

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7263158号
(P7263158)

(45)発行日 令和5年4月24日(2023.4.24)

(24)登録日 令和5年4月14日(2023.4.14)

(51)国際特許分類	F I		
B 6 3 H 25/04 (2006.01)	B 6 3 H 25/04		D
B 6 3 H 21/21 (2006.01)	B 6 3 H 21/21		
B 6 3 H 23/30 (2006.01)	B 6 3 H 23/30		

請求項の数 10 (全15頁)

(21)出願番号	特願2019-125657(P2019-125657)	(73)特許権者	000166247 古野電気株式会社 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号
(22)出願日	令和1年7月5日(2019.7.5)	(74)代理人	110000970 弁理士法人 楓国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-11158(P2021-11158A)	(72)発明者	植野 秀樹 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電 気株式会社内
(43)公開日	令和3年2月4日(2021.2.4)	審査官	西中村 健一
審査請求日	令和4年3月15日(2022.3.15)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 船体制御装置、船体制御方法、および、船体制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

船舶の舵角を制御する舵制御部と、
前記船舶の推進力を制御する推進力制御部と、
前記船舶の船体方位を計測するセンサと、
前記舵制御部に舵角指令を出力し、前記推進力制御部に推進力指令を出力するオートパイロット制御部と、
を備え、
前記オートパイロット制御部は、
前記船体方位を用いて、前記船舶の目標方位に対する前記船舶の船尾を前方とした偏角を算出する偏角算出部と、
前記偏角の大きさについて第 1 閾値と第 2 閾値とを設定し、前記第 2 閾値の絶対値を前記第 1 閾値の絶対値よりも大きく設定し、
前記偏角の大きさが第 1 閾値未満のときに現状の舵角を維持し、前記第 1 閾値以上のときに一意の切り返し用舵角に変更する前記舵角指令を設定する舵角指令設定部と、
前記偏角の大きさが第 2 閾値未満のときに推進力を 0 にし、前記第 2 閾値以上のときに前記偏角の大きさに応じた推進力を与える前記推進力指令を設定して、前記推進力制御部に出力する推進力指令設定部と、
を備える、
船体制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の船体制御装置であって、

前記推進力指令設定部は、

前記偏角の大きさが前記第 2 閾値よりも大きな第 3 閾値以上のときに、前記第 3 閾値のときと同じ推進力を与える前記推進力指令を設定する、

船体制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の船体制御装置であって、

前記推進力指令設定部は、

前記偏角の大きさが小さくなるときに、前記偏角が前記第 2 閾値から前記第 1 閾値との間にあるとき、前記推進力制御部におけるクラッチのシフトをリバースに設定し、前記第 1 閾値未満にあるときに、前記クラッチのシフトをニュートラルに設定する、前記推進力指令を設定する、

船体制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記推進力指令設定部は、

前記偏角の大きさが 0 と前記第 1 閾値との間にあるとき、前記推進力制御部におけるクラッチのシフトをフォワードに設定し、推進力を決定するスロットル開度をアイドリング状態に制御する、

船体制御装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記第 2 閾値は、前記第 1 閾値よりも大きい、

船体制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の船体制御装置であって、

前記繰り返し用舵角は、前記舵角が取れる最大舵角である、

船体制御装置。

【請求項 7】

船舶の船体方位を計測し、

前記船体方位を用いて、前記船舶の目標方位に対する前記船舶の船尾を前方とした偏角を算出し、

前記偏角の大きさについて第 1 閾値と第 2 閾値とを設定し、前記第 2 閾値の絶対値を前記第 1 閾値の絶対値よりも大きく設定し、

前記偏角の大きさが第 1 閾値未満のときに現状の舵角を維持し、前記第 1 閾値以上のときに一意の繰り返し用舵角に変更する舵角指令を設定し、

前記偏角の大きさが第 2 閾値未満のときに推進力を 0 にし、前記第 2 閾値以上のときに前記偏角の大きさに応じた推進力を与える推進力指令を設定し、

前記舵角指令を用いて、前記船舶の舵角を制御し、

前記推進力指令を用いて、前記船舶の推進力を制御する、

船体制御方法。

30

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載の船体制御方法であって、

前記偏角の大きさが 0 と前記第 1 閾値との間にあるとき、前記推進力のためのクラッチのシフトをフォワードに設定し、推進力を決定するスロットル開度をアイドリング状態に制御する、

船体制御方法。

【請求項 9】

船舶の船体方位を計測し、

50

前記船体方位を用いて、前記船舶の目標方位に対する前記船舶の船尾を前方とした偏角を算出し、

前記偏角の大きさについて第 1 閾値と第 2 閾値とを設定し、前記第 2 閾値の絶対値を前記第 1 閾値の絶対値よりも大きく、

前記偏角の大きさが第 1 閾値未満のときに現状の舵角を維持し、前記第 1 閾値以上のときに一意の切り返し用舵角に変更する舵角指令を設定し、

前記偏角の大きさが第 2 閾値未満のときに推進力を 0 にし、前記第 2 閾値以上のときに前記偏角の大きさに応じた推進力を与える推進力指令を設定し、

前記舵角指令を用いて、前記船舶の舵角を制御し、

前記推進力指令を用いて、前記船舶の推進力を制御する、

10

処理を、演算処理装置に実行させる船体制御プログラム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の船体制御プログラムであって、

前記偏角の大きさが 0 と前記第 1 閾値との間にあるとき、前記推進力のためのクラッチのシフトをフォワードに設定し、推進力を決定するスロットル開度をアイドル状態に制御する、

処理を、前記演算処理装置に実行させる船体制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、船体の姿勢を制御する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、船体を一定の方向に向けて保持する船体用制御装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 151241 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の船体用制御装置のような従来の構成では、大掛かりな構成を必要とする。

【0005】

したがって、本発明の目的は、大掛かりな構成を用いることなく、船体の方位および推力を自動で制御する技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明の船体制御装置は、舵制御部、センサ、および、オートパイロット制御部を備える。舵制御部は、船舶の舵角を制御する。センサは、船舶の船体方位を計測する。オートパイロット制御部は、舵制御部に舵角指令を出力する。オートパイロット制御部は、偏角算出部、および、舵角指令設定部を備える。偏角算出部は、船体方位を用いて、船舶の目標方位に対する船舶の船尾を前方とした偏角を算出する。舵角指令設定部は、偏角の大きさが第 1 閾値未満のときに現状の舵角を維持し、第 1 閾値以上のときに一意の切り返し用舵角に変更する舵角指令を設定する。

40

【0007】

この構成では、偏角と偏角の大きさに対する閾値とを用いて、船体制御のための舵角と推進力とが設定される。

【発明の効果】

【0008】

50

この発明によれば、大掛かりな構成を用いることなく、船体の方位および推力を自動で制御できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】(A)は、本発明の実施形態に係る船体制御装置の構成を示す機能ブロック図であり、(B)は、オートパイロット制御部における一部の構成を示す機能ブロック図である。

【図 2】(A)は、偏角 ψ と舵角指令 η_d との関係を示す図であり、(B)は、偏角 ψ とスロットル開度 D_G との関係を示す図である。

【図 3】船舶の姿勢の遷移を示す図である。

10

【図 4】舵角制御方法を示すフローチャートである。

【図 5】推進力制御方法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】

【 0 0 1 0 】

本発明の実施形態に係る船体制御装置、船体制御方法、および、船体制御プログラムについて、図を参照して説明する。図 1 (A)は、本発明の実施形態に係る船体制御装置の構成を示す機能ブロック図である。図 1 (B)は、オートパイロット制御部の一部の構成を示す機能ブロック図である。

【 0 0 1 1 】

図 1 (A)に示すように、船体制御装置 10 は、本体 101、リモコンレバー 102、推進力制御部 50、および、舵制御部 60 を備える。本体 101 は、AP 制御部 20、AP 操作部 21、表示部 30、および、センサ 40 を備える。リモコンレバー 102 は、操作レバー 200、および、操作状態検出部 201 を備える。

20

【 0 0 1 2 】

AP 制御部 20、AP 操作部 21、表示部 30、および、センサ 40 は、船舶用のデータ通信ネットワーク 100 によって互いに接続する。AP 制御部 20、リモコンレバー 102、および、推進力制御部 50 は、例えば、推進力用通信網 (CAN 等) を介して接続する。AP 制御部 20 と舵制御部 60 とは、アナログ電圧またはデータ通信を介して接続する。

【 0 0 1 3 】

30

推進力発生部 91 は、推進力制御部 50 に接続する。舵制御部 60 は、舵 92 に接続する。推進力発生部 91 および舵 92 は、例えば、船外機 90 に備えられている。推進力発生部 91 および舵 92 は、例えば、船内機、船内外機他、各種の推進器等に備えられていてもよい。

【 0 0 1 4 】

(本体 101 の構成)

AP 制御部 20 は、例えば、CPU 等の演算処理装置と記憶部とによって構成される。記憶部は、AP 制御部 20 で実行するプログラムを記憶する。また、記憶部は、CPU の演算時に利用される。AP 制御部 20 が、本発明の「オートパイロット制御部」に対応する。AP 制御部 20 は、船体制御に関する指令を、推進力制御部 50 および舵制御部 60

40

【 0 0 1 5 】

概略的には、AP 制御部 20 は、目標方位から偏角を算出する。AP 制御部 20 は、偏角を用いて、舵角指令および推進力指令を設定する。AP 制御部 20 は、推進力指令を、推進力制御部 50 に出力する。AP 制御部 20 は、舵角指令を、舵制御部 60 に出力する。

【 0 0 1 6 】

AP 操作部 21 は、例えば、タッチパネル、物理的なボタンやスイッチによって実現される。AP 操作部 21 は、オートパイロット制御に関連する操作入力を受け付ける。AP 操作部 21 は、操作内容を AP 制御部 20 に出力する。

【 0 0 1 7 】

50

表示部 30 は、例えば、液晶パネル等によって実現される。表示部 30 は、AP 制御部 20 から入力された通常のオートパイロットの航行に関連する情報を表示する。なお、表示部 30 は、省略することも可能であるが、あることが好ましく、表示部 30 があることによって、ユーザは航行状態を容易に把握できる。

【0018】

センサ 40 は、自船の位置や船体方位等の計測データを計測する。自船の位置は、自船が留まりたい位置（定点位置）や自船が移動したい経路（移動経路）に対する自船の位置の検出に用いられる。船体方位は、偏角の算出に用いられる。例えば、センサ 40 は、GNSS（例えば、GPS）の測位信号を利用した測位センサ、慣性センサ（加速度センサや角速度センサ等）、磁気センサ等によって実現される。なお、船体方位からは、すくなくとも船尾方位 SA が得られればよい。船尾方位 SA とは、船尾の向く方位である。

10

【0019】

また、センサ 40 は、船体制御装置 10 が装備された船舶に対する外乱を計測する。具体的には、外乱は、例えば、潮流や風向、風速等である。外乱は、目標方位の決定等に用いられる。なお、外乱を用いずに位置だけで目標方位を設定する場合は、外乱を計測するセンサは、省略することも可能である。

【0020】

センサ 40 は、計測データを、AP 制御部 20 に出力する。

【0021】

推進力制御部 50 は、例えば、所定の電子回路によって実現される。推進力制御部 50 は、AP 制御部 20 からの推進力指令に応じて、推進力制御信号を生成し、推進力発生部 91 に出力する。推進力発生部 91 は、例えば、船舶用のエンジンである。この場合、推進力制御信号は、エンジンのスロットの開放量（開度）およびシフトの設定値（シフト F（フォワード）/シフト N（ニュートラル）/シフト R（リバース））を規定する信号である。なお、推進力制御部 50 は、手動航行モード時には、リモコンレバー 102 の操作状態検出部 201 からの操作状態に応じて、推進力制御信号を生成し、推進力発生部 91 に出力する。

20

【0022】

舵制御部 60 は、例えば、所定の電子回路と、舵 92 の舵角に対する物理的な制御機構によって実現される。舵制御部 60 は、AP 制御部 20 からの舵角指令に応じて、舵 92 の舵角を制御する。

30

【0023】

（リモコンレバー 102 の構成）

操作レバー 200 は、ユーザからの手動航行時の操作を受け付ける。操作状態検出部 201 は、センサ等によって実現される。操作状態検出部 201 は、操作レバー 200 の操作状態を検出する。操作状態検出部 201 は、検出した操作レバーの操作状態（角度）を、推進力制御部 50 に出力する。AP 制御部 20 は、この操作状態を受信する。

【0024】

このような構成において、船体制御装置 10 の AP 制御部 20 は、自動姿勢制御モード時に、次に示す船体制御を実行する。

40

【0025】

図 1（B）に示すように、AP 制御部 20 は、目標方位設定部 221、偏角算出部 222、舵角指令設定部 223、および、推進力指令設定部 224 を備える。

【0026】

目標方位設定部 221 は、目標方位 TA を設定する。目標方位 TA は、船舶の船尾が向く方向によって設定される。目標方位 TA は、例えば外乱 DS の到来方向、ユーザによる AP 操作部 21 からの目標位置と船舶の位置との位置関係によって設定される。

【0027】

偏角算出部 222 には、目標方位 TA と船尾方位 SA とが入力される。偏角算出部 222 は、目標方位 TA と船尾方位 SA との差によって、偏角 ψ を算出する。

50

【 0 0 2 8 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ に基づいて、舵角指令を設定する。概略的には、舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ と舵角制御用の閾値 THd とを比較し、この比較結果に基づいて、舵角指令 ηd を設定する。舵角指令 ηd は、舵 9 2 に設定する舵角である。

【 0 0 2 9 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ に基づいて、推進力指令を設定する。概略的には、推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ と推進力制御用の閾値 THs とを比較し、この比較結果に基づいて、推進力指令を設定する。推進力指令は、例えば、スロットル開度 DG である。

【 0 0 3 0 】

図 2 (A) は、偏角 ψ と舵角指令 ηd との関係を示す図である。図 2 (B) は、偏角 ψ とスロットル開度 DG との関係を示す図である。なお、図 2 (A)、図 2 (B) では、偏角 ψ は、目標方位 TA と船尾方位 SA とが一致するときを 0° とし、船尾が左舷側に傾くときに偏角 ψ は正值となり、船尾が右舷側に傾くときに偏角 ψ は負値となるように設定する。

【 0 0 3 1 】

(舵角の制御：図 2 (A) 参照)

実際の制御時において、初期状態の偏角 ψ は、任意の値となるが、説明を分かり易くするため、初期状態として偏角 ψ が 0° であるとする。

【 0 0 3 2 】

A：最初に左舷側に傾く場合

舵角指令設定部 2 2 3 は、船尾が左舷側に傾き、偏角 ψ が閾値 $THd1$ 未満の間は、舵角指令 $\eta d0$ を設定する。舵角指令 $\eta d0$ は、偏角 ψ を 0° にする指令である。すなわち、舵角指令設定部 2 2 3 は、現状の舵角を維持する。

【 0 0 3 3 】

閾値 $THd1$ は、船尾が左舷側において所定角度傾いた状態の角度によって規定される。閾値 $THd1$ は、例えば、船舶の大きさ、形状や、舵角の船体制御への影響度、外乱の船舶への影響度等によって、適宜設定可能である。

【 0 0 3 4 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ になると、舵角指令 $\eta d1$ を設定する。舵角指令 $\eta d1$ は、舵 9 2 の舵角を、一意の切り返し用舵角、例えば、船体の右舷側への最大舵角とするものである。なお、この場合、最大舵角に限るものではなく、船体の方位を大きく変化させることができるような所定の舵角を超える大舵角であってもよい。そして、この大舵角は、ユーザ、船体の特性等によって適宜設定可能である。舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ 以上である間は、偏角 ψ の大きさによらず、舵角指令 $\eta d1$ を設定する。

【 0 0 3 5 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ 以上から閾値 $THd1$ 未満になり、閾値 $THd2$ (負値) よりも大きな間は、舵角指令 $\eta d1$ を維持する。

【 0 0 3 6 】

閾値 $THd2$ は、船尾が右舷側において所定角度傾いた状態の角度によって規定される。閾値 $THd2$ は、例えば、船舶の大きさ、形状や、舵角の船体制御への影響度、外乱の船舶への影響度等によって、適宜設定可能である。閾値 $THd2$ は、例えば、閾値 $THd1$ に対して、符号が逆であり、絶対値が同じである。

【 0 0 3 7 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd2$ になると、舵角指令 $\eta d2$ を設定する。舵角指令 $\eta d2$ は、舵 9 2 の舵角を、船体の左舷側への最大舵角とするものである。舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd2$ 以下である間は、偏角 ψ の大きさによらず、舵角指令 $\eta d2$ を設定する。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd2$ 以下から閾値 $THd2$ よりも大きくなり、閾値 $THd1$ 未満の間は、舵角指令 $\eta d2$ を維持する。

【 0 0 3 9 】

以下、舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ の大きさおよび変化に応じて、上述の制御を適宜行う。

【 0 0 4 0 】

B : 最初に右舷側に傾く場合

一方、舵角指令設定部 2 2 3 は、船尾が右舷側から傾き始めた場合は、次の制御を行う。

【 0 0 4 1 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、船尾が右舷側に傾き、偏角 ψ が閾値 $THd2$ より大きな間は、上述の最初に左舷側に傾く場合と同様に、現状の舵角を維持する。

10

【 0 0 4 2 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd2$ になると、舵角指令 $\eta d2$ を設定する。舵角指令 $\eta d2$ は、舵 9 2 の舵角を、一意の切り返し用舵角、例えば、船体の左舷側への最大舵角とするものである。なお、この場合、最大舵角に限るものではなく、船体の方位を大きく変化させることができるような所定の舵角を超える大舵角であってもよい。そして、この大舵角は、ユーザ、船体の特性等によって適宜設定可能である。舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd2$ 以下である間は、偏角 ψ の大きさによらず、舵角指令 $\eta d2$ を設定する。

【 0 0 4 3 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd2$ 以下から閾値 $THd2$ よりも大きくなり、閾値 $THd1$ 未満の間は、舵角指令 $\eta d2$ を維持する。

20

【 0 0 4 4 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ になると、舵角指令 $\eta d1$ を設定する。舵角指令 $\eta d1$ は、舵 9 2 の舵角を、船体の右舷側への最大舵角とするものである。舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ 以上である間は、偏角 ψ の大きさによらず、舵角指令 $\eta d1$ を設定する。

【 0 0 4 5 】

舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ 以上から閾値 $THd1$ 未満になり、閾値 $THd2$ より大きな間は、舵角指令 $\eta d1$ を維持する。

30

【 0 0 4 6 】

以下、舵角指令設定部 2 2 3 は、偏角 ψ の大きさおよび変化に応じて、上述の制御を適宜行う。

【 0 0 4 7 】

(推進力の制御 : 図 2 (B) 参照)

A : 左舷に傾く場合

推進力指令設定部 2 2 4 は、スロットル開度 DG が 0° である状態から、船尾が左舷側に傾き、偏角 ψ が閾値 $THs1p$ (正值) 未満の間は、スロットル開度 DG を 0 に維持する。また、推進力指令設定部 2 2 4 は、クラッチのシフトをニュートラル (シフト N) とする。

40

【 0 0 4 8 】

閾値 $THs1p$ は、船尾が左舷側において所定角度傾いた状態の角度によって規定される。閾値 $THs1p$ は、閾値 $THd1$ よりも大きい。閾値 $THs1p$ は、上述の舵角制御において、閾値 $THd1$ に基づく大舵角の舵角指令に対応した転舵が完了する角度によって決められている。これにより、転舵の完了後に推進力を与えることができ、船体制御は、安定する。

【 0 0 4 9 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs1p$ になると、スロットル開度 $DG0$ に設定する。スロットル開度 $DG0$ は、所謂アイドルリング状態に対応し、スロットル開度は最低開度 (開度の下限値) であり、クラッチのシフトをリバース (シフト R) とする。

50

【 0 0 5 0 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs1p$ 以上であり、閾値 $THs2p$ 以下の間は、偏角 ψ の大きさに応じたスロットル開度 DGp に調整する。具体的には、推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ の絶対値の大きさに比例してスロットル開度 DGp を大きくする。

【 0 0 5 1 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs2p$ よりも大きな間は、閾値 $THs2p$ でのスロットル開度である最大開度 $DGmx$ に設定する。なお、最大開度 $DGmx$ は、船体制御時に安全の確保が可能な範囲における最大の開度である。

【 0 0 5 2 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs2p$ 以上から閾値 $THs2p$ 未満になり、閾値 $THs1p$ よりも大きな間は、偏角 ψ の大きさに応じたスロットル開度 DGp に調整する。

【 0 0 5 3 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs1p$ 以下になり、閾値 $THd1$ よりも大きな間は、スロットル開度 $DG0$ を設定する。すなわち、推進力指令設定部 2 2 4 は、スロットル開度を最低開度として、シフトのリバース（シフト R）を維持する。閾値 $THd1$ は、上述の舵角指令に対する閾値である。

【 0 0 5 4 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ になると、クラッチのシフトをニュートラル（シフト N）として、スロットル開度 DG を 0 とする。推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THd1$ 以下で 0° の間では、シフトのニュートラル（シフト N）とスロットル開度 DG を 0 に維持する。

【 0 0 5 5 】

この後、船舶が右舷に傾くときは、推進力指令設定部 2 2 4 は、次に示す、右舷に傾く場合の制御を行う。

【 0 0 5 6 】

B：右舷に傾く場合

推進力指令設定部 2 2 4 は、船尾が右舷側に傾き、偏角 ψ が閾値 $TH2d$ （負値）よりも大きな間は、クラッチのシフトをフォワード（シフト F）として、スロットル開度 $DG0$ に設定する。スロットル開度 $DG0$ は、最低開度（開度の下限値）である。このような制御を行うことによって、船体の回頭の勢いを抑制できる。

【 0 0 5 7 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、船尾がさらに右舷側に傾き、偏角 ψ が閾値 $TH2d$ （負値）以下になると、閾値 $THs1m$ 以上の間、クラッチのシフトをニュートラル（シフト N）にして、スロットル開度 DG を 0 にする。

【 0 0 5 8 】

閾値 $THs1m$ は、船尾が右舷側において所定角度傾いた状態の角度によって規定される。閾値 $THs1m$ は、閾値 $THd2$ よりも小さい。閾値 $THs1m$ は、閾値 $THs1p$ と同様に、上述の舵角制御において、閾値 $THd1$ に基づく大舵角の舵角指令に対応した転舵が完了する角度によって決められている。これにより、転舵の完了後に推進力を与えることができ、船体制御は、安定する。閾値 $THs1m$ は、例えば、閾値 $THs1p$ に対して、符号が逆であり、絶対値が同じである。

【 0 0 5 9 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs1m$ になると、スロットル開度 $DG0$ に設定する。スロットル開度 $DG0$ は、所謂アイドルリング状態に対応し、最低開度（開度の下限値）であり、クラッチのシフトをリバース（シフト R）とする。

【 0 0 6 0 】

推進力指令設定部 2 2 4 は、偏角 ψ が閾値 $THs1m$ 以下であり、閾値 $THs2m$ 以上の間は、偏角 ψ の大きさに応じたスロットル開度 DGp に調整する。具体的には、推進力

10

20

30

40

50

指令設定部 224 は、偏角 ψ の絶対値の大きさに比例してスロットル開度 $D G p$ を大きくする。

【0061】

推進力指令設定部 224 は、偏角 ψ が閾値 $T H s 2 m$ 未満の間は、閾値 $T H s 2 m$ でのスロットル開度である最大開度 $D G m x$ に設定する。

【0062】

推進力指令設定部 224 は、偏角 ψ が閾値 $T H s 2 m$ 以下から閾値 $T H s 2 m$ よりも大きくなり、閾値 $T H s 1 m$ よりも小さな間は、偏角 ψ の大きさに応じたスロットル開度 $D G p$ に調整する。

【0063】

推進力指令設定部 224 は、偏角 ψ が閾値 $T H s 1 m$ 以上になり、閾値 $T H d 2$ よりも小さな間は、スロットル開度 $D G 0$ を設定する。すなわち、推進力指令設定部 224 は、スロットル開度を最低開度として、シフトのリバース（シフト R）を維持する。閾値 $T H d 2$ は、上述の舵角指令に対する閾値である。

【0064】

推進力指令設定部 224 は、偏角 ψ が閾値 $T H d 2$ になると、クラッチのシフトをニュートラル（シフト N）とする。推進力指令設定部 224 は、偏角 ψ が閾値 $T H d 2$ 以上で 0° の間では、シフトのニュートラル（シフト N）を維持する。

【0065】

なお、この後、船舶が左舷に傾くときは、推進力指令設定部 224 は、偏角 ψ が閾値 $T H 1 d$ （正值）よりも小さな間は、クラッチのシフトをフォワード（シフト F）として、スロットル開度 $D G 0$ に設定する。スロットル開度 $D G 0$ は、最低開度（開度の下限値）である。このような制御を行うことによって、船体の回頭の勢いを抑制できる。

【0066】

そして、推進力指令設定部 224 は、上述の左舷に傾く場合の制御を行う。

【0067】

（状態遷移の説明）

図 3 は、船舶（船体）の姿勢の遷移を示す図である。図 3 における $S T 1 - S T 1 2$ は、各状態を示す。図 3 において、1 は船体を示し、2 は船首を示し、3 は船尾を示す。なお、船尾方位 $S A$ は、状態 $S T 1$ および状態 $S T 2$ には図示しているが、状態 $S T 3 - S T 1 2$ においては図示を省略している。船尾方位 $S A$ は、図 3 における船舶 1 の船首船尾方位に平行な中心線 $C L 1$ に平行で、且つ、船尾 3 の向く方向である。

【0068】

以下では、船舶が最初に左舷側に傾く場合を説明するが、右舷側に傾く場合であっても、AP 制御部 20 は、同様に、船体制御を行うことができる。

【0069】

まず、状態 $S T 1$ では、船尾方位 $S A$ と目標方位 $T A$ が同じ（偏角 $\psi = 0^\circ$ ）であり、AP 制御部 20 は、スロットル開度を 0（スロットルオフ（ $S L o f f$ ））とし、舵角指令 $\eta d = 0^\circ$ とする。

【0070】

状態 $S T 2$ では、船舶 1 が左舷側に傾く。そして、偏角 ψ が閾値 $T H d 1$ に達すると、AP 制御部 20 は、スロットルオフ（ $S L o f f$ ）のまま、舵角指令 $\eta d 1$ を設定する。これにより、舵角は、徐々に、舵角指令 $\eta d 1$ に応じた舵角 $\eta 1$ となる。

【0071】

状態 $S T 3$ では、船舶 1 がさらに左舷側に傾く。そして、舵角 $\eta 1$ になり、偏角 ψ が閾値 $T H s 1 p$ に達すると、AP 制御部 20 は、スロットル開度 $D G 0$ を設定する。言い換えれば、AP 制御部 20 は、シフトをリバースに切り替え、スロットル開度を、0 から最低開度にする。この際、AP 制御部 20 は、舵角指令 $\eta d 1$ を維持する。そして、この制御によって、船舶 1 が左舷側に傾く速度は低下させることが可能になる。

【0072】

10

20

30

40

50

状態 S T 4 では、船舶 1 がさらに左舷側に傾く。そして、A P 制御部 2 0 は、偏角 ψ の絶対値の大きさに応じたスロットル開度 D G p を設定する。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 1$ を維持する。この制御によって、船舶 1 が左舷側に傾く状態はとめられ、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づくようになる。

【 0 0 7 3 】

状態 S T 5 では、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づき、偏角 ψ が閾値 T H s 1 p に達すると、A P 制御部 2 0 は、スロットル開度 D G 0 を設定する。言い換えれば、A P 制御部 2 0 は、スロットル開度を最低開度にして、シフトのリバース状態を維持する。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 1$ を維持する。これにより、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づく速度を低下させることができる。

10

【 0 0 7 4 】

状態 S T 6 では、船尾方位 S A が目標方位 T A にさらに近づき、偏角 ψ が閾値 T H d 1 に達すると、A P 制御部 2 0 は、スロットルオフ (S L o f f) 状態に制御する。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 1$ を維持する。これにより、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づく速度を低下させることができ、船尾方位 S A が目標方位 T A をオーバーして、船舶 1 が右舷側に傾いてしまうことを抑制できる。

【 0 0 7 5 】

状態 S T 7 では、船尾方位 S A と目標方位 T A とが一致する。この状態では、A P 制御部 2 0 は、スロットルオフ (S L o f f) 状態を維持し、且つ、舵角指令 $\eta d 1$ を維持する。

20

【 0 0 7 6 】

状態 S T 8 では、船舶 1 は右舷側に傾く。そして、偏角 ψ が閾値 T H d 2 よりも大きい間は、A P 制御部 2 0 は、シフトをフォワード (シフト F) にして、スロットル開度 D G 0 に設定する。これにより、船舶 1 の回頭の勢いを抑制できる。

【 0 0 7 7 】

状態 S T 9 では、船舶 1 はさらに右舷側に傾く。そして、偏角 ψ が閾値 T H d 2 に達すると、A P 制御部 2 0 は、スロットルオフ (S L o f f) にして、舵角指令 $\eta d 1$ を舵角指令 $\eta d 2$ に切り替えるように設定する。これにより、舵角は、徐々に、舵角指令 $\eta d 2$ に応じた舵角 $\eta 2$ となる。

【 0 0 7 8 】

30

状態 S T 1 0 では、船舶 1 がさらに右舷側に傾く。そして、舵角 $\eta 2$ になり、偏角 ψ が閾値 T H s 1 m に達すると、A P 制御部 2 0 は、スロットル開度 D G 0 を設定する。言い換えれば、A P 制御部 2 0 は、シフトをリバース (シフト R) にして、スロットル開度を、0 から最低開度にする。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 2$ を維持する。そして、この制御によって、船舶 1 が右舷側に傾く速度は低下させることが可能になる。

【 0 0 7 9 】

状態 S T 1 1 では、船舶 1 がさらに右舷側に傾く。そして、A P 制御部 2 0 は、偏角 ψ の絶対値の大きさに応じたスロットル開度 D G p を設定する。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 2$ を維持する。この制御によって、船舶 1 が右舷側に傾く状態はとめられ、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づくようになる。

40

【 0 0 8 0 】

状態 S T 1 2 では、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づき、偏角 ψ が閾値 T H s 1 m に達すると、A P 制御部 2 0 は、スロットル開度 D G 0 を設定する。言い換えれば、A P 制御部 2 0 は、スロットル開度を最低開度にして、シフトのリバース状態を維持する。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 2$ を維持する。これにより、船尾方位 S A が目標方位 T A に近づく速度を低下させることができる。

【 0 0 8 1 】

状態 S T 1 3 では、船尾方位 S A が目標方位 T A にさらに近づき、偏角 ψ が閾値 T H d 2 に達すると、A P 制御部 2 0 は、スロットルオフ (S L o f f) 状態に制御する。この際、A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 2$ を維持する。これにより、船尾方位 S A が目標方

50

位 T A に近づく速度を低下させることができ、船尾方位 S A が目標方位 T A をオーバーして、船舶 1 が左舷側に傾いてしまうことを抑制できる。

【 0 0 8 2 】

以下、再度左舷側に傾くと、上述の状態 S T 8 と同様に、シフトをフォワードに切り替えて、スロットル開度 D G 0 (最低開度) の制御を行い、さらに、上述の各状態に応じた制御を行うことによって、A P 制御部 2 0 は、船尾方位 S A を目標方位 T A に一致させるように逐次制御できる。そして、この構成および制御を用いることで、船体制御装置 1 0 は、1 舵、1 推進力の簡素な構成であっても、船尾方位 S A を目標方位 T A に一致させる船体制御を安定して行うことができる。

【 0 0 8 3 】

(船体制御方法および船体制御プログラムの説明)

上述の説明では、舵角および推進力の制御をそれぞれ個別の機能部で行う態様を示した。しかしながら、A P 制御部 2 0 を、C P U 等の演算処理装置と記憶部に記憶された船体制御プログラムによって実現する場合や、プログラマブル I C (本願の演算処理装置の一種に含まれる。) によって実現する場合には、船体制御方法および船体制御プログラムとして、次のフローに示す方法を適用すればよい。なお、以下に示す舵角指令および推進力指令は、上述のものであり、詳細な説明は省略する。

【 0 0 8 4 】

(舵角制御方法)

図 4 は、舵角制御方法を示すフローチャートである。

【 0 0 8 5 】

A P 制御部 2 0 は、舵角指令 $\eta d 0$ ($= 0^\circ$) を設定する (S 1 0 1)。A P 制御部 2 0 は、偏角 ψ が閾値 T H d 1 以上であれば (S 1 0 2 : Y E S)、舵角指令 $\eta d 1$ を設定する (S 1 0 3)。

【 0 0 8 6 】

A P 制御部 2 0 は、偏角 ψ が閾値 T H d 1 未満であり (S 1 0 2 : N O)、閾値 T H d 2 以下であれば (S 1 0 4 : Y E S)、舵角指令 $\eta d 2$ を設定する (S 1 0 5)。

【 0 0 8 7 】

A P 制御部 2 0 は、偏角 ψ が閾値 T H d 1 未満であり (S 1 0 2 : N O)、閾値 T H d 2 よりも大きければ (S 1 0 4 : N O)、現在の舵角指令を維持する。

【 0 0 8 8 】

(推進力制御方法)

図 5 は、推進力制御方法を示すフローチャートである。図 5 において、F L G e = 1 および F L G e = - 1 は、シフトをニュートラル (シフト N) に設定し、スロットル開度が 0 の制御である。F L G e = 1 ' および F L G e = - 1 ' は、シフトをフォワード (シフト F) に設定し、スロットル開度 D G 0 の制御 (アイドリング制御) である。F L G e = 2 および F L G e = - 2 は、シフトをニュートラル (シフト N) に設定し、スロットル開度が 0 の制御である。F L G e = 2 ' および F L G e = - 2 ' は、シフトをリバース (シフト R) に設定し、スロットル開度 D G 0 の制御 (アイドリング制御) である。F L G e = 3 および F L G e = - 3 は、シフトをリバース (シフト R) に設定し、スロットル開度 D G p の制御、すなわち、偏角 ψ の絶対値を定数倍して、最低開度を加算した開度の制御である。

【 0 0 8 9 】

A P 制御部 2 0 は、偏角 ψ が 0° 以上、閾値 T H d 1 未満であれば (S 2 0 1 : Y E S)、ステップ S 2 0 2 に移行し、偏角 ψ が 0° 以上、閾値 T H d 1 未満でなければ (S 2 0 1 : N O)、ステップ S 2 0 5 に移行する。

【 0 0 9 0 】

A P 制御部 2 0 は、ステップ S 2 0 2 において、F L G e = - 1 の状態であれば (S 2 0 2 : Y E S)、F L G e = 1 ' の制御を行い (S 2 0 3)、F L G e = - 1 の状態でなければ (S 2 0 2 : N O)、F L G e = 1 の制御を行い (S 2 0 4)、ステップ S 2 0 1 に

10

20

30

40

50

戻す。

【 0 0 9 1 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 0 5 において、偏角 ψ が 0° 未満、閾値 T H d 2 よりも大きければ (S 2 0 5 : Y E S)、ステップ S 2 0 6 に移行し、偏角 ψ が 0° 未満、閾値 T H d 2 よりも大きくなければ (S 2 0 5 : N O)、ステップ S 2 0 9 に移行する。

【 0 0 9 2 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 0 6 において、F L G e = 1 の状態であれば (S 2 0 6 : Y E S)、F L G e = - 1 ' の制御を行い (S 2 0 7)、F L G e = - 1 の状態でなければ (S 2 0 6 : N O)、F L G e = 1 の制御を行い (S 2 0 8)、ステップ S 2 0 1 に戻す。

10

【 0 0 9 3 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 0 9 において、偏角 ψ が閾値 T H d 1 よりも大きく、閾値 T H s 1 p 未満であれば (S 2 0 9 : Y E S)、ステップ S 2 1 0 に移行し、偏角 ψ が閾値 T H d 1 よりも大きく、閾値 T H s 1 p 未満でなければ (S 2 0 9 : N O)、ステップ S 2 1 3 に移行する。

【 0 0 9 4 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 0 において、F L G e = 3 の状態であれば (S 2 1 0 : Y E S)、F L G e = 2 ' の制御を行い (S 2 1 1)、F L G e = 3 の状態でなければ (S 2 1 0 : N O)、F L G e = 2 の制御を行い (S 2 1 2)、ステップ S 2 0 1 に戻す。

【 0 0 9 5 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 3 において、偏角 ψ が閾値 T H s 1 m よりも大きく、閾値 T H 2 d 未満であれば (S 2 1 3 : Y E S)、ステップ S 2 1 4 に移行し、偏角 ψ が閾値 T H s 1 m よりも大きく、閾値 T H 2 d 未満でなければ (S 2 1 3 : N O)、ステップ S 2 1 7 に移行する。

20

【 0 0 9 6 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 4 において、F L G e = - 3 の状態であれば (S 2 1 4 : Y E S)、F L G e = - 2 ' の制御を行い (S 2 1 5)、F L G e = - 3 の状態でなければ (S 2 1 4 : N O)、F L G e = - 2 の制御を行い (S 2 1 6)、ステップ S 2 0 1 に戻す。

【 0 0 9 7 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 7 において、偏角 ψ が閾値 T H s 1 p 以上であれば (S 2 1 7 : Y E S)、F L G e = 3 の制御を行い (S 2 1 8)、ステップ S 2 0 1 に戻す。

30

【 0 0 9 8 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 7 において、偏角 ψ が閾値 T H s 1 p 以上でなければ (S 2 1 7 : N O)、ステップ S 2 1 9 に移行する。

【 0 0 9 9 】

A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 9 において、偏角 ψ が閾値 T H s 1 p 以下であれば (S 2 1 9 : Y E S)、F L G e = - 3 の制御を行い (S 2 2 0)、ステップ S 2 0 1 に戻す。A P制御部 2 0 は、ステップ S 2 1 9 において、偏角 ψ が閾値 T H s 1 p 以下でなければ (S 2 1 9 : N O)、ステップ S 2 0 1 に戻す。

40

【 0 1 0 0 】

なお、上述の偏角 ψ が小さい時にシフトをフォワードに切り替える制御は、省略することも可能である。しかしながら、この制御を行うことによって、上述のように、船舶の船体の回頭の勢いを抑制できるので、この制御を行うことが好ましい。

【符号の説明】

【 0 1 0 1 】

1 : 船舶

2 : 船首

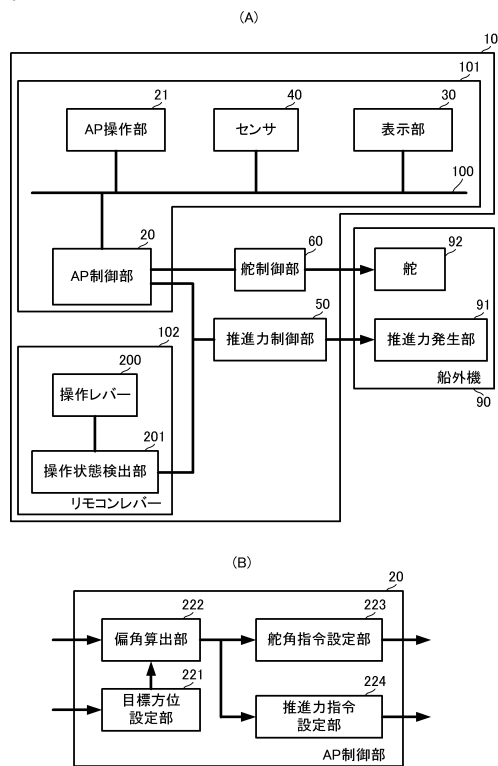
3 : 船尾

50

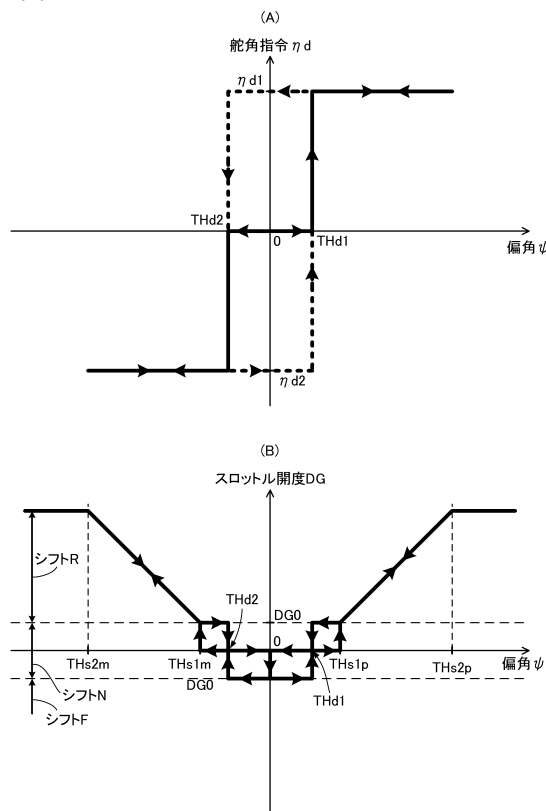
- 10 : 船体制御装置
- 20 : AP制御部
- 21 : AP操作部
- 30 : 表示部
- 40 : センサ
- 50 : 推進力制御部
- 60 : 舵制御部
- 90 : 船外機
- 91 : 推進力発生部
- 92 : 舵
- 100 : データ通信ネットワーク
- 101 : 本体
- 102 : リモコンレバー
- 200 : 操作レバー
- 201 : 操作状態検出部
- 221 : 目標方位設定部
- 222 : 偏角算出部
- 223 : 舵角指令設定部
- 224 : 推進力指令設定部

【図面】

【図1】



【図2】



10

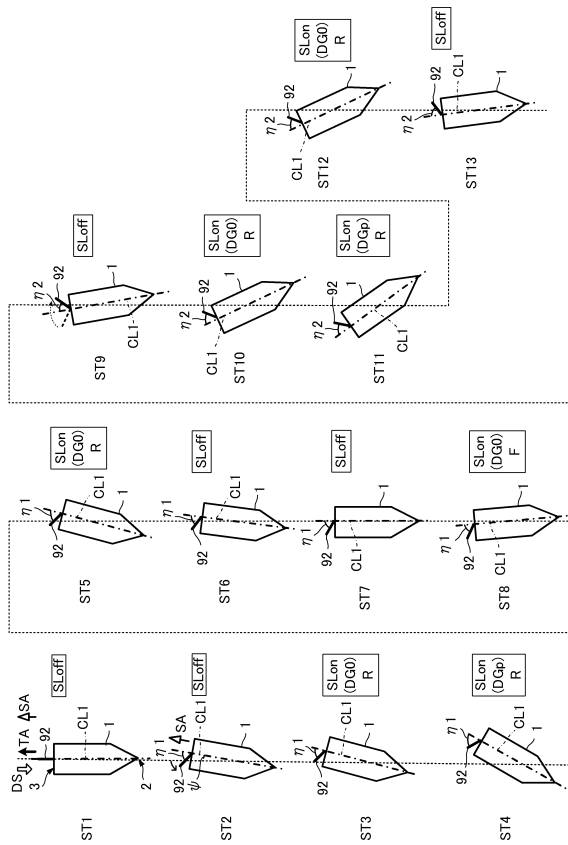
20

30

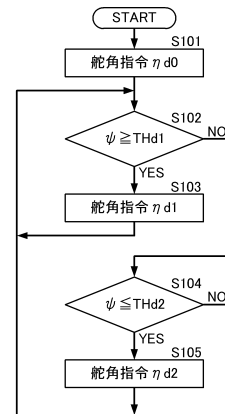
40

50

【 図 3 】



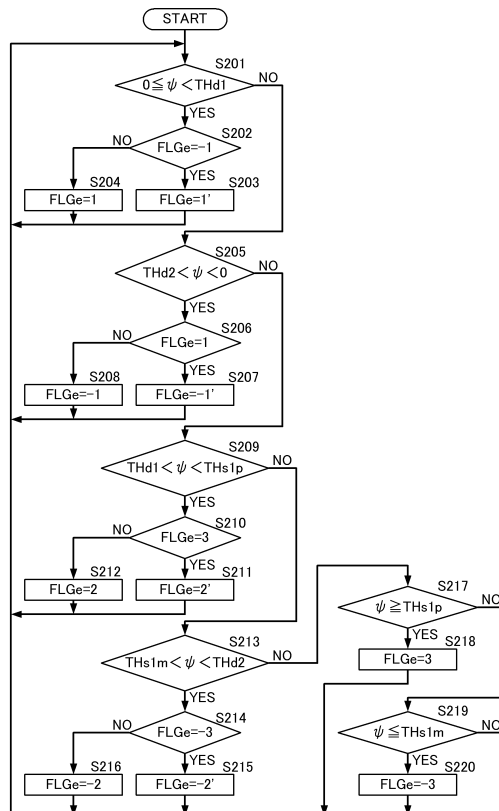
【 図 4 】



10

20

【 図 5 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 4 4 9 7 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 6 / 1 0 4 0 3 1 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 6 / 1 0 4 0 3 0 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 2 7 7 1 8 9 (U S , A 1)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 4 - 0 0 8 0 1 0 6 (K R , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 3 H 2 1 / 2 1 , 2 3 / 3 0 , 2 5 / 0 4
G 0 5 D 1 / 0 0 - 1 / 1 2