

(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2010-143321

(P2010-143321A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(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 25/04 (2006.01)	B 6 3 H 25/04	H

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2008-321079 (P2008-321079)	(71) 出願人	000010076
(22) 出願日	平成20年12月17日 (2008.12.17)		ヤマハ発動機株式会社
		(74) 代理人	100087701
			弁理士 稲岡 耕作
		(74) 代理人	100101328
			弁理士 川崎 実夫
		(72) 発明者	伊藤 誠
			静岡県浜松市南区新橋町1400番地 ヤマハマリン株式会社社内

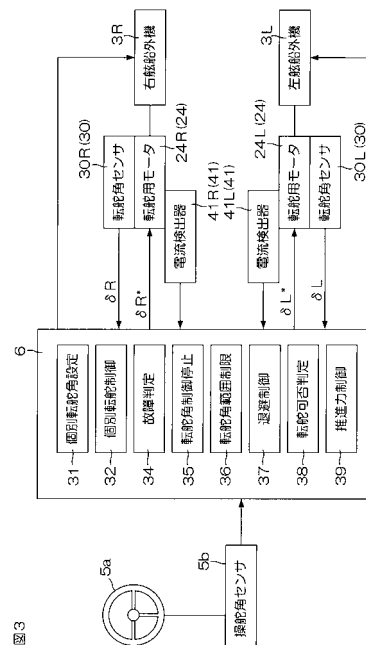
(54) 【発明の名称】 船外機制御装置およびそれを備えた船舶

(57) 【要約】

【課題】一部の船外機の転舵角制御に故障が生じたときでも、推進力を最大限に確保し、かつ、旋回性を確保する。

【解決手段】コントローラ6は、ステアリングハンドル5aの操舵角に応じて、左舷船外機3Lおよび右舷船外機3Rのための転舵用モータ24L, 24Rを制御する。コントローラ6は、個別転舵制御ユニット32、故障判定ユニット34、転舵角制御停止ユニット35および転舵角範囲制限ユニット36としての機能を実行する。コントローラ6は、船外機3の転舵角制御に故障が生じているかどうかを判定する。故障と判定された船外機については転舵角制御が停止される。コントローラ6は、転舵角制御が停止された船外機の転舵角に応じて、正常な船外機の転舵角範囲を制限する。制限された転舵角範囲で正常な船外機の転舵角制御が実行される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の船外機を制御するための船外機制御装置であって、
いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じているかどうかを判定する故障判定手段と

、
前記故障判定手段によって転舵角制御に故障が生じていると判定された船外機の転舵角制御を停止する転舵角制御停止手段と、

前記転舵角制御に故障が生じた船外機の転舵角に応じて、正常な他の船外機の転舵角範囲を制限する転舵角範囲制限手段と、

前記転舵角範囲制限手段によって制限された転舵角範囲で前記正常な船外機の転舵角制御を行う転舵角制御手段と
を含む、船外機制御装置。

10

【請求項 2】

転舵角制御に故障が生じた船外機を予め定める退避転舵角まで転舵させる退避制御手段をさらに含み、

前記転舵角制御停止手段は、転舵角制御に故障が生じた船外機が前記退避転舵角まで転舵された後に、当該船外機に関する転舵角制御を停止するものである、請求項 1 記載の船外機制御装置。

【請求項 3】

前記故障判定手段によって転舵角制御に故障が生じていると判定された船外機の転舵が可能かどうかを判定する転舵可否判定手段をさらに含み、

前記退避制御手段は、当該船外機が転舵可能と判定された場合に前記退避転舵角まで当該船外機を転舵させるものであり、

前記転舵角制御停止手段は、当該船外機が転舵不能と判定された場合には、前記退避転舵角への当該船外機の転舵を待つことなく当該船外機に関する転舵角制御を停止するものである、請求項 2 記載の船外機制御装置。

20

【請求項 4】

前記退避転舵角は、転舵角範囲の一端に定められている、請求項 2 または 3 記載の船外機制御装置。

【請求項 5】

前記退避転舵角は、転舵角範囲の中央に定められている、請求項 2 または 3 記載の船外機制御装置。

30

【請求項 6】

前記退避転舵角は、前記複数の船外機に対して個別に設定されている、請求項 2 または 3 記載の船外機制御装置。

【請求項 7】

前記船外機制御装置は、前記複数の船外機を個別に転舵させるための転舵アクチュエータを制御するものであり、

転舵角制御に故障が生じた船外機を、前記転舵アクチュエータの負荷が所定値に達するまで転舵させることによって退避させる退避制御手段をさらに含み、

40

前記転舵角制御停止手段は、転舵角制御に故障が生じた船外機が前記退避制御手段によって退避させられた後に、当該船外機に関する転舵角制御を停止するものである、請求項 1 記載の船外機制御装置。

【請求項 8】

転舵角制御に故障が生じた船外機を転舵させる前に、当該船外機の推進力発生を停止させる推進力制御手段をさらに含む、請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の船外機制御装置。

【請求項 9】

船体と、

前記船体に搭載された複数の船外機と、

50

前記複数の船外機を制御する請求項１～８のいずれか一項に記載の船外機制御装置とを含む、船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

この発明は、複数の船外機を制御するための船外機制御装置、およびそれを備えた船舶に関する。

【背景技術】

【０００２】

船外機は、船舶のための推進機であり、一般に、原動機と、原動機によって駆動されるプロペラとを備えている。船外機は、左右方向への転舵が可能な状態で船尾に取り付けられる。船外機の転舵角を制御するために、転舵機構が船舶に装備される。転舵機構は、操舵者によるステアリングハンドルの操作に応じて、船外機を転舵させる。船尾に複数の船外機を装備した多機掛けの構成とする場合には、操舵装置は、複数の船外機を同期して転舵させる。

【０００３】

下記特許文献１には、ステアリングハンドルの操舵角を操舵角センサで検出し、その検出結果に応じて２つの船外機を転舵させる構成が開示されている。この特許文献１には、さらに、舵取り装置に故障が生じたときに、転舵角を固定し、両船外機の出力差のみで船舶の旋回動作を行うための制御が開示されている。

【特許文献１】特開２００７－９１１１５号公報

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【０００４】

特許文献１の構成では、舵取り装置が故障した船外機のみならず、正常な舵取り装置に対応した船外機の転舵角も固定し、専ら、船外機の出力差によって船舶の旋回性を確保している。しかし、推進力を犠牲にして船舶の旋回性を確保する構成であるため、船舶の航走速度が犠牲となる。また、ステアリングハンドルの操舵角に応じて推進力を制御する必要があるので、制御内容が複雑であるという問題もある。

【０００５】

そこで、この発明の目的は、一部の船外機の転舵角制御に故障が生じたときでも、推進力を最大限に確保し、かつ、旋回性を確保することができる船外機制御装置およびそれを備えた船舶を提供することである。

上記の目的を達成するための請求項１記載の発明は、複数の船外機を制御するための船外機制御装置であって、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じているかどうかを判定する故障判定手段と、前記故障判定手段によって転舵角制御に故障が生じていると判定された船外機の転舵角制御を停止する転舵角制御停止手段と、前記転舵角制御に故障が生じた船外機の転舵角に応じて、正常な他の船外機の転舵角範囲を制限する転舵角範囲制限手段と、前記転舵角範囲制限手段によって制限された転舵角範囲で前記正常な船外機の転舵角制御を行う転舵角制御手段とを含む、船外機制御装置である。

【０００６】

この構成によれば、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じると、当該船外機の転舵角制御が停止される。そして、転舵角制御に故障が生じた船外機の転舵角に応じて、正常な（転舵角制御に故障が生じていない）他の船外機の転舵角範囲が制限される。この制限された転舵角範囲で正常な船外機の転舵角制御が行われることになる。こうして、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じた場合であっても、制限された転舵角範囲内ではあるけれども、他の正常な船外機の転舵角制御は継続される。これにより、正常な船外機の推進力を利用して一定以上の航走速度を確保でき、かつ正常な船外機の転舵角制御によって船舶の旋回性を確保できる。

【０００７】

10

20

30

40

50

転舵角制御の故障の例としては、船外機を転舵させるための転舵機構の故障、転舵角を検出する転舵角センサの故障、転舵角センサからコントローラへの信号線の断線・短絡故障、コントローラから転舵機構への制御信号伝送系の故障（断線・短絡等）などがある。

転舵角範囲制限手段は、正常な船外機の転舵角範囲を、転舵角制御が停止された船外機との機械的干渉を回避できる最大範囲に制限するものであることが好ましい。これにより、船舶の旋回性を最大限に確保することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 記載の発明は、転舵角制御に故障が生じた船外機を予め定める退避転舵角まで転舵させる退避制御手段をさらに含み、前記転舵角制御停止手段は、転舵角制御に故障が生じた船外機が前記退避転舵角まで転舵された後に、当該船外機に関する転舵角制御を停止するものである、請求項 1 記載の船外機制御装置である。

10

転舵角制御に故障が生じた場合でも、船外機の転舵が可能な場合がある。たとえば、転舵機構による転舵時の機械的抵抗（摩擦等）が大きくなったために、転舵速度が遅くなった場合（応答不良）が該当する。このような場合には、転舵角制御に故障が生じた船外機を、その転舵制御の停止に先立って、他の正常な船外機の転舵に対する制限が最小限となるように退避させておくことが好ましい。これにより、正常な船外機の転舵角範囲を最大限に確保することができるので、船舶の旋回性の確保が容易になる。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 記載の発明は、前記故障判定手段によって転舵角制御に故障が生じていると判定された船外機の転舵が可能かどうかを判定する転舵可否判定手段をさらに含み、前記退避制御手段は、当該船外機が転舵可能と判定された場合に前記退避転舵角まで当該船外機を転舵させるものであり、前記転舵角制御停止手段は、当該船外機が転舵不能と判定された場合には、前記退避転舵角への当該船外機の転舵を待つことなく当該船外機に関する転舵角制御を停止するものである、請求項 2 記載の船外機制御装置である。

20

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じると、その船外機の転舵が可能かどうか判断される。転舵が可能であれば、退避転舵角まで当該船外機が転舵される。これにより、他の正常な船外機の最大転舵角範囲を確保できる。転舵が不可能であれば、当該船外機はそのとき（故障発生と判定されたとき）の転舵角位置で停止される。この停止位置に応じて、他の正常な船外機の転舵角範囲が制限されることになる。

30

【 0 0 1 1 】

請求項 4 記載の発明は、前記退避転舵角は、転舵角範囲の一端に定められている、請求項 2 または 3 記載の船外機制御装置である。

この構成によれば、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じると、その船外機が転舵角範囲の一端まで転舵される。これにより、他の正常な船外機に対して最大限の転舵角範囲を確保できるので、船舶の旋回性の確保が容易になる。

【 0 0 1 2 】

とくに、複数の船外機が並べて配置される場合に、配列方向に関して最も端に配置された船外機に対して、退避転舵角を転舵角範囲の一端に定めることが好ましい。より具体的には、船舶の左右方向に複数の船外機が配置される場合に、右端の船外機は、右最大転舵角を退避転舵角とし、左端の船外機は左最大転舵角を退避転舵角とすればよい。これにより、それらに隣接する他の船外機は、最大限の転舵角範囲を確保できる。

40

【 0 0 1 3 】

請求項 5 記載の発明は、前記退避転舵角は、転舵角範囲の中央に定められている、請求項 2 または 3 記載の船外機制御装置である。

両側に別の船外機が隣接配置された船外機の転舵角制御に故障が生じたときには、当該船外機を転舵角範囲の中央に退避させることにより、両側の船外機は、それぞれ一定の転舵角範囲を確保できる。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 記載の発明は、前記退避転舵角は、前記複数の船外機に対して個別に設定され

50

ている、請求項 2 または 3 記載の船外機制御装置である。

具体的には、配列方向の一端に配置された船外機の退避転舵角は、転舵角範囲の当該一端側最大転舵角とされることが好ましい。また、両側に他の船外機が配置されている船外機の退避転舵角は、転舵角範囲の中央の転舵角とされることが好ましい。

【0015】

請求項 7 記載の発明は、前記船外機制御装置は、前記複数の船外機を個別に転舵させるための転舵アクチュエータを制御するものであり、転舵角制御に故障が生じた船外機を、前記転舵アクチュエータの負荷が所定値に達するまで転舵させることによって退避させる退避制御手段をさらに含み、前記転舵角制御停止手段は、転舵角制御に故障が生じた船外機が前記退避制御手段によって退避させられた後に、当該船外機に関する転舵角制御を停止するものである、請求項 1 記載の船外機制御装置である。

10

【0016】

この構成によれば、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じると、当該船外機に対応する転舵アクチュエータの負荷が所定値に達するまで当該船外機の転舵が行われる。これにより、船外機は、可能な限り他の正常な船外機の転舵を阻害しないように退避させられる。具体的には、転舵角制御に故障が生じた船外機が機械的な転舵限界まで転舵されると、転舵アクチュエータの負荷が大きくなる。これにより、当該船外機は、機械的な転舵限界まで退避されることになる。換言すれば、機械的な転舵限界に対応する転舵角が退避転舵角となっている。

【0017】

20

前記転舵アクチュエータは、電動アクチュエータ（たとえば電動モータ）であってもよい。この場合、転舵角制御に故障が生じた船外機は、負荷電流が所定値に達するまで転舵され、その後に転舵角制御が停止される。

請求項 8 記載の発明は、転舵角制御に故障が生じた船外機を転舵させる前に、当該船外機の推進力発生を停止させる推進力制御手段をさらに含む、請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の船外機制御装置である。

【0018】

この構成によれば、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じると、当該船外機の推進力発生が停止され、その後に、当該船外機が退避転舵角まで退避させられる。これにより、船外機の退避の際に、操船者の意図しない方向への推進力が船舶に作用することを回避できる。

30

請求項 9 記載の発明は、船体と、前記船体に搭載された複数の船外機と、前記複数の船外機を制御する請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の船外機制御装置とを含む、船舶である。

【0019】

この構成によれば、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じると、当該船外機の転舵角制御を停止する一方で、他の正常な船外機の転舵角制御は継続される。これにより、正常な船外機が発生する推進力を最大限に利用して一定以上の航走速度を確保でき、かつ、当該正常な船外機の転舵角制御によって船舶の旋回性を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【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。

図 1 は、この発明の第 1 の実施形態に係る船舶の構成を説明するための図解的な平面図である。船舶 1 は、船体 2 と、一对の船外機 3 と、一对の転舵機構 4 と、操作部 5 と、コントローラ 6 とを備えている。

一对の船外機 3 は、船体後尾の右舷に配置された右舷船外機 3 R と、船体後尾の左舷に配置された左舷船外機 3 L とを含む。一对の船外機 3 は、船体 2 の船尾板 2 a に左右に並んで取り付けられており、左右方向の揺動（転舵）が可能な状態とされている。船外機 3 は、原動機としてのエンジン（内燃機関）10 と、このエンジン 10 によって回転駆動されるプロペラ 11 とを有している。エンジン 10 が収容された上部はトップカウリング 1

50

2によって保護されている。このトップカウリング12は、平面視において流線形（しずく形）の外形を有しており、このトップカウリング12によって、船外機3の平面視外形が規定されている。すなわち、船外機3は、後方に向かうに従って（より正確には揺動中心から離れるに従って）幅広となる平面視外形を有している。

【0021】

一对の転舵機構4は、左舷船外機3Lに対応した左舷転舵機構4Lと、右舷船外機3Rに対応した右舷転舵機構4Rとを含む。左舷転舵機構4Lは、左舷船外機3Lを左右に揺動（転舵）させる。右舷転舵機構4Rは、右舷船外機3Rを左右に揺動（転舵）させる。

操作部5は、操船者によって操作されるステアリングハンドル5aと、このステアリングハンドル5aの操舵角（操作角）を検出する操舵角センサ5bとを備えている。この操舵角センサ5bの出力信号は、コントローラ6に入力されるようになっている。

10

【0022】

コントローラ6は、いわゆる電子制御ユニット（ECU）であり、マイクロコンピュータを備えている。コントローラ6は、操舵角センサ5bによって検出される操舵角に応じて、転舵機構4の動作を制御する。また、制御系統の図示は省略するけれども、コントローラ6は、エンジン10の出力を制御する機能も備えている。

図2は、転舵機構4の構成を説明するための平面断面図である。船外機3は、クランプブラケット7およびスイベルブラケット8を介して船体2の船尾板2a（図1参照）に取り付けられている。より具体的には、船尾板2aにクランプブラケット7が固定されており、このクランプブラケット7にスイベルブラケット8が結合されている。さらに、スイベルブラケット8に対して、船外機3が左右方向の揺動（転舵）が可能な状態で取り付けられている。さらに詳細に説明すると、クランプブラケット7は、左右方向に延びたチルト軸15を介してスイベルブラケット8を上下方向に回動自在に支持している。スイベルブラケット8は、その後端に立設されたステアリング軸16を有している。このステアリング軸16に対して、船外機3の本体17が左右方向に回動自在に支持されている。

20

【0023】

船外機本体17には、ステアリング軸16よりも前方側へと延びて突出したステアリングブラケット18が設けられている。このステアリングブラケット18をステアリング軸16まわりに揺動させることにより、船外機3をスイベルブラケット8に対して左右に転舵させることができる。

30

左右の船外機3L、3R間に機械的な結合はなく、それぞれ独立に転舵できるようになっている。ただし、左右の船外機3L、3Rは、互いに接近して配置されているので、無秩序な転舵を行えば、互いに衝突するおそれがある。このような衝突が生じないように、コントローラ6によって左右の転舵機構4L、4Rが制御される。

【0024】

転舵機構4は、左右一对の支持部材21と、ボールねじ軸22と、ボールねじナット23と、転舵アクチュエータとしての転舵用モータ24とを備えている。一对の支持部材21は、クランプブラケット7にチルト軸15を介して回動自在に支持されている。これらの支持部材21の間にボールねじ軸22が架け渡されている。このボールねじ軸22にボールねじナット23が螺合している。転舵用モータ24はボールねじナット23をボールねじ軸22まわりに回転させるものであり、ボールねじナット23を収容するハウジング25を有している。以下、左舷転舵機構4Lおよび右舷転舵機構4Rにそれぞれ対応する転舵用モータ24を区別するときには、それぞれ「左舷転舵用モータ24L」および「右舷転舵用モータ24R」などという。

40

【0025】

ボールねじ軸22は、その軸線が船体2の左右方向に沿うように支持部材21に支持されている。ボールねじナット23は、ハウジング25内で回転自在に支持されており、かつ、ハウジング25の軸方向（ボールねじ軸22の軸方向と平行）への移動が規制されている。

転舵用モータ24は、ハウジング25内に固定されたステータ26を備え、このステー

50

タ 2 6 のコイル（図示せず）に通電することによって、ロータとしてのボールねじナット 2 3 を回転駆動する。この転舵用モータ 2 4 の回転が、コントローラ 6 によって制御されるようになっている。ハウジング 2 5 内には、ボールねじナット 2 3 の回転を検出することにより、船外機 3 の転舵角を検出する転舵角センサ 3 0 が備えられている。転舵角センサ 3 0 は、たとえば、ボールねじナット 2 3 の外周面に形成された多数の溝（突条）を磁束の変化によって検出するギャップセンサで構成することができる。以下、左舷転舵機構 4 L および右舷転舵機構 4 R にそれぞれ付設された転舵角センサ 3 0 を区別するときには、それぞれ「左舷転舵角センサ 3 0 L」および「右舷転舵角センサ 3 0 R」などという。

【 0 0 2 6 】

ハウジング 2 5 は、船外機 3 に向かって後方に延びる転舵用アーム 2 7 を備えている。この転舵用アーム 2 7 の後端には、連結用ピン 2 8 が立設されている。この連結用ピン 2 8 に、ステアリングブラケット 1 8 の先端に形成された長孔 2 9 が遊嵌されている。これにより、転舵用アーム 2 7 に対してステアリングブラケット 1 8 が回動自在に連結されている。

【 0 0 2 7 】

このような構成により、転舵用モータ 2 4 によってボールねじナット 2 3 を回転させると、ボールねじナット 2 3 がボールねじ軸 2 2 に沿って左右方向に移動する。これにより、ハウジング 2 5 の左右方向移動が引き起こされ、転舵用アーム 2 7 に結合されたステアリングブラケット 1 8 がステアリング軸 1 6 まわりに揺動する。その結果、ステアリングブラケット 1 8 に結合された船外機 3 の転舵が達成される。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、前記船舶の転舵制御に関連する電氣的構成を説明するためのブロック図である。コントローラ 6 には、操舵角センサ 5 b および左右の転舵角センサ 3 0 L , 3 0 R の出力信号が入力されるようになっている。これらの信号に基づいて、コントローラ 6 は、左右の転舵機構 4 L , 4 R に備えられた転舵用モータ 2 4 L , 2 4 R を制御する。

コントローラ 6 は、CPU およびメモリを備え、所定のプログラムを実行することによって、複数の機能処理ユニットとしての機能を実現する。より具体的には、コントローラ 6 は、個別転舵角設定ユニット 3 1、個別転舵制御ユニット 3 2、故障判定ユニット 3 4、転舵角制御停止ユニット 3 5、転舵角範囲制限ユニット 3 6、退避制御ユニット 3 7、転舵可否判定ユニット 3 8 および推進力制御ユニット 3 9 としての機能を実行する。

【 0 0 2 9 】

個別転舵角設定ユニット 3 1 としての機能とは、左舷船外機 3 L の目標転舵角 δL^* と、右舷船外機 3 R の目標転舵角 δR^* とを個別に設定する機能である。個別転舵制御ユニット 3 2 としての機能とは、個別に設定された目標転舵角 δL^* , δR^* に従って左舷船外機 3 L および右舷船外機 3 R を個別に転舵制御する機能である。故障判定ユニット 3 4 としての機能とは、船外機 3 の転舵角制御に故障が生じているかどうかを判定する機能である。転舵角制御停止ユニット 3 5 としての機能とは、転舵角制御に故障が生じていると判定された船外機 3 に関する転舵角制御を停止する機能である。転舵角範囲制限ユニット 3 6 としての機能とは、転舵角制御が停止された船外機の転舵角に応じて、転舵角制御に故障が生じていない他の船外機（正常な船外機）の転舵角範囲を制限する機能である。転舵角範囲が制限された後は、個別転舵制御ユニット 3 2 は、制限された転舵角範囲で正常な船外機の転舵角制御を実行する。退避制御ユニット 3 7 としての機能とは、転舵角制御に故障が生じた船外機を、予め定める退避転舵角まで転舵させる機能である。転舵可否判定ユニット 3 8 としての機能とは、転舵角制御に故障が生じた船外機の転舵が可能かどうかを判定する機能である。推進力制御ユニット 3 9 としての機能とは、船外機 3 の推進力を制御（推進力の発生 / 停止を含む。）する機能である。

【 0 0 3 0 】

船外機 3 には、シフト機構が備えられており、このシフト機構は、前進位置、後進位置およびニュートラル位置のいずれかのシフト位置に制御される。前進位置とは、プロペラ 1 1 が前進方向の推進力を発生する回転方向に回転するようにエンジン 1 0 の駆動力を当

10

20

30

40

50

該プロペラ 1 1 に伝達するシフト位置である。後進位置とは、プロペラ 1 1 が後進方向の推進力を発生する回転方向に回転するようにエンジン 1 0 の駆動力を当該プロペラ 1 1 に伝達するシフト位置である。ニュートラル位置とは、エンジン 1 0 の駆動力をプロペラ 1 1 に伝達しないシフト位置である。したがって、シフト機構のシフト位置をニュートラル位置に制御することによって、推進力の発生を停止させることができる。コントローラ 6 の推進力制御ユニット 3 9 としての機能は、船外機 3 に対してシフト位置を指令する機能を含む。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、左右の船外機の転舵角制御を図解した説明図である。ステアリングハンドル 5 a が中立位置にあるとき、左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR は零である。すなわち、左右の船外機 3 L , 3 R は互いに平行な方向に推進力を発生する。転舵角とは、船外機 3 のプロペラ 1 1 の中心線 1 1 a が船舶中心線 1 a に対してなす角（平面視）をいう。船舶中心線 1 a とは、平面視において、船首と船尾中央とを通る直線である。

【 0 0 3 2 】

ステアリングハンドル 5 a を右まわりに回転操作すると、それに応じて、左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR が変化し、船外機 3 L , 3 R のプロペラ 1 1 が船体 2 に対して右側へ回動される。これにより、船外機 3 L , 3 R が前進駆動されているとき、それらの推進力は、船舶中心線 1 a に対して左向きになる。その結果、船舶 1 が右方向へと旋回することになる。ステアリングハンドル 5 a を右方向へと切り込む操作量が大きいほど、船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR も大きくなる。ただし、左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR は等しくなく、右舷船外機 3 R の転舵角 δR の方が左舷船外機 3 L の転舵角 δL よりも大きくなっている。左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR の差は、転舵角 δL , δR が大きくなるほど大きくなっている。これは、平面視において後方側ほど幅広となる外形を有する船外機 3 L , 3 R の干渉を回避するためである。すなわち、船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR を等しくしていると、転舵角が大きくなるに従って、船外機 3 L , 3 R 間のクリアランスが小さくなり、ついには両者が接触するに至る。そこで、この実施形態では、転舵方向下流側（右側）に位置する右舷船外機 3 R の目標転舵角 δR^* を転舵方向上流側（左側）に位置する左舷船外機 3 L の目標転舵角 δL^* よりも大きく設定することとしている。なお、「転舵角が大きい」とは、転舵角の絶対値が大きいことを意味するものとする。目標転舵角についても同様である。

【 0 0 3 3 】

左側への操舵に関しても同様である。すなわち、ステアリングハンドル 5 a を左まわりに回転操作すると、それに応じて、左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR が変化し、船外機 3 L , 3 R のプロペラ 1 1 が船体 2 に対して左側へ回動される。これにより、船外機 3 L , 3 R を前進駆動している場合、それらの推進力は、船舶中心線 1 a に対して右向きになる。その結果、船舶 1 が左方向へと旋回することになる。ステアリングハンドル 5 a を左方向へと切り込んでいく操作量が大きいほど、船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR も大きくなる。ただし、左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR は等しくなく、左舷船外機 3 L の転舵角 δL の方が右舷船外機 3 R の転舵角 δR よりも大きくなっている。左右の船外機 3 L , 3 R の転舵角 δL , δR の差は、転舵角 δL , δR が大きくなるほど大きくなっている。すなわち、この実施形態では、転舵方向下流側（左側）に位置する左舷船外機 3 L の目標転舵角 δL^* を転舵方向上流側（右側）に位置する右舷船外機 3 R の目標転舵角 δR^* よりも大きく設定することとしている。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、前述のような転舵制御を実現するためにコントローラ 6 によって実行される処理の内容を説明するためのフローチャートである。コントローラ 6 は、操舵角センサ 5 b によって検出される操舵角を取得し（ステップ S 1 ）、この操舵角に対応した基本目標転舵角 δ^* を演算する（ステップ S 2 ）。基本目標転舵角 δ^* とは、両船外機 3 L , 3 R の干渉を考慮せずに求められる目標転舵角である。

【 0 0 3 5 】

次に、コントローラ 6 は、基本目標転舵角 δ^* に基づいて、左舷船外機 3 L のための目標転舵角（以下「左舷目標転舵角」という。） δL^* と、右舷船外機 3 R のための目標転舵角（以下「右舷目標転舵角」という。） δR^* とを求める（ステップ S 3 , S 4 。個別転舵角設定ユニット 3 1 としての機能）。これらの目標転舵角 δL^* , δR^* は、両船外機 3 L , 3 R の干渉を回避できるように、基本目標転舵角 δ^* に対して必要な補正を加えた値を有する。

【 0 0 3 6 】

こうして各船外機 3 L , 3 R の目標転舵角 δL^* , δR^* が求まると、コントローラ 6 は、これらの目標転舵角 δL^* , δR^* に基づいて、左舷転舵機構 4 L および右舷転舵機構 4 R の転舵用モータ 2 4 L , 2 4 R をそれぞれ制御する（ステップ S 5 , S 6 。個別転舵制御ユニット 3 2 としての機能）。より具体的には、転舵角センサ 3 0 L , 3 0 R によってそれぞれ検出される左舷および右舷の船外機 3 L , 3 R の実際の転舵角 δL , δR が目標転舵角 δL^* , δR^* に一致するように、コントローラ 6 は、転舵用モータ 2 4 L , 2 4 R をそれぞれフィードバック制御する。

10

【 0 0 3 7 】

図 6 は、左舷目標転舵角および右舷目標転舵角の設定例を説明するための図である。転舵角は、右方向転舵に対して正符号、左方向転舵に対して負符号を付与して表されている。横軸は、基本目標転舵角 δ^* であり、ステアリングハンドル 5 a の操舵角に対応（比例）する値である。基本目標転舵角 δ^* が正の領域（右方向操舵領域）では、右舷目標転舵角 δR^* は、基本目標転舵角 δ^* に等しく定められている。これに対して、左舷目標転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* よりも小さな値に定められている。反対に、基本目標転舵角 δ^* が負の領域（左方向操舵領域）では、左舷目標転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* に等しく定められている。これに対して、右目標舷転舵角 δR^* は、その絶対値が基本目標転舵角 δ^* の絶対値よりも小さな値とされている。

20

【 0 0 3 8 】

より具体的に説明すると、右舷目標転舵角 δR^* は、基本目標転舵角 δ^* が零から右最大転舵角 $\delta \max_r$ （たとえば 30 度）まで変化するとき、零から右最大転舵角 $\delta R \max_r$ （ $= \delta \max_r$ ）までリニアに変化するように定められる。また、右舷目標転舵角 δR^* は、基本目標転舵角 δ^* が左最大転舵角 $\delta \max_l$ （たとえば - 30 度）から零まで変化するとき、左最大転舵角 $\delta R \max_l$ （ $|\delta R \max_l| < |\delta \max_l|$ ）から零までリニアに変化するように定められる。同様に、左舷目標転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* が零から右最大転舵角 $\delta \max_r$ （たとえば 30 度）まで変化するとき、零から左最大転舵角 $\delta L \max_r$ （ $< \delta \max_r$ ）までリニアに変化するように定められる。また、左舷目標転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* が左最大転舵角 $\delta \max_l$ （たとえば - 30 度）から零まで変化するとき、左最大転舵角 $\delta L \max_l$ （ $= \delta \max_l$ ）から零までリニアに変化するように定められる。そして、右舷目標転舵角 δR^* の右最大転舵角 $\delta R \max_r$ と左舷目標転舵角 δL^* の右最大転舵角 $\delta L \max_r$ との間には、 $\delta R \max_r - \delta L \max_r = \varepsilon_r$ （ $\varepsilon_r > 0$ ）なる関係が成立している。同様に、右舷目標転舵角 δR^* の左最大転舵角 $\delta R \max_l$ と左舷目標転舵角 δL^* の左最大転舵角 $\delta L \max_l$ との間には、 $|\delta L \max_l| - |\delta R \max_l| = \varepsilon_l$ （ $\varepsilon_l > 0$ ）なる関係が成立している。 ε_r , ε_l は、船外機 3 L , 3 R を右側または左側に最大限に転舵させた状態で、それらの間に確保されるべき最小クリアランスを転舵角の差に換算した値（最大転舵角における最小転舵角差）である。

30

40

【 0 0 3 9 】

このように、右転舵角領域においては、左舷船外機 3 L の目標転舵角 δL^* が基本目標転舵角 δ^* よりも小さな値に設定される。また、左転舵角領域においては、右舷船外機 3 R の目標転舵角 δR^* が、その絶対値が基本目標転舵角 δ^* の絶対値よりも小さな値となるように設定される。これにより、いずれの転舵角においても、船外機 3 L , 3 R 間の干渉を回避できる。しかも、転舵方向下流側の船外機については、大きな最大転舵角を確保できることから、船舶 1 の旋回性を向上できる。

【 0 0 4 0 】

50

なお、左舷目標転舵角 δL^* は、図 6 に二点鎖線で示す特性線に従って設定される必要はなく、この特性線よりも下側の領域に属する値に設定することもできる。同様に、右舷目標転舵角 δR^* は、図 6 に実線で示す特性線に従って設定される必要はなく、この特性線よりも上側の領域に属する値に設定することもできる。つまり、船外機 3 L, 3 R の干渉が生じる可能性のある領域外において、基本目標転舵角 δ^* 応じた左舷目標転舵角 δL^* および右舷目標転舵角 δR^* を個別に設定可能である（アクティブ制御）。

【 0 0 4 1 】

図 7 は、いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の動作を図解した説明図である。たとえば、右舷船外機 3 R の転舵角制御に故障が生じると、コントローラ 6 は、右舷船外機 3 R の転舵が可能かどうかを判断する。転舵が不可能であれば、当該右舷船外機 3 R の転舵角制御を停止する。転舵が可能であれば、コントローラ 6 は、右舷船外機 3 R を右最大転舵角 $\delta R_{\max_r}$ まで転舵させてから、転舵角制御を停止する。すなわち、右最大転舵角 $\delta R_{\max_r}$ が、右舷船外機 3 R の退避転舵角である。同様に、左舷船外機 3 L については、左最大転舵角 $\delta L_{\max_l}$ が退避転舵角となる。

【 0 0 4 2 】

こうして右舷船外機 3 R の転舵角制御を停止した後、コントローラ 6 は、右舷船外機 3 R の転舵角 δR に応じて、左舷船外機 3 L の転舵角範囲を制限する。コントローラ 6 は、当該制限された転舵角範囲で左舷船外機 3 L の転舵角制御を実行する。

転舵角制御の故障とは、一般的には、コントローラ 6 が発生する指令に対して、所定の応答性で船外機の転舵角が変化しないことを意味する。より具体的には、転舵機構 4 による転舵抵抗が大きくなった場合（応答不良）、転舵角センサ 3 0 の信号線の断線・短絡故障が生じた場合（転舵角検出不良）、コントローラ 6 からの指令信号線に断線・短絡故障が生じた場合などが想定される。このような転舵角制御の故障は、船外機の転舵が不可能な場合と、応答性等の問題はあっても船外機の転舵は可能な場合とに類別される。

【 0 0 4 3 】

転舵角制御の故障は、コントローラ 6 において、転舵指令に対する転舵角の応答を監視することによって検出される（故障判定ユニット 3 4 としての機能）。より具体的には、コントローラ 6 は、船外機 3 のための目標転舵角を生成するとともに、転舵角センサ 3 0 が検出する転舵角を検出する。そして、目標転舵角の生成から予め定める判定時間を経過しても転舵角が目標転舵角に達しないときに、コントローラ 6 は、転舵角制御に故障が生じていると判定する。

【 0 0 4 4 】

再び図 6 を参照して、船外機の転舵角制御に故障が生じた場合における転舵角範囲の制限について説明する。たとえば、右舷船外機 3 R の転舵角制御に故障が生じ、故障転舵角 δR_f で転舵角制御が停止された場合を想定する。このとき、故障転舵角 δR_f に対応する基本目標転舵角 δ_{f1} 以上の基本目標転舵角 δ^* に対して、左舷目標転舵角 δL^* は、特性線 5 1 に従って設定される。つまり、故障転舵角 δR_f に対応した左舷目標転舵角 δL_1 が、左舷船外機 3 L のための新たな右最大転舵角 $\delta L_{\max_r}$ とされる。こうして、左舷目標転舵角 δL^* の設定可能範囲、すなわち、左舷船外機 3 L の転舵角範囲は、転舵角制御が停止された右舷船外機 3 R と干渉しない範囲 5 2 に制限されることになる。

【 0 0 4 5 】

転舵角制御に故障が生じた右舷船外機 3 R の転舵が可能であって、右最大転舵角 $\delta R_{\max_r}$ まで転舵されたときには、結局、左舷船外機 3 L の転舵角範囲に対する制限は、右舷船外機 3 R の転舵角制御が正常なときと同じである。

次に、左舷船外機 3 L の転舵角制御に故障が生じ、故障転舵角 δL_f で転舵角制御が停止された場合を想定する。このとき、故障転舵角 δL_f に対応する基本目標転舵角 δ_{f2} 以下の基本目標転舵角 δ^* に対して、右舷目標転舵角 δR^* は、特性線 5 3 に従って設定される。つまり、故障転舵角 δL_f に対応した右舷目標転舵角 δR_2 が、右舷船外機 3 R のための新たな左最大転舵角 $\delta R_{\max_l}$ とされる。こうして、右舷目標転舵角 δR^* の設定可能範囲、すなわち、右舷船外機 3 R の転舵角範囲は、転舵角制御が停止された左舷船外機 3 L

と干渉しない範囲 5 4 に制限されることになる。

【 0 0 4 6 】

転舵角制御に故障が生じた左舷船外機 3 L の転舵が可能であって、左最大転舵角 δL_{max_l} まで転舵されたときには、結局、右舷船外機 3 R の転舵角範囲に対する制限は、左舷船外機 3 L の転舵角制御が正常なときと同じである。

図 8 は、船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の一動作例を説明するためのフローチャートである。コントローラ 6 は、船外機 3 L , 3 R のいずれかの転舵角制御に故障が生じたかどうかを判断する（ステップ S 1 1。故障判定ユニット 3 4 としての機能）。いずれの船外機の転舵角制御も正常であれば（ステップ S 1 1 : N O）、通常転舵制御（図 5 参照）を実行する（ステップ S 1 2）。いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じているときには（ステップ S 1 1 : Y E S）、コントローラ 6 は、当該故障側船外機による推進力発生を停止させる（ステップ S 1 3。推進力制御ユニット 3 9 としての機能）。具体的には、コントローラ 6 は、故障側船外機のシフト位置をニュートラル位置として、エンジン 1 0 の駆動力がプロペラ 1 1 に与えられない状態とする。これにより、推進力の発生を停止させることができる。

10

【 0 0 4 7 】

次に、コントローラ 6 は、当該故障側船外機の転舵が可能かどうかを判断する（ステップ S 1 4。転舵可否判定ユニット 3 8 としての機能）。この判断は、たとえば、転舵用モータ 2 4 に駆動電流を供給したときに、転舵角センサ 3 0 が検出する転舵角に変化があるかどうかを監視することによって行える。転舵が可能であれば、コントローラ 6 は、故障側船外機を退避転舵角に向けて転舵すべく、対応する転舵用モータ 2 4 を駆動する（ステップ S 1 5。退避制御ユニット 3 7 としての機能）。故障側船外機が右舷船外機 3 R であれば、退避転舵角は右最大転舵角 δR_{max_r} である。また、故障船外機が左舷船外機 3 L であれば、退避転舵角は左最大転舵角 δL_{max_l} である。

20

【 0 0 4 8 】

さらに、コントローラ 6 は、故障側船外機に対応した転舵角センサ 3 0 の出力を監視し、退避転舵角に達したかどうかを判断する（ステップ S 1 6）。退避転舵角に達すると（ステップ S 1 6 : Y E S）、コントローラ 6 は、当該故障側船外機の転舵角制御を停止する（ステップ S 1 7。転舵角制御停止ユニット 3 5 としての機能）。故障側船外機の転舵が不可能である場合には（ステップ S 1 4 : N O）、コントローラ 6 は、ただちに故障側船外機の転舵角制御を停止する（ステップ S 1 7）。

30

【 0 0 4 9 】

故障側船外機の転舵角制御を停止した後、コントローラ 6 は、その時点における故障側船外機の転舵角に対応する転舵角センサ 3 0 から取得する。この転舵角に基づいて、コントローラ 6 は、正常側船外機の転舵角範囲を制限する（ステップ S 1 8。転舵角範囲制限ユニット 3 6 としての機能）。具体的には、故障側船外機の転舵角に基づいて、正常側船外機の最大転舵角を新たに設定する。以後は、コントローラ 6 は、正常側船外機のみ の 転舵角制御を前記制限された転舵角範囲において実行する（ステップ S 1 9。個別転舵制御ユニット 3 2 としての機能）。

【 0 0 5 0 】

図 9 は、船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の他の動作例を説明するためのフローチャートである。この図 9 において、前述の図 8 に示された各ステップに対応するステップには同一参照符号を付すこととする。

40

この動作例においては、転舵用モータ 2 4 L , 2 4 R の駆動電流をそれぞれ検出する電流検出器 4 1 L , 4 1 R（総称するときには「電流検出器 4 1」という。）の出力信号が利用される（図 3 参照）。

【 0 0 5 1 】

この動作例では、コントローラ 6 は、転舵角の検出が可能かどうかを判断する（ステップ S 2 1）。たとえば、転舵角センサ 3 0 の信号線の断線・短絡故障が生じた場合には、転舵角の検出が不可能となる。転舵角の検出が可能な場合には（ステップ S 2 1 : Y E S

50

）、図 8 の場合と同様の動作となる。一方、転舵角の検出が不可能である場合には（ステップ S 2 1 : N O ）、コントローラ 6 は、電流検出器 4 1 の出力信号を参照して、故障側船外機に対応した転舵用モータ 2 4 の駆動電流値が所定のしきい値以上かどうかを判断する（ステップ S 2 2 ）。故障側船外機が退避転舵角に達して物理的にその転舵が制限されると、転舵用モータ 2 4 の負荷が大きくなるから、駆動電流が大きくなる。そこで、コントローラ 6 は、転舵用モータ 2 4 の駆動電流値がしきい値以上となるまで（ステップ S 2 2 : Y E S ）、故障側船外機を退避転舵角に向けて転舵制御する（ステップ S 1 5 。退避制御ユニット 3 7 としての機能）。したがって、転舵角を検出できない場合でも、故障側船外機を退避転舵角まで転舵することができる。その後は、コントローラ 6 は、故障側船外機の転舵制御を停止して、図 8 の動作例の場合と同様の処理を行う。

10

【 0 0 5 2 】

以上のように、この実施形態によれば、左舷船外機 3 L および右舷船外機 3 R のいずれかの転舵角制御に故障が生じると、故障側船外機の転舵角制御が停止される。そして、転舵角制御が停止された時点の故障側船外機の転舵角に応じて、正常側船外機の転舵角範囲に制限が加えられる。この制限された転舵角範囲で正常側船外機の転舵角制御が行われることで、正常側船外機を、故障側船外機と干渉することなく、転舵させることができる。その結果、正常側船外機の推進力を有効に利用して一定以上の航走速度を確保しつつ、船舶 1 の旋回性を確保することができる。しかも、転舵角制御に故障が生じた船外機の転舵が可能な場合には、当該船外機を退避転舵角まで転舵させて退避させるようにしているから、正常側船外機の転舵角範囲を最大限に確保することができる。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、この発明の第 2 の実施形態に係る船舶の構成を説明するための図解的な平面図である。この図 1 0 において、前述の図 1 に示された各部に対応する部分には、同一参照符号を付して示す。

この実施形態に係る船舶は、左右の船外機 3 L , 3 R の間に、さらに、別の船外機 3 C （以下、区別するときには「中央船外機 3 C 」という。）が備えられている。中央船外機 3 C は、船体 2 の船尾板 2 a に、船外機 3 L , 3 R と同様の構成によって取り付けられている。さらに、中央船外機 3 C に対応して、中央転舵機構 4 C が設けられている。中央転舵機構 4 C の構成は、左舷転舵機構 4 L および右舷転舵機構 4 R と同様である。中央転舵機構 4 C に備えられた転舵用モータ 2 4 C （図 1 1 参照）が、コントローラ 6 によって制

30

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、この実施形態に係る船舶の電氣的構成を示すブロック図である。この図 1 1 において、前述の図 3 に示された各部に対応する部分には、同一参照符号を付して示す。この実施形態においては、コントローラ 6 の制御対象として、転舵用モータ 2 4 C が追加されている。そして、中央船外機 3 C の転舵角 δC を検出する中央転舵角センサ 3 0 C の出力信号が、コントローラ 6 に入力されている。コントローラ 6 は、操舵角センサ 5 b によって検出される操舵角および中央転舵角センサ 3 0 C によって検出される転舵角（中央転舵角）に応じて、中央転舵用モータ 2 4 C の動作を制御する。また、コントローラ 6 は、必要に応じて、中央転舵用モータ 2 4 C の駆動電流を検出する電流検出器 4 1 C の出力

40

【 0 0 5 5 】

図 1 2 は、3つの船外機の転舵角制御を図解した説明図である。ステアリングハンドル 5 a が中立位置にあるとき、左右および中央の船外機 3 L , 3 R , 3 C の転舵角 δL , δR , δC はいずれも零である。すなわち、3つの船外機 3 L , 3 R , 3 C は互いに平行な方向に推進力を発生する。

ステアリングハンドル 5 a を右まわりに回転操作すると、それに応じて、左右および中央の船外機 3 L , 3 R , 3 C の転舵角 δL , δR , δC が変化し、船外機 3 L , 3 R , 3 C のプロペラ 1 1 が船体 2 に対して右側へ回動される。これにより、船外機 3 L , 3 R , 3 C の推進力は、船舶中心線 1 a に対して左向きになる。その結果、船舶 1 が右方向へと

50

旋回することになる。ステアリングハンドル 5 a を右方向へと切り込んでいく操作量が大
 きいほど、船外機 3 L, 3 R, 3 C の転舵角 δL , δR , δC も大きくなる。ただし、3
 つの船外機 3 L, 3 R, 3 C の転舵角 δL , δR , δC は等しくない。具体的には、右舷
 転舵角 δR は中央転舵角 δC よりも大きく、中央転舵角 δC は左舷転舵角 δL よりも大き
 くなっている。転舵角 δL , δC 間の差および転舵角 δC , δR 間の差は、転舵角 δL ,
 δR , δC が大きくなるほど大きくなっている。これは、平面視において後方側ほど幅広
 となる外形を有する船外機 3 L, 3 R, 3 C の干渉を回避するためである。すなわち、船
 外機 3 L, 3 R, 3 C の転舵角 δL , δR , δC を等しくしていると、転舵角が大きくな
 るに従って、船外機 3 L, 3 R, 3 C 間のクリアランスが小さくなり、ついには隣接する
 船外機同士が接触するに至る。そこで、この実施形態では、転舵方向下流側（右側）に位
 置する船外機ほど、転舵角を大きく設定することとしている。 10

【0056】

左側への操舵に関しても同様である。すなわち、ステアリングハンドル 5 a を左まわり
 に回転操作すると、それに応じて、左右および中央の船外機 3 L, 3 R, 3 C の転舵角 δ
 L , δR , δC が変化し、船外機 3 L, 3 R, 3 C のプロペラ 11 が船体 2 に対して左側
 へ回動される。これにより、船外機 3 L, 3 R, 3 C の推進力は、船舶中心線 1 a に対し
 て右向きになる。その結果、船舶 1 が左方向へと旋回することになる。ステアリングハン
 ドル 5 a を左方向へと切り込んでいく操作量が大いほど、船外機 3 L, 3 R, 3 C の転
 舵角 δL , δR , δC も大きくなる。ただし、左舷転舵角 δL は中央転舵角 δC よりも大
 きく、中央転舵角 δC は右舷転舵角 δR よりも大きくなっている。すなわち、転舵方向下
 流側（左側）に位置する船外機ほど、転舵角を大きく設定することとしている。転舵角が
 大きくなるほど、転舵角 δL , δC 間の差、および転舵角 δC , δR 間の差は、大きくな
 っている。 20

【0057】

図 13 は、左舷目標転舵角、右舷目標転舵角および中央目標転舵角の設定例を説明する
 ための図である。図 6 の場合と同様に、転舵角は、右方向転舵に対して正符号、左方向転
 舵に対して負符号を付与して表されている。横軸は、基本目標転舵角 δ^* であり、ステア
 リングハンドル 5 a の操舵角に対応（比例）する値である。

基本目標転舵角 δ^* が正の領域（右方向操舵領域）では、右舷目標転舵角 δR^* は、基本
 目標転舵角 δ^* に等しく定められている。これに対して、中央目標転舵角 δC^* は基本目標
 転舵角 δ^* よりも小さな値に定められており、左舷目標転舵角 δL^* は中央目標転舵角 δC^*
 δ^* よりも小さな値に定められている。同様に、基本目標転舵角 δ^* が負の領域（左方向操舵
 領域）では、左舷目標転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* に等しく定められている。これ
 に対して、中央目標転舵角 δC^* は、その絶対値が基本目標転舵角 δ^* の絶対値よりも小
 さな値とされている。さらに、右目標舷転舵角 δR^* は、その絶対値が中央目標転舵角 δC^*
 の絶対値よりも小さな値に定められている。 30

【0058】

より具体的に説明すると、右舷目標転舵角 δR^* 、中央目標転舵角 δC^* および左舷目標
 転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* が零から右最大転舵角 $\delta_{\max_r}$ （たとえば 30 度）ま
 で変化するとき、零からそれぞれの右最大転舵角 $\delta_{\max_r}$, $\delta_{\max_r}$, $\delta_{\max_r}$ ま
 でリニアに変化するように定められる。また、右舷目標転舵角 δR^* 、中央目標転舵角 δ
 C^* および左舷目標転舵角 δL^* は、基本目標転舵角 δ^* が左最大転舵角 $\delta_{\max_l}$ （たとえば
 - 30 度）から零まで変化するとき、それぞれ左最大転舵角 $\delta_{\max_l}$, $\delta_{\max_l}$, δ
 $L_{\max_l}$ から零までリニアに変化するように定められる。そして、右最大転舵角 $\delta_{\max_r}$
 $\delta_{\max_r}$, $\delta_{\max_r}$, $\delta_{\max_r}$ の間には、 $\delta_{\max_r} - \delta_{\max_r} \leq \varepsilon_1$ ($\varepsilon_1 > 0$)、 $\delta_{\max_r}$
 $\delta_{\max_r} - \delta_{\max_r} \leq \varepsilon_2$ ($\varepsilon_2 > 0$) なる関係が成立している。同様に、左最大転舵角 $\delta_{\max_l}$
 $\delta_{\max_l}$, $\delta_{\max_l}$, $\delta_{\max_l}$ の間には、 $|\delta_{\max_l}| - |\delta_{\max_l}| \leq \varepsilon_3$ ($\varepsilon_3 > 0$)、 $|\delta_{\max_l}|$
 $|\delta_{\max_l}| - |\delta_{\max_l}| \leq \varepsilon_4$ ($\varepsilon_4 > 0$) なる関係が成立している。 ε_1 , ε_2 , ε_3
 ε_4 は、船外機 3 L, 3 R, 3 C を右側または左側に最大限に転舵させた最大転舵状態
 で、それらの間に確保されるべき最小クリアランスを転舵角差に換算した値（最大転舵角 40
 50

における最小転舵角差)である。

【0059】

このように、右転舵角領域においては、中央および左舷船外機3C, 3Lの目標転舵角 δC^* , δL^* が基本目標転舵角 δ^* よりも小さな値に設定される。また、左転舵角領域においては、中央および右舷船外機3C, 3Rの目標転舵角 δC^* , δR^* は、各絶対値が基本目標転舵角 δ^* の絶対値よりも小さな値となるように設定される。これにより、いずれの転舵角においても、船外機3L, 3R間の干渉を回避できる。しかも、転舵方向下流側の船外機ほどは、大きな最大転舵角を確保できることから、船舶の旋回性を向上できる。

【0060】

図14は、コントローラ6によって実行される転舵制御を説明するためのフローチャートである。この図14において、前述の図5に示された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。

コントローラ6は、操舵角センサ5bによって検出される操舵角を取得し(ステップS1)、この操舵角に対応した基本目標転舵角 δ^* を演算する(ステップS2)。

【0061】

次に、コントローラ6は、基本目標転舵角 δ^* に基づいて、左舷目標転舵角 δL^* と、右舷目標転舵角 δR^* と、中央目標転舵角 δC^* とを求める(ステップS3, S4, S41。個別転舵角設定ユニット31としての機能)。

こうして各船外機3L, 3R, 3Cの目標転舵角 δL^* , δR^* , δC^* が求まると、コントローラ6は、これらの目標転舵角 δL^* , δR^* , δC^* に基づいて、左舷転舵機構4L、右舷転舵機構4Rおよび中央転舵機構4Cの転舵用モータ24L, 24R, 24Cをそれぞれ制御する(ステップS5, S6, S42。個別転舵制御ユニット32としての機能)。より具体的には、転舵角センサ30L, 30R, 30Cによってそれぞれ検出される左舷、右舷および中央の船外機3L, 3R, 3Cの実際の転舵角 δL , δR , δC が目標転舵角 δL^* , δR^* , δC^* に一致するように、コントローラ6は、転舵用モータ24L, 24R, 24Cをそれぞれフィードバック制御する。

【0062】

図15は、中央船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の動作を図解した説明図である。右舷船外機3Rまたは左舷船外機3Lの転舵角制御に故障が生じた場合の動作は、前述の第1の実施形態の場合と同様である。

中央船外機3Cの転舵角制御に故障が生じると、コントローラ6は、中央船外機3Cの転舵が可能かどうかを判断する。転舵が不可能であれば、当該中央船外機3Cの転舵角制御を停止する。転舵が可能であれば、コントローラ6は、中央船外機3Cを中立位置($\delta C = 0$)まで転舵させてから、当該中央船外機3Cに関する転舵角制御を停止する。すなわち、転舵角範囲の中央位置が、中央船外機3Cの退避転舵角である。

【0063】

こうして中央船外機3Cの転舵角制御を停止した後、コントローラ6は、中央船外機3Cの転舵角 δC に応じて、右舷船外機3Rおよび左舷船外機3Lの転舵角範囲を制限する。コントローラ6は、当該制限された転舵角範囲で右舷船外機3Rおよび左舷船外機3Lの転舵角制御を実行する。

再び図13を参照して、船外機の転舵角制御に故障が生じた場合における転舵角範囲の制限について説明する。

【0064】

たとえば、右舷船外機3Rの転舵角制御に故障が生じ、故障転舵角 δR_f で転舵角制御が停止された場合を想定する。このとき、故障転舵角 δR_f に対応する基本目標転舵角 δ_f 以上の基本目標転舵角 δ^* に対して、中央目標転舵角 δC^* は特性線61に従って設定され、左舷目標転舵角 δL^* は、特性線62に従って設定される。つまり、故障転舵角 δR_f に対応した中央点舵角 δC_1 が中央船外機3Cのための新たな右最大転舵角 $\delta C_{\max_r}$ とされる。また、故障転舵角 δR_f に対応した左舷目標転舵角 δL_1 が左舷船外機3Lのための新たな右最大転舵角 $\delta L_{\max_r}$ とされる。こうして、中央目標転舵角 δC^* の設定可能範囲

10

20

30

40

50

、すなわち、中央船外機 3 C の転舵角範囲は、転舵角制御が停止された右舷船外機 3 R と干渉しない範囲 6 3 に制限されることになる。さらに、左舷目標転舵角 δL^* の設定可能範囲、すなわち、左舷船外機 3 L の転舵角範囲は、制限された転舵角範囲 6 3 で転舵される中央船外機 3 C と干渉しない範囲 6 4 に制限されることになる。

【 0 0 6 5 】

転舵角制御に故障が生じた右舷船外機 3 R の転舵が可能であって、右最大転舵角 δR_{max} まで転舵されたときには、結局、中央船外機 3 C および左舷船外機 3 L の転舵角範囲に対する制限は、右舷船外機 3 R の転舵角制御が正常なときと同じである。

次に、中央船外機 3 C の転舵角制御に故障が生じ、故障転舵角 δC_f で転舵角制御が停止された場合を想定する。このとき、故障転舵角 δC_f に対応する目標転舵角 δ_{f2} 以下の基本目標転舵角 δ^* に対して、右舷目標転舵角 δR^* は、特性線 6 5 に従って設定される。つまり、故障転舵角 δC_f に対応した右舷目標転舵角 δR_2 が、右舷船外機 3 R のための新たな左最大転舵角 δR_{max_l} とされる。こうして、右舷目標転舵角 δR^* の設定可能範囲、すなわち、右舷船外機 3 R の転舵角範囲は、転舵角制御が停止された中央船外機 3 C と干渉しない範囲 6 6 に制限されることになる。また、故障転舵角 δC_f に対応する目標転舵角 δ_{f2} 以上の基本目標転舵角 δ^* に対して、左舷目標転舵角 δL^* は、特性線 6 7 に従って設定される。つまり、故障転舵角 δC_f に対応した左舷目標転舵角 δL_2 が左舷船外機 3 L のための新たな右最大転舵角 δL_{max_r} とされる。こうして、左舷目標転舵角 δL^* の設定可能範囲、すなわち、左舷船外機 3 L の転舵角範囲は、転舵角制御が停止された中央船外機 3 C と干渉しない範囲 6 8 に制限されることになる。

【 0 0 6 6 】

転舵角制御に故障が生じた中央船外機 3 C の転舵が可能であって、退避転舵角である中立位置 ($\delta C = 0$) まで転舵されたときには、右舷船外機 3 R の左最大転舵角 $\delta R_{max_l} = 0$ とされ、左舷船外機 3 L の右最大転舵角 $\delta L_{max_r} = 0$ とされる。

次に、左舷船外機 3 L の転舵角制御に故障が生じ、故障転舵角 δL_f で転舵角制御が停止された場合を想定する。このとき、故障転舵角 δL_f に対応する目標転舵角 δ_{f3} 以下の基本目標転舵角 δ^* に対して、中央目標転舵角 δC^* は特性線 6 9 に従って設定され、右舷目標転舵角 δR^* は特性線 7 0 に従って設定される。つまり、故障転舵角 δL_f に対応した中央目標転舵角 δC_3 が、中央船外機 3 C のための新たな左最大転舵角 δC_{max_l} とされる。また、故障転舵角 δL_f に対応した右舷目標転舵角 δR_3 が、右舷船外機 3 R のための新たな左最大転舵角 δR_{max_l} とされる。こうして、中央目標転舵角 δC^* の設定可能範囲、すなわち、中央船外機 3 C の転舵角範囲は、転舵角制御が停止された左舷船外機 3 L と干渉しない範囲 7 1 に制限されることになる。また、右舷目標転舵角 δR^* の設定可能範囲、すなわち、右舷船外機 3 R の転舵角範囲は、制限された転舵角範囲 7 1 で転舵される中央船外機 3 C と干渉しない範囲 7 2 に制限されることになる。

【 0 0 6 7 】

転舵角制御に故障が生じた左舷船外機 3 L の転舵が可能であって、左最大転舵角 δL_{max_l} まで転舵されたときには、結局、中央船外機 3 C および右舷船外機 3 R の転舵角範囲に対する制限は、左舷船外機 3 L の転舵角制御が正常なときと同じである。

図 1 6 は、船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の一動作例を説明するためのフローチャートである。この図 1 6 において、前述の図 8 に示された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。左舷船外機 3 L または右舷船外機 3 R の転舵角制御に故障が生じた場合の動作は、前述の第 1 の実施形態 (図 8 参照) と同様となる。これに対して、中央船外機 3 C の転舵角制御に故障が生じた場合には、その退避転舵角 (中立位置) まで転舵するときに、他の船外機 (左舷船外機 3 L または右舷船外機 3 R) との干渉が生じるおそれがある。したがって、中央船外機 3 C の転舵角制御に故障が生じたときには、当該干渉が生じる船外機も同方向に同時に転舵する必要がある。

【 0 0 6 8 】

そこで、この実施形態では、コントローラ 6 は、中央船外機 3 C の転舵角制御に故障が生じて、これを退避転舵角まで転舵させる際に、干渉が生じる船外機を同方向に転舵させ

るための制御を実行する（ステップ S 1 5 a）。このとき、操船者が意図に反して船舶 1 が回頭することを抑制するために、コントローラ 6 は、中央船外機 3 C だけでなく、当該干渉が生じる船外機についても、推進力発生を停止させる。

【0069】

中央船外機 3 C が退避転舵角まで退避された後は、コントローラ 6 は、当該干渉が生じる船外機の推進力発生を再開させ、左舷船外機 3 L および右舷船外機 3 R の転舵角制御を実行する。このときの転舵角範囲は、退避転舵角に固定された中央船外機 3 C に干渉しない最大範囲である。むろん、中央船外機 3 C の転舵が不可能であるときは（ステップ S 1 4）、コントローラ 6 は、その位置で中央船外機 3 C の転舵角制御を停止する（ステップ S 1 7）。そして、コントローラ 6 は、当該停止位置の中央船外機 3 C の転舵角に応じて、左舷船外機 3 L および右舷船外機 3 R のための転舵角範囲を制限し（ステップ S 1 8）、この制限された転舵角範囲でそれらの船外機 3 L, 3 R の転舵角制御を実行する（ステップ S 1 9）。

【0070】

以上、この発明の 2 つの実施形態について説明したけれども、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、転舵角制御に故障が生じた船外機を予め定める退避転舵角へと転舵させることとしているけれども、故障が検出された時点で当該船外機の転舵角制御を停止してもよい。この場合、故障検出時点の当該船外機の転舵角に応じて、他の正常な船外機の転舵角範囲が制限されることになる。

【0071】

また、前述の実施形態では、転舵角制御に故障が生じた船外機を退避転舵角まで転舵するときには、当該船外機の推進力発生を停止することとしているけれども、当該船外機を含めて全ての船外機の推進力発生を一旦停止することとしてもよい。

また、前述の実施形態では、転舵アクチュエータとして電動モータが適用されているけれども、ソレノイドのような他の電動アクチュエータが適用されてもよいし、油圧アクチュエータが適用されてもよい。

【0072】

さらに、前述の実施形態では、2 機掛けの構成（第 1 の実施形態）および 3 機掛けの構成（第 2 の実施形態）について説明したけれども、むろん、この発明は、4 機以上の船外機を備えた船舶に対しても同様に適用することができる。この場合に、最右舷および最左舷の船外機に挟まれた内側の船外機については、各転舵角範囲の中央値（転舵角 = 0）を退避転舵角としてもよい。

【0073】

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。

以下に、特許請求の範囲に記載した用語と前述の実施形態における用語との対応関係を示す。

船舶：船舶 1

船体：船体 2

船外機：左舷船外機 3 L、右舷船外機 3 R、中央船外機 3 C

船外機制御装置：コントローラ 6、転舵角センサ 3 0

故障判定手段：故障判定ユニット 3 4

転舵角制御停止手段：転舵角制御停止ユニット 3 5

転舵角範囲制限手段：転舵角範囲制限ユニット 3 6

転舵角制御手段：個別転舵制御ユニット 3 2

退避制御手段：退避制御ユニット 3 7

転舵可否判定手段：転舵可否判定ユニット 3 8

推進力制御手段：推進力制御ユニット 3 9

転舵アクチュエータ：転舵用モータ 2 4

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

【図 1】この発明の第 1 の実施形態に係る船舶の構成を説明するための図解的な平面図である。

【図 2】転舵機構の構成を説明するための平面断面図である。

【図 3】船舶の転舵制御に関連する電氣的構成を説明するためのブロック図である。

【図 4】左右の船外機の転舵角制御を図解した説明図である。

【図 5】コントローラによる転舵制御の内容を説明するためのフローチャートである。

【図 6】左舷目標転舵角および右舷目標転舵角の設定例を説明するための図である。

【図 7】いずれかの船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の動作を図解した説明図である。

10

【図 8】船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の一動作例を説明するためのフローチャートである。

【図 9】船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の他の動作例を説明するためのフローチャートである。

【図 10】この発明の第 2 の実施形態に係る船舶の構成を説明するための図解的な平面図である。

【図 11】第 2 の実施形態に係る船舶の電氣的構成を示すブロック図である。

【図 12】3 つの船外機の転舵角制御を図解した説明図である。

【図 13】左舷目標転舵角、右舷目標転舵角および中央目標転舵角の設定例を説明するための図である。

20

【図 14】第 2 の実施形態において、コントローラによって実行される転舵制御を説明するためのフローチャートである。

【図 15】中央船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の動作を図解した説明図である。

【図 16】船外機の転舵角制御に故障が生じた場合の一動作例を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 7 5 】

- 1 船舶
- 2 船体
- 3 船外機
- 3 L 左舷船外機
- 3 R 右舷船外機
- 3 C 中央船外機
- 4 転舵機構
- 4 C 中央転舵機構
- 4 L 左舷転舵機構
- 4 R 右舷転舵機構
- 5 操作部
- 5 a ステアリングハンドル
- 5 b 操舵角センサ
- 6 コントローラ
- 10 エンジン
- 11 プロペラ
- 24 転舵用モータ
- 24 L 左舷転舵用モータ
- 24 R 右舷転舵用モータ
- 24 C 中央転舵用モータ
- 30 転舵角センサ
- 30 L 左舷転舵角センサ
- 30 R 右舷転舵角センサ

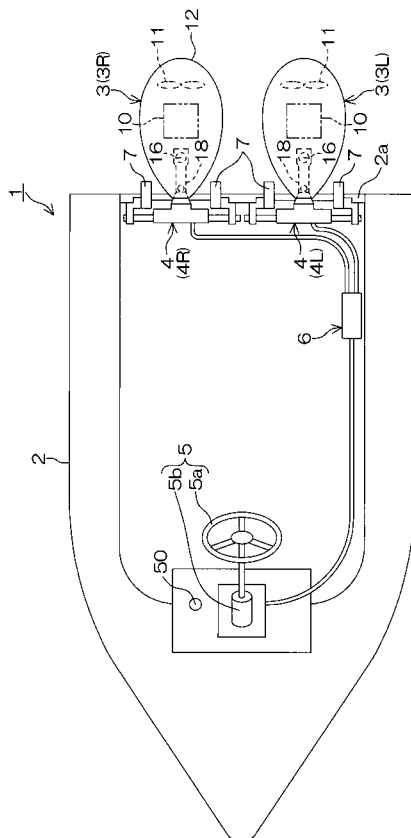
30

40

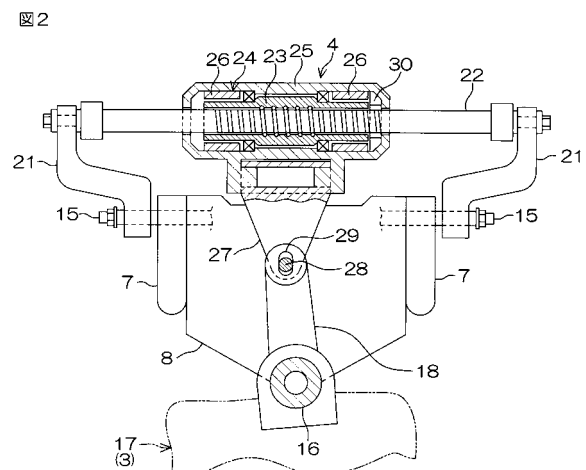
50

- | | |
|---|-------------|
| 3 0 C | 中央転舵角センサ |
| 3 1 | 個別転舵角設定ユニット |
| 3 2 | 個別転舵制御ユニット |
| 3 4 | 故障判定ユニット |
| 3 5 | 転舵角制御停止ユニット |
| 3 6 | 転舵角範囲制限ユニット |
| 3 7 | 退避制御ユニット |
| 3 8 | 転舵可否判定ユニット |
| 3 9 | 推進力制御ユニット |
| 4 1 | 電流検出器 |
| 4 1 C | 電流検出器 |
| 4 1 L | 電流検出器 |
| 4 1 R | 電流検出器 |
| 5 2 , 5 4 , 6 3 , 6 4 , 6 6 , 6 8 , 7 1 , 7 2 | 制限された転舵角範囲 |

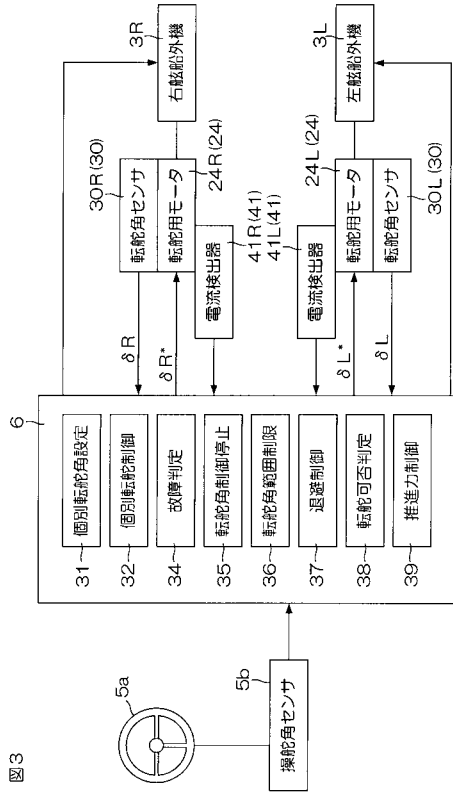
【 図 1 】



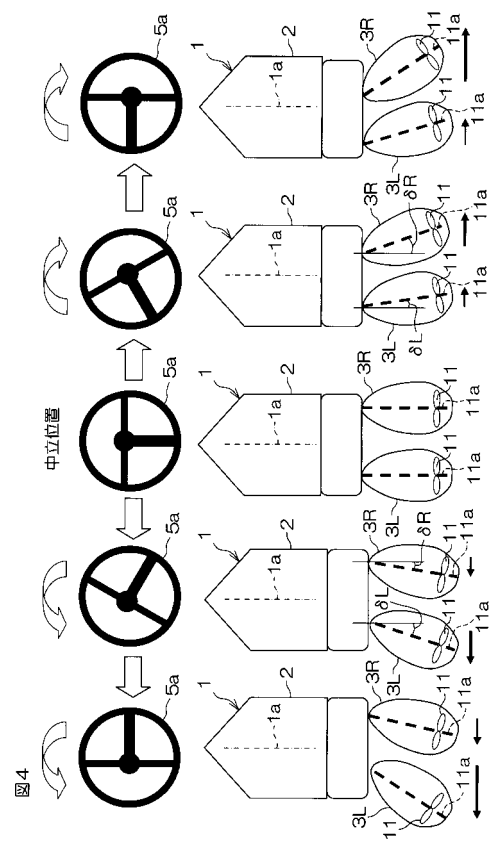
【圖 2】



【図 3】



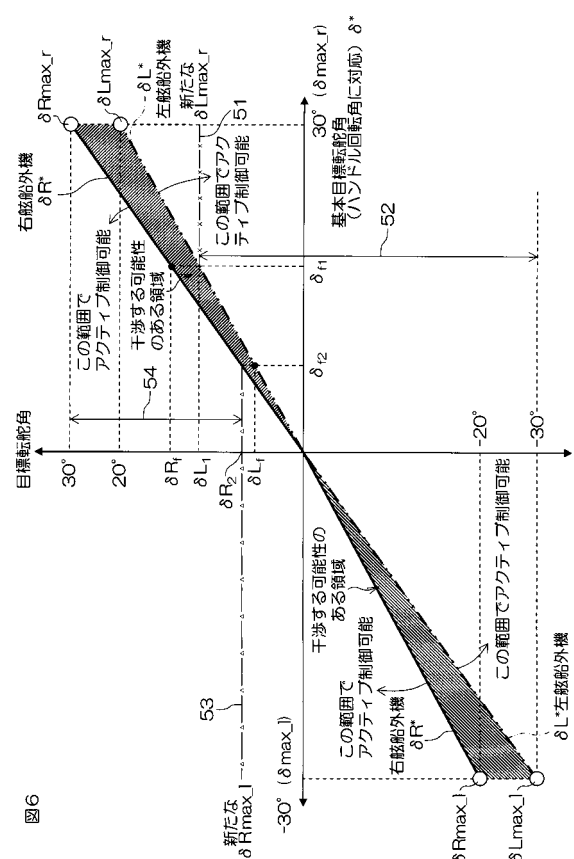
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

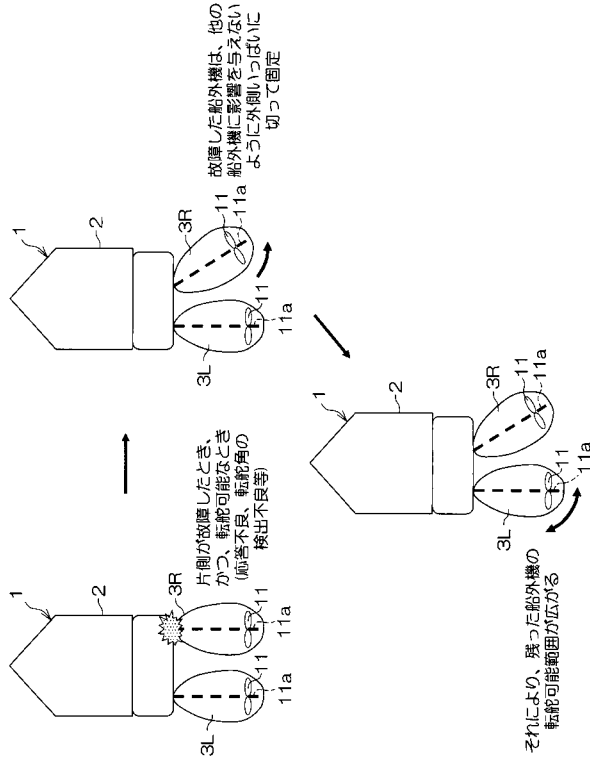
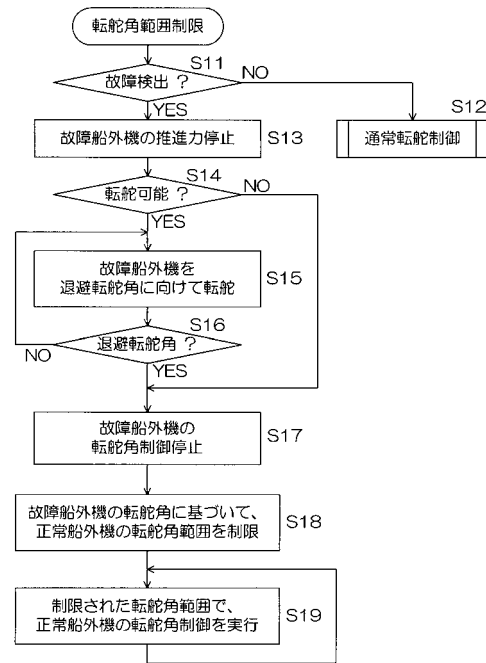


図7

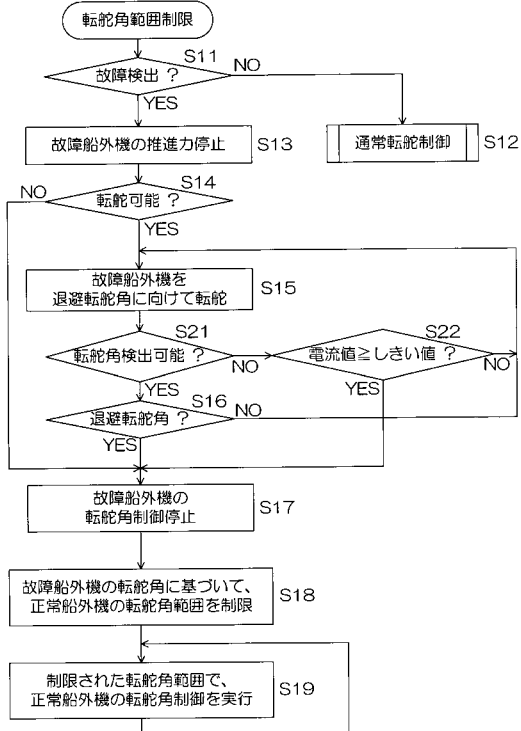
【図 8】

図8



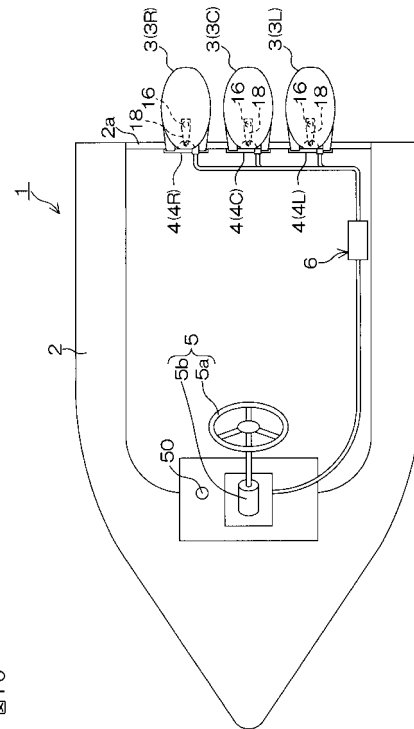
【図 9】

図9



【図 10】

図10



【図 1 1】

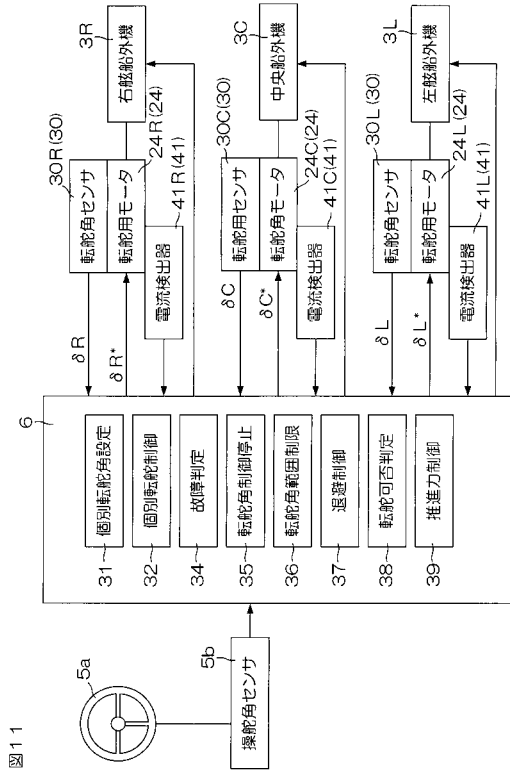


図 11

【図 1 2】

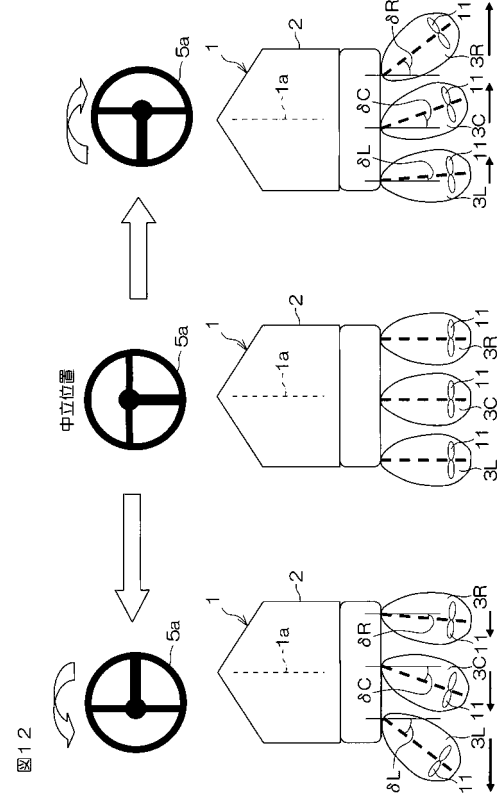


図 12

【図 1 3】

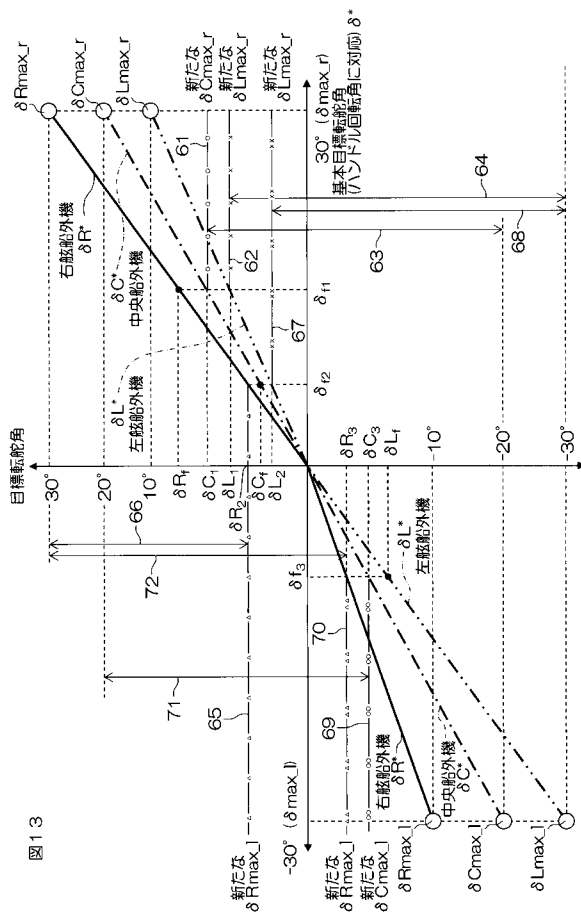


図 13

【図 1 4】

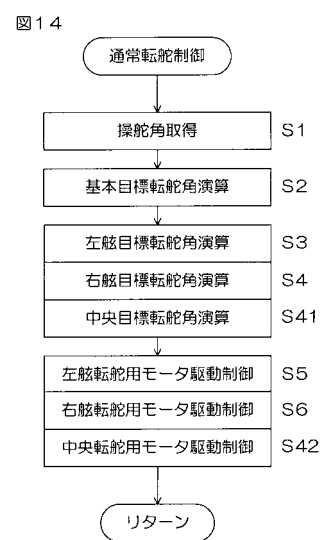
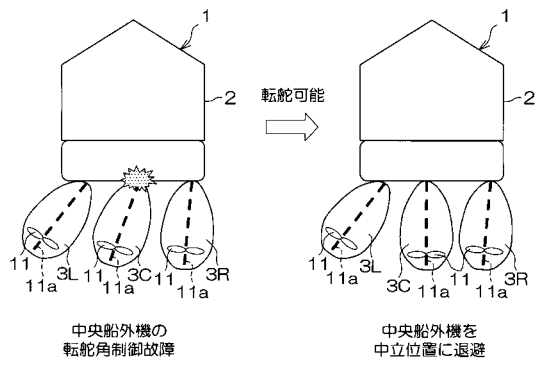


図 14

【図 15】

図15



【図 16】

図16

