

(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2017-183861

(P2017-183861A)

(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)			
HO4R	29/00	(2006.01)	HO4R	29/00	320	5D220
HO4R	1/40	(2006.01)	HO4R	1/40	320	
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	320	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2016-65005 (P2016-65005)  
 (22) 出願日 平成28年3月29日 (2016. 3. 29)

(71) 出願人 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100146835  
 弁理士 佐伯 義文  
 (74) 代理人 100175802  
 弁理士 寺本 光生  
 (74) 代理人 100094400  
 弁理士 鈴木 三義  
 (74) 代理人 100126664  
 弁理士 鈴木 慎吾

最終頁に続く

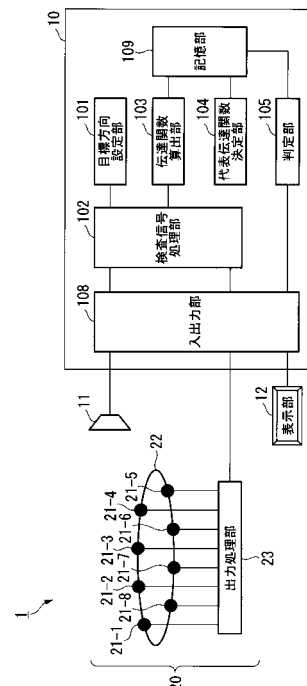
(54) 【発明の名称】 検査装置および検査方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マイクロフォンアレイを構成する複数のマイクロフォンの相対的な位置関係を検査することができる検査装置および検査方法を提供する。

【解決手段】 伝達関数算出部103は、所定の目標方向に設置された音源からマイクロフォンアレイ20の各マイクロフォン21-1~21-8までの伝達関数を算出する。判定部105は各マイクロフォンまでの伝達関数と、各マイクロフォンまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かを判定する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

所定の目標方向に設置された音源からマイクロフォンアレイの各マイクロフォンまでの伝達関数を算出する伝達関数算出部と、

前記各マイクロフォンまでの伝達関数と、前記各マイクロフォンまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいて前記マイクロフォンアレイが正常であるか否かを判定する判定部と、

を備える検査装置。

**【請求項 2】**

前記音源からの音の前記マイクロフォン間の時間差を前記目標方向間でクラスタリングし、前記クラスタリングにより得られるクラスタごとの前記時間差の代表値に対応する前記伝達関数を代表伝達関数として定める代表伝達関数決定部を備え、

前記判定部は、

前記差分量として、前記クラスタごとの前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との差分量のクラスタ間代表値に基づいて前記マイクロフォンアレイが正常であるか否かを判定する

請求項 1 に記載の検査装置。

**【請求項 3】**

前記判定部は、前記差分量として、前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数とのユークリッド距離を算出する請求項 2 に記載の検査装置。

**【請求項 4】**

前記判定部は、前記差分量として、前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との差分に所定の聴覚重み特性を乗じて重み付きユークリッド距離を算出する請求項 2 に記載の検査装置。

**【請求項 5】**

前記判定部は、前記差分量として、前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との位相差ならびに強度差をそれぞれ所定の重み特性で重み付けして得られる重み付き和の周波数間積分値を算出する請求項 2 に記載の検査装置。

**【請求項 6】**

前記音源からの伝達関数と前記理想的伝達関数との差分量を減少させる校正値を算出する校正値算出部、

を備える請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の検査装置。

**【請求項 7】**

検査装置における検査方法であって、

所定の目標方向に設置された音源からマイクロフォンアレイの各マイクロフォンまでの伝達関数を算出する伝達関数算出過程と、

前記各マイクロフォンまでの伝達関数と、前記各マイクロフォンまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいて前記マイクロフォンアレイが正常であるか否かを判定する判定過程と、

を有する検査方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、検査装置および検査方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

複数のマイクロフォンを備えるマイクロフォンアレイは、多チャンネルの音響信号の収録に用いられる。マイクロフォンアレイが収録した多チャンネルの音響信号は、複数の話者の発話に伴う話者単位の音声に分離する音源分離や音源の方向を定める音源定位などに用いられる。音源分離や音源定位の処理では、マイクロフォン間における位置の違いに応じた

10

20

30

40

50

音源からの伝達特性の差異の情報が利用される。

【0003】

例えば、特許文献1には、複数のチャネルの音響信号に基づいて音響信号の收音位置と音源方向を算出する音響処理装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-154207号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

マイクロフォンアレイが量産されると、生産されたマイクロフォンアレイの検査が行われる。マイクロフォンアレイの検査には、筐体、各マイクロフォン単体の配置の他、マイクロフォンアレイを構成する複数のマイクロフォンの配置の検査が含まれる。その用途により、筐体とその筐体に配置された複数のマイクロフォン相互間の相対的な位置関係が重要なためである。そのため、マイクロフォン個々の動作や位置を検査するだけでは不足である。

【0006】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、マイクロフォンアレイを構成する複数のマイクロフォンの相対的な位置関係を検査することができる検査装置および検査方法を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、本発明の一態様は、所定の目標方向に設置された音源からマイクロフォンアレイの各マイクロフォンまでの伝達関数を算出する伝達関数算出部と、前記各マイクロフォンまでの伝達関数と、前記各マイクロフォンまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいて前記マイクロフォンアレイが正常であるか否かを判定する判定部と、を備える検査装置である。

【0008】

(2) 本発明のその他の態様は、上述の検査装置であって、前記音源からの音の前記マイクロフォン間の時間差を前記目標方向間でクラスタリングし、前記クラスタリングにより得られるクラスタごとの前記時間差の代表値に対応する前記伝達関数を代表伝達関数として定める代表伝達関数決定部を備え、前記判定部は、前記差分量として、前記クラスタごとの前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との差分量のクラスタ間代表値に基づいて前記マイクロフォンアレイが正常であるか否かを判定する。

30

【0009】

(3) 本発明のその他の態様は、上述の検査装置であって、前記判定部は、前記差分量として、前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数とのユークリッド距離を算出する。

【0010】

(4) 本発明のその他の態様は、上述の検査装置であって、前記判定部は、前記差分量として、前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との差分に所定の聴覚重み特性を乗じて重み付きユークリッド距離を算出する。

40

【0011】

(5) 本発明のその他の態様は、上述の検査装置であって、前記判定部は、前記差分量として、前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との位相差ならびに強度差をそれぞれ所定の重み特性で重み付けして得られる重み付き和の周波数間積分値を算出する。

【0012】

(6) 本発明のその他の態様は、上述の検査装置であって、前記音源からの伝達関数と前記理想的伝達関数との差分量を減少させる校正値を算出する校正値算出部を備える。

【0013】

50

(7) 本発明のその他の態様は、検査装置における検査方法であって、所定の目標方向に設置された音源からマイクロフォンアレイの各マイクロフォンまでの伝達関数を算出する伝達関数算出過程と、前記各マイクロフォンまでの伝達関数と、前記各マイクロフォンまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいて前記マイクロフォンアレイが正常であるか否かを判定する判定過程と、を有する検査方法である。

【発明の効果】

【0014】

本発明の態様(1)および(7)によれば、目標方向に設置された音源から各マイクロフォンまでの伝達関数と、各マイクロフォンまでの理想的伝達関数との差分量に基づいてマイクロフォンアレイが正常であるか否かが判定される。そのため、マイクロフォンアレイを構成するマイクロフォンの相対的な位置関係の良否を定量的に判定することが可能になる。

10

【0015】

本発明の態様(2)によれば、目標方向ごとのマイクロフォン間の時間差からなるクラスタが形成され、形成されたクラスタごとの時間差の代表値が代表伝達関数として定められる。目標方向に対応する伝達関数が代表伝達関数として定められるので、代表伝達関数の選択において雑音その他の音源の影響や目標方向の設定エラーの影響を回避することができる。また、クラスタごとの代表伝達関数と理想的伝達関数との差分量のクラスタ間代表値は、目標方向間で異なりうる雑音その他の音源の影響や目標方向の設定エラーの影響の度合いを代表する値である。この値に基づいてマイクロフォンアレイが正常であるか否かが定量的に判定される。

20

【0016】

本発明の態様(3)によれば、代表伝達関数と理想的伝達関数との差分の寄与を周波数ならびにマイクロフォン間で累積して差分量が算出される。そのため、マイクロフォンの配置に応じた伝達関数の物理特性に基づいてマイクロフォンアレイが正常であるか否かが定量的に判定される。

【0017】

本発明の態様(4)によれば、人間の雑音に対する聴覚特性を表す聴覚重み特性で重み付けした差分の寄与を周波数間で累積して差分量が算出される。そのため、マイクロフォンの配置に応じて生ずる受信信号の差分の聴覚特性に基づいてマイクロフォンアレイが正常であるか否かが定量的に判定される。

30

【0018】

本発明の態様(5)によれば、代表伝達関数と理想的伝達関数との物理特性の差分として位相差ならびに強度差をそれぞれの所定の重み特性で重み付けした重み付き和の寄与を周波数間で累積して差分量が算出される。そのため、マイクロフォンの配置に応じて生ずる位相差、強度差のそれぞれについて設定される所定の重み特性に基づいてマイクロフォンアレイが正常であるか否かが定量的に判定される。

【0019】

本発明の態様(6)によれば、算出される校正值を用いてマイクロフォンによる受信信号を校正することで、理想的伝達関数を与えるマイクロフォンアレイによる受信信号に近似する受信信号を取得することができる。また、ユーザによるチャンネル間における受信信号の各種パラメータの調整に係る煩雑な作業が軽減される。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本実施形態に係る検査システムの構成を示すブロック図である。

【図2】チャンネル間時間差ベクトルの分布例を示す概念図である。

【図3】本実施形態に係る検査処理を示すフローチャートである。

【図4】目標方向の設定例を示す概念図である。

【図5】本実施形態の一変形例に係る検査システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【0021】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

図1は、本実施形態に係る検査システム1の構成を示すブロック図である。

本実施形態に係る検査システム1は、検査装置10を含んで構成される。

検査装置10は、マイクロフォンアレイ20が備えるM（Mは、2以上の整数）個のマイクロフォン21-1～21-Mの配置が所定の仕様を満たしているか否かを検査する。図1に示す例では、Mは8である。検査装置10は、検査信号として所定の音響信号に基づく音を提示する音源としてスピーカ11を備える。検査装置10は、マイクロフォン21-1～21-Mからの受音信号に基づいてスピーカ11から各マイクロフォン21-1～21-Mまでの伝達関数を算出する。

10

## 【0022】

検査装置10は、算出したスピーカ11から各マイクロフォン21-1～21-Mまでの伝達関数と、スピーカ11から各マイクロフォン21-1～21-Mまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいてマイクロフォンアレイ20においてマイクロフォン21-1～21-Mの配置が正常であるか否かを判定する。

## 【0023】

マイクロフォンアレイ20は、M個のマイクロフォン21-1～21-Mと、支持部22と、出力処理部23とを含んで構成される。

## 【0024】

マイクロフォン21-1～21-Mは、それぞれ到来した音を電気信号である受音信号に変換する電気音響変換素子である。マイクロフォン21-1～21-Mは、それぞれ変換した受音信号を出力処理部23に出力する。マイクロフォン21-1～21-Mは、それぞれ支持部22の異なる位置に配置されている。但し、マイクロフォン21-1～21-8の配置は、同一機種のマイクロフォンアレイ20同士でも個々に異なる。そのため、マイクロフォン21-1～21-M相互間で伝達関数が異なる。

20

## 【0025】

支持部22は、マイクロフォン21-1～21-Mを支持する部材である。図1に示す例では、支持部22の形状は環状であり、マイクロフォン21-1～21-Mは、ほぼ等間隔に配置されている。

出力処理部23は、マイクロフォン21-1～21-Mからそれぞれ入力された受音信号について、所定の処理を行う。所定の処理には、例えば、アナログ・デジタル（A/D；Analog-to-Digital）変換、増幅（または減衰）などが含まれる。出力処理部23は、有線または無線で検査装置10と接続され、所定の処理を行って得られたマイクロフォン21-1～21-MからのMチャンネルの受音信号を検査装置10に出力する。

30

## 【0026】

（検査装置）

次に、本実施形態に係る検査装置10の構成について説明する。検査装置10は、目標方向設定部101、検査信号処理部102、伝達関数算出部103、代表伝達関数決定部104、判定部105、入出力部108、記憶部109、スピーカ11および表示部12を含んで構成される。

40

## 【0027】

目標方向設定部101は、マイクロフォンアレイ20からの検査信号に基づく音を提示するスピーカ11の目標方向を設定する。目標方向は、マイクロフォンアレイ20の代表点を基準としたスピーカ11の相対的な方向である。マイクロフォンアレイ20の代表点は、例えば、M個のマイクロフォン21-1～21-Mの重心点である。1回の検査において、予め設定されたD（Dは、2以上の整数）通りの目標方向のそれぞれについて伝達関数が取得される。目標方向は、例えば、水平面内において所定の間隔をもって設定される。設定間隔は、例えば、1～90°のいずれかが任意の角度である。目標方向設定部101は、D通りの目標方向のうちいずれかの目標方向を選択する。目標方向設定部101は

50

、目標方向の選択が完了したとき選択した目標方向を示す目標方向情報を検査信号処理部 102 に出力する。

【0028】

目標方向設定部 101 は、マイクロフォンアレイ 20 の位置または向きを変更する駆動部（図示せず）、スピーカ 11 もしくは検査装置 10 自体の位置または向きを変更する駆動部（図示せず）、互いに位置の異なる複数のスピーカ 11 のうち音を提示するスピーカ 11 を選択する選択部（図示せず）のいずれか、またはその組み合わせを含んで構成されてもよい。これらの駆動部もしくは選択部は、マイクロフォンアレイ 20 の検査ラインに設けられてもよい。目標方向の設定例については、後述する。

【0029】

検査信号処理部 102 は、目標方向設定部 101 から目標方向情報が入力される時所定の検査信号を生成する。検査信号は、伝達関数の測定用に用いられる音の提示に用いられる。検査信号は、各マイクロフォン 21-1 ~ 21-M が受音すべき周波数帯域の成分を含む。その周波数帯域は、例えば、人間が発声する音声の帯域（典型的には、100 Hz ~ 4 kHz）、人間が音を知覚することができる可聴帯域（20 Hz ~ 20 kHz）など検査目的に応じて使い分けられてもよい。検査信号として、例えば、ホワイトノイズ、ピンクノイズ、チャープ信号、M 系列信号などが利用可能である。検査信号処理部 102 は、目標方向情報が示す目標方向に設置されたスピーカ 11 に入出力部 108 を介して検査信号を出力する。

【0030】

検査信号処理部 102 には、マイクロフォンアレイ 20 から入出力部 108 を介して M チャンネルの受音信号が入力される。検査信号処理部 102 は、目標方向情報に検査信号ならびに M チャンネルの受音信号を対応付けて伝達関数算出部 103 に出力する。以下の説明では、マイクロフォン 21-1 ~ 21-M からの受音信号のチャンネルを、それぞれチャンネル 1 ~ M と呼ぶことがある。

【0031】

なお、検査信号処理部 102 は、各目標方向について検査信号を出力する処理と、受音信号を入出力する処理を複数回繰り返してもよい。この繰り返しにより取得された M チャンネルの受音信号を用いて、目標方向ごとに複数セットの M チャンネルの伝達関数が算出される。

【0032】

伝達関数算出部 103 には、検査信号処理部 102 から目標方向情報、検査信号および M チャンネルの受音信号が入力される。伝達関数算出部 103 は、各チャンネルの受音信号と検査信号に基づいて、そのチャンネルの伝達関数  $H_{[n]m}(\theta, f)$  を算出する。

【0033】

【数 1】

$$H_{[n]m}(\theta, f) = \frac{X_{[n]m}(\theta, f)}{S(f)} \quad \dots (1)$$

【0034】

式 (1) において、n、m は、それぞれ測定回数、チャンネルを示す。θ、f は、それぞれ目標方向、周波数を示す。S(f) は、検査信号の周波数 f の成分を示す。X<sub>[n]m</sub>(θ, f) は、第 n 回の目標方向 θ からチャンネル m に係る受音信号の周波数 f の成分を示す。

【0035】

伝達関数算出部 103 は、目標方向情報と算出した M チャンネルの伝達関数とを対応付けて記憶部 109 に記憶する。伝達関数算出部 103 は、その伝達関数の算出に用いた M チャンネルの受音信号をさらに対応付けて記憶部 109 に記憶する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 6 】

代表伝達関数決定部 1 0 4 は、記憶部 1 0 9 に記憶された各回の M チャンネルの伝達関数の算出に用いた受信信号を用いてチャンネル間時間差を算出する。チャンネル間時間差は、所定の基準チャンネルに係るマイクロフォンと、他のチャンネルに係るマイクロフォンとの間の音の到来時間差である。従って、チャンネル間時間差は、基準チャンネル以外の M - 1 個の他のチャンネルのそれぞれについて算出される。以下の説明では、基準チャンネルがチャンネル 1 である場合を例にする。

## 【 0 0 3 7 】

代表伝達関数決定部 1 0 4 は、式 ( 2 ) に示すように、各回の目標方向に係る M - 1 個のチャンネル間時間差  $\tau_{[n]2}(\theta)$ 、 $\dots$ 、 $\tau_{[n]M}(\theta)$  を成分として有するチャンネル間時間差ベクトル  $\tau_{[n]}(\theta)$  を形成する。式 ( 2 ) において、T は、ベクトルまたは行列の転置を示す。

10

## 【 0 0 3 8 】

## 【 数 2 】

$$\tau_{[n]}(\theta) = [\tau_{[n]2}(\theta), \tau_{[n]3}(\theta), \dots, \tau_{[n]M}(\theta)]^T \quad \dots (2)$$

## 【 0 0 3 9 】

代表伝達関数決定部 1 0 4 は、各回の伝達関数に基づいて得られたチャンネル間時間差ベクトルについてクラスタリングを行って、D 個のクラスタに分類する。クラスタリングを行う際、代表伝達関数決定部 1 0 4 は、例えば、階層的クラスタリングの一手法である群平均法を用いる。

20

## 【 0 0 4 0 】

代表伝達関数決定部 1 0 4 は、D 個のクラスタのうち各クラスタ d に属するチャンネル間時間差ベクトル  $\tau_{[n]}$  の平均値をクラスタ中心  $\tau_d$  として算出する。そして、代表伝達関数決定部 1 0 4 は、各クラスタ d に属するチャンネル間時間差ベクトル  $\tau_{[n]}$  についてクラスタ中心  $\tau_d$  との距離  $\delta_{[n]d}$  を、例えば、式 ( 3 ) を用いて算出する。

## 【 0 0 4 1 】

## 【 数 3 】

$$\delta_{[n]d} = \|\tau_{[n]} - \tau_d\| \quad \dots (3)$$

30

## 【 0 0 4 2 】

代表伝達関数決定部 1 0 4 は、各クラスタ d について最も小さい距離  $\delta_{[n]d}$  を与えるチャンネル間時間差ベクトル  $\tau_{[n]}$  を当該クラスタ d の代表のチャンネル間時間差ベクトルとして特定する。代表伝達関数決定部 1 0 4 は、式 ( 4 ) に示すように、特定した代表のチャンネル間時間差ベクトル  $\tau_{[n]}$  に対応する伝達関数  $H_{[n]m}(\theta, f)$  を代表伝達関数  $H_m(d, f)$  として定める。

40

## 【 0 0 4 3 】

## 【 数 4 】

$$H_m(d, f) = \arg \min_{H_{[n]m}(\theta, f)} \delta_{[n]d} \quad \dots (4)$$

## 【 0 0 4 4 】

代表伝達関数決定部 1 0 4 は、クラスタごとの代表伝達関数を示す代表伝達関数情報を記憶部 1 0 9 に記憶する。なお、クラスタ中心  $\tau_d$  は、そのクラスタ d に対応する目標方

50

向 に設置された音源から各マイクロフォン 2 1 - 1 ~ 2 1 - M までの音の到達時間のチャンネル間差の代表値を示す。

【 0 0 4 5 】

判定部 1 0 5 は、記憶部 1 0 9 から代表伝達関数情報と、予め記憶させておいた基準代表伝達関数情報を読み取る。基準代表伝達関数情報は、基準となる理想的な伝達関数として判定の基準となる良品の各マイクロフォンまでの伝達関数を示す情報である。以下、この伝達関数を基準代表伝達関数と呼ぶ。基準代表伝達関数として、例えば、設計仕様上の伝達関数、所定の検査項目を満たすと判定された既存のマイクロフォンアレイ 2 0 の伝達関数、などが用いられてもよい。基準代表伝達関数情報には、各目標方向から各マイクロフォン 2 1 - 1 ~ 2 1 - M までの基準代表伝達関数の情報が含まれる。

10

【 0 0 4 6 】

判定部 1 0 5 は、目標方向ごとに対応するクラスタについて選択された代表伝達関数  $H_m(d, f)$  と、基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  との差分量  $C$  を用いて算出する。

差分量  $C$  を表す指標値として、判定部 1 0 5 は、式 ( 5 ) に示すユークリッド距離、式 ( 6 ) に示す A 特性重み付きユークリッド距離、式 ( 7 ) に示す位相差ならびに強度差の重み付き和のいずれを算出してもよい。

【 0 0 4 7 】

【 数 5 】

$$C = \sum_m \sum_f |H_m(d, f) - H_m'(d, f)| \quad \dots (5)$$

20

【 0 0 4 8 】

式 ( 5 ) は、代表伝達関数  $H_m(d, f)$  と基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  の差分の絶対値を、周波数  $f$  ならびにチャンネル  $m$  にわたり累積することによって差分量  $C$  を算出することを示す。従って、差分量  $C$  には、差分の寄与が周波数ならびにチャンネルにかかわらず均等に含まれる。

【 0 0 4 9 】

【 数 6 】

$$C = \sum_m \sum_f A(f) |H_m(d, f) - H_m'(d, f)| \quad \dots (6)$$

30

【 0 0 5 0 】

式 ( 6 ) において、 $A(f)$  は、周波数  $f$  ごとの A 特性の強度を示す。A 特性とは、人間の典型的な聴覚の感度の周波数特性に基づく重み係数である。A 特性は、1 k H z - 4 k H z の周波数帯域において他の周波数帯域よりも高く、2 0 H z 以下または 2 0 k H z 以上では、ほぼ 0 となる。つまり、式 ( 6 ) は、代表伝達関数  $H_m(d, f)$  と基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  の差分の絶対値に周波数  $f$  に依存する A 特性を乗算して得られる乗算値を、周波数  $f$  ならびにチャンネル  $m$  にわたり累積することによって差分量  $C$  を算出することを示す。そのため、差分量  $C$  には、聴覚の周波数特性に応じた差分の寄与が含まれる。

40

【 0 0 5 1 】



【数 7】

$$C = \sum_m \sum_f (I(f) \log \left| \frac{H_m(d, f)}{H_m'(d, f)} \right| + P(f) | \arg(H_m(d, f)) - \arg(H_m'(d, f)) | )$$

. . . (7)

【0052】

式(7)において、 $I(f)$ 、 $P(f)$ は、それぞれ強度差、位相差に乘じられる周波数  $f$  に依存する重み係数を示す。 $\arg(\dots)$ は、複素数...の位相を示す。従って、式(7)は、代表伝達関数  $H_m(d, f)$  と基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  の強度差、位相差にそれぞれ重み係数  $I(f)$ 、 $P(f)$  を乘じて得られる乗算値の和を、周波数  $f$  ならびにチャンネル  $m$  にわたり累積することによって差分量  $C$  を算出することを示す。そのため、差分量  $C$  には、強度差、位相差それぞれの周波数特性に応じた寄与が含まれる。

【0053】

判定部105は、クラスタごとの差分量  $C$  のうち、最も小さい差分量であるクラスタ間最小値  $C_{min}$  を選択する。そして、判定部105は、クラスタ間最小値  $C_{min}$  と所定の公差とを比較する。判定部105は、クラスタ間最小値  $C_{min}$  が公差よりも小さいとき、マイクロフォンアレイ20が良品であると判定する。判定部105は、クラスタ間最小値  $C_{min}$  が公差と等しいかより大きいとき、マイクロフォンアレイ20が不良品であると判定する。判定部105は、良品であるか否かを示す判定情報を表示部12に入出力部108を介して出力する。公差は、許容される差分量  $C$  の大きさを示す値である。

【0054】

従って、クラスタに対応する音源方向に応じて異なりうる差分量  $C$  のうち最も小さい差分量であるクラスタ間最小値  $C_{min}$  に基づいてマイクロフォンアレイ20が良品であるか否かが判断される。そのため、測定された代表伝達関数のうち最も信頼できる音源方向からの代表伝達関数に基づくクラスタ間最小値  $C_{min}$  が公差と比較される。よって、検査環境において目標方向に設置されたスピーカ11以外の音源の影響を排除することができる。

なお、判定部105は、複数のマイクロフォンアレイ20間の差分量  $C$  の標準偏差の  $0.5 \sim 2.0$  倍を公差として定めてもよい。

【0055】

なお、判定部105は、クラスタ間の差分量  $C$  の代表値として、クラスタ間最小値  $C_{min}$  に代え、クラスタごとの差分量  $C$  のうち最も大きいクラスタ間最大値  $C_{max}$  を選択してもよい。そして、判定部105は、クラスタ間最大値  $C_{max}$  が公差よりも小さいとき、マイクロフォンアレイ20が良品であると判定し、クラスタ間最大値  $C_{max}$  が公差よりも大きいとき、マイクロフォンアレイ20が不良品であると判定する。その場合には、クラスタに対応する音源方向に応じて異なりうる差分量  $C$  のうち最大の差分量  $C$  であるクラスタ間最大値  $C_{max}$  に基づいてマイクロフォンアレイ20が良品であるか否かが判断される。そのため、クラスタ間最小値  $C_{min}$  と公差を比較する場合よりも厳格にマイクロフォンアレイ20の可否が判断される。

【0056】

入出力部108は、スピーカ11、表示部12およびマイクロフォンアレイ20と有線または無線で接続して各種の信号を入出力する。入出力部108は、例えば、データ入出力インタフェースである。

【0057】

記憶部109は、検査装置10における各種の処理に用いるデータ、各種の処理によって生成されたデータを記憶する。記憶部109は、例えば、ROM(Read-only Memory)、RAM(Random Access Memory)などの記憶媒

体を含んで構成される。

【0058】

表示部12は、判定部105から入力される判定情報を表示する。表示部12は、例えば、液晶ディスプレイ(LCD: Liquid Crystal Display)である。

【0059】

(クラスタリング)

次に、代表伝達関数決定部104が行うクラスタリングについて説明する。

まず、代表伝達関数決定部104は、クラスタリングの対象であるチャンネル間時間差ベクトルの要素として、チャンネル間時間差を算出する。チャンネル間時間差の算出の際、代表伝達関数決定部104は、記憶部109に記憶された各回のMチャンネルの伝達関数の算出に用いた受信信号を用いる。代表伝達関数決定部104は、例えば、式(8)に示すようにマルチチャンネルGCC-PHAT(Generalized Cross-Correlation methods with Phase Transform)法を用いて、チャンネル間の相互相関関数が最も大きくなる時間差をチャンネル間時間差として定める。

10

【0060】

【数8】

$$\tau_{[n]m}(\theta) = \arg \max_{\tau} E \left( \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{X_{[n]1}(\theta, f) X_{[n]m}^*(\theta, f)}{|X_{[n]1}(\theta, f) X_{[n]m}^*(\theta, f)|} e^{2\pi j f \tau} df \right)$$

20

... (8)

【0061】

$\tau_{[n]m}(\theta)$ は、第n回目の目標方向からのチャンネルmとチャンネル1との間のチャンネル間時間差を示す。 $\arg \max \dots$ は、 $\dots$ を最大とするを示す。 $E(\dots)$ は、時間平均を示す。 $*$ は、複素共役を示す。式(8)に示す例では、チャンネル間時間差 $\tau_{[n]m}(\theta)$ は、各回につき基準となるチャンネル1以外のM-1チャンネルのそれぞれについて算出される。Mチャンネルの受信信号の取得は、上述したように各目標方向について1回に限らず複数回行われてもよい。

30

【0062】

代表伝達関数決定部104は、各回について算出したM-1チャンネルのチャンネル間時間差 $\tau_{[n]m}(\theta)$ からチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ を形成する。代表伝達関数決定部104は、それぞれ形成したチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ についてD個のクラスタに分類する際に行うクラスタリングの手法として、例えば、階層的クラスタリングを用いる。

40

【0063】

階層的クラスタリングは、次の過程(1)~(4)を有する手法である:(1)それぞれ1個のチャンネル間時間差ベクトルをメンバとして有するクラスタを設定する、(2)各クラスタ間の類似度のうち、最も類似度が高いクラスタ同士を統合して1個のクラスタを形成する、(3)クラスタの数がD個になるとき処理を終了し、そうでなければ(4)に進む、(4)(3)において形成されたクラスタと他のクラスタのそれぞれとの類似度を算出し、(3)に戻る。

【0064】

群平均法は、この階層的クラスタリングにおいて、2つのクラスタのそれぞれから選択したチャンネル間時間差ベクトル間の類似度を全てのチャンネル間時間差ベクトルの組のそれ

50

それぞれについて算出し、算出した類似度の平均値を2つのクラスタ間の類似度として定める手法である。

【0065】

具体的には、代表伝達関数決定部104は、クラスタd、e間の類似度 $\Delta_{de}$ を、例えば、式(9)を用いて算出する。

【0066】

【数9】

$$\Delta_{de} = \left\| \frac{1}{N_d} \sum_{n \in d} \tau_{[n]}(\theta) - \frac{1}{N_e} \sum_{n \in e} \tau_{[n]}(\theta) \right\| \quad \dots (9) \quad 10$$

【0067】

式(9)において、 $N_d$ 、 $N_e$ は、それぞれクラスタd、eに属するチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ の個数を示す。また、 $\|\dots\|$ は、ノルムを示す。即ち、式(9)は、クラスタdに属するチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ の平均値からクラスタeに属するチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ の平均値までの距離が類似度 $\Delta_{de}$ として算出されることを示す。

【0068】

図2は、チャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ の分布の例を示す。

2、3、4は、それぞれチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ の要素であるチャンネル2、3、4に係るチャンネル間時間差を示す。黒丸は、個々のチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ を示す。 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ は、それぞれ複数のチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[1,1]} \sim \tau_{[1,8]}$ 、 $\tau_{[2,1]} \sim \tau_{[2,8]}$ 、 $\tau_{[3,1]} \sim \tau_{[3,8]}$ からなるクラスタを示す。 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$ は、それぞれクラスタ $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ のクラスタ中心を示す。図2に示す例では、クラスタ中心 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$ からの距離が最も小さいチャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[1,2]}$ 、 $\tau_{[2,8]}$ 、 $\tau_{[3,5]}$ がクラスタ $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ の代表のチャンネル間時間差ベクトルとして定められる。そして、チャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[1,2]}$ 、 $\tau_{[2,8]}$ 、 $\tau_{[3,5]}$ を与える各Mチャンネルの伝達関数 $H_{[1,2]}(\theta, f)$ 、 $H_{[2,8]}(\theta, f)$ 、 $H_{[3,5]}(\theta, f)$ が、それぞれクラスタ $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ に係る代表伝達関数として選択される。

【0069】

なお、チャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ は、マイクロフォン21-1~21-Mの所定の配置に対して目標方向に応じて一意に定められる。そのため、マイクロフォン21-1~21-Mの変位(ずれ)その他の誤差が生じて、正常なマイクロフォンアレイ20であれば、チャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ は、所定の目標位置に対応するクラスタ内に分布する。また、マイクロフォンアレイ20の自体の異常、雑音が生じる場合には、チャンネル間時間差ベクトル $\tau_{[n]}(\theta)$ は、その目標位置に対応するクラスタから外れる。そのため、代表伝達関数決定部104によれば、クラスタ中心との距離が所定の距離範囲内にあるチャンネル間時間差ベクトルを与える代表伝達関数が、信頼性が高い伝達関数として選択される。

【0070】

なお、代表伝達関数決定部104は、クラスタ中心からの距離が所定の距離(例えば、標準偏差の2倍)を超えるチャンネル間時間差ベクトルを、クラスタリングの対象から除外し、残りのチャンネル間時間差ベクトルについて、再度クラスタリングを行ってから、代表伝達関数を選択してもよい。その場合には、信頼性の低い伝達関数がクラスタリングの対象から除外されるので、より適切な代表伝達関数が選択される。

【0071】

10

20

30

40

50

## ( 検査処理 )

次に、本実施形態に係る検査処理について説明する。

図3は、本実施形態に係る検査処理を示すフローチャートである。

( ループ L 0 1 ) 目標方向ごとにステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 の処理を繰り返す。D 方向の目標方向の全てについて処理が終了した後、ステップ S 1 0 4 の処理に進む。なお、1 つの目標方向についてステップ S 1 0 2、S 1 0 3 の処理が複数回繰り返されてもよい。

## 【 0 0 7 2 】

( ステップ S 1 0 1 ) 目標方向設定部 1 0 1 は、スピーカ 1 1 の目標方向を設定する。その後、ステップ S 1 0 2 の処理に進む。

( ステップ S 1 0 2 ) 検査信号処理部 1 0 2 は、所定の検査信号を生成し、生成した検査信号をスピーカ 1 1 に出力する。スピーカ 1 1 からは、検査信号に基づく音が再生される。検査信号処理部 1 0 2 には、スピーカ 1 1 からの音を収録して生成された受音信号を各マイクロフォン 2 1 - 1 ~ 2 1 - M から入力される。その後、ステップ S 1 0 3 の処理に進む。

( ステップ S 1 0 3 ) 伝達関数算出部 1 0 3 は、設定された目標方向について、検査信号と各チャンネルの受音信号に基づいて伝達関数を算出する。その後、ステップ S 1 0 1 の処理に戻る。

## 【 0 0 7 3 】

( ステップ S 1 0 4 ) 代表伝達関数決定部 1 0 4 は、全目標方向について各回の M チャンネルの伝達関数の算出に用いた受音信号を用いてチャンネル間時間差を算出する。代表伝達関数決定部 1 0 4 は、各回について算出したチャンネル間時間差を要素として含むチャンネル間時間差ベクトルを全目標方向にわたり D 個のクラスタにクラスタリングする。その後、ステップ S 1 0 5 に進む。

( ステップ S 1 0 5 ) 代表伝達関数決定部 1 0 4 は、クラスタごとにチャンネル間時間差ベクトルの平均値をクラスタ中心として算出する。代表伝達関数決定部 1 0 4 は、算出したクラスタ中心からの距離が最も小さいチャンネル間時間差ベクトルを与える M チャンネルの伝達関数を代表伝達関数として定める。その後、ステップ S 1 0 6 に進む。

( ステップ S 1 0 6 ) 判定部 1 0 5 は、クラスタごとに M チャンネルの代表伝達関数と所定の M チャンネルの基準代表伝達関数との差分量を算出する。その後、ステップ S 1 0 7 に進む。

( ステップ S 1 0 7 ) 判定部 1 0 5 は、算出した差分量のうちクラスタ間で最も小さい差分量であるクラスタ間最小値を算出する。その後、ステップ S 1 0 8 に進む。

## 【 0 0 7 4 】

( ステップ S 1 0 8 ) 判定部 1 0 5 は、差分量のクラスタ間最小値が所定の公差より小さいか否かを判定する。小さいと判定される場合 ( ステップ S 1 0 8 Y E S )、ステップ S 1 0 9 の処理に進む。等しいかより大きいと判定される場合 ( ステップ S 1 0 8 N O )、ステップ S 1 1 0 の処理に進む。

( ステップ S 1 0 9 ) 判定部 1 0 5 は、マイクロフォンアレイ 2 0 が良品であると判定する。その後、判定結果を示す判定情報を表示部 1 2 に出力し、図3に示す処理を終了する。

( ステップ S 1 1 0 ) 判定部 1 0 5 は、マイクロフォンアレイ 2 0 が不良品であると判定する。その後、判定結果を示す判定情報を表示部 1 2 に出力し、図3に示す処理を終了する。

## 【 0 0 7 5 】

## ( 目標方向の設定 )

次に、目標方向設定部 1 0 1 による目標方向の設定例について説明する。

図4は、目標方向の設定例を示す図である。

図4 ( A ) は、スピーカ移動型の設定例を示す平面図である。図4 ( A ) に示す例では、水平面内において互いに直交した2つの方向である X 方向、Y 方向が、それぞれ図面の右方、上方に表されている。スピーカ移動型では、1 個のマイクロフォンアレイ 2 0 を所

定の位置に静止したまま、その代表点を中心とする円周上において1個のスピーカ11を移動させる。目標方向設定部101は、スピーカ11の位置をその円周上で所定の各目標方向に移動させるための駆動部を備える。この構成によれば、個々のマイクロフォンアレイ20に応じて目標方向を変更することが容易である。

【0076】

図4(B)は、複数スピーカ据え置き型の設定例を示す平面図である。複数スピーカ据え置き型では、1個のマイクロフォンアレイ20の代表点から各目標方向に複数(この例では、4個)のスピーカ11-1~11-4を設置しておく。目標方向設定部101は、スピーカ11-1~11-4のうち設定される目標方向に設置されたスピーカを検査信号の出力先として順次定める。この構成によれば、目標方向設定部101は、マイクロフォンアレイ20もしくはスピーカ11を移動させるための駆動部を備える必要がない。

10

【0077】

図4(C)は、複数マイクロフォンアレイターンテーブル型の設定例を示す平面図である。複数マイクロフォンアレイターンテーブル型では、1個のスピーカ11の周囲に複数(この例では、4個)のマイクロフォンアレイ20-1~20-4を、それぞれ別個のターンテーブル上に設置しておく。目標方向設定部101は、駆動部としてそれらのターンテーブルを備え、それぞれのターンテーブルの向きが各目標方向となるように、それらの向きを回転させる。そして、検査信号処理部102は、各マイクロフォンアレイ20-1~20-4からの受信信号を取得する。この構成によれば、複数のマイクロフォンアレイ20-1~20-4について同時に検査を行うことが可能になる。

20

【0078】

図4(D)は、複数マイクロフォンアレイ移動型の設定例を示す平面図である。複数マイクロフォンアレイ移動型では、1個のスピーカ11の周囲に複数のマイクロフォンアレイ20をその向きを維持しながら順次移動させるライン機構に設置しておく。目標方向設定部101は、駆動部としてそのライン機構を備え、それぞれ設置されたマイクロフォンアレイ20からのスピーカ11の向きがいずれかの目標方向となるように、ライン機構を順次移動させる。そして、検査信号処理部102は、各マイクロフォンアレイ20からの受信信号を取得する。この構成によれば、複数のマイクロフォンアレイ20について同時に検査を行うことが可能になる。

【0079】

図4(E)は、マイクロフォンアレイ縦移動型の設定例を示す側面図である。図4(E)に示す例では、水平面内の1つの方向であるX方向と、水平面に直交する垂直方向であるZ方向が、それぞれ図面の右方、上方に表されている。マイクロフォンアレイ縦移動型では、マイクロフォンアレイ20をベルトコンベアの支持台に設置させ、支持台を垂直方向に移動させることによりマイクロフォンアレイ20からのスピーカ11への目標方向として仰角を変更する。目標方向設定部101は、所定の目標方向としてスピーカ11の仰角を変更するための駆動部として当該ベルトコンベアを備える。この構成によれば、目標方向として仰角方向からの伝達関数について検査することが可能になる。また、ベルトコンベアが、複数の支持台を備え、それぞれの支持台にマイクロフォンアレイ20を設置することで、それぞれの受信信号に基づいてこれら複数のマイクロフォンアレイ20について同時に検査を行うことが可能になる。

30

40

【0080】

図4(F)は、マイクロフォンアレイらせん移動型の設定例を示す側面図である。図4(F)に示す例では、水平面内の1つの方向であるX方向と、水平面内でX方向に直交するY方向が、それぞれ図面の右斜め下、右斜め上に表されている。マイクロフォンアレイらせん移動型では、マイクロフォンアレイ20をスピーカ11の周囲に設置され回転軸の方向が垂直方向(Z方向)であるらせん状の軌道上を移動させるライン機構に設置しておく。目標方向設定部101は、駆動部としてそのライン機構を備え、それぞれ設置されたマイクロフォンアレイ20からのスピーカ11の向きがいずれかの目標方向となるように、ライン機構を順次移動させる。そして、検査信号処理部102は、各マイクロフォンア

50

レイ 20 からの受信信号を取得する。この構成によれば、目標方向として仰角方向と水平面内の方位角方向の伝達関数に基づいて検査を行うことが可能になる。また、軌道上に複数のマイクロフォンアレイ 20 を設置することで、それぞれの受信信号に基づいてこれら複数のマイクロフォンアレイ 20 について同時に検査を行うことが可能になる。

【0081】

なお、図 4 (A)、(C) ~ (F) に示す例では、駆動部はスピーカ 11 またはマイクロフォンアレイ 20 の移動に伴い騒音を発生させる。騒音の混入を防止するために、検査信号処理部 102 は、マイクロフォンアレイ 20 が静止しているときに検査信号をスピーカ 11 に出力し、マイクロフォンアレイ 20 からの受音信号を取得する。

また、図 4 (C) ~ (F) に示す例では、スピーカ 11 は、無指向性スピーカであることが望ましい。無指向性スピーカとは、音の放射強度の放射方向による有意差がないスピーカである。そのため、スピーカ 11 として無指向性スピーカを用いることで誤差要因として放射強度の指向性による影響を低減することができる。

【0082】

(変形例)

次に、本実施形態に係る変形例について説明する。

図 5 は、本変形例に係る検査システム 1 の構成を示すブロック図である。

本変形例に係る検査システム 1 において、検査装置 10 は、さらに校正值算出部 106 を含んで構成される。

【0083】

校正值算出部 106 は、各チャンネル  $m$  の受信信号から得られる伝達関数  $H_{[n]}(d, f)$  に乗じて、その目標方向に対応するクラスタ  $d$  の基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  との差分量  $C$  を低減させる校正值を算出する。校正值算出部 106 は、例えば、式 (10) に示すように代表伝達関数  $H_m(d, f)$  に対する基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  の比のクラスタ間平均をチャンネル  $m$  の校正值  $F_m(f)$  として算出する。式 (10) において、 $\langle \dots \rangle$  は、 $\dots$  のクラスタ間平均を示す。

【0084】

【数 10】

$$F_m(f) = \left\langle \frac{H_m'(d, f)}{H_m(d, f)} \right\rangle \dots (10)$$

【0085】

校正值算出部 106 は、算出した校正值  $F_m(f)$  を示す校正值情報をマイクロフォンアレイ 20 に入出力部 108 を介して出力する。

【0086】

本変形例において、マイクロフォンアレイ 20 は、校正部 231 を備える。校正部 231 は、検査装置 10 から入力された構成値情報が示す校正值  $F_m(f)$  を設定する。校正部 231 は、各チャンネル  $m$  の受音信号の周波数領域係数に当該チャンネル  $m$  の校正值  $F_m(f)$  を乗じて得られる周波数特性を有するようにその受音信号を校正する。これにより、校正された受信信号から得られる伝達関数  $H_{[n]}(d, f)$  と、その目標方向に対応するクラスタ  $d$  の基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  により近似する。

【0087】

なお、校正值算出部 106 は、制御変数と目標変数との差分の大きさの指標として差分量  $C$  を減少させるように校正值  $F_m(f)$  を算出してもよい。その場合、校正值算出部 106 は、例えば、伝達関数  $H_{[n]}(d, f)$  と校正值  $F_m(f)$  との積を観測変数、その目標方向に対応するクラスタ  $d$  の基準代表伝達関数  $H_m'(d, f)$  を目標変数として算出する。この校正值  $F_m(f)$  を算出するために、校正值算出部 106 は、最小二乗法など、公知の最適化方式を用いることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 8 】

なお、上述した例では、各チャンネル $m$ の校正值 $F_m(f)$ が周波数領域係数で表されている場合を例にしたが、校正值算出部106は、等価な周波数特性を有する時間領域のフィルタ係数として表された校正值を算出してもよい。その場合、校正部231は、各チャンネル $m$ の時間領域で表された受音信号を校正する際、算出した時間領域のフィルタ係数を用いて当該受音信号に対して畳み込み演算を行えばよい。

## 【 0 0 8 9 】

以上に説明したように、本実施形態に係る検査装置10は、所定の目標方向に設置されたスピーカ11からマイクロフォンアレイ20の各マイクロフォン21-1~21-Mまでの伝達関数を算出する伝達関数算出部103を備える。また、検査装置10は、各マイクロフォン21-1~21-Mまでの伝達関数と、各マイクロフォン21-1~21-Mまでの所定の理想的伝達関数との差分量に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かを判定する判定部105を備える。

この構成により、目標方向に設置されたスピーカ11から各マイクロフォン21-1~21-Mまでの伝達関数と、各マイクロフォン21-1~21-Mまでの理想的伝達関数との差分量に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かが判定される。そのため、マイクロフォンアレイ20を構成するマイクロフォン21-1~21-Mの相対的な位置関係の良否を定量的に判定することが可能になる。

## 【 0 0 9 0 】

また、検査装置10は、スピーカ11からの音のマイクロフォン21-1~21-M間の時間差を目標方向間でクラスタリングし、クラスタリングにより得られるクラスタごとの時間差の代表値に対応する伝達関数を代表伝達関数として定める代表伝達関数決定部104を備える。また、判定部105は、クラスタごとの前記代表伝達関数と前記理想的伝達関数との差分量のクラスタ間代表値に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かを判定する。

この構成により、目標方向ごとのマイクロフォン21-1~21-M間の時間差からなるクラスタが形成され、形成されたクラスタごとの時間差の代表値が代表伝達関数として定められる。目標方向に対応する伝達関数が代表伝達関数として定められるので、代表伝達関数の選択において雑音その他の音源の影響や目標方向の設定エラーの影響を回避することができる。また、クラスタごとの代表伝達関数と理想的伝達関数との差分量のクラスタ間代表値は、目標方向間で異なりうる雑音その他の音源の影響や目標方向の設定エラーの影響の度合いを代表する値である。この値に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かが定量的に判定される。

## 【 0 0 9 1 】

また、判定部105は、差分量として、代表伝達関数と理想的伝達関数とのユークリッド距離を算出する。

この構成により、代表伝達関数と理想的伝達関数との差分の寄与を周波数ならびにマイクロフォン21-1~21-M間で累積して差分量が算出される。そのため、マイクロフォン21-1~21-Mの配置に応じた伝達関数の物理特性に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かが定量的に判定される。

## 【 0 0 9 2 】

また、判定部105は、差分量として、代表伝達関数と理想的伝達関数との差分に所定の聴覚重み特性を乗じて重み付きユークリッド距離を算出する。

この構成により、人間の雑音に対する聴覚特性を表す聴覚重み特性で重み付けした差分の寄与を周波数間で累積して差分量が算出される。そのため、マイクロフォン21-1~21-Mの配置に応じて生ずる受音信号の差分の聴覚特性に基づいてマイクロフォンアレイ20が正常であるか否かが定量的に判定される。

## 【 0 0 9 3 】

また、判定部105は、差分量として、代表伝達関数と理想的伝達関数との位相差ならびに強度差をそれぞれ所定の重み特性で重み付けして得られる重み付き和の周波数間積分

10

20

30

40

50

値を算出する。

この構成により、代表伝達関数と理想的伝達関数との物理特性の差分として位相差ならびに強度差をそれぞれの所定の重み特性で重み付けした重み付き和の寄与を周波数間で累積して差分量が算出される。そのため、マイクロフォン 21 - 1 ~ 21 - M の配置に応じて生ずる位相差、強度差のそれぞれについて設定される所定の重み特性に基づいてマイクロフォンアレイ 20 が正常であるか否かが定量的に判定される。

【0094】

また、検査装置 10 は、スピーカ 11 からの伝達関数と理想的伝達関数との差分量を減少させる校正値を算出する校正値算出部 106 を備える。

この構成により、算出される校正値を用いてマイクロフォン 21 - 1 ~ 21 - M による受信信号を校正することで、理想的伝達関数を与えるマイクロフォンアレイによる受信信号に近似する受信信号を取得することができる。また、ユーザによる M チャネル間における受信信号の増幅率、位相などの各種のパラメータの調整に係る煩雑な作業が軽減される。

【0095】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態について説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

例えば、スピーカ 11 と表示部 12 の一方または両方は、入出力部 108 との間で各種の信号を入出力することができれば、検査装置 10 のその他の構成部と必ずしも一体化されていなくてもよい。

【0096】

なお、上述した検査装置 10 の一部、例えば、目標方向設定部 101、検査信号処理部 102、伝達関数算出部 103、代表伝達関数決定部 104、判定部 105 および校正値算出部 106 をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この制御機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、検査装置 10 に内蔵されたコンピュータシステムであって、CPU (Central Processing Unit) 等の制御機器の他、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものであってもよい。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

また、上述した実施形態における目標方向設定部 101、検査信号処理部 102、伝達関数算出部 103、代表伝達関数決定部 104、判定部 105 および校正値算出部 106 の一部、または全部を、LSI (Large Scale Integration) 等の集積回路として実現してもよい。目標方向設定部 101、検査信号処理部 102、伝達関数算出部 103、代表伝達関数決定部 104、判定部 105 および校正値算出部 106 の各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、または全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法は LSI に限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現してもよい。また、半導体技術の進歩により LSI に代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いてもよい。

【符号の説明】

10

20

30

40

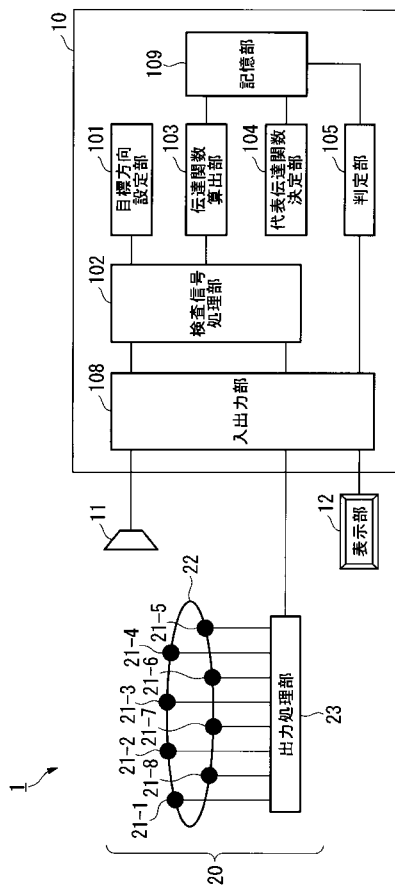
50



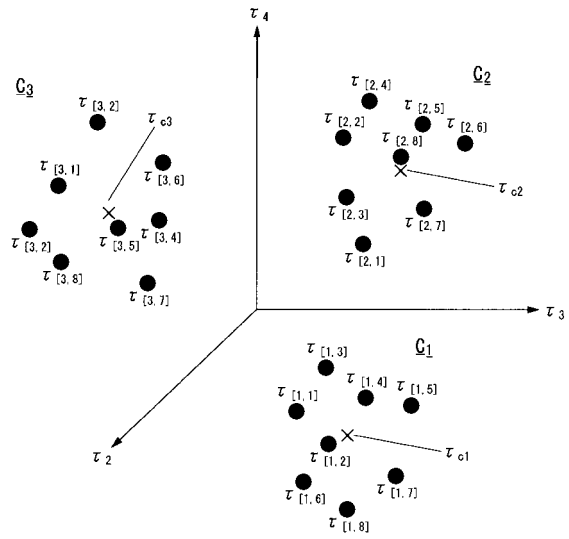
【 0 0 9 7 】

1 ... 検査システム、 1 0 ... 検査装置、 1 1 ... スピーカ、 1 2 ... 表示部、 2 0 ... マイクロフォンアレイ、 2 1 ( 2 1 - 1 ~ 2 1 - M ) ... マイクロフォンアレイ、 2 2 ... 支持部、 2 3 ... 出力処理部、 1 0 1 ... 目標方向設定部、 1 0 2 ... 検査信号処理部、 1 0 3 ... 伝達関数算出部、 1 0 4 ... 代表伝達関数決定部、 1 0 5 ... 判定部、 1 0 6 ... 校正值算出部、 1 0 8 ... 入出力部、 1 0 9 ... 記憶部、 2 3 1 ... 校正部

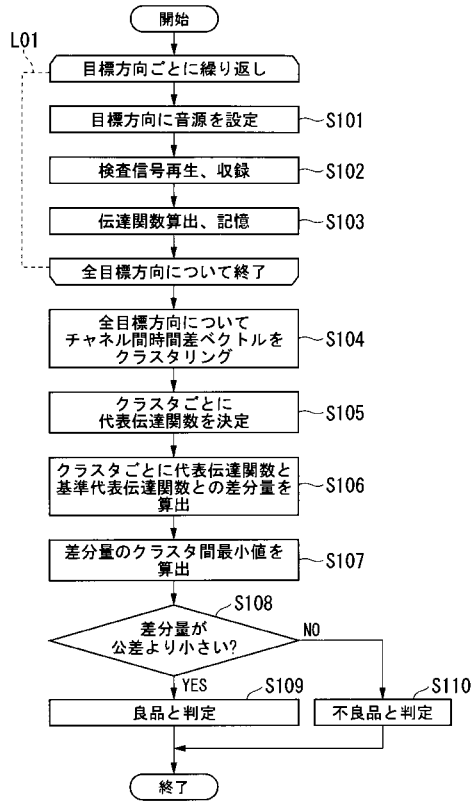
【 図 1 】



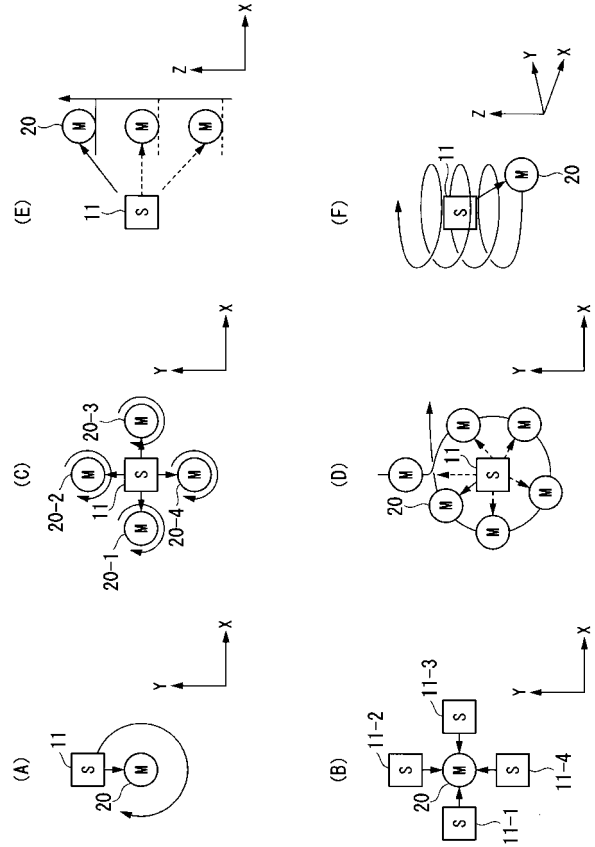
【 図 2 】



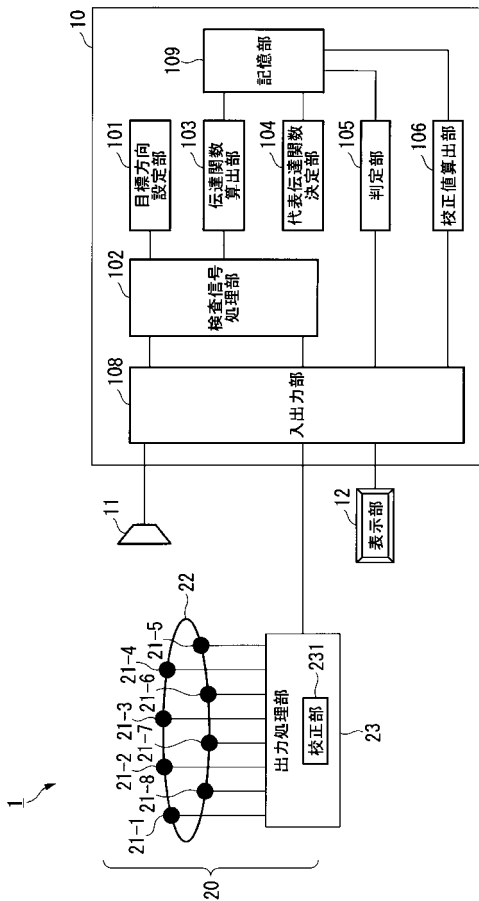
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 水本 武志

埼玉県和光市本町 8 - 1 株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン内

(72)発明者 中村 圭佑

埼玉県和光市本町 8 - 1 株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン内

(72)発明者 中臺 一博

埼玉県和光市本町 8 - 1 株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン内

Fターム(参考) 5D220 AA50 BA06