

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4107300号
(P4107300)

(45) 発行日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(24) 登録日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 S 5/02 (2006.01)

H O 4 S 5/02 G

H O 4 R 1/40 (2006.01)

H O 4 R 1/40 3 1 0

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-67908 (P2005-67908)
 (22) 出願日 平成17年3月10日(2005.3.10)
 (65) 公開番号 特開2006-254103 (P2006-254103A)
 (43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)
 審査請求日 平成18年4月24日(2006.4.24)

(73) 特許権者 000004075
 ヤマハ株式会社
 静岡県浜松市中区中沢町10番1号
 (74) 代理人 100098084
 弁理士 川▲崎▼ 研二
 (72) 発明者 澤米 進
 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株
 式会社内

審査官 井出 和水

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サラウンドシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のスピーカユニットを線状またはアレイ状に配列してなるスピーカアレイを有し、
 前記スピーカアレイにより複数チャネルの音響ビームを独立に生成し、直接にまたは壁に
 反射させて聴取位置に伝達させるサラウンドシステムにおいて、

複数チャネルのオーディオ信号に対応した音響ビームが予め決定された各出力方向に前
 記スピーカアレイから出力されるように前記複数チャネルのオーディオ信号から前記複数
 のスピーカユニットを駆動する信号を発生する信号処理手段と、

前記スピーカアレイの前方の聴取位置における音圧を検出する收音手段と、

前記スピーカアレイから音響ビームを出力させ、この音響ビームの出力方向を回転させ
 る制御を行う一方、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によっ
 て検出される音圧の変化に基づいて、前記スピーカアレイにおける前記複数チャネルのう
 ち少なくとも一部のチャネルの音響ビームの出力方向を決定し、出力方向を決定するこ
 とができなかったチャネルがある場合には、そのチャネルの音響ビームの出力方向を、前記音
 響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によって検出される音圧の変化に基
 づいて決定された他のチャネルの出力方向に基づいて演算する出力方向決定手段と

を具備することを特徴とするサラウンドシステム。

【請求項2】

前記出力方向決定手段は、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段
 によって検出される音圧の変化に基づいて、センタチャネルおよびフロントチャネルの出

10

20

力方向を決定することができたが、サラウンドチャンネルの出力方向を決定することができなかった場合に、センタチャンネルの出力方向とフロントチャンネルの出力方向とがなす角を二分する方向をサラウンドチャンネルの出力方向とすることを特徴とする請求項 1 に記載のサラウンドシステム。

【請求項 3】

前記出力方向決定手段は、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によって検出される音圧の変化に基づいて、センタチャンネルおよび左右 2 チャンネルのフロントチャンネルの出力方向を決定することができたが、左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルの出力方向を決定することができず、かつ、前記センタチャンネルの出力方向が前記スピーカアレイの前方方向に対して右側または左側に傾いている場合に、前記左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルのうち前記センタチャンネルの出力方向が傾いている側のサラウンドチャンネルについては、当該サラウンドチャンネルと同じ側のフロントチャンネルの出力方向とセンタチャンネルの出力方向とがなす角を二分する方向を出力方向とし、前記左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルのうち前記センタチャンネルの出力方向が傾いている側とは反対側のサラウンドチャンネルについては、当該サラウンドチャンネルと同じ側のフロントチャンネルの出力方向と前記スピーカアレイの前方方向とがなす角を二分する方向を出力方向とすることを特徴とする請求項 1 に記載のサラウンドシステム。

10

【請求項 4】

前記出力方向決定手段は、前記左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルのうち前記センタチャンネルの出力方向が傾いている側のサラウンドチャンネルについては、当該サラウンドチャンネルと同じ側のフロントチャンネルの出力方向とセンタチャンネルの出力方向とがなす角を二分する方向を出力方向とすると、その出力方向とセンタチャンネルの出力方向とがなす角度が閾値より小さくなる場合に、そのサラウンドチャンネルの出力方向をそれと同じ側のフロントチャンネルの出力方向と同一方向にすることを特徴とする請求項 3 に記載のサラウンドシステム。

20

【請求項 5】

前記出力方向決定手段は、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によって検出される音圧の変化に基づいて、センタチャンネルおよび左右 2 チャンネルのフロントチャンネルのうち 1 つのフロントチャンネルの出力方向を決定することができたが、他のフロントチャンネルおよび左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルの出力方向を決定することができなかった場合に、前記左右 2 チャンネルのフロントチャンネルのうち出力方向の決定されなかったフロントチャンネルについては、前記スピーカアレイの前方方向を向いた対称軸として、出力方向の決定されたフロントチャンネルの出力方向と左右対称となる方向を出力方向とし、前記左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルの各々については、同じ側のフロントチャンネルの出力方向と前記スピーカアレイの前方方向とはなす角を二分する方向を出力方向とすることを特徴とする請求項 1 に記載のサラウンドシステム。

30

【請求項 6】

前記出力方向決定手段は、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によって検出される音圧の変化に基づいて、センタチャンネルおよび左右 2 チャンネルのフロントチャンネルの出力方向を決定することができたが、左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルの出力方向を決定することができず、かつ、前記センタチャンネルの出力方向が前記スピーカアレイの前方方向を向いている場合に、前記スピーカアレイの前方方向を出力方向とする音響ビームのインパルスを実記スピーカアレイから出力し、前記收音手段により検出される当該音響ビームのインパルスに対する応答と前記左右 2 チャンネルのフロントチャンネルの出力方向に基づいて前記スピーカアレイおよび聴取位置を壁により囲む空間のサイズとその空間内における前記聴取位置の相対位置を求め、その結果に基づいて、左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネルの出力方向を演算することを特徴とする請求項 1 に記載のサラウンドシステム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、スピーカアレイによりリスナを取り囲むような音場を形成するサラウンドシステムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

サラウンドシステムは、リスナの前方および後方に配置された複数のスピーカから放音することにより臨場感に富んだサウンドをリスナに提供することができる。しかしながら、サラウンドシステムは、リスナの前後にスピーカを配置しなければならないため、狭い部屋には不向きであり、また、オーディオアンプの各チャンネルの出力信号をリスナ前方に配置されるスピーカとリスナ後方に配置されるスピーカの両方に供給するための信号線を部屋内に引き回さなければならず、信号線が邪魔になるという問題がある。この問題を解決するための技術として、特許文献 1 および 2 は、指向性の鋭いスピーカアレイをリスナ前方に配置し、このスピーカアレイから出力される音響ビームを音響空間の壁により反射させてリスナに到達させ、リアスピーカの代わりに使用する技術を開示している。

10

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 2 0 5 4 9 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 4 - 1 7 9 7 1 1 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 3 】

ところで、スピーカアレイは、アレイ状に配列された複数のスピーカユニットに共通のオーディオ信号から得られた遅延オーディオ信号を供給し、各遅延オーディオ信号の位相を調整することにより任意の指向性を持った音響ビームを生成するものである。従来のサラウンドシステムは、リスナの聴覚に頼った手動調整であったため、一般のユーザにとっては各チャンネルの音響ビームが正確に聴取位置に伝達されるように音響ビームの出力方向を制御するのが困難であり、特にサラウンドチャンネルについては音響ビームを壁に反射させて聴取位置に伝達させるため、そのスピーカアレイからの出力方向を定めるのはさらに困難であるという問題があった。

20

【 0 0 0 4 】

この発明は、以上説明した事情に鑑みてなされたものであり、煩雑な操作をユーザに要求することなく、スピーカアレイにおける各チャンネルの音響ビームの出力方向を最適化することができるサラウンドシステムを提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

この発明は、複数のスピーカユニットを線状またはアレイ状に配列してなるスピーカアレイを有し、前記スピーカアレイにより複数チャンネルの音響ビームを独立に生成し、直接にまたは壁に反射させて聴取位置に伝達させるサラウンドシステムにおいて、複数チャンネルのオーディオ信号に対応した音響ビームが予め決定された各出力方向に前記スピーカアレイから出力されるように前記複数チャンネルのオーディオ信号から前記複数のスピーカユニットを駆動する信号を発生する信号処理手段と、前記スピーカアレイの前方の聴取位置における音圧を検出する收音手段と、前記スピーカアレイから音響ビームを出力させ、この音響ビームの出力方向を回転させる制御を行う一方、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によって検出される音圧の変化に基づいて、前記スピーカアレイにおける前記複数チャンネルのうち少なくとも一部のチャンネルの音響ビームの出力方向を決定し、出力方向を決定することができなかったチャンネルがある場合には、そのチャンネルの音響ビームの出力方向を、前記音響ビームの出力方向を回転させたときの前記收音手段によって検出される音圧の変化に基づいて決定された他のチャンネルの出力方向に基づいて演算する出力方向決定手段とを具備することを特徴とするサラウンドシステムを提供する。

40

かかるサラウンドシステムによれば、音響ビームの出力方向を回転させたときの收音手段によって検出される音圧の変化に基づいて、スピーカアレイにおける少なくとも一部の

50

チャンネルの音響ビームの出力方向が決定される。そして、音響ビームの音圧の変化に基づいて出力方向を決定することができなかったチャンネルがある場合、そのチャンネルの出力方向は、既に決定された他のチャンネルの出力方向から演算される。従って、ユーザに煩雑な操作を求めることなく、スピーカアレイにおける各チャンネルの音響ビームの出力方向を最適化し、快適なサラウンド再生環境をユーザに提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態について説明する。

<第1実施形態>

図1は、この発明の第1実施形態であるサラウンドシステムの構成を示すブロック図である。このサラウンドシステムは、 n 個（ n は複数）の無指向性のスピーカユニットを線状またはアレイ状に配列してなるスピーカアレイ1と、スピーカセンタチャンネルC、フロント左チャンネルFL、フロント右チャンネルFR、サラウンド左チャンネルSLおよびサラウンド右チャンネルSRの各オーディオ信号を処理する5個の信号処理部2-k（ $k=1\sim 5$ ）と、各信号処理部2-k（ $k=1\sim 5$ ）と、加算器群3とを有している。

10

【0007】

ここで、信号処理部2-k（ $k=1\sim 5$ ）は、例えばDSPであり、このDSPは信号処理部2-k（ $k=1\sim 5$ ）に対応した処理として、フィルタ処理21と、タイムアライメント処理22と、指向性制御処理23とを実行する。

【0008】

20

本実施形態において、あるチャンネルに対応した音響ビームは、スピーカアレイ1から出力されて聴取位置に直接到達する。また、別のチャンネルに対応した音響ビームは視聴空間を画する壁に1回または複数回反射されて聴取位置に到達する。このように、音響ビームがスピーカアレイ1から出力されてから聴取位置に到達するまでの経路の損失の周波数特性および音響ビームの伝達時間は一般に各チャンネル間で異なる。フィルタ処理21は、当該チャンネルの音響ビームの伝達経路の損失を補償するための手段である。また、タイムアライメント処理22は、音響ビームの伝達時間の各チャンネル間の差を補償するための手段である。

【0009】

指向性制御処理23では、フィルタ処理21およびタイムアライメント処理22を経たオーディオ信号からスピーカアレイ1における複数のスピーカユニットを駆動するための複数の遅延オーディオ信号を生成する。ここで、あるチャンネルに対応した信号処理部2-kの指向性制御処理23において、各遅延オーディオ信号と元のオーディオ信号との間の遅延時間は、そのチャンネルのために予め決定されたスピーカアレイ1における音響ビームの出力方向に基づいて決定される。なお、この音響ビームの出力方向を決定するための手段については後述する。加算器群3は、信号処理部2-k（ $k=1\sim 5$ ）の各指向性制御部23から出力される遅延オーディオ信号を同一スピーカユニットに対応したもの同士加算し、各スピーカユニットの駆動信号として出力する装置である。

30

【0010】

本実施形態の特徴は、以上説明した装置に加えて、收音手段たるマイク7と、測定用音響ビーム発生制御部4、ビーム方向制御部5およびパラメータ設定制御部6からなる出力方向決定部10をサラウンドシステムに設けた点にある。

40

【0011】

ここで、マイク7は、スピーカアレイ1の配置される視聴空間の視聴位置に配置して用いられる收音手段である。測定用音響ビーム発生制御部4は、パラメータ設定制御部6による制御の下、測定用音響ビームをスピーカアレイ1から出力させるためのオーディオ信号を発生する回路である。パラメータ設定制御部6は、この測定用音響ビームの出力を行う場合、信号処理部2-1の入力部に設けられたスイッチSW1をONとし、これにより、測定用音響ビーム発生制御部4から出力されるオーディオ信号を信号処理部2-1に与える。ビーム方向制御部5は、パラメータ設定制御部6からの指令に従い、チャンネル毎に予

50

め決められた方向の音響ビームをスピーカアレイ 1 から出力させる遅延オーディオ信号を生成するための制御を行う装置である。また、ビーム方向制御部 5 は、音響ビームの出力方向をチャンネル毎に決定する処理を行う際に、パラメータ設定制御部 6 からの指令に従い、スピーカアレイ 1 における測定用音響ビームの出力方向が一定の角速度で回転するように信号処理部 2 - 1 において遅延オーディオ信号を生成する際の遅延時間を制御する機能を有している。

【 0 0 1 2 】

パラメータ設定制御部 6 は、音響ビームの出力方向の最適化処理の実行を命ずるコマンドが与えられたとき、測定用音響ビームの元となるオーディオ信号を測定用音響ビーム発生制御部 4 から信号処理部 2 - 1 に供給するための制御を行うとともに、一定角速度で回転する音響ビームを発生させる指令をビーム方向制御部 5 に送る。そして、パラメータ設定制御部 6 は、その後、スピーカアレイ 1 から出力される測定用音響ビームの出力方向の回転角度の変化を把握し、その回転角度の変化とマイク 7 によって検知される視聴位置における音圧の変化との関係に基づいて、5 チャンネルのオーディオ信号に対応してスピーカアレイ 1 から出力すべき音響ビームの少なくとも一部のチャンネルの出力方向を決定する。また、パラメータ設定制御部 6 は、これにより出力方向の決定されないチャンネルがある場合には、そのチャンネルの音響ビームの出力方向を、マイク 7 によって検出される音圧の変化に基づいて決定されたチャンネルの音響ビームの出力方向に基づいて決定する。そして、パラメータ設定制御部 6 は、チャンネル毎に、決定された出力方向の音響ビームがスピーカアレイ 1 から出力されるよう信号処理部 2 - k ($k = 1 \sim 5$) の各指向性制御部 2 3 から出力される複数の遅延オーディオ信号の遅延量の設定を行う。

【 0 0 1 3 】

以下、本実施形態の動作を説明する。本実施形態において、各チャンネルのオーディオ信号は、チャンネル毎に出力方向決定部 1 0 により予め決定された出力方向に指向性を有する音響ビームとなってスピーカアレイ 1 から出力される。ここで、各チャンネルの音響ビームの出力方向の決定の態様は、スピーカアレイ 1 が配置される部屋の形状およびサイズ、その部屋と部屋内におけるスピーカアレイ 1 の位置と聴取位置との関係により異なったものとなる。以下、図 2 (a) ~ (d) および図 3 (a) ~ (d) を参照し、各種の例を説明する。

【 0 0 1 4 】

第 1 の例では、図 2 (a) に示すような環境において、操作部 (図示略) の操作により音響ビームの出力方向の最適化処理の実行を命ずるコマンドがサラウンドシステムのパラメータ設定制御部 6 に与えられ、これにより一定の角速度で回転する測定用音響ビームがスピーカアレイ 1 から出力される。その間、聴取位置 P に置かれたマイク 7 の出力信号がパラメータ設定制御部 6 に供給される。この結果、図 3 (a) に示すような音響ビームの回転角度 φ とマイク 7 により検出された視聴位置での音圧との関係を示す特性曲線がパラメータ設定制御部 6 により取得される。この図 3 (a) および後で参照する図 3 (b) ~ (d) において、横軸は水平面内において基準軸と音響ビームの出力方向との間の角度 φ であり、縦軸はマイク 7 により検出された音圧である。本実施形態において基準軸は聴取位置から見てスピーカアレイ 1 の左方向を向いており、同方向の角度 φ が 0° 、スピーカアレイ 1 の前方方向の角度 φ は 90° 、スピーカアレイ 1 の右方向の角度 φ は 180° となっている。

【 0 0 1 5 】

パラメータ設定制御部 7 は、取得された特性曲線において、閾値を越える音圧のピークを求める。そして、この求めた音圧のピークの大きさと、そのピークが発生する音響ビームの角度 φ に基づき、センタチャンネル C、フロント左チャンネル L、フロント右チャンネル R、サラウンド左チャンネル S L およびサラウンド右チャンネル S R の少なくとも一部のチャンネルの音響ビームの出力方向を決定する。図 3 (a) に示す例では、特性曲線上、閾値を越える音圧のピークが 3 個あり、それらのうち最も大きなピークが 90° 付近の角度 φ_c において得られている。この角度 φ_c で出力された音響ビームは、スピーカアレイ 1 の前方

にある聴取位置 P に直接到達したと考えられる。そこで、パラメータ設定制御部 7 は、この角度 φ_c の方向をセンタチャンネル C の音響ビームの出力方向とする。

【 0 0 1 6 】

特性曲線上、この最大のピークの両側の角度 φ_l ($\varphi_l < \varphi_c$) および φ_r ($\varphi_r > \varphi_c$) の出力方向には、それよりもやや音圧の低い 2 個のピークがある。ここで、角度 φ_l (φ_r) におけるピークは、スピーカアレイ 1 から角度 φ_l (φ_r) の方向に出力された音響ビームがスピーカレイ 1 の左側 (右側) の壁に反射されて聴取位置 P に到達したときに生じたものであると考えられる。そこで、パラメータ設定制御部 7 は、角度 φ_l および φ_r の各方向をフロントチャンネル L および R の音響ビームの各出力方向とする。

【 0 0 1 7 】

さて、サラウンドチャンネル S L (S R) については、スピーカアレイ 1 から出力された音響ビームが聴取位置の左側 (右側) の壁および後方の壁に反射されて聴取位置 P に到達するような経路を辿るように、各チャンネルの音響ビームの出力方向を定めるのが理想的である。しかし、そのような出力方向に出力された音響ビームは、2 度に互る反射を経て聴取位置 P に到達するため、聴取位置 P において検出される音響ビームの音圧は低くなる。従って、ある角度 φ において、スピーカアレイ 1 から出力された音響ビームが 2 度に互る反射を経て聴取位置 P に到達したとしても、特性曲線上、その角度 φ において音圧のピークは生じ難く、たとえ生じたとしても極めてレベルが低く発見するのが困難である。このため、サラウンドチャンネルについては、角度 φ の変化に対する音圧の変化に基づいて音響ビームの出力方向を決定することができない可能性がある。そのような場合、パラメータ設定制御部 6 は、次のようにしてサラウンドチャンネルの音響ビームの出力方向を決定する。

【 0 0 1 8 】

すなわち、サラウンドチャンネル S L については、既に決定されたセンタチャンネル C の出力方向の角度 φ_c とフロントチャンネル L の出力方向の角度 φ_l との平均値である角度 $\varphi_{sl} = (\varphi_c + \varphi_l) / 2$ を算出し、この角度 φ_{sl} の方向をサラウンドチャンネル S L の音響ビームの出力方向とする。この場合、図 2 (a) および図 3 (a) に示すように、サラウンドチャンネル S L およびフロントチャンネル L の各出力方向間の角度 θ_1 とサラウンドチャンネル S L およびセンタチャンネル C の各出力方向間の角度 θ_2 は等しくなり、サラウンドチャンネル S L の出力方向はセンタチャンネル C の出力方向とフロントチャンネル L の出力方向とがなす角を二分する方向となる。サラウンドチャンネル S R についても同様であり、センタチャンネル C の出力方向の角度 φ_c とフロントチャンネル R の出力方向の角度 φ_r との平均値である角度 $\varphi_{sr} = (\varphi_c + \varphi_r) / 2$ を算出し、この角度 φ_{sr} の方向をサラウンドチャンネル S R の音響ビームの出力方向とするのである。

【 0 0 1 9 】

以上のように、この例におけるサラウンドチャンネル S L および S R の出力方向は、幾何学的方法により音響ビームの経路を定めることにより得られるものではないが、これらのチャンネルの音響ビームの指向性にある程度の広がりを持たせ、多方向に音響ビームを拡散させることにより、適切な音場を得ることができる。

【 0 0 2 0 】

第 2 の例では、図 3 (b) に示す特性曲線がパラメータ設定制御部 6 により取得される。この特性曲線は、第 1 の例のものと同様、3 箇所において閾値を越える音量のピークを生じており、これらのピークが生じている角度 φ_c 、 φ_l および φ_r の各方向がセンタチャンネル C、フロントチャンネル L および R の音響ビームの出力方向として決定されている。

【 0 0 2 1 】

ところが、第 2 の例では、角度 φ_c が 90° を中心とした許容範囲内に収まっていない。このような状況は、図 2 (b) に例示するように、聴取位置 P のある方角がスピーカアレイ 1 の前方方向から例えば右側に大きく傾いている場合に生じうる。このような場合、第 1 の例と同じ方法によりサラウンドチャンネル S L および S R の両方の出力方向を決定するのは適切でない。何故ならば、例えば図 2 (b) に示す場合において、第 1 の例と同じ

10

20

30

40

50

方法によりサラウンドチャンネルLの音響ビームの出力方向を決定すると、スピーカアレイ1から出力されたサラウンドチャンネルLの音響ビームは聴取位置Pの左側の壁には進まず、聴取位置Pの後方の壁に到達し、そこで反射される可能性が高い。これではサラウンドチャンネルSLにより適切な音場効果を得ることは期待できない。

【0022】

そこで、本実施形態では、第2の例に該当する場合には、次のようにサラウンドチャンネルSL、SRの音響ビームの出力方向を決定する。まず、左右2チャンネルのサラウンドチャンネルのうちセンタチャンネルCの出力方向が傾いている側のサラウンドチャンネルについては、当該サラウンドチャンネルと同じ側のフロントチャンネルの出力方向とセンタチャンネルの出力方向とがなす角を二分する方向を出力方向とする。図2(b)および図3(b)に示す例では、センタチャンネルCの出力方向はスピーカアレイ1の前方方向を基準として右側に傾いている。従って、この処理では、サラウンドチャンネルSRが選択され、このサラウンドチャンネルSRの出力方向は、サラウンドチャンネルSRと同じ側のフロントチャンネルRの出力方向とセンタチャンネルCの出力方向とがなす角を二分する方向とされる。次に、左右2チャンネルのサラウンドチャンネルのうちセンタチャンネルCの出力方向が傾いている側と反対側のサラウンドチャンネルについては、当該サラウンドチャンネルと同じ側のフロントチャンネルの出力方向とスピーカアレイ1の前方方向とがなす角を二分する方向を出力方向とする。図2(b)および図3(b)に示す例の場合、この処理では、サラウンドチャンネルSLが選択され、このサラウンドチャンネルSLの出力方向は、サラウンドチャンネルSLと同じ側のフロントチャンネルLの出力方向とスピーカアレイ1の前方方向とがなす角を二分する方向とされる。

【0023】

以上の処理により、左右2チャンネルのサラウンドチャンネルのうちセンタチャンネルCの出力方向が傾いていない側のサラウンドチャンネル(この例の場合、サラウンドチャンネルSL)について、そのサラウンドチャンネルの音響ビームを斜め後方から聴取位置Pに到達させることができる蓋然性を高めることができる。なお、第2の例では、聴取位置Pがスピーカアレイ1の前方方向から右側に傾いた方角にある場合を取り上げたが、聴取位置Pが聴取位置Pがスピーカアレイ1の前方方向から左側に傾いた方角にある場合も、同様の方法によりサラウンドチャンネルSL、SRの出力方向を決定することが可能である。

【0024】

第3の例では、図3(c)に示す特性曲線がパラメータ設定制御部6により取得され、閾値を越える音量のピークが生じている角度 φ_c 、 φ_l および φ_r の各方向がセンタチャンネルC、フロントチャンネルLおよびRの音響ビームの出力方向として決定されている。この第3の例でも、角度 φ_c は90°を越えており、第2の例と同様、センタチャンネルCの出力方向は右側に大きく傾いているが、この傾きの程度は、第2の例のものよりも大きい。このため、第2の例と同じ方法によりサラウンドチャンネルSRの出力方向を決定すると、そのサラウンドチャンネルSRの出力方向とセンタチャンネルCの出力方向とがなす角度 θ が閾値より小さくなる。このようにサラウンドチャンネルSRの出力方向がセンタチャンネルCの出力方向と接近し過ぎていると、聴取位置Pにおいて両チャンネルの音響ビームの干渉が生じ易くなる。

【0025】

そこで、本実施形態では、第3の例に該当する場合には、次のようにしてサラウンドチャンネルSL、SRの出力方向を決定する。すなわち、左右2チャンネルのサラウンドチャンネルSL、SRのうちセンタチャンネルCの出力方向が傾いている側のサラウンドチャンネル(この例ではサラウンドチャンネルSR)については、そのサラウンドチャンネルの出力方向をそれと同じ側のフロントチャンネル(この例ではフロントチャンネルFR)の出力方向と同一方向とし、残りのサラウンドチャンネルについては上記第2の例と同じ方法により出力方向を決定するのである。このようにすることにより聴取位置Pにおけるセンタチャンネルとサラウンドチャンネルの音響ビームの干渉を緩和することができる。

【0026】

第4の例では、図3(d)に示す特性曲線がパラメータ設定制御部6により取得される。この特性曲線は、閾値を越える音量のピークを2つしか有していない。この場合、パラメータ設定制御部6は、特性曲線上、大きな音量のピークが生じている90°付近の角度 ϕ_c の方向をセンタチャンネルCの出力方向とするとともに、もう1つの音量のピークが生じている角度 ϕ_c より小さな角度 ϕ_l の方向をフロントチャンネルLの出力方向とする。このように音量のピークが2つしか得られないと、1つのフロントチャンネルの出力方向を決定することができず、上記各例のいずれの方法を用いても全てのサラウンドチャンネルの出力方向を決定することができない。このような状況は、図2(d)に示すように、スピーカアレイ1および聴取位置Pを囲む空間が正方形または長方形ではなく、スピーカアレイ1の左右いずれかの側に進む音響ビームが1回の反射では視聴位置Pに到達し得ないような場合に生じうる。

10

【0027】

このような第4の例に該当する場合、本実施形態では、次のように取り扱う。まず、左右2チャンネルのフロントチャンネルのうち出力方向の決定されなかったフロントチャンネル(この例ではフロントチャンネルR)については、図2(d)に示すように、スピーカアレイ1の前方方向を向いた軸を対称軸として、出力方向の決定されたフロントチャンネル(この例ではフロントチャンネルL)の出力方向と左右対称となる方向を出力方向とする。そして、左右2チャンネルのサラウンドチャンネルの各々については、図2(d)に示すように、同じ側のフロントチャンネルの出力方向とスピーカアレイ1の前方方向とがなす角を二分する方向を出力方向するのである。このようにすることで、各チャンネルの音響ビームが聴取位置Pに到達する蓋然性のある程度高めることができる。

20

【0028】

<第2実施形態>

図4~図6は、この発明の第2実施形態であるサラウンドシステムの動作を示している。本実施形態に係るサラウンドシステムでは、上記第1実施形態と同様、スピーカアレイ1における音響ビームの出力方向を回転させたときの聴取位置Pにおける音圧の変化に基づいて複数チャンネルのうち少なくとも一部のチャンネルの音響ビームの出力方向を決定する。この際に、センタチャンネルC、フロントチャンネルLおよびRの出力方向が決定され、かつ、決定されたセンタチャンネルCの出力方向がスピーカアレイ1の前方方向とある程度の精度で一致しているような場合がある。本実施形態に係るサラウンドシステムには、この

30

【0029】

本実施形態において、パラメータ設定制御部6は、上記の特定の状況にあることが判明したとき、ビーム方向制御部5および測定用音響ビーム発生制御部4を制御して、ある時刻 $t=0$ において、スピーカアレイ1からその前方方向($\phi_c=90^\circ$ の方向)に音響ビームのインパルスを出力させる。そして、パラメータ設定制御部6は、音響ビームのインパルスを出力後、1度目の閾値を越えるインパルスがマイク7により検出されるまでの経過時間 T_u と、インパルスの出力時点から2度目の閾値を越えるインパルスがマイク7により検出されるまでの経過時間 T_r とを求める。ここで、時間 T_u は、図5に示すように、音響ビームのインパルスがスピーカアレイ1から出力されて聴取位置Pに到達するまでの経過時間に相当する。また、時間 T_r は、図5に示すように、音響ビームのインパルスがスピーカアレイ1から出力され、その後、聴取位置Pの後方の壁に反射されて聴取位置に到達するまでの経過時間に相当する。なお、インパルスの出力タイミング以後、2度目の閾値を越えるインパルスは、聴取位置Pの後方にある壁がスピーカアレイ1における複数のスピーカユニットの出力面が共通に属する面(以下、ビーム出力面という)と平行である場合にマイク7により検出される。マイク7によりこの閾値を越える2度目のインパルスが検出されない場合、パラメータ設定制御部6は、聴取位置Pの後方の壁がスピーカアレイ1のビーム出力面と、後方の壁とが平行ではないと判断し、上記第1実施形態にお

40

50

いて述べた方法によりサラウンドチャンネルの音響ビームの出力方向を決定する。

【 0 0 3 0 】

上記経過時間 T_u および T_r が得られた場合、パラメータ設定制御部 6 は、これらの経過時間と既に決定されている左右 2 チャンネルのフロントチャンネル L、R の出力方向に基づいて、サラウンドチャンネル S L、S R の出力方向を求める。図 6 (a) および (b) は、このサラウンドチャンネル S L、S R の出力方向の算出原理を示すものである。この図において、長方形 A B C D はスピーカレイ 1 および聴取位置 P が配置される部屋を示しており、長方形の各辺は部屋の壁を示している。スピーカレイ 1 は、辺 D A に相当する壁 (以下、煩雑さを防ぐため、壁 D A という表記を用いる。他の壁も同様である。) の近傍の原点 O にその中心を位置させ、そのビーム出力面が壁 B C と平行になるような向きで配置されている。スピーカレイ 1 の前方方向 (原点 O から見て $\varphi = 90^\circ$ の方向) には聴取位置 P がある。そして、この例では、上記第 1 実施形態において説明した処理により、センタチャンネル C、フロントチャンネル L および R の出力方向の角度 $\varphi_c (= 90^\circ)$ 、 φ_l および φ_r が得られている。この場合、パラメータ設定制御部 6 は、サラウンドチャンネル S L および S R の出力方向の角度を次のようにして算出する。

【 0 0 3 1 】

まず、パラメータ設定制御部 6 は、経過時間 T_u と既知の音速 V_s とを用いて、次式 (1) によりスピーカレイ 1 の中心である原点 O から聴取位置 P までの距離 D_{usr} を算出する。

$$D_{usr} = T_u \cdot V_s \quad \dots\dots (1)$$

次にパラメータ設定制御部 6 は、式 (1) により求めた距離 D_{usr} と、経過時間 T_r とに基づき、次式 (2) により、図 6 に示す原点 O から聴取位置 P の後方の壁 B C までの距離 D_{len} を算出する。

$$D_{len} = D_{usr} + ((T_r \cdot V_s - D_u) / 2) \quad \dots\dots (2)$$

次にパラメータ設定制御部 6 は、距離 D_{usr} と、左右のフロントチャンネルの音響ビームの出力方向の角度 φ_l および φ_r を用いて、次式 (3)、(4) および (5) により、聴取位置 P とその左側の壁 A B との距離 D_l 、聴取位置 P とその右側の壁 C D との距離 D_r および部屋の横幅 D_w を算出する。

$$D_l = D_{usr} \cdot \tan (90^\circ - \varphi_l) / 2 \quad \dots\dots (3)$$

$$D_r = D_{usr} \cdot \tan (\varphi_r - 90^\circ) / 2 \quad \dots\dots (4)$$

$$D_w = D_l + D_r \quad \dots\dots (5)$$

【 0 0 3 2 】

そして、パラメータ設定制御部 6 は、左右 2 チャンネルのサラウンドチャンネル S L、S R の出力方向の角度 φ_{sl} および φ_{sr} を次のようにして求める。まず、サラウンドチャンネル S L については、スピーカレイ 1 から出力された音響ビームが壁 A B および B C に反射されて聴取位置 P に到達するようにしなければならない。そこで、壁 A B に沿った直線上において、壁 A B において頂点 B から頂点 A 側に $D_{usr} / 2$ だけ戻った点 Q と頂点 A の反対側に $D_{usr} / 2$ だけ進んだ点 S を仮想する。そして、サラウンドチャンネル S L の音響ビームを出力方向を点 Q のある方向に定める。このようにすると、原点 O から出力されたサラウンドチャンネル S L の音響ビームは、壁 A B における Q 点において反射された後、壁 B C における平行四辺形 O Q S P との交点 U において反射され、聴取位置 P に到達する。

【 0 0 3 3 】

原点 O から見た点 Q の角度 φ_{sl} は、次のようにして算出する。

$$\begin{aligned} \varphi_{sl} &= \tan^{-1} (A Q / D_l) \\ &= \tan^{-1} ((D_{len} - (D_{usr} / 2)) / D_l) \\ &= \tan^{-1} ((2 \cdot D_{len} - D_{usr}) / (2 \cdot D_l)) \quad \dots\dots (6) \end{aligned}$$

【 0 0 3 4 】

サラウンドチャンネル S R についても、同様な方法により出力方向の角度 φ_{sr} の算出が

可能である。この角度 φ_{sr} は、次式により与えられる。

$$\varphi_{sr} = 180^\circ - \tan^{-1} \left((2 \cdot D_{len} - D_{usr}) / (2 \cdot (D_w - D_l)) \right) \dots \dots (7)$$

【0035】

本実施形態におけるパラメータ設定制御部 6 は、以上のようにして求めた角度 φ_c 、 φ_l 、 φ_r 、 φ_{sl} および φ_{sr} の方向にセンタチャンネル C、フロントチャンネル L および R、サラウンドチャンネル S L および S R の各音響ビームが出力されるように、信号処理部 2 - 1 ~ 2 - 5 における指向性制御処理 22 のためのパラメータ設定を行うのである。

【0036】

本実施形態によれば、以上のように、音響ビームを理想的な経路を辿って聴取位置 P に到達させるためのサラウンドチャンネル S L および S R の出力方向が幾何学的手法により正確に演算される。このため、より適切なサラウンド効果が得られる。また、本実施形態では、部屋のサイズを求めるので、その結果を用いて各チャンネルの音響ビームの経路長を求めることが可能である。そこで、好ましい態様においてパラメータ設定制御部 6 は、各チャンネルの音響ビームの経路長に基づき、音響ビームが原点 O から聴取位置 P に至るまでの所要時間のチャンネル間の差を補償するためのタイムアライメント量を求め、これを信号処理部 2 - 1 ~ 2 - 5 におけるタイムアライメント処理 22 のためのパラメータとして設定する。このようにすることで、タイムアライメント量の設定が自動化され、サラウンドシステムがより使いやすいものになる。

【0037】

< 他の実施形態 >

以上、この発明の実施形態を説明したが、これら以外にも、本発明には各種の実施形態が考えられる。例えば上記第 1 実施形態において、第 1 の例のようにサラウンドチャンネルの出力方向を定める角度 φ_c の範囲をユーザが操作子の操作などにより設定し得るように構成してもよい。同様に上記第 2 実施形態が実行される角度 φ_c の範囲を操作部の操作により設定するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図 1】この発明の第 1 実施形態であるサラウンドシステムの構成を示すブロック図である。

【図 2】同システムにおけるパラメータ設定制御部の処理内容を説明する図である。

【図 3】同システムにおけるパラメータ設定制御部の処理内容を説明する図である。

【図 4】この発明の第 2 実施形態であるサラウンドシステムの動作を説明する図である。

【図 5】同実施形態において測定されるインパルス応答を示す波形図である。

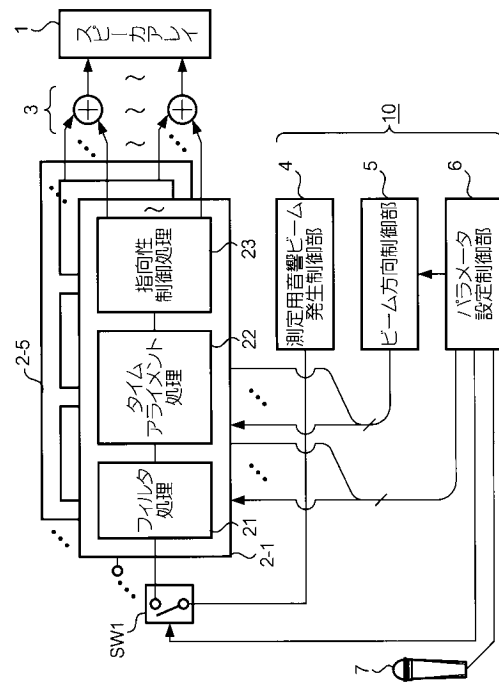
【図 6】同実施形態におけるパラメータ設定制御部の処理内容を説明する図である。

【符号の説明】

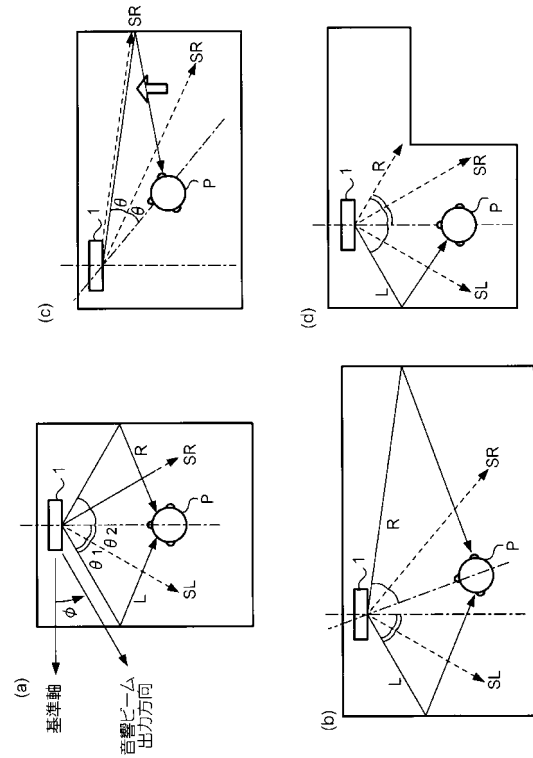
【0039】

1 ... スピーカアレイ、2 - 1 ~ 2 - 5 ... 信号処理部、4 ... 測定用音響ビーム発生制御部、5 ... ビーム方向制御部、6 ... パラメータ測定制御部、7 ... マイク。

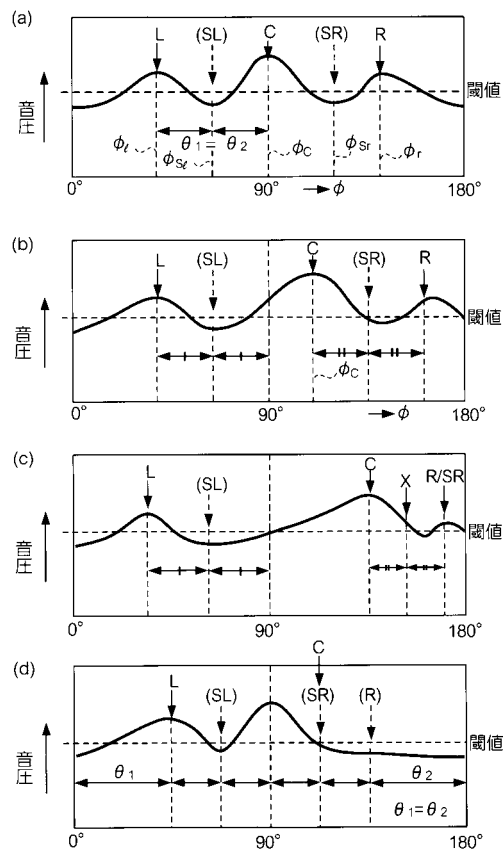
【図 1】



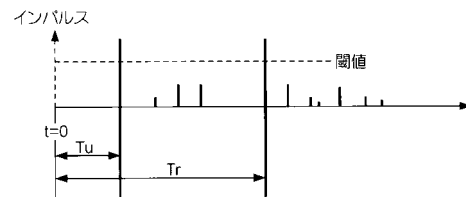
【図 2】



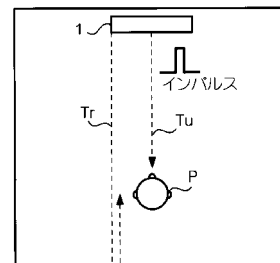
【図 3】



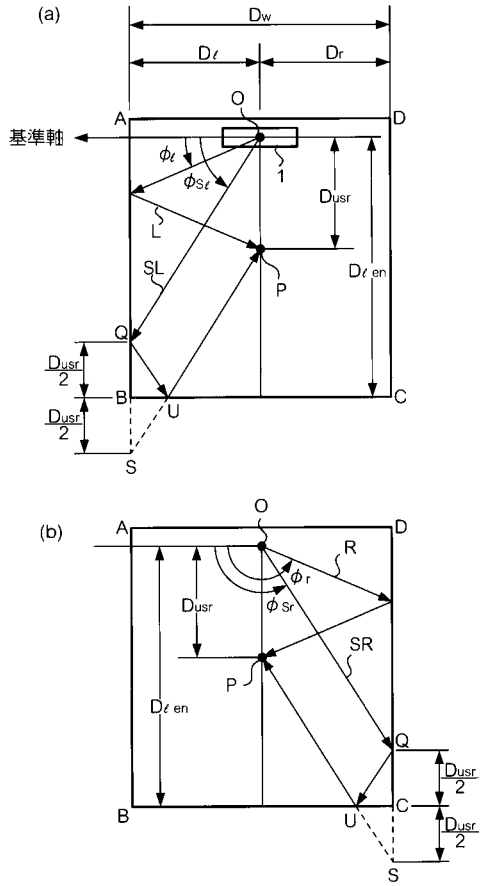
【図 4】



【図 5】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 5 1 6 6 0 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 2 7 6 5 (J P , A)
特表 2 0 0 4 - 5 3 1 1 2 5 (J P , A)
国際公開第 0 1 / 2 3 1 0 4 (W O , A 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 S	1 / 0 0	-	H 0 4 S	7 / 0 0
H 0 4 R	3 / 0 0	-	H 0 4 R	5 / 0 4
H 0 4 R	1 / 2 0	-	H 0 4 R	1 / 4 0