

(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2021-162479  
(P2021-162479A)

(43) 公開日 令和3年10月11日(2021. 10. 11)

(51) Int. Cl. F I 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 21 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2020-64516 (P2020-64516)  
(22) 出願日 令和2年3月31日(2020. 3. 31)

(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 濱田 達也  
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

最終頁に続く

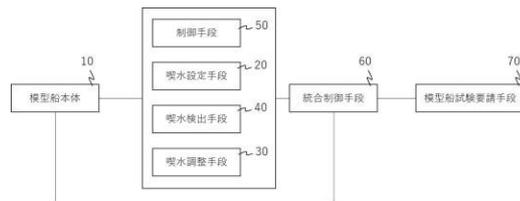
(54) 【発明の名称】 模型船試験自動化システム

(57) 【要約】

【課題】水槽を利用した模型船試験において、喫水の調整を自動で精度よく行う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。

【解決手段】水槽100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10と、模型船本体10の喫水を設定する喫水設定手段20と、模型船本体10の喫水を調整する喫水調整手段30と、模型船本体10の喫水を検出する喫水検出手段40と、喫水設定手段20で設定した喫水を得るように喫水検出手段40で喫水を検出して喫水調整手段30を制御する制御手段50とを備え、喫水の調整を自動で行う。

【選択図】 図1



**【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、前記模型船本体の喫水を設定する喫水設定手段と、前記模型船本体の前記喫水を調整する喫水調整手段と、前記模型船本体の前記喫水を検出する喫水検出手段と、前記喫水設定手段で設定した前記喫水を得るように前記喫水検出手段で前記喫水を検出して前記喫水調整手段を制御する制御手段とを備え、前記喫水の調整を自動で行うことを特徴とする模型船試験自動化システム。

**【請求項 2】**

前記喫水には、前記模型船本体の喫水と、前記模型船本体のトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、及びメタセンター高さのうちの少なくとも一つを含む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。

10

**【請求項 3】**

前記喫水調整手段は、前記模型船本体に積み下ろし可能な、複数個のブロック型の小型ウェイトである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】**

前記喫水調整手段は、前記模型船本体に水を出し入れ可能な、可撓性の膜体で形成された複数個のウォーターバッグである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。

20

**【請求項 5】**

前記喫水調整手段は、前記模型船本体に搭載された、船長方向、船幅方向、及び上下方向の少なくとも 1 方向に移動が可能なウェイトである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 6】**

前記制御手段は、前記喫水設定手段の前記喫水の設定に従って、前記模型船本体への荷重の配分を計算して前記喫水調整手段を制御することを特徴とする請求項 3 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】**

前記喫水検出手段は、前記模型船本体に高さ方向に設けられたチューブと、前記チューブの内部圧力を検出する圧力検出器とからなる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。

30

**【請求項 8】**

前記喫水検出手段は、前記模型船本体の船側に設けた水位を検出する電極である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 9】**

前記喫水検出手段は、前記模型船本体の船側に設けたマーカ―と前記模型船本体を撮像する撮像手段とからなる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 10】**

前記撮像手段により撮像した前記マーカ―と水面との距離に基づいて前記喫水を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の模型船試験自動化システム。

40

**【請求項 11】**

前記マーカ―の色及び / 又は形状を変えて前記喫水の状態を判別することを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の模型船試験自動化システム。

**【請求項 12】**

前記撮像手段を、前記喫水調整手段による前記喫水の調整時にも利用することを特徴とする請求項 9 から請求項 11 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 13】**

前記制御手段は、前記喫水検出手段で検出される値が予め設定した閾値を超える場合は

50

異常と判定し、前記喫水調整手段による前記喫水の調整を止めることを特徴とする請求項 1 から請求項 1 2 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 4】

昇降可能なリフト手段を前記水槽に備え、前記異常と判定された場合に前記リフト手段で前記模型船本体を下方から支持することを特徴とする請求項 1 3 に記載の模型船試験自動化システム。

【請求項 1 5】

前記水槽が、幅の狭いトリミングタンク部と幅の広い水槽本体部を有し、前記喫水調整手段による前記模型船本体の前記喫水の調整を前記水槽本体部で行うことを特徴とする請求項 1 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。

10

【請求項 1 6】

前記水槽が、トリミングタンク部を有し、前記トリミングタンク部には、生じた水面変動を抑制する水面変動抑制手段が設けられていることを特徴とする請求項 1 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。

【請求項 1 7】

前記模型船本体の実質量測定手段を前記トリミングタンク部に備えたことを特徴とする請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載の模型船試験自動化システム。

【請求項 1 8】

前記水槽が曳引台車を有し、前記曳引台車に接続された計測部を前記喫水の調整と連動して自動的に調整する計測部調整手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 7 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 9】

前記曳引台車と前記模型船本体とのセンターを直接又は間接的に合わせるセンター調整手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 8 に記載の模型船試験自動化システム。

【請求項 2 0】

前記制御手段による前記模型船試験の準備と、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 から請求項 1 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 2 1】

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 2 0 に記載の模型船試験自動化システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水槽を利用した模型船試験の自動化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

水槽を利用した模型船試験において、試験準備段階における喫水合わせ等は手動で行われている。模型船試験の効率向上及び省力化のためにはこれらの作業を自動化することが望まれる。

40

ここで、特許文献 1 には、多数の均一な球状ウェイトを収納するホッパと、ホッパの下端に連通され球状ウェイトを模型船に供給する供給管と、供給管から模型船へ供給される球状ウェイトの数を数えるためのカウンタと、模型船内の球状ウェイトをホッパに戻す戻し装置とを備えた模型船の喫水調整装置が開示されている。

また、特許文献 2 には、堅腕の下端と模型船船底との相対的堅変位又は縦曳引部材の傾斜角を検出する検出器と、検出器の検出値に基づいて縦曳引部材を水平にするように上下装置を制御する制御手段とを備えた模型船用抵抗動力計が開示されている。

また、特許文献 3 には、供試模型の長手方向に敷設されたガイドに沿って移動可能に配

50

設された重錘を取付ける台車と、台車をガイドに沿って移動させるためガイドの一端に配設する駆動装置と、駆動装置による移動量を台車上で測定する手段とガイドの他端に配設する供試模型船の傾斜量を測定する傾斜計と、傾斜計の計測データと予め設定した傾斜量とを比較演算してその補正值を駆動装置に指示する制御装置を備えた供試模型船のバラステイング装置が開示されている。

また、特許文献 4 には、模型船吊上げ手段の一端を模型船に連結し、かつ他端をプーリーの如き仲介手段を介して錘に連結し、錘の重量の調整により、模型船の喫水位置を自由に調整できるようにした模型船曳航ガイド装置におけるカウンタ・ウェイト装置が開示されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】実開昭 61 - 147951 号公報

【特許文献 2】実開昭 61 - 38540 号公報

【特許文献 3】実開昭 62 - 201037 号公報

【特許文献 4】特開昭 52 - 152740 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 は、指定重量となるようカウンタで計数しながらホッパから球状ウェイトを模型船へ供給するものであるが、指定重量を達成したとしても、模型船の船体の歪等により所望の喫水とのずれが生じる可能性がある。

20

また、特許文献 2 は、抵抗動力計に働く力の方向を常に水平とすることで抵抗試験の精度を向上させるものであるが、喫水の調整を自動で行うものではない。

また、特許文献 3 は、航走時において、供試模型船の傾斜を自動的に矯正するものであるが、航走開始前に喫水の調整を自動で行うものではない。

また、特許文献 4 は、模型船の吊上げ姿勢を実験目的に合わせて自由に調整できるようにしたものであるが、装置の構成が大掛かりであるほか、所望の喫水に自動で調整するものではない。

そこで本発明は、水槽を利用した模型船試験において、喫水の調整を自動で精度よく行う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。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

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、模型船本体の喫水を設定する喫水設定手段と、模型船本体の喫水を調整する喫水調整手段と、模型船本体の喫水を検出する喫水検出手段と、喫水設定手段で設定した喫水を得るように喫水検出手段で喫水を検出して喫水調整手段を制御する制御手段とを備え、喫水の調整を自動で行うことを特徴とする。

請求項 1 に記載の本発明によれば、喫水の調整を自動化することで、模型船試験の特に準備の手間を削減することができ、精度の向上も可能となる。なお、自動化には自律化や無人化も含む。

40

【0006】

請求項 2 記載の本発明は、喫水には、模型船本体の喫水と、模型船本体のトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、及びメタセンター高さのうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする。

請求項 2 に記載の本発明によれば、喫水に加えて、喫水に関連した主要項目であるトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、又はメタセンター高さを制御することで、喫水そのものとともに喫水に関連した主要項目を調整して、より精度よく模型船試験を行うことができる。

【0007】

50

請求項 3 記載の本発明は、喫水調整手段は、模型船本体に積み下ろし可能な、複数個のブロック型の小型ウェイトであることを特徴とする。

請求項 3 に記載の本発明によれば、小型ウェイトの数を調整して複数配置することで、喫水を調整することができる。また、複数の小型ウェイトの配置場所と数を考慮することで、喫水に関連した主要項目を調整することも可能となる。

【 0 0 0 8 】

請求項 4 記載の本発明は、喫水調整手段は、模型船本体に水を出し入れ可能な、可撓性の膜体で形成された複数個のウォーターバッグであることを特徴とする。

請求項 4 に記載の本発明によれば、ウォーターバッグに注入する水量を制御することで、喫水を調整することができる。また、複数のウォーターバッグの配置場所と水量を考慮することで、喫水に関連した主要項目を調整することも可能となる。

【 0 0 0 9 】

請求項 5 記載の本発明は、喫水調整手段は、模型船本体に搭載された、船長方向、船幅方向、及び上下方向の少なくとも 1 方向に移動が可能なウェイト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、それぞれの方向のウェイトの位置を変更することにより、喫水に関連した主要項目を調整することができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 6 記載の本発明は、制御手段は、喫水設定手段の喫水の設定に従って、模型船本体への荷重の配分を計算して喫水調整手段を制御することを特徴とする。

請求項 6 に記載の本発明によれば、喫水調整手段の配置等がより適切なものとなり喫水や喫水に関連した主要項目の調整精度が向上する。また、模型船本体に歪が生じている場合に、歪を考慮して荷重の配分を計算することで、喫水や喫水に関連した主要項目の調整が的確にできる。

【 0 0 1 1 】

請求項 7 記載の本発明は、喫水検出手段は、模型船本体に高さ方向に設けられたチューブと、チューブの内部圧力を検出する圧力検出器とからなることを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、圧力検出器で検出された内部圧力に基づいて水位を算出し、喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 8 記載の本発明は、喫水検出手段は、模型船本体の船側に設けた水位を検出する電極であることを特徴とする。

請求項 8 に記載の本発明によれば、電極の浸漬状態に基づいて検出された水位から喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 9 記載の本発明は、喫水検出手段は、模型船本体の船側に設けたマーカーと模型船本体を撮像する撮像手段とからなることを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、マーカーの位置は一定であるため、撮像手段により撮像したマーカーを基に喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 10 記載の本発明は、撮像手段により撮像したマーカーと水面との距離に基づいて喫水を検出することを特徴とする。

請求項 10 に記載の本発明によれば、マーカーと水面との距離から計算して喫水や喫水に関連した主要項目を精度よくリアルタイムに検出することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 11 記載の本発明は、マーカーの色及び / 又は形状を変えて喫水の状態を判別することを特徴とする。

請求項 11 に記載の本発明によれば、喫水や喫水に関連した主要項目を精度よくリアルタイムに検出することができる。特に、マーカーの色及び / 又は形状を変えることにより

10

20

30

40

50

、複数の喫水や喫水に関連した主要項目の調整が可能となる。

【0016】

請求項12記載の本発明は、撮像手段を、喫水調整手段による喫水の調整時にも利用することを特徴とする。

請求項12に記載の本発明によれば、撮像手段を喫水と喫水に関連した主要項目の調整に利用でき、調整精度を向上させることができる。

【0017】

請求項13記載の本発明は、制御手段は、喫水検出手段で検出される値が予め設定した閾値を超える場合は異常と判定し、喫水調整手段による喫水の調整を止めることを特徴とする。

請求項13に記載の本発明によれば、喫水調整手段が異常積載されたり、バランスを崩して調整されることによる模型船の沈没や転覆を防止できる。

【0018】

請求項14記載の本発明は、昇降可能なりフト手段を水槽に備え、異常と判定された場合にリフト手段で模型船本体を下方から支持することを特徴とする。

請求項14に記載の本発明によれば、喫水調整手段の異常積載やバランスを崩した調整による模型船の沈没や転覆をより確実に防止できる。

【0019】

請求項15記載の本発明は、水槽が、幅の狭いトリミングタンク部と幅の広い水槽本体部を有し、喫水調整手段による模型船本体の喫水の調整を水槽本体部で行うことを特徴とする。

請求項15に記載の本発明によれば、水槽本体部は幅が広いため波が消えやすく、喫水調整のための計測が容易となり喫水や喫水に関連した主要項目を円滑に調整できる。

【0020】

請求項16記載の本発明は、水槽が、トリミングタンク部を有し、トリミングタンク部には、生じた水面変動を抑制する水面変動抑制手段が設けられていることを特徴とする。

請求項16に記載の本発明によれば、トリミングタンク部における喫水や喫水に関連した主要項目の調整のための計測が容易となり喫水を円滑に調整できる。

【0021】

請求項17記載の本発明は、模型船本体の実質量測定手段をトリミングタンク部に備えたことを特徴とする。

請求項17に記載の本発明によれば、浮力のない状態で模型船の実質量を計測し、喫水の自動調整を精度よく行うことができる。また、通常はトリミングタンク部は水槽本体部よりも水深を浅くして構成することが可能なため、実質量測定手段をコンパクトに構成でき、模型船試験の障害となることも回避できる。

【0022】

請求項18記載の本発明は、水槽が曳引台車を有し、曳引台車に接続された計測部を喫水の調整と連動して自動的に調整する計測部調整手段をさらに備えたことを特徴とする。

請求項18に記載の本発明によれば、喫水の調整と連動して計測部調整手段を自動的に調整することにより、模型船試験を円滑に続行できる。

【0023】

請求項19記載の本発明は、曳引台車と模型船本体とのセンターを直接又は間接的に合わせるセンター調整手段をさらに備えたことを特徴とする。

請求項19に記載の本発明によれば、曳引台車と模型船本体とのセンターを直接又は間接的に調整することにより、模型船試験を効率よく高精度に実施することができる。

【0024】

請求項20記載の本発明は、制御手段による模型船試験の準備と、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20に記載の本発明によれば、制御手段による模型船試験の準備と実施が統合的に制御されることで、喫水の調整と模型船試験をより効率的に実施し、模型船試験を自動

10

20

30

40

50

化することができる。

【0025】

請求項21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21に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、喫水の調整と模型船試験を自動化した模型船試験自動化システムを実現できる。

【発明の効果】

【0026】

本発明の模型船試験自動化システムによれば、喫水の調整を自動化することで、模型船試験の特に準備の手間を削減することができ、精度の向上も可能となる。

10

【0027】

また、喫水には、模型船本体の喫水と、模型船本体のトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、及びメタセンター高さのうちの少なくとも1つを含む場合は、喫水に加えて、喫水に関連した主要項目であるトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、又はメタセンター高さを制御することで、喫水そのものとともに喫水に関連した主要項目を調整して、より精度よく模型船試験を行うことができる。

【0028】

また、喫水調整手段は、模型船本体に積み下ろし可能な、複数個のブロック型の小型ウェイトである場合は、小型ウェイトの数を調整して複数配置することで、喫水を調整することができる。また、複数個の小型ウェイトの配置場所と数を考慮することで、喫水に関連した主要項目を調整することも可能となる。

20

【0029】

また、喫水調整手段は、模型船本体に水を出し入れ可能な、可撓性の膜体で形成された複数個のウォーターバッグである場合は、ウォーターバッグに注入する水量を制御することで、喫水を調整することができる。また、複数個のウォーターバッグの配置場所と水量を考慮することで、喫水に関連した主要項目を調整することも可能となる。

【0030】

また、喫水調整手段は、模型船本体に搭載された、船長方向、船幅方向、及び上下方向の少なくとも1方向に移動が可能なウェイトである場合は、それぞれの方向のウェイトの位置を変更することにより、喫水に関連した主要項目を調整することができる。

30

【0031】

また、制御手段は、喫水設定手段の喫水の設定に従って、模型船本体への荷重の配分を計算して喫水調整手段を制御する場合は、喫水調整手段の配置等がより適切なものとなり喫水や喫水に関連した主要項目の調整精度が向上する。また、模型船本体に歪が生じている場合に、歪を考慮して荷重の配分を計算することで、喫水や喫水に関連した主要項目の調整が的確にできる。

【0032】

また、喫水検出手段は、模型船本体に高さ方向に設けられたチューブと、チューブの内部圧力を検出する圧力検出器とからなる場合は、圧力検出器で検出された内部圧力に基づいて水位を算出し、喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。

40

【0033】

また、喫水検出手段は、模型船本体の船側に設けた水位を検出する電極である場合は、電極の浸漬状態に基づいて検出された水位から喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。

【0034】

また、喫水検出手段は、模型船本体の船側に設けたマーカーと模型船本体を撮像する撮像手段とからなる場合は、マーカーの位置は一定であるため、撮像手段により撮像したマーカーを基に喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。

【0035】

50

また、撮像手段により撮像したマーカーと水面との距離に基づいて喫水を検出する場合は、マーカーと水面との距離から計算して喫水や喫水に関連した主要項目を精度よくリアルタイムに検出することができる。

【 0 0 3 6 】

また、マーカーの色及び/又は形状を変えて喫水の状態を判別する場合は、喫水や喫水に関連した主要項目を精度よくリアルタイムに検出することができる。特に、マーカーの色及び/又は形状を変えることにより、複数の喫水や喫水に関連した主要項目の調整が可能となる。

【 0 0 3 7 】

また、撮像手段を、喫水調整手段による喫水の調整時にも利用する場合は、撮像手段を喫水と喫水に関連した主要項目の調整に利用でき、調整精度を向上させることができる。

【 0 0 3 8 】

また、制御手段は、喫水検出手段で検出される値が予め設定した閾値を超える場合は異常と判定し、喫水調整手段による喫水の調整を止める場合は、喫水調整手段が異常積載されたり、バランスを崩して調整されることによる模型船の沈没や転覆を防止できる。

【 0 0 3 9 】

また、昇降可能なりフト手段を水槽に備え、異常と判定された場合にリフト手段で模型船本体を下方から支持する場合は、喫水調整手段の異常積載やバランスを崩した調整による模型船の沈没や転覆をより確実に防止できる。

【 0 0 4 0 】

また、水槽が、幅の狭いトリミングタンク部と幅の広い水槽本体部を有し、喫水調整手段による模型船本体の喫水の調整を水槽本体部で行う場合は、水槽本体部は幅が広いため波が消えやすく、喫水調整のための計測が容易となり喫水や喫水に関連した主要項目を円滑に調整できる。

【 0 0 4 1 】

また、水槽が、トリミングタンク部を有し、トリミングタンク部には、生じた水面変動を抑制する水面変動抑制手段が設けられている場合は、トリミングタンク部における喫水や喫水に関連した主要項目の調整のための計測が容易となり喫水を円滑に調整できる。

【 0 0 4 2 】

また、模型船本体の実質量測定手段をトリミングタンク部に備えた場合は、浮力のない状態で模型船の実質量を計測し、喫水の自動調整を精度よく行うことができる。また、通常はトリミングタンク部は水槽本体部よりも水深を浅くして構成することが可能なため、実質量測定手段をコンパクトに構成でき、模型船試験の障害となることも回避できる。

【 0 0 4 3 】

また、水槽が曳引台車を有し、曳引台車に接続された計測部を喫水の調整と連動して自動的に調整する計測部調整手段をさらに備えた場合は、喫水の調整と連動して計測部調整手段を自動的に調整することにより、模型船試験を円滑に続行できる。

【 0 0 4 4 】

また、曳引台車と模型船本体とのセンターを直接又は間接的に合わせるセンター調整手段をさらに備えた場合は、曳引台車と模型船本体とのセンターを直接又は間接的に調整することにより、模型船試験を効率よく高精度に実施することができる。

【 0 0 4 5 】

また、制御手段による模型船試験の準備と、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は、制御手段による模型船試験の準備と実施が統合的に制御されることで、喫水の調整と模型船試験をより効率的に実施し、模型船試験を自動化することができる。

【 0 0 4 6 】

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は、遠隔地からの模型船試験の要請を受け、喫水の調整と模型船試験を自動化した模型船試験自動化システムを実現できる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【0047】

【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】同喫水調整手段の例を示す図

【図3】同喫水検出手段の例を示す図

【図4】同喫水調整の例を示す図

【図5】同喫水検出手段の他の例を示す図

【図6】同模型船本体の船側に設けるマーカーの他の例を示す図

【図7】同実質量測定手段を示す図

【図8】同喫水調整の説明図

【図9】同水槽本体部の断面図

【図10】同計測部調整手段を示す図

【図11】同制御手段による異常判定に用いる閾値の例を示す図

【図12】同曳引台車と計測部を示す図

【図13】同センター調整手段を示す図

【発明を実施するための形態】

【0048】

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。

図1は本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。

模型船試験自動化システムは、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10と、模型船本体10の喫水を設定する喫水設定手段20と、模型船本体10の喫水を調整する喫水調整手段30と、模型船本体10の喫水を検出する喫水検出手段40と、喫水設定手段20で設定した喫水を得るように喫水検出手段40で喫水を検出して喫水調整手段30を制御する制御手段50と、統合制御手段60と、模型船試験要請手段70を備え、喫水の調整を自動で行う。

喫水には、模型船本体10の喫水と、模型船本体10のトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、及びメタセンター高さのうちの少なくとも1つを含むことが好ましい。喫水に加えて、喫水に関連した主要項目であるトリム、ヒール、重心位置、慣性モーメント、排水量、又はメタセンター高さを制御することで、喫水そのものとともに喫水に関連した主要項目を調整して、より精度よく模型船試験を行うことができる。なお、排水量は、模型船自体の質量と模型船に積載した喫水調整手段30の質量との合計である。

【0049】

喫水設定手段20は、試験の内容や模型船の性能等に基づいて模型船本体10の喫水を設定する。また、試験者等が任意の値を喫水設定手段20に入力して喫水を設定することもできる。

【0050】

統合制御手段60は、制御手段50による模型船試験の準備と、模型船試験の実施とを統合的に制御する。制御手段50による模型船試験の準備と実施が統合的に制御されることで、喫水の調整と模型船試験をより効率的に実施し、模型船試験を自動化することができる。

また統合制御手段60は、ネットワークを介して模型船試験要請手段70と連係している。これにより、遠隔地からの模型船試験の要請を受け、喫水の調整と模型船試験を自動化した模型船試験自動化システムを実現できる。

【0051】

図2は喫水調整手段の例を示す図であり、図2(a)は上面図、図2(b)は船幅方向断面図である。

図2に示す喫水調整手段30は、模型船本体10に搭載された、船長方向、船幅方向、及び上下方向の少なくとも1方向に移動が可能なウェイト31である。

模型船本体10には、ウェイト31として、船首部に位置し軸に沿って船幅方向に移動

10

20

30

40

50

可能な船首部ウェイト31Aと、船尾部に位置し軸に沿って船幅方向に移動可能な船尾部ウェイト31Bと、船首部と船尾部との間に位置し軸に沿って船長方向に移動可能な中間部ウェイト31Cと、上下方向に移動可能な昇降ウェイト31Dが設けられている。ウェイト31の移動には、例えばボールネジを利用する。制御手段50がそれぞれの方向のウェイト31の位置を変更することにより、喫水に関連した主要項目を調整することができる。なお、図2では1軸のウェイト31を示しているが、2軸又は3軸としてもよい。

また、制御手段50は、喫水設定手段20で設定された喫水に従って、模型船本体10への荷重の配分を計算して喫水調整手段30を制御することが好ましい。これにより、喫水調整手段30の配置等がより適切なものとなり喫水や喫水に関連した主要項目の調整精度が向上する。また、模型船本体10に歪が生じている場合に、歪を考慮して荷重の配分を計算することで、模型船本体10の歪を補正し、喫水そのものや喫水に関連した主要項目の調整が的確にできる。

#### 【0052】

また、喫水調整手段30は、模型船本体10に積み下ろし可能な、複数個のブロック型の小型ウェイト32としてもよい(図4参照)。

この場合は、制御手段50が、喫水設定手段20で設定された喫水に従って模型船本体10への荷重の配分を計算し、例えばコンテナ船におけるコンテナのように小型ウェイト32の数を調整して複数配置することで、喫水を調整することができる。また、複数の小型ウェイト32の配置場所と数を考慮することで、喫水に関連した主要項目を調整することも可能となる。

なお、積み上げた小型ウェイト32の山が崩れることを防止するため、小型ウェイト32同士を磁気等で結合させるか、又は機械加工による倒壊防止機構等を設けることが好ましい。これにより、積み上げた小型ウェイト32の山が試験中に崩れて喫水が変化することを防止できる。

なお、小型ウェイト32は、同じ形状で重さの異なる複数種類を用いてもよい。この場合は、例えば、軽量ブロックを重量ブロックの下に置くことで重心高さを稼ぐこと等ができる。

#### 【0053】

また、喫水調整手段30は、水を出し入れ可能な、可撓性の膜体で形成された複数個のウォーターバッグ(図示無し)としてもよい。

この場合は、制御手段50が、喫水設定手段20で設定された喫水に従って模型船本体10への荷重の配分を計算し、例えばウォーターバッグに注入する水量を制御することで、喫水を調整することができる。また、複数のウォーターバッグの配置場所と水量を考慮することで、喫水に関連した主要項目を調整することも可能となる。

水の入った容器を喫水調整手段30として用いる場合、容器内の水に自由表面が生じると自由水影響が試験に影響する。一方、可撓性を有するウォーターバッグは、水量に応じて伸縮するため、水量が所定範囲内であれば内部は常に水で満たされ自由表面が生じない。これにより、ウォーターバッグの重量を調整しつつ自由水影響を無くして精度よく試験を実施することができる。

なお、模型船本体10に搭載したウォーターバッグは模型船本体10に固定することが好ましい。これにより、試験中にウォーターバッグが移動して喫水が変化することを防止できる。

#### 【0054】

図3は喫水検出手段の例を示す図である。

模型船試験自動化システムは、模型船本体10を撮像する撮像手段80として複数台のカメラを備えており、撮像手段80を用いて模型船本体10をモニタリング及び画像解析し、喫水設定手段20で設定された喫水と喫水検出手段40で検出された喫水に基づき、制御手段50によるフィードバック制御により自動で喫水調整する。

本例においては、喫水検出手段40として、第一の喫水検出手段と第二の喫水検出手段を設けている。

10

20

30

40

50

第一の喫水検出手段は、模型船本体 10 に設けられたチューブ 41 と、チューブ 41 の内部圧力を検出する圧力検出器 42 とからなる。チューブ 41 は、高さ方向に所定の長さを有し、上部は模型船本体 10 の上面付近に位置し、下部は上面と下面との中央付近に位置している。チューブ 41 の内部には水が満たされており、圧力検出器 42 で検出された水圧に基づいて水位を算出し、喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。なお、チューブ 41 の設けられる高さ方向とは、上下方向のみならず斜目方向も含むものとする。

第二の喫水検出手段は、模型船本体 10 の船側に設けられ水位を検出する電極 43 である。電極 43 は、高さ方向に所定の長さを有し、対となった 2 つの電極 43 から成る導電性テープにより形成されている。導電性テープの上部は模型船本体 10 の上面付近に位置し、下部は模型船本体 10 の下面付近に位置している。2 つの電極 43 に交流電圧を印可し、電極 43 の浸漬状態に基づいて検出された水位、すなわちブリッジ回路（図示せず）における平衡条件のずれに起因して発生する電圧の変動に基づく水位から、喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。なお、電極 43 の設けられる高さ方向とは、上下方向のみならず斜目方向も含むものとする。

なお、喫水の検出は、第一の喫水検出手段又は第二の喫水検出手段のどちらか一方のみで行ってもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

図 4 は喫水調整の例を示す図であり、図 4 ( a ) は水槽に設けられた曳引台車の上面図、図 4 ( b ) は模型船本体に搭載する喫水調整手段を示す図である。

模型船は、曳引台車 90 に設けられた曳航装置 133 ( 曳航ロッド 133 A ) によって水槽 100 内を曳航可能である。また、模型船は、自航モータ・自航動力計 12 を備えており、水槽 100 内を自律走行することも可能である。

曳引台車 90 には、模型船本体 10 を撮像する撮像手段 80 として複数台のカメラが、模型船本体 10 の左右側方において、船首部、中間部、船尾部を撮影できるように、それぞれ 3 台ずつ設けられている。

制御手段 50 は、カメラにより撮影された画像を基に、喫水調整手段 30 を搭載可能なスペース 11 を判定する。なお、スペース 11 の判定には、枠線又は塗装を用いてもよい。

スペース 11 に搭載する喫水調整手段 30 は、図 4 ( b ) に示すように、例えば、規格化されたコンテナ型の小型ウェイト 32 とし、模型船内の空きスペース 11 に積載することで、模型船の喫水を設定された喫水の状態に合わせる。

このように、喫水調整手段 30 による喫水の調整に撮像手段 80 を利用することで、喫水と喫水に関連した主要項目の調整精度を向上させることができる。

#### 【 0 0 5 6 】

図 5 は喫水検出手段の他の例を示す図であり、図 5 ( a ) は水槽に設けられた曳引台車の上面図、図 5 ( b ) は側面図である。

曳引台車 90 には、船首ガイド 131、船尾ガイド 132、曳航装置 133、及びクランプ 134 を備えた計測部 130 が設けられている。

本例の喫水検出手段 40 は、模型船本体 10 の船側に設けた複数のマーカー 44 と、模型船本体 10 を撮像する撮像手段 80 からなる。マーカー 44 の位置は一定であるため、撮像手段 80 により撮像したマーカー 44 を基に喫水や喫水に関連した主要項目をリアルタイムに検出することができる。このように撮像手段 80 は、喫水検出手段 40 としても利用することができる。

三角形のマーカー 44 は、模型船本体 10 の船側において、船首部、中間部、及び船尾部の三箇所に設けられている。なお、図 5 ( b ) では左舷側のみ示しているが、右舷側の船側の三箇所にも同様に三角形のマーカー 44 が設けられている。

曳引台車 90 に設けられた撮像手段 80 である複数台のカメラは、模型船本体 10 の左右側方において、船首部、中間部、及び船尾部に形成されたマーカー 44 を撮影できるように、それぞれ 3 台ずつ設けられている。

喫水検出手段 40 は、左舷側と右舷側のそれぞれについて、カメラによりマーカー 44 と水面 W との距離（ピクセル数、物理値）を計測し、計測した距離に基づいてマーカー 44 と水面 W との距離を計算し喫水や喫水に関連した主要項目を精度よくリアルタイムに検出する。

制御手段 50 は、左舷側と右舷側とでのマーカー 44 と水面 W との距離の差に基づいて、喫水調整手段 30 を左舷側と右舷側のどちらに置くかを判定する。また、船首部と船尾部とでのマーカー 44 と水面 W との距離の差に基づいて、喫水調整手段 30 を船首部と船尾部のどちらに置くかを判定する。これにより、設定された喫水に合わせることができる。

#### 【0057】

図 6 は模型船本体の船側に設けるマーカーの他の例を示す図である。

図 6 (a) では、満載状態での喫水に対応するマーカー 44 を、赤色の逆三角形としている。また図 6 (b) ではバラスト状態での喫水に対応するマーカー 44 を、黒色の四角形としている。また図 6 (c) ではバラスト状態（船尾トリム）での喫水に対応するマーカー 44 を、緑色の四角形としている。

このように、マーカー 44 の色や形状を変えて喫水の状態を判別することで、喫水や喫水に関連した主要項目を精度よくリアルタイムに検出することができる。特に、マーカー 44 の色と形状の少なくとも一方を変えることにより、複数の喫水や喫水に関連した主要項目の調整が可能となる。

#### 【0058】

図 7 は実質量測定手段を示す図である。

模型船試験自動化システムは、模型船本体 10 の実質量を測定する実質量測定手段 110 をトリミングタンク部 101 に備える。これにより、浮力のない状態で模型船の実質量を計測し、喫水の自動調整を精度よく行うことができる。また、通常はトリミングタンク部 101 は、水槽本体部 102（図 8 参照）よりも水深を浅くして構成することが可能なため、実質量測定手段 110 をコンパクトに構成でき、模型船試験の障害となることも回避できる。

実質量測定手段 110 は、例えば、トリミングタンク部 101 に設けた昇降可能なリフト手段 120 を利用することができる。リフト手段 120 は、模型船を水面 W よりも上に持ち上げることができるリフト量を有する。また、模型船の喫水を調整している間などは模型船との接触を避けるため収縮状態でトリミングタンク部 101 の底面よりも下方に設けた窪みに格納されている。なお、トリミングタンク部 101 が十分な水深を有しリフト手段 120 が模型船に意図せず接触するおそれがない場合は、トリミングタンク部 101 の底面にて収縮状態にしておいてもよい。

#### 【0059】

図 8 は喫水調整の説明図であり、図 8 (a) はトリミングタンク部の断面図、図 8 (b) はトリミングタンク部と水槽本体部の上面図である。また、図 9 は水槽本体部の断面図である。

水槽 100 は、模型船の発着場であるトリミングタンク部 101 と、トリミングタンク部 101 に連通し試験を実施する場である水槽本体部 102 を有する。水槽本体部 102 の幅 2 は、トリミングタンク部 101 の幅 1 よりも広い。

ここで、喫水調整手段 30 をブロック型の小型ウェイト 32 として喫水を調整する手順について説明する。

まず、トリミングタンク部 101 において、制御手段 50 は、喫水設定手段 20 が設定した喫水に基づき、規定量の小型ウェイト 32 を模型船本体 10 に積載する。次に、模型船をリフト手段 120 で水面 W よりも上方に持ち上げて実質量（排水量）を計測する。

次に喫水の調整を行うが、模型船の喫水を調整する際において、喫水調整手段 30 の積み下ろしに伴い発生する波（水面変動）は、幅が狭いトリミングタンク部 101 では消えにくく喫水調整のための計測が難しい。そこで、制御手段 50 は、模型船を水槽本体部 102 へ移動させ、水槽本体部 102 においてカメラや喫水検出手段 40 等を用いて喫水を

10

20

30

40

50

調整する。水槽本体部 102 は幅が広いwaveが消えやすく、喫水調整のための計測が容易となり喫水や喫水に関連した主要項目を円滑に調整できる。このように、制御手段 50 による喫水調整手段 30 を用いた喫水調整は、トリミングタンク部 101 よりも幅が広い水槽本体部 102 で行うことが好ましい。

なお、トリミングタンク部 101 に、生じた波を抑制する水面変動抑制手段（図示無し）を設けた場合は、生じた波が水面変動抑制手段により早期に消えるため、模型船を水槽本体部 102 に移動させずとも、トリミングタンク部 101 において喫水や喫水に関連した主要項目を円滑に調整できる。水面変動抑制手段は、例えば、消波機能を発揮する形状に加工されたトリミングタンク部 101 の側壁等である。

#### 【0060】

このように、喫水の調整を自動化することで、模型船試験の特に準備の手間を削減することができ、精度の向上も可能となる。この実施形態における模型船試験自動化システムは、喫水そのものに加えて喫水に関連した主要項目を調整できることに利点がある。なお、自動化には自律化や無人化も含む。

#### 【0061】

図 10 は計測部調整手段を示す図である。

計測部調整手段 140 は、喫水調整後の模型船の状態に合わせて、計測部 130 の船首ガイド 131、船尾ガイド 132、検力計 133B、及びクランプ 134 の上下位置を自動調整する機構を有する。

喫水調整をすることで模型船の状態が変化し曳引台車 90 と接続されている計測部 130 の各機器との距離が変わるが、模型船の喫水変化に伴って計測部 130 の上下位置を計測部調整手段 140 が自動調整することで、喫水の調整と連動して計測部調整手段 140 を自動的に調整することにより、模型船試験を円滑に続行できる。

なお、喫水検出手段 40 にマーカー 44 と撮像手段 80 を用いている場合は、計測部 130 の上下位置の調整量は、調整しようとする計測部 130 に最も近いマーカー 44 の移動距離と同じにすることが好ましい。例えば船尾ガイド 132 の上下位置の調整量は、船尾に設けられたマーカー 44 と水面 W との喫水調整前後の距離に基づく（図 5 参照）。これにより、仮に模型船本体 10 に歪が生じている場合でも計測部 130 の上下位置を適切に調整することができる。

#### 【0062】

図 11 は制御手段による異常判定に用いる閾値の例を示す図である。

模型船の喫水調整をする際に、小型ウェイト 32 等の喫水調整手段 30 の過積載等の異常積載が発生すると、沈没や転覆のおそれがある。これを防止するため、制御手段 50 は、模型船の角度（トリム、ヒール）を計測して閾値を基に異常判定を行う。

喫水の計測は、上述した喫水検出手段 40 を用いる他、船首尾の沈下量をレーザー距離計等の変位計の計測値の平均により算出することもできる。なお、変位計を船首側正面と船尾側背面のそれぞれに二つずつ設けることで、ヒールの角度も算出可能である。また、トリム及びヒールの角度は、ポテンショメータ、3軸加速度計、又はジャイロ等を用いて計測することも可能である。また、喫水検出手段 40 にマーカー 44 と撮像手段 80 を用いている場合は、マーカー 44 と撮像手段 80 を用いて喫水とともに角度を計測することもできる。

喫水及び角度には予め設定した閾値が設けられている。図 11 (a) には喫水の閾値例を点線 A で示し、図 11 (b) にはヒールの閾値例を点線 B で示し、図 11 (c) にはトリムの閾値例を点線 C で示している。なお、図 11 (a) の模型船はトリミングタンク部 101 内に位置し喫水調整手段 30 を積み込む前の状態、図 11 (b) の模型船はトリミングタンク部 101 内に位置し喫水調整手段 30 を積み込んだ状態である。

喫水は、例えば沈下量が喫水の 2 割を閾値とする。ヒールの閾値は、設定の喫水時に問題のない最大ヒール角を算出し、例えば ±5 度など、プラスマイナス両方の値を設定する。トリムの閾値は、設定の喫水時に問題のない最大トリム角を算出し、例えば ±10 度など、プラスマイナスの両方の値を閾値に設定する。

10

20

30

40

50

制御手段50は、喫水検出手段40等で検出される値が予め設定した閾値を超える場合は異常と判定し、喫水調整手段30による喫水の調整を止める。これにより、喫水調整手段30が異常積載されたり、バランスを崩して調整されることによる模型船の沈没や転覆を防止できる。

また、異常積載が検知された場合は、喫水調整手段30の積み込みを止めるとともに、図11(c)に示すように、トリミングタンク部101の下方に設置されている昇降可能なリフト手段120を伸ばして模型船を下方から支持することが好ましい。これにより、喫水調整手段30の異常積載やバランスを崩した調整による模型船の沈没や転覆をより確実に防止できる。

#### 【0063】

図12は曳引台車と計測部を示す図であり、図12(a)は曳引台車の上面図、図12(b)~(d)は曳引台車の正面図である。また、図13はセンター調整手段を示す図であり、図13(a)はセンター調整手段の第一例、図13(b)はセンター調整手段の第二例である。また、図12(a)及び図13における一点鎖線は模型船のセンターを示す線である。

曳引台車90はレール91を有し、船首ガイド131と船尾ガイド132を有するガイド装置、検力計(検力ロッド)133Bと曳航ロッド133Aを有する曳航装置133、及びハサミ134Aを有するクランプ134が接続されている。船首ガイド131と船尾ガイド132はそれぞれ接合部Dで模型船に接続している。

図12(b)ではガイド装置の移動方向を矢印で示している。ガイド装置は曳引台車90の幅方向及び上下方向に移動可能である。図12(c)ではクランプ134の移動方向を矢印で示している。クランプ134は曳引台車90の幅方向及び上下方向に移動可能である。図12(d)では曳航装置133(検力ロッド133B)の移動方向を矢印で示している。曳航装置133は曳引台車90の幅方向及び上下方向に移動可能である。

図13(a)に示す第一例のセンター調整手段150は、トリミングタンク部101に複数設置されるレーザー距離計等の非接触変位計測器151を有する。非接触変位計測器151は、模型船の両舷側に船長方向に沿ってそれぞれ複数設置されている。非接触変位計測器151で測定された模型船との距離は、制御手段50にフィードバックされる。制御手段50では、模型船との距離に基づいて演算を行い、模型船本体10のセンターと曳引台車90のセンターが一致するように、ガイド装置、クランプ134、及び曳航装置133を制御する。すなわち、この図13(a)の第一例では、非接触変位計測器151と模型船本体10との距離に基づいて間接的に曳引台車90と模型船本体10とのセンターを合わせている。

図13(b)に示す第二例のセンター調整手段150は、曳引台車90に複数設置される非接触変位計測器151を有する。非接触変位計測器151は、模型船の上方において両舷側に船長方向に沿ってそれぞれ複数設置されている。非接触変位計測器151で測定されたガイド装置等との距離は、制御手段50にフィードバックされる。制御手段50では、ガイド装置等との距離に基づいて演算を行い、模型船本体10のセンターと曳引台車90のセンターが一致するように、ガイド装置、クランプ134、及び曳航装置133を制御する。すなわち、この図13(b)の第二例では、曳引台車90に設けた非接触変位計測器151と計測部130との距離に基づいて、直接、曳引台車90と模型船本体10とのセンターを合わせている。

このように、センター調整手段150を用いて曳引台車90と模型船本体10とのセンターを直接又は間接的に合わせることで、模型船試験を効率よく高精度に実施することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0064】

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に役立てることができる。また、模型船試験の要請に応じた自動化が図れる。

#### 【符号の説明】

10

20

30

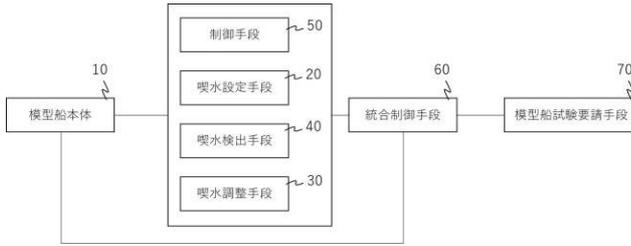
40

50

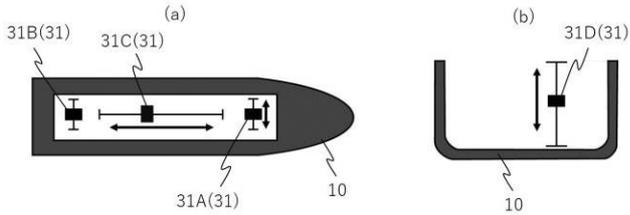
## 【 0 0 6 5 】

1 0	模型船本体	
2 0	喫水設定手段	
3 0	喫水調整手段	
3 1	ウェイト	
3 2	小型ウェイト	
3 3	ウォーターバッグ	
4 0	喫水検出手段	
4 1	チューブ	
4 2	圧力検出器	10
4 3	電極	
4 4	マーカー	
5 0	制御手段	
6 0	統合制御手段	
7 0	模型船試験要請手段	
8 0	撮像手段	
9 0	曳引台車	
1 0 0	水槽	
1 0 1	トリミングタンク部	
1 0 2	水槽本体部	20
1 1 0	実質量測定手段	
1 2 0	リフト手段	
1 3 0	計測部	
1 4 0	計測部調整手段	
1 5 0	センター調整手段	
1 5 1	非接触変位計測器	
W	水面	

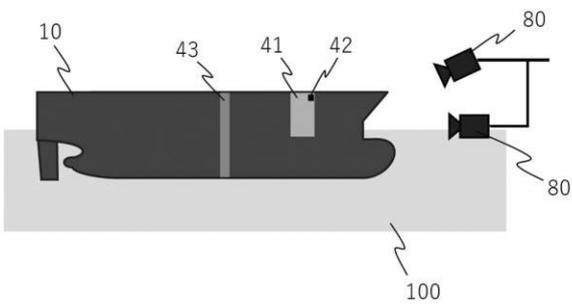
【図1】



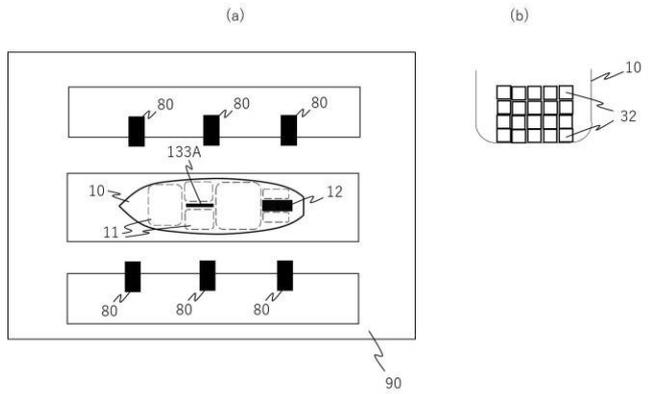
【図2】



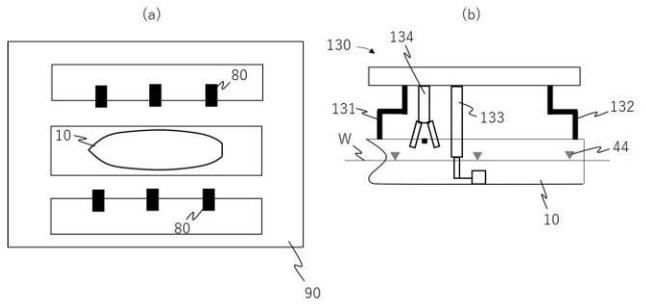
【図3】



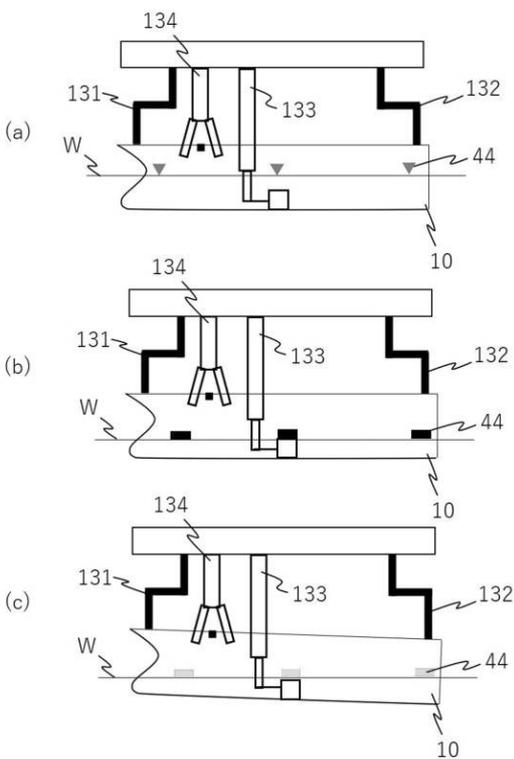
【図4】



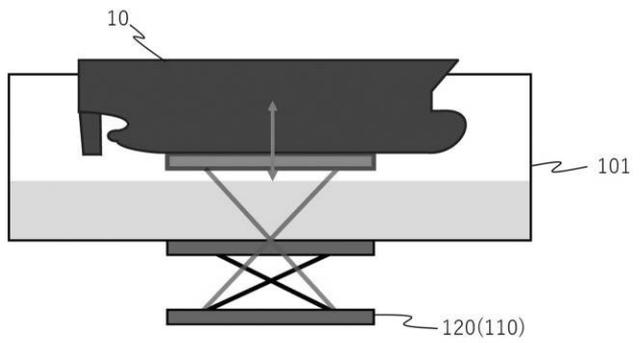
【図5】



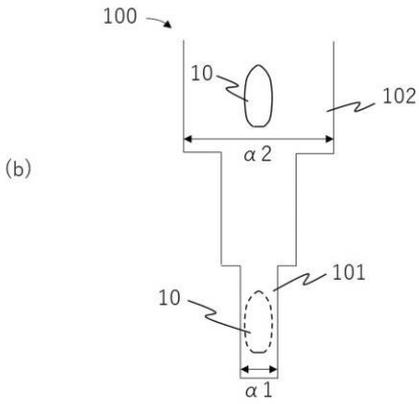
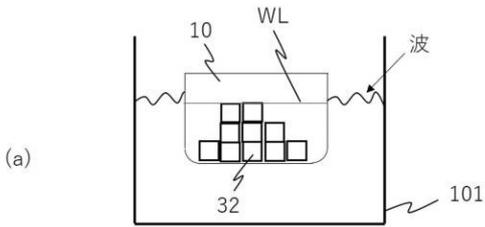
【図6】



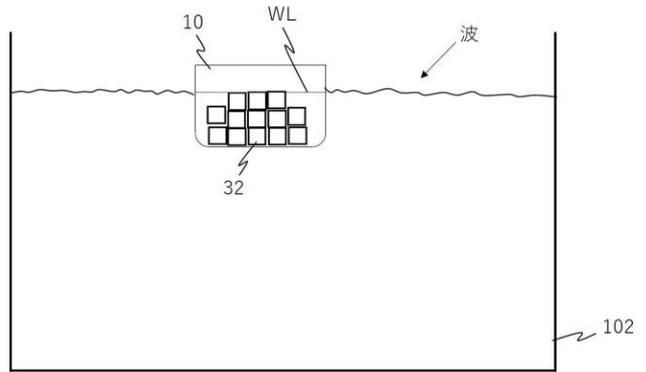
【図7】



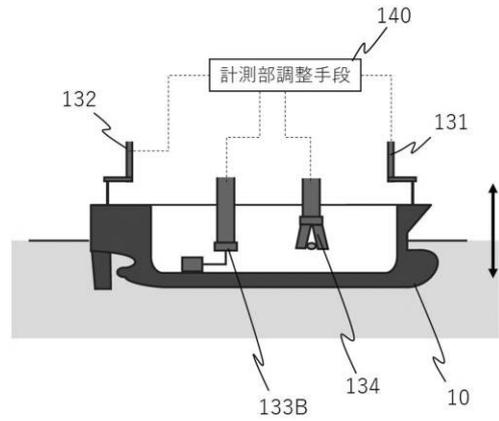
【 図 8 】



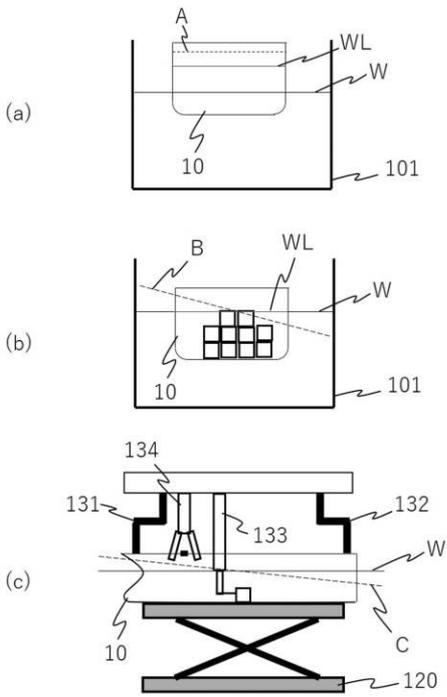
【 図 9 】



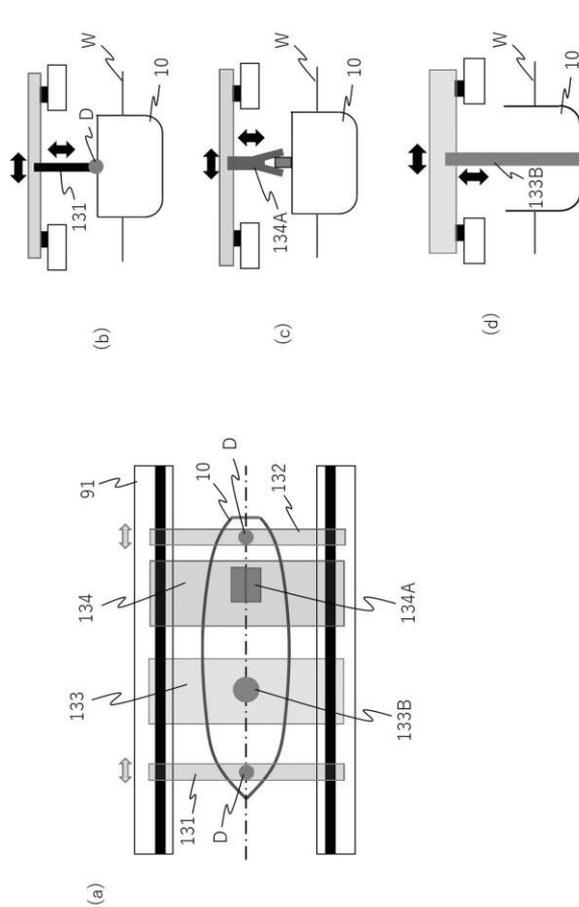
【 図 10 】



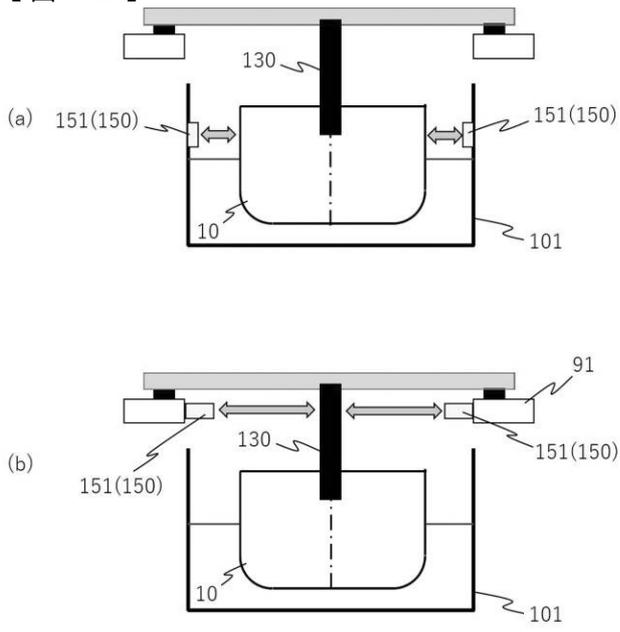
【 図 11 】



【 図 12 】



【図 13】



---

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 川島 英幹

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 辻本 勝

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 BB31 BB50 BC06 BD01