

(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
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/100751 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 3/02 (2006.01) G01C 21/22 (2006.01)
B63H 25/04 (2006.01)

静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085987

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 1 丁目 4 番 1 9 号 サウスホレストビル Osaka (JP).

(22) 国際出願日: 2016年12月2日(02.12.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

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

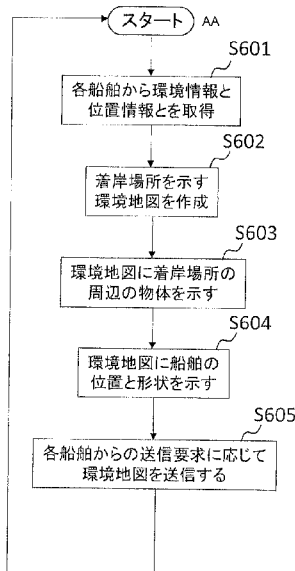
(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 阿久澤修(AKUZAWA, Shu); 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 青木啓高(AOKI, Hirotaka); 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 芦田 祐介(ASHIDA, Yuusuke); 〒4388501

(54) Title: NAVIGATION SYSTEM

(54) 発明の名称: ナビゲーションシステム



(57) Abstract: Provided is a navigation system that comprises a sensing device and an environmental map creation unit. The sensing device generates environmental information indicating the shape of a docking site. On the basis of the environmental information, the environmental map creation unit creates an environmental map indicating the shape of the docking site.

(57) 要約: ナビゲーションシステムは、センシングデバイスと、環境地図作成部とを備える。センシングデバイスは、着岸場所の形状を示す環境情報を生成する。環境地図作成部は、環境情報に基づいて、着岸場所の形状を示す環境地図を作成する。

- S601 Acquire environmental information and positional information from each vessel
- S602 Create environmental map indicating docking site
- S603 Indicate objects around docking place on environmental map
- S604 Indicate position and shape of vessel on environmental map
- S605 Transmit environmental map in response to transmission request from each vessel
- AA Start



WO 2018/100751 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：ナビゲーションシステム

技術分野

[0001] 本発明は、ナビゲーションシステムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、目的地の経度及び緯度に基づいて出発地と目的地との間にコースを設定し、その設定したコースに従って大型船舶を自動操船する手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭58-9014号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献1の手法では、自動操船によって目的地まで到達できるものの、目的地の着岸場所（栈橋及び岸壁など）がどのような形状であるかは分からない。そのため、目的地に近づいた際には、手動操船しながら着岸場所を目視で確認する必要がある。

[0005] 本発明の課題は、船舶の着岸場所を案内できるナビゲーションシステムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るナビゲーションシステムは、センシングデバイスと、環境地図作成部とを備える。センシングデバイスは、着岸場所の形状を示す環境情報を生成する。環境地図作成部は、環境情報に基づいて、着岸場所の形状を示す環境地図を作成する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、船舶の着岸場所を案内できるナビゲーションシステムを

提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施形態に係る船舶の平面図である。
- [図2]船舶の側面図である。
- [図3]船舶の第1推進装置の構成を示す側面断面図である。
- [図4]船舶の操船機構及び制御系を示す模式図である。
- [図5]自動着岸制御の処理を示すフローチャートである。
- [図6]自動着岸制御の処理を示すフローチャートである。
- [図7]自動着岸制御の処理を示すフローチャートである。
- [図8]自動着岸制御の処理を示すフローチャートである。
- [図9]操作画面を示す図である。
- [図10]着岸の目標位置の入力及び補正方法を示す図である。
- [図11]着岸の目標位置の入力及び補正方法を示す図である。
- [図12]着岸の目標位置の自動設定方法を示す図である。
- [図13]環境地図の一例を示す図である。
- [図14]オフセット量の決定方法を示す図である。
- [図15]目標航行経路の決定方法を示す図である。
- [図16]目標速度・角速度を決定するための制御ブロックを示す図である。
- [図17]目標推進力・舵角を決定するための制御ブロックを示す図である。
- [図18]サーバへの環境情報の送信処理を示すフローチャートである。
- [図19]サーバにおける環境地図の作成処理を示すフローチャートである。
- [図20]着岸場所の形状を示す環境地図の模式図である。
- [図21]着岸場所周辺の形状を示す物体環境地図の模式図である。
- [図22]着岸場所に係留中の船舶の形状を示す環境地図の模式図である。

発明を実施するための形態

- [0009] 以下、実施形態に係る小型船舶について図面を参照して説明する。図1は、実施形態に係る小型船舶1の平面図である。なお、図1では、小型船舶1の内部の構成の一部が示されている。図2は、小型船舶1の側面図である。

本実施形態において、小型船舶1は、ジェット推進艇であり、ジェットポートまたはスポーツポートと呼ばれるタイプの船である。

[0010] 小型船舶1は、船体2と、エンジン3L、3Rと、推進装置4L、4Rとを含む。船体2は、デッキ11とハル12とを含む。ハル12は、デッキ11の下方に配置されている。デッキ11には、運転席13と助手席17とが配置されている。

[0011] 小型船舶1は、2つのエンジン3L、3Rと2つの推進装置4L、4Rとを有している。詳細には、小型船舶1は、第1エンジン3Lと第2エンジン3Rとを有している。小型船舶1は、第1推進装置4Lと第2推進装置4Rとを有している。ただし、エンジンの数は2つに限らず、1つであってもよく、或いは、3つ以上であってもよい。推進装置の数は2つに限らず、1つであってもよく、或いは、3つ以上であってもよい。

[0012] 第1エンジン3Lと第2エンジン3Rとは、船体2に収容される。第1エンジン3Lの出力軸は、第1推進装置4Lに接続されている。第2エンジン3Rの出力軸は、第2推進装置4Rに接続されている。第1推進装置4Lは、第1エンジン3Lによって駆動され、船体2を移動させる推進力を発生させる。第2推進装置4Rは、第2エンジン3Rによって駆動され、船体2を移動させる推進力を発生させる。第1推進装置4Lと第2推進装置4Rは左右に並んで配置されている。

[0013] 第1推進装置4Lは、船体2のまわりの水を吸い込んで噴射するジェット推進装置である。図3は、第1推進装置4Lの構成を示す側面図である。なお、図3においては第1推進装置4Lの一部が断面で示されている。

[0014] 図3に示すように、第1推進装置4Lは、第1インペラシャフト21Lと、第1インペラ22Lと、第1インペラハウジング23Lと、第1ノズル24Lと、第1デフレクタ25Lと、第1リバースバケット26Lとを含む。第1インペラシャフト21Lは、前後方向に延びるように配置されている。第1インペラシャフト21Lの前部は、カップリング28Lを介してエンジン3Lの出力軸に接続されている。第1インペラシャフト21Lの後部は、

第1インペラハウジング23L内に配置されている。第1インペラハウジング23Lは、水吸引部27Lの後方に配置されている。第1ノズル24Lは、第1インペラハウジング23Lの後方に配置されている。

[0015] 第1インペラ22Lは、第1インペラシャフト21Lの後部に取り付けられている。第1インペラ22Lは、第1インペラハウジング23L内に配置されている。第1インペラ22Lは、第1インペラシャフト21Lとともに回転して、水吸引部27Lから水を吸引する。第1インペラ22Lは、吸引した水を第1ノズル24Lから後方に噴射させる。

[0016] 第1デフレクタ25Lは、第1ノズル24Lの後方に配置されている。第1リバースバケット26Lは、第1デフレクタ25Lの後方に配置されている。第1デフレクタ25Lは、第1ノズル24Lからの水の噴射方向を左右方向に転換するように構成されている。すなわち、第1デフレクタ25Lの向きが左右方向に変更されることにより、小型船舶1の進行方向が左右に変更される。

[0017] 第1リバースバケット26Lは、前進位置と後進位置とに切換可能に設けられている。第1リバースバケット26Lが前進位置では、第1ノズル24Lおよび第1デフレクタ25Lからの水は後方へ向けて噴射される。これにより、小型船舶1が前進する。第1リバースバケット26Lは、後進位置において、第1ノズル24Lおよび第1デフレクタ25Lからの水の噴射方向を前方に転換する。これにより、小型船舶1が後進する。

[0018] 図示を省略するが、第2推進装置4Rは、第2インペラシャフトと、第2インペラと、第2インペラハウジングと、第2ノズルと、第2デフレクタと、第2リバースバケットとを含む。第2インペラシャフトと、第2インペラと、第2インペラハウジングと、第2ノズルと、第2デフレクタと、第2リバースバケットとは、それぞれ第1インペラシャフト21Lと、第1インペラ22Lと、第1インペラハウジング23Lと、第1ノズル24Lと、第1デフレクタ25Lと、第1リバースバケット26Lと同様の構成であり、詳細な説明を省略する。

- [0019] 次に、小型船舶1の操船機構、及び制御系に付いて説明する。図4は、小型船舶1の操船機構及び制御系を示す模式図である。図4に示すように、小型船舶1は、コントローラ41を備える。コントローラ41は、CPUなどの演算装置と、RAM、ROMなどの記憶装置とを備えており、小型船舶1を制御するようにプログラムされている。
- [0020] 小型船舶1は、第1ECU (Engine control unit) 31Lと、第1ステアリングアクチュエータ32Lと、第1ステアリングCU (control unit) 33Lと、第1シフトアクチュエータ34Lと、第1シフトCU (control unit) 35Lとを有している。これらの構成は、第1推進装置4Lを制御するための装置である。第1ECU 31L、第1ステアリングCU 33L、第1シフトCU 35Lは、それぞれCPUなどの演算装置と、RAM、ROMなどの記憶装置とを備えており、接続されている装置を制御するようにプログラムされている。
- [0021] 第1ECU 31Lは、第1エンジン3Lと通信可能に接続されている。第1ECU 31Lは、第1エンジン3Lに指令信号を出力する。
- [0022] 第1ステアリングアクチュエータ32Lは、第1推進装置4Lの第1デフレクタ25Lに接続されている。第1ステアリングアクチュエータ32Lは、第1デフレクタ25Lの舵角を変更する。第1ステアリングアクチュエータ32Lは、例えば電動モータである。第1ステアリングCU 33Lは、第1ステアリングアクチュエータ32Lと通信可能に接続されている。第1ステアリングCU 33Lは、第1ステアリングアクチュエータ32Lに指令信号を出力する。
- [0023] 第1シフトアクチュエータは、第1推進装置4Lの第1リバースバケット26Lに接続されている。第1シフトアクチュエータは、第1リバースバケット26Lの位置を前進位置と後進位置とに切り換える。第1シフトアクチュエータ34Lは、例えば電動モータである。第1シフトCU 35Lは、第1シフトアクチュエータ34Lと通信可能に接続されている。第1シフトCU 35Lは、第1シフトアクチュエータ34Lに指令信号を出力する。

- [0024] 小型船舶1は、第2ECU31Rと、第2ステアリングアクチュエータ32Rと、第2ステアリングCU33Rと、第2シフトアクチュエータ34Rと、第2シフトCU35Rとを有している。これらの構成は、第2推進装置4Rを制御するための装置であり、上述した第1ECU31Lと、第1ステアリングアクチュエータ32Lと、第1ステアリングCU33Lと、第1シフトアクチュエータ34Lと、第1シフトCU35Lと同様の構成である。
- [0025] 小型船舶1は、ステアリング装置14と、ジョイスティック42と、リモコンユニット15と、ディスプレイ43と、入力装置44と、位置センサ45と、センシングデバイス46と、送受信部50とを有している。ステアリング装置14と、ディスプレイ43と、入力装置44と、位置センサ45と、センシングデバイス46とは、コントローラ41、第1、第2ECU31L、31R、第1、第2ステアリングCU33L、33R、及び第1、第2シフトCU35L、35Rと互いに通信可能に接続されている。例えば、これらの装置は、CAN (Controller Area Network)、或いはCAN-FDによって互いに接続されている。
- [0026] 上記のように各装置が互いに接続されていることにより、各装置間での情報の伝達を同時に行うことができる。それにより、ステアリング、シフト、及びスロットルの協調制御を容易に行うことができる。また、これらの装置の接続は二重システムで構成されている。これにより、安定的な通信を確保することができる。
- [0027] なお、リモコンユニット15は、コントローラ41とアナログ接続されている。しかし、リモコンユニット15も他の装置と同様にCAN等のネットワークによって接続されてもよい。
- [0028] ステアリング装置14は、運転席13に配置される。ステアリング装置14は、例えばステアリングホイールを含む。ステアリング装置14は、船体2を操舵するために操作される。ステアリング装置14は、操作信号を出力する。第1ステアリングCU33L及び第2ステアリングCU33Rは、ステアリング操作装置14の操作に応じて第1、第2ステアリングアクチュエ

ータ 3 2 L, 3 2 R を制御する。これにより、小型船舶 1 の進行方向が左右に変更される。

[0029] リモコンユニット 1 5 は、運転席 1 3 に配置されている。リモコンユニット 1 5 は、エンジン 3 L, 3 R の出力の調整、及び前後進の切換のために操作される。リモコンユニット 1 5 は、第 1 スロットル操作部材 1 5 L と第 2 スロットル操作部材 1 5 R とを有する。第 1 スロットル操作部材 1 5 L と第 2 スロットル操作部材 1 5 R とは、例えばレバー状の部材である。

[0030] リモコンユニット 1 5 は、第 1, 第 2 スロットル操作部材 1 5 L, 1 5 R の操作量及び操作方向を示す信号を出力する。第 1 E C U 3 1 L は、第 1 スロットル操作部材 1 5 L の操作量に応じて、第 1 エンジン 3 L の回転速度を制御する。第 2 E C U 3 1 R は、第 2 スロットル操作部材 1 5 R の操作量に応じて、第 2 エンジン 3 R の回転速度を制御する。

[0031] 第 1 シフト C U 3 5 L は、第 1 スロットル操作部材 1 5 L の操作方向に応じて、第 1 シフトアクチュエータ 3 4 L を制御する。第 2 シフト C U 3 5 R は、第 2 スロットル操作部材 1 5 R の操作方向に応じて、第 2 シフトアクチュエータ 3 4 R を制御する。これにより、小型船舶 1 の前後進が切り換えられる。

[0032] ジョイスティック 4 2 は、運転席 1 3 に配置される。ジョイスティック 4 2 は、船体 2 を前後左右に移動させるために操作される。また、ジョイスティック 4 2 は、船体 2 の方位を変更するために操作される。ジョイスティック 4 2 から操作信号はコントローラ 4 1 に入力される。コントローラ 4 1 は、ジョイスティック 4 2 の操作に応じて、第 1, 第 2 エンジン 3 L, 3 R、第 1, 第 2 ステアリングアクチュエータ 3 2 L, 3 2 R、第 1, 第 2 シフトアクチュエータ 3 4 R を制御する。これにより、小型船舶 1 が前後左右に移動する。或いは、小型船舶 1 が旋回して方位が変更される。

[0033] ディスプレイ 4 3 及び入力装置 4 4 は、運転席 1 3 に配置されている。ディスプレイ 4 3 は、小型船舶 1 に関する情報を表示する。ディスプレイ 4 3 は、コントローラ 4 1 から表示信号を受信する。ディスプレイ 4 3 は、コン

トローラ 4 1 からの表示信号に応じて、情報を表示する。

- [0034] 入力装置 4 4 は、小型船舶に関する入力を受け付ける。入力装置 4 4 は、入力された情報を示す入力信号を出力する。入力装置 4 4 は、タッチパネルによってディスプレイ 4 3 と一体的に構成されてもよい。或いは、入力装置 4 4 は、ディスプレイ 4 3 と別体であってもよい。
- [0035] 位置センサ 4 5 は、船体 2 の現在位置と現在方位を検出し、現在位置と現在方位とを示す位置情報を出力する。位置センサ 4 5 は、例えば慣性航法装置であり、G N S S (Global Navigation Satellite System) 装置 4 7 と I M U (Inertial Measurement Unit) 4 8 とを含む。G N S S 装置 4 7 は、船体 2 の現在位置と船速とを検出する。I M U 4 8 は、船体 2 の角速度と加速度とを検出する。また、G N S S 装置 4 7 と I M U 4 8 とによって、船体 2 の現在方位が検出される。なお、現在方位は、複数の G N S S 装置、磁気方位センサ、或いは電子コンパスによって検出されてもよい。
- [0036] センシングデバイス 4 6 は、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサのうちの 1 種類、或いは複数種類のセンサを含む。センシングデバイス 4 6 は、複数のレーダー、複数のレーザー、複数のカメラ、或いは複数の超音波センサを含んでもよい。レーダーは、例えば、ミリ波レーダー、マイクロ波レーダー、或いは波長の異なる他のレーダーを含む。センシングデバイス 4 6 は、環境情報を生成して出力する。
- [0037] 環境情報は、着岸場所の形状、着岸場所と船体 2 との位置関係、及び着岸場所周辺の物体（他船、構造物及び障害物など）を示す。環境情報は、例えば、センシングデバイス 4 6 が検出した物体の位置を示す点群の座標で示される。或いは、環境情報は、画像認識によって把握された物体の形状及び位置であってもよい。
- [0038] 図 4 に示すように、センシングデバイス 4 6 は、F P G A (field-programmable gate array) 4 9 などの P L D (programmable logic device) を介して C A N 或いは C A N - F D に接続されてもよい。或いは、センシングデバイス 4 6 は、D S P (digital signal processor) を介して C A N 或いは C

A N - F D に接続されてもよい。

- [0039] 送受信部 50 は、船陸間通信回線を介して、サーバ 51 との間で情報を送受信することができる。船陸間通信回線には、携帯電話回線、W i - F i (登録商標) 規格に準拠した無線 L A N (Local Area Network) 回線、P H S (Personal Handy-phone System) 回線、及び国際海事衛星機構 (I N M A R S A T) などの衛星通信回線などを用いることができる。
- [0040] 送受信部 50 は、後述する自動着岸制御の終了後、センシングデバイス 46 によって検出される環境情報と、位置センサ 45 から検出される自船の位置情報とをコントローラ 41 から取得する。送受信部 50 は、取得した環境情報と位置情報とをサーバ 51 に送信する。
- [0041] サーバ 51 は、仮想サーバ (クラウドサーバ) 又は物理サーバである。本実施形態において、サーバ 51 は、「環境地図作成部」の一例である。サーバ 51 は、小型船舶 1 だけでなく、小型船舶 1 以外の他船からも環境情報と位置情報とを収集する。サーバ 51 は、各船舶から収集した環境情報に基づいて、着岸場所の形状を示す環境地図を作成する。また、サーバ 51 は、収集した環境情報に基づいて、着岸場所周辺の障害物の形状、及び着岸場所周辺の構造物の形状を環境地図に示す。さらに、サーバ 51 は、各船舶から収集した位置情報に基づいて、着岸場所に係留されている各船舶の位置及び形状を環境地図に示す。サーバ 51 は、新たな環境情報と位置情報とを得るたびに、船舶、障害物及び構造物の形状を環境地図上で更新する。これにより、着岸場所の周辺環境が環境地図上で更新される。
- [0042] 送受信部 50 は、サーバ 51 に対して、環境地図の送信要求を送信する。送受信部 50 は、サーバ 51 が環境地図を保有している場合、サーバ 51 から環境地図を受信する。送受信部 50 は、サーバ 51 から受信した環境地図をコントローラ 41 に送信する。このサーバ 51 から取得された環境地図は、後述する自動着岸制御に利用される。
- [0043] 本実施形態において、コントローラ 41、位置センサ 45、センシングデバイス 46、送受信部 50 及びサーバ 51 は、小型船舶 1 の着岸場所を案内

するための「ナビゲーションシステム」を構成する。

- [0044] 小型船舶1は、自動着岸機能を有している。自動着岸機能は、操船者による操作無しで自動的に船体2を栈橋などの着岸位置に着岸させる機能である。以下、自動着岸機能において実行される自動着岸制御について詳細に説明する。図5～図8は、コントローラ41によって実行される自動着岸制御の処理を示すフローチャートである。
- [0045] 図5に示すように、ステップS101では、コントローラ41は、位置センサ45から位置情報を取得する。コントローラ41は、位置情報により、船体2の現在位置及び現在方位をリアルタイムに取得する。
- [0046] ステップS102では、コントローラ41は、サーバ51から環境地図を取得したか否かを判定する。サーバ51から環境地図を取得しているとき、処理はステップS106に進む。サーバ51から環境地図を取得していないとき、処理はステップS103に進む。
- [0047] ステップS103では、コントローラ41は、センシングデバイス46がセンシングの対象を捉えているかを判定する。センシングデバイス46が対象を捉えているときには、処理はステップS104に進む。
- [0048] ステップS104では、コントローラ41は、センシングデバイス46により、着岸場所の形状、着岸場所と船体2との位置関係、着岸場所周辺の物体（他船、構造物及び障害物など）を示す環境情報を取得する。
- [0049] ステップS105では、コントローラ41又はFPGA49は、環境情報に基づいて、着岸場所、他船、障害物、或いは周辺構造物を認識する。着岸場所は、例えば、栈橋である。コントローラ41又はFPGA49は、センシングデバイス46によって検出した物体の形状によって他船及び障害物を認識する。例えば、コントローラ41又はFPGA49は、センシングデバイス46によって検出した物体の高さ及び長さによって、着岸場所と周辺構造物とを認識する。
- [0050] ステップS106では、コントローラ41は、周辺環境を示す環境地図をディスプレイ43上に表示する。図9は、自動着岸機能の操作画面61を示

す図である。図9に示すように、操作画面61は、ディスプレイ43上にGUIによって表示される。操作画面61は、環境地図62と複数の操作キーを含む。複数の操作キーが押されることで、自動着岸機能の各種の操作の入力が、入力装置44によって受け付けられる。

[0051] 環境地図62には、着岸場所、障害物、及び周辺構造物の形状が示されている。また、図9では図示されていないが、コントローラ41によって認識された他船も環境地図62に示される。コントローラ41は、位置センサ45から取得する位置情報に基づいて、船体2の現在位置及び現在方位を船体2のアイコン71によって環境地図62上に示す。

[0052] 環境地図62は、位置センサ45による位置情報及びセンシングデバイス46による環境情報の検出が繰り返されることで、リアルタイムに更新される。複数の操作キーは、尺度変更キー63を含む。尺度変更キー63が操作されることで、環境地図62の表示尺度が拡大或いは縮小される。

[0053] 図6は、着岸の目標位置を設定するための処理を示すフローチャートである。図6に示すように、ステップS201では、コントローラ41は、着岸可能スペースを決定する。コントローラ41は、環境情報に基づいて着岸可能スペースを決定する。図10に示すように、コントローラ41は、着岸場所と認識した物体に沿う位置を着岸可能スペースSP1として決定する。例えば、コントローラ41は、環境情報から栈橋の配置を検出し、栈橋に沿った所定範囲を着岸可能スペースSP1として決定する。

[0054] また、コントローラ41は、環境情報から、着岸場所と、着岸場所に停泊中の他船の配置を検出し、着岸場所と他船との配置から着岸可能スペースSP1を決定する。図10に示すように、2つの他船201, 202が間隔において停泊しているときには、コントローラ41は、2つの他船201, 202の間の距離d1を算出する。そして、コントローラ41は、2つの他船201, 202の間の距離d1が、自船が停泊可能なスペースを示す閾値よりも大きいときには、2つの他船201, 202の間のスペースを着岸可能スペースSP1として決定する。

- [0055] ステップS202では、コントローラ41は、環境地図62上に着岸可能位置を表示する。着岸可能位置は、上述した着岸可能スペースSP1であってもよい。或いは、着岸可能位置は、着岸可能スペースSP1内の特定の位置であってもよい。着岸可能位置が表示される環境地図62は、図9に示すように俯瞰図であってもよい。或いは、カメラによって撮影された画像が、環境地図62として表示されてもよい。その場合、カメラによって撮影された画像上に、着岸可能位置が表示されてもよい。
- [0056] ステップS203では、コントローラ41は、着岸の目標位置の入力の有無を判定する。ここでは、環境地図62における目標位置の入力が入力装置44によって受け付けられる。操作者が、環境地図62上の着岸可能位置をタッチすることにより、タッチされた位置が目標位置として入力される。入力装置44は、目標位置を示す目標位置情報をコントローラ41に出力する。
- [0057] ステップS204では、コントローラ41は、入力された目標位置が適正範囲SP2内であるか判定する。入力された目標位置が適正範囲SP2内であるときには、処理はステップS205に進む。
- [0058] ステップS205では、コントローラ41は、目標位置を補正する。コントローラ41は、着岸可能スペースSP1に基づいて目標位置を補正する。例えば、図10に示すように、入力された目標位置IP1が着岸可能スペースSP1外であるときには、目標位置が着岸可能スペースSP1内となるように、目標位置Tpを補正する。コントローラ41は、入力された目標位置IP2が着岸可能スペースSP1内であるときには、目標位置が着岸可能スペースSP1の中心位置となるように、目標位置Tpを補正する。
- [0059] 図9に示すように、操作画面61は、目標位置設定キー64を含む。目標位置設定キー64が押されると、操作者は、スペースSP1に限られない任意の位置をマニュアルで入力することができる。従って、タッチされた位置が目標位置として入力装置44に受け付けられる。この場合、着岸場所に沿う方向に対して垂直な方向に着岸場所から離れた位置が、目標位置として入

力されたときには、コントローラ41は、着岸場所に沿う位置に目標位置を補正してもよい。このとき、図11に示すように、着岸場所に沿う位置の中で、入力された目標位置IP3から最も近い位置に目標位置Tpが補正されることが好ましい。

[0060] ステップS203において目標位置の入力が無かったときには、処理はステップS206に進む。例えば、環境地図62へのタッチが無いまま所定時間が経過したときには、処理はステップS206に進む。

[0061] ステップS206では、コントローラ41は、目標位置を自動設定する。ここでは、図12に示すように、コントローラ41は、着岸場所に沿う位置のうち、現在の船首方向の最近傍位置を目標位置として設定する。

[0062] ステップS207では、コントローラ41は、目標位置と目標方位とをアイコン71'で環境地図62上に表示する。ここでは、図9に示すように、コントローラ41は、ステップS205で補正された目標位置、又は、ステップ206で自動設定された目標位置を目標位置として、環境地図62上の当該位置に自船を示すアイコン71'を表示する。アイコン71'は、初期状態では、コントローラ41が決定した目標方位で表示される。コントローラ41は、着岸場所の形状、現在方位、或いは目標位置までの距離などに基づいて船体2の目標方位を決定する。例えば、着岸場所が棧橋であるときには、コントローラ41は、着岸場所の縁に沿った方向を目標方位として決定する。或いは、コントローラ41は、着岸場所の縁に沿った方向と所定角度をなす方向を目標方位として決定してもよい。また、コントローラ41は、現在方位、或いは目標位置までの距離に応じて、目標方位を変更してもよい。

[0063] 図9に示すように、操作画面61は、第1方位変更キー65と第2方位変更キー66とを含む。第1方位変更キー65が一度押されるごとに、目標方位が所定角度ずつ（例えば90度ずつ）変更される。ただし、変更の単位角度は90度に限らず、90度より小さい、或いは90度より大きくてもよい。第2方位変更キー66は操作画面61上で回転可能に設けられている。第

2方位変更キー66の回転に応じて目標方位が変更される。目標方位の変更に応じて、環境画面上の自船のアイコン71'の方位も変更される。

[0064] なお、ステップS204において入力された目標位置が適正範囲SP2内ではないときには、目標位置の補正は行われず、入力された目標位置が目標位置として設定される。例えば、図10に示すように、適正範囲SP2は、着岸可能スペースSP1を含む範囲である。入力された目標位置IP4が、適正範囲SP2外であるときには、目標位置の補正は行われない。従って、入力された目標位置IP4が、着岸可能スペースSP1から所定距離以上離れているときには、入力された目標位置が補正されずに目標位置として設定される。適正範囲SP2の大きさは、目標位置の入力がずれたのではなく、意図的に着岸可能スペースSP1から離れた位置にタッチされたと判断できる程度の値が設定される。

[0065] 図9に示すように、操作画面61は、自動着岸モード開始ボタン67と自動着岸モード停止ボタン68とを含む。上述のように、目標位置が設定された後、操作者が自動着岸モード開始ボタン67を押すと、自動着岸制御が開始される。自動着岸制御が開始されると、コントローラ41は、目標位置に船体2を着岸させるよう推進装置4L、4Rを制御する指令信号を生成する。以下、自動着岸制御の開始後の処理について説明する。

[0066] 図7に示すように、ステップS301では、コントローラ41は、自動着岸制御が開始されたかを判定する。自動着岸モード開始ボタン67が押されたときには、処理はステップS302に進む。ステップS302では、コントローラ41は、小型船舶1が第2目標位置に到達しているかを判定する。

[0067] 図13に示すように、第2目標位置TP2は、上述したステップS201～S207で決定された目標位置及び目標方位を第1目標位置TP1として、第1目標位置TP1から小型船舶1の現在位置側に所定のオフセット量、離れた位置である。自動着岸制御では、コントローラ41は、まず小型船舶1を第2目標位置TP2に到達させるように推進装置4L、4Rを制御し、その後、小型船舶1を第1目標位置TP1に到達させるように推進装置4L

、4 Rを制御する。第2目標位置TP2については後述する。

[0068] ステップS302において、小型船舶1が第2目標位置TP2に到達していないときには、処理はステップS303に進む。ステップS303では、コントローラ41は、位置誤差と方位誤差とが第1閾値以下であるかを判定する。位置誤差は、船体2の現在位置と第2目標位置TP2との間の距離である。方位誤差は、船体2の現在方位と目標方位との差である。コントローラ41は、船体2の現在位置と第2目標位置TP2との間の距離が、第1位置閾値以下であり、且つ、船体2の現在方位と目標方位との差が、第1方位閾値以下であるときに、位置誤差と方位誤差とが第1閾値以下であると判定する。位置誤差と方位誤差とが第1閾値以下ではないときには、処理はステップS304に進む。

[0069] ステップS304では、コントローラ41は、第2目標位置TP2を決定する。図14に示すように、コントローラ41は、現在方位と目標方位との方位差を算出し、方位差に応じて第1目標位置TP1のオフセット量Lを決定する。コントローラ41は、第1目標位置TP1から現在位置側にオフセット量L、離れた位置を第2目標位置TP2として決定する。すなわち、コントローラ41は、着岸場所の縁に対して垂直な方向に、第1目標位置TP1からオフセット量L、離れた位置を第2目標位置TP2として決定する。詳細には、着岸場所が栈橋であるときには、コントローラ41は、以下の数1式によって、オフセット量を決定する。

[数1]

$$L = a \times |\text{Heading_err} / 90| + b + W$$

Lは、オフセット量である。aは所定の係数であり、船体2の重心と船首との間の距離に基づいて決定される。Heading_errは、図14に示すように、現在方位と第1目標方位との方位差である。ただし、Heading_err ≥ 90度のときには、Heading_errは90度に設定される。bは、目標方位と着岸場所の縁に沿った方向に対しての船体2に応じた余裕度である。Wは他船の幅である。

- [0070] すなわち、コントローラ41は、現在方位と目標方位との方位差、及び、船体2に応じた余裕度を算出する。コントローラ41は、方位差と、船体2に応じた余裕度とに応じて、第1目標位置TP1のオフセット量Lを決定する。
- [0071] 従って、コントローラ41は、方位差Heading__errの増大に応じてオフセット量Lを増大させる。コントローラ41は、船体2の重心と船首との間の距離に基づいてオフセット量を決定する。コントローラ41は、着岸場所に停泊している他船の幅Wよりも大きくなるように、オフセット量を決定する。オフセット量はリアルタイムに計算されて更新される。
- [0072] なお、図13に示すように、第1目標位置TP1と現在位置との間に障害物X1があるときには、コントローラ41は、障害物を避けて第2目標位置TP2を決定する。詳細には、図15に示すように、環境地図62にはグリッドが設けられている。コントローラ41は、障害物X1から所定範囲内にあるグリッドを除いて、第2目標位置TP2を決定する。
- [0073] また、コントローラ41は、第2目標位置TP2までの目標航行経路Ph1を決定する。コントローラ41は、設定されたグリッドを通る経路のうち、第2目標位置TP2までの最短経路を目標航行経路Ph1とする。このときも、障害物が存在するときには、コントローラ41は、障害物と認識した物体から所定範囲内にあるグリッドを除いて、目標航行経路Ph1を決定する。決定された目標航行経路Ph1は、環境地図62上に表示される。コントローラ41は、リアルタイムに目標航行経路Ph1を演算して更新する。
- [0074] なお、船体2の現在位置と目標位置までの間に所定数のグリッドが配置されるように、グリッドの配置が設定される。従って、船体2と目標位置との間の距離が変更されると、グリッドの配置が変更される。
- [0075] 図7に示すように、ステップS305では、コントローラ41は、目標位置を第1目標位置TP1から第2目標位置TP2に変更する。
- [0076] ステップS303において、位置誤差と方位誤差とが第1閾値以下であるときには、処理はステップS306に進む。すなわち、小型船舶1が完全に

は第2目標位置TP2に到達していなくても、現在位置が第2目標位置TP2に近く、且つ、現在方位が目標方位に近いときには、処理はステップS306に進む。

[0077] ステップS306では、コントローラ41は、目標位置と目標方位とから目標速度と目標角速度とを決定する。

[0078] 小型船舶1が第2目標位置TP2から所定範囲内に到達していない(S303において“N o”)ときには、コントローラ41は、第2目標位置TP2を目標位置として、目標速度と目標角速度とを決定する。小型船舶1が第2目標位置TP2から所定範囲内に到達している(S302又はS303において“Y e s”)ときには、コントローラ41は、第1目標位置TP1を目標位置として、目標速度・角速度とを決定する。

[0079] 図16に示すように、コントローラ41は、目標位置と現在位置、目標方位と現在方位とから、相対誤差P b__e r rを算出し、相対誤差P b__e r rに基づいて目標速度・角速度V cを決定する。コントローラ41は、相対誤差P b__e r rの減少に応じて、目標速度・角速度V cを減少させる。すなわち、コントローラ41は、船体2の現在位置が目標位置に近づくと、目標速度を減少させる。コントローラ41は、船体2の現在方位が目標方位に近づくと、目標角速度を減少させる。そして、船体2の現在位置と目標位置との間の距離が0を含む所定範囲となると、コントローラ41は、目標速度を0とする。また、船体2の現在方位と目標方位との差が0を含む所定範囲となると、コントローラ41は、目標角速度を0とする。

[0080] 相対誤差P b__e r rは、第1位置誤差P b__e r r__xと、第2位置誤差P b__e r r__yと、方位誤差P b__e r r__θとを含む。第1位置誤差P b__e r r__xは、船体2の前後方向における目標位置と現在位置との間の距離である。第2位置誤差P b__e r r__yは、船体2の左右方向における目標位置と現在位置との間の距離である。方位誤差P b__e r r__θは、目標方位と現在方位との差である。

[0081] 目標速度・角速度V cは、第1目標速度V c__xと、第2目標速度V c__

yと、目標角速度 ω_c とを含む。第1目標速度 V_{c_x} は、船体2の前後方向における目標速度である。第2目標速度 V_{c_y} は、船体2の左右方向における目標速度である。目標角速度 ω_c は、船体2の目標角速度である。

[0082] コントローラ41は、第1目標速度情報 I_{vcx} と、第2目標速度情報 I_{vcy} と、目標角速度情報 $I_{\omega c}$ とを記憶している。第1目標速度情報 I_{vcx} は、第1位置誤差 Pb_err_x と第1目標速度 V_{c_x} との関係を規定する。第2目標速度情報 I_{vcy} は、第2位置誤差 Pb_err_y と第2目標速度 V_{c_y} との関係を規定する。目標角速度情報 $I_{\omega c}$ は、方位誤差 Pb_err_theta と目標角速度 ω_c との関係を規定する。これらの情報 $I_{vcx} - I_{\omega c}$ は、例えば、マップ、テーブル、数値計算、或いは式などによって表されてもよい。

[0083] コントローラ41は、第1目標速度情報 I_{vcx} に基づいて、第1位置誤差 Pb_err_x から第1目標速度 V_{c_x} を決定する。コントローラ41は、第2目標速度情報 I_{vcy} に基づいて、第2位置誤差 Pb_err_y から第2目標速度 V_{c_y} を決定する。コントローラ41は、目標角速度情報 $I_{\omega c}$ に基づいて、目標角速度 ω_c を決定する。

[0084] 或いは、以下の数2式によって、目標速度・角速度 V_c が決定されてもよい。入力としては、第1位置誤差 Pb_err_x 、第2位置誤差 Pb_err_y 、方位誤差 Pb_err_theta 、船体2の実際の前後方向の速度 V_x 、実際の左右方向の速度 V_y 、実際の角速度 ω のいずれかが用いられてもよい。

[数2]

$$V_c = \begin{pmatrix} V_{c_x} \\ V_{c_y} \\ \omega_c \end{pmatrix} = f(Pb_err_x, Pb_err_y, Pb_err_theta, V_x, V_y, \omega)$$

[0085] 図8に示すように、ステップS401において、コントローラ41は、現在位置から目標位置までの距離が所定の閾値 D_{t1} 以下であるかを判定する。目標位置までの距離が所定の閾値 D_{t1} 以下ではないときには、処理はス

ステップS402に進む。ステップS402では、アプローチ制御によって船体2が制御される。アプローチ制御では、コントローラ41は、第1目標速度 V_{c_x} と目標角速度 ω_c に基づいて、推進装置4L, 4Rの目標推進力と目標舵角とを決定する。

[0086] ステップS401において現在位置から目標位置までの距離が所定の閾値 D_{t1} 以下であるときには、処理はステップS403に進む。ステップS403では、アジャスト制御によって船体2が制御される。アジャスト制御では、第1目標速度 V_{c_x} と第2目標速度 V_{c_y} と目標角速度 ω_c とに基づいて、推進装置4L, 4Rの目標推進力と目標舵角とが決定される。

[0087] このように、目標位置までの距離が所定の閾値 D_{t1} より大きいときには、アプローチ制御によって迅速に目標位置及び目標方位に到達することができる。また、目標位置までの距離が所定の閾値 D_{t1} 以下であるときには、アジャスト制御によって、精度良く目標位置に船体2を到達させることができる。

[0088] ステップS402及びステップS403では、コントローラ41は、外乱による力を算出し、外乱による力を考慮して、推進装置4L, 4Rの目標推進力と目標舵角とを決定する。外乱による力とは、例えば潮流、或いは風による力である。なお、算出した結果には、重量変動等による船体への抵抗の変動も含まれる。詳細には、コントローラ41は、外乱による力と目標速度と目標角速度とに基づいて、目標推進力と目標舵角とを決定する。図17は、目標推進力と目標舵角とを決定するための制御ブロック図である。

[0089] 図17に示すように、コントローラ41は、外乱オブザーバ411と、目標推進力・舵角演算部412と、を含む。外乱オブザーバ411は、船体2の実際の速度・角速度 V と、第1エンジン3Lの実際のエンジン回転速度 n_1 と、第2エンジン3Rの実際のエンジン回転速度 n_2 と、第1推進装置4Lの実際の舵角 δ_1 と、第2推進装置4Rの実際の舵角 δ_2 とに基づいて、外乱による力 w を算出する。船体2の実際の速度・角速度 V は、船体2の実際の前後方向の速度 V_x と、実際の左右方向の速度 V_y と、実際の角速度 ω

とを含む。

[0090] 目標推進力・舵角演算部412は、目標速度・角速度 V_c と、実際の船体2の速度・角速度 V と、外乱による力 w とに基づいて、目標推進力を算出する。コントローラ41は、以下の数3式によって、外乱による力 w を推定する。

[数3]

$$\begin{aligned} \dot{V} &= f_{model}(V_x, V_y, \omega, n1, n2, \delta1, \delta2) \\ w &= \dot{V} - \hat{\dot{V}} \end{aligned}$$

f_{model}

は、船体2の運動方程式である。

\dot{V}

は、 V の時間微分である。

$\hat{\dot{V}}$

は、船体2の運動方程式による推定である。

[0091] コントローラ41は、以下の数4式に示す運動方程式により、例えばリアプノフの安定性理論に基づいて、目標推進力を算出する。

[数4]

$$\dot{V} = f_{model}(V_x, V_y, \omega, n1, n2, \delta1, \delta2) + w$$

[0092] 目標推進力・舵角演算部412は、目標推進力から、第1エンジン3Lの目標回転速度 n_{c1} と第2エンジン3Rの目標回転速度 n_{c2} とを決定する。コントローラ41は、第1エンジン3Lの目標回転速度 n_{c1} に相当する指令信号を生成して第1ECU31Lに出力する。コントローラ41は、第2エンジン3Rの目標回転速度 n_{c2} に相当する指令信号を生成して第2ECU31Rに出力する。

[0093] また、目標推進力・舵角演算部412は、目標速度・角速度 V_c と、実際

の船体 2 の速度・角速度 V と、外乱による力 w とに基づいて、第 1 推進装置 4 L の目標舵角 $\delta c 1$ と第 2 推進装置 4 R の目標舵角 $\delta c 2$ とを決定する。コントローラ 4 1 は、第 1 推進装置 4 L の目標舵角 $\delta c 1$ に相当する指令信号を生成して第 1 ステアリング CU 3 3 L に出力する。コントローラ 4 1 は、第 2 推進装置 4 R の目標舵角 $\delta c 2$ に相当する指令信号を生成して第 2 ステアリング CU 3 3 R に出力する。

[0094] 図 8 に示すように、ステップ S 4 0 4 では、コントローラ 4 1 は、位置誤差及び方位誤差が第 2 閾値以下であるかを判定する。詳細には、コントローラ 4 1 は、船体 2 の現在位置と目標位置との間の距離が、第 2 位置閾値以下であり、船体 2 の現在方位と目標方位との差が、第 2 方位閾値以下であるときに、位置誤差と方位誤差とが第 2 閾値以下であると判定する。なお、第 2 位置閾値としては、上述したオフセット量よりも小さな値が設定される。

[0095] 位置誤差と方位誤差とが第 2 閾値以下であるときには、コントローラ 4 1 は、自動着岸制御を終了する。なお、図 9 に示す自動着岸モード停止キー 6 8 が押されたときにも、コントローラ 4 1 は、自動着岸制御を終了する。

[0096] 次に、図 1 8 を参照して、サーバ 5 1 への環境情報の送信処理について説明する。

[0097] ステップ S 5 0 1 において、コントローラ 4 1 は、自動着岸制御が終了したか否かを判定する。自動着岸制御が終了していないとき、処理はステップ S 5 0 1 を繰り返す。自動着岸制御が終了したとき、処理はステップ S 5 0 2 に進む。

[0098] ステップ S 5 0 2 において、コントローラ 4 1 は、着岸場所の形状及び周辺の物体（他船、構造物及び障害物など）を示す環境情報をセンシングデバイス 4 6 から取得し、自船の現在位置及び現在方位を示す位置情報を位置センサ 4 5 から取得する。

[0099] ステップ S 5 0 3 において、コントローラ 4 1 は、送受信部 5 0 を介して、環境情報と位置情報とをサーバ 5 1 に送信する。

[0100] 次に、図 1 9 を参照して、サーバ 5 1 における環境地図の作成処理につい

て説明する。

- [0101] ステップS601において、サーバ51は、小型船舶1を含む1以上の船舶から環境情報と位置情報を取得する。サーバ51は、位置の補正情報を用いて位置情報の精度を向上させてもよい。
- [0102] ステップS602において、サーバ51は、各船舶から取得した環境情報に基づいて、着岸場所の形状を示す環境地図を作成する。図20は、船舶A、Bそれぞれから取得した環境情報に基づいて作成される環境地図の模式図である。
- [0103] ステップS603において、サーバ51は、各船舶から取得した環境情報に基づいて、着岸場所周辺の物体（他船、構造物及び障害物など）の形状を環境地図に示す。図21は、着岸場所周辺の物体の形状が示された環境地図の模式図である。
- [0104] ステップS604において、サーバ51は、各船舶から取得した位置情報に基づいて、着岸場所に係留されている各船舶の位置及び形状を環境地図に示す。図22は、船舶A、Bそれぞれの位置及び形状が示された環境地図の模式図である。
- [0105] ステップS605において、サーバ51は、環境地図の送信要求を各船舶から受信した場合、環境地図を各船舶に送信する。各船舶において、環境地図は、上述のとおり自動着岸制御に利用することができるが、手動操船にも利用されうる。
- [0106] 以上説明したように、本実施形態に係るナビゲーションシステムでは、サーバ51が、センシングデバイス46によって生成される環境情報に基づいて、着岸場所の形状を示す環境地図を作成する。従って、操船者が環境地図を見て着岸場所（栈橋及び岸壁など）の形状を事前に確認できるため、速やかに船舶を係留することができる。
- [0107] また、環境情報は、着岸場所周辺の物体の形状を示しており、サーバ51は、環境情報に基づいて、着岸場所周辺の物体の形状を環境地図に示す。従って、操船者が船舶を係留する際に、他船、構造物及び障害物などを事前に

確認できるため、より速やかに船舶に係留することができる。

[0108] また、サーバ51は、小型船舶1の現在位置及び現在方位を示す位置情報に基づいて、小型船舶1の形状を環境地図に示す。従って、センシングデバイス46が小型船舶1に設置されている場合であっても、自船の形状をサーバ51の環境地図に示すことができる。

[0109] また、小型船舶1は、サーバ51から取得した環境地図を自動着岸制御に用いる。従って、センシングデバイス46による環境情報の検出を行う必要がないため、速やかに自動着岸制御を実行することができる。

[0110] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0111] 小型船舶1は、ジェット推進艇に限らず、他の種類の小型船舶であってもよい。例えば、エンジン3L、3Rによって駆動されるプロペラを有する船外機を備える小型船舶であってもよい。すなわち、推進装置4L、4Rは、ジェット推進装置に限らず、船外機などの他の推進装置であってもよい。

[0112] 自動着岸制御は、所定の低速域において実行されてもよい。例えば、船速が所定の設定速度以下であるときに実行されてもよい。

[0113] 着岸の目標位置の補正方法が変更されてもよい。或いは、目標位置の補正が省略されてもよい。第2目標位置の決定方法が変更されてもよい。すなわち、オフセット量の決定方法が変更されてもよい。或いは、第2目標位置の設定が省略されてもよい。外乱の推定方法が変更されてもよい。或いは、外乱の推定が省略されてもよい。

[0114] センシングデバイス46は、小型船舶1に設置されることとしたが、マリーナ内の着岸場所周辺に設置されていてもよい。この場合には、着岸場所の形状、係留中のすべての船舶の形状、障害物の形状及び構造物の形状を示す環境情報を定期的に取り得できる。そのため、サーバ51は、最新の船舶の出入り状況を環境地図に反映させることができる。

[0115] 小型船舶1では、サーバ51から取得した環境地図を自動着岸制御に利用

せず、通常の手動操船に利用してもよい。

- [0116] 船体2の運動方程式の変数が変更、或いは、追加されてもよい。例えば、上記の実施形態では、船体2の運動方程式の状態変数は、船体2の実際の前後方向の速度 V_x と、実際の左右方向の速度 V_y と、実際の角速度 ω であるが、変更或いは追加されてもよい。例えば、状態変数は、船体2の前後方向の位置、左右方向の位置、方位、ピッチ角、或いはロール角など、船体2の位置及び姿勢を示す変数であればよい。上記の実施形態では、運動方程式の変数は、実際のエンジン回転速度 n_1 、 n_2 と、実際の舵角 δ_1 、 δ_2 であるが、推進装置の数に応じて増減してもよい。

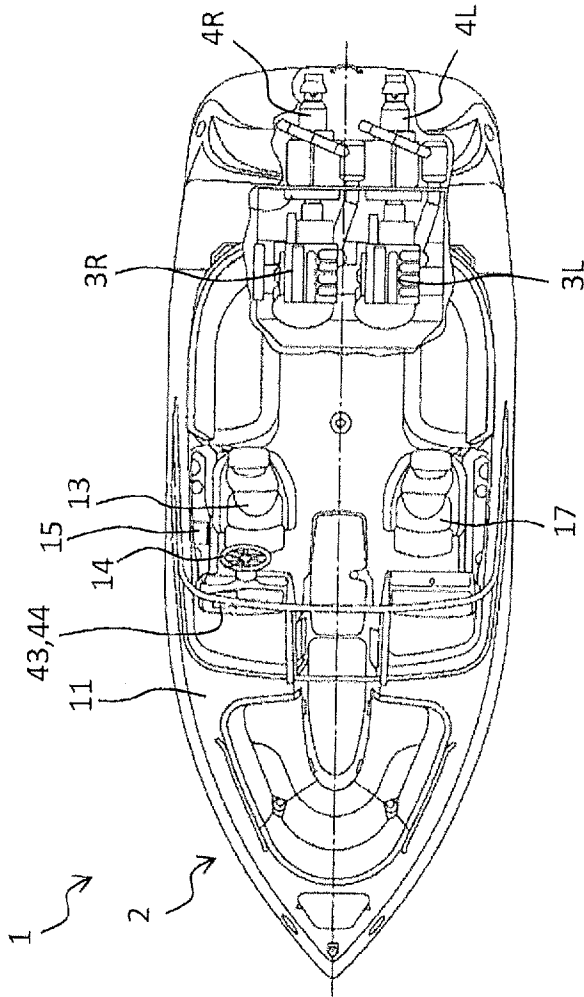
産業上の利用可能性

- [0117] 本発明によれば、船舶の着岸場所を案内できるナビゲーションシステムを提供することができる。

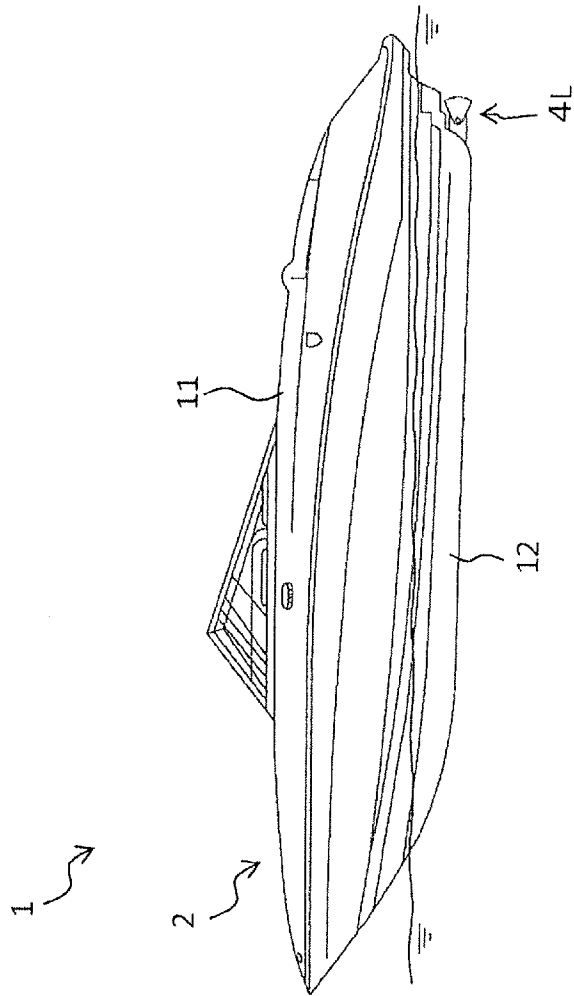
請求の範囲

- [請求項1] 着岸場所の形状を示す環境情報を生成するセンシングデバイスと、
前記環境情報に基づいて、前記着岸場所の形状を示す環境地図を作成する環境地図作成部と、
を備えるナビゲーションシステム。
- [請求項2] 前記環境情報は、前記着岸場所周辺の物体の形状を示し、
前記環境地図作成部は、前記環境情報に基づいて、前記着岸場所周辺の物体の形状を前記環境地図に示す、
請求項1に記載のナビゲーションシステム。
- [請求項3] 前記センシングデバイスは、船舶に設置される、
請求項1又は2に記載のナビゲーションシステム。
- [請求項4] 前記センシングデバイスは、前記着岸場所に設置される、
請求項1又は2に記載のナビゲーションシステム。
- [請求項5] 前記船舶の現在位置及び現在方位を示す位置情報を生成する位置センサを備え、
前記環境地図作成部は、前記位置情報に基づいて、前記船舶の形状を前記環境地図に示す、
請求項4に記載のナビゲーションシステム。
- [請求項6] 前記船舶は、
船体と、
前記船体に配置され、前記船体を移動させる推進力を生成する推進装置と、
前記環境地図作成部から前記環境地図を受信する受信部と、
前記環境地図上に設定された着岸位置に向けて前記船体を移動させるように前記推進装置を制御する自動着岸制御を実行するコントローラと、
を有する請求項5に記載のナビゲーションシステム。

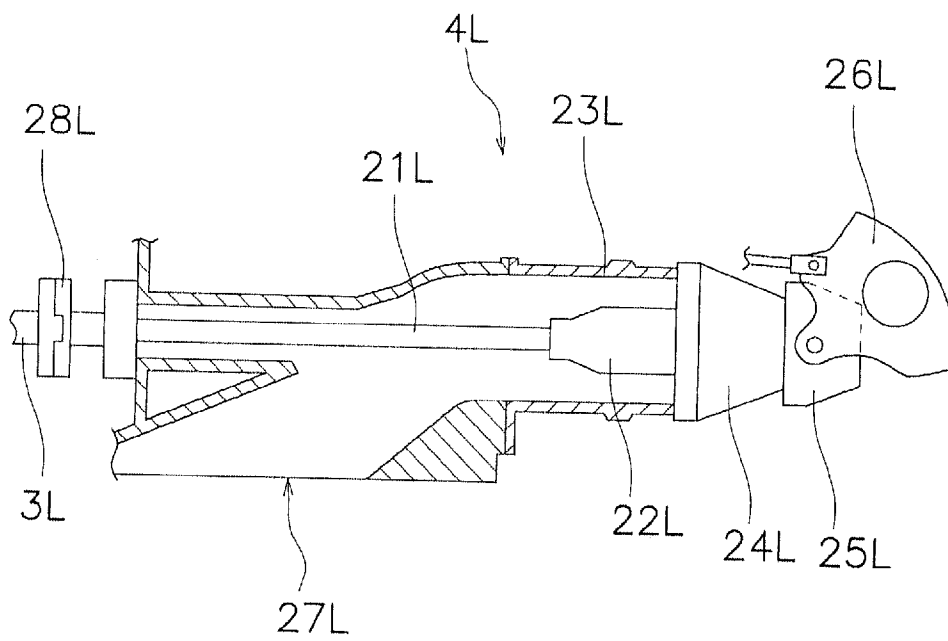
[図1]



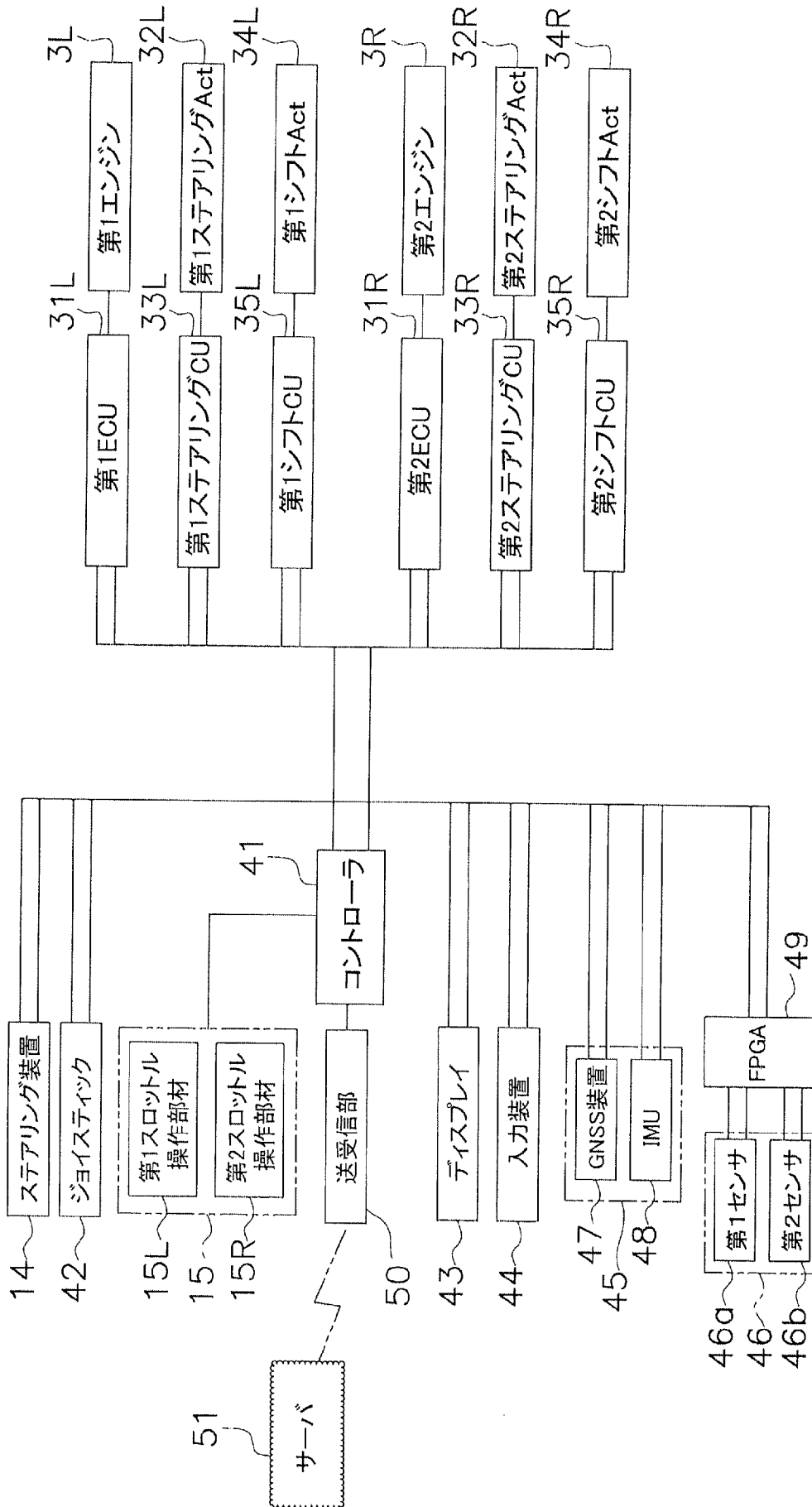
[図2]



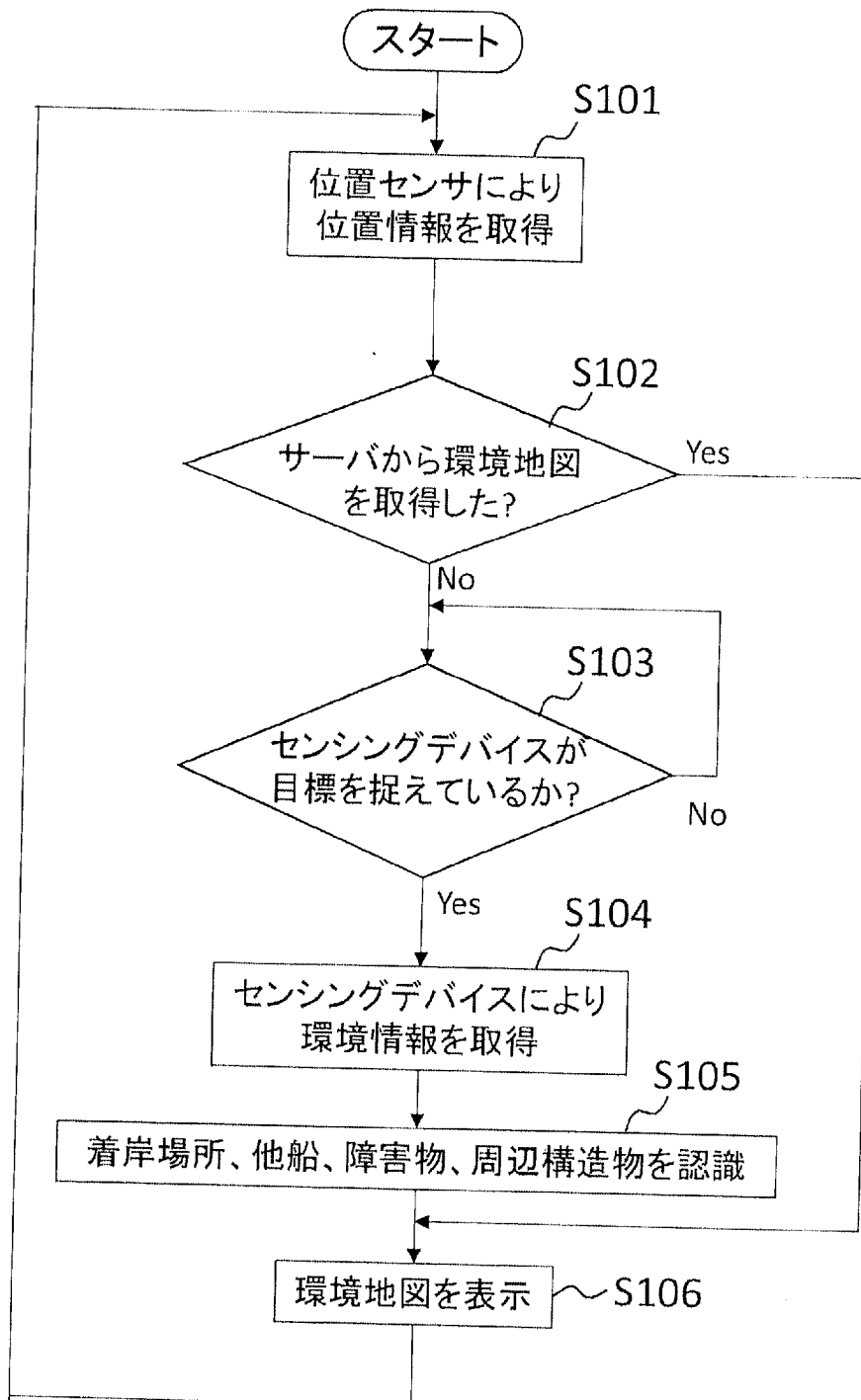
[図3]



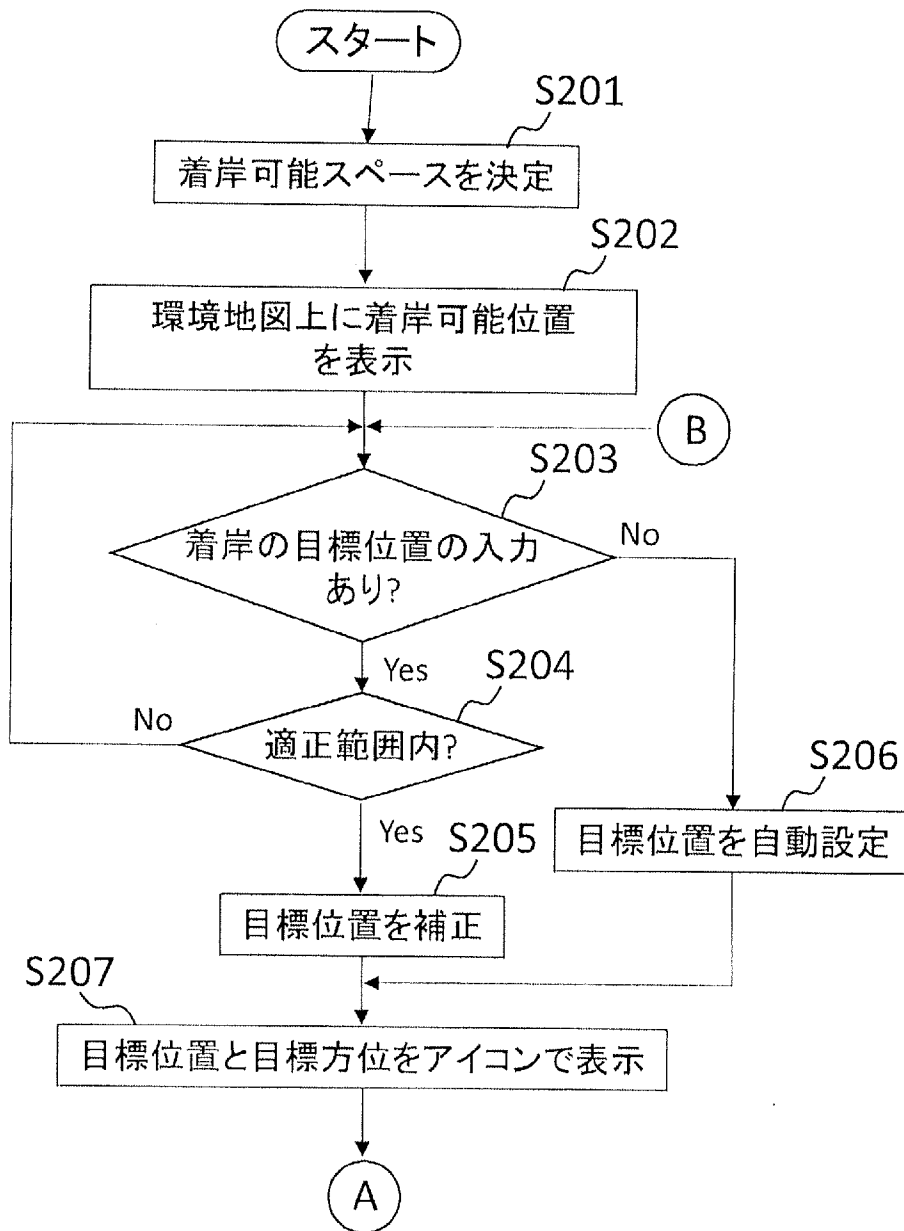
[図4]



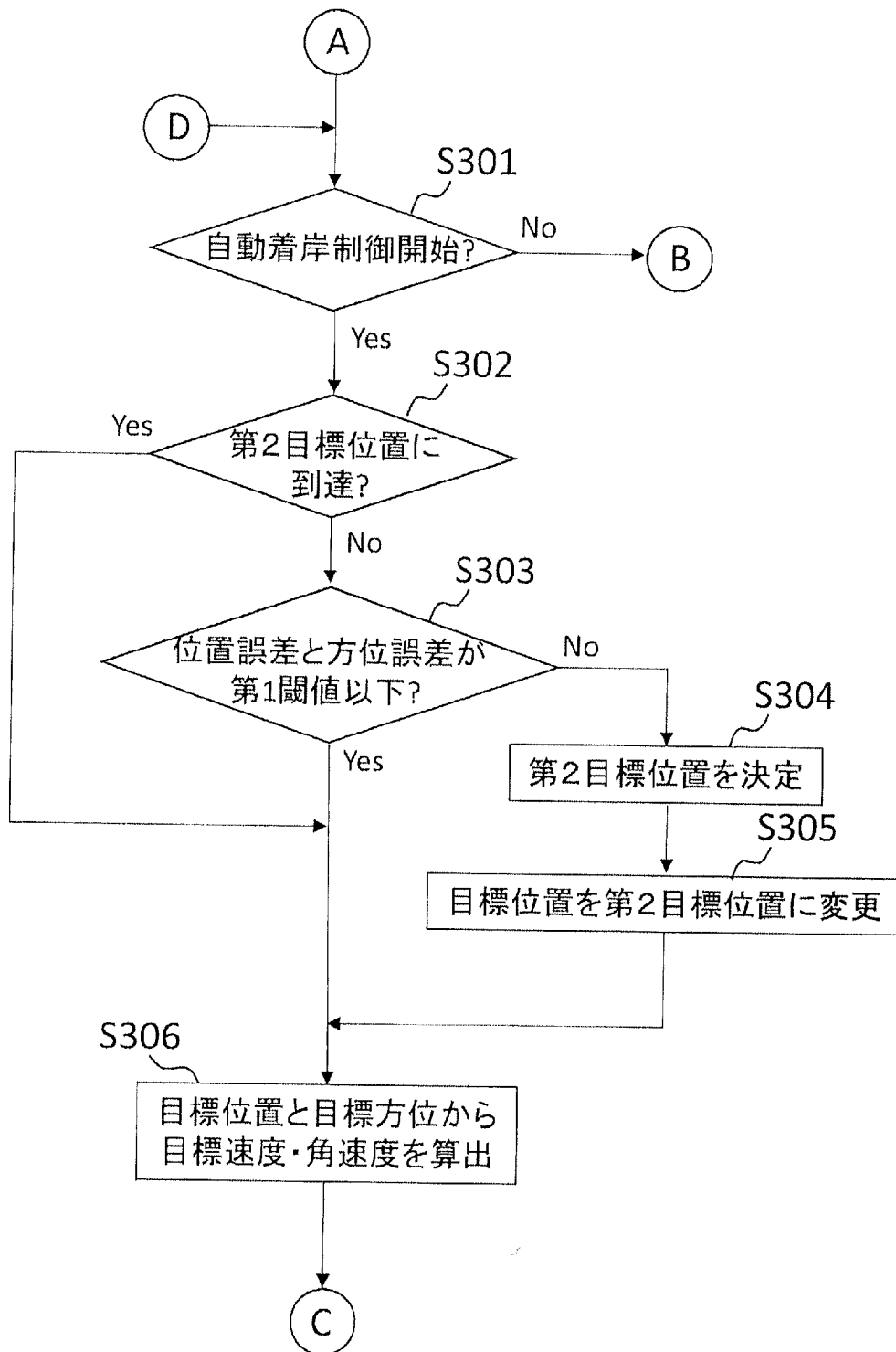
[図5]



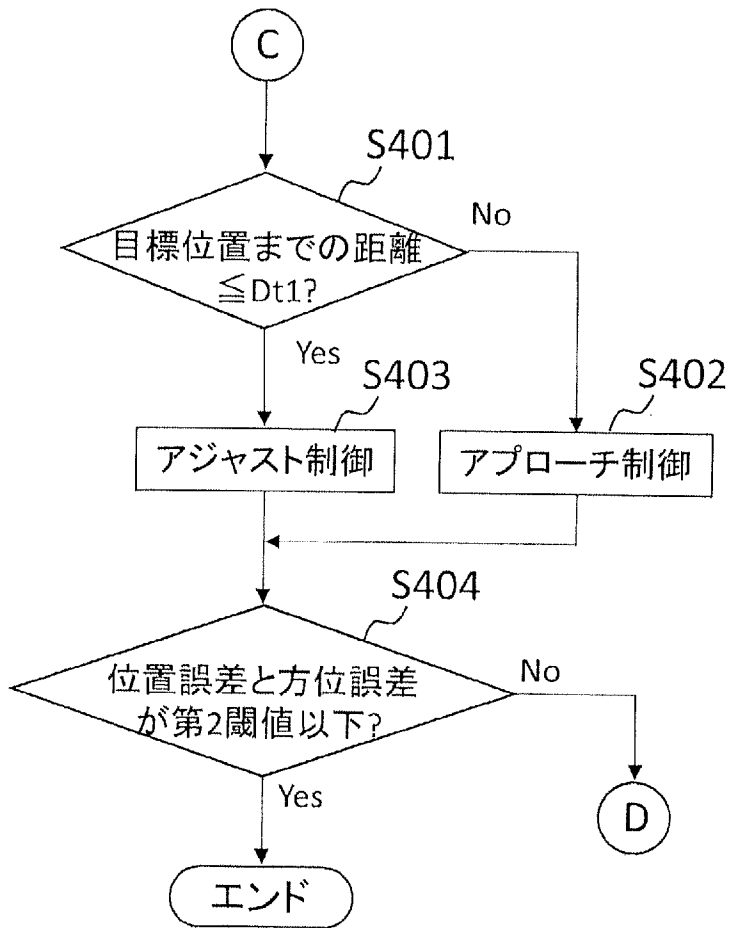
[図6]



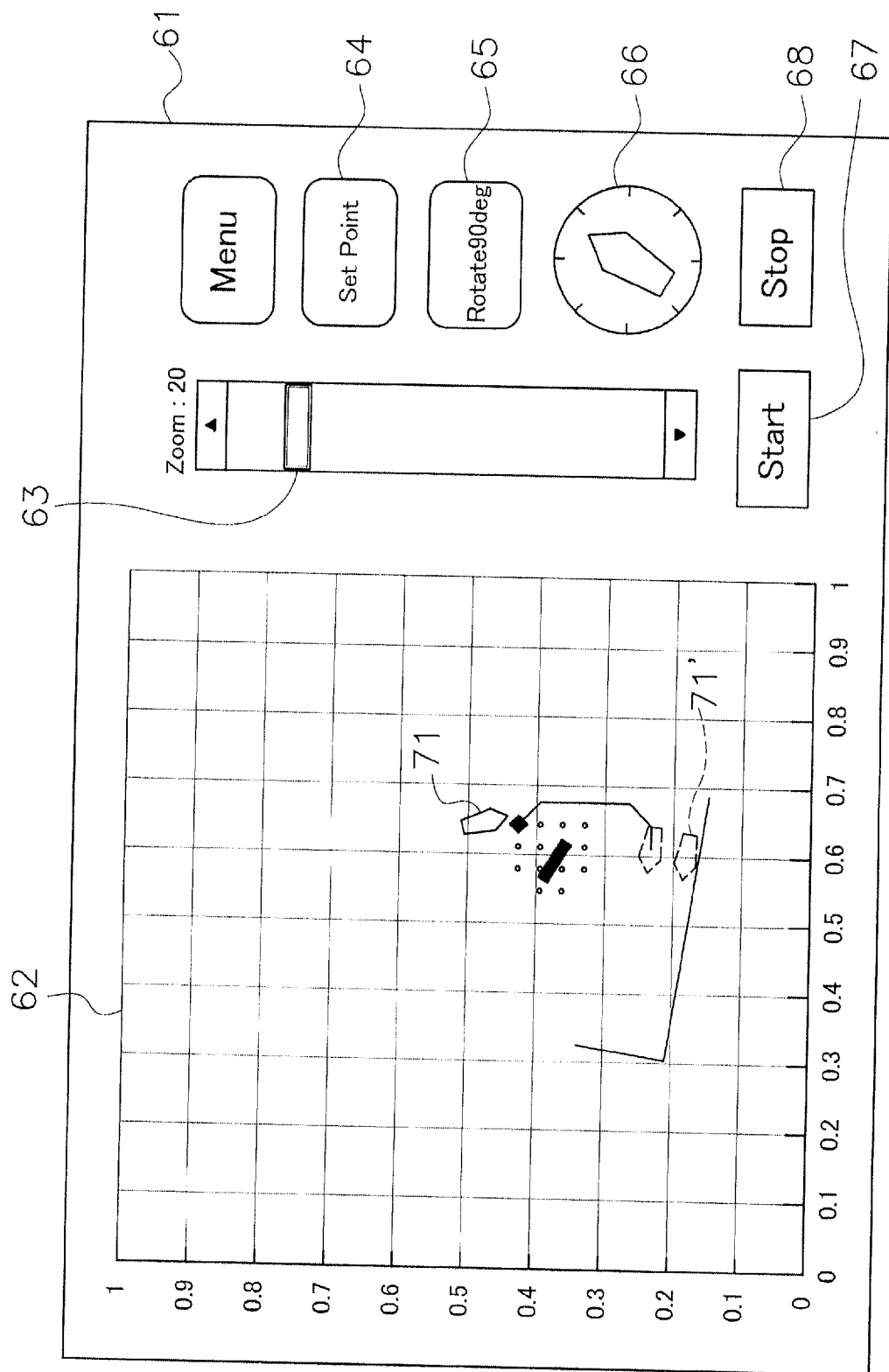
[図7]



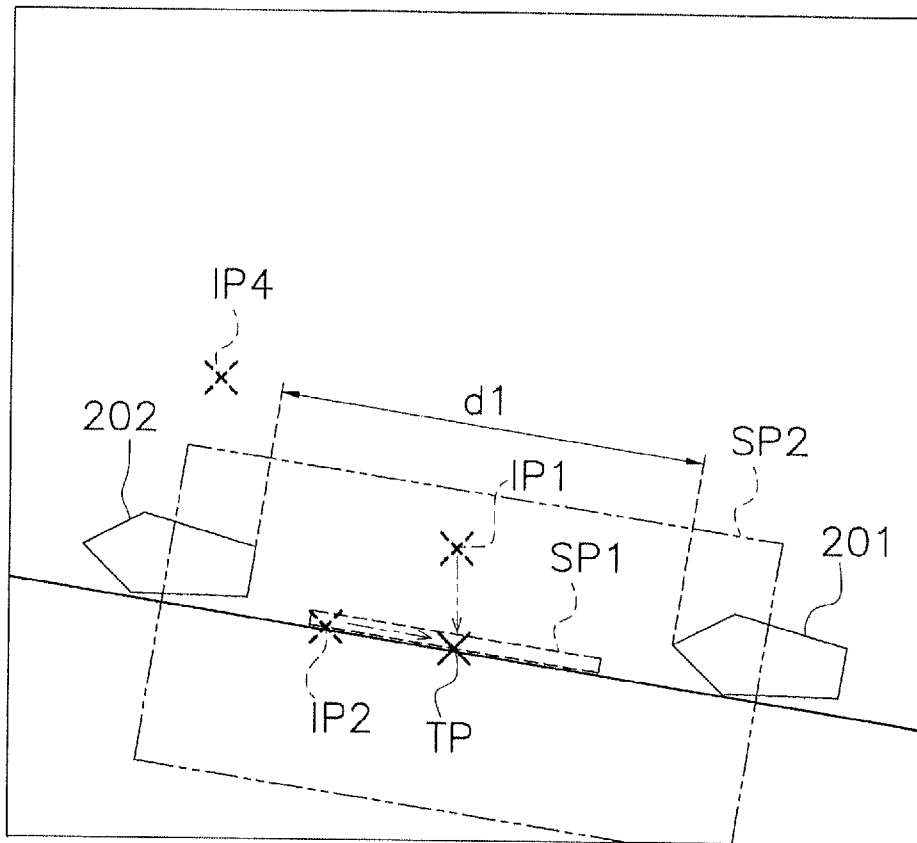
[図8]



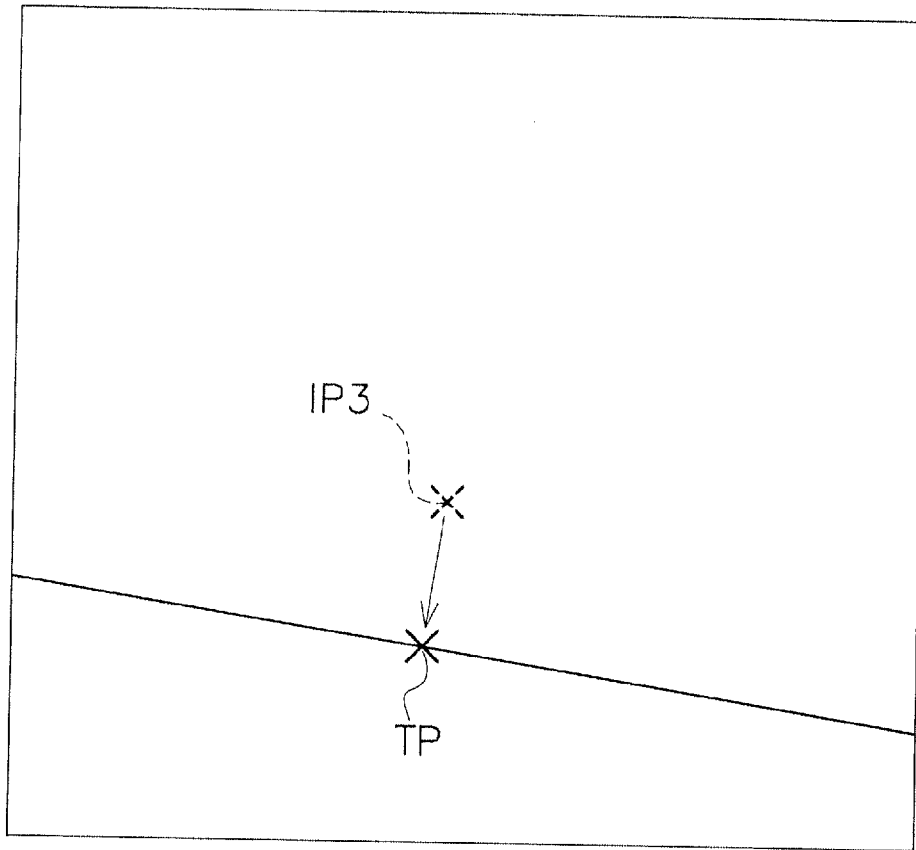
[図9]



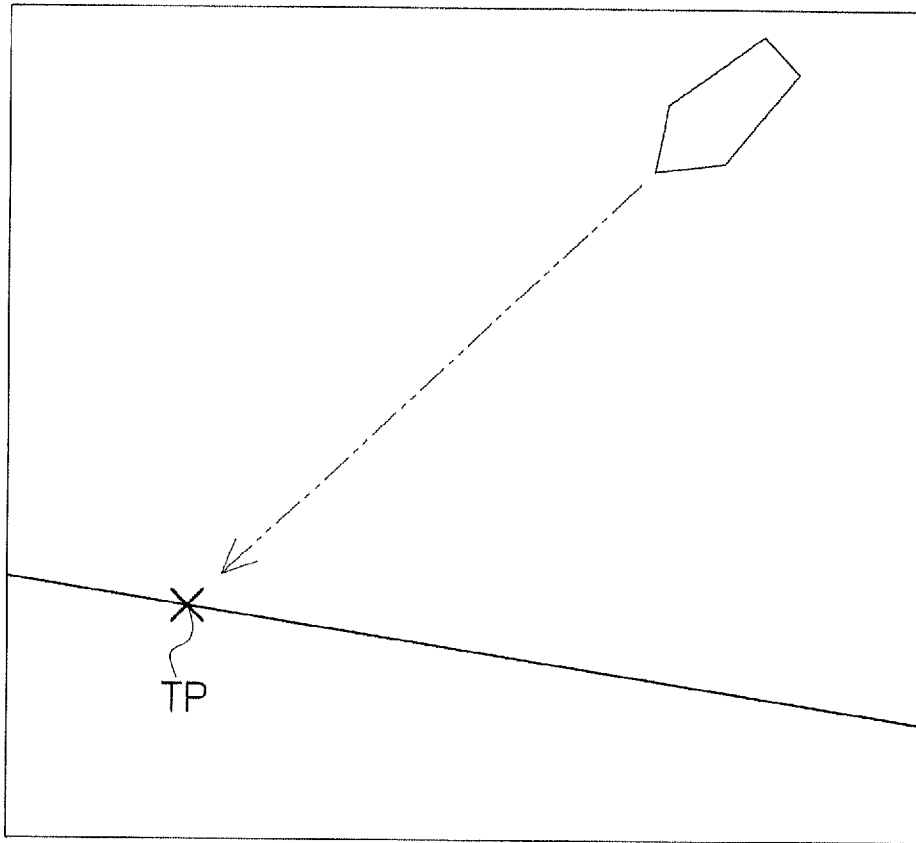
[図10]



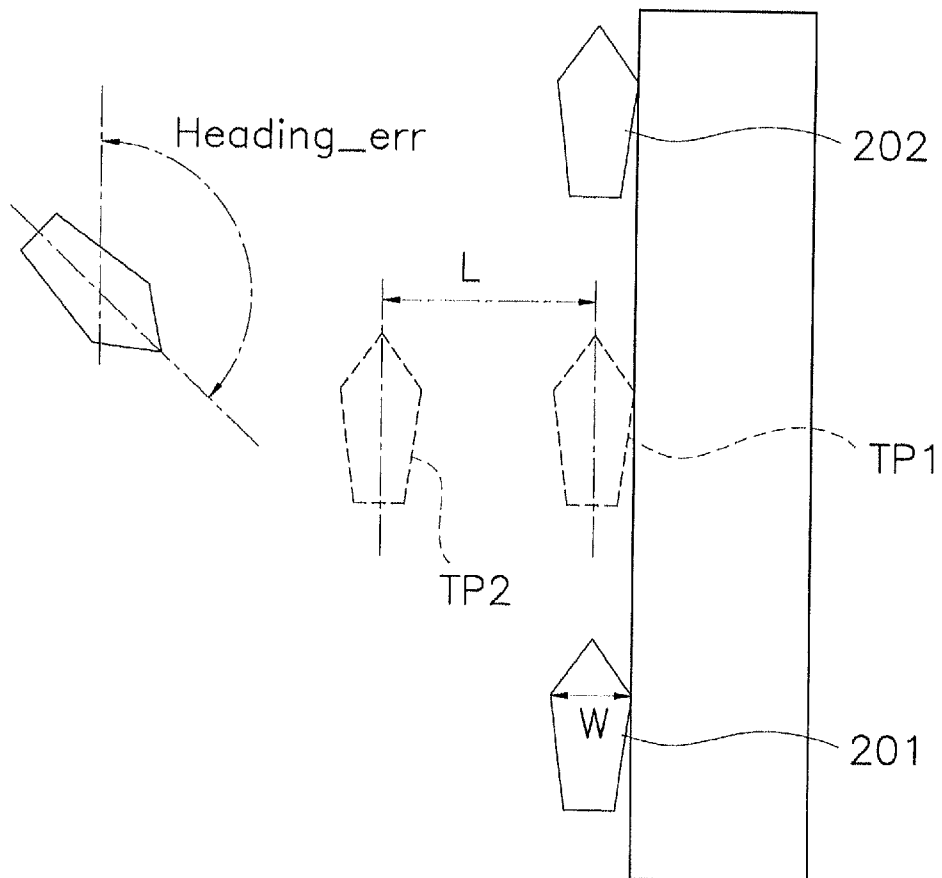
[図11]



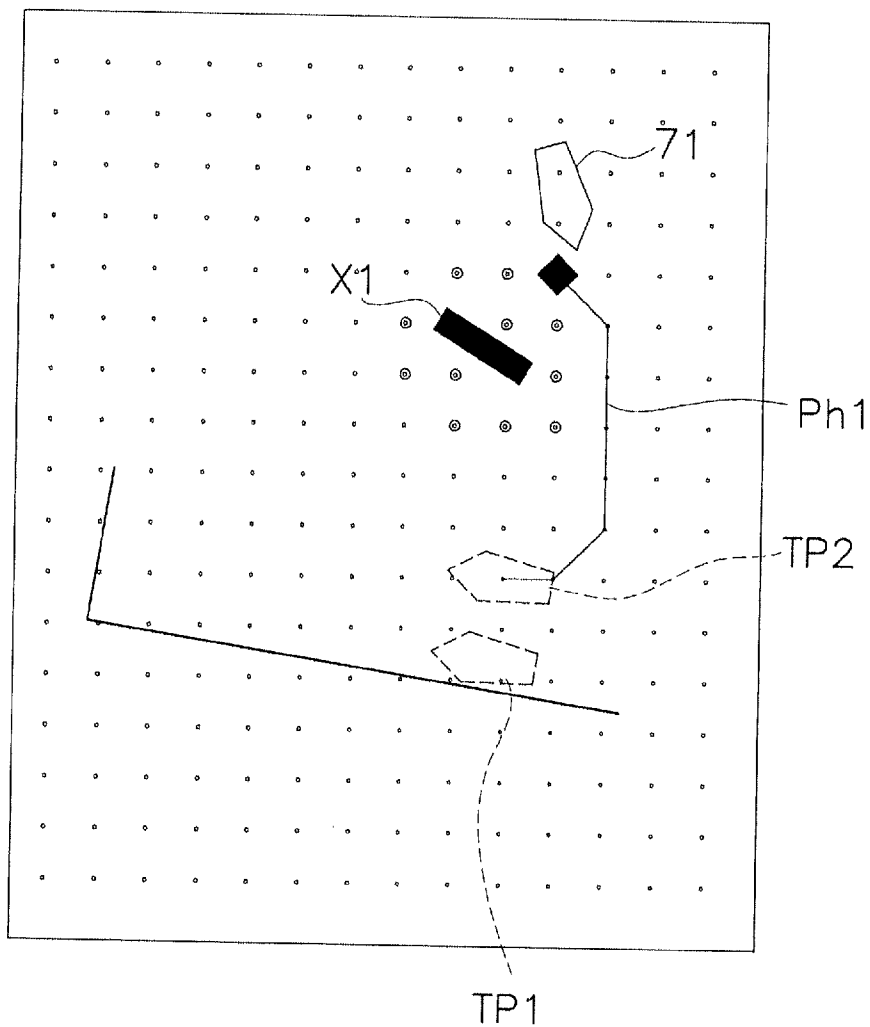
[図12]



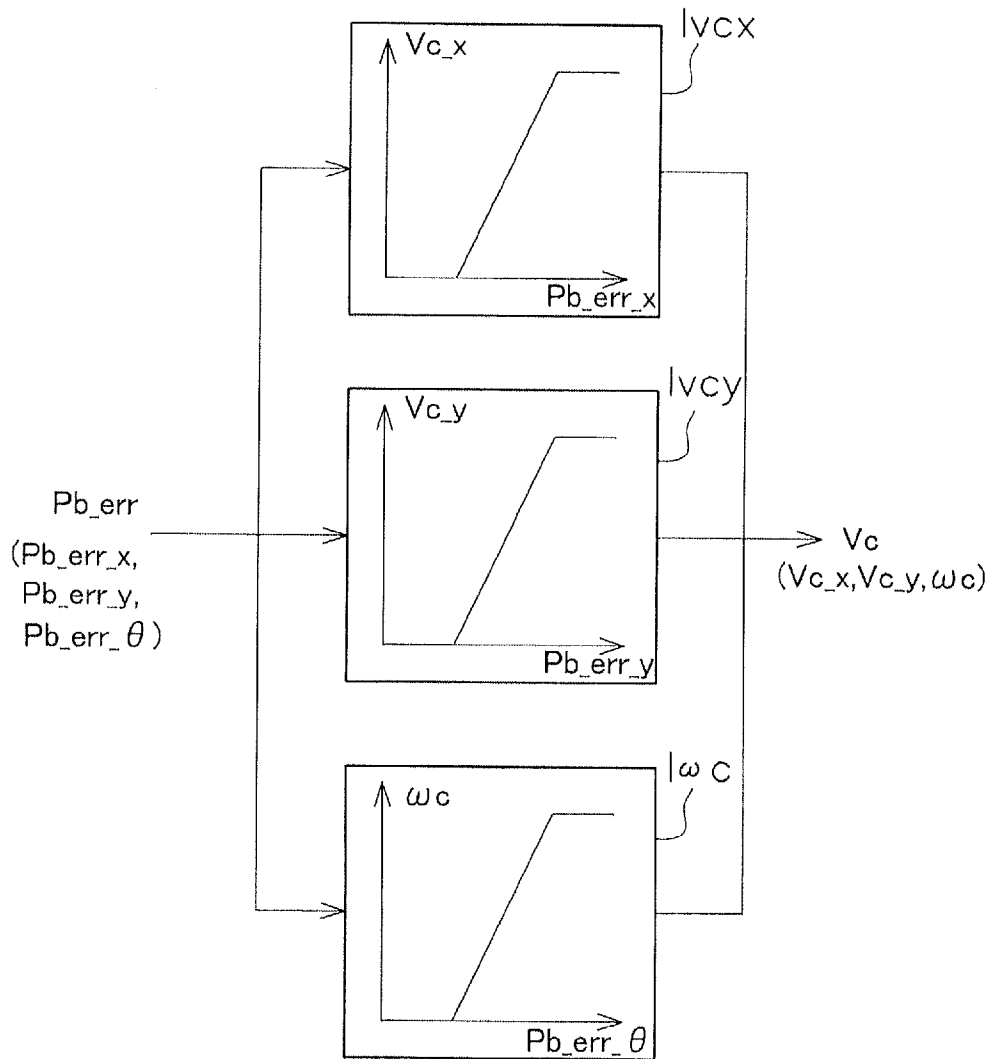
[図14]



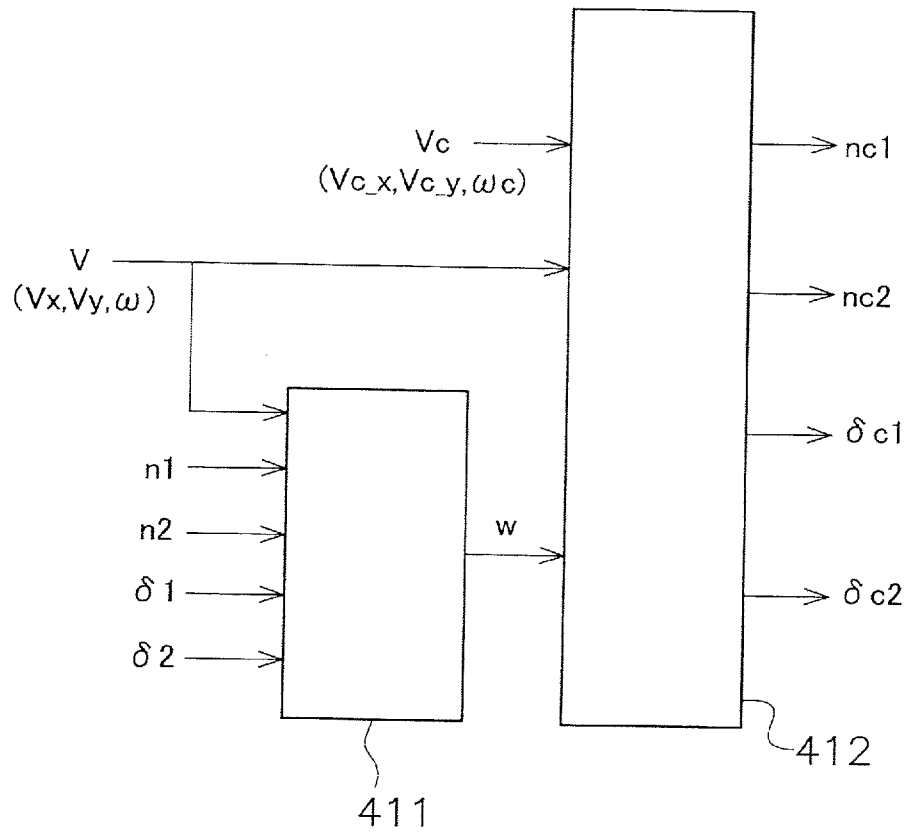
[図15]



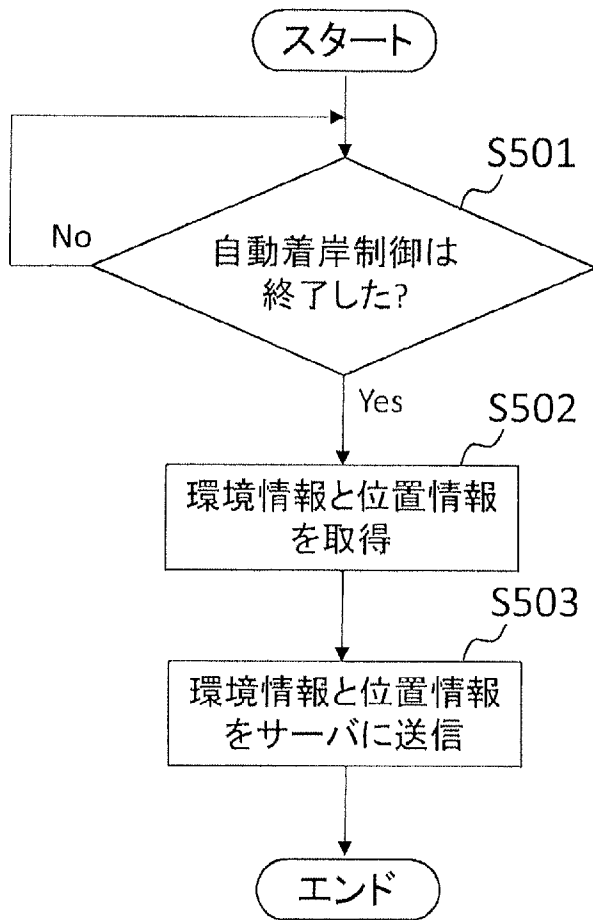
[図16]



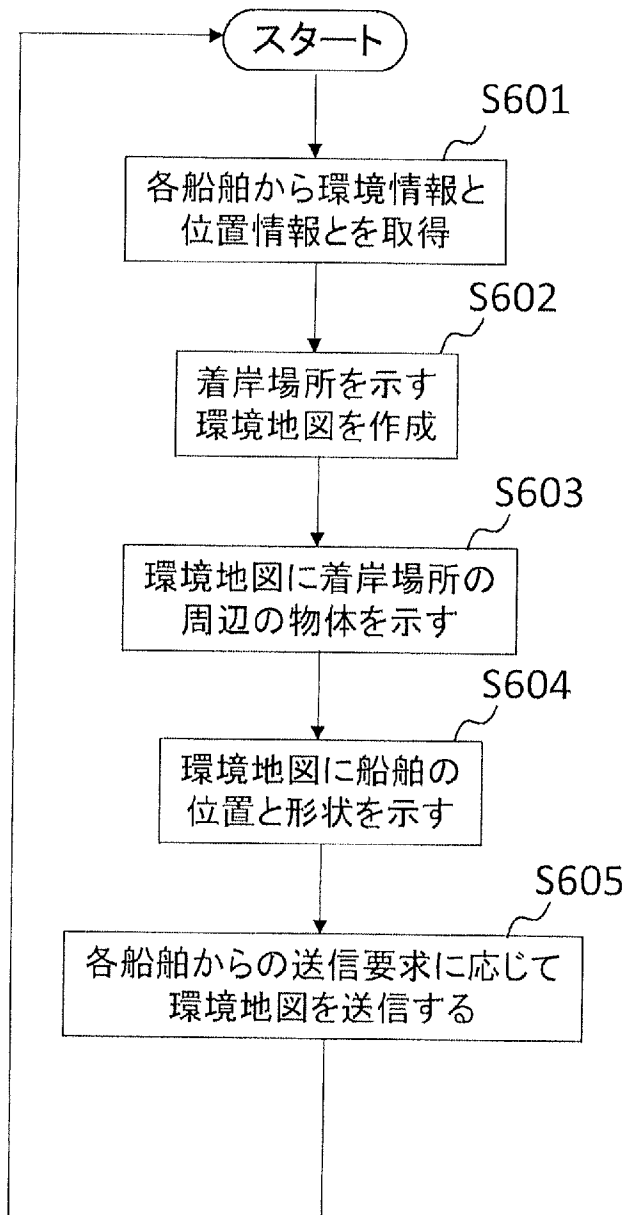
[図17]



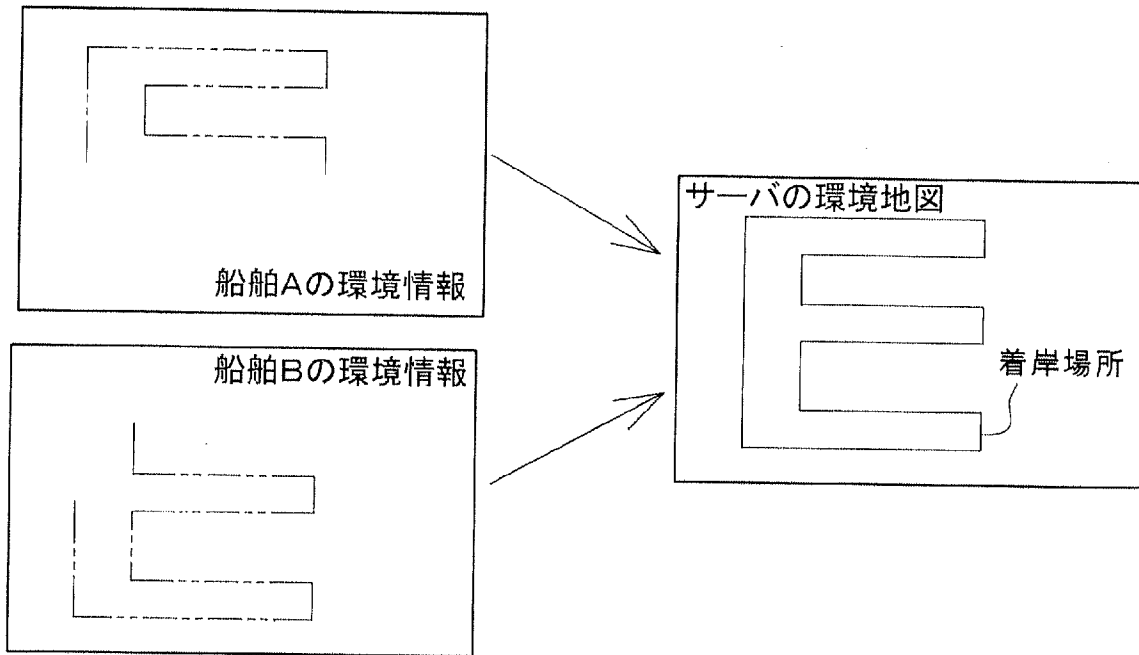
[図18]



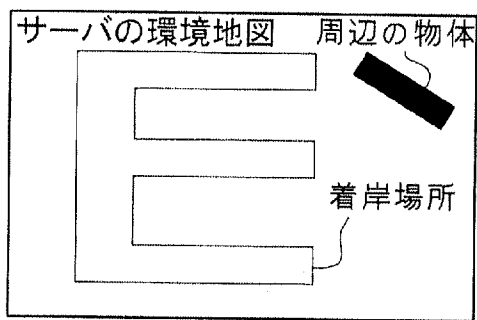
[図19]



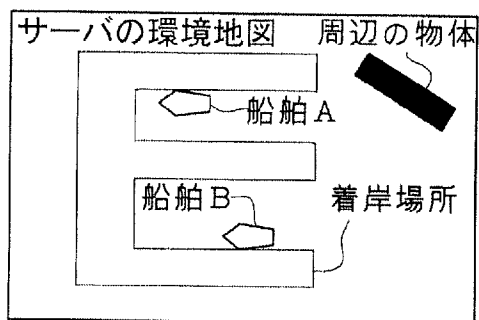
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/085987

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G08G3/02(2006.01)i, B63H25/04(2006.01)i, G01C21/22(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)
G08G3/02, B63H25/04, G01C21/22

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-528417 A (Glaeser Philipp), 12 November 2012 (12.11.2012), paragraphs [0007] to [0010], [0020], [0023] to [0024], [0026] to [0044]; fig. 1 to 2 & US 2012/0072059 A1 paragraphs [0009] to [0011], [0014], [0016], [0030] to [0034]; fig. 1 to 2 & WO 2010/136490 A1 & EP 2435998 A1 & DE 102009022652 A1	1-3, 5 4, 6
Y	JP 2010-145339 A (Japan Radio Co., Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0021], [0029] (Family: none)	4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 10 February 2017 (10.02.17)	Date of mailing of the international search report 28 February 2017 (28.02.17)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085987

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-131600 A (Thomson-CSF), 13 May 1994 (13.05.1994), paragraphs [0017] to [0019], [0025] to [0027]; fig. 1 to 2 & US 5404135 A column 6, line 1 to column 9, line 31; fig. 1 to 2 & EP 562940 A1 & DE 69326629 T2 & FR 2689282 A1 & CA 2092249 A1 & NO 931046 A	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G08G3/02(2006.01)i, B63H25/04(2006.01)i, G01C21/22(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G08G3/02, B63H25/04, G01C21/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

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 Y	JP 2012-528417 A（グラセール フィリップ）2012.11.12, 段落 [0007] - [0010]、[0020]、[0023] - [0024]、[0026] - [0044]、図1-2 & US 2012/0072059 A1 ,段落 [0009] - [0011]、[0014]、[0016]、[0030] - [0034]、図1-2 & WO 2010/136490 A1 & EP 2435998 A1 & DE 102009022652 A1	1-3, 5 4, 6
Y	JP 2010-145339 A（日本無線株式会社）2010.07.01, 段落 [0021]、[0029]（ファミリーなし）	4

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10.02.2017	国際調査報告の発送日 28.02.2017
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 柳幸 憲子 電話番号 03-3581-1101 内線 3316	3H	3833
--	---	----	------

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 06-131600 A (トムソンーサーエスエフ) 1994.05.13, 段落 [0017] - [0019]、[0025] - [0027]、図1 - 2 & US 5404135 A , 第6欄第1行目-第9欄第31行目、図1-2 & EP 562940 A1 & DE 69326629 T2 & FR 2689282 A1 & CA 2092249 A1 & NO 931046 A	6