンス音声信号及び利用者の音声信号に基づき、ガイダンス音声出力されるスピーカ12からマイクロホン13までの伝達経路の特性を推定し、伝達経路の特性に応じたフィルタ係数を出力する適応フィルタ19を備えている。

40

【0088】

一方、図3においてエコーキャンセラ手段14は、伝達経路の特性に応じたフィルタ係数を出力する適応フィルタ19と、フィルタ係数に基づいてガイダンス音声信号の畳み込み処理を行う畳み込み手段21と、適応フィルタ19によって出力されたフィルタ係数の安定性を判定し、フィルタ係数が安定しているとき、フィルタ係数を畳み込み手段21に転送する係数転送判定手段20とを備えている。

【0089】

次に、本実施の形態の音響処理装置10の動作について説明する。

50

【0090】

まず、音響信号入力手段11によって、利用者の音声入力を促すガイダンス音声信号、例えば「どこに行きますか?」という音声信号が入力される。次いで、ガイダンス音声信号は、エコーキャンセラ手段14に入力され、スピーカ-12によってガイダンス音声空間へ出力される。

【0091】

引き続き、マイクロホン13によって、例えば「A遊園地に行きたい。」というような利用者の音声が入力される。このとき、マイクロホン13には、利用者が発声した音声のほかにスピーカ-12によって出力されたガイダンス音声も混入する。このガイダンス音声は音響エコーとなり、利用者の音声処理において妨害音となるため、エコーキャンセラ手段14によってガイダンス音声をキャンセルする処理が行われる。

10

【0092】

ここで、エコーキャンセラ手段14によるガイダンス音声のキャンセル処理について、2つの例を挙げて以下説明する。

【0093】

第1に、エコーキャンセラ手段14が図2に示された構成の場合についてガイダンス音声のキャンセル処理を具体的に説明する。

【0094】

音響信号入力手段11によって入力されるガイダンス音声の時系列信号を $x(i)$ 、このガイダンス音声 $x(i)$ がスピーカ-12からマイクロホン13に混入した信号、すなわち音響エコーを $y(i)$ 、利用者が発声した信号を $s(i)$ 、背景騒音信号を $n(i)$ とすると、マイクロホン13に入力される信号 $d(i)$ は、 $d(i) = s(i) + y(i) + n(i)$ で表現される。

20

【0095】

このとき、適応フィルタ19では $d(i)$ に含まれるガイダンス信号成分 $y(i)$ の推定値 $y_d(i)$ の計算を行い、エコーキャンセラ手段14の処理として $e(i) = d(i) - y_d(i)$ を行う。こうしてマイクロホン13から入力された信号 $d(i)$ に含まれるガイダンス音声成分をキャンセルした信号 $e(i)$ (第3音響信号)が得られ、音響信号記憶手段15によって記憶される。

【0096】

第2に、エコーキャンセラ手段14が図3に示された構成の場合についてガイダンス音声のキャンセル処理を具体的に説明する。なお、図3に示された構成は、デュアルフィルタ構成と呼ばれるものである。このデュアルフィルタ構成のエコーキャンセラについては、例えば「デュアルフィルタ構成エコーキャンセラにおける係数転送方式について」(王、松井、寺田、中山著:日本音響学会講演論文集、3-p-10、pp.491-492、Oct. 1999)で説明されている。

30

【0097】

図3に示すように、適応フィルタ19で学習したフィルタ係数を係数転送判定手段20に送り、係数転送判定手段20でフィルタ係数の安定性を判定する。もし、フィルタ係数が安定した状態のものであると判定されれば、フィルタ係数を畳み込み手段21に送ってエコーキャンセラ処理を行うようになっている。図3に示されたエコーキャンセラ手段14における適応フィルタ19のアルゴリズムについては、前述の非特許文献2や「適応フィルタ入門」(S.ヘイキン著、武部幹(訳):現代工学社、1987)などに様々な手法が示されている。

40

【0098】

前述のようなエコーキャンセラ処理を行う前後における $y(i)$ 、 $s(i)$ 、 $d(i)$ 、 $e(i)$ の時間波形の例を図4に示す。なお、図4においては、エコーキャンセラ処理を分かりやすくするため背景騒音 $n(i)$ がゼロである状態としている。また図4では、エコーキャンセラ処理後の信号の例として2種類示している。まず、図4(d)に示された $e_1(i)$ は適応フィルタ19のフィルタ係数が収束していないときの状態での出力例を

50

表し、ガイダンス音声の引き残りが大きく存在している。一方、図4(e)に示された $e_2(i)$ は適応フィルタ19のフィルタ係数が収束しているときの出力例を表しており、ガイダンス音声が大幅にキャンセルされていることが示されている。なお、適応フィルタ19における具体的な処理アルゴリズムの例は、前述の非特許文献2や「適応フィルタ入門」などに様々な手法が示されている。

【0099】

前述のようにエコーキャンセラ手段14から出力された信号 $e(i)$ は、一時的に音響信号記憶手段15に蓄えられる。このとき同時に、エコーキャンセラ手段14からの出力信号 $e(i)$ が発声検出手段16に送られ、信号 $e(i)$ の中に利用者が発声した音声成分を検出する検出処理が行われる。この検出処理は例えば信号のパワーに基づいて行われ、信号 $e(i)$ の平均パワー $P(i)$ を観測しておき、パワー $P(i)$ が閾値 TH を越えたとき $e(i)$ の中に利用者が発声した音声成分が含まれていると判断される。

10

【0100】

ここで、発声検出手段16による音声成分の検出処理の具体例を説明する。

【0101】

図5において、エコーキャンセラ処理後の信号 $e(i)$ には、ガイダンス音声の引き残りがあり、途中から利用者の発声音声が含まれている時間波形の例が示されている。図5の下部に示された発声音声の検出結果は、オフの状態からスタートし、音声があると判断された時刻以降でオンに変化する。

【0102】

図5に示されているように、通常は音声が始まってから少し遅れたタイミングで発声検出結果がオンになる。そこで、発声音声の検出結果がオフからオンに変わった瞬間の時刻を T_{on} とし、時刻 T_{on} から時間 T_m だけ遡った時刻 T_s 以降の信号 $e(i)$ (第4音響信号)を出力するよう処理信号出力手段18が信号出力制御手段17によって制御される。

20

【0103】

したがって、音響信号記憶手段15に蓄えられた信号から音響エコー成分を低減し、利用者が発声した音声成分を含んだ信号が処理信号出力手段18を通じて出力される。

【0104】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置10によれば、利用者の発声の終了を検出してから信号を出力するようになっている従来の技術とは異なり、発声検出手段16における発声検出結果がオンになったらすぐに信号出力を開始できる構成としたので、エコーキャンセラ処理をした信号を出力する時間を短縮することが可能となる。

30

【0105】

なお、本実施の形態で取り上げたエコーキャンセラ手段14におけるエコーキャンセラ処理や、発声検出手段16における音声成分の検出処理は一例であり、他の手法によって同等の処理を実現しても構わない。

【0106】

また、本実施の形態の第1の他の態様の音響処理装置30を図6に示す。音響処理装置30は、音楽などの再生を行うオーディオ再生手段31と、処理信号出力手段18から出力された音声信号を記録する音声記録手段32とを備えている。この構成により、音声記録手段32は、オーディオ再生手段31からの音楽信号及び音響エコーが低減された利用者の音声信号、例えば利用者の歌声の信号を記録することができる。なお、図7は、音響処理装置30のイメージを示したものである。利用者はスピーカー12から出力される音楽に合わせ歌を歌い、歌声の信号は音声記録手段32に記憶される。

40

【0107】

また、本実施の形態の第2の他の態様の音響処理装置40を図8に示す。音響処理装置40は、ガイダンス信号を再生するガイダンス再生手段41と、処理信号出力手段18から出力された音声信号に基づき音声認識を行う音声認識手段42とを備えている。この構成により、図9及び図10に示すような音声対話システムを構築する場合、エコーキャン

50

セラ処理をした信号を出力する時間が短縮できること及びエコーキャンセラ処理が確実にできることを生かして、自然なやり取りができる対話システムを実現することができる。図9及び図10においてモニタ43に現れるアニメーションキャラクタはソフトウェアで制作された擬似生命体の一例であり、利用者は、人間同士が対話するような感覚でアニメーションキャラクタと対話し、例えば情報の検索、記録等を行うことができる。

【0108】

(第2の実施の形態)

まず、本発明の第2の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0109】

図11に示すように、本実施の形態の音響処理装置50の構成は、本発明の第1の実施の形態の音響処理装置10に対し、発声検出手段16が、エコーキャンセラ手段14の出力信号と音響信号入力手段11の出力信号とに基づき、利用者が発声した音声成分の検出処理を行う点が異なっている。

10

【0110】

発声検出手段16は、音響信号入力手段11から出力された信号がスピーカ12を通じて出力される信号のレベルの変化、周波数特性、発声内容などの情報を得ることができるようになっている。したがって、利用者の発声検出を高精度で行うことが可能になる。例えば、音響信号入力手段11からガイダンス音声が発せられていると判断できるときには、発声検出するための閾値を高めを設定するなどの処理を行うことができるようになる。

20

【0111】

次に、本実施の形態の音響処理装置50の動作について説明する。ただし、発声検出手段16の動作についてのみ説明する。

【0112】

発声検出手段16において、音響信号入力手段11からの入力信号 $x(i)$ と、エコーキャンセラ手段14からの出力信号 $e(i)$ から利用者の発声が発せられる。本実施の形態では、信号のスージング値を使って発声検出を行う方法を例として取り挙げる。なお、信号のスージング値とは、信号振幅の絶対値の時間的な平均値をいう。

【0113】

エコーキャンセラ手段14から得られる信号を $e(i)$ のスージング値、 $P_e(i)$ を観測しておき、利用者の発声音声がないときの値を背景騒音のスージング値 $P_n(i)$ として記録しておく。そして、 $L(i) = P_e(i) - P_n(i)$ をフレームごとに観測し続け、この $L(i)$ が閾値 T_H を越えたときに、利用者の発声音声があるとみなすものとする。

30

【0114】

エコーキャンセラ処理を効果的に行うよう閾値 T_H を設定するには、音響信号入力手段11からの入力信号 $x(i)$ を観測しておき、音響信号入力手段11からガイダンス音声などが出力されているかどうかで閾値を変化させることが望ましい。また、 $e(i)$ に含まれる背景騒音レベルによって、利用者の発声レベルが変化したり、音響エコーの消去量が増えたりするため、 $P_e(i)$ によっても閾値を変化させるようにするのが望ましい。

40

【0115】

図12において、3種類の閾値 T_H の設定方法が示されている。まず閾値設定方法1は、騒音レベル $P_n(i)$ の値によらずに一定値の閾値 T_H とする方法を示している。次に閾値設定方法2は、騒音レベル $P_n(i)$ によって閾値 T_H の値を増加させる例を示している。閾値設定方法3は、騒音レベル $P_n(i)$ によって閾値 T_H が増加するが、ある $P_n(i)$ の範囲では閾値 T_H が変化しないようにした例を示している。図12に示された3つの閾値設定方法は一例であり、実際に使用するシステムに最適な方法で設定するのが望ましい。

【0116】

50

ここで、エコーキャンセラ処理を効果的に行うための閾値THの設定について補足する。まず背景騒音レベルによって閾値THを変化させることによってエコーキャンセラ処理を効果的に行うことができる。例えば、騒音レベルが上昇すると、一般的に利用者の発声レベルも上昇するので、騒音レベルが高いときには、発声検出の閾値THを高め設定するのが望ましい。

【0117】

また、スピーカー12から音響信号が出力されているかどうかによって、閾値THを変化させてもよく、スピーカー12から音響信号が出力されていない場合には、閾値THを小さく設定するとエコーキャンセラ処理を効果的に行うことができる。

【0118】

さらに、スピーカー12から出力される音響信号の合計時間によって閾値THを変化させてもよい。エコーキャンセラ手段14の性能がスピーカー12から出力される音響信号の合計時間が短いときには、エコーキャンセラ処理が不十分であることが多いからである。したがって、スピーカー12から出力される音響信号の合計時間が短いときには、閾値THを大きめに設定するのが望ましい。

【0119】

以上のように、閾値THを設定して利用者の発声検出を行い、音響エコー信号を低減して、利用者が発生した音声信号を含んだ信号を出力することが可能となる。

【0120】

次に、本実施の形態の音響処理装置50の処理信号出力手段18に音声認識手段42を接続した場合、音声認識手段42による音声認識性能を調べた実験結果について述べる。

【0121】

図13は、カーナビゲーション装置における音声認識処理を行った場合の性能評価結果を示している。この音声認識実験では、ガイダンス音声出力されている間に利用者が施設名を発声したときの音声認識率を求めている。条件は、不特定話者型の単語認識であり、辞書は2600単語辞書、アイドリング相当のSN比25dBの環境で使用したときを仮定している。

【0122】

図13の横軸は、発声タイミングであり、ガイダンス出力開始時刻を0.5秒、利用者の発声タイミングを1秒としたときの音声認識率を縦軸に表示している。この結果より、エコーキャンセラを用いないで音声認識したときの認識率51に比べて、処理信号出力手段18から出力した信号を音声認識したときの認識率52の方が、音声認識性能が大幅に改善されていることが分る。

【0123】

なお、本実施の形態で説明した発声検出手段16における処理の例、閾値の設定方法などは一例であり、これらに限定されるものではない。

【0124】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置50は、発声検出手段16は、エコーキャンセラ手段14の出力信号と音響信号入力手段11から出力される信号とに基づき、利用者が発声した音声成分の検出処理を行う構成としたので、エコーキャンセラ処理においてガイダンス音声を十分にキャンセルしづらい環境で動作させる場合でも、エコーキャンセラ処理の効果をあげることができる。

【0125】

(第3の実施の形態)

まず、本発明の第3の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0126】

図14に示すように、本実施の形態の音響処理装置60は、エコーキャンセラ手段14に入力される信号とエコーキャンセラ手段14で処理されて出力された信号とに基づき、利用者が発声した音声成分の検出処理を行う発声検出手段16を備えている。

【0127】

10

20

30

40

50

次に、本実施の形態の音響処理装置 60 の動作について説明する。ただし、発声検出手段 16 の動作についてのみ説明する。

【0128】

エコーキャンセラ手段 14 に入力される信号とエコーキャンセラ手段 14 で処理されて出力された信号とが発声検出手段 16 に入力され、発声検出手段 16 は、両者の信号に基づいて利用者が発声した音声成分の検出処理を行う。なお、検出処理の詳細については、第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態において説明したので省略する。

【0129】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置 60 によれば、発声検出手段 16 は、エコーキャンセラ手段 14 に入力される信号とエコーキャンセラ手段 14 で処理されて出力された信号とに基づき、利用者が発声した音声成分の検出処理を行う構成としたので、エコーキャンセラ手段 14 によってどの程度の信号キャンセルが行われたかを観測することができるようになり、例えばマイクロホン 13 からエコーキャンセラ手段 14 に入力される信号のレベルが高く、なおかつエコーキャンセラ手段 14 で処理された後の信号のレベルが高かった場合には、利用者が発声した音声が含まれるという判定を行うことができるので、高精度なエコーキャンセラ処理を行うことができる。

10

【0130】

(第 4 の実施の形態)

まず、本発明の第 4 の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0131】

図 15 に示すように、本実施の形態の音響処理装置 70 は、第 2 の実施の形態の音響処理装置 50 と第 3 の実施の形態の音響処理装置 60 とを組み合わせた構成をしている。すなわち、発声検出手段 16 は、音響信号入力手段 11 からスピーカー 12 を通じて出力される信号とマイクロホン 13 からエコーキャンセラ手段 14 に入力される信号と、エコーキャンセラ手段 14 で処理した信号とに基づいて、利用者が発声した音声成分の検出処理を行うようになっている。

20

【0132】

本実施の形態の音響処理装置 70 の動作については、第 2 の実施の形態及び第 3 の実施の形態において説明したので省略する。

【0133】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置 70 によれば、音響信号入力手段 11 からスピーカー 12 を通じて出力される信号とマイクロホン 13 からエコーキャンセラ手段 14 へ入力される信号と、エコーキャンセラ手段 14 で処理した信号とに基づいて、利用者が発声した音声成分の検出処理を行う構成としたので、利用者が発声した音声成分の検出処理を精度よく行うことができ、確実にエコーキャンセラ処理を行うことができる。

30

【0134】

(第 5 の実施の形態)

まず、本発明の第 5 の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0135】

図 16 に示すように、本実施の形態の音響処理装置 80 は、第 1 の実施の形態の音響処理装置 10 に加えて、スピーカー 12 から出力される音響信号の出力レベルを制御する音量制御手段 81 を備えている。音量制御手段 81 は、音響信号の出力レベルを制御する際の制御情報を発声検出手段 16 に出力するようになっている。

40

【0136】

次に、本実施の形態の音響処理装置 80 の動作について説明する。ただし、発声検出手段 16 及び音量制御手段 81 の動作についてのみ説明する。

【0137】

音量制御手段 81 によって、音響信号入力手段 11 から入力された音響信号の出力レベルが制御される。したがって、スピーカー 12 から出力される音響の出力レベルは音量制御手段 81 の制御量に応じて増減し、音響エコー成分も増減することとなる。

50

【0138】

一方、発声検出手段16は、エコーキャンセラ手段14から出力されたキャンセル処理後のガイダンス音声信号と音量制御手段81の制御情報の信号とに基づいて利用者が発声した音声成分の検出処理を行う。

【0139】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置80によれば、音量制御手段81は、スピーカ12から出力される音響信号の出力レベルを制御する構成としたので、マイクロホン13から入力される音響信号のレベルを推定することができ、利用者が発声した音声成分の検出処理が精度よくでき、確実にエコーキャンセラ処理を行うことができる。

【0140】

(第6の実施の形態)

まず、本発明の第6の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0141】

図17に示すように、本実施の形態の音響処理装置90は、第1の実施の形態の音響処理装置10に加えて、利用者が発声するタイミングを検出する発声検出補助スイッチ91を備えている。なお、発声検出補助スイッチ91は、発声検出補助手段を構成している。また、発声検出補助スイッチ91の具体例としては、ボタンスイッチ、タッチセンサ、カメラを使って唇の動きを検出するシステム等が挙げられる。

【0142】

次に、本実施の形態の音響処理装置90の動作について説明する。ただし、発声検出補助スイッチ91に係る動作についてのみ説明する。

【0143】

発声検出補助スイッチ91は、利用者が発声を開始するときオンにされ、その信号が発声検出手段16に出力される。発声検出手段16は、発声検出補助スイッチ91からオン信号を受信することにより、利用者の発声タイミングを取得する。

【0144】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置90は、発声検出補助スイッチ91によって利用者の発声タイミングを取得する構成としたので、利用者が発声した音声成分の検出処理を精度よく行うことができ、確実にエコーキャンセラ処理を行うことができる。

【0145】

(第7の実施の形態)

まず、本発明の第7の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0146】

図18に示すように、本実施の形態の音響処理装置100は、利用者の発声音声を入力する複数のマイクロホン102と、マイクロホン102によって入力された結果をもとに利用者が発声した音声を強調して出力するマイクロホン入力制御手段101とを備えている。

【0147】

次に、本実施の形態の音響処理装置100の動作について説明する。ただし、複数のマイクロホン102及びマイクロホン入力制御手段101の動作についてのみ説明する。

【0148】

複数のマイクロホン102は、利用者の音声を集音し、音声信号をマイクロホン入力制御手段101に出力する。マイクロホン入力制御手段101は、利用者の音声信号を強調し、強調された音声信号が発声検出手段16に出力される。発声検出手段16は、強調された音声信号とエコーキャンセラ処理された信号とに基づき利用者が発声した音声成分の検出処理を行う。

【0149】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置100は、複数のマイクロホン102と、マイクロホン102によって入力された結果をもとに利用者が発声した音声を強調して出力するマイクロホン入力制御手段101を備える構成としたので、マイクロホン入力制御

10

20

30

40

50

手段 101 において利用者が発声した音声信号を強調し、混入したガイダンス音声のレベルを低減することが可能となり、ガイダンス音声のレベルを低減した信号によって利用者の発声をより高精度に検出することができ、確実にエコーキャンセラ処理を行うことができる。

【0150】

(第8の実施の形態)

まず、本発明の第8の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0151】

図19に示すように、本実施の形態の音響処理装置110は、エコーキャンセラ手段14で処理した信号に対して、マイクロホン13の周辺の騒音の騒音成分を抑圧する騒音抑

10

【0152】

次に、本実施の形態の音響処理装置110の動作について説明する。ただし、騒音抑圧手段111に係る動作についてのみ説明する。

【0153】

騒音抑圧手段111は、エコーキャンセラ手段14からのエコーキャンセラ処理された信号に含まれるマイクロホン13周辺の騒音の騒音成分を抑圧し、低減する。騒音抑圧手段111によって処理された信号は、音響信号記憶手段15に蓄えられ、発声検出手段16は、音響信号入力手段11からの入力信号と騒音抑圧手段111からの出力信号に基づいて利用者の発声検出を行う。

20

【0154】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置110は、マイクロホンに混入した背景騒音成分の影響を取り除いて、利用者の発声検出を行うことが可能となり、利用者の発声をより高精度に検出することができ、確実にエコーキャンセラ処理を行うことができる。

【0155】

(第9の実施の形態)

まず、本発明の第9の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0156】

図20に示すように、本実施の形態の音響処理装置120は、通信網122からの音響信号の受信及び処理信号出力手段18からの信号の送信を制御する通信制御手段121と、インターネットを含む通信網122と、所定の音声処理を行う音声処理手段124と、通信網122と音声処理手段124との通信を制御する通信制御手段123とを備えている。

30

【0157】

次に、本実施の形態の音響処理装置120の動作について説明する。

【0158】

音響信号入力手段11は、通信網122を介して音声処理手段124から音響信号を入力する。一方、処理信号出力手段18からの信号は、通信網122を介して音声処理手段124に出力される。通信制御手段121及び通信制御手段123は通信網122と音響信号の送受信の制御を行う。

40

【0159】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置120は、音響信号入力手段11に入力される信号と処理信号出力手段18から出力される信号を通信制御手段121及び通信制御手段123によって伝送する構成としたので、エコーキャンセラ処理された音響信号をネットワークに接続された音声処理手段124に出力することができる。なお、通信網122との信号の送受信は、電話回線やイーサネット(登録商標)などのような有線回線を介して行ってもよいし、電波通信や赤外線通信などの無線通信によるものでもよい。

【0160】

(第10の実施の形態)

まず、本発明の第10の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

50

【0161】

図21に示すように、本実施の形態の音響処理装置130は、通信網122からの音響信号の受信及び処理信号出力手段18からの信号の送信を制御する通信制御手段123と、通信網122とスピーカ12及びマイクロホン13との通信を制御する通信制御手段121とを備えている。

【0162】

次に、本実施の形態の音響処理装置130の動作について説明する。

【0163】

スピーカ12は、通信網122を介してエコーキャンセラ手段14から音響信号を入力し、音響を出力する。一方、マイクロホン13からの音声信号は、通信網122を介してエコーキャンセラ手段14に出力される。通信制御手段121及び通信制御手段123は通信網122と音響信号の送受信の制御を行う。

【0164】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置130は、スピーカ12に入力される信号とマイクロホン13から出力される信号を通信制御手段121及び通信制御手段123によって伝送する構成としたので、通常、利用者の近くにあるスピーカ12及びマイクロホン13とエコーキャンセラ手段14とを切り離すことも可能となり、例えばスピーカ12及びマイクロホン13を有する小型の端末として確実にエコーキャンセラ処理が行える音響処理装置を実現することができるなど、より便利な音響処理を実現することが可能となる。

【0165】

(第11の実施の形態)

まず、本発明の第11の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0166】

図22に示すように、本実施の形態の音響処理装置140のエコーキャンセラ手段14は、図3に示された従来からあるデュアルフィルタ構成を基本としている。エコーキャンセラ手段14は、伝達経路の特性に応じたフィルタ係数を出力する適応フィルタ19と、フィルタ係数に基づいてガイダンス音声信号の畳み込み処理を行う畳み込み手段21と、適応フィルタ19によって出力されたフィルタ係数の安定性を判定し、フィルタ係数を畳み込み手段21に転送する係数転送判定手段20と、音響信号入力手段11からの音響信号を記憶する第1音響信号記憶手段141と、マイクロホン13からの音響信号を記憶する第2音響信号記憶手段142とを備えている。

【0167】

次に、本実施の形態の音響処理装置140の動作について説明する。

【0168】

エコーキャンセラ手段14は、第1音響信号記憶手段141及び第2音響信号記憶手段142を設けることで、適応フィルタ19で学習したフィルタ係数が十分に収束するのを待って、エコーキャンセラ部処理を行う。すなわち、エコーキャンセラ手段14に信号が入力されてからしばらくの間フィルタ係数が収束しない場合において、従来のエコーキャンセラでは信号を出力してしばらくの間は残留エコーが多く含まれるようになっていたが、本実施の形態の音響処理装置140では適応フィルタ係数が収束するのを待ってからエコーをキャンセルするようになっていたため、残留エコーの発生を抑えることができるようになる。

【0169】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置140は、第1音響信号記憶手段141は、音響信号入力手段11からの音響信号を記憶し、第2音響信号記憶手段142は、マイクロホン13からの音響信号を記憶する構成としたので、適応フィルタ係数が収束するのを待ってからエコーをキャンセルすることができ、残留エコーの発生を抑えることができる。

【0170】

なお、第 1 の実施の形態から第 10 の実施の形態における音響処理装置に本実施の形態のエコーキャンセラ手段 14 を備える構成とすることにより、さらに高性能な音響処理方法を提供することが可能となる。

【0171】

(第 12 の実施の形態)

まず、本発明の第 12 の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0172】

図 23 に示すように、本実施の形態の音響処理装置 150 は、第 11 の実施の形態の音響処理装置 140 に、さらに適応フィルタ 19 に入力される信号を蓄える学習用データ記憶手段を備えている。すなわち、音響信号入力手段 11 と適応フィルタ 19 との間に挿入される第 1 学習用データ記憶手段 151 と、マイクロホン 13 と適応フィルタ 19 との間に挿入される第 2 学習用データ記憶手段 152 と、第 1 学習用データ記憶手段 151 及び第 2 学習用データ記憶手段 152 の記憶動作を制御する学習データ制御手段 153 とを備えている。

10

【0173】

次に、本実施の形態の音響処理装置 150 の動作について説明する。

【0174】

学習データ制御手段 153 は、適応フィルタ 19 の学習に適したデータを検出したときに、このデータを第 1 学習用データ記憶手段 151 及び第 2 学習用データ記憶手段 152 に同じタイミングで保存または更新しておくように制御する。適応フィルタ 19 は、第 1 学習用データ記憶手段 151 及び第 2 学習用データ記憶手段 152 に保存されたデータに基づいて、繰り返し学習を行う。これによって、少ないデータでも収束したフィルタ係数が得られるようになる。ただし、第 1 学習用データ記憶手段 151 及び第 2 学習用データ記憶手段 152 に記憶されたデータを用いて学習したフィルタ係数が有効となるのは、伝達特性変化が大きいときなので、学習データ制御手段 153 によって、学習に使用するデータを可能な限り更新させるようにすることが望ましい。

20

【0175】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置 150 は、適応フィルタ 19 に入力される信号を蓄える第 1 学習用データ記憶手段 151 及び第 2 学習用データ記憶手段 152 を備える構成としたので、適応フィルタで算出されたフィルタ係数が収束するのに十分なデータが得られないような場合でも、学習用に格納したデータを繰り返し使用することによって収束したフィルタ係数を得ることができ、効果的なエコーキャンセラ処理を行うことができる。

30

【0176】

(第 13 の実施の形態)

まず、本発明の第 13 の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0177】

図 24 に示すように、本実施の形態の音響処理装置 160 は、処理信号出力手段 18 に音声認識手段 42 が接続されており、さらに発声検出手段 16 の結果を音声認識手段 42 に出力するように構成されている。

40

【0178】

次に、本実施の形態の音響処理装置 160 の動作について説明する。

【0179】

発声検出手段 16 は、エコーキャンセラ処理された信号に基づき利用者が発声した音声成分の検出処理を行い、検出処理結果の信号を信号出力制御手段 17 及び音声認識手段 42 に出力する。

【0180】

以上のように、本実施の形態の音響処理装置 160 は、発声検出手段 16 の結果を音声認識手段 42 に出力する構成としたので、エコーキャンセラ手段 14 でガイダンス音声をキャンセルした信号に対して音声認識処理が行えると同時に、発声検出手段 16 でガイダ

50

ンス音声と利用者の音声の重なり具合を検出することができるので、音声認識性能を高めることができる。

【0181】

例えば、発声検出手段16では、音響信号入力手段11からスピーカー12を通じて出力される信号とエコーキャンセラ手段14から出力される信号とを比較し、エコーキャンセラ処理がまだ収束せずに音響エコー成分が多く含まれているかどうかによって音声認識処理における学習処理、例えば話者適応や環境適応などの処理を行うか否かを自動的に判断することが可能となり、音声認識処理の性能を向上させることができる。

【0182】

(第14の実施の形態)

まず、本発明の第14の実施の形態の音響処理システムの構成について説明する。

10

【0183】

図25に示すように、本実施の形態の音響処理システム170は、図8に示された音響処理装置40を2つ備えている。なお、図8の上部に示された音響処理装置40においては各符号にaを付し、図8の下部に示された音響処理装置40においては各符号にbを付している。図8において、双方のスピーカー12a、12bから出力される音響信号がエコーキャンセラ手段14に入力されるようになっている。この場合、エコーキャンセラ手段14の構成例を図26及び図27に示す。

【0184】

次に、本実施の形態の音響処理システム170の動作について説明する。

20

【0185】

音響信号入力手段11aから出力された音響信号は、エコーキャンセラ手段14a及びエコーキャンセラ手段14bに出力され、エコーキャンセラ処理が行われる。一方、音響信号入力手段11bから出力された音響信号も、エコーキャンセラ手段14a及びエコーキャンセラ手段14bに出力される。

【0186】

次に、本実施の形態の他の態様の音響処理システム180を図28に示す。音響処理システム180は、図25に示された音響処理システム170の構成を一部変更したものである。すなわち、通信制御手段121及び123を介し、2つの音響処理装置間における信号を送受信するようになっている。

30

【0187】

音響処理システム180のような構成にすることによって、2つの音響処理装置が直接接続されていなくても、エコーキャンセラ処理を効果的に行うことが可能となる。例えば、図29に示すように、テレビ操作を行うシステムとして応用することができる。また、図30に示すように、ロボットのような擬似生命体との対話システムを構築することもできる。

【0188】

以上のように、本実施の形態の音響処理システム170は、音響処理装置40を2つ備え、双方のスピーカー12a、12bから出力される音響信号がエコーキャンセラ手段14に入力されるよう構成したので、2つのスピーカーから出力される音響による音響エコー成分を低減するシステムを実現することができる。

40

【0189】

なお、本実施の形態の音響処理システム170を3個以上備える構成においても、前述と同様な効果を得ることができる。

【0190】

(第15の実施の形態)

まず、本発明の第15の実施の形態の音響処理装置の構成について説明する。

【0191】

図31に示すように、本実施の形態の音響処理システム180は、ノート型のパーソナルコンピュータ181で構成されている。パーソナルコンピュータ181は、スピーカー

50

12、マイクロホン13、モニタ43と、図示しないマイクロプロセッサ、半導体メモリ、ハードディスク等によって構成されている。パーソナルコンピュータ181は、図32に示された各ステップのプログラムによって音響処理を実行するようになっている。このプログラムは、記憶媒体182に記憶されている。記憶媒体182は、磁気ディスク、光ディスク、半導体メモリ等によって構成されている。

【0192】

次に、本実施の形態の音響処理システム180の動作について説明する。

【0193】

図32において、まず、マイクロホン13によって利用者の音声が入力され、この音声の入力信号が得られる(ステップS11)。次いで、ガイダンス音声の原信号が例えば、ハードディスクから取得され(ステップS12)、スピーカ12からガイダンス音声が出力される。引き続き、ガイダンス音声による音響エコー成分を低減するエコーキャンセラ処理が実行される(ステップS13)。

【0194】

続いて、音響エコー成分が低減された音響信号から利用者が発声した音声成分を検出する発声検出処理が実行される(ステップS14)。そして、エコーキャンセラ処理された処理波形が出力され(ステップS15)、例えば音声認識が行われる。

【0195】

以上のように、本実施の形態の音響処理システム180によれば、パーソナルコンピュータ181がプログラムを実行することにより音響処理を行う構成としたので、専用の音響処理装置を製作することが不要となり、低コストで高効率の音響処理を実現することができる。

【0196】

なお、以上の説明では、音響処理システム180をパーソナルコンピュータ181で構成した例で説明したが、他の装置でも同様に実施可能である。また、ネットワークを経由したコンピュータ上でも同様に実施可能である。

【産業上の利用可能性】

【0197】

以上のように、本発明にかかる音響処理装置は、エコーキャンセラ手段で音響信号を処理してから出力するまでの時間の短縮化を図ることができるという効果を有し、エコーキャンセラを利用した音響処理装置、方法、プログラム及び記憶媒体等として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0198】

【図1】本発明の第1の実施の形態の音響処理装置のブロック図

【図2】エコーキャンセラ手段の一例を示す図

【図3】エコーキャンセラ手段の一例を示す図

【図4】エコーキャンセラの効果を表すための時間信号波形の例を示す図

【図5】発声検出手段の動作例を示す図

【図6】本発明の第1の実施の形態の第1の他の態様の音響処理装置のブロック図

【図7】本発明の第1の実施の形態の第1の他の態様の音響処理装置のイメージ図

【図8】本発明の第1の実施の形態の第2の他の態様の音響処理装置のブロック図

【図9】音声対話システムの一例を示す図

【図10】音声対話システムの一例を示す図

【図11】本発明の第2の実施の形態の音響処理装置のブロック図

【図12】閾値設定方法の一例を示す図

【図13】音声認識率の比較図

【図14】本発明の第3の実施の形態の音響処理装置のブロック図

【図15】本発明の第4の実施の形態の音響処理装置のブロック図

【図16】本発明の第5の実施の形態の音響処理装置のブロック図

【図17】本発明の第6の実施の形態の音響処理装置のブロック図

10

20

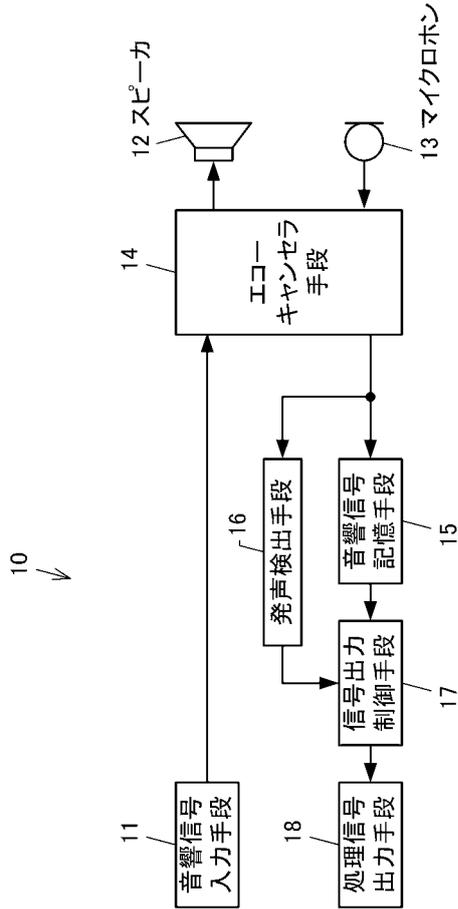
30

40

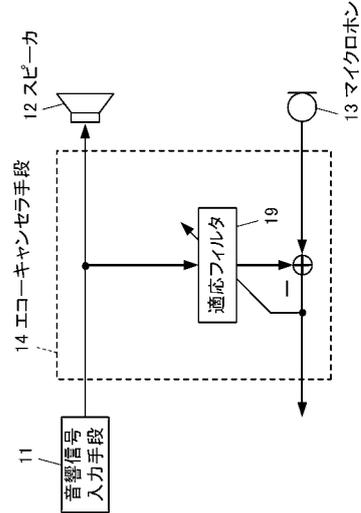
50

【図 18】本発明の第 7 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 19】本発明の第 8 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 20】本発明の第 9 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 21】本発明の第 10 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 22】本発明の第 11 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 23】本発明の第 12 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 24】本発明の第 13 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 25】本発明の第 14 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 26】本発明の第 14 の実施の形態のエコーキャンセラ手段のブロック図	
【図 27】本発明の第 14 の実施の形態のエコーキャンセラ手段のブロック図	10
【図 28】本発明の第 14 の実施の形態の他の対応の音響処理装置のブロック図	
【図 29】本発明の音響処理装置をテレビ操作システムに応用した例を示す図	
【図 30】本発明の音響処理装置をロボットとの音声対話システムに応用した例を示す図	
【図 31】本発明の第 15 の実施の形態の音響処理装置のブロック図	
【図 32】本発明の第 15 の実施の形態の音響処理装置の各ステップのフローチャート	
【図 33】従来 of 音響処理装置のブロック図	
【図 34】従来 of 音響処理装置のブロック図	
【符号の説明】	
【0199】	
10、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130	20
、140、150、160 音響処理装置	
11 音響信号入力手段	
12、12a スピーカー	
13、102 マイクロホン	
14、14a、14b エコーキャンセラ手段	
15、11、11a、11b 音響信号記憶手段	
16 発声検出手段	
17 信号出力制御手段	
18 処理信号出力手段	
19 適応フィルタ	30
20 係数転送判定手段	
21 畳み込み手段	
31 オーディオ再生手段	
32 音声記録手段	
41 ガイダンス再生手段	
42 音声認識手段	
43 モニタ	
51 エコーキャンセラなしの認識率	
52 本発明の音響処理装置による認識率	
81 音量制御手段	40
91 発声検出補助スイッチ（発声検出補助手段）	
101 マイクロホン入力制御手段	
111 騒音抑圧手段	
121、123 通信制御手段	
122 通信網	
124 音声処理手段	
153 学習データ制御手段	
170、180 音響処理システム	
181 パーソナルコンピュータ	
182 記憶媒体	50

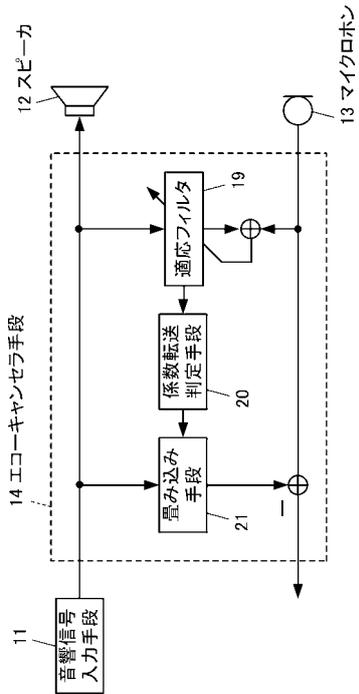
【 図 1 】



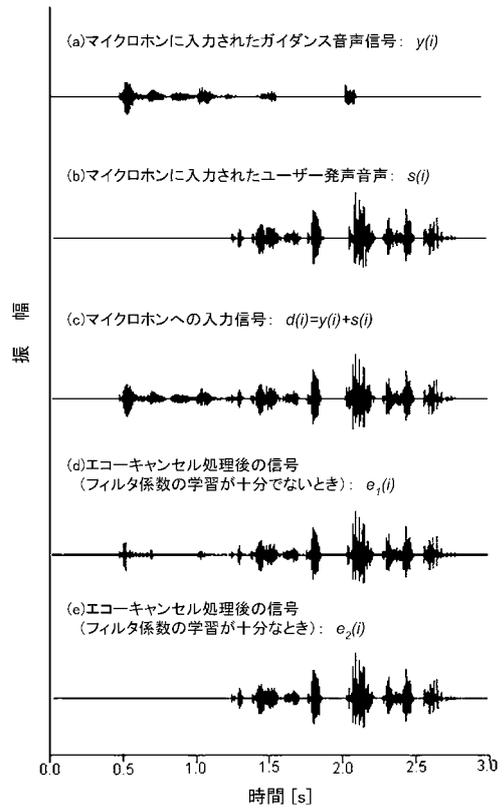
【 図 2 】



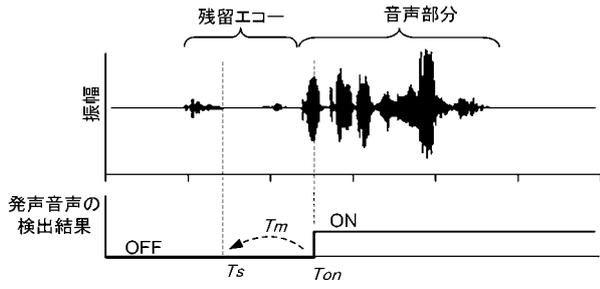
【 図 3 】



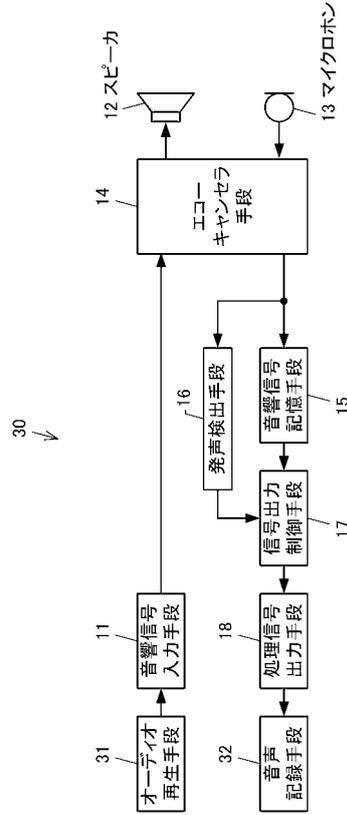
【 図 4 】



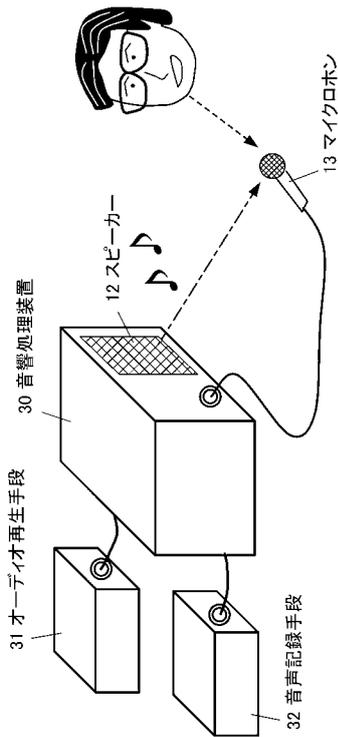
【 図 5 】



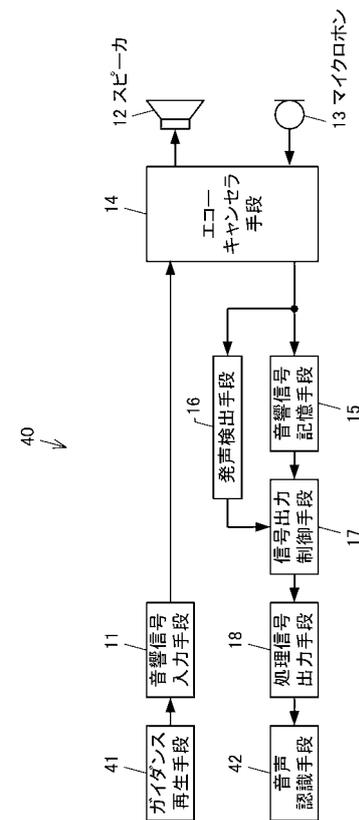
【 図 6 】



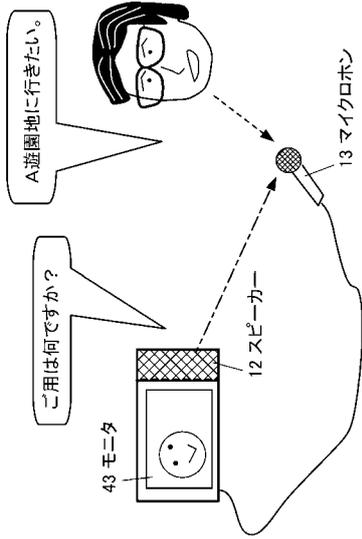
【 図 7 】



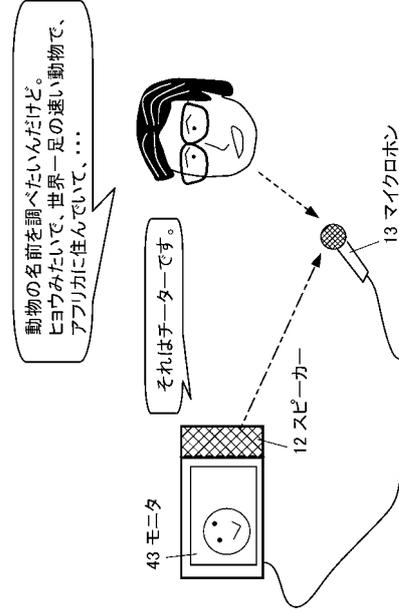
【 図 8 】



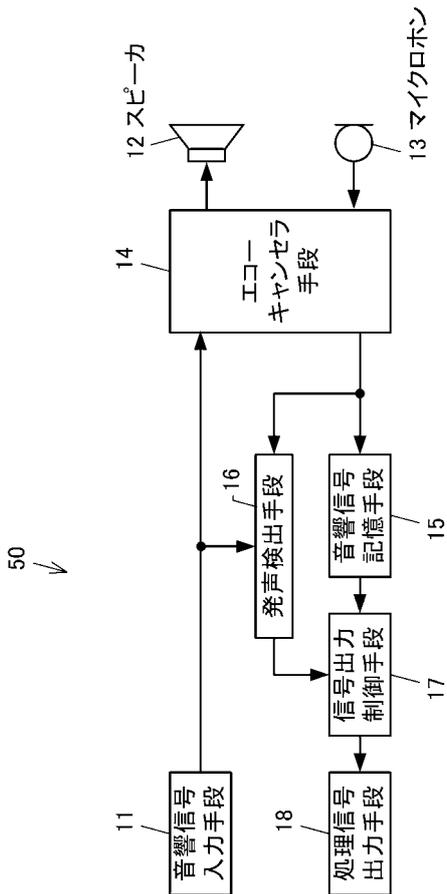
【 図 9 】



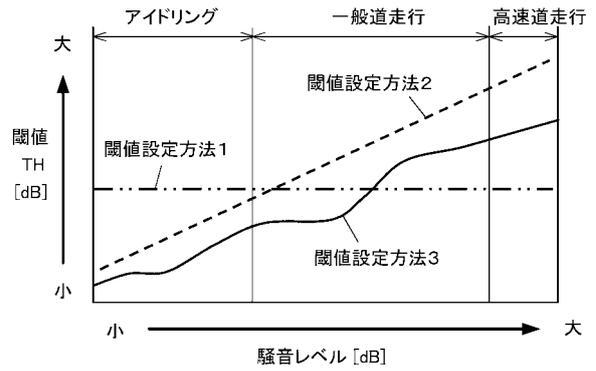
【 図 10 】



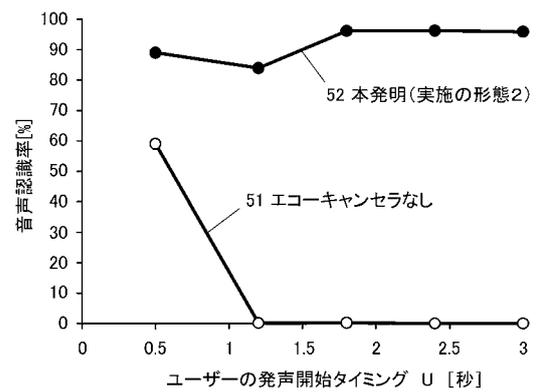
【 図 11 】



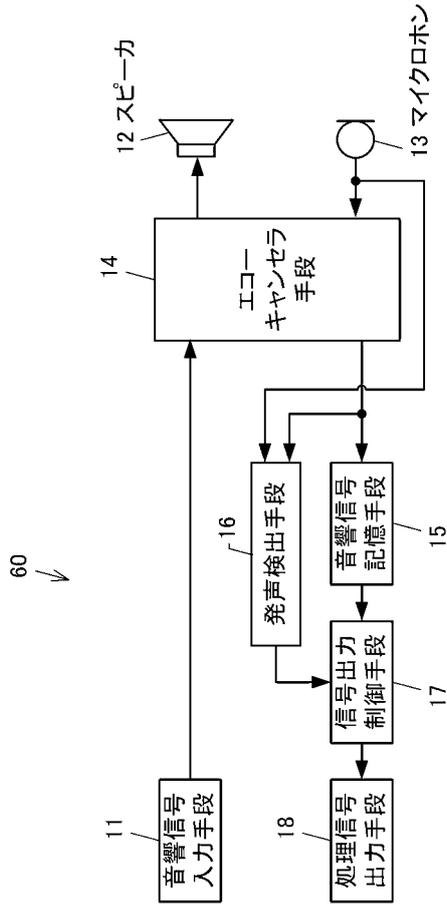
【 図 12 】



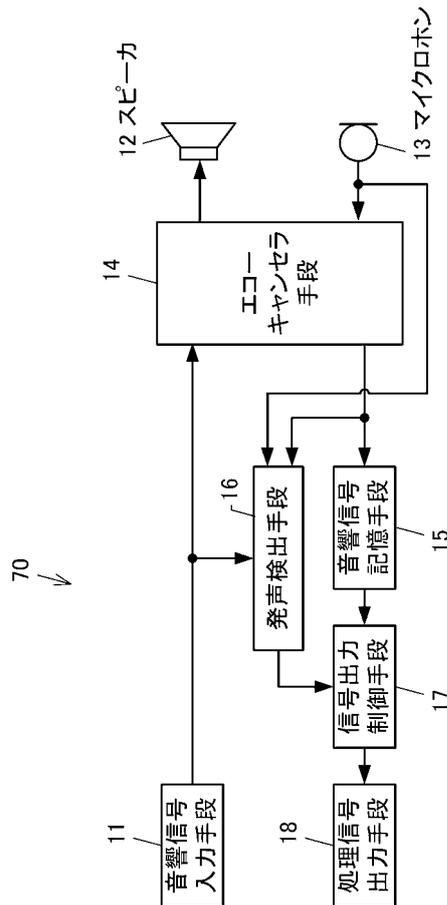
【 図 13 】



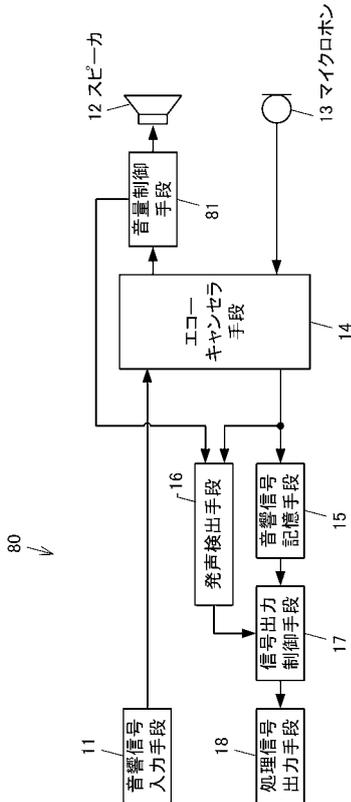
【 図 1 4 】



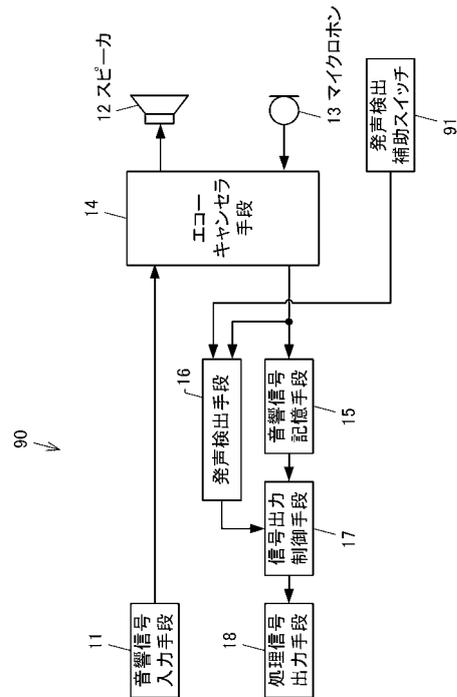
【 図 1 5 】



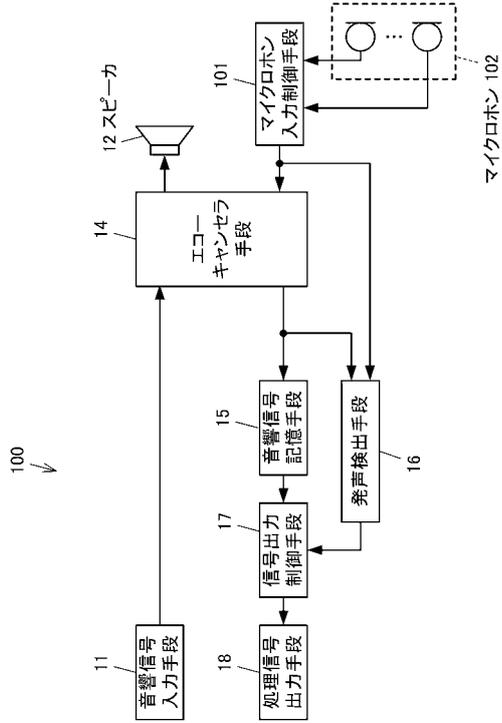
【 図 1 6 】



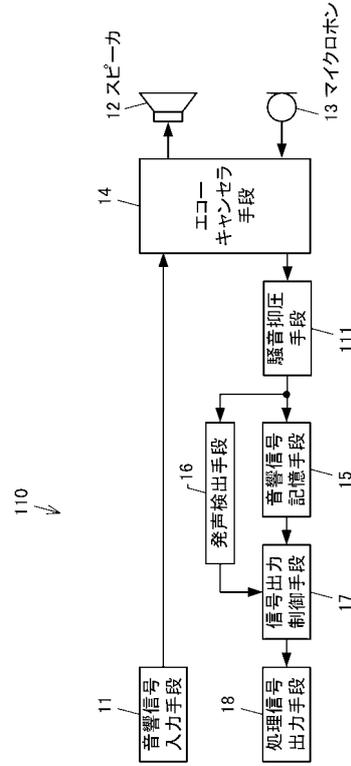
【 図 1 7 】



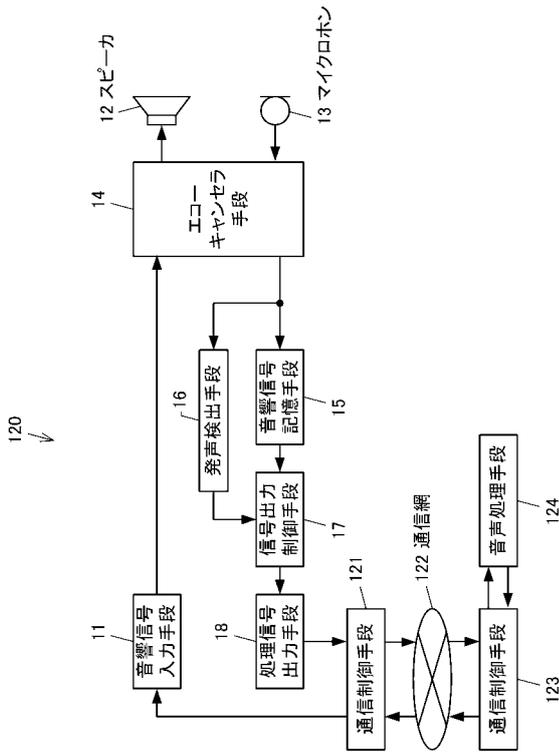
【 図 1 8 】



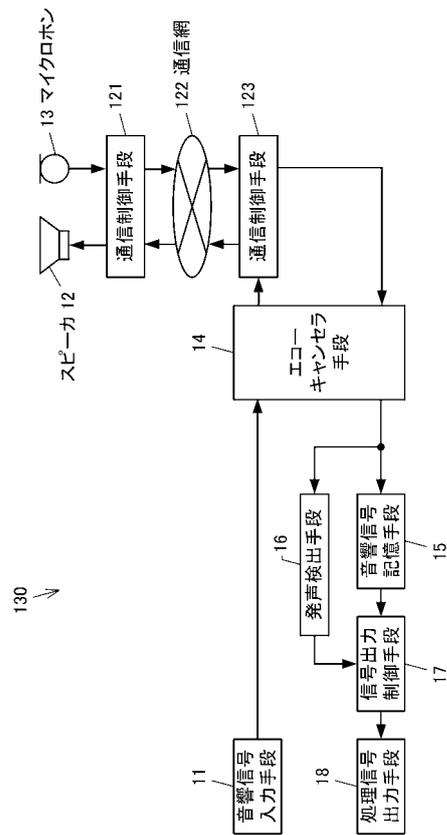
【 図 1 9 】



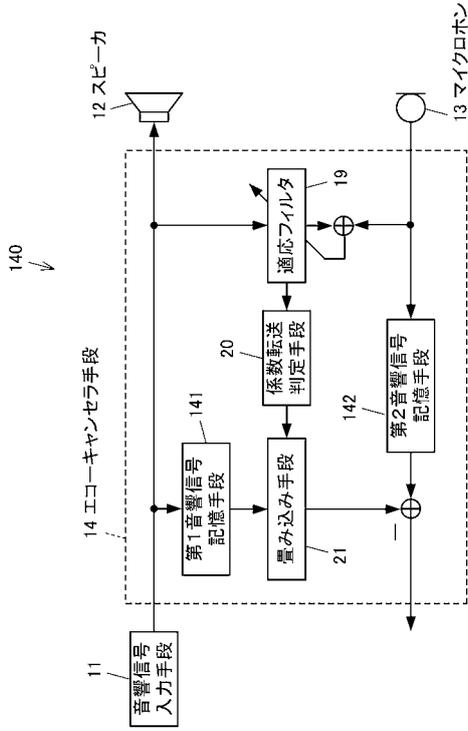
【 図 2 0 】



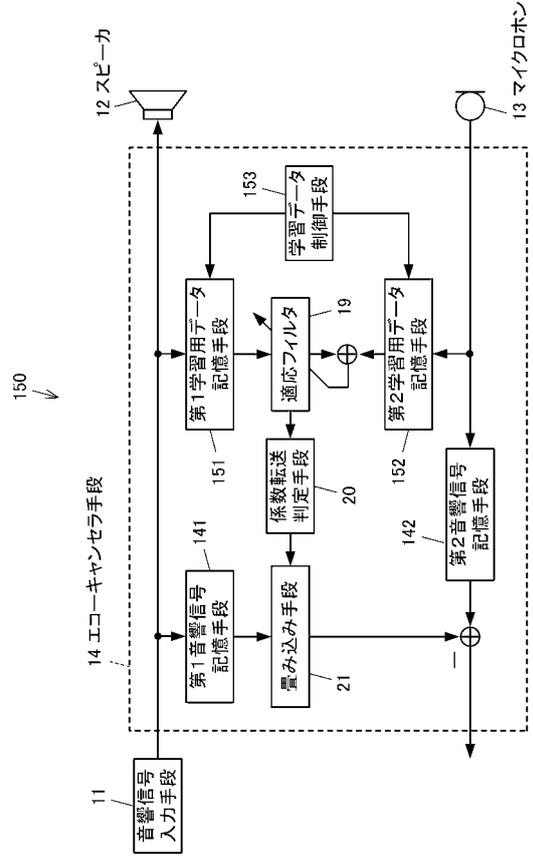
【 図 2 1 】



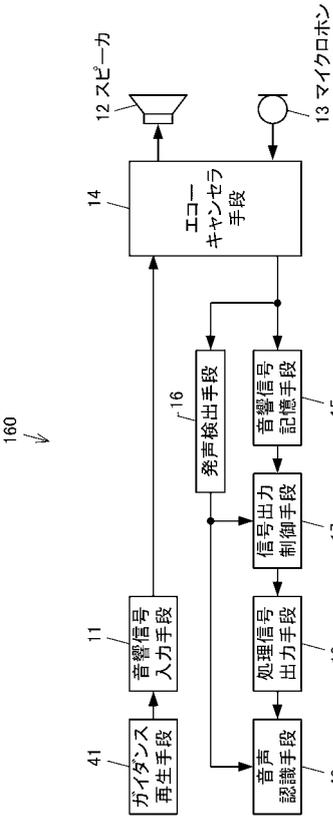
【 図 2 2 】



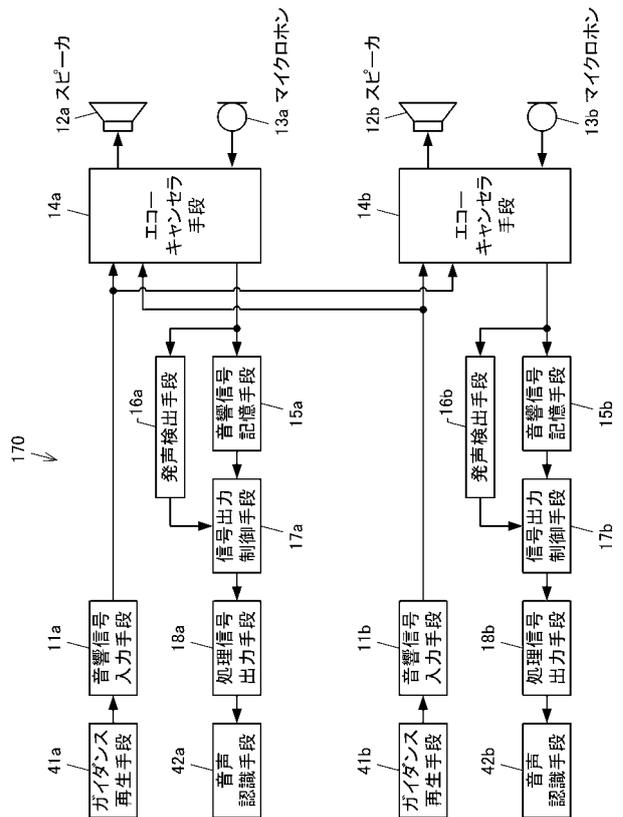
【 図 2 3 】



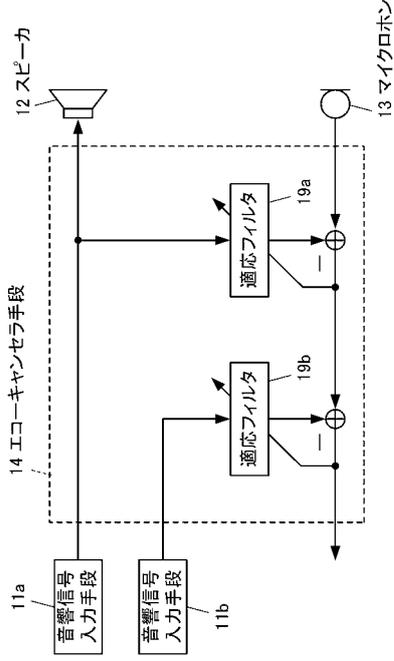
【 図 2 4 】



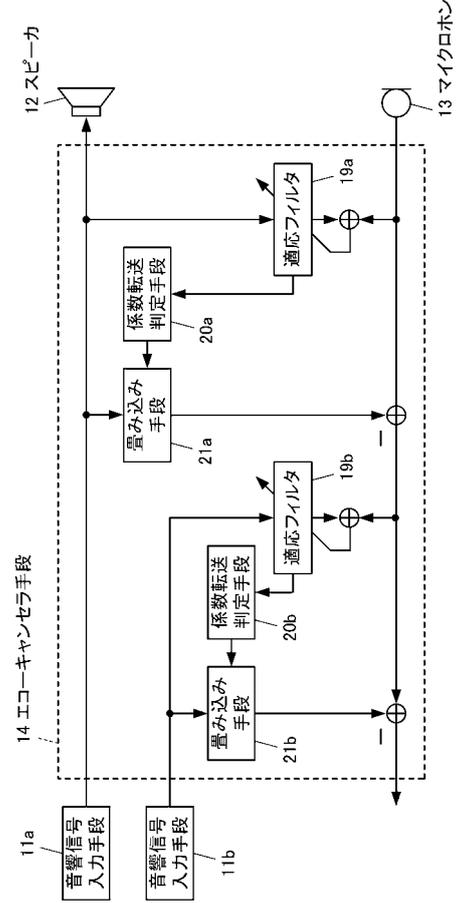
【 図 2 5 】



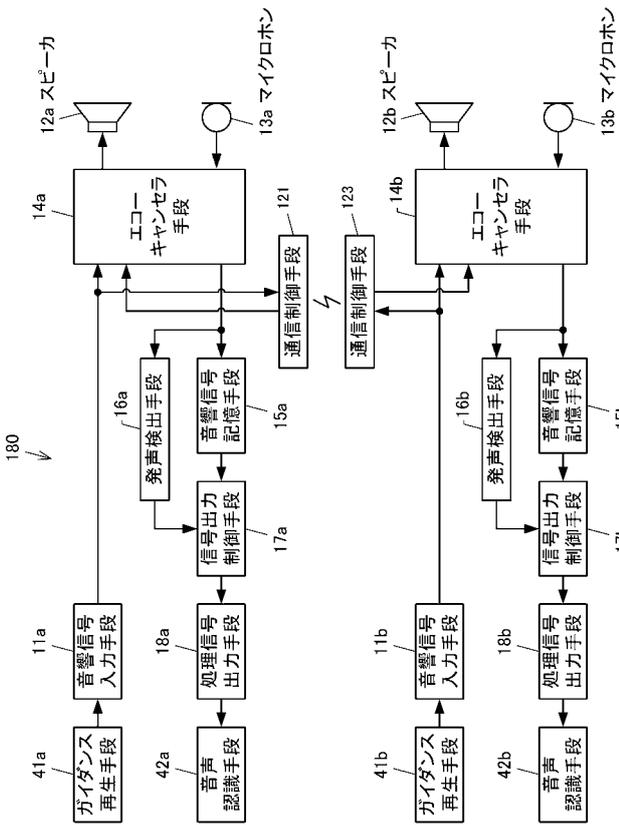
【 図 2 6 】



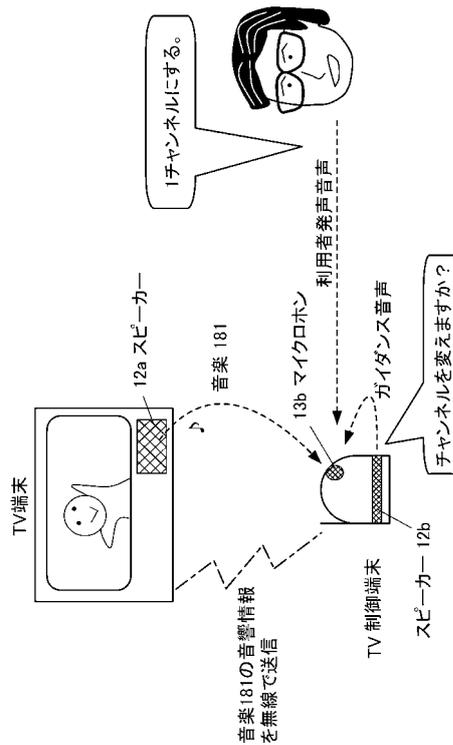
【 図 2 7 】



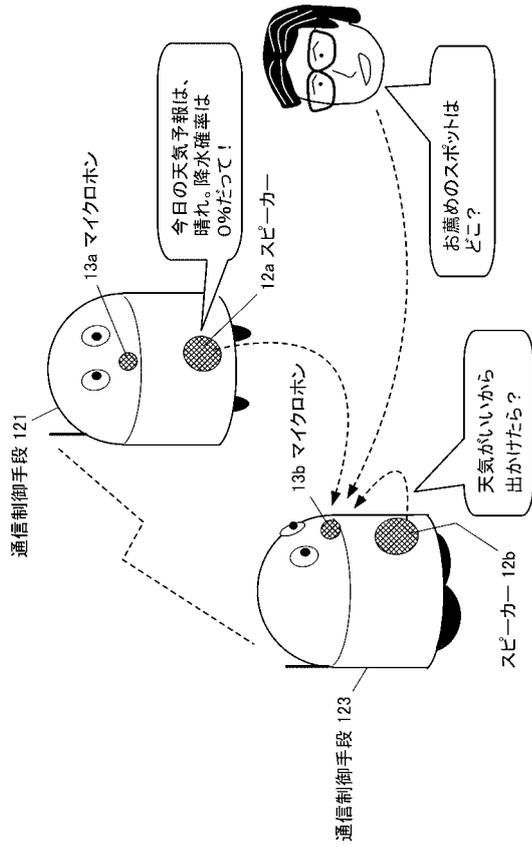
【 図 2 8 】



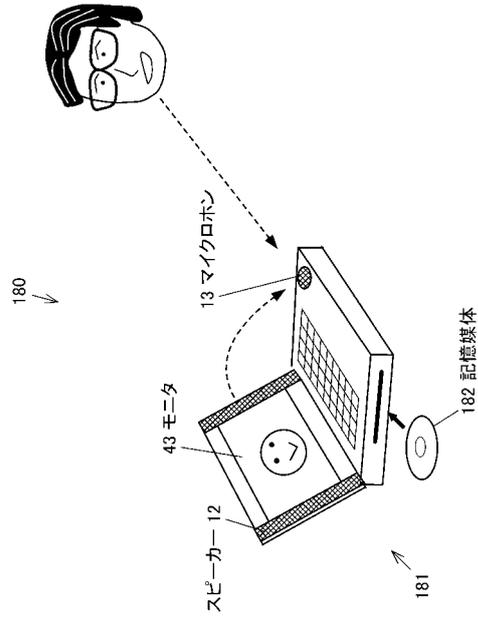
【 図 2 9 】



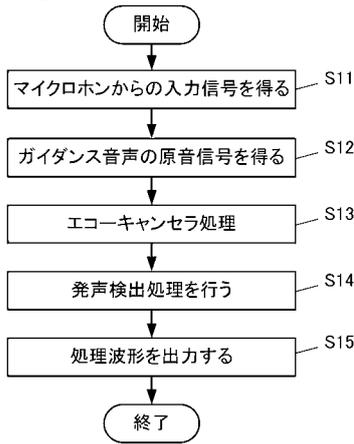
【 図 3 0 】



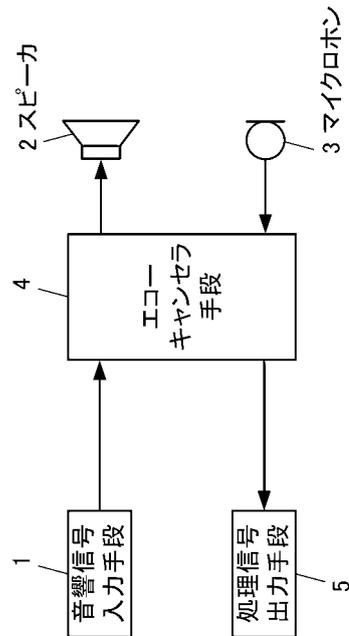
【 図 3 1 】



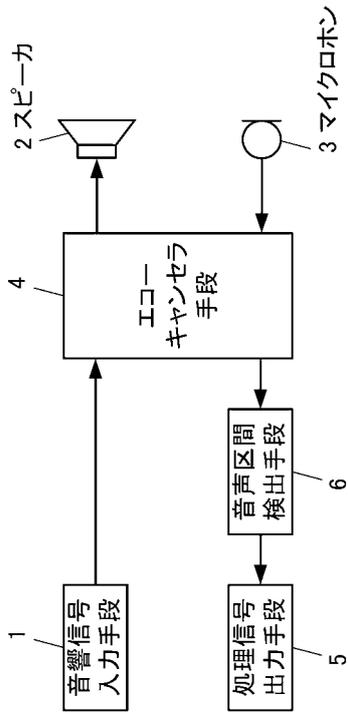
【 図 3 2 】



【 図 3 3 】



【 図 3 4 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 R 3/02

F I

テーマコード(参考)