

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4623897号
(P4623897)

(45) 発行日 平成23年2月2日 (2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日 (2010.11.12)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 3 H 25/42 (2006.01)

B 6 3 J 99/00 (2009.01)

B 6 3 H 25/42 A

B 6 3 J 5/00 A

請求項の数 23 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2001-506908 (P2001-506908)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成12年6月26日 (2000.6.26)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2003-517394 (P2003-517394A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成15年5月27日 (2003.5.27)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
(86) 国際出願番号	PCT/DE2000/002075		ウィッテルスバッハープラッツ 2
(87) 国際公開番号	W02001/000485		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開日	平成13年1月4日 (2001.1.4)	(74) 代理人	100075166
審査請求日	平成19年5月16日 (2007.5.16)		弁理士 山口 巖
(31) 優先権主張番号	199 28 961.1	(74) 代理人	100133167
(32) 優先日	平成11年6月24日 (1999.6.24)		弁理士 山本 浩
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(31) 優先権主張番号	100 01 358.9		
(32) 優先日	平成12年1月14日 (2000.1.14)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 船の推進駆動システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エネルギー伝達装置 (14) を備えている回転可能な方位角モジュール (14) と、これにゴンドラ状に配置され、推進器 (16) の駆動原動機を備えている推進モジュール (12) とから構成されている、船外に配置されたラダープロペラ (10) を備えた船の推進駆動システムであって、

少なくとも2つのラダープロペラ (10) が設けられ、その各々の駆動原動機は永久磁石励磁の同期機として形成され、この同期機の固定子巻線は3相交流電流に結線された3つの相巻線を備え、この相巻線はエネルギー伝達装置 (14) を介して船内に配置された電力変換器 (20) と接続され、この電力変換器の入力側は変換器用変圧器を介して船内の電気回路に接続されている船の推進駆動システムにおいて、

標準化された構成機器群からモジュール状に構成された制御装置がラダープロペラ (10) の各々に対して設けられていることを特徴とする船の推進駆動システム。

【請求項 2】

エネルギー伝達装置 (14) を備えている回転可能な方位角モジュール (14) と、これにゴンドラ状に配置され、推進器 (16) の駆動原動機を備えている推進モジュール (12) とから構成されている、船外に配置されたラダープロペラ (10) を備えた船の推進駆動システムであって、

少なくとも2つのラダープロペラ (10) が設けられ、その各々の駆動原動機は永久磁石励磁の同期機として形成され、この同期機の固定子巻線が3相交流電流に結線された6

つの相巻線を備え、その中の各々3つがエネルギー伝達装置(14)を介して船内に配置された電力変換器(20)と接続され、この電力変換器の入力側は変換器用変圧器を介して船の電気回路に接続されている船の推進駆動システムにおいて、

標準化された構成機器群からモジュール状に構成された制御装置が2つの部分システムの各々に対して設けられていることを特徴とする船の推進駆動システム。

【請求項3】

两部分システムが並列して運転され、この部分システムの制御装置の一方(25a、26a)がマスターとして、他方(25b、26b)がスレーブとして使用されていることを特徴とする請求項2記載のシステム。

【請求項4】

各部分システムに、警告信号の他に自動的に制御信号をも発生するプログラブル保安装置(27a、27b)が設けられていることを特徴とする請求項2又は3記載のシステム。

【請求項5】

各電力変換器(20、20a、20b)が位相電流制御を備えていることを特徴とする請求項1から4の1つに記載の推進駆動システム。

【請求項6】

位相電流制御にトランスベクトル制御として形成されている界磁指向制御が前置されたことを特徴とする請求項5記載のシステム。

【請求項7】

監視装置(60)が設けられ、これにより船内電気回路における発電及び配電が駆動原動機による過負荷に対し保護されることを特徴とする請求項1から6の1つに記載のシステム。

【請求項8】

個々の構成機器が、少なくとも1つの予め製作されたコンテナに配置されたことを特徴とする請求項1から5の1つに記載のシステム。

【請求項9】

コンテナの寸法が標準化されたことを特徴とする請求項8記載のシステム。

【請求項10】

コンテナにその位置を遠隔監視する装置が配置されていることを特徴とする請求項8又は9記載のシステム。

【請求項11】

位置を遠隔監視する装置がGPSユニットであることを特徴とする請求項10記載のシステム。

【請求項12】

位置を遠隔監視する装置が取り外し可能であることを特徴とする請求項10又は11記載のシステム。

【請求項13】

回転数制御された駆動装置(101)の、振動減衰のための制御装置が、軸(103)につながる原動機(102)の数と無関係に唯一の回転数調節器(111)を備え、この回転数調節器(111)の出力信号(116)がその調節器入力端(110)に帰還される(133、134、135)ことを特徴とする請求項1から12の1つに記載のシステム。

【請求項14】

回転数調節器(111)の帰還される(133、134、135)出力信号(116)が反転される(109)ことを特徴とする請求項13記載のシステム。

【請求項15】

回転数調節器(111)の帰還される(133、134、135)出力信号(116)がある係数で乗算される(134)ことを特徴とする請求項13記載のシステム。

【請求項16】

10

20

30

40

50

乗算係数(134)が、定格負荷時0.2~1.5%の静的制御偏差を生ずるよう設定されたことを特徴とする請求項15記載のシステム。

【請求項17】

制御装置が入出力装置を持ち、該入出力装置が、少なくとも1つの文章画面表示部を備えることを特徴とする請求項1から16の1つに記載のシステム。

【請求項18】

文章画面表示部に、故障及び/又は異常警告が表示されることを特徴とする請求項17記載のシステム。

【請求項19】

制御装置が非常制御として使用される少なくとも1つの入出力装置を備え、この入出力装置が駆動原動機、方位角モジュール及び推進モジュールを制御すべく直接これらに接続されたことを特徴とする請求項17又は18記載のシステム。

10

【請求項20】

入出力装置が非常操縦スタンドを形成することを特徴とする請求項19記載のシステム。

【請求項21】

制御装置、調節装置、駆動原動機、方位角モジュール及び推進モジュールがバスシステムを介して交信のために相互に接続されたことを特徴とする請求項17から20の1つに記載のシステム。

【請求項22】

操縦スタンド及びバスシステムを介して互いに接続された構造機器とモジュールが、バスシステムを介して対話型で交信することを特徴とする請求項17から21の1つに記載のシステム。

20

【請求項23】

少なくとも1つの非常操縦スタンドが後部船体に設けられた請求項20から22の1つに記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、エネルギー伝達装置を備える回転可能な方位角モジュールと、これに Gondola 状に配置され、推進器の駆動原動機を有する推進モジュールとを備え、船外に配置されたラダープロペラを持った船の推進駆動システムに関する。

30

【0002】

このような、実際には SSP という名称でも公知の駆動技術では、特に船尾範囲に配置され、同時に駆動、操舵及び横方向推力発生機能を果たす、回転可能な船の駆動装置が対象となる。この SSP 駆動装置は、更に、いかなる種類の船体でも船抵抗が小さい長を有し、推進モジュールの駆動原動機を環流する水による冷却が行われるので、付加的な冷却は不要である。その上、この SSP 駆動装置は使用・保守コストが小さく、特に燃料効率が低い利点を持っている。

【0003】

船の駆動技術の分野では、個々の企業競争力の点で、開発時間を短縮し、製造コストを削減する必要が益々増大している。しかし同時に、構成機器の突発的な故障を克服し、駆動システムに故障が発生しても、船の操縦性及び制御性ができるだけ速く回復するような駆動システムも必要とされる。

40

【0004】

更に、船の建造に際して、電氣的及び電気機械的構造要素、例えば電動機、開閉装置、電力変換器及び再冷却設備或いは制御スタンド等は個々に各メーカーから造船所に送られ、しかる後造船所の技術者によってそれに応じて準備された船の基礎に固定され、相互に結線されかつその機能について検査されるのが普通である。この場合、物流上の、従ってコスト集約的な経費がかなりかかるという欠点があり、この経費は、その上、個々の機器の製造も、又完成されたシステムの配線及び検査も船級協会、例えばアメリカン・ビュロー・オブ・ SHIPPING (ABS)、ビュロー・ベリタス (BV)、ノルスケ・ベリタス (

50

D N V)、ジャーマン・ロイズ (G L) 或いはロイズ・レジスター・オブ・ SHIPPING (L R S) の監督を必要とすることから更に上昇する。

【 0 0 0 5 】

本発明の課題は、船の信頼性のある操縦性に関して比較的高度の安全性がコスト的に有利な方法で得られる船の推進駆動システムを提供するにある。

【 0 0 0 6 】

この課題は、上述のような船の推進駆動システムにおいて、本発明によれば、少なくとも2つのラダープロペラを備え、その各駆動原動機が永久磁石励磁の同期機として形成され、この同期機の固定子巻線が1つの3相交流電流に結線された3つの相巻線を備え、この相巻線がエネルギー伝達装置を介して船内に配置された電力変換器に接続され、この電力変換器は変換器用変圧器を介して船内電気回路に接続されているとともに、標準化された構成機器群からモジュール状に構成された制御装置がラダープロペラの各々に設けられることで解決される。

10

【 0 0 0 7 】

このように構成された推進駆動システムにより、船の信頼性及び安全性に対する益々増大する要求が十分に考慮される。このことは、まず、自立的な制御装置を備え、これにより駆動システムの均一の冗長性が得られる少なくとも2つの同形のラダープロペラを設けることに帰せられる。1つのラダープロペラの機械的或いは電気的な機器が故障しても、少なくとも1つの予備駆動装置が自由に使用可能であり、これにより船の操縦性を保証する。

20

【 0 0 0 8 】

駆動原動機を同期機として形成することで、駆動原動機を推進モジュールに配置するのに必要なコンパクトで、軽量の構成が得られる。固定子巻線の相巻線を電力変換器及び変換器用変圧器に接続することで船の電気回路により運転される3相交流同期電動機が得られ、この電動機により、5 ~ 3 0 M W 迄の出力範囲の最も普及している船の駆動装置に対し推進器の十分な定格回転数及び十分に大きなトルクを実現できる。更に、制御装置を標準化された構成機器でモジュール構造とすると、そのコスト的に有利な製作に貢献する。

【 0 0 0 9 】

本発明の1つの好ましい構成において電力変換器は電源転流形の12パルスの直接変換器であり、3巻線変圧器として形成された変換器用変圧器を介し、その入力側で船内の電気回路に接続される。直接変換器は、一つには、コスト的に有利に製造することができ、又他方では、船の駆動に必要な低い回転数を持つ大型の3相交流電動機の運転に特に適する。

30

【 0 0 1 0 】

上述の課題を解決するために、最初に挙げた種類の推進駆動システムにおいて、駆動原動機は永久磁石励磁の同期機として形成され、この同期機の固定子巻線は6つの相巻線を備え、その中の各々3つが3相交流電源に結線され、1つの部分システムを形成してエネルギー伝達装置を介して船内に配置された電力変換器に接続され、この電力変換器はその電源側で船の電気回路に接続されるとともに、標準化された構成機器からモジュール状に構成された制御装置が两部分システムの各々に設けられていることも提案される。

40

【 0 0 1 1 】

このような推進駆動システムも又1つの構成機器の突発的な故障に対処するとともに、上述の理由により経済的な点で有利に製造することができる。ただ1つだけ設けられるラダープロペラによりこの場合生ずる駆動システムの部分の冗長性は、故障が生じたとき少なくとも制約された船の運転を維持するようにする自立的な部分システムによって得られる。

【 0 0 1 2 】

本発明の有利な改良例によれば各電力変換器は電源転流形の6パルス直接変換器であり、4巻線変圧器として形成された変換器用変圧器を介してその入力側で船内電気回路に接続される。両変換器用変圧器の一次巻線が、その場合、互いに30°ずれているときに、

50

船の電気回路に対する両部分システムの１２パルスの回生作用が得られる。

【００１３】

両部分システムが並列運転可能で、これら両部分システムの制御装置の一方がマスターとして、他方がスレーブと使用されるのも特に有効である。両部分システムの並列運転により、一つには、駆動システムの能動的な冗長性が生じ、又他方では、制御装置のマスター・スレーブ構成により両部分システムに対して調整制御が確保される。これにより、例えば回転数制御のようなある課題を専らマスターとして機能する制御装置によって引き受け、スレーブとして使用された制御装置を閉塞しておくことが可能である。

【００１４】

更に、各部分システムに、警告信号の他に自動的に制御信号も発する１つのプログラマブル保安装置を設けることも有効である。部分システムの１つに異常が検知されたとき、このような制御信号により例えば電動機回転数或いは固定子電流を遅滞なく低減することができる。

【００１５】

本発明の更に異なる特徴によれば、各電力変換器は位相電流制御を備えている。これにより、可変周波数の電流が同期機に与えられるという利点がある。更に又異なる特徴によれば、位相電流制御にトランスベクトル制御として形成された界磁指向制御を前置し、駆動装置に高い動特性を与えることができる。トランスベクトル制御の役割は、この場合、同期機の固定子電圧、固定子電流及び回転子位置の実測値から磁束の状態を決定することにあり、その場合トルクを形成する固定子電流の目標値は求められた磁束軸に対して垂直に与えられる。

【００１６】

更に本発明の構成においては、船内電気回路における発電及び配電機器を、が駆動原動機による過負荷に対して保護する監視装置が設けられている。これにより、所定の目標値により要求される推進器の出力が船内の電気回路において利用可能な電力を越えたときに、回転数の目標値を制限する。その上、船内電気回路の異常時に目標値を変更し、発電装置の過負荷、従って電気回路の所謂「ブラック・アウト」を回避できる。

【００１７】

本発明の更に異なる構成では、推進駆動システムの個々の構成機器が少なくとも１つの予め製作されたコンテナに配置される。なお、ここでコンテナとは、殆ど自立的な機能単位で、他のシステム、例えば制御システムへのインタフェイスを備えているものと理解される。これにより、駆動システムを船本体の建造場所と無関係に結線し、その機能について検査することが可能になる。その場合、ただ必要となることは、コンテナを造船所に送った後、これを船の基礎に固定し、その出力及び制御システムと接続することである。駆動システムの個々の機器の結線は、それ故、造船所では必要でないので、造船所における個々の構造機器の物流上の検出も不要となり、これにより一層でかつより見通しのよい物流計画ができる。更に、これによりコンテナの柔軟な納入、従って最適な時点で据付けを行うことができる。その上、個々の機器に対する多種類のコンテナの基礎を用意する代わりにただ唯一のものとするので、その製造経費もより少なくし、従ってコスト的にもより有利になる。

【００１８】

予め製作されたコンテナを、従来のコンテナ船で造船所まで輸送することができるように、コンテナの寸法は標準化するとよい。

【００１９】

本発明の更に他の形態では、コンテナに位置を遠隔監視するための装置、例えばＧＰＳを配置する。これにより、ＧＰＳシステムを用いてコンテナの正確な現在位置を検出することができる。その結果、コンテナの積み込みから輸送を通しての目的地までの道程をチェックできる。この目的で、既存のＧＰＳシステム、例えば航海の分野で既に利用されているイン・マール・サット・システムを使用するとよい。このように構成することで、当該コンテナが正しい海路を通過して正しい目的地にまで達するのを簡単に保証できる。ＧＰＳ

10

20

30

40

50

ユニットは、コンテナに取り外し可能なユニットとして、例えば送信機、電源等からなるユニットとして形成することにより、コンテナが正しい場所に到着した後コンテナのユニットを取り外し、再使用できる。

【 0 0 2 0 】

船の駆動装置、特にラダープロペラの駆動装置は運転中に振動を発生し、この振動は船体全体を通して伝播し、船体を振動させる。この振動はディーゼル駆動装置では一次的にピストンの往復運動により生ずるが、特に潜水艦において、しかし又水上船においても多く使用される電動駆動装置においては最早このような振動は発生しないと考えられよう。しかしながら、必ずしもそうでない。というのは、特に船の推進器も駆動装置に対して、特に推進器の羽根はその回転運動の際に部分的に船尾に設けられるスケッグ或いは推進器支持部材に沿って運動し、その回転運動の他方では、これに対して、これからは殆ど自由に運動することができるが故に、変動負荷となるからである。この変動負荷トルクは、回転調節器又はこれに従属する電流調節器によって追従され、船のスクリュウの回転数をできるだけ正確に所定の回転数目標値に保つ。この場合、推進器の軸回転数を羽根数だけ倍増した、変動トルクが駆動原動機に伝わり、そのハウジングを介してその固定部に、従って船体に伝達される。これにより船構造の部分がこの脈動トルクの基本波で振動励起され、機械的な条件により当該周波数における船体の共振が無視できなくなる。これにより生ずる振動は乗組員に対して煩わしいだけでなく、船全体構造に対してかなりの負担をそれ自体もたらすので回避でねばならない。このための唯一の対策は、このような振動に対して弱い場所を所謂有限要素法で算出し、これにより求めた臨界範囲を鋼材の大量使用により補強することである。この方法は、一方では、高価であり、他方では、船の許容積載重量を減少させ、燃料消費を上げ、更に場合によっては、駆動装置で発生した振動による材料破壊現象を低減することもあるが、その原因自体を消去する訳ではない。

【 0 0 2 1 】

流体力学的に見て、船の推進器にかかる荷重は伴流域でもって説明される。船体に設けられるスケッグや推進器支持部材によって起るこの荷重の変動は、推進器の伴流域の非均一性に現れ、これは又推進器の羽根の回転時の前進係数の変動として現れる。推進器の回転数をできるだけ正確に所定の回転数目標値に保つ回転数制御は、伴流域の非均一性が推進器の前進係数の変動にフルに現れるというマイナスの効果を持っている。推進器の前進係数の変動は推進器のキャビテーションに対する安定性を低減する。その場合、推進器の作動点はそのキャビテーション限界に近づく又は各々を下回るからである。特に船体に設けられたスケッグや推進器支持部材の範囲では、推進器の作動点はキャビテーション限界に達し或いは越えてキャビテーションを起し、これにより船、特に推進器に大きな損傷をもたらす。キャビテーションは又許容できない圧力変動及び騒音を招き、特に客船、探索船及び軍用船の利用価値を大きく低下させる。

【 0 0 2 2 】

上記従来技術の欠点に鑑み、本発明の課題は、変動するトルクを持つ負荷、特に船の推進器の回転数制御された駆動装置による駆動装置の固定部の振動、特に船体全体の振動が船の推進器の非均一な伴流域を含めて、いかにできるだけ削減し或いは全く回避できる方法を提供することにある。

【 0 0 2 3 】

この課題を解決するため、本発明は推進駆動システムの範囲において、回転数制御される駆動装置の振動減衰のための制御装置が1つの軸に動作している原動機の数に無関係にただ1つの単独の回転数調節器を設け、この回転数調節器の出力信号をその調節器入力に帰還するように構成する。回転数調節器の出力信号は駆動装置によって出されるトルクにほぼ比例するので、これを回転数実際値に適当な位相で加える際、トルク変動に対しある程度の不感性がもたらされる。

【 0 0 2 4 】

調節器出力信号の回転数に比例する変動を凡そ180°だけ位相をずらして回転数調節器入力に導くとよい。それにより一方では負の、従って安定した帰還が生じ、又他方では回

10

20

30

40

50

転数の負荷に制約される変動を制御するために必要なトルク又はこれにほぼ比例する調節器出力信号が削減される。この結果、特に駆動トルクの変動が明らかに低減し、これにより固定部を介して船体に与えられるトルクの振動及び船の推進器を介して推進器の伴流域に与えられる圧力変動が危険でない値にまで低下する。この場合副次的に、推進器の回転数は最早正確には一定に留まらず、寧ろ変動負荷によって生ずるようなある程度の変動を受ける。このことは、しかしながら、推進器によって得られる推進にとっては殆ど問題ではなく、他方、この場合、好ましいことに電動機の回転子、推進器及び軸の慣性モーメントがこの変動を減衰する。軸は殆ど摩擦なしで回転可能に支持されているので、船体はこの回転数の変動によって何らの振動励起も受けない。

【 0 0 2 5 】

流体力学的に見て、この効果は、推進器の回転数が最早正確に一定には留まらず、変動負荷によって推進器に引き起こされるある程度の変動を受けるという本質的な利点をもっている。これにより伴流域と前進係数との流体力学的結合に起因する偏差幅が低減する。この前進係数の偏差幅の低減は、船体に設けられているスケッグ或いは推進器支持部材の非均一な伴流域に存在し、推進器の羽根に加わる負荷変動が、本発明の上記効果により回転数の変化をもたらす、この変化はその方向及び大きさにおいてその原因に逆作用し、従ってキャビテーションに関し最も危険な推進器の羽根の前進係数の変動幅の減退をもたらす。この推進器の羽根が上述の効果により推進器の他の羽根に与える反作用は余り重要ではない。それは、その動作点が推進器の定格動作点において、船体に設けられているスケッグ或いは推進器支持部材の非均一な伴流域にある推進器の羽根の動作点より遥かに密接して存在するからである。

【 0 0 2 6 】

本発明の枠内で、回転数調節器の帰還された出力信号をある係数で乗算する。このフィードバックを余り強く選ぶべきでないことは当然である。さもないと、同じく帰還された、ほぼ一定の駆動トルクの平均値により回転数目標値の大きな低下が生じ、これにより回転数調節器自体が P I 特性を持つものとして実現された場合に最早駆動軸を設定された回転数目標値に加速できなくなるからである。他方、調節器の入力および出力信号に対しても、所定の電圧範囲、例えば、 -10 V から $+10\text{ V}$ までが用意され、その限界値は各々前進及び後進における最大回転数又は最大原動機トルクに相当するので、フィードバックを最適な度合いに設定するにはこの両信号レベルを乗算して適合させることが不可欠である。

【 0 0 2 7 】

本発明思想の具体的構成において、乗算係数は $0.01 \sim 3\%$ 、好ましくは $0.15 \sim 2.0\%$ 、特に $0.15 \sim 1.5\%$ とされる。この場合、当然に非常に僅かなフィードバックとなる。上述したように、既に変動負荷によって要求されるエネルギーの大部分は電動機の回転子、推進器及び駆動軸の慣性モーメントによって吸収され、これに各々再び戻されるからである。この場合、本発明により回転数変動に対してある程度の自由度が許容され、一連の駆動部は、丁度電源装置におけるバックアップ・コンデンサのように、駆動装置の電源回路からのエネルギーの取得を平滑するのに貢献するエネルギー蓄積体として有効に使用される。それ故に、ここでは僅かなフィードバックでも、駆動原動機によってもたらされるトルクが大幅に平滑され、これによって所定の目標値からの大きな、永続する制御偏差の原因とならないという顕著な成果をもたらすのである。

【 0 0 2 8 】

本発明によるフィードバック度の大きさの範囲として、定格負荷において静的制御偏差が約 $0.2 \sim 1.5\%$ であるように設定するのがよい。このような場合、調節器出力信号の負帰還にも係らず制御の質、特に回転数目標値の変化時に動特性が損なわれることはない。

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、更に、静的制御偏差は修正された目標値によって補償される。静的制御偏差は、本発明による制御回路において計算可能であるから、修正回路により大幅に補償

10

20

30

40

50

することができる。

【 0 0 3 0 】

本発明において優先的に採用される補償方法は、駆動装置の評価された、平均負荷を出力量として用い、航路パラメータの数学的検出によってこれから期待される静的制御偏差を求め、回転数目標値をそれに応じて逆方向に調整して平衡化しようとするものである。

【 0 0 3 1 】

船の推進器駆動装置において、航路は少なくとも近似的に知られている特性を持っており、特に静的平均負荷トルクは1つの特性に従って静的回転数実際値から生ずる。推進器駆動装置において駆動トルクは、その場合、回転数実際値のほぼ二乗で上昇する。それ故、回転数実際値が特定の回転数目標値に相当するものとされるならば、この特性曲線から近似的に、安定した状態で制御出力信号にほぼ比例するトルクが決定されるので、帰還された信号の平均値も、従って残っている制御偏差も決定することができる。この値が、かかる場合、(理想的な)目標値に、好ましくは、加法的に付け加えられることにより、予め計算された制御偏差を回転数実際値として挿入すると正に理想の回転数目標値が生ずる。

10

【 0 0 3 2 】

本発明の思想に応じて、回転数調節器はP I特性を持つことができる。これにより、本発明による予備的な処理より理想の回転数目標値に殆ど一致する定常的な回転数実際値の極めて高い安定性が定常的に生ずる。

【 0 0 3 3 】

本発明による制御は、ほぼ周期的に変動する負荷トルクを持つ殆ど全ての駆動軸において使用できるが、特に重要な、それ故優先的な使用分野は、水上船或いは潜水艦の、特に本発明の推進駆動システムと関連して使用される、電氣的推進器駆動装置の制御である。というのは、この場合、一方では推進器の性質により著しいトルク変動があり、他方では制御のための原動機によってもたらされる駆動トルク波が、このような船においては船底に不動に固定された固定部には侵入せずに、寧ろ船体の可動部分に侵入するからである。

20

【 0 0 3 4 】

推進駆動システム制御装置の回転数調節器の出力は、変換器又は電力変換器の電流調節器の目標値であり、船内電気回路が推進器の駆動装置に動的に追従するより速く変化してはならない。船内電気回路における負荷変化時の動的限界は、ディーゼル発電装置のディーゼル発電機に関係する。この場合、ディーゼル発電機装置のディーゼル原動機と通常同期機として形成された発電機とは互いに別々に考察せねばならない。

30

【 0 0 3 5 】

船のディーゼル発電装置のディーゼル原動機を、その負荷特性に応じて設計する際、国際船級協会(IACS)の規準が考慮される。そこに規定されている3段階の負荷変化ダイヤグラムは、今日の高度の性能のディーゼル原動機においては既に船の推進器、特にラダープロペラの推進駆動システムの動特性にかなり係わっている。更に困難にしているのは、そこに挙げられた値を、特に上の方の出力範囲で、今日不十分な保守ではしばしば最早達成不可能なことである。ディーゼル原動機軸に出力を与える際に可能な動特性は、それ故、船が長期に海上にあるときには、経験上後退する。

40

【 0 0 3 6 】

IACSにより或いはその他一般に有効として特定されたディーゼル原動機の出力付与の時間的経過は、ディーゼル原動機の熱耐性に関係する。安定的な負荷変化は、0~100%の定格出力又は100%定格出力から0%の動作熱で動作しているディーゼル原動機においては、各ディーゼル原動機構造の大きさに強く関係する最短時間でのみ行われる。この時間的経過は部分的にも超えることは許されない。さもないと、ディーゼル原動機の損傷に至るからである。この上述の最短時間は小形構造では10秒、大形構造では60秒である。

【 0 0 3 7 】

制御無効電力を持つ変換器、例えば電流中間回路付き変換器、直接変換器、直流機用の変流器等は、負荷に関係した無効電力を必要とする。この電力はディーゼル発電装置の同期

50

機の励磁により供給される。制御無効電力を持つ上記の変換器の、負荷に係する無効電力の時間的経過は、船の推進器の駆動装置では、その励磁がディーゼル発電機装置の同期発電機に追従するより、約 15 ~ 25 倍も速い。

【0038】

船の推進器の駆動装置において、ディーゼル発電機装置のディーゼル原動機の動的限界を越えると、ディーゼル発電機装置により給電される船内電気回路の周波数が許容できない大きさに変動する。ディーゼル原動機の損傷も排除できない。というのは、ディーゼル発電機装置の回転数制御が、動的限界の考慮なしに船内電気回路の周波数を許容範囲に保持しようとするからである。ディーゼル発電機装置の同期発電機の動的限界を越えると、船内電気回路の電圧は許容できない大きさに変動する。

10

【0039】

従って、従来は試運転時に、回転数目標値及び／又は電流目標値の加速時間を数段階或いは恒常的に変更し、船推進器の駆動装置がディーゼル発電機装置から電気エネルギーを供給される電気回路において、満足のいく運転が可能になる迄種々実験していた。この場合、しばしば、特定の動作点を最適にすることしかできなかった。推進器電動機の制御の調整性と電気回路におけるディーゼル発電機装置へのその動的な作用との間には固定した関係は存在していなかった。ディーゼル発電機装置の負荷軽減の時間的経過は船推進器の駆動装置の制御に考慮又は調整することは希であった。

【0040】

従って、本発明の課題は、冒頭に挙げた推進駆動システムを、推進器電動機が加速され、減速され或いは電氣的に制動され、しかもその場合船内電気回路或いはディーゼル発電機装置の範囲に速やかな負荷変動を伴う問題が生じないように改良することにある。

20

【0041】

この課題は、本発明によれば、適応ランプ関数発生器により変換器又は電力変換器の電流調節器の電流目標値を回転数調節器にある目標回転数に相当する電流目標値に時間的に適合させることを、船内電気回路及び／又はこの電気回路に電気エネルギーを供給するディーゼル発電機装置によって与えられる限界値を考慮して制御可能とすることによって解決される。

【0042】

本発明の範囲内で、同期発電機の駆動原動機として、内燃機関の代表であるディーゼル原動機が挙げられる。しかし、ディーゼル油、船用ディーゼル油、重油等で運転される内燃機関とすることもでき、又駆動原動機として蒸気或いはガスタービンも考えられる。蒸気或いはガスタービンを駆動原動機とする場合 I A C S の負荷変動図表は適用されない。出力付与の時間経過は他の範囲にあり、これにより電流調節器の電流目標値に対する適応ランプ関数発生器の加速及び減速時間に対しては先に挙げた時間とは異なる時間が適用される結果になる。

30

【0043】

電流調節器の電流目標値に対する、適応ランプ関数発生器の加速及び減速時間が推進器電動機の回転数実際値の値に比例して変化可能な場合、電流目標値に対する適応ランプ関数発生器の加速及び減速時間は、船内電気回路に電気エネルギーを供給するディーゼル発電機装置のディーゼル原動機の、許容可能な時間的負荷の増減に応じて定まる。これにより船推進器の駆動装置に付属する変換器により吸収される実効出力は、推進器電動機の回転数に無関係な加速及び減速時間を持つことができる。

40

【0044】

電流調節器の電流目標値のための、適応ランプ関数発生器の加速及び減速時間に対する推進器電動機又は船推進器の低回転数範囲において、船内電気回路を供給するディーゼル発電機装置の同期発電機の無効電力放出の許容時間に係する最短加速及び最短減速時間を予め与えよう。

【0045】

電流調節器の電流目標値に対する適応ランプ関数発生器の加速及び減速時間が船内電気回

50

路に電気エネルギーを供給するディーゼル発電機装置のディーゼル発電機の数に反比例的に変更可能なときには、ディーゼル発電機装置のディーゼル発電機により吸収される実効電力が、船推進器の駆動装置に付属する変換器の運転に無関係な加速及び減速時間をもつことが可能となる。

【 0 0 4 6 】

船推進器のための、本発明による駆動装置の好適構成では、電流調節器の電流目標値に対する適応ランプ関数発生器の加速及び減速時間は船内電気回路に電気エネルギーを供給するディーゼル発電機装置の運転状態に応じ変更可能であり、ディーゼル発電機装置の異なるディーゼル発電機は異なる運転状態にある。

【 0 0 4 7 】

目標回転数に相当する回転数調節器の出力値が直接推進器電動機の変換器又は電力変換器の電流調節器にも、適応ランプ関数発生器にも与えられ、その出力値が正のオフセット回路を介し回転数調節器の上部の電流値制限ユニットに、負のオフセット回路を介し回転数調節器の下部の電流値制限ユニットに与えられる場合、回転数調節器は修正された状態で電流調節器に更に与えられる電流目標値を無制限で自由に通すことができる。さもないと、推進器電動機にかなりの唸りが発生し、この唸りは船内で機械振動又は固体伝播音源として作用し、特に船推進器がキャビテーションに至る危険があり、このことは又船推進器及び船の損傷にも繋がる。上述の動作において、適応ランプ関数発生器の出力は前述のディーゼル発電機の許容動特性を形成する。回転数制御に必要な自由度を得るため、適応ランプ関数発生器の正及び負のオフセット回路並びに回転数調節器の上部及び下部の電流値制限ユニットが働く。これによって回転数調節器は変換器又は電力変換器の電流値調節器に更に与えられる電流目標値を、その中では回転数調節器が回転数の制御に関し自由な所謂「可動の窓」を通して導くことが可能になる。

【 0 0 4 8 】

この可動の窓の中では、回転数調節器は完全な動特性をもって動作する。船内電気回路には、従って、電圧変動が生ずる。ディーゼル発電機装置の同期発電機が電流目標値に時間的に最早追従できないからである。船推進器の駆動装置の変換器又は電力変換器の船内電気回路側の無効電流は発電機のリアクタンスを介してこの電圧変動を発生させる。正及び負のオフセット回路のオフセットの大きさ、従って可動の窓の変化幅、即ち大きさは、それから生ずる船内電気回路側の、ディーゼル発電機装置の同期発電機のリアクタンス上の無効電流が、電気回路の許容電圧裕度内にある電圧降下を発生するように設定されている。これにより何らの異常も発生しない。船内電気回路における許容電圧裕度内での速い電圧変動は危険でないからである。この場合、オフセットの大きさは回転数の関数であり、船内電気回路側の力率は船推進器の駆動装置に属する変換器又は電力変換器の制御に係る。オフセットの大きさは船内電気回路に電気エネルギーを供給するディーゼル発電機の数に比例する。船内電気回路における短絡電力 S_k も、同様に給電ディーゼル発電機の数にほぼ比例するからである。

【 0 0 4 9 】

船推進器又は推進器電動機の回転数実際値が上昇するとき、その動特性は著しく変化する。この実際値が上昇する際、推進器曲線群（静的引っ張り曲線 - 自由航行曲線）により船推進器の動特性は比例以上に減少する。

【 0 0 5 0 】

従来技術から公知の船の推進駆動システムでは、制御装置は、推進器電動機に付属しかつその出力信号、トルク目標値又は電流目標値が変換器又は電力変換器を介して推進器電動機の回転数を制御する回転数調節器と、推進器電動機の回転数目標値を与え、それにより回転数調節器に対し回転数目標値の経過を与えるランプ関数発生器とを備え、この回転数目標値の経過によって推進器電動機の回転数実際値をランプ関数発生器に与えられた推進器電動機の回転数目標値に近づけるようにしている。その場合、ランプ関数発生器により目標値を与えることで設定された加速時間は、駆動装置を推進器特性に合わせるため、推進器電動機の回転数の上昇と共に 1 から 3 段階に上げられる。

【 0 0 5 1 】

駆動装置を推進器特性に適合させるこの従来の構成は、大きな欠点を示す。推進駆動システムの推進器電動機は回転数 0 から出発して先ず最適に加速する。推進器電動機の出力は、その後、一定の加速時間で加速する間に、回転数調節器の出力側における電流制限が出力のその後の上昇を小さな率でのみ許容する迄、益々速く上昇する。更にその後、1つの段階から次の段階に移行する際に加速時間が切り替わると、推進駆動システムの推進器電動機により提供される加速出力が 0 近くに落ちる。推進駆動システムの推進器電動機の出力は、この段階において一定の、しかしより長い加速時間で更に加速する間に、上述のように、改めて上昇する。このようにして推進駆動システムの推進器電動機は推進器の加速のために必要な電力を船内電気回路から得る。船の航行については、その場合、推進駆動システムが特定の回転数範囲を越えて加速する際に隘路に落ちて恰も休止したようになるという厄介な効果が生ずる。更に、推進駆動システムによって船内電気回路から取り込まれた電力需要は、船内電気回路に供給予備電力を必要とするが故に望ましくない。

10

【 0 0 5 2 】

上述カテゴリーの船の、推進駆動システムの推進器電動機の電流限界は、大まかに計算して、各推進器特性曲線上の凡そ 1 / 3 の定格トルクにある。船の加速動作の際に必要な加速トルクの他に、激浪及び / 又は操船のための余力を持つには、推進電動機の電流限界と計算上の推進器特性との間の領域が必要となる。従来推進器の駆動装置において使用されていた、段階的に制御されたランプ関数発生器は、推進電動機に加速動作の際に定められた加速トルクを割り当てることができず、寧ろ推進電動機の広い回転数範囲にわたって単純に各々実際の電流限界を与えるに過ぎない。この理由は、船の加速時間がこのランプ関数発生器タイプの加速時間の数倍になるためである。

20

【 0 0 5 3 】

従って本発明の課題は、最初に挙げた船の推進駆動システムを、推進器が駆動装置の推進器電動機により電流限界に関係なく一様に加速されるように改良することにある。更に、本発明の構成により、推進器の加速動作に必要な動力がその都度所望の質で推進器電動機により発生され、船内電気回路における不必要な供給予備電力が減少又は回避されるようにするものである。

【 0 0 5 4 】

この課題は、本発明によれば、ランプ関数発生器が適応ランプ関数発生器として形成され、推進器電動機の回転数実際値の大きさを基準変数入力とする特性曲線発生器を備えることにより解決される。適応ランプ関数発生器及び特性曲線発生器により、本発明による船の推進駆動システムに対して、推進器電動機の定常負荷トルクに特定可能な加速トルクを与えることが可能になる。特に推進器電動機の比較的高い回転数において、この特定可能な加速トルクはある程度一定に保つことができ、このことから、一時的にも不必要に高い加速トルクが発生することがない。ここに記載しない能動的振動減衰及びランプ関数発生器の修正とを組み合わせ、特に、推進器のキャビテーション或いは泡打ちの傾向を低減又は抑制できる。これは極端な操船の場合にも適用される。

30

【 0 0 5 5 】

本発明による推進駆動システムの適応挙動を推進器電動機及び推進器の運転挙動に適合させるため、適応ランプ関数発生器の特性曲線発生器に推進器電動機の種々異なる回転数実際値範囲に対して推進器電動機の回転数実際値と加速時間との間の種々異なる依存度を予め設定可能とすると有利である。

40

【 0 0 5 6 】

本発明による船の推進駆動システムを種々の目標機能に関して、例えば最小燃料消費、最小時間消費、高い操船性等について最適化するために、推進器電動機の回転数実際値と加速時間との間の依存度を推進器電動機の少なくとも比較的高い回転数実際値範囲において特に連続的に調整可能にするのがよい。

【 0 0 5 7 】

推進器電動機、従って推進器が比較的低い回転数実際値により定まる高い動特性を持った

50

操縦範囲で動作できるようにするため、適応ランプ関数発生器の特性曲線発生器に推進器電動機の低い回転数実際値範囲、例えば定格回転数の $0 \sim 1/3$ の範囲に対して一定の、短い加速時間を予め設定可能にするのがよい。

【0058】

比較的高い回転数実際値範囲において推進器の殆ど電流制限のない様な加速を推進器電動機により行わせるために、適応ランプ関数発生器の特性曲線発生器に推進器電動機の高い回転数実際値範囲、例えば定格回転数の $1/2$ から定格回転数の間にある範囲に対して、推進器電動機の回転数実際値の上昇につれ著しく上昇する加速時間が設定可能であることが目的に適っている。この比較的高い回転数実際値範囲において、その場合、いわば特性曲線発生器により各回転数実際値に1つの加速時間が対応される。

10

【0059】

本発明による推進駆動システムを推進器電動機の比較的低い回転数実際値範囲と比較的高い回転数実際値との間で一樣に移行できるようにするため、適応ランプ関数発生器の特性曲線発生器に、低い回転数実際値範囲と高い回転数実際値範囲との間、例えば定格回転数の $1/3$ と定格回転数の $1/2$ の間にあり、推進器電動機の中間の回転数実際値範囲に対し、推進器電動機の回転数実際値の上昇につれて、高い回転数実際値範囲に較べて少しだけ上昇する加速時間を設定すると有効である。

【0060】

船の通常運転時には、特性曲線発生器に記憶された、船の十分な操縦性と機械設備全体を大事に扱う運転との妥協として意識的に選ばれた特性が働く。非常時に船の操縦性を著しく上げるには、適応ランプ関数発生器を入力装置に接続し、これにより特性曲線発生器に与えられている加速時間を技術的に制約された限界値を専ら考慮して最小値に設定可能にするのが有効である。

20

【0061】

本発明の対象のその他の詳細、特徴及び長所を、実施例に関する以下の説明により明らかにする。

【0062】

図1及び2に示す推進駆動システムは、方位角モジュール11と、これにゴンドラ状に配置された推進モジュール12とから構成された各1個のラダープロペラ10を備える。この方位角モジュール11は、固定部11aを介して船体に結合されている。方位角モジュール11の固定部11aには方位角駆動装置13が配置され、これは船内にある方位角制御装置70により制御され、方位角モジュール11の可動部11bを駆動する。方位角モジュール11の固定部11aには、更に、エネルギー伝達装置14が配置され、これは推進モジュール12にある駆動原動機を船内の電気回路に接続している。方位角モジュール11の回転部11bは、例えば電力供給或いは制御のための補助装置を備えている。推進モジュール12に配置された駆動原動機は、永久磁石励磁の同期機として形成され、2つの推進器(ラダープロペラ)の羽根16を駆動する。

30

【0063】

図1の実施例では、2つの同形のラダープロペラ10が存在する。同期機の固定子巻線は1つの3相交流電源に結線された3つの相巻線を備え、これはエネルギー伝達装置14を介して、船内に配置された、3相交流の電気エネルギーを特定の電圧、周波数及び相数の交流電流に変換する直接変換器20に接続されている。この直接変換器20は、駆動原動機の回転数を調整するものであり、その入力側で3つの3巻線変圧器を介して船内電気回路に接続されている。

40

【0064】

図1に示す駆動システムは50%の推進冗長度RPを持っている。この様な冗長度により、ラダープロペラ10の1つにエラーが発生したときでも駆動システムが使用でき、それ故、船は何時でも操縦可能である。このことは、特に悪天候条件において効力を発揮する。

【0065】

50

図 2 に示す推進駆動システムは部分冗長性を備えており、それ故、同時に船級協会、例えばジャーマン・ロイドの安全規定を満たしている。この協会は、航行装置がただ 1 つの駆動原動機を備え、船がその他の駆動システムを備えていない場合、この航行装置が、電力変換器或いは制御における異常の後に少なくとも 1 つの制約された航行動作が行えるよう構成せねばならないと要求している。

【 0 0 6 6 】

上記の要求は、図 2 による推進駆動システムにおいて、ラダープロペラ 1 0 が永久磁石励磁の同期機として形成された駆動原動機を備え、その固定子巻線が 6 つの相巻線を持ち、その中の各々 3 つが 1 つの 3 相交流電流に結線され、エネルギー伝達装置 1 4 を介して船内に配置された電力変換器 2 0 a、2 0 b に接続されている。電力変換器 2 0 a、2 0 b は各々電源転流の 6 パルスの直接変換器として形成され、各々 4 巻線変圧器として形成された変流変圧器 3 0 a、3 0 b を介してその入力側で船内の電気回路の中間電圧開閉装置 4 0 に接続されている。直接変換器 2 0 a、2 0 b は各々一群の 3 つの逆並列接続された電力用半導体素子 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b、2 3 a、2 3 b から構成され、それらに対して各々 1 つの再冷却装置 2 4 a、2 4 b が設けられている。

10

【 0 0 6 7 】

この部分システムに、各 1 つの固有の制御装置 2 5 a、2 5 b、2 6 a、2 6 b が設けられ、これらは、図 2 に示すように、各々船内電気回路の低電圧開閉装置 5 0 がつながっている。各部分システムに、更にプログラブル保安装置 2 7 a、2 7 b が設けられ、これにより警告信号並びに制御信号が作られる。監視装置 6 0 は、船内電気回路での発電及び配電を監視する機能を持つ。

20

【 0 0 6 8 】

両部分システムは通常運転時並列に運転される。一方の部分システムの制御装置 2 5 a、2 6 a は、その場合、マスターとして働き、他方の部分システムの装置 2 5 b、2 6 b はスレーブとして機能する。その場合マスターからスレーブへの変更は、駆動システムが遮断されているときにのみ可能である。両部分システムの制御装置 2 5 a、2 5 b、2 6 a、2 6 b は互いに無関係に各そのときの実際値、例えば電圧及び電流を検出するが、専らマスターとして機能する制御装置 2 5 a、2 6 a はその上位の位置により両部分システムの機能、例えば発電装置の保護、回転数制御、トランスベクトル制御或いは電力用半導体素子のパルスの形成を担当する。スレーブとして機能する制御装置 2 5 b、2 6 b はこれに対しては遮断されている。

30

【 0 0 6 9 】

両部分システムの 1 つに故障が発生すると、この故障した部分システムは入力側で中間電圧開閉装置 4 0 の遮断器により船内電気回路から、出力側では直接変換器 2 0 a、2 0 b の出力側の断路器により推進器（プロペラ）の羽根 1 6 の駆動原動機から切り離される。故障した部分システムには、それを接地した後で、保守のためにそれに近づくことができる。他方の故障のない部分システムは、その場合、制約された運転を保証し、そのときその制御装置 2 5 a、2 5 b、2 6 a、2 6 b はマスターとして機能する。

【 0 0 7 0 】

上述の推進駆動システムは、製作済みの機能単位として形成されたコンテナに配置されている。適当な船の基礎に配置されたコンテナは、その場合、次の機器を含む。即ち、

40

- ・ 直接変換器出力部
- ・ 清水冷却装置直接変換器
- ・ 直接変換器制御装置
- ・ 船固有の制御装置 2 5 a ~ 2 6 b
- ・ 給電用ロッカー
- ・ 変換器用変圧器 3 0 a、3 0 b
- ・ 変換器用変圧器 3 0 a、3 0 b のための清水冷却器
- ・ 油圧ポンプ駆動装置
- ・ 制御盤方位角制御装置

50

【 0 0 7 1 】

これらの機器は各メーカーからコンテナの組立て地に供給され、そこで1つの機能単位に結合される。このようにして造船所とのインタフェースの説明が容易になる。上記のコンテナにはなお船内システムへのインタフェース、例えば給気及び排気システム又は船内空調装置への接続端、船の生冷却水系への接続端、中電圧開閉装置の電力ケーブルへの接続端、低電圧主配電盤及び非常配電盤の補助給電装置への接続端、信号線及び母線の接続端、照明及びソケット口ケーブルの接続端並びにSSP推進器への電力ケーブルの接続端インタフェース、例えば方位角原動機への油圧管の端子、SSP推進器への電力ケーブルの端子、補助電源のためのケーブル接続端或いは信号線及び母線の、特に環状母線システムによる接続端等がある。

10

【 0 0 7 2 】

勿論、推進駆動システムだけを1又は複数のコンテナに纏めるのではなく、例えば、通常中間電圧及び低電圧ユニット並びにMKR制御盤及び自動化ユニットを納めた機械管制室又は同期発電機やディーゼル機関或いはガスタービンを駆動装置として備えるエネルギー発生装置も纏めることができる。

【 0 0 7 3 】

予め製作したシステムモジュールとしてのコンテナは溶接構造として形成し、その寸法をコンテナ船での輸送のために標準化する。コンテナは、その場合、特に長さ6.055m、幅2.435m、高さ2.591mの所謂20フィートコンテナとして或いは長さ12.190m、幅2.435m、高さ2.591mの所謂40フィートコンテナとして規格化するのがよい。複数のコンテナを長さ及び横方向に組立てることにより、かくして異なる大きさの電気機械室が船内に構成できる。予め製作したコンテナは、この目的のため、普通船のフレームシステムに嵌め込まれる。これにより、例えばサービス及び保守の目的のために、比較的簡単に分解できる。後者に関しコンテナは、更に、専門作業者をアクセス可能にする閉鎖可能な扉を有する。

20

【 0 0 7 4 】

更に、コンテナは、通常、照明とコンセントを備え、船側の給気及び排気システム又は船の空調設備への接続口を有する。コンテナに配置した機器の、排気システムを通してコンテナ室から排出されない損失熱については、規則に従い、船の清水システムに接続された熱交換器を備える。船は、普通、傾斜位置のような動荷重、例えば船体の振動、震動或いは歪みを受けるので、コンテナは、このような環境条件にも係らず異常なく連続使用を保証できるよう設計されている。

30

【 0 0 7 5 】

上述の実施の形態により、その冗長性により操縦性に関して比較的高い確実性と信頼性を保証する推進駆動システムが提供される。この推進駆動システムの比較的高い使用性は、なかんずく、故障運転状態が確実にかつ速やかに検出され、例えば警報発信、出力の削減或いは電源の切り離しのような必要な手段が遅滞なく行われることに帰せられる。SSP駆動技術のような、船外に配置されたラダープロペラを備えた船の駆動システムは、自然の劣化や運転に起因する磨耗を受けるだけでなく、例えば船体の傾斜、振動、衝撃或いは歪みのように、故障にもなりかねない外部からの影響にも付加的に曝されるので、冗長性のある船の駆動システムが安全上の観点から欠かせない。とりわけ、本発明によれば、しかし又、個々の構造機器、特に制御装置25a、25b、26a、26bを、例えば“SIMADYN D”や“SIMATIC S7”の名称で知られるような標準機器でモジュール構造に構成することにより、経済的な側面も考慮される。

40

【 0 0 7 6 】

図3のブロック回路101は、エンジンテレグラフ105を介して推進器104の軸103の電動駆動装置102に船長から与えられる回転数目標値106に従って動作する、推進駆動システムの制御装置部分を示す。

【 0 0 7 7 】

従来の駆動装置では、回転数目標値106の突然の変更105は、後置したランプ関数発

50

生器 107 によって特定の加速及び減速を持つ傾斜に変換される。回転数目標値 n^* についてのこの修正された信号 108 は、加算点 109 を介し、特に比例成分及び積分成分で持って実現されている回転数調節器 111 の入力端 110 に達する。

【0078】

更に、回転数調節器 111 の入力端 110 には、電動機 102 の回転数 n の反転された測定信号 112 が到達する。なおこの信号は軸受けブラケットの B 側の範囲において電動機 102 の軸 113 に結合されたインクレメンタル発信器 114 によって求められる。これは、インクレメンタル発信器 114 の 2 つの位相ずれした矩形出力信号を、その位相状態を考慮して計数状態をパルスの的に増大することで行われる。各固定時間間隔の始めと終わりの計数状態の差を形成することにより回転速度に比例するデジタル信号が生じ、この信号は、しかる後、回転数目標値 108 に相当する振幅を持つアナログ信号 112 に変換される。調節器 111 において回転数実際値 n を正確に修正された回転数目標値 108 に合わせることに成功すると、直ちに調節器 111 の入力信号は加算点 109 における差の形成 $n^* - n$ により零になる。

【0079】

これに対し入力信号 110 が零に等しくない場合、回転数調節器 111 はその最終出力信号 116 を変え、その振幅は制御段によって要求される加速或いは制動トルクとして捉えられる。特に 3 相交流非同期機又は 3 相交流同期機として形成されている電動機 102 において、生じたトルクが適切な界磁指向制御によって（ここではこれについて詳細に立ち入らない）電流磁束ベクトルにほぼ比例するようにされるから、回転数調節器 111 の出力信号 116 はこの回路 101 の範囲において同時に対応する電動機電流に対する目標値 I^* として捉えられ、もう 1 つの加算点 117 を介して下位の電流調節器 119 の入力端 118 に導かれる。この電流調節器 119 は、基本的には同様に、比例要素と積分要素とを持つ PI 特性を備えている。

【0080】

更に、加算点 117 には電動機電流 I の反転測定信号 120 が到達し、この電動機電流 I の反転測定信号 120 は 1 つの、例えば 1 つ或いは複数の、電動機 102 の通電導体 121 に挿入されたシャント 122 により得られた電流実際値 123 から、後置された測定変換器 124 における評価により振幅値として形成される。この電流振幅値 120 は、3 相交流非同期機或いは 3 相交流同期機 102 では電動機電流 123 から求めた電流ベクトルのトルク形成成分に相当し、これに対し直流電動機の場合、測定された電機子電流が直接使用される。

【0081】

電流調節器 119 の出力信号 125 は電力変換器 127 に作用する制御装置 126 に達する。電力変換器 127 は一次側が 3 相交流回路 128 に接続され、3 相交流非同期機又は 3 相交流同期機 102 の場合には変換器として、直流電動機 102 を使用する場合電力変換器として構成されている。

【0082】

回転数制御回路 129 の下位に設けた電流制御回路 130 は、上位の回転数制御回路 129 の範囲で、回転数実際値 112 を回転数目標値 108 に正確に合わせるために用いる電動機 102 のトルクの最適な適合を得るためのものである。この場合、電動機 102 は、勿論、時間的に変動するトルクを出さねばならない。というのは、推進器 104 はその羽根 131 が船体に設けられたスケッグ或いは推進器支持部材の傍を通る際に高い制動トルクを受け、従って荷重トルクのほぼ一定の平均値に、その周波数が推進器回転数と推進器の羽根数の積にほぼ相当する高調波が重畳するからである。この変動する荷重トルクの回転数実際値 n に対する作用をできるだけ少なくするために、電動機 102 は常時それに応じて変動する駆動トルクを発生せねばならず、その反作用トルクは電動機の固定部 132 を介して船体に導入され、そこにそれに応じた周波数を持つ、船構造に有害に作用する振動が呼び起こされる。その反対側で駆動トルクの変動は、推進器及びその伴流域を介して、推進器にキャピテーションが促進され或いは引き起こされるように不利に作用する。

【 0 0 8 3 】

本発明による対策は、回転数調節器 1 1 1 の調節器出力信号 1 1 6 の一部を負帰還することにある。これにより、回転数調節器 1 1 1 が対向トルクを発生するために最終電流目標値 I^* を発生するとき、回転数実際値 n の回転数目標値 n^* からのどのような偏差においても、反転され、割り算計数 3 4 で乗算された信号 1 3 5 として加算点 1 0 9 に導かれる負帰還 1 3 3 によって、仮想的に修正された回転数目標値 n^* が $n_R = R \times I^*$ の値だけ削減される。

【 0 0 8 4 】

これによって調節器 1 1 1 は、それに応じて低減した回転数目標値 $n^* - n_R$ に制御しようとし、これにより電動機 1 0 2 に、回転数 n^* を $n^* - n_R$ に低減することにより振動エネルギーを駆動部 1 0 2、1 0 3、1 0 4 から解放する機会を与える。その場合、調節器 1 1 1 は低下する電動機回転数 n に、低下する回転数目標値 $n^* - n_R$ を対比し、これにより殆ど逆制御する必要はない。従って、電動機 1 0 2 は全く或いは僅かにしか付加的なトルクを発生しないので、電動機の固定部 1 3 2 において大きなトルクが船体に進入することはない。

【 0 0 8 5 】

推進器の羽根 1 3 1 が他の位置を取ると、直ちに軸 1 0 3 にかかる荷重は低下し、原動機トルクの上昇なしに回転数 n が再び上昇する。回転数実際値 n は仮想の回転数目標値 $n^* - n_R$ より大きいから、調節器出力信号 1 1 6 の振幅は低下し、システムは最初の動作点に戻る。

【 0 0 8 6 】

回転数はこのようなサイクルの間に連続的に低下するから、回転数 n の平均値は実際の、一定の回転数目標値 n^* に対してやや下がり、このことは凡そ 0 . 2 % ~ 1 . 5 % の残留する制御偏差として認識される。この効果に対抗するため、目標値 n^* の分路に、この値 n^* を仮想的に適当な尺度だけ上方に修正する補償回路を挿入することができる。

【 0 0 8 7 】

この場合、特に船推進器駆動装置においては、推進器 1 0 4 の負荷トルクはその回転数 n のほぼ二乗で上昇し、従ってその結果負帰還された、静的状態において電動機 1 0 2 の駆動トルクにほぼ比例する信号 1 3 5 もほぼ回転数平均値 n_m の二乗の関数として捉えられる事実を利用する。他方、実際の回転数平均値 n_m が近似的に回転数目標値 n^* と一致するとの仮定の下で、補償器は、従って、回転数目標値 n^* に対して二乗で上昇する分路を持たねばならない。本発明の機能は、回転数実際値 n 、1 1 2 が、上述の補償を形成する関数発生器 1 3 7 を介して信号 n_L^* 、1 3 6 として加算点 1 3 8 に導かれ、これにより回転数目標値 n^* 、1 0 6 を値 $n_L^* = (n)$ だけ削減することにある。定常状態では、従って、 $n_L^* = - n_R$ であり、加算点 1 0 9 において信号 1 0 8 と信号 1 3 5 の和が信号 1 0 6 に等しい、という望ましい作用がある。

【 0 0 8 8 】

図 4 で原理的に示す推進器 2 0 1 の推進駆動システムは、ディーゼル発電機装置 2 0 6 により船内電気回路 2 0 5 及び変換器又は電力変換器 2 0 7 を介して電気エネルギーを供給される推進器電動機 2 0 3 を備えている。

【 0 0 8 9 】

ディーゼル発電機装置 2 0 6 は種々の数のディーゼル発電機を備えてもよい。この場合、普通は同期発電機が使用される。

【 0 0 9 0 】

推進器 2 0 1 は、推進器電動機 2 0 3 の駆動軸によって駆動される。

【 0 0 9 1 】

推進器電動機 2 0 3 には回転数調節器 2 0 9 と、電流制御をする変換器又は電力変換器 2 0 7 とが接続され、これらにより推進器電動機 2 0 3 の駆動軸 2 0 2 の回転数、従って推進器 2 0 1 の回転数が制御できる。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

変換器又は電力変換器 207 の電流調節器 208 は、入力側において電流目標値 $I^* 219$ を回転数調節器 216 から得ている。所定の回転数 n^* に相当する電流目標値 $I^* 219$ は電流調節器 208 の他に回転数調節器 216 から適応ランプ関数発生器 226 の入力側にも加えられている。

【0093】

適応ランプ関数発生器 226 は出力側に正のオフセット回路 230 及び負のオフセット回路 232 を備えている。この 2 つのオフセット回路 230、232 により電流目標値 $n^* 219$ は変化範囲を備え、この変化範囲の上部限界 231 及び下部限界 233 は適応ランプ関数発生器 216 の出力側から、上部の電流値制限ユニット 217 及び下部の電流値制限ユニット 218 が設けられている回転数調節器 216 の出力側に与えられる。

10

【0094】

上部の電流値制限ユニット 217 及び下部の電流値制限ユニット 218 から、回転数調節器 216 に対して、その中に電流調節器 208 に与えられる出力側の電流目標値 $I^* 219$ が留まっていなければならない可変調整範囲が生じる。

【0095】

適応ランプ関数発生器 226 によって電流目標値の変化範囲を求める際、ディーゼル発電機装置 206 並びに船内電気回路 205 により定まる限界値が考慮される。これらの限界値によって、回転数調節器 216 の出力側で、これを離れる電流目標値 $I^* 219$ を変化できる変化範囲が制約される。この場合、船内電気回路 205 が推進器電動機 203 を動的に追従できるよう保証せねばならないことが考慮する必要がある。船内電気回路 205 における負荷変化時の又は推進器電動機 203 の動的限界は、ディーゼル発電機装置 206 の特性に高度に依存しており、その際原則的にはディーゼル発電機装置 206 のディーゼル原動機及び普通同期発電機として形成した発電機は互いに別々に考察せねばならない。

20

【0096】

適応ランプ関数発生器 226 には、回転数調節器 216 から電流調節器 208 に与えられる電流目標値 $I^* 219$ に対する加速及び減速時間が設定されており、この加速及び減速時間の大きさの設定に際しディーゼル発電機装置 206 のディーゼル原動機の許容時間負荷及び負荷軽減が考慮される。これを考慮するため、適応ランプ関数発生器で固定された加速及び減速時間は推進器電動機 203 の回転数 $n 215$ の大きさに比例して変化する。これにより、駆動装置の変換器又は変流器により受け取られた実効出力は推進器電動機 203 の回転数 $n 215$ に無関係な加速及び減速時間を持つことができる。

30

【0097】

操船範囲にほぼ一致する、推進器電動機 203 の下部回転数範囲において適応ランプ関数発生器 226 に登録された、電流目標値 $I^* 219$ に対する加速及び減速時間に対し、ディーゼル発電機装置 206 の同期発電機の無効電力付与の許容時間変化に依拠する最小加速及び減速時間が考慮される。

【0098】

更に、適応ランプ関数発生器 226 に登録された、電流目標値 $I^* 219$ に対する加速及び減速時間はディーゼル発電機装置 206 のディーゼル発電機の数に逆比例して変更される。これにより、ディーゼル発電機装置 206 のディーゼル発電機によって発生される実効電力は、変換器又は電力変換器 207 の運転に無関係な加速及び減速時間を持つことができる。

40

【0099】

修正された状態において回転数調節器 216 は、電流調節器 208 に与えられる電流目標値 $I^* 219$ を制限されることなく自由に導き得る状態にされていなければならない。さもないと、推進器電動機 203 に大きな唸りが生じ、これは船に対し機械的振動又は固体伝播音源として作用し、推進器 201 のキャビテーションを促進し或いは開始させる。この理由から電流目標値 $I^* 219$ は回転数調節器 216 から、その他も通常のように、更に直接推進器電動機 203 の変換器又は電力変換器 207 の電流調節器 208 に入る。

50

これと同じ電流目標値は、しかし、並列に適応ランプ関数発生器 2 2 6 にも達する。この適応ランプ関数発生器 2 2 6 の出力側は、従って、ディーゼル発電機装置 2 0 6 のディーゼル発電機の先に説明した許容動特性を形成する。回転数調節器 2 1 6 の回転数制御に、それにも係らず、必要な変形幅又は自由度を与えるため、適応ランプ関数発生器 2 2 6 の出力値は、正のオフセット回路 2 3 0 又は負のオフセット回路 2 3 2 を介して回転数調節器 2 1 6 の上部電流制限ユニット 2 1 7 及び下部電流制限ユニット 2 1 8 に進む。これにより回転数調節器 2 1 6 にとって、推進器電動機 2 0 3 の変換器又は電力変換器 2 0 7 の電流調節器 2 0 8 に更に送られる電流目標値 I^*_{219} を、その状態と幅が変化する変化範囲の中で通すことが可能となり、この変化範囲によりいわば回転数調節器 2 1 6 から電流調節器 2 0 8 に更に与えられる電流目標値 I^*_{219} に対する可動の窓が生ずる。この可動の窓内で、回転数調節器 2 1 6 は電流目標値 I^*_{219} を自由に通流させる。

10

【0100】

この量と位置が変化可能な変化範囲の中で又は前述の可動窓の範囲内で、回転数調節器 2 1 6 は完全な動特性をもって動作する。これに伴い、船内電気回路 2 0 5 に電圧変動が生ずる。ディーゼル発電機装置 2 0 6 の同期発電機の励磁は、そこでは電流目標値 I^*_{219} を、推進器電動機 2 0 3 の変換器又は電力変換器 2 0 7 に更に導かれるように、時間的に最早追従できないからである。推進器電動機 2 0 3 に付属する変換器又は電力変換器 2 0 7 の電気回路側の無効電流は、通常、船では $x_d'' = 14 \sim 18\%$ で生ずる同期発電機のリアクタンスを介してこの電圧変動を生み出す。適応ランプ関数発生器 2 2 6 により、変化範囲又は可動窓の幅に対して与えられるような、正のオフセット 2 2 9 及び負のオフセット 2 2 9 の大きさは、それから生ずる又はそのため生じた船内電気回路側の無効電流は発電機のリアクタンスで、いずれの場合にも船内電気回路 2 0 5 における許容電圧公差内にある電圧降下を生ずるよう設定される。船内電気回路 2 0 5 における許容電圧公差内の速い電圧変動は、その運転に対し危険を及ぼさない。正及び負のオフセット 2 2 9 は、電気回路側の力率が推進器電動機 2 0 3 に設けられた変換器又は電力変換器 2 0 7 の制御に依存するので、推進器電動機 2 0 3 の回転数 n の大きさに比例する。更に、正及び負のオフセット 2 2 9 は、船内電気回路 2 0 5 に給電するディーゼル発電機装置 2 0 6 における同期発電機の数に比例する。船内電気回路 2 0 5 における短絡電力も、同様にこの電気回路 2 0 5 に給電するディーゼル発電機装置 2 0 6 における同期発電機の数にほぼ比例するからである。

20

30

【0101】

図 5 に原理的に示す推進器 3 0 1 の推進駆動システムは、推進器電動機 3 0 3 を備え、これにより推進器 3 0 1 をその駆動軸 3 0 2 で駆動する。

【0102】

推進器電動機 3 0 3 は、通常の方法で、変換器又は電力変換器 3 0 6 を介して船内電気回路 3 0 5 から電気エネルギーを供給する。

【0103】

推進器電動機 3 0 3 の運転は、回転数調節器 3 1 5 により制御される。回転数調節器 3 1 5 の出力信号、即ちトルク目標値又は電流目標値 I^*_{316} により推進器電動機 3 0 3 の駆動軸 3 0 2 の回転数は、変換器又は電力変換器 3 0 6 を介して調整される。

40

【0104】

推進器電動機 3 0 3 の運転状態を許容範囲内に保持するため、回転数調節器 3 1 5 に適応ランプ関数発生器 3 1 1 を設けてある。適応ランプ関数発生器 3 1 1 には、入力装置 3 0 9 により推進器電動機 3 0 3 又は推進器 3 0 1 に対する回転数目標値が入力される。

【0105】

適応ランプ関数発生器 3 1 1 に、特性曲線発生器 3 1 9 が設けてある。これは、推進器電動機 3 0 3 の駆動軸 3 0 2 の回転数実際値 n_{314} の大きさに関係し、適応ランプ関数発生器 3 1 1 の出力側から回転数調節器 3 1 5 に与えられる信号 n^*_{312} を、駆動軸 3 0 2 の回転数実際値 n_{314} を入力装置 3 0 9 に予め与えられた目標回転数 3 1 0 に合わせるため、その中に記憶した特性に応じて修正するものである。この場合、推進器電動機 3

50

03の駆動軸302の回転数実際値 n_{314} の大きさは適応ランプ関数発生器311から回転数調節器315に与えられた信号 n^*_{312} の基準可変数として機能する。

【0106】

なお、適応ランプ関数発生器311の特性曲線発生器319には加速時間に対する種々の特性を記憶している。

【0107】

推進駆動システムの適応ランプ関数発生器311の動作により、定常の負荷トルクに特定可能な加速トルクを与えることができる。この特定可能な加速トルクは、航行モードの範囲、即ち推進器電動機303の比較的高い回転数実際値の範囲においてある程度一定であり、従って一時的に不必要に高い値にならない。

10

【0108】

図6は、制御装置側からの種々の制御可能性をブロックダイヤグラムで示す。操縦スタンド及び非常操縦スタンドの入出力装置を介して行われる全操縦スタンドの操船状態の変更は、目標値の飛躍なしに行われる。操縦スタンド（ブリッジ）側から操縦レバーを修正しそして他の操縦スタンドの適当なキーで制御することで、手動による操縦レバーの操作は不要である。活動中の操縦スタンド（ブリッジ）での推進器駆動装置の回転数及びスラスト方向の目標値の設定は、図6の上の箱で示すように、これから行われる。機関管制室（ECR）側の活きている制御スタンドにおいては、図6の第二の箱で示されているように、これからは回転数の設定だけが行われる。スラスト方向の設定は、ブリッジの操縦スタンドから行われる。操縦スタンド変更、特にジョイスティック、トラック/スピード - パイロット及びタンデム運転は、その場合、不可能である。非常制御スタンド（ECS）として非常操縦スタンドが活きている場合、スラスト及びスラスト方向の目標値の設定は非常操縦スタンドのキーによって共通に行える。ジョイスティック、トラック/スピード - パイロット及びタンデム運転は、その場合、不可能である。ブリッジからの指令の設定は、電話により（例えばスラスト方向及びスラスト）又はテレグラフにより（例えばスラスト）、個々の操縦スタンド及びそのモジュールは、図6に示すように、リングバス90により交信のために互いに接続されている。

20

【0109】

図7は本発明による推進駆動システム制御装置の入出力装置の構造を示し、該装置はブリッジ側の主操縦スタンドとして使用される。この入出力装置は、その場合、各20記号当り4行の解を持つ複数の文章表示からなる。更に、この入出力装置は複数のキーを持っている。これは以下に詳しく説明する。なお、図10a及び10bはモジュールとして形成した入出力装置の部分範囲を詳細に示す。

30

【0110】

「ディーゼル発電機」の文字を記した入出力装置のボードは、実際に稼動しているディーゼル発電機を選択して示す。100%キーを介して、運転準備のできている全発電機を船内電気回路に接続することができる。

【0111】

「運転停止」キーで操船装置の操作が中断され、船内電気回路の変換器が調節器の閉鎖状態に設定される。その場合、各駆動装置を開閉する全機能キーが閉鎖される。更に、操縦レバーによる目標値の設定が閉鎖され、並びに回転数及びスラスト方向の目標値に対する非常運転キーも閉鎖される。「運転停止」キーは、フラップによって意思に反した操作から保護される。この停止の解除は、操縦レバーが停止位置あり、少なくとも2つの発電機が回路にあるときに可能である。

40

【0112】

ブリッジの操縦スタンド側の入出力装置に、軸回転数及び両駆動装置に対するSSP位置が表示される。この表示は、その場合、96×96mmのフォーマットを持っている。

【0113】

ブリッジの操縦スタンドの、全入出力装置の表示は、調光ポテンシオメータを介して調光可能である。入出力装置の薄膜キーボードの表示は、その場合、調光機能を組み込むこと

50

によって実現される。

【 0 1 1 4 】

「非常速度制御」の発光キー 4 1 0 を介して、非常制御キーへの各駆動装置の回転数設定が行われる。非常制御が働いているとき、このランプは連続光を発する。回転数を上げ又は下げるためのキーを操作すると、それに応じたキーが発光する。ランプは、キーを押して非常制御を選択したとき発光する。キーは直接回転数調節器に適当な導体によって接続されている。

【 0 1 1 5 】

「非常操縦制御」の発光キー 4 1 1 を介し、各駆動装置のスラスト方向の非常制御キーへの設定が行われる。非常制御が働いているとき、ランプは連続光で発光する。左舷又は右舷回転用のキーを操作すると、各々に応じたキーのみが発光する。ランプは非常制御が働いている際にのみ発光する。キーは直接制御油圧の弁に作用している。

10

【 0 1 1 6 】

警告文章表示画面 4 1 2 は、最重要な異常通知を簡潔文章で表示する。警告システムを操作すべく、警告文章表示画面 4 1 2 下に 4 つのキーを配置してある。

【 0 1 1 7 】

アナログ値表示器 4 1 3 は駆動システムからの 8 個のアナログ値を表示する。このアナログ値は、その場合、以下に説明するキーで選択される。選択された機能は L E D によって示される。各選択された表示は、その場合、約 3 0 秒後に自動的に消滅する。消滅後使用可能な電力が表示される（残存パワー（k w））。

20

【 0 1 1 8 】

「スラスト方向」キー 4 1 4 はスラスト方向表示を選択するためのものである。「残存パワー」キー 4 1 5 は使用可能な軸電力を表示するためのものである。「シャフトパワー」キー 4 1 6 は軸出力表示を選択するためのものである。「シャフトスピード」4 1 7 は軸回転数表示を選択するためのものである。「固定子電流」キー 4 1 8 は固定子電流表示を選択するためのものである。「固定子電圧」キー 4 1 9 は固定子電流表示を選択するためのものである。「トルク」キー 4 2 0 はトルク値表示を選択するためのものである。

【 0 1 1 9 】

「推進モード」で示された、ブリッジ側の入出力装置のモジュールは、この領域 4 2 1 に、運転モードを選択するためのキーと表示器を備えている。個々に、このキーは以下の機能を持っている。

30

【 0 1 2 0 】

「シングルモード」（キー 4 2 2）において両 S S P 駆動機構が別々に操作される。スラスト方向及び回転数の指令は各駆動機構の操縦スタンドの制御レバーによって与えられる。左舷の制御レバーは左舷側の S S P 駆動機構を操作し、右舷の制御レバーは右舷側の S S P 駆動機構を操作する。キー 4 2 2 はブリッジ側の選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠される。

【 0 1 2 1 】

「タンデムモード」（キー 4 2 3）では、両駆動装置の指令が 1 つの制御レバーにより設定される。タンデム運転のマスターは、最後に「タンデムモード」キー 4 2 3 が操作された指令スタンドである。このキーはブリッジ側で選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠される。

40

【 0 1 2 2 】

「ジョイスティック」キー 4 2 4 を介しジョイスティック運転が選択できる。ジョイスティックモードでは、制御角及び回転数の目標値はジョイスティックシステムによって設定される。このキーはブリッジ側で選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠される。

【 0 1 2 3 】

「トラックパイロット」キー 4 2 5 で、方位角を設定するための指令がトラックパイロットに伝達される。トラックパイロットが働いているとき、方位角の設定はこのシステムを介して行われる。ブリッジ側の操縦スタンドの制御レバーは電気軸により修正される。こ

50

のキーは、ブリッジ側で選択した操縦スタンドにおいてのみ解錠される。この選択の間、キー 4 2 5 が点滅する。トラックパイロットが働いているときキー 4 2 5 のランプは連続光で発光する。

【 0 1 2 4 】

「スピードパイロット」キー 4 2 6 で、回転数目標値を設定する指令がスピードパイロットに伝達される。スピードパイロットの動作時、回転数目標値の設定はこのシステムを介して行われる。ブリッジ側の操縦スタンドの制御レバーは、その場合、電気軸を介して修正される。この「スピードパイロット」キー 4 2 6 はブリッジ側で選択された操縦スタンドでのみ解錠できる。この選択の間キー 4 2 6 が点滅する。スピードパイロットの動作中ランプが連続光を発する。

10

【 0 1 2 5 】

「ハーバーモード」キー 4 2 7 により所謂港湾モードが選択される。港湾モードでは S S P の回転角は制限されない。スラスト方向の調整は、最高速度に設定される。これは S S P の第二油圧ポンプのスタートにより達せられる。港湾モードでは、発電機の自動脱落は阻止されている。キー 4 2 7 は船橋側で選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠される。

【 0 1 2 6 】

「海上モード」キー 4 2 8 を介し海上モードが選択される。海上モードでは S S P の制御角は凡そ $\times / - 3.5\%$ に制限される。スラスト方向の調整は油圧ポンプで行う。キー 4 2 8 は船橋側で選択した操縦スタンドでのみ解錠される。

20

【 0 1 2 7 】

「クラッシュストップ」キー 4 2 9 は緊急停止のシーケンスを開始或いは停止する。このキーは緊急停止機能が働いているとき連続光を発する。緊急停止機能は、有効な全駆動装置 (S S P) に関し共通に開始又は停止される。このキーは保護蓋により、意思に反して操作されないよう保護され、船橋側で活性化した操作スタンドにおいてのみ解錠される。

【 0 1 2 8 】

「舵取り」4 3 0 で示す、推進駆動システムの制御装置の入出力装置の領域に方位角調整を操作し、警告するためのキーと表示部が配置されている。

【 0 1 2 9 】

「舵取り制御ミス」の表示 4 3 1 は S S P 調整のための、制御システムの故障を表示する。舵推進器調整は存在していない。

30

【 0 1 3 0 】

「舵取り機構ブロック」の表示 4 3 2 は、赤色連続光で S S P の方位角調整が機械的に阻止されていることを表示する。この装置により、この状態の制御は不可能である。この装置の推進は限られたトルクで可能である。「位相 / 過負荷ポンプ」表示 4 3 3 は油圧ポンプ 1 又は 2 の位相エラー或いは過負荷を表示する。「供給電源 1 / 2」の表示 4 3 4 は方位角調整のための油圧ポンプ 1 又は 2 の供給電圧の異常又は消滅を表示する。

【 0 1 3 1 】

「電気軸故障」の表示 4 3 5 は、スラスト方向を設定するための操縦レバーの電気軸が故障し或いは誤っていることを報知するとき、赤色連続光で現れる。

40

【 0 1 3 2 】

「油圧ロッキングミス」の表示 4 3 6 は方位角調整のための油圧系の機能消失を表示する。S S P は、その場合、所定の回転角目標値に応答しない。

【 0 1 3 3 】

「油圧タンクレベル」の表示 4 3 7 は、赤色連続光で S S P 方位角調整の油圧系における油圧の消失を表示する。油圧レベルはその後最低レベルに達する。

【 0 1 3 4 】

「待機ポンプ」の表示 4 3 8 は、圧力損失に繋がる油圧系の故障を表示する。その場合、活動していないポンプは自動的に起動しない。故障しているポンプは切り離される。この機能は赤色連続光で表示される。自動切換えは、キー 4 2 8 で活性化される「海上モード

50

」においてのみ働く。

【 0 1 3 5 】

「油圧ポンプ 1 / 2」は、SSP 方位角制御の油圧系からポンプ 1 又は 2 の選択及び動作表示のためのものである。キー 4 3 9 は船橋側の選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠される。

【 0 1 3 6 】

4 4 0 で示されている領域「保安システム」には、保安装置を操作し、警告するために設けられたキー及び表示部を配置してある。

【 0 1 3 7 】

「遮断」表示 4 4 1 は、駆動装置の完全故障時の自動遮断に伴い現れる。

10

【 0 1 3 8 】

「スローダウン」表示 4 4 2 は赤色連続光で駆動装置の自動減速を警告する。自動減速は、「スローダウンオーバーライド」キー 4 4 6 によって終了する。「停止要請」表示 4 4 3 は、赤色点滅光で機械の保護のために駆動装置を停止すべき旨を伝える。

【 0 1 3 9 】

「スローダウンリクエスト」キー 4 4 4 は赤色点滅光で機械の保護のために駆動装置を減速すべき旨警告する。

【 0 1 4 0 】

「シャットダウンオーバーライド」キー 4 4 5 は、自動遮断を解除するためのものである。自動遮断は操作員によって解除されるが、前もって点滅する赤色表示「シャットダウン」で表示される。遮断の解除は、その場合時間遅れがある。キー 4 4 5 は保護カバーで意図に反して操作されるのを保護しており、船橋側で選択した操縦スタンドにおいてのみ解錠できる。

20

【 0 1 4 1 】

「スローダウンオーバーライド」キー 4 4 6 は、自動減速を解除するためのものである。自動減速は操作員によって解除されるが、「スローダウンオーバーライド」ランプの点滅する赤色表示で表示される。キー 4 4 6 は船橋側で選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠できる。このキーは保護カバーによって意思に反して操作されないように保護されている。

【 0 1 4 2 】

30

「推進制御 PCS」4 4 7 で示される領域には、電気駆動システムの操作員及び警告のために用意されているキー及び表示部が配置されている。

【 0 1 4 3 】

「リモートコントロールエラー」表示 4 4 8 は、操縦レバーで装置が制御不能な際に現れる。この場合、既述の如く、非常制御キーに切り換えねばならない。

【 0 1 4 4 】

「90%パワー」表示 4 4 9 は、使用可能な出力の 90% に達していることを発電部の保護装置が認識したときに、赤色連続光で現れる。

【 0 1 4 5 】

「パワーリミットアクティブ」表示 4 5 0 は、駆動装置の制限が働いているとき、赤色連続光で現れる。

40

【 0 1 4 6 】

「レバーを 0 に」の表示 4 5 1 は、装置の状態が操縦レバーの零位置への移動を必要とするときに、赤色連続光で現れる。

【 0 1 4 7 】

「電気軸エラー」表示 4 5 2 は、回転数設定の電気軸が故障している或いはエラーを報知しているとき、赤色連続光で現れる。

【 0 1 4 8 】

「スタートミス」表示 4 5 3 は、スタートシーケンスがエラーによって中断したとき、赤色連続光で現れる。ストップ或いはスタートシーケンスを開始することでこの表示は取り

50

消される。

【 0 1 4 9 】

「推進エラー」表示 4 5 4 は、駆動制御装置が操船装置内部の故障を認識した際に、赤色連続光で現れる。

【 0 1 5 0 】

「コンバータトリップ」表示 4 5 5 は、S S P の変換器 1 又は 2 が故障したとき、赤色連続光で発光する。

【 0 1 5 1 】

「推進準備完了」表示 4 5 6 は、駆動及び制御装置の動作準備のを完了時に緑色連続光で現れる。一連のスタート動作を行うも、操船装置の準備が未了のときは、この表示が点滅する。ランプは一連のストップ動作を経過した後消える。

10

【 0 1 5 2 】

「スタート阻止」表示 4 5 7 は、装置のスタート準備が未了のとき、赤色連続光で現れる。このことは、一連のスタート動作のためのスタートの解錠がないことを意味する。

【 0 1 5 3 】

「コンバータ運転中」表示 4 5 8 は、変換器 1 又は 2 が電源回路に接続され、その動作の準備ができているとき、緑色連続光で現れる。

【 0 1 5 4 】

「スタート推進」キー 4 5 9 は、駆動装置を自動的に作動させるためのものである。これには、再冷却装置の運転側への接続、変換器の投入、方位角調整のために油圧ポンプを要求すること及び軸制動の解放が属する。一連のスタート動作の間この表示は緑色光で点滅する。スタート動作の終了状態でランプは消える。キーは船橋側の選択されて操縦スタンドにおいてのみ解錠できる。

20

【 0 1 5 5 】

「ストップ推進」キー 4 6 0 は、駆動装置を自動的に遮断する。これに、再冷却装置のスタンバイへの接続、変換器の遮断、方位角調整のための油圧ポンプの遮断及び最後に軸制動をかけることが属する。一連のストップ動作の間表示は赤色光で点滅する。ストップ動作の終了状態でランプは赤色連続光で発光する。このキーは船橋側の選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠できる。

【 0 1 5 6 】

30

「コンバータ選択」キー 4 6 1 は、変換器 1 又は 2 を選択するためのものである。キーを押すことで変換器 1、2 が選択され又は外される。少なくとも 1 つの変換器 1 又は 2 が選択されねばならない。選択のために装置は遮断状態になければならない。このキーは船橋側の選択された操縦スタンドでのみ解錠できる。

【 0 1 5 7 】

「コントロールステーション」と示された領域 4 6 2 には、有効な制御スタンド又は操縦スタンドを選択し、表示するために設けられたキー及び表示部が配置されている。

【 0 1 5 8 】

「ブリッジコントロール」キー 4 6 3 は船橋側の操縦スタンドの選択のためのものである。キー 4 6 3 のランプはブリッジへの操縦スタンドの変更開始及びブリッジの動作している操縦スタンドを表示する。

40

【 0 1 5 9 】

「E C S コントロール」キー 4 6 4 は、操縦スタンド E C R (エンジン管制室) の選択のためのものである。キー 4 6 4 のランプは、E C R への操縦スタンドの変更開始及び E C R の動作中の操縦スタンドを表示する。

【 0 1 6 0 】

「E C S コントロール」表示 4 6 5 が発光しているときは、非常操縦スタンドが活きている。ブリッジからの操船装置の操作は不可能である。

【 0 1 6 1 】

「舵取り車コントロール」キー 4 6 6 により制御輪の制御スタンドが選択される。引受け

50

を開始するとキー 4 6 6 が点滅する。この引受けは制御輪の制御スタンドの「コントロール引受け」キー 4 6 7 で行われる。このキーは船橋側の選択された操縦スタンドにおいてのみ解錠できる。

【 0 1 6 2 】

「コントロール引受け」キー 4 6 7 は、操縦スタンドを確認し、引き受けるために設けられている。要求された際「コントロール引受け」キー 4 6 7 のランプが点滅する。この表示が連続光で発光する場合、正にこの制御スタンドは活きている。この表示はブリッジ上で作動中の補助スタンドを区別するのに役立つ。

【 0 1 6 3 】

左舷及び右舷 S S P の操縦レバー 4 7 0 は、駆動装置に回転数及びスラスト方向を設定するためのものである。個々の操縦スタンド、即ち非常操縦スタンド、ブリッジ等の操縦レバーは電気軸を介して互いに接続されている。これによりスラスト方向並びにスラスト方向に選択されてない操縦スタンドのプロットが行われる。タンデムモードにおいて両駆動装置の電気軸は互いに結合される。スラスト及び方向についての目標値の設定は、両駆動装置に対し 1 つの操縦レバーを用いて行われる。推進駆動システムの制御装置の選択された上位の制御系、例えばトラックノスピードパイロットやジョイスティックにより、操縦レバーは回転数及びスラスト方向に対する基準に応じ修正される。ブリッジの操縦スタンドの入出力装置の操縦レバーは、ジョイスティック又はトラックノスピードパイロット運転の間優先機能を持っている。操作員は、ジョイスティックやトラックノスピードパイロット運転の間操縦レバー 4 7 0 を介し、航行運転に係われる。

【 0 1 6 4 】

図 6 に示すとおり、「非常テレグラフ」キーを介して、航行指令を船橋側の操縦スタンドから E C R 又は非常操縦スタンドに伝達できる。E C R 又は非常操縦スタンドでは、キーテレグラフの指令に従わねばならない。E C R 又は非常操縦スタンドでは、ブリッジの指令が確認されるまでの間、音響信号が響き渡る。操縦スタンドは、その場合、図 6 に示し、既に説明したように、リングバス 9 0 を介して交信のために互いに接続される。

【 0 1 6 5 】

各駆動装置に対し非常停止キー 4 7 1 が設けられ、これは保護カバーにより意思に反して操作されないよう保護されている。非常停止は、活動中の各操縦スタンドに無関係である。キー 4 7 1 が押されると、これは点滅により示される。

【 0 1 6 6 】

図 7 による制御装置ブリッジ側の操縦スタンドの入出力装置の上部領域に、左舷及び右舷の S S P の軸回転数、軸出力及び舵状態の表示部がある。この表示部は、凡そ 1 4 4 × 1 4 4 mm の大きさを持ち、共通の調光装置により調光可能である。この装置は、制御装置の入出力装置に組み込まれており、図中 4 7 2 の符号で示されている。

【 0 1 6 7 】

ブリッジの操縦スタンドの中央に配置された制御輪により、両 S S P に制御指令が与えられる。この制御輪の活動している制御スタンドでは、S S P の最大回転角は凡そ + / - 3 5 % に制限される。活動中の操縦スタンドでは、キー「コントロール引受け」4 6 7 のランプが連続光を発する。ブリッジ側の主操縦スタンドから制御輪操縦スタンドへの交替は主操縦スタンドを介して行う。この選択時キー「コントロール引受け」4 6 7 のランプが点滅する。操縦スタンドが「コントロール引受け」キー 4 6 7 の確認により引き受けた際、ランプは連続光に移行する。

【 0 1 6 8 】

図 8 は非常操縦スタンドの入出力装置の 1 つの実施例を示す。図 8 から分かるように、非常操縦スタンドの入出力装置の入出力要素は、図 7 に示す船橋側の操縦スタンドの入出力装置の各々よりも少ないが、非常制御に必要な機能は図 8 による非常操縦スタンドの入出力装置で実現されている。

【 0 1 6 9 】

図 7 で設けたアナログ値 4 1 3 の代わりに、図 8 の非常操縦スタンドの入出力装置は両駆

10

20

30

40

50

動装置の軸出力の実際値を表示すべく指針形計器を備え、この計器はSSP位置の軸回転数の実際値に対する表示に応じ、凡そ96×96mmのフォーマットを持っている。

【0170】

既に説明したように、種々の操縦スタンドの入出力装置のモジュールは、制御装置、調節装置、方位角モジュール、推進モジュール、制御装置の各種モジュール並びに駆動装置の原動機等と相互にリングバスシステムを介して接続されている。この結果、各種モジュール間の極めて容易な交信が可能であり、更に入出力側で同時に表示した場合、同時に値の応答を対話型で行うことが可能である。

【0171】

図9は制御装置の非常操縦スタンドの入出力装置の異なる実施例を示す。この実施例は、例えば船尾に配置した、所謂「非常コントロールステーション」である。図9の制御装置の入出力装置は、その場合、同様にリングバスシステムを介して船の推進駆動システムの各種モジュールと接続されている。更に、この入出力装置は駆動原動機、方位角モジュール、推進モジュール等の制御のためにこれらに直接接続されているので、例えばリングバスシステムが故障しても、図9による非常操縦スタンド側で推進駆動システムの制御が不能になることはない。更に、非常操縦スタンドの入出力装置の直接配線は、推進駆動システムの各種モジュールの冗長性を持つ交信結合を可能にする。

10

【0172】

図9の非常操縦スタンドは、左舷及び右舷のSSPのその場での制御のための操作要素を備えている。個々には表示部及びキーは次の機能を持っている。

20

【0173】

既に上述した「非常テレグラフ」を介して船橋側の操縦スタンドの航海指令が図9の非常操縦スタンドに伝達される。非常操縦スタンドではキーテレグラフ475の指令に従わなければならない。

【0174】

非常操縦スタンドの入出力装置側で両駆動装置に対する軸回転数及びスラスト方向の実際値が表示される。この表示部は、その場合、図9に示し、既に図7及び8と関連して説明したように、凡そ96×96mmのフォーマットを持つ。

【0175】

動作中の非常操縦スタンドにおいて軸回転数の表示部の下側のキーは回転数制御のために解錠される。回転数を上下すべくキーを操作すると、対応のキーが光る。ランプは、非常操縦スタンド（非常コントロールステーション（ECS））における指令が解かれたときにのみ発光する。ブリッジ側の走行レバーはそれに応じて修正される。

30

【0176】

スラスト方向の実際値の表示部下にある、左舷及び右舷の回転のためのキーを操作すると対応のキーが光る。ランプは、非常操縦スタンド（ECS）における指令が解かれたときにのみ発光する。キーは制御スタンドとして選択された非常操縦スタンドでのみ働く。ブリッジ側の制御レバーがそれに応じて修正される。

【0177】

図9の非常操縦スタンドにおける入出力装置の、「コントロールステーション」として示す領域476には、制御スタンドとして動作中を選択し、表示するためのキー及び表示部が配置されている。

40

【0178】

「ブリッジコントロール」の表示477は、船橋側の作動中の走行スタンドを示す。

【0179】

「ECRコントロール」表示478は、機械室（ECREンジン管制室）の作動中の操縦スタンドを示す。

【0180】

表示479は、非常操縦スタンド（ECS、非常コントロールステーション）の活動中の操縦スタンドを示す。この表示479が連続光で発光するとき、その非常操縦スタンドは

50

活きている操縦スタンドである。船橋の操縦スタンド 1 の遠隔操作は不可能である。

【 0 1 8 1 】

表示「 P O D コントロール」 4 8 0 は、 P O D に制御スタンドが選ばれて、活動中であることを示す。遠隔操作は不可能である。

【 0 1 8 2 】

選択スイッチ「選択器 R E M / E C S」 4 8 1 で、操縦スタンド「 E C S」が選択され又はその選択が解除される。

【 0 1 8 3 】

「方位角コントロール」で示す領域には、方位角固定のための操作及び警告のために設けられているキー及び表示部が配置されている。

10

【 0 1 8 4 】

「油圧ポンプ」のキー 4 8 3 は、 S S P 方位角制御の油圧系のポンプの選択及び運転状態を表示する。このキーは選択された非常操縦スタンドにおいてのみ解錠される。

【 0 1 8 5 】

「油圧 - 故障」表示 4 8 4 は、 S S P 方位角固定用の油圧系の故障を示す。表示はここでは舵作用の消失を意味する。

【 0 1 8 6 】

「集合的故障」表示 4 8 5 は集合警告信号である。この表示は船の推進駆動システム側に少なくとも 1 つの故障或いは S S P ハウジング内の補助機器に故障が発生したときに発光する。

20

【 0 1 8 7 】

「ブレーキアクティブ」キー 4 8 6 で駆動装置の軸制動が入れられ、解除される。軸制動は、駆動装置の両変換器が動作していないときにのみ、入れることができる。キー 4 8 6 のランプは、その場合、軸制動が入れられているかどうかの確認を与える。

【 0 1 8 8 】

「 P O D カバー」キー 4 8 7 で、 P O D 入口扉の鎖錠ボルトが再び動作する。このキーは非常操縦スタンド (E C S) が選択されかつ制動が入れられている場合にのみ操作可能である。キー 4 8 7 のランプは、その場合、鎖錠の解除を示す。

【 0 1 8 9 】

「 P O D 位置」キー 4 8 8 で、 P O D が基本位置に設定される。この基本位置は = 0 ° 上にある。 P O D が基本位置に達すると、キー 4 8 8 のランプは発光する。

30

【 0 1 9 0 】

「ファン・オン」キー 4 8 9 は P O D の換気扇を開閉する。その場合、キー 4 8 9 のランプは換気扇の状況を示す。

【 0 1 9 1 】

「ヒーター・オン」キー 4 9 0 は大文字 P U D のための加熱装置を開閉する。キー 4 9 0 はその場合その状況を表示する。

【 0 1 9 2 】

「断路バルブ」キー 4 9 1 は、第一の油圧ポンプ又は第二の油圧ポンプと油圧タンクとの間の閉鎖弁が閉じられていることを表示する。

40

【 0 1 9 3 】

「推進ユニット」 4 9 2 で示す領域には、電氣的駆動システムの操作及び警告のために設けたキー及び表示部が配置されている。

【 0 1 9 4 】

「コンバータ選択」帰依 4 9 3 は変換器 1 又は 2 の選択をする。キーを押すことにより変換器 1 又は 2 が選択され或いは選択が解除される。その場合、少なくとも 1 つの変換器 1 又は 2 が選択されねばならない。選択のために装置はその状態が終了していなければならない。

【 0 1 9 5 】

「コンバータ・ラン」表示 4 9 4 は、変換器 1 又は 2 が回路に接続され、運転準備ができ

50

ているとき、緑色連続光で発光する。

【 0 1 9 6 】

各 S S P は、エネルギーと速度制御のための 2 つのシステム（パワー及びスピードコントロール、P S U）を備える。これらシステムの責務は、電力系統の保護と駆動装置の回転数制御である。その場合、常に 1 つのシステムが動作中である。故障の場合、操作員は他方のシステムに切り換える。キー「P S U 1 / 2 S E L」4 9 6 は、活動中のパワー及びスピードコントロールシステム 1 / 2 を選択する。一方のシステムを選択すると、自動的に他方のそれが切り離される。キー 4 9 6 は、操縦スタンドにおいて非常操縦スタンド（E C S）と同様に解錠される。新しいシステムを選択のため、駆動装置を遮断せねばならない。

10

【 0 1 9 7 】

「スタート推進」キー 4 9 7 は駆動装置を自動投入するためのものである。これには再冷却装置の起動及び変換器の投入が属する。一連のスタート動作の間キー 4 9 7 の表示は緑色光で点滅する。スタート動作が終了した状態で、ランプが消える。キー 4 9 7 は、選択された非常操縦スタンドにおいてのみ解錠される。非常操縦スタンドからは、変換器だけがキー「スタート推進」4 9 7 により運転準備状態にされる。方位角固定システム及び軸制動は、「方位角制御」範囲 4 8 2 のキーにより操作されねばならない。キー 4 9 7 「スタート推進」は、軸制動が働いていないときにのみ操作可能である。

【 0 1 9 8 】

キー「停止推進」4 9 8 は駆動装置の自動的遮断のためのものである。これには再冷却装置をスタンバイ状態にし、変換器を遮断することが属する。一連の停止動作の間、キー 4 9 8 の表示は赤色光で点滅する。停止動作が終わった状態でランプは赤色連続光で発光する。キー 4 9 8 は選択された非常操縦スタンドにおいてのみ解錠される。方位角固定のための油圧ポンプを外し、軸制動を入れるのは「方位各制御」の範囲のキー 4 8 2 を付加的に操作することで行われる。

20

【 0 1 9 9 】

「推進準備 O K」の表示 4 9 9 は、駆動装置及び制御装置の運転準備ができているときに緑色連続光で現れる。一連の開始動作が完了したが、航海装置がまだ運転準備ができていないときには、キー 4 9 9 が点滅する。キー 4 9 9 のランプは停止動作の終了後に消える。

30

【 0 2 0 0 】

「推進エラー」5 0 0 の表示は、航海装置の内部の駆動装置制御が認められないときに赤色連続光で現れる。

【 0 2 0 1 】

「制御」の範囲に、非常操縦スタンドを選択し表示するためのキー及び表示部が配置されている。

【 0 2 0 2 】

「ランプテスト」のキー 5 0 1 を操作すると、当該駆動装置の全てのランプが入出力装置の振り子上で点灯し、対応する信号警報器が動作する。

【 0 2 0 3 】

「警報リセット」キー 5 0 2 でなお発している警報が元に戻される。未解決の警報はその場合点滅によって表示される。

40

【 0 2 0 4 】

制御又は操縦スタンドを引き受ける際及びキー状態を警告するため、ブザーが動作する。ブザーによる警告は、選択された非常操縦スタンド（E C S）においてのみ停止される。

【 0 2 0 5 】

各駆動装置に対しては、図 9 に示すように、非常停止キー 5 0 2 が設けられている。この非常停止は、活動中の操縦スタンドに無関係である。非常停止の際対応のキー 5 0 3 が点灯する。

【 0 2 0 6 】

50

全てのキーに両駆動装置に関係する機能、例えば操縦スタンドの切り換え或いは航海モードを導入或いは操作する際に推進駆動システムの操縦スタンドの入出力装置の図7ないし10による対応の操作ボードが左舷に対しても又右舷に対しても利用される。

【0207】

図7ないし10による入出力装置の以下のキーが両駆動装置と協働している。「緊急停止」429

「シングルモード」422

「タンデムモード」423

「ジョイスティック」423

「トラックパイロット」425

「スピードパイロット」426

「ブリッジコントロール」463

「ECRコントロール」464

「舵取り輪コントロール」466及び

「コントロール引受け」467.

【0208】

操縦スタンド側のスタート動作の実施のため、種々の条件を推進駆動システムに与えなければならない。即ち、

- ・活動中の操縦スタンドにおける操縦レバーが停止位置になければならない。
- ・「シャットダウン」基準が働いていてはならない。
- ・選択された変換器の投入準備ができていなければならない。
- ・再冷却装置が自動装置で設定された限界値以下の値になければならない。
- ・少なくとも2つの発電機が船内電気回路に接続されていなければならない。

【0209】

スタートの一連の動作は、ランプ「スタート阻止」457が連続光で点灯しているときは閉鎖される。

【0210】

スタートの一連動作は、キー「スタート推進」459により、活動中の操縦スタンドにより開始される。その場合、次のスタート順が守られる。即ち、

1. 再冷却装置をスタンバイ運転から航海運転に切り換える。
2. 軸ブレーキを弛める。
3. 油圧ポンプを始動する。
4. 選択された変換器を時間的にずらして投入する。

【0211】

スタートの一連動作の間、キー459の「スタート推進」ランプは遅い周波数で点滅する。この動作が正確に経過した後キー459のランプが消え、ランプ「推進準備OK」が緑色に点灯する。推進駆動システムはこれに伴い運転準備完了である。スタートの一連動作がエラーによって中断されると、ランプ「スタート失敗」453が点灯する。

【0212】

スタートの一連動作が図9による非常操縦スタンドで始められると、油圧ポンプは自動的にスタートせず、軸ブレーキは自動的にゆるまない。これは操作員によって方位角制御の非常操縦スタンドキーで予め行われなければならない。

【0213】

設備を遮断するためには操縦レバーは停止位置にあらねばならない。停止の一連動作においてスタート動作のステップが逆の順序で取り消される。即ち、

1. 変換器の目標値を0にする。
2. 変換器を遮断する。
3. ブレーキを入れる。
4. 再冷却装置を運転からスタンバイ運転に投入する。

【0214】

停止の一連動作の間、「推進停止」ランプ 460 は低い周波数で点滅する。第一のステップが経過した後、ランプ「推進用意 OK」が連続光になる。設備は最早運転準備状態にはあらず、全システムが遮断されている。停止の一連動作がエラーによって中断されると、ランプ「推進停止」のランプが消える。

【0215】

停止の一連動作が図 9 による非常操縦スタンドで始められると、油圧ポンプは自動的に停止せず、軸ブレーキは入らない。この操作は駆動装置の停止後、各非常操縦スタンドの操作員により付加的に行われねばならない。緊急停止は一連動作は自動的に以下の工程を行う。即ち、

1. 電力管理に対する要求を全ての発電機について開始する。
2. 回転数目標値を零に置く。
3. トルク限界を 10 % に置く。
4. 速やかにスラスト方向を調整するため第二の油圧ポンプをスタートさせる。
5. 両駆動装置を 180 ° に向けて反対方向に回転させる。
6. 約 75 ° の駆動装置の位置で、回転数目標値を定格回転数に設定する。
7. 駆動装置の位置 75 ° から 180 ° 迄トルク限界を段階的に上げていく。
8. 駆動装置の位置 180 ° において、回転数目標値を定格回転数、トルク限界を定格トルクにする。

10

【0216】

緊急停止機能が働いている限り、ランプは連続光で点灯する。

20

【0217】

緊急停止の間、船橋側の操縦スタンドの操縦レバーは修正される。

【0218】

緊急停止は、制御装置の入出力装置の 1 つで緊急停止キーを作動させることで終了する。緊急停止機能の終了後、SSP は実際の位置に留まり、回転数目標値は零にされる。緊急停止の終了後、航海装置は再び「港湾及び海上モード」にある。活動している操縦レバーは、零位置に導かれて初めて再び指令を受ける。

【0219】

「港湾モード」から「海上モード」への交替は対応のキーを介して行われる。船が「港湾モード」において決定された速度に達したときは、音響警報及び「海上モードキー」の点滅により、船の安全のために、今「海上モード」に変えたほうが有利であるとの注意が喚起される。海上モードにおいて各駆動装置に 1 つの油圧ポンプが作動しており、SSP の制御角は、特に最大 + / - 35 ° に制限される。「港湾モード」では、駆動装置は 360 ° の制限なしに回転可能で、2 つの油圧ポンプが動作する。付加的に「港湾モード」は「パワー管理」に報知される。パワー管理は「港湾モード」において動作中の全発電機を、利用されていない出力に無関係に、電気回路に接続する。

30

【0220】

操縦スタンドの交替は、既に図 6 と関連して説明したように、目標値の飛躍なしに行われる。船橋の操縦スタンド側の操縦レバーを修正することで、そして他の操縦スタンド、特に非常操縦スタンドのキー制御により手動の操縦レバーの調整は必要でない。ブリッジの活動中の操縦スタンドにおいて、回転数及びスラスト方向の目標値の設定は、ブリッジの操縦スタンド側で行われる。機械室 (ECR) 側の活きている操縦スタンドで、ECR 操縦スタンドの回転数の設定だけが行われる。スラスト方向の設定は、ブリッジの操縦スタンド側で行われる。活動中の非常操縦スタンドでは、スラスト及びスラスト方向の目標値の設定は、上述のように、共通に非常操縦スタンドのキーにより行われる。ブリッジの操縦スタンドによる指令の付与は、スラスト及びスラスト方向に関し電話をそしてスラストに関し組み込まれた非常テレグラフを介して行われる。

40

【0221】

操縦スタンドの変更は、ブリッジセンターの操縦スタンドにおける「ブリッジコントロール」キーを押すことで行われる。船橋側の入出力装置の「ブリッジコントロール」及び「

50

コントロール引受け」ランプの点滅により、変更が表示される。操縦スタンドの交替が「コントロール引受け」キーにより確認されなかった場合、その交替は何時でも「ブリッジコントロール」キーを再度操作することで中断できる。「コントロール引受け」キーを押すことで直接、例えば機械室（ＥＣＲ）側の活動中の操縦スタンドから、例えばブリッジ側の活動的に接続された操縦スタンドに切り換えられる。機械室の操縦スタンドから船橋側の操縦スタンドへの切り替えは、機械室の操縦スタンドにおいて音響警報により又「ブリッジコントロール」の点滅により通報される。制御スタンド損失は機械室側の操縦スタンドでの「ブリッジコントロール」キーの操作により受け取られる。

【 0 2 2 2 】

ブリッジ側の操縦スタンドから機械室側の操縦スタンドへの交替は、ブリッジ側の操縦スタンドにおける「ＥＣＲコントロール」キーを押すことで始まる。ブリッジ操縦スタンド側及びＥＣＲ操縦スタンドの「ＥＣＲコントロール」ランプの点滅表示により交替の開始が表示される。同時に音響信号が両操縦スタンドに交替の開始を報知する。操縦スタンドの交替がＥＣＲ操縦スタンドにおける「コントロール引受け」キーにより確認されない場合、この交替はいつでもブリッジ操縦スタンド側の「ＥＣＲコントロール」キーを再度操作することで中断できる。ＥＣＲ操縦スタンドにおける「コントロール引受け」キー押すことで、直接ブリッジ側の活性操縦スタンドから活動的にＥＣＲ操縦スタンドに切り換えられる。全操縦スタンドにおいて「ＥＣＲコントロール」ランプは連続光で表示される。ランプ「ブリッジコントロール」は全操縦スタンドにおいて消える。音響信号報知も全操縦スタンドにおいて終わる。

【 0 2 2 3 】

ＥＣＳ操縦スタンドへの変更は、ＲＥＭから非常操縦スタンドのＥＣＳへの選択スイッチ「ＲＥＭ／ＥＣＳ」を操作することで行われる。このスイッチによって非常操縦スタンドは直接制御の資格を得る。非常操縦スタンドにおける「ＥＣＳコントロール」ランプは連続光に変わる。機械室操縦スタンド（ＥＣＲ操縦スタンド）の入出力装置（ＥＣＲパネル）に、光学的及び音響的信号による警告がでる。ＥＣＲパネルの「ＥＣＲコントロール」ランプは消灯する。ランプ「ＥＣＳコントロール」は、制御スタンドの不動作がＥＣＲパネル上の「ＥＣＳコントロール」キーで受信される迄、ＥＣＲパネル上で点滅する。この受取により音響的警報も終わる。ＥＣＲパネル上の「ＥＣＳコントロール」ランプは連続光を放つ。ブリッジ側の操縦スタンドには「ＥＣＳコントロール」ランプが連続光を発し、「ＥＣＲコントロール」ランプは消える。

【 0 2 2 4 】

ブリッジ上の制御スタンドの不動作は、ブリッジの操縦スタンド側から入出力装置上の光学的及び音響的信号報知により警報される。ブリッジ操縦スタンドの入出力装置の「ブリッジコントロール」ランプは消える。ランプ「ＥＣＳコントロール」はブリッジ操縦スタンドの入出力装置上で、制御スタンド不動作がブリッジ操縦スタンド側の「ＥＣＳコントロール」キーで受け取られる迄点滅する。この受取りにより音響信号も終わる。ブリッジ操縦スタンド側の「ＥＣＳコントロール」ランプは連続光を持つ。ＥＣＲ操縦スタンドにおいてランプ「ＥＣＳコントロール」は連続光を発し、ランプ「ブリッジコントロール」は消える。

【 0 2 2 5 】

非常操縦スタンドから所謂遠隔操縦スタンドへの変更は、選択スイッチ「ＲＥＭ／ＥＣＳ」をＥＣＳから非常操縦スタンドのＲＥＭに操作することで行う。非常操縦スタンドから遠隔操縦スタンドへの変更時、ブリッジ及び機械室（ＥＣＲ）の操縦スタンドが同時に選択される。ブリッジではランプ「ブリッジコントロール」が点滅し、音響的警告が生ずる。ＥＣＲ操縦スタンドではランプ「ＥＣＲコントロール」が点滅し、同様に警報音が響き渡る。ブリッジ操縦スタンド側から制御をブリッジ側の操縦スタンドの入出力装置における「ブリッジコントロール」キーを操作することで引き受けると、ランプ「ブリッジコントロール」は連続光に移行し、警報器が鳴り止む。それによりブリッジ側の操縦スタンドは指令を持つ。ＥＣＲ操縦スタンドでは点滅中のランプ「ＥＣＲコントロール」が消灯し

、「ブリッジコントロール」ランプが点灯する。警報器も同様に鳴り止む。E C R 操縦スタンドが E C R 操縦スタンドの入出力装置の「E C R コントロール」キーを操作することで制御を引き受けると、「E C R コントロール」ランプが連続光に移り、警報器が鳴り止む。これにより「E C R 操縦スタンド」は指令を受ける。ブリッジ側の操縦スタンドで点滅するランプ「ブリッジコントロール」が消え、「E C R コントロール」ランプが点灯する。警報器は同様に鳴り止む。

【 0 2 2 6 】

船橋上での操縦スタンド間の変更は、所望の操縦スタンドの「コントロール引受け」キーを操作することで行われる。これはブリッジの活動中の制御スタンドにおいてのみ可能である。

10

【 0 2 2 7 】

削減要求は以下の現象が生じた際に報知される。即ち、

- ・変圧器の巻線温度が削減要求限界に達したとき。
- ・原動機の巻線温度が削減要求限界に達したとき。
- ・変換器冷却水の温度が削減要求限界に達したとき。
- ・変換器の温度が削減要求限界に達したとき。

【 0 2 2 8 】

削減要求が無視され、値が更に悪い方に变化すると、自動的削減が始まる。これは以下の現象に対して起きる。

- ・変圧器の巻線が自動削減限界に達したとき。
- ・原動機の巻線温度が自動削減限界に達したとき。
- ・変換器冷却水の温度が自動削減限界に達したとき。
- ・変換器の温度が自動削減限界に達したとき。

20

【 0 2 2 9 】

上記の現象に付加して自動削減の報知は、二重変換器運転において 1 つの変換器が以下の理由から遮断されたときに行われる。

- ・変換器内部故障
- ・地絡
- ・変換器過熱
- ・変圧器過熱
- ・冷却装置過熱
- ・T C U^{V I I I}故障

30

【 0 2 3 0 】

以下の自動削減については、これをオーバーライドによって終わすことが可能である。即ち、

- ・変圧器の巻線温度による削減
- ・原動機の巻線温度による削減
- ・変換器冷却水の温度による削減
- ・変換器の温度による削減

40

【 0 2 3 1 】

回転数実際値が自動削減によって回転数目標値以下に抑えられた場合、オーバーライド機能は、目標値が実際値より小さいか等しいときに初めて働く。

オーバーライド機能は何時でも操作員によってスローダウン・オーバーライド・キーを再度操作することによって終わらせることができる。

オーバーライドは警報装置で報知される。

【 0 2 3 2 】

停止の要求は以下の現象において生ずる。即ち、

- ・方位角制御の両油圧ポンプの故障

自動停止は以下の現象において開始される。

- ・原動機限界温度に達したとき。

50

- ・ S S P ゴンドラに水が浸入し、これにビルジポンプで対処できないとき。
- ・ 短絡が起きたとき。
- ・ 両変換器が故障達したとき。
- ・ 変換器冷却水のコンダクタンスが限界を超過したとき。
- ・ 選択された P S U (回転数調節器) が故障したとき。

【 0 2 3 3 】

浸水のために運転を中断する際には、以下の連続動作を行う。

- 1 . 回転数目標値を 0 とする。
- 2 . 2 つの油圧ポンプを運転する。
- 3 . 駆動装置を 9 0 ° 旋回する。限界回転数に達したら、直ちに軸ブレーキを入れる。
- 4 . 軸ブレーキが入れられたら、直ちに変換器を遮断する。
- 5 . 軸の窒素封止を吹き飛ばす。
- 6 . 駆動装置を操縦レバー位置に旋回して戻す。
- 7 . 油圧ポンプを選択された運転モードに応じて接続する。

10

【 0 2 3 4 】

短絡により運転を遮断するときは以下の連続動作を行う。

- 1 . 両変換器を遮断する。
- 2 . 2 つの油圧ポンプを運転する。
- 3 . 駆動装置を 9 0 ° に旋回する。限界回転数に達したら、直ちに軸ブレーキをかける。
- 4 . 駆動装置を操縦レバー位置に旋回して戻す。
- 5 . 油圧ポンプを選択された運転モードに応じて接続する。

20

【 0 2 3 5 】

「機械前船 (Schiff von Mashine)」機能のために、遮断をオーバーライドする可能性がある。この可能性を提供する遮断は予告される。この予告のためにランプ「遮断」及び「遮断オーバーライド」が点滅する。操作員は、この遮断を許容するかどうか、30 秒以内に決定する。30 秒の経過後遮断が行われる。30 秒以内にオーバーライドキーを操作すると、遮断は行われない。オーバーライド機能进行操作した場合、操作員は駆動装置の起こるかも知れない損害を受容する。

【 0 2 3 6 】

以下の遮断は回避される。

- ・ 原動機限界温度に達する。
- ・ ビルジポンプで克服できない、ゴンドラへの浸水が起る。

このオーバーライドは警報装置で報知される。

【 0 2 3 7 】

変換器の再冷却装置は 3 つの運転形態を持つ。

第一の運転形態は遮断された状態である。この状態には、ポンプの起動器を「自動」から「手動」に切り換えることにより達する。手動運転では、ポンプは操作員により、必要時に遮断される。

第二の運転形態はスタンバイ運転である。再冷却装置のスタンバイ運転は、操縦装置が遮断されている（「推進停止」が働いている）ときに行う。スタンバイ運転では、再冷却装置のポンプを、冷却水のコンダクタンスを駆動装置が即刻起動できるような値に保持するために、間隔を置いて起動する。

40

第三の運転形態は操縦装置が活性化されているときの運転である。この運転形態では、2 つの冷却水ポンプの 1 つを継続的に運転する。他方のポンプは、スタンバイポンプとして機能する。

【 0 2 3 8 】

非常遮断は以下の場所で行うことができる。即ち、

- ・ ブリッジ
- ・ E C C
- ・ 左舷

50

- ・ 右舷
- ・ E C R
- ・ 変換器制御盤
- ・ E C S 非常操縦スタンド

各 S S P 駆動装置は、個々にそれに属する非常遮断機器により停止される。

【 0 2 3 9 】

非常遮断を働かせる際には、その属する駆動装置の全変換器を直ちにオフし、遮断器を開閉装置により開放する。駆動装置は機能を停止する。

【 0 2 4 0 】

各非常遮断はラッチスイッチで実行される。操作されたスイッチは点滅信号で表される。

10

【 0 2 4 1 】

過失により目標値の設定が操縦レバーで不可能なら、操作員は非常遮断制御に切り換えることができる。

【 0 2 4 2 】

S S P 位置表示の下に「左舷及び右舷への S S P の回転」キーを配置してある。回転方向は矢印で明らかにする。

【 0 2 4 3 】

上記のキーを操作するため、非常遮断制御を開始せねばならない。そのためにキー「緊急操縦」を操作せねばならない。活性化した非常遮断制御は、連続光で表示する。

【 0 2 4 4 】

20

非常制御の全てのキーは、カム及びセンター操縦スタンドに並列接続する。

【 0 2 4 5 】

非常制御運転の間、所謂時間制御が働いている。キー〈又は〉の信号が直接制御油圧の弁に導かれる。

【 0 2 4 6 】

過失により操縦レバーでの回転数目標値の設定が不可能なとき、操作員は非常遮断制御に切り換えることができる。

【 0 2 4 7 】

S S P 回転数表示の下にはキー「回転数上げ」及び「回転数下げ」が配置されている。この指令は矢印によって明らかにされる。

30

【 0 2 4 8 】

上記のキーを操作するため、非常遮断制御を開始せねばならない。開始するには、キー「非常スピードコントロール」を操作せねばならない。開始した非常遮断制御を連続光で表示する。

【 0 2 4 9 】

非常制御の全てのキーは、カム及びセンター操縦スタンドに並列接続する。

【 0 2 5 0 】

非常制御運転の間、所謂時間制御が働いている。キー〈又は〉の信号を直接回転数制御のための機器モジュールの入力端に導く。

【図面の簡単な説明】

40

【図 1】 均一冗長性をもつ推進駆動システムの概略構成図を示す。

【図 2】 部分冗長性をもつ推進駆動システムの概略構成図を示す

【図 3】 本発明による推進駆動システムの電動駆動装置のブロック図を示す。

【図 4】 本発明による推進駆動システムの電動駆動装置の異なるブロック図を示す。

【図 5】 本発明による推進駆動システムの電動駆動装置の他のブロック図を示す。

【図 6】 本発明による推進駆動システムを、制御装置の操縦スタンド間のバスシステムを介する接続に関して示す原理図である。

【図 7】 本発明による推進駆動システムの操縦スタンドの入出力装置の一実施例を示す。

【図 8】 本発明による推進駆動システムの操縦スタンドの入出力装置の異なる実施例を

50

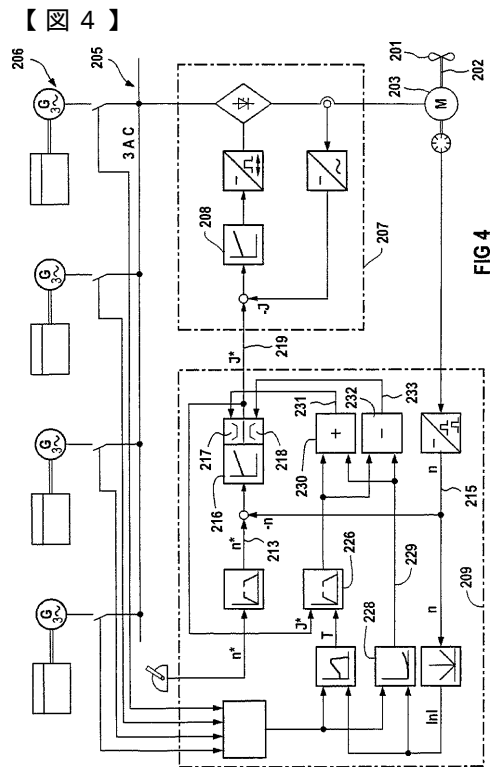
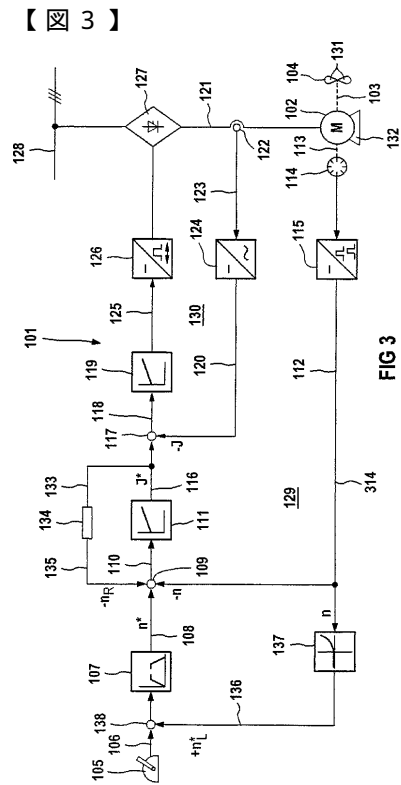
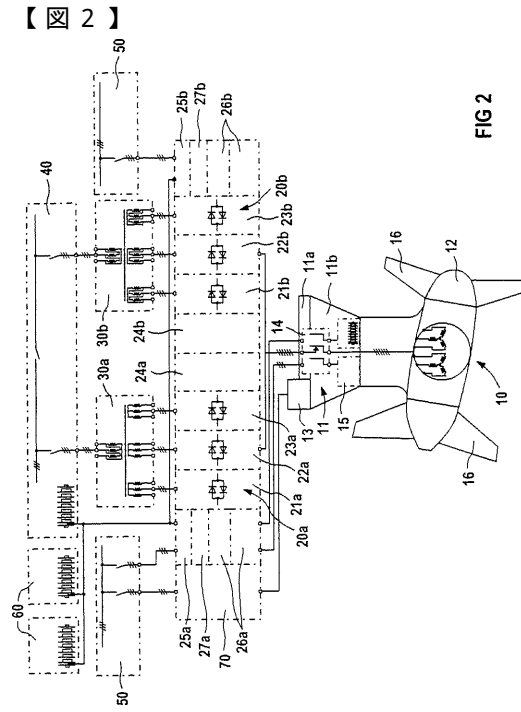
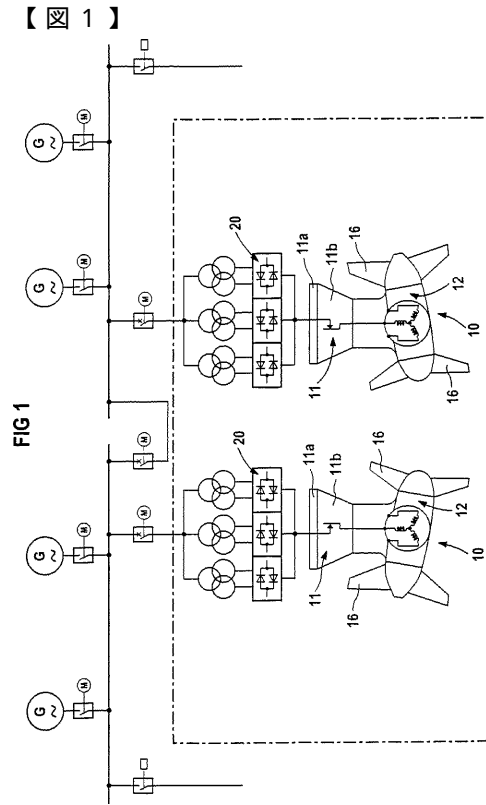
示す。

【図 9】 本発明による推進駆動システムの非常操縦スタンドの入出力装置の一実施例を示す。

【図 10】 図 7 による入出力装置の詳細を示し、10 a はその実物を写真図で、10 b はブロック図で示す。

【符号の説明】

10	ラダープロペラ	
11	方位角モジュール	
12	推進モジュール	
14	エネルギー伝達装置	10
16、131	推進器の羽根	
20、20a、20b、127、207、306	電力変換器（変換器）	
21a、21b、22a、22b、23a、23b	電力用半導体素子	
24a、24b	再冷却装置	
25a、25、26a、26b	制御装置	
27a、27b	保安装置	
30a、30b	変換器用変圧器	
40、50	開閉装置	
60	監視装置	
70	方位角制御装置	20
101	電動駆動装置のブロック回路	
102、203	推進器電動機	
103、202、302	駆動軸	
104、201、301、301	推進器	
105	エンジンテレグラフ	
107、226、331	ランプ関数発生器	
111、315	回転数調節器	
114	インクレメンタル発信器	
119、208	電流調節器	
124	測定変換器	30
126	制御器	
132	固定部	
133、134、135	負帰還部	
137、228、319	特性曲線発生器	
205	船内電気回路	
206	ディーゼル発電機	
209	回転数制御装置	
216	装置調節器	
217、218	電流値制限ユニット	
230、232	オフセット回路	40
305	船内電気回路	
309	入力装置	



【 図 5 】

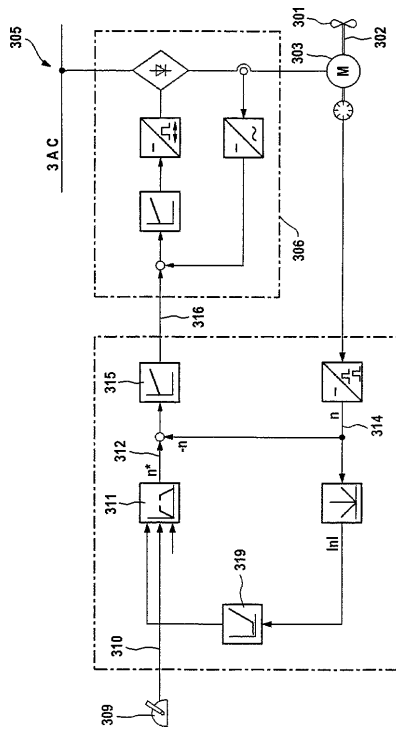


FIG 5

【 図 6 】

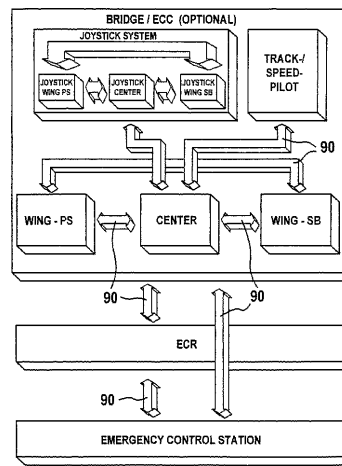


FIG 6

【圖 7】

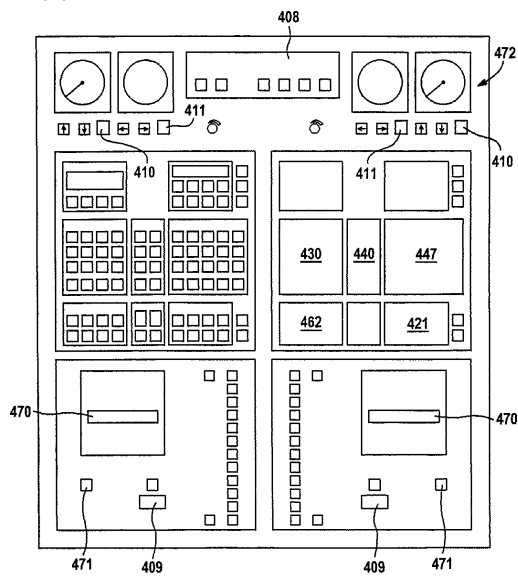


FIG 7

【 図 8 】

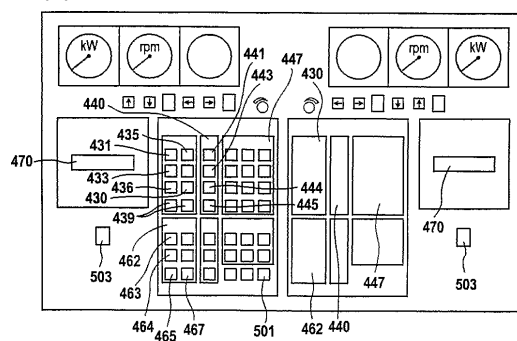
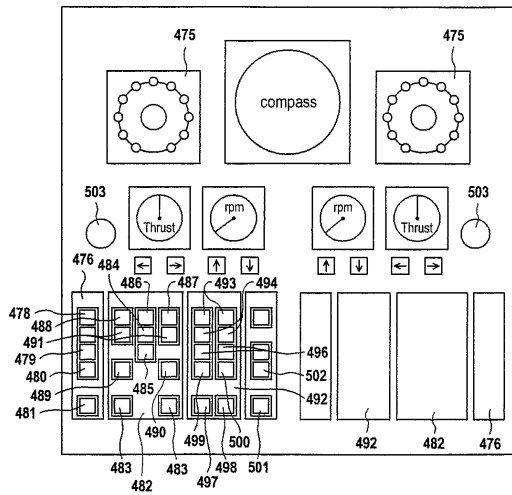
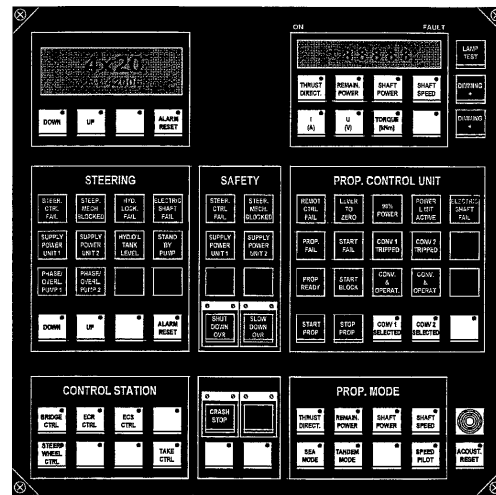


FIG 8

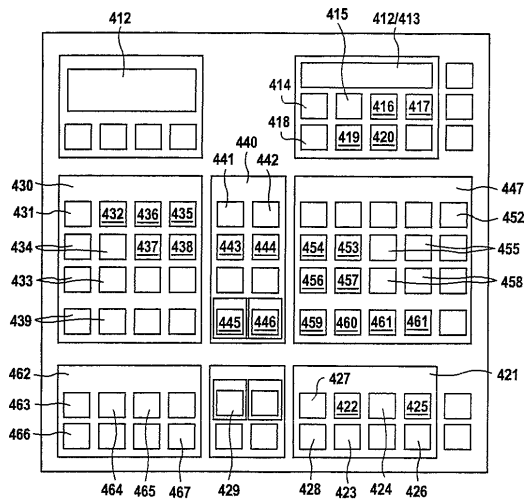
【 図 9 】



【図 10 a】



【 図 1 0 b 】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 100 11 601.9
(32)優先日 平成12年3月10日(2000.3.10)
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)
(31)優先権主張番号 100 11 602.7
(32)優先日 平成12年3月10日(2000.3.10)
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)
(31)優先権主張番号 100 11 609.4
(32)優先日 平成12年3月10日(2000.3.10)
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)

(72)発明者 ルツァトキ、ヴォルフガング
ドイツ連邦共和国 デー 2 1 5 0 9 グリンデ グローテーゲン 4 エー
(72)発明者 ガイル、ギュンター
ドイツ連邦共和国 デー 2 8 2 7 7 ブレーメン オルデマンシュトラッセ 3
(72)発明者 ヘス、シュテファン
ドイツ連邦共和国 デー 2 0 1 4 6 ハンブルク グリンデルホーフ 1 9

審査官 水野 治彦

(56)参考文献 米国特許第05417597(US, A)
国際公開第97/049605(WO, A1)
米国特許第05642270(US, A)
米国特許第04678439(US, A)
SIEMENS-SCHOTTEL, 1997年 3月

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)
B63H 25/42
B63J 99/00