(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6753698号
(P6753698)
(45)発行日　令和2年9月9日(2020.9.9)　(24)登録日　令和2年8月24日(2020.8.24)

(51)Int.Cl.		F I		
H04S 7/00	(2006.01)	H04S	7/00	310
G10K 15/00	(2006.01)	G10K	15/00	L
H04R 3/00	(2006.01)	H04R	3/00	310

請求項の数 7　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2016-105784(P2016-105784)
(22)出願日　平成28年5月27日(2016.5.27)
(65)公開番号　特開2017-212660(P2017-212660A)
(43)公開日　平成29年11月30日(2017.11.30)
審査請求日　平成31年3月26日(2019.3.26)

(73)特許権者　000001487
クラリオン株式会社
埼玉県さいたま市中央区新都心７番地２
(74)代理人　100078880
弁理士　松岡　修平
(72)発明者　橋本　武志
埼玉県さいたま市中央区新都心７番地２
クラリオン株式会社内
(72)発明者　福江　一智
埼玉県さいたま市中央区新都心７番地２
クラリオン株式会社内

審査官　冨澤　直樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】伝搬遅延時間計算装置、再生装置、伝搬遅延時間計算システム及び伝搬遅延時間計算プログラム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のスピーカの各々から出力される時間的に非干渉なスピーカ毎の測定用信号及び該複数のスピーカの全てから同時に出力される全スピーカの測定用信号を所定の聴取位置で収録する収録手段と、
収録された測定用信号のインパルス応答特性を計算するインパルス応答特性計算手段と、
計算された前記スピーカ毎の測定用信号と前記全スピーカの測定用信号とのインパルス応答特性の相互相関を演算する演算手段と、
演算された相互相関の結果に基づいて前記複数のスピーカの各々と前記聴取位置間の測定用信号の伝搬遅延時間を計算する伝搬遅延時間計算手段と、
を備える、
伝搬遅延時間計算装置。
【請求項２】
前記スピーカ毎の測定用信号のインパルス応答の周波数特性をフラットに補正する補正手段と、
前記周波数特性の補正時に用いた補正係数を前記測定用信号の再生を行う再生装置に転送する転送手段と、
を備え、
前記収録手段は、

前記再生装置により、前記補正係数で補正され且つ前記複数のスピーカの全てから同時に出力される全スピーカの測定用信号を、前記聴取位置で収録する、
請求項１に記載の伝搬遅延時間計算装置。
【請求項３】
前記演算手段は、
前記スピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を最大振幅が時間軸上の基準位置に合うように時間オフセットし、且つ全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を最大振幅が該基準位置に合うように時間オフセットした上で、前記相互相関を演算する、
請求項１又は請求項２に記載の伝搬遅延時間計算装置。
【請求項４】
前記スピーカ毎又は全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を帯域制限する帯域制限手段
を備え、
前記演算手段は、
前記スピーカ毎及び全スピーカの一方の測定用信号のインパルス応答特性と、帯域制限された他方の測定用信号のインパルス応答特性との相互相関を演算する、
請求項１から請求項３の何れか一項に記載の伝搬遅延時間計算装置。
【請求項５】
前記伝搬遅延時間計算手段にて計算された伝搬遅延時間を前記再生装置に転送する手段を備える、
請求項２を引用する、請求項３又は請求項４に記載の伝搬遅延時間計算装置。
【請求項６】
再生装置と伝搬遅延時間計算装置とを備える伝搬遅延時間計算システムであって、
前記再生装置は、
複数のスピーカの各々から時間的に非干渉なタイミングで測定用信号を順次出力し、
前記伝搬遅延時間計算装置は、
前記スピーカ毎の測定用信号を所定の聴取位置で収録し、
収録されたスピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を計算し、
前記再生装置は、
前記複数のスピーカの全てから前記測定用信号を同時に出力し、
前記伝搬遅延時間計算装置は、
全スピーカから同時に出力された測定用信号を前記聴取位置で収録し、
収録された全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を計算し、
計算された前記スピーカ毎の測定用信号と前記全スピーカの測定用信号とのインパルス応答特性の相互相関を演算し、
演算された相互相関の結果に基づいて前記複数のスピーカの各々と前記聴取位置間の測定用信号の伝搬遅延時間を計算する、
伝搬遅延時間計算システム。
【請求項７】
複数のスピーカの各々から出力される時間的に非干渉なスピーカ毎の測定用信号を所定の聴取位置で収録する第一の収録ステップと、
収録されたスピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を計算する第一のインパルス応答特性計算ステップと、
全スピーカから同時に出力された測定用信号を前記聴取位置で収録する第二の収録ステップと、
収録された全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を計算する第二のインパルス応答特性計算ステップと、
計算された前記スピーカ毎の測定用信号と前記全スピーカの測定用信号とのインパルス応答特性の相互相関を演算する演算ステップと、
演算された相互相関の結果に基づいて前記複数のスピーカの各々と前記聴取位置間の測

定用信号の伝搬遅延時間を計算する伝搬遅延時間計算ステップと、
を、コンピュータに実行させるための伝搬遅延時間計算プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、伝搬遅延時間計算装置、再生装置、伝搬遅延時間計算システム及び伝搬遅延時間計算プログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、車室内には複数の位置にスピーカが設置されている。例えば、左フロントスピーカと右フロントスピーカは、車室空間の中心線を挟んで対称となる位置に設置されている。しかし、これらのスピーカは、リスナの聴取位置（運転席や助手席、後部座席など）を基準に考えると、対称となる位置にはない。そのため、リスナの聴取位置と複数のスピーカのそれぞれとの間の距離の差（各スピーカから放出された再生音が到達する時間の差）により、ハース効果による音像定位の偏りや臨場感の低下が発生する。
【０００３】
音像定位の偏りや臨場感の低下を改善する処理として、各スピーカから出力される測定用信号をリスナの聴取位置に同時に到達させるように時間調節するタイムアライメント処理が知られている。タイムアライメント処理では、測定用信号を用いて各スピーカと聴取位置間のインパルス応答特性が測定され、測定されたインパルス応答特性に基づいて、各スピーカと聴取位置間の音の伝搬遅延時間が求められる。
【０００４】
一般に、インパルス応答特性の測定では、測定用信号を再生する再生系と、測定用信号を収録する収録系との時間同期を取るため、ループ構成が必要になる。しかし、再生系と収録系とがループ構成にならない場合がある。例示的には、再生系として外部入力の無い車載器（再生機器）を用い、収録系としてスマートフォン等の再生機器とは別の収録機器を用いる場合が挙げられる。この場合、再生系と収録系で時間同期が取れないため、各スピーカと聴取位置間の音の伝搬遅延時間を精度良く求めることが難しい。
【０００５】
そこで、例えば特許文献１や特許文献２に、再生系と収録系とがループ構成になっていないシステムにおいてインパルス応答特性を測定する具体的方法が記載されている。しかし、何れの特許文献に記載の方法であっても、インパルス応答特性の測定において再生系と収録系で時間同期が取られず、各スピーカと聴取位置間の音の伝搬遅延時間を精度良く求めることが難しい。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２００２－３６５３２０号公報
【特許文献２】特開２０１１－２２０５５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、非同期で測定されたインパルス応答特性に基づいて各スピーカと聴取位置間の音の伝搬遅延時間を求めるのに好適な伝搬遅延時間計算装置、再生装置、伝搬遅延時間計算システム及び伝搬遅延時間計算プログラムを提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の一実施形態に係る伝搬遅延時間計算装置は、複数のスピーカの各々から出力される時間的に非干渉なスピーカ毎の測定用信号及び該複数のスピーカの全てから同時に出

力される全スピーカの測定用信号を所定の聴取位置で収録する収録手段と、収録された測定用信号のインパルス応答特性を計算するインパルス応答特性計算手段と、計算されたスピーカ毎の測定用信号と全スピーカの測定用信号とのインパルス応答特性の相互相関を演算する演算手段と、演算された相互相関の結果に基づいて複数のスピーカの各々と聴取位置間の測定用信号の伝搬遅延時間を計算する伝搬遅延時間計算手段とを備える。

【０００９】

また、本発明の一実施形態に係る伝搬遅延時間計算装置は、スピーカ毎の測定用信号のインパルス応答の周波数特性をフラットに補正する補正手段と、周波数特性の補正時に用いた補正係数を測定用信号の再生を行う再生装置に転送する転送手段とを備える構成としてもよい。この場合、収録手段は、再生装置により、補正係数で補正され且つ複数のスピーカの全てから同時に出力される全スピーカの測定用信号を、聴取位置で収録する。

【００１０】

また、本発明の一実施形態において、演算手段は、スピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を最大振幅が時間軸上の基準位置に合うように時間オフセットし、且つ全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を最大振幅が該基準位置に合うように時間オフセットした上で、相互相関を演算する構成としてもよい。

【００１１】

また、本発明の一実施形態に係る伝搬遅延時間計算装置は、スピーカ毎又は全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を帯域制限する帯域制限手段を備える構成としてもよい。この場合、演算手段は、スピーカ毎及び全スピーカの一方の測定用信号のインパルス応答特性と、帯域制限された他方の測定用信号のインパルス応答特性との相互相関を演算する。

【００１２】

また、本発明の一実施形態に係る伝搬遅延時間計算装置は、伝搬遅延時間計算手段にて計算された伝搬遅延時間を再生装置に転送する手段を備える構成としてもよい。

【００１３】

また、本発明の一実施形態に係る再生装置は、上記の伝搬遅延時間計算装置と通信可能な装置であり、複数のスピーカの各々から時間的に非干渉なタイミングで測定用信号を順次出力する手段と、複数のスピーカの全てから測定用信号を同時に出力する手段と、伝搬遅延時間計算装置より転送された伝搬遅延時間を受信する手段と、受信された伝搬遅延時間を用いてタイムアライメント処理を行う手段とを備える。

【００１４】

また、本発明の一実施形態に係る伝搬遅延時間計算システムは、再生装置と伝搬遅延時間計算装置とを備える。再生装置は、複数のスピーカの各々から時間的に非干渉なタイミングで測定用信号を順次出力する。伝搬遅延時間計算装置は、スピーカ毎の測定用信号を所定の聴取位置で収録し、収録されたスピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を計算する。また、再生装置は、複数のスピーカの全てから測定用信号を同時に出力する。伝搬遅延時間計算装置は、全スピーカから同時に出力された測定用信号を聴取位置で収録し、収録された全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を計算し、計算されたスピーカ毎の測定用信号と全スピーカの測定用信号とのインパルス応答特性の相互相関を演算し、演算された相互相関の結果に基づいて複数のスピーカの各々と聴取位置間の測定用信号の伝搬遅延時間を計算する。

【００１５】

また、本発明の一実施形態において、伝搬遅延時間計算装置は、スピーカ毎の測定用信号のインパルス応答の周波数特性をフラットに補正し、周波数特性の補正時に用いた補正係数を再生装置に転送する構成としてもよい。この場合、再生装置は、測定用信号を補正係数で補正し、補正された測定用信号を複数のスピーカの全てから同時に出力する。

【００１６】

また、本発明の一実施形態において、伝搬遅延時間計算装置は、スピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を最大振幅が時間軸上の基準位置に合うように時間オフセットし

、且つ全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を最大振幅が該基準位置に合うように時間オフセットした上で、相互相関を演算する構成としてもよい。

【００１７】

また、本発明の一実施形態において、伝搬遅延時間計算装置は、スピーカ毎又は全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を帯域制限し、スピーカ毎及び全スピーカの一方の測定用信号のインパルス応答特性と、帯域制限された他方の測定用信号のインパルス応答特性との相互相関を演算する構成としてもよい。

【００１８】

また、本発明の一実施形態において、伝搬遅延時間計算装置は、計算された伝搬遅延時間を再生装置に転送する構成としてもよい。この場合、再生装置は、搬遅延時間計算装置より転送された伝搬遅延時間を受信し、受信された伝搬遅延時間を用いてタイムアライメント処理を行う。

【００１９】

また、本発明の一実施形態に係る伝搬遅延時間計算プログラムは、複数のスピーカの各々から出力される時間的に非干渉なスピーカ毎の測定用信号を所定の聴取位置で収録する第一の収録ステップと、収録されたスピーカ毎の測定用信号のインパルス応答特性を計算する第一のインパルス応答特性計算ステップと、全スピーカから同時に出力された測定用信号を聴取位置で収録する第二の収録ステップと、収録された全スピーカの測定用信号のインパルス応答特性を計算する第二のインパルス応答特性計算ステップと、計算されたスピーカ毎の測定用信号と全スピーカの測定用信号とのインパルス応答特性の相互相関を演算する演算ステップと、演算された相互相関の結果に基づいて複数のスピーカの各々と聴取位置間の測定用信号の伝搬遅延時間を計算する伝搬遅延時間計算ステップとを、コンピュータに実行させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【００２０】

本発明の一実施形態によれば、非同期で測定されたインパルス応答特性に基づいて各スピーカと聴取位置間の音の伝搬遅延時間を求めるのに好適な伝搬遅延時間計算装置、再生装置、伝搬遅延時間計算システム及び伝搬遅延時間計算プログラムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明の一実施形態に係る音響システムの構成を示すブロック図である。

【図２】本発明の一実施形態に係る音響システムにおいて実行される伝搬遅延時間計算処理のシーケンスを示す図である。

【図３】図２の処理ステップＳ１３にて計算されるインパルス応答特性を示す図である。

【図４】図２の処理ステップＳ１４にて実行されるフーリエ変換後、スムージング処理後、逆フィルタリング処理後の各振幅スペクトルを示す図である。

【図５】図２の処理ステップＳ１４にて実行されるイコライザ補正の前後の各振幅スペクトルを示す図である。

【図６】図２の処理ステップＳ１５にて実行される逆フーリエ変換後のインパルス応答特性を示す図である。

【図７】図２の処理ステップＳ１７にて実行される時間オフセット後のインパルス応答特性を示す図である。

【図８】図２の処理ステップＳ２３にて時間オフセットされたインパルス応答特性及びその周波数特性を示す図である。

【図９】図２の処理ステップＳ２４の実行の結果得られる相互相関特性（類似性）を示す図である。

【図１０】図２の処理ステップＳ１４にてイコライザ補正が行われない場合に、処理ステップＳ２４の実行の結果得られる相互相関特性を示す図である。

【図１１】図２の処理ステップＳ１４によるイコライザ補正後の振幅スペクトルを３００Ｈｚ～８ｋＨｚに帯域制限したものを示す図である。

【図１２】図１１に示される帯域制限を行った場合に、処理ステップＳ２４の実行の結果得られる相互相関特性を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下においては、本発明の一実施形態として音響システムを例に取り説明する。
【００２３】
［音響システム１の構成］
図１は、本発明の一実施形態に係る音響システム１の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る音響システム１は、再生機器１０及び収録機器２０を備えている。
【００２４】
再生機器１０は、例えば車両に搭載される車載型オーディオ機器であり、ＣＤ（Compact Disc）やＤＶＤ（Digital Versatile Disc）等の音源より入力される測定用信号を復号化して、車室内の各スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲから測定用信号を出力する。スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲは、それぞれ、フロント左側ドア、フロント右側ドア、リア左側ドア、リア右側ドアに埋設されている。測定用信号には、疑似ランダム雑音であるＭ系列信号（Maximum Length Sequence）が用いられる。
【００２５】
収録機器２０は、スマートフォン、フィーチャフォン、ＰＨＳ（Personal Handy phone System）、タブレット端末、ノートＰＣ、ＰＤＡ（Personal Digital Assistant）、ＰＮＤ（Portable Navigation Device）、携帯ゲーム機など、車室内に持ち込める携帯型端末であり、図１に示されるように、収録部２１、インパルス応答計算部２２、イコライザ補正部２３、オフセット部２４及び伝搬遅延時間計算部２５を有している。
【００２６】
収録機器２０は、再生機器１０と協働することにより、タイムアライメント処理に必要な各スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲと聴取位置間の測定音（測定用信号）の伝搬遅延時間を計算する。再生機器１０は、収録機器２０にて計算された伝搬遅延時間でタイムアライメントされた楽曲等を各スピーカから出力する。これにより、リスナは、ハース効果による音像定位の偏りや臨場感の低下が抑えられた環境で楽曲等を聴取することができる。
【００２７】
［伝搬遅延時間計算処理］
図２は、本発明の一実施形態に係る再生機器１０と収録機器２０との協働により実行される伝搬遅延時間計算処理のシーケンスを示す図である。本シーケンスは、例えばリスナにより、伝搬遅延時間計算処理を実行するモードへの遷移操作が行われた時点で開始される。
【００２８】
［図２のＳ１１（測定用信号の出力）］
本処理ステップＳ１１では、再生機器１０にて、各スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲから測定用信号が順次出力される。各測定用信号は、時間的に干渉しないように、一定の時間間隔を空けて順次出力される。
【００２９】
［図２のＳ１２（測定用信号の収録）］
本処理ステップＳ１２では、収録部２１により、収録機器２０に取り付けられたマイクロフォン又は内蔵のマイクロフォンに順次入力された各スピーカからの測定用信号が収録される。本実施形態では、マイクロフォンの位置が聴取位置となる。リスナは、運転席や助手席など、車室内の任意に収録機器２０を置くことにより、聴取位置を任意に決めることができる。
【００３０】
［図２のＳ１３（インパルス応答特性の計算）］
本処理ステップＳ１３では、インパルス応答計算部２２により、処理ステップＳ１２（

測定用信号の収録）にて収録された各スピーカからの測定用信号（以下、「収録信号」と記す。）とリファレンス信号との相互相関関数が演算により求められて、インパルス応答特性が計算される。補足すると、本実施形態では、再生機器１０と収録機器２０とがループ構成になっていないため、非同期のインパルス応答特性が計算される。なお、リファレンス信号は、再生機器１０より出力される測定用信号と同一のM系列信号であり、収録機器２０に予め記憶されている。以下、説明の便宜上、各スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲと聴取位置間の測定用信号のインパルス応答特性を、それぞれ、インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲと記す。

【００３１】

図３に、本処理ステップＳ１３にて計算されるインパルス応答特性を例示する。図３（ａ）、図３（ｂ）、図３（ｃ）、図３（ｄ）には、それぞれ、インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲが示される。図３中、縦軸は、振幅を示し、横軸は、時間（単位：ｓｅｃ）を示す。図３（ａ）～図３（ｄ）の各図においては、最大振幅となる時間が０ｓｅｃに合わせられている。最大振幅となる時間とは、振幅の絶対値が最も大きくなる時間である。

【００３２】

［図２のＳ１４（イコライザ補正）］

本処理ステップＳ１４では、イコライザ補正部２３により、イコライザ補正が行われる。具体的には、処理ステップＳ１３（インパルス応答特性の計算）にて計算されたインパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲがフーリエ変換により周波数領域に変換される。次いで、フーリエ変換により得られた振幅スペクトルがスムージング処理された上で、逆フィルタリング処理される。逆フィルタリング処理後の振幅スペクトルは、周波数特性がフラットになるようにイコライザ補正される。以下、説明の便宜上、インパルス応答特性ＦＬのイコライザ補正時に用いられるイコライザ補正係数をイコライザ補正係数ＦＬと記し、インパルス応答特性ＦＲのイコライザ補正時に用いられるイコライザ補正係数をイコライザ補正係数ＦＲと記し、インパルス応答特性ＲＬのイコライザ補正時に用いられるイコライザ補正係数をイコライザ補正係数ＲＬと記し、インパルス応答特性ＲＲのイコライザ補正時に用いられるイコライザ補正係数をイコライザ補正係数ＲＲと記す。

【００３３】

図４に、フーリエ変換後の振幅スペクトル（点線）、スムージング処理後の振幅スペクトル（細線）、逆フィルタリング処理後の振幅スペクトル（太線）を例示する。図４（ａ）、図４（ｂ）、図４（ｃ）、図４（ｄ）には、それぞれ、各処理後のインパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲの振幅スペクトルが示される。図４中、縦軸は、レベル（単位：ｄＢ）を示し、横軸は、周波数（単位：Ｈｚ）を示す。

【００３４】

また、図５に、イコライザ補正前（細線）及びイコライザ補正後（太線）の振幅スペクトルを例示する。図５（ａ）、図５（ｂ）、図５（ｃ）、図５（ｄ）には、それぞれ、イコライザ補正の前後のインパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲの振幅スペクトルが示される。図５中、縦軸は、レベル（単位：ｄＢ）を示し、横軸は、周波数（単位：Ｈｚ）を示す。

【００３５】

図５に示されるように、イコライザ補正を行うことにより、各インパルス応答の周波数特性がフラットになると共に、各インパルス応答特性の信号レベルが同レベルに揃えられる。

【００３６】

［図２のＳ１５（逆フーリエ変換）］

本処理ステップＳ１５では、イコライザ補正部２３により、イコライザ補正後の周波数領域のインパルス応答特性が逆フーリエ変換により時間領域に変換される。図６に、逆フーリエ変換後のインパルス応答特性を例示する。図６（ａ）、図６（ｂ）、図６（ｃ）、図６（ｄ）には、それぞれ、逆フーリエ変換後のインパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、

ＲＲが示される。図６中、縦軸は、振幅を示し、横軸は、時間（単位：ｓｅｃ）を示す。
【００３７】
図６に示されるように、各インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲは、イコライザ補正によって信号レベルが同レベルに揃えられている。これにより、イコライザ補正前（図４参照）と比べてリア（スピーカＲＬ、ＲＲ）側の振幅がフロント（スピーカＦＬ、ＦＲ）側の振幅と同程度まで増大していることが判る。
【００３８】
［図２のＳ１６（第一波の検出）］
本処理ステップＳ１６では、オフセット部２４により、逆フーリエ変換後の各インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲについて第一波の到達時間が検出される。具体的には、逆フーリエ変換後のインパルス応答特性が絶対値化される。次いで、絶対値化されたインパルス応答特性の振幅が所定の閾値を超えた時点が第一波の到達時間として検出される。閾値には、例えば、絶対値化されたインパルス応答特性の最大振幅に応じた値が設定される。
【００３９】
本実施形態では、処理ステップＳ１４（イコライザ補正）にてイコライザ補正による周波数特性の調整が行われているため、処理ステップＳ１６（第一波の検出）にて第一波の到達時間が検出し易くなっている。
【００４０】
［図２のＳ１７（時間オフセット）］
本処理ステップＳ１７では、オフセット部２４により、逆フーリエ変換後の各インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲが時間オフセットされる。具体的には、逆フーリエ変換後の各インパルス応答特性は、処理ステップＳ１６（第一波の検出）にて検出された第一波の到達時間が０ｓｅｃとなるように時間軸上でシフトされる。
【００４１】
図７に、閾値を－１２ｄＢとした場合における時間オフセット後の各インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲを例示する。図７（ａ）、図７（ｂ）、図７（ｃ）、図７（ｄ）には、それぞれ、時間オフセット後のインパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲが示される。図７中、縦軸は、振幅を示し、横軸は、時間（単位：ｓｅｃ）を示す。
【００４２】
［図２のＳ１８（イコライザ補正係数の転送）］
本処理ステップＳ１８では、処理ステップＳ１４（イコライザ補正）のイコライザ補正時に用いられたイコライザ補正係数ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲが所定のコマンドと共に収録機器２０から再生機器１０に転送される。
【００４３】
［図２のＳ１９（測定用信号の出力）］
本処理ステップＳ１８では、再生機器１０が、収録機器２０から転送されたコマンドに従い、イコライザ補正及び測定用信号の出力を行う。具体的には、本処理ステップＳ１８では、再生機器１０により、処理ステップＳ１８（イコライザ補正係数の転送）にて転送されたイコライザ補正係数ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲを用いて、測定用信号のイコライザ補正がスピーカ毎に行われる。次いで、イコライザ補正後の測定用信号、すなわち、聴取位置において周波数特性がフラットで且つ信号レベルが同レベルになるように補正された測定用信号がスピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲの全スピーカから同時に出力される。
【００４４】
［図２のＳ２０（測定用信号の収録）］
本処理ステップＳ２０では、収録部２１により、マイクロフォンに入力された全スピーカからの測定用信号が収録される。
【００４５】
［図２のＳ２１（インパルス応答特性の計算）］
本処理ステップＳ２１では、インパルス応答計算部２２により、処理ステップＳ２０（

測定用信号の収録）にて収録された収録信号とリファレンス信号との相互相関関数が演算により求められて、全スピーカと聴取位置間の測定用信号のインパルス応答特性が計算される。以下、説明の便宜上、全スピーカと聴取位置間の測定用信号のインパルス応答特性を、インパルス応答特性ＳＰと記す。

【００４６】

［図２のＳ２２（第一波の検出）］

本処理ステップＳ２２では、オフセット部２４により、処理ステップＳ２１（インパルス応答特性の計算）にて計算されたインパルス応答特性ＳＰについて、処理ステップＳ１６（第一波の検出）と同じ方法で第一波の到達時間が検出される。

【００４７】

［図２のＳ２３（時間オフセット）］

本処理ステップＳ２３では、オフセット部２４により、処理ステップＳ２１（インパルス応答特性の計算）にて計算されたインパルス応答特性ＳＰが、処理ステップＳ２２（第一波の検出）にて検出された第一波の到達時間が０ｓｅｃとなるように時間軸上でシフトされる。

【００４８】

図８（ａ）に、処理ステップＳ２３（時間オフセット）にて時間オフセットされたインパルス応答特性ＳＰを例示し、図８（ｂ）に、処理ステップＳ２３（時間オフセット）にて時間オフセットされたインパルス応答特性ＳＰの周波数特性を例示する。図８（ａ）中、縦軸は、振幅を示し、横軸は、時間（単位：ｓｅｃ）を示す。また、図８（ｂ）中、縦軸は、レベル（単位：ｄＢ）を示し、横軸は、周波数（単位：Ｈｚ）を示す。

【００４９】

［図２のＳ２４（相互相関演算）］

本処理ステップＳ２４では、伝搬遅延時間計算部２５により、処理ステップＳ１７（時間オフセット）にて時間オフセットされたインパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲのそれぞれについて、処理ステップＳ２３（時間オフセット）にて時間オフセットされたインパルス応答特性ＳＰとの相互相関が演算される。全スピーカから出力された測定用信号のインパルス応答特性ＳＰは、各スピーカから出力される相対的な時間差を含む測定用信号のインパルス応答特性を合成したものである。従って、本処理ステップＳ２４にて相互相関演算が行われることにより、インパルス応答特性ＳＰ内に含まれる各スピーカに対応する成分（相互相関特性）が得られる。

【００５０】

図９に、本処理ステップＳ２４の実行の結果得られる相互相関特性を例示する。図９（ａ）は、インパルス応答特性ＦＬとインパルス応答特性ＳＰとの相互相関特性を示し、図９（ｂ）は、インパルス応答特性ＦＲとインパルス応答特性ＳＰとの相互相関特性を示し、図９（ｃ）は、インパルス応答特性ＲＬとインパルス応答特性ＳＰとの相互相関特性を示し、図９（ｄ）は、インパルス応答特性ＲＲとインパルス応答特性ＳＰとの相互相関特性を示す。図９中、縦軸は、振幅を示し、横軸は、時間（単位：ｓｅｃ）を示す。

【００５１】

［図２のＳ２５（伝搬遅延時間の計算）］

処理ステップＳ２４（相互相関演算）にて求められた相互相関特性のピーク位置（言い換えると、インパルス応答特性の最大振幅の出現位置）の差が各スピーカと聴取位置間の測定音の相対的な伝搬遅延時間に相当する。従って、本処理ステップＳ２５では、夫々の相互相関特性のピーク位置の差に基づいて伝搬遅延時間が計算される。

【００５２】

図９の例では、インパルス応答特性ＦＬとインパルス応答特性ＳＰは、２．３１ｍｓｅｃ（距離換算で７９０ｍｍ）の時点に相互相関特性のピークが存在する（図９（ａ）参照）。また、インパルス応答特性ＦＲとインパルス応答特性ＳＰは、１．０４ｍｓｅｃ（距離換算で３５０ｍｍ）の時点に相互相関特性のピークが存在する（図９（ｂ）参照）。また、インパルス応答特性ＲＬとインパルス応答特性ＳＰは、２．７５ｍｓｅｃ（距離換算

で９００ｍｍ）の時点に相互相関特性のピークが存在する（図９（ｃ）参照）。また、インパルス応答特性ＲＲとインパルス応答特性ＳＰは、１．５２ｍｓｅｃ（距離換算で５２０ｍｍ）の時点に相互相関特性のピークが存在する（図９（ｄ）参照）。

【００５３】

図９の例では、ピーク位置の出現は、インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲの中でインパルス応答特性ＲＬが最も遅い。そこで、インパルス応答特性ＲＬのピーク位置を基準に、各スピーカと聴取位置間の測定音の伝搬遅延時間が計算される。以下、説明の便宜上、スピーカＦＬと聴取位置間の測定音の伝搬遅延時間を伝搬遅延時間ＦＬと記し、スピーカＦＲと聴取位置間の測定音の伝搬遅延時間を伝搬遅延時間ＦＲと記し、スピーカＲＬと聴取位置間の測定音の伝搬遅延時間を伝搬遅延時間ＲＬと記し、スピーカＲＲと聴取位置間の測定音の伝搬遅延時間を伝搬遅延時間ＲＲと記す。

【００５４】

本処理ステップＳ２５にて計算される伝搬遅延時間の具体的数値は次の通りである。

【００５５】

伝搬遅延時間ＦＬ：０．４４（＝｜２．３１－２．７５｜）ｍｓｅｃ
伝搬遅延時間ＦＲ：１．７１（＝｜１．０４－２．７５｜）ｍｓｅｃ
伝搬遅延時間ＲＬ：０．００（＝｜２．７５－２．７５｜）ｍｓｅｃ
伝搬遅延時間ＲＲ：１．２３（＝｜１．５２－２．７５｜）ｍｓｅｃ

【００５６】

ここで、図１０に、図９と同様の図であって、処理ステップＳ１４（イコライザ補正）のイコライザ補正が行われない場合に、処理ステップＳ２４（相互相関演算）の実行の結果得られる相互相関特性を例示する。イコライザ補正が行われない場合、図１０に示されるように、リア（スピーカＲＬ、ＲＲ）側の信号レベルが小さいため、リア側から出力される測定用信号がフロント（スピーカＦＬ、ＦＲ）から出力される測定用信号にマスクされてしまう。そのため、リア側においてピーク位置を精度良く検出することが難しくなる。言い換えると、本実施形態では、処理ステップＳ１４（イコライザ補正）にてイコライザ補正を行うことにより、リア側においてピーク位置を精度良く検出しやすくなる。従って、イコライザ補正は、伝搬遅延時間を精度良く計算するのに有用といえる。

【００５７】

［図２のＳ２６（伝搬遅延時間の転送）］

本処理ステップＳ２６では、処理ステップＳ２５（伝搬遅延時間の計算）にて計算された各伝搬遅延時間ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲが収録機器２０から再生機器１０に転送される。

【００５８】

再生機器１０は、図２の伝搬遅延時間計算処理の実行の結果得られた伝搬遅延時間ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲを用いることにより、収録機器２０との間で正確な時間同期を取っていないにも拘わらず（非同期のインパルス応答特性に基づいて）、各スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲより出力される楽曲等を聴取位置に実質的に同時に到達させることができる。これにより、リスナは、ハース効果による音像定位の偏りや臨場感の低下が抑えられた環境で楽曲等を聴取することができる。

【００５９】

なお、イコライザ補正係数ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲは、再生楽曲等の周波数特性を補正するのに利用することができる。

【００６０】

以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明したものに限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施例等又は自明な実施例等を適宜組み合わせた内容も本願の実施形態に含まれる。

【００６１】

例えば、本発明の別の一実施形態では、測定用信号に含まれる特定帯域の成分について

、伝搬遅延時間を計算することができる。図１１に、処理ステップＳ１４（イコライザ補正）によるイコライザ補正後の振幅スペクトルを３００Ｈｚ～８ｋＨｚに帯域制限したものを示す。また、図１２に、図１１に示される帯域制限を行った場合に、処理ステップＳ２４（相互相関演算）の実行の結果得られる相互相関特性を例示する。図１１中、縦軸は、レベル（単位：ｄＢ）を示し、横軸は、周波数（単位：Ｈｚ）を示す。また、図１２中、縦軸は、振幅を示し、横軸は、時間（単位：ｓｅｃ）を示す。

【００６２】

イコライザ補正後の振幅スペクトルを帯域制限した場合にも、図１２に示されるように、ピーク位置（すなわち、インパルス応答特性の最大振幅の出現位置）が存在する。従って、このピーク位置に基づき、上記の実施形態と同様の処理を実行することにより、特定帯域（ここでは帯域制限後の３００Ｈｚ～８ｋＨｚ）の成分の伝搬遅延時間を求めることができる。なお、帯域制限は、処理ステップＳ１４（イコライザ補正）のイコライザ補正後の各インパルス応答特性ＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲに限らず、処理ステップＳ２１（インパルス応答特性の計算）にて計算される全スピーカのインパルス応答特性ＳＰに対して行ってもよい。

【００６３】

また、音源（測定用信号）は、再生機器１０でなく収録機器２０に記憶されていてもよい。この場合、図２の処理ステップＳ１１（測定用信号の出力）に代えて、収録機器２０が、Bluetooth（登録商標）やWi-Fi等により、測定用信号を一定の時間間隔を空けて再生機器１０に複数回（スピーカの個数分、ここでは４回）転送する。これにより、再生機器１０は、各スピーカＦＬ、ＦＲ、ＲＬ、ＲＲから時間的に干渉しないタイミングで測定用信号を順次出力する。また、図２の処理ステップＳ１８（イコライザ補正係数の転送）及び処理ステップＳ１９（測定用信号の出力）に代えて、収録機器２０が、イコライザ補正を行った後、Bluetooth（登録商標）やWi-Fi等により、イコライザ補正された全スピーカ分の測定用信号を再生機器１０に一括で転送する。これにより、再生機器１０は、聴取位置において周波数特性がフラットで且つ信号レベルが同レベルになるように補正された測定用信号を全スピーカから同時に出力する。

【００６４】

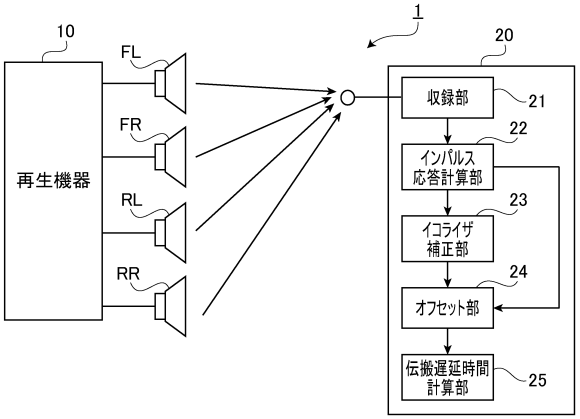
全スピーカ分の測定用信号を収録機器２０側でイコライザ補正することにより、スピーカ毎の相対的な伝搬遅延時間が計算される。そのため、例えば無線通信の遅延時間が通信環境によって変化した場合にもその影響を受けることなく、精度の高いタイムアライメント処理が達成される。

【符号の説明】

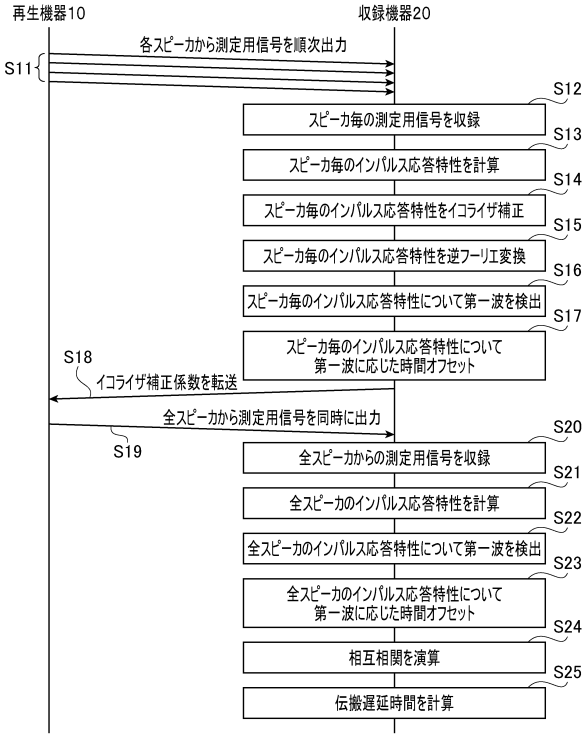
【００６５】

１　音響システム
１０　再生機器
２０　収録機器
２１　収録部
２２　インパルス応答計算部
２３　イコライザ補正部
２４　オフセット部
２５　伝搬遅延時間計算部

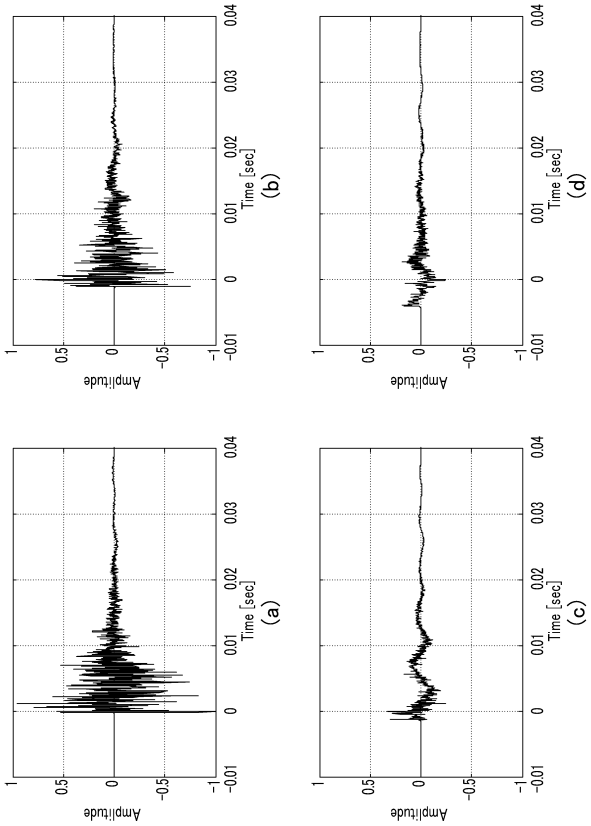
【図１】


1
10
20
FL
FR
RL
RR
再生機器
収録部
21
インパルス
応答計算部
22
イコライザ
補正部
23
オフセット部
24
伝搬遅延時間
計算部
25

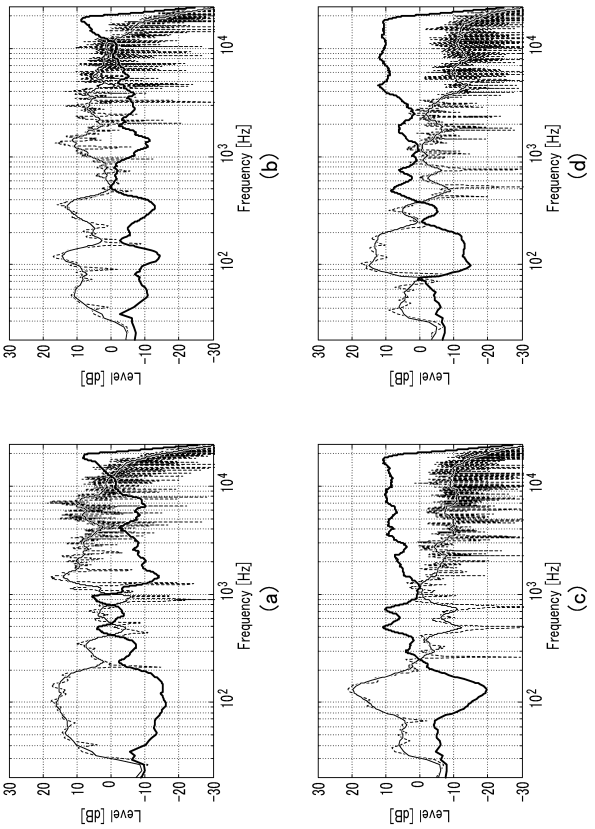
【図２】


再生機器10
収録機器20
各スピーカから測定用信号を順次出力
S11
S12
スピーカ毎の測定用信号を収録
S13
スピーカ毎のインパルス応答特性を計算
S14
スピーカ毎のインパルス応答特性をイコライザ補正
S15
スピーカ毎のインパルス応答特性を逆フーリエ変換
S16
スピーカ毎のインパルス応答特性について第一波を検出
S17
スピーカ毎のインパルス応答特性について
第一波に応じた時間オフセット
S18
イコライザ補正係数を転送
全スピーカから測定用信号を同時に出力
S19
S20
全スピーカからの測定用信号を収録
S21
全スピーカのインパルス応答特性を計算
S22
全スピーカのインパルス応答特性について第一波を検出
S23
全スピーカのインパルス応答特性について
第一波に応じた時間オフセット
S24
相互相関を演算
S25
伝搬遅延時間を計算

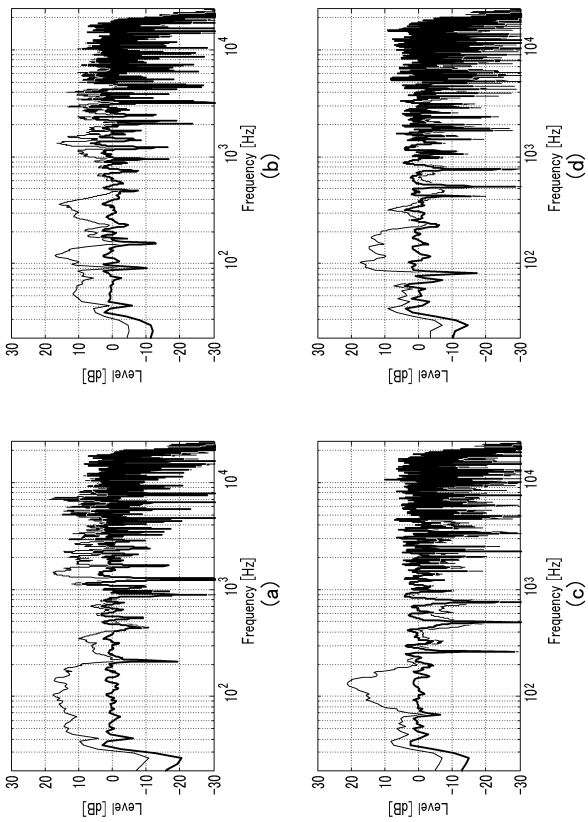
【図３】


Amplitude
Time [sec]
(b)
(d)
(a)
(c)

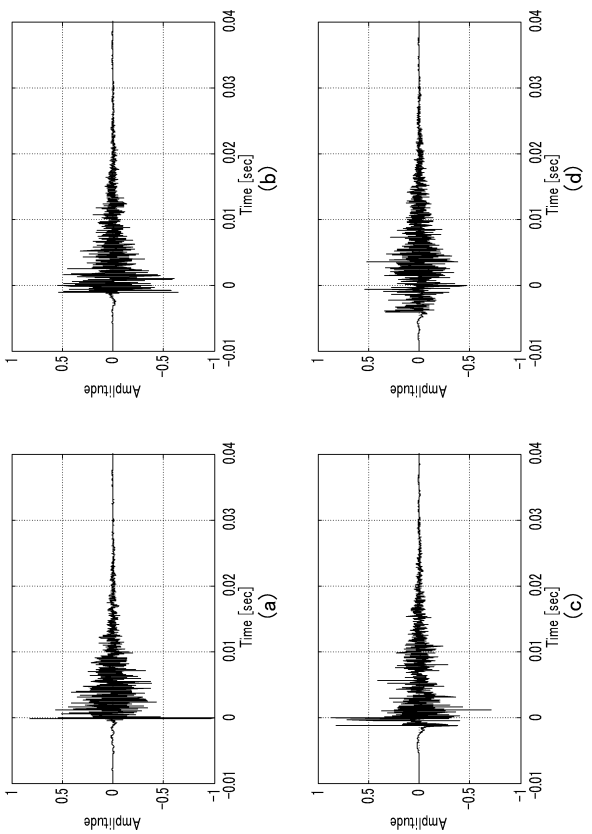
【図４】


Level [dB]
Frequency [Hz]
(b)
(d)
(a)
(c)

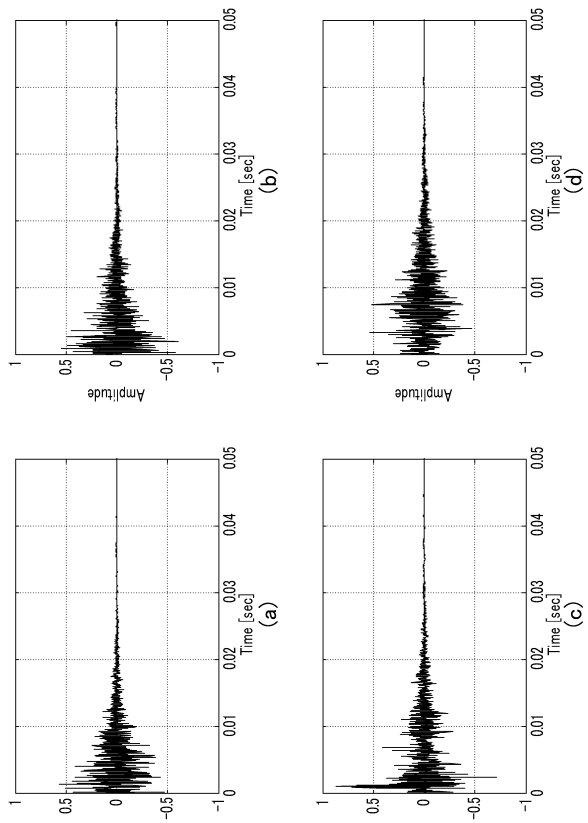
【図５】


Level [dB]
Frequency [Hz]
(a)
(b)
(c)
(d)

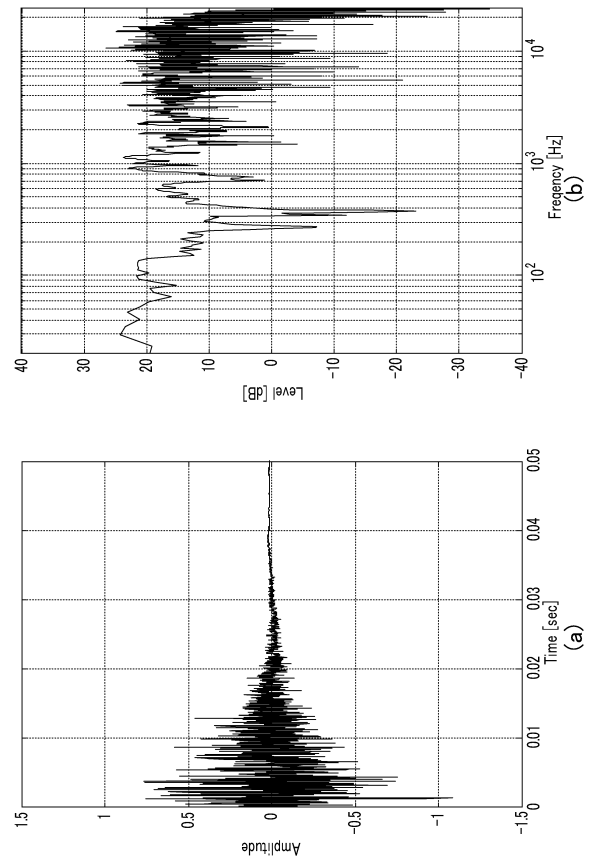
【図６】


Amplitude
Time [sec]
(a)
(b)
(c)
(d)

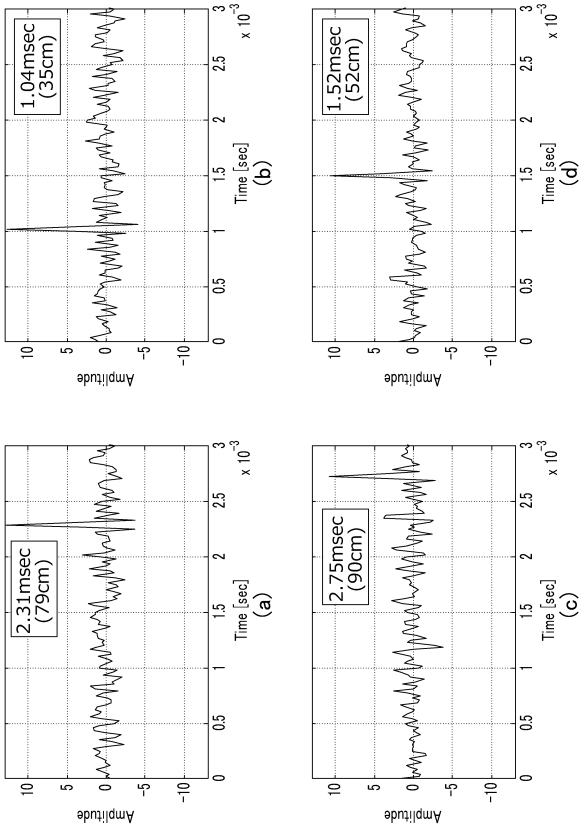
【図７】


Amplitude
Time [sec]
(a)
(b)
(c)
(d)

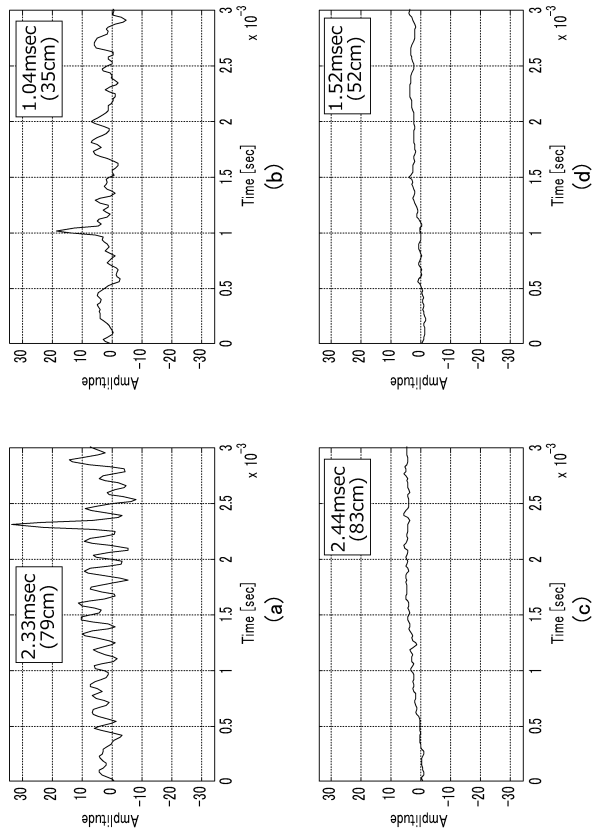
【図８】


Level [dB]
Freqency [Hz]
(b)
Amplitude
Time [sec]
(a)

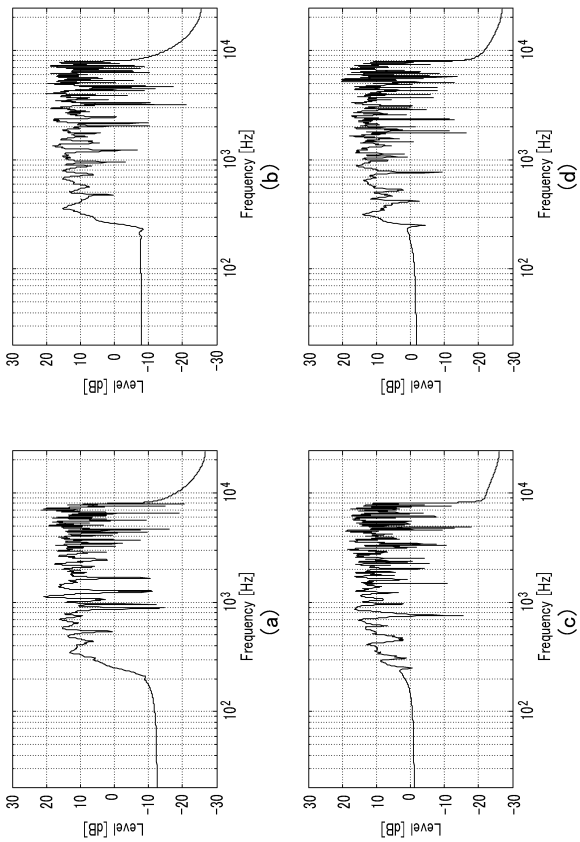
【図９】



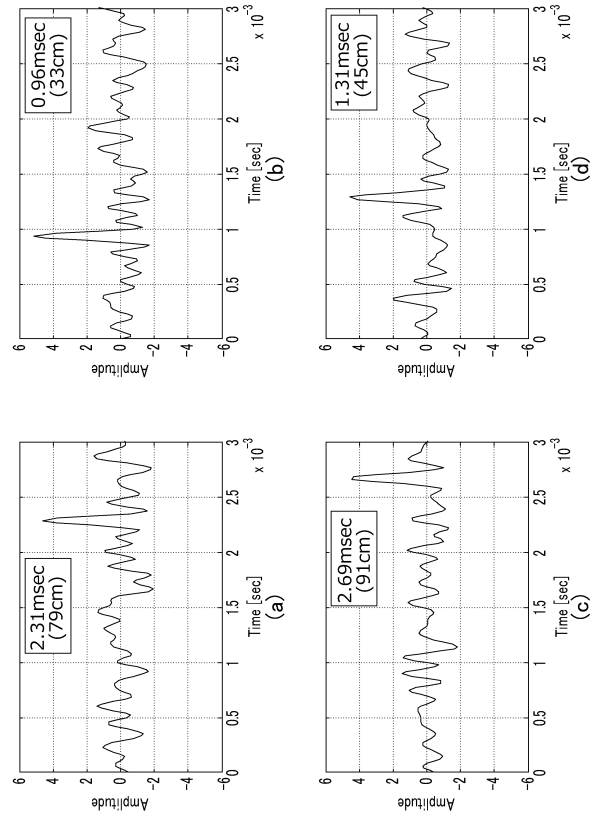
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００５－１０６８８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０５９２００（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２６２０８１（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１９３７８２（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０１７４１５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｓ　　１／００－７／００
Ｇ１０Ｋ　１５／００
Ｈ０４Ｒ　　３／００
Ｇ０１Ｈ　　１／００－１７／００