

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5894979号  
(P5894979)

(45) 発行日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 S	15/36	(2006. 01)	GO 1 S	15/36	
GO 1 S	7/534	(2006. 01)	GO 1 S	7/534	
HO 4 R	1/40	(2006. 01)	HO 4 R	1/40	3 1 O
HO 4 R	3/00	(2006. 01)	HO 4 R	3/00	3 1 O
HO 4 S	7/00	(2006. 01)	HO 4 S	7/00	Z

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2013-510706 (P2013-510706)  
 (86) (22) 出願日 平成23年5月13日 (2011. 5. 13)  
 (65) 公表番号 特表2013-531785 (P2013-531785A)  
 (43) 公表日 平成25年8月8日 (2013. 8. 8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2011/052105  
 (87) 国際公開番号 W02011/145030  
 (87) 国際公開日 平成23年11月24日 (2011. 11. 24)  
 審査請求日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)  
 (31) 優先権主張番号 10163401.2  
 (32) 優先日 平成22年5月20日 (2010. 5. 20)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 KONINKLIJKE PHILIPS  
 N. V.  
 オランダ国 5656 アーエー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 High Tech Campus 5,  
 NL-5656 AE Eindhove  
 n  
 (74) 代理人 110001690  
 特許業務法人M&Sパートナーズ  
 (74) 代理人 100114753  
 弁理士 宮崎 昭彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音声信号を使用した距離推定

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波信号で音声バンドテスト信号を変調することにより超音波テスト信号を生成するためのテスト信号発生器と、第1の方向に超音波テスト信号を放射するためのパラメトリッククラウドスピーカーと、対象物により反射されて、前記超音波テスト信号から生じる復調され反射された音声バンドテスト信号に基づいて音声バンド捕捉信号を生成するための音声バンドセンサと、前記音声バンド捕捉信号と、前記音声バンド捕捉信号との相関用に推定された前記音声バンドテスト信号に基づいた推定信号との比較に応じて、前記パラメトリッククラウドスピーカーから対象物までの距離の推定値を生成するための距離回路とを有する、対象物までの距離を決定するための装置。

## 【請求項 2】

前記距離回路は、前記音声バンド捕捉信号の各周波数バンドの相対的な減衰の比率に応じて、第1の方向と対象物の反射する表面との間の角度の推定値を生成する、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記距離回路は、前記音声バンド捕捉信号の周波数分布特性に応じて、相対的に高い低周波エネルギー濃度がより大きいサイズを示すような、対象物に対するサイズの推定値を生成する、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 4】

前記距離回路は、前記パラメトリッククラウドスピーカーから前記音声バンドセンサまで

の距離より長い経路長に対応する時間より後に、前記音声バンド捕捉信号と、前記推定信号との間の最も早い相関ピークを決定し、前記音声バンド捕捉信号と、前記推定信号に基づいた信号との間の後続の相関ピークのタイミングに応じて、複数回反射した場合の距離の推定値を生成する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

第 1 の方向を変化させ、第 1 の方向の異なる値に対する距離の推定値を受信し、前記距離の推定値に応じて、前記装置がある部屋の形状を決定する音声環境回路を更に有する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記パラメトリックラウドスピーカーが超音波振動子のアレイを有し、前記音声環境回路は、前記超音波振動子に対する相対的な遅延、フェーズ及びゲインの少なくとも 1 つを制御することにより第 1 の方向の値を制御する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記距離回路は、音声バンド捕捉信号と、前記推定信号との比較に応じて、複数回反射した場合の距離の推定値を生成し、前記複数回反射した場合の距離の推定値は、複数の反射を有する前記パラメトリックスピーカーから前記音声バンドセンサまでの経路の距離を示し、前記音声環境回路は、更に、前記複数回反射した場合の距離の推定値に応じて前記部屋の形状を決定する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 8】

前記音声環境回路は、音声環境である前記部屋に対する残響時間を決定し、前記残響時間に応じて前記部屋の形状を決定する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 9】

前記音声環境回路は、ユーザが発する音を有する他の音声バンド捕捉信号を受信し、前記他の音声バンド捕捉信号と、前記部屋の形状とに応じて前記ユーザのリスニング位置を決定する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 10】

前記距離回路は、繰り返し同じ第 1 の方向に対する距離の推定値を決定し、前記音声環境回路は、第 1 の方向に対する距離の推定値の動的な変化に応じて、前記部屋の形状を決定する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 11】

前記距離回路は、繰り返し同じ第 1 の方向に対する距離の推定値を決定し、前記音声環境回路は、第 1 の方向に対する距離の推定値の動的な変化に応じて音声環境内のユーザのリスニング位置を推定する、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 12】

請求項 5 に記載の装置を有する空間音声再生システムであって、前記音声環境回路は、前記部屋の形状に応じて前記パラメトリックスピーカーの指向性の音の方向を制御する、空間音声再生システム。

【請求項 13】

超音波信号で音声バンドテスト信号を変調することにより超音波テスト信号を生成するステップと、パラメトリックラウドスピーカーから第 1 の方向に超音波テスト信号を放射するステップと、音声バンドセンサにより音声バンド捕捉信号を捕捉する捕捉ステップであって、前記音声バンド捕捉信号は、対象物により反射されて、前記超音波テスト信号から生じる復調され反射された音声バンドテスト信号に基づいている、当該捕捉ステップと、前記音声バンド捕捉信号と、前記音声バンド捕捉信号との相関用に推定された前記音声バンドテスト信号に基づいた推定信号との比較に応じて、前記パラメトリックラウドスピーカーから対象物までの距離の推定値を生成するステップとを有する、対象物までの距離を決定する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、対象物までの距離の推定に関し、排他的ではないが特に、距離の推定に基づく音声環境の特徴づけに関する。

【背景技術】

【0002】

距離の自動化された決定は、多くのアプリケーションにとって重要である。例えば、音声環境はラウドスピーカーシステムのパフォーマンスに非常に影響を及ぼし、例えば、部屋の音響効果は、空間音声再生システムにより供給される空間経験に著しく影響を及ぼす。従って、最高の空間レンダリングを提供するために、音声再生システムが特定の音声環境に適切に調整されることは重要である。部屋サイズ、音響システム位置及びリスナー位置等の各ありうる置き換えを前もって考慮することは可能ではないので、限定された数の  
10  
予め設定されたオプションを提供することだけが実際に可能である。従って、音声再生システムの適当な校正は、元の位置での器材で実施されなければならない。音声再生を最適化するために、部屋ジオメトリ（配置及び／又は形状）リスニング位置及びレンダリング装置の配置は、好ましくは既知であるべきである。手動でこのデータを測定することが可能である一方、これはユーザ側の望ましくない量の労力を示し、ユーザエラーになりやすい。部屋ジオメトリが自動的に測定できる場合、最適化は自動であり、ユーザエラーがなくなり得る。斯様な部屋ジオメトリは壁のような部屋対象物までの距離測定から決定され、従って、対象物までの距離を決定するための実用的なシステムが非常に有利である。

【0003】

指向性音声信号の測定に基づいて壁までの距離を決定することが、提案されてきた。国際特許出願公開公報W O 2 0 0 4 6 6 6 7 3 A 1は、従来のラウドスピーカーアレイ及び少なくとも一つのマイクロホンが音声パーシステムを調整するために用いられ、複数の空間チャンネルがラウドスピーカーアレイ及び音声信号の指向された放射を使用して単一のラウドスピーカー装置から生成されるシステムを開示する。  
20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

開示されたシステムは、壁の方へ向けられる方向の音のビームを作るために、従来のラウドスピーカーアレイを使用する。反射された音はマイクロホンにより録音され、音の放射と音の捕獲との時間差が、反射している対象物までの距離を決定するために用いられる  
30  
。このアプローチは、標準ソナーシステムに非常に似ている。このシステムのための従来のラウドスピーカーアレイの使用は、幾つかの不利な点を持った。従来のラウドスピーカーアレイは、アレイの幅及びラウドスピーカーの間隔により決定される周波数の限られた範囲にわたって、指向性が高い音声ビームを作ることができるだけである。限られた帯域幅は、結果的に、調整のための単一の周波数テストトーンを用いた開示されたシステムとなり、これは、より広い帯域幅信号と比較して、例えば結果的に低減されたS N比となる。開示されたシステムは、また、擬似結果を引き起こすアーチファクトを出す傾向がある。

【0005】

従来のラウドスピーカーアレイの使用により直面する他の課題は、高い指向性のために必要とされる大きな開口が、また、かなりの音声ビームスポットサイズに結果としてなることであり、これは測定システムの解像度を低下させる。この課題に対処するために、国際特許出願公開公報W O 2 0 0 4 6 6 6 7 3 A 1は、フォーカシングアルゴリズムがビームスポットサイズを低減するために用いられることを示唆する。しかしながら、ビームをフォーカスさせるために、反射している対象物までの距離が、前もって既知でなければならない、すなわち、これは、測定されるべき距離がすでに既知であることが必要である。反復的な最適化手順自体が、適切なスポットサイズにビームをフォーカスさせて、適切な正確さで壁の位置を識別するために必要とされる。これは、処理パワー及び測定／セットアップ時間両方に関して高価である。  
40

【0006】

超音波に基づく測距検出システムも、壁までの距離を決定するために用いられてきた。これらのシステムは、壁の方へ超音波信号を放射して、超音波信号が戻って受信されるまでにかかる時間を測定する。このとき、距離は、超音波信号のための往復遅延の半分に一致すると決定される。しかしながら、斯様な超音波測距システムは、反射面が超音波音声ビームに対して垂直であることが必要であって、そこからの偏差に非常に影響される。実際、多くの場合、垂直な角度からの小さなずれさえ、結果として（例えば多くの壁の）多重反射を持つ経路に対応する測定された信号になり、これにより誤った結果、例えば音声再生システムの誤った較正となる。従って、音声超音波測距システムは、測距装置が実際上配置できず、距離が測定されている対象物の方へ直接向けることができない多くの固定較正システムに対して非実用的な傾向がある。特に、これらのシステムは、手動オペレーションを必要とする傾向があり、測距装置から対象物までの正確な位置及び方向がわかっていない多くの自動化されたシステムに対して不適当である。

10

#### 【 0 0 0 7 】

よって、距離を決定するための改良されたシステムが有利であり、特に、増大された柔軟性、容易にされた実行、容易にされたオペレーション、改良された正確さ、システムと対象物との間の幾何学的な関係の増大された柔軟性、自動測距及び較正のための改良された適合性、改良された指向性、増大されたフォーカシング、及び／又は改良されたパフォーマンスを可能にするシステムは有利である。

#### 【 0 0 0 8 】

従って、本発明は、好ましくは上述の不利な点の一つ以上を、単独で又は組合せにおいて、緩和し、軽減し又は除去しようとする。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 0 9 】

本発明の一態様によれば、超音波信号で音声バンドテスト信号を変調することにより超音波テスト信号を生成するためのテスト信号発生器と、第1の方向に超音波テスト信号を放射するためのパラメトリッククラウドスピーカーと、前記超音波テスト信号から生じる復調された反射された音声バンド信号を有する音声バンド捕捉信号を生成するための音声バンドセンサと、前記音声バンド捕捉信号と前記音声バンドテスト信号に対する反射された音声信号推定とに応じて、前記パラメトリッククラウドスピーカーから対象物までの距離に対する距離推定を生成するための距離回路とを有する、対象物までの距離を決定するための装置が提供される。

30

#### 【 0 0 1 0 】

本発明は、改良された及び／又は容易にされた距離推定を提供する。距離測定は、多くの実施例において、自動距離推定に適していて、及び／又は測定シナリオの幾何学的な特性の変動に影響されにくい。特に、本発明は、センサ／パラメトリッククラウドスピーカーからの方向が対象物の表面と直角をなさないシナリオのための改良された距離推定を提供する。多くのシナリオにおいて、より正確な方向距離測定が達成され、特に、低い複雑さを維持しながら、より小さなビームスポットサイズが達成される。

#### 【 0 0 1 1 】

距離回路は、音声バンド捕捉信号及び音声バンドテスト信号の相対的タイミングに応じて距離推定を生成する。

40

#### 【 0 0 1 2 】

音声バンドは20 kHzより低く、超音波信号は20 kHzを上回る周波数を持っている。音声バンド捕捉信号は、0 Hzから15 kHzまでの周波数バンド内の周波数間隔で捕捉された音に対応し、通常は、10 kHz又は5 kHzより低い周波数を含む周波数間隔からの音を含む。

#### 【 0 0 1 3 】

多くの実施例において、音声バンドテスト信号は好適には500 Hz以上の周波数帯域幅を持ち、幾つかの実施例においては、より好適には1 kHz、2 kHz、又は5 kHz以上の周波数帯域幅さえ持つ。これは、多くのシナリオにおいて、より正確な推定を可能

50

にし、反射する表面の角度又は反射している対象物のサイズのような関係のある特性の改良された推定をしばしば可能にする。

【0014】

音声バンドテスト信号は、例えば、（例えば対数関数的な）周波数掃引信号、最大長さシーケンス又はランダムなバンド限定ノイズ信号である。幾つかの実施例において、音声バンドテスト信号は、例えば単一のトーン信号である。

【0015】

パラメトリッククラウドスピーカー及び音声バンドセンサは、通常は実質的に同じ位置に配置される。斯様な同じ位置とは、例えば推定されるべき距離の  $1/10$  未満に対応し、多くの実施例において、50 cm、25 cm又は10 cm未満でさえある。

10

【0016】

超音波テスト信号は指向的に放射され、例えば指向性ビームは、3 kHz から 10 kHz までの周波数間隔の間、又は 1500 Hz から最高 15 kHz までの周波数間隔の間に対して、 $10^\circ$  又は  $20^\circ$  より小さい角度で 6 dB 減衰を持つ。主葉角度は、下位周波数でより大きくなり、500 Hz で例えば  $40^\circ$  より小さい。

【0017】

距離回路は、時間出発点の後で音声バンド捕捉信号と音声バンドテスト信号との間の最も早い相関ピークのタイミングに応じて距離推定を決定するように設けられる。

【0018】

これは、実際の且つ正確な距離の決定を可能にする。時間閾値は、予め定められた時間遅れであり、通常は、パラメトリッククラウドスピーカーから音声バンドセンサまでの距離より長い経路長に対応する。

20

【0019】

幾つかの実施例において、反射された音声信号推定は、音声バンドテスト信号と同じであり、又は、例えば、この変更若しくは処理されたバージョンであり、例えば、非線形復調の効果を補償するように決定されている。

【0020】

本発明のオプションの特徴によると、前記距離回路は、前記音声バンド捕捉信号の周波数分布特性に応じて、第1の方向と対象物の反射する表面との間の角度推定を生成するように設けられる。

30

【0021】

これは、改良された及び/又は拡張された機能を可能にする付加的情報を提供する。例えば、音声環境ジオメトリを決定又は推定するために用いられるとき、これはジオメトリの正確な決定、よって、これに基づいた改良された音声再生を可能にする。

【0022】

特に、距離回路は、より高い相対的な高周波エネルギー濃度が、より垂直な角度を示すように、角度推定を生成するように設けられる。距離回路は、より高い周波数の方へエネルギー濃度を増大させるのに対して  $90^\circ$  の角度の方へ角度推定をバイアスするように設けられる。これは、多くの実施例において、角度の適切な推定を可能にする。

【0023】

本発明のオプションの特徴によると、距離回路は、音声バンド捕捉信号の周波数分布特性に応じて対象物に対するサイズ推定を生成するように設けられる。

40

【0024】

これは、改良された及び/又は拡張された機能を可能にする付加的情報を提供する。例えば、音声環境ジオメトリを決定又は推定するために用いられるとき、これはジオメトリのより正確な決定を可能にし、よって、これに基づいて改良された音声再生を可能にする。加えて又は代わりに、これは、音声環境の対象物識別を可能にするか又は援助する。

【0025】

特に、距離回路は、より高い相対的な低周波エネルギー濃度が、より大きいサイズを示すように、サイズ推定を生成するように設けられる。距離回路は、低い周波数の方へエネ

50

ルギー濃度を増大させるのに対して、より大きいサイズの方へサイズ推定をバイアスするように設けられてもよい。これは、多くの実施例において、反射している対象物のサイズの適切な推定を可能にする。

【 0 0 2 6 】

本発明のオプションの特徴によると、前記距離回路は、時間閾値がたった後、前記音声バンド捕捉信号と前記反射された音声信号推定との間の最も早い相関ピークを決定し、前記音声バンド捕捉信号と前記反射された音声信号推定との間の後続の相関ピークのタイミングに応じて、多重反射距離推定を生成するように設けられる。

【 0 0 2 7 】

これは、改良された及び／又は拡張された機能を可能にする付加的情報を提供する。例えば、音声環境ジオメトリを決定又は推定するために用いられるとき、これはジオメトリのより正確な決定、よって、これに基づいた改良された音声再生を可能にする。

10

【 0 0 2 8 】

本発明のオプションの特徴によると、装置は、更に、第1の方向を変化させ、第1の方向の異なる値に対する距離推定を受信し、前記距離推定に応じて音声環境ジオメトリを決定する音声環境回路を有する。

【 0 0 2 9 】

当該アプローチは、部屋ジオメトリのような音声環境ジオメトリを決定するために特に有利である。多くの実施例において、改良された正確さが得られて、これにより音声再生システムの改良された適合を可能にし、よって、音声再生システムによる音声再生を改善した。特に、改良された空間音声再生は、空間音響システムのために達成できる。

20

【 0 0 3 0 】

本発明のオプションの特徴によると、前記パラメトリックラウドスピーカーは超音波振動子のアレイを有し、前記音声環境回路は、前記超音波振動子に対する相対的な遅延、フェーズ及びゲインの少なくとも1つを制御することにより第1の方向の値を制御するように設けられる。

【 0 0 3 1 】

これは、特に有利なアプローチを可能にし、例えば複雑さを低減し、オペレーションを容易にし、及び／又は第1の方向のより正確な制御を提供する。音声環境プロセッサは、超音波振動子のアレイのためのビーム形成アルゴリズムを実行する。

30

【 0 0 3 2 】

本発明のオプションの特徴によると、前記距離回路は、音声バンド捕捉信号と前記反射された音声信号推定との比較に応じて、多重反射距離推定を生成し、前記多重反射距離推定は、複数の反射を有する前記パラメトリックスピーカから前記音声バンドセンサまで経路の距離を示し、前記音声環境回路は、更に、前記多重反射距離推定に応じて前記音声環境ジオメトリを決定するように設けられる。

【 0 0 3 3 】

これは、ジオメトリのより正確な決定を可能にし、よって、これに基づいた改良された音声再生を可能にする。

【 0 0 3 4 】

40

本発明のオプションの特徴によると、前記音声環境回路は、音声環境に対する残響時間を決定し、前記残響時間に応じて前記音声環境ジオメトリを決定するように設けられる。

【 0 0 3 5 】

これは、ジオメトリのより正確な決定を可能にし、よって、これに基づいた改良された音声再生を可能にする。

【 0 0 3 6 】

本発明のオプションの特徴によると、前記音声環境回路は、ユーザが発する音を有する他の音声バンド捕捉信号を受信し、前記他の音声バンド捕捉信号と前記音声環境ジオメトリとに応じてリスニング位置を決定するように設けられる。

【 0 0 3 7 】

50

これは、音声再生システムの改良された適合を可能にし、特にリスニング位置に対する最適化を可能にする付加的情報を提供する。ユーザから発信された音は、推定のユーザから発信された音であり、当該アプローチは、ユーザから発信された音及び推定された音声環境ジオメトリを有する他の音声バンド捕捉信号の想定に基づいて、リスニング位置を決定する。

【 0 0 3 8 】

他の音声バンド捕捉信号は音声バンドセンサにより生成され、音声バンド捕捉信号と同じか、又は例えば他のセンサにより供給される他の信号である。

【 0 0 3 9 】

本発明のオプションの特徴によると、装置は、第 1 の方向の対応する値に対する距離推定を繰り返し決定し、前記音声環境回路は、第 1 の方向の対応する値に対する距離推定における動的な変化に応じて前記音声環境ジオメトリを推定するように設けられる。

10

【 0 0 4 0 】

幾つかの実施例において、装置は、音声環境に対する距離推定を繰り返し決定するように設けられ、音声環境プロセッサは、距離推定の動的な変化に応じて音声環境ジオメトリを推定するように設けられる。

【 0 0 4 1 】

動的な変化の考慮は、音声環境の改良された推定を可能にする。対応する方向は、実質的に同一方向である。

【 0 0 4 2 】

20

本発明のオプションの特徴によると、装置は、第 1 の方向の対応する値に対する距離推定を繰り返し決定する前記装置であって、前記音声環境回路は、第 1 の方向の対応する値に対する距離推定における動的な変化に応じて前記音声環境内のリスニング位置を推定するように設けられる。

【 0 0 4 3 】

幾つかの実施例において、装置は音声環境のための距離推定を繰り返しの決定するように設けられ、音声環境プロセッサは距離推定の動的な変化に応じてリスニング位置を推定するように設けられる。

【 0 0 4 4 】

動的な変化の考慮は、リスニング位置の特に効果的な推定を可能にする。これら対応する方向は、実質的に同一方向である。

30

【 0 0 4 5 】

本発明のオプションの特徴によると、前述された装置を有する空間音声再生システムが提供され、前記音声環境回路は、前記音声環境ジオメトリに応じて空間音声再生の特性を適合させるように設けられる。

【 0 0 4 6 】

本発明は、特定の使用環境への改良された適応を持つ特に有利な空間音声再生システムを可能にする。

【 0 0 4 7 】

本発明のオプションの特徴によると、前記音声環境回路は、前記音声環境ジオメトリに応じて少なくとも一つの空間チャンネルに対する指向性の音の方向を制御するように設けられる。

40

【 0 0 4 8 】

本発明は、空間チャンネルに対する指向性音声放射線を制御するための特に有利なアプローチを可能にする。空間チャンネルは、具体的は、サラウンド（サイド又はリア）チャンネルである。当該アプローチは、空間チャンネルが、信号を放射するラウドスピーカーの位置以外の他の位置から生じるのを知覚されるように、一つ以上の反射を介してリスニング位置に到達しようとする空間チャンネルを指示するために特に有利である。

【 0 0 4 9 】

本発明のオプションの特徴によると、パラメトリックスピーカは、少なくとも一つの空

50

間チャンネルのための音を再生するように設けられる。

【 0 0 5 0 】

当該アプローチは、パラメトリックラウドスピーカーが空間チャンネルを供給可能にし、これにより、パラメトリックラウドスピーカーが正確な空間知覚を供給するため小さなビームで正確に指向されることを可能にする。斯様な信号の厳格で正確な指向性放射線は、追加のラウドスピーカーを必要とすることなく、特定の音声環境に自動的に適している。同じパラメトリックラウドスピーカーが、低コストを維持しながらこのように、改良された空間知覚を供給するために、異なっているが連結された機能のために使用されてもよい。

【 0 0 5 1 】

10

本発明の一態様によれば、超音波信号で音声バンドテスト信号を変調することにより超音波テスト信号を生成するステップと、パラメトリックラウドスピーカーから第1の方向に超音波テスト信号を放射するステップと、音声バンドセンサにより音声バンド捕捉信号を捕捉する捕捉ステップであって、前記音声バンド捕捉信号は、超音波テスト信号から生じる復調された反射された音声バンド信号を有する、当該捕捉ステップと、前記音声バンド捕捉信号と前記音声バンドテスト信号に対する反射された音声信号推定とに応じて、前記パラメトリックラウドスピーカーから対象物までの距離に対する距離推定を生成するステップとを有する、対象物までの距離を決定する方法が提供される。

【 0 0 5 2 】

本発明のこれら及び他の態様、特徴及び利点は、以下に説明される実施例を参照して、明らかに説明されるだろう。

20

【 0 0 5 3 】

本発明の実施例は、図面を参照して単なる例示として説明されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 4 】

【図1】図1は、サラウンドサウンドシステムのためのスピーカシステムセットアップの実例である。

【図2】図2は、サラウンドサウンドシステムのためのスピーカシステムセットアップの例の具体例である。

【図3】図3は、サラウンドサウンドシステムのためのスピーカシステムセットアップの例の具体例である。

30

【図4】図4は、本発明の幾つかの実施例による対象物までの距離を決定するための装置の要素の例を示す。

【図5】図5は、本発明の幾つかの実施例による対象物までの距離を決定するための装置のための測定シナリオの例を示す。

【図6】図6は、本発明の幾つかの実施例による対象物までの距離を決定するための装置のための測定シナリオのための相関反応の例を示す。

【図7】図7は、従来技術による超音波測距システムのための超音波距離測定シナリオの例を例示する。

【図8】図8は、従来技術による超音波測距システムのための超音波距離測定シナリオの例を例示する。

40

【図9】図9は、本発明の幾つかの実施例による対象物までの距離を決定するための装置のための測定シナリオの例を示す。

【図10】図10は、本発明の幾つかの実施例による空間音声再生システムの要素の例を示す。

【図11】図11は、本発明の幾つかの実施例による空間音声再生システムによる部屋ジオメトリの決定の例を例示する。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 5 】

以下の説明は、距離測定から決定される音声環境ジオメトリに基づいて、空間音声再生

50



システムの較正に適用できる本発明の実施例に焦点を当てる。しかしながら、本発明がこのアプリケーションに限られず、多くの他のシナリオにおいて、多くの他のアプリケーションのために適用されてもよいことは理解されるだろう。

【 0 0 5 6 】

図 1 は、ホームシネマシステムのような従来の 5 つのチャンネルサラウンドサウンド空間サウンド再生システムのスピーカシステムセットアップを例示する。当該システムは、中央フロントチャンネルを供給する中央スピーカ 1 0 1、左フロントチャンネルを供給する左フロントスピーカ 1 0 3、右フロントチャンネルを供給する右フロントスピーカ 1 0 5、左リアチャンネルを供給する左リアスピーカ 1 0 7、及び右リアチャンネルを供給する右リアスピーカ 1 0 9 を有する。5 つのスピーカ 1 0 1 1 0 9 共に、聞いている位置 1 1 1 に空間サウンド経験を供給し、この位置のリスナーがサラウンドの実体験のように感じるサウンドを経験可能にする。多くのホームシネマシステムにおいて、システムは、低周波数効果 ( L F E ) チャンネルのためのサブウーファを更に含む。

【 0 0 5 7 】

リスニング位置のサイド又は後方に位置されるラウドスピーカーに対する要求は、追加ラウドスピーカーが不都合な位置に位置されることを要求するだけでなく、これらが通常はホームシネマパワーアンプのような駆動源に接続されていることも必要とするので、通常は不利であるとみなされる。典型的システムセットアップにおいて、ワイヤは、サラウンドラウドスピーカー位置 1 0 7、1 0 9 から、フロントスピーカ 1 0 1、1 0 3、1 0 5 付近に通常は位置されるアンプユニットまで張りめぐらされる必要がある。これは、広範囲のアピールを持つように意図されるホームシネマシステムのような製品、及びサウンド経験に最適化されていない又は専用になっていない環境のアプリケーションにとって、特に不利である。

【 0 0 5 8 】

図 2 は、変更されたスピーカシステムセットアップの例を例示する。この例では、フロントラウドスピーカー、すなわち、レフトフロントラウドスピーカー 1 0 3、センターラウドスピーカー 1 0 1 及びライトフロントラウドスピーカー 1 0 5 は、リスニング位置 1 1 1 の前に音声イメージを供給する。しかしながら、図 2 のシステムでは、サラウンドサウンド信号は、ユーザの後方に配置される別々のラウドスピーカーにより供給されるのではなく、リスニング位置 1 1 1 の前に配置されるラウドスピーカー 2 0 1、2 0 3 により供給される。具体例では、レフトサラウンドスピーカ 2 0 1 は、レフトフロントスピーカ 1 0 3 に隣接して位置され、ライトサラウンドスピーカ 2 0 3 は、ライトフロントスピーカ 1 0 5 に隣接して位置される。

【 0 0 5 9 】

この例において、サラウンドスピーカ 2 0 1、2 0 3 は、リスナーの後方への方向からリスニング位置 1 1 1 に到達するため後壁 2 1 3 及び側壁 2 0 9、2 1 1 により反射される音声信号 2 0 5、2 0 7 を放射するように設けられる。よって、リアサラウンドスピーカ 2 0 1、2 0 3 は、後方から発するようにリスナーに現れるサラウンド信号 2 0 5、2 0 7 を供給する。この効果は、壁 2 0 9、2 1 1、2 1 3 により反射されるように、リア音声信号 2 0 5、2 0 7 を放射することにより達成される。具体例において、サラウンドサウンド信号 2 0 5、2 0 7 は、2 つの壁反射、すなわち、側壁 2 0 9、2 1 1 及び後壁 2 1 3 の反射を介して主にリスニング位置に到達する。しかしながら、他の実施例及びシナリオが、より少ない又はより多くの反射を含んでもよいことは理解されるだろう。例えば、サラウンド信号 2 0 5、2 0 7 は、側壁 2 0 9、2 1 1 の単一の反射によりリスニング位置 1 1 1 に到達するように放射され、これにより、ユーザのサイドに知覚される仮想音源を与えてもよい。

【 0 0 6 0 】

図 2 の例において、各空間チャンネルは、それ自身の個々のスピーカにより放射される。説明されるアプローチは、ユーザの前に位置される、特に、フロントスピーカ 1 0 1、1 0 3、1 0 5 の 1 つと隣接している又は同じ位置にあるサラウンドスピーカ 2 0 1、2 0

3を可能にしながら、効果的なサラウンド経験を可能にする。しかしながら、これは、更に、同じスピーカが空間チャンネルの1つ以上をレンダリングするために用いられることを可能にする。よって、多くの実施例において、サラウンドスピーカ201、203は、また、フロントチャンネルの1つをレンダリングするためにも用いられてもよい。

#### 【0061】

具体例では、レフトサラウンドスピーカ201は、また、レフトフロントチャンネルもレンダリングし、ライトサラウンドスピーカ203は、ライトフロントチャンネルもレンダリングする。しかしながら、レフト及びライトのフロントチャンネルは、これらが前方から、すなわち直接スピーカ位置から来るように現れるように（直接経路を介して）リスニング位置へ直接供給されなければならないので、フロントチャンネルはサラウンドチャンネルとは異なる方向にレンダリングされる。

10

#### 【0062】

従って、このように、レフトフロントスピーカ103及びライトフロントスピーカ105は取り外されることができ、その代わりに、レフトサラウンドスピーカ201及びライトサラウンドスピーカ203が使用され、結果的に図3のシステムになる。図2及び図3の空間システムは、このように少なくともレフトサラウンドスピーカ201及びライトサラウンドスピーカ203による指向性音声放射線に基づいている。これは、例えば、所望の方向に角度を付けられた指向性ドライバユニットを用いて達成されるが、より頻繁にはビームを誘導できる振動子アレイを用いて達成される。よって、レフトサラウンドスピーカ201及びライトサラウンドスピーカ203の各々は、所望のビーム形成、よって指向性を供給するために、異なって（フェーズ及び／又は振幅）重み付けさせた及び／又は駆動信号を遅延させた複数の振動子ユニットを有する。

20

#### 【0063】

更にまた、システムの全ては、音声環境のジオメトリに強く依存するリスニング位置111で、空間音声経験を提供する。特に、部屋ジオメトリは、知覚される空間音に影響を及ぼす。特に、図2及び図3のサラウンドチャンネルの空間知覚は、壁の反射により達成され、よって特定の部屋ジオメトリに非常に強く依存している。

#### 【0064】

従って、音声再生システムを特定の音環境及び特に部屋ジオメトリに適応させて調整することは重要である。これは、しばしば、手動で又は半自動的に、ユーザにマイクロホンをリスニング位置に置くことを要求し、専用の調整プロセスを実施して達成される。しかしながら、これは、多くの一般的ユーザにとって複雑で時間がかかり、混乱させて非実用的な傾向がある。

30

#### 【0065】

以下に、音声再生システムを特定の環境に対して調整可能にする部屋／音声環境ジオメトリの自動推定を生成できるシステムが説明されるだろう。当該システムは、超音波及び音声バンド信号と測定との組み合わせを使用する距離測定に基づく。

#### 【0066】

説明されるアプローチは、所与の方向に変調超音波信号を放射するために、パラメトリックラウドスピーカーを使用する。このように、（超音波ラウドスピーカーの形式の）超音波発信器は、音声バンドテスト信号により変調される高い強度の超音波の指向性が高いビームを投射する。超音波が空気を通じて広がるので、音声バンドテスト信号は、音の指向性が高いビームを形成するように復調される。この音声ビームが、壁、天井又は大きな対象物のような障壁に当たるとき、音声周波数の音は、幅広い範囲の角度で反射され、その後、発信器の近くに配置されている（標準音声マイクロホンのような）音声バンドセンサにより録音される。送信と反射された信号の受信との時間差は、このとき、反射させている／散乱させている対象物までの距離を識別するために用いられる。

40

#### 【0067】

当該アプローチは一組の角度にわたるスキャンを実施するように用いられ、これにより、例えば、装置から部屋の壁及び／又は天井までの距離を計算可能にし、部屋の幾何学的

50

なモデルを構築可能にする。この情報を使用して、その後、音声再生システムは、任意の所与の部屋及びリスニング位置に対する音声レンダリングを最適化するように調整できる。以下の説明は、部屋の壁の位置及び距離を決定することにより二次元の部屋ジオメトリの決定に焦点を当てるが、当該アプローチは、三次元部屋ジオメトリの決定に等しく適用できることは理解されるだろう。特に、説明されるアプローチが、例えば部屋の天井までの距離を決定するために等しく適当であることは理解されるだろう。

【 0 0 6 8 】

図 4 は、測定システムの例を更に詳細に例示する。システムは、超音波信号で音声バンドテスト信号を変調することにより超音波テスト信号を生成するテスト信号発生器 4 0 1 を有する。テスト信号発生器 4 0 1 は、変調超音波テスト信号を放射するパラメトリック

10

【 0 0 6 9 】

パラメトリックラウドスピーカーは、高い強度の超音波キャリア信号から音声周波数を復調するために空気の高非線形特性を利用する音声装置である。超音波キャリア信号は、通常は非常に短い波長を持つ超音波キャリアである。超音波音響波が音の波長より非常に大きいサイズで振動子から投射されるとき、超音波の非常に狭いビームが作られる。超音波が空気を通じて広がるので、音声信号は超音波キャリア信号から復調される。特に、音声経路の高非線形性は復調器として作用し、これにより、超音波キャリア信号を変調するために用いられた元の音声テスト信号を再形成できる。斯様な高非線形性は、送信経路で自動的に起こる。特に、送信媒体としての空気は、本質的に、聞き取れるようになる超音波に結果としてなる高非線形特性を呈する。よって、例において、空気自体の高非線形特性によって、高い強度の超音波信号から音声復調が生じる。

20

【 0 0 7 0 】

復調された音声信号は、また、主要な超音波キャリアの強いバンドリング（束）の結果として、高い指向性ビームを形成する。音源の高い指向性は、聞き取れる音が非常に特定の位置に向けることを可能にし、これは、距離を正確に推定するために非常に有利である。更にまた、パラメトリックラウドスピーカーは、コンパクトであって、追加のフォーカシングを必要とせずに、本質的に小さなスポットサイズを持つ。

【 0 0 7 1 】

パラメトリックラウドスピーカーが非常に高い精度で部屋の任意のポイントに音声ビームを向けることができる一方、ビームが対象物に当たると、音声周波数成分は部屋の全体にわたって散乱される。マイクロホンがパラメトリック振動子と一致して配置される場合、これは反射された音声信号を検出する。このシステムは、超音波送信器及び受信器に基づく従来の超音波測距検出ソナーシステムと同様にみえる。鍵となる違いは、超音波ソナーシステムが超音波を送信及び受信するが、図 4 のシステムは、超音波を送信して、音声範囲信号を受信することである。超音波は、高い鏡面態様で壁から反射される。壁が発信器に対して垂直である場合、強い信号が受信器の方へ反射される。発信器と壁との間の角度がますます平行になるにつれて、信号は受信器から遠くに反射される。よって、S/N 比が劣化するし、また、超音波ビームの後続の反射が結果として受信器側で強い信号になって、異常な読み取りを生じるという潜在的危険もある。

30

40

【 0 0 7 2 】

新規な方法は、超音波ビームを送信するが、音声周波数信号を受信する。高周波成分は低周波成分より鏡面的に散乱する傾向があり、実際に低周波成分は、ほぼ無指向性分散パターンで散乱される。反射された音声信号の多くが全方向的にほぼ反射されるので、振動子が壁との作る角度に関係なく、音は常に受信器の方へ反射される。従って、新規な方法は、常に、所与のビーム角度で壁又は反射している対象物までの最も近い距離を正確に決定可能である。

【 0 0 7 3 】

図 4 のシステムにおいて、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 の出力は、音声周波数テスト信号で変調された超音波キャリアである。ラウドスピーカーから壁への送信の間

50

、音声は、聞き取れる音声ビームを形成するために、非線形インタラクションにより超音波キャリア信号から復調される。よって、指向性が高く狭い音声信号が生成され、壁の方へ放射される。

【 0 0 7 4 】

音声ビームが当たる第 1 の障壁で、音声バンド信号は、部屋内に比較的均一に散乱し、よってパラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 の方へも反射される。

【 0 0 7 5 】

図 4 のシステムは、更に、音声バンド捕捉信号を生成する音声バンドセンサ 4 0 5 を有する。具体例において、音声バンドセンサ 4 0 5 は、例えば 1 k H z より下から例えば 8 k H z より上までの帯域幅を持つ標準音声バンドマイクロホンである。よって、マイクロホン 4 0 5 は、音声バンド（の少なくとも一部）を捕えて、対応する電氣的信号を生成する。対象物（壁）の反射 / 散乱は、結果的にマイクロホン 4 0 5 の方へ反射される復調された音声テスト信号となり、よって、捕えられた音声バンド信号は、変調超音波テスト信号の空気中の復調から生じる復調された反射された音声バンド信号を有する。

【 0 0 7 6 】

マイクロホン 4 0 5 は、捕えられた音声バンド信号を受信する距離回路又はプロセッサ 4 0 7 に結合されている。プロセッサ 4 0 7 は、更に、テスト信号発生器 4 0 1 に結合され、プロセッサ 4 0 7 は、テスト信号発生器 4 0 1 から音声バンドテスト信号に対する反射された音声信号推定を受信する。特に、空気中での音声バンドテスト信号の非線形復調からの結果である音声信号に対応する反射された音声信号推定が決定される。よって、反射された音声信号推定と音声バンドテスト信号との違いは、音声経路（特に復調）の非線形性を反映する。

【 0 0 7 7 】

距離回路 4 0 7 は、その後、音声バンド捕捉信号と反射された音声信号推定との比較に応じて、特にこれらの相対的タイミングを比較することにより、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 から対象物までの距離のための距離推定を生成するように処理する。

【 0 0 7 8 】

簡潔さ及び明快さのため、以下のアプローチは、最初に、これらの非線形効果が重要でないシナリオ、すなわち反射された音声信号推定が音声バンドテスト信号と同じであるシナリオに対して説明されるだろう。よって、斯様な実施例において、距離回路又はプロセッサ 4 0 7 に音声バンドテスト信号が直接供給される。

【 0 0 7 9 】

当該システムは、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 からマイクロホン 4 0 5 までの経路長に対応する測定された遅延時間に基づいて、距離を決定する。特に、送信された信号と反射された信号との間の時間差を測定することにより、音速は、システムとその方向の反射している対象物 / 壁との間の距離を計算するために用いられる。

【 0 0 8 0 】

パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 及びマイクロホン 4 0 5 は、特に同じ位置に配置されてもよく、この場合、測定された経路長が距離の 2 倍に対応する。パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 とマイクロホン 4 0 5 との間の距離が増大するので、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 とマイクロホン 4 0 5 との間のこの距離は、三角形を形成し、単純な幾何学的な関係（例えば図 5 を参照）を使用して距離が計算可能になることは、理解されるだろう。多くの実施例において、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 とマイクロホン 4 0 5 との間の距離は非常に小さいので、推定された距離の影響は無視でき、距離は、経路長を 2 で割ったものとして単純に計算される。パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 とマイクロホン 4 0 5 との間の距離が測定されるべき最小距離の 5 1 0 % 未満である場合、これは通常達成される。

【 0 0 8 1 】

簡潔さ及び明快さのため、以下の説明は、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 及びマイクロホン 4 0 5 が完全に同じ位置に配置されると仮定するだろう。

## 【 0 0 8 2 】

距離を決定するために、距離プロセッサ 4 0 7 は、特に、雑音が多い測定されたデータから距離情報を得るために特に強固である傾向がある相関ベースの技術を使用する。

## 【 0 0 8 3 】

特に、生成された音声テスト信号とマイクロホン 4 0 5 から捕捉された音声テスト信号とのクロス相関は、結果的に、時間サンプル  $T_r$  に対応するクロス相関のピークになり、時間サンプル  $T_r$  で、各エコーがマイクロホン 4 0 5 で受信され、すなわち、一つ以上の反射を有する経路は、結果的に、音声テスト信号が、対応する遅延を持ってマイクロホンに到達することになる。このように、ピークは、検出されて、経路長推定を決定するために用いられる。例えば図 6 の例に示されるように、多重反射を示すインパルス応答の幾つかのピークが通常ある。第 1 のピーク、 $T_1$  は、第 1 の反射に対応する。これは、壁までの距離に関する情報を提供するために用いられる。他のピークは、多重反射に対応し、多重反射経路を決定するために用いられる。これは、例えば、部屋の高次のモデリングのために使われる。

10

## 【 0 0 8 4 】

第 1 のピーク  $T_1$  のサンプル番号を ( サンプリング周波数  $f_s$  により割ることにより ) 時間インデックスに変換し、その後音速 ( 約  $340 \text{ m s}^{-1}$  ) で乗算することにより、全体の経路の推定が導出できる。

$$2D = (T_1 / f_s) * 340$$

## 【 0 0 8 5 】

図 6 は、対数的掃引テスト信号及びパラメトリックスピーカを用いた典型的部屋内で得られる測定されたインパルス応答を例示する。最初の 4 0 0 0 個のサンプルは、パラメトリックスピーカ 4 0 3 とマイクロホン 4 0 3 との間のカップリングのため「誤ったインパルス」を示す。これは、パラメトリックアレイ駆動電子回路に含まれる前処理のため、約 2 6 0 0 個のサンプルにより遅延される。第 1 の「誤ったピーク」のインデックスを後続のピークから減算することは、音声経路のための実際の移動時間 / 経路遅延を与える。約 6 0 0 0 個のサンプルの第 1 の大きなピークは、第 1 の反射による。より高次の反射は、後続の小さなピークを引き起こす。

20

## 【 0 0 8 6 】

この例において、距離プロセッサ 4 0 7 は、相関ピークのタイミングに応じて、距離推定を決定する。相関ピークは、例えば、測定された相関応答の  $N$  番目の相関ピークとして選択され、ここで、 $N$  は 1、2、... である。多くの実施例において、第 1 の相関ピークは直接の結合に対応し、距離推定は第 2 の相関ピークのタイミングに応じて決定される。よって、距離推定は、所与の時間閾値 / 遅延の後発生する第 1 のピークのタイミングに応じて決定される。この遅延は、相関応答自体に基づいて決定され、例えば、これは、第 1 の ( 直接結合された ) 相関ピークの時間に対応するように設定されるか、又は、例えば測定されるべき最小距離の 2 倍に一致する遅延より更に小さく、パラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 とマイクロホン 4 0 5 との間の最大予想される距離より大きい遅延に対応する予め定められた時間遅延に設定される。

30

## 【 0 0 8 7 】

同様に、多重反射のための経路長は、 $N = 3, 4, 5, \dots$  ( 又は、直接結合が十分に減衰されている場合は 2 ) の値に対応する相関ピークのタイミングから、又は所与の遅延の後の反射から決定される。

40

## 【 0 0 8 8 】

当該アプローチは、多くのシナリオで、改良された距離推定を提供する。特に、当該アプローチは、従来のラウドスピーカーアレイを使用することに関連したロビング ( l o b b i n g )、スポットサイズ、帯域幅制限及びスピーカ ( アレイ ) サイズの課題を解決又は緩和する。実際、当該アプローチは、低減されたサイズ及び低コスト / 複雑さを維持すると共に、距離決定のために用いられる指向性が高い音声放射線を供給できる低い複雑さのアプローチを可能にする。

50

## 【 0 0 8 9 】

更にまた、当該アプローチは、超音波測距システムと通常は関連する課題の影響を受けない傾向にある。斯様な超音波測距システムは、超音波測距装置が図 7 に例示されるような反射している壁と直角をなすときの状況で良好に実施する。しかしながら、反射する表面が測距装置に対してある角度にあるとき、超音波テスト信号は、図 8 にて図示されるように、測距装置へ反射されない。よくても、これは、減少した S N 比に結果としてなり、また、超音波ビームの後続の反射が受信器で強い信号に結果的になるという潜在的危険もある。よって、代わりに複数の反射に対応する、不正確又は誤った距離測定に結果としてなるといふ高い可能性がある。従って、超音波測距は、フレキシブルなシステムに適していなくて、しばしば、例えば自動部屋校正システムのために有効ではなく、手動処置及びオペレーションを必要とする。

10

## 【 0 0 9 0 】

対照的に、説明されているアプローチは、超音波ビームを送信するが、音声周波数信号を受信する。高周波成分は低周波成分より鏡面的に散乱する傾向があり、実際に低周波成分は、ほぼ無指向性分散パターンで散乱される。これは、反射された音声信号の多くが図 9 に図示されるように、ほぼ全方向的に反射される図 4 のシステムで利用される。従って、パラメトリックスピーカ 4 0 3 が壁と形成する角度に関係なく、音は常にマイクロホン 4 0 5 の方へ反射される。従って、当該アプローチは、角度の変化に対してずっと頑強であり、通常は、所与のビーム角度で反射している対象物までの最も近い距離を正確に決定することが常に可能である。よって、当該システムは、例えば音声環境又は部屋ジオメトリを決定するとき用いられるような自動距離測定に特に適している。

20

## 【 0 0 9 1 】

更に詳細には、信号発生器 4 0 1 は、特定の場合に単一の超音波キャリアである超音波信号を生成する超音波生成器 4 0 9 を有する。超音波信号は、超音波範囲内の音を含み、特に 2 0 k H z より高い周波数帯域幅を持つ。具体例において、超音波信号発生器 4 0 9 は、このように、2 0 k H z を超える周波数を持つ単一のトーンである超音波信号を生成する。

## 【 0 0 9 2 】

信号発生器 4 0 1 は、更に、音声バンドテスト信号を生成する音声生成器 4 1 1 を有する。音声バンドテスト信号は、1 5 k H z より低い周波数成分、通常は 1 0 k H z より低い周波数成分を有する。多くの実施例において、音声バンドテスト信号は、5 k H z 又は 2 k H z より低い周波数成分を有する。多くの実施例において、低い周波数に対して反射が益々無指向性であるので、低い周波数は有利である。しかしながら、高い周波数は、反射する表面上の入射音ビームの有利な指向性を提供する。従って、音声バンドテスト信号の正確な周波数構成は、個々の実施例の要件及び好みに依存する。

30

## 【 0 0 9 3 】

音声バンドテスト信号は、幾つかの実施例において、単一のトーン信号である。他の実施例では、音声バンドテスト信号は、増大された周波数帯域幅を持ち、例えば白色又はピンク雑音信号であり、例えば最大長さシーケンスとして生成される。別の例として、音声バンドテスト信号は、単一のトーンの（対数的な）掃引である。個々の実施例において使用される特定の信号は、特定の好み及び要件に合うように選択される。

40

## 【 0 0 9 4 】

音声生成器 4 1 1 は、更に、距離の決定用に、特に相関用に音声バンドテスト信号のコピーを受信する距離プロセッサ 4 0 7 に結合される。多くの実施例において、送信される音声バンドテスト信号は、相関のために使われる信号と同一でない。例えば、多くの実施例において、反射された音声信号推定が、超音波信号で変調される音声バンドテスト信号の代わりに使われる。

## 【 0 0 9 5 】

特に、音声生成器は、音声バンドテスト信号を生成し、その後、反射された音声信号推定を生成するために、予想される非線形性を音声バンドテスト信号に適用し、その後、反

50

射された音声信号推定は、距離プロセッサ407へ供給されて、距離推定及び特に相関のために使われる。

【0096】

等価的に、音声生成器411は、距離プロセッサ407により実施される相関に適している最初の音声信号を最初に生成してもよい。その後、音声生成器411は、超音波信号の変調の前に、最初の音声信号の前置補償を実施することにより、音声バンドテスト信号を生成するように実施し、ここで、前置補償は、音声経路の非線形効果を補償しようとしている。よって、斯様な例では、初めに生成された音声信号は、反射された音声信号推定として使われ、相関音声信号の前置補償バージョンが音声バンドテスト信号として使われる。

10

【0097】

異なるアプローチが、特定実施例に依存する斯様な前置補償のために用いられてもよい。基本的に、非線形復調は、結果的に入力音声信号の変形されたバージョンになり、非相関で使用される所望の音声信号に対応するきれいな音声信号を達成するために、非線形逆フィルタが相関音声テストに適用されてもよい。空気中での復調の間、前置補償により作られる非線形歪みは、少なくとも部分的に相殺される。

【0098】

パラメトリックラウドスピーカーの音声出力から非線形歪み成分を除去するための非線形逆フィルタリングオペレーションのための様々な特別なアプローチは、当業者に分かるので、簡潔さのため本願明細書において更に説明されないだろう。適切なアプローチの例は、Lee,K.及びGen,W. "Bandwidth-Efficient Recursive Pth-Order Equalisation for correcting Baseband Distortion in Parametric Loudspeakers" IEEE Trans. On Audio Speech and Language Proc. Vo14, No2. March2006と、Kite,T.D., Post J.T.及びHamilton M.F. "Parametric Array in Air: Distortion Reduction by Preprocessing "Proc 16<sup>th</sup> Int. Cong. Acoust., Vol. 2. June 1998とで見られる。

20

【0099】

幾つかの実施例において、音声テスト信号は、好適には、500Hz、1kHz、2kHz、5kHz又は8kHz以上の帯域幅を持つ。

【0100】

広帯域の信号を使用することは、例えば、反射している対象物についての付加的情報を引き出すために用いられる。

30

【0101】

例えば、発明者は、マイクロホン405で受信されるスペクトル信号が反射する表面と音声ビームとの間の角度に依存していると気付いた。特に、対象物の表面が垂直なとき、高周波成分はマイクロホンの方へ強く反射されるだろう。しかしながら、オブジェクト表面に対するビーム角度が益々平行になるにつれて、マイクロホン405に達する反射されたビームの高周波成分は減少する。

【0102】

図4のシステムにおいて、距離プロセッサ407は、マイクロホン405からの音声バンド捕捉信号の周波数分布特性に応じて、超音波ビームの方向と対象物の反射する表面との間の角度推定を更に生成するように設けられる。幾つかの実施例において、マイクロホン信号は、（例えば、部屋がさもなければ十分に静かである場合）直接用いられてもよいし、又は、おそらく最初に処理されてもよい（例えば、フィルタリングされる）。

40

【0103】

具体例では、距離プロセッサ407は、相対的に高い高周波エネルギー濃度がより垂直な角度を示すような角度推定を生成するように設けられる。距離プロセッサ407は、より高い周波数の方へエネルギー濃度を増大させるのに対して90°の角度の方へ角度推定をバイアスする。

【0104】

50

具体例として、距離プロセッサ407は、音声バンドテスト信号及び捕えられたマイクロホン信号両方に対する高周波間隔及び低周波間隔でのエネルギーを測定する。各周波数バンドの相対的な減衰の比率が、その後生成される。このとき、角度は、この比率の関数として決定される。例えば、比率は、比率を角度と関連づける予め定められた値の表の調査を実施するために用いられる。予め定められた値は、例えば製造又は設計フェーズの一部としての専用の測定プロセスにより生成されていてもよい。

#### 【0105】

発明者は、マイクロホン405で受信されるスペクトル信号が反射する表面のサイズに依存していることを更に理解した。実際、マイクロホンの方への反射の周波数応答は、ビームが散乱する対象物のサイズ及び形状に依存することが分かった。対象物が変調信号の音波波長と比較して大きい場合、信号の大部分はマイクロホン405へ（その音声周波数で）反射される。対象物が波長と比較して小さい場合、より少ない信号がマイクロホン405へ反射される。マイクロホンで捕えられる信号に特有の周波数に基づいて、距離プロセッサ407は、対象物に対するサイズ推定を生成できる。

#### 【0106】

図4のシステムにおいて、距離プロセッサ407は、このように、音声バンド捕捉信号の周波数分布特性に応じて、対象物に対するサイズ推定を生成するように更に設けられている。幾つかの実施例において、マイクロホン信号は、（例えば、部屋がさもなくば十分に静かである場合）直接用いられてもよいし、又は、おそらく最初に処理されてもよい（例えば、フィルタリングされる）。

#### 【0107】

具体例において、距離プロセッサ407は、相対的に高い低周波エネルギー濃度がより大きいサイズを示すようなサイズ推定を生成するように設けられる。距離プロセッサ407は、低い周波数の方へ増大させるエネルギー濃度に対して、より大きなサイズ推定の方へ角度推定をバイアスする。

#### 【0108】

具体例として、距離プロセッサ407は、音声バンドテスト信号及び捕えられたマイクロホン信号両方に対する高周波間隔及び低周波間隔でのエネルギーを測定する。各周波数バンドの相対的な減衰の比率が、その後生成される。このとき、角度は、この比率の関数として決定される。例えば、比率は、比率を角度と関連づける予め定められた値の表の調査を実施するために用いられる。予め定められた値は、例えば製造又は設計フェーズの一部としての専用の測定プロセスにより生成されていてもよい。

#### 【0109】

図4のシステムは、具体的には、空間音声再生を制御し、自動的に適応させるために用いられる。図10は、図4のシステムを含む空間音声再生システムの例を例示する。

#### 【0110】

図4のシステムに加えて、空間音声再生システムは、例えば図1乃至図3に図示されるようなラウドスピーカーセットアップを使用して特に5つのチャンネルサラウンドシステムである空間音響システム1001を有する。

#### 【0111】

システムは、更に、図4の距離推定システムを制御し、このシステムから受信される距離推定に応じて空間音響システム1001を適応させるように設けられる音声環境回路1003を有する。

#### 【0112】

特に、音声環境回路1003は、壁及び多くの異なる方向の他の対象物までの距離が決定できるように、超音波信号が放射される方向を繰り返し変化させるための機能を有する。

#### 【0113】

例えば、測定及び調整プロセスは、音声環境回路1003により超音波ビームを任意の角度、例えば-90度に向けて始まり、ここで、0度は音声レンダリングシステムに対し

10

20

30

40

50



て垂直である。その後、距離評価が、この方向において実施され、結果として生じる距離推定は、音声環境回路 1 0 0 3 へ供給される。ビーム角度は、その後、逐次更新され、充分なデータが収集されるまで、測定プロセスは繰り返される。

#### 【 0 1 1 4 】

通常は、音声再生ハードウェアは、部屋のコーナー又は壁と同一平面に置かれ、ユーザはシステムの前の領域を占有する。このために、適切な角度測定は、5 又は 1 0 度の増加量で、9 0 度から + 9 0 度の範囲であろう。角度増加量がより細かいほど、多くのデータが、音声環境ジオメトリを決定するために利用できる。

#### 【 0 1 1 5 】

ビームが向ける角度方向は、例えば、振動子を物理的に回転させることにより、又は、

10

#### 【 0 1 1 6 】

例えば、測定方向の変化は、モーター付ヒンジ結合メカニズム又はベアリング上にパラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 を取り付けることにより達成できる。フィードバック制御システムを用いて、音声再生システムに対するビームの絶対の角度方向が、正確に制御できる。モーター付メカニズムは、部屋の十分なラスタスキャンを可能にするようにパラメトリックラウドスピーカー 4 0 3 を物理的に回転可能にする。

#### 【 0 1 1 7 】

幾つかの実施例において、パラメトリックラウドスピーカーは、超音波振動子のアレイを有し、音声環境回路 1 0 0 3 は、超音波振動子の相対的な遅延、フェーズ及びゲインの少なくとも 1 つを制御することにより第 1 の方向の値を制御するように設けられる。よって、音声環境回路 1 0 0 3 は、放射された超音波信号のアクティブビーム形成を制御する。

20

#### 【 0 1 1 8 】

例えば、振動子が音響信号を再生するフェーズを変えることにより、振動子のアレイの指向性を制御することは可能である。超音波振動子のアレイを利用して、パラメトリックラウドスピーカーは、このように、振動子アレイの方向を物理的に変えることなしに、主超音波キャリア信号が電子的に広範囲にわたる角度へ操縦可能なように構築できる。斯様な実施例は、部屋のラスタスキャンのために使われる。

30

#### 【 0 1 1 9 】

異なる方向に対する距離測定に基づいて、音声環境回路 1 0 0 3 は、空間音響システム 1 0 0 1 のための音声環境ジオメトリを推定する。この例では、音声環境回路 1 0 0 3 は、このように部屋ジオメトリを推定する。

#### 【 0 1 2 0 】

例えば、音声環境回路 1 0 0 3 は、モデル化された壁をデータに適合させるために、最適化アルゴリズムを用いて部屋の数値的モデルを構築する。幾つかの場合、長方形のような正多角形が、測定データに適合できる。幾つかの部屋は不規則な形状及び湾曲壁を持つので、これがいつも当てはまるわけではない。斯様な状況の下で、各壁は、帰納的なアルゴリズムで個別にデータに適合される。

40

#### 【 0 1 2 1 】

図 1 1 は、パラメトリックラウドスピーカーと壁との間の距離を識別するために対数的掃引方法及びピークの抽出を使用した実際の部屋測定の結果を示す。部屋を表わす最善の適合した長方形 1 1 0 1 が、測定されたデータ 1 1 0 3 と共に例示されている。トータルで 1 9 回の測定が、9 0 度から 9 0 度までの範囲で 1 0 度ずつなされた。1 次の反射だけが考慮され、相関インパルス応答の他の全てのピークは無視された。モデルは、0 . 1 m の範囲内でパラメトリックラウドスピーカーに対する壁位置を予測した。この場合、パラメトリックラウドスピーカーの後ろの壁は測定されなかった。リスナーがラウドスピーカーシステムの前にいるので、後壁の影響は、通常は、リスナーにより知覚される空間イメージ上でほとんど効果を持たない。

50

## 【 0 1 2 2 】

音声環境（特に部屋）のジオメトリが決定されると、音声環境回路 1 0 0 3 は、空間音響システム 1 0 0 1 をこの環境に自動的に適応させる。

## 【 0 1 2 3 】

例えば、図 2 及び図 3 に例示されるような空間経験を供給するため反射される音声を使用する空間音声再生システムに対して、音声ビームがユーザに到達する前に、最後の反射ポイントから反射された音は、音源の原点であるリスナーにより知覚される。空間経験（例えばホームシネマ経験）を最適化するために、反射ポイントは慎重に選択される必要があり、よって、放射される音声ビームは、特定の音声環境に合うように正確に制御されるべきである。空間音響システムのラウドスピーカー及び（おそらく推定される）リスニング位置に対する壁の相対的な位置が知られるときだけ、これは可能である。これは、推定された部屋ジオメトリに基づいて実施でき、よって、図 1 0 のシステムは、空間音響システム 1 0 0 1 の自動又は半分自動セットアップを実行する。

10

## 【 0 1 2 4 】

説明されるシステムは、ホームシネマサウンドバーシステムのような離散的マルチチャンネルラウドスピーカーシステムを代行しようとするコンパクト音響システムのために特に有益である。幾何学的な部屋モデルは、スピーカシステムがラウドスピーカーシステムのパラメータを部屋ジオメトリに最も合わせるように調整可能であり、例えば、非常に広いリスニング経験を提供するように超音波ビームの角度方向を調整することにより、最善の主観的な空間効果を提供する。

20

## 【 0 1 2 5 】

幾つかの実施例において、音声環境の推定は、より複雑なアルゴリズムに基づき、より特定の情報を考慮してもよい。例えば、放射される音声ビームと反射する表面の間の角度の推定は、壁が測定に対応する角度にあるように、部屋をモデル化するために用いられる。この情報は、部屋ジオメトリを識別するように設計されたアルゴリズムの正確さ及び速さを劇的に増大させる。

## 【 0 1 2 6 】

更にまた、前述されたように、他の相関ピークは、パラメトリックスピーカと音声バンドセンサとの間の複数の反射を含む音声経路に対する多重反射距離推定を生成するために用いられる。これらの多重反射経路距離は、その後付加的に、モデルを、利用可能な測定データに適合させるために用いられる。

30

## 【 0 1 2 7 】

例えば、測定されたデータが特に雑音が多い、又は、あまりにも少ない角度測定がなされた場合、再構成の正確さを増大することは、より高次の反射データを使用することを必要とする。これは、例えば、1 次の部屋モデルを決定するために、単一の反射距離推定を最初に考慮することによりなされる。多重反射は、放射線トレーシングを使用して、1 次の部屋モデルに適合され、モデルは、測定された多重反射距離との整合を改善するために修正される。

## 【 0 1 2 8 】

別の例として、例えば、低周波部屋モードのイコライゼーション（等価）及び予測のため、部屋サイズの正確なモデルが必要とされた場合、背壁の位置を推定することは可能である。これは、推定された多重反射経路距離を考慮しながら、高次の反射モデルを調べることにより達成される。

40

## 【 0 1 2 9 】

幾つかの実施例において、音声環境回路 1 0 0 3 は、音声環境に対する残響時間も決定し、音声環境ジオメトリを決定するために残響時間を使用する。残響時間は、その出発値より例えば 6 0 d B の強度まで音が減衰するのにかかる時間を表わし、部屋ボリュームに強く結合されている。残響時間は、測定されたインパルス応答から自由に計算できる。残響時間を測定するためのアプローチの例は、例えば、文献 Schroeder M. R., "New Method of Measuring Reverberation Time", J. Acoust. Soc. Am. 1965, and

50

Schroeder M.R., "Integrated- Impulse method measuring sound decay with out using impulses", J. Acoust. Soc. Am. Vol. 66 (2) 1979で見られる。測定された残響時間は、具体的には、部屋の可能性があるボリュームに対する境界を設定するために用いられ、モデルはこの制約の下で適合できる。

【0130】

多くの実施例において、パラメトリックラウドスピーカー403及びマイクロホン405は、空間音響システム1001から独立している。しかしながら、幾つかの実施例において、同じ機能が、距離測定のため及び空間音響システム1001の通常動作両方のために使われている。

【0131】

特に、幾つかの実施例において、パラメトリックスピーカ403は、少なくとも一つの空間チャンネルのための音を再生するためにも用いられる。特に、パラメトリックスピーカ403は、壁の反射により空間音響システム1001のサラウンドチャンネルのための音を再生するために用いられる。斯様な場合、パラメトリックラウドスピーカー403は既に空間音響システムの一部であるので、空間音響システム1001の説明された自動調整及び適合を実施するために必要とされる唯一の追加は、マイクロホン403及び付随する電子回路並びにソフトウェアパッケージであろう。

【0132】

サラウンドチャンネルを生成するためのパラメトリックスピーカを使用している空間音響システム1001の例が、図2を参照して説明されている。

【0133】

図2のシステムにおいて、サラウンドサウンド信号205、207は、具体的には、従来の音声信号ではなく、むしろ超音波信号として放射される。よって、当該システムは、超音波サラウンドサウンド信号205、207を放射するパラメトリックラウドスピーカーを使用する。

【0134】

斯様な指向性が高いビームは非常によく制御でき、図2のシステムにおいて、当該ビームは、部屋の壁209 213の明確な反射を介してリスニング位置111の方向に向けられ、生成された部屋ジオメトリモデルに基づいて制御できる。反射された音は、部屋の後ろに位置する音源を持つという知覚をリスナーに与えて、耳に到達する。

【0135】

このように、図2のシステムは、リスニング位置111の前に位置されるサラウンドスピーカ201、203として又はその一部として、指向性が高い音声ビームを持つ超音波振動子/パラメトリックラウドスピーカーを使用する。この超音波ビームは、反射された音が部屋の後ろに配置される音源を持つという知覚を提供するようにリスナーの耳に到達するように、部屋のサイド又は背壁209 213へ容易に向けられる。同じ超音波振動子/パラメトリックラウドスピーカーが、距離測定を実施するために使用できる。

【0136】

超音波信号205、207は、サラウンドチャンネルの音声信号により超音波キャリア信号を振幅変調することにより生成される。この変調信号は、その後サラウンドスピーカ201、203から放射される。超音波信号は、人であるリスナーにより直接知覚されないが、変調している音声信号は、超音波キャリア信号を調整するために用いた元の音声信号を再形成するため、非線形性により復調できる。よって、超音波信号は、音声の音をリスナーに提供するために、自動的に復調される。

【0137】

音声放射のための超音波振動子の使用の例及び他の説明は、例えば、PhD thesis "Sound from Ultrasound: The Parametric Array as an Audible Sound Source" by F. Joseph Pompei, 2002, Massachusetts Institute of Technologyで見つけられる。

【0138】

サラウンドチャンネルの超音波放射の使用は、非常に狭いビームを供給する。これは、より良く規定され且つ制御される反射を可能にし、特に、リスニング位置への到着の角度の正確な制御を提供できる。よって、当該アプローチは、サラウンド音源の仮想知覚位置が非常によく規定され且つ制御可能にされる。更にまた、超音波信号の使用は、斯様な位置がポイント源により近いと知覚される、不鮮明さを少なくできる。また、超音波振動子の狭いビームは、他の経路に沿った音の放射を低減し、特に直接経路を通してリスニング位置に達する何れの音の音量レベルも低下させる。更にまた、説明された正確な部屋モデル化と組み合わせると、これは、特定の部屋ジオメトリに密接に従うことに適している。

#### 【 0 1 3 9 】

具体例において、サラウンドラウドスピーカー 2 0 1、2 0 3 は、単に超音波振動子を含むだけでなく、又は超音波信号を放射するだけではない。むしろ、サラウンドラウドスピーカー 2 0 1、2 0 3 各々は、音声周波数範囲（即ち 5 1 0 k H z 未満）の音を放射する音声レンジラウドスピーカーと、壁 2 0 5、2 0 7 の方へ超音波を放射するための指向性超音波振動子との両方を含むスピーカアレイメントを有する。

#### 【 0 1 4 0 】

特に、斯様な超音波アプローチの使用から生じる音声の音質は、幾つかの実施例及びシナリオにおいて、変調している音声を聞けるようにレンジリングするために超音波キャリアが復調されるプロセスが、非効率的で本質的に非線形でない傾向があるので、最適でない。従って、超音波ラウドスピーカーは、通常は次善の音質を作る傾向があつて、また低いパワー処理キャパシティを持つ傾向があり、これにより高い音量レベルを作ることを困難にしている。

#### 【 0 1 4 1 】

図 2 のシステムにおいて、この効果は、サラウンドチャンネルから幾らかの音を更に放射する電子ダイナミックなフロント発射ラウドスピーカーにより補足される超音波振動子により緩和される。この音声バンド信号放射線は、直接経路を介してリスニング位置 1 1 1 に達する。よって、反射された超音波信号 2 0 5、2 0 7 に加えて、サラウンドラウドスピーカー 2 0 1、2 0 3 は、また特に、直接経路によりリスナーに達する音声バンド信号 2 1 5、2 1 7 も生成する。

#### 【 0 1 4 2 】

指向性超音波振動子を補足する音声レンジラウドスピーカーの使用は、多くの実施例において、改良された音質を提供する。特に、これは、低い周波数で改良された音質を提供する。斯様な低い周波数は、高い周波数ほど多くの空間キューを通常提供せず、従ってリスナーは、後方から到着するサラウンドサウンドを依然知覚し、すなわち後方への仮想音源が依然あると知覚する。更にまた、音声バンド信号は、主空間キューが反射された信号により供給されるように、反射された経路に対して遅れる。

#### 【 0 1 4 3 】

斯様なアプローチの詳細は、ヨーロッパ特許出願公開公報 E P 0 9 1 6 2 0 0 7 . 0 に見られる。

#### 【 0 1 4 4 】

幾つかの実施例では、音声環境回路 1 0 0 3 は、また、リスニング位置を推定するように動作可能である。特に、音声環境回路 1 0 0 3 は、ユーザが発する音を有するマイクロホン 4 0 7 から捕えられた信号を受信するように設けられ、その後、当該信号に応じてリスニング位置及び音声環境ジオメトリ（特に部屋モデル）を決定する。

#### 【 0 1 4 5 】

例えば、ユーザに手拍子のような衝動的な音をたてることを促すことにより、新しく識別される部屋モデルを使用するユーザ位置を決定することは、可能である。手拍子の衝動的な性質は、減少する振幅の一連の鋭いピークから作られる信号をマイクロホン 4 0 3 で生じさせる。第 1 のピークは、リスナーからマイクロホンへの直接的な音に起因し、次のピークは、部屋境界による後続する反射から生じる。インパルス列がユーザ及びマイクロホン 4 0 5 に対する壁位置により決定されるので、各リスニング位置は固有の信号を生じ

10

20

30

40

50

させる。最適化ルーチンを用いて、ユーザ位置は、部屋の数値的モデル及び固有のパルス列信号の数から推定できる。

【0146】

代わりに、部屋ジオメトリに対する音響システムの方法は、最もありそうなりスニング領域を推定するために用いられる。例えばホームシネマアプリケーションのために、リスナーは、しばしば直接テレビの前に着席する。音声再生システムがテレビと位置合わせされていると仮定すると、リスニングゾーンは、専用の測定なしで推定できる。

【0147】

幾つかの実施例において、音声環境回路1003は、更に、対応する方向に対する距離推定の動的な変化を考慮するように設けられる。例えば、実質的に同一である（又は、閾値より少ない差がある）距離推定の動的な変化が、決定されて考慮される。例えば、所与の方向の距離推定は、特定の時間間隔で何度も繰り返される。これらの測定の幾つかは、他より短い距離に結果としてなり、これは、装置と対応する壁との間を通過する対象物に起因する。従って、音声環境回路1003は、部屋ジオメトリを決定するとき、このことを考慮に入れる。

【0148】

一例として、システムは、何度も、測定プロセスを繰り返す。例えば、（例えば-90°から+90°までの）掃引は、何度も（又は連続的に）繰り返される。この場合、ユーザ又は他の移動対象物が異なるスキャンに対して変化する動的な信号を生成する一方、壁のような固定の対象物は固定の背景を提供する。この動的な変化は、例えばあまりに多くの動的な変化を示す測定を無視することにより、部屋ジオメトリを決定するとき使われる。よって、音声環境回路1003は、距離推定の動的な変化に応じて音声環境ジオメトリを推定するように設けられる。

【0149】

幾つかの実施例では、音声環境回路1003は、代わりに又は追加的に、リスニング位置を決定するために動的な変化を使用する。よって、音声環境回路1003は、距離推定の動的な変化に応じて、リスニング位置を推定するように設けられる。

【0150】

例えば、ユーザは、比較的短い時間の間ではあるが、空間音響システム1001を使用するとき、しばらくの間静的である傾向があるので、音声環境回路1003は、距離測定が適当な時間的変化を持つ動的な変化を示す方向を探索する。例えば、時間の80-90%に対して5メートル、大部分の残り時間の間に対して3メートルの距離推定を提供する方向が、リスニング位置に対応していそうであるとみなされる。実際には、もっと複雑な基準が適用できることは理解されるだろう。加えて、サイズ推定は、検出される対象物が人間に対応するサイズを持ちそうであるかどうかを推定するために用いられる。

【0151】

従って、リスニング位置は、部屋の複数のラスタスキャンを実施し、動的な信号を抽出することにより識別できる。動的なデータは、最もありそうなりスニング位置を外挿するために用いられる。

【0152】

上述の説明において、音速が、距離を推定するために使われた。多くの実施例において、予め定められた音速が使われる。しかしながら、幾つかの実施例において、装置は、測定に基づいて音速を推定し、推定に応じて距離を決定するように設けられてもよい。

【0153】

実際には、ホームシネマセットアップのようなアプリケーションでは、音速のための単純な公称値（例えば340 m s<sup>-1</sup>）で達成できる正確さは、充分でありそうである。しかしながら、より一般的な距離測定において、より正確な距離推定を持つことが望ましく、従って、空気の温度、高度及び湿度に依存する周囲音速を測定することは有効である。よって、装置は、特定の音声環境での周囲音速のより正確な推定を提供するため関連したパラメータを測定するための機能を有する。例えば、温度計は、温度を測定し、良く知ら

10

20

30

40

50

れた式／関係に基づいて速度推定を調整するために用いられる。湿度及び大気圧が測定される場合、推定は更に改善できる。

【 0 1 5 4 】

周囲音速を測定する他の方法は、音が一定距離を移動するのにかかる時間の測定を含む。例えば、システムの配置が既知である場合、マイクロホンとラウドスピーカーとの間の相対的な距離は既知である。この情報を使用して、移動の測定された時間及び標準距離時間関係から音速を決定することは可能である。

【 0 1 5 5 】

2つの超音波ラウドスピーカーがリアチャネルのために用いられるアプリケーションにおいて、複数の測定は、例えば平坦な壁／反射表面の特定の領域にわたって両方のラウドスピーカーを使用してなされる。十分なデータが収集される場合、異なる角度での時間の相互依存測定のセットが得られる。アクティブなコンポーネントの既知の配置に従って、このデータを数学モデルに入力することは、音速のための1つの値によってだけ満足できる関係を発現可能にする。この速度は、その後、距離の決定のために使われる。

【 0 1 5 6 】

幾つかの実施例において、装置は、更に、パラメトリックラウドスピーカー403から放射される超音波信号を有する検出超音波信号を捕えるための手段を有する。このような実施例では、距離測定は、更に、この検出超音波信号に応じている。代わりに又は追加的に、第1の方向と対象物の反射する表面との間の角度推定は、検出超音波信号に応じて決定される。

【 0 1 5 7 】

よって、装置は、反射された超音波信号を測定するように設けられ、これにより距離測定のために使用できる第2の測定を提供する。これは、反射する表面がビーム方向に対して垂直に近いシナリオにおいて特に有利なパフォーマンスを提供する。

【 0 1 5 8 】

実際、90°近くの角度に対して、かなりの部分の超音波が反射され、これにより、超音波に基づいた正確な距離の決定を可能にする。しかしながら、90°から著しく離れた角度で、音声バンド検出は、低い超音波反射による最善の距離測定を提供する見込みがある。幾つかの実施例において、装置は、音声信号に基づいた距離推定、及び超音波信号に基づいた他の距離推定を決定する。最終的な距離推定は、例えば超音波信号の信号レベル（例えばパワー、エネルギー又は振幅）に依存する重みで、2つの推定の重み付けられた組合せとして決定される。

【 0 1 5 9 】

付加的な測定が、また、反射する表面の角度を推定するために用いられる。例えば、高濃度の超音波は表面が垂直なことを示すのに対し、低い信号レベルは、垂直から逸脱している角度を示す可能性がある。

【 0 1 6 0 】

明確さのため上記記載は、種々異なる機能的ユニット及びプロセッサを参照して、本発明の実施例を説明したことが理解されるだろう。しかしながら、異なる機能的ユニット又はプロセッサ間の機能の適当な配給が本発明から逸脱することなく使用されてもよいことは明らかである。例えば、別個のプロセッサ又はコントローラにより実施されるべき例示された機能は、同一のプロセッサ又はコントローラにより実施されてもよい。従って、特定の機能的ユニットの参照は、厳密な論理、物理的構造、又は組織を示すよりはむしろ、説明した機能を供給するための適当な手段の参照としてのみ見られるべきである。

【 0 1 6 1 】

本発明は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はこれらの組み合わせを含む適当な形式で実行できる。本発明は、オプション的に、一つ以上のデータプロセッサ及び／又はデジタル信号プロセッサを走らせるコンピュータソフトウェアとして少なくとも部分的に実行できる。本発明の実施例の要素及び部品は、適当な態様で物理的に、機能的に、及び論理的に実行されてもよい。実際に、機能は、単一のユニット、複数のユニット

又は他の機能ユニットの一部で実行できる。このように、本発明は、単一のユニットで実行されてもよいし、異なるユニット及びプロセッサ間で物理的に、及び機能的に分配されてもよい。

【 0 1 6 2 】

本発明は幾つかの実施例と関連して説明されたが、ここで説明した特定の形式に限定する意図はない。むしろ、本発明の範囲は、添付の請求項によってのみ限定される。加えて、特徴が特定の実施例と関連して説明されるように見えるが、当業者は、説明された実施例の様々な特徴が本発明に従って組み合わせられてもよいことを認識するだろう。請求項において、「有する」という用語は、他の要素又はステップの存在を排除しない。

【 0 1 6 3 】

更に、個別にリストされているが、複数の手段、要素、又は方法のステップは、例えば単一のユニット又はプロセッサにより実行されてもよい。加えて、個別の特徴が異なる請求項に含まれているが、これらは好適に結合でき、異なる請求項に含まれるものは、特徴の組み合わせが実行可能及び／又は有益であるのではないということを意味しない。また、一つのカテゴリの請求項に特徴を含めることは、このカテゴリの制限を意味するのではなく、むしろ特徴が適当に他の請求項カテゴリに等しく適用可能であることを示す。更に、請求項の特徴の順番は、特徴が働かなければならない特定の順番を意味するのではなく、特に方法の請求項の個別のステップの順番は、ステップがこの順番で実施されなければならないことを意味しない。むしろ、ステップは適当な順番で実施されてもよい。加えて、単一の引用は複数を排除しない。よって、引用「a」、「an」、「第1の」、「第2の」等は、複数を排除しない。請求項内の参照符号は、単に例を明白にするものとして提供されるのであって、何れにおいても請求項の範囲を制限するものとして解釈されるべきではない。

【 図 1 】

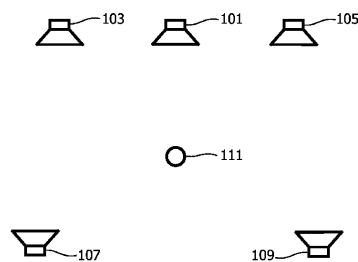


FIG. 1

【 図 2 】

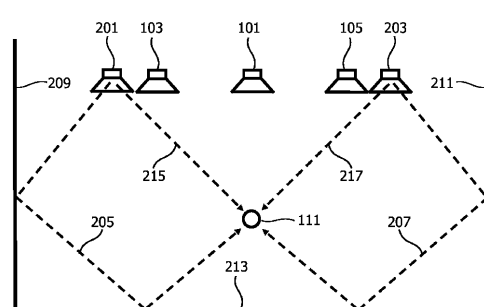


FIG. 2

【 図 3 】

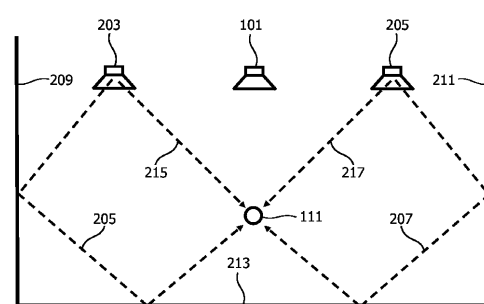


FIG. 3

【 図 4 】

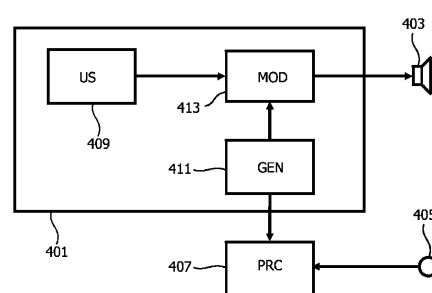


FIG. 4

【図 5】

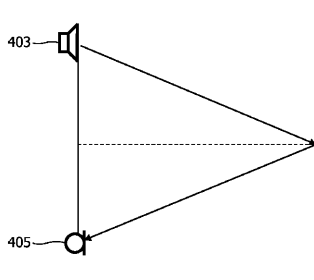


FIG. 5

【図 6】

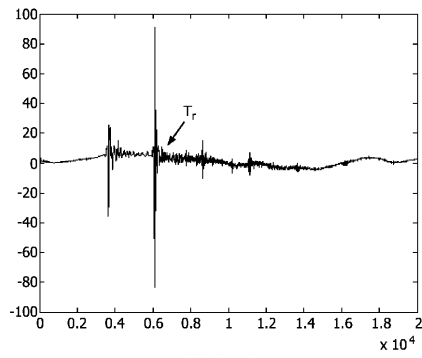


FIG. 6

【図 7】

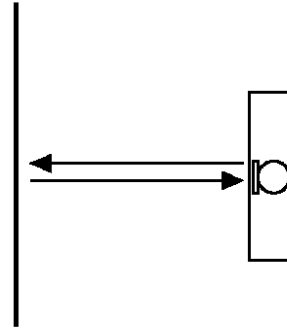


FIG. 7

【図 8】

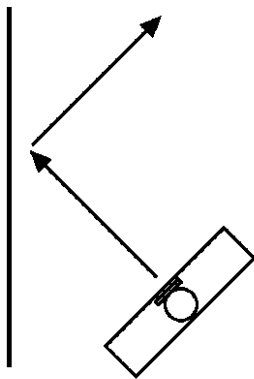


FIG. 8

【図 9】

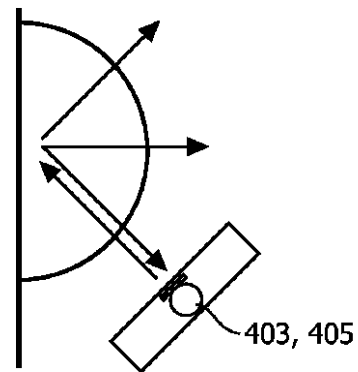


FIG. 9



【図 10】

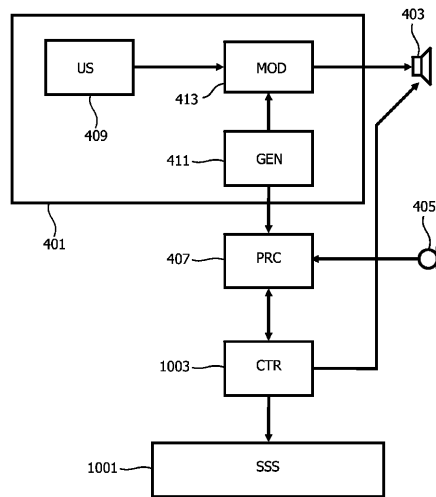


FIG. 10

【図 11】

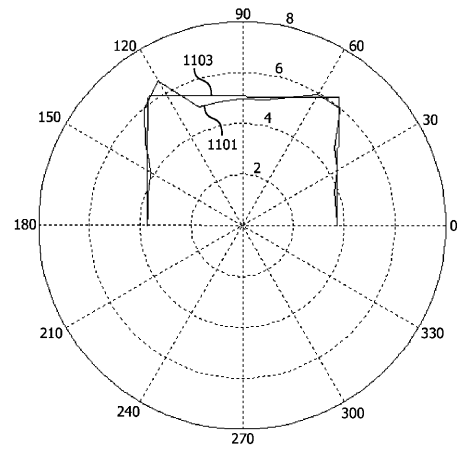


FIG. 11

## フロントページの続き

- (72)発明者 ランブ ウィリアム ジェイ  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング  
4 4
- (72)発明者 アーツ ロナルデユス エム  
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング  
4 4

審査官 大和田 有軌

- (56)参考文献 特許第 5 5 9 7 7 0 2 ( J P , B 2 )  
特開 2 0 0 9 - 1 6 2 4 9 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 0 2 0 4 2 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 1 9 4 6 2 7 ( J P , A )  
特表 2 0 0 6 - 5 1 6 3 7 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 3 5 1 8 9 7 ( J P , A )  
特表 2 0 0 4 - 5 2 7 9 6 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 0 0 4 5 0 0 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 6 4 3 8 3 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 2 1 1 1 0 9 ( J P , A )  
特開平 0 3 - 2 6 4 8 8 3 ( J P , A )  
特開平 0 3 - 1 3 0 6 2 4 ( J P , A )  
特開昭 4 7 - 0 1 7 4 6 2 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 0 2 0 9 9 0 ( U S , A 1 )  
鎌倉友男、外 1 名, “ パラメトリックスピーカの原理と応用 ”, 電子情報通信学会技術研究報告  
, 2 0 0 6 年 1 月 2 0 日, Vol.105, No.556, p.25-30

## (58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

G 0 1 S	1 / 7 2	-	1 / 8 2
G 0 1 S	3 / 8 0	-	3 / 8 6
G 0 1 S	5 / 1 8	-	5 / 3 0
G 0 1 S	7 / 5 2	-	7 / 6 4
G 0 1 S	1 5 / 0 0	-	1 5 / 9 6
G 0 1 B	1 7 / 0 0	-	1 7 / 0 8
H 0 4 R	1 / 0 0	-	3 1 / 0 0
H 0 4 S	1 / 0 0	-	7 / 0 0