

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4760160号
(P4760160)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4R	1/40	(2006.01)	HO4R	1/40	320Z
HO4R	1/32	(2006.01)	HO4R	1/32	320
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	320

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-189809 (P2005-189809)	(73) 特許権者	000004075
(22) 出願日	平成17年6月29日 (2005.6.29)		ヤマハ株式会社
(65) 公開番号	特開2007-13400 (P2007-13400A)		静岡県浜松市中区中沢町10番1号
(43) 公開日	平成19年1月18日 (2007.1.18)	(74) 代理人	110000970
審査請求日	平成20年4月21日 (2008.4.21)		特許業務法人 楓国際特許事務所
		(74) 代理人	100084548
			弁理士 小森 久夫
		(74) 代理人	100123940
			弁理士 村上 辰一
		(72) 発明者	田中 良
			静岡県浜松市中沢町10番1号
			ヤマハ株式会社社内
		審査官	武田 裕司
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集音装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のマイクロホンを所定パターンに配列して構成されるマイクロホンアレイと、
前記複数のマイクロホンが集音した音声信号をそれぞれ所定の遅延時間で遅延して合成することにより、特定方向に強い指向性の集音ビームを形成するビーム形成部であって、並列にそれぞれ独立した遅延時間を設定することで同時に複数方向に集音ビームを形成するビーム形成部と、

複数エリアのそれぞれに向けて集音ビームを形成するように前記ビーム形成部を制御し、信号レベルが最も高い集音ビームに対応するエリアを複数の小エリアに再分割し、該小エリアのそれぞれに向けて集音ビームを形成するように前記ビーム形成部を制御し、これら小エリアに対応する複数の集音ビームのうち、信号レベルが最も高い集音ビームが集音する音声信号を選択して後段に出力する信号選択部と、

を備えた集音装置。

【請求項2】

前記信号選択部は、

信号レベルが最も高い集音ビームに隣接する第二の集音ビームが集音する第二の音声信号をさらに選択し、前記信号レベルが最も高い集音ビームが集音する音声信号および第二の音声信号の二つの音声信号のレベル比に基づいた重み付けをして加算する加算部

を備えた請求項1に記載の集音装置。

【請求項3】

前記ビーム形成部は、所定タイミング毎に集音ビームを形成し、

前記信号選択部は、前記所定タイミング毎に集音する音声信号の選択を行う請求項 1 または請求項 2 に記載の集音装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、マイクロホンアレイを備えた集音装置、特に、受信した音声信号から音源方向を検出し、音源方向の受信指向性を高める集音装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、複数のマイクを用いて、話者等の音源からの音声を、他のノイズ等と区別して集音する装置やシステムが各種開示されている。

【0003】

特許文献 1 には、音声作動スイッチング装置として、複数の指向性マイクロホンから最も強い音声信号を受信しているマイクロホンを判定して、このマイクロホンで受信した音声信号に対して、他のマイクロホンで受信した音声信号よりも強い重み付け処理をして出力する装置が開示されている。

【0004】

特許文献 2 には、直交円形マイクアレイシステムおよびこれを用いた音源の 3 次元方向検出方法として、経度方向に配列されたアレイマイクと、緯度方向に配列されたアレイマイクとで受信した音声信号から音源方向を検出し、これらとは別の超指向性マイクを検出した音源方向に機械的に向けるシステムおよび方法が開示されている。

【特許文献 1】特開平 8 - 70494 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 304589 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載の装置では、指向性マイクロホンを用いることで特定方向からの音声しか集音できず、任意方向への集音指向性を実現することができなかった。このため、音源が移動した場合の音源方向追尾を行うことができなかった。また、特許文献 2 に記載の装置では、任意方向への集音指向性を実現するために、超指向性のマイクロホンを目的とする方向へ向けるように機械的に回転させなければならなかった。さらに、特許文献 2 に記載の装置は、目的とする方向を検出するために、3 次元配置されたマイクロホンからなるアレイマイクを使用し、複雑な音声信号処理を行わなければならなかった。

【0006】

したがって、本発明の目的は、比較的簡素な構造および音声信号処理を用いて、音源方向を検出してこの音源方向に対する集音指向性を任意に実現し、音源が移動した場合に追尾しながら集音することができる集音装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の集音装置は、複数のマイクロホンを所定パターンに配列して構成されるマイクロホンアレイと、前記複数のマイクロホンが集音した音声信号をそれぞれ所定の遅延時間で遅延して合成することにより、特定方向に強い指向性の集音ビームを形成するビーム形成部であって、並列にそれぞれ独立した遅延時間を設定することで同時に複数方向に集音ビームを形成するビーム形成部と、複数エリアのそれぞれに向けて集音ビームを形成するように前記ビーム形成部を制御し、信号レベルが最も高い集音ビームに対応するエリアを複数の小エリアに再分割し、該小エリアのそれぞれに向けて集音ビームを形成するように前記ビーム形成部を制御し、これら小エリアに対応する複数の集音ビームのうち、信号レベルが最も高い集音ビームが集音する音声信号を選択して後段に出力する信号選択部と

10

20

30

40

50

、を備えたことを特徴としている。

【0008】

この構成では、マイクロホンアレイの正面側の領域における或る位置に話者等の音源が存在して、この音源から音声が発せられると、マイクロホンアレイを構成する各マイクが集音する。この際、音声は各マイクと音源との距離に応じた伝搬時間で伝搬されて、各マイクでは同じ音声の集音タイミングに差が生じる。

【0009】

図9(A)は音源とマイクロホンとの位置関係と、音源から発生した音が各マイクロホンで集音される際のディレイとの関係を示した図であり、図9(B)、(C)は集音された音声信号のディレイに基づくディレイ補正量の形成概念を示す図である。なお、この説明では、マイクロホンの所定配列パターンとして、マイクロホンが直線状に配列されたマイクロホンアレイについて説明する。

10

【0010】

具体的には、音源100Aが、図9(A)に示す位置に存在する場合、音源100Aで発生した音は、最も近いマイクロホン10Aで最初に集音される。そして、音源100Aと各マイクロホン10B~10Iとの距離に応じて順に、各マイクロホン10B~10Iで集音され、最も遠いマイクロホン10Jで最後に集音される。一方、音源100Bが、図9(A)に示す位置に存在する場合、音源100Bで発生した音は、最も近いマイクロホン10Jで最初に集音される。そして、音源100Bと各マイクロホン10I~10Bとの距離に応じて順に、各マイクロホン10I~10Bで集音され、最も遠いマイクロホン10Aで最後に集音される。このように、音源で発生した音は音源とマイクロホンとの距離に応じた遅延時間(ディレイ)で、マイクロホンに集音される。

20

【0011】

この関係を用いることで、ビーム形成部は集音ビームを形成する。例えば、音源100Aに対しては、図9(B)に示すように、各マイクロホン10A~10Jで集音される音声信号を遅延処理する。すなわち、図9(A)に示すディレイを補正するように、前記遅延時間に対応するディレイ補正量を設定する。また、音源100Bに対しては、図9(C)に示すように、各マイクロホン10A~10Jで集音される音声信号を遅延処理する。すなわち、図9(A)に示すディレイを補正するように、ディレイ補正量を設定する。

30

【0012】

このように遅延処理された音声信号を合成することで、図9(B)に示すような補正を行えば、音源100A方向に強い指向性を有する集音ビームが形成され、図9(C)に示すような補正を行えば、音源100B方向に強い指向性を有する集音ビームが形成される。

【0013】

ビーム形成部は、このように各マイクロホンで集音される音声信号の遅延処理した信号をそれぞれに異なる組み合わせで合成することにより、複数方向の集音ビームを形成する。

【0014】

信号選択部は、ビーム形成部が形成した複数の集音ビームの信号強度を比較して、信号レベルが最も高い集音ビームが集音する音声信号を選択する。または、信号選択部は、ビーム形成部が形成した複数の集音ビームの信号強度を比較して、信号レベルが最も高い集音ビームと該レベルが最も高い集音ビームに隣接する集音ビームとが集音する音声信号を選択する。ここで、信号レベルが最も高い集音ビームの指向性が向く方向は音源方向に相当する。これにより、音源方向が検出されて、該音源方向への強い集音指向性が実現される。

40

【0016】

この構成では、ビーム形成部は、信号選択部の制御にしたがい2段階で集音ビームを形成する。まず、ビーム形成部が予め設定されたエリア毎に対して前述のように集音ビームを形成する。信号選択部は、最も信号強度の強い集音ビームを選択して、この集音ビーム

50

に対応するエリアを検出する。信号選択部は、この検出したエリアをさらに複数の小エリアの分割し、各小エリアに対する集音ビームが形成されるように、ビーム形成部での遅延処理量を設定する。

【0017】

ビーム形成部は、新たに設定された遅延時間に応じて複数の集音ビームを形成する。信号選択部は、この新たに形成された集音ビームの信号強度を比較して、最も信号強度の強い集音ビームを形成する音声信号を選択して出力する。これにより、前述よりも詳細な方向での音源方向が検出されて、該音源方向への強い集音指向性が実現される。

【0018】

また、この発明の集音装置は、ビーム形成部で所定タイミング毎に集音ビームを形成し、信号選択部がこの所定タイミング毎に集音する音声信号の選択を行うことを特徴としている。

10

【0019】

この構成では、ビーム形成部は予め設定されたタイミング毎に前述の各集音ビームの形成を行い、信号選択部は、このタイミング毎に信号強度の比較を行い、集音ビームの選択すなわち音声信号の選択を切り替える。これにより、タイミング毎に最適な集音指向性が実現される。

【0020】

また、この発明の集音装置の信号選択部は、前後するタイミングで異なる集音ビームを用いて、集音する音声信号を選択する場合に、前のタイミングで集音された音声信号による合成音声信号と、後のタイミングで集音された音声信号による合成音声信号とをクロスフェード処理して出力することを特徴としている。

20

【0021】

この構成では、音源の移動に伴い選択される集音ビームが切り替えられるが、この際、移動前の集音ビームを形成する合成音声信号に対してフェードアウト処理を行うとともに、移動後の集音ビームを形成する合成音声信号に対してフェードイン処理を行う。これにより、音源の移動に伴って集音指向性の切り替わり、出力される合成音声信号の切り替えが平滑化される。すなわち、出力される音声を聞くユーザにとって、出力音声の切り替わりが滑らかになる。

【0022】

また、この発明の集音装置の信号選択部は、各音声信号の所定周波数成分のみからなる集音ビームを用いて集音する音声信号を選択することを特徴としている。

30

【0023】

この構成では、マイクロホンアレイの幅（配列方向の長さ）、および、マイクロホンの設置間隔に応じて、ビーム化される周波数帯域が異なることを利用し、所定の周波数成分のみバンドパスフィルタで通過することで、マイクロホンアレイの構造に基づいて設定される各集音ビームが所望の指向性に設定される。

【発明の効果】

【0024】

この発明によれば、マイクロホンアレイを用いて集音される音声信号に対して時間遅延処理および組み合わせ処理をするという、簡単な構造および簡単な信号処理だけで、音源方向を検出でき、さらに、この音源方向に対して強い集音指向性を与えることができる。これにより、音源からの音声を除くノイズを抑圧し、音源からの音声を鮮明に集音し出力することができる。

40

【0025】

また、この発明によれば、音源が移動しても、簡素な構造および簡素な処理で音源方向を追尾することができる。これにより、移動する音源に対しても、音声を鮮明に集音し続けて出力することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

50

本発明の実施形態に係る集音装置について図 1 ~ 図 8 を参照して説明する。

以下の説明では、音源検知領域全体を 4 つの部分領域、および各部分領域をさらに分割する 4 つの局所領域で音源 100 の検知を行うための構成について説明するが、領域の分割数は装置仕様や所望とする音源検知方向の分解能に基づいて、適宜設定すればよい。また、マイクロホンアレイ 1 は、マイクロホン 10A ~ 10M を直線状に配列したものをを用いて説明する。

【0027】

図 1 は本実施形態の集音装置の主要部の構成を示すブロック図である。

また、図 2、図 3 は本実施形態の音声信号処理部 2 の構成を示すブロック図であり、図 2 が集音ビームの形成、選択を行う部分を示し、図 3 は目的とする局所領域に対する集音ビームの選択、出力を行う部分を示す。なお、図 2 では、デジタルフィルタ 21A ~ 21M の内のデジタルフィルタ 21A についてのみ詳細なブロック図を図示し、詳細な説明を行うが、他のデジタルフィルタ 21B ~ 21M についても同様の構造である。

10

【0028】

図 4 は音声信号処理部 2 の他の構成（図 3 に対応する部分）を示す部分ブロック図である。

【0029】

図 5、図 6 は音源方向検知方法の概念図である。図 5 は、図 2 に示すデジタルフィルタ 21A ~ 21M からレベル判定部 27 までの部分による検出概念を示す。図 6 は図 2 に示すデジタルフィルタ 21A ~ 21M から、図 3 に示す BPF 28、レベル判定部 29 までの部分による検出概念を示す。

20

【0030】

図 7 は音声信号処理部 2 の処理フローを示すフロー図である。

【0031】

本実施形態の集音装置は、所定方向に直線状に配列された複数のマイクロホン 10A ~ 10M を有するマイクロホンアレイ 1 を備える。各マイクロホン 10A ~ 10M は、特に特定方向に指向性を有する指向性マイクではなく、全てが同じ無指向性マイクにより構成されている。そして、各マイクロホン 10A ~ 10M は、集音領域方向を正面として配置されている。また、マイクロホンアレイ 1 のマイクロホン配列個数および配置間隔は、集音領域の広さや、後述する音源方向の検出精度（方位分解能）、集音する音声の周波数帯域等により、適宜設定されている。

30

【0032】

マイクロホンアレイ 1 の各マイクロホン 10A ~ 10M は、それぞれ、図示しない A/D 変換器を介して、音声信号処理部 2 のデジタルフィルタ 21A ~ 21M に接続されている。

【0033】

音源から音声が発生すると、マイクロホン 10A ~ 10M はこれを集音して電氣的な音声信号に変換して出力する。マイクロホン 10A ~ 10M から出力された音声信号は、A/D 変換器にて所定のサンプリング周期でサンプリングされる。このサンプリングにより得られるデジタル音声信号 $x_1(n)$, $x_2(n) \sim x_m(n)$ が、デジタルフィルタ 21A, 21B ~ 21M にそれぞれ入力される (S1)。

40

【0034】

デジタルフィルタ 21A は、予め設定されたサンプリング周期に応じた所定段のディレイバッファメモリ 22A を備える。ディレイバッファメモリ 22A の各段の遅延量に相当するサンプリング周期は、マイクロホンアレイ 1 におけるマイクロホン 10A ~ 10M の配置、および、音源検知を行う領域からマイクロホンアレイ 1 までの距離から設定される。ディレイバッファメモリ 22A には 8 段の出力が備えられており、これらの出力が FIR フィルタ 231A ~ 238A にそれぞれ入力される。

【0035】

ディレイバッファメモリ 22A は、サンプリング周期に準じて、入力音声信号 $x_1(n)$

50

) に対してそれぞれに異なる遅延処理を施した音声信号を各段に記憶し、まず F I R フィルタ 2 3 1 A ~ 2 3 4 A に対して記憶された各遅延処理信号を出力する (S 2)。さらに、ディレイバッファメモリ 2 2 A は、レベル判定部 2 7 の検知結果に基づいて F I R フィルタ 2 3 5 A ~ 2 3 8 A に対して記憶された各遅延処理信号を出力する。このようなディレイバッファメモリ 2 2 A は、例えばシフトレジスタ等で構成することができる。

【 0 0 3 6 】

ここで、ディレイバッファメモリ 2 2 A における、F I R フィルタ 2 3 1 A ~ 2 3 4 A に入力される出力は、予め設定されている。具体的には、F I R フィルタ 2 3 1 A に出力される信号は部分領域 1 0 1 に対応する集音ビーム X c 1 を構成するための遅延処理信号であり、F I R フィルタ 2 3 2 A に出力される信号は部分領域 1 0 2 に対応する集音ビーム X c 2 を構成するための遅延処理信号である。また、F I R フィルタ 2 3 3 A に出力される信号は部分領域 1 0 3 に対応する集音ビーム X c 3 を構成するための遅延処理信号であり、F I R フィルタ 2 3 4 A に出力される信号は部分領域 1 0 4 に対応する集音ビーム X c 4 を構成するための遅延処理信号である。

【 0 0 3 7 】

また、F I R フィルタ 2 3 5 A に出力される信号は、後述するレベル判定部 2 7 で検出された部分領域 1 0 4 (図 5 , 図 6 の場合) を再分割する局所領域 1 4 1 に対応する集音ビーム X c 5 を構成するための遅延処理信号であり、F I R フィルタ 2 3 6 A に出力される信号は局所領域 1 4 2 に対応する集音ビーム X c 6 を構成するための遅延処理信号である。また、F I R フィルタ 2 3 7 A に出力される信号は局所領域 1 4 3 に対応する集音ビーム X c 7 を構成するための遅延処理信号であり、F I R フィルタ 2 3 8 A に出力される信号は局所領域 1 4 4 に対応する集音ビーム X c 8 を構成するための遅延処理信号である。ここで、局所領域 1 4 1 ~ 1 4 4 は部分領域 1 0 1 ~ 1 0 4 のうちで音源 1 0 0 方向が含まれる部分領域を再分割した局所領域であり、レベル判定部 2 7 の検知結果に応じて変わる。そして、これらの局所領域に応じて各集音ビーム X c 5 ~ X c 8 を構成するための遅延処理信号が、検知結果に基づいて更新されながら設定される。

【 0 0 3 8 】

そして、これらの遅延処理信号は、図 9 に示すような集音ビームと遅延処理との関係により設定される。

【 0 0 3 9 】

F I R フィルタ 2 3 1 A ~ 2 3 8 A は全て同じ構成からなり、それぞれに入力された遅延処理信号を F I R 処理して、遅延処理信号 X 1 S 1 ~ X 1 S 8 を出力する。このように、F I R フィルタ 2 3 1 A ~ 2 3 8 A で F I R 処理を行うことにより、ディレイバッファメモリ 2 2 A では実現できない、サンプリング周期間の詳細な遅延を実現することができる。すなわち、F I R フィルタのフィルタ内サンプリング周期とタップ数とを所望値に設定することにより、ディレイバッファメモリ 2 2 A でのサンプリング周期を遅延時間の整数部分とする場合に、この遅延時間の小数点部分を実現することができる。これにより、デジタルフィルタ 2 1 A は、入力音声信号 x 1 (n) に対して、サンプリング周期に単に準じた遅延処理よりも、さらに詳細な遅延処理を行い、遅延処理信号 X 1 S 1 ~ X 1 S 8 を生成することができる。

【 0 0 4 0 】

各 F I R フィルタ 2 3 1 A ~ 2 3 8 A から出力された遅延処理信号 X 1 S 1 ~ X 1 S 8 は、それぞれアンプ 2 4 1 A ~ 2 4 8 A で増幅されて、それぞれ加算器 2 5 A ~ 2 5 H に入力される。

【 0 0 4 1 】

他のデジタルフィルタ 2 1 B ~ 2 1 M も、デジタルフィルタ 2 1 A と同じ構造であり、それぞれに予め設定された遅延処理信号の選択条件にしたがって、入力された音声信号 X 2 (n) ~ X m (n) から集音ビーム X c 1 ~ X c 8 を形成するための遅延処理信号 X 2 S 1 ~ X 2 S 8 , . . . , X M S 1 ~ X M S 8 を各加算器 2 5 A ~ 2 5 H に出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

加算器 2 5 A は、各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M から入力される遅延処理信号 X_{1S1} , X_{2S1} , \dots , X_{MS1} を合成して集音ビーム X_{c1} を生成し、加算器 2 5 B は X_{1S2} , X_{2S2} , \dots , X_{MS2} を合成して集音ビーム X_{c2} を生成する。加算器 2 5 C は、各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M から入力される遅延処理信号 X_{1S3} , X_{2S3} , \dots , X_{MS3} を合成して集音ビーム X_{c3} を生成し、加算器 2 5 D は X_{1S4} , X_{2S4} , \dots , X_{MS4} を合成して集音ビーム X_{c4} を生成する (S 3)

【 0 0 4 3 】

バンドパスフィルタ B P F 2 6 は、入力された集音ビーム X_{c1} ~ X_{c4} のフィルタリングを行って、レベル判定部 2 7 に出力する。ここで、B P F 2 6 は、マイクロホンアレイ 1 の幅 (配列方向の長さ)、および、マイクロホン 1 0 A ~ 1 0 M の設置間隔に応じてビーム化される周波数帯域が異なることを利用し、各集音ビーム X_{c1} ~ X_{c4} で集音したい音声に対応する周波数帯域を通過帯域に設定している。

10

【 0 0 4 4 】

レベル判定部 2 7 は、集音ビーム X_{c1} ~ X_{c4} の信号強度を比較し、最も信号強度が強い集音ビームを選択する (S 4)。ところで、集音ビームの信号強度が最も強いということは、この集音ビームにより集音される領域に音源が存在することを意味する。これにより、音源探知領域全体を 4 つの部分領域に区分した場合における、音源が存在する部分領域を検出することができる。例えば、図 5 の例では、部分領域 1 0 4 に対応する集音ビーム X_{c4} の信号強度が他の集音ビーム X_{c1} ~ X_{c3} の信号強度よりも強いので、レベル検出部 2 7 は集音ビーム X_{c4} を選択し、部分領域 1 0 4 に音源 1 0 0 が存在することを検知する。

20

【 0 0 4 5 】

レベル判定部 2 7 は、検出した部分領域をさらに再分割した局所領域に対応する選択信号を生成し、デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M に出力する。より具体的に、例えば、図 5 , 図 6 の例であれば、レベル判定部 2 7 は、部分領域 1 0 4 をさらに方位方向に 4 分割する局所領域 1 4 1 ~ 1 4 4 に対する集音ビーム X_{c5} ~ X_{c8} を形成するための各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M から出力される遅延処理信号を選択する。そして、この選択内容が含まれる選択信号を各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M に出力する。

30

【 0 0 4 6 】

各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M はこの選択信号にしたがい、それぞれのディレイバッファメモリから加算器 2 5 E ~ 2 5 H に出力する遅延処理信号を選択設定する。例えば、デジタルフィルタ 2 1 A は、レベル判定部 2 7 から入力された選択信号にしたがい、ディレイバッファメモリ 2 2 A から F I R フィルタ 2 3 5 A ~ 2 3 8 A にそれぞれ選択された遅延処理信号を出力する。F I R フィルタ 2 3 5 A ~ 2 3 8 A は、それぞれ入力された遅延処理信号を F I R 処理してアンプ 2 4 5 A ~ 2 4 8 A を介して、加算器 2 5 E ~ 2 5 H に出力する (S 5)。

【 0 0 4 7 】

加算器 2 5 E は、各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M から入力される遅延処理信号 X_{1S5} , X_{2S5} , \dots , X_{MS5} を合成して集音ビーム X_{c5} を生成し、加算器 2 5 F は X_{1S6} , X_{2S6} , \dots , X_{MS6} を合成して集音ビーム X_{c6} を生成する。加算器 2 5 G は、各デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M から入力される遅延処理信号 X_{1S7} , X_{2S7} , \dots , X_{MS7} を合成して集音ビーム X_{c7} を生成し、加算器 2 5 H は X_{1S8} , X_{2S8} , \dots , X_{MS8} を合成して集音ビーム X_{c8} を生成する (S 6)

40

【 0 0 4 8 】

加算器 2 5 E ~ 2 5 H のそれぞれから出力された集音ビーム X_{c5} ~ X_{c8} は、2 系統に分配され、一方はバンドパスフィルタ B P F 2 8 に入力され、他方はセクタ 3 0 に入力される。

50

【 0 0 4 9 】

バンドパスフィルタ B P F 2 8 は、入力された集音ビーム X c 5 ~ X c 8 のフィルタリングを行って、レベル判定部 2 9 に出力する。ここで、B P F 2 8 は、マイクロホンアレイ 1 の幅（配列方向の長さ）、および、マイクロホン 1 0 A ~ 1 0 M の設置間隔に応じてビーム化される周波数帯域が異なることを利用し、各集音ビーム X c 5 ~ X c 8 で集音したい音声に対応する周波数帯域を通過帯域に設定している。

【 0 0 5 0 】

レベル判定部 2 9 は、集音ビーム X c 5 ~ X c 8 の信号強度を比較し、最も信号強度が強い集音ビームを選択する（S 7）。ところで、集音ビームの信号強度が最も強いということは、この集音ビームにより集音される領域に音源が存在することを意味する。これにより、部分領域全体を 4 つの局所領域に区分した場合における、音源が存在する局所領域を検出することができる。例えば、図 6 の例では、部分領域 1 0 4 における局所領域 1 4 1 に対応する集音ビーム X c 5 の信号強度が他の集音ビーム X c 6 ~ X c 8 の信号強度よりも強いので、レベル検出部 2 9 は集音ビーム X c 5 を選択し、局所領域 1 4 1 に音源 1 0 0 が存在することを検知する。

10

【 0 0 5 1 】

レベル判定部 2 9 は、検出した局所領域に対応する選択信号を生成し、セクタ 3 0 に出力する。セクタ 3 0 は、入力された選択信号にしたがい、検出された局所領域に対応する集音ビームを選択して出力する。例えば、図 6 の例であれば、局所領域 1 4 1 に対応する集音ビーム X c 5 を選択して、この集音ビーム X c 5 により形成される音声信号を出力する（S 8）。

20

【 0 0 5 2 】

このような構成および処理を用いることにより、音源方向からの音声のみを集音して出力することができる。これにより、話者等の音源からの音声とは異なるノイズを抑圧して、音源からの音声のみを集音することができる。このように出力された合成信号はスピーカ 5 により音声として外部に放音される。

【 0 0 5 3 】

以上のように、本実施形態の構成および処理を用いることにより、音源方向を検出して、検出した音源方向に対する集音指向性を高めることができ、ノイズを抑圧して音源方向からの音声のみを集音することができる。この際、マイクロホンアレイを用いて、機械的にマイク方向を移動させることがないので、従来よりも簡単な構造で且つ簡素な処理で音源方向の検出と、音源方向に強い指向性を有する集音を行うことができる。

30

【 0 0 5 4 】

また、音源検知を 2 段階に分けて徐々に詳細に行うことで、一度に詳細な音源領域検知を行うよりも処理量を低減することができる。例えば、図 5、図 6 に示したような局所領域分割を一度に処理する場合、1 6 分割の局所領域となり、1 6 方向の集音ビームを形成しなければならない。しかしながら、本実施形態の構成および処理方法を用いることにより、8 方向の集音ビーム形成で、音源領域の検知を行うことができる。

【 0 0 5 5 】

なお、前述の説明では、局所領域に関するレベル判定部 2 9 で選択する集音ビームが 1 つの場合について説明した。しかしながら、複数の集音ビームを選択して処理してもよい。

40

【 0 0 5 6 】

図 4 は、複数の集音ビームを選択する場合の音声信号処理部 2 の部分構成を示すブロック図である。なお、この音声信号処理部 2 は、デジタルフィルタ 2 1 A ~ 2 1 M から加算器 2 5 E ~ 2 5 H までの図 2 に示した構成は同じであるので図示説明は省略し、異なる部分（図 3 に対応）のみを図示したものである。

【 0 0 5 7 】

レベル判定部 2 9 は、集音ビーム X c 5 ~ X c 8 の信号強度を比較し、最も信号強度が強い集音ビームと、次に信号強度が強い集音ビームとの 2 つの集音ビームを選択する選択

50

信号Sをセレクタ30に出力する。これと同時に、レベル判定部29は、これら2つの集音ビームの信号強度を重み付け設定部31に出力する。

【0058】

セレクタ30は、入力された選択信号にしたがい、検出された2つの局所領域にそれぞれ対応する2つの集音ビームXca, Xcbを選択する。そして、セレクタ30は、集音ビームXcaを信号合成部32の可変アンプ321に出力し、集音ビームXcbを信号合成部32の可変アンプ322に出力する。

【0059】

重み付け設定部31、2つの集音ビームの信号強度から重み付け係数を w_1 , w_2 を設定する。ここで、重み付け設定部31は、より信号強度が強い集音ビームが強調されるような重み付けを行う。例えば、2つの集音ビームの信号強度の比が7:3であれば、合成信号の振幅が正規化されるように、各集音ビームに対する重み付け係数をそれぞれ0.7と0.3とに設定する。

10

【0060】

信号合成部32は、可変アンプ321, 322と加算器323とを備える。可変アンプ321は与えられた重み付け係数 w_1 で集音ビームXcaの合成信号を増幅し、可変アンプ322は与えられた重み付け係数 w_2 で集音ビームXcbの合成信号を増幅する。加算器323は可変増幅器321, 322からの出力信号を合成し、合成信号をスピーカ5に出力する。

【0061】

20

これらの処理を、図6を例に説明すると、レベル判定部29は、信号強度から集音ビームXc5, Xc6を選択する。すなわち、局所領域141, 142からなる領域に音源100が存在すると検知する。セレクタ30は、入力される集音ビームXc5~Xc8から集音ビームXc5, Xc6の2つを選択して、集音ビームXc5の合成信号を可変アンプ321に出力し、集音ビームXc6の合成信号を可変アンプ322に出力する。重み付け設定部31は、集音ビームXc5, Xc6の振幅強度の比から、集音ビームXc5に対する重み付け係数 w_1 と、集音ビームXc6に対する重み付け係数 w_2 を設定して、重み付け係数 w_1 を可変アンプ321に与え、重み付け係数 w_2 を可変アンプ322に与える。可変アンプ321は重み付け係数 w_1 で集音ビームXc5の合成信号を増幅し、可変アンプ322は重み付け係数 w_2 で集音ビームXc6の合成信号を増幅する。加算器323は

30

重み付け係数 w_1 の集音ビームXc5からなる合成信号と、重み付け係数 w_2 の集音ビームXc6からなる合成信号とをさらに合成してスピーカ5に出力する。

【0062】

このような構成および処理を用いることにより、音源方向を含む領域とこれに隣接する領域とからなる所定範囲からの音声を集音して出力することができる。これにより、音源が前述のように設定される局所領域の境界付近に存在しても、話者等の音源からの音声を強調し、それ以外のノイズを抑圧することができる。

【0063】

ところで、前述の説明は音源が移動していない状態を示したが、前述の音源方向の検出処理および合成処理を、予め設定した所定タイミング周期で行うことで、音源の追尾を行うことができる。すなわち、音源が移動すれば、この移動に応じてそれぞれのタイミングで検出される音源方向も変化(移動)する。そして、この検出される音源方向の変化に応じて、集音指向性を変化させることで、実質的に集音しながら音源の追尾を行うことができる。この処理は機械的動作を含まないものであるので、装置の構成を単純化することができる。

40

【0064】

この際、音声信号処理部2は、前記タイミング周期の隣り合うタイミングで検出音源方向が異なれば、先に出力した音声信号と、後に出力する音声信号とをクロスフェード処理してもよい。すなわち、先に出力している音声信号の信号強度を出力段で徐々に抑圧していくとともに、後に出力する音声信号の信号強度を出力段で徐々に増幅していく処理を行

50

い、これらを合成して出力する。このような処理を行うことで、音源の移動に伴う音声の移動が、聴覚上滑らかに行われ、出力される音声を聞く者に違和感を与えない。ここで、音源が部分領域間を完全に移動するのではなく、部分領域の境界で音源が停止した場合には、前述のように、完全に出力信号が切り替わる処理を行う必要はない。この場合、クロスフェードを開始してから、徐々に集音ビームの比を変化させていき、最終的に互いの集音ビームの比が 0.5 : 0.5 になる合成処理を行ってもよい。

【0065】

なお、前述の説明では、音源が存在する全体領域を4つの部分領域に分割し、さらに音源が存在する部分領域を4つの局所領域に分割して、音源検知を行ったが、これら分割数は、装置の仕様や、装置の適用環境（音源検知領域の広さ等）に応じて、任意に設定することができる。

10

【0066】

また、前述の説明では、2段で音源検知を行ったが、1段で行っても、3段以上の複数段でおこなってもよい。また、前述の各処理は、物理的な回路素子の組み合わせで実現しても、DSP等の集積回路を用いてソフトウェア処理で実現してもよい。

【0067】

また、前述の説明ではマイクロホンを直線状に配列したマイクロホンアレイを例に示したが、マトリクス状であってもよく、さらに、図8に示すようなマイクロホンの配置からなるマイクロホンアレイでもあってよい。

【0068】

20

図8(A)は1次元の円状にマイクロホンを配置したマイクロホンアレイの構成を示し、(B)は複数次元の円状にマイクロホンを配置したマイクロホンアレイの構成を示す。なお、図8では、代表するマイクロホンにのみ記号を付し、他のマイクロホンへの記号は省略する。

図8(A)に示すマイクロホンアレイ1は、各マイクロホン10が所定間隔で1つ(1次元)の円周上に配置されたものである。図8(B)に示すマイクロホンアレイ1は、各マイクロホン10が複数(複数次元)の円周上に配置されたものである。

このようにマイクロホン10が配列されたマイクロホンアレイ1に対しても、前述の構成および処理を適用することができ、音源方向の検知と、この検知音源方向からの集音を実現することができる。

30

【0069】

さらに、ここに示したマイクロホンアレイのマイクロホンの配置は一部の例にすぎず、マイクロホンが所定の配置パターンで配置されたマイクロホンアレイであれば、前述の構成および処理を実現することができ、前述の効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の実施形態に係る集音装置の主要部の構成を示すブロック図

【図2】音声信号処理部2の概略構成を示すブロック図(前半部)

【図3】音声信号処理部2の概略構成を示すブロック図(後半部)

【図4】複数の集音ビームを選択する場合の音声信号処理部3の部分構成を示すブロック図

40

【図5】音源方向検知方法(部分領域の検出)の概念図

【図6】音源方向検知方法(局所領域の検出)の概念図

【図7】音声信号処理部2の処理フローを示すフロー図

【図8】円状にマイクロホンを配置したマイクロホンアレイの構成図

【図9】音源とマイクロホンとの位置関係と、音源から発生した音が各マイクロホンで集音される際のディレイとの関係を示した図、および、集音された音声信号のディレイに基づくディレイ補正量の形成概念を示す図

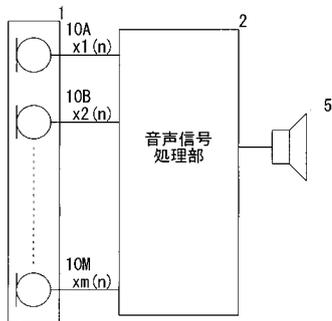
【符号の説明】

【0071】

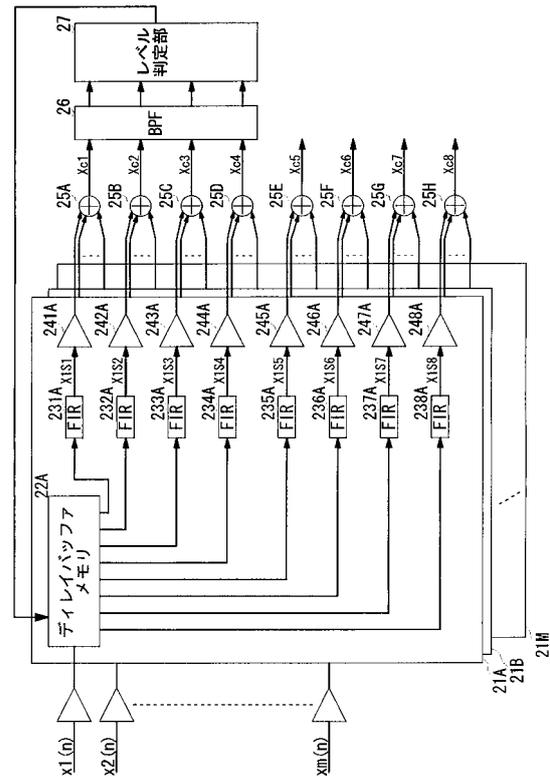
50

1 - マイクロホンアレイ、10A ~ 10M - マイクロホン、2 - 音声信号処理部、21A ~ 21M - デジタルフィルタ、22A - デレイバッファメモリ、231A ~ 238A - FIRフィルタ、241A ~ 248A - アンプ、25A ~ 25H - 加算器、26, 28 - BPF、27, 29 - レベル判定部、30 - セレクタ、31 - 重み付け設定部、32 - 信号合成部、321, 322 - 可変アンプ、323 - 加算器、5 - スピーカ、100 - 音源、101 ~ 104 - 部分領域、141 ~ 144 - 局所領域

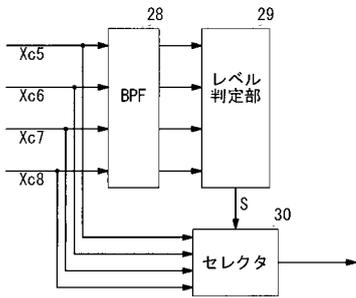
【図1】



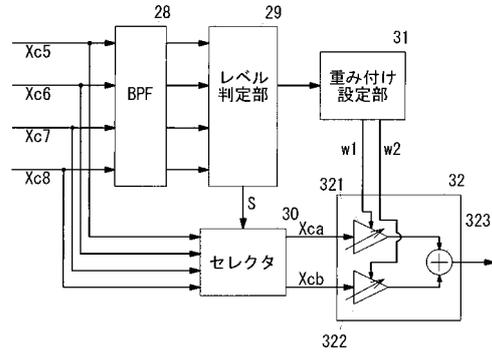
【図2】



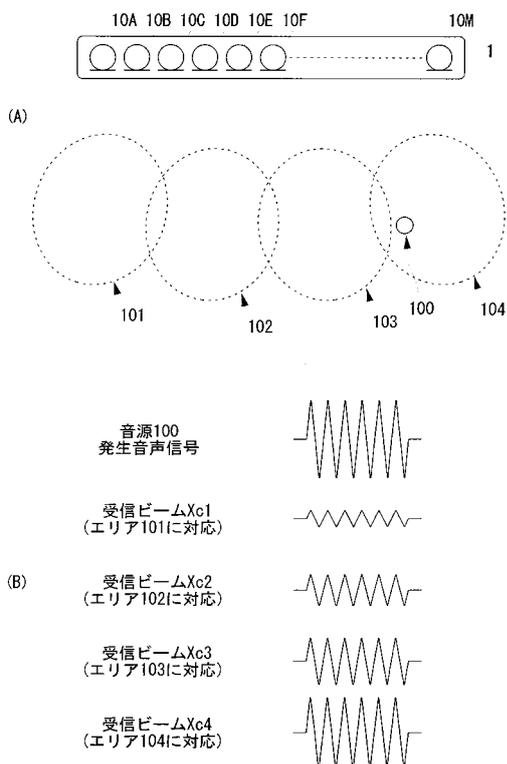
【 図 3 】



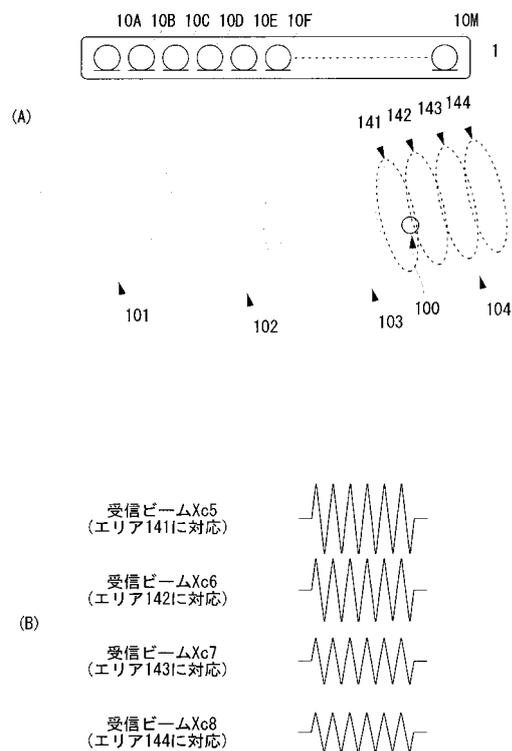
【 図 4 】



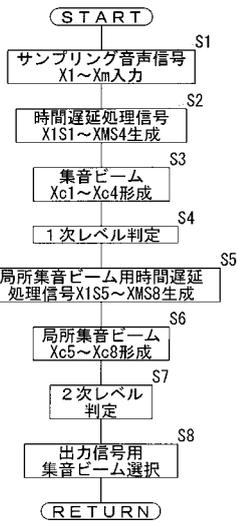
【 図 5 】



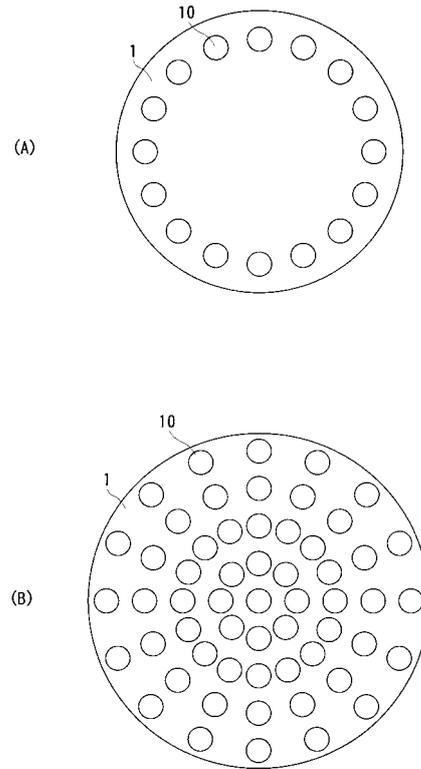
【 図 6 】



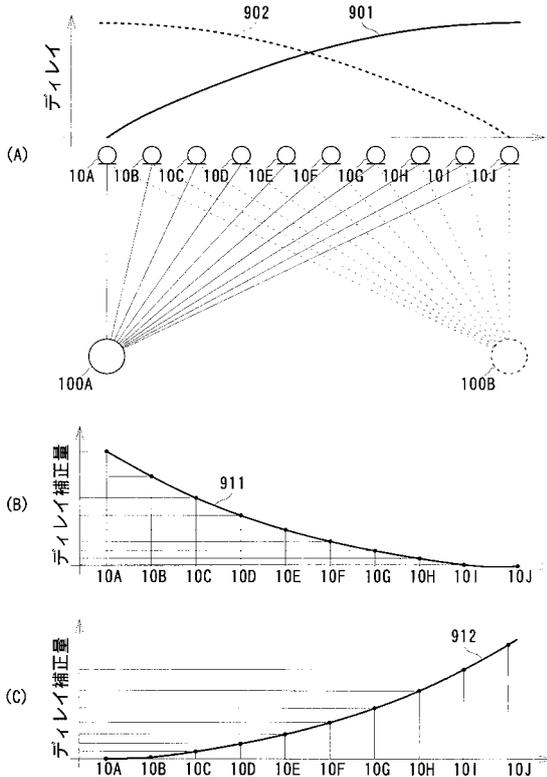
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 11 - 041687 (JP, A)
特開平 09 - 261792 (JP, A)
特開平 11 - 018192 (JP, A)
特開平 09 - 140000 (JP, A)
特開平 05 - 091588 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R	1 / 40
H04R	1 / 32
H04R	3 / 00