

(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)



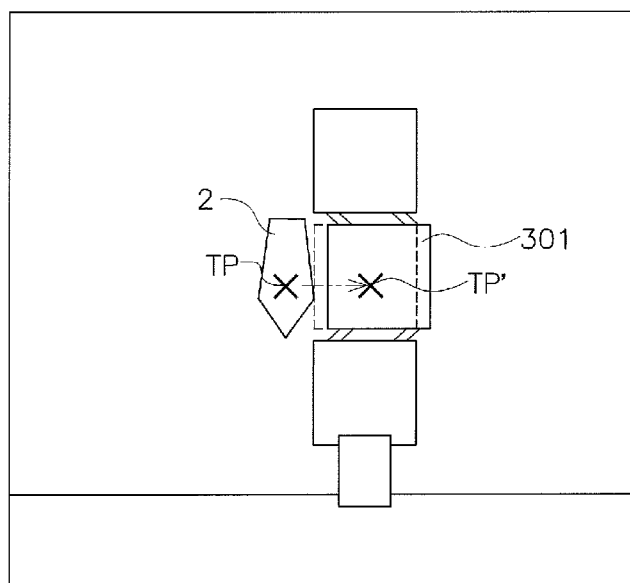
(10) 国際公開番号

WO 2018/100745 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/JP2016/085981
- (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 AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

(54) 発明の名称: 小型船舶及びその制御方法



(57) Abstract: In the present invention, a sensor detects the shape of a shore arrival location and a positional relationship of the shore arrival location and a ship hull, and outputs environment information indicating the shape of the shore arrival location and the positional relationship. A controller receives the environment information, and generates a command signal for controlling a propulsion device so as to cause the ship hull to move toward a shore arrival position set on the basis of the environment information and push the ship hull to the shore arrival location.

(57) 要約: 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検出し、着岸場所の形状及び位置関係を示す環境情報を出力する。コントローラは、環境情報を受信し、環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて船体を移動させ、船体を着岸場所に押し付けるように推進装置を制御する指令信号を生成する。

[続葉有]

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))

明 細 書

発明の名称： 小型船舶及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、小型船舶及びその制御方法に関する。

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に、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、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。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検出し、着岸場所の形状及び位置関係を示す環境情報を出力する。コントローラは、環境情報を受信し、環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて船体を移動させ、船体を着岸場所に押し付けるように推進装置を制御する指令信号を生成する。

[0008] 第2の態様に係る小型船舶の制御方法では、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。環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて船体を移動させ、船体を着岸場所に押し付けるように推進装置を制御する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、環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて船体が移動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、制御の誤差、或いは、着岸後に風や潮流によって、着岸場所から離れた位置に船体が位置しても、船体を着岸場所に押し付けるように推進装置が制御される。これにより、船体からの乗降を容易に行うことができる。

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]浮き桟橋モードでの推進装置の制御を示す図である。

[図19]固定桟橋モードでの推進装置の制御を示す図である。

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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[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

１ＥＣＵ３１Ｌ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ＣＵ３３Ｌ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ＣＵ３３Ｌ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ＣＵ３５Ｌ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ＣＵ３５Ｌ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。

[0028] 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、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。

[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。

[0031] 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ECU33L及び第2ステアリングECU33R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32L、32R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15は、運転席13に配置されている。リモコンユニット15は、エンジン3L、3R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15は、第1スロットル操作部材15Lと第2スロットル操作部材15Rとを有する。第1スロットル操作部材15Lと第2スロットル操作部材15R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15L、15Rの操作量及び操作方向を示す信号を出力する。第1ECU31Lは、第1スロットル操作部材15Lの操作量に応じて、第1エンジン3Lの回転速度を制御する。第2ECU31Rは、第2スロットル操作部材15Rの操作量に応じて、第2エンジン3Rの回転速度を制御する。

[0034] 第1シフトECU35Lは、第1スロットル操作部材15Lの操作方向に応じて、第1シフトアクチュエータ34Lを制御する。第2シフトECU35R

は、第2スロットル操作部材15Rの操作方向に応じて、第2シフトアクチュエータ34R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3L、3R、第1、第2ステアリングアクチュエータ32L、32R、第1、第2シフトアクチュエータ34R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 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、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。

[0041] 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、或る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 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。

[0042] 図 4 に示すように、センシングデバイス 4 6 は、FPGA (field-programmable gate array) 4 9 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 4 6 は、DSP (digital signal processor) を介して CAN 或いは CAN-FD に接続されてもよい。

[0043] 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 4 1 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。

[0044] 図 5 に示すように、ステップ S 1 0 1 では、コントローラ 4 1 は、位置センサ 4 5 から位置情報を取得する。コントローラ 4 1 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 S 1 0

2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。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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 環境地図62には、コントローラ41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71によって環境地図62上に示す。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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S 2 0 5に進む。

[0054] ステップS 2 0 5では、コントローラ4 1は、目標位置を補正する。コントローラ4 1は、着岸可能スペースS P 1に基づいて目標位置を補正する。例えば、図1 0に示すように、入力された目標位置I P 1が着岸可能スペースS P 1外であるときには、目標位置が着岸可能スペースS P 1内となるように、目標位置T pを補正する。コントローラ4 1は、入力された目標位置I P 2が着岸可能スペースS P 1内であるときには、目標位置が着岸可能スペースS P 1の中心位置となるように、目標位置T pを補正する。

[0055] 図9に示すように、操作画面6 1は、目標位置設定キー6 4を含む。目標位置設定キー6 4が押されると、操作者は、スペースS P 1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4 4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4 1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1 1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。

[0056] ステップS 2 0 3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 2 0 6に進む。例えば、環境地図6 2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 2 0 6に進む。

[0057] ステップS 2 0 6では、コントローラ4 1は、目標位置を自動設定する。ここでは、図1 2に示すように、コントローラ4 1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。

[0058] ステップS 2 0 7では、コントローラ4 1は、押し付けモードがONであるかを判定する。後述するように、押し付けモードは、船体2を着岸場所に押し付けるように推進装置4 L, 4 Rを制御する制御である。例えば、図9に示す操作画面6 1においてメニューキー6 9が押されることによって、押し付けモードの設定画面が呼び出され、押し付けモードのオンとオフとが設

定可能とされてもよい。この場合、入力装置４４は、押し付けモードのオン／オフの入力を受け付けるモード設定装置として機能する。

[0059] 押し付けモードは、浮き栈橋モードと固定栈橋モードとを含む。浮き栈橋モードは、図１８に示すように、水面に浮かんだ状態で設置される浮き栈橋３０１に対して、船体２を押し付けるように推進装置４Ｌ，４Ｒを制御する制御である。固定栈橋モードは、図１９に示すように、地面に固定された状態で設置される固定栈橋３０２に対して、船体２を押し付けるように推進装置４Ｌ，４Ｒを制御する制御である。上述した押し付けモードの設定画面において、固定栈橋モードと浮き栈橋モードとの選択が可能とされてもよい。この場合、入力装置４４は、固定栈橋モードと浮き栈橋モードとの選択を受け付けるモード選択装置として機能する。

[0060] ステップＳ２０７において、浮き栈橋モードがＯＮであるときには、処理はステップＳ２０８に進む。ステップＳ２０８では、コントローラ４１は、目標位置を再設定する。ここでは、コントローラ４１は、図１８に示すように、ステップＳ２０５或いはステップＳ２０６で設定された目標位置ＴＰから、船体２から浮き栈橋３０１に向かう方向に、所定距離、離れた位置ＴＰ'を目標位置として再設定する。所定距離は、着岸した船体２が浮き栈橋３０１から引き離されない程度の小さな値が設定されるとよい。

[0061] ステップＳ２０７において、浮き栈橋モードがオンではないときには、処理はステップＳ２０９に進む。

[0062] ステップＳ２０９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。

[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、4R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 $P_h 1$ を決定する。決定された目標航行経路 $P_h 1$ 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 $P_h 1$ 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 $T_P 1$ から第 2 目標位置 $T_P 2$ 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 $T_P 2$ に到達していなくても、現在位置が第 2 目標位置 $T_P 2$ 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 $T_P 2$ から所定範囲内に到達していない（S303 において “No”）ときには、コントローラ 41 は、第 2 目標位置 $T_P 2$ 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 $T_P 2$ から所定範囲内に到達している（S302 又は S303 において “Yes”）ときには、コントローラ 41 は、第 1 目標位置 $T_P 1$ 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_error} を算出し、相対誤差 P_{b_error} 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_error} 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、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、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 Pb_err は、第1位置誤差 Pb_err_x と、第2位置誤差 Pb_err_y と、方位誤差 $Pb_err_θ$ とを含む。第1位置誤差 Pb_err_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_err_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 $Pb_err_θ$ は、目標方位と現在方位との差である。

[0081] 目標速度・角速度 Vc は、第1目標速度 Vc_x と、第2目標速度 Vc_y と、目標角速度 $ωc$ とを含む。第1目標速度 Vc_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 Vc_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 $ωc$ 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 $lvcx$ と、第2目標速度情報 $lvcy$ と、目標角速度情報 lwc とを記憶している。第1目標速度情報 $lvcx$ は、第1位置誤差 Pb_err_x と第1目標速度 Vc_x との関係を規定する。第2目標速度情報 $lvcy$ は、第2位置誤差 Pb_err_y と第2目標速度 Vc_y との関係を規定する。目標角速度情報 lwc は、方位誤差 $Pb_err_θ$ と目標角速度 $ωc$ との関係を規定する。これらの情報 $lvcx-lwc$ 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 $lvcx$ に基づいて、第1位置誤差 Pb_err_x から第1目標速度 Vc_x を決定する。コントローラ41は、第2目標速度情報 $lvcy$ に基づいて、第2位置誤差 Pb_err_y から第2目標速度 Vc_y を決定する。コントローラ41は、目標角速度情報 lwc に基づいて、目標角速度 $ωc$ 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 Vc 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_e

r_{r_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]

$$Vc = \begin{pmatrix} Vc_x \\ Vc_y \\ \omega c \end{pmatrix} = f(Pb_err_x, Pb_err_y, Pb_err_ \theta, Vx, Vy, \omega)$$

図 8 に示すように、ステップ S 4 0 1 において、コントローラ 4 1 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 Vc_x と目標角速度 ωc 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。

[0085] 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_{t1} 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 Vc_x と第 2 目標速度 Vc_y と目標角速度 ωc 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。

[0086] 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。

[0087] 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 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。

[0088] 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 $n1$ と、第 2 エンジン 3R の実際のエンジン回転速度 $n2$ と、第 1 推進装置 4L の実際の舵角 $\delta 1$ と、第 2 推進装置 4R の実際の舵角 $\delta 2$ 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。

[0089] 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]

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

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

$$f_{\text{model}}$$

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。

[0090] 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]

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

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。

[0091] 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 δ_{c1} と第 2 推進装置 4 R の目標舵角 δ_{c2} とを決定する。コントローラ 41 は、第 1 推進装置 4 L の目標舵角 δ_{c1} に相当する指令信号を生成して第 1 ステアリング CU 33 L に出力する。コントローラ 41 は、第 2 推進装置 4 R の目標舵角 δ_{c2} に相当する指令信号を生成して第 2 ステアリング CU 33 R に出力する。

[0092] 図 8 に示すように、ステップ S 404 では、コントローラ 41 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 41 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。

[0093] 位置誤差と方位誤差とが第 2 閾値以下であるときには、処理はステップ S 405 に進む。

[0094] ステップ S 405 では、コントローラ 41 は、固定栈橋モードが ON であるかを判定する。固定栈橋モードが ON であるときには、処理はステップ S 406 に進む。ステップ S 406 では、図 19 に示すように、コントローラ 41 は、目標位置 TP において船体 2 から固定栈橋 302 に向かう方向への

船速、又は、推力を発生させるように、推進装置４Ｌ，４Ｒへの指令信号を生成する。また、コントローラ４１は、発生された船速、又は、推力が維持されるように、推進装置４Ｌ，４Ｒを制御する。このときの船速、又は、推力は、着岸した船体２が固定栈橋３０２から引き離されない程度の低い値が設定されるとよい。

[0095] なお、押し付けモードがオフであるとき、すなわち、浮き栈橋モードと固定栈橋モードとが共にオフであるときには、コントローラ４１は、ステップＳ２０５又はステップＳ２０６で設定された目標位置に船体２が止まるように、推進装置４Ｌ，４Ｒを制御する。図９に示す自動着岸モード停止キー６８が押されたときには、コントローラ４１は、自動着岸制御を終了する。

[0096] 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、環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて船体２が移動するように推進装置４Ｌ，４Ｒ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。

[0097] また、制御の誤差、或いは、着岸後に風や潮流によって、着岸場所から離れた位置に船体２が位置しても、押し付けモードがＯＮであるときには、船体２を着岸場所に押し付けるように推進装置４Ｌ，４Ｒが制御される。これにより、船体２からの乗降を容易に行うことができる。

[0098] 特に、浮き栈橋モードがＯＮであるときには、コントローラ４１は、ステップＳ２０８で再設定された目標位置に船体２を移動させるように、推進装置４Ｌ，４Ｒを制御する。これにより、図１８に示すように、船体２によって押されることで、浮き栈橋３０１が当初の位置から移動しても、船体２を浮き栈橋３０１に所定距離だけ押し付けるように推進装置４Ｌ，４Ｒを制御することができる。

[0099] 固定栈橋モードがＯＮであるときには、コントローラ４１は、ステップＳ２０５又はステップＳ２０６で設定された目標位置に船体２を移動させる。そして、コントローラ４１は、目標位置において船体２から着岸場所に向か

う方向への船速、又は、推力を発生させるように推進装置 4 L, 4 R を制御する。これにより、船体 2 を固定栈橋 3 0 2 に押し付けるように推進装置 4 L, 4 R を制御することができる。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 固定栈橋モードと浮き栈橋モードとのいずれか一方が省略されてもよい。固定栈橋モード、浮き栈橋モード、及び押付モードの OFF との選択は、周囲環境情報に応じて自動で切り換えられてもよい。例えば、栈橋までの距離に応じて上記のモードが切り換えられてもよい。

[0105] 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

[0106] 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検出し、前記着岸場所の形状及び前記位置関係を示す環境情報を出力するセンサと、
 前記環境情報を受信し、前記環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて前記船体を移動させ、前記船体を前記着岸場所に押し付けるように前記推進装置を制御する指令信号を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、前記着岸位置において前記船体から前記着岸場所に向かう方向への船速、又は、推力を発生させるように、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] 前記着岸場所の形状を示す環境地図を表示するディスプレイと、
 前記環境地図における前記着岸位置の入力を受け付ける入力装置と、
 をさらに備え、
 前記コントローラは、前記入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置に前記船体を移動させ、前記着岸位置において前記船体から前記着岸場所に向かう方向への船速、又は、推力を発生させるように、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4] 前記着岸場所の形状を示す環境地図を表示するディスプレイと、
 前記環境地図における前記着岸位置の入力を受け付ける入力装置と、
 を

をさらに備え、

前記コントローラは、

前記船体から前記着岸場所に向かう方向に、前記入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置から、所定距離、離れた位置を前記着岸位置として再設定し、

再設定した前記着岸位置に前記船体を移動させるように、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5]

前記着岸場所の形状を示す環境地図を表示するディスプレイと、

前記環境地図における前記着岸位置の入力を受け付ける位置入力装置と、

前記船体を前記着岸場所に押し付けるように前記推進装置を制御する押し付けモードのオン／オフの入力を受け付けるモード設定装置と、

をさらに備え、

前記コントローラは、

前記押し付けモードの設定がオフであるときには、前記位置入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置に前記船体を移動させ、前記着岸位置に止まるように前記指令信号を生成し、

前記押し付けモードの設定がオンであるときには、前記着岸位置に向けて前記船体を移動させ、前記船体を前記着岸場所に押し付け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6]

前記着岸場所の形状を示す環境地図を表示するディスプレイと、

前記環境地図における前記着岸位置の入力を受け付ける位置入力装置と、

前記船体を前記着岸場所に押し付けるように前記推進装置を制御する押し付けモードにおいて、固定栈橋モードと浮き栈橋モードとの選

択を受け付けるモード選択装置と、

をさらに備え、

前記コントローラは、

前記固定栈橋モードが選択されているときには、前記位置入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置に前記船体を移動させ、前記着岸位置において前記船体から前記着岸場所に向かう方向への船速、又は、推力を発生させるように、前記指令信号を生成し、

前記浮き栈橋モードが選択されているときには、前記船体から前記着岸場所に向かう方向に、前記位置入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置から、所定距離、離れた位置を前記着岸位置として再設定し、再設定した前記着岸位置に前記船体を移動させるように、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7] 前記コントローラは、前記固定栈橋モードと前記浮き栈橋モードと前記押し付けモードのオフとの選択は、前記環境情報に応じて切り換える、請求項 6 に記載の小型船舶。

[請求項8] 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環境情報を検出し、

前記環境情報に基づいて設定された着岸位置に向けて前記船体を移動させ、前記船体を前記着岸場所に押し付けるように前記推進装置を制御する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] 前記指令信号は、前記着岸位置において前記船体から前記着岸場所に向かう方向への船速、又は、推力を発生させ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] 前記着岸場所の形状を示す環境地図をディスプレイに表示し、

前記環境地図における前記着岸位置の入力を入力装置によって受け付けること、

をさらに備え、

前記指令信号は、前記入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置に前記船体を移動させ、前記着岸位置において前記船体から前記着岸場所に向かう方向への船速、又は、推力を発生させるように、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11]

前記着岸場所の形状を示す環境地図をディスプレイに表示し、

前記環境地図における前記着岸位置の入力を入力装置によって受け付け、

前記船体から前記着岸場所に向かう方向に、前記入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置から、所定距離、離れた位置を前記着岸位置として再設定すること、

をさらに備え、

前記指令信号は、再設定した前記着岸位置に前記船体を移動させるように、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12]

前記着岸場所の形状を示す環境地図をディスプレイに表示し、

前記環境地図における前記着岸位置の入力を位置入力装置によって受け付け、

前記船体を前記着岸場所に押し付けるように前記推進装置を制御する押し付けモードのオン／オフの入力をモード設定装置によって受け付けること、

をさらに備え、

前記押し付けモードの設定がオフであるときには、前記指令信号は、前記位置入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置に前記船体を移動させ、前記着岸位置に止まるように生成され、

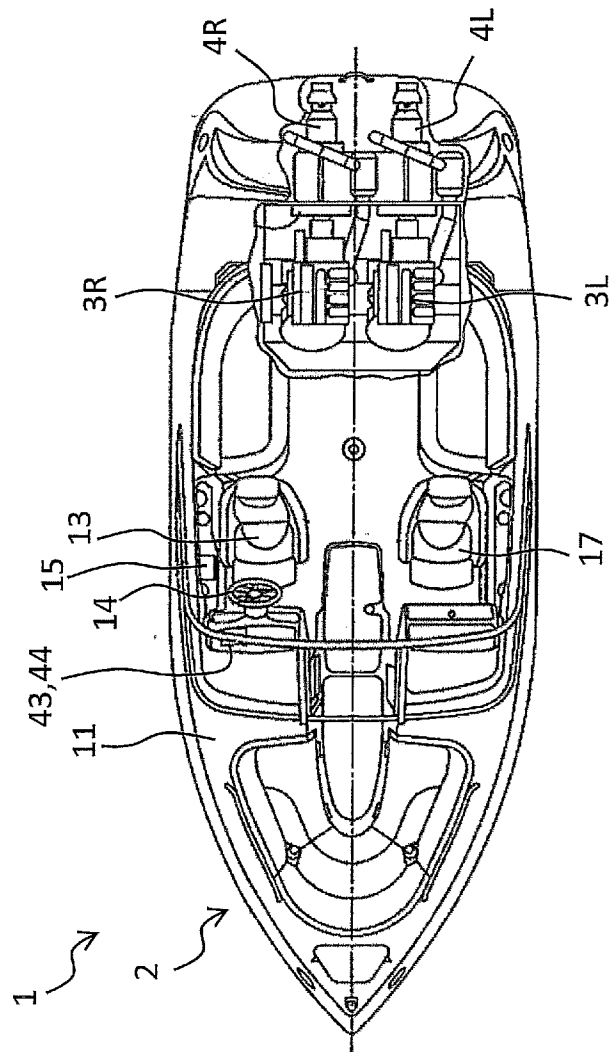
前記押し付けモードの設定がオンであるときには、前記指令信号は、前記着岸位置に向けて前記船体を移動させ、前記船体を前記着岸場

所に押し付け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。

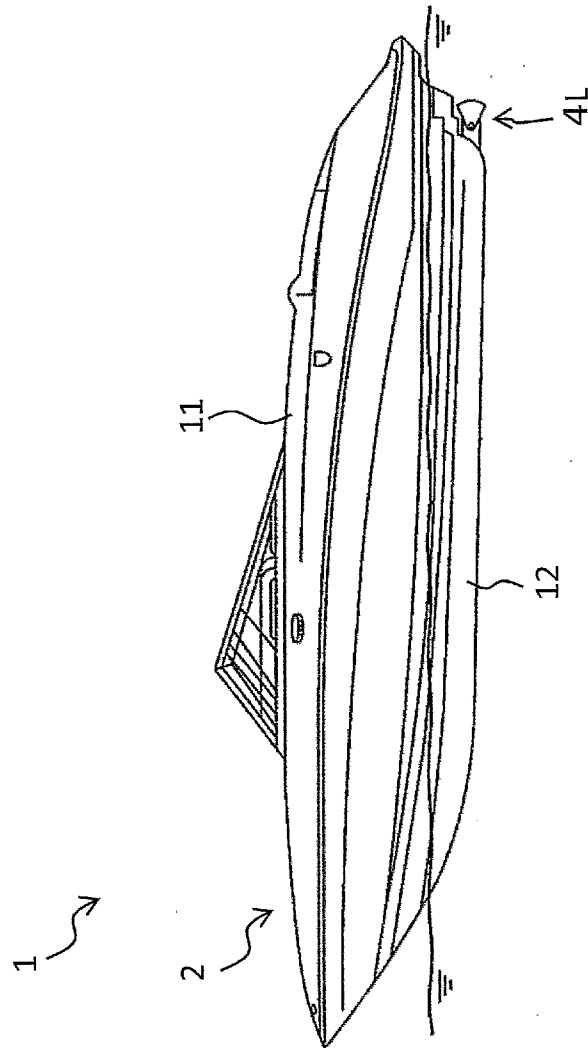
- [請求項13] 前記着岸場所の形状を示す環境地図をディスプレイに表示し、
前記環境地図における前記着岸位置の入力を位置入力装置によって受け付け、
前記船体を前記着岸場所に押し付けるように前記推進装置を制御する押し付けモードにおいて、固定栈橋モードと浮き栈橋モードとの選択をモード選択装置によって受け付けること、
をさらに備え、
前記固定栈橋モードが選択されているときには、前記指令信号は、前記位置入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置に前記船体を移動させ、前記着岸位置において前記船体から前記着岸場所に向かう方向への船速、又は、推力を発生させるように、生成され、
前記浮き栈橋モードが選択されているときには、前記船体から前記着岸場所に向かう方向に、前記位置入力装置への入力に基づいて設定された前記着岸位置から、所定距離、離れた位置を前記着岸位置として再設定され、再設定された前記着岸位置に前記船体を移動させるように、前記指令信号が生成される、
請求項 8 に記載の小型船舶の制御方法。

- [請求項14] 前記コントローラは、前記固定栈橋モードと前記浮き栈橋モードと前記押し付けモードのオフとの選択は、前記環境情報に応じて切り換える、
請求項 13 に記載の小型船舶の制御方法。

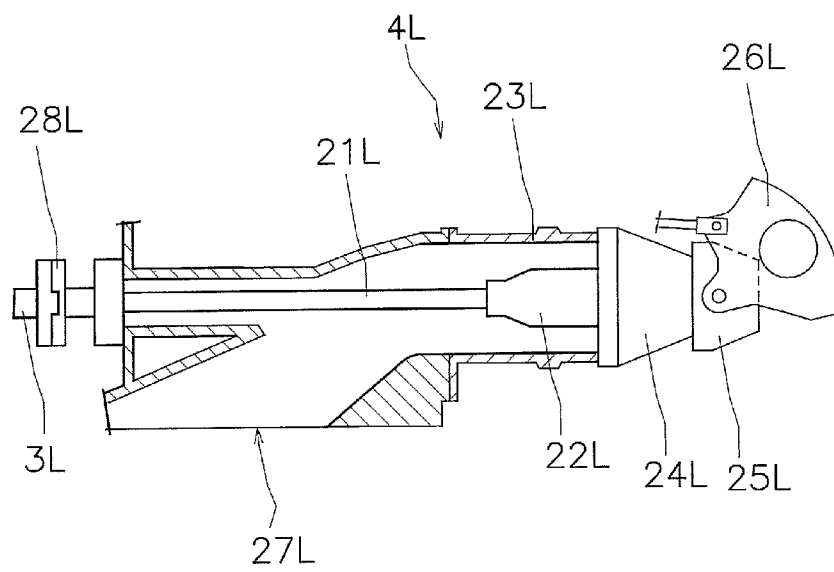
[図1]



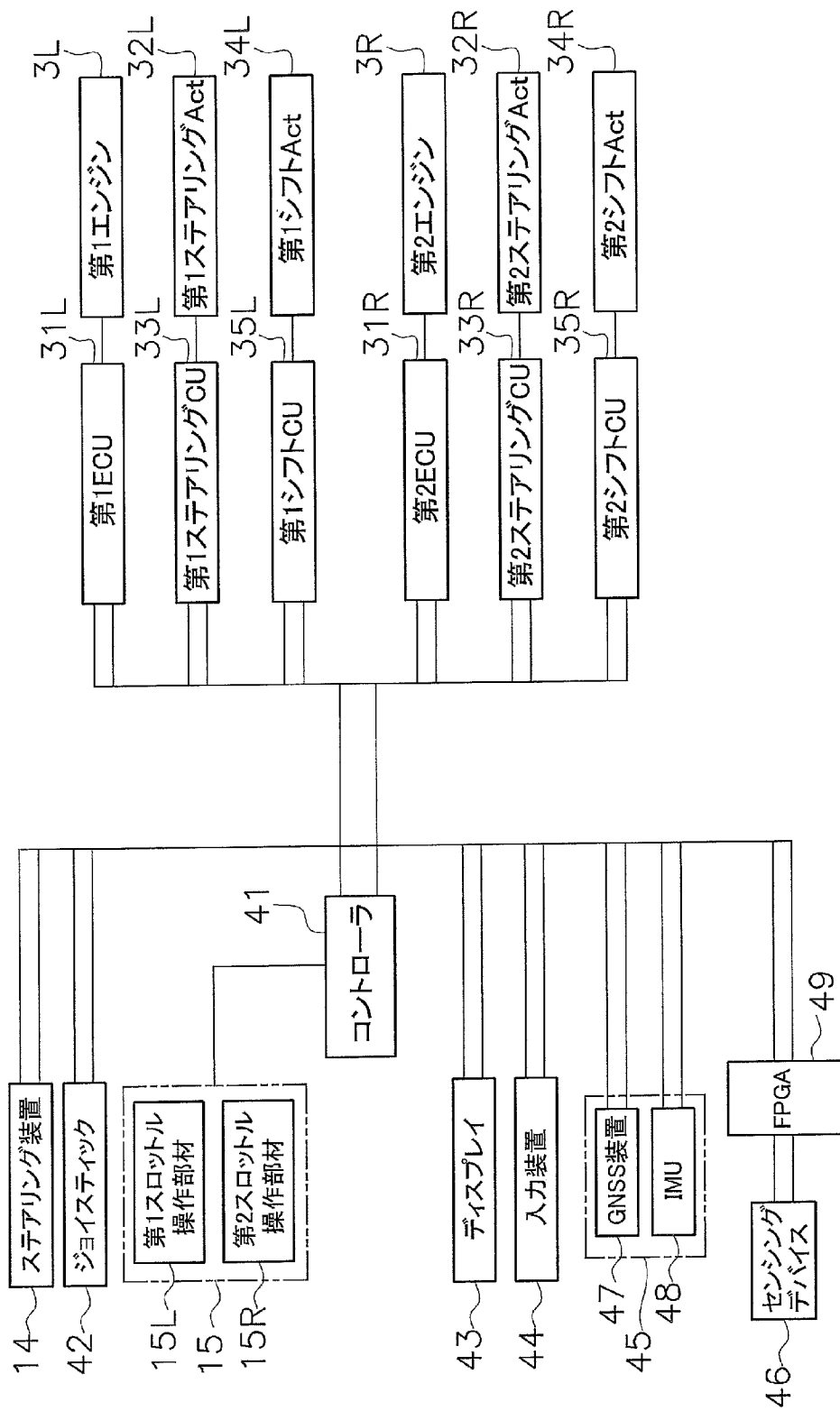
[図2]



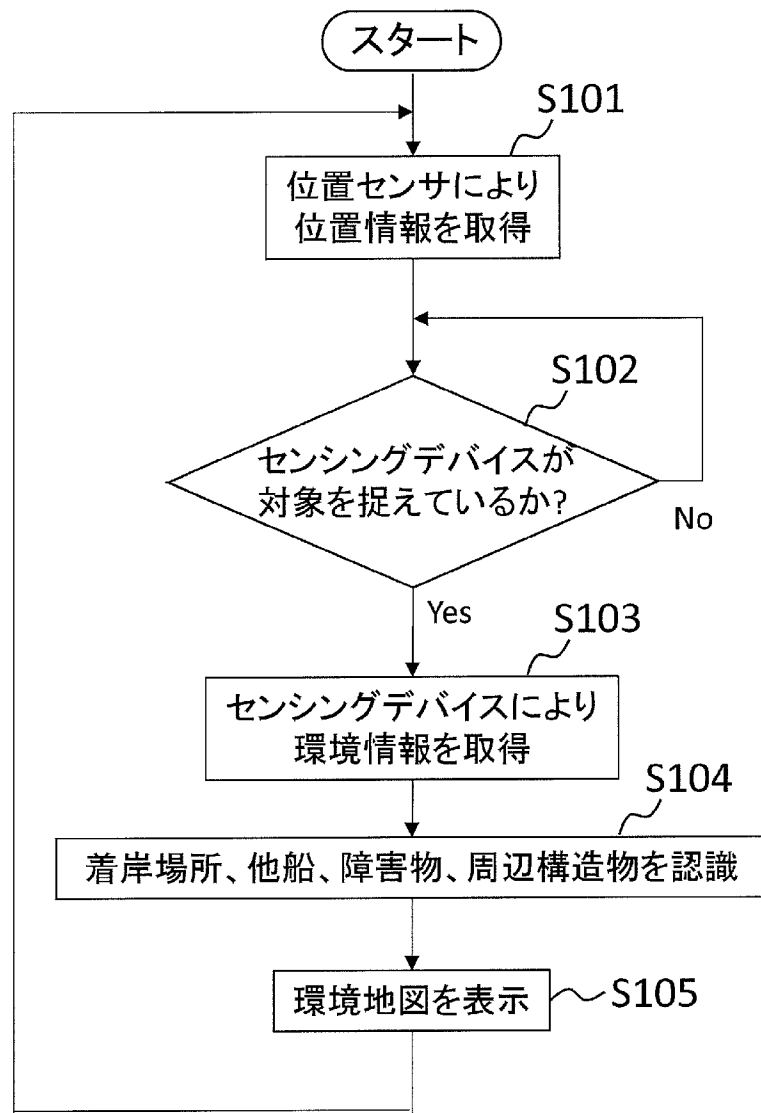
[図3]



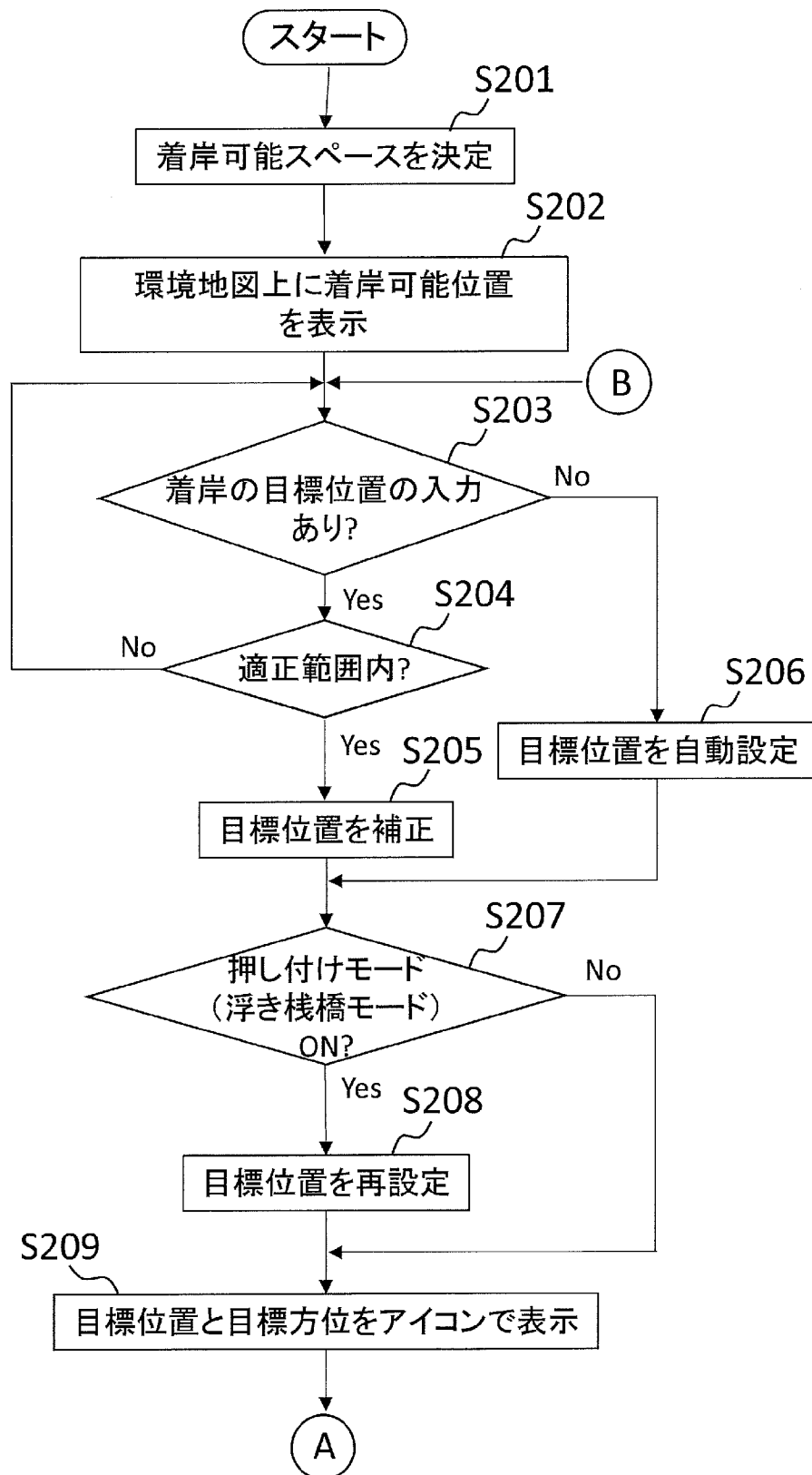
[図4]



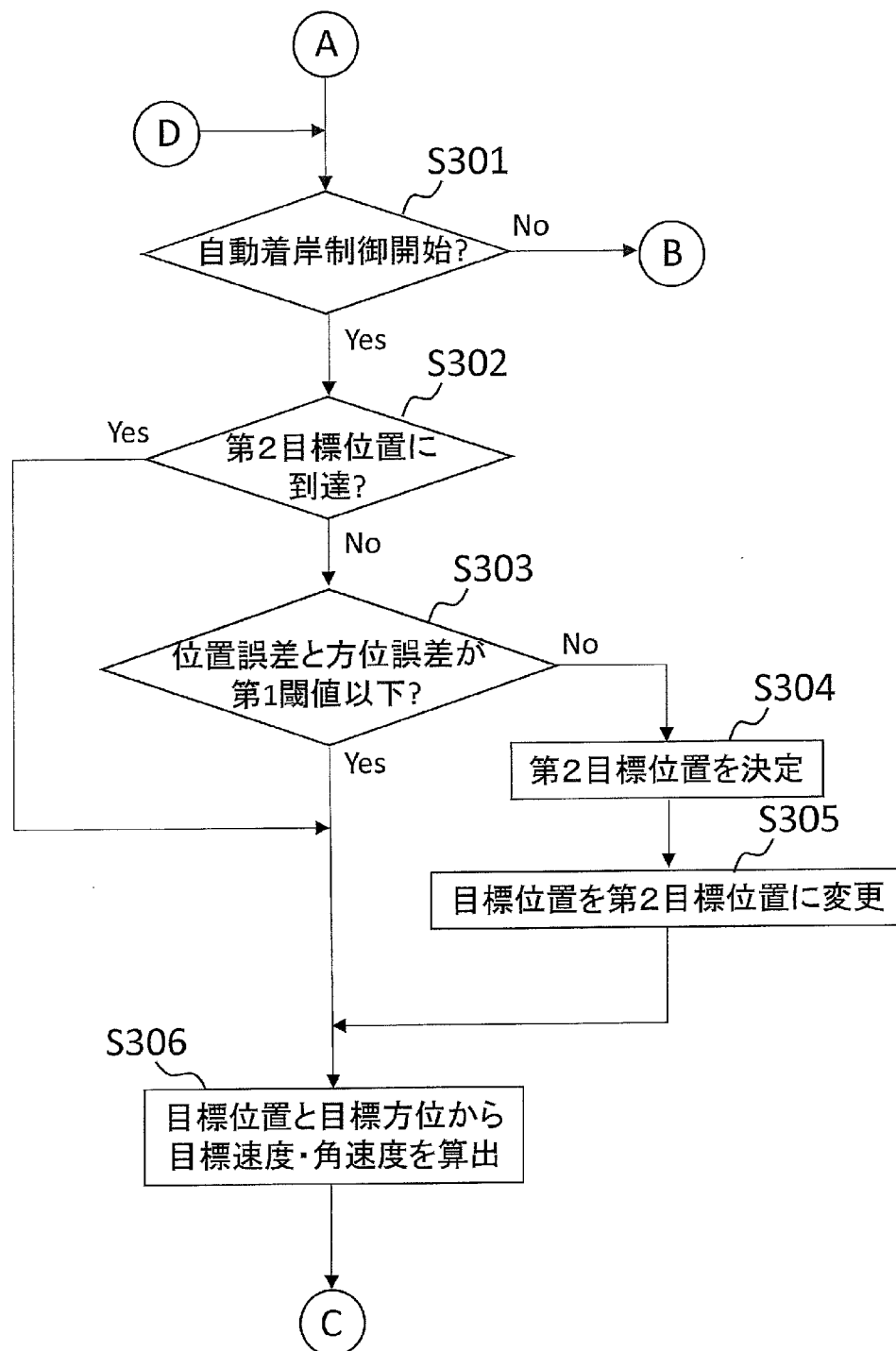
[図5]



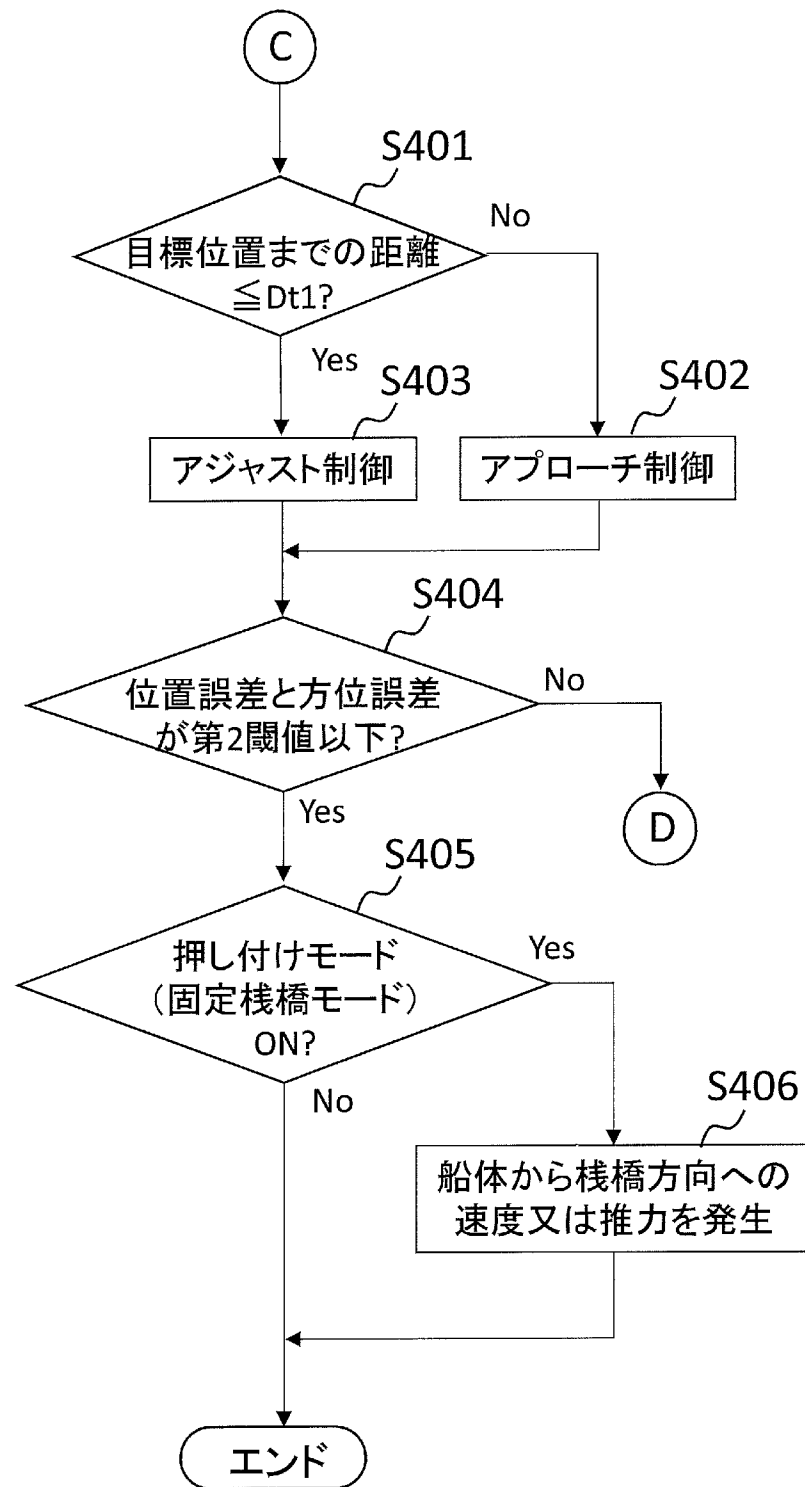
[図6]



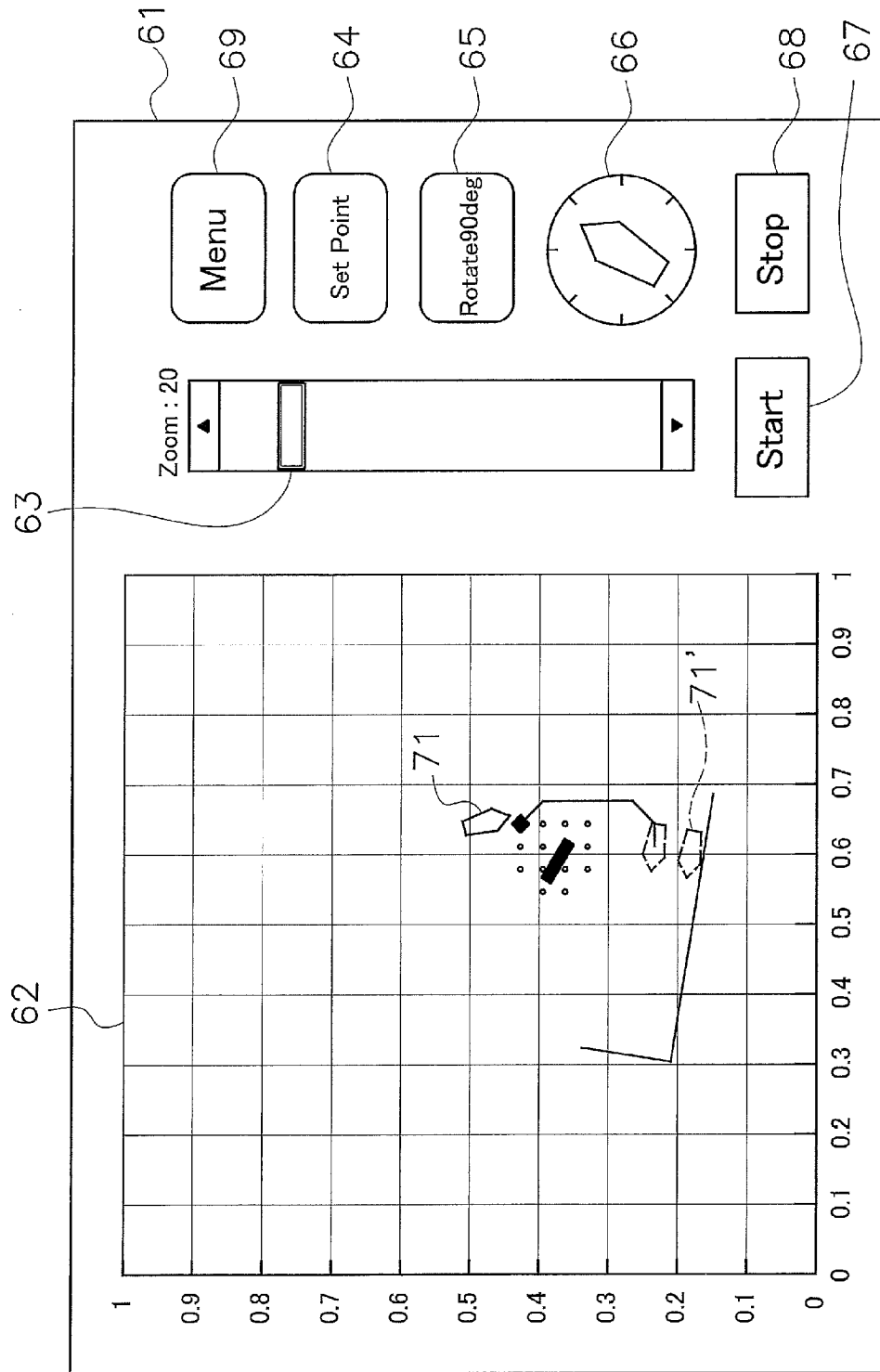
[図7]



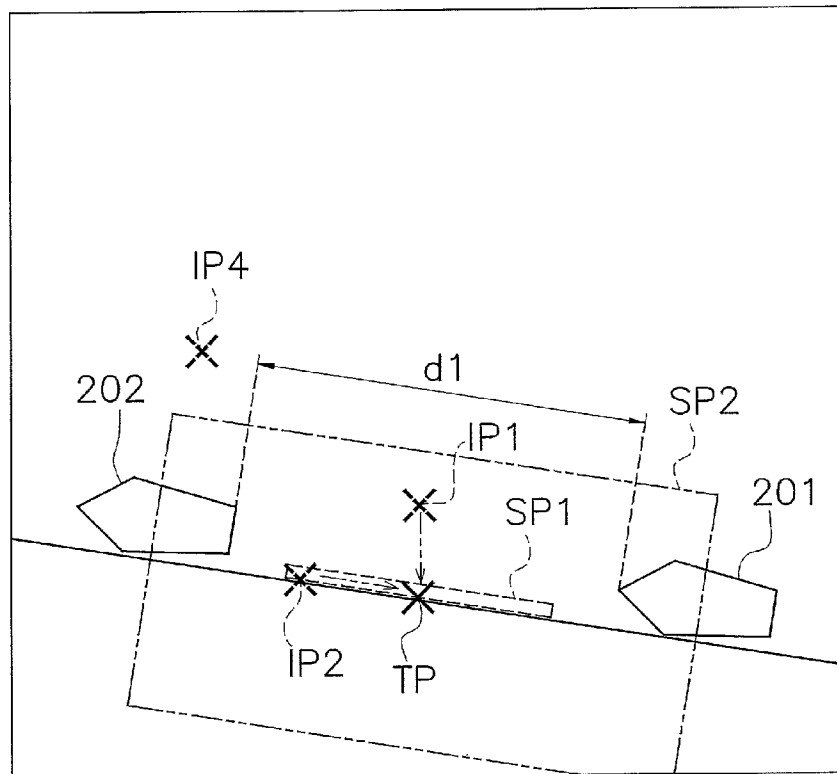
[図8]



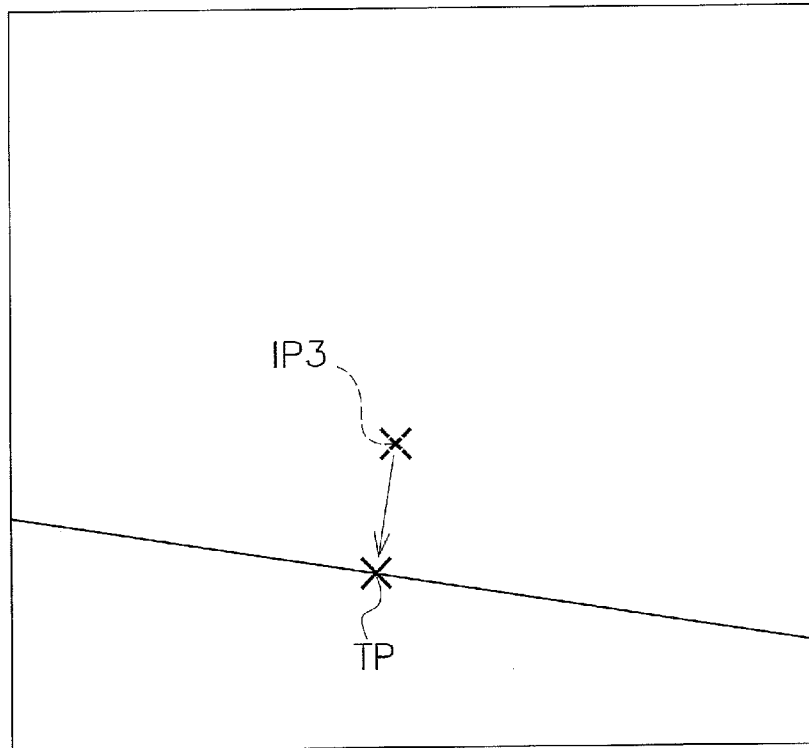
[図9]



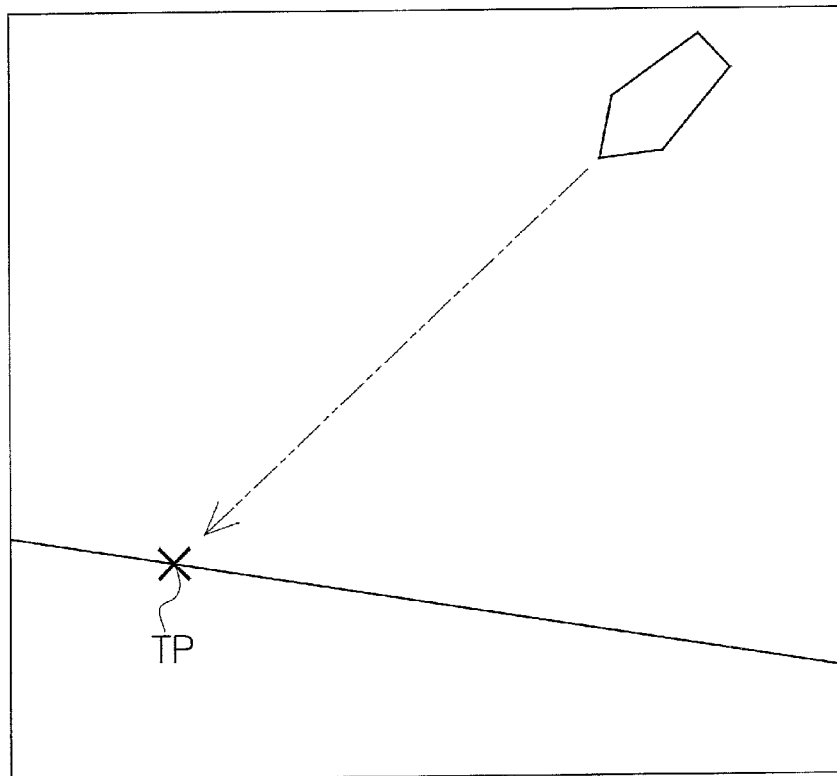
[図10]



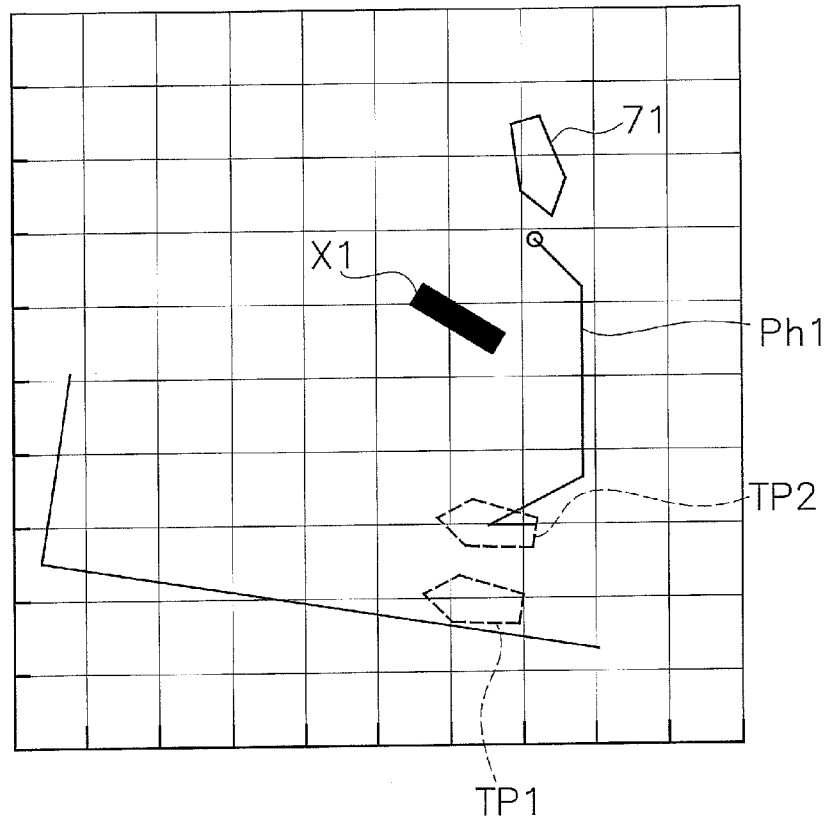
[図11]



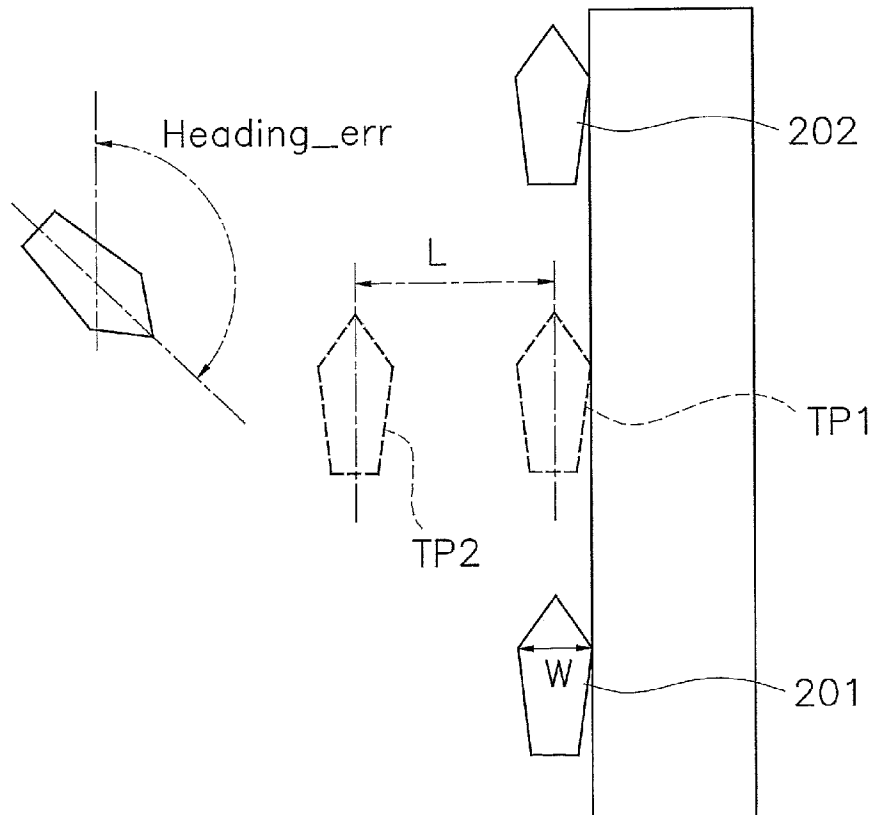
[図12]



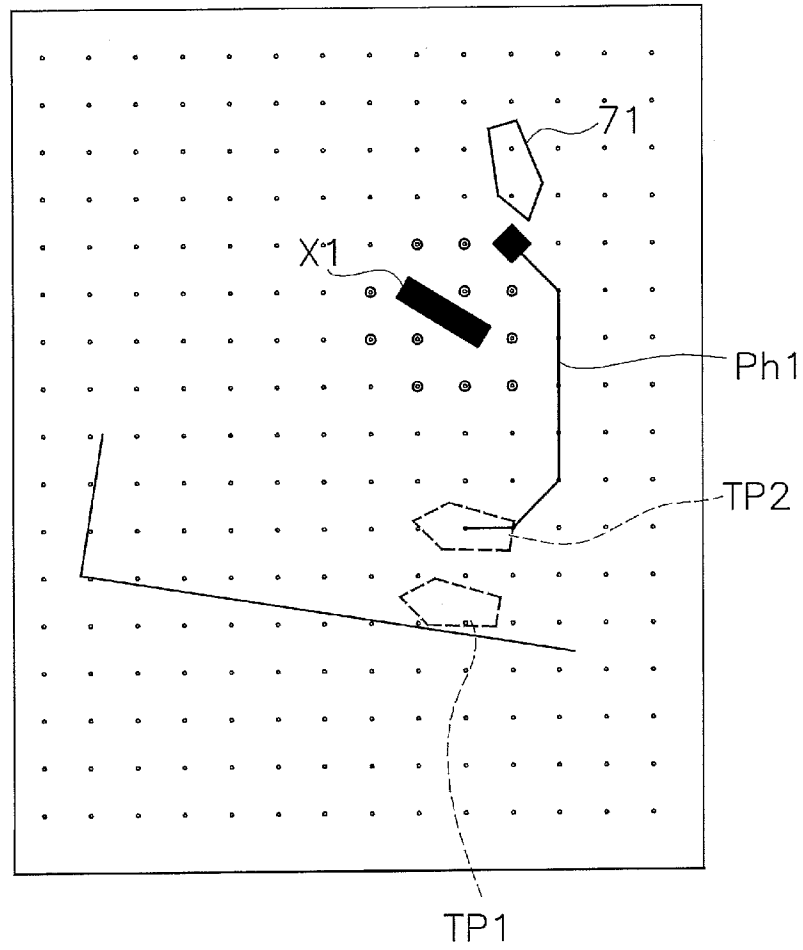
[図13]



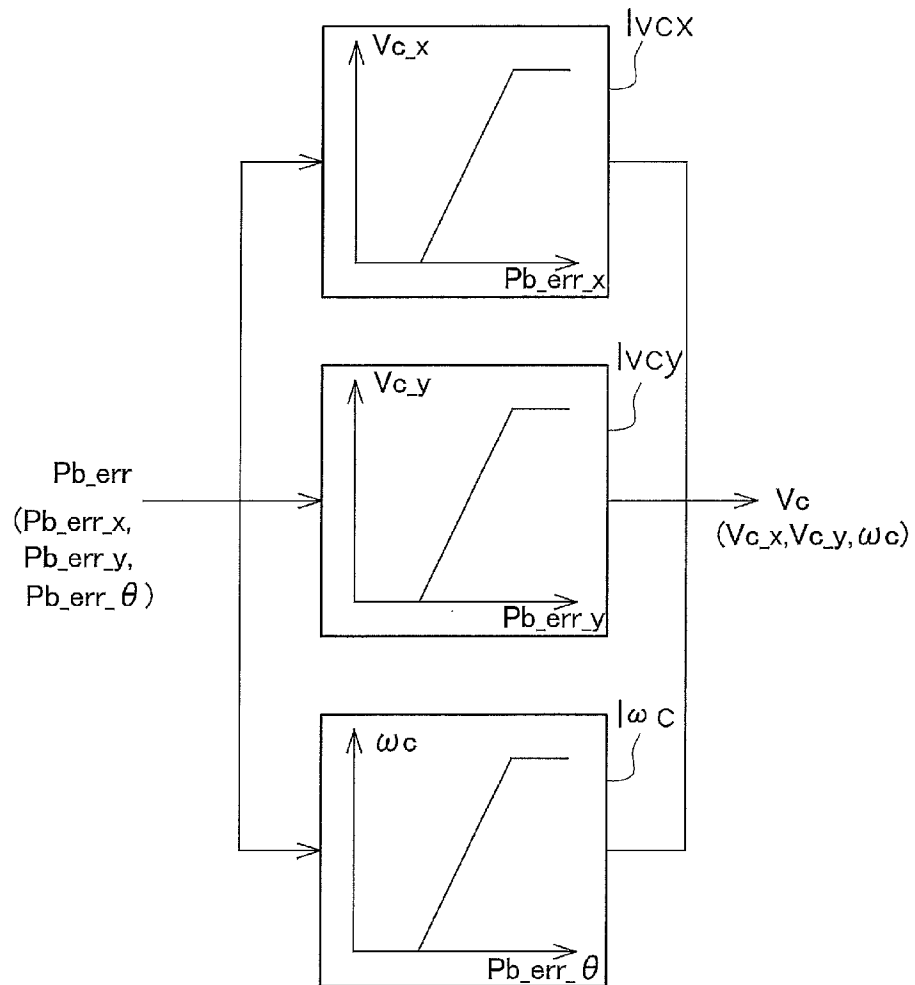
[図14]



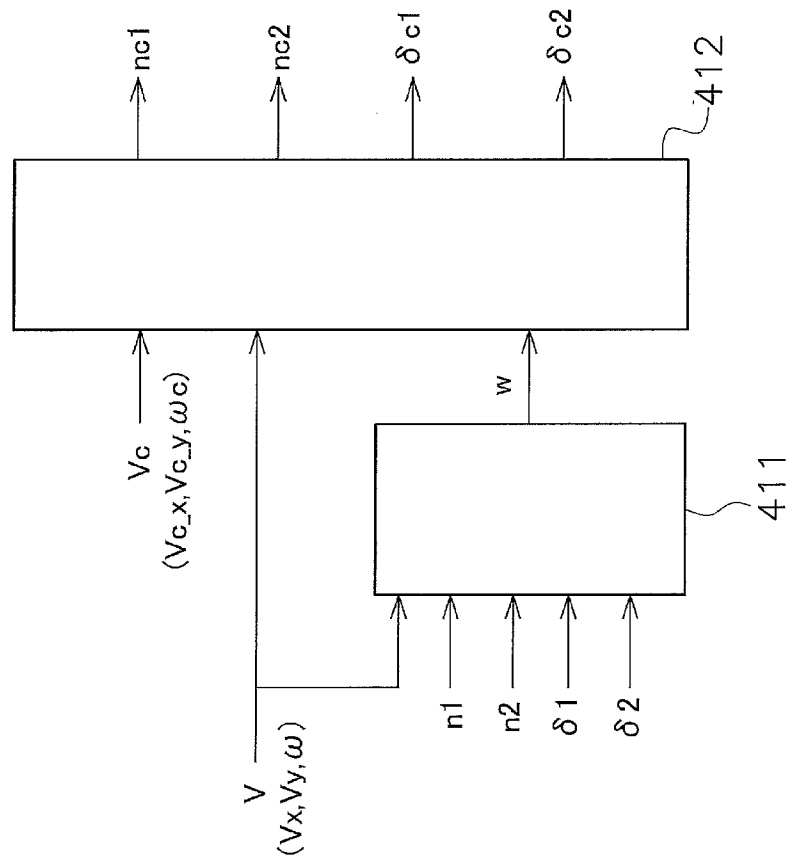
[図15]



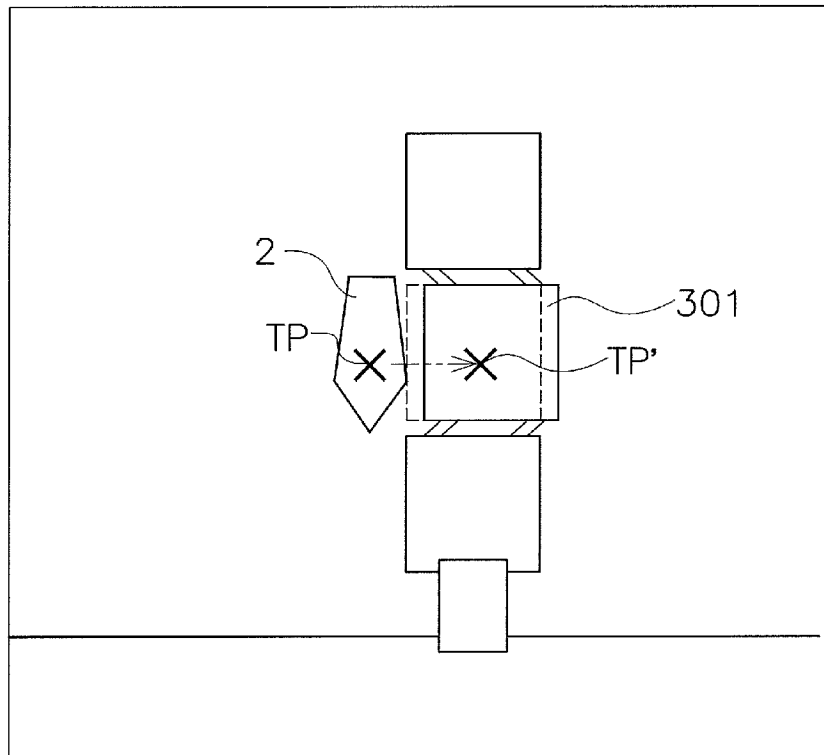
[図16]



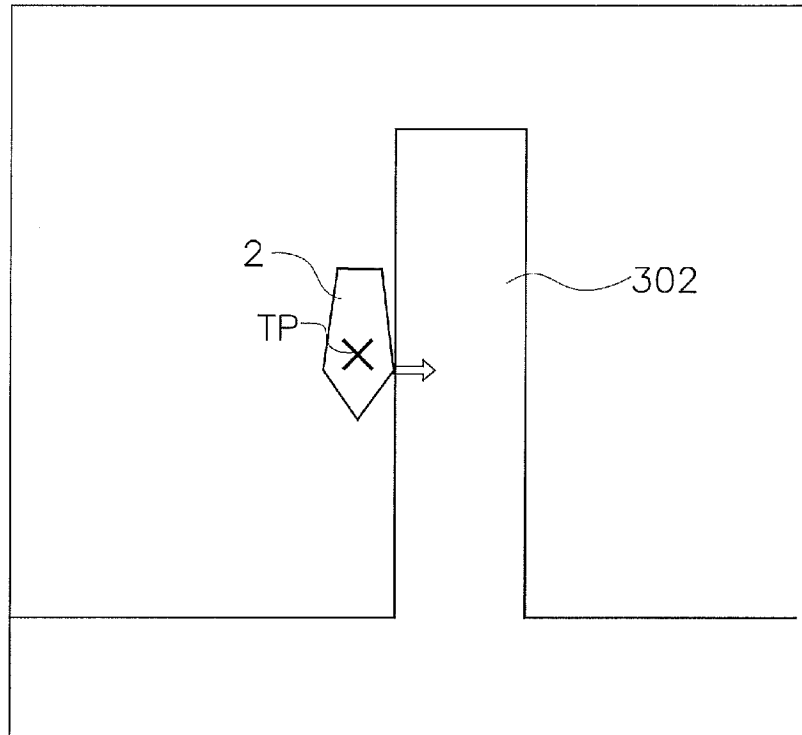
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085981

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.
Y A	JP 2015-66979 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 13 April 2015 (13.04.2015), paragraphs [0031] to [0120]; fig. 1 to 10 & US 2015/0089427 A1 paragraphs [0051] to [0161]; fig. 1 to 10	1-3, 8-10 4-7, 11-14
Y A	JP 2005-212693 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 11 August 2005 (11.08.2005), paragraph [0107] (Family: none)	1-3, 8-10 4-7, 11-14
A	EP 2339515 A2 (THE BOEING CO.), 29 June 2011 (29.06.2011), & US 2011/0131050 A1	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 February 2017 (13.02.17)

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.

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
Y A	JP 2015-66979 A (ヤマハ発動機株式会社) 2015.04.13, 段落【0031】-【0120】、図1-10 & US 2015/0089427 A1, 段落[0051]-[0161]、図1-10	1-3, 8-10 4-7, 11-14
Y A	JP 2005-212693 A (ヤマハ発動機株式会社) 2005.08.11, 段落【0107】 (ファミリーなし)	1-3, 8-10 4-7, 11-14
A	EP 2339515 A2 (THE BOEING COMPANY) 2011.06.29 & US 2011/0131050 A1	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

13.02.2017

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)

沼生 泰伸

3D

3825

電話番号 03-3581-1101 内線 3341