

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4078577号
(P4078577)

(45) 発行日 平成20年4月23日(2008.4.23)

(24) 登録日 平成20年2月15日(2008.2.15)

(51) Int.Cl. F 1
G O 1 F 23/28 (2006.01) G O 1 F 23/28 S

請求項の数 2 (全 7 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2000-342865 (P2000-342865) | (73) 特許権者 | 591083244 富士電機システムズ株式会社 東京都品川区大崎一丁目11番2号 |
| (22) 出願日 | 平成12年11月10日(2000.11.10) | (74) 代理人 | 100075166 弁理士 山口 巖 |
| (65) 公開番号 | 特開2002-148100 (P2002-148100A) | (74) 代理人 | 100085833 弁理士 松崎 清 |
| (43) 公開日 | 平成14年5月22日(2002.5.22) | (72) 発明者 | 森田 晃 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成18年3月15日(2006.3.15) | (72) 発明者 | 吉村 弘幸 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内 |
| | | 審査官 | 松川 直樹 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 界面測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液中に界面をなして沈殿する異物との界面を測定するため、超音波振動子より液面近傍の液中から界面方面へと超音波パルスを放射して、その反射パルスを超音波振動子により受信し、その受信信号に基づき界面を測定する界面測定装置において、

前記超音波振動子に機械的共振の大きいものを用いるとともに、超音波振動子から放射する超音波が、超音波のメインローブの半値幅と音圧レベルの周期とから決定される2つ以上の特定の焦点位置に、同時刻に到達するようタイミング調整するタイミング回路と、このタイミング回路を介して送信される超音波の前記各焦点に対応して遅延合成した受信信号のうち、最小となるものを順次つなぎ合わせて信号を合成する信号処理回路とを設けたことを特徴とする界面測定装置。

【請求項2】

前記信号処理回路は、前記複数の超音波振動子から形成される音圧分布の空間的周期を、各超音波振動子の設置間隔に応じて変更することを特徴とする請求項1に記載の界面測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、排水処理、下水処理用等として用いられる沈殿槽、その他の液中に沈殿する異物との界面を測定する界面測定装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技術 】

排水処理、下水処理用等の沈殿槽では、沈殿途中や攪乱された浮遊物によって超音波の反射が生じ、それが界面検出の誤差となる。そこで、浮遊物による影響を低減するため、出願人は先に超音波送受信器（超音波振動子）を複数個使用して、測定すべき特定位置に音圧を集中させる方式を提案している（特願2000-150811号参照、以下提案装置ともいう）。

【 0 0 0 3 】

図4に提案装置の概要を示す。

これは、複数の超音波送受信器（超音波振動子）81～85を用い、タイミング回路11および駆動回路12等を介して超音波を送信し、汚泥処理槽（沈殿槽）1内の界面5からの反射波を、クランプ回路（大振幅の送信信号が入り込まないようにクランプする回路）13および増幅回路14を介して信号処理部15で受信処理する構成にするとともに、液面4からの距離に応じた制約範囲等を設定し、その範囲外の反射強度のものは浮遊物と判断するなどの方法で浮遊物による影響を除去し、液面4から上澄液3と沈殿汚泥2との境界5までの深さH1を求めて、槽底1aからH2の位置にある沈殿汚泥（沈殿物）2を汚泥処理槽1から排出するようにしている。なお、符号17は表示装置、16はこの表示装置のために設けられる表示回路を示す。

【 0 0 0 4 】

【 発明 が 解決 し よう と する 課題 】

ところで、超音波振動子は機械的な共振振動を利用して感度を上昇させているため、その送信波は例えば図5(a)に示すような波形となる。そして、このような振動子から送信波を発射して特定の位置に焦点を結ばせると、図5(b)に示すように、焦点位置の近傍にサイドロープと呼ばれる音圧の周期が発生する。このサイドロープがあると、本来の焦点位置以外にある浮遊物からの反射波が発生し、ノイズとなる。

【 0 0 0 5 】

上記サイドロープを低減するためには、超音波振動子の機械的な共振振動を抑え、例えば図6(a)に示すように、短パルス化する方法が一般に採られる。この短パルス信号による音圧分布は図6(b)のようになり、サイドロープが低減されることが分かる。

しかし、このようにすると機械的な共振を抑えることになるため、感度が低下し、沈殿汚泥境界面のような音響インピーダンスの差異が十分でない場合の検出が困難になるという問題がある。

したがって、この発明の課題は、感度を低下させずに界面を高精度に計測可能とすることにある。

【 0 0 0 6 】

液中に界面をなして沈殿する異物との界面を測定するため、超音波振動子より液面近傍の液中から界面方面へと超音波パルスを放射して、その反射パルスを超音波振動子により受信し、その受信信号に基づき界面を測定する界面測定装置において、

前記超音波振動子に機械的共振の大きいものを用いるとともに、超音波振動子から放射する超音波が、超音波のメインロープの半値幅と音圧レベルの周期とから決定される2つ以上の特定の焦点位置に、同時刻に到達するようタイミング調整するタイミング回路と、このタイミング回路を介して送信される超音波の前記各焦点に対応して遅延合成した受信信号のうち、最小となるものを順次つなぎ合わせて信号を合成する信号処理回路とを設けたことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

上記請求項1の発明においては、前記信号処理回路は、前記複数の超音波振動子から形成される音圧分布の空間的周期を、各超音波振動子の設置間隔に応じて変更することができる（請求項2の発明）。

【 0 0 0 8 】

【 発明 の 実施 の 形態 】

10

20

30

40

50

図 1 はこの発明の実施の形態を示す構成図である。

図 4 との相違は、同一水深において 2 つの位置がそれぞれ焦点位置 A , B となるように、タイミング回路 1 1 および駆動回路 1 2 により超音波振動子 (超音波送受信器) 8 1 ~ 8 5 を励振して超音波を送信し、その反射受信信号をクランプ回路 1 3 および増幅回路 1 4 を介して受信し、信号処理部 1 5 で利用するようにした点、そのために、信号処理部 1 5 とタイミング回路 1 1 との間で、焦点位置切換信号のやりとをするようにした点などが特徴である。

【 0 0 0 9 】

また、複数の超音波振動子 8 1 ~ 8 5 としては、ここでは図 5 (a) で説明したような 1 0 パルス程度の信号を送受信する高感度のもの (機械的共振の大きいものまたは高いもの) を利用する。このような超音波振動子を用い、特定の位置に焦点を結ぶように送信パルスを互いに遅延 (振動子から焦点位置までの距離に応じた遅延) させると、図 5 (b) のような音圧分布が生じる。しかし、本来は図 5 (b) の中心位置にある焦点位置にのみ音圧が集中し、その他の部分には音圧は発生しないことが望ましい。これは、目的以外の位置に発生する浮遊物の影響を除去したいためである。

【 0 0 1 0 】

そのために、この発明では図 6 (a) のように短パルス化するのではなく、図 5 (a) のような特性を持つ高感度の超音波振動子を用いてサイドローブからの反射信号を除去せんとするもので、以下、その原理について図 2 を参照しながら説明する。

すなわち、図 2 (a) の所定位置に第 1 の焦点 A を結ぶように、タイミングを調整して超音波を送信し、その受信信号に対して従来と同様、焦点 A から各超音波振動子までの距離の相違に応じた遅延合成処理を行なう。その結果得られる音圧波形を、例えば図 2 (b) に実線で示す。しかし、この波形からは、焦点位置からの反射信号と同時にサイドローブにある界面または浮遊物からの反射信号も同時に受信する、つまり、超音波振動子から等距離にある界面と浮遊物からの反射波を同時刻に受信するため、判別できない。

その浮遊物の影響を除去するため、第 2 の焦点として図 2 (b) の音圧分布の周期の、例えば半周期ずれた焦点位置 B を選び、第 1 の焦点 A の場合と同様にして超音波を送、受信する。その結果得られる音圧波形を、例えば図 2 (b) に点線で示す。

【 0 0 1 1 】

ここで、浮遊物の大きさが音圧分布の半周期程度である場合について、検討する。

いま、図 2 (a) に示すように、第 1 の焦点 A のサイドローブの位置に浮遊物が存在する場合は、この焦点 A における受信波 R A には図 2 (c) に示すように浮遊物による反射波が存在するが、焦点 B における受信波 R B には図 2 (d) のように浮遊物による影響は存在しないことになる。その差 (R B - R A) が浮遊物からの反射波であり、差 (R B - R A) が正の部分には受信信号 R A の方に浮遊物による影響があり、負の場合には受信信号 R B の方に浮遊物による影響があると考えられる。

【 0 0 1 2 】

そこで、受信信号の時系列データから差 (R B - R A) をとり、その差が正であれば受信信号 R B をとり、負であれば受信信号 R A をとるようにする。このような処理を時刻すなわち水深に従って順次つなぎ合わせた結果が、浮遊物による影響を除去した反射波であり、図 2 の場合は同 (e) に示す波形 R C がこれに相当する。このとき、界面のように音圧分布の周期よりも広い範囲にわたって分布しているものは、以上のような処理でその成分が除去されることはないので、正確な界面位置を知ることができる。なお、界面位置は波形 R C のピーク時刻と液体の音速との関係から得ることができる。

【 0 0 1 3 】

図 2 では、音圧分布の半周期ずらした位置に 2 つの焦点を結ばせ、2 つの焦点からの反射波を利用しているが、この位置の中間位置すなわち 1 / 4 周期や 3 / 4 周期ずらした位置に 2 つ以上焦点を結ばせるようにしても良く、このようにすれば、図 2 (e) の如き合成波 R C は、各受信波形のうち一番小さいものを順次連ねて得ることができる。なお、どの位置に焦点を結ばせるかは、図 5 (b) に示すメインローブの半値幅と音圧の周期との

10

20

30

40

50

関係から適宜に決めることができる。

【0014】

上記では、音圧分布の間隔をコントロールしていないため、音圧分布の半周期以下の大きさの浮遊物に対してしか適用できない。そこで、音圧分布の周期を可変にして、様々な大きさの浮遊物に対処できるようにする例について、以下に説明する。

図3はサイドローブの発生メカニズムの説明図である。同図では、第1振動子から発射した音圧と第2振動子から発射した音圧が、焦点位置に同時に到達するように送信タイミングを調整してある。このとき、第1振動子からの第1波目と第2振動子からの第2波目が同時に到達するのは、第1振動子からの距離 L_1 と、第2振動子からの距離 L_2 との差($L_1 - L_2$)が1波長の整数倍 m となる位置で、この位置がサイドローブとなる。

10

【0015】

つまり、サイドローブ位置を遠ざけるには波長を大きくする(超音波周波数を低くするか、または、音速を低くする)か、振動子の間隔を近づければ良い。ただし、あまり近づけすぎると1つの振動子の音圧分布となり、サイドローブが生じなくなる。したがって、現実的には超音波周波数を変化させるか、振動子の距離を変えるかのいずれかとなるが、機械的共振の高い高感度な振動子を利用する場合は、超音波振動子の帯域が狭く周波数変化幅が小さいため超音波周波数を変化させることは実用的でない。よって、音圧分布の周期の変更には、振動子の間隔を変更するのが有効と言うことになる。

【0016】

【発明の効果】

20

この発明によれば、高感度な機械的共振の高い超音波振動子を利用して複数位置に送信信号の焦点を結ばせ、各焦点からの受信信号を適宜合成することで浮遊物の影響を除去するようにしたので、正確な界面位置を検出し得る利点が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態を示す構成図である。

【図2】この発明の原理説明図である。

【図3】サイドローブの発生メカニズムの説明図である。

【図4】提案装置を示す構成図である。

【図5】機械的共振の大きい超音波振動子による送信音波と音圧分布説明図である。

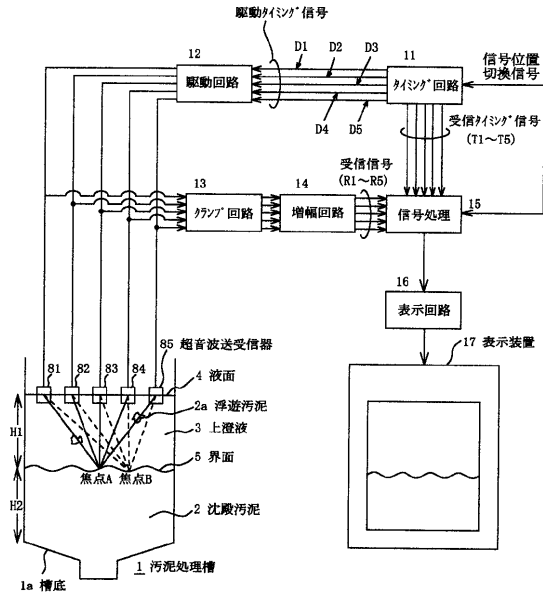
【図6】機械的共振の小さい超音波振動子による送信音波と音圧分布説明図である。

30

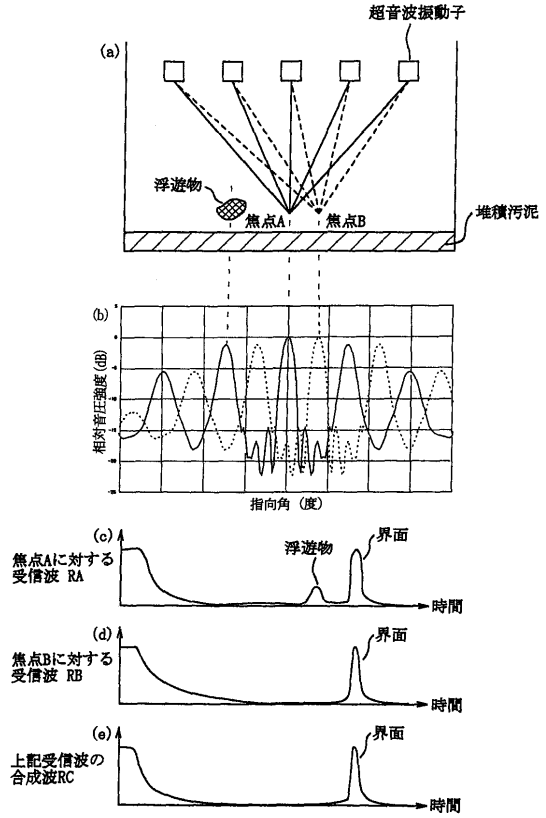
【符号の説明】

1 ... 沈殿槽(汚泥処理槽)、2 ... 沈殿汚泥(沈殿物)、3 ... 上澄液、5 ... 界面、8 1 ~ 8 5 ... 超音波送受信器(超音波振動子)、1 1 ... タイミング回路、1 2 ... 駆動回路、1 3 ... クランプ回路、1 4 ... 増幅回路、1 5 ... 信号処理部、1 6 ... 表示回路、1 7 ... 表示装置。

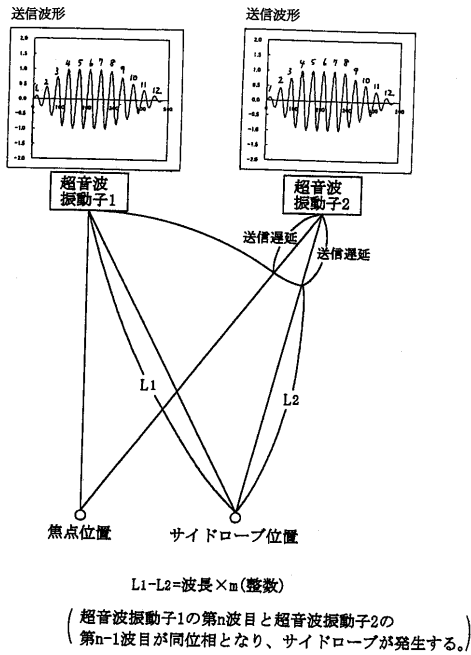
【図1】



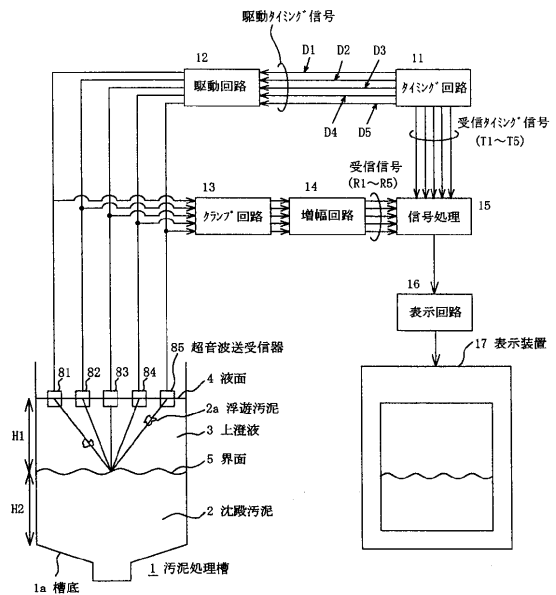
【図2】



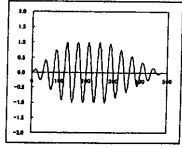
【図3】



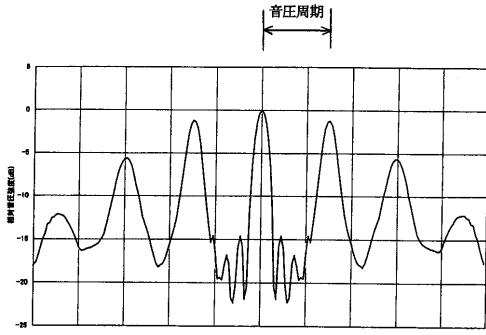
【図4】



【 5 】

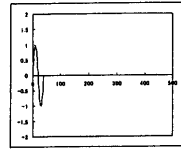


(a)

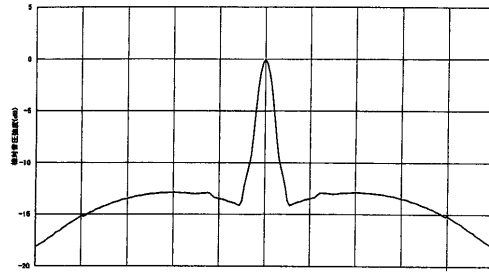


(b)

【 6 】



(a)



(b)

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 1 8 4 3 6 (J P , A)
特開平 0 4 - 0 6 4 3 4 9 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 7 4 5 3 0 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 4 8 8 2 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 3 0 5 0 0 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G01F 23/28