

(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
2015年9月3日(03.09.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/129337 A1

- (51) 国際特許分類:
G01P 5/00 (2006.01) **B63B 39/14** (2006.01)
G01P 13/00 (2006.01) **B63B 49/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051301
- (22) 国際出願日: 2015年1月20日(20.01.2015)
- (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 2014-034478 2014年2月25日(25.02.2014) 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).
- (72) 発明者: 今坂 尚志 (IMASAKA, Masashi); 〒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). 前野 仁 (MAENO, Hitoshi); 〒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). 川崎 千津 (KAWASAKI, Chizu); 〒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).

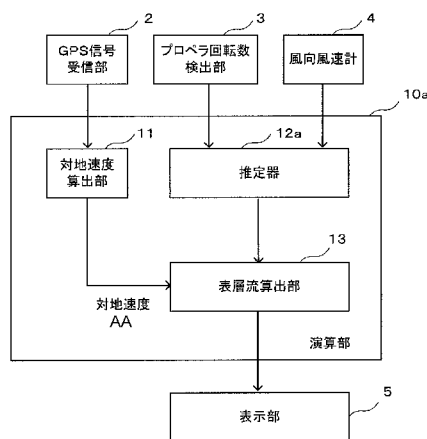
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

(54) Title: SURFACE CURRENT ESTIMATION DEVICE, SURFACE CURRENT ESTIMATION SYSTEM, OCEAN MODEL ESTIMATION DEVICE, AND RISK DETERMINATION DEVICE

(54) 発明の名称: 表層流推定装置、表層流推定システム、海洋モデル推定装置、及び危険度判定装置



- 2 GPS signal receiving unit
3 Propeller speed detection unit
4 Vane anemometer
5 Display unit
10a Computation unit
11 Groundspeed calculation unit
12a Estimator
13 Surface current calculation unit
AA Groundspeed

(57) Abstract: [Problem] To easily calculate the speed of a surface current. [Solution] A surface current estimation device (1a) provided with: a ground-speed calculation unit (11) for calculating a groundspeed vector of a ship at sea at a target point at which the ship is positioned; an estimator (12a) for receiving an input of the value at the target point of at least one parameter affecting a water speed vector of the ship, and estimating and outputting a value corresponding to conditions specified by combinations of received values as the water speed vector of the ship; and a surface current calculation unit (13) for calculating a surface current speed vector at the target point on the basis of the outputted value of the water speed vector estimated by the estimator (12a) and the groundspeed vector calculated by the groundspeed calculation unit (11).

(57) 要約: 【課題】表層流の速度を容易に算出する。【解決手段】海上において船舶が位置する対象地点における船舶の対地速度ベクトルを算出する対地速度算出部11と、船舶の対水速度ベクトルに影響を与える少なくとも1つのパラメータの、対象地点における値の入力を受け付けるとともに、受け付けられた各値の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を船舶の対水速度ベクトルと推定して出力する推定器12aと、推定器12aで推定された対水速度ベクトルとしての出力値と、対地速度算出部11で算出された対地速度ベクトルとに基づき、対象地点における表層流速度ベクトルを算出する表層流算出部13と、を備えた表層流推定装置1aを構成する。

明 細 書

発明の名称：

表層流推定装置、表層流推定システム、海洋モデル推定装置、及び危険度判定装置

技術分野

[0001] 本発明は、海洋の表層部分における海水の流れである表層流の速度を推定するための表層流推定装置及び表層流推定システム、並びにこれらを用いた海洋モデル推定装置、及び危険度判定装置、に関する。

背景技術

[0002] 従来より、海洋の表層部分の潮の流れである表層流の速度を推定するための手法として、例えば特許文献1に示すような手法が知られている。具体的には、特許文献1では、海洋レーダによって得られた受信信号にフーリエ変換を適用することにより表層流速度（表層流の速度）を求めている。

[0003] また、表層流の速度を推定するための別の手法として、超音波流速計などの機器を用いることも、一般的に知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-237477号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、上記特許文献1に開示される手法では、潮流の空間分布を知るための計算負荷が比較的大きく、表層流の算出に比較的時間がかかってしまう。

[0006] 一方、超音波流速計で表層流を測定する場合、船底に取り付けられた状態の超音波流速計よりも下の層の流れが計測される。すなわち、船舶の移動に比較的大きな影響を与える浅い層（海面から船底に亘る部分）の流れについ

ては、測定することができない。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するためのものであり、その目的は、表層流の速度を容易に算出することである。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係る表層流推定装置は、海上において船舶が位置する対象地点における表層流の速度ベクトルである表層流速度ベクトルを推定する表層流推定装置であって、前記対象地点における前記船舶の対地速度ベクトルを算出する対地速度算出部と、前記船舶の対水速度ベクトルに影響を与える少なくとも1つのパラメータの、前記対象地点における値の入力を受け付けるとともに、受け付けられた各前記値の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を、前記船舶の前記対水速度ベクトルと推定して出力する推定器と、前記推定器で推定された前記対水速度ベクトルとしての出力値と、前記対地速度算出部で算出された前記対地速度ベクトルとに基づき、前記対象地点における前記表層流速度ベクトルを算出する表層流算出部と、
を備えている。

[0009] なお、対地速度とは、地面に対する速度であり、対水速度とは、水（海水）に対する速度である。

[0010] (2) 好ましくは、前記推定器は、ニューラルネットワークを用いて、又は、前記各条件に対応する複数の前記対地速度ベクトルの平均値を前記出力値として出力するように、構成されている。

[0011] (3) 好ましくは、前記表層流推定装置は、前記推定器からの前記出力値と、前記対地速度算出部で算出された前記対地速度ベクトルとを比較するとともに、該出力値と該対地速度ベクトルとの誤差が少なくなるように、前記推定器を更新する更新部、を更に備えている。

[0012] (4) 更に好ましくは、前記推定器は、ニューラルネットワークを用いて構成され、それぞれに、前記少なくとも1つのパラメータのうちのいずれか

1つが入力される少なくとも1つの入力ユニットと、前記対水速度ベクトルとしての前記出力値を出力する出力ユニットとを有し、前記ニューラルネットワークにおける入力側のユニットから出力される値には、結合係数が乗算された後、出力側のユニットに伝送され、前記更新部は、前記出力値と、教師信号としての前記対地速度ベクトルとを比較するとともに、該出力値と該教師信号との誤差が少なくなるように、前記結合係数を更新する。

[0013] (5) 好ましくは、前記表層流算出部は、前記対地速度算出部で算出された前記対地速度ベクトルから、前記推定器で推定された前記対水速度ベクトルを減算することにより、前記表層流速度ベクトルを算出する。

[0014] (6) 好ましくは、前記表層流推定装置は、前記船舶に搭載され、GNSS信号を受信するGNSS信号受信部を更に備え、前記対地速度算出部は、前記GNSS信号受信部で受信されたGNSS信号、及び該GNSS信号が受信された時刻に基づき、前記対地速度ベクトルを算出する。

[0015] (7) 好ましくは、前記パラメータは、前記船舶のプロペラの回転数、風向及び風速に関する情報、前記船舶の舵角、前記船舶の喫水、波に関する情報、前記船舶のロール角、前記船舶のピッチ角、前記船舶のヒープの量、海況に関する情報、気象に関する情報、又は位置情報、である。

[0016] (8) 更に好ましくは、前記表層流推定装置は、前記プロペラの回転数を検出するプロペラ回転数検出部と、前記船舶に搭載される風速風向計と、を更に備え、前記推定器には、少なくとも、前記プロペラ回転数検出部で検出された前記プロペラの回転数と、前記風速風向計で計測された前記風向及び風速に関する情報と、が入力される。

[0017] (9) 好ましくは、前記表層流推定装置は、前記船舶としての自船に搭載されている。

[0018] (10) 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係る表層流推定システムは、前記船舶としての自船とは異なる場所に搭載された、上述したいずれかの表層流推定装置の対地速度算出部、推定器、及び表層流算出部を有する演算部と、前記自船に搭載され、該自船の前記対水速度ベクトルに

影響を与える前記少なくとも1つのパラメータの値を前記演算部に送信する送信部と、前記自船に搭載され、前記演算部で算出された前記対象地点における前記表層流速速度ベクトルを受信する受信部と、を備えている。

[0019] (11) 好ましくは、前記演算部は、他船における前記少なくとも1つのパラメータの値に基づいて、該他船が位置する地点における前記表層流速速度ベクトルも算出し、

前記受信部は、前記演算部によって算出された、前記他船が位置する地点における前記表層流速速度ベクトル、も受信する。

[0020] (12) 更に好ましくは、前記表層流推定システムは、海上における所望の領域が表示

されるとともに、該領域における前記自船の前記対象地点での前記表層流速速度ベクトルと、該領域における前記他船が位置する地点での前記表層流速速度ベクトルと、を表示可能な表示部、を更に備えている。

[0021] (13) 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係る海洋モデル推定装置は、上述したいずれかの表層流推定装置、又は、上述したいずれかの表層流推定システムを備え、前記表層流推定装置又は前記表層流推定システムの推定器は、第1推定器として設けられ、ニューラルネットワークを用いて構成され、自船の位置情報、及び現在の海況気象情報、を受け付けるとともに、受け付けられた各前記情報の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を出力値として出力するとともに、前記表層流推定装置又は前記表層流推定システムで算出された教師信号としての表層流速速度ベクトルと前記出力値との誤差が少なくなるように更新される第2推定器、を更に備えている。

[0022] (14) 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係る危険度判定装置は、上述したいずれかの表層流推定装置、又は、上述したいずれかの表層流推定システムと、少なくとも、前記表層流推定装置又は前記表層流推定システムで推定された表層流速速度ベクトルに基づいて、自船に対する波の危険度を判定する判定部と、を備えている。

[0023] また、他の局面に係る対水速度推定装置は、海上において船舶が位置する対象地点における該船舶の対水速度ベクトルを推定する対水速度推定装置であって、前記船舶のプロペラの回転数及び該船舶に作用する風向及び風速に関する情報の、前記対象地点における値の入力を受け付けるとともに、受け付けられた各前記値の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を、前記船舶の前記対水速度ベクトルと推定して出力する推定器、を備えていることを特徴とする。

[0024] 一般的に、自船の対水速度を測定する場合、例えば一例として、音響式の対水速度計が用いられる。しかしこの場合、対水速度計を自船に装備するために、船底に穴をあける等の大がかりな取付け作業が必要となってしまう。

[0025] 上記他の局面に係る対水速度推定装置は、上記課題を解決するためのものであり、その目的は、船舶に対する大がかりな取付け作業を必要とすることなく、容易に対水速度ベクトルを推定することである。

[0026] 上記他の局面に係る対水速度推定装置によれば、比較的容易に求めることができる船舶のプロペラの回転数、及び風向及び風速に関する情報に基づいて、船舶の対水速度を求めることができる。これにより、船舶に対する大がかりな取付け作業を必要とすることなく、容易に対水速度ベクトルを推定することができる。

[0027] 上記他の局面に係る対水速度推定装置において、好ましくは、前記推定器は、ニューラルネットワークを用いて構成されている。これにより、対水速度ベクトルを推定する推定器を適切に構成することができる。

[0028] 上記他の局面に係る対水速度推定装置において、好ましくは、前記プロペラの回転数を検出するプロペラ回転数検出部と、前記船舶に搭載される風向風速計と、を更に備え、前記推定器には、前記プロペラ回転数検出部で検出された前記プロペラの回転数と、前記風向風速計で計測された前記風向及び風速に関する情報と、が入力される。一般的な船舶には、プロペラ回転数検出部、及び風向風速計が設けられているものが多い。よって、これらを利用することで、対水速度ベクトルを検出するための新たな機器を船舶に装備す

ることなく、対水速度ベクトルを推定することができる。

発明の効果

[0029] 本発明によれば、表層流の速度を容易に算出できる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明の実施形態に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図1に示す推定器の構成の一例を示す模式図である。

[図3]対地速度、対水速度、及び表層流速度の関係を示すベクトル図である。

[図4]推定器からの出力値が、対水速度に収束する理由を説明するための図である。

[図5]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図6]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図7]図6に示す推定器について詳細に説明するための図である。

[図8]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図9]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図10]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図11]図10に示す学習係数設定処理部の構成を示すブロック図である。

[図12]記憶部に記憶されるテーブルと、そのテーブルの各セルに対応して記憶される自己組織化マップSOMと、を模式的に示す図である。

[図13]変形例に係る表層流推定装置の学習係数設定処理部の構成を示すブロック図である。

[図14]記憶部に記憶されるテーブルと、そのテーブルの各セルに対応して記憶される学習データとを示す図である。

[図15]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図16]図15に示す表示部に表示される広域表層流速度の分布図の一例を示す図である。

[図17]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図18]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図19]変形例に係る表層流推定装置の構成を示すブロック図である。

[図20]学習データの補完について説明するための模式図である。

[図21]海洋モデル推定装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図22]危険度判定装置の構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0031] 本発明の実施形態に係る表層流推定装置1について、図を参照して説明する。本発明の実施形態に係る表層流推定装置1は、自船（船舶）に搭載されている。表層流推定装置1は、自船位置における表層流の向き及び大きさ、すなわち自船位置における表層流の速度ベクトルを推定する。表層流推定装置1では、所定のタイミング毎に所定のパラメータ（本実施形態では、自船のプロペラの回転数、船首方向真風速、及び右舷方向真風速）が自動で求められるとともに、各パラメータの値の組み合わせにより特定される条件毎に、自船位置の表層流速度（表層流速度ベクトル）が算出される。なお、本実施形態での表層流とは、海面から自船の船底に亘る範囲程度の深さ範囲における流れである。

[0032] [全体構成]

図1は、本発明の実施形態に係る表層流推定装置1の構成を示すブロック図である。表層流推定装置1は、図1に示すように、GPS信号受信部2と、プロペラ回転数検出部3と、風向風速計4と、演算部10と、表示部5と、を備えている。

[0033] GPS信号受信部2は、航法衛星（図示省略）から送信される航法信号（GNSS信号）としてのGPS信号を受信するための、GNSS信号受信部として設けられている。GPS信号受信部2は、例えば、GPSアンテナによって構成されている。GPS信号受信部2で受信されたGPS信号（すなわち、自船の位置情報）は、該GPS信号が受信された時刻とともに、演算部10に通知される。

[0034] なお、本実施形態では、GNSS信号受信部としてGPS信号受信部2を用いているが、これに限らず、その他のGNSSシステムにおいて用いられ

る受信部を用いてもよい。ここで、GNSSとは、全地球航法衛星システム（GNSS ; Global Navigation Satellite Systems）の略語である。このGNSSは、米国により運営される「GPS」、欧州により運営される「GALLILEO」及びロシアにより運営される「GLONASS」等の総称である。

[0035] プロペラ回転数検出部3は、自船の推力を発生させるためのプロペラの単位時間当たりの回転数を検出するためのものであって、例えば、回転数を検出可能なセンサによって構成されている。プロペラ回転数検出部3で検出された回転数は、演算部10に通知される。

[0036] 風向風速計4は、風向及び風速に関する情報として、船首方向真風速及び右舷方向真風速を計測するためのものである。風向風速計4は、本実施形態に係る表層流推定装置1が搭載される自船における、周囲に風を遮る障害物がない場所に設置される。風向風速計4で計測された船首方向真風速及び右舷方向真風速は、演算部10に通知される。

[0037] 演算部10は、GPS信号受信部2、プロペラ回転数検出部3、及び風向風速計4から通知された各種情報に基づき、所定のタイミング毎に、自船位置（対象地点）における表層流を推定する。演算部10は、対地速度算出部11と、推定器12と、表層流算出部13と、結合係数更新部14と、を備えている。

[0038] 対地速度算出部11は、GPS信号受信部2から通知される自船の位置情報、及びその自船位置情報が取得された時刻に基づき、自船の対地速度（対地速度ベクトル）を算出する。具体的には、対地速度算出部11は、少なくとも2つのタイミングにおける自船位置、及び各自船位置の位置情報が取得された時刻に基づき、自船の対地速度を算出する。対地速度算出部11は、このようにして算出した対地速度を、表層流算出部13、及び結合係数更新部14と、に通知する。

[0039] 推定器12は、自船の対水速度を推定するように構成されている。本実施形態では、推定器12には、プロペラ回転数検出部3で検出された自船のプ

ロペラの回転数、及び風向風速計で計測された船首方向真風速及び右舷方向真風速、が入力される。推定器 1 2 は、これらの入力値の組み合わせによって特定される条件（ある回転数、ある船首方向真風速、及びある右舷方向真風速の組み合わせで特定される条件）に対応する値を、対水速度（対水速度ベクトル、本実施形態では、船首方向対水速度及び右舷方向対水速度）として、表層流算出部 1 3 に出力する。

[0040] 図 2 は、推定器 1 2 の構成の一例を模式的に示す図である。本実施形態では、推定器 1 2 は、一般的に知られているニューラルネットワークを用いて構成されている。具体的には、推定器 1 2 は、入力層を構成する複数の入力ユニット U_{IN_1} , U_{IN_2} , U_{IN_3} と、隠れ層を構成する複数の中間ユニット U_{MID_1} , U_{MID_2} , U_{MID_3} と、出力層を構成する出力ユニット U_{OUT_1} , U_{OUT_2} と、を備えている。なお、図 2 に示す推定器 1 2 の構成はあくまで一例であり、各層におけるユニット数、隠れ層の層数については、図 2 に示す限りでない。

[0041] 推定器 1 2 では、各入力ユニット U_{IN_1} , U_{IN_2} , U_{IN_3} に各入力値（プロペラの回転数等）が入力されると、それらの入力値に対して結合係数 $W_{i,j}$ が乗算されて、隠れ層の中間ユニット U_{MID_1} , U_{MID_2} , U_{MID_3} に出力される。

隠れ層の各中間ユニット U_{MID_1} , U_{MID_2} , U_{MID_3} は、入力された各値を合計し、その合計値に基づく値に結合係数 $W_{m,o}$ を乗算して出力ユニット U_{OUT_1} , U_{OUT_2} に出力する。出力ユニット U_{OUT_1} , U_{OUT_2} は、入力された各値を合計し、その合計値に基づく値を出力値として、表層流算出部 1 3 及び結合係数更新部 1 4 に出力する。なお、上記推定器 1 2 に入力される値は、必ずしも、プロペラ回転数等、パラメータの値そのもののでなくてもよく、それらのパラメータと一対一の関係にある数値（例えば一例として、回転数と比例して変化する電圧値）等であってもよい。

[0042] 推定器 1 2 では、初期状態においては、各結合係数 W に適当な初期値が設定されている。そして、各結合係数 W は、結合係数更新部 1 4 によって随時

、更新される。具体的には、各結合係数 W は、推定器 1 2 から出力される出力値と、対地速度算出部 1 1 で算出された対地速度（教師信号）との誤差が少なくなるように、結合係数更新部 1 4 によって更新される。これにより、推定器 1 2 から出力される出力値は、詳しくは後述するが、結合係数 W が更新される毎に、自船の対水速度に収束していく。

[0043] 表層流算出部 1 3 は、推定器 1 2 から出力された対水速度としての出力値、及び対地速度算出部 1 1 で算出された対地速度に基づき、表層流の速度である表層流速度（表層流速度ベクトル）を算出する。具体的には、表層流算出部 1 3 は、対地速度から対水速度を減算することにより、表層流速度を算出する。

[0044] 図 3 は、対地速度ベクトル V_G と、対水速度ベクトル V_W と、表層流速度ベクトル V_T との関係を示すベクトル図である。対地速度 V_G は、地表に対する速度であり、対水速度 V_W は、水面（海面）に対する速度である。また、表層流は、海の表層の部分における水の流れである。よって、対地速度ベクトル V_G 、対水速度ベクトル V_W 、及び表層流速度ベクトル V_T の関係は、図 3 に示すように表すことができる。よって、表層流算出部 1 3 が、上述のように、対地速度 V_G から対水速度 V_W を減算することにより、表層流速度 V_T が算出される。

[0045] 結合係数更新部 1 4 は、推定器 1 2 から出力される出力値と、対地速度算出部 1 1 で算出された対地速度（教師信号）との誤差が少なくなるように、推定器 1 2 の結合係数 W を更新する。結合係数更新部 1 4 は、例えば一例として、バックプロパゲーション（誤差逆伝播法）を用いて、結合係数 W を更新する。

[0046] 表示部 5 には、表層流算出部 1 3 で算出された表層流の向き及び大きさが表示される。これにより、ユーザは、自船位置における表層流の速度を知ることができる。

[0047] [推定器から出力される出力値について]

図 4 は、推定器 1 2 から出力される出力値が、該推定器 1 2 の結合係数 W

が更新される毎に、対水速度に収束していく理由を説明するための図である。上述のように、推定器 12 に記憶される各結合係数 W は、推定器 12 から随時出力される値と、随時算出される教師信号としての対地速度との誤差が小さくなるように、結合係数更新部 14 によって更新される。

[0048] 表層流は、海域、時刻、気象条件等に起因して、その大きさ及び向きが異なる。よって、対水速度が同じ場合（すなわち、プロペラの回転数、船首方向真風速、及び右舷方向真風速が同じ場合）における対地速度には、あらゆる大きさ及び向きの表層流速度の成分が含まれていると考えられる。よって、これらを平均化すると（図 4 の場合における $V_{G1} \sim V_{G6}$ を平均化すると）、表層流速度成分が互いに打ち消し合い、対水速度成分が残る。すなわち、推定器 12 の結合係数 W が、上述のように、推定器 12 の出力値と対地速度との誤差が小さくなるように更新されていくと、対地速度に含まれる表層流速度成分の影響が徐々に小さくなるため、推定器 12 の出力値は、対水速度に収束していく。従って、学習が十分進んだ段階においては（すなわち、結合係数が十分な回数、更新された段階においては）、推定器 12 からの出力値を、対水速度と推定することができる。

[0049] 表層流推定装置 1 では、自船の航行中の所定のタイミング毎に、プロペラ回転数検出部 3 によって回転数が検出されるとともに、風向風速計 4 によって船首方向真風速及び右舷方向真風速が計測され、これらの情報は随時、推定器 12 に出力される。推定器 12 は、これらに基づき、自船の航行中において随時更新される結合係数 W を用いて、上記出力値を生成する。

[0050] なお、本実施形態におけるプロペラ回転数検出部 3、風向風速計 4、及び推定器 12 によって、対水速度を推定する対水速度推定装置が構成される。また、この対水速度推定装置は、GPS 信号受信部 2、対地速度算出部 11、及び結合係数更新部 14、を備えていてもよい。この対水速度推定装置で推定された対水速度（推定器 12 の出力値）を、表示部 5 に表示することにより、ユーザに対水速度を知らせることもできる。なお、以下で説明する各

変形例におけるプロペラ回転数検出部、風向風速計、及び推定器も、上述の場合と同様、対水速度を推定する対水速度推定装置として利用することができる。

[0051] [効果]

以上のように、本実施形態に係る表層流推定装置 1 では、対地速度算出部 11 で算出された対地速度、及び推定器 12 によって推定された対水速度に基づいて、表層流を算出している。これにより、船舶の移動に比較的大きな影響を与える海面付近の表層流を、比較的容易に推定することができる。

[0052] 従って、本実施形態に係る表層流推定装置 1 によれば、表層流の速度を容易に算出できる。

[0053] また、表層流推定装置 1 では、推定器 12 を、ニューラルネットワークを用いて構成している。これにより、対水速度を出力可能な推定器 12 を適切に構成することができる。

[0054] また、表層流推定装置 1 では、推定器 12 の出力値と、対地速度算出部 11 で算出された対地速度との誤差が少なくなるように、推定器 12 を更新している。これにより、学習機能を備えた推定器 12 を構成することができる。しかも、表層流推定装置 1 では、正確な対水速度を推定するために必要な多量のデータを航行中に蓄積することができるため、学習データ（ある条件時における対地速度のデータ）を予め準備する手間を省くことができる。

[0055] また、表層流推定装置 1 では、航行しながら取得したリアルタイムなデータを用いて推定器 12 を更新しているため、例えば公的機関から配信される潮流情報からは得ることができない、自船位置の局所的な表層流を知ることができる。

[0056] また、表層流推定装置 1 では、上述のようなリアルタイムなデータを用いて推定器 12 を更新しているため、現時点での船舶の状態（経年劣化、汚損状態等）に対応して推定器 12 が更新される。これにより、船舶状態に関係なく、精度良く表層流を推定することができる。

[0057] また、表層流推定装置 1 では、推定器 12 の出力値と、対地速度算出部 1

1で算出された対地速度との誤差が少なくなるように、推定器12に記憶された結合係数Wを更新している。これにより、推定器12を適切に更新することができる。

[0058] また、表層流推定装置1では、対地速度から対水速度を減算することにより、表層流速度を算出している。これにより、表層流速度を、更に容易に算出することができる。

[0059] また、表層流推定装置1では、広く普及しているGNSS、特にGPSを利用して、対地速度を正確に算出することができる。しかも、一般的な船舶には、GPSアンテナが搭載されている場合が多いため、新たな装置等を導入することなく、対地速度を算出することができる。

[0060] また、表層流推定装置1では、推定器12が、船の対水速度に大きな影響を与えるパラメータである船舶のプロペラの回転数、船首方向真風速、及び右舷方向真風速、の各値の組み合わせにより特定される条件時における対水速度を推定している。これにより、比較的少ないパラメータを用いて、対水速度を効率的に推定することができる。しかも、これらのパラメータは、比較的容易に測定することができるため、容易に対水速度を推定できる。

[0061] また、表層流推定装置1では、自船に搭載されたプロペラ回転数検出部3及び風向風速計4により、プロペラの回転数、船首方向真風速、及び右舷方向真風速を検出している。一般的な船舶には、このような検出部3及び風向風速計4が搭載されていることが多いため、新たなセンサ等を搭載することなく、表層流速度を推定することができる。

[0062] また、本実施形態では、表層流推定装置1は、自船に搭載されている。これにより、自船付近の表層流速度を推定することができる。

[0063] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

[0064] [変形例]

(1) 図5は、変形例に係る表層流推定装置1aの構成を示すブロック図

である。本変形例に係る表層流推定装置 1 a は、図 1 に示す表層流推定装置 1 と異なり、結合係数更新部 1 4 が省略された構成となっている。すなわち、本変形例に係る表層流推定装置 1 a は、学習機能を有さない。

[0065] 本変形例に係る表層流推定装置 1 a では、予め取得された多くの学習データ（ある条件時における対地速度のデータ）に基づいて結合係数 W が決定された推定器 1 2 a によって、対水速度としての出力値が出力される。このような構成であっても、上記実施形態の場合と同様、表層流を容易に算出することができる。

[0066] (2) 図 6 は、変形例に係る表層流推定装置 1 b の構成を示すブロック図である。本変形例に係る表層流推定装置 1 b は、上記実施形態に係る表層流推定装置 1 と比べて、推定器 1 2 b の構成が大きく異なっている。具体的には、推定器 1 2 b が、ニューラルネットワークを用いて構成されておらず、記憶部 1 5 及び更新部 1 6 を備えた構成となっている。

[0067] 図 7 は、図 6 に示す推定器 1 2 b について詳細に説明するための図である。

[0068] 記憶部 1 5 には、図 7 に示すように、マトリックス状のテーブルが記憶されている。このテーブルには、風速風向の各値 ($X_1, X_2, X_3, \dots$) 及び回転数の各値 ($R_1, R_2, R_3, \dots$) の組み合わせによって特定される各条件（テーブルの各セルに対応）のときに算出された、対地速度が記憶されている。図 7 では、1 つの対地速度の値が、1 つの丸印で示されている。すなわち、記憶部 1 5 には、例えば、風速風向の値が X_1 であり且つ回転数の値が R_1 のときに算出された対地速度の値が、5 つ、記憶されている。

[0069] 推定器 1 2 b に、プロペラ回転数検出部 3 で検出された回転数（例えば R_2 ）と、風向風速計 4 で計測された風向風速（例えば X_3 ）と、が入力されると、推定器 1 2 b は、回転数が R_2 であり且つ風向風速が X_3 であるセルに含まれる対地速度（図 7 の場合、11 個）の平均値を算出する。そして、推定器 1 2 b は、その平均値を出力値として出力する。

[0070] 図4を用いて上述したように、ある条件（ある回転数及びある風向風速の組み合わせで特定される条件）における対地速度を平均化すると、対地速度に含まれる表層流速度成分が互いに相殺されるため、その平均値は、対水速度に近い値になる。従って、本変形例に係る推定器12bによっても、適切に対水速度を推定することができる。

[0071] 更新部16は、推定器12bに入力された回転数及び風向風速が検出されたタイミングにおいて算出された対地速度を用いて、記憶部15に記憶されているテーブルを更新する。具体的には、所定の回転数（例えばR3）及び所定の風向風速（例えばX2）に算出された対地速度を、R3及びX2で特定されるセルに追加する。この動作が随時、行われることにより、航行中であっても学習データが蓄積され、より正確に対水速度を推定することができる。すなわち、本変形例に係る推定器12bも、学習機能を有している。その結果、より正確に表層流速度を算出できる。

[0072] なお、本変形例において更新部16を省略した構成とすることにより、学習機能を有さない表層流推定装置1cを構成することができる（図8参照）。この場合、記憶部15に、予め所得した複数の学習データ（図7における丸印1つに対応するデータ）を記憶させておく必要がある。

[0073] （3）図9は、変形例に係る表層流推定装置1dの構成を示すブロック図である。本変形例では、推定器12dに入力される入力値として、プロペラの回転数、船首方向真風速、及び右舷方向真風速の他に、舵角、喫水（水上に浮かんだ状態における船舶の船底から水面までの距離）、等が入力される。そして、推定器12dは、これらの各パラメータの各値の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を、出力値として出力する。これにより、対水速度に影響するパラメータとして、より多くのパラメータを考慮に入れることができるため、対水速度をより正確に求めることができる。

[0074] なお、図9において図示は省略したが、推定器12dに入力されるパラメータとして、波に関する情報、船舶のロール角、船舶のピッチ角、船舶のヒープの量、海況に関する情報、気象に関する情報、位置情報、等を含めるこ

ともできる。これにより、更に正確な対水速度を求めることができる。

[0075] (4) 図 10 は、変形例に係る表層流推定装置 1 e の構成を示すブロック図である。本変形例に係る表層流推定装置 1 e は、学習係数設定処理部 20 を更に備えている。

[0076] 推定器 12 e は、上記実施形態の場合と同様、ニューラルネットワークを用いて構成されるとともに、いわゆる教師あり学習によって結合係数が随時、更新されるように構成されている。表層流推定装置 1 e では、該推定器 12 e からの出力値と教師信号（対地速度）との誤差が計算される。そして、表層流推定装置 1 e は、その誤差を学習信号として出力層側のユニットから入力層側のユニットへ伝播させながら、結合係数 W を更新していく。結合係数の修正量は、次の (1) 式で与えられる。

[0077] [数 1]

$$\Delta W_{i,j}^{n,n-1}(t) = \eta \delta_i^n X_j^{n-1} + \alpha \Delta W_{i,j}^{n,n-1}(t-1) \dots (1)$$

[0078] 式 (1) において、 $\Delta W_{i,j}^{n,n-1}(t)$ は、 $n-1$ 層のユニット j と n 層のユニット i の間の結合の重みに対する修正量、 η は学習係数、 δ_i^n は n 層目のユニット i から $n-1$ 層の各ユニットへ戻される学習信号、 X_j^{n-1} は $n-1$ 層のユニット j の出力値、 α は安定化係数、 $\Delta W_{i,j}^{n,n-1}(t-1)$ は前回の修正量、を示す。なお、 $n-1$ 層目の層は、 n 層目の層よりも 1 つ、入力側の層である。

[0079] 図 11 は、学習係数設定処理部 20 の構成を示すブロック図である。学習係数設定処理部 20 は、式 (1) における学習係数を随時、設定するためのものである。学習係数設定処理部 20 は、図 11 に示すように、記憶部 21 と、SOM 更新部 22 と、カウント部 23 と、学習係数算出部 24 と、学習係数設定部 25 と、を有している。

[0080] 図 12 は、記憶部 21 に記憶されるテーブルと、そのテーブルの各セルに対応して記憶される自己組織化マップ SOM と、を模式的に示す図である。図 12 に示すように、記憶部 21 には、所定のプロペラ回転数毎及び所定の風速風向毎にメッシュ状に切られたテーブルが記憶されている。このテーブ

ルの各セルには、対応する自己組織化マップSOMが記憶されている。本変形例の各自己組織化マップSOMは、 $n \times n$ 個のユニットで構成された2次元SOMである。各ユニットには、入力ベクトルと同次元の参照ベクトルが記憶されている。初期状態（学習が行われていない状態）では、各ユニットには、適当な参照ベクトルが設定されている。

[0081] SOM更新部22は、入力ベクトル（所定のタイミング毎に入力されるプロペラの回転数、風向風速、対地速度、等で構成されるベクトル）に応じて、SOMを更新する。具体的には、SOM更新部22は、入力された回転数及び風向風速が含まれるセルに記憶されるSOMを、以下のようにして更新する。

[0082] 具体的には、SOM更新部22は、入力ベクトルとのユークリッド距離が最も近いユニットを勝者ユニットとし、その勝者ユニットに記憶される参照ベクトルと、勝者ユニットの周囲のユニットに記憶される参照ベクトルとを、次の（2）式に基づいて、更新する。

[0083] [数2]

$$m_i(t+1) = m_i(t) + h_i(t) [x(t) - m_i(t)] \cdots (2)$$

[0084] 但し、 m_i は参照ベクトル、 $x(t)$ は入力ベクトル、 h_i は、 $c \cdot \exp(-dis^2/\alpha^2)$ で表される近傍関数である。近傍関数において、 c は学習率係数、 $dis = |x - m_c|$ である。ここで、 m_c は、 $x(t)$ とのユークリッド距離を最小にする参照ベクトルである。

[0085] SOM更新部22は、随時入力される入力ベクトルによって、上述した式（2）を用いて、自己組織化マップSOMを随時、更新する。

[0086] カウント部23は、入力ベクトルとの差（ユークリッド距離）がある閾値以下となる参照ベクトルを有するユニットの数をカウントする。

[0087] 学習係数算出部24は、カウント部23でカウントされた値の逆数を取り、その値を学習係数として算出する。すなわち、カウント値が多い場合（類似する入力データが多い場合）には学習係数が小さくなり、カウント値が少ない場合（類似する入力データが少ない場合）には学習係数が大きくなる。

- [0088] 学習係数設定部 25 は、学習係数算出部 24 で算出された値を、推定器 12e に通知し、(1) 式における学習係数 η として設定する。推定器 12e は、その学習係数 η を用いて、(1) 式に基づいて結合係数を更新した後、更新された結合係数に基づいて、対水速度ベクトルを算出する。
- [0089] 本変形例によれば、類似する学習データ（入力ベクトル）が多数、蓄積されている場合には、学習係数が小さくなる。この場合、上述した式 (1) より明らかなように、結合係数の修正量 $\Delta W_{i,j}^{n,n-1}(t)$ が小さくなる。一方、類似する学習データが蓄積されていない、又は少ししか蓄積されていない場合には、学習係数が大きくなる。この場合、式 (1) より明らかなように、結合係数の修正量が大きくなる。これにより、本変形例によれば、類似する学習データが多く蓄積されることに起因する、推定器からの出力値の偏りを抑制することができる。
- [0090] (5) 図 13 は、変形例に係る表層流推定装置の学習係数設定処理部 26 の構成を示すブロック図である。本変形例に係る学習係数設定処理部 26 は、上述した変形例の学習係数設定処理部 20 の場合と同様、ニューラルネットワークを用いて構成された推定器で用いられる式 (1) の学習係数 η を設定するためのものである。しかし、本変形例に係る学習係数設定処理部 26 は、上述した変形例の学習係数設定処理部 20 と構成が異なる。本変形例の学習係数設定処理部 26 は、図 13 に示すように、記憶部 27 と、学習係数算出部 28 と、学習係数設定部 29 と、を有している。
- [0091] 図 14 は、記憶部 27 に記憶されるテーブルと、そのテーブルの各セル（各エリア）に対応して記憶される学習データとを示す図である。図 14 に示すように、記憶部 27 には、上述した変形例の場合と同様、所定のプロペラ回転数毎及び所定の風速風向毎にメッシュ状に切られたテーブルが記憶されている。本変形例では、各エリアに記憶されている学習データが、各学習データの対地速度に応じてマッピングされている。具体的には、図 14 に示すように、所定の船首方向対地速度毎、及び所定の右舷方向対地速度毎にメッシュ状に切られた複数のサブエリアを有するマップにおいて、各学習データ

が、対地速度に応じてマッピングされている。

[0092] 学習係数算出部 28 は、直近で入力された学習データが含まれるサブエリアに記憶される学習データの数（図 14 の場合は 4）を、該サブエリアが含まれるエリアの全サブエリアのうち最も学習データの数が多いサブエリアに記憶される学習データの数（図 14 の場合はサブエリア A の 10）で除算した値の逆数を正規化した値を、学習係数として設定する。そして、学習係数設定部 29 は、上記変形例の学習係数設定部 25 と同様、学習係数算出部 28 で設定された学習係数を推定器に通知し、（1）式における学習係数 η として設定する。このような構成であっても、学習係数を適切に設定することができる。

[0093] （6）図 15 は、変形例に係る表層流推定装置 1 f の構成を示すブロック図である。本変形例に係る表層流推定装置 1 f は、自船付近の表層流速度だけでなく、他の海域における表層流速度を知ることができるように構成されている。本変形例に係る表層流推定装置 1 f は、他船情報受信部 17 を備えている。

[0094] 他船情報受信部 17 は、海上を航行する他船の位置情報、他船が位置する地点における表層流速度、等の情報を他船から受信するためのものであり、例えばアンテナ等によって構成されている。他船情報受信部 17 は、海上を航行する他船が通過した各地点における表層流速度情報を随時、他船から受信する。

[0095] 図 16 は、本変形例の表示部 5 a に表示される広域表層流速度の分布図の一例を示す図である。本変形例の表示部 5 a には、図 16 に示すように、所定の海域において他船が通過した地点のそれぞれで算出された表層流速度が表示される。図 16 に示す例では、画面に表示される矢印の向きが表層流の向きを示し、矢印の大きさが表層流の速さを示している。

[0096] このように、本変形例に係る表層流推定装置 1 f によれば、自船位置付近の表層流速度だけでなく、自船が通過していない地点の表層流速度も知るこ

とができる。そして、このように広域表層流分布を得ることで、今後自船が通過すると予想される地点における表層流を知ることができ、目標地点への到達時刻の予測、及び燃費計算において有用な情報として利用することができる。

[0097] (7) 図17は、変形例に係る表層流推定装置1gの構成を示すブロック図である。本変形例に係る表層流推定装置1gは、図15を参照して説明した表層流推定装置1fと比べて、他船の表層流速度を算出する他船演算部18を備えている点において、図15に示す表層流推定装置1fと異なっている。

[0098] 本変形例では、他船情報受信部17aが、他船のプロペラ回転数、風向風速情報、位置情報、等を、随時、取得する。そして、他船演算部18が、これらの情報に基づいて、他船が通過した地点における表層流速度を算出する。このようにして算出された他船通過地点における表層流速度ベクトルは、自船が通過した地点における表層流速度ベクトルとともに、表示部5aに表示される(図16参照)。

[0099] (8) 図18は、変形例に係る表層流推定装置1hの構成を示すブロック図である。本変形例では、表層流推定装置1hの一部を構成するGPS信号受信部2等と、演算部10hとが、別々の場所に搭載されている。具体的には、本変形例では、GPS信号受信部2と、プロペラ回転数検出部3と、風向風速計4とが、自船に搭載され、演算部10hが、例えば陸地に設置されたデータセンタ30に設けられている。そして、本変形例に係る表層流推定装置1hは、自船に搭載された送信部19a及び受信部19bを備えている。

[0100] 送信部19aは、GPS信号受信部2、プロペラ回転数検出部3、及び風向風速計4で検出された各種データを、アンテナを介してデータセンタ30に送信する。データセンタ30の演算部10hでは、当該各種データに基づいて、上記実施形態の場合と同様、表層流速度を算出する。演算部10hは、自船が通過した各地点における表層流速度を算出し、これらをデータベ-

ス部 31 に保存する。受信部 19b は、データベース部 31 に保存された表層流速データを受信する。このデータは、表示部 5 に表示される。

[0101] 本変形例では、上記実施形態の場合と異なり、比較的計算負荷の大きい演算部を、自船とは異なる場所に設けることができる。これにより、自船に演算部を搭載しなくても、自船位置における表層流速を推定することができる。

[0102] なお、本変形例において、他船に関する情報をデータセンタ 30 に集め、これらに基づいて他船位置における表層流速をも算出することで、広域表層流分布を求めることができる（図 19 参照）。

[0103] （9）また、上述した実施形態及び各変形例において、学習データの蓄積が十分でない場合に、学習データを補完することもできる。

[0104] 図 20 は、学習データの補完について説明するための模式図である。船舶の形状は概ね左右対称であるため、風力特性（風向風速に起因する船の進行速度）も、左右対称となることが予想される。具体的には、例えば、ある条件下で航行している船が、左舷後方 45 度の風を受けた場合と、右舷後方 45 度の風（風速の大きさは互いに同じ）を受けた場合とでは、その進行方向が左右対称になると予想される。よって、図 20 を参照して、例えば、プロペラ回転数が所定の回転数、風向が左舷後方 45 度、風速が所定の大きさ、のときに、対地速度が V_G であった場合、その学習データに基づいて、以下のようにデータを補完することができる。具体的には、プロペラ回転数及び風速の大きさは上記学習データと同じであり、風向が右舷後方 45 度、のときの学習データとして、左右反転させたベクトル V'_G を補完することができる。このように学習データを補完することにより、例えば学習データの蓄積が不十分な初期段階であっても、精度よく表層流を推定することができる。

[0105] （10）図 21 は、海洋モデル推定装置 35 の一例を示すブロック図である。海洋モデル推定装置 35 は、上述した表層流推定装置を備えた装置であって、海況気象情報に応じた、海洋の各位置固有の表層流速、すなわち位

置固有の海洋モデルを推定するためのものである。

[0106] 海洋モデル推定装置 35 は、図 21 に示すように、上述した表層流推定装置の他に、第 2 推定器 36 と、結合係数更新部 37 と、を備えている。

[0107] 第 2 推定器 36 は、上記実施形態に係る推定器 12 の場合と同様、ニューラルネットワークを用いて構成されている。そして、第 2 推定器 36 は、入力される位置情報及び海況気象情報に応じた表層流速度を、出力値として出力するように構成されている。なお、海況情報としては、例えば、潮位、気圧、海水温、等が挙げられる。

[0108] 結合係数更新部 37 は、表層流算出部 13 で算出された表層流速度と、第 2 推定器で推定された出力値とを比較して、その誤差が少なくなるように、第 2 推定器 36 の結合係数を更新する。

[0109] 上述のように構成された海洋モデル推定装置 35 によれば、海況気象情報を入力値として用いているため、海況及び気象に応じた、その位置固有の表層流速度を知ることができる。そして、位置固有の表層流速度を、海上における各地点において算出し、それをデータとして蓄積することで、例えば、世界中の海洋モデルを構築することができる。

[0110] (11) 図 22 は、危険度判定装置 40 の構成の一例を示すブロック図である。危険度判定装置 40 は、上述した表層流推定装置を備えた装置であって、自船に対する波の危険度を判定するためのものである。

[0111] 危険度判定装置 40 は、図 22 に示すように、上述した表層流推定装置の他に、スペクトル分解部 41 と、危険度判定部 42 と、を備えている。なお、図 22 に示す表層流推定装置では、対地速度算出部 11 が、3 軸方向（水平面方向及び鉛直方向）における対地速度を算出し、推定器 12 が、3 軸方向における対水速度を算出する。これにより、表層流算出部 13 は、波成分が含まれた表層流速度を算出する。

[0112] スペクトル分解部 41 は、表層流算出部 13 で算出された、波成分が含まれた表層流速度を、DC 成分（直流成分）と AC 成分（交流成分）とに分解する。スペクトル分解部 41 は、これらを、危険度判定部 42 に出力する。

[0113] 危険度判定部42は、スペクトル分解部41からの各出力値を総合的に判断して、自船に対する波の危険度を判定する。具体的には、例えば一例として、危険度判定部42は、DC成分及びAC成分が比較的小さい場合には危険度が低いと判定し、DC成分及びAC成分が大きい場合には危険度が高いと判定する。この判定結果は、表示部5bに出力される。

[0114] 上述のように構成された危険度判定装置40によれば、船底に送受波器等の装置を新たに装備することなく、一般的な船舶に搭載されたGPS信号受信部2等を利用して得られた海面状態に基づいて、自船に対する波の危険度を知ることができる。

[0115] なお、図22に示す危険度判定装置40において、船のロール（船の前後方向を軸とした左右への揺れ）、ピッチ（船の左右方向を軸とした前後方向への揺れ）等を更に参照して、危険度を判定してもよい。

符号の説明

[0116]	1, 1a, 1b, 1c, ..., 1k	表層流推定装置
	11	対地速度算出部
	12, 12a, 12b, ..., 12e	推定器
	13	表層流算出部

請求の範囲

- [請求項1] 海上において船舶が位置する対象地点における表層流の速度ベクトルである表層流速度ベクトルを推定する表層流推定装置であって、
- 前記対象地点における前記船舶の対地速度ベクトルを算出する対地速度算出部と、
- 前記船舶の対水速度ベクトルに影響を与える少なくとも1つのパラメータの、前記対象地点における値の入力を受け付けるとともに、受け付けられた各前記値の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を、前記船舶の前記対水速度ベクトルと推定して出力する推定器と、
- 前記推定器で推定された前記対水速度ベクトルとしての出力値と、前記対地速度算出部で算出された前記対地速度ベクトルとに基づき、前記対象地点における前記表層流速度ベクトルを算出する表層流算出部と、
- を備えていることを特徴とする、表層流推定装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の表層流推定装置において、
- 前記推定器は、ニューラルネットワークを用いて、又は、前記各条件に対応する複数の前記対地速度ベクトルの平均値を前記出力値として出力するように、構成されていることを特徴とする、表層流推定装置。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の表層流推定装置において、
- 前記推定器からの前記出力値と、前記対地速度算出部で算出された前記対地速度ベクトルとを比較するとともに、該出力値と該対地速度ベクトルとの誤差が少なくなるように、前記推定器を更新する更新部と、
- を更に備えていることを特徴とする、表層流推定装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の表層流推定装置において、
- 前記推定器は、ニューラルネットワークを用いて構成され、

それぞれに、前記少なくとも1つのパラメータのうちのいずれか1つが入力される少なくとも1つの入力ユニットと、

前記対水速度ベクトルとしての前記出力値を出力する出力ユニットと

を有し、

前記ニューラルネットワークにおける入力側のユニットから出力される値には、結合係数が乗算された後、出力側のユニットに伝送され、

前記更新部は、前記出力値と、教師信号としての前記対地速度ベクトルとを比較するとともに、該出力値と該教師信号との誤差が少なくなるように、前記結合係数を更新することを特徴とする、表層流推定装置。

[請求項5] 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の表層流推定装置において、

前記表層流算出部は、前記対地速度算出部で算出された前記対地速度ベクトルから、前記推定器で推定された前記対水速度ベクトルを減算することにより、前記表層流速度ベクトルを算出することを特徴とする、表層流推定装置。

[請求項6] 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の表層流推定装置において、

前記船舶に搭載され、GNSS信号を受信するGNSS信号受信部を更に備え、

前記対地速度算出部は、前記GNSS信号受信部で受信されたGNSS信号、及び該GNSS信号が受信された時刻に基づき、前記対地速度ベクトルを算出することを特徴とする、表層流推定装置。

[請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の表層流推定装置において、

前記パラメータは、前記船舶のプロペラの回転数、風向及び風速に

関する情報、前記船

舶の舵角、前記船舶の喫水、波に関する情報、前記船舶のロール角、前記船舶のピッチ角、前記船舶のヒープの量、海況に関する情報、気象に関する情報、又は位置情報、であることを特徴とする、表層流推定装置。

[請求項8] 請求項7に記載の表層流推定装置において、
前記プロペラの回転数を検出するプロペラ回転数検出部と、
前記船舶に搭載される風速風向計と、を更に備え、
前記推定器には、少なくとも、前記プロペラ回転数検出部で検出された前記プロペラの回転数と、前記風速風向計で計測された前記風向及び風速に関する情報と、が入力されることを特徴とする、表層流推定装置。

[請求項9] 請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の表層流推定装置において、
前記船舶としての自船に搭載されていることを特徴とする、表層流推定装置。

[請求項10] 前記船舶としての自船とは異なる場所に搭載された、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の表層流推定装置の対地速度算出部、推定器、及び表層流算出部を有する演算部と、

前記自船に搭載され、該自船の前記対水速度ベクトルに影響を与える前記少なくとも1つのパラメータの値を前記演算部に送信する送信部と、

前記自船に搭載され、前記演算部で算出された前記対象地点における前記表層流速度ベクトルを受信する受信部と、

を備えていることを特徴とする、表層流推定システム。

[請求項11] 請求項10に記載の表層流推定システムにおいて、
前記演算部は、他船における前記少なくとも1つのパラメータの値に基づいて、該他船が位置する地点における前記表層流速度ベクトル

も算出し、

前記受信部は、前記演算部によって算出された、前記他船が位置する地点における前記表層流速度ベクトル、も受信することを特徴とする、表層流推定システム。

[請求項12]

請求項11に記載の表層流推定システムにおいて、

海上における所望の領域が表示されるとともに、該領域における前記自船の前記対象地点での前記表層流速度ベクトルと、該領域における前記他船が位置する地点での前記表層流速度ベクトルと、を表示可能な表示部、を更に備えていることを特徴とする、表層流推定システム。

[請求項13]

請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の表層流推定装置、又は、請求項10若しくは請求項11に記載の表層流推定システムを備え、

前記表層流推定装置又は前記表層流推定システムの推定器は、第1推定器として設けられ、

ニューラルネットワークを用いて構成され、自船の位置情報、及び現在の海況気象情報、を受け付けるとともに、受け付けられた各前記情報の組み合わせにより特定される各条件に対応する値を出力値として出力するとともに、前記表層流推定装置又は前記表層流推定システムで算出された教師信号としての表層流速度ベクトルと前記出力値との誤差が少なくなるように更新される第2推定器、を更に備えていることを特徴とする、海洋モデル推定装置。

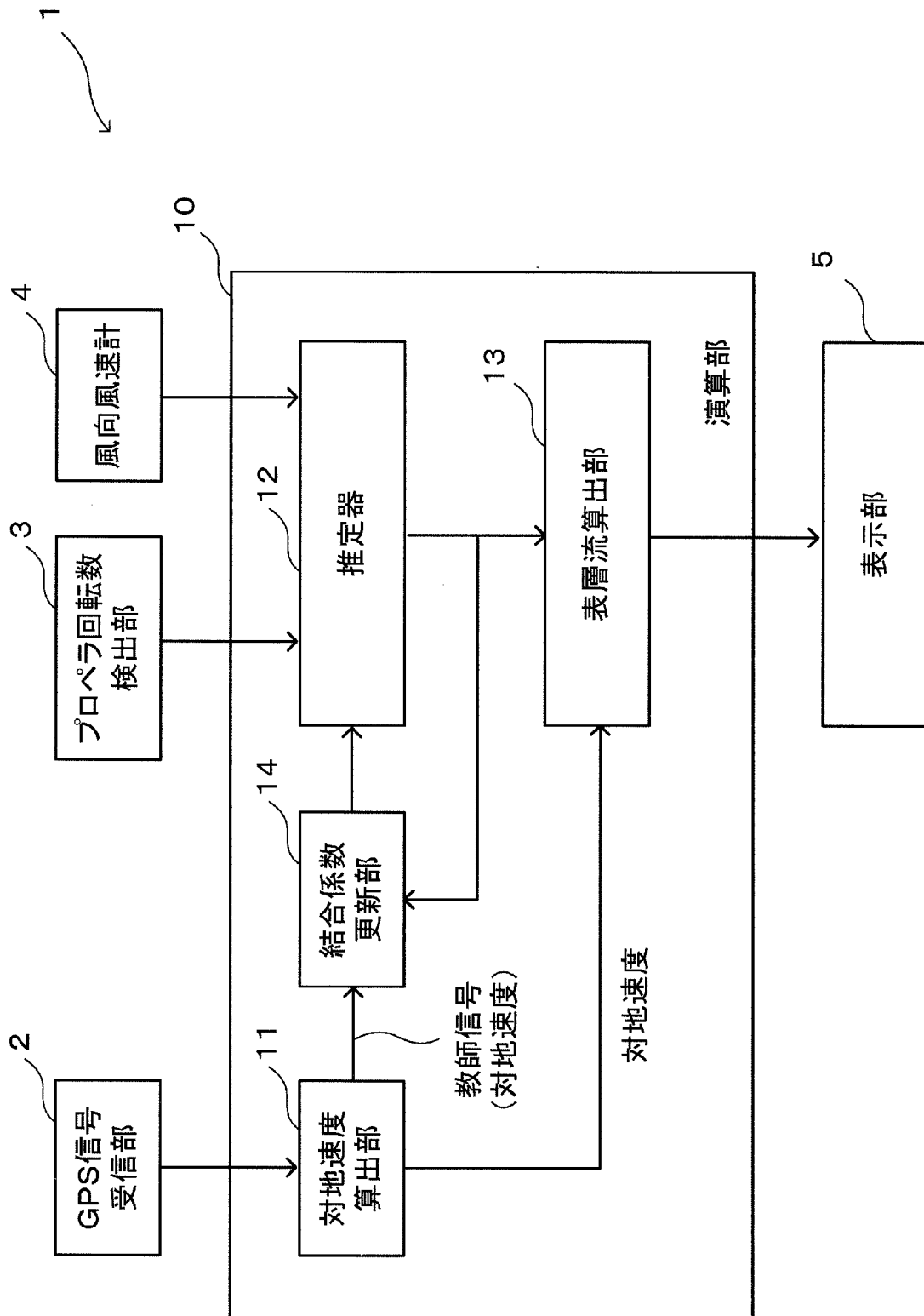
[請求項14]

請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の表層流推定装置、又は、請求項10若しくは請求項11に記載の表層流推定システムと、

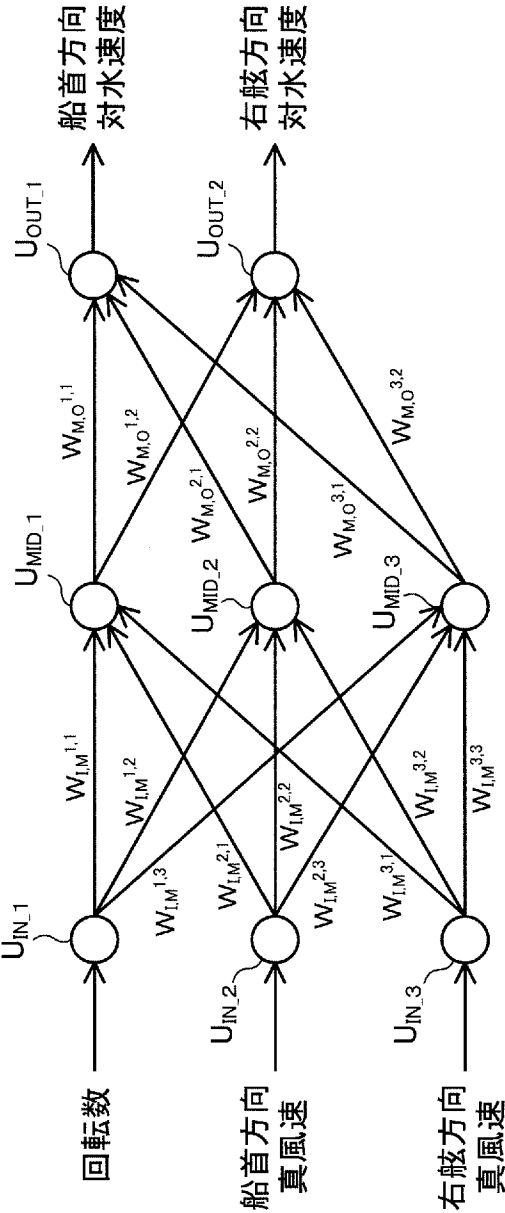
少なくとも、前記表層流推定装置又は前記表層流推定システムで推定された表層流速度ベクトルに基づいて、自船に対する波の危険度を判定する判定部と、

を備えていることを特徴とする、危険度判定装置。

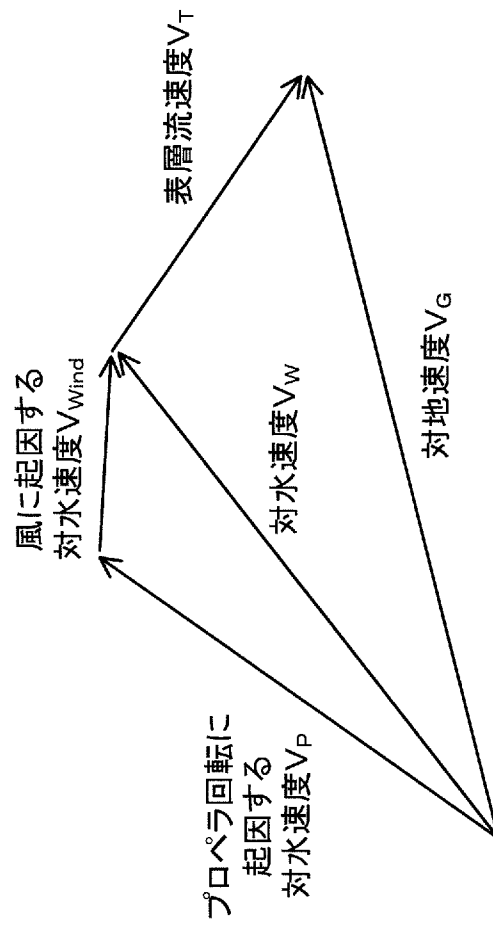
[図1]



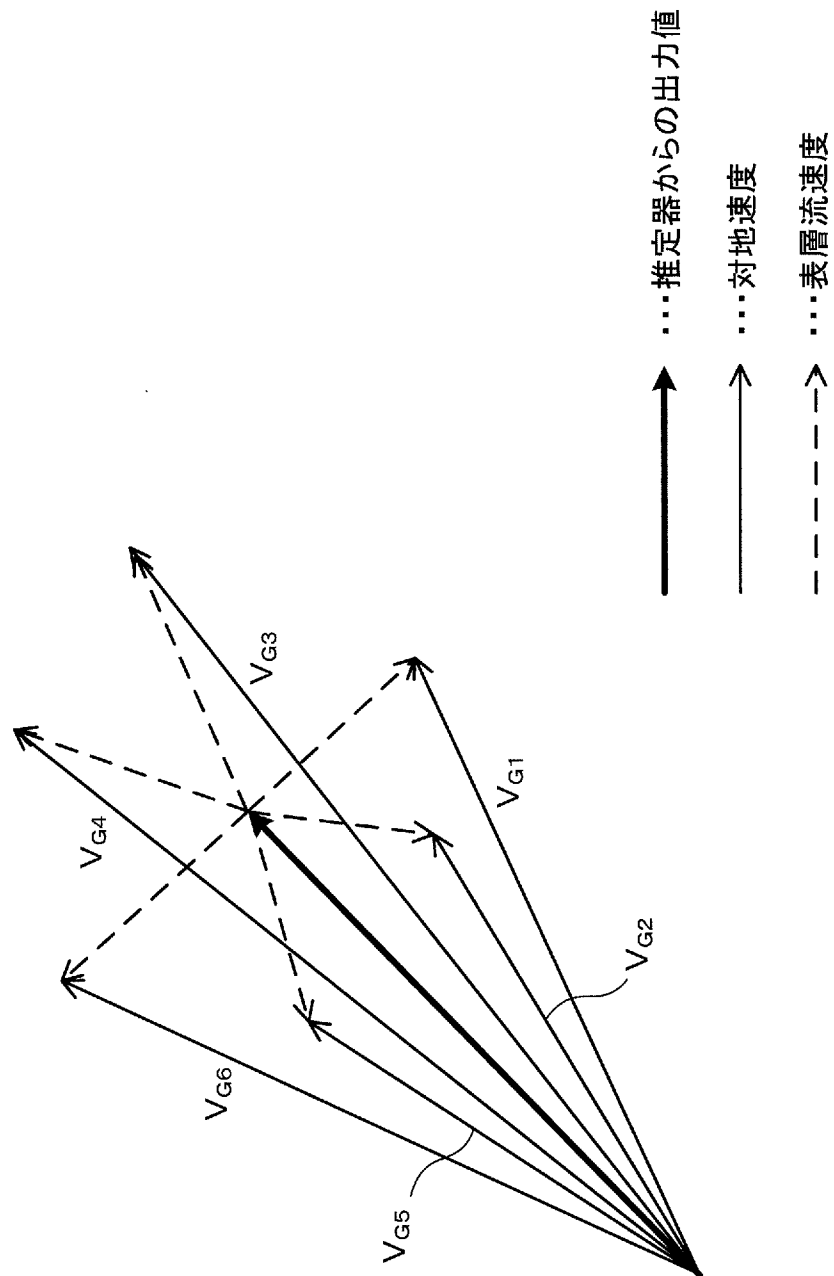
[図2]



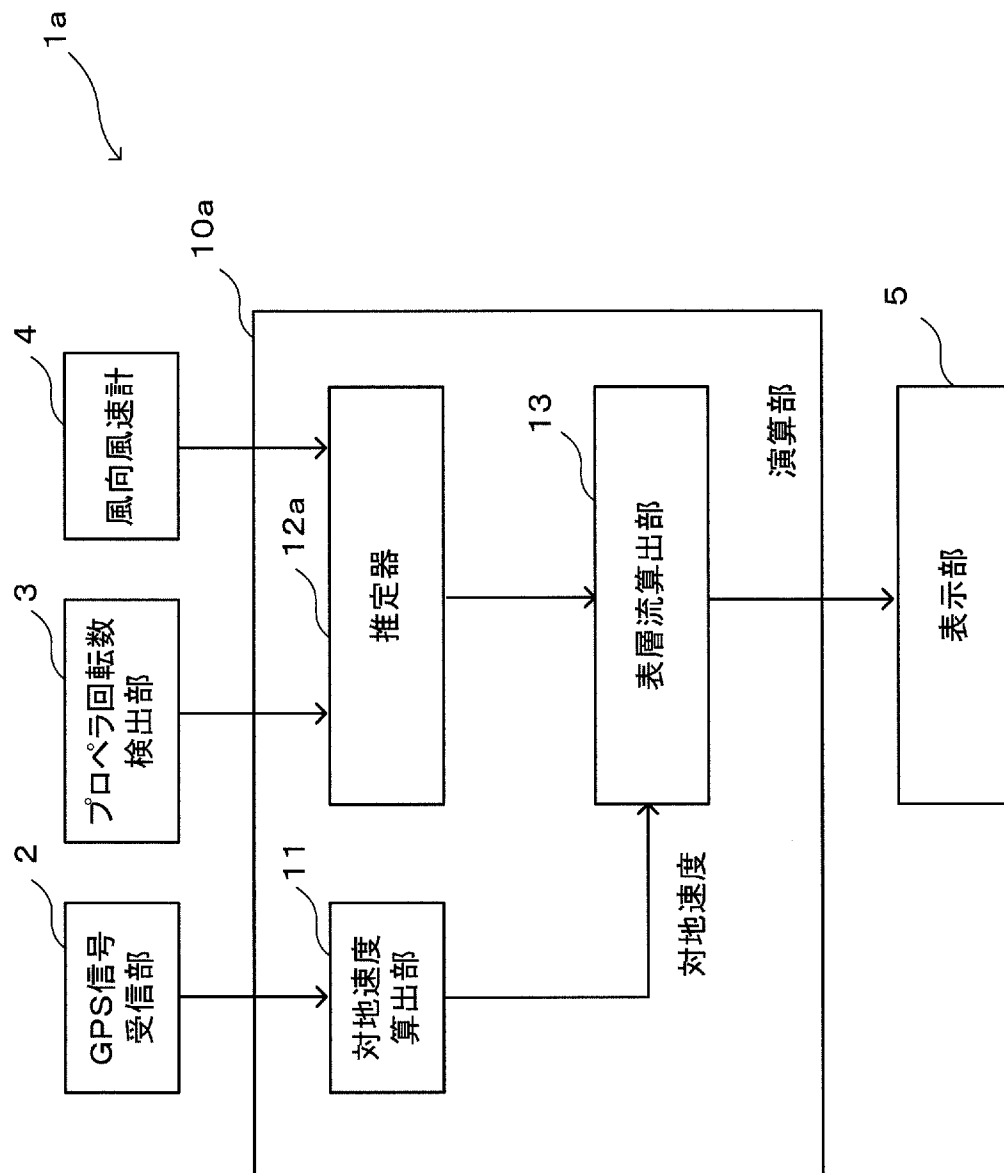
[図3]



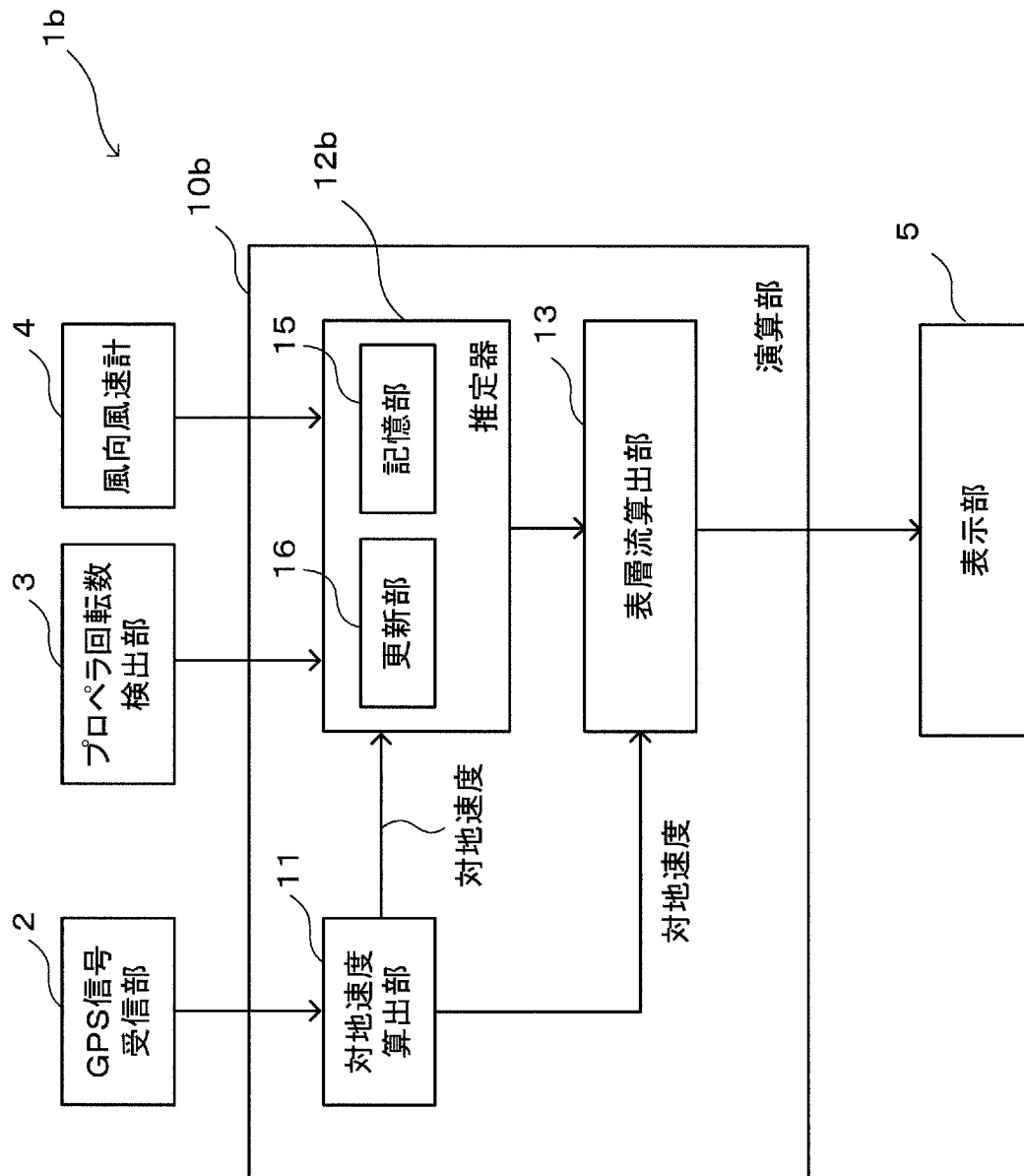
[図4]



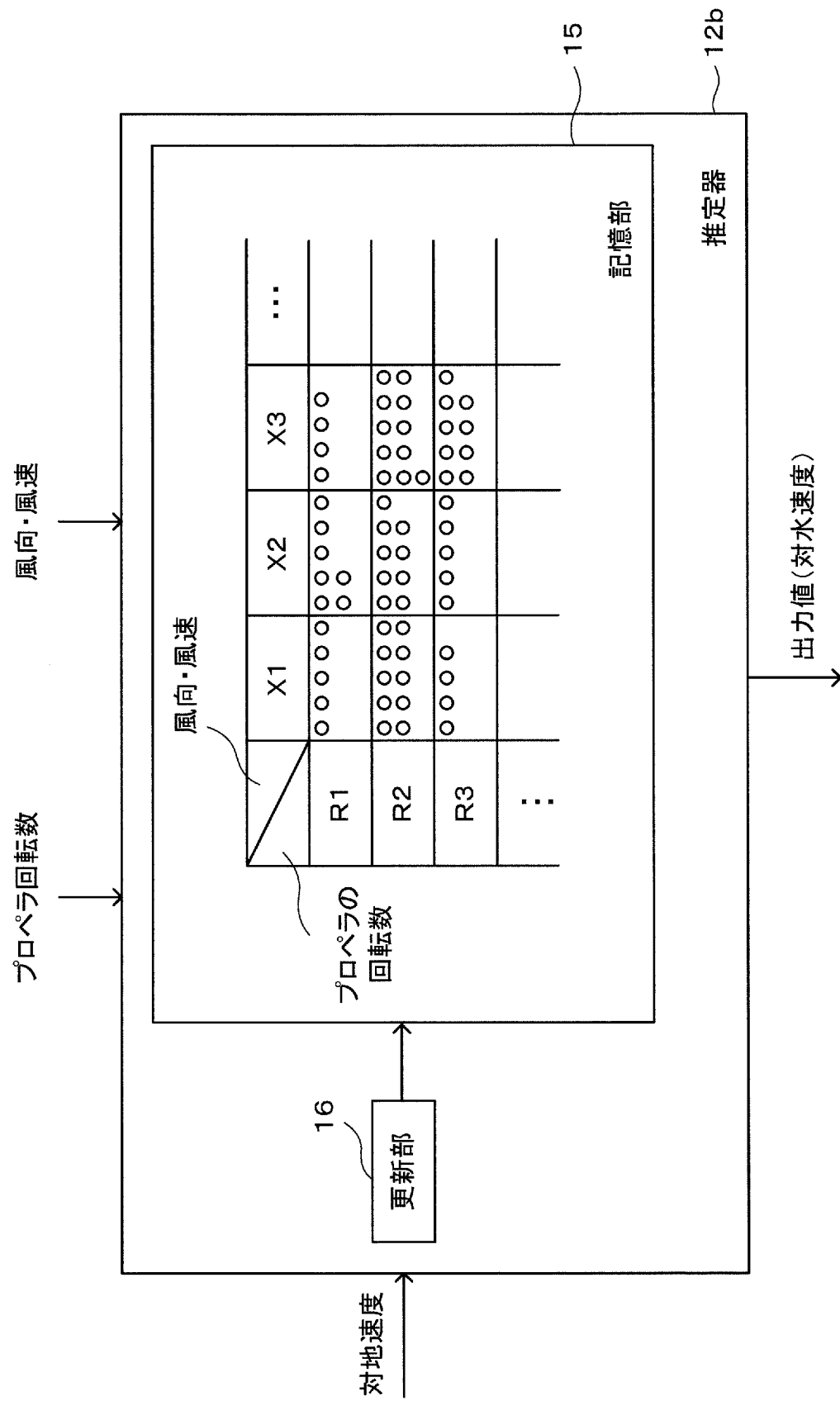
[図5]



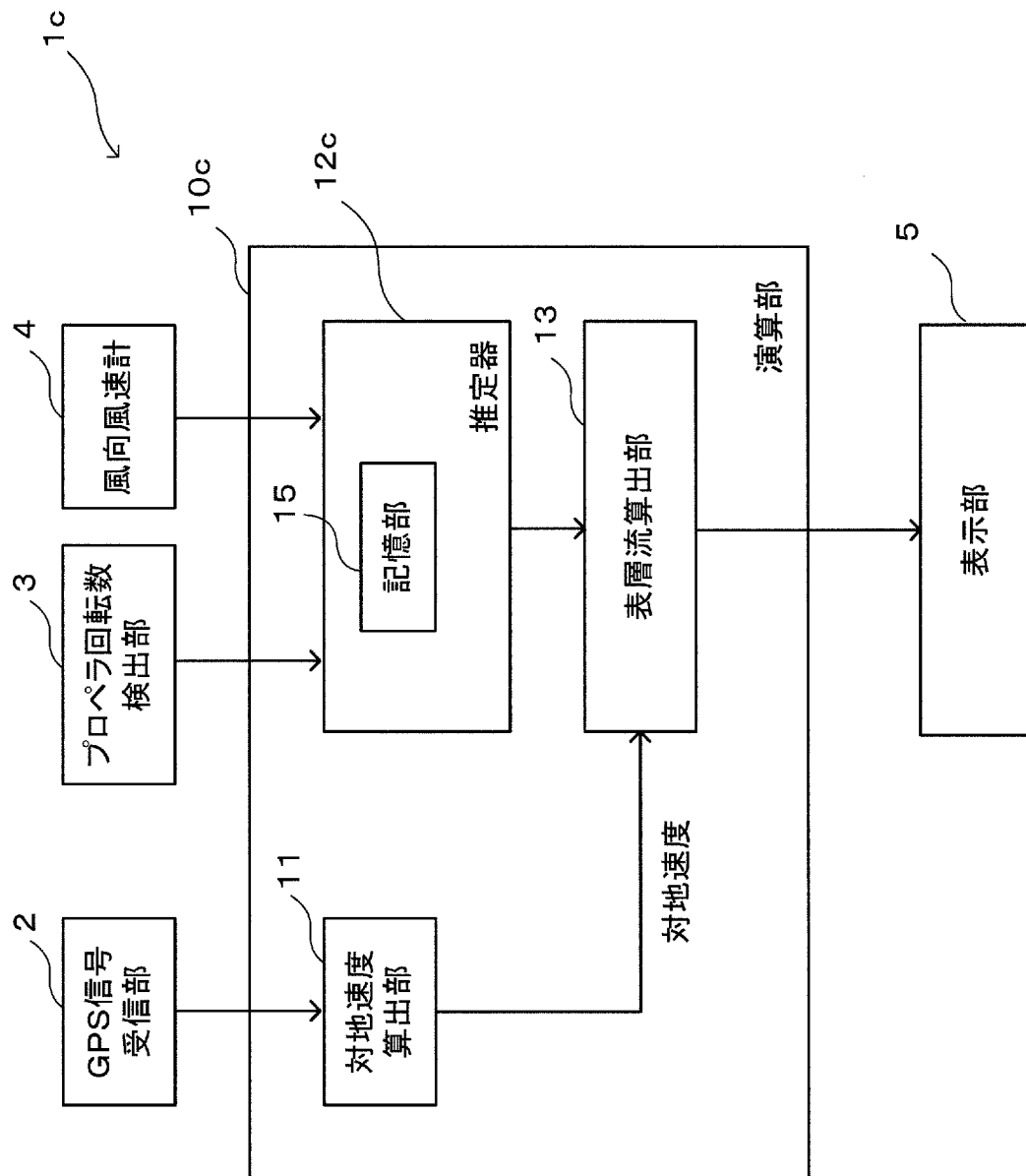
[図6]



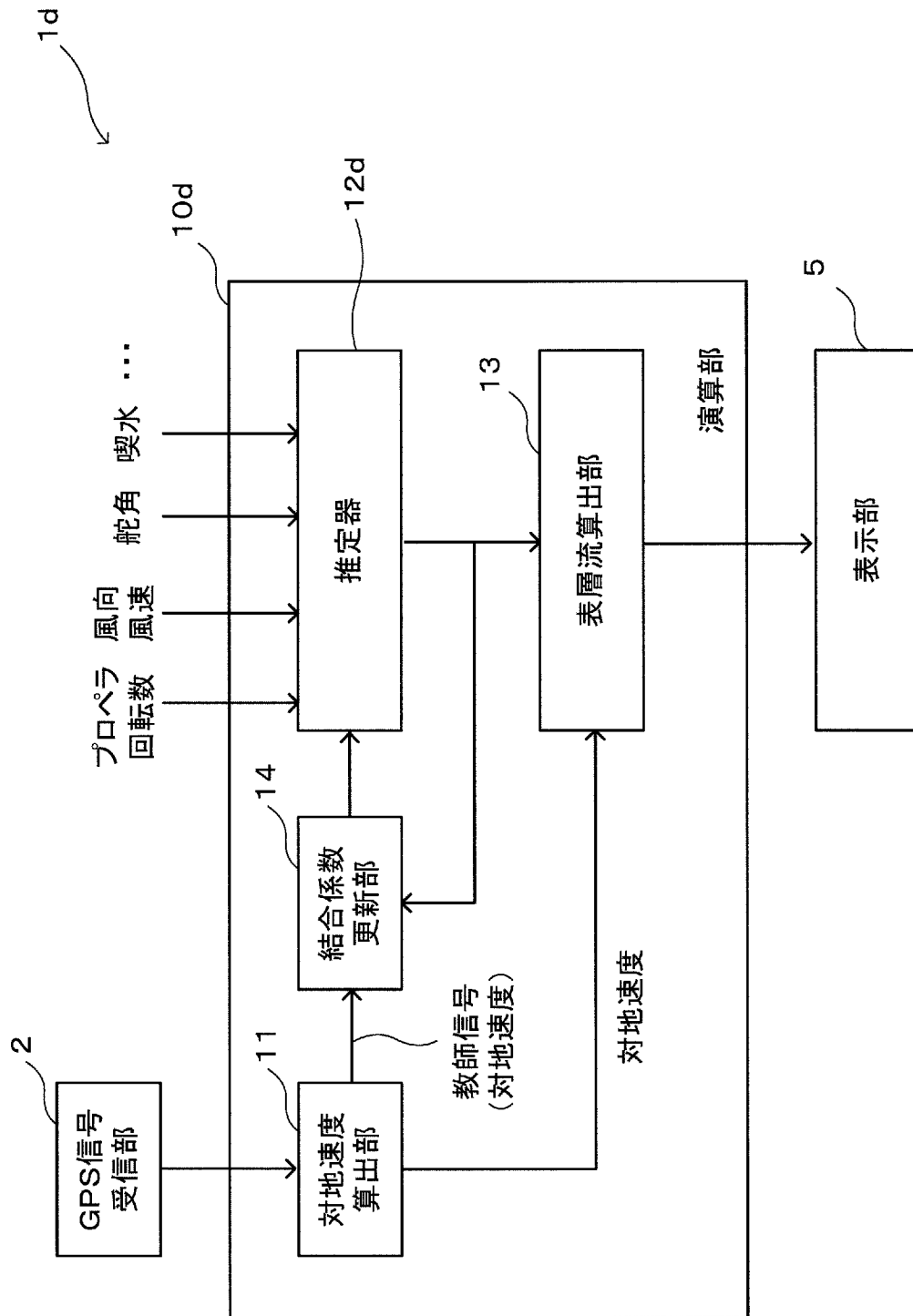
[図7]



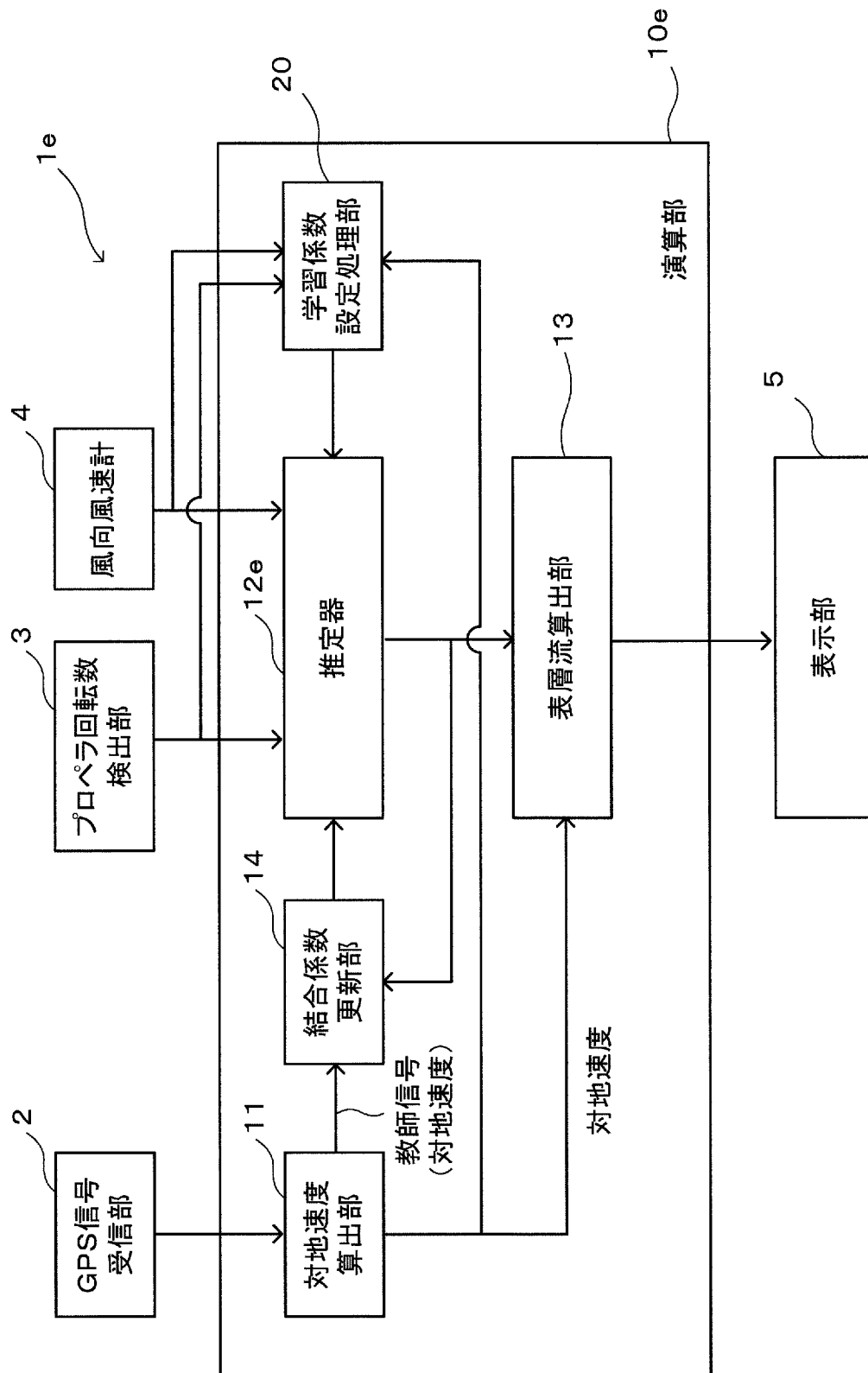
[図8]



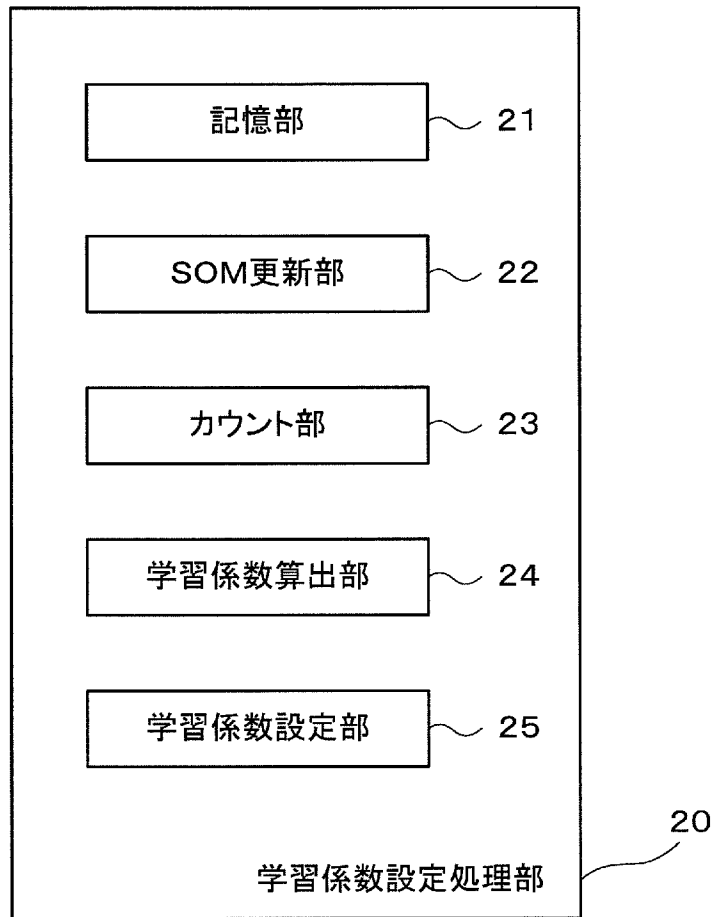
[図9]



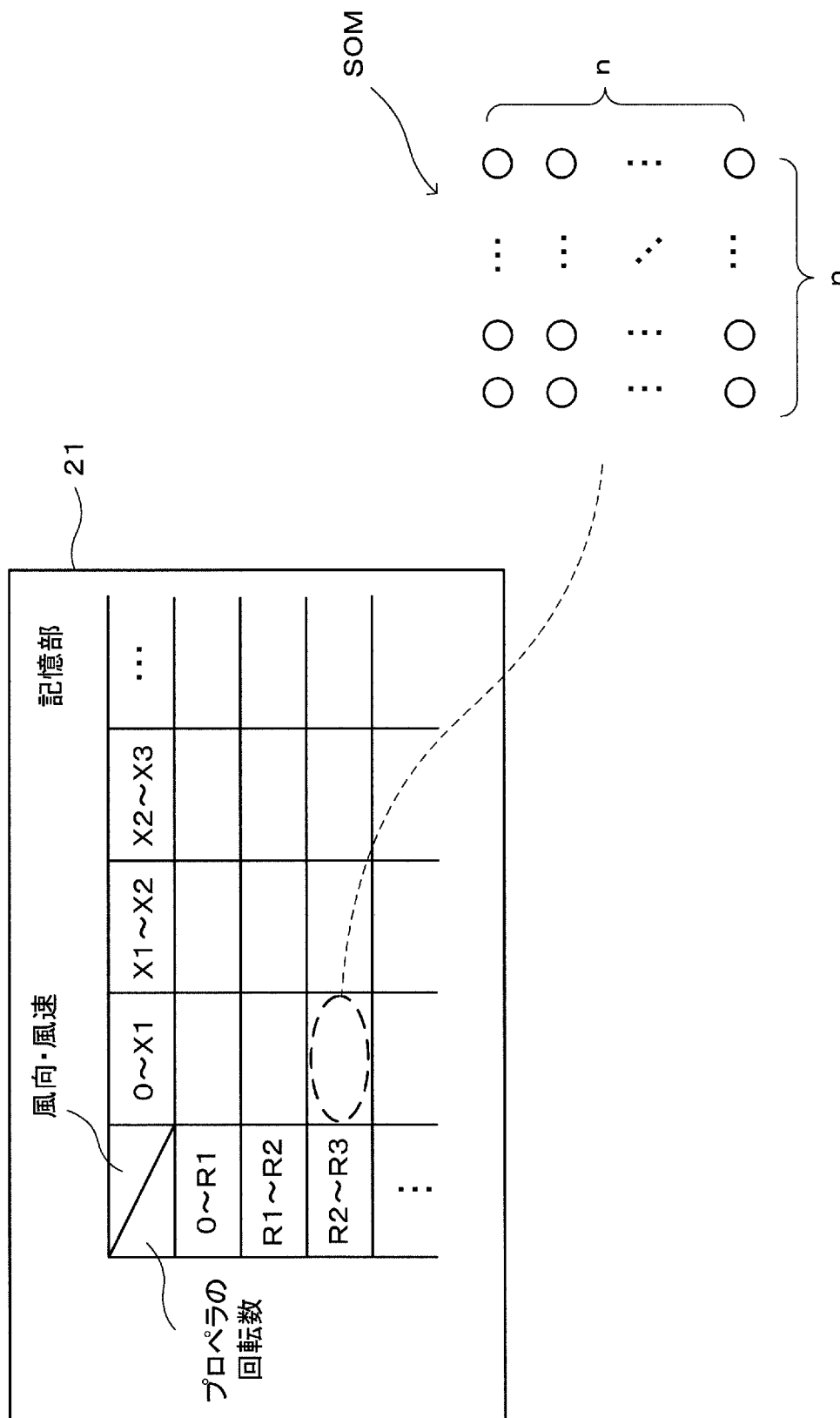
[図10]



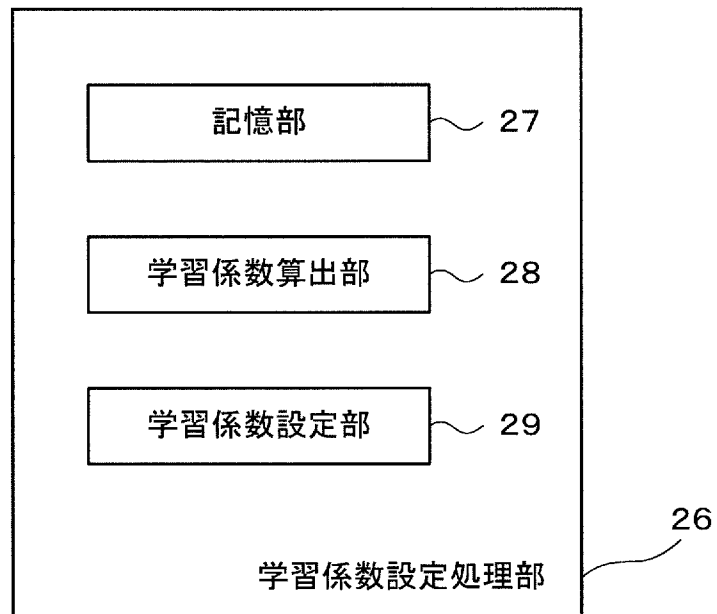
[図11]



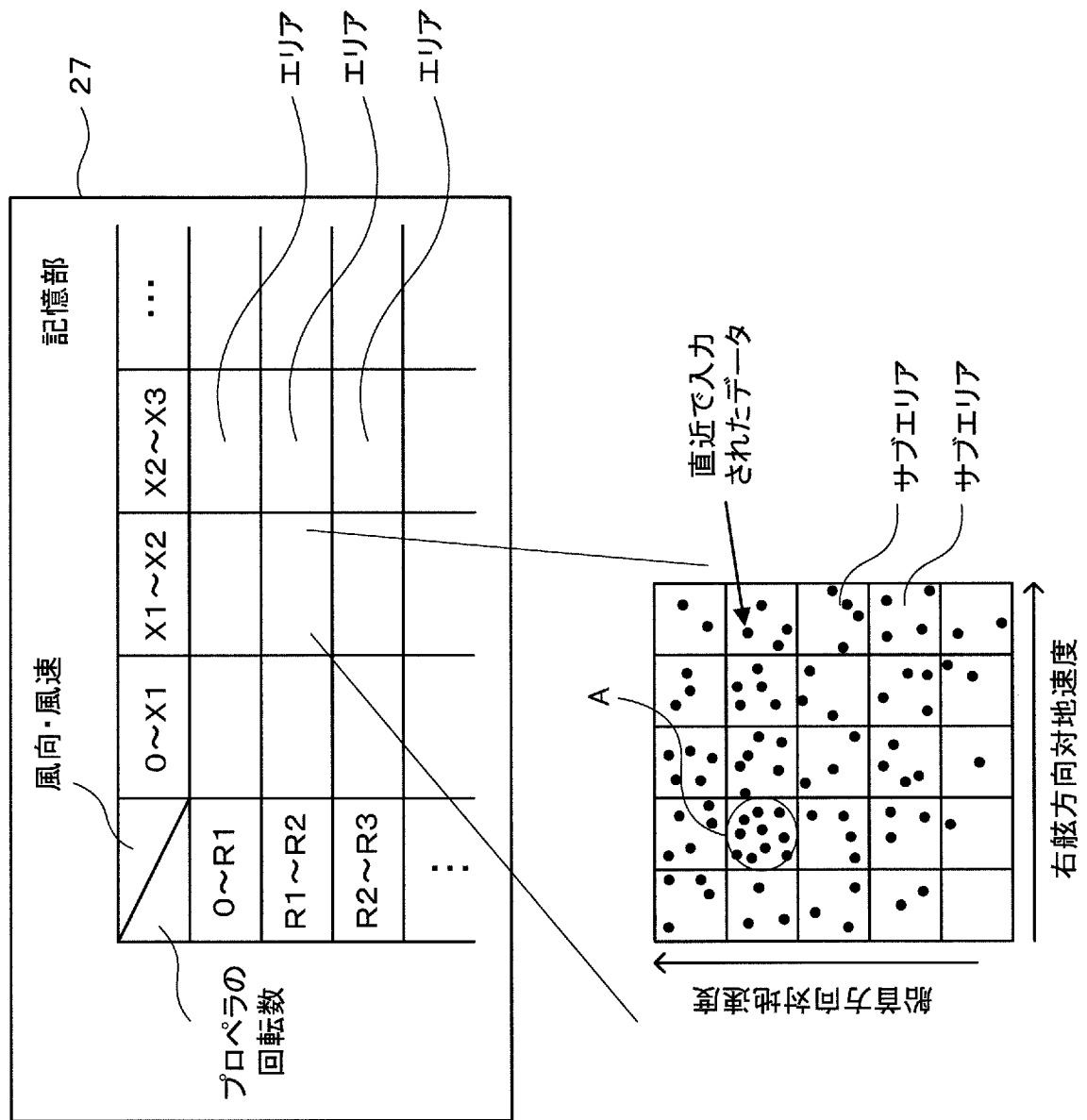
[図12]



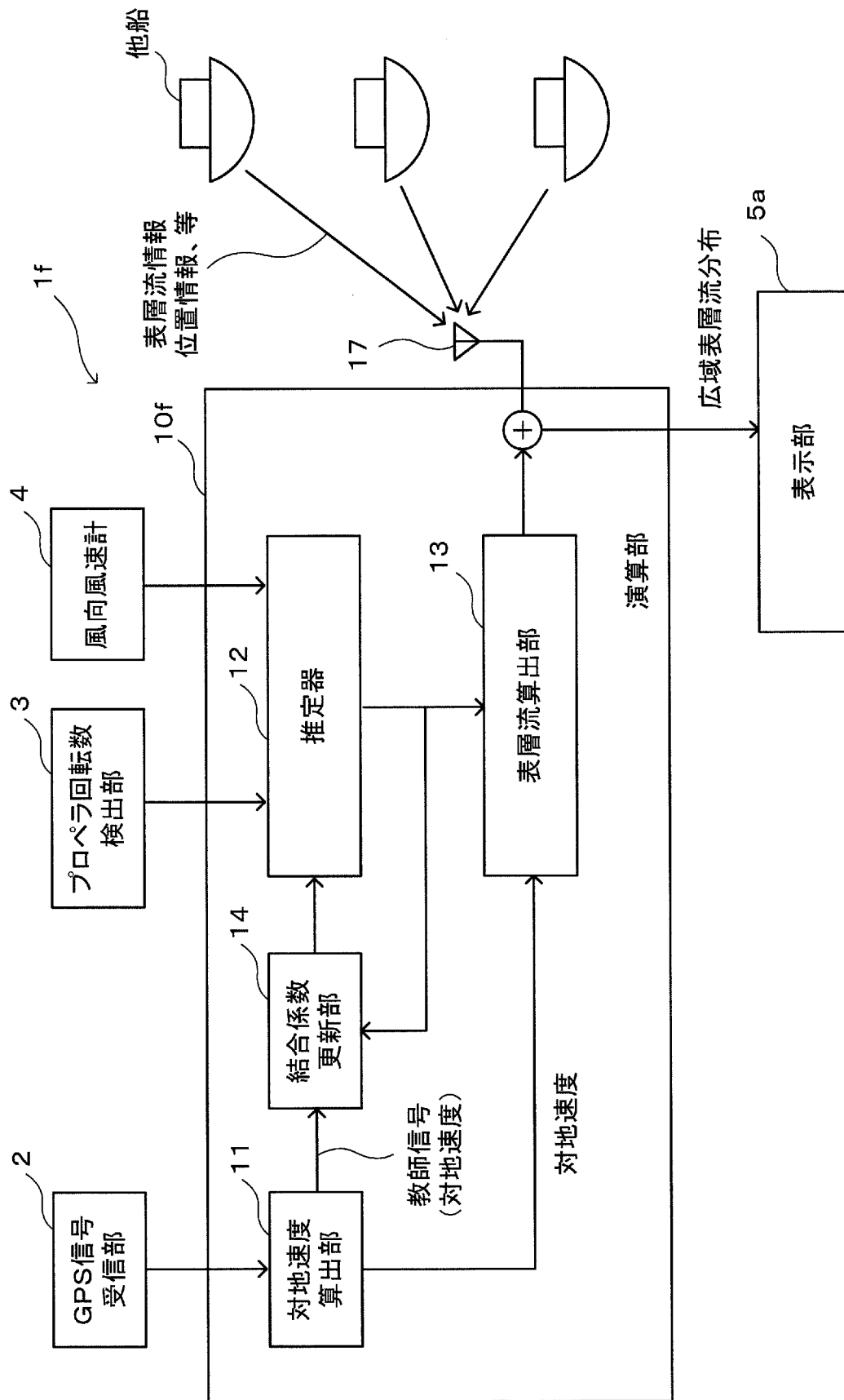
[図13]



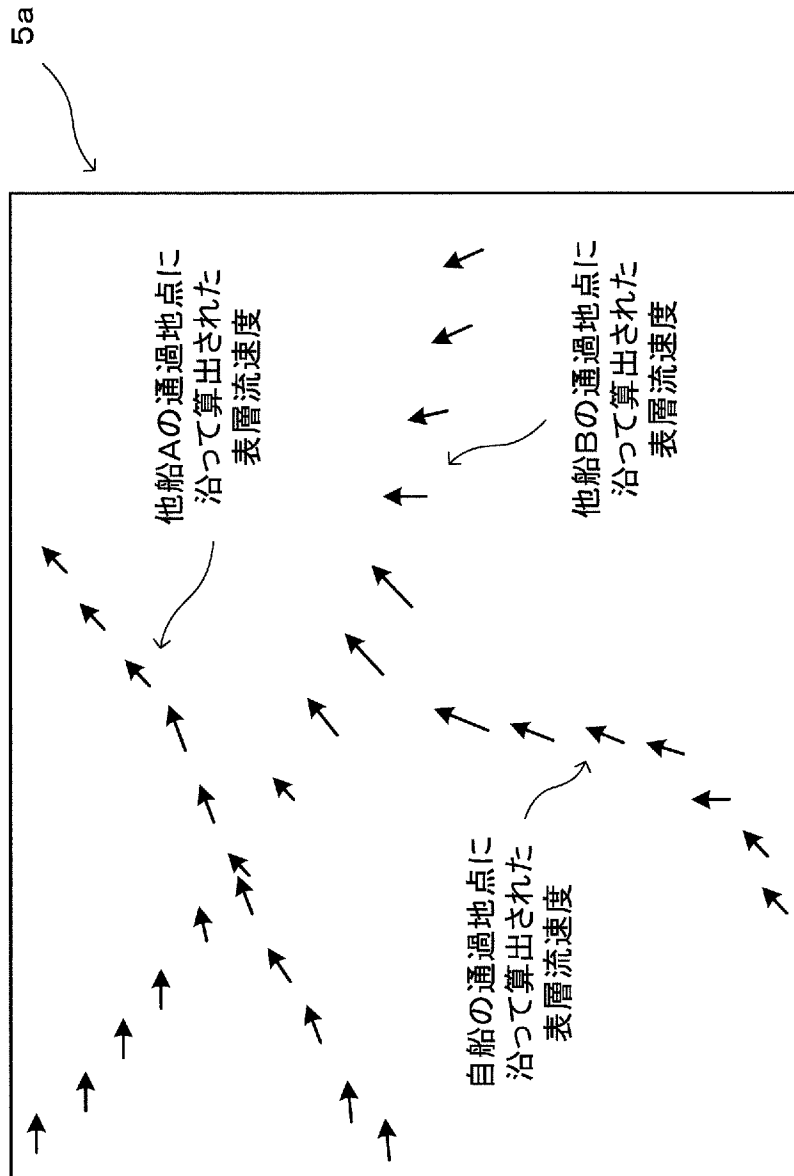
[図14]



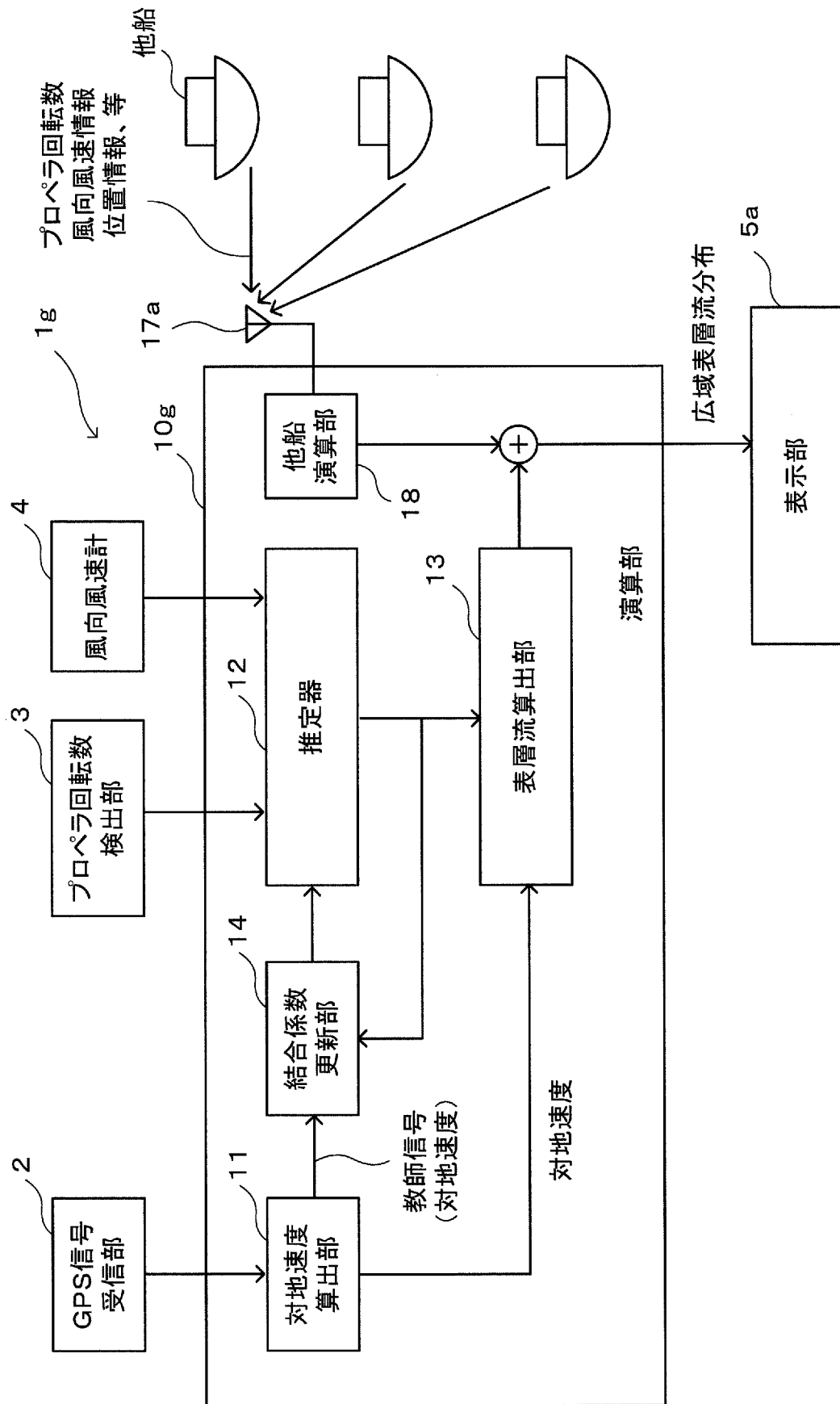
[図15]



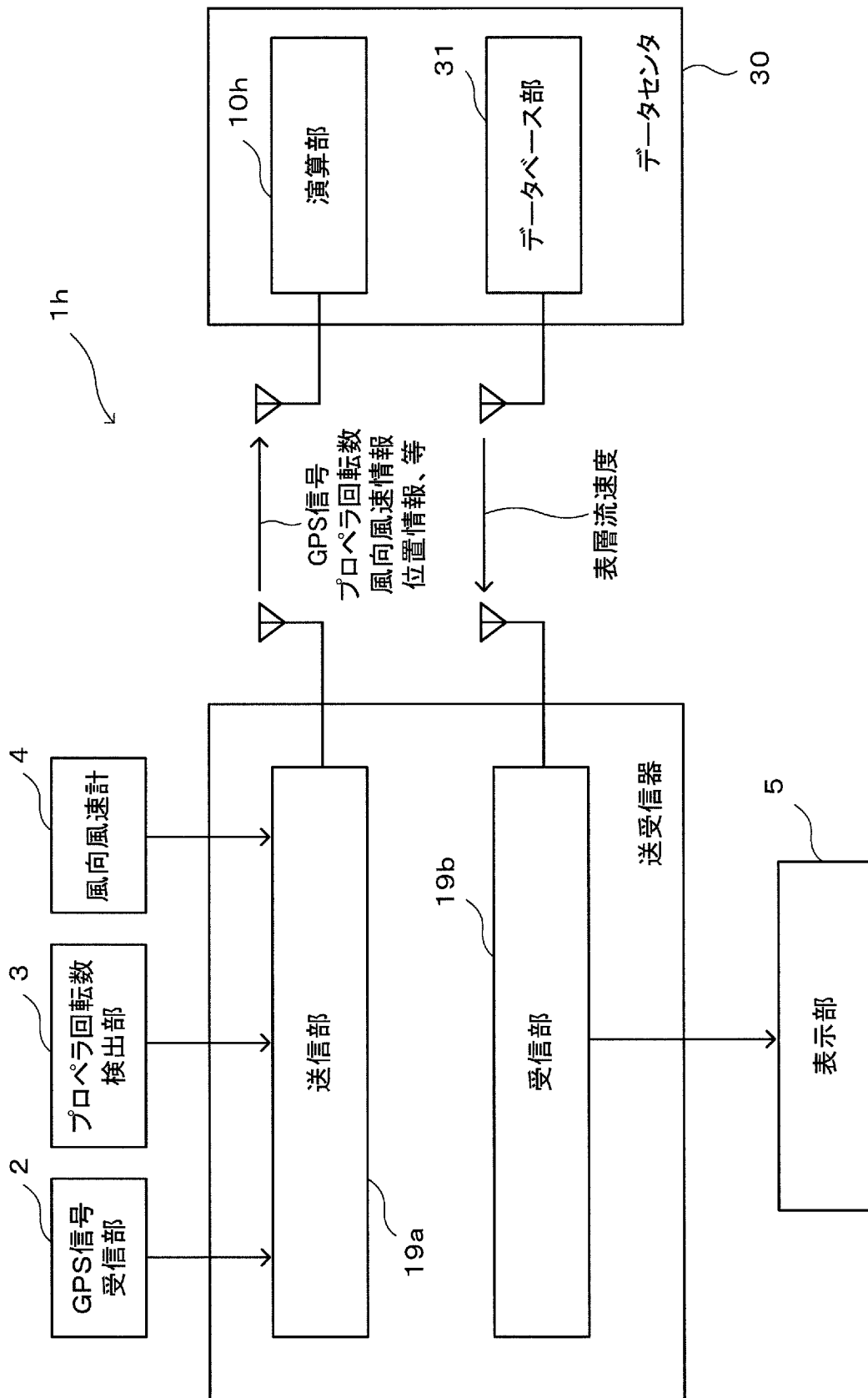
[図16]



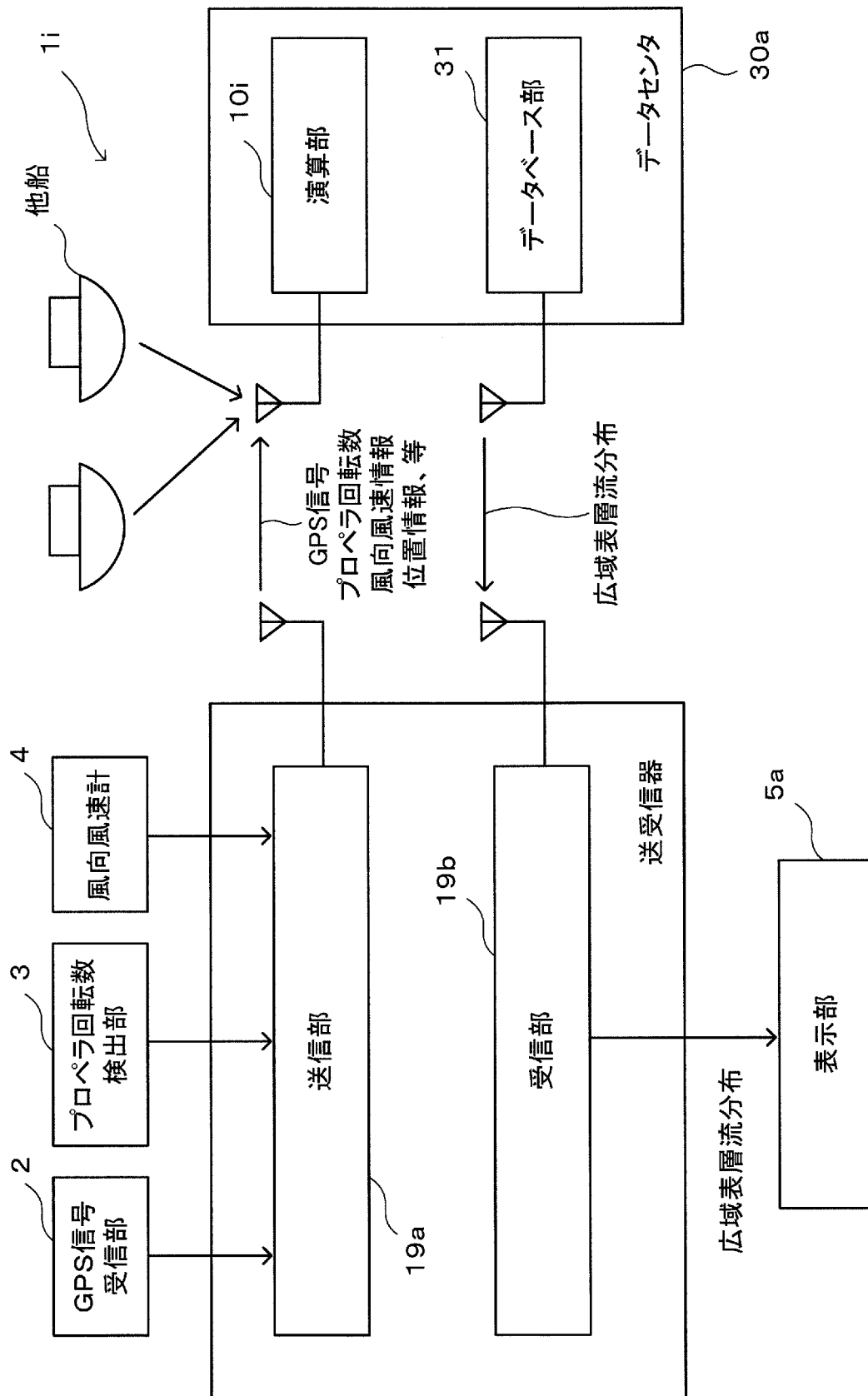
[図17]



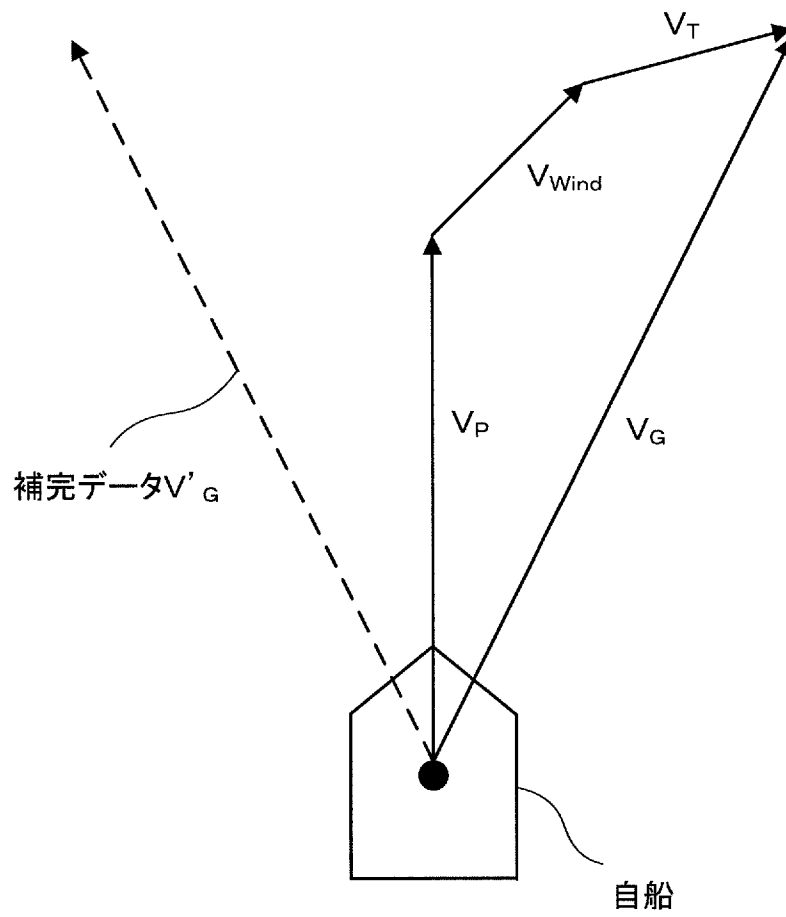
[図18]



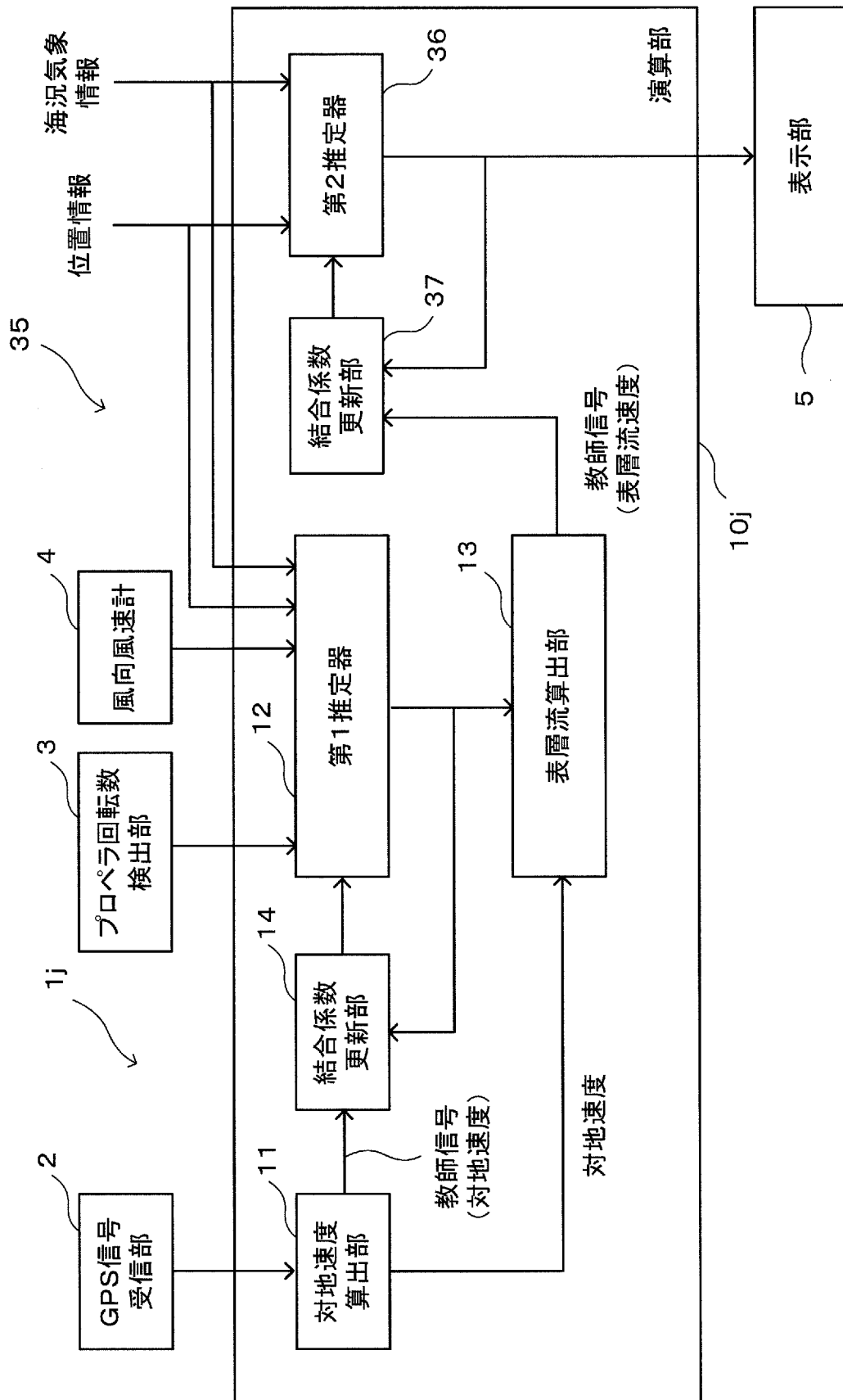
[図19]



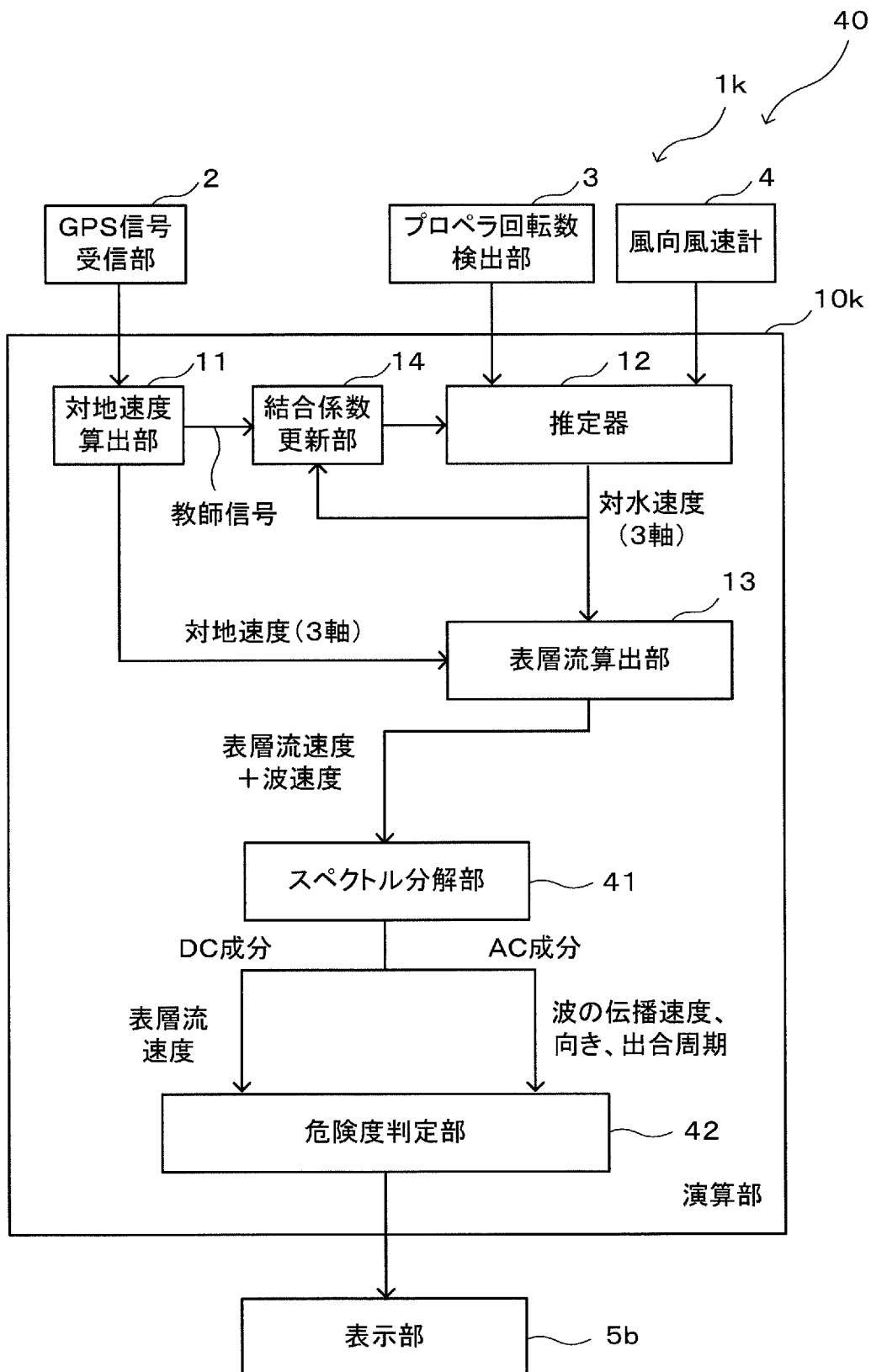
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P5/00(2006.01)i, G01P13/00(2006.01)i, B63B39/14(2006.01)i, B63B49/00(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)

G01P5/00-5/26, G01P13/00-13/04, B63B39/14, B63B49/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2011-214471 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 27 October 2011 (27.10.2011), entire text; all drawings & CN 102811903 A & KR 10-2013-0012123 A & TW 201144580 A & WO 2011/125466 A1	1-14
A	JP 2004-233185 A (Yokogawa Electric Corp.), 19 August 2004 (19.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ 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
25 March 2015 (25.03.15)

Date of mailing of the international search report
07 April 2015 (07.04.15)

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/JP2015/051301

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 2004-226374 A (Director General of Technical Research and Development Institute of Defense Agency), 12 August 2004 (12.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 11-237477 A (Nagano Japan Radio Co., Ltd.), 31 August 1999 (31.08.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 61-159107 A (Japan Radio Co., Ltd.), 18 July 1986 (18.07.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01P5/00(2006.01)i, G01P13/00(2006.01)i, B63B39/14(2006.01)i, B63B49/00(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. G01P5/00-5/26, G01P13/00-13/04, B63B39/14, B63B49/00

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2011-214471 A（三井造船株式会社）2011.10.27, 全文, 全図 & CN 102811903 A & KR 10-2013-0012123 A & TW 201144580 A & WO 2011/125466 A1	1-14
A	JP 2004-233185 A（横河電機株式会社）2004.08.19, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-14
A	JP 2004-226374 A（防衛庁技術研究本部長）2004.08.12, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-14

☒ 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

2 5 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 4 . 2 0 1 5

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）

岡田 卓弥

2 F

9 2 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

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
A	JP 11-237477 A (長野日本無線株式会社) 1999.08.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 61-159107 A (日本無線株式会社) 1986.07.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14