

(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2016-5181

(P2016-5181A)

(43) 公開日 平成28年1月12日(2016.1.12)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H04R	3/00	(2006.01)	H04R	3/00
H04R	1/40	(2006.01)	H04R	1/40

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-125485 (P2014-125485)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成26年6月18日 (2014.6.18)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	中谷 政次
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		Fターム(参考)	5D018 BB22
			5D220 BA06 BB04 BC05

(54) 【発明の名称】 集音装置、その制御方法、および、その制御プログラム

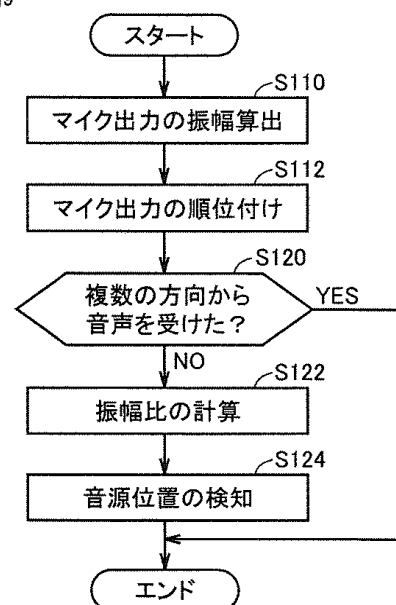
(57) 【要約】

【課題】複数のマイクのそれぞれから出力される音声信号から音源の位置を正確に特定する。

【解決手段】集音装置のCPUが実行する処理は、各マイクの振幅比を算出するステップ(S122)と、各マイクの指向特性と、音源およびマイク間の距離による減衰とを反映した、音源位置情報に規定されているマイク出力比のうちから、算出した振幅比に最も近いマイク出力比を選択し、音源位置情報を参照して、選択したマイク出力比に対応する音源位置を取得するステップ(S124)とを含む。

【選択図】 図9

図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集音装置であって、

互いに異なる位置に設けられた複数のマイクと、

互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を仮に受けた場合における前記複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルと、前記集音装置に対する当該音源の既知の位置とを互いに関連付けて音源位置情報として予め格納するための記憶部と、

音声を実際に受けた時の前記複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、前記音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するための第 1 の選択部と、

前記第 1 の選択部によって選択された信号出力レベルに対応する位置を前記集音装置に対する実音源の位置として前記音源位置情報から取得するための取得部とを備える、集音装置。

【請求項 2】

前記集音装置は、

前記複数のマイクのそれぞれによって出力される音声信号間の相関から、当該音声信号間の位相差または時間差を検出するための検出部と、

前記位相差または前記時間差を用いて前記集音装置に対する前記実音源の位置を推定するための推定部と、

前記取得部によって取得された前記実音源の位置と前記推定部によって推定された前記実音源の位置とを用いて前記実音源の位置を算出するための算出部とをさらに備える、請求項 1 に記載の集音装置。

【請求項 3】

前記集音装置は、信号出力レベルが予め定められた信号出力レベルよりも低いマイクを前記複数のマイクのうちから選択するためのマイク選択部と、

前記マイク選択部によって選択されたマイクから出力される音声信号をノイズ信号として、その他のマイクから出力される音声信号から減算するためのノイズ除去部とをさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の集音装置。

【請求項 4】

前記マイク選択部によって選択されたマイクと、当該マイクに近接するマイクとのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、前記音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するための第 2 の選択部と、

前記音源位置情報を参照して、前記第 2 の選択部によって選択されたに信号出力レベルに対応する位置を前記集音装置に対するノイズ発生源の位置として決定するための決定部とをさらに備え、

前記ノイズ除去部は、前記ノイズ発生源から前記複数のマイクの各々への音声の入射方向に応じて、差し引く前記ノイズ信号の割合を変える、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の集音装置。

【請求項 5】

前記集音装置は、

モニタと、

前記モニタの表示領域内のうち、前記実音源からの距離が一番近い領域に情報を表示するための表示制御部とをさらに備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の集音装置。

【請求項 6】

集音装置の制御方法であって、

前記集音装置は、互いに異なる位置に設けられた複数のマイクを備え、

前記制御方法は、

互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を

10

20

30

40

50

仮に受けた場合における前記複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルと、前記集音装置に対する当該音源の既知の位置とを互いに関連付けて音源位置情報として予め格納するステップと、

音声を実際に受けた時の前記複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、前記音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するステップと、

前記選択するステップで選択された信号出力レベルに対応する位置を前記集音装置に対する実音源の位置として前記音源位置情報から取得するステップとを備える、制御方法。

【請求項 7】

10

集音装置の制御プログラムであって、

前記集音装置は、

プロセッサと、

互いに異なる位置に設けられた複数のマイクを備え、

前記制御プログラムは、前記プロセッサに、

互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を仮に受けた場合における前記複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルと、前記集音装置に対する当該音源の既知の位置とを互いに関連付けて音源位置情報として予め格納するステップと、

音声を実際に受けた時の前記複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、前記音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するステップと、

20

前記選択するステップで選択された信号出力レベルに対応する位置を前記集音装置に対する実音源の位置として前記音源位置情報から取得するステップとを実行させる、制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、集音装置の制御に関し、特に、複数のマイクを有する集音装置の制御に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、複数のマイクから出力された音声信号を信号処理することにより、音質を改善するための技術や、音源の方向を特定するための技術が開発されている。たとえば、特許文献 1 は、マイクの指向特性の劣化を抑制できるアレイマイクロホンを開示している。特許文献 2 は、受信した音声信号から音源の方向を検出し、音源の方向の受信指向性を高める集音装置を開示している。特許文献 3 は、音源方向または話者を特定できるマイクロフォン・スピーカを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【特許文献 1】特開平 7-131886 号公報

【特許文献 2】特開 2007-13400 号公報

【特許文献 3】特開 2005-57400 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、近年では、目的の音源から発せられた音声を強調して、周囲のノイズを低減することが可能なビームフォーミングという技術が開発されている。ビームフォーミングでは、目的の音源から発せられた音声信号を強調するために、音源の位置を正確に特定す

50

ることが重要である。このため、音源の位置を正確に特定するための集音装置が望まれている。

【0005】

特許文献1に開示されるアレイマイクロホンは、複数のマイクから出力されるそれぞれの信号レベルを等しくする。すなわち、当該アレイマイクロホンは、異なる感度特性を有するそれぞれのマイクの感度特性を等しくすることを目的とするものであり、音源の位置を特定することを目的とするものではない。

【0006】

特許文献2に開示される集音装置は、音源から個々のマイクまでの距離差によって生じる音声信号の遅延を利用して、音源の方向を特定する。当該集音装置は、音源の方向を特定することができても、音源の位置を特定することはできない。

10

【0007】

特許文献3に開示されるマイクロフォン・スピーカは、複数のマイクのうち、出力する音のレベルが一番高いマイクが向いている方向を音源の方向として特定する。当該マイクロフォン・スピーカは、音源の方向を特定することができても、音源の位置を特定することはできない。

【0008】

本開示は上述のような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、複数のマイクのそれぞれから出力される音声信号から音源の位置を正確に特定することが可能な集音装置、その制御方法、および、その制御プログラムを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

一実施の形態に従うと、集音装置は、互いに異なる位置に設けられた複数のマイクと、互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を仮に受けた場合における複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルと、集音装置に対する当該音源の既知の位置とを互に関連付けて音源位置情報として予め格納するための記憶部と、音声を実際に受けた時の複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するための第1の選択部と、第1の選択部によって選択された信号出力レベルに対応する位置を集音装置に対する実音源の位置として音源位置情報から取得するための取得部とを備える。

30

【0010】

好ましくは、集音装置は、複数のマイクのそれぞれによって出力される音声信号間の相関から、当該音声信号間の位相差または時間差を検出するための検出部と、位相差または時間差を用いて集音装置に対する実音源の位置を推定するための推定部と、取得部によって取得された実音源の位置と推定部によって推定された実音源の位置とを用いて実音源の位置を算出するための算出部とをさらに備える。

【0011】

好ましくは、集音装置は、信号出力レベルが予め定められた信号出力レベルよりも低いマイクを複数のマイクのうちから選択するためのマイク選択部と、マイク選択部によって選択されたマイクから出力される音声信号をノイズ信号として、その他のマイクから出力される音声信号から減算するためのノイズ除去部とをさらに備える。

40

【0012】

好ましくは、マイク選択部によって選択されたマイクと、当該マイクに近接するマイクとのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するための第2の選択部と、音源位置情報を参照して、第2の選択部によって選択された信号出力レベルに対応する位置を集音装置に対するノイズ発生源の位置として決定するための決定部とをさらに備える。ノイズ除去部は、ノイズ発生源から複数のマイクの各々への音声の入射方向に応じて、差し引くノイズ信号の割合を変える。

【0013】

50

好ましくは、集音装置は、モニタと、モニタの表示領域内のうち、実音源からの距離が一番近い領域に情報を表示するための表示制御部とをさらに備える。

【0014】

他の実施の形態に従うと、集音装置の制御方法が提供される。集音装置は、互いに異なる位置に設けられた複数のマイクを備える。制御方法は、互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を仮に受けた場合における複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルと、集音装置に対する当該音源の既知の位置とを互いに関連付けて音源位置情報として予め格納するステップと、音声を実際に受けた時の複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するステップと、選択するステップで選択された信号出力レベルに対応する位置を集音装置に対する実音源の位置として音源位置情報から取得するステップとを備える。

10

【0015】

さらに他の実施の形態に従うと、集音装置の制御プログラムが提供される。集音装置は、プロセッサと、互いに異なる位置に設けられた複数のマイクを備える。制御プログラムは、プロセッサに、互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を仮に受けた場合における複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルと、集音装置に対する当該音源の既知の位置とを互いに関連付けて音源位置情報として予め格納するステップと、音声を実際に受けた時の複数のマイクのそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、音源位置情報に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択するステップと、選択するステップで選択された信号出力レベルに対応する位置を集音装置に対する実音源の位置として音源位置情報から取得するステップとを実行させる。

20

【発明の効果】

【0016】

ある局面において、複数のマイクのそれぞれから出力される音声信号から音源の位置を正確に特定することがことできる。

【0017】

本発明の上記および他の目的、特徴、局面および利点は、添付の図面と関連して理解される本発明に関する次の詳細な説明から明らかとなるであろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】異なるタイプのマイクの指向特性を視覚的に示した図である。

【図2】同じタイプのマイクの指向特性を視覚的に示した図である。

【図3】第1の実施の形態に従う集音装置を構成するマイクアレイが音源から音声を受けている様子を示した図である。

【図4】音源位置情報のデータ構造を示す図である。

【図5】実際に第1の実施の形態に従う集音装置に格納される音源位置情報のデータ構造を示す図である。

40

【図6】マイクの指向特性を考慮しない場合の音源位置情報のデータ構造を示す図である。

【図7】第1の実施の形態に従う集音装置の主要なハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図8】第1の実施の形態に従う集音装置の機能構成を示すブロック図である。

【図9】第1の実施の形態に従う集音装置が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。

【図10】第2の実施の形態に従う集音装置を構成するマイクアレイが音源から音声を受けている様子を示した図である。

【図11】第2の実施の形態に従う集音装置の機能構成を示すブロック図である。

【図12】第2の実施の形態に従う集音装置が実行する処理の一部を表わすフローチャー

50

トである。

【図 1 3】第 3 の実施の形態に従う集音装置が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。

【図 1 4】第 4 の実施の形態に従う集音装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 1 5】第 4 の実施の形態に従う集音装置が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。

【図 1 6】第 5 の実施の形態に従う集音装置の主要なハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

10

以下、図面を参照しつつ、本実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、これらについての詳細な説明は繰り返さない。また、以下で説明される各実施の形態は、選択的に組み合わせられてもよい。

【0020】

＜第 1 の実施の形態＞

〔指向特性〕

まず、以下で説明する集音装置 100 の理解を容易にするために、図 1 および図 2 を参照して、マイクの指向特性について説明する。図 1 は、異なるタイプのマイクの指向特性を視覚的に示した図である。図 2 は、同じタイプのマイクの指向特性を視覚的に示した図

20

【0021】

指向特性とは、マイクと音源との間の距離が一定であり、かつ、音源の音圧レベルが一定である場合における、各方向に対するマイクの音の感度のことをいう。通常、マイクの感度は、音源がマイクの正面にある時に最も高くなる。図 1 には、音源がマイクの正面にある場合における感度を基準とした各方向（すなわち、 -90 度 $\sim +90$ 度）の感度が示される。なお、図 1 には、 -90 度から $+90$ 度の範囲における指向特性が示されているが、図 1 に示される各マイクは、反対方向（すなわち、 $+90$ 度 $\sim +180$ 度、 -90 度 ~ -180 度）にも特有の指向特性を有する。

【0022】

30

図 1 (A) には、無指向性のマイク 20 A の指向特性が示される。無指向性のマイク 20 A の感度は、 -90 度 $\sim +90$ 度でほとんど変わらない。すなわち、マイク 20 A と音源との間の距離が一定であり、かつ、音源の音圧レベルが一定である場合には、マイク 20 A は、どの方向から音声を受けても、同じような信号レベルの音声信号を出力する。多少の感度変化が生じる理由は、マイク 20 A のパッケージや、マイク 20 A の搭載方法などに起因する。

【0023】

図 1 (B) には、単一指向性のマイク 20 B の指向特性が示される。単一指向性のマイク 20 B においては、マイク出力は、正面付近で最大となり、角度が大きくなるにつれて小さくなる。すなわち、マイク 20 B は、指向性を有する。

40

【0024】

図 1 (C) には、双指向性のマイク 20 C の指向特性が示される。マイク 20 C においては、マイク出力は、正面付近で最大となり、角度が大きくなるにつれて小さくなる。マイク 20 C の指向性は、マイク 20 B よりも強い。

【0025】

このように、マイクのタイプによってマイクの指向特性が異なる。また、同じタイプのマイクであってもマイクの指向特性が異なる場合がある。たとえば、図 2 (A) および図 2 (B) に示されるように、同じタイプのマイク 20 D であっても、マイク 20 D の指向特性は異なっている。同じタイプのマイクであっても指向特性にばらつきが生じる理由は、マイクの製作工程における微細な組み立て誤差などに起因する。

50

【0026】

このような指向特性にばらつきのあるマイクを用いて音源の位置が特定されると、誤った位置が音源位置として特定される。たとえば、音源が2つのマイクの間にある場合には、本来は、同じ信号レベルの音声信号が各マイクから出力されるはずであるが、指向特性にばらつきがある場合には異なる信号レベルの音声信号が各マイクから出力される。このため、本来は、音源位置が、両マイクの間位置すると特定されるべきところを、音源が、どちらかのマイク寄りの場所に位置すると特定される。

【0027】

以下で説明する集音装置100は、各マイクの指向特性を用いて音源の位置を特定する。このため、集音装置100は、マイクの指向特性にばらつきがあったとしても、音源の位置を正確に特定できる。集音装置100は、特定した音源位置を、複数のマイクの各々から出力される音声信号の合成処理に用いる。音声信号の合成処理の詳細については後述する。

10

【0028】

〔概要〕

図3を参照して、本実施の形態に従う集音装置100の概要について説明する。図3は、集音装置100を構成するマイクアレイ10が音源18から音声を受けている様子を示した図である。音源18は、音声を発している人や、音声を発生する物体などを含む。

【0029】

マイクアレイ10は、マイク1A～1Cを有する。マイク1A～1Cは、たとえば、互いに間隔Lを空けて、同一直線状に等間隔に設けられる。音源18の位置を特定するためには、3個以上のマイクが用いられることが望ましいが、マイクの数、3個以上に限られない。マイクの数、2個であってもよい。

20

【0030】

以下では、説明を簡単にするために、マイク1Aと音源18との間の距離を直線距離D1とする。マイク1Bと音源18との間の距離を直線距離D2とする。マイク1Cと音源18との間の距離を直線距離D3とする。マイク1Aから音源18に向かう方向と、マイク列方向との間の角度を音声入射角 θ_1 とする。マイク1Bから音源18に向かう方向と、マイク列方向との間の角度を音声入射角 θ_2 とする。マイク1Cから音源18に向かう方向と、マイク列方向との間の角度を音声入射角 θ_3 とする。

30

【0031】

マイク1A～1Cは、互いに異なる指向特性を有する。一例として、図3に示されるように、マイク1Aは、マイク列方向の角度を0度として、 $\cos(90-\theta_1)$ の指向特性G1を有する。マイク1Bは、マイク列に直交する方向の角度を0度として、 $0.8 \times \cos(90-\theta_2)$ の指向特性G2を有する。マイク1Cは、マイク列に直交する方向の角度を0度として、 $0.9 \times \cos(90-\theta_3)$ の指向特性G3を有する。

【0032】

図3に示される指向特性G1～G3は、図1(C)に示される双指向性のマイク20Cの指向特性と類似しているが、マイク20Cの指向特性に限定されない。たとえば、指向特性G1～G3は、図1に示される無指向性のマイク20Aと類似していてもよいし、他の指向特性を有してもよい。また、図3に示される指向特性G1～G3においては、ゲインのみが異なり、形状が同じであるが、各マイクは、様々な形状の指向特性を有してもよい。この場合には、個々のマイクの指向特性が計測されて反映させることが好ましい。

40

【0033】

集音装置100は、音源18からの音声を受けてマイク1A～1Cから出力される音声信号（以下、「マイク出力」とも称する。）から、マイクアレイ10に対する音源18の位置（以下、「音源位置」とも称する。）を特定する。音源位置は、たとえば、マイク1Aを基準として、マイク1Aと音源18との間のマイク列方向に対する距離（すなわち、音源距離L1）と、マイク1Aと音源18との間のマイク列方向に直交する方向に対する距離（すなわち、音源距離D）とで示される。

50

【0034】

マイク出力の大きさは、マイクの指向特性と、音源18の位置と、音源18から発せられる音の大きさによって決まる。したがって、音源18の位置は、マイクの指向特性と、マイク出力の大きさと、音源18から発せられる音の大きさとから特定され得る。ここで、音源18から発せられる音の大きさは不明であるが、マイク1A～1Cのマイク出力の振幅比は、音源位置が一定である場合には、音源18からの音声の大きさによらず不変である。このため、集音装置100は、音源位置の特定時にマイク出力の振幅比を用いることで、音源18から発せられる音の大きさを考慮する必要がなくなる。すなわち、音源18の位置は、マイクの指向特性と、マイク出力の振幅比とで特定され得る。集音装置100は、マイク1A～1Cの各々の指向特性を予め保持する。これにより、集音装置100は、マイク出力の振幅比から音源18の位置を特定できる。

10

【0035】

従来方式による音源の位置特定方法では、各マイクの指向特性による音波の減衰が考慮されておらず、結果として、たとえば、マイク1A寄りに音源18が存在しているというように、大まかにしか音源位置を特定できなかった。本実施の形態に従う集音装置100は、各マイクの指向特性による音波の減衰を用いることで、高精度に音源18の位置を特定できる。

【0036】

[音源位置情報のデータ構造]

図3を再び参照しつつ、図4～図6を参照して、集音装置100に格納される音源位置情報21__1について説明する。図4は、音源位置情報21__1のデータ構造を示す図である。図5は、実際に集音装置100に格納される音源位置情報21__2のデータ構造を示す図である。図6は、マイクの指向特性が反映されていない音源位置情報25のデータ構造を示す図である。図4に示されるように、音源位置情報21__1には、音源位置21Aと、指向特性21Bと、マイク出力比21Cとの関係が規定される。以下では、マイク1A～1Cの間隔Lが300mmであるとする。

20

【0037】

音源位置21Aは、たとえば、上述の音源距離L1と、上述の音源距離Dとを含む。あるいは、音源位置21Aは、上述の音声入射角 $\theta_1 \sim \theta_3$ を含んでもよいし、上述の直線距離D1～D3を含んでもよい。指向特性21Bには、音源の位置ごとの指向特性が規定される。

30

【0038】

たとえば、音源がL1=0mm、D=500mmの場所に位置する場合には、音源は、マイク1Aと正対する。音源がL1=300mm、D=500mmの場所に位置する場合には、音源は、マイク1Bと正対する。マイク1Aの音声入射角 θ_1 と、マイク1Bの音声入射角 θ_2 と、マイク1Cの音声入射角 θ_3 は、音源位置（すなわち、音源距離L1および音源距離D）によって決まる。また、直線距離D1～D3も、（すなわち、音源距離L1および音源距離D）によって決まる。マイク1A～1Cのマイク出力は、直線距離D1～D3に反比例する。

【0039】

指向特性21Bには、各方向から各マイクへの音声の入射量（指向入射量G1(P)～G3(P)）が示される。たとえば、マイク1Aの指向特性G1を $\cos(90-\theta_1)$ とし、マイク1Bの指向特性G2を $0.8 \times \cos(90-\theta_2)$ とし、マイク1Cの指向特性G3を $0.9 \times \cos(90-\theta_3)$ とする。このとき、指向入射量G1(P)～G3(P)は、音声入射角 $\theta_1 \sim \theta_3$ から算出される。図4の例では、指向入射量G1(P)～G3(P)は、最大の入射量を1として正規化されている。

40

【0040】

一例として、音源が、L1=0mm、D=500mmの場所に位置する場合には、マイク1Aの音声入射角 θ_1 が90度となり、下記の式(1)から指向入射量G1(P)は1となる。

50

【0041】

$$G1(P) = \cos(90 - \theta 1) = \cos 0 = 1 \cdots (1)$$

同様に、音源が、 $L1 = 0 \text{ mm}$ 、 $D = 500 \text{ mm}$ の場所に位置する場合には、下記の式(2)から、マイク1Bの音声入射角 $\theta 2$ が 59.04 度となり、下記の式(3)から指向入射量 $G1(P)$ は 0.69 となる。

【0042】

$$\theta 2 = \tan^{-1}(D/L) = \tan^{-1}(500/300) = 59.04 \cdots (2)$$

$$G2(P) = 0.8 \times \cos(90 - \theta 2) = 0.69 \cdots (3)$$

この結果から、マイク1Aの音声入射角が 90 度で、マイク1Bの音声入射角が 59.04 度の場合において、マイク1Aに対する音源距離と、マイク1Bに対する音源距離とが同一である時には、マイク1Bにはマイク1Aの約 69% の音声が入力される。

【0043】

同様の計算から、マイク1Cに対する指向入射量 $G3(P)$ は、 0.58 となる。すなわち、マイク1Aの音声入射角が 90 度で、マイク1Cの音声入射角が 39.81 度の場合において、マイク1Aに対する音源距離と、マイク1Bに対する音源距離とが同一である時には、マイク1Bにはマイク1Aの約 58% の音声が入力される。

【0044】

マイク出力比21Cには、音源位置に基づいた各マイク出力の振幅比である $V1ratio$ 、 $V2ratio$ 、 $V3ratio$ が規定される。これらの振幅比は、各マイクおよび音源間の距離(すなわち、音源距離)と、指向特性との両方の影響による音波の減衰率を示すものである。たとえば、音源が、 $L1 = 0 \text{ mm}$ 、 $D = 500 \text{ mm}$ の場所に位置する場合においては、マイク1Aに対するマイク1Bの出力比 $V2ratio$ は、マイク出力の大きさが音源距離に反比例することを利用して、下記の式(4)から 0.59 となる。

【0045】

$$V2ratio = G2(P) \times D1/D2 = 0.58 \times 500/781.02 = 0.37 \cdots (4)$$

上記と同様の方法で、集音装置100は、様々な位置から発せられた音声を受けた場合のマイク出力比を、音源の位置ごとに算出する。集音装置100は、算出したマイク出力比と、音源位置とを互いに関連付けて音源位置情報21__1として後述の記憶部20に格納する。これにより、集音装置100は、図4に示されるような音源位置情報21__1を得ることができる。この結果、集音装置100は、マイクの指向特性と、音源距離による減衰との両方を反映した音源位置情報21__1を得ることができる。これにより、集音装置100は、マイク出力比21Cと音源位置21Dとの関係を正確に規定できる。

【0046】

なお、実際に集音装置100が取得できるデータは、各マイクからの出力だけである。このため、図5に示されるように、実際の音源位置情報21__2には、図4の音源位置情報21__1の一部である、マイク出力比21Cと音源位置21Dとが規定される。図6の音源位置21Dは、図5の音源位置21Aから、音源距離 $L1$ と音源距離 D とを抜き出したものである。当然ながら、マイク出力比21Cには、音源距離(すなわち、直線距離 $D1 \sim D3$)、および指向特性(すなわち、指向入射量 $G1(P) \sim G3(P)$)による音波の減衰が反映されている。

【0047】

このように、集音装置100は、互いに異なる位置にある仮想的な複数の音源の各々について、当該音源からの音声を仮に受けた場合における各マイクの出力比と、集音装置100に対する当該音源の既知の位置とを互いに関連付けて音源位置情報21__2として予め格納する。

【0048】

集音装置100は、音源から音声を受けると、音源位置情報21__2を参照して、音源位置を特定する。たとえば、 $L1 = 200 \text{ mm}$ 、 $D = 500 \text{ mm}$ の場所に位置する音源か

10

20

30

40

50

ら音声を受けた場合に、マイク1 A～1 Cの出力比が、 $V1ratio : V2ratio : V3ratio = 1 : 0.86 : 0.7$ であったとする。このとき、集音装置100は、音源位置情報21を参照して、この出力比と最も値に近い行23（すなわち、 $V1ratio = 1$ 、 $V2ratio = 0.89$ 、 $V3ratio = 0.64$ の行）を選択して、音源位置を $L1 = 200\text{ mm}$ 、 $D = 500\text{ mm}$ と特定する。

【0049】

比較のため、図6を参照して、マイクの指向特性を反映しない音源位置情報25を用いて、音源位置を特定した場合について説明する。この場合には、集音装置100は、上記の出力比と最も近い行27を選択して、音源位置を $L1 = 50\text{ mm}$ 、 $D = 500\text{ mm}$ と特定する。この場合、集音装置100は、誤った位置を音源位置として特定してしまう。このため、マイクの指向特性による音波の減衰を反映していない音源位置情報25は、音源の方向を判断する程度にしか用いられない。

10

【0050】

集音装置100は、各マイクの指向特性を音源位置の特定処理に用いることで、指向特性にばらつきがあったとしても、正確に音源位置を特定できる。特に、指向特性が鋭いマイクほど、音声が入射される方向によってマイク出力に差が出るため、集音装置100は、指向特性を反映しない場合に比べて、より正確に音源位置を特定できる。

【0051】

なお、上記では、マイク出力比21Cが音源位置情報21__2に規定される例について説明を行なったが、音源位置情報21__2には、マイク出力比21Cの代わりに、各方向から音声を受けた時のマイク出力の電圧値が規定されてもよい。この場合、音源位置情報21__2には、マイクの正面を0度とした場合に、音源が0度の方向にある場合のマイク出力の電圧値や、音源が30度の方向にある場合のマイク出力の電圧値などが規定される。

20

【0052】

〔ハードウェア構成〕

図7を参照して、本実施の形態に従う集音装置100の概要について説明する。図7は、集音装置100の主要なハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【0053】

集音装置100は、マイクアンプ2 A～2 Dと、CPU（Central Processing Unit）5と、マイクアレイ10と、記憶部20とを含む。マイクアレイ10は、マイク1 A～1 Dを有する。マイク1 A～1 Dのそれぞれは、音声を受けて音声信号を出力する。マイクアンプ2 Aは、マイク1 Aからの音声信号を増幅して、CPU 5に出力する。マイクアンプ2 Bは、マイク1 Bからの音声信号を増幅して、CPU 5に出力する。マイクアンプ2 Cは、マイク1 Cからの音声信号を増幅して、CPU 5に出力する。マイクアンプ2 Dは、マイク1 Dからの音声信号を増幅して、CPU 5に出力する。実質的には、マイク出力は、マイクアンプ2 A～2 Dからの出力である。

30

【0054】

なお、上述のようにマイクアンプ2 A～2 Dは、マイク1 A～1 Dの微小信号を増幅するものであるが、この他にも、マイク出力には、CPU 5の定格電圧に合わせるために、オフセット量も加算される。上述の図4～図6を用いた説明において音源距離による減衰について説明したが、マイク出力は、実際にはマイクアンプ2 A～2 Dによる増幅と、オフセットとが加味された値になるため、単純に音源からの距離に反比例しない場合もある。このため、音源距離による減衰などに関しては、実際に使用するマイク1 A～1 Dおよびマイクアンプ2 A～2 Dの特性を測定して、この測定結果を用いることが望ましい。

40

【0055】

CPU 5は、記憶部20に格納された、オペレーティングシステムや集音装置100の制御プログラムなどの各種プログラムを実行することで、集音装置100の動作を制御する。より具体的には、CPU 5は、マイク1 A～1 Dから得られたマイク出力に基づいて、音源位置を特定し、その音源位置に対してビームフォーミングを行なう。CPU 5は、

50

ビームフォーミングによって音源位置に対する音声信号を強調して音声信号 1 2 として出力する。

【0056】

記憶部 20 は、ROM (Read Only Memory) と、RAM (Random Access Memory) と、外部記憶装置と、その他の記憶装置とを含む。記憶部 20 には、上述の音源位置情報 21 __ 2 が格納される。音源位置情報 21 __ 2 には、上述したように、マイク 1 A ~ 1 D のそれぞれの指向特性などが規定される。集音装置 100 に設けられるマイクが互いに同じタイプである場合には、音源位置情報 21 __ 2 には、1 種類の指向特性が規定されてもよい。しかしながら、発明者らの実測では、同じタイプのマイクでも、±2 dB 程度の感度のばらつきが生じる。また、マイク出力が半減する音声入力角度は、同じタイプのマイク間で ±10 度程度のばらつきが生じる。このため、集音装置 100 は、同じタイプのマイクであったとしても、マイクごとに音源位置情報を保持することが好ましい。なお、マイクの指向特性のばらつきを抑えるために、スペックにばらつきが少ない高性能なマイクが使用された場合には、マイクのコストが上がってしまう。集音装置 100 は、マイクごとに音源位置情報を保持するだけでよいので、このようなコストアップも抑えることができる。

10

【0057】

〔機能構成〕

図 8 を参照して、集音装置 100 の機能の一例について説明する。図 8 は、集音装置 100 の機能構成を示すブロック図である。CPU 5 は、第 1 の選択部 210 と、取得部 220 と、合成部 260 とを含む。

20

【0058】

第 1 の選択部 210 は、音声を実際に受けた時のマイク 1 A ~ 1 D のそれぞれの信号出力レベルに最も近い信号出力レベルを、音源位置情報 21 __ 2 に規定されている信号出力レベルのうちから選択する。音源位置情報 21 __ 2 に規定されている信号出力レベルは、たとえば、上述のマイク出力比 21 C を含む。なお、音源位置情報 21 __ 2 には、マイク出力比 21 C の代わりに、マイク出力の信号強度や、マイク出力の振幅の大きさなどが規定されてもよい。第 1 の選択部 210 は、音源位置情報 21 __ 2 に規定されている信号出力レベルのうちから選択した信号出力レベルを取得部 220 に出力する。

【0059】

30

取得部 220 は、第 1 の選択部 210 によって選択された信号出力レベルに対応する位置を集音装置 100 に対する実音源の位置（すなわち、音源位置）として音源位置情報 21 __ 2 から取得する。取得部 220 は、音源位置情報 21 __ 2 から取得した音源位置を合成部 260 に出力する。

【0060】

合成部 260 は、取得部 220 によって取得された音源位置に基づいて、各マイクから出力される音声信号を合成する。一例として、合成部 260 は、音源からマイクまでの距離に応じて生じる音声信号の遅延を補正して、各信号を足し合わせる。たとえば、図 3 を再び参照して、音源距離 L1 が 0 mm、音源距離 D が 500 mm である場合、すなわち、音源 18 がマイク 1 A の正面に位置する場合について考える。この場合、音源 18 とマイク 1 A との直線距離 D1 は 500 mm となり、音源とマイク 1 A との直線距離 D2 は 583.1 mm となる。すなわち、マイク 1 A から音源 18 までの距離は、マイク 1 B から音源 18 までの距離に比べて、83.1 mm 長い。このため、マイク 1 A への音声よりもマイク 1 B への音声の方が遅れて入力される。マイク 1 B に入力される音声の遅延時間は、距離差（すなわち、83.1 mm）を音速（たとえば、340 m/秒）で割ることにより算出される。合成部 260 は、マイク 1 A からの音声信号を算出した遅延時間の分だけ遅らせて、マイク 1 A の音声信号とマイク 1 B の音声信号とを加算し、音源位置からの音波を増幅する。

40

【0061】

これにより、集音装置 100 は、クリアな音声を得ることができる。このような特定の

50

マイクの音声信号を強調する技術をビームフォーミングという。音声信号の強調方法は、音声信号の加算する方法のみに限らず、音声信号を周波数帯域ごとに分け、それぞれに移相量を設定する方法や、フィルタリング振幅補正するような方法も含む。

【0062】

また、音源から遠いマイクは、ノイズ音を多く含む可能性が高い。そのため、音源からマイクまでの距離が予め定められた距離よりも長い場合には、合成部260は、そのマイクから出力される音声信号を合成処理に用いないように機能してもよい。これにより、集音装置100は、ノイズ音をカットでき、さらにクリアな音声を得ることができる。

【0063】

[フローチャート]

図9を参照して、集音装置100の制御構造について説明する。図9は、集音装置100が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。図9の処理は、CPU5がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、回路素子その他のハードウェアによって実行されてもよい。

【0064】

ステップS110において、CPU5は、各マイクの振幅値を算出する。たとえば、CPU5は、予め定められた時間（たとえば、数ミリ秒）内のマイク出力を平均して各マイクの振幅値を算出してもよいし、予め定められた時間（たとえば、数ミリ秒）内のマイク出力の最大値をマイクの振幅値としてもよい。

【0065】

ステップS112において、CPU5は、各マイクの振幅値が高い順に各マイクを順位付けする。ステップS120において、CPU5は、複数の音源から音声を受けたか否かを判断する。隣接していないマイクの順位が連番になった場合には、CPU5は、複数の音源から同時に音声を受けていると判断する。CPU5は、複数の音源から音声を受けたと判断した場合に（ステップS120においてYES）、本実施の形態に従う音声処理を中断する。そうでない場合には（ステップS120においてNO）、CPU5は、制御をステップS122に切り替える。

【0066】

ステップS122において、CPU5は、各マイクの振幅比を算出する。CPU5は、たとえば、1位から3位のマイクの振幅比を算出する。ステップS124において、CPU5は、第1の選択部210として、音源位置情報21__2に規定されているマイク出力比21Cのうちから、算出した振幅比に最も近いマイク出力比を選択する。CPU5は、取得部220として、音源位置情報21__2を参照して、選択したマイク出力比に対応する音源位置21Dを取得する。CPU5は、算出した振幅比が音源位置情報21__2に規定されている値の中間に当たる場合には、上の行を選択するなどの予め定められたルールに従って音源位置を取得する。

【0067】

[小括]

以上のようにして、本実施の形態に従う集音装置100は、各マイクの指向特性と、音源距離とを用いて算出されたマイク出力比を含んだ音源位置情報21__2を参照して音源位置を特定する。このため、集音装置100は、マイクの指向特性や音源位置にばらつきがあったとしても、音源位置を正確に特定できる。

【0068】

集音装置100は、音源位置を正確に特定することにより、音声音が音源から各マイクに入力されるまでの時間を正確に算出できる。これにより、集音装置100は、各マイクの音声信号の遅延を高精度に補正できる。集音装置100は、補正した各音声信号を足し合わせることで、クリアな音声を得ることができる。

【0069】

なお、集音装置100に用いるマイクとしては、無指向性のマイクよりも、単一指向性あるいは双指向性などのマイクの方が望ましい。この理由は、音源位置の特定処理では、

10

20

30

40

50

斜め方向からの音声入力が減衰されることにより、音声の入力方向ごとに差が顕著になるためである。また、使用するマイク個々による指向特性にばらつきがあると、信号振幅は位置によって定まらず、音源位置を誤検知してしまうが、集音装置 100 は、個々の指向特性を保持するため、マイクの指向特性にばらつきがあったとしても正確に音源位置を特定できる。

【0070】

＜第 2 の実施の形態＞

以下では、図 10 を参照して、第 2 の実施の形態に従う集音装置 100 A の概要について説明する。図 10 は、集音装置 100 A を構成するマイクアレイ 10 が音源 18 から音声を受けている様子を示した図である。第 2 の実施の形態に従う集音装置 100 A は、各
10

【0071】

集音装置 100 A は、各マイクから出力される音声信号の波形から入力される音声の遅延時間を算出する。この遅延時間は、音源 18 の周波数と音速と音源距離とによって決まる。集音装置 100 A は、音源距離に応じて、各マイクの音声信号の位相がずれることを利用して音源距離を算出する。

【0072】

たとえば、音源 18 から 300 Hz の音声が発せられたとする。この音声の周期は、3
33 ミリ秒 ($= 1 \text{ 秒} / 300 \text{ Hz}$) となる。また、音速を 340 m/秒とする。この場合、音源 18 から 500 mm 離れた場所に位置するマイク 1 A には、音源 18 からの音声
20

【0073】

すなわち、マイク 1 A が音源 18 からの音声を受けてから 0.25 ミリ秒後 ($= 1.72 \text{ ミリ秒} - 1.47 \text{ ミリ秒}$) に、マイク 1 B がこの音声を受ける。マイク 1 A が音源 18
30

【0074】

これらの時間差を位相差に換算すると、マイク 1 A およびマイク 1 B 間では、27 度 ($360 \text{ 度} \times 0.25 \text{ ミリ秒} / 3.33 \text{ ミリ秒}$) の位相差が生じる。マイク 1 A およびマイク 1 C 間では、89.6 度 ($360 \text{ 度} \times 0.83 \text{ ミリ秒} / 3.33 \text{ ミリ秒}$) の位相差が生じる。

【0075】

このように、マイク間の音声の遅延時間または位相差は、各マイクと音源 18 との間の距離から算出され得るので、集音装置 100 A は、マイク間の音声の遅延時間または位相差 (以下では単に、「遅延時間」ともいう。) から音源位置を算出できる。遅延時間は、
40

【0076】

10

20

30

40

50

集音装置 100A は、マイク出力の大きさが予め定められた閾値を超えた場合に音源位置の特定を開始する。これにより、集音装置 100A は、音源 18 から音声が発せられた直後に音声の遅延時間を計測できる。この結果、集音装置 100A は、音の反射や回折、反響といった影響を受けにくくなる。しかしながら、マイク信号には微小な雑音が常に重畳されており、集音装置 100A は、この雑音の影響を受けて音声の遅延時間の検出を誤ってしまう可能性もある。

【0077】

このため、本実施の形態に従う集音装置 100A は、マイクの指向特性を含んだ音源位置情報 21_2 から特定した音源位置（以下、「音源位置 A」とも称する。）と、音声の遅延時間によって算出された音源位置（以下、「音源位置 B」とも称する。）との両方を用いて最終的な音源位置を決定する。

10

【0078】

たとえば、集音装置 100A は、音源位置 A、B 間の距離が予め定められた距離よりも短い場合に、音源位置 A と音源位置 B との間のいずれかの位置（たとえば、中間）を最終的な音源位置として決定する。一例として、集音装置 100A は、音源位置 A、B 間の距離が、マイク列方向で 50mm 以内、マイク列方向に直交する方向で 200mm 以内である場合に、音源位置 A、B を平均化した位置（すなわち、音源位置 A、B の中間）を音源位置として決定する。また、音源位置 A、B 間の距離が、予め定められた距離よりも大きい場合には、音声の遅延時間によって算出された音源位置 B が雑音などの影響により誤検出された可能性があるため、集音装置 100A は、音源位置 A を最終的な音源位置として採用する。

20

【0079】

このように、集音装置 100A は、2つの手法を用いて音源位置を特定する。これにより、集音装置 100A は、雑音、反射、回折などの影響を受けずに音源位置を特定できる。この結果、集音装置 100A は、信頼性が高い高精度な音源位置の特定を実現できる。

【0080】

〔機能構成〕

図 11 を参照して、集音装置 100A の機能の一例について説明する。図 11 は、集音装置 100A の機能構成を示すブロック図である。CPU 5 は、第 1 の選択部 210 と、取得部 220 と、検出部 230 と、推定部 240 と、算出部 250 と、合成部 260 とを含む。第 1 の選択部 210 と、取得部 220 と、合成部 260 とについては、上述した通りであるので説明を繰り返さない。

30

【0081】

検出部 230 は、マイク 1A～1D のそれぞれによって出力される音声信号間の相関から、当該音声信号間の位相差または時間差を検出する。一例として、検出部 230 は、1つのマイクから出力される音声信号を基準として、他のマイクから出力される音声信号をずらしながら相関値を順次算出する。検出部 230 は、相関値が最大となる音声信号間のずれ量を、各マイクの音声信号間の遅延時間または位相差として検出する。検出部 230 は、検出した遅延時間または位相差を推定部 240 に出力する。

【0082】

推定部 240 は、検出部 230 によって検出された位相差または遅延時間を用いて音源位置を推定する。たとえば、推定部 240 は、遅延時間に音速を掛け合わせることで、各マイク間の音源距離の差を算出し、これらの差を用いて音源位置を推定する。一例として、図 10 を再び参照して、マイク 1A の音源距離とマイク 1B の音源距離と差が常に一定（たとえば、83mm）になる線を描くと曲線 5AB のようになる。すなわち、曲線 5AB 上のいずれかの位置に音源が存在することになる。また、マイク 1A の音源距離とマイク 1C の音源距離と差が常に一定（たとえば、281mm）になる線を描くと曲線 5AC のようになる。推定部 240 は、曲線 5AB と曲線 5AC との交点の位置を音源位置として推定する。推定部 240 は、推定した音源位置を算出部 250 に出力する。

40

【0083】

50

算出部 250 は、マイクの指向特性を用いて算出された音源位置（すなわち、音源位置 A）と、音声入力 of 遅延時間を用いて算出された音源位置（すなわち、音源位置 B）とを用いて、音源位置を算出する。一例として、算出部 250 は、音源位置 A と音源位置 B とのいずれかを最終的な音源位置として決定してもよい。算出部 250 は、音源位置 A と音源位置 B との間のいずれかの位置を最終的な音源位置として決定してもよい。算出部 250 は、音源位置 A と音源位置 B との中間を最終的な音源位置として決定してもよい。算出部 250 は、音源位置 A と音源位置 B との間の距離が予め定められた距離よりも長い場合には、最終的な音源位置を算出しないようにしてもよい。これにより、集音装置 100A は、音源位置の誤検知を減らすことができる。

【0084】

10

[フローチャート]

図 12 を参照して、集音装置 100A の制御構造について説明する。図 12 は、集音装置 100A が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。図 12 の処理は、CPU5 がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、回路素子その他のハードウェアによって実行されてもよい。ステップ S110 ~ S124 については上述の通りであるので説明を繰り返さない。

【0085】

CPU5 は、好ましくは、ステップ S110 ~ S124 の処理と、ステップ S130 ~ S134 の処理とを並行して実行する。これにより、集音装置 100A は、同じタイミングで音源位置を算出できる。

20

【0086】

ステップ S130 において、CPU5 は、各マイクから得られた音声信号の位相差の検知を開始するか否かを判断する。たとえば、CPU5 は、一部または全部のマイク出力が予め定められた信号レベルを超えた場合に、位相差の検知を開始する。CPU5 は、位相差の検知を開始すると判断した場合には（ステップ S130 において YES）、制御をステップ S132 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S130 において NO）、CPU5 は、ステップ S130 の処理を再び実行する。

【0087】

ステップ S132 において、CPU5 は、検出部 230 として、各マイク出力の位相を計測する。CPU5 は、たとえば、音波のゼロクロス点など特定の出力レベルになった場合の時間を各マイクについて計測し、これらの時間差を入力音声の遅延時間または位相差とする。ステップ S134 において、CPU5 は、推定部 240 として、遅延時間から音源位置を算出する。音源位置の推定方法については上述の通りであるので説明を繰り返さない。好ましくは、集音装置 100A は、遅延時間と音源位置との関係を規定したデータテーブルを保持する。この場合、CPU5 は、データテーブルを参照して、遅延時間をパラメータとして音源位置を取得する。ステップ S140 において、CPU5 は、ステップ S214 で検知された音源位置と、ステップ S134 で検知された音源位置とを用いて最終的な音源位置を算出する。

30

【0088】

[小括]

40

以上のようにして、本実施の形態に従う集音装置 100A は、マイクの指向特性を用いた方法と、音声入力 of 遅延時間を用いた方法との 2 種類の方法で音源位置を特定する。このため、集音装置 100A は、1 種類の方法で音源位置を特定するよりも正確に音源位置を特定できる。

【0089】

< 第 3 の実施の形態 >

[概要]

以下では、第 3 の実施の形態に従う集音装置 100B の概要について説明する。第 3 の実施の形態に従う集音装置 100B は、ノイズを除去する機能をさらに有する点で、第 1 の実施の形態に従う集音装置 100 とは異なる。ハードウェア構成などのその他の点につ

50

いては第 1 の実施の形態に従う集音装置 100 と同じであるので、それらの説明は繰り返さない。

【0090】

本実施の形態に従う集音装置 100 B は、ビームフォーミングに用いるマイクを選択し、さらに、入力音声小さいマイクをノイズ除去用のマイク（以下、「ノイズマイク」とも称する。）として選択する。たとえば、集音装置 100 B は、マイク出力の振幅比が予め定められた値（たとえば、0.3）よりも大きいものをビームフォーミングに用いるマイクとして選択する。これにより、集音装置 100 B は、音源からの音声を多く取り込んだマイクを用いてビームフォーミングを行なうことができる。

【0091】

また、集音装置 100 B は、マイク出力の振幅比が予め定められた値（たとえば、0.3）よりも小さいマイクをノイズマイクとして選択する。これにより、集音装置 100 B は、音源からの音声を多く取り込んでいないマイクからの音声信号を用いてノイズ除去を行なうことができる。

【0092】

〔フローチャート〕

図 13 を参照して、集音装置 100 B の制御構造について説明する。図 13 は、集音装置 100 B が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。図 13 の処理は、CPU 5 がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、回路素子その他のハードウェアによって実行されてもよい。ステップ S110 ~ S124 については上述の通りであるので説明を繰り返さない。

【0093】

ステップ S150 において、CPU 5 は、マイク 1A ~ 1D のうちから、信号出力レベルが予め定められた信号出力レベルよりも低いマイクをノイズマイクとして選択する。ステップ S152 において、CPU 5 は、ノイズマイクが選択されたか否かを判断する。ステップ S152 において、CPU 5 は、ノイズマイクが選択されたと判断した場合に（ステップ S152 において YES）、制御をステップ S160 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S152 において NO）、CPU 5 は、本実施の形態に従う音声処理を終了する。ステップ S160 において、CPU 5 は、合成部 260 として、ノイズマイクから出力される音声信号をノイズ信号として、その他のマイクから出力される音声信号から減算する。

【0094】

〔小括〕

以上のようにして、本実施の形態に従う集音装置 100 B は、音声信号の出力レベルが予め定められた出力レベルよりも小さいマイクをノイズ除去用のマイクとして選択する。これにより、音源からの音声を多く取り込んでいないマイクを用いてノイズ除去を行なうことができる。この結果、集音装置 100 B は、どのような方向から雑音を受けたとしても雑音を除去でき、クリアな音声を得ることができる。

【0095】

＜第 4 の実施の形態＞

〔概要〕

以下では、第 4 の実施の形態に従う集音装置 100 C の概要について説明する。マイクに入力される雑音の大きさは、雑音のマイクの入射角や、マイクとノイズ発生源との間の距離によって変わる。このため、本実施の形態に従う集音装置 100 C は、マイクに対するノイズ発生源の位置（以下、「ノイズ位置」とも称する。）を特定し、音声信号から減算するノイズ信号の割合をノイズ位置によってマイクごとに変える。これにより、集音装置 100 C は、高精度に雑音を除去でき、非常にクリアな音声信号を生成できる。

【0096】

〔機能構成〕

図 14 を参照して、集音装置 100 C の機能の一例について説明する。図 14 は、集音

10

20

30

40

50

装置 100C の機能構成を示すブロック図である。CPU5 は、第 1 の選択部 210 と、取得部 220 と、検出部 230 と、推定部 240 と、算出部 250 と、合成部 260 と、マイク選択部 270 と、第 2 の選択部 280 と、決定部 290 とを含む。合成部 260 は、ノイズ除去部 262 を有する。第 1 の選択部 210 と、取得部 220 と、検出部 230 と、推定部 240 と、算出部 250 とについては、図 11 に示される機能構成と同じであるので説明を繰り返さない。

【0097】

マイク選択部 270 は、マイク 1A～1D のうちから、音声を受けた場合の信号出力レベルが予め定められた信号出力レベルよりも低いマイクをノイズマイクとして選択する。マイク選択部 270 は、選択したマイクを識別するための情報を第 2 の選択部 280 に出力する。

10

【0098】

第 2 の選択部 280 は、ノイズマイクと、ノイズマイクに近接するマイクとのそれぞれのマイク出力比に最も近い信号出力レベルを、音源位置情報 21__2 に規定されているマイク出力比のうちから選択する。たとえば、マイク選択部 270 がマイク 1D をノイズマイクとして選択した場合に、ノイズマイクから予め定められた範囲内にあるマイク 1C をノイズマイクに近接するマイクとして特定する。第 2 の選択部 280 は、マイク 1D と、マイク 1D に近接するマイク 1C とのそれぞれのマイク出力比に最も近い信号出力レベルを、音源位置情報 21__2 に規定されている複数の信号出力レベルのうちから選択する。

【0099】

20

決定部 290 は、音源位置情報 21__2 を参照して、第 2 の選択部 280 によって選択された信号出力レベルに対応する位置を集音装置 100C に対するノイズ発生源の位置（すなわち、ノイズ位置）として決定する。

【0100】

ノイズ除去部 262 は、ノイズマイクから出力される音声信号をノイズ信号として、その他のマイクから出力される音声信号から減算する。より具体的には、ノイズ除去部 262 は、ノイズ発生源から各マイクへのノイズ音の入射方向に応じて、減算するノイズ信号の割合を変える。

【0101】

〔フローチャート〕

30

図 15 を参照して、集音装置 100C の制御構造について説明する。図 15 は、集音装置 100C が実行する処理の一部を表わすフローチャートである。図 15 の処理は、CPU5 がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、回路素子その他のハードウェアによって実行されてもよい。ステップ S110～S152 については上述の通りであるので説明を繰り返さない。

【0102】

ステップ S172 において、CPU5 は、ノイズマイクの音声出力レベルが予め定められたレベルを超えている否かを判断する。CPU5 は、ノイズマイクの音声出力レベルが予め定められたレベルを超えていると判断した場合には、ノイズ音がノイズマイクに入力されたと判断する。CPU5 は、ノイズ音がノイズマイクに入力されたと判断した場合に（ステップ S172 において YES）、制御をステップ S174 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S172 において NO）、CPU5 は、本実施の形態に従う音声処理を中断する。

40

【0103】

ステップ S174 において、CPU5 は、第 2 の選択部 280 として、ノイズマイクと、ノイズマイクに近接するマイクとのそれぞれのマイク出力比について振幅比を算出する。CPU5 は、音源位置情報 21__2 に規定されている振幅比（すなわち、マイク出力比 21C）から算出した振幅比に最も近い振幅比を選択する。CPU5 は、決定部 290 として、音源位置情報 21__2 を参照して、選択した信号出力レベルに対応する位置をノイズ位置として取得する。集音装置 100C は、音源位置情報 21__2 のマイク出力比 21C には各マイク

50

の指向特性が反映されているので、ノイズ位置を正確に特定できる。

【0104】

ステップS176において、CPU5は、ノイズ除去部162として、ノイズ音が各マイクに入力される割合（以下、「ノイズ割合」とも称する。）を特定する。より具体的には、CPU5は、各マイクの指向特性と、ノイズ位置から各マイクまでの距離とを用いて音声信号に含まれるノイズ割合を推定する。たとえば、マイク1D（図7参照）がノイズマイクとして選択されたとする。CPU5は、マイク1Dから出力される音声信号をノイズ信号とする。CPU5は、マイク1A～1Cの各々から出力される音声信号からノイズ信号を減算する割合を、マイク1A～1Cの各々とノイズ音源との間の距離によって変える。たとえば、CPU5は、マイクとノイズ音源との間の距離が長いほど、ノイズ信号を減算する割合を小さくし、マイクとノイズ音源との間の距離が短いほど、ノイズ信号を減算する割合を大きくする。CPU5は、最終的にマイク1A～1Cの各々の音声信号からノイズ信号を減算した各信号を合成することで最終的な音声信号を出力する。

10

【0105】

〔小括〕

以上のようにして、本実施の形態に従う集音装置100Cは、音声信号から減算するノイズ信号の割合をノイズ位置によってマイクごとに変える。これにより、集音装置100Cは、高精度に雑音を除去でき、非常にクリアな音声信号を生成できる。

【0106】

＜第5の実施の形態＞

20

〔概要〕

以下では、第5の実施の形態に従う集音装置100Dの概要について説明する。本実施の形態に従う集音装置100Dは、特定した音源位置に基づいて、モニタに情報を表示する点で第1の実施の形態に従う集音装置100とは異なる。その他の点については第1の実施の形態に従う集音装置100と同じであるので、それらの説明は繰り返さない。

【0107】

近年、インフォメーションディスプレイなどの情報表示モニタが開発されている。情報表示モニタには、液晶モニタが採用されており、複数の液晶モニタが接続されることにより、情報表示モニタの大画面化が進んでいる。このような大型の画面を有する情報表示モニタに対して、特定のユーザにだけ情報が見えるように秘匿性を向上することが望まれている。また、快適な画面操作を実現することも望まれている。本実施の形態に従う集音装置100Dは、このような秘匿性および操作性の向上を実現できる。

30

【0108】

〔ハードウェア構成〕

図16を参照して、本実施の形態に従う集音装置100Dの概要について説明する。図16は、集音装置100Dの主要なハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【0109】

図16に示されるように、集音装置100Dは、マイクアンプ2A～2Dと、CPU5と、マイクアレイ10と、記憶部20と、音声認識システム22と、モニタ28とを含む。音声認識システム22は、音声認識部22Aと、表示制御部22Bとを有する。これらのハードウェア構成のうち図7に示さるハードウェア構成と同じものについては説明を繰り返さない。

40

【0110】

CPU5は、音声信号12と音源位置示す信号24とを音声認識システム22に出力する。音声認識システム22の音声認識部22Aは、入力された音声信号12に基づいて、音声認識などの音声処理を行なう。音声認識システム22は、モニタ28に電氣的に接続されている。

【0111】

モニタ28は、音声認識システム22の音声認識結果に基づいた情報を表示する。より具体的には、記憶部20は、音声認識結果と表示内容とを互いに関連付けた表示情報（図

50

示しない)を保持する。表示制御部22Bは、表示情報を参照して、音声認識システム22の音声認識結果に対応する表示内容を取得し、取得した表示情報をモニタ28に表示する。また、表示制御部22Bは、モニタ28の表示領域内のうち、音源位置からの距離が一番近い領域に情報を表示する。図16には、表示制御部22Bが、音源位置に一番近い表示領域29に星印を表示している様子が示されている。

【0112】

なお、音声認識部22Aによる音声認識機能や、表示制御部22Bによる表示制御機能は、音声認識システム22ではなくCPU5に搭載されてもよい。この場合には、音声認識システム22は、必ずしも集音装置100Dに組み込まれる必要はない。

【0113】

10

[利点]

以上のようにして、本実施の形態に従う集音装置100Dは、特定した音源位置を示す音源位置信号を音声認識システムに出力することで、音源位置付近に情報を表示できる。これにより、集音装置100Dが、たとえば、音声による操作が可能な大画面のインフォメーションディスプレイとして利用された場合に、インフォメーションディスプレイは、音源位置に基づいて、話者が存在している画面の前だけに必要な情報を表示できる。これにより、インフォメーションディスプレイは、情報の秘匿性を向上できる。集音装置100Dは、話者の前に操作画面を表示することもできる。これにより、集音装置100Dは、快適な操作を実現できる。

【0114】

20

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

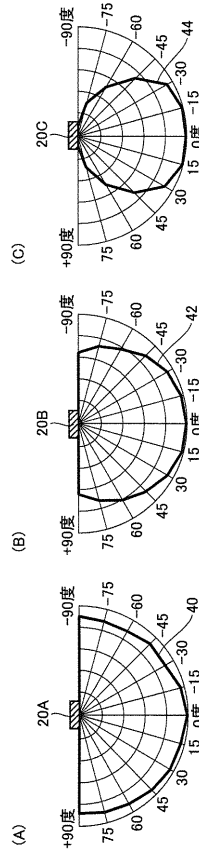
【0115】

1A~1D, 20A~20D マイク、2A~2D マイクアンプ、5AB, 5AC 曲線、10 マイクアレイ、12 音声信号、18 音源、20 記憶部、21_1, 21_2, 25 音源位置情報、21A, 21D 音源位置、21B, G1~G3 指向特性、21C マイク出力比、22 音声認識システム、22A 音声認識部、22B 表示制御部、23, 27 行、24 信号、28 モニタ、29 表示領域、100, 100A~100D 集音装置、210 第1の選択部、220 取得部、230 検出部、240 推定部、250 算出部、260 合成部、262 ノイズ除去部、270 マイク選択部、280 第2の選択部、290 決定部、D, L1 音源距離、D1~D3 直線距離、G1(p)~G3(p) 指向入射量、L 間隔、V1ratio~V3ratio 出力比。

30

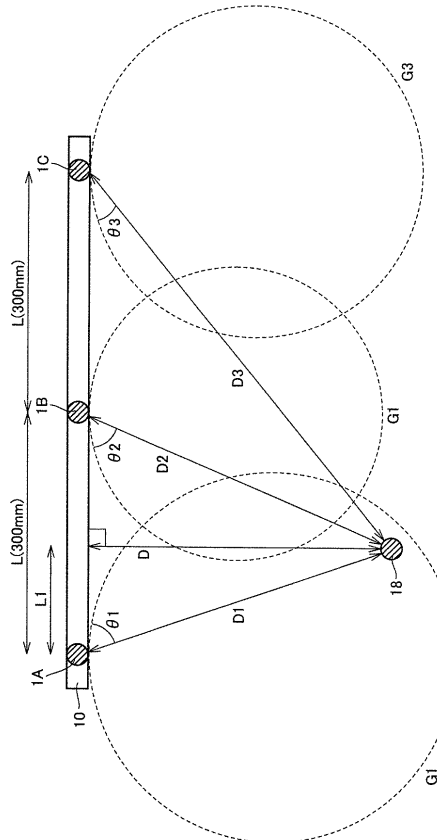
【図 1】

図1



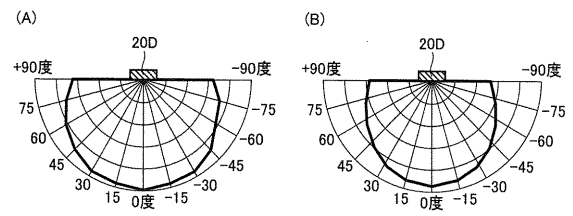
【図 3】

図3



【図 2】

図2



【図 4】

図4

21A										21B										21C										21.1																									
L1	D	θ1	θ2	θ3	D1	D2	D3	G1(P)	G2(P)	G3(P)	V1ratio	V2ratio	V3ratio	L1	D	θ1	θ2	θ3	D1	D2	D3	G1(P)	G2(P)	G3(P)	V1ratio	V2ratio	V3ratio	L1	D	θ1	θ2	θ3	D1	D2	D3	G1(P)	G2(P)	G3(P)	V1ratio	V2ratio	V3ratio	L1	D	θ1	θ2	θ3	D1	D2	D3	G1(P)	G2(P)	G3(P)	V1ratio	V2ratio	V3ratio
0	1000	90.00	59.04	39.81	500.00	583.10	781.02	1.00	0.69	0.58	1.00	0.59	0.37	0	1000	90.00	59.04	39.81	500.00	583.10	781.02	1.00	0.69	0.58	1.00	0.59	0.37	0	1000	90.00	59.04	39.81	500.00	583.10	781.02	1.00	0.69	0.58	1.00	0.59	0.37	0	1000	90.00	59.04	39.81	500.00	583.10	781.02	1.00	0.69	0.58	1.00	0.59	0.37
50	1000	84.29	63.43	42.27	502.49	559.02	743.30	1.00	0.72	0.61	1.00	0.65	0.41	50	1000	84.29	63.43	42.27	502.49	559.02	743.30	1.00	0.72	0.61	1.00	0.65	0.41	50	1000	84.29	63.43	42.27	502.49	559.02	743.30	1.00	0.72	0.61	1.00	0.65	0.41	50	1000	84.29	63.43	42.27	502.49	559.02	743.30	1.00	0.72	0.61	1.00	0.65	0.41
100	1000	78.69	68.20	45.00	509.90	538.52	707.11	0.98	0.77	0.64	1.00	0.72	0.47	100	1000	78.69	68.20	45.00	509.90	538.52	707.11	0.98	0.77	0.64	1.00	0.72	0.47	100	1000	78.69	68.20	45.00	509.90	538.52	707.11	0.98	0.77	0.64	1.00	0.72	0.47	100	1000	78.69	68.20	45.00	509.90	538.52	707.11	0.98	0.77	0.64	1.00	0.72	0.47
150	1000	73.30	73.30	48.01	522.02	522.02	672.68	0.96	0.77	0.67	0.98	0.70	0.47	150	1000	73.30	73.30	48.01	522.02	522.02	672.68	0.96	0.77	0.67	0.98	0.70	0.47	150	1000	73.30	73.30	48.01	522.02	522.02	672.68	0.96	0.77	0.67	0.98	0.70	0.47	150	1000	73.30	73.30	48.01	522.02	522.02	672.68	0.96	0.77	0.67	0.98	0.70	0.47
200	1000	68.20	78.69	51.34	538.52	509.90	640.31	0.93	0.78	0.70	0.96	0.69	0.47	200	1000	68.20	78.69	51.34	538.52	509.90	640.31	0.93	0.78	0.70	0.96	0.69	0.47	200	1000	68.20	78.69	51.34	538.52	509.90	640.31	0.93	0.78	0.70	0.96	0.69	0.47	200	1000	68.20	78.69	51.34	538.52	509.90	640.31	0.93	0.78	0.70	0.96	0.69	0.47
250	1000	63.43	84.29	55.01	559.02	502.49	610.33	0.89	0.80	0.74	0.93	0.67	0.47	250	1000	63.43	84.29	55.01	559.02	502.49	610.33	0.89	0.80	0.74	0.93	0.67	0.47	250	1000	63.43	84.29	55.01	559.02	502.49	610.33	0.89	0.80	0.74	0.93	0.67	0.47	250	1000	63.43	84.29	55.01	559.02	502.49	610.33	0.89	0.80	0.74	0.93	0.67	0.47
300	1000	59.04	90.00	59.04	583.10	500.00	583.10	0.86	0.80	0.77	0.90	0.65	0.41	300	1000	59.04	90.00	59.04	583.10	500.00	583.10	0.86	0.80	0.77	0.90	0.65	0.41	300	1000	59.04	90.00	59.04	583.10	500.00	583.10	0.86	0.80	0.77	0.90	0.65	0.41	300	1000	59.04	90.00	59.04	583.10	500.00	583.10	0.86	0.80	0.77	0.90	0.65	0.41
350	1000	55.01	84.29	63.43	610.33	502.49	559.02	0.82	0.80	0.80	0.86	0.75	0.47	350	1000	55.01	84.29	63.43	610.33	502.49	559.02	0.82	0.80	0.80	0.86	0.75	0.47	350	1000	55.01	84.29	63.43	610.33	502.49	559.02	0.82	0.80	0.80	0.86	0.75	0.47	350	1000	55.01	84.29	63.43	610.33	502.49	559.02	0.82	0.80	0.80	0.86	0.75	0.47
400	1000	51.34	78.69	68.20	640.31	509.90	538.52	0.78	0.78	0.84	0.79	0.69	0.47	400	1000	51.34	78.69	68.20	640.31	509.90	538.52	0.78	0.78	0.84	0.79	0.69	0.47	400	1000	51.34	78.69	68.20	640.31	509.90	538.52	0.78	0.78	0.84	0.79	0.69	0.47	400	1000	51.34	78.69	68.20	640.31	509.90	538.52	0.78	0.78	0.84	0.79	0.69	0.47
450	1000	48.01	73.30	73.30	672.68	522.02	522.02	0.74	0.77	0.86	0.77	0.70	0.47	450	1000	48.01	73.30	73.30	672.68	522.02	522.02	0.74	0.77	0.86	0.77	0.70	0.47	450	1000	48.01	73.30	73.30	672.68	522.02	522.02	0.74	0.77	0.86	0.77	0.70	0.47	450	1000	48.01	73.30	73.30	672.68	522.02	522.02	0.74	0.77	0.86	0.77	0.70	0.47
500	1000	45.00	68.20	78.69	707.11	538.52	509.90	0.71	0.74	0.88	0.76	0.67	0.47	500	1000	45.00	68.20	78.69	707.11	538.52	509.90	0.71	0.74	0.88	0.76	0.67	0.47	500	1000	45.00	68.20	78.69	707.11	538.52	509.90	0.71	0.74	0.88	0.76	0.67	0.47	500	1000	45.00	68.20	78.69	707.11	538.52	509.90	0.71	0.74	0.88	0.76	0.67	0.47
550	1000	42.27	63.43	84.29	743.30	559.02	502.49	0.67	0.72	0.90	0.71	0.62	0.47	550	1000	42.27	63.43	84.29	743.30	559.02	502.49	0.67	0.72	0.90	0.71	0.62	0.47	550	1000	42.27	63.43	84.29	743.30	559.02	502.49	0.67	0.72	0.90	0.71	0.62	0.47	550	1000	42.27	63.43	84.29	743.30	559.02	502.49	0.67	0.72	0.90	0.71	0.62	0.47
600	1000	39.81	59.04	90.00	781.02	583.10	500.00	0.64	0.69	0.90	0.66	0.51	0.37	600	1000	39.81	59.04	90.00	781.02	583.10	500.00	0.64	0.69	0.90	0.66	0.51	0.37	600	1000	39.81	59.04	90.00	781.02	583.10	500.00	0.64	0.69	0.90	0.66	0.51	0.37	600	1000	39.81	59.04	90.00	781.02	583.10	500.00	0.64	0.69	0.90	0.66	0.51	0.37

【図 5】

図5

21C			21D	21.2
V1ratio	V2ratio	V3ratio	L1	D
1.00	0.59	0.37	0.00	500.00
1.00	0.65	0.41	50.00	500.00
1.00	0.72	0.47	100.00	500.00
1.00	0.80	0.54	150.00	500.00
1.00	0.89	0.64	200.00	500.00
1.00	0.99	0.76	250.00	500.00
0.92	1.00	0.83	300.00	500.00
0.85	1.00	0.91	350.00	500.00
0.79	0.99	1.00	400.00	500.00
0.67	0.89	1.00	450.00	500.00
0.58	0.80	1.00	500.00	500.00
0.51	0.72	1.00	550.00	500.00
0.46	0.65	1.00	600.00	500.00

(mm)

V1ratio	V2ratio	V3ratio	L1	D
1.00	0.73	0.66	0.00	1000.00
1.00	0.75	0.69	50.00	1000.00
1.00	0.78	0.73	100.00	1000.00
1.00	0.80	0.77	150.00	1000.00
1.00	0.82	0.81	200.00	1000.00
1.00	0.85	0.85	250.00	1000.00
1.00	0.87	0.90	300.00	1000.00
1.00	0.90	0.95	350.00	1000.00
1.00	0.92	1.00	400.00	1000.00
0.94	0.89	1.00	450.00	1000.00
0.90	0.86	1.00	500.00	1000.00
0.86	0.84	1.00	550.00	1000.00
0.82	0.82	1.00	600.00	1000.00

(mm)

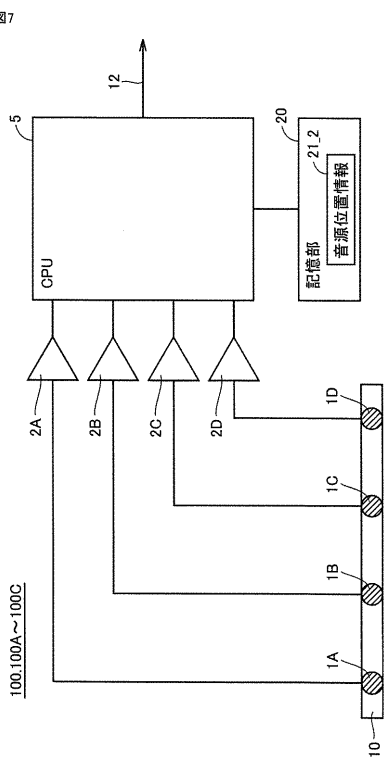
【図 6】

図6

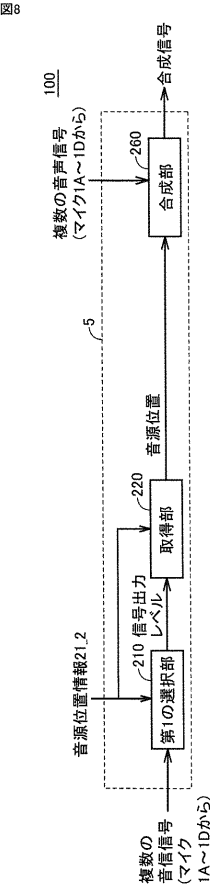
V1ratio	V2ratio	V3ratio	L1	D
1	0.8575	0.6402	0.00	500.00
1	0.8989	0.676	50.00	500.00
1	0.9469	0.7211	100.00	500.00
1	1	0.776	150.00	500.00
0.9469	1	0.7963	200.00	500.00
0.8989	1	0.8233	250.00	500.00
0.8575	1	0.8575	300.00	500.00
0.8233	1	0.8989	350.00	500.00
0.7963	1	0.9469	400.00	500.00
0.776	1	1	450.00	500.00
0.7211	0.9469	1	500.00	500.00
0.676	0.8989	1	550.00	500.00
0.6402	0.8575	1	600.00	500.00

(mm)

【図 7】

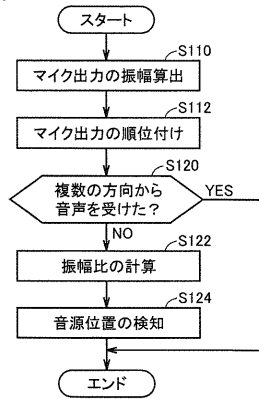


【図 8】



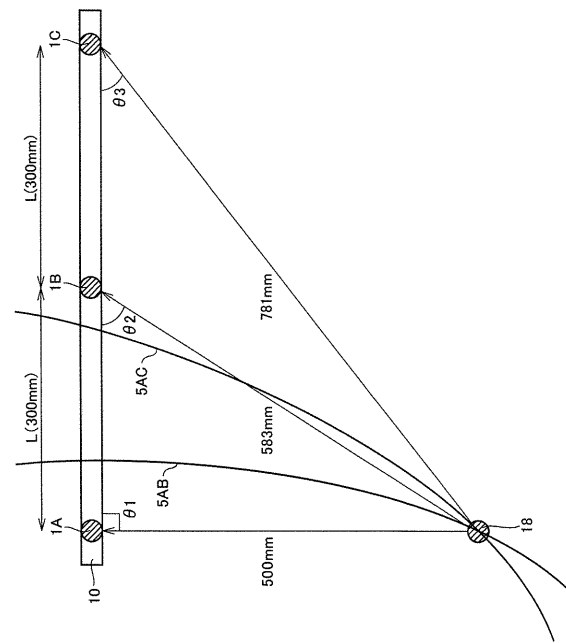
【図 9】

図9



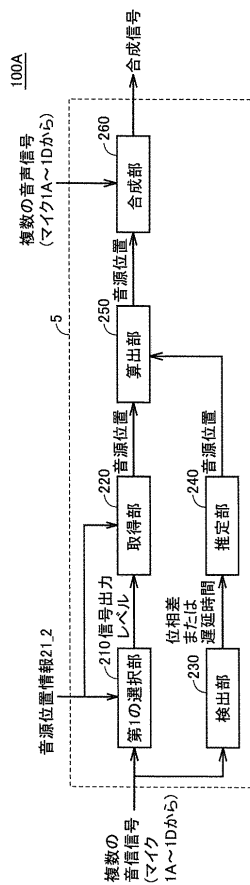
【図 10】

図10



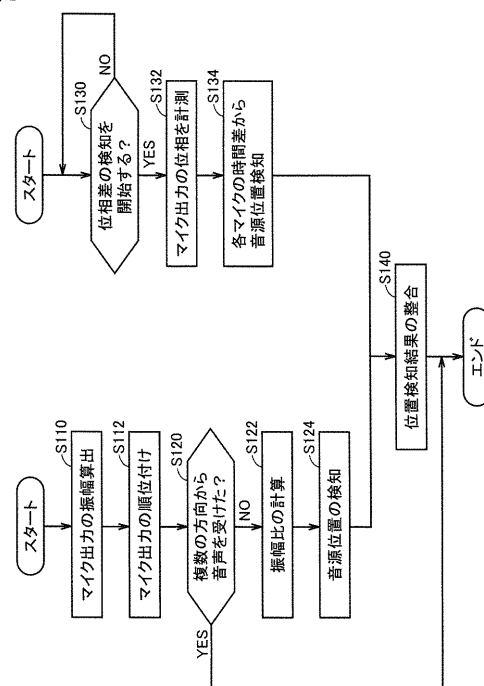
【図 11】

図11



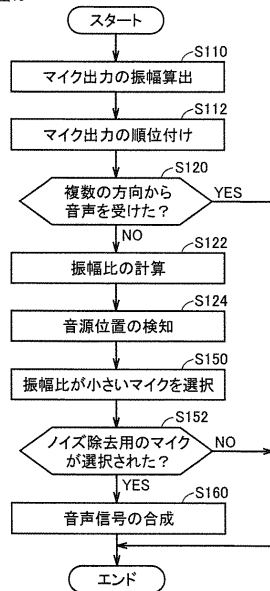
【図 12】

図12



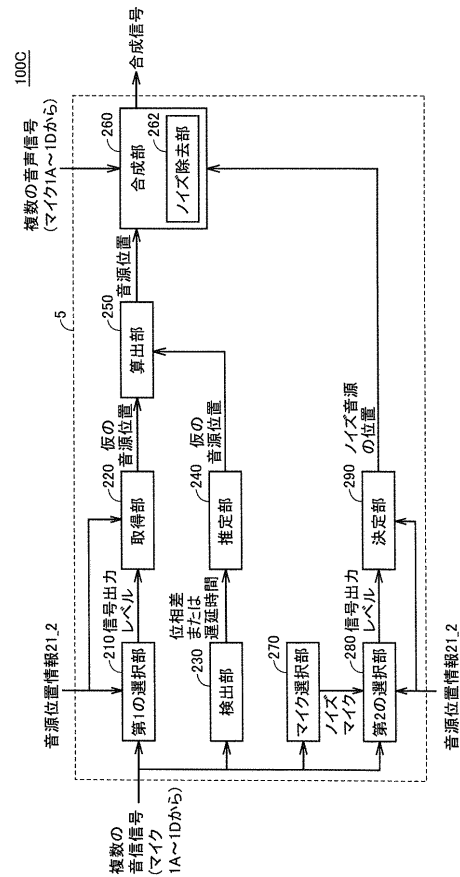
【図 13】

図13



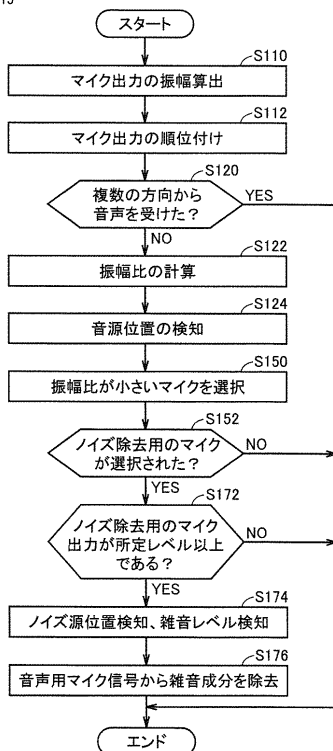
【図 14】

図14



【図 15】

図15



【図 16】

図16

