

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6665013号
(P6665013)

(45) 発行日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(24) 登録日 令和2年2月21日(2020.2.21)

(51) Int.Cl.		F 1			
B 6 3 B	1/08	(2006.01)	B 6 3 B	1/08	Z
B 6 3 B	1/38	(2006.01)	B 6 3 B	1/38	

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-71336 (P2016-71336)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成28年3月31日 (2016. 3. 31)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2017-178181 (P2017-178181A)		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(43) 公開日	平成29年10月5日 (2017. 10. 5)	(74) 代理人	100092978
審査請求日	平成31年3月25日 (2019. 3. 25)		弁理士 真田 有
		(72) 発明者	窪田 雅也
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	川淵 信
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		審査官	川村 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ツインスケグ船の船底構造及びツインスケグ船

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一対のスケグと、
前記一対のスケグの船尾側に個別に設置され、互いに内回りに回転するプロペラと、
前記一対のスケグの相互間において前記船底に形成され、前記船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面とを備えた、ツインスケグ船の船底構造であって、

前記傾斜面の横断面は、

第1位置では、前記船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、

前記第1位置よりも前記船尾側の第2位置では、前記船体幅方向に間隔をあけて設けられ上方に凹んだ一対の凹状部と、前記一対の凹状部の相互間に設けられ下方に凸となる凸状部とを有する起伏形状に形成され、

前記凸状部は、湾曲状凸状部であり、

前記第2位置は、前記プロペラから前記プロペラの直径の0.5倍だけ前方の位置と、
前記プロペラから前記プロペラの直径の1.5倍だけ前方の位置との間において設定され、

前記プロペラと前記第2位置との間の範囲において、下式[1]により規定される挟り深さの最大値が、計画吃水の4%以上且つ6%以下である

ことを特徴とする、ツインスケグ船の船底構造。

$$\text{挟り深さ} = (\text{前記凹状部の上端の高さ}) - (\text{前記凸状部の下端の高さ}) \dots [1]$$

【請求項 2】

船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一対のスケグと、
 前記一対のスケグの船尾側に個別に設置され、互いに内回りに回転するプロペラと、
 前記一対のスケグの相互間において前記船底に形成され、前記船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面とを備えた、ツインスケグ船の船底構造であって、

前記傾斜面の横断面は、

第 1 位置では、前記船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、

前記第 1 位置よりも前記船尾側の第 2 位置では、前記船体幅方向に間隔をあけて設けられ上方に凹んだ一対の凹状部と、前記一対の凹状部の相互間に設けられ下方に凸となる凸状部とを有する起伏形状に形成され、

前記凸状部は、前記船体幅方向で中央に平坦面を備えたステップ状凸状部であり、

前記第 2 位置は、前記プロペラから前記プロペラの直径の 0.5 倍だけ前方の位置と、前記プロペラから前記プロペラの直径の 1.5 倍だけ前方の位置との間において設定され、

前記プロペラと前記第 2 位置との間の範囲において、下式 [2] により規定される挟り深さの最大値が、計画吃水の 4 % 以上且つ 6 % 以下であることを特徴とする、ツインスケグ船の船底構造。

挟り深さ = (前記凹状部の上端の高さ) - (前記平坦面の高さ) ... [2]

【請求項 3】

船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一対のスケグと、
 前記一対のスケグの船尾側に個別に設置され、互いに内回りに回転するプロペラと、
 前記一対のスケグの相互間において前記船底に形成され、前記船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面とを備えた、ツインスケグ船の船底構造であって、

前記傾斜面は、

第 1 位置では、前記船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、

前記第 1 位置よりも前記船尾側の第 2 位置では、前記プロペラよりも前記船体幅方向のセンターライン側に上端が配置されると共に上方に凹んだ単一の凹状部を有する凹形状に形成され、

前記第 2 位置は、前記プロペラから前記プロペラの直径の 0.5 倍だけ前方の位置と、前記プロペラから前記プロペラの直径の 1.5 倍だけ前方の位置との間において設定され、

前記プロペラと前記第 2 位置との間の範囲において、下式 [3] により規定される挟り深さの最大値が、計画吃水の 4 % 以上且つ 6 % 以下であることを特徴とする、ツインスケグ船の船底構造。

挟り深さ = (前記凹状部の上端の高さ) - (前記横断面における、前記プロペラの回転中心よりもプロペラ半径だけ前記内側の位置における高さ) ... [3]

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の船底構造を備えたことを特徴とする、ツインスケグ船。

【請求項 5】

前記船底に気泡を噴出する空気潤滑システムを備えたことを特徴とする、請求項 4 に記載のツインスケグ船。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一対のスケグと、スケグの船尾側に個別に設置されたプロペラとを備えた、ツインスケグ船の船底構造及びツインスケグ船に関する。

【背景技術】

【0002】

船底の船尾側（後ろ側）に、下方に向けて突出したスケグを船体幅方向に間隔をあけて

10

20

30

40

50

左右一対に設け、これらのスケグの後ろ側にプロペラを配置したツインスケグ船が知られている。ツインスケグ船では、スケグの相互間に、船尾側に向かって上方に傾斜する傾斜面（以下「船尾傾斜面」とよぶ）を船底に設け、この船尾傾斜面と両スケグとの相互間に、トンネル状の船底凹部が形成されている。

船底凹部を形成することで、航行時、船尾傾斜面に沿って後方のプロペラに向かって上昇する水の上昇流が得られる。両プロペラは内回り、つまり、両プロペラの相互間の上昇流に対向して下向きに回転するので、これによって推進効率を向上することができる。

【 0 0 0 3 】

また、推進効率を向上する技術として、船首側から船尾側に向かう気泡流を発生させて、船底を気泡流で覆うことにより船体摩擦抵抗を低減する空気潤滑システムが知られている。空気潤滑システムを使用して船体摩擦抵抗（推進抵抗）を低減することにより、推進効率を向上することができる。

ツインスケグ船においても、空気潤滑システムを装備したものが種々開発されている（例えば特許文献 1 ）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 0 1 1 1 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

ツインスケグ船では、上述したように左右のスケグの相互間に船尾傾斜面を設けてプロペラに向かう水の上昇流を形成することで推進効率を向上させているが、より一層の推進効率の向上が要望されている。

また、ツインスケグ船において空気潤滑システムを装備した場合、プロペラ相互間の船底凹部により、気泡が水流と共にプロペラ相互間へと案内され、且つ、その形状（トンネル状の凹部）により気泡流の逃げ道がなくなる（つまり気泡流がプロペラ外方に反れて流れることが規制される）ため、気泡流がプロペラに流入しやすい。気泡流がプロペラに流入すると、キャビテーションが増加して、それに伴うリスク（プロペラのエロージョン、変動圧増加による船体の振動や騒音）が高くなるおそれがある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、推進効率を向上できるようにした、ツインスケグ船の船底構造及びツインスケグ船を提供することを目的とする。

また、本発明は、空気潤滑システムにより船底に噴出された気泡が、プロペラへ流入することを抑制できるようにした、ツインスケグ船の船底構造及びツインスケグ船を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

（ 1 ）上記の目的を達成するために、本発明のツインスケグ船の船底構造は、船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一対のスケグと、前記一対のスケグの船尾側に個別に設置され、互いに内回りに回転するプロペラと、前記一対のスケグの相互間において前記船底に形成され、前記船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面とを備えた、ツインスケグ船の船底構造であって、前記傾斜面の横断面は、第 1 位置では、前記船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、前記第 1 位置よりも前記船尾側の第 2 位置では、前記船体幅方向に間隔をあけて設けられ上方に凹んだ一対の凹状部と、前記一対の凹状部の相互間に設けられ下方に凸となる凸状部とを有する起伏形状に形成され、前記凸状部は、湾曲状凸状部であり、前記第 2 位置は、前記プロペラから前記プロペラの直径の 0 . 5 倍だけ前方の位置と、前記プロペラから前記プロペラの直径の 1 . 5 倍だけ前方の位置との間において設定され、前記プロペラと前記第 2 位置との間の範囲において、下式 [1] により規定される挟み深さの最大値が、計画吃水の 4 % 以上且つ 6 % 以下であることを特徴としてい

る。

挟り深さ = (前記凹状部の上端の高さ) - (前記凸状部の下端の高さ) ... [1]

【 0 0 1 1 】

(2) 本発明のもう一つのツインスケグ船の船底構造は、船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一对のスケグと、前記一对のスケグの船尾側に個別に設置され、互いに内回りに回転するプロペラと、前記一对のスケグの相互間において前記船底に形成され、前記船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面とを備えた、ツインスケグ船の船底構造であって、前記傾斜面の横断面は、第 1 位置では、前記船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、前記第 1 位置よりも前記船尾側の第 2 位置では、前記船体幅方向に間隔をあけて設けられ上方に凹んだ一对の凹状部と、前記一对の凹状部の相互間に設けられ下方に凸となる凸状部とを有する起伏形状に形成され、前記凸状部は、前記船体幅方向で中央に平坦面を備えたステップ状凸状部であり、前記第 2 位置は、前記プロペラから前記プロペラの直径の 0.5 倍だけ前方の位置と、前記プロペラから前記プロペラの直径の 1.5 倍だけ前方の位置との間において設定され、前記プロペラと前記第 2 位置との間の範囲において、下式 [2] により規定される挟り深さの最大値が、計画吃水の 4 % 以上且つ 6 % 以下であることを特徴としている。

挟り深さ = (前記凹状部の上端の高さ) - (前記平坦面の高さ) ... [2]

【 0 0 1 2 】

(3) 上記の目的を達成するために、本発明のさらにもう一つのツインスケグ船の船底構造は、船底の船尾側に船体幅方向に間隔をあけて設けられた一对のスケグと、前記一对のスケグの船尾側に個別に設置され、互いに内回りに回転するプロペラと、前記一对のスケグの相互間において前記船底に形成され、前記船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面とを備えた、ツインスケグ船の船底構造であって、前記傾斜面は、第 1 位置では、前記船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、前記第 1 位置よりも前記船尾側の第 2 位置では、前記プロペラよりも前記船体幅方向のセンターライン側に上端が配置されると共に上方に凹んだ単一の凹状部を有する凹形状に形成され、前記第 2 位置は、前記プロペラから前記プロペラの直径の 0.5 倍だけ前方の位置と、前記プロペラから前記プロペラの直径の 1.5 倍だけ前方の位置との間において設定され、前記プロペラと前記第 2 位置との間の範囲において、下式 [3] により規定される挟り深さの最大値が、計画吃水の 4 % 以上且つ 6 % 以下であることを特徴としている。

挟り深さ = (前記凹状部の上端の高さ) - (前記横断面における、前記プロペラの回転中心よりもプロペラ半径だけ前記内側の位置における高さ) ... [3]

【 0 0 1 3 】

(4) 上記の目的を達成するために、本発明のツインスケグ船は (1) ~ (3) の何れかに記載の船底構造を備えたことを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

(5) 前記船底に気泡を噴出する空気潤滑システムを備えることが好ましい。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、一对のスケグの相互間において船尾側に向かって上方傾斜する傾斜面が船底に形成され、この傾斜面の横断面は、第 1 位置では、船体幅方向に沿った平坦形状に形成され、第 1 位置よりも船尾側の第 2 位置では、船体幅方向に間隔をあけて設けられ上方に凹んだ一对の凹状部と、これらの一对の凹状部の相互間に設けられ下方に凸となる凸状部とを有する起伏形状に形成されている。

これにより、傾斜面の後方に向かう上方傾斜が、スケグのそれぞれの内方に設けられた凹状部がある分だけ急傾斜となるので、傾斜面に沿ってプロペラへ流れる上昇流の上向き成分が大きくなり、上昇流に対し下向きに回転するプロペラにより高い推進力が得られ、推進効率を向上することができる。

さらに、凹状部の相互間には、凸状部が設けられているので、凸状部が存在する分だけ、スケグと傾斜面との間に形成される上昇流の流路断面積が小さくなって、その分だけ、

10

20

30

40

50

凹状部の上昇流の速度が速くなり、この点でも推進効率を向上することができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、空気潤滑システムを装備した場合には、船底に噴出された気泡が、凹状部に集まって流れるようになるので、気泡は、プロペラの外を通過して船尾側へと流れるようになり、気泡がプロペラへ流入することを抑制できる

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態としての船舶の全体構成を示す模式図であり、(a) は側面図、(b) は底面図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態としての船底構造及びその作用効果を説明するための模式図であって、位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に垂直に切断した断面形状）を示す図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。

10

【図 3】本発明の第 1 実施形態としての船底構造の作用効果を説明するための模式図であって、位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に垂直に切断した断面形状）を示す図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。

【図 4】本発明の第 2 実施形態としての船底構造及びその作用効果を説明するための模式図であって、位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に垂直に切断した断面形状）を示す図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。

20

【図 5】本発明の第 2 実施形態としての船底構造の作用効果を説明するための模式図であって、位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に垂直に切断した断面形状）を示す図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。

【図 6】本発明の第 3 実施形態としての船底構造及びその作用効果を説明するための模式図であって、位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に垂直に切断した断面形状）を示す図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。

【図 7】本発明の第 3 実施形態としての船底構造の作用効果を説明するための模式図であって、位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に垂直に切断した断面形状）を示す図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、図面を参照して、本発明の各実施の形態について説明する。なお、以下に示す各実施形態はあくまでも例示に過ぎず、以下の各実施形態で明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。以下の各実施形態の構成は、それらの趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

なお、以下の説明では、船舶 1 の船首 1 1 側（進行方向）を前方とし、船尾 1 2 側を後方とし、前方を基準に左右を定め、重力の方向を下方とし、その逆を上方として説明する。また、船体前後方向（以下「前後方向」ともいう）X と直交する水平方向を船体幅方向（以下「幅方向」又は「船幅方向」ともいう）Y とし、船幅方向 Y のセンターライン C L に近づく側を内側とし、その逆にセンターライン C L から離れる側を外側として説明する。

40

【 0 0 1 9 】

[1 . 第 1 実施形態]

[1 - 1 . 船舶の全体構成]

本発明の第 1 実施形態としての船舶の全体構成について、図 1 (a) , (b) を参照して説明する。

50

船舶 1 は、図 1 (a) , (b) に示すように、船舶 1 の本体である船体 1 0 と、船舶 1 の各種制御が行われるコントロールルーム 2 0 と、空気潤滑システム 3 0 とを備える。

船舶 1 は、ツインスケグ船であり、船底 1 3 の後部側には、下方に突出したスケグ 1 5 が、幅方向 Y に間隔をあけて、センターライン C L の左右両側に一對に設けられると共に、各スケグ 1 5 の後部に、互いに内回りするプロペラ 1 6 がそれぞれ取り付けられている。また、各プロペラ 1 6 の後方には、船体 1 0 の進行方向を定める舵 1 7 がそれぞれ設置されている。なお、プロペラ 1 6 の内回りとは、プロペラ 1 6 の上部において内側（センターライン C L 側）へ回転することである。

以下、左右のスケグ 1 5 を区別する場合には、左側のスケグ 1 5 をスケグ 1 5 L と表記し、右側のスケグ 1 5 をスケグ 1 5 R と表記する。同様に左右のプロペラ 1 6 を区別する場合には、左側のプロペラ 1 6 をプロペラ 1 6 L と表記し、右側のプロペラ 1 6 をプロペラ 1 6 R と表記する。

なお、スケグ 1 5 L , 1 5 R の形状及び配置、並びに、プロペラ 1 6 L , 1 6 R の配置など、船体 1 0 の基本的な構造はセンターライン C L に対して対称である。

【 0 0 2 0 】

空気潤滑システム 3 0 は、船底 1 3 から空気を噴出して船底 1 3 と水面との境界に気泡 1 0 0 の流れを発生させ、この気泡流 1 0 0 により船底 1 3 を覆う気泡層を形成することで航行する船体 1 0 の摩擦抵抗を低減するものである〔図 1 (a) , (b) では気泡 1 0 0 を一部のみ示す〕。

具体的には、空気潤滑システム 3 0 は、例えばプロアやコンプレッサにより構成される空気供給源 3 1 と、船底 1 3 の船首 1 1 寄りに設置された複数の気泡噴出部 3 3 と、空気供給源 3 1 と各気泡噴出部 3 3 とを繋ぐ空気供給通路 3 2 とを備えて構成され、空気供給源 3 1 を作動させることで、各気泡噴出部 3 3 から船尾 1 2 に向けて気泡 1 0 0 が噴出される。

【 0 0 2 1 】

また、船底 1 3 のスケグ 1 5 L , 1 5 R の相互間に、前後方向 X の中央から後方に向かって上方に傾斜する傾斜面（以下「船尾傾斜面」とも呼ぶ） 1 3 1 が設けられており、船尾傾斜面 1 3 1 とスケグ間 1 5 L , 1 5 R との相互間に、トンネル状の凹所 1 3 2 が形成されている。

【 0 0 2 2 】

[1 - 2 . 船底構造]

船底 1 3 の船尾傾斜面 1 3 1 に関して、図 1 (a) , (b) に加え図 2 (a) , (b) を参照してさらに説明する。

図 1 (a) , (b) に示す位置（第 2 位置） A 及び位置（第 1 位置） B は、後述するように船尾傾斜面 1 3 1 の形状を規定するための位置である。

位置 A は、位置 B よりも後方の位置であって、プロペラ 1 6 の前後方向 X に関する位置（以下「プロペラ位置」と呼ぶ） P よりも所定距離 L A だけ前方の位置として定義され、位置 B はプロペラ位置 P よりも所定距離 L B だけ前方の位置として定義される。

ここで、プロペラ位置 P とはプロペラ 1 6 の前後方向の中心 L P の位置をいう。また、所定距離 L A は、プロペラ 1 6 の直径 D p の 0 . 5 倍 ~ 1 . 5 倍の範囲で設定される（ $D p \times 0 . 5 \leq L A \leq D p \times 1 . 5$ ）。所定距離 L B は、これに限定されるものではないが例えば船長 L 0 の 1 0 % として設定される（ $L B = L 0 \times 0 . 1$ ）。なお、図 1 では便宜的に所定距離 L B を長めに示している。

【 0 0 2 3 】

図 2 は位置 A , B における横断面形状（前後方向 X に対して垂直に切断した断面形状）を示す模式図であり、位置 A における横断面形状を実線で示し、位置 B における横断面形状を破線で示す。なお、符号 1 6 X は、プロペラ 1 6 が回転時に描くプロペラ面である。

船底 1 3 の船尾傾斜面 1 3 1 は、図 2 に示すように、位置 B では平坦な形状をしており、センターライン C L を含む中央部が平坦部 1 3 1 f として形成されている。平坦部 1 3 1 f は、例えばセンターライン C L を中心にプロペラ直径 D p と同じ長さの幅寸法 W f を

10

20

30

40

50

有している ($W_f = D_p$)。

【0024】

これに対し、位置Aでは、位置Bよりも鉛直上方において、センターラインCLを含む中央部が下方に凸となる凸状部131aを有しており、凸状部131aを有することで、凸状部131aとスケグ15Lとの間、及び、凸状部131aとスケグ15Rとの間にそれぞれ窪み部（凹状部）131bが形成されている。換言すれば、位置Aでは、船尾傾斜面131は、各スケグ15の内側にそれぞれ窪み部131bが形成され、窪み部131b、131bの相互間に凸状部131aが形成された起伏形状とされている。

本実施形態では、凸状部131aは、センターラインCLに下端131a_btmを有する湾曲形状の凸状部であり、各窪み部131bは、スケグ15の内壁面15inに建設され、スケグ15の内側の付け根部に設けられた湾曲形状の凹状部である。

10

【0025】

なお、本実施形態では、船尾傾斜面131の横断面形状は、前後方向Xに沿って連側的に変化し、B位置の横断面形状から後方になるにしたがってA位置の横断面形状へと徐々に変化する。また、本実施形態では、A位置からプロペラ面Pにかけての船尾傾斜面131の横断面形状は、A位置の横断面形状と同様に、窪み部の相互間に凸状部が形成された起伏形状とされている。

【0026】

そして、プロペラ位置Pと位置Aとの間の範囲RA（図1（b）参照）において、下式（1）により求めた横断面形状の挟り深さ h_1 の最大値が、計画吃水 h_0 （図1（a）参照）の4%以上且つ6%以下になるように設定される。

20

下式（1）中の h_1a は、横断面形状における凸状部131aの下端131a_btmの高さ（換言すれば横断面形状におけるセンターラインCL上の船底13の高さ）である。下式（1）中の h_1b は、横断面形状における窪み部131bの上端131b_tpの高さ（換言すれば、横断面形状における船底13の最大高さ）である。

$$h_1 = h_1b - h_1a \cdots (1)$$

なお、計画吃水 h_0 とは、計画上の吃水であり、実航行時に想定される代表的な積載重量時の喫水をいう。

また、図2では、凸状部131aの下端131a_btmの高さ h_1a 及び窪み部131bの上端131b_tpの高さ h_1b を、プロペラ16の回転中心Cpの高さを基準として示している。

30

【0027】

[1-3. 作用・効果]

本発明の第1実施形態によれば、図1及び図2に示すように、船尾傾斜面131を、位置Bでは平坦な形状とし、位置Bよりも後方の位置Aでは、プロペラ16が取り付けられたスケグ15の直ぐ内側に窪み部131bをそれぞれ形成した。これにより、船尾傾斜面131の後方に向かう上方傾斜が、窪み部131bの深さ（挟り深さ） h_1 分だけ急傾斜となる。これにより、船尾傾斜面131に沿って位置Bから位置Aに向かって（つまり後方に向かって）プロペラ16へ流れる上昇流 F_{up} を、窪み部131bを設けない場合よりも強い上昇流とすることができる。

40

したがって、矢印AL, ARで示すように上昇流 F_{up} に対して対向回転するプロペラ16L, 16Rにより、窪み部131bを設けない場合よりも高い推進力が得られ、推進効率を向上することができる。

さらに、凸状部131aが設けられているので、凸状部131aが存在する分だけ、スケグ15の相互間の横断面積、すなわち上昇流 F_{up} の流路断面積が少なくなつて、その分だけ、上昇流 F_{up} を強くすることができ、この点でも推進効率を向上することができる。

【0028】

特に、範囲RA（図1（b）参照）における横断面の挟り深さ h_1 の最大値を計画吃水 h_0 の4%以上且つ6%以下に設定しているため、推進効率を最適化することができる

50

。つまり、挟り深さ h_1 が計画吃水 h_0 の 4 % 未満では、船尾傾斜面 131 の上昇角度を十分に増加することができず、推進効率を向上できるほど強い上昇流が得られない。また、挟り深さ h_1 が 6 % を越えると、船底 13 が下方に過剰に膨らんだ形状となって船底 13 の浸水面積が増加して、却って、航行時の船体 10 の抵抗が増大してしまう。

【0029】

また、図 3 に示すように、空気潤滑システム 30 の気泡噴出部 33 (図 1 参照) から噴出された気泡 100 は、船尾傾斜面 131 とスケグ間 15L, 15R との相互間に形成されたトンネル状の凹所 132 内を流れるようになるが、この気泡 100 は、プロペラ面 16X よりも上方に形成される窪み部 131b に集まって流れるようになるので、気泡 100 は、プロペラ 16 の内側斜め上方を通過して船尾側 12 へと流れるようになる。

10

したがって、気泡 100 がプロペラ 16 へ流入することを抑制できる。

【0030】

[2. 第 2 実施形態]

[2 - 1. 構成]

本発明の第 2 実施形態の船舶について、図 4 及び図 5 を参照して説明する。なお、第 1 実施形態と同一の構成要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

本実施形態は、第 1 実施形態に対し、位置 A における船尾傾斜面 131 の横断面形状の凸状部の形状が主に異なる。

具体的には、図 4 に示すように、凸状部 231a は、センターライン CL を跨ぐように形成された平坦面 231f を備え、横断面視で略台形状のステップ状凸状部として構成されている。また、凸状部 231a とスケグ 15 の内壁面 15in との間に形成される各窪み部 (凹状部) 231b の形状は、凸状部 231a が平坦面 231f を備え分だけ、第 1 実施形態の窪み部 131b に較べて幅寸法が狭くなって鋭角化している。

20

【0031】

そして、プロペラ位置 P と位置 A との間の範囲 RA (図 1 (b) 参照) において、下式 (2) により求めた挟り深さ h_2 の最大値が、計画吃水 h_0 (図 1 (a) 参照) の 4 % 以上且つ 6 % 以下になるように設定される。

$$h_2 = h_{2b} - h_{2a} \cdot \dots (2)$$

上式 (2) 中の h_{2a} は、横断面形状における平坦面 231f の高さ (なお、平坦面 231f が水平ではなく傾斜を有している場合には、平坦面 231f の平均高さ) であり、上式 (2) 中の h_{2b} は、横断面形状における窪み部 231b の上端 231b_tp の高さ (換言すれば、横断面形状における船底 13 の最大高さ) である。

30

【0032】

挟り深さ h_2 の最大値を計画吃水 h_0 の 4 % 以上且つ 6 % 以下に設定しているのは、挟り深さ h_2 が計画吃水 h_0 の 4 % 未満では、船尾傾斜面 131 の上昇角度を十分に増加することができず、推進効率を向上できるほど強い上昇流が得られず、また、挟り深さ h_2 が 6 % を越えると、窪み部 231b が過剰に大きくなって船底 13 の浸水面積が増加して、却って、航行時の船体 10 の抵抗が増大してしまうからである。

なお、図 4 では、平坦面 231f の高さ h_{2a} 及び窪み部 231b の上端 231b_tp の高さ h_{2b} を、プロペラ 16 の回転中心 Cp の高さを基準として示している。

40

この他の構成は第 1 実施形態と同様なので説明を省略する。

【0033】

[2 - 2. 作用・効果]

本発明の第 2 実施形態によれば、図 4 に示すように、船尾傾斜面 131 に凸状部 231a 及び窪み部 231b を設けると共に、範囲 RA (図 1 (b) 参照) において、横断面形状の挟り深さ h_2 の最大値が、計画吃水 h_0 の 4 % 以上且つ 6 % 以下になるように設定しているので、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

加えて、凸状部 231a を、平坦面 231f を備えて構成した分、平坦面 231f の分だけ、凸状部 231a の内容積を増やすことができるので船舶の積載可能な貨物量を増加することができる。

50

さらに、凸状部 231a を、平坦面 231f を備えて構成した分、平坦面 231f の分だけ、第 1 実施形態よりも、スケグ 15 の相互間の横断面積、すなわち上昇流 F_{up} の流路断面積が少なくなっている分だけ、上昇流 F_{up} を強くすることができ、推進効率を一層向上することができる。

【0034】

また、第 1 実施形態と同様に、図 5 に示すように、空気潤滑システム 30 の気泡噴出部 33 から噴出され、船尾傾斜面 231 に沿って流れる気泡 100 が、プロペラ面 16X よりも上方に形成される窪み部 231b に集まって流れるようになるので、気泡 100 は、プロペラ 16 の内側斜め上方を通過して船尾側 12 へと流れるようになる。

したがって、気泡 100 がプロペラ 16 へ流入することを抑制できる。さらに、窪み部 231b の幅寸法が狭くなった分、窪み部 231b の上に向く角度が相対的に鋭角化して、窪み部 231b に入り込んだ気泡 100 は窪み部 231b から外れて流れにくくなり、気泡 100 がプロペラ 16 へ流入することを一層抑制することができる。

【0035】

[3 . 第 3 実施形態]

[3 - 1 . 構成]

本発明の第 3 実施形態の船舶について、図 6 及び図 7 を参照して説明する。なお、上記各実施形態と同一の構成要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

本実施形態は、第 1 実施形態に対し、位置 A における船尾傾斜面 131 の横断面形状の凸状部の形状が主に異なる。

具体的には、図 6 に示すように、位置 A における傾斜面 131 の横断面形状は、第 1 実施形態及び第 2 実施形態のように凸状部 131a, 231a の両側に窪み部 131b, 231b がなく、単一の窪み部（凹所）331b よりなる形状となっている。窪み部 331b は、本実施形態では、プロペラ 16 よりも上方に凹んでおり、スケグ 15 の内壁面 15in に連設され、センターライン CL 上に上端 331b_tp が位置する湾曲形状となっている。つまり、窪み部 331b は、その上端がプロペラ 16 よりもセンターライン CL 側（内側）に設定されている。

【0036】

そして、プロペラ位置 P と位置 A との間の範囲 RA（図 1（b）参照）において、下式（3）により求めた挟り深さ h_3 の最大値が、計画吃水 h_0 （図 1（a）参照）の 4 % 以上且つ 6 % 以下になるように設定される。

下式（3）において、 h_{3a} は、窪み部 331b の上端 331b_tp の高さ（すなわちセンターライン CL 上の船底 13 の高さ）、 h_{3b} は、プロペラ 16 の回転中心 Cp よりもプロペラ半径（ $= 0.5 \times$ プロペラ直径 D_p ）だけ内側の位置における船底 13 の高さである。

$$h_3 = h_{3a} - h_{3b} \cdots (3)$$

なお、図 6 では、前記の高さ h_{3a} 及び h_{3b} を、プロペラ 16 の回転中心 Cp の高さを基準として示している。

【0037】

このように、挟り深さ h_3 の最大値を計画吃水 h_0 の 4 % 以上且つ 6 % 以下に設定しているので、推進効率を不具合なく最適化することができる。つまり、挟り深さ h_3 が計画吃水 h_0 の 4 % 未満では、挟り深さ h_3 が小さすぎて船尾傾斜面 331 の上昇角度を十分に増大できず、推進効率を向上できるほど、強い上昇流が得られない。また、挟り深さ h_3 が計画吃水 h_0 の 6 % を越えると、船体の船尾側における積載可能な貨物量が減少すると共に発電機等の機器配置の自由度を狭めてしまう。

この他の構成は第 1 実施形態と同様なので説明を省略する。

【0038】

[3 - 2 . 作用・効果]

本発明の第 3 実施形態によれば、図 6 に示すように、船尾傾斜面 331 に窪み部 331b を設けると共に、範囲 RA（図 1（b）参照）において、挟り深さ h_3 の最大値を、

計画吃水 h_0 の 4 % 以上且つ 6 % 以下になるように設定しているので、船体の船尾側における積載可能な貨物量が減少すると共に発電機等の機器配置の自由度を狭めてしまうといった不具合なく、第 1 実施形態と同様に、推進効率を向上することができる。

また、図 7 に示すように、プロペラ 16 よりも内側に設けられた窪み部 331b を設けると共に、挟り深さ h_3 を上記範囲で設定することで、積載可能な貨物量の減少及び機器配置の自由度の制限をそれぞれ緩和しつつ、気泡 100 を内側に寄せてプロペラ 16 へ気泡 100 が流入することを防止できる。

【0039】

[4. 変形例]

上記各実施形態では、本発明を、空気潤滑システム 30 を備えた船舶に適用した例を説明したが、本発明は、空気潤滑システム 30 を備えない船舶に適用することも可能である。本発明を空気潤滑システム 30 を備えない船舶に適用しても、推進効率を向上する効果が得られる。

【符号の説明】

【0040】

1 船舶

10, 10A 船体

13 船底

131 傾斜面

131a 凸状部

131a_btm 凸状部 131a の下端

131b 窪み部（凹状部）

131b_tp 窪み部 131b の上端

131f 平坦面

132 凹所

231a 凸状部

231f 平坦面（凸状部 231a の下端）

231b 窪み部（凹状部）

231b_tp 窪み部 231b の上端

331b 窪み部（凹状部）

331b_tp 窪み部 331b の上端

15, 15L, 15R スケグ

16, 16L, 16R プロペラ

16X プロペラ面

30 船体摩擦空気潤滑システム

33 気泡噴出部

CL 船幅方向 Y のセンターライン

CP プロペラ 16 の回転中心

A 第 2 位置

B 第 1 位置

Dp プロペラ 16 の直径

h_0 計画吃水

h_{1a} 凸状部 131a の下端 131a_btm の高さ

h_{1b} 窪み部 131b の上端 131b_tp の高さ

h_{2a} 平坦面 231f の高さ

h_{2b} 窪み部 231b の上端 231b_tp の高さ

h_{3a} 窪み部 331b の上端 331b_tp の高さ

h_{3b} プロペラ 16 の回転中心 C p よりもプロペラ半径だけ内側の位置における船底 13 の高さ

h_1 , h_2 , h_3 挟り深さ

10

20

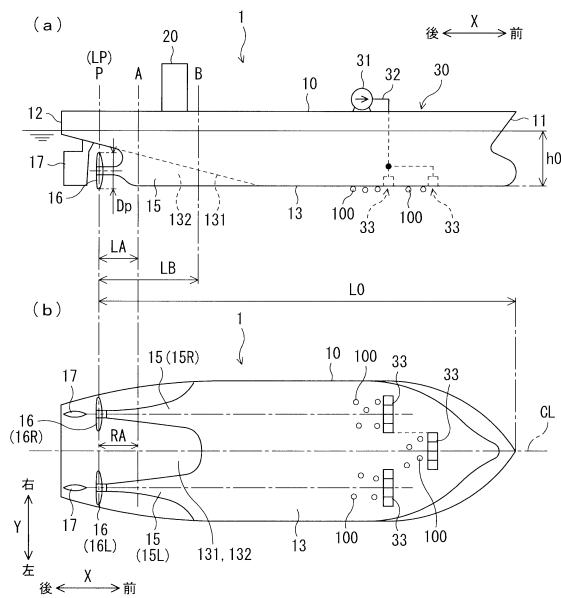
30

40

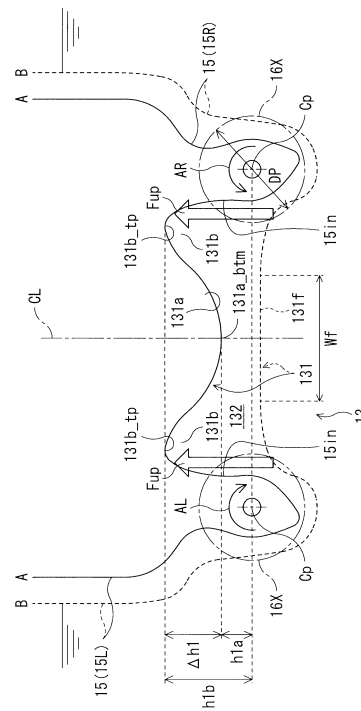
50

P プロペラ位置
L A , L B 所定距離

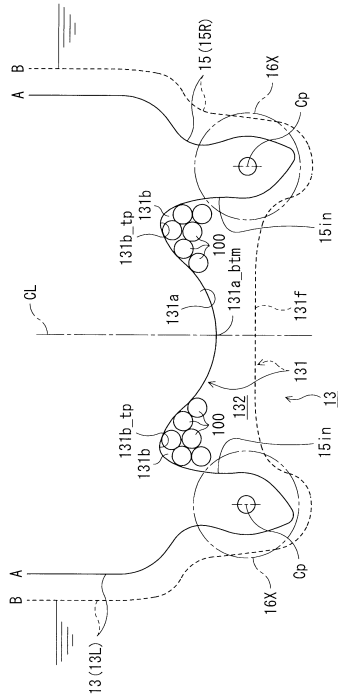
【図 1】



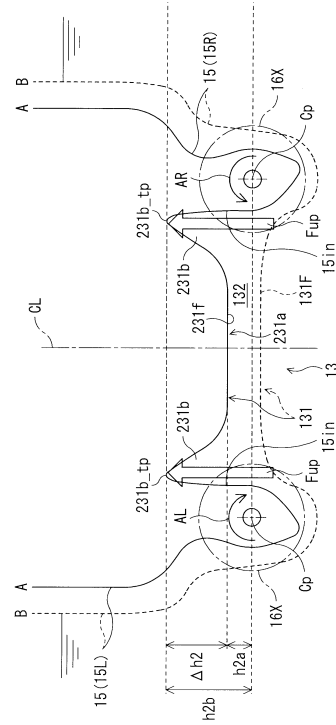
【図 2】



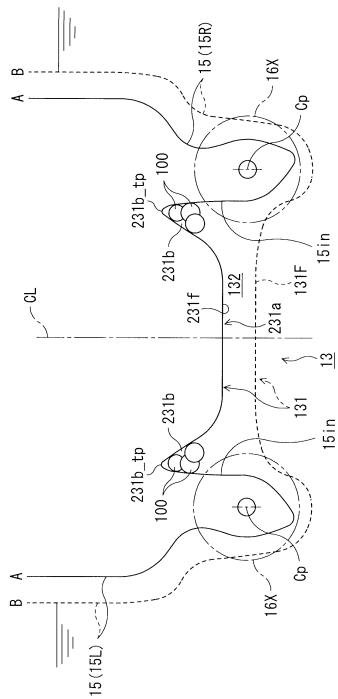
【図 3】



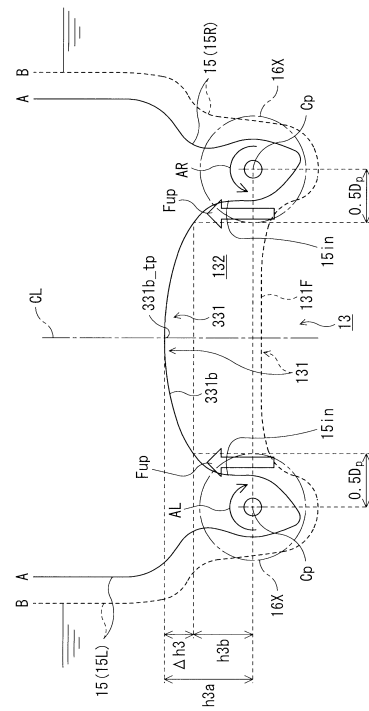
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 0 1 1 1 5 (J P , A)
特公昭 5 0 - 0 0 0 0 7 3 (J P , B 1)
特開 2 0 1 5 - 1 6 6 2 1 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 6 3 B 1 / 0 8
B 6 3 B 1 / 3 8