

(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  
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/105079 A1

- (51) 国際特許分類:  
B63B 1/32 (2006.01) B63B 1/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001040
- (22) 国際出願日: 2011年2月23日(23.02.2011)
- (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 2010-037886 2010年2月23日(23.02.2010) JP  
特願 2010-237398 2010年10月22日(22.10.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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38番1号 Tokyo (JP). 内海造船株式会社(NAIKAI ZOSEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒7222493 広島県尾道市瀬戸田町沢226番地の6 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 黒田 麻利子(KURODA, Mariko) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上

技術安全研究所内 Tokyo (JP). 辻本 勝(TSUJIMOTO, Masaru) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 佐々木 紀幸(SASAKI, Noriyuki) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 白石 耕一郎(SHIRAISHI, Kouichirou) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP).

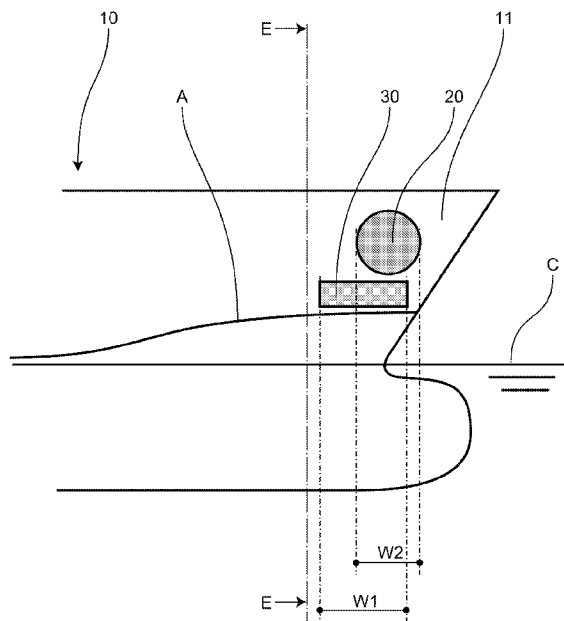
- (74) 代理人: 阿部 伸一, 外(ABE, Shinichi et al.); 〒1710033 東京都豊島区高田3-1-1 2 K Tビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) Title: SHIP HULL STRUCTURE COMPRISING WAVE RESISTANCE INCREASE MINIMIZING STEPS

(54) 発明の名称: 波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a ship hull structure comprising wave resistance increase minimizing steps, which minimize increases in wave resistance without increasing resistance in calm water. The hull structure comprises bolsters (20) for anchors, which are disposed upon the bow (11) of a vessel (10), and wave resistance increase minimizing steps (30) that repel waves. The wave resistance increase minimizing steps (30) are disposed below the bolsters (20) and above a still water level elevation location (A) upon the bow (11), and minimize resistance increases in waves from the bolsters (20).

(57) 要約: 平水中抵抗を増加させることなく波浪中抵抗増加を低減させる波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を提供する。船舶10の船首部11に設けたアンカー用のボルスター20と、波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップ30とを備え、波浪中抵抗増加低減ステップ30を、ボルスター20の下方で船首部11における静的水位上昇位置Aよりも上方に設けて、波浪中におけるボルスター20による抵抗増加を低減したことを特徴とする。

WO 2011/105079 A1



SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, ZA, ZM, ZW.

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, ML, MR,  
NE, SN, TD, TG).

(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： 波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造

### 技術分野

[0001] 本発明は、平水中抵抗を増加させることなく波浪中抵抗増加を低減させる波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造に関する。

[0002] 従来から、波浪中抵抗低減、波浪による揺れ低減、又は波浪衝撃の緩和などを目的として船体に構造物を取り付けることが提案されている。

例えば、特許文献 1 では、波浪中抵抗増加を低減する目的で船首から船中央にかけて張り出しフィンを設けることが開示されている。この張り出しフィンは、船体の船首部、又は船尾部、あるいはその両者に略水平に設けるものであり、船体の喫水線より高い位置に設けている。波浪中には、張り出しフィンが水中に没したり空中に出たりするようになり、張り出しフィンが水中を移動する場合には船体が流体から抵抗を受けることで、船体の上下揺れや縦揺れに対して減衰力となることを狙っており、船体運動の低減によって波浪中抵抗増加を低減している。

また、特許文献 2 では、波浪による船舶の縦揺れを低減する目的で船首端から左右両舷側部に沿いながら後方へゆくにしたがい低下するように傾斜した帯状突起を設けることが開示されている。この帯状突起は、満載喫水線よりも上方の船体外板面に、海水との相互作用で造波減衰力の増大をもたらすように設けられ、波浪中を航行する際の船体のピッチングやヒービングなどの船体運動を抑制するものである。

[0003] また、特許文献 3 では、波浪時の振動及び騒音を低減する目的で船首部に後方を低くした板状質量部材を設けることが開示されている。この板状質量部材は、空気浮上型高速艇のように高速度で航行する船舶に関し、特に波浪時の船体振動や騒音の発生を軽減させるもので、高速艇における波浪衝撃力を緩和することで振動や騒音を防止している。

また、特許文献 4 では、スプレー波の発生を防止する目的で船首部に水平なスプレー防止フィンを設けることが開示されている。スプレー波は、砕波

を起こすとき船体に対する砕波抵抗を増加させるとともに砕波雑音の発生や視界を悪くすることもあることから、スプレー波が発生した後ではなく、スプレー防止フィンによってスプレー波の発生を未然に防止している。従って、スプレー波の発生自体を防止するために、スプレー防止フィンは喫水面すれすれに設け、船首先端から船体の両側面にわたって設けている。

[0004] また、特許文献5では、強烈な波浪衝撃を緩和する目的で船首部から後方に向かって下方に傾斜した条溝を設けることが開示されている。この条溝は、喫水線よりも上の船首部外面に平行に複数設けることで、強烈な波浪衝撃による船首外板の凹損を防止している。

また、特許文献6では、船首に当たる波浪の砕波による船体抵抗の増加を減少する目的で水平な防波フェンダーを設けることが開示されている。短波長不規則波は、波高に随って適宜段階の防波フェンダーにより騰勢を消去され、各防波フェンダーの下面に沿って両船側に流れ、エネルギー損となる砕波を生じさせないものである。

[0005] また、特許文献7では、船首部の波浪衝撃緩和を図る目的で、フレア角が30度以上の外板に突起体を設けることが開示されている。特許文献7は、その前提条件としてフレア角が30度以上の外板を形成することで甲板面積を広くとる船舶に関するものであり、このフレア角が30度以上の外板では損傷率が飛躍的に大きくなるために、外板への波浪による衝撃を緩和するために突起体を設けている。

また、特許文献8および特許文献9では、造波抵抗が少なく横安定性に優れた高速横安定性船体構造を提供する目的で船首部から船尾部に向かって延びる波返し材を設けることが開示されている。この波返し材は、高速船特有のスプレーのはい上がり防止のためのものであり、スプレーのはい上がりを衝突させて反作用力による高速走行時の横安定性を図ることからも船体に対して十分な長さが必要なものである。

また、特許文献10では、波の発生を防止する目的で水平方向の波抑制板体を設けることが開示されている。この波抑制板体は船尾部に設けるもので

ある。

また、特許文献11では、施工性に優れた流動抵抗低減鋼板を提供する目的で、その表面に微細な凹凸を形成することが開示されている。この流動抵抗低減鋼板は、表面に凹凸をもたせた母材を用いても塗装膜を施す工程で凹凸が埋められてしまうことや、塗装処理後に塗装表面に凹凸処理を施そうとしても処理面積が大きく形状が複雑であることなどの問題を解消するために、施工性の向上、並びに製造及び維持コストの抑制を目的としている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2003-267293号公報  
特許文献2：特開2004-136780号公報  
特許文献3：特開平6-144345号公報  
特許文献4：特開2001-247075号公報  
特許文献5：実願昭48-76880号（実開昭50-23880号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（昭和50年3月18日特許庁発行）公報  
特許文献6：実願昭58-15796号（実開昭59-121293号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（昭和59年8月15日特許庁発行）公報  
特許文献7：実願昭59-78054号（実開昭60-189486号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（昭和60年12月16日特許庁発行）公報  
特許文献8：特開平6-122390号公報  
特許文献9：特開平6-321172号公報  
特許文献10：特開平9-175478号公報  
特許文献11：特開2004-137577号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] 船首にアンカー用のボルスターやフレアを備えた船舶では、ボルスターやフレアへの波の影響により波浪中抵抗が増加してしまうが、ボルスターやフレアによる波浪中抵抗増加を低減させることは今まで着目されていない。なお、特許文献7は、波浪衝撃緩和のためフレア部そのものに突起体を設けるものである。

また、船舶の航行時には船首部において静的水位が上昇するため、この航行時の静的水位上昇位置より下方に位置する構造物は流体抵抗を受けて平水中抵抗を増加させてしまう。

特許文献1から11に開示された構造は、いずれもボルスターやフレアによる波浪中抵抗増加を低減させるものではなく、また静的水位上昇位置に着目したものでもない。

[0008] そこで本発明は、平水中抵抗を増加させることなく波浪中抵抗増加を低減させる波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造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

[0009] 請求項1に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船体の船首部に設けたアンカー用のボルスターと、波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記ボルスターの下方で前記船首部における静的水位上昇位置よりも上方に設けて、波浪中における抵抗増加を低減したことを特徴とする。

この構成によれば、ボルスターに向かっていく波が波浪中抵抗増加低減ステップによって跳ね返えされ、ボルスターへの波の衝突を少なくすることができる。

[0010] 請求項2に記載の本発明は、請求項1に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの前記船舶の前後方向の幅を前記ボルスターの幅よりも大きく設定したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップでボルスターを幅方向にカバーすることが可能となり、ボルスターへの波の衝突を確実に低減することができる。

[0011] 請求項 3 に記載の本発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの前記船首部の表面からの突出寸法を前記ボルスターの突出寸法よりも小さく設定したことを特徴とする。

この構成によれば、ボルスターとしての本来の機能を損なうことなく、ボルスターへの波の衝突を低減するとともに波浪中抵抗増加低減ステップへの波の衝突を低減することができる。

[0012] 請求項 4 に記載の本発明の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船体の船首部に設けたフレアと、前記フレアのフレア角が前記船体後方に向かって増大する前記船首部に設けた波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記フレアの下方で前記船首部における静的水位上昇位置よりも上方に設けて、波浪中における抵抗増加を低減したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップにより、フレアに向かっていく波が跳ね返されるため、フレアへの波の衝突を少なくすることができ、波浪中抵抗増加を低減できる。ここで、波浪中抵抗増加低減ステップを「フレアの下方」に設けるとは、波を跳ね返す機能を果たす波浪中抵抗増加低減ステップの部分、フレアの下方に臨ませることをいう。このため、フレアに波浪中抵抗増加低減ステップの波を跳ね返す機能を果たす部分以外の例えば支持構造体との接合部等が設けられていても良い。

[0013] 請求項 5 に記載の本発明は、請求項 4 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記船首部と前記波浪中抵抗増加低減ステップの平面形状は、前記船首部の幅に加えた前記波浪中抵抗増加低減ステップの幅が船首側に向かって狭くなっており、かつ前記船体の中心から遠い外側辺が直線形状であることを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加を低減できると共に、波浪中抵抗増加低減ステップの外側辺を船体の外形に沿って形成した場合よりも、外側辺の長さを短くすることができるから、外側辺（外側面）と波との接触による抵抗増加を抑制することができる。ここで、波浪中抵抗増加低減ステップの「平面形状」とは、船体の船底側から波浪中抵抗増加低減ステップを見た形状、すなわち、使用状態において波浪中抵抗増加低減ステップを水平面に投射して得られる形状をいう。また、外側辺が「直線形状」とあるとは、船体外板の外表面形状に沿って形成された場合よりも外側辺の長さが短くなるように形成された形状をいい、外側辺の船首側端と船尾側端を直線で結んだ形状のみならず、両者を略直線で結んだ形状も含まれる。

[0014] 請求項 6 に記載の本発明は、請求項 4 または請求項 5 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの前記下面の角度を水平面より上方向に設定するとともに、前記波浪中抵抗増加低減ステップを前記フレアに支持する支持構造体をさらに備えたことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップの下面への波の衝突による衝撃を緩和することができ、また、支持構造体により波浪中抵抗増加低減ステップを支持することができる。

[0015] 請求項 7 に記載の本発明は、請求項 6 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記支持構造体は、その下面が前記波浪中抵抗増加低減ステップの上面に接しており、かつ、その外表面の角度が略鉛直あるいは鉛直から前記外表面が下方に向かう角度に設定されていることを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップの上面を越えた高さまで波が達した場合も、支持構造体の鉛直から外表面が下方に向かう角度の外表面により速やかに水を落とすことができる。

[0016] 請求項 8 に記載の本発明は、請求項 7 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記支持構造体の外表面を、波を剥がす剥離



形状に形成したことを特徴とする。

この構成によれば、前記支持構造体の外表面から波浪を剥がすことができる。ここで「波を剥がす」とは、波の影響を打ち消すことができるよう、波の付着を抑制したり、あるいは砕いて消すことをいう。

[0017] 請求項 9 に記載の本発明は、請求項 1、請求項 2、請求項 4 及び請求項 5 のうちの 1 項に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの外表面を、波を剥がす剥離形状に形成したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップの外表面から波を剥がすことができる。

[0018] 請求項 10 に記載の本発明は、請求項 1、請求項 2、請求項 4 及び請求項 5 のうちの 1 項に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より上方向に  $30^\circ$  以上に設定したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップの下面への波の衝突による衝撃を緩和することができる。

[0019] 請求項 11 に記載の本発明は、請求項 1、請求項 2、請求項 4 及び請求項 5 のうちの 1 項に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの側面視したステップ角度を前記船体の後方に向かって略一定に維持したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップに波が衝突する角度を波浪中抵抗増加低減ステップの全体において略同一にすることができる。なお、ここで「波浪中抵抗増加低減ステップの側面視したステップ角度」とは、波浪中抵抗増加低減ステップを船の側面側から見たときに、波浪中抵抗増加低減ステップの外側辺と水平面とによって形成される角度をいう。また「側面視したステップ角度を前記船体の後方に向かって略一定」とは、側面視したステップ角度が  $\pm 5$  度以内であることをいう。

[0020] 請求項 12 に記載の本発明の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構

造は、船体の船首部に設けたアンカー用のボルスターと、前記船体の側面部に設けた波を返す波浪中抵抗増加低減ステップを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記ボルスターの高さ以下で静的水位上昇位置よりも上方に設けて、波浪中における前記船体側部の抵抗増加を低減したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップによって船体の側面部に作用する波の高さを低く抑えることで波浪中抵抗増加を低減できる。

[0021] 請求項 1 3 に記載の本発明の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船体の船首部に設けたフレアと、前記船体の側面部に設けた波を返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記フレアの高さ以下で静的水位上昇位置よりも上方に設けたことを特徴とする。

ここで、「フレアの高さ」とは、フレアの最も低い部分の水平面からの高さのことをいう。そして、「波浪中抵抗増加低減ステップを、前記フレアの高さ以下」に設けるとは、船体を側面から見た状態において、波を跳ね返す機能を果たす波浪中抵抗増加低減ステップの部分がフレアの最も低い部分の高さ以下に設けられていることをいう。

波浪中抵抗増加低減ステップにより、フレアに向かっていく波が跳ね返されるため、フレアへの波の衝突を少なくすることができ、波浪中抵抗増加を低減できる。

[0022] 請求項 1 4 に記載の本発明は、請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの外表面を、波を剥がす剥離形状に形成したことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップの外表面から波を剥がすことができる。

[0023] 請求項 1 5 に記載の本発明は、請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記静的水位上昇位置の最大高さ位置よりも後方に設けたこ

とを特徴とする。

静的水位上昇位置の最大高さ位置では、波浪中には波浪中抵抗増加低減ステップに波がかぶってしまうことが多く発生してしまうが、上記の構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップを最大高さ位置よりも後方に設けることで水中に没することがなく波を打ち返すことで、波浪中における抵抗を低減することができる。

- [0024] 請求項 16 に記載の本発明は、請求項 12 または請求項 13 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記静的水位上昇位置の低下率変化範囲に設けたことを特徴とする。

この構成によれば、静的水位上昇位置の低下率変化範囲で、波の高さ低減を効果的に行える。

- [0025] 請求項 17 に記載の本発明は、請求項 12 または請求項 13 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記船舶の後方に向かって高くしたことを特徴とする。

この構成によれば、波浪中抵抗増加低減ステップの下面に作用する波の力によって進行方向に推力を生じさせることができる。

- [0026] 請求項 18 に記載の本発明は、請求項 12 または請求項 13 に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造において、前記波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より下方向に設定したことを特徴とする。

請求項 18 に記載の本発明によれば、波の打ち返し効果を大きくできる。

## 発明の効果

- [0027] 本発明の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、ボルスターに向かっていく波が波浪中抵抗増加低減ステップによって跳ね返えされ、ボルスターへの波の衝突を少なくすることができ、波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップを静的水位上昇位置よりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

また、波浪中抵抗増加低減ステップの船舶の前後方向の幅をボルスターの

幅よりも大きく設定した場合には、ボルスターへの波の衝突を確実に低減することができ、波浪中抵抗増加を低減できる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップの船首部の表面からの突出寸法をボルスターの突出寸法よりも小さく設定した場合には、ボルスターとしての本来の機能を損なうことなく、ボルスターへの波の衝突を低減するとともに波浪中抵抗増加低減ステップへの波の衝突を低減することができ、波浪中抵抗増加を低減できる。

[0028] 本発明の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、フレアの下方の船首部に波浪中抵抗増加低減ステップを設けているため、フレアに向かっていく波が波浪中抵抗増加低減ステップによって跳ね返されて船体表面に作用しなくなるため、フレアへの波の影響を少なくすることができ、波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップを静的水位上昇位置よりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

また、船首部と波浪中抵抗増加低減ステップの平面形状を、船首部の幅に加えた波浪中抵抗増加低減ステップの幅が船首側に向かって狭くなっており、かつ船体の中心から遠い外側辺が直線形状である構成とすれば、外側辺（外側面）と波との接触による抵抗増加を抑制することができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より上方向に設定し、支持構造体をさらに備えた構成とすれば、波浪中抵抗増加低減ステップの下面への波の衝突による衝撃を緩和し、支持構造体の支持によって波浪中抵抗増加低減ステップへの負荷集中を分散し損傷を抑制することができる。

また、支持構造体が、その下面が波浪中抵抗増加低減ステップの上面に接しており、かつ、その外表面の角度が略鉛直あるいは鉛直から外表面が下方に向かう角度に設定された構成とすれば、船体が斜め方向や横方向からの波を受けて、波浪中抵抗増加低減ステップの上面を越えた高さにまで波が達した場合も、支持構造体の外表面を介して速やかに水を落とすことができる。また、斜め方向や横方向からの波の影響を速やかに抑制することができる。

また、支持構造体の外表面および波浪中抵抗増加低減ステップの外表面の少なくとも一方を、波浪を剥がす剥離形状に形成した構成とすれば、外表面において波の付着を抑制したり、あるいは砕いて消し、船体に対する波の影響を打ち消すことができる。

[0029] 波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より上方向に $30^\circ$ 以上に設定した場合には、波浪中抵抗増加低減ステップの下面への波の衝突による衝撃を緩和することができ、波浪中抵抗増加低減ステップの損傷を防止することができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップの側面視したステップ角度を前記船体の後方に向かって略一定に維持した構成とすれば、波を跳ね返す際に波浪中抵抗増加低減ステップにかかる負荷を均一なものとするすることができる。

また、本発明のアンカー用のボルスターと船体の側面部に設けた波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、船体の側面部に作用しボルスターに達する波の高さを低く抑えることで波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップを静的水位上昇位置よりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

また、船体の船首部に設けたフレアと、船体の側面部に設けた波を返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、波浪中抵抗増加低減ステップを、フレアの高さ以下で静的水位上昇位置よりも上方に設けた構成とすれば、船体の側面部に波を返し波の高さを低く抑えることができる。

特に、アンカー用のボルスター付きの場合、またフレア付きの場合とも、船体の側面部に波浪中抵抗増加低減ステップを設けることにより、斜め方向または横方向からの波による抵抗増加も効果的に緩和することができる。さらに双方の場合とも、波浪中抵抗増加低減ステップを静的水位上昇位置よりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

また、前記支持構造体の外表面を、波浪を剥がす剥離形状に形成した構成とすれば、外表面において波の付着を抑制したり、あるいは砕いて消し、船体に対する波の影響を打ち消すことができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップを、静的水位上昇位置の最大高さ位置よりも後方に設けた場合には、波浪中抵抗増加低減ステップが水中に没することが少ないために平水中抵抗を増加させず、船体の側面部に作用する斜め方向または横方向からの波を打ち返すことで波浪中における抵抗を低減することができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップを、静的水位上昇位置の低下率変化範囲に設けた場合には、波浪中で変化の大きい静的水位上昇位置の低下率変化範囲で波浪中抵抗増加低減ステップを有効に作用させ、波の高さ低減を効果的に行える。

また、波浪中抵抗増加低減ステップを、船舶の後方に向かって高くした場合には、波浪中抵抗増加低減ステップの下面に作用する波の力によって進行方向に抗力を生じさせ、この抗力を推力に利用することができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より下方向に設定した場合には、波の打ち返し効果を大きくでき、波浪中抵抗増加の低減効果を高めることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0030] [図1]本発明の第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図、
- [図2]本発明の第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す図1における要部概念E-E矢視図
- [図3]本発明の第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念斜視図
- [図4]本発明の第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率を示すグラフ
- [図5]本発明の第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率の速度影響を示すグラフ
- [図6]本発明の第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率の波高影響を示すグラフ

[図7] 発明の第2の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図

[図8] 本発明の第2の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す図7における要部概念F-F矢視図

[図9] 実験結果に基づく静的水位上昇位置を示す要部概念側面図

[図10] 同実験に用いた喫水位置における船体形状と静的水位上昇位置の投影形状を示す図

[図11] 本発明の第2の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率を示すグラフ

[図12] 本発明の第3の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図、

[図13] 本発明の第3の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す図12における要部概念G-G矢視図

[図14] 本発明の第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図

[図15] 本発明の第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造のフレア及びフレア角を説明する要部概念正面図

[図16] 本発明の第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップの平面形状を説明するための、船体の船首部付近を船底側から見た要部概念底面図

[図17] 図14の要部概念E-E矢視断面図

[図18] 本発明の第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率に対する速度の影響を示すグラフ

[図19] 本発明の第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率に対する波の方向の影響を示すグラフ

[図20] 横方向の波の影響を模式的に示す船体構造の要部概念側面図であり、  
(a) 波浪中抵抗増加低減ステップを備えていない船体構造に対する波の影響を示す要部概念側面図、(b) 第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップにより船体表面の波が作用しなくなることによる波の影響の低減を

示す要部概念側面図

[図21]本発明の第5の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップ及び支持構造体を備えた船体構造を示す要部概念側面図

[図22]図21の要部概念F-F矢視断面図

[図23]本発明の第5の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップ及び支持構造体の他の構成を示す要部断面図

[図24]本発明の第5の実施形態による支持構造体の外表面の波浪を剥がす剥離形状の一例を示す要部概念正面図

[図25]図24の外表面の剥離形状の断面の例であり、(a)は窪み形状が形成されたものの断面図、(b)は突出形状が形成されたものの断面図

[図26]図24とは異なる外表面の剥離形状の表面図

[図27]本発明の第6の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図

[図28]図27の要部概念G-G矢視断面図

[図29]図27よりも位置的に後方(船体中央寄り)に波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念断面図

## 符号の説明

- [0031] 10 船舶(船体)
- 11 船首部
- 20 ボルスター
- 21 フレア
- 30 波浪中抵抗増加低減ステップ
- 30L 外側辺
- 31 下面
- 32 上面
- 40 波浪中抵抗増加低減ステップ
- 41 下面
- 50 波浪中抵抗増加低減ステップ



- 5 1 下面
- 6 0 支持構造体
- 6 1 外表面
- 6 2 下面
- 7 0 波浪中抵抗増加低減ステップ
- 7 1 下面
- A 静的水位上昇位置
- B 水平面
- C 喫水線
- D 低下率変化範囲
- H 船体の中心線

### 発明を実施するための形態

[0032] (第 1 の実施形態)

以下に、本発明の第 1 の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造について説明する。

図 1 は本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図、図 2 は図 1 における要部概念 E-E 矢視図、図 3 は同要部概念斜視図である。

本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船舶 10 の船首部 11 に設けたアンカー用のボルスター 20 と、波を押し分ける波浪中抵抗増加低減ステップ 30 とを備えている。波浪中抵抗増加低減ステップ 30 は、ボルスター 20 の下方で船首部 11 における静的水位上昇位置 A よりも上方に設けて、波浪中におけるボルスター 20 による抵抗増加を低減している。このように、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 を静的水位上昇位置 A よりも上方に設けることにより、平水中（波の無い状態）における航海では、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 が海面と接することはない。このため、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 は、例えば、中高速度で船舶が発生させるスプレー状の薄い波（スプレー波）を剥離するために、海面と接する

状態で用いられるスプレー剥離手段とは、その機能および構成において異なっている。

[0033] 静的水位上昇位置とは、平水中での船舶の走行時に生じる水面の盛り上がり位置のことであり、船舶 10 には設計時に代表的な船舶速度として航海速度が設定されており、静的水位上昇位置は船舶 10 毎に設定されている航海速度での速度によって生じるものとしている。

静的水位上昇位置 A は、特に船首部 11 において喫水線 C よりも盛り上がり、滑らかに下降して喫水線 C に近づくような状態となる。より正確には、静的水位上昇位置 A は、船首部 11 において上昇し、その後、喫水線 C よりも下となり、また喫水線 C に近づく。この変化の程度の大小は、船舶 10 の船型により異なる。図 1 は、静的水位上昇位置 A が喫水線 C 付近に近づき、喫水線 C と略整合するまでの途中の段階を示している。

静的水位上昇位置 A は船舶の種類により異なるが、大部分の船舶において、静的水位上昇位置 A は、船首部 11 の喫水線 C から甲板までの高さの  $1/4$  以上  $1/3$  以下の範囲内である。また、上述したとおり、静的水位上昇位置 A は、船首部 11 において徐々に高くなって頂点に達した後に低くなり、喫水線と一致した後に一旦喫水線よりも下に位置し、その後また高くなり喫水線 C と略整合するという、船首（前方）から船尾（後方）への変化を示す。ここで、静的水位上昇位置 A が、喫水線 C と略整合する前、船首部 11 において徐々に高くなった後に最初に喫水線 C と一致する位置を終端とすると、静的水位上昇位置 A の終端は船長の  $1/5$  以上  $1/4$  以内の範囲内であることが多い。

波浪中抵抗増加低減ステップ 30 の船舶 10 の前後方向の幅 W1 は、ボルスター 20 の幅 W2 よりも大きく設定している。図示の場合には、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 の前端は、ボルスター 20 の前端位置とボルスター 20 の中心位置との間に配置し、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 の後端は、ボルスター 20 の後端位置よりも後方に配置している。

[0034] なお、図では船舶 10 の一方の側面だけを示しているが、船舶 10 の他方

の側面も同様の構成となっている。また、ボルスター20が図示の場合よりも船舶10の後方側に位置させる場合には、波浪中抵抗増加低減ステップ30の前端は、ボルスター20の前端位置よりも前方に配置する。

波浪中抵抗増加低減ステップ30の下面31は、水平面Bより上方向に $30^\circ$ 以上の角度 $\alpha$ に設定し、波浪中抵抗増加低減ステップ30の船首部11の表面からの突出寸法H1はボルスター20の突出寸法H2よりも小さく設定している。ここではボルスター20の突出寸法H2は、ボルスター20の下端における寸法である。ボルスター20は、アンカーの一部や鎖等が船体に擦れ、アンカーの下降や上昇に支障を来したり、船体を損傷することを防止する目的で設けられているが、波浪中抵抗増加低減ステップ30の突出寸法H1をボルスター20の突出寸法H2よりも小さく設定することにより、アンカーが波浪中抵抗増加低減ステップ30に引っ掛かったり損傷したりすることが無く、ボルスター20としての本来の機能を果たせる。

なお、波浪中抵抗増加低減ステップ30の前端および後端は、図に示すものは構成を簡易にするために、単純にカットされた形状となっているが、波浪中における波浪中抵抗増加低減ステップ30自身の抵抗増加を低く抑える意味から、なだらかに船体10と接する形状の方がより好ましい。

[0035] 図4は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率を示すグラフである。

実験は、本出願人の水槽（長さ150m）で実施した。

模型船は、船長3.5mとし、実船として船長190m程度を想定した。波状態は、実船換算波高3m、波長船長比0.5を想定し向波とした。また、計画速力は1.5m/s（21knot）とした。

また波浪中抵抗増加低減ステップ30は、実船スケールとして幅W1が5m、高さが1.5mを想定し、角度 $\alpha$ を $32^\circ$ とした縮尺モデルを用いた。

[0036] 図4において、比較例1は波浪中抵抗増加低減ステップ30を持たないものであり、実施例1は波浪中抵抗増加低減ステップ30を取り付けたものである。

図4における縦軸は波高を使って無次元化した抵抗増加係数（ $K_{AW}$ ）であり、実施例1は比較例1に対して10%の波浪中抵抗増加低減率の効果があることが分かった。

以上のとおり実験結果によれば、波浪中抵抗増加低減ステップを備えることで、波高3m相当、向波、計画速力21knotで波浪中抵抗増加10%減の見込みであることが明らかとなった。

[0037] 図5は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率の速度影響を示すグラフである。

図5における実施例1は、図4における実施例1と同一条件による実験値であり、実施例2及び実施例3は実施例1と試験速度を変更したものである。なお、比較例1は、図4における比較例1と同一条件による実験値であり、比較例2及び比較例3は実施例2及び実施例3と試験速度を同じとしたものである。

[0038] 実施例1は試験速度を1.5m/s（21knot）としたのに対して、実施例2は試験速度1.3m/s（19knot）、実施例3は試験速度1.1m/s（15knot）とした。

図5に示すように、速度が計画速力より低い場合においても、船首造波が抑えられ低減効果は小さくなるが、抵抗が増加することがないことを確認できた。

[0039] 図6は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率の波高影響を示すグラフである。

図6における実施例1は、図4及び図5における実施例1と同一条件による実験値であり、実施例4及び実施例5は実施例1と試験波高を変更したものである。なお、比較例1は、図4及び図5における比較例1と同一条件による実験値であり、比較例4及び比較例5は実施例4及び実施例5と試験波高を同じとしたものである。

実施例1は波高換算3m、としたのに対して、実施例4は波高2m、実施例5は波高4m、とした。

図6に示すように、波高3m相当の波高から多少変化した場合でも、抵抗低減効果が認められた。

[0040] 第1の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、ボルスター20に向かっていく波が波浪中抵抗増加低減ステップ30によって押し分けられるため、ボルスター20への波の衝突を少なくすることができ、波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップ30を静的水位上昇位置Aよりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

[0041] なお、波浪中抵抗増加低減ステップ30の下面31の角度を水平面より上方向に30°以上に設定しているため、波浪中抵抗増加低減ステップ30の下面31への波の衝突による衝撃を緩和することができ、波浪中抵抗増加低減ステップ30の損傷を防止することができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ30の船舶10の前後方向の幅W1をボルスター20の幅W2よりも大きく設定しているため、ボルスター20への波の衝突を低減することができ、波浪中抵抗増加を低減できる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ30の船首部11の表面からの突出寸法H1をボルスター20の突出寸法H2よりも小さく設定しているため、ボルスター20としての本来の機能を果たしつつ、ボルスター20への波の衝突を低減するとともに波浪中抵抗増加低減ステップ30への波の衝突を低減することができ、波浪中抵抗増加を低減できる。

[0042] (第2の実施形態)

以下に、本発明の第2の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造について説明する。

図7は本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図、図8は図7における要部概念F-F矢視図である。なお、上記実施形態と同一部材には同一符号を付して説明を省略する。また、図では船舶10の一方の側面だけを示しているが、船舶10の他方の側面も同様の構成となっている。この図7の第2の実施形態における静的水位上昇

位置は、船舶 10 の設計時の航海速力を図 1 の場合よりも大きく想定した試験速度としているので、図 1 における静的水位上昇位置よりも高いレベルとなっている。

図 7 においては、静的水位上昇位置 A が、船首部 11 の喫水線 C から甲板までの高さの  $1/4$  以上  $1/3$  以下の範囲内となっておらず、より高いレベルとなっている。これは、船舶毎に設定されている航海速力での速度よりも高速の場合を図 7 が示していることによる。

[0043] 本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船舶 10 の船体側部に波を打ち返す波浪中抵抗増加低減ステップ 40 を備えている。波浪中抵抗増加低減ステップ 40 は、船体側部における静的水位上昇位置 A よりも上方に設けて、波浪中における船体側部の抵抗増加を低減している。

波浪中抵抗増加低減ステップ 40 の下面 41 は、水平面 B より下方向に角度  $\beta$  に設定し、波浪中抵抗増加低減ステップ 40 の船首部 11 の表面からの突出寸法 H1 はボルスター 20 の突出寸法 H2 よりも小さく設定している。なお、船体側部の波浪中抵抗増加低減ステップ 40 は、ボルスター 20 の本来の機能を損なうおそれのない場合は、突出寸法 H1 を突出寸法 H2 と同等もしくは大きく設定することもできる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ 40 は、船舶 10 の後方に向かって低くしている。ここで波浪中抵抗増加低減ステップ 40 の後方への傾斜角は、波浪中抵抗増加低減ステップ 40 の設置位置における静的水位上昇位置 A の傾斜角と同等か、この位置における静的水位上昇位置 A の傾斜角よりも大きな角度とする。

[0044] 次に、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップの設置位置について図 9 及び図 10 を用いて説明する。

図 9 は、実験結果に基づく静的水位上昇位置を示す要部概念側面図、図 10 は同実験に用いた喫水位置における船体形状と静的水位上昇位置の投影形状を示す図である。なお、図 9、図 10 の横軸における文字は、実船として

のセクション番号を示している。また、図10の縦軸における数値は、実船としての水平方向距離を船幅で割った値を示しているが船幅の中心をゼロとして片側だけを示している。図10では、喫水位置における船体形状と静的水位上昇位置の投影形状を示している。

[0045] 実験は、本出願人の水槽（長さ150m）で実施した。模型船は、船長3.5mとし、実船として船長190m程度を想定した。波状態は、実船換算波高3m、波長船長比0.5を想定し向波とした。また、速度は1.6m/s（22knot）とした。

[0046] 図に示すように、静的水位上昇位置Aは、船首部11において最大高さが形成され、この最大高さ位置から後方に向かって徐々に低下して喫水線Cに近づくが、低下率が大きく変化する低下率変化範囲Dが存在することが分かる。本実験では最大高さ位置は、船首部11先端に生じているが、条件によっては船体の後方にずれることもある。本実験では、喫水線Cにおける船首先端FPからS.S.9.6の位置で低下率変化範囲Dが始まり、低下率変化範囲Dは、喫水線Cにおける船首先端FPからS.S.9.26の位置までとなっている。

波浪中抵抗増加低減ステップ40は、静的水位上昇位置Aの最大高さ位置よりも後方であり、更には静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲Dに設けることが好ましい。なお、波浪中抵抗増加低減ステップ40は、その一部が静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲D内に、それ以外の部分が低下率変化範囲D外に設けられる構成であってもよい。

すなわち、波浪中抵抗増加低減ステップ40の全部が低下率変化範囲D内に位置する構成、波浪中抵抗増加低減ステップ40の一部が低下率変化範囲D内に位置しかつその前側部分又は後ろ側部分が低下率変化範囲D外に位置する構成、波浪中抵抗増加低減ステップ40の前側部分及び後ろ側部分が低下率変化範囲D外に位置しかつ低下率変化範囲Dの全部が浪中抵抗増加低減ステップ40内に位置する構成の何れであってもよい。

[0047] 図11は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構

造による波浪中抵抗増加低減率を示すグラフである。

波浪中抵抗増加低減ステップ40は、実船スケールとして幅4m、後方への傾斜角を $20^\circ$ 、下面の角度 $\beta$ を $12^\circ$ とした。

図11において、比較例6は波浪中抵抗増加低減ステップ40を持たないものであり、実施例6は波浪中抵抗増加低減ステップ40を取り付けたものである。

図11における縦軸は波高を使って無次元化した抵抗増加係数(KAW)であり、実施例6は比較例6に対して7.4%の波浪中抵抗増加低減率の効果があることが分かった。

以上のとおり実験結果によれば、波浪中抵抗増加低減ステップを備えることで、波高3m相当、向波、速度(22knot)で波浪中抵抗増加7%減の見込みであることが明らかとなった。

[0048] 第2の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、波浪中抵抗増加低減ステップ40によって波の高さを低く抑えることで波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップ40を静的水位上昇位置Aよりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ40を、静的水位上昇位置Aの最大高さ位置よりも後方に設けているので、波浪中抵抗増加低減ステップ40が水中に没することが少ないために平水中抵抗を増加させず、また波を打ち返すことで波浪中における抵抗を低減することができる。

[0049] また、波浪中抵抗増加低減ステップ40を、静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲Dに設けているので、静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲Dで波の動きを更に低下させる方向に変化させるために、波の高さ低減を効果的に行える。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ40の下面41の角度を水平面より下方向に設定しているので、波の打ち返し効果を大きくでき、波浪中抵抗増加の低減効果を高めることができる。



## [0050] (第3の実施形態)

以下に、本発明の第3の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造について説明する。

図12は本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図、図13は同図12における要部概念G-G矢視図である。なお、上記実施形態と同一部材には同一符号を付して説明を省略する。また、図では船舶10の一方の側面だけを示しているが、船舶10の他方の側面も同様の構成となっている。

[0051] 本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船舶10の船体側部に波を打ち返す波浪中抵抗増加低減ステップ50を備えている。波浪中抵抗増加低減ステップ50は、船体側部における静的水位上昇位置Aよりも上方に設けて、波浪中における船体側部の抵抗増加を低減している。

波浪中抵抗増加低減ステップ50の下面51は、水平面Bより下方向に角度 $\beta$ に設定し、波浪中抵抗増加低減ステップ50の船首部11の表面からの突出寸法H1はボルスター20の突出寸法H2よりも小さく設定している。なお、船体側部の波浪中抵抗増加低減ステップ50は、ボルスター20の本来の機能を損なうおそれのない場合は、突出寸法H1を突出寸法H2と同等もしくは大きく設定することもできる。

波浪中抵抗増加低減ステップ50は、船舶10の後方に向かって高くしている。なお、波浪中抵抗増加低減ステップ50は、静的水位上昇位置Aの最大高さ位置よりも後方であり、更には静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲Dに設けることが好ましい。

なお、波浪中抵抗増加低減ステップ50は、その一部が静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲D内に、それ以外の部分が低下率変化範囲D外に設けられる構成であってもよい。

すなわち、波浪中抵抗増加低減ステップ50の全部が低下率変化範囲D内に位置する構成、波浪中抵抗増加低減ステップ50の一部が低下率変化範囲

D内に位置しかつその前側部分又は後ろ側部分が低下率変化範囲D外に位置する構成、波浪中抵抗増加低減ステップ50の前側部分及び後ろ側部分が低下率変化範囲D外に位置しかつ低下率変化範囲Dの全部が浪中抵抗増加低減ステップ50内に位置する構成の何れであってもよい。

[0052] 第3の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、波浪中抵抗増加低減ステップ50によって波の高さを低く抑えることで波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップ50を静的水位上昇位置Aよりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ50を、静的水位上昇位置Aの最大高さ位置よりも後方に設けているので、波浪中抵抗増加低減ステップ50が水中に没することが少ないために平水中抵抗を増加させず、また波を打ち返すことで波浪中における抵抗を低減することができる。

[0053] また、波浪中抵抗増加低減ステップ50を、静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲Dに設けているので、静的水位上昇位置Aの低下率変化範囲Dで波の動きを更に低下させる方向に変化させるために、波の高さ低減を効果的に行える。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ50の下面51の角度を水平面より下方向に設定しているので、波の打ち返し効果を大きくでき、波浪中抵抗増加の低減効果を高めることができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ50を船舶10の後方に向かって高くしているので、図12に示すように波浪中抵抗増加低減ステップ50の下面51に作用する波の力によって進行方向に抗力を生じ、この抗力を太矢印で示すように推力に利用することができる。

[0054] (第4の実施形態)

以下に、本発明の第4の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造について説明する。上述した実施形態において説明した部材と同一の部材には同一の符号を付している。

図 1 4 は本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図である。

本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船舶（船体）10の船首部11に設けたフレア21と、フレア21のフレア角が船体後方に向かって増大する船首部11に設けた波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップ30とを備えている。波浪中抵抗増加低減ステップ30は、フレア21の下方で船首部11における静的水位上昇位置Aよりも上方に設けて、波浪中におけるフレア21による抵抗増加を低減している。

なお、波浪中抵抗増加低減ステップ30の前端および後端は、図14に示すように、波浪中における波浪中抵抗増加低減ステップ30自身の抵抗増加を低く抑える意味から、なだらかに船体10と接する形状となっている。

[0055] 図15は、本実施形態の船体構造のフレア及びフレア角を説明する要部概念正面図である。図14に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ30は、フレア角が船体後方に向かって増大する船首部11に設けられている。また、波浪中抵抗増加低減ステップ30は、船首部11において、前部垂線（F. P., Fore Perpendicular）よりも前から設けられている。このため、図15に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ30の上面32と船首部11とが接する部分において、船体正面から見たときに船体外表面の接線と鉛直線Vとにより形成されるフレア角 $\theta$ は、船体後方に向かって増大する。より具体的には、波浪中抵抗増加低減ステップ30前端のフレア角 $\theta_1$ よりも後端のフレア角 $\theta_2$ のほうが大きくなる位置に、上面32が形成されている。なお、波浪中抵抗増加低減ステップ30は、船首部11から船側部にまで延びる形状に形成することとしても良い。

[0056] 本実施形態の船体構造においては、船首部11において、前部垂線よりも前から波浪中抵抗増加低減ステップ30が設けられているため、その前端のフレア角 $\theta_1$ は通常30度よりも小さいものとなる。

本実施形態において、フレア21とは、船体外表面の上部のフレア角 $\theta$ が0度よりも大きく、かつ下部のフレア角 $\theta$ よりも大きくなる部分をいう。波

浪中抵抗増加低減ステップ30の上方はフレア21であるから、図15に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ30前端のフレア角 $\theta_1$ よりもその上方のフレア角 $\theta_3$ のほうが大きく、波浪中抵抗増加低減ステップ30後端のフレア角 $\theta_2$ よりもその上方のフレア角 $\theta_4$ のほうが大きくなっている。

なお、図15には船首部11にフレア21が設けられている構成を示したが、フレア21は、船首部11から船尾部までの全てにおいて設けられている必要はない。例えば、船首部11付近にフレア21が設けられており、それ以降が直立している船体形状、すなわち波浪中抵抗増加低減ステップ30を設けた船体外表面の一部が直立したものとして構成してもよい。

[0057] 静的水位上昇位置とは、平水中（波の無い状態）での船舶10の走行時に生じる水面の盛り上がり位置のことである。また、船舶10には設計時に代表的な船舶速度として航海速力が設定されており、静的水位上昇位置は船舶10毎に設定されている航海速力での速度によって生じるものとしている。

図14、図15に示すように、静的水位上昇位置Aは、特に船首部11において喫水線Cよりも盛り上がり、滑らかに下降して喫水線Cに近づくような状態となる。図14は静的水位上昇位置Aが喫水線C付近に近づいて、略整合するまでの途中の段階を示している。

第1の実施形態において説明したとおり、喫水線Cから静的水位上昇位置Aのピークまでの高さL1は、一般に、喫水線Cから船首部11の甲板までの高さL2の $1/4$ 以上 $1/3$ 以下の範囲内となる。また、前部垂線（F.P.）から静的水位上昇位置Aの終端Jまでの距離L3は、船長の $1/5$ 以上 $1/4$ 以内の範囲内であることが多い。

なお、これらの図では船舶10の一方の側面だけを示しているが、船舶10の他方の側面も同様の構成となっている。

[0058] 図16は、船舶10の船首部11付近を船底側から見た要部概念底面図である。同図に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ30を船底側から見た場合の平面形状は、船体の中心線Hから遠い外側辺30Lが直線形状となるように形成されている。そして、船舶10の両側面に設けられている外側

辺30Lの間の幅Xは、同図右側の船首側に向かって狭くなっている。波浪中抵抗増加低減ステップ30の平面形状をこのように構成することにより、波浪中抵抗増加低減ステップ30の反射波抵抗を小さくすることができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ30を船舶10の側面側から見たとき（図14参照）、外側辺30Lと水平面Bとによって形成される角度は略0度に維持されており、外側辺30Lが略水平となるように、波浪中抵抗増加低減ステップ30が形成されている。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ30は、その先端が平面視した状態、あるいは図14のように側面視した状態で尖った形状をしており、波浪の波浪中抵抗増加低減ステップ30への衝撃を緩和させた構造を採っている。

図16に示すように波浪中抵抗増加低減ステップ30は、船舶10の船体表面からの突出がなだらかに変化している。すなわち、波浪中抵抗増加低減ステップ30の船舶10前後方向の両端面は、それぞれ外側辺30Lとの角度が鈍角となるように形成されている。

[0059] 図17は図14における要部概念E-E矢視断面図である。同図に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ30の下面31は、その角度 $\alpha$ が水平面Bより上方向となるように設定されている。そして、波浪中抵抗増加低減ステップ30は、その下面31の水平面に対する角度 $\alpha$ が船体の後方に向かって略一定に維持されるように形成されている。ここで、角度 $\alpha$ が略一定であるとは、波浪中抵抗増加低減ステップ30の外側辺30Lおよび/または下面31の角度の変化が $\pm 5$ 度以内であることをいう。

[0060] 図18は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率に対する速度の影響を示すグラフである。

実験は、本出願人の水槽（長さ150m）で実施した。

模型船は、船長3.5mとし、実船として船長190m程度を想定した。波状態は、実船換算波高3m、波長を船長で除して得られる波長船長比0.3を想定し向波とした。

試験速度は、実施例7及び比較例7では0.86m/秒（12ノット）と

したのに対して、実施例 8 及び比較例 8 では 1.1 m/秒 (15.5 ノット) とし、実施例 9 及び比較例 9 では 1.3 m/秒 (19 ノット) とした。図 18 において、比較例 7～9 は波浪中抵抗増加低減ステップ 30 を取り付けていないものであり、実施例 7～9 は波浪中抵抗増加低減ステップ 30 を取り付けたものである。

なお、下記の式 (1) で表されるフルード数  $F_n$  は、実施例 7 及び比較例 7 が 0.151、実施例 8 及び比較例 8 が 0.195、実施例 9 及び比較例 9 が 0.239 である。

$$F_n = V / (L \times g)^{1/2} \quad \dots\dots (1)$$

( $V$  : 速度、 $L$  : 船長、 $g$  : 重力加速度)

また、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 は、実船スケールとして幅  $W_1$  が 5 m、高さが 1.5 m のものを想定し、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 の下面 31 の角度  $\alpha$  を  $32^\circ$  とした縮尺モデルを用いた。また、実船換算の波高  $H_w$  は 3.0 m に設定した。

[0061] 図 18 における縦軸は波高を使って無次元化した抵抗増加係数 ( $K_{AW}$ ) であり、実施例 1～3 と比較例 1～3 の比較により、波浪中抵抗増加低減ステップを備えることにより、波高 3 m 相当、向波の条件下においては、計画速力 12 ノット、15.5 ノット及び 19 ノットの実施例 7～9 は、この順に波浪中抵抗が 1.0%、14.4% 及び 18.6% 減少する見込みであることが明らかとなった。

[0062] 図 19 は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造による波浪中抵抗増加低減率に対する波の方向の影響を示すグラフである。同図には、図 18 に示した実施例 8 及び比較例 8 の結果に加えて、実施例 8 及び比較例 8 の向波を進行方向に対する角度 20 度の波に変更した実施例 10 及び比較例 10 の結果、並びに実施例 8 及び比較例 8 の向波を進行方向に対する角度 80 度の波に変更した実施例 11 及び比較例 11 の結果を示している。ここで、進行方向に対する角度は、船舶 10 が静止している状態において、船舶 10 の進行方向 (船首の向いている方向) と波の進行方向とが

なす角により特定されるものをいう。

実施例 8、10、11と比較例 8、10、11の比較により、波高 3 m 相当、計画速力 15.5 ノットの条件下においては、波浪中抵抗増加低減ステップを備えることにより、向波（実施例 8）では波浪中抵抗が 14.4% 減少し、角度 20 度の波（実施例 10）では波浪中抵抗が 10.6% 減少し、角度 80 度の波（実施例 11）では波浪中抵抗が 8.5% 減少する見込みであることが明らかとなった。すなわち、波浪中抵抗増加低減ステップは斜め方向からの波や略横方向からの波に対しても、波浪中抵抗を低減させる効果があることが分かった。

[0063] 図 20 は、横方向の波の影響を模式的に示す船体構造の要部概念側面図である。同図 (a) に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 を備えていない船体構造は、船首部 11 のフレア 21 のかなり上の位置まで波が到達することとなる。これにより、波の影響を受けて波浪中抵抗が増加する。これに対して、同図 (b) に示すように、本実施形態の船体構造のようにフレア 21 の下方に波浪中抵抗増加低減ステップ 30 を備えている船体構造は、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 により船体表面への波の作用が抑制される。したがって、船首部 11 の波浪中抵抗増加低減ステップ 30 上部のフレア 21 にまで波が到達することを防ぐことができる。この結果として、向波のみならず、斜め方向からの波（斜波）及び横方向からの波（横波）の影響を抑えて、波浪中抵抗増加低減率を低減させることができる。

[0064] 第 4 の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、フレア 21 に向かっていく波が波浪中抵抗増加低減ステップ 30 によって跳ね返されるため、船体表面から波が剥離される。これにより、フレア 21 への波の衝突を少なくすることができ、波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 を静的水位上昇位置 A よりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することがない。

[0065] また、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 の下面 31 の角度を水平面より上方向に設定しているため、波浪中抵抗増加低減ステップ 30 の下面 31 への

波の衝突による衝撃を緩和することができ、波浪中抵抗増加低減ステップ30の損傷を抑制することが可能である。なお、波浪中抵抗増加低減ステップ30の損傷を抑制するためには、下面31と水平面とにより形成される角度を30°以上とすることが好ましい。

[0066] (第5の実施形態)

以下に、本発明の第5の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造について説明する。本実施形態の船体構造は、前記波浪中抵抗増加低減ステップをフレアに支持する支持構造体をさらに備えている点において、上述した第4の実施形態の船体構造と異なっている。なお、上述した実施形態において説明した部材と同一の部材には同一の符号を付し、本実施形態では説明を省略する。

図21は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップ及び支持構造体を備えた船体構造を示す要部概念側面図である。図22は図21の要部概念F-F矢視断面図である。なお、これらの図では船舶10の一方の側面だけを示しているが、船舶10の他方の側面も同様の構成となっている。

これらの図に示すように、本実施形態の船舶10は、船首部11の波浪中抵抗増加低減ステップ30を支持する支持構造体60を備えている。支持構造体60は、波浪中抵抗増加低減ステップ30を前記波浪中抵抗増加低減ステップのフレア21に支持するものである。このため、波を跳ね返す際の負荷を分散して、波浪中抵抗増加低減ステップ30が損傷することを抑制できる。

支持構造体60を設けることにより、波浪中抵抗増加低減ステップ30の強度を向上させると共に、波浪中における抵抗増加を減少させることができる。特に、横方向からの波の船体表面への作用を抑制すること、すなわち斜波や横波が抵抗増加低減ステップ30を越えても、支持構造体60により波返しを良くすることができるから、波浪中における抵抗増加を減少させることができる。

[0067] また、支持構造体60の下面62は、波浪中抵抗増加低減ステップ30の



上面32と接しており、かつ、その外表面61が略鉛直方向となるように、すなわちその角度が略鉛直に設定されている。支持構造体60を正面から見ると、図22に示すように、支持構造体60の外表面61が、波浪中抵抗増加低減ステップ30の外側辺30Lとフレア21とを接続するようにして構成されている。このように外表面61を構成することにより、波浪中抵抗増加低減ステップ30を超えた波Wを、外表面61により効果的に跳ね返すことができる。

なお、同図中に二点鎖線で示したように、支持構造体60は、鉛直から外表面61が下方に向かう角度、すなわち、外表面61の下部よりも上部が外側にせり出した構成としてもよい。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ30および支持構造体60の前端および後端は、図21に示すように、波浪中における波浪中抵抗増加低減ステップ30および支持構造体60自身の抵抗増加を低く抑える意味から、なだらかに船体10と接する形状となっている。

[0068] 図23は、本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップ及び支持構造体の他の構成を示す要部断面図である。なお、図23の断面は図21においてF—Fにより示した部分に相当する部分を示している。同図に示すように、波浪中抵抗増加低減ステップ30を支持する支持構造体60の外表面61は、鉛直方向に略平行な部分である外表面61Vと、上部よりも下部が外側にせり出した外表面61Sとから構成することもできる。このように、鉛直方向に対する角度の異なる2つの平面により構成している。このため、外表面61Vによってフレア21から波を剥がしてフレア21に対する影響を抑えることができる。また、外表面61Vのみでは、外側辺30Lとフレア21とを接続する距離が大きくなることから、支持構造体60により接続することが困難な場合でも、両者を接続することができる。

[0069] 図24は、支持構造体60の外表面61の波浪を剥がす剥離形状の一例を示す要部概念正面図である。同図に示すように支持構造体60の外表面61を、略水平方向に延びる窪み形状又は突出形状が複数並んだものとして形成

すれば、外表面 61 において波を砕いて、船体表面から剥離させることができる。図 25 は、図 24 の外表面 61 の剥離形状の断面の例であり、(a) は窪み形状が形成されたものの断面図を示し、(b) は突出形状が形成されたものの断面図を示している。

図 26 は、図 24 とは異なる外表面 61 の剥離形状の表面図である。同図に示すように、外表面 61 は、複数の窪みまたは突出部が形成されたものとして構成することができる。なお、外表面 61 の形状は、図 24 ~ 図 26 に示したものを組み合わせて構成することもできる。

[0070] (第 6 の実施形態)

以下に、本発明の第 6 の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造について説明する。

図 27 は本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念側面図であり、図 28 は図 27 の要部概念 G-G 矢視断面図である。図 29 は図 27 よりも位置的に後方（船体中央寄り）に波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造を示す要部概念断面図である。なお、上述した実施形態において説明した部材と同一の部材には同一の符号を付して、説明を省略する。また、図では船舶 10 の一方の側面だけを示しているが、船舶 10 の他方の側面も同様の構成となっている。

[0071] 本実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造は、船舶 10 の船体側部に波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップ 70 を備えている。波浪中抵抗増加低減ステップ 70 は、フレア 21 の高さ以下で静的水位上昇位置 A よりも上方に設けられており、波浪中における船体側部の抵抗増加を低減している。

本実施形態では、図 28 に示すように、フレア 21 の下方で静的水位上昇位置 A（図 27 参照）よりも上方に波浪中抵抗増加低減ステップ 70 が設けられている。これにより、波浪中における船体側部の抵抗増加を低減することができる。なお、図 28 では、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 の上方にフレア 21 が形成されている構成を示したが、図 29 に示したように、船首

部 11 にフレア 21 が形成されており、船側中央部にはフレア 21 が形成されていない構成としてもよい。

波浪中抵抗増加低減ステップ 70 の下面 71 は、水平面 B より下方に角度  $\beta$  が設定されている。すなわち、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 の船舶 10 への取り付け部分付近をその面内に含む水平面 B よりも、下面 71 が下方に位置するようになっている。この場合、波を押し返す時に波浪中抵抗増加低減ステップ 70 に加わる力が大きくなるが、支持構造体 60 により、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 の強度を十分なものとすることができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 の下面 71 と側面 72 とのなす角度  $\gamma$  を鈍角にすることができる。これにより、波を剥がし、またフレア 21 まで横波の跳ね返りが至ることを防止できる。

また、船体側部の波浪中抵抗増加低減ステップ 70 は、船舶 10 の後方に向かって高くしている。なお、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 を船舶 10 の船体側部に設ける場合、水位上昇位置 A の最大高さ位置よりも後方に設けることが好ましい。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 は、船舶 10 の船体側部ではなく、船首部 11 に設けることとしてもよい。

本発明は、図 29 に二点鎖線で示したように船首部 11 にフレア 21 が形成されており、船側中央部にはフレア 21 が形成されていないが、側面視した状態においてフレア 21 の高さ（フレアライン、図 29 に「F. L.」と示す。）以下で静的水位上昇位置 A（図 27 参照）よりも上方に波浪中抵抗増加低減ステップ 70 が設けられている構成として実施することもできる。

[0072] 第 6 の実施形態による波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造によれば、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 によって波の高さを低く抑えることで波浪中抵抗増加を低減できる。また、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 を静的水位上昇位置 A よりも上方に設けることで、平水中抵抗が増加することはない。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ 70 を、静的水位上昇位置 A の最大高

さ位置よりも後方に設けているので、波浪中抵抗増加低減ステップ70が水中に没することが少ないために平水中抵抗を増加させず、また波を跳ね返すことで波浪中における抵抗を低減することができる。

[0073] また、波浪中抵抗増加低減ステップ70の下面71の角度を水平面より下方向に設定しているので、波の跳ね返し効果を大きくでき、波浪中抵抗増加の低減効果を高めることができる。

また、波浪中抵抗増加低減ステップ70を船舶10の後方に向かって高くしているので、図27に示すように波浪中抵抗増加低減ステップ70の下面71に作用する波の力によって進行方向に抗力を生じ、この抗力を太矢印で示すように推力に利用することができる。

#### **産業上の利用可能性**

[0074] 本発明は、コンテナ船をはじめ、油タンカー、LNG船、又はLPG船などの船舶に広く適用できるものである。また、波浪中抵抗増加低減ステップを船舶の建造時に設けることも、既存の船舶に後付で設けることも可能である。

## 請求の範囲

- [請求項1] 船体の船首部に設けたアンカー用のボルスターと、波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記ボルスターの下方で前記船首部における静的水位上昇位置よりも上方に設けて、波浪中における抵抗増加を低減したことを特徴とする波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項2] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの前記船舶の前後方向の幅を前記ボルスターの幅よりも大きく設定したことを特徴とする請求項1に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項3] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの前記船首部の表面からの突出寸法を前記ボルスターの突出寸法よりも小さく設定したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項4] 船体の船首部に設けたフレアと、前記フレアのフレア角が前記船体後方に向かって増大する前記船首部に設けた波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記フレアの下方で前記船首部における静的水位上昇位置よりも上方に設けて、波浪中における抵抗増加を低減したことを特徴とする波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項5] 前記船首部と前記波浪中抵抗増加低減ステップの平面形状は、前記船首部の幅に加えた前記波浪中抵抗増加低減ステップの幅が船首側に向かって狭くなっており、かつ前記船体の中心から遠い外側辺が直線形状であることを特徴とする請求項4に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項6] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの前記下面の角度を水平面より上方向に設定するとともに、前記波浪中抵抗増加低減ステップを前記フレアに支持する支持構造体をさらに備えたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

造。

- [請求項7] 前記支持構造体は、その下面が前記波浪中抵抗増加低減ステップの上面に接しており、かつ、その外表面の角度が略鉛直あるいは鉛直から前記外表面が下方に向かう角度に設定されていることを特徴とする請求項6に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項8] 前記支持構造体の外表面を、波を剥がす剥離形状に形成したことを特徴とする請求項7に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項9] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの外表面を、波を剥がす剥離形状に形成したことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4及び請求項5のうちの1項に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項10] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より上方向に30°以上に設定したことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4及び請求項5のうちの1項に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項11] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの側面視したステップ角度を前記船体の後方に向かって略一定に維持したことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4及び請求項5のうちの1項に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項12] 船体の船首部に設けたアンカー用のボルスターと、前記船体の側面部に設けた波を返す波浪中抵抗増加低減ステップを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記ボルスターの高さ以下で静的水位上昇位置よりも上方に設けて、波浪中における前記船体側部の抵抗増加を低減したことを特徴とする波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。
- [請求項13] 船体の船首部に設けたフレアと、前記船体の側面部に設けた波を返す波浪中抵抗増加低減ステップとを備え、前記波浪中抵抗増加低減ス

テップを、前記フレアの高さ以下で静的水位上昇位置よりも上方に設けたことを特徴とする波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

[請求項14] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの外表面を、波を剥がす剥離形状に形成したことを特徴とする請求項12または請求項13に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

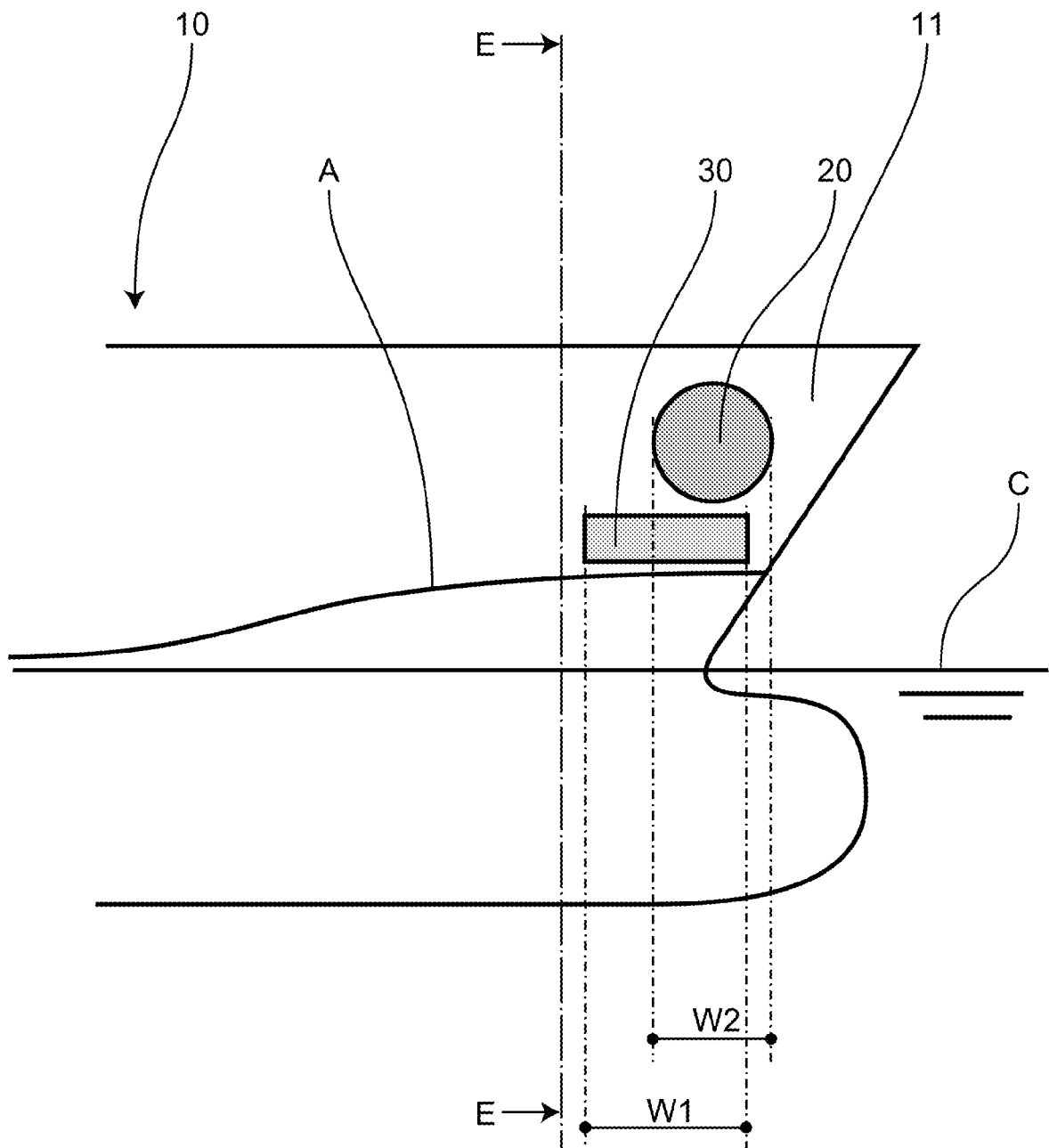
[請求項15] 前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記静的水位上昇位置の最大高さ位置よりも後方に設けたことを特徴とする請求項12または請求項13に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

[請求項16] 前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記静的水位上昇位置の低下率変化範囲に設けたことを特徴とする請求項12または請求項13に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

[請求項17] 前記波浪中抵抗増加低減ステップを、前記船舶の後方に向かって高くしたことを特徴とする請求項12または請求項13に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

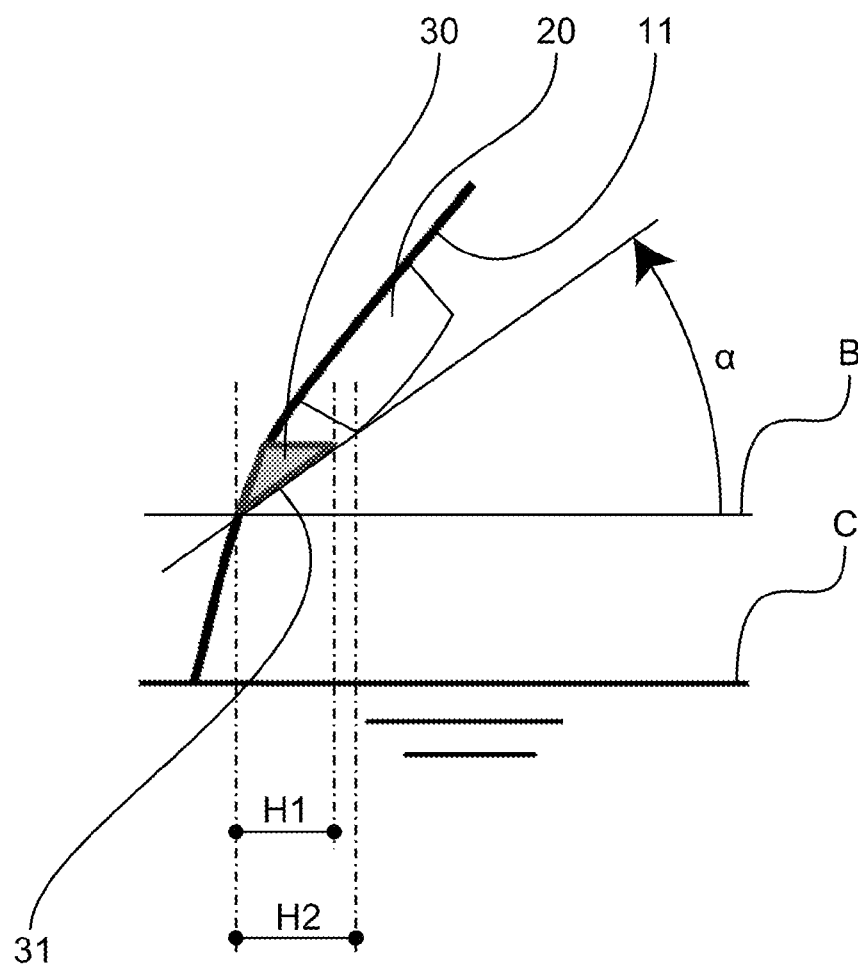
[請求項18] 前記波浪中抵抗増加低減ステップの下面の角度を水平面より下方向に設定したことを特徴とする請求項12または請求項13に記載の波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造。

[図1]

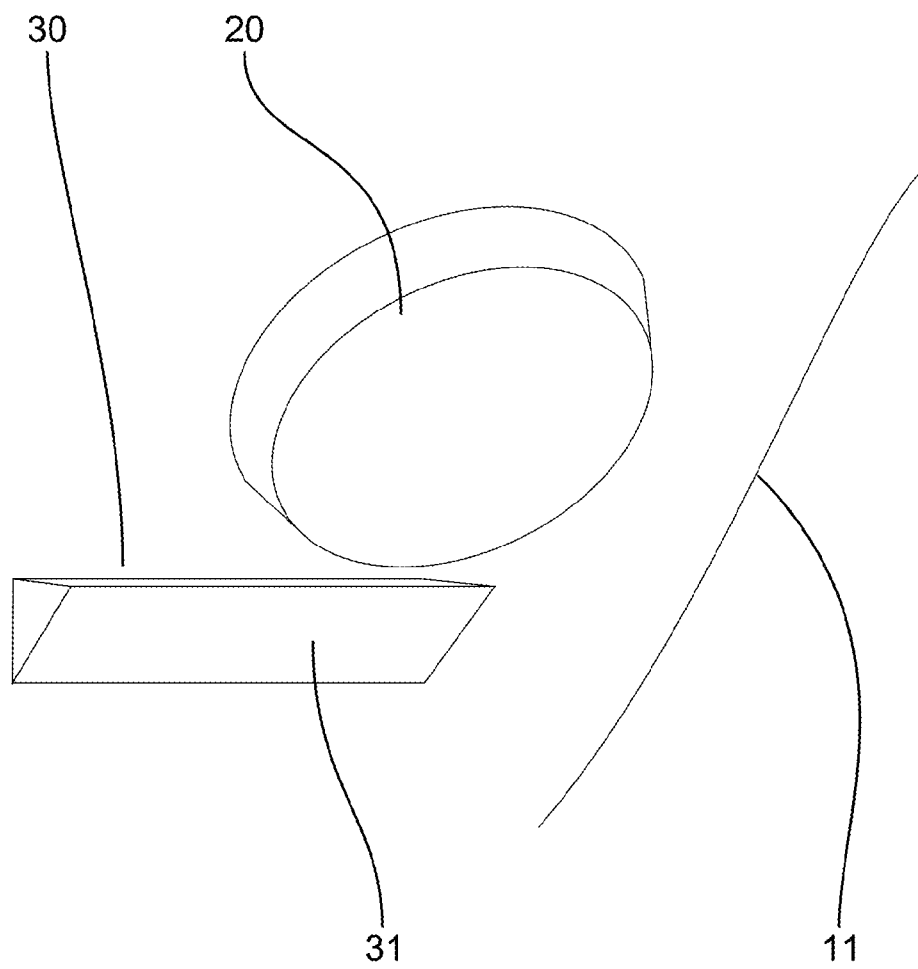




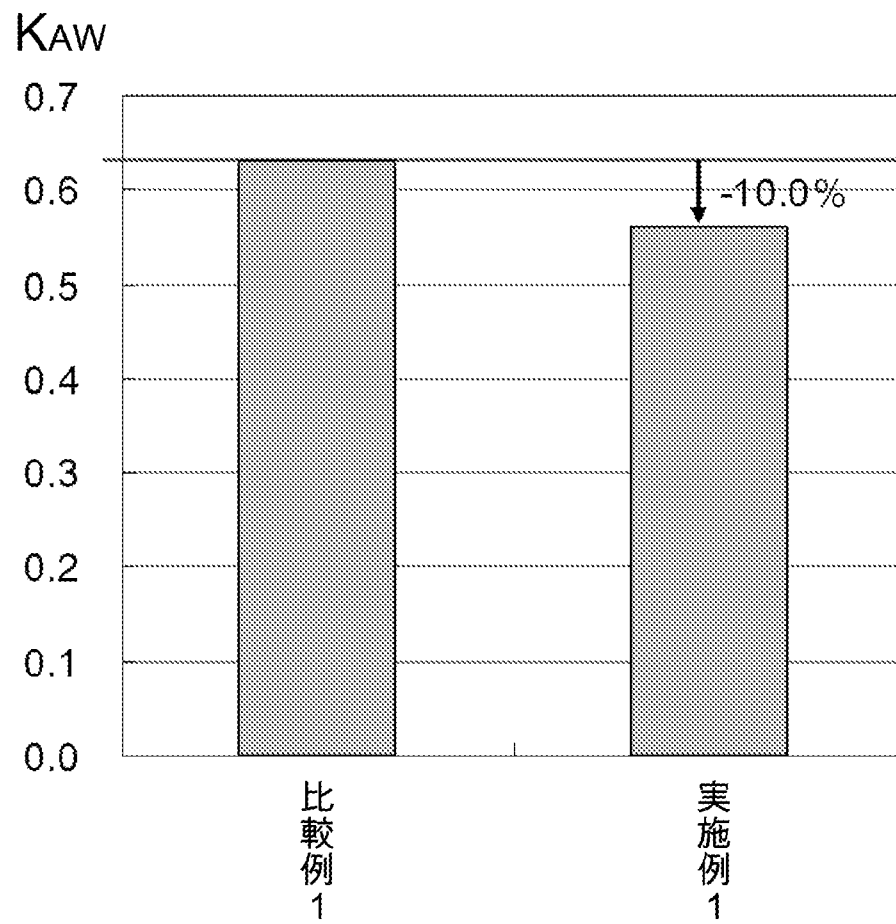
[図2]



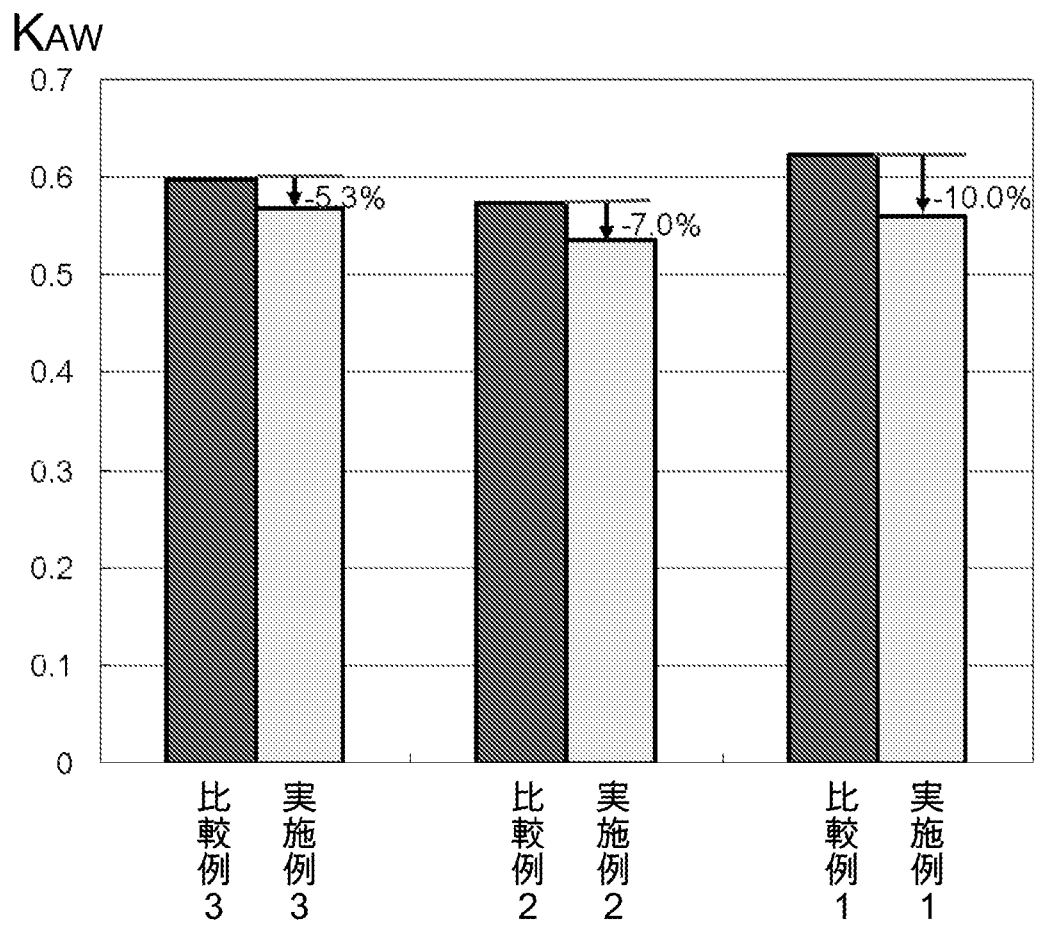
[3]



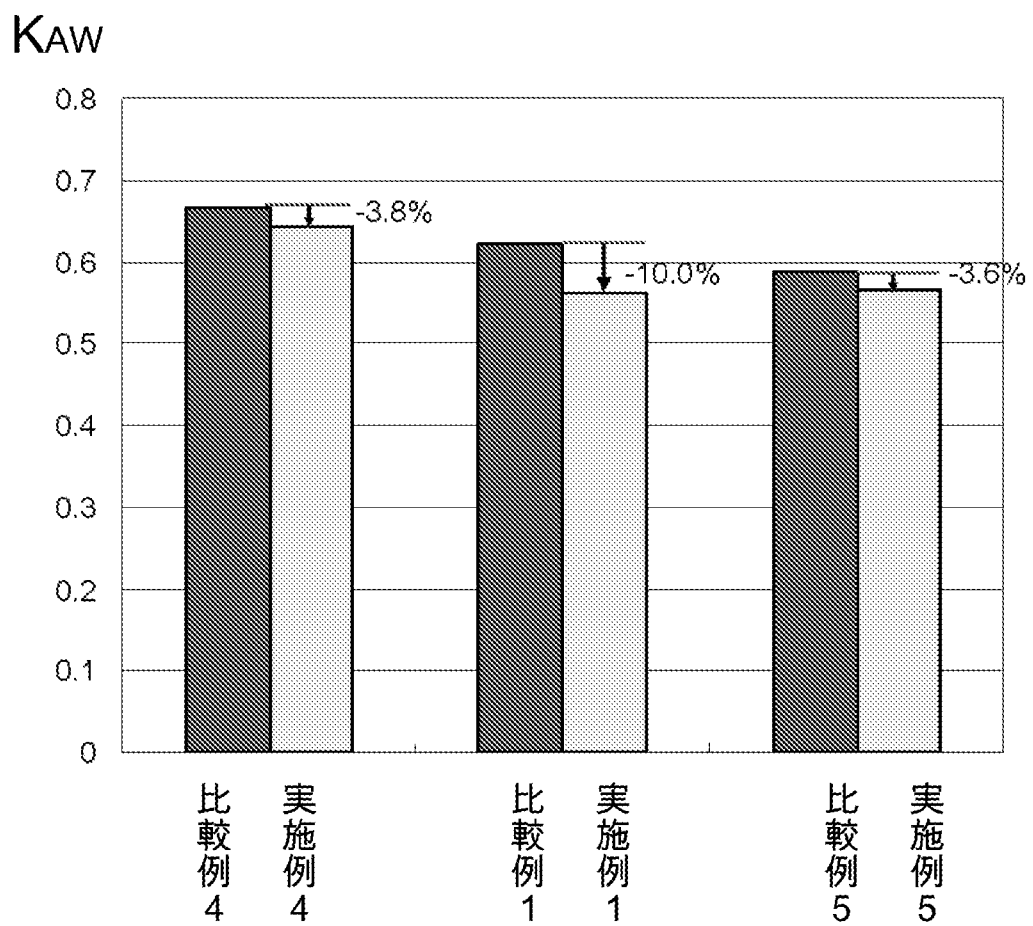
[図4]



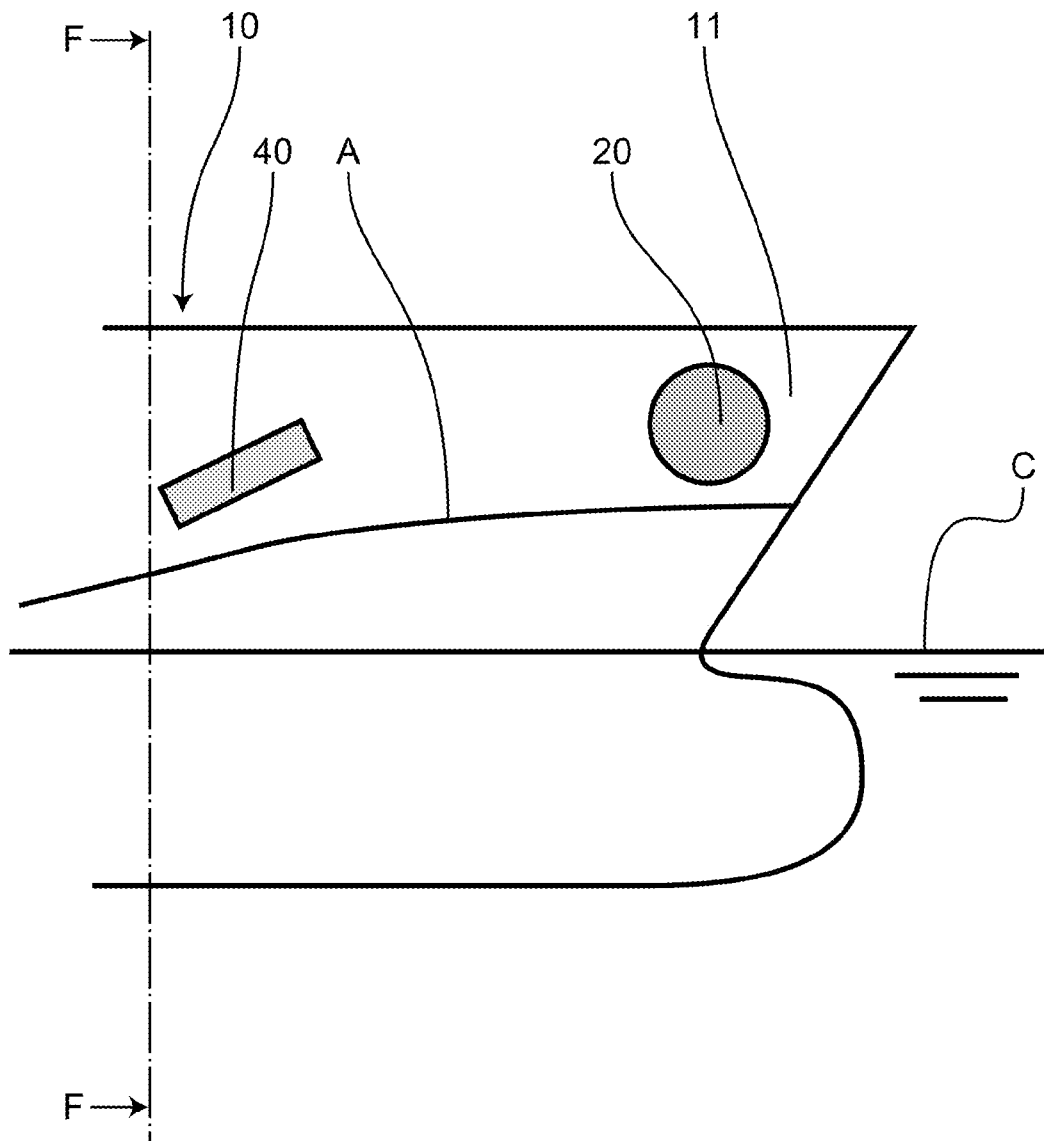
[図5]



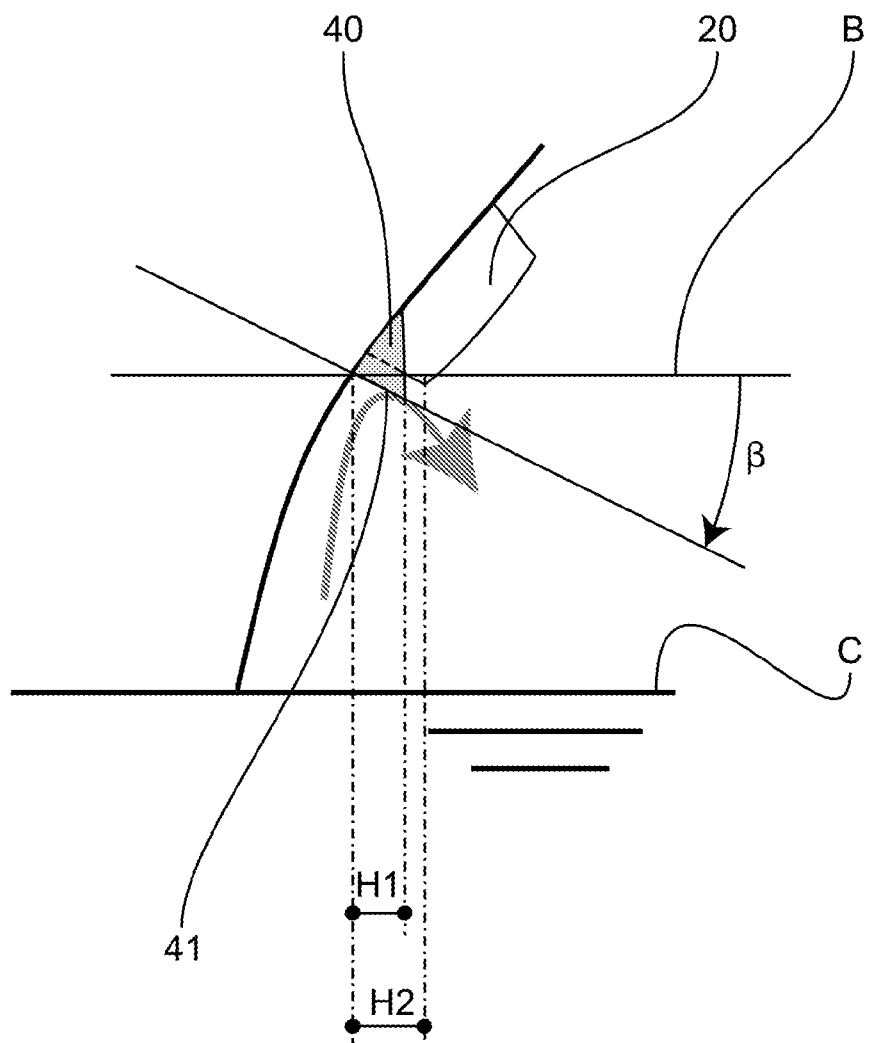
[圖6]



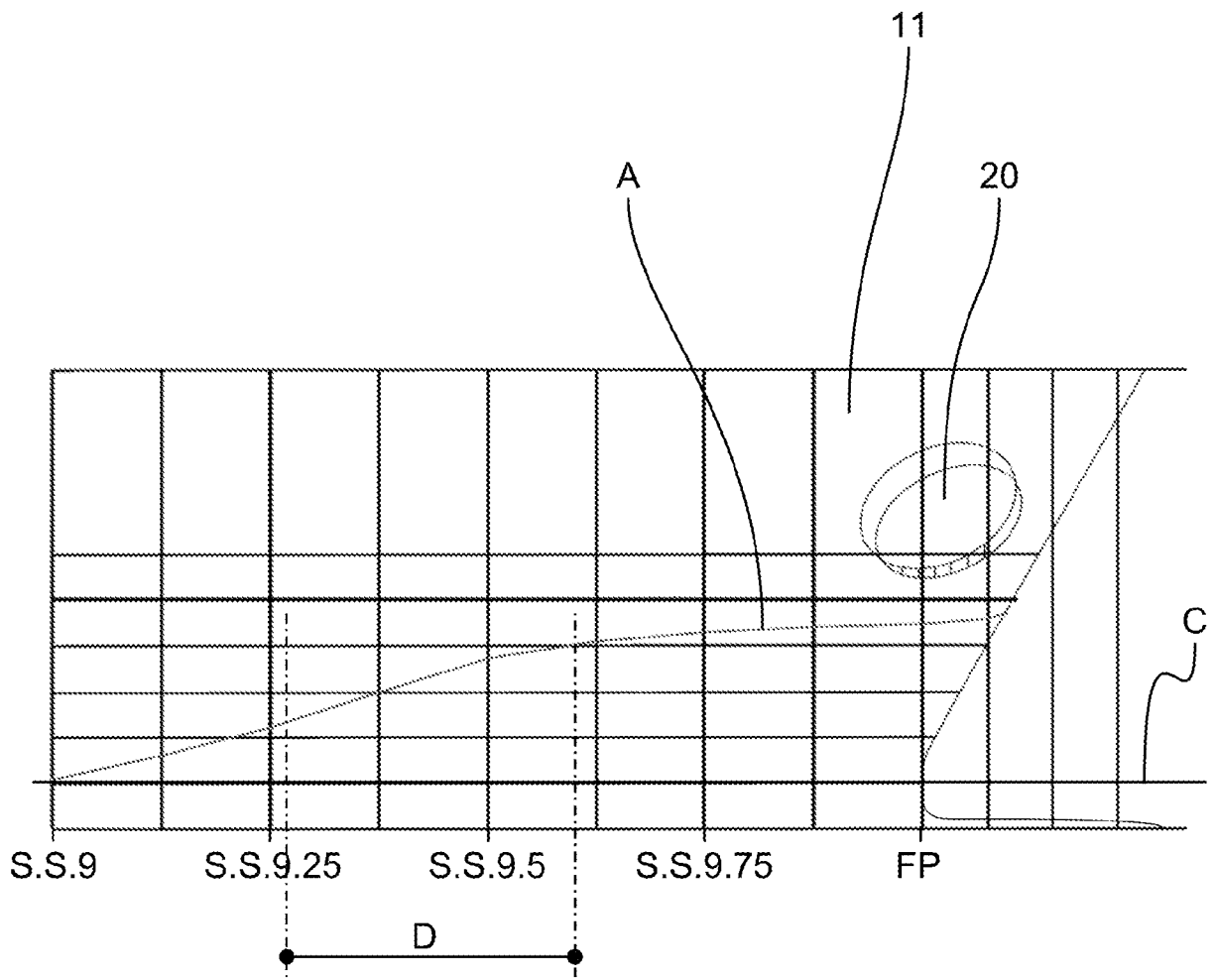
[図7]



[図8]

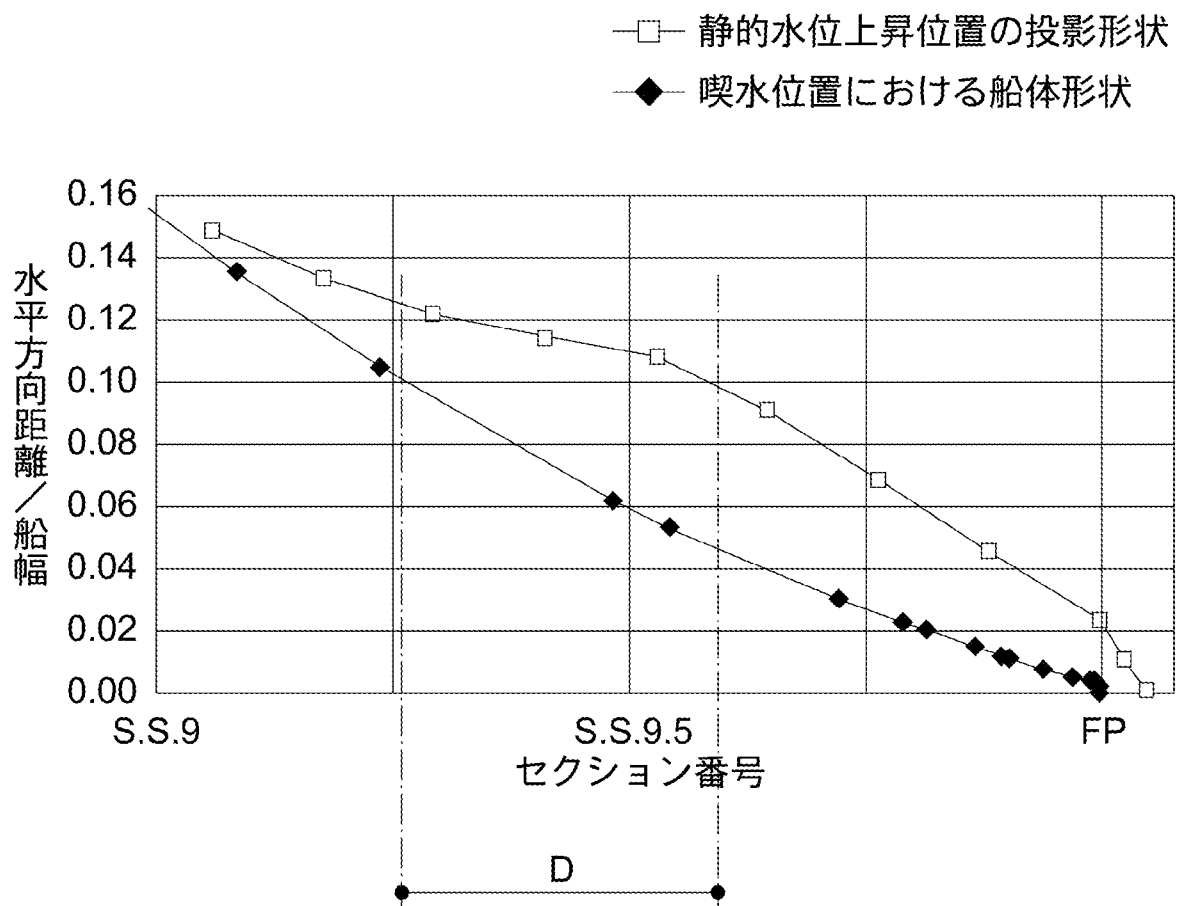


[図9]

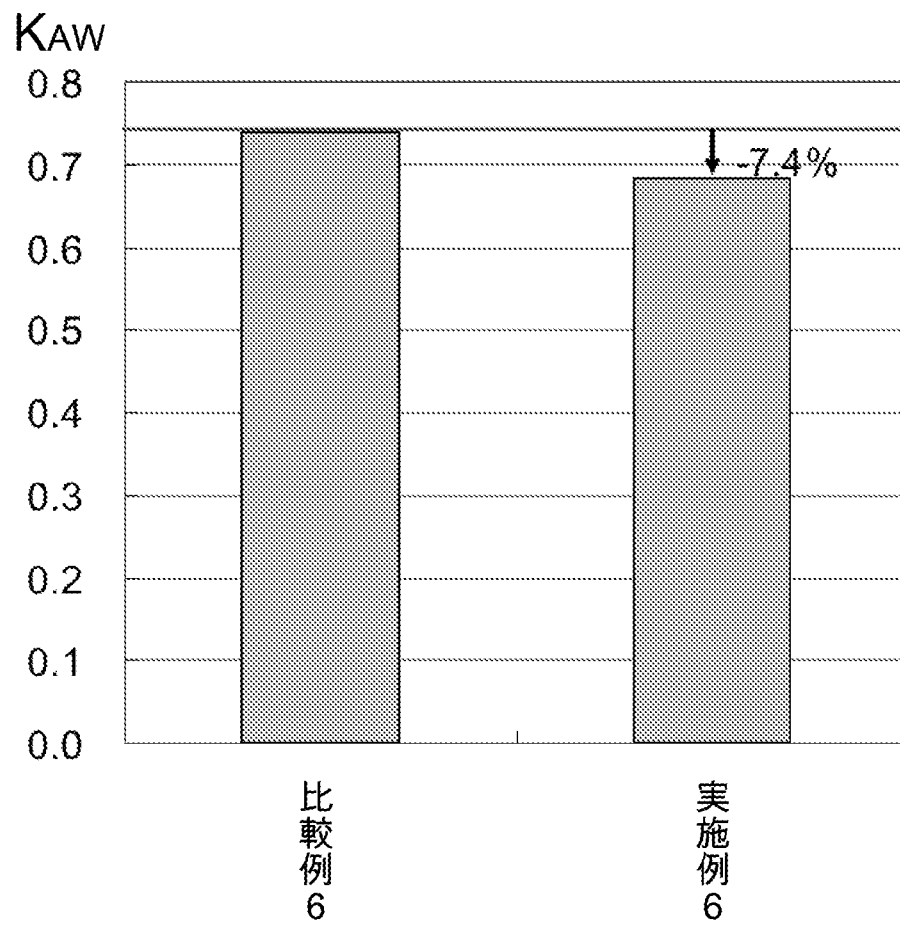




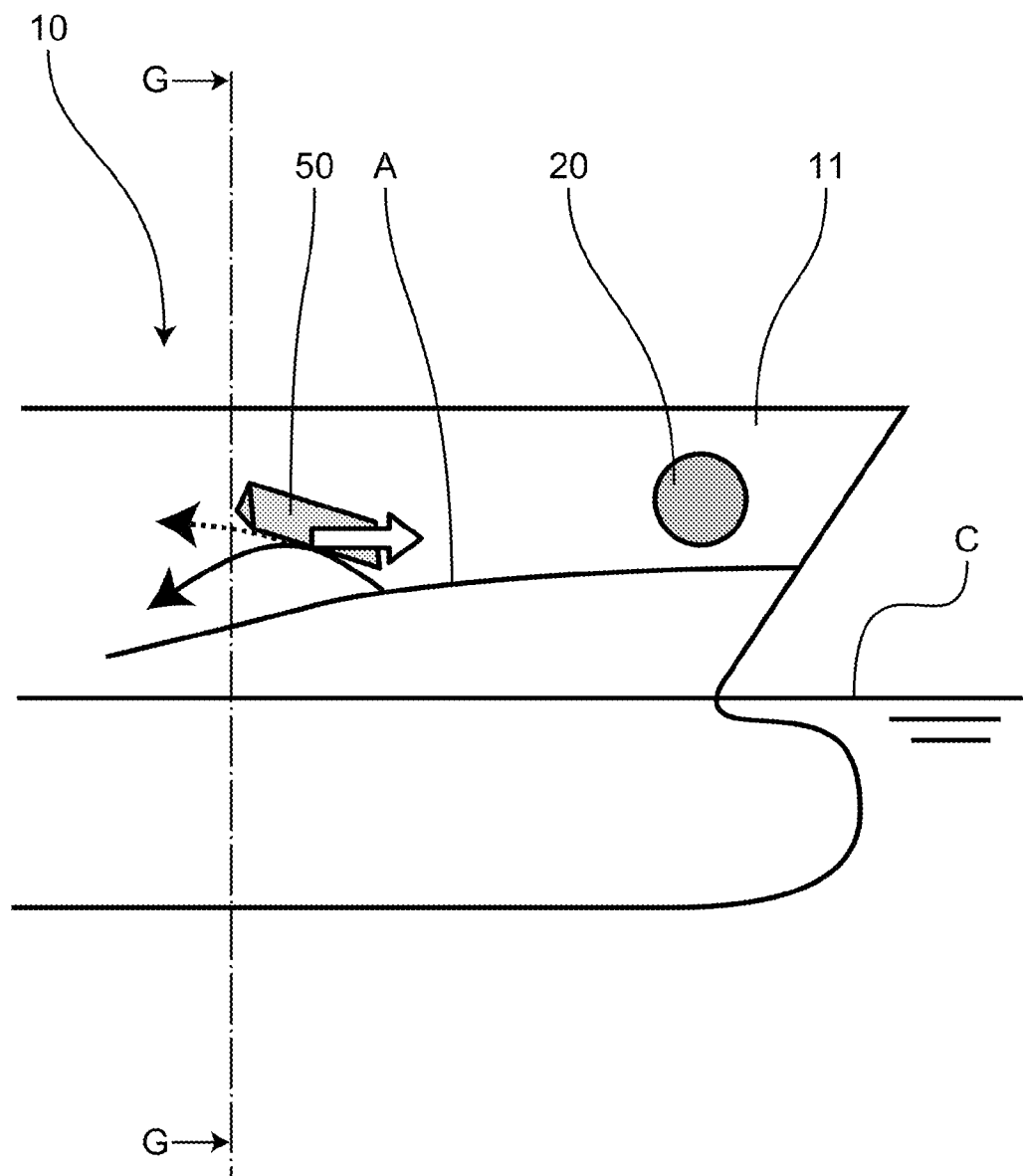
[図10]



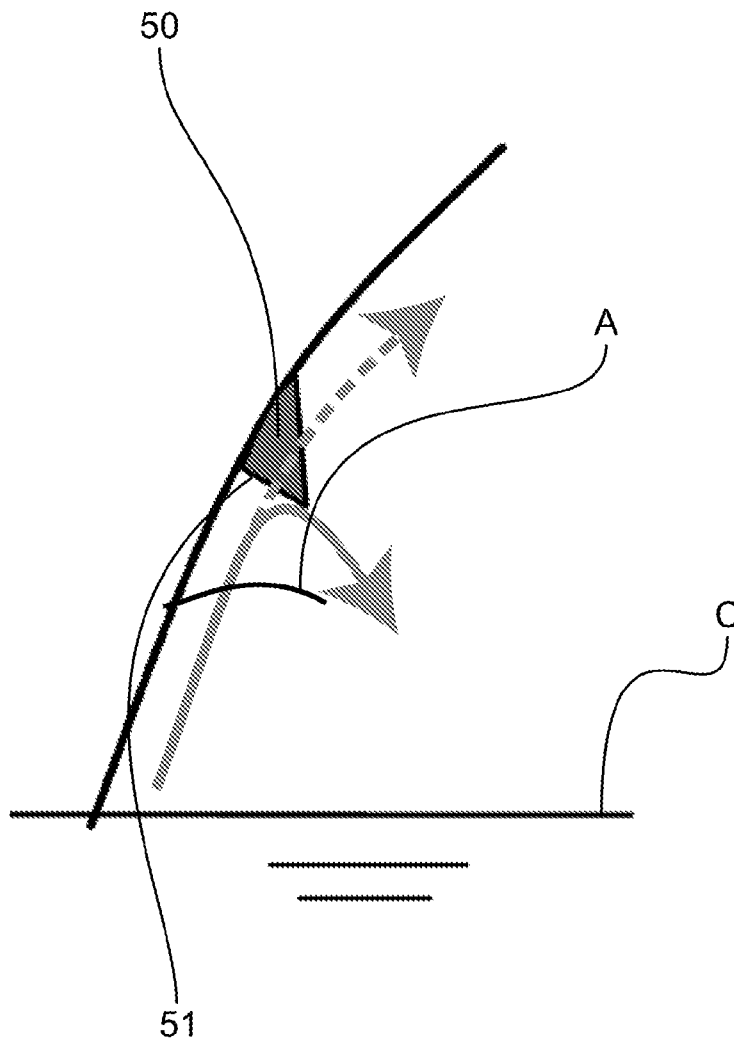
[図11]



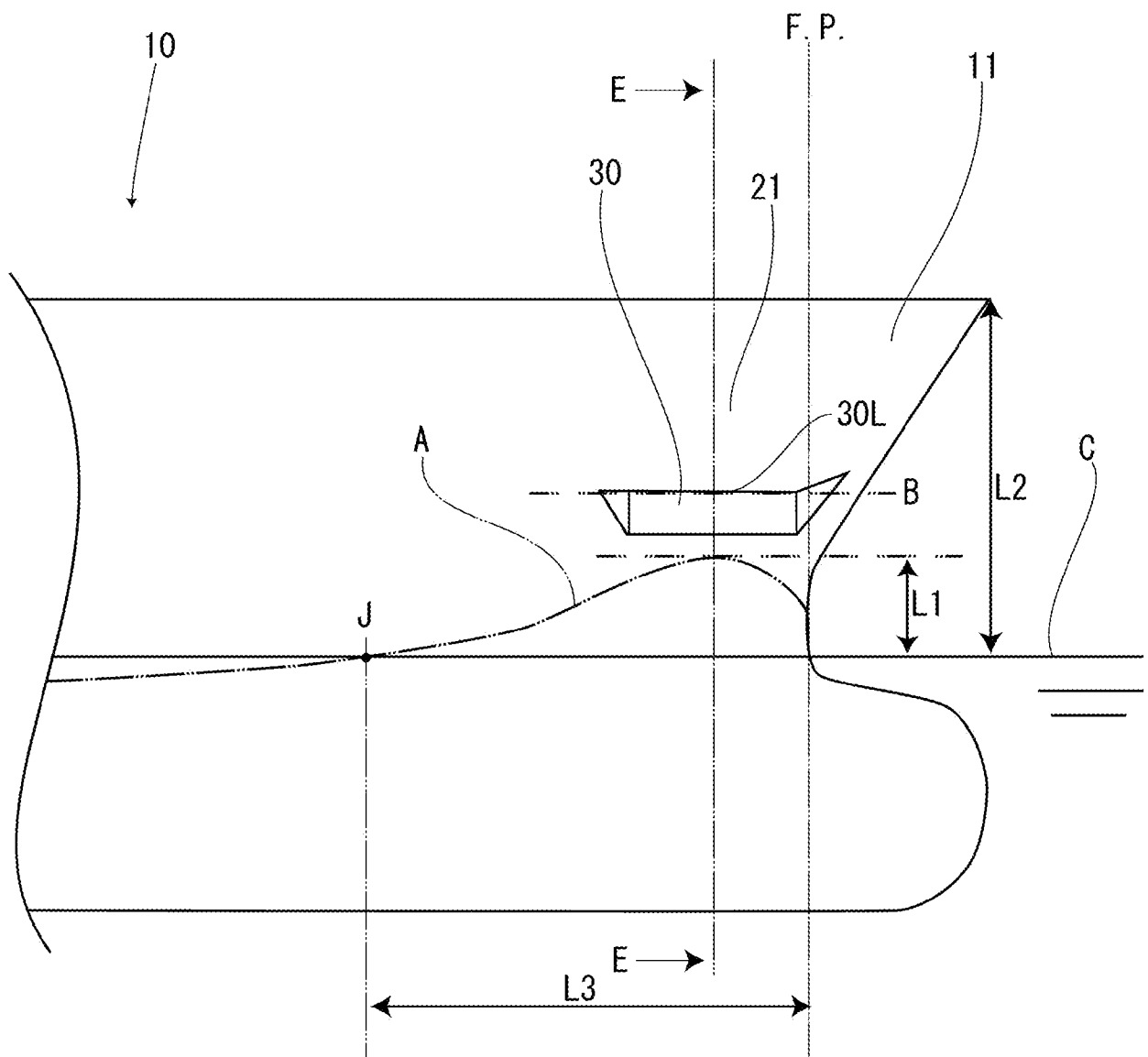
[図12]



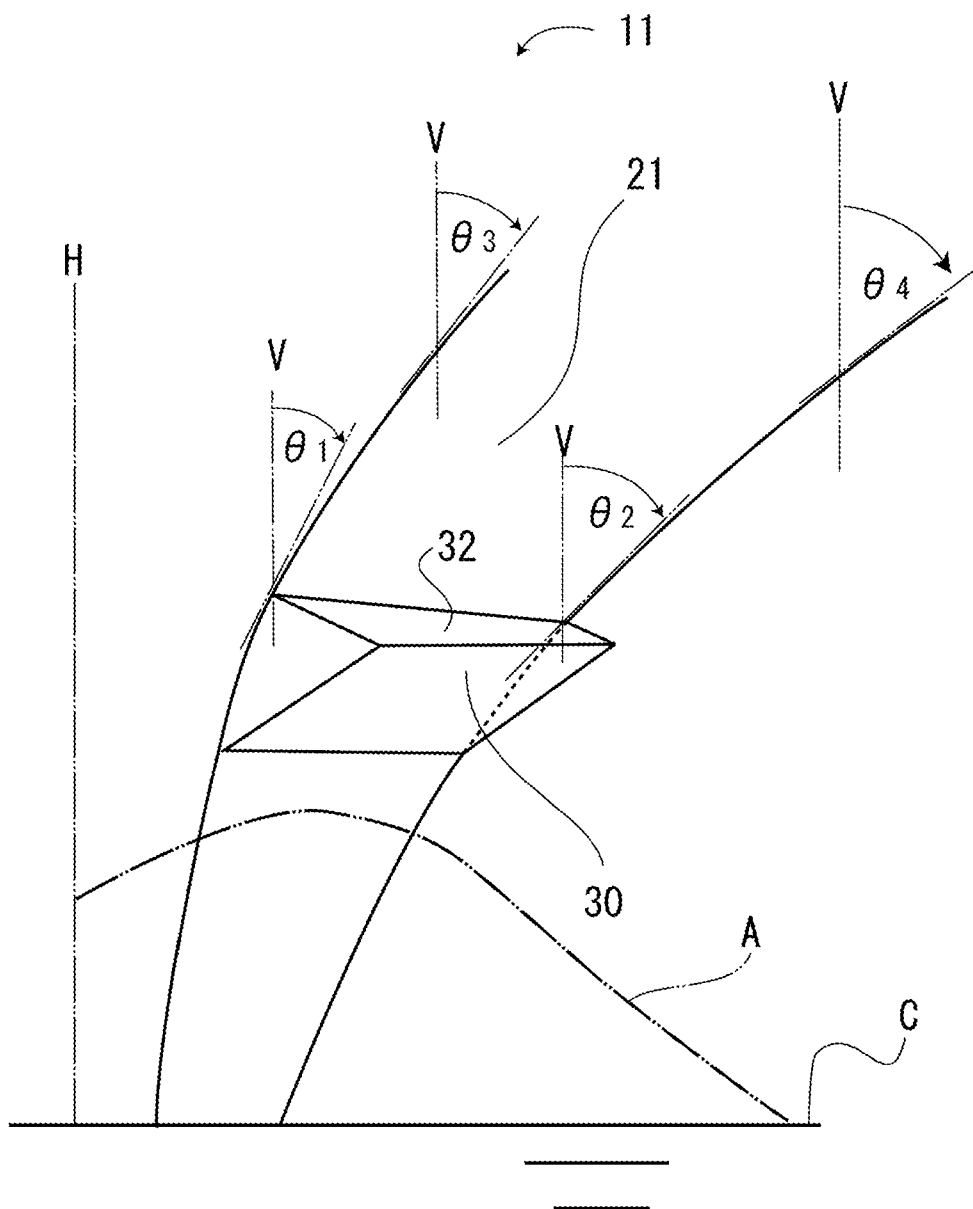
[図13]



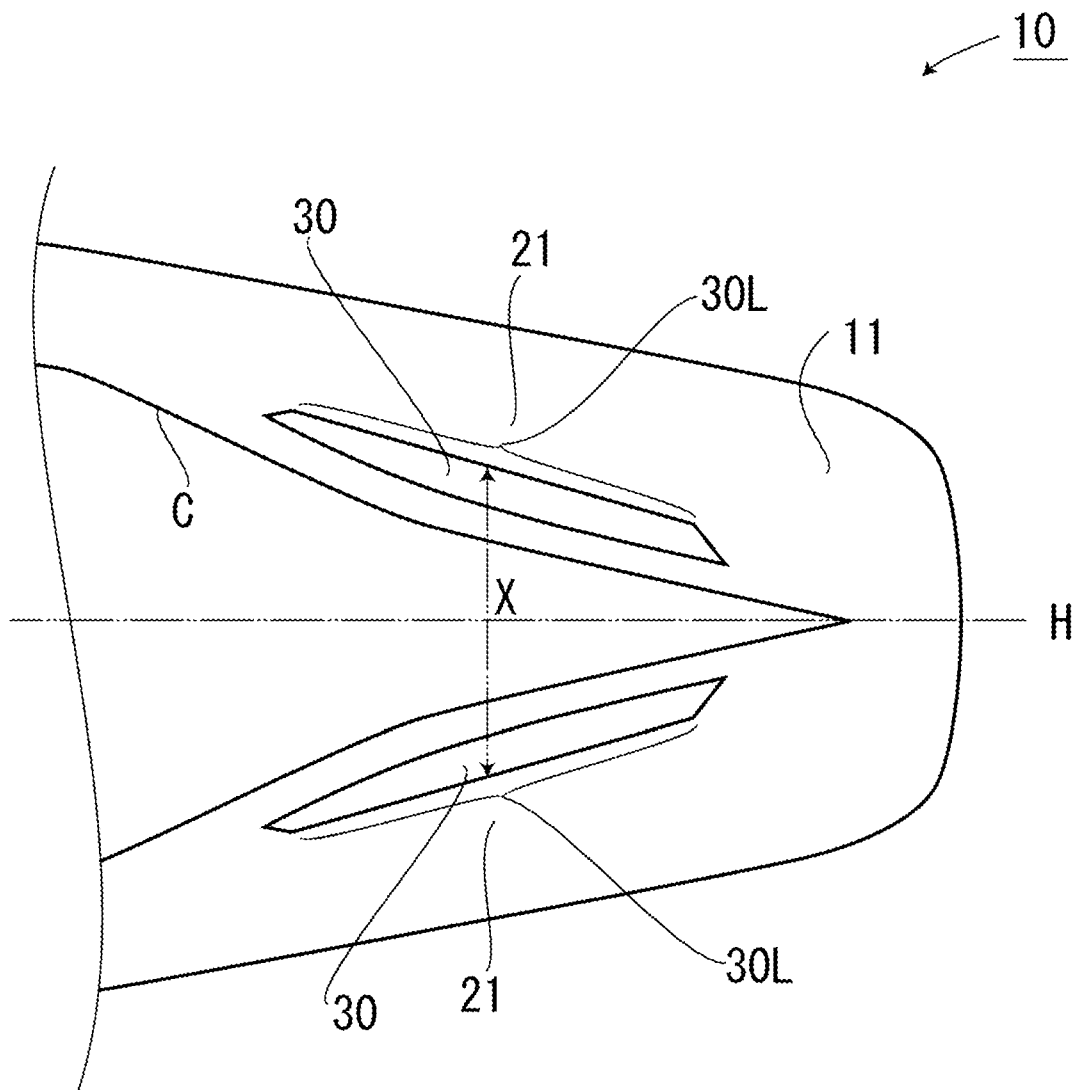
[図14]



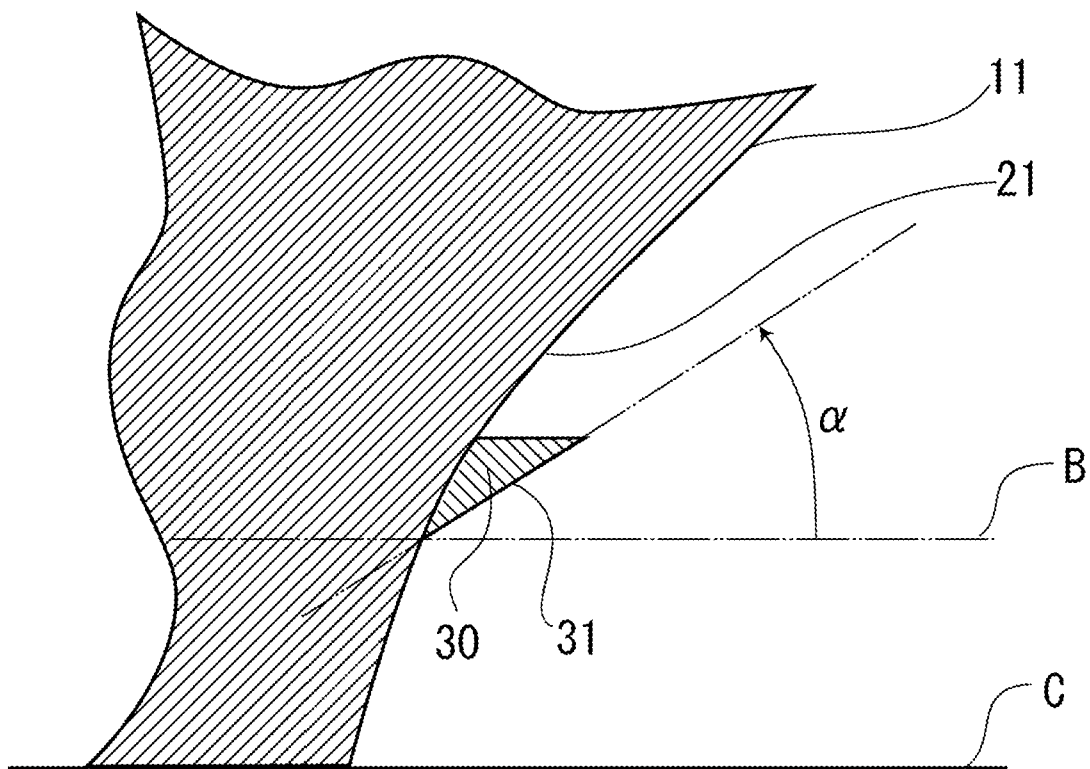
[圖15]



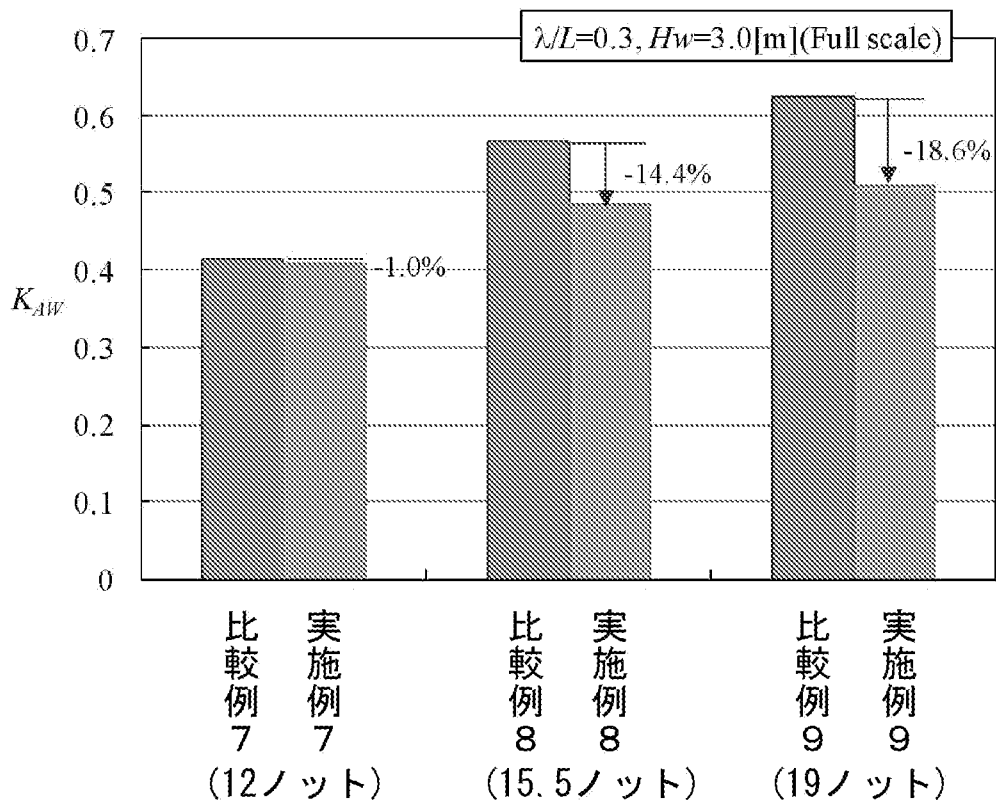
[図16]



[図17]

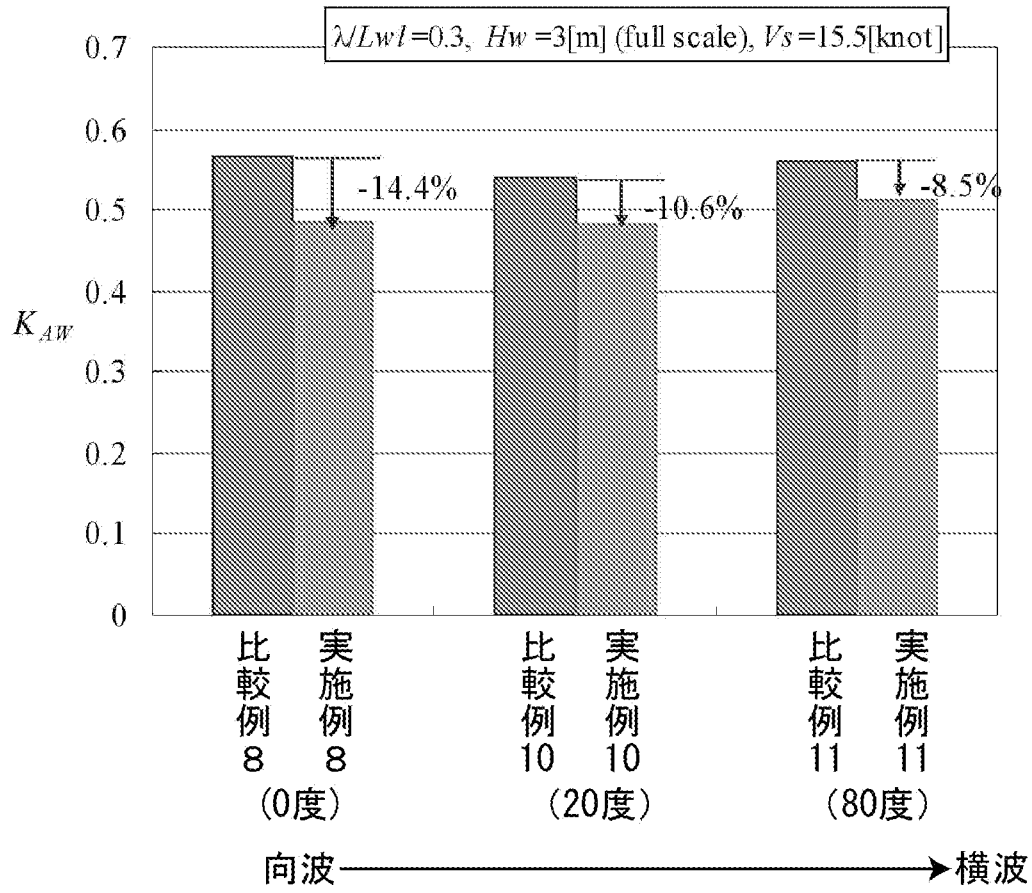


[図18]

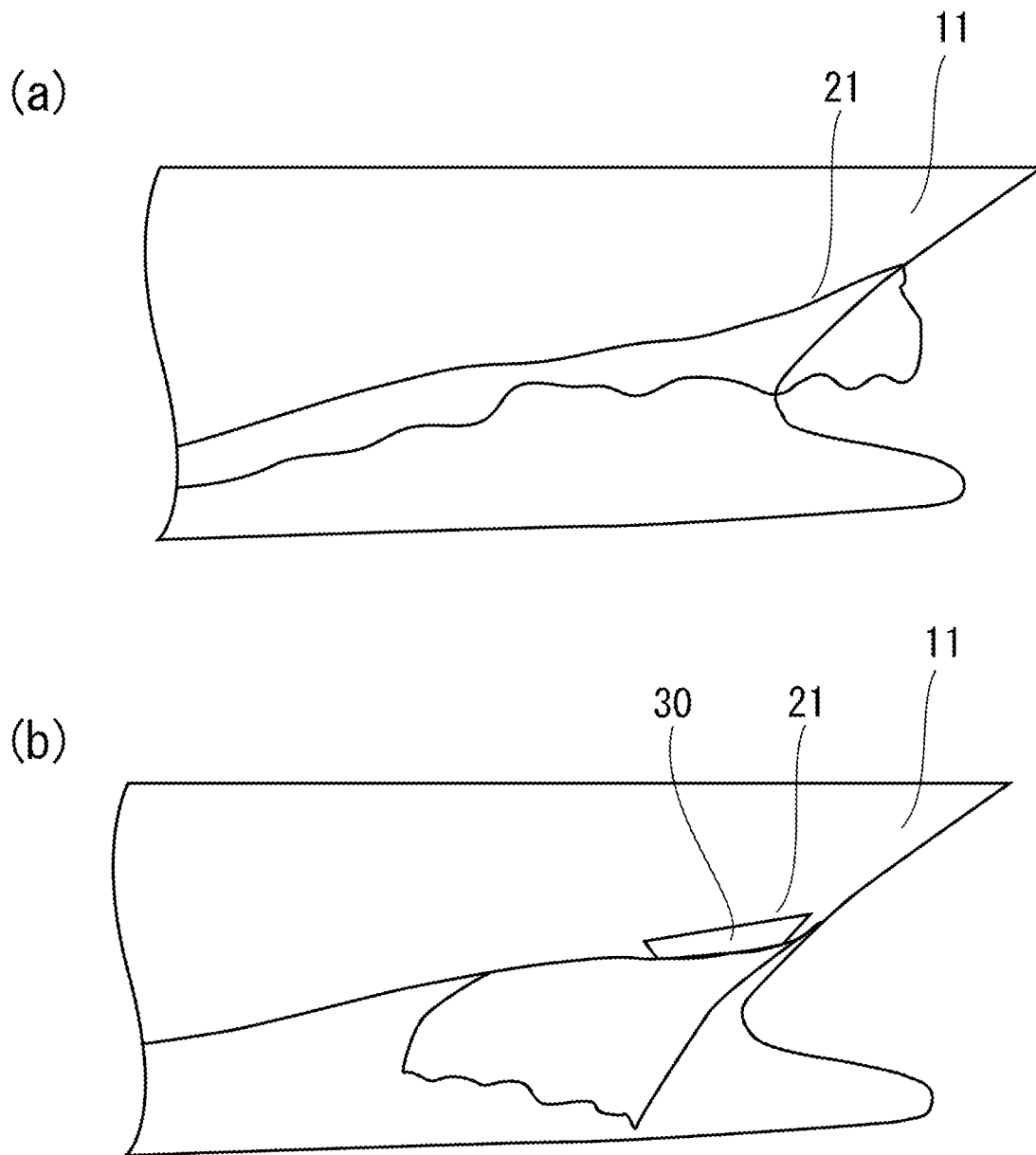




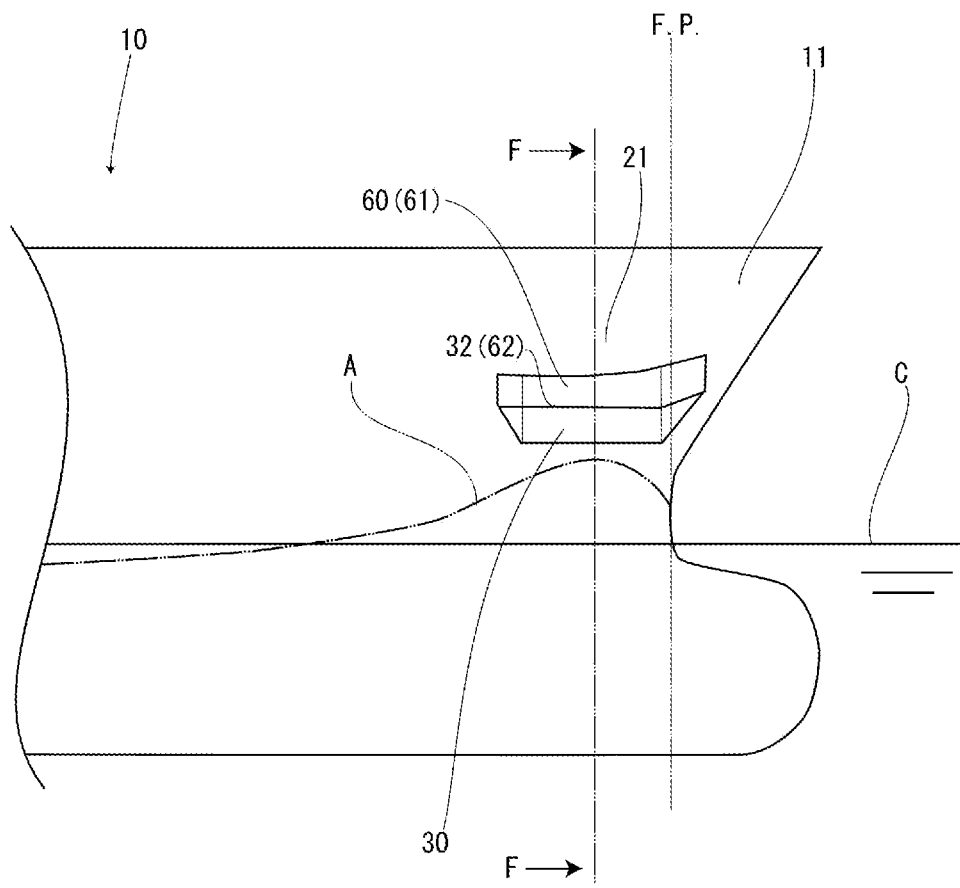
[図19]



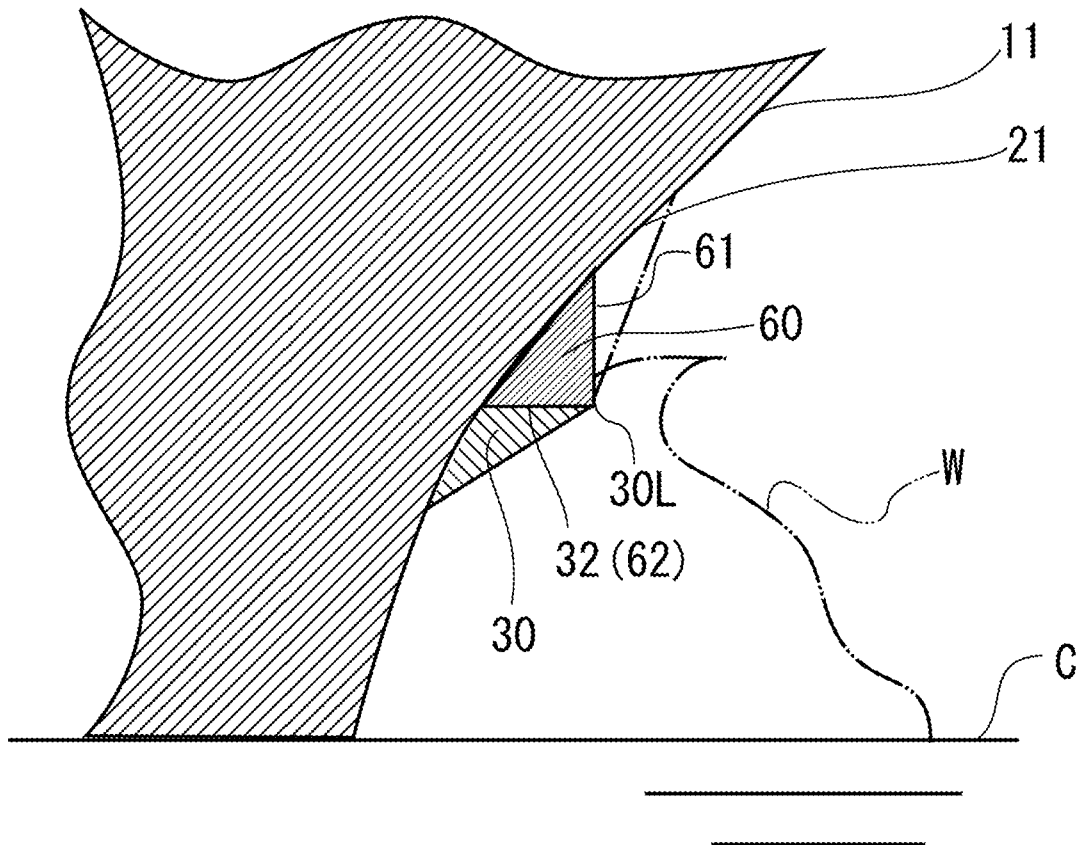
[図20]



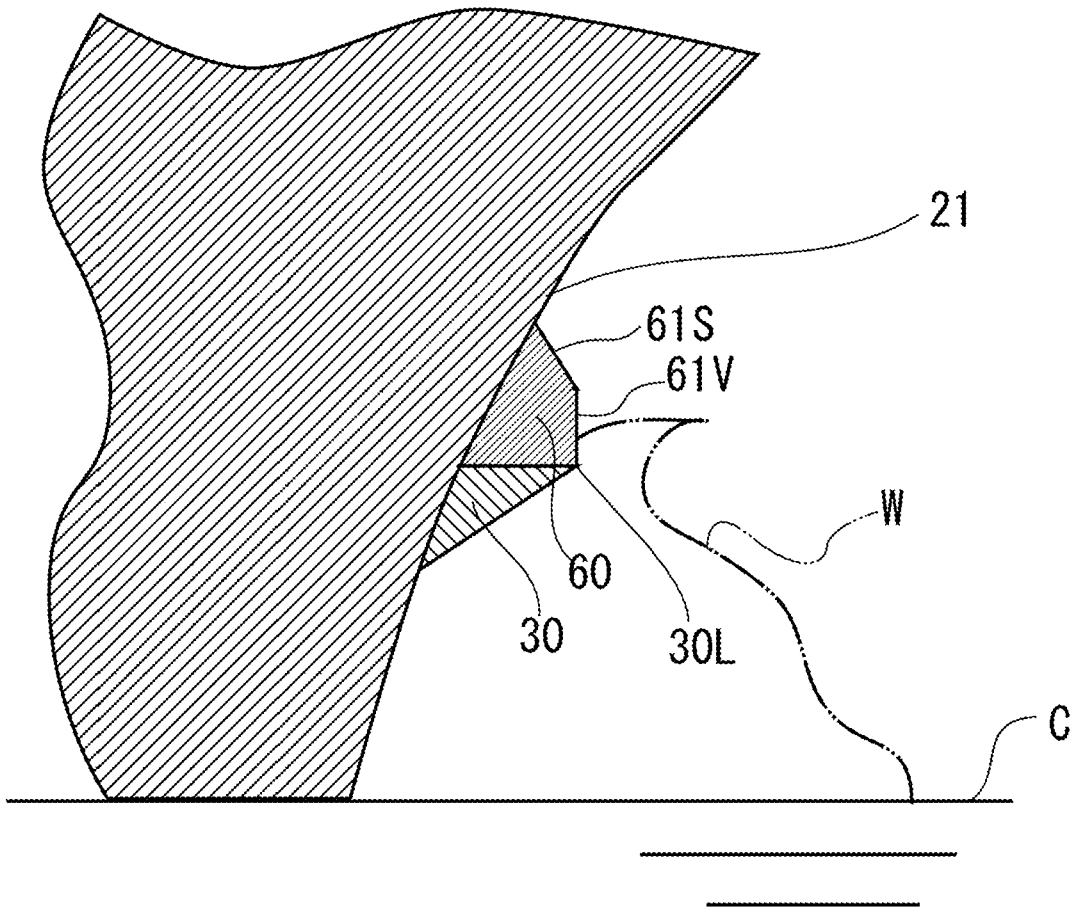
[図21]



[図22]

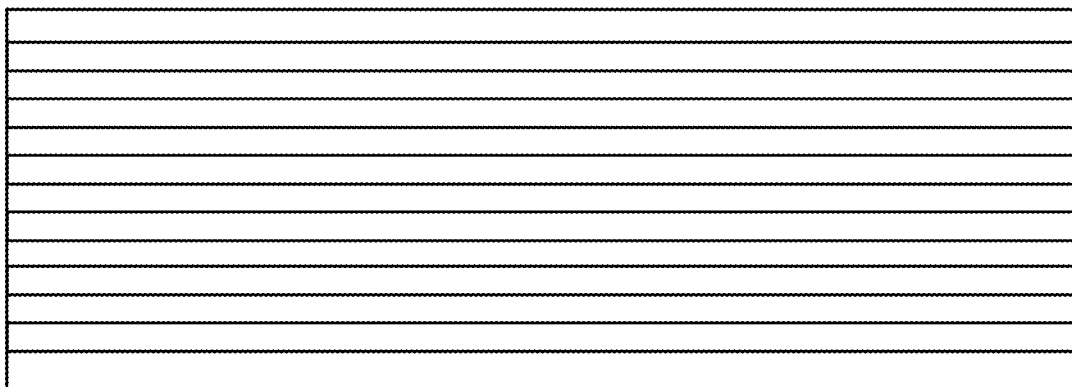


[図23]



[図24]

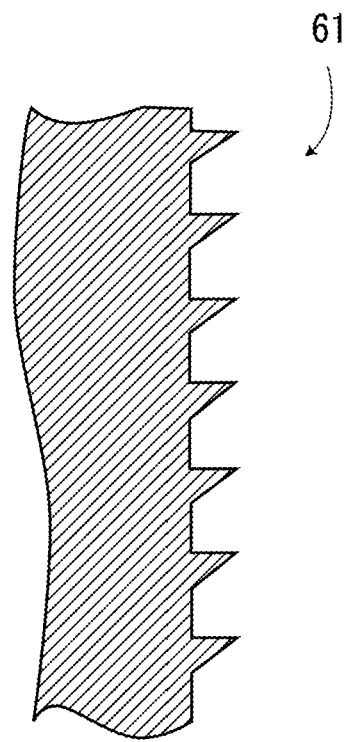
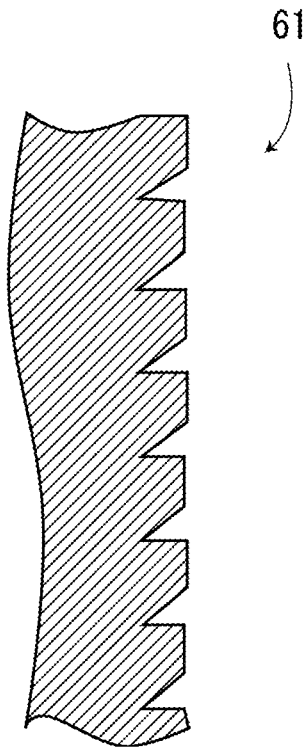
61 (60)



[圖25]

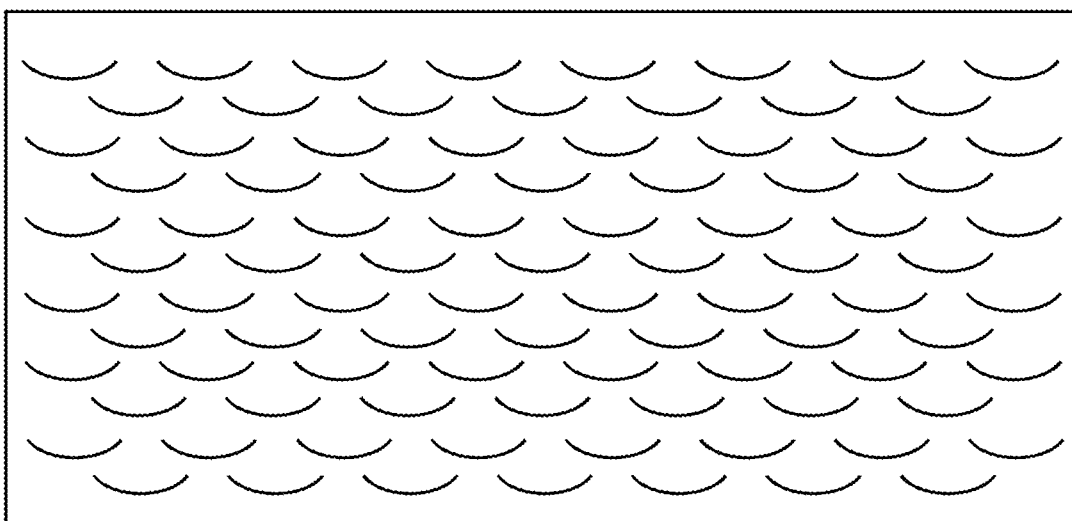
(a)

(b)

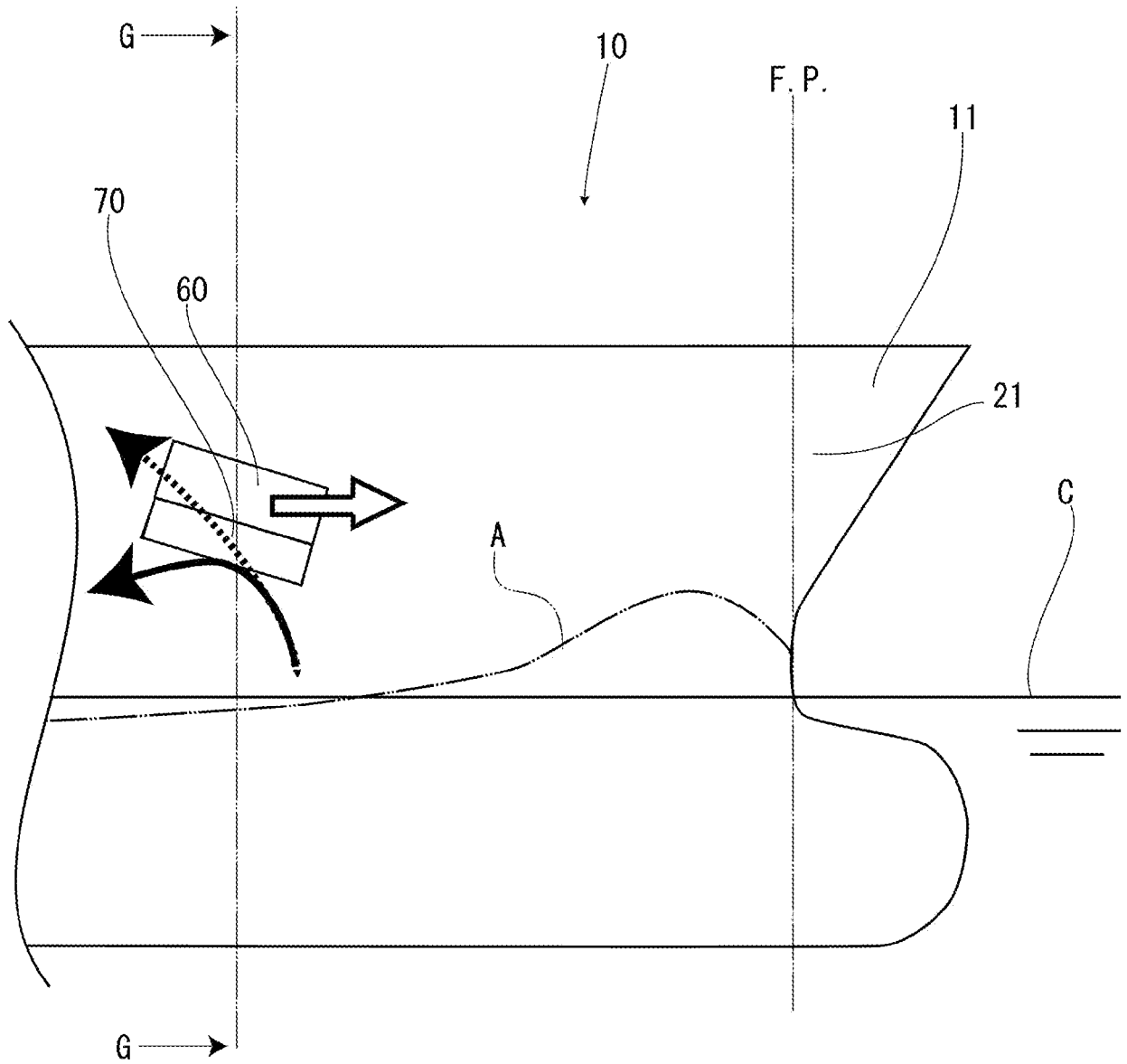


[圖26]

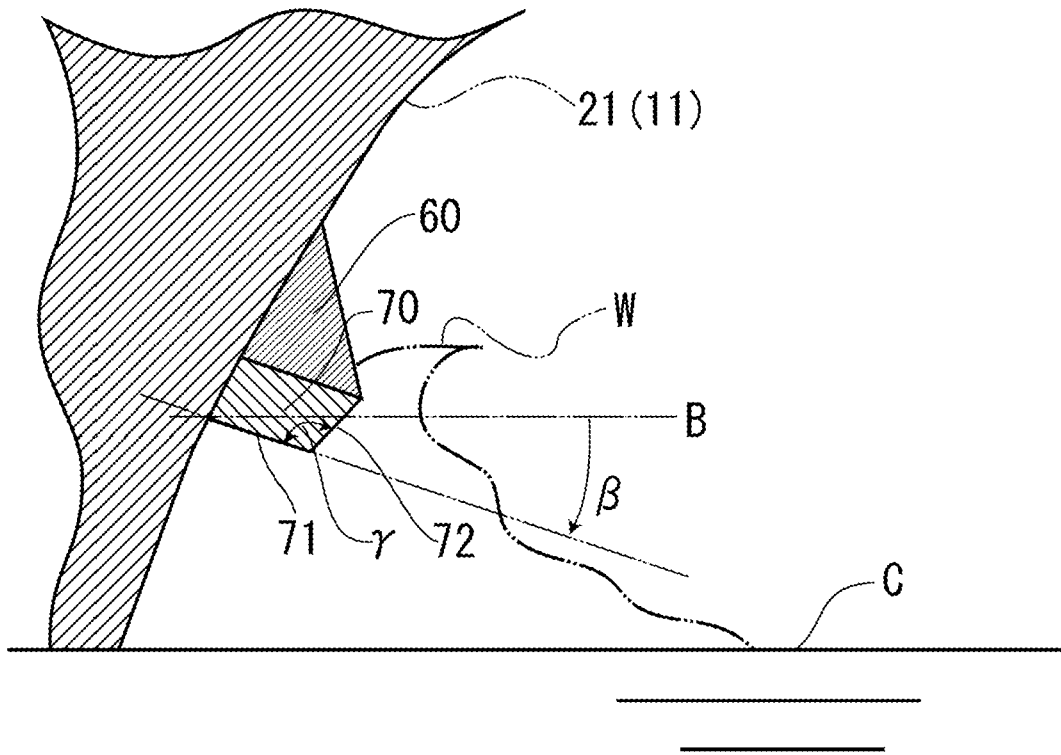
61 (60)



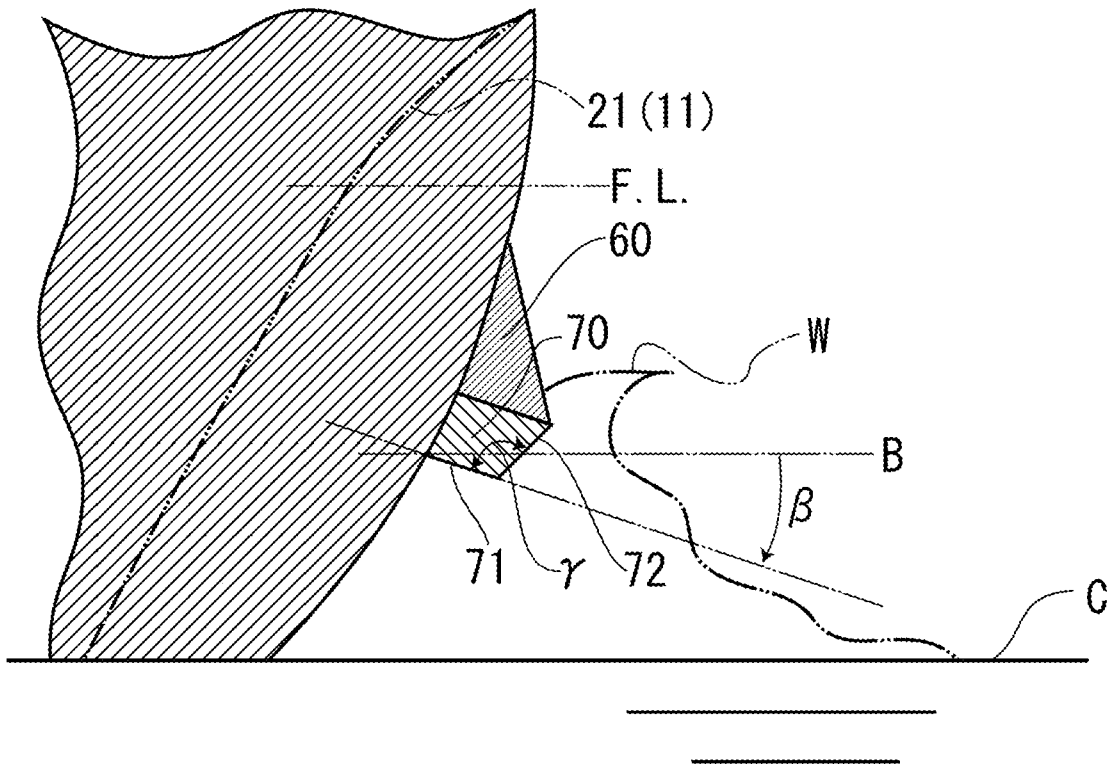
[図27]



[図28]



[図29]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No. PCT/JP2011/001040
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B63B1/32(2006.01) i, B63B1/40(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)  
B63B1/32, B63B1/40

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 2004-136780 A (National Maritime Research Institute),	4, 10-11, 13, 15-16
Y	13 May 2004 (13.05.2004),	5-9, 14, 17-18
A	paragraphs [0025] to [0027], [0033] to [0036]; fig. 1 to 2, 5 to 6 (Family: none)	1-3, 12
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 78054/1984 (Laid-open No. 189486/1985) (NKK Corp.), 16 December 1985 (16.12.1985), fig. 1 to 2 (Family: none)	5, 17-18

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 25 May, 2011 (25.05.11)	Date of mailing of the international search report 07 June, 2011 (07.06.11)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001040

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 171201/1977 (Laid-open No. 95796/1979) (Yanmar Diesel Engine Co., Ltd.), 06 July 1979 (06.07.1979), fig. 3 to 4 (Family: none)	6-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 76880/1973 (Laid-open No. 23880/1975) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 March 1975 (18.03.1975), fig. 1 to 4 (Family: none)	8-9, 14
A	JP 2008-149819 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraphs [0028] to [0029], [0036] (Family: none)	1-3, 12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/001040

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions according to claims 1, 4-8, and 13 comprise a technical feature of "a ship hull structure comprising wave resistance increase minimizing steps that repel waves, the wave resistance increase minimizing steps disposed above a still water level elevation location".

Upon referral to disclosures in the cited reference 1 (JP 2004-136780 A (National Maritime Research Institute) 13 May 2004 (13.05.2004), paragraphs [0025] - [0027], [0033] - [0036], Figs. 1-2, 5-6), however, the technical feature makes no contributions to the prior art, and thus, the technical feature does not constitute a special technical feature. No other similar or comparable technical feature is present among the inventions either.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B63B1/32(2006.01)i, B63B1/40(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. B63B1/32, B63B1/40

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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	JP 2004-136780 A (独立行政法人海上技術安全研究所) 2004.05.13, 段落【0025】 - 【0027】, 【0033】 - 【0036】, 第1-2, 5-6 図 (ファミリーなし)	4, 10-11, 13, 15-16
Y		5-9, 14, 17-18
A		1-3, 12
Y	日本国実用新案登録出願 59-78054 号 (日本国実用新案登録出願公開 60-189486 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (日本鋼管株式会社) 1985.12.16, 第1-2 図 (ファミリーなし)	5, 17-18

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

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、一般的な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

の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

25.05.2011

国際調査報告の発送日

07.06.2011

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)

中田 善邦

3 D

4 6 4 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

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	日本国実用新案登録出願52-171201号(日本国実用新案登録出願公開54-95796号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (ヤンマーディーゼル株式会社) 1979.07.06, 第3-4図 (ファミリーなし)	6-8
Y	日本国実用新案登録出願48-76880号(日本国実用新案登録出願公開50-23880号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1975.03.18, 第1-4図 (ファミリーなし)	8-9, 14
A	JP 2008-149819 A (三井造船株式会社) 2008.07.03, 段落【0028】 - 【0029】, 【0036】 (ファミリーなし)	1-3, 12

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1と請求項4-8、13に係る発明とは、「波を跳ね返す波浪中抵抗増加低減ステップを備え、前記波浪中抵抗増加低減ステップを、静的水位上昇位置よりも上方に設けた波浪中抵抗増加低減ステップを備えた船体構造」という共通の技術的特徴を有する。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1（JP 2004-136780 A（独立行政法人海上技術安全研究所）2004.05.13, 段落【0025】 - 【0027】 , 【0033】 - 【0036】 , 第1-2,5-6図）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。