

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12)特 許 公 報 ( B 2 )

(11)特許番号

## 特許第3533445号

( P 3 5 3 3 4 4 5 )

(45)発行日 平成16年 5月31日(2004.5.31)

(24)登録日 平成16年 3月19日(2004.3.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G01H 5/00

G01H 5/00

請求項の数 3 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2002 - 40177( P 2002 - 40177)

(22)出願日 平成14年 2月18日(2002.2.18)

(65)公開番号 特開2003 - 240635( P 2003 - 240635 A )

(43)公開日 平成15年 8月27日(2003.8.27)

審査請求日 平成14年 2月18日(2002.2.18)

(73)特許権者 390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都新宿区市谷本村町 5 番 1 号

(72)発明者 三上 宏幸

神奈川県横須賀市池田町 3 - 14 - 20

(72)発明者 嶋村 英樹

神奈川県横須賀市津久井 3 - 6 - 13 (エーデルハイム I - 102)

(74)代理人 100067323

弁理士 西村 教光

審査官 本郷 徹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水中吸音材音速測定器

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料とする水中吸音材の両面に設けられた入力側及び出力側の圧電シートと、前記入力側の圧電シートに落下して衝撃波形を与える衝撃波形付与手段と、前記圧電シートが出力する信号を記憶する波形記憶器と、比率  $k$  が設定される第 1 の比率設定器と、入力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $A$  に対して入力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * A$  の値となる時刻  $T_a$  を算出する第 1 の定比振幅時刻算出器と、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * B$  となる時刻  $T_b$  を算出する第 2 の定比振幅時刻算出器と、比率  $c$  が設定される第 2 の比率設定器と、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の圧電シートが出力する信号が  $c * B$  となる時刻  $T$

2

を算出する第 3 の定比振幅時刻算出器と、前記時刻  $T_a$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_m$  を算出する第 1 の時間差算出器と、前記時刻  $T_o$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_r$  を算出する第 2 の時間差算出器と、比率  $p$  が設定される第 3 の比率設定器と、式  $V = L / (T_m - p * T_r)$  を算出する音速算出器とを備えた水中吸音材音速測定器。

【請求項 2】 試料とする水中吸音材の両面に設けられた入力側及び出力側の圧電シートのうち少なくとも入力側の圧電シートの表面に衝撃波を伝搬する板材を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の水中吸音材音速測定器。

【請求項 3】 試料とする水中吸音材の両面に入力側の圧電シートと出力側の圧電シートを設け、前記入力側の圧電シートに衝撃波形を与えた場合に入力側と出力側の

圧電シートがそれぞれ出力する信号を用いて前記水中吸音材の音速を算出するためにコンピュータを水中吸音材音速測定器として機能させるためのプログラムを格納した水中吸音材音速測定器において、前記プログラムが、前記コンピュータを、前記圧電シートが出力する信号を記憶する波形記憶器として機能させ、比率  $k$  が設定される第 1 の比率設定器として機能させ、入力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $A$  に対して入力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * A$  の値となる時刻  $T_a$  を算出する第 1 の定比振幅時刻算出器として機能させ、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * B$  となる時刻  $T_b$  を算出する第 2 の定比振幅時刻算出器として機能させ、比率  $c$  が設定される第 2 の比率設定器として機能させ、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の圧電シートが出力する信号が  $c * B$  となる時刻  $T_o$  を算出する第 3 の定比振幅時刻算出器として機能させ、前記時刻  $T_a$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_m$  を算出する第 1 の時間差算出器として機能させ、前記時刻  $T_o$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_r$  を算出する第 2 の時間差算出器として機能させ、比率  $p$  が設定される第 3 の比率設定器として機能させ、式  $V = L / ( T_m - p * T_r )$  を算出する音速算出器として機能させることを特徴とする水中吸音材音速測定器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の技術分野】本発明は、水中吸音材の音速を測定する音速測定器に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、水中吸音材の音速を測定する手法としては、水を満たした水槽の水中に所定の間隔において水中送波器と水中受波器を設置し、両者を水中音響測定装置に接続して計測を行なう方法が採られていた。即ち、水中送波器と水中受波器の間に試料となる水中吸音材を置いた場合と置かない場合とで異なる水中音響測定装置の計測結果から、当該水中吸音材の音速を計算することができた。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、水槽施設を用いた従来の方法では、水槽の壁部等からの反射波を排除し、水中送波器から水中吸音材を経由して水中受波器に至る直接波のみを安定して検出する必要があることから、水槽には相当の規模が要求され、また水中送波器、水中吸音材、水中受波器の配置には厳密な条件が要求され、さらに水中に配置する水中吸音材の温度特性を考慮して水温をも制御・設定しなければならなかった。このように、従来の水槽施設を用いた水中吸音材の音速測定作業は、大掛かりな設備が必要であり、計測作業も煩雑であった。

【 0 0 0 4 】そこで、かかる煩雑な作業を避け、簡単に測定を行なうため、水中吸音材の音速測定を空気中で行なうことが望まれるところである。従来、大気中で使用される材料の音速を測定する場合は、例えば、板状の試料の片面に超音波振動子を当てて超音波を入射し、他面に当たった超音波センサーで伝搬してくる超音波を捉えて、超音波の伝搬時間と試料の板厚とから音速を算出する方法が知られている。

【 0 0 0 5 】しかしながら、かかる方法を空気中での水中吸音材の音速の測定に用いるのは、試料とする水中吸音材の板厚が厚いことと吸音量が大きいことから、伝搬してくる音波が微弱で検出し難いという問題がある。また、水中吸音材の使用周波数が比較的低周波数であるため、計測に必要な直接波が間接波に埋もれて伝搬時間の計測が困難であるという問題もあった。

【 0 0 0 6 】本発明は、こうした問題に着目したものであり、水槽施設を不要とし、空中において水中吸音材の音速を容易・簡便に測定できる水中吸音材音速測定器を提供することを課題とする。

20 【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載された水中吸音材音速測定器は、試料とする水中吸音材の両面に設けられた入力側及び出力側の圧電シートと、前記入力側の圧電シートに落下して衝撃波形を与える衝撃波形付与手段と、前記圧電シートが出力する信号を記憶する波形記憶器と、比率  $k$  が設定される第 1 の比率設定器と、入力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $A$  に対して入力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * A$  の値となる時刻  $T_a$  を算出する第 1 の定比振幅時刻算出器と、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * B$  となる時刻  $T_b$  を算出する第 2 の定比振幅時刻算出器と、比率  $c$  が設定される第 2 の比率設定器と、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の圧電シートが出力する信号が  $c * B$  となる時刻  $T_o$  を算出する第 3 の定比振幅時刻算出器と、前記時刻  $T_a$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_m$  を算出する第 1 の時間差算出器と、前記時刻  $T_o$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_r$  を算出する第 2 の時間差算出器と、比率  $p$  が設定される第 3 の比率設定器と、式  $V = L / ( T_m - p * T_r )$  を算出する音速算出器とを備えている。

【 0 0 0 8 】請求項 2 に記載された水中吸音材音速測定器は、請求項 1 記載の水中吸音材音速測定器において、試料とする水中吸音材の両面に設けられた入力側及び出力側の圧電シートのうち少なくとも入力側の圧電シートの表面に衝撃波を伝搬する板材を設けたことを特徴とする。

50 【 0 0 0 9 】請求項 3 に記載された水中吸音材音速測定器は、試料とする水中吸音材の両面に入力側の圧電シートと出力側の圧電シートを設け、前記入力側の圧電シ

トに衝撃波形を与えた場合に入力側と出力側の圧電シートがそれぞれ出力する信号を用いて前記水中吸音材の音速を算出するためにコンピュータを水中吸音材音速測定器として機能させるためのプログラムを格納した水中吸音材音速測定器において、前記プログラムが、前記コンピュータを次のように機能させることを特徴とするものである。即ち、前記圧電シートが出力する信号を記憶する波形記憶器として機能させ、比率  $k$  が設定される第 1 の比率設定器として機能させ、入力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $A$  に対して入力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * A$  の値となる時刻  $T_a$  を算出する第 1 の定比振幅時刻算出器として機能させ、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の前記圧電シートが出力する信号が  $k * B$  となる時刻  $T_b$  を算出する第 2 の定比振幅時刻算出器として機能させ、比率  $c$  が設定される第 2 の比率設定器として機能させ、出力側の前記圧電シートが出力する信号のピーク値  $B$  に対して出力側の圧電シートが出力する信号が  $c * B$  となる時刻  $T_o$  を算出する第 3 の定比振幅時刻算出器として機能させ、前記時刻  $T_a$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_m$  を算出する第 1 の時間差算出器として機能させ、前記時刻  $T_o$  と前記時刻  $T_b$  との時間差  $T_r$  を算出する第 2 の時間差算出器として機能させ、比率  $p$  が設定される第 3 の比率設定器として機能させ、式  $V = L / (T_m - p * T_r)$  を算出する音速算出器として機能させることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】本発明に係わる水中吸音材音速測定器、水中吸音材音速測定方法、及び水中吸音材音速測定用プログラムの実施の形態の一例を、図 1 乃至図 3 に示す。この測定器は、水中吸音材の特性の評価に使われるものであり、圧電シート 1 0 及び 2 0 を水中吸音材の両面に当てて、立ち上がりの鋭い衝撃波形を発生させる衝撃波形付手段としての衝撃用球 3 0 0 を上面の中央に落下させ、そのときに発生した圧力波が水中吸音材を伝搬する音速を測定する。ここで、圧電シートは、ゴム材にチタンジルコン酸鉛の粉末を混ぜてシート状に成形した部材であり、与えられた機械エネルギーを電気信号として出力する。この圧電シートは可撓性を有し、試料である水中吸音材の表面に隙間なく密着して効果的に音波を伝搬する機能を備えている。なお、圧電シートと水中吸音材の間には音波を効率的に伝達するために接触媒質を介在させてもよい。

【 0 0 1 1 】前記衝撃波形は一過性であるので、波形記憶器に保存する。圧電シート 1 0 及び 2 0 の信号は相似であるので、両信号が立ち上がってから雑音より明確に分離できるだけの振幅に達するような共通の比率  $k$  を比率設定器 4 0 により設定する。  $k$  の値は、予備的な計測を行い、なるべく 1 に近い値で適当な値で設定しておく。そして、圧電シート 1 0 及び 2 0 の信号の振幅がそ

れぞれ  $k * A$  及び  $k * B$  に達する時刻  $T_a$  及び  $T_b$  をそれぞれ定比振幅算出器 5 0 及び 6 0 により算出し、両者の時間差  $T_m$  を時間差算出器 9 0 により算出する。

【 0 0 1 2 】衝撃点  $O$  から放射状に拡散する圧力波が水中吸音材の厚さ方向に平行な経路  $OQ$  を伝搬して点  $Q$  に達したときから圧電シート 2 0 の信号は立ち上がり、それよりも遅れて斜めの経路  $OS$  を伝搬して点  $S$  にも達するときに、圧電シート 2 0 の信号は振幅  $k * B$  となるので、圧電シート 2 0 の信号が雑音よりは大きくなるようなできる限り小さい比率  $c$  を比率設定器 8 0 により設定して、圧電シート 2 0 の信号の振幅が  $c * B$  となる立ち上がり時刻  $T_o$  を定比振幅時刻算出器 7 0 により算出し、圧電シートの信号の振幅が立ち上がりから振幅  $k * B$  に達するまでの時間差  $T_r$  を時間差算出器 1 0 0 により算出する。

【 0 0 1 3 】圧力波の伝搬経路は最短の経路  $OQ$  と最長の経路  $OS$  とを含む集まりであるから、それらの平均を選ぶための比率  $p$  を比率設定器 1 2 0 により設定し、音速算出器 1 1 0 により式  $V = L / (T_m - p * T_r)$  を計算して、音速を算出する。

【 0 0 1 4 】以上説明した一例では、水中吸音材の両面に圧電シートを設け、一方の圧電シート 1 0 に直接衝撃波形を与えていたが、両面に圧電シートをそれぞれ設け、さらに少なくとも一方の圧電シート 1 0 にアルミニウム等の板材を密着させ、この板材に前記衝撃球を落下させて圧電シート 1 0 に衝撃波を伝搬させてもよい。かかる構成によれば、可撓性のある圧電シートに衝撃球を落下する場合比べて得られる衝撃波の立ち上がりがより鋭くなり十分な検出信号の  $S / N$  が得られて、両圧電ゴムシート 1 0 , 2 0 からの検出信号の時間差の計測がより容易に行える効果がある。

【 0 0 1 5 】以上説明した一例では、図 3 に図示した波形記憶器 3 0 から音速算出器 1 1 0 に至る各手段を、コンピュータの演算部における機能として実現してもよい。即ち、圧電シート 1 0 , 2 0 から得られる波形信号を被処理情報とし、これを所定のプログラムによってコンピュータを上述したような所定の手段として機能させることにより、当該コンピュータが当該プログラムと協働して音速測定器として機能し、最終的に必要な情報処理が行なわれて音速が算出されるようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 6 】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されるため、水中吸音材を伝搬する圧力波の両面における時間差を、両波形が相似であることに基づき対応する時刻で求めることができ、また、それらを得るときの振幅は雑音に対して明確に大きく選ぶことができ、さらに、伝搬経路が厚さ方向に斜めのものも含むことに対して平均的な経路長を選ぶことができる。従って、精度が良く、極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】水中吸音材を伝搬する圧力波の経路を示す説明図である。

【図2】圧電シート10及び20の信号の波形と時刻の読み取り点を示す図である。

【図3】本発明の実施形態を示す構成図である。

【符号の説明】

- 10 圧電シート
- 20 圧電シート
- 30 波形記憶器
- 40 比率設定器
- 50 定比振幅算出器
- 60 定比振幅算出器
- 70 定比振幅算出器
- 80 比率設定器
- 90 時間差算出器
- 100 時間差算出器
- 110 音速算出器
- 120 比率設定器
- 200 水中吸音材

300 衝撃用球

A 圧電シート10の信号のピーク値

B 圧電シート20の信号のピーク値

L 水中吸音材の厚さ

O 衝撃点

P 経路OSに沿って厚さLに等しい点

Q 衝撃点から厚さ方向に直下の点

S 圧電シート20の信号が振幅 $k \cdot B$ に達するときの最長経路の端点

10 c 圧電シートの信号の立ち上がり点を決めるための比率

k 伝搬時間を求める振幅を選ぶための比率

p 伝搬経路の平均を選ぶための比率

Ta 圧電シート10の信号が振幅 $k \cdot A$ に達する時刻

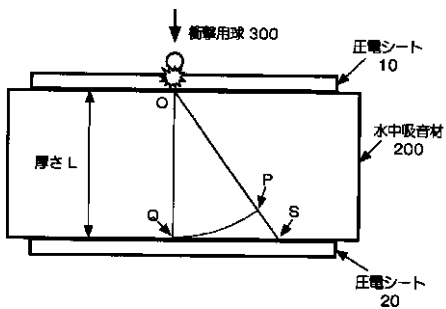
Tb 圧電シート20の信号が振幅 $k \cdot B$ に達する時刻

To 圧電シート20の信号が振幅 $c \cdot B$ に達する時刻

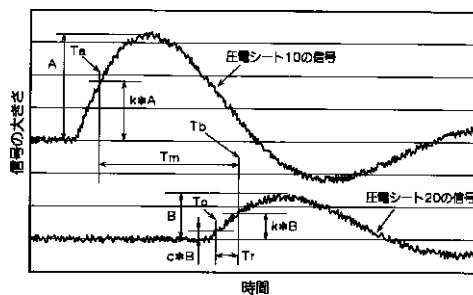
Tm 時刻TaとTbとの差

Tr 時刻ToとTbとの差

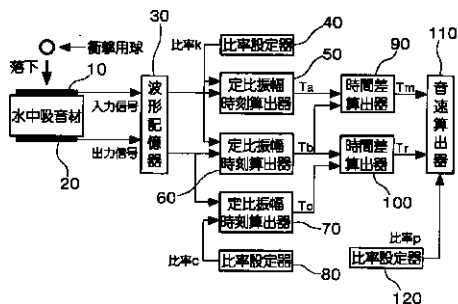
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平 4 - 291124 ( J P , A )  
特開 平 7 - 318413 ( J P , A )  
特開 平 5 - 336597 ( J P , A )  
特開 平 1 - 138427 ( J P , A )  
特表 平 5 - 505674 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G01H 5/00