

(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1月29日(29.01.2015)



(10) 国際公開番号

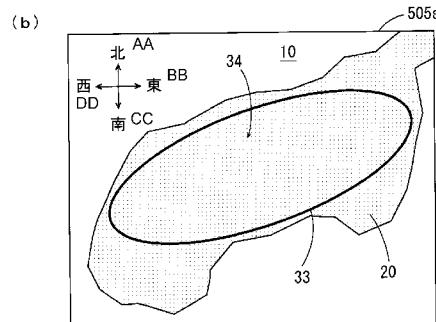
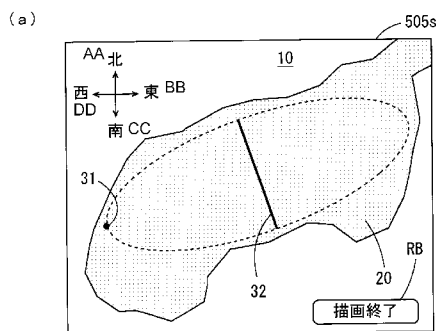
WO 2015/011871 A1

- (51) 国際特許分類:
B63H 25/04 (2006.01) B63B 49/00 (2006.01)
B63B 35/00 (2006.01) G05D 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003251
- (22) 国際出願日: 2014年6月17日(17.06.2014)
- (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 2013-151356 2013年7月22日(22.07.2013) JP
- (71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社(YAMAHA HAT-SUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 青木 啓高(AOKI, Hirotaka); 〒4388501 静岡県磐田市新貝2500番地ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 福島 祥人(FUKUSHIMA, Yoshito); 〒5640052 大阪府吹田市広芝町4番1号江坂・ミタビル3階 Osaka (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, 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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: ROUTE DETERMINATION DEVICE AND AUTONOMOUS MOBILE BODY SYSTEM PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: 経路決定装置およびそれを備える自律移動体システム



RB Finish drawing
AA North
BB East
CC South
DD West

(57) Abstract: Provided is an autonomous mobile body system that comprises a mobile body and a route determination device. The mobile body has a predetermined observation function. The route determination device comprises a display unit, an operation unit, an observation area setting unit, and a route determination unit. The display unit uses a display to display an observation area setting image for setting an area that is to be observed by the mobile body. Operation of the operation unit by a user causes a point and a straight line to be drawn on the observation area setting image. The observation area setting unit sets an observation area on the basis of a function that represents a line that passes through the point and both end sections of the straight line that are drawn on the observation area setting image. The route determination unit determines a route along which the mobile body moves within the set observation area.

(57) 要約: 自律移動体システムは、移動体および経路決定装置を含む。移動体は、所定の観測機能を有する。経路決定装置は、表示部、操作部、観測領域設定部および経路決定部を含む。表示部は、移動体による観測領域を設定するための観測領域設定画像を画面に表示する。使用者による操作部の操作により、観測領域設定画像上に点および直線が描画される。観測領域設定部は、観測領域設定画像上に描画された点および直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて観測領域を設定する。経路決定部は、設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路を決定する。

WO 2015/011871 A1

WO 2015/011871 A1



(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：

経路決定装置およびそれを備える自律移動体システム

技術分野

[0001] 本発明は、移動体が移動すべき経路を決定する経路決定装置およびそれを備える自律移動体システムに関する。

背景技術

[0002] 海底、川底または湖底等の形状観測および水中の遺失物探索等を行うために無人観測船が用いられる。無人観測船によれば、有人観測船では進入できないような領域（浅瀬または狭い水路等）の観測が可能であり、悪天候下での観測も安全に実施することができる。このような無人観測船のシステムとして、特許文献1には、使用者が観測航路を設定可能な無人ボート自動観測システムが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4404943号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載された無人ボート自動観測システムは、無人ボートおよび無線コントローラシステムを備える。無人ボートおよび無線コントローラシステムは相互に通信可能に構成される。無人ボートは、無線コントローラシステムからの観測指示に基づいて、自動的に生成された観測航路をトレースするように航行し、水中および水底の様子を観測する。

[0005] 無線コントローラシステムは、ディスプレイおよび操作スイッチを含む。操作スイッチにより基準観測線が入力されると、入力された基準観測線から複数の観測航路が自動的に生成される。ディスプレイには、基準観測線および複数の観測航路が観測場所の地形図とともに表示される。

[0006] 上記の複数の観測航路は、入力された基準観測線を一定の距離隔てて複数回平行移動させることにより生成される。そのため、使用者は、基準観測線の入力時に複数の観測航路がどのような領域に生成されるのかを直感的に認識することが難しい。

[0007] また、特許文献 1 に記載された他の例では、入力された基準観測線に対して垂直な方向に延びる複数の直線を、基準観測線が延びる方向に一定の間隔で並べることにより複数の観測航路が生成される。しかしながら、この場合にも、使用者は、基準観測線の入力時に複数の観測航路がどのような領域に生成されるのかを直感的に認識することが難しい。そのため、基準観測線の設定に熟練を要する。

[0008] また、特許文献 1 に記載されたさらに他の例では、予め無人ボートをループ状に航行させるとともに、無人ボートの GPS (Global Positioning System) から送信される位置データに基づいてその航路を記憶する。記憶されたループ状の航路内に観測航路が自動的に生成される。しかしながら、この場合、無人ボートを事前に航行させる必要があるため、観測航路の設定に必要な時間が長くなる。

[0009] 本発明の目的は、移動体の移動経路を容易かつ短時間で設定可能な経路決定装置およびそれを備える自律移動体システムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] (1) 本発明の一局面に従う経路決定装置は、所定の観測機能を有する移動体の移動すべき経路を決定する経路決定装置であって、移動体による観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示する表示部と、表示部に表示される観測領域設定画像上に点および直線を描画するために使用者により操作される操作部と、観測領域設定画像上に描画された点および直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて観測領域を設定する観測領域設定部と、観測領域設定部により設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路を決定する経路決定部を備えるものである。

[0011] その経路決定装置においては、観測領域設定画面が表示部に表示される。

使用者が操作部を操作することにより観測領域設定画面上に点および直線が描画されると、描画された点および直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて観測領域が設定される。設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路が決定される。

[0012] この場合、使用者は、観測領域設定画面上に点および直線を描画する際に、点および直線の両端部を通る線で取り囲まれる領域を容易に認識することができる。したがって、移動体の移動経路を容易かつ短時間で設定することが可能になる。

[0013] (2) 本発明の他の局面に従う経路決定装置は、所定の観測機能を有する移動体の移動すべき経路を決定する経路決定装置であって、移動体による観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示する表示部と、表示部に表示される観測領域設定画像上に少なくとも第1および第2の直線を描画するために使用者により操作される操作部と、観測領域設定画像上に描画された第1の直線の両端部および第2の直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて観測領域を設定する観測領域設定部と、観測領域設定部により設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路を決定する経路決定部とを備えるものである。

[0014] その経路決定装置においては、観測領域設定画面が表示部に表示される。使用者が操作部を操作することにより観測領域設定画面上に第1の直線および第2の直線が描画されると、描画された第1の直線の両端部および第2の直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて観測領域が設定される。設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路が決定される。

[0015] この場合、使用者は、観測領域設定画面上に第1の直線および第2の直線を描画する際に、第1の直線の両端部および第2の直線の両端部を通る線で取り囲まれる領域を容易に認識することができる。したがって、移動体の移動経路を容易かつ短時間で設定することが可能になる。

[0016] (3) 本発明のさらに他の局面に従う経路決定装置は、所定の観測機能を有する移動体の移動すべき経路を決定する経路決定装置であって、移動体に

よる観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示する表示部と、表示部に表示される観測領域設定画像上に少なくとも第１、第２および第３の点を描画するために使用者により操作される操作部と、観測領域設定画像上に描画された第１、第２および第３の点を結ぶ線を表す関数に基づいて観測領域を設定する観測領域設定部と、観測領域設定部により設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路を決定する経路決定部とを備えるものである。

[0017] その経路決定装置においては、観測領域設定画面が表示部に表示される。使用者が操作部を操作することにより観測領域設定画面上に第１、第２および第３の点が描画されると、描画された第１、第２および第３の点を通る線を表す関数に基づいて観測領域が設定される。設定された観測領域内で移動体が移動すべき経路が決定される。

[0018] この場合、使用者は、観測領域設定画面上に第１、第２および第３の点を描画する際に、第１、第２および第３の点を通る線で取り囲まれる領域を容易に認識することができる。したがって、移動体の移動経路を容易かつ短時間で設定することが可能になる。

[0019] (４) 表示部は、観測領域設定部により設定された観測領域を観測領域設定画像上に表示してもよい。

[0020] この場合、観測領域設定部により設定された観測領域が観測領域設定画像上に表示される。それにより、使用者は、設定された観測領域を正確に認識することができる。

[0021] (５) 操作部は、第１の方向を指定可能に構成され、経路決定部は、観測領域内で移動体が第１の方向に往復移動しつつ第１の方向に交差する第２の方向に一定変位量ずつ移動する経路を移動すべき経路として決定してもよい。

[0022] この場合、使用者は、観測時に移動体が往復移動する方向を所望の方向に容易に指定することができる。

[0023] (６) 操作部は、一定変位量を指定可能に構成されてもよい。

[0024] この場合、使用者は、第２の方向における一定変位量を所望の値に容易に

指定することができる。

[0025] (7) 観測機能は、観測可能な範囲を有し、経路決定部は、一定変位量を観測領域内で観測機能により観測可能な範囲以下に設定してもよい。

[0026] この場合、一定変位量が観測機能により観測可能な範囲以下に設定される。それにより、観測領域において移動体が一往復移動する場合に、隣り合う往路と復路との間で観測機能により観測されない範囲が発生することが防止される。したがって、信頼性の高い観測結果を得ることができる。

[0027] (8) 移動体は、水上を移動可能に構成されるとともに観測機能として水中の状態を観測する観測機能を有し、経路決定部は、観測領域内の水深に基づいて観測可能な範囲を算出してもよい。

[0028] この場合、水深に基づいて観測機能により観測可能な範囲が算出される。それにより、観測領域内の全範囲において水中の状態が観測可能となる。

[0029] (9) 移動すべき経路の少なくとも一部は、移動体が第1の方向に平行な一の往路の終端部から旋回して第1の方向に平行な一の復路の始端部に移動することにより第2の方向に移動するように決定され、経路決定部は、観測領域内で観測機能により観測可能な範囲が移動体の最小旋回半径の2倍の値よりも小さい場合に、移動体が一の往路の始端部から一の復路の終端部まで移動する間に観測機能により観測されない範囲が観測されるように、一の往路と一の復路との間を通る経路を移動すべき経路に含めてもよい。

[0030] この場合、移動体は移動すべき経路の少なくとも一部で一の往路の終端部から旋回して第1の方向に平行な一の復路の始端部に移動することにより第2の方向に移動する。

[0031] 観測機能により観測可能な範囲が移動体の最小旋回半径の2倍の値よりも小さい場合に、一の往路と一の復路との間を通る経路を移動すべき経路に含められる。移動体が一の往路と一の復路との間を通る経路を移動することにより、移動体が一の往路の始端部から一の復路の終端部まで移動する間に観測されない範囲が観測される。したがって、観測領域内で観測可能な範囲が大きくなる。それにより、信頼性の高い観測結果を得ることができる。

[0032] (10) 移動体は、当該移動体を移動させるためのエネルギーを蓄えるエネルギー源を有し、経路決定部は、移動体が発進位置から観測領域内の移動すべき経路を通して発進位置に戻るまでの経路の長さがエネルギー源に残存するエネルギーにより移動体が移動可能な距離に相当する長さ以下になるように、移動すべき経路を決定してもよい。

[0033] この場合、移動体が発進位置から発進して発進位置に戻るまでの間にエネルギー不足により移動体が停止することが防止される。

[0034] (11) 本発明のさらに他の局面に従う自律移動体システムは、移動体と、上記の経路決定装置とを備え、移動体は、所定の観測機能を有する本体部と、本体部を移動させる移動機構と、本体部の現在位置を取得する現在位置取得部と、現在位置取得部により取得される現在位置に基づいて、経路決定部により決定された経路に沿って本体部が移動するように移動機構を制御する制御部とを含むものである。

[0035] その自律移動体システムにおいては、上記の経路決定装置により、移動体による観測領域が設定され、設定された観測領域内で移動体が発進位置から移動すべき経路が決定される。移動体においては、現在位置取得部により取得される現在位置に基づいて、移動機構が制御され、本体部が経路決定部により決定された経路に沿って移動する。それにより、観測領域の観測が行われる。

[0036] この場合、移動体の移動経路が上記の経路決定装置により決定されるので、移動体の移動経路を容易かつ短時間で設定可能な自律移動体システムが実現される。

発明の効果

[0037] 本発明によれば、移動体が発進位置から移動すべき経路が容易かつ短時間で設定可能となる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]図1は第1の実施の形態に係る自律移動体システムの全体構成を示す図である。

[図2]図2は船舶の側面図である。

[図3]図3は船舶の平面図である。

[図4]図4は自律移動体システムの制御系を示すブロック図である。

[図5]図5は第1の実施の形態における観測領域設定時に表示部に表示される画像の一例を示す図である。

[図6]図6は船舶が移動すべき経路の第1の決定方法を説明するための図である。

[図7]図7は船舶が移動すべき経路の第2の決定方法を説明するための図である。

[図8]図8は船舶が移動すべき経路の第3の決定方法を説明するための図である。

[図9]図9は船舶が移動すべき経路の第4の決定方法を説明するための図である。

[図10]図10は第1の実施の形態における船舶の経路決定時の一連の処理を示すフローチャートである。

[図11]図11は経路決定部による経路決定処理の詳細を示すフローチャートである。

[図12]図12は経路決定部による経路決定処理の詳細を示すフローチャートである。

[図13]図13は第1の実施の形態における他の領域設定例を示す図である。

[図14]図14は第2の実施の形態における観測領域設定時に表示部に表示される画像の一例を示す図である。

[図15]図15は第2の実施の形態における船舶の経路決定時の一連の処理を示すフローチャートである。

[図16]図16は第2の実施の形態における他の領域設定例を示す図である。

[図17]図17は第3の実施の形態における観測領域設定時に表示部に表示される画像の一例を示す図である。

[図18]図18は第3の実施の形態における船舶の経路決定時の一連の処理を示すフローチャートである。

[図19]図 1 9 は第 3 の実施の形態における他の領域設定例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0039] 以下、本発明の一実施の形態に係る経路決定装置およびそれを備える自律移動体システムについて説明する。経路決定装置は、移動体が移動すべき経路を決定する。以下では、移動体の一例として、水上を移動可能でかつ所定の観測機能を有する船舶を説明する。

[0040] [1] 第 1 の実施の形態

(1) 自律移動体システムの概略構成

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る自律移動体システムの全体構成を示す図である。図 1 に示すように、自律移動体システム 1 は、船舶 1 0 0 および経路決定装置 5 0 0 を含む。後述するように、船舶 1 0 0 と経路決定装置 5 0 0 との間では、無線通信により種々の情報の送受信が行われる。船舶 1 0 0 は、例えば経路決定装置 5 0 0 から移動すべき経路を受信し、受信された移動すべき経路に沿って水上を移動する。

[0041] (2) 船舶の構成

図 2 は船舶 1 0 0 の側面図であり、図 3 は船舶 1 0 0 の平面図である。図 2 に示すように、船舶 1 0 0 は、船体 1 0 1 およびカバー部材 1 0 2 を含む。船体 1 0 1 は、凹型の断面形状を有し、上方に向かって開口する。カバー部材 1 0 2 は、船体 1 0 1 の開口部を上方から覆うように船体 1 0 1 に取り付けられる。カバー部材 1 0 2 には、通信アンテナ 1 5 0 および GPS (全地球測位システム : Global Positioning System) 3 5 0 が取り付けられている。船体 1 0 1 の内部には仕切り板 1 0 3 a , 1 0 3 b が設けられる。仕切り板 1 0 3 a , 1 0 3 b は、船体 1 0 1 内の空間を船首部 1 0 1 a 、中央部 1 0 1 b および船尾部 1 0 1 c に区画する。

[0042] 中央部 1 0 1 b に収容室 1 0 4 が形成されている。収容室 1 0 4 は、船体 1 0 1 の底を上方に凹ませることにより形成されている。保持機構 2 1 0 は、観測装置 2 0 0 を収容室 1 0 4 の内部と船体 1 0 1 の下方の位置との間で昇降可能に保持する。本実施の形態では、観測装置 2 0 0 としてソナー (sou

nd navigation ranging) が用いられる。観測装置 200 が船体 101 の下方に位置する状態で、水中の状態を観測することができる。

[0043] 図3では、カバー部材 102 が取り外された状態が示される。図3に示すように、船舶 100 において、中央部 101 b から船首に向かう方向を前方と呼び、中央部 101 b から船尾に向かう方向を後方と呼ぶ。

[0044] 中央部 101 b における収容室 104 の後方の位置に 2 つのモータ 110 a, 110 b が設けられる。モータ 110 a, 110 b の回転軸に、棒状部材 111 a, 111 b の一端がそれぞれ取り付けられる。この状態で、棒状部材 111 a, 111 b は船体 101 内の中央部 101 b から船体 101 の底を突き抜けて水中に突出するように保持される。棒状部材 111 a, 111 b の他端には、スクリュウ 112 a, 112 b がそれぞれ取り付けられる。モータ 110 a, 110 b が作動することによりスクリュウ 112 a, 112 b が回転し、船舶 100 が水上で前進または後退する。

[0045] 2 つのスクリュウ 112 a, 112 b の後方の位置で、船体 101 の底から下方に延びるように 2 つの舵部材 121 a, 121 b が設けられる。船尾部 101 c には、舵部材 121 a, 121 b を駆動する 2 つのモータ 120 a, 120 b が設けられる。モータ 120 a, 120 b が作動することにより舵部材 121 a, 121 b が図示しない回転軸を中心として揺動する。それにより、船舶 100 が水上で右方向または左方向に旋回する。

[0046] 図2に示すように、船体 101 の下部で仕切り板 103 a の近傍の位置にバウスラスト 131 が設けられている。中央部 101 b の前端部近傍には、バウスラスト 131 を駆動するモータ 130 が設けられる。モータ 130 が作動することにより、船首に右方向または左方向に向かう推進力が発生する。

[0047] また、図3に示すように、中央部 101 b には、収容室 104 の前方に制御ボックス 140 が設けられ、収容室 104 の側方に複数（本例では 4 つ）のバッテリー 107 が設けられる。制御ボックス 140 には、制御部 300、記憶部 301、方位センサ 302 および姿勢センサ 303 が内蔵される。制

御ボックス１４０に内蔵される各構成要素の詳細は後述する。バッテリー１０７は、船舶１００の各構成要素に供給すべきエネルギーを蓄える。

[0048] （３）自律移動体システムの制御系

図４は、自律移動体システム１の制御系を示すブロック図である。まず、経路決定装置５００について説明する。図４に示すように、経路決定装置５００は、ＣＰＵ（中央演算処理装置）５０１、ＲＯＭ（リードオンリメモリ）５０２、ＲＡＭ（ランダムアクセスメモリ）５０３、記憶部５０４、表示部５０５、操作部５０６および通信アンテナ５５０を含む。

[0049] 通信アンテナ５５０は、図示しない通信装置を介して経路決定装置５００のＣＰＵ５０１に接続される。本例では、通信装置として無線ルータが用いられる。後述するように、船舶１００も通信アンテナ１５０および無線ルータを含む。それにより、船舶１００と経路決定装置５００とが、通信アンテナ１５０、５５０を介して無線ＬＡＮ（ローカルエリアネットワーク）で接続される。

[0050] 記憶部５０４は、例えばハードディスクまたは不揮発性メモリ等の記録媒体を含み、船舶１００が移動すべき経路および観測装置２００による観測結果を記憶する。さらに、記憶部５０４は、観測装置２００の観測性能、船舶１００の移動性能および地図情報等の種々の情報を記憶可能に構成される。本実施の形態においては、観測装置２００の観測性能は、ソナーから発信される超音波の広がり角を含む。また、船舶１００の移動性能は、船舶１００の最小旋回半径を含む。さらに、地図情報は池、沼、湖および海等の水深を含む。

[0051] 表示部５０５は、例えば液晶ディスプレイパネルまたは有機ＥＬ（エレクトロルミネッセンス）パネルにより構成され、後述の観測領域設定画像を表示する。操作部５０６は、例えばキーボードおよびポインティングデバイスを含む。ポインティングデバイスとしては、マウスまたはジョイスティック等が用いられる。表示部５０５および操作部５０６はタッチパネルにより一体的に構成されてもよい。この場合、操作部５０６はさらにタッチペンを含

むことが好ましい。本実施の形態では、表示部５０５に表示される後述の観測領域設定画像上に操作部５０６により点および直線を描画することが可能である。

[0052] ROM５０２は、CPU５０１の制御プログラム等を記憶する。RAM５０３は、種々のデータを記憶するとともにCPU５０１の作業領域として機能する。CPU５０１がROM５０２に記憶された制御プログラムを実行することにより、観測領域設定部５１１、経路決定部５１２、表示制御部５１３およびエネルギー残量取得部５１４の機能が実現される。

[0053] 表示制御部５１３は、船舶１００による観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示部５０５に表示させる。本実施の形態においては、観測領域設定部５１１は、操作部５０６により観測領域設定画像上に点および直線が描画された場合に、描画された点および描画された直線の両端部を通る線を表す１または複数の関数を導出する。また、観測領域設定部５１１は、導出された１または複数の関数により表される１または複数の線で取り囲まれる領域を観測領域として設定する。

[0054] 経路決定部５１２は、観測領域設定部５１１により設定された観測領域内で船舶１００が移動すべき経路を決定する。経路の決定方法については後述する。経路決定部５１２により経路が決定されると、表示制御部５１３は、決定された経路を表示部５０５に表示させる。

[0055] エネルギー残量取得部５１４は、無線通信により船舶１００から図３のバッテリー１０７に残存するエネルギー（本例では電気量）の残量を取得する。経路決定部５１２は、エネルギー残量取得部５１４により取得されるエネルギー残量に基づいて船舶１００が移動すべき経路を決定することが可能である。

[0056] 船舶１００は、モータ１１０ａ、１１０ｂ、１２０ａ、１２０ｂ、１３０、通信アンテナ１５０、観測装置２００、保持機構２１０、制御部３００、記憶部３０１、方位センサ３０２、姿勢センサ３０３、GPS３５０および電源装置４００を含む。通信アンテナ１５０は、図示しない通信装置を介し

て船舶１００の各構成要素に電氣的に接続される。本例では、図示しない通信装置として無線ルータが用いられる。

[0057] GPS 350は、GPSアンテナ351および現在位置算出部352を含む。GPSアンテナ351は、GPS衛星からの信号を受信する。現在位置算出部352は、GPSアンテナ351により受信された信号に基づいて、船舶１００の現在位置を算出する。

[0058] 電源装置400は、図3のバッテリー107および図示しない電源回路を含み、バッテリー107のエネルギーを船舶１００の各構成要素に供給する。

[0059] 記憶部301は、例えばハードディスクまたは不揮発性メモリ等の記録媒体を含み、船舶１００が移動すべき経路および観測装置200による観測結果を記憶する。方位センサ302は、例えば磁気センサを含み、船舶１００の移動方向を検出する。姿勢センサ303は、例えばジャイロ스코プを含み、船舶１００の姿勢を検出する。

[0060] 制御部300は、CPU（中央演算処理装置）およびメモリ、またはマイクロコンピュータからなり、船舶１００の各構成要素の動作を制御する。例えば、制御部300は、方位センサ302、姿勢センサ303およびGPS 350からの出力に基づいて、船舶１００が移動すべき経路に沿って移動するように各モータ110a, 110b, 120a, 120b, 130を制御する。また、制御部300は、観測が行われるように、観測装置200および保持機構210を制御する。

[0061] 図4の例では、経路決定装置500における観測領域設定部511、経路決定部512、表示制御部513およびエネルギー残量取得部514の各々が、ハードウェアとソフトウェアとにより実現される。これに限らず、観測領域設定部511、経路決定部512、表示制御部513およびエネルギー残量取得部514は、電子回路等のハードウェアで実現されてもよい。また、これらの構成要素の一部がCPUおよびメモリ等のハードウェアとコンピュータプログラム等のソフトウェアとにより実現されてもよい。

[0062] （４）船舶が移動すべき経路の決定手順

(4-1) 観測領域の設定

最初に、使用者が図4の操作部506を操作することにより、表示部505の画面上で観測装置200による観測領域が設定される。図5は、第1の実施の形態における観測領域設定時に表示部505に表示される画像の一例を示す図である。

[0063] 図5(a)に示すように、観測領域の設定が開始されると、表示部505の画面505s上に観測領域設定画像10が表示される。観測領域設定画像10は、地図情報に基づいて生成される地図である。本例では、観測領域設定画像10の中央部に湖20を表す画像がドットパターンで示される。

[0064] 本実施の形態においては、使用者は、操作部506を操作することにより、観測領域設定画像10上に1つの点31および1本の直線32を描画する。この場合、描画された点31および直線32の両端部を通る線を表す1または複数の関数が図4の観測領域設定部511により導出される。本例では、関数は楕円を表す。使用者による点31および直線32の描画中には、観測領域設定画像10上に導出された関数により表される線が点線で表示される。

[0065] 使用者が点31および直線32の描画を行う際には、画面505s上に観測領域設定画像10とともに描画終了ボタンRBが表示される。使用者により点31および直線32が描画された後、描画終了ボタンRBが操作される。それにより、図5(b)に太い実線で示すように、画面505sに線33が強調表示される。本例では、導出された関数により表される楕円で取り囲まれる領域が観測領域34として設定される。

[0066] 観測領域設定部511は、点31および直線32の両端部を通る円を表す関数を導出してもよい。この場合、導出された関数により表される円で取り囲まれる領域が観測領域34として設定される。

[0067] また、観測領域設定部511は、点31および直線32の両端部を頂点とする三角形を表す関数を導出してもよい。具体的には、観測領域設定部511は、点31と直線32の一端部とを通る直線を表す関数を導出し、点31

と直線 3 2 の他端部とを通る直線を表す関数を導出し、直線 3 2 を表す関数を導出してもよい。この場合、導出された 3 つの関数により表される 3 本の直線で取り囲まれる領域が観測領域 3 4 として設定される。このように、観測領域 3 4 が、複数の関数により設定されてもよい。

[0068] (4-2) 第 1 の経路決定方法

観測領域 3 4 が設定された後、設定された観測領域 3 4 内で船舶 1 0 0 が移動すべき経路が決定される。図 6 は、船舶 1 0 0 が移動すべき経路の第 1 の決定方法を説明するための図である。

[0069] 経路の決定前には、予め観測条件が指定される。図 6 (a) に観測条件の指定時に表示部 5 0 5 に表示される画像の一例が示される。本実施の形態では、観測条件は、観測開始点 4 1 および船舶 1 0 0 が観測時に往復移動すべき方向を含む。以下、船舶 1 0 0 が観測時に往復移動すべき方向を第 1 の方向と呼ぶ。この場合、使用者は、操作部 5 0 6 を操作することにより、観測条件として、観測開始点および第 1 の方向を指定する。

[0070] ここで、使用者は、船舶 1 0 0 が第 1 の方向に往復移動しつつ第 1 の方向に交差する第 2 の方向に移動すべき一定の距離を指定することができる。以下、船舶 1 0 0 が往復移動しつつ第 2 の方向に移動すべき距離を観測ピッチと呼ぶ。本例では、第 1 の方向と第 2 の方向とは直交する。

[0071] 第 1 の経路決定方法では、観測条件として使用者により観測開始点 4 1、第 1 の方向および観測ピッチが指定されることにより、それらの条件に基づいて船舶 1 0 0 が移動すべき経路が決定される。

[0072] 図 6 (a) の観測領域設定画像 1 0 においては、観測開始点 4 1 が線 3 3 の一部に重なるように指定される。また、白抜きの矢印 4 8 で示されるように、第 1 の方向が観測領域設定画像 1 0 上の縦方向（地図上の南北方向）に指定される。さらに、入力枠 4 9 に示されるように、観測ピッチが 3 m に指定される。なお、観測ピッチが指定されない場合、後述する第 2 の経路決定方法において観測ピッチは自動で設定される。

[0073] 図 6 (a) の観測条件が指定されることにより船舶 1 0 0 が移動すべき経

路が決定されると、図 6 (b) に示すように、決定された経路 4 3 が観測開始点 4 1 および観測終了点 4 2 とともに画面 5 0 5 s 上に表示される。このように、第 1 の経路決定方法によれば、使用者は、第 1 の方向を所望の方向に容易に設定することができ、かつ観測ピッチを所望の値に容易に設定することができる。

[0074] (4-3) 第 2 の経路決定方法

図 7 は、船舶 1 0 0 が移動すべき経路の第 2 の決定方法を説明するための図である。上記のように、観測条件の設定時に観測ピッチが指定されない場合、第 2 の経路決定方法により観測ピッチが設定される。本例では、湖 2 0 の水深が地図情報として予め図 4 の記憶部 5 0 4 に記憶されているものとする。

[0075] 図 7 (a) に水上に浮かぶ船舶 1 0 0 を前方から見た正面図が示される。図 7 (a) に示すように、観測装置 2 0 0 としてソナーが用いられる場合には、観測装置 2 0 0 から船舶 1 0 0 の下方に向かって所定の広がり角 θ で超音波が発信される。したがって、観測装置 2 0 0 により水底の形状を観測する場合には、深さに応じて観測可能範囲が変化する。

[0076] 例えば、水底 B 2 が水底 B 1 よりも深い位置にある場合、船舶 1 0 0 の左右方向において観測装置 2 0 0 により観測可能な水底 B 2 の幅 W 2 は、観測装置 2 0 0 により観測可能な水底 B 1 の幅 W 1 に比べて大きくなる。

[0077] そこで、第 2 の経路決定方法では、観測領域 3 4 における水深および観測装置 2 0 0 から発信される超音波の広がり角 θ に基づいて船舶 1 0 0 の左右方向における観測可能範囲（本例では、水底の幅）が算出される。また、観測可能範囲以下となるように観測ピッチが設定され、船舶 1 0 0 が移動すべき経路が決定される。それにより、観測領域 3 4 内で観測されない範囲が発生することが防止される。したがって、信頼性の高い観測結果を得ることができる。

[0078] 図 7 (b) に、第 2 の経路決定方法により決定された移動すべき経路 4 3 の表示例が示される。図 7 (b) に示される湖 2 0 においては、ドットパタ

ーンで示される部分の水深が小さく（1 mよりも大きく5 m以下）、ハッチングで示される部分の水深が大きい（5 mよりも大きく10 m以下）ものとする。この場合、水深の小さい領域で設定される観測ピッチ $p_t 1$ が、水深の大きい領域で設定される観測ピッチ $p_t 2$ に比べて小さくなる。

[0079] （４－４）第３の経路決定方法

図８は、船舶１００が移動すべき経路の第３の決定方法を説明するための図である。例えば、図８（ａ）に示すように、船舶１００が南北方向に往復移動しつつ西から東に移動するように移動すべき経路４３が決定された場合を想定する。本例では、湖２０の水深は一定であるものとする。

[0080] 観測ピッチ p_t が最小旋回半径の２倍の値よりも小さいと、船舶１００は一の往路５１の終端部５１ｂから次の復路５２の始端部５２ａに移動することができない。そのため、観測ピッチ p_t は観測装置２００の観測可能範囲によらず最小旋回半径の２倍以上の値に設定する必要がある。例えば、観測可能範囲が船舶１００の最小旋回半径の２倍の値よりも小さい場合を想定する。この場合、図８（ａ）にハッチングで示すように、船舶１００が一の往路５１の始端部５１ａから次の復路５２の終端部５２ｂに移動するまでの間に観測装置２００により観測されない範囲５９が発生する。

[0081] そこで、第３の経路決定方法では、船舶１００が一の往路５１の終端部５１ｂから次の復路５２の始端部５２ａに移動することができるようにかつ一の往路５１と次の復路５２との間で観測されない範囲５９が発生しないように、以下の方法で経路が決定される。

[0082] まず、観測可能範囲が船舶１００の最小旋回半径の２倍の値よりも小さい場合に、観測ピッチ p_t が最小旋回半径の２倍以上の大きさとなるように設定される。それにより、図８（ｂ）に示すように、図８（ａ）の経路４３と同じ経路４４が移動すべき経路として決定される。

[0083] 続いて、船舶１００が経路４４を移動する間に観測装置２００により観測されない範囲が観測されるように、経路４４において隣り合う往路と復路との間を通る経路４５が、さらに移動すべき経路として決定される。この場合

、船舶１００が経路４４を移動する間に観測されない範囲が、船舶１００が経路４５を移動する間に観測される。

[0084] このように、本例では、船舶１００が観測ピッチ p_t で往復移動する経路４４が移動すべき経路の一部として決定された後、観測ピッチ p_t の距離で隣り合う往路と復路との間を通る経路４５が移動すべき経路に含められる。それにより、観測領域３４内で観測されない範囲５９が発生することが防止される。したがって、信頼性の高い観測結果を得ることができる。

[0085] （４－５）第４の経路決定方法

以下の説明では、観測開始前に船舶１００が湖上に浮かべられるとともに観測開始後に船舶１００が湖上から回収される位置を、発進位置と呼ぶ。本例では、発進位置が、観測開始点４１、第１の方向および観測ピッチとともに予め観測条件として指定されるものとする。

[0086] 図９は、船舶１００が移動すべき経路の第４の決定方法を説明するための図である。本例では、予め指定された観測開始点４１、第１の方向、観測ピッチおよび発進位置と図４のエネルギー残量取得部５１４により取得されるエネルギー残量とに基づいて船舶１００が移動すべき経路４３が決定される。以下、エネルギー残量取得部５１４により取得されるエネルギー残量により船舶１００が移動可能な距離に相当する長さを移動可能長さと呼ぶ。

[0087] 具体的には、第４の経路決定方法では、船舶１００が発進位置から観測領域３４に移動して観測装置２００による観測後に発進位置に戻るまでの船舶１００の経路の長さが移動可能長さ以下となるように観測領域３４内の移動すべき経路４３が決定される。

[0088] 図９の例では、観測領域設定画像１０上に、観測領域３４内の移動すべき経路が太い実線で示される。また、発進位置４６と観測開始点４１とを結ぶ経路４７ａおよび発進位置４６と観測終了点４２とを結ぶ経路４７ｂが一点鎖線で示される。この場合、経路４３、４７ａ、４７ｂの合計長さが移動可能長さ以下となるように経路４３が決定される。それにより、船舶１００が発進位置４６から観測領域３４に移動して発進位置４６に戻るまでの経路に

において、エネルギー不足により船舶１００が停止することが防止される。

[0089] (５) 処理フロー

図１０は、第１の実施の形態における船舶１００の経路決定時の一連の処理を示すフローチャートである。図１０に示すように、初めに、ＣＰＵ５０１の表示制御部５１３は、表示部５０５の画面５０５ｓ上に観測領域設定画像１０を表示する（ステップＳ１１）。この状態で、ＣＰＵ５０１の観測領域設定部５１１は、使用者による操作部５０６の操作により、点および直線が描画されたか否かを判定する（ステップＳ１２）。

[0090] 点および直線が描画された場合、観測領域設定部５１１は、描画された点および描画された直線の両端部を通る線を表す関数を導出する（ステップＳ１３）。続いて、観測領域設定部５１１は、図５（ａ）の描画終了ボタンＲＢが操作されることにより、導出された関数により表される線３３で取り囲まれる領域を観測領域３４として設定する（ステップＳ１４）。その後、表示制御部５１３は、設定された観測領域３４を画面５０５ｓ上に表示する（ステップＳ１５）。

[0091] 次に、ＣＰＵ５０１の経路決定部５１２は、使用者が操作部５０６を操作することにより、観測条件が指定されたか否かを判定する（ステップＳ１６）。観測条件が指定されると、経路決定部５１２は、観測領域３４内で船舶１００が移動すべき経路を決定するための経路決定処理を行う（ステップＳ１７）。経路決定処理の詳細なフローについては後述する。

[0092] その後、表示制御部５１３は、設定された観測領域３４を画面５０５ｓ上に表示する（ステップＳ１８）。また、経路決定部５１２は、決定された船舶１００が移動すべき経路を船舶１００へ送信する（ステップＳ１９）。それにより、船舶１００においては、受信された船舶１００が移動すべき経路が記憶部３０１（図４）に記憶される。

[0093] 図１１および図１２は、経路決定部５１２によるステップＳ１７の経路決定処理の詳細を示すフローチャートである。本例では、使用者は、操作部５０６を操作することにより、観測条件としてエネルギー残量を考慮すべきか

否かを指定することができるものとする。

[0094] 経路決定処理が開始されると、CPU 501の経路決定部512は、観測条件として観測ピッチが指定されているか否かを判定する（ステップS21）。観測ピッチが指定されている場合、経路決定部512は、観測条件としてエネルギー残量を考慮すべき旨の指定がされているか否かを判定する（ステップS22）。エネルギー残量を考慮すべき旨の指定がされていない場合、経路決定部512は、指定された観測開始点、第1の方向および観測ピッチに基づいて船舶100が移動すべき経路を決定する（ステップS23）。ステップS23の処理は第1の経路決定方法による経路の決定処理に相当する。

[0095] 一方、エネルギー残量を考慮すべき旨の指定がされている場合、経路決定部512は、エネルギー残量取得部514により取得されるエネルギー残量に基づいて移動可能長さを算出する（ステップS24）。また、経路決定部512は、発進位置から観測領域34に移動して発進位置に戻るまでの船舶100の経路の長さが移動可能長さ以下となるように、観測開始点、第1の方向、観測ピッチ、発進位置および移動可能長さに基づいて観測領域34内で船舶100が移動すべき経路を決定する（ステップS25）。ステップS24、25の処理は第4の経路決定方法による経路の決定処理に相当する。

[0096] 上記のステップS21において、観測ピッチが指定されていない場合、経路決定部512は、観測領域34の水深が図4の記憶部504に記憶されているか否かを判定する（ステップS26）。観測領域34の水深が記憶部504に記憶されている場合、経路決定部512は、観測装置200の観測可能範囲を算出する（ステップS27）。

[0097] 続いて、経路決定部512は、算出された観測可能範囲が船舶100の最小旋回半径の2倍の値以上であるか否かを判定する（ステップS28）。

[0098] 観測可能範囲が船舶100の最小旋回半径の2倍の値以上である場合、経路決定部512は、隣り合う往路と復路との間で観測不可能な範囲が生じないようにかつ船舶100が一の往路の終端部から次の復路の始端部に巡回可

能となるように、観測ピッチを観測可能範囲以下かつ最小旋回半径の2倍以上に設定する（ステップS29）。

[0099] その後、経路決定部512は、観測開始点、第1の方向および設定された観測ピッチとに基づいて船舶100が移動すべき経路を決定する（ステップS30）。ステップS29、S30の処理は第2の経路決定方法による経路の決定処理に相当する。

[0100] 一方、上記のステップS28において、観測可能範囲が船舶100の最小旋回半径の2倍の値よりも小さい場合、経路決定部512は、隣り合う往路と復路との間で船舶100が旋回可能となるように観測ピッチを最小旋回半径の2倍以上の値に設定する（ステップS31）。

[0101] その後、経路決定部512は、指定された観測開始点および第1の方向と、設定された観測ピッチとに基づいて船舶100が移動すべき経路の一部を決定するとともに、観測領域34の全範囲が観測されるように観測ピッチで隣り合う往路と復路との間を通る経路を移動すべき経路に含める（ステップS32）。ステップS31、S32の処理は第3の経路決定方法による経路の決定処理に相当する。

[0102] 図4の記憶部504には、観測領域34の水深が不明である場合に設定されるべき予め定められた観測ピッチが記憶されている。この観測ピッチは、例えば最小旋回半径の2倍の値に設定される。上記のステップS26において、観測領域34の水深が記憶部504に記憶されていない場合、経路決定部512は、観測開始点、第1の方向および予め記憶された観測ピッチとに基づいて船舶100が移動すべき経路を決定する（ステップS33）。

[0103] 経路決定部512による上記のステップS23、S25、S30、S32、S33のいずれかの処理が行われることにより、経路決定処理が終了する。

[0104] （6）他の領域設定例

上記の例では、観測領域設定画像10上に1つの点31および1本の直線32が描画されることにより、観測領域34が設定される。これに限らず、

観測領域設定画像 10 上に 1 つの点 31 および複数の直線 32 が描画されてもよい。この場合、1 つの点 31 および全ての直線 32 の両端部を通る線を表す 1 または複数の関数が導出され、導出された 1 または複数の関数により表される 1 または複数の線で取り囲まれる観測領域が設定される。

[0105] また、観測領域設定画像 10 上に複数の点 31 および 1 本の直線 32 が描画されてもよい。この場合、全ての点 31 および 1 本の直線 32 の両端部を通る線を表す 1 または複数の関数が導出され、導出された 1 または複数の関数により表される 1 または複数の線で取り囲まれる観測領域が設定される。

[0106] さらに、観測領域設定画像 10 上に複数の点 31 および複数の直線 32 が描画されてもよい。この場合、全ての点 31 および全ての直線 32 の両端部を通る線を表す 1 または複数の関数が導出され、導出された 1 または複数の関数により表される 1 または複数の線で取り囲まれる観測領域が設定される。

[0107] 図 13 は、第 1 の実施の形態における他の領域設定例を示す図である。図 13 (a) に示すように、本例では観測領域設定画像 10 上に 2 つの点 31 および 2 本の直線 32 が描画される。この場合、観測領域設定部 511 は、2 つの点 31 および 2 本の直線 32 のそれぞれの両端部を通る線を表す 1 または複数の関数を導出する。本例では、関数はスプライン曲線を表す。使用者により点 31 および直線 32 が描画された後、描画終了ボタン RB が操作される。それにより、図 13 (b) に太い実線で示すように、画面 505 s に線 33 が強調表示される。本例では、導出された関数により表されるスプライン曲線で取り囲まれる領域が観測領域 34 として設定される。

[0108] (7) 効果

本実施の形態においては、船舶 100 による観測領域 34 の設定時に、表示部 505 に観測領域設定画像 10 が表示される。使用者は、操作部 506 を操作することにより、観測領域設定画像 10 上に点 31 および直線 32 を描画することができる。描画された点 31 および直線 32 の両端部を通る線 33 を表す関数に基づいて観測領域 34 が設定される。設定された観測領域

34内で船舶100が移動すべき経路が決定される。

[0109] この場合、使用者は、観測領域設定画像10上に点31および直線32を描画する際に、点31および直線32の両端部を通る線で取り囲まれる領域を比較的容易に認識することができる。したがって、船舶100が移動すべき経路を容易かつ短時間で設定することが可能になる。

[0110] [2] 第2の実施の形態

第2の実施の形態に係る経路決定装置は、図4の観測領域設定部511による観測領域34の設定方法が異なる点を除いて、第1の実施の形態に係る経路決定装置500と同じ構成および動作を有する。

[0111] 本実施の形態においては、操作部506により観測領域設定画像10上に少なくとも2本の直線が描画された場合に、描画された全ての直線の両端部を通る線を表す1または複数の関数が導出される。導出された1または複数の関数により表される1または複数の線で取り囲まれる領域が観測領域として設定される。

[0112] 使用者による観測領域34の設定例を説明する。図14は、第2の実施の形態における観測領域設定時に表示部505に表示される画像の一例を示す図である。

[0113] 図14(a)に示すように、観測領域の設定が開始されると、表示部505の画面505s上に観測領域設定画像10が表示される。使用者は、操作部506を操作することにより、観測領域設定画像10上に2本の直線32を描画する。この場合、描画された一方の直線32の両端部および他方の直線32の両端部を通る線を表す1または複数の関数が観測領域設定部511により導出される。本例では、一方の直線32の一端部と他方の直線32の一端部とを通る直線を表す関数および一方の直線32の一端部と他方の直線32の他端部とを通る直線を表す関数が観測領域設定部511により導出される。また、一方の直線32の他端部と他方の直線32の一端部とを通る直線を表す関数および一方の直線32の他端部と他方の直線32の他端部とを通る直線を表す関数が観測領域設定部511により導出される。このように

、本例では、4つの関数が導出される。

[0114] 使用者による直線32の描画中には、観測領域設定画像10上に導出された関数により表される線が点線で表示される。使用者により2本の直線32が描画された後、描画終了ボタンRBが操作される。それにより、図14（b）に太い実線で示すように、画面505sに線33が強調表示される。本例では、導出された4つの関数により表される4本の直線で取り囲まれる四角形の領域が観測領域34として設定される。

[0115] 上記の例に限らず、観測領域設定部511は、2本の直線32の両端部を通る円または楕円を表す関数を導出してもよい。この場合、導出された関数により表される円または楕円で取り囲まれる領域が観測領域34として設定される。

[0116] 図15は、第2の実施の形態における船舶100の経路決定時の一連の処理を示すフローチャートである。図15に示すように、初めに、CPU501の表示制御部513は、表示部505の画面505s上に観測領域設定画像10を表示する（ステップS51）。この状態で、CPU501の観測領域設定部511は、使用者による操作部506の操作により、少なくとも2本の直線が描画されたか否かを判定する（ステップS52）。

[0117] 少なくとも2本の直線が描画された場合、観測領域設定部511は、描画された全ての直線の両端部を通る線を表す関数を導出する（ステップS53）。続いて、観測領域設定部511は、図14（a）の描画終了ボタンRBが操作されることにより、導出された関数により表される線33で取り囲まれる領域を観測領域34として設定する（ステップS54）。その後、図4のCPU501においては、図10のステップS15、S16、S17、S18、S19の処理にそれぞれ相当するステップS55、S56、S57、S58、S59の処理が実行される。

[0118] 図14（a）、（b）の例では、観測領域設定画像10上に2本の直線32が描画されることにより、観測領域34が設定される。これに限らず、観測領域設定画像10上に3本以上の直線32が描画されてもよい。この場合

、全ての直線 3 2 の両端部を通る線を表す 1 または複数の関数が導出され、導出された 1 または複数の関数により表される 1 または複数の線で取り囲まれる領域が観測領域として設定される。

[0119] 図 1 6 は、第 2 の実施の形態における他の領域設定例を示す図である。図 1 6 (a) に示すように、本例では観測領域設定画像 1 0 上に 4 本の直線 3 2 が描画される。この場合、観測領域設定部 5 1 1 は、4 本の直線 3 2 の両端部を通る線 3 3 を表す 1 または複数の関数を導出する。本例では、4 本の直線 3 2 の隣り合う端部を通る 8 本の直線を表す 8 つの関数が導出される。

[0120] 使用者により 4 本の直線 3 2 が描画された後、描画終了ボタン R B が操作される。それにより、図 1 6 (b) に太い実線で示すように、画面 5 0 5 s に線 3 3 が強調表示される。本例では、導出された 8 つの関数により表される 8 本の直線で取り囲まれる八角形の領域が観測領域 3 4 として設定される。

[0121] 上記の例に限らず、観測領域設定部 5 1 1 は、4 本の直線 3 2 の両端部を通るスプライン曲線を表す関数を導出してもよい。この場合、導出された関数により表されるスプライン曲線で取り囲まれる領域が観測領域 3 4 として設定される。

[0122] 本実施の形態においては、使用者は、観測領域設定画像 1 0 上に少なくとも 2 本以上の直線 3 2 を描画する際に、描画された全ての直線 3 2 の両端部を通る線で取り囲まれる領域を容易に認識することができる。したがって、船舶 1 0 0 が移動すべき経路を容易かつ短時間で設定することが可能になる。

[0123] [3] 第 3 の実施の形態

第 3 の実施の形態に係る経路決定装置は、図 4 の観測領域設定部 5 1 1 による観測領域 3 4 の設定方法が異なる点を除いて、第 1 の実施の形態に係る経路決定装置 5 0 0 と同じ構成および動作を有する。

[0124] 本実施の形態においては、操作部 5 0 6 により観測領域設定画像 1 0 上に少なくとも 3 つの点が描画された場合に、描画された全ての点を通る線を表

す 1 または複数の関数が導出される。導出された 1 または複数の関数により表される 1 または複数の線で取り囲まれる領域が観測領域として設定される。

[0125] 使用者による観測領域 3 4 の設定例を説明する。図 1 7 は、第 3 の実施の形態における観測領域設定時に表示部 5 0 5 に表示される画像の一例を示す図である。

[0126] 図 1 7 (a) に示すように、観測領域の設定が開始されると、表示部 5 0 5 の画面 5 0 5 s 上に観測領域設定画像 1 0 が表示される。使用者は、操作部 5 0 6 を操作することにより、観測領域設定画像 1 0 上に 3 つの点 3 1 を描画する。この場合、描画された 3 つの点 3 1 を通る線を表す 1 または複数の関数が観測領域設定部 5 1 1 により導出される。本例では、関数は楕円を表す。

[0127] 使用者による点 3 1 の描画中には、観測領域設定画像 1 0 上に導出された関数により表される線が点線で表示される。使用者により 3 つの点 3 1 が描画された後、描画終了ボタン R B が操作される。それにより、図 1 7 (b) に太い実線で示すように、画面 5 0 5 s に線 3 3 が強調表示される。本例では、導出された関数により表される楕円で取り囲まれる領域が観測領域 3 4 として設定される。

[0128] 上記の例に限らず、観測領域設定部 5 1 1 は、3 つの点 3 1 を通る円を表す関数を導出してもよい。この場合、導出された関数により表される円で取り囲まれる領域が観測領域 3 4 として設定される。

[0129] また、観測領域設定部 5 1 1 は、各 2 つの点 3 1 を通る 3 本の線を表す 3 つの関数を導出してもよい。この場合、導出された 3 つの関数により表される 3 本の直線で取り囲まれる三角形の領域が観測領域 3 4 として設定される。

[0130] 図 1 8 は、第 3 の実施の形態における船舶 1 0 0 の経路決定時の一連の処理を示すフローチャートである。図 1 8 に示すように、初めに、CPU 5 0 1 の表示制御部 5 1 3 は、表示部 5 0 5 の画面 5 0 5 s 上に観測領域設定画

像10を表示する（ステップS61）。この状態で、CPU501の観測領域設定部511は、使用者による操作部506の操作により、少なくとも3つの点が描画されたか否かを判定する（ステップS62）。

[0131] 少なくとも3つの点が描画された場合、観測領域設定部511は、描画された全ての点を通る線を表す関数を導出する（ステップS63）。続いて、観測領域設定部511は、図17（a）の描画終了ボタンRBが操作されることにより、導出された関数により表される線33で取り囲まれる領域を観測領域34として設定する（ステップS64）。その後、図4のCPU501においては、図10のステップS15、S16、S17、S18、S19の処理にそれぞれ相当するステップS65、S66、S67、S68、S69の処理が実行される。

[0132] 図17（a）、（b）の例では、観測領域設定画像10上に3つの点31が描画されることにより、観測領域34が設定される。これに限らず、観測領域設定画像10上に4つ以上の点31が描画されてもよい。この場合、全ての点31を通る線を表す1または複数の関数が導出され、導出された1または複数の関数により表される1または複数の線で取り囲まれる領域が観測領域として設定される。

[0133] 図19は、第3の実施の形態における他の領域設定例を示す図である。図19（a）に示すように、本例では観測領域設定画像10上に8つの点31が描画される。この場合、観測領域設定部511は、8つの点31を通る線を表す1または複数の関数を導出する。本例では、関数はスプライン曲線を表す。

[0134] 使用者により8つの点31が描画された後、描画終了ボタンRBが操作される。それにより、図19（b）に太い実線で示すように、画面505sに線33が強調表示される。本例では、導出された関数により表されるスプライン曲線で取り囲まれる領域が観測領域34として設定される。

[0135] 本実施の形態においては、使用者は、観測領域設定画像10上に少なくとも3つ以上の点31を描画する際に、描画された全ての点31を通る線を取

り囲まれる領域を容易に認識することができる。したがって、船舶１００が移動すべき経路を容易かつ短時間で設定することが可能になる。

[0136] [４] 他の実施の形態

(１) 上記実施の形態においては、船舶１００を移動させるためのエネルギー源として電力を蓄えるバッテリー１０７が用いられる。これに限らず、船舶１００を移動させるためのエネルギー源として、バッテリー１０７に代えてまたはバッテリー１０７に加えて、ガソリン等の燃料を貯留する燃料タンクが用いられてもよい。この場合、例えば船舶１００を前進または後退させるスクリュウ１１２a, １１２bが、モータ１１０a, １１０bに代えてエンジンで駆動される。

[0137] (２) 上記実施の形態においては、船舶１００と経路決定装置５００とがそれぞれ別体で設けられる。また、船舶１００と経路決定装置５００との間で無線通信が行われる。これに限らず、経路決定装置５００は、船舶１００の船体１０１内に設けられてもよい。この場合、船舶１００の各構成要素と経路決定装置５００とが有線で接続され、有線通信が行われてもよい。

[0138] (３) 上記実施の形態においては、船舶１００に設けられる観測装置２００としてソナーが用いられる。これに限らず、観測装置２００は、ソナーに代えてまたはソナーに加えてレーダまたはカメラ等の他の観測機器を有してもよい。

[0139] (４) 上記実施の形態においては、記憶部５０４に地図情報が記憶される。記憶された地図情報に基づいて観測領域設定画像１０が生成される。これに限らず、地図情報は、予め記憶部５０４に記憶される代わりに、インターネットを経由して所定のサーバからダウンロードすることにより取得されてもよい。

[0140] (５) 上記実施の形態に係る自律移動体システム１は、観測機能を有する移動体として船舶１００を備える。これに限らず、自律移動体システム１は、船舶１００に代えて、観測機能を有しかつ予め定められた経路を自律制御により移動可能な車両、ヘリコプタ、飛行機または歩行ロボット等を移動体

として備えてもよい。

[0141] [5] 請求項の各構成要素と実施の形態の各要素との対応

以下、請求項の各構成要素と実施の形態の各要素との対応の例について説明するが、本発明は下記の例に限定されない。

[0142] 上記実施の形態では、船舶100が移動体の例であり、経路43, 44, 45が船舶100の移動すべき経路の例であり、経路決定装置500が経路決定装置の例であり、観測領域34が観測領域の例であり、観測領域設定画像10が観測領域設定画像の例であり、表示部505が表示部の例である。

[0143] また、図5および図13におけるいずれか1つの点31が点の例であり、図5および図13におけるいずれか1本の直線32が直線の例であり、操作部506が操作部の例であり、観測領域設定部511が観測領域設定部の例であり、経路決定部512が経路決定部の例である。

[0144] また、図14および図16におけるいずれか2本の直線32がそれぞれ第1および第2の直線の例であり、図17および図19におけるいずれか3つの点31がそれぞれ第1、第2および第3の点の例であり、第1の方向が第1の方向の例であり、第2の方向が第2の方向の例であり、観測ピッチ p_t , p_{t1} , p_{t2} の大きさが一定変位量の例であり、観測可能範囲が観測可能な範囲の例であり、ソナーによる観測機能が水中の状態を観測する観測機能の例である。

[0145] また、経路44が移動すべき経路の少なくとも一部の例であり、一の往路51の終端部51bが一の往路の終端部の例であり、次の復路52の始端部52aが一の復路の始端部の例であり、観測装置200により観測されない範囲59が観測機能により観測されない範囲の例であり、経路45が一の往路と一の復路との間を通る経路の例であり、バッテリー107がエネルギー源の例であり、発進位置46が発進位置の例である。

[0146] また、観測装置200およびそれを保持する船体101が本体部の例であり、モータ110a, 110b, 120a, 120b, 130、スクリュー112a, 112b、舵部材121a, 121bおよびバウスラスト131

が移動機構の例であり、GPS 350が現在位置取得部の例であり、制御部300が制御部の例であり、自律移動体システム1が自律移動体システムの例である。

[0147] 請求項の各構成要素として、請求項に記載されている構成または機能を有する他の種々の要素を用いることもできる。

産業上の利用可能性

[0148] 本発明は、自律移動体に有効に利用することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 所定の観測機能を有する移動体の移動すべき経路を決定する経路決定装置であって、
- 前記移動体による観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示する表示部と、
- 前記表示部に表示される観測領域設定画像上に点および直線を描画するために使用者により操作される操作部と、
- 前記観測領域設定画像上に描画された前記点および前記直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて前記観測領域を設定する観測領域設定部と、
- 前記観測領域設定部により設定された観測領域内で前記移動体が移動すべき経路を決定する経路決定部を備える、経路決定装置。
- [請求項2] 所定の観測機能を有する移動体の移動すべき経路を決定する経路決定装置であって、
- 前記移動体による観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示する表示部と、
- 前記表示部に表示される観測領域設定画像上に少なくとも第1および第2の直線を描画するために使用者により操作される操作部と、
- 前記観測領域設定画像上に描画された前記第1の直線の両端部および前記第2の直線の両端部を通る線を表す関数に基づいて前記観測領域を設定する観測領域設定部と、
- 前記観測領域設定部により設定された観測領域内で前記移動体が移動すべき経路を決定する経路決定部とを備える、経路決定装置。
- [請求項3] 所定の観測機能を有する移動体の移動すべき経路を決定する経路決定装置であって、
- 前記移動体による観測領域を設定するための観測領域設定画像を表示する表示部と、
- 前記表示部に表示される観測領域設定画像上に少なくとも第1、第

2 および第3の点を描画するために使用者により操作される操作部と、

前記観測領域設定画像上に描画された前記第1、第2および第3の点を結ぶ線を表す関数に基づいて前記観測領域を設定する観測領域設定部と、

前記観測領域設定部により設定された観測領域内で前記移動体が移動すべき経路を決定する経路決定部とを備える、経路決定装置。

[請求項4] 前記表示部は、前記観測領域設定部により設定された前記観測領域を前記観測領域設定画像上に表示する、請求項1～3のいずれか一項に記載の経路決定装置。

[請求項5] 前記操作部は、第1の方向を指定可能に構成され、

前記経路決定部は、前記観測領域内で前記移動体が前記第1の方向に往復移動しつつ前記第1の方向に交差する第2の方向に一定変位量ずつ移動する経路を前記移動すべき経路として決定する、請求項1～4のいずれか一項に記載の経路決定装置。

[請求項6] 前記操作部は、前記一定変位量を指定可能に構成された、請求項5記載の経路決定装置。

[請求項7] 前記観測機能は、観測可能な範囲を有し、

前記経路決定部は、前記一定変位量を前記観測領域内で前記観測機能により観測可能な範囲以下に設定する、請求項5記載の経路決定装置。

[請求項8] 前記移動体は、水上を移動可能に構成されるとともに前記観測機能として水中の状態を観測する観測機能を有し、

前記経路決定部は、前記観測領域内の水深に基づいて前記観測可能な範囲を算出する、請求項7記載の経路決定装置。

[請求項9] 前記移動すべき経路の少なくとも一部は、前記移動体が前記第1の方向に平行な一の往路の終端部から旋回して前記第1の方向に平行な一の復路の始端部に移動することにより前記第2の方向に移動するよう

に決定され、

前記経路決定部は、前記観測領域内で前記観測機能により観測可能な範囲が前記移動体の最小旋回半径の2倍の値よりも小さい場合に、前記移動体が前記一の往路の始端部から前記一の復路の終端部まで移動する間に前記観測機能により観測されない範囲が観測されるように、前記一の往路と前記一の復路との間を通る経路を前記移動すべき経路に含める、請求項7記載の移動体の経路決定装置。

[請求項10] 前記移動体は、当該移動体を移動させるためのエネルギーを蓄えるエネルギー源を有し、

前記経路決定部は、前記移動体が発進位置から前記観測領域内の移動すべき経路を通して前記発進位置に戻るまでの経路の長さが前記エネルギー源に残存するエネルギーにより前記移動体が移動可能な距離に相当する長さ以下になるように、前記移動すべき経路を決定する、請求項1～9のいずれか一項に記載の経路決定装置。

[請求項11] 移動体と、

請求項1～10のいずれか一項に記載の経路決定装置とを備え、

前記移動体は、

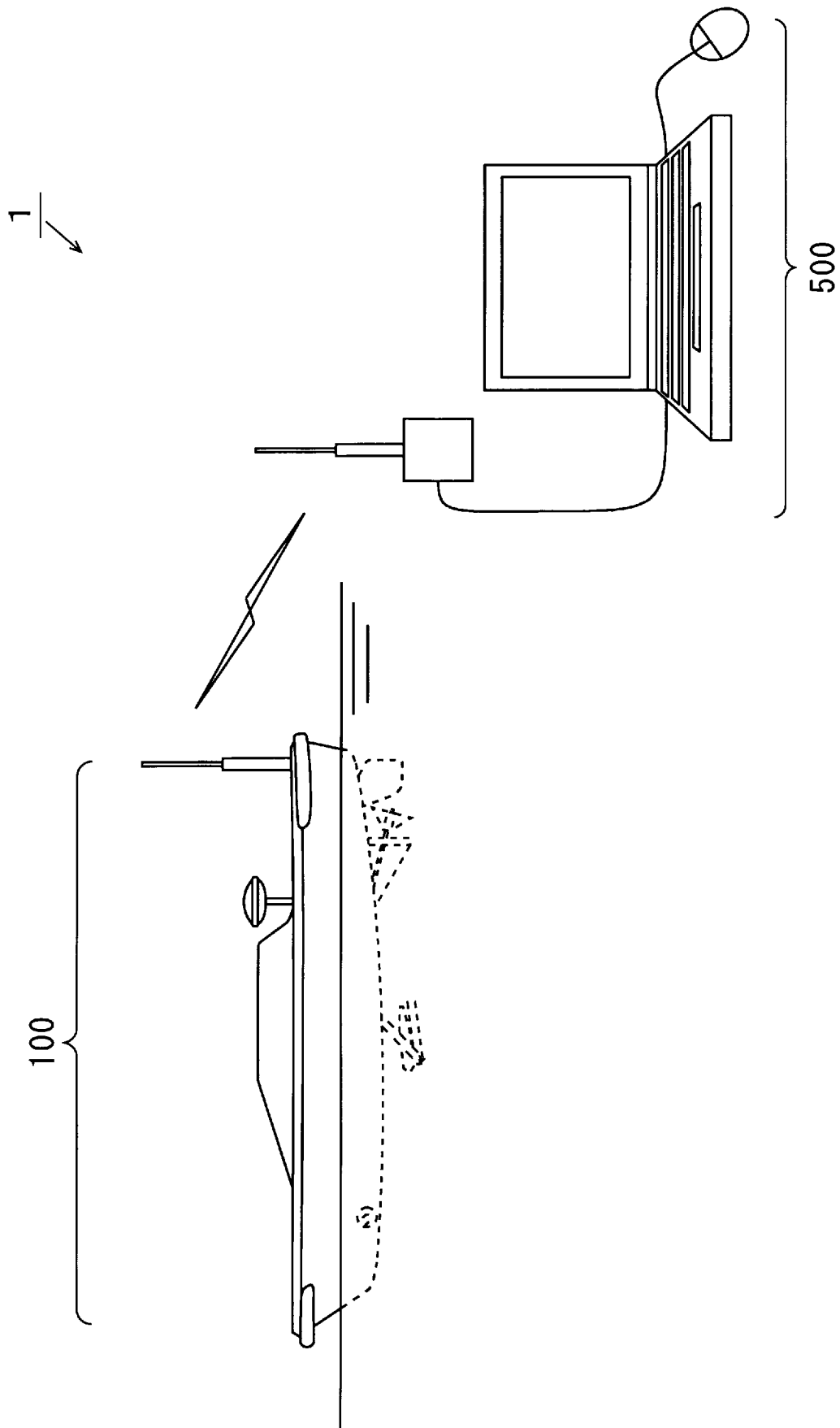
前記所定の観測機能を有する本体部と、

前記本体部を移動させる移動機構と、

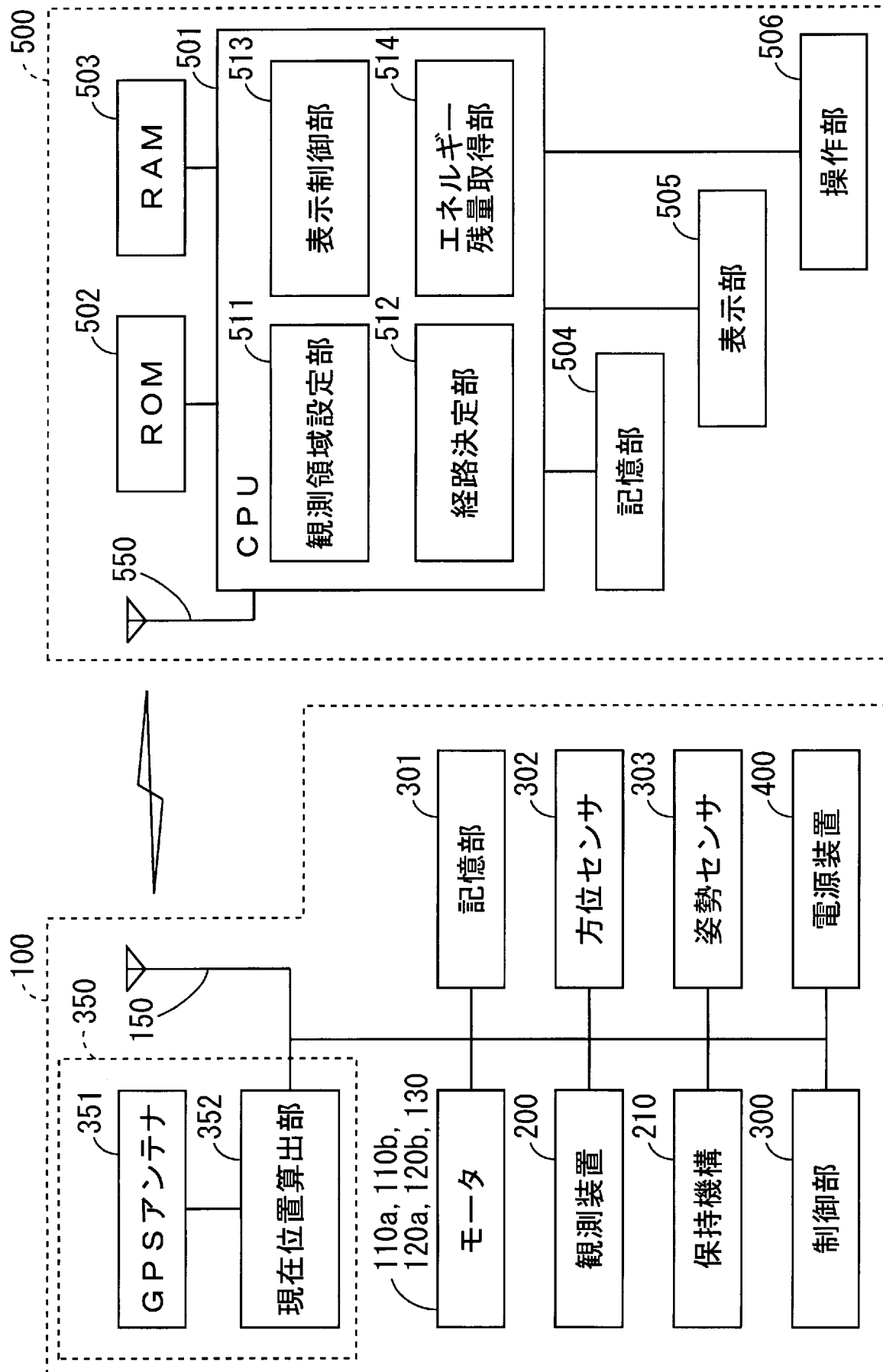
前記本体部の現在位置を取得する現在位置取得部と、

前記現在位置取得部により取得される現在位置に基づいて、前記経路決定部により決定された経路に沿って前記本体部が移動するように前記移動機構を制御する制御部とを含む、自律移動体システム。

[図1]

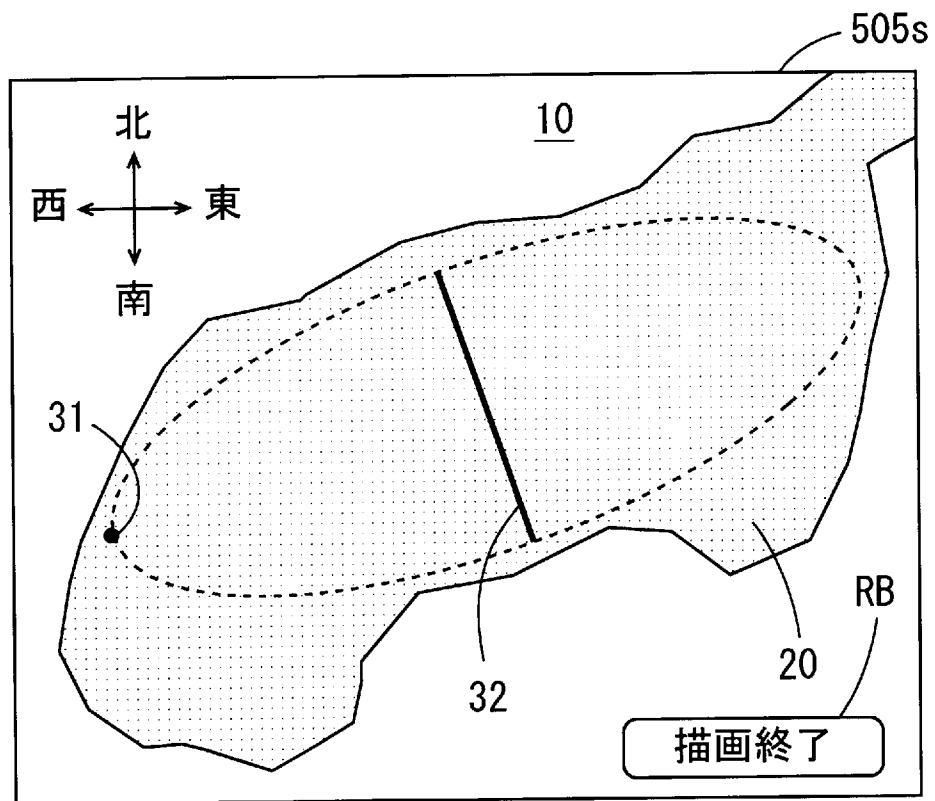


[図4]

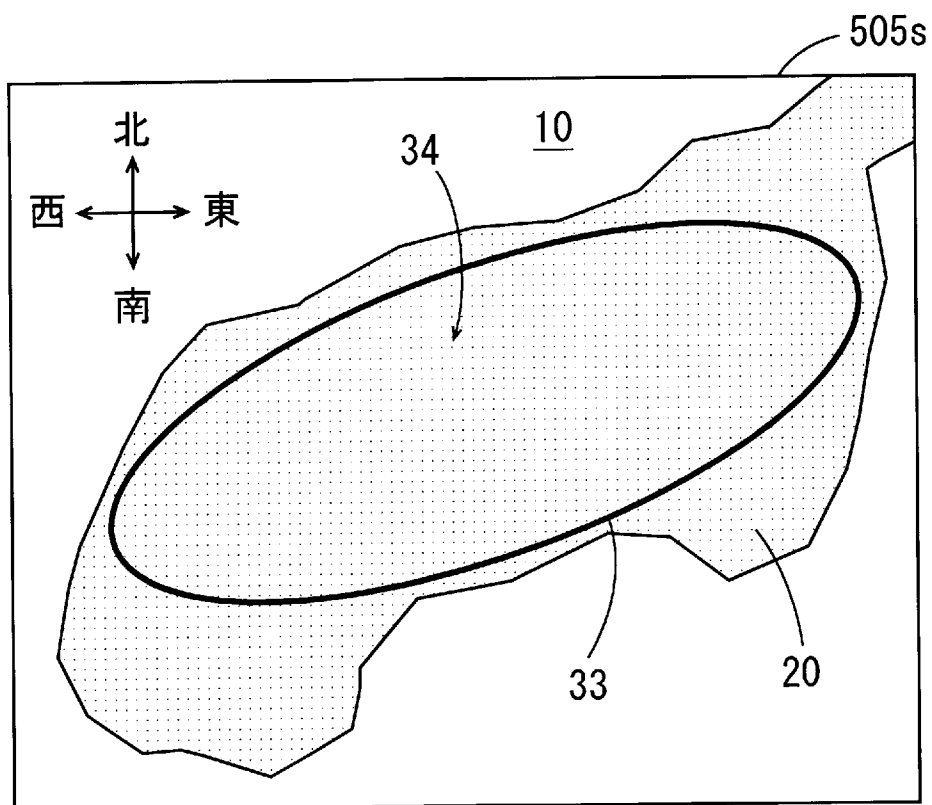


[図5]

(a)

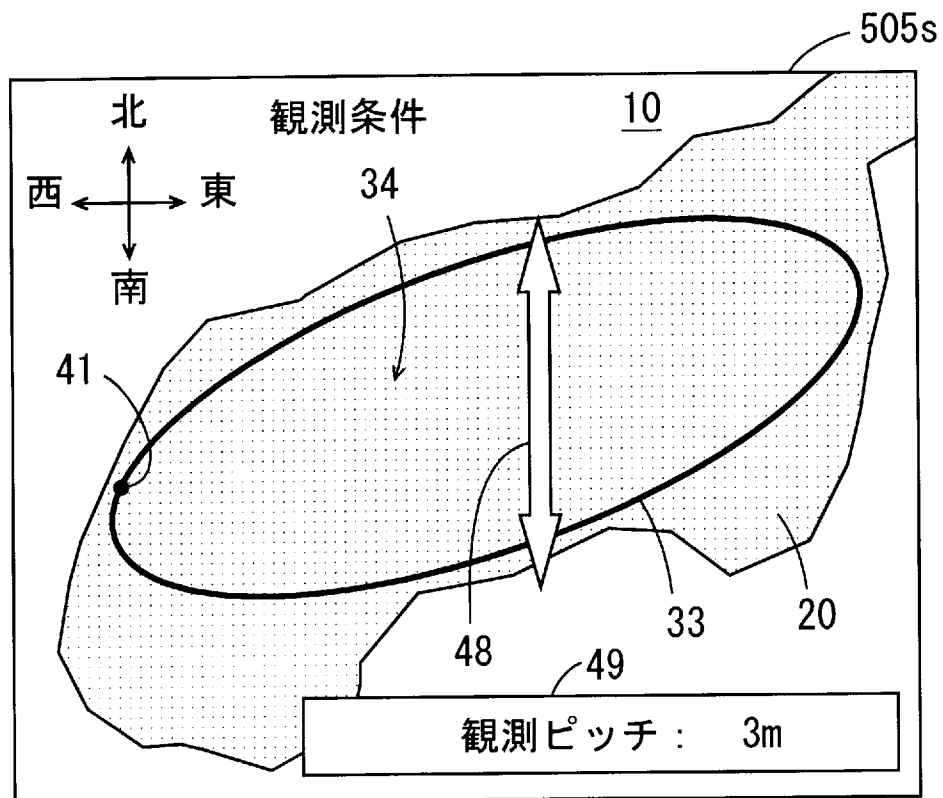


(b)

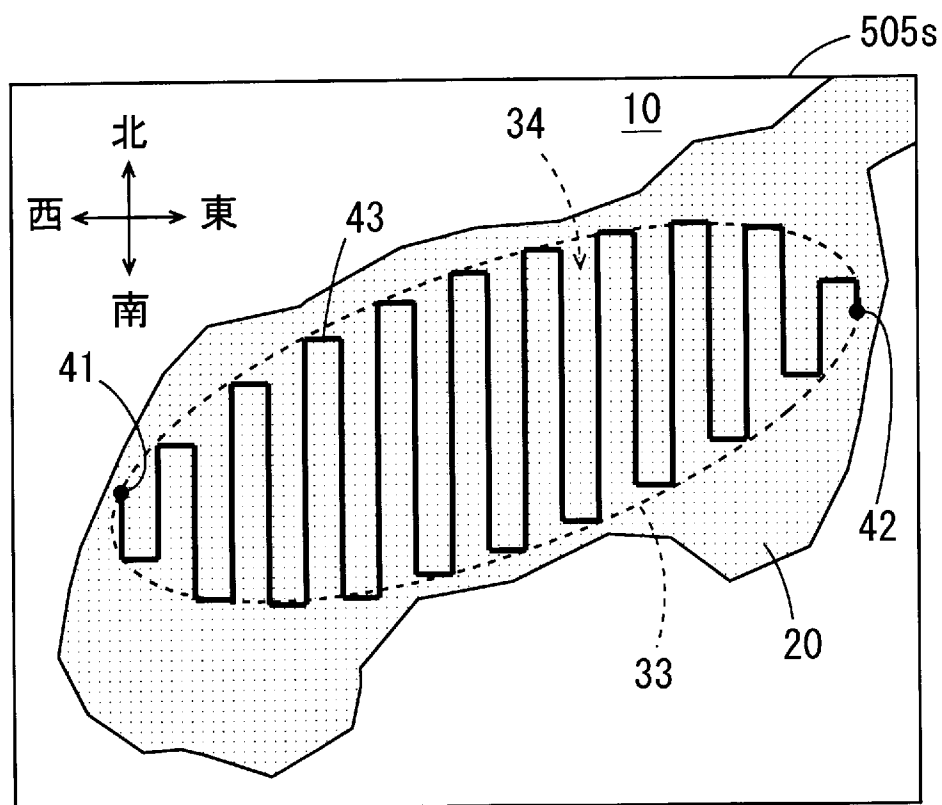


[図6]

(a)

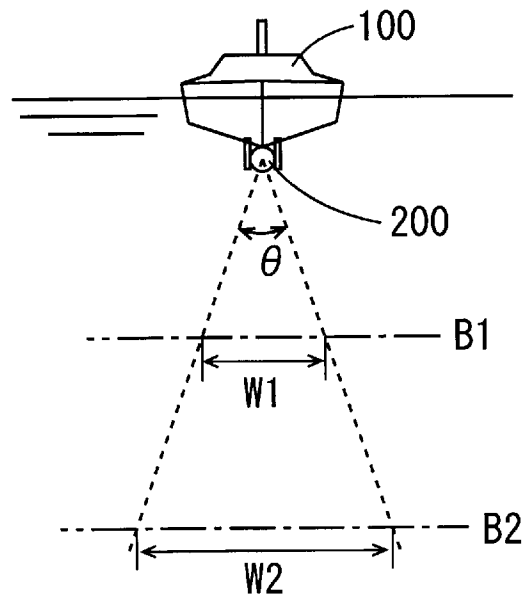


(b)

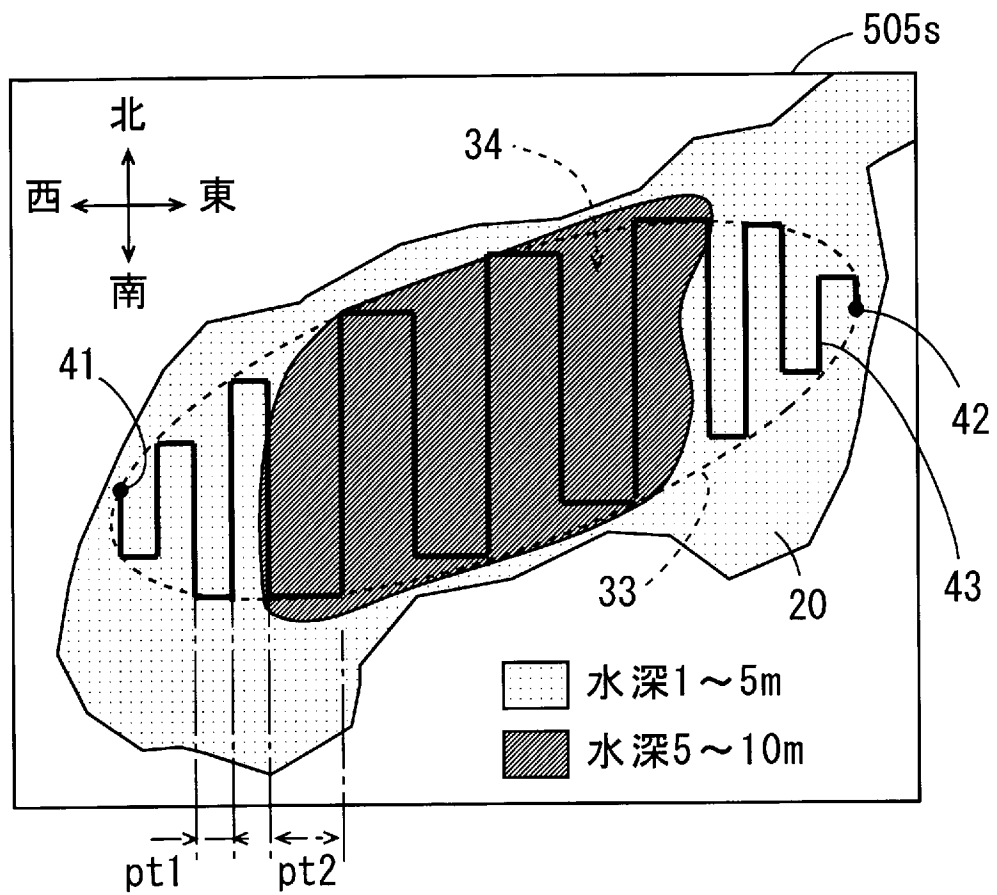


[図7]

(a)

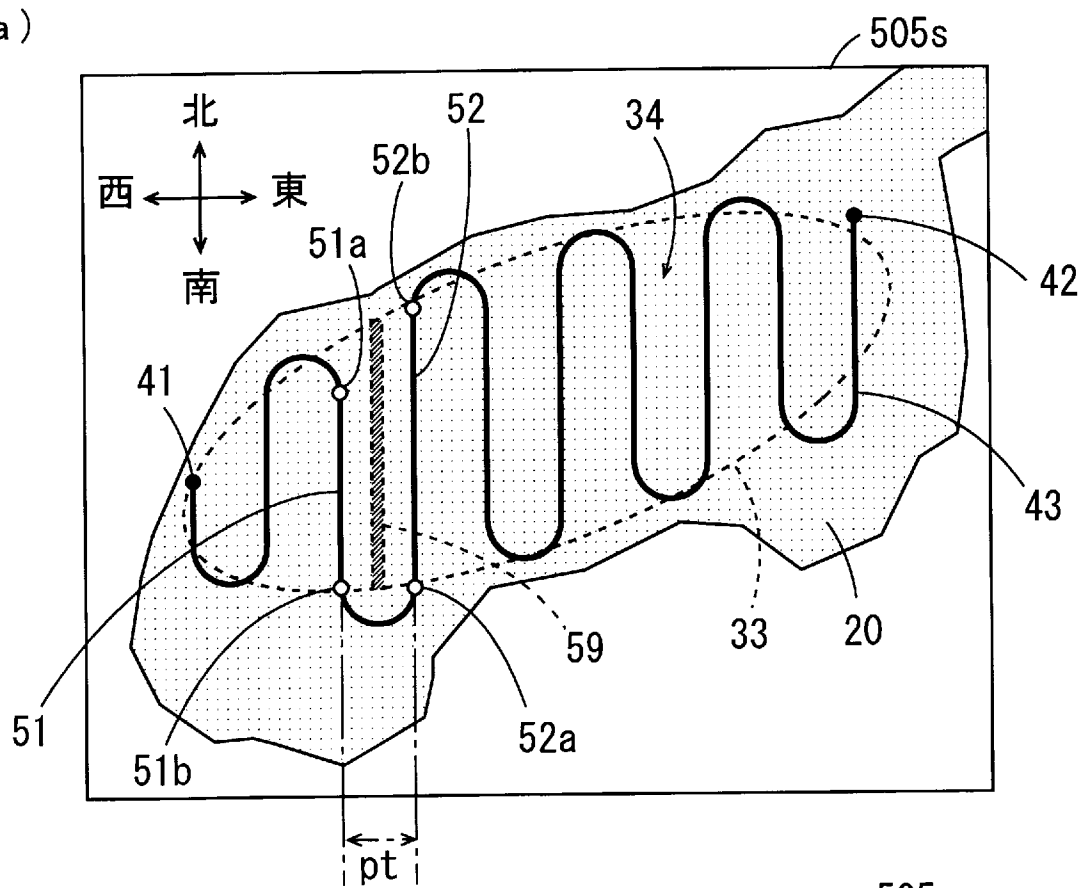


(b)

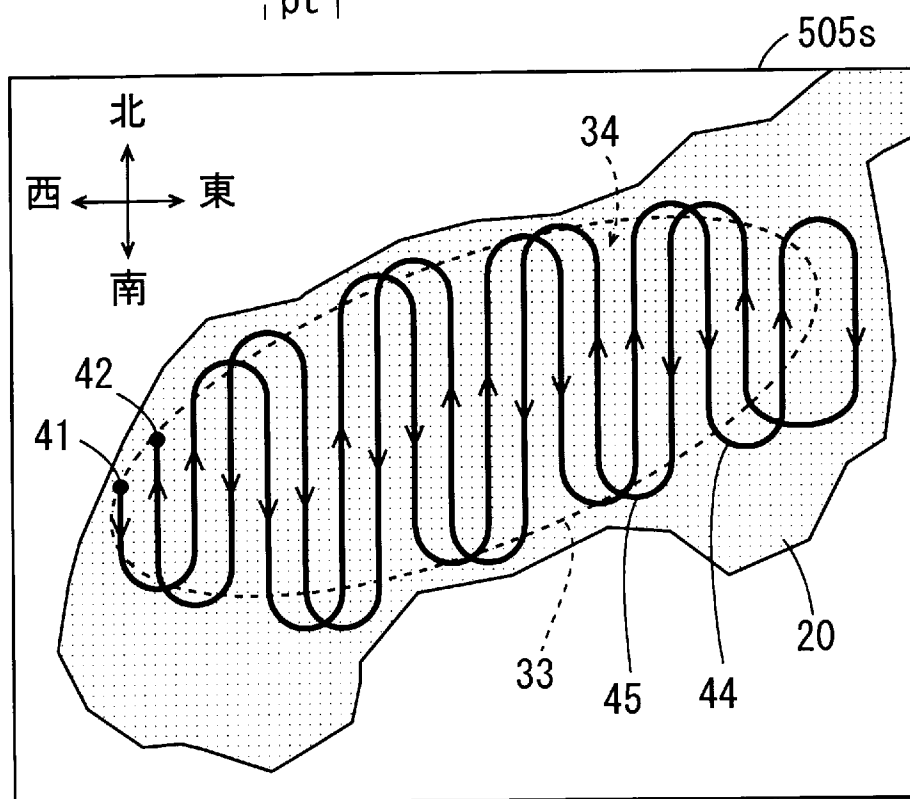


[図8]

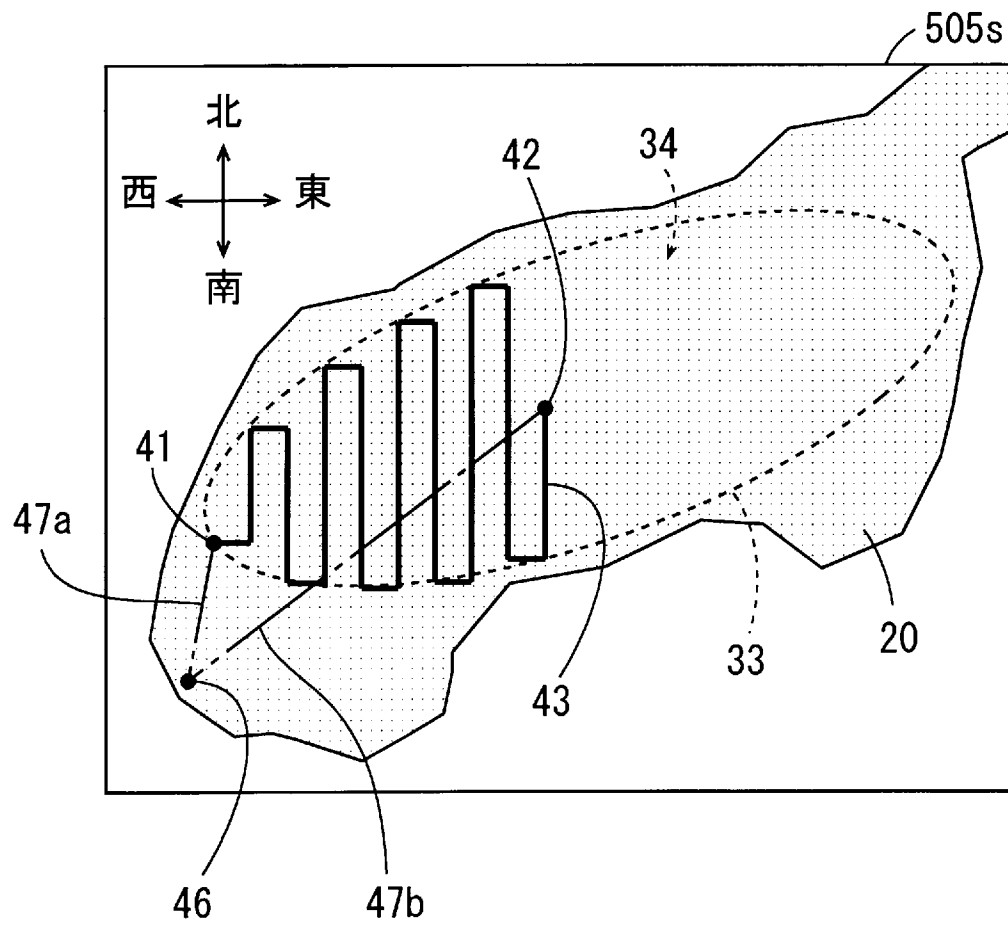
(a)



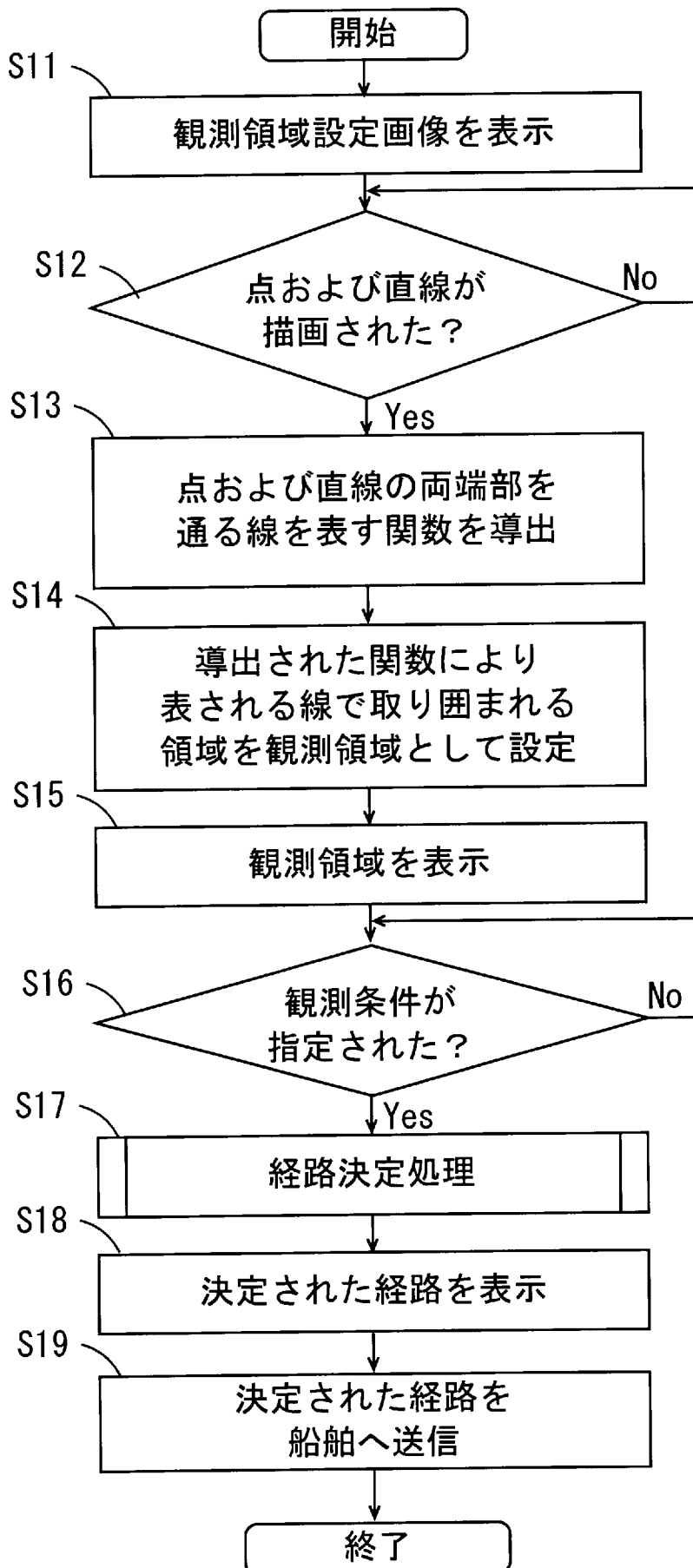
(b)



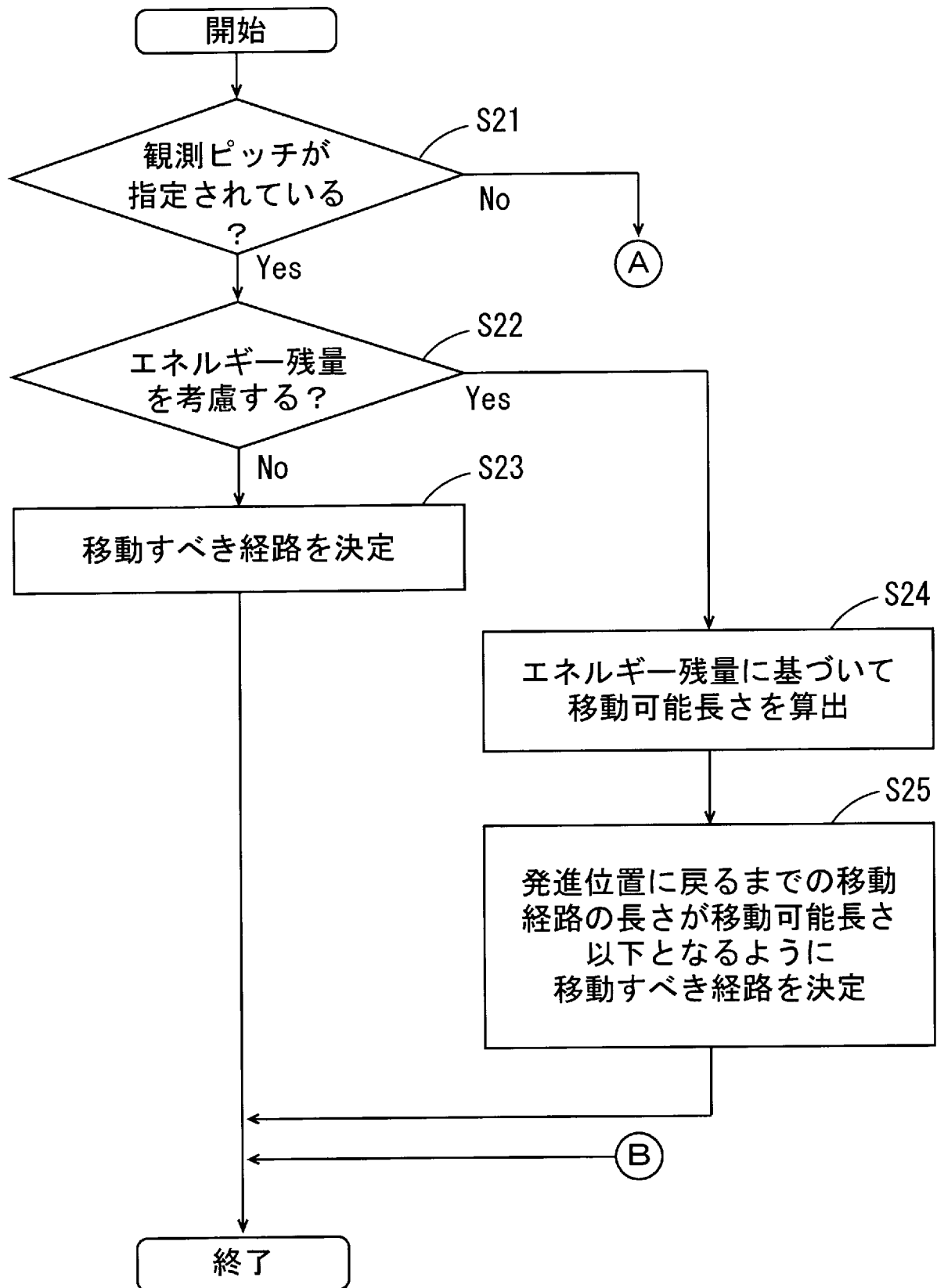
[図9]



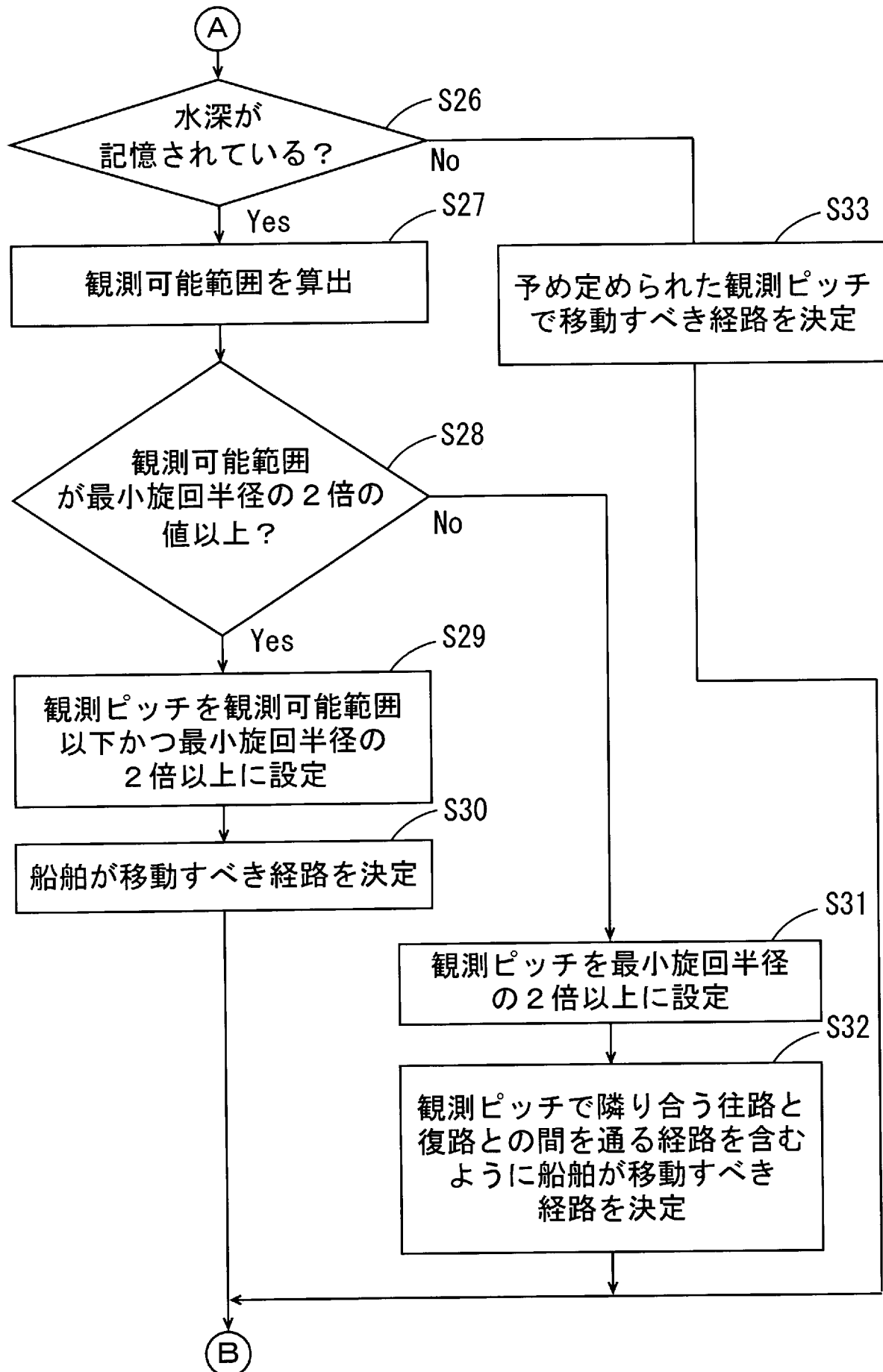
[図10]



[図11]

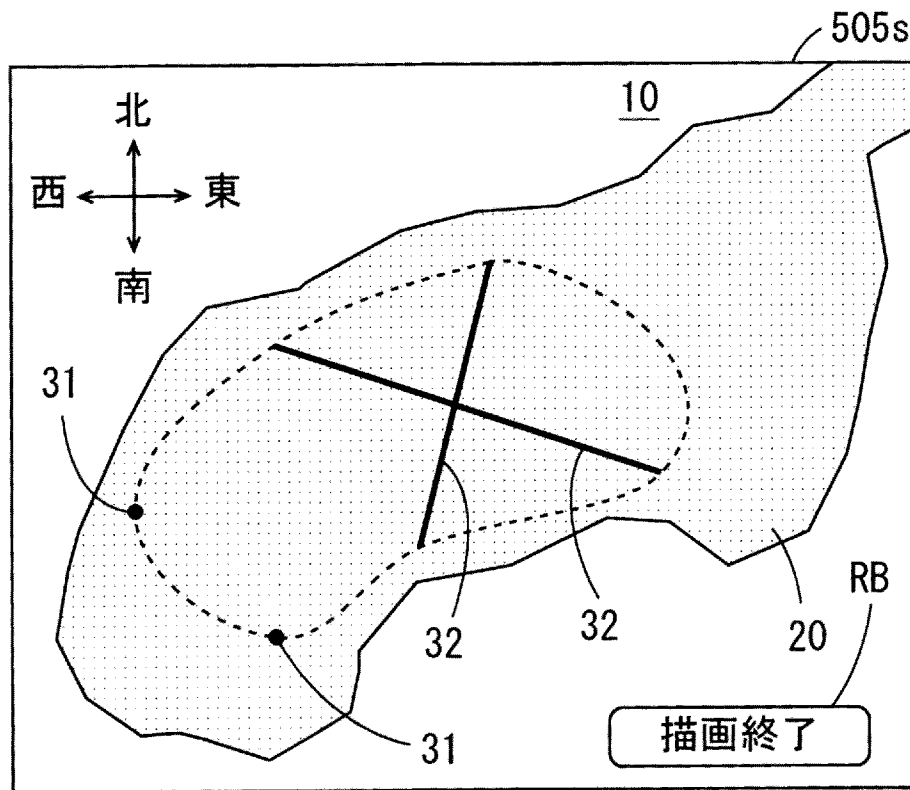


[図12]

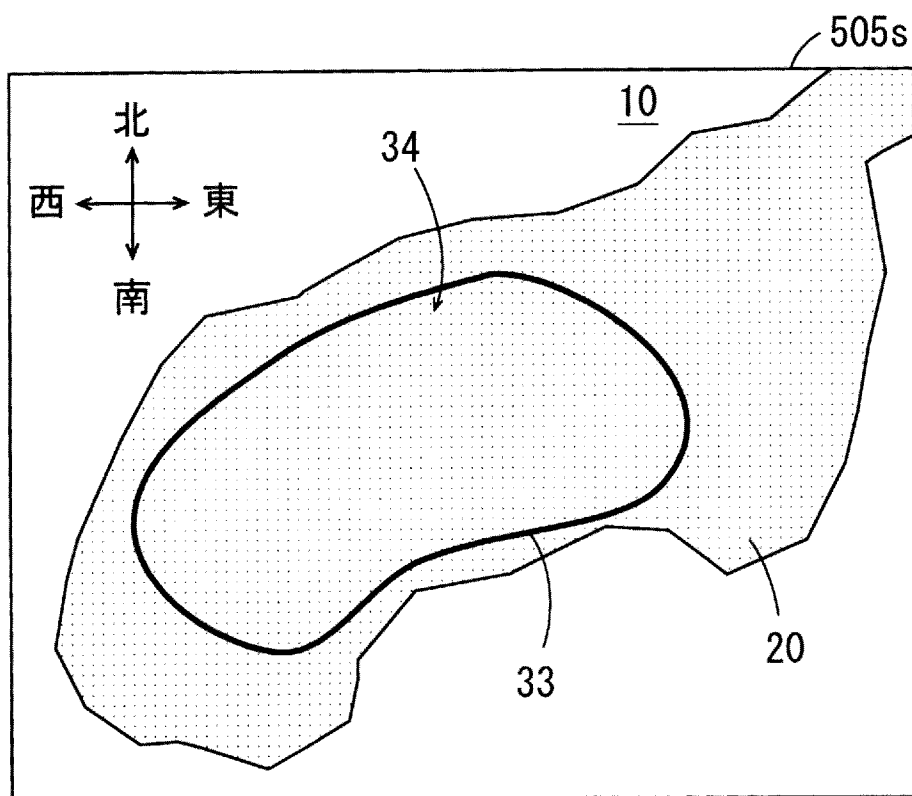


[図13]

(a)

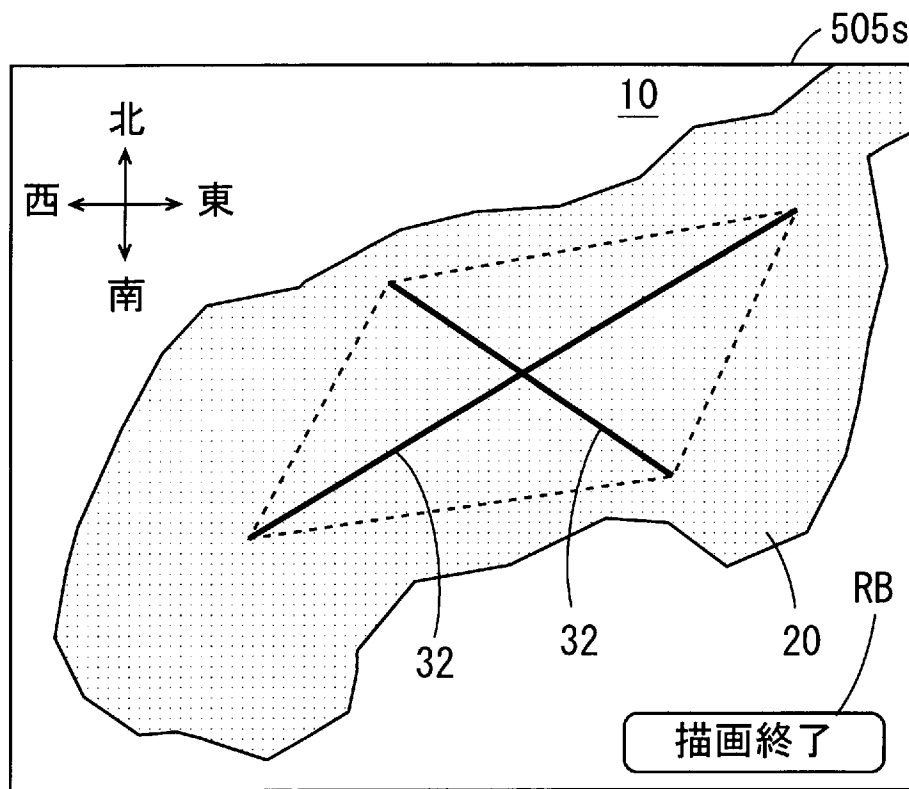


(b)

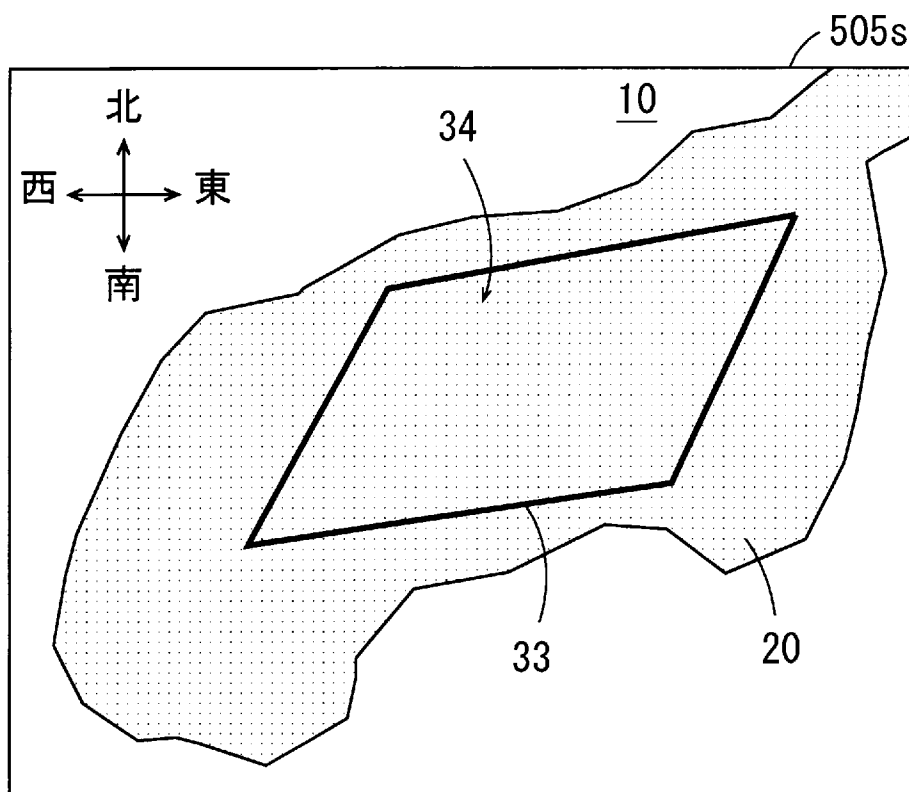


[図14]

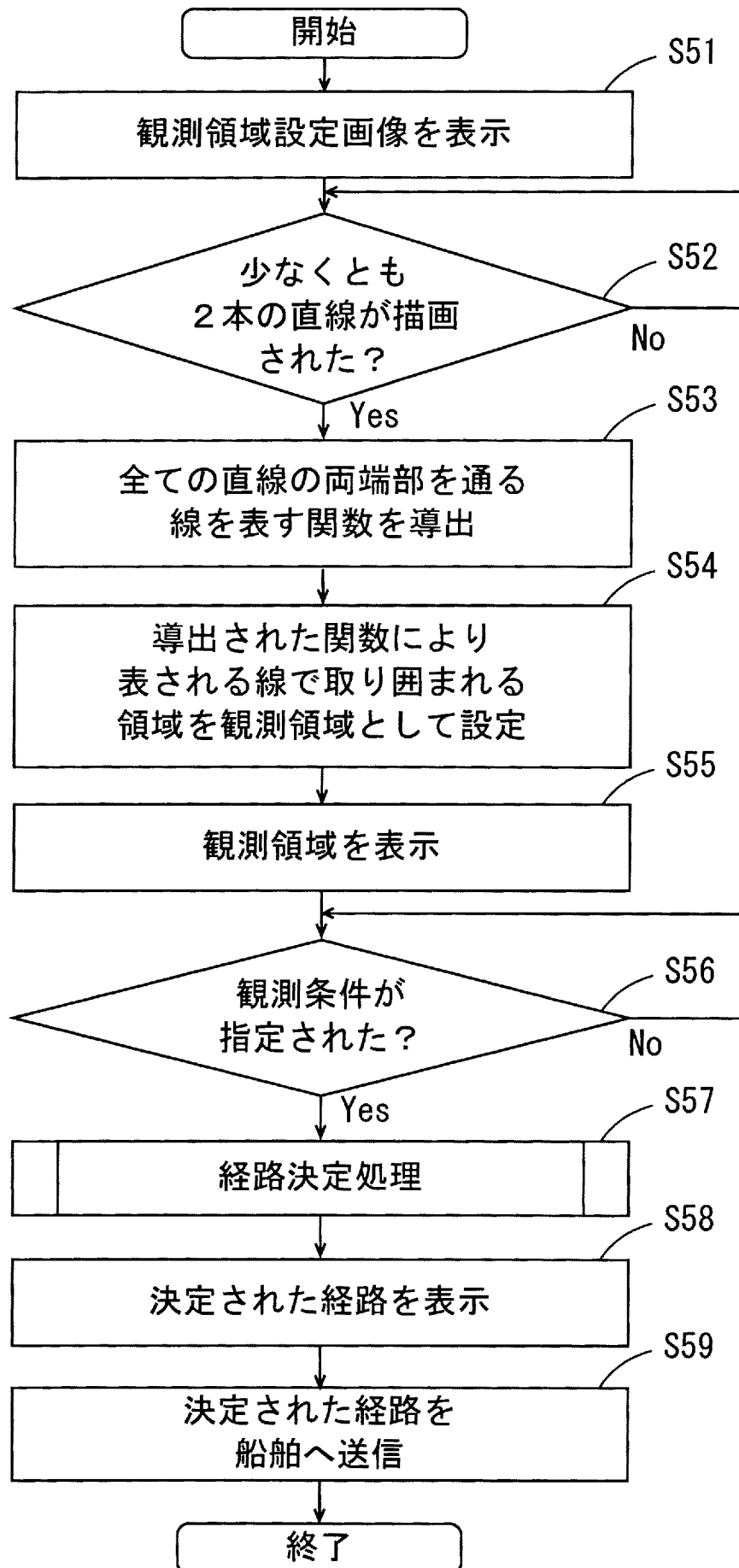
(a)



(b)

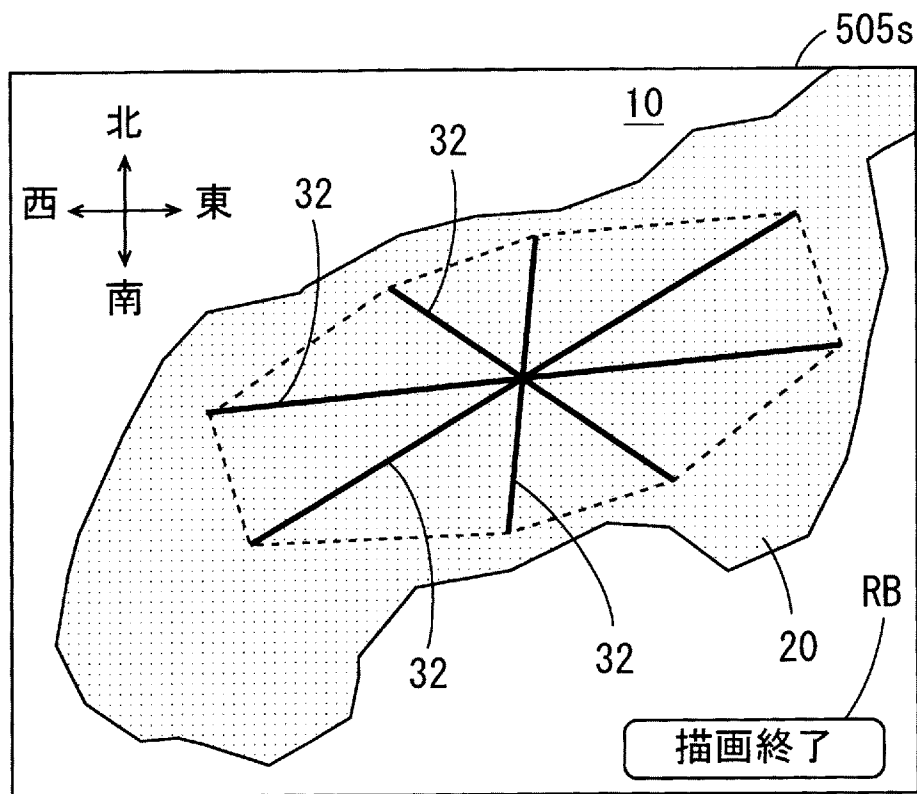


[図15]

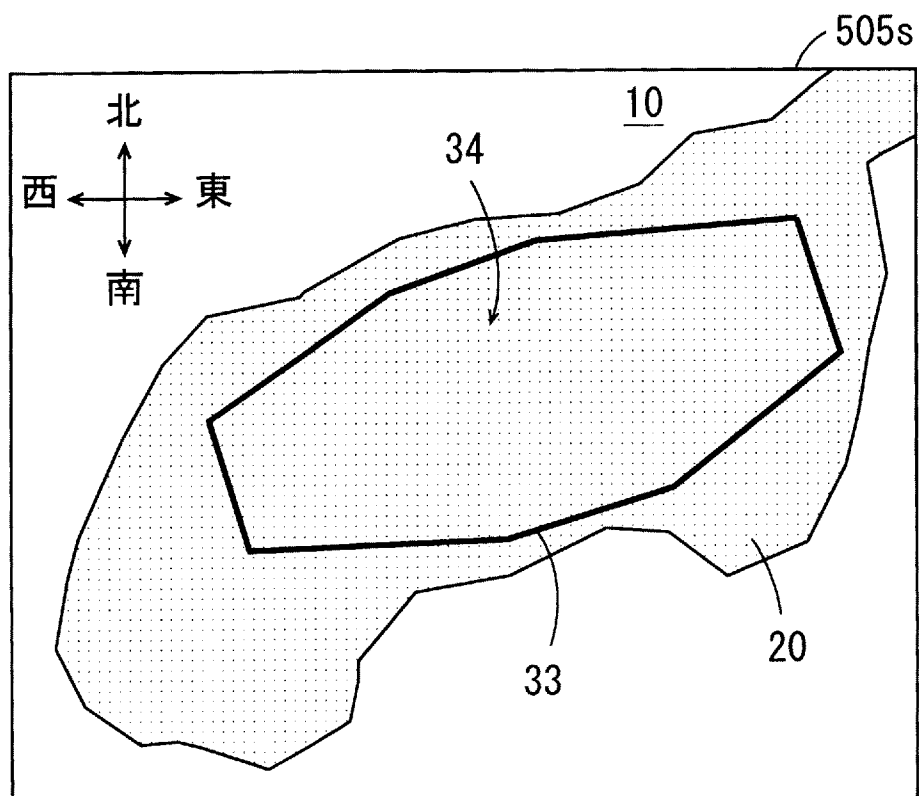


[図16]

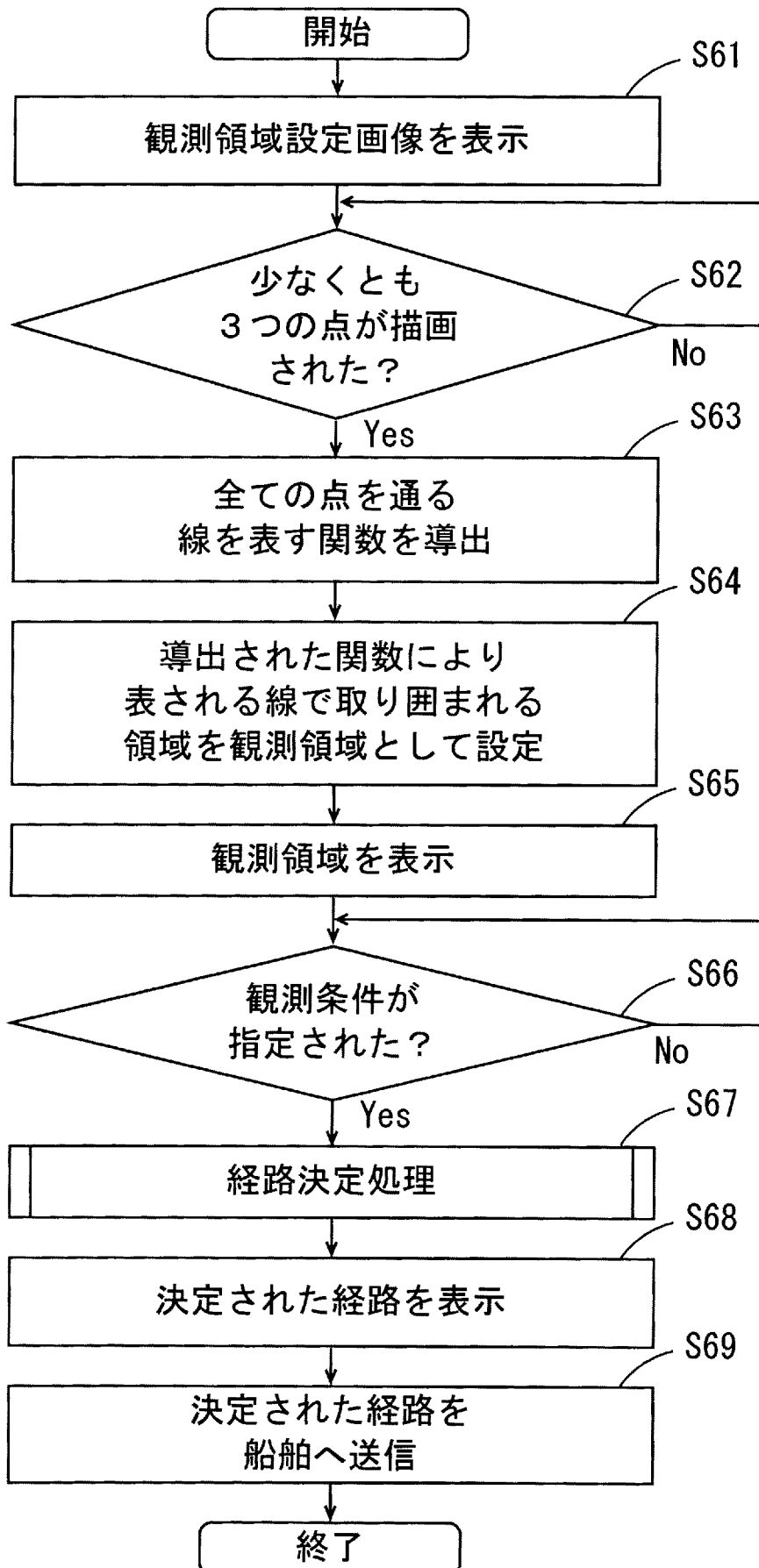
(a)



(b)

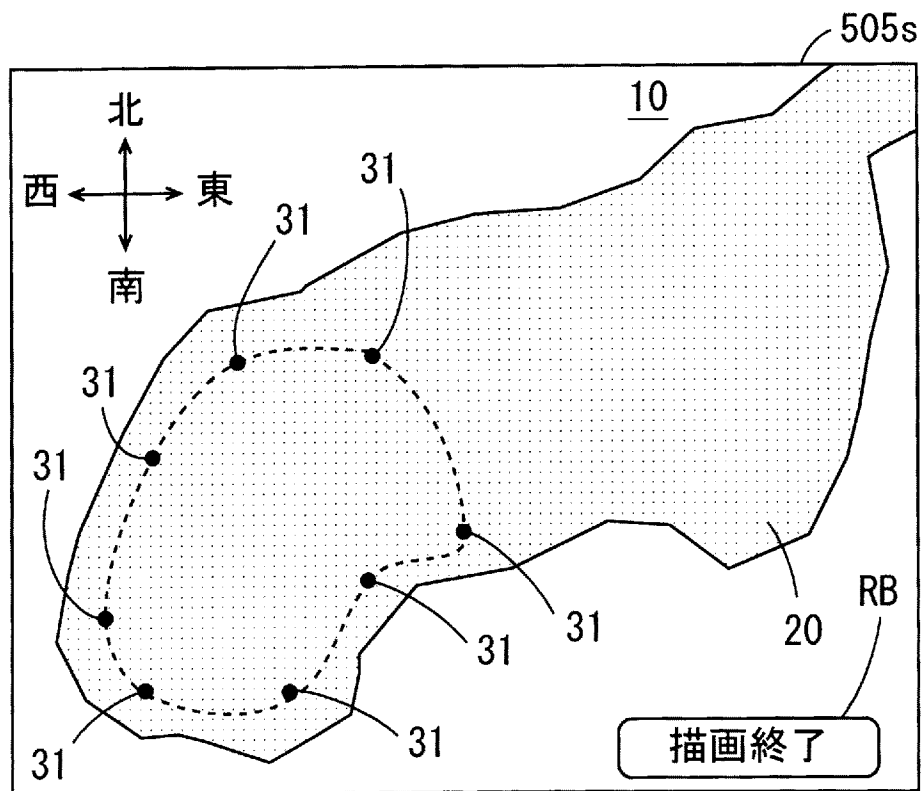


[図18]

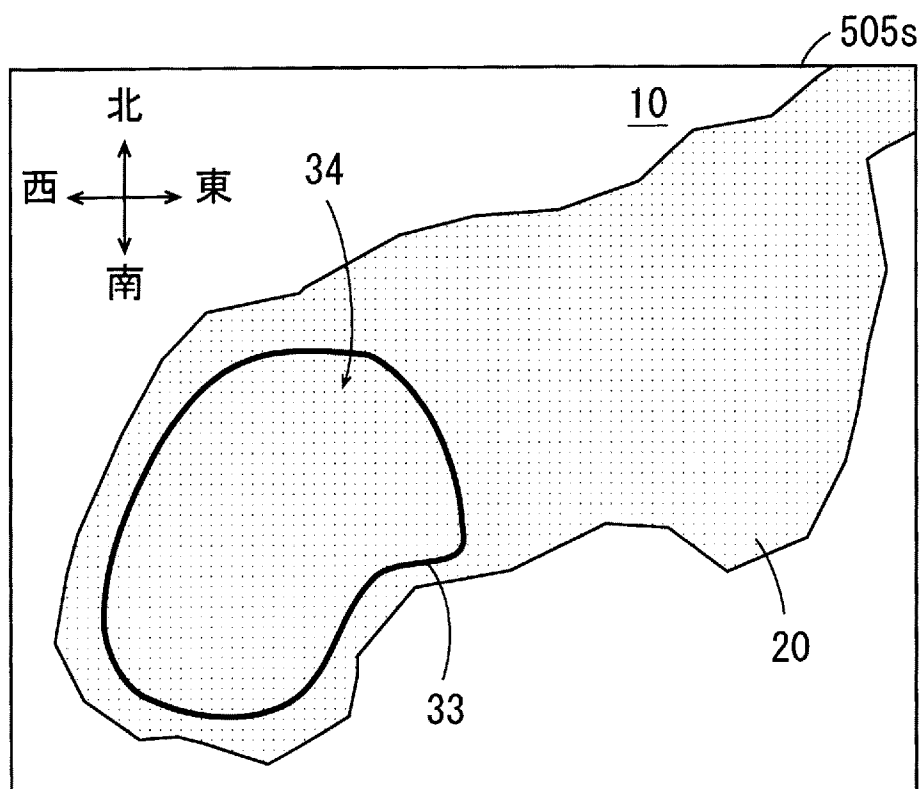


[図19]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63H25/04(2006.01)i, B63B35/00(2006.01)i, B63B49/00(2006.01)i, G05D1/00(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)

B63H25/04, B63B35/00, B63B49/00, G05D1/00

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	1996-2014
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.
Y A	JP 2010-126001 A (Coden Co., Ltd.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraphs [0057] to [0059], [0069] to [0071], [0089] to [0091]; fig. 11 to 14 & US 2010/0131133 A1 & EP 2221703 A2 & KR 10-2010-0061367 A & CN 101750614 A & RU 2009143623 A	1-4, 11 5-10
Y	JP 2010-107307 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraphs [0028] to [0034]; fig. 8 (Family: none)	1-4, 11

☒ 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
05 August, 2014 (05.08.14)

Date of mailing of the international search report
16 September, 2014 (16.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003251

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 2004-212192 A (Sena Kabushiki Kaisha), 29 July 2004 (29.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	5-10
A	JP 2009-132319 A (IHI Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), entire text; all drawings (Family: none)	5-10
A	JP 2000-99900 A (Mitsubishi Electric Corp.), 07 April 2000 (07.04.2000), entire text; all drawings (Family: none)	5-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B63H25/04(2006.01)i, B63B35/00(2006.01)i, B63B49/00(2006.01)i, G05D1/00(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. B63H25/04, B63B35/00, B63B49/00, G05D1/00

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 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
Y A	JP 2010-126001 A（コデン株式会社）2010.06.10, 段落【0057】 - 【0059】、【0069】 - 【0071】、【0089】 - 【0091】、 第11-14図 & US 2010/0131133 A1 & EP 2221703 A2 & KR 10-2010-0061367 A & CN 101750614 A & RU 2009143623 A	1-4, 11 5-10
Y	JP 2010-107307 A（三菱重工業株式会社）2010.05.13, 段落【0028】 - 【0034】、第8図（ファミリーなし）	1-4, 11

☒ 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 5 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 9 . 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）

須山 直紀

3 D

4 6 4 9

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
A	JP 2004-212192 A (セナー株式会社) 2004. 07. 29, 全文、全図 (ファミリーなし)	5-10
A	JP 2009-132319 A (株式会社 I H I) 2009. 06. 18, 全文、全図 (ファミリーなし)	5-10
A	JP 2000-99900 A (三菱電機株式会社) 2000. 04. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	5-10