

(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2017-181273

(P2017-181273A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.
G01K 11/24 (2006.01)

F I
G01K 11/24

テーマコード(参考)
2F056

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-68148 (P2016-68148)
(22) 出願日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(71) 出願人 000166247
古野電気株式会社
兵庫県西宮市芦原町9番52号
(74) 代理人 100118784
弁理士 桂川 直己
(72) 発明者 佐藤 隆宣
兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気
株式会社内
Fターム(参考) 2F056 VS03 VS05 VS09

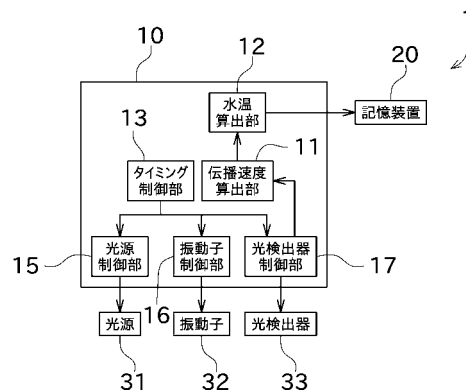
(54) 【発明の名称】 水温検出装置及び水温検出方法

(57) 【要約】

【課題】投下及び回収の手間がなく、水中の水温を検出可能な新たな方式の水温検出装置を提供する。

【解決手段】水温検出装置1は、振動子32と、光源31と、光検出器33と、伝搬速度算出部11と、水温算出部12と、を備える。振動子32は、水中へ音波を送信する。光源31は、水中へ光を照射する。光検出器33は、光源31によって照射された光の散乱光が、振動子32によって送信された音波が伝搬する領域を通過することで屈折した光である屈折光を少なくとも検出する。伝搬速度算出部11は、光検出器33から検出結果が入力され、屈折光が検出される位置の変化に基づいて、振動子32が送信した音波の伝搬速度を算出する。水温算出部12は、伝搬速度算出部11が算出した伝搬速度に基づいて水温を算出する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

水中へ音波を送信する振動子と、
水中へ光を照射する光源と、
前記光源によって照射された光の散乱光が、前記振動子によって送信された音波が伝搬する領域を通過することで屈折した光である屈折光を少なくとも検出する光検出器と、
前記光検出器から検出結果が入力され、前記屈折光が検出される位置の変化に基づいて、前記振動子が送信した音波の伝搬速度を算出する伝搬速度算出部と、
前記伝搬速度算出部が算出した前記伝搬速度に基づいて水温を算出する水温算出部と、
を備えることを特徴とする水温検出装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の水温検出装置であって、
前記伝搬速度算出部は、水深毎に前記伝搬速度を算出し、
前記水温算出部は、水深毎の水温を算出することを特徴とする水温検出装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の水温検出装置であって、
前記水温算出部は、外部に配置され、所定の深度の水温を検出する第 2 水温検出装置が検出した水温を取得し、当該水温を基準として、水深毎の水温を算出することを特徴とする水温検出装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載の水温検出装置であって、
前記水温算出部は、外部に配置され、水深毎の水温を算出する第 3 水温検出装置が検出した水温を取得し、
前記第 3 水温検出装置は、送信用振動子が送信した音波の反射波を、当該送信用振動子とは離れて配置された受信用振動子で受信することで、音速を求めて水深毎の水温を検出し、
前記水温算出部が算出した水深毎の水温に基づいて、前記第 3 水温検出装置が検出した水深毎の水温を補正することを特徴とする水温検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 までの何れか一項に記載の水温検出装置であって、
前記振動子、前記光源、及び前記光検出器は、並べて配置されており、
前記光源と前記光検出器との間に前記振動子が配置されていることを特徴とする水温検出装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 から 5 までの何れか一項に記載の水温検出装置であって、
前記振動子が音波を 1 回送信する毎に、所定のタイミングで前記光源が光を複数回照射することを特徴とする水温検出装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の水温検出装置であって、
前記光検出器は、前記光源が光を複数回照射する間、光を検出し続けることを特徴とする水温検出装置。

40

【請求項 8】

請求項 6 に記載の水温検出装置であって、
前記光検出器は、前記光源が光を照射する毎に、光の検出を開始して終了することを特徴とする水温検出装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 までの何れか一項に記載の水温検出装置であって、
船舶に搭載され、当該船舶の移動中に水温を検出することを特徴とする水温検出装置。

【請求項 10】

光源によって照射された光の散乱光のうち、振動子が送信した音波が伝搬する領域を通

50

過することで屈折した光である屈折光を少なくとも検出し、

前記屈折光が検出される位置の変化に基づいて、前記振動子が送信した音波の伝搬速度を算出し、

算出した前記伝搬速度に基づいて水温を算出することを特徴とする水温検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主として、水中の水温を検出する水温検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、水中の水温を計測して、例えば水深毎の水温を検出する水温検出装置が知られている。以下の特許文献には、この種の水温検出装置が開示されている。

【0003】

特許文献1から6には、超音波式の水温検出装置が開示されている。超音波式の水温検出装置は、例えば、離れて配置された送信用振動子と受信用振動子を備え、送信用振動子が送信した超音波の反射波を受信用振動子で受信し、反射波を受信した方向と、送信用振動子と受信用振動子の位置及び傾斜角と、を用いて超音波の伝搬速度を求め、水温を検出する。

【0004】

特許文献7及び8には、超音波と光を用いた水温検出装置が開示されている。これらの水温検出装置は、超音波を送信する振動子と、光を照射する光源と、光検出器と、を備える。光検出器は、光源から照射された光が超音波で反射した反射光を検出する。これにより、超音波の伝搬速度を求め、水温を検出する。なお、特許文献9には、水中に送信したレーザ光の散乱光の周波数変位量に基づいて音速を算出し、水中の温度を算出する水温検出装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭58-27034号公報

【特許文献2】特開昭59-226842号公報

【特許文献3】特公昭63-65895号公報

【特許文献4】特開昭56-53428号公報

【特許文献5】米国特許第3388372号明細書

【特許文献6】米国特許第5402393号明細書

【特許文献7】特開昭60-218040号公報

【特許文献8】特開昭61-111431号公報

【特許文献9】特開昭62-69130号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、超音波式の水温検出装置は、送信用振動子と受信用振動子に高い取付精度が要求される。送信用振動子と受信用振動子の取付位置又は取付向きの僅かな誤差が大きな水温の誤差に繋がるため、実用化は非常に困難である。また、超音波と光を用いた水温検出装置は、光が超音波で反射した反射光の強度が非常に低いため、実用化は非常に困難である。

【0007】

従って、実際には、ワイヤに水温計及び記憶装置を接続し、当該ワイヤを水中に投下することで水中の水温を検出している。しかし、この構成はワイヤに接続した水温計等を投下して回収する必要があるため、非常に手間が掛かる。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その主要な目的は、投下及び回収の手間がなく、水中の水温を検出可能な新たな方式の水温検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段及び効果】

【0009】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

【0010】

本発明の第1の観点によれば、以下の構成の水温検出装置が提供される。即ち、この水温検出装置は、振動子と、光源と、光検出器と、伝搬速度算出部と、水温算出部と、を備える。前記振動子は、水中へ音波を送信する。前記光源は、水中へ光を照射する。前記光検出器は、前記光源によって照射された光の散乱光が、前記振動子によって送信された音波が伝搬する領域を通過することで屈折した光である屈折光を少なくとも検出する。前記伝搬速度算出部は、前記光検出器から検出結果が入力され、前記屈折光が検出される位置の変化に基づいて、前記振動子が送信した音波の伝搬速度を算出する。前記水温算出部は、前記伝搬速度算出部が算出した前記伝搬速度に基づいて水温を算出する。

10

【0011】

これにより、本発明の水温検出装置は、投下及び回収の手間がなく、超音波式のように高い取付精度も要求されず、特許文献7及び8のように検出対象の光の強度も低すぎない。従って、水中の水温を検出可能であって、現実的に使用可能な水温検出装置が実現できる。

20

【0012】

本発明の第2の観点によれば、光源によって照射された光の散乱光のうち、振動子が送信した音波が伝搬する領域を通過することで屈折した光である屈折光を少なくとも検出し、前記屈折光が検出される位置の変化に基づいて、前記振動子が送信した音波の伝搬速度を算出し、算出した前記伝搬速度に基づいて水温を算出する水温検出方法が提供される。

【0013】

これにより、本発明の水温検出方法は、投下及び回収の手間がなく、超音波式のように高い取付精度も要求されず、特許文献7及び8のように検出対象の光の強度も低すぎない。従って、水中の水温を検出可能であって、現実的に使用可能な水温検出方法が実現できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る水温検出装置のブロック図。

【図2】超音波の伝搬に伴う光検出器の検出画像の変化を示す図。

【図3】水温検出装置の演算装置が行う処理を示すフローチャート。

【図4】光源、振動子、及び光検出器のタイミングチャート。

【図5】第1変形例に係る、超音波の伝搬に伴う光検出器の出力画像の変化を示す図。

【図6】第1変形例に係る、光源、振動子、及び光検出器のタイミングチャート。

【図7】第2変形例に係る水温検出装置及び第2水温検出装置のブロック図。

【図8】第3変形例に係る水温検出装置及び第3水温検出装置のブロック図。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

次に、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。初めに、図1を参照して、水温検出装置1の構成について説明する。図1は、水温検出装置1のブロック図である。

【0016】

水温検出装置1は、船舶に搭載されており、海、湖、又は川等の水深毎の水温を検出する。水温検出装置1は、船舶が移動中であっても停止中であっても水深毎の水温を検出可能である。図1に示すように、水温検出装置1は、演算装置10と、記憶装置20と、光源31と、振動子32と、光検出器33と、を備える。

【0017】

50

演算装置 10 は、伝搬速度算出部 11 と、水温算出部 12 と、タイミング制御部 13 と、光源制御部 15 と、振動子制御部 16 と、光検出器制御部 17 と、を備える。演算装置 10 は、CPU 等で構成されており、ROM に記憶されたプログラムを RAM に読み出して実行することで演算処理を行うことができる。演算装置 10 は、CPU に限られず、FPGA 又は ASIC 等により構成されていても良い。また、本実施形態では、1つのハードウェアである演算装置 10 により伝搬速度算出部 11 から光検出器制御部 17 が構成されているが、2以上のハードウェアにより構成されていても良い。例えば、光源制御部 15 から光検出器制御部 17 が個別のハードウェアで構成されていても良い。演算装置 10 の各部の機能については後述する。

【0018】

記憶装置 20 は、フラッシュメモリ（フラッシュディスク及びメモリーカード等）、ハードディスク、又は光ディスク等である。記憶装置 20 は、水温検出装置 1 が検出した水深毎の水温を記憶する。

【0019】

光源 31 は、船底に取り付けられており、水中に光を照射する。光源 31 は、発光ダイオード又はレーザ等で構成されている。光源 31 が照射する光は指向性を有しており、基本的には水中を直進する。ただし、光源 31 が照射する光は、進行に応じてある程度は広がっても良い。本実施形態では、光源 31 が光を照射する方向は真下であるが、異なる方向に光を照射する構成であっても良い。また、光源 31 が照射する光の波長は任意であり、可視光であっても良いし可視光以外であっても良いが、水によって減衰しにくい波長であることが好ましい。具体的には、ピークの波長が 400 nm から 550 nm であることが好ましい。光源 31 の光の照射の有無の切替えは、光源制御部 15 によって制御されている。

【0020】

振動子 32 は、船底に取り付けられており、水中に超音波を送信する。振動子 32 が送信する超音波は指向性を有しており、基本的には水中を直進する。ただし、振動子 32 が送信する超音波は、進行に応じて広がっても良い。本実施形態では、振動子 32 が超音波を送信する方向は真下であるが、異なる方向に超音波を送信する構成であっても良い。振動子 32 が送信する音波の周波数は任意であり、50 kHz から 200 kHz の範囲の超音波であっても良いし、それ以外の周波数の超音波であっても良いし、超音波以外の音波であっても良い。振動子 32 の超音波の送信の有無の切替えは、振動子制御部 16 によって制御されている。

【0021】

光検出器 33 は、船底に取り付けられており、水中の光を検出する。光源 31、振動子 32、及び光検出器 33 は、所定方向に並べて配置されており、光源 31 と光検出器 33 の間に振動子 32 が配置されている。光検出器 33 は、平面状に並べて配置されたフォトダイオード等から構成されている。なお、フォトダイオードは線状に（一列に並べて）配置されていても良い。光検出器 33 は、光源 31 が配置された側の斜め下方の光の強度分布を検出できるように配置されている。光検出器 33 の設定は光検出器制御部 17 によって制御されている。

【0022】

次に、光検出器 33 が検出する光について図 2 を参照して説明する。図 2 は、超音波の伝搬に伴う光検出器 33 の検出画像の変化を示す図である。図 2 には、船底に配置された光源 31、振動子 32 及び光検出器 33 が模式的に示されている。光源 31 の下方の太線は、光源 31 が照射する光である。振動子 32 の下方の破線は超音波の経路であり、送信されて下方に進む超音波（即ち超音波が伝搬する領域）が縞模様の楕円で示されている。光検出器 33 の破線は光検出器 33 が光を検出可能な領域である。光検出器 33 の右の画像は、光検出器 33 が検出した光を図示したものである。

【0023】

光源 31 が照射した光は指向性を有しているため、この光は光検出器 33 に直接的には

10

20

30

40

50

入力されない。光源 3 1 が照射した光は、光の波長より小さい物体（水等の分子）によるレイリー散乱と、光の波長以上の物体（プランクトン又は浮遊物等）によるミー散乱により散乱する。これらの散乱による散乱光強度は、条件によって異なるが、特許文献 7 及び 8 の超音波による光の反射光を検出する場合の散乱光強度よりも、数桁大きい。従って、特殊な光源 3 1 又は光検出器 3 3 を用いることなく光源 3 1 の散乱光を検出可能である。従って、光検出器 3 3 は、光源 3 1 による光の照射中は、図 2 の時刻 T a に示すように直線状の光を検出する。図 2 の検出画像の上下方向は水深に相当する。

【 0 0 2 4 】

また、振動子 3 2 が超音波を送信することで、光源 3 1 が照射した光の散乱光は、この超音波が伝搬する領域（図 2 の楕円の縞模様部分）を通過する。超音波は疎密波であるため、超音波が伝搬する領域では水の密度が変化する。また、水の密度が変化すると、当該部分を伝わる光の速度も変化する。従って、光源 3 1 が照射した光の散乱光は、超音波が伝搬する領域を通過することで屈折するため、光検出器 3 3 が検出する光にも乱れが生じる（時刻 T b から時刻 T d を参照）。なお、光源 3 1 が照射した光が超音波の伝搬する領域を通過することで屈折により乱れた光を「屈折光」と称する。従って、光源 3 1 が光を照射している間に振動子 3 2 が超音波を送信した場合、光検出器 3 3 が検出する屈折光の位置は、超音波の伝搬に伴って水深の深い方へ移動する。

10

【 0 0 2 5 】

次に、光検出器 3 3 が検出した屈折光に基づいて、水深毎の水温を検出する処理について図 1 から図 3 を参照して説明する。図 3 は、水温検出装置 1 の演算装置 1 0 が行う処理を示すフローチャートである。

20

【 0 0 2 6 】

演算装置 1 0 のタイミング制御部 1 3 は、屈折光の位置変化が光検出器 3 3 で検出できるように、光源 3 1、振動子 3 2、及び光検出器 3 3 の動作タイミングを制御する（詳細は後述）。これにより、水温検出装置 1 は、所定のタイミングで、光の照射、超音波の送信、及び屈折光の検出を行う（S 1 0 1、タイミング制御工程）。

【 0 0 2 7 】

演算装置 1 0 の伝搬速度算出部 1 1 は、光検出器 3 3 が検出した屈折光の検出位置の変化に基づいて、振動子 3 2 が送信した超音波の伝搬速度を算出する（S 1 0 2、伝搬速度算出工程）。具体的には、光検出器 3 3 が検出した画像の上下方向（水深方向）の長さ、振動子 3 2 の下方の実際の長さ、は振動子 3 2 と光検出器 3 3 の配置及び光検出器 3 3 の設定（撮像範囲等）に基づいて求めることができる。従って、伝搬速度算出部 1 1 は、連続する複数の画像における屈折光の位置変化に基づいて、振動子 3 2 が送信した超音波の伝搬速度を算出することができる。

30

【 0 0 2 8 】

また、光検出器 3 3 は、超音波の伝搬速度を水深毎に検出する。具体的には、例えば水深を所定の範囲に区切って、当該水深範囲毎に超音波の伝搬速度を算出する。なお、水深毎の水温をプロットし、例えば最小二乗法等の近似法を用いて、連続的に変化する水深と水温の対応関係を求めても良い。

【 0 0 2 9 】

水温算出部 1 2 は、伝搬速度算出部 1 1 が算出した水深毎の超音波の伝搬速度に基づいて、水深毎の水温を算出する（S 1 0 3、水温算出工程）。水深に基づいて水温を算出する方法は、公知の方法がいくつか知られており、それらの方法により水温が算出される。例えば、水温算出部 1 2 は、M a c k e n z i e の音速式を用いて水温を算出する。M a c k e n z i e の音速式とは、音速、水温、水深、及び塩分濃度の関係を示した式である。

40

【 0 0 3 0 】

水温算出部 1 2 は、水深毎の水温を算出した後に、その算出結果を記憶装置 2 0 に記憶する（S 1 0 4、水温記憶工程）。このとき、水温算出部 1 2 は、図略の GPS 受信機等から得られる位置情報及び日時等と、水深毎の水温と、を対応付けて記憶しても良い。演

50

算装置 10 は、S 101 から S 104 の処理を連続して行う。これにより、船舶を移動させながらこの処理を行うことで、自船の航跡の水深毎の水温を検出することができる。なお、この情報は、図略の表示装置に表示しても良い。

【0031】

次に、水温検出装置 1 の動作のタイミングについて図 4 を参照して説明する。図 4 は、光源 31、振動子 32、及び光検出器 33 のタイミングチャートである。

【0032】

光源 31、振動子 32、及び光検出器 33 は、タイミング制御部 13 が生成した同期信号を受信したタイミングに基づいて所定の動作を行う。具体的には、振動子 32 は、同期信号を受信したタイミングから僅かな時間が経過した後に超音波を 1 回送信する。光源 31 は、同期信号を受信したタイミングから僅かな時間が経過した後に、所定の時間間隔で（具体的には図 4 の T_0 、 T_1 、 T_2 、 \dots 、 T_n に）、非常に短い時間だけ光を合計 n 回照射する。光検出器 33 は、同期信号を受信したタイミングで光の検出を開始する。このように、光検出器 33 の光の検出を、振動子 32 及び光源 31 より若干早くしたのは、光検出器 33 のシャッターが開く（露光が開始される）までの時間を考慮したためである。

10

【0033】

光検出器 33 が屈折光を検出するのは、光源 31 が光を照射しているタイミングのみである。また、光源 31 は所定の時間間隔で光を照射するが、光の照射毎に超音波が存在する位置が異なるため、屈折光が検出される位置も光の照射毎に変化する。光源 31 は非常に短い時間だけ光を照射するため、所定時間間隔で、超音波の位置がプロットされると考えることができる。従って、光検出器 33 は、光源 31 が n 回光を照射する間、露光を続けるため、光検出器 33 が出力する画像は、図 4 に示すように、所定の時間間隔における超音波の位置変化を示す画像となる。この画像に基づいて、水深毎の超音波の伝搬速度を算出することができる。

20

【0034】

なお、伝搬速度算出部 11 は、 T_0 から T_n の一連の処理を 1 回行って超音波の伝搬速度を検出しても良いが、これらの一連の処理を複数回行って、平均等をとることにより水深毎の超音波の伝搬速度を検出しても良い。あるいは、初めに T_0 から T_1 までの処理を複数回行って T_1 における超音波の位置を正確に求め、次に T_2 についても同様の処理を行い、これらの処理を所定の深度（所定の時間）まで行うことで、水深毎の超音波の伝搬速度を検出しても良い。

30

【0035】

次に、図 5 及び図 6 を参照して、上記実施形態の第 1 変形例を説明する。図 5 は、第 1 変形例に係る、超音波の伝搬に伴う光検出器 33 の出力画像の変化を示す図である。図 6 は、第 1 変形例に係る、光源 31、振動子 32、及び光検出器 33 のタイミングチャートである。なお、本変形例及び以下の変形例の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

【0036】

第 1 変形例では、振動子 32 は、上記実施形態よりも広いビーム幅の超音波を送信する（図 5 を参照）。このようにビーム幅が広い場合、水深方向の広範囲の散乱光が、超音波が伝搬する領域を通過することとなる。従って、光検出器 33 は、例えば図 5 の時刻 T_b に示すように、水深方向に長い屈折光を検出する。なお、ビーム幅を広くする代わりに、超音波の送信時間を長くした場合であっても、同様の画像が検出される。

40

【0037】

このように屈折光が水深方向に長い場合、上記実施形態のタイミングで水温検出装置 1 の各部が処理を行っても、屈折光同士が重なった画像が出力されるため、水深毎の超音波の伝搬速度を算出することは困難である。

【0038】

以上を考慮して、第 1 変形例では図 6 に示すタイミングで水温検出装置 1 の各部が処理を行う。振動子 32 及び光源 31 の動作は、基本的には上記実施形態と同じである。

50

【0039】

また、第1変形例では、光検出器33は、シャッターの切換え（露光の有無の切換え）を高速で行うことが可能であり、露光時間が僅かでも高精度な画像が取得可能な構成である。光検出器33は、光源31が光を照射する毎に短時間だけ露光を開始してすぐに露光を終了する。

【0040】

これにより、所定の時間における屈折光の位置を取得できる。この処理を繰り返すことにより、光検出器33は、所定の時間毎の屈折光の位置を取得できる。これにより、伝搬速度算出部11は、例えば屈折光と散乱光の境界の位置が移動する速度に基づいて、水深毎の超音波の伝搬速度を算出することができる。

10

【0041】

第1変形例の構成を採用することにより、振動子32が送信する超音波のビーム幅や送信長さを問わず、超音波の伝搬速度を算出することができる。従って、汎用性の高い水温検出装置1が実現できる。

【0042】

これに対し、上記実施形態では、光検出器33は光源31が複数回光を照射する間、光を検出し続ければ良いので、第1変形例のような高性能の光検出器33が不要である。従って、水温検出装置1のコストを下げることができる。

【0043】

なお、上記実施形態及び第1変形例では、振動子32が超音波を1回送信する毎に、光源31が光を複数回照射する構成である。これに代えて、振動子32が超音波を1回送信する間に、光を1回だけ照射しても良い。具体的には、振動子32の超音波の送信と同時又はその前から、光源31は光を照射し続ける。そして、光検出器33は、所定の時間間隔で複数の画像を取得する。これらの画像に基づいて、超音波の伝搬速度を算出することができる。

20

【0044】

これにより、光源31が光を常時照射する構成であっても良いため、光源31の同期制御が不要となる。ただし、この構成も、第1変形例と同様に高精度の光検出器33が必要となる。なお、光源31、振動子32、及び光検出器33は、上記で説明した以外のタイミングで処理を行っても良い。

30

【0045】

次に、図7を参照して、第2変形例を説明する。図7は、第2変形例に係る水温検出装置1及び第2水温検出装置50のブロック図である。

【0046】

上記実施形態では、水温検出装置1は、他の水温検出装置の検出結果を用いず、光検出器33の検出結果のみに基づいて水深毎の水温を算出している。この点、第2変形例では、水温検出装置1は、外部に配置された第2水温検出装置50が検出した水温を基準として、水深毎の水温を算出する。

【0047】

第2水温検出装置50は、検出素子を備え、当該検出素子に触れている水の温度を検出する。従って、第2水温検出装置50は、水温検出装置1のように実際に触れていない箇所の中の水の水温を検出できる装置ではない。

40

【0048】

第2水温検出装置50は、水面又は水面近傍の所定の深度の水温を検出するように配置される。第2水温検出装置50が検出した水温は、演算装置10（詳細には水温算出部12）に出力される。水温算出部12は、超音波の伝搬速度に基づいて、水深に応じた水温の変化量を検出する。水温算出部12は、第2水温検出装置50が検出した所定の水深の水温を基準として、水深毎の変化量を適用することで、水深毎の水温を検出する。

【0049】

この構成により、第2水温検出装置50によって水面又は水面近傍の温度を精度良く検

50

出すことができるので、より正確な水深毎の水温を検出することができる。

【0050】

次に、図8を参照して、第3変形例を説明する。図8は、第3変形例に係る水温検出装置1及び第3水温検出装置60のブロック図である。

【0051】

第3水温検出装置60は、上述した超音波式の水温検出装置であり、水温検出装置1の外部に配置されている。第3水温検出装置60は、送信用振動子61と、受信用振動子62と、制御装置63と、を備える。第3水温検出装置60は、送信用振動子61が送信した超音波の反射波を受信用振動子62で受信し、反射波を受信した方向と、送信用振動子61と受信用振動子62の位置及び傾斜角と、を用いて超音波の伝搬速度を算出することで、水深毎の水温を検出する。第3水温検出装置60は、水深毎の水温を検出して演算装置10へ出力する。

10

【0052】

上述のように第3水温検出装置60は、送信用振動子61及び受信用振動子62の取付位置及び取付向きの僅かな誤差が水温の大きな誤差に繋がる。演算装置10は、第3水温検出装置60から受信した水深毎の水温と、自ら算出した水深毎の水温と、を比較することで、第3水温検出装置60が検出した水深毎の水温の誤差を補正する。これにより、送信用振動子61及び受信用振動子62の取付精度があまり高くない場合であっても、第3水温検出装置60により水深毎の水温を精度良く検出できる。

【0053】

ここで、水温検出装置1が検出する散乱光は、特許文献7及び8の超音波による光の反射光よりも、散乱光強度が数桁大きい、水深が非常に深い領域の水温を検出するためには、光源31が非常に強い光を照射する必要がある。この点、第3水温検出装置60は、光を使用していないため、水深が非常に深い場合であっても特別な機器を用いることなく水温を検出可能である。

20

【0054】

以上を考慮し、第3変形例の水温検出装置1は、水深が浅い領域では、水温検出装置1によって水深毎の水温を検出する。そして、水温検出装置1は、水深が深い領域では、第3水温検出装置60の検出値を補正することで、水深毎の水温を検出する。この構成により、広い水深範囲にわたって水深毎の水温を検出できる。

30

【0055】

以上に本発明の好適な実施形態及び変形例を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

【0056】

振動子32は、魚群探知機が備える振動子と共用であっても良い。例えば、魚群探知機に本実施形態の光源31及び光検出器33等を追加して、水温を検出可能な機能を追加できる。この場合、この魚群探知機は、本発明の水温検出装置に該当する。

【0057】

上記実施形態の水温検出装置1は、水深毎の水温を検出する構成であるが、所定の水深の水温を検出する構成であっても良い。例えば、水温検出装置1は、ユーザが指定した水深範囲の水温（つまり、1地点毎に1つの水温）を検出する。

40

【0058】

光源31、振動子32、及び光検出器33は、直線状に並べて配置されていなくても良い。例えば、光源31が照射する光又は振動子32が送信する超音波の形状又は方向によっては、直線状に配置することなく、本発明の効果を発揮させることができる。

【0059】

光源31、振動子32、及び光検出器33は、船底以外（船の側面の喫水部分）に配置されていても良い。また、水温検出装置1は、船以外（例えば、海上の固定物）に配置され、下方の水温を検出することもできる。

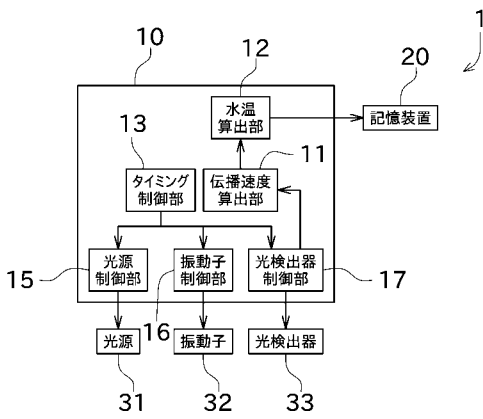
【符号の説明】

50

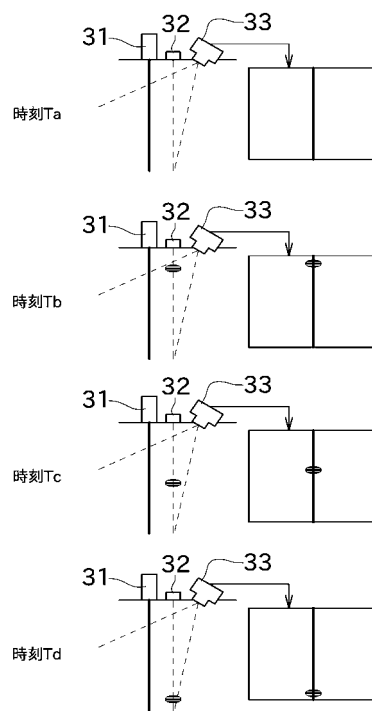
【 0 0 6 0 】

- 1 水温検出装置
- 10 演算装置
- 11 伝搬速度算出部
- 12 水温算出部
- 13 タイミング制御部
- 31 光源
- 32 振動子
- 33 光検出器

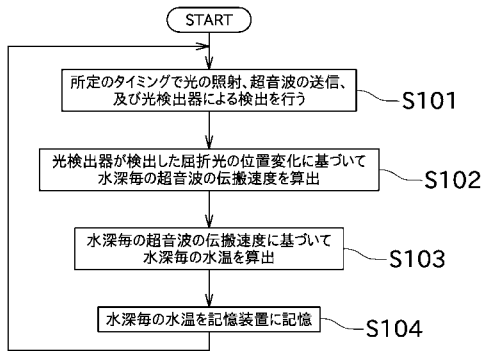
【 図 1 】



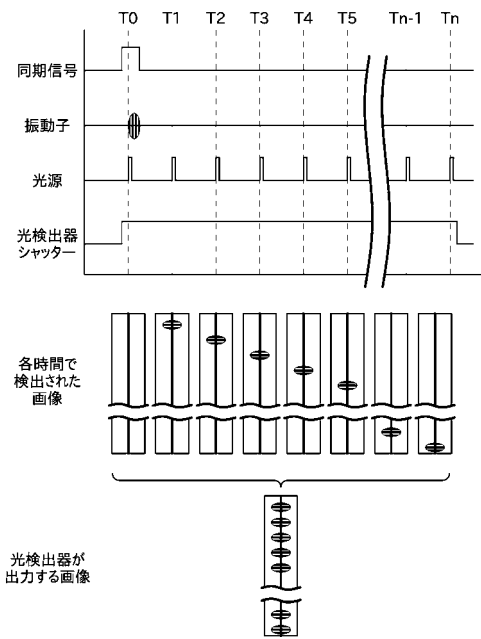
【 図 2 】



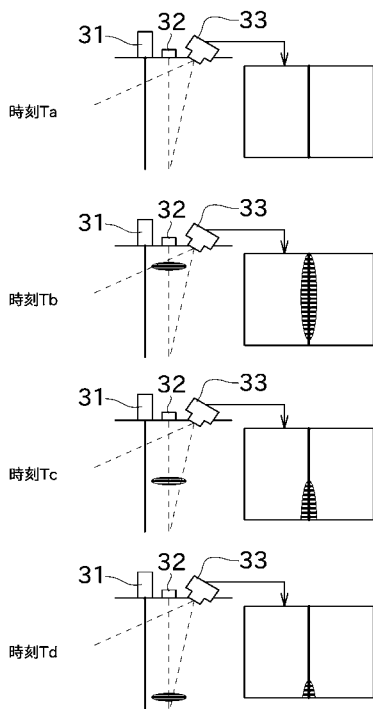
【 図 3 】



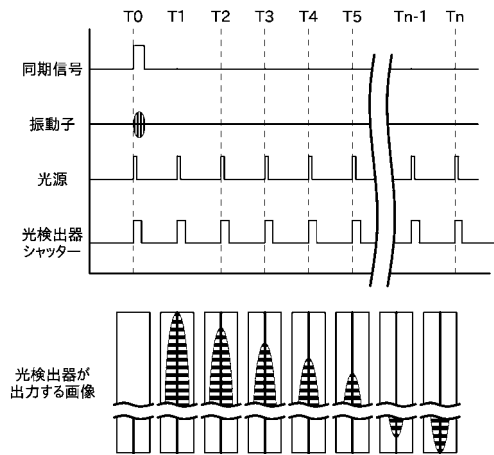
【 図 4 】



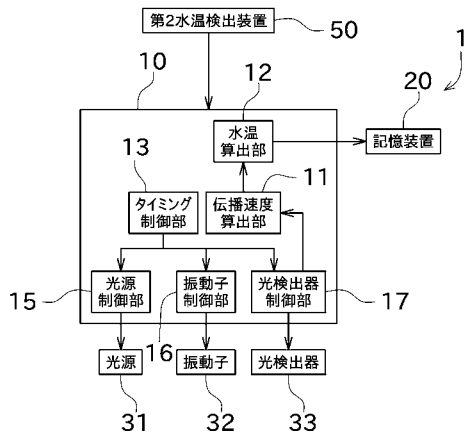
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

