

(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
2014 年 5 月 1 日(01.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/065147 A1

- (51) 国際特許分類:
B63H 25/42 (2006.01) *B63H 25/04* (2006.01)
B63H 21/21 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077891
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 15 日(15.10.2013)
- (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 2012-232516 2012 年 10 月 22 日(22.10.2012) 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 5 2 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 岸本 和也 (KISHIMOTO, Kazuya); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 前野 仁 (MAENO, Hitoshi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 今坂 尚志

(IMASAKA, Masashi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).

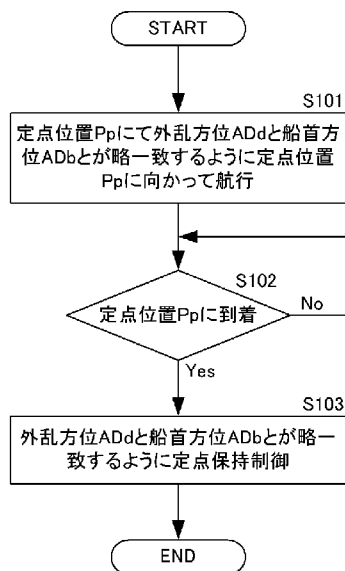
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING HULL AND DEVICE FOR CONTROLLING HULL

(54) 発明の名称: 船体制御方法および船体制御装置



S101 Navigate towards fixed position (Pp) so that disturbance orientation (ADd) and bow orientation (ADb) substantially coincide in fixed position (Pp)

S102 Arrive at fixed position (Pp)

S103 Perform fixed holding control so that disturbance orientation (ADd) and bow orientation (ADb) substantially coincide

(57) Abstract: [Problem] To provide a method for controlling a hull capable of equivalent hull control even without using bulky ancillary equipment for left and right movement. [Solution] A fixed position (Pp) is set, and a ship position (Ps), a disturbance orientation (ADd), and a bow orientation (ADb) are sequentially acquired. A boat (10) is navigated toward the fixed position (Pp) so that the disturbance orientation (ADd) and the bow orientation (ADb) substantially coincide in the fixed position (Pp) (S101). The navigating of the boat (10) is continued until the boat (10) reaches the fixed position (Pp) (S102: No). If the boat (10) reaches the fixed position (Pp) (S102: Yes), adjusting of the rudder angle is combined with the ahead or astern movement of the boat (10) while the disturbance orientation (ADd) and the bow orientation (ADb) substantially coincide, and the boat (10) is kept within a predetermined range including the fixed position (Pp) along a disturbance-opposing line direction.

(57) 要約: 【課題】左右動を行うための大がかりな追加装備を行わなくても、同等の船体制御が可能な船体制御方法を提供する。【解決手段】定点位置 Pp を設定するとともに、自船位置 Ps、外乱方位 ADd、船首方位 ADb を順次取得する。定点位置 Pp において外乱方位 ADd と船首方位 ADb とが略一致するように、定点位置 Pp に向けて船 10 を航行させる (S101)。船 10 が定点位置 Pp に到着するまでは (S102: No)、この航行を継続する。船 10 が定点位置 Pp に到着すると (S102: Yes)、外乱方位 ADd と船首方位 ADb とを略一致させた状態で、舵角の調整と船 10 の前進もしくは後進とを組み合わせ、外乱対向ライン方向の定点位置 Pp を含む所定範囲内に船 10 を保持する。

WO 2014/065147 A1



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 船体制御方法および船体制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、船を定点に移動させたり、船を定点に保持するための船体制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、漁の効率を向上させる等の目的のために、漁師は、予め目的の魚が多く生息すると考えられる位置（例えば、魚礁や瀬）において漁を行っている。この場合、例えば、当該位置にて船舶を定点保持した状態で漁を行ったり、当該定点を通過しながら漁を行うことで、より効率的な漁が実現できる。

[0003] また、このような目的位置（定点位置）にできる限り効率良く到達することも漁の効率を向上させるためには必要である。

[0004] しかしながら、海上では、風や潮流等による外乱を船体が受けて、定点位置から流されてしまったり、定点位置まで効率良く航行できないことがある。

[0005] このため、従来、風や潮流を受けても、船舶を定点に留めたり、定点への移動時には定点方向に船首方向が向くようにする船体制御方法が各種考案されている。たとえば、特許文献1に示す船舶では、サイドスラスターを備えている。サイドスラスターとは、船体を横方向、すなわち右舷左舷方向へ移動させるための機構である。また、従来の船舶には、このような横方向の移動を実現するために、水平方向に回動可能なプロペラを備えるものもある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2002-87389号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上述のようなサイドスラスタや、右左舷方向に回動可能なプロペラは、非常に大がかりなものであり、コストも高く、経済性を重視する漁船の場合には、大幅なコスト高となるため、これらサイドスラスタや右左舷方向に回動可能なプロペラを、容易に装備することができない。
- [0008] したがって、プレジャーボートや小型漁船では、サイドスラスタや右左舷方向に回動可能なプロペラ等の大がかりな追加装備を行うことなく、船を定点保持する船体制御を行う必要がある。
- [0009] また、プレジャーボートや小型漁船では、サイドスラスタや右左舷方向に回動可能なプロペラ等の大がかりな追加装備を行うことなく、船を定点に効率良く航行させる船体制御を行う必要がある。この際、単に定点に船を移動させるだけでは、定点到着時の船の姿勢によっては外乱の影響を大きく受け、サイドスラスタや右左舷方向に回動可能なプロペラ等の大がかりな追加装備を行っていなければ、定点保持が容易に行えなくなることがあり、定点到着時の船の姿勢は重要である。
- [0010] この発明の目的は、サイドスラスタや右左舷方向に回動可能なプロペラ等の大がかりな追加装備を行わなくても、これら追加装備と同等の船体制御が可能な船体制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] この発明の船体制御方法は、自船位置を取得する工程と、自船を基準として該自船に対して外からの力を与える外乱の方向である外乱方位を検出する工程とを有する。船体制御方法は、予め設定した定点位置と自船位置とから定点位置に向かう目標方位を算出する工程と、外乱方位から定点位置での目標方位を検出する工程とを有する。船体制御方法は、定点位置に向かう目標方位と定点位置での目標方位とから、その時点での自船の航行する方位である航行方位を算出する工程と、航行方位に応じて舵角を調整する工程と、を有する。
- [0012] この方法では、自船が定点位置に近づくにつれて、船首方位と外乱方位とが徐々に略一致していくように、船を定点位置に向けて航行させることがで

きる。

[0013] また、この発明の船体制御方法の航行方位を算出する工程は、定点位置に向かう目標方位と定点位置での目標方位との重み付け加算によって航行方位を算出する。重み付け加算は、自船が定点位置に近づくほど定点位置の船首方位の重みが重くなるように設定されている。

[0014] この方法では、航行方位の具体的な算出例を示している。

[0015] また、この発明の船体制御方法は、外乱の大きさを検出する工程と、外乱の大きさから前記定点位置での目標船速を算出する工程とを有する。船体制御方法は、自船を定点位置に向かわせる目標船速と、定点位置での目標船速とから、その時点での自船の航行する速度である航行船速を算出する工程と、航行船速に応じて推力を調整する工程と、を有する。

[0016] この方法では、自船を定点位置に到達させるための目標船速と定点位置での目標船速とから最適な航行船速が決定される。

[0017] また、この発明の船体制御方法の航行船速を算出する工程は、目標船速と定点位置の船速との重み付け加算によって、航行船速を算出する。重み付け加算は、自船が定点位置に近づくほど定点位置の船速の重みが重くなるように設定されている。

[0018] この方法では、航行船速の具体的な算出例を示している。

[0019] また、この発明の船体制御方法は、自船位置を取得する工程と、自船を基準として該自船に対して外からの力を与える外乱の方向である外乱方位を検出する工程と、を有する。船体制御方法は、外乱方位に対して直交し定点位置を通る外乱直交ラインを設定する工程と、推力と舵角を調整することにより、外乱直交ラインと自船位置との関係から外乱方位に略平行な方向に沿って自船を前進もしくは後進させる工程と、を有する。

[0020] この方法では、船首方位と外乱方位とを略一致させた状態で、自船を定点位置付近に留めることができる。

[0021] また、この発明の船体制御方法は、自船の船首方位を検出する工程を有する。船体制御方法の自船を前進もしくは後進させる工程は、自船の船首方位

と外乱方位とが略一致する場合に、自船位置が外乱直交ラインに対して外乱側にあるときに自船を後進させ、自船位置が外乱直交ラインに対して外乱と反対側にあるときに自船を前進させる。

[0022] この方法では、前後進を切り替えるための具体的な方法を示している。

[0023] また、この発明の船体制御方法は、外乱方位に平行な外乱対向ライン上において船が定点位置から最も離間する距離を検出する工程と、最も離間する距離が外乱の大きさによって決定される推力調整用の閾値距離よりも長い場合に船の推力を低減させる工程を、有する。

[0024] また、この発明の船体制御方法は、外乱方位に平行な外乱対向ライン上において船が定点位置から最も離間する距離を検出する工程と、最も離間する距離が外乱の大きさによって決定される推力調整用の閾値距離よりも短い場合に船の推力を上昇させる工程を、有する。

[0025] これらの方法では、前後進時の具体的な推力調整方法を示している。これらの方法を用いることにより、船を定点位置の付近に、より正確に留めることができる。

[0026] また、この発明の船体制御方法は、外乱方位に平行な外乱対向ライン上において船が定点位置から最も離間する距離を検出する工程と、最も離間する距離に基づいて推力をオンさせるタイミングとオフさせるタイミングのいずれか一方を調整する。

[0027] この方法では、定点位置に対する船の移動範囲を、さらに狭くすることができる。

[0028] また、この発明の船体制御方法は、船首方位と外乱方位との差分が閾値以下の場合に自船を前進もしくは後進させる工程を実行する。

[0029] この方法では、船首方位と外乱方位との差分が小さい時にのみ、上述の船を定点位置付近に留める前後進制御が行われる。これにより、船を定点位置付近に、さらに確実に留めることができる。

[0030] また、この発明の船体制御方法は、船首方位と外乱方位との差分が閾値より大きな場合に船首方位を変更する工程を実行する。

- [0031] この方法では、船首方位と外乱方位との差分が大きくても、その差分が小さくなるように、船首方位を容易に変更することができる。
- [0032] また、この発明の船体制御方法の船首方位を変更する工程は、船を後進させながら舵角を調整して船首方位と外乱方位とを近づける工程と、船を前進させながら舵角を調整して船首方位と外乱方位を近づける工程と、を有する。
- [0033] この方法では、船首方位の変更の具体的な方法を示している。そして、この方法を用いることで、外乱を利用して、船首方位を容易に変更することができる。
- [0034] また、この発明の船体制御方法は、自船位置が、定点位置を中心とする所定距離範囲内にある場合に、船を前進もしくは後進させる工程を実行する。この船体制御方法は、自船位置が所定範囲から外れる場合に、次の各工程を有する。この船体制御方法は、定点位置と自船位置とから前記定点位置に向かう目標方位を算出する工程と、外乱方位から定点位置での目標方位を検出する工程と、定点位置に向かう目標方位と定点位置での目標方位とから、その時点での自船の航行する方位である航行方位を算出する工程を有する。この船体制御方法は、外乱の大きさを検出する工程と、外乱の大きさから定点位置の船速を算出する工程と、自船を定点位置に向かわせる船速である目標船速と、定点位置での目標船速とから、その時点での自船の航行する速度である航行船速を算出する工程を有する。この船体制御方法は、航行方位に応じた舵角を調整し、航行船速に応じて推力を調整する工程を有する。
- [0035] この方法では、自船位置が定点位置に近い場合に、上述の定点位置付近に船を留める前後進制御が行われ、自船位置が定点位置から離れた場合に、上述の定点位置に向けて船を航行させる制御が行われる。これにより、状況に応じて、船を適切に定点位置に移動させるか、定点位置付近に留まらせることができる。
- [0036] また、この発明の船体制御方法は、推力と舵角の調整を異なるタイミングで実行してもよい。

[0037] この方法では、推力と舵角の調整を同時に行わないため、目標とする船の移動を、より安定して実現することができる。

[0038] また、この発明の船体制御方法は、推力および舵角は離散的な値に設定してもよい。

[0039] この方法では、アナログ的な推力制御や舵角制御と略同等な移動を可能としながら、推力制御および舵角制御が容易になる。

[0040] また、この発明の船体制御方法は、自船位置と定点位置との距離に応じて通知を行う工程を、有する。通知は、距離によって異なるように設定されている。

[0041] この方法では、ユーザに、自船と定点との距離を直感的に理解させることができる。

[0042] また、この発明の船体制御方法は、魚種によって操作入力を受け付ける工程と、魚種に関連付けられた操業態様を選択する工程と、選択された操業態様に基づいて前記自船の制御を行う工程と、を有する。

[0043] この方法では、ユーザが船の移動のさせ方を直感的に選択することができる。

発明の効果

[0044] この発明によれば、右左舷方向への移動が可能な追加装備を行わなくても、外乱の影響による不要な船の動きを抑制して、所望の船体制御が可能になる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]本発明の第1の実施形態に係る船の主要構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る船体制御のフローチャートである。

[図3]定点位置P_pへの航行制御のフローチャートである。

[図4]定点位置P_pへの航行制御に用いる各パラメータの関係を示す図である。

[図5]本発明の航行制御を行った場合の航跡例を示す図である。

[図6]重み付けの設定例を示す図である。

[図7]船体制御部24の方位船速設定部41の構成を示すブロック図である。

[図8]定点保持制御のフローチャートである。

[図9]前後進の切り替え概念を示す図である。

[図10]前後進時の推力制御方法を示すフローチャートである。

[図11]推力制御概念を示す図である。

[図12]定点保持制御部の構成を示すブロック図である。

[図13]推力オンオフタイミングを調整する定点保持制御のフローチャートである。

[図14]推力オンオフタイミングの調整による定点保持制御の概念を示す図である。

[図15]方位変更制御のフローチャートである。

[図16]方位変更制御の概念を示す図である。

[図17]推力の発生、調整および舵角の調整の概念を示すタイミングチャートである。

[図18]本発明の第2の実施形態に係る船の主要構成を示すブロック図である。

[図19]通知音の発生処理のフローチャートである。

[図20]通知音の選択処理を示すフローチャートである。

[図21]本発明の第3の実施形態に係る船の主要構成を示すブロック図、および、表示画面例を示す図である。

[図22]魚種による操船制御決定処理のフローチャートである。

[図23]魚種とポイント、操船方法、定点種別の関連付け例を示す表である。

発明を実施するための形態

[0046] 本発明の第1の実施形態に係る船体制御装置を備える船体制御方法について、図を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施形態に係る船の主要構成を示すブロック図である。

[0047] 船10は、船体制御装置20、動力源30、プロペラ31、および舵40を備える。船体制御装置20は、アンテナ21、測位部22、センサ23、

船体制御部 24、および操作部 25 を備える。動力源 30 およびプロペラ 31 の組が「推進力発生部」に相当する。

[0048] アンテナ 21 は、GPS 測位信号を受信し、測位部 22 へ出力する。測位部 22 A は、GPS 測位信号を用いて測位演算を実行し、船 10 の位置（自船位置） P_s を算出する。この測位演算は、予め設定した測位タイミング毎に実行される。測位部 22 は、算出した自船位置 P_s を、船体制御部 24 へ出力する。

[0049] センサ 23 は、例えば、船首方位 ADb を検出するヘディングセンサ、風向センサ、風速センサ、潮流計等を備える。センサ 23 は、風向、風速、潮流方向、潮流速度から外乱ベクトル VEC_d を算出する。外乱ベクトル VEC_d は、風ベクトル VEC_w と、潮流ベクトル VEC_t との加算ベクトルによって定義される。風ベクトル VEC_w のベクトル方向は、風向によって決定され、風ベクトル VEC_w の大きさは、風速によって決定される。潮流ベクトル VEC_t のベクトル方向は、潮流方向によって決定され、潮流ベクトル VEC_t の大きさは、潮流速度によって決定される。

[0050] センサ 23 は、検出した船首方向 ADb 、外乱ベクトル VEC_d を、船体制御部 24 へ出力する。なお、センサ 23 は、風ベクトル VEC_w や潮流ベクトル VEC_t を、船体制御部 24 に出力しても良い。また、センサ 23 が風ベクトル VEC_w や潮流ベクトル VEC_t を船体制御部 24 に出力し、船体制御部 24 が風ベクトル VEC_w や潮流ベクトル VEC_t から外乱ベクトル VEC_d を算出してもよい。

[0051] 船体制御部 24 は、予め操作部 25 を介してユーザが設定した定点位置 P_p を記憶している。具体的な制御方法は後述するが、船体制御部 24 は、定点位置 P_p と自船位置 P_s とに基づいて、定点位置への航行制御もしくは定点保持制御を実行する。概略的には、定点位置 P_p と自船位置 P_s との距離 DIS が所定値よりも大きい場合には、定点位置への航行制御を行い、距離 DIS が所定値以下の場合には、定点保持制御を行う。

[0052] 船体制御部 24 は、定点位置への航行制御もしくは定点保持制御で決定し

た推力に基づいて動力源 30 の駆動制御を行う。船体制御部 24 は、定点位置への航行制御もしくは定点保持制御で決定した舵角に基づいて舵 40 の舵角制御を行う。

[0053] 操作部 25 は、所謂ユーザインターフェース機器であり、ユーザによる操作入力を、船体制御部 24 へ出力する。

[0054] 動力源 30 は、ディーゼルエンジンやモータからなる。また、これらディーゼルエンジンとモータを備え、状況に応じて使い分けるハイブリッド動力機構であってもよい。動力源 30 は、船体制御部 24 によって駆動制御される。動力源 30 は、発生した動力をプロペラ 31 に与える。

[0055] 舵 40 は、船 10 の船尾に備え付けられている。舵 40 は、船体制御部 24 によって舵角制御される。

[0056] このような構成から、船 10 は、プロペラ 31 の推進力と、舵 40 の舵角によって、定点へ航行したり、定点保持するように前進もしくは後退する。なお、この際、後退は、プロペラ 31 を停止させて外乱によって後退する場合も含む。

[0057] そして、このような構成からなる船 10 は、概略的には、図 2 に示するようなフローで船体制御を行う。図 2 は本発明の実施形態に係る船体制御のフローチャートである。なお、図 2 では、自船位置 P_s と定点位置 P_p との距離 DIS が所定値よりも離間している場合について示している。ここで、距離 DIS が所定値以下の場合には、定点位置への移動制御は行われず、定点保持制御となる。

[0058] まず、船体制御部 24 は、自船位置 P_s 、定点位置 P_p 、外乱ベクトル VEC_d 、および船首方位 AD_b に基づいて、定点位置 P_p に向かって船 10 を航行させるように推力制御と舵角制御を行う。この際、船体制御部 24 は、外乱ベクトル VEC_d の向く方向と逆方向で且つ定点位置 P_p を基点する方位を外乱方位 AD_d として検出する。そして、船体制御部 24 は、定点位置 P_p において船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とが略一致するように、推力制御と舵角制御をしながら船 10 を航行させる ($S101$)。

[0059] この航行制御は、自船位置 P_s と定点位置 P_p とが略一致するまで継続的に実行させる（ $S102 : No \rightarrow S101$ ）。

[0060] 自船位置 P_s と定点位置 P_p とが略一致したことを検出すると（ $S102 : Yes$ ）、船体制御部 24 は、船首方位 ADb と外乱方位 ADd とが略一致した状態を維持しながら定点位置 P_s および定点位置 P_s の近傍領域に船 10 が留まり続けるように、推力制御と舵角制御を行い、定点保持制御を行う（ $S103$ ）。

[0061] 次に、定点位置 P_p への航行制御の具体的方法について、図を参照して説明する。図 3 は定点位置 P_p への航行制御のフローチャートである。図 3 に示す航行制御は、定点位置 P_p への航行を介して、定点位置 P_p に到達するまでの間、所定の時間間隔で、継続的に行われる。図 4 は定点位置 P_p への航行制御に用いる各パラメータの関係を示す図である。図 5 は本発明の航行制御を行った場合の航跡例を示す図である。図 6 は重み付けの設定例を示す図である。なお、特にことわりをおかなければ、以下に示す速度は絶対速度（対地速度）であり、座標は地球表面の絶対座標であり、方位は、北基準の方位である。

[0062] 定点位置 P_p への航行制御は、まず、自船位置 P_s と定点位置 P_p とを取得する（ $S111$ ）。定点位置 P_p の取得は、ユーザが操作部 25 によって、定点位置 P_p の座標を指定することにより実行される。なお、定点位置 P_p の取得は、定点位置 P_p への航行開始のタイミングのみで行えばよい。自船位置 P_s は、上述の測位部 22 による測位結果により取得される。自船位置 P_s と定点位置 P_p とを取得すると、この二点間の距離、すなわち、この時点での自船位置 P_s から定点位置 P_p までの距離 DIS が算出される。

[0063] 次に、外乱要素の各パラメータを取得する（ $S112$ ）。外乱は、風と潮流との合成で表され、速度ベクトルによって表現できる。風ベクトル VEC_w は、センサ 23 で計測した風向、風速から取得される。潮流ベクトル VEC_t は、センサ 23 で計測した潮流方向、潮流速度から取得される。外乱ベクトル VEC_d は、風ベクトル VEC_w と潮流ベクトル VEC_t との合成ベ

クトルとして得られる。したがって、外乱ベクトル VEC_d は、風ベクトル VEC_w と潮流ベクトル VEC_t とベクトル加算により算出される。

[0064] なお、この際、センサ 23 は船 10 に装着されているため、算出される外乱ベクトル VEC_d は自船位置 P_s のものであるが、この外乱ベクトル VEC_d を、定点位置 P_p の外乱ベクトル VEC_d と見なす。このような方法を用いても、実際に、船 10 が定点位置 P_p に近づけば、自船位置 P_s と定点位置 P_p とが略一致するので、自船位置 P_s の外乱ベクトル VEC_d を定点位置 P_p の外乱ベクトル VEC_d としても、十分な精度での航行制御が可能である。また、自船位置 P_s と定点位置 P_p が離れていたとしても、外乱ベクトル VEC_d は大きく変化することはなく、さらに、定点位置 P_p に向かって航行するにつれ、自船位置 P_s の外乱ベクトル VEC_d と定点位置 P_p の外乱ベクトル VEC_d との間に殆ど差が無くなるので、十分な精度での航行制御が可能である。

[0065] 次に、自船位置 P_s を基準とした定点位置 P_p に向かう目標方位 ϕ_p 、定点位置 P_p に向かう目標船速 V_p 、定点位置 P_p での目標方位 ϕ_d 、および目標船速（定点船速） V_d を取得する（S113）。

[0066] 定点位置に向かう目標方位 ϕ_p は、自船位置 P_s の座標と定点位置 P_p の座標とから幾何学計算により算出される。また、ユーザが操作部 25 を操作することで、定点位置 P_p に向かう目標船速 V_p 、を取得する。

[0067] また、ユーザが操作部 25 を操作することで、定点位置 P_p での目標方位 ϕ_d 、および目標船速（定点船速） V_d を取得する。定点位置 P_p での目標方位 ϕ_d は、外乱ベクトル VEC_d の方位と対向する方位に設定される。定点位置 P_p での船速 V_d は、例えば、外乱ベクトル VEC_d の大きさと同じ大きさに設定される。この場合、定点位置 P_p での対地船速は 0 になるように設定される。

[0068] 次に、定点位置に向かう目標方位 ϕ_p と定点位置での目標方位 ϕ_d とを用いて、その時点での航行方位 ϕ_o を決定する（S114）。

[0069] この際、次の重み付け加算式を用いて、航行方位 ϕ_o を算出する。

[0070] $\phi_o = \alpha \phi_p + \beta \phi_d$ ここで、 $\alpha + \beta = 1$ である。また、定点位置 P_p への航行開始タイミングでの自船位置 P_s と定点位置 P_p との距離を DIS_o とし、その時点での距離を DIS とした場合に、 α は次のように定義される。

[0071] $\alpha = 1 - \exp(-(DIS/DIS_o))$ したがって、 β は次式で表される。

[0072] $\beta = \exp(-(DIS/DIS_o))$ このような α 、 β は、距離 DIS に応じて、図 6 のように変化する。すなわち、 α は、距離 DIS が短くなるほど小さくなり、 β は距離 DIS が長くなるほど大きくなる。

[0073] このような式で航行方位 ϕ_o を算出することで、航行方位 ϕ_o は、定点位置 P_p から遠いほど定点位置に向かう目標方位 ϕ_p に近づき、定点位置 P_p に近づくほど定点位置での目標方位 ϕ_d に近づくように、徐々に変化する。これにより、定点位置に向かう目標方位 ϕ_p から定点位置での目標方位 ϕ_d に航行方位 ϕ_o を滑らかに変化させながら、定点位置 P_p に向かって船 10 を航行させることができる。

[0074] 次に、定点位置に向かう目標船速 V_p と定点位置での目標船速 V_d とを用いて、その時点での航行船速 V_o を決定する (S115)。

[0075] この際、次の重み付け加算式を用いて、航行船速 V_o を算出する。

[0076] $V_o = \alpha V_p + \beta V_d$ ここで、 α 、 β は、上述の航行方位 ϕ_o と同じ定義である。

[0077] このような式で航行船速 V_o を算出することで、航行船速 V_o は、定点位置 P_p から遠いほど定点位置に向かう目標船速 V_p に近づき、定点位置 P_p に近づくほど定点位置での目標船速 V_d に近づくように、徐々に変化する。これにより、定点位置に向かう目標船速 V_p から定点位置での目標船速 V_d に航行船速 V_o を滑らかに変化させながら、定点位置 P_p に向かって船 10 を航行させることができる。

[0078] 次に、算出した航行船速 V_o を用いて、動力源 30 に与える推力を決定する。また、算出した航行方位 ϕ_o を用いて、舵 40 に与える舵角を決定する (S116)。

- [0079] 以上のような処理を行うことで、図5に示すように、定点位置 P_p への航行開始位置から定点位置 P_p に向かって、外乱に流されながらも、徐々に船首方位が外乱方位に対向（平行）するように変化しながら、船10を定点位置 P_p まで航行することができる。そして、船10は定点位置 P_p に到達した時点で、船首方位を外乱方位に対向させることができる。このように、定点位置 P_p において、船首方位と外乱方位とを対向させる（外乱ベクトルの方向と船首方向との成す角が 180° ）ことで、一動力、一舵の船10であっても、次に示す定点保持の制御の開始を容易にすることができる。
- [0080] 上述の説明では、船体制御部24を1つの素子として、各処理を行う場合を示したが、図7に示すように、複数の機能部に分割して、上述の処理を行ってもよい。図7は、船体制御部24の方位船速設定部41の構成を示すブロック図である。
- [0081] 方位船速設定部41は、航行条件決定部42と、重み付け処理部43を備える。航行条件決定部42は、定点方向ベクトル算出部421と定点位置ベクトル算出部422を備える。
- [0082] 定点方向ベクトル算出部421は、定点位置 P_p と自船位置 P_s とから定点位置に向かう目標方位 ϕ_p を算出する。また、定点方向ベクトル算出部421は、操作入力に基づいて定点位置に向かう目標船速 V_p を決定する。
- [0083] 定点位置ベクトル算出部422は、外乱ベクトル VEC_d から定点船速 V_d を算出する。また、定点位置ベクトル算出部422は、操作入力に基づいて定点船速 V_d を決定する。
- [0084] 重み付け処理部43は、重み付け係数設定部433、乗算器4341, 4342, 4343, 4344、加算器4351, 4352を備える。
- [0085] 重み付け係数設定部433は、距離 DIS に基づいて重み付け係数 α , β を決定する。
- [0086] 乗算器4341には、定点位置に向かう目標方位 ϕ_p と重み付け係数 α が与えられる。この際、定点位置に向かう目標方位 ϕ_p は単位ベクトル化された後に与えられる。乗算器4341は、定点位置に向かう目標方位 ϕ_p に重

み付け係数 α を乗算して、乗算結果 $\alpha \phi p$ を加算器4351に出力する。

[0087] 乗算器4342には、定点位置での目標方位 ϕd と重み付け係数 β が与えられる。この際、定点位置での目標方位 ϕd は単位ベクトル化された後に与えられる。乗算器4342は、定点位置での目標方位 ϕd に重み付け係数 β を乗算して、乗算結果 $\beta \phi d$ を加算器4351に出力する。

[0088] 加算器4351は、乗算結果 $\alpha \phi p$ と乗算結果 $\beta \phi d$ とを加算して、航行方位 $\phi 0$ を算出し、出力する。

[0089] 乗算器4343には、定点位置に向かう目標船速 $V p$ と重み付け係数 α が与えられる。乗算器4343は、定点位置に向かう目標船速 $V p$ に重み付け係数 α を乗算して、乗算結果 $\alpha V p$ を加算器4352に出力する。

[0090] 乗算器4344には、定点位置での目標船速 $V d$ と重み付け係数 β が与えられる。乗算器4344は、定点位置での目標船速 $V d$ に重み付け係数 β を乗算して、乗算結果 $\beta V d$ を加算器4352に出力する。

[0091] 加算器4352は、乗算結果 $\alpha V p$ と乗算結果 $\beta V d$ とを加算して、航行船速 $V o$ を算出し、出力する。

[0092] このような構成であっても、上述のように、徐々に船首方位が外乱方位に対向（平行）するように変化しながら、船10を定点位置 $P p$ まで航行することができる。

[0093] 次に、定点位置 $P p$ に到達した船10を、定点位置 $P p$ に保持する定点保持制御について説明する。図8は定点保持制御のフローチャートである。図9は前後進の切り替え概念を示す図である。なお、以下、定点保持制御状態では、船首方位を $AD b$ とし、外乱方位（外乱ベクトル $VEC d$ に対向する方位）を $AD d$ として説明する。また、以下の説明では、船首が外乱方向を向いている場合を示す。なお、船尾が外乱方向を向いている場合には、後述の前進制御と後進制御が逆になる。

[0094] 定点位置 $P p$ の到達は、測位した自船位置 $P s$ と定点位置 $P p$ とが略一致したことによって検出できる。ここで、自船位置 $P s$ と定点位置 $P p$ とが略一致するとは、例えば、定点位置 $P p$ を中心とする所定範囲内に自船位置 P

sが入ったことを意味している。具体的な例としては、定点位置 P_p を中心として、船10の3艇身分程度の長さを半径とする円内の領域に、自船位置 P_s が入ったことを意味している。この領域を、以下、定点保持動作領域 B_{orK} (図9参照) とする。この範囲が、定点位置 P_p の近傍となる。なお、この半径等は使用態様等に応じて適宜設定すればよい。

[0095] 自船位置 P_s が定点保持領域 B_{orK} 内でないことを検出すると (S211 : No)、上述のように、定点位置 P_p において、船首方位 AD_b が外乱ベクトル VEC_d の方向と対向するように、言い換えれば外乱方位 AD_d と平行になるように、船10を航行制御する (S215)。

[0096] 自船位置 P_s が定点保持領域 B_{orK} 内にあることを検出すると (S211 : Yes)、以下の定点保持制御を実行する。

[0097] 具体的には、自船位置 P_s が定点保持領域 B_{orK} 内にあることを検出すると (S211 : Yes)、外乱方位 AD_d と船首方位 AD_b との誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ を算出する (S212)。誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ は、例えば、外乱方位 AD_d から船首方位 AD_b を減算することによって得られる。なお、逆、すなわち、船首方位 AD_b から外乱方位 AD_d を減算してもよい。

[0098] 外乱ベクトル VEC_d が一定で変化しない場合、定点位置 P_p に到達した時点で、外乱方位 AD_d と船首方位 AD_b は平行なはずであり、外乱が変化しなければ誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ は定常的に0になるはずである。しかしながら、外乱は、風と潮流によって決定されるので、頻繁に変化する。したがって、後述の定点保持制御を行うために、船首方位 AD_b を外乱方位 AD_d と平行にするためには、このような誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ の変化を検出する必要がある。

[0099] 誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ には、予め設定された誤差角閾値 $Th_{\Delta\phi_{dd}}$ が設定されている。誤差角閾値 $Th_{\Delta\phi_{dd}}$ は、後述の前後進制御により定点保持が容易に行えるような外乱方位 AD_d と船首方位 AD_b との角度差 (誤差角 $\Delta\phi_{dd}$) の最大値によって決定される。この最大値は、予め実験等によって設定することができる。具体的な例としては、誤差角閾値 $Th_{\Delta\phi_{dd}}$ は、 $\pm 45^\circ$ に設定される。

- [0100] 誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ が誤差角閾値 $Th_{\Delta\phi_{dd}}$ よりも大きければ（S213：No）、後述する方位変更制御を実行する（S218）。誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ が誤差角閾値 $Th_{\Delta\phi_{dd}}$ 以下であれば、自船位置 P_s が外乱直交ライン L_{ver} に対して、外乱側であるか、外乱側でないかを検出する。
- [0101] 外乱直交ライン L_{ver} は、外乱ベクトル VEC_d に直交し、且つ定点位置 P_p を通る直線によって定義される。外乱直交ライン L_{ver} を基準として外乱側で且つ定点保持領域 $BorK$ の領域を、外乱上領域 $ZoneU$ とする。外乱直交ライン L_{ver} を基準として外乱と反対側で且つ定点保持領域 $BorK$ の領域を、外乱下領域 $ZoneD$ とする。
- [0102] 自船位置 P_s が外乱上領域 $ZoneU$ にあることを検出すると（S214：Yes）、定点保持用後進制御を行う（S217）。定点保持用後進制御とは、船10を保持用船速で後進させる制御であり、推力を発生して後進用にスクリュウを回転させたり、推力を発生せずに外乱に流されるようにする制御である。なお、この定点保持用後進制御中に、舵角を適宜調整して船首方位 AD_b を外乱方位 AD_d と平行になるように、調整してもよい。
- [0103] 自船位置 P_s が外乱下領域 $ZoneD$ にあることを検出すると（S214：No）、定点保持用前進制御を行う（S216）。定点保持用前進制御とは、船10を保持用船速で前進させる制御である。なお、この定点保持用前進制御中に、舵角を適宜調整して船首方位 AD_b を外乱方位 AD_d と平行になるように、調整してもよい。
- [0104] このような制御を行うことで、船10が外乱上領域 $ZoneU$ に存在する場合には、定点保持領域 $BorK$ 内の外乱直交ライン L_{ver} 、より好ましくは定点位置 P_p そのものに到達するように、船10を後進させることができる（図9の船10'参照）。また、船10が外乱下領域 $ZoneD$ に存在する場合にも、定点保持領域 $BorK$ 内の外乱直交ライン L_{ver} 、より好ましくは定点位置 P_p そのものに到達するように、船10を前進させることができる（図9の船10''参照）。すなわち、船10を定点位置 P_p 付近の狭い範囲に留まらせることができる。さらに、一動力、一舵の船10であっても

、船 10 の位置に応じて定点位置 P_p に到達するように、自動で船 10 を移動させることができる。

[0105] 次に、上述の前後進制御を更に具体的に説明する。図 10 は、前後進時の推力制御方法を示すフローチャートである。図 11 は推力制御概念を示す図である。図 11 では、横軸が時間であり、縦軸が外乱対向ライン射影距離 L_d であり、実線は航跡の時間変化を示す。

[0106] 外乱対向ライン射影距離 L_d とは、図 9 の船 10' の場合に示すように、自船位置 P_s と定点位置 P_p との距離を、外乱対向ラインに射影した距離である。外乱対向ラインとは、外乱直交ライン L_{ver} に直交し（外乱方位 AD_d に平行であり）、定点位置 P_p を通る直線である。なお、図 9 の場合では、外乱対向ライン上に船 10' が存在する場合を示したが、それ以外の場合も同様の方法で、外乱対向ライン射影距離 L_d を定義できる。

[0107] また、図 10 の推力制御方法では、図 11 に示すように、外乱下領域 $Zone D$ から外乱上領域 $Zone U$ に船 10 を移動させる際の外乱直交ライン L_{ver} を交差した時点で推力をオフにし、外乱上領域 $Zone U$ から外乱下領域 $Zone D$ に船 10 を移動させる際の外乱直交ライン L_{ver} を交差した時点で推力をオンにする。

[0108] 外乱下領域 $Zone D$ に存在する船 10 に対して推力を発生して当該船 10 を前進させると、外乱直交ライン L_{ver} と交差する時点で推力をオフにしても、船 10 は前進を続ける。そして、保持用船速による推力の外乱対向ライン方向成分と外乱の外乱対向ライン方向成分とが一致する位置で船 10 の船速は 0 となり、外乱に流されるように後進する。

[0109] この船速が 0 となる位置と定点位置 P_p とを結ぶ線分を外乱対向ラインに射影させた長さを、外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} として算出する（S311）。

[0110] 外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} に対しては、予め設定された推力調整閾値 $Th_{L_{dd}}$ が設定されている。推力調整閾値 $Th_{L_{dd}}$ は、船 10 の推力、形状、外乱ベクトル VEC_d の大きさ、定点位置 P_p に対してどれだけ船 10

が離れても許容させるか等によって設定される。

[0111] 外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} が推力調整閾値 Th_{Ldd} よりも長いことを検出すると (S 3 1 2 : Y e s)、推力低減制御を行う (S 3 1 3)。推力低減制御は、次回の推力を今回の推力よりも低くする制御である。例えば、今の推力を $V_t(n)$ とし、次回の推力を $V_t(n+1)$ とし、補正量を δV_t とすると、

$V_t(n+1) = V_t(n) - \delta V_t$ によって算出する。補正量 δV_t は、例えば、ユーザによって適宜設定可能な値である。

[0112] 外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} が推力調整閾値 Th_{Ldd} よりも短いことを検出すると (S 3 1 2 : N o, S 3 1 4 : Y e s)、推力上昇制御を行う (S 3 1 5)。推力上昇制御は、次回の推力を今回の推力よりも高くする制御である。例えば、今の推力を $V_t(n)$ とし、次回の推力を $V_t(n+1)$ とし、補正量を δV_t とすると、

$V_t(n+1) = V_t(n) + \delta V_t$ によって算出する。

[0113] 外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} が推力調整閾値 Th_{Ldd} より短くもなく、長くもない場合、すなわち、外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} が推力調整閾値 Th_{Ldd} が一致する場合には (S 3 1 2 : N o, S 3 1 4 : N o)、推力を変更しない。

[0114] このような制御を行うことで、図 1 1 に示すように、船 1 0 は移動する。

[0115] まず、外乱下領域 Z o n e D から推力オン V_{t11} 状態で船 1 0 が外乱方向へ移動し、外乱直交ライン L_{ver} を横切った時刻 t_{11} で推力をオフにすると、これまでに加わった推力に応じて、船 1 0 は前進する。そして、船 1 0 は、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{11})$ で一時停止する。ここでは、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{11})$ が推力調整閾値 Th_{Ldd} より長いので、次回の推力 V_{t12} を今回の推力 V_{t11} から δV_t 低減させる。

[0116] この後、船 1 0 は、外乱により流されて外乱直交ライン L_{ver} をよこぎると、このタイミングで推力 V_{t12} をオンにする。船 1 0 は、外乱下領域

Z o n e Dに流されるが、推力 V_{t12} により再度外乱側に折り返し移動する。

[0117] 次に、外乱下領域Z o n e Dから推力オン V_{t12} 状態で船10が外乱方向へ移動し、外乱直交ラインL v e rを横切った時刻 t_{12} で推力をオフにすると、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{12})$ まで到達し、一時停止する。ここでは、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{12})$ が推力調整閾値 $T_{h_{L_{dd}}}$ よりまだ長いので、次回の推力 V_{t13} を今回の推力 V_{t12} からさらに δV_t 低減させる。

[0118] この後、船10は、外乱により流されて外乱直交ラインL v e rをよこぎると、このタイミングで推力 V_{t13} をオンにする。船10は、外乱下領域Z o n e Dに流されるが、推力 V_{t13} により再度外乱側に折り返し移動する。

[0119] 次に、外乱下領域Z o n e Dから推力オン V_{t13} 状態で船10が外乱方向へ移動し、外乱直交ラインL v e rを横切った時刻 t_{13} で推力をオフにすると、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{13})$ まで到達し、一時停止する。ここでは、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{13})$ が推力調整閾値 $T_{h_{L_{dd}}}$ よりまだ長いので、次回の推力 V_{t14} を今回の推力 V_{t13} からさらに δV_t 低減させる。

[0120] この後、船10は、外乱により流されて外乱直交ラインL v e rをよこぎると、このタイミングで推力 V_{t14} をオンにする。船10は、外乱下領域Z o n e Dに流されるが、推力 V_{t14} により再度外乱側に折り返し移動する。

[0121] 次に、外乱下領域Z o n e Dから推力オン V_{t14} 状態で船10が外乱方向へ移動し、外乱直交ラインL v e rを横切った時刻 t_{14} で推力をオフにすると、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{14})$ まで到達し、一時停止する。ここでは、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{14})$ が推力調整閾値 $T_{h_{L_{dd}}}$ より短いので、次回の推力 V_{t15} を今回の推力 V_{t14} から δV_t 上昇させる。

[0122] この後、船10は、外乱により流されて外乱直交ライン L_{ver} をよこぎると、このタイミングで推力 V_{t15} をオンにする。船10は、外乱下領域 $ZoneD$ に流されるが、推力 V_{t15} により再度外乱側に折り返し移動する。

[0123] 次に、外乱下領域 $ZoneD$ から推力オン V_{t15} 状態で船10が外乱方向へ移動し、外乱直交ライン L_{ver} を横切った時刻 t_{15} で推力をオフにすると、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{15})$ まで到達し、一時停止する。ここでは、外乱対向ライン最大射影距離 $L_{dd}(t_{14})$ が推力調整閾値 Th_{Ldd} より長いので、次回の推力 V_{t16} を今回の推力 V_{t15} から δV_t 低減させる。

[0124] この後、船10は、外乱により流されて外乱直交ライン L_{ver} をよこぎると、このタイミングで推力 V_{t16} をオンにする。船10は、外乱下領域 $ZoneD$ に流されるが、推力 V_{t16} により再度外乱側に折り返し移動する。

[0125] このように、上述の定点保持制御を行うことで、船10は、外乱直交ライン L_{ver} （定点位置 P_p ）を中心として、推力調整閾値 Th_{Ldd} の約2倍の範囲で、前後進するように、徐々に移動範囲を狭くすることができる。さらに、船10は、外乱直交ライン L_{ver} を中心として、推力調整閾値 Th_{Ldd} の約2倍の範囲で、前後進を繰り返すようにすることができる。

[0126] なお、推力調整閾値 Th_{Ldd} を徐々に小さく設定する推力調整閾値 Th_{Ldd} の適応処理も可能であり、このような適応処理を行うことで、船10の移動範囲を、定点位置 P_p を中心とする更に短い範囲にすることができる。

[0127] なお、このような定点保持制御も1つの演算素子でなく、複数の機能部で実現する異ができる。図12は、定点保持制御部の構成を示すブロック図である。

[0128] 定点保持制御部44は、誤差角検出部441、前後進決定部442、推力、舵角決定部443を備える。誤差角検出部441は、外乱方位 AD_d と船首方位 AD_b とから誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ を算出する。前後進決定部442は、外

乱方位 $A D d$ と定点位置 $P p$ とから外乱直交ライン $L v e r$ を設定する。前後進決定部 442 は、定点位置 $P p$ から定点保持領域 $B o r K$ を決定する。

[0129] 前後進決定部 442 は、定点保持領域 $B o r K$ 、外乱直交ライン $L v e r$ 、および自船位置 $P s$ から、上述の定点位置への航行制御、定点保持用の前進制御、定点保持用の後進制御のいずれかを選択する。前後進決定部 442 は、自船位置 $P s$ が定点保持領域 $B o r K$ 外であれば、定点位置への航行制御を選択する。前後進決定部 442 は、自船位置 $P s$ が定点保持領域 $B o r K$ 内であり、且つ外乱直交ライン $L v e r$ に基づく外乱上領域 $Z o n e U$ 内であれば、定点保持用の後進制御を選択する。前後進決定部 442 は、自船位置 $P s$ が定点保持領域 $B o r K$ 内であり、且つ外乱直交ライン $L v e r$ に基づく外乱下領域 $Z o n e D$ 内であれば、定点保持用の前進制御を選択する。

[0130] 推力、舵角決定部 443 は、選択された制御と、誤差角 $\Delta \phi d d$ とから推力、および舵角を決定する。

[0131] このような構成であっても、上述のように、定点保持制御を行うことができる。

[0132] 次に、別の定点保持制御方法について具体的に説明する。図 13 は、推力オンオフタイミングを調整する定点保持制御のフローチャートである。図 14 は、推力オンオフタイミングの調整による定点保持制御の概念を示す図である。図 14 において、横軸が時間であり、縦軸が外乱対向ライン射影距離 $L d$ であり、実線は航跡の時間変化を示す。

[0133] なお、以下の説明では、自船が推力オン状態からオフ状態に切り替わったタイミングからを説明する。推力オフ状態 ($S 4 1 1$) になっても、それまでに加えられた推力により、船 10 は前進を続ける。そして、保持用船速による推力の外乱対向ライン方向成分と外乱の外乱対向ライン方向成分とが一致する位置で船 10 の船速は 0 となる。このタイミングを、外乱上領域 $Z o n e U$ の最大到達点として検出する ($S 4 1 2$)。

[0134] この外乱上領域 $Z o n e U$ における船速が 0 となる位置と定点位置 $P p$ と

を結ぶ線分を外乱対向ラインに射影させた長さを、外乱上領域 Zone U の外乱対向ライン最大射影距離 L_{ddu} として算出する (S 4 1 3)。

[0135] 外乱上領域 Zone U の外乱対向ライン最大射影距離 L_{ddu} から、推力オフ距離 $R_{d_{NF}}$ を算出する (S 4 1 4)。推力オフ距離 $R_{d_{NF}}$ とは、外乱直交ライン L_{ver} よりも外乱上領域 Zone U 側で、外乱直交ライン L_{ver} を基準とした外乱方位 A_{Dd} に沿った距離によって規定される。

[0136] 推力オフ距離 $R_{d_{NF}}$ は、係数 k_d ($0 < k_d < 1$) を、外乱上領域 Zone U の外乱対向ライン最大射影距離 L_{ddu} に乗算することによって算出される。

[0137] $R_{d_{NF}} = k_d * L_{ddu}$ 外乱上領域 Zone U の最大到達点に到達後は、船 10 は外乱によって流され (後進し)、外乱直交ライン L_{ver} に近づいていく。この際、自船位置 P_s と定点位置 P_p とから距離 D_{IS} を算出し、当該距離 D_{IS} の外乱対向ライン成分 L_{ru} と、推力オン距離 $R_{u_{NF}}$ とを比較する。距離 D_{IS} の外乱対向ライン成分 L_{ru} が推力オン距離 $R_{u_{NF}}$ よりも大きければ、推力はオフのままである (S 4 1 5 : No)。

[0138] 距離 D_{IS} の外乱対向ライン成分 L_{ru} が推力オン距離 $R_{u_{NF}}$ に一致したことを検出すると (S 4 1 5 : Yes)、推力をオンにする (S 4 1 6)。

[0139] これにより、船 10 は、推力オフ状態で外乱に流された状態で、外乱直交ライン L_{ver} に係る前に推力を発生することができる。したがって、外乱直交ライン L_{ver} を係ったタイミングで推力をオンするよりも、オーバーシュートしにくくなる。

[0140] 次に、推力オン状態 (S 4 1 7) になっても、船 10 は、すぐに前進するわけではなく、外乱によって流される。そして、保持用船速による推力の外乱対向ライン方向成分の仕事量と外乱の外乱対向ライン方向成分の仕事量とが一致する位置で船 10 は外乱によって流されなくなり、船速は 0 となる。このタイミングを、外乱下領域 Zone D の最大到達点として検出する (S 4 1 8)。

[0141] この外乱下領域 Zone D における船速が 0 となる位置と定点位置 P_p と

を結ぶ線分を外乱対向ラインに射影させた長さを、外乱下領域 $Zone D$ の外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} として算出する (S 4 1 9)。

[0142] 外乱下領域 $Zone D$ の外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} から、推力オン距離 $R_{u_{NF}}$ を算出する (S 4 2 0)。推力オン距離 $R_{u_{NF}}$ とは、外乱直交ライン L_{ver} よりも外乱下領域 $Zone D$ 側で、外乱直交ライン L_{ver} を基準とした外乱方位 A_{Dd} に沿った距離によって規定される。

[0143] 推力オン距離 $R_{u_{NF}}$ は、係数 k_u ($0 < k_u < 1$) を、外乱下領域 $Zone D$ の外乱対向ライン最大射影距離 L_{dd} に乗算することによって算出される。

[0144] $R_{u_{NF}} = k_u * L_{dd}$ 外乱下領域 $Zone D$ の最大到達点に到達後は、船 10 は推力によって前進し、外乱直交ライン L_{ver} に近づいていく。この際、自船位置 P_s と定点位置 P_p とから距離 D_{IS} を算出し、当該距離 D_{IS} の外乱対向ライン成分 L_{rd} と、推力オフ距離 $R_{d_{NF}}$ とを比較する。距離 D_{IS} の外乱対向ライン成分 L_{rd} が推力オフ距離 $R_{d_{NF}}$ よりも大きければ、推力はオンのままである (S 4 2 1 : No)。

[0145] 距離 D_{IS} の外乱対向ライン成分 L_{rd} が推力オフ距離 $R_{d_{NF}}$ に一致したことを検出すると (S 4 2 1 : Yes)、推力をオフにする (S 4 2 2)。

[0146] これにより、船 10 は、推力オン状態で外乱に向かって前進した状態で、外乱直交ライン L_{ver} に係る前に推力をオフにすることができる。したがって、外乱直交ライン L_{ver} を係ったタイミングで推力をオフするよりも、外乱直交ライン L_{ver} を越えて前進する距離を短くすることができる。これにより、船 10 を定点位置 P_p 付近のより狭い範囲に留まらせることができる。

[0147] 以下、上述の制御を繰り返していく。これにより、図 14 に示すように、定点位置 P_p を挟んだ船 10 の移動範囲は徐々に短くなる。具体的な例としては、時間 t_{21} での外乱上領域 $Zone U$ の外乱対向ライン最大射影距離 $L_{du}(t_{21})$ と比較して、時間 t_{23} ($> t_{21}$) での外乱上領域 $Zone U$ の外乱対向ライン最大射影距離 $L_{du}(t_{23})$ は短くなる。同

様に、時間 t_{22} での外乱下領域 $Zone D$ の外乱対向ライン最大射影距離 $L_{ddd}(t_{22})$ と比較して、時間 $t_{24} (> t_{22})$ での外乱下領域 $Zone D$ の外乱対向ライン最大射影距離 $L_{ddd}(t_{24})$ は短くなる。

[0148] このように、推力オン、推力オフのタイミングを調整することで、より定点位置 P_p に近い位置に船 10 が止まり続けるようにすることができる。

[0149] 次に、方位変更制御の具体的な方法について説明する。図 15 は、方位変更制御のフローチャートである。図 16 は方位変更制御の概念を示す図である。

[0150] 上述のように、誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ が誤差角閾値 $Th_{\Delta\phi_{dd}}$ よりも大きいことを検出すると、誤差角 $\Delta\phi_{dd}$ に基づいて後進推力と舵角を決定する (S811)。この際、舵角は、船首方位 AD_b が外乱方位 AD_d に近づくように船 10 が後進する所定角に設定されている。

[0151] この舵角で船 10 を後進させる (S812)。この後進は、推力をオンにして後ろ方向へ積極的に推進させるとよい。後進時には、船首方位 AD_b を測定する (S813)。

[0152] 船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とが近づくように (S813 : No, S821 : No))、後進制御を行う。

[0153] 船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とが許容範囲を超えた場合は (S813 : Yes)、船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d が近づくように、前進推力と舵角を決定し (S814)、前進制御を行う (S815)。この際、船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とが近づくように (S816 : No, S822 : No)、前進制御を行う。

[0154] 船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とが許容範囲を超えた場合は (S816 : Yes)、再び上述の後進制御を行う。

[0155] 船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とが一致していれば (S821 : Yes または S822 : Yes)、方位変更制御を終了する。

[0156] このような制御を行うことで、図 16 に示すように、船 10 は一旦外乱下領域 $Zone D$ 側に移動するが、船首方位 AD_b と外乱方位 AD_d とを一致

させることができる。その後、図 16 に示すように、単に前進すれば、船首方位 ADb と外乱方位 ADd とが一致した状態を保持することができ、上述の定点保持制御へ、容易に移行することができる。

[0157] そして、この方位変更制御を用いることで、外乱に流されて後進する過程を利用するので、外乱に逆らいながら前進して船首方位 ADb を変更する場合の生じてしまう方位変更のためだけの過剰な負荷がかからない。これにより、容易に方位変更を行うことができる。また、前進しながらの方位変更では、定点位置 Pp 付近に戻るのに大きく旋回する必要があるが生じるが、後進を行うことで、より短い航行距離で定点位置 Pp 付近に船 10 を復帰させることができる。

[0158] なお、推力の発生、調整と舵角の調整については、次に示すような関係を保つようにするとよい。図 17 は、推力の発生、調整および舵角の調整の概念を示すタイミングチャートである。図 17 の上段のグラフは推力の大きさの時間特性であり、図 17 の下段のグラフは舵角の大きさの時間特性である。

[0159] 図 17 の上段に示すように、推力は、前進推力 $+SL$ 、後進推力 $-SL$ 、推力無し 0 の三状態を選択することで、推力を調整する。すなわち、アナログ的に推力を調整するのではなく、推力オンの時間長（推力オン時間）と推力オフの時間長（推力オフ時間）とを組合せ、推力の平均化により推力を調整している。例えば、推力を上昇させるには、推力オフ時間に対する推力オン時間の比率を高くする。一方、推力を低減させるには、推力オフ時間に対する推力オン時間の比率を低くする。これにより、前進、後進それぞれ一状態の推力であっても、実際に船 10 に加わる推力を微調整することができる。

[0160] 図 17 の下段に示すように、舵角は、連続的に調整するのではなく、離散的に設定した複数の舵角を選択することにより調整してもよい。例えば、図 17 の例であれば、 $+30^\circ$ 、 $+20^\circ$ 、 $+10^\circ$ 、 0° 、 -10° 、 -20° 、 -30° のいずれかを選択する。これにより、外乱に影響されやすい

不安定な舵角調整を抑制することができる。

[0161] さらに、図 17 に示すように、推力の発生時には舵角を変更せずに、推力を発生していない期間に舵角を変更してもよい。このように、推力の発生と舵角の変更を個別に行うことで、これらを同時に行うことによって生じる船 10 の進行方向の不安定な振る舞いを抑制することができる。

[0162] 次に、第 2 の実施形態に係る船体制御方法および船体制御装置について、図を参照して説明する。図 18 は、本発明の第 2 の実施形態に係る船の主要構成を示すブロック図である。図 19 は通知音の発生処理のフローチャートである。

[0163] 本実施形態の船体制御装置および船体制御方法は、第 1 の実施形態に示した船体制御装置および船体制御方法に対して、通信音発生機能を追加したものである。

[0164] 図 18 に示すように、本実施形態の船 10A の船体制御装置 20A は、第 1 の実施形態の船体制御装置 20 に対して、放音部 26 を追加したものであり、これに伴って船体制御部 24A の処理に通知音発生処理が追加されたものである。

[0165] 放音部 26 は、船体制御部 24A からの通知音発生制御に応じた通信音を発生する。

[0166] 船体制御部 24A は、図 19 に示すフローにより通知音を決定し、通知音発生制御を放音部 26 に実行する。

[0167] まず、定点位置 P_p の決定を検出する (S911)。定点位置 P_p に到着後 (S912)、定点位置 P_p と自船位置 P_s とから距離 D_{IS} を算出する (S913)。距離 D_{IS} が許容距離閾値 Th_{DIS} を超えると (S914: Yes)、通知音の発生を開始する。そして、距離 D_{IS} に応じた通知音を選択する (S915)。

[0168] そして、距離が許容距離閾値 Th_{DIS} を超え続けている間は (S916: No)、通知音を発生し続ける。距離 D_{IS} が許容距離閾値 Th_{DIS} を以内になると (S916: Yes)、通知音の発生を止める (S917)。

[0169] 次に、通知音の選択処理について、図を参照して説明する。図20は通知音の選択処理を示すフローチャートである。なお、図20では、初期の距離 DIS が第1距離閾値 Th_{DIS1} 以下の場合を最初としてフローを構成している。

[0170] 初期の距離 DIS が第1距離閾値 Th_{DIS1} 以下の場合、音量 $Vol0$ で周波数 $f0$ からなる初期音を発生させる（S921）。

[0171] 次に、船10が外乱に流される等により移動し、距離 DIS が第1距離閾値 Th_{DIS1} より長くなると（S922：Yes）、音量 $Vol1$ で周波数 $f1$ からなる第1通知音に切り替える（S923）。第1通知音の音量 $Vol1$ は、初期音の音量 $Vol0$ よりも大きく設定されている。第1通知音の周波数 $f1$ は、初期音の周波数 $f0$ よりも高く設定されている。

[0172] これにより、船10が定点位置 Pp から第1距離閾値 Th_{DIS1} よりも離れると、より音量が大きく、周波数の高い通知音が放音される。これにより、ユーザは、船10が定点位置 Pp から、第1距離閾値 Th_{DIS1} よりも離れたことを知ることができる。この際、音量 $Vol1$ を音量 $Vol0$ よりも大きくし、周波数 $f1$ を周波数 $f0$ よりも高くすることで、ユーザにとって、より感知し易い音になり、定点位置 Pp から離れたことを通知する効果を高くすることができる。

[0173] 次に、船10が外乱によってさらに流される等により移動し、距離 DIS が第2距離閾値 Th_{DIS2} より長くなると（S924：Yes）、音量 $Vol2$ で周波数 $f2$ からなる第2通知音に切り替える（S925）。第2通知音の音量 $Vol2$ は、第1通知音の音量 $Vol1$ よりも大きく設定されている。第2通知音の周波数 $f2$ は、第1通知音の周波数 $f1$ よりも高く設定されている。

[0174] これにより、船10が定点位置 Pp から第2距離閾値 Th_{DIS2} よりも離れると、より音量が大きく、周波数の高い通知音が放音される。これにより、ユーザは、船10が定点位置 Pp から、第1距離閾値 Th_{DIS1} よりも更に遠い第2距離閾値 Th_{DIS2} よりも離れたことを知ることができる。この際、音

量 V_o12 を音量 V_o11 よりも大きくし、周波数 $f2$ を周波数 $f1$ よりも高くすることで、ユーザにとって、より感知し易い音になり、定点位置 Pp からさらに離れたことを通知する効果を高くすることができる。

[0175] なお、上述の説明では、定点位置 Pp から遠ざかるほどに、音量が大きくなり、周波数が高くなる例を示したが、定点位置 Pp までの距離 $D1S$ に応じて音量と周波数の少なくとも一方が変化する態様であれば、他の態様であってもよい。例えば、定点位置 Pp に近づくほど、音量が大きくなり、周波数が高くなるようにしてもよい。また、定点位置 Pp から離れるほど、周波数のみが高くなるようにしてもよい。

[0176] 次に、第3の実施形態に係る船体制御方法および船体制御装置について、図を参照して説明する。図21(A)は、本発明の第3の実施形態に係る船の主要構成を示すブロック図であり、図21(B)は、表示画面例を示す図である。図22は魚種による操船制御決定処理のフローチャートである。

[0177] 本実施形態の船体制御装置および船体制御方法は、第1の実施形態に示した船体制御装置および船体制御方法に対して、魚種による操船選択機能を追加したものである。

[0178] 図21(A)に示すように、本実施形態の船10Bの船体制御装置20Bは、第1の実施形態の船体制御装置20に対して、操作機能付き表示部25Bを備えたものである。

[0179] 操作機能付き表示部25Bは、タッチパネルからなり、表示面をユーザが操作することで、操作入力を受け付ける。操作機能付き表示部25Bは、図21(B)に示すような態様からなる表示画面250を備える。

[0180] 表示画面250は、探知データや取得情報等を表示する情報表示部251と、操作入力部252とを備える。操作入力部252には、それぞれ魚種名が表示された操作タブ253が複数配列されている。

[0181] 各操船タブ253は、それぞれ個別に設定された魚種に関連付けされている。また、各魚種には、図23に示すように、ポイント、操船方法、定点種別等の情報が関連付けられている。図23は、魚種とポイント、操船方法、

定点種別の関連付け例を示す表である。ポイントは、選択された魚種の釣果が高い位置を示すものであり、上述の定点位置 P p に対応させることができる。操船方法は、上述の「定点保持」、「定点保持流し」、「定点通過流し」等の定点位置 P p に対する船の移動、保持態様を示すものである。定点種別とは、「魚礁」、「栈橋」、「ブイ」、「橋」等の定点位置 P p に存在する対象物の種類を示すものである。

[0182] ユーザが操作タブ 2 5 3 を操作すると、操作タブ 2 5 3 の魚種に関連付けられたポイント、操船方法、定点種別等の情報を含む操船制御信号が生成され、船体制御部 2 4 に出力される。船体制御部 2 4 は、操船制御信号に応じて、適切な操船制御、例えば上述の定点位置への航行制御や、定点保持制御を実行する。

[0183] このような操船制御処理は、次に示すフローによって実行される。

[0184] まず、魚種別選択画面である操作入力部 2 5 2 付きの表示画面 2 5 0 を表示する (S 9 3 1)。次に、操作入力が無ければ (S 9 3 2 : N o)、魚種別選択画面を表示しながら、操作入力待ち状態を維持する。操作入力があったことを検出すると (S 9 3 2 : Y e s)、選択された魚種に応じた操船制御内容を選択する (S 9 3 3)。

[0185] そして、選択された操船制御内容に応じた操船制御を開始する (S 9 3 4)。

[0186] このような構成および処理を用いることで、ユーザが魚種を選択するだけで、適切な操船制御が自動で実行される。

符号の説明

[0187] 1 0, 1 0 A : 船、2 0, 2 0 A : 船体制御装置、2 1 : アンテナ、2 2 : 測位部、2 3 : センサ、2 4 : 船体制御部、2 5 : 操作部、2 5 B : 操作機能付き表示部、2 6 : 放音部、3 0 : 動力源、3 1 : プロペラ、4 0 : 舵、4 1 : 方位船速設定部、4 2 : 航行条件決定部、4 3 : 重み付け処理部、4 2 1 : 定点方向ベクトル算出部、4 2 2 : 定点位置ベクトル算出部、4 3 3 : 重み付け係数設定部、4 3 4 1, 4 3 4 2, 4 3 4 3, 4 3 4 4 : 乗算器

、 4 3 5 1, 4 3 5 2 : 加算器、 4 4 : 定点保持制御部、 4 4 1 : 誤差角検出部、 4 4 2 : 前後進決定部、 4 4 3 : 推力, 舵角決定部

請求の範囲

[請求項1]

自船位置を取得する工程と、
自船を基準として該自船に対して外からの力を与える外乱の方向である外乱方位を検出する工程と、
予め設定した定点位置と前記自船位置とから前記定点位置に向かう目標方位を算出する工程と、
前記外乱方位から前記定点位置での目標方位を検出する工程と、
前記定点位置に向かう目標方位と前記定点位置での目標方位とから、その時点での自船の航行する方位である航行方位を算出する工程と、
前記航行方位に応じて舵角を調整する工程と、を有する、船体制御方法。

[請求項2]

請求項1に記載の船体制御方法であって、
前記航行方位を算出する工程は、
前記定点位置に向かう目標方位と前記定点位置での目標方位との重み付け加算によって、前記航行方位を算出し、
前記重み付け加算は、前記自船が前記定点位置に近づくほど前記定点位置での目標方位の重みが重くなるように設定されている、船体制御方法。

[請求項3]

請求項1または請求項2に記載の船体制御方法であって、
前記外乱の大きさを検出する工程と、
前記外乱の大きさから前記定点位置での目標船速を算出する工程と、
前記自船を前記定点位置に向わせる目標船速と、前記定点位置での目標船速とから、その時点での自船の航行する速度である航行船速を算出する工程と、
前記航行船速に応じて推力を調整する工程と、を有する、船体制御方法。

- [請求項4] 請求項3に記載の船体制御方法であって、
前記航行船速を算出する工程は、
前記定点位置に向わせる目標船速と前記定点位置での目標船速との
重み付け加算によって、前記航行船速を算出し、
前記重み付け加算は、前記自船が前記定点位置に近づくほど前記定
点位置での目標船速の重みが重くなるように設定されている、船体制
御方法。
- [請求項5] 自船位置を取得する工程と、
自船を基準として該自船に対して外からの力を与える外乱の方向で
ある外乱方位を検出する工程と、
前記外乱方位に対して直交し定点位置を通る外乱直交ラインを設定
する工程と、
推力と舵角を調整することにより、前記外乱直交ラインと前記自船
位置との関係から前記外乱方位に略平行な方向に沿って自船を前進も
しくは後進させる工程と、を有する、船体制御方法。
- [請求項6] 請求項5に記載の船体制御方法であって、
自船の船首方位を検出する工程を有し、
前記自船の船首方位と外乱方位とが略一致する場合に、
前記自船を前進もしくは後進させる工程は、前記自船位置が前記外
乱直交ラインに対して外乱側にあるときに前記自船を後進させ、前記
自船位置が前記外乱直交ラインに対して外乱と反対側にあるときに前
記自船を前進させる、船体制御方法。
- [請求項7] 請求項5または請求項6に記載の船体制御方法であって、
前記外乱方位に平行な外乱対向ライン上において前記船が前記定点
位置から最も離間する距離を検出する工程と、
前記最も離間する距離が、前記外乱の大きさによって決定される推
力調整用の閾値距離よりも長い場合に、前記船の推力を低減させる工
程を、有する、船体制御方法。

- [請求項8] 請求項5乃至請求項7のいずれかに記載の船体制御方法であって、
前記外乱方位に平行な外乱対向ライン上において前記船が前記定点位置から最も離間する距離を検出する工程と、
前記最も離間する距離が、前記外乱の大きさによって決定される推力調整用の閾値距離よりも短い場合に、前記船の推力を上昇させる工程を、有する、船体制御方法。
- [請求項9] 請求項5乃至請求項8のいずれかに記載の船体制御方法であって、
前記外乱方位に平行な外乱対向ライン上において前記船が前記定点位置から最も離間する距離を検出する工程と、
前記最も離間する距離に基づいて推力をオンさせるタイミングとオフさせるタイミングのいずれか一方を調整する、船体制御方法。
- [請求項10] 請求項5乃至請求項9のいずれかに記載の船体制御方法であって、
前記船首方位と前記外乱方位との差分が閾値以下の場合に前記自船を前進もしくは後進させる工程を実行する、船体制御方法。
- [請求項11] 請求項10に記載の船体制御方法であって、
前記船首方位と前記外乱方位との差分が前記閾値より大きな場合に前記船首方位を変更する工程を実行する、船体制御方法。
- [請求項12] 請求項11に記載の船体制御方法であって、
前記船首方位を変更する工程は、
前記船を後進させながら舵角を調整して前記船首方位と前記外乱方位とを近づける工程と、
前記船を前進させながら舵角を調整して前記船首方位と前記外乱方位とを近づける工程と、
を有する、船体制御方法。
- [請求項13] 請求項5乃至請求項12のいずれかに記載の船体制御方法であって、
、
前記自船位置が、前記定点位置を中心とする所定距離範囲内にある場合に、前記船を前進もしくは後進させる工程を実行し、

前記自船位置が前記所定範囲から外れる場合に、
前記定点位置と前記自船位置とから前記定点位置に向かう目標方位を算出する工程と、
前記外乱方位から前記定点位置での目標方位を検出する工程と、
前記定点位置に向かう目標方位と前記定点位置での目標方位とから、その時点での自船の航行する方位である航行方位を算出する工程と、
前記外乱の大きさを検出する工程と、
前記外乱の大きさから前記定点位置での目標船速を算出する工程と、
前記自船を前記定点位置に向わせる目標船速と、前記定点位置での目標船速とから、その時点での自船の航行する速度である航行船速を算出する工程と、
前記航行方位に応じた舵角を調整し、前記航行船速に応じて推力を調整する工程と、を実行する、船体制御方法。

[請求項14] 請求項3乃至請求項13のいずれかに記載の船体制御方法であって、
前記推力と前記舵角の調整を異なるタイミングで実行する、船体制御方法。

[請求項15] 請求項3乃至請求項14のいずれかに記載の船体制御方法であって、
前記推力および前記舵角は離散的な値に設定されている、船体制御方法。

[請求項16] 請求項1乃至請求項15のいずれかに記載の船体制御方法であって、
前記自船位置と前記定点位置との距離に応じて通知を行う工程を、有し、
前記通知は、前記距離によって異なるように設定されている、船体

制御方法。

[請求項17] 請求項3乃至請求項16のいずれかに記載の船体制御方法であって、
魚種によって操作入力を受け付ける工程と、
前記魚種に関連付けられた操業態様を選択する工程と、
選択された操業態様に基づいて前記自船の制御を行う工程と、を有する船体制御方法。

[請求項18] 自船位置を取得する測位部と、
自船を基準として該自船に対して外からの付勢力を与える外乱の方向である外乱方位と該外乱の大きさを検出するセンサと、
前記自船の推力および舵角を設定する船体制御部と、を備え、
前記船体制御部は、
予め設定した定点位置と前記自船位置とから決定される前記定点位置に向かう目標方位と、前記外乱方位から決定される前記定点位置での目標方位とから、その時点での自船の航行する方位である航行方位を算出し、
前記外乱の大きさから決定される前記定点位置での目標船速と、前記自船を前記定点位置に向かわせる目標船速とから、その時点での自船の航行する速度である航行船速を算出し、
前記航行船速に応じて推力を調整し、前記航行方位に応じた舵角を調整する、船体制御装置。

[請求項19] 請求項18に記載の船体制御装置であって、
前記船体制御部は、
前記定点位置に向かわせる目標船速と前記定点位置での目標船速との重み付け加算によって、前記航行船速を算出し、
前記定点位置に向かう目標方位と前記定点位置での目標方位との重み付け加算によって、前記航行方位を算出し、
前記重み付け加算は、前記自船が前記定点位置に近づくほど前記定

点位置での目標船速の重みが重くなり、前記自船が前記定点位置に近づくほど前記定点位置での目標方位の重みが重くなるように設定されている、船体制御装置。

[請求項20]

自船位置を取得する測位部と、

自船を基準として該自船に対して外からの力を与える外乱の方向である外乱方位を検出するセンサと、

前記自船の推力および舵角を設定する船体制御部と、を備え、

前記船体制御部は、

前記外乱方位に対して直交し定点位置を通る外乱直交ラインを設定し、

前記外乱直交ラインと前記自船位置との関係から前記外乱方位に略平行な方向に沿って自船を前進もしくは後進させるように、前記推力と前記舵角を調整する、船体制御装置。

[請求項21]

請求項20に記載の船体制御装置であって、

前記船体制御部は、

前記外乱方位に平行な外乱対向ライン上において前記船が前記定点位置から最も離間する距離を検出し、

前記最も離間する距離が、前記外乱の大きさによって決定される推力調整用の閾値距離よりも長い場合に前記推力を低減させ、

前記最も離間する距離が、前記推力調整用の閾値距離よりも短い場合に前記推力を上昇させる、船体制御装置。

[請求項22]

請求項20または請求項21のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記船体制御部は、

前記外乱方位に平行な外乱対向ライン上において前記船が前記定点位置から最も離間する距離を検出し、前記最も離間する距離に基づいて前記推力をオンさせるタイミングとオフさせるタイミングのいずれか一方を調整する、船体制御装置。

[請求項23] 請求項20乃至請求項22のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記船体制御部は、

前記船首方位と前記外乱方位との差分が閾値以下の場合に前記自船を前進もしくは後進させる工程を実行し、

前記船首方位と前記外乱方位との差分が前記閾値より大きな場合に前記船首方位を変更する工程を実行する、船体制御装置。

[請求項24] 請求項23に記載の船体制御装置であって、

前記船体制御部は、

前記船を後進させながら舵角を調整して前記船首方位と前記外乱方位とを近づけ、前記船を前進させながら舵角を調整して前記船首方位と前記外乱方位とを近づけるように、前記推力と前記舵角を調整する、船体制御装置。

[請求項25] 請求項20乃至請求項24のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記船体制御部は、

前記自船位置が、前記定点位置を中心とする所定距離範囲内にある場合に、前記船を前進もしくは後進させ、

前記自船位置が前記所定範囲から外れる場合に、前記定点位置と前記自船位置とから決定される前記定点位置に向かう目標方位と、前記外乱方位から決定される前記定点位置での目標方位とから、その時点での自船の航行する方位である航行方位を算出し、

前記外乱の大きさから決定される前記定点位置での目標船速と、前記自船を前記定点位置に向かわせる目標船速とから、その時点での自船の航行する速度である航行船速を算出し、

前記航行船速に応じて推力を調整し、前記航行方位に応じた舵角を調整する、船体制御装置。

[請求項26] 請求項18乃至請求項25のいずれかに記載の船体制御装置であって

て、

前記船体制御部は、

前記推力と前記舵角の調整を異なるタイミングで実行する、船体制御装置。

[請求項27] 請求項18乃至請求項26のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記自船位置と前記定点位置との距離に応じて通知を行う通知部を備え、

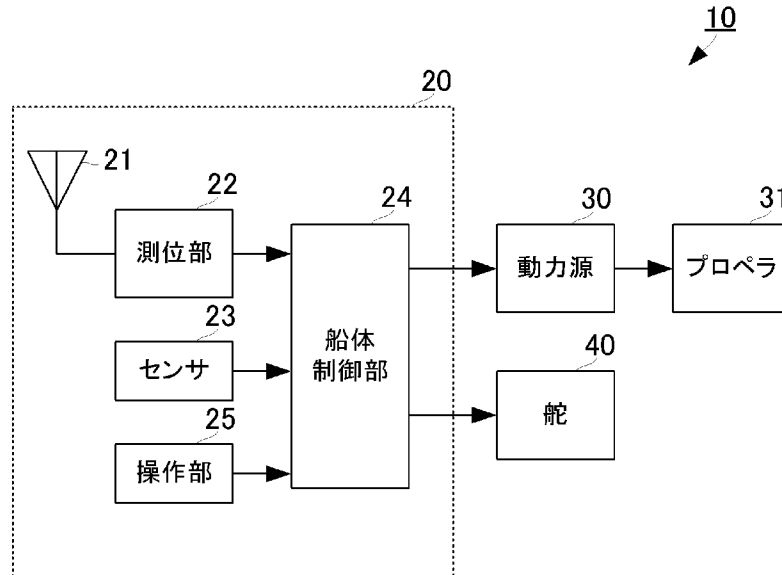
前記船体制御部は、前記距離によって異なる通知を行うように、前記通知部を制御する、船体制御装置。

[請求項28] 請求項18乃至請求項27のいずれかに記載の船体制御装置であって、

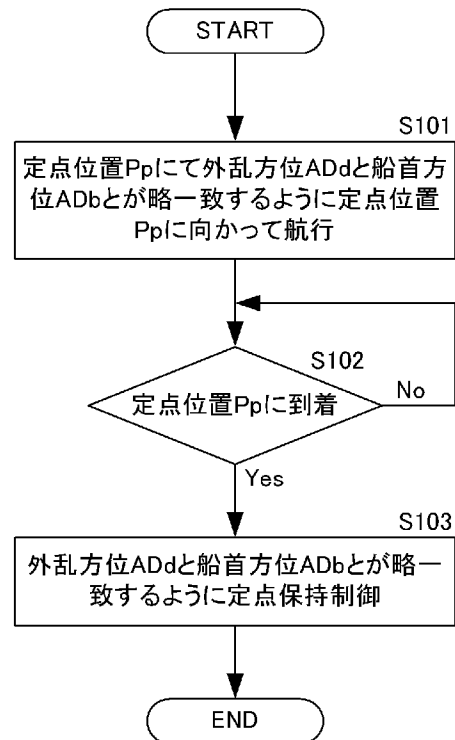
魚種によって操作入力を受け付け、前記魚種に関連付けられた操業態様を選択する操作入力部を備え、

前記船体制御部は、選択された操業態様に基づいて前記自船の制御を行う、船体制御装置。

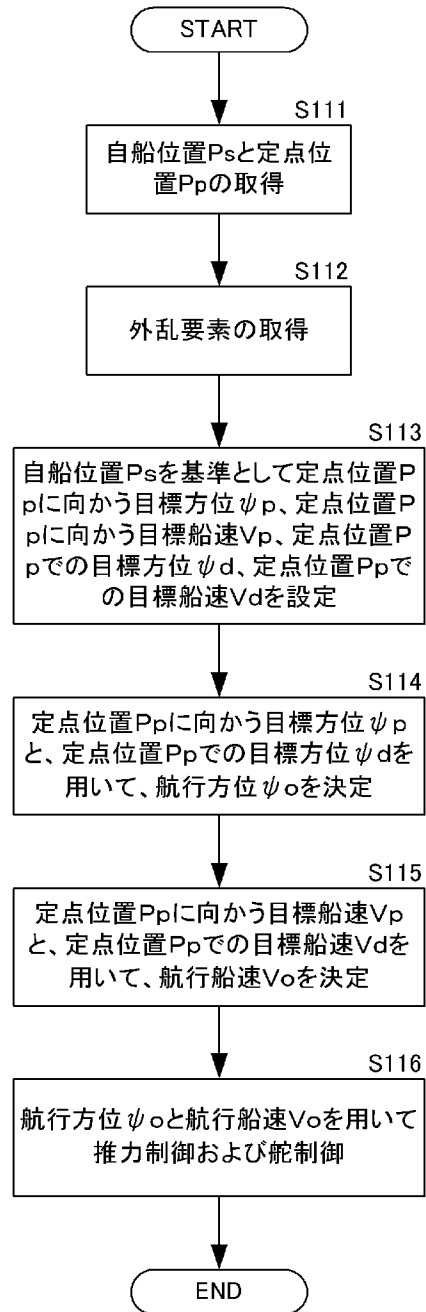
[図1]



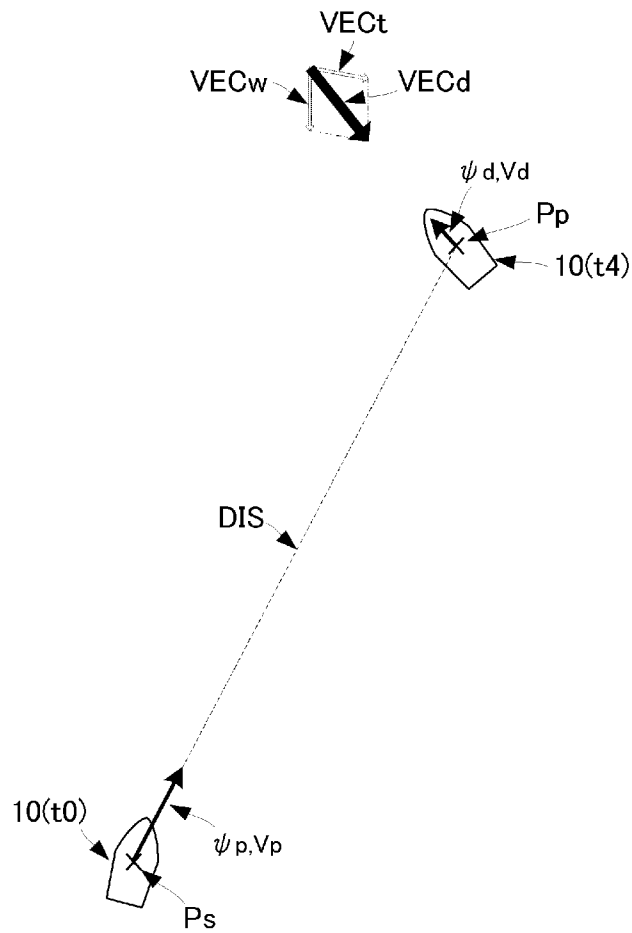
[図2]



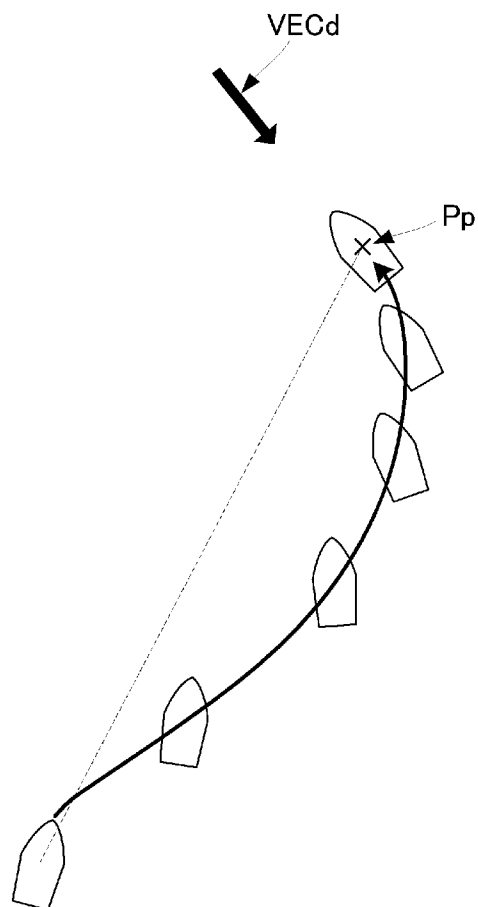
[図3]



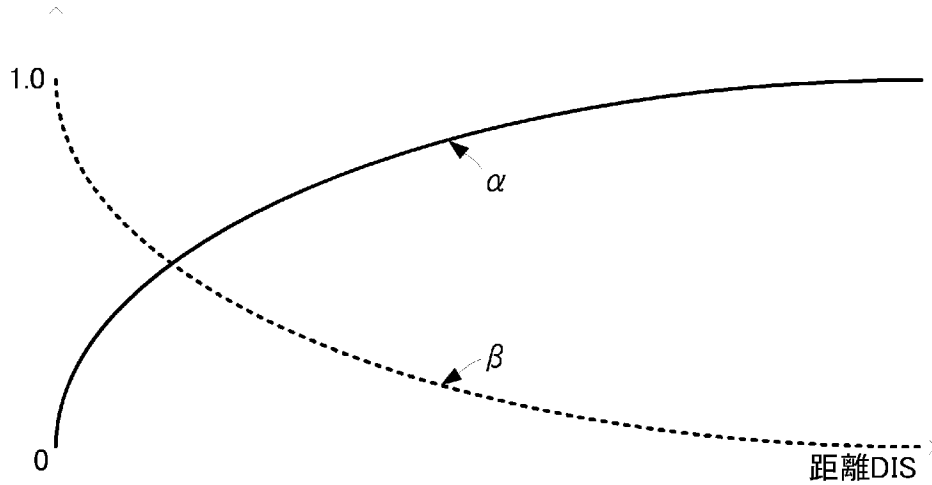
[図4]



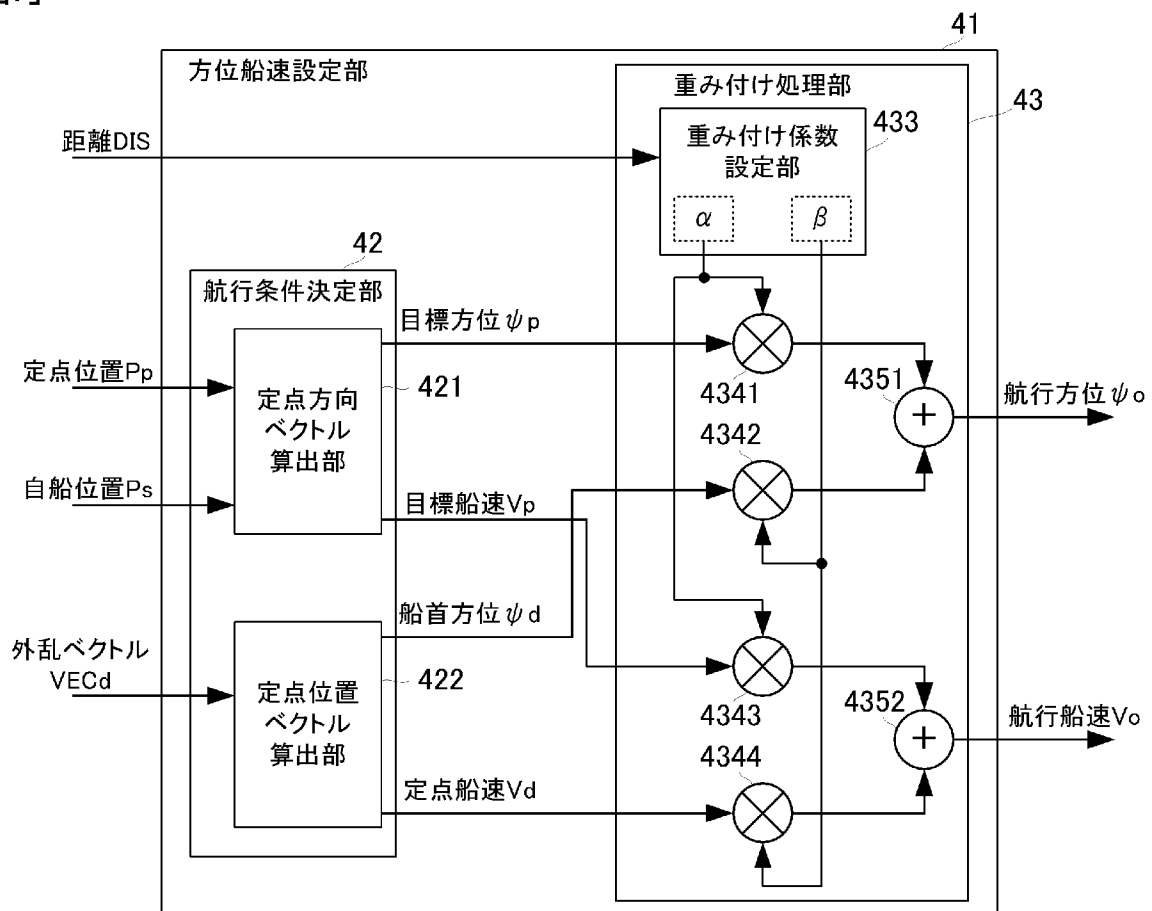
[図5]



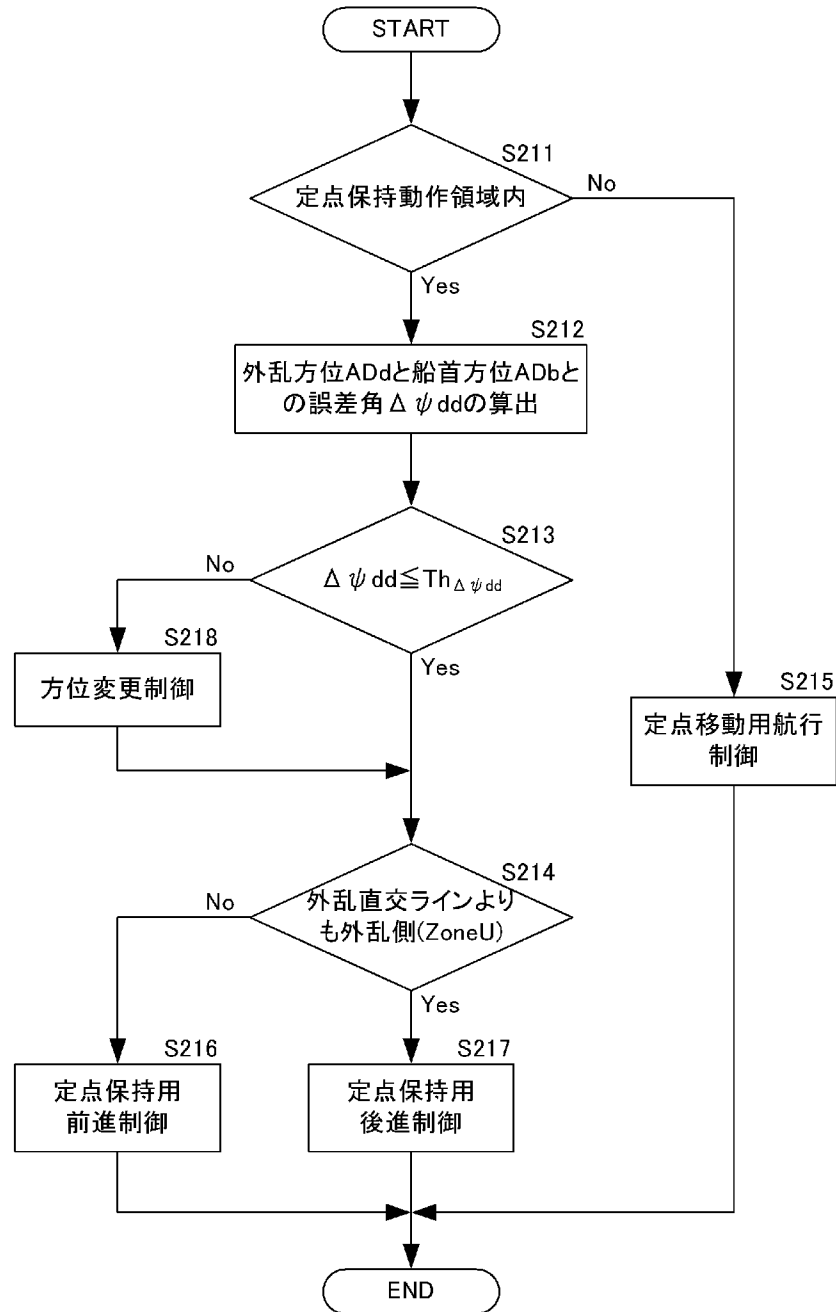
[図6]



[図7]



[図8]

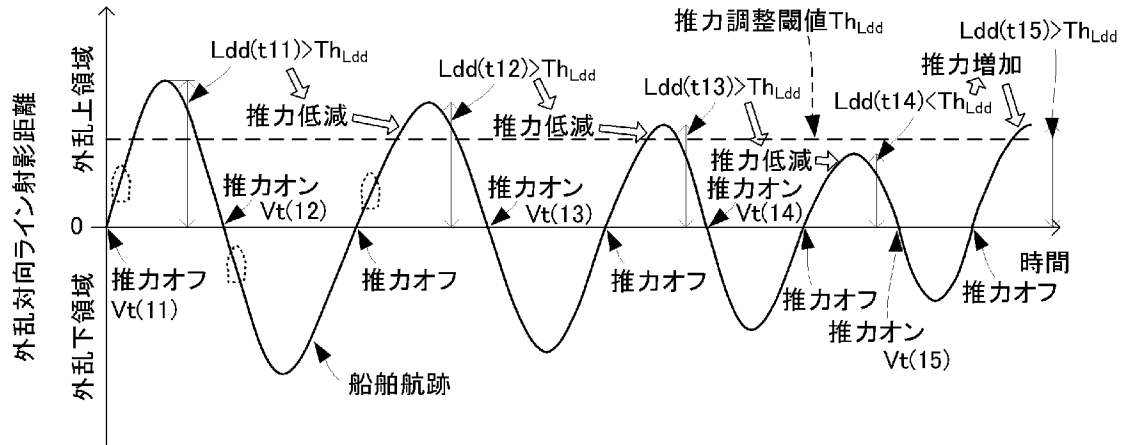


```

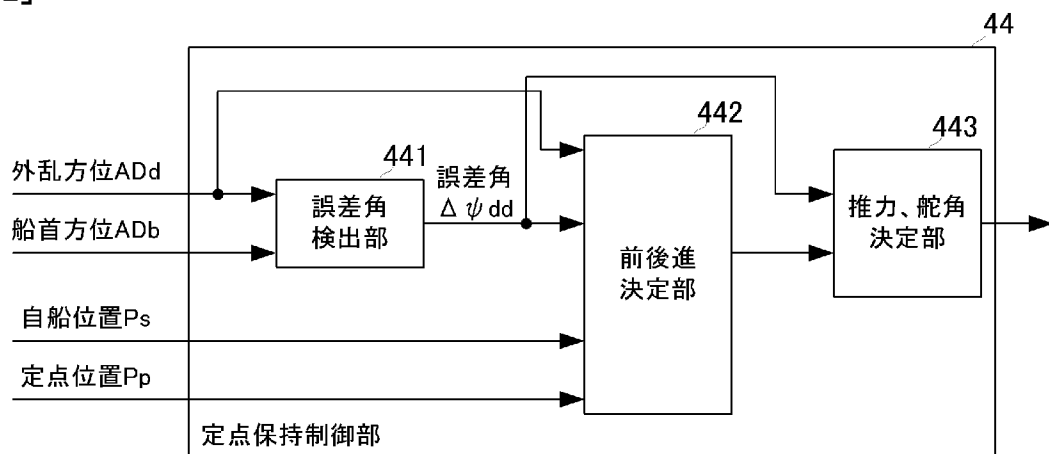
graph TD
    START([START]) --> S311[S311  
外乱対向ライン最大射影  
距離Lddの算出]
    S311 --> S312{S312  
Ldd>ThLdd}
    S312 -- Yes --> S313[S313  
推力低減制御]
    S312 -- No --> S314{S314  
Ldd<ThLdd}
    S314 -- Yes --> S315[S315  
推力上昇制御]
    S313 --> J1(( ))
    S315 --> J1
    J1 --> END([END])

```

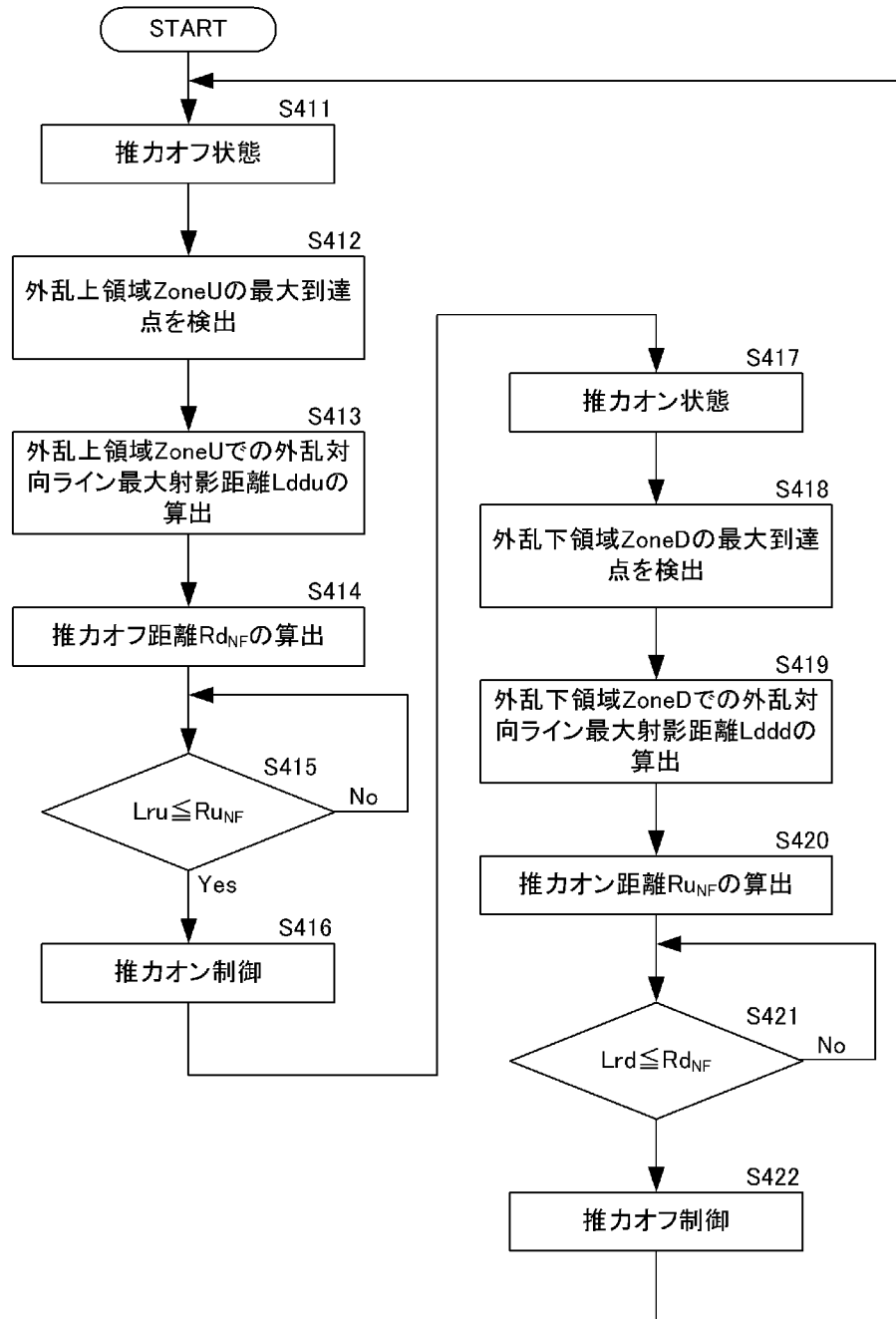
[図11]



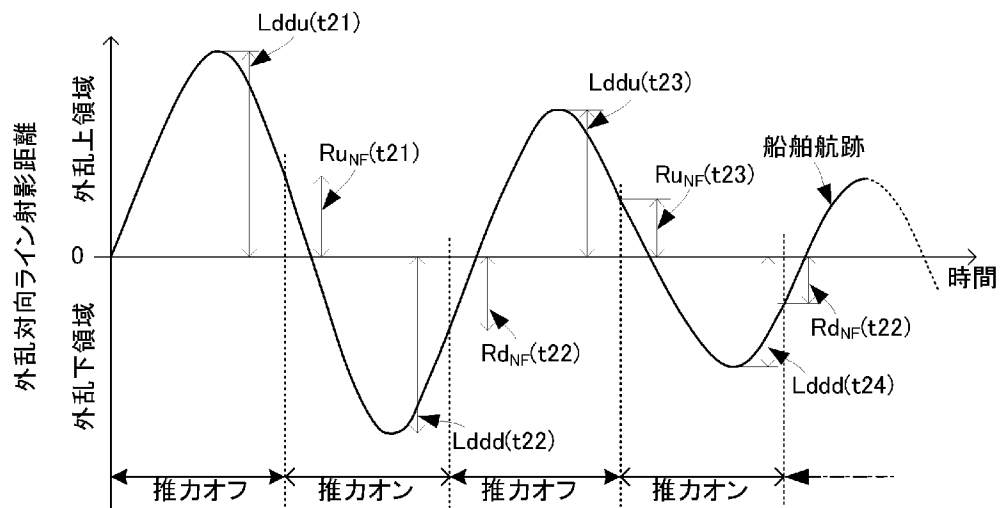
[図12]



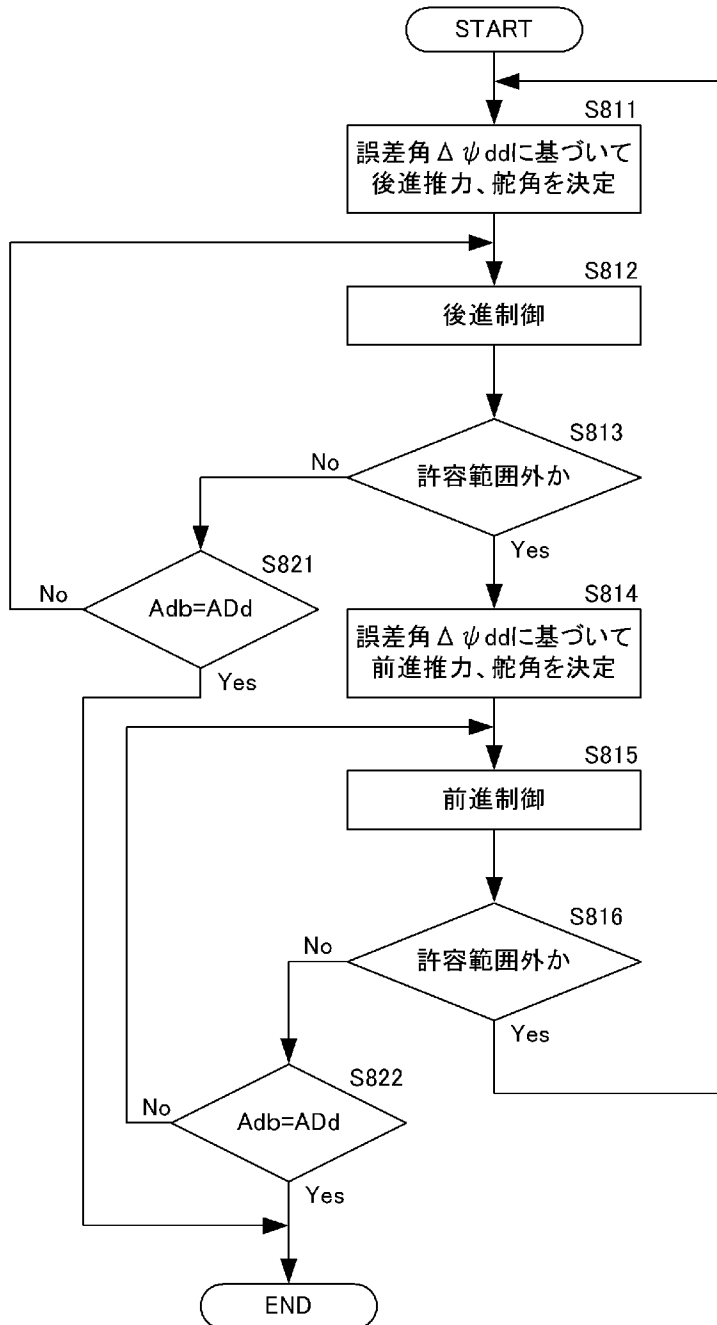
[図13]



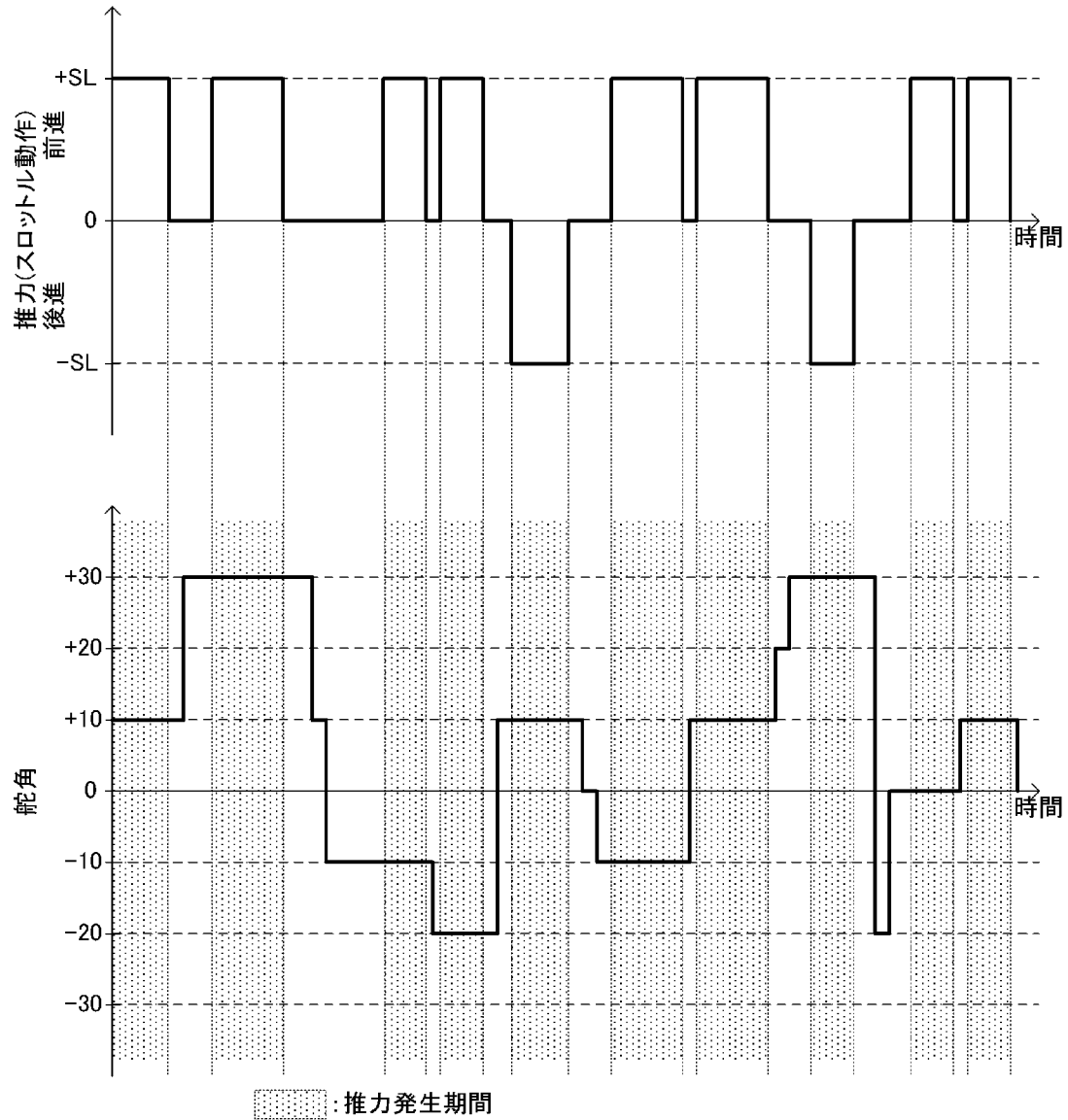
[図14]



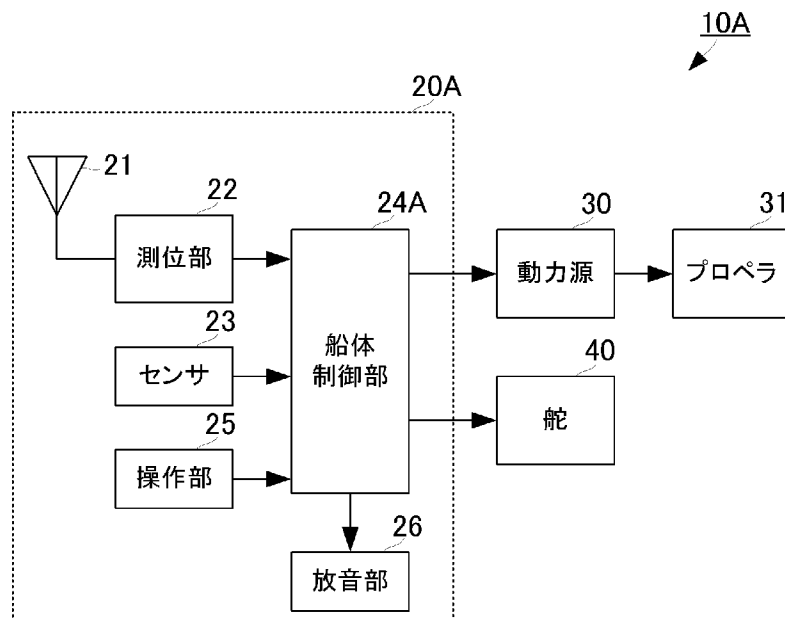
[図15]



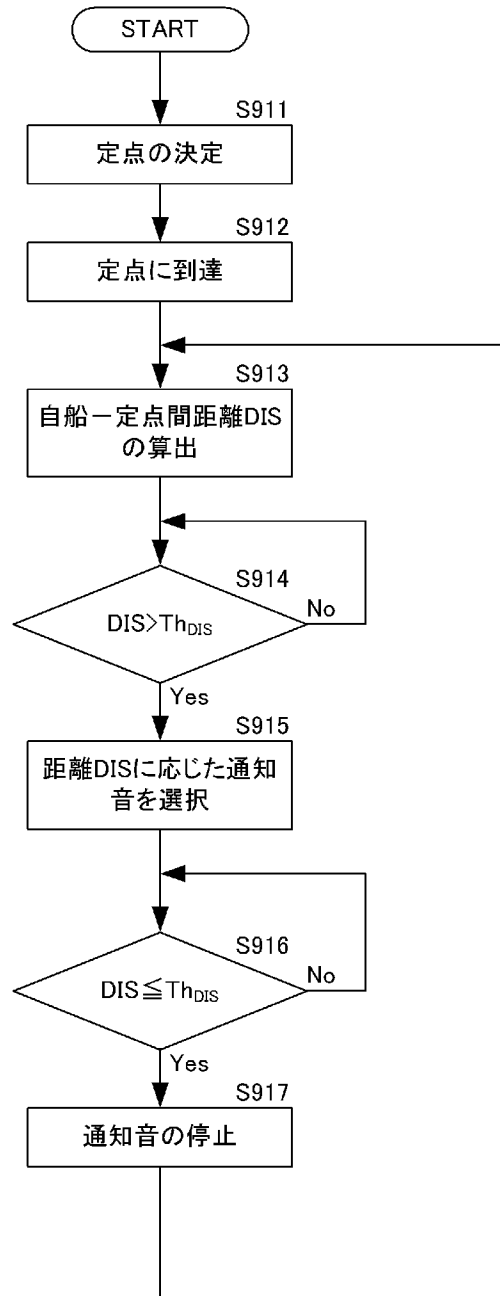
[図17]



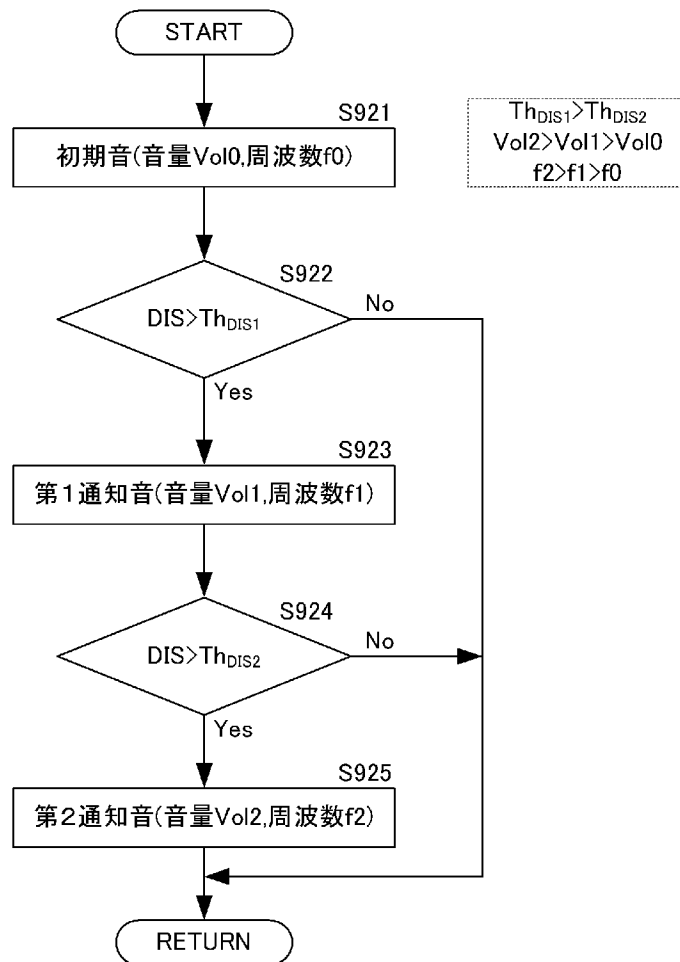
[図18]



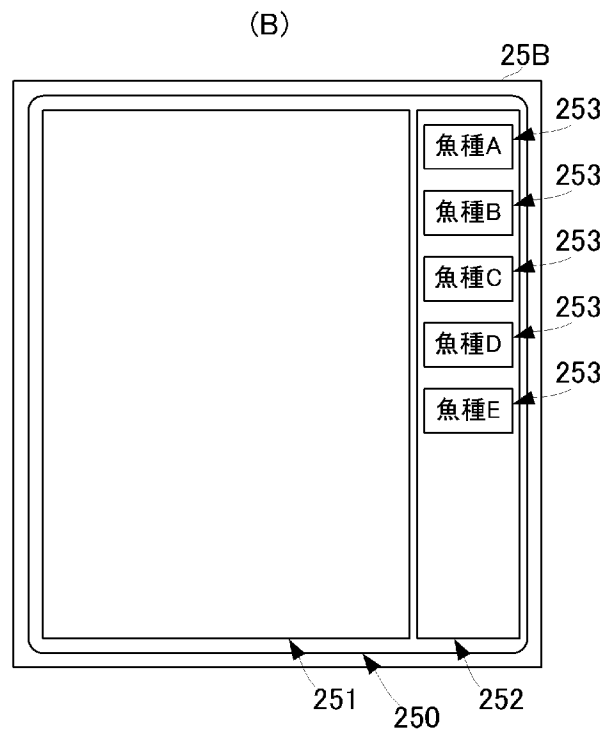
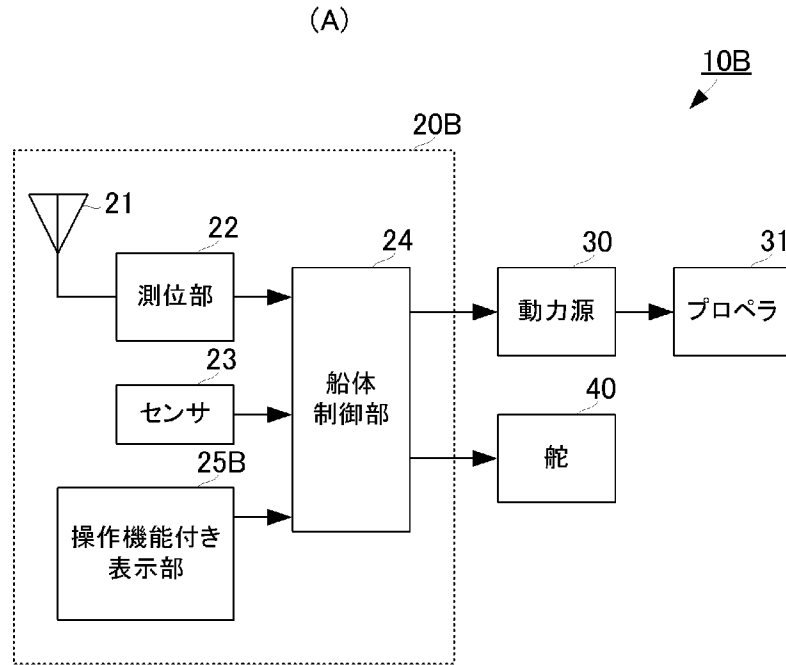
[図19]



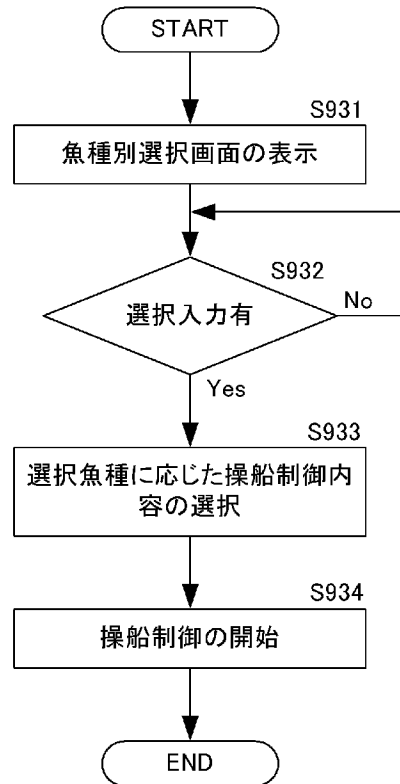
[図20]



[図21]



[図22]



[図23]

		ポイント	操船方法	定点種別
魚種	A	P_A	定点保持	魚礁
	B	P_B	定点保持流し	栈橋
	C	P_C	定点保持	ブイ
	D	P_D	定点通過流し	魚礁
	E	P_E	定点保持流し	橋

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63H25/42(2006.01)i, B63H21/21(2006.01)i, B63H25/04(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)

B63H25/00-25/52, B63H21/21

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-58696 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 05 March 1996 (05.03.1996), entire text; fig. 1 to 5 (Family: none)	5-6, 10-11, 14-16, 20, 23, 26-27 9, 17, 22, 28
Y	JP 2000-344193 A (Kabushiki Kaisha Fuji Royal), 12 December 2000 (12.12.2000), paragraph [0049]; fig. 7 (Family: none)	9, 22
Y	JP 2003-26095 A (Yanmar Co., Ltd.), 29 January 2003 (29.01.2003), paragraph [0002] (Family: none)	17, 28

☒ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 January, 2014 (07.01.14)

Date of mailing of the international search report
21 January, 2014 (21.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077891

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-61097 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 11 April 1983 (11.04.1983), entire text; fig. 3 (Family: none)	1-28
A	JP 7-165189 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 27 June 1995 (27.06.1995), paragraphs [0004] to [0006]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-28

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B63H25/42(2006.01)i, B63H21/21(2006.01)i, B63H25/04(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（I P C））

Int.Cl. B63H25/00-25/52, B63H21/21

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

C. 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
X	JP 8-58696 A（三井造船株式会社）1996.03.05, 全文, 第1-5図（ファミリーなし）	5-6, 10-11, 14-16, 20, 23, 26-27
Y		9, 17, 22, 28
Y	JP 2000-344193 A（株式会社不二ロイヤル）2000.12.12, 段落[0049], 第7図（ファミリーなし）	9, 22

☒ 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

0 7 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 1 . 2 0 1 4

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）

中村 泰二郎

3 D

3 2 1 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 1

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	JP 2003-26095 A (ヤンマー株式会社) 2003. 01. 29, 段落[0002] (ファミリーなし)	17, 28
A	JP 58-61097 A (三井造船株式会社) 1983. 04. 11, 全文, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-28
A	JP 7-165189 A (三井造船株式会社) 1995. 06. 27, 段落[0004]-[0006], 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-28