(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2009-100372
(P2009-100372A)
(43)公開日　平成21年5月7日(2009.5.7)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04M 1/60	(2006.01)	H04M	1/60	C	5D018
H04M 9/08	(2006.01)	H04M	9/08		5D020
G10L 21/02	(2006.01)	G10L	21/02	102A	5K027
H04R 3/02	(2006.01)	H04R	3/02		5K038
H04R 1/40	(2006.01)	H04R	1/40	320A	

審査請求 未請求　請求項の数 8　OL　（全 19 頁）

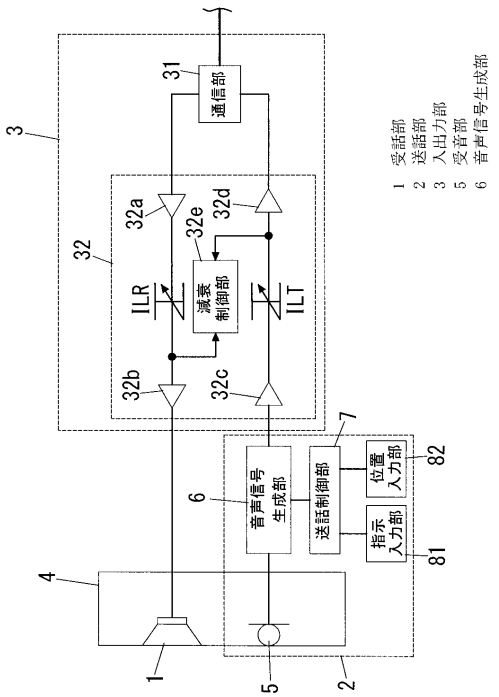
(21)出願番号　特願2007-271640 (P2007-271640)
(22)出願日　平成19年10月18日 (2007.10.18)

(71)出願人　000005832
パナソニック電工株式会社
大阪府門真市大字門真１０４８番地
(74)代理人　100087767
弁理士　西川　惠清
(74)代理人　100085604
弁理士　森　厚夫
(72)発明者　福島　実
大阪府門真市大字門真１０４８番地　松下電工株式会社内

Ｆターム(参考)　5D018 BB22
5D020 CC01
5K027 AA09 BB03 DD08 HH03 MM04
5K038 AA07 CC01 DD06 EE02 EE12
FF10 FF13

(54)【発明の名称】通話装置

(57)【要約】
【課題】　ハウリングを抑制しながらも音質を向上することができる通話装置を提供する。
【解決手段】　音声が変換された電気信号である音声信号を音声に変換する受話部１と、音声を音声信号に変換する送話部２と、送話部２が出力した音声信号を増幅して外部に出力するとともに外部から入力された音声信号を増幅して受話部１に入力する入出力部３とを備える。送話部２は、入射した音の音圧と前記音圧の時間微分値と二次元直交座標系の各軸方向についてそれぞれ前記音圧の空間微分値とを出力する受音部５と、受音部５が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いて時空間勾配法による所定の不感点形成処理を行うことにより感度が最小となる不感点が受話部１の位置に形成されるような音声信号を生成して入出力部３へ出力する音声信号生成部６とを有する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
音声が変換された電気信号である音声信号を音声に変換する受話部と、音声を音声信号に変換する送話部と、送話部が出力した音声信号を増幅して外部に出力するとともに外部から入力された音声信号を増幅して受話部に入力する入出力部と、受話部と送話部とがそれぞれ固定されたハウジングとを備える通話装置であって、
送話部は、入射した音の音圧と前記音圧の時間微分値と二次元直交座標系の各軸方向についての前記音圧の空間微分値とをそれぞれ出力する受音手段と、受音手段が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いて時空間勾配法による所定の不感点形成処理を行うことにより感度が最小となる不感点が受話部の位置に形成されるような音声信号を生成して入出力部へ出力する送話信号生成手段とを有することを特徴とする通話装置。
【請求項２】
送話部は、送話部の受音手段の位置に対する受話部の相対的な位置が入力される位置入力手段と、
位置入力手段に位置が入力されたときに、音声信号において形成される不感点の位置が位置入力手段に入力された位置となるように、送話信号生成手段が不感点形成処理に用いるべきパラメータを演算するとともに、送話信号生成手段が不感点形成処理に用いるパラメータを、前記演算によって得られたパラメータに更新させるパラメータ演算手段とを有することを特徴とする請求項１記載の通話装置。
【請求項３】
送話部は１個の半導体チップに構成されていることを特徴とする請求項１又は請求項２記載の通話装置。
【請求項４】
送話部の少なくとも受音部と受話部とがそれぞれ固定されるとともにハウジングに固定されたケースを備えることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の通話装置。
【請求項５】
受音手段は、通話装置のハウジングに対して直接的又は間接的に固定される被支持部及び被支持部に対しジンバル構造を介して揺動可能に支持され音圧を受ける振動部とを有する振動板と、それぞれ振動板の互いに異なる箇所に設けられて振動板の振動部が入射した音の音圧により受けた力を電気信号に変換する複数個の音圧検出部と、複数個の音圧検出部の出力を用いて音圧と空間微分値と時間微分値とを得る時空間勾配測定処理部とを有することを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の通話装置。
【請求項６】
受音手段は、矩形の頂点の配置で設けられそれぞれ入射した音の音圧を電気信号に変換する４個のマイクロホンと、各マイクロホンの出力を用いた演算により音圧と空間微分値と時間微分値とを得る時空間勾配測定処理部とを有することを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の通話装置。
【請求項７】
送話部は、動作モードの切換の指示が入力される指示入力手段を有し、
送話信号生成手段は、指示入力手段に入力された指示に応じて、受話部の位置に不感点を形成する不感点形成モードに加えて、不感点形成処理を行わず受音手段が出力した音圧のみに基いた音声信号を生成する無指向性モードにも、動作モードを切換可能であることを特徴とする請求項1～６のいずれか１項に記載の通話装置。
【請求項８】
送話部は、動作モードの切換の指示が入力される指示入力手段を有し、
送話信号生成手段は、指示入力手段に入力された指示に応じて、受話部の位置に不感点を形成する不感点形成モードに加えて、受音手段が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いた時空間勾配法により予め設定された目標位置に不感点を形成するように生成された音声信号と、受音手段が出力した音圧のみに基いた音声信号とを用い、前記目標位置近傍の音源からの音による音圧を選択的に反映した音声信号を生成して出力する集音エ

リア形成モードにも、動作モードを切換可能であることを特徴とする請求項1～７のいずれか１項に記載の通話装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、通話装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来から、音声が変換された電気信号である音声信号を音声に変換する受話部と、音声を音声信号に変換する送話部と、送話部が出力した音声信号を増幅して外部に出力するとともに外部から入力された音声信号を増幅して受話部に入力する入出力部とを備える通話装置が、例えばインターホンシステムに用いられている。
【０００３】
この種の通話装置では、受話部から出力された音声が送話部に入力されて音声信号として入出力部で増幅され受話部から再び音声として出力されるというループで発生する発振により異常な音が発生する、いわゆるハウリングと呼ばれる現象を抑制する必要がある。
【０００４】
そして、ハウリングの発生を抑えるために、図７に示すように、スピーカーからなる受話部１に近接配置され主に受話部１から出力された音が入力される第１のマイクロホンＭ１と、第１のマイクロホンよりも受話部１から離れた位置に配置され話者の音声が受話部１からの音とともに入力される第２のマイクロホンＭ２と、第２のマイクロホンの出力Ｍ２から第１のマイクロホンの出力Ｍ１と共通する成分を低減させることにより受話部１の出力の寄与を低減した音声信号を生成する音声処理部（図示せず）とで送話部を構成した通話装置が提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【０００５】
上記の通話装置によれば、受話部１の出力した音声に対応する成分が音声信号から除去されることになるから、ハウリングの発生は抑制される。
【特許文献１】特開２００７－１５１１３５号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかし、第１のマイクロホンＭ１の出力には、音声信号に含むべき話者の音声も含まれるため、上記の通話装置では受話部１で発生した音だけでなく話者の音声まで抑制されることになり、結果として通話の音質が低下してしまうという問題があった。
【０００７】
また、本発明者の実験によれば、上記方法により音声信号において受話部１からの音に対応する成分が抑制される程度は、音の周波数に依存することが判明している。
【０００８】
本発明は、上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、ハウリングを抑制しながらも音質を向上することができる通話装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
請求項１の発明は、音声が変換された電気信号である音声信号を音声に変換する受話部と、音声を音声信号に変換する送話部と、送話部が出力した音声信号を増幅して外部に出力するとともに外部から入力された音声信号を増幅して受話部に入力する入出力部と、受話部と送話部とがそれぞれ固定されたハウジングとを備える通話装置であって、送話部は、入射した音の音圧と前記音圧の時間微分値と二次元直交座標系の各軸方向についての前記音圧の空間微分値とをそれぞれ出力する受音手段と、受音手段が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いて時空間勾配法による所定の不感点形成処理を行うことにより感度が最小となる不感点が受話部の位置に形成されるような音声信号を生成して入出力部

へ出力する送話信号生成手段とを有することを特徴とする。

【００１０】

この発明によれば、ハウリングを抑制しながらも、時空間勾配法を用いない場合に比べて音質を向上することができる。

【００１１】

請求項２の発明は、請求項１の発明において、送話部は、送話部の受音手段の位置に対する受話部の相対的な位置が入力される位置入力手段と、位置入力手段に位置が入力されたときに、音声信号において形成される不感点の位置が位置入力手段に入力された位置となるように、送話信号生成手段が不感点形成処理に用いるべきパラメータを演算するとともに、送話信号生成手段が不感点形成処理に用いるパラメータを、前記演算によって得られたパラメータに更新させるパラメータ演算手段とを有することを特徴とする。

【００１２】

この発明によれば、位置入力手段に位置を入力することにより、送話部と受話部との位置関係が異なる複数種類の通話装置で送話部を共用可能となる。

【００１３】

請求項３の発明は、請求項１又は請求項２の発明において、送話部は１個の半導体チップに構成されていることを特徴とする。

【００１４】

この発明によれば、送話部を構成する受音手段や送話信号生成手段を個々の部品で構成する場合に比べて小型化が可能となる。

【００１５】

請求項４の発明は、請求項１～３のいずれかの発明において、送話部の少なくとも受音部と受話部とがそれぞれ固定されるとともにハウジングに固定されたケースを備えることを特徴とする。

【００１６】

この発明によれば、製造時には、送話部の少なくとも受音部と受話部とがそれぞれケースに固定されたものを１個の通話モジュールとして扱うことにより、受話部と送話部の受音部との位置関係が共通する複数種類の通話装置で、通話モジュールを構成する部品や、通話モジュールの製造用の製造設備を共用とし、製造コストを低減することができる。

【００１７】

請求項５の発明は、請求項１～４のいずれかの発明において、受音手段は、通話装置のハウジングに対して直接的又は間接的に固定される被支持部及び被支持部に対しジンバル構造を介して揺動可能に支持され音圧を受ける振動部とを有する振動板と、それぞれ振動板の互いに異なる箇所に設けられて振動板の振動部が入射した音の音圧により受けた力を電気信号に変換する複数個の音圧検出部と、複数個の音圧検出部の出力を用いて音圧と空間微分値と時間微分値とを得る時空間勾配測定処理部とを有することを特徴とする。

【００１８】

請求項６の発明は、請求項１～４のいずれかの発明において、受音手段は、矩形の頂点の配置で設けられそれぞれ入射した音の音圧を電気信号に変換する４個のマイクロホンと、各マイクロホンの出力を用いた演算により音圧と空間微分値と時間微分値とを得る時空間勾配測定処理部とを有することを特徴とする。

【００１９】

請求項７の発明は、請求項１～６のいずれかの発明において、送話部は、動作モードの切換の指示が入力される指示入力手段を有し、送話信号生成手段は、指示入力手段に入力された指示に応じて、受話部の位置に不感点を形成する不感点形成モードに加えて、不感点形成処理を行わず受音手段が出力した音圧のみに基いた音声信号を生成する無指向性モードにも、動作モードを切換可能であることを特徴とする。

【００２０】

この発明によれば、ハウリングが発生するおそれがない場合には動作モードを無指向性モードに切り換えることにより、音源の位置に関わりなく受音手段に入力される全ての音

声を出力可能とし、また、損失を低減して音質を向上することができる。

【００２１】

請求項８の発明は、請求項１～７のいずれかの発明において、送話部は、動作モードの切換の指示が入力される指示入力手段を有し、送話信号生成手段は、指示入力手段に入力された指示に応じて、受話部の位置に不感点を形成する不感点形成モードに加えて、受音手段が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いた時空間勾配法により予め設定された目標位置に不感点を形成するように生成された音声信号と、受音手段が出力した音圧のみに基いた音声信号とを用い、前記目標位置近傍の音源からの音による音圧を選択的に反映した音声信号を生成して出力する集音エリア形成モードにも、動作モードを切換可能であることを特徴とする。

【００２２】

この発明によれば、話者の位置を目標位置として不感点形成モードで動作させることにより、話者の周囲の雑音が音声信号に与える影響を低減することができる。

【発明の効果】

【００２３】

請求項１の発明によれば、送話部が、入射した音の音圧と前記音圧の時間微分値と二次元直交座標系の各軸方向についての前記音圧の空間微分値とをそれぞれ出力する受音手段と、受音手段が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いて時空間勾配法による所定の不感点形成処理を行うことにより感度が最小となる不感点が受話部の位置に形成されるような音声信号を生成して入出力部へ出力する送話信号生成手段とを有するので、ハウリングを抑制しながらも、時空間勾配法を用いない場合に比べて音質を向上することができる。

【００２４】

請求項２の発明によれば、送話部は、送話部の受音手段の位置に対する受話部の相対的な位置が入力される位置入力手段と、位置入力手段に位置が入力されたときに、音声信号において形成される不感点の位置が位置入力手段に入力された位置となるように、送話信号生成手段が不感点形成処理に用いるべきパラメータを演算するとともに、送話信号生成手段が不感点形成処理に用いるパラメータを、前記演算によって得られたパラメータに更新させるパラメータ演算手段とを有するので、位置入力手段に位置を入力することにより、送話部と受話部との位置関係が異なる複数種類の通話装置で送話部を共用可能となる。

【００２５】

請求項３の発明によれば、送話部は１個の半導体チップに構成されているので、送話部を構成する受音手段や送話信号生成手段を個々の部品で構成する場合に比べて小型化が可能となる。

【００２６】

請求項４の発明によれば、製造時には、送話部の少なくとも受音部と受話部とがそれぞれケースに固定されたものを１個の通話モジュールとして扱うことにより、受話部と送話部の受音部との位置関係が共通する複数種類の通話装置で、通話モジュールを構成する部品や、通話モジュールの製造用の製造設備を共用とし、製造コストを低減することができる。

【００２７】

請求項７の発明によれば、不感点形成処理を行わず受音手段が出力した音圧のみに基いた音声信号を生成する無指向性モードにも、動作モードを切換可能であるので、ハウリングが発生するおそれがない場合には動作モードを無指向性モードに切り換えることにより、音源の位置に関わりなく受音手段に入力される全ての音声を出力可能とし、また、損失を低減して音質を向上することができる。

【００２８】

請求項８の発明によれば、受音手段が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いた時空間勾配法により予め設定された目標位置に不感点を形成するように生成された音声信号と、受音手段が出力した音圧のみに基いた音声信号とを用い、前記目標位置近傍の音

源からの音による音圧を選択的に反映した音声信号を生成して出力する集音エリア形成モードにも、動作モードを切換可能であるので、話者の位置を目標位置として不感点形成モードで動作させることにより、話者の周囲の雑音が音声信号に与える影響を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２９】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら説明する。

【００３０】

本実施形態は、図１に示すように、音声が変換された電気信号である音声信号を音声に変換する受話部１と、音声を音声信号に変換する送話部２と、送話部２が出力した音声信号を増幅して外部に出力するとともに外部から入力された音声信号を増幅して受話部１に入力する入出力部３とを備える。受話部１と送話部２とはそれぞれハウジング４に固定されており、互いの位置関係が変化することはない。

【００３１】

受話部１は、例えば周知のスピーカーからなる。

【００３２】

入出力部３は、例えば信号線（図示せず）を介して通話対象の機器に接続される通信部３１と、送話部２が出力した音声信号を増幅して通信部３１を介して外部に出力するとともに外部から通信部３１に入力された音声信号を増幅して受話部１に入力する通話処理部３２とからなる。本実施形態をインターホンシステムの子器として用いる場合には、通信部３１が接続される通話対象の機器はインターホンシステムの親機となる。通話処理部３２は、通信部３１から入力された音声信号を増幅する第１の受話側増幅器３２ａと、第１の受話側増幅器３２ａが出力した音声信号を減衰させる受話側減衰器ＩＬＲと、受話側減衰器ＩＬＲが出力した音声信号を増幅して受話部１に入力する第２の受話側増幅器３２ｂと、送話部２から入力された音声信号を増幅する第１の送話側増幅器３２ｃと、第１の送話側増幅器３２ｃが出力した音声信号を減衰させる送話側減衰器ＩＬＴと、送話側減衰器ＩＬＴが出力した音声信号を増幅して通信部３１を介して外部へ出力する第２の送話側増幅器３２ｄと、通話処理部３２の各減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴの減衰率をそれぞれ制御する減衰制御部３２ｅとからなる。減衰制御部３２ｅは、受話側減衰器ＩＬＲを通過する音声信号（以下、「受話信号」と呼ぶ。）の強度と送話側減衰器ＩＬＴを通過する音声信号（以下、「送話信号」と呼ぶ。）の強度とを比較し、減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴのうち、より強度の低い音声信号が通過する一方の減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴの減衰率を、他方の減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴの減衰率よりも高くする。つまり、通話処理部３２は、受話部１に入力される音声信号の音量（受話音量）と送話部２から出力される音声信号の音量（送話音量）とのうち小さい方をより小さくすることにより、ループゲインを低くしてハウリングを抑制するのであり、通話処理部３２は全体としていわゆるボイススイッチとなっている。

【００３３】

送話部２は、図２に示すように、入射した音の音圧と前記音圧の時間微分値と二次元直交座標系の各軸方向についてそれぞれ前記音圧の空間微分値とを出力する受音部５と、受音部５が出力した音圧と時間微分値と空間微分値とを用いて時空間勾配法による所定の不感点形成処理を行うことにより感度が最小となる不感点が受話部１の位置に形成されるような音声信号を生成して入出力部３の通話処理部３２へ出力する送話信号生成手段としての音声信号生成部６とを有する。

【００３４】

詳しく説明すると、受音部５は、三次元直交座標系のｘ軸に平行な向きとｙ軸に平行な向きとにそれぞれ２列ずつ並ぶように正方形の頂点の配置で設けられた無指向性の４個のマイクロホン５０Ａ，５０Ｂ，５０Ｃ，５０Ｄと、マイクロホン５０Ａ～５０Ｄの出力信号$f_A(t)$，$f_B(t)$，$f_C(t)$，$f_D(t)$に対して時空間勾配測定処理を行う時空間勾配測定処理部５１とを具備する。時空間勾配測定処理部５１では、各マイクロホン５０Ａ～５０Ｄの出力信号$f_A(t)$，$f_B(t)$，$f_C(t)$，$f_D(t)$から音圧の同相成分M(t)、時間微分値（時

間勾配成分）$M_t(t)$、ｘ軸方向空間微分値（ｘ軸方向空間勾配成分）$M_x(t)$、ｙ軸方向空間微分値（ｙ軸方向空間勾配成分）$M_y(t)$をそれぞれ下式より求める。

【００３５】

$$M(t)=f_A(t)+f_B(t)+f_C(t)+f_D(t)$$
$$M_t(t)=df_A(t)/dt+df_B(t)/dt+df_C(t)/dt+df_D(t)/dt$$
$$M_x(t)=f_A(t)+f_B(t)-f_C(t)-f_D(t)$$
$$M_y(t)=f_A(t)-f_B(t)+f_C(t)-f_D(t)$$

音声信号生成部６は、受音部５から出力される同相成分$M(t)$、時間微分値$M_t(t)$、ｘ軸方向空間微分値$M_x(t)$、ｙ軸方向空間微分値$M_y(t)$を用いて、時空間勾配法を応用することで不感点を形成するものである。

【００３６】

ここで、音声信号生成部６による不感点形成処理を説明するに当たって、初めに時空間勾配法について詳しく説明する。

【００３７】

時空間勾配法とは、そもそも動画像中の見かけの速度場であるオプティカルフローを決定する手法の一つとして提案されたものである（参考文献１参照）。動画像中の濃淡パターンの特徴を表す画像関数$f(x,y,t)$が、運動に際し不変に保たれるとの仮定（$f(x,y,t)=f(x+\delta x,y+\delta y,t+\delta t)$）より、ある点$(x,y)$におけるオプティカルフローの速度と、動画像の濃淡分布の空間勾配および時間勾配を関係付ける式をもとにした解析手法である。以下、この手法について詳しく解説する。

【００３８】

時刻$t+\delta t$において、座標$(x+\delta x,y+\delta y)$での濃淡パターン$f(x+\delta x,y+\delta y,t+\delta t)$を$(x,y,t)$のまわりでテーラー展開すると、

$$f(x+\delta x,y+\delta y,t+\delta t)=f(x,y,t)+f_x\delta x+f_y\delta y+f_t\delta t+O(\delta x+\delta y+\delta t) \quad \cdots(1)$$

となる。ここで、$O(\delta x+\delta y+\delta t)$は$\delta x,\delta y,\delta t$の２次以上の項であるが、微小量であるために以降では無視する。この時、時刻ｔにおいて座標(x,y)にある濃淡パターンが、δt時刻経過した後に座標$(x+\delta x,y+\delta y)$にその濃度値分布を一定に保ったまま移動した時、その対応付けから次式が成り立つ。

【００３９】

$$f(x,y,t)=f(x+\delta x,y+\delta y,t+\delta t)$$
$$=f(x,y,t)+f_x\delta x+f_y\delta y+f_t\delta t \quad \cdots(2)$$
$$f_x\delta x+f_y\delta y+f_t\delta t=0 \quad \cdots(3)$$

式(3)の両辺をδtで割ると、

$$f_x\delta x/\delta t+f_y\delta y/\delta t+f_t=0 \quad \cdots(4)$$

を得る。ここで、δtが無限小であると仮定して、$\delta t\rightarrow 0$とすると次式を得る。

【００４０】

$$f_x dx/dt+f_y dy/dt+f_t=0 \quad \cdots(5)$$

オプティカルフロー速度$v=(u,\ v)=(dx/dt,\ dy/dt)$を用いると、式(5)は、

$$uf_x+vf_y+f_t=0 \quad \cdots(6)$$

となり、式(6)は動画像の濃淡値の時間、空間に関する勾配とオプティカルフロー速度vとを関係付ける式である。

【００４１】

次に、「ある着目点の近傍領域Γにおいて速度場はほぼ一定であると近似できる」という仮定を行う。この時、領域Γ内のいたるところで式(6)が成立しなければならない。そこで、式(6)の左辺の２乗積分（下記の式(7)）を用いて評価し、最小自乗法によって速度場を求める。

【００４２】

【数１】

$$J = \iint_{\Gamma} \left\{ uf_x + vf_y + f_t \right\}^2 dxdy \qquad \cdots(7)$$

【００４３】

式(7)をu，vに関して微分し、０とおくと、

$uS_{xx}+vS_{xy}+S_{xt}=0$，$uS_{xy}+vS_{yy}+S_{yt}=0$ …(8)

【００４４】

【数２】

$$S_{ij} = \iint_{\Gamma} f_i(x,y) f_j(x,y) dxdy \quad (i,j = x,y,t) \quad \cdots(9)$$

【００４５】

が得られる。式(8)を解くと速度ベクトル(u，v)は

$u=(S_{yt}S_{xy}-S_{xt}S_{yy})/(S_{xx}S_{yy}-S^2_{xy})$，$v=(S_{xt}S_{xy}-S_{yt}S_{xx})/(S_{xx}S_{yy}-S^2_{xy})$ …(10)

のように求められる。

【００４６】

次に、上述の動画像中のオプティカルフロー速度を求める時空間勾配法を応用して、音源が空間中に作る音場のある１点における音圧とその時空間勾配の間に成り立つ線形関係に基づいて、音源位置を定位する手法について説明する（参考文献２参照）。

【００４７】

図３に示すように観測点を原点とする三次元直交座標系を取り、その前方（z>0）に互いに無相関な点音源が複数個あるとする。音速をc、i番目の音源の座標を(x_i,y_i,z_i)、音源と観測点との距離を$R_i=(x_i^2+y_i^2+z_i^2)^{1/2}$、音源音を$g^i(t)$、各音源が観測点に形成する音場を$f^i(t)$とすると、観測点に形成される合成音場ｆはこれらからの球面波の和として、

【００４８】

【数３】

$$f = \sum_i f^i(t) = \sum_i \frac{1}{R_i} g^i\left(t - \frac{R_i}{c}\right) \qquad \cdots(11)$$

【００４９】

と表される。これを偏微分することにより、観測点での音場のx,y微分、時間微分は下記の式(12),(13),(14)で表される。

【００５０】

【数４】

$$f_x = -\sum_i \left\{ \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{R_i}\right) g^i\left(t - \frac{R_i}{c}\right) + \frac{1}{R_i}\frac{\partial}{\partial x} g^i\left(t - \frac{R_i}{c}\right) \right\}$$
$$= -\sum_i \left\{ \xi^i_x f^i(t) + \tau^i_x f^i_t(t) \right\} \qquad \cdots(12)$$

$$f_y = -\sum_i \left\{ \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{R_i}\right) g^i\left(t - \frac{R_i}{c}\right) + \frac{1}{R_i}\frac{\partial}{\partial y} g^i\left(t - \frac{R_i}{c}\right) \right\}$$
$$= -\sum_i \left\{ \xi^i_y f^i(t) + \tau^i_y f^i_t(t) \right\} \qquad \cdots(13)$$

$$f_t = \sum_i f^i_t(t) \qquad \cdots(14)$$

【００５１】

ここで、

$\xi^{i}_{x}=x_i/R_i^2, \xi^{i}_{y}=y_i/R_i^2$ …(15)

は強度勾配と呼ばれ、

$\tau^{i}_{x}=x_i/cR_i, \tau^{i}_{y}=y_i/cR_i$ …(16)

はx,y方向時間勾配と呼ばれる。

【００５２】

次に簡単のため、１音源の場合の音源定位手法について述べる。１音源の場合、式(12),(13)は

$f_x=-\xi_x f-\tau_x f_t,\ f_y=-\xi_y f-\tau_y f_t$ …(17)

となり、式（１）と同様に最小自乗法を適用して$\tau_x, \tau_y, \xi_x, \xi_y$を求める。短時間の時間窓Γにおいて評価関数を

$J=\int_\Gamma \{(f_x+\xi_x f+\tau_x f_t)^2+(f_y+\xi_y f+\tau_y f_t)^2\}\,dt$ …(18)

とする。式(18)を$\tau_x, \tau_y, \xi_x, \xi_y$に関して偏微分し、０とおくと下式が得られる。

【００５３】

$\partial J/\partial \tau_x=\int_\Gamma 2(f_x+\xi_x f+\tau_x f_t)\cdot f_t dt=0,\ \partial J/\partial \tau_y=\int_\Gamma 2(f_y+\xi_y f+\tau_y f_t)\cdot f_t dt=0$ …(19)

$\partial J/\partial \xi_x=\int_\Gamma 2(f_x+\xi_x f+\tau_x f_t)\cdot f_t dt=0,\ \partial J/\partial \xi_y=\int_\Gamma 2(f_y+\xi_y f+\tau_y f_t)\cdot f_t dt=0$ …(20)

ここで、観測窓Γから推定される共分散行列を

【００５４】

【数５】

$$S=\int_\Gamma f f^T dt=\begin{bmatrix} Sxx & Sxy & Sxt & Sx \\ Sxy & Syy & Syt & Sy \\ Sxt & Syt & Stt & St \\ Sx & Sy & St & S \end{bmatrix} \quad \cdots(21)$$

【００５５】

とおくと、式(19),(20)は

$S_{xt}+\xi_x S_t+\tau_x S_{tt}=0, S_{yt}+\xi_y S_t+\tau_y S_{tt}=0$ …(22)

$S_x+\xi_x S+\tau_x S_t=0, S_y+\xi_y S+\tau_y S_t=0$ …(23)

と書き直される。式(22),(23)を解くことにより、τx,τy,ξx,ξyが次式のように求められる。

【００５６】

$\tau_x=(S_x S_t-SS_{xt})/(SS_{tt}-S_t^2),\ \tau y=(S_y S_t-SS_{yt})/(SS_{tt}-S_t^2)$ …(24)

$\xi_x=(S_{xt} S_t-S_x S_{tt})/(SS_{tt}-S_t^2),\ \xi y=(S_{yt} S_t-S_y S_{tt})/(SS_{tt}-S_t^2)$ …(25)

音源の方位角$(x/R,y/R)=(c\tau_x,c\tau_y)$については式(21),(24)から求められる。音源までの距離Ｒについては、式(15),(16)から最小自乗法を適用することにより求められる。評価関数を

【００５７】

【数６】

$$J=\left(\xi_x-\frac{c}{R}\tau_x\right)^2+\left(\xi_y-\frac{c}{R}\tau_y\right)^2 \quad \cdots(26)$$

【００５８】

とし、これを1/Rで偏微分して0とおくと

【００５９】

【数７】

$$\frac{\partial J}{\partial(1/R)} = -2c\left\{\tau_x\left(\xi_x - \frac{c}{R}\tau_x\right) + \tau_y\left(\xi_y - \frac{c}{R}\tau_y\right)\right\} \quad \cdots(27)$$

【００６０】

となる。これを解くと

$R=c(\tau_x{}^2+\tau_y{}^2)/(\tau_x\xi_x+\tau_y\xi_y)$ …(28)

のように音源までの距離が求められる。

【００６１】

次に、音場の時空間勾配を利用して、指向性制御を行う手法について解説する(参考文献３～５参照)。今、１音源の場合を仮定すると、観測点における音圧信号ｆ(t)のx,y方向の空間勾配は式(12), (13)より

【００６２】

【数８】

$$f_x = -\frac{x}{R^2}f - \frac{x}{cR}f_t$$
$$f_y = -\frac{y}{R^2}f - \frac{y}{cR}f_t \quad \cdots(29)$$

【００６３】

となる。この式を音源から観測点に向かうベクトルｒ=(x,y,z)を用いて書き直すと

【００６４】

【数９】

$$\nabla f(t) = \left(\frac{1}{|\mathbf{r}|}f(t) + \frac{1}{c}f_t(t)\right)\frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|} \quad \cdots(30)$$

【００６５】

となる。次にｆ(t), f_t(t),∇ｆ(t)が観測される時、これらの荷重和は

【００６６】

【数１０】

$$s(t) = -uf(t) - u_t f_t(t) + \mathbf{w}\cdot\nabla f(t) \quad \cdots(31)$$

【００６７】

と表される。ただし、u,u_tは実数定数、w=(w_x,w_y,0)は観測点を原点とし、任意の方向を向いている単位ベクトルである。式(30)を式(31)に代入すると、

【００６８】

【数１１】

$$s(t) = \left(\frac{\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}}{|\mathbf{r}|^2} - u\right)f(t) + \left(\frac{\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}}{c|\mathbf{r}|} - u_t\right)f_t(t)$$
$$= H(r)f(t) + H_t(r)f_t(t) \quad \cdots(32)$$

$$H(\mathbf{r}) = \frac{\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}}{|\mathbf{r}|^2} - u \quad \cdots(33)$$

$$H_t(\mathbf{r}) = \frac{\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}}{c|\mathbf{r}|} - u_t \quad \cdots(34)$$

【００６９】

となる。よって時空間勾配の荷重和は、ｆ(t),ｆ$_t$(t)に対してそれぞれ異なる指向特性Ｈ(ｒ),Ｈ$_t$(ｒ)をもつフィルタの和として表される。Ｈ(ｒ)=αのとき、式(33)は

【００７０】

【数１２】

$$\frac{\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}}{|\mathbf{r}|^2}=u+\alpha \quad \cdots(35)$$

$$\mathbf{r}\cdot\left\{\frac{\mathbf{w}}{2(u+\alpha)}\right\}=\frac{1}{2}|\mathbf{r}|^2 \quad (u+\alpha\neq 0) \quad \cdots(36)$$

【００７１】

と変形できる。ここで、２つのベクトルａ，ｂの成す角をθとすると以下の公式が成り立つ。

【００７２】

【数１３】

$$|\mathbf{a}-\mathbf{b}|^2=|\mathbf{a}|^2+|\mathbf{b}|^2-2|\mathbf{a}|\cdot|\mathbf{b}|\cos\theta$$
$$=|\mathbf{a}|^2+|\mathbf{b}|^2-2\mathbf{a}\cdot\mathbf{b} \quad \cdots(37)$$

$$\mathbf{a}\cdot\mathbf{b}=\frac{1}{2}\left(|\mathbf{a}|^2+|\mathbf{b}|^2-|\mathbf{a}-\mathbf{b}|^2\right)\cdots(38)$$

【００７３】

式(38)の公式を用いると式(36)は次式のように書き換えられる。

【００７４】

【数１４】

$$\frac{1}{2}\left(|\mathbf{r}|^2+\left|\frac{\mathbf{w}}{2(u+\alpha)}\right|^2-\left|\mathbf{r}-\frac{\mathbf{w}}{2(u+\alpha)}\right|^2\right)=\frac{1}{2}|\mathbf{r}|^2 \quad \cdots(39)$$

$$\left|\frac{\mathbf{w}}{2(u+\alpha)}\right|^2-\left|\mathbf{r}-\frac{\mathbf{w}}{2(u+\alpha)}\right|^2=0 \quad \cdots(40)$$

【００７５】

ここで、｜ｗ｜＝１より、

【００７６】

【数１５】

$$\left|\mathbf{r}-\frac{\mathbf{w}}{2(u+\alpha)}\right|^2=\left|\frac{1}{2(u+\alpha)}\right|^2 \quad \cdots(41)$$

【００７７】

という球の方程式で表される。u+α=0の場合には、式(35)は

ｒ・ｗ＝０　　…(42)

となる。また、Ｈ$_t$(r)=αの時には式(34)は

【００７８】

【数１６】

$$\frac{\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}}{c|\mathbf{r}|}=u_t+\alpha \quad \cdots(43)$$

【００７９】

となるので、ベクトルｒとｗの成す角をθ(r)とすると｜ｗ｜=１より
【００８０】
【数１７】

$$\mathbf{r}\cdot\mathbf{w}=|\mathbf{r}|\cdot|\mathbf{w}|\cos\theta(\mathbf{r})=|\mathbf{r}|\cos\theta(\mathbf{r}) \quad \cdots(44)$$

【００８１】
となる。よって、式(43)は
【００８２】
【数１８】

$$\cos\theta(\mathbf{r})=c(u_t+\alpha) \quad \cdots(45)$$

【００８３】
となる。
【００８４】
式(41)、(42)、(45)より、H(r)，$H_t(r)$について次のような性質を得る。
１）２つの指向特性H(r)，$H_t(r)$はｗを軸とする回転対称体をもつ
２）H(r)=０の時、ｒの分布は直径1/u(u≠0)の球面または平面(u=0)を成す
３）$H_t(r)$=０の時、ｒの分布は頂角$2cu_t$(ut≠0）の円錐面または平面(u_t=0)を成す
４）H(r)=０と$H_t(r)$=０の時のｒの分布の交わりは円または平面を成す
式(32)を周波数領域に変換すると、
【００８５】
【数１９】

$$S(\omega)=\left(H(\mathbf{r})+j\omega H_t(\mathbf{r})\right)F(\omega) \quad \cdots(46)$$

【００８６】
を得る。よって音源ｒからs(t)への周波数応答T(r,w)は、

$$T(r,w)=H(r)+j\omega H_t(r) \quad \cdots(47)$$

となり、H(r)，$H_t(r)$が実数であればT(r,w)=0となる場合には

$$H(r)=0,\ H_t(r)=0 \quad \cdots(48)$$

となる。故に、式(47)からS(ω)=0となる零点分布は、周波数ωに依存せず、音源位置ｒのみに依存することが分かる。したがって、観測点における音圧の時間勾配とx,y方向の空間勾配が得られる時に、零感度領域（不感点）を形成するには、ある瞬間においてｆ，f_t，f_x，f_yの荷重和を取り、補償フィルタ処理（低域通過フィルタ処理）を施すだけでよい。
【００８７】
本実施形態の音声信号生成部６は、受音部５から出力される同相成分M(t)、時間微分値$M_t(t)$、ｘ軸方向空間微分値$M_x(t)$、ｙ軸方向空間微分値$M_y(t)$を要素とするベクトル$M=(M(t)\ \ M_t(t)\ \ M_x(t)\ \ M_y(t))^T$を定義し、これらに対する荷重を要素とする係数ベクトル$W=(W\ \ W_t\ \ W_x\ \ W_y)^T$との荷重和を演算した後、低域通過フィルタ６１ａを通すことによって、予め決められた任意位置に不感点を形成する不感点形成部６１を有する。具体的には、上述の指向特性H(r)，$H_t(r)$をそれぞれ$H_1(r_i)$，$H_2(r_i)$と置き換えて下記のように定義する（但し、r_iは音源ｉの位置ベクトル、n_{ix}，n_{iy}はそれぞれ$r_i/|r_i|$のｘ成分とy成分である。）。
【００８８】

【数２０】

$$\mathbf{H}_1(\mathbf{r}_i)=\left(1 \quad 0 \quad \frac{n_{ix}}{|\mathbf{r}_i|} \quad \frac{n_{iy}}{|\mathbf{r}_i|}\right)^H \cdots(49)$$

$$\mathbf{H}_2(\mathbf{r}_i)=\left(0 \quad 1 \quad \frac{n_{ix}}{c} \quad \frac{n_{iy}}{c}\right)^H \cdots(50)$$

【００８９】

さらに、これらの$H_1(r_i)$, $H_2(r_i)$に対して、下記の式(51),(52)のような２つの拘束条件をおく。

$W^H H_1(r_i)=p$ …(51)

$W^H H_2(r_i)=q$ …(52)

ここで、p,qはそれぞれ正の実数定数である。すると、係数ベクトルWを用いた荷重和によるゲインは係数ベクトルWには依存せずp+jωqとなるので、これを補償するために、図２の不感点形成部６１においては、荷重和をとる段の後段に、$(p+j\omega q)^{-1}$という１次の低域通過フィルタ６１ａを設けている。これにより、位置r_iにある音源iに対して不感点形成部６１全体でのゲインは１となっている。さらに、送話部２の受音部５の位置に対し、想定される話者の位置を示すベクトルをr_1とおき、p,qはそれぞれ例えば$p=1/|r_1|$,$q=1/c$とする。

【００９０】

すると、係数ベクトルWは、式(51),(52)の条件のもとで、観測時間区間Γにおける不感点形成部６１の出力パワー

【００９１】

【数２１】

$$\int_\Gamma \left(\mathbf{W}^H\mathbf{M}(t)\right)^2 dt \quad \cdots(53)$$

【００９２】

を最小化するというMinimum Variance Beamformer（ＭＶ法）を用いることにより得られる。この解は、下記の式(54),(55)のように表される。

【００９３】

【数２２】

$$\begin{pmatrix} W \\ W_t \end{pmatrix}=\left(n_{1x}W_x+n_{1y}W_y-1\right)\begin{pmatrix} 1/|\mathbf{r}_1| \\ 1/c \end{pmatrix} \quad \cdots(54)$$

$$\begin{pmatrix} W_x \\ W_y \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} B_{xx} & B_{xy} \\ B_{xy} & B_{yy} \end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} B_{ax} \\ B_{ay} \end{pmatrix} \quad \cdots(55)$$

$$B_{ij}=\int_\Gamma b_i(t)b_j(t)dt \quad (i,j=a,x,y) \quad \cdots(56)$$

$$b_a(t)=\frac{1}{|\mathbf{r}_1|}M(t)+\frac{1}{c}M_t(t) \quad \cdots(57)$$

$$b_x(t)=M_x(t)-b_a(t)n_{1x} \quad \cdots(58)$$

$$b_y(t)=M_y(t)-b_a(t)n_{1y} \quad \cdots(59)$$

【００９４】

但し、式(55)のＢij(i,j=a,x,y)は式(56)で表されるものであり、式(56)の$b_a(t)$,$b_x(t)$,$b_y(t)$はそれぞれ式(57)～(59)で表されるものである。

【００９５】
なお、低域通過フィルタ６１ａを用いる代わりに、$W^{H}H_{1}(r_{i})=0$かつ$W^{H}H_{2}(r_{i})=0$となるような係数ベクトルＷを選択してもよい。この場合、音源ｉの位置r_{i}に、周波数に依存しない不感点が形成できる。つまり、不感点形成部６１の出力Ｏ(t)には不感点に存在する音源から発せられる音の音圧が含まれない。
【００９６】
本実施形態は、不感点形成部６１が、上記の不感点形成処理に用いる係数ベクトルＷ等のパラメータ（以下、単に「パラメータ」と呼ぶ。）として、受話部１において音が発生する範囲の中心の位置（以下、単に「受話部１の位置」と呼ぶ。）に不感点が形成されるように選択されたものを用い、音声信号生成部６が、不感点形成部６１の出力O(t)を音声信号生成部６の出力として入出力部３の通話処理部３２に入力する不感点形成モードでの動作が可能となっている。
【００９７】
すなわち、不感点形成モードでは、受話部１の位置に不感点が形成されることにより、全ての周波数にわたってループゲインが低減され、ハウリングが抑制される。また、従来例のように時空間勾配法を用いない場合に比べ、受話部１以外の音源からの音に関しては損失が低減されるから、音質を向上することが可能となっている。さらに、従来例と違い、受話部１で発生した音が周波数によらず除去されるから、従来例に比べてハウリングマージンが増加している。
【００９８】
また、上記のような不感点形成処理によりハウリングが抑制されるから、本実施形態では、通話処理部３２の減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴでの減衰によるハウリングの抑制の必要性が薄くなっている。図４は、送話信号の強度に対する受話信号の強度の比を横軸にとり、縦軸に減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴのゲインをとったグラフであり、右上がりの実線及び破線がそれぞれ受話側減衰器ＩＬＲのゲインを示し、右下がりの実線及び破線がそれぞれ送話側減衰器ＩＬＴのゲインを示す。不感点形成部６１を用いない場合には破線で示すように全体的に各減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴのゲインを低く（減衰率を高く）とる必要があるのに対し、本実施形態では上記のように通話処理部３２の減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴでの減衰によるハウリングの抑制の必要性が薄くなっているから、実線で示すように全体的に各減衰器ＩＬＲ，ＩＬＴのゲインを高くし（減衰率を低く抑え）、これによって音質の向上が可能となっているのである。また、本実施形態では、送話信号と受話信号とのうち強度がより低い音声信号についても通話処理部３２での減衰率が比較的に低く抑えられていることにより、双方向同時通話が可能となっている。
【００９９】
さらに、本実施形態は、上記の不感点形成モード以外の動作モードでの動作も可能となっている。詳しく説明すると、本実施形態の音声信号生成部６は、受音部５の出力M(t)と、不感点形成部６１の出力O(t)とを用いて、不感点形成モードとは逆に、不感点形成部６１において不感点とされる位置の音源からの音が主に反映され周囲の音源からの音の影響が低減された音声信号S(t)を抽出して出力する集音エリア形成部６２と、入出力部３の通話処理部３２への入力を、動作モードに応じて、不感点形成部６１の出力O(t)と集音エリア形成部６２の出力S(t)と受音部５の出力M(t)とのいずれかに択一的に切り換える切換部６３とを有する。すなわち、不感点形成部６１の出力O(t)が入出力部３に入力される状態が不感点形成モードである。また、以下では、集音エリア形成部６２の出力S(t)が入出力部３に入力される状態を集音エリア形成モードと呼び、受音部５の出力M(t)が入出力部３に入力される状態を無指向性モードと呼ぶ。さらに、送話部２は、動作モードの切り換えの指示が入力される指示入力部８１と、指示入力部８１に入力された指示に従って切換部６３を制御するとともに不感点形成部６１に対しパラメータを指示する送話制御部７とを有する。指示入力部８１は、例えば押釦スイッチを有して動作モードの切換を指示する操作入力を受け付けるものであってもよいし、他の機器（例えばインターホンシステムの親機）から周知の多重化通信技術によって音声信号に重畳して送信されてきた電気信号を受

け付けるものであってもよい。

【０１００】

不感点形成モード以外の動作モードについて説明する。まず、無指向性モードは、受音部５で得られた音声信号がそのまま入出力部３に出力されるモードであり、例えば、受音部５に入力された音声を、通信部３１に接続された他の機器において録音する場合など、受話部１に音声信号が入力されず（別の言い方をすれば受話信号が存在せず）、不感点形成部６１による処理を行わずともハウリングのおそれがない場合に用いられる。このような無指向性モードを用いれば、音源の位置に関わりなく受音部５に入力される全ての音声を出力可能であるほか、他の動作モードを用いる場合に比べて損失が少ないことにより、音質の向上が可能であるという利点がある。

【０１０１】

次に、集音エリア形成モードについて説明する。集音エリア形成モードでの動作は、本発明者が特願２００７－１４９５７０において提案したものである。具体的に説明すると、集音エリア形成モードでは、不感点形成部６１が形成する不感点の位置が、受話部１の位置ではなく、受音部５に音声を入力すべき音源たる話者の位置として想定される所定の目標位置となるように、不感点形成部６１に対し送話制御部７によってパラメータが指定される。

【０１０２】

集音エリア形成部６２は、目標位置の音源（話者）からの音（以下、「目的音」と呼ぶ。）と目標位置の周囲の音源からの雑音とがともに反映された音声信号である受音部５の出力の同相成分（以下、集音エリア形成モードの説明中では「全体音圧」と呼ぶ。）M(t)と、目標位置の周囲の音源からの雑音が主に反映された音声信号である不感点形成部６１の出力（以下、集音エリア形成モードの説明中では「雑音成分」と呼ぶ。）O(t)とに対し、従来周知のスペクトル・サブトラクション法（参考文献６参照）を適用することにより、目的音が主に反映された音声信号S(t)を抽出する処理を行うものである。

【０１０３】

以下、集音エリア形成部６２の動作を説明する。まず、用いられる各出力M(t)，O(t)をそれぞれフレーム分割部６２ａにて単位時間（フレーム時間）毎に分割し、分割された各出力M(t,k)，O(t,k)をそれぞれ高速フーリエ変換部（ＦＦＴ）６２ｂで時間領域から周波数領域に変換する（ここで、ｋはフレーム番号を示す）。そして、雑音成分O(f,k)の平均振幅μ(=E{|O(f,k|})を雑音平均振幅算出部６２ｃで算出し、振幅算出部６２ｄで算出した全体音圧M(f,k)の振幅値｜M(f,k)｜から雑音成分O(f,k)の平均振幅μを減算するとともに、減算した値（｜M(f,k)｜－μ）に、位相算出部６２ｅで算出した全体音圧M(f,k)の位相（=exp{j∠M(f,k)}）を乗算することで雑音が含まれていない出力S(f,k)=(|M(f,k)|－μ)・exp{j∠M(f,k)}を取り出し、この出力S(f,k)を高速フーリエ逆変換して周波数領域から時間領域に戻すことで、話者の周囲の雑音が抑制され目的音が強調された音声信号S(t)を得る。

【０１０４】

このように集音エリア形成モードでは、集音エリア形成部６２によって目標位置（不感点）に存在する音源から発せられる目的音が強調された音声信号S(f,k)を生成するので、目標位置の方向に雑音の音源が存在する場合であっても、目標位置に存在する音源から発せられる音のみを強調して入出力部３へ出力することができる。図５は受音部５が出力する全体音圧M(f)、不感点形成部６１が出力する雑音成分O(f)、集音エリア形成部６２が出力する音声信号S(f)の振幅（音圧）の周波数特性の一例を示しており、集音エリア形成部６２の出力S(f)では雑音成分が十分に抑圧されていることが判る。つまり、集音エリア形成モードを用いれば、周囲騒音の大きい環境下であっても話者の音声を抽出して通話することが可能となる。また、通常の使用状態ならば、目標位置は受話部１から十分に離れた位置とされるので、集音エリア形成モードでもハウリングを抑制する効果が得られる。さらに、集音エリア形成モードでは、受話部１から受音部５に直接到達した音だけでなく室内での反射を経た音も抑制されるから、残響音によるハウリングも抑制される。

【０１０５】
ここで、集音エリア形成部６２において上記のように目標位置の周囲の雑音が低減された音声信号S(t)を得る方法としては、上記のようなスペクトル・サブトラクション法の代わりに、周知の独立成分分析(ICA:Independent Component Analysis)の手法を利用してもよい。さらに、集音エリア形成モードで不感点形成部６１が用いるパラメータを一定とする代わりに、送話制御部７が、集音エリア形成モードでの動作中の所定のタイミングで、不感点形成部６１を制御し、受音部５の出力する同相成分M(t)、時間微分値$M_t(t)$、ｘ軸方向空間微分値$M_x(t)$、ｙ軸方向空間微分値$M_y(t)$を用いた周知の音源定位方法により話者の位置を検出させるとともに、目標位置（不感点の位置）が検出された話者の位置となるようにパラメータを変更させることで、目標位置を話者の位置に自動的に調整するようにしてもよい。

【０１０６】
また、本実施形態は、受音部５の位置（厳密には例えばマイクロホン５０Ａ～５０Ｄに囲まれた範囲の中心の位置）に対する受話部１の位置が入力される位置入力部８２を有する。送話制御部７は、位置入力部８２に受話部１の位置が入力されたときに、位置入力部８２に入力された受話部１の位置に不感点が形成されるようなパラメータを演算し、不感点形成モードでは該パラメータを用いるように不感点形成部６１に指示する。つまり、送話制御部７が請求項におけるパラメータ演算手段である。位置入力部８２は、例えば押釦スイッチを有して受話部１の位置を示す操作入力を受け付けるものであってもよいし、設定用の機器が接続される端子であってもよい。

【０１０７】
ところで、受音部５において、上記のような４個のマイクロホン５０Ａ～５０Ｄによって音を受ける代わりに、図６（ａ）に示すような１枚の振動板５２で音を受ける図６（ｂ）に示すような１個のマイクロホン５０Ｅを用いてもよい（参考文献７，８参照）。この振動板５２は、全体として薄い円板からなり、ハウジング４に対して固定される被支持部５２ａと、被支持部５２ａの径方向の外向きであって互いに反対方向（図６（ａ）の上下両側）にそれぞれ突設された第１の連結部５２ｂと、円環形状であって内周の直径方向の両端部がそれぞれ第１の連結部５２ｂに連結された中間部５２ｃと、中間部５２ｃから径方向であって第１の連結部５２ｂの突出方向に直交する方向（図６（ａ）の左右両側）にそれぞれ突設された第２の連結部５２ｄと、円環形状であって内周の直径方向の両端部がそれぞれ第２の連結部５２ｄに連結された振動部５２ｅとを有する。また、図６（ａ）（ｂ）に示すマイクロホン５０Ｅは、振動板５２が収納される収納凹部５３ａを有してハウジング４に固定されるパッケージ５３と、パッケージ５３の収納凹部５３ａの底面から突設され振動板５２の厚さ方向を収納凹部５３ａの深さ方向に向ける形で振動板５２の被支持部５２に固定された支柱５４とを有する。さらに、振動板５２の各連結部５２ｂ，５２ｄはそれぞれ捩れるような弾性変形が可能となっている。つまり、振動部５２ｅは、いわゆる２軸直交型のジンバル構造を介して被支持部５２ａに対して支持されているのであり、被支持部５２ａに対し、図６（ａ）の左右方向については第１の連結部５２ｂが捩れることによりシーソー動可能であり、図６（ａ）の上下方向については第２の連結部５２ｄが捩れることによりシーソー動可能であることにより、全方向にシーソー動（揺動）可能となっている。また、振動部５２ｅは、中央部に対して周縁部を厚さ方向に変位させるような弾性変形も可能となっている。このような振動版５２を用いれば、振動部５２ｅに入射した音の音圧により振動部５２ｅが受けた力を電気信号に変換する（例えば振動部５２ｅの振動に基いて音圧を検出する）音圧検出部を振動板５２の複数箇所にそれぞれ設けることにより、同相成分M(t)、時間微分値$M_t(t)$、ｘ軸方向空間微分値$M_x(t)$、ｙ軸方向空間微分値$M_y(t)$を１枚の振動板５２から得ることができる。この場合、上記のｘ軸とｙ軸との向きは、それぞれ、弾性復帰した状態の振動板５２の厚さ方向に対し直交する向きとなる。音圧検出部としては、例えば、一方の電極が振動板５２の振動部５２ｅに設けられて他方の電極がパッケージ５３の収納凹部５３ａの底面に設けられ振動部５２ｅの変位に伴って静電容量が変化するコンデンサや、振動板５２に生じたひずみを検出（つまり電

気信号に変換）する圧電素子を用いることができる。また、音圧検出部の出力から同相成分M(t)、時間微分値M_t(t)、ｘ軸方向空間微分値M_x(t)、ｙ軸方向空間微分値M_y(t)を得る時空間勾配測定処理部については、周知技術で実現可能であるので説明を省略する。

【０１０８】

上記のような送話部２の各構成は、周知の半導体プロセス技術を用いて１個の半導体チップに集積し、いわゆるMEMS (Micro Electro Mechanical Systems)と呼ばれる１個のデバイスとして構成することが可能であり、また、そのようにすることが小型化の観点からは望ましい。

【０１０９】

さらに、受話部１と送話部２の少なくとも受音部５とをそれぞれ共通のケース（図示せず）に固定するとともに、製造時にはケースを介して一体化された受話部１と送話部２の受音部５とを全体として１個の通話モジュールとしてハウジング４に収納すれば、製造時には、受話部１と送話部２の受音部５との位置関係が共通する複数種類の通話装置で通話モジュール用の部品や製造設備を共用とし、製造コストを低減することができるから望ましい。

＜参考文献一覧＞

参考文献１：安藤　繁　「画像の時空間微分算法を用いた速度ベクトル分布計測システム」　計測自動制御学会論文集　22-12, 1330/1336(1986)

参考文献２：安藤　繁・篠田　裕之・小川　勝也・光山　訓　「時空間勾配法に基づく３次元音源定位センサシステム」　計測自動制御学会論文集　第２９巻第５号, p520~528, 1993

参考文献３：N. Ono, T. Arita, Y. Senjo, and S. Ando, “Directivity steeringprinciple for biomimicry silicon microphone”, Proc. Int. Conf. Solid State Sensors, Actuators, and Microsystems (Transducers'05), pp. 792-795, 2005.

参考文献４：小野, 安藤, “音場の計測と指向性制御, 第22回センシングフォーラム資料, pp. 305-310,2005.

参考文献５：小野, 有田, 千條, 安藤, “時空間勾配計測に基づく指向性制御と音源分離の理論, 日本音響学会2005年春季研究発表会講演論文集, 2-6-13, pp. 607-608, 2005.

参考文献６：S.F.Boll "Suppression of Acoustic Noise in Speech. usingSpectral Subtraction" IEEE Trans.on.Acoustics,Speech and Signal ProcessingVol.ASSP-27,No.2,pp.113-1,1979

参考文献７：小野 順貴,斎藤 章人,安藤 繁「ヤドリバエを模倣した超小型音源定位センサの理論と実験（第２報）」,第１９回センシングフォーラム,pp.379-382,2002

参考文献８：小野 順貴,斎藤 章人,安藤 繁「ヤドリバエを模倣した微分検出型音源定位センサの理論と実験」,聴覚研究会資料,pp.187-192,2002

【図面の簡単な説明】

【０１１０】

【図１】本発明の実施形態を示すブロック図である。

【図２】同上の送話部を示すブロック図である。

【図３】同上における時空間勾配法を説明するための説明図である。

【図４】同上の効果を示す説明図である。

【図５】同上の集音エリア形成モードの効果を示す説明図である。

【図６】（ａ）（ｂ）はそれぞれ同上の別の形態におけるマイクロホンを示し、（ａ）は振動板の平面図、（ｂ）は断面図である。

【図７】従来例を示す斜視図である。

【符号の説明】

【０１１１】

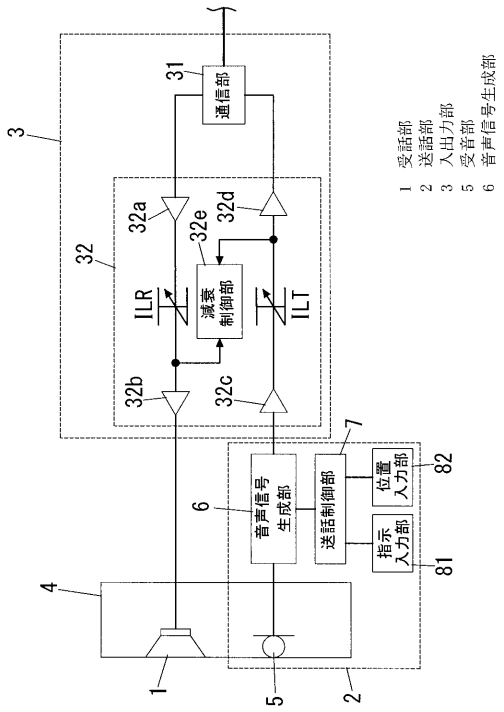
１　受話部

２　送話部

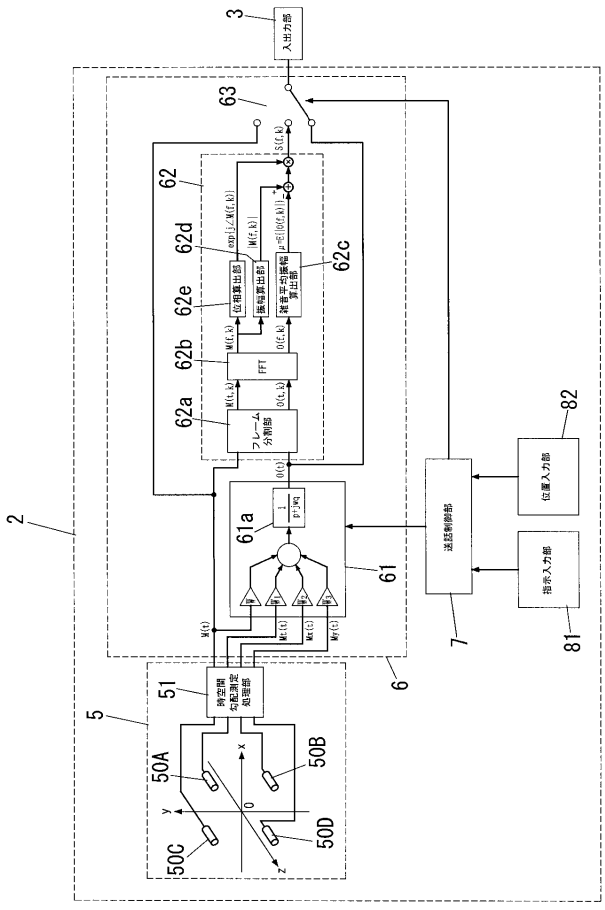
３　入出力部

４　ハウジング
５　受音部
６　音声信号生成部（請求項における送話信号生成手段）
７　送話制御部（請求項におけるパラメータ演算手段）
５０Ａ～５０Ｄ　マイクロホン
５１　時空間勾配測定処理部
５２　振動板
５２ａ　被支持部
５２ｅ　振動部
８１　指示入力部
８２　位置入力部

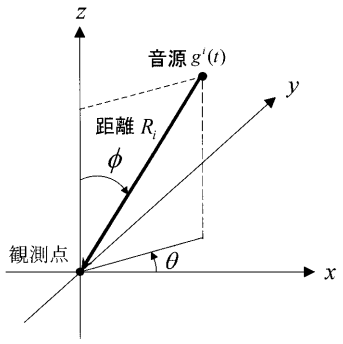
【図１】



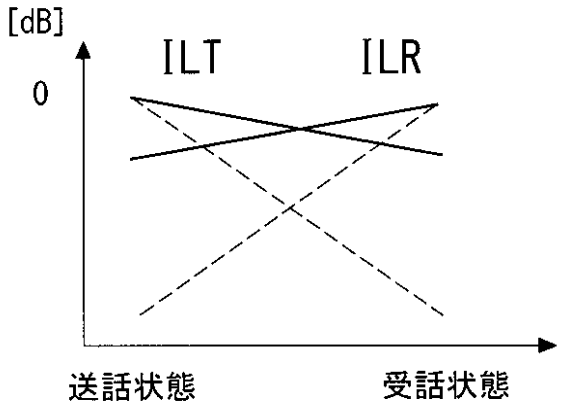
【図２】



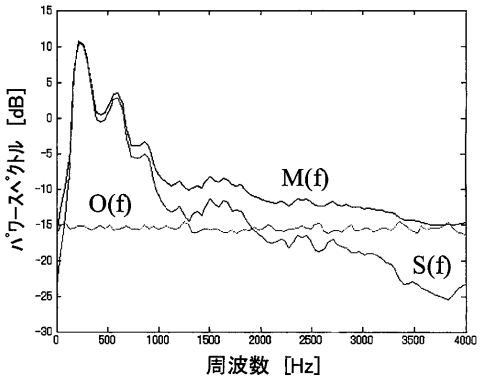
【図３】


z
音源 $g^i(t)$
y
距離 R_i
ϕ
観測点
θ
x

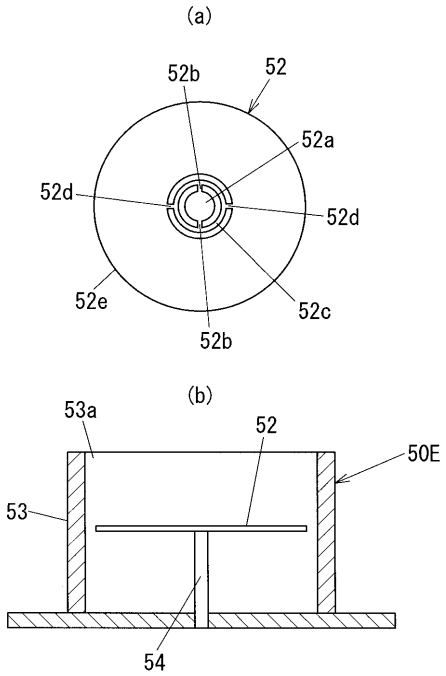
【図４】


[dB]
0
ILT
ILR
送話状態
受話状態

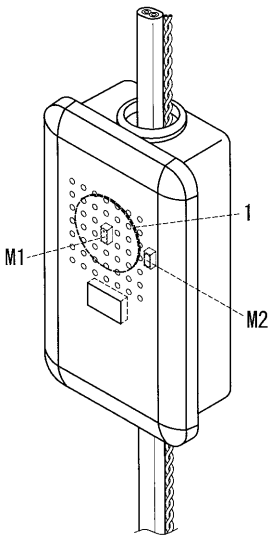
【図５】


パワースペクトル [dB]
周波数 [Hz]
M(f)
O(f)
S(f)

【図６】


(a)
52b
52
52a
52d
52d
52e
52c
52b
(b)
53a
52
50E
53
54

【図７】


1
M1
M2