

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5839456号  
(P5839456)

(45) 発行日 平成28年1月6日(2016.1.6)

(24) 登録日 平成27年11月20日(2015.11.20)

(51) Int.Cl. F I  
**GO1H 3/10 (2006.01)** GO1H 3/10

請求項の数 4 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-208972 (P2011-208972)                  (22) 出願日 平成23年9月26日 (2011. 9. 26)                  (65) 公開番号 特開2013-68572 (P2013-68572A)                  (43) 公開日 平成25年4月18日 (2013. 4. 18)                  審査請求日 平成26年8月1日 (2014. 8. 1)</p>	<p>(73) 特許権者 000127570                  株式会社エー・アンド・デイ                  東京都豊島区東池袋3丁目23番14号                  (72) 発明者 鈴木 英男                  埼玉県北本市朝日1丁目243番地 株式会社エー・アンド・デイ開発・技術センター内                  (72) 発明者 飯野 剛                  埼玉県北本市朝日1丁目243番地 株式会社エー・アンド・デイ開発・技術センター内                  (72) 発明者 立川 弘一                  埼玉県北本市朝日1丁目243番地 株式会社エー・アンド・デイ開発・技術センター内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響インテンシティ計測方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

音圧を計測して音響インテンシティを求める音響インテンシティ計測方法において、前記音圧の計測値から第1の音響インテンシティを算出することによって、第1の音源方向を求める第1の方向推定ステップと、

前記第1の音源方向の十分遠方に波長に対して十分小さい音源が存在すると仮定して、前記第1の音源方向を求めるのと同じ演算式を用いて、第2の音響インテンシティを算出することによって、第2の音源方向を求める第2の方向推定ステップと、

前記第2の音源方向と前記第1の音源方向との差に基づいて、前記第1の音源方向を補正して音源方向を求める方向補正ステップと、

を備えることを特徴とする音響インテンシティ計測方法。

【請求項2】

前記第1の音響インテンシティの大きさから前記第2の音響インテンシティの大きさへの感度低下率を求め、該感度低下率の逆数を前記第1の音響インテンシティの大きさに乗算することによって、音響インテンシティの大きさを求めることを特徴とする請求項1に記載の音響インテンシティ計測方法。

【請求項3】

複数箇所で音圧を計測するマイクロフォンと、該マイクロフォンによる計測値から音響インテンシティを求める制御装置と、を備えた音響インテンシティ計測装置において、

前記制御装置は、前記マイクロフォンの計測値から第1の音響インテンシティを算出す

ることによって、第1の音源方向を求める方向算出部と、

前記第1の音源方向の十分遠方に波長に対して十分小さい音源が存在すると仮定して、前記第1の音源方向を求めるのと同じ演算式を用いて、第2の音響インテンシティを算出することによって第2の音源方向を求め、該第2の音源方向と前記第1の音源方向との差に基づいて前記第1の音源方向を補正する補正計算部と、

を備えることを特徴とする音響インテンシティ計測装置。

【請求項4】

前記補正計算部は、前記第1の音響インテンシティの大きさから前記第2の音響インテンシティの大きさへの感度低下率を求め、該感度低下率の逆数を前記第1の音響インテンシティの大きさに乗算することによって、音響インテンシティの大きさを補正することを特徴とする請求項3に記載の音響インテンシティ計測装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は音響インテンシティ計測方法及び装置に係り、特に3次元空間における単位時間当たりの音響エネルギーの流れの方向と大きさを求める音響インテンシティ計測方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

機器内で発生する騒音等の音源を探查する方法として、音響インテンシティ法が知られている。音響インテンシティとは、単位面積を単位時間に通過する音響エネルギーのことであり、たとえば複数のマイクロフォンで計測した音圧値に基づいて、直接積分法やクロススペクトル法によって算出される。直接法とは、瞬時音圧と瞬時粒子速度の積を時間に関して直接積分して求める方法であり、クロススペクトル法とは、マイクロフォンで得られた音圧信号同士のクロススペクトルを求め、そのクロススペクトルに基づいて単位時間あたりの音のエネルギーの流れの大きさと方向（ベクトル）を求める方法である。これらの方法で音響インテンシティを求めれば、音のエネルギーの伝播方向と大きさを知ることができるので、音場の可視化、音響放射パワーの計測、音源探查などに利用することができる。（非特許文献1参照）

20

30

【0003】

ところで、音響インテンシティ法は、低い周波数領域や高い周波数領域で音響インテンシティの算出精度が低く、算出した音源推定位置が本当の音源位置からずれるという問題がある。ここで、反射の無い3次元空間では波長より十分小さい微小音源方向と計測点におけるエネルギーの流れの方向は一致するので、特に断らない限り、計測点におけるエネルギーの流れの方向を「音源方向」と表現する。

【0004】

特許文献1では、クロススペクトル法においてクロススペクトルの補正を行うことによって、音響インテンシティの算出精度を向上させている。しかしながら、この方法の適用範囲はクロススペクトル法を使用する場合に限られ、直接積分法や他の方法（たとえばエンベロープインテンシティ法）の場合には適用することができない。

40

【0005】

さらに音響インテンシティ法は、高い周波数領域になるほど、測定感度が低下するという問題もある。図8は音響インテンシティの測定原理を説明する図であり、p-pプローブと呼ばれる一対のマイクロフォン1で測定する場合を模式的に示している。このような場合、2つのマイクロフォン1の距離dが音波に対して無視できない大きさになると感度が低下する。たとえば、音速340m/s、d=60mmの場合、エネルギーの流れ方向とマイクロフォン1の方向との角度を  $\theta$  とすると、 $d \cos(\theta) / \lambda > 0.184$  を満たすときに1dBの感度低下を生じる。

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3403711号

## 【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】F. J. Fahy著、橘秀樹訳、「サウンドインテンシティ」、オーム社、1998年

【非特許文献2】Hideo Suzuki, Shun Oguro, Masazou Anzai, and Takahiko Ono, 「Performance evaluation of a three dimensional intensity probe」、J. Acoust. Soc. Jpn., (E)16,4(1995).

10

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みて成されたものであり、音響エネルギーの流れの大きさと方向を正確に求めることのできる音響インテンシティ計測方法及び装置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】

【0009】

請求項1に記載の発明は前記目的を達成するために、音圧を計測して音響インテンシティを求める音響インテンシティ計測方法において、前記音圧の計測値から第1の音響インテンシティを算出することによって、第1の音源方向（すなわち、計測点における音響インテンシティの方向）を求める第1の方向推定ステップと、前記第1の音源方向の十分遠方に波長に対して十分小さい音源が存在すると仮定して、前記第1の音源方向を求めるのと同じ演算式を用いて、第2の音響インテンシティを算出することによって、第2の音源方向を求める第2の方向推定ステップと、前記第2の音源方向と前記第1の音源方向との差に基づいて、前記第1の音源方向を補正して音源方向を求める方向補正ステップと、を備えることを特徴とする。

20

【0010】

請求項2の発明は請求項1において、前記第1の音響インテンシティの大きさから前記第2の音響インテンシティの大きさへの感度低下率を求め、該感度低下率の逆数を前記第1の音響インテンシティの大きさに乗算することによって、音響インテンシティの大きさを求めることを特徴とする。

30

【0011】

請求項3に記載の発明は前記目的を達成するために、複数箇所音圧を計測するマイクロフォンと、該マイクロフォンによる計測値から音響インテンシティを求める制御装置と、を備えた音響インテンシティ計測装置において、前記制御装置は、前記マイクロフォンの計測値から第1の音響インテンシティを算出することによって、第1の音源方向を求める方向算出部と、前記第1の音源方向の十分遠方に波長に対して十分小さい音源が存在すると仮定して、前記第1の音源方向を求めるのと同じ演算式を用いて、第2の音響イン

40

【0012】

請求項4の発明は請求項3において、前記補正計算部は、前記第1の音響インテンシティの大きさから前記第2の音響インテンシティの大きさへの感度低下率を求め、該感度低下率の逆数を前記第1の音響インテンシティの大きさに乗算することによって、音響インテンシティの大きさを補正することを特徴とする。

【0013】

本発明の発明者は、インテンシティ法によって求めた音源方向（以下、第1の音源方向

50

)と真の音源方向との間に生じる誤差は、以下の方法で簡単に補正できるという知見を得た。すなわち、第1の音源方向を音源方向と仮定して、インテンシティ法により音源方向(以下、第2の音源方向)を求め、その第2の音源方向と第1の音源方向との差に基づいて、第1の音源方向を補正すると、真の音源方向に非常に近い方向を算出できるという知見を得た。

【0014】

請求項1、請求項3に係る発明はこのような知見に基づいて成されたものであり、第1の音源方向と第2の音源方向との差を求め、その差に基づいて第1の音源方向を補正するようにしたので、音源方向を精度良く求めることができる。また、この方法は音響インテンシティの値を用いて補正を行うので、適用範囲はクロススペクトル法だけに限定されず、直接積分法などの他の方法にも適用することができる。

10

【0015】

また、本発明の発明者は第1の音響インテンシティの絶対値から第2の音響インテンシティの絶対値への感度低下率の逆数を、第1の音響インテンシティの絶対値に乗算すると、音響インテンシティの絶対値を精度よく求めることができるという知見を得た。

【0016】

請求項2、請求項4に係る発明はこのような知見に基づいて成されたものであり、第1の音響インテンシティの絶対値に感度低下率の逆数を乗算するようにしたので、音響インテンシティの絶対値を精度良く求めることができる。

【発明の効果】

20

【0017】

本発明によれば、第1の音響インテンシティを算出することによって第1の音源方向を求め、この第1の音源方向を音源方向として第2の音響インテンシティを求め、さらに第1の音源方向と第2の音源方向との差に基づいて第1の音源方向を補正するようにしたので、音源方向を正確に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明が適用された音響インテンシティ計測装置の概略構成を示すブロック図

【図2】マイクロフォンの配置例を説明する図

【図3】マイクロフォンの座標系を説明する図

30

【図4】従来装置における音源算出の角度誤差を示す図

【図5】本実施の形態における音源算出の角度誤差を示す図

【図6】従来装置と本実施の形態における音源算出の角度誤差の対比を示す図

【図7】従来装置と本実施の形態における音響インテンシティの絶対値の誤差を示す図

【図8】音響インテンシティの測定原理を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0019】

添付図面に従って本発明に係る音響インテンシティ計測方法及び装置の好ましい実施形態について説明する。図1は本発明を適用した音響インテンシティ計測装置の概略構成を示すブロック図である。なお、本実施の形態では、クロススペクトル法に適用した例で説明するが、本発明はクロススペクトル法に限定されるものではなく、直接積分法など他の方法にも適用することができる。

40

【0020】

同図に示すように、音響インテンシティ計測装置10は主として、プローブ12と、制御装置14と、表示部16とで構成されている。プローブ12は、四個のマイクロフォン18を備えており、制御装置14は、各マイクロフォン18に接続される四個のAD変換器22と、四個の周波数解析部24と、クロススペクトル演算部26と、三軸方向成分演算部28と、補正計算部30と、三軸方向成分出力部32とを備える。なお、本実施の形態では、AD変換器22や周波数解析部24を制御装置14の内部に組み込んだが、これに限定するものではなく、制御装置14と別構成としてもよい。

50

## 【 0 0 2 1 】

マイクロフォン 18 は音圧を測定する装置であり、複数個が設置される。マイクロフォン 18 の数は特に限定するものではないが、音源位置を三次元的に推定する場合には最低四個が立体的に配置される。図 2 は四個のマイクロフォン 18 の配置例であり、 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ 、 $M_4$  の各位置にマイクロフォン 18 が配置される。たとえば図 2 (A) に示す例では正四面体の頂点に四個のマイクロフォン 18 が配置されており、図 2 (B) に示す例では正六面体の一つの頂点とそれに近接する三つの頂点にマイクロフォン 18 が配置されている。なお、後述の演算式では、マイクロフォン 18 の座標を図 3 に示す如く設定して演算を行っている。図 3 の座標は図 2 (A) および図 2 (B) の配置例に対応しており、四個のマイクロフォン 18 が成す四面体の重心位置を原点としている。図 3 (1) は X Y 平面、図 3 (2) は Y Z 平面を示している。ただし、2 つの四面体の差は高さ  $L_z$  が異なるだけであり、原点はともに重心にとっている。

10

## 【 0 0 2 2 】

上記の如く配置されたマイクロフォン 18 は図 1 に示すように、それぞれが A D 変換器 22 に接続されている。したがって、マイクロフォン 18 で得られた計測信号は、A D 変換器 22 によってデジタル信号に変換される。A D 変換器 22 はそれぞれ周波数解析部 24 に接続されており、この周波数解析部 24 においてフーリエ変換などの周波数解析が行われる。

## 【 0 0 2 3 】

周波数解析部 24 はクロススペクトル演算部 26 に接続されている。クロススペクトル演算部 26 は周波数解析したデータに基づいて、各 2 つのマイクロフォン 18 の組合せに対応するクロススペクトル  $G_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, 3, 4$ ) を求める。ここで  $G_{ij}$  は 2 つのマイクロフォン  $P_i$ 、 $P_j$  で得られた信号についてのクロススペクトル  $P_i P_j$  である。

20

## 【 0 0 2 4 】

クロススペクトル演算部 26 は、三軸方向成分演算部 28 に接続されている。三軸方向成分演算部 28 は、マイクロフォン 18 の数や配置に基づいて決定される演算式と、前記クロススペクトル演算部 26 で演算したクロススペクトルに基づいて三軸方向成分を算出する。たとえば図 2 (A) に示すようにマイクロフォン 18 を配置した場合には、下記の演算式に基づいて三軸方向成分が算出される (非特許文献 2 参照)。

## 【 0 0 2 5 】

## 【 数 1 】

$$I_{s,x} = \frac{1}{2\pi f \rho L_x} \frac{1}{4} \text{Im}[-G_{12} + G_{13} + 2G_{23} + G_{24} - G_{34}]$$

$$I_{s,y} = \frac{1}{2\pi f \rho L_y} \frac{1}{8} \text{Im}[-G_{12} - G_{13} + 2G_{14} + 3G_{24} + 3G_{34}]$$

$$I_{s,z} = \frac{1}{2\pi f \rho L_z} \frac{1}{3} \text{Im}[G_{12} + G_{13} + G_{14}]$$

30

40

なお、この式において、 $f$  は周波数、 $\rho$  は空気密度である。

## 【 0 0 2 6 】

一方、図 2 (B) に示す如くマイクロフォン 18 を配置した場合は  $M_1 - M_2$ 、 $M_1 - M_3$ 、 $M_1 - M_4$  をそれぞれ軸方向 1、2、3 とすると、三軸方向成分は以下の式で表される。

## 【 0 0 2 7 】

【数 2】

$$\begin{Bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \text{Im}[G_{12}] / [2\pi f \rho L_x / \sqrt{2}] \\ \text{Im}[G_{13}] / [2\pi f \rho L_x / \sqrt{2}] \\ \text{Im}[G_{14}] / [2\pi f \rho L_x / \sqrt{2}] \end{Bmatrix}$$

10

この式を図 3 の座標に変換して、x、y、z の軸方向成分を求めると、三軸方向成分は下式で表される。

【0028】

【数 3】

$$I_x = \frac{1}{2\pi f \rho L_x} \text{Im}[-G_{12} + G_{13}]$$

$$I_y = \frac{1}{2\pi f \rho L_y} \frac{1}{2} \text{Im}[-G_{12} - G_{13} + 2G_{14}]$$

$$I_z = \frac{1}{2\pi f \rho L_z} \frac{1}{3} \text{Im}[G_{12} + G_{13} + G_{14}]$$

20

このように三軸方向成分演算部 28 では、マイクロフォン 18 の個数や配置に応じた演算式に基づいて三軸方向成分を算出する。そして、この三軸方向成分に基づいて音源方向が算出される。以下、ここで求めた音源方向を第 1 の音源方向という。第 1 の音源方向は、実測値に基づいて求めた音源方向であり、後述する補正前の音源方向である。

30

【0029】

三軸方向成分算出部 28 は補正計算部 30 に接続される。補正計算部 30 は、三軸方向成分算出部 28 で求めた第 1 の音源方向を真の音源方向に近づけるための補正処理を行う。具体的には、まず、第 1 の音源方向の十分遠方に波長に対して十分小さい音源があると仮定し、同じ演算式を用いた場合の音源方向（以下、第 2 の音源方向という）を求める。次に、第 2 の音源方向と第 1 の音源方向との差に基づいて、第 1 の音源方向を補正し、真の音源方向を求める。すなわち、真の音源方向を（ $\phi_1$ 、 $\theta_1$ ）とし、第 1 の音源方向を（ $\phi_2$ 、 $\theta_2$ ）とし、第 2 の音源方向を（ $\phi_3$ 、 $\theta_3$ ）とした際に、真の音源方向を以下の式で求める。ただし、 $\phi_1$  は X Y 平面上での X 軸からの角度であり、 $\theta_1$  は Y Z 平面上での Z 軸からの角度とする。

40

【0030】

【数 4】

$$(\phi_1, \theta_1) \approx (2\phi_2 - \phi_3, 2\theta_2 - \theta_3)$$

これは、第 1 の音源方向と第 2 の音源方向との関係（具体的には移動の方向と大きさ）は、真の音源方向と第 1 の音源方向との関係に略等しいという性質を利用している。この式に基づいて音源方向を求めることによって、音源方向を精度良く求めることができる。

【0031】

50

さらに補正計算部30では、音響インテンシティの大きさ（絶対値）を補正する。具体的には、まず、第1の音源方向を求める際に算出される第1の音響インテンシティの絶対値と、第2の音源方向を求める際に算出される第2の音響インテンシティの絶対値とを比較し、その感度低下率を求める。そして、その逆数を第1の音響インテンシティの絶対値に乗算する。

【0032】

これは前述の音源方向の補正と同様に、真の音響インテンシティの大きさと第1の音響インテンシティの大きさとの関係（減衰率）と、第1の音響インテンシティの大きさと第2の音響インテンシティの大きさとの関係（減衰率）が略等しいという性質を利用している。したがって、上記の補正処理を行うことによって、音響インテンシティの大きさ（絶対値）をより正確に求めることができる。なお、本実施の形態では、補正計算部30において音源方向の補正と音響インテンシティの大きさの補正を行うようにしたが、周波数の閾値を設定し、その閾値よりも大きい場合のみ音響インテンシティの大きさの補正を行うようにしてもよい。

10

【0033】

補正計算部30は、三軸方向成分出力部32に接続されている。三軸方向成分出力部32は、補正計算部30で求められた音源方向と音響インテンシティの大きさを表示部16に表示すべく、適宜、必要な信号処理を行う。なお、表示部16への表示方法は特に限定するものではないが、音源位置や音響インテンシティを可視化できるようになっていることが好ましい。

20

【0034】

次に上記の如く構成された音響インテンシティ計測装置10の作用について図4、図5に基づいて説明する。

【0035】

図4は従来装置（すなわち図1において補正計算部30がなく、単に第1の音源方向を求めるだけの装置）による結果を示しており、図5は本実施の形態の音響インテンシティ計測装置10での結果を示している。なお、図4(A)、図5(A)はそれぞれ図2(A)で示したマイクロフォン18の配置に対応しており、図4(B)、図5(B)は図2(B)に示したマイクロフォン18の配置に対応している。ここで、図4、図5ともにマイクロホンプローブの寸法を $L_x = 60\text{ mm}$ 、周波数を $f = 2500\text{ Hz}$ としている。

30

【0036】

これらの図は、プローブ12の前半球面の各方向に真の点音源があるときに算出された音源方向を示しており、「+」は真の音源方向、「・」は算出された音源方向（図4の場合は第1の音源方向、図5の場合は補正後の音源方向）を示している。なお、音の周波数は $2500\text{ Hz}$ とし、音源は（実質的に平面進行波とみなせるように）十分に遠方にある点音源とした。さらに、（XY平面上でのX軸からの角度）を0から345度まで15度ごとに変化させ、（YZ平面上でのZ軸からの角度）を0から90度まで5度ごとに変化させることにより、433点の音源方向の場合について計測を行った。

【0037】

図4(A)、図4(B)から分かるように、従来装置の場合は、真の音源方向と第1の音源方向との間に差が生じている。たとえば、図4(B)では、「S0」で示す真の音源方向はY軸上の点（ $\theta = 90\text{ 度}$ 、 $\phi = 90\text{ 度}$ ）であるが、算出された第1の音源方向はZ軸成分が発生し、「S1」で示す方向（ $\theta = 90\text{ 度}$ 、 $\phi = 100\text{ 度}$ ）にずれている。このため、音源方向の計測誤差は10度になっている。このように図4(A)、図4(B)では大きな計測誤差が発生している。

40

【0038】

これに対して、図5(A)、図5(B)で示す本実施の形態では、真の音源方向である「+」と補正後の音源方向である「・」とのずれが小さくなっている。たとえば、前述の「S0」で示す音源方向の場合、補正後の音源方向は「S2」で示す方向（ $\theta = 90\text{ 度}$ 、 $\phi = 95\text{ 度}$ ）となり、計測誤差は5度と半分になっている。

50

## 【 0 0 3 9 】

図 6 は上記の結果を角度誤差として数値化して表現したものであり、 $Lx = 60 \text{ mm}$ で、周波数  $f$  を  $2000 \text{ Hz}$  から  $3000 \text{ Hz}$  の範囲について検討した結果を示している。図 6 ( 1 ) は従来装置の結果を示し、図 6 ( 2 ) は本実施の形態の結果を示している。これらは、上記の 4 3 3 点において最大の角度誤差を示している。なお、これらの図において「 A 」は図 5 ( A ) の結果 ( すなわち図 2 ( A ) の配置で数 1 の演算式に基づいて求めた結果 ) に対応しており、「 B 」は図 5 ( B ) の結果 ( すなわち図 2 ( B ) の配置で数 3 の演算式に基づいて求めた結果 ) に対応している。さらに「 B ´ 」は図 2 ( B ) の配置において数 1 の演算式に基づいて求めた結果を示している。

## 【 0 0 4 0 】

これらの図から分かるように、図 6 ( 1 ) で示す従来装置よりも図 6 ( 2 ) で示す本実施の形態の方が最大角度誤差が小さくなっている。たとえば「 A 」で比較すると、周波数  $2500 \text{ Hz}$  のとき図 6 ( 1 ) の従来装置では約 9 度の最大角度誤差があったのに対して、図 6 ( 2 ) の本実施の形態では、 A の場合約 3 度の最大角度誤差になっている。このように本実施の形態によれば、音源方向を精度良く求めることができる。

## 【 0 0 4 1 】

図 7 は音響インテンシティの絶対値の誤差を示したものである。図 7 ( 1 ) は従来装置の結果を示しており、図 7 ( 2 ) は本実施の形態の結果を示している。これらは、上記の 4 3 3 点において音響インテンシティの絶対値の最大値「 max 」と最小値「 min 」を真の値で正規化してデシベルで表現したものである。なお、これらの図において「 A 」は図 5 ( A ) の結果 ( すなわち図 2 ( A ) で数 1 の演算式に基づいて求めた結果 ) に対応しており、「 B 」は図 5 ( B ) の結果 ( すなわち図 2 ( B ) で数 3 の演算式に基づいて求めた結果 ) に対応している。さらに「 B ´ 」は図 2 ( B ) のプローブ 1 2 の配置において数 1 の演算式に基づいて求めた結果を示している。

## 【 0 0 4 2 】

これらの図からわかるように図 7 ( 1 ) で示す従来装置よりも図 7 ( 2 ) で示す本実施の形態の方が誤差が大幅に小さくなっている。たとえば「 A 」で比較すると、周波数  $2500 \text{ Hz}$  のとき図 7 ( 1 ) の従来装置では約 3 dB の誤差になっているのに対して、図 7 ( 2 ) の本実施の形態では略 0 になっている。このように本実施の形態によれば、音響インテンシティの絶対値の誤差を小さくすることができる。

## 【 0 0 4 3 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、補正計算部 3 0 において第 1 の音源方向と第 2 の音源方向との差に基づいて第 1 の音源方向を補正するようにしたので、音源方向を正確に求めることができる。また、本実施の形態によれば、補正計算部 3 0 において、第 1 の音響インテンシティの絶対値から第 2 の音響インテンシティの絶対値への感度低下率を求め、その感度低下率の逆数を第 1 の音響インテンシティの絶対値に乗算するようにしたので、音響インテンシティの大きさを精度良く求めることができる。

## 【 0 0 4 4 】

なお、上述した実施形態では、4 個のマイクロフォン 1 8 を図 2 ( A ) や図 2 ( B ) の如く配置した例について説明したが、マイクロフォン 1 8 の個数や配置はこれらに限定されるものではなく、たとえば  $x$ 、 $y$ 、 $z$  軸にそれぞれ一対の ( 合計 6 個の ) マイクロフォン 1 8 を原点中心として対称に配置してもよい。

## 【 0 0 4 5 】

さらに上述した実施形態は、音源を探索する例で説明したが、振動源を探索する装置として適用してもよい。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 6 】

1 0 ... 音響インテンシティ計測装置、1 2 ... プローブ、1 4 ... 制御装置、1 6 ... 表示部、1 8 ... マイクロフォン、2 2 ... A D 変換器、2 4 ... 周波数解析部、2 6 ... クロススペクトル演算部、2 8 ... 三軸方向成分演算部、3 0 ... 補正計算部、3 2 ... 三軸方向成分出力部

10

20

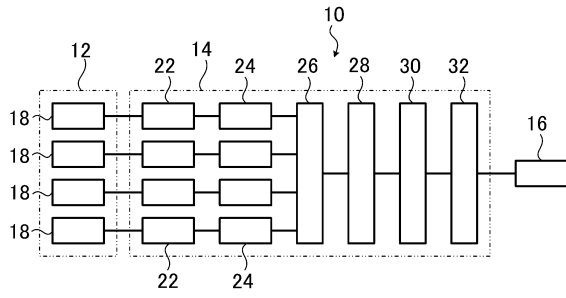
30

40

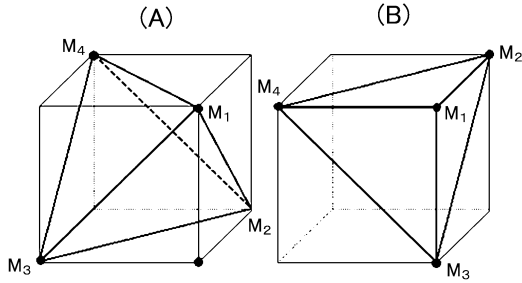
50



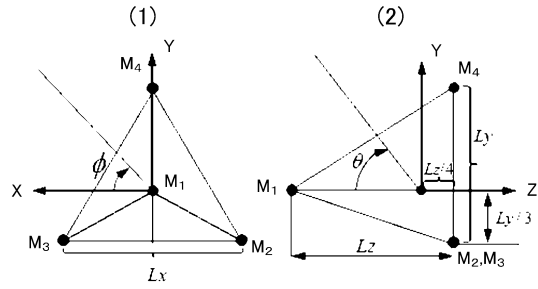
【図1】



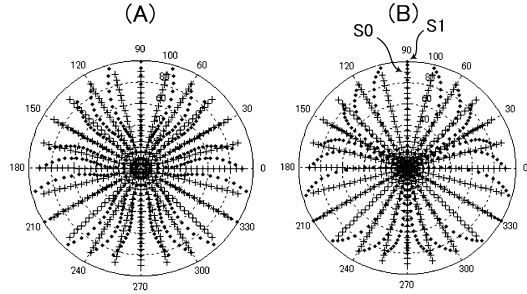
【図2】



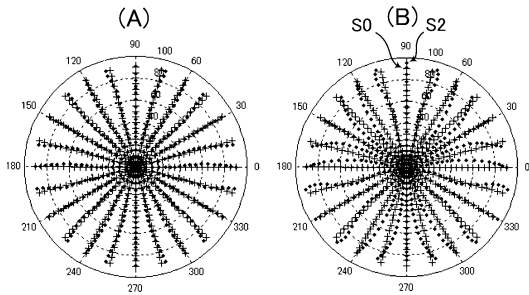
【図3】



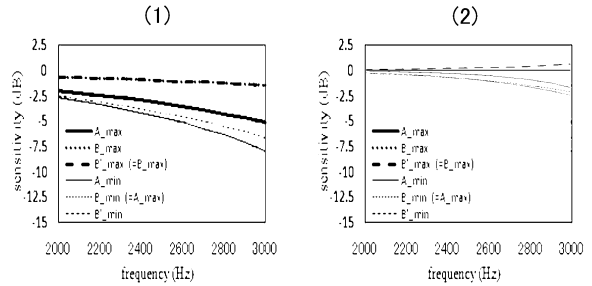
【図4】



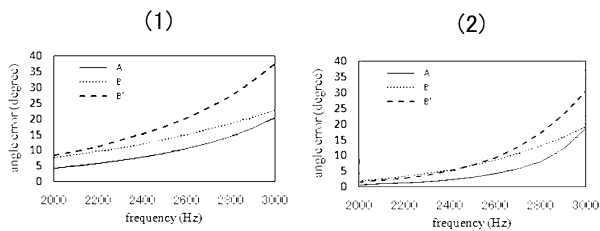
【図5】



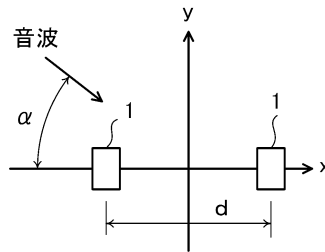
【図7】



【図6】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 水川 尚信

埼玉県北本市朝日1丁目243番地 株式会社エー・アンド・デイ開発・技術センター内

審査官 田中 秀直

(56)参考文献 特開平07-198470(JP,A)  
特開2005-069774(JP,A)  
特開2003-294822(JP,A)  
特開昭62-232524(JP,A)  
特開平05-079899(JP,A)  
米国特許第04982375(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01H 1/00-17/00  
JSTPlus(JDreamIII)