

(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2021-107784  
(P2021-107784A)

(43) 公開日 令和3年7月29日(2021.7.29)

(51) Int. Cl. F 1 テーマコード (参考)  
GO 1 M 10/00 (2006.01) GO 1 M 10/00 2 GO 2 3

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-239126 (P2019-239126) (22) 出願日 令和1年12月27日 (2019. 12. 27)</p>	<p>(71) 出願人 501204525 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 (74) 代理人 100098545 弁理士 阿部 伸一 (74) 代理人 100189717 弁理士 太田 貴章 (72) 発明者 辻本 勝 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内</p>
--------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

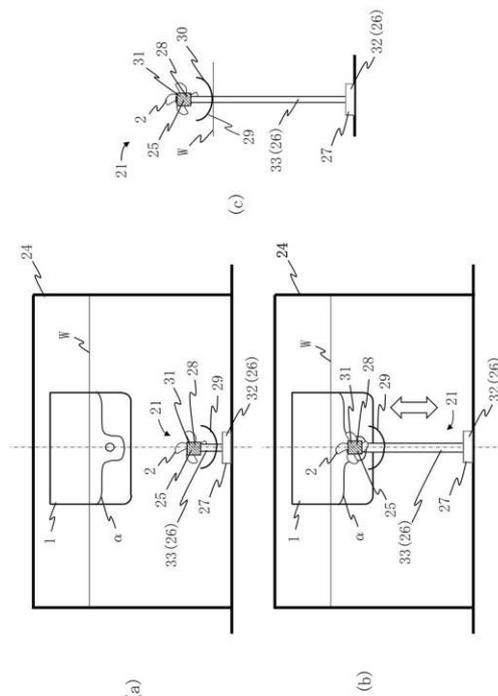
(54) 【発明の名称】 模型船試験自動化システム

(57) 【要約】

【課題】プロペラの模型船本体への装着等を自動化して模型船試験の効率を向上させる模型船試験自動化システムを提供すること。

【解決手段】模型船試験自動化システムにおいては、水槽16を利用した模型船試験の自動化システムであって、模型船本体1と、模型船本体1に着脱可能なプロペラ2と、プロペラ2を駆動軸7を介して駆動する駆動手段3と、模型船本体1にプロペラ2を自動的に着脱する自動プロペラ着脱手段21と、模型船本体1にプロペラ2を装着した状態での試験に供する自航動力計4と、少なくとも模型船本体1に自動プロペラ着脱手段21を使用してプロペラ2を自動装着し、自航動力計4を使用可能に設定する制御を行う制御手段23とを備えた。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水槽を利用した模型船試験の自動化システムであって、模型船本体と、前記模型船本体に着脱可能なプロペラと、前記プロペラを駆動軸を介して駆動する駆動手段と、前記模型船本体に前記プロペラを自動的に着脱する自動プロペラ着脱手段と、前記模型船本体に前記プロペラを装着した状態での試験に供する自航動力計と、少なくとも前記模型船本体に前記自動プロペラ着脱手段を使用して前記プロペラを自動装着し、前記自航動力計を使用可能に設定する制御を行う制御手段とを備えたことを特徴とする模型船試験自動化システム。

**【請求項 2】**

前記制御手段は、前記自航動力計を使用不可に設定し、前記自動プロペラ着脱手段を用いて離脱又は装着されている前記プロペラを前記模型船本体に着脱させる制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 3】**

前記駆動手段により前記プロペラを駆動する前記駆動軸に前記自航動力計が取り付けられ、前記駆動軸を前記模型船本体の前後方向に移動させるスライド手段を備えたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 4】**

前記制御手段は、前記自動プロペラ着脱手段による前記プロペラの装着時又は離脱時に、前記スライド手段により前記駆動軸を前後方向に移動させることを特徴とする請求項 3 に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 5】**

前記スライド手段は、前記駆動手段、前記自航動力計、及び前記駆動軸を、前記模型船本体の上部から吊り下げる形式の上部設置型、又は前記模型船本体の底面から支持する形式のマウント型であることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 6】**

前記自動プロペラ着脱手段は、前記プロペラを前記模型船本体よりも下方から持ち上げる、又は前記模型船本体から下方に降ろす昇降手段を有したことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 7】**

前記自動プロペラ着脱手段は、把持した前記プロペラを着脱のために前後方向及び左右方向の少なくとも一方に位置調節する位置調節手段を有したことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 8】**

前記制御手段は、前記昇降手段及び前記位置調節手段の少なくとも一方を制御して前記模型船本体に前記プロペラを前記駆動軸に心合わせし嵌合させることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 9】**

前記自動プロペラ着脱手段は、前記プロペラを前記駆動軸に装着後に前記プロペラを前記駆動軸に固定し、また離脱時に前記固定を解除する固定解除手段を有したことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 10】**

前記制御手段は、前記自動プロペラ着脱手段を用いて前記プロペラの装着後又は離脱後にプロペラキャップ又はボスキャップを装着する制御を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 11】**

前記自動プロペラ着脱手段は、前記プロペラの着脱時における落下防止機構を有したことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

前記制御手段を前記水槽の固定部分に設置し、前記模型船の試験を実施するための試験制御手段を前記模型船本体又は前記模型船本体を曳引する曳引車上に設置し、前記制御手段と前記試験制御手段とを無線通信で連係したことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

## 【請求項 1 3】

自由航走する前記模型船を前記水槽のトリミングタンクに帰着、発進させる模型船帰着発進手段をさらに備え、前記制御手段を前記水槽の固定部分に設置し、前記模型船の試験を実施するための試験制御手段を自由航走する前記模型船本体に設置し、前記制御手段と前記試験制御手段とを無線通信で連係したことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

10

## 【請求項 1 4】

前記制御手段による前記模型船試験の準備及び後処理と、前記試験制御手段による前記模型船試験の実施とを統合的に制御する統合制御手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 2 又は請求項 1 3 に記載の模型船試験自動化システム。

## 【請求項 1 5】

前記水槽における水面変動を検出する水面変動検出手段、及び前記水槽における水流を検出する水流検出手段の少なくとも一方を備え、前記試験制御手段は、前記水面変動又は前記水流の少なくとも一方が所定の範囲に収まった場合に前記模型船試験を開始することを特徴とする請求項 1 2 から請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の模型船試験自動化システム。

20

## 【請求項 1 6】

前記統合制御手段をネットワークを介して模型船試験要請手段と連係させたことを特徴とする請求項 1 4 又は請求項 1 4 を引用する請求項 1 5 に記載の模型船試験自動化システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、模型船を用いて水槽で行う抵抗試験や自航試験等の自動化を可能とする模型船試験自動化システムに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

図 10 は模型船の概略構成を示す図であり、図 10 ( a ) は側面図、図 10 ( b ) はプロペラボス周辺の断面図である。なお、図 10 ( a ) では模型船の内部に配置された機器類も表している。

模型船は、模型船本体 1 と、プロペラ 2 と、モーター/ギアボックス等の駆動手段 3 と、自航動力計 4 と、舵 5 を備える。スターンチューブ 6 内に通された駆動軸 7 は、一端側はジョイント 8 により自航動力計 4 と接続し、他端側にはプロペラ 2 とプロペラキャップ 9 が装着され、中間部にはスリーブ 10 が嵌着されている。プロペラボス 11 には、キー 12 が挿入されるキー溝 13 が形成されている。舵 5 は舵軸 14 により模型船本体 1 に取り付けられている。また、模型船本体 1 のうち、スターンチューブ 6 の前端側下方の船底には、駆動軸 7 から浸水した水を堰き止める堰 15 が設けられている。模型船は長さ数百メートル等の水槽 16 を利用した模型船試験に用いられる。

40

## 【0003】

図 11 は従来 of 模型船試験に用いる模型船の概略構成図であり、図 11 ( a ) は抵抗試験における状態を示し、図 11 ( b ) は自航試験における状態を示している。

図 11 ( a ) に示すように、抵抗試験においては、駆動軸 7 の一端側は自航動力計 4 と切り離される。また、駆動軸 7 の他端にはボスキャップ 17 が装着される。一方、図 11 ( b ) に示すように、自航試験においては、駆動軸 7 と自航動力計 4 がジョイント 8 によって接続される。また、駆動軸 7 の他端にはプロペラ 2 が装着される。

50

このため、抵抗試験を実施した後に自航試験を実施する場合は、自航試験に合わせた状態換装を行うため模型船本体 1 にプロペラ 2 を装着する。プロペラ 2 の装着には、ボスキャップ 17 の取り外しと、駆動軸 7 を船体の外側へ引き出してのプロペラ 2 の装着（溝あわせ）と、ジョイント 8 による自航動力計 4 の接続及び固定と、プロペラキャップ 9 の装着及び固定が必要である。なお、曳引車 18 上には、駆動手段 3 を制御する制御盤 19 と、自航動力計 4 のデータを記録するデータロガー 20 が設けられる。

また、自航試験を実施した後に抵抗試験を実施する場合は、抵抗試験に合わせた状態換装を行うため模型船本体 1 からプロペラ 2 を取り外す。この場合は、ジョイント 8 の取り外しと、プロペラキャップ 9 の固定解除及び取り外しと、船体の内側への駆動軸 7 の引き込み（駆動軸 7 から浸水しない程度）と、プロペラ 2 の取り外しと、浸水予防としてのボスキャップ 17 の装着を行う。

また、プロペラ 2 を装着せずにスラスト等の計測を行うアイドル計測を実施する場合は、駆動軸 7 を船体の外側へ引き出してのダミーボスの装着（溝あわせ）と、ジョイント 8 による自航動力計 4 の接続及び固定と、プロペラキャップ 9 の装着及び固定を行う。

これらの状態換装は、舵 5 とプロペラ 2 との間隔が狭い（数 mm）こともあり、手が入らずそのままでは作業できないため、舵 5 を舵軸 14 まわりに回転させて隙間を作ってプロペラ 2 やプロペラキャップ 9 等を装着する必要があり、手間がかかっている。

#### 【0004】

ここで、特許文献 1 には、大洋船及び内水船について、プロペラを解体することなく、プロペラシャフトのパッキンや軸受等を交換するシステムが開示されている。

また、特許文献 2 には、自由に変形し得る弾性体で構成される実物縮尺の模型船を用い、同一共試体で水槽内における試験を繰り返す模型船の自由変形制御システムが開示されている。

また、特許文献 3 には、主台車の走行方向と直交する方向に主台車上で走行する副台車に設けられた回転盤に、水槽内に浮かべられた模型船を拘束する位置が、主台車、副台車および回転盤の制御変数に応じ予め求められた模型船の曳航による加速終了後の回転盤に対する相対位置に設定されるように、模型船拘束位置調整手段が設けられた模型船用試験水槽設備が開示されている。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【特許文献 1】特開昭 59 - 77998 号公報

【特許文献 2】特開昭 52 - 110653 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 121855 号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

模型船試験の効率化のためには、プロペラの装着等を自動化することが有効である。しかし、特許文献 1 から特許文献 3 は、いずれも模型船のプロペラの装着等を自動化しようとするものではない。

そこで本発明は、プロペラの模型船本体への装着等を自動化して試験を効率的に実施することができる模型船試験自動化システム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】

#### 【0007】

請求項 1 記載に対応した模型船試験自動化システムにおいては、水槽を利用した模型船試験の自動化システムであって、模型船本体と、模型船本体に着脱可能なプロペラと、プロペラを駆動軸を介して駆動する駆動手段と、模型船本体にプロペラを自動的に着脱する自動プロペラ着脱手段と、模型船本体にプロペラを装着した状態での試験に供する自航動力計と、少なくとも模型船本体に自動プロペラ着脱手段を使用してプロペラを自動装着し、自航動力計を使用可能に設定する制御を行う制御手段とを備えたことを特徴とする。

請求項 1 に記載の本発明によれば、プロペラの模型船本体への装着を自動化して模型船試験の効率を向上させることができる。なお、自動化には模型船試験を自動で行う自動化、無人で行う無人化、自律的に行う自律化を含むものとする。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の本発明は、制御手段は、自航動力計を使用不可に設定し、自動プロペラ着脱手段を用いて離脱又は装着されているプロペラを模型船本体に着脱させる制御を行うことを特徴とする。

請求項 2 に記載の本発明によれば、プロペラの着脱時の自航動力計への負荷の増加や不要な電力供給を防止し、安全性を維持しつつ模型船試験の効率を向上させることができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に記載の本発明は、駆動手段によりプロペラを駆動する駆動軸に自航動力計が取り付けられ、駆動軸を模型船本体の前後方向に移動させるスライド手段を備えたことを特徴とする。

請求項 3 に記載の本発明によれば、駆動軸とともに自航動力計をスライドでき、プロペラ等の着脱を効率よく短時間で行うことができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の本発明は、制御手段は、自動プロペラ着脱手段によるプロペラの装着時又は離脱時に、スライド手段により駆動軸を前後方向に移動させることを特徴とする。

請求項 4 に記載の本発明によれば、駆動軸を前後方向に移動させることにより、プロペラの着脱を効率よく短時間で行うことができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の本発明は、スライド手段は、駆動手段、自航動力計、及び駆動軸を、模型船本体の上部から吊り下げる形式の上部設置型、又は模型船本体の底面から支持する形式のマウント型であることを特徴とする。

請求項 5 に記載の本発明によれば、上部設置型ではスライド手段を比較的簡便に設置することができ、また、マウント型ではスライド手段を比較的シンプルな構成とすることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の本発明は、自動プロペラ着脱手段は、プロペラを模型船本体よりも下方から持ち上げる、又は模型船本体から下方に降ろす昇降手段を有したことを特徴とする。

請求項 6 に記載の本発明によれば、後方の舵等に煩わされることなく、プロペラの上下位置を短時間で着脱位置に合わせることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の本発明は、自動プロペラ着脱手段は、把持したプロペラを着脱のために前後方向及び左右方向の少なくとも一方に位置調節する位置調節手段を有したことを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、プロペラの前後位置及び左右位置を短時間で着脱位置に合わせることができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の本発明は、制御手段は、昇降手段及び位置調節手段の少なくとも一方を制御して模型船本体にプロペラを駆動軸に心合わせし嵌合させることを特徴とする。

請求項 8 に記載の本発明によれば、プロペラを駆動軸に精度よく装着することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 に記載の本発明は、自動プロペラ着脱手段は、プロペラを駆動軸に装着後にプロペラを駆動軸に固定し、また離脱時に固定を解除する固定解除手段を有したことを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、固定解除手段を用いて駆動軸へのプロペラの固定と解除を迅速に行うことができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

請求項 1 0 記載の本発明は、制御手段は、自動プロペラ着脱手段を用いてプロペラの装着後又は離脱後にプロペラキャップ又はボスキャップを装着する制御を行うことを特徴とする。

請求項 1 0 に記載の本発明によれば、プロペラの固定やプロペラ後流の円滑化を図るためのプロペラキャップやボスキャップの着脱を自動化することができる。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 1 1 記載の本発明は、自動プロペラ着脱手段は、プロペラの着脱時における落下防止機構を有したことを特徴とする。

請求項 1 1 に記載の本発明によれば、万が一、プロペラが落下しかけた場合に完全に落下することを防ぎ、プロペラが損傷することを防止できる。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 1 2 記載の本発明は、制御手段を水槽の固定部分に設置し、模型船の試験を実施するための試験制御手段を模型船本体又は模型船本体を曳引する曳引車上に設置し、制御手段と試験制御手段とを無線通信で連係したことを特徴とする。

請求項 1 2 に記載の本発明によれば、制御手段による状態換装、試験制御手段による模型船試験の開始や終了等を連係して行い、模型船試験の効率を向上させることができる。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 1 3 記載の本発明は、自由航走する模型船を水槽のトリミングタンクに帰着、発進させる模型船帰着発進手段をさらに備え、制御手段を水槽の固定部分に設置し、模型船の試験を実施するための試験制御手段を自由航走する模型船本体に設置し、制御手段と試験制御手段とを無線通信で連係したことを特徴とする。

請求項 1 3 に記載の本発明によれば、自由航走する模型船の場合、模型船帰着発進手段を用いて自動的に模型船をトリミングタンクに帰着又は発進させることができる。また、制御手段による状態換装、試験制御手段による模型船試験の開始や終了等を連係して行い、自由航走模型船試験の効率を向上させることができる。

## 【 0 0 2 0 】

請求項 1 4 記載の本発明は、制御手段による模型船試験の準備及び後処理と、試験制御手段による模型船試験の実施とを統合的に制御する統合制御手段をさらに備えたことを特徴とする。

請求項 1 4 記載の本発明によれば、制御手段による試験の準備、試験制御手段による模型船試験の実施、制御手段による後処理が統合的に制御されることで、模型船試験をより効率的に実施することができる。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 1 5 記載の本発明は、水槽における水面変動を検出する水面変動検出手段、及び水槽における水流を検出する水流検出手段の少なくとも一方を備え、試験制御手段は、水面変動又は水流の少なくとも一方が所定の範囲に収まった場合に模型船試験を開始することを特徴とする。

請求項 1 5 記載の本発明によれば、波待ちのタイミングを自動認識させることで、模型船試験の精度を向上することができる。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 1 6 記載の本発明は、統合制御手段をネットワークを介して模型船試験要請手段と連係させたことを特徴とする。

請求項 1 6 記載の本発明によれば、遠隔地からの模型船試験の要請を受け、状態換装を自動化、無人化、又は自律化した模型船試験を行うことができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 3 】

本発明の模型船試験自動化システムによれば、プロペラの模型船本体への装着を自動化して模型船試験の効率を向上させることができる。

## 【 0 0 2 4 】

また、制御手段は、自航動力計を使用不可に設定し、自動プロペラ着脱手段を用いて離脱又は装着されているプロペラを模型船本体に着脱させる制御を行う場合には、プロペラの着脱時の自航動力計への負荷の増加や不要な電力供給を防止し、安全性を維持しつつ模型船試験の効率を向上させることができる。

【 0 0 2 5 】

また、駆動手段によりプロペラを駆動する駆動軸に自航動力計が取り付けられ、駆動軸を模型船本体の前後方向に移動させるスライド手段を備えた場合には、駆動軸とともに自航動力計をスライドでき、プロペラ等の着脱を効率よく短時間で行うことができる。

【 0 0 2 6 】

また、制御手段は、自動プロペラ着脱手段によるプロペラの装着時又は離脱時に、スライド手段により駆動軸を前後方向に移動させる場合には、駆動軸を前後方向に移動させることにより、プロペラの着脱を効率よく短時間で行うことができる。

10

【 0 0 2 7 】

また、スライド手段は、駆動手段、自航動力計、及び駆動軸を、模型船本体の上部から吊り下げる形式の上部設置型、又は模型船本体の底面から支持する形式のマウント型である場合には、上部設置型ではスライド手段を比較的簡便に設置することができ、また、マウント型ではスライド手段を比較的シンプルな構成とすることができる。

【 0 0 2 8 】

また、自動プロペラ着脱手段は、プロペラを模型船本体よりも下方から持ち上げる、又は模型船本体から下方に降ろす昇降手段を有した場合には、後方の舵等に煩わされることなく、プロペラの上下位置を短時間で着脱位置に合わせることができる。

20

【 0 0 2 9 】

また、自動プロペラ着脱手段は、把持したプロペラを着脱のために前後方向及び左右方向の少なくとも一方に位置調節する位置調節手段を有した場合には、プロペラの前後位置及び左右位置を短時間で着脱位置に合わせることができる。

【 0 0 3 0 】

また、制御手段は、昇降手段及び位置調節手段の少なくとも一方を制御して模型船本体にプロペラを駆動軸に心合わせし嵌合させる場合には、プロペラを駆動軸に精度よく装着することができる。

【 0 0 3 1 】

また、自動プロペラ着脱手段は、プロペラを駆動軸に装着後にプロペラを駆動軸に固定し、また離脱時に固定を解除する固定解除手段を有した場合には、固定解除手段を用いて駆動軸へのプロペラの固定と解除を迅速に行うことができる。

30

【 0 0 3 2 】

また、制御手段は、自動プロペラ着脱手段を用いてプロペラの装着後又は離脱後にプロペラキャップ又はボスキャップを装着する制御を行う場合には、プロペラの固定やプロペラ後流の円滑化を図るためのプロペラキャップやボスキャップの着脱を自動化することができる。

【 0 0 3 3 】

また、自動プロペラ着脱手段は、プロペラの着脱時における落下防止機構を有した場合には、万が一、プロペラが落下しかけた場合に完全に落下することを防ぎ、プロペラが損傷することを防止できる。

40

【 0 0 3 4 】

また、制御手段を水槽の固定部分に設置し、模型船の試験を実施するための試験制御手段を模型船本体又は模型船本体を曳引する曳引車上に設置し、制御手段と試験制御手段とを無線通信で連係した場合には、制御手段による状態換装、試験制御手段による模型船試験の開始や終了等を連係して行い、模型船試験の効率を向上させることができる。

【 0 0 3 5 】

また、自由航走する模型船を水槽のトリミングタンクに帰着、発進させる模型船帰着発進手段をさらに備え、制御手段を水槽の固定部分に設置し、模型船の試験を実施するため

50

の試験制御手段を自由航走する模型船本体に設置し、制御手段と試験制御手段とを無線通信で連係した場合には、自由航走する模型船の場合、模型船帰着発進手段を用いて自動的に模型船をトリミングタンクに帰着又は発進させることができる。また、制御手段による状態換装、試験制御手段による模型船試験の開始や終了等を連係して行い、自由航走模型船試験の効率を向上させることができる。

【0036】

また、制御手段による模型船試験の準備及び後処理と、試験制御手段による模型船試験の実施とを統合的に制御する統合制御手段をさらに備えた場合には、制御手段による試験の準備、試験制御手段による模型船試験の実施、制御手段による後処理が統合的に制御されることで、模型船試験をより効率的に実施することができる。

10

【0037】

また、水槽における水面変動を検出する水面変動検出手段、及び水槽における水流を検出する水流検出手段の少なくとも一方を備え、試験制御手段は、水面変動又は水流の少なくとも一方が所定の範囲に収まった場合に模型船試験を開始する場合には、波待ちのタイミングを自動認識させることで、模型船試験の精度を向上することができる。

【0038】

また、統合制御手段をネットワークを介して模型船試験要請手段と連係させた場合には、遠隔地からの模型船試験の要請を受け、状態換装を自動化、無人化、又は自律化した模型船試験を行うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の実施形態による模型船試験自動化システムのブロック図

【図2】同自動プロペラ着脱手段の一例を示す概略図

【図3】同スライド手段の一例を示す概略図

【図4】同スライド手段の一例を示す概略図

【図5】同模型船試験自動化システムの構成を示す上面図

【図6】同本自動プロペラ着脱手段の他の例を示す概略図

【図7】同スライド手段の他の例を示す概略図

【図8】同トリミングタンクに帰着する模型船を上方から見た概略図

【図9】本発明の他の実施形態による模型船試験自動化システムのブロック図

30

【図10】模型船の概略構成を示す図

【図11】従来の模型船試験に用いる模型船の概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下に、本発明の実施形態による模型船試験自動化システムについて説明する。

【0041】

図1は模型船試験自動化システムのブロック図である。

模型船試験自動化システムは、模型船本体1と、模型船本体1に着脱可能なプロペラ2と、プロペラ2を駆動軸（プロペラ軸）7を介して駆動するモーター／ギアボックス等の駆動手段3と、模型船本体1にプロペラ2を自動的に着脱する自動プロペラ着脱手段21と、試験に供されスラスト／トルクを計測する自航動力計4と、駆動軸7を模型船本体1の前後方向に移動させるスライド手段22と、自動プロペラ着脱手段21及びスライド手段22に対する制御を行う制御手段23を備える。

40

【0042】

図2は自動プロペラ着脱手段の一例を示す概略図であり、模型船を後方から見た状態を示している。図2(a)は昇降手段を縮ませた状態、図2(b)は昇降手段を伸ばした状態、図2(c)は昇降手段を更に伸ばした状態である。また、図2(a)(b)では模型船本体のプロペラ面フレームラインも示している。

模型船試験が行われる水槽16には模型船の発着場となるトリミングタンク24が接続している。模型船の状態換装はトリミングタンク24内で行われる。

50

自動プロペラ着脱手段 2 1 は、プロペラ 2 の着脱を行う位置に設けられる。自動プロペラ着脱手段 2 1 は、プロペラ 2 を把持する把持手段 2 5 と、把持したプロペラ 2 を模型船本体 1 よりも下方から持ち上げる昇降手段 2 6 と、把持したプロペラ 2 の前後方向及び左右方向の位置を調節する位置調節手段 2 7 と、駆動軸 7 へのプロペラ 2 の固定と固定解除を行う固定解除手段 2 8 と、プロペラ 2 が着脱時にトリミングタンク 2 4 の底に落下することを防止する落下防止機構 2 9 と、水面 W を感知する水面感知機構 3 0 を有する。

#### 【 0 0 4 3 】

把持手段 2 5 は、昇降手段 2 6 の上部に設けられている。把持手段 2 5 には、レーザーを利用した位置合わせ機構 3 1 が設けられている。位置合わせ機構 3 1 は、プロペラ 2 を着脱位置に合わせる際に用いる。

昇降手段 2 6 は、トリミングタンク 2 4 の底に設置された基部 3 2 と、基部 3 2 に支持され鉛直方向に伸縮可能な伸縮部 3 3 を有し、着脱位置に対するプロペラ 2 の上下位置合わせに用いられる。昇降手段 2 6 を用いることで、後方の舵 5 等に煩わされることなく、プロペラ 2 の上下位置を短時間で着脱位置に合わせることができる。なお、昇降手段 2 6 を、模型船本体 1 よりも上方から下方に降ろすタイプとしてもよい。また、昇降手段 2 6 をトリミングタンク 2 4 の側部や曳引車 1 8 に設置することもできる。

位置調節手段 2 7 は、着脱位置に対するプロペラ 2 の前後左右位置合わせに用いられ、基部 3 2 をトリミングタンク 2 4 の底に沿って前後左右に移動させる。位置調節手段 2 7 を用いることで、プロペラ 2 の前後位置及び左右位置を短時間で着脱位置に合わせることができる。

固定解除手段 2 8 はトルクレンチを有する。プロペラ 2 の装着時は、プロペラ 2 が駆動軸 7 に装着された後に、固定解除手段 2 8 がプロペラキャップ 9 を締め付けてプロペラ 2 を駆動軸 7 に固定する。また、プロペラ 2 の離脱時は、プロペラ 2 を取り外す前に、固定解除手段 2 8 がプロペラキャップ 9 を弛めて固定を解除する。固定解除手段 2 8 を用いることで、駆動軸 7 へのプロペラ 2 の固定と解除を迅速に行うことができる。

落下防止機構 2 9 は、プロペラ 2 が着脱作業中に万一落下しかけた場合に受け止めて完全に落下することを防ぐように把持手段 2 5 の下方に設けられている。受け止めるときのプロペラ 2 の損傷を防止するため、落下防止機構 2 9 の上面にはゴム等の軟質材料を用いている。また、受け止めたプロペラ 2 が転がって落下防止機構 2 9 から転落することを防止するため、落下防止機構 2 9 は椀状としている。

#### 【 0 0 4 4 】

プロペラ 2 の着脱作業は、水面 W 下で行うことも、水面 W 上で行うこともできる。自動プロペラ着脱手段 2 1 は、水面感知機構 3 0 による水面 W の感知を基に、把持手段 2 5 が水面 W 上にあるか水面 W 下にあるかを判断することができる。

また、自動プロペラ着脱手段 2 1 は、プロペラ 2 の着脱と同様にして、プロペラキャップ 9、ボスキャップ 1 7、及びダミーボスの着脱を行うことができる。この場合は、例えば、把持手段 2 5 と併せて、プロペラキャップ 9、ボスキャップ 1 7、及びダミーボスを把持する手段を昇降手段 2 6 の上部に設け、着脱を行う部品に応じて互いの位置を入れ替えればよい。

また、自動プロペラ着脱手段 2 1 は、模型船本体 1 や舵 5 に取り付けるダクトやバルブ等の省エネ付加物の着脱にも同様に適用することができる。

#### 【 0 0 4 5 】

図 3 及び図 4 はスライド手段の一例を示す概略図であり、模型船を左方から見た状態を示している。図 3 ( a ) は抵抗試験を行う際の状態、図 3 ( b ) は自航試験を行う際の状態である。また、図 4 ( a ) は自航試験を行う際の状態、図 4 ( b ) はアイドル計測試験を行う際の状態である。

模型船は、模型船本体 1 と、プロペラ 2 と、モーター/ギアボックス等の駆動手段 3 と、自航動力計 4 と、舵 5 を備える。スターンチューブ 6 内に通された駆動軸 7 は、一端側はジョイント 8 により自航動力計 4 と接続し、他端側にはプロペラ 2 とプロペラキャップ 9 が装着され、中間部にはスリーブ 1 0 が嵌着されている。プロペラボス 1 1 には、溝合

10

20

30

40

50

わせしてキー 1 2 が挿入されるキー溝 1 3 が形成されている（図 10（b）参照）。舵 5 は舵軸 1 4 により模型船本体 1 に取り付けられている。また、駆動軸 7 には水槽 1 6 の水を利用した水潤滑を行っている。模型船本体 1 のうち、スターンチューブ 6 の前端側下方の船底には、駆動軸 7 から潤滑のために微量を浸水させた水を堰き止める堰 1 5 が設けられている。

また、模型船本体 1 を曳引する曳引車 1 8 上には、駆動手段 3 を制御する制御盤 1 9 と、自航動力計 4 のデータを記録するデータロガー 2 0 と、スライド手段 2 2 を制御する制御手段 2 3 としてスライド制御手段 2 3 A が設けられている。

#### 【 0 0 4 6 】

スライド手段 2 2 は、模型船本体 1 の両舷上部に設けられた本体部 3 4 と、本体部 3 4 から垂下した垂下部 3 5 を有する。垂下部 3 5 の上端は本体部 3 4 に固定され、垂下部 3 5 の下端は駆動手段 3 又は自航動力計 4 に固定されている。スライド手段 2 2 を前後方向（船長方向）に移動させると、駆動手段 3 及び自航動力計 4 が前後方向に移動する。自航動力計 4 はジョイント 8 により駆動軸 7 に取り付けられているため、駆動手段 3 及び自航動力計 4 の移動に伴って駆動軸 7 も前後方向に移動する。このように、スライド手段 2 2 を、駆動手段 3、自航動力計 4、及び駆動軸 7 を、模型船本体 1 の上部から吊り下げる形式の上部設置型とすることで、スライド手段 2 2 を比較的簡便に設置することができる。

#### 【 0 0 4 7 】

抵抗試験時は、図 3（a）に示すように、スライド手段 2 2 によって駆動軸 7 とともに自航動力計 4 を前方へ移動させ、駆動軸 7 の後端にボスキャップ 1 7 を装着する。

抵抗試験の後、自航試験を行うために状態換装する際は、図 3（b）に示すように、スライド手段 2 2 によって駆動軸 7 とともに自航動力計 4 を後方へ移動させ、プロペラ 2 及びプロペラキャップ 9 を装着する。

自航試験の後、アイドル計測試験を行うために状態換装する際は、図 4（b）に示すように、駆動軸 7 の位置はそのまま、プロペラ 2 に替えてダミーボス 3 6 を装着する。

このように、スライド手段 2 2 を用いることで、駆動軸 7 とともに自航動力計 4 をスライドでき、プロペラ 2、プロペラキャップ 9、ボスキャップ 1 7、及びダミーボス 3 6 の着脱を効率よく短時間で行うことができる。

なお、駆動軸 7 からの浸水量を測定する浸水量検知機構（不図示）と、排水機構（不図示）を、模型船本体 1 に設置することが好ましい。浸水量検知機構が所定量以上の浸水量を検知した場合は、排水機構を作動させて排水することで、水が堰 1 5 から溢れ出すことを防止できる。また、浸水量検知機構が所定量以上の浸水量を検知した場合に、自動プロペラ着脱手段 2 1 やスライド手段 2 2 等の動作を停止する浸水対応手段（不図示）を設けてもよい。

#### 【 0 0 4 8 】

図 5 は模型船試験自動化システムの構成を示す上面図である。なお、模型船の内部に配置された機器類も表している。

水槽 1 6 及びトリミングタンク 2 4 が設置された建屋内には、自動プロペラ着脱手段 2 1 を制御する制御手段 2 3 として着脱制御手段 2 3 B が設けられている。スライド制御手段 2 3 A と着脱制御手段 2 3 B とは互いに通信可能に構成されている。

制御手段 2 3 は、自動プロペラ着脱手段 2 1 を使用して模型船本体 1 にプロペラ 2 を自動装着し、自航動力計 4 を使用可能に設定する制御を行う。これにより、模型船本体 1 にプロペラ 2 を装着した状態で自航動力計 4 を使用する試験への状態換装が自動で行われ、模型船試験の効率を向上させることができる。

また、制御手段 2 3 は、自航動力計 4 を使用不可に設定し、自動プロペラ着脱手段 2 1 を用いて、離脱又は装着されているプロペラ 2 を模型船本体 1 に着脱させる制御を行う。これにより、プロペラ 2 の着脱時の自航動力計 4 への負荷の増加や不要な電力供給を防止し、安全性を維持しつつ模型船試験の効率を向上させることができる。

また、制御手段 2 3 は、自動プロペラ着脱手段 2 1 によるプロペラ 2 の装着時又は離脱時に、スライド手段 2 2 により駆動軸 7 を前後方向に移動させる。これにより、プロペラ

10

20

30

40

50

2の着脱を効率よく短時間で行うことができる。

また、制御手段23は、昇降手段26及び位置調節手段27を制御して、軸心及びキー溝13を検知し、プロペラ2を駆動軸7に心合わせし模型船本体1に嵌合させる。これにより、プロペラ2を駆動軸7に精度よく装着することができる。

また、制御手段23は、自動プロペラ着脱手段21を用いて、プロペラ2の装着後又は離脱後にプロペラキャップ9又はボスキャップ17についても、軸心を検知し位置決めした後に装着する制御を行う。このようにプロペラ2の固定やプロペラ後流の円滑化を図るためのプロペラキャップ9やボスキャップ17の着脱を自動化することにより、模型船試験の効率を向上させることができる。

なお、プロペラ2の装着又は離脱時に、制御手段23が舵軸14を操作し舵5を横に向けることにより、自動プロペラ着脱手段21によるプロペラ2の着脱用のスペースを確保することができる。

#### 【0049】

次に、自動プロペラ着脱手段の他の例について説明する。

図6は自動プロペラ着脱手段の他の例を示す概略図であり、図6(a)(b)は模型船を後方から見た状態を示し、図6(c)は模型船を上方から見た状態を示している。また、図6(a)(b)では模型船本体のプロペラ面フレームラインも示し、図6(c)ではシャフト高さウォーターラインも示している。なお、上記した実施形態と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

トリミングタンク24には模型船を載置して昇降可能なリフター37が設置されている。模型船を載せたリフター37を上昇させることで、模型船を水面Wよりも上げて状態換装を行うことができる。これにより、駆動軸7から模型船本体1内にトリミングタンク24の水が浸入することを効果的に防止できる。

また、リフター37の高さを一定に保持しておき、水槽16との水の往来を止めたトリミングタンク24内の水を排水して模型船の船底よりも水位を下げることによっても、模型船を水面Wよりも上げて状態換装を行うことができる。図6(b)では、排水する前の水面W'を破線で示している。なお、水槽16の水位を検出する水位検出手段を備えた場合は、状態換装や模型船試験に当たり制御面からも有用である。

#### 【0050】

図6(a)(c)には、昇降手段26の基部32をトリミングタンク24の底面に設置した自動プロペラ着脱手段21を示している。昇降手段26は、トリミングタンク24の底に設置された基部32と、基部32に支持された伸縮部33を有する。伸縮部33の上部には張出手段38が回転手段39を介して設けられている。張出手段38は、水平方向に回動自在であり、先端には把持手段25が設けられている。この自動プロペラ着脱手段21によれば、プロペラ2やプロペラキャップ9を模型船本体1よりも下方から持ち上げて着脱を行うことができる。

図6(b)には、昇降手段26の基部32を曳引車18の下面に設置した自動プロペラ着脱手段21を示している。昇降手段26は、曳引車18の下面に設置された基部32と、基部32に吊り下げられた伸縮部33を有する。伸縮部33の下部には張出手段38が回転手段39を介して設けられている。張出手段38は、水平方向に回動自在であり、先端には把持手段25が設けられている。この自動プロペラ着脱手段21によれば、プロペラ2やプロペラキャップ9を模型船本体1よりも上方から降ろして着脱を行うことができる。

図6(a)の自動プロペラ着脱手段21も、図6(b)の自動プロペラ着脱手段21も、昇降手段26をプロペラ2やプロペラキャップ9等の着脱位置に対して側方に設けている。これにより、昇降手段26とリフター37との干渉を避けやすくなる。

#### 【0051】

次に、スライド手段の他の例について説明する。

図7はスライド手段の他の例を示す概略図であり、図7(a)は抵抗試験を行う際の状態、図7(b)は自航試験を行う際の状態である。なお、上記した実施形態と同一機能部

10

20

30

40

50

材には同一符号を付して説明を省略する。

スライド手段 22 は、模型船本体 1 の船底に設けられた前後方向に移動可能な移動台 40 を有する。移動台 40 には駆動手段 3 及び自航動力計 4 が載置されている。スライド手段 22 を前後方向（船長方向）に移動させると、駆動手段 3 及び自航動力計 4 が前後方向に移動する。自航動力計 4 はジョイント 8 により駆動軸 7 に取り付けられているため、駆動手段 3 及び自航動力計 4 の移動に伴って駆動軸 7 も前後方向に移動する。このように、スライド手段 22 を、駆動手段 3、自航動力計 4、及び駆動軸 7 を、模型船本体 1 の底面から支持する形式のマウント型とすることで、スライド手段 22 を比較的シンプルな構成とすることができる。

#### 【0052】

抵抗試験時は、図 7（a）に示すように、スライド手段 22 によって駆動軸 7 を前方へ移動させ、駆動軸 7 の後端にボスキャップ 17 を装着する。

抵抗試験の後、自航試験を行うために状態換装する際は、図 7（b）に示すように、スライド手段 22 によって駆動軸 7 を後方へ移動させ、プロペラ 2 及びプロペラキャップ 9 を装着する。

#### 【0053】

次に、自由航走する模型船を用いた模型船試験自動化システムについて説明する。

図 8 はトリミングタンクに帰着する模型船を上方から見た概略図である。なお、上記した実施形態と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態による模型船試験自動化システムに用いる模型船は、曳引車 18 に曳引されず無線操縦等により自由に航走する模型船である。水槽 16 内での模型船の自船位置確認方法には、水中音波、画像認識、又は疑似 GPS 信号等を利用する。

自動プロペラ着脱手段 21 はトリミングタンク 24 に設けられ、スライド手段 22 は模型船本体 1 に設けられている。また、制御手段 23 のうちスライド制御手段 23A は模型船本体 1 内に設置され、着脱制御手段 23B は水槽 16 の固定部分に設置されている。スライド制御手段 23A への制御信号は無線にて伝送される。なお、「水槽 16 の固定部分」には、床面や、水槽のうち可動部以外の部分を含む。

また、トリミングタンク 24 には、模型船帰着発進手段 41 が設けられている。模型船帰着発進手段 41 は、模型船のサイズに合わせて水路幅を調節する一対のガイド機構 42 を、水路の前後二箇所に有する。なお、水路の側壁 43 には、模型船が接触しても損傷しないように保護材を設けている。ガイド機構 42 には距離センサー（不図示）が設置されており、模型船帰着発進手段 41 は、模型船との距離を計測し、センターライン C に沿って模型船が帰着するように誘導する。これにより、スムーズに模型船を帰着させ次の試験に備えて状態換装を行うことができる。

なお、トリミングタンク 24 の近傍にロボットアームを設置し、帰着した模型船をロボットアームでキャッチすることもできる。

#### 【0054】

次に、本発明の他の実施形態による模型船試験自動化システムについて説明する。

図 9 は本発明の他の実施形態による模型船試験自動化システムのブロック図である。

本実施形態による模型船試験自動化システムは、模型船の試験を実施するための試験制御手段 44 と、統合制御手段 45 と、水槽 16 における水面変動を検出する水面変動検出手段（不図示）と、水槽 16 における水流を検出する水流検出手段（不図示）と、実施する模型船試験についての条件等を入力する模型船試験要請手段 46 をさらに備える。

統合制御手段 45 は、制御手段 23 による模型船試験の準備及び後処理と、試験制御手段 44 による模型船試験の実施とを統合的に制御する。制御手段 23 による試験の準備、試験制御手段 44 による模型船試験の実施、制御手段 23 による後処理が統合的に制御されることで、模型船試験をより効率的に実施することができる。

#### 【0055】

曳引車 18 を用いた模型船試験を実施する場合は、制御手段 23 を水槽 16 の固定部分に設置し、試験制御手段 44 を模型船本体 1 又は模型船本体 1 を曳引する曳引車 18 上に

10

20

30

40

50

設置し、制御手段 2 3 と試験制御手段 4 4 とを無線通信で連係する。これにより、制御手段 2 3 による状態換装、試験制御手段 4 4 による模型船試験の開始や終了等を連係して行い、模型船試験の効率を向上させることができる。

また、自由航走する模型船を用いた自由航走模型船試験を実施する場合は、制御手段 2 3 のうち着脱制御手段 2 3 B を水槽 1 6 の固定部分に設置し、スライド制御手段 2 3 A と試験制御手段 4 4 を模型船本体 1 に設置し、制御手段 2 3 と試験制御手段 4 4 とを無線通信で連係する。これにより、制御手段 2 3 による状態換装、試験制御手段 4 4 による模型船試験の開始や終了等を連係して行い、自由航走模型船試験の効率を向上させることができる。

また、統合制御手段 4 5 は、ネットワークを介して模型船試験要請手段 4 6 と連係させている。これにより、遠隔地からの模型船試験の要請を受け、状態換装を自動化、無人化、又は自律化した模型船試験を行うことができる。

また、試験制御手段 4 4 は、水面変動検出手段及び水流検出手段を用い、水面変動及び水流が所定の範囲に収まった場合に模型船試験を開始することが可能である。波待ちのタイミングを自動認識させることで、模型船試験の精度を向上させることができる。なお、水面変動検出手段及び水流検出手段は、計算により水面変動や水流を検出することもできるが、実際の水面変動や水流を計測することが好ましい。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明は、水槽を利用した模型船試験に適用し、模型船試験の効率向上と試験精度の確保に役立てることができる。さらに模型船試験の要請に応じた自動化が図れる。

【符号の説明】

【0057】

- 1 模型船本体
- 2 プロペラ
- 3 駆動手段
- 4 自航動力計
- 7 駆動軸
- 9 プロペラキャップ
- 16 水槽
- 17 ボスキャップ
- 18 曳引車
- 21 自動プロペラ着脱手段
- 22 スライド手段
- 23 制御手段
- 24 トリミングタンク
- 26 昇降手段
- 27 位置調節手段
- 28 固定解除手段
- 29 落下防止機構
- 41 模型船帰着発進手段
- 44 試験制御手段
- 45 統合制御手段
- 46 模型船試験要請手段

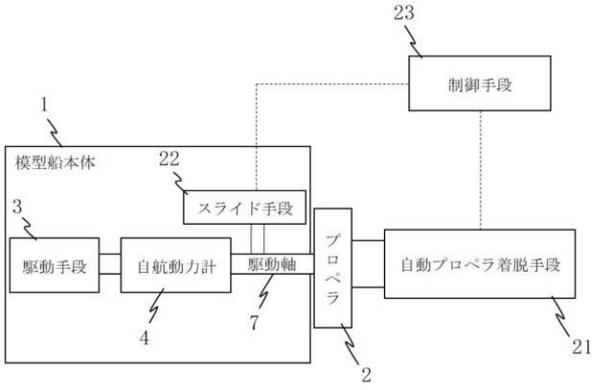
10

20

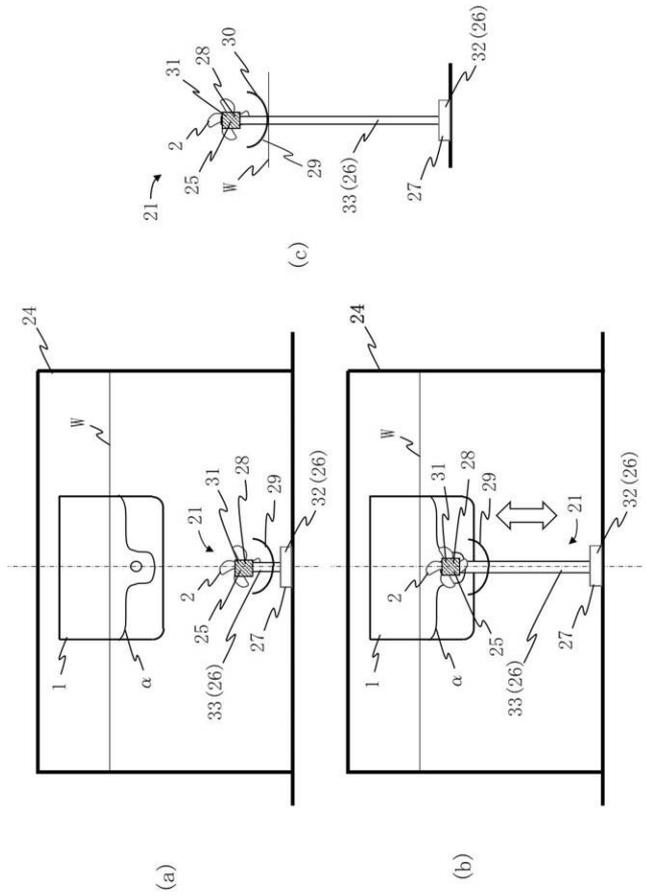
30

40

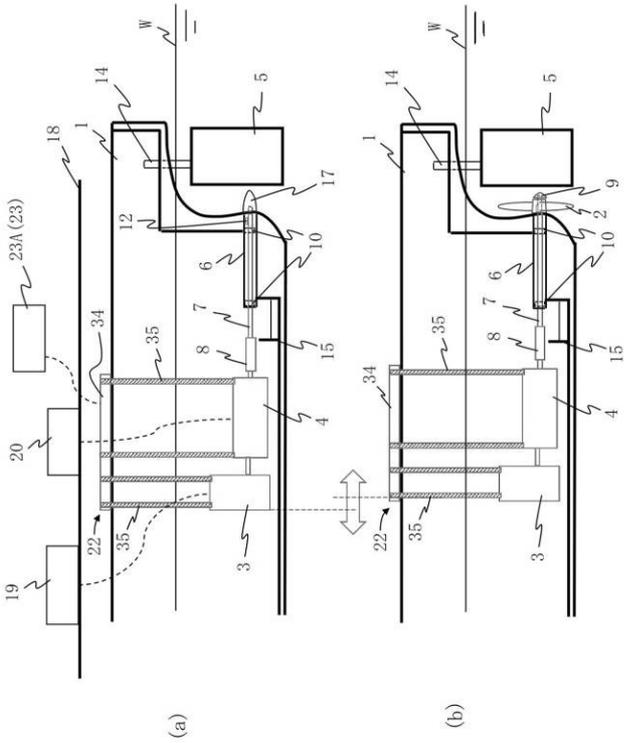
【図1】



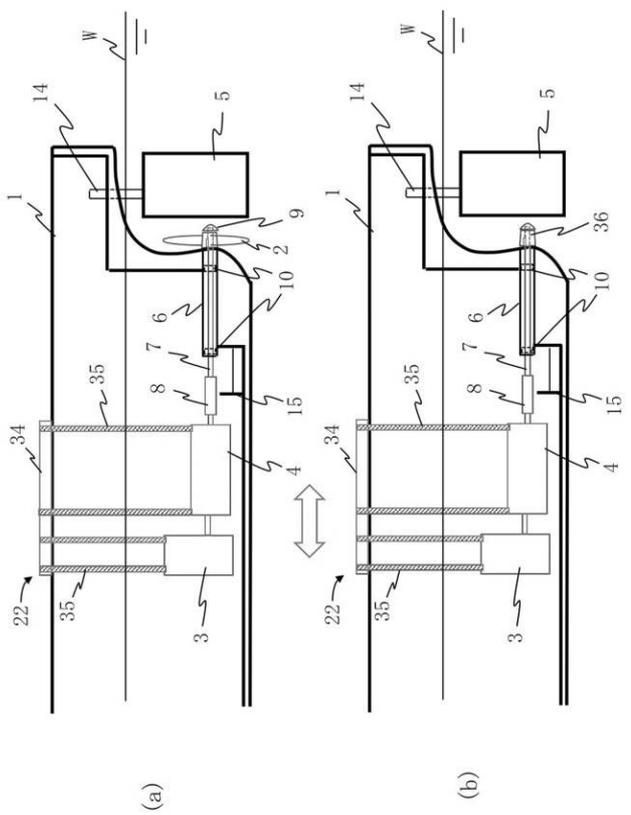
【図2】



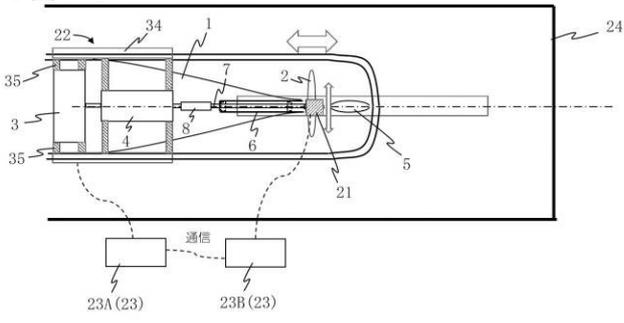
【図3】



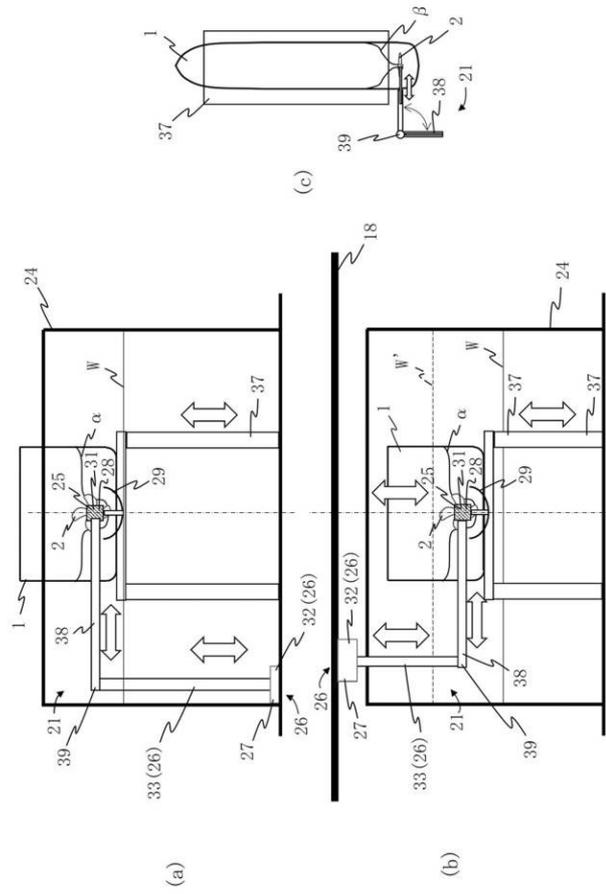
【図4】



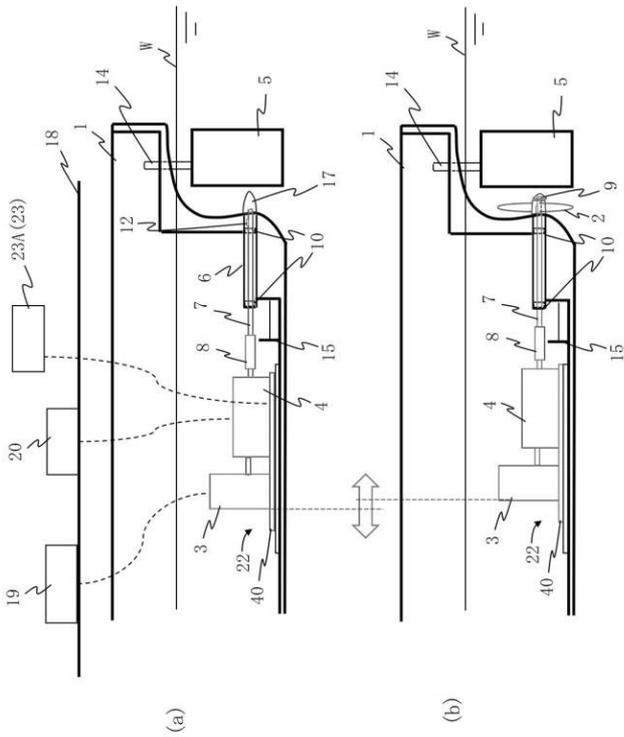
【図5】



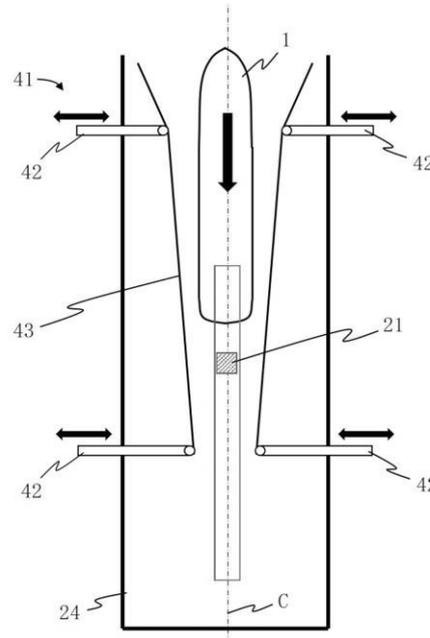
【図6】



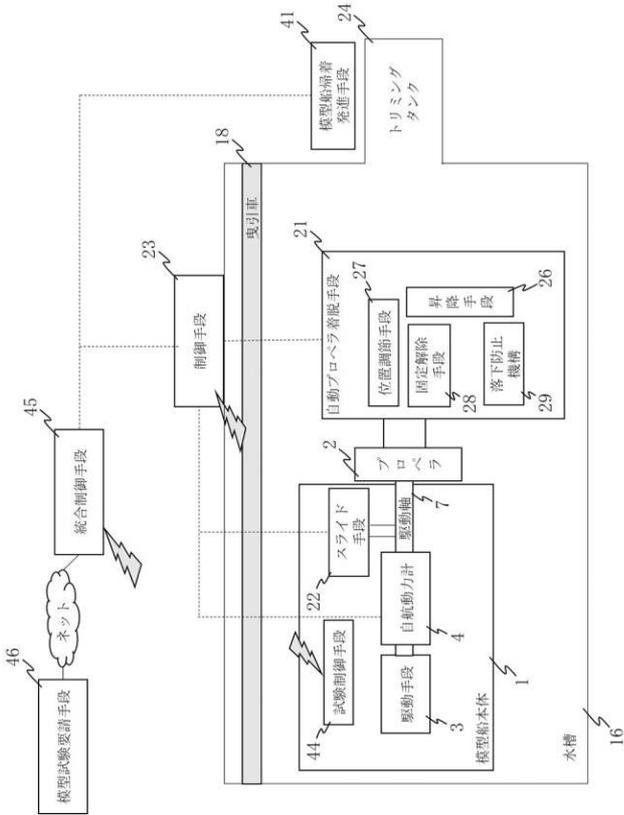
【図7】



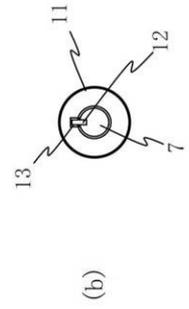
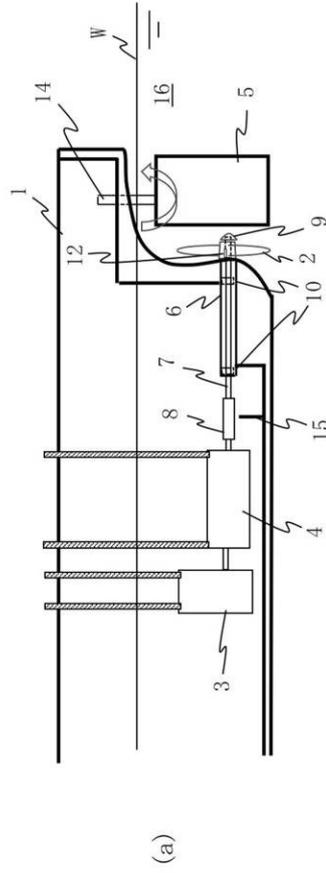
【図8】



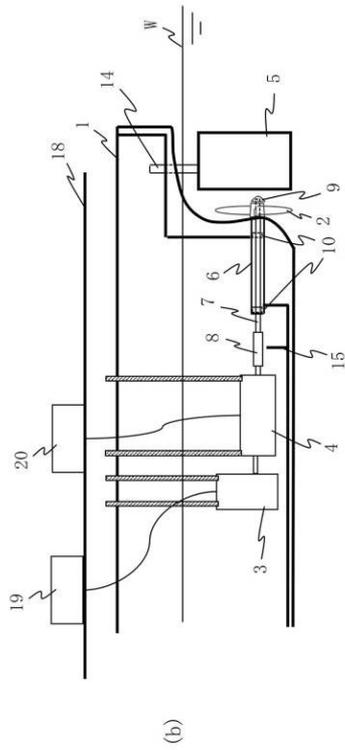
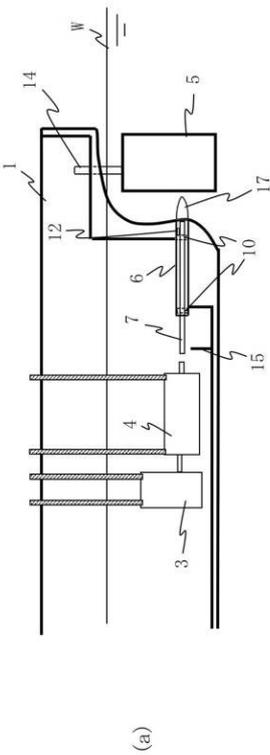
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 久米 健一

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 白石 耕一郎

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 粉原 直人

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 一ノ瀬 康雄

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 濱田 達也

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

Fターム(参考) 2G023 BA01 BB46 BC01 BC06 BD01 BD04