

(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2009-6997

(P2009-6997A)

(43) 公開日 平成21年1月15日(2009.1.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 3 H 25/42 (2006.01)	B 6 3 H 25/42	B
B 6 3 H 20/00 (2006.01)	B 6 3 H 21/26	N
B 6 3 H 25/02 (2006.01)	B 6 3 H 25/02	B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2008-138616 (P2008-138616)	(71) 出願人	000010076 ヤマハ発動機株式会社
(22) 出願日	平成20年5月27日 (2008. 5. 27)		静岡県磐田市新貝2500番地
(31) 優先権主張番号	特願2007-143844 (P2007-143844)	(74) 代理人	100087701 弁理士 稲岡 耕作
(32) 優先日	平成19年5月30日 (2007. 5. 30)	(74) 代理人	100101328 弁理士 川崎 実夫
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	梶 洋隆 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

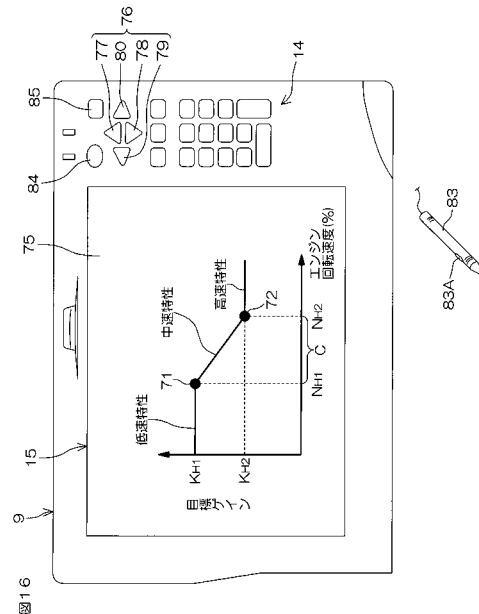
(54) 【発明の名称】 航走制御装置およびそれを備えた船舶

(57) 【要約】

【課題】 簡便な操作で操船特性を調整することができる航走制御装置を提供する。

【解決手段】 目標特性入力部9は、エンジン回転速度およびステアリングホイールの操作量に対する船舶のヨーレートのゲインの目標特性を変更するために操作者によって操作される。目標特性入力部9は、目標特性ラインを表示する表示装置15と、タッチパネル75および十字ボタン76を含む入力装置14とを備えている。入力装置14の操作により、目標特性ラインの第1変曲点71および第2変曲点72の位置を変更することができる。特性変更ボタン84を操作することによって、目標特性ラインの変更が確定する。変更後の目標特性が達成されるように、エンジン回転速度とステアリングホイールの操作量と目標舵角との関係を表すマップが更新される。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

船体に与える推進力を発生する推進力発生手段と、船体を旋回させるための舵取り手段と、前記舵取り手段の転舵角を制御するために操船者によって操作される操作手段とを含む船舶の航走制御装置であって、

前記船舶の進行速度および前記操作手段の操作量に対する目標旋回挙動の関係である目標操船特性に対応した目標特性ラインを記憶する目標特性記憶手段と、

この目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインの形状を変更するために操作者によって操作される目標特性変更入力手段と、

この目標特性変更入力手段からの入力に応じて、前記目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインを更新する目標特性ライン更新手段とを含み、

前記目標特性変更入力手段は、

前記目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインの変曲点位置を変更するために操作者によって操作される変曲点位置変更入力手段を含む、航走制御装置。

【請求項 2】

前記目標特性記憶手段に記憶されている目標特性ラインに従う目標操船特性が得られるように、前記操作手段の操作量に対応する前記舵取り手段の目標転舵角を前記船体の進行速度に応じて設定する目標転舵角設定手段をさらに含む、請求項 1 記載の航走制御装置。

【請求項 3】

前記目標特性記憶手段は、前記船舶の進行速度および前記操作手段の操作量に対する前記船舶のヨーレートのゲインの目標値を表す目標特性ラインを記憶するものである、請求項 1 または 2 記載の航走制御装置。

【請求項 4】

前記目標特性記憶手段は、前記船舶の進行速度に対する前記操作手段の最大操作量を表す目標特性ラインを記憶するものである、請求項 1 または 2 記載の航走制御装置。

【請求項 5】

前記目標特性変更入力手段は、上下左右方向の入力が可能なキー入力手段を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の航走制御装置。

【請求項 6】

前記目標特性ラインを表示する表示装置をさらに備え、

前記目標特性変更入力手段は、前記表示装置の画面上に設けられたタッチパネルを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の航走制御装置。

【請求項 7】

船体と、

前記船体に与える推進力を発生する推進力発生手段と、

前記船体を旋回させるための舵取り手段と、

前記舵取り手段の転舵角を制御するために操船者によって操作される操作手段と、

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の航走制御装置とを含む、船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、船体を旋回させるための舵取り機構を備えた船舶、およびこのような船舶のための航走制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

クルーザやボートのようなレジャー用船舶に備えられる推進機の一例は、船尾(トランサム)に取り付けられる船外機である。船外機は、船外に設けられる推進ユニットを備えている。この推進ユニットに舵取り機構が付設される。推進ユニットは、駆動源としてのエンジンおよび推進力発生部材としてのプロペラを含む。舵取り機構は、推進ユニット全体を船体に対して水平方向に回動させる。舵取り機構を駆動して推進ユニットを回動させ

10

20

30

40

50

ると、舵取り機構の転舵角（推進ユニットが発生する推進力の作用方向）が変化し、これに应答して船体が旋回する。

【0003】

船内には、操船のための操作卓が設けられている。この操作卓には、たとえば、舵取り操作のためのステアリング操作部と、推進ユニットが発生する推進力を調整するためのスロットル操作部とが備えられている。ステアリング操作部は、たとえば、操船者によって操作される操作部材としてのステアリングホイールを備えている。このステアリングホイールは、ワイヤーまたは油圧機構を介して舵取り機構に機械的に結合されている。したがって、ステアリングホイールの操作によって舵取り機構を駆動させて転舵角を変更することができる。ただし、ステアリングホイールと舵取り機構とが機械的に結合されているので、ステアリングホイールの操作量と転舵角との関係は、船体の進行速度にかかわらず、一定である。

10

【0004】

所定の進行速度における、転舵角のステップ変化と船舶の旋回速度（ヨーレート）との関係が、図1に表されている。転舵角のステップ変化を入力信号とし、ヨーレートを出力信号とした場合、それらの間の伝達関数 $G(s)$ は、次式(1)により、近似的に表すことができる。この伝達関数 $G(s)$ は、野本モデルと呼ばれる1次遅れ系のモデルを表している。

【0005】

$$G(s) = K / (T \cdot s + 1) \quad \dots \dots (1)$$

20

ここで、 s はラプラス演算子であり、 T は時定数である。そして、 K は、ゲインである。

図2に示すように、進行速度（エンジンの回転速度 N （単位：rpm）を代替指標にしてもよい。）が異なれば、同じ転舵角ステップ変化に対するヨーレートの応答が異なる。すなわち、進行速度に応じて、時定数 T およびゲイン K が変化する。ここで、時定数 T は、ゲイン K に比べると、進行速度による変化の度合いが小さいので、以下では、ゲイン K にだけ着目する。

【0006】

ゲイン K は、船体の形状にもよるが、一般に、進行速度が上昇するほど（エンジン回転速度 N が上昇するほど）、大きくなる。そのため、高速航走時（たとえば外洋での航走時）では、低速航走時（たとえば桟橋付近での徐行時）に比べて、転舵角を同じように変化させても、得られるヨーレートが高くなる。

30

そのため、転舵角を一定量変化させた場合、低速航走時では、高速航走時に比べて、得られるヨーレートが低いので、船体は鈍く旋回する。操船者は、低速航走時に船体を鋭く旋回させたい場合には、ステアリングホイールを意識的に大きく操作して転舵角を大きくしなければならない。一方、高速航走時では、低速航走時に比べて、得られるヨーレートが高いので、船体は鋭く旋回する。そのため、高速航走時のステアリングホイールの操作量を低速航走時と同じにすると、操船者が意図するよりも速く船体が旋回する可能性がある。操船者は、高速航走時に船体をわずかに旋回させたい場合には、ステアリングホイールを意識的に小さく操作して転舵角を小さくしなければならない。

40

【0007】

このように、転舵角とヨーレートとの関係が進行速度によって異なるので、操作量とヨーレートとの関係も進行速度に応じて異なることとなる。そのため、操船者には、進行速度によって異なるステアリング操作を意識的に行うという高い操船技術が要求されることになる。

そこで、低速航走時では転舵角が比較的大きく変化してヨーレートを高め、高速航走時では転舵角が比較的小さく変化してヨーレートを低くすることができれば、進行速度に応じたステアリング操作を意識する必要がなくなる。これにより、習熟度の低い操船者にも適切なステアリング操作が容易に行える。しかし、前述したようにステアリングホイールが舵取り機構に機械的に結合された構成では、ステアリングホイールの操作量と転舵角

50

との関係を、船体の進行速度に応じて変更することはできない。

【0008】

下記特許文献1～3では、船舶のための電動ステアリング装置が提案されている。電動ステアリング装置は、ステアリングホイールの操作量をポテンシオメータなどで検出し、検出された操作量に応じて目標転舵角を演算して、この目標転舵角に応じて舵取り機構を駆動させる。この構成であれば、ステアリングホイールの操作量と転舵角との関係を、進行速度に応じて変更することができる。そのため、操作量と目標転舵角との関係を進行速度に応じて適切に設定することによって、進行速度に対する操作量とヨーレートとの関係（操船特性）を改善できると考えられる。また、下記特許文献3では、操作量と目標転舵角との関係を定める特性を予め用意しておき、この特性に航走状態を加味して目標転舵角を算出することが提案されている。

10

【特許文献1】特開2006-1432号公報

【特許文献2】特開2007-62678号公報

【特許文献3】特開2007-62677号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

操船特性に対して、船舶の使用目的、操船者の技量に応じて操船者の様々な要求が考えられる。したがって、個々の操船者の要求を満たすために、操船者が、その好みに合わせて操船特性を調整できることが好ましい。しかし、制御の詳細を知らない操船者が多くの制御パラメータを適切に調整することは困難であるから、より簡便な調整手段が求められる。

20

【0010】

そこで、この発明の目的は、簡便な操作で操船特性を調整することができる航走制御装置を提供することである。

また、この発明の他の目的は、このような航走制御装置を備えた船舶を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記の目的を達成するために、この発明は、船体に与える推進力を発生する推進力発生手段と、船体を旋回させるための舵取り手段と、前記舵取り手段の転舵角を制御するために操船者によって操作される操作手段とを含む船舶の航走制御装置であって、前記船舶の進行速度および前記操作手段の操作量に対する目標旋回挙動の関係である目標操船特性に対応した目標特性ラインを記憶する目標特性記憶手段と、この目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインの形状を変更するために操作者によって操作される目標特性変更入力手段と、この目標特性変更入力手段からの入力に応じて、前記目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインを更新する目標特性ライン更新手段とを含み、前記目標特性変更入力手段は、前記目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインの変曲点位置を変更するために操作者によって操作される変曲点位置変更入力手段を含む、航走制御装置を提供する。

30

【0012】

この航走制御装置には、目標特性記憶手段に記憶された目標特性ラインの形状を変更するための目標特性変更入力手段が設けられている。この目標特性変更入力手段は、目標特性ラインの変曲点位置を変更するために操作される変曲点位置変更入力手段を備えている。

40

この構成により、変曲点の位置変更を行う操作によって、操船者の好みに応じた目標特性ラインを設定することができる。このような直感的な操作は専門知識を有していない操船者にとっても容易である。そのため、操船者は、容易に、目標操船特性を自身の好みに応じた特性に設定変更することができる。このようにして、船体の進行速度および操作手段の操作量に対する目標旋回挙動の目標特性を操船者自身が容易な操作で変更できるので、操船特性に対する個々の操船者の要求への適合が可能となる。

50

【 0 0 1 3 】

前記航走制御装置は、前記目標特性記憶手段に記憶されている目標特性ラインに従う目標操船特性が得られるように、前記操作手段の操作量に対応する前記舵取り手段の目標転舵角を前記船体の進行速度に応じて設定する目標転舵角設定手段をさらに含むことが好ましい。

この構成によれば、目標特性記憶手段に記憶されている目標特性ラインに従う目標操船特性が得られるように、操作手段の操作量に対応する舵取り手段の目標転舵角が船体の進行速度に応じて設定される。したがって、目標特性ラインを適切に定めることにより、操作手段の操作量と旋回挙動との関係を、船体の進行速度に応じて操船者のフィーリングに適合させることができる。その結果、操船性能を著しく改善することができ、高速航走時や低速航走時などでの操作手段の操作を容易にすることができる。したがって、高度な操船技術を有していない操船者であっても、操作手段の操作量と旋回挙動との関係を船体の進行速度に応じて適切に調節することができる。

10

【 0 0 1 4 】

具体的には、たとえば、転舵角と旋回挙動との関係が進行速度によって異なる場合には、前記目標操船特性を、操作手段の操作量に対する旋回挙動の関係が船体の進行速度にかかわらず一定となるように設定しておくことよい。これにより、進行速度域によらずに、操作手段の操作量と旋回挙動との対応関係が、操船者にとって直感的に分かり易くなるので、熟練していない操船者にとっても、操船が容易になる。

【 0 0 1 5 】

また、低速度域において操作手段の操作量に対する船体の旋回量が大きく、高速度域において操作手段の操作量に対する船体の旋回量が少なくなるように、操作量に対応する目標転舵角を設定することもできる。これによって、低速度域では操作手段のわずかな操作量で船体を鋭く旋回させることができ、高速度域では操作手段の操作が未熟であっても船舶を円滑に旋回させることができる。

20

【 0 0 1 6 】

前記目標特性記憶手段は、前記船舶の進行速度および前記操作手段の操作量に対する前記船舶のヨーレートのゲインの目標値を表す目標特性ラインを記憶するものであってもよい。この構成によれば、進行速度および操作量に対するヨーレートゲインの目標値を簡単な操作で変更することができるので、目標操船特性を容易に変更できる。

30

前記目標特性記憶手段は、前記船舶の進行速度に対する前記操作手段の最大操作量を表す目標特性ラインを記憶するものであってもよい。この場合に、前記目標転舵角設定手段は、進行速度に応じて必要なヨーレートを得るための転舵角（最大転舵角）を、前記目標特性ラインに従って、前記最大操作量に対応付けるとよい。この構成によれば、操作手段の最大操作量を進行速度に応じて適切に設定しておくことにより、好みの目標操船特性を容易に設定することができる。

【 0 0 1 7 】

前記目標特性変更入力手段は、上下左右方向の入力が可能なキー入力手段を含むことが好ましい。この場合に、たとえば、キー入力手段の上下左右方向キーを前記変曲点位置変更入力手段として用いることができる。これにより、簡単な構成で、目標特性ラインを変更することができる。

40

前記航走制御装置は、前記目標特性ラインを表示する表示装置をさらに備えていることが好ましい。この場合に、前記目標特性変更入力手段は、前記表示装置の画面上に設けられたタッチパネルを含むものであってもよい。この構成により、表示装置に表示された目標特性ラインを視認し、この表示された目標特性ラインに対してタッチパネルを介する直感的な操作を行うことにより、目標特性ラインの設定変更を行うことができる。具体的には、タッチパネル上でのドラッグ操作によって、変曲点位置を変更することができる。このようにして、より直感的で簡単な操作によって、目標特性ラインを変更できる。

【 0 0 1 8 】

この発明は、また、船体と、前記船体に与える推進力を発生する推進力発生手段と、前

50

記船体を旋回させるための舵取り手段と、前記舵取り手段の転舵角を制御するために操船者によって操作される操作手段と、前述の航走制御装置とを含む、船舶を提供する。この構成により、操船特性を個々の操船者に容易に適合することができる船舶を実現できる。

なお、船舶は、クルーザ、釣り船、ウォータージェット、水上滑走艇（watercraft）のような比較的小型のものであってもよい。

【0019】

また、前記推進力発生手段は、船外機（アウトボードモータ）、船内外機（スターンドライブ。インボードモータ・アウトボードドライブ）、船内機（インボードモータ）、ウォータージェットドライブのいずれの形態であってもよい。船外機は、原動機（エンジン）および推進力発生部材（プロペラ）を含む推進ユニットを船外に有し、さらに、推進ユニット全体を船体に対して水平方向に回動させる舵取り機構が付設されたものである。船内外機は、原動機が船内に配置され、推進力発生部材および舵切り機構を含むドライブユニットが船外に配置されたものである。船内機は、原動機およびドライブユニットがいずれも船体に内蔵され、ドライブユニットからプロペラシャフトが船外に延び出した形態を有する。この場合、舵取り機構は別途設けられる。ウォータージェットドライブは、船底から吸い込んだ水をポンプで加速し、船尾の噴射ノズルから噴射することで推進力を得るものである。この場合、舵取り機構は、噴射ノズルと、この噴射ノズルを水平面に沿って回動させる機構とで構成される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

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。

20

< 第1の実施形態 >

図3は、この発明の一実施形態に係る船舶1の構成を説明するための概念図である。この船舶1は、クルーザやボートのような比較的小型の船舶である。この船舶1は、船体2と、この船体2の船尾（トランサム）3に取り付けられた推進力発生手段としての船外機10とを備えている。この船外機10は、船体2の船尾3および船首4を通る中心線5上に取り付けられている。船外機10には、電子制御ユニット11（以下、「船外機ECU11」という。）が内蔵されている。

【0021】

船体2には、操船のための操作卓6が設けられている。操作卓6には、たとえば、舵取り制御のためのステアリング操作部7と、船外機10の出力を操作するためのスロットル操作部8と、目標特性入力部9（目標操船特性入力手段、目標特性変更入力手段）とが備えられている。ステアリング操作部7は、操船者に操作される舵取り操作部材（操作手段）として回転自在に設けられるステアリングホイール7aと、このステアリングホイール7aの操作量（操作角）を検出するポテンシオメータ等の操作角検出部7bとを備えている。また、スロットル操作部8は、スロットル操作部材としてのリモコンレバー（スロットルレバー）8aと、このリモコンレバー8aの位置を検出するポテンシオメータ等のレバー位置検出部8bとを備えている。目標特性入力部9は、船舶1の進行速度とステアリングホイール7aの操作角と船舶1の旋回挙動（ヨーレート）と間の関係である操船特性に関する目標特性（目標操船特性）の設定入力を行うためのものである。

30

40

【0022】

操作卓6に備えられた操作部7, 8の操作量を表す入力信号および目標特性入力部9からの入力信号は、電気信号として航走制御装置20に入力されるようになっている。これらの電気信号は、たとえば、船体2内に配置されたLAN（ローカル・エリア・ネットワーク。以下「船内LAN」という。）を介して、操作卓6から航走制御装置20へと伝送されるようになっている。航走制御装置20は、マイクロコンピュータを含む電子制御ユニット（ECU）であり、推進力を制御する推進力制御装置としての機能と、舵取り制御のための転舵制御装置としての機能とを有している。

【0023】

航走制御装置20は、さらに、船外機ECU11との間で前記船内LANを介して通信

50

を行う。より具体的には、航走制御装置 20 は、船外機 ECU 11 から、船外機 10 に備えられたエンジンの回転速度（回転数）と、船外機 10 の向きである転舵角と、エンジンのスロットル開度と、船外機 10 のシフト位置（前進、ニュートラル、後進）とを取得する。なお、エンジン回転速度は、船舶 1 の進行速度に対応しているため、以下では、エンジン回転速度を進行速度と同義なものとして扱う。

【0024】

また、船体 2 には、船舶 1 の旋回速度（ヨーレート）を検出するためのヨーレートセンサ 12（ヨーレート測定手段）が備えられている。航走制御装置 20 には、ヨーレートセンサ 12 が出力するヨーレートに関する信号が、電気信号として、前記船内 LAN を介して入力されるようになっている。ヨーレートセンサの他にも、GPS センサや方位角センサを利用してヨーレート測定手段を構成することができる。

10

【0025】

航走制御装置 20 は、船外機 ECU 11 に対して、目標転舵角、目標スロットル開度、目標シフト位置（前進、ニュートラル、後進）、目標トリム角などを表すデータを与えるようになっている。

航走制御装置 20 は、ステアリングホイール 7a の操作角に応じて、船外機 10 の目標転舵角を設定する。また、航走制御装置 20 は、リモコンレバー 8a の操作量および操作方向（すなわち、レバー位置）に応じて、船外機 10 に対する目標スロットル開度および目標シフト位置を定める。リモコンレバー 8a は、前方および後方へと傾倒させることができるようになっている。操船者がリモコンレバー 8a を中立位置から前方へ一定量だけ倒すと、航走制御装置 20 は、船外機 10 の目標シフト位置を前進位置とする。操船者がリモコンレバー 8a をさらに前方に倒していくと、航走制御装置 20 は、その操作量に応じて、船外機 10 の目標スロットル開度を設定する。一方、操船者がリモコンレバー 8a を後方に一定量だけ倒すと、航走制御装置 20 は、船外機 10 の目標シフト位置を後進位置とする。操船者がリモコンレバー 8a をさらに後方に倒していくと、航走制御装置 20 は、その操作量に応じて、船外機 10 の目標スロットル開度を設定する。

20

【0026】

図 4 は、船外機 10 の構成を説明するための図解的な断面図である。船外機 10 は、推進機としての推進ユニット 30 と、この推進ユニット 30 を船体 2 に取り付ける取り付け機構 31 とを有している。取り付け機構 31 は、船体 2 の後尾板に着脱自在に固定されるクランプブラケット 32 と、このクランプブラケット 32 に水平回転軸としてのチルト軸 33 を中心に回転自在に結合されたスイベルブラケット 34 とを備えている。推進ユニット 30 は、スイベルブラケット 34 に、転舵軸 35 まわりに回転自在に取り付けられている。これにより、推進ユニット 30 を転舵軸 35 まわりに回転させることによって、転舵角（船体 2 の中心線 5 に対して推進力の方向がなす方位角）を変化させることができる。また、スイベルブラケット 34 をチルト軸 33 まわりに回転させることによって、推進ユニット 30 のトリム角（水平面に対して推進力の方向がなす角）を変化させることができる。

30

【0027】

推進ユニット 30 のハウジングは、トップカウリング 36 とアップケース 37 とロアケース 38 とで構成されている。トップカウリング 36 内には、駆動源となるエンジン 39 がそのクランク軸の軸線が上下方向となるように設置されている。エンジン 39 のクランク軸下端に連結される動力伝達用のドライブシャフト 41 は、上下方向にアップケース 37 内を通過してロアケース 38 内にまで延びている。

40

【0028】

ロアケース 38 の下部後側には、推進力発生部材となるプロペラ 40 が回転自在に装着されている。ロアケース 38 内には、プロペラ 40 の回転軸であるプロペラシャフト 42 が水平方向に通されている。このプロペラシャフト 42 には、ドライブシャフト 41 の回転が、クラッチ機構としてのシフト機構 43 を介して伝達されるようになっている。

シフト機構 43 は、ドライブシャフト 41 の下端に固定されたベベルギヤからなる駆動

50

ギヤ 4 3 a と、プロペラシャフト 4 2 上に回動自在に配置されたベベルギヤからなる前進ギヤ 4 3 b と、同じくプロペラシャフト 4 2 上に回動自在に配置されたベベルギヤからなる後進ギヤ 4 3 c と、前進ギヤ 4 3 b および後進ギヤ 4 3 c の間に配置されたドッグクラッチ 4 3 d とを有している。

【 0 0 2 9 】

前進ギヤ 4 3 b は前方側から駆動ギヤ 4 3 a に噛合しており、後進ギヤ 4 3 c は後方側から駆動ギヤ 4 3 a に噛合している。そのため、前進ギヤ 4 3 b および後進ギヤ 4 3 c は互いに反対方向に回転されることになる。

一方、ドッグクラッチ 4 3 d は、プロペラシャフト 4 2 にスプライン結合されている。すなわち、ドッグクラッチ 4 3 d は、プロペラシャフト 4 2 に対してその軸方向に摺動自在であるが、プロペラシャフト 4 2 に対する相対回転はできず、このプロペラシャフト 4 2 とともに回転する。

【 0 0 3 0 】

ドッグクラッチ 4 3 d は、ドライブシャフト 4 1 と平行に上下方向に延びるシフトロッド 4 4 の軸周りの回動によって、プロペラシャフト 4 2 上で摺動される。これにより、ドッグクラッチ 4 3 d は、前進ギヤ 4 3 b と結合した前進位置と、後進ギヤ 4 3 c と結合した後進位置と、前進ギヤ 4 3 b および後進ギヤ 4 3 c のいずれとも結合されないニュートラル位置とのいずれかのシフト位置に制御される。

【 0 0 3 1 】

ドッグクラッチ 4 3 d が前進位置にあるとき、前進ギヤ 4 3 b の回転がドッグクラッチ 4 3 d を介して実質的に滑りのない状態でプロペラシャフト 4 2 に伝達される。これにより、プロペラ 4 0 は、一方向（前進方向）に回転し、船体 2 を前進させる方向の推進力を発生する。一方、ドッグクラッチ 4 3 d が後進位置にあるとき、後進ギヤ 4 3 c の回転がドッグクラッチ 4 3 d を介して実質的に滑りのない状態でプロペラシャフト 4 2 に伝達される。後進ギヤ 4 3 c は、前進ギヤ 4 3 b とは反対方向に回転するため、プロペラ 4 0 は、反対方向（後進方向）に回転し、船体 2 を後進させる方向の推進力を発生する。ドッグクラッチ 4 3 d がニュートラル位置にあるとき、ドライブシャフト 4 1 の回転はプロペラシャフト 4 2 に伝達されない。すなわち、エンジン 3 9 とプロペラ 4 0 との間の駆動力伝達経路が遮断されるので、いずれの方向の推進力も生じない。

【 0 0 3 2 】

船外機 1 0 に変速機は備えられておらず、ドッグクラッチ 4 3 d が前進位置または後進位置にあるときに、エンジン 3 9 の回転速度に応じてプロペラ 4 0 が回転する。

エンジン 3 9 に関連して、このエンジン 3 9 を始動させるためのスタータモータ 4 5 が配置されている。スタータモータ 4 5 は、船外機 E C U 1 1 によって制御される。また、エンジン 3 9 のスロットルバルブ 4 6 を作動させてスロットル開度を変化させ、エンジン 3 9 の吸入空気量を変化させるためのスロットルアクチュエータ 5 1 が備えられている。このスロットルアクチュエータ 5 1 は、電動モータからなってもよい。このスロットルアクチュエータ 5 1 は、スロットルバルブ 4 6 とともに電動スロットル 5 5 を構成している。

【 0 0 3 3 】

スロットルアクチュエータ 5 1 の動作は、船外機 E C U 1 1 によって制御される。また、スロットルバルブ 4 6 の開度（スロットル開度）は、スロットル開度センサ 5 7 によって検出されるようになっており、その出力は、船外機 E C U 1 1 に与えられるようになっている。エンジン 3 9 には、さらに、クランク軸の回転を検出することによってエンジン 3 9 の回転速度 N を検出するためのエンジン回転検出部 4 8（速度測定手段、エンジン回転速度測定手段）が備えられている。なお、エンジン回転検出部 4 8 は、航走制御装置 2 0 に含まれていてもよい。

【 0 0 3 4 】

また、シフトロッド 4 4 に関連して、ドッグクラッチ 4 3 d のシフト位置を変化させるためのシフトアクチュエータ 5 2（クラッチ作動装置）が設けられている。このシフトア

10

20

30

40

50

クチュエータ 5 2 は、たとえば、電動モータからなり、船外機 E C U 1 1 によって動作制御される。また、エンジン 3 9 には、ドッグクラッチ 4 3 d のシフト位置を検出するためのシフト位置センサ 5 8 が設けられている。シフト位置センサ 5 8 が検出したシフト位置は、船外機 E C U 1 1 に与えられる。

【 0 0 3 5 】

また、クランプブラケット 3 2 とスイベルブラケット 3 4 との間には、たとえば液圧シリンダを含み、船外機 E C U 1 1 によって制御されるトリムアクチュエータ（チルトトリムアクチュエータ） 5 4 が設けられている。このトリムアクチュエータ 5 4 は、チルト軸 3 3 まわりにスイベルブラケット 3 4 を回動させることにより、推進ユニット 3 0 をチルト軸 3 3 まわりに回動させる。これにより、推進ユニット 3 0 のトリム角が変化する。

10

【 0 0 3 6 】

また、推進ユニット 3 0 に固定された転舵ロッド 4 7 には、たとえば、船外機 E C U 1 1 によって制御される転舵アクチュエータ 5 3 が結合されている。

図 5 は、転舵アクチュエータ 5 3 の構成図である。

転舵アクチュエータ 5 3 は、フレーム 2 1 と、フレーム 2 1 に支持される D D (Direct Drive) 型の電動モータ 2 2 とを含んでいる。フレーム 2 1 は、船体 2 の後尾板に対して平行に延びるネジ棒 2 3 と、ネジ棒 2 3 の両端を船体 2 の後尾板に固定するための 1 対の支持部材 2 4 とを含んでいる。電動モータ 2 2 は、ネジ棒 2 3 に装着されており、ネジ棒 2 3 に沿ってスライド移動する。より具体的には、ネジ棒 2 3 にボールナットが螺合しており、このボールナットに電動モータ 2 2 のロータが結合されている。電動モータ 2 2 を駆動して、そのロータを回転させると、ボールナットがネジ棒 2 3 の周りで回転する。これにより、ボールナットはネジ棒 2 3 の長手方向にスライド移動し、これに伴って、電動モータ 2 2 がネジ棒 2 3 に沿ってスライドすることになる。

20

【 0 0 3 7 】

また、電動モータ 2 2 は、連結ブラケット 2 5 を介して転舵ロッド 4 7 に連結されている。そのため、船外機 E C U 1 1 は、電動モータ 2 2 を、ネジ棒 2 3 に沿って、目標転舵角に応じた距離だけスライド移動させることにより、船外機 1 0 (推進ユニット 3 0) を転舵軸 3 5 まわりに目標転舵角だけ回動させることができ、舵取り操作を行うことができる。このように、転舵アクチュエータ 5 3、転舵ロッド 4 7 および転舵軸 3 5 を含む電動の舵取り機構 5 0 (舵取り手段) が形成されている。この舵取り機構 5 0 には、転舵角を検出するための転舵角センサ 4 9 が備えられている (図 4 参照)。

30

【 0 0 3 8 】

なお、転舵アクチュエータ 5 3 としては、前述の構成のほかにも、たとえば、電動ポンプを油圧発生源とする油圧シリンダを用いて船外機 1 0 を回動させる構成を採用することもできる。

図 6 は、前記船舶 1 の航走制御に関する構成を説明するためのブロック図である。航走制御装置 2 0 は、スロットル制御部 2 6 と、シフト制御部 2 7 と、転舵制御部 2 8 (制御手段) と、トリム角制御部 2 9 とを備えている。スロットル制御部 2 6 は、スロットルアクチュエータ 5 1 を制御するための目標スロットル開度指令値を発生する。シフト制御部 2 7 は、シフトアクチュエータ 5 2 を制御するための目標シフト位置指令値を発生する。転舵制御部 2 8 は、転舵アクチュエータ 5 3 を制御するための目標転舵角指令値を生成する。トリム角制御部 2 9 は、トリムアクチュエータ 5 4 を制御するための目標トリム角指令値を生成する。これらの制御部 2 6 ~ 2 9 の機能は、航走制御装置 2 0 に備えられたマイクロコンピュータが所定のソフトウェア処理を実行することによって実現されるようになっていてもよい。

40

【 0 0 3 9 】

制御部 2 6 ~ 2 9 が生成する各指令値は、インタフェース部 (I / F) 1 6 を介して、船外機 E C U 1 1 に与えられる。船外機 E C U 1 1 は、与えられた指令信号に基づいて、アクチュエータ 5 1 ~ 5 4 を制御する。

船外機 E C U 1 1 は、エンジン回転検出部 4 8 によって検出されるエンジン回転速度 N

50

と、転舵角センサ 49 によって検出される転舵角 R とを、インタフェース部 16 を介して、航走制御装置 20 に与える。エンジン回転速度 N および転舵角 R は、スロットル制御部 26 および転舵制御部 28 の両方に与えられる。また、図示されていないが、スロットル開度センサ 57 によって検出されるスロットル開度と、シフト位置センサ 58 によって検出されるシフト位置とが、スロットル制御部 26 および転舵制御部 28 の両方に与えられる。

【0040】

一方、航走制御装置 20 には、ステアリング操作部 7、スロットル操作部 8 およびヨーレートセンサ 12 からの信号が、インタフェース部 (I/F) 17 を介して入力されるようになっている。図示されていないが、目標特性入力部 9 の信号も、航走制御装置 20 に入力される。ステアリング操作部 7 からの入力信号は、目標転舵角を算出するために転舵制御部 28 に入力される。また、スロットル操作部 8 からの入力信号は、目標推進力の大きさを表す信号がスロットル制御部 26 に入力されるほか、推進力の方向を表す信号がシフト制御部 27 に入力されるようになっている。ヨーレートセンサ 12 が検出するヨーレートは、転舵制御部 28 に入力される。

10

【0041】

シフト制御部 27 には、スロットル制御部 26 からの間欠シフト指令信号も与えられるようになっている。間欠シフト指令信号は、目標推進力に対応するエンジン回転速度がエンジン 39 のアイドル回転速度 (下限回転速度。たとえば、700 rpm) よりも低い場合に、ドッグクラッチ 43d を前進位置または後進位置とニュートラル位置との間で交互に切り換える間欠シフト動作を行わせるための信号である。この間欠シフト動作により、アイドル回転速度よりも低いエンジン回転速度に対応した推進力の発生が可能になる。

20

【0042】

図 7 は、転舵制御部 28 をさらに詳しく説明するためのブロック図である。転舵制御部 28 は、目標転舵角算出モジュール 61 と、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 と、N - K 特性テーブル算出モジュール 63 と、ゲイン算出部 69 と、データ収集処理部 64 と、定速航行判定部 65 とを備えている。目標転舵角算出モジュール 61 は、ステアリングホイール 7a の操作角に対応する目標転舵角をエンジン回転速度に応じて算出する目標転舵角設定手段として機能する。N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、N - S - R 特性のマップを算出する転舵角特性設定手段として機能する。N - S - R 特性とは、エンジン回転速度 N と操作角 S と目標転舵角 R との関係を表す特性であり、各エンジン回転速度における操作角に対する目標転舵角に関する制御情報である。N - K 特性テーブル算出モジュール 63 は、エンジン回転速度 N と転舵角に対する旋回挙動 (ヨーレート) のゲイン K との実際の関係を示すエンジン回転速度 N - ゲイン K 特性 (ゲイン特性。以下、「N - K 特性」という。) のテーブルを算出するゲイン特性演算手段として機能する。N - K 特性は、個々の船舶固有の特性 (固有特性) である。ゲイン算出部 69 は、測定されたヨーレートに基づいて転舵角に対するゲインを算出するゲイン演算手段として機能する。データ収集処理部 64 は、N - K 特性の算出のために、ヨーレートセンサ 12 および船外機 ECU 11 から、ヨーレート、エンジン回転速度および転舵角の実データを収集する。定速航行判定部 65 は、船外機 ECU 11 から、スロットル開度、シフト位置およびエンジン回転速度の実データを得て、船舶 1 が定速航行状態であるかどうかを判定する定速航行判定手段である。

30

40

【0043】

転舵制御部 28 に備えられたメモリ内には、ゲインとエンジン回転速度とのデータを学習データとして記憶する記憶部 60 が確保されている。ここでいう、ゲインとは、収集されたヨーレート、エンジン回転速度および転舵角の実データから算出されたゲインである。転舵制御部 28 は、さらに、リセット処理モジュール 66 と、目標特性設定モジュール 67 (目標操船特性設定手段、目標ゲイン設定手段、目標特性ライン更新手段) とを備えている。リセット処理モジュール 66 は、記憶部 60 に記憶された学習データをリセット

50

するためのものである。目標特性設定モジュール 67 は、N - K 特性の目標特性（目標操船特性。エンジン回転速度および操作角に対する目標ゲインを定めた特性であり、以下、「目標 N - K 特性」という。）のテーブルを設定するためのものである。また、転舵制御部 28 は、さらに、N - S - R 特性が変更されたときに目標転舵角の急変に伴う旋回挙動の急変を抑制するための 1 次遅れフィルタ 68 を備えている。この実施形態では、前記データ収集処理部 64、ゲイン算出部 69 および N - K 特性テーブル算出モジュール 63 などにより、固有特性取得手段が構成されている。固有特性取得手段には、エンジン回転検出部 48 やヨーレートセンサ 12 が含まれていてもよい。

【0044】

また、転舵制御部 28 に備えられたメモリには、前記の記憶部 60 の他に、N - S - R 特性マップを記憶する N - S - R 特性マップ記憶部 62 M（転舵角特性記憶手段）と、N - K 特性テーブルを記憶する N - K 特性テーブル記憶部 63 M と、目標 N - K 特性テーブル（目標 N - K 特性ライン）を記憶する目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M（目標特性記憶手段、目標操船特性記憶手段）とが確保されている。N - K 特性テーブル算出モジュール 63 は、算出した N - K 特性テーブルを N - K 特性テーブル記憶部 63 M に格納する。また、目標特性設定モジュール 67 は、目標 N - K 特性テーブルを目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M に格納する。N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、N - K 特性テーブル記憶部 63 M に格納された N - K 特性テーブルと、目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M に格納された目標 N - K 特性テーブルとに基づき、N - S - R 特性マップを算出して、N - S - R 特性マップ記憶部 62 M に格納する。また、目標転舵角算出モジュール 61 は、N - S - R 特性マップ記憶部 62 M に格納された N - S - R 特性マップに基づいて、操作角に対応する目標転舵角を、実際のエンジン回転速度に応じて算出する。

【0045】

たとえば、少なくとも、記憶部 60、N - S - R 特性マップ記憶部 62 M および目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M は、不揮発性の記憶媒体によって構成しておくことが好ましい。

また、N - S - R 特性マップ記憶部 62 M には、操作角と目標転舵角との関係がエンジン回転速度にかかわらず一定となる N - S - R 特性マップ（以下、「初期 N - S - R 特性マップ」という。図 8 参照）が初期特性として格納されていることが好ましい。さらに、目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M には、たとえば、エンジン回転速度にかかわらず目標ゲインが一定となる目標 N - K 特性（図 18 中央図参照）を初期特性として格納しておいてもよい。

【0046】

図 3 では図示を省略してあるが、操作卓 6 には、リセット処理モジュール 66 に対してリセット信号を与えるためのリセットスイッチ 13 が設けられており、さらに、操船特性が変更されたときにそのことを通知するための通知ユニット 18（更新通知手段）が設けられている。通知ユニット 18 は、LED 等のランプであってもよく、また、通知音または通知メッセージを発生する音声発生装置（たとえば、ブザーまたはスピーカ）であってもよい。また、操作卓 6 に備えられた目標特性入力部 9 は、目標特性設定モジュール 67 に対するマンマシンインタフェースを提供するものであり、入力装置 14 および表示装置 15 を備えている。表示装置 15 は、液晶表示パネルや CRT のような 2 次元表示装置であることが好ましい。この表示装置 15 は、通知ユニット 18 として兼用されてもよい。入力装置 14 は、たとえば、表示装置 15 に表示された目標 N - K 特性ライン（後述する。）に対して操作入力を行うためのポインティングデバイス（マウス、トラックボールおよびタッチパネルなど）や、キー入力部等を有するものであってもよい。目標特性設定モジュール 67 は、後述するように、目標特性入力部 9 での操作入力に応じて目標 N - K 特性を設定する。

【0047】

船外機 10 を運転して船舶 1 を航行させている期間中において、定速航行判定部 65 は、以下の 3 つの条件を全て満たすことによって、船舶 1 が定速航行状態にあると判定する

10

20

30

40

50

。

条件 1 船外機 10 のシフト位置が前進位置または後進位置であること。

条件 2 スロットル開度が一定であること。

【 0 0 4 8 】

条件 3 エンジン回転速度が所定の範囲内（たとえば ± 100 rpm）で変動している（ほぼ一定である）こと。

なお、船体 2 に、航行速度を検出する速度センサを設けて、速度センサが検出する航行速度がほぼ一定の場合に、定速航行判定部 65 が、船舶 1 が定速航行状態にあると判定してもよい。

【 0 0 4 9 】

定速航行判定部 65 が、船舶 1 が定速航行状態にあると判定している期間において、データ収集処理部 64 は、ヨーレートセンサ 12 からヨーレートの実データを収集し、船外機 ECU 11 からエンジン回転速度および転舵角の実データを収集する。より具体的には、後述するが、データ収集処理部 64 は、ヨーレート、エンジン回転速度および転舵角の時系列データの組を所定の周期ごとに収集する。

【 0 0 5 0 】

ゲイン算出部 69 は、収集されたデータの各組において、転舵角に対するヨーレートのゲインを算出し、各組における平均エンジン回転速度とゲインとの対を、学習データとして、記憶部 60 に格納する。

N - K 特性テーブル算出モジュール 63 は、ゲイン算出部 69 で算出された平均エンジン回転速度とゲインとの対からなる学習データを用いて、N - K 特性テーブルを算出する。N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、N - K 特性テーブル算出モジュール 63 によって算出された N - K 特性テーブルと、目標特性設定モジュール 67 によって設定される目標 N - K 特性とに基づき、前述した初期 N - S - R 特性マップを更新して、新たな N - S - R 特性マップを算出する。この新たな N - S - R 特性マップに従って、目標転舵角算出モジュール 61 が目標転舵角を算出する。この目標転舵角を実現するように船外機 10 の転舵アクチュエータ 53 が動作することにより、船体 2 が旋回する。このときのエンジン回転速度と操作角に対するヨーレートのゲインとの関係（操船特性）は、目標 N - K 特性（目標操船特性）に従うことになる。その結果、各エンジン回転速度において、操作角に対して所望の旋回挙動が得られる。このように、目標 N - K 特性が実現できるように N - S - R 特性マップが更新される。

【 0 0 5 1 】

たとえば、初期 N - S - R 特性マップ（図 8 参照）で設定される目標転舵角に従って航行したときの実際の N - K 特性が、エンジン回転速度に依存する場合を想定する。すなわち、転舵角に対するゲインが、エンジン回転速度に応じて変動する場合である。そして、目標特性設定モジュール 67 により、操作角に対する目標ゲインがエンジン回転速度にかかわらず一定となる目標 N - K 特性が設定されるとする。この場合、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、実際の N - K 特性と目標 N - K 特性とに基づいて、操作角 S と目標転舵角 R との関係がエンジン回転速度 N に応じて変化するように、初期 N - S - R 特性マップを改める。そして、操作角と目標転舵角との関係がエンジン回転速度に応じて変化することにより、結果的に、操作角に対するゲインの関係を、エンジン回転速度にかかわらず一定となるように変化させることができる。このようにして、ステアリングホイール 7a の操作角と旋回挙動（ゲイン、ヨーレート）との関係がエンジン回転速度（進行速度）にかかわらず一定となる操船特性を定めることができる。そのため、操作角と旋回挙動の対応関係がいずれのエンジン回転速度においても直感的にわかり易くなる。これにより、熟練していない操船者であっても、操船状況に応じて船舶 1 を適切に旋回させることができる。

【 0 0 5 2 】

N - K 特性は、個々の船舶 1 ごとに異なる。より具体的には、任意に選択可能な、船体 2、船外機 10 および舵取り機構 50 の組み合わせに応じて異なる。この実施形態では、

10

20

30

40

50

個々の船舶 1 において異なる実際の N - K 特性が、当該船舶 1 の実際の航走時に学習される。この学習された実際の N - K 特性に基づき、目標 N - K 特性が得られるように、N - S - R 特性マップが更新される。

【 0 0 5 3 】

N - K 特性は、船舶 1 に応じて異なるだけでなく、操船者が求める目標 N - K 特性も様々である。そのため、全ての状況に対応する N - S - R 特性マップを事前に作りこむことは困難である。

そこで、実際の航走状態で個々の船舶 1 に固有の N - K 特性が学習される。そして、その学習された N - K 特性および目標 N - K 特性に基づいて、初期 N - S - R 特性マップがチューニングされる。これによって、個々の船舶 1 において操船者が所望する目標 N - K 特性を実現することができる。

10

【 0 0 5 4 】

また、船舶 1 の固有特性である N - K 特性を用いることによって、船舶 1 の固有特性に基づいた N - S - R 特性マップを適切に設定することができる。

リセット処理モジュール 6 6 は、初期 N - S - R 特性マップを記憶した不揮発性メモリ 6 6 m を備えている。リセット処理モジュール 6 6 は、リセットスイッチ 1 3 が操作されると、記憶部 6 0 の学習データをリセット（消去）するとともに、N - S - R 特性マップ記憶部 6 2 M に対して、不揮発性メモリ 6 6 m に記憶されている初期 N - S - R 特性マップを書き込む。これにより、N - S - R 特性マップ記憶部 6 2 M 内の N - S - R 特性が前記初期 N - S - R 特性にリセットされる。

20

【 0 0 5 5 】

リセット処理モジュール 6 6 には、たとえば、船外機 E C U 1 1 から、エンジン 3 9 が運転中か否かに関するデータが与えられている。そして、リセット処理モジュール 6 6 は、エンジン 3 9 が停止状態である場合にのみ、リセットスイッチ 1 3 からのリセット入力を受け付けて、前述のリセット処理を行う。エンジン 3 9 が停止状態でなければ、リセット処理モジュール 6 6 は、リセットスイッチ 1 3 からの入力を無効化し、前記リセット処理を行わない。

【 0 0 5 6 】

以下の説明では、ステアリングホイール 7 a の操作角の代替指標として、ステアリングホイール 7 a の操作角の検出結果を A / D 変換した値をさらに 0 ~ 1 0 0 % に変換した値を用いる。具体的には、ステアリングホイール 7 a を一方向へ 2 回転（7 2 0 ° 回転）させたときの操作角を、1 0 0 % とする。また、転舵角についても同様に、0 ~ 1 0 0 % に変換した値を用いる。具体的には、0 ° の転舵角を 0 % とし、3 0 ° の転舵角を 1 0 0 % とする。なお、各数値の表し方が、これらに限られないことは言うまでもない。

30

【 0 0 5 7 】

図 9 は、転舵制御部 2 8 の動作を説明するためのフローチャートである。ここでは、たとえば、船舶 1 のテスト航走時を想定している。航走開始直後は、初期 N - S - R 特性マップ（図 8 参照）に従って目標転舵角が設定され、この目標転舵角に応じて、転舵角が制御される。初期 N - S - R 特性マップは、図 8 の例では、操作角 S に対してリニアに変化するように転舵角 R を定めるものである。また、初期 N - S - R 特性マップでは、操作角 S と転舵角 R との関係が、エンジン回転速度 N によらずに一定となっている。

40

【 0 0 5 8 】

データ収集処理部 6 4 は、予め、エンジン回転速度 N の取り得る値の範囲を m（m は 2 以上の自然数）個の区間 M_1, M_2, \dots, M_m に分割している。また、データ収集処理部 6 4 は、個々の区間 M_i （ $i = 1, \dots, m$ ）ごとに学習データの個数をカウントするカウンタ c_i と、個々の区間 M_i において学習データを保存する領域とを記憶部 6 0 内に確保している。そして、データ収集処理部 6 4 は、リセットスイッチ 1 3 が押されることにより、カウンタ c_i と、各区間 M_i の学習データ保存領域とを初期化する（ステップ S 1）。

【 0 0 5 9 】

区間 M_i およびカウンタ c_i について、図 1 1 を用いて説明する。エンジン回転速度 N は

50

、この例では、アイドリング回転速度（たとえば700 rpm）を0%とし、最高回転速度（たとえば6000 rpm）を100%とする百分率で表されている。アイドリング回転速度 N_{min} (rpm) と最高回転速度 N_{max} (rpm) との間でのエンジン回転速度 N (rpm) は、次式(2)に示す「エンジン回転速度比率 N_{Rate} 」によって表すことができる。以下、このエンジン回転速度比率 N_{Rate} を便宜的に「エンジン回転速度 N 」という。

【0060】

$$N_{Rate} = (N - N_{min}) / (N_{max} - N_{min}) \times 100 \quad \dots\dots (2)$$

エンジン回転速度 N の取り得る値の全範囲0~100%は、この例では7つの区間 M_1 ~ M_7 に分割されている。第1の区間 M_1 は $N = 0$ 、第2の区間 M_2 は $0 < N < 20$ 、第3の区間 M_3 は $20 < N < 40$ 、第4の区間 M_4 は $40 < N < 60$ 、第5の区間 M_5 は $60 < N < 80$ 、第6の区間 M_6 は $80 < N < 100$ 、第7の区間 M_7 は $N = 100$ である。これらの第1~第7の区間 M_1 ~ M_7 にそれぞれ対応して、カウンタ c_1 ~ c_7 が設けられる。

10

【0061】

図9に戻り、データ収集処理部64は、定速航行判定部65によって船舶1が定速航行状態にあると判定されていることを条件に(ステップS2)、データ収集処理を行う。すなわち、データ収集部64は、船外機ECU11から、エンジン回転速度、転舵角およびヨーレートの時系列データの組を一定時間収集する(ステップS3)。

前記時系列データの一例を、図10に示す。具体的には、転舵角が繰り返しステップ変化させられる。そして、ステップ変化の後、転舵角を一定に保持されている各期間の時系列データが区別して収集される。図10の例では、5回に渡って転舵角がステップ変化させられている。これに応じて、5組の時系列データが収集されることになる。

20

【0062】

図9に戻り、データ収集処理部64は、収集した各組の時系列データにおけるエンジン回転速度の代表値(たとえば平均値)を算出する。さらに、データ収集部64は、その代表値に基づいて、各組の時系列データをいずれの区間 M_i に分類すべきかを判定する(ステップS4)。さらに、データ収集処理部64は、その判定された区間 M_i に対応するカウンタ c_i をインクリメントする(ステップS5)。この後、ゲイン算出部69は、各組の時系列データにおけるゲインを算出する(ステップS6)。

【0063】

具体的には、ゲイン算出部69は、まず、ヨーレートのモデル値(図10の2点鎖線参照)を算出する。より具体的には、ゲイン算出部69は、予め任意に定めたゲイン K および時定数 T による伝達関数 $G(s)$ (式(1)参照。転舵角に対するヨーレートのゲインおよび時定数を表すもの)を用いる。ゲイン算出部69は、この伝達関数 $G(s)$ に対して、収集された転舵角のデータを適用し、それによって、ヨーレートのモデル値を算出する。そして、ゲイン算出部69は、さらに、たとえば最小2乗法を用いることにより、モデル値とヨーレート測定値(図10の実線参照)との差が最小となるゲイン K および時定数 T の組を算出する。このようにして、実際の船舶の特性に対応したゲイン K が求まる。つまり、ゲイン算出部69は、ヨーレート測定値に対してモデル値のマッチングを行うことにより、ヨーレート測定値に対応する伝達関数 $G(s)$ を求め、結果として、その伝達関数 $G(s)$ におけるゲイン K を求める。

30

40

【0064】

ゲイン算出部69は、各組の時系列データに対して算出されたエンジン回転速度の代表値とゲインとの組(N, K)のデータを、学習データとして、記憶部60に格納する。より具体的には、その学習データは、ステップS4で判定された区間 M_i における学習データとして、記憶部60に格納される(ステップS7)。

$N-K$ 特性テーブル算出モジュール63は、すべての区間のカウンタ c_1 ~ c_7 の値が所定の下限值(この実施形態では「1」)以上かどうか(個数条件の一例)を判断する(ステップS8。データ個数判断手段としての機能)。全区間のカウンタ c_1 ~ c_7 の値が前記下限値以上であれば、 $N-K$ 特性テーブル算出モジュール63は、 $N-K$ 特性テーブルの算出を行う(ステップS9)。もしも、いずれかの区間のカウンタ c_i の値が前記下限値

50

に達していないときには、N - K 特性テーブル算出モジュール 6 3 は、学習データが不足しているものと判断して、N - K 特性テーブルの算出は行わない。この場合、ステップ S 2 からの処理が繰り返される。

【 0 0 6 5 】

より具体的には、カウンタ c_i の値が全区間で下限値「1」以上になっているとき、N - K 特性テーブル算出モジュール 6 3 は、個々の区間 M_i に分類された複数の学習データ（図 1 1 参照）に対して、代表値データを求める。たとえば、N - K 特性テーブル算出モジュール 6 3 は、次式（3）による計算を行う。これにより、個々の区間毎におけるエンジン回転速度代表値の平均値 \bar{N}_i およびゲインの平均値 \bar{K}_i を代表値データとして求めることができる。なお、次式（3）において、K および N に付したオーバーラインは、それぞれの平均値を表すものとする。

10

【 0 0 6 6 】

【数 1】

$$\bar{K}_i = \frac{1}{c_i} \sum_{j=1}^{c_i} K_{ij}, \quad \bar{N}_i = \frac{1}{c_i} \sum_{j=1}^{c_i} N_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots (3)$$

【 0 0 6 7 】

これにより、m 次元の平均エンジン回転速度ベクトル $N = [N_1, N_2, \dots, N_m]$ と、同じく m 次元の平均ゲインベクトル $K = [K_1, K_2, \dots, K_m]$ とが得られる。ここで、全ての区間の平均ゲイン K_i を第 1 の区間 M_1 での平均ゲイン K_1 で割ることによって、平均ゲインベクトル K を正規化する。すなわち、正規化された m 次元の平均ゲインベクトル K は、 $K = [1, K_2 / K_1, \dots, K_m / K_1]$ で表される。これらのエンジン回転速度代表値ベクトル（上記の例では平均エンジン回転速度ベクトル）と、ゲイン代表値ベクトル（上記の例では正規化された平均ゲインベクトル）との組 $[N, K]$ が N - K 特性テーブルである。

20

【 0 0 6 8 】

N - K 特性テーブルは、図 1 2 に例示するように、エンジン回転速度代表値とそれに対応するゲイン代表値との組で表される離散的な有限個のデータ（図 1 2 において黒色のドットで示す。）からなる。このような離散的なデータ間の特性は、必要に応じて、線形補間によって補われる。図 1 2 では、ゲイン（旋回拳動）が、エンジン回転速度に応じて異なり、低エンジン回転速度域から高エンジン回転速度域へかけて増加する特性の例が示されている。このような特性は、初期 N - S - R 特性マップ（図 8 参照）に基づいて航走する船舶において観測される特性である。

30

【 0 0 6 9 】

図 9 に戻って、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、初期 N - S - R 特性マップ（図 8 参照）と N - K 特性テーブル（図 1 2 参照）とによって、N - S - R 特性マップを新たに算出する（ステップ S 1 0）。N - S - R 特性マップの算出手順を図 1 3 に示す。具体的には、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、初期 N - S - R 特性マップを、前述したエンジン回転速度 N の個々の区間 M_i に応じて区分する（図 1 3 左上図参照）。そして、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、初期 N - S - R 特性マップの各区間 M_i における目標転舵角のデータを、N - K 特性テーブル（図 1 3 右上図参照）において対応する区間 M_i の（正規化された）平均ゲイン \bar{K}_i （ゲイン代表値）で割って更新する。これにより、N - S - R 特性マップが更新される。初期 N - S - R 特性マップではエンジン回転速度にかかわらず操作角と目標転舵角との関係が一定であるのに対して、更新された N - S - R 特性マップでは、操作角と目標転舵角との関係が、エンジン回転速度に応じて変化する（図 1 3 下図参照）。この例においては、操作角を等しく変化させた場合に、低エンジン回転速度域での目標転舵角は、高エンジン回転速度域に比べて大きく変化する。そのため、更新された N - S - R 特性マップ（以下、「標準 N - S - R 特性マップ」という。）が定める目標転舵角に従って船舶 1 を航走させた場合のゲイン（操作角に

40

50

対するヨーレートのゲイン)は、エンジン回転速度にかかわらずほぼ一定となる(図13右上図の1点鎖線参照)。これにより、操作角と旋回挙動(ヨーレート)との関係も、エンジン回転速度にかかわらずほぼ一定となる。

【0070】

そして、N-S-R特性マップ算出モジュール62は、後述するように、標準N-S-R特性マップを、目標N-K特性テーブルに基づいて更新する(以下、更新して最終的に得られたN-S-R特性マップを「最終N-S-R特性マップ」という。)。図9に示すように、最終N-S-R特性マップは、N-S-R特性マップ記憶部62Mに格納される(ステップS11)。N-S-R特性マップ記憶部62Mに新しいN-S-R特性マップが格納されることによって操船特性が変化する。そこで、N-S-R特性マップ算出モジュール62は、操船特性が更新されたこと(N-S-R特性マップが更新されたこと)を、通知ユニット18を介して操船者に通知する(ステップS12。更新通知手段としての機能)。

10

【0071】

N-S-R特性マップを更新した後は、データ収集処理部64は、学習を終了すべきか否か、すなわち、収集済みの学習データが十分かどうかを判断する(ステップS13)。そして、さらに学習を行うべきであると判断されたときは、ステップS2からの処理が繰り返される。十分な学習データに基づいてN-S-R特性マップが求められた場合には、処理を終了する。

【0072】

ステップS2において、船舶1が定速航行状態でないと判断されたときには、ステップS3~S7の処理が省かれる。すなわち、学習データの収集が行われない。

20

全区間 $M_1 \sim M_7$ にて学習データを獲得してN-S-R特性マップを算出可能な状態になった場合であっても、旋回中にN-S-R特性マップを変更すると、乗員に不快感を与えるおそれがある。目標転舵角が突然変動することにより、旋回挙動が突然に変動するおそれがあるからである。この問題は、たとえば、図14に示す処理によって回避できる。すなわち、リモコンレバー8aおよびステアリングホイール7aが中立位置、すなわちスロットル開度が全閉かつ操作角が 0° のときに限定して(ステップS15)、N-K特性テーブル算出モジュール63およびN-S-R特性マップ算出モジュール62による処理を行う。

30

【0073】

また、図15に示すように、N-K特性テーブル算出モジュール63およびN-S-R特性マップ算出モジュール62による処理は、スロットル開度が全閉かつ操作角が 0° か否かに関係なく行うこととしてもよい。その場合、目標転舵角算出モジュール61が参照するN-S-R特性マップ記憶部62Mの書き換えを、スロットル開度が全閉かつ操作角が 0° のときに限定して行うとよい(ステップS16)。この書き換え(更新)は、操作角が 0° でないときに行われてもよいが、その場合でも、少なくとも、スロットル開度が全閉(推進力が最低)であることを条件に行われることが好ましい。これにより、操船者は、書き換えられたN-S-R特性に円滑に適応することができ、違和感がない。

【0074】

次に、目標特性設定モジュール67の働きについて説明する。

40

図16は、入力装置14および表示装置15を一体化した目標特性入力部9の一例を示す図である。表示装置15の画面には、エンジン回転速度(%)に対する目標ゲインの関係を定める目標特性(目標N-K特性)がグラフ表示される。目標N-K特性を表すライン(目標N-K特性ライン)において、2つの変曲点が示されている。これらの2つの変曲点のうち、エンジン回転速度が低い方を第1変曲点71とし、エンジン回転速度が高い方を第2変曲点72とする。目標N-K特性において、第1変曲点71よりもエンジン回転速度が低い領域の特性が低速特性であり、第2変曲点72よりもエンジン回転速度が高い領域の特性が高速特性であり、低速特性と高速特性との間が中速特性である。

【0075】

50

この実施形態では、第1変曲点71および第2変曲点72の設定にあたり、次のような制約1～3を与えている。制約に関する以下の説明において、第1変曲点71でのエンジン回転速度を N_{H1} とし、目標ゲインを K_{H1} とする。また、第2変曲点72でのエンジン回転速度を N_{H2} とし、目標ゲインを K_{H2} とする。そして、目標ゲインについて、最大値を K_{max} とし、最小値を K_{min} とし、エンジン回転速度について、最大値（最高回転速度）を N_{max} とし、最小値（アイドリング回転速度）を N_{min} とする。

【0076】

制約1 $N_{min} < N_{H1} < N_{H1} + C < N_{H2} < N_{max}$

制約2 $K_{min} < K_{H1} < K_{max}$

制約3 $K_{min} < K_{H2} < K_{max}$

10

制約1において、 C は、第1変曲点71のエンジン回転速度 N_{H1} と第2変曲点72のエンジン回転速度 N_{H2} との間に隔たりを設けるためのパラメータであり、たとえば、1000rpmに相当する値である。

【0077】

操作者（操船者であってもよい。）は、第1変曲点71および/または第2変曲点72の位置を変化させることにより、目標 $N-K$ 特性を設定する。具体的には、操作者は、第1変曲点71および/または第2変曲点72の左右位置、つまり、 N_{H1} および/または N_{H2} を変化させることで、低速特性、中速特性および/または高速特性がそれぞれ適用されるべきエンジン回転速度の範囲を設定する。また、操作者は、第1変曲点71および/または第2変曲点72の上下位置、つまり、 K_{H1} および/または K_{H2} を変化させることで、低速特性、中速特性および/または高速特性での目標ゲインを設定する。後述するが、低速特性および高速特性での目標ゲインは、それぞれのエンジン回転速度の範囲において一定であり、中速特性での目標ゲインは、第1変曲点71での目標ゲイン K_{H1} と第2変曲点72での目標ゲイン K_{H2} との間の線形補完によって算出される。

20

【0078】

入力装置14は、タッチパネル75と、タッチペン83と、十字ボタン76と、特性変更ボタン84と、変曲点選択ボタン85とを含む。タッチパネル75は、表示装置15の画面に配置されている。このタッチパネルの操作のためのタッチペン83が設けられている。十字ボタン76は、表示装置15の画面の側方に設けられている。特性変更ボタン84は、目標 $N-K$ 特性の変更操作を確定するために操作される。変曲点選択ボタン85は、変曲点を選択するときに操作される。十字ボタン76、特性変更ボタン84および変曲点選択ボタン85は、キー入力手段を構成している。

30

【0079】

十字ボタン76は、変曲点位置変更入力手段としての上下ボタン77、78および左右ボタン79、80を備えている。この実施形態では、操作者は、まず、変曲点選択ボタン85で第1変曲点71および第2変曲点72のいずれかを選択する。その後、操作者は、左右ボタン79、80を操作することにより、図17に示すように、第1変曲点71および第2変曲点72のそれぞれを左右に水平移動させることができる。また、上下ボタン77、78の操作により、図18に示すように、第1変曲点71および第2変曲点72のそれぞれを上下に垂直移動させることができる。このように、目標 $N-K$ 特性ラインを所望の形状に変更することができる。

40

【0080】

たとえば、目標 $N-K$ 特性ラインを、目標ゲインがエンジン回転速度を問わず一定となる形状（図18中央図参照）を基準として、低速特性の目標ゲインが高速特性の目標ゲインよりも高くなる形状（図18左図参照）とすることができる。また、目標 $N-K$ 特性ラインを、高速特性の目標ゲインが低速特性の目標ゲインよりも高くなる形状（図18右図参照）とすることができる。十字ボタン76を用いた変曲点の位置変更に係る処理（目標 $N-K$ 特性設定処理）については、後述する。

【0081】

タッチパネル75およびタッチペン83を用いても、同様の操作を行うことができる。

50

すなわち、操作者は、タッチペン 83 (図 16 参照) で第 1 変曲点 71 および第 2 変曲点 72 のいずれかをポイントする。その後、操作者は、タッチペン 83 に設けられたクリックボタン 83A を押しながら、ポイントした変曲点を上下左右にドラッグする。このような操作によって、前述した制約条件内において変曲点の位置を変更することができる。このように、タッチパネル 75 およびタッチペン 83 は、変曲点位置変更入力手段としての機能を有する。タッチパネル 75 およびタッチペン 83 を用いた変曲点の位置変更に係る処理 (目標 N - K 特性設定処理) については、後述する。

【0082】

目標 N - K 特性の初期特性 (初期目標 N - K 特性) は、目標ゲインがエンジン回転速度にかかわらず一定となる特性である (図 18 中央図参照)。変曲点の位置が設定されると、低速特性、中速特性および高速特性のそれぞれの目標ゲインは、次式 (4) に従って定められる。なお、次式 (4) において、 N_M は、中速特性が適用される範囲内の任意のエンジン回転速度を表す。

10

【0083】

低速特性の目標ゲイン $K_L = K_{H1}$

中速特性の目標ゲイン $K_M = (N_M - N_{H1}) \cdot (K_{H2} - K_{H1}) / (N_{H2} - N_{H1}) + K_{H1}$

高速特性の目標ゲイン $K_H = K_{H2}$ (4)

変曲点は一般にハンプ域 (造波抵抗が最大となる速度域) を越えるときに用いるエンジン回転速度よりもやや低いエンジン回転速度付近 (たとえば、2000 rpm 前後に相当する値) に設定しておくことよい。このように設定しておくことで、ハンプ域よりも低速の操船 (たとえば離着岸やトロージングなどに) 適した低速特性と、ハンプ域から高速にかけての操船 (たとえば長距離移動など) に適した高速特性とを両立させることが可能となる。

20

【0084】

低速特性は離着岸やトロージングなどに多用されるエンジン回転速度領域の特性であり、操作性を重視して設定されるべきである。一般には、低速特性を、ステアリングホイール 7a の操作角が小さくても転舵角が大きく変わるような特性に設定しておくことよい。このように設定しておくことにより、切り返しなどの大幅な針路変更の際に、ステアリング操作量を少なくすることができる。

【0085】

高速特性は、高速で移動する場面や、波の高い状態での航行時のように、エンジンの高レスポンスが要求されるような場面で多用されるエンジン回転速度領域の特性である。一般には、高速特性を、ステアリングホイール 7a の操作角が大きくても転舵角が小さく変わるような特性に設定しておくことよい。このように設定しておくことで、ステアリング操作に対する旋回の応答性が鈍くなるので、針路の維持が容易となる。

30

【0086】

中速特性が適用されるエンジン回転速度域は、ハンプ域を超えて造波抵抗が小さくなり、また、船体が水面から受ける摩擦抵抗が比較的小さいため、経済運転に好適である。しかし、実際には、中速特性を主に用いて航走することは少なく、結果として、中速特性は、低速特性と高速特性とを滑らかにつなぐための緩衝域としての役割を果たす。

40

目標 N - K 特性ラインの設定は、停船中に行うこともできるし、航行中に行うこともできる。

【0087】

図 19 は、停船中 (シフト位置が中立位置のとき) に目標 N - K 特性ラインの設定を行う際の処理を説明するためのフローチャートである。操作者は、表示装置 15 に表示された目標 N - K 特性ラインを確認し、タッチパネル 75 または十字ボタン 76 を用いて第 1 変曲点 71 および / または第 2 変曲点 72 の位置を調整して目標 N - K 特性ラインの設定操作を行う (ステップ S21)。たとえば、タッチパネル 75 で第 1 変曲点 71 を指定して左右に動かすと、低速特性での目標ゲインは一定のままで、低速特性が適用されるエンジン回転速度域が変化する (図 17 参照)。この場合、低速特性のエンジン回転速度域の

50

変化に伴って、中速特性および高速特性のエンジン回転速度域も変化する。また、たとえば、タッチパネル75で第1変曲点71を指定して上下に動かすと、低速特性のエンジン回転速度域は一定のままで、目標ゲインが変化する(図18参照)。第2変曲点72の位置を変化させる場合も、第1変曲点71の位置を変化させる場合と同様である。

【0088】

このように第1変曲点71および/または第2変曲点72の位置を調整して目標N-K特性ラインを設定した後に、操作者は、特性変更ボタン84を押す(ステップS22)。これに応答して、目標特性設定モジュール67は、目標N-K特性テーブルを生成し、目標N-K特性テーブル記憶部67Mに格納する。N-S-R特性マップ算出モジュール62は、目標N-K特性テーブルに基づいて、標準N-S-R特性マップを更新し、新しいN-S-R特性マップを算出する(ステップS23)。

10

【0089】

新しいN-S-R特性マップの算出手順を図20および図21に示す。なお、説明の便宜上、図20での標準N-S-R特性マップの形状(図20左上図参照)は、図13下図で示した標準N-S-R特性マップの形状と異なっている。

新しいN-S-R特性マップの算出に先立って、N-S-R特性マップ算出モジュール62は、目標N-K特性テーブル(図16参照)における全ての目標ゲインを、低速特性の目標ゲイン K_L (ここでは、 K_{H1})で割ることによって正規化する。すなわち、正規化された目標N-K特性テーブル(図20右上図参照)では、低速特性の目標ゲイン K_L (K_{H1})が1となる。そして、N-S-R特性マップ算出モジュール62は、標準N-S-R特性マップの目標舵角の全てのデータに対して、正規化された目標ゲイン(正規化された目標N-K特性テーブルの値)を掛ける。このとき、標準N-S-R特性マップの個々の目標舵角データに対して、対応するエンジン回転速度の正規化目標ゲインが掛け合わされる。こうして、N-S-R特性マップが更新される。これにより、更新されたN-S-R特性マップでは、目標N-K特性テーブルにおける第1変曲点71および第2変曲点72のそれぞれの前後のエンジン回転速度域で、操作角と目標舵角との関係が変化している(図20下図参照)。こうして、目標N-K特性テーブルにおける低速特性、中速特性および高速特性がN-S-R特性マップに反映される。以下では、上記のようにして更新された標準N-S-R特性マップを、「目標N-S-R特性マップ」という。

20

【0090】

また、操船者(操作者)によっては、最大操作角の設定を変更したいという要望がある。たとえば、今までステアリングホイール7aを720°回転させたときが100%であったが、ステアリングホイール7aを360°回転させたときに100%としたい(つまり、最大操作角を100%から50%に変更したい)などといった要望である。

30

このような最大操作角の設定変更の要望は、入力装置14(図16参照)の所定のキー入力部を操作することによって受け付けられる。N-S-R特性マップ算出モジュール62は、最大操作角を100%からX%へ変更したいという要望に応じて、次式(5)により、係数Jを算出する。

【0091】

$$J = 100 / X \quad \dots \dots (5)$$

40

そして、N-S-R特性マップ算出モジュール62は、目標N-S-R特性マップ(図21上図参照)の目標舵角の全てのデータを、係数Jを掛けることによって更新する。これにより、たとえば、最大操作角を100%から50%に変更したい場合、係数Jは2なので、目標N-S-R特性マップは、全ての目標舵角が2倍になるように、更新される(図21中央図参照)。以下では、更新された目標N-S-R特性マップを、「補正N-S-R特性マップ」という。

【0092】

そして、N-S-R特性マップ算出モジュール62は、補正N-S-R特性マップにおいて、最大操作角(ここでは、50%)を越える領域での目標舵角を、対応するエンジン回転速度における最大操作角での目標舵角と等しくなるように補正する。この補正を

50

経て得られた N - S - R 特性マップ (図 2 1 下図参照) が、前述した最終 N - S - R 特性マップであり、N - S - R 特性マップ記憶部 6 2 M に格納される (図 1 9 のステップ S 2 4)。さらに、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、操船特性が更新されたこと (N - S - R 特性マップが更新されたこと) を、通知ユニット 1 8 を介して操船者に通知する (ステップ S 2 5)。

【 0 0 9 3 】

変更された最大操作角を超えてステアリングホイール 7 a を操作することができないようにステアリングホイール 7 a の操作角範囲を制限する処理を行うようにしてもよい。また、最大操作角を超えるステアリング操作角信号を無効化する処理を行うようにしてもよい。これらの場合には、補正 N - S - R 特性マップが、最終 N - S - R 特性マップとして、N - S - R 特性マップ記憶部 6 2 M に格納されてもよい。

10

【 0 0 9 4 】

目標転舵角算出モジュール 6 1 (図 7 参照) は、その後にステアリングホイール 7 a が操作されたときに、N - S - R 特性マップ記憶部 6 2 M に格納された新たな N - S - R 特性マップ (最終 N - S - R 特性マップ) に従って目標転舵角を設定する。これにより、操作者によって設定された目標 N - K 特性および最大操舵角に基づいた目標転舵角に従って、転舵角がエンジン回転速度に応じて制御されることになる。

【 0 0 9 5 】

目標 N - K 特性を適切に定めることにより、エンジン回転速度に応じた操作角と旋回挙動との関係を操船者のフィーリングに適合させることができる。これにより、操船性能を改善することができるので、高速航走時や低速航走時において、ステアリングホイール 7 a の操作が容易となる。たとえば、低速特性では目標ゲインが高くなり、高速特性では目標ゲインが低くなるような目標 N - K 特性を設定することができる (図 1 8 左図参照)。その場合、低エンジン回転速度域では操作角に対する船体 2 の旋回量が大きく、高エンジン回転速度域では操作角に対する船体 2 の旋回量が少なくなるように、目標転舵角が設定される。これによって、低エンジン回転速度域では操作角をわずかに変更させるだけで船体 2 を鋭く旋回させることができ、高エンジン回転速度域ではステアリングホイール 7 a の操作が未熟であっても船体 2 を滑らかに旋回させることができる。

20

【 0 0 9 6 】

図 2 2 は、航行中に目標 N - K 特性ラインの設定を行う場合の処理を説明するためのフローチャートである。航行中とは、シフト位置が中立位置以外の場合、より具体的にはシフト位置が前進位置または後進位置の場合である。

30

目標特性設定モジュール 6 7 は、現在のエンジン回転速度が現在の目標 N - K 特性における高速特性、中速特性および低速特性のいずれの領域にあるかを判定する (ステップ S 3 1)。換言すれば、目標特性設定モジュール 6 7 は、操作者が高速特性、中速特性および低速特性において現在どの特性を変更したいのかを判定する。

【 0 0 9 7 】

図 2 3 に示すように、目標 N - K 特性ラインにおいて、現在のエンジン回転速度が高速域にあり、高速特性を微調整する場合は、操作者は、ステアリングホイール 7 a およびリモコンレバー 8 a を動かさずに、十字ボタン 7 6 の上下ボタン 7 7 , 7 8 を押す。上下ボタン 7 7 , 7 8 を一回押すごとに、第 2 変曲点 7 2 が上下に移動し、それに伴って高速特性および中速特性が更新される (図 2 3 右図の破線部分参照)。こうして、新たな目標 N - K 特性テーブルが作成され、目標 N - K 特性テーブル記憶部 6 7 M に格納される (ステップ S 3 2)。

40

【 0 0 9 8 】

目標 N - K 特性ラインにおいて、現在のエンジン回転速度が低速域にあり、低速特性を微調整する場合は、操作者は、ステアリングホイール 7 a およびリモコンレバー 8 a を動かさずに、十字ボタン 7 6 の上下ボタン 7 7 , 7 8 を押す。上下ボタン 7 7 , 7 8 を一回押すごとに、第 1 変曲点 7 1 が上下に移動し、それに伴って低速特性および中速特性が更新される。こうして、新たな目標 N - K 特性テーブルが作成され、目標 N - K 特性テーブ

50

ル記憶部 67M に格納される (ステップ S32)。

【0099】

目標 N - K 特性ラインにおいて、現在のエンジン回転速度が中速域にあり、中速特性を微調整する場合は、操作者は、ステアリングホイール 7a およびリモコンレバー 8a を動かさずに、十字ボタン 76 の上下ボタン 77, 78 を押す。ここで、直前のエンジン回転速度が低速特性の領域にあった場合には、上下ボタン 77, 78 を一回押すごとに、第 2 変曲点 72 が上下に移動し、それに伴って中速特性および高速特性が更新される。これにより、新たな目標 N - K 特性テーブルが作成され、目標 N - K 特性テーブル記憶部 67M に格納される (ステップ S32)。

【0100】

一方、直前のエンジン回転速度が高速特性の領域にあった場合には、上下ボタン 77, 78 を一回押すごとに、第 1 変曲点 71 が上下に移動し、それに伴って中速特性および低速特性が更新される。こうして、新たな目標 N - K 特性テーブルが作成され、目標 N - K 特性テーブル記憶部 67M に格納される (ステップ S32)。

新たな目標 N - K 特性テーブルが目標 N - K 特性テーブル記憶部 67M に格納されると、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、N - S - R 特性マップを再計算して、N - S - R 特性マップ記憶部 62M に格納する (ステップ S33)。さらに、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、操船特性が更新されたこと (N - S - R 特性マップが更新されたこと) を、通知ユニット 18 を介して操船者に通知する (ステップ S34)。

【0101】

N - S - R 特性マップの再計算に備えて、N - S - R 特性マップ記憶部 62M には、最終 N - S - R 特性マップだけでなく、標準 N - S - R 特性マップも格納されている。N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、この標準 N - S - R 特性マップに対して新目標 N - K 特性テーブルを適用することによって、新たな最終 N - S - R 特性マップを更新する (図 20 および図 21 参照)。

【0102】

目標転舵角算出モジュール 61 は、目標 N - K 特性テーブルの微調整に伴って再計算された N - S - R 特性マップに従って目標転舵角を算出する。この目標転舵角は、1 次遅れフィルタ 68 を通して、船外機 ECU 11 に与えられる (ステップ S35)。

このようにして、操船者は、船舶 1 を航行させている状態で、ステアリングホイール 7a の操作に対する船体 2 の旋回挙動を確認しながら、目標 N - K 特性を微調整できる。

【0103】

航行中に N - S - R 特性マップが変化することによって転舵角が急変すると、船体 2 の旋回挙動が急変して、乗員に違和感を与えるおそれがある。そこで、この実施形態では、転舵角の急激な変化を防ぐために、目標転舵角のステップ状の変化を鈍らせる 1 次遅れフィルタ 68 が設けられている。この 1 次遅れフィルタ 68 を通過した目標転舵角が、最終的な目標転舵角として、船外機 ECU 11 に向けて出力される。1 次遅れフィルタ 68 は、航走中の再計算により目標特性のステップ状の変化が発生してから、そのステップ状変化の影響が十分小さくなるまでの一定時間 (たとえば、5 秒間) だけ働くようになっている。

【0104】

なお、この実施形態では 1 次遅れフィルタ 68 を用いているが、目標転舵角のステップ状変化を抑制する手段は他にも考えられる。たとえば、現在の転舵角と再計算後の目標転舵角とを線形補間して、転舵角を現在値から目標値まで漸次的に変化させることも可能である。

図 24 は、十字ボタン 76 を用いて目標 N - K 特性テーブルを変更する際に目標特性設定モジュール 67 が実行する処理 (目標 N - K 特性設定処理) の一例を説明するためのフローチャートである。目標特性設定モジュール 67 は、ボタン入力の有無を監視する (ステップ S41)。いずれかのボタン入力が発見されると、さらに、目標特性設定モジュール 67 は、変曲点選択ボタン 85 (図 16 参照) が押されているか否かを判定する (ステ

10

20

30

40

50

ップ S 4 2)。

【 0 1 0 5 】

変曲点選択ボタン 8 5 が押されている場合には (ステップ S 4 2 の Y E S)、第 1 変曲点 7 1 の位置の変更が可能となる (ステップ S 4 3)。一方、変曲点選択ボタン 8 5 が押されていない場合には (ステップ S 4 2 の N O)、第 2 変曲点 7 2 の位置の変更が可能となる (ステップ S 4 4)。そして、操作者は、前述したように十字ボタン 7 6 の左右ボタン 7 9 , 8 0 や上下ボタン 7 7 , 7 8 を押すことで、それぞれの変曲点の位置を変更することができる (図 1 6 参照)。

【 0 1 0 6 】

具体的には、左右ボタン 7 9 , 8 0 を 1 回押すと、変曲点でのエンジン回転速度は、たとえば、5 % 増減する。すなわち、変曲点でのエンジン回転速度は、左ボタン 7 9 を押す場合は - 5 % だけ変化し、右ボタン 8 0 を押す場合は + 5 % だけ変化する。一方、上下ボタン 7 7 , 7 8 を 1 回押すと、変曲点での目標ゲインは、前述したように正規化されている場合を基準として (つまり、第 1 変曲点 7 1 での目標ゲインが 1)、たとえば、0 . 1 増減する。すなわち、変曲点での正規化目標ゲインは、上ボタン 7 7 を押す場合は + 0 . 1 だけ変化し、下ボタン 7 8 を押す場合は - 0 . 1 だけ変化する。第 1 変曲点 7 1 での目標ゲインが変更される場合には、第 1 変曲点 7 1 の変更後の目標ゲインが 1 となるように、目標 N - K 特性における全ての目標ゲインが前述した手順と同様の手順で正規化される。

【 0 1 0 7 】

そして、目標特性設定モジュール 6 7 は、特性変更ボタン 8 4 が押されているかどうかを判断する (ステップ S 4 5)。特性変更ボタン 8 4 が押されていないければ、ステップ S 4 1 からの処理を繰り返し、引き続き操作者の入力を受け付け、変曲点の位置変更を行う。

特性変更ボタン 8 4 が押されると、目標特性設定モジュール 6 7 は、設定された特性を目標 N - K 特性テーブルとして確定する (ステップ S 4 6)。そして、目標特性設定モジュール 6 7 は、確定された目標 N - K 特性テーブルを目標 N - K 特性テーブル記憶部 6 7 M に格納して、目標 N - K 特性設定処理を終了する。

【 0 1 0 8 】

次に、タッチパネル 7 5 からの入力に対する目標特性設定モジュール 6 7 の処理を説明する。タッチパネル 7 5 への入力は、タッチペン 8 3 で表示装置 1 5 の画面に直接接触れることで行えるが、同様の操作は、マウスなどのポインティングデバイスを用いても行うことができる。

表示装置 1 5 の表示画面は、図 2 5 に示すように、5 つの領域に分割できる。すなわち、エンジン回転速度が低い順に、不感帯 (1)、第 1 変曲点操作領域 (2)、不感帯 (3)、第 2 変曲点操作領域 (4) および不感帯 (5) である。第 1 変曲点操作領域 (2) は、第 1 変曲点 7 1 でのエンジン回転速度 N_{H1} を中心とした所定の範囲である。第 2 変曲点操作領域 (4) は、第 2 変曲点 7 2 でのエンジン回転速度 N_{H2} を中心とした所定の範囲である。より具体的には、各領域は、次のように定められる。

【 0 1 0 9 】

不感帯 (1)	0	$N < N_{H1} - 5 (\%)$
第 1 変曲点操作領域 (2)	$N_{H1} - 5$	$N \quad N_{H1} + 5 (\%)$
不感帯 (3)	$N_{H1} + 5$	$N < N_{H2} - 5 (\%)$
第 2 変曲点操作領域 (4)	$N_{H2} - 5$	$N \quad N_{H2} + 5 (\%)$
不感帯 (5)	$N_{H2} + 5$	$N \quad 1 0 0 (\%)$

図 2 6 は、目標特性設定モジュール 6 7 によるタッチパネル 7 5 からの入力に対する処理 (目標 N - K 特性設定処理) の一例を説明するためのフローチャートである。目標特性設定モジュール 6 7 は、まず、表示装置 1 5 の画面上に表示されたカーソル 9 0 (図 2 5 参照) の位置 (タッチペン 8 3 で押さえている位置、または最後に押さえた位置) を検出する (ステップ S 5 1)。さらに、目標特性設定モジュール 6 7 は、タッチペン 8 3 に備

10

20

30

40

50

えられたクリックボタン 83A が、ドラッグ操作のために押されているか否かを判定する (ステップ S52)。ドラッグ操作とは、クリックボタン 83A を押したままタッチペン 83 の位置を画面上で変更する操作である。クリックボタン 83A が押されていない場合は、ステップ S51 に戻り、クリックボタン 83A が押されている場合には、カーソル 90 の画面上での現在位置をメモリ (図示せず) に記憶する (ステップ S53)。

【0110】

カーソル 90 の現在位置が記憶されると、目標特性設定モジュール 67 は、その位置が、前記 5 つの領域、すなわち、不感帯 (1)、第 1 変曲点操作領域 (2)、不感帯 (3)、第 2 変曲点操作領域 (4) および不感帯 (5) のいずれの領域にあるかを判断する (ステップ S54)。カーソル位置が第 2 変曲点操作領域 (4) にある場合は、第 2 変曲点 72 の位置の変更が可能となる (ステップ S55)。カーソル位置が第 1 変曲点操作領域 (2) にある場合は、第 1 変曲点 71 の位置の変更が可能となる (ステップ S56)。カーソル位置が不感帯 (1) (3) または (5) にある場合は、変曲点の位置を変更することはできない (ステップ S57)。

10

【0111】

ステップ S55 およびステップ S56 において各変曲点の位置を変更する場合、目標特性設定モジュール 67 は、カーソル位置の上下左右方向の変位量をそれぞれ検出する。すなわち、前記メモリに記憶されたカーソル位置からタッチペン 83 によるドラッグ操作によってカーソル 90 の移動がされるのに応じて、カーソル位置の上下左右方向の変位量がそれぞれ検出される。そして、目標特性設定モジュール 67 は、検出された上下左右方向の各変位量に応じて各変曲点のエンジン回転速度および目標ゲインを更新する。第 1 変曲点 71 での目標ゲインが変更される場合には、さらに、第 1 変曲点 71 の変更後の目標ゲインが 1 となるように、目標 N - K 特性における全ての目標ゲインが前述した手順と同様の手順で正規化される。

20

【0112】

目標特性設定モジュール 67 は、第 2 変曲点の位置変更処理 (ステップ S55) もしくは第 1 変曲点の位置変更処理 (ステップ S56) の後、特性変更ボタン 84 が押されているかどうかを判定する (ステップ S58)。特性変更ボタン 84 が押されていない場合は、ステップ S51 からの処理を繰り返す。これにより、操作者は、引き続き目標 N - K 特性テーブルの変更を行うことができる。一方、特性変更ボタン 84 が押されると、目標特性設定モジュール 67 は、目標 N - K 特性テーブルを確定する (ステップ S59)。そして、目標特性設定モジュール 67 は、確定された目標 N - K 特性テーブルを目標 N - K 特性テーブル記憶部 67M に格納して、目標 N - K 特性設定処理を終了する。

30

【0113】

目標 N - K 特性設定処理の終了に応じて、前述したように、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 によって、更新後の目標 N - K 特性テーブルに応じた N - S - R 特性マップが設定される。

このように、この実施形態によれば、タッチパネル 75 および / または十字ボタン 76 などを用いた直感的かつ簡単な操作によって、操作者は、目標 N - K 特性ラインを視認しながら目標ゲインを変更し、好みに応じた目標 N - K 特性を容易に設定することができる。また、同様の操作により、設定済みの目標 N - K 特性の更新も容易に行うことができる。これにより、ステアリングホイール 7a の操作角に対する船舶 1 の旋回挙動を、エンジン回転速度に応じて個々の操船者のフィーリングに適合させることができる。その結果、船舶 1 の操船が容易になり、操船者は、習熟度によらずに、適切な操船を行うことができる。

40

【0114】

なお、目標特性設定モジュール 67 によって設定された目標 N - K 特性テーブルを目標 N - K 特性テーブル記憶部 67M に複数個登録可能としておいてもよい。その場合、船舶 1 が置かれた状況に応じて、または操船者の好みに応じて、予め登録された複数の目標 N - K 特性テーブルからいずれか 1 つを選択して読み出すことができるようにしておく。そ

50

の選択された目標 N - K 特性テーブルを適用して、N - S - R 特性マップを更新させればよい。これによって、目標 N - K 特性の設定が容易となる。

【0115】

より具体的には、図 27 に示すように、入力装置 14 から所定の操作を行うことによって、目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M に記憶されている複数の目標 N - K 特性テーブルが目標特性設定モジュール 67 によって読み出される。この読み出された複数の目標 N - K 特性テーブルが、表示装置 15 に表示される（ステップ S81）。操船者は、選択手段としての入力装置 14 を操作することによって、いずれか一つの目標 N - K 特性テーブルを選択する（ステップ S82）。この選択された目標 N - K 特性テーブルが、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 における演算に適用される（ステップ S83）。

10

【0116】

N - S - R 特性マップ記憶部 62 M には、目標 N - K 特性テーブル記憶部 67 M に記憶されている複数の目標 N - K 特性テーブルにそれぞれ対応して過去に算出された N - S - R 特性マップを格納しておくことが好ましい。この場合には、入力装置 14 の操作によっていずれか一つの目標 N - K 特性テーブルが選択されると、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 は、当該目標 N - K 特性テーブルに対応する N - S - R 特性マップを選択する。この選択された N - S - R 特性マップに基づいて、目標転舵角算出モジュール 61 による演算が行われる。このような構成によれば、N - S - R 特性マップの算出を省略することができるので、N - S - R 特性マップ算出モジュール 62 に対する演算負荷を低減できる。

20

< 第 2 の実施形態 >

図 28 は、この発明の第 2 の実施形態に係る構成を説明するためのブロック図である。データ収集処理部 64 によって必要量のデータが記憶部 60 に蓄積されると、N - K 特性テーブル算出モジュール 63 は、新たな N - K 特性テーブルを算出する。この新たな N - K 特性テーブルは、前述の実施形態では、そのまま N - K 特性テーブル記憶部 63 M に格納され、N - S - R 特性マップの算出に適用されている。これに対して、この実施形態では、N - K 特性テーブル更新モジュール 100 の働きによって、一定条件下で、N - S - R 特性マップの算出に適用すべき N - K 特性テーブルの更新が行われるようになっている。

【0117】

図 29 は、N - K 特性テーブル更新モジュール 100 の働きを説明するためのフローチャートである。N - K 特性テーブル更新モジュール 100 は、N - K 特性テーブル算出モジュール 63 によって新たな N - K 特性テーブルが算出されると（ステップ S60 の YES）、N - K 特性テーブル記憶部 63 M に格納されている従前の N - K 特性テーブルを読み出す（ステップ S61）。N - K 特性テーブル更新モジュール 100 は、さらに、従前の N - K 特性テーブルに対する新たな N - K 特性テーブルの差分を算出する（ステップ S62）。差分の算出は、たとえば、新旧の N - K 特性テーブルにおいて対応する平均エンジン回転速度ベクトル（エンジン回転速度代表値）の間の距離計算を行うことによって得られる。もちろん、新旧の N - K 特性テーブルにおいて対応する平均ゲインベクトル（ゲイン代表値）の間の距離計算を行うことによって差分を得てもよい。

30

40

【0118】

N - K 特性テーブル更新モジュール 100 は、算出された差分が所定のしきい値未満かどうかを判断する（ステップ S63。差分判断手段としての機能）。差分がしきい値未満なら、N - K 特性テーブル更新モジュール 100 は、その新たな N - K 特性テーブルを、N - K 特性テーブル記憶部 63 M に無条件に書き込む（ステップ S67）。これにより、N - S - R 特性マップの算出のために適用される N - K 特性テーブルが最新のものに更新される。

【0119】

一方、前記算出された差分がしきい値以上である場合には、N - K 特性テーブルの更新が保留され（ステップ S63 の NO。更新保留手段としての働き）、このことが操船者に

50

通知される（ステップS64）。この通知は、たとえば、表示装置15に所定のメッセージを表示することによって行われてもよい。メッセージは、たとえば、「運転状態が変更されました。最新の運転状態を反映させますか？」といったものでもよい。メッセージ表示の他にも、たとえば、スピーカーから警報音やメッセージ音声を発生させることによって、操船者に対する通知が行われてもよい。ここでは、表示装置15は、問い合わせ手段として機能する。操船者は、このような通知（問い合わせ）が行われることにより、運転状態（船舶の特性）が変化したことを把握でき、また、運転状態を反映させるか否かを選択することができる。

【0120】

通知が行われると、操船者は、特性更新指示手段として用いられる入力装置14を操作することによって、新たなN-K特性テーブルを適用するかどうかを選択する（ステップS65）。すなわち、たとえば、表示装置15に、新たなN-K特性テーブルに更新するか、従前のN-K特性テーブルを継続使用するかを選択するためのボタンが表示される。操船者は、これらのうちのいずれかを選択して操作することで、N-K特性テーブルを選択できる。

【0121】

新たなN-K特性テーブルを適用すべきことが選択された場合には（ステップS66のYES）、N-K特性テーブル更新モジュール100は当該新たなN-K特性テーブルをN-K特性テーブル記憶部63Mに書き込む（ステップS67）。これにより、N-S-R特性マップの算出に適用されるN-K特性テーブルが更新される。

従前のN-K特性テーブルの継続使用が選択されたときには（ステップS66のNO）、N-K特性テーブル更新モジュール100は、当該新たなN-K特性テーブルを破棄する（ステップS68）。

【0122】

たとえば、一時的に乗員数や積荷が増減したときのように、船舶が通常とは異なる状況で航走する場合がある。このような場合には、N-K特性が従前のN-K特性に比較して大きく変動するおそれがある。このような状況のときにまでN-K特性テーブルを自動更新すると、通常の航走状態に戻ったときに、所望の航走制御がなされなくなり、操船者に違和感を与えるおそれがある。

【0123】

そこで、この実施形態では、新たに算出されたN-K特性が従前のN-K特性から大きく変動した場合に、操船者の承認を待って、N-K特性テーブルを更新するようにしている。

図30は、N-K特性テーブル更新モジュール100の別の処理例を説明するためのフローチャートである。この図30において、図29の各ステップに対応するステップには同一参照符号を付して示す。この処理例は、N-K特性テーブル記憶部63Mに複数のN-K特性テーブルを格納することができる場合に適用可能である。

【0124】

N-K特性テーブル更新モジュール100は、N-K特性テーブル算出モジュール63によって新たなN-K特性テーブルが算出されると（ステップS60のYES）、その新たなN-K特性テーブルをN-K特性テーブル記憶部63Mに格納する（ステップS70）。ただし、この時点では、その新たなN-K特性テーブルがN-S-R特性マップの算出に適用されるわけではない。

【0125】

従前のN-K特性テーブルに対する新たなN-K特性テーブルの差分が少ないとき（ステップS63のYES）、または操船者によって新たなN-K特性テーブルの適用が選択されたときには（ステップS66のYES）、その新たなN-K特性テーブルが適用される（ステップS67）。この処理は、N-K特性テーブル更新モジュール100が、N-K特性テーブル記憶部63Mに格納されている複数のN-K特性テーブルのなかから、当該新たなN-K特性テーブルを、N-S-R特性マップの算出に適用すべき特性として選

10

20

30

40

50

択して設定することによって達成される。

【0126】

新たなN-K特性テーブルが不適用とされる場合(ステップS66のNO)でも、その新たなN-K特性を破棄する必要はない。

<第3の実施形態>

第3の実施形態では、第1および第2の実施形態とは別の方法でゲインKが求められる。図31は、第3の実施形態に係る転舵制御部28の動作を説明するためのフローチャートである。この図31において、前述の図9の各ステップに対応するステップには同一参照符号を付して示す。また、図7を併せて参照する。

【0127】

データ収集処理部64は、船舶1が定速航行状態にあることを条件に(ステップS2)、船外機ECU11から、エンジン回転速度、転舵角およびヨーレートの時系列データの組を一定時間収集する(ステップS3)。

図32に示すように、転舵角を一定に維持している場合では、転舵角の角速度(以下、「転舵角速度」という。)の絶対値は、0付近の所定のしきい値内に収まっている。転舵角速度は、転舵角の変化量を時間で微分することにより求められる。転舵角を変化させると、変化前と変化後との間で、転舵角速度の絶対値がしきい値を超えてしまう。以下では、転舵角速度の絶対値がしきい値内にあるときの時系列データをOKデータとし、転舵角速度の絶対値がしきい値を超えているときの時系列データをNGデータとする。

【0128】

図31に戻り、データ収集処理部64は、転舵角速度の絶対値がしきい値を超えた場合(ステップS17のNO)には、収集したデータ(NGデータ)をクリアし(ステップS19)、時系列データを収集し直す(ステップS3)。そして、時系列データの収集中に転舵角速度の絶対値が常にしきい値内にあり、データの収集時間が所定の時間(たとえば3秒)に達すると(ステップS18のNO)、データ収集処理部64は、その時系列データ(OKデータ)におけるエンジン回転速度の代表値(平均値)を算出する。データ収集処理部64は、その代表値に基づいて、収集した時系列データをいずれの区間 M_i に分類すべきか判定する(ステップS4)。そして、データ収集処理部64は、その判定された区間 M_i に対応するカウンタ c_i をインクリメントする(ステップS5)。さらにデータ収集処理部64は、その時系列データにおける平均転舵角 R と平均ヨーレートとの組(R ,)のデータを、対応する区間 M_i における学習データとして、記憶部60に格納する(ステップS7)。

【0129】

前記学習データの一例を、図33に示す。図33では、説明の便宜上、所定のエンジン回転速度域($0\% < \text{エンジン回転速度} N < 60\%$)に対応する区間 $M_2 \sim M_4$ のみを示している。そして、転舵角を変化させる毎にOKデータ(図32参照)から学習データが算出されて記憶部60に格納される。これにより、あるエンジン回転速度域(区間 M_i)における平均転舵角 R と平均ヨーレートとの関係が求められる。

【0130】

ゲイン算出部69は、すべての区間のカウンタ c_i の値が所定の下限値(この実施形態では「1」)以上かどうかを判断する(ステップS8)。全区間のカウンタ c_i の値が前記下限値以上であれば、ゲイン算出部69は、ゲインの算出を行う(ステップS6)。もしも、いずれかの区間のカウンタ c_i の値が前記下限値に達していないときには、ステップS2からの処理が繰り返される。

【0131】

ゲインの算出にあたり、ゲイン算出部69は、図33に示すように、各エンジン回転速度域における学習データに対する近似直線を、たとえば最小2乗法によって求める。この近似直線の切片は0である。そして、この近似直線の傾きがゲイン(転舵角に対するヨーレートのゲイン)である。このようにして、ゲイン算出部69は、各エンジン回転速度域(各区間 M_i)におけるゲインを算出する。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

N - K特性テーブル算出モジュール63は、ゲイン算出部69によって算出されたゲインKと、対応するエンジン回転速度N（各区間 M_i で収集されたエンジン回転速度データの平均値）との組から、N - K特性テーブルを算出する。ここで得られたN - K特性テーブルは、前述したように正規化した場合、第1および第2の実施形態で得られるN - K特性テーブル（図12参照）とほぼ等しい。

【 0 1 3 3 】

このように、第3の実施形態では、第1および第2の実施形態で示したような、ヨーレートのモデル値と測定値との差が最小となるまでゲインを変化させる演算処理が不要となるので、簡易にゲインを求めることができる。

10

< 第4の実施形態 >

図34は、この発明の第4の実施形態に係る転舵制御部28の構成を説明するためのブロック図である。この図34において、前述の図7に示された各部に対応する部分には、図7の場合と同一の参照符号を付して示す。第4の実施形態では、ヨーレートセンサ12を用いておらず、船舶1の旋回挙動の指標として、ゲインの代わりに、各エンジン回転速度における転舵角履歴の最大値（最大転舵角 R_m ）を用いている。

【 0 1 3 4 】

また、転舵制御部28では、ゲイン算出部69が設けられていない。また、N - K特性テーブル算出モジュール63の代わりに、エンジン回転速度Nと最大転舵角 R_m との実際特性（転舵角履歴特性または最大転舵角特性。以下、「N - R_m 特性」という。）のテーブルを算出するN - R_m 特性テーブル算出モジュール101（転舵角履歴特性演算手段、最大転舵角特性演算手段）が設けられている。これに応じて、N - K特性テーブル記憶部63Mの代わりに、N - R_m 特性テーブルを記憶するN - R_m 特性テーブル記憶部101Mが設けられている。また、前述した目標特性設定モジュール67の代わりに、別の目標特性設定モジュール102（目標操船特性設定手段、最大操作量設定手段、目標特性ライン更新手段）が設けられている。目標特性設定モジュール102は、エンジン回転速度Nと最大操作角の目標値（目標最大操作角 S_m ）との関係を示すN - S_m 特性の目標特性（目標N - S_m 特性）を設定するものである。目標特性設定モジュール102に応じて、目標N - K特性テーブル記憶部67Mの代わりに、目標N - S_m 特性テーブルを記憶する目標N - S_m 特性テーブル記憶部102Mが設けられている。

20

30

【 0 1 3 5 】

図35は、第4の実施形態に係る転舵制御部28の動作を説明するためのフローチャートである。この図35において、前述の図9の各ステップに対応するステップには同一参照符号を付して示す。

データ収集処理部64は、定速航行判定部65によって船舶1が定速航行状態にあると判定されていることを条件に（ステップS2）、船外機ECU11から、個々の区間 M_i におけるエンジン回転速度Nと転舵角Rとの対のデータを、学習データとして収集する（ステップS70）。データ収集処理部64は、さらに、エンジン回転速度に基づいて、各学習データをいずれの区間 M_i に分類すべきか判定する（ステップS4）。そして、データ収集処理部64は、その判定された区間 M_i に対応するカウンタ c_i をインクリメントしてから（ステップS5）、学習データを記憶部60に格納する（ステップS7）。

40

【 0 1 3 6 】

N - R_m 特性テーブル算出モジュール101は、すべての区間のカウンタ $c_1 \sim c_7$ の値が所定の下限值（この実施形態では「5」）以上かどうかを判断する（ステップS71）。全区間のカウンタ $c_1 \sim c_7$ の値が前記下限値以上であれば、N - R_m 特性テーブル算出モジュール101は、N - R_m 特性テーブルの算出を行う（ステップS72）。もしも、いずれかの区間のカウンタ c_i の値が前記下限値に達していないときには、学習データが不足しているものと判断して、N - R_m 特性テーブルの算出は行わない。この場合、ステップS2からの処理が繰り返される。これにより、図36において白色のドットおよび黒色のドットで示すように、各区間 M_i には、複数の学習データが蓄積されていく。

50

【 0 1 3 7 】

そして、カウンタ c_i の値が全区間で下限値「5」以上になると、N - R m 特性テーブル算出モジュール 1 0 1 は、個々の区間 M_i に分類された複数の学習データのうち、転舵角の大きさ順に、たとえば上位所定個（たとえば3個）の学習データ（図36の黒色のドット参照）を選択する。ここで選択された学習データを、以下では、「選択データ」という。選択データの信頼性を確保するため、各区間 M_i における学習データの分布から大幅に外れた学習データ（外れデータ）を事前に除去する処理を行ってもよい。また、転舵角を一定時間（たとえば、3秒）以上維持したときに限定して学習データを収集することにより、安定した（外れデータのない）学習データを収集することができる。

10

【 0 1 3 8 】

N - R m 特性テーブル算出モジュール 1 0 1 は、個々の区間 M_i における全ての選択データに対して、代表値データを求める。具体的には、N - R m 特性テーブル算出モジュール 1 0 1 は、次式（6）による計算を行う。これにより、個々の区間 M_i の選択データに対して、エンジン回転速度の平均値 N_i および上位転舵角の平均値（最大転舵角） $R m_i$ が、代表値データとして求められる。次式（6）において、R m および N に付したオーバーラインは、それぞれの平均値を表すものとする。また、次式（6）の c_i は、各区間 M_i での選択データの数なので、図36の例では、「3」である。

【 0 1 3 9 】

【数2】

$$\overline{R m}_i = \frac{1}{c_i} \sum_{j=1}^{c_i} R_{ij}, \quad \overline{N}_i = \frac{1}{c_i} \sum_{j=1}^{c_i} N_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots\dots (6)$$

20

【 0 1 4 0 】

これにより、m次元の平均エンジン回転速度ベクトル $N = [N_1, N_2, \dots, N_m]$ と、同じくm次元の最大転舵角ベクトル $R m = [R m_1, R m_2, \dots, R m_m]$ とが得られる。ここで、全ての区間の最大転舵角 $R m_i$ を第1の区間 M_1 での最大転舵角 $R m_1$ で割ることによって、最大転舵角ベクトル R m を正規化する。すなわち、正規化されたm次元の最大転舵角ベクトル R m は、 $R m = [1, R m_2 / R m_1, \dots, R m_m / R m_1]$ で表される。これらの平均エンジン回転速度ベクトル（エンジン回転速度代表値ベクトル）と、正規化された最大転舵角ベクトル（の最大転舵角代表値ベクトル）との組 $[N, R m]$ が N - R m 特性テーブルである。

30

【 0 1 4 1 】

N - R m 特性テーブルは、図37に例示するように、エンジン回転速度代表値とそれに対応する最大転舵角代表値との組で表される離散的な有限個のデータ（図37において黒色のドットで示す。）からなる。このような離散的なデータ間の特性は、必要に応じて、線形補間によって補われる。この図37では、初期 N - S - R 特性マップ（図8参照）により航走する船舶に見られるように、最大転舵角が、エンジン回転速度に応じて異なり、低エンジン回転速度域から高エンジン回転速度域へかけて減少する特性の例が示されている。換言すれば、N - R m 特性テーブルの最大転舵角は、第1～第3の実施形態で示した N - K 特性テーブル（図12参照）のゲインとは逆の特性を示している。これは、操船者が、低エンジン回転速度域においては、ヨーレート（ゲイン）が低いいため転舵角を大きく変化させる傾向にある一方で、高エンジン回転速度域においては、ヨーレート（ゲイン）が高いため転舵角を微小変化させる傾向にあることを示している。つまり、転舵角履歴、特に最大転舵角は、操船者がエンジン回転速度に応じて所望の旋回挙動を実現するようにステアリングホイール7aを操作した結果であり、N - R m 特性は、N - K 特性を間接的に表しているといえる。

40

【 0 1 4 2 】

図35に戻って、N - S - R 特性マップ算出モジュール62は、初期 N - S - R 特性マップ（図8参照）と N - R m 特性テーブル（図37参照）とによって、N - S - R 特性マ

50

ップを新たに算出する（ステップ S 1 0）。

N - S - R 特性マップの算出手順を図 3 8 に示す。具体的には、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、初期 N - S - R 特性マップを、前述したエンジン回転速度 N の個々の区間 M_i に応じて区分する（図 3 8 左上図参照）。そして、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、初期 N - S - R 特性マップの各区間 M_i における目標転舵角のすべてのデータを、N - R m 特性テーブル（図 3 8 右上図参照）において対応する区間 M_i の（正規化された）最大転舵角 $R m_i$ （最大転舵角代表値）を掛けることによって更新する。これにより、標準 N - S - R 特性マップ（図 3 8 下図参照）が算出される。ここで、前述したように、N - R m 特性テーブル（図 3 8 右上図）は、N - K 特性テーブル（図 1 3 右上図）とはほぼ逆の特性を示している。そのため、初期 N - S - R 特性マップの目標転舵角のデータを正規化されたゲイン（ゲイン代表値）で割ることは（図 1 3 参照）、目標転舵角のデータに正規化された最大転舵角 $R m$ （最大転舵角代表値）を掛けること（図 3 8 参照）と実質的に同じである。つまり、この第 4 の実施形態では、ゲインを算出しなくても、N - R m 特性を求めることで、N - K 特性の代替特性を簡易的に求めることができ、第 1 ~ 第 3 の実施形態で得られる標準 N - S - R 特性マップと実質的に同じ標準 N - S - R 特性マップが得られる。

10

【 0 1 4 3 】

標準 N - S - R 特性マップは、各エンジン回転速度において操船者が過去に適用した最大転舵角が操作角を 1 0 0 % にしたときの目標転舵角となるように、設定されている。具体的には、たとえば、あるエンジン回転速度における過去の最大転舵角が 1 0 % である場合には、標準 N - S - R 特性マップは、そのエンジン回転速度において操作角を 1 0 0 % にしたときに目標転舵角が 1 0 % となるように、設定される。つまり、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、標準 N - S - R 特性マップの設定において、エンジン回転速度に応じて、最大操作量を N - R m 特性テーブルの最大転舵角に対応付けている。これにより、各エンジン回転速度において、操作角を最大まで変化させることによって所望の旋回挙動を得ることができるので、操船者にとってわかり易い操船特性となる。

20

【 0 1 4 4 】

図 3 5 に戻り、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、後述するように、標準 N - S - R 特性マップを、目標 N - S m 特性テーブルに基づいて更新して最終 N - S - R 特性マップを算出し（ステップ S 1 0）、N - S - R 特性マップ記憶部 6 2 M に格納する（ステップ S 1 1）。また、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、操船特性が更新されたこと（N - S - R 特性マップが更新されたこと）を、通知ユニット 1 8 を介して操船者に通知する（ステップ S 1 2）。その後、データ収集処理部 6 4 は、さらに学習を行うべきか否かを判断する（ステップ S 1 3）。第 1 の実施形態で示したように、N - S - R 特性マップを一定の条件下（たとえば、スロットル開度が全閉かつ操作角が 0 °）において更新する処理（図 1 4 のステップ S 1 5 または図 1 5 のステップ S 1 6 参照）を行ってもよい。

30

【 0 1 4 5 】

次に、目標特性設定モジュール 1 0 2 の働きについて説明する。

この実施形態では、図 3 9 に示すように、表示装置 1 5 の画面に、目標 N - K 特性ではなく、エンジン回転速度 N に対する最大操作角 $S m$ の目標値の特性（目標 N - S m 特性）がグラフ表示される。操作者は、目標 N - S m 特性ラインの 2 つの変曲点（第 1 変曲点 7 1 および第 2 変曲点 7 2）を、第 1 ~ 第 3 の実施形態と同様に変更することによって（図 4 0 および図 4 1 参照）、目標 N - S m 特性テーブルを設定する。目標 N - S m 特性テーブルにおいて、目標最大操作角 $S m$ は、百分率で表されてもよい。

40

【 0 1 4 6 】

N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、設定された目標 N - S m 特性テーブルに基づいて、標準 N - S - R 特性マップを更新し、新しい N - S - R 特性マップ（最終 N - S - R 特性マップ）を算出する。

新しい N - S - R 特性マップの算出手順を図 4 2 に示す。なお、説明の便宜上、図 4 2

50

での標準 N - S - R 特性マップの形状 (図 4 2 左上図参照) は、図 3 8 下図で示した標準 N - S - R 特性マップの形状と異なっている。

【0147】

N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、標準 N - S - R 特性マップ (図 4 2 左上図参照) において、最大操作角とエンジン回転速度との関係を、目標 N - S m 特性テーブル (図 4 2 右上図参照) に一致するように変更する。このとき、N - S - R 特性マップ算出モジュール 6 2 は、変更後の最大操作角で最大目標転舵角が発生するように、標準 N - S - R 特性マップを更新する。標準 N - S - R 特性マップを更新することで得られた新しい N - S - R 特性マップは、図 4 2 下図において、実線で示される。なお、比較のため、標準 N - S - R 特性マップが 1 点鎖線で示されている。2 つのマップを比較すると、新しい N - S - R 特性マップでは、標準 N - S - R 特性マップに比較して、最大目標転舵角のラインが操作角の軸方向にずれていることがわかる。つまり、各エンジン回転速度において、標準 N - S - R 特性マップの最大目標転舵角が目標 N - S m 特性テーブルの最大操作角に対応付けられる。これにより、ステアリングホイール 7 a を最大操作量まで操作することによって、エンジン回転速度に応じた最大転舵角まで転舵することができる。また、目標最大操作角をステアリングホイール 7 a の上限操作角よりも小さく設定することにより、上限操作角まで操作しなくとも、所望の旋回挙動を得ることができる。

10

【0148】

そして、目標 N - S m 特性テーブルにおいて目標最大操作量をエンジン回転速度に対して適切に設定しておくことにより、好みの N - S - R 特性マップを容易に設定することができる。

20

以上、この発明の 4 つの実施形態について説明したが、この発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、前述の実施形態では、船舶 1 に一つの船外機 1 0 が備えられた構成を例にとって説明したが、船舶 1 の船尾 3 に複数個 (たとえば 2 個) の船外機を搭載した構成の船舶に対しても、この発明を同様に適用することができる。

【0149】

また、前述の第 1 ~ 第 3 の実施形態では、エンジン回転速度が取りうる全範囲を区分した複数の区間の全てについて測定値が得られることを条件に (図 9 のステップ S 8) N - K 特性テーブルを求めるようにしている。しかし、たとえば、アイドル回転 (0 %) および最高回転 (100 %) の区間 M_1 、 M_7 についての測定値が得られることを条件に N - K 特性テーブルの算出を許容することとしてもよい。これにより、N - K 特性テーブルを速やかに得ることができる。そして、その後他の区間についての測定データを加味して N - K 特性テーブルが修正されていくことによって、N - K 特性テーブルの精度を向上させていくことができる。第 4 の実施形態で N - R m 特性テーブルを求める場合においても同様の処理を行ってよい。

30

【0150】

また、第 1 ~ 第 4 の実施形態では、N - K 特性テーブル (N - R m 特性テーブル) に基づいて初期 N - S - R 特性マップから標準 N - S - R 特性マップを一旦算出している。そして、その後、目標 N - K 特性テーブル (目標 N - S m 特性テーブル) に基づいて標準 N - S - R 特性マップから最終 N - S - R 特性マップを算出している。これに代えて、N - K 特性テーブル (N - R m 特性テーブル) および目標 N - K 特性テーブル (目標 N - S m 特性テーブル) に基づいて、初期 N - S - R 特性マップから直接最終 N - S - R 特性マップを算出してもよい。

40

【0151】

さらに、第 3 および第 4 の実施形態に関して、図 2 7 ~ 図 3 0 を参照して説明したのと同様な変形を施すことが可能である。

また、前述の実施形態では、エンジン回転速度を船舶の進行速度と同義なものとして取り扱っているが、むしろ、エンジン回転速度の代わりに、船舶の進行速度を用いて処理を行ってもよい。船舶の進行速度を表す信号は、たとえば、船舶のスピードメータの出力信号であってもよい。船舶の進行速度の代替指標としては、エンジン回転速度のほかにも、

50

プロペラの回転速度を用いることができる。プロペラの回転速度は、たとえば、プロペラの回転速度を検出する回転速度センサを設けることによって検出できる。

【0152】

また、前述の実施形態では、船舶の航走時に学習データが収集され、それに基づいて、N-S-R特性マップが作成されるようになっているが、様々な航走状態で収集された複数組の学習データを予め記憶部60に蓄積しておいてもよい。様々な航走状態とは、たとえば、種々の乗員数での航走状態、種々の量の積荷での航走状態、その他、船舶の挙動に影響のある要因を種々に異ならせた状況での航走状態をいう。この場合、操作卓6からの操作（たとえば、入力装置14の操作）によって、航走状態を選択できるようになっているとよい。この航走状態の選択操作に応じて、N-K特性テーブル算出モジュール63（図7参照）またはN-Rm特性テーブル算出モジュール101（図34参照）は、当該選択された航走状態に対応する学習データを記憶部60から読み出す。これにより、当該選択された航走状態に対応するN-S-R特性マップが作成されることになる。したがって、学習データの収集を待たずに、航走状態に応じた適切な操船特性が得られる。

10

【0153】

また、前述の図29および図30の処理では、新たなN-K特性テーブルが作成されたときに、これと従前のN-K特性テーブルとの差分が求められ、この差分がしきい値以上のときに、N-K特性テーブルの更新が保留されるようになっている。この考え方は、他の制御情報にも拡張することができる。具体的には、たとえば、N-S-R特性マップ記憶部62MのN-S-R特性マップを更新すべきときに、新たに求められたN-S-R特性マップと従前のN-S-R特性マップとの間の差分を求める。そして、この差分が所定のしきい値未満のときには直ちにN-S-R特性マップを更新する一方で、その差分がしきい値以上のときには、その更新を保留するようにしてもよい。さらに、その更新を行うかどうかを、操船者が選択できるようにしてもよい。

20

【0154】

なお、データの更新は、従前のデータを新しいデータで上書きすることによって行われてもよいし、従前のデータを記憶媒体の或る記憶領域に保持しておいて、新しいデータを別の記憶領域に格納することによって行われてもよい。

さらにまた、前述の実施形態では、所望の旋回挙動を得るために、船外機の転舵角のみを制御することとしている。しかし、複数個（たとえば、左右に2個）の船外機を搭載する場合は、これらの船外機の推進力も旋回挙動に影響を与えるので、これらの推進力も制御対象としてもよい。

30

【0155】

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。

【図面の簡単な説明】

【0156】

【図1】所定の進行速度において転舵角をステップ変化させたときにおけるヨーレートの経時変化を説明するための特性図である。

【図2】異なる進行速度におけるヨーレートの経時変化を比較した図である。

40

【図3】この発明の一実施形態に係る船舶の構成を説明するための概念図である。

【図4】船外機の構成を説明するための図解的な断面図である。

【図5】転舵アクチュエータの構成図である。

【図6】船舶の航走制御に関する構成を説明するためのブロック図である。

【図7】転舵制御部の制御に関連する構成を説明するためのブロック図である。

【図8】操作角と目標転舵角との関係がエンジン回転速度にかかわらず一定となる初期N-S-R特性マップを示す図である。

【図9】転舵制御部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】収集される時系列データのイメージを示す図である。

【図11】エンジン回転速度-ゲイン特性の算出を説明するための図である。

50

- 【図12】エンジン回転速度 - ゲイン特性の算出例を示す図である。
- 【図13】操作角と目標転舵角との関係がエンジン回転速度に応じて変化する標準N - S - R特性マップの算出を説明するための図である。
- 【図14】N - S - R特性マップの変更に伴う乗員の不快感を抑制するための処理の一例を示すフローチャートである。
- 【図15】N - S - R特性マップの変更に伴う乗員の不快感を抑制するための処理の他の例を示すフローチャートである。
- 【図16】入力装置および表示装置を一体化した目標特性入力部の一例を示す図である。
- 【図17】変曲点を水平移動させるときの操作を説明するための図である。
- 【図18】変曲点を垂直移動させるときの操作を説明するための図である。 10
- 【図19】停船中に目標N - K特性テーブルの設定を行う場合の処理を説明するためのフローチャートである。
- 【図20】標準N - S - R特性マップと目標N - K特性テーブルとに基づく目標N - S - R特性マップの算出を説明するための図である。
- 【図21】目標N - S - R特性マップに基づく最終N - S - R特性マップの算出を説明するための図である。
- 【図22】航行中に目標N - K特性テーブルの設定を行う場合の処理を説明するためのフローチャートである。
- 【図23】ステアリングホイール、リモコンレバーおよび十字ボタンを用いた目標N - K特性テーブルの微調整操作を説明するための図である。 20
- 【図24】十字ボタンを用いて目標N - K特性テーブルを変更する際の処理例を説明するためのフローチャートである。
- 【図25】タッチパネルを用いて目標N - K特性テーブルを変更する際における操作領域の分類を説明するための図である。
- 【図26】タッチパネルを用いて目標N - K特性テーブルを変更する際の処理例を説明するためのフローチャートである。
- 【図27】目標N - K特性の設定の一例を説明するためのフローチャートである。
- 【図28】この発明の第2の実施形態に係る構成を説明するためのブロック図である。
- 【図29】N - K特性テーブルの更新処理の一例を説明するためのフローチャートである。 30
- 【図30】N - K特性テーブルの更新処理の他の例を説明するためのフローチャートである。
- 【図31】この発明の第3の実施形態に係る転舵制御部の動作を説明するためのフローチャートである。
- 【図32】第3の実施形態において収集される時系列データのイメージを示す図である。
- 【図33】第3の実施形態におけるエンジン回転速度 - ゲイン特性の算出を説明するための図である。
- 【図34】この発明の第4の実施形態に係る転舵制御部の構成を説明するためのブロック図である。
- 【図35】第4の実施形態に係る転舵制御部の動作を説明するためのフローチャートである。 40
- 【図36】エンジン回転速度 - 最大転舵角特性の算出を説明するための図である。
- 【図37】エンジン回転速度 - 最大転舵角特性の算出例を示す図である。
- 【図38】第4の実施形態における標準N - S - R特性マップの算出を説明するための図である。
- 【図39】第4の実施形態に係る目標特性入力部の一例を示す図である。
- 【図40】第4の実施形態において変曲点を水平移動させるときの操作を説明するための図である。
- 【図41】第4の実施形態において変曲点を垂直移動させるときの操作を説明するための図である。 50

【図 4 2】第 4 の実施形態における新しい N - S - R 特性マップの算出を説明するための図である。

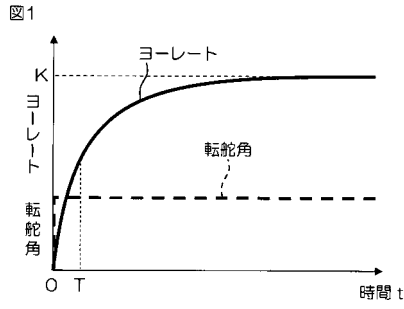
【符号の説明】

【 0 1 5 7 】

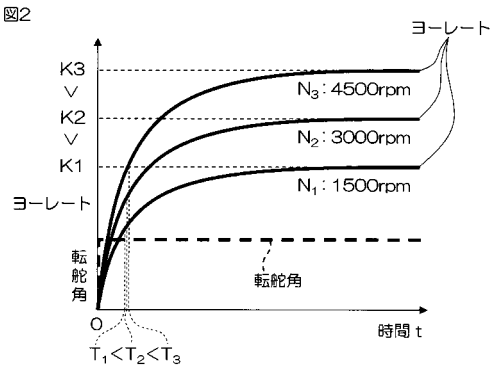
1	船舶	
2	船体	
3	船尾	
4	船首	
5	中心線	
6	操作卓	10
7	ステアリング操作部	
7 a	ステアリングホイール	
7 b	操作角検出部	
8	スロットル操作部	
8 a	リモコンレバー	
8 b	レバー位置検出部	
9	目標特性入力部	
1 0	船外機	
1 1	船外機 E C U	
1 2	ヨーレートセンサ	20
1 3	リセットスイッチ	
1 4	入力装置	
1 5	表示装置	
1 6	インタフェース部	
1 7	インタフェース部	
2 0	航走制御装置	
2 1	フレーム	
2 2	電動モータ	
2 3	ネジ棒	
2 4	支持部材	30
2 5	連結ブラケット	
2 6	スロットル制御部	
2 7	シフト制御部	
2 8	転舵制御部	
2 9	トリム角制御部	
3 0	推進ユニット	
3 1	取り付け機構	
3 2	クランプブラケット	
3 3	チルト軸	
3 4	スイベルブラケット	40
3 5	転舵軸	
3 6	トップカウリング	
3 7	アップケース	
3 8	ロアケース	
3 9	エンジン	
4 0	プロペラ	
4 1	ドライブシャフト	
4 2	プロペラシャフト	
4 3	シフト機構	
4 3 a	駆動ギヤ	50

4 3 b	前進ギヤ	
4 3 c	後進ギヤ	
4 3 d	ドッグクラッチ	
4 4	シフトロッド	
4 5	スタータモータ	
4 6	スロットルバルブ	
4 7	転舵ロッド	
4 8	エンジン回転検出部	
4 9	転舵角センサ	
5 0	舵取り機構	10
5 1	スロットルアクチュエータ	
5 2	シフトアクチュエータ	
5 3	転舵アクチュエータ	
5 4	トリムアクチュエータ	
5 5	電動スロットル	
5 7	スロットル開度センサ	
5 8	シフト位置センサ	
6 0	記憶部	
6 1	目標転舵角算出モジュール	
6 2	N - S - R 特性マップ算出モジュール	20
6 2 M	N - S - R 特性マップ記憶部	
6 3	N - K 特性テーブル算出モジュール	
6 3 M	N - K 特性テーブル記憶部	
6 4	データ収集処理部	
6 5	定速航行判定部	
6 6	リセット処理モジュール	
6 6 m	不揮発性メモリ	
6 7	目標特性設定モジュール	
6 7 M	目標 N - K 特性テーブル記憶部	
6 8	1 次遅れフィルタ	30
6 9	ゲイン算出部	
7 1	第 1 変曲点	
7 2	第 2 変曲点	
7 5	タッチパネル	
7 6	十字ボタン	
7 7	上ボタン	
7 8	下ボタン	
7 9	左ボタン	
8 0	右ボタン	
8 3	タッチペン	40
8 3 A	クリックボタン	
8 4	特性変更ボタン	
8 5	変曲点選択ボタン	
9 0	カーソル	
1 0 0	N - K 特性テーブル更新モジュール	
1 0 1	N - R m 特性テーブル算出モジュール	
1 0 1 M	N - R m 特性テーブル記憶部	
1 0 2	目標特性設定モジュール	
1 0 2 M	目標 N - S m 特性テーブル記憶部	

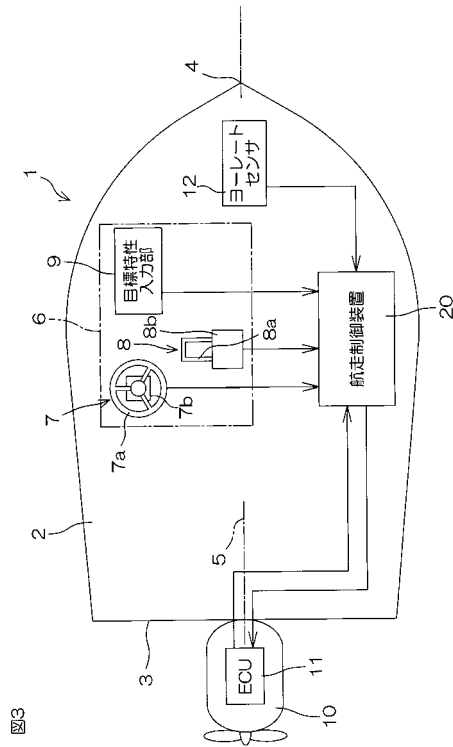
【 図 1 】



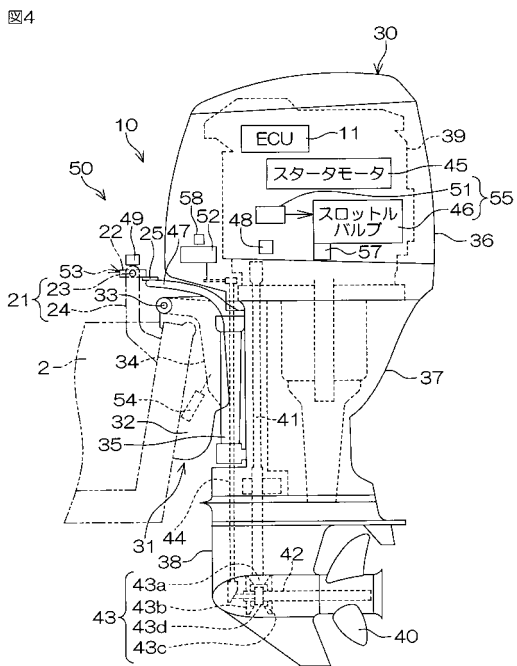
【 図 2 】



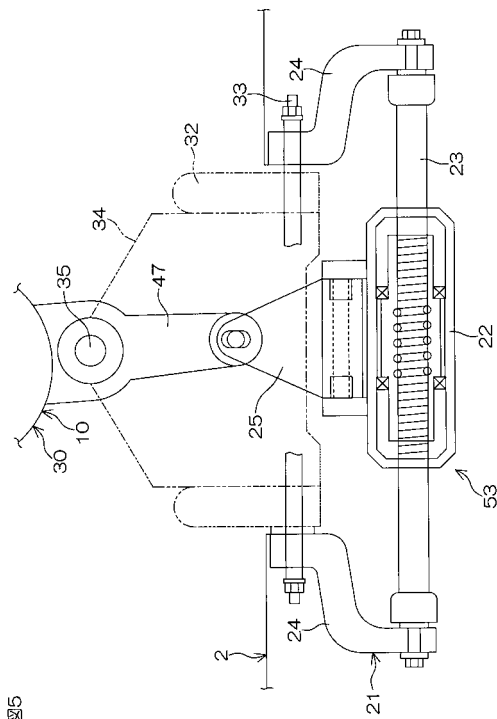
【 図 3 】



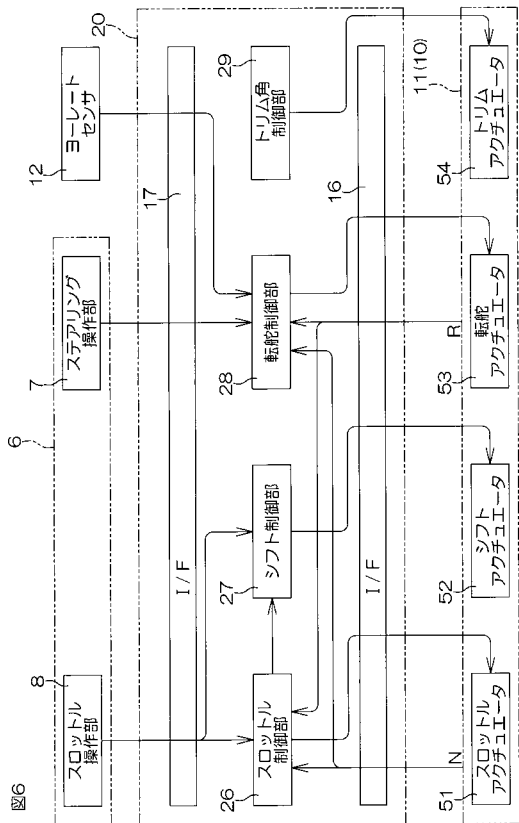
【 図 4 】



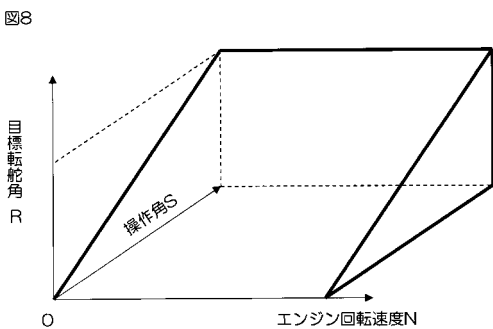
【 図 5 】



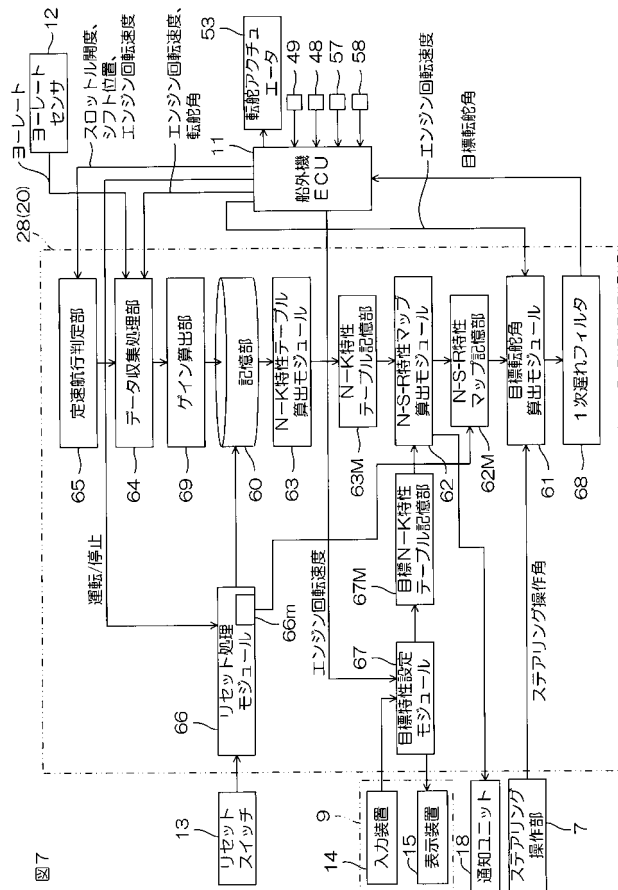
【 図 6 】



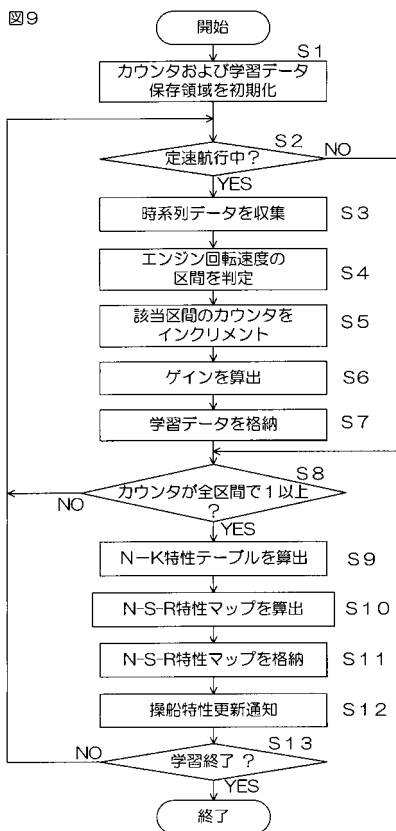
【 図 8 】



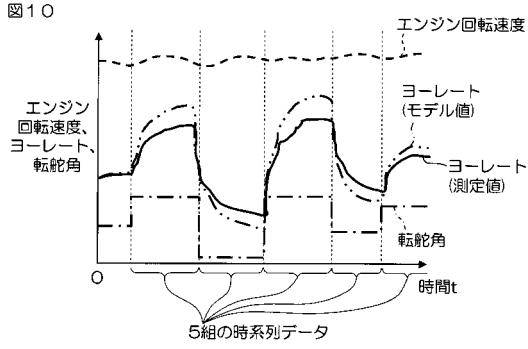
【 図 7 】



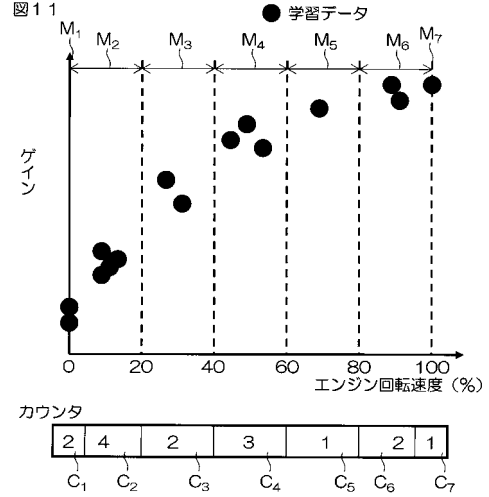
【 図 9 】



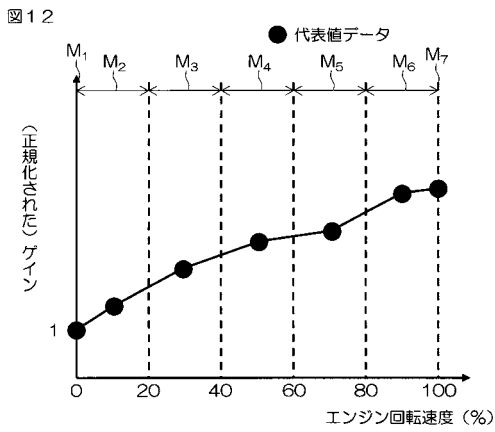
【図10】



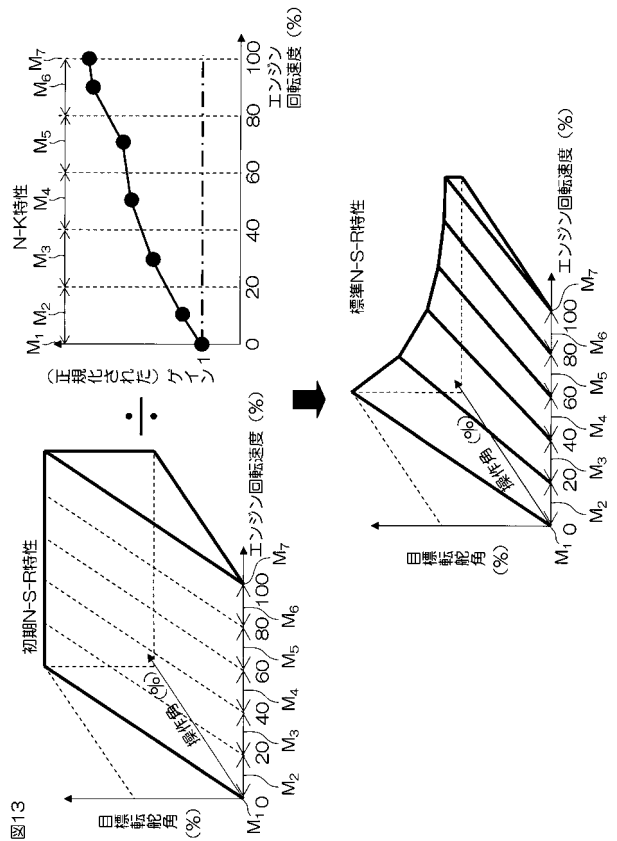
【図11】



【図12】

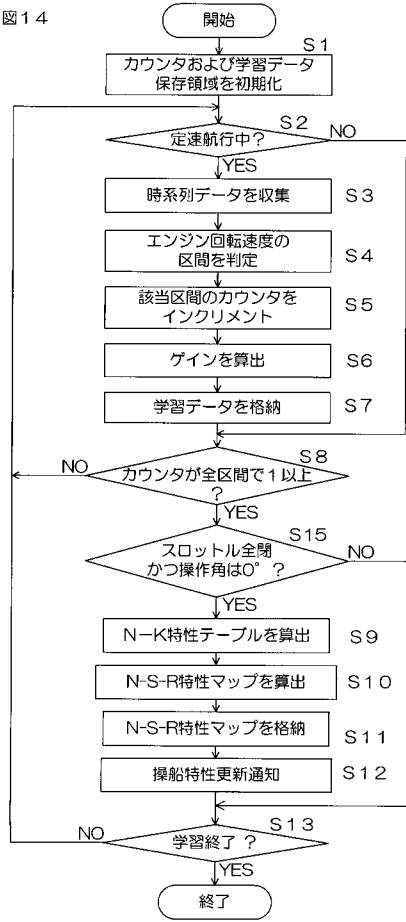


【図13】



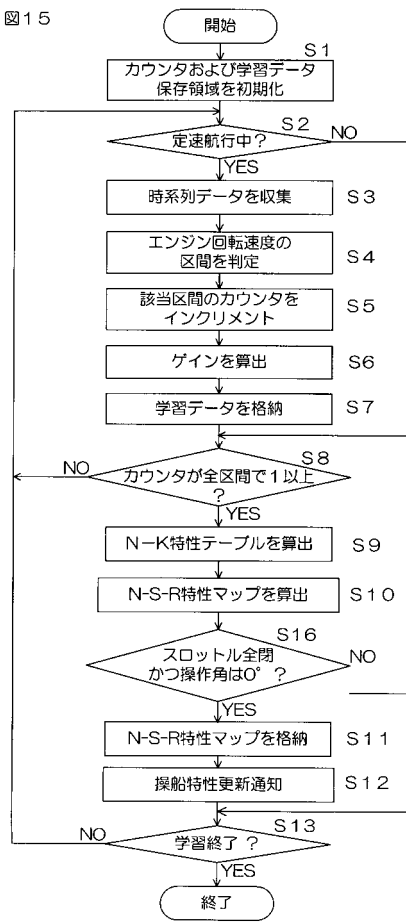
【 図 1 4 】

図 14



【 図 1 5 】

図 15



【 図 1 6 】

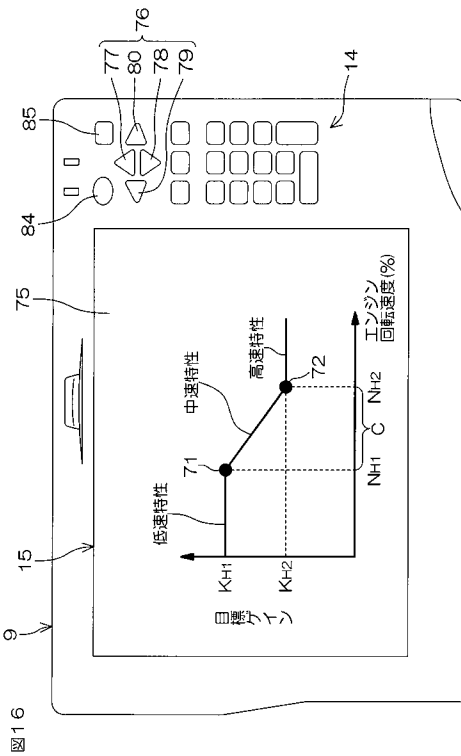


図 16

【 図 1 7 】

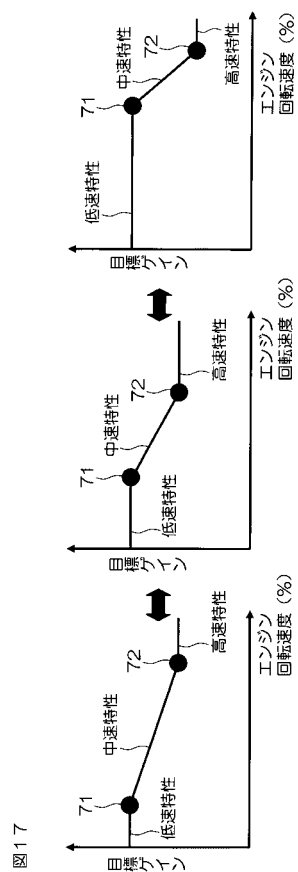


図 17



【 図 1 8 】

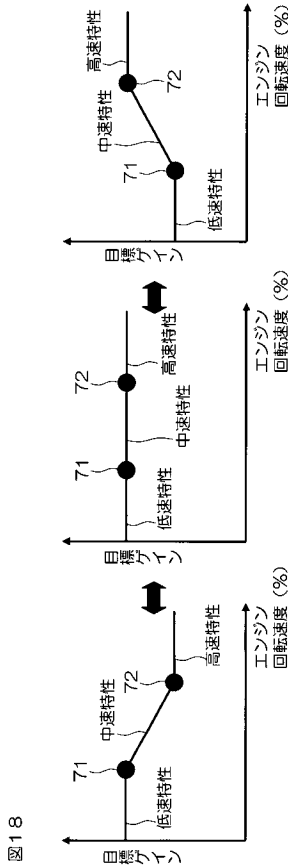


図18

【 図 1 9 】

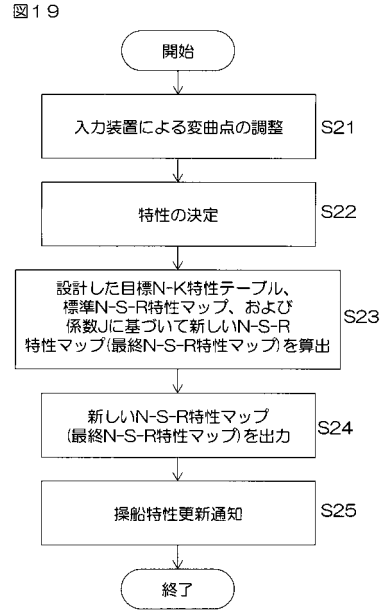


図19

【 図 2 0 】

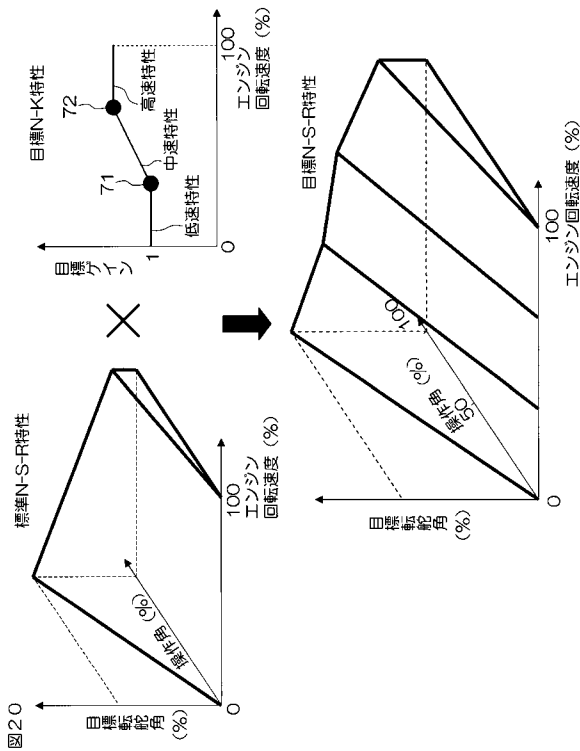


図20

【 図 2 1 】

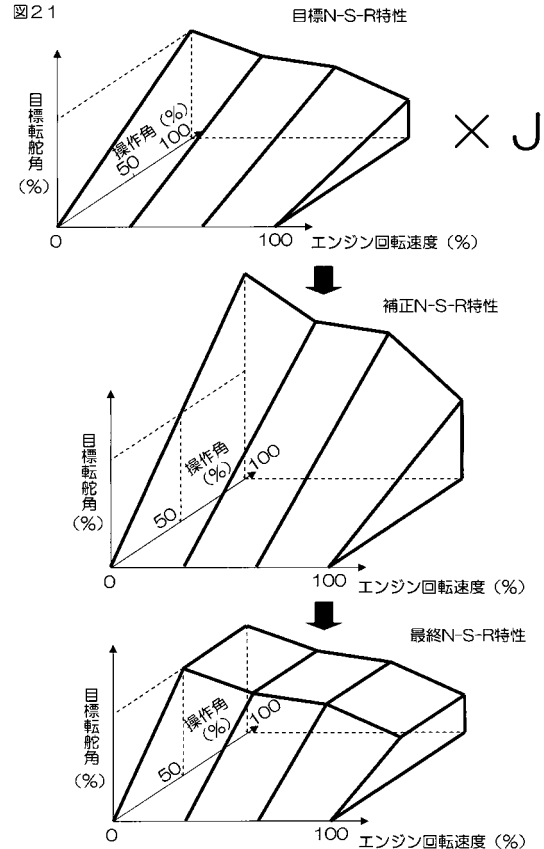
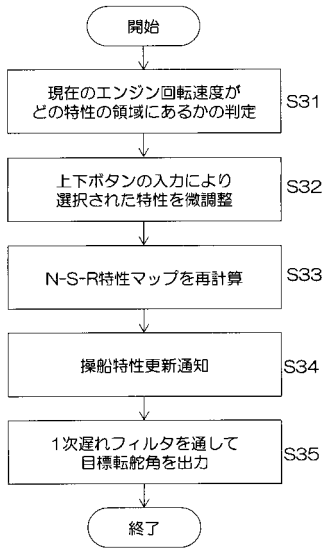


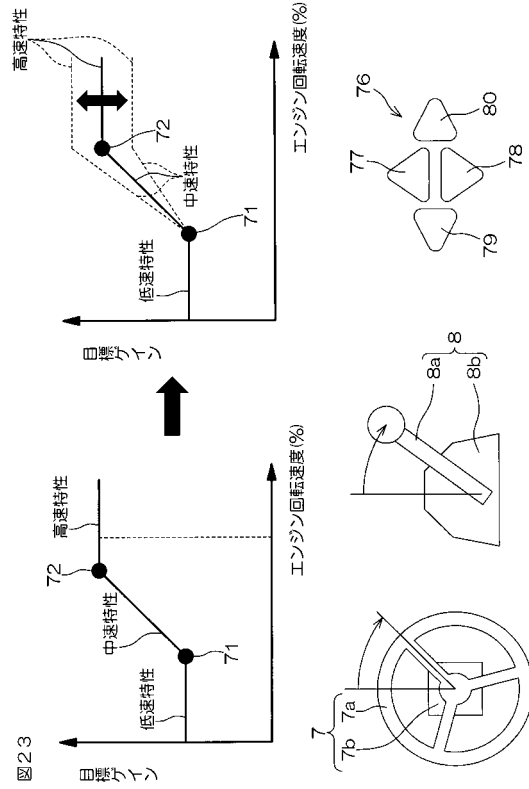
図21

【 図 2 2 】

図22

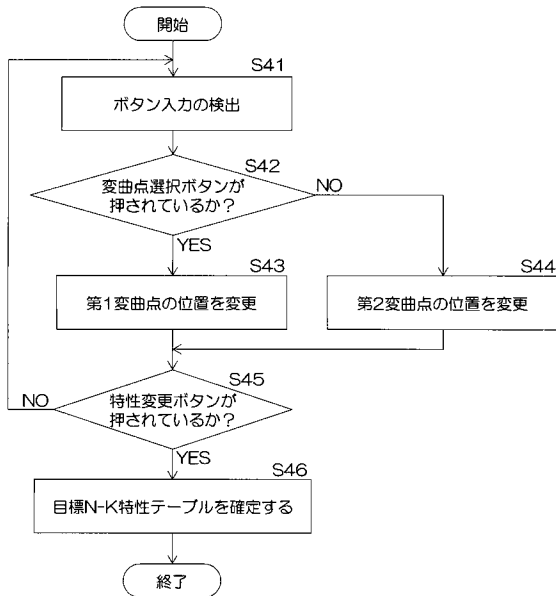


【 図 2 3 】



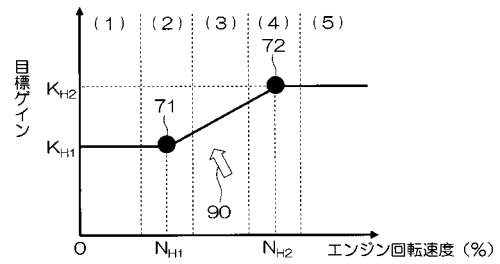
【 図 2 4 】

図24



【 図 2 5 】

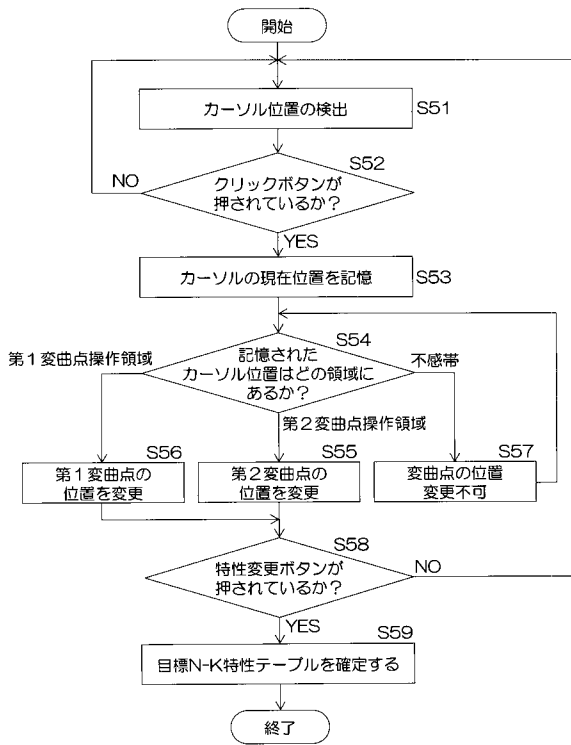
図25



- (1) : 不感帯
- (2) : 第1変曲点71を操作する領域
- (3) : 不感帯
- (4) : 第2変曲点72を操作する領域
- (5) : 不感帯

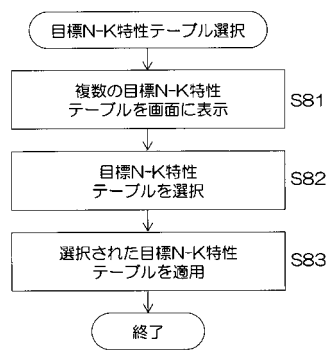
【 図 2 6 】

図26



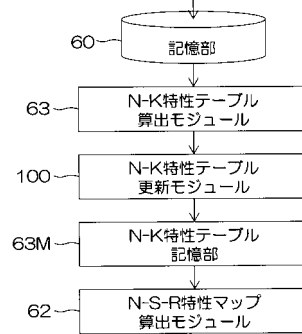
【 図 2 7 】

図27



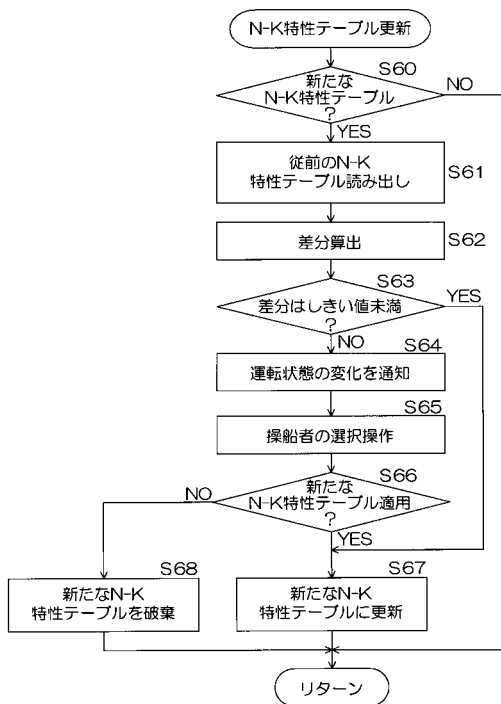
【 図 2 8 】

図28



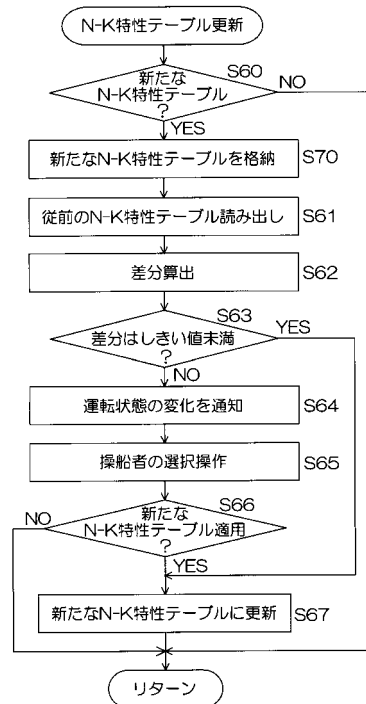
【 図 2 9 】

図29

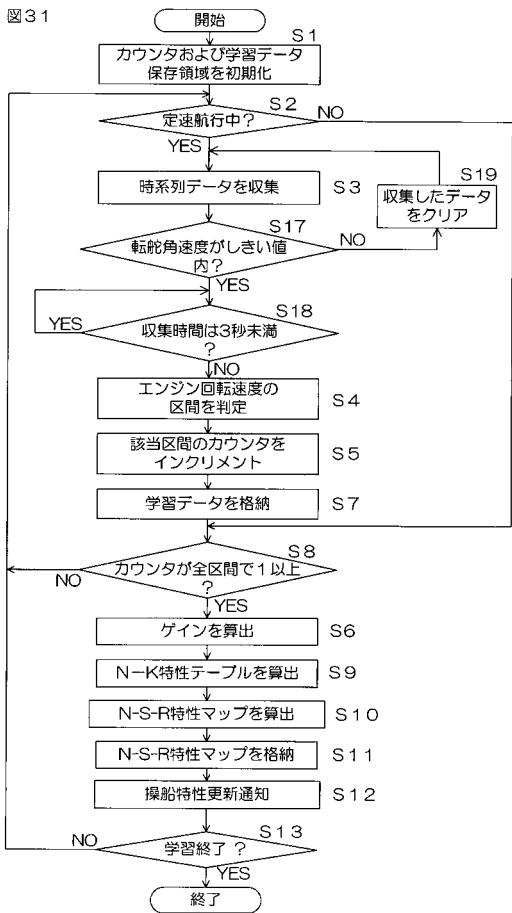


【 図 3 0 】

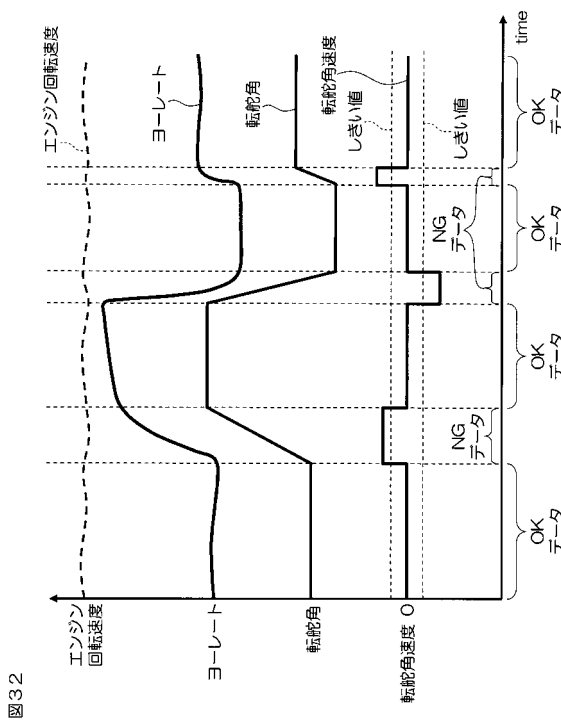
図30



【 図 3 1 】



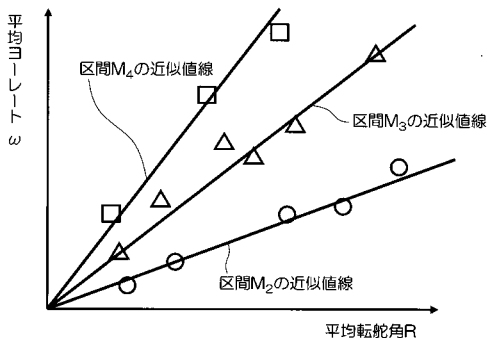
【 図 3 2 】



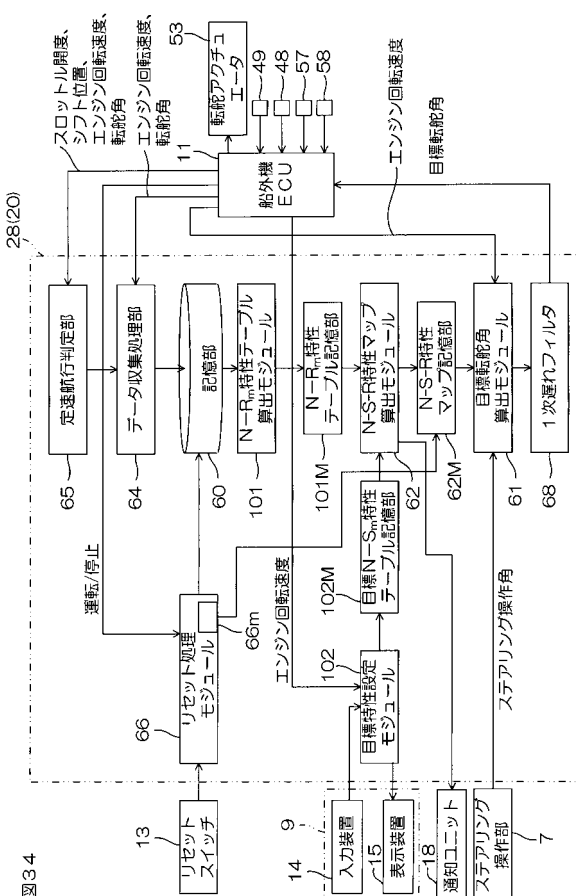
【 図 3 3 】

図33

- 区間M₂ (0% < エンジン回転速度 ≤ 20%) の学習データ
- △ 区間M₃ (20% < エンジン回転速度 ≤ 40%) の学習データ
- 区間M₄ (40% < エンジン回転速度 ≤ 60%) の学習データ

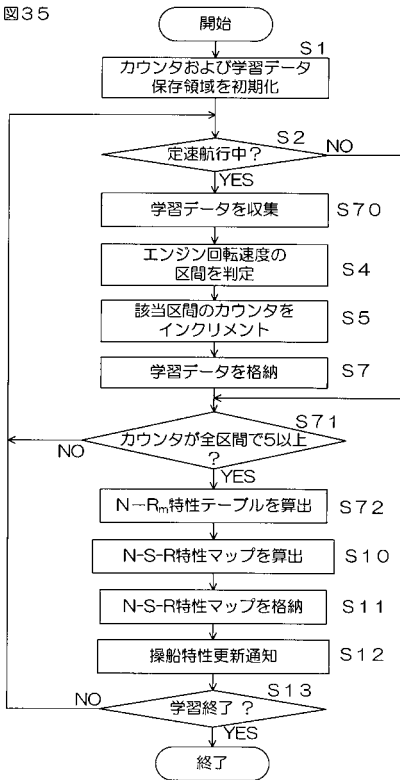


【 図 3 4 】



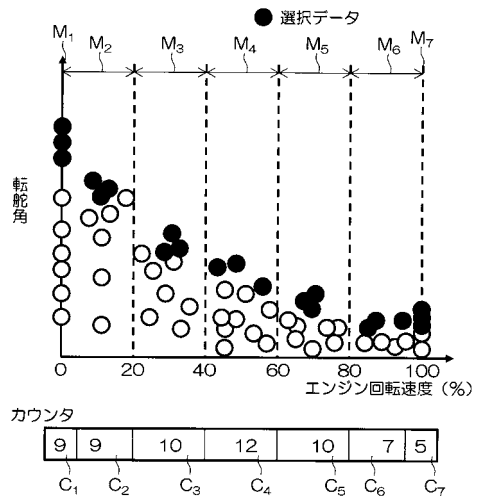
【 図 3 5 】

図35



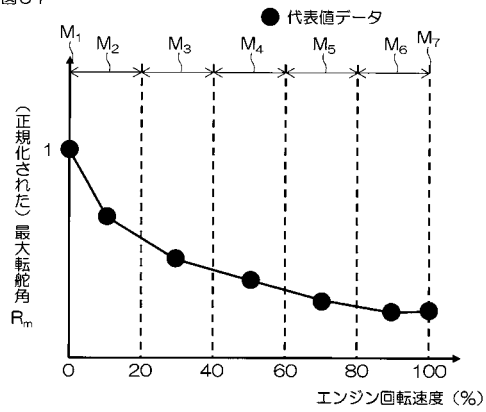
【 図 3 6 】

図36

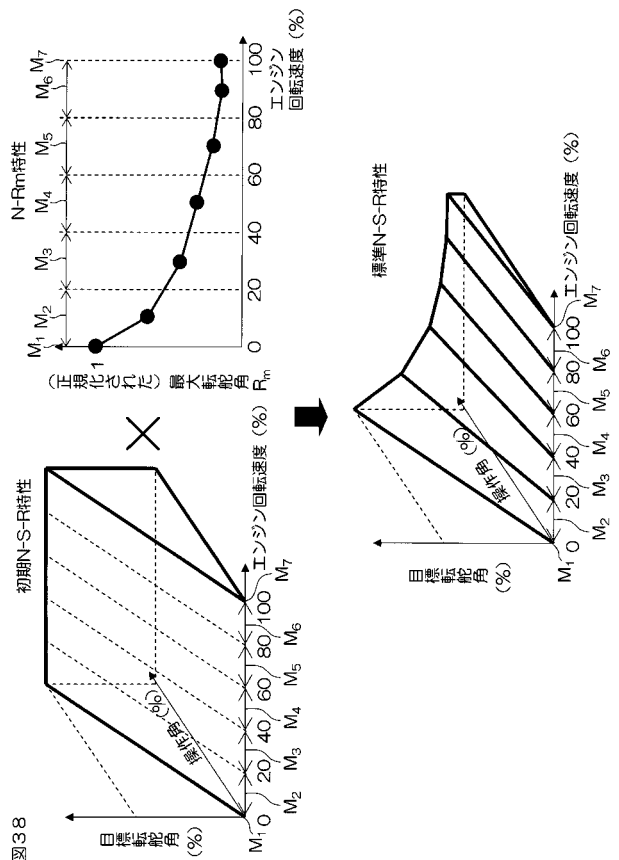


【 図 3 7 】

図37



【 図 3 8 】



【 図 3 9 】

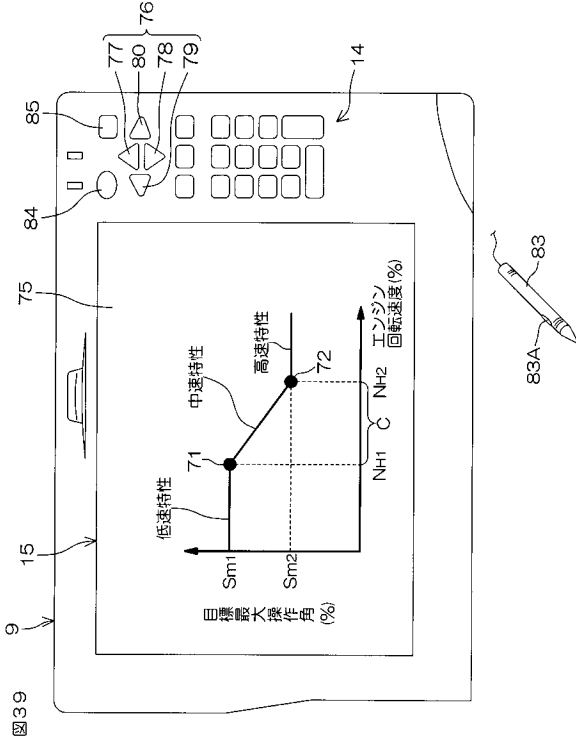


図39

【 図 4 0 】

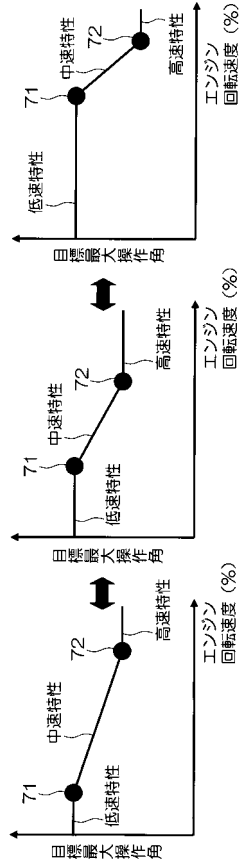


図40

【 図 4 1 】

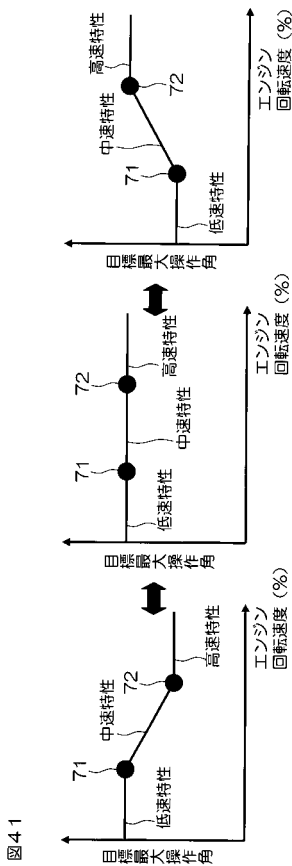


図41

【 図 4 2 】

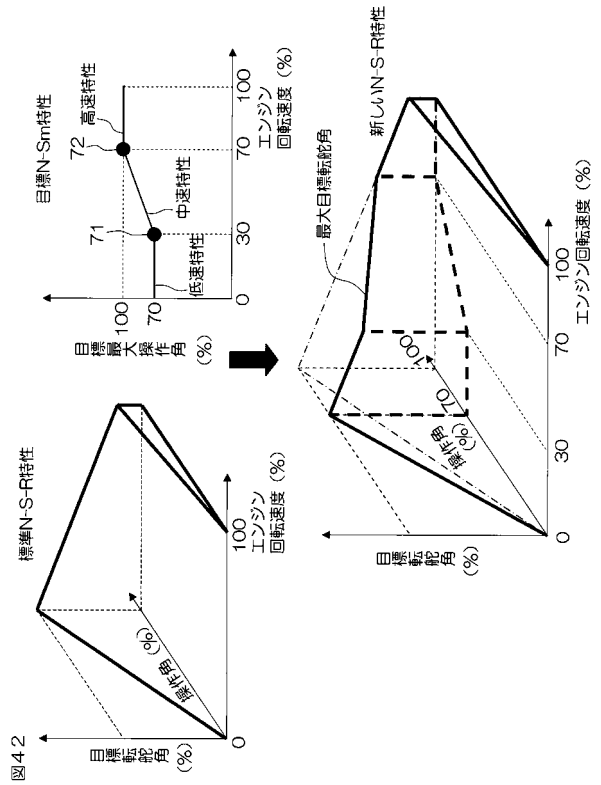


図42