

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-206754
(P2009-206754A)

(43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
HO4S	5/02	(2006.01)	HO4S	5/02	N	5D018
HO4S	7/00	(2006.01)	HO4S	7/00	Z	5D062
HO4R	1/40	(2006.01)	HO4R	1/40	310	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2008-46311 (P2008-46311)
(22) 出願日 平成20年2月27日 (2008.2.27)

(71) 出願人 00004075
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 110000752
特許業務法人朝日特許事務所
(72) 発明者 鈴木 宏司
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ
ハ株式会社内
(72) 発明者 熊谷 邦洋
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ
ハ株式会社内
(72) 発明者 澤米 進
静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマ
ハ株式会社内
Fターム(参考) 5D018 AF22
5D062 BB03 CC16

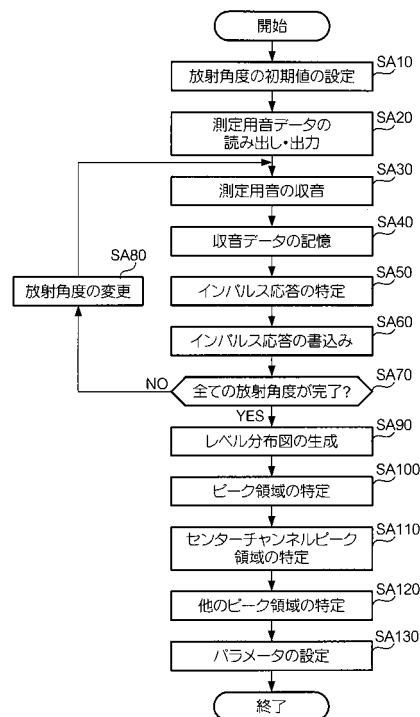
(54) 【発明の名称】 サラウンド出力装置およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】従来の方法に比べて、音響ビームの放射角度の精度を向上させる。

【解決手段】ビーム化されたホワイトノイズなどの音を所定の放射角度で室内に出力し、聴取者の位置に設置されたマイクで收音する。該收音に基づく音データと、出力された音データとの相互相関を評価することにより、上記放射角度におけるインパルス応答が算出される。該インパルス応答からは、上記放射角度における音の経路の経路距離および音の伝達効率が評価される。上記の処理を、種々の放射角度で行うことにより、各放射角度に対して、音の経路の経路距離と音の伝達効率が得られる。この結果から、放射角度と経路距離が所定の条件を満たすことを条件として、各チャンネルの音の放射角度が正確に特定されると共に、各放射角度における音の経路距離も特定され、該放射角度および経路距離に基づいて、各チャンネルの音のビーム制御に係る各種パラメータが設定される。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のチャンネルの信号を受取る受取手段と、
音を表す測定用音データを記憶する記憶手段と、
前記受取手段が受取った複数のチャンネルの信号または前記記憶手段に記憶された測定用音データに基づいて生成された音を、制御された方向にビーム化して出力する出力手段と、

前記出力手段が音を出力する方向を制御する制御手段と、
收音した音を表す收音データを生成する收音手段と、
前記制御手段の制御により、前記出力手段が前記測定用音データに基づく音を各方向に出力するごとに、前記收音手段が該出力された音を收音して生成した收音データの各々から、各方向についてのインパルス応答を求めるインパルス応答特定手段と、

前記各方向についてのインパルス応答に基づいて、各方向に出力された音が前記收音手段に到達する経路の経路距離および前記インパルス応答のレベルを求める経路特性特定手段と、

前記経路特性特定手段により特定された各方向の経路の経路距離およびインパルス応答のレベルの各値が所定の関係を満たす方向を前記複数のチャンネルの各々に対して特定し、前記複数のチャンネルの信号を前記特定した方向に割り当てる割り当て手段と、

を有し、

前記制御手段は、前記割り当て手段により割り当てられた方向に前記複数のチャンネルの信号に基づく各音が出力されるように前記出力手段を制御することを特徴とするサラウンド出力装置。

【請求項 2】

前記記憶手段は、インパルス音を表す測定用音データを記憶し、
前記インパルス応答特定手段は、前記收音手段が生成した收音データに基づいてインパルス応答を特定することを特徴とする請求項 1 に記載のサラウンド出力装置。

【請求項 3】

前記インパルス応答特定手段は、前記收音手段により生成された收音データと前記測定用音データとの相互相関を演算することにより、前記インパルス応答を特定することを特徴とする請求項 1 に記載のサラウンド出力装置。

【請求項 4】

前記測定用音データは、ホワイトノイズを表す音データであることを特徴とする請求項 3 に記載のサラウンド出力装置。

【請求項 5】

前記経路特性特定手段は、前記各方向についてのインパルス応答において、インパルス応答の立ち上がりのタイミングに基づいて前記経路距離を特定することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のサラウンド出力装置。

【請求項 6】

前記割り当て手段は、前記複数のチャンネルの信号を、前記方向ごとのインパルス応答のレベルが所定の閾値を越える方向のいずれかに割り当てることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のサラウンド出力装置。

【請求項 7】

前記割り当て手段は、前記複数のチャンネルの信号を、前記方向ごとのインパルス応答のレベルが所定の閾値を越える方向であって、該方向と対応する放射角度が所定の角度範囲にある方向のいずれかに割り当てることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のサラウンド出力装置。

【請求項 8】

前記割り当て手段は、前記複数のチャンネルの信号を、前記方向ごとのインパルス応答のレベルが所定の閾値を越える方向であって、該方向と対応する経路距離が所定の距離範囲に

10

20

30

40

50

ある方向のいずれかに割り当てる

ことを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のサラウンド出力装置。

【請求項 9】

前記出力手段は、複数のスピーカユニットを有するアレイスピーカであり、

前記制御装置は、前記スピーカユニットごとに異なるタイミングで音データを供給させることで、前記出力手段が音を出力する方向を制御する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のサラウンド出力装置。

【請求項 10】

コンピュータを、

複数のチャンネルの信号を受取る受取手段と、

音を表す測定用音データを記憶する記憶手段と、

音を表すデータに基づいて、制御された方向に音をビーム化して出力する出力手段と、

前記出力手段が音を出力する方向を制御する制御手段と、

收音し、該收音した音を表す收音データを生成する收音手段と、

前記制御手段の制御により、前記出力手段が前記測定用音データに基づく音を各方向に出力するごとに、前記收音手段が該出力された音を收音して生成した收音データの各々から、各方向についてのインパルス応答を特定するインパルス応答特定手段と、

前記各方向についてのインパルス応答に基づいて、各方向に出力された音が前記收音手段に到達する経路の経路距離および前記インパルス応答のレベルを特定する経路特性特定手段と、

前記経路特性特定手段により特定された各方向の経路の経路距離およびインパルス応答のレベルに基づいて、前記複数のチャンネルの信号を特定の方向に割り当てる割り当手段と、

前記出力手段が、前記受取手段が受取った複数のチャンネルの信号を、それぞれ前記割り当手段により対応付けられた方向に出力するように前記制御装置にパラメータを設定する設定手段

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、サラウンド出力装置およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

サラウンドシステムにおいては、一般に、聴取者の周囲に複数のスピーカが配置され、各スピーカから各チャンネルの音出力されることにより、臨場感に富んだサウンドが聴取者に提供される。その場合、複数のスピーカが室内に配置されるため、スペースを取られたり信号線が邪魔になったり、といった問題が生じる。

【0003】

そのような問題を解決するための技術として、以下のようなスピーカアレイ装置が提案されている。すなわち、スピーカアレイ装置から、各チャンネルの音を、それぞれ指向性を付与（ビーム化）して出力し、聴取者の左右・後方の壁面などに反射させる。そして、各チャンネルの音は反射した位置から聴取者に到達する。その結果、聴取者は、あたかも各チャンネルの音を出力するスピーカ（音源）が上記反射位置にあるように感じる。該スピーカアレイ装置によれば、複数のスピーカを設けることなく複数の音源（仮想音源）を空間に設け、サラウンド音場を生成することができる。

【0004】

特許文献 1 には、そのような各チャンネルの音のビーム化に係るパラメータ設定を、ユーザによる入力に基づいて行う技術が記載されている。特許文献 1 に記載の音声再生装置においては、ユーザにより入力されたパラメータ（音声再生装置が設けられた部屋の寸法・音声再生装置の設置位置・聴取者の聴取位置など）に基づいて、各チャンネルの音声ビ

10

20

30

40

50

ームの放射角度や経路距離が最適化される。

【0005】

また、特許文献2には、上記の設定を全て自動で行うための技術が記載されている。該特許文献に記載のスピーカレイ装置本体からは、出射角度をずらしながら音声ビームが出力され、該音声ビームは聴取者の位置に設置されたマイクにより收音される。そして、各出射角度において收音された音の解析結果に基づいて、各チャンネルの音声ビームの出射角度が最適化される。

【特許文献1】特開2006-60610号公報

【特許文献2】特開2006-13711号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の技術においては、音声再生装置が設置される部屋の形状および設置場所によっては、パラメータの最適化がなされないという問題があった。すなわち、部屋は直方体の形状であり、聴取者は設置された音声再生装置の正面で音を聴取するなどといった前提の元で、各種パラメータを入力する必要があった。部屋がいびつな形状をしていたり、障害物があったり、聴取者が音声再生装置の正面からずれた位置で音を聴取する場合には、各チャンネルの音声ビームの出射角度が適切に算出されなかった。また、ユーザが手動で部屋の寸法や音声再生装置や聴取者の位置などを測定・入力しなければならないため、設定が煩雑であるという問題があった。

【0007】

特許文献2に記載の技術においては、音声ビームの出射角度ごとに、收音された音の音圧レベルが解析された。この場合、各出射角度で出力された音がどのような経路を辿ってマイクに到達したかといったことは考慮されない。従って、音声ビームの経路が誤って推定され、それに伴い各チャンネルの音の出射角度も誤って設定されてしまう可能性があった。

【0008】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、従来の方法に比べて、音響ビームの放射角度の精度を向上させるための技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るサラウンド出力装置は、複数のチャンネルの信号を受取る受取手段と、音を表す測定用音データを記憶する記憶手段と、前記受取手段が受取った複数のチャンネルの信号または前記記憶手段に記憶された測定用音データに基づいて生成された音を、制御された方向にビーム化して出力する出力手段と、前記出力手段が音を出力する方向を制御する制御手段と、收音した音を表す收音データを生成する收音手段と、前記制御手段の制御により、前記出力手段が前記測定用音データに基づく音を各方向に出力するごとに、前記收音手段が該出力された音を收音して生成した收音データの各々から、各方向についてのインパルス応答を求めるインパルス応答特定手段と、前記各方向についてのインパルス応答に基づいて、各方向に出力された音が前記收音手段に到達する経路の経路距離および前記インパルス応答のレベルを求める経路特性特定手段と、前記経路特性特定手段により特定された各方向の経路の経路距離およびインパルス応答のレベルの各値が所定の関係を満たす方向を前記複数のチャンネルの各々に対して特定し、前記複数のチャンネルの信号を前記特定した方向に割り当てる割り当手段と、を有し、前記制御手段は、前記割り当手段により割り当てられた方向に前記複数のチャンネルの信号に基づく各音出力されるように前記出力手段を制御することを特徴とする。

【0010】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記記憶手段は、インパルス音を表す測定用音データを記憶し、前記インパルス応答特定手段は、前記收音手段が生成した收音データに基づいてインパルス応答を特定しても良い。

10

20

30

40

50

【0011】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記インパルス応答特定手段は、前記收音手段により生成された收音データと前記測定用音データとの相互相関を演算することにより、前記インパルス応答を特定しても良い。その場合、前記測定用音データは、ホワイトノイズを表す音データであっても良い。

【0012】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記経路特性特定手段は、前記各方向についてのインパルス応答において、インパルス応答の立ち上がりのタイミングに基づいて前記経路距離を特定しても良い。

【0013】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記割当手段は、前記複数のチャンネルの信号を、前記方向ごとのインパルス応答のレベルが所定の閾値を越える方向のいずれかに割り当てても良い。

【0014】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記割当手段は、前記複数のチャンネルの信号を、前記方向ごとのインパルス応答のレベルが所定の閾値を越える方向であって、該方向と対応する放射角度が所定の角度範囲にある方向のいずれかに割り当てても良い。

【0015】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記割当手段は、前記複数のチャンネルの信号を、前記方向ごとのインパルス応答のレベルが所定の閾値を越える方向であって、該方向と対応する経路距離が所定の距離範囲にある方向のいずれかに割り当てても良い。

【0016】

本発明に係るサラウンド出力装置は、上記の構成において、前記出力手段は、複数のスピーカユニットを有するスピーカアレイであり、前記制御装置は、前記スピーカユニットごとに異なるタイミングで音データを供給させることで、前記出力手段が音を出力する方向を制御しても良い。

【0017】

本発明に係るプログラムは、コンピュータを、複数のチャンネルの信号を受取る受取手段と、音を表す測定用音データを記憶する記憶手段と、前記受取手段が受取った複数のチャンネルの信号または前記記憶手段に記憶された測定用音データに基づいて生成された音を、制御された方向にビーム化して出力する出力手段と、前記出力手段が音を出力する方向を制御する制御手段と、收音した音を表す收音データを生成する收音手段と、前記制御手段の制御により、前記出力手段が前記測定用音データに基づく音を各方向に出力するごとに、前記收音手段が該出力された音を收音して生成した收音データの各々から、各方向についてのインパルス応答を求めるインパルス応答特定手段と、前記各方向についてのインパルス応答に基づいて、各方向に出力された音が前記收音手段に到達する経路の経路距離および前記インパルス応答のレベルを求める経路特性特定手段と、前記経路特性特定手段により特定された各方向の経路の経路距離およびインパルス応答のレベルの各値が所定の関係を満たす方向を前記複数のチャンネルの各々に対して特定し、前記複数のチャンネルの信号を前記特定した方向に割り当てる割当手段として機能させ、前記制御手段は、前記割当手段により割り当てられた方向に前記複数のチャンネルの信号に基づく各音が出力されるように前記出力手段を制御させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明に係る音声信号出力装置、音声信号出力方法およびプログラムによれば、従来の方法に比べて、音響ビームの放射角度の精度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

10

20

30

40

50

(A : 構成)

本発明の一実施形態に係るスピーカ装置 1 の構成を説明する。

【0020】

(A - 1 : スピーカ装置 1 の外観)

図 1 は、スピーカ装置 1 の外観 (正面) を示す図である。同図に示すように、スピーカ装置 1 の筐体 2 の中央部には、スピーカアレイ 152 が配置されている。

スピーカアレイ 152 は、複数のスピーカユニット 153 - 1、153 - 2、...、153 - n (以下、互いに区別する必要がない場合には、スピーカユニット 153 と総称する) からなり、高い周波数帯域の音 (高域成分) を出力する。

また、スピーカ装置 1 の向かって左側には、ウーハ 151 - 1 が、右側にはウーハ 151 - 2 (以下、互いに区別する必要がない場合は、ウーハ 151 と総称する) が設けられており、ウーハ 151 は、低い周波数帯域の音 (低域成分) を出力する。

また、スピーカ装置 1 には、マイク端子 24 が設けられている。マイク端子 24 にはマイクロホンが接続可能であり、音信号 (アナログの電気信号) を受取る。

【0021】

(A - 2 : スピーカ装置 1 の内部構成)

図 2 は、スピーカ装置 1 の内部構成を示した図である。

同図に示す制御部 10 は、記憶部 11 に格納された制御プログラムに従って各種処理を行う。すなわち、設定されたパラメータに従って、後述する各チャンネルの音データの処理を行う。また、バスを介してスピーカ装置 1 の各部を制御する。

記憶部 11 は、例えば ROM (Read Only Memory) などの記憶手段である。記憶部 11 には、制御部 10 により実行される制御プログラム、測定用音データ、および楽曲データが格納されている。測定用音データとしては、楽曲データを用いることもできるが、ここではホワイトノイズを表す音データを用いる。なお、ホワイトノイズとは、全ての周波数成分を同じ強度で含む雑音である。また、楽曲データは、複数 (例えば、5 つ) のチャンネルからなるマルチチャンネル再生用の楽曲データである。

【0022】

A/D コンバータ 12 は、マイク端子 24 を介して音信号を受取り、受取った音信号をデジタルの音データに変換 (サンプリング) する。

D/A コンバータ 13 は、デジタルデータ (音データ) を受取り、アナログの音信号に変換する。

アンプ 14 は、アナログの音信号の振幅を増幅する。

放音部 15 は、上述したスピーカアレイ 152 およびウーハ 151 であり、受取った音信号に基づいて放音する。

デコーダ 16 は、有線または無線で接続された外部のオーディオデータ再生装置からオーディオデータを受取って音データに変換する。

なお、マイク端子 24 に接続されるマイク 30 は、無指向性のマイクロホンであり、收音した音を表す音信号を生成し出力する。

【0023】

(A - 3 : 各チャンネルの音データの処理に係る構成)

スピーカ装置 1 において処理された各チャンネルの音は、高域成分と低域成分とに分けて処理される。

【0024】

各チャンネルの音の低域成分は、コンテンツの制作時には、指向性を付与して出力 (サラウンド再生) されることが想定されていないのが一般的である。スピーカ装置 1 においても、低域成分はサラウンド再生がなされないものとし、低域成分の処理に係る構成については説明を省略する。

【0025】

一方、各チャンネルの音の高域成分は、サラウンド再生がなされる。以下、高域成分の処理に係る構成について図 3 を参照して説明する。

10

20

30

40

50

同図に示すように、スピーカ装置 1 においては、デコーダ 16 を介して入力されたオーディオデータまたは記憶部 11 から読み出された楽曲データに含まれる 5 チャンネルの音データ（フロントのレフト（FL）/ライト（FR）、サラウンドのレフト（SL）/ライト（SR）、センター（C））が処理される。

【0026】

ゲイン制御部 110 - 1 ~ 110 - 5（以下、互いに区別する必要がない場合には、ゲイン制御部 110 と総称する）は、所定のゲインで音データのレベルを調整する。

なお、各ゲイン制御部 110 には、各チャンネルの音が聴取者に到達するまでに生じる減衰を補償するように、各チャンネルの音の経路距離に応じたゲインが設定される。すなわち、サラウンドチャンネル（SL および SR）においては、スピーカレイ 152 から聴取者までの経路距離が長く減衰が大きくなるので、ゲイン制御部 110 - 1 と 110 - 5 においてゲイン（音量）は大きく設定される。また、フロントチャンネル（FL および FR）およびセンターチャンネル（C）に対応するゲイン制御部 110 - 2 と 110 - 4 と 110 - 3 において、ゲインは中程度の大きさに設定される。

10

【0027】

周波数特性補正部（EQ）120 - 1 ~ 120 - 5（以下、互いに区別する必要がない場合には、周波数特性補正部 120 と総称する）は、各チャンネルの音の経路上で音に生じる周波数特性の変化を補償するように、周波数特性の補正を行う。例えば、周波数特性補正部 120 - 1、120 - 2、120 - 4 および 120 - 5 は、壁面における反射に伴う周波数特性の変化を補償するように周波数特性を制御する。

20

【0028】

遅延回路（DLY）130 - 1 ~ 130 - 5（以下、互いに区別する必要がない場合には、遅延回路 130 と総称する）は、各チャンネルの音に遅延時間を付与し、各チャンネルの音が聴取者に到達するタイミングを制御する。すなわち、経路距離が最も長いサラウンドチャンネル（SL, SR）に対応する遅延回路 130 - 1 および 130 - 5 の遅延時間を 0 とし、フロントチャンネル（FL, FR）に対応する遅延回路 130 - 2 および 130 - 4 にはサラウンドチャンネルとの経路距離の差に対応する第 1 の遅延時間 d_1 が設定される。また、センターチャンネル（C）に対応する遅延回路 130 - 3 には、サラウンドチャンネルとの経路距離の差に対応する第 2 の遅延時間 d_2 ($d_2 > d_1$) が設定される。

30

【0029】

指向性制御部（DirC）140 - 1 ~ 140 - 5（以下、互いに区別する必要がない場合には、指向性制御部 140 と総称する）は、対応する遅延回路 130 から入力される音データに下記の処理を施し、各スピーカユニット 153 に対応して設けられた複数の重畳部 150 - 1 ~ 150 - n（以下、互いに区別する必要がない場合には、重畳部 150 と総称する）に対してそれぞれ異なる音データを出力する。

各指向性制御部 140 には、スピーカレイ 152 を構成する n 個のスピーカユニット 153 のそれぞれに対応付けて、遅延回路とレベル制御回路が設けられている。各遅延回路は、各重畳部 150（ひいては、各スピーカユニット 153）に供給される音データを所定の時間だけ遅延させる。各遅延回路には当該処理対象となった音データが所定の方向にビーム化されるような遅延時間が設定される。また、各レベル制御回路は、各チャンネルの音データにウインドウ係数を乗算する。該処理により、スピーカレイ 152 から出力される音のサイドローブが少なく制御される。

40

重畳部 150 は、各指向性制御部 140 から音データを受取り加算する。加算された音データは、D/A コンバータ 13 に出力される。

上述したゲイン制御部 110、周波数特性補正部 120、遅延回路 130、指向性制御部 140、および重畳部 150 は、制御部 10 が記憶部 11 に格納された制御プログラムを実行することにより実現される機能である。

【0030】

D/A コンバータ 13 は、重畳部 150 - 1 ~ 150 - n から受取った音データを D /

50

A変換し、アナログ信号をアンプ14に出力する。

アンプ14は、受取った信号を増幅し、各重置部150-1~150-nに対応して設けられたスピーカユニット153-1~153-nに出力する。

スピーカユニット153は、各々は無指向性のスピーカであり、受取った信号に基づいて放音する。

【0031】

(B:動作)

以下では、本発明に係るスピーカ装置1の動作について説明する前に、スピーカ装置1により実現されるサラウンド音場について簡単に説明する。

【0032】

(B-1:サラウンド音場)

図4は、スピーカ装置1が設置された空間における、各チャンネルの音の経路を模式的に示した図である。各チャンネルの音は、強い指向性を付与され、チャンネルごとに設定された放射角度でスピーカアレイ152から出力される。フロントチャンネル(FLおよびFR)の音は、聴取者の側面で1度反射して聴取者に到達する。また、サラウンドチャンネル(SLおよびSR)の音は、聴取者の側面および背面でそれぞれ1回反射して聴取者に到達する。また、センターチャンネルの音は、スピーカ装置1の前方へ出力される。その結果、各チャンネルの音がそれぞれ異なる方向から聴取者に到達し、聴取者は、各チャンネルの音源(仮想音源)が、各チャンネルの音が届いた方向にあるように感じる。

【0033】

なお、このように各チャンネルの音は互いに異なる経路を辿ってから聴取者に到達することから、聴取者に到達した各チャンネルの音には、辿った経路ごとに異なる効果が付与されている。例えば、経路ごとに経路距離が異なることから、各チャンネルの音は音量レベルの減衰の度合いが異なったり到達時間がずれたりするといった効果や、経路ごとに壁面での反射回数や該壁面の反射特性が異なるため、周波数特性の変化の態様がチャンネル間で異なるといった効果が生じる。スピーカ装置1において、上記チャンネル間での音量レベルの減衰・到達時間のずれ・周波数特性の差異は、チャンネルごとにデータ処理がなされることにより補正される。

【0034】

上記のように、各チャンネルの音に所定の処理を施してビーム化して出力することを、「ビーム制御」と呼ぶ。好適なサラウンド音場は、該ビーム制御に係るパラメータが適切に設定されることにより実現される。

【0035】

スピーカ装置1は、以下に説明する自動最適化処理により各種パラメータが最適化される。

(B-2:自動最適化処理)

スピーカ装置1が設置されると、まず「自動最適化処理」が行われる。自動最適化処理とは、各チャンネルの音のビーム制御に係るパラメータを自動的に設定する処理である。

図5は、自動最適化処理の流れを示すフローチャートである。

【0036】

自動設定処理の前に、マイク30がスピーカ装置1のマイク端子24に接続される。そしてマイク30は、聴取者が音を聴取する位置に設置される(図4参照)。このとき、聴取者の耳の高さにマイク30を設置するのが理想的である。

【0037】

ステップSA10において、ビーム化された音が出力される角度(放射角度)の初期値が設定される。以下、放射角度は、スピーカ装置1の側から見た場合に、スピーカ装置1の正面方向の放射角度を基準(0°)とし、基準より左方向を正の角度として説明する。本実施形態において放射角度の初期値としては、-80°(右方向)等が設定される。

【0038】

ステップSA20において、測定用音データが記憶部11から読み出され、測定用音デ

10

20

30

40

50

ータに基づいてホワイトノイズが出力される。ホワイトノイズは、その時点でスピーカ装置 1 に設定されている放射角度に強い指向性を付与され、音響ビームとして出力される。

【0039】

ステップ S A 3 0 において、マイク 3 0 により、空間内の音（ホワイトノイズを含む）が收音され、收音された音を表す音信号がマイク端子 2 4 を介してスピーカ装置 1 に供給される。

【0040】

ステップ S A 4 0 において、スピーカ装置 1 に供給された音信号は、A / D コンバータ 1 2 により A / D 変換され、「收音データ」として記憶部 1 1 に記憶される。該收音データの各時刻における收音内容は、種々の経路を辿ってマイク 3 0 に到達した複数の音成分を含む。なお、各音成分は、各音成分が辿った経路を音速で除した時間だけ前にスピーカアレイ 1 5 2 から出力された音であり、その経路に応じて特性（音量レベルおよび周波数特性）が変化している。

10

【0041】

ステップ S A 5 0 において、上記收音データに基づいてインパルス応答が特定される。本実施形態においては、「直接相関法」と一般に呼ばれている方法によりインパルス応答が特定される。簡単には、入力されたデータ（測定用音データ）と、出力されたデータ（該測定用音データの出力に応じて生成された收音データにおいて各種の遅延時間が施されたデータ）の「相互相関関数」は、入力されたデータ（測定用音データ）の自己相関関数とインパルス応答を畳み込んだデータに等しくなることに基づいて、インパルス応答が特定される。

20

直接相関法によれば、マイク 3 0 により拾われたノイズ（暗騒音など）が收音データに含まれている場合でも、ノイズに影響を受けることなくインパルス応答が算出される。なぜなら、入力された測定用音データとノイズとの間に相関がないことから、インパルス応答の算出の際にノイズに由来する因子が打ち消されるためである。

【0042】

このようにして特定されたインパルス応答は、音響ビームが出力された瞬間を時刻 0 とした場合に、該音響ビームに含まれる各音成分がマイク 3 0 に到達する各時刻の音量レベルの分布になる。図 6 は、放射角度が 4 0 ° の場合に、このような方法で得られたインパルス応答を表すグラフである。

30

【0043】

図 6 に示すインパルス応答のデータにおいては、約 3 4 m s の位置に応答のピークが見られる。従って、スピーカ装置 1 から出力された音響ビームは、約 3 4 m s 後にマイク 3 0 に到達し收音されたことがわかる。

また、インパルス応答のデータから、音響ビームが辿った経路距離を推定することもできる。例えば、上記 3 4 m s 後にマイク 3 0 に到達した音成分は、空間内を 3 4 0 m / s の音速で伝播したと仮定すると、 $3 4 0 \times 0 . 0 3 4 = 1 2$ m の経路距離を辿ったことが推定される。従って、同図に示すインパルス応答において、横軸の時間軸は、経路距離として捉えることも可能である。

【0044】

40

また、インパルス応答のピークのレベルは、出力された音の收音の効率を示している。すなわち、該ピークのレベルが高いほど、出力されたホワイトノイズが音量レベルの減衰や音の変化などをあまり受けずに、マイク 3 0 に効率的に到達したことを示す。従って、例えば、マイク 3 0 が音響ビームの放射角度の方向に設置されている場合や、音響ビームの反射経路上にマイク 3 0 が設置されている場合や、マイク 3 0 に到達するまでの経路において壁面などにおける反射の回数が少ない場合などに、インパルス応答のピークのレベルは高くなる。

【0045】

ステップ S A 6 0 において、上記特定されたインパルス応答が記憶部 1 1 に書き込まれる。なお、このときインパルス応答のデータから、所定の経路距離（すなわち、時間）の

50

範囲（例えば、0～20m）についてのみ記憶部11に書き込まれるようにする。なぜなら、例えば20mを越える経路は、各チャンネルの音の経路としては不適切な経路であり、以降の処理に用いられないからである。

【0046】

ステップSA70において、全ての放射角度でのインパルス応答が特定されたか否かが判定される。まずステップSA10において、放射角度は初期値の -80° （右方向）等に設定されてインパルス応答が特定されるが、該放射角度は順次所定角度（例えば $+2^{\circ}$ ）ずつ変化させながら同様の処理が繰り返され、各放射角度におけるインパルス応答が特定される。該処理は、放射角度 $=+80^{\circ}$ 等まで繰り返される。

【0047】

従って、放射角度が -80° の場合のインパルス応答が特定された現段階では、ステップSA70における判定結果は“N o”となり、ステップSA80の処理が行われる。

ステップSA80において、放射角度の変更がなされる。すなわち、その時点で設定されている放射角度が $+2^{\circ}$ 変更される。すなわち、放射角度は -78° となる。

【0048】

上記ステップSA30ないしSA80の処理、すなわち放射角度が変更されると共に該放射角度におけるインパルス応答が特定される処理が繰り返される。最終的に放射角度 $+80^{\circ}$ におけるインパルス応答が特定されると、ステップSA70の判定結果は“Y e s”となり、ステップSA90以降の処理が行われる。

【0049】

ステップSA90において、各放射角度におけるインパルス応答のデータが記憶部11から読み出され、レベル分布図が生成される。まず、インパルス応答のデータにおいて各経路距離（時刻）における応答値の2乗値が計算され、該2乗の値に対してエンベロープ（包絡線）が生成される。そして、各放射角度における上記エンベロープは、レベル分布図の各放射角度に対応付けられる。その結果、レベル分布図においては、放射角度（横軸）および経路距離（縦軸）に対して、インパルス応答に基づくエンベロープが3次元的に対応付けて示される。

【0050】

ステップSA100において、レベル分布図から、エンベロープの値が所定の閾値を越えている領域（ピーク領域）、すなわち、放射角度と経路距離の組み合わせが特定される。図7に示すレベル分布図においては、該ピーク領域が斜線で示されている。例えば、図6に示したインパルス応答（放射角度は 40° ）の結果によれば、経路距離12mに対応する位置に応答値のピークが見られる。この結果と対応するように、図7に示すレベル分布図においては、放射角度 40° に対して経路距離12mの位置にピーク領域が存在している。

【0051】

次に、上記レベル分布図に含まれるピーク領域から、5つのチャンネルの音データに対応するピーク領域が特定される。以下では、各ピーク領域から、5つのチャンネルの音データに対応するピーク領域を特定する方法を説明する。

【0052】

ステップSA110において、まず、センターチャンネルに対応するピーク領域（以下、センターチャンネルピーク領域）が特定される。センターチャンネルピーク領域は、所定の角度範囲（例えば、 $-20^{\circ} \sim +20^{\circ}$ ）で応答値がピークを示すピーク領域として特定する。例えば、図7のレベル分布図においては、放射角度 0° 、経路距離3mのピーク領域がセンターチャンネルピーク領域として特定される。

特定されたセンターチャンネルピーク領域に対応する放射角度および経路距離は、記憶部11に書き込まれる。

【0053】

ステップSA120において、センターチャンネルピーク領域に基づいて、他の各チャンネルに対応するピーク領域が、以下のように特定される。

10

20

30

40

50

レベル分布図に含まれる各ピーク領域は、該ピーク領域が対応する放射角度と経路距離の関係から、以下の3つのグループに分類される。

- (1) フロントチャンネルピーク領域
- (2) サラウンドチャンネルピーク領域
- (3) 乱反射ピーク領域

【0054】

レベル分布図に含まれる各ピーク領域は、以下のアルゴリズムに従って上記(1)～(3)のグループに分類される。まず、分類の基準として用いられる「判別値D」は、各ピーク領域について、以下のように計算される。なお、数式1において、LはステップSA110において特定されたセンターチャンネルの経路距離であり、 θ は各ピーク領域に対応する放射角度である。

【数1】

$$D = \frac{L}{\cos\theta}$$

【0055】

次に、各ピーク領域について、該ピーク領域に対応する経路距離と上記計算された判別値Dとが比較される。比較の結果、各ピーク領域に対応する経路距離が、該ピーク領域について計算された判別値Dと略一致していれば(差分が所定の閾値未満であれば)、該ピーク領域はフロントチャンネルピーク領域(1)と判定される。また、各ピーク領域に対応する経路距離が、該ピーク領域について計算された判別値Dよりも大きく、その差分が上記所定の閾値以上であれば、当該ピーク領域はサラウンドチャンネルピーク領域(2)と判定される。また、各ピーク領域に対応する経路距離が、該ピーク領域について計算された判別値Dよりも短く、その差分が上記所定の閾値以上であれば、当該ピーク領域は乱反射ピーク領域(3)と判定される。

【0056】

上記のようなアルゴリズムにより、レベル分布図に含まれる各ピーク領域と各チャンネルとの対応付けが可能であるのは、次のような理由による。

図8は、スピーカ装置1が設置された空間における音の経路を示した図である。同図において、センターチャンネルの経路距離はLで示されている。ここで、スピーカ装置1からマイク30までの経路において、フロントチャンネルの音の経路は、同図において実線で示される経路である。該経路の経路距離は、幾何学的に $L / \cos\theta$ (=判別値D)となる。従って、上記フロントチャンネルピーク領域の特定にあたり、「ピーク領域に対応する経路距離が、該ピーク領域について計算された判別値Dと略等しいこと」を基準とすれば、適切にフロントチャンネルピーク領域が特定される。

【0057】

また、図8と同様に空間における音の経路を示した図9において、サラウンドチャンネルの音の経路は、実線で示される経路である。該経路の経路距離は、幾何学的に $(L + 2 \times l) / \cos\theta = D + (2 \times l / \cos\theta)$ と表される。このように、サラウンドチャンネルの音の経路距離は判別値Dよりも大きな値となる。従って、上記サラウンドチャンネルピーク領域の特定にあたり、「ピーク領域に対応する経路距離が、該ピーク領域について計算された判別値Dよりも大きいこと」を基準とすれば、適切にサラウンドチャンネルピーク領域が特定される。

【0058】

また、マイク30には、スピーカ装置1において発生し、制御された指向性とは異なる方向へ伝搬する音成分(乱反射音)が到達する。このような乱反射音の中でも、スピーカ装置1から直接マイク30に届く音による成分は、レベル分布図においてピーク領域として検出されることがある。そのようなピーク領域の経路距離は、センターチャンネルの音の経路距離と略同じLとなり、判別値Dよりも小さな値となる(図10参照)。従って、上記乱反射ピーク領域の特定にあたり、「ピーク領域の経路距離が判別値Dよりも小さい

10

20

30

40

50

こと」を基準とすれば、適切に乱反射ピーク領域が特定される。

【0059】

ステップSA130において、各チャンネルの音のビーム制御に係る各種パラメータがスピーカ装置1の各部に設定される。すなわち、レベル分布図において、各チャンネルに対応するピーク領域が特定され、該ピーク領域に対応する放射角度および経路距離が、該チャンネルの音のビーム制御に用いられる放射角度および経路距離として設定される。

【0060】

以下では、サラウンドのライト(SR)チャンネルを例にとって、ビーム制御に係るパラメータの設定方法について、具体的に説明する。他のチャンネルについても同様に、それぞれ特定されたピーク領域に対応する放射角度および経路距離に基づいてパラメータが設定される。

10

まず、図3に示すスピーカ装置1の各部において、SRチャンネルの音データの処理を行うゲイン制御部110-5には、SRチャンネルの経路距離に基づいて決定されたゲインが設定される。SRチャンネルの経路距離は12mと比較的長いことから、ゲイン制御部110-5には比較的高いゲインが設定される。

【0061】

SRチャンネルの音データを処理する遅延回路130-5には、遅延時間として0秒が設定される。但し、他のチャンネルの処理に係る遅延回路130-1~130-4には、各遅延回路130が処理する各チャンネルの音の経路距離と、SRチャンネルの音の経路距離との差分に基づいて遅延時間が設定される。例えば、フロントのライト(FR)チャンネルの経路距離は7mであり、SRチャンネルの経路距離(12m)より5m短いことから、遅延回路130-5には、音が5m進むのに要する時間である約15msの遅延時間が設定される。

20

【0062】

SRチャンネルの音データを処理する指向性制御部140-5には、SRチャンネルの音の放射角度として、40°が設定される。すなわち、指向性制御部140-5に設けられた複数の遅延回路には、各重畳部150に出力する音データに対してそれぞれ異なる遅延を付与し、その結果として、SRチャンネルの音は放射角度40°の方向にビーム化される。

【0063】

以上で自動設定処理を終了する。図4に示されるように、各チャンネルの音は、それぞれ異なる経路を辿って聴取者に到達する。従って、聴取者に到達するまでの経路の経路距離に応じた音量レベルの減衰および時間遅延、経路上の反射の回数および反射面の材質による音の減衰や周波数特性の変化など、各種音の特性はチャンネルごとに異なる。このような理由から、チャンネルごとにゲイン・周波数特性・遅延時間に係るパラメータが設定され、各チャンネルの音データ間で調和が図られる。また、各チャンネルの音が最適な放射角度で出力され最適な角度で聴取者に到達するよう、指向性制御に係るパラメータが設定される。初期設定処理においては、以上のようにして最適なサラウンド再生がなされるよう各種パラメータが設定される。

30

【0064】

(B-3:サラウンド再生)

以下では、自動設定処理により各種パラメータが最適化された段階でのサラウンド再生の態様について簡潔に説明する。

40

図3に示すように、デコーダ16を介して入力されたオーディオデータまたは記憶部11から読み出された楽曲データに含まれる5チャンネル(FL、FR、SL、SRおよびC)の音データが読み出され、各チャンネル系統に設けられたゲイン制御部110、周波数特性補正部120および遅延回路130により、チャンネル間で音量レベル・周波数特性・遅延時間が調和するよう補正がなされる。

【0065】

指向性制御部140は、スピーカユニット153に供給される各チャンネルの音データ

50

にそれぞれ異なる態様（ゲインおよび遅延時間）の処理をし、スピーカアレイ 1 5 2 から出力された各チャンネルの音は特定の方向にビーム化される。ビーム化された各チャンネルの音は、図 4 に示すように各経路を辿り、それぞれ異なる方向から聴取者に到達する。これらの音データ処理に係る各種パラメータは、自動設定処理により全てのチャンネルにおいて最適化されており、聴取者は最適化されたサラウンド音場を楽しむことができる。

【 0 0 6 6 】

（ C : 変形例 ）

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されることなく、他の様々な形態で実施可能である。以下にその一例を示す。なお、以下に説明した各実施形態は、適宜組み合わせる実施しても良い。

10

【 0 0 6 7 】

（ 1 ） 上述した実施形態においては、測定用音データの音をホワイトノイズとする場合について説明した。しかし、測定用音データの音はホワイトノイズに限定されるものではなく、T S P（Time Stretched Pulse）信号が表す音など他の音でも良い。なお、T S P 信号とは、インパルス時間を時間軸で引き伸ばした信号である。

【 0 0 6 8 】

（ 2 ） 上述した実施形態においては、直接相関法を用いて、各放射角度におけるインパルス応答を特定する場合について説明したが、インパルス応答の特定方法は、直接相関法に限られるものではない。

20

（ a ） インパルス音の收音

測定用音データとして、インパルス音（きわめて短い音）を用い、該音をマイク 3 0 で收音することにより、直接的にインパルス応答を測定しても良い。

（ b ） クロススペクトル法

測定用音データとして、上記実施形態と同様にホワイトノイズを用い、測定用音データの自己相関関数をフーリエ変換したものと、測定用音データと收音データの相互相関関数をフーリエ変換したものの商を算出し、該商を逆フーリエ変換するとインパルス応答を演算することができる。クロススペクトル法は、上記実施形態における直接相関法と同様である。

【 0 0 6 9 】

（ 3 ） 上述した実施形態においては、レベル分布図において各ピーク領域をグループに分類する際のアルゴリズムの一例を説明した。上記の条件に加えて、もしくは上記の条件に代えて、以下のような条件により分類しても良い。

30

（ a ） レベル分布図における各ピーク領域について、各ピーク領域に対応付けられた放射角度に基づいて分類しても良い。例えば、フロントチャンネルピーク領域は、センターチャンネルピーク領域の放射角度を基準とした所定の角度範囲内（例えば、 $14^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ）にあることを条件として特定しても良い。そして、サラウンドチャンネルピーク領域は、センターチャンネルの放射角度を基準とした所定の角度範囲内（例えば、 $25^{\circ} \sim 84^{\circ}$ ）にあることを条件として特定しても良い。

（ b ） レベル分布図における各ピーク領域について、検出された音量レベルを参照して分類しても良い。例えば、フロントチャンネルのピーク領域は、該ピーク領域に対応する收音データにおける音量レベルが -15 dB 以上であることを条件としても良い。しかし、この場合、サラウンドチャンネルの音は、2 度壁面で反射をしてからマイク 3 0 に到達することから、サラウンドチャンネルのピーク領域の特定においては、音量レベルの条件を設けない、などとしても良い。

40

【 0 0 7 0 】

（ 4 ） 上述した実施形態において、各ピーク領域の経路距離と判別値 D が所定の関係を満たすことを基準として、分類する旨を説明した。上述の条件によっても、ピーク領域が複数特定されるなどといった場合などには、更に以下のような条件によりピーク領域を特定しても良い。

（ a ） （センターチャンネルピーク領域の放射角度） $14^{\circ} < \text{ピーク領域の放射角度} <$

50

(センターチャンネルピーク領域の放射角度) + 14°である場合は、該ピーク領域はいずれのグループにも属さないとしても良い。なぜなら、センターチャンネルと放射角度に差が殆どない場合、該ピーク領域は、センターチャンネルを除く他のいずれのチャンネルにも対応しないと考えられるからである。

(b) 判別値 $D / 1.4$ ピーク領域の経路距離 判別値 $D \times 1.3$ である場合に、当該ピーク領域をフロントチャンネルピーク領域として特定しても良い。すなわち、このような数値関係を満たす場合に、「当該ピーク領域に対応する経路距離が判別値 D とおおよそ一致している」と判定しても良い。但し、上式を満たす場合でも、下のいずれかの式を満たす場合には、該ピーク領域をフロントチャンネルピーク領域ではないと判定しても良い。

- ・ $84 <$ ピーク領域の放射角度の絶対値
- ・ ピーク領域の放射角度の絶対値 < 25
- ・ ピーク領域の音量レベル < -15 dB

(c) 判別値 $D \times 1.3 <$ ピーク領域の経路距離である場合は、該ピーク領域をサラウンドチャンネルのピーク領域として特定しても良い。すなわち、このような数値関係を満たす場合に、「当該ピーク領域に対応する経路距離が判別値 D よりも大きく、その差分が上記所定の閾値以上である」と判定しても良い。但し、上式を満たす場合でも、下式を満たす場合には、該ピーク領域をサラウンドチャンネルピーク領域ではないと判定しても良い。

- ・ $60 <$ ピーク領域の放射角度の絶対値

(d) ピーク領域の経路距離 $<$ 判別値 $D / 1.4$ である場合は、該ピーク領域を乱反射ピーク領域として特定しても良い。すなわち、このような数値関係を満たす場合に、「当該ピーク領域に対応する経路距離が判別値 D よりも短く、その差分が上記所定の閾値以上である」と判定しても良い。但し、上式を満たす場合でも、下のいずれかの式を満たす場合には、該ピーク領域を乱反射ピーク領域ではないと判定しても良い。

- ・ $84 <$ ピーク領域の放射角度の絶対値
- ・ ピーク領域の放射角度の絶対値 < 25
- ・ ピーク領域の音量レベル < -15 dB

なお、上記の条件(数式)は、あくまでも一例であり、条件に用いられた数値は適宜変更しても良い。また、上記の条件の中からいずれを組み合わせて用いても良い。要は、各ピーク領域に対応する放射角度・経路距離・音量レベルのパラメータの1または複数に基づいて各ピーク領域の分類を行えば良い。

【0071】

(5) 上述した実施形態において、スピーカユニット153はマトリクス状に配置されている場合について説明したが、その配置態様は少なくともライン状に配置されている部分が含まれていれば良い。

【0072】

(6) 上述した実施形態において、レベル分布図からピーク領域を複数特定する際(ステップSA100)のインパルス応答の2乗値に係る閾値は適宜変更が可能である。例えば、該ステップにおいてピーク領域が所定数(例えば、5)未滿しか特定されなかった場合などには閾値を下げたり、所定数(例えば、8以上)のピーク領域が特定された場合には、閾値を上げるなどして、続くステップSA110および120において各チャンネルのピーク領域の特定の効率や正確さを上げるようにしても良い。

【0073】

(7) 上述した実施形態における制御部10によって実行されるプログラムは、磁気記録媒体(磁気テープ、磁気ディスク(HDD、FD)など)、光記録媒体(光ディスク(CD、DVD)など)、光磁気記録媒体、半導体メモリなどのコンピュータ読取り可能な記録媒体に記録した状態で提供し得る。また、インターネットのようなネットワーク経由でダウンロードさせることも可能である。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

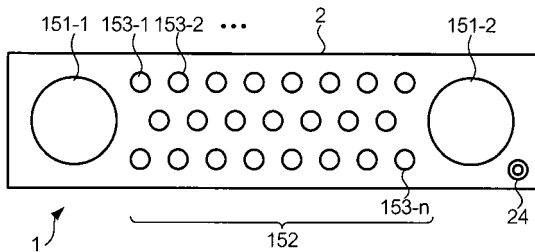
- 【 図 1 】 スピーカ装置 1 の外観を示す図である。
- 【 図 2 】 スピーカ装置 1 の構成を示すブロック図である。
- 【 図 3 】 スピーカ装置 1 の高域成分の処理に係る構成を示すブロック図である。
- 【 図 4 】 スピーカ装置 1 により生成されるサラウンド音場を示す図である。
- 【 図 5 】 自動設定処理の流れを示すフローチャートである。
- 【 図 6 】 インパルス応答（放射角度が 40° の場合）の一例である。
- 【 図 7 】 レベル分布図の一例を示したブロック図である。
- 【 図 8 】 フロントチャンネルの音の経路を示した図である。
- 【 図 9 】 サラウンドチャンネルの音の経路を示した図である。
- 【 図 10 】 乱反射音の経路を示した図である。

【 符号の説明 】

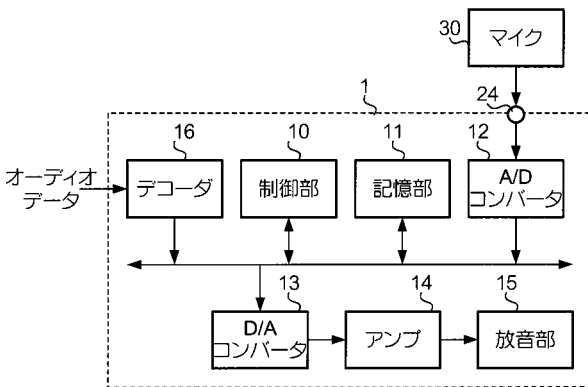
【 0 0 7 5 】

1 ... スピーカ装置、 2 ... 筐体、 10 ... 制御部、 11 ... 記憶部、 12 ... A / D コンバータ、
 13 ... D / A コンバータ、 14 ... アンプ、 15 ... 放音部、 110 ... ゲイン制御部、 120 ...
 周波数特性補正部（EQ）、 130 ... 遅延回路（DLY）、 140 ... 指向性制御部（DirC）、 150 ...
 重畳部、 24 ... マイク端子、 30 ... マイク、 151 ... ウーハ、 152 ...
 ... スピーカアレイ、 153 ... スピーカユニット

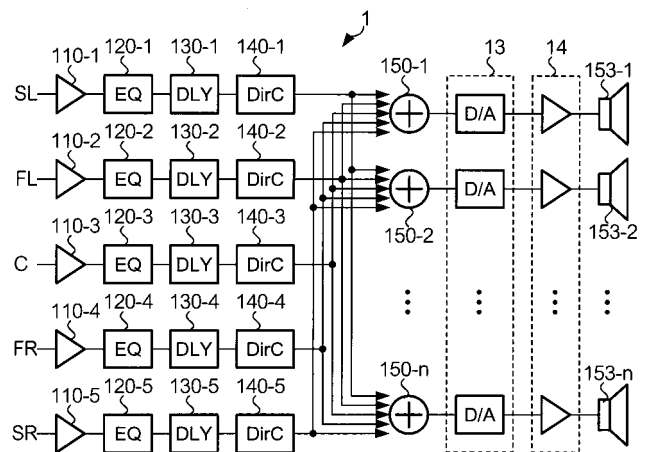
【 図 1 】



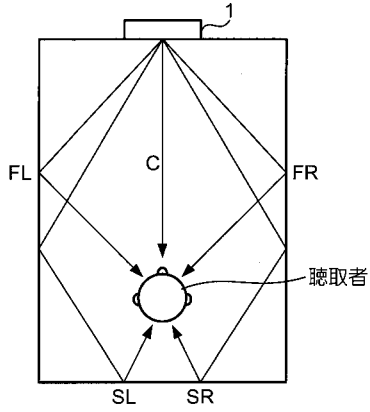
【 図 2 】



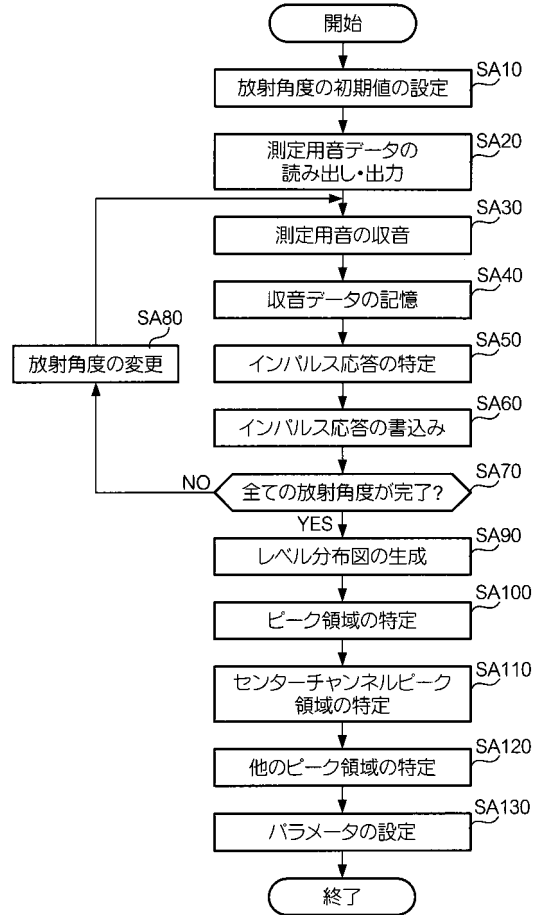
【 図 3 】



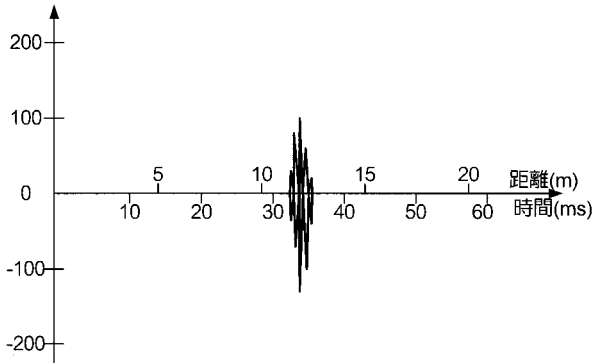
【 図 4 】



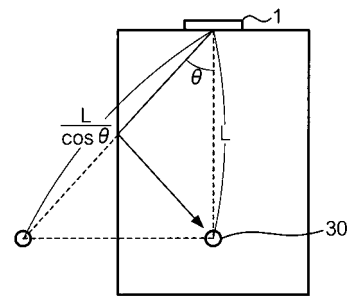
【 図 5 】



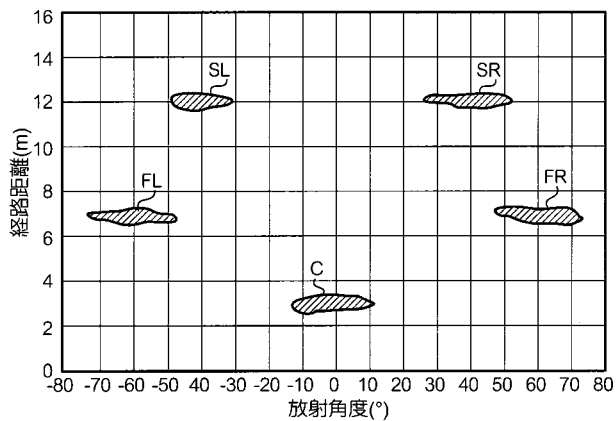
【 図 6 】



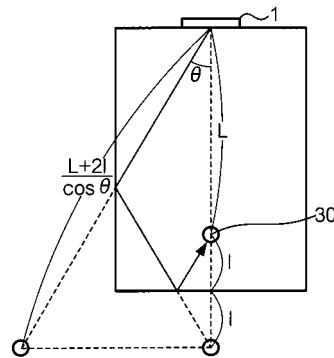
【 図 8 】



【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

