

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-105403

(P2017-105403A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.  
B63H 25/42 (2006.01)

F I  
B63H 25/42

テーマコード(参考)

G

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-242464 (P2015-242464)  
(22) 出願日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(71) 出願人 000006781  
ヤンマー株式会社  
大阪府大阪市北区茶屋町1番32号  
(74) 代理人 110002217  
特許業務法人矢野内外国特許事務所  
(72) 発明者 田村 学司  
大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン  
マー株式会社内  
(72) 発明者 苛原 大賢  
大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン  
マー株式会社内  
(72) 発明者 林 晃良  
大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン  
マー株式会社内

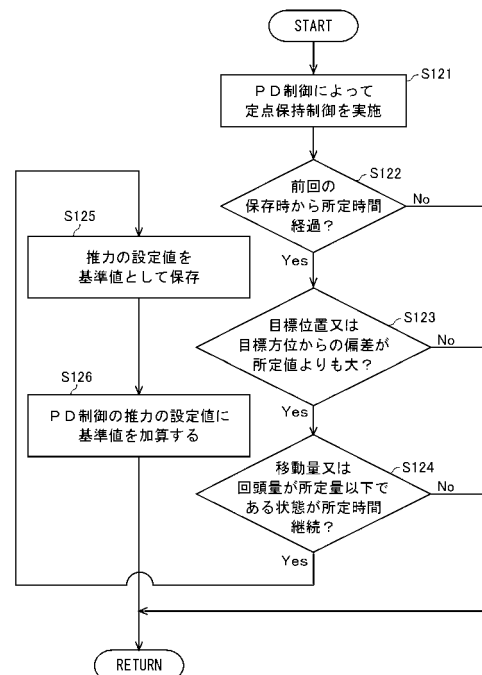
(54) 【発明の名称】 操船装置

(57) 【要約】

【課題】 効率的且つ精度よく定点保持制御を実施できる操船装置を提供する。

【解決手段】 定点保持制御を実施可能な船舶100の操船装置7において、定点保持制御を実施する間に、目標位置からの距離偏差が所定値よりも大きい場合、且つ、単位時間当たりの船舶の移動量が所定量以下である状態が所定時間継続している場合、或いは、目標方位からの方位偏差が所定値よりも大きい場合、且つ、単位時間当たりの船舶の回頭量が所定量以下である状態が所定時間継続している場合に、これらの判定時点における定点保持制御の推力の設定値を基準値として保存し、入力される定点保持制御の推力の設定値に基準値を加算する。

【選択図】 図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

動力源と、推進装置と、船舶の位置を算出する位置算出装置と、船舶の方位を算出する方位算出装置とを備え、船舶に作用する外力に船舶の推力を釣り合わせる定点保持制御を実施可能な船舶の操船装置において、

定点保持制御を実施する間に、目標位置からの距離偏差が所定値よりも大きい場合、且つ、単位時間当たりの船舶の移動量が所定量以下である状態が所定時間継続している場合、或いは、目標方位からの方位偏差が所定値よりも大きい場合、且つ、単位時間当たりの船舶の回頭量が所定量以下である状態が所定時間継続している場合に、これらの判定時点における定点保持制御の推力の設定値を基準値として保存し、入力される定点保持制御の推力の設定値に前記基準値を加算する、操船装置。

10

**【請求項 2】**

ジョイスティックレバーを更に備え、

前記ジョイスティックレバーが操作されない状態が維持されたままで、船速が所定の船速以下である場合、前記基準値が閾値以下である場合、前記目標位置からの距離偏差が所定距離以下である状態が所定時間継続した場合、又は、前記目標方位からの方位偏差が所定角度以下である状態が所定時間継続した場合に、設定された上限値以下の回転数で前記動力源が作動する定点保持制御を実施する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の操船装置。

20

**【請求項 3】**

前記ジョイスティックレバーが操作されない状態が維持されたままで、船速が所定の船速よりも大きい場合、前記基準値が閾値よりも大きい場合、前記目標位置からの距離偏差が所定距離よりも大きい場合、又は、前記目標方位からの方位偏差が所定角度よりも大きい場合に、前記上限値以下の回転数の制限を解除して定点保持制御を継続する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の操船装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、船舶の位置及び方位をそれぞれ目標位置及び目標方位に保持するように、船舶に作用する外力に船舶の推力を釣り合わせる定点保持制御を実施可能な船舶の操船装置に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

従来より、船舶の位置及び方位をそれぞれ目標位置及び目標方位に保持するための定点保持制御は公知となっている。この制御を実施している間に、風力及び潮力を含む大きな外力が船舶に作用する場合には、目標位置及び目標方位に達するまでに船舶の推力が外力に釣り合うことによって、目標位置から離れた位置で船舶の移動及び回頭が停止するような事態が生じる。

**【0003】**

一方、特許文献 1 に記載された定点保持装置は、位置検出手段と、方位検出手段と、外力として風向及び風速を検出する風信儀とを備えている。また、定点保持装置は、PID 制御器と加算処理手段とを備えている。PID 制御器は、検出位置及び検出方位と、設定位置及び設定方位との偏差がゼロになるように船舶に加える制御力及びモーメントを導出する。加算処理手段は、検出された風向及び風速から推定した風圧力成分を、導出された制御力及びモーメントに加算処理する。そして、定点保持装置は、加算処理手段の出力からバウスタスタ、可変ピッチプロペラ及び舵の各制御操作量を算出して、バウスタスタ、可変ピッチプロペラ及び舵を制御している。

40

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

50

【特許文献1】特開平1-148696号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の定点保持装置は、PID制御器によるPID制御として単にI項が含まれているとしても、位置が推力の二次遅れであるため、洋上における動作の応答性が低い。つまり、特許文献1に記載の定点保持装置は、ハンチングし易く、効率的且つ精度よく定点保持制御を実施することができない。

【0006】

そこで、本発明は、効率的且つ精度よく定点保持制御を実施できる操船装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

【0008】

請求項1に係る発明は、

動力源と、推進装置と、船舶の位置を算出する位置算出装置と、船舶の方位を算出する方位算出装置とを備え、船舶に作用する外力に船舶の推力を釣り合わせる定点保持制御を実施可能な船舶の操船装置において、

20

定点保持制御を実施する間に、目標位置からの距離偏差が所定値よりも大きい場合、且つ、単位時間当たりの船舶の移動量が所定量以下である状態が所定時間継続している場合、或いは、目標方位からの方位偏差が所定値よりも大きい場合、且つ、単位時間当たりの船舶の回頭量が所定量以下である状態が所定時間継続している場合に、これらの判定時点における定点保持制御の推力の設定値を基準値として保存し、入力される定点保持制御の推力の設定値に前記基準値を加算する、操船装置としたものである。

【0009】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載した操船装置において、

ジョイスティックレバーを更に備え、

前記ジョイスティックレバーが操作されない状態が維持されたままで、船速が所定の船速以下である場合、前記基準値が閾値以下である場合、前記目標位置からの距離偏差が所定距離以下である状態が所定時間継続した場合、又は、前記目標方位からの方位偏差が所定角度以下である状態が所定時間継続した場合に、設定された上限値以下の回転数で前記動力源が作動する定点保持制御を実施する、としたものである。

30

【0010】

請求項3に係る発明は、請求項2に記載した操船装置において、

前記ジョイスティックレバーが操作されない状態が維持されたままで、船速が所定の船速よりも大きい場合、前記基準値が閾値よりも大きい場合、前記目標位置からの距離偏差が所定距離よりも大きい場合、又は、前記目標方位からの方位偏差が所定角度よりも大きい場合に、前記上限値以下の回転数の制限を解除して定点保持制御を継続する、としたものである。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明の効果として、以下に示すような効果を奏する。

【0012】

請求項1に係る発明によれば、外力に釣り合ったときの推力を表す推力の設定値が基準値として保存されることにより、船舶に作用する外力をキャンセルしたうえで、目標位置に近付くための推力の設定値を算出することができる。このような制御により、外力を都度算出等したうえで出力すべき推力の設定値に外力を都度加算する場合に比べて、オーバーシュート及びハンチングを抑制することができるので、効率的且つ精度よく定点保持制

50

御を実施できる。従って、効率的且つ精度よく定点保持制御を実施できる操船装置を提供することができる。

【0013】

請求項2に係る発明によれば、目標位置及び目標方位付近に船舶が位置するとともに外力が作用しない風いだ状況において、船舶に静穏性及び快適性等を付与することができる。

【0014】

請求項3に係る発明によれば、動力源の出力を一旦低減させた場合でも、外力が作用する状況において出力の制限を解除することができるので、風いだ状況における船舶の静穏性及び快適性等と、外力が作用する状況における応答性とを両立できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る操船装置を備えた船舶の全体概要を示す概略図である。

【図2】本発明に係る操船装置を備えた船舶のサイドスラストと前後進プロペラとの配置を示す概略平面図である。

【図3】本発明に係る操船装置のジョイスティックレバーの構成を示す斜視図である。

【図4】本発明に係る操船装置に関する制御システムを示すブロック図である。

【図5】本発明に係る操船装置が実施する定点保持制御の開始条件を示すフローチャートである。

【図6】本発明に係る操船装置が実施する定点保持制御における外力の学習を示すフローチャートである。

20

【図7】本発明に係る操船装置が実施する定点保持制御においてサイレントモードの実施を判定する制御フローを示すフローチャートである。

【図8】本発明に係る操船装置が実施する定点保持制御においてサイレントモードの解除を判定する制御フロー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】

【0016】

まず、図1、図2及び図3を用いて、操船装置7を備える船舶100の全体概要及び構成について説明する。なお、図1の船舶100は、いわゆる二軸推進方式の船舶（シャフト船）を示している。但し、推進軸の数や推進装置の形式はこれに限定されるものではなく、複数の軸を有するものやアウトドライブ方式、又は、ポッド方式のものであってもよい。以下において、船舶100の船首方向を前として前後左右方向を規定する。

30

【0017】

図1と図2とに示すように、船舶100は、動力源としてのエンジン2の動力が、プロペラシャフト4aを介して前後進プロペラ4に伝達されるシャフト船である。船舶100の船体1には、エンジン2、切換クラッチ3、前後進プロペラ4、舵5、サイドスラスト6及びECU16からなる推進装置17と、アクセルレバー8、操舵ハンドル9、ジョイスティックレバー10、サイドスラストコントローラ11、モニタ12、GPS装置13、ヘディングセンサ（方位センサ）14及び操船制御装置15からなる操船装置7とが具備される。なお、船舶100は、左舷と右舷とに推進装置17を有するシャフト船としたがこれに限定されるものではなく、スタンドライブ船等でもよい。

40

【0018】

2つのエンジン2は、左舷と右舷との前後進プロペラ4をそれぞれ回転させるための動力を発生させる。エンジン2は、船体1の左舷後部側と右舷後部側とにそれぞれ配置されている。エンジン2の出力軸には、切換クラッチ3がそれぞれ接続されている。

【0019】

2つの切換クラッチ3は、エンジン2の出力軸から伝達された動力を正回転方向と逆回転方向とに切り換えて出力するものである。切換クラッチ3の入力側には、エンジン2の出力軸が接続されている。切換クラッチ3の出力側には、プロペラシャフト4aがそれぞれ接続されている。つまり、切換クラッチ3は、エンジン2からの動力をプロペラシャフ

50

ト 4 a に伝達するように構成されている。

【 0 0 2 0 】

2つの前後進プロペラ 4 は、前後方向の推力を発生させるものである。前後進プロペラ 4 は、船体 1 の左舷の船底と右舷の船底とを貫通して船外に至るように設けられている 2 本のプロペラシャフト 4 a にそれぞれ接続されている。前後進プロペラ 4 は、プロペラシャフト 4 a を介して伝達されたエンジン 2 の動力によって回転駆動され、その回転軸周りに配置された複数枚のブレードが周囲の水をかくことによって推力を発生させる。

【 0 0 2 1 】

2つの舵 5 は、前後進プロペラ 4 の回転駆動により発生した水流の方向を変更するものである。舵 5 は、船体 1 の左舷の船底後端（船尾側）と右舷の船底後端（船尾側）とであって前後進プロペラ 4 の後方にそれぞれ配置されている。舵 5 は、船体 1 に設けられた回転軸を中心として左右方向に所定の角度範囲で回転可能に構成されている。舵 5 は、操舵ハンドル 9 と連動可能に連結されている。これにより、舵 5 は、操舵ハンドル 9 の操作によってその後端部を船体 1 の右側に向けると、水流により発生した推力によって船舶 1 0 0 の船尾が左側に推され、船首側が右側を向くように構成されている。同様に舵 5 は、操舵ハンドル 9 の操作によってその後端部を船舶 1 0 0 の左側に向けると、水流により発生した推力によって船舶 1 0 0 の船尾が右側に推され、船首側が左側を向くように構成されている。

【 0 0 2 2 】

サイドスラスト 6 は、左右方向の推力を発生させるものである。サイドスラスト 6 は、船体 1 の船首側であって左右方向中央に設けられている。サイドスラスト 6 は、プロペラ 6 a とモータ 6 b とを具備している。モータ 6 b は、サイドスラストコントローラ 1 1 1 に接続され、任意の回転数で回転可能に構成されている。サイドスラスト 6 は、プロペラ 6 a によって発生する推力が船体 1 の左右方向を向くように構成されている。サイドスラスト 6 は、サイドスラストコントローラ 1 1 からの信号に基づいてモータ 6 b を駆動することによりプロペラ 6 a が回転され、左右方向に任意の大きさの推力を発生させる。

【 0 0 2 3 】

操船装置 7 を構成するアクセルレバー 8 は、左舷の前後進プロペラ 4 の回転数、右舷の前後進プロペラ 4 の回転数及びそれらの回転方向についての信号を生成するものである。アクセルレバー 8 は、左舷の前後進プロペラ 4 に対応したレバーと右舷の前後進プロペラ 4 に対応したレバーとから構成されている。つまり、アクセルレバー 8 は、左舷の前後進プロペラ 4 と右舷の前後進プロペラ 4 とについての信号をそれぞれ独立して生成するように構成されている。アクセルレバー 8 は、船舶 1 0 0 の前後方向に任意の角度で傾斜するように構成されている。アクセルレバー 8 は、操作方向及び操作量に応じて各エンジン 2 の回転数と対応する切換クラッチ 3 の切り換え状態についての信号をそれぞれ独立して生成するように構成されている。アクセルレバー 2 は、前方に傾斜するように操作されると船舶 1 0 0 が前進する推力を発生させるように前後進プロペラ 4 の信号を生成し、後方に傾斜するように操作されると船舶 1 0 0 が後進する推力を発生させるように前後進プロペラ 4 の信号を生成する。

【 0 0 2 4 】

操船装置 7 を構成する操舵ハンドル 9 は、舵 5 の回転角度を変更するものである。操舵ハンドル 9 は、左舷と右舷との舵 5 にワイヤーリンク機構又は油圧回路を介して連動連結されている。操舵ハンドル 9 は、右方向に回転操作されると舵 5 の後端部が右側に向かうように回転する。これにより、船舶 1 0 0 は、前後進プロペラ 4 により発生した水流が右側に向かうことで船尾が左側に推され、船首側が右側を向くように構成されている。同様にして、操舵ハンドル 9 は、左方向に回転操作されると舵 5 の後端部が左側に向かうように回転する。これにより、船舶 1 0 0 は、前後進プロペラ 4 により発生した水流が左側に向かうことで船尾が右側に推され、船首側が左側を向くように構成されている。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

図1と図3とに示すように、操船装置7を構成するジョイスティックレバー10は、船舶100を任意の方向に移動させるための信号を生成するものである。ジョイスティックレバー10は、任意の方向に任意の角度で傾斜できるように構成されている。また、ジョイスティックレバー10は、レバー軸周りに任意の角度に回転操作できるように構成されている。ジョイスティックレバー10は、操作態様及び操作量に応じてエンジン2の回転数と切換クラッチ3の切り換え状態とについての信号、及び、サイドスラスト6の回転数と回転方向とについての信号を生成するように構成されている。具体的には、ジョイスティックレバー10は、任意の方向に傾斜するように操作されると操作量に応じた推力で船舶100を操作方向に移動させるための両舷の前後進プロペラ4とサイドスラスト6との信号を生成する。また、ジョイスティックレバー10は、レバー軸周りに回転するように操作されると操作量に応じた推力で船舶100を任意の方向に回転させるための両舷の前後進プロペラ4とサイドスラスト6との信号を生成する。

10

**【0026】**

ジョイスティックレバー10は、定点保持制御の開始を指示するポジショニングスイッチ10aと、船舶100の横移動、斜め移動、及び、回頭移動用のキャリブレーションスイッチ10bと、各種設定を変更する変更スイッチ10cとを具備している。

**【0027】**

定点保持制御とは、船舶100を所望の座標位置に且つ船首が所望の方位に向くように移動させ、更に、その位置を保持することをいう。

**【0028】**

操船装置7を構成するサイドスラストコントローラ11は、サイドスラスト6を駆動させるものである。サイドスラストコントローラ11は、オン操作されるとサイドスラスト6のプロペラ6aによって左右方向の推力が発生するようにサイドスラスト6のモータ6bを任意の回転方向で回転させる。

20

**【0029】**

操船装置7を構成するGPS(GPS:Global Positioning System)装置13は、船舶100の位置座標を計測(算出)するものである。GPS装置13は、複数のGPS衛星からの信号を受信することで船舶100の位置座標を算出し、現在の位置を緯度 $L_a(n)$ と経度 $L_o(n)$ として出力する。つまり、位置算出装置としてのGPS装置13は、船舶100の位置座標の絶対値を算出する。

30

**【0030】**

操船装置7を構成する方位算出装置であるヘディングセンサ14は、船舶100の方向を計測(算出)するものである。ヘディングセンサ14は、地磁気から船舶100の船首の方位を算出する。つまり、ヘディングセンサ14は、船舶100の船首の絶対方位を算出する。

**【0031】**

図1に示すように、ECU16は、エンジン2を制御するものである。ECU16には、エンジン2の制御を行うための種々のプログラムやデータが格納される。ECU16は、各エンジン2にそれぞれ設けられる。ECU16は、CPU、ROM、RAM、HDD等がバスで接続される構成であってもよく、或いは、ワンチップのLSI等からなる構成であってもよい。

40

**【0032】**

ECU16は、エンジン2の図示しない燃料供給ポンプの燃料調量弁、燃料噴射弁及び各種センサ等と接続され、燃料調量弁の開度、燃料噴射弁の開閉を制御することができ、各種センサが検出する情報を取得することが可能である。

**【0033】**

操船装置7を構成する操船制御装置15は、アクセルレバー8、操舵ハンドル9及びジョイスティックレバー10等からの検出信号に基づいてエンジン2、切換クラッチ3及びサイドスラスト6を制御するものである。なお、操船制御装置15は、GPS装置13からの情報に基づいて自らの位置と設定された目的地とから航路を算出して自動で操船を行

50

なう、いわゆる自動航法を可能に構成されてもよい。

【0034】

操船制御装置15は、エンジン2、切換クラッチ3、サイドスラスト6の制御を行うための種々のプログラムやデータが格納される。操船制御装置15は、CPU、ROM、RAM、HDD等がバスで接続される構成であってもよく、或いは、ワンチップのLSI等からなる構成であってもよい。

【0035】

操船制御装置15は、各切換クラッチ3及び各エンジン2のECU16に接続され、各切換クラッチ3の状態、各エンジン2の起動状況及び各ECU16が各種センサから取得するエンジン回転数や各種信号を取得することが可能である。

10

【0036】

操船制御装置15は、各切換クラッチ3にクラッチの状態を変更する(切り換える)信号を送信することが可能である。

【0037】

操船制御装置15は、ECU16に燃料供給ポンプの燃料調量弁、燃料噴射弁その他エンジン2の各種機器を制御するための信号を送信することが可能である。

【0038】

操船制御装置15は、アクセルレバー8及びジョイスティックレバー10と接続され、アクセルレバー8及びジョイスティックレバー10からの信号を取得することが可能である。

20

【0039】

操船制御装置15は、サイドスラスト6のサイドスラストコントローラ11に接続され、サイドスラスト6を制御するための信号を送信することが可能である。

【0040】

操船制御装置15は、GPS装置13及びヘディングセンサ14に接続され、船舶100の絶対座標と絶対方位とを取得することが可能である。

【0041】

操船制御装置15は、モニタ12に接続され、船舶100の現在位置やジョイスティックレバー10による操船状況をモニタ12に表示させることが可能である。

【0042】

次に、図4を用いて、洋上において船舶100を目標位置及び目標方位に保持するための定点保持制御を実施する、操船制御装置15を含む操船装置7の構成について説明する。

30

【0043】

操船制御装置15は、ROM又はRAM等の記憶領域の他に、種々の演算機能及びタイマとしての機能を有している。操船制御装置15は、GPS装置13から取得する位置情報及びヘディングセンサ14から取得する方位情報に基づいて、船舶100に作用する外力、及び、船速を算出することができる。そして、算出された外力に釣り合わせるための推力の設定値を更に算出し、この設定値で表される推力が出力されるようにサイドスラストコントローラ11とECU16とを制御する。

40

【0044】

操船制御装置15には、定点保持制御スイッチ18が接続されている。操船制御装置15は、定点保持制御スイッチ18のオンとオフとの切り替えを認識できる。定点保持制御スイッチ18は、船体1においてオペレータが操作できる位置に設けられている。定点保持制御スイッチ18は、ジョイスティックレバー10に設けられたポジショニングスイッチ10aであってもよく、例えばタッチパネル式のモニタ12に表示される別のものであってもよい。

【0045】

定点保持制御スイッチ18がオン操作される場合には、定点保持制御が開始され、オフ操作される場合には、定点保持制御が中止される。また、定点保持制御には、サイレント

50

モードが組み込まれている。後述のように、定点保持制御が実施されている間に、サイレントモード開始のための所定条件が満たされるときには、サイレントモードの許可フラグが立ち上げられ、更に、サイレントモードのための所定条件が満たされるときに、サイレントモードの定点保持制御が実施される。また、サイレントモードの定点保持制御が実施されている間に、所定条件が満たされなくなる場合には、サイレントモードが解消されて通常の定点保持制御が実施される。サイレントモードの有無については、メーカーによる初期設定で切替可能である。つまり、操船装置 7 の仕様については、サイレントモードが含まれる定点保持制御を実施可能な操船装置 7 と、サイレントモードが含まれない定点保持制御を実施する操船装置 7 とを別に用意することができる。

【 0 0 4 6 】

次に、船舶 1 0 0 を洋上における設定位置及び設定方位に保持するための定点保持制御の開始条件について説明する。なお、定点保持制御が実施される間には、洋上において、船舶 1 0 0 の動力は停止しておらず、推進装置 1 7 は作動している。

【 0 0 4 7 】

図 5 に示すように、ステップ S 1 1 においては、定点保持制御の開始が指示されたか否かが判定される。定点保持制御は、定点保持制御スイッチ 1 8 ( 図 4 参照 ) がオン操作される場合に開始される。定点保持制御の開始が指示されると、ステップ S 1 2 に移行する。定点保持制御スイッチ 1 8 がオン操作された時点における洋上の船舶 1 0 0 の位置及び方位が、目標位置及び目標方位に設定される。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 2 においては、定点保持制御が実施される。定点保持制御においては、風力と潮力とを含む外力に対して、推進装置 1 7 による推力が釣り合うように、サイドスラストコントローラ 1 1 及び E C U 1 6 が制御される。サイドスラストコントローラ 1 1 及び E C U 1 6 の制御により、洋上の設定位置及び設定方位に船舶 1 0 0 を自動的に保持することができる。

【 0 0 4 9 】

操船制御装置 1 5 には、後述のサイレントモードのオンとオフとの切替を指示するためのスイッチが接続されていてもよい。例えば、図 3 に示す変更スイッチ 1 0 c が、この指示のためのスイッチであってもよい。この場合に、サイレントモードスイッチによる指示よりも、定点保持制御スイッチ 1 8 による操作が優先される。即ち、定点保持制御スイッチ 1 8 がオンに切り替えられ且つサイレントモードスイッチがオンに切り替えられる場合には、サイレントモードが、所定の条件を満たすときに開始されるスタンバイ状態となる。一方、サイレントモードスイッチがオンに切り替えられているとしても、定点保持制御スイッチ 1 8 がオフに切り替えられている場合には、サイレントモードは実施されない。なお、サイレントモードスイッチは、変更スイッチ 1 0 c でなくてもよく、他の位置に設けられる別のスイッチであってもよい。

【 0 0 5 0 】

次に、定点保持制御における外力の学習について、図 6 を用いて説明する。

外力の学習とは、比較的大きな外力が船舶 1 0 0 に作用することにより、目標位置から離れた位置において船舶 1 0 0 の移動が停止する場合に、この外力に釣り合ったときの推力を表す推力の設定値を基準値として保存することである。以下のように、操船装置 7 は、船舶 1 0 0 に作用する外力を効率的に学習することにより、効率的且つ精度よく船舶 1 0 0 の位置及び方位を制御することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、図 6 に示すステップ S 1 2 2 , S 1 2 3 , S 1 2 4 は並行したステップであって、各順序は入れ替わっていてもよい。

【 0 0 5 2 】

定点保持制御においては、ステップ S 1 2 1 のように P D ( P r o p o r t i o n a l - D e r i v a t i v e ) 制御によって船舶 1 0 0 の位置が制御されている。

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 2 1 に並行して、ステップ S 1 2 2 においては、前回の学習時（基準値の保存時点）から所定時間が経過したか否かが判定される。ステップ S 1 2 2 において、Yes と判定される場合にはステップ S 1 2 3 に移行し、No と判定される場合にはステップ S 1 2 1 に戻る。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 2 3 において、設定された目標位置からの距離偏差が所定値よりも大きいか否かが判定される。また、ステップ S 1 2 3 においては、設定された目標方位からの方位偏差が所定値よりも大きいか否かが判定される。ステップ S 1 2 3 において、Yes と判定される場合にはステップ S 1 2 4 に移行し、No と判定される場合にはステップ S 1 2 1 に戻る。

10

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 2 4 において、単位時間当たりの船舶 1 0 0 の移動量が所定量以下である状態が所定時間継続したか否かが判定される。また、ステップ S 1 2 4 においては、単位時間当たりの船舶 1 0 0 の回頭量が所定量以下である状態が所定時間継続したか否かが判定される。ステップ S 1 2 4 において、Yes と判定される場合にはステップ S 1 2 5 に移行し、No と判定される場合にはステップ S 1 2 1 に戻る。このように、ステップ S 1 2 3 及びステップ S 1 2 4 においては、大きな外力に推力が釣り合うことにより、目標位置に達することなく目標位置から離れた位置において船舶 1 0 0 の移動が停止しているかどうか、更に、目標方位に達することなく目標方位からずれた角度で船舶 1 0 0 の回頭が停止しているかどうか判定されている。

20

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 2 5 においては、ステップ S 1 2 3 及びステップ S 1 2 4 の判定時点における推力の設定値、即ち、釣り合ったときの推力を表す推力の設定値が基準値として保存される。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 2 6 においては、PD 制御の推力の設定値に基準値が加算（ベクトル加算）される。また、ステップ S 1 2 1 ~ S 1 2 6 が順次繰り返されることにより、新たな基準値が都度保存、即ち、基準値が都度更新される。以降は、加算される基準値を含めて PD 制御による定点保持制御が実施される。このような外力の学習によれば、PD 制御のフィードバック項に基準値を加算することにより、船舶 1 0 0 に作用する外力をキャンセルしたうえで、目標位置に近付くための推力の設定値を算出することができる。

30

【 0 0 5 8 】

このように、定点保持制御においては、目標位置又は目標方位からの偏差が閾値よりも大きい否か（ステップ S 1 2 3）、且つ、単位時間当たりの船舶 1 0 0 の移動量又は回頭量が所定量以下である状態が所定時間継続したか否か（ステップ S 1 2 4）が判定されることにより、外力と推力とが釣り合っているか否かが判定されている。また、波等による一時的な変位による船舶 1 0 0 の移動量を誤って反映しないように、距離及び方位の偏差に応じた制御量のみが学習の対象となっている。

【 0 0 5 9 】

そして、外力と釣り合ったときの推力の設定値が基準値として保存される。以降は、互いにベクトル加算されるフィードバック項と基準値とを用いて定点保持制御が実施される。つまり、操船装置 7 の定点保持制御においては、比較的大きな外力が作用する場合に、PD 制御の推力の設定値のうち基準値によって外力がキャンセルされる。このように、外力が無い状況と制御上同じ状況を作り出すことにより、目標位置及び目標方位に効率的且つ精度よく船舶 1 0 0 を追従させることができる。

40

【 0 0 6 0 】

つまり、操船装置 7 の定点保持制御は、外力が作用する状況においてその外力に釣り合わせた推力によって船舶 1 0 0 の移動が停止したことを自動的に検出し、その作用時の外力分だけをキャンセルできる制御の形態を有している。これにより、制御の一巡ごとに外力を都度算出等したうえで、出力すべき推力の設定値に当該外力を都度加算する場合に比

50

べて、オーバーシュート及びハンチングを抑制することができる。

【 0 0 6 1 】

また、ステップ S 1 2 3 のように、再学習までにインターバルが設けられているので、過剰な学習によるハンチング及び船舶 1 0 0 の動作の発散を回避できる。

【 0 0 6 2 】

次に、定点保持制御においてサイレントモードの実施を判定する制御フローについて、図 7 を用いて説明する。なお、サイレントモードとは、船舶 1 0 0 の静穏性及び快適性等のために、各エンジン 2 の回転数に上限が設けられたモードをいう。サイレントモードにおいて、エンジン 2 の状態は、ローアイドル回転数である。具体的には、サイレントモードにおけるエンジン 2 の回転数の上限は、例えば 5 5 0 r p m に設定されている。

10

【 0 0 6 3 】

まず、図 7 に示す各ステップの前提として、サイレントモードの有効スイッチがオンであるか否か、即ち、操船装置 7 がサイレントモードを実施可能である仕様に設定されているか否かが判定される。操船装置 7 は、サイレントモードが実施可能に初期設定として設定されているため、ここでは Y e s と判定される。一方、上述のように、サイレントモードスイッチが設けられている場合には、ステップ S 1 3 1 よりも前のステップにおいて、サイレントモードスイッチのオフ操作によってサイレントモードが解除されたか否かが判定される。ここで、Y e s と判定される場合にはステップ S 1 3 1 に進み、N o と判定される場合には、ステップ S 1 3 1 以下のステップは実施されず、通常の定点保持制御が実施される。

20

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 3 1 において、ジョイスティックレバー 1 0 が操作されない状態が維持されたままであるか否かが判定される。ここで、Y e s と判定される場合にはステップ S 1 3 3 に進み、N o と判定される場合にはステップ S 1 3 1 に戻る。ここでは、定点保持制御の開始が指示されて（ステップ S 1 1（図 5 参照））から、ジョイスティックレバー 1 0 が操作されていないと扱うこととし、Y e s と判定される。

【 0 0 6 5 】

定点保持制御とジョイスティックレバー 1 0 の操作とでは、ジョイスティックレバー 1 0 の操作が優先される。そのため、ジョイスティックレバー 1 0 の操作が終了すると、定点保持制御が再度実施される。つまり、ジョイスティックレバー 1 0 の操作が終了された時点（又は当該時点から所定時間を経過した後）において、定点保持制御が自動的に再開される。

30

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 3 2 においては、船速が、サイレントモード許可船速以下であるか否かが判定される。サイレントモード許可船速は、サイレントモードを実施不能な各エンジン 2 の出力範囲のうちの最小値よりも小さい出力によって発生する船舶 1 0 0 の所定の船速として、予め設定されている。ここで、Y e s と判定される場合にはステップ S 1 3 3 に進み、N o と判定される場合にはステップ S 1 3 1 に戻る。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 3 3 においては、サイレントモードの実施について、許可フラグがオンされる。即ち、上述のステップ S 1 3 1 , S 1 3 2 の 2 つの条件が満たされる場合に、定点保持制御においてサイレントモードの実施が許可される。

40

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 3 4 においては、基準値が所定の閾値以下であるか否かが判定される。つまり、ステップ S 1 3 4 においては、船舶 1 0 0 に作用する外力がサイレントモードを実施可能な適度に小さいか否かについて判定されている。ここで、Y e s と判定される場合にはステップ S 1 3 5 に進む。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 3 5 においては、目標位置からの距離偏差がサイレントモード判定距離以下である状態が所定時間経過したか否かが判定される。つまり、ステップ S 1 3 5 におい

50

ては、目標位置に対して、サイレントモードを実施可能な範囲に船舶100が継続して位置しているか否かについて判定されている。ここで、Yesと判定される場合にはステップS136に進む。

【0070】

ステップS136においては、目標方位からの方位偏差がサイレントモード判定角度以下である状態が所定時間継続したか否かが判定される。つまり、ステップS136においては、目標方位に対して、サイレントモードを実施可能な角度範囲に船舶100の船首が継続して収まっているか否かについて判定されている。ここで、Yesと判定される場合にはステップS137に移行する。

【0071】

ステップS137においては、PD制御によるサイレントモードの定点保持制御が実施される。即ち、通常の定点保持制御よりも各エンジン2の回転数が制限された状態で、目標位置及び目標方位に向かって船舶100の位置が制御される。なお、図7に示すステップS134、S135、S136は並行したステップであって、各順序は入れ替わっていてもよい。

【0072】

次に、一旦許可されたサイレントモードの解除を判定する制御フローについて、図8を用いて説明する。以下のように、図8に示す何れかの条件が満たされる場合に、サイレントモードが解除され、各エンジン2の回転数が制限されない通常の定点保持制御に移行する。

【0073】

ステップS141においては、ジョイスティックレバー10が操作されたか否かが判定される。ここで、Yesと判定される場合にはステップS147に進み、Noと判定される場合にはステップS142に移行する。

【0074】

ステップS142においては、船速が、サイレントモード許可船速よりも大きいか否かが判定される。ここで、Yesと判定される場合にはステップS146に進み、Noと判定される場合にはステップS143に移行する。

【0075】

ステップS143においては、基準値が所定の閾値よりも大きいか否かが判定される。ここで、Yesと判定される場合にはステップS146に進み、Noと判定される場合にはステップS144に移行する。つまり、ステップS143においては、サイレントモードを実施不能な適度の大きな外力が船舶100に作用しているか否かが、判定されている。

【0076】

ステップS144においては、設定された目標位置からの距離偏差がサイレントモード判定距離よりも大きいか否かが判定される。ここで、Yesと判定される場合にはステップS145に進み、Noと判定される場合にはステップS146に移行する。サイレントモード判定距離は、サイレントモードを持続可能な目標位置からの距離偏差の上限として、予め設定されている。つまり、ステップS144においては、サイレントモードを持続不能な適度に船舶100が目標位置から大きく離れているか否かが判定されている。

【0077】

ステップS145においては、設定された目標方位からの方位偏差がサイレントモード判定角度よりも大きいか否かが判定される。ここで、Yesと判定される場合にはステップS146に進み、Noと判定される場合にはステップS141に戻る。サイレントモード判定角度は、サイレントモードを持続可能な目標方位からの方位偏差の上限として、予め設定されている。つまり、ステップS145においては、サイレントモードを持続不能な適度に船舶100の船首が目標方位から大きく傾いているか否かが判定されている。

【0078】

ステップS146においては、サイレントモードが解除される。但し、サイレントモー

10

20

30

40

50

ドが一旦解除されたとしても、図7に示すステップS134・S135・S136の3つの条件が満たされる場合に、再度復帰することができる(図7, 8中のG参照)。

【0079】

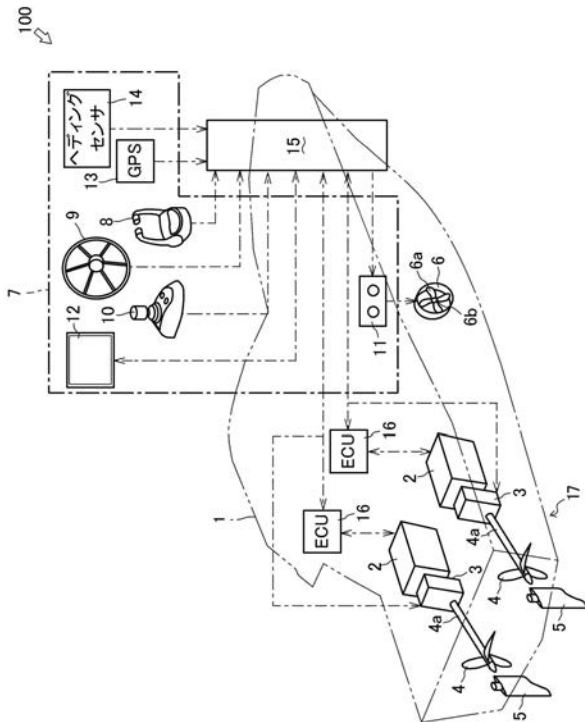
そして、復帰したサイレントモードについても、図8に示すステップS142・S143・S144・S145の何れかの条件が満たされる場合に解除されて、通常の定点保持制御に移行する。

【符号の説明】

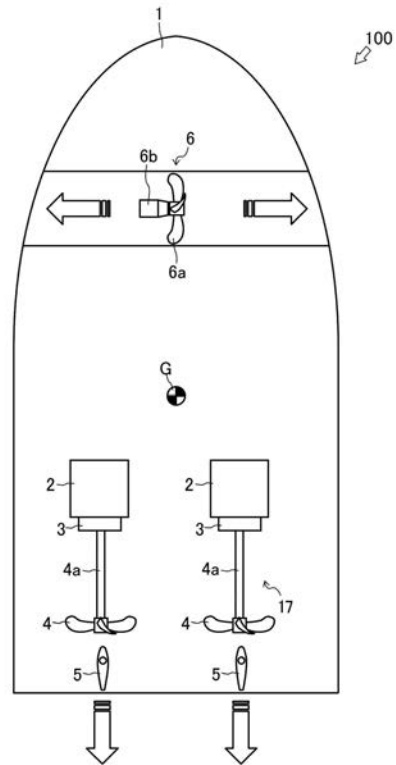
【0080】

- 2 エンジン(動力源)
- 7 操船装置
- 13 GPS装置(位置算出装置)
- 14 ヘディングセンサ(方位算出装置)
- 15 操船制御装置
- 17 推進装置
- 100 船舶

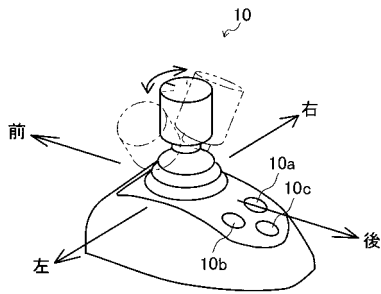
【図1】



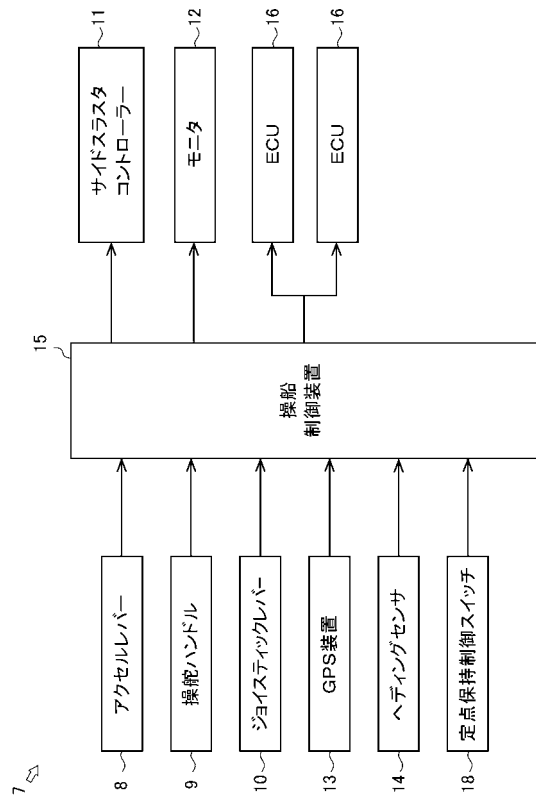
【図2】



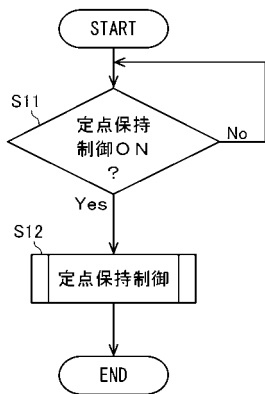
【 図 3 】



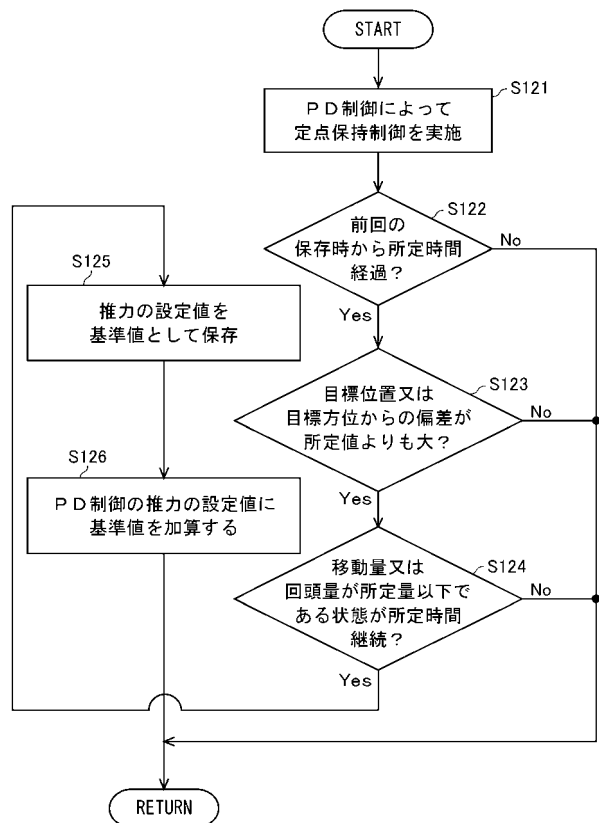
【 図 4 】



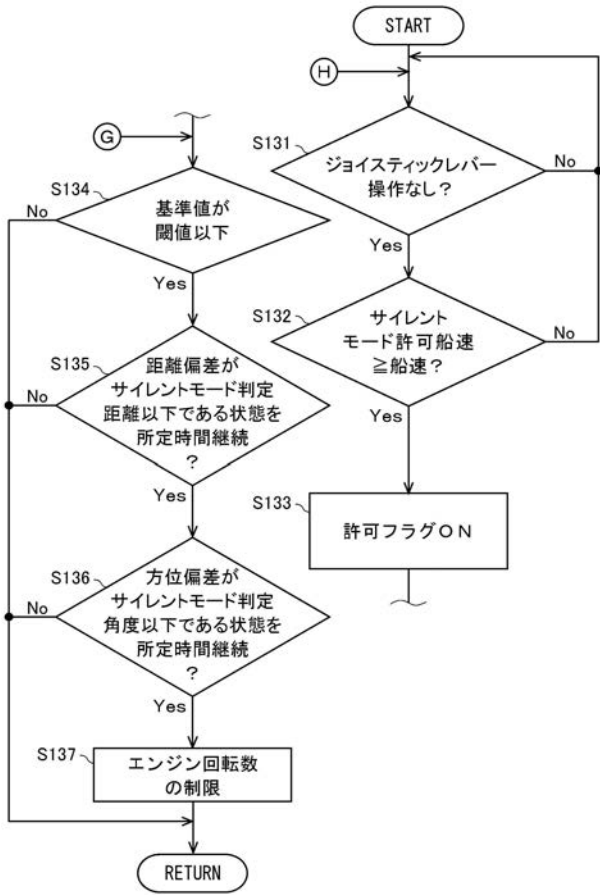
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

