

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6665012号  
(P6665012)

(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.

B 6 3 B 1/38 (2006.01)

F 1

B 6 3 B 1/38

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-71335 (P2016-71335)  
 (22) 出願日 平成28年3月31日 (2016.3.31)  
 (65) 公開番号 特開2017-178180 (P2017-178180A)  
 (43) 公開日 平成29年10月5日 (2017.10.5)  
 審査請求日 平成31年3月25日 (2019.3.25)

(73) 特許権者 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号  
 (74) 代理人 100092978  
 弁理士 真田 有  
 (72) 発明者 ▲高▼野 真一  
 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 川北 千春  
 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】 船体摩擦抵抗低減装置及び船舶

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

船底においてプロペラよりも前方に船体幅方向に沿って複数設けられ、気泡を噴出する気泡噴出ユニットと、前記気泡噴出ユニットの気泡噴出量を調整する調整機構と、制御装置とを備えた、船体摩擦抵抗低減装置であって、

前記プロペラに前記気泡が流入したこと又は前記プロペラに前記気泡が流入するおそれがあることを示す気泡流入情報を取得する流入情報取得手段を備え、

前記制御装置は、前記調整機構の作動を制御する調整機構制御部を有し、

前記調整機構制御部は、

前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得しない場合には、前記複数の気泡噴出ユニットのそれぞれから所定量の気泡が噴射されるように前記調整機構の作動を制御する一方、

前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、少なくとも、前記プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させるように前記調整機構の作動を制御し、

前記流入情報取得手段は、前記プロペラへの前記気泡の流入を検出する流入検出手段であり、

前記流入検出手段は、

前記プロペラを撮像する撮像装置と、

10

20

前記制御装置に備えられ、前記撮像装置により撮像された画像情報に基づいて、前記プロペラへ前記気泡が流入しているか否かの判定を行う判定部とを備え、

前記撮像装置は、全ての気泡噴出ユニットの下流領域から外れるように配置されたことを特徴とする、船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 2】

前記調整機構制御部は、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、少なくとも、前記プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出を停止させることを特徴とする、請求項 1 に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 3】

前記調整機構制御部は、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、前記プロペラの正面前方の気泡噴出ユニットだけ、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 4】

前記撮像装置は、前記プロペラの真横に配置されたことを特徴とする、請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 5】

前記撮像装置は、前記プロペラを前記船体幅方向両側から挟むようにして一対に配置されたことを特徴とする、請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 6】

船底においてプロペラよりも前方に船体幅方向に沿って複数設けられ、気泡を噴出する気泡噴出ユニットと、前記気泡噴出ユニットの気泡噴出量を調整する調整機構と、制御装置とを備えた、船体摩擦抵抗低減装置であって、

前記プロペラに前記気泡が流入したこと又は前記プロペラに前記気泡が流入するおそれがあることを示す気泡流入情報を取得する流入情報取得手段を備え、

前記制御装置は、前記調整機構の作動を制御する調整機構制御部を有し、

前記調整機構制御部は、

前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得しない場合には、前記複数の気泡噴出ユニットのそれぞれから所定量の気泡が噴射されるように前記調整機構の作動を制御する一方、

前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、少なくとも、前記プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させるように前記調整機構の作動を制御し、

前記流入情報取得手段は、前記プロペラへの前記気泡の流入を検出する流入検出手段であり、

前記流入検出手段は、

前記プロペラの振動又は振動に相関するパラメータを検出する振動検出手段と、

前記制御装置に備えられ、前記振動検出手段の検出情報に基づいて、前記プロペラへ前記気泡が流入しているか否かの判定を行う判定部とを備え、

前記振動検出手段が、前記船体幅方向に沿って複数設けられ、

前記判定部は、前記複数の振動検出手段の各検出情報に基づいて前記判定を行い、

前記複数の振動検出手段の内、前記判定部により、前記検出情報に基づいて前記プロペラへ前記気泡が流入していると判定された前記振動検出手段があった場合には、前記調整機構制御部は、少なくとも、前記気泡が流入していると判定された前記振動検出手段の前方の気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させることを特徴とする、船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 7】

前記振動検出手段は、少なくとも検出端を、前記プロペラの上方において船外に露出させた圧力センサである

ことを特徴とする、請求項6に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 8】

前記振動検出手段は、前記プロペラの上方において船内に配置された加速度センサである

ことを特徴とする、請求項6に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 9】

前記プロペラは、前記船体幅方向で中央に設けられており、前記正面前方の気泡噴出ユニットが、前記船体幅方向で中央に配置された

10

ことを特徴とする、請求項1 ~ 8の何れか一項に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 10】

前記プロペラは、前記船体幅方向に沿って複数並設されており、前記複数のプロペラの正面前方には前記気泡噴出ユニットがそれぞれ配置され、前記複数のプロペラのそれぞれに前記流入情報取得手段が備えられた

ことを特徴とする、請求項1 ~ 8の何れか一項に記載の船体摩擦抵抗低減装置。

【請求項 11】

請求項1 ~ 10の何れか一項に記載の船体摩擦抵抗低減装置を備えたことを特徴とする、船舶。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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船体摩擦抵抗低減装置及びそれを備えた船舶に関する。

【背景技術】

【0002】

航行時に、船首側から船尾側に向けて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技術が知られている。

このような技術として、例えば特許文献1に開示された技術がある。特許文献1に開示された技術では、航行状況判断部(100)及び海象判断部(120)を備え、船舶の現況や海象に基づき船底(3)への気泡の噴出に関する制御を行うようにしており、例えば、波高が所定値以上になった場合には気泡の噴出を停止するようにしている(段落[0079] - [0083]、[0097]など参照。括弧内の符号は特許文献1で使用されている符号を示す)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-248611号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかしながら、気泡流により船体摩擦抵抗を低減する技術では、気泡流の一部が、特に高速航走時に、船尾のプロペラに流入してしまうことがある。気泡がプロペラに流れこんでしまうと、プロペラの推進力の低下、プロペラ変動圧の増大に起因したプロペラ起振力による船体振動の増大、プロペラのエロージョンリスクの増大を招いてしまう。

特許文献1に開示された技術では、種々のセンサを設けて、これらのセンサの検出結果に基づいて航行状況や海象に関する判断を行い、この判断に基づいて気泡の噴出に関する制御を行っているものの、プロペラへの気泡の流入を課題として認識すらしておらず、当該課題を解決しうるものではない。

【0005】

50

本発明は、上記のような課題に鑑み創案されたもので、プロペラへの気泡の流入によるリスクを抑制しつつ、船体の摩擦抵抗を効果的に低減することができるようにした、船体摩擦抵抗低減装置及び船舶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】

【0006】

(1) 上記の目的を達成するために、本発明の船体摩擦抵抗低減装置は、船底においてプロペラよりも前方に船体幅方向に沿って複数設けられ、気泡を噴出する気泡噴出ユニットと、前記気泡噴出ユニットの気泡噴出量を調整する調整機構と、制御装置とを備えた、船体摩擦抵抗低減装置であって、前記プロペラに前記気泡が流入したこと又は前記プロペラに前記気泡が流入するおそれがあることを示す気泡流入情報を取得する流入情報取得手段を備え、前記制御装置は、前記調整機構の作動を制御する調整機構制御部を有し、前記調整機構制御部は、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得しない場合には、前記複数の気泡噴出ユニットのそれぞれから所定量の気泡が噴射されるように前記調整機構の作動を制御する一方、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、少なくとも、前記プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させるように前記調整機構の作動を制御し、前記流入情報取得手段は、前記プロペラへの前記気泡の流入を検出する流入検出手段であり、前記流入検出手段は、前記プロペラを撮像する撮像装置と、前記制御装置に備えられ、前記撮像装置により撮像された画像情報に基づいて、前記プロペラへ前記気泡が流入しているか否かの判定を行う判定部とを備え、前記撮像装置は、全ての気泡噴出ユニットの下流領域から外れるように配置されたことを特徴としている。

【0007】

ここで、プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットが複数ある場合には、プロペラの正面前方の気泡噴出ユニットを、一つでも気泡噴出ユニットについて気泡の噴出量を減少させれば、「少なくとも、プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、気泡の噴出量を所定量よりも減少させる」ことに相当する。

【0009】

(2) 前記調整機構制御部は、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、少なくとも、前記プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出を停止させることが好ましい。

【0010】

(3) 前記調整機構制御部は、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡噴出ユニットの内、前記プロペラの正面前方の気泡噴出ユニットだけ、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させることが好ましい。

【0013】

(4) 前記撮像装置は、前記プロペラの真横に配置されることが好ましい。

【0014】

(5) 前記撮像装置は、前記プロペラを前記船体幅方向両側から挟むようにして一対に配置されることが好ましい。

【0017】

(6) 本発明のもう一つの船体摩擦抵抗低減装置は、船底においてプロペラよりも前方に船体幅方向に沿って複数設けられ、気泡を噴出する気泡噴出ユニットと、前記気泡噴出ユニットの気泡噴出量を調整する調整機構と、制御装置とを備えた、船体摩擦抵抗低減装置であって、前記プロペラに前記気泡が流入したこと又は前記プロペラに前記気泡が流入するおそれがあることを示す気泡流入情報を取得する流入情報取得手段を備え、前記制御装置は、前記調整機構の作動を制御する調整機構制御部を有し、前記調整機構制御部は、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得しない場合には、前記複数の気泡噴出ユニットのそれぞれから所定量の気泡が噴射されるように前記調整機構の作動を制御する一方、前記流入情報取得手段から前記気泡流入情報を取得した場合には、前記複数の気泡

噴出ユニットの内、少なくとも、前記プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させるように前記調整機構の作動を制御し、前記流入情報取得手段は、前記プロペラへの前記気泡の流入を検出する流入検出手段であり、前記流入検出手段は、前記プロペラの振動又は振動に相関するパラメータを検出する振動検出手段と、前記制御装置に備えられ、前記振動検出手段の検出情報に基づいて、前記プロペラへ前記気泡が流入しているか否かの判定を行う判定部とを備え、

前記振動検出手段が、前記船体幅方向に沿って複数設けられ、前記判定部は、前記複数の振動検出手段の各検出情報に基づいて前記判定を行い、前記複数の振動検出手段の内、前記判定部により、前記検出情報に基づいて前記プロペラへ前記気泡が流入していると判定された前記振動検出手段があった場合には、前記調整機構制御部は、少なくとも、前記気泡が流入していると判定された前記振動検出手段の前方の気泡噴出ユニットについて、前記気泡の噴出量を前記所定量よりも減少させることを特徴としている。

10

【0018】

(7) 前記振動検出手段は、少なくとも検出端を、前記プロペラの上方において船外に露出させた圧力センサであることが好ましい。

【0019】

(8) 前記振動検出手段は、前記プロペラの上方において船内に配置された加速度センサであることが好ましい。

【0020】

(9) 前記プロペラは、前記船体幅方向で中央に設けられており、前記正面前方の気泡噴出ユニットが、前記船体幅方向で中央に配置されることが好ましい。

20

【0021】

(10) 前記プロペラは、前記船体幅方向に沿って複数並設されており、前記複数のプロペラの正面前方には前記気泡噴出ユニットがそれぞれ配置され、前記複数のプロペラのそれぞれに前記流入情報取得手段が備えられることが好ましい。

【0022】

(11) 上記の目的を達成するために、本発明の船舶は、(1) ~ (10) の何れかに記載の船体摩擦抵抗低減装置を備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0023】

30

本発明によれば、プロペラに気泡が流入したこと又はプロペラに気泡が流入するおそれがあることを示す気泡流入情報を取得しない場合には、船体幅方向に沿って設けられた複数の気泡噴出ユニットのそれぞれから所定量の気泡を噴射させる一方、気泡流入情報を取得した場合には、少なくとも、プロペラの正面前方に配置された気泡噴出ユニットについて、気泡の噴出量を減少させるので、プロペラへの気泡の流入によるリスクを抑制しつつ、船体の摩擦抵抗を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【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。

40

【図2】本発明の第1実施形態の船体摩擦抵抗低減装置の構成を模式図である。

【図3】(a)、(b)は、本発明の第1実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、監視カメラにより撮像されたプロペラの画像の例を示す図である。

【図4】は、本発明の第2実施形態としての船舶の要部構成を示す模式図であり、(a)は船舶後部の側面図、(b)は背面図(舵は省略)である。

【図5】(a)、(b)は、本発明の第2実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、監視カメラにより側方から撮像されたプロペラの画像の例を示す図である。

【図6】は、本発明の第3実施形態としての船舶の要部構成を示す模式図であり、(a)

50

は船舶後部の側面図、(b)は背面図(舵は省略)である。

【図7】本発明の第3実施形態の船体摩擦抵抗低減装置の構成を模式図である。

【図8】本発明の第3実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、(a)はプロペラ上方の圧力変動の一例を示す図、(b)、(c)、(d)はプロペラ上方の変動圧の周波数スペクトルの一例を示す図である。

【図9】本発明の第4実施形態としての船舶の要部構成を示す模式的な背面図(舵は省略)である。

【図10】本発明の第4実施形態に係る船体摩擦抵抗低減装置の構成を模式図であって、制御装置の制御構成を示すブロック図を含む。

【図11】(a)、(b)は、本発明の第4実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、横軸を船幅方向とし縦軸を変動圧とする座標上にプロペラ上方の変動圧分布の一例を示す図である。

【図12】(a)、(b)は本発明の変形例の船舶の構成を示す模式的な底面図である。

【図13】(a)、(b)は本発明の変形例の船舶の要部である船尾側の構成を示す模式的な底面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

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11側(進行方向)を前方とし、船尾12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と直交する方向を船体幅方向Y(以下「幅方向」又は「船幅方向」ともいう)とし、幅方向Yに関するセンターラインCLに近づく側を内側とし、その逆にセンターラインCLから離れる側を外側として説明する。

また、船舶1に搭載される装置や部品の説明では、それらの装置や部品が船舶1に搭載された状態を基準として、上下方向、左右方向及び前後方向を定める。

【0026】

[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を参照して説明する。

図1は、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)は底面図であって船体摩擦抵抗低減装置に係る空気系統図を併せて示す図である。

図1に示すように、船舶1は、船舶1の本体である船体10と、船舶1の各種制御が行われるコントロールルーム20と、船体摩擦抵抗低減装置30とを備える。船舶1は、これに限定されるものではないが、船底13が平坦となる平底船である。

船体10には、その後部(船尾12寄り)のセンターラインCL上に、船体10を推進するプロペラ16が一基又は複数(本実施形態では一基)設置され、さらにプロペラ16の後方に、船体10の進行方向を定める舵17が設置されている。プロペラ16の回転中心C0及び舵17は何れも平面視においてセンターラインCL上に位置設定されている。

船体摩擦抵抗低減装置30は、船底13から空気を噴出して船底13と水面との境界に気泡流(以下、気泡ともいう)100を発生させ、この気泡流100により船底13を覆う気泡層を形成することで航行する船体1の摩擦抵抗を低減するものである。

【0027】

[1-2. 船体摩擦抵抗低減装置]

[1-2-1. 船体摩擦抵抗低減装置の全体構成]

図1及び図2を参照して、船体摩擦抵抗低減装置30の全体構成についてさらに説明す

10

20

30

40

50

る。

図 2 は、船体摩擦抵抗低減装置 30 の構成を模式図であって、制御装置 50 の制御構成を示すブロック図を含む。

船体摩擦抵抗低減装置 30 は、図 1 (b) 及び図 2 に示すように、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 31 と、空気供給源 31 に一端を接続された空気供給通路 32 と、空気供給通路 32 に設置された流量調整弁 33 と、空気供給通路 32 の他端側から分岐する複数（ここでは 6 本）の分岐供給管 34 と、各分岐供給管 34 に設置されたシャット弁（調整機構）35 と、各分岐供給管 34 の分岐端に接続された気泡噴出部 36C, 36L, 36R と、プロペラ 16 を監視する監視カメラ（撮像装置）40 と、コントロールルーム 20 に配置される制御装置 50 とを備える。

以下、気泡噴出部 36C, 36L, 36R を区別しない場合には、気泡噴出部 36 と表記する。

#### 【0028】

各気泡噴出部 36 は船底 13 の前部に配置される。船幅方向 Y に関しては、気泡噴出部 36C はセンターライン CL 上に、気泡噴出部 36L は左舷 14 側に、気泡噴出部 36R は右舷 15 側にそれぞれ配置されており、気泡噴出部 36C, 36L, 36R は、船底 13 の略全幅に亘って配置されている。前後方向 X に関しては、気泡噴出部 36C が最も前方に配置され、気泡噴出部 36L, 36R は、気泡噴出部 36C よりも後方において同じ位置に配置されている。気泡噴出部 36C, 36L, 36R を横並びに配置してもよい。

#### 【0029】

気泡噴出部 36C の位置についてさらに説明すると、気泡噴出部 36C はプロペラ 16 の正面前方に位置している。プロペラ 16 の正面前方に位置するとは、噴出した気泡 100 が、船舶 1 の航走に伴い相対的に船体 1 の後方へと移動してプロペラ 16 へ流入するような気泡噴出部 36 の位置をいう。したがって、本実施形態では、平面視において、気泡噴出部 36C とプロペラ 16 との船幅方向 Y の各中心線が、船体 1 のセンターライン CL と一致しているが（つまり、気泡噴出部 36C の船幅方向 Y の中心線と、プロペラ 16 の船幅方向 Y の中心線とが一致しているが）、気泡噴出部 36C の船幅方向 Y の中心線と、プロペラ 16 の船幅方向 Y の中心線とを一致させることは必須ではない。

例えば、プロペラ 16 の正面前方に気泡噴出部 36C が位置するとは、図 1 (b) に示すようなプロペラ 16 の上流側領域 A に、少なくとも一部が含まれるように気泡噴出部 36C が位置すること、又は、プロペラ 16 の中心線上に少なくとも一部が存在するように気泡噴出部 36C が位置することと規定できるが、これに限定されるものではない。

#### 【0030】

気泡噴出部 36C は、船幅方向 Y に沿って並設される複数（ここでは 2 つ）の気泡噴出ユニット 36C-1, 36C-2 により構成される。同様に、気泡噴出部 36L は、船幅方向 Y に沿って並設される複数（ここでは 2 つ）の気泡噴出ユニット 36L-1, 36L-2 により構成され、気泡噴出部 36R は、船幅方向 Y に沿って並設される複数（ここでは 2 つ）の気泡噴出ユニット 36R-1, 36R-2 により構成される。以下、気泡噴出ユニット 36C-1 ~ 36R-2 を区別しない場合には気泡噴出ユニット 36-u と表記する。

#### 【0031】

各気泡噴出ユニット 36-u は、船底 13 の内部に配置されるエアチャンバ 36a と、船底 13 に貫設される多数の噴出孔 36b とから構成される。エアチャンバ 36a は、底面が開放された長方体箱形状のものであり、その長手方向を船幅方向 Y に向けた姿勢で船底 13 の内部に配置される。噴出孔 36b は、エアチャンバ 36a により前後左右及び上方を包囲される。

流量調整弁 33 の開度は制御装置 50 により制御される。流量調整弁 33 の開度が制御されることで、各気泡噴出部 36C, 36L, 36R からの気泡噴出量が一斉に制御される。

各気泡噴出ユニット 36-u にはそれぞれ分岐供給管 34 が接続され、各分岐供給管 3

10

20

30

40

50

4にはそれぞれシャット弁35が設置されている。シャット弁35は、オンオフ弁であり、制御装置50により全開又は全閉に制御される。すなわち、シャット弁35が制御装置50により全閉に制御された場合には、対応する気泡噴出ユニット36-uから気泡が噴出され、シャット弁35が制御装置50により全開に制御された場合には、対応する気泡噴出ユニット36-uからの気泡の噴出が停止される。また、シャット弁35は、海水が、停止状態の気泡噴出ユニット36-uから逆流して分岐供給管34に浸入すること防止する逆止弁としての機能も担っている。

#### 【0032】

監視カメラ40は、船底13の後部に設置され、航走中は水没状態となって、プロペラ16への気泡の流入を監視する。監視カメラ40は、プロペラ16を両外側から挟むようにしてプロペラ16の斜め手前に一対に配置され、一対となってプロペラ16の全体を撮像する

なお、監視カメラ40は、プロペラ16の全体を撮像できるのであれば、設置個所や個数は上記のものに限定されない。

#### 【0033】

[1-2-2. 船体摩擦抵抗低減装置の制御構成]

図2及び図3を参照して、船体摩擦抵抗低減装置30の制御装置50の制御構成について説明する。

図3(a),(b)は、本発明の第1実施形態に係る判定部51による判定方法を説明するための模式図であって、監視カメラ40により撮像されたプロペラ16の画像の例を示す図である。なお、監視カメラ40は斜め前方よりプロペラ16を撮像するため、実際には、監視カメラ40により撮像された画像は、プロペラ16の斜視画像となり、また、船体1の一部が映り込むが、図3(a),(b)では、便宜的に、プロペラ16の正面画像とすると共に船体1を省略している。

制御装置50は、図2に示すように、プロペラ16に気泡が流入しているか否かを判定する判定部51と、判定部51の判定結果に基づいてシャット弁35の作動を制御するシャット弁制御部(調整機構制御部)52とを備える。

#### 【0034】

判定部51は、図3(a),(b)に例示されるような各監視カメラ40により撮像された画像情報を取得し、これらの画像情報を解析し、例えば明度に基づき画像を二値化することにより気泡100を識別し、気泡100が気泡検知領域Rに流入しているか否かを判定する。気泡検知領域Rは、プロペラ16の上下に設定された気泡検知ラインL1,L2の相互間として規定される領域である。本実施形態では、気泡検知ラインL1,L2は、プロペラ16の回転中心C0からプロペラ半径rだけ上下に離隔した位置として規定される。

上述したように図3(a),(b)では便宜的にプロペラ16の正面画像を記載しているが、実際には、監視カメラ40は、プロペラ16を左右両側から撮像しているため、一台単独では左右片側しか十分に撮像できない。このため、判定部51は、両監視カメラ40の画像情報を解析し、何れの監視カメラ40の画像情報も、図3(a)に示すように、気泡検知領域Rに気泡100が流入していないことを示すときには、プロペラ16に気泡流100は流入していないと判定し、何れか一方の監視カメラ40の画像情報が、図3(b)に示すように、気泡検知領域Rに気泡が流入していることを示すときには、プロペラ16に気泡流100が流入していると判定する。

#### 【0035】

なお、気泡検知ラインL1,L2を、プロペラ16の回転中心C0から、プロペラ半径rに余裕rを加算したr(=r+r, r>0)だけ上下に離隔した位置として規定してもよい。この場合、判定部51は、気泡検知領域Rに気泡が流入していないときには、プロペラ16に気泡流100は流入していないし、そのおそれもないと判定する一方、気泡検知領域Rに気泡が流入しているときには、プロペラ16に気泡流100が流入している或いはプロペラ16に気泡流100が流入するおそれがあると判定することとなる



。

## 【 0 0 3 6 】

このように監視カメラ 4 0 の画像情報に基づいて判定部 5 1 がプロペラ 1 6 に気泡流 1 0 0 が流入しているか否かを判定することは、気泡流 1 0 0 の流入を検出することなので、監視カメラ 4 0 と判定部 5 1 とにより本発明の流入検出手段が構成されている。また、気泡流 1 0 0 の流入を検出することは、気泡流 1 0 0 が流入したことを示す気泡流入情報を取得することであるから、監視カメラ 4 0 と判定部 5 1 とにより、本発明の流入情報取得手段が構成されている。

## 【 0 0 3 7 】

シャット弁制御部 5 2 は、判定部 5 1 からプロペラ 1 6 に気泡流 1 0 0 が流入していない旨の情報を取得したとき（以下、通常時ともいう）には、全てのシャット弁 3 5 を開弁状態に制御する。つまり、気泡噴出部 3 6 C , 3 6 L , 3 6 R を作動状態とする。その一方、シャット弁制御部 5 2 は、判定部 5 1 からプロペラ 1 6 に気泡流 1 0 0 が流入している旨の情報（気泡流入情報）を取得したときには、プロペラ 1 6 の正面前方に位置する気泡噴出部 3 6 C （気泡噴出ユニット 3 6 C - 1 , 3 6 C - 2 ）に繋がる分岐供給管 3 4 のシャット弁 3 5 を閉弁して、気泡噴出部 3 6 C からの気泡 1 0 0 の噴出を停止する（換言すれば、気泡噴出部 3 6 C からの気泡 1 0 0 の噴出量を通常時よりも減少させる）。つまり、気泡噴出部 3 6 C を停止状態とする。

## 【 0 0 3 8 】

## [ 1 - 3 . 作用・効果 ]

本発明の第 1 実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置 3 0 及び船舶 1 によれば、監視カメラ 4 0 により撮像された画像情報から判定部 5 1 により、プロペラ 1 6 に気泡流 1 0 0 が流入したか否かの判定が行われ、この判定結果がシャット弁制御部 5 2 に出力される。

シャット弁制御部 5 2 は、この判定結果が、プロペラ 1 6 に気泡流 1 0 0 は流入していない旨の判定であった場合には、図 1 （ b ）に示すように、全てのシャット弁 3 5 を開弁して、全ての気泡噴出ユニット 3 6 C - 1 ~ 気泡噴出ユニット 3 6 R - 2 を作動させる。これにより、船底 1 の殆どの領域を気泡 1 0 0 により覆うことができる。

その一方、シャット弁制御部 5 2 は、判定部 5 1 の判定結果が、プロペラ 1 6 に気泡流 1 0 0 が流入している旨の判定であった場合には、図 2 に示すように、プロペラ 1 6 の正面前方に位置する気泡噴出ユニット 3 6 C - 1 , 3 6 C - 2 に設置されたシャット弁 3 5 を閉弁し、その他の気泡噴出ユニット 3 6 L - 1 , 3 6 L - 2 , 3 6 R - 1 , 3 6 R - 2 に設置されたシャット弁 3 5 を開弁する。

## 【 0 0 3 9 】

プロペラ 1 6 に流入する気泡 1 0 0 の全て又は殆どは、プロペラ 1 6 の前方に配置された気泡噴出ユニット 3 6 C - 1 , 3 6 C - 2 から噴出された気泡である。したがって、気泡噴出ユニット 3 6 C - 1 , 3 6 C - 2 に設置されたシャット弁 3 5 を閉弁して気泡噴出ユニット 3 6 C - 1 , 3 6 C - 2 を停止することで、プロペラ 1 6 への気泡 1 0 0 の流入を抑制することができる。これにより、プロペラ 1 6 への気泡 1 0 0 の流入による推進力の低下、プロペラ起振力による船体振動の増大、エロージョンリスクの増大を抑制できる。また、プロペラ 1 6 へ気泡 1 0 0 が流入しない気泡噴出ユニット 3 6 L - 1 , 3 6 L - 2 , 3 6 R - 1 , 3 6 R - 2 については作動させるので、船底 1 の多くの領域を気泡 1 0 0 により覆うことができる。

したがって、特にプロペラ 1 6 へ気泡 1 0 0 が流入し易い高速航走時において、プロペラ 1 6 への気泡 1 0 0 の流入によるリスクを抑制しつつ、船体 1 の摩擦抵抗を低減することができる。

## 【 0 0 4 0 】

## [ 2 . 第 2 実施形態 ]

本発明の第 2 実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置及び船舶について、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。

図４は、本発明の第２実施形態としての船舶の要部構成を示す模式図であり、（ａ）は船舶後部の側面図、（ｂ）は背面図（舵１７は省略）である。

図５（ａ）、（ｂ）は、本発明の第２実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、監視カメラにより側方から撮像されたプロペラの画像の例を示す図である。

#### 【００４１】

##### [ ２ - １ . 構成 ]

本実施形態の船体摩擦抵抗低減装置及び船舶は、上記第１実施形態に対して、監視カメラ４０の配置が異なる。

具体的には、図４（ａ）、（ｂ）に示すように、船幅方向Ｙでプロペラ１６の両外側に監視カメラ４０を一对に配置している。本実施形態ではプロペラ１６の真横（つまり前後方向Ｘに関して同じ位置に）に監視カメラ４０を配置しているが、船幅方向Ｙでプロペラ１６よりも外側であればプロペラ１６よりも前側又は後側に配置してもよい。

また、各監視カメラ４０は、船尾１２の下面の外側縁から垂下した一对のブラケット（支持部材）４０ａによりそれぞれ支持されている。船体１に取り付け箇所を確保できるのであれば各監視カメラ４０をそれぞれ船体１に直接取り付けのようにしてもよい。

#### 【００４２】

監視カメラ４０はプロペラ１６に近接して配置されるため、航走中の水没状態においては、特にプロペラ１６に気泡流１００が流れ込むとき（つまり監視カメラ４０による撮像が最も必要とされるとき）には、監視カメラ４０にも気泡流１００が流れ込むことが考えられる。そうすると、監視カメラ４０自体が気泡流１００の中に入ってしまう、気泡流１００に邪魔されて画像解析するほど鮮明にプロペラ１６を撮像できないことが懸念される。

そこで、監視カメラ４０を、プロペラ１６の船幅方向Ｙに関して外側に配置することにより、プロペラ１６に流れ込む気泡流１００の進行経路から監視カメラ４０を外すようにしている。

#### 【００４３】

なお、監視カメラ４０をプロペラ１６の外側に配置しただけでは、センターラインＣＬ上に設置された気泡噴出部３６Ｃからの気泡流１００が流れ込むリスクは低減するものの、気泡噴出部３６Ｃの両外側に設置された気泡噴出部３６Ｌ、３６Ｒからの気泡流１００が流れ込むリスクが残る。このため、監視カメラ４０を、気泡噴出部３６Ｌ、３６Ｒを含む全ての気泡噴出部３６の下流領域から外れるように、本実施形態のように船体１の外縁に配置するのが好ましい。

#### 【００４４】

監視カメラ４０により側方から撮像された図５（ａ）、（ｂ）に示すような画像情報は、第１実施形態と同様に判定部５１（図２参照）により画像解析される。つまり、判定部５１は、両監視カメラ４０の画像情報を解析し、何れの監視カメラ４０の画像情報も、図５（ａ）に示すように、気泡検知領域Ｒに気泡１００が流入していないときには、プロペラ１６に気泡流１００は流入していないと判定し、何れか一方の監視カメラ４０の画像情報が、図５（ｂ）に示すように、気泡検知領域Ｒに気泡が流入しているときには、プロペラ１６に気泡流１００が流入していると判定する。

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。

#### 【００４５】

##### [ ２ - ２ . 作用・効果 ]

本発明の第２実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置及び船舶によれば、監視カメラ４０が気泡流１００の中に入り込むことが抑制されるので、気泡流１００の影響のない鮮明な画像情報を監視カメラ４０により取得することができる。したがって、鮮明な画像情報に基づいて、プロペラ１６への気泡流１００の流れ込みの検出精度を向上することができ、一層効果的に、プロペラ１６への気泡１００の流入によるリスクを抑制しつつ、船体１の摩擦抵抗を低減することができる。

## 【 0 0 4 6 】

## [ 3 . 第 3 実施形態 ]

本発明の第 3 実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置及び船舶について、図 6 ~ 図 8 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。

図 6 は、本発明の第 3 実施形態としての船舶の要部構成を示す模式図であり、( a ) は船舶後部の側面図、( b ) は背面図(舵 1 7 は省略)である。

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A の構成を模式図であって、制御装置 5 0 A の制御構成を示すブロック図を含む。

図 8 は、本発明の第 3 実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、( a ) はプロペラ上方の圧力変動の一例を示す図、( b ) , ( c ) , ( d ) はプロペラ上方の変動圧の周波数スペクトルの一例を示す図である。

10

## 【 0 0 4 7 】

## [ 3 - 1 . 構成 ]

本実施形態の船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A 及び船舶 1 A は、第 1 実施形態の船体摩擦抵抗低減装置 3 0 及び船舶 1 に対して、監視カメラ 4 0 に替えて圧力センサ(振動検出手段) 4 1 を使用してプロペラ 1 6 への気泡流 1 0 0 の流入を検出したものである。すなわち、第 1 実施形態では監視カメラ 4 0 と判定部 5 1 とにより本発明の流入情報取得手段及び流入検出手段を構成したのに対し、本実施形態では、圧力センサ 4 1 と判定部 5 1 A とにより本発明の流入情報取得手段及び流入検出手段を構成している。

20

## 【 0 0 4 8 】

具体的には、図 6 及び図 7 に示すように、本実施形態の船舶 1 A では、プロペラ 1 6 の鉛直上方に圧力センサ 4 1 が設置されている。この圧力センサ 4 1 は、船尾 1 2 の底壁に加工された取り付け孔に挿入・固定されており、その検出端を船外に露出させてプロペラ 1 6 の上方に臨ませている。

船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A は、図 7 に示すように、空気供給源 3 1 と、空気供給通路 3 2 と、流量調整弁 3 3 と、分岐供給管 3 4 と、シャット弁 3 5 と、気泡噴出部 3 6 C , 3 6 L , 3 6 R と、前記圧力センサ 4 1 と、コントロールルーム 2 0 (図 1 ( a ) 参照) に配置される制御装置 5 0 A とを備える。

## 【 0 0 4 9 】

制御装置 5 0 A は、圧力センサ 4 1 の検出結果に基づいてプロペラ 1 6 に気泡が流入しているか否かを判定する判定部 5 1 A と、判定部 5 1 A の判定結果に基づいてシャット弁 3 5 の作動を制御するシャット弁制御部 5 2 A とを備える。

30

判定部 5 1 A は、圧力センサ 4 1 からプロペラ 1 6 上方の圧力 P を所定の周期で取得して、図 8 ( a ) に示すように圧力 P と時間 t とを関連付けた時系列データ P p、すなわち圧力変動を把握する。そして、判定部 5 1 A は、この時系列データを F F T 解析することにより、図 8 ( b ) , ( c ) , ( d ) に示すような変動圧 P の周波数スペクトルを周期的に取得する。変動圧 P は振動と相関し、変動圧 P が大きければ振動も大きくなるので、図 8 ( b ) , ( c ) , ( d ) の縦軸を振動と置き換えて考えることができる。

ここで、図 8 ( b ) は船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A が停止している場合、図 8 ( c ) は船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A が作動中であるが気泡流 1 0 0 がプロペラ 1 6 に流入していない場合、図 8 ( d ) は船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A が作動中であり気泡流 1 0 0 がプロペラ 1 6 に流入している場合における変動圧 P の周波数スペクトルの一例である。

40

## 【 0 0 5 0 】

図 8 ( b ) に示す例では、船体摩擦抵抗低減装置 3 0 A が停止しているので、プロペラの周辺に気泡流 1 0 0 が存在しない。そして、プロペラ 1 6 の回転周波数 N 及び翼数 Z により規定される N Z 周波数 F 1 と、この N Z 周波数 F 1 の高次成分 F 2 , F 3 , F 4 とに、それぞれ、変動圧 P のピーク値 P 1 , P 2 , P 3 , P 4 が生じている。高次成分 F 2 は N Z 周波数 F 1 の 2 倍の周波数、高次成分 F 3 は N Z 周波数 F 1 の 3 倍の周波数、高次成分 F 4 は N Z 周波数 F 1 の 4 倍の周波数である。図 8 ( b ) に示す例では、N

50

Ｚ周波数Ｆ１におけるピーク値　Ｐ１が最も高い変動圧を示している。

【００５１】

図８（ｃ）に示す例ではＮＺ周波数Ｆ１におけるピーク値　Ｐ１だけが生じているが、これは、船体摩擦抵抗低減装置３０Ａが作動しているためである、つまり、図６（ａ）、（ｂ）に示すように気泡流１００が、プロペラ１６とこのプロペラ１６の直上及び直上付近の船底１３との間に介在するため、気泡流１００により、図８（ｂ）に示すようなＮＺ周波数Ｆ１の高次成分Ｆ２、Ｆ３、Ｆ４が減衰し、変動圧　Ｐとしてピーク値　Ｐ１のみが検出されている。

つまり、プロペラ１６とこのプロペラ１６の直上及び直上付近の船底１３との間の気泡流１００がダンパとして機能して、ＮＺ周波数Ｆ１の高次成分Ｆ２、Ｆ３、Ｆ４のピーク値　Ｐ２、　Ｐ３、　Ｐ４は減衰し、ＮＺ周波数Ｆ１のピーク値　Ｐ１のみが、図８（ｂ）のピーク値　Ｐ１と同等のレベルのまま残っている。

【００５２】

図８（ｄ）に示す例では、気泡流１００がプロペラ１６に流入してプロペラ１６の翼面上でのキャビテーションが増大しているため、ＮＺ周波数Ｆ１におけるピーク値　Ｐ１が、図８（ｃ）に示す例（船体摩擦抵抗低減装置３０Ａは作動しているが気泡流１００はプロペラ１６に流入していない例）のピーク値　Ｐ１よりも増加している。また、ＮＺ周波数Ｆ１の高次成分Ｆ２、Ｆ３、Ｆ４のピーク値　Ｐ２、　Ｐ３、　Ｐ４は、図８（ｃ）に示す例（船体摩擦抵抗低減装置３０Ａは作動しているが、気泡流１００はプロペラ１６に流入していない例）と同様に、気泡流１００のダンパ機能により減衰している。

【００５３】

判定部５１Ａには、予め設定されたアラームラインＬａが記憶されている。アラームラインＬａとは、変動圧　Ｐがこのレベルを越えているとプロペラ１６に気泡流１００が流入している可能性が高いレベルのことである。判定部５１Ａは、図８（ｃ）に示すように変動圧　ＰがアラームラインＬａ以下の場合には、プロペラ１６に気泡流１００は流入していないと判断し、図８（ｄ）に示すように変動圧　ＰがアラームラインＬａを越えた場合には、プロペラ１６に気泡流１００が流入していると判断する。

シャット弁制御部（調整機構制御部）５２Ａは、第１実施形態のシャット弁制御部５２と同様に構成されており、判定部５１Ａからプロペラ１６に気泡流１００が流入していない旨の情報を取得したときには、全てのシャット弁３５を開弁状態に制御し、判定部５１Ａからプロペラ１６に気泡流１００が流入している旨の情報を取得したときには、プロペラ１６の正面前方に位置する気泡噴出部３６Ｃに繋がる分岐供給管３４のシャット弁３５を閉弁する。

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。

【００５４】

[ ３ - ２ . 作用・効果 ]

本発明の第３実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置３０Ａ及び船舶１Ａによれば、プロペラ１６への気泡１００の流入により生じる振動を、圧力センサ４１により変動圧　Ｐとして直接的に検出するため、上記第１実施形態及び第２実施形態のように監視カメラ４０を使用する場合よりも、精度良くプロペラ１６への気泡流１００の流入を検出することができる。つまり、監視カメラ４０を使用した検出では、夜間のようにプロペラ１６の周辺が暗い場合や水の透明度が低い場合には気泡流１００の識別精度が低下してプロペラ１６への気泡流１００の流入の検出精度も低下する可能性があるが、変動圧　Ｐに基づく検知であれば、このような場合でもプロペラ１６への気泡流１００の流入を精度良く検出することが可能となる。

【００５５】

[ ３ - ３ . その他 ]

（１）上記第３実施形態では、振動検出手段として、プロペラ１６の鉛直上方に設置した圧力センサ４１を使用した。この圧力センサ４１に替えて、プロペラ１６の鉛直上方を含むプロペラ１６の近傍に設置した加速度センサを振動検出手段として使用してもよい

。加速度センサを振動検出手段に使用する場合は、船体 1 の振動を検出するので、検出端を船外に露出させる必要がない。したがって、圧力センサ 4 1 を使用する場合には、船体に取り付け孔を加工することが不要となり、取り付けが容易となる。

(2) 圧力センサ 4 1 の設置個所は、プロペラ 1 6 の厳格に鉛直上方でなくともよく、プロペラ 1 6 への気泡流 1 0 0 流入を変動圧として検出できる範囲で、プロペラ 1 6 の鉛直上方から左右前後に外れていてもよい。

【0056】

[4. 第4実施形態]

本発明の第4実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置及び船舶について、図9～図11を参照して説明する。なお、上記の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。

図9は、本発明の第4実施形態としての船舶1Bの要部構成を示す模式的な背面図(船17は省略)である。

図10は、本発明の第4実施形態に係る船体摩擦抵抗低減装置30Bの構成を模式図であって、制御装置50Bの制御構成を示すブロック図を含む。

図11(a), (b)は、本発明の第4実施形態に係る判定部による判定方法を説明するための模式図であって、横軸を船幅方向Yとし縦軸を変動圧Pとする座標上にプロペラ16上方の変動圧分布の一例を示す図である。座標上に、プロペラ16と気泡噴出部36C, 36R, 36Lとを、船幅方向Yに関する位置をあわせて仮想的に示す。

【0057】

[4-1. 構成]

本実施形態の船体摩擦抵抗低減装置30B及び船舶1Bは、第3実施形態の船体摩擦抵抗低減装置30A及び船舶1Aに対して、複数の圧力センサ(振動検出手段)41a～41gを使用してプロペラ16への気泡流100の流入を検出したものである。すなわち、第3実施形態では一つの圧力センサ41と判定部51Aとにより本発明の流入情報取得手段及び流入検出手段を構成したのに対し、本実施形態では、複数の圧力センサ41a～41gと判定部51Bとにより本発明の流入情報取得手段及び流入検出手段を構成している。

【0058】

具体的には、本実施形態の船舶1Bでは、図6(a)に示す第3実施形態の圧力センサ41と同様に、側面視でプロペラ16の鉛直上方にそれぞれ設置された圧力センサ41a～41gが、図9及び図10に示すように、船幅方向Yに沿って複数設置されている。本実施形態では、プロペラ16の真上(鉛直上方)を含む船体10の略全幅に亘って圧力センサ41a～41gが並設されている。

船体摩擦抵抗低減装置30Bは、図10に示すように、空気供給源31と、空気供給通路32と、流量調整弁33と、分岐供給管34と、シャット弁35と、気泡噴出部36C, 36L, 36Rと、前記の複数の圧力センサ41a～41gと、コントロールルーム20(図1(a)参照)に配置される制御装置50Bとを備える。

【0059】

制御装置50Bは、複数の圧力センサ41a～41gの検出結果に基づいてプロペラ16に気泡が流入しているか否かを判定する判定部51Bと、判定部51Bの判定結果に基づいてシャット弁35の作動を制御するシャット弁制御部52Bとを備える。

判定部51Bは、各圧力センサ41a～41gから圧力Pを所定の周期で取得して、これらの圧力センサ41a～41gの各々について、変動圧Pの最大ピーク値P7～P13を求める。最大ピーク値とは、周波数スペクトルにおけるピーク値の中で最大のピーク値をいい、例えば、第3実施形態の説明で使用した図8(b), (c), (d)に示す例ではピーク値P1が最大ピーク値となる。そして、判定部51Bは、予め記憶した各圧力センサ41a～41gの船幅方向Yに関する位置情報と最大ピーク値P7～P13とから、図11(a), (b)に示すように、これらの複数の最大ピーク値P7～P13を補完して船幅方向Yに関するピーク分布Wpを求める。そして、判定部51B

は、このピーク分布  $W_p$  のアラームライン  $L_a$  を越えるアラーム領域  $R_a$ 〔図 11 (a) , (b) に斜線を引いて示す〕を、プロペラ 16 に気泡流 100 が流入している領域としてシャット弁制御部 52B に出力する。

【0060】

シャット弁制御部 52B では、所定のシャット弁 35 を閉弁してアラーム領域  $R_a$  の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u を停止させ、その他の気泡噴出ユニット 36-u は作動させる。図 11 (a) に示す例では、アラーム領域  $R_a$  の正面前方にある (つまり気泡 100 が流入したプロペラ 16 の正面前方にある) 気泡噴出ユニット 36C-1, 36C-2 からの気泡 100 の噴出を停止させ、その他の気泡噴出ユニット 36R-1, 36R-2, 36L-1, 36L-2 からは気泡 100 を噴射させる。図 11 (b) に示す例では、アラーム領域  $R_a$  の正面前方にある (つまり気泡 100 が流入したプロペラ 16 の正面前方にある) 気泡噴出ユニット 36C-2 を停止させ、その他の気泡噴出ユニット 36R-1, 36R-2, 36C-1, 36L-1, 36L-2 は動作させる。

【0061】

なお、ピーク分布  $W_p$  やアラーム領域  $R_a$  を使用せずに、判定部 51B は、変動圧  $P$  の最大ピーク値  $P_7 \sim P_{13}$  がアラームライン  $L_a$  を越える圧力センサ 41a ~ 41g をシャット弁制御部 52B に出力し、シャット弁制御部 52B は、アラームライン  $L_a$  を越える圧力センサ 41a ~ 41g の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u を停止させるようにしても良い。

なお、アラーム領域  $R_a$  の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u とは、詳しくは、平面視においてアラーム領域  $R_a$  の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u、別の表現をすれば、船幅方向  $Y$  に関して少なくとも一部がアラーム領域  $R_a$  に重なる気泡噴出ユニット 36-u をいう。同様に、アラームライン  $L_a$  を越える圧力センサ 41a ~ 41g の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u とは、詳しくは、平面視において、アラームライン  $L_a$  を越える圧力センサ 41a ~ 41g の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u、別の表現をすれば、アラームライン  $L_a$  を越える圧力センサ 41a ~ 41g に、船幅方向  $Y$  に関して少なくとも一部が重なる気泡噴出ユニット 36-u をいう。

なお、第 3 実施形態と同様に圧力センサに替えて加速センサを使用してもよい。

この他の構成は第 3 実施形態と同様なので説明を省略する。

【0062】

[ 4 - 2 . 作用・効果 ]

本発明の第 4 実施形態としての船体摩擦抵抗低減装置 30B 及び船舶 1B によれば、第 3 実施形態と同様の効果が得られる他、変動圧  $P$  のピーク分布  $W_p$  に応じて気泡 100 を停止すべき気泡噴出ユニット 36-u をより細かく設定することができ、一層効果的にプロペラ 16 への気泡 100 の流入によるリスクを抑制しつつ、船体 1 の摩擦抵抗を低減することができる。

【0063】

[ 4 - 3 . その他 ]

(1) 上記第 4 実施形態では、アラーム領域  $R_a$  の前方にある気泡噴出ユニットの作動を停止させ、或いは、アラームライン  $L_a$  を越える圧力センサ 41a ~ 41g の正面前方にある気泡噴出ユニット 36-u を停止するようにしたが、アラーム領域  $R_a$  が発生する場合や、アラームライン  $L_a$  を越える圧力センサが一つでも存在する場合には、一義的にプロペラ 16 の前方にある気泡噴出部 36C (気泡噴出ユニット 36C-1, 36C-2) を停止するようにしてもよい。

【0064】

(2) 上記第 4 実施形態では、図 9 に示すように、プロペラ 16 の鉛直上方に位置する圧力センサ 41c, 41d, 41e に加えて、船幅方向  $W$  でプロペラ 16 よりも外側に位置する圧力センサ 41a, 41b, 41f, 41g を使用した。これに対し、プロペラ 16 の鉛直上方に位置する圧力センサ 41c, 41d, 41e だけを設置してもよい。

この場合、判定部 51B は、これらの圧力センサ 41c, 41d, 41e の検出結果が

ら求めた最大ピーク値に基づいて気泡流 100 の流入を判定し、この判定結果をシャット弁制御部 52B に出力する。或いは、判定部 51B は、変動圧 P の最大ピーク値がアラームライン La を越える圧力センサ 41c ~ 41e をシャット弁制御部 52B に出力する。

#### 【0065】

##### [5. その他]

##### (1) 変形例 1

上記の第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、コントロールルーム 20 に設置したモニタにより監視カメラ 40 により撮像された画像をオペレータが見られるようにしてもよく、さらに、監視カメラ 40 の撮像方向をコントロールルーム 20 から遠隔操作により調整できるようにしてもよい。

10

また、モニタで監視していたオペレータが、「気泡流 100 がプロペラ 16 に流入した又は気泡流 100 がプロペラ 16 に流入するおそれがあるとの判断」（以下、当該判断という）を行ったときに、オペレータのマニュアル操作により気泡噴出部 36 を停止させるマニュアルスイッチを設けてもよい。この場合、マニュアルスイッチが本発明の流入情報取得手段に相当する。

#### 【0066】

##### (2) 変形例 2

上記各実施形態では、判断部 51, 51A, 51B が当該判断を行ったときには、気泡噴出部 36C からの気泡 100 の噴出量を通常時よりも減少させる一態様として、シャット弁 35 を閉弁して気泡噴出部 36C による気泡 100 の噴出を停止したが、気泡噴出部 36C からの気泡 100 の噴出量を通常時よりも減少させる態様は、これに限定されない。例えば、シャット弁 35 に替えて連続的又は段階的に開度を調節可能な調節弁を使用し、判断部 51, 51A, 51B が当該判断を行った場合には、調節弁の開度を通常時（判断部 51, 51A, 51B が当該判断を行わなかった場合）よりも開度を絞るようにしてもよい。この場合、調節弁の開度を絞っても、判断部 51, 51A, 51B が、依然として当該判断を行った場合は、さらに調節弁の開度を絞るようにしてもよい。

20

#### 【0067】

##### (3) 変形例 3

上記各実施形態では、判断部 51, 51A, 51B が当該判断を行った場合、気泡噴出部 36C についてだけ気泡 100 の噴出を停止したが、気泡噴出部 36C の気泡 100 の噴出停止（又は噴出量減少）と共に気泡噴出部 36L, 気泡噴出部 36R の少なくとも一方について気泡 100 の噴出停止（又は噴出量減少）を実施するようにしてもよい。

30

#### 【0068】

或いは、気泡噴出部 36C の気泡 100 の噴出停止又は噴出量減少を実施しても、判断部 51, 51A, 51B が、依然として当該判断を行った場合（プロペラ 16 への気泡 100 の流入が解消されなかった場合）は、追加的に、気泡噴出部 36L, 気泡噴出部 36R の少なくとも一方について、気泡 100 の噴出停止又は噴出量減少を実施するようにしてもよい。または、判断部 51, 51A, 51B が継続して当該判断を行う場合には、気泡噴出部 36C, 気泡噴出部 36L, 気泡噴出部 36R の順（又は、気泡噴出部 36C, 気泡噴出部 36R, 気泡噴出部 36L の順）に気泡 100 の噴出停止又は噴出量減少を順次追加していくようにしてもよい。

40

#### 【0069】

##### (4) 変形例 4

本変形例について図 12 を参照して説明する。

図 12 (a), (b) は、本変形例の船舶の構成を示す模式的な底面図である。なお、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。

上記各実施形態では、船舶 1 として、プロペラ 16 をセンターライン CL 上に一基設けたものを例示したが、本発明はこれに限定されず、例えば図 12 (a), (b) に示すようなセンターライン CL の両外側にプロペラ 16L, 16R をそれぞれ設けた船舶 1C, 1

50

Dにも使用することができる。

図12(a)に示す船舶1Cでは、船底13の後部が、後部13L, 13Rの二つに分かれており、これらの後部13L, 13Rにプロペラ16L, 16Rがそれぞれ設置されている。これに対し、図12(b)に示す船舶1Dでは、プロペラ16L, 16Rが、単一の船底13の後部の左右両側(幅方向両側)から後方に突出して設置されている。

【0070】

図12(a), (b)に示す例では、気泡流の流入の検出(ここでは、監視カメラ40を使用した流入情報取得手段による検出であるがこれに限定されるものではなく、圧力センサや加速度センサでもよい)及び気泡噴出部36C, 36L, 36Rの制御が各プロペラ16L, 16Rについて個別に行われ、例えば、左側のプロペラ16Lについて気泡流の流入が検出された場合には、この左側のプロペラ16Lの正面前方にある気泡噴出ユニット36Lの作動が停止され、右側のプロペラ16Rについて気泡流の流入が検出された場合には、この右側のプロペラ16Rの正面前方にある気泡噴出ユニット36Rの作動が停止される。

【0071】

さらに、船体にプロペラ16が船幅方向Yに沿って3基以上設置される場合には、各々のプロペラ16に対して気泡流流入検出手段を設け、気泡流流入検出手段によりプロペラ16への気泡の流入が検出された場合には、気泡の流入が検出されたプロペラ16の正面前方にある気泡噴出ユニット36が停止されるようにすればよい。

【0072】

(5)変形例5

本変形例について図13(a), (b)を参照して説明する。

図13(a), (b)は、本変形例の船舶の要部である船尾側の構成を示す模式的な底面図である。なお、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。

上記各実施形態では、船舶1として、プロペラ16をセンターラインCL上に一基設けたものを例示したが、本発明はこれに限定されず、例えば図13(a), (b)に示すようなセンターラインCL上に(又はセンターラインCLに沿った複数の列上にそれぞれ)、複数〔本変形例では2つ〕のプロペラを前後に設けた船舶1E, 1Fにも使用することができる。

図13(a)に示す船舶1Eでは、プロペラ16の後方にポッド推進器18が設けられている。ポッド推進器18は、前方のプロペラ16に対向するようにプロペラ18aを備えており、内蔵した電動機によりこのプロペラ16を駆動して推進力を発生させる。ポッド推進器18のプロペラ18aは、プロペラ16と共にセンターラインCL上に配置されている。

図13(b)に示す船舶1Fでは、プロペラ16A, 16BがセンターラインCL上で前後に設けられており、内軸及び外軸からなる駆動軸によりこれらのプロペラ16A, 16Bは相互に反対方向に回転駆動する。

【0073】

図13(a), (b)に示す例では、気泡流の流入の検出(ここでは、監視カメラ40を使用した流入情報取得手段による検出であるがこれに限定されるものではなく、圧力センサや加速度センサでもよい)が前方のプロペラ16, 16Aに対して行われているが、2つのプロペラの少なくとも一方に対して行われればよく、後方のプロペラ16B, 18aに対して気泡流の流入の検出を行うようにしてもよい。

【0074】

(6)上記変形例(4), (5)に例示されるようにプロペラ16の配置やプロペラ16の設置数は、何ら限定されない。

【0075】

(7)上記第1実施形態及び第2実施形態では、2つの監視カメラ40により取得した画像情報に基づいて、プロペラ16の正面前方の気泡噴出ユニット36C-1, 36C-

10

20

30

40

50



2を一体に制御したが、各監視カメラ40により取得した画像情報毎に気泡噴出ユニット36C-1, 36C-2を別々に制御するようにしてもよい。

つまり、プロペラ16の右舷側15側の監視カメラ40の画像情報に基づいてプロペラ16への気泡100の流入が検出された場合には、右舷側15側の気泡噴出ユニット36C-1を停止させ、プロペラ16の左舷側14側の監視カメラ40の画像情報に基づいてプロペラ16への気泡100の流入が検出された場合には、左舷側14側の気泡噴出ユニット36C-2を停止させるようにしてもよい。

この場合、例えば、右舷側15側の監視カメラ40の画像情報に基づいてプロペラ16への気泡100の流入が検出される一方、左舷側14側の監視カメラ40の画像情報に基づいてプロペラ16への気泡100の流入が検出されない場合には、右舷側15側の気泡噴出ユニット36C-1を停止させ、左舷側14側の気泡噴出ユニット36C-2を作動させることとなる。

10

#### 【符号の説明】

#### 【0076】

1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F 船舶

10 船体

11 船首

12 船尾

13 船底

16, 16A, 16B, 16L, 16R プロペラ

20

18 ポッド推進器

18a ポッド推進器18のプロペラ

20 コントロールルーム

30, 30A, 30B 船体摩擦抵抗低減装置

32 空気供給通路

34 分岐供給管

35 シャット弁(調整機構)

36C, 36L, 36R 気泡噴出部

36C-1~36R-2 気泡噴出ユニット

40 監視カメラ(撮像装置)

30

40a ブラケット(支持部材)

41, 41a~41g 圧力センサ(振動検出手段)

50, 50A, 50B 制御装置

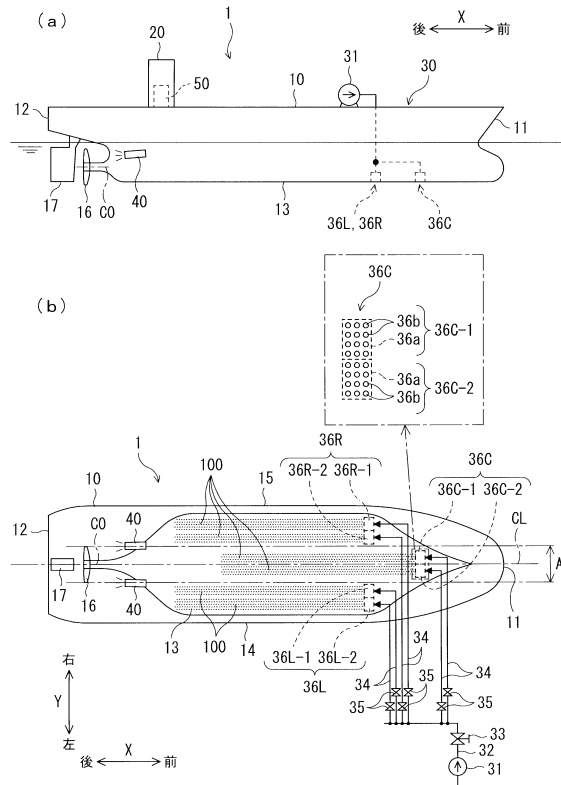
51, 51A, 51B 判定部

52, 52A, 52B シャット弁制御部(調整機構制御部)

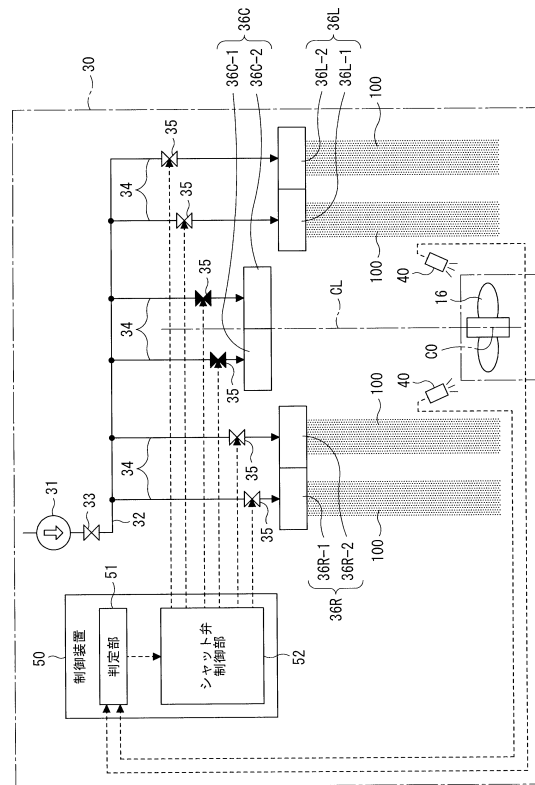
100 気泡流

CL 船体1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1Fのセンターライン

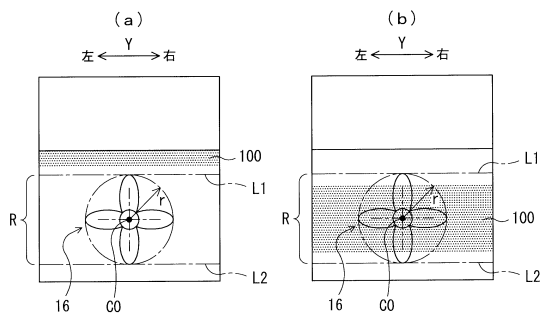
【図 1】



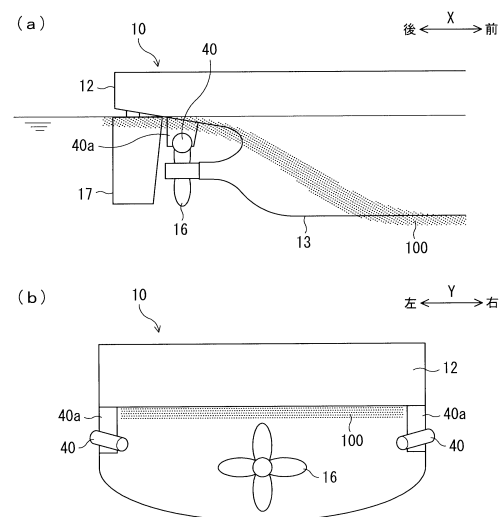
【図 2】



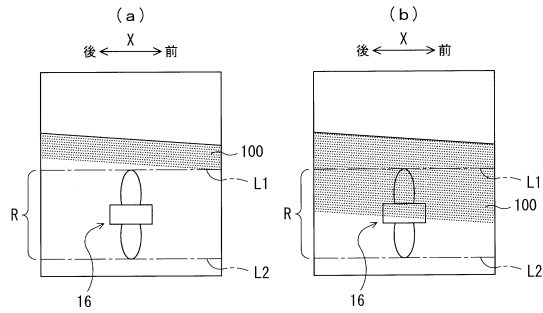
【図 3】



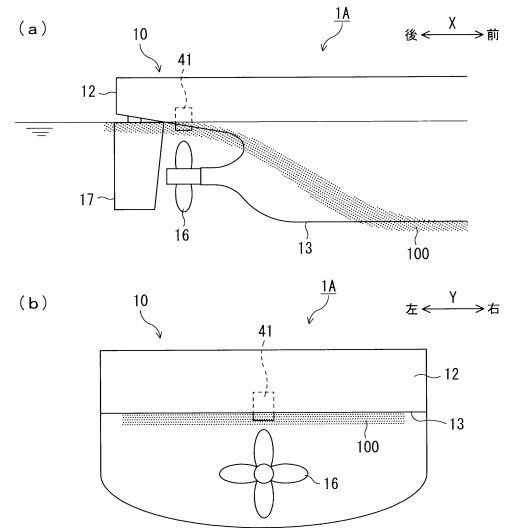
【図 4】



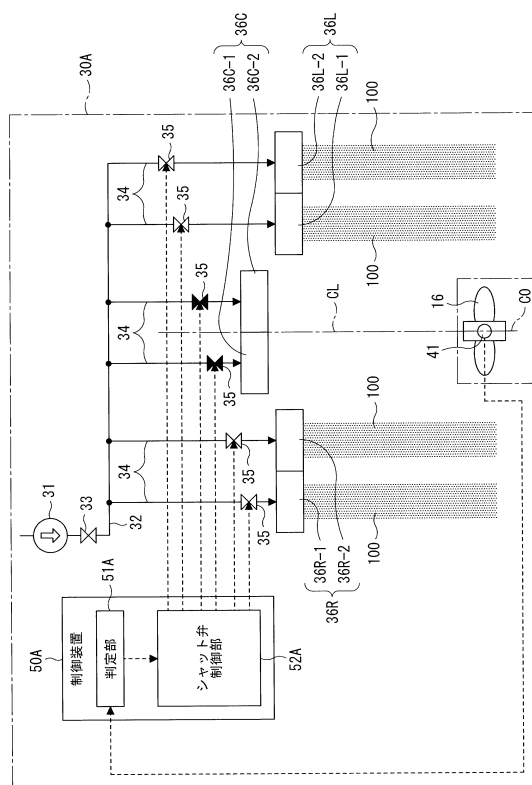
【 図 5 】



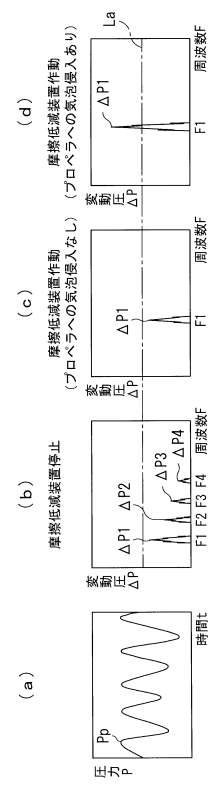
【 図 6 】



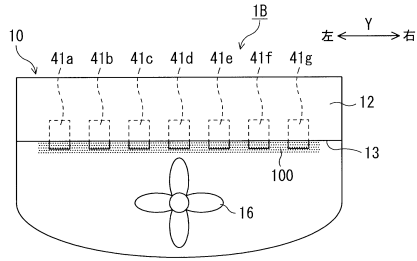
【圖 7】



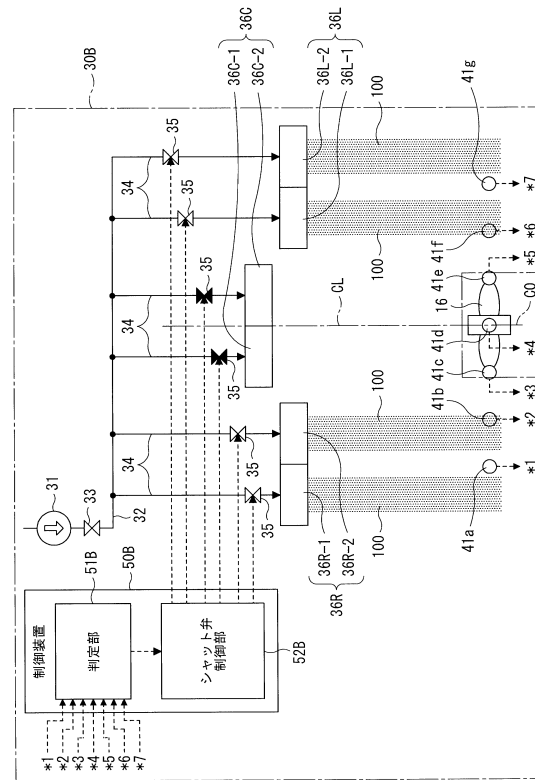
【 図 8 】



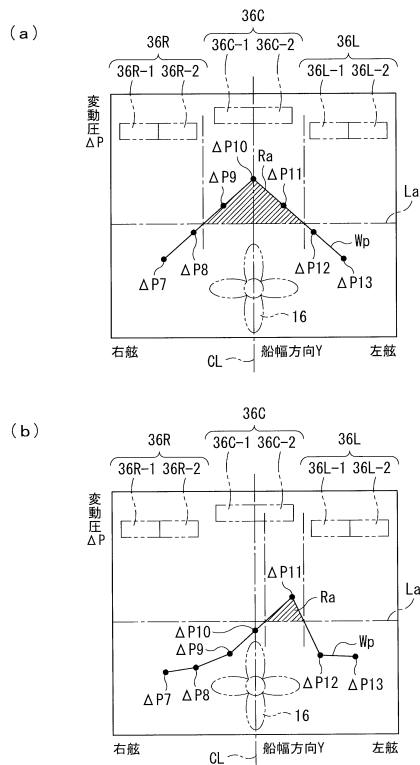
【 図 9 】



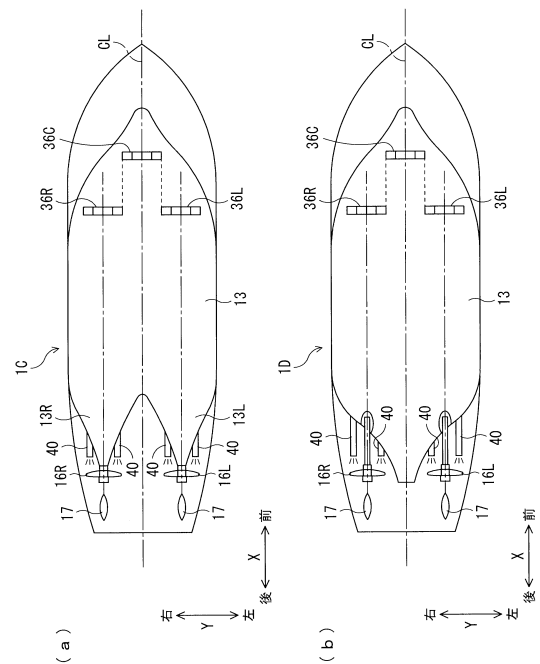
【 図 1 0 】



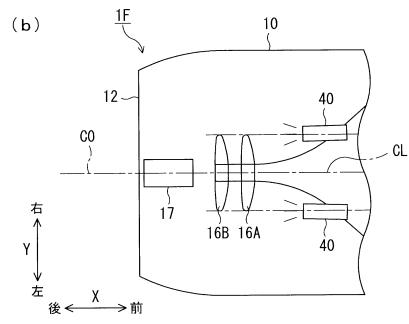
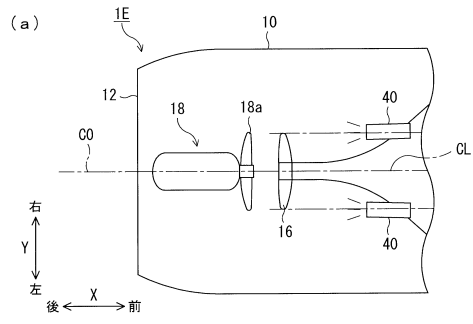
【 ㄨ 1 1 】



【 図 1 2 】



## 【図 13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-248831(JP,A)  
実開昭62-137891(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B63B 1/38