

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7638637号
(P7638637)

(45)発行日 令和7年3月4日(2025.3.4)

(24)登録日 令和7年2月21日(2025.2.21)

(51)国際特許分類

FI

H 0 4 R 3/00 (2006.01)

H 0 4 R 3/00 3 1 0

G 0 1 S 11/14 (2006.01)

G 0 1 S 11/14

請求項の数 20 (全23頁)

(21)出願番号	特願2020-128255(P2020-128255)	(73)特許権者	512168283
(22)出願日	令和2年7月29日(2020.7.29)		ハーマン インターナショナル インダス
(65)公開番号	特開2021-35048(P2021-35048A)		トリーズ, インコーポレイテッド
(43)公開日	令和3年3月1日(2021.3.1)		アメリカ合衆国 コネチカット 0 6 9 0
審査請求日	令和5年7月20日(2023.7.20)		1, スタンフォード, アトランティッ
(31)優先権主張番号	16/541,838		ク ストリート 4 0 0
(32)優先日	令和1年8月15日(2019.8.15)	(74)代理人	100078282
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 山本 秀策
		(74)代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹
		(74)代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏
		(74)代理人	100181641
			弁理士 石川 大輔
		(74)代理人	230113332
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ビームフォーミングラウドスピーカー用の自動スイートスポット校正を実行するためのシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するためのシステムであって、前記システムは、

メモリデバイスと、

前記メモリデバイスを含む音声ソースと、

を含み、前記音声ソースは、

音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信することと、

前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリから前記音声出力を受け取ることと、

第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求めることと、

前記音声ソースと前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めることと、

前記音声ソースと前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求めることと、

前記第1の距離、前記第2の距離、及び前記第3の距離に少なくとも基づいて、前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミング

ラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから前記音声出力を送出するための場所を決定することと、

を実行するように構成される、システム。

【請求項 2】

前記音声ソースは、前記音声出力の前記場所を決定する前に、前記第 1 の距離、前記第 2 の距離、及び前記第 3 の距離に少なくとも基づいて、前記第 1 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記音声出力を送出する元となる第 1 の角度を求めるようにさらに構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記音声ソースは、前記第 1 の角度を制御信号によって前記第 1 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、前記第 1 の角度に応じた狭い指向性の場に、第 1 の所定の周波数範囲内で前記音声出力を送出させるようにさらに構成される、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 の所定の周波数範囲は $250\text{ Hz} \sim 1.5\text{ kHz}$ である、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記音声ソースは、前記音声出力の前記場所を決定する前に、前記第 1 の距離、前記第 2 の距離、及び前記第 3 の距離に少なくとも基づいて、前記第 2 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記音声出力を送出する元となる第 2 の角度を求めるようにさらに構成される、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記音声ソースは、前記第 2 の角度を制御信号によって前記第 2 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、前記第 2 の角度に応じた狭い指向性の場に、所定の周波数範囲内で前記音声出力を送出させるようにさらに構成される、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記所定の周波数範囲は $250\text{ Hz} \sim 1.5\text{ kHz}$ である、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記音声ソースは、前記第 1 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記第 1 の角度で前記音声出力を送出した後に、前記第 1 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの前記音声出力の第 1 のピーク振幅を測定するようにさらに構成される、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記音声ソースは、前記第 2 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記第 2 の角度で前記音声出力を送出した後に、前記第 2 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの前記音声出力の第 2 のピーク振幅を測定するようにさらに構成される、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記音声ソースは、前記第 1 のピーク振幅を前記第 2 のピーク振幅と比較して、前記第 1 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第 2 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから前記音声出力を送出するための前記場所を決定する、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記場所は、前記第 1 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第 2 のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの前記音声出力が、リスナによって同様のラウドネス及び音響遅延を有するものとして知覚される位置に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定す

10

20

30

40

50

るようにプログラムされる非一時的コンピュータ可読媒体に具現化されるコンピュータプログラム製品であって、前記コンピュータプログラム製品は、音声ソースに、

音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信することと、

前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリから前記音声出力を受け取ることと、

第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求めることと、

前記音声ソースと前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めることと、

前記音声ソースと前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求めることと、

前記第1の距離、前記第2の距離、及び前記第3の距離に少なくとも基づいて、前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから前記音声出力を送出するための場所を決定することと、

を実行させるための命令を含む、コンピュータプログラム製品。

【請求項13】

前記音声出力の前記場所を決定する前に、前記第1の距離、前記第2の距離、及び前記第3の距離に少なくとも基づいて、前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記音声出力を送出する元となる第1の角度を求めるための命令をさらに含む、請求項12に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項14】

前記第1の角度を制御信号によって前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、前記第1の角度に応じた狭い指向性の場に、第1の所定の周波数範囲内で前記音声出力を送出させるための命令をさらに含む、請求項13に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項15】

前記音声出力の前記場所を決定する前に、前記第1の距離、前記第2の距離、及び前記第3の距離に少なくとも基づいて、前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記音声出力を送出する元となる第2の角度を求めるための命令をさらに含む、請求項14に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項16】

前記第2の角度を制御信号によって前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、前記第2の角度に応じた狭い指向性の場に、所定の周波数範囲内で前記音声出力を送出させるための命令をさらに含む、請求項15に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項17】

前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記第1の角度で前記音声出力を送出した後に、前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの前記音声出力の第1のピーク振幅を測定するための命令をさらに含む、請求項16のコンピュータプログラム製品。

【請求項18】

前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが前記第2の角度で前記音声出力を送出した後に、前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの前記音声出力の第2のピーク振幅を測定するための命令をさらに含む、請求項17に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項19】

前記第1のピーク振幅を前記第2のピーク振幅と比較して、前記第1のビームフォーミ

10

20

30

40

50

ングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから前記音声出力を送出するための前記場所を決定するための命令をさらに含む、請求項18に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項20】

ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するための方法であって、前記方法は、

音声ソースが、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリから音声出力を受け取ることと、

前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求めることと、

前記音声ソースと前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めることと、

前記音声ソースと前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求めることと、

前記第1の距離、前記第2の距離、及び前記第3の距離に少なくとも基づいて、前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから前記音声出力を送出するための場所を決定することと、

を含み、

前記場所は、前記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び前記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの前記音声出力が、リスナによって同様のラウドネス及び音響遅延を有するものとして知覚される位置に対応する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示する態様は、一般的に、ビームフォーミングラウドスピーカー用の自動スイートスポット校正を実行するためのシステム及び方法に関する。これらの態様及びその他については、本明細書でより詳細に論じる。

【背景技術】

【0002】

Kriegelらの米国特許出願公開第2018/0242097号では、サウンドコンテンツの1つまたは複数のチャンネルを表す1つまたは複数の入力音声信号を受信し、入力音声信号に第1のビームパターンを適用して、第1のビームフォーミングされた音声信号のセットを生成する音声受信機が提供されている。音声受信機は、第1のビームパターンより指向性の低い第2のビームパターンを決定する。音声受信機は、第1のビームフォーミングされた音声信号のセットを使用してラウドスピーカーアレイを駆動すると、ラウドスピーカーアレイの1つまたは複数のトランスデューサが動作閾値を超えて動作すると判定する。それに応じて、音声受信機は、第2のビームパターンを入力音声信号に適用して、第2のビームフォーミングされた音声信号のセットを生成する。音声受信機は、第2のビームフォーミングされた音声信号のセットを使用してラウドスピーカーアレイを駆動する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

少なくとも1つの実施形態では、ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するためのシステムを提供する。システムは、メモリデバイスと、メモリデバイスを含む音声ソースと、を含む。音声ソースは、音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方に送信し、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーア

センブリの一方から音声出力を受け取るように構成される。音声ソースは、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求め、音声ソースと第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めるようにさらに構成される。音声ソースは、音声ソースと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求め、第1の距離、第2の距離、及び第3の距離に少なくとも基づいて、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから音声出力を送出するための場所を決定するようにさらに構成される。

【0004】

少なくとも別の実施形態では、ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するようにプログラムされる非一時的コンピュータ可読媒体に具現化されるコンピュータプログラム製品を提供する。コンピュータプログラム製品は、音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方に送信し、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方から音声出力を受け取る、ための命令を含む。コンピュータプログラム製品は、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求め、音声ソースと第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求める、ための命令を含む。コンピュータプログラム製品は、音声ソースと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求め、第1の距離、第2の距離、及び第3の距離に少なくとも基づいて、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから音声出力を送出するための場所を決定する、ための命令を含む。

【0005】

少なくとも別の実施形態では、ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するための方法を提供する。この方法は、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方から音声出力を受け取ること、を含む。この方法は、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求めることと、音声ソースと第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めることと、をさらに含む。この方法は、音声ソースと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求めることと、第1の距離、第2の距離、及び第3の距離に少なくとも基づいて、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから音声出力を送出するための場所を決定することと、をさらに含む。場所は、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの音声出力が、リスナによって同様のラウドネス及び音響遅延を有するものとして知覚される位置に対応する。

例えば、本願は以下の項目を提供する。

(項目1)

ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するためのシステムであって、

メモリデバイスと、

上記メモリデバイスを含む音声ソースと、

を含み、上記音声ソースは、

音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方に送信し、

上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォー

10

20

30

40

50

ーミングラウドスピーカーアセンブリの上記一方から上記音声出力を受け取り、

第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求め、

上記音声ソースと上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求め、

上記音声ソースと上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求め、

上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから上記音声出力を送出するための場所を決定する、

10

ように構成される、上記システム。

(項目2)

上記音声ソースは、上記音声出力の上記場所を決定する前に、上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記音声出力を送出する元となる第1の角度を求めるようにさらに構成される、上記項目に記載のシステム。

(項目3)

上記音声ソースは、上記第1の角度を制御信号によって上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、上記第1の角度に応じた狭い指向性の場に、第1の所定の周波数範囲内で上記音声出力を送出させるようにさらに構成される、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

20

(項目4)

上記第1の所定の周波数範囲は250Hz～1.5kHzである、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目5)

上記音声ソースは、上記音声出力の上記場所を決定する前に、上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記音声出力を送出する元となる第2の角度を求めるようにさらに構成される、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

30

(項目6)

上記音声ソースは、上記第2の角度を制御信号によって上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、上記第2の角度に応じた狭い指向性の場に、所定の周波数範囲内で上記音声出力を送出させるようにさらに構成される、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目7)

上記所定の周波数範囲は250Hz～1.5kHzである、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目8)

上記音声ソースは、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記第1の角度で上記音声出力を送出した後に、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの上記音声出力の第1のピーク振幅を測定するようにさらに構成される、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

40

(項目9)

上記音声ソースは、上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記第2の角度で上記音声出力を送出した後に、上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの上記音声出力の第2のピーク振幅を測定するようにさらに構成される、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目10)

上記音声ソースは、上記第1のピーク振幅を上記第2のピーク振幅と比較して、上記第

50

1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから上記音声出力を送出するための上記場所を決定する、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目11)

上記場所は、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの上記音声出力が、リスナによって同様のラウドネス及び音響遅延を有するものとして知覚される位置に対応する、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目12)

ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するようにプログラムされる非一時的コンピュータ可読媒体に具現化されるコンピュータプログラム製品であって、

音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方に送信し、
上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの上記一方から上記音声出力を受け取り、

第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求め、

上記音声ソースと上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求め、

上記音声ソースと上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求め、

上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから上記音声出力を送出するための場所を決定する、

ための命令を含む、上記コンピュータプログラム製品。

(項目13)

上記音声出力の上記場所を決定する前に、上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記音声出力を送出する元となる第1の角度を求めるための命令をさらに含む、上記項目に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目14)

上記第1の角度を制御信号によって上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、上記第1の角度に応じた狭い指向性の場に、第1の所定の周波数範囲内で上記音声出力を送出させるための命令をさらに含む、上記項目のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目15)

上記音声出力の上記場所を決定する前に、上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記音声出力を送出する元となる第2の角度を求めるための命令をさらに含む、上記項目のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目16)

上記第2の角度を制御信号によって上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリに送信して、上記第2の角度に応じた狭い指向性の場に、所定の周波数範囲内で上記音声出力を送出させるための命令をさらに含む、上記項目のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目17)

上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記第1の角度で上記音声出力を送出した後に、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリから

10

20

30

40

50

の上記音声出力の第1のピーク振幅を測定するための命令をさらに含む、上記項目のいずれか一項のコンピュータプログラム製品。

(項目18)

上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリが上記第2の角度で上記音声出力を送出した後に、上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの上記音声出力の第2のピーク振幅を測定するための命令をさらに含む、上記項目のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目19)

上記第1のピーク振幅を上記第2のピーク振幅と比較して、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから上記音声出力を送出するための上記場所を決定するための命令をさらに含む、上記項目のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム製品。

(項目20)

ビームフォーミングラウドスピーカーシステムが音声出力を送出する先の場所を決定するための方法であって、

第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方から音声出力を受け取ることと、

上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求めることと、

音声ソースと上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めることと、

上記音声ソースと上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求めることと、

上記第1の距離、上記第2の距離、及び上記第3の距離に少なくとも基づいて、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから上記音声出力を送出するための場所を決定することと、

を含み、

上記場所は、上記第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び上記第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリからの上記音声出力が、リスナによって同様のラウドネス及び音響遅延を有するものとして知覚される位置に対応する、上記方法。

(摘要)

音声出力を再生するための第1の刺激信号を第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方に送信し、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの一方から音声出力を受け取るように構成される音声ソースを含むシステム。音声ソースは、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第1の距離を求め、音声ソースと第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第2の距離を求めるように構成される。音声ソースは、音声ソースと第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリとの間の第3の距離を求め、第1の距離、第2の距離、及び第3の距離に少なくとも基づいて、第1のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ及び第2のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリのそれぞれから音声出力を送出するための場所を決定するように構成される。

【0006】

本開示の実施形態は、添付の特許請求の範囲で詳細に指摘されている。しかしながら、様々な実施形態の他の特徴は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明を参照することによって、より明らかになり、最もよく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】リスナにスイートスポットリスニング体験を提供する音声再生システムの一実施例を概略的に示す。

【図2】一実施形態による、リスナに動的なスイートスポットリスニング体験を提供する音声システムの一実施例を概略的に示す。

【図3】スイートスポットを実現するためにラウドスピーカーシステムを音声ソースに対して較正するための一実施例を概略的に示す。

【図4】一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム用のスイートスポット較正を実行する音声システムを概略的に示す。

【図5】一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム用のスイートスポット較正を実行するために音声システムによって実施される第1の態様を概略的に示す。

10

【図6】図5に示す第1の態様に関連する左または右のビームフォーミングラウドスピーカーの音声出力の信号等高線を概略的に示す。

【図7】一実施形態による、刺激信号に関連する対応するシステム待ち時間を有する音声システムを概略的に示す。

【図8】一実施形態による、対応するシステム待ち時間と、第1及び第2のラウドスピーカーアセンブリ間の距離と、刺激信号の飛行時間とを概略的に示す。

【図9】一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム用のスイートスポット較正を実行するために音声システムによって実施される第2の態様を概略的に示す。

20

【図10】一実施形態による、音声ソースが左右のラウドスピーカーアセンブリの角度を求める方法に関する一実施例を概略的に示す。

【図11A】一実施形態による、左ラウドスピーカーアセンブリのピーク振幅及びその測定値を概略的に示す。

【図11B】一実施形態による、右ラウドスピーカーアセンブリのピーク振幅及びその測定値を概略的に示す。

【図12】第3の態様による、音声システムの曖昧性が解決される方法及びシステムがスイートスポットを決定する方法の一実施例を概略的に示す。

【図13A】一実施形態による、左ラウドスピーカーアセンブリのピーク振幅及びその測定値を概略的に示す。

30

【図13B】一実施形態による、右ラウドスピーカーアセンブリのピーク振幅及びその測定値を概略的に示す。

【図14】図12に示す第3の態様に関連する左または右のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリの出力の信号等高線を概略的に示す。

【図15】一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム用のスイートスポット較正を実行する方法を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

必要に応じて、本発明の詳細な実施形態を本明細書に開示するが、開示される実施形態は、様々な形態及び代替の形態で具現化され得る発明の例示にすぎないことを理解されたい。図は必ずしも縮尺通りではなく、一部の特徴は、特定の構成要素の詳細を示すために誇張または最小化され得る。したがって、本明細書に開示する特定の構造的及び機能的詳細は、限定するものではなく、本発明を様々な利用する当業者に教示するための単に代表的な基礎として解釈されたい。

40

【0009】

本明細書に開示するコントローラは、本明細書に開示する動作（複数可）を実行するために互いに協働する様々なマイクロプロセッサ、集積回路、メモリデバイス（たとえば、フラッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み取り専用メモリ（ROM）、電気的プログラム可能読み取り専用メモリ（EPROM）、電氣的消去可能プログラム可能読

50

み取り専用メモリ（EEPROM）、または他の適切なそれらの変形）、及びソフトウェアを含み得ることが認識されている。また、開示するそのようなコントローラは、1つまたは複数のマイクロプロセッサを使用して、開示する任意の数の機能を実行するようにプログラムされた非一時的コンピュータ可読媒体に具現化されるコンピュータプログラムを実行する。さらに、本明細書で提供するコントローラ（複数可）は、筐体と、筐体内に配置される様々な数のマイクロプロセッサ、集積回路、及びメモリデバイス（たとえば、フラッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み取り専用メモリ（ROM）、電氣的プログラム可能読み取り専用メモリ（EPROM）、電氣的消去可能プログラム可能読み取り専用メモリ（EEPROM））とを含む。また、開示するコントローラ（複数可）は、本明細書で論じる他のハードウェアベースのデバイスとの間でそれぞれデータを送受信するためのハードウェアベースの入力及び出力を含む。

10

【0010】

図1に、装置101及び、リスナ104に対してスイートスポットを実現するビームフォーミングラウドスピーカーシステム102を含む音声再生システム100の一実施例を概略的に示す。装置101は、たとえば、ラウドスピーカーシステム102に音声入力信号を提供する音声ソース（以下、101）であり得る。音声ソース101は、モバイルデバイス、ラップトップ、タブレット、または他の適切なそれらの変形であり得ることが認識されている。音声ソース101は、ワイヤレスで（またはハードワイヤ接続を介して）音声入力信号をラウドスピーカーシステム102に送信し得る。ラウドスピーカーシステム102は、リスナ104に対して音声入力信号を再生する。ラウドスピーカーシステム102は、一般に、左ビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ（以下、「左ラウドスピーカーアセンブリ」）102aと、右ビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ（以下、「右ラウドスピーカーアセンブリ」）102bとを含む。しかしながら、ラウドスピーカーシステム102は、リスナ104に対して音声入力信号を再生する任意の数のラウドスピーカーアセンブリを含み得ることが認識されている。

20

【0011】

左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bは、ビームフォーミングラウドスピーカーとして実装され得、各アセンブリ102a、102bは、ラウドスピーカーのアレイを含む。一実施例では、各ビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリは、計33個のスピーカードライバを含むラウドスピーカーのアレイを含み得る。たとえば、33個のスピーカードライバは、たとえば、12個の3/4インチ（19mm）のツイータ、16個の2インチ（50mm）のミッドレンジスピーカー、4つの5.25インチ（50mm）のウーファ、及び1つの10インチ（250mm）の一体型サブウーファを含み得る。この場合、そのようなビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリは、たとえば、Lexicon SL-1（商標）ラウドスピーカーアセンブリとして実装され得る。ツイータ、ミッドレンジスピーカー、ウーファ、及びサブウーファの数及びサイズは、特定の実施態様の所望の基準に基づいて変化し得ることが認識されている。

30

【0012】

所与のラウドスピーカーアセンブリ102a、102b内のラウドスピーカーの各アレイは、いくつかのデジタルサウンドプロセッサ（DSP）（図示せず）によって制御することが可能である。一実施例では、DSPは、有限インパルス応答（FIR）フィルタ及び様々な信号処理アルゴリズムを利用して、アセンブリ102a、102bからの音声出力を制御し得る。たとえば、DSPは、ラウドスピーカーアセンブリ102a、102bから出力されている音声信号の位相（または角度）及び音量を制御して、意図したターゲット（すなわち、意図したリスナ104）への音声出力の高い指向性を実現し得る。一般に、DSPは、各ラウドスピーカーアセンブリ102a、102b内に配置され得、一般に、音声ソース101から刺激信号を受信する。刺激信号については、以下でより詳細に論じる。DSPは、音声ソース101から音声入力信号を受信し、ビームフォーミング動作を制御して、音声入力信号を音声出力としてリスナ104に対して再生する。

40

【0013】

50

図1に示す実施例では、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bは、リスナ104にリスニングスイートスポットを提供する。たとえば、スイートスポットは、一般に、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bが、同じラウドネス及び飛行時間（たとえば、遅延）の音声出力をリスナ104に提供することとして定義され得る。あるいは、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bからの音声出力は、同時かつ同レベルでリスナ104に到達する。

【0014】

図2に、一実施形態による、動的なスイートスポットに関連するシステム100の一実施例を概略的に示す。図1と比較して、図2では、音声ソース101と左ラウドスピーカーアセンブリ102aとの間の距離が、音声ソース101と右ラウドスピーカーアセンブリ102bとの間の距離と異なることを示している。しかしながら、システム100は、音声出力が左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bに同時かつ同レベルで到達するように音声出力を制御するよう較正され得る。

【0015】

スイートスポット較正がなければ、左ラウドスピーカーアセンブリ102aの方が右ラウドスピーカーアセンブリ102bよりも音声ソース101に近いので、音声出力が右ラウドスピーカーアセンブリ102bによって受信される前に、音声ソース101が左ラウドスピーカーアセンブリ102aに音声出力を提供することがわかる。音声ソース101及び左ラウドスピーカーアセンブリ102aの間の距離と、音声ソース101及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bの間の距離との差を考慮するために、システム100は、音声ソース101が、最も近いラウドスピーカーアセンブリ（すなわち、左ラウドスピーカーアセンブリ102a）に自身から送信する音声の遅延及び利得を変化させるように較正される。この場合、音声ソース101は、右ラウドスピーカーアセンブリ102bへの音声出力の送信に適用される遅延よりも、左ラウドスピーカーアセンブリ102aへの音声出力の送信に対してより長い遅延を使用し得る。

【0016】

たとえば、音声ソース101は、自身から送信した音声、左ラウドスピーカーアセンブリ102aと右ラウドスピーカーアセンブリ102bとの両方で同時に受信され、音声ソース101から送信した音声、左ラウドスピーカーアセンブリ102aと右ラウドスピーカーアセンブリ102bとに同じ振幅で供給されるように較正され得る。そして、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a及び102bは、これらのデバイスによって提供されるビームフォーミング機能の一部として、音声ビームをリスナ104に向けて集束させ得る（すなわち、音声ビームを向ける）。

【0017】

図3に、リスナに対してスイートスポットを実現するためにラウドスピーカーシステム202を較正する音声システム200の一実施例を概略的に示す。たとえば、システム200は、内蔵マイクロフォン（図示せず）を有するタブレットの形態であり得る音声ソース204を含む。音声ソース204はユーザインターフェース206を含み、それによってユーザは、ユーザインターフェース206のディスプレイ上に概略的に示すように、ユーザインターフェース206上の音声ソース204の視覚表示（たとえば、基準要素210を参照）に対して、各スピーカーの距離を指定することが可能になる（たとえば、左ラウドスピーカーアセンブリ及び右ラウドスピーカーアセンブリの視覚表示にそれぞれ対応する基準要素208a及び208bを参照）。音声ソース204は、ユーザによって入力された距離設定に対応する情報を記憶し、それに応じてラウドスピーカーシステム200への音声信号の送信の遅延を調整する。

【0018】

図4に、一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム用のスイートスポット較正を実行する音声システム100を概略的に示す。音声ソース101は一般に、較正を実行するために少なくとも1つのマイクロフォン106（以下、「マイクロフォン106」）が装備される。一般に、音声ソース101は、音声を再生するための刺激

10

20

30

40

50

信号を左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bに無線で送信し得る。刺激信号の受信に应答して、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bは、音声出力を送出する。刺激信号は聞こえるものではないことが認識されている。

【0019】

マイクロフォン106は、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bから提供される音声出力を取り込む。一般に、刺激信号を送信してから、受信されて音声出力が再生され、最終的にマイクロフォン106で音声出力が記録されるまでに、安定した往復待ち時間が必要になり得る。たとえば、往復待ち時間に関連するジッタは安定していなければならない、ジッタは、48kHzの音声出力の7サンプルの音声データに概ね相当する±145マイクロ秒の間でなければならない。これにより、音声ソース101は、自身からの左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bのそれぞれの距離が±5センチ以内であることを確実にすることができるようになり得る。スイートスポット較正を実行するために必要な態様については、以下でより詳細に論じる。

【0020】

図5に、一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム102用のスイートスポット較正を実行するためにシステム100によって実施される第1の態様を概略的に示す。第1の態様では、音声ソース101は、第1の刺激信号が送られた後に、ラウドスピーカーアセンブリ102a、102b間の距離を求める。一般に、ユーザは、音声ソース101を左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの近くに置き得る。一実施例では、ユーザは、音声ソース101を左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bから5cm以内に置き得る。また、ユーザは、左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bを起動して、刺激信号に应答して音声出力を指向性ビーム（すなわち、所定の指向性を有するビームフォーミングビーム）ではなく、無指向性ビームとして音声ソース101に送出し得る。

【0021】

この場合、左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bは、図6の信号等高線ブロック300に示すように（たとえば、図6の軸302を参照）、-180度から+180度まで広がる（たとえば、無指向性の）大きい水平角で音声信号を送出する。左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a及び102bは、250Hzから約1.5kHzまでの周波数範囲（すなわち、所定の周波数範囲）内で音声信号を送出する（図6の軸304を参照）。図6に設けた軸306は、様々なデシベルレベルにおける信号の減衰に対応する。刺激信号は250Hzから約1.5kHzまでの帯域幅を有し、その結果、ラウドスピーカーアセンブリ102a、102bはこの周波数範囲で音声再生する。刺激信号は250Hzから1.5kHzまでの帯域幅を含むので、左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a及び102bは、この周波数範囲での指向性を高性能に制御することが可能になる。音声ソース101を左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bのいずれかの近くに置くと、システム待ち時間と、そのようなラウドスピーカーアセンブリ102a、102b間の距離とが較正される。たとえば、音声ソース101は、飛行時間の計算を実行して、左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102b間の距離を求める。

【0022】

図7に、左ラウドスピーカーアセンブリ102aと右ラウドスピーカーアセンブリ102bとの間の距離を含むシステム100を示す。刺激信号に関連するシステム待ち時間 s_t を示している。一実施例では、システム待ち時間 s_t は30ミリ秒であり得る。図7及び図8に、距離が求められる方法に関する追加情報を提供する。

【0023】

図7及び図8から、以下のように定義され得る。

【0024】

s_t = システム待ち時間

【0025】

d_t = スピーカー距離（飛行時間）（秒）

【0026】

d = ラウドスピーカー距離（m）

【0027】

c = 音速（すなわち、343 m/s）

【0028】

ここで、 d_t （すなわち、飛行時間）及び d （すなわち、ラウドスピーカーの距離（すなわち、ラウドスピーカー間の距離））は、それぞれ以下の式で求められる。

【0029】

$d_t = d_t' - s_t$ 式（1）

【0030】

$d = d_t * c$ 式（2）

【0031】

図9に、一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム102用のスイートスポット校正を実行するために音声システム100によって実施される第2の態様を概略的に示す。第2の態様では、音声ソース101は、無指向性であり得る第2の刺激信号を送信して、音声ソース101に対する各ラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの距離を求める。しかしながら、各ラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの場所（たとえば、角度）が未知であり得るため、曖昧性が生じる。図5に関連して上述したように、音声ソース101が左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bまでの距離を求めると、音声ソース101は、音声ソース101に対する左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの位置に関する曖昧性を解決する必要がある。たとえば、音声ソース101は、左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bまでの距離を求めることができるが、左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bが、音声ソース101の前に位置しているか、音声ソース101の後ろ（または後方）に位置しているかは未知である。音声ソース101と左ラウドスピーカーアセンブリ102aとの間の距離は、一般に変数Lによって定義され、音声ソース101と右ラウドスピーカーアセンブリ102bとの間の距離は、一般に変数Rによって定義される。LとRとの関連性については、図10に関連してより詳細に論じる。

【0032】

図9に示す態様は、2つの音声ソース101がシステム100に実際に存在することを意図するものではない。それどころか、図9は、音声ソース101が、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの前にあり得る場所320に位置していること、または音声ソース101が、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの後ろもしくは後方に位置し得る場所322に位置し得ることを示している。この場合、解決する必要がある曖昧性が存在する。このように、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの位置に応じて、スイートスポットは、左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの前、または左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの後ろ（または後方）に位置する可能性がある。

【0033】

この曖昧性を解決するために、音声ソース101は、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bに刺激信号を送信する。刺激信号に応答して、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bは、音声ソース101への単一方向のビームフォーミング原理に従って、指向性を有する（たとえば、図5に関連して送出される無指向性ビームとしてではない）音声出力を送出する。たとえば、音声ソース101は、指向性の場（図4及び図6に関連して上述した無指向性の場ではない）に音声出力を送出するようにラウドスピーカーに指示する別個の制御信号（刺激信号とは異なるもの）を送信する。音声ソース101によって左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bに送信され

10

20

30

40

50

る制御信号は、左右のラウドスピーカアセンブリ102a、102bが曖昧性を解決するための音声出力信号を送出するための対応する角度（たとえば、左ラウドスピーカアセンブリ102aの場合は α 、右ラウドスピーカアセンブリ102bの場合は β ）をさらに提供する。対応する角度 α 、 β を有する制御信号を提供する前に、これらの角度 α 、 β を求める必要がある。この態様については、図10に関連してより詳細に論じる。

【0034】

図10に、音声ソース101が左右のラウドスピーカアセンブリ102a、102bのそれぞれの角度 α 及び β を求める方法に関する一実施例を示す。また、音声ソース101は、音声ソース101と左ラウドスピーカアセンブリ102aの間の距離Lと、音声ソース101と右ラウドスピーカアセンブリ102bの間の距離Rとを求める。これらの態様については、以下でより詳細に論じる。図10に関連して示すシステム100には、複数の遅延ブロック110a～110cが設けられている。遅延ブロック110aは一般に、音声ソース101から左右のラウドスピーカアセンブリ102a、102bへの制御信号の送信に関連する信号遅延（または遅延待ち時間）に対応する。遅延ブロック110bは一般に、左ラウドスピーカアセンブリ102aから音声ソース101のマイクロフォン106への音声出力信号の送付に関連する信号遅延（たとえば、左ラウドスピーカアセンブリ102aの音響遅延）に対応する。遅延ブロック110cは一般に、右ラウドスピーカアセンブリ102bから音声ソース101のマイクロフォン106への音声出力信号の送付に関連する信号遅延（たとえば、左ラウドスピーカアセンブリ102aの音響遅延）に対応する。

【0035】

上述のように、音声ソース101は、音声ソース101と左ラウドスピーカアセンブリ102aとの間の距離L及び音声ソース101と右ラウドスピーカアセンブリ102bとの間の距離Rに加えて、それぞれ、式2に関連して上述したように、左右のラウドスピーカアセンブリ102aと102b間の距離dを求め、音声ソース101は、距離d、L、及びRを利用して、対応する角度 α 及び β を求める。音声ソース101は、刺激信号を左右のラウドスピーカアセンブリ102a、102bに送信して、これらのアセンブリ102a、102bが、上記で図5及び図6に関連して同様に示したように、無指向性の範囲に音声出力信号を送出するようにする。

【0036】

図11Aに、左ラウドスピーカアセンブリ102aからの音声出力に関して音声ソース101によって実行される測定の一実施例を示す。一般的に、音声ソース101は、左ラウドスピーカアセンブリ102aからの音声出力のピーク振幅 L_t を特定し、ピーク振幅 L_t は、左ラウドスピーカアセンブリ102aからの音声出力がピーク値に達するのにかかる時間の長さに対応する。音声ソース101は、左ラウドスピーカアセンブリ102aからの音声出力に関する飛行時間 L_t を求める。音声ソース101は、左ラウドスピーカアセンブリ102aからの音声出力に関する飛行時間 L_t を求め、また、音声ソース101と左ラウドスピーカアセンブリ102aとの間の距離を、以下の式によって求める。

【0037】

$$L_t = L \cdot t - s_t \quad (\text{式3})$$

【0038】

$$L = L_t \cdot c \text{ [m]} \quad (\text{式4})$$

【0039】

図11Bに、右ラウドスピーカアセンブリ102bからの音声出力に関して音声ソース101によって実行される測定の一実施例を示す。一般的に、音声ソース101は、右ラウドスピーカアセンブリ102bからの音声出力のピーク振幅 R_t を特定し、ピーク振幅 R_t は、右ラウドスピーカアセンブリ102bからの音声出力がピーク値に達するのにかかる時間の長さに対応する。音声ソース101は、右ラウドスピーカアセンブリ102bからの音声出力に関する飛行時間 R_t を求め、また、音声ソース101と右ラウ

ドスピーカーアセンブリ 102b との間の距離を、以下の式によって求める。

【0040】

$$R_t = R'_t - s_t \quad (\text{式 5})$$

【0041】

$$R = R_t * c \text{ [m]} \quad (\text{式 6})$$

【0042】

L、R、及び d が分かれば、音声ソース 101 は、以下の式を利用して、角度 α 及び β を求め得る。

【0043】

$$\alpha = \arccos((L^2 + d^2 - R^2) / 2 L d) \quad (\text{式 7})$$

【0044】

$$\beta = \arccos((R^2 + d^2 - L^2) / 2 R d) \quad (\text{式 8})$$

【0045】

上述のように、音声ソース 101 は、左右のラウドスピーカーアセンブリ 102a、102b が、それぞれ、これらの対応する角度 α 及び β で、指向性の場合（たとえば、無指向性ではない狭い音場）に音声データを送出するように、角度 α 及び β に対応する情報を左右のラウドスピーカーアセンブリ 102a、102b に送信される制御信号に含む。

【0046】

音声ソース 101 は、上述の曖昧性を取り除くために、左ラウドスピーカーアセンブリ 102a 及び右ラウドスピーカーアセンブリ 102b から受け取った音声データのうちのいずれが最も大きいかを判定する。この態様については、以下でより詳細に論じる。

【0047】

図 12 に、第 3 の態様による、システム 100 の曖昧性が解決される方法及びシステム 100 がリスナ 104 に対するスイートスポット（S1 または S2）を決定する方法の一実施例を概略的に示す。上述のように、音声ソース 101 が対応する角度（たとえば、左ラウドスピーカーアセンブリ 102a の場合は α 、右ラウドスピーカーアセンブリ 102b の場合は β ）を求めると、音声ソース 101 は、角度 α 及び β に対応する情報を、それぞれ左右のラウドスピーカーアセンブリ 102a 及び 102b に送信する。図 12 に、対応する 2 つの角度（たとえば、 α_1 、 α_2 ）を示しており、左ラウドスピーカーアセンブリ 102a がスイートスポットの場所を決定するための音声出力信号を送出するために、これらの角度の一方の情報のみが制御信号によって送信され得る。 α_1 または α_2 は正でも負でもよいことが認識されている。たとえば、角度 α_1 は $-\alpha$ として定義することができ、角度 α_2 は $+\alpha$ として定義することができる。同様に、 β_1 または β_2 は正でも負でもよいことが認識されている。たとえば、角度 β_1 は $-\beta$ として定義することができ、角度 β_2 は $+\beta$ として定義することができる。

【0048】

図 12 に示す実施例では、2 つの音声ソース 101 を説明用に示している。しかしながら、実施態様では、実際にはこれらの音声ソース 101 の一方のみが設けられ得る。一般に、左右のラウドスピーカーアセンブリ 102a 及び 102b に対して音声ソース 101 がどこに配置されているかは未知であり、これが 2 つの音声ソース 101 を図示している理由である。一般に、音声ソース 101 は、角度 $-\alpha$ に対応する情報を有する（指向性を有する）制御信号を左ラウドスピーカーアセンブリ 102a に提供し、音声ソース 101 は、角度 $+\beta$ に対応する情報を有する制御信号を右ラウドスピーカーアセンブリ 102b に提供する（たとえば、角度 $-\alpha_1$ 及び $+\beta$ は、上記の式 7 及び式 8 に基づいて求められる）。このようにして、左ラウドスピーカーアセンブリ 102a は音声出力信号をスイートスポット S2 に向けて送出し、右ラウドスピーカーアセンブリ 102b は音声出力信号をスイートスポット S1 に向けて送出する。この時点では、実際のスイートスポットがどこにあるかは分からず、スイートスポットが S1 または S2 の場所に対応し得ることしか分からない。

【0049】

10

20

30

40

50

音声ソース101は、そのようなアセンブリ102a及び102bがそれぞれ角度 $-\alpha$ 、 $+\beta$ で音声出力信号を送出したことに応答して、左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bから受け取った音声出力信号のピーク振幅の測定を実行する。図13A及び図13Bに、左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bからの音声出力のピーク振幅を概略的に示す。この場合、音声ソース101は、右ラウドスピーカーアセンブリ102bからの音声出力信号のどのピーク振幅（すなわち、 a_R ）が最も大きいかを特定する（たとえば、図13Bを参照）。

【0050】

一般に、左ラウドスピーカーアセンブリ102bからの音声出力の a_R （たとえば、測定されたピーク振幅）が、 a_L （たとえば、左ラウドスピーカーアセンブリ102aからの測定されたピーク振幅出力）より大きい場合、スイートスポットは場所S1にあると判定される。図13a及び図13bはこの状況に対応し、ピーク振幅 a_R の方が、測定されたピーク振幅 a_L より大きいので、S1がスイートスポットであると判定される。この場合、音声ソース101は、図12の下部（すなわち、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a～102bの前）に配置されている。スイートスポットの場所がS1であると音声ソース101が判定すると、音声ソース101は別の制御信号を送信して、左ラウドスピーカーアセンブリ102aが角度 $+\alpha$ で音声出力を送出するようにし（これは、スイートスポットS1の場所を決定するために使用された、すぐ上で述べた角度 $-\alpha$ の逆であることに留意されたい）、右ラウドスピーカーアセンブリ102bは、角度 $+\beta$ で音声出力を送出し続けて、左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bのそれぞれからの音声出力がスイートスポットS1に向けられるようにする。

【0051】

あるいは、左ラウドスピーカーアセンブリ102aからの音声出力の a_L （たとえば、測定されたピーク振幅）が、 a_R （たとえば、左ラウドスピーカーアセンブリ102bからの測定されたピーク振幅出力）より大きい場合、スイートスポットは場所S2にあると判定される。この場合、音声ソース101は、図12の上部（すなわち、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a～102bの後ろ）に配置されている。スイートスポットの場所がS2であると音声ソース101が判定すると、音声ソース101は別の制御信号を送信して、左ラウドスピーカーアセンブリ102aが角度 $-\alpha$ で音声出力を送出し続けるようにし、右ラウドスピーカーアセンブリ102bは、角度 $-\beta$ で音声出力を送出して（これは、スイートスポットS1の場所を決定するために使用された、すぐ上で述べた角度 $+\beta$ の逆であることに留意されたい）、左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bのそれぞれからの音声出力がスイートスポットS2に向けられるようにする。

【0052】

図14に、図12に示す第3の態様に関連する左または右のビームフォーミングラウドスピーカーアセンブリ102a、102bの出力の信号等高線500を概略的に示す。図8に関連して示した態様では、左または右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bは、図9の信号等高線ブロック300に示すように（たとえば、図6の軸502を参照）、 -50 度から $+50$ 度まで広がる小さい水平角で音声信号を送出する。左及び／または右のラウドスピーカーアセンブリ102a及び102bは、 250 Hz から約 1.5 kHz までの周波数範囲内で音声信号を送出する（図9の軸504を参照）。この場合、音声出力（たとえば、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bから）が音声ソース101で適切に受け取られて、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bのラウドネスが決定されるように、周波数が制御される。この周波数範囲（たとえば、 $250\text{ Hz} \sim 1.5\text{ kHz}$ ）内で指向性（たとえば、無指向性または狭ビームによるビームフォーミング）を制御することにより、ビームフォーミングによる振幅の差を検出することが可能になる。一般に、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102bからの音声出力信号は、指向性が狭く（たとえば、無指向性ではなく）、上記の周波数範

10

20

30

40

50

囲内にある。これらの態様は、指向性及び周波数が上手く制御され、音声出力信号の測定トーンが、リスナを不快にする可能性がある非常に高い周波数ではないという点で有利な結果をもたらす。

【0053】

図15に、一実施形態による、ビームフォーミングラウドスピーカーシステム用のスイートスポット較正を実行する方法600を概略的に示す。

【0054】

動作602において、音声ソース101は、安定した往復待ち時間（たとえば、 s_t ）を確立するための刺激信号を、左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bに送信する。上述のように、往復待ち時間に関連するジッタは安定していなければならない、ジッタは、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a及び102bによって提供される48kHzの音声出力の7サンプルの音声に概ね相当する±145マイクロ秒の間である必要がある。たとえば、安定した往復待ち時間は30ミリ秒であり得る。この態様は、上記で図4に関連してより詳細に説明している。

【0055】

動作604において、音声ソース101は、左右のラウドスピーカーアセンブリ102a、102b間の距離dを求める。図7に関連して上述したように、音声ソース101は、スピーカー距離またはその距離に対応する飛行時間（たとえば、 d_t ）を求め、上記の式（2）に基づいて距離dを計算する。

【0056】

動作606において、音声ソース101は、音声ソース101と左ラウドスピーカーアセンブリ102aとの間の距離Lを求める。また、音声ソース101は、上記の式4及び式6に基づいて、音声ソース101と右ラウドスピーカーアセンブリとの間の距離Rを求める。

【0057】

動作608において、音声ソース101は、上記の式7及び式8に基づいて、左ラウドスピーカーアセンブリの角度 α と、右ラウドスピーカーアセンブリの角度 β を求める。

【0058】

動作610において、音声ソース101は、スイートスポットの場所を決定するために、角度（たとえば、 α ）に対応する情報を左ラウドスピーカーアセンブリ102aに送信し、角度（たとえば、 β ）に対応する情報を右ラウドスピーカーアセンブリ102bに送信する。

【0059】

動作612において、音声ソース101は、左ラウドスピーカーアセンブリ102aからの音声出力の振幅（たとえば、 a_L ）を測定し、右ラウドスピーカーアセンブリからの音声出力の振幅（たとえば、 a_R ）を測定する。

【0060】

動作614において、音声ソース101は、 a_L を a_R と比較して、スイートスポットの場所を決定する。上述のように、スイートスポットは一般に、左ラウドスピーカーアセンブリ102a及び右ラウドスピーカーアセンブリ102bからの音声出力が、リスナによって同様のラウドネス及び同様の音響遅延を有するものとして知覚される場所または位置に対応する。

【0061】

動作616において、音声ソース101は、上記で図12に関連して述べたように、左ラウドスピーカーアセンブリ102aまたは右ラウドスピーカーアセンブリ102bのいずれかの角度情報を調整して、音声出力をスイートスポットの場所へ送出する。

【0062】

例示的な実施形態を上述したが、これらの実施形態が本発明のあらゆる可能な形態を記載することは意図していない。むしろ、本明細書で用いた言葉は限定ではなく説明のための言葉であり、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく多様な変更が成され得ること

10

20

30

40

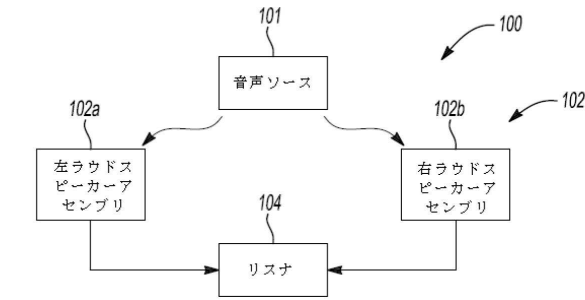
50

が理解される。さらに、様々な実装の実施形態の特徴は組み合わせられて本発明のさらなる実施形態を形成し得る。

【図面】

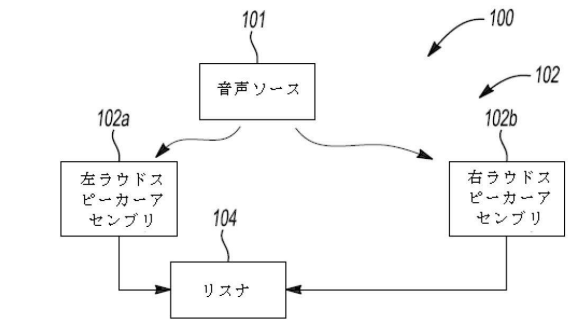
【図 1】

【図 1】



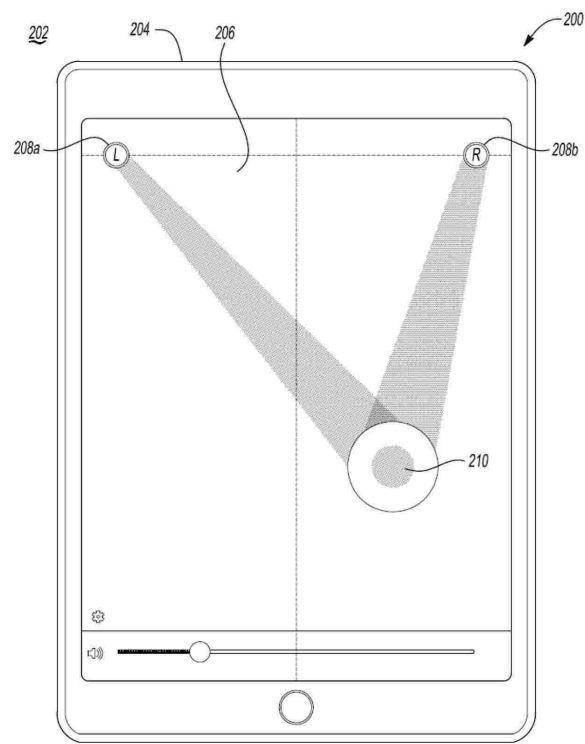
【図 2】

【図 2】



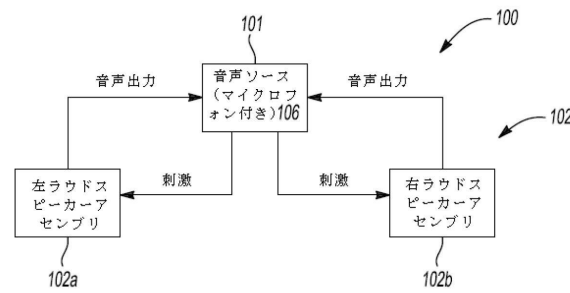
【図 3】

【図 3】



【図 4】

【図 4】



10

20

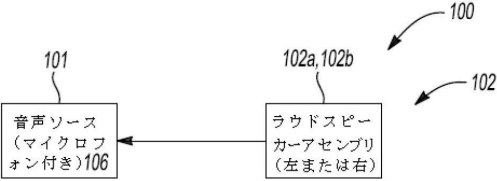
30

40

50

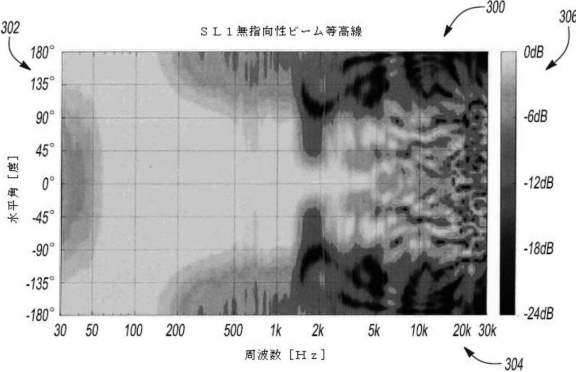
【図 5】

【図 5】



【図 6】

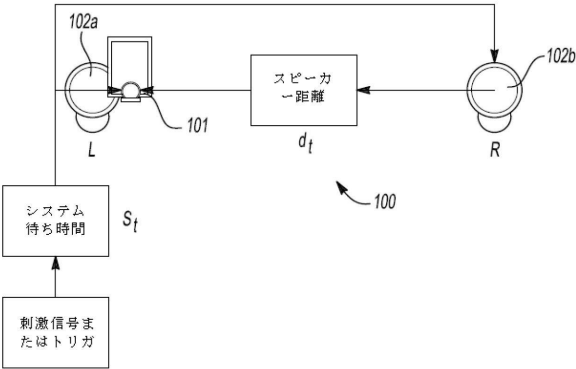
【図 6】



10

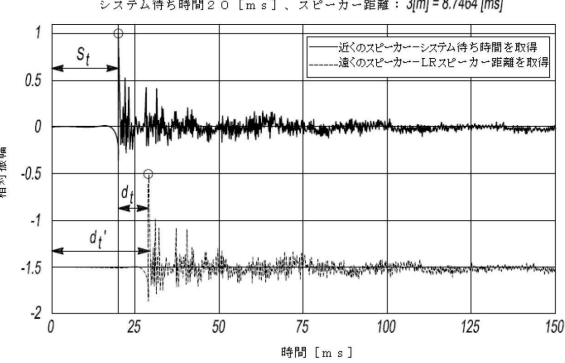
【図 7】

【図 7】



【図 8】

【図 8】



20

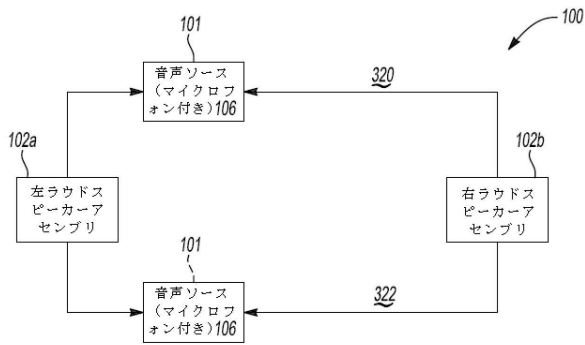
30

40

50

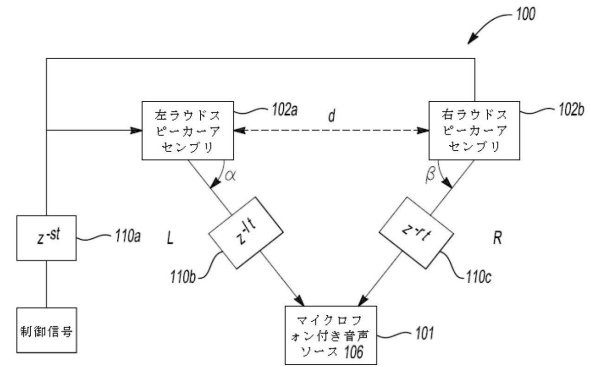
【図 9】

【図9】



【図 10】

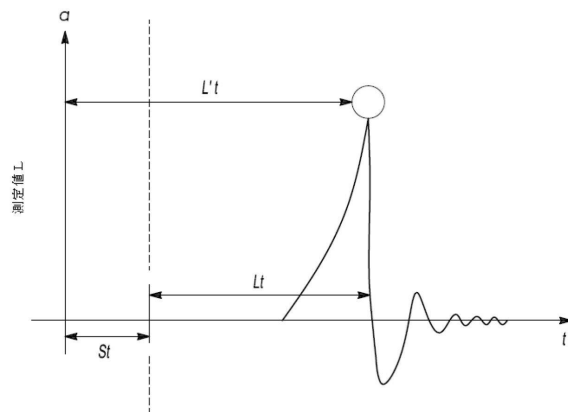
【図 10】



10

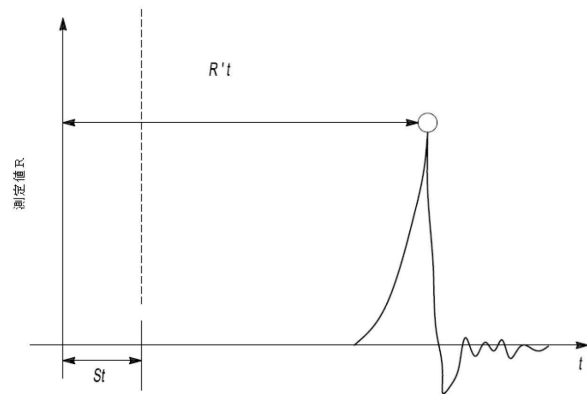
【図 1 1 A】

【图 1-1 A】



【図 1 1 B】

【図 1 1 B】



20

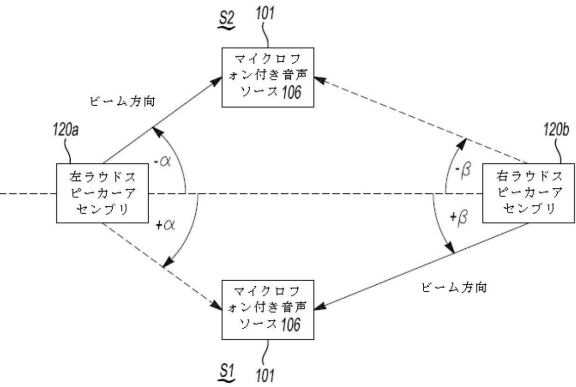
30

40

50

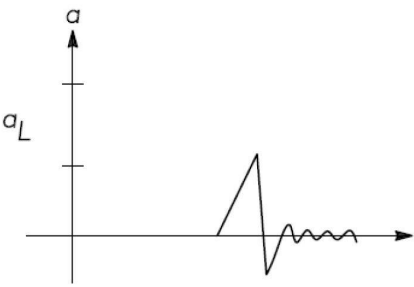
【図 1 2】

【図 1 2】



【図 1 3 A】

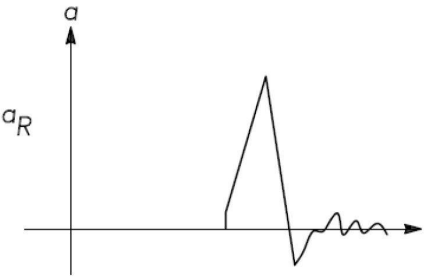
【図 1 3 A】



10

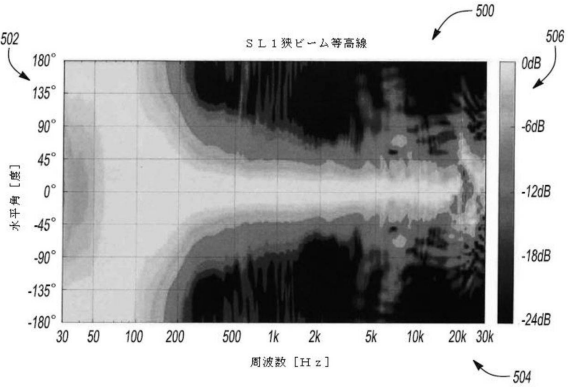
【図 1 3 B】

【図 1 3 B】



【図 1 4】

【図 1 4】



20

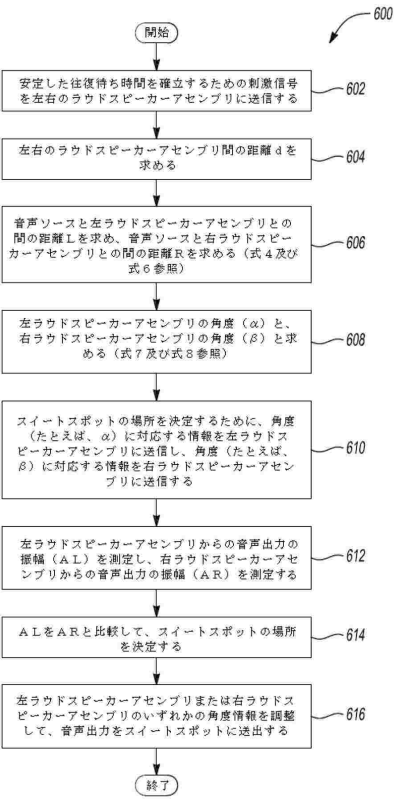
30

40

50

【図 15】

【図 15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

弁護士 山本 健策

(72)発明者 マタイアス クロンラックナー

アメリカ合衆国 カリフォルニア 91436, エンシノ, ディケンズ ストリート 16251

審査官 齊田 寛史

(56)参考文献 特開2019-17114 (JP, A)

特開2009-216473 (JP, A)

特開2007-19938 (JP, A)

国際公開第2015/108824 (WO, A1)

米国特許出願公開第2018/0063665 (US, A1)

米国特許出願公開第2011/0091055 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04R 3/00

G01S 11/14