

(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2017-181783

(P2017-181783A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
G10K 15/00 (2006.01)		G10K	15/00		L	5D162
H04R 3/00 (2006.01)		H04R	3/00	310		5D220
H04S 5/02 (2006.01)		H04S	5/02		D	

審査請求 有 請求項の数 17 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-68904 (P2016-68904)
 (22) 出願日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(71) 出願人 710014351
 オンキヨー株式会社
 大阪府寝屋川市日新町2番1号
 (74) 代理人 110001623
 特許業務法人真菱国際特許事務所
 (72) 発明者 平 和彦
 大阪府寝屋川市日新町2番1号 オンキョ
 ー&パイオニアテクノロジー株式会社内
 Fターム(参考) 5D162 AA07 CA21 CD01 DA02 EG02
 5D220 AA03

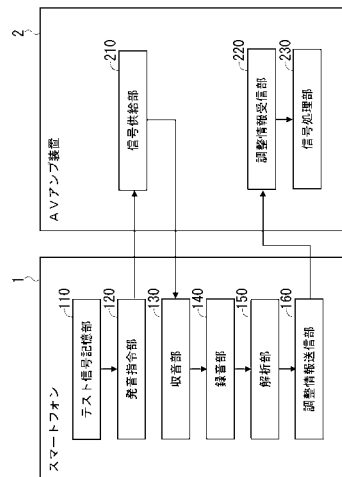
(54) 【発明の名称】 音場制御システム、解析装置、音響装置、音場制御システムの制御方法、解析装置の制御方法、音響装置の制御方法、プログラム、記録媒体

(57) 【要約】

【課題】スピーカーから発音されたテスト音列を收音して各種計測を行う場合の、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定すること。

【解決手段】本発明の音場制御システムSYは、スピーカーにテスト信号列を供給する信号供給部210と、テスト信号列に基づいてスピーカーから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音し、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する解析部150と、を備え、解析部150は、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカーから発音されるn番目(但し、nはn-2となる整数)のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

スピーカーに、テスト信号列を供給する信号供給部と、

前記テスト信号列に基づいて前記スピーカーから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音し、前記テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定部と、を備え、

前記先頭テスト音收音時刻決定部は、前記マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記テスト信号列によって規定される前記先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカーから発音される n 番目（但し、 n は $n \geq 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の收音時刻を前記先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする音場制御システム。

10

【請求項 2】

前記先頭テスト音收音時刻決定部は、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記先頭テスト音と前記 n 番目のテスト音との発音間隔経過後に音が検出されなかったと判定した場合、前記先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の音場制御システム。

【請求項 3】

前記先頭テスト音收音時刻決定部は、前記先頭テスト音を発音するスピーカーについて、前記テスト信号列によって規定される最後のテスト音の收音時刻から、当該最後のテスト音とその前のテスト音との発音間隔経過後に音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の音場制御システム。

20

【請求項 4】

前記テスト信号列は、前記複数のスピーカーに、それぞれ x 回（但し、 $x \geq 2$ となる整数）ずつテスト音を発音させるものであり、

前記先頭テスト音收音時刻決定部により決定した前記先頭テスト音の收音時刻を基準として、前記スピーカーごとに、前記 x 回発音された前記テスト音の收音結果のうち少なくとも一部の收音結果を用いて同期加算を行う同期加算部と、

前記同期加算部の加算結果を用いて、各スピーカーに供給する音声信号の遅延処理を行う信号処理部と、を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の音場制御システム。

30

【請求項 5】

前記テスト信号列の発音タイミングを示す情報と、前記同期加算部の加算結果から得られる前記スピーカーごとに同期加算された各テスト音の收音タイミングと、を比較し、各テスト音の発音タイミングと收音タイミングの時間差を算出する時間差算出部を備え、

前記信号処理部は、前記時間差算出部により算出された前記時間差に基づいて、前記遅延処理を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の音場制御システム。

【請求項 6】

前記テスト信号列は、前記テスト音を一定の間隔で発音させる信号列であることを特徴とする請求項 5 に記載の音場制御システム。

40

【請求項 7】

前記時間差算出部は、前記先頭テスト音の收音時刻から所定時間遡った時点を基準とし、前記一定の間隔ごとに分割区間を設定したときの各分割区間の開始点から各テスト音の收音時刻までの時間長と、前記所定時間との時間差を算出することを特徴とする請求項 6 に記載の音場制御システム。

【請求項 8】

前記マイクロフォンにより前記テスト音列を含む音を收音し、前記先頭テスト音收音時刻決定部、前記同期加算部および前記時間差算出部を有する解析装置と、

前記信号供給部および前記信号処理部を有する音響装置と、から成り、

前記解析装置と前記音響装置は、無線通信を介して接続されることを特徴とする請求項

50

5 ないし7のいずれか1項に記載の音場制御システム。

【請求項9】

テスト信号列に基づいてスピーカから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音する收音部と、

前記收音部の收音結果から、前記テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定部と、を備え、

前記先頭テスト音收音時刻決定部は、前記マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記テスト信号列によって規定される前記先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカから発音される n 番目(但し、 n は $n-2$ となる整数)のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の收音時刻を前記先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする解析装置。

10

【請求項10】

スピーカに、テスト信号列を供給する信号供給部と、

前記テスト信号列に基づいて前記スピーカから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音した收音結果から、前記テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定部と、を備え、

前記先頭テスト音收音時刻決定部は、前記マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記テスト信号列によって規定される前記先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカから発音される n 番目(但し、 n は $n-2$ となる整数)のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の收音時刻を前記先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする音響装置。

20

【請求項11】

スピーカに、テスト信号列を供給する信号供給ステップと、

前記テスト信号列に基づいて前記スピーカから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音し、前記テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定ステップと、を実行し、

前記先頭テスト音收音時刻決定ステップは、前記マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記テスト信号列によって規定される前記先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカから発音される n 番目(但し、 n は $n-2$ となる整数)のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の收音時刻を前記先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする音場制御システムの制御方法。

30

【請求項12】

テスト信号列に基づいてスピーカから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音する收音ステップと、

前記收音ステップの收音結果から、前記テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定ステップと、を実行し、

前記先頭テスト音收音時刻決定ステップは、前記マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記テスト信号列によって規定される前記先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカから発音される n 番目(但し、 n は $n-2$ となる整数)のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の收音時刻を前記先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする解析装置の制御方法。

40

【請求項13】

スピーカに、テスト信号列を供給する信号供給ステップと、

前記テスト信号列に基づいて前記スピーカから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音した收音結果から、前記テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定ステップと、を実行し、

50

前記先頭テスト音收音時刻決定ステップは、前記マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した前記先頭音の收音時刻から、前記テスト信号列によって規定される前記先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカから発音される n 番目（但し、 n は $n - 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、前記先頭音の收音時刻を前記先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする音響装置の制御方法。

【請求項 14】

コンピューターに、請求項 11 に記載の音場制御システムの制御方法における前記先頭テスト音收音時刻決定ステップを実行させるプログラム。

【請求項 15】

コンピューターに、請求項 12 に記載の解析装置の制御方法における各ステップを実行させるプログラム。

【請求項 16】

コンピューターに、請求項 13 に記載の音響装置の制御方法における各ステップを実行させるプログラム。

【請求項 17】

請求項 14 ないし 16 のいずれか 1 項に記載のプログラムを記録したコンピューター読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響装置の音場制御を行う音場制御システム、解析装置、音響装置、音場制御システムの制御方法、解析装置の制御方法、音響装置の制御方法、プログラム、記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の技術として特許文献 1 が知られている。特許文献 1 には、複数のスピーカに対しテスト音を発音させるためのテスト信号を供給し、音像定位位置に置かれたマイクロフォンにより各テスト音を收音して收音信号のピーク点を検出することにより各スピーカからの音到達時間を測定し、音到達時間に逆比例した時間分、各スピーカに入力する音声信号を遅延させる音像定位装置が開示されている。このように、特許文献 1 によれば、各スピーカからマイクロフォンまでの距離のばらつきによる音の遅延を解消する音場制御を行うことで、スピーカの設置環境に応じたセットアップを容易に行うことができるといった効果を奏する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 5 - 297881 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 のように、従来技術では、テスト音の收音タイミングを検出する場合、收音信号の信号レベルだけで検出を行っている。このため、不測のノイズが混入した場合、そのノイズをテスト音と誤検出してしまう虞がある。このようなノイズを低減する方法としては、複数回発音されたテスト音を收音し、それらを同じタイミングで足し合わせることで S/N を大きくする同期加算が知られている。この同期加算を行うためには、複数回発音されるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を正確に決定しておく必要がある。そもそも、上記特許文献 1 のような従来技術では、テスト音を発音する音響装置と、テスト音を收音するマイクロフォンとが同一装置内に含まれているため、先頭テスト音についても発音時刻から收音時刻を正確に求めることが可能であり、ノイズにより先頭テス

10

20

30

40

50

ト音の收音時刻を誤検出する可能性は低い。ところが、スマートフォン（スマートフォンに搭載されたマイクロフォン）など、テスト音を発音する音響装置とは別の装置を用いて收音する場合、テスト音の発音タイミングを特定できないため、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定することができないといった問題がある。特に、音響装置と別の装置が無線通信を介して接続されている場合、ルーティングや再送などにより通信遅延が発生するため、收音時刻の決定がさらに困難である。

【 0 0 0 5 】

一方、先頭テスト音の收音時刻を正確に決定することは、上記のような音の遅延を解消するための音場制御のみならず、スピーカ-の周波数特性等を計測する際にも重要である。つまり、スピーカ-から発音されたテスト音列を收音して、各種計測を行う場合に、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定可能な手法が望まれている。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の問題点に鑑み、スピーカ-から発音されたテスト音列を收音して各種計測を行う場合の、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定することが可能な音場制御システム、解析装置、音響装置、音場制御システムの制御方法、解析装置の制御方法、音響装置の制御方法、プログラム、記録媒体を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の音場制御システムは、スピーカ-に、テスト信号列を供給する信号供給部と、テスト信号列に基づいてスピーカ-から発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音し、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定部と、を備え、先頭テスト音收音時刻決定部は、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカ-から発音される n 番目（但し、 n は $n - 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする。

20

【 0 0 0 8 】

本発明の解析装置は、テスト信号列に基づいてスピーカ-から発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音する收音部と、收音部の收音結果から、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定部と、を備え、先頭テスト音收音時刻決定部は、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカ-から発音される n 番目（但し、 n は $n - 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする。

30

【 0 0 0 9 】

本発明の音響装置は、スピーカ-に、テスト信号列を供給する信号供給部と、テスト信号列に基づいてスピーカ-から発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音した收音結果から、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定部と、を備え、先頭テスト音收音時刻決定部は、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカ-から発音される n 番目（但し、 n は $n - 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする。

40

【 0 0 1 0 】

本発明の音場制御システムの制御方法は、スピーカ-に、テスト信号列を供給する信号供給ステップと、テスト信号列に基づいてスピーカ-から発音されたテスト音列を含む音

50

をマイクロフォンにより收音し、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定ステップと、を実行し、先頭テスト音收音時刻決定ステップは、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカーから発音される n 番目（但し、 n は $n \geq 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする。

【0011】

本発明の解析装置の制御方法は、テスト信号列に基づいてスピーカーから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音する收音ステップと、收音ステップの收音結果から、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定ステップと、を実行し、先頭テスト音收音時刻決定ステップは、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカーから発音される n 番目（但し、 n は $n \geq 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする。

10

【0012】

本発明の音響装置の制御方法は、スピーカーに、テスト信号列を供給する信号供給ステップと、テスト信号列に基づいてスピーカーから発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォンにより收音した收音結果から、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音の收音時刻を決定する先頭テスト音收音時刻決定ステップと、を実行し、先頭テスト音收音時刻決定ステップは、マイクロフォンにより收音した收音信号から先頭音を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定されると先頭テスト音と当該先頭テスト音と同一のスピーカーから発音される n 番目（但し、 n は $n \geq 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に、音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻として決定することを特徴とする。

20

【0013】

本発明の構成によれば、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭テスト音と n 番目のテスト音との收音時間間隔に基づいて、検出した先頭音が先頭テスト音であるか否かを判定するため、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定することができる。これにより、スピーカーから発音されたテスト音列を收音して各種計測を行う場合に、正確な計測結果を得ることができる。特に、テスト音を発音する音響装置と、テスト音を收音するマイクロフォンとが別装置の場合など、テスト音を発音する音響装置とは別の装置を用いて收音する場合、本発明の適用が効果的である。

30

また、複数の複数のスピーカーに対してテスト信号列が供給される場合、つまりステレオスピーカーやマルチチャンネルスピーカーを用いる場合は、本発明を、各スピーカーからマイクロフォンまでの距離のばらつきによる音の遅延を解消するための音場制御に用いることができる。

なお、「先頭テスト音」とは、テスト音列に含まれる複数のテスト音のうち先頭の音を指す。また、「先頭音」とは、收音信号から検出される先頭の音を指す。

40

また、「音が検出されたか否かの判定」は、收音信号に基づき、先頭音が検出された收音時刻から所定時間経過後に、テスト音に近似する音が検出されたか否かを判定するものである。

【0014】

上記の音場制御システムにおいて、先頭テスト音收音時刻決定部は、検出した先頭音の收音時刻から、先頭テスト音と n 番目のテスト音との発音間隔経過後に音が検出されなかったと判定した場合、当該先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行うことを特徴とする。

【0015】

50

本発明の構成によれば、先頭テスト音とn番目のテスト音との收音時間間隔が、テスト信号列によって規定される所定の発音間隔と異なる場合、すなわち検出した先頭音が先頭テスト音でないと判定した場合であっても、先頭テスト音を決定するまで判定を繰り返すことができる。

【0016】

上記の音場制御システムにおいて、先頭テスト音收音時刻決定部は、先頭テスト音を発音するスピーカーについて、テスト信号列によって規定される最後のテスト音の收音時刻から、当該最後のテスト音とその前のテスト音との発音間隔経過後に音が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行うことを特徴とする。

10

【0017】

本発明の構成によれば、先頭テスト音を発音するスピーカー（複数のスピーカーを用いる場合は、最初にテスト信号が供給されるスピーカー）から発音されたテスト音のうち、最後に收音されたテスト音から所定の收音時間間隔が経過した後に音が検出された場合は、一旦決定した先頭テスト音が正しい先頭テスト音でないと看做して判定を繰り返すため、先頭テスト音をより正確に測定することができる。

【0018】

上記の音場制御システムにおいて、テスト信号列は、複数のスピーカーに、それぞれx回（但し、xはx²となる整数）ずつテスト音を発音させるものであり、先頭テスト音收音時刻決定部により決定した先頭テスト音の收音時刻を基準として、スピーカーごとに、x回発音されたテスト音の收音結果のうち少なくとも一部の收音結果を用いて同期加算を行う同期加算部と、同期加算部の加算結果を用いて、各スピーカーに供給する音声信号の遅延処理を行う信号処理部と、を備えることを特徴とする。

20

【0019】

本発明の構成によれば、同期加算を行うためノイズ軽減効果が期待できる。また、先頭テスト音の判定および最終テスト音の判定を行う上記の構成により先頭テスト音を正確に測定できるため、信頼性の高い同期加算結果を得ることができる。

【0020】

上記の音場制御システムにおいて、テスト信号列の発音タイミングを示す情報と、同期加算部の加算結果から得られるスピーカーごとに同期加算された各テスト音の收音タイミングと、を比較し、各テスト音の発音タイミングと收音タイミングの時間差を算出する時間差算出部を備え、信号処理部は、時間差算出部により算出された時間差に基づいて、遅延処理を行うことを特徴とする。

30

【0021】

本発明の構成によれば、各テスト音の発音タイミングと收音タイミングの時間差に基づいて各スピーカーに供給する音声信号の遅延処理を行うため、テスト音を発音する装置と発音指令を行う装置とが異なる場合など、テスト音の発音指令から発音までの時間が未知の場合でも、正確な音場制御を行うことができる。

なお、「タイミング」とは、期間設定ではなく時期設定を指す。例えば、「テスト信号列の発音タイミングを示す情報」は、テスト信号列によって規定される各テスト音の発音時期を示す情報を指す。なお、「発音タイミング」は、テスト音間の発音間隔で規定しても良いし、拍子やリズムおよびその時間長などによって規定しても良い。また、「各テスト音の收音タイミング」とは、各テスト音の收音時期を指す。なお、「收音タイミング」は、收音時刻で規定しても良い。

40

【0022】

上記の音場制御システムにおいて、テスト信号列は、テスト音を一定の間隔で発音させる信号列であることを特徴とする。

【0023】

本発明の構成によれば、テスト音の発音間隔が一定であるため、単純な演算処理で先頭テスト音の判定を行うことができる。

50

【 0 0 2 4 】

上記の音場制御システムにおいて、時間差算出部は、先頭テスト音の收音時刻から所定時間遡った時点に基づき、一定の間隔ごとに分割区間を設定したときの各分割区間の開始点から各テスト音の收音時刻までの時間長と、所定時間との時間差を算出することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明の構成によれば、先頭テスト音の收音時刻から所定時間遡った時点に基づき、各分割区間の中で時間差を算出する。これにより、小さいワークエリアでも支障なく演算処理を行うことができる。また、先頭テスト音を発音したスピーカ（チャンネル）を基準として時間差を算出するため、他のスピーカに対する遅延量の算出が容易である。

10

【 0 0 2 6 】

上記の音場制御システムにおいて、マイクロフォンによりテスト音列を含む音を收音し、先頭テスト音收音時刻決定部、同期加算部および時間差算出部を有する解析装置と、信号供給部および信号処理部を有する音響装置と、から成り、解析装置と音響装置は、無線通信を介して接続されることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

解析装置と音響装置が無線通信を介して接続されている場合、ルーティングや再送などにより通信遅延が発生する。本発明によれば、このように通信遅延が発生した場合でも、正確に先頭テスト音の收音時刻を測定することができる。また、無線通信を用いることにより、有線ケーブルを取り回す煩雑さを解消できる。

20

【 0 0 2 8 】

本発明のプログラムは、コンピューターに、上記の音場制御システムの制御方法における先頭テスト音收音時刻決定ステップを実行させることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

本発明のプログラムは、コンピューターに、上記の解析装置の制御方法における各ステップを実行させることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

本発明のプログラムは、コンピューターに、上記の音響装置の制御方法における各ステップを実行させることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

本発明の記録媒体は、上記のプログラムを記録し、コンピューター読み取り可能であることを特徴とする。

30

【 0 0 3 2 】

本発明のプログラムまたは記録媒体を用いることにより、スピーカから発音されたテスト音列を收音して各種計測を行う場合の、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 3 】

【 図 1 】 音場制御システムのシステム構成図である。

【 図 2 】 音場制御システムのハードウェア構成を示す制御ブロック図である。

40

【 図 3 】 スマートフォンおよび A V アンプ装置の機能構成を示す機能ブロック図である。

【 図 4 】 解析部の機能構成を示す機能ブロック図である。

【 図 5 】 スピーカに供給されるテスト信号列の一例を示す図である。

【 図 6 】 マイクロフォンにより收音した收音信号の測定結果の一例を示す図である。

【 図 7 】 時間差算出部の説明図である。

【 図 8 】 スマートフォンの処理の流れを示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 4 】

以下、本発明の一実施形態に係る音場制御システム、解析装置、音響装置、音場制御システムの制御方法、解析装置の制御方法、音響装置の制御方法、プログラム、記録媒体に

50

ついて、添付図面を参照しながら詳細に説明する。図 1 は、音場制御システム S Y のシステム構成図である。音場制御システム S Y は、スマートフォン 1 (解析装置) と、A V アンプ装置 2 と、スピーカー群 3 (3 a ~ 3 f) を備える。請求項における「音響装置」は、A V アンプ装置 2 およびスピーカー群 3 を指す。

【 0 0 3 5 】

なお、スマートフォン 1 と A V アンプ装置 2 は、Bluetooth (登録商標) や無線 L A N (Local Area Network) 等の無線通信 5 を介して接続される。また、A V アンプ装置 2 と各スピーカー 3 a ~ 3 f は、専用ケーブル等の有線通信 4 を介して接続される。

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態のスピーカー群 3 は、5 . 1 チャンネルに対応し、フロントレフトスピーカー 3 a (L)、フロントセンタースピーカー 3 b (C)、フロントライトスピーカー 3 c (R)、サラウンドライトスピーカー 3 d (S R)、サラウンドレフトスピーカー 3 e (S L) およびサブウーファー 3 f (S W) を含む。

10

【 0 0 3 7 】

なお、図 1 に示した例に限らず、スピーカー群 3 を構成するスピーカー数およびスピーカー種類は任意である。また、A V アンプ装置 2 と各スピーカー 3 a ~ 3 f を、無線通信を介して接続しても良い。さらに、スマートフォン 1 に代えて、他のタブレット端末、携帯電話、ノート型 P C 等の情報処理端末を用いても良い。この場合、情報処理端末の通信規格に応じて、A V アンプ装置 2 と情報処理端末を、有線通信を介して接続しても良い。

【 0 0 3 8 】

次に、図 2 を参照し、音場制御システム S Y のハードウェア構成について説明する。スマートフォン 1 は、タッチパネル 1 1、マイクロフォン 1 2、通信部 1 3、記憶部 1 4 および制御部 1 5 を備える。タッチパネル 1 1 は、操作手段および表示手段として機能する。マイクロフォン 1 2 は、音を收音 (音波を入力) する。通信部 1 3 は、A V アンプ装置 2 と情報の送受信を行う。記憶部 1 4 は、O S (Operating System) をはじめ、各種スマートフォン用アプリケーションを不揮発に記憶する。スマートフォン用アプリケーションとしては、A V アンプ装置 2 の音場制御を行うための音場制御アプリケーションを含む。なお、「音場制御」とは、各スピーカー 3 a ~ 3 f から聴取位置 (スマートフォン 1 の位置) までの距離のばらつきによる音の遅延を解消するために、各スピーカー 3 a ~ 3 f からテスト音を発音してこれを測定し、当該測定結果に基づいて各スピーカー 3 a ~ 3 f に供給する音声信号の遅延処理を行うことを指す。制御部 1 5 は、C P U (Central Processing Unit) や R A M (Random Access Memory) 等により構成され、音場制御など各種演算処理を行う。

20

30

【 0 0 3 9 】

一方、A V アンプ装置 2 は、通信部 2 1、D S P 2 2 (Digital Signal Processor)、アンプ群 2 3 および制御部 2 4 を備える。通信部 2 1 は、スマートフォン 1 と情報の送受信を行う。D S P 2 2 は、音声信号の遅延処理など各種デジタル信号処理を行う。アンプ群 2 3 は、各チャンネルに対応した複数のアンプを含む (図示省略)。各アンプは、各チャンネルの音声信号をそれぞれ増幅し、対応する各スピーカー 3 a ~ 3 f に供給する。制御部 2 4 は、C P U や R A M 等により構成され、再生制御など各種演算処理を行う。一方、スピーカー群 3 は、音を発音 (音波を出力) する。

40

【 0 0 4 0 】

次に、図 3 を参照し、スマートフォン 1 および A V アンプ装置 2 の機能構成について説明する。スマートフォン 1 は、機能構成として、テスト信号記憶部 1 1 0、発音指令部 1 2 0、收音部 1 3 0、録音部 1 4 0、解析部 1 5 0、調整情報送信部 1 6 0 を備える。また、A V アンプ装置 2 は、機能構成として、信号供給部 2 1 0、調整情報受信部 2 2 0 および信号処理部 2 3 0 を備える。なお、スマートフォン 1 の各部 1 1 0 ~ 1 6 0 は、主に上記の音場制御アプリケーションによって実現される。

【 0 0 4 1 】

スマートフォン 1 のテスト信号記憶部 1 1 0 は、音場制御を行う際に用いるテスト信号

50

列を記憶する。本実施形態のテスト信号列は、テスト音を各スピーカー 3 a ~ 3 f から予め定められたタイミング（予め定められた発音間隔）、予め定められた順序および予め定められた繰り返し回数だけ発音させるものである。AVアンプ装置 2 の信号供給部 2 1 0 は、当該テスト信号列をスピーカー群 3 に供給する（信号供給ステップ）。信号供給部 2 1 0 は、DSP 2 2 および制御部 2 4 を主要部とする。

【0042】

図 5 は、テスト信号列の一例を示す図である。同図では、説明を分かり易くするため、スピーカー構成が 3 チャンネルの場合のテスト信号列を示している。同図に示すテスト信号列は、フロントレフト（L）、フロントセンター（C）、フロントライト（R）の順にスピーカー 3 を切り替えながらテスト音を発音させる動作を 4 回（請求項における「x 回」）繰り返すものである。つまり、L C R L C R L C R L C R のようにテスト音が 1 2 回（スピーカー数 × 繰り返し数）発音される。また、本実施形態では、テスト音の発音間隔を一定時間 T（等間隔）とする。したがって、スピーカー 3 ごとの発音間隔は、3 T となる。なお、テスト音としては、インパルス信号など、信号レベルが急変する信号を用いることが好ましい。

10

【0043】

一方、テスト信号記憶部 1 1 0 は、AVアンプ装置 2 の機種別またはスピーカー構成（チャンネル数）別にテスト信号列を記憶する。後述する発音指令部 1 2 0 は、接続先となる AVアンプ装置 2 に適したテスト信号列を用いて発音指令を行う。つまり、AVアンプ装置 2 との接続確立時に機種またはスピーカー構成を判定し、当該判定結果に応じて使用するテスト信号列を決定する。なお、使用するテスト信号列は、ユーザーにより機種またはスピーカー構成が選択されることにより決定する構成でも良い。

20

【0044】

スマートフォン 1 の発音指令部 1 2 0 は、AVアンプ装置 2 に対しテスト信号の発音指令を行う。本実施形態では、テスト信号（テスト音）ごとに発音指令を行うのではなく、1 回の無線通信によりテスト信号列（テスト音列）の発音指令を行う。AVアンプ装置 2 の信号供給部 2 1 0 は、当該発音指令部 1 2 0 による発音指令にしたがって、各スピーカー 3 にテスト信号列を供給する。

【0045】

スマートフォン 1 の收音部 1 3 0 は、マイクロフォン 1 2 によりテスト音列を收音する（收音ステップ）。收音部 1 3 0 は、記憶部 1 4（音場制御アプリケーション）および制御部 1 5 を主要部とする。また、スマートフォン 1 の録音部 1 4 0 は、收音部 1 3 0 により收音されたテスト音列を録音する。図 6 は、マイクロフォンにより收音した收音信号の測定結果の一例を示す図である。同図は、図 5 に示したテスト信号列に基づくテスト音列を録音した場合を示している。また、同図の t 0 ~ t 1 2 は、録音部 1 4 0 により録音された録音データを A/D 変換したサンプル値を示している。

30

【0046】

スマートフォン 1 の解析部 1 5 0 は、図 6 に示した録音データを解析することにより、音場制御を行うための調整情報を生成する。ここで、図 4 を参照し、解析部 1 5 0 について詳細に説明する。解析部 1 5 0 は、先頭テスト音收音時刻決定部 1 5 1、同期加算部 1 5 2、時間差算出部 1 5 3 および調整情報生成部 1 5 4 を含む。

40

【0047】

先頭テスト音收音時刻決定部 1 5 1 は、テスト信号列に基づいて各スピーカー 3 から発音されたテスト音列を含む音をマイクロフォン 1 2 により收音し、テスト音列に含まれるテスト音のうち先頭の音である先頭テスト音の收音時刻を決定する（先頭テスト音收音時刻決定ステップ）。具体的には、マイクロフォン 1 2 により收音した收音信号の信号レベルに基づいて先頭音（收音信号から検出される先頭の音）を検出し、検出した先頭音の收音時刻から、スピーカー 3 ごとの発音間隔（本実施形態では、3 T）が経過した後に音（先頭テスト音を発音するスピーカー 3 から発音されたと看做される音）が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、先頭音の收音時刻を先頭テスト音の收音時刻と

50

して決定する。これは、スピーカ-3とマイクロフォン12との相対的な位置関係が変わらない場合、スピーカ-3ごとの発音間隔経過後には、テスト音が收音されると考えられるためである。なお、マイクロフォン12によりテスト音列を收音している期間(テスト音列の收音開始から收音終了までの間)は、スピーカ-3とマイクロフォン12を移動させないことを前提とする。一方、検出した先頭音の收音時刻から、スピーカ-3ごとの発音間隔経過後に音が検出されなかったと判定した場合は、検出した先頭音はノイズである可能性が高いため、当該先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行う。

【0048】

例えば、図6の例では、收音時刻 t_0 に音(所定の閾値を超えたサンプル値)が検出されているが(符号61の点線枠参照)、收音時刻 t_0 から発音間隔 $3T$ 後に音が検出されていないため(符号62の点線枠参照)、收音時刻 t_0 に検出された音はノイズである可能性が高い。このため、次に検出された音(收音時刻 t_1)を新たな先頭音として判定を行う。この新たな先頭音については、收音時刻 t_1 から発音間隔 $3T$ 後に音が検出されているため(收音時刻 t_4)、当該收音時刻 t_1 を先頭テスト音の收音時刻として決定する。

10

【0049】

なお、音が検出されたか否かの判定は、インパルス波形のある一定時間の実効値(rms)を算出し、閾値(例えば、定常ノイズの実効値)より大きい場合に、音が検出されたと判定可能である。また、検出した先頭音のインパルス波形の実効値と、発音間隔 $3T$ 後に検出したインパルス波形の実効値とを比較し、所定の誤差範囲内(例えば、10%以内)である場合に限り、音が検出されたと判定しても良い。これにより、先頭テスト音と同じスピーカ-3から発音されたテスト音であるか否かを判定できるため、先頭テスト音をより精度良く判定することができる。

20

【0050】

但し、先頭テスト音收音時刻決定部151は、上記の先頭テスト音の判定により、先頭テスト音の收音時刻を決定した場合でも、最終テスト音の判定により、その決定が不適切であると判定した場合は、再度先頭テスト音の判定を繰り返す。つまり、先頭テスト音を発音するスピーカ-3について、テスト信号列によって規定される最後のテスト音の收音時刻から、スピーカ-3ごとの発音間隔(本実施形態では、 $3T$)が経過した後に音(先頭テスト音を発音するスピーカ-3から発音されたと看做される音)が検出されたか否かを判定し、検出されたと判定した場合、一旦決定した先頭テスト音はノイズである可能性が高いため、当該先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行う。

30

【0051】

例えば、図6の例では、フロントレフト(L)のスピーカ-3について、テスト信号列に基づいて最後に発音されたテスト音(10番目のテスト音)と看做される音の收音時刻 t_{10} から発音間隔 $3T$ 後に音が検出されていないため(符号63の点線枠参照)、收音時刻 t_1 は、先頭テスト音の收音時刻として正しかったと判定する。仮に、收音時刻 t_{10} から発音間隔 $3T$ 後に音が検出されていた場合は、收音時刻 t_1 に検出された先頭音はノイズである可能性が高いため当該先頭音の次に検出された音を、新たな先頭音として判定を行う。なお、本実施形態のように、スピーカ-3を切り替えながらテスト音を発音させる場合であって、テスト信号列に基づいて発音されるテスト音の数が m 個(但し、 m は $m \geq n$ となる整数)、スピーカ-数が s 個(但し、 s は $s \geq 1$ となる整数)である場合、請求項における「先頭テスト音を発音するスピーカ-について、テスト信号列によって規定される最後のテスト音」は、 $(m - s + 1)$ 番目のテスト音となる。

40

【0052】

なお、先頭テスト音收音時刻決定部151が決定する「先頭テスト音の收音時刻」とは、必ずしも絶対時刻を示すものでなくても良く、收音タイミング(收音時期)を示すものであっても良い。つまり、「先頭テスト音の收音時刻」は、他のテスト音の收音タイミングに対する相対時刻を示すものであっても良い。

【0053】

50

図4の説明に戻る。同期加算部152は、先頭テスト音收音時刻決定部151により決定した先頭テスト音の收音時刻を基準として、スピーカ-3ごとに4回(x回)の同期加算を行う。これにより、S/Nを大きくし、ノイズの影響を低減する。

【0054】

時間差算出部153は、テスト信号列の発音タイミングを示す情報と、同期加算部152の加算結果から得られるスピーカ-3ごとに同期加算された各テスト音の收音タイミングと、を比較し、各テスト音の発音タイミングと收音タイミングの時間差を算出する。なお、「テスト信号列の発音タイミングを示す情報」とは、テスト信号列の発音時期を規定する情報であり、本実施形態では、発音間隔Tによって規定される。また、「收音タイミング」とは、サンプル値が所定の閾値を超えた時点を指す。

10

【0055】

図7は、図6の收音時刻 t_1 、 t_2 、 t_3 に收音されたテスト音(L、C、Rの実線参照)を示す図である。本実施形態では、先頭テスト音(L用)の收音時刻 t_1 から所定時間遡った時点(基準)として、先頭テスト音に対応する基準チャンネル(Lチャンネル)との時間差Tを算出する。同図では、先頭テスト音(L用)の收音時刻 t_1 から $T/2$ だけ遡った時点(t_a)を基準とし、一定の間隔Tごとに分割区間を設定したときの各分割区間の開始点を、 $t_a \sim t_c$ として示している。この場合、 t_b から2番目のテスト音(C用)の收音時刻までの時間長 T_b は、「 $T_b = T/2 + T_b$ 」と表すことができる。同様に、 t_c から3番目のテスト音(R用)の收音時刻までの時間長 T_c は、「 $T_c = T/2 + T_c$ 」と表すことができる。なお、時間差Tはマイナスとなる場合もある。

20

【0056】

調整情報生成部154は、時間差算出部153により算出された時間差Tに基づいて、各スピーカ-3に供給する音声信号の遅延処理に用いる調整情報を生成する。つまり、基準となるLチャンネルに対し、Cチャンネルを $-T_b$ だけ遅延させ(Cチャンネルへの音声信号の供給タイミングを T_b だけ早め)、Rチャンネルを $-T_c$ だけ遅延させる(Rチャンネルへの音声信号の供給タイミングを T_c だけ早める)ための調整情報を生成する。実際には、供給タイミングを早めることはできないため、スマートフォン1からの距離 L_n が最も長いスピーカ-3を基準として、他チャンネルを遅延させるための調整情報を生成する。つまり、図7の例では、R用のスピーカ-3を基準として、Lチャンネルを T_c だけ遅延させ、Rチャンネルを($T_c - T_b$)だけ遅延させる調整情報を生成する。

30

【0057】

なお、所定時間は、必ずしも $T/2$ ではなく、 $T/3$ 、 $T/4$ など、発音間隔Tに所定値を乗算した値でも良いし、発音間隔Tに関係なく、予め定められた規定値であっても良い。また、先頭テスト音の收音時刻から所定時間遡った時点(基準)とするのではなく、2番目以降に発音されたテスト音の收音時刻から所定時間遡った時点(基準)としても良い。

【0058】

図3の説明に戻る。調整情報送信部160は、調整情報生成部154により生成された調整情報を、AVアンプ装置2に送信する。AVアンプ装置2の調整情報受信部220は、送信された調整情報を受信する。また、信号処理部230は、受信した調整情報に基づいて、各スピーカ-3に供給する音声信号の遅延処理を行う(信号処理ステップ)。例えば、上記のように、R用のスピーカ-3がスマートフォン1から最も離れている場合、L用およびC用のスピーカ-3に対応するチャンネルに対して遅延処理を行う。

40

【0059】

次に、図8のフローチャートを参照し、音場制御を行う際のスマートフォン1の処理の流れを説明する。スマートフォン1は、タッチパネル11に対する自動測定開始操作に基づき、録音を開始する(S01)。その後、テスト信号列の発音指令(テスト信号列+制御信号)をAVアンプ装置2に送信し(S02)、AVアンプ装置2からテスト信号列の発音開始信号を受信する(S03)。スマートフォン1は、当該発音開始信号の受信から所定時間経過後、録音を停止する(S04)。なお、S01で録音を開始するのではなく

50

、発音開始信号を受信した後、録音を開始する構成としても良い。また、S 0 1の自動測定開始操作を、A Vアンプ装置 2 に対して行い、その操作信号をA Vアンプ装置 2 からスマートフォン 1 に送信する構成でも良い。

【 0 0 6 0 】

スマートフォン 1 は、録音終了後、定常ノイズ（暗騒音）を測定し（S 0 5）、テスト音検出の閾値を決定する（S 0 6）。例えば、録音期間のA / D変換されたサンプル値のピーク値または実効値に基づいて閾値を決定する。その後、当該閾値を超えたサンプル値をチェックし（S 0 7、図 6 参照）、最初に検出した音である先頭音について判定を行う（S 0 8）。ここでは、検出した先頭音の收音時刻から発音間隔 3 T 後に音が検出された場合、検出した先頭音が先頭テスト音である（先頭テスト音判定「OK」）と判定する。なお、先頭音の收音時刻から発音間隔 3 T 後に音が検出されなかった場合、検出した先頭音が先頭テスト音ではないと判定し（先頭テスト音判定「NG」）、S 0 7に戻る。

10

【 0 0 6 1 】

S 0 8にて、「OK」と判定された場合は、続いて、最終音について判定を行う（S 0 9）。ここでは、L用のスピーカ-3について最後に発音されるテスト音（本実施形態では、10番目のテスト音）の收音時刻から発音間隔 3 T 後に音が検出されていない場合、検出した先頭音が先頭テスト音である（最終テスト音判定「OK」）と判定する。なお、L用のスピーカ-3について最後に発音されるテスト音の收音時刻から発音間隔 3 T 後に音が検出された場合は、検出した先頭音が先頭テスト音ではないと判定し（最終テスト音判定「NG」）、S 0 7に戻る。

20

【 0 0 6 2 】

以上、S 0 8、S 0 9の工程により先頭テスト音を決定すると（S 1 0）、決定した先頭テスト音の收音時刻を基準として、スピーカ-3ごとに複数回（本実施形態では、4回）の同期加算を行う（S 1 1）。また、テスト信号列の発音タイミングを示す情報（発音間隔 T）に基づく所定期間（本実施形態では、T / 2）と、S 1 1の同期加算によって得られる各テスト音の收音タイミングと、を比較し、各テスト音の発音タイミングと收音タイミングの時間差 T を算出する（S 1 2）。その後スマートフォン 1 は、当該時間差に基づいて調整情報を生成し（S 1 3）、当該調整情報をA Vアンプ装置 2 に送信する（S 1 4）。なお、図示は省略するが、この後A Vアンプ装置 2 は、調整情報に基づいて音声信号の遅延処理（DSP 2 2による各チャンネルの遅延量設定）を行い、当該遅延処理の終了後、スマートフォン 1 に対し処理終了を示す信号を送信する。スマートフォン 1 は、当該信号の受信により、音場制御に係る一連の処理を終了する。

30

【 0 0 6 3 】

以上説明したとおり、本実施形態の音場制御システム S Y は、同一のスピーカ-3から発音されるテスト音のうち先頭テスト音とその次に発音されるテスト音との收音時間間隔に基づいて、検出した先頭音が先頭テスト音であるか否かを判定する。このため、テスト音を発音する装置（A Vアンプ装置 2）と、テスト音を收音する装置（スマートフォン 1）とが別装置の場合であっても、先頭テスト音の收音時刻を正確に測定することができる。

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では、先頭テスト音の判定だけではなく、最後のテスト音と看做される音の收音時刻から所定の收音時間間隔が経過した後に音が検出されたか否かの最終テスト音の判定を行い、音が検出されたと判定した場合は、一旦決定した先頭テスト音がノイズである可能性が高いと判定して先頭テスト音の判定を繰り返すため、先頭テスト音をより正確に測定することができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、本実施形態では、テスト信号列の発音タイミングを示す情報と、各テスト音の收音タイミングと、を比較して、各テスト音の発音タイミングと收音タイミングの時間差を算出し、当該時間差に基づいて各スピーカ-3に供給する音声信号の遅延処理を行うため、テスト音の発音指令から発音までの時間が未知の場合でも、正確な音場制御を行うこと

50

ができる。また、スマートフォン 1 から A V アンプ装置 2 への発音指令は、1 回の無線通信でテスト信号列（全テスト音）の発音指令を行うため、無線通信 5 の通信環境が安定していない場合でも、正確な音場制御を実現できる。つまり、テスト信号ごとに発音指令を行った場合であって通信環境が不安定な場合、発音指令から発音までの時間が一定とならず、各スピーカー 3 からスマートフォン 1（マイクロフォン 1 2）までの距離差を正確に測定することができないが、本実施形態では 1 回の無線通信により全テスト音の発音指令を行うため、そのような不具合がない。

【0066】

なお、上記の実施形態によらず、以下の変形例を採用可能である。

[変形例 1]

上記の実施形態の同期加算部 152 は、スピーカー 3 ごとに、テスト音の繰り返し回数（本実施形態では、4 回）だけ同期加算を行ったが、そのうちの最大値と最小値を除いた中間値だけを用いて同期加算を行っても良い。つまり、必ずしもテスト音の繰り返し回数（請求項における「 x 回」）分の收音結果を用いて同期加算を行うのではなく、一部の收音結果（例えば、実効値が極端に大きすぎるもの、および/または、極端に小さすぎるものを除いたもの）を用いて同期加算を行っても良い。これにより、先頭テスト音の判定精度をより高めることができる。また、さらなる変形例として、同期加算を行わない構成としても良い。

【0067】

[変形例 2]

上記の実施形態では、スピーカー 3 を切り替えながらテスト信号を供給したが、一つのスピーカー 3 に対して複数回連続してテスト信号を供給しても良い。つまり、L L L L C C C C R R R R のように、テスト信号を供給しても良い。この場合、最終テスト音判定は、先頭テスト音を発音するスピーカー 3（上記の例では、L 用のスピーカー）について、最後に発音されるテスト音（4 番目のテスト音）の收音時刻から発音間隔 T を経過した後に、音が検出されたか否かを判定する。このため、先頭テスト音を発音するスピーカー 3 と、その他のスピーカー 3 とを切り替えるとき（上記の例では、4 番目のテスト音と 5 番目のテスト音の間）に、他のテスト音の発音間隔の数倍の間隔（空白期間）を設けることが好ましい。これにより、最終テスト音判定を正確に行うことができる。

【0068】

[変形例 3]

上記の実施形態では、スピーカー 3 ごとに、最初のテスト音（先頭テスト音）と次に発音されるテスト音とを対象として先頭テスト音判定を行ったが、次に発音されるテスト音に限らず、同じスピーカー 3 について 3 番目に発音されるテスト音を対象として先頭テスト音判定を行っても良い。つまり、スピーカー 3 を切り替えながらテスト信号を供給する場合であって、スピーカー数が s 個（但し、 s は $s \geq 1$ となる整数）である場合は、1 番目と $(s + 1)$ 番目、1 番目と $(2s + 1)$ 番目、1 番目と $(3s + 1)$ 番目、 \dots のいずれを対象としても良い。この場合、先頭テスト音收音時刻決定部 151 は、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と n 番目（但し、 $n \geq 2$ となる整数）のテスト音との発音間隔経過後に音（ n 番目のテスト音に近似する音）が検出されたか否かを判定すれば良い。また、一つのスピーカー 3 に対して複数回連続してテスト信号を供給する場合も、同じスピーカー 3 から発音されるテスト音であれば、対象となるテスト音は必ずしも 2 番目のテスト音でなくても良い。

【0069】

[変形例 4]

上記の実施形態では、テスト音を一定の間隔で発音させたが、発音するスピーカー 3 の特性に応じた発音間隔で発音させても良い。例えば、残響の多い音を発音するサブウーファ（SW）などのスピーカー 3 については、次のテスト音の発音タイミングまでの間隔を広く設定することが好ましい。この構成によれば、次のテスト音の收音時刻を正確に検

10

20

30

40

50

出すことができ、ひいては、より正確な音場制御を実現できる。

【0070】

また、さらなる変形例として、何らかの拍子（三拍子や四拍子など）やリズム（「曲の1小節目のリズム」など）に合わせた発音タイミングでテスト音を発音させても良い。この構成によれば、音場制御中であることをユーザーに知らせることができると共に、ユーザーを退屈させることがない。

【0071】

なお、テスト音を一定の間隔で発音させない場合、先頭テスト音判定は、検出した先頭音の收音時刻から、テスト信号列によって規定される先頭テスト音と同じスピーカ-3から次に発音されるテスト音との発音間隔経過後に音が検出されたか否かを判定する。最終テスト音判定は、テスト信号列によって規定される最後のテスト音の收音時刻から、当該最後のテスト音と同じスピーカ-3からその前に発音されるテスト音との発音間隔経過後に音が検出されたか否かを判定する。

10

【0072】

[変形例5]

上記の実施形態では、スマートフォン1にテスト信号記憶部110を備えたが、AVアンプ装置2に備えても良い。この場合、スマートフォン1の発音指令部120は、発音指令のみを行い、AVアンプ装置2の信号供給部210は、予め記憶されているテスト信号列を各スピーカ-3に供給する。また、スマートフォン1は、接続確立時または発音指令時にAVアンプ装置2からテスト信号列を取得し、解析部150により、取得したテスト信号列の発音タイミングを示す情報と、收音部130により收音された各テスト音の收音タイミングと、を比較する。

20

【0073】

なお、さらなる変形例として、スマートフォン1とAVアンプ装置2の両方にテスト信号記憶部110を備えても良い。この場合、スマートフォン1は、AVアンプ装置2からのテスト信号列の取得は不要であり、接続されたAVアンプ装置2の機種やスピーカ-数を判定し、その判定結果に基づくテスト信号列をテスト信号記憶部110から読み出して、解析部150による解析を行えば良い。

【0074】

[変形例6]

上記の実施形態では、解析部150をスマートフォン1内に備えたが（図3参照）、これをAVアンプ装置2内に備えても良い。この場合、スマートフォン1は、録音部140の録音データ（テスト音列を含む音をマイクロフォン12により收音した收音結果）をAVアンプ装置2に送信すれば良い。

30

【0075】

[変形例7]

上記の実施形態では、先頭テスト音（L用）の收音時刻 t_1 から所定時間遡った時点基準として、先頭テスト音に対応する基準チャンネル（Lチャンネル）との時間差 T を算出したが、 n 番目に発音されるテスト音と $n+1$ 番目に発音されるテスト音との收音間隔（ $T+T_n$ ）から、発音間隔 T との時間差 T_n を求め、当該時間差 T_n から各チャンネルの遅延量を算出しても良い。例えば、L用テスト音の收音時刻が t_1 、C用テスト音の收音時刻が t_2 、R用テスト音の收音時刻が t_3 であって、 t_1 から t_2 の経過時間が「 $T+T_1$ 」、 t_2 から t_3 の経過時間が「 $T+T_2$ 」で表される場合であって、スマートフォン1からの距離 L_n が最も長いスピーカ-3がL用のスピーカ-の場合、Cチャンネルに「 T_1 」だけ遅延させ、Rチャンネルに「 T_1+T_2 」だけ遅延させれば良い。なお、時間差 T_n はマイナスとなる場合もある。

40

【0076】

[変形例8]

上記の実施形態では、時間差算出部153の算出結果を用いて音声信号の遅延処理を行うための調整情報を生成したが、ユーザーに対し各スピーカ-3の位置を調整させるため

50

の音場制御情報をスマートフォン1により生成しても良い。例えば、音場制御情報として、例えば、「フロントレフトスピーカーをスマートフォン側に50cm、フロントセンタースピーカー側に30cm近づけてください」など、移動対象となるスピーカー3と、移動量と、移動方向と、を示すメッセージを生成し、タッチパネル11に表示することが考えられる。なお、表示に代えて、音声案内や、電子メール等の通信手段によりメッセージを出力しても良い。また、さらなる変形例として、スピーカー3が自走可能な場合、「音場制御情報」として、各スピーカー3に対する制御信号を出力しても良い。この場合、「音場制御情報」として、移動対象となるスピーカー3と、移動量と、移動方向と、を示す制御信号を生成することが考えられる。各スピーカー3は、取得した音場制御情報に基づいて、不図示の自走手段により移動する。この構成によれば、ユーザーの手を煩わせることなく、各スピーカー3からスマートフォン1までの距離を一致させることができる。

10

【0077】

[変形例9]

上記の実施形態では、複数のスピーカー3を対象として音場制御を行う場合を説明したが、音場制御以外にも、スピーカー3の周波数特性を測定する場合など、テスト音列の先頭テスト音の收音時刻を正確に決定する必要がある場合に、本発明を適用可能である。その場合、測定対象となるスピーカー3は、1つであっても良い。

【0078】

以上、メインとなる実施形態および各種変形例を示したが、これらに示した音場制御システムSY(スマートフォン1、AVアンプ装置2)の各構成要素をプログラムとして提供しても良い。また、そのプログラムを各種記録媒体(CD-ROM、フラッシュメモリ等)に格納して提供しても良い。すなわち、コンピューターをスマートフォン1またはAVアンプ装置2の各構成要素として機能させるためのプログラム(実施形態中における、音場制御アプリケーションを含む)、およびそれをコンピューター読み取り可能に記録した記録媒体も、本発明の権利範囲に含まれる。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更が可能である。

20

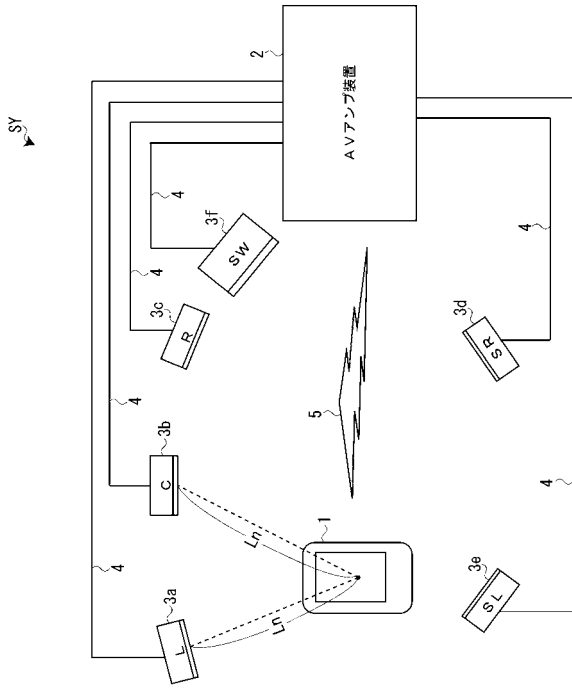
【符号の説明】

【0079】

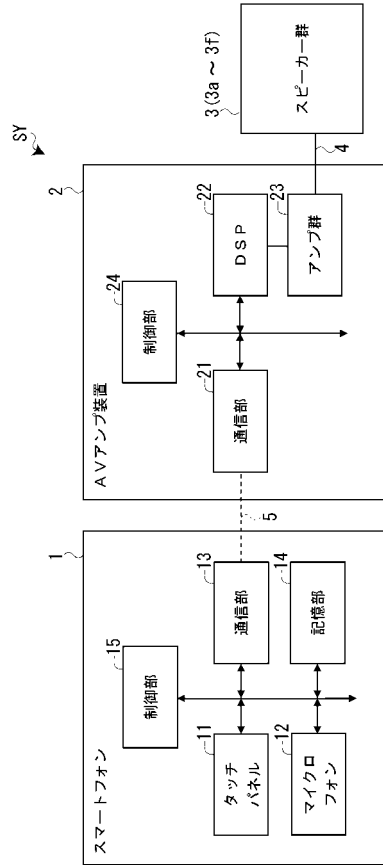
1：スマートフォン 2：AVアンプ装置 3：スピーカー 12：マイクロフォン
 110：テスト信号記憶部 120：発音指令部 130：收音部 140：録音部 1
 50：解析部 151：先頭テスト音收音時刻決定部 152：同期加算部 153：時
 間差算出部 154：調整情報生成部 160：調整情報送信部 210：信号供給部
 220：調整情報受信部 230：信号処理部 SY：音場制御システム

30

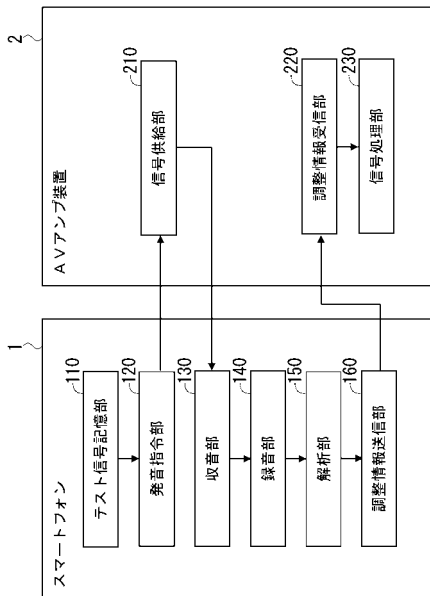
【図1】



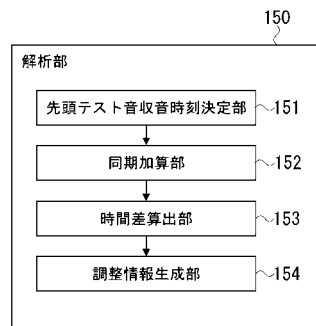
【図2】



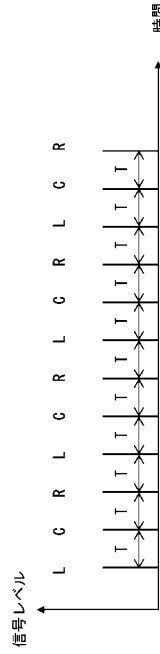
【図3】



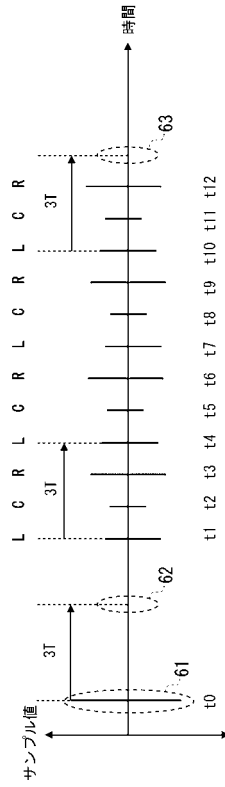
【図4】



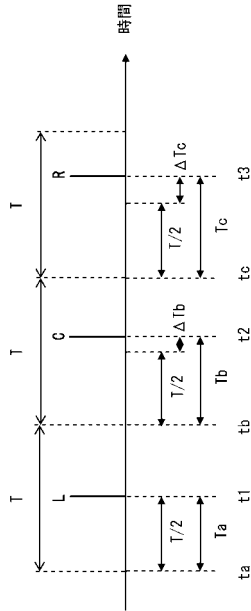
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

