

(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)



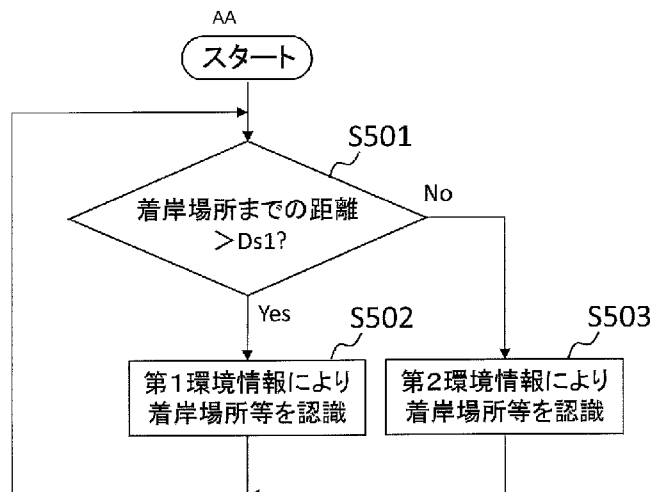
(10) 国際公開番号

WO 2018/100747 A1

- (51) 国際特許分類:
B63H 25/04 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
G01C 21/22 (2006.01) *G08G 3/00* (2006.01)
G05D 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085983
- (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
- (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2500番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 阿久澤 修(AKUZAWA, Shu); 〒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). 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). 芦田 祐介(ASHIDA, Yuusuke); 〒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: 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19号 サウスホレストビル 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,

(54) Title: SMALL SHIP

(54) 発明の名称: 小型船舶



S501 Distance to shore arrival location > Ds1?
S502 Recognize shore arrival location or the like from first environment information
S503 Recognize shore arrival location or the like from second environment information
AA Start

(57) Abstract: In the present invention, a first sensor detects first environment information indicating the shape of a shore arrival location and a positional relationship of the shore arrival location and a ship hull. A second sensor as a different sensor than the first sensor detects second environment information indicating the shape of the shore arrival location and the positional relationship of the shore arrival location and the ship hull. A controller is connected so as to be capable of communication with the first sensor and the second sensor. When the distance from the ship hull to the shore arrival location is greater than a predetermined distance threshold value, the controller generates, on the basis of the first



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.

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

environment information, a command signal for controlling a propulsion device so as to cause the ship hull to arrive at the shore arrival location. When the distance from the ship hull to the shore arrival location is equal to or less than the distance threshold value, the controller generates a command signal on the basis of the second environment information.

(57) 要約: 第1センサは、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す第1環境情報を検出する。第2センサは、第1センサと異なるセンサであって、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す第2環境情報を検出する。コントローラは、第1センサ及び第2センサと通信可能に接続されている。コントローラは、船体から着岸場所までの距離が所定の距離閾値より大きいときには、船体を着岸場所に着岸させるよう推進装置を制御する指令信号を第1環境情報に基づいて生成する。コントローラは、船体から着岸場所までの距離が距離閾値以下であるときには、指令信号を第2環境情報に基づいて生成する。

明 細 書

発明の名称： 小型船舶

技術分野

[0001] 本発明は、小型船舶に関する。

背景技術

[0002] 船舶のスムーズな着岸には高度な技術が必要であり、熟練者以外の者にとっては容易なことではない。そこで、従来、船舶の着岸を支援するための装置が知られている。例えば、下記特許文献1には、特定の港へ入港する船舶のための着岸支援装置が開示されている。

[0003] この着岸支援装置は、港への入港時から着岸目標位置までの軌跡を記録している記録装置を備えており、着岸時に、当該軌跡に沿うように操船者に操船指示を行う。詳細には、着岸時に、当該軌跡からアプローチ範囲が定められ、船舶の位置が当該アプローチ範囲から外れている場合には、操船者に最終アプローチ開始地点に戻るよう、指示が着岸支援装置から出力される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-128943号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記の着岸支援装置は、記録装置に軌跡が記録されている特定の港でしか使用できない。また、アプローチ範囲から外れずに船舶を移動させることができたとしても、岸の近傍では、操船は容易ではなく、船舶をスムーズに着岸させるために高度な操船技術が操船者には必要となる。

[0006] 本発明の課題は、不特定の港においても容易に着岸させることができる小型船舶及びその制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 第1の態様に係る小型船舶は、船体と、推進装置と、第1センサと、第2

センサと、コントローラと、を備える。推進装置は、船体に配置され、船体を移動させる推進力を生成する。第1センサは、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す第1環境情報を検出する。第2センサは、第1センサと異なるセンサであって、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す第2環境情報を検出する。コントローラは、第1センサ及び第2センサと通信可能に接続されている。コントローラは、船体から着岸場所までの距離が所定の距離閾値より大きいときには、船体を着岸場所に着岸させるよう推進装置を制御する指令信号を第1環境情報に基づいて生成する。コントローラは、船体から着岸場所までの距離が距離閾値以下であるときには、指令信号を第2環境情報に基づいて生成する。

[0008] 第2の態様に係る小型船舶の制御方法では、第1センサによって、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す第1環境情報が検出される。第1センサと異なる第2センサによって、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す第2環境情報が検出される。船体から着岸場所までの距離が所定の距離閾値より大きいときには、船体を着岸場所に着岸させるよう船体の推進装置を制御する指令信号が第1環境情報に基づいて生成される。船体から着岸場所までの距離が距離閾値以下であるときには、第2環境情報に基づいて指令信号が生成される。

発明の効果

[0009] 本発明では、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体との位置関係を示す環境情報が検出される。そして、検出された環境情報に基づいて、船体を着岸場所へ到達させる航路が決定され、船体が決定された航路に沿って移動して着岸場所に着岸するように推進装置が自動的に制御される。これにより、不特定の港においても小型船舶を容易に着岸させることができる。

[0010] また、環境情報は、互いに異なる第1センサ及び第2センサによって検出され、船体から着岸場所までの距離に応じて使い分けられる。これにより、着岸場所に対して精度の高い環境情報を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [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]第1センサと第2センサとの切換の処理を示すフローチャートである。
。

発明を実施するための形態

[0012] 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、ジェットボートまたはスポーツボートと呼ばれるタイプの船である。

[0013] 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。

[0014] 小型船舶 1 は、2つのエンジン 3 L、3 Rと2つの推進装置 4 L、4 Rとを有している。詳細には、小型船舶 1 は、第 1 エンジン 3 Lと第 2 エンジン 3 Rとを有している。小型船舶 1 は、第 1 推進装置 4 Lと第 2 推進装置 4 R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。

[0015] 第 1 エンジン 3 Lと第 2 エンジン 3 Rとは、船体 2 に収容される。第 1 エンジン 3 Lの出力軸は、第 1 推進装置 4 Lに接続されている。第 2 エンジン 3 Rの出力軸は、第 2 推進装置 4 Rに接続されている。第 1 推進装置 4 Lは、第 1 エンジン 3 L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 4 Rは、第 2 エンジン 3 R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 4 Lと第 2 推進装置 4 Rは左右に並んで配置されている。

[0016] 第 1 推進装置 4 L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 4 L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 4 Lの一部が断面で示されている。

[0017] 図 3 に示すように、第 1 推進装置 4 Lは、第 1 インペラシャフト 2 1 Lと、第 1 インペラ 2 2 Lと、第 1 インペラハウジング 2 3 Lと、第 1 ノズル 2 4 Lと、第 1 デフレクタ 2 5 Lと、第 1 リバースバケット 2 6 Lとを含む。第 1 インペラシャフト 2 1 L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 2 1 Lの前部は、カップリング 2 8 Lを介してエンジン 3 Lの出力軸に接続されている。第 1 インペラシャフト 2 1 Lの後部は、第 1 インペラハウジング 2 3 L内に配置されている。第 1 インペラハウジング 2 3 Lは、水吸引部 2 7 Lの後方に配置されている。第 1 ノズル 2 4 Lは、第 1 インペラハウジング 2 3 Lの後方に配置されている。

[0018] 第 1 インペラ 2 2 Lは、第 1 インペラシャフト 2 1 Lの後部に取り付けられている。第 1 インペラ 2 2 Lは、第 1 インペラハウジング 2 3 L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。

[0019] 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。

[0020] 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。

[0021] 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。

[0022] 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。

- [0023] 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。
- [0024] 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。
- [0025] 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。
- [0026] 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。
- [0027] 小型船舶1は、第2ECU 31R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CU 33Rと、第2シフトアクチュエータ34Rと、第2シフトCU 35R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1ECU 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 33Lと、第1シ

フトアクチュエータ 3 4 L と、第 1 シフト C U 3 5 L と同様の構成である。

[0028] 小型船舶 1 は、ステアリング装置 1 4 と、ジョイスティック 4 2 と、リモコンユニット 1 5 と、ディスプレイ 4 3 と、入力装置 4 4 と、位置センサ 4 5 と、センシングデバイス 4 6 と、を有している。ステアリング装置 1 4 と、ディスプレイ 4 3 と、入力装置 4 4 と、位置センサ 4 5 と、センシングデバイス 4 6 とは、コントローラ 4 1、第 1、第 2 E C U 3 1 L、3 1 R、第 1、第 2 ステアリング C U 3 3 L、3 3 R、及び第 1、第 2 シフト C U 3 5 L、3 5 R 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、C A N (Controller Area Network)、或いは C A N - F D によって互いに接続されている。

[0029] 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系統で構成されている。これにより、安定的な通信を確保することができる。

[0030] なお、リモコンユニット 1 5 は、コントローラ 4 1 とアナログ接続されている。しかし、リモコンユニット 1 5 も他の装置と同様に C A N 等のネットワークによって接続されてもよい。

[0031] ステアリング装置 1 4 は、運転席 1 3 に配置される。ステアリング装置 1 4 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 1 4 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 1 4 は、操作信号を出力する。第 1 ステアリング C U 3 3 L 及び第 2 ステアリング C U 3 3 R は、ステアリング操作装置 1 4 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。

[0032] 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 15 R とを有する。第 1 スロットル操作部材 15 L と第 2 スロットル操作部材 15 R とは、例えばレバー状の部材である。

[0033] リモコンユニット 15 は、第 1、第 2 スロットル操作部材 15 L、15 R の操作量及び操作方向を示す信号を出力する。第 1 ECU 31 L は、第 1 スロットル操作部材 15 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 ECU 31 R は、第 2 スロットル操作部材 15 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。

[0034] 第 1 シフト CU 35 L は、第 1 スロットル操作部材 15 L の操作方向に応じて、第 1 シフトアクチュエータ 34 L を制御する。第 2 シフト CU 35 R は、第 2 スロットル操作部材 15 R の操作方向に応じて、第 2 シフトアクチュエータ 34 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。

[0035] ジョイスティック 42 は、運転席 13 に配置される。ジョイスティック 42 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 42 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 42 から操作信号はコントローラ 41 に入力される。コントローラ 41 は、ジョイスティック 42 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 32 L、32 R、第 1、第 2 シフトアクチュエータ 34 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。

[0036] ディスプレイ 43 及び入力装置 44 は、運転席 13 に配置されている。ディスプレイ 43 は、小型船舶 1 に関する情報を表示する。ディスプレイ 43 は、コントローラ 41 から表示信号を受信する。ディスプレイ 43 は、コントローラ 41 からの表示信号に応じて、情報を表示する。

[0037] 入力装置 44 は、小型船舶に関する入力を受け付ける。入力装置 44 は、入力された情報を示す入力信号を出力する。入力装置 44 は、タッチパネルによってディスプレイ 43 と一体的に構成されてもよい。或いは、入力装置 44 は、ディスプレイ 43 と別体であってもよい。

- [0038] 位置センサ45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45は、例えば慣性航法装置であり、GNSS (Global Navigation Satellite System) 装置47とIMU (Inertial Measurement Unit) 48とを含む。GNSS装置47は、船体2の現在位置と船速とを検出する。IMU48は、船体2の角速度と加速度とを検出する。また、GNSS装置47とIMU48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GNSS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。
- [0039] センシングデバイス46は、船体2の周囲の物体の形状、及び、当該物体と船体2との位置関係を検出する。物体と船体2との位置関係は、物体と船体2との間の距離、及び、船体2に対して物体が位置する方向を含む。船体2の周囲の物体は、例えば栈橋、岸壁、他船、或いは障害物などである。
- [0040] センシングデバイス46は、後述する自動着岸制御において、環境情報を検出して出力する。環境情報は、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体2との位置関係を示す。環境情報は、着岸場所又は船体2の周囲の他船を示してもよい。環境情報は、着岸場所又は船体2の周囲の構造物、或いは障害物を示してもよい。環境情報は、例えば、センシングデバイス46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。
- [0041] 図4に示すように、センシングデバイス46は、FPGA (field-programmable gate array) 49などのPLD (programmable logic device) を介してCAN或いはCAN-FDに接続されてもよい。或いは、センシングデバイス46は、DSP (digital signal processor) を介してCAN或いはCAN-FDに接続されてもよい。
- [0042] センシングデバイス46は、第1センサ46aと第2センサ46bとを含む。第1センサ46aは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサのいずれかである。第2センサ46bは、第1センサ46aと異なるセンサであって、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサのいずれかである。レー

ダーは、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。カメラは、ステレオカメラ、単眼カメラ、TOF (Time Of Flight) カメラ、或いは他の種類のカメラであってもよい。第2センサ46bの測定可能距離は、第1センサ46aの測定可能距離よりも小さい。後述する所定の距離閾値 D_{s1} 以内における第2センサ46bの測定精度は、距離閾値以内における第1センサ46aの測定精度よりも高い。第1センサ46aと第2センサ46bとは、互いに種類の異なるセンサであってもよい。或いは、第1センサ46aと第2センサ46bとは、同種のセンサであってもよい。

[0043] 例えば、第1センサ46aがカメラであり、第2センサ46bがミリ波レーダ、或いは超音波センサであってもよい。或いは、第1センサ46aがレーザーであり、第2センサ46bがカメラ、超音波センサ、或いはミリ波レーダーであってもよい。第1センサ46aがレーダーであり、第2センサ46bがレーザー、カメラ、超音波センサ、或いはミリ波レーダーであってもよい。

[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。ステップS102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S103に進む。

[0046] 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により環境情報を取得する。ここでは、コントローラ41は、第1センサ46

aから第1環境情報を取得する。また、コントローラ41は、第2センサ46bから第2環境情報を取得する。第1環境情報は、第1センサ46aが検出する環境情報である。第2環境情報は、第2センサ46bが検出する環境情報である。

[0047] ステップS104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。

[0048] ここで、コントローラ41は、着岸場所までの距離に応じて、第1センサ46aからの第1環境情報と、第2センサ46bからの第2環境情報とを切り換えて着岸場所等の認識に用いる。

[0049] 図18は、第1センサ46aと第2センサ46bとの切換に関する処理を示すフローチャートである。図18に示すように、ステップS501において、コントローラ41は、船体2から着岸場所までの距離が距離閾値 D_{s1} より大きいと判定する。船体2から着岸場所までの距離が距離閾値 D_{s1} より大きいときには、ステップS502において、コントローラ41は、第1環境情報に基づいて着岸場所等を認識する。船体2から着岸場所までの距離が距離閾値 D_{s1} 以下であるときには、ステップS503において、コントローラ41は、第2環境情報に基づいて着岸場所等を認識する。

[0050] ステップS105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 6 2 には、コントローラ 4 1 によって認識された着岸場所、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 4 1 によって認識された他船も環境地図 6 2 に示される。コントローラ 4 1 は、位置情報により取得した船体 2 の現在位置及び現在方位を、船体 2 のアイコン 7 1 によって環境地図 6 2 上に示す。
- [0052] なお、船体 2 から着岸場所までの距離が距離閾値 $D_s 1$ より大きいときには、コントローラ 4 1 は、第 1 環境情報に基づいて認識した着岸場所等を環境地図 6 2 に反映させる。船体 2 から着岸場所までの距離が距離閾値 $D_s 1$ 以下であるときには、コントローラ 4 1 は、第 2 環境情報に基づいて認識した着岸場所等を環境地図 6 2 に反映させる。
- [0053] 環境地図 6 2 は、位置センサ 4 5 による位置情報及びセンシングデバイス 4 6 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 6 3 を含む。尺度変更キー 6 3 が操作されることで、環境地図 6 2 の表示尺度が拡大或いは縮小される。
- [0054] 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 S 2 0 1 では、コントローラ 4 1 は、着岸可能スペースを決定する。コントローラ 4 1 は、環境情報に基づいて着岸可能スペースを決定する。図 1 0 に示すように、コントローラ 4 1 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 S P 1 として決定する。例えば、コントローラ 4 1 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 S P 1 として決定する。
- [0055] また、コントローラ 4 1 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 S P 1 を決定する。図 1 0 に示すように、2 つの他船 2 0 1, 2 0 2 が間隔において停泊しているときには、コントローラ 4 1 は、2 つの他船 2 0 1, 2 0 2 の間の距離 $d 1$ を算出する。そして、コントローラ 4 1 は、2 つの他船 2 0 1, 2 0 2 の間の距離 $d 1$ 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 2 0 1, 2 0 2 の間のスペースを着岸可能

スペースSP1として決定する。

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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 I P 3 から最も近い位置に目標位置 T p が補正されることが好ましい。

[0061] ステップ S 203 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 S 206 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 S 206 に進む。

[0062] ステップ S 206 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。

[0063] ステップ S 207 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 S 205 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、着岸場所が栈橋であるときには、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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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 T P 1 に到達させるように推進装置 4 L , 4 R を制御する。第 2 目標位置 T P 2 については後述する。

[0069] ステップ S 3 0 2 において、小型船舶 1 が第 2 目標位置 T P 2 に到達していないときには、処理はステップ S 3 0 3 に進む。ステップ S 3 0 3 では、コントローラ 4 1 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 T P 2 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 4 1 は、船体 2 の現在位置と第 2 目標位置 T P 2 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 S 3 0 4 に進む。

[0070] ステップ S 3 0 4 では、コントローラ 4 1 は、第 2 目標位置 T P 2 を決定する。図 1 4 に示すように、コントローラ 4 1 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 T P 1 のオフセット量 L を決定する。コントローラ 4 1 は、第 1 目標位置 T P 1 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 T P 2 として決定する。すなわち、コントローラ 4 1 は、着岸場所の縁に対して垂直な方向に、第 1 目標位置 T P 1 からオフセット量 L 、離れた位置を第 2 目標位置 T P 2 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 4 1 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 1 4 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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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 Pb_error を算出し、相対誤差 Pb_error に基づいて目標速度・角速度 Vd を決定する。コントローラ41は、相対誤差 Pb_error の減少に応じて、目標速度・角速度 Vc 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。

[0081] 相対誤差 Pb_error は、第1位置誤差 Pb_error_x と、第2位置誤差 Pb_error_y と、方位誤差 $Pb_error_θ$ とを含む。第1位置誤差 Pb_error_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 Pb_error_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 $Pb_error_θ$ は、目標方位と現在方位との差である。

[0082] 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。

[0083] 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_{θ} 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。

[0084] 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。

[0085] 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_{θ} 、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]

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

[0086] 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 $D_t 1$ 以下ではないときには、処理はステップ $S 4 0 2$ に進む。ステップ $S 4 0 2$ 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 4 1 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 4 L, 4 R の目標推進力と目標舵角とを決定する。

[0087] ステップ $S 4 0 1$ 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 $D_t 1$ 以下であるときには、処理はステップ $S 4 0 3$ に進む。ステップ $S 4 0 3$ 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 4 L, 4 R の目標推進力と目標舵角とが決定される。

[0088] このように、目標位置までの距離が所定の閾値 $D_t 1$ 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 $D_t 1$ 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。

[0089] ステップ $S 4 0 2$ 及びステップ $S 4 0 3$ では、コントローラ 4 1 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 4 L, 4 R 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 4 1 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 1 7 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。

[0090] 図 1 7 に示すように、コントローラ 4 1 は、外乱オブザーバ 4 1 1 と、目標推進力・舵角演算部 4 1 2 と、を含む。外乱オブザーバ 4 1 1 は、船体 2 の実際の速度・角速度 V と、第 1 エンジン 3 L の実際のエンジン回転速度 n_1 と、第 2 エンジン 3 R の実際のエンジン回転速度 n_2 と、第 1 推進装置 4 L の実際の舵角 δ_1 と、第 2 推進装置 4 R 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。

[0091] 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 、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]

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

$$w = \dot{V} - \hat{\dot{V}}$$

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。

[0092] 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]

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

[0093] 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 3 L の目標回転速度 n_{c1} と第 2 エンジン 3 R 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 3 L の目標回転速度 n_{c1} に相当する指令信号を生成して第 1 ECU 31 L に出力する。コントローラ 41 は、第 2 エンジン 3 R の目標回転速度 n_{c2} に相当する指令信号を生成して第 2 ECU 31 R に出力する。

[0094] 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 C U 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 C U 3 3 R に出力する。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 以上説明した本実施形態に係る小型船舶 1 では、着岸場所の形状、及び、着岸場所と船体 2 との位置関係を示す環境情報が検出される。そして、検出された環境情報に基づいて、船体 2 を着岸場所へ到達させる航路が決定され、船体 2 が決定された航路に沿って移動して着岸場所に着岸するように推進装置 4 L, 4 R が自動的に制御される。これにより、不特定の港においても小型船舶 1 を容易に着岸させることができる。

[0098] また、環境情報は、互いに異なる第 1 センサ 4 6 a 及び第 2 センサ 4 6 b によって検出され、船体 2 から着岸場所までの距離に応じて使い分けられる。これにより、着岸場所に対して精度の高い環境情報を得ることができる。

[0099] 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。

[0100] 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 3 L, 3 R 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 4 L, 4 R 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 第 1 センサは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサ以外のセンサであってもよい。第 2 センサは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサ以外のセンサであってもよい。

[0104] 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

[0105] 本発明によれば、不特定の港においても小型船舶を容易に着岸させることができる。

請求の範囲

- [請求項1] 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、
 着岸場所の形状、及び、前記着岸場所と前記船体との位置関係を示す第1環境情報を検出する第1センサと、
 前記第1センサと異なるセンサであって、前記着岸場所の形状、及び、前記着岸場所と前記船体との位置関係を示す第2環境情報を検出する第2センサと、
 前記第1センサ及び前記第2センサと通信可能に接続され、前記船体から前記着岸場所までの距離が所定の距離閾値より大きいときには、前記船体を前記着岸場所に着岸させるよう前記推進装置を制御する指令信号を前記第1環境情報に基づいて生成し、前記船体から前記着岸場所までの距離が前記距離閾値以下であるときには、前記指令信号を前記第2環境情報に基づいて生成するコントローラと、
 を備える小型船舶。
- [請求項2] 前記コントローラは、
 前記着岸場所の形状に基づいて前記船体の目標方位を決定し、
 前記船体が前記着岸場所において前記目標方位を向いて着岸するように、前記指令信号を生成する、
 請求項1に記載の小型船舶。
- [請求項3] 前記第2センサの測定可能距離は、前記第1センサの測定可能距離よりも小さい、
 請求項1に記載の小型船舶。
- [請求項4] 前記距離閾値以内における前記第2センサの測定精度は、前記距離閾値以内における前記第1センサの測定精度よりも高い、
 請求項1に記載の小型船舶。
- [請求項5] 前記第1センサは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサの

いずれかであり、

前記第2センサは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサのいずれかであって、前記第1センサと異なる、

請求項1に記載の小型船舶。

[請求項6] 前記着岸場所と前記船体との位置関係は、前記船体から前記着岸場所までの距離と、前記船体からの前記着岸場所の方位とを含む、請求項1に記載の小型船舶。

[請求項7] 前記コントローラは、前記第1センサ又は前記第2センサによって検出された対象物が、前記着岸場所であるのか、又は、障害物であるのかを判定し、

前記コントローラは、前記対象物が前記障害物であるときには、前記障害物を回避するよう前記指令信号を生成する、

請求項1に記載の小型船舶。

[請求項8] 第1センサによって、着岸場所の形状、及び、前記着岸場所と船体との位置関係を示す第1環境情報を検出し、

前記第1センサと異なる第2センサによって、前記着岸場所の形状、及び、前記着岸場所と前記船体との位置関係を示す第2環境情報を検出し、

前記船体から前記着岸場所までの距離が所定の距離閾値より大きいときには、前記船体を前記着岸場所に着岸させるよう前記船体の推進装置を制御する指令信号を前記第1環境情報に基づいて生成し、

前記船体から前記着岸場所までの距離が前記距離閾値以下であるときには、前記第2環境情報に基づいて前記指令信号を生成すること、を備える小型船舶の制御方法。

[請求項9] 前記着岸場所の形状に基づいて前記船体の目標方位を決定することをさらに備え、

前記指令信号は、前記船体が前記着岸場所において前記目標方位を向いて着岸するように生成される、

請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

[請求項10] 前記第 2 センサの測定可能距離は、前記第 1 センサの測定可能距離よりも小さい、

請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

[請求項11] 前記距離閾値以内における前記第 2 センサの測定精度は、前記距離閾値以内における前記第 1 センサの測定精度よりも高い、

請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

[請求項12] 前記第 1 センサは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサのいずれかであり、

前記第 2 センサは、レーダー、レーザー、カメラ、超音波センサのいずれかであって、前記第 1 センサと異なる、

請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

[請求項13] 前記着岸場所と前記船体との位置関係は、前記船体から前記着岸場所までの距離と、前記船体からの前記着岸場所の方位とを含む、

請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

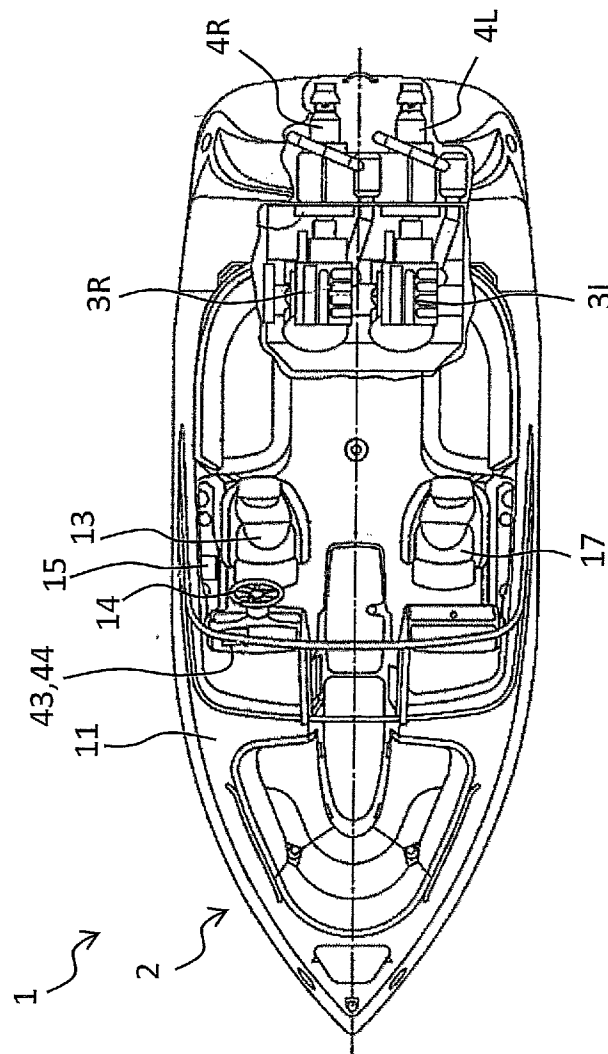
[請求項14] 前記第 1 センサ又は前記第 2 センサによって検出された対象物が、前記着岸場所であるのか、又は、障害物であるのかを判定し、

前記対象物が前記障害物であるときには、前記障害物を回避するよう前記指令信号を生成すること、

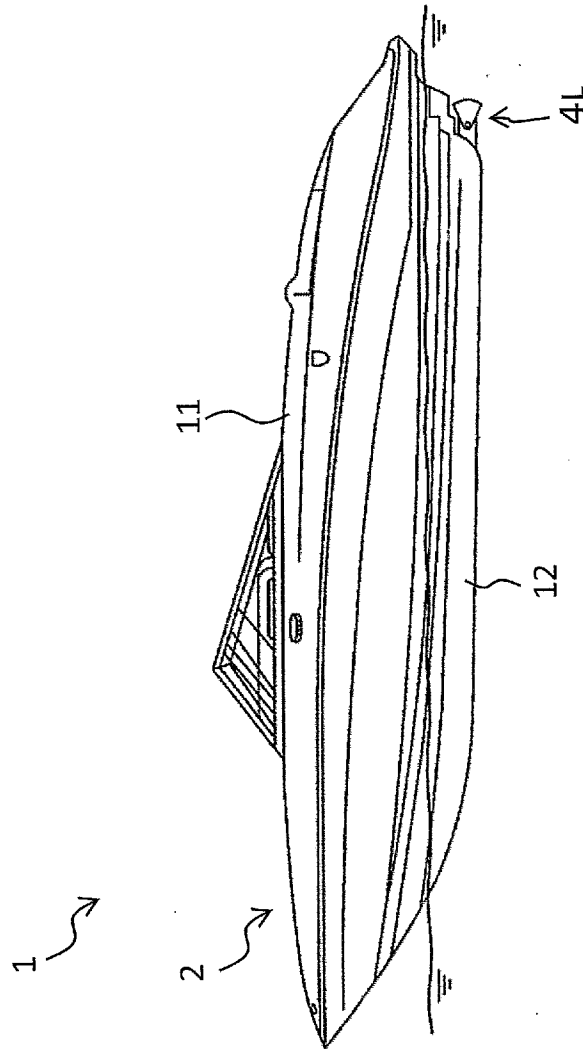
をさらに備える、

請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

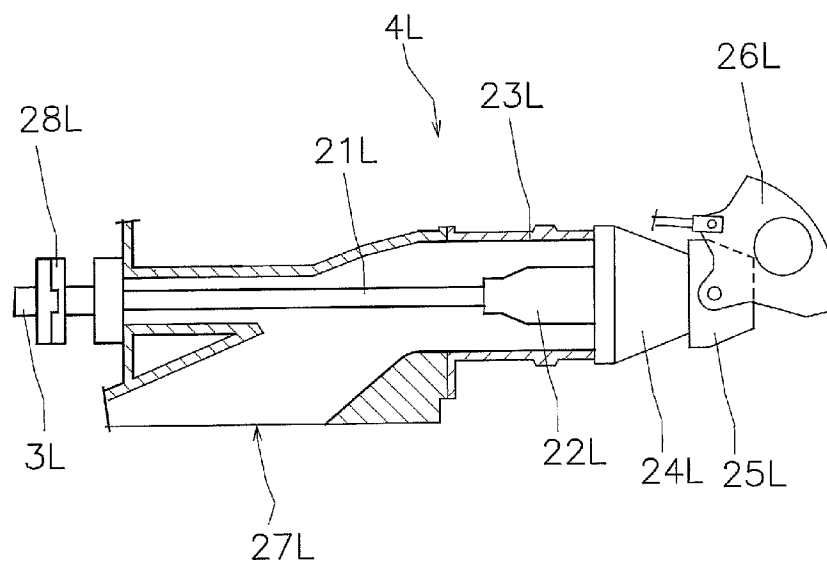
[図1]



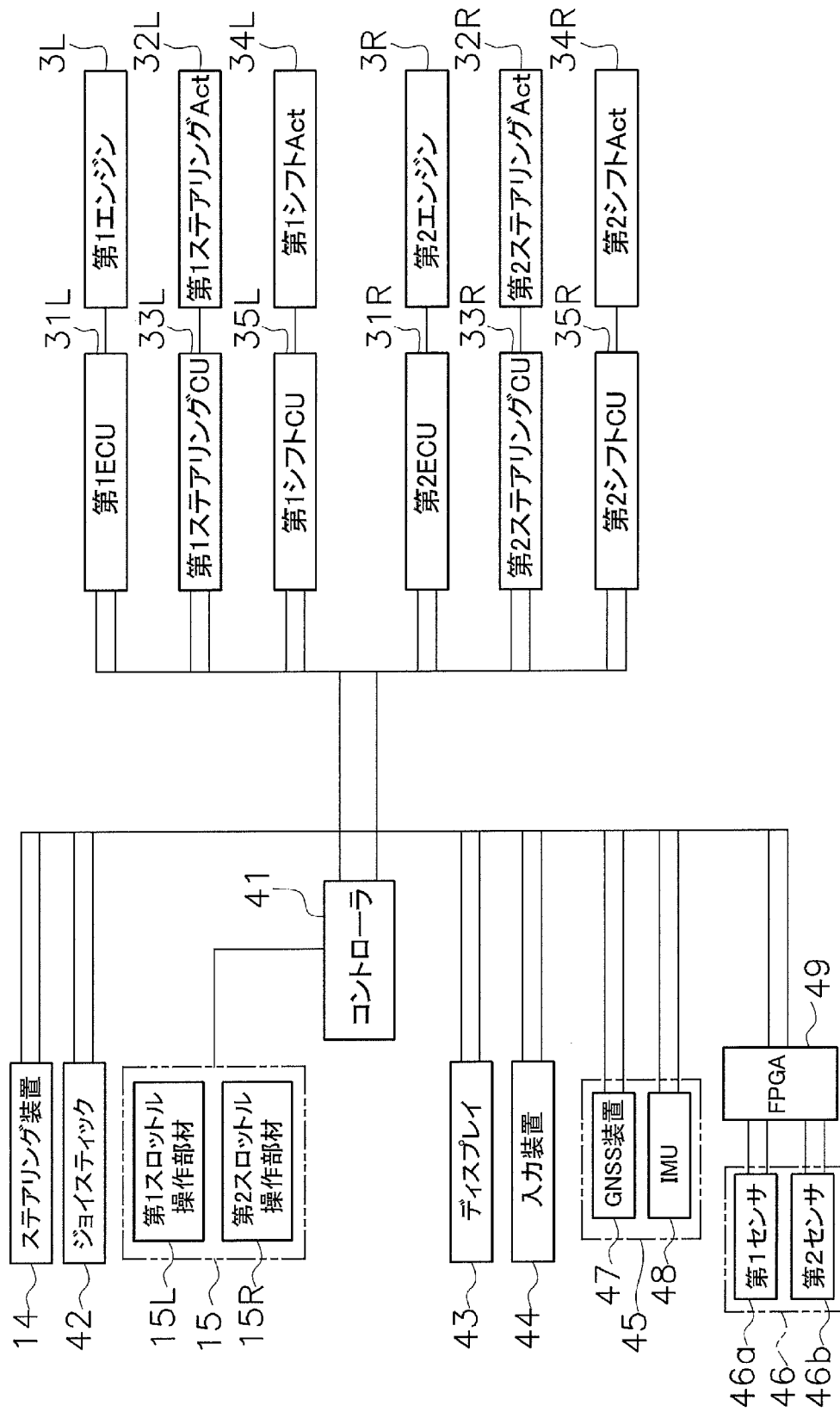
[図2]



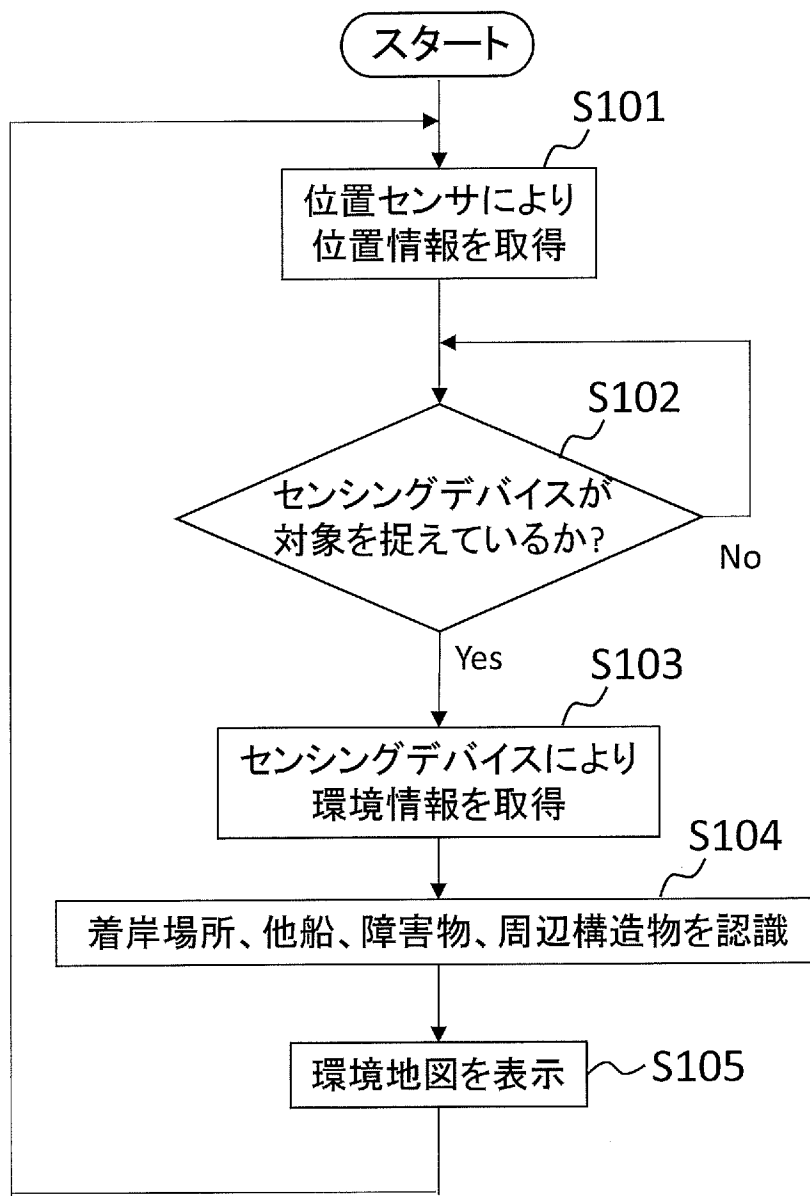
[図3]



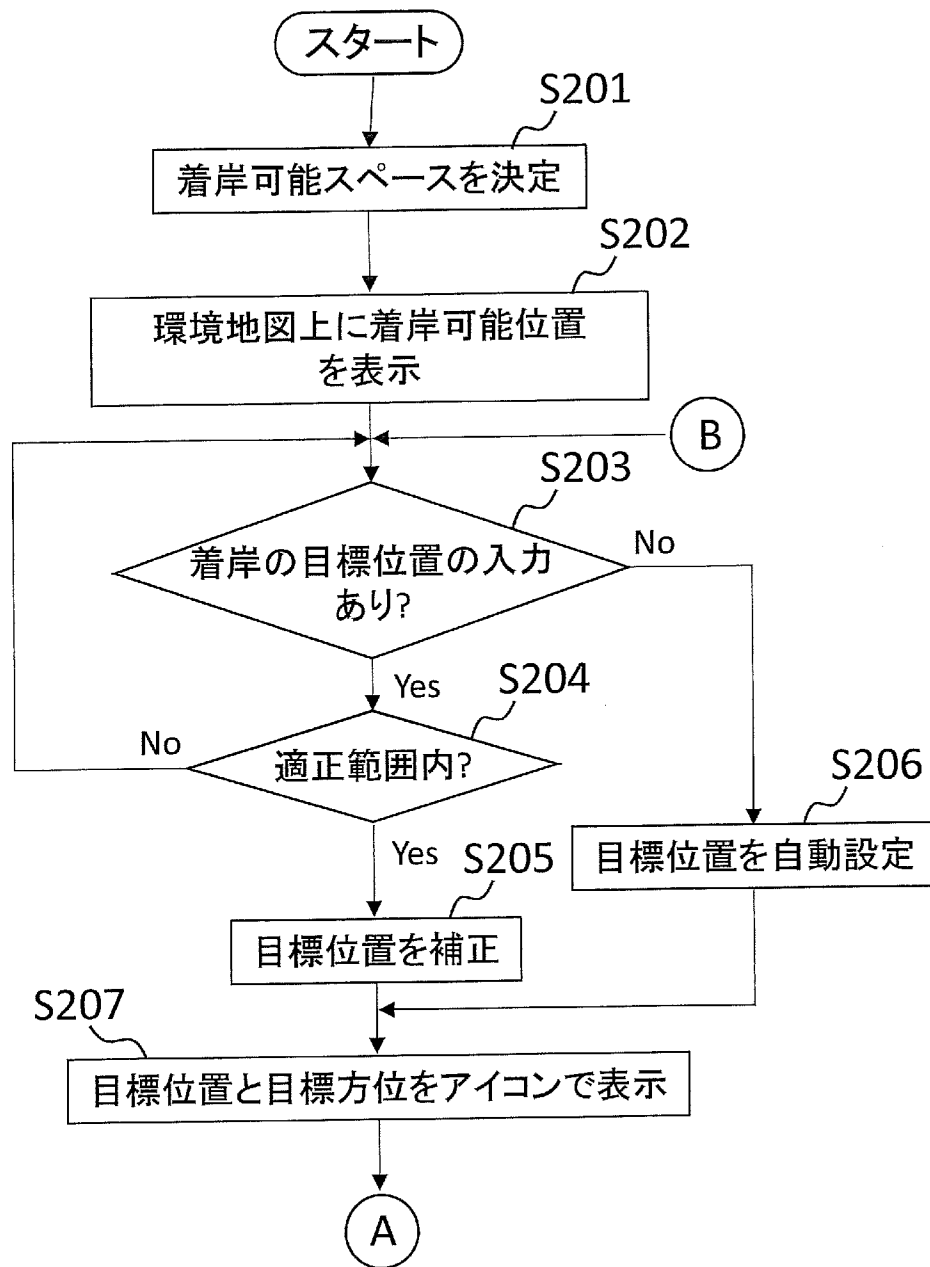
[図4]



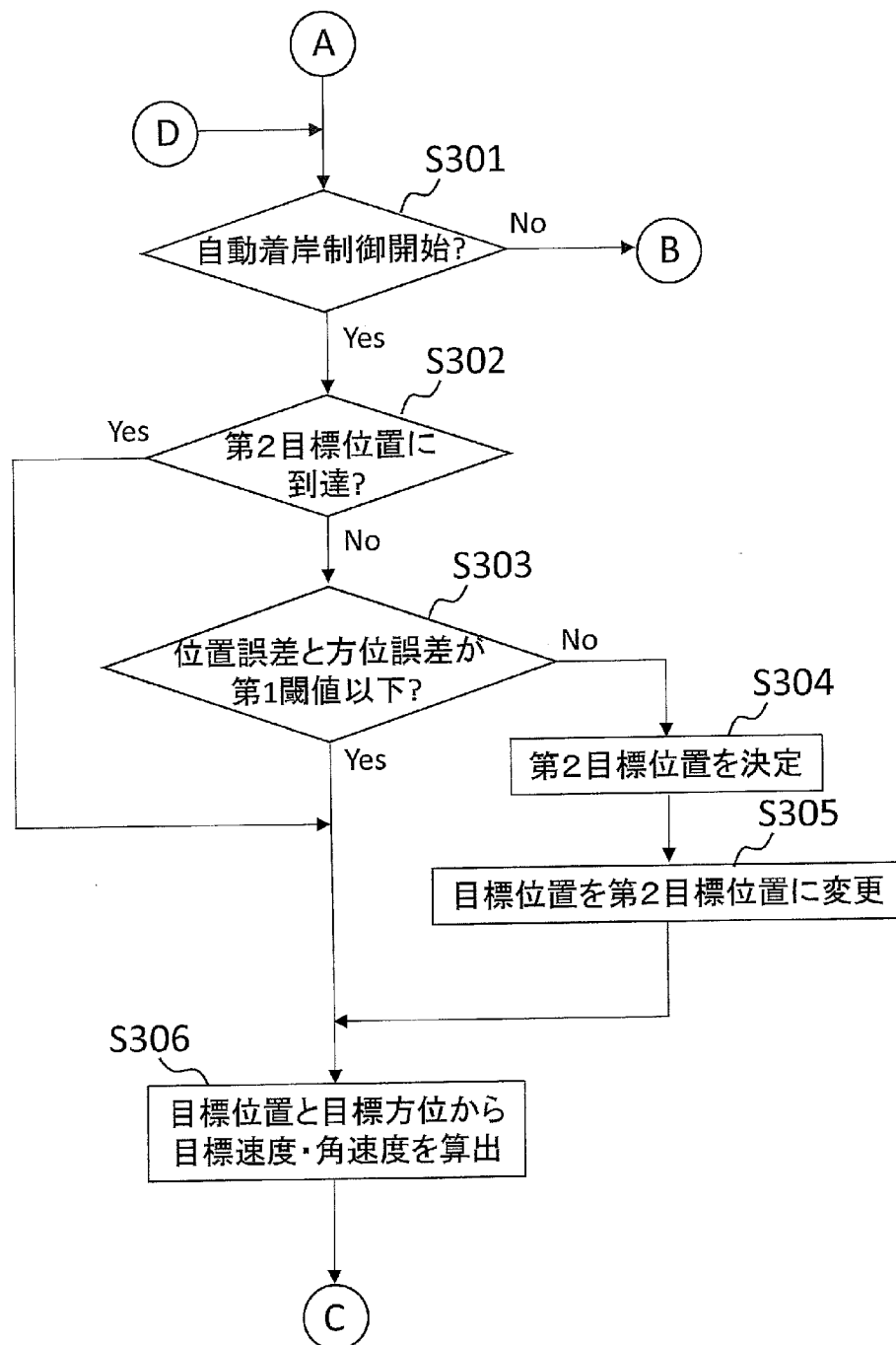
[図5]



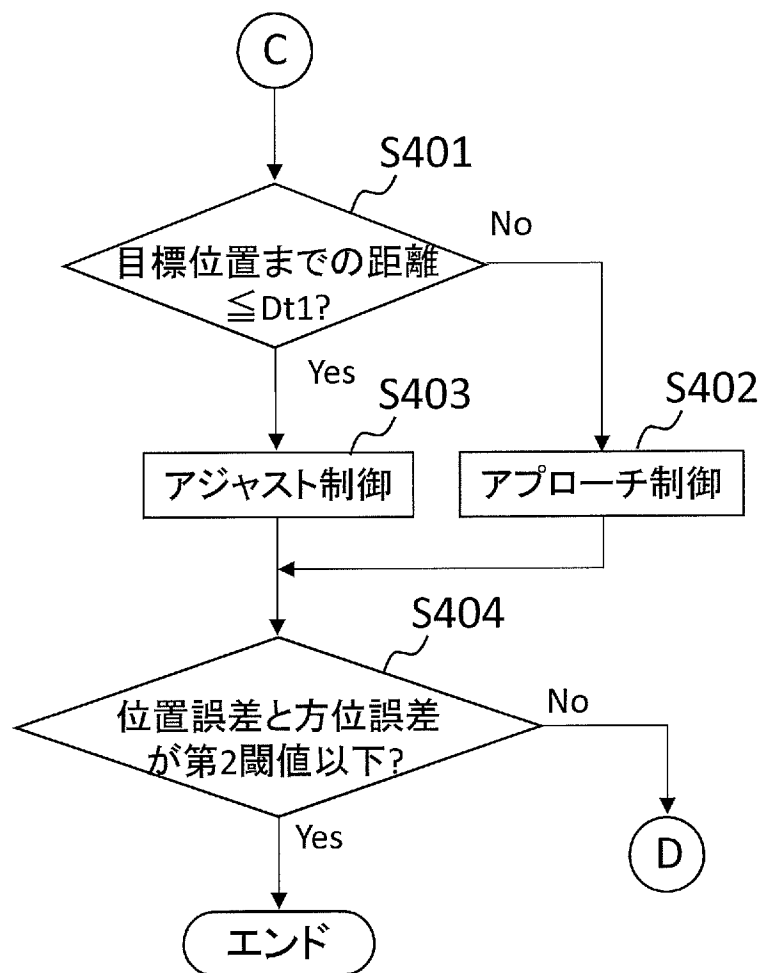
[図6]



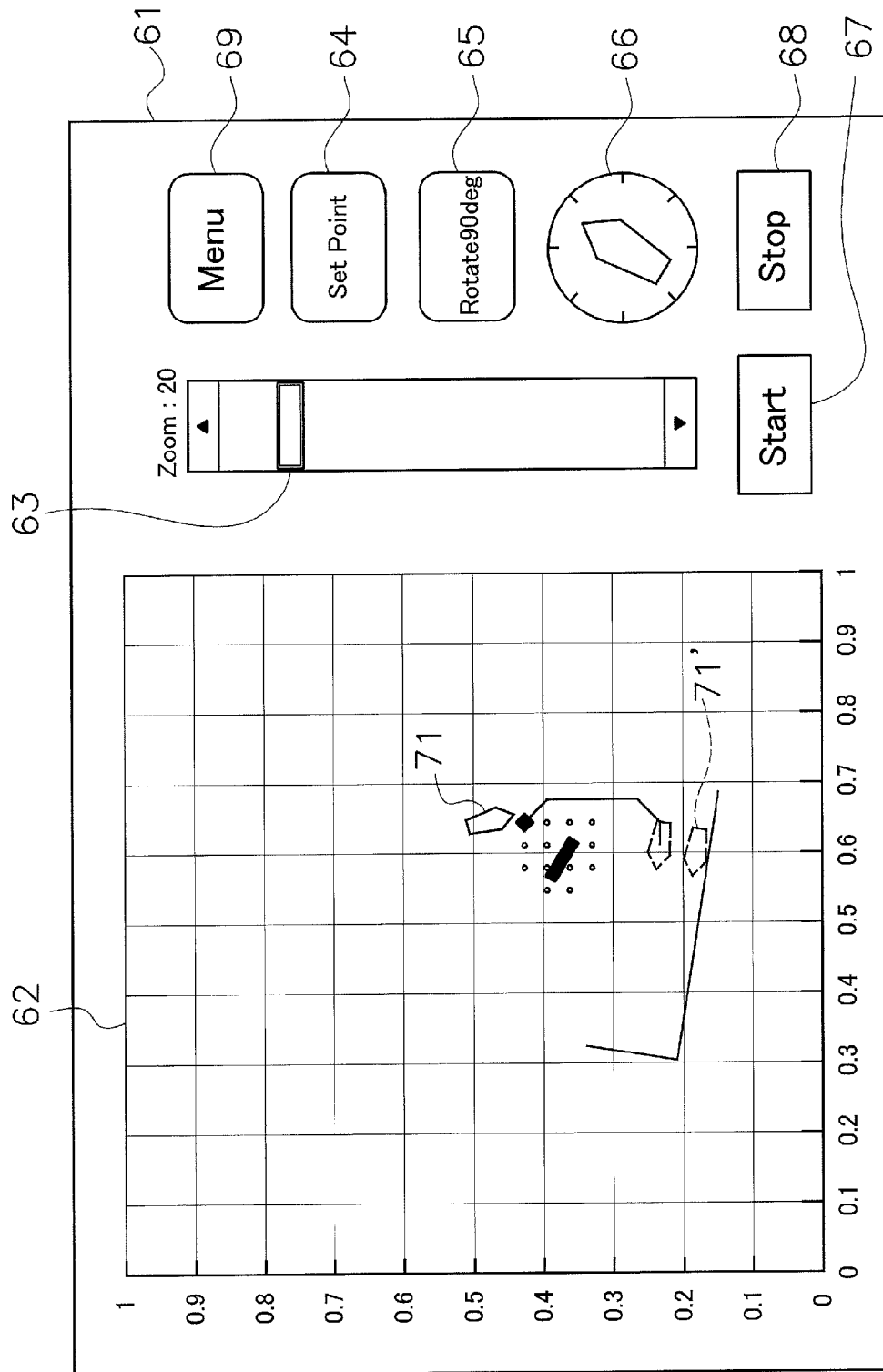
[図7]



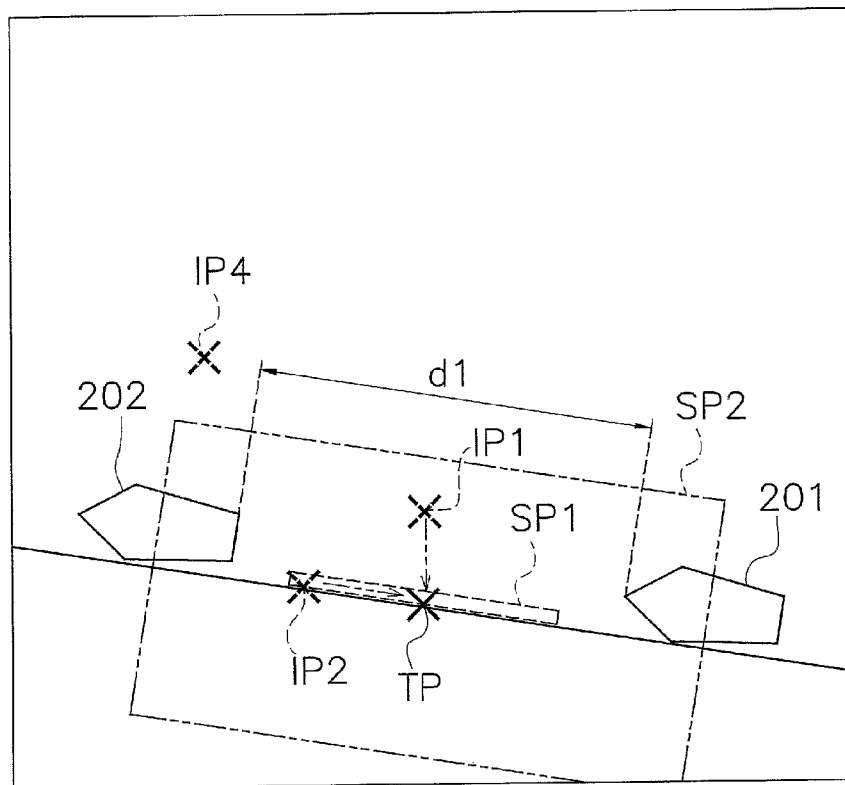
[図8]



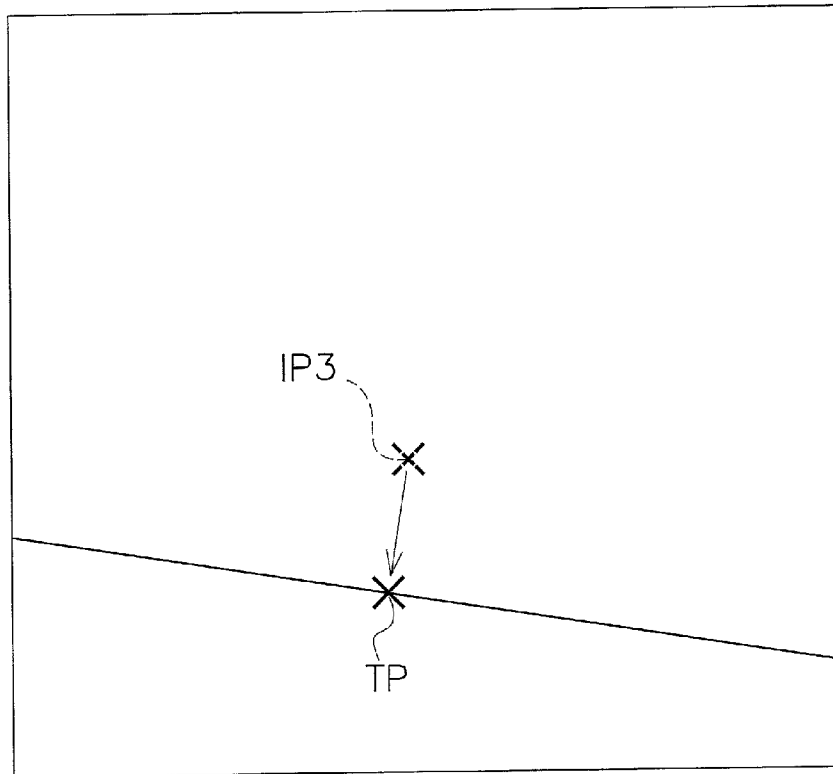
[図9]



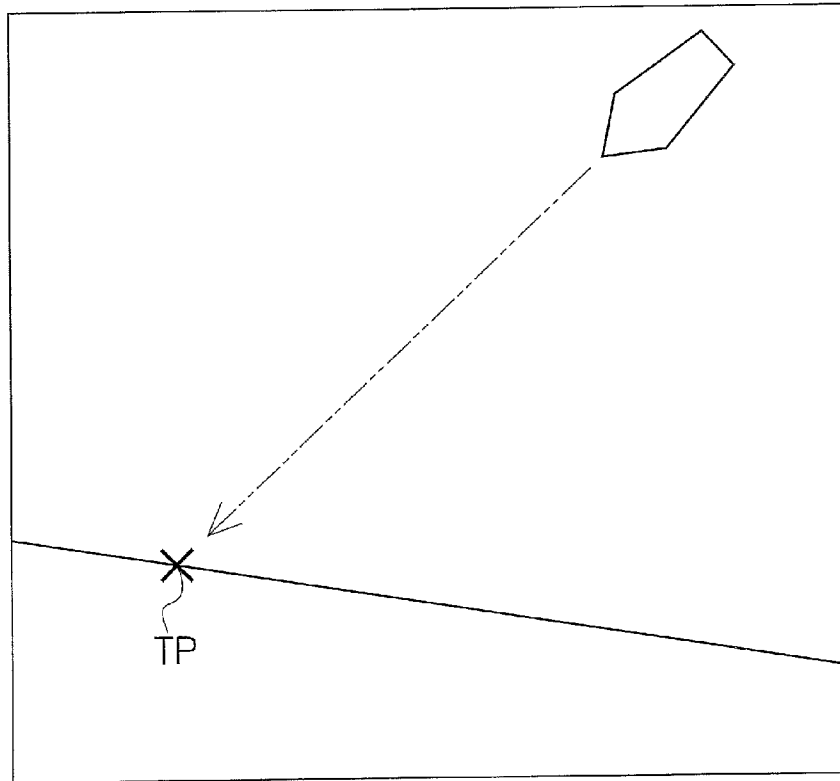
[図10]



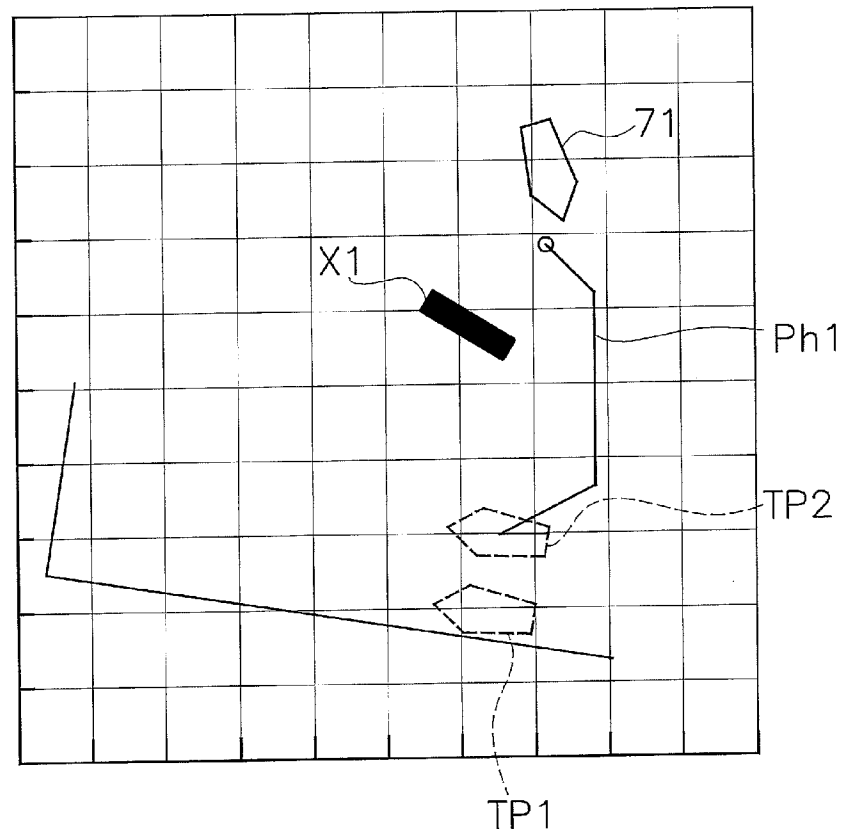
[図11]



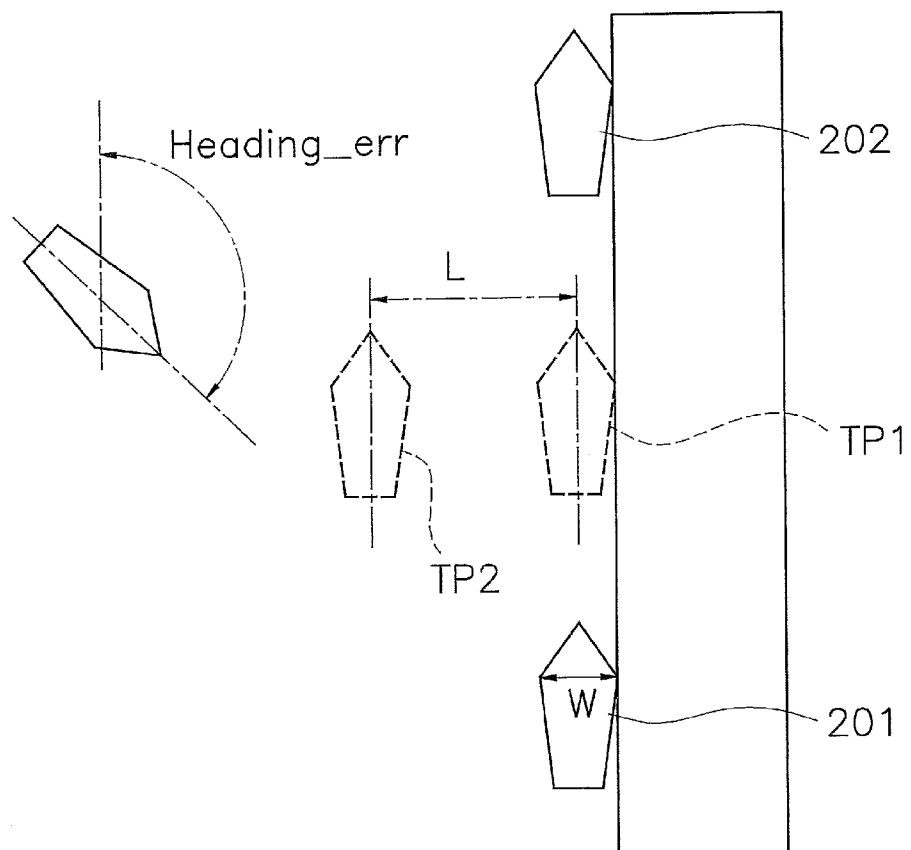
[図12]



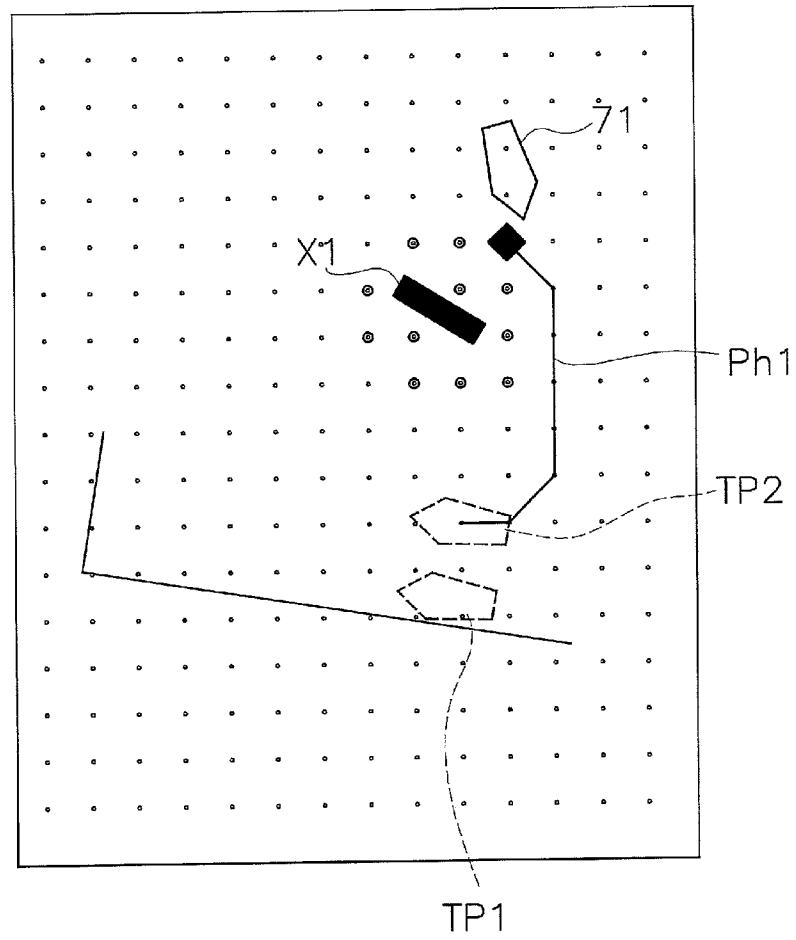
[図13]



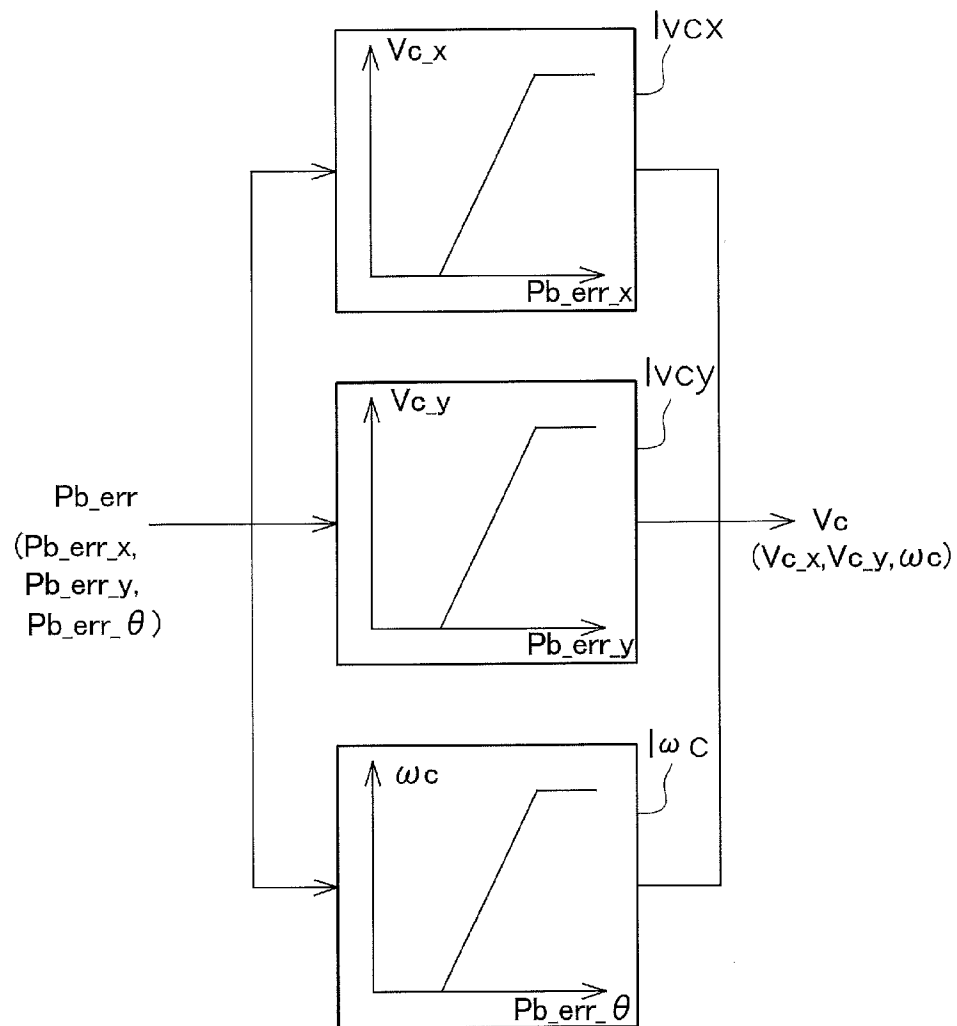
[図14]



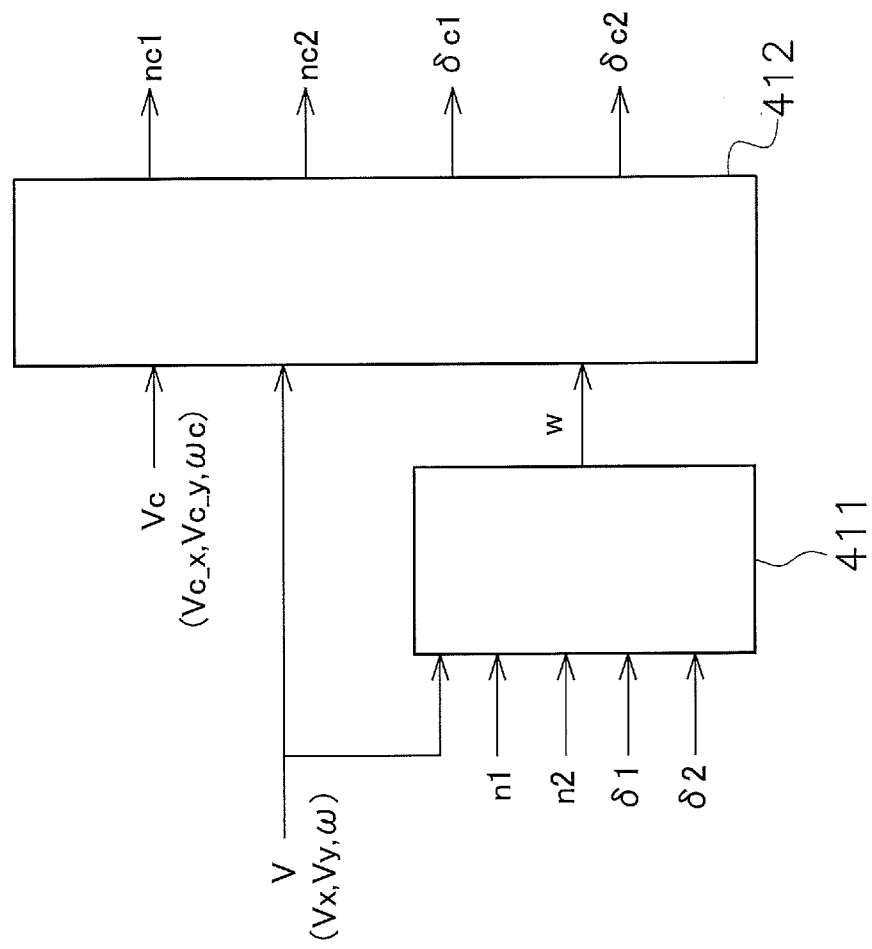
[図15]



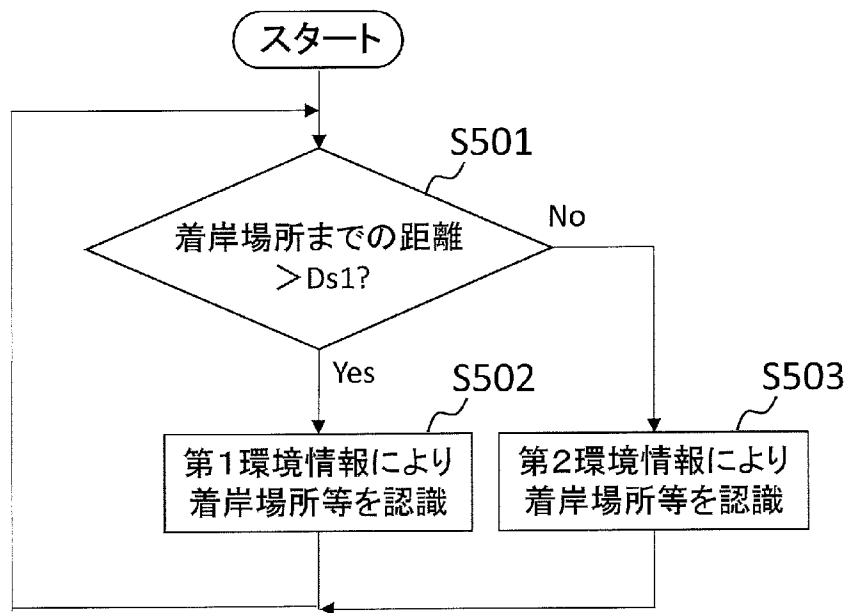
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63H25/04(2006.01)i, G01C21/22(2006.01)i, G05D1/00(2006.01)i, G05D1/02(2006.01)i, G08G3/00(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, G01C21/22, G05D1/00, G05D1/02, G08G3/00

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	1996-2017
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	JP 2015-066979 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 13 April 2015 (13.04.2015), paragraphs [0031] to [0120]; fig. 1 to 10	1, 3-4, 7-8, 10-11, 14
Y	& US 2015/0089427 A1 paragraphs [0051] to [0163]; fig. 1 to 10	2, 5-6, 9, 12-13
Y	JP 2014-065495 A (Yanmar Co., Ltd.), 17 April 2014 (17.04.2014), paragraphs [0017] to [0031]; fig. 1 to 6 (Family: none)	2, 5-6, 9, 12-13
A	JP 2008-201225 A (MAC Co., Ltd.), 04 September 2008 (04.09.2008), (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
13 January 2017 (13.01.17)

Date of mailing of the international search report
14 February 2017 (14.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B63H25/04(2006.01)i, G01C21/22(2006.01)i, G05D1/00(2006.01)i, G05D1/02(2006.01)i, G08G3/00(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 (IPC))

Int.Cl. B63H25/04, G01C21/22, G05D1/00, G05D1/02, G08G3/00

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	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	JP 2015-066979 A (ヤマハ発動機株式会社) 2015.04.13, 段落[0031]-[0120], 第1-10図 & US 2015/0089427 A1, 段落[0051]-[0163], 第1-10図	1, 3-4, 7-8, 10-11, 14
Y		2, 5-6, 9, 12-13
Y	JP 2014-065495 A (ヤンマー株式会社) 2014.04.17, 段落[0017]-[0031], 第1-6図 (ファミリーなし)	2, 5-6, 9, 12-13
A	JP 2008-201225 A (株式会社マック) 2008.09.04 (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	「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

13.01.2017

国際調査報告の発送日

14.02.2017

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)

加藤 信秀

3 D

3 7 4 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3341