

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7296107号
(P7296107)

(45)発行日 令和5年6月22日(2023.6.22)

(24)登録日 令和5年6月14日(2023.6.14)

(51)国際特許分類	F I
B 6 3 H 5/16 (2006.01)	B 6 3 H 5/16 D
B 6 3 B 1/08 (2006.01)	B 6 3 H 5/16 C
	B 6 3 B 1/08 Z

請求項の数 12 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-120641(P2019-120641)	(73)特許権者	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	令和1年6月28日(2019.6.28)	(74)代理人	100098545 弁理士 阿部 伸一
(65)公開番号	特開2021-6415(P2021-6415A)	(74)代理人	100087745 弁理士 清水 善廣
(43)公開日	令和3年1月21日(2021.1.21)	(74)代理人	100106611 弁理士 辻田 幸史
審査請求日	令和4年6月16日(2022.6.16)	(74)代理人	100189717 弁理士 太田 貴章
		(72)発明者	一ノ瀬 康雄 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 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 船尾用付加物、船尾用付加物を有した船尾形状、及び船舶

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

船体の船尾に取り付けたプロペラの前方に取り付けられる船尾用付加物であって、前記プロペラのプロペラ軸の上部に主要部を設けた部分円形状を成すダクトと、前記ダクトを前記船尾に取り付ける複数の支柱と、少なくとも前記プロペラ軸の下部に設けた前記船尾に取り付けるフィンとを備え、前記プロペラ軸に対する前記フィンのねじり角を前記支柱のねじり角よりも大きく設定するとともに、前記フィンと前記支柱の断面形状を翼型であって、異なる前記断面形状に形成したことを特徴とする船尾用付加物。

【請求項2】

前記フィンのねじり角を前記プロペラへ向かう流れが対向流となるように前記プロペラとは逆方向にねじって設定したことを特徴とする請求項1に記載の船尾用付加物。

10

【請求項3】

前記支柱が前記プロペラ軸の前後方向のラインに平行に形成されたものであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の船尾用付加物。

【請求項4】

前記支柱の前記翼型のコード長に対する最大翼厚の翼厚比を、前記フィンの前記翼厚比よりも大きく設定したことを特徴とする請求項1に記載の船尾用付加物。

【請求項5】

複数の前記フィンの一部が、前記ダクトの内部に配置されることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の船尾用付加物。

20

【請求項 6】

前記ダクトの外殻よりも前記フィンが突出していることを特徴とする請求項 5 に記載の船尾用付加物。

【請求項 7】

前記ダクトの前記部分円形状が、120度から240度の角度範囲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 項に記載の船尾用付加物。

【請求項 8】

前記ダクトの前記部分円形状が半円筒状を成し、前記船体の後方から前方視した場合にダクト本体の後縁が、前記プロペラの軸心を略中心とする半円を左右両側にずらした上部の中央に平行部を有した形状であることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の船尾用付加物。

10

【請求項 9】

前記ダクトの前記部分円形状の仮想半径が、前記プロペラのプロペラ半径の40%から100%の範囲であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の船尾用付加物。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の船尾用付加物を有した船尾形状であって、前記船体がV型船尾形状を有し、前記ダクトの前記部分円形状を成す前記仮想半径が、前記プロペラ半径の40%から60%の範囲であることを特徴とする船尾用付加物を有した船尾形状。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の船尾用付加物を有した船尾形状であって、前記船体がU型船尾形状を有し、前記ダクトの前記部分円形状を成す前記仮想半径が、前記プロペラ半径の70%から100%の範囲であることを特徴とする船尾用付加物を有した船尾形状。

20

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の船尾用付加物、又は請求項 10 若しくは請求項 11 に記載の船尾用付加物を有した船尾形状を前記船体に備えたことを特徴とする船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船尾用付加物、船尾用付加物を有した船尾形状、及び船舶に関する。

30

【背景技術】

【0002】

船舶における省エネ装置の一つに、プロペラの前方に取り付けられるダクト等の船尾用付加物がある。

特許文献 1 には、船尾のスクリュープロペラの前方に、プロペラ軸を囲むボスから放射状に突出し、プロペラへ流入する流れの向きを、プロペラの回転方向と逆向きに変換するように形成した複数個のフィンを備えたリアクションフィンにおいて、プロペラの翼が下方へ移動する側にあってはフィンのプロペラ軸中心線に対する取付角を後縁上りにボスの取付部からフィンの先端にむかって大きくなるように捻り、翼が上方へ移動する側にあってはフィンの取付角を後縁下りにボスの取付部からフィンの先端まで同一にするとともにフィン間およびフィンとスタンフレームとの間を固着する補強材をプロペラ軸中心線を通る水線面と交叉しないように配設した船舶推進性能向上装置が開示されている。

40

また、特許文献 2 には、流れ案内面部を含み、少なくとも 1 つの第 1 フィンが流れ案内面部から突出し、第 1 フィンの第 1 端部は流れ案内面部に固定されており、第 1 フィンの第 2 端部は自由端として構成されている、船舶の所要駆動力を減らすための装置が開示されている。

また、特許文献 3 には、前方ノズルと、4 つのフィンとを備え、フィンはそれぞれ、内側部分及び外側部分を備え、フィンの内側部分は、プロペラシャフトが取付られたシャフトブラケットから前方ノズルまで延びており、フィンの外側部分は、前方ノズルからフィ

50

ンの自由端まで延びており、フィンは、それぞれの内側部分においてシャフトブラケットに固定して接続され、前方ノズルに固定して接続される、二軸船の所要駆動力を低減する装置が開示されている。

また、特許文献 4 には、船体の船尾に取り付けたプロペラの前方に取り付けられる船尾用ダクトにおいて、ダクト本体を 180 度から 270 度の角度範囲の略円弧状に形成し、船体を後方から前方視した状態でプロペラの上下方向のプロペラ中心線に対してダクト本体のダクト中心線がプロペラの回転方向に傾き角を有するように、ダクト本体を支持手段にて船尾に取り付けることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開昭 58 - 493 号公報

特表 2016 - 520474 号公報

特開 2016 - 175635 号公報

特開 2015 - 221652 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 ~ 特許文献 4 は、ダクトの形状及び配置とフィンの配置に加え、ダクトの支柱のねじり角とフィンのねじり角との関係に着目して省エネ効果を向上させようとするものではない。

そこで本発明は、より省エネ効果の高い船尾用付加物、その船尾用付加物を有した船尾形状、及びそれらを備えた船舶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】

【0005】

請求項 1 記載に対応した船尾用付加物においては、船体の船尾に取り付けたプロペラの前方に取り付けられる船尾用付加物であって、プロペラのプロペラ軸の上部に主要部を設けた部分円形状を成すダクトと、ダクトを船尾に取り付ける複数の支柱と、少なくともプロペラ軸の下部に設けた船尾に取り付けるフィンとを備え、プロペラ軸に対するフィンのねじり角を支柱のねじり角よりも大きく設定するとともに、フィンと支柱の断面形状を翼型であって、異なる断面形状に形成したことを特徴とする。

請求項 1 に記載の本発明によれば、ダクトの主要部をプロペラ軸の上部に設けることで流れの剥離を低減すると共に、プロペラ軸下部のエネルギーをフィンで回収することができる。また、プロペラ軸に対するフィンのねじり角を支柱のねじり角よりも大きく設定することで、効率的に省エネ効果を高めることができる。また、支柱はダクトの構造強度の保証、フィンは推進性能の向上、というそれぞれの目的に合わせて適切な形状に形成しやすくなる。

【0006】

請求項 2 記載の本発明は、フィンのねじり角をプロペラへ向かう流れが対向流となるようにプロペラとは逆方向にねじって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、プロペラの逆転流を形成し、二重反転効果によるプロペラとの干渉により省エネ効果を高めることができる。

【0007】

請求項 3 記載の本発明は、支柱がプロペラ軸の前後方向のラインに平行に形成されたもの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、支柱は、ダクトを支える強度部材であり、かつダクト製造の基準となるものであるから、プロペラ軸の前後方向のラインと平行に形成してねじり角を 0 度とすることで、ダクトを安価に製作することができる。

【0008】

請求項 4 記載の本発明は、支柱の翼型のコード長に対する最大翼厚の翼厚比を、フィンの

10

20

30

40

50

翼厚比よりも大きく設定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、支柱はダクトの構造強度の保証、フィンは推進性能の向上、というそれぞれの目的に合わせて、より一層適切な形状に形成することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 5 に記載の本発明は、複数のフィンの一部が、ダクトの内部に配置されることを特徴とする。

請求項 5 に記載の本発明によれば、フィンをダクトの内部にも設けることで、省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 6 に記載の本発明は、ダクトの外殻よりもフィンが突出していることを特徴とする。 10

請求項 6 に記載の本発明によれば、省エネ効果をより一層高めることができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 7 に記載の本発明は、ダクトの部分円形状が、120度から240度の角度範囲であることを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、プロペラ軸の下方の流れの剥離を低減し、船長方向の推力を得やすくなる。

【 0 0 1 2 】

請求項 8 に記載の本発明は、ダクトの部分円形状が半円筒状を成し、船体の後方から前方視した場合にダクト本体の後縁が、プロペラの軸心を略中心とする半円を左右両側にずらした上部の中央に平行部を有した形状であることを特徴とする。 20

請求項 8 に記載の本発明によれば、ダクトによる省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 9 に記載の本発明は、ダクトの部分円形状の仮想半径が、プロペラのプロペラ半径の40%から100%の範囲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、ダクトを適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 10 に記載に対応した船尾形状においては、船尾用付加物を有した船尾形状であって、船体がV型船尾形状を有し、ダクトの部分円形状を成す仮想半径が、プロペラ半径の40%から60%の範囲であることを特徴とする。 30

請求項 10 に記載の本発明によれば、V型船型においてダクトを適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 11 に記載に対応した船尾形状においては、船尾用付加物を有した船尾形状であって、船体がU型船尾形状を有し、ダクトの部分円形状を成す仮想半径が、プロペラ半径の70%から100%の範囲であることを特徴とする。

請求項 11 に記載の本発明によれば、U型船型においてダクトを適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 12 に記載に対応した船舶においては、船尾用付加物を有した船尾形状を船体に備えたことを特徴とする。 40

請求項 12 に記載の本発明によれば、省エネ効果に優れた船舶を提供することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明の船尾用付加物によれば、ダクトの主要部をプロペラ軸の上部に設けることで流れの剥離を低減すると共に、プロペラ軸下部のエネルギーをフィンで回収することができる。また、プロペラ軸に対するフィンのねじり角を支柱のねじり角よりも大きく設定することで、効率的に省エネ効果を高めることができる。また、フィンと支柱の断面形状を翼型であって、異なる断面形状に形成することで、支柱はダクトの構造強度の保証、フィンは推進性能の向上、というそれぞれの目的に合わせて適切な形状に形成しやすくなる。 50

【 0 0 1 8 】

また、フィンのねじり角をプロペラへ向かう流れが対向流となるようにプロペラとは逆方向にねじって設定した場合には、プロペラの逆転流を形成し、二重反転効果によるプロペラとの干渉により省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 1 9 】

また、支柱がプロペラ軸の前後方向のラインに平行に形成されたものである場合には、支柱は、ダクトを支える強度部材であり、かつダクト製造の基準となるものであるから、プロペラ軸の前後方向のラインと平行に形成してねじり角を0度とすることで、ダクトを安価に製作することができる。

【 0 0 2 0 】

また、支柱の翼型のコード長に対する最大翼厚の翼厚比を、フィンの翼厚比よりも大きく設定した場合には、支柱はダクトの構造強度の保証、フィンは推進性能の向上、というそれぞれの目的に合わせて、より一層適切な形状に形成することができる。

【 0 0 2 1 】

また、複数のフィンの一部が、ダクトの内部に配置される場合には、フィンをダクトの内部にも設けることで、省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 2 2 】

また、ダクトの外殻よりもフィンが突出している場合には、省エネ効果をより一層高めることができる。

【 0 0 2 3 】

また、ダクトの部分円形状が、120度から240度の角度範囲である場合には、プロペラ軸の下方の流れの剥離を低減し、船長方向の推力を得やすくなる。

【 0 0 2 4 】

また、ダクトの部分円形状が半円筒状を成し、船体の後方から前方視した場合にダクト本体の後縁が、プロペラの軸心を略中心とする半円を左右両側にずらした上部の中央に平行部を有した形状である場合には、ダクトによる省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 2 5 】

また、ダクトの部分円形状の仮想半径が、プロペラのプロペラ半径の40%から100%の範囲である場合には、ダクトを適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の船尾形状によれば、V型船型においてダクトを適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の船尾形状によれば、U型船型においてダクトを適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の船舶によれば、省エネ効果に優れた船舶を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の実施形態による船舶の構成図

【 図 2 】 同船尾用付加物の構成図

【 図 3 】 同フィン又は支柱の断面図

【 図 4 】 同船尾線図（船体の肥大度 $C_b = 0.80$ ）

【 図 5 】 同船尾線図（船体の肥大度 $C_b = 0.87$ ）

【 図 6 】 船体の肥大度と区分角度（V型船型とU型船型を分ける角度）との関係を示す図

【 図 7 】 本発明の他の実施形態による船尾用付加物の構成図

【 図 8 】 数値解析に用いた船尾用付加物の構成図

【 図 9 】 同左舷下方に設けたフィンのねじり角を示す図

【 図 10 】 同左舷下方に設けたフィンにおけるねじり角と馬力削減率の関係図

【 図 11 】 同左舷下方に設けたフィンにおけるねじり角と推力減少係数の関係図

10

20

30

40

50

【図 1 2】同左舷上方に設けたフィンのねじり角を示す図

【図 1 3】同左舷上方に設けたフィンにおけるねじり角と馬力削減率の関係図

【図 1 4】同左舷上方に設けたフィンにおけるねじり角と推力減少係数の関係図

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施形態による船尾用付加物、船尾用付加物を有した船尾形状、及び船舶について説明する。

【0031】

図 1 は本実施形態による船舶の構成図である。

船舶 1 において、船体 10 の船尾にはプロペラ 20 が取り付けられている。プロペラ 10 の前方には船尾用付加物 30 が取り付けられている。プロペラ 10 の後方には舵 40 が取り付けられている。また、舵 40 にはフィン型省エネ付加物 50 が設けられている。

なお、「A.P.」は船尾垂線を示し、「F.P.」は船首垂線を示し、「L.P.P.」は船長（垂線間長）を示している。

【0032】

図 2 は本実施形態による船尾用付加物の構成図であり、図 2 (a) は中心角 180 度のダクトを周方向に傾けることなく設けた例を示し、図 2 (b) は中心角 150 度のダクトを周方向に傾けて設けた例を示している。

プロペラ軸 21 は船尾管で支持されており、その周囲は船尾管外殻で覆われている。船体 10 の一部である船尾管部 11 は、船尾管と船尾管外殻で構成されている。

船尾用付加物 30 は、筒状のダクト 31 と、複数の支柱 32 と、複数のフィン 33 を備える。なお、支柱 32 とフィン 33 はそれぞれ複数であってよく、単数であってよく、複数と単数を組み合わせたものであってもよい。

ダクト 31 は、船体 10 の後方から前方視すると円形状ダクトの一部を切り取ったような部分円形状を成し、プロペラ 20 のプロペラ軸 21 の上部に主要部を設けている。ここで、「プロペラ軸 21 の上部に主要部を設け」とは、ダクト 31 の外殻の 1/2 以上がプロペラ軸 21 の上方側にあることをいう。また、ここでいうプロペラ軸 21 は、プロペラ軸 21 の軸心であることが好ましいが、プロペラ軸 21 の上端、又は下端であってもよい。

【0033】

支柱 32 は、ダクト 31 を船体 10 のうちの船尾管部 11 に支持するものであり、ダクト 31 は、支柱 32 を介して船尾に取り付けられている。支柱 32 の断面形状は翼型としている。

支柱 32 は、一方の支柱 32 a と他方の支柱 32 b とからなる。一方の支柱 32 a は、一端が船体 10 の船尾管部 11 に接続され、他端がダクト 31 の一端に接続されている。他方の支柱 32 b は、一端が船体 10 の船尾管部 11 に接続され、他端がダクト 31 の他端に接続されている。なお、支柱 32 の一端は、船尾管部 11 以外の船体 10 の他の部分に接続してもよい。また、3 つ以上の支柱 32 を設けることもできる。

【0034】

フィン 33 は、プロペラ軸 21 の下部に少なくとも一つ設けられる。フィン 33 の断面形状は翼型としている。船体前後方向におけるダクト 31 の位置とフィン 33 の位置は略同一である。

図 2 (a) においては、フィン 33 として、第一フィン 33 a、第二フィン 33 b 及び第三フィン 33 c を船尾管部 11 に取り付けられた例を示している。

第一フィン 33 a 及び第二フィン 33 b は、プロペラ軸 21 の下部でダクト 31 のない箇所に設けられ、第三フィン 33 c はプロペラ軸 21 の上部に設けられている。第一フィン 33 a 及び第二フィン 33 b は、一端は船体 10 と接続しており、プロペラ軸 21 よりも下方に位置する他端は他部材と接続していない。すなわち、第一フィン 33 a 及び第二フィン 33 b は、片持状態で取り付けられている。

第三フィン 33 c は、一端は船体 10 と接続しており、プロペラ軸 21 よりも上方に位置する他端はダクト 31 の外殻から突き出ている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 2 (b) においては、フィン 3 3 として、第一フィン 3 3 d 及び第二フィン 3 3 e を船尾に取り付けた例を示している。第一フィン 3 3 d はプロペラ軸 2 1 の下部でダクト 3 1 のない箇所に設けられ、第二フィン 3 3 e はプロペラ軸 2 1 と同じ高さでダクト 3 1 のない箇所に設けられている。第一フィン 3 3 d 及び第二フィン 3 3 e は、一端は船体 1 0 と接続しており、プロペラ軸 2 1 よりも下方又は側方に位置する他端は他部材と接続していない。すなわち、第一フィン 3 3 d 及び第二フィン 3 3 e は、片持状態で取り付けられている。

【 0 0 3 6 】

ダクト型の省エネ付加物を設けることによる省エネ効果の要因は、ダクトが船体推進方向に出す推力である。そして、殆どの推力はダクト上部で出される。ここで、仮にダクトを円形状とした場合には、ダクト下部で流れが剥離してしまい推力が減少して性能悪化の懸念がある。特に、本実施形態のように、舵 4 0 にフィン型省エネ付加物 5 0 を設けている場合には、舵 4 0 の前方に円形状ダクトを設置すると、円形状ダクトの下部（プロペラ軸 2 1 よりも下側）で流れが大規模に剥離してフィン型省エネ付加物 5 0 への流れが阻害されることによりフィン型省エネ付加物 5 0 の性能が悪化してしまう。

そこで本実施形態では、ダクト 3 1 を円形状ではなく部分円形状とし、ダクト 3 1 の大部分（少なくとも 1 / 2 以上、好ましくは 3 / 4 以上）をプロペラ軸 2 1 よりも上方に設けることで、流れの剥離を低減させ省エネ効果を高めている。また、プロペラ軸 2 1 の下部には下方へ向けて配置されるフィン 3 3 を設けることで、プロペラ軸 2 1 の下方におけるエネルギーを回収し、さらに省エネ効果を高めている。なお、図 2 (b) に示すように、ダクト 3 1 の一部がプロペラ軸 2 1 よりも下方にある場合であっても、ダクト 3 1 が配置されていない位置にフィン 3 3 を設けることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

プロペラ軸 2 1 に対するフィン 3 3 のねじり角は、プロペラ軸 2 1 に対する支柱 3 2 のねじり角よりも大きく設定している。

ここで、プロペラ軸 2 1 に対するフィン 3 3 のねじり角は、フィン 3 3 の翼断面の翼弦線（コードライン）とプロペラ軸 2 1 との角度と定義する。フィン 3 3 の翼断面の翼弦線とプロペラ軸 2 1 が平行なときが 0 度で、プロペラ 2 0 が作る流れと反対方向の流れを作るねじり角の方向を正とする。なお、フィン 3 3 の翼断面の翼弦線とプロペラ軸 2 1 との角度は、2 つのベクトルの内積から角度が一意に算定される。

同様に、プロペラ軸 2 1 に対する支柱 3 2 のねじり角は、支柱 3 2 の翼断面の翼弦線とプロペラ軸 2 1 との角度と定義する。

支柱 3 2 をねじることによる省エネ効果は、フィン 3 3 をねじることによる省エネ効果よりも小さい。また、支柱 3 2 はダクト 3 1 を支える強度部材であり、かつダクト 3 1 を製造する際の基準となるため、ねじり角を小さくすることで製作コストを抑えることができる。

一方、フィン 3 3 は、ダクト 3 1 を支える強度部材ではない。また、フィン 3 3 は、一翼ずつ製作して、一端を船体 1 0 に溶接等で接合する際にねじり角を設定できるので、流れに対して適切な翼性能を発揮する角度に容易にねじり角を設定できる。

したがって、プロペラ軸 2 1 に対するフィン 3 3 のねじり角を支柱 3 2 のねじり角よりも大きく設定することで、効率的に省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 3 8 】

フィン 3 3 のねじり角は、プロペラの逆転流を作る必要からプロペラ 2 0 へ向かう流れが対向流となるようにプロペラ 2 0 とは逆方向にねじり角を設定することが好ましい。

これによりプロペラ 2 0 の逆転流を形成し、二重反転効果によるプロペラ 2 0 との干渉により省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 3 9 】

図 2 (a) に示す第三フィン 3 3 c のように、複数のフィン 3 3 の一部は、ダクト 3 1 の内部に配置することができる。フィン 3 3 を複数設ける場合は、一部のフィン 3 3 をダ

10

20

30

40

50

ダクト 3 1 の内部にも設けることで、省エネ効果を高めることができる。

この場合において、ダクト 3 1 の内部に配置したフィン 3 3 c は、ダクト 3 1 の外殻よりも突出させてもよい。これにより、省エネ効果をより一層高めることができる。なお、フィン 3 3 c は、ダクト 3 1 の外殻よりも突出する部分と、ダクト 3 1 の内部に配置する部分を構造的に別体で構成することもできる。この場合、外殻よりも突出する部分と、ダクト 3 1 の内部に配置する部分をずらして配置することもできる。

【 0 0 4 0 】

支柱 3 2 は、プロペラ軸 2 1 の前後方向のラインに平行に形成することで、ねじり角を無し (0 度) とすることが好ましい。

上述のように、支柱 3 2 は、ねじることによる省エネ効果は小さく、支柱 3 2 の配置によっては、ねじり角を設けると、ねじり角を 0 度とする場合よりも性能が悪化することもある。よって、支柱 3 2 のねじり角を 0 度とすることで、省エネ効果の低下を防止できる。また、支柱 3 2 は、ダクト 3 1 を支える強度部材であり、かつダクト製造の基準となるものであるから、支柱 3 2 のねじり角を 0 度とすることで、ダクト 3 1 を安価に製作することができる。

【 0 0 4 1 】

図 3 は本実施形態によるフィン又は支柱の断面図である。

上述のように、支柱 3 2 及びフィン 3 3 の断面形状は共に翼型として推進性能を向上させているが、支柱 3 2 の断面形状とフィン 3 3 の断面形状は異ならせることが好ましい。なお、支柱 3 2 の断面形状は矩形や楕円形等の翼型以外の形状としたり、翼型や翼型以外の形状を組み合わせて構成することも可能である。

支柱 3 2 とフィン 3 3 とで断面形状を異ならせることで、支柱 3 2 はダクト 3 1 の構造強度の保証、フィン 3 3 は推進性能の向上、というそれぞれの目的に合わせて適切な形状に形成しやすくなる。

【 0 0 4 2 】

また、支柱 3 2 の翼型のコード長 A に対する最大翼厚 B の翼厚比を、フィン 3 3 の翼厚比よりも大きく設定することが好ましい。

これにより、支柱 3 2 はダクト 3 1 の構造強度の保証、フィン 3 3 は推進性能の向上、というそれぞれの目的に合わせて、より一層適切な形状に形成することができる。

また、支柱 3 2 は、ダクト 3 1 の構造強度の保証という観点から、一端から他端にかけて翼厚比の変化がない一定の厚さとするのがさらに好ましい。

また、片持ち状態で保持されるフィン 3 3 は、船体 1 0 に取り付けられている一端から自由端である他端に向かうにつれ翼厚比が小さくなるように変化させることが好ましい。これによりフィン 3 3 を軽量化することができる。なお、フィン 3 3 を複数有する場合、それぞれのフィン 3 3 の翼厚比を同一とすることも異ならすこともできる。また、それぞれのフィン 3 3 のねじり角を同一とすることも異ならせることもできる。それぞれのフィン 3 3 のねじり角を異ならせる場合、フィン 3 3 の最小のねじり角よりも支柱 3 2 のねじり角を小さくすることが好ましい。

【 0 0 4 3 】

ダクト 3 1 の部分円形状は、120 度から 240 度の角度範囲であることが好ましい。

ダクト 3 1 の中心角を 120 度から 240 度の範囲とすることにより、プロペラ軸 2 1 の下方の流れの剥離を低減し、船長方向の推力を得やすくなる。

【 0 0 4 4 】

ダクト 3 1 の部分円形状の仮想半径 r (図 2 参照) は、プロペラ 2 0 のプロペラ半径の 40 % から 100 % の範囲であることが好ましい。

これにより、ダクト 3 1 を適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 4 5 】

また、船体 1 0 が V 型船尾形状を有する場合には、ダクト 3 1 の部分円形状を成す仮想半径 r が、プロペラ半径の 40 % から 60 % の範囲とすることが好ましい。

これにより、V 型船型においてダクト 3 1 を適切な大きさにして省エネ効果を高めるこ

10

20

30

40

50

とができる。

【 0 0 4 6 】

また、船体 1 0 が U 型船尾形状を有する場合には、ダクト 3 1 の部分円形状を成す仮想半径 r が、プロペラ半径の 7 0 % から 1 0 0 % の範囲とすることが好ましい。

これにより、U 型船型においてダクト 3 1 を適切な大きさにして省エネ効果を高めることができる。

【 0 0 4 7 】

ここで V 型船型と U 型船型の定義について説明する。図 4 は、本実施形態において船体 1 0 の肥大度 C_b が 0 . 8 0 の場合の例であり、船体 1 0 を前後方向（船長方向）に輪切りにしたときにできる曲面の断面を示す船尾線図である。なお、肥大度 C_b は、船体 1 0 の排水量を、船長と船幅と喫水で乗算した値で除して得られる無次元数である。

図 4 において、線 1 0 0 は U 型船型を示し、線 1 1 0 は V 型船型を示している。線 1 2 0 は U 型線型と V 型船型とを分ける線であり、線 1 3 0 はプロペラ 2 0 のプロペラ軸（軸心）2 1 と水平な線である。

また、「A . P .」は舵 4 0 の回転の中心を通る垂直線である船尾垂線の位置を示し、「S . S .」は、垂線間長（船長）L . P . P . 全体を 1 0 としたときの船尾垂線 A . P . から位置を示す。すなわち、「S . S . 1」は、船尾垂線 A . P . から垂線間長 L . P . P . の 1 0 % 前方の位置である。

なお、「S . S . 1 / 2」と船尾垂線 A . P . の位置における線 1 0 0 及び線 1 1 0 は省略している。

この図 4 のように、船体 1 0 の肥大度 C_b が 0 . 8 0 の場合は、線 1 3 0 と、「S . S . 1」の位置において線 1 0 0 と線 1 1 0 が交わる点を通る線 1 0 0 又は線 1 1 0 の接線との成す接線角度 θ_1 、 θ_2 が、8 4 度を超える場合の船型を U 型船型、8 4 度以下の場合の船型を V 型船型と定義している。なお、図 4 においては U 型船型の線 1 0 0 の接線角度 θ_1 は 9 2 度であり、V 型船型の線 1 1 0 の接線角度 θ_2 は 8 2 度である。

図 5 は、本実施形態において船体 1 0 の肥大度 C_b が 0 . 8 7 の場合の例であり、船体 1 0 を前後方向（船長方向）に輪切りにしたときにできる曲面の断面を示す船尾線図である。円 1 4 0 はプロペラ円を示している。なお、図 4 で説明した事項と実質的に同様な点は、説明を省略する。

この図 5 のように、船体 1 0 の肥大度 C_b が 0 . 8 7 の場合は、線 1 3 0 と、「S . S . 1」の位置において線 1 0 0 と線 1 1 0 が交わる点を通る線 1 0 0 又は線 1 1 0 の接線との成す接線角度 θ_1 、 θ_2 が、5 7 度を超える場合の船型を U 型船型、5 7 度以下の場合の船型を V 型船型と定義している。なお、図 5 においては U 型船型の線 1 0 0 の接線角度 θ_1 は 7 5 度であり、V 型船型の線 1 1 0 の接線角度 θ_2 は 4 0 度である。

このように、V 型船型と U 型船型は、船尾垂線 A . P . から船長（垂線間長）L . P . P . の 1 0 % 前方の位置における船体 1 0 のプロペラ軸（軸心）2 1 を通る水平な線と船体 1 0 の接線との成す接線角度と、船体 1 0 の肥大度 C_b により区分して定義される。

図 6 (a)、(b) は、船体 1 0 の肥大度 C_b と区分角度（V 型船型と U 型船型を分ける角度）との関係を示す図である。

図 6 (a) において、船体 1 0 の肥大度 C_b と、船尾垂線 A . P . から船長（垂線間長）L . P . P . の 1 0 % 前方の位置における船体 1 0 のプロペラ軸（軸心）2 1 を通る水平な線 1 3 0 と船体 1 0 の接線との成す接線角度 θ_1 、 θ_2 が、線 1 5 0 以下となるものを V 型船尾形状（V 型船型）として定義して取り扱う。肥大度 C_b が 0 . 7 8 3 以下では、区分角度である 9 0 度以下の接線角度のものが V 型船尾形状に相当する。また、肥大度 C_b が 0 . 7 8 3 を超え 0 . 9 1 4 未満の範囲においては、区分角度 = $-342.86C_b + 358.29$ により得られる数値の区分角度以下が、V 型船尾形状に相当する。また、肥大度 C_b が 0 . 9 1 4 以上では、区分角度である 4 5 度以下のものが V 型船尾形状に相当する。なお、図 6 (b) の数値は、より簡便に肥大度と V 型船型と U 型船型の関係を区別するためのものであり、実際は肥大度 C_b 、区分角度とも各数値の間の値を取ることできる。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

図7は、本発明の他の実施形態による船尾用付加物の構成図である。なお、上記した実施形態と同一構成要素については重複説明を省略する。

本実施形態では、ダクト31の部分円形状が半円筒状を成し、船体10の後方から前方視した場合にダクト本体の後縁が、プロペラ20の軸心を略中心とする半円を左右両側にずらした上部の中央に平行部34を有した形状としている。図7において点線で示す円及び円は、ダクト本体の後縁の半円の仮想内周を示している。円及び円は、プロペラ20の軸心(プロペラ軸)21を略中心とする円を左右両側にずらしたものであり、ダクト本体は、円及び円の一部を構成する半円に平行部34を連ねて外殻を構成して形成される。

これにより、ダクト31による省エネ効果を高めることができる。特にダクト31を周方向に傾けないで取り付けられる場合に有効である。

なお、平行部34は、ほぼ平らな形状であり、ダクト31を周方向に傾けないで取り付けられた状態において略水平となる。平行部34の左右水平方向の幅Wは、プロペラ20の直径の5%以上25%以下とすることが好ましい。

【0049】

次に、プロペラ軸21に対するフィン33のねじり角と支柱32のねじり角との関係を数値解析した結果について説明する。

数値解析においては、3次元の非圧縮性レイノルズ平均ナビエ・ストークス方程式を離散的に解いて、船体10周りの流場をシミュレーションした。使用した計算格子は850万セル程度の非構造格子であり、船長6m相当の模型船周りの流場をシミュレーションした。

【0050】

図8は、数値解析に用いた船尾用付加物の構成図である。なお、プロペラ20は図示を省略している。

ダクト31は、ダクト本体が180度の略円弧状に形成されており、周方向に傾けることなく設けている。ダクト31は、一方の支柱32aと他方の支柱32bによって船体10に支持されている。左舷下方の第一フィン33a及び右舷下方の第二フィン33bは、プロペラ軸21の下部でダクト31のない箇所に設けられ、左舷上方の第三フィン33cはプロペラ軸21の上部に設けられている。

ダクト31の支柱32のねじり角は0度に設定し、左舷下方の第一フィン33a及び左舷上方の第三フィン33cのねじり角をそれぞれ-10度から+15度の範囲で変化させ、そのときの船尾用付加物の効果による実船の馬力削減率を数値シミュレーションで推定した。

なお、左舷下方の第一フィン33a及び左舷上方の第三フィン33cの標準ねじり角は共に5度とし、馬力削減率の基準は、左舷下方-10度、左舷上方5度の馬力算定結果とした。これは、標準の左舷下方5度、左舷上方5度の条件では計算が発散し、結果がないためである。

【0051】

図9は、左舷下方に設けたフィンのねじり角を示す図である。図10は、左舷下方に設けたフィンにおけるねじり角と馬力削減率の関係図である。図11は、左舷下方に設けたフィンにおけるねじり角と推力減少係数の関係図である。

まず、図9に示すように、左舷下方の第一フィン33aのねじり角を-10度から15度まで変更し、そのときの馬力削減率を算定した。なお、右舷下方の第二フィン33bのねじり角、及び左舷上方の第三フィン33cのねじり角は、5度に固定とした。

結果は、図10に示すように、6度程度で馬力削減率が最大となり、2度から10度で好ましい馬力削減率が得られた。なお、計算結果の不安定性を考慮し結果を2次関数で補間している。

また、これらの馬力削減効果の要因は、図11に示すように、ダクト31及びフィン33が船体推進方向へ発生させる推力により改善する推力減少係数(1-t)の改善である。

【0052】

10

20

30

40

50

図 1 2 は、図 9 とは反対側から見た左舷上方に設けたフィンのねじり角を示す図である。図 1 3 は、左舷上方に設けたフィンにおけるねじり角と馬力削減率の関係図である。図 1 4 は、左舷上方に設けたフィンにおけるねじり角と推力減少係数の関係図である。

次に、図 1 2 に示すように、左舷上方の第三フィン 3 3 c のねじり角を - 5 度と 1 5 度に変更し、そのときの馬力削減率を算定した。なお、左舷下方の第一フィン 3 3 a のねじり角、及び右舷下方の第二フィン 3 3 b のねじり角は、5 度に固定とした。

結果は、図 1 3 に示すように、1 5 度で馬力削減率が最大となった。

これらの馬力削減効果の要因は、先ほどと同様に、図 1 4 に示すように、ダクト 3 1 及びフィン 3 3 が船体推進方向へ発生させる推力により改善する推力減少係数 (1 - t) の改善である。

【 0 0 5 3 】

数値解析の結果、馬力削減率は、左舷下方の第一フィン 3 3 a、及び左舷上方の第三フィン 3 3 c とともに、6 度から 1 5 度程度の正の角度で高いことが分かる。支柱 3 2 は上述のように製造上の観点等から 0 度であることが好ましいことから、プロペラ軸 2 1 に対するフィン 3 3 のねじり角を支柱 3 2 のねじり角よりも大きくすることで、効率的に省エネ効果を高めることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 4 】

本発明の船尾用付加物、船尾用付加物を有した船尾形状、及び船舶は、1 軸船のみならず 2 軸船や他軸船にも適用可能であり、また、単胴船のみならず双胴船や多胴船にも適用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

- 1 船舶
- 1 0 船体
- 2 0 プロペラ
- 2 1 プロペラ軸
- 3 0 船尾用付加物
- 3 1 ダクト
- 3 2 支柱
- 3 3 フィン
- 3 4 平行部
- A コード長
- B 最大翼厚
- r 仮想半径

10

20

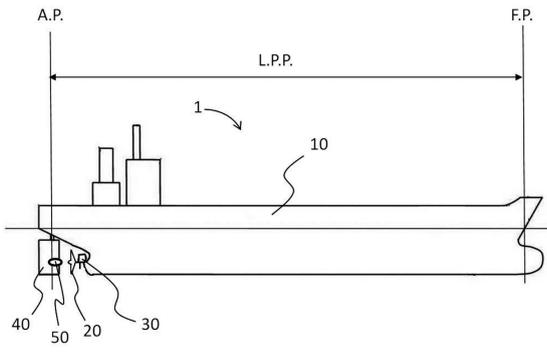
30

40

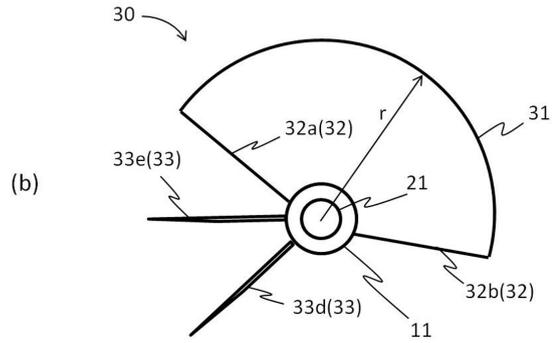
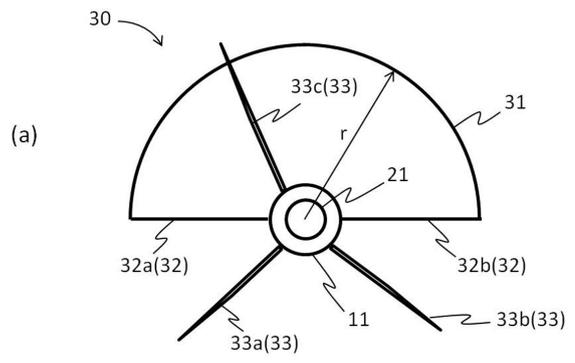
50

【 図面 】

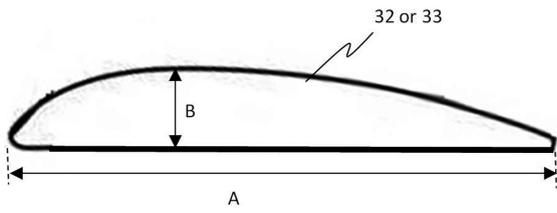
【 図 1 】



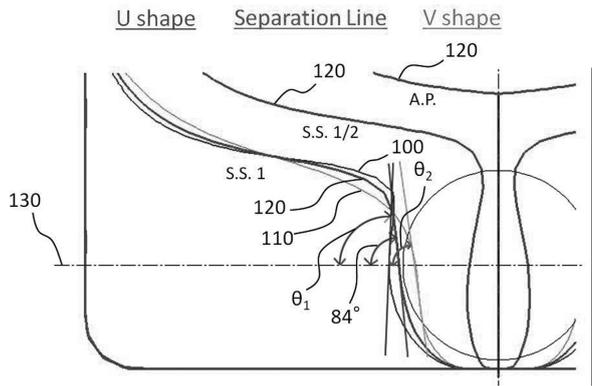
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

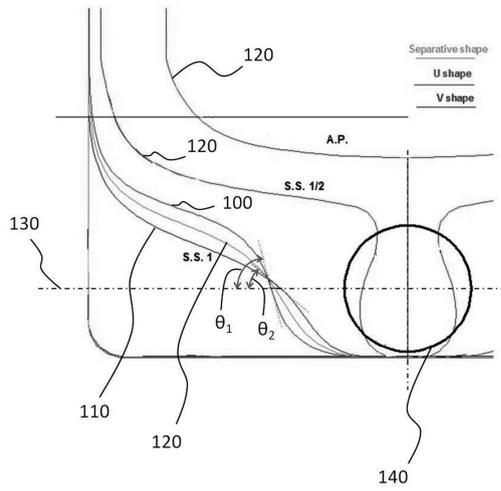
20

30

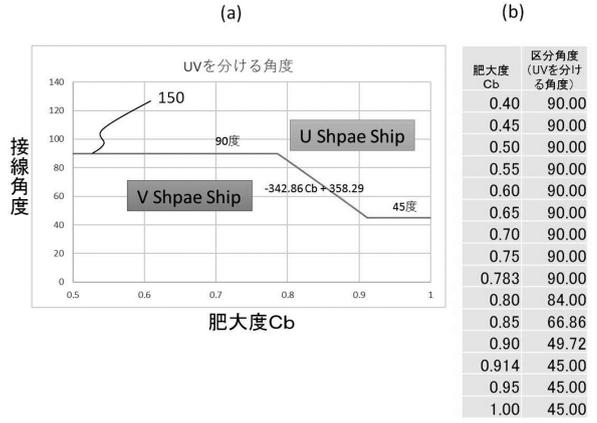
40

50

【 図 5 】

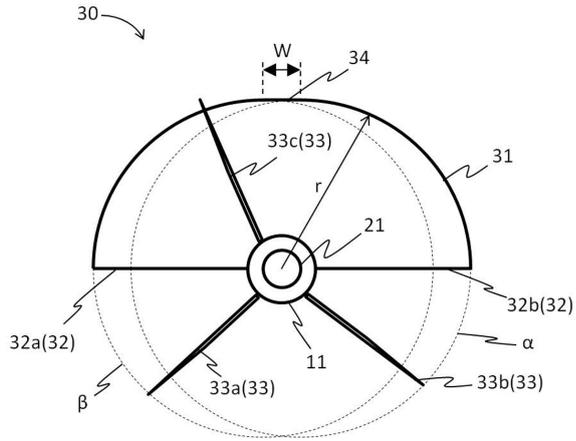


【 図 6 】

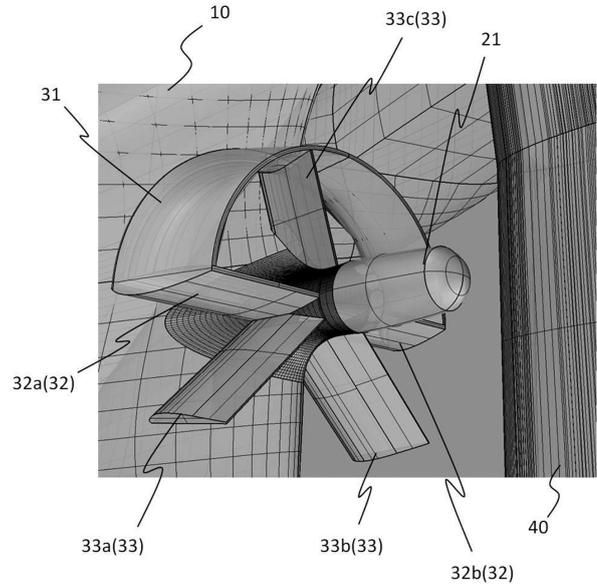


10

【 図 7 】



【 図 8 】



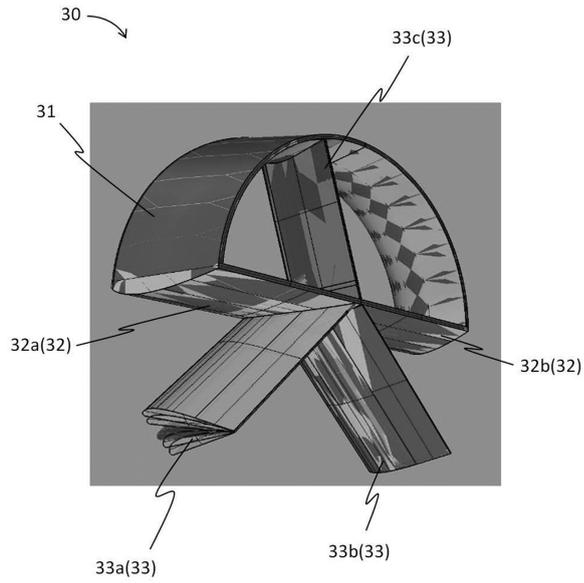
20

30

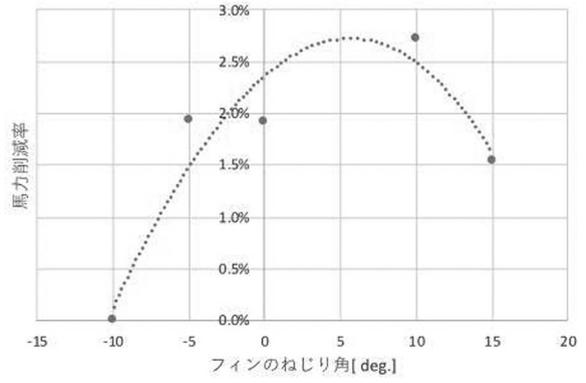
40

50

【図 9】

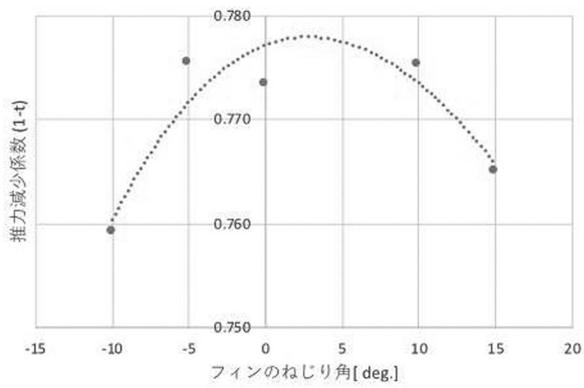


【図 10】

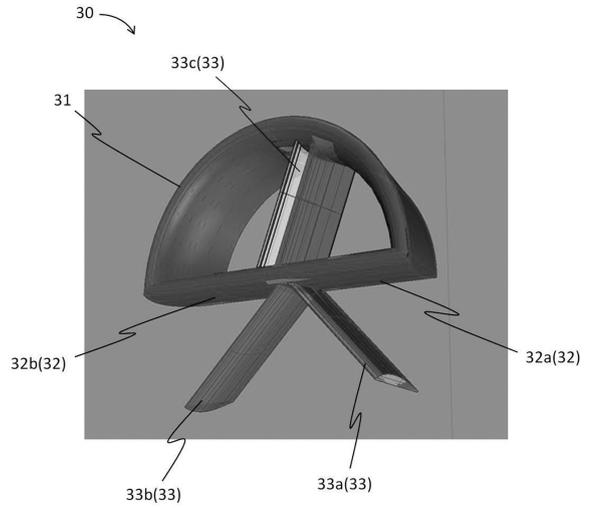


10

【図 11】



【図 12】



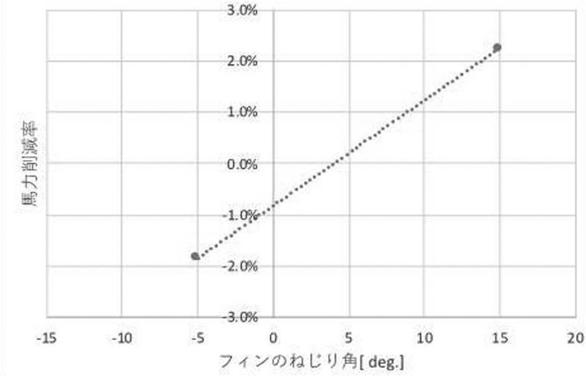
20

30

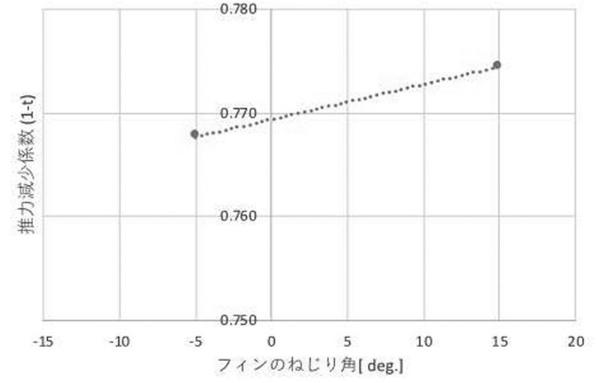
40

50

【図 13】



【図 14】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 研究所内
(72)発明者 川島 英幹
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
- (72)発明者 川北 千春
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
- 審査官 高瀬 智史
- (56)参考文献 登録実用新案第3213165(JP, U)
特開2018-94959(JP, A)
特開2016-175635(JP, A)
英国特許出願公開第2177365(GB, A)
梶谷尚ら, “3. 省エネルギー船のための要素技術”, 日本造船学会誌, 日本造船学会, 1982年02月, 第632号, pp.32-55
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B 6 3 H 5 / 1 6
B 6 3 B 1 / 0 2
B 6 3 B 1 / 1 6