

(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25日(25.06.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/093048 A1

- (51) 国際特許分類:
B63H 5/16 (2006.01) B63H 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/006281
- (22) 国際出願日: 2014年12月16日(16.12.2014)
- (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 2013-259664 2013年12月16日(16.12.2013) JP
特願 2014-107429 2014年5月23日(23.05.2014) 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38番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川島 英幹(KAWASHIMA, Hideki); 〒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). 坂本 信晶(SAKAMOTO, Nobuaki); 〒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). 久米 健一(KUME, Kenichi); 〒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).

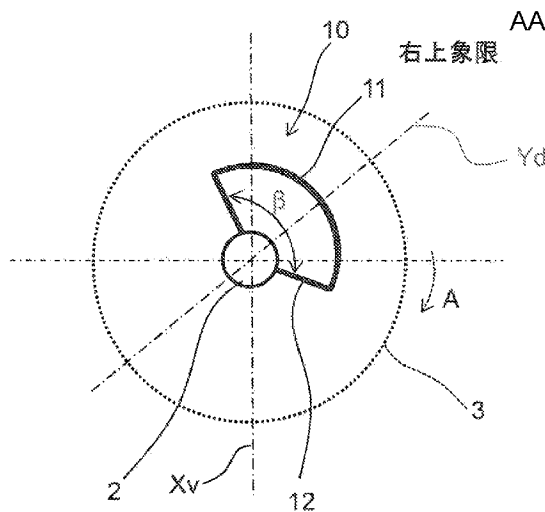
所内 Tokyo (JP). 藤沢 純一(FUJISAWA, Junichi); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 岸本 雅裕(KISHIMOTO, Masahiro); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 一ノ瀬 康雄(ICHINOSE, Yasuo); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 笠原 良和(KASAHARA, Yoshikazu); 〒1810004 東京都三鷹市新川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). 金子 杏実(KANEKO, Azumi); 〒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). 濱田 達也(HAMADA, Tatsuya); 〒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). 若生 大輔(WAKO, Daisuke); 〒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). 宇都 正太郎(UTO, Shotaro); 〒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). 荒木 元輝(ARAKI, Motoki); 〒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). 日夏 宗彦(HINATSU, Munchiko); 〒1810004

[続葉有]

(54) Title: STERN DUCT, STERN ATTACHMENT, METHOD OF DESIGNING STERN DUCT, AND SHIP EQUIPPED WITH STERN DUCT

(54) 発明の名称: 船尾用ダクト、船尾用付加物、船尾用ダクトの設計方法、及び船尾用ダクトを装備した船舶

[図9]



AA Right upper quadrant

(57) Abstract: The present invention provides a stern duct, a stern attachment, a method of designing a stern duct, and a ship equipped with a stern duct. In a stern duct (10) mounted forwardly of a propeller (3) which is mounted at a stern (2) of a ship hull (1), a duct body (11) is formed in an arc shape in an angle range of 90° to 140°; the radius (Rr) of a rear end arc portion (11r) formed at the rear end of the duct body (11) is not more than 50% and not less than 20% of the radius of the propeller (3); and, in a forward view of the ship hull (1) from the rear, the duct body (11) is mounted to the stern (2) using a support means (12) so that a duct center line (Yd) of the duct body (11) is inclined in a direction of rotation of the propeller (3) with respect to a propeller center line (Xv) in an upper/lower direction of the propeller (3), whereby the hull efficiency can be improved without an increase in the resistance of the ship hull (1) even with the duct body (11) attached to the ship hull (1).

(57) 要約: 本発明は、船体1の船尾2に取り付けたプロペラ3の前方に取り付けられる船尾用ダクト10において、ダクト本体11を90度から140度の角度範囲の円弧状に形成し、ダクト本体11の後端に形成する後端円弧部11rの半径Rrをプロペラ3の半径の50%以下20%以上とし、船体1を後方から前方視した状態で、プロペラ3の上下方向のプロペラ中心線Xvに対してダクト本体11のダクト中心線Ydがプロペラ3の回転方向に傾きを有するように、ダクト本体11を支持手段12にて船尾2に取り付けたことで、ダクト本体11を船体1に付加しても船体1の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる船尾用ダクト、船尾用付加物、船尾用ダクトの設計方法、及び船尾用ダクトを装備した船舶を提供する。

WO 2015/093048 A1



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). 川並
康剛(KAWANAMI, Yasutaka); 〒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3-1-12KT
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, 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))

明 細 書

発明の名称：

船尾用ダクト、船尾用付加物、船尾用ダクトの設計方法、及び船尾用ダクトを装備した船舶

技術分野

[0001] 本発明は、船体の船尾に装着する船尾用ダクト、船尾用付加物、船尾用ダクトの設計方法、及び船尾用ダクトを装備した船舶に関する。

背景技術

[0002] 省エネ装置の一つとして、船体の船尾に取り付けたプロペラの前方には船尾用ダクトが取り付けられる。

特許文献1では、円弧状のダクトを取り付けた船舶を提案している。この円弧状のダクトは、プロペラの前方であって船尾部に生じる船尾縦渦の中心位置よりも上方に配置されている。また、このダクトの両下端部と船尾部の側面との間をプロペラの半径方向に各々延出した主フィンを備え、主フィンは、船舶後方から前方へ向かって前上がり傾斜させている（特に段落番号（0014）～（0016））。

また、特許文献2では、円筒の上半部のみからなる半円弧形状の船尾ダクトを開示している（特に図1及び段落番号（0018））。

また、特許文献3では、略円錐台形状の筒を中心軸を含む平面で略半分切断した略半円錐台形状の外殻と、外殻を船尾部に固定する2枚の連結板とを備え、外殻の径の短い方をプロペラ側に向けるとともに外殻がプロペラの上半分の部分と相対するように外殻を配置したダクト装置を提案している（特に図1、図2及び段落番号（0020））。

また、特許文献4では、第1板状体が円弧状に湾曲されており、第1板状体の端部に直線状の第2板状体が設けられている船舶用ダクトを開示している（特に段落番号（0006））。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2011-178222号公報
特許文献2：特開2006-347285号公報
特許文献3：特開2008-137462号公報
特許文献4：特開2008-308023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における円弧状のダクトは、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中心線に対して対称を成すように取り付けられている。また、特許文献1において、半円形のダクトでは、推力は主に上側部分で発生し、側面部分では推力を発生していないという問題点、すなわち、半円形のダクトの側面部分では推力を得られず、半円形のダクトの側面部分が抵抗が増える原因となる問題点に着目し（段落番号（0006））、この問題点を解決するために、主フィンを設け下降流から補助推力を得ている。なお、特許文献1の図面では、半円よりも角度の小さい円弧状のダクトを図示しているが、円弧の中心角については何ら述べられておらず、図示のダクトでは、約145度程度の中心角となっている。また、ダクトの表面に働く船体推進方向の流体力分布を考慮して中心角を決めているものでもない。

また、特許文献2における半円弧形状の船尾ダクトについても、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中心線に対して対称を成すように取り付けられている。また、特許文献2は、従来、船尾フィン、船尾ダクト、ラダーフィンをそれぞれ個別に設けていた場合に比して、動力の削減率を高め、更なる省エネルギー化を進めるもので、船尾フィン、船尾ダクト、及びラダーフィンの相互の関係が必要であり、船尾ダクトは、船尾フィンでせき止められた下降流がプロペラに流入する速度を減速させるために設けている（特に段落番号（0016））。

また、特許文献3における略半円錐台形状の外殻についても、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中心線に対して対称を成すよう

に取り付けられている。なお、特許文献3では、中心角が180度よりも小さい外殻を持つダクト装置を開示しているが、外殻の中心軸とプロペラの回転軸が一致しているという条件では、中心角が150度となることを開示しているに過ぎない（図7（A）及び段落番号（0037））。また、中心角もダクトの表面に働く船体推進方向の流体力分布を考慮して中心角を決めているものでもない。

また、特許文献4における円弧状に湾曲された第1板状体についても、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中心線に対して対称を成すように取り付けられている。なお、特許文献4では、円弧の中心角については具体的に記載されていないが、180度を越える中心角である（特に図2及び段落番号（0026））。

[0005] そこで、本発明は、ダクト本体を船体に付加しても船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる船尾用ダクト、船尾用付加物、船尾用ダクトの設計方法、及び船尾用ダクトを装備した船舶を提供することを目的とする。

また、本発明は、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる船尾用ダクト、船尾用付加物、船尾用ダクトの設計方法、及び船尾用ダクトを装備し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

[0006] 請求項1記載の本発明に対応した船尾用ダクトにおいては、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ダクトにおいて、ダクト本体を90度から140度の角度範囲の円弧状に形成し、ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径をプロペラの半径の50%以下20%以上とし、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、ダクト本体を90度から140度の角度範囲の円弧状に形成することで、ダクト本体を船体に付加しても船体の抵抗を増加

させることなく船殻効率を改善することができる。また、ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径をプロペラの半径の50%以下20%以上とすることで、ダクト本体とプロペラとの干渉が大きくなり、有効伴流率を小さくすることができる。また、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を有するようにダクト本体を取り付けることで、傾きがない場合と比較して、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率をさらに小さくすることができる。

[0007] 請求項2記載の本発明に対応した船尾用ダクトにおいては、プロペラの回転方向への傾き角を、プロペラの中心から上方のプロペラ中心線に対して、プロペラの回転方向に0度より大きく60度以下の角度範囲と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、ダクト本体のダクト中心線のプロペラ回転方向への傾き角を0度より大きく60度以下とすることにより、馬力減少率の高い領域にダクト本体や支持手段を臨ませることができるため、省エネ効果の高い船尾用ダクトを提供することができる。

[0008] 請求項3記載の本発明に対応した船尾用ダクトにおいては、船体の船尾に取り付けたプロペラの前方向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度の角度範囲の円弧状に形成し、ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径をプロペラの半径の50%以下20%以上とし、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たことを特徴とする。請求項3に記載の本発明によれば、ダクト本体を180度から270度の角度範囲の円弧状に形成することで、ダクト本体を船体に付加しても船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる。また、ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径をプロペラの半径の50%以下20%以上とすることで、ダクト本体とプロペラとの干渉が大きくなり、有効伴流率を小さくすることができる。また、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を有するようにダ

クト本体を取り付けることで、傾きがない場合と比較して、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率をさらに小さくすることができる。

[0009] 請求項4記載の本発明は、プロペラ回転方向への傾き角を、プロペラの中心から上方のプロペラ中心線に対して、プロペラの回転方向に30度以上60度以下の角度範囲としたことを特徴とする。請求項4に記載の本発明によれば、ダクト本体のダクト中心線のプロペラ回転方向への傾き角を30度以上60度以下の角度範囲とすることで、馬力減少率の高い領域にダクト本体や支持手段を臨ませることができ、省エネ効果の高い船尾用ダクトを提供することができる。

[0010] 請求項5記載の本発明は、ダクト本体の前後方向の断面を内側に凸の翼型に形成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、翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラスト成分）を利用することで、推力減少率を高め、推進効率を上げることができる。

[0011] 請求項6記載の本発明は、後端円弧部の半径を、前端に形成する前端円弧部の半径よりも小さく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、ダクト本体より下流でのプロペラに流入する平均的な流速を遅くすることにより有効伴流率を小さくでき、かつダクト本体の前端側でのスラスト成分を増加させて推進力を高めることができる。

[0012] 請求項7記載の本発明は、ダクト本体の仮想中心軸をプロペラの回転中心軸と一致させたことを特徴とする。請求項7に記載の本発明によれば、設計や装備が容易である。

[0013] 請求項8記載の本発明は、ダクト本体の仮想中心軸をプロペラの回転中心軸からずらしたことを特徴とする。請求項8に記載の本発明によれば、例えばダクト本体を、船体やプロペラにより生ずる非対称な流れに対応しスラスト力が高められる位置にずらすことができる。

[0014] 請求項9記載の本発明は、船体を側面視した状態で、ダクト本体の仮想中心軸をプロペラの回転中心軸に対して傾けたことを特徴とする。請求項9に記載の本発明によれば、ダクト本体を、船尾部の流れを利用してさらにスラ

スト力を高めるように取り付けることができる。

- [0015] 請求項 10 記載の本発明は、ダクト本体を、支持手段としての支柱を介して船体の船尾管又は船尾管を覆う船尾の端部に取り付けたことを特徴とする。請求項 10 に記載の本発明によれば、ダクト本体を、設置しやすく、特にプロペラに対して適正な位置に配置しやすい。
- [0016] 請求項 11 記載の本発明は、支柱の断面を、内側に凸の翼型に形成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、支柱においても翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラスト成分）を利用することができる。
- [0017] 請求項 12 記載の本発明は、支柱を、捻った形状に形成することで、プロペラに向かう流れを、プロペラの回転方向に対して対向流化したことを特徴とする。請求項 12 に記載の本発明によれば、プロペラの推進力を高めることができる。
- [0018] 請求項 13 記載の本発明は、支柱を、船尾側前後幅よりもダクト本体側前後幅を大きく形成したことを特徴とする。請求項 13 に記載の本発明によれば、支柱の抵抗を減少させて推進力を高めることができる。
- [0019] 請求項 14 記載の本発明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向に取り付けられる船尾用付加物において、円弧状の仮想ダクト本体を支持する一对の支柱を、一对の支柱の間の角度が 180 度から 270 度の角度範囲となるように船尾に取り付け、仮想ダクト本体の後端に形成する仮想後端円弧部の半径をプロペラの半径の 50% 以下 20% 以上とし、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一对の支柱の支柱中心線がプロペラの回転方向に傾きを有することを特徴とする。請求項 14 に記載の本発明によれば、一对の支柱を、一对の支柱の間の角度が 180 度から 270 度の角度範囲となるようにダクト本体を実装しないで船尾に取り付けることで、支柱を船体に付加しても船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる。また、仮想ダクト本体の後端に形成する仮想後端円弧部の半径をプロペラの半径の

50%以下20%以上とすることで、船尾用付加物とプロペラとの干渉が大きくなり、有効伴流率を小さくすることができる。また、プロペラ中心線に対して一对の支柱の支柱中心線がプロペラの回転方向に傾きを有することで、傾きがない場合と比較して、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率をさらに小さくすることができる。

[0020] 請求項15記載の本発明は、プロペラの回転方向への傾き角を、プロペラの中心から上方のプロペラ中心線に対して、プロペラの回転方向に30度以上60度以下の角度範囲としたことを特徴とする。請求項15に記載の本発明によれば、一对の支柱の支柱中心線のプロペラ回転方向への傾き角を30度以上60度以下の角度範囲とすることで、馬力減少率の高い領域に支持手段を臨ませることができるため、省エネ効果の高い船尾用付加物を提供することができる。

[0021] 請求項16記載の本発明に対応した船尾用ダクトの設計方法は、船尾用ダクトを設計するに当たり、円弧状のダクト本体と同一半径の全周ダクトを設定するステップと、全周ダクトを用いた船体の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップと、抵抗・自航計算結果から全周ダクトの表面に働く船体推進方向の流体力分布及び／又は全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を求めるステップと、流体力分布及び／又は全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布に基づいて全周ダクトから円弧状のダクト本体の形状を決定するステップとを備えたことを特徴とする。請求項12に記載の本発明によれば、全周ダクトにおける表面に働く船体推進方向の流体力分布及び／又は全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を基にした設計ができる。

[0022] 請求項17記載の本発明は、支持手段の取り付け数を設定するステップを備え、設定した支持手段の条件を用いて船体の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップを実行したことを特徴とする。請求項17に記載の本発明によれば、支持手段の影響を考慮した設計ができる。

[0023] 請求項18記載の本発明は、流体力分布は、スラスト分布と抵抗成分分布

であることを特徴とする。請求項 18 に記載の本発明によれば、ダクト形状の切り出しを容易に行うことができる。

[0024] 請求項 19 に記載の本発明に対応した船尾用ダクトを装備した船舶は、船尾用ダクトを船尾に装備したことを特徴とする。請求項 19 に記載の本発明によれば、ダクト本体に加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い船舶を提供できる。

[0025] 請求項 20 に記載の本発明は、船体が二軸船尾双胴型の船体であることを特徴とする。請求項 20 に記載の本発明によれば、ダクト本体に加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い二軸船尾双胴型の船舶を提供できる。

[0026] 請求項 21 に記載の本発明は、船体が既存の船体であり、船尾用ダクトを船体に後付けしたことを特徴とする。請求項 21 に記載の本発明によれば、既存の船体に対しても抵抗の低減と、省エネ効果の向上を適用できる。

発明の効果

[0027] 本発明の船尾用ダクトによれば、ダクト本体を 90 度から 140 度の角度範囲の円弧状に形成することで、ダクト本体を船体に付加しても船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる。また、ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径をプロペラの半径の 50% 以下 20% 以上とすることで、ダクト本体とプロペラとの干渉が大きくなり、有効伴流率を小さくすることができる。また、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を有するようにダクト本体を取り付けることで、傾きがない場合と比較して、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率をさらに小さくすることができる。

[0028] また、プロペラの回転方向への傾き角を、プロペラの中心から上方のプロペラ中心線に対して、プロペラの回転方向に 0 度より大きく 60 度以下の角度範囲とした場合には、ダクト本体のダクト中心線のプロペラ回転方向への傾き角を 0 度より大きく 60 度以下とすることにより、馬力減少率の高い領域にダクト本体や支持手段を臨ませることができるため、省エネ効果の高い船尾用ダクトを提供することができる。

- [0029] 本発明の船尾用ダクトによれば、ダクト本体を180度から270度の角度範囲の円弧状に形成することで、ダクト本体を船体に付加しても船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる。また、ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径をプロペラの半径の50%以下20%以上とすることで、ダクト本体とプロペラとの干渉が大きくなり、有効伴流率を小さくすることができる。また、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を有するようにダクト本体を取り付けることで、傾きがない場合と比較して、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率をさらに小さくすることができる。
- [0030] また、プロペラ回転方向への傾き角を、プロペラの中心から上方のプロペラ中心線に対して、プロペラの回転方向に30度以上60度以下の角度範囲とした場合には、馬力減少率の高い領域にダクト本体や支持手段を臨ませることができるため、省エネ効果の高い船尾用ダクトを提供することができる。
- [0031] また、ダクト本体の前後方向の断面を内側に凸の翼型に形成した場合には、翼型により発生する揚力の推進方向性分（スラスト成分）を利用することで、推力減少率を高め、推進効率を上げることができる。
- [0032] また、後端円弧部の半径を、前端に形成する前端円弧部の半径よりも小さくした場合には、ダクト本体より下流でのプロペラに流入する平均的な流速を遅くすることにより有効伴流率を小さくでき、かつダクト本体の前端側でのスラスト成分を増加させて推進力を高めることができる。
- [0033] また、ダクト本体の仮想中心軸をプロペラの回転中心軸と一致させた場合には、設計や装備が容易である。
- [0034] また、ダクト本体の仮想中心軸をプロペラの回転中心軸からずらした場合には、例えばダクト本体を、船体やプロペラにより生ずる非対称な流れに対応しスラスト力が高められる位置にずらすことができる。
- [0035] また、船体を側面視した状態で、ダクト本体の仮想中心軸をプロペラの回転中心軸に対して傾けた場合には、ダクト本体を、船尾部の流れを利用して

さらにスラスト力を高めるように取り付けることができる。

[0036] また、ダクト本体を、支持手段としての支柱を介して船体の船尾管又は船尾管を覆う船尾の端部に取り付けた場合には、ダクト本体を、設置しやすく、特にプロペラに対して適正な位置に配置しやすい。

[0037] また、支柱の断面を、内側に凸の翼型に形成した場合には、支柱においても翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラスト成分）を利用することができる。

[0038] また、支柱を、捻った形状に形成することで、プロペラに向かう流れを、プロペラの回転方向に対して対向流化した場合には、プロペラの推進力を高めることができる。

[0039] また、支柱を、船尾側前後幅よりもダクト本体側前後幅を大きく形成した場合には、支柱の抵抗を減少させて推進力を高めることができる。

[0040] 本発明の船尾用付加物によれば、円弧状の仮想ダクト本体を支持する一对の支柱を、一对の支柱の間の角度が180度から270度の角度範囲となるように船尾に取り付けることで、ダクト本体を実装しないで支柱を船体に付加しても船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる。また、仮想ダクト本体の後端に形成する仮想後端円弧部の半径をプロペラの半径の50%以下20%以上とすることで、船尾用付加物とプロペラとの干渉が大きくなり、有効伴流率を小さくすることができる。また、プロペラ中心線に対して一对の支柱の支柱中心線がプロペラの回転方向に傾きを有することで、傾きがない場合と比較して、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率をさらに小さくすることができる。

[0041] また、プロペラの回転方向への傾き角を、プロペラの中心から上方のプロペラ中心線に対して、プロペラの回転方向に30度以上60度以下の角度範囲とした場合には、一对の支柱の支柱中心線のプロペラ回転方向への傾き角を30度以上60度以下の角度範囲とすることで、馬力減少率の高い領域に支持手段を臨ませることができるため、省エネ効果の高い船尾用付加物を提供することができる。

- [0042] 本発明の船尾用ダクトの設計方法によれば、全周ダクトにおける表面に働く船体推進方向の流体力分布及び／又は全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を基にした設計ができる。
- [0043] また、支持手段の取り付け数を設定するステップを備え、設定した支持手段の条件を用いて船体の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップを実行した場合には、支持手段の影響を考慮した設計ができる。
- [0044] また、流体力分布のスラスト分布と抵抗成分分布を基に、全周ダクト形状からダクト形状の切り出しを容易に行うことができる。
- [0045] 本発明の船尾用ダクトを有した船舶によれば、ダクト本体に加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い船舶を提供できる。
- [0046] また、船体が二軸船尾双胴型の船体である場合には、ダクト本体に加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い二軸船尾双胴型の船舶を提供できる。
- [0047] また、船体が既存の船体であり、船尾用ダクトを船体に後付けした場合には、既存の船体に対しても抵抗の低減と、省エネ効果の向上を適用できる。

図面の簡単な説明

- [0048] [図1]本発明の第1実施形態による船尾用ダクトを取り付けた状態を示す船舶の要部側面図
- [図2]同船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図
- [図3]同船舶を斜め後方から見た要部斜視図
- [図4]本実施形態による船尾用ダクトの斜視図
- [図5]同船尾用ダクトを示す説明図
- [図6]本発明の他の実施形態による船尾用ダクトの斜視図
- [図7]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図
- [図8]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図
- [図9]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図
- [図10]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図
- [図11]本実施形態に適用する船体の船体要目及び3次元形状側面図
- [図12]本実施形態による船尾用ダクトと同一半径の全周ダクトのダクト要目

及び3次元形状を示す図

[図13]本実施形態に使用するプロペラのプロペラ要目を示す図

[図14]本実施形態に適用する船体に対するダクト及びプロペラの取り付け位置を示す図

[図15]全周ダクトのスラスト成分および抵抗成分分布の周方向分布図

[図16]全周ダクトの表面上のスラスト分布と抵抗成分分布の等高線図

[図17]図15に示すデータを基に、扇形の中心角（角度範囲） β を、 $\beta = 180$ 度、 $\beta = 140$ 度、 $\beta = 120$ 度とした時のスラストの比を示す図

[図18]中心角（角度範囲） β についての有効なスラストの得られるダクト形状の切り出し範囲を示す図

[図19]ダクトの減速効果を示す図

[図20]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図

[図21]ダクト本体の傾き角 θ と馬力減少率の関係を示す特性図

[図22]船尾用ダクトを装備した二軸船尾双胴型の船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図

[図23]他の船尾用ダクトを装備した他の二軸船尾双胴型の船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図

[図24]本発明の第2実施形態による船尾用ダクトを取り付けた状態を示す船舶の要部側面図

[図25]同船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図

[図26]同船舶を斜め後方から見た要部斜視図

[図27]本実施形態による船尾用ダクトの斜視図

[図28]本発明の他の実施形態による船尾用ダクトの正面図

[図29]図24から図27又は図28に示す船尾用ダクトの側面断面図

[図30]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトの斜視図

[図31]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトの側面断面図

[図32]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトの側面断面図

[図33]本発明の更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図

- [図34]試験に使用した肥大船模型とプロペラ模型の要目を示す図
- [図35]試験に使用した部分ダクト模型の模式図
- [図36]試験を行ったダクト模型の要目を表すパラメータを示す図
- [図37]試験を行ったダクト模型の要目を示す図
- [図38]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図（第1模型）
- [図39]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図（第2模型）
- [図40]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図（第3模型）
- [図41]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図（第4模型）
- [図42]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図（第5模型）
- [図43]ダクト本体の傾き角 θ 馬力減少率の関係を示す特性図
- [図44]ダクト本体の傾き角 θ と自航要素の関係を示す特性図
- [図45]ダクト本体の傾き角 θ と馬力減少率の関係を示す特性図
- [図46]試験で実施した部分ダクト模型を用いた自航試験の全結果を示す図
- [図47]船尾用ダクトを装備した二軸船尾双胴型の船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図
- [図48]他の船尾用ダクトを装備した二軸船尾双胴型の船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図

発明を実施するための形態

[0049] 本発明の第1実施形態による船尾用ダクトについて図を用いて説明する。

図1は同船尾用ダクトを取り付けた状態を示す船舶の要部側面図、図2は同船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図、図3は同船舶を斜め後方から見た要部斜視図である。

図1に示すように、本実施形態による船尾用ダクト10は、船体1の船尾2に取り付けたプロペラ3の前方に取り付けられる。図1では、船尾用ダクト10は、船尾管を覆う船尾2の端部に取り付けているが、船体1の船尾管に取り付けてもよい。

図1から図3に示すように、船尾用ダクト10は、ダクト本体11と支持手段12とで構成されている。ダクト本体11は支持手段12にて船尾2に

取り付けられる。

ダクト本体 11 は、円弧状に形成され、プロペラ 3 の回転中心軸 X p よりも上部に配置される。なお、円弧状とは、凡そ船尾用ダクト 10 が円弧を成すものであり ±5% 程度の変形、及びダクト本体 11 と支持手段 12 の接合部を滑らかに繋ぐための R は含むものとする。

[0050] 図 4 は本実施形態による船尾用ダクトの斜視図、図 5 は同船尾用ダクトを示す説明図である。

ダクト本体 11 は、中心角（角度範囲） β が 90 度から 140 度の円弧状に形成されている。ダクト本体 11 をこのような中心角 β の円弧状に形成することで、ダクト本体 11 による全抵抗係数を増加させることなく船殻効率を改善することができる。

ダクト本体 11 の後端に形成する後端円弧部 11 r の半径 R_r を、前端に形成する前端円弧部 11 f の半径 R_f よりも小さくしている。このように、後端円弧部 11 r の半径 R_r を、前端円弧部 11 f の半径 R_f よりも小さくすることで、ダクト本体 11 より下流でのプロペラ 3 に流入する平均的な流速を遅くできるとともに、ダクト本体 11 の前端側でのスラスト成分を増加させて推進力を高めることができる。

なお、後端円弧部 11 r の半径 R_r は、図 1 または図 2 に示すプロペラ 3 の半径の 50% 以下 20% 以上とすることが好ましい。後端円弧部 11 r の半径 R_r を、プロペラ 3 の半径の 50% 以下 20% 以上とすることで、ダクト本体 11 のプロペラ 3 との干渉を大きくすることができる。後端円弧部 11 r の半径 R_r がプロペラ 3 の半径の 50% を越えて大きくなると有効伴流率が上昇し、抵抗も大きくなり好ましくない。また、プロペラ 3 の軸半径は一般にプロペラ 3 の半径の 16~18% であるため、後端円弧部 11 r の半径 R_r はプロペラ 3 の半径の 20% 以上とすることが好ましい。また、後端円弧部 11 r の半径 R_r を、プロペラ 3 の半径の 50% 以下 20% 以上とすることは、プロペラ 3 の推力を最大に生み出す半径の 70%~80% の近傍にダクト本体 11 内を通過し速くなった流れを当てることなくプロペラ 3 の翼根部に導き

、プロペラ3面の平均流速を遅くして有効伴流率を高めることになる。

[0051] 図4に示すように、支持手段12は、ダクト本体11の両側に接続される支柱12aと、この支柱12aを船尾2に取り付ける取付部12bとから構成される。支柱12aは、断面を内側に凸の翼型に形成している。このように支柱12aの断面を翼型とすることで、支柱12aにおいても翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラスト成分）を利用することができる。

支柱12aは、船尾側前後幅 L_x よりもダクト本体側前後幅 L_y を大きくしている。このように、取付部12b側である船尾側前後幅 L_x に対してダクト本体側前後幅 L_y を大きくすることで、支柱の抵抗を減少させ、流れを有効に利用して推進力を高めることができる。

なお、リング状を成す取付部12bを無くして、支柱12aを直接、船尾管を覆う船尾2の端部、又は船体1の船尾管に取り付けてもよい。

[0052] 図5に示すように、ダクト本体11の前後方向の断面11sは、内側に凸の翼型に形成している。このように、断面11sを内側に凸の翼型に形成することで、ダクト本体11の前端側で船体1の推進方向への揚力を発生させ、推進効率を上げることができる。

また、図5に示すように、ダクト本体11は、ダクト本体11の円弧の中心を結ぶ仮想中心軸 X_d をプロペラ3の回転中心軸 X_p と一致させている。仮想中心軸 X_d と回転中心軸 X_p とを一致させることで、設計や装備が容易となる。

なお、仮想中心軸 X_d は、ダクト本体11の全ての円弧面における中心に必ずしも対応している必要はない。例えば、中心部と両側部とで半径が若干異なる場合や、前端円弧部11fの中心角 β と後端円弧部11rの中心角 β が異なる場合があり、ダクト本体11は、完全な円弧である必要はなく、略円弧状に形成されていればよい。

[0053] 図6は、第1実施形態のうちの他の実施形態による船尾用ダクトの斜視図である。

本実施形態による船尾用ダクト10は、支柱12aに代えて捻った形状と

した支柱12eを用い、プロペラ3に向かう流れを対向流化している。すなわち、支柱12eは、プロペラ3の回転と反対方向に捻った形状としている。このように、捻った形状とした支柱12eを用いて、プロペラ3に向かう流れを、プロペラ3の回転方向に対して対向流化することで、プロペラ3の推進力を高めることができる。

なお、支柱12a又は支柱12eとダクト本体11を船体1に取り付けたり、支柱12a又は支柱12eを用いずにダクト本体11を直接船体1に取り付ける構造を採用することもできる。

[0054] 図7は、第1実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図である。

図7では、ダクト本体11の仮想中心軸Xdを、プロペラ3の回転中心軸Xpからずらしている。このように、仮想中心軸Xdを回転中心軸Xpからずらすことで、船体1や船尾2、またプロペラ3により生ずる非対称な流れに対応し、スラスト力が高められる位置に船尾用ダクト10を設けることができる。

[0055] 図8は、第1実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図である。

図8では、船体1を側面視した状態で、ダクト本体11の仮想中心軸Xdをプロペラ3の回転中心軸Xpに対して傾けている。このように、仮想中心軸Xdを回転中心軸Xpに対して傾けることで、船尾2の下方に向かう流れに対応しスラスト力を高めるように船尾用ダクト10を取り付けることができる。

[0056] 図9及び図10は、第1実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図である。

本実施形態による船尾用ダクト10は、船体1を後方から前方視した状態で、プロペラ3の上下方向のプロペラ中心線Xvに対してダクト本体11のダクト中心線Ydがプロペラ3の回転方向に傾きを有するように、ダクト本体11を支持手段12にて船尾2に取り付けたものである。

図9では、船体1を後方から前方視した状態で、プロペラ3が時計回りAの場合を示している。このように、プロペラ3が時計回りAの場合には、右上象限にダクト本体11を配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

なお、図9では、ダクト本体11の中心角 β を120度とし、ダクト本体11を、プロペラ3の上下方向の中心線Xvに対して対称を成す位置から、右舷側に40度回転させて取り付けられた場合を示している。図15で示すように、全周ダクトを後ろから見て12時の位置を θ (傾き角)=0度とし、時計回りAの方向をプラスとすると、プロペラ3が時計回りAの場合には、ダクト本体11は、 θ =マイナス30度(左舷側に30度)から θ =プラス90度(右舷側に90度)までの範囲に傾けて、プロペラ3の上下方向の中心線Xvに対してダクト本体11が非対称を成すように船尾用ダクト10を取り付けることで、右上象限にダクト本体11が配置され、馬力減少率を高くすることができる。

ここで、図9にも示すように、ダクト本体11の中心角 β が特に90度を越える場合には、ダクト本体11は右上象限以外の象限にも必ず位置することになるが、ダクト本体11の一部でも右上象限に配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。この結果、船尾用ダクト10により、馬力減少率を高め省エネ効果を向上させることができる。

[0057] 図10では、船体1を後方から前方視した状態で、プロペラ3が反時計回りBの場合を示している。このように、プロペラ3が反時計回りBの場合には、左上象限にダクト本体11を配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

なお、図10では、ダクト本体11の中心角 β を90度とし、ダクト本体11を、プロペラ3の上下方向の中心線Xvに対して対称を成す位置から、右舷側に45度回転させて取り付けられた場合を示している。プロペラ3が反時計回りBの場合には、図15で示すデータとプラスマイナスが逆になるため

、ダクト本体 11 は、 $\theta =$ マイナス 30 度（右舷側に 30 度）から $\theta =$ プラス 90 度（左舷側に 90 度）までの範囲で傾けて、プロペラ 3 の上下方向の中心線 Xv に対してダクト本体 11 が非対称を成すように船尾用ダクト 10 を取り付けることで、左上象限にダクト本体 11 が配置され、馬力減少率を高くすることができる。

ここで、図 10 にも示すように、ダクト本体 11 の中心角 β が 90 度である場合でも、ダクト本体 11 は左上象限以外の象限にも位置することがあるが、ダクト本体 11 の一部でも左上象限に配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

[0058] 図 9 および図 10 で説明したように、船体 1 を後方から前方視した状態で、ダクト本体 11 のダクト中心線 Yd は、プロペラ 3 の上下方向のプロペラ中心線 Xv に対してプロペラ 3 の回転方向に傾ける。そして、プロペラ 3 の回転方向へのダクト中心線 Yd の傾き角 θ は、プロペラ 3 の中心から上方のプロペラ中心線（12 時の方向）に対して、プロペラ 3 の回転方向にマイナス 30 度からプラス 90 度の範囲とする（この場合、傾き角 $\theta = 0$ 度も含む）。より好ましくは、プロペラ 3 の回転方向へのダクト中心線 Yd の傾き角 θ の角度範囲は、プロペラ 3 の回転方向に 0 度より大きく 60 度以下である。

なお、ダクト本体 11 の中心角 β は、90 度から 140 度の角度範囲の円弧状に形成している。また、図 5 に示すように、ダクト本体 11 の後端に形成する後端円弧部 11r の半径 R_r はプロペラ 3 の半径の 50% 以下 20% 以上としている。

[0059] 次に第 1 実施形態による船尾用ダクトの設計方法について以下に説明する。

本実施形態では、パナマックスサイズ・バルクキャリア（P x BC）の、船尾肥大度を高くした形状の船体を用いた。

[0060] 図 11 は、適用する船体について、船体要目及び 3 次元形状側面図を示している。

[0061] 図12は、本実施形態による船尾用ダクトと同一半径の全周ダクトについて、ダクト要目及び3次元形状を示している。

本実施形態による船尾用ダクト10を設計するに当たり、まず、円弧状のダクト本体11と同一半径の全周ダクトを設定する。

ここでは、全周ダクトとして、所謂Weather Adapted Duct (WAD)を基本形状としたダクトを用いている。

図12において、 $D_{T.E.}$ はダクト後端直径、 D_p はプロペラ直径、 L_d はダクト翼断面コード長、 β は翼断面が持つ開き角である。

[0062] 図13は、使用するプロペラについて、プロペラ要目を示している。

図13において、 H/D_p はピッチ比、 aE は展開面積比、 Z は翼数を表わす。

[0063] 図14は、船体に対するダクト及びプロペラの取り付け位置を示している。

座標原点を船体の船首垂線(FP)に取り、FPから船尾垂線(AP)の方向をx軸正、左舷から右舷の方向をy軸正、竜骨(keel)から甲板(deck)の方向をz軸正の向きとしている。また、船長を1としている(つまり $x=0.0$ がFP、 $x=1.0$ がAP)。

図14から導かれるように、ダクト後端はプロペラ前縁と約 $5\%D_p$ のクリアランスを持ち、ダクト中心はシャフトセンターラインに一致させている。

[0064] 次に、船型・ダクト・プロペラを設定して、全周ダクトを用いた船体の数値計算による抵抗・自航計算を行う。

図11から図14に示す船型・ダクト・プロペラを用いてCFD(Computational Fluid Dynamics)解析を行った。

CFD解析の結果、ダクト無の船型に比べ、ダクト有の船型は抵抗を増加させることが無く、船殻効率を約3.2%改善した。ダクトが付いているにも関わらず、全抵抗係数が殆ど増加しない理由は、ダクト自身が推力を出しているからであると考えられる。

[0065] 次に、抵抗・自航計算結果から全周ダクトの内表面の流体力分布を求める

。

図15は、全周ダクトのスラスト成分および抵抗成分分布の周方向分布を示している。

図15において、傾き角 θ は、全周ダクトを後ろから見て12時の位置を0度とし、12時の位置から時計回り方向を正としている。また、図15において、縦軸 $C_{t x}$ は、 x 方向流体力であり、正の値（0ラインより上）では抵抗となり、負の値（0ラインより下）では、推進力となる。

図15に示すように、プロペラ3が作動していない時（図中点線）には、 x 方向流体力（ $C_{t x \text{ duct}}$ ）は、全周に渡り正の値、つまり抵抗（ $r e s i s t a n c e$ ）となっている。

しかし、プロペラ3が作動すると、 $C_{t x \text{ duct}}$ は $0 \text{ 度} < \theta < 45 \text{ 度}$ 、 $288 \text{ 度} < \theta < 360 \text{ 度}$ 付近で負の値、つまりスラスト（ $t h r u s t$ ）として作用する。このスラスト成分が、プロペラ3の作動時には、ダクトを取り付けている時でも全抵抗係数を増加させない要因となっていると考えられる。

[0066] 図16は、全周ダクトの表面上のスラスト分布と抵抗成分分布の等高線図であり、図15に示す抵抗／スラスト成分が、ダクト表面上にどのように分布しているかを3次的に示している。

図15に見られるダクトのスラスト成分は、図16では主にダクトの前端側の上面内側で発生していることが分かる（図中、矢印で示す領域Z）。

すなわち、スラスト成分が発生する領域Zは、扇形の中心角を β とすると、 $0 \text{ 度} < \beta < 180 \text{ 度}$ の範囲で囲まれた扇形部分となっている。スラスト自体は、ダクト側面内側付近にも発生しているが、当該部分のダクト外側にはこのスラストよりも大きな抵抗が働いていることから、ダクトコード方向に積分した全体の流体力としては図15に示す傾き角 θ が90度付近に示すように、抵抗となっている。

[0067] このように、抵抗・自航計算結果から全周ダクトの内表面の流体力分布を求めた後に、流体力分布に基づいて全周ダクトから円弧状のダクト本体11

の形状を決定する。ここで、流体力分布は、スラスト分布と抵抗成分分布である。

流体力分布に基づいて全周ダクトから円弧状のダクト本体 11 の形状を決定するに当たっては、スラスト分布と抵抗成分分布の等高線図（図 16）及び／又は周方向分布図（図 15）を用いることで、ダクト本体 11 の形状の切り出しを容易に行うことができる。

また、全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を求めてもよい。この流速・流向分布を求めることにより有効伴流率を考慮した設計が可能となる。なお、この流速・流向分布や内表面の流体力分布は単独で用いての設計も、双方を用いての設計も可能であるが、双方を用いた方がより詳細な設計が実現可能となる。

ダクト本体 11 の形状と傾き角 θ は、90度から140度の角度範囲の小型ダクトにおけるダクト設置角に対する省エネ率に基づいて決定することで、ダクト本体 11 の形状の切り出しを容易に行うことができる。

なお、支持手段 12 の取り付け数を設定するステップを備え、設定した支持手段 12 の条件を用いて船体 1 の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップを実行することで、指示手段 12 の影響を考慮した設計ができる。

[0068] 次に、ダクト本体 11 の形状の切り出し範囲について説明する。

図 17 は、図 15 に示すデータを基に、扇形の中心角（角度範囲） β を、 $\beta = 180$ 度、 $\beta = 140$ 度、 $\beta = 120$ 度とした時のスラスト比を示している。

また、図 18 は、中心角（角度範囲） β についての有効なスラストの得られるダクト形状の切り出し範囲を示している。

扇形の中心角 β は、図 15 に示すデータを用いて $\beta = 180$ 度とした時のスラストを 1 とする場合、 $\beta = 140$ 度とした時ではスラスト比が 1.10、 $\beta = 120$ 度とした時では 1.39 となる。

すなわち、 $\beta = 180$ 度に比べ、 $\beta = 140$ 度、 $\beta = 120$ 度の時、スラストはそれぞれ約 10%、40%増加する。

従って、扇形の中心角（角度範囲） β は、図18中に（a）の範囲で示すように180度を上限として、90度から180度の円弧状に形成することもできるが、扇形の中心角（角度範囲） β は、図18中に（b）の範囲で示すように140度を上限として、90度から140度の円弧状に形成することがより好ましく、図18中に（c）の範囲で示すように、90度から120度の円弧状に形成することが最も好ましい。

[0069] また、スラスト成分および抵抗成分に注目すると、前述のようにx方向流体力が負の値となり推進力となる範囲は、 $0^\circ < \theta < 45^\circ$ 、 $288^\circ < \theta < 360^\circ$ 付近であり、これらの中心位置は346.5度付近にあり、扇形の中心角 β を2分する中心線は象限で表現すると左上象限に存在していることになる。従って、ダクト本体11は少なくとも左上象限に存在することが好ましく、ダクト本体11の主要部が左上象限に存在することがより好ましい。またこの場合、結果的にプロペラ3の上下方向の中心線Xvに対してダクト本体11が非対称を成すよう配置されることになる。

なお、x方向流体力が負の値となり推進力となる範囲は、前述のプロペラ3の回転方向のほか、船体1や船尾2の構造、プロペラ3の特性により変わってくる。

[0070] 一方、ダクトは、ダクト後方の流れを減速させることによって、プロペラ3は軸方向のゲインを得ることができる。

図19は、ダクトの減速効果を示す図である。

図19（a）はダクト無、図19（b）はダクト有を示している。

図19（b）において、矢印Yで示す領域が、ダクトの減速効果が見られる領域であり、ダクトを後ろから見て12時の位置を中心とし、左右舷にそれぞれ約60度程度の領域で得られていることが分かる。

以上より、ダクトがスラストを出す領域及び減速効果を生む領域は、概ね一致しており、ダクトを後ろから見て12時の位置を中心とし、中心角 β が約120度の扇形で囲まれた領域であることが分かる。

従って、図19に示すダクトの減速効果からも、約120度の近接領域を

含め90度から140度の領域にダクト本体11を臨ませることが好ましく、90度から120度の領域に臨ませることがより好ましい。

なお、コスト面や装備の容易化の面から、プロペラ3の回転中心軸よりも上部の特に推進方向成分（スラスト成分）が大きく得られる位置に、角度範囲 β の小さい90度から140度のダクト本体11を臨ませる場合には、このダクトの減速効果からいっても好ましい配置となる。

[0071] 以上のように、本実施形態による船尾用ダクト10の設計方法は、船尾用ダクト10を設計するに当たり、円弧状のダクト本体11と同一半径の全周ダクトを設定するステップと、全周ダクトを用いた船体1の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップと、抵抗・自航計算結果から全周ダクトの内表面の流体力分布及び／又は全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を求めるステップと、流体力分布及び／又は全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布に基づいて全周ダクトから円弧状のダクト本体11の形状を決定するステップとで行うことで、全周ダクトにおける従来の設計方法を基にして、円弧状のダクト本体11を設計できる。

[0072] 次に、設計した円弧状のダクト本体11を、プロペラ3の上下方向のプロペラ中心線Xvに対して非対称に設けることによる効果を説明する。なお、船尾用ダクト10は、船体1を後方から前方視した状態で、プロペラ3の中心から上方のプロペラ中心線Xvに対して、ダクト本体11のダクト中心線Ydがプロペラ3の回転方向に傾き角 θ を有することで、プロペラ3の上下方向のプロペラ中心線Xvに対してダクト本体11を非対称に設けることができる。

図20はダクト本体の傾き角と自航要素の関係を示す特性図、図21はダクト本体の傾き角と馬力減少率の関係を示す特性図である。

図20及び図21において、角度0は、船体1を後方から前方視した状態でプロペラ3の上下方向の中心線Xvに対してダクト本体11を対称に設けた場合であり、プラスの傾き角は右舷側に傾け、マイナスの傾き角は左舷側に傾けている。プロペラ3は時計回りAに回している。また、縦軸は、ダク

ト無を基準としている。

図20では、自航要素として、推力減少率 $(1-t)$ 、有効伴流率 $(1-w)$ 、推進器効率比 $(e t a R)$ を示している。

図20及び図21において、好ましい傾き角 θ の位置を円で示している。

図20及び図21に示すように、プロペラ3が時計回りAの場合には、ダクト本体11は、マイナス30度（左舷側に30度）からプラス90度（右舷側に90度）までの範囲で傾けて、プロペラ3の上下方向の中心線Xvに対してダクト本体11が非対称を成すように船尾用ダクト10を取り付けることで、馬力減少率を高くすることができる。なお、プロペラ3が反時計回りBの場合には、ダクト本体11は、右舷側に30度から左舷側に90度までの範囲で傾けて、プロペラ3の上下方向の中心線Xvに対してダクト本体11が非対称を成すように船尾用ダクト10を取り付けることで、馬力減少率を高くすることができる。先に設計したプロペラ本体11の扇形の中心角 β が、90度から140度、あるいは90度から120度であっても、プロペラ3の回転方向へのダクト中心線Ydの傾き角をプロペラ中心線Xvに対して、プロペラ3の回転方向に0度より大きく60度以下の角度範囲とすることにより、図21における馬力減少率の1つのピーク、あるいは2つのピークをカバーし、ダクト本体11や支柱12aを馬力減少率の高い領域に臨ませることができる。

なお、図20、図21のデータを取得した船体要目やプロペラ要目等は、図15の数値計算結果を得たときの図11の船体要目や図13のプロペラ要目とは異なっている。

[0073] 図22及び図23は、船尾用ダクトを装備した二軸船尾双胴型の船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図である。

図22及び図23において、船体1には、右舷側スケグの船尾管2Rには右舷側プロペラ3R、左舷側スケグの船尾管2Lには左舷側プロペラ3Lを設けている。

[0074] 図22では、右舷側プロペラ3Rは反時計回りB、左舷側プロペラ3Lは

時計回りAであり、内回りの回転であることを示している。

このように内回りの回転による二軸船尾双胴型の船舶にあっては、右舷側プロペラ3Rに対応する右舷側船尾用ダクト10Rは左上象限にダクト本体11Rを配置し、左舷側プロペラ3Lに対応する左舷側船尾用ダクト10Lは右上象限にダクト本体11Lを配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

[0075] 図23では、右舷側プロペラ3Rは時計回りA、左舷側プロペラ3Lは反時計回りBであり、外回りの回転であることを示している。

このように外回りの回転による二軸船尾双胴型の船舶にあっては、右舷側プロペラ3Rに対応する右舷側船尾用ダクト10Rは右上象限にダクト本体11Rを配置し、左舷側プロペラ3Lに対応する左舷側船尾用ダクト10Lは左上象限にダクト本体11Lを配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

[0076] このように、本実施形態による船尾用ダクト10は、二軸船尾双胴型の船体1にも適用でき、ダクト本体11に加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い二軸船尾双胴型の船舶を提供できる。

また、本実施形態による船尾用ダクト10は、既存の船体1に対して後付けで取り付けることができる。この場合、既存の船体1に対しても抵抗の低減と、省エネ効果の向上を適用できる。

[0077] 次に、本発明の第2実施形態による船尾用ダクトについて図を用いて説明する。

図24は、同船尾用ダクトを取り付けた状態を示す船舶の要部側面図、図25は、同船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図、図26は、同船舶を斜め後方から見た要部斜視図である。

図24に示すように、本実施形態による船尾用ダクト10は、船体1の船尾2に取り付けたプロペラ3の前方に取り付けられる。図24では、船尾用ダクト10は、船尾管を覆う船尾2の端部に取り付けているが、船体1の船尾管に取り付けてもよい。

[0078] 図25及び図26に示すように、船尾用ダクト10は、ダクト本体11と支持手段12とで構成されている。ダクト本体11は支持手段12にて船尾2に取り付けられる。

ダクト本体11のダクト中心線Ydが、船体1を後方から前方視した状態で、プロペラ3の上下方向のプロペラ中心線Xvに対してプロペラ3の回転方向に傾きを有するように、ダクト本体11は支持手段12にて船尾2に取り付けられている。

[0079] 図27は本実施形態による船尾用ダクトの斜視図である。

ダクト本体11は、中心角（角度範囲） β が180度から270度の円弧状、より好ましくは225度から255度の円弧状に形成されている。ダクト本体11をこのような中心角 β の円弧状に形成することで、ダクト本体11による全抵抗係数を増加させることなく船殻効率を改善することができる。なお、円弧状とは、凡そ船尾用ダクト10が円弧を成すものであり $\pm 5\%$ 程度の変形、及びダクト本体11と支持手段12の接合部を滑らかに繋ぐためのRは含むものとする。

ダクト本体11の後端に形成する後端円弧部11rの半径Rrを、前端に形成する前端円弧部11fの半径Rfよりも小さくしている。このように、後端円弧部11rの半径Rrを、前端円弧部11fの半径Rfよりも小さくすることで、ダクト本体11より下流でのプロペラ3に流入する平均的な流速を遅くできるとともに、ダクト本体11の前端側でのスラスト成分を増加させて推進力を高めることができる。

なお、後端円弧部11rの半径Rrは、図24または図25に示すプロペラ3の半径の50%以下20%以上とすることが好ましい。後端円弧部11rの半径Rrを、プロペラ3の半径の50%以下20%以上とすることで、ダクト本体11のプロペラ3との干渉を大きくすることができる。後端円弧部11rの半径Rrがプロペラ3の半径の50%を越えて大きくなると有効伴流率が上昇し、抵抗も大きくなり好ましくない。また、プロペラ3の軸半径は一般にプロペラ3の半径の16~18%であるため、後端円弧部11rの半径

R_rはプロペラ3の半径の20%以上とすることが好ましい。また、後端円弧部11rの半径R_rを、プロペラ3の半径の50%以下20%以上とすることは、プロペラ3の推力を最大に生み出す半径の70%~80%の近傍にダクト本体11内を通過し速くなった流れを当てることなくプロペラ3の翼根部に導き、プロペラ3面の平均流速を遅くして有効伴流率を高めることになる。

[0080] 支持手段12は、ダクト本体11の両側に接続される支柱12aと、この支柱12aを船尾2に取り付ける取付部12bとから構成される。支柱12aは、断面を内側に凸の翼型に形成している。このように支柱12aの断面を翼型とすることで、支柱12aにおいても翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラスト成分）を利用することができる。

支柱12aは、船尾側前後幅L_xよりもダクト本体側前後幅L_yを大きくしている。このように、取付部12b側である船尾側前後幅L_xに対してダクト本体側前後幅L_yを大きくすることで、支柱の抵抗を減少させ、流れを有効に利用して推進力を高めることができる。

なお、リング状を成す取付部12bを無くして、支柱12aを直接、船尾管を覆う船尾2の端部、又は船体1の船尾管に取り付けてもよい。

[0081] 図28は、第2実施形態のうちの他の実施形態による船尾用ダクトの正面図である。

図28に示すように、支持手段12は、ダクト本体11の両側に接続される一对の支柱12a以外に、支柱12cを設けてもよい。

図28では、支柱12cをダクト中心線Ydに沿って設けた場合を示している。支柱12cは、ダクト中心線Ydから60度以内の角度範囲、より好ましくはダクト中心線Ydから30度以内の角度範囲に設ける。このように支柱12cを設けても、船体1の抵抗を増加させることなく、ダクト本体11の強度、及びダクト本体11の船尾2の端部や船尾管への取り付け強度を高めることができる。

[0082] 図29は、図24から図27又は図28に示す船尾用ダクトの側面断面図である。

図29に示すように、ダクト本体11の前後方向の断面11sは、内側に凸の翼型に形成している。このように、断面11sを内側に凸の翼型に形成することで、ダクト本体11の前端側で船体1の推進方向への揚力を発生させ、推進効率を上げることができる。

また、図29に示すように、ダクト本体11は、ダクト本体11の円弧の中心を結ぶ仮想中心軸Xdをプロペラ3の回転中心軸Xpと一致させている。仮想中心軸Xdと回転中心軸Xpとを一致させることで、設計や装備が容易となる。

なお、仮想中心軸Xdは、ダクト本体11の全ての円弧面における中心に必ずしも対応している必要はない。例えば、中心部と両側部とで半径が若干異なる場合や、前端円弧部11fの中心角 β と後端円弧部11rの中心角 β が異なる場合があり、ダクト本体11は、完全な円弧である必要はなく、略円弧状に形成されていればよい。

[0083] 図30は、第2実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトの斜視図である。

本実施形態による船尾用ダクト10は、支柱12aに代えて捻った形状とした支柱12eを用い、プロペラ3に向かう流れを対向流化している。すなわち、支柱12eは、プロペラ3の回転と反対方向に捻った形状としている。このように、捻った形状とした支柱12eを用いて、プロペラ3に向かう流れを、プロペラ3の回転方向に対して対向流化することで、プロペラ3の推進力を高めることができる。

なお、支柱12a又は支柱12eとダクト本体11を船体1に取り付けたり、支柱12a又は支柱12eを用いずにダクト本体11を直接船体1に取り付ける構造を採用することもできる。

[0084] 図31は、第2実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトの側面断面図である。

図31では、ダクト本体11の仮想中心軸Xdを、プロペラ3の回転中心軸Xpからずらしている。このように、仮想中心軸Xdを回転中心軸Xpか

らずらすことで、船体 1 や船尾 2、またプロペラ 3 により生ずる非対称な流れに対応し、スラスト力が高められる位置に船尾用ダクト 10 を設けることができる。

[0085] 図 3 2 は、第 2 実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトの側面断面図である。

図 3 2 では、船体 1 を側面視した状態で、ダクト本体 11 の仮想中心軸 X_d をプロペラ 3 の回転中心軸 X_p に対して傾けている。このように、仮想中心軸 X_d を回転中心軸 X_p に対して傾けることで、船尾 2 の下方に向かう流れに対応しスラスト力を高めるように船尾用ダクト 10 を取り付けることができる。

[0086] 図 3 3 は、第 2 実施形態のうちの更に他の実施形態による船尾用ダクトを示す説明図である。

図 3 3 では、船体 1 を後方から前方視した状態で、プロペラ 3 が反時計回り B の場合を示している。

本実施形態による船尾用ダクト 10 は、ダクト本体 11 の中心角 β を 210 度とし、傾き角 θ を 60 度として取り付けられた場合を示している。

[0087] 次に、ダクト本体 11 の周方向の各部分が、船尾流れとの関係によって自航要素に与える影響について、試験結果に基づいて説明する。

本試験では、中心角 β を 120 度としたダクト本体 11 を部分ダクト模型として用い、周方向位置（ダクト設置角 θ ）を変更して自航試験を行い、部分ダクト模型の周方向部分と自航要素の関係について調査した。

また、本試験では、肥大船の模型船に、部分ダクト模型を設置し、部分ダクト模型の設置角（本実施形態における傾き角 θ ）を変化させて、自航試験を行い、部分ダクト模型の設置角と自航要素との関係を調査した。

[0088] 図 3 4 は、試験に使用した肥大船模型とプロペラ模型の要目、図 3 5 は、部分ダクト模型の模式図である。

なお、部分ダクト模型においては、本実施形態における支柱 12 a をフィンと称して説明する。また、本実施形態における取付部 12 b をリング状部

材として模型船の船尾管にかぶせて設置し、自航試験の際には、リング状の部分を回転させることで設置角 θ を変化させた。

ダクト設置角 θ は、船尾側からみて、直上を0度とし、右回り（時計回り）に角度を進めた。よって12時位置が、0度、3時位置が90度、6時位置が180度、9時位置が270度である。

[0089] 図36は、試験を行ったダクト模型の要目を表すパラメータ、図37は、試験を行ったダクト模型の要目を示す。

ここで D_{di} はプロペラ直径に対するダクト入口の直径比、 D_{do} はプロペラ直径に対するダクト出口の直径比であり、 $D_{di} 538$ は、プロペラ直径に対するダクト入口の直径比が53.8%、 $D_{do} 493$ は、プロペラ直径に対するダクト出口の直径比が49.3%であることを示している。 $\alpha 5$ は、部分ダクト模型の開き角度が5度、 $\beta 120$ は、中心角が120度のダクトであることを示している。

ダクト入口でのダクト直径を一定として、ダクトの開き角 α を変化させた。部分ダクト模型に関しては、ダクト長さ L_d をプロペラ直径 D_p の25.5%に固定し、開き角 α を5度から14度まで、3度間隔で変化させた。また部分ダクト模型の試験結果を参考に、中心角が210度となるダクトについても試験を実施した。さらにダクトを船体1に固定するためのフィンも自航要素に影響を与えていると考え、ダクト部分を除去したフィン単体の試験も実施した。

試験は海上技術安全研究所の三鷹第二試験水槽で実施し、試験速力は、フルード数0.18に対応する速力とした。部分ダクト模型の水槽試験では、プロペラ荷重度の変化による推力減少率 $(1-t)$ への影響が出やすいため、プロペラ荷重度を変化させて試験を行い、ロードファクターが1となるところの自航要素を内挿により求めることで、プロペラ荷重度の影響を排除した。

[0090] 各々の部分ダクト模型とフィンについて、自航試験の結果から得られた自航要素と設置角の関係を図38から図42に示す。

図38から図42は、ダクト本体のダクト設置角と自航要素の関係を示す特性図であり、図38は第1模型 ($\alpha 5 D d i 5 3 8 D d o 4 9 3 L d 2 5 5 \beta 1 2 0$)、図39は第2模型 ($\alpha 8 D d i 5 3 8 D d o 4 6 6 L d 2 5 5 \beta 1 2 0$)、図40は第3模型 ($\alpha 1 1 D d i 5 3 8 D d o 4 3 9 L d 2 5 5 \beta 1 2 0$)、図41は第4模型 ($\alpha 1 4 D d i 5 3 8 D d o 4 1 1 L d 2 5 5 \beta 1 2 0$)、図42は第5模型 (F i n) における特性図である。

自航要素として、推力減少率 ($1 - t$)、有効伴流率 ($1 - w T M$)、推進器効率比 (ηR) を示している。

図38から図42において、ダクト設置角 $\theta = 0$ 度は、船体1を後方から前方視した状態でプロペラ3の上下方向のプロペラ中心線 $X v$ とダクト中心線 $Y d$ とを一致させて設けた場合であり、プラスの設置角 θ は右舷側に傾け、マイナスの設置角 θ は左舷側に傾けている。プロペラ3は時計回りAに回している。また、縦軸は、ダクト無を基準としている。

[0091] 何れの開き角 α の部分ダクト模型においても、設置角0度で $1 - t$ が最大となり、設置角90度で $1 - w T M$ が最小となり、 ηR が最大となる。自航要素の良否という観点からすると、 $1 - t$ と他の二つの自航要素 $1 - w T M$ と ηR は、逆相関となっており、フィン単体の場合も同様である。これら自航試験により得られた自航要素を用いて馬力推定を行い、各部分ダクト模型およびフィン単体の各設置角 θ での馬力減少率を計算した。

[0092] 計算した馬力減少率を図43に示す。開き角 α が5度の時は、設置角0度での馬力減少率が最も大きく、設置角180度、設置角270度では、ほとんど馬力低減効果が無くなっている。その他の開き角 α の1/3ダクトでは、設置角90度の場合が最も良好な馬力減少率を示しており、設置角0度がそれに続くが、設置角180度においても、1~2%程度の低減率が示されている。やはり設置角270度においては、馬力減少率は、ほとんどない。またフィンのみでも設置角0度、90度、180度については、2%程度の馬力低減効果が現れているが、設置角270度では、ほとんど馬力低減効果がない。

ダクト設置角の影響をより詳細に調査するため、馬力減少率の高い設置角 0 度付近から設置角 90 度付近までにかけて、設置角の変更幅を小さくして自航試験を行った。

[0093] 図 4 4 は、ダクト本体の傾き角（ダクト設置角）と自航要素の関係を示し、図 4 5 は、ダクト設置角と馬力減少率の関係を示す。

図 4 4 及び図 4 5 において、ダクト設置角 $\theta = 0$ 度は、船体 1 を後方から前方視した状態でプロペラ 3 の上下方向のプロペラ中心線 X_v とダクト中心線 Y_d とを一致させて設けた場合であり、プラスの設置角 θ は右舷側に傾け、マイナスの設置角 θ は左舷側に傾けている。プロペラ 3 は時計回り A に回している。また、縦軸は、ダクト無を基準としている。

$1 - t$ は、設置角 0 度で最大となり、設置角 75 度で最小となる。また $1 - w_{TM}$ は、設置角 75 度で最小となり、設置角 270 度で最大となる。 η_R は、設置角 75 度で最大となり、設置角 -15 度で最小となっている。馬力減少率が良好な設置角は 0 度と 90 度のふたつのこぶになっており、設置角 0 度の場合は $1 - t$ の設置角 90 度の場合は $1 - w_{TM}$ と η_R の良化によることが判る。

図 4 4 及び図 4 5 において、好ましい設置角の位置を円で示している。

[0094] 部分ダクト模型（中心角 β が 120 度）の試験結果を見ると、設置角 0 度と設置角 90 度の馬力低減効果が高い。設置角 180 度では、フィン単独よりも馬力低減効果が小さくなっている。設置角 270 度では、馬力低減効果が極めて低い。そこで、ダクト設置角 0 度と 90 度の部分ダクト模型を組み合わせ、中心角 β を 210 度とした部分ダクト模型であれば、効果が大きいと考え、自航試験を実施することとした。

[0095] 部分ダクト模型（中心角 β が 120 度）での試験結果から、開き角 11 度の時が、設置角 0 度で馬力減少率 3.3%、設置角 90 度で馬力減少率 3.4% と総合的に馬力低減効果が高かったことから、この開き角 11 度の 210 度ダクトを対象に自航試験を実施した。開き角 11 度の 210 度ダクトの模式図は、図 2 7 に示す通りである。

自航試験の結果、各自航要素は、設置角0度と90度の部分ダクト模型の中間的な値となり、馬力減少率は3.9%と両者よりも大きくなった。

[0096] 図46は、本試験で実施した部分ダクト模型を用いた自航試験の全結果を示す。

部分ダクト模型を用いて、自航試験を行った結果、以下のことが判った。

右回りプロペラ3の場合、部分ダクト模型が後方からみて0度(12時)の位置にある時、 $1-t$ は最も大きくなる。一方、 $1-wTM$ も最も大きくなり、 ηR は最も小さくなる。部分ダクト模型が後方から見て90度(3時)の位置にある時、 $1-t$ は最も小さくなり、 $1-wTM$ も最も小さくなり、 ηR は最も大きくなる。つまり自航要素の良否という観点からすると、 $1-t$ と他の二つの自航要素 $1-wTM$ と ηR は、逆相関となっている。これらの現象が総合されて、0度(12時)位置あるいは90度(3時)位置の省エネ効果が高くなっており、これら両位置を組み合わせた210度ダクトの省エネ効果も高くなった。なお、210度ダクトでは馬力減少率は3.9%であったが、同一条件で角度範囲だけを360度とした全周ダクトの場合、馬力減少率は3.5%となり、全周ダクトよりも210度ダクトの方が馬力減少率は大きいことが確認できた。

[0097] 以上の結果より、ダクト本体11を180度から270度の角度範囲の円弧状に形成し、プロペラ3の上下方向のプロペラ中心線 Xv に対してダクト本体11のダクト中心線 Yd がプロペラ3の回転方向に、30度以上60度以下の角度範囲で設置角 θ を有することで、図45における馬力減少率の2つのピークを確実にカバーし、馬力減少率の高い領域にダクト本体11や支持手段12を臨ませることができると、省エネ効果の高い船尾用ダクト10を提供することができる。

より好ましくは角度範囲を225度から255度の円弧状に形成することにより、船体1の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することができる。

また、ダクト本体11の後端に形成する後端円弧部11rの半径 Rr をプ

ロペラ3の半径の50%以下20%以上とすることが好ましい。

[0098] 次に本実施形態による船尾用ダクトの設計方法について以下に説明する。

第1実施形態の説明でも用いた図11は、適用する船体について、船体要目及び3次元形状側面図であり、図12は、本実施形態による船尾用ダクトと同一半径の全周ダクトについて、ダクト要目及び3次元形状を示す。

本実施形態では、パナマックスサイズ・バルクキャリア（P×BC）の、船尾肥大度を高くした形状の船体を用いた。

本実施形態による船尾用ダクト10を設計するに当たり、まず、円弧状のダクト本体11と同一半径の全周ダクトを設定する。

ここでは、全周ダクトとして、所謂Weather Adapted Duct（WAD）を基本形状としたダクトを用いている。

図12において、 $D_{T.E.}$ はダクト後端直径、 D_p はプロペラ直径、 L_d はダクト翼断面コード長、 α は翼断面が持つ開き角である。

[0099] 第1実施形態の説明でも用いた図13は、使用するプロペラについてのプロペラ要目を示す。

図13において、 H/D_p はピッチ比、 aE は展開面積比、 Z は翼数を表わす。

[0100] 第1実施形態の説明でも用いた図14は、船体に対するダクト及びプロペラの取り付け位置を示す。

座標原点を船体1の船首垂線（FP）に取り、FPから船尾垂線（AP）の方向をx軸正、左舷から右舷の方向をy軸正、竜骨（keel）から甲板（deck）の方向をz軸正の向きとしている。また、船長を1としている（つまり $x=0.0$ がFP、 $x=1.0$ がAP）。

図14から導かれるように、ダクト後端はプロペラ前縁と約5% D_p のクリアランスを持ち、ダクト中心はシャフトセンターラインに一致させている。

[0101] 次に、船型・ダクト・プロペラを設定して、全周ダクトを用いた船体の数値計算による抵抗・自航計算を行う。

図11から図14に示す船型・ダクト・プロペラを用いてCFD（Com

putational Fluid Dynamics) 解析を行った。

CFD解析の結果、ダクト無の船型に比べ、ダクト有の船型は抵抗を増加させることが無く、船殻効率を約3.2%改善した。ダクトが付いているにも関わらず、全抵抗係数が殆ど増加しない理由は、ダクト自身が推力を出しているからであると考えられる。

[0102] 次に、抵抗・自航計算結果から全周ダクトの内表面の流体力分布を求める。

第1実施形態の説明でも用いた図15は、全周ダクトのスラスト成分および抵抗成分分布の周方向分布を示す。

図15において、傾き角 θ は、全周ダクトを後ろから見て12時の位置を0度とし、12時の位置から時計回り方向を正としている。また、図15において、縦軸 $C_{t,x}$ は、 x 方向流体力であり、正の値(0ラインより上)では抵抗となり、負の値(0ラインより下)では、推進力となる。

図15に示すように、プロペラ3が作動していない時(図中点線)には、 x 方向流体力($C_{t,x,duct}$)は、全周に渡り正の値、つまり抵抗(resistance)となっている。

しかし、プロペラ3が作動すると、 $C_{t,x,duct}$ は $0^\circ < \theta < 45^\circ$ 、 $288^\circ < \theta < 360^\circ$ 付近で負の値、つまりスラスト(thrust)として作用する。このスラスト成分が、プロペラ3の作動時には、ダクトを取り付けている時でも全抵抗係数を増加させない要因となっていると考えられる。

[0103] 第1実施形態の説明でも用いた図16は、全周ダクトの表面上のスラスト分布と抵抗成分分布の等高線図であり、図15に示す抵抗/スラスト成分が、ダクト表面上にどのように分布しているかを3次元的に示す。

図15に見られるダクトのスラスト成分は、図16では主にダクトの前端側の上面内側で発生していることが分かる(図中、矢印で示す領域Z)。

すなわち、スラスト成分が発生する領域Zは、扇形の中心角を β とすると、 $0^\circ < \beta < 180^\circ$ の角度範囲で囲まれた扇形部分となっている。スラス

ト自体は、ダクト側面内側付近にも発生しているが、当該部分のダクト外側にはこのスラストよりも大きな抵抗が働いていることから、ダクトコード方向に積分した全体の流体力としては図15に示す傾き角 θ が90度付近に示すように、抵抗となっている。

[0104] このように、抵抗・自航計算結果から全周ダクトの内表面の流体力分布を求めた後に、流体力分布に基づいて全周ダクトから円弧状のダクト本体11の形状を決定する。ここで、流体力分布は、スラスト分布と抵抗成分分布である。

また、全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を求めてもよい。この流速・流向分布を求めることにより有効伴流率を考慮した設計が可能となる。なお、この流速・流向分布や内表面の流体力分布は単独で用いての設計も、双方を用いての設計も可能であるが、双方を用いた方がより詳細な設計が実現可能となる。

なお、支持手段12の取り付け数を設定するステップを備え、設定した支持手段12の条件を用いて船体1の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップを実行することで、支持手段12の影響を考慮した設計ができる。

[0105] 図47及び図48は、船尾用ダクトを装備した二軸船尾双胴型の船舶を後方から前方視した状態を示す要部正面図である。

図47及び図48において、船体1には、右舷側スケグの船尾管2Rには右舷側プロペラ3R、左舷側スケグの船尾管2Lには左舷側プロペラ3Lを設けている。

[0106] 図47では、右舷側プロペラ3Rは反時計回りB、左舷側プロペラ3Lは時計回りAであり、内回りの回転であることを示している。

このように内回りの回転による二軸船尾双胴型の船舶にあつては、右舷側プロペラ3Rに対応する右舷側船尾用ダクト10Rは左上象限にダクト本体11Rを傾けて配置し、左舷側プロペラ3Lに対応する左舷側船尾用ダクト10Lは右上象限にダクト本体11Lを傾けて配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

[0107] 図48では、右舷側プロペラ3Rは時計回りA、左舷側プロペラ3Lは反時計回りBであり、外回りの回転であることを示している。

このように外回りの回転による二軸船尾双胴型の船舶にあっては、右舷側プロペラ3Rに対応する右舷側船尾用ダクト10Rは右上象限にダクト本体11Rを傾けて配置し、左舷側プロペラ3Lに対応する左舷側船尾用ダクト10Lは左上象限にダクト本体11Lを傾けて配置することで、推力減少率又は推進器効率比を高め、有効伴流率を小さくすることができる。

[0108] このように、本実施形態による船尾用ダクト10は、二軸船尾双胴型の船体1にも適用でき、ダクト本体11に加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い二軸船尾双胴型の船舶を提供できる。

なお、二軸船尾双胴型の船舶、一軸型船舶の場合を含めて、船尾流を有効に利用しプロペラの推進効率を高めるために、プロペラの推進軸を左右に設けたスケグや船尾の中心から位置をずらしていわゆるオフセットを設ける場合があるが、このような場合に船尾用ダクトも位置ずらす、また位置はずさないどちらの選択も可能である。

また、本実施形態による船尾用ダクト10は、既存の船体1に対して後付けで取り付けることができる。従って、既存の船舶においても本実施形態による船尾用ダクト10による抵抗の低減と、省エネ効果の向上を活用できる。

[0109] 以上の各実施形態では、船尾用ダクト10として説明したが、試験結果で示したように、ダクト本体11を設けずに、ダクト本体11の両端を支える一对の支柱12aだけでも、船体1の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することで省エネ効果がある。

すなわち、他の実施形態としての船尾用付加物は、円弧状の仮想ダクト本体を支持する一对の支柱12aを、一对の支柱12aの間の角度が180度から270度の角度範囲となるように船尾2に取り付け、船体1を後方から前方視した状態でプロペラ3の上下方向のプロペラ中心線Xvに対して一对の支柱12aの支柱中心線がプロペラ3の回転方向に傾き角 θ を有する。

なお、仮想後端円弧部の半径は、図24または図25に示すプロペラ3の半径の50%以下20%以上とすることが好ましい。仮想後端円弧部の半径を、プロペラ3の半径の50%以下20%以上とすることで、仮想ダクト本体のプロペラ3との干渉を大きくすることができる。仮想後端円弧部の半径がプロペラ3の半径の50%を越えて大きくなると有効伴流率が上昇する。また、プロペラ3の軸半径は一般にプロペラ3の半径の16~18%であるため、仮想後端円弧部の半径はプロペラ3の半径の20%以上とすることが好ましい。

- [0110] 本実施形態による船尾用付加物は、プロペラ3の回転方向への支柱中心線の傾き角 θ を30度以上60度以下の角度範囲とすることで、図45における馬力減少率の2つのピークの存在する馬力減少率の高い領域に一对の支柱12aを臨ませることができるため、省エネ効果の高い船尾用付加物を提供することができる。また、プロペラ3の回転中心軸Xpよりも上部の特に推進方向成分（スラスト成分）が大きく得られる位置に、角度範囲の小さい一对の支柱12aを臨ませることができる。
- [0111] また、本実施形態による船尾用付加物は、一对の支柱12aの仮想中心軸Xdをプロペラ3の回転中心軸Xpと一致させた場合には、設計や装備が容易である。
- [0112] また、本実施形態による船尾用付加物は、一对の支柱12aの仮想中心軸Xdをプロペラ3の回転中心軸Xpからずらした場合には、例えば一对の支柱12aを、船体1やプロペラ3により生ずる非対称な流れに対応しスラスト力が高められる位置にずらすことができる。
- [0113] また、本実施形態による船尾用付加物は、船体1を側面視した状態で、一对の支柱12aの仮想中心軸Xdをプロペラ3の回転中心軸Xpに対して傾けた場合には、一对の支柱12aを、スラスト力を高めるように取り付けることができる。
- [0114] また、本実施形態による船尾用付加物は、支柱12aの断面を、内側に凸の翼型に形成した場合には、翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラ

スト成分)を利用することができる。

[0115] また、本実施形態による船尾用付加物は、捻った形状の支柱12eとし、プロペラ3に向かう流れを、プロペラ3の回転方向に対して対向流化した場合には、推進力を高めることができる。

[0116] また、本実施形態による船尾用付加物は、支柱12aを、船尾側前後幅 L_x よりも仮想ダクト本体側前後幅 L_y を大きくした場合には、支柱12aの抵抗を減少させて推進力を高めることができる。

[0117] また、本発明の船尾用付加物を有した船舶によれば、支柱12aに加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い船舶を提供できる。

[0118] また、船体1が二軸船尾双胴型の船体である場合には、支柱12aに加わる抵抗を低減し、省エネ効果の高い二軸船尾双胴型の船舶を提供できる。

[0119] また、船体1が既存の船体であり、支柱12aを船体1に後付けした場合には、既存の船体に対しても抵抗の低減と、省エネ効果の向上を適用できる。

産業上の利用可能性

[0120] 本発明は、特に低速肥大船を含めた一般の船舶の船尾に装着する船尾用ダクトに適用でき、ダクト本体を付加しても、船体の抵抗を増加させることなく船殻効率を改善することで省エネ効果がある。

符号の説明

- [0121]
- 1 船体
 - 2 船尾
 - 3 プロペラ
 - 10 船尾用ダクト
 - 11 ダクト本体
 - 11s 断面
 - 12 支持手段
 - Xp 回転中心軸
 - Xv 上下方向の中心線

β 中心角(角度範圍)

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ダクトにおいて、
ダクト本体を90度から140度の角度範囲の円弧状に形成し、
前記ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径を前記プロペラの半径の50%以下20%以上とし、
前記船体を後方から前方視した状態で、前記プロペラの上下方向のプロペラ中心線に対して前記ダクト本体のダクト中心線が前記プロペラの回転方向に傾きを有するように、前記ダクト本体を支持手段にて前記船尾に取り付けたことを特徴とする船尾用ダクト。
- [請求項2] 前記プロペラの回転方向への傾き角を、前記プロペラの中心から上方の前記プロペラ中心線に対して、前記プロペラの回転方向に0度より大きく60度以下の角度範囲としたことを特徴とする請求項1に記載の船尾用ダクト。
- [請求項3] 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度の角度範囲の円弧状に形成し、
前記ダクト本体の後端に形成する後端円弧部の半径を前記プロペラの半径の50%以下20%以上とし、
前記船体を後方から前方視した状態で、前記プロペラの上下方向のプロペラ中心線に対して前記ダクト本体のダクト中心線が前記プロペラの回転方向に傾きを有するように、前記ダクト本体を支持手段にて前記船尾に取り付けたことを特徴とする船尾用ダクト。
- [請求項4] 前記プロペラの回転方向への傾き角を、前記プロペラの中心から上方の前記プロペラ中心線に対して、前記プロペラの回転方向に30度以上60度以下の角度範囲としたことを特徴とする請求項3に記載の船尾用ダクト。
- [請求項5] 前記ダクト本体の前後方向の断面を内側に凸の翼型に形成したこと

を特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の船尾用ダクト。

[請求項6] 前記後端円弧部の半径を、前端に形成する前端円弧部の半径よりも小さくしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の船尾用ダクト。

[請求項7] 前記ダクト本体の仮想中心軸を前記プロペラの回転中心軸と一致させたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の船尾用ダクト。

[請求項8] 前記ダクト本体の仮想中心軸を前記プロペラの回転中心軸からずらしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の船尾用ダクト。

[請求項9] 前記船体を側面視した状態で、前記ダクト本体の仮想中心軸を前記プロペラの回転中心軸に対して傾けたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の船尾用ダクト。

[請求項10] 前記ダクト本体を、前記支持手段としての支柱を介して前記船体の船尾管又は前記船尾管を覆う前記船尾の端部に取り付けたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の船尾用ダクト。

[請求項11] 前記支柱の断面を、内側に凸の翼型に形成したことを特徴とする請求項 10 に記載の船尾用ダクト。

[請求項12] 前記支柱を、捻った形状に形成することで、前記プロペラに向かう流れを、前記プロペラの回転方向に対して対向流化したことを特徴とする請求項 10 に記載の船尾用ダクト。

[請求項13] 前記支柱を、前記船尾側前後幅よりも前記ダクト本体側前後幅を大きく形成したことを特徴とする請求項 10 に記載の船尾用ダクト。

[請求項14] 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において、
円弧状の仮想ダクト本体を支持する一对の支柱を、一对の前記支柱の間の角度が 180 度から 270 度の角度範囲となるように前記船尾に取り付け、
前記仮想ダクト本体の後端に形成する仮想後端円弧部の半径を前記プロペラの半径の 50%以下 20%以上とし、

前記船体を後方から前方視した状態で、前記プロペラの上下方向のプロペラ中心線に対して一対の前記支柱の支柱中心線が前記プロペラの回転方向に傾きを有することを特徴とする船尾用付加物。

[請求項15] 前記プロペラの回転方向への傾き角を、前記プロペラの中心から上方の前記プロペラ中心線に対して、前記プロペラの回転方向に30度以上60度以下の角度範囲としたことを特徴とする請求項14に記載の船尾用付加物。

[請求項16] 請求項1又は請求項3に記載の船尾用ダクトの設計方法であって、前記船尾用ダクトを設計するに当たり、円弧状の前記ダクト本体と同一半径の全周ダクトを設定するステップと、前記全周ダクトを用いた前記船体の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップと、抵抗・自航計算結果から前記全周ダクトの表面に働く船体推進方向の流体力分布及び／又は前記全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布を求めるステップと、前記流体力分布及び／又は前記全周ダクトの後方からプロペラ面までの流速・流向分布に基づいて前記全周ダクトから円弧状の前記ダクト本体の形状を決定するステップと、を備えたことを特徴とする船尾用ダクトの設計方法。

[請求項17] 前記支持手段の取り付け数を設定するステップを備え、設定した前記支持手段の条件を用いて前記船体の数値計算による抵抗・自航計算を行うステップを実行したことを特徴とする請求項16に記載の船尾用ダクトの設計方法。

[請求項18] 前記流体力分布は、スラスト分布と抵抗成分分布であることを特徴とする請求項16に記載の船尾用ダクトの設計方法。

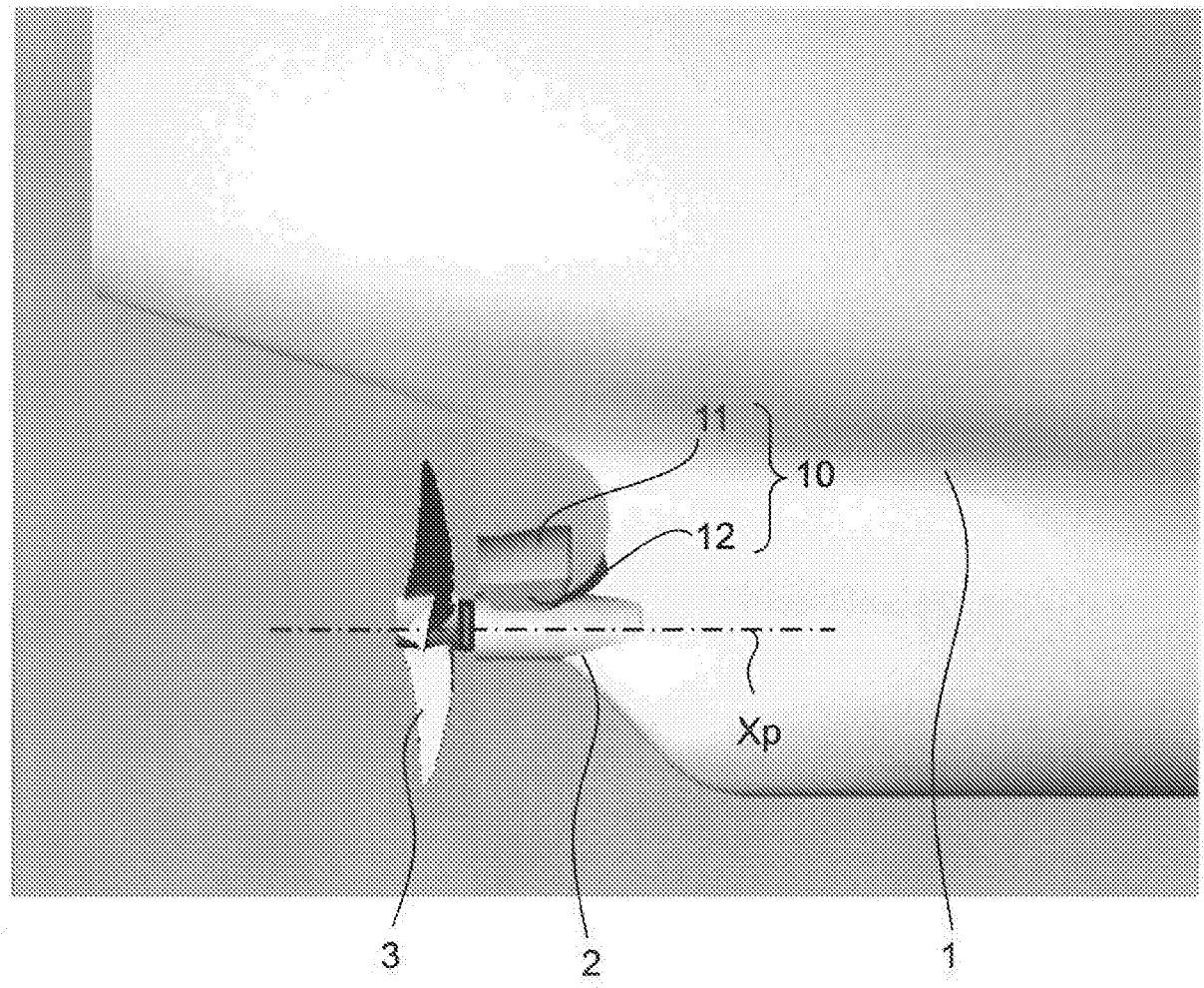
[請求項19] 請求項1又は請求項3に記載の船尾用ダクトを前記船尾に装備したことを特徴とする船尾用ダクトを装備した船舶。

[請求項20] 前記船体が二軸船尾双胴型の船体であることを特徴とする請求項19に記載の船尾用ダクトを装備した船舶。

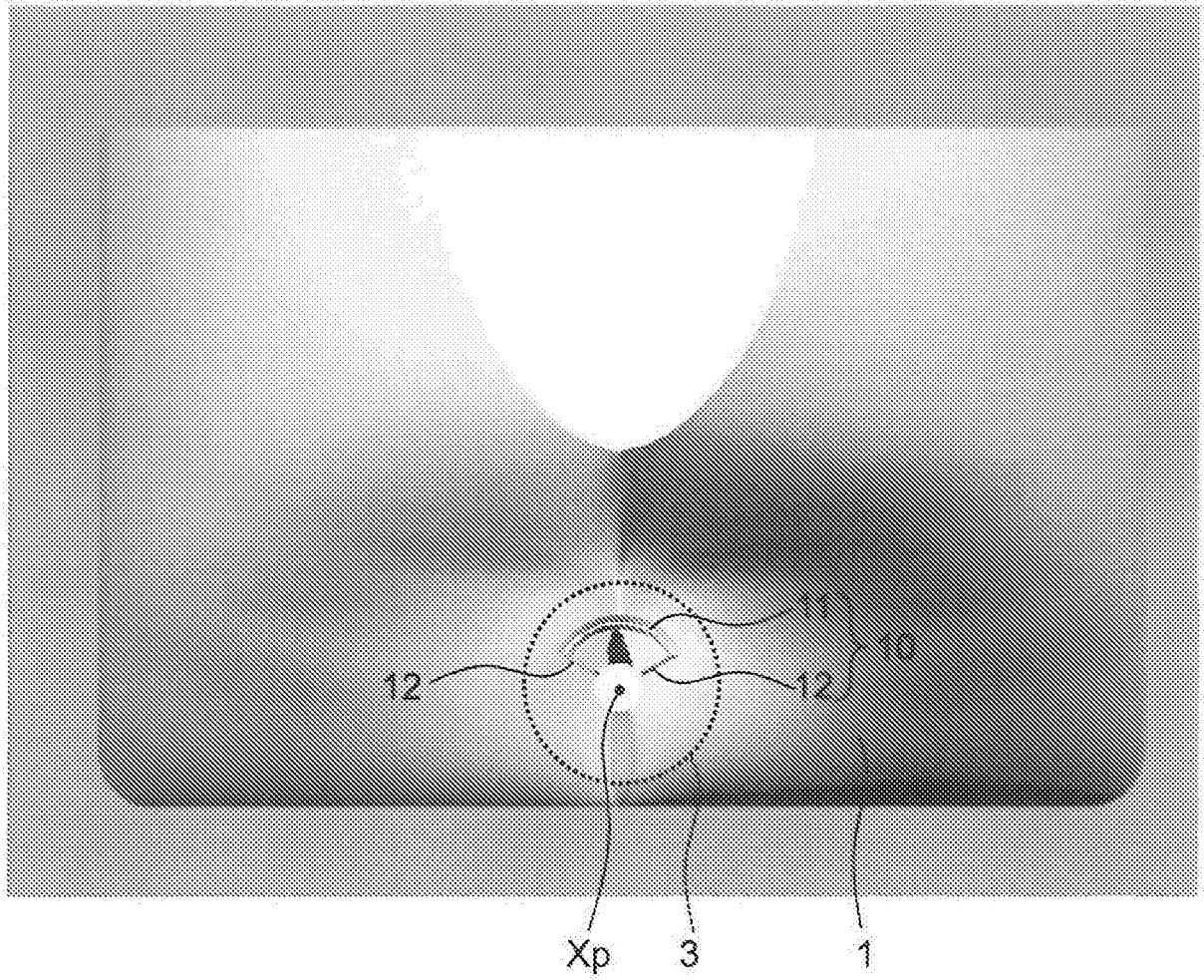
[請求項21] 前記船体が既存の船体であり、前記船尾用ダクトを前記船体に後付

けしたことを特徴とする請求項 19 に記載の船尾用ダクトを装備した船舶。

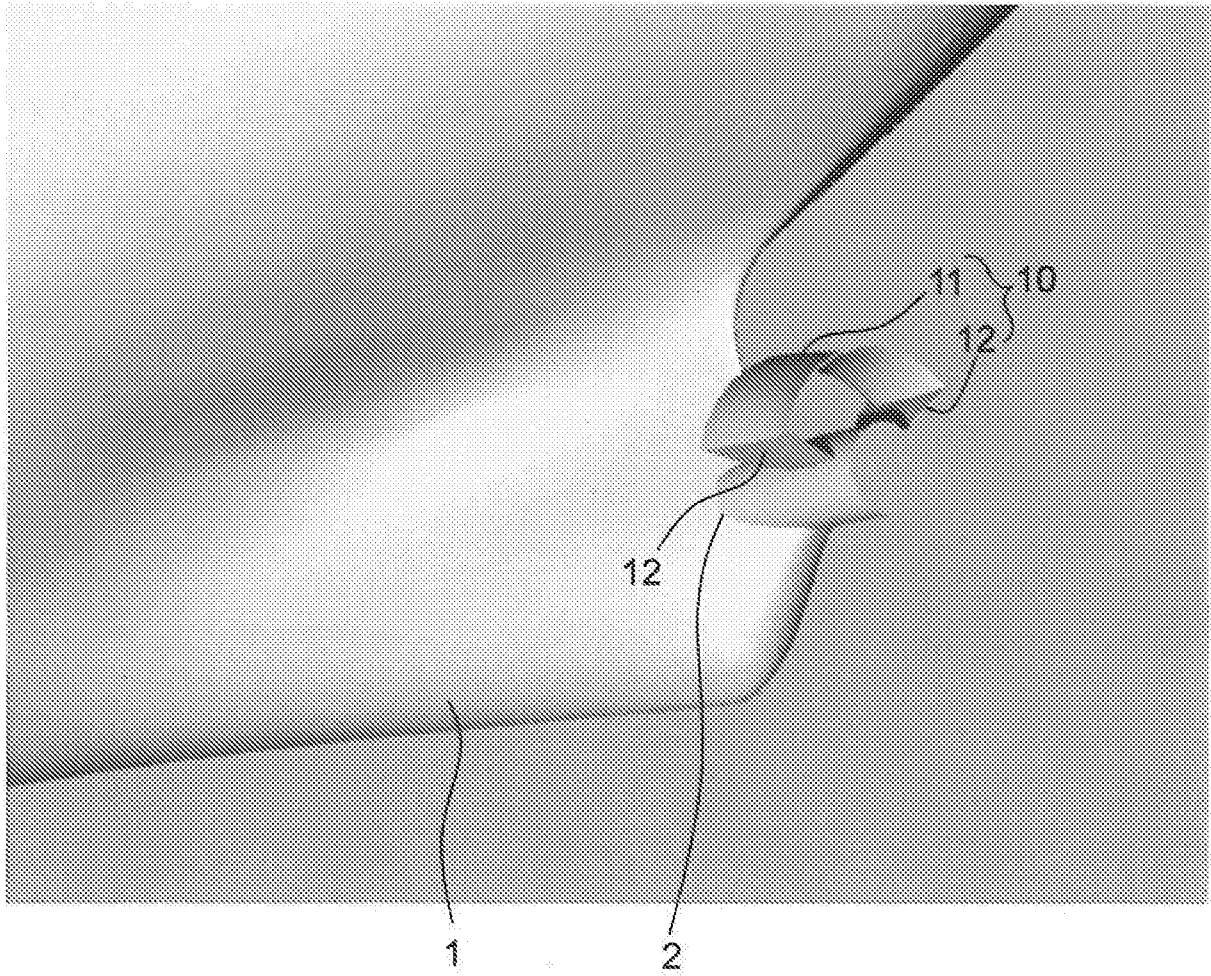
[図1]



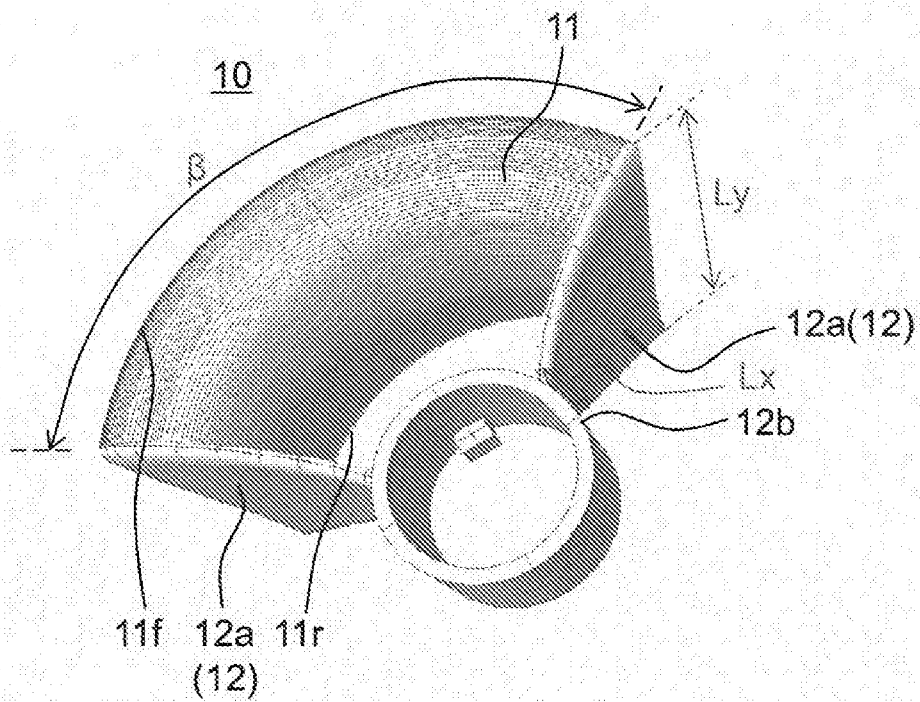
[図2]



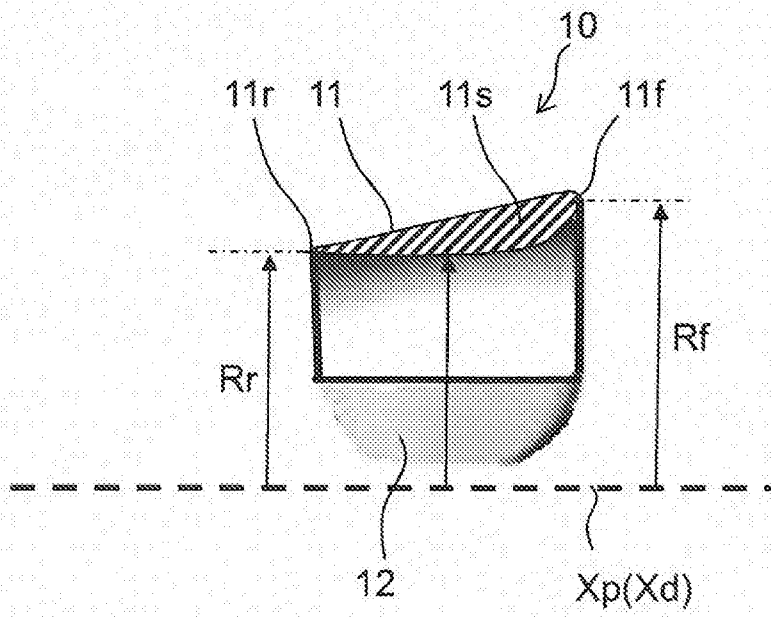
[図3]



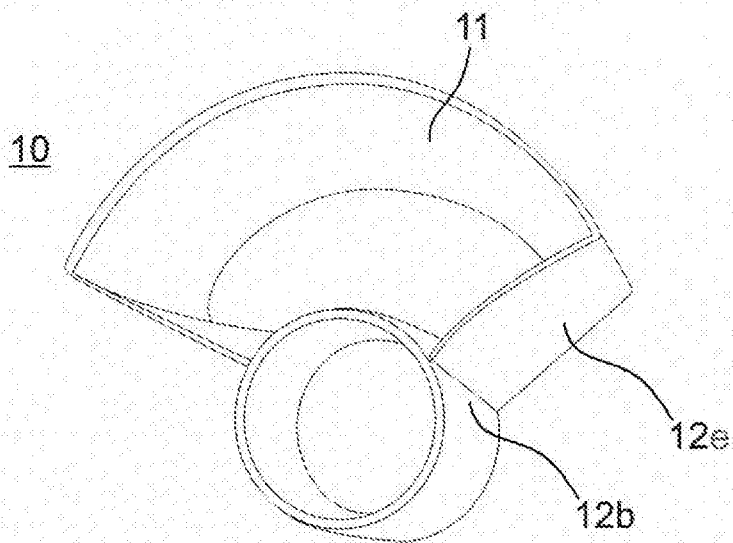
[図4]



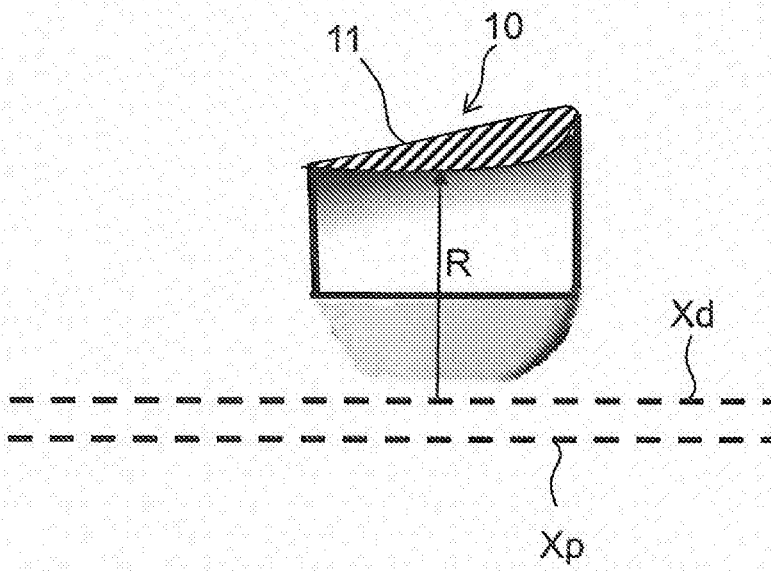
[図5]



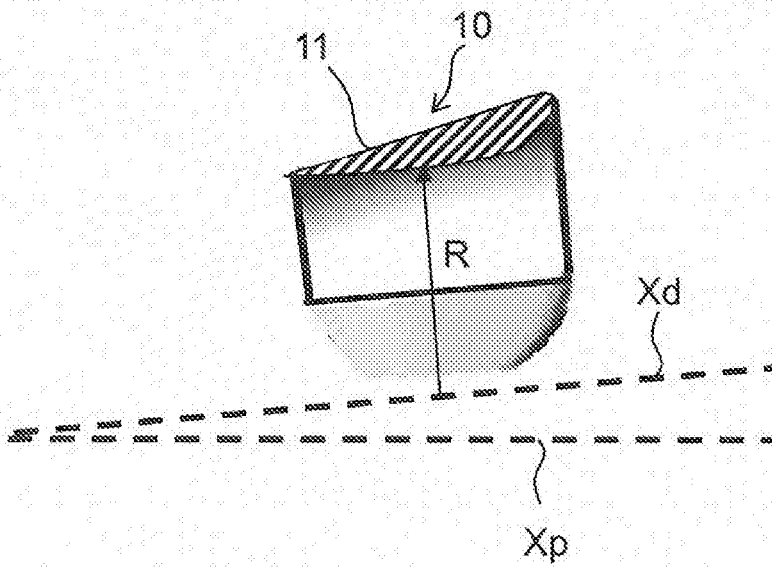
[図6]



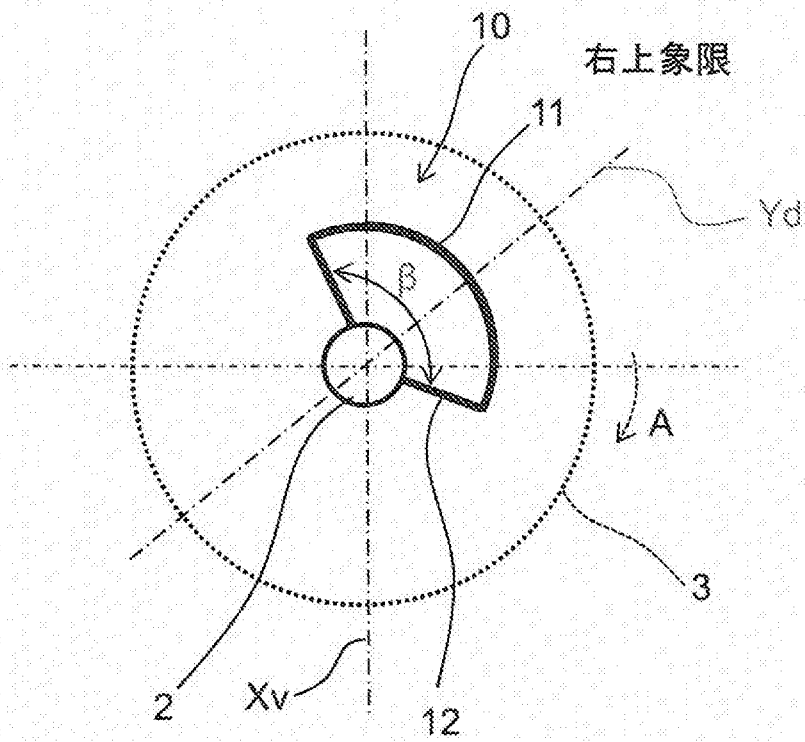
[図7]



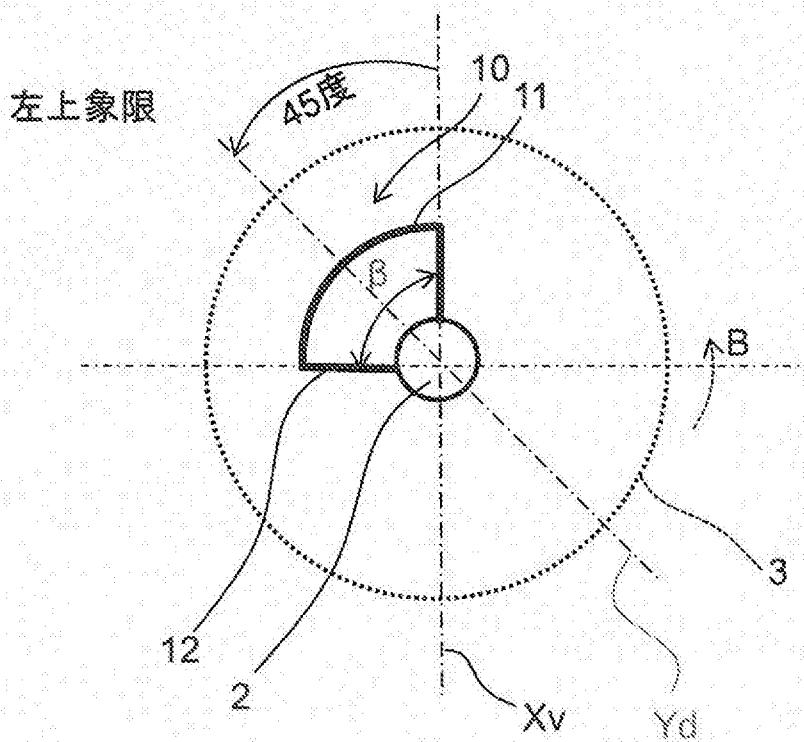
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

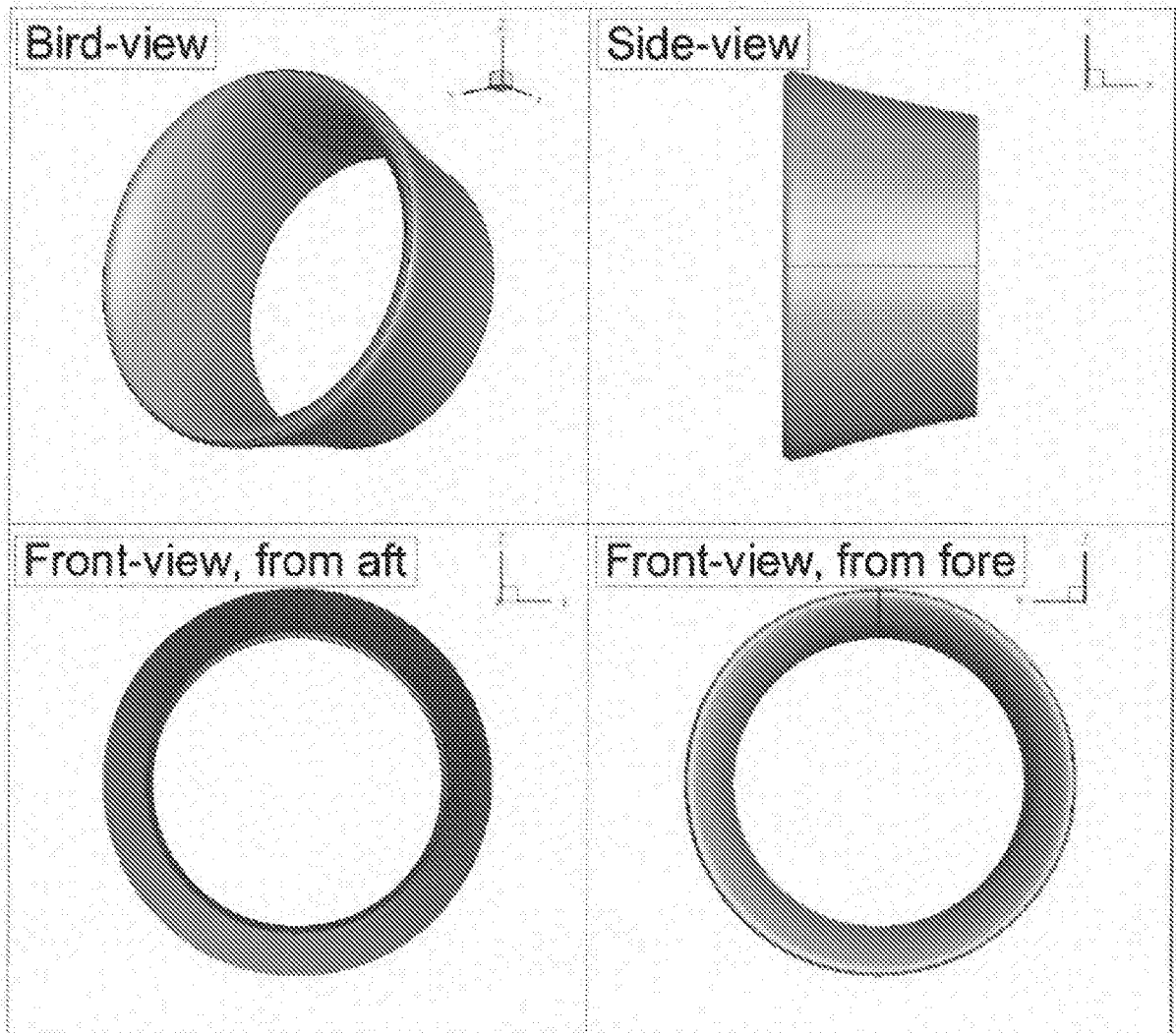
| | |
|--------------------------|--------|
| $L_{\text{管}}[\text{m}]$ | 217 |
| $B[\text{m}]$ | 32.26 |
| $d[\text{m}]$ | 12.2 |
| C_B | 0.851 |
| $\nabla[\text{m}^3]$ | 72.658 |

10-mode PxBC



[図12]

| | |
|----------------|----------|
| D_{TE}/D_p | 0.5 |
| L_c/D_p | 0.325 |
| β [deg.] | 12.0 |
| 翼断面形状 | NACA7415 |



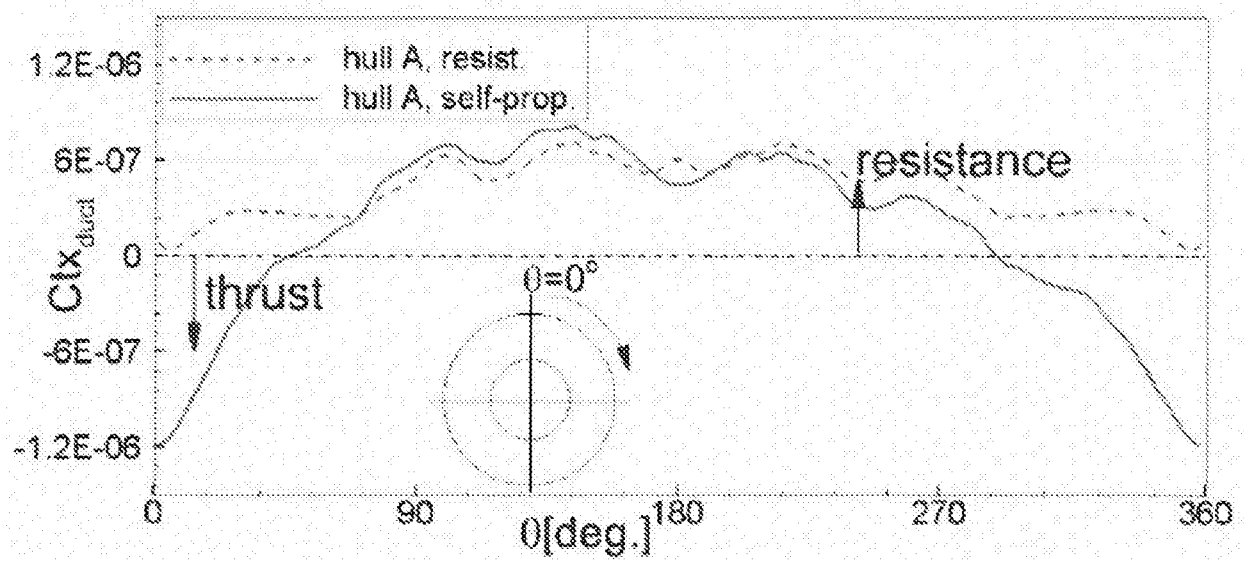
[図13]

| | |
|-----------|-----|
| D_p [m] | 7.1 |
| H/D_p | 0.8 |
| aE | 0.5 |
| Z | 4 |

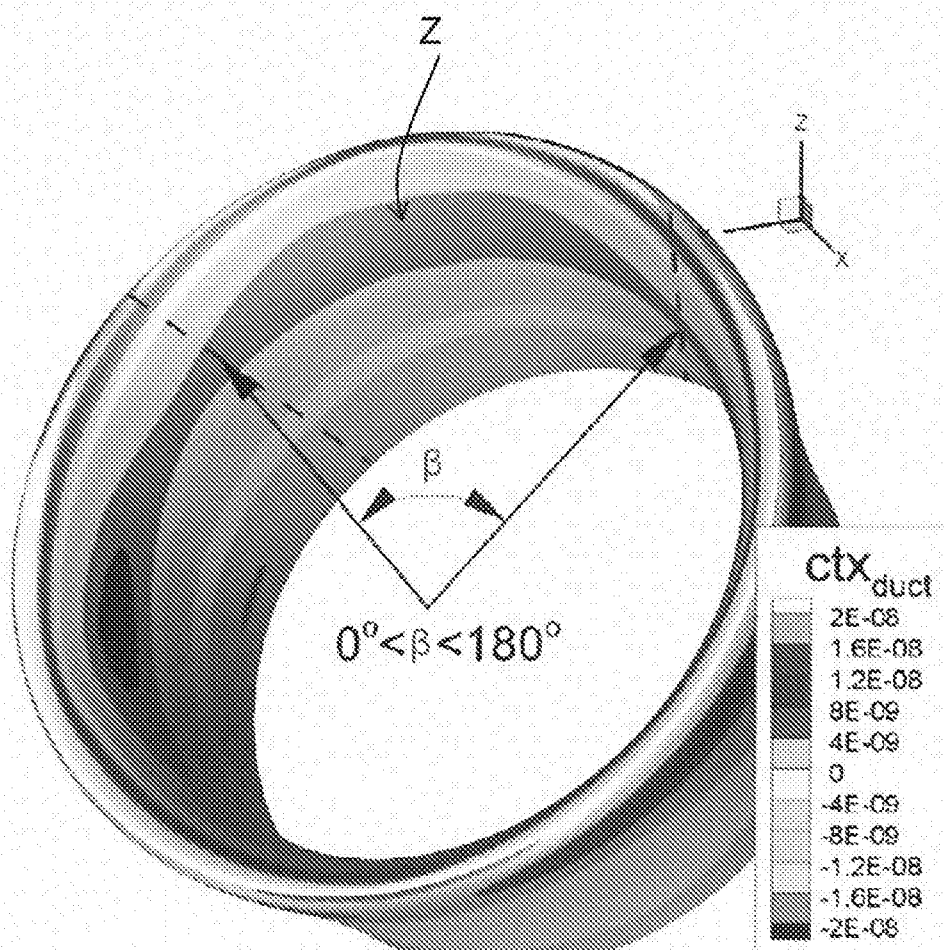
[図14]

| プロペラ中心位置 | |
|--------------|----------------------|
| x, y, z | 0.982, 0.0, -0.03917 |
| ダクト後端の x 位置 | |
| x | 0.98 |
| ダクト中心の yz 位置 | |
| y, z | 0.0, -0.03917 |

[図15]



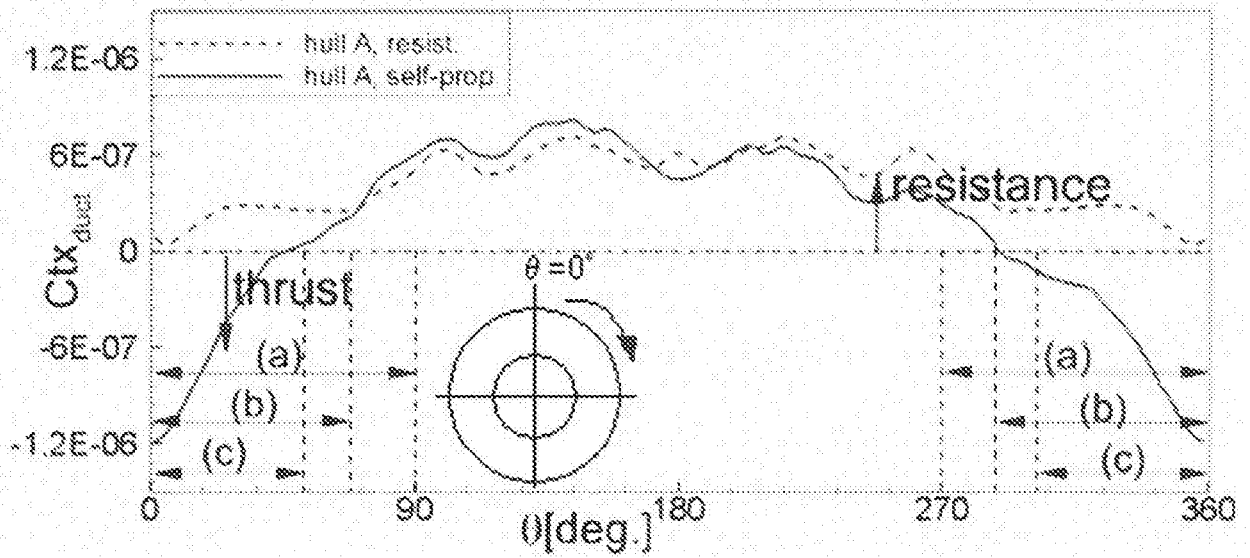
[図16]



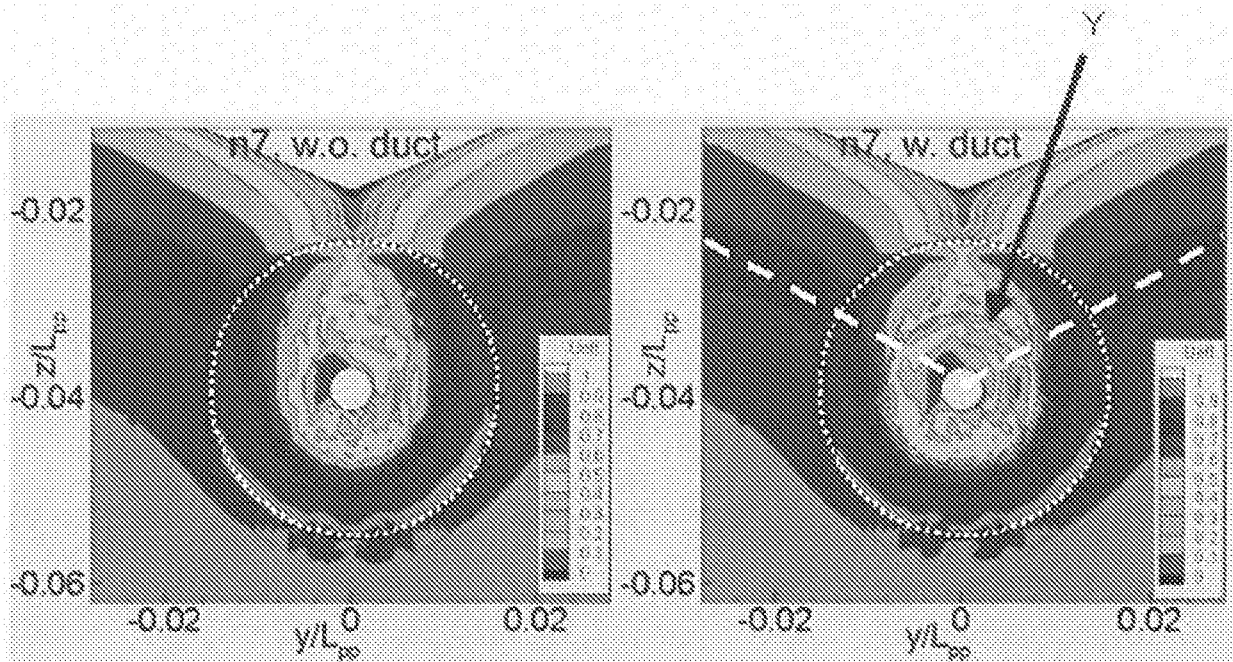
[図17]

| β [deg] | スラスト |
|---------------|------|
| 180 | 1 |
| 140 | 1.10 |
| 120 | 1.39 |

[図18]



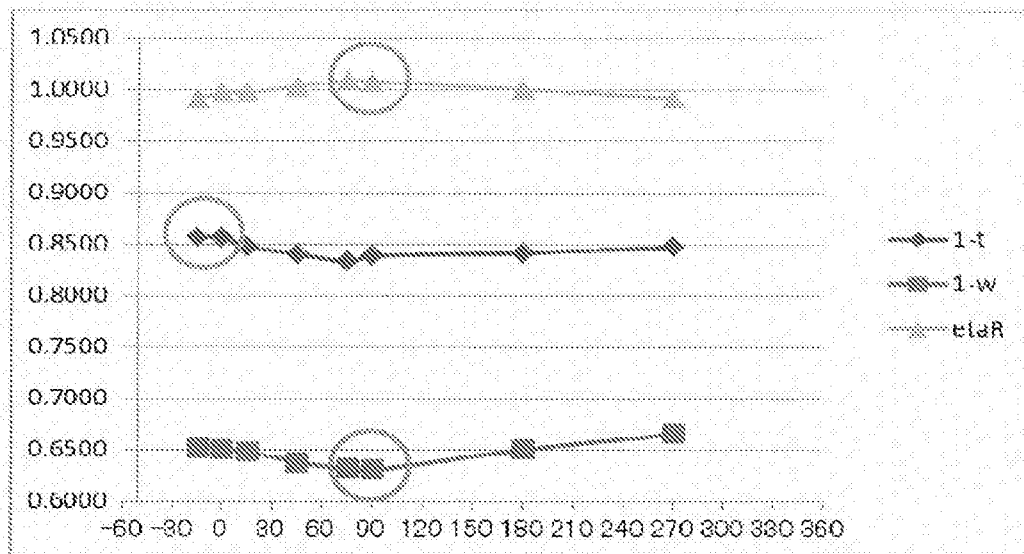
[図19]



(a) ダクト無

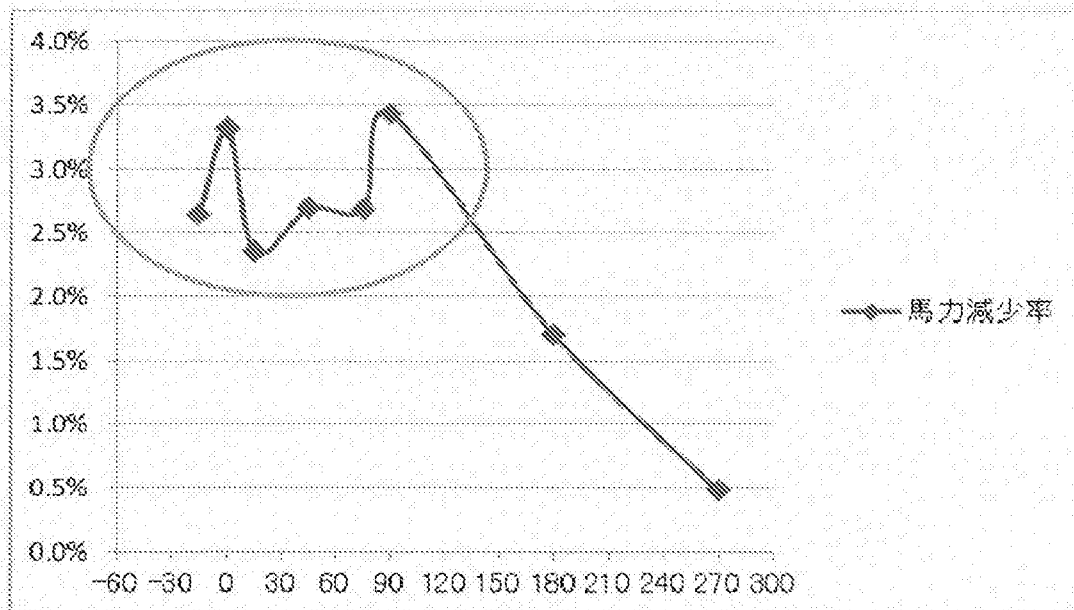
(b) ダクト有

[図20]



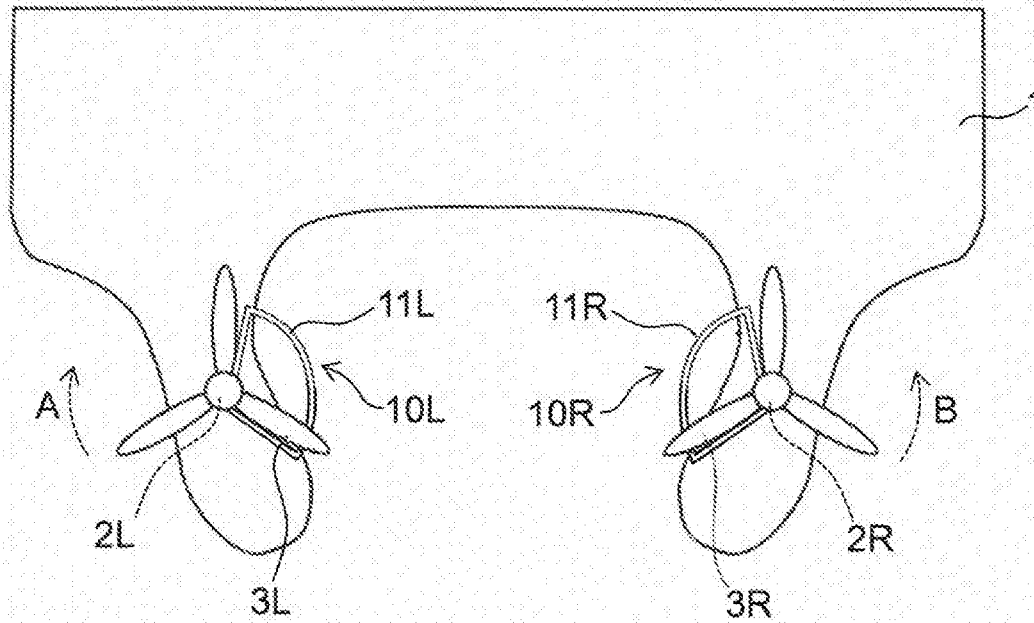
傾き角 θ と自航要素の関係

[図21]

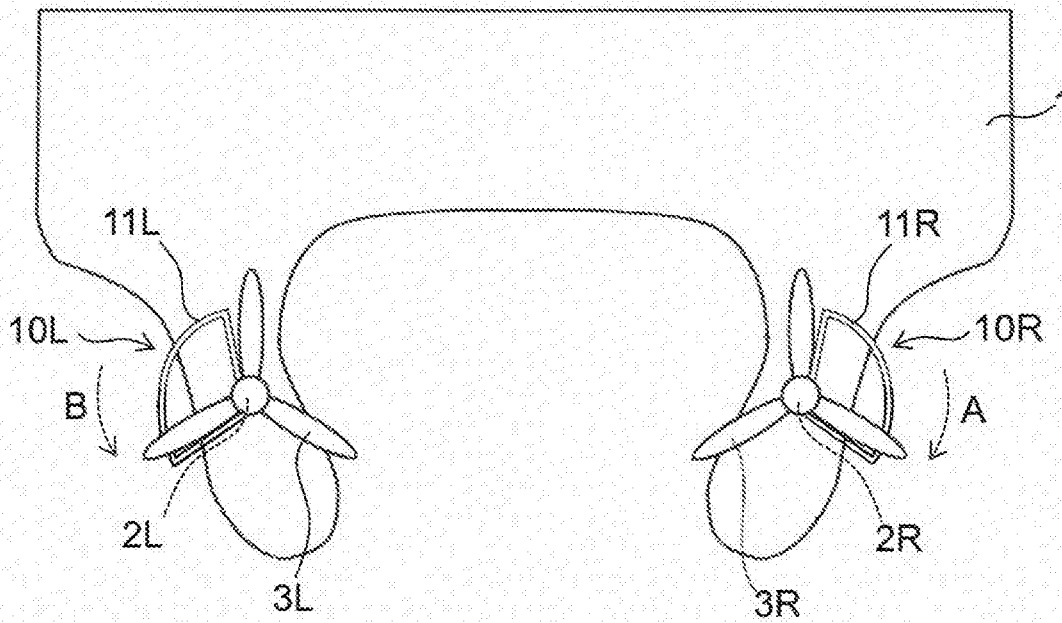


傾き角 θ と馬力減少率の関係

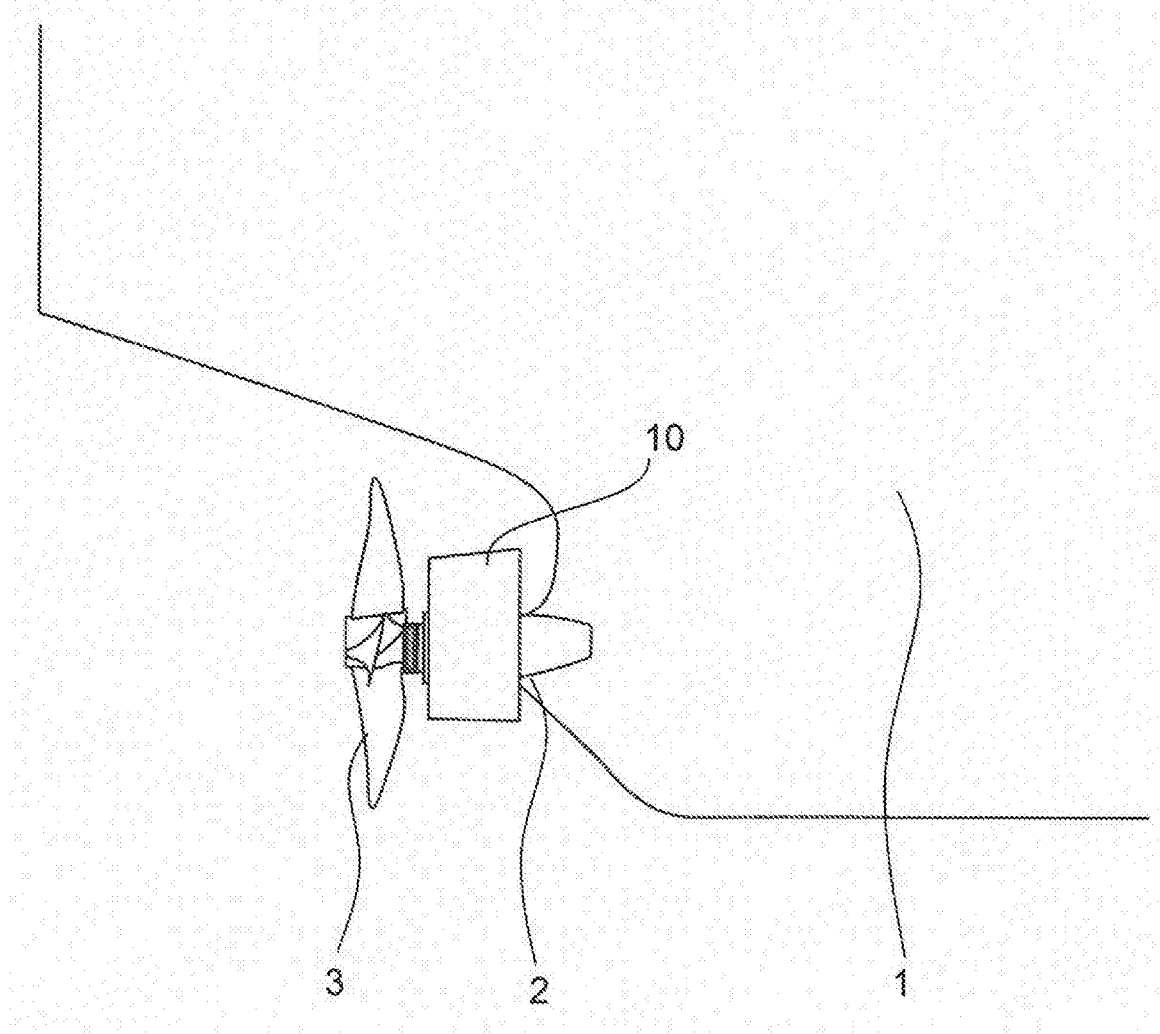
[図22]



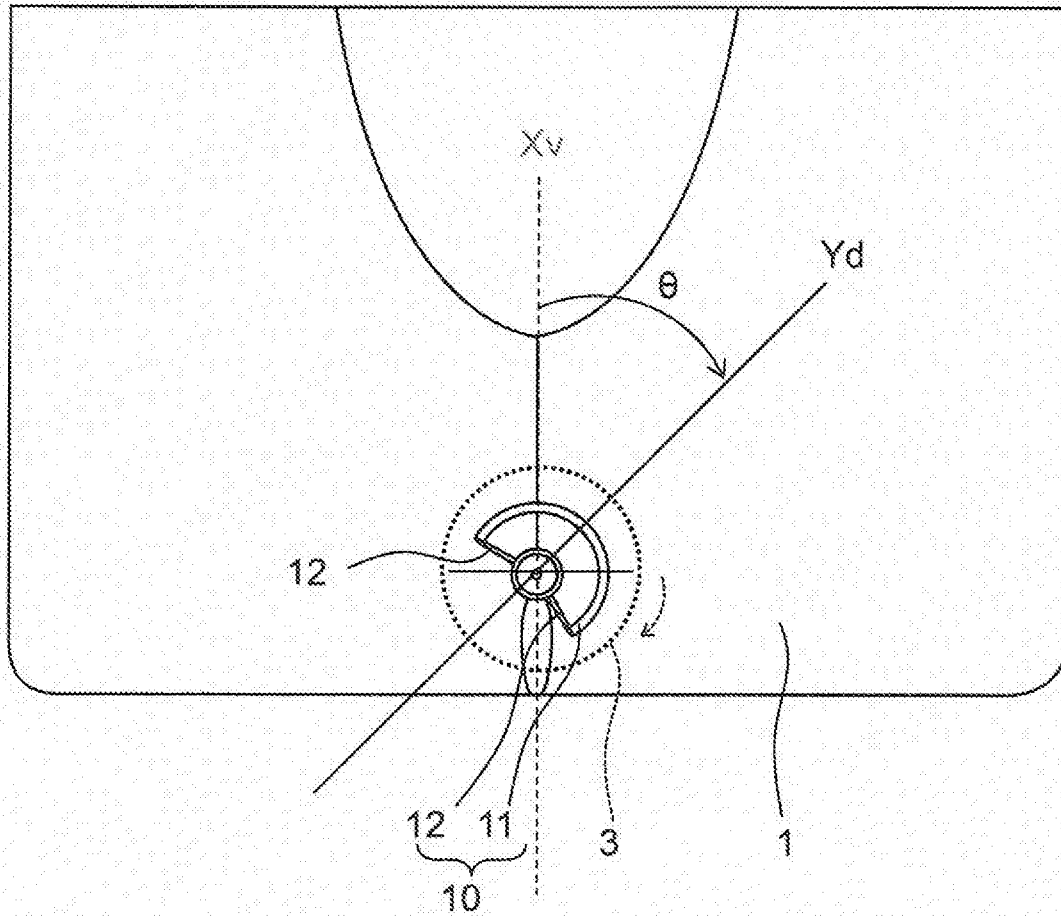
[図23]



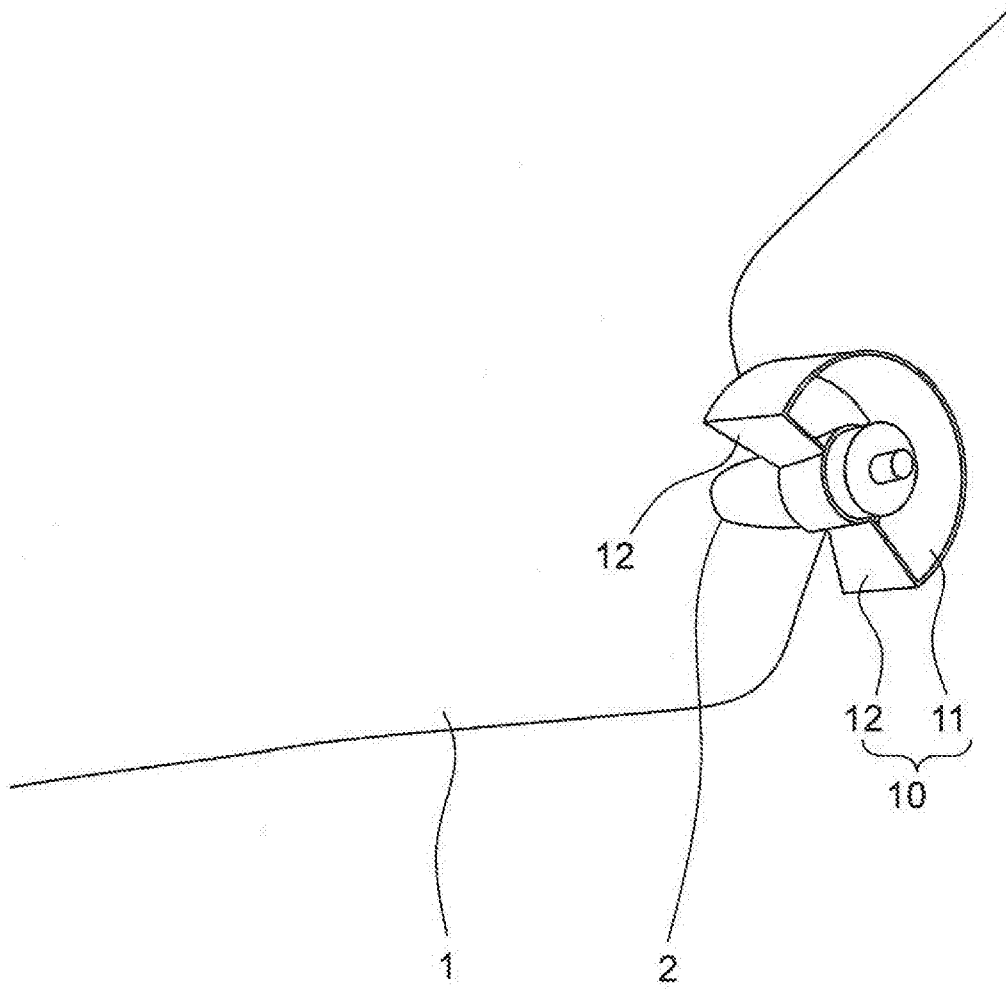
[図24]



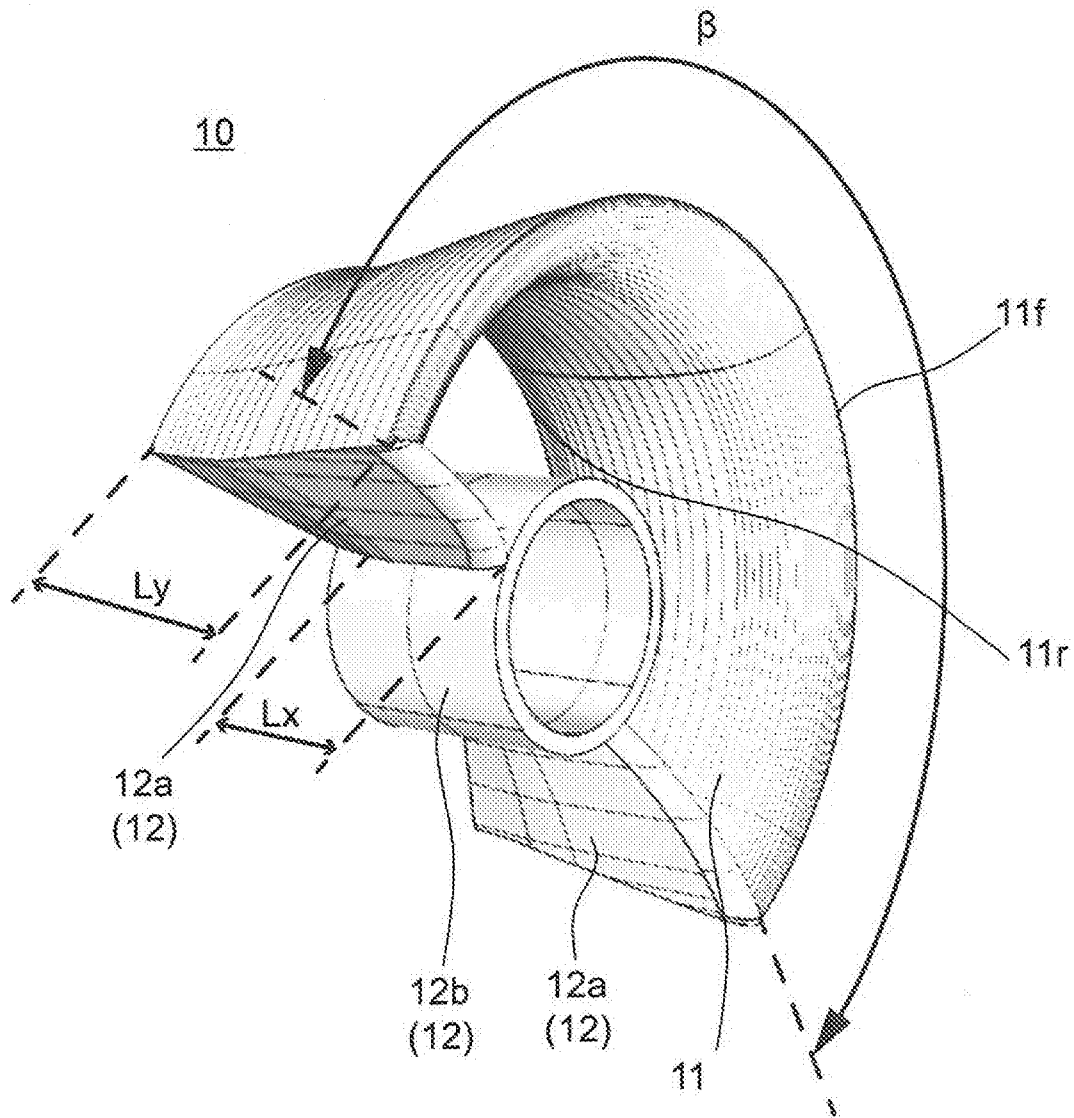
[図25]



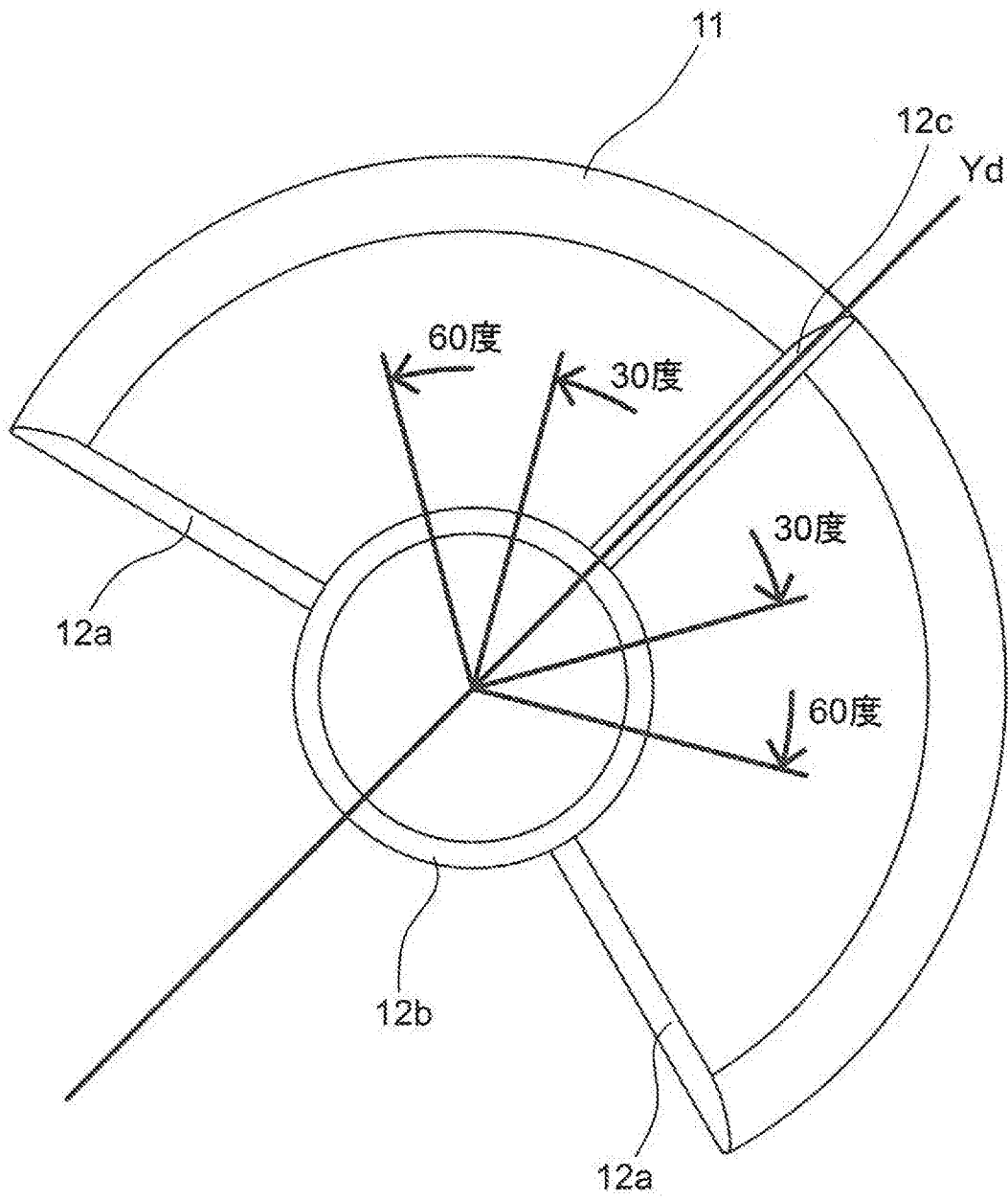
[図26]



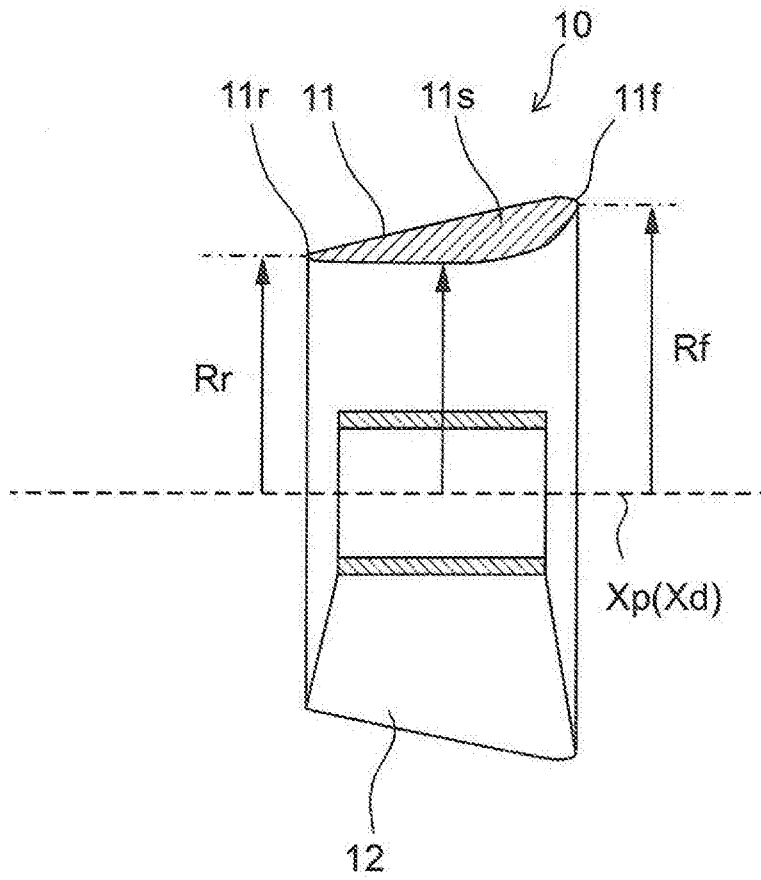
[図27]



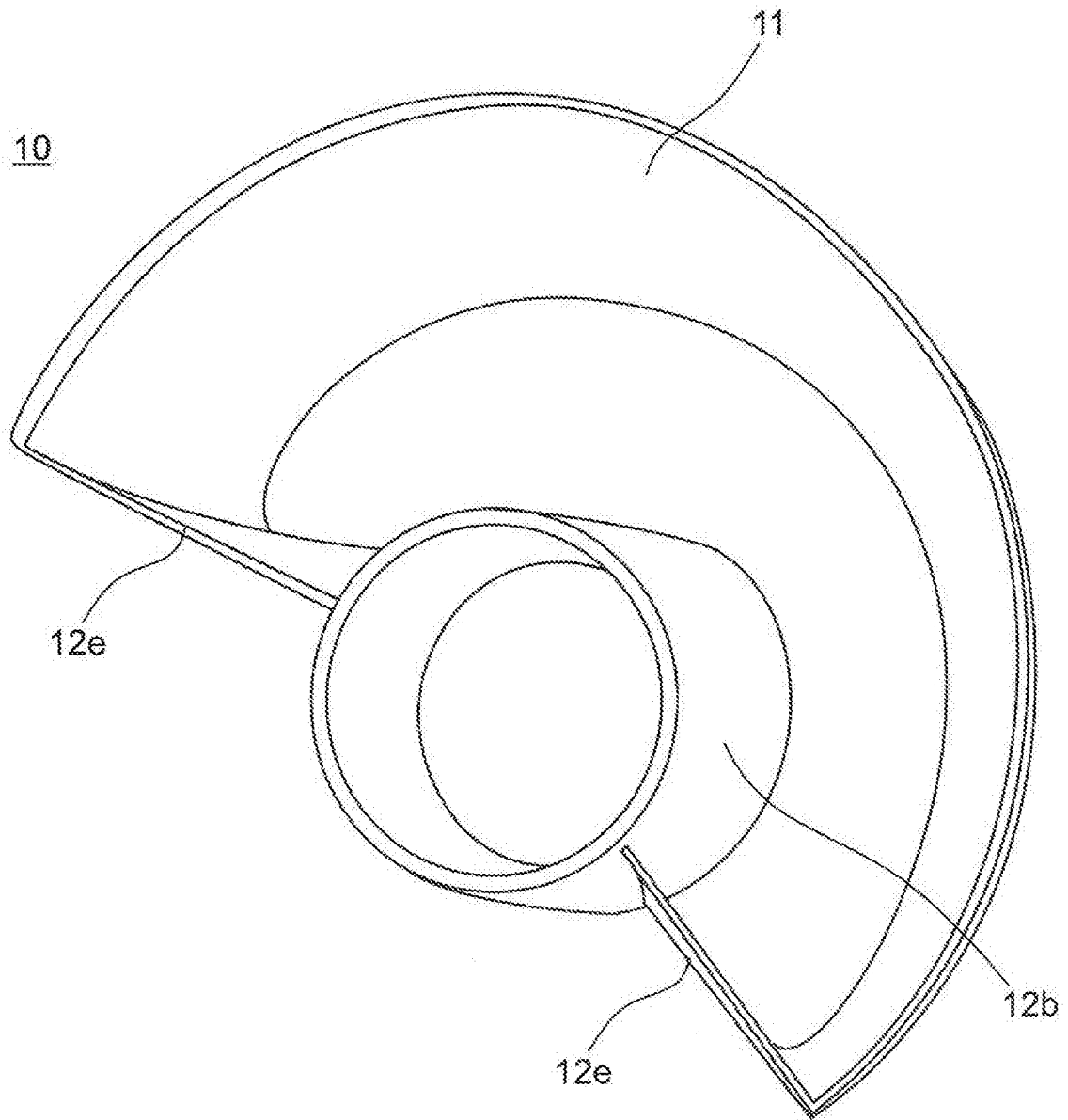
[図28]



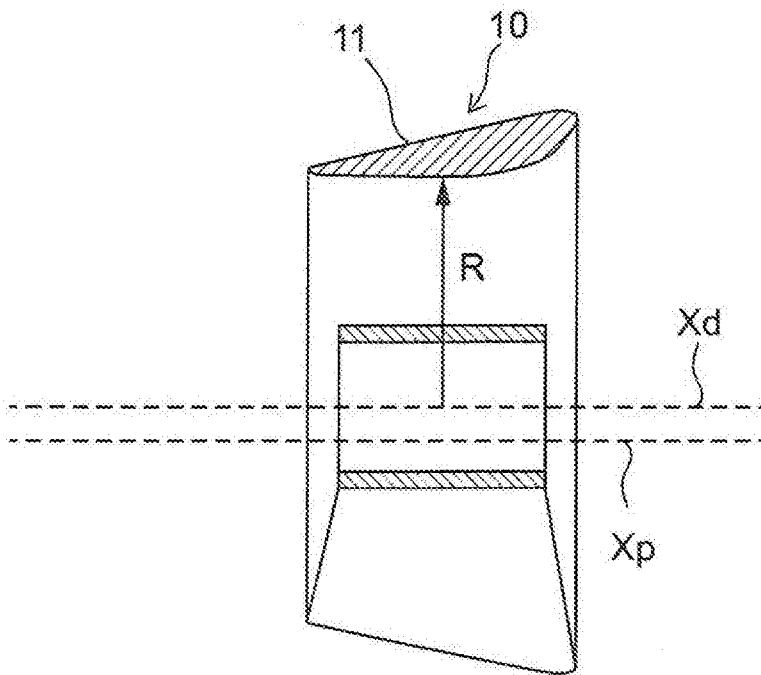
[図29]



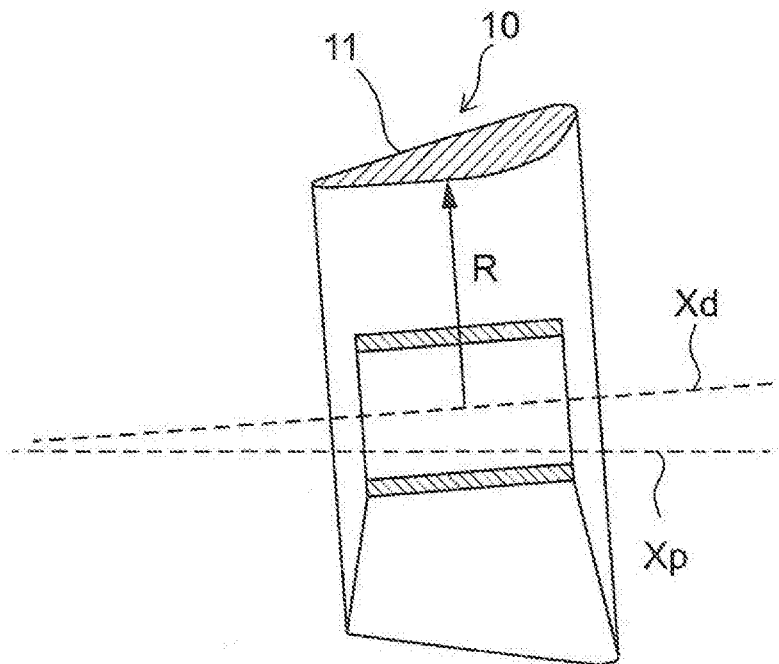
[図30]



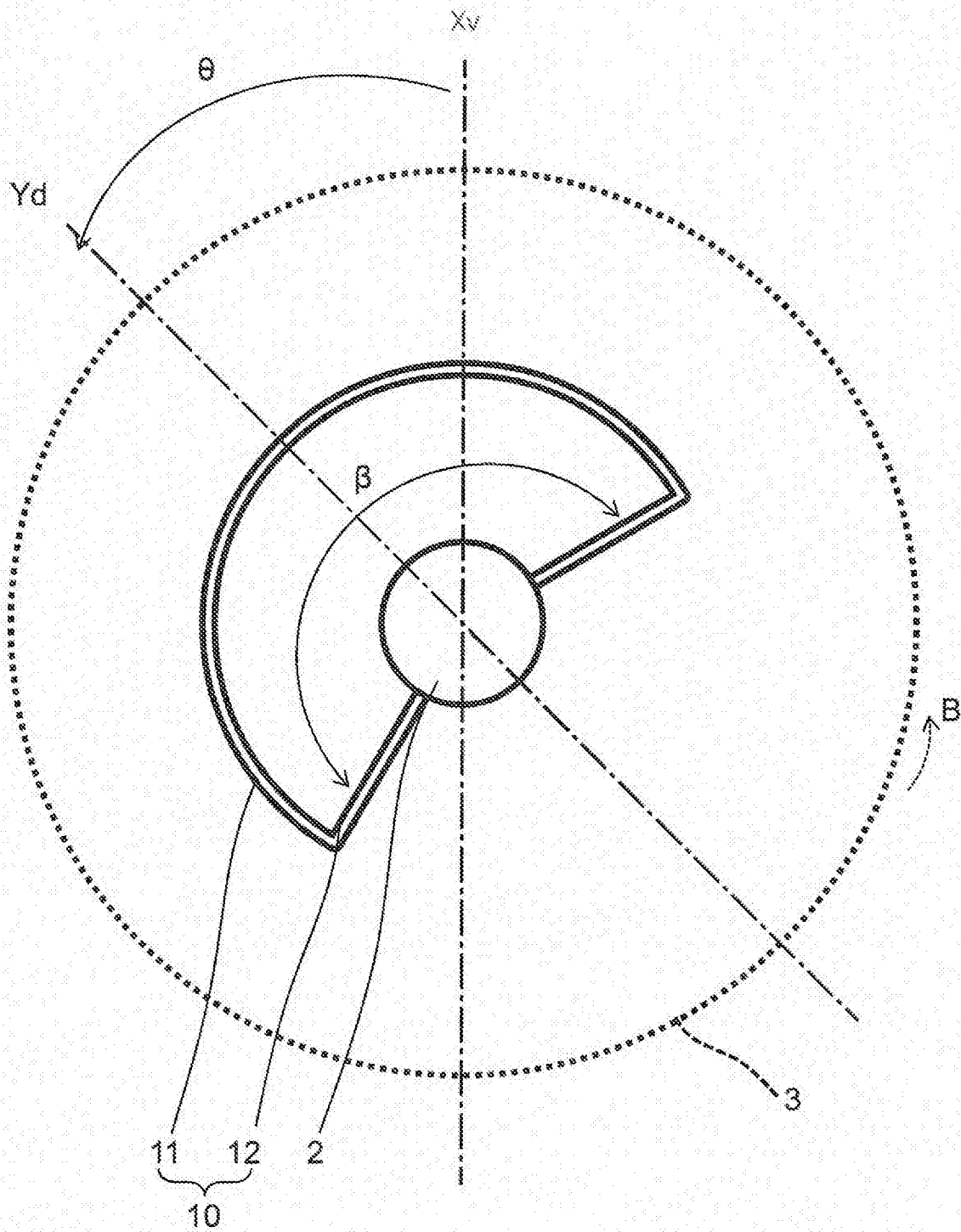
[図31]



[図32]



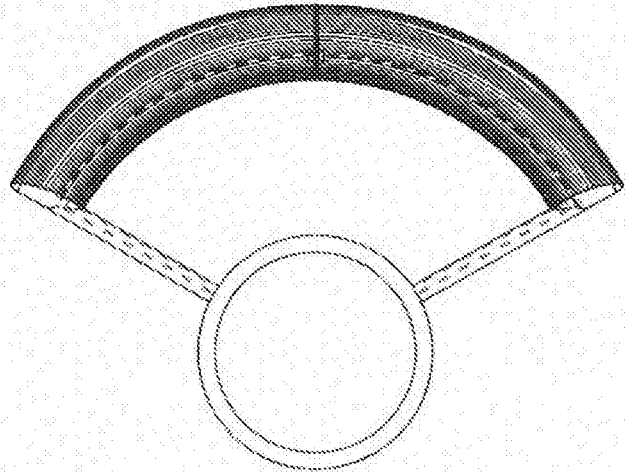
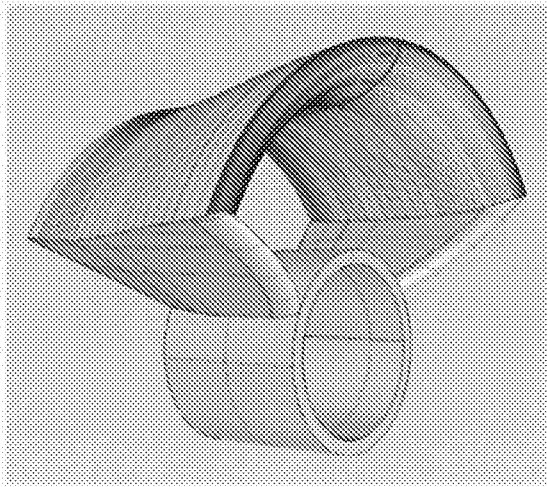
[図33]



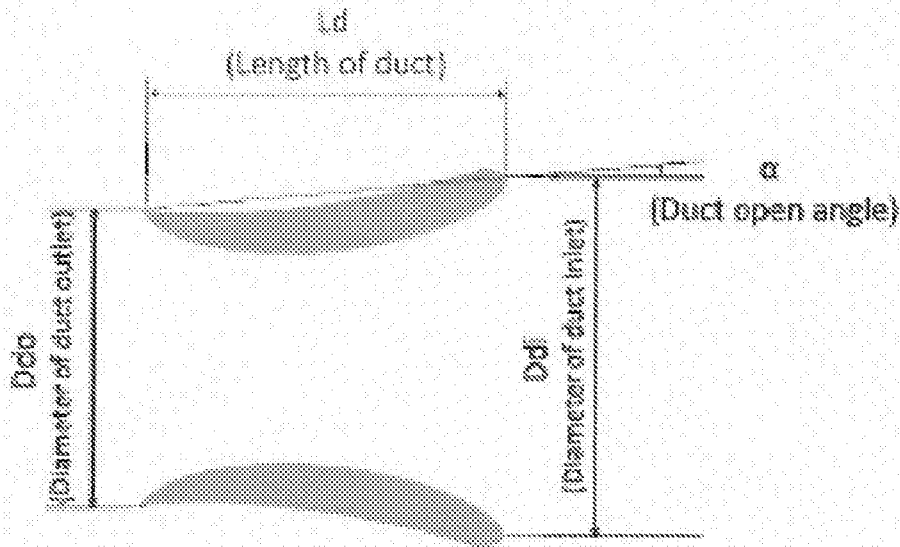
[図34]

| | | |
|------------------------------------|-----|------------|
| SHIP | | |
| LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS | (M) | 6.5519 |
| LENGTH ON DESIGNED LOAD WATER LINE | (M) | 6.6647 |
| BREADTH | (M) | 1.0609 |
| DRAFT (DESIGNED) | (M) | 0.3762 |
| PROPELLER | | |
| Diameter | (M) | 0.2389 |
| Pitch Ratio | | 0.679 |
| Boss Ratio | | 0.179 |
| Expanded Area Ratio | | 0.61 |
| Number of Blades | | 5 |
| Turning Direction | | Right Hand |
| Blade Section Type | | MAU |

[図35]



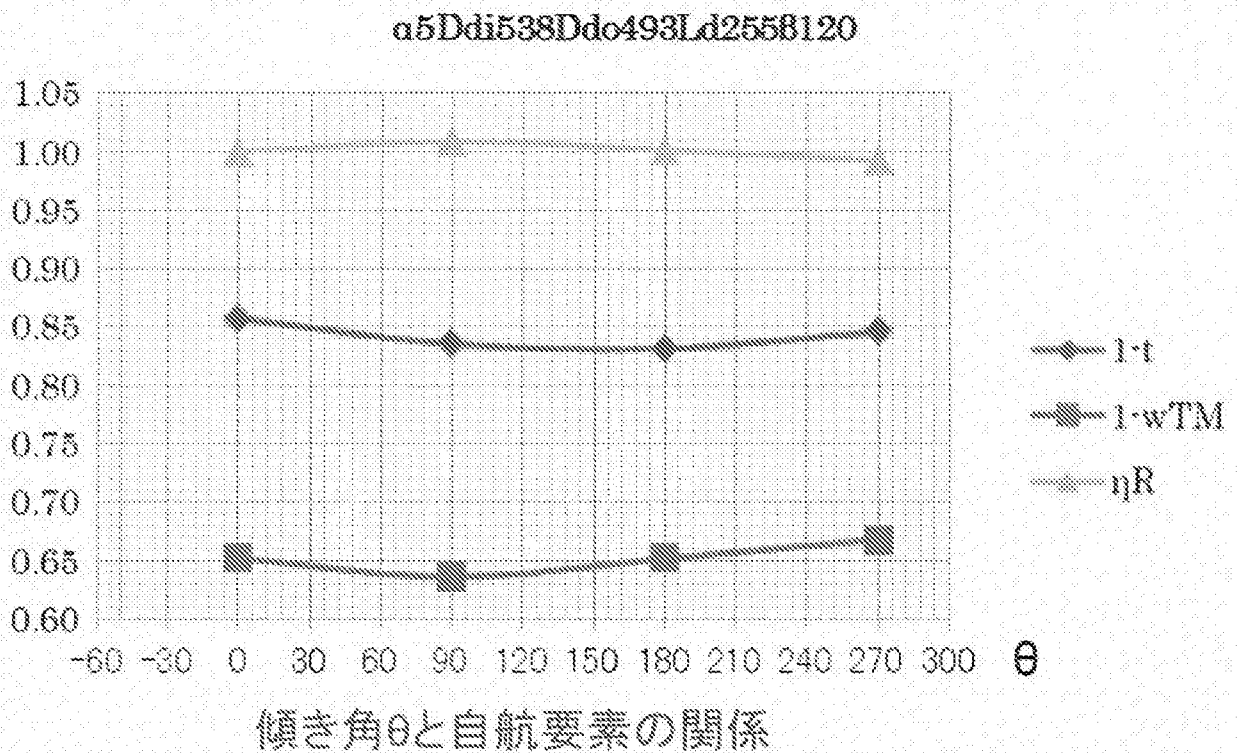
[図36]



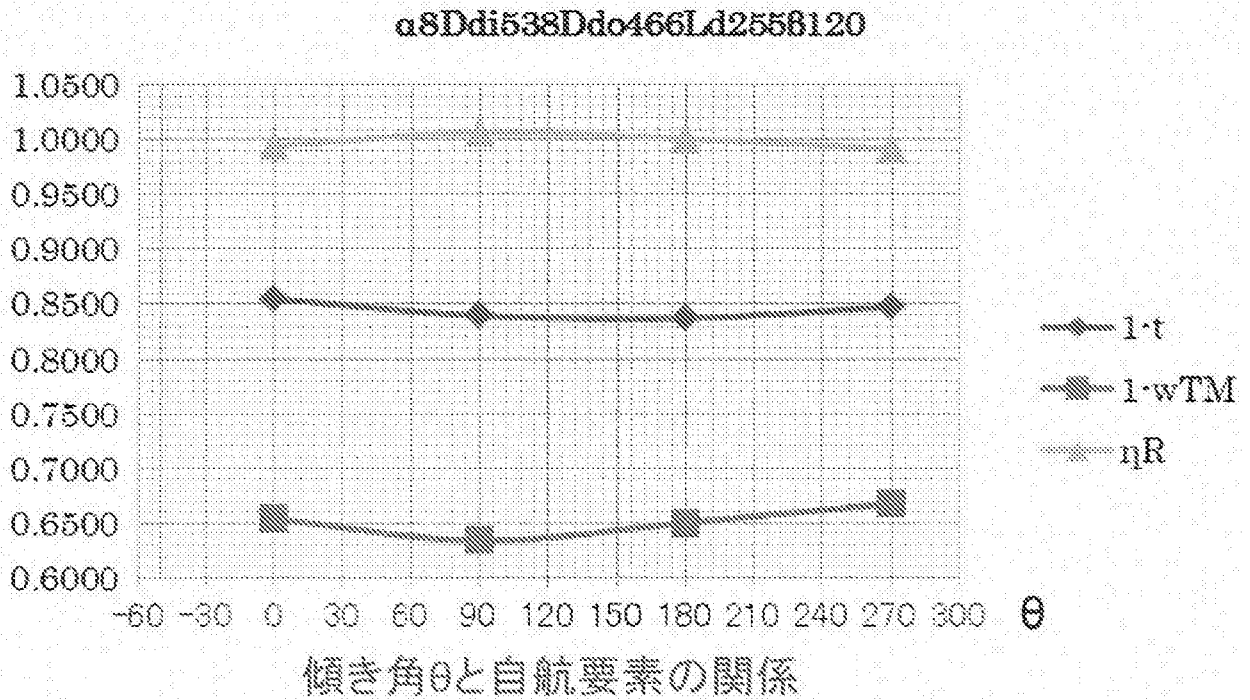
[図37]

| | α | D_{di}/D_p | D_{do}/D_p | L_d/D_p | β |
|---|----------|--------------|--------------|-----------|---------|
| $\alpha 5 D_{di} 538 D_{do} 493 L_d 255 \beta 120$ | 5 | 0.538 | 0.493 | 0.255 | 120 |
| $\alpha 8 D_{di} 538 D_{do} 466 L_d 255 \beta 120$ | 8 | 0.538 | 0.466 | 0.255 | 120 |
| $\alpha 11 D_{di} 538 D_{do} 439 L_d 255 \beta 120$ | 11 | 0.538 | 0.439 | 0.255 | 120 |
| $\alpha 14 D_{di} 538 D_{do} 411 L_d 255 \beta 120$ | 14 | 0.538 | 0.411 | 0.255 | 120 |
| $\alpha 11 D_{di} 538 D_{do} 439 L_d 255 \beta 210$ | 11 | 0.538 | 0.439 | 0.255 | 210 |
| Fin | — | — | — | — | 120 |

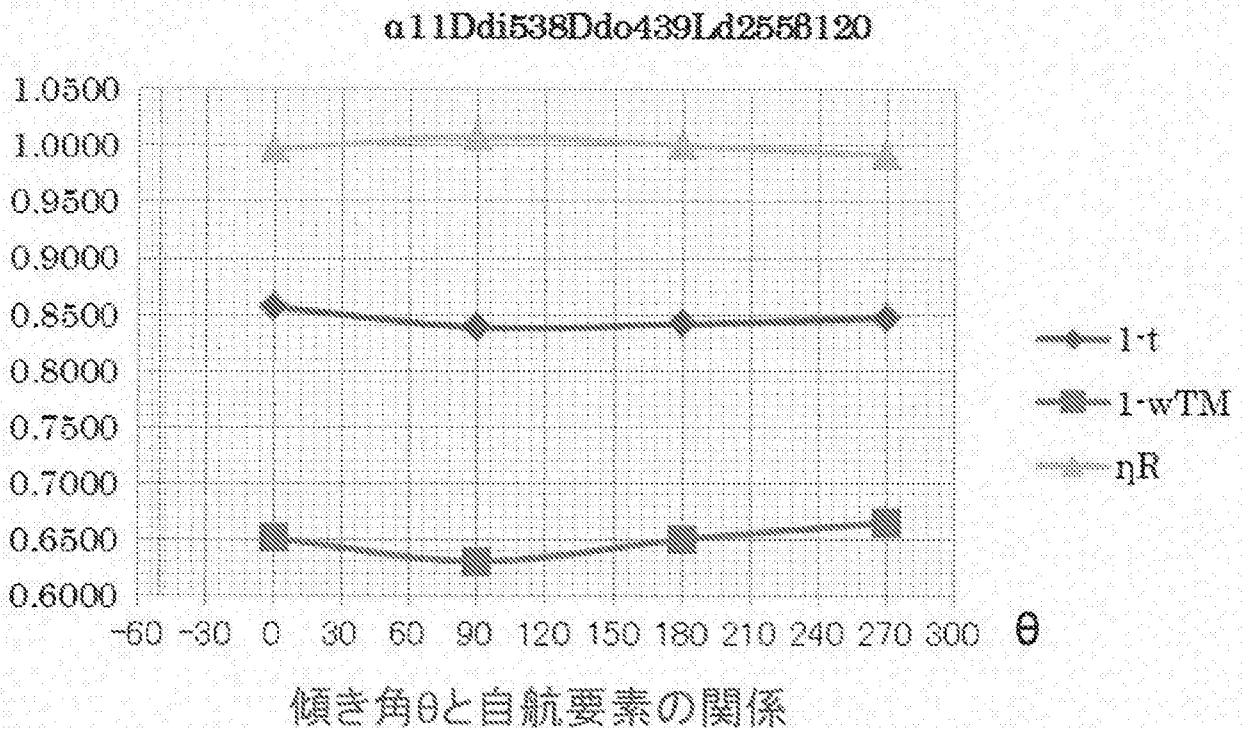
[図38]



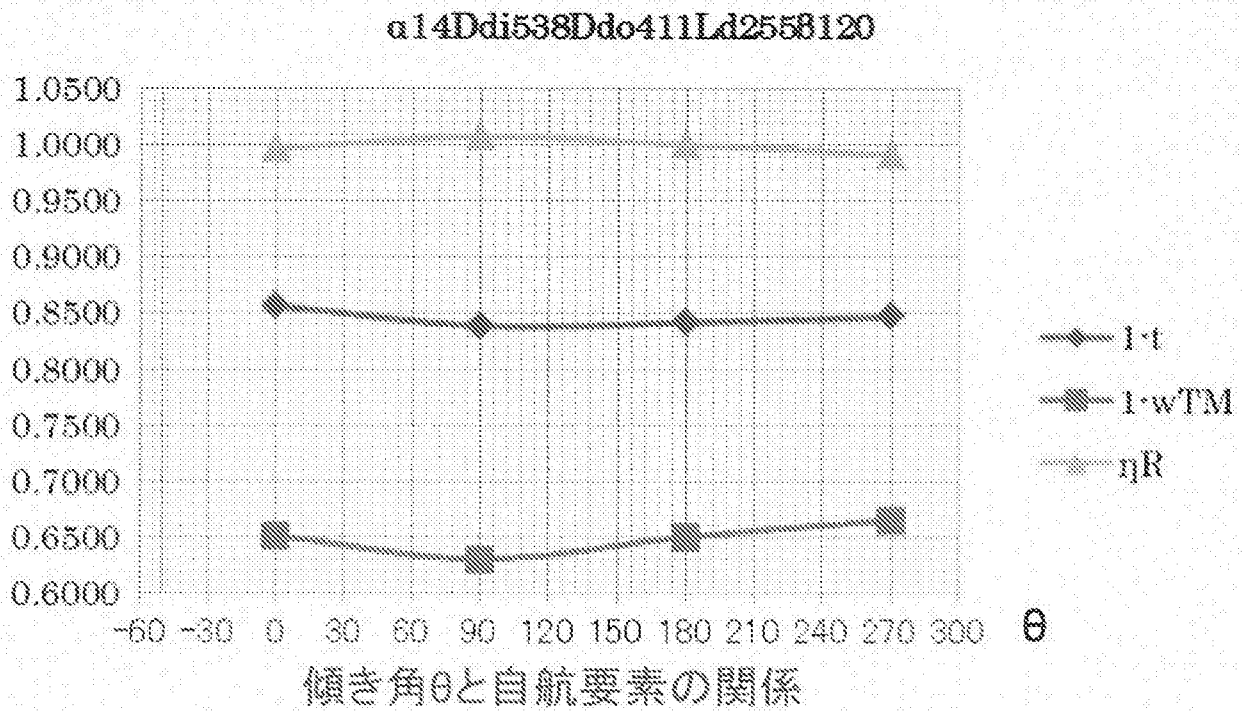
[図39]



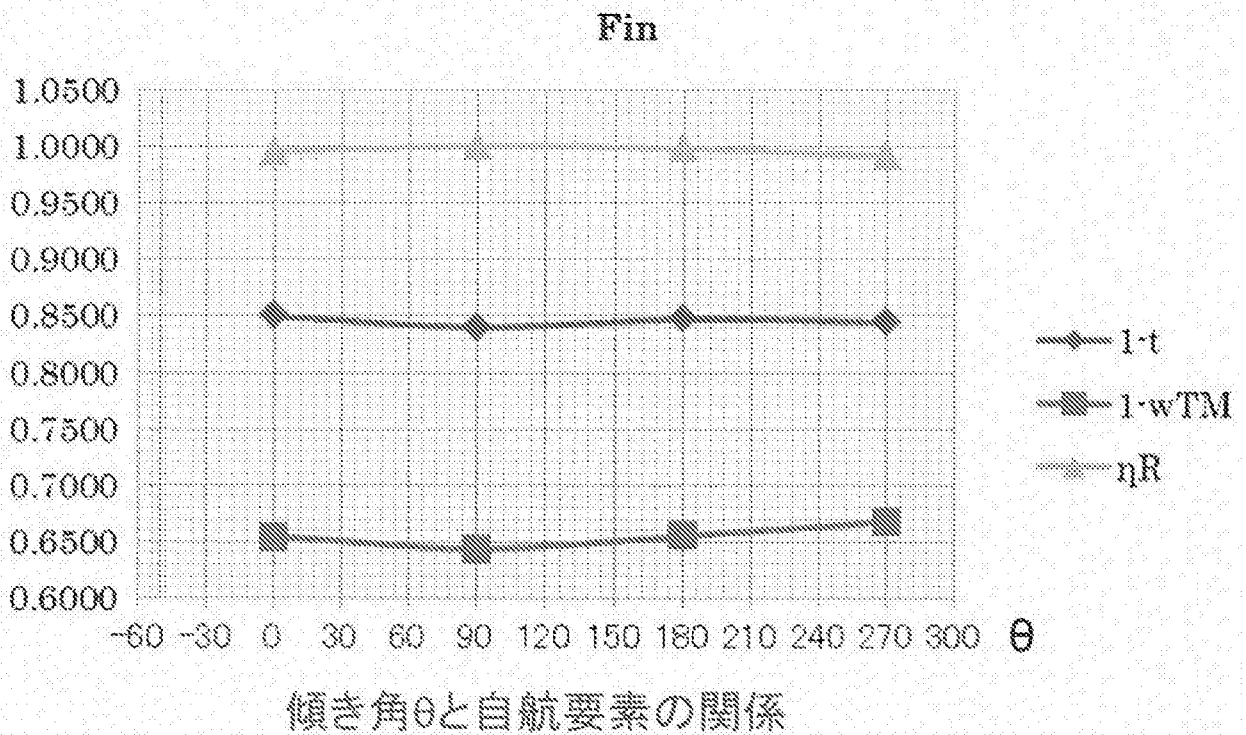
[図40]



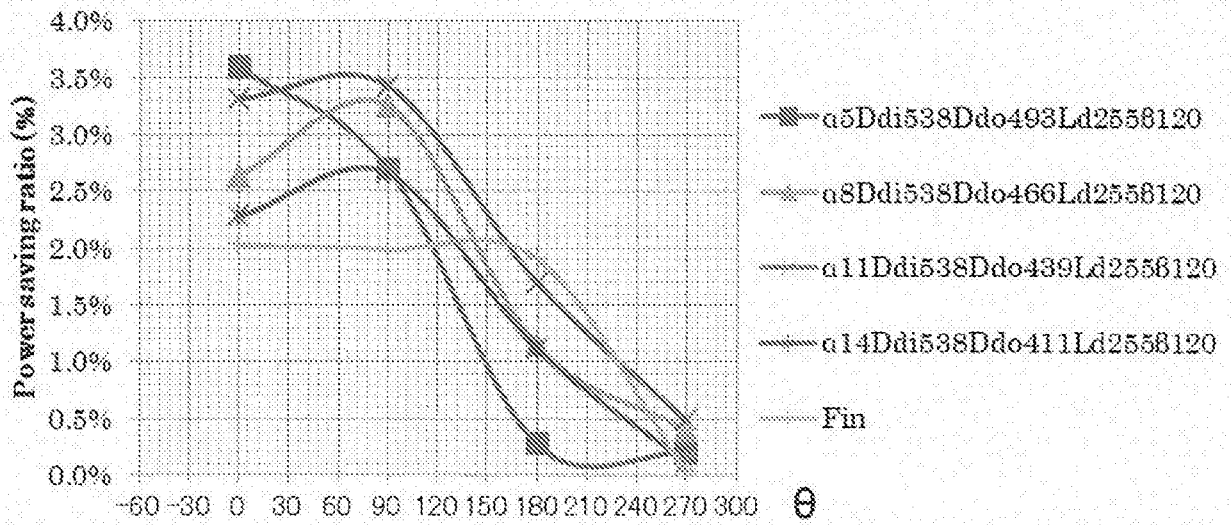
[図41]



[図42]

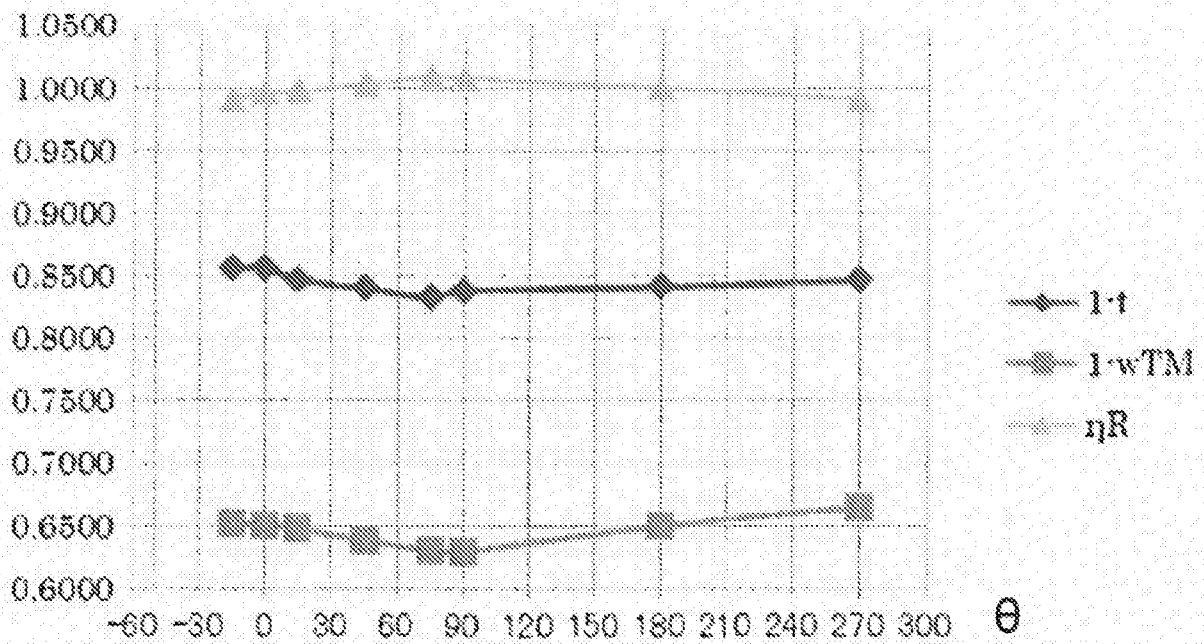


[図43]



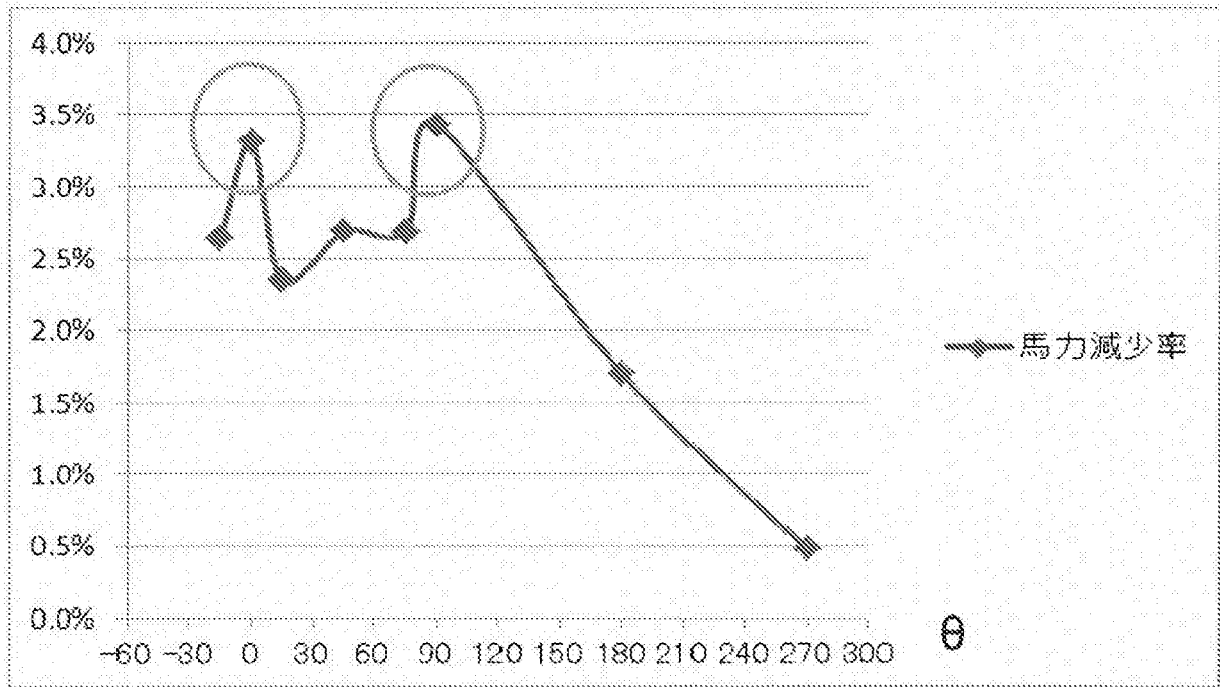
傾き角 θ と馬力減少率の関係

[図44]



傾き角 θ と自航要素の関係

[図45]

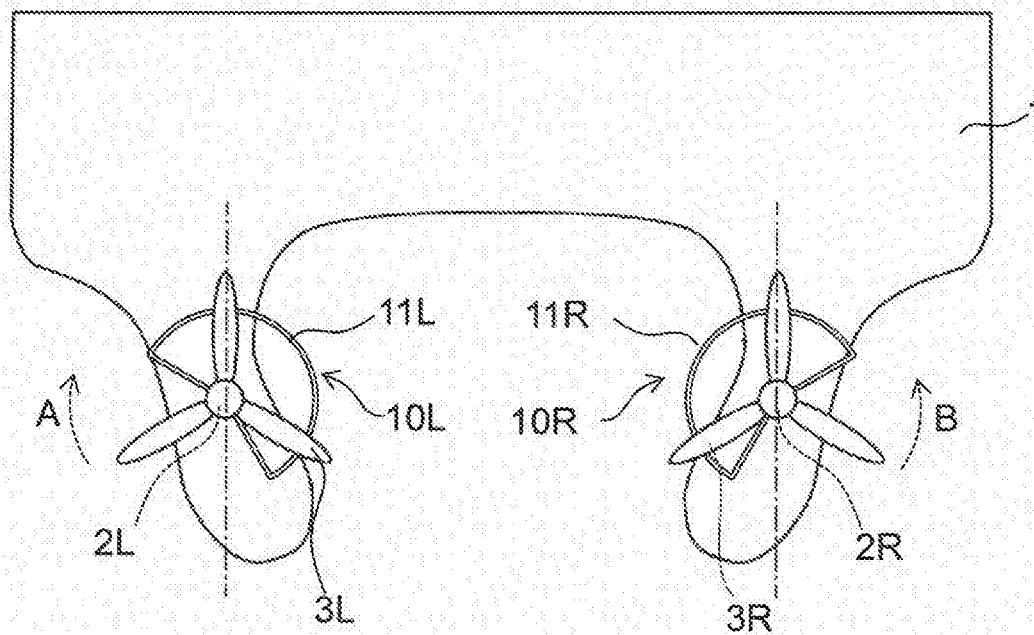


傾き角θと馬力減少率の関係

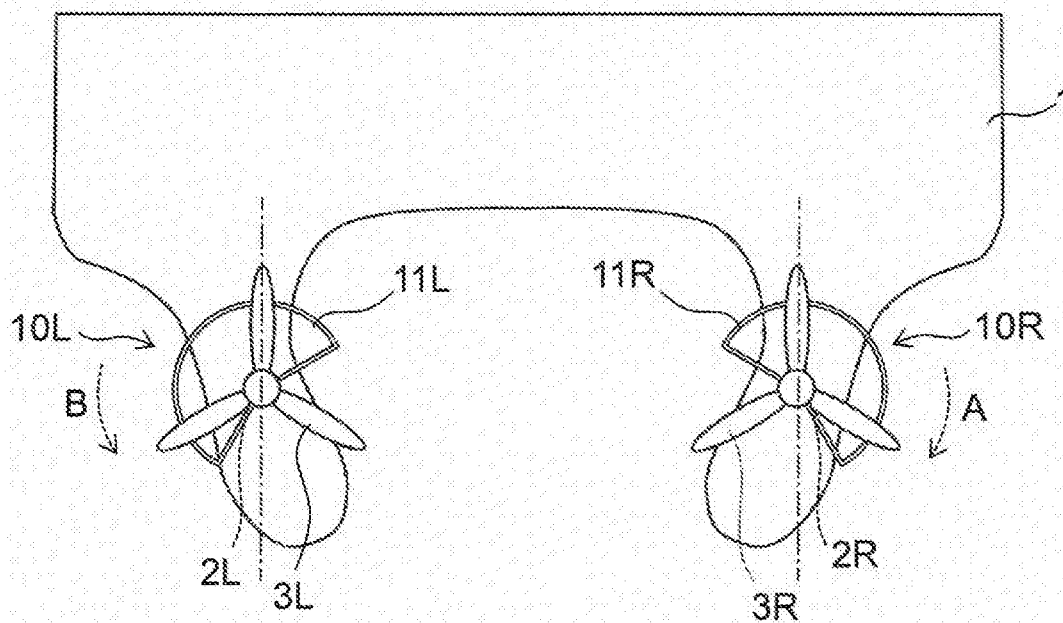
[図46]

| | $1-w_{in}$ | $1-w_{out}$ | η_p | Power saving ratio | Duct set angle |
|--|------------|-------------|----------|--------------------|----------------|
| $\alpha 5Dd\delta 538Dd\delta 493L\delta 255 \beta 120$ | 0.857 | 0.853 | 1.000 | 3.6% | 0 |
| | 0.838 | 0.838 | 1.000 | 2.7% | 90 |
| | 0.832 | 0.852 | 1.001 | 0.3% | 180 |
| | 0.846 | 0.853 | 0.993 | 0.2% | 270 |
| $\alpha 8Dd\delta 538Dd\delta 466L\delta 255 \beta 120$ | 0.853 | 0.854 | 0.995 | 2.6% | 0 |
| | 0.84 | 0.834 | 1.007 | 3.3% | 90 |
| | 0.837 | 0.850 | 1.001 | 1.1% | 180 |
| | 0.848 | 0.853 | 0.992 | 0.4% | 270 |
| $\alpha 11Dd\delta 538Dd\delta 438L\delta 255 \beta 120$ | 0.857 | 0.851 | 0.997 | 3.3% | 0 |
| | 0.838 | 0.831 | 1.008 | 3.4% | 90 |
| | 0.842 | 0.850 | 1.000 | 1.7% | 180 |
| | 0.847 | 0.853 | 0.993 | 0.5% | 270 |
| $\alpha 14Dd\delta 538Dd\delta 411L\delta 255 \beta 120$ | 0.857 | 0.853 | 0.994 | 2.3% | 0 |
| | 0.832 | 0.833 | 1.000 | 2.7% | 90 |
| | 0.836 | 0.845 | 0.997 | 1.1% | 180 |
| | 0.844 | 0.854 | 0.991 | 0.1% | 270 |
| F_{v1} | 0.87 | 0.853 | 0.995 | 2.0% | 0 |
| | 0.84 | 0.844 | 1.001 | 2.0% | 90 |
| | 0.847 | 0.853 | 0.998 | 1.3% | 180 |
| | 0.845 | 0.853 | 0.992 | 0.0% | 270 |
| $\alpha 11Dd\delta 538Dd\delta 438L\delta 255 \beta 210$ | 0.87 | 0.844 | 1.000 | 3.9% | --- |

[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| |
|--|
| International application No. PCT/JP2014/006281 |
|--|

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B63H5/16(2006.01) i, B63H5/08(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)
 B63H5/16, B63H5/08, B63B1/08, B63B1/32

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. |
|-----------|--|------------------------------|
| Y A | KR 10-2013-0125628 A (STX OFFSHORE & SHIPBUILDING CO., LTD.), 19 November 2013 (19.11.2013), entire text; all drawings (Family: none) | 1-2, 5-13, 19-21 16-18 |
| Y A | KR 10-2012-0068223 A (HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.), 27 June 2012 (27.06.2012), entire text; all drawings (Family: none) | 3-15, 19-21 16-18 |
| Y | JP 2008-137462 A (IHI Marine United Inc.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraph [0027]; fig. 1 to 2 (Family: none) | 1-15, 19-21 |

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 06 March 2015 (06.03.15) | Date of mailing of the international search report 17 March 2015 (17.03.15) |
|---|--|

| | |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer Telephone No. |
|--|---|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006281

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 9-175488 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 08 July 1997 (08.07.1997), abstract; fig. 1 (Family: none) | 8-9 |
| Y | JP 2013-132924 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 July 2013 (08.07.2013), abstract; fig. 2 to 4 (Family: none) | 12 |
| Y | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 47604/1982 (Laid-open No. 149293/1983) (Hitachi Zosen Corp.), 06 October 1983 (06.10.1983), fig. 1 (Family: none) | 13 |
| A | KR 10-2011-0083998 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO., LTD.), 21 July 2011 (21.07.2011), entire text; all drawings (Family: none) | 3-15, 19-21 |
| A | JP 2013-139175 A (National Maritime Research Institute), 18 July 2013 (18.07.2013), fig. 7 (Family: none) | 20 |

| | | |
|---|--|--|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B63H5/16(2006.01)i, B63H5/08(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. B63H5/16, B63H5/08, B63B1/08, B63B1/32, | | |
| 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 |
| Y A | KR 10-2013-0125628 A (STX OFFSHORE & SHIPBUILDING CO., LTD.) 2013.11.19, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-2, 5-13, 19-21 16-18 |
| Y A | KR 10-2012-0068223 A (HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 2012.06.27, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 3-15, 19-21 16-18 |
| Y | JP 2008-137462 A (株式会社アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド) 2008.06.19, 段落[0027], 第1-2図 (ファミリーなし) | 1-15, 19-21 |
| <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 | | 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 06.03.2015 | 国際調査報告の発送日 17.03.2015 | |
| 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 | JP 9-175488 A (住友重機械工業株式会社) 1997. 07. 08, 要約, 第 1 図 (ファミリーなし) | 8-9 |
| Y | JP 2013-132924 A (三菱重工業株式会社) 2013. 07. 08, 要約, 第 2-4 図 (ファミリーなし) | 12 |
| Y | 日本国実用新案登録出願 57-47604 号(日本国実用新案登録出願公開 58-149293 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 (日立造船株式会社) 1983. 10. 06, 第 1 図 (ファミリーなし) | 13 |
| A | KR 10-2011-0083998 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO., LTD.) 2011. 07. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 3-15, 19-21 |
| A | JP 2013-139175 A (独立行政法人海上技術安全研究所) 2013. 07. 18, 第 7 図 (ファミリーなし) | 20 |