(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2025-25664
(P2025-25664A)
(43)公開日　令和7年2月21日(2025.2.21)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｂ６３Ｈ	*25/04*	*(2006.01)*	Ｂ６３Ｈ	25/04	Ｅ	５Ｈ３０１
Ｂ６３Ｈ	*25/02*	*(2006.01)*	Ｂ６３Ｈ	25/02	Ｚ	
Ｇ０５Ｄ	*1/00*	*(2024.01)*	Ｇ０５Ｄ	1/00	Ａ	

審査請求　未請求　請求項の数　7　ＯＬ　（全22頁）

(21)出願番号　特願2023-130678(P2023-130678)
(22)出願日　令和5年8月10日(2023.8.10)

(71)出願人　000010076
ヤマハ発動機株式会社
静岡県磐田市新貝２５００番地
(74)代理人　110002310
弁理士法人あい特許事務所
(72)発明者　久保田 悠太
静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内
(72)発明者　田形 彰大
静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内
(72)発明者　倉田 将実
静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内

Ｆターム（参考）　5H301　AA04 AA10 CC06

(54)【発明の名称】　船舶推進システムおよび船舶

(57)【要約】
【課題】バウスラスタを効率的に作動させて適切な方位保持動作を実現できる船舶推進システムおよび船舶を提供する。
【解決手段】船舶推進システム１００は、バウスラスタＢＴと、推進機としての船外機ＯＭと、転舵装置（転舵アクチュエータ２５および転舵機構２６）と、を備える。船舶推進システムは、ジョイスティック８を有するジョイスティックユニット１８と、ジョイスティックの操作に応じて、バウスラスタ、船外機および転舵アクチュエータを制御するメインコントローラ５０とを含む。メインコントローラは、ジョイスティックの操作によって前後方向指令が与えられると、バウスラスタを制御して方位保持制御を実行する。メインコントローラは、方位保持制御中にジョイスティックが中立位置となって前後方向指令がなくなると、方位保持制御を一定時間継続した後に方位保持制御を停止する。
【選択図】図２

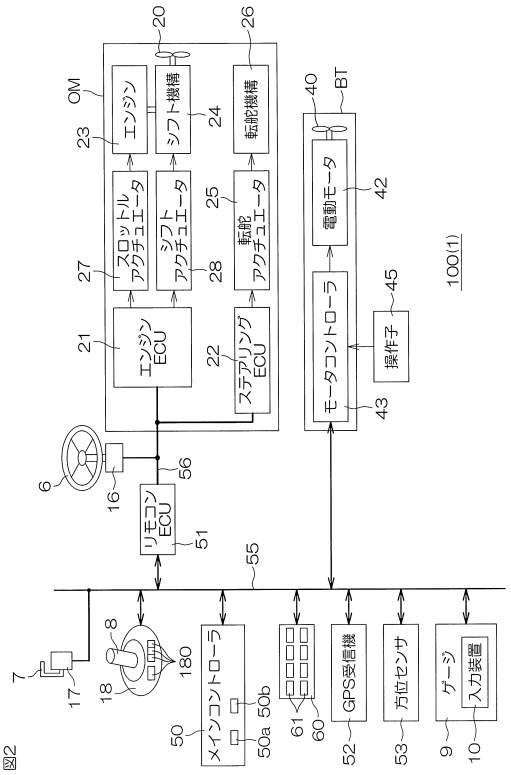


図2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
船体の船首に配置され、前記船体の左右方向の推進力を発生可能なバウスラスタと、
前記船体に装備され、前記船体の前後方向の推進力を発生可能な推進機と、
前記船体の針路変更のための転舵装置と、
前記船体の進行方向を指令するために操船者によって操作され、中立位置から全方向に傾倒操作可能なジョイスティックを有するジョイスティックユニットと、
前記ジョイスティックの操作に応じて、前記バウスラスタ、前記推進機および前記転舵装置を制御するコントローラと、を含み、
前記コントローラは、前記ジョイスティックの操作によって前記船体の前後方向に平行な進行方向を指令する前後方向指令が与えられると、前記バウスラスタを制御して前記船体の方位を保持するための方位保持制御を実行し、前記方位保持制御中に前記ジョイスティックが中立位置となって前記前後方向指令がなくなると、前記方位保持制御を一定時間継続した後に前記方位保持制御を停止する、船舶推進システム。
【請求項２】
前記コントローラは、前記一定時間の前記方位保持制御の継続中に前記ジョイスティックの操作によって前記前後方向指令が再び与えられると、前記一定時間の計時を破棄して、前記方位保持制御を実行する、請求項１に記載の船舶推進システム。
【請求項３】
前記船体の回頭を指令するために操船者によって操作され、中立回動位置から左右に回動可能な回動操作部をさらに含み、
前記コントローラは、前記回動操作部からの回頭指令が入力されているときには前記方位保持制御を開始せず、前記方位保持制御中に前記回動操作部からの回頭指令が入力されると前記方位保持制御を停止する、請求項１または２に記載の船舶推進システム。
【請求項４】
前記コントローラは、前記ジョイスティックの操作によって前記船体の前後方向と平行でない進行方向が指令されているときには前記方位保持制御を開始せず、前記方位保持制御中に前記ジョイスティックの操作によって前記船体の前後方向とは平行でない進行方向が指令されると前記方位保持制御を停止する、請求項１～３のいずれか一項に記載の船舶推進システム。
【請求項５】
船体の船首に配置され、前記船体の左右方向の推進力を発生可能なバウスラスタと、
前記船体の進行方向を指令するために操船者によって操作される進行方向指令器と、
前記進行方向指令器が前記船体の前後方向に平行な進行方向を指令する前後方向指令を出力すると、前記バウスラスタを制御して前記船体の方位を保持するための方位保持制御を実行し、前記方位保持制御中に前記前後方向指令がなくなると、前記方位保持制御を一定時間継続した後に前記方位保持制御を停止するコントローラと、を含む、船舶推進システム。
【請求項６】
前記バウスラスタは、転舵不能に前記船体に固定される、請求項１～５のいずれか一項に記載の船舶推進システム。
【請求項７】
船体と、
請求項１～６のいずれか一項に記載の船舶推進システムと、を含む、船舶。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、船舶推進システムおよびそれを備える船舶に関する。
【背景技術】
【０００２】

特許文献１は、ジョイスティックレバーによって船体の移動方向および移動速度を指令し、回頭ダイヤルによって船体の回頭方向および回頭速度を指令する自動操船装置を開示している。ジョイスティックレバーおよび回頭ダイヤルがいずれも中立位置のとき、舵、バウスラスタ、スタンスラスタおよび推進プロペラの推力配分量が計算され、船首方位を保持するための方位保持動作が実行される。また、ジョイスティックレバーが不中立位置であり、回頭ダイヤルが中立位置のときには、船首方位を保持しながら、船体を平行移動させる動作が実行される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特許第３０５７４１３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１の先行技術においては、ジョイスティックレバーが中立位置のときには、船首方位を保持するための動作が継続される。しかし、ジョイスティックレバーが中立位置のときに方位保持動作を常時続けることは、バウスラスタ等を必要以上に作動させることになる可能性がある。

【０００５】

たとえば、電動のバウスラスタを用いる場合には、バッテリ消費、連続運転による発熱などを考慮して、必要時に効率的にバウスラスタを作動させることが好ましい。したがって、上記先行技術には改良の余地がある。

【０００６】

そこで、この発明の一実施形態は、バウスラスタを効率的に作動させて適切な方位保持動作を実現できる船舶推進システムおよび船舶を提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

この発明の一実施形態は、船体の船首に配置され、前記船体の左右方向の推進力を発生可能なバウスラスタと、前記船体に装備され、前記船体の前後方向の推進力を発生可能な推進機と、前記船体の針路変更のための転舵装置と、を備える船舶推進システムを提供する。船舶推進システムは、前記船体の進行方向を指令するために操船者によって操作され、中立位置から全方向に傾倒操作可能なジョイスティックを有するジョイスティックユニットと、前記ジョイスティックの操作に応じて、前記バウスラスタ、前記推進機および前記転舵装置を制御するコントローラと、を含む。前記コントローラは、前記ジョイスティックの操作によって前記船体の前後方向に平行な進行方向を指令する前後方向指令が与えられると、前記バウスラスタを制御して前記船体の方位を保持するための方位保持制御を実行する。前記コントローラは、前記方位保持制御中に前記ジョイスティックが中立位置となって前記前後方向指令がなくなると、前記方位保持制御を一定時間継続した後に前記方位保持制御を停止する。

【０００８】

この構成によれば、ジョイスティックの操作によって前後方向指令がコントローラに与えられると、バウスラスタの左右方向の推進力を利用した方位保持制御が実行される。これにより、外乱等による船首方位の変動に抗するための操船者の操作を軽減できる。この方位保持制御は、ジョイスティックが中立位置となって前後方向指令がなくなっても継続される。そのため、船体が惰性で前方または後方に進んでいる間も船体の方位が保持されるので、船首方位の意図しない変動を修正するための操船者の操作は引き続き軽減される。その一方で、方位保持制御の継続は一定時間に限られ、その後は方位保持制御が停止されるので、バウスラスタが必要以上の長時間に亘って駆動され続けることを回避できる。こうして、バウスラスタを効率的に作動させて適切な方位保持動作を実現できる船舶推進システムを提供できる。

【０００９】
方位保持制御は、典型的には、当該方位保持制御を開始するときの船体方位を保持する制御である。
【００１０】
この発明の一実施形態では、前記コントローラは、前記一定時間の前記方位保持制御の継続中に前記ジョイスティックの操作によって前記前後方向指令が再び与えられると、前記一定時間の計時を破棄して、前記方位保持制御を実行する。
【００１１】
この構成によれば、ジョイスティックが中立位置となって前後方向指令がなくなった後の方位保持制御の継続中に再びジョイスティックが操作されて前後方向指令が与えられると、方位保持制御が再開される。したがって、ジョイスティックの操作によって、方位保持制御の継続を実質的に延長することができる。それにより、操船者の意図に従ってバウスラスタを効率的に作動させて適切に方位保持動作を行うことができる。
【００１２】
この発明の一実施形態では、前記船舶推進システムは、前記船体の回頭を指令するために操船者によって操作され、中立回動位置から左右に回動可能な回動操作部をさらに含む。前記コントローラは、前記回動操作部からの回頭指令が入力されているときには前記方位保持制御を開始せず、前記方位保持制御中に前記回動操作部からの回頭指令が入力されると前記方位保持制御を停止する。
【００１３】
この構成によれば、操船者は、回動操作部を左右に回動操作することにより、船体を回頭させることができる。回動操作部からの回頭指令がコントローラに入力されているときは、方位保持制御は実行されず、また方位保持制御中に回頭指令がコントローラに入力されると、方位保持制御が停止される。したがって、方位保持制御が回頭指令に干渉することを回避できるので、バウスラスタの推進力を効率的に利用することができる。
【００１４】
前記ジョイスティックユニットが回動操作部を兼ねる構成であってもよい。すなわち、ジョイスティックは傾倒操作が可能で、かつ回動操作（ねじり操作）が可能に構成されていてもよい。そして、それに応じてジョイスティックユニットが進行方向指令および回頭指令を出力するように構成されていてもよい。
【００１５】
この発明の一実施形態では、前記コントローラは、前記ジョイスティックの操作によって前記船体の前後方向と平行でない進行方向が指令されているときには前記方位保持制御を開始しない。また、前記コントローラは、前記方位保持制御中に前記ジョイスティックの操作によって前記船体の前後方向とは平行でない進行方向が指令されると前記方位保持制御を停止する。
【００１６】
この構成によれば、前後方向と平行でない進行方向が指令されているときは方位保持制御が実行されないので、方位保持制御が船体の移動（とくに旋回を伴う移動）に干渉することを回避できる。それにより、バウスラスタの推進力を効率的に利用することができる。
【００１７】
この発明の一実施形態は、船体の船首に配置され、前記船体の左右方向の推進力を発生可能なバウスラスタと、前記船体の進行方向を指令するために操船者によって操作される進行方向指令器と、コントローラとを含む、船舶推進システムを提供する。前記コントローラは、前記進行方向指令器が前記船体の前後方向に平行な進行方向を指令する前後方向指令を出力すると、前記バウスラスタを制御して前記船体の方位を保持するための方位保持制御を実行し、前記方位保持制御中に前記前後方向指令がなくなると、前記方位保持制御を一定時間継続した後に前記方位保持制御を停止する。
【００１８】

この構成によれば、進行方向指令器の操作によって前後方向指令がコントローラに与えられると、バウスラスタの左右方向の推進力を利用した方位保持制御が実行される。これにより、外乱等による船首方位の変動に抗するための操船者の操作を軽減できる。この方位保持制御は、前後方向指令がなくなっても継続される。そのため、船体が惰性で前方または後方に進んでいる間も船体の方位が保持されるので、船首方位の意図しない変動を修正するための操船者の操作は引き続き軽減される。その一方で、方位保持制御の継続は一定時間に限られ、その後は方位保持制御が停止されるので、バウスラスタが必要以上の長時間に亘って駆動され続けることを回避できる。こうして、バウスラスタを効率的に作動させて適切な方位保持動作を実現できる船舶推進システムを提供できる。

【００１９】

この発明の一実施形態では、前記バウスラスタは、転舵不能に前記船体に固定される。

【００２０】

この発明の一実施形態は、船体と、前述のような構成を有する船舶推進システムと、を含む、船舶を提供する。

【発明の効果】

【００２１】

この発明によれば、バウスラスタを効率的に作動させて適切な方位保持動作を実現できる船舶推進システムおよび船舶を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】図１は、この発明の一実施形態に係る船舶推進システムが搭載された船舶の構成例を説明するための平面図である。

【図２】図２は、船舶推進システムの構成例を説明するためのブロック図である。

【図３】図３は、ジョイスティックユニットの構成例を説明するための斜視図である。

【図４】図４は、ジョイスティックモードのサブモードである中立モードおよび前後モードを説明するための図である。

【図５】図５は、ジョイスティックモードのサブモードである中立モードおよび回頭モードを説明するための図である。

【図６】図６は、ジョイスティックの前後不感帯および左右不感帯を示す図である。

【図７】図７は、船舶推進システムの方位保持制御に関する特徴を説明するための図であり、ジョイスティックの操作およびそれに対応する船体の挙動の一例を示す。

【図８Ａ】図８Ａは、前後方向指令に応答してメインコントローラが実行する処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図８Ｂ】図８Ｂは、前後方向指令に応答してメインコントローラが実行する処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図９】図９は、この発明の他の実施形態に係る船舶推進システムの構成を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００２３】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

【００２４】

図１は、この発明の一実施形態に係る船舶推進システム１００が搭載された船舶１の構成例を説明するための平面図である。船舶１は、船体２と、船体２の船首に備えられ、左右方向の推進力を発生するバウスラスタＢＴと、船体２の船尾３に備えられた転舵角変更可能な推進機の一例である船外機ＯＭと、を含む。この実施形態では、一機の船外機ＯＭが船体２の前後方向に延びる中心線２ａ上に備えられている例を示すが、複数機、より具体的には２機以上の船外機ＯＭが船尾３に備えられてもよい。

【００２５】

船外機ＯＭは、水中に配置されるプロペラ２０を備えており、プロペラ２０の回転によって推進力を発生し、その推進力を船体２に与えるように構成されている。船外機ＯＭは

、左右に回動可能であるように船尾３に取り付けられており、それによって、プロペラ２０が発生する推進力の方向が左右に変化するように構成されている。たとえば、中心線２ａに平行な前後方向を基準として、前後方向に対してプロペラ２０が発生する推進力の方向のなす角が転舵角と定義される。船外機ＯＭは、付属の転舵機構２６（図２参照）によって左右に回動され、それによって転舵角が変化するように構成されている。転舵角は、前後方向に平行なときを零とし、船外機ＯＭの後端が右側に振られる方向の転舵角に正符号を付与し、船外機ＯＭの後端が左側に振られる方向の転舵角に負符号を付与して表されてもよい。

【００２６】

バウスラスタＢＴは、船体２の船首部において、船体２を左右に貫通する筒状のトンネル４１内に配置されたプロペラ４０を備えている。たとえば、回転軸の両端部に２つのプロペラ４０がそれぞれ結合された構造であってもよい。プロペラ４０は、正転方向および逆転方向、すなわち双方向に回転可能であり、それによって、バウスラスタＢＴは、右方向または左方向の推進力を船体２に与えることができる。この実施形態では、バウスラスタＢＴが発生する推進力の方向は、左右方向のほかに設定することはできない。すなわち、バウスラスタＢＴは、この実施形態では、転舵不能に船体２に固定されている。

【００２７】

船体２の内部には、乗船者のための居住空間４が確保されている。この居住空間４内に操船席５が設けられている。操船席５には、ステアリングホイール６、リモコンレバー７、ジョイスティック８、ゲージ９（表示パネル）などが備えられている。ステアリングホイール６は、船舶１の針路を変更するために使用者によって操作される操作子である。リモコンレバー７は、船外機ＯＭの推進力の大きさ（出力）およびその方向（前進または後進）を変更するために使用者によって操作される操作子であり、アクセル操作子に相当する。ジョイスティック８は、ステアリングホイール６およびリモコンレバー７の代わりに、操船のために使用者によって操作される操作子である。これらの操作子のほかに、バウスラスタＢＴを操作するための専用の操作子４５（図２参照）が設けられてもよい。

【００２８】

図２は、船舶１に備えられる船舶推進システム１００の構成例を説明するためのブロック図である。船舶推進システム１００は、船外機ＯＭおよびバウスラスタＢＴを含む。船外機ＯＭは、エンジン船外機または電動船外機のいずれの形態であってもよい。図２には、エンジン船外機の例を示す。

【００２９】

船外機ＯＭは、エンジンＥＣＵ（電子制御ユニット）２１、ステアリングＥＣＵ２２、エンジン２３、シフト機構２４、プロペラ２０、転舵機構２６などを備えている。エンジン２３が発生する動力が、シフト機構２４を介してプロペラ２０に伝達される。転舵機構２６は、船外機ＯＭが発生する推進力の方向を左右に変化させる機構であり、船外機ＯＭのボディを船体２（図１参照）に対して左右に旋回させる。シフト機構２４は、前進位置、後進位置およびニュートラル位置のうちのいずれかのシフト位置を選択可能に構成されている。シフト位置が前進位置のとき、エンジン２３の回転が伝達されることによってプロペラ２０が正転方向に回転し、船外機ＯＭは前進方向に推進力を発生する前進運転の状態となる。シフト位置が後進位置のとき、エンジン２３の回転が伝達されることによってプロペラ２０が逆転方向に回転し、船外機ＯＭは後進方向に推進力を発生する後進運転の状態となる。ニュートラル位置のとき、エンジン２３とプロペラ２０との間の動力伝達が遮断され、船外機ＯＭはアイドリング状態となる。

【００３０】

船外機ＯＭは、さらに、スロットルアクチュエータ２７およびシフトアクチュエータ２８を備えており、これらはエンジンＥＣＵ２１によって制御される。スロットルアクチュエータ２７は、エンジン２３のスロットルバルブ（図示せず）を作動させる電動アクチュエータ（典型的には電動モータを含む。）である。シフトアクチュエータ２８は、シフト機構２４を作動させるためのアクチュエータである。船外機ＯＭは、さらに、ステアリン

グＥＣＵ２２によって制御される転舵アクチュエータ２５を備えている。転舵アクチュエータ２５は、転舵機構２６の駆動源であり、典型的には、電動モータを含む。転舵アクチュエータ２５は、電動ポンプ式の油圧装置を含んでいてもよい。転舵アクチュエータ２５および転舵機構２６は、船体２の針路変更のための転舵装置の一例を構成している。

【００３１】

バウスラスタＢＴは、プロペラ４０と、プロペラ４０を駆動する電動モータ４２と、電動モータ４２を制御するモータコントローラ４３とを備えている。

【００３２】

船舶推進システム１００は、さらに、メインコントローラ５０を備えている。メインコントローラ５０は、プロセッサ５０ａおよびメモリ５０ｂを含み、メモリ５０ｂに格納されたプログラムをプロセッサ５０ａが実行することによって、複数の機能を達成するように構成されている。メインコントローラ５０は、船体２内に構築された船内ネットワーク５５（ＣＡＮ：コントロールエリアネットワーク）に接続されている。船内ネットワーク５５には、リモコンユニット１７、リモコンＥＣＵ５１、ジョイスティックユニット１８、ＧＰＳ(Global Positioning System)受信機５２、方位センサ５３などが接続されている。

【００３３】

船内ネットワーク５５には、船外機ＯＭに対応したリモコンＥＣＵ５１が接続されている。リモコンＥＣＵ５１には、船外機制御ネットワーク５６を介して、船外機ＯＭのエンジンＥＣＵ２１およびステアリングＥＣＵ２２が接続されている。メインコントローラ５０は、船内ネットワーク５５に接続された様々なユニットと信号を授受し、それにより、船外機ＯＭおよびバウスラスタＢＴを制御し、かつその他のユニットを制御する。メインコントローラ５０は、複数の制御モードを有し、各制御モードに応じて予め定められた態様で各ユニットを制御する。

【００３４】

船外機制御ネットワーク５６には、ステアリングホイールユニット１６が接続されている。ステアリングホイールユニット１６は、ステアリングホイール６の操作角を表す操作角信号を船外機制御ネットワーク５６に出力する。その操作角信号は、リモコンＥＣＵ５１およびステアリングＥＣＵ２２によって受信される。ステアリングＥＣＵ２２は、ステアリングホイールユニット１６が生成する操作角信号またはリモコンＥＣＵ５１が生成する転舵角指令に応答し、いずれかに応じて転舵アクチュエータ２５を制御し、それによって、船外機ＯＭの転舵角を制御する。

【００３５】

リモコンユニット１７は、リモコンレバー７の操作位置を表す操作位置信号を生成する。

【００３６】

ジョイスティックユニット１８は、ジョイスティック８の操作位置を表す操作位置信号を生成し、かつジョイスティックユニット１８に備えられた操作ボタン１８０の操作信号を生成する。

【００３７】

リモコンＥＣＵ５１は、船外機制御ネットワーク５６を介して、エンジンＥＣＵ２１に対し、推進力指令を送出する。推進力指令は、シフト位置を指令するためのシフト指令と、エンジン出力（具体的にはエンジン回転速度）を指令するための出力指令とを含む。また、リモコンＥＣＵ５１は、船外機制御ネットワーク５６を介して、ステアリングＥＣＵ２２に対して、転舵角指令を送出する。ステアリングＥＣＵ２２には、転舵機構２６の転舵角を検出する転舵角センサ（図示せず）の検出信号が入力されている。ステアリングＥＣＵ２２は、転舵角センサが検出する実転舵角がリモコンＥＣＵ５１から指令される転舵角指令に一致するように転舵アクチュエータ２５を制御する。転舵角センサが検出する実転舵角は、ステアリングＥＣＵ２２からリモコンＥＣＵ５１へと送られ、さらにリモコンＥＣＵ５１からメインコントローラ５０へと送られる。

【００３８】
リモコンＥＣＵ５１は、メインコントローラ５０の制御モードに応じて異なる制御動作を実行する。たとえば、ステアリングホイール６およびリモコンレバー７による操船のための制御モードでは、リモコンＥＣＵ５１は、エンジンＥＣＵ２１に対して、リモコンユニット１７が生成する操作位置信号に応じた推進力指令（シフト指令および出力指令）を与える。また、リモコンＥＣＵ５１は、ステアリングＥＣＵ２２に対して、ステアリングホイールユニット１６が生成する操作角信号に従うように指令する。一方、ステアリングホイール６およびリモコンレバー７の操作によらない操船のための制御モードでは、リモコンＥＣＵ５１は、メインコントローラ５０の指令に従う。すなわち、リモコンＥＣＵ５１は、メインコントローラ５０が生成する推進力指令（シフト指令および出力指令）ならびに転舵角指令に従って、推進力指令（シフト指令および出力指令）をエンジンＥＣＵ２１に送出し、かつ転舵角指令をステアリングＥＣＵ２２に送出する。たとえば、ジョイスティック８による操船のための制御モード（ジョイスティックモード）では、メインコントローラ５０は、ジョイスティックユニット１８が生成する信号に応じて、推進力指令（シフト指令および出力指令）ならびに転舵角指令を生成する。それらに従って、船外機ＯＭの推進力の大きさおよび方向（前進または後進）ならびに転舵角が制御される。

【００３９】
エンジンＥＣＵ２１は、シフト指令に応じてシフトアクチュエータ２８を駆動してシフト位置を制御し、出力指令に応じてスロットルアクチュエータ２７を駆動してスロットル開度を制御する。ステアリングＥＣＵ２２は、転舵角指令に応じて転舵アクチュエータ２５を制御し、船外機ＯＭの転舵角を制御する。

【００４０】
バウスラスタＢＴのモータコントローラ４３は、船内ネットワーク５５に接続されており、メインコントローラ５０からの指令に応答して電動モータ４２を作動させるように構成されている。モータコントローラ４３は、ゲートウェイ（図示せず）を介して船内ネットワーク５５に接続されていてもよい。メインコントローラ５０は、モータコントローラ４３に対して、推進力指令を与える。推進力指令は、シフト指令（回転方向指令）および出力指令（回転速度指令）を含む。シフト指令は、プロペラ４０を停止、前進回転または後進回転させることを指令する回転方向指令である。出力指令は、発生すべき推進力、具体的には回転速度の目標値の指令である。モータコントローラ４３は、シフト指令（回転方向指令）および出力指令に応じて電動モータ４２の回転方向および回転速度を制御する。

【００４１】
バウスラスタＢＴのための専用の操作子４５は、この例では、モータコントローラ４３に接続されている。使用者は、操作子４５を操作してバウスラスタＢＴの回転方向および回転速度を調節することもできる。

【００４２】
ＧＰＳ受信機５２は、位置検出装置の一例であり、地球を周回する人工衛星からの電波を受信して船舶１の位置を特定し、船舶１の位置を表す位置データと、船舶１の移動速度を表す速度データとを出力する。これらのデータは、メインコントローラ５０によって取得され、船舶１の位置および／または方位の表示や制御のために用いられる。ＧＰＳは、ＧＮＳＳ(Global Navigation Satellite System：衛星測位システム)の一つの具体例である。

【００４３】
方位センサ５３は、船舶１の方位を検出して、方位データを生成する。その方位データはメインコントローラ５０によって利用される。

【００４４】
船内ネットワーク５５には、さらに、ゲージ９が接続されている。ゲージ９は、操船のための各種情報を表示するための表示装置である。ゲージ９は、たとえば、メインコントローラ５０、リモコンＥＣＵ５１、およびモータコントローラ４３と通信可能である。そ

れにより、ゲージ９は、船外機ＯＭの運転状態、バウスラスタＢＴの運転状態、船舶１の位置および／または方位などの情報を表示することができる。ゲージ９には、タッチパネルやボタン等の入力装置１０が備えられていてもよい。使用者が入力装置１０を操作することにより、操作信号が船内ネットワーク５５に送出され、様々な設定や指令が行えるようになっていてもよい。ゲージ９に関連する表示制御信号を伝達するために、船内ネットワーク５５とは別のネットワークが構築されていてもよい。

【００４５】

船内ネットワーク５５には、さらにアプリケーションスイッチパネル６０が接続されている。アプリケーションスイッチパネル６０は、予め定義した機能の実行を指令するための複数のファンクションスイッチ６１を含む。たとえば、ファンクションスイッチ６１は、自動操船を指令するためのスイッチを含んでいてもよい。より具体的には、一つのファンクションスイッチ６１は、前進中に船首方位を維持する自動操舵を行う船首保持モード(Heading Hold)を指令するために割り当てられていてもよい。また、別のファンクションスイッチ６１は、前進中に船首方位を保持し、かつ直進する進路を保持する自動操舵を行う直進保持モード(Course Hold)を指令するために割り当てられていてもよい。さらに別のファンクションスイッチ６１は、指定した複数の通過点を順に通る経路（ルート）に従って航行させる自動操舵を行う通過点追従モード(Track Point)を指令するために割り当てられていてもよい。さらに別のファンクションスイッチ６１は、所定の航走パターン（ジグザグパターン、スパイラルパターンなど）に従って航走させる自動操舵を行うパターン航走モード(Pattern Steer)を指令するために割り当てられていてもよい。

【００４６】

図３は、ジョイスティックユニット１８の構成例を説明するための斜視図である。ジョイスティックユニット１８は、中立位置から前後左右（すなわち、３６０度の全方向）に傾倒操作することができ、かつ中立回動位置から軸まわりに左右に回すねじり操作することができるジョイスティック８を備えている。ジョイスティックユニット１８は、この例では、さらに、複数の操作ボタン１８０を備えている。複数の操作ボタン１８０は、ジョイスティックボタン１８１および保持モード設定ボタン１８２～１８４を含む。

【００４７】

ジョイスティックボタン１８１は、ジョイスティック８を用いる制御モード（操船モード）、すなわち、ジョイスティックモードを選択するときに操船者によって操作される操作子である。

【００４８】

保持モード設定ボタン１８２，１８３，１８４は、位置／方位保持系の制御モード（自動操船モードの一つ）を設定するために使用者によって操作される操作ボタンである。より具体的には、保持モード設定ボタン１８２は、船舶１の位置および船首方位（または船尾方位）を保持する定点保持モード(Stay Point)を設定するために操作される。保持モード設定ボタン１８３は、船舶１の位置を保持し船首方位（または船尾方位）は保持しない位置保持モード(Fish Point)を設定するために操作される。保持モード設定ボタン１８４は、船首方位（または船尾方位）を保持し位置の保持は行わない方位保持モード(Drift Point)を設定するために操作される。

【００４９】

メインコントローラ５０の制御モードは、操作系の観点からは、通常モード、ジョイスティックモードおよび自動操船モードに分類できる。

【００５０】

通常モードは、ステアリングホイールユニット１６が生成する操作角信号に応じて転舵制御を行い、かつリモコンレバー７の操作信号（操作位置信号）に応じて推進力制御を行う制御モードである。この実施形態では、通常モードは、メインコントローラ５０のデフォルト制御モードである。転舵制御とは、具体的には、ステアリングホイールユニット１６が生成する操作角信号またはリモコンＥＣＵ５１が生成する転舵角指令に応じて、ステアリングＥＣＵ２２が転舵アクチュエータ２５を駆動させる制御動作をいう。これにより

、船外機ＯＭのボディが左右に転舵して、船体２に対する推進力の方向が左右に変化する。推進力制御とは、具体的には、リモコンＥＣＵ５１がエンジンＥＣＵ２１に与える推進力指令（シフト指令および出力指令）に応じて、エンジンＥＣＵ２１がシフトアクチュエータ２８およびスロットルアクチュエータ２７を駆動させる制御動作をいう。これにより、船外機ＯＭのシフト位置が前進位置、後進位置またはニュートラル位置に設定され、かつエンジン出力（具体的にはエンジン回転速度）が変化する。

【００５１】

ジョイスティックモードは、ジョイスティックユニット１８のジョイスティック８の操作信号に応じて転舵制御および推進力制御を行う制御モードである。

【００５２】

ジョイスティックモードでは、船外機ＯＭに対する転舵制御および推進力制御が行われる。すなわち、メインコントローラ５０がリモコンＥＣＵ５１に転舵角指令および推進力指令を与え、リモコンＥＣＵ５１がそれらをステアリングＥＣＵ２２およびエンジンＥＣＵ２１に与える。

【００５３】

自動操船モードは、ステアリングホイール６、リモコンレバー７およびジョイスティック８の操作によることなく、メインコントローラ５０等の働きによって、転舵制御および／または推進力制御を自動で行う制御モードである。すなわち、自動操船が行われる。自動操船には、航走時に使用される航走系の自動操船と、位置および方位の一方または両方を維持する位置／方位保持系の自動操船とがある。航走系の自動操船の例は、ファンクションスイッチ６１の操作によって指令される前述の自動操舵である。位置／保持系の自動操船は、保持モード設定ボタン１８２，１８３，１８４の操作によって指令される、定点保持モード、位置保持モードおよび方位保持モードによる操船を含む。

【００５４】

この実施形態では、さらに、ジョイスティックモードおよび自動操船モードにおいて、船外機ＯＭおよびバウスラスタＢＴを連携させて目的とする船体挙動を達成する連携モードと、このような連携を行わない非連携モードとを選択することができる。連携モード／非連携モードを選択するために使用者によって操作される選択操作子は、たとえば、アプリケーションスイッチパネル６０のいずれかのファンクションスイッチ６１に割り当てられてもよい。また、ゲージ９の入力装置１０の操作によって、連携モード／非連携モードの選択ができるようになっていてもよい。連携モードにおいては、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭに対する転舵制御および推進力制御に加えて、バウスラスタＢＴに対する推進力制御を実行する。

【００５５】

図４および図５は、連携モードにおけるジョイスティックモードを説明するための図であり、ジョイスティック８の操作とそれに対応する船体２の挙動とを示す。ジョイスティックモードにおいて、メインコントローラ５０は、船体２に推進力を与えない中立モードと、船体２を回頭させる回頭モードと、船体２を前後に移動させる前後モードとを含む複数のサブモード（制御モード）を有する。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８が中立位置かつ中立回動位置のときに中立モードとなる。中立モードでは、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴの推進力を零とし、船外機ＯＭのシフト位置をニュートラル位置Ｎとし、船外機ＯＭの転舵角を零とする。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８が中立回動位置の状態で中立位置から傾倒操作されると中立モードから前後モードに遷移する。この場合の動作が図４に示されている。また、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８が中立位置の状態で中立回動位置からねじり操作されると中立モードから回頭モードに遷移する。この場合の動作が図５に示されている。

【００５６】

図４を参照すると、メインコントローラ５０は、中立モードのときに、ジョイスティック８が前後方向に操作されると、前後モードに遷移する。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の中立位置８０（図６参照）からの傾倒操作量（以下単に「傾倒操作量

」という。）の前後方向成分が所定の前後不感帯８１（図６参照）外であるときに、ジョイスティック８が前後方向に操作されたと判断する。また、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分が左右不感帯８２（図６参照）外であるときには、ジョイスティック８が左右方向に操作されたと判断する。

【００５７】

メインコントローラ５０は、前後モードにおいて、ジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分に応じた推進力をバウスラスタＢＴから発生させる。また、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分に応じた推進力を船外機ＯＭから発生させる。さらに、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作に応じて、転舵アクチュエータ２５を制御して転舵機構２６を駆動することにより、船外機ＯＭの転舵角を制御する。

【００５８】

より具体的には、ジョイスティック８が中立位置から真っ直ぐ前方に倒されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴの推進力を零とし、船外機ＯＭのシフト位置を前進位置Ｆとし、船外機ＯＭの推進力の大きさをジョイスティック８の操作量に対応させ、船外機ＯＭの転舵角を零とする。その後に、ジョイスティック８に対してねじり操作が行われると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向（回動操作方向）に船体２の回頭が促されるように、船外機ＯＭを転舵させる。すなわち、船外機ＯＭの転舵方向はねじり操作の方向に対応し、船外機ＯＭの転舵量はねじり操作の操作量（回動操作量）に対応する。ねじり操作の操作量とは、中立回動位置からの操作量である（以下同様）。バウスラスタＢＴの推進力は零のままである。よって、操船者は、ジョイスティック８の前方への傾倒量によって船外機ＯＭの推進力を調整しながら、ジョイスティック８のねじり操作によって船外機ＯＭの転舵を調整することができる。

【００５９】

ジョイスティック８が右斜め前に倒されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴから右方向の推進力を発生させ、その大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分に対応させる。また、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を前進位置Ｆとし、船外機ＯＭの推進力の大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分に対応させ、船外機ＯＭの転舵角を零とする。その後に、ジョイスティック８に対してねじり操作が行われると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向に船体２の回頭が促されるように、船外機ＯＭを転舵させる。すなわち、船外機ＯＭの転舵方向はねじり操作の方向に対応し、船外機ＯＭの転舵量はねじり操作の操作量に対応する。バウスラスタＢＴが発生する右方向の推進力は船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与える。そこで、ジョイスティック８に対して左まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置（転舵角零の位置）に対して左側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与えるので、バウスラスタＢＴの推進力による右まわりの回頭モーメントを減じることができる。また、ジョイスティック８に対して右まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置に対して右側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与える。よって、バウスラスタＢＴの推進力による右まわりの回頭モーメントに対して、さらに右まわりの回頭モーメントを加えることができる。こうして、操船者は、ジョイスティック８の傾倒操作によって船体２を右前方に斜め移動させ、かつジョイスティック８のねじり操作によって船体２の回頭を調整できる。たとえば、操船者は、ジョイスティック８を操作しながら、船体２が回頭しないねじり操作位置を見つけることができ、それによって、船体２を右前方に斜め平行移動させることができる。

【００６０】

ジョイスティック８が左斜め前に倒されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴから左方向の推進力を発生させ、その大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分に対応させる。また、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を前進位置Ｆとし、船外機ＯＭの推進力の大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の前

後方向成分に対応させ、船外機ＯＭの転舵角を零とする。その後に、ジョイスティック８に対してねじり操作が行われると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向に船体２の回頭が促されるように、船外機ＯＭを転舵させる。すなわち、船外機ＯＭの転舵方向はねじり操作の方向に対応し、船外機ＯＭの転舵量はねじり操作の操作量に対応する。バウスラスタＢＴが発生する左方向の推進力は船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与える。そこで、ジョイスティック８に対して右まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置に対して右側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与えるので、バウスラスタＢＴの推進力による左まわりの回頭モーメントを減じることができる。また、ジョイスティック８に対して左まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置に対して左側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与える。よって、バウスラスタＢＴの推進力による左まわりの回頭モーメントに対して、さらに左まわりの回頭モーメントを加えることができる。こうして、操船者は、ジョイスティック８の傾倒操作によって船体２を左前方に斜め移動させ、かつジョイスティック８のねじり操作によって船体２の回頭を調整できる。たとえば、操船者は、ジョイスティック８を操作しながら、船体２が回頭しないねじり操作位置を見つけることができ、それによって、船体２を左前方に斜め平行移動させることができる。

【００６１】

ジョイスティック８が中立位置から真っ直ぐ後方に倒されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴの推進力を零とし、船外機ＯＭのシフト位置を後進位置Ｒとし、船外機ＯＭの推進力の大きさをジョイスティック８の操作量に対応させ、船外機ＯＭの転舵角を零とする。その後に、ジョイスティック８に対してねじり操作が行われると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向に船体２の回頭が促されるように、船外機ＯＭを転舵させる。すなわち、船外機ＯＭの転舵方向はねじり操作の方向とは反対であり、船外機ＯＭの転舵量はねじり操作の操作量に対応する。バウスラスタＢＴの推進力は零のままである。これにより、操船者は、ジョイスティック８の後方への傾倒量によって船外機ＯＭの推進力を調整しながら、ジョイスティック８のねじり操作によって船外機ＯＭの転舵を調整することができる。

【００６２】

ジョイスティック８が右斜め後に倒されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴから右方向の推進力を発生させ、その大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分に対応させる。また、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を後進位置Ｒとし、船外機ＯＭの推進力の大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分に対応させ、船外機ＯＭの転舵角を零とする。その後に、ジョイスティック８に対してねじり操作が行われると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向に船体２の回頭が促されるように、船外機ＯＭを転舵させる。すなわち、船外機ＯＭの転舵方向はねじり操作とは反対であり、船外機ＯＭの転舵量はねじり操作の操作量に対応する。バウスラスタＢＴが発生する右方向の推進力は船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与える。そこで、ジョイスティック８に対して左まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置に対して右側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与えるので、バウスラスタＢＴの推進力による右まわりの回頭モーメントを減じることができる。また、ジョイスティック８に対して右まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが左側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与える。よって、バウスラスタＢＴの推進力による右まわりの回頭モーメントに対して、さらに右まわりの回頭モーメントを加えることができる。こうして、操船者は、ジョイスティック８の傾倒操作によって船体２を右後方に斜め移動させ、かつジョイスティック８のねじり操作によって船体２の回頭を調整できる。たとえば、操船者は、ジョイスティック８を操作しながら、船体２が回頭しないねじり操作位置を見つけることができ、それによって、船体２を右後方に斜め平行移動させることができる。

【００６３】

ジョイスティック８が左斜め後に倒されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴから左方向の推進力を発生させ、その大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分に対応させる。また、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を後進位置Ｒとし、船外機ＯＭの推進力の大きさをジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分に対応させ、船外機ＯＭの転舵角を零とする。その後に、ジョイスティック８に対してねじり操作が行われると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向に船体２の回頭が促されるように、船外機ＯＭを転舵させる。すなわち、船外機ＯＭの転舵方向はねじり操作の方向とは反対であり、船外機ＯＭの転舵量はねじり操作の操作量に対応する。バウスラスタＢＴが発生する左方向の推進力は船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与える。そこで、ジョイスティック８に対して右まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置に対して左側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与えるので、バウスラスタＢＴの推進力による左まわりの回頭モーメントを減じることができる。また、ジョイスティック８に対して左まわり方向のねじり操作を行うと、船外機ＯＭが中立位置に対して右側に転舵し、船外機ＯＭの推進力は船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与える。よって、バウスラスタＢＴの推進力による左まわりの回頭モーメントに対して、さらに左まわりの回頭モーメントを加えることができる。こうして、操船者は、ジョイスティック８の傾倒操作によって船体２を左後方に斜め移動させ、かつジョイスティック８のねじり操作によって船体２の回頭を調整できる。たとえば、操船者は、ジョイスティック８を操作しながら、船体２が回頭しないねじり操作位置を見つけることができ、それによって、船体２を左後方に斜め平行移動させることができる。

【００６４】

なお、前後モード中は、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分が前後不感帯８１（図６参照）内となっても、その左右方向成分が左右不感帯８２（図６参照）外のときには、前後モードが維持される。この特徴については、煩雑さを避けるために図４では図示を省略する。

【００６５】

ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分が前後不感帯８１（図６参照）内のときには、その傾倒操作量の左右方向成分が左右不感帯８２（図６参照）外であっても、メインコントローラ５０は、中立モードを維持し、バウスラスタＢＴおよび船外機ＯＭの推進力を零に制御する。すなわち、バウスラスタＢＴは駆動されず、船外機ＯＭのシフト位置はニュートラル位置Ｎとされる。

【００６６】

メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分が前後不感帯８１（図６参照）内であり、かつ左右方向成分が左右不感帯８２（図６参照）内のとき、ジョイスティック８が中立位置にあると判断する。そして、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の回動操作量が所定の回動不感帯内であるとき、ジョイスティック８が中立回動位置にあると判断する。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８が中立位置および中立回動位置にあるとき、中立モードとなる。そして、メインコントローラ５０は、中立モードにおいて、ジョイスティック８が中立位置から左右方向に左右不感帯８２（図６参照）を超えて傾倒操作されても、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分が前後不感帯８１（図６参照）内であるとき、中立モードを維持する。

【００６７】

次に、図５を参照すると、メインコントローラ５０は、中立モードのときに、ジョイスティック８が回動操作されると、回頭モードに遷移する。

【００６８】

メインコントローラ５０は、回頭モードにおいて、ジョイスティック８のねじり操作に応じた推進力をバウスラスタＢＴから発生させる。また、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作に応じて船外機ＯＭを転舵させ、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分に応じた推進力を船外機ＯＭから発生させる。

【００６９】
より具体的には、ジョイスティック８が中立回動位置からねじり操作されると、メインコントローラ５０は、そのねじり操作の方向に船体２の回頭が促されるように、バウスラスタＢＴを駆動する。すなわち、ジョイスティック８が中立回動位置から右方向にねじり操作されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴから右方向の推進力を発生させ、その大きさをジョイスティック８の中立回動位置からの回動操作量に対応させる。これにより、船体２には、右まわり方向の回頭モーメントが与えられる。また、ジョイスティック８が中立回動位置から左方向にねじり操作されると、メインコントローラ５０は、バウスラスタＢＴから左方向の推進力を発生させ、その大きさをジョイスティック８の中立回動位置からの回動操作量に対応させる。これにより、船体２には、左まわり方向の回頭モーメントが与えられる。ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分が前後不感帯８１（図６参照）内であるかぎり、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置をニュートラル位置Ｎとし、船外機ＯＭから推進力を発生させない。こうして、バウスラスタＢＴの推進力のみを利用してその場回頭を行うことができる。ただし、メインコントローラ５０は、回頭モードにおいても、ジョイスティック８のねじり操作に応じて船外機ＯＭの転舵角を制御してもよい。この転舵角の制御の内容は、前後モードにおいて、ジョイスティック８が前方に傾倒操作されるときと同様であってもよい。

【００７０】
ジョイスティック８が中立位置から右に回動されている状態で、ジョイスティック８がさらに真っ直ぐ前方に傾倒操作されると、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を前進位置Ｆとし、かつ傾倒操作量の前後方向成分に対応する大きさの推進力を船外機ＯＭから発生させる。このとき、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作に対応する方向、すなわち、中立位置に対して右側に船外機ＯＭを転舵させる。転舵量は、中立回動位置からの回動操作量に対応する。これにより、船外機ＯＭの推進力は、バウスラスタＢＴの推進力と同じく、船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与える。

【００７１】
一方、ジョイスティック８が中立回動位置から右に回動されている状態で、ジョイスティック８がさらに真っ直ぐ後方に傾倒操作されると、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を後進位置Ｒとし、かつ傾倒操作量の前後方向成分に対応する大きさの推進力を船外機ＯＭから発生させる。このとき、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作とは反対方向、すなわち、中立位置に対して左側に船外機ＯＭを転舵させる。転舵量は、中立回動位置からの回動操作量に対応する。これにより、船外機ＯＭの推進力は、バウスラスタＢＴの推進力と同じく、船体２に対して右まわりの回頭モーメントを与える。

【００７２】
ジョイスティック８が中立位置から左に回動されている状態で、ジョイスティック８がさらに真っ直ぐ前方に傾倒操作されると、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を前進位置Ｆとし、かつ傾倒操作量の前後方向成分に対応する大きさの推進力を船外機ＯＭから発生させる。このとき、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作に対応する方向、すなわち、中立位置に対して左側に船外機ＯＭを転舵させる。転舵量は、中立回動位置からの回動操作量に対応する。これにより、船外機ＯＭの推進力は、バウスラスタＢＴの推進力と同じく、船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与える。

【００７３】
一方、ジョイスティック８が中立位置から左に回動されている状態で、ジョイスティック８がさらに真っ直ぐ後方に傾倒操作されると、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭのシフト位置を後進位置Ｒとし、かつ傾倒操作量の前後方向成分に対応する大きさの推進力を船外機ＯＭから発生させる。このとき、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作とは反対方向、すなわち、中立位置に対して右側に船外機ＯＭを転舵さ

せる。転舵量は、中立回動位置からの回動操作量に対応する。これにより、船外機ＯＭの推進力は、バウスラスタＢＴの推進力と同じく、船体２に対して左まわりの回頭モーメントを与える。

【００７４】

メインコントローラ５０は、回頭モードにおいて、ジョイスティック８が斜め方向、すなわち、右前方、右後方、左前方または左後方に傾倒操作されると、前後モードに遷移する。回頭モードにおいても、前後モードと同様に、ジョイスティック８のねじり操作に応じて船外機ＯＭの転舵制御が行われるので、回頭モードから前後モードへの遷移が生じても、操船フィーリングの連続性は損なわれない。

【００７５】

図７は、船舶推進システム１００の方位保持制御に関する特徴を説明するための図であり、ジョイスティック８の操作およびそれに対応する船体２の挙動の一例を示す。

【００７６】

ジョイスティックユニット１８は、ジョイスティック８の傾倒方向によって船体２の進行方向を指令する進行方向指令を発生する進行方向指令器の一例である。また、ジョイスティックユニット１８は、ジョイスティック８の傾倒操作量に応じた推進力指令を発生する推進力指令器の一例である。加えて、ジョイスティックユニット１８は、ジョイスティック８の回動操作（ねじり操作）に応じて船体２の回頭を指令する回頭指令を発生する回動操作部の一例である。

【００７７】

この実施形態では、メインコントローラ５０は、ジョイスティックユニット１８から船体２の前後方向に平行な進行方向を指令する前後方向指令が与えられると、バウスラスタＢＴを制御して、船体２の方位を保持する方位保持制御を実行する。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分が前後不感帯８１（図６参照）外であり、かつジョイスティック８の傾倒操作量の左右方向成分が左右不感帯８２（図６参照）内であるときに、ジョイスティックユニット１８の出力を前後方向指令と解釈する。すなわち、ジョイスティック８を真っ直ぐ前方または真っ直ぐ後方に傾倒操作することにより、メインコントローラ５０に前後方向指令を与えることができる。

【００７８】

メインコントローラ５０は、ジョイスティックユニット１８から回頭指令が入力されているときには方位保持制御を実行しない。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の中立回動位置からの回動操作量が回動不感帯内であるときには回頭指令がないと判断し、ジョイスティック８の中立回動位置からの回動操作量が回動不感帯外のときは回頭指令が入力されていると判断する。したがって、ジョイスティック８に対して、ねじり操作を加えることなく真っ直ぐ前方または真っ直ぐ後方に傾倒操作を行うことにより、方位保持制御が有効になる。

【００７９】

図７を参照して具体例を説明すると、ジョイスティック８に対してねじり操作を加えることなく真っ直ぐ前方への傾倒操作を行うと（参照符号Ａ１）、メインコントローラ５０に真っ直ぐ前進を指令する前後方向指令が与えられる。それに応じて、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭに対して真っ直ぐ前進するための推進力指令および転舵角指令を与える。それにより、船外機ＯＭのシフト位置は前進位置Ｆに制御され、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分に応じてエンジン２３の出力（エンジン回転速度）が制御され、船外機ＯＭの転舵角は零（中立位置）に制御される。

【００８０】

さらに、メインコントローラ５０は、前後方向指令が与えられたときの方位センサ５３の出力を取得して目標方位に設定し、その目標方位に船体方位を保持する方位保持制御を行う（参照符号Ａ２）。すなわち、メインコントローラ５０は、方位センサ５３がその後に検出する船体方位の目標方位に対する誤差（方位偏差）を打ち消すようにバウスラスタＢＴに対して推進力指令を与える。これにより、バウスラスタＢＴの推進力を利用して船

体方位を保持しながら、船体２を直進させることができる。つまり、外乱７０により船体方位のずれが生じても、それを打ち消すための操船者の操作を要することなく、その方位ずれが自動的に解消される。

【００８１】

その後、操船者が、ジョイスティック８を前方に傾倒操作したまま、船体２を旋回させるためにジョイスティック８にねじり操作を加えると（参照符号Ａ３）、メインコントローラ５０は船体２を旋回させるための制御を実行する。すなわち、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の回動操作によって与えられる回頭指令に基づいて、船外機ＯＭに対して転舵角指令を与える。それにより、船外機ＯＭが転舵されて、船体２に回頭モーメントが与えられ、船体２は旋回しながら前進する（参照符号Ａ４）。ジョイスティック８にねじり操作が加えられたことにより、回頭指令がメインコントローラ５０に入力されるので、メインコントローラ５０は、方位保持制御を停止する。

【００８２】

船体２の旋回を終えるために、操船者は、ジョイスティック８のねじり操作をやめる（参照符号Ａ５）。それにより、ジョイスティック８の回動操作量が回動不感帯内になると、回頭指令の入力がなくなるので、メインコントローラ５０は、方位保持制御を開始する（参照符号Ａ６）。したがって、その後は、旋回後の船体方位を目標位置として、バウスラスタＢＴの推進力を利用した方位保持制御が行われる。

【００８３】

操船者がジョイスティック８の傾倒操作を止めると、ジョイスティック８は中立位置に戻る。つまり、ジョイスティック８の傾倒操作量の前後方向成分は前後不感帯８１（図６参照）内となり、メインコントローラ５０への前後方向指令の入力がなくなる（参照符号Ａ７）。それに応じて、メインコントローラ５０は、船外機ＯＭの推進力出力を停止するための推進力指令を発生する。それに応じて、船外機ＯＭのシフト位置はニュートラル位置Ｎに制御され、船外機ＯＭは推進力を出力しなくなる。このとき、船体２は、惰性によってそれまでの進行方向へと進む。

【００８４】

メインコントローラ５０は、前後方向指令の入力がなくなっても、一定時間（たとえば１０秒間）は、方位保持制御を継続し（参照符号Ａ８）、その一定時間の後に方位保持制御を停止する。それにより、船体２が惰性で進んでいる間も船体方位が保持されるので、操船者は方位修正のための操作を行わなくてもよい。

【００８５】

メインコントローラ５０は、前後方向指令がなくなると上記の一定時間の計時を開始するが、その計時を終える前に再び前後方向指令が与えられると（参照符号Ａ９）、その計時を破棄する。それにより、方位保持制御が再開されるので、方位保持制御の継続時間が実質的に延長される（参照符号Ａ１０）。上記の一定時間の計時が終了する前に方位保持制御を再開するときには、従前の目標方位をそのまま用いてもよい。また、方位保持制御を再開するときの方位センサ５３の出力信号に基づいて目標方位を新たに設定してもよい。この場合でも、それまでに行われている方位保持制御のために、従前の目標方位とほぼ同じ目標方位が設定されることになる。

【００８６】

図８Ａおよび図８Ｂは、前後方向指令に応答してメインコントローラ５０が実行する処理の一例を説明するためのフローチャートである。メインコントローラ５０は、前提条件として、連携モードであること、方位センサ５３のエラーが発報中でないこと、前後方向移動時に方位保持制御を実行する機能を有効とする設定（たとえば、ゲージ９の入力装置１０からの操作による設定）がされていること、のうちの一つ以上（好ましくは全部）を判断する（ステップＳ１）。この前提条件が不充足なら（ステップＳ１：ＮＯ）、処理を終える。前提条件が充足されているとき（ステップＳ１：ＹＥＳ）、前後方向指令が入力されると（ステップＳ２：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、前後モードとなり（ステップＳ３）、回頭指令の入力があるかどうか（ステップＳ７）、および船体２のヨーレ

ートが一定時間以上所定の閾値以下かどうか（ステップＳ８）を判断する。メインコントローラ５０は、ジョイスティック８のねじり操作量が回動不感帯内であれば回頭指令が入力されていないと判断し、そのねじり操作量が回動不感帯外であれば回頭指令が入力されていると判断する。船体２のヨーレートは、たとえば、方位センサ５３が検出する方位を時間微分して求めることができる。

【００８７】

前後モードにおいて、回頭指令の入力がなく（ステップＳ７：ＮＯ）、かつヨーレートが一定時間以上所定の閾値以下（ステップＳ８：ＹＥＳ）であれば、メインコントローラ５０は、方位保持制御開始のためのトリガー条件が充足されたと判断する。メインコントローラ５０は、トリガー条件が充足されると、そのときに方位センサ５３が出力する船体方位を目標方位に設定して（ステップＳ９）、方位保持制御のためにバウスラスタＢＴを制御する（ステップＳ１０）。

【００８８】

前後方向指令がなくなると（ステップＳ２：ＮＯ）、メインコントローラ５０は、中立モードとなる（ステップＳ１３）。このとき、方位保持制御を実行中であると（ステップＳ１４：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、前述の一定時間（たとえば１０秒）を計時するためのタイマが計時中であるかを調べ（ステップＳ１８）、計時中でなければ、タイマをスタートさせる（ステップＳ１９）。タイマが計時中であれば（ステップＳ１８：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、タイマが上記の一定時間の計時を終えたかどうかを調べる（ステップＳ２０）。タイマをスタートさせたとき（ステップＳ１９）、およびタイマが一定時間の計時前のとき（ステップＳ２０：ＮＯ）は、ステップＳ１０からの処理を行う。これらの場合、メインコントローラ５０は、方位保持制御継続のための継続条件が充足されたと判断し、従前の目標方位のままで、方位保持制御を継続する（ステップＳ１０）。

【００８９】

前後方向の指令がなくなって中立モードに遷移してから一定時間が経過すると（ステップＳ２０：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、方位保持制御を解除するための解除条件が充足されたと判断し、方位保持制御を停止する（ステップＳ２１）。

【００９０】

タイマが一定時間の計時を継続しており、したがって、前後方向指令の入力がなくなった後の方位保持制御が継続しているときに、再び、前後方向指令が入力されると（ステップＳ２：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、中立モードを抜けて前後モードとなる（ステップＳ３）。このとき、タイマが計時中であるので（ステップＳ４：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、タイマの計時を停止してリセットすることにより、計時を破棄する（ステップＳ５）。メインコントローラ５０は、以後、再び中立モードに遷移するまではタイマの加算を行わない。この場合、従前の目標方位のままで（ステップＳ６：ＹＥＳ）、方位保持制御が継続される（ステップＳ１０）。このとき、前述のとおり、新たな目標方位を設定して、その新たな目標方位に基づく方位保持制御を開始してもよい。なお、タイマのリセットは、タイマスタート（ステップＳ１９）の直前に行ってもよい。

【００９１】

メインコントローラ５０は、回頭指令が入力されている（ステップＳ７：ＹＥＳ）か、またはヨーレートが一定時間以上所定の閾値を超えているときは（ステップＳ８：ＮＯ）、方位保持制御を開始しない。また、方位保持制御中（ステップＳ６，Ｓ１４：ＹＥＳ）に、ヨーレートが一定時間以上所定の閾値を超える状態になると（ステップＳ１１，Ｓ１６：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、解除条件が充足されたと判断して、方位保持制御を停止する（ステップＳ２１）。また、方位保持制御中に（ステップＳ６，Ｓ１４：ＹＥＳ）、方位偏差が一定時間以上にわたって閾値以上となる場合（ステップＳ１２，Ｓ１７：ＹＥＳ）にも、メインコントローラ５０は、解除条件が充足されたと判断して、方位保持制御を停止する（ステップＳ２１）。

【００９２】

また、メインコントローラ５０は、ジョイスティック８の操作によって船体２の前後方向と平行でない進行方向が指令されているときには（ステップＳ２：ＮＯ、ステップＳ１４：ＮＯ）、方位保持制御を開始しない。また、方位保持制御中に（ステップＳ１４：ＹＥＳ）、ジョイスティック８の操作によって船体２の前後方向とは平行でない進行方向が指令されると（ステップＳ１５：ＹＥＳ）、メインコントローラ５０は、解除条件が充足されたと判断して、方位保持制御を停止する（ステップＳ２１）。

【００９３】

以上のように、この実施形態によれば、ジョイスティック８の操作によって前後方向指令がメインコントローラ５０に与えられると、バウスラスタＢＴの左右方向の推進力を利用した方位保持制御が実行される。これにより、外乱等による船首方位の変動に抗するための操船者の操作を軽減できる。この方位保持制御は、ジョイスティック８が中立位置となって前後方向指令がなくなっても継続される。そのため、船体２が惰性で前方または後方に進んでいる間も船体２の方位が保持されるので、船首方位の意図しない変動を修正するための操船者の操作は引き続き軽減される。その一方で、方位保持制御の継続は一定時間に限られ、その後は方位保持制御が停止されるので、バウスラスタＢＴが必要以上の長時間に亘って駆動され続けることを回避できる。こうして、バウスラスタＢＴを効率的に作動させて適切な方位保持動作を実現できる船舶推進システム１００を提供できる。バウスラスタＢＴの効率的な作動により、バウスラスタＢＴに給電するバッテリの消耗を抑制できる。また、バウスラスタＢＴの動力源である電動モータ４２の発熱を抑制できる。

【００９４】

また、この実施形態では、メインコントローラ５０は、一定時間の方位保持制御の継続中にジョイスティック８の操作によって前後方向指令が再び与えられると、一定時間の計時を破棄して、方位保持制御を引き続き実行する。それにより、ジョイスティック８が中立位置となって前後方向指令がなくなった後の方位保持制御の継続中に再びジョイスティック８が操作されて前後方向指令が与えられると、方位保持制御が再開される。したがって、ジョイスティック８の操作によって、方位保持制御の継続を実質的に延長することができる。それにより、操船者の意図に従ってバウスラスタＢＴを効率的に作動させて適切に方位保持動作を行うことができる。

【００９５】

また、この実施形態では、ジョイスティック８のねじり操作によってジョイスティック８ユニット１８から回頭指令が入力されているときには、メインコントローラ５０は、方位保持制御を開始しない。また、メインコントローラ５０は、方位保持制御中に回頭指令が入力されると方位保持制御を停止する。したがって、方位保持制御が回頭指令に干渉することを回避できるので、ジョイスティック８のねじり操作によって旋回やその場回頭などの操船を行うことができる。

【００９６】

また、この実施形態では、ジョイスティック８の操作によって船体２の前後方向と平行でない進行方向が指令されているときには、メインコントローラ５０は、方位保持制御を開始しない。また、メインコントローラ５０は、方位保持制御中にジョイスティック８の操作によって船体２の前後方向とは平行でない進行方向が指令されると、継続中の方位保持制御を停止する。それにより、方位保持制御が船体２の移動（とくに旋回を伴う移動）に干渉することを回避できる。

【００９７】

図９は、この発明の他の実施形態に係る船舶推進システムの構成を説明するための図である。前述の実施形態では、単一の推進機（単一の船外機ＯＭ）が船尾に備えられる構成を示したが、船体２の船尾に備えられる複数の推進機が同じ舵角で転舵される構成に対して前述の実施形態が応用されてもよい。図９に示す例では、船尾に備えられる複数の船外機ＯＭのステアリングレバー９０がリンク９１によって機械的に結合されており、一つの転舵装置によって複数（この例では２機）の船外機ＯＭが同期して、すなわち同じ舵角で転舵する。この例では、転舵装置は、転舵アクチュエータ２５と、それによって駆動され

る転舵機構２６とを含む。

【００９８】

同じ舵角で転舵されるように構成された複数の推進機は、同じ方向の推進力を船体２に作用させ、同時に複数方向の推進力を船体２にさせることができない点において、単一の推進機と同等である。このように、同時に複数方向の推進力を船体２に作用させることができない推進機が船尾に備えられ、船首にバウスラスタＢＴが備えられる構成の船舶推進システムに前述の実施形態を応用できる。

【００９９】

以上、この発明の実施形態について説明してきたが、この発明は、さらに他の形態で実施することもできる。

【０１００】

たとえば、前述の実施形態では、バウスラスタＢＴは、転舵不能に船体２に固定されているが、トローリングモータのような転舵可能な推進装置をバウスラスタＢＴとして用いることもでき、その場合にも前述の実施形態を応用できる。

【０１０１】

また、前述の実施形態では、単一の推進機が船体に備えられる例と、同じ舵角で転舵される複数の推進機が船体に備えられる例とを示したが、上記の実施形態は、異なる舵角で転舵可能な複数の推進機が船体に備えられる船舶推進システムに応用されてもよい。

【０１０２】

また、前述の実施形態では、推進機の一例として船外機について説明したが、推進機の形態は、船内機、船内外機、ウォータージェット推進機等の他の形態であってもよい。また、推進機は船尾以外の適切な位置で船体に装備されてもよい。

【０１０３】

また、前述の実施形態では、ジョイスティックユニット１８が回動操作部を兼ねる構成を示したが、ジョイスティックユニットとは別の回動操作部が設けられてもよい。また、ジョイスティックユニット以外の進行方向指令器が用いられてもよい。

【０１０４】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【符号の説明】

【０１０５】

１：船舶、２：船体、３：船尾、８：ジョイスティック、１８：ジョイスティックユニット、２５：転舵アクチュエータ、２６：転舵機構、５０：メインコントローラ、１００：船舶推進システム、ＢＴ：バウスラスタ、ＯＭ：船外機

【図面】

【図１】

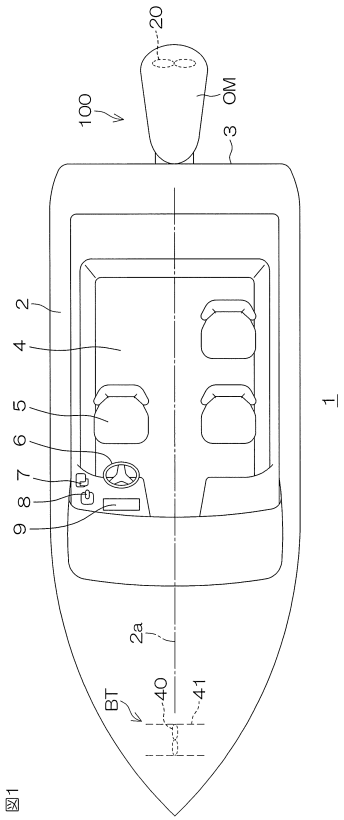


図1

【図２】

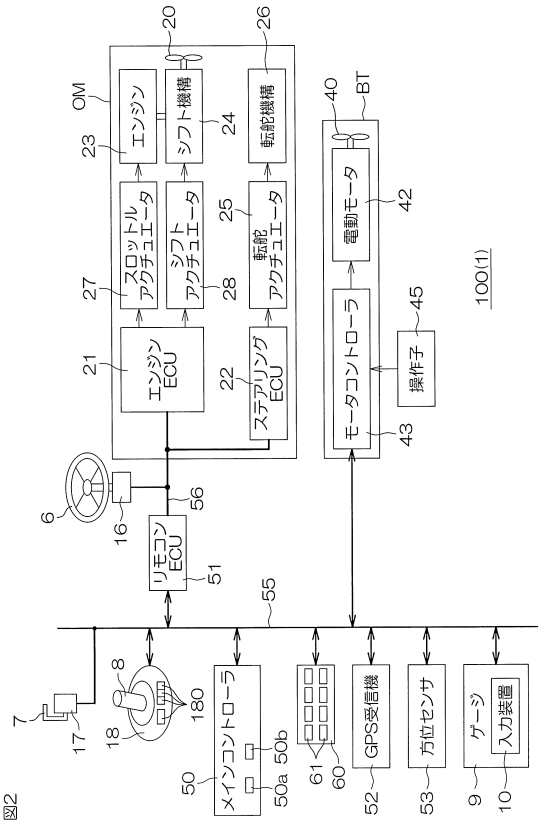


図2

【図３】

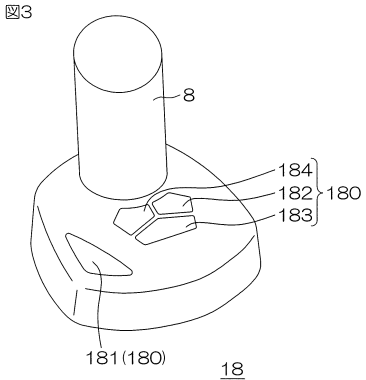


図3

【図４】

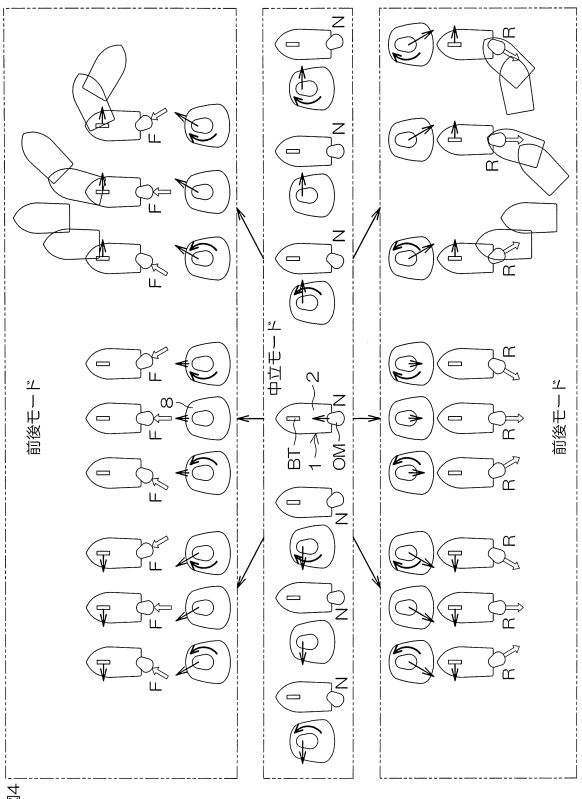


図4

【図５】

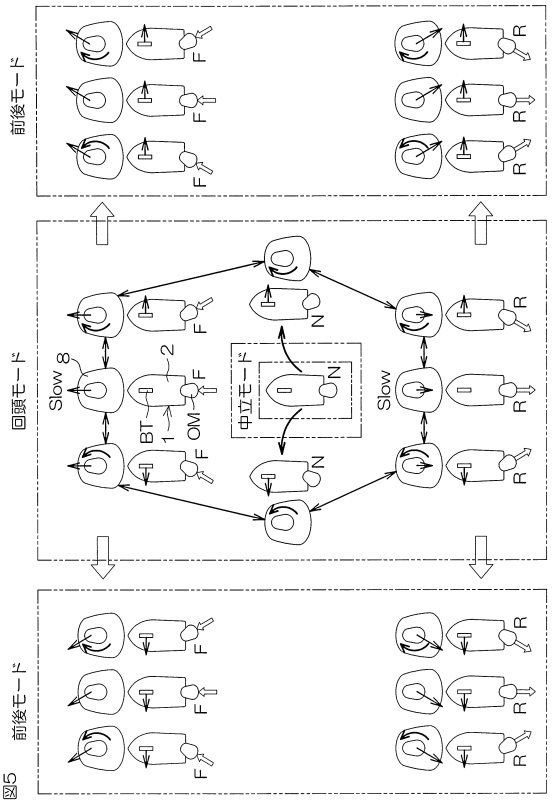
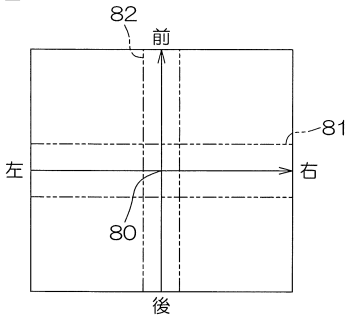


図5

【図６】

図6



【図７】

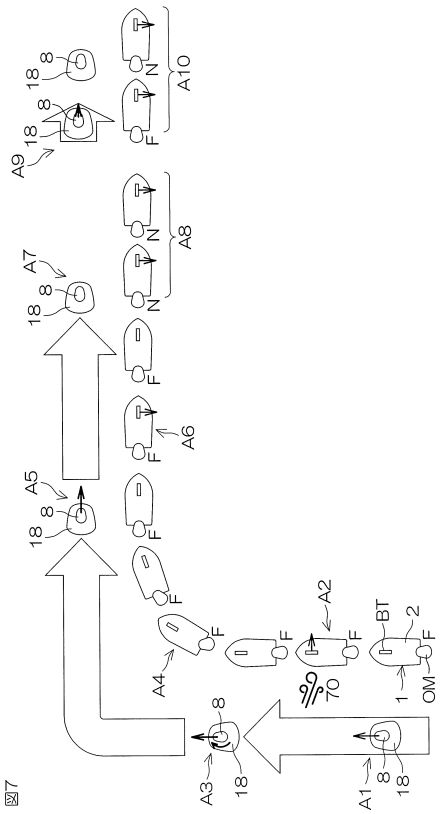
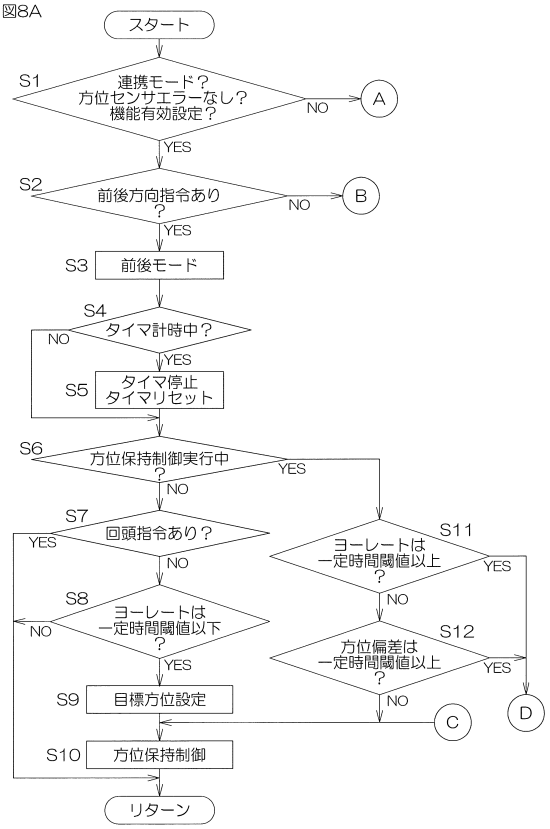


図7

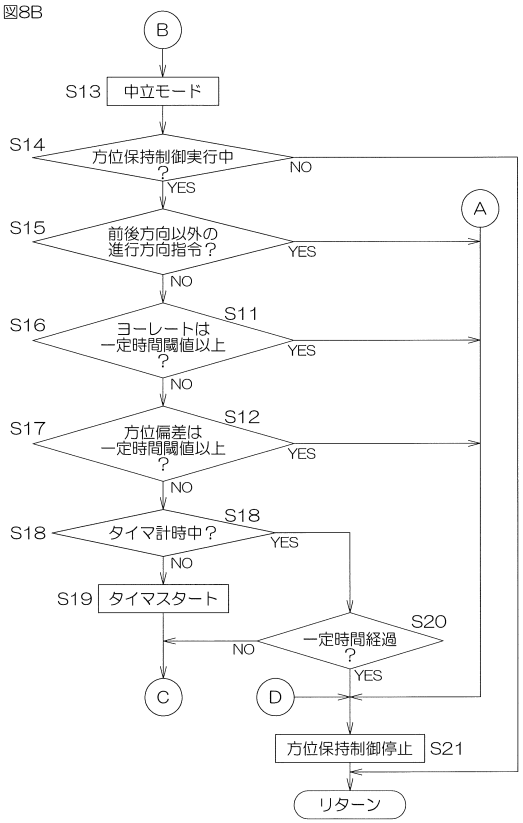
【図８Ａ】

図8A



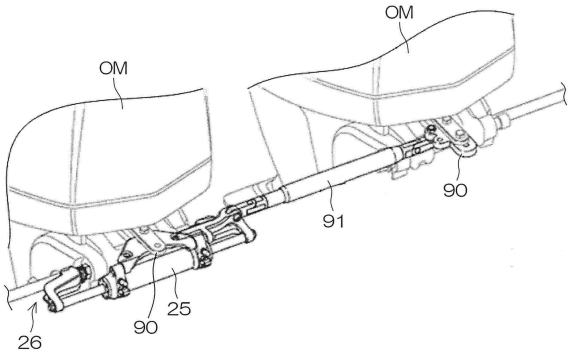
【図８Ｂ】

図8B


B
S13
中立モード
S14
方位保持制御実行中？
NO
YES
A
S15
前後方向以外の進行方向指令？
YES
NO
S16
S11
ヨーレートは一定時間閾値以上？
YES
NO
S17
S12
方位偏差は一定時間閾値以上？
YES
NO
S18
S18
タイマ計時中？
YES
NO
S19
タイマスタート
S20
一定時間経過？
NO
YES
C
D
方位保持制御停止
S21
リターン

【図９】

図9


OM
OM
90
91
25
90
26