

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6478228号  
(P6478228)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>B 6 3 H</b>	<b>5/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 3 H	5/16	C
<b>B 6 3 H</b>	<b>25/38</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 3 H	5/16	D
<b>B 6 3 B</b>	<b>1/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 3 H	25/38	1 0 2
			B 6 3 B	1/08	Z

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-235995 (P2016-235995)	(73) 特許権者	501204525
(22) 出願日	平成28年12月5日(2016.12.5)		国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術 研究所
(65) 公開番号	特開2018-90122 (P2018-90122A)		東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(43) 公開日	平成30年6月14日(2018.6.14)	(73) 特許権者	391058082
審査請求日	平成30年8月9日(2018.8.9)		株式会社名村造船所
早期審査対象出願			大阪府大阪市西区立売堀2丁目1番9号
		(74) 代理人	100098545
			弁理士 阿部 伸一
		(74) 代理人	100087745
			弁理士 清水 善廣
		(74) 代理人	100106611
			弁理士 辻田 幸史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 船尾ダクトとフィンを有した船尾形状及び船舶

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

船体の船尾に設けられたプロペラと、前記船体の船尾部に設けられた前記プロペラに流れを導くフィンと、前記プロペラと前記フィンの上に設けられた船尾ダクトとを備え、前記船尾ダクトのダクト本体が円筒状を成し、前記ダクト本体の後端の仮想半径が前記プロペラの半径の30%以上80%以下であって、前記仮想半径の仮想中心が前記プロペラの中心軸よりも上方に前記プロペラの前記半径の30%以上80%以下ずれており、前記フィンの後端と前記ダクト本体の前端との水平方向の間隙が前記プロペラの直径の-20%以上+10%以下であることを特徴とする船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

【請求項2】

前記フィンは、平面視した形状がV状を成し、前記フィンの後端が前記中心軸よりも上方で前記プロペラの前記半径の60%以上70%以下の範囲の高さに取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

【請求項3】

前記フィンの前記船体への取り付け側面仰角が6°以上15°以下の上向角度であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

【請求項4】

前記ダクト本体の下部が、前記プロペラの駆動軸が貫通する船尾管部に取り付けられていることを特徴とする請求項1から請求項3のうちの1項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

10

20

## 【請求項 5】

前記ダクト本体が、前記ダクト本体を側方視した場合に、上底が下底よりも長い倒立した台形状を成していることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 6】

前記上底に対する下底の比が 5 % 以上 70 % 以下の範囲であることを特徴とする請求項 5 に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 7】

前記ダクト本体の前記後端と前記プロペラの前縁との距離を、前記プロペラの前記直径の 1.0 % 以上 50 % 以下の範囲に設定したことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。 10

## 【請求項 8】

前記ダクト本体の断面形状が内側に凸の翼型を成していることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 9】

前記ダクト本体の前後方向及びノ又は周方向における各部の前記仮想半径が異なることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 10】

前記仮想半径を、前記ダクト本体の後部よりも前部の方を大きく設定したことを特徴とする請求項 9 に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。 20

## 【請求項 11】

前記ダクト本体を前記船尾に支持する支持手段、及びノ又は前記ダクト本体を補強する補強手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 12】

前記支持手段が、前記プロペラに対して対向流を生じるように、又は前記フィンにより導かれた前記流れの向きに沿うように、捻られた形状を成していることを特徴とする請求項 11 に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 13】 30

前記プロペラの後方に舵を備え、前記舵に前記船体の推進効率を向上する省エネ付加物を有したことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 14】

前記省エネ付加物の前記舵への高さ方向における取り付け位置が、前記プロペラの前記中心軸から前記プロペラの前記半径の ±10 % の位置であることを特徴とする請求項 13 に記載の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状。

## 【請求項 15】

請求項 1 から請求項 14 のうちの 1 項に記載の船尾ダクトとフィン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。 40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、船尾ダクトとフィンを有した船尾形状及び船舶の省エネ効果に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

船舶に装備される固定型の省エネ装置は、船体で生じた渦エネルギーを回収するもの、プロペラに流入する流れを整流しプロペラ効率を高めるもの、プロペラ後流に含まれる回転エネルギーを利用するものなどに分類されるが、同種の効果を発揮する省エネ装置を複数装備した場合、一方の装置により誘起される流れが他方の装置へ流入する流れに干渉し 50

、下流側の省エネ装置が本来持つ省エネ効果が減殺されることがある。例えば、図13は省エネ装置Aと省エネ装置Bの両方を装備した従来の船舶（ship A～ship H）における、各省エネ装置の省エネ効果と干渉影響を示す図である。図13より、省エネ効果が減殺されていることが分かる。

特にフィンと船尾ダクトを同時に装備する場合は、互いの装置間で強い負の干渉があり、省エネ効果を高めることの技術的な難易度は高い。

#### 【0003】

ここで、特許文献1には、船体の船尾部に設けられたフィンと、プロペラとフィンの上に設けられたリング状構造物（船尾ダクト）とを備える整流装置が開示されている。この整流装置において、フィンは、その後端高さがプロペラの中心軸よりも下方の範囲にある。また、リング状構造物（船尾ダクト）は、後端直径がプロペラの直径とほぼ等しく、後端直径の中心がプロペラの中心軸と一致しており、前端とフィンの後端との水平方向の間隙が大きい。

また、特許文献2には、船体の船尾部に設けられた案内羽根（フィン）と、スクリューと案内羽根（フィン）の間に設けられた環状ノズル（船尾ダクト）とを備える案内面装置が開示されている。この案内面装置において、湾曲した案内羽根（フィン）は、その後端高さがスクリューの中心軸よりも下方の範囲にわたって設けてあり、前後方向の長さが環状ノズル（船尾ダクト）の前端から後端までの距離よりも短い。また、環状ノズル（船尾ダクト）は、下端と上端の両方が船体に接続されており、環状ノズル（船尾ダクト）の下端は、スクリューの中心軸よりも下方に位置している。

また、特許文献3には、船体の船尾部に設けられた船尾フィンと、プロペラと船尾フィンの間に設けられた船尾ダクトと、プロペラ後方の舵に設けられたラダーフィンとを備える船尾部構造が開示されている。この船尾部構造において、船尾ダクトは半円弧形状であり、水平設置された船尾フィンは、船尾ダクトの下部の高さに配置されている。また、船尾ダクトの前端面と後端面は、平行を成しており、船尾ダクトの前端と船尾フィンの後端との水平方向の間隙が大きい。

また、特許文献4には、船体の船尾部に設けられた第1及び第2のフィンと、推進用プロペラと第1及び第2のフィンの上に設けられた船尾ダクトとを備える船体構造が開示されている。この船体構造において、第1及び第2のフィンは水平に設置されている。また、略円環状の船尾ダクトは、円環の中心がプロペラの中心軸と一致しており、前端と第1及び第2のフィンの後端との水平方向の間隙が大きい。

#### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

#### 【0004】

【特許文献1】特開昭59-73390号公報

【特許文献2】特開平4-230486号公報

【特許文献3】特開2006-347285号公報

【特許文献4】特開2010-6175号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

図13のような省エネ装置間の負の干渉を抑制するには、上流側の装置により誘起された流れの外に下流側の装置を配置することも考えられるが、フィンと船尾ダクトを近接して配置する場合は、下流側に配置される船尾ダクトは必然的に上流側のフィンに誘起された流れの中に存在することになるため、数値シミュレーション等を用いた精細な流れ解析技術を用いて上流側の船体フィンと下流側の船尾ダクト周りの流れの様子を観察し、上流側のフィンにより誘起された流れの向きなどを考慮して、下流側の船尾ダクトを適切な形状と配置に設計する必要がある。

#### 【0006】

そこで本発明は、フィンと船尾ダクト間の負の干渉を抑えて省エネ効果の減殺を抑制し

、優れた省エネ効果を発揮する、船尾ダクトとフィンを有した船尾形状及び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】

【0007】

請求項1記載に対応した船尾ダクトとフィンを有した船尾形状においては、船体の船尾に設けられたプロペラと、船体の船尾部に設けられたプロペラに流れを導くフィンと、プロペラとフィン間に設けられた船尾ダクトとを備え、船尾ダクトのダクト本体が円筒状を成し、ダクト本体の後端の仮想半径がプロペラの半径の30%以上80%以下であって、仮想半径の仮想中心がプロペラの中心軸よりも上方にプロペラの半径の30%以上80%以下ずれており、フィンの後端とダクト本体の前端との水平方向の間隙がプロペラの直径の-20%以上+10%以下であることを特徴とする。 10

請求項1に記載の本発明によれば、上流側のフィンによる下流側の船尾ダクトへの悪影響を抑制し、すなわち負の干渉を抑えて省エネ効果の減殺を抑制し、フィンと船尾ダクトのそれぞれから省エネ効果を引き出し、全体の省エネ効果を高めることができる。また、船尾ダクトはプロペラ上半面側に偏心して設置されるため、船尾ダクトより下流側の舵に省エネ付加物を設けた場合には、その省エネ付加物に悪影響を及ぼしにくい。

【0008】

請求項2記載の本発明は、フィンは、平面視した形状がV状を成し、フィンの後端が中心軸よりも上方でプロペラの半径の60%以上70%以下の範囲の高さに取り付けられていることを特徴とする。 20

請求項2に記載の本発明によれば、フィンは、船尾底部で生成された3次元剥離渦を船体から引き離す効果によって船尾部の圧力回復を早めるだけでなく、上向き流れにより揚力を発生し増速することにより、フィン自体が推力を発生し船舶全体として抵抗変化の減少に寄与する。また、フィンにより誘導された流れが船尾ダクトの上部に当たることで周辺の圧力が上昇し、船尾部表面の圧力回復もさらに進み、船体抵抗の減少効果が増大する。

【0009】

請求項3記載の本発明は、フィンの船体への取り付け側面仰角が6°以上15°以下の上向角度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、フィンによる推力を更に向上させることができる。 30

【0010】

請求項4記載の本発明は、ダクト本体の下部が、プロペラの駆動軸が貫通する船尾管部に取り付けられていることを特徴とする。

請求項4に記載の本発明によれば、支持手段を介することなくダクト本体を船尾に直接取り付けることもできる。

【0011】

請求項5記載の本発明は、ダクト本体が、ダクト本体を側方視した場合に、上底が下底よりも長い倒立した台形状を成していることを特徴とする。

請求項5に記載の本発明によれば、船尾ダクト本体の下部の長さが過大になることによる省エネ効果の悪化を防止できる。 40

【0012】

請求項6記載の本発明は、上底に対する下底の比が5%以上70%以下の範囲であることを特徴とする。

請求項6に記載の本発明によれば、ダクト本体の下部に一定の長さをもたせることで、ダクト本体の強度を維持するとともに、ダクト本体の下部の長さが過大になることによる抵抗増加を防止できる。

【0013】

請求項7記載の本発明は、ダクト本体の後端とプロペラの前縁との距離を、プロペラの直径の1.0%以上50%以下の範囲に設定したことを特徴とする。

請求項7に記載の本発明によれば、プロペラとの干渉効果も高め推進効率を更に向上さ 50

せることができる。

【0014】

請求項8記載の本発明は、ダクト本体の断面形状が内側に凸の翼型を成していることを特徴とする。

請求項8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）を増大させ、推進効率を上げることができる。

【0015】

請求項9記載の本発明は、ダクト本体の前後方向及び/又は周方向における各部の仮想半径が異なっていることを特徴とする。

請求項9に記載の本発明によれば、ダクト本体を、船尾ダクト周りの流れの様子に対応した省エネ効果の高い形状とすることができる。 10

【0016】

請求項10記載の本発明は、ダクト本体の後部よりも前部の方を大きく設定したことを特徴とする。

請求項10に記載の本発明によれば、ダクト本体より下流での平均的な流れを遅くして有効伴流率を小さくでき、かつダクト本体の前部側でのスラスト成分を増加させて推力を高めることができる。

【0017】

請求項11記載の本発明は、ダクト本体を船尾に支持する支持手段、及び/又はダクト本体を補強する補強手段を備えたことを特徴とする。 20

請求項11に記載の本発明によれば、支持手段によってダクト本体を船体に取り付けることができる。また、補強手段によって船尾ダクトの強度が向上する。

【0018】

請求項12に記載の本発明は、支持手段が、プロペラに対して対向流を生じるように、又はフィンにより導かれた流れの向きに沿うように、捻られた形状を成していることを特徴とする。

請求項12に記載の本発明によれば、プロペラの効率を高めることができる。

【0019】

請求項13に記載の本発明は、プロペラの後方に舵を備え、舵に船体の推進効率を向上する省エネ付加物を有したことを特徴とする。 30

請求項13に記載の本発明によれば、舵の省エネ付加物によっても推力を得て、高い推進効率を達成して更に輸送効率を高めることができる。特に、船尾ダクトがプロペラ上半面側に偏心して設置され舵の省エネ付加物に悪影響を及ぼしにくいため、舵の省エネ付加物が有効に推力を得ることができる。

【0020】

請求項14に記載の本発明は、省エネ付加物の舵への高さ方向における取り付け位置が、プロペラの中心軸からプロペラの半径の $\pm 10\%$ の位置であることを特徴とする。

請求項14に記載の本発明によれば、推力を得やすい取り付け位置となるため、省エネ付加物が効果を発揮しやすくなり、高い推進効率を達成することができる。

【0021】

請求項15記載に対応した船舶においては、請求項1から請求項14のうちの1項に記載の船尾ダクトとフィン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15に記載の本発明によれば、従来よりも省エネ効果が高い船尾ダクトとフィンを有した船尾形状を備えた船舶を提供することができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明の船尾ダクトとフィンを有した船尾形状によれば、上流側のフィンによる下流側の船尾ダクトへの悪影響を抑制し、すなわち負の干渉を抑えて省エネ効果の減殺を抑制し、フィンと船尾ダクトのそれぞれから省エネ効果を引き出し、全体の省エネ効果を高めることができる。また、船尾ダクトはプロペラ上半面側に偏心して設置されるため、船尾ダ 50

ダクトより下流側の舵に省エネ付加物を設けた場合には、その省エネ付加物に悪影響を及ぼしにくい。

【0023】

また、フィンは、平面視した形状がV状を成し、フィンの後端が中心軸よりも上方でプロペラの半径の60%以上70%以下の範囲の高さに取り付けられている場合には、フィンは、船尾底部で生成された3次元剥離渦を船体から引き離す効果によって船尾部の圧力回復を早めるだけでなく、上向き流れにより揚力を発生し増速することにより、フィン自体が推力を発生し船舶全体として抵抗変化の減少に寄与する。また、フィンにより誘導された流れが船尾ダクトの上部に当たることで周辺の圧力が上昇し、船尾部表面の圧力回復もさらに進み、船体抵抗の減少効果が増大する。

10

【0024】

また、フィンの船体への取り付け側面仰角が6°以上15°以下の上向角度である場合には、フィンによる推力を更に向上させることができる。

【0025】

また、ダクト本体の下部が、プロペラの駆動軸が貫通する船尾管部に取り付けられている場合には、支持手段を介することなくダクト本体を船尾に直接取り付けすることもできる。

【0026】

また、ダクト本体が、ダクト本体を側方視した場合に、上底が下底よりも長い倒立した台形状を成している場合には、船尾ダクト本体の下部の長さが過大になることによる省エネ効果の悪化を防止できる。

20

【0027】

また、上底に対する下底の比が5%以上70%以下の範囲である場合には、ダクト本体の下部に一定の長さをもたせることで、ダクト本体の強度を維持するとともに、ダクト本体の下部の長さが過大になることによる抵抗増加を防止できる。

【0028】

また、ダクト本体の後端とプロペラの前縁との距離を、プロペラの直径の1.0%以上50%以下の範囲に設定した場合には、プロペラとの干渉効果も高め推進効率を更に向上させることができる。

【0029】

また、ダクト本体の断面形状が内側に凸の翼型を成している場合には、翼型により発生する揚力の推進方向成分（スラスト成分）を増大させ、推進効率を上げることができる。

30

【0030】

また、ダクト本体の前後方向及び/又は周方向における各部の仮想半径が異なっている場合には、ダクト本体を、船尾ダクト周りの流れの様子に対応した省エネ効果の高い形状とすることができる。

【0031】

また、ダクト本体の後部よりも前部の方を大きく設定した場合には、ダクト本体より下流での平均的な流れを遅くして有効伴流率を小さくでき、かつダクト本体の前部側でのスラスト成分を増加させて推力を高めることができる。

40

【0032】

また、ダクト本体を船尾に支持する支持手段、及び/又はダクト本体を補強する補強手段を備えた場合には、支持手段によってダクト本体を船体に取り付けることができる。また、補強手段によって船尾ダクトの強度が向上する。

【0033】

また、支持手段が、プロペラに対して対向流を生じるように、又はフィンにより導かれた流れの向きに沿うように、捻られた形状を成している場合には、プロペラの効率を高めることができる。

【0034】

また、プロペラの後方に舵を備え、舵に船体の推進効率を向上する省エネ付加物を有し

50

た場合には、舵の省エネ付加物によっても推力を得て、高い推進効率を達成して更に輸送効率を高めることができる。特に、船尾ダクトがプロペラ上半面側に偏心して設置され舵の省エネ付加物に悪影響を及ぼしにくいため、舵の省エネ付加物が有効に推力を得ることができる。

【0035】

また、省エネ付加物の舵への高さ方向における取り付け位置が、プロペラの中心軸からプロペラの半径の±10%の位置である場合には、推力を得やすい取り付け位置となるため、省エネ付加物が効果を発揮しやすくなり、高い推進効率を達成することができる。

【0036】

また、従来よりも省エネ効果が高い船尾ダクトとフィンをもった船尾形状を備えた船舶を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の一実施形態による船尾ダクトとフィンをもった船尾形状を備えた船舶の船尾部を示す概略構成図

【図2】同船尾形状のフィンの概略平面図

【図3】同船尾ダクトを示す図

【図4】同船尾ダクト後端半径 - 抵抗変化 / 船殻効率の関係図

【図5】同船尾ダクト上下位置 - 抵抗変化 / 船殻効率の関係図

【図6】同船尾ダクトと船体フィンとの水平間隙 - 抵抗変化 / 船殻効率の関係図

【図7】本発明の他の実施形態による船尾ダクトを示す図

【図8】同船尾ダクトの他の例を示す図

【図9】同船尾ダクトの更に他の例を示す図

【図10】同船尾ダクトの更に他の例を示す概略平面図

【図11】本発明の更に他の実施形態による船尾ダクトのダクト本体を示す側面図

【図12】同ダクト本体の他の例を示す側面図

【図13】従来の各省エネ装置の省エネ効果と干渉影響を示す図

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下に、本発明の実施形態による船尾ダクトとフィンをもった船尾形状及び船舶について説明する。

【0039】

図1は本発明の一実施形態による船尾ダクトとフィンをもった船尾形状を備えた船舶の船尾部を示す概略構成図である。

図2は同船尾形状のフィンの概略平面図である。

図3は同船尾ダクトを示す図であり、図3(a)は正面図、図3(b)は側面図、図3(c)は底面図、図3(d)は斜視図である。

図4は同船尾ダクト後端半径(仮想半径) - 抵抗変化 / 船殻効率の関係図、図5は同船尾ダクト上下位置 - 抵抗変化 / 船殻効率の関係図、図6は同船尾ダクトと船体フィンとの水平間隙 - 抵抗変化 / 船殻効率の関係図である。

【0040】

図1に示すように、本実施形態による船舶は、船体10の船尾に設けられたプロペラ20と、プロペラ20よりも前方に設けられたフィン30と、プロペラ20とフィン30との間に設けられた船尾ダクト40と、プロペラ20よりも後方に取り付けられた舵50とを備える。

【0041】

プロペラ20は、中心軸Xpを回転中心として回転する。

【0042】

フィン30は、船体10の船尾部に設けられ、プロペラ20に流れを導く。フィン30は板状であり、船体10の側面から斜め下方へ張り出している。フィン30は、前端30

10

20

30

40

50

aが後端30bよりも低位置に取り付けられていることによって前下がりになっており、取り付け側面仰角は後方に向かって上向角度を有する。また、後端30bは船体10から後方に突出している。フィン30の後端30bは、プロペラ20の中心軸Xpよりも上方で、プロペラ20の半径Rpの60%以上70%以下の範囲に取り付けられることが好ましい。

また、図2に示すように、フィン30は左舷と右舷に対称的に設けられ、平面視した形状がV状を成す。フィン30は、前端30a側から後端30b側に向かって徐々に幅Wが広がっている。左舷側のフィン30の後端30bと右舷側のフィン30の後端30bとは、船体中心線Y上で接続されている。

フィン30は、船尾底部で生成された3次元剥離渦を船体10から引き離す効果によって船体10の船尾部の圧力回復を早めるだけでなく、上向き流れにより揚力を発生し増速することにより、フィン30自体が推力を発生し船舶全体として抵抗変化の減少に寄与する。また、フィン30により誘導された流れが船尾ダクト40の上部に当たることで周辺の圧力が上昇し、船体10の船尾部表面の圧力回復もさらに進み、その結果、船体抵抗の減少効果が増大する。また、船体10から引き離された3次元剥離渦に含まれる回転エネルギーを船尾ダクト40の主上半面で回収することにより、船尾ダクト40に推力が発生し推進性能が向上する。

なお、図1におけるフィン30の船体10への取り付け側面仰角は、6°以上15°以下とすることが好ましい。取り付け側面仰角を6°以上15°以下の範囲に設定することで、推力を更に向上させることができる。また、フィン30の前端30aから後端30bまでの水平距離L1は、船体10の船長の2~8%の範囲とすることが好ましい。この場合、フィン30の前端30aの位置は、船体10の後部垂線より前方7~10%船長に配置されていることになる。

また、フィン30は、平面視した形状が、左右の後端30bが繋がっていない、V字状に類似した形状であってもよい。また、板状以外の形状や幅Wが広がらずに一定である形状等、各種の形状が採用できる。

#### 【0043】

図1及び図3に示すように、船尾ダクト40は円筒状のダクト本体41を備える。ダクト本体41の後端の仮想半径Rdは、プロペラ20の半径Rpの30%以上80%以下に設定されている。なお、仮想半径Rdは、図3(b)においては、ダクト本体41の外側の仮想半径を採用しているが、内側の仮想半径を採用してもよい。

また、仮想半径Rdの仮想中心(船尾ダクト本体41の中心)Xdは、プロペラ20の中心軸Xpよりも上方にプロペラ20の半径Rpの30%以上80%以下ずれた位置に設定されている。また、フィン30の後端30bとダクト本体41の前端との水平方向の間隙L3は、プロペラ20の直径Dpの-20%以上+10%以下に設定されている(マイナスは、図1に示すように、フィン30の後端30bがダクト本体41の前端よりも後方に位置した状態である)。ただし、ダクト本体41の下端は、プロペラ20の中心軸Xpよりも下方に位置していない。

フィン30の下流側に配置される船尾ダクト40をこのように適切な形状及び配置に設定することにより、フィン30と船尾ダクト40との間の負の干渉を抑えて省エネ効果の減殺を抑制し、フィン30と船尾ダクト40の両方から省エネ効果を引き出し、抵抗性能と推進性能のバランスをとり、全体の省エネ効果を増大させることができる。また、ダクト本体41は円筒状のため角部が無く、応力集中しにくい形状であり強度的に優れている。さらに、角部から発生しやすい不要な渦の放出が無くエネルギーロスが少ない。また、フィン30と船尾ダクト40には可動部が無いいため、メンテナンスが容易である。

なお、本実施形態では、ダクト本体41の下部が、プロペラ20の駆動軸が貫通する船尾管部11に取り付けられている。このようにダクト本体41の下部を船尾管部11に直接取り付けられた場合には、ダクト本体41の下部の船尾管部11との接続部が支持手段を兼ねる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 4 】

また、ダクト本体 4 1 は、下部の長さが過大になると省エネ効果を悪化させる要因となるため、側方視した場合に上底 4 1 a が下底 4 1 b よりも長い倒立した台形状を成す形状としている。

なお、ダクト本体 4 1 は、静的な流体力や繰り返し荷重による疲労に耐え得るだけの構造強度や疲労強度等を維持するために下部にもある程度の長さが必要である。よって、上底 4 1 a の長さの比に対する下底 4 1 b の長さの比の下限値を 5 %、より好ましくは 1 0 % 以上とすることが適切である。また、下底 4 1 b 部分では抵抗減少と船殻効率向上の効果の源である下向き流れが弱いので、下部が長すぎると抵抗増加を引き起こす恐れがある。よって、上底 4 1 a に対する下底 4 1 b の比の上限値を 7 0 %、より好ましくは 5 0 % 以下とすることが適切である。したがって、上底 4 1 a に対する下底 4 1 b の比は、5 % 以上 7 0 % 以下の範囲に設定することが好ましく、1 0 % 以上 5 0 % 以下の範囲に設定することがより好ましい。

## 【 0 0 4 5 】

また、ダクト本体 4 1 の後端とプロペラ 2 0 の前縁との距離  $L_2$  は、プロペラ 2 0 の直径  $D_p$  の 1 . 0 % 以上 5 0 % 以下の範囲に設定している。このような範囲に設定することで、プロペラ 2 0 との干渉効果を高め推進効率をさらに向上させることができる。

## 【 0 0 4 6 】

また、ダクト本体 4 1 の断面形状は、図 3 ( b ) に示すように、内側に凸の翼型を成している。このような断面形状とすることで、翼型により発生する揚力の推進方向成分 ( スラスト成分 ) を利用して推力減少率を高め、推進効率を上げることができる。

## 【 0 0 4 7 】

また、仮想半径  $R_d$  は、ダクト本体 4 1 の後部よりも前部の方を大きく設定している。これにより、ダクト本体 4 1 よりも下流での平均的な流れを遅くして有効伴流率を小さくでき、かつダクト本体 4 1 の前部側でのスラスト成分を増加させて推力を高めることができる。

なお、ダクト本体 4 1 の前後方向における各部の仮想半径  $R_d$  を異ならせること以外に、ダクト本体 4 1 の周方向における各部の仮想半径  $R_d$  を異ならせることにより、正面図 ( 図 3 ( a ) ) で略円形以外の形状を有する船尾ダクト 4 0 とすることも可能である。

## 【 0 0 4 8 】

また、図 1 に示すように、舵 5 0 には、船体 1 0 の推進効率を向上する省エネ付加物 6 0 が設けられている。省エネ付加物 6 0 を舵 5 0 に設けることによって、省エネ付加物 6 0 によっても推力を得て、高い推進効率を達成して更に輸送効率を高めることができる。省エネ付加物 6 0 としては、例えばフィンを用いることができるが、フィン形状以外にも各種の形状が採用可能である。

省エネ付加物 6 0 の舵 5 0 への高さ方向における取り付け位置は、プロペラ 2 0 の中心軸  $X_p$  からプロペラ 2 0 の半径  $R_p$  の  $\pm 1 0 %$  の範囲とすることが好ましい ( プラスは省エネ付加物 6 0 の中心軸がプロペラ 2 0 の中心軸  $X_p$  よりも上側、マイナスは省エネ付加物 6 0 の中心軸がプロペラ 2 0 の中心軸  $X_p$  よりも下側に位置した状態である )。このような範囲とすることで推力を得やすい取り付け位置となるため、省エネ付加物 6 0 が効果を発揮しやすくなり、高い推進効率を達成することができる。

なお、舵 5 0 の上流側には船尾ダクト 4 0 が設けられているが、船尾ダクト 4 0 は、プロペラ 2 0 の中心軸  $X_p$  よりも所定位置上方にずれた位置、すなわち、プロペラ 2 0 の上半面側に偏心して設置されているため、下流側の舵 5 0 に設けられた省エネ付加物 6 0 には殆ど悪影響を及ぼさない。

## 【 0 0 4 9 】

ここで図 4 から図 6 は、フィン及び船尾ダクトの両方を備える船舶において、船尾ダクトの大きさ又は配置を変えたときの、抵抗変化 ( マイナスは推力として作用する状態 ) 及び船殻効率の計算結果を示す図である。なお、図 4 ( a )、図 5 ( a )、及び図 6 ( a ) において、「 \* 」は船体とフィンと船尾ダクトを含む全体の抵抗変化を示し、「 $\square$ 」、「 $\triangle$ 」

」、 $R_{f1}$ 」は各成分を示す。「 $R_{f1}$ 」はフィンと船尾ダクトによる船体の抵抗変化、「 $R_{f2}$ 」はフィンの抵抗、「 $R_{f3}$ 」は船尾ダクトの抵抗である。

図4(a)は、ダクト本体の後端の仮想半径 [%Rp] と抵抗の関係を示す図、図4(b)は、ダクト本体の後端の仮想半径 [%Rp] と船殻効率との関係を示す図である。間隙  $L_3$  はプロペラ  $20$  の直径  $D_p$  の  $-6\%$  とし、後端の仮想半径  $R_d$  をプロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $30\%$ 、 $50\%$ 、 $70\%$ 、 $75\%$  としている。

図4より、ダクト本体  $41$  の後端の仮想半径  $R_d$  が所定範囲より小さいと船尾ダクト  $40$  の推力が小さく、所定範囲より大きいと船体の抵抗変化は増加傾向であり、船殻効率も悪化することが分かる。詳細には、図4(a)より、全体の抵抗変化(図中「\*」)は計算した全範囲(仮想半径  $R_d = 30 \sim 75$  [%Rp])で減少しており、その傾向から後端の仮想半径  $R_d$  が  $80$  [%Rp] のときもその効果は維持されると推定できる。また、図4(b)より、船殻効率が悪化しない範囲は、後端の仮想半径  $R_d$  が  $30 \sim 50$  [%Rp] のときである。したがって、後端の仮想半径  $R_d$  は、プロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $30\%$  以上  $80\%$  以下に設定する必要がある、 $30\%$  以上  $50\%$  以下に設定することが好ましい。

また、図5(a)は、ダクト本体の仮想中心の上下位置 [%Rp] と抵抗の関係を示す図、図5(b)は、ダクト本体の仮想中心の上下位置 [%Rp] と船殻効率との関係を示す図である。後端の仮想半径  $R_d$  はプロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $50\%$ 、間隙  $L_3$  はプロペラ  $20$  の直径  $D_p$  の  $-6\%$  とし、仮想中心  $X_d$  をプロペラ  $20$  の中心軸  $X_p$  よりも上方でプロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $34\%$ 、 $50\%$ 、 $60\%$ 、 $74\%$  としている。

図5より、ダクト本体  $41$  の仮想中心  $X_d$  の位置が所定範囲より上だと全体の抵抗変化が増加に転じ、所定範囲より下でも全体の抵抗変化が増加傾向であり船殻効率も悪化することが分かる。詳細には、図5(a)より、全体の抵抗変化(図中「\*」)は計算した全範囲(仮想中心  $X_d = 34 \sim 74$  [%Rp])で減少しており、その傾向から仮想中心  $X_d$  が  $30$  [%Rp] のとき、及び  $80$  [%Rp] のときもその効果は維持されると推定できる。また、図5(b)より、船殻効率が悪化しない範囲は、仮想中心  $X_d$  が  $50 \sim 74$  [%Rp] のときである。したがって、仮想中心  $X_d$  の上下位置は、プロペラ  $20$  の中心軸  $X_p$  よりも上方で、プロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $30\%$  以上  $80\%$  以下ずれた位置に設定する必要がある、 $50\%$  以上  $74\%$  以下とすることが好ましい。

また、図6(a)は、フィンの後端とダクト本体の前端との水平方向の間隙 [%Dp] と抵抗の関係を示す図、図6(b)は、フィンの後端とダクト本体の前端との水平方向の間隙 [%Dp] と船殻効率との関係を示す図である。後端の仮想半径  $R_d$  はプロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $50\%$ 、仮想中心  $X_d$  の上下位置はプロペラ  $20$  の半径  $R_p$  の  $50\%$  とし、間隙  $L_3$  をプロペラ  $20$  の直径  $D_p$  の  $-16\%$ 、 $-10\%$ 、 $-6\%$ 、 $-1\%$ 、 $+4\%$  としている。

図6より、ダクト本体  $41$  の位置が所定範囲より前だと抵抗が減らず船殻効率が低下することが分かる。詳細には、図6(a)より、全体の抵抗変化(図中「\*」)は計算した全範囲(間隙  $L_3 = -16 \sim +4$  [%Dp])で減少しており、その傾向から間隙  $L_3$  が  $-20$  [%Dp] のとき、及び  $+10$  [%Dp] のときもその効果は維持されると推定できる。また、図6(b)より、船殻効率が悪化しない範囲は、間隙  $L_3$  が  $-7 \sim +4$  [%Dp] のときである。また、ダクト本体  $41$  の位置が所定範囲より後ろだと全体の抵抗変化が減少傾向であり船殻効率は向上するが、プロペラ  $20$  と接触する懸念やプロペラ  $20$  からの変動力による強度上の懸念が生じる。したがって、水平方向の間隙  $L_3$  は、プロペラ  $20$  の直径  $D_p$  の  $-20\%$  以上  $+10\%$  以下に設定する必要がある、 $-7\%$  以上  $+4\%$  以下に設定することが好ましい。

#### 【0050】

次に、本発明の他の実施形態による船尾ダクトとフィンを有した船尾形状及び船舶について説明する。なお、本実施形態は、船尾ダクトの内側に補強手段を備える点以外は上記した実施形態と同じであるため、同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

#### 【0051】

図7は本実施形態による船尾ダクトを示す図であり、図7(a)は正面図、図7(b)

は側面図、図 7 ( c ) は底面図、図 7 ( d ) は斜視図である。

図 8 は同船尾ダクトの他の例を示す図であり、図 8 ( a ) は正面図、図 8 ( b ) は側面図、図 8 ( c ) は底面図、図 8 ( d ) は斜視図である。

図 9 は同船尾ダクトの更に他の例を示す図であり、図 9 ( a ) は正面図、図 9 ( b ) は側面図、図 9 ( c ) は底面図、図 9 ( d ) は斜視図である。

図 10 は同船尾ダクトの更に他の例を示す概略平面図であり、図 10 ( a ) は捻り無しの補強手段を示し、図 10 ( b ) は捻り有りの補強手段を示す。

#### 【 0 0 5 2 】

図 7 に示すように、船尾ダクト 4 0 は、ダクト本体 4 1 の内側に板状の補強手段 4 2 を有する。補強手段 4 2 は、一端がダクト本体 4 1 の一方の側部に接続され、他端がダクト本体 4 1 の他方の側部に接続されている。また、補強手段 4 2 は、ダクト本体 4 1 の仮想中心 X d 上に水平に配置されている。補強手段 4 2 を設けることによって、ダクト本体 4 1 を補強して強度を増すことができる。

なお、補強手段 4 2 は、ダクト本体 4 1 の仮想中心 X d 上以外にも、流れを阻害しない範囲で任意の場所に設けることができる。また、複数個設けてもよい。

#### 【 0 0 5 3 】

図 8 及び図 9 は、補強手段 4 2 を、プロペラ 2 0 に対して対向流を生じるように、又はフィン 3 0 により導かれた流れの向きに沿うように、捻られた形状とした船尾ダクト 4 0 を示す図である。

図 8 は、板状の補強手段 4 2 を、前方側が後方側よりも高い前上がりの配置としたものである。また、図 9 は、板状の補強手段 4 2 が、両端を互いに逆の方向に回したような形状を成すものである。このように「捻られた形状」とは、補強手段 4 2 を傾斜して設けた場合と、補強手段 4 2 が両端を互いに逆の方向に回したような形状を成す場合の両方を含む。補強手段 4 2 を捻られた形状とした場合には、プロペラ 2 0 の効率を高めることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

図 10 は、補強手段 4 2 を鉛直に設けた船尾ダクト 4 0 を示す図である。板状の補強手段 4 2 は、一端がダクト本体 4 1 の上部に接続され、他端がダクト本体 4 1 の下部に接続されている。図 10 ( a ) は捻り無しの補強手段 4 2 を示し、図 10 ( b ) は捻り有りの補強手段 4 2 を示す。補強手段 4 2 の後端は前端よりも左舷寄りに位置している。

なお、補強手段 4 2 を鉛直に設ける場合は、補強手段 4 2 が支持手段を兼ねることができる。すなわち、補強手段 4 2 の下部を船尾管部 1 1 に接続することで、ダクト本体 4 1 を船体 1 0 に支持することができる。

なお、補強手段 4 2 の前端よりも左舷寄りに位置する後端は、左舷寄り以外にも流れの向きやプロペラ 2 0 の回転方向によっては右舷側に位置させてもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

次に、本発明の更に他の実施形態による船尾ダクトとフィンを有した船尾形状及び船舶について説明する。なお、本実施形態は、船尾ダクトの形状を局所的に変形した点以外は上記した実施形態と同じであるため、同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

#### 【 0 0 5 6 】

図 11 は本実施形態による船尾ダクトのダクト本体を示す側面図である。

図 11 ( a ) は、ダクト本体 4 1 の基本形状を示す。ダクト本体 4 1 は、ダクト本体 4 1 の後部の口径よりも前部の口径の方が大きく設定されている。ダクト本体 4 1 の傾斜した前部は、上端が下端よりも前方に位置している。ダクト本体 4 1 の後部は略鉛直である。図 11 ( b ) ~ ( d ) は、図 11 ( a ) に示される基本形状を変更した例であり、点線が変更前の形状を示す。図 11 ( b ) は、ダクト本体 4 1 の前部の下部を前方に張り出した形状である。形状変更部 4 3 の前辺は略鉛直であり、下辺は前下がりに傾斜している。図 11 ( c ) は、ダクト本体 4 1 の前部の下部を前方に張り出した形状である。形状変更部 4 3 の前辺は湾曲しており、下辺は略水平である。図 11 ( d ) は、ダクト本体 4 1 の

10

20

30

40

50

前部の上部を前方に張り出した形状である。形状変更部 4 3 の上辺は、ダクト本体 4 1 の上辺の角度と同角度で前方に延伸されている。

図 1 1 ( b ) に示すように、ダクト本体 4 1 の下端は、プロペラ 2 0 の中心軸  $X_p$  よりも下方に位置する場合もあり、船体 1 0 への取り付けを考慮すると、船尾管部 1 1 の下端までは、ダクト本体 4 1 が位置する場合があります。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 は本実施形態による船尾ダクトのダクト本体の他の例を示す図である。

図 1 2 ( a ) は、ダクト本体 4 1 の基本形状を示す。ダクト本体 4 1 は、ダクト本体 4 1 の後部の口径よりも前部の口径の方が大きく設定されている。ダクト本体 4 1 の前部及び後部は傾斜しており、前部は上端が下端よりも前方に位置し、後部は上端が下端よりも後方に位置している。図 1 2 ( b ) は、図 1 2 ( a ) に示される基本形状を変更した例であり、点線が変更前の形状を示す。図 1 2 ( b ) は、ダクト本体 4 1 の前部の下部を前方に張り出し、後部の下部を後方に張り出した形状である。前形状変更部 4 3 A の前辺は略鉛直とし、下辺は略水平としている。また、後形状変更部 4 3 B の後端は略鉛直とし、下辺はダクト本体 4 1 の下辺の角度と同角度で後方に延伸している。

図 1 1 又は図 1 2 のようにダクト本体 4 1 の形状を局所的に変更することで、ダクト本体 4 1 の強度を増し、船尾管部 1 1 への取り付けを容易にすることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 8 】

本発明は、E E D I ( エネルギー効率設計指標 ) 改善と燃費向上により、船舶の競争力強化に寄与する。また、船舶由来の G H G ( 温室効果ガス ) 排出削減に貢献する。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 9 】

- 1 0 船体
- 1 1 船尾管部
- 2 0 プロペラ
- 3 0 フィン
- 3 0 b 後端
- 4 0 船尾ダクト
- 4 1 ダクト本体
- 4 1 a 上底
- 4 1 b 下底
- 4 2 補強手段 ( 兼支持手段 )
- 5 0 舵
- 6 0 省エネ付加物
- 取り付け側面仰角
- R p プロペラの半径
- R d ダクト本体の仮想半径
- X p プロペラの中心軸
- X d ダクト本体の仮想中心
- L 3 間隙

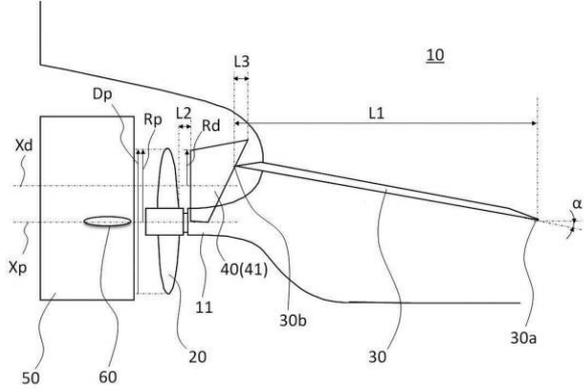
10

20

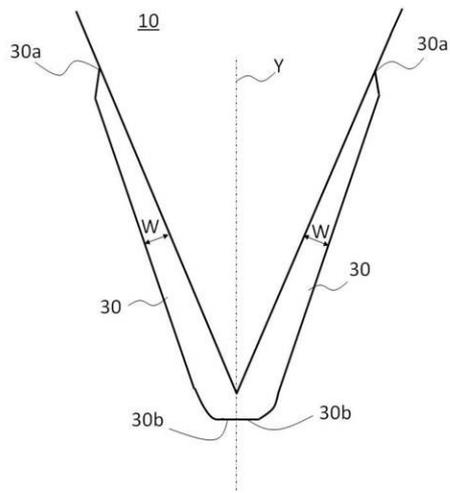
30

40

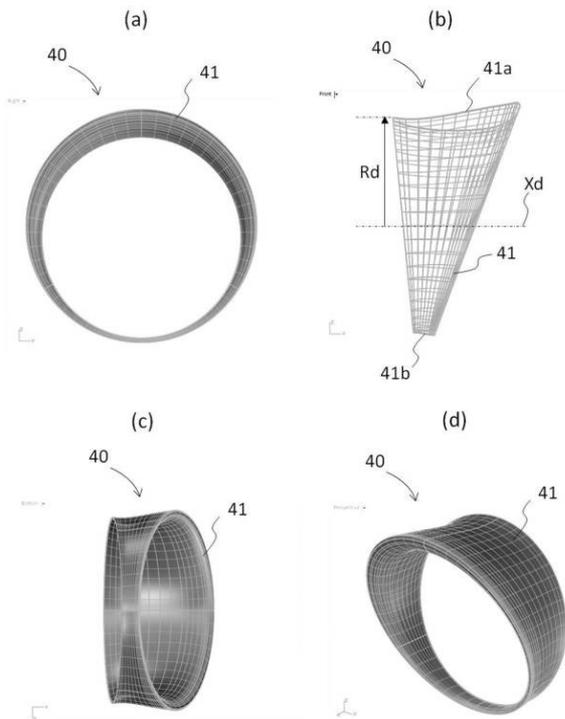
【図1】



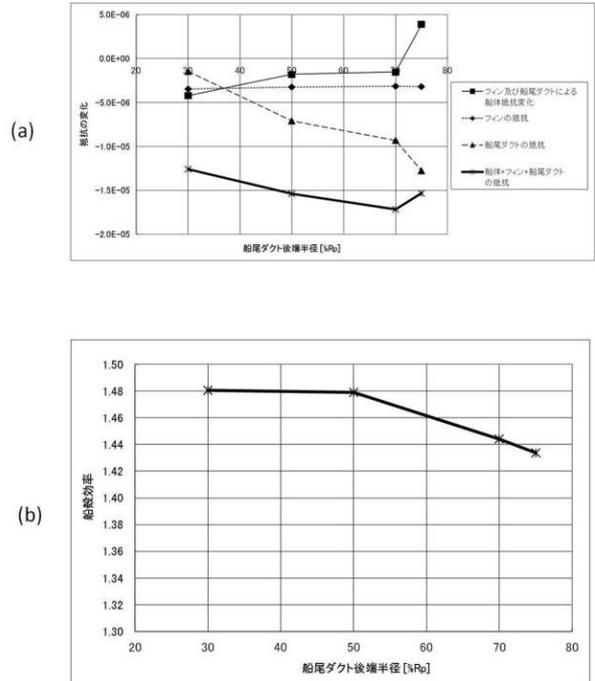
【図2】



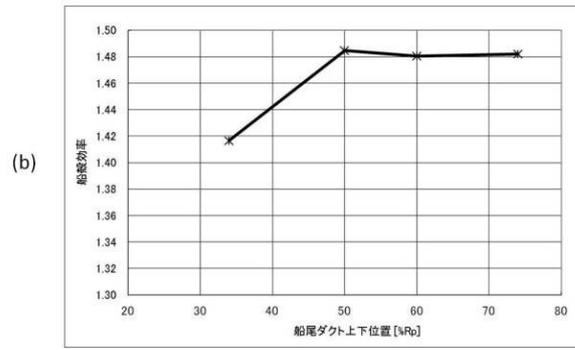
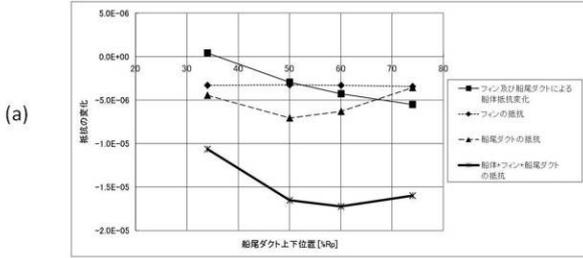
【図3】



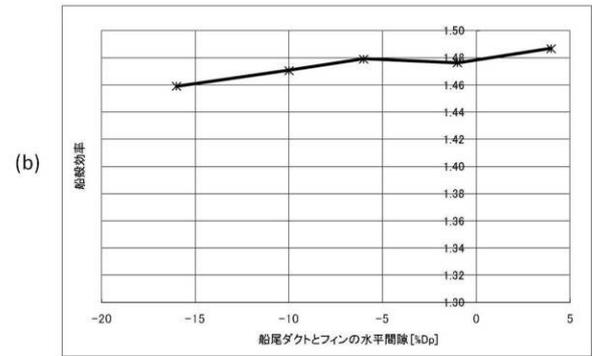
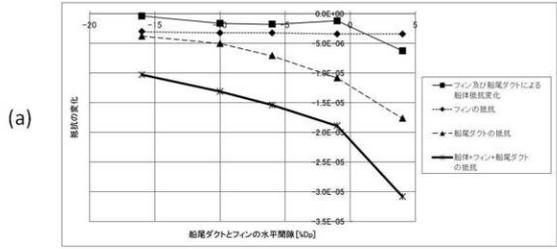
【図4】



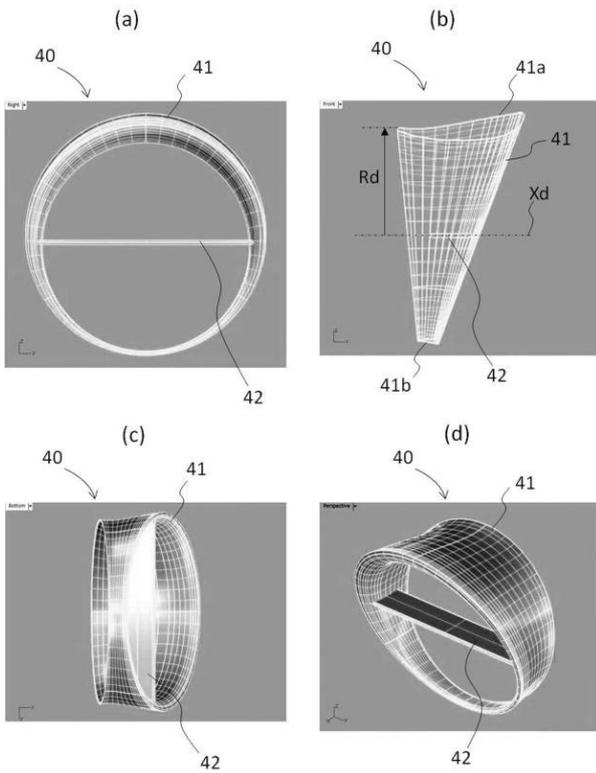
【図 5】



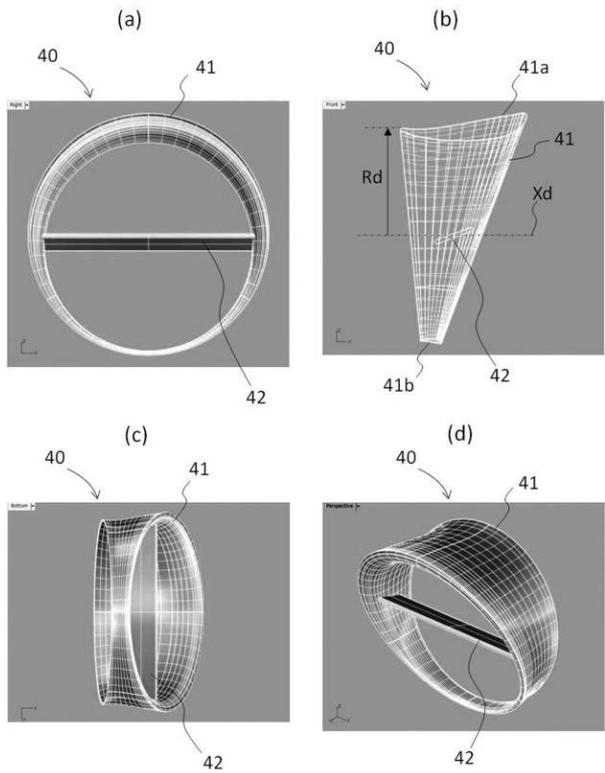
【図 6】



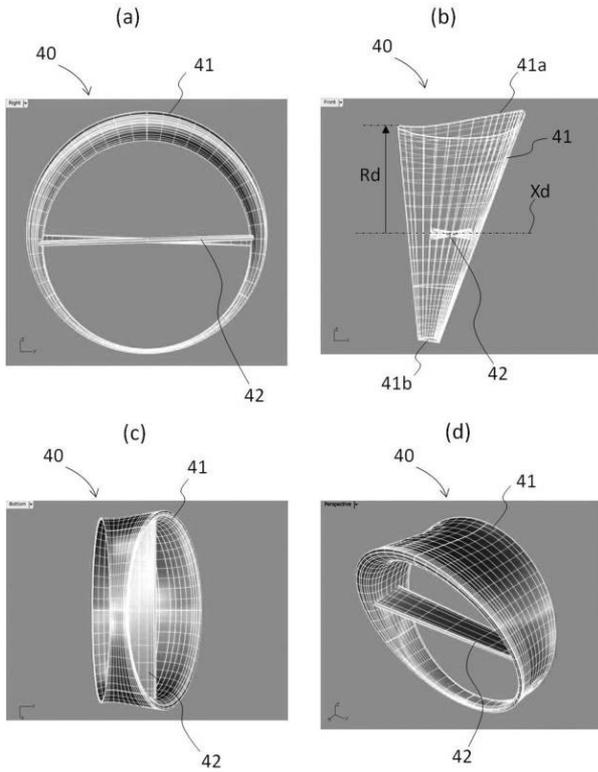
【図 7】



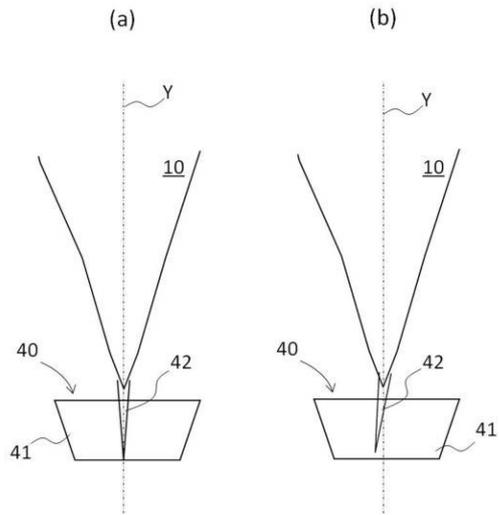
【図 8】



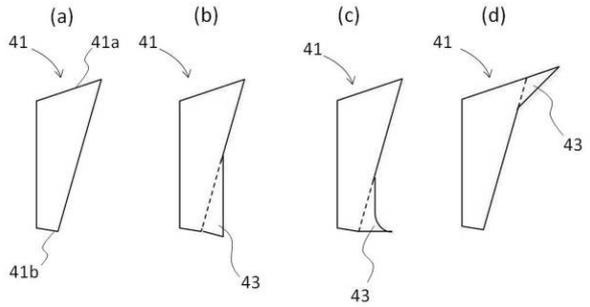
【図9】



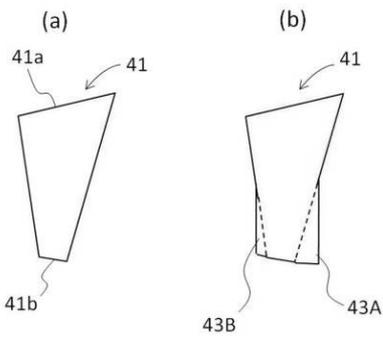
【図10】



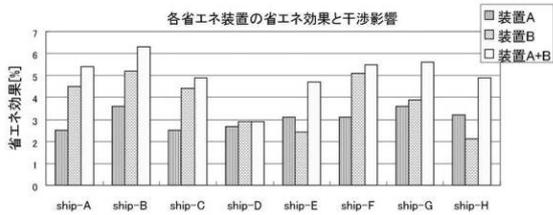
【図11】



【図12】



【図13】



## フロントページの続き

- (72)発明者 久米 健一  
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 金子 杏実  
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 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・航空技術研究所内
- (72)発明者 山中 象太  
佐賀県伊万里市黒川町塩屋5番地1 株式会社名村造船所内
- (72)発明者 山元 康博  
佐賀県伊万里市黒川町塩屋5番地1 株式会社名村造船所内

審査官 福田 信成

- (56)参考文献 特開2008-239060(JP,A)  
特開2006-347285(JP,A)  
登録実用新案第3190340(JP,U)  
特開2008-137462(JP,A)  
特開2010-006175(JP,A)  
特開2008-143488(JP,A)  
特開2012-158210(JP,A)  
韓国公開特許第10-2009-0042371(KR,A)  
欧州特許出願公開第03098158(EP,A1)  
特開2015-098214(JP,A)  
特開2011-042204(JP,A)  
特開2016-193625(JP,A)  
特開2014-125200(JP,A)  
特開2008-143489(JP,A)  
特開2011-093486(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 63 H 5 / 16  
B 63 B 1 / 08  
B 63 H 25 / 38