

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-154198

(P2018-154198A)

(43) 公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

(51) Int.Cl.

B 6 3 B 1/38 (2006.01)

F 1

B 6 3 B 1/38

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2017-51762 (P2017-51762)  
(22) 出願日 平成29年3月16日 (2017.3.16)

(71) 出願人 518022743  
三菱造船株式会社  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3  
番1号  
(74) 代理人 110002147  
特許業務法人酒井国際特許事務所  
(72) 発明者 山田 智之  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重  
工業株式会社内

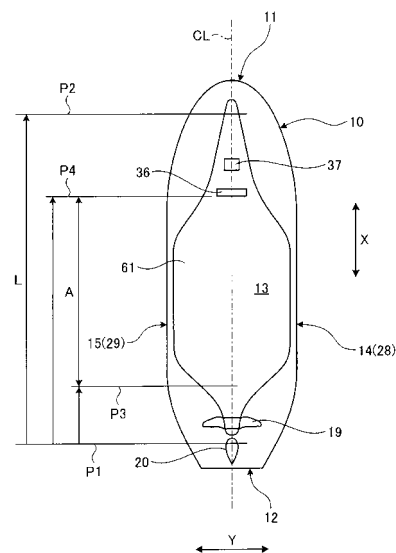
(54) 【発明の名称】 船舶

## (57) 【要約】

【課題】 船舶において、摩擦抵抗低減効果の向上を図る。

【解決手段】 船底13の空気吹き出し部36から水中に空気を吹き出す摩擦低減装置31が搭載される船舶において、船底13は、少なくとも空気吹き出し部36より船尾12側に船尾12側に向けて喫水が深くなる傾斜面61が設けられる。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

船底の空気吹き出し部から外部に空気を吹き出す摩擦低減装置が搭載される船舶において、

前記船底は、少なくとも前記空気吹き出し部より船尾側に前記船尾側に向けて喫水が深くなる傾斜面が設けられる、

ことを特徴とする船舶。

**【請求項 2】**

前記空気吹き出し部は、船長の間中位置より船首側に設けられ、前記傾斜面は、舵軸心から船首側に水線間長の 10% 移行した位置から、舵軸心から船首側に水線間長の 90% 移行した位置との間の領域に設けられることを特徴とする請求項 1 に記載の船舶。

10

**【請求項 3】**

前記傾斜面は、船長方向に沿って水線間長の 20% 以上の領域に設けられることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の船舶。

**【請求項 4】**

前記傾斜面は、船長方向に沿う喫水線に対して、0.001 度から 2 度の傾斜角度に設定されることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の船舶。

**【請求項 5】**

前記傾斜面は、幅が船幅の 30% 以上の領域に設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の船舶。

20

**【請求項 6】**

前記船底における前記傾斜面より船首側に船長方向に沿って喫水が一定な船首側水平面が設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の船舶。

**【請求項 7】**

前記船底における前記傾斜面より船尾側に船長方向に沿って喫水が一定な船尾側水平面が設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の船舶。

**【請求項 8】**

前記空気吹き出し部は、船長方向に所定間隔を空けて複数設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の船舶。

**【請求項 9】**

前記船底は、前記空気吹き出し部より船尾側に凹部が設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の船舶。

30

**【請求項 10】**

前記船底は、前記空気吹き出し部より船幅方向の外側に空気の拡散を抑制するガイド部が設けられることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の船舶。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、船体に作用する摩擦抵抗を低減する摩擦低減装置を備える船舶に関するものである。

40

**【背景技術】****【0002】**

船舶の船体に作用する摩擦抵抗を低減する技術として、空気（気泡）を水中に吹き出して船体の表面を気泡で覆うものが知られている。この船体摩擦抵抗低減装置は、気体室（エアチャンバ）に気体供給管が接続されると共に、気体室における船底の外板部に複数の空気噴出口が設けられ、気体室の気体供給管の接続部と各空気噴出口との間にバッフルプレートが配設したものである。そのため、気体供給管から気体室に供給された空気がバッフルプレートに衝突して拡散され、各空気噴出口から水中へほぼ一様な状態で噴出される。このような船体摩擦抵抗低減装置としては、例えば、下記特許文献 1 に記載されているものがある。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-246041号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、一般的に、排水量の商船は、載荷状態でイーブンキールを前提に設計、建造がなされており、船底は、この載荷状態で水面に対して平行となっている。例えば、コンテナ船は、載荷状態にて、コンテナを案内するコンテナガイドレールが甲板に鉛直方向に沿って設置されており、コンテナをスムーズに積み込めることができる。また、LNG船やLPG船などのタンカーは、タンクに貯留される液体が甲板と平行になるようにタンクが設置されている。そのため、いずれの船舶であっても、載荷状態にて、船底は水面に対して水平で設計されている。そして、船舶が所定速度で運航すると、船底流速による負圧で、船体は沈下すると共に船首側の沈下量が大きくなり、船首下げの状態で航走している。

10

【0005】

船体摩擦抵抗低減装置は、空気を船底に設けられた吹き出し口から水中へ噴出し、吹き出された気泡が船底の表面から離れることなく、船尾側に流れることで広い範囲にわたって摩擦抵抗を低減することが望ましい。ところが、上述したように一般的な船舶は、載荷状態にて、船底が水面に対して水平であり、航走状態では、船尾側に対して船首側が沈下した船首下げの状態となる。そのため、吹き出し口から水中へ吹き出された気泡は、船尾側に流れると共に船底の表面から離れてしまい、摩擦低減効果を十分に発揮することができない。その対策として、吹き出し口から水中へ噴出する空気量を増加させることが考えられるが、空気噴出用のブローヤやコンプレッサなどの大型化及び高コスト化、電力消費量の増加などを招いてしまう。

20

【0006】

本発明は上述した課題を解決するものであり、摩擦抵抗低減効果の向上を図る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】

30

【0007】

上記の目的を達成するための本発明の船舶は、船底の空気吹き出し部から外部に空気を吹き出す摩擦低減装置が搭載される船舶において、前記船底は、少なくとも前記空気吹き出し部より船尾側に前記船尾側に向けて喫水が深くなる傾斜面が設けられる、ことを特徴とするものである。

【0008】

従って、空気が空気吹き出し部から水中に吹き出されると、この空気が多数の気泡となって船底の表面に沿って船尾側に流れるが、船底に船尾側に向けて喫水が深くなる傾斜面が設けられていることから、多数の気泡は、船尾側に流れにくくなり、気泡の密度が高くなり、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

40

【0009】

本発明の船舶では、前記空気吹き出し部は、船長の間位置より船首側に設けられ、前記傾斜面は、舵軸心から船首側に水線間長の10%移行した位置から、舵軸心から船首側に水線間長の90%移行した位置との間の領域に設けられることを特徴としている。

【0010】

従って、傾斜面を船長方向における最適領域に設けることで、気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【0011】

本発明の船舶では、前記傾斜面は、船長方向に沿って水線間長の20%以上の領域に設けられることを特徴としている。

50

## 【 0 0 1 2 】

従って、船長方向における傾斜面の領域の長さを設定することで、気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の船舶では、前記傾斜面は、船長方向に沿う喫水線に対して、0.001度から2度の傾斜角度に設定されることを特徴としている。

## 【 0 0 1 4 】

従って、傾斜面の最適な傾斜角度の領域を設定することで、造波抵抗、粘性圧力抵抗の増加を抑制しながら、粘性摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の船舶では、前記傾斜面は、幅が船幅の30%以上の領域に設けられることを特徴としている。

## 【 0 0 1 6 】

従って、傾斜面を船長方向における最適領域に設けることで、気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の船舶では、前記船底における前記傾斜面より船首側に船長方向に沿って喫水が一定な船首側水平面が設けられることを特徴としている。

## 【 0 0 1 8 】

従って、傾斜面より船首側に船首側水平面を設けることで、造波抵抗、粘性圧力抵抗の増加を抑制しながら、粘性摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の船舶では、前記船底における前記傾斜面より船尾側に船長方向に沿って喫水が一定な船尾側水平面が設けられることを特徴としている。

## 【 0 0 2 0 】

従って、傾斜面より船尾側に船尾側水平面を設けることで、造波抵抗、粘性圧力抵抗の増加を抑制しながら、粘性摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の船舶では、前記空気吹き出し部は、船長方向に所定間隔を空けて複数設けられることを特徴としている。

## 【 0 0 2 2 】

従って、船幅方向への気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の船舶では、前記船底は、前記空気吹き出し部より船尾側に凹部が設けられることを特徴としている。

## 【 0 0 2 4 】

従って、空気吹き出し部から水中に吹き出された空気は、多数の気泡となって一時的に凹部に貯留されることで船幅方向への気泡の拡散が抑制され、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 0 0 2 5 】

本発明の船舶では、前記船底は、前記空気吹き出し部より船幅方向の外側に空気の拡散を抑制するガイド部が設けられることを特徴としている。

## 【 0 0 2 6 】

従って、空気吹き出し部から水中に吹き出された空気は、多数の気泡となってガイド部により船幅方向への気泡の拡散が抑制され、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 7 】

本発明の船舶によれば、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】図1は、第1実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略側面図である。

【図2】図2は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。

【図3】図3は、空気供給系統を表す概略図である。

【図4】図4は、船底に対する気泡位置を表すグラフである。

【図5】図5は、第2実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略側面図である。

【図6】図6は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。

【図7】図7は、第3実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。

【図8】図8は、第4実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。

10

【図9】図9は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。

【図10】図10は、第4実施形態の第1変形例を表す摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。

【図11】図11は、第4実施形態の第2変形例を表す摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。

【図12】図12は、第5実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。

【図13】図13は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0029】

以下に添付図面を参照して、本発明に係る船舶の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

20

【0030】

## [第1実施形態]

図1は、第1実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略側面図、図2は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図、図3は、空気供給系統を表す概略図である。

【0031】

第1実施形態の船舶は、船長が100m以上の大型船舶であって、例えば、大型石油タンカー（VLCC，ULCC）、LNG船やLPG船、旅客船（カーフェリー）などであり、摩擦低減装置を搭載している。

30

【0032】

図1及び図2に示すように、船体10は、船首11と、船尾12と、船底13と、左舷14と、右舷15を有している。本実施形態では、船体10の船長方向（前後方向）をX方向、船幅方向（幅方向）をY方向、船高方向（上下方向）をZ方向として表している。そして、CLは、船体10の幅方向におけるセンターラインを表し、WLは、船体10の満載喫水線を表している。

【0033】

船体10は、船尾12側に隔壁16により機関室17が区画され、この機関室17に主機関（例えば、ディーゼルエンジン）18が配置されている。この主機関18は、推進力を伝達するプロペラ19が駆動連結されている。また、船体10は、船尾12に船体10の方向を制御する舵20が設けられている。

40

【0034】

また、船体10は、空気供給機器室21と、船倉22と、甲板23と、甲板暴露部25と、隔壁26と、船底外板27と、船側外板28，29とを有している。空気供給機器室21は、船倉22より船首11側に配置されている。空気供給機器室21と船倉22は、隔壁26により仕切られている。甲板23は、空気供給機器室21及び船倉22の床面を形成している。甲板暴露部25は、例えば、船首11の上甲板であり、空気供給機器室21の上方に配置される。

【0035】

摩擦低減装置31は、空気供給装置32と、エアクーラ33と、通風筒34と、空気吸

50

い込み口 3 5 と、空気吹き出し部 3 6 と、海水取入部 3 7 と、ポンプ 3 8 とを有している。空気吹き出し部 3 6 は、船首 1 1 側の船底 1 3 に配置されている。空気供給装置 3 2 及びエアクーラ 3 3 は、空気供給機器室 2 1 に設置されている。通風筒 3 4 及び空気吸い込み口 3 5 は、甲板暴露部 2 5 に配置されている。通風筒 3 4 は、空気供給機器室 2 1 に連通され、空気供給機器室 2 1 を換気するために用いられる。空気吸い込み口 3 5 は空気供給装置 3 2 に接続されている。空気供給装置 3 2 は、エアクーラ 3 3 を介して空気吹き出し部 3 6 に接続されている。海水取入部 3 7 は、ポンプ 3 8 を介してエアクーラ 3 3 に接続されている。

#### 【 0 0 3 6 】

船底 1 3 は、船体 1 0 における船底外板 2 7 の平坦な部分（平坦面）に配置されており、船体 1 0 のセンターライン C L（船長方向 X）に沿って船首 1 1 側に延出されると共に、船尾 1 2 側に延出され、船幅方向 Y に沿って両側に延出されている。空気吹き出し部 3 6 と海水取入部 3 7 は、船底 1 3 における船体 1 0 のセンターライン C L 上に配置され、海水取入部 3 7 が空気吹き出し部 3 6 より船首 1 1 側に配置されている。空気吹き出し部 3 6 は、船幅方向 Y に沿って配置されている。

#### 【 0 0 3 7 】

空気供給装置 3 2 は、空気吸い込み口 3 5 から吸い込んだ空気を加圧し、その加圧された圧縮空気をエアクーラ 3 3 から空気吹き出し部 3 6 に供給する。ポンプ 3 8 は、海水取入部 3 7 から取り入れられた海水をエアクーラ 3 3 に供給する。エアクーラ 3 3 は、海水を用いて圧縮空気を冷却する。エアクーラ 3 3 は、例えば、圧縮空気と海水を熱交換する熱交換器である。また、エアクーラ 3 3 は、圧縮空気中に海水を散布して圧縮空気を冷却するように構成してもよく、海水中に圧縮空気を吹き出して圧縮空気を冷却するように構成してもよい。空気吹き出し部 3 6 は、空気供給装置 3 2 から供給された圧縮空気を水中に吹き出す。即ち、船底 1 3 の空気吹き出し部 3 6 から水中に空気が吹き出され、この吹き出された空気により形成される気泡が平坦面となる船底 1 3 の表面に送り出され、この気泡により船底 1 3 が覆われることで船体 1 0 の摩擦抵抗が低減される。

#### 【 0 0 3 8 】

また、船首 1 1 側の船底 1 3 に配置された空気吹き出し部 3 6 は、図 3 に示すように、船体 1 0 の内部に設けられる複数の気体室 4 1 と、この各気体室 4 1 内と船体 1 0 の外方とを仕切る仕切壁としての船底外板 2 7 と、船底外板 2 7 に設けられる複数の空気吹き出し口 4 2 とを有している。気体室 4 1 は、密閉された空間であって、エアクーラ 3 3 を介して空気供給装置 3 2 が接続されている。複数の空気吹き出し口 4 2 は、気体室 4 1 から船底外板 2 7 を貫通して船体 1 0 の外方、つまり、水中に流通する通路である。この複数の空気吹き出し口 4 2 は、船底 1 3 の船長方向（X 方向）に沿うと共に、船幅方向（Y 方向）に所定間隔を空けて配置されている。そのため、複数の空気吹き出し口 4 2 から水中に吹き出された圧縮空気は、気泡となり、船底 1 3 の平坦部を後方に流れると共に幅方向に拡散する。

#### 【 0 0 3 9 】

空気供給装置 3 2 は、気体室 4 1 と、空気吹き出し口 4 2 と、圧縮機 4 3 と、主空気供給配管 4 4 と、メインチャンバ 4 5 と、複数の副空気供給配管（空気供給通路）4 6 とを有している。圧縮機 4 3 は、空気取り込み配管 4 7 を介して空気吸い込み口 3 5 が接続されている。また、圧縮機 4 3 は、主空気供給配管 4 4 を介してメインチャンバ 4 5 が接続されている。この圧縮機 4 3 は、例えば、取り込んだ空気を 5 0 0 k P a 以上（望ましくは、7 0 0 k P a ~ 1 3 0 0 k P a）に加圧することができる。主空気供給配管 4 4 は、開閉弁 4 8、流量計 4 9、圧力計 5 0 が設けられている。

#### 【 0 0 4 0 】

メインチャンバ 4 5 は、圧縮機 4 3 により加圧供給された圧縮空気を所定圧の状態で、所定量だけ貯留することができる。このメインチャンバ 4 5 は、主空気供給配管 4 4 の下流端部が接続されると共に、複数の副空気供給配管 4 6 の各上流側他端部がそれぞれ接続されている。この各副空気供給配管 4 6 は、下流側端部がそれぞれ気体室 4 1 に接続され

10

20

30

40

50

ている。副空気供給配管 4 6 は、流量調整弁 5 1 と遮断弁 5 2 が設けられている。

【0041】

そのため、開閉弁 4 8 を開放して圧縮機 4 3 を駆動すると、圧縮機 4 3 は、取り込んだ空気を所定圧まで加圧し、主空気供給配管 4 4 を通してメインチャンバ 4 5 に送り、メインチャンバ 4 5 は、圧縮空気を所定圧の状態に貯留する。ここで、流量調整弁 5 1 と遮断弁 5 2 を開放すると、メインチャンバ 4 5 の圧縮空気が各副空気供給配管 4 6 を介して各気体室 4 1 にそれぞれ供給され、各気体室 4 1 に供給された圧縮空気が複数の空気吹き出し口 4 2 から水中に吹き出され、気泡となって平坦面となる船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる。

【0042】

本実施形態の船舶は、図 1 及び図 2 に示すように、船底 1 3 において、少なくとも空気吹き出し部 3 6 より船尾 1 2 側に、船尾 1 2 側に向けて噴水が深くなる傾斜面 6 1 が設けられている。本実施形態では、船底 1 3 自体が、船尾 1 2 側に向けて噴水が深くなるように所定の傾斜角度 だけ傾斜した傾斜面 6 1 となっている。即ち、傾斜面 6 1 である船底 1 3 は、満載喫水線 W L と平行な水平線 W L 1 に対して、船尾 1 2 側に向けて船高方向 Z の下方側に所定の傾斜角度 で傾斜している。

【0043】

但し、船底 1 3 の全域を傾斜させて傾斜面 6 1 を形成する必要はなく、空気吹き出し部 3 6 は、船長方向 X の中間位置より船首 1 1 側に設けられており、傾斜面 6 1 は、少なくともこの空気吹き出し部 3 6 より船尾 1 2 側に設けられていればよい。

【0044】

例えば、舵軸心の位置 P 1 から、船首 1 1 側における船体 1 0 の前端と満載喫水線 W L との交点 P 2 までの船長方向 X の長さを水線間長 L とする。このとき、傾斜面 6 1 は、舵軸心の位置 P 1 から船首 1 1 側に水線間長 L の 10 % だけ移行した位置 P 3 から、舵軸心の位置 P 1 から船首 1 1 側に水線間長 L の 90 % だけ移行した位置 P 4 との間の領域 A に設けられていることが好ましい。なお、傾斜面 6 1 の形成領域は、位置 P 1 から位置 P 4 までの領域 A に限らず、舵軸心の位置 P 1 から船首 1 1 側に水線間長 L の 20 % だけ移行した位置から、舵軸心の位置 P 1 から船首 1 1 側に水線間長 L の 80 % だけ移行した位置との間の領域に設けられていることが更に好ましい。

【0045】

また、傾斜面 6 1 は、船長方向 X に沿って水線間長 L の 20 % 以上の領域に設けられることが好ましい。そして、この傾斜面 6 1 は、船長方向 X に沿う満載喫水線 W L ( 水平線 W L 1 ) に対して、0.001 度から 2 度の傾斜角度 に設定されることが好ましい。この傾斜角度 は、気泡の拡散幅に対する空気吹き出し部 3 6 からの長さにより実験に基づいて設定される。好ましくは、0.1 度から 0.2 度の傾斜角度 である。

【0046】

そのため、圧縮空気が空気吹き出し部 3 6 から水中に吹き出されると、この圧縮空気が多数の気泡となって船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる。このとき、船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる多数の気泡は、船高方向 Z の下方に拡散するが、船底 1 3 が船尾 1 2 側に向けて噴水が深くなる傾斜面 6 1 であることから、多数の気泡は、船尾 1 2 側に流れにくくなり、気泡の密度 ( ボイド率 ) が高くなる。そのため、船体 1 0 の摩擦抵抗低減効果が向上する。

【0047】

図 4 は、船底に対する気泡位置を表すグラフである。図 4 に示すように、従来の船底は、船尾 1 2 側に向けて噴水が一定となる水平面であり、一点鎖線で表す気泡位置が船底から離間する方向に拡散することから、従来の船底と気泡位置との距離 d 1 は、船尾 1 2 側に行くほどに大きくなり、気泡密度が減少することで船体 1 0 の摩擦抵抗低減効果が薄れてしまう。一方、本実施形態の船底 1 3 は、船尾 1 2 側に向けて噴水が深くなる傾斜面 6 1 であり、一点鎖線で表す気泡位置が船底から離間する方向に拡散するものの、本実施形態の船底 1 3 と気泡位置との距離 d 2 は、船尾 1 2 側に行ってもほぼ一定に維持され、気

10

20

30

40

50

泡密度が維持されることで船体 10 の摩擦抵抗低減効果が従来に比べて向上する。

【0048】

このように第 1 実施形態の船舶にあっては、船底 13 の空気吹き出し部 36 から水中に空気を吹き出す摩擦低減装置 31 が搭載される船舶において、船底 13 は、少なくとも空気吹き出し部 36 より船尾 12 側に船尾 12 側に向けて噴水が深くなる傾斜面 61 が設けられる。

【0049】

従って、空気吹き出し部 36 から水中に吹き出された空気は、多数の気泡となって船底 13 の表面に沿って船尾 12 側に流れる。このとき、船底 13 に船尾 12 側に向けて噴水が深くなる傾斜面 61 が設けられていることから、多数の気泡は、船尾 12 側に流れにくくなって気泡の密度が高くなり、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

10

【0050】

第 1 実施形態の船舶では、空気吹き出し部 36 を船長方向 X の中間位置より船首 11 側に設け、傾斜面 61 を舵軸心の位置 P1 から船首 11 側に水線間長 L の 10% 移行した位置 P3 から、舵軸心の位置 P1 から船首 11 側に水線間長 L 90% 移行した位置 P4 との間の領域 A に設けている。従って、傾斜面 61 を船長方向 X における最適領域に設けることで、気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【0051】

第 1 実施形態の船舶では、傾斜面 61 を船長方向 X に沿って水線間長 L の 20% 以上の領域に設けている。従って、船長方向 X における傾斜面 61 の領域の長さを設定することで、気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

20

【0052】

第 1 実施形態の船舶では、傾斜面 61 は、船長方向 X に沿う満載喫水線 WL に対して、 $0.001$  度から 2 度の傾斜角度 に設定されている。従って、傾斜面 61 の最適な傾斜角度の領域を設定することで、造波抵抗、粘性圧力抵抗の増加を抑制しながら、粘性摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【0053】

[第 2 実施形態]

図 5 は、第 2 実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略側面図、図 6 は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

30

【0054】

第 2 実施形態の船舶は、図 5 及び図 6 に示すように、船底 13 において、少なくとも空気吹き出し部 36 より船尾 12 側に、船尾 12 側に向けて噴水が深くなる傾斜面 62 が設けられている。そして、本実施形態にて、傾斜面 62 は、幅が船幅 W の 30% 以上の領域に設けられている。即ち、船底 13 は、船体 10 のセンターライン CL (船長方向 X) に沿って船首 11 側及び船尾 12 側に延出され、船首 11 側及び船尾 12 側に向けてその幅が小さくなっている。傾斜面 62 は、幅が船幅  $W_f = 0.3W$  より船尾 12 側で、船幅  $W_r = 0.3W$  より船首 11 側に設けられる。

【0055】

そして、船底 13 は、傾斜面 62 より船首 11 側に船長方向 X に沿って噴水が一定な船首側水平面 63 が設けられている。また、船底 13 は、傾斜面 62 より船尾 12 側に船長方向 X に沿って噴水が一定な船尾側水平面 64 が設けられている。即ち、傾斜面 62 と船首側水平面 63 とにおける船幅  $W_f$  が  $0.3W$  であり、傾斜面 62 と船尾側水平面 64 とにおける船幅  $W_r$  が  $0.3W$  である。但し、傾斜面 62 を空気吹き出し部 36 から船尾方向に所定距離離れた位置から船尾 12 側に設けてもよい。

40

【0056】

そのため、空気吹き出し部 36 から水中に吹き出された圧縮空気は、多数の気泡となって船底 13 の表面に沿って船尾 12 側に流れる。このとき、船底 13 の表面に沿って船尾 12 側に流れる多数の気泡は、傾斜面 62 を流れるときに船尾 12 側に流れにくくなり、

50



気泡の密度（ボイド率）が高くなる。そのため、船体 10 の摩擦抵抗低減効果が向上する。

【 0 0 5 7 】

このように第 2 実施形態の船舶にあっては、傾斜面 6 2 の幅を船幅 W の 3 0 % 以上の領域に設けている。従って、傾斜面 6 2 を船長方向 X における最適領域に設けることで、気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【 0 0 5 8 】

第 2 実施形態の船舶では、船底 1 3 における傾斜面 6 2 より船首 1 1 側に船長方向 X に沿って喫水が一定な船首側水平面 6 3 を設けている。従って、船首 1 1 側での船体抵抗が低減して造波抵抗、粘性圧力抵抗の増加を抑制しながら、粘性摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

10

【 0 0 5 9 】

第 2 実施形態の船舶では、船底 1 3 における傾斜面 6 2 より船尾 1 2 側に船長方向 X に沿って喫水が一定な船尾側水平面 6 4 を設けている。従って、船尾 1 2 側での船体抵抗が低減して造波抵抗、粘性圧力抵抗の増加を抑制しながら、粘性摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【 0 0 6 0 】

[ 第 3 実施形態 ]

図 7 は、第 3 実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

20

【 0 0 6 1 】

第 3 実施形態の船舶は、図 7 に示すように、船底 1 3 に複数（本実施形態では、3 個）の空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c が船長方向 X に所定間隔を空けて設けられている。そして、船底 1 3 において、少なくとも船首 1 1 側の空気吹き出し部 3 6 a より船尾 1 2 側に、船尾 1 2 側に向けて喫水が深くなる傾斜面 6 1 が設けられている。

【 0 0 6 2 】

そのため、各空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c から水中に吹き出された圧縮空気は、多数の気泡となって船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる。このとき、船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる多数の気泡は、傾斜面 6 1 を流れるときに船尾 1 2 側に流れにくくなり、気泡の密度（ボイド率）が高くなる。そのため、船体 10 の摩擦抵抗低減効果が向上する。

30

【 0 0 6 3 】

このように第 3 実施形態の船舶にあっては、船底 1 3 の船長方向 X に所定間隔を空けて複数の空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c を設けている。従って、空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c から船底 1 3 のセンターライン C L に沿って空気を吹き出すことで、船幅方向への気泡の拡散を抑制して摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【 0 0 6 4 】

[ 第 4 実施形態 ]

図 8 は、第 4 実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図、図 9 は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

40

【 0 0 6 5 】

第 4 実施形態の船舶は、図 8 及び図 9 に示すように、船底 1 3 に複数（本実施形態では、2 個）の空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b が船長方向 X に所定間隔を空けて設けられている。そして、船底 1 3 において、少なくとも船首 1 1 側の空気吹き出し部 3 6 a より船尾 1 2 側に、船尾 1 2 側に向けて喫水が深くなる傾斜面 6 1 が設けられている。

【 0 0 6 6 】

また、船底 1 3 において、各空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b より船尾 1 2 側に凹部 7 1 a , 7 1 b が設けられている。即ち、各凹部 7 1 a , 7 1 b は、船底 1 3 に矩形状をなし

50

て設けられており、船内側に凹んで形成されており、ほぼ一定な深さとなっている。各空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b は、各凹部 7 1 a , 7 1 b 内における船首 1 1 側の端部に設けられている。但し、各凹部 7 1 a , 7 1 b を各空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b の船尾 1 2 側の直後に設けたり、所定距離だけ離れて設けたりしてもよい。

【 0 0 6 7 】

そのため、各空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b から水中に吹き出された圧縮空気は、多数の気泡となって船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる。このとき、船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる多数の気泡は、各凹部 7 1 a , 7 1 b 内に一時的に貯留され、船幅方向 Y に拡散しにくくなり、また、傾斜面 6 1 を流れるときに船尾 1 2 側に流れにくくなり、気泡の密度（ボイド率）が高くなる。そのため、船体 1 0 の摩擦抵抗低減効果が向上する。

10

【 0 0 6 8 】

なお、船底 1 3 に対する各凹部 7 1 a , 7 1 b の構成は、上述したものに限定されるものではない。図 1 0 は、第 4 実施形態の第 1 変形例を表す摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図、図 1 1 は、第 4 実施形態の第 2 変形例を表す摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。

【 0 0 6 9 】

図 1 0 に示すように、船底 1 3 に複数（本実施形態では、2 個）の空気吹き出し部 3 6 d , 3 6 e が船幅方向 Y に所定間隔を空けて設けられている。また、船底 1 3 において、各空気吹き出し部 3 6 d , 3 6 e より船尾 1 2 側に 1 個の凹部 7 1 a が設けられている。即ち、凹部 7 1 a は、船底 1 3 に矩形状をなして設けられており、船内側に凹んで形成されており、ほぼ一定な深さとなっている。各空気吹き出し部 3 6 d , 3 6 e は、この凹部 7 1 a 内における船首 1 1 側の端部に設けられている。

20

【 0 0 7 0 】

また、図 1 1 に示すように、船底 1 3 に複数（本実施形態では、2 個）の空気吹き出し部 3 6 d , 3 6 e が船幅方向 Y に所定間隔を空けて設けられている。また、船底 1 3 において、各空気吹き出し部 3 6 d , 3 6 e より船尾 1 2 側に複数（本実施形態では、2 個）の凹部 7 1 c , 7 1 d が船幅方向 Y に所定間隔を空けて設けられている。即ち、各凹部 7 1 c , 7 1 d は、船底 1 3 に矩形状をなして設けられており、船内側に凹んで形成されており、ほぼ一定な深さとなっている。各空気吹き出し部 3 6 d , 3 6 e は、この各凹部 7 1 c , 7 1 d 内における船首 1 1 側の端部に設けられている。

30

【 0 0 7 1 】

このように第 4 実施形態の船舶にあっては、船底 1 3 は、空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 d , 3 6 e より船尾 1 2 側に凹部 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d が設けられている。従って、空気吹き出し部 3 6 a , 3 6 b , 3 6 d , 3 6 e から水中に吹き出された空気は、多数の気泡となって一時的に凹部 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d に貯留されることで船幅方向 Y への気泡の拡散が抑制され、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

【 0 0 7 2 】

[ 第 5 実施形態 ]

40

図 1 2 は、第 5 実施形態の摩擦低減装置を搭載した船舶の概略底面図、図 1 3 は、摩擦低減装置を搭載した船舶の概略縦断面図である。なお、上述した実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 3 】

第 5 実施形態の船舶は、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、船底 1 3 において、少なくとも空気吹き出し部 3 6 a より船尾 1 2 側に、船尾 1 2 側に向けて喫水が深くなる傾斜面 6 1 が設けられている。また、船底 1 3 において、空気吹き出し部 3 6 より船幅方向 Y の外側に空気の拡散を抑制する一対のガイド部 8 1 が設けられている。各ガイド部 8 1 は、船底 1 3（傾斜面 6 1）における船幅方向 Y の端部から所定長さだけセンターライン C L に寄った位置に船長方向 X に沿って設けられている。このガイド部 8 1 は、船底から外部に

50

突出したものであるが、その突出量は、船尾 1 2 側に向けて一定であっても、減少または増加していてもよい。また、このガイド部 8 1 は、船長方向 X に平行であるが、船尾側に向けて広くなったり、狭くなったりしていてもよい。

#### 【0074】

そのため、空気吹き出し部 3 6 から水中に吹き出された圧縮空気は、多数の気泡となって船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる。このとき、船底 1 3 の表面に沿って船尾 1 2 側に流れる多数の気泡は、各ガイド部 8 1 により船幅方向 Y の外側への拡散が抑制され、また、傾斜面 6 1 を流れるときに船尾 1 2 側に流れにくくなり、気泡の密度（ボイド率）が高くなる。そのため、船体 1 0 の摩擦抵抗低減効果が向上する。

#### 【0075】

このように第 5 実施形態の船舶にあっては、船底 1 3 に空気吹き出し部 3 6 より船幅方向 Y の外側に空気の拡散を抑制するガイド部 8 1 を設けている。従って、空気吹き出し部 3 6 から水中に吹き出された空気は、多数の気泡となってガイド部 8 1 により船幅方向 Y への気泡の拡散が抑制され、摩擦抵抗低減効果の向上を図ることができる。

#### 【0076】

なお、上述した各実施形態にて、船底 1 3 に設けた傾斜面 6 1 , 6 2 を平坦面としたが、船長方向 X に沿って湾曲する曲面としてもよい。また、傾斜面 6 1 , 6 2 を船幅方向 Y の全域に設けたが、センターライン C L に寄った領域だけに設けてもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0077】

- 1 0 船体
- 1 1 船首
- 1 2 船尾
- 1 3 船底
- 1 4 左舷（船側）
- 1 5 右舷（船側）
- 2 1 空気供給機器室
- 2 7 船底外板
- 2 8 , 2 9 船側外板
- 3 1 摩擦低減装置
- 3 2 空気供給装置
- 3 3 エアクーラ
- 3 4 通風筒
- 3 5 空気吸い込み口
- 3 6 , 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c , 3 6 d , 3 6 e 空気吹き出し部
- 3 7 海水取入部
- 3 8 ポンプ
- 6 1 , 6 2 傾斜面
- 6 3 船首側水平面
- 6 4 船尾側水平面
- 7 1 a , 7 1 b , 7 1 c , 7 1 d 凹部
- 8 1 ガイド部
- X 船長方向
- Y 船幅方向
- Z 船高方向

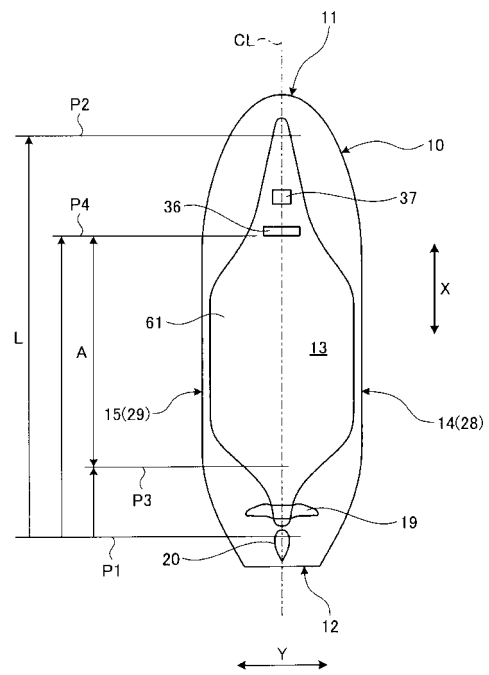
10

20

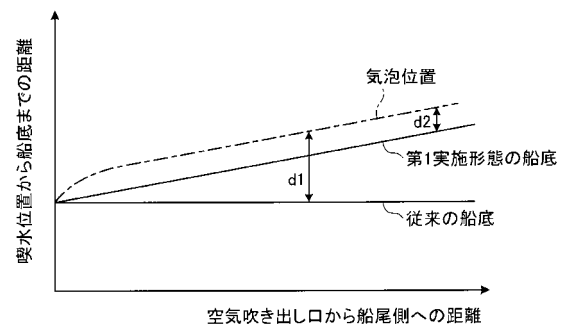
30

40

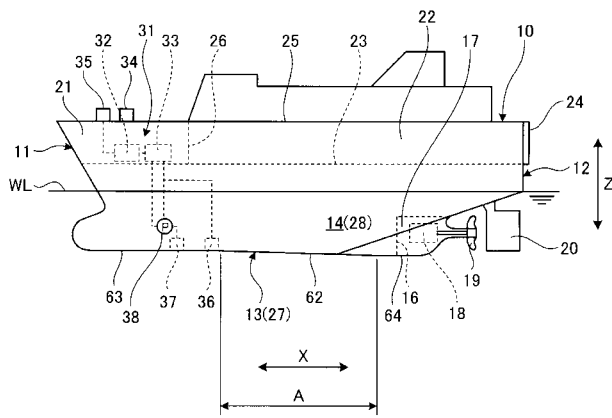
【 図 2 】



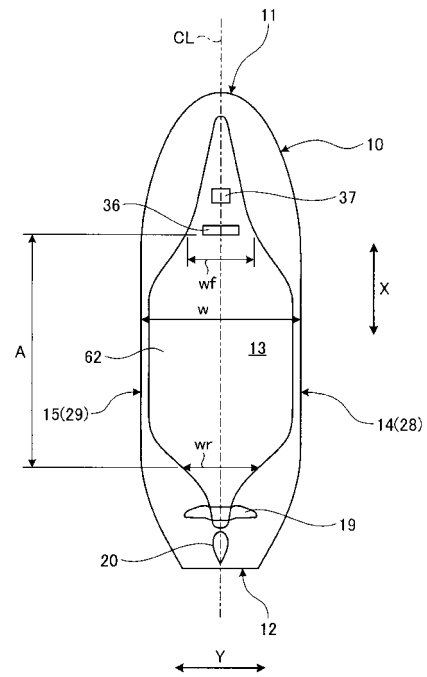
【 図 4 】



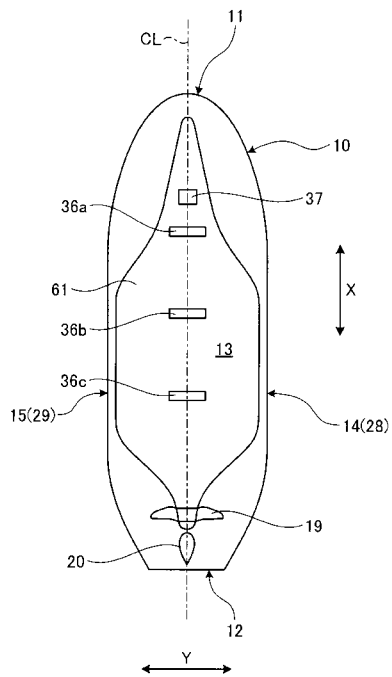
【図 5】



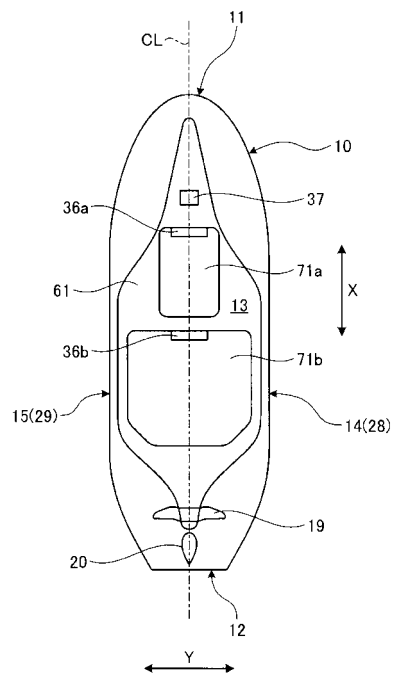
【図 6】



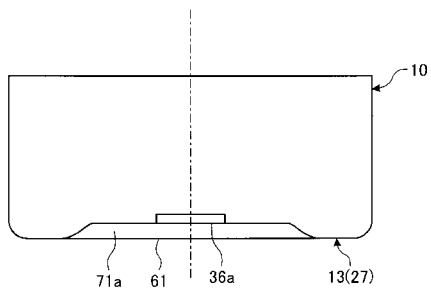
【図 7】



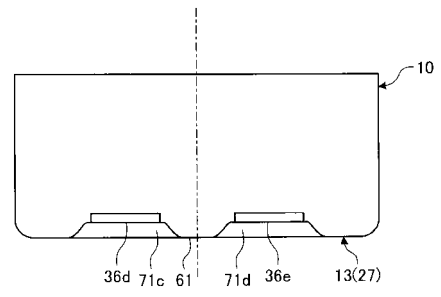
【図 8】



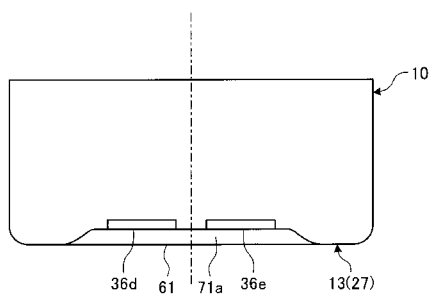
【図 9】



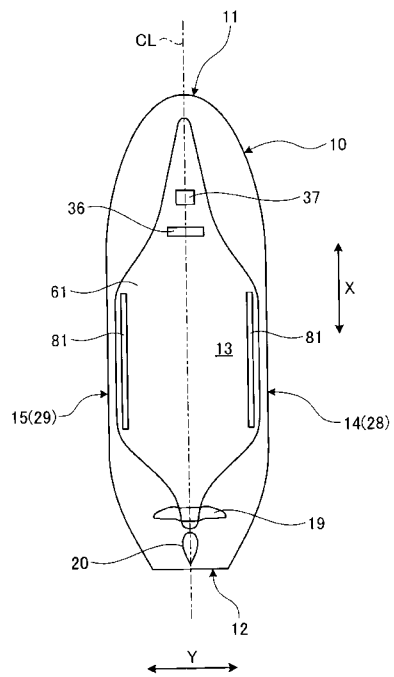
【図 11】



【図 10】



【図 12】



【図 13】

