

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年6月4日(04.06.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/079710 A1

- (51) 国際特許分類:  
B63B 1/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/005980
- (22) 国際出願日: 2014年11月28日(28.11.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-248516 2013年11月29日(29.11.2013) JP
- (71) 出願人: 独立行政法人海上技術安全研究所(NATIONAL MARITIME RESEARCH INSTITUTE) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 辻本 勝 (TSUJIMOTO, Masaru); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 阿部 伸一, 外 (ABE, Shinichi et al.); 〒1710033 東京都豊島区高田3-1-1-12 K Tビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

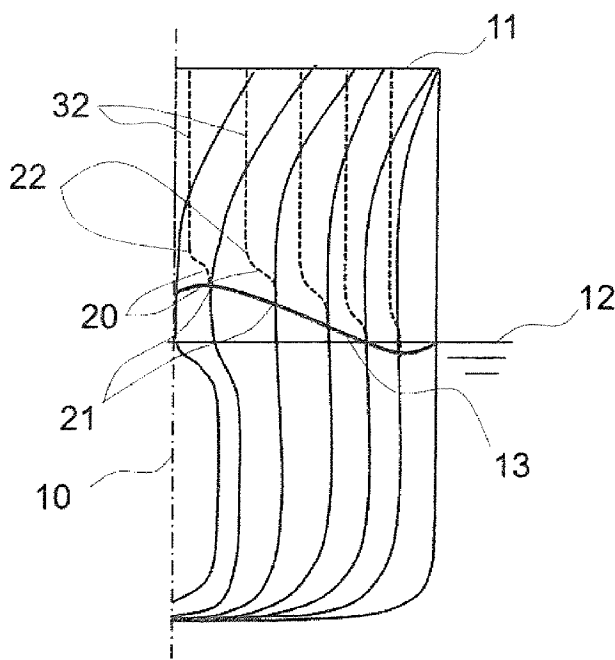
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: INWARDLY INCLINED BOW SHAPE, SHIP HAVING INWARDLY INCLINED BOW SHAPE, AND METHOD FOR DESIGNING INWARDLY INCLINED BOW SHAPE

(54) 発明の名称: 内方傾斜船首形状、内方傾斜船首形状を有した船舶、及び内方傾斜船首形状の設計方法



(57) Abstract: An inwardly inclined bow shape, a ship having the inwardly inclined bow shape, and a method for designing the inwardly inclined bow shape are provided, in which the shape of a frame line of a bow portion has an inwardly inclined shape (20), thereby allowing a reduction in resistance increases in waves without impairing smooth underwater traveling performance. The inwardly inclined shape (20) is inwardly inclined above a static water level rising position, which is the position of the raised water surface during travel in smooth water, that is, waveless water, by the sea speed set as a representative velocity for each ship at the time of design which is generated at the bow portion while the ship is traveling.

(57) 要約: 本発明は、船首部のフレームライン形状が、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の位置で内方に傾斜した内方傾斜形状 20 を有することで、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ことができる内方傾斜船首形状、内方傾斜船首形状を有した船舶、及び内方傾斜船首形状の設計方法を提供する。

WO 2015/079710 A1

## 明 細 書

発明の名称：

内方傾斜船首形状、内方傾斜船首形状を有した船舶、及び内方傾斜船首形状の設計方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、内方傾斜船首形状、内方傾斜船首形状を有した船舶、及び内方傾斜船首形状の設計方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来の肥大船について図5を用いて説明する。

図5(a)は同肥大船の船首部を示す要部平面図、図5(b)は図5(a)のA-A線断面における正面図である。なお、図5(b)は船体の半分を示している。

図5では、船体中心線100、上甲板101、船体の静止水線102、及び錨103を示している。

肥大船は、静止水線102での形状が船体の外側に凸形状であるため、効果的に波浪中抵抗増加を減少させる三角形形状104への変更が難しい。

また、上甲板101は、係船装置等の設置のために一定の面積が必要であり、錨103を降下又は収納するためには、少なくとも静止水線102又は水面下の最大半幅より外側に張り出す必要がある。

ところで、特許文献1では、波浪中での船体抵抗を減少するために、船首部の肋骨線を船体の内側に凹ます形状を提案している（特に図1及び段落番号(0010)）。

また、特許文献2では、波浪中抵抗増加を減少するために、オリジナルの船体をえぐり取って船体幅を細くし、船体をえぐり取ってステムラインを後退させることを提案している（特に図3及び段落番号(0014)）。

また、特許文献3では、波浪による抵抗を減少するために、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を提案している。

また、特許文献4では、波浪中抵抗増加を減少するために、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することを提案している。

## 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2006-224811号公報  
特許文献3：特開2011-178334号公報  
特許文献4：特開2007-237895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では、満載喫水線より上を凹ましており、静的水位上昇位置を考慮していないばかりか、この凹みは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、特許文献2についても、えぐり取った箇所は静的水位上昇位置よりも下方となっており、平水中走行性能を損なうことがある。

また、特許文献3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4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。

- [0005] そこで、本発明は、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力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の位置で内方に傾斜した内方傾斜形状を有することで、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ことができる内方傾斜船首形状、内方傾斜船首形状を有した船舶、及び内方傾斜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記載の本発明に対応した内方傾斜船首形状においては、船舶の船首部の船首形状であって、船首部のフレームライン形状が、船舶の航行時に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の位置で内方に傾斜した内方傾斜形状を有す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ことができる。
- [0007] 請求項2記載の本発明は、船首部を前方から後方視したときの内方傾斜形状の始点を連ねる包絡線が船体中心線から外側に向かって一旦上がった後に下がる形状であることを特徴とする。請求項2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形状を形成できる。
- [0008] 請求項3記載の本発明は、船首部を側方視したときの内方傾斜形状の始点を連ねる包絡線が船首部の前方から後方に向かって一旦上がった後に下がる形状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、静的水位上昇位置に沿って内方傾斜形状を形成できる。
- [0009] 請求項4記載の本発明は、内方傾斜形状を、船首部の前方から静的水位上昇位置が静止水線以下になる点までの間に形成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、静止水線以下には内方傾斜形状を形成しないことで、船速の低いときの平水中走行性能を損なうことがない。
- [0010] 請求項5記載の本発明は、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって直立した形状としたことを特徴とする。請求項5に記載の本発明によれば、上甲板に係船装置等の設置が必要ない場合には、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を上方に向かって

直立した形状とすることにより、波浪の大きいときの抵抗増加を低減することができる。

[0011] 請求項 6 記載の本発明は、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって内方に傾斜した形状と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、上甲板に係船装置等の設置が必要ない場合には、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を上方に向かって内方に傾斜した形状とすることにより、波浪の大きいときの抵抗増加を低減することができる。

[0012] 請求項 7 記載の本発明は、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって広がるフレア形状と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、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面をフレア形状とすることで、上甲板に係船装置等を設置することができる。

[0013] 請求項 8 記載の本発明は、平面視で、船体中心線と船首部の先端との交点から船首垂線の後方の垂線間長の 1% の位置における両舷に至る開き角が 100 度を越えない三角形形状内に、内方傾斜形状が収まることを特徴とする。請求項 8 に記載の本発明によれば、波浪中抵抗増加を効果的に減少させることができる。

[0014] 請求項 9 記載の本発明は、船首部の船首形状が、ステムラインが後方に傾斜しない形状であることを特徴とする。請求項 9 に記載の本発明によれば、ホエールバック船型以外の肥大船に適用できる。

[0015] 請求項 10 記載の本発明に対応した内方傾斜船首形状を有した船舶は、内方傾斜形状は、静的水位上昇位置のピーク部での傾斜度をピーク部以外の傾斜度よりも大きく設定したことを特徴とする。請求項 10 に記載の本発明によれば、波浪に対し効果的に抵抗低減を図るとともに、抵抗増加を極力抑えることができる。

[0016] 請求項 11 記載の本発明に対応した内方傾斜船首形状を有した船舶は、内方傾斜船首形状を船首部に有したことを特徴とする。請求項 11 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船舶を提供できる。

[0017] 請求項 1 2 記載の本発明は、船首部の水線面形状が凸形状であることを特徴とする。請求項 1 2 に記載の本発明によれば、船倉等を大きく確保した上で、波浪中抵抗増加を効果的に減少させることが困難な肥大船に適用できる。

[0018] 請求項 1 3 記載の本発明に対応した内方傾斜船首形状の設計方法は、平水中抵抗を最適化した後に、波浪中抵抗増加を減少するための静的水位上昇位置の上方の位置におけるフレームライン形状を最適化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、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設計方法を提供できる。

[0019] 請求項 1 4 記載の本発明は、フレームライン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 4 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

[0020] 本発明の内方傾斜船首形状によれば、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ことができる。

[0021] また、船首部を前方から後方視したときの内方傾斜形状の始点を連ねる包絡線が船体中心線から外側に向かって一旦上がった後に下がる形状である場合には、静的水位上昇位置に沿って内方傾斜形状を形成できる。

[0022] また、船首部を側方視したときの内方傾斜形状の始点を連ねる包絡線が船首部の前方から後方に向かって一旦上がった後に下がる形状である場合には、静的水位上昇位置に沿って内方傾斜形状を形成できる。

[0023] また、内方傾斜形状を、船首部の前方から静的水位上昇位置が静止水線以下になる点までの間に形成した場合には、静止水線以下には内方傾斜形状を形成しないことで、船速の低いときの平水中走行性能を損なうことがない。

- [0024] また、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって直立した形状とした場合には、上甲板に係船装置等の設置が必要ない場合に、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を上方に向かって直立した形状とすることにより、波浪の大きいときの抵抗増加を低減することができる。
- [0025] また、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって内方に傾斜した形状とした場合には、上甲板に係船装置等の設置が必要ない場合に、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を上方に向かって内方に傾斜した形状とすることにより、波浪の大きいときの抵抗増加を低減することができる。
- [0026] また、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって広がるフレア形状とした場合には、内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面をフレア形状とすることで、上甲板に係船装置等を設置することができる。
- [0027] また、平面視で、船体中心線と船首部の先端との交点から船首垂線の後方の垂線間長の1%の位置における両舷に至る開き角が100度を越えない三角形形状内に、内方傾斜形状が収まる場合には、波浪中抵抗増加を効果的に減少させることができる。
- [0028] また、船首部の船首形状が、ステムラインが後方に傾斜しない形状である場合には、ホエールバック船型以外の肥大船に適用できる。
- [0029] また、内方傾斜形状を、静的水位上昇位置のピーク部での傾斜度をピーク部以外の傾斜度よりも大きく設定した場合には、波浪に対し効果的に抵抗低減を図るとともに、抵抗増加を極力抑えることができる。
- [0030] 本発明の内方傾斜船首形状を有した船舶によれば、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船舶を提供できる。
- [0031] また、船首部の水線面形状が凸形状である場合には、船倉等を大きく確保した上で、波浪中抵抗増加を効果的に減少させることが困難な肥大船に適用できる。

[0032] 本発明の内方傾斜船首形状の設計方法によれば、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設計方法を提供できる。

[0033] また、フレームライン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

- [0034] [図1]本発明の一実施形態による内方傾斜船首形状を有した船舶の概略図  
[図2]本発明の他の実施形態による内方傾斜船首形状を有した船舶の概略図  
[図3]本発明の更に他の実施形態による内方傾斜船首形状を有した船舶の概略図  
[図4]本発明の実施形態に対応した内方傾斜船首形状の設計方法の説明図  
[図5]従来の肥大船の概略図

### 発明を実施するための形態

[0035] 本発明の一実施形態による内方傾斜船首形状を有した船舶について図1を用いて説明する。

図1(a)は同船舶の船首部を示す要部側面図、図1(b)は同船舶の船首部船体正面図、図1(c)は同船舶の船首部を示す要部平面図である。なお、図1(b)は船体の半分を示している。

図1には、船体中心線10、上甲板11、船体の静止水線12、及び静的水位上昇線13を示している。

本実施形態による船舶は、肥大船であり、船首部の水線面形状が凸形状である。また、船首部の船首形状は、ステムライン14が後方に傾斜しない形状である。なお、図1(a)では、ステムライン110が後方に傾斜しているホエールバック船型を点線で示している。本実施形態による船舶は、ホエールバック船型以外の肥大船に適用できる。

[0036] 本実施形態による船舶は、船首部のフレームライン形状に内方傾斜形状20を有する。



図1 (b)において、点線で示す内方傾斜形状20は、始点21から終点22に至る形状であり、始点21から終点22まで内方に傾斜している。内方傾斜形状20における始点21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静的水位上昇線13の位置以上に静的水位上昇線13に沿って形成してあり、内方傾斜形状20は、静的水位上昇線13よりも上方の近傍に位置する。船首部の水線面形状が凸形状である肥大船の場合、内方傾斜形状20を静的水位上昇線13よりも上方に位置させることにより、船倉等を大きく確保した上で、波浪中抵抗増加を効果的に減少させることができる。

なお、内方傾斜形状20の始点21の位置は静的水位上昇線13のやや下方であってもよいが、静的水位上昇線13の満載時における積荷量のばらつきや船体のトリムによる影響を考慮して平水中を走行する時には内方傾斜形状20に水がかからないようにやや上方であることが好ましい。また、静的水位上昇位置は満載状態での設計船速時を想定しているが、内方傾斜形状設計後に船主要求、試運転結果等で喫水線変更、船速変更はあり得る点からも、内方傾斜形状20は静的水位上昇線13よりも略上方に位置することも許容するものとする。略上方とは好ましくは、船首喫水の20%以下、より好ましくは、船首喫水の15%以下をいう。

本実施形態によるフレームライン形状は、点線で示すように内方傾斜形状20よりさらに上部を、上方に向かって広がるフレア形状31としている。すなわち、フレア形状31は、内方傾斜形状20の終点22から上甲板11に至る間に形成される。内方傾斜形状20よりさらに上部をフレア形状31とすることで、上甲板11に係船装置等を設置することができる。

なお、図1 (b)において、静止水線12から上方に示す実線は、原形フレームライン111を示している。図1 (b)から明らかなように内方傾斜とは、原形フレームライン111よりも始点21から終点22に向かうラインが船体中心線10方向（内側）に傾いていることをいう。

図1 (b) から明らかなように、実線で示す原形フレームライン111と点線で示す内方傾斜形状20は、静的水位上昇位置のピーク部に近い部分での傾斜度を、ピーク部以外の部分での傾斜度よりも大きく設定し、特に外側に向かって傾斜度を徐々に小さくして原形フレームライン111に収束するように形成されている。この形状により波浪に対し効果的に抵抗低減を図るとともに、抵抗増加を極力抑えることができる。

[0037] 内方傾斜形状20の始点21を連ねる包絡線は、船首部を側方視したときには、図1 (a) に示す静的水位上昇線13に沿って、船首部の前方から後方に向かって一旦上がった後に下がる形状としている。

また、内方傾斜形状20の始点21を連ねる包絡線は、船首部を前方から後方視したときには、図1 (b) に示す静的水位上昇線13に沿って、船体中心線10から外側に向かって一旦上がって下がる形状としている。

このように、静的水位上昇線13の位置に沿って内方傾斜形状20を形成することで、船首部の水線面形状は内方傾斜形状を設けない場合に対して船体中心線側に近づき細くなるため、波浪中抵抗増加を生じる船首部での船体前方へ反射する波を減少させることができる。また、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。

[0038] 内方傾斜形状20は、船首部の先端X（船首垂線位置）から静的水位上昇線13の位置が静止水線12以下になる点Yまでの間に形成する。静止水線12以下には内方傾斜形状20を形成しないことで、船速の低いときの平水中走行性能を損なうことがない。

なお、内方傾斜形状20における始点21は、主要部が静的水位上昇線13に沿えばよく、例えば静的水位上昇線13は先端Xから一旦上がった後に下がるが、先端Xでの一旦上がる部分を省略することもできる。この場合、内方傾斜形状20の始点21を連ねる包絡線は、船首部を前方から後方視したときに、船体中心線10から外側に向かって下がる形状となり、また船首部を側方視したときに、船首部の前方から後方に向かって下がる形状となる。

この省略した形状の場合、内方傾斜形状が単純化でき、製作が容易となる。

。

[0039] 図1(c)では、平面視で、船体中心線10と船首部の先端X(船首垂線位置)との交点から船首垂線の後方の垂線間長Lの1%の位置Zまでの両舷に至る開き角 $\theta$ が100度を越えない三角形形状15を図示している。

内方傾斜形状20は、三角形形状15内に収まるように形成している。内方傾斜形状20を三角形形状15内に収まるように形成することで、波浪中抵抗増加を更に減少させることができる。

[0040] 図2に本発明の他の実施形態による内方傾斜船首形状を有した船舶を示す。

。

図2は同船舶の船首部を示す正面図であり、図1(b)の相当図である。上記実施形態と同一構成については、説明を省略する。

本実施形態によるフレームライン形状は、内方傾斜形状20よりさらに上部の全部を、上方に向かって直立した形状32としている。すなわち、直立した形状32は、内方傾斜形状20の終点22から上甲板11に至る間に形成される。上甲板11に係船装置等の設置が必要ない場合には、内方傾斜形状20よりさらに上部を上方に向かって直立した形状32とすることができる。内方傾斜形状20よりさらに上部を、上方に向かって直立した形状32とすることにより、想定を越えて波浪が大きいときに抵抗増加を低減することができる。

なお、フレームライン形状の内方傾斜形状20よりさらに上部の上方に向かって直立した形状32は、フレームライン形状の一部において採用し、他の部分をフレア形状としたり、内方に傾斜した形状とすることもできる。

[0041] 図3に本発明の更に他の実施形態による内方傾斜船首形状を有した船舶を示す。

図3は同船舶の船首部を示す正面図であり、図1(b)の相当図である。上記実施形態と同一構成については、説明を省略する。

本実施形態によるフレームライン形状は、内方傾斜形状20よりさらに上

部の全部を、上方に向かって内方に傾斜した形状 33 としている。すなわち、内方に傾斜した形状 33 は、内方傾斜形状 20 の終点 22 から上甲板 11 に至る間に形成される。上甲板 11 に係船装置等の設置が必要ない場合には、内方傾斜形状 20 よりさらに上部を内方に傾斜した形状 33 とすることができる。内方傾斜形状 20 よりさらに上部を、上方に向かって内方に傾斜した形状 33 とすることにより、想定を越えて波浪が大きいときに抵抗増加を低減することができる。

なお、フレームライン形状の内方傾斜形状 20 よりさらに上部の内方に傾斜した形状 33 は、フレームライン形状の一部において採用し、他の部分をフレア形状としたり、直立した形状とすることもできる。

[0042] 以下に、上記実施形態に対応した内方傾斜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、その後に、波浪中抵抗増加を減少するための静的水位上昇位置の上方の位置におけるフレームライン形状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静的水位上昇位置の上方の位置におけるフレームライン形状を最適化する設計をするとき、静的水位上昇線 12 より上部の形状で求まるブラントネス係数を用いる。

ブラントネス係数は、内方傾斜形状 20 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  $\beta_w$  と、入射波の波向き  $\alpha$  から決まる。ブラントネス係数は、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。

[0043]

[数1]

$$B_f = \frac{1}{B_{max}} \left( \int_f \sin^2(\alpha + \beta_w) \sin \beta_w dl + \int_g \sin^2(\alpha - \beta_w) dl \right)$$

[0044] フレームライン形状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。

### 産業上の利用可能性

[0045] 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

- [0046]
- 1 2 静止水線
  - 1 3 静的水位上昇線
  - 1 4 ステムライン
  - 2 0 内方傾斜形状
  - 2 1 始点
  - 2 2 終点
  - 3 1 フレア形状
  - 3 2 直立した形状
  - 3 3 内方に傾斜した形状
  - L 垂線間長
  - X 先端
  - Y 点
  - Z 垂線間長の1%の位置

## 請求の範囲

- [請求項1] 船舶の船首部の船首形状であって、前記船首部のフレームライン形状が、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力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の位置で内方に傾斜した内方傾斜形状を有することを特徴とする内方傾斜船首形状。
- [請求項2] 前記船首部を前方から後方視したときの前記内方傾斜形状の始点を連ねる包絡線が船体中心線から外側に向かって一旦上がった後に下がる形状であることを特徴とする請求項1に記載の内方傾斜船首形状。
- [請求項3] 前記船首部を側方視したときの前記内方傾斜形状の始点を連ねる包絡線が前記船首部の前方から後方に向かって一旦上がった後に下がる形状であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の内方傾斜船首形状。
- [請求項4] 前記内方傾斜形状を、前記船首部の前方から前記静的水位上昇位置が静止水線以下になる点までの間に形成したことを特徴とする請求項1から請求項3のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。
- [請求項5] 前記内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって直立した形状としたことを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。
- [請求項6] 前記内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって内方に傾斜した形状としたことを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。
- [請求項7] 前記内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって広がるフレア形状としたことを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。
- [請求項8] 平面視で、船体中心線と前記船首部の先端との交点から船首垂線の後方の垂線間長の1%の位置における両舷に至る開き角が100度を

越えない三角形形状内に、前記内方傾斜形状が収ま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船首形状。

[請求項9] 前記船首部の前記船首形状が、ステムラインが後方に傾斜しない形状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船首形状。

[請求項10] 前記内方傾斜形状は、前記静的水位上昇位置のピーク部での傾斜度を前記ピーク部以外の傾斜度よりも大きく設定したことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のうちの 1 項に記載の内方傾斜船首形状。

[請求項11] 請求項 1 から請求項 10 のうちの 1 項に記載の内方傾斜船首形状を前記船首部に有したことを特徴とする内方傾斜船首形状を有した船舶。

[請求項12] 前記船首部の水線面形状が凸形状であることを特徴とする請求項 11 に記載の内方傾斜船首形状を有した船舶。

[請求項13] 請求項 1 から請求項 10 のうちの 1 項に記載の内方傾斜船首形状の設計方法であって、平水中抵抗を最適化した後に、波浪中抵抗増加を減少するための前記静的水位上昇位置の上方の前記位置における前記フレームライン形状を最適化したことを特徴とする内方傾斜船首形状の設計方法。

[請求項14] 前記フレームライン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 13 に記載の内方傾斜船首形状の設計方法。

**補正された請求の範囲**  
**[2015年3月27日(27.03.2015)国際事務局受理]**

[請求項1] (補正後) 船舶の船首部の船首形状であって、前記船首部のフレームライン形状が、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の位置で内方に傾斜した内方傾斜形状を有し、前記内方傾斜形状の始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内方傾斜船首形状。

[請求項2] (補正後) 前記船首部を前方から後方視したときの前記内方傾斜形状の前記始点を連ねる前記包絡線が船体中心線から外側に向かって一旦上がった後に下がる形状であることを特徴とする請求項1に記載の内方傾斜船首形状。

[請求項3] (補正後) 前記船首部を側方視したときの前記内方傾斜形状の前記始点を連ねる前記包絡線が前記船首部の前方から後方に向かって一旦上がった後に下がる形状であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の内方傾斜船首形状。

[請求項4] 前記内方傾斜形状を、前記船首部の前方から前記静的水位上昇位置が静止水線以下になる点までの間に形成したことを特徴とする請求項1から請求項3のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。

[請求項5] 前記内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって直立した形状としたことを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。

[請求項6] 前記内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって内方に傾斜した形状としたことを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。

[請求項7] 前記内方傾斜形状よりさらに上部の一部もしくは全部の断面を、上方に向かって広がるフレア形状としたことを特徴とする請求項1から請求項4のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。



[請求項8]                    平面視で、船体中心線と前記船首部の先端との交点から船首垂線の  
後方の垂線間長の1%の位置における両舷に至る開き角が100度を

越えない三角形形状内に、前記内方傾斜形状が収ま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船首形状。

[請求項9] 前記船首部の前記船首形状が、ステムラインが後方に傾斜しない形状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船首形状。

[請求項10] 前記内方傾斜形状は、前記静的水位上昇位置のピーク部での傾斜度を前記ピーク部以外の傾斜度よりも大きく設定したことを特徴とする請求項1から請求項9のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状。

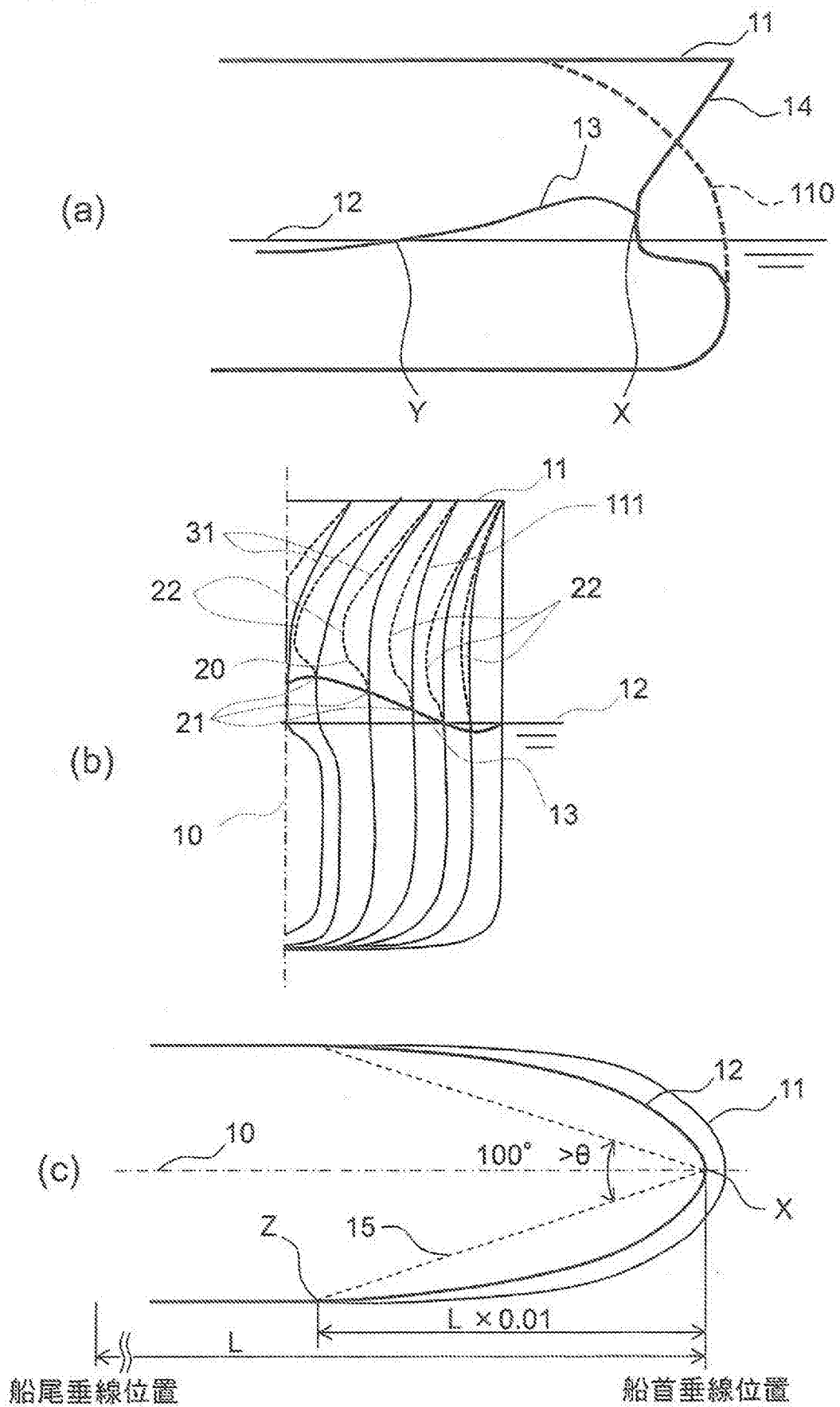
[請求項11] 請求項1から請求項10のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状を前記船首部に有したことを特徴とする内方傾斜船首形状を有した船舶。

[請求項12] 前記船首部の水線面形状が凸形状であることを特徴とする請求項11に記載の内方傾斜船首形状を有した船舶。

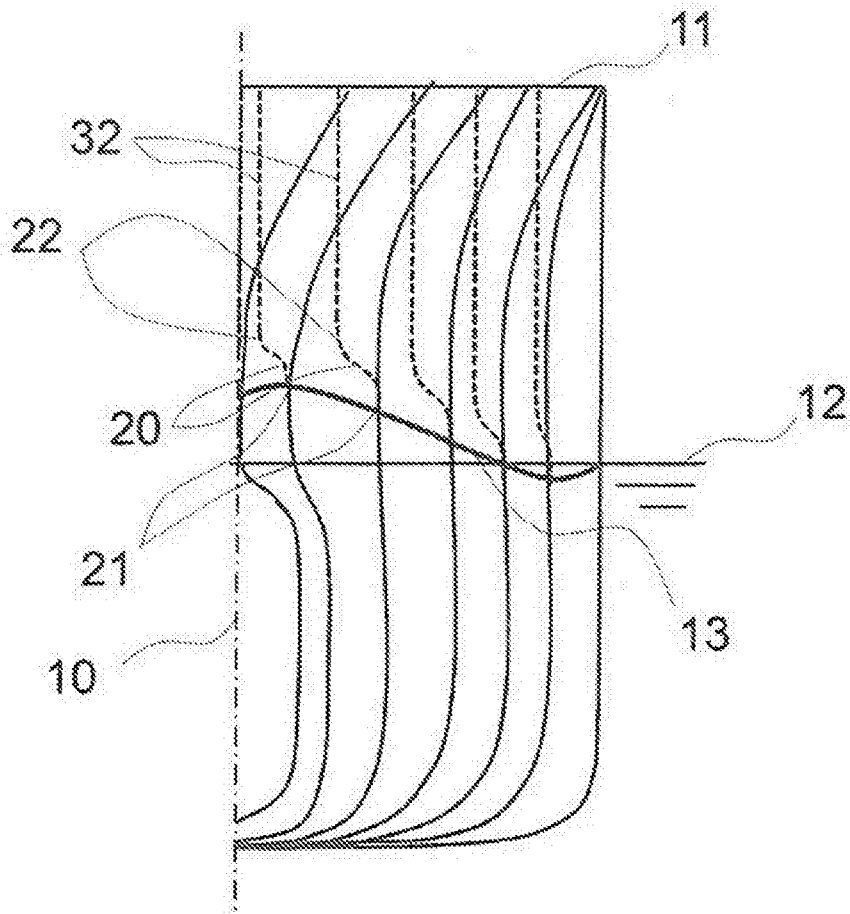
[請求項13] 請求項1から請求項10のうちの1項に記載の内方傾斜船首形状の設計方法であって、平水中抵抗を最適化した後に、波浪中抵抗増加を減少するための前記静的水位上昇位置の上方の前記位置における前記フレームライン形状を最適化したことを特徴とする内方傾斜船首形状の設計方法。

[請求項14] 前記フレームライン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13に記載の内方傾斜船首形状の設計方法。

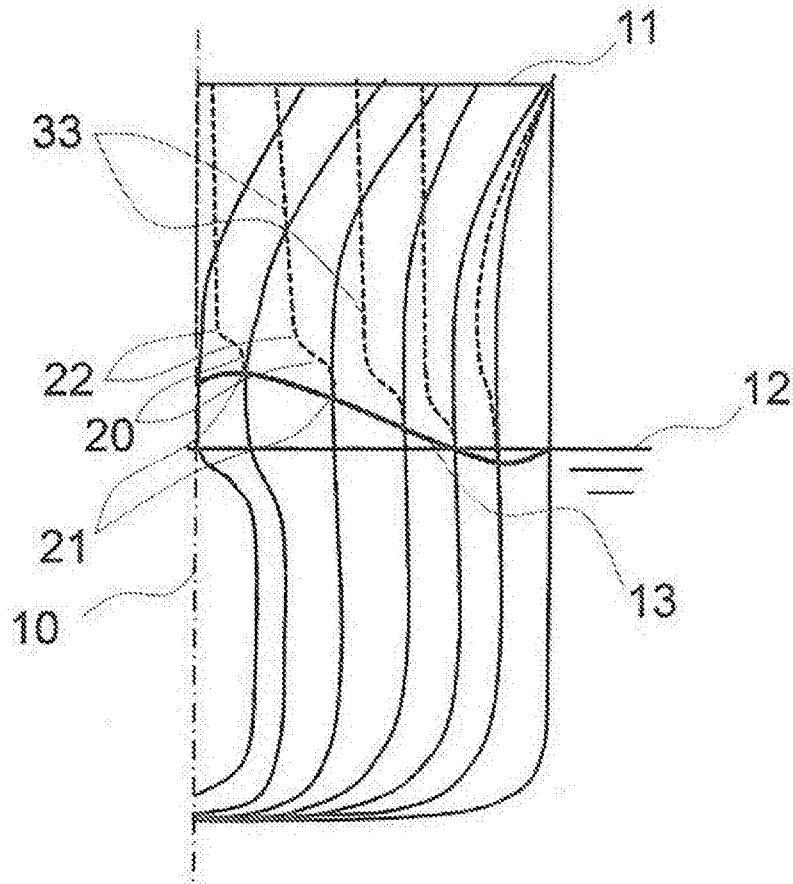
[図1]



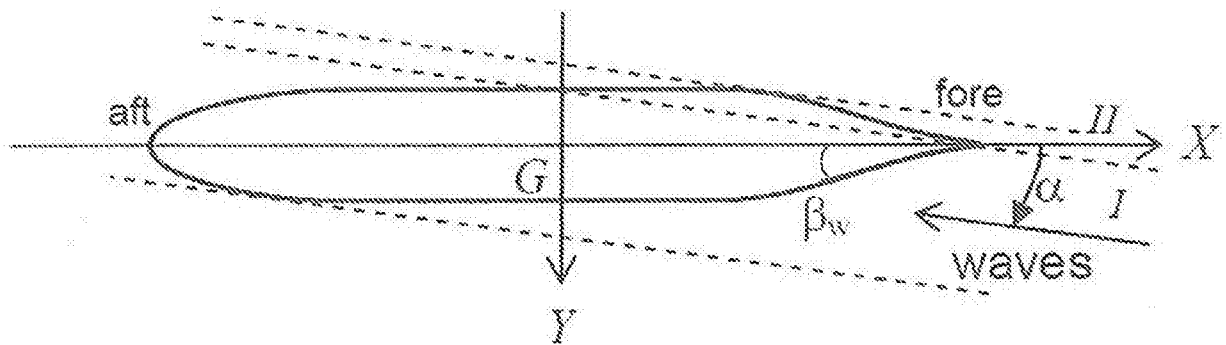
[図2]



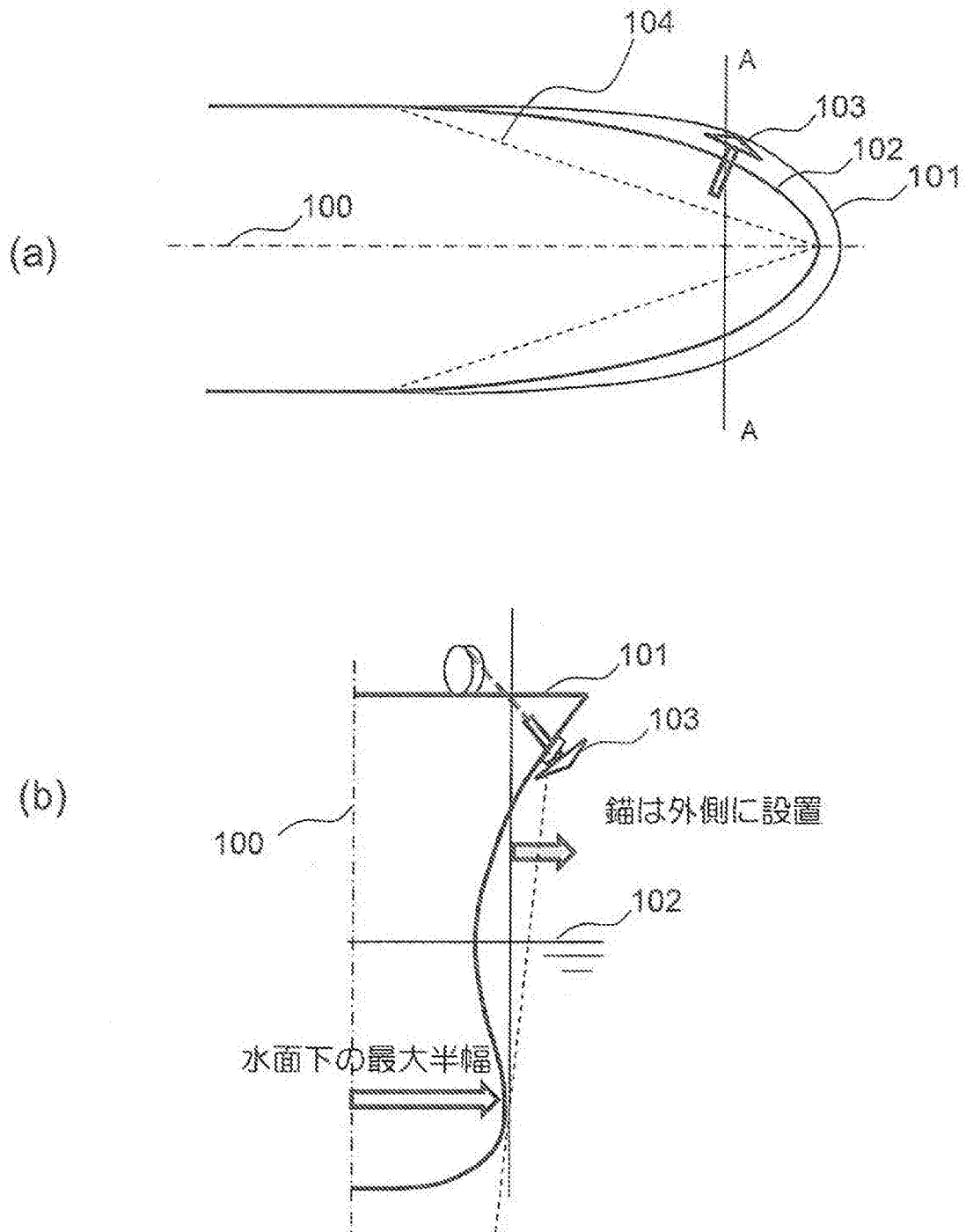
[図3]



[図4]



[図5]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/005980

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B63B1/06(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B63B1/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 3443544 A (VLADIMIR NIKOLAEVICH BEGIZOV), 13 May 1969 (13.05.1969), entire text; all drawings (Family: none)	1, 7, 9-11 4-6, 8, 12-14 2-3
Y A	JP 2011-178334 A (Universal Shipbuilding Corp.), 15 September 2011 (15.09.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1, 4-14 2-3
Y A	JP 2007-237895 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 20 September 2007 (20.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1, 4-7, 9-14 2-3

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 January 2015 (16.01.15)	Date of mailing of the international search report 27 January 2015 (27.01.15)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/005980

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3090338 A (CANTIERI RIUNITI DELL'ADRIATICO S.P.A.), 21 May 1963 (21.05.1963), entire text; all drawings & GB 893153 A & DE 1097844 B & FR 1224662 A	4-6, 8, 12-14
X Y	JP 2012-17089 A (IHI Corp.), 26 January 2012 (26.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1, 6, 9, 11-12 5-6, 8, 12-14
Y	JP 2000-335477 A (NKK Corp.), 05 December 2000 (05.12.2000), abstract; paragraphs [0014] to [0015]; fig. 2 & KR 10-2000-0022663 A	8, 12-14



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B63B1/06(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B63B1/06		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	US 3443544 A (VLADIMIR NIKOLAEVICH BEGIZOV) 1969.05.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 7, 9-11 4-6, 8, 12-14 2-3
Y A	JP 2011-178334 A (ユニバーサル造船株式会社) 2011.09.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 4-14 2-3
Y A	JP 2007-237895 A (三井造船株式会社) 2007.09.20, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1, 4-7, 9-14 2-3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 16.01.2015	国際調査報告の発送日 27.01.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中村 泰二郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 3215

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	US 3090338 A (CANTIERI RIUNITI DELL'ADRIATICO S. P. A.) 1963.05.21, 全文, 全図 & GB 893153 A & DE 1097844 B & FR 1224662 A	4-6, 8, 12-14
X Y	JP 2012-17089 A (株式会社 IHI) 2012.01.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 6, 9, 11-12 5-6, 8, 12-14
Y	JP 2000-335477 A (日本鋼管株式会社) 2000.12.05, 要約, 段落 [0014]-[0015], 第 2 図 & KR 10-2000-0022663 A	8, 12-14