

(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2018-161947  
(P2018-161947A)

(43) 公開日 平成30年10月18日(2018. 10. 18)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
<b>B 6 3 B</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 3 B	1/06	Z
<b>B 6 3 B</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 3 B	9/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-59804 (P2017-59804)	(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
(22) 出願日	平成29年3月24日 (2017. 3. 24)	(74) 代理人	100098545 弁理士 阿部 伸一
		(74) 代理人	100087745 弁理士 清水 善廣
		(74) 代理人	100106611 弁理士 辻田 幸史
		(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

最終頁に続く

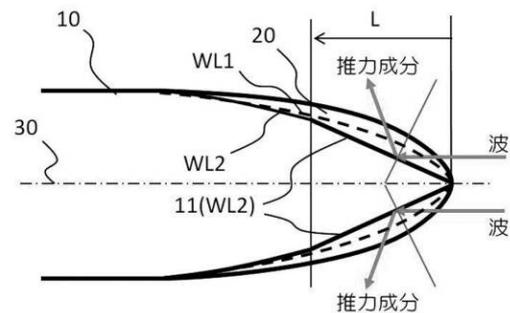
(54) 【発明の名称】 内方傾斜上方船首形状、内方傾斜上方船首形状を備えた船舶、及び内方傾斜上方船首形状の設計方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 平水中走行性能を損なうことなく波浪中抵抗増加を減少させるという内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくする内方傾斜上方船首形状、内方傾斜上方船首形状を備えた船舶、及び内方傾斜上方船首形状の設計方法を提供する。

【解決手段】 船舶の船体10の船首形状であって、船体10の船首部のフレームラインの形状が、船舶の航行時に船首部に生じる船舶毎の代表的な速度として設計時に設定されている航海速度によって、波のない状態である平水中を走行する時に生じる、水面の盛り上がり位置である静的水位上昇位置から上方で内方に傾斜した内方傾斜船首形状20を有し、内方傾斜船首形状20のさらに上方のフレームラインの水線面形状WL2が、船体10を平面視した場合に船首部から後方に広がる直線の形状とした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

船舶の船体の船首形状であって、前記船体の船首部のフレームラインの形状が、前記船舶の航行時に前記船首部に生じる前記船舶毎の代表的な速度として設計時に設定されている航海速度によって波のない状態である平水中を走行する時に生じる水面の盛り上がり位置である静的水位上昇位置から上方で内方に傾斜した内方傾斜船首形状を有し、前記内方傾斜船首形状のさらに上方の前記フレームラインの水線面形状が、前記船体を平面視した場合に前記船首部から後方に広がる直線的形状であることを特徴とする内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 2】

前記直線的形状の範囲を、前記船体の全長に対して 10% までの範囲に設定したことを特徴とする請求項 1 に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 3】

前記内方傾斜船首形状の前部の前記フレームラインの形状を 2 段階に形成し、前記内方傾斜船首形状の後部の前記フレームラインの形状を 1 段階に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 4】

前記 2 段階の前記内方傾斜船首形状のうちの 1 段目の前記内方傾斜船首形状の前記フレームラインの形状を、水平面から測った角度が第 1 の角度を有する直線的形状とし、2 段目の前記内方傾斜船首形状の前記フレームラインの形状を、水平面から測った角度が第 2 の角度を有する直線的形状としたことを特徴とする請求項 3 に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 5】

前記第 1 の角度よりも前記第 2 の角度の方が大きいことを特徴とする請求項 4 に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 6】

前記 2 段階の前記内方傾斜船首形状と前記 1 段階の前記内方傾斜船首形状の範囲を前記船体の全長に対して 10% までの範囲に設定したことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 7】

前記 2 段階の前記内方傾斜船首形状の、前記 1 段目のフレームラインの形状と前記 2 段目のフレームラインの形状の接合部が、前記船体を側面視した状態で斜目に形成されていることを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のうちの 1 項に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 8】

前記内方傾斜船首形状の起点を連ねる包絡線が前記静的水位上昇位置に沿ったものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちの 1 項に記載の内方傾斜上方船首形状。

## 【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のうちの 1 項に記載の内方傾斜上方船首形状を前記船体に備えたことを特徴とする内方傾斜上方船首形状を備えた船舶。

## 【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 のうちの 1 項に記載の内方傾斜上方船首形状の設計方法であって、前記船体の平水中抵抗を最適化した後に、前記船体の波浪中抵抗増加を低減するための前記内方傾斜船首形状のさらに上方の前記直線的形状を最適化したことを特徴とする内方傾斜上方船首形状の設計方法。

## 【請求項 11】

前記直線的形状の最適化に当ってはブラントネス係数を用いたことを特徴とする請求項 10 に記載の内方傾斜上方船首形状の設計方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、内方傾斜上方船首形状、内方傾斜上方船首形状を備えた船舶、及び内方傾斜上方船首形状の設計方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図6は、内方傾斜船首形状を有しない従来の肥大船200の船首部を示す要部平面図である。

図6では、船体中心線210、上甲板220、静止水線230、錨240を示している。肥大船200は、静止水線230での形状が船体の外側に凸形状であるため、波浪中抵抗増加を効果的に減少させる三角形形状250への変更が難しい。

ここで、特許文献1では、波浪中での船体抵抗を減少させるために、船首部の肋骨線を船体の内側に凹ます形状が提案されている（特に図1及び段落番号(0010)）。

また、特許文献2では、軽荷状態での波浪による抵抗を減少させるために、船底部を略V字状とし、船首部の側面部に凸部を形成することが提案されている。

また、特許文献3では、波浪中抵抗増加を減少させるために、最大喫水よりも上方に船体中心線側にくびれた凹部を形成し、凹部の中心の高さを、水頭の0.5倍以上3.0倍以下の範囲内の高さとするのが提案されている。

また、特許文献4では、航行時の抵抗を低減するために、船首の載荷水線よりも上の部分が従来と比較して内側に凹んだ船舶が提案されている。また、特許文献5では、波浪抵抗及び風圧抵抗の影響を同時に低減させるために、喫水線より下方の領域で最先端部を有する下部船首プロファイルと、船尾部の方向に後傾する上部船首プロファイルとを備え、喫水線より上方又は下方の領域で内側に傾斜した負のフレア角を有する船首形状が提案されている。

また、特許文献6では、平水中走行性能を損なうことなく波浪中抵抗増加を減少させるために、船首部のフレームライン形状が、静的上昇位置から上方の位置で内方に傾斜した内方傾斜船首形状を有する内方傾斜船首形状が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平7-33071号公報

【特許文献2】特開2011-178334号公報

【特許文献3】特開2007-237895号公報

【特許文献4】米国特許第3443544号明細書

【特許文献5】特開2012-17089号公報

【特許文献6】国際公開第2015/079710号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1では、満載喫水線の近傍から上を凹ましており、静的水位上昇位置を考慮していないばかりか、この凹みの上面部よりも上方が静的水位上昇位置よりも下方に位置することもあるため、平水中走行性能を損なうことがある。また、凹みのさらに上方のフレームラインの水線面形状を変更することによって凹みによる波浪中抵抗増加低減効果を大きくしようとする思想はない。

また、特許文献2では、凸部の形成によって、凸部の上方に若干の凹みが生じているが、この凹みは静的上昇位置(図中のDWL'のライン)より下方に位置しているため、静的上昇位置より上方は、外方へ傾斜している。従って、この凹みによっては、波浪中抵抗増加を減少させることはできない。

また、特許文献3では、凹部の中心の高さは静的水位上昇位置を考慮したものではないため、凹部が必ずしも静的水位上昇位置に沿った形状とはなっておらず、平水中走行性能が変化するとともに、波浪中抵抗増加の減少効果も限られたものである。また、凹部のさらに上方のフレームラインの水線面形状を変更することによって凹部による波浪中抵抗増

加低減効果を大きくしようとする思想はない。

また、特許文献4では、載荷水線よりも上の部分が内側に凹んでおり、静的水位上昇位置を考慮していない。また、凹みのさらに上方のフレームラインの水線面形状を変更することによって凹みによる波浪中抵抗増加低減効果を大きくしようとする思想はない。

また、特許文献5では、喫水線より上方又は下方の領域に負のフレア角をもたせるものであり、静的水位上昇位置を考慮していない。

また、特許文献6では、静的水位上昇位置を考慮して内方傾斜船首形状を設けることが開示されているが、内方傾斜船首形状のさらに上方のフレームラインの水線面形状を変更することによって内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果を大きくしようとする思想はない。

#### 【0005】

そこで本発明は、平水中走行性能を損なうことなく波浪中抵抗増加を減少させるという内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくする内方傾斜上方船首形状、内方傾斜上方船首形状を備えた船舶、及び内方傾斜上方船首形状の設計方法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】

請求項1記載に対応した内方傾斜上方船首形状においては、船舶の船体の船首形状であって、船体の船首部のフレームラインの形状が、船舶の航行時に船首部に生じる船舶毎の代表的な速度として設計時に設定されている航海速度によって波のない状態である平水中を走行する時に生じる水面の盛り上がり位置である静的水位上昇位置から上方で内方に傾斜した内方傾斜船首形状を有し、内方傾斜船首形状のさらに上方のフレームラインの水線面形状が、船体を平面視した場合に船首部から後方に広がる直線的形状であることを特徴とする。

請求項1に記載の本発明によれば、平水中走行性能を損なうことなく波浪中抵抗増加を効果的に減少させるという内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくして船舶の燃費を向上できる。すなわち、内方傾斜船首形状のさらに上方に直線的形状を有することにより、内方傾斜船首形状のさらに上方にまで到達した波が後方に撥ね返され、抵抗成分を減少して推力成分を増加させ、波浪中抵抗増加低減効果を増すことができる。

#### 【0007】

請求項2記載の本発明は、直線的形状の範囲を、船体の全長に対して10%までの範囲に設定したことを特徴とする。

請求項2に記載の本発明によれば、内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくできる。

#### 【0008】

請求項3記載の本発明は、内方傾斜船首形状の前部のフレームラインの形状を2段階に形成し、内方傾斜船首形状の後部のフレームラインの形状を1段階に形成したことを特徴とする。

請求項3に記載の本発明によれば、内方傾斜船首形状の前部のフレームラインの形状を2段階に形成することで、内方傾斜船首形状の入れ込み量を小さくすることができ、船首形状を設計する際の自由度が向上する。また、内方傾斜船首形状の上面部を流れる波をより船首側で落とすことが可能となる。

#### 【0009】

請求項4記載の本発明は、2段階の内方傾斜船首形状のうちの1段目の内方傾斜船首形状のフレームラインの形状を、水平面から測った角度が第1の角度を有する直線的形状とし、2段目の内方傾斜船首形状のフレームラインの形状を、水平面から測った角度が第2の角度を有する直線的形状としたことを特徴とする。

請求項4に記載の本発明によれば、内方傾斜船首形状を直線的に形成することができる。

。

10

20

30

40

50

**【 0 0 1 0 】**

請求項 5 記載の本発明は、第 1 の角度よりも第 2 の角度の方が大きいことを特徴とする。  
請求項 5 に記載の本発明によれば、内方傾斜船首形状の上方に達する波をより落としやすくする。

**【 0 0 1 1 】**

請求項 6 記載の本発明は、2 段階の内方傾斜船首形状と 1 段階の内方傾斜船首形状の範囲を船体の全長に対して 1 0 % までの範囲に設定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、内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくできる。

**【 0 0 1 2 】**

請求項 7 記載の本発明は、2 段階の内方傾斜船首形状の、1 段目のフレームラインの形状と 2 段目のフレームラインの形状の接合部が、船体を側面視した状態で斜目に形成されていることを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、内方傾斜船首形状の上面部を流れる波をより船首側で落とすことができる。

**【 0 0 1 3 】**

請求項 8 記載の本発明は、内方傾斜船首形状の起点を連ねる包絡線が静的水位上昇位置に沿ったもの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、静的水位上昇位置に沿って内方傾斜船首形状を形成できる。

**【 0 0 1 4 】**

請求項 9 記載の本発明に対応した船舶は、内方傾斜上方船首形状を船体に備えたことを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果が大きく、燃費の良い船舶を提供できる。

**【 0 0 1 5 】**

請求項 1 0 記載の本発明に対応した内方傾斜上方船首形状の設計方法は、船体の平水中抵抗を最適化した後に、船体の波浪中抵抗増加を低減するための内方傾斜船首形状のさらに上方の直線的形状を最適化したことを特徴とする。

請求項 1 0 に記載の本発明によれば、波浪中抵抗増加低減効果が大きい内方傾斜上方船首形状の設計方法を提供できる。

**【 0 0 1 6 】**

請求項 1 1 記載の本発明は、直線的形状の最適化に当ってはブラントネス係数を用い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、水切り角による船首部の端部形状だけでなく、水線面形状全体で船首形状を評価するため、内方傾斜上方船首形状を有した船舶に対して最適設計を行うことができる。

**【 発明の効果 】****【 0 0 1 7 】**

本発明の内方傾斜上方船首形状によれば、平水中走行性能を損なうことなく波浪中抵抗増加を効果的に減少させるといふ内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくして船舶の燃費を向上できる。すなわち、内方傾斜船首形状のさらに上方に直線的形状を有することにより、内方傾斜船首形状のさらに上方にまで到達した波が後方に撥ね返され、抵抗成分を減少して推力成分を増加させ、波浪中抵抗増加低減効果を増すことができる。

**【 0 0 1 8 】**

また、直線的形状の範囲を、船体の全長に対して 1 0 % までの範囲に設定した場合には、内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくできる。

**【 0 0 1 9 】**

10

20

30

40

50

また、内方傾斜船首形状の前部のフレームラインの形状を２段階に形成し、内方傾斜船首形状の後部のフレームラインの形状を１段階に形成した場合には、内方傾斜船首形状の前部のフレームラインの形状を２段階に形成することで、内方傾斜船首形状の入れ込み量を小さくすることができ、船首形状を設計する際の自由度が向上する。また、内方傾斜船首形状の上面部を流れる波をより船首側で落とすことが可能となる。

【 0 0 2 0 】

また、２段階の内方傾斜船首形状のうちの１段目の内方傾斜船首形状のフレームラインの形状を、水平面から測った角度が第１の角度を有する直線的形状とし、２段目の内方傾斜船首形状のフレームラインの形状を、水平面から測った角度が第２の角度を有する直線的形状とした場合には、内方傾斜船首形状を直線的に形成することができる。

10

【 0 0 2 1 】

また、第１の角度よりも第２の角度の方が大きい場合には、内方傾斜船首形状の上方に達する波をより落とすしやすくなる。

【 0 0 2 2 】

また、２段階の内方傾斜船首形状と１段階の内方傾斜船首形状の範囲を船体の全長に対して１０％までの範囲に設定した場合には、内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくできる。

【 0 0 2 3 】

また、２段階の内方傾斜船首形状の、１段目のフレームラインの形状と２段目のフレームラインの形状の接合部が、船体を側面視した状態で斜目に形成されている場合には、内方傾斜船首形状の上面部を流れる波をより船首側で落とすことができる。

20

【 0 0 2 4 】

また、内方傾斜船首形状の起点を連ねる包絡線が静的水位上昇位置に沿ったものである場合には、静的水位上昇位置に沿って内方傾斜船首形状を形成できる。

【 0 0 2 5 】

本発明の内方傾斜上方船首形状を備えた船舶によれば、内方傾斜船首形状による波浪中抵抗増加低減効果が大きく、燃費の良い船舶を提供できる。

【 0 0 2 6 】

本発明の内方傾斜上方船首形状の設計方法によれば、波浪中抵抗増加低減効果が大きい内方傾斜上方船首形状の設計方法を提供できる。

30

【 0 0 2 7 】

また、直線的形状の最適化に当ってはブラントネス係数を用いた場合には、水切り角による船首部の端部形状だけでなく、水線面形状全体で船首形状を評価するため、内方傾斜上方船首形状を有した船舶に対して最適設計を行うことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態による内方傾斜上方船首形状を有した船舶の船首部を示す要部平面図

【 図 2 】 同内方傾斜上方船首形状を有した船舶の概略図

【 図 3 】 同船舶の内方傾斜船首形状部分の波の流れを示す図

40

【 図 4 】 本発明の実施形態に対応した内方傾斜上方船首形状の設計方法の説明図

【 図 5 】 従来の内方傾斜上方船首形状を有した船舶の船首部を示す要部平面図

【 図 6 】 内方傾斜船首形状を有しない従来の肥大船の船首部を示す要部平面図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

本発明の一実施形態による内方傾斜上方船首形状、及び内方傾斜上方船首形状を備えた船舶について説明する。

図 1 は本発明の一実施形態による内方傾斜上方船首形状を有した船舶の船首部を示す要部平面図、図 2 は同内方傾斜上方船首形状を有した船舶の概略図、図 3 は同船舶の内方傾斜船首形状による波の流れを示す図、図 5 は従来の内方傾斜上方船首形状を有した船舶の

50

船首部を示す要部平面図である。

【 0 0 3 0 】

図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態による船舶は、船体 1 0 の船首部のフレームライン形状が、静的水位上昇位置から上方で内方に傾斜した内方傾斜船首形状 2 0 を有する。ここで「静的水位上昇位置」とは、船舶の航行時に船首部に生じる船舶毎の代表的な速度として設計時に設定されている航海速度によって波のない状態である平水中を走行する時に生じる水面の盛り上がり位置である。図 2 ( a ) に、静的水位上昇線 4 0 を一点鎖線で示している。静的水位上昇位置から上方で内方に傾斜した内方傾斜船首形状 2 0 を有することにより、平水中走行性能を損なうことなく、波浪中抵抗増加を効果的に減少させることができる。

10

なお、内方傾斜船首形状 2 0 の起点を連ねる包絡線が静的水位上昇位置に沿ったものとしてもよい。この場合、静的水位上昇位置に沿って内方傾斜船首形状 2 0 を形成できる。

【 0 0 3 1 】

図 1 及び図 5 においては、船舶の船体 1 0、1 1 0 に到来する波の流れを矢印で示している。前方から到来した波は、船舶の船体 1 0、1 1 0 によって後方へ撥ね返された流れが推力成分となり、前方へ撥ね返された流れが抵抗成分となる。

従来の船舶の場合、船体 1 1 0 の船首形状は、図 5 に示すように、内方傾斜船首形状 1 2 0 の上方のフレームラインの水線面形状 W L 1 が、船体 1 1 0 を平面視した場合に船体中心線 1 3 0 と船首部の前端との交点を頂点として船首部から後方に広がる曲線的形状となっている。このような曲線的形状の場合、特に船首部の前側では衝突した波が前方へ撥ね返されやすく抵抗成分が多くなる。

20

一方、本実施形態による船舶の場合、船体 1 0 の船首形状は、図 1 に示すように、内方傾斜船首形状 2 0 のさらに上方のフレームラインの水線面形状 W L 2 が、船体 1 0 を平面視した場合に船体中心線 3 0 と船首部の前端との交点を頂点として船首部から後方に広がる直線的形状 1 1 を有する。なお、図 1 には、比較のため従来の船舶の水線面形状 W L 1 を破線で示している。直線的形状 1 1 を有することにより、船首部の後側に衝突した波のみならず前側に衝突した波も後方に撥ね返されることが多くなるため、抵抗成分が減少して推力成分が増加する。これにより、波浪中抵抗増加を低減して船舶の燃費を向上させることができる。

【 0 0 3 2 】

30

なお、船首部の後側は前側に比べて水線面形状 W L 2 の曲がり方が緩やかであるため、船首部の前端から所定の範囲 L に直線的形状 1 1 を形成することで上記効果が高くなる。この場合は、所定の範囲 L より後方の水線面形状 W L 2 は曲線的形状に形成してよい。

所定の範囲 L は、船体 1 0 の全長に対して 1 0 % 以下とすることが好ましく、5 % 以上 1 0 % 以下とすることがさらに好ましい。

【 0 0 3 3 】

次に、本実施形態による内方傾斜船首形状 2 0 について詳細に説明する。

図 2 ( a ) は本実施形態による内方傾斜上方船首形状を有した船舶の側面図、図 2 ( b ) は同平面図、図 2 ( c ) は同 B - B 線断面における正面図、図 2 ( d ) は同 A - A 線断面における正面図である。なお、図 2 ( c ) 及び ( d ) では船体の一部を示しており、符号 4 1 は静止水線である。

40

また、図 3 は本実施形態による船舶の内方傾斜船首形状部分の波の流れを示す図であり、図 3 ( a ) は側面図、図 3 ( b ) は平面図である。本実施形態による船舶の内方傾斜船首形状 2 0 部分の波の流れを破線矢印で示し、従来の船舶の内方傾斜船首形状部分の波の流れを点線矢印で示している。

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、内方傾斜船首形状 2 0 の前部である前部内方傾斜船首形状 2 1 のフレームラインの形状を 1 段目 2 1 A と 2 段目 2 1 B により 2 段階に形成し、内方傾斜船首形状 2 0 の後部である後部内方傾斜船首形状 2 2 のフレームラインの形状を 1 段階に形成している。図 2 において、「 S 」は内方傾斜船首形状 2 0 の上面部の起点、「 P 」は 2 段目

50

2 1 B と内方傾斜船首形状 2 0 の上面部 ( 1 段目 2 1 A ) の交点、「 Q 」は内方傾斜船首形状 2 0 の最深部を示している。

船体 1 0 の前後方向を X 軸にとると、座標 X 1 は  $P = Q$  となる座標であり、座標 X 3 は内方傾斜船首形状 2 0 と元のフレームラインが一致する座標である。また、座標 X 2 は  $P = S$  となる X 座標であり、前部内方傾斜船首形状 2 1 と後部内方傾斜船首形状 2 2 との境目である。従って、座標 X 1 ~ 座標 X 2 が前部内方傾斜船首形状 2 1、座標 X 2 ~ 座標 X 3 が後部内方傾斜船首形状 2 2 である。この場合は、P と S が一致している。座標 X 1 において内方傾斜船首形状 2 0 は、静的水位上昇の最高点 4 0 a よりも上方にある。なお、座標 X 1 は船首部の前端より前であってもよい。

前部内方傾斜船首形状 2 1 のフレームラインの形状を 2 段階とすることにより、内方傾斜船首形状 2 0 の内方への入れ込み量を小さくすることができ、船首形状を設計する際の自由度が向上する。また、図 3 に示すように、内方傾斜船首形状 2 0 の上面部を流れる波をより船首側で落とすことが可能となり、波浪中抵抗増加低減効果を確保することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

図 2 ( c ) に示すように、1 段階の後部内方傾斜船首形状 2 2 のフレームラインの形状は、水平面から測った角度が第 2 の角度  $\theta_2$  を有する直線的形状としている。

また、図 2 ( d ) に示すように、2 段階の前部内方傾斜船首形状 2 1 のうち、1 段目 2 1 A のフレームラインの形状は、水平面から測った角度が第 1 の角度  $\theta_1$  を有する直線的形状とし、2 段目 2 1 B のフレームラインの形状は、水平面から測った角度が第 2 の角度  $\theta_2$  を有する直線的形状としている。また、第 1 の角度  $\theta_1$  よりも第 2 の角度  $\theta_2$  の方を大きくし、第 2 の角度  $\theta_2$  を 9 0 度よりも小さくしている。すなわち、 $\theta_1 < \theta_2 < 90$  度としている。これにより、内方傾斜船首形状 2 0 のさらに上方に達する波をより落とすやすくなる。

また、2 段階に形成された前部内方傾斜船首形状 2 1 と 1 段階の後部内方傾斜船首形状 2 2 の範囲は、船首部の前端から船体 1 0 の全長に対して 1 0 % までの範囲 M に設定されている。これにより、内方傾斜船首形状 2 0 による波浪中抵抗増加低減効果をさらに大きくできる。

また、前部内方傾斜船首形状 2 1 の、1 段目 2 1 A のフレームラインの形状と 2 段目 2 1 B のフレームラインの形状の接合部 2 1 C は、図 2 ( a ) に示すように船体 1 0 を側面視した状態で斜目に形成している。これにより、内方傾斜船首形状 2 0 の上面部を流れる波をより船首側で落とすことができる。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、図 4 を用いて上記実施形態に対応した内方傾斜上方船首形状の設計方法について説明する。

まず、平水中抵抗を最適化する設計をし、その後、波浪中抵抗増加を減少するための内方傾斜船首形状 2 0 のさらに上方のフレームライン形状の直線的形状 1 1 を最適化する設計をする。

平水中抵抗を最適化する設計をするとき、設計速度で航走するときの平水中抵抗を CFD ( Computational Fluid Dynamics ) により計算する。平水中の抵抗は、例えばナビエー  
ストークス ( Navier Stokes ) ソルバーである流体解析ソフト ( NEPTUNE , SURF ) ( 海上技術安全研究所 ) を用いることができる。最適化手法には、遺伝的アルゴリズムを用いることができる。

波浪中抵抗増加を減少するための内方傾斜船首形状 2 0 のさらに上方のフレームライン形状の直線的形状 1 1 を最適化する設計をするとき、静的水位上昇線 4 0 より上部の形状で求まるプラントネス係数を用いる。

プラントネス係数は、内方傾斜船首形状 2 0 の水線面形状に沿って取った線素  $d l$  と船体中心線からの開き角  $\theta$  と、入射波の波向き  $\phi$  から決まる。プラントネス係数は、以下の式により算出される。I と II は図 4 に示す積分範囲である。

#### 【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$B_f = \frac{1}{B_{MAX}} \left\{ \int_I \sin^2(\alpha + \beta_w) \sin \beta_w dl + \int_{II} \sin^2(\alpha - \beta_w) dl \right\}$$

【 0 0 3 8 】

フレームライン形状の直線的形状 1 1 を最適化する設計をするに当たってブラントネス係数を用いた場合には、水切り角による船首部の端部形状だけでなく水線面形状全体で船首形状を評価するため、水線面形状を効果的に波浪中抵抗増加を減少させる三角形形状もしくはそれに近い形状とすることで、肥大船を含む内方傾斜上方船首形状を有した船舶に対して最適な設計を行うことができる。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 9 】

本発明は、平水中走行性能を損なうことなく波浪中抵抗増加を効果的に減少させる船首形状、船舶、及び設計方法に広く適用することができる。

【符号の説明】

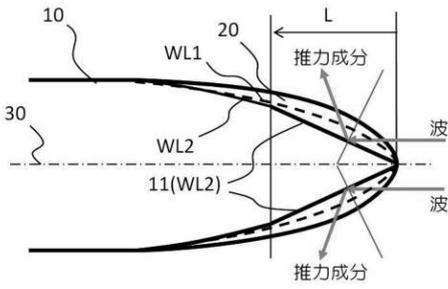
【 0 0 4 0 】

- 1 0 船体
- 1 1 直線的形状
- 2 0 内方傾斜船首形状
- 2 1 前部
- 2 1 A 1 段目
- 2 1 B 2 段目
- 2 1 C 接合部
- 2 2 後部
  - 1 第 1 の角度
  - 2 第 2 の角度
- L 直線的形状の範囲
- M 2 段階と 1 段階の内方傾斜船首形状の範囲
- W L 2 内方傾斜船首形状のさらに上方のフレームラインの水線面形状

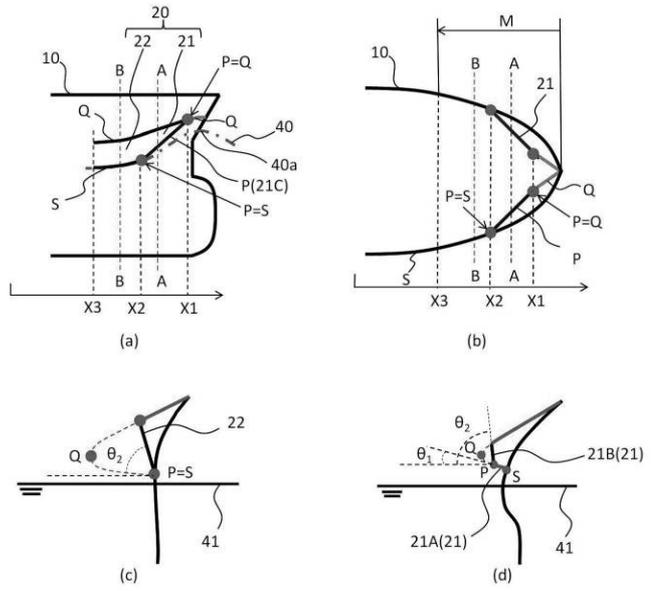
20

30

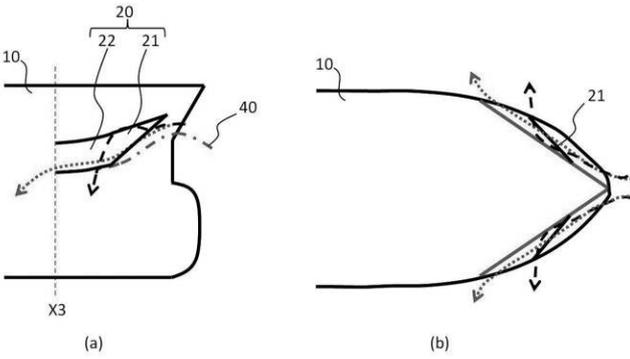
【 図 1 】



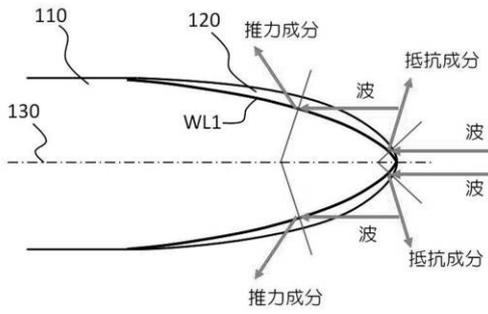
【 図 2 】



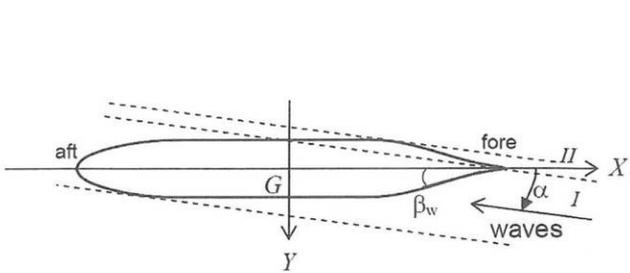
【 図 3 】



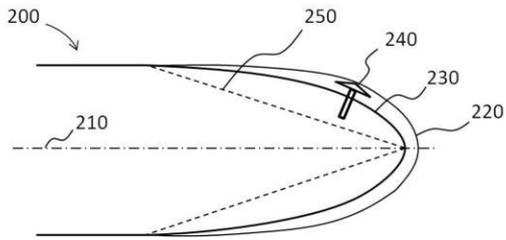
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 赤松 顕子

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 穴井 麻利子

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