

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5423370号  
(P5423370)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int.Cl.			F I		
HO4R	1/40	(2006.01)	HO4R	1/40	320A
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	320
HO4R	1/38	(2006.01)	HO4R	1/38	
GO1S	7/521	(2006.01)	GO1S	7/521	A
GO1S	3/803	(2006.01)	GO1S	3/803	

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-280115 (P2009-280115)  
 (22) 出願日 平成21年12月10日(2009.12.10)  
 (65) 公開番号 特開2011-124749 (P2011-124749A)  
 (43) 公開日 平成23年6月23日(2011.6.23)  
 審査請求日 平成24年10月9日(2012.10.9)

(73) 特許権者 000201113  
 船井電機株式会社  
 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号  
 (74) 代理人 100085501  
 弁理士 佐野 静夫  
 (74) 代理人 100128842  
 弁理士 井上 温  
 (74) 代理人 100137730  
 弁理士 齊藤 武志  
 (72) 発明者 堀邊 隆介  
 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内  
 (72) 発明者 梅田 修志  
 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】音源探査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部音を内部に導く第1の音孔と第2の音孔とを有する両指向性の複数の差動マイクロホンと、

前記複数の差動マイクロホンの各音孔の向きが略同方向となるように平面状にアレイ配列された前記複数の差動マイクロホンを支持する支持部材と、

を備え、

第1の音孔と第2の音孔との並び方向が前記複数の差動マイクロホンの配列方向に対して略垂直であることを特徴とする音源探査装置。

【請求項2】

前記支持部材には、複数の開口が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の音源探査装置。

【請求項3】

前記複数の差動マイクロホンの各々から出力される信号の演算処理を行う演算部と、前記演算部における演算結果に基づいて、少なくとも、前記複数の差動マイクロホンの各々から出力された信号の出力レベルを視認できるように表示する表示部と、を更に備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の音源探査装置。

【請求項4】

前記表示部が、隣り合う前記差動マイクロホン同士に挟まれた少なくとも1つの位置について、前記演算部における演算結果に基づいて推定の信号の出力レベルを視認できるよ

うに表示することを特徴とする請求項 3 に記載の音源探査装置。

【請求項 5】

前記表示部は複数の発光手段からなり、

前記複数の発光手段は、前記複数の差動マイクロホンの各々の近傍に前記発光手段が配設されるように、前記支持部材に取り付けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の音源探査装置。

【請求項 6】

前記表示部は複数の発光手段からなり、

前記複数の発光手段は、前記複数の差動マイクロホンの各々の近傍、及び、前記差動マイクロホン同士に挟まれた少なくとも 1 つの位置近傍に前記発光手段が配設されるように、前記支持部材に取り付けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の音源探査装置。

10

【請求項 7】

前記発光手段は、前記信号の出力レベルに応じて発光量が変化することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の音源探査装置。

【請求項 8】

前記発光手段は、前記信号の出力レベルに応じて発光色が変化することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の音源探査装置。

【請求項 9】

前記演算部が、前記支持部材に取り付けられていることを特徴とする請求項 2 から 8 のいずれかに記載の音源探査装置。

20

【請求項 10】

前記支持部材に持ち手部が設けられており、前記演算部が前記持ち手に組み込まれていることを特徴とする請求項 2 から 8 のいずれかに記載の音源探査装置。

【請求項 11】

前記支持部材に持ち手部が設けられていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれかに記載の音源探査装置。

【請求項 12】

前記複数の差動マイクロホンは、隣り合う前記差動マイクロホン同士の距離が等間隔となるように配設されていることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかに記載の音源探査装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音源の位置を特定（音源定位）するために使用される音源探査装置に関し、詳細にはマイクロホンアレイを用いた音源探査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばエンジン等の機械装置においては、異常動作箇所からノイズ音が発生する場合がある。このため、機械装置においてノイズ音が発生している場合には、その音源を特定することによって、異常動作箇所を特定して機械装置の修理等を行える。ところで、人の聴覚のみで、このノイズ音の発生源（音源）を特定できればよいが、人の聴覚のみでは正確に音源の位置を特定するのが難しい場合がある。このため、従来、音源定位を行うための装置の開発が行われている。

40

【0003】

従来においては、音源方向を推定する手法として、MUSIC (multiple signal classification) 法がよく用いられている。MUSIC 法は、相関行列を固有値分解することで信号部分空間と雑音部分空間を求め、任意の音源位置ベクトルと雑音部分空間の内積の逆数を求めることにより、音源の音波到来方向や位置を調べる手法である。

【0004】

例えば、特許文献 1 に MUSIC 法を利用して、音声到来方向の検出を行う装置が開示

50

されている。特許文献1に開示される装置においては、複数の全指向性のマイクロホンを少なくとも2方向に配列したマイクロホンアレイを構成し、各マイクロホンからの音声成分を抽出し、相互相関演算を行うことにより、音声到来方向を検出する構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-6253号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

ところで、MUSIC法を用いた音源定位手法では、マイクロホンアレイを構成するマイクロホンの数が増えると演算処理量が膨大となり、大規模な信号処理回路が必要となるといった問題がある。マイクロホンの数が少ないと正確に音源を特定することができないために、マイクロホンの数はある程度多くする必要がある、この問題は深刻である。

【0007】

また、MUSIC法を用いた従来の音源定位方法では、特許文献1にも示されるように全指向性のマイクロホンが用いられ、背景雑音が大きな場所で音源定位を行う必要がある場合において、背景雑音の影響を受けて音源の位置を誤検出し易いといった問題もある。

【0008】

20

以上の点を鑑みて、本発明の目的は、背景雑音の影響を受け難く、複雑な信号処理を行うことなく高精度に音源定位を行うことが可能な音源探査装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために本発明の音源探査装置は、両指向性を有する複数の差動マイクロホンと、同一平面内に前記複数の差動マイクロホンがアレイ配列されるように、前記複数の差動マイクロホンを支持する支持部材と、を備え、前記複数の差動マイクロホンは、指向性の主軸が前記同一平面に対して略垂直となるように前記支持部材に支持されていることを特徴としている。

【0010】

30

なお、本発明（本明細書）においてアレイ配列とは、複数の部材が同一平面内に並べられている状態を広く指しており、好ましい態様として、複数の部材が面内方向にある周期性を持って配列された状態（例えば格子状や蜂の巣状等に配列された状態）が含まれる。

【0011】

本構成によれば、マイクロホンアレイ（マイクロホンがアレイ配列された構成単位）が両指向性を有する差動マイクロホンによって形成されている。差動マイクロホンは、探査目的とされる音源の近傍に配置されると、背景ノイズ（外乱）の影響を抑圧して、目的音を感度良く收音できる。また、差動マイクロホンの両指向性のために、探査目的の音源位置を高分解能で特定可能である。このため、本構成の音源探査装置を用いれば、各差動マイクロホンからの情報に基づいて、MUSIC法のような相互相関演算を行うことなく、高精度に音源定位を行える。

40

【0012】

上記構成の音源探査装置において、前記支持部材には、複数の開口が形成されているのが好ましい。このように構成すると、マイクロホンアレイを音源に近づけても音場がほとんど乱されない状態を得られ、高精度な音源定位を実現し易い。

【0013】

上記構成の音源探査装置において、前記複数の差動マイクロホンの各々から出力される信号の演算処理を行う演算部と、前記演算部における演算結果に基づいて、少なくとも、前記複数の差動マイクロホンの各々から出力された信号の出力レベルを視認できるように表示する表示部と、を更に備えるのが好ましい。

50

## 【0014】

本構成によれば、表示部によって音圧の空間分布を確認しながら音源の探査を行える。そして、表示部における表示は、差動マイクロホンから出力される信号の出力レベル（パワー）を視認できるようにするものであるために、簡単な信号処理回路で高精度に音源定位可能な音源探査装置を得られる。

## 【0015】

また、この構成において、前記表示部が、隣り合う前記差動マイクロホン同士に挟まれた少なくとも1つの位置について、前記演算部における演算結果に基づいて推定の信号の出力レベルを視認できるように表示することとしてもよい。このように構成することで、音圧の空間分布に関する視認情報が増えるために、音源探査を行ない易くなる。

10

## 【0016】

上記構成の音源探査装置において、前記表示部は複数の発光手段からなり、前記複数の発光手段は、前記複数の差動マイクロホンの各々の近傍に前記発光手段が配設されるように、前記支持部材に取り付けられていることとしてもよい。また、前記表示部は複数の発光手段からなり、前記複数の発光手段は、前記複数の差動マイクロホンの各々の近傍、及び、前記差動マイクロホン同士に挟まれた少なくとも1つの位置近傍に前記発光手段が配設されるように、前記支持部材に取り付けられていることとしてもよい。

## 【0017】

このように構成すると、ユーザは、マイクロホンアレイの方を向いたままで音圧の空間分布を認識することができるために、音源の探査が容易である。また、表示部として、例えば、発光ダイオードとその駆動回路等を用意するだけで良いために、表示部としてモニタを用意する場合に比べて安価とできる。

20

## 【0018】

なお、音源探査装置に発光手段を設ける構成において、前記発光手段は、前記信号の出力レベルに応じて発光量が変化することとしてもよいし、前記信号の出力レベルに応じて発光色が変化することとしてもよい。

## 【0019】

上記構成の音源探査装置において、前記演算部が、前記支持部材に取り付けられていることとしてもよい。本構成の音源探査装置では、各差動マイクロホンから出力される信号を相互相関演算する必要がなく、信号処理回路を簡単なものとする。このために、例えば、各差動マイクロホンに対して1つずつ信号処理回路を設ける構成とでき、演算部を差動マイクロホンに取り付けられる支持部材に配置することも可能である。

30

## 【0020】

上記構成の音源探査装置において、前記支持部材に持ち手部が設けられていることとしてもよい。また、この場合において、前記演算部が前記持ち手に組み込まれていることとしてもよい。本構成によれば、マイクロホンアレイの移動を行ない易く、取り扱いが容易となる。

## 【0021】

上記構成の音源探査装置において、前記複数の差動マイクロホンは、隣り合う前記差動マイクロホン同士の距離が等間隔となるように配設されているのが好ましい。本構成によれば、マイクロホンアレイによって音圧の空間分布を偏りなく確認することが可能である。

40

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明の音源探査装置によれば、差動マイクロホンが用いられたマイクロホンアレイを使用するために、背景雑音の影響を受けることなく、高精度に音源定位を行える。また、本発明の音源探査装置によれば、マイクロホンから出力される信号の出力レベルに基づいて音源定位を行えるために、MUSIC法を用いた場合のように複雑な信号処理を行う必要がなく、簡単な回路構成で音源定位を行える。

## 【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 2 3 】

【図 1】本実施形態の音源探査装置の構成を示す概略平面図

【図 2】本実施形態の音源探査装置の構成を示す概略側面図

【図 3】本実施形態の音源探査装置が備える差動マイクロホンの構成を示す概略断面図

【図 4】音圧 P と音源からの距離 R との関係を示すグラフ

【図 5】通常マイクロホンの特性と差動マイクロホンの特性の違いを説明するためのグラフ

【図 6】本実施形態の差動マイクロホンの指向特性を示す模式図

【図 7】本実施形態の音源探査装置の構成を示すブロック図

【図 8】本実施形態の音源探査装置における発光部の駆動制御について説明するためのグラフ 10

【図 9】本実施形態の音源探査装置の作用効果を説明するための図

【図 10】本実施形態の音源探査装置の変形例を示す図

【図 11】本実施形態の音源探査装置の変形例を示す図

【図 12】本発明に適用可能な差動マイクロホンの別形態を説明するための図

【図 13】本実施形態の音源探査装置の変形例を示す図

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 4 】

以下、本発明が適用された音源探査装置の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。 20

## 【 0 0 2 5 】

図 1 は、本実施形態の音源探査装置の構成を示す概略平面図である。図 2 は、本実施形態の音源探査装置の構成を示す概略側面図で、図 1 の矢印 A に沿って見た図である。図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態の音源探査装置 1 は、複数の差動マイクロホン 10 と、複数の差動マイクロホン 10 を支持する支持部材 20 と、複数の差動マイクロホン 10 の各々の近傍に配設される複数の発光部 30 と、を備えている。

## 【 0 0 2 6 】

図 3 は、本実施形態の音源探査装置が備える差動マイクロホンの構成を示す概略断面図である。差動マイクロホン 10 は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) チップ 12 及びASIC (Application Specific Integrated Circuit) 13 を搭載するマイク基板 11 に、蓋体 14 を被せてなる。 30

## 【 0 0 2 7 】

MEMS チップ 12 は、半導体製造技術を用いて製造されるコンデンサ型のマイクロホンチップで、音圧によって変位する振動板 121 を有して音信号を電気信号に変換する機能を有する。MEMS チップ 12 は、振動板 121 の両面 121a、121b に音を入力可能に構成されている。また、ASIC 13 は、MEMS チップ 12 から出力される電気信号を増幅処理する集積回路である。

## 【 0 0 2 8 】

マイク基板 11 の基板表面 11a には、第 1 の開口 111 と第 2 の開口 112 とが設けられている。第 1 の開口 111 と第 2 の開口 112 とは、基板内部空間 113 を介して連 40  
通している。MEME チップ 12 は、振動板 121 がマイク基板 11 と略平行になるように配置されると共に、第 1 の開口 111 を基板表面 11a 側から塞ぐように配置されている。

## 【 0 0 2 9 】

蓋体 14 は、その上面 14a に第 1 音孔 141 と第 2 音孔 142 とが形成されている。また、蓋体 14 には、第 1 音孔 141 と繋がる第 1 空間 143 と、第 1 空間 143 とは隔離されて第 2 音孔 142 と繋がる第 2 空間 144 と、が形成されている。この蓋体 14 は、第 1 空間 143 が MEMS チップ 12 によって基板内部空間 113 と仕切られるように、マイク基板 11 に搭載されている。また、蓋体 14 は、第 2 空間 144 が、第 2 の開口 112 を介して基板内部空間 113 と連通するようにマイク基板 11 に搭載されている。 50

## 【 0 0 3 0 】

以上のように構成される差動マイクロホン 1 0 は、外部音を、第 1 音孔 1 4 1、第 1 空間 1 4 3 の順に通過させて振動板 1 2 1 の上面 1 2 1 a へと導く音道と、外部音を、第 2 音孔 1 4 2、第 2 空間 1 4 4、第 2 の開口 1 1 2、基板内部空間 1 1 3、第 1 の開口 1 1 1 の順に通過させて振動板 1 2 1 の下面 1 2 1 b へと導く音道と、を有する構成となっている。そして、差動マイクロホン 1 0 は、振動板 1 2 1 の上面 1 2 1 a に加わる音圧  $p_f$  と、振動板 1 2 1 の下面 1 2 1 b に加わる音圧  $p_b$  との差によって振動板 1 2 1 を振動させて、音信号を電気信号に変換するようになっている。

## 【 0 0 3 1 】

このように構成される差動マイクロホン 1 0 の特徴について説明する。差動マイクロホン 1 0 の特徴を説明するに先立って、音波の性質について説明しておく。図 4 は、音圧  $P$  と音源からの距離  $R$  との関係を示すグラフである。図 4 に示すように、音波は、空気等の媒質中を進行するにつれて減衰し、音圧（音波の強度・振幅）が低下する。音圧は、音源からの距離に反比例し、音圧  $P$  と距離  $R$  との関係は、以下の式（1）のように表せる。なお、式（1）における  $k$  は比例定数である。

$$P = k / R \quad (1)$$

## 【 0 0 3 2 】

図 4 及び式（1）から明らかなように、音圧は音源に近い位置では急激に減衰（グラフの左側）し、音源から離れるほどなだらかに減衰（グラフの右側）する。すなわち、音源からの距離が  $d$  だけ異なる 2 つの位置（ $R_1$  と  $R_2$ 、 $R_3$  と  $R_4$ ）に伝達される音圧は、音源からの距離が小さい  $R_1$  から  $R_2$  においては大きく減衰する（ $P_1 - P_2$ ）が、音源からの距離が大きい  $R_3$  から  $R_4$  においてはあまり減衰しない（ $P_3 - P_4$ ）。

## 【 0 0 3 3 】

図 5 は、通常マイクロホンの特性と差動マイクロホンの特性の違いを説明するためのグラフである。ここで、通常マイクロホンとは、振動板の片面にのみ音圧が加わるように構成されたマイクロホン（全指向性のマイクロホン）のことを指している。また、図 5 において、横軸は音源からの距離  $R$  を対数に変換したもので、縦軸はマイクロホンの振動板に加わる音圧レベル特性である。また、以下において、図 5 に示すマイクロホンの特性のことを 1 次傾度特性と表現する場合がある。

## 【 0 0 3 4 】

差動マイクロホン 1 0 では、上述のように振動板 1 2 1 の上面 1 2 1 a に音圧  $p_f$  が加わり、振動板 1 2 1 の下面 1 2 1 b に音圧  $p_b$  が加わる（図 3 参照）。この結果、振動板 1 2 1 に加わる音圧は  $p_f - p_b$  となる。このため、図 5 に示すように、差動マイクロホン 1 0 の振動板 1 2 1 に加わる音圧レベルは、通常マイクロホンの振動板に加わる音圧レベルよりも低くなると共に、音源からの距離に対する音圧レベルの低下も急となる。

## 【 0 0 3 5 】

図 6 は、本実施形態の差動マイクロホンの指向特性を示す模式図である。図 6 において、差動マイクロホン 1 0 は、第 1 音孔 1 4 1 の中心と第 2 音孔 1 4 2 の中心とを結ぶ方向が、 $0^\circ - 180^\circ$  の方向となっている。また、図 6 において、第 1 音孔 1 4 1 の中心と第 2 音孔 1 4 2 の中心との中間点を  $M$  としている。

## 【 0 0 3 6 】

図 6 に示すように、差動マイクロホン 1 0 においては、音源と差動マイクロホン 1 0（中間点  $M$ ）との距離が一定であるとすると、音源が  $0^\circ$  又は  $180^\circ$  の方向にある時に振動板 1 2 1（図 3 参照）に加わる音圧（ $p_f - p_b$ ）が最大となる。これは、音波が第 1 音孔 1 4 1 から振動板 1 2 1 の上面 1 2 1 a に至る距離と、音波が第 2 音孔 1 4 2 から振動板 1 2 1 の下面 1 2 1 b へと至る距離との差が最も大きくなるからである。

## 【 0 0 3 7 】

一方、音源が  $90^\circ$  又は  $270^\circ$  の方向にある時に振動板 1 2 1 に加わる音圧（ $p_f - p_b$ ）が最小（0）になる。これは、音波が第 1 音孔 1 4 1 から振動板 1 2 1 の上面 1 2 1 a に至る距離と、音波が第 2 音孔 1 4 2 から振動板 1 2 1 の下面 1 2 1 b へと至る距離

10

20

30

40

50

との差がほぼ0となるからである。

【0038】

すなわち、差動マイクロホン10は、 $0^\circ$ 及び $180^\circ$ の方向から入射される音波を受けやすく、 $90^\circ$ 及び $270^\circ$ の方向から入射される音波を受けにくい性質（両指向性）を有する。なお、差動マイクロホン10においては、 $0^\circ - 180^\circ$ の方向の軸が指向性の主軸となる。

【0039】

また、差動マイクロホン10は、差動マイクロホン10の近傍で発生する目的音について、背景雑音（上記目的音でない音を指している）を除去して收音する機能に優れる。差動マイクロホン10の近傍で発生する上記目的音の音圧は、振動板121の上面121aと下面121bの間で大きく減衰し、振動板121の上面121aに伝達される音圧 $p_f$ と、振動板121の下面121bに伝達される音圧 $p_b$ とは大きく異なる。一方、背景雑音は、上記目的音に比べて音源が遠い位置にあるために、振動板121の上面121aと下面121bとの間ではほとんど減衰せず、振動板121の上面121aに伝達される音圧 $p_f$ と、振動板121の下面121bに伝達される音圧 $p_b$ との差は非常に小さくなる。なお、ここでは、音源から第1音孔141までの距離と、音源から第2音孔142までの距離が異なることを前提としている。

【0040】

振動板121にて收音される背景雑音の音圧 $p_f$ 、 $p_b$ の差は非常に小さいために、背景雑音の音圧は振動板121にてほぼ打ち消される。これに対して、振動板121にて收音される上記目的音の音圧 $p_f$ 、 $p_b$ の差は大きいために、上記目的音の音圧は振動板121で打ち消されない。このため、差動マイクロホン10において、振動板121の振動によって得られた信号は、背景雑音が除去された上記目的音の信号であると見なせる。すなわち、差動マイクロホン10は、その近傍で発生する目的音について、背景雑音を除去して收音する機能に優れる。

【0041】

ここで、図1及び2に戻って、本実施形態の音源探査装置1の構成についての説明を行う。複数の差動マイクロホン10が配設される支持部材20は、その外形が平面視略正方形形状の板状部材となっている。また、支持部材20には、平面視略正方形形状の複数（本実施形態では9個）の開口21が縦横方向に規則的に形成されている。このため、支持部材20は、縦横方向に棒状部22が規則的に配列された格子構造になっている。

【0042】

なお、支持部材20における開口11の面積はなるべく大きくする（換言すると、支持部材20の棒状部22はなるべく細くする）のが好ましい。これは、複数の差動マイクロホン10が配設された支持部材20（マイクロホンアレイ）を音源に近づけた場合に、音場が乱されるのを極力防ぐためである。

【0043】

複数（本実施形態では16個）の差動マイクロホン10の各々は、格子構造を有する支持部材20のほぼ格子点上に固定配置されている。換言すると、支持部材20は、同一平面上に複数の差動マイクロホン10が格子状に配列（アレイ配列の一態様）されるように、複数の差動マイクロホン10を支持している。

【0044】

本実施形態では、隣り合う差動マイクロホン10間の距離が略等間隔となるように、支持部材20は差動マイクロホン10を支持している。また、複数の差動マイクロホン10は、各々の音孔141、142の向きが同一となるように支持部材20に配設され、本実施形態では、差動マイクロホン10の音孔141、142が、図1の上方向（図2では正面方向）に向いている。

【0045】

なお、音孔141、142の向きは、複数の差動マイクロホン10の全てが同一方向を向くようにすればよく、その方向は特に限定されない。例えば、支持部材20との関係で

10

20

30

40

50

、差動マイクロホン 10 にノイズ（支持部材 20 からの反射音等）が入りにくいように、その向きを調整する等してもよい。

【0046】

また、複数の差動マイクロホン 10 の各々は、それらが配列される同一平面に対して、指向性の主軸 AX（2つの音孔 141、142の並び方向で、図6における0° - 180°の方向が該当）が略垂直となるように、支持部材 20 に支持されている。図1においては、差動マイクロホン 10 の指向性の主軸 AX は、紙面と垂直な方向に略平行となっている。また、図2においては、差動マイクロホン 10 の指向性の主軸 AX は、上下方向に略平行となっている。

【0047】

指向性の主軸 AX が、上記同一平面に対して略垂直となる方向から傾くように差動マイクロホン 10 が配設された場合、その傾きが大きくなりすぎると、差動マイクロホン 10 は偏った方向に感度が良くなり、音源の探査を行ない難くなる。また、指向性の主軸 AX が、上記同一平面と平行となるように配設された場合には、例えば差動マイクロホン 10 の真上に音源がある場合に、差動マイクロホン 10 から出力される信号のパワーは非常に小さくなり、この場合も音源の探査を行ない難くなる。このため、複数の差動マイクロホン 10 の各々は、それらが配列される同一平面に対して、指向性の主軸 AX ができる限り垂直となるように配置するのが好ましい。

【0048】

支持部材 20 の外部側面の一箇所には、略円筒形状の外形を有する持ち手部 23 が設けられている。この持ち手部 23 により、ユーザは、複数の差動マイクロホン 10 が配設された支持部材 20（マイクロホンアレイ）を手で持ちながら音源探査を容易に行える。

【0049】

図2に示すように、本実施形態の音源探査装置 1 においては、支持部材 20 の差動マイクロホン 10 が配設される面の裏面側に、複数の発光部 30 が配設されている。複数の発光部 30 の各々は、複数の差動マイクロホン 10 の各々の略反対位置（なお、これは、本発明の差動マイクロホンの近傍に該当する）に設けられている。このため、複数の発光部 30 も、支持部材 20 のほぼ格子点に配置され、格子状に配列された構成となっている。

【0050】

なお、発光部 30 を支持部材 20 の差動マイクロホン 10 が設けられる面の裏面側に設けているのは、音源探査の際に差動マイクロホン 10 を音源側に向けた状態で、ユーザが発光部 30 を見やすくすることを考慮するものである。ただし、発光部 30 の位置はユーザから見やすければ良く、例えば各差動マイクロホン 10 に並設するように設けても構わない。

【0051】

また、音源探査装置 1 が備える複数の発光部 30 の各々は、赤色 LED（Light Emitting Diode）と緑色 LED とが一組とされた構成となっている。このように発光部 30 を2色の LED で構成するのは、いずれの差動マイクロホン 10 が音源の近傍に存在するのかを視認しやすくするためである。発光部 30 の点灯方法の詳細は後述する。

【0052】

図7は、本実施形態の音源探査装置の構成を示すブロック図である。図7に示すように、音源探査装置 1 は、支持部材 20 に支持された複数の差動マイクロホン 10 からなるマイクロホンアレイ 40 の他に、演算器 41 と、デジタイザ 42 と、発光部駆動部 43 と、を備える。本実施形態においては、演算器 41、デジタイザ 42、発光部駆動部 43 は、IC チップ化されて持ち手部 23 に内蔵されている。

【0053】

なお、各差動マイクロホン 10、演算器 41、デジタイザ 42、発光部駆動部 43 には、図示しない電源から電力が供給されるようになっている。電源電力は、例えば、音源探査装置 1 の持ち手部 23 に内蔵される電池から得る構成でもよいし、電源コードを用いて AC コンセントから得る構成等でもよい。また、支持部材 20 には、各差動マイクロホン

10

20

30

40

50



10に電源電力を供給するための配線と、各差動マイクロホン10から出力信号を演算器41に供給するための配線が設けられている。また、支持部材20には、各発光部30と発光部駆動部43とを電氣的に接続する配線も設けられている。

【0054】

演算器41は、各差動マイクロホン10から出力される信号(16chの信号)の演算処理を行う。演算器41には、各差動マイクロホン10から出力される信号のピークを検出して包絡線信号を得る検波回路411と、検波回路411から出力された包絡線信号を増幅処理するアンプ412と、が含まれている。

【0055】

デジタイザ42は、演算器41から出力された、各差動マイクロホン10に対応した包絡線信号(16chの信号)をデジタル化する処理を行う。

10

【0056】

発光部駆動部43は、デジタイザ42から出力された、各差動マイクロホン10に対応したデジタル信号の信号レベル(これは、各差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベル(パワー)に対応して変化するものである)に応じて各発光部30を駆動する。すなわち、各発光部30は、各差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベル(パワー)に応じて発光される。

【0057】

図8は、本実施形態の音源探査装置における発光部の駆動制御について説明するためのグラフである。図8において、横軸は差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベル(パワー)、縦軸はLED出力である。上述したように、発光部30は赤色LEDと緑色LEDとを備えている。赤色LEDと緑色LEDとは、いずれも、差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベルに応じて、出力が5段階で切り換えられる。ただし、赤色LEDは、差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベルが大きくなるにつれて出力が大きくなり、緑色LEDは、差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベルが大きくなるにつれて出力が小さくなるようになっている。

20

【0058】

すなわち、発光部30は、差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベルが小さい場合には、その発光色は緑色となり、出力レベルが大きくなるにつれて緑色と赤色が混じってオレンジ色へと変化する。差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベルが更に大きくなると、発光部30の発光色は赤色となる。

30

【0059】

次に、以上のように構成される音源探査装置1の作用効果について説明する。図9は、本実施形態の音源探査装置の作用効果を説明するための図である。図9に示すように、音源探査装置1における、ある差動マイクロホン列の真上に音源を配置し、音源を左から右(図9の矢印方向)へとスイープする。この場合、左から3番目(右から2番目)の差動マイクロホン10は、図9に実線で示す(図9下段のグラフ参照)ような出力変化を呈する。

【0060】

なお、図9下段のグラフにおいて、横軸はマイクロホンの配列方向の位置であり、縦軸はマイクロホンから出力される信号の出力レベル(パワー)である。また、図9下段のグラフにおける破線は、上記差動マイクロホン10と同様の位置に配置された通常のマイクロホン(振動板の片面にのみ音圧が加わるように構成された全指向性のマイクロホン)の出力変化を示すグラフである。

40

【0061】

音源探査装置1が備える差動マイクロホン10は、その1次傾度特性(図5参照)により、音源からの距離が遠くにある場合には、その出力が非常に小さくなりやすい。このため、図9に示すように、差動マイクロホン10は音源が遠い位置にある場合には、出力レベルは低く、ほぼフラットとなる。一方、差動マイクロホン10に音源が近づくと、急激に出力レベルが大きくなる。

50

## 【 0 0 6 2 】

また、差動マイクロホン 1 0 は、両指向特性（図 9 に破線の丸で示す）も有する。このために、図 9 に示すように、音源が差動マイクロホン 1 0 の真上にある場合に、出力レベルが大きくなる一方で、真上からずれると、出力レベルが低下しやすい。

## 【 0 0 6 3 】

以上のように、音源探査装置 1 が有する各差動マイクロホン 1 0 は、音源がその近傍にある場合にのみ信号の出力レベルが高くなり、音源がその近傍から離れると、たちまち信号の出力レベルが低くなる。したがって、音源探査装置 1 を用いて音源探査を行う場合には、次のような作用が得られる。なお、通常マイクロホンでは、音源が離れた位置にあっても出力レベルは差動マイクロホン 1 0 の場合より高く、出力レベルの変化がなだらかとなる。

10

## 【 0 0 6 4 】

音源探査を行う場合、ユーザは自己の聴力を頼りに、探査したい音源の方向にマイクロホンアレイ 4 0（複数の差動マイクロホン 1 0 がアレイ配設された支持部材 2 0）を近づける。この場合、マイクロホンアレイ 4 0 を構成する各差動マイクロホン 1 0 のうち、目的の音源から離れた差動マイクロホン 1 0 は、信号の出力レベルが小さい。このため、その差動マイクロホン 1 0 に対応して支持部材 2 0 の反対側に配置される発光部 3 0 の発光色は緑色となる。

## 【 0 0 6 5 】

一方、差動マイクロホン 1 0 の位置が目的の音源に近づくにつれて、差動マイクロホン 1 0 から出力される信号の出力レベルが上がり、対応する発光部 3 0 の発光色は変化する。音源の直近にある差動マイクロホン 1 0 に対応する発光部 3 0 は赤色となる。そして、音源探査装置 1 では、差動マイクロホン 1 0 の特性のために、発光部 3 0 の発光色が音源からの距離に対応して、コントラスト良く変化する。このために、高分解能な音源定位が行える。

20

## 【 0 0 6 6 】

なお、ユーザが自己の聴覚を頼りにマイクロホンアレイ 4 0 を目的の音源の音源方向と推定される位置に近づけただけでは、目的の音源からいずれの差動マイクロホン 1 0 も離れており、発光部 3 0 が赤色を示す部分はない場合もある。この場合には、複数ある発光部 3 0 のうち、差動マイクロホン 1 0 から出力される信号の出力レベルが高いと判断される発光色を示す発光部 3 0 を頼りにアレイマイクロホン 4 0 を動かし、音源定位を行うことになる。

30

## 【 0 0 6 7 】

ところで、例えばエンジンの駆動時に発生するノイズ音の発生源（異常動作箇所と推定される）を探したいような場合、背景雑音がかなり大きなものとなる。しかし、本実施形態の音源探査装置 1 に備えられる差動マイクロホン 1 0 は、上述のように、その近傍で発生する目的音について、背景雑音を除去して收音する機能に優れる。このため、背景雑音が多い場合でも、探査目的とする音の音源を正確に定位可能である。

## 【 0 0 6 8 】

なお、差動マイクロホン 1 0 における音孔 1 4 1、1 4 2 の間隔は 1 0 mm 以下に設定することが好ましい。これにより、1 0 k H z 以下の遠方ノイズ（背景雑音）を効果的に抑圧することが可能である。

40

## 【 0 0 6 9 】

また、本実施形態の音源探査装置 1 では、各差動マイクロホン 1 0 から出力される信号の出力レベル（パワー）に基づいて音源を定位する構成である。このため、M U S I C 法のように各マイクロホンから出力される情報の相互相関演算を行う必要がなく、信号処理回路を簡易な構成とできる。

## 【 0 0 7 0 】

以上に示した音源探査装置 1 は本発明の実施形態の一例を示したものであり、本発明の適用範囲は、以上に示した実施形態に限定されるものではない。すなわち、本発明の目的

50

を逸脱しない範囲で、以上に示した実施形態について種々の変更を行っても構わない。

【0071】

例えば、以上に示した実施形態では、音源探査装置1が備える差動マイクロホン10の数を16個としたが、この数を変更できるのは当然である。また、支持部材20に配設される差動マイクロホン10の位置は、格子点からずらした位置としてもよい。また、例えば図10に示すように、差動マイクロホン10が支持部材20の表面上に配置されない構成としてもよい。図10においては、差動マイクロホン10は、支持部材20の棒状部22の側面に配設されている。

【0072】

また、以上に示した実施形態では、差動マイクロホン10が格子状に配列される構成としたが、この構成に限られる趣旨ではない。すなわち、差動マイクロホン10はアレイ配列であればよく、例えば蜂の巣状等に差動マイクロホン10を配置しても構わない。また、アレイ配列される差動マイクロホン10について、隣り合うマイクロホンの間隔は等間隔が望ましいが、等間隔でなくてもよい。例えば図11に示すように、支持部材20を同心円状に設けられる複数の円形フレーム22からなる構成として、差動マイクロホン10を放射状に配列した構成（本発明のアレイ配列の一形態）等としても構わない。

【0073】

また、音源探査装置1が備える差動マイクロホン10は、本発明に適用可能な差動マイクロホンの一例にすぎない。すなわち、実施形態の差動マイクロホン10は、同一面に2つの音孔141、142を形成して、振動板121の両面121a、121bに音圧が加わる構成としたが、例えば、図12(a)に示すような構成としても構わない。

【0074】

図12(a)に示す差動マイクロホン15は、筐体151の上面と下面にそれぞれ1つずつ音孔152、153が形成され（上面と下面に設けられる音孔の数は複数でも構わない）、振動板154の上面及び下面に音圧が加わるようになっている。なお、このような差動マイクロホン15は、指向性の主軸AXが振動板154と直交する方向になる（図12(b)参照）。このため、差動マイクロホン15の指向性の主軸AXが、差動マイクロホン15が配列される同一平面に対して略垂直となるように配置する場合、図12(b)に示すように、振動板154が支持部材20の表面20aと略平行となるように配設されることになる。

【0075】

また、差動マイクロホンの構成として、例えば2つのマイクロホンを有し、それぞれのマイクロホンから出力される信号の差分を音信号として出力するタイプのものとしても構わない。

【0076】

また、以上に示した実施形態では、差動マイクロホン10が、半導体製造技術を利用して形成されるMEMSマイクロホンである構成としたが、これに限られず、エレクトロメカニクス膜を使用したコンデンサマイクロホン（ECM）等であっても構わない。また、差動マイクロホンは、いわゆるコンデンサ型マイクロホンに限らず、例えば、動電型（ダイナミック型）、電磁型（マグネティック型）、圧電型等のマイクロホン等でも構わない。

【0077】

また、以上に示した実施形態では、発光部30が2色のLEDを備える構成として、差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベル（パワー）に応じて発光色が変化する構成とした。しかし、この構成に限られる趣旨ではなく、発光部30を単一色のLEDで構成し、差動マイクロホン10から出力される信号の出力レベルに応じて発光量を変化させる構成としてもよい。このような構成としても、各差動マイクロホンから出力された信号の出力レベルの違いを認識でき、音源探査を行える。また、発光部30の駆動はアナログ信号を用いて行ってもよく、以上の実施形態で用いたデジタイザ42（図7参照）を用いない構成としても構わない。

【0078】

10

20

30

40

50

また、以上に示した実施形態では、発光部 30 が LED からなる構成としたが、LED を用いた発光部 30 は発光手段の一例であり、発光手段を LED 以外の光源（例えば、半導体レーザ等）を用いて形成しても構わない。

【0079】

また、以上に示した実施形態では、発光部 30 が各差動マイクロホン 10 の近傍に 1 つずつ配置される構成としたが、この構成に限定されない。すなわち、例えば、図 13 に示すように、各差動マイクロホン 10 の近傍に加えて、差動マイクロホン 10 同士に挟まれた少なくとも 1 つの位置近傍に、発光部 30 が配設される構成としても構わない。

【0080】

なお、図 13 は、支持部材 20 を差動マイクロホン 10 が配置される面の反対側の面から見た概略平面図である。図 13 に示す構成では、発光部 30 は、各差動マイクロホン 10 の近傍に加えて、配列方向に沿って隣り合う差動マイクロホン 10 同士の間位置近傍（破線の丸印を施した部分）にも発光部 30 が配設される構成となっている。隣り合う差動マイクロホン 10 同士の間位置に設けられる発光部 30 は、各差動マイクロホンから出力される信号の出力レベルを基に補完演算処理して得られた推定の信号の出力レベルに応じて発光するようにしてもよい。

【0081】

また、以上に示した実施形態では、本発明の表示部を発光部 30 と発光部駆動部 43 とからなる構成とした。しかし、表示部は、例えば液晶ディスプレイ等からなるモニタとしても構わない。

【0082】

その他、本発明によれば、各差動マイクロホン 10 から出力される信号を演算処理して対応する発光部 30 を駆動する信号処理は簡易な構成で実現できる。このために、各差動マイクロホン 10 に対応して、個々に信号処理を行う IC を設ける構成としても構わない。この場合、IC は支持部材 20 に取り付けられる。

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明の音源探査装置は、簡易で高精度に音源定位ができ、更に音源探査時の携行性にも優れる。このため、音源定位が必要な様々な場面での利用に適している。

【符号の説明】

【0084】

- 1 音源探査装置
- 10 差動マイクロホン
- 20 支持部材
- 21 支持部材の開口
- 23 持ち手部
- 30 発光部（表示部の一部）
- 41 演算器
- 43 発光部駆動部（表示部の一部）
- A X 指向性の主軸

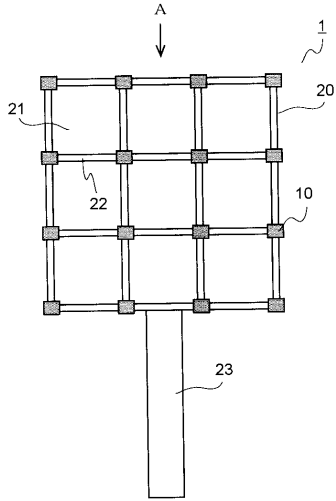
10

20

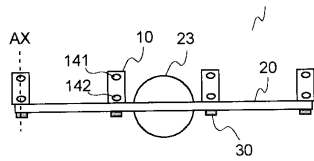
30

40

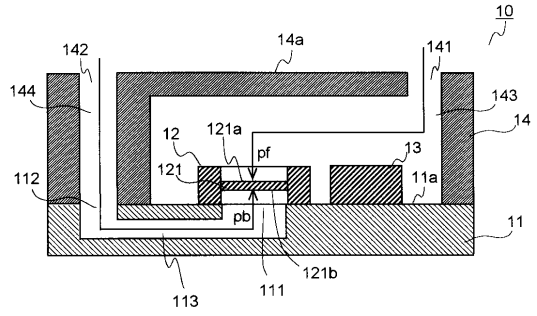
【図1】



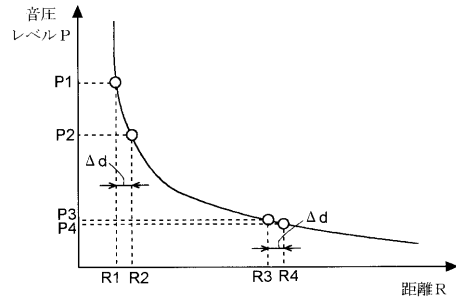
【図2】



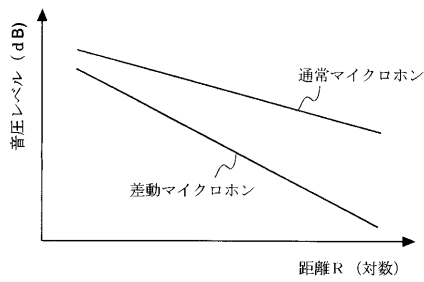
【図3】



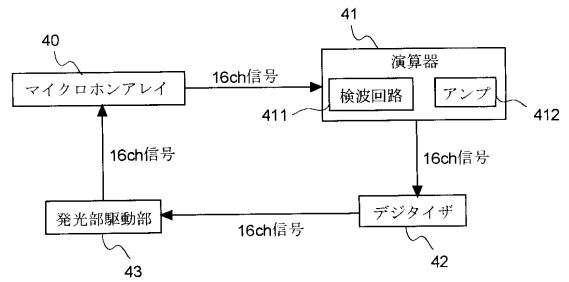
【図4】



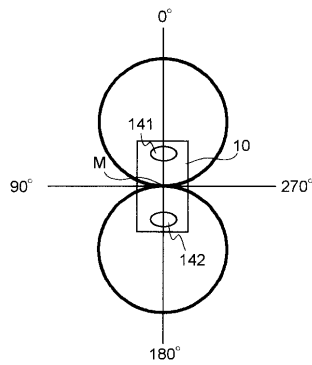
【図5】



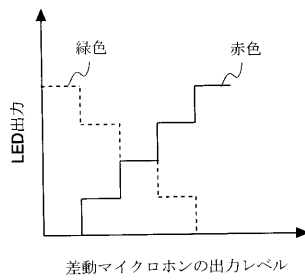
【図7】



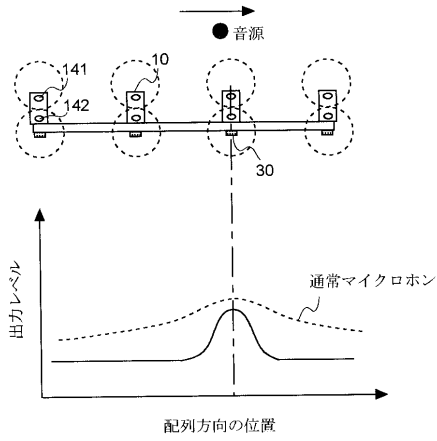
【図6】



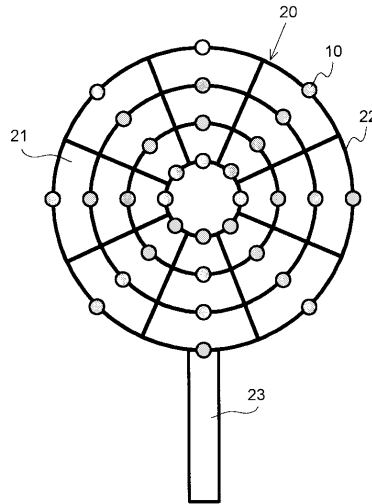
【図8】



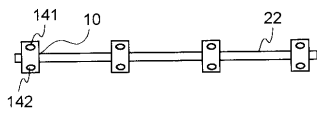
【図9】



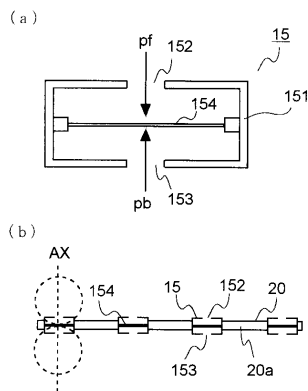
【図11】



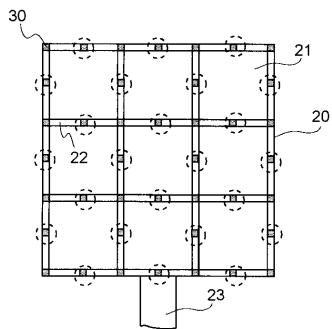
【図10】



【図12】



【図13】



## フロントページの続き

- (72)発明者 田中 史記  
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 猪田 岳司  
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 奥乃 博  
京都府京都市中京区東洞院通三条下ル三文字町205番地3 フォルム東洞院三条1102号
- (72)発明者 高橋 徹  
京都府京都市左京区聖護院蓮華蔵町54-6 ハウゼ聖護院401

審査官 富澤 直樹

- (56)参考文献 特開2004-198331(JP,A)  
特開2009-188943(JP,A)  
特開平03-293846(JP,A)  
特開平09-081066(JP,A)  
特開2006-162849(JP,A)  
特開2009-188641(JP,A)  
特開2004-032314(JP,A)  
特表2008-533880(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 1/40  
G01S 3/803  
G01S 7/521  
H04R 1/38  
H04R 3/00