

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2017年9月28日(28.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/163904 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 7/539 (2006.01) G01S 15/60 (2006.01)  
A01K 75/00 (2006.01) G01S 15/87 (2006.01)  
G01N 29/07 (2006.01) G01S 15/96 (2006.01)  
G01S 7/62 (2006.01)

〒2206115 神奈川県横浜市西区みなとみらい2  
-3-3 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2017/009493

(22) 国際出願日:

2017年3月9日(09.03.2017)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2016-058007 2016年3月23日(23.03.2016) JP

(71) 出願人: 古野電気株式会社(FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 Hyogo (JP). 学校法人 東北学院(TOHOKU GAKUIN) [JP/JP]; 〒9808511 宮城県仙台市青葉区土樋一丁目3-1 Miyagi (JP). 国立研究開発法人 水産研究・教育機構(JAPAN FISHERIES RESEARCH AND EDUCATION AGENCY) [JP/JP];

(72) 発明者: 西山 義浩(NISHIYAMA, Yoshihiro); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 松尾 行雄(MATSUO, Ikuo); 〒9813193 宮城県仙台市泉区天神沢2丁目1番1号 東北学院大学内 Miyagi (JP). 今泉智人(IMAIZUMI, Tomohito); 〒3140408 茨城県神栖市波崎7620-7 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所内 Ibaraki (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: UNDERWATER DETECTION APPARATUS, UNDERWATER DETECTION METHOD, AND UNDERWATER DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 水中探知装置、水中探知方法、および水中探知プログラム

(57) Abstract: [Problem] To provide an underwater detection apparatus that is capable of displaying information that could not be acquired conventionally. [Solution] This underwater detection apparatus is characterized by being provided with: a transmission/reception unit that transmits an ultrasonic signal into the water and receives an echo signal from within the water in response to the ultrasonic signal; an underwater moving body detection unit that detects individual information about an underwater moving body from the echo signal; an information calculation unit that calculates information including information about the moving speed of the underwater moving body on the basis of the individual information; and a display processing unit that displays, as a vector, the information about the moving speed detected by the information calculation unit.

(57) 要約: 【課題】従来では得られなかった情報を表示することができる水中探知装置を提供する。【解決手段】水中探知装置は、水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信部と、前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出部と、前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出部と、前記情報算出部で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理部と、を備えたことを特徴とする。



- S100 Transmit ultrasonic signal and receive echo signal  
S101 Detect single fish from echo signal  
S102 Detect position of single fish  
S103 Calculate information  
S104 Display information



SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明細書

### 発明の名称：

水中探知装置、水中探知方法、および水中探知プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、水中に超音波信号を送信し、エコー信号から水中移動体の情報を取得する水中探知装置、水中探知方法および水中探知プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、水中探知装置の表示例としては、特許文献1の図6に示すようなエコーグラムが知られている。

[0003] また、特許文献2には、魚礁情報データベースの表示画面の例として、海上図上に魚礁位置に対応するマークが表示される様子が開示されている。また、特許文献2においては、利用者が各マークを選択する操作を行うと、魚礁の詳細を示す情報、および水中撮影されたビデオ映像等が表示される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-87328号公報

特許文献2：特開2008-178325号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 漁業関係者等にとって、資源（魚等の水中移動体）の速度、および移動方向等の情報を得ることが重要である。

[0006] しかし、特許文献1に示すようなエコーグラムの表示では、水中移動体の速度、および移動方向等を把握するのは困難である。

[0007] また、特許文献2に示すような水中撮影されたビデオ映像では、撮影範囲外の水中移動体の存在を知ることができず、やはり水中移動体の速度、および移動方向等を把握するのは困難である。

[0008] この発明は、従来では得られなかった情報を表示することができる水中探知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] この発明の水中探知装置は、水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信部と、前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出部と、前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出部と、前記情報算出部で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理部と、を備えたことを特徴とする。

[0010] このように、水中探知装置は、まず水中移動体に関する個別情報として、例えば該水中移動体の存在およびその位置を個別に検出する。水中移動体を個別に検出するためには、例えば既知のスプリットビームを用いたSSBL (Super Short Baseline) 法を用いる。このSSBL法を用いることで、高い分解能で単体の水中移動体を検出することができる。よって、水中探知装置は、複数の魚が群れて泳ぐ魚群の単位ではなく、単体魚の位置を測定する。そして、水中探知装置は、検出した個別情報から、水中移動体の移動速度に関する情報を算出する。算出された水中移動体の移動速度に関する情報は、表示処理部により表示される。このように、水中探知装置は、複数の水中移動体が群れて泳ぐ群（魚群）の単位ではなく、各単体魚の位置に基づいて移動速度に関する情報を算出するため、水中移動体の正確な速度、および移動方向等を算出することができる。よって、利用者は、水中移動体の正確な速度、および移動方向等を把握することができる。

### 発明の効果

[0011] この発明によれば、従来では得られなかった情報を表示することができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係る水中探知装置1の構成を示すブロック図である。

[図2]水中探知装置の処理フローを示す図である。

[図3]姿勢角の検出概念を説明するための図である。

[図4]傾角および入射角の検出概念を説明するための図である。

[図5]入射角の設定概念を示す図である。

[図6]反射強度TSの入射角特性の例を示す図である。

[図7]魚種毎の反射強度TSの姿勢角のテンプレート特性（正規化特性曲線）の例を示す図である。

[図8]表示器20に表示される情報の一例を示した図である。

[図9]情報を立体的に表示する場合の例を示す図である。

[図10]平均魚体長をさらに表示する例を示す図である。

[図11]エコーフラムとともに情報を表示する例を示す図である。

[図12]エコーフラムとともに情報を2次元平面的に表示する例を示す図である。

[図13]地図上に情報を表示する例を示す図である。

[図14]地図上に情報を2次元平面的に表示する例を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0013] 図1は、水中探知装置1の構成を示すブロック図である。水中探知装置1は、送受波器10、送信部11、送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、送受切替器124、受信部13、演算処理部14、記憶部15、操作部16、位置検出部17、および表示器20を備えている。

[0014] 送受波器10は、船舶の船底等に固定されている。送受波器10は、送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、または送受切替器124を介して送信部11から与えられた送信信号に基づいて超音波を水中へ送信する。

[0015] 送受波器10は、超音波が水中の魚F1等の水中移動体に反射して得られるエコーを受波し、エコー信号を出力する。エコー信号は、それぞれ送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、または送受切替器124を介して受信部13へ入力される。

- [0016] 送受波器 10 は、所要数の振動子（不図示）が束状に一体化されてなる。これらの振動子は、それぞれの振動面が同一平面上に所定パターンで配列されている。送受波器 10 は、送受波面が周方向に 4 分割されている。各分割面は、それぞれチャンネル CH 1、チャンネル CH 2、チャンネル CH 3、およびチャンネル CH 4 として設定される。
- [0017] これらチャンネル CH 1、チャンネル CH 2、チャンネル CH 3、およびチャンネル CH 4 は、それぞれ共通の指向特性を有する。例えば、チャンネル CH 1、チャンネル CH 2、チャンネル CH 3、およびチャンネル CH 4 は、7° の指向幅を有する。
- [0018] 送受波器 10 は、送受波面の全体から超音波を所定の指向性で送信する。送受波器 10 は、魚 F i のエコーをチャンネル CH 1、チャンネル CH 2、チャンネル CH 3、およびチャンネル CH 4 でそれぞれ受波する。
- [0019] チャンネル CH 1、チャンネル CH 2、チャンネル CH 3、およびチャンネル CH 4 と船舶方位との関係は、チャンネル CH 1 と CH 4 とが船首 (f o r c e) 側であり、チャンネル CH 2 と CH 3 とが船尾 (a f t) 側であり、さらに、チャンネル CH 1 と CH 2 とが右舷 (s t a r b o a r d) 側であり、チャンネル CH 3 と CH 4 とが左舷 (p o r t) 側である。
- [0020] これにより、送受波器 10 は、チャンネル CH 1 およびチャンネル CH 4 の組とチャンネル CH 2 およびチャンネル CH 3 の組とにより指向幅内において船首方向および船尾方向のエコーを受波可能にしている。また、送受波器 10 は、チャンネル CH 1 およびチャンネル CH 2 の組とチャンネル CH 3 およびチャンネル CH 4 の組とにより、右舷および左舷方向からのエコーを受信可能にしている。
- [0021] 送信部 11 は、FM（周波数変調）の送信信号を生成する。送信部 11 は、所定の送信時間幅（例えば数十 μ秒の時間幅）において、周波数を所定の範囲内でチャーブさせることで送信信号を生成する。例えば、送信部 11 は、中心周波数が 100 KHz で、最低低周波数が 70 KHz、最高周波数が 130 KHz であり、最低周波数から最高周波数に向かってチャーブする送

信信号を生成する。送信部11は、このような送信信号を送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124のそれぞれに出力する。

- [0022] 送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124は、送受波器10のチャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4を構成する各振動子に接続されている。
- [0023] 送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124は、送信部11から入力された送信信号を送受波器10に出力する。また、送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124は、送受波器10のチャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4のエコー信号を、受信部13へ出力する。
- [0024] 受信部13は、LNA等を備え、各チャンネルのエコー信号を所定のゲインで増幅して、チャンネル毎のエコー信号を生成する。チャンネル毎のエコー信号は、演算処理部14へ入力される。
- [0025] 演算処理部14は、コンピュータで構成される。演算処理部14は、記憶部15に記録されている制御プログラムを読み出して実行することにより、単体魚検出部141、情報算出部142、および表示処理部143として機能する。図2は、水中探知装置1の動作を示すフローチャートである。
- [0026] まず、上述したように、超音波信号の送信と、エコー信号の受信が行われる(S100)。次に、単体魚検出部(水中移動体検出部)141は、受信部13から入力されるエコー信号から単体魚を検出する(S101)。
- [0027] まず、単体魚検出部141は、各エコー信号を所定のサンプリング周期でサンプリングすることで、深度方向(時間方向)に離散化された強度データであるエコーデータを取得する。
- [0028] 次に、単体魚検出部141は、送信タイミング毎(PING毎)に配列したエコーデータにおいて、例えば所定閾値以上の強度の反射があった場合に

、魚F<sub>i</sub>からの反射エコーと判断する。単体魚検出部141は、魚F<sub>i</sub>からの反射エコーであると判断した場合、各チャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4のエコーデータを、単体魚データとして記憶部15に記憶する。

[0029] そして、単体魚検出部141は、既知のスプリットビームを用いたSSBL (SuperShortBaseline) 法を用いて各魚F<sub>i</sub>（単体魚）の位置を検出する（S102）。SSBL法では、単体魚検出部141は、各チャンネルの単体魚データを用いて、船首（force）側、船尾（aft）側、右舷（starboard）側、および左舷（port）側のエコーデータを生成する。そして、単体魚検出部141は、各エコーデータにおいて超音波を送信してから魚F<sub>i</sub>に到達するまでの時間差（または位相差）から、単体魚の到来角（方位情報）を求める。単体魚検出部141は、このようにして得られた方位情報と、魚F<sub>i</sub>の反射エコーを受信したタイミングとから、単体魚の三次元位置情報を得る。なお、方位情報の算出は、検出された単体魚の全てに対して行われる。

[0030] 算出された三次元位置情報は、検出された単体魚の情報（各単体魚の識別情報等）と対にされて、記憶部15に、個別情報として記憶される。このように、単体魚検出部141は、複数の魚が群れて泳ぐ魚群の単位ではなく、単体魚の位置を測定する。このような単体魚の検出および位置検出処理は、所定の観測タイミング毎（例えば、1Ping毎）に実行される。

[0031] 次に、単体魚検出部141は、移動速度に関する情報（速さおよび移動方向を含む情報）として、各単体魚の移動ベクトル（速度および姿勢角）を算出する。また、単体魚検出部141は、魚種、および魚体長等の情報を算出する。

[0032] 単体魚検出部141は、記憶部15から各単体魚の三次元位置情報を読み出し、各単体魚の位置追尾を行う。具体的には、図3に示すように、単体魚検出部141は、各チャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4のエコーデータに基づいて、所定タイミングn

での魚 $F_i$ の三次元座標 $x(n)$ ,  $y(n)$ ,  $z(n)$ を算出する。

[0033] ここで用いる三次元座標は、船尾( $a_f_t$ )側から船首( $f_o_r_c_e$ )側へ向かう方向を正方向とする $x$ 軸と、左舷( $p_o_r_t$ )側から右舷( $s_t_a_r_b_o_a_r_d$ )側へ向かう方向を正方向とする $y$ 軸と、送受波器 $10$ の底面から海底に向かう方向(深度方向)を正方向とする $z$ 軸とにより定義された座標系である。

[0034] 単体魚検出部 $141$ は、送受波器 $10$ の底面の中心を始点(原点)として、魚 $F_i$ の位置 $x(n)$ ,  $y(n)$ ,  $z(n)$ を終点とする単体魚位置ベクトル $V_{v_s}(n) = \{x(n), y(n), z(n)\}$ を取得する。

[0035] 単体魚検出部 $141$ は、単体魚位置ベクトル $V_{v_s}(n)$ を取得するタイミング $n$ から所定時間前のタイミング $n-1$ で取得した単体魚位置ベクトル $V_{v_s}(n-1)$ と、タイミング $n$ の単体魚位置ベクトル $V_{v_s}(n)$ とから、単体魚 $F_i$ の移動ベクトル $V_{v_f_i_s_h}(n)$ を、下記のベクトル演算式である式 $1$ から算出する。なお、各タイミングの間隔は、超音波信号の送信間隔( $Ping$ の間隔)または魚の種別毎の速度等に応じて、適宜設定される。

$$V_{v_f_i_s_h}(n) = V_{v_s}(n) - V_{v_s}(n-1) \quad - \text{(式 } 1\text{)}$$

なお、移動ベクトルは、自船の移動ベクトルまたは潮流のベクトルとの差分を取ることにより、さらに正確に算出することができる。自船の移動ベクトルは、位置検出部 $17$ から入力される自船の位置(緯度および経度)情報に基づいて算出することができる。潮流ベクトルは、潮流計を備えることにより算出することができる。また、船体の揺動センサ等を備えることにより、揺動による位置変化を補償することもできる。

[0037] そして、単体魚検出部 $141$ は、当該移動ベクトル $V_{v_f_i_s_h}(n)$ に基づいて、単体魚の速度および姿勢角 $\theta_p$ を算出する。

[0038] 姿勢角 $\theta_p$ は、単体魚の移動ベクトル $V_{v_f_i_s_h}(n)$ に基づいてベクトル演算式である以下の式 $2$ から算出される。

[0039]

## [数1]

$$\theta_p(n) = \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left[ \frac{ABS[z(n)-z(n-1)]}{ABS[Vvfish(n)]} \right] \quad \cdots \text{式2}$$

[0040] 姿勢角  $\theta_p$  は、単体魚が送受波器 10 の真下付近に存在し、該単体魚が送受波器 10 の送受波面に対して水平に移動している場合には、 $0^\circ$  となる。また、姿勢角  $\theta_p$  は、単体魚が送受波器 10 の真下付近に存在する時には、超音波の入射角  $\theta_c$  と同じとなる。したがって、情報算出部 142 は、単体魚が送受波器 10 の真下付近に存在する時には、姿勢角  $\theta_p$  を入射角  $\theta_c$  として算出する。

[0041] しかし、単体魚の位置が、送受波器 10 の真下方向の所定範囲内でなければ、単体魚検出部 141 は、次に示す方法により、入射角  $\theta_c$  を算出する。

[0042] まず、単体魚検出部 141 は、送受波器 10 から送信される超音波信号が、対象の単体魚 F\_i に照射される方向と、単体魚の移動方向との成す角である傾角  $\theta_t$  (図4 参照) を算出する。

[0043] 図4に示すように、傾角  $\theta_t$  は、単体魚位置ベクトル  $Vvs(n)$  と、当該単体魚の移動ベクトル  $Vvfish(n)$  との成す角であり、次の式3から算出することができる。

## [0044] [数2]

$$\theta_t(n) = \pi - \cos^{-1} \left[ \frac{Vvfish(n) \bullet Vvs(n)}{ABS[Vvfish(n)]ABS[Vvs(n)]} \right] \quad \cdots \text{式3}$$

[0045] なお、式3において、黒のドットマークは、ベクトルの内積を意味する。

[0046] 一方、入射角  $\theta_c$  は、図5に示すように、単体魚 F\_i の背中に直交する方向から入射された場合に  $\theta_c = 0^\circ$  となり、傾角  $\theta_t$  と入射角  $\theta_c$  は、次の関係を有する。

[0047]  $\theta_c = \theta_t - \pi / 2$  [rad]

したがって、入射角  $\theta_c$  は、次の式4から算出することができる。

## [0048] [数3]

$$\theta_c(n) = \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left[ \frac{Vvfish(n) \bullet Vvs(n)}{ABS[Vvfish(n)]ABS[Vvs(n)]} \right] \quad \cdots \text{式4}$$

- [0049] このように、単体魚検出部141は、単体魚F<sub>i</sub>の位置が送受波器10の真下方向の所定範囲外であった場合にも、検出した単体魚F<sub>i</sub>の入射角θ<sub>c</sub>を出力することができる。
- [0050] また、単体魚検出部141は、入射角θ<sub>c</sub>および反射強度TS(Tar get Strength)の情報に基づいて、魚種判別を行う。まず、単体魚検出部141は、単体魚の反射強度TSを算出する。単体魚検出部141は、単体魚を構成するエコーデータの内、代表となる特定のエコーデータを用いて、反射強度TSを算出する。例えば、単体魚検出部141は、単体魚のエコー振幅波形の最大値を用いて反射強度TSを算出する。
- [0051] 図6は、反射強度TSの入射角特性の例を示す図である。図6において、図中の○印は各入射角BINの最大値を示し、図中の×印は、最大値を除く反射強度TSを示す。なお、入射角BINの最大値は全てを表示しているものではなく、本願発明の特徴を分かりやすくするために、図示を省略しているものもある。
- [0052] 単体魚検出部141は、魚種判定用の入射角範囲(図6の例では、-30°から+30°まで)を設定し、当該入射角範囲を複数の入射角BINに分割して設定する。例えば、単体魚検出部141は、2°の角度幅からなる入射角BINで、-30°から+30°までの入射角範囲を分割して設定する。
- [0053] 単体魚検出部141は、取得した各単体魚の反射強度TSを、入射角BIN毎に分類する。単体魚検出部141は、入射角BIN毎に、反射強度TSの最大値を検出する。
- [0054] 単体魚検出部141は、各入射角BINの最大値から、図6の太実線に示すような反射強度の入射角特性曲線を推定算出する。この際、例えば、単体魚検出部141は、所定の関数で各入射角BINの最大値をフィッティング処理することで、入射角特性曲線を推定算出することが好ましい。
- [0055] 単体魚検出部141は、推定算出した入射角特性曲線と、図7に示すような魚種毎の反射強度TSの入射角のテンプレート特性曲線とを比較する。図7は、魚種毎の反射強度TSの入射角のテンプレート特性曲線(正規化特性

曲線) の例を示す図である。

- [0056] 図 7 に示すように、反射強度 TS の入射角特性は、魚種毎に特徴を有する。例えば、アジの場合、入射角 0° よりも負の入射角側に、緩やかな極大を有する特性となる。また、サバの場合、入射角 0° に近い負の入射角側に、急峻な極大を有する特性となる。さらに、タイの場合、入射角 -30° から +30° の間に若干の極大はあるものの、アジおよびサバと比較して全体的に平坦な特性となる。なお、これらアジ、サバ、およびタイの反射強度 TS の入射角特性は、アジ、サバ、およびタイの生け簀に、上述の超音波信号を送信し、単体魚検出、入射角検出、および反射強度 TS 算出を行い、入射角毎の反射強度 TS の最大値を得て算出した特性である。
- [0057] 単体魚検出部 141 は、算出した入射角特性曲線を正規化し、正規化した入射角特性曲線と、図 7 に示すテンプレート特性曲線との類似度を算出して魚種判定を行う。
- [0058] そして、単体魚検出部 141 は、選択した魚種を、探知した単体魚として判定する。例えば、図 6 の入射角特性曲線を得た場合に、探知した単体魚を、「アジ」と判定する。
- [0059] さらに、単体魚検出部 141 は、以下の式 5 に示す反射強度 TS と魚体長 L との間の関係式から魚体長 L を算出する。
- [0060]  $TS = 20 \log L + 20 \log A \quad (\text{式 } 5)$
- 係数 A は、超音波信号の周波数、魚種、海域、深度、時期、または水温等によって対応する値が定められている。係数 A と各値の関係を示すテーブルは、記憶部 15 に記憶されている。
- [0061] 以上の様にして、単体魚検出部 141 は、各単体魚の三次元位置情報、移動ベクトル、魚種、および魚体長等の個別情報を算出し、該個別情報を記憶部 15 に記憶する。
- [0062] そして、情報算出部 142 は、記憶部 15 から上記個別情報を読み出し、表示器 20 に表示するための情報を算出する。算出される情報は、例えば、魚種毎の魚数、平均移動ベクトル、または平均魚体長である。魚数 N は、例

えば体積散乱強度  $S_V$  を用いることにより、以下の式 6 により算出される。

$$[0063] \quad S_V = T_S + 10 \log N \quad (\text{式 } 6)$$

なお、情報算出部 142 は、同一魚種であり、所定範囲内の領域に存在する単体魚は、同一の魚群であると判定して、当該同一の魚群内の魚数、平均移動ベクトル、または平均魚体長を求めてよい。また、情報算出部 142 は、所定深度範囲毎（例えば深度 25 m 付近、深度 50 m 付近、および深度 75 m 付近等）の魚数、平均移動ベクトル、または平均魚体長を求めるようにもよい。

[0064] 表示処理部 143 は、以上の様にして情報算出部 142 が算出した情報（平均移動ベクトル、魚数、魚種、または平均魚体長等の情報）を表示処理部 143 に出力する。

[0065] 図 8 (A) は、表示器 20 に表示される情報の一例を示した図である。図 8 (A) に示す例では、所定の観測タイミング時の自船の位置を中心として、2 次元平面的に各魚種の平均移動ベクトルが矢印で表されている。すなわち、移動速度に関する情報がベクトル表示されている。また、各矢印は、魚種毎に色分けされている。各矢印には、魚数を表す数値が表示されている。

[0066] このように表示器 20 には、算出された魚数、移動ベクトル、および魚種が表示されるため、利用者は、魚の正確な量、速度、および移動方向等を適確に把握することができる。

[0067] 図 8 (B) は、魚種に代えて、深度別に魚数および移動ベクトルを表示する例を示す図である。この場合、利用者は、深度別の魚の正確な量、速度、および移動方向等を適確に把握することができる。

[0068] 次に、図 9 (A) は、情報を 3 次元立体的に表示する場合の例を示す図である。図中に示す円柱の上面側は水面側を表し、底面側は海底側を表す。この場合、各深度における円の大きさが魚数を示している。したがって、利用者は、深度別にどの魚種がどの程度の数存在し、どの方向にどの程度の速度で移動しているのか、容易に把握することができる。また、深度別の魚数は、円の大きさに代えて、図 9 (B) に示すように、棒グラフで表示してもよ

い。

[0069] 図10は、平均魚体長をさらに表示する例を示す図である。この例では、各魚種の移動ベクトルを示す矢印の中に、平均魚体長に対応する線画が表示されている。これにより、利用者は、深度別にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動しているのか、容易に把握することができる。

[0070] 図11は、エコーラムとともに情報を表示する例を示す図である。エコーラム201は、縦方向が深度に対応し、横方向がPingに対応している。エコーラム201内には、エコーデータの強度に応じたエコー画像（例えばエコー画像202A、エコー画像203A、エコー画像204A、およびエコー画像204A）が表示される。最新のPing210におけるエコー画像は、エコーラム201内の右側に表示される。

[0071] そして、この例では、エコーラム201の各深度に対応して、情報が立体的に表示されている。上述したように、情報を示す円柱の上面側は水面側を表し、底面側は海底側を表す。この場合、各深度における矢印が移動ベクトルを示し、矢印の色が魚種を示す。各矢印には、魚体長を示す線画が表示されている。円の大きさは、魚数を示している。情報は、魚を検出したエコーラム上の位置に対応した位置に表示されている。この例では、情報は、最新のPing210における算出結果に対応している。ただし、例えば利用者が操作部16を操作して、エコーラム201内の任意のPingを選択することで、選択されたPingにおける算出結果を表示させることもできる。また、情報算出部142は、複数のPingにおける算出結果を平均化することにより、情報を算出することも可能である。この場合、利用者は、エコーラム201内の所定範囲を選択する。情報算出部142は、選択された範囲内の個別情報を読み出し、情報を算出する。表示制御部143は、算出された情報を、エコーラム201とともに表示する。

[0072] この例では、エコー画像202Aに対応する情報は、矢印画像202Bであり、エコー画像203Aに対応する情報は、矢印画像203Bであり、エ

コ一画像 204A に対応する情報は、矢印画像 204B であり、エコ一画像 205A に対応する情報は、矢印画像 205B である。

- [0073] これにより、利用者は、エコーラム 201 内に表示されているエコ一画像と情報との関係を容易に認識することができる。例えば、利用者は、エコーラム 201 内の水面側に表示されているエコ一画像 202A に対応する矢印画像 202B により、魚種、魚数、移動ベクトル、および魚体長の情報を容易に把握することができる。
- [0074] 従来のエコーラムによる魚群の表示だけでは、利用者は、魚数、速度、および移動方向等を把握するのは困難であったが、図 11 に示す例の場合、従来のエコーラムで魚群を確認しながら、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動しているのか、容易に把握することができる。
- [0075] また、情報は、図 12 に示すように、エコーラム 201とともに、2 次元平面的に表示されてもよい。この場合、情報 207 は、最新の P i n g 2 10 における算出結果として表示されている。各魚種の平均移動ベクトルは、矢印で表されている。また、各矢印は、魚種毎に色分けされている。各矢印には、魚数を表す数値が表示されている。このように、2 次元平面的に情報 207 が表示される場合も、利用者は、従来のエコーラムで魚群を確認しながら、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動しているのか、容易に把握することができる。
- [0076] 次に、図 13 は、海図（地図）上に情報を表示する例を示した図である。この例では、地図画面 251 内に航跡 252 を表示し、情報の算出を行った各タイミング時の自船の位置に対応して、マーク（情報の縮小画） 253 を表示する。航跡 252 は、位置検出部 17 により検出された自船の位置（緯度および経度）に応じて、地図データ上に描写される。
- [0077] そして、利用者が操作部 16 を用いて各地点に表示されたマーク 253 を選択する操作を行うと、情報 255 が表示される。したがって、利用者は、どの位置において、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し

、どの方向に移動していたのか、容易に把握することができる。

[0078] また、情報は、図14に示すように、海図上に2次元平面的に表示されてもよい。この場合も、地図画面251内に航跡252を表示し、情報の算出を行った各タイミング時の自船の位置に対応して、マーク（情報の縮小画）253を表示する。利用者が操作部16を用いて各地点に表示されたマーク253を選択する操作を行うと、情報255Aが2次元平面的に表示される。情報255Aの各魚種の平均移動ベクトルは、矢印で表されている。また、各矢印は、魚種毎に色分けされている。各矢印には、魚数を表す数値が表示されている。したがって、利用者は、どの位置において、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動していたのか、容易に把握することができる。

[0079] なお、本実施形態では、単体魚を対象として検出する例を示したが、他の水中移動体に対して、上述の構成および処理を適用することができる。また、本実施形態では、情報算出部142が算出する情報は、平均移動ベクトル、魚数、魚種、または平均魚体長等の情報等を示したが、他にも各単体魚の移動ベクトルを算出してもよい。

## 符号の説明

[0080] 1 …水中探知装置

10 …送受波器

11 …送信部

13 …受信部

14 …演算処理部

15 …記憶部

16 …操作部

17 …位置検出部

20 …表示器

121, 122, 123, 124 …送受切替器

141 …単体魚検出部

142…情報算出部

143…表示処理部

201…エコーグラム

202A, 203A, 204A, 205A…エコー画像

202B, 203B, 204B, 205B…矢印画像

210…Ping

251…地図画面

252…航跡

253…マーク

255…情報

## 請求の範囲

- [請求項1] 水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信部と、  
前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出部と、  
前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出部と、  
前記情報算出部で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理部と、  
を備えた水中探知装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の水中探知装置であって、  
前記水中移動体検出部は、各水中移動体の深度を検出し、  
前記情報算出部は、前記情報を深度別に算出し、  
前記表示処理部は、前記情報を深度別に表示する水中探知装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の水中探知装置であって、  
前記情報算出部は、複数の水中移動体の大きさの平均値を算出し、  
前記表示処理部は、前記情報として、前記平均値を含めて表示する水中探知装置。
- [請求項4] 請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の水中探知装置であつて、  
前記水中移動体の種別を判別する判別部を備え、  
前記表示処理部は、前記情報として、前記水中移動体の種別を含めて表示する水中探知装置。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の水中探知装置であつて、  
前記表示処理部は、前記情報をエコーグラムとともに前記水中移動体を検出したエコーグラム上の位置に対応した位置に表示する水中探知装置。

[請求項6] 請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の水中探知装置であつて、

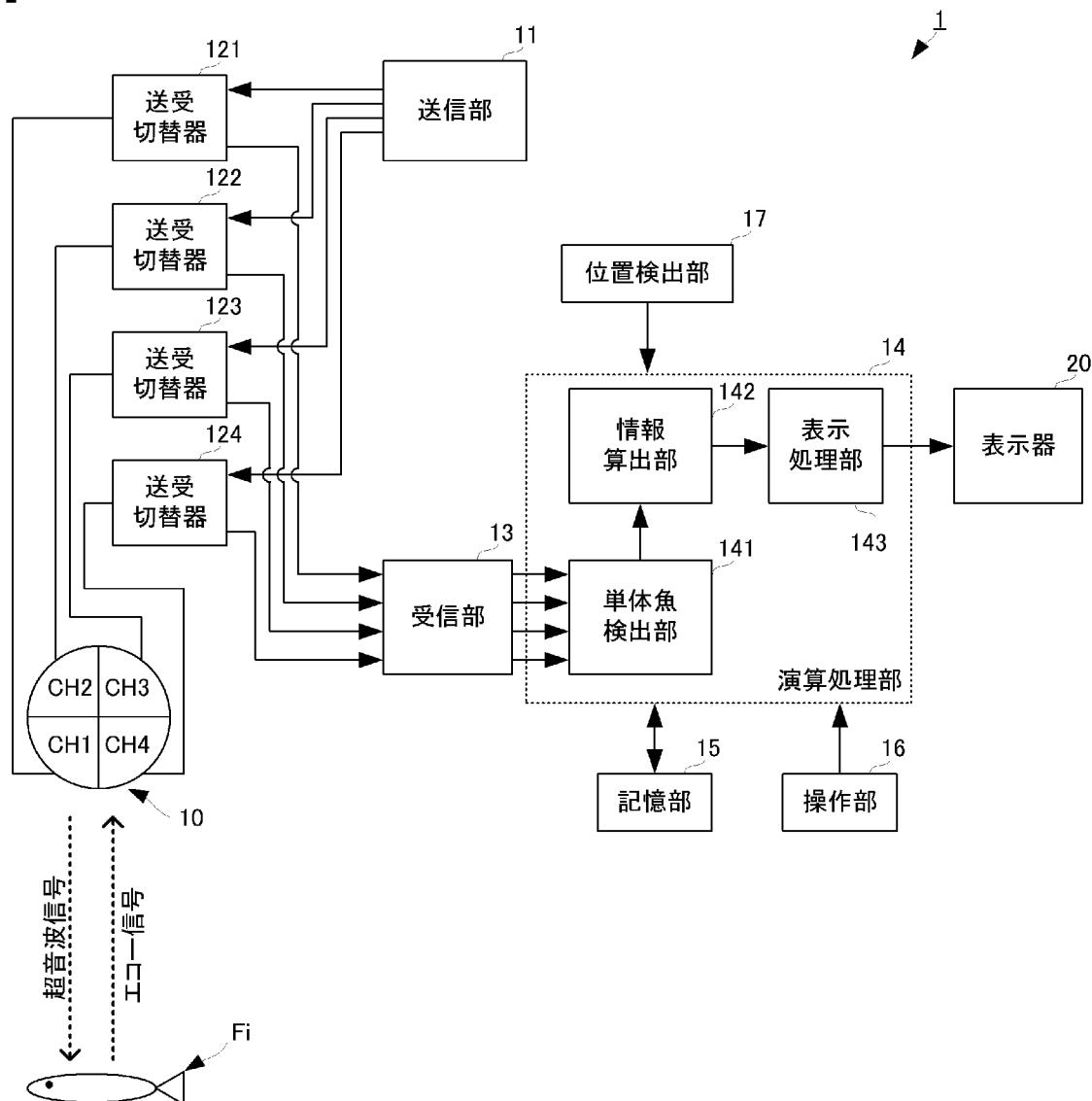
前記表示処理部は、前記情報を前記情報を取得した各タイミング時の自船の位置に対応して地図上に表示する水中探知装置。

[請求項7] 請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の水中探知装置であつて、  
前記水中移動体は、魚である、水中探知装置。

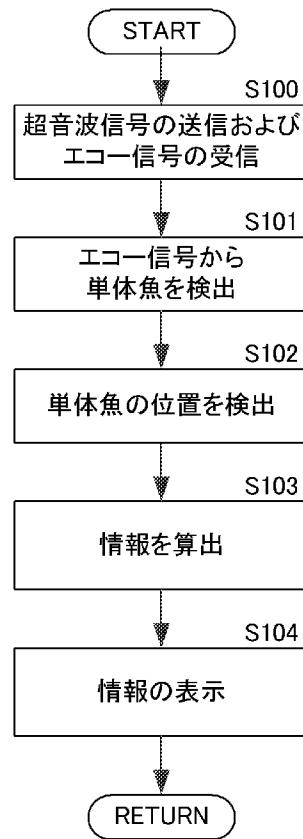
[請求項8] 水中へ超音波信号を送信し、  
該超音波信号による水中からのエコー信号を受信し、  
前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出し、  
前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出し、  
算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する、  
水中探知方法。

[請求項9] コンピュータに、  
水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信処理と、  
前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出処理と、  
前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出処理と、  
前記情報算出処理で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理と、  
を実行させるプログラム。

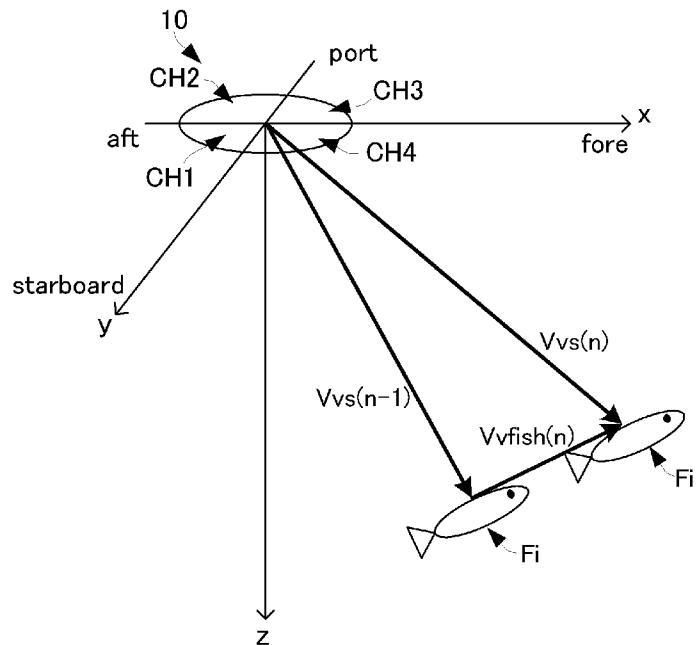
[図1]



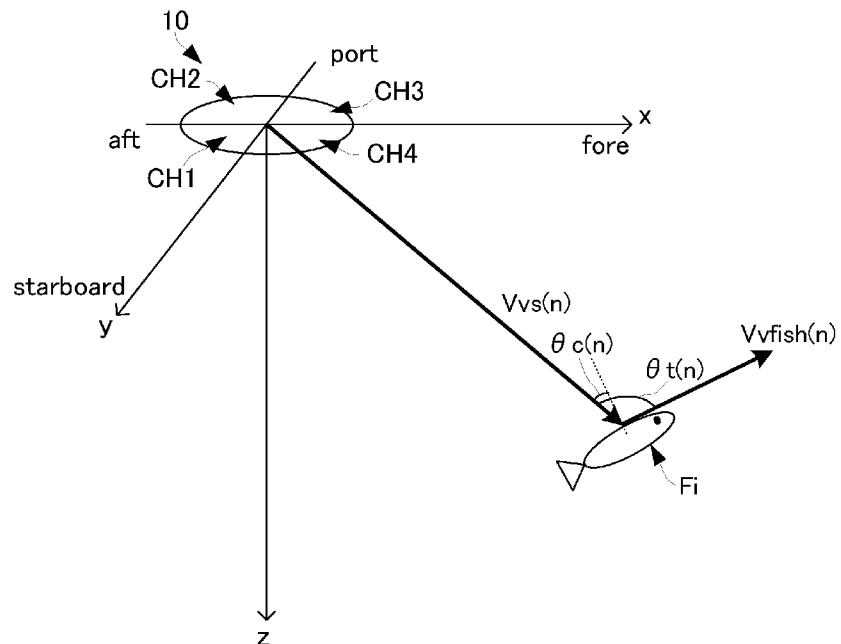
[図2]



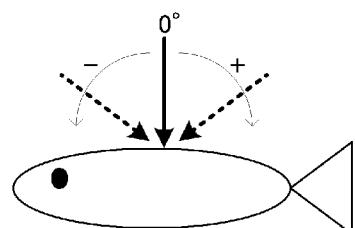
[図3]



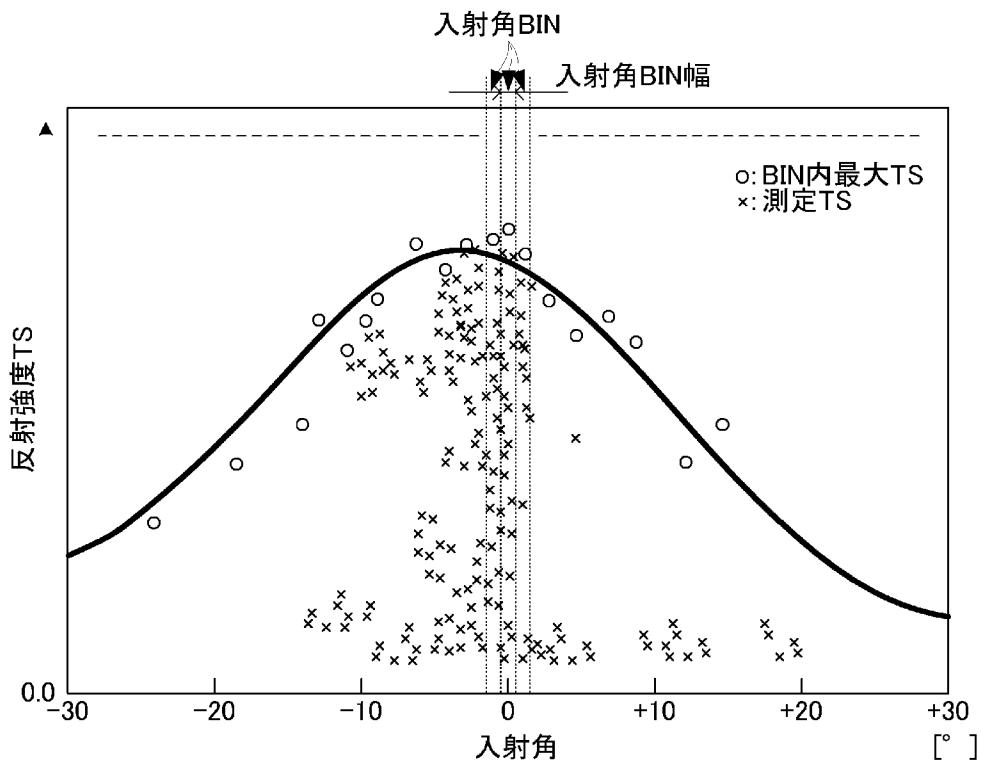
[図4]



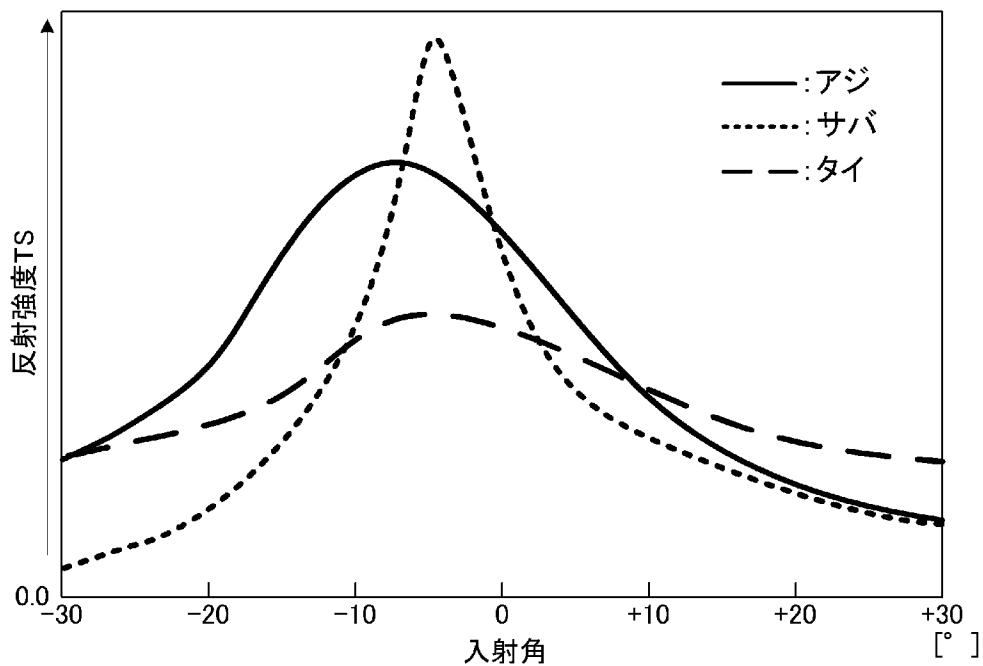
[図5]



[図6]

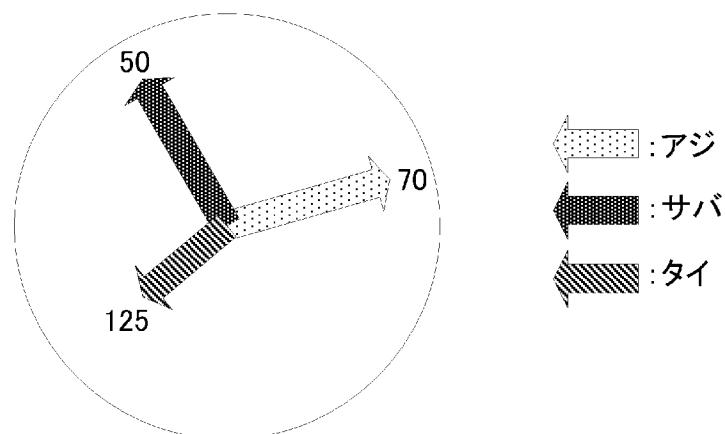


[図7]

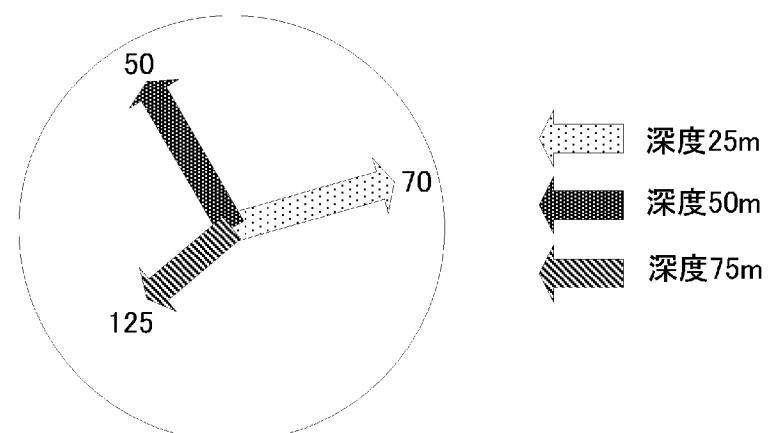


[図8]

(A)

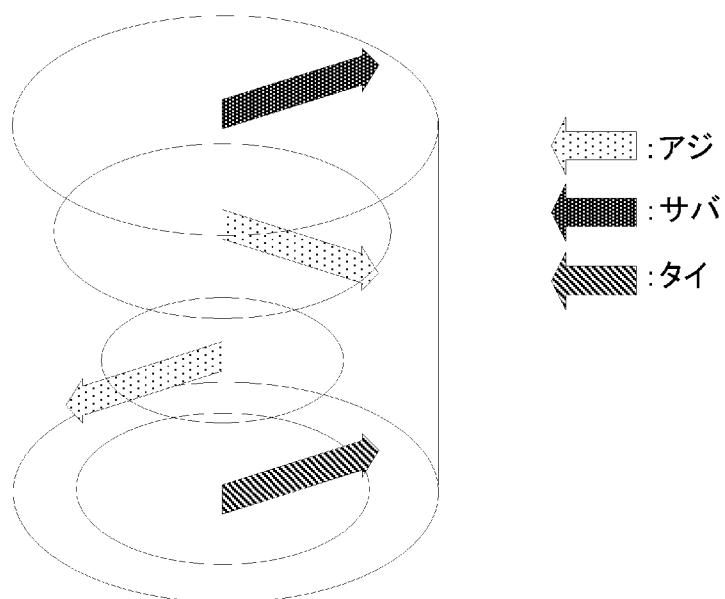


(B)



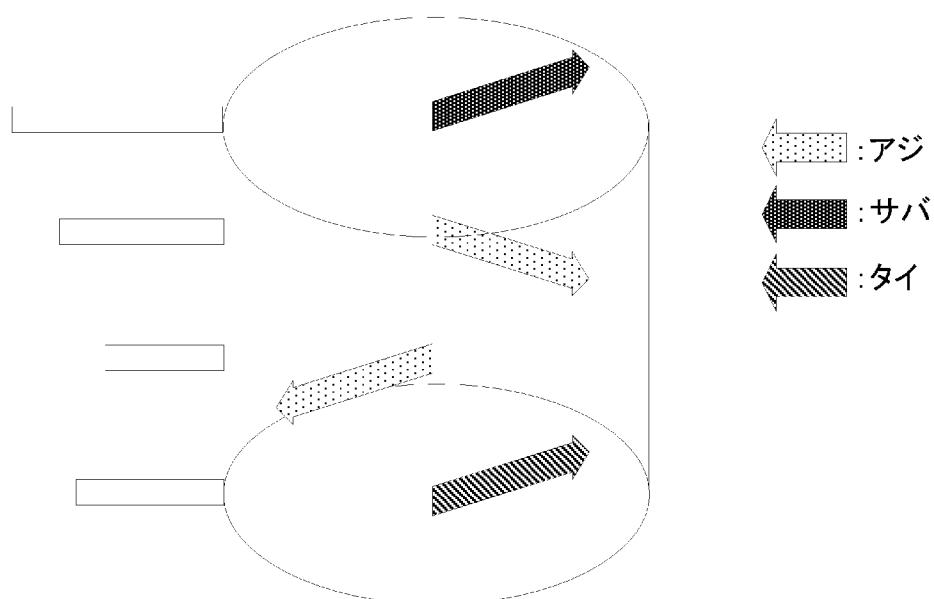
[図9]

(A)



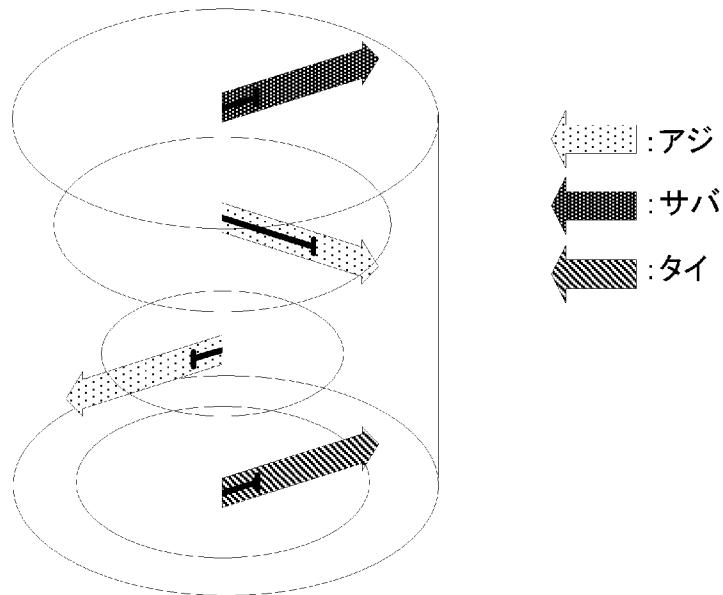
↑ : アジ  
↑ : サバ  
↑ : タイ

(B)

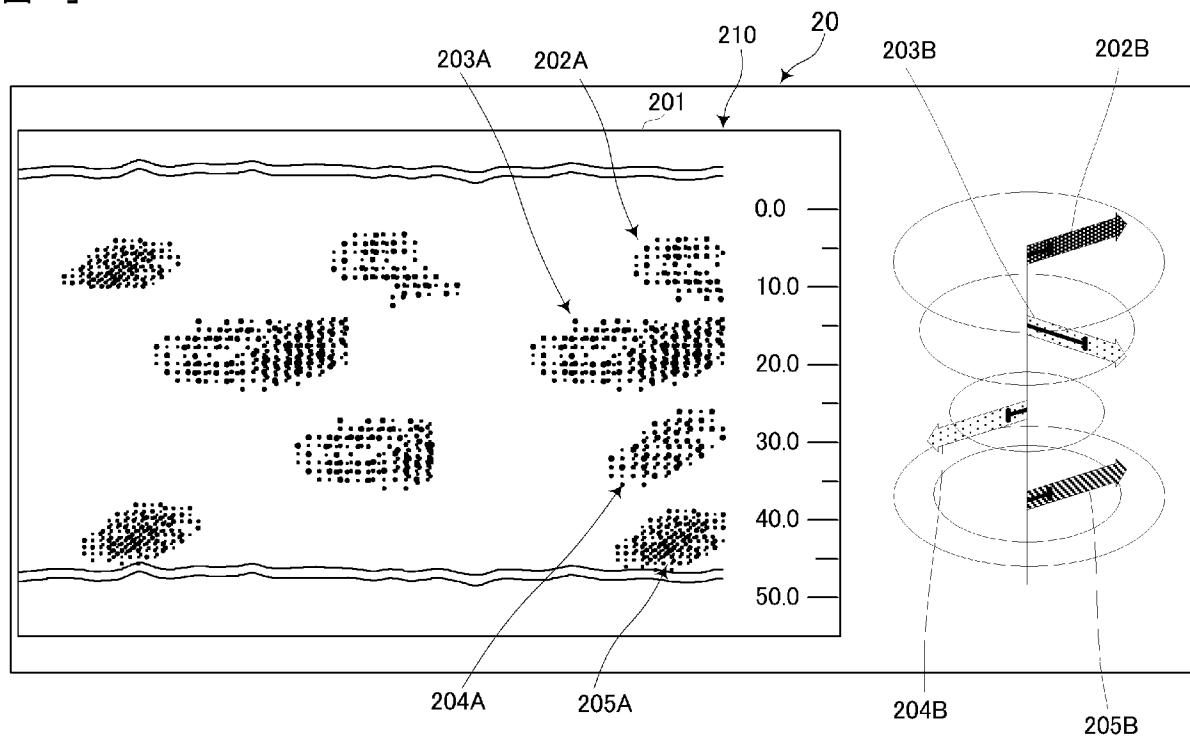


↑ : アジ  
↑ : サバ  
↑ : タイ

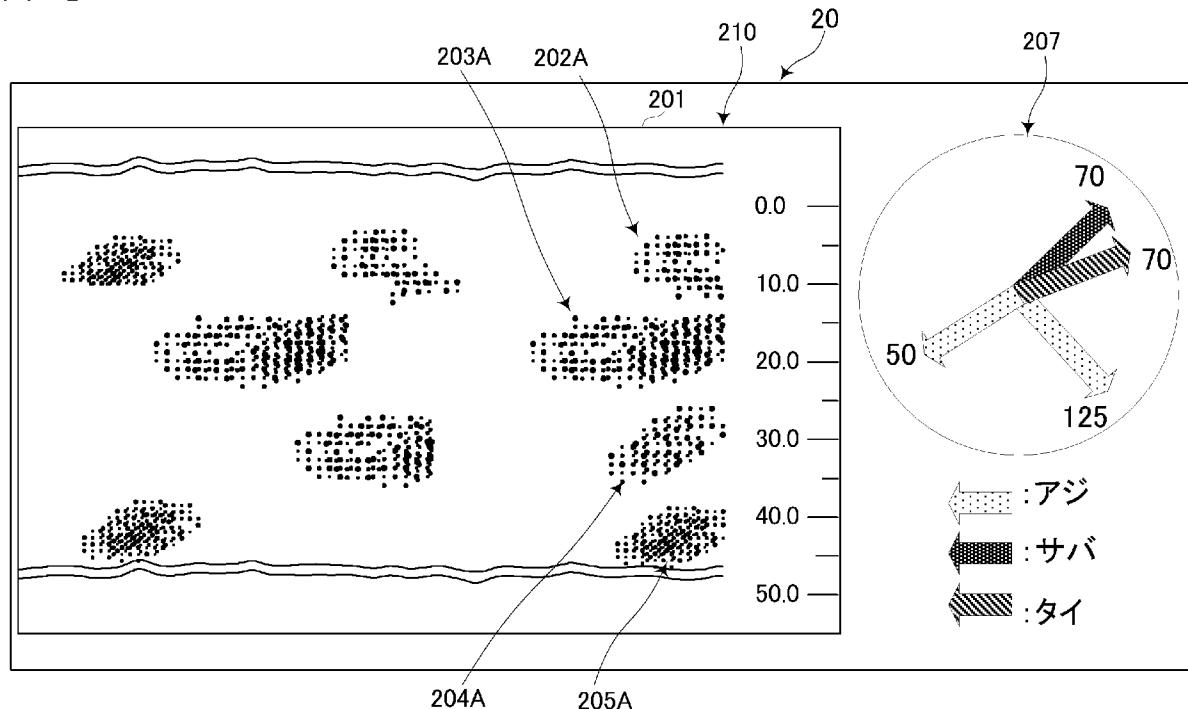
[図10]



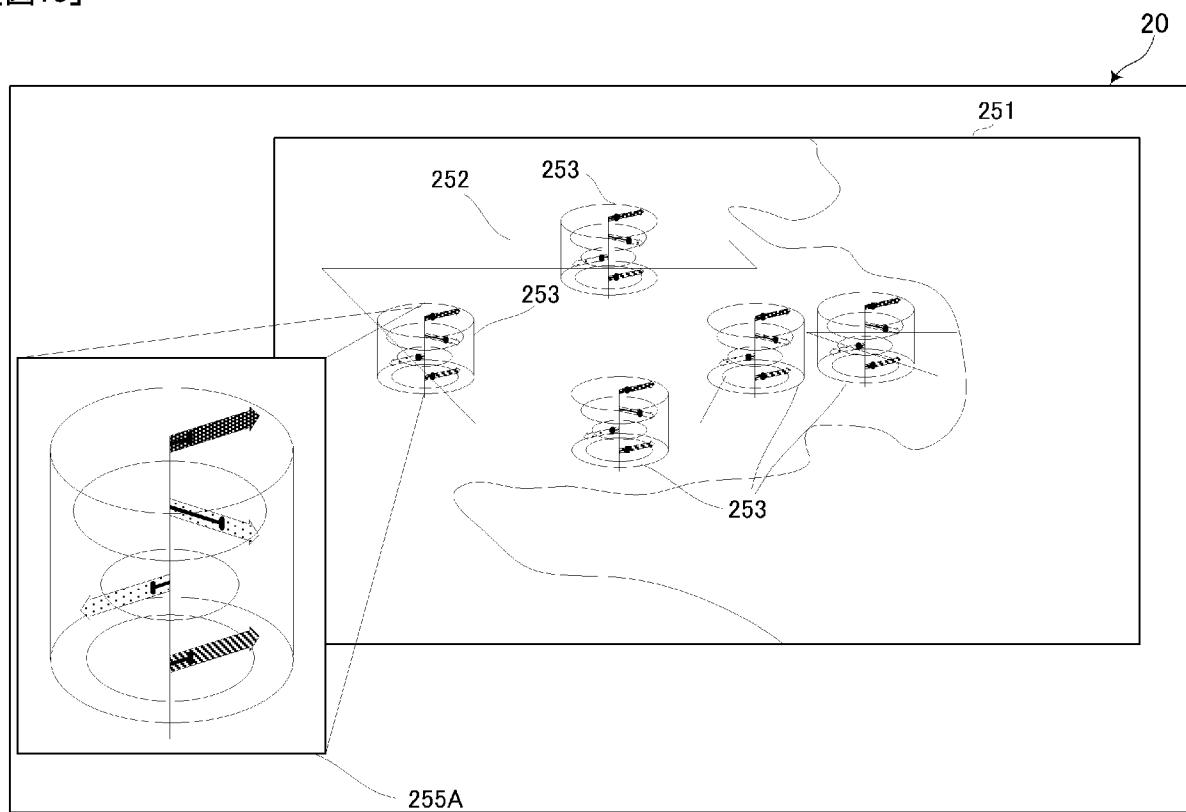
[図11]



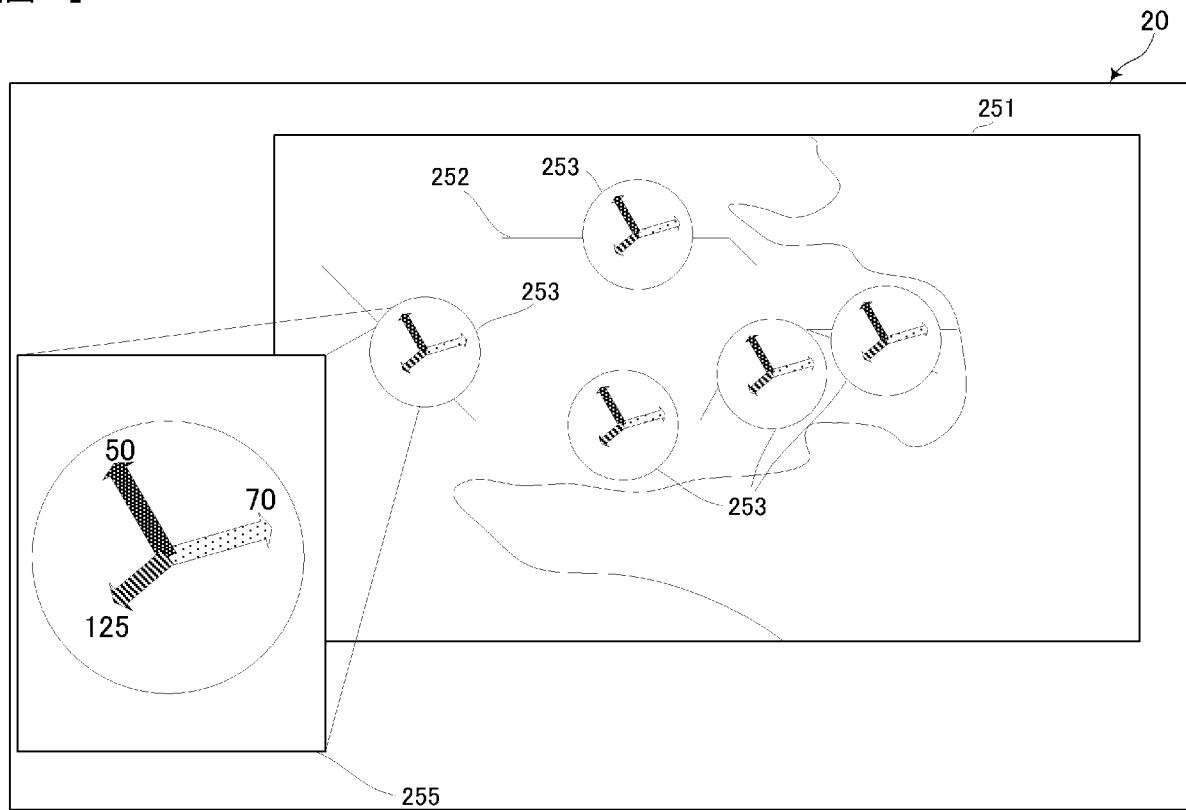
[図12]



[図13]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009493

### A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*G01S7/539(2006.01)i, A01K75/00(2006.01)i, G01N29/07(2006.01)i, G01S7/62(2006.01)i, G01S15/60(2006.01)i, G01S15/87(2006.01)i, G01S15/96(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

### B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

*G01S7/52-G01S7/64, G01S15/00-G01S15/96, A01K75/00, G01N29/07*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

*JSTPlus/JST7580 (JDreamIII) & keyword: GYOGUN TANCHI, GYOSHU, HYOJI (in Japanese), IEEE Xplore & keyword: fish, finder, depth, vector, display,*

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010-261883 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0025] to [0031], [0050] to [0057], [0082] to [0087]; fig. 1 to 2, 16 to 17 & US 2010/0284248 A1 paragraphs [0042] to [0048], [0063] to [0067], [0092] to [0097]; fig. 1 to 2, 16 to 17 & GB 2470268 A	1-3, 7-9
Y		4-5
A		6
Y	JP 2011-52990 A (Gakko Hojin Tohoku Gakuin), 17 March 2011 (17.03.2011), paragraphs [0037] to [0055]; fig. 4 to 8 (Family: none)	4-5
A		1-3, 6-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 25 May 2017 (25.05.17)	Date of mailing of the international search report 06 June 2017 (06.06.17)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/009493

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2011-247624 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraph [0068]; fig. 3 (Family: none)	4-5 1-3, 6-9
Y A	Koichi SAWADA, "Study on the Precise Estimation of the Target Strength of Fish", Bulletin of Fisheries Research Agency, 2002.02, no.2, pages 47 to 122	5 1-4, 6-9
A	US 2008/0080317 A1 (INOUCHI, Mitsuhiro et al.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0043] to [0044]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/009493

Continuation of B. FIELDS SEARCHED

Electronic data base consulted during the international search  
(name of data base and, where practicable, search terms used)

class

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/539(2006.01)i, A01K75/00(2006.01)i, G01N29/07(2006.01)i, G01S7/62(2006.01)i,  
G01S15/60(2006.01)i, G01S15/87(2006.01)i, G01S15/96(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/52-G01S7/64, G01S15/00-G01S15/96, A01K75/00, G01N29/07

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus / JST7580 (JDreamIII) &キーワード：魚群探知，魚種，表示  
IEEE Xplore&キーワード：fish, finder, depth, vector, display, class

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリーエ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-261883 A (古野電気株式会社)	1-3, 7-9
Y	2010.11.18, 段落[0025]-[0031], [0050]-[0057], [0082]-[0087], 図1-2, 16-17	4-5
A	& US 2010/0284248 A1, 段落[0042]-[0048], [0063]-[0067], [0092]-[0097], 図1-2, 16-17 & GB 2470268 A	6

□ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

25. 05. 2017

## 国際調査報告の発送日

06. 06. 2017

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

安井 英己

2 S 6001

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2011-52990 A (学校法人東北学院) 2011.03.17, 段落[0037]-[0055], 図4-8 (ファミリーなし)	4-5 1-3, 6-9
Y A	JP 2011-247624 A (古野電気株式会社) 2011.12.08, 段落[0068], 図3 (ファミリーなし)	4-5 1-3, 6-9
Y A	澤田浩一, 魚のターゲットストレングスの高精度推定に関する研究, 水産総合研究センター研究報告, 2002.02, 第2号, p.47-122	5 1-4, 6-9
A	US 2008/0080317 A1 (INOUCHI, Mitsuhiro et al.) 2008.04.03, 段落[0043]-[0044], 図5-6 (ファミリーなし)	1-9