

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7158700号  
(P7158700)

(45)発行日 令和4年10月24日(2022.10.24)

(24)登録日 令和4年10月14日(2022.10.14)

(51)国際特許分類 F I  
 B 6 3 B 73/20 (2020.01) B 6 3 B 73/20  
 B 6 3 H 5/16 (2006.01) B 6 3 H 5/16 C

請求項の数 19 (全16頁)

|          |                               |          |   |
|----------|-------------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願2018-61627(P2018-61627)     | (73)特許権者 | 501204525<br>国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所<br>東京都三鷹市新川6丁目38番1号 |
| (22)出願日  | 平成30年3月28日(2018.3.28)         | (74)代理人  | 100098545<br>弁理士 阿部 伸一                                  |
| (65)公開番号 | 特開2019-172024(P2019-172024 A) | (74)代理人  | 100087745<br>弁理士 清水 善廣                                  |
| (43)公開日  | 令和1年10月10日(2019.10.10)        | (74)代理人  | 100106611<br>弁理士 辻田 幸史                                  |
| 審査請求日    | 令和3年3月4日(2021.3.4)            | (74)代理人  | 100189717<br>弁理士 太田 貴章                                  |
|          |                               | (72)発明者  | 川島 英幹<br>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<br>最終頁に続く |

(54)【発明の名称】 モジュール式船尾ダクトの組み立て方法、モジュール式船尾ダクト、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るプロペラの前方に設置される船尾ダクトの組み立て方法であって、複数の船舶に適用可能なように前記船尾ダクトを複数の部品に分割し同一の形状及び寸法を有する前記部品を一つのモジュールとして複数種のモジュールを準備するステップ1と、対象の前記船舶を特定するステップ2と、前記ステップ2で特定された前記船舶に適した前記船尾ダクトの形状を決定するステップ3と、前記ステップ3で決定した前記形状に合った前記モジュールの種類と個数を前記複数種のモジュールの中から選定するステップ4と、前記ステップ4で選定した少なくとも1種類以上の前記同一の形状及び寸法を有する複数個の前記モジュールを組み立てて前記船尾ダクトを完成させるステップ5とを備えたことを特徴とするモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

10

【請求項2】

前記ステップ1における前記複数種のモジュールは、適用対象となる前記船舶の候補を予め決め、組み立てを前提として最大公約数的に必要な形状を求めて決めたものであることを特徴とする請求項1に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項3】

前記ステップ2における前記船舶の特定は、前記船舶の前記候補の中から特定することを特徴とする請求項2に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項4】

前記ステップ3における前記船尾ダクトの前記形状の決定に当たっては、シミュレーシ

20

ヨン、模型実験、船型線図、又は特性線図の少なくとも1つを用いて決定することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項5】

前記複数種のモジュールは、少なくとも直線形状と曲線形状の前記モジュールを含むことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項6】

前記複数種のモジュールは、前記船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する形状に構成された付加部品を少なくとも1つ含むことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

10

【請求項7】

前記ステップ5で完成した前記船尾ダクトに、前記船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する前記付加部品を装着することを特徴とする請求項6に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項8】

前記ステップ5における組み立てに当たっては、複数個の前記モジュール同士を固定的に結合す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項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項9】

前記ステップ5で完成した前記船尾ダクトを前記船体に取り付けるステップ6をさらに備えたことを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

20

【請求項10】

前記船体に取り付けた前記船尾ダクトに、前記船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する前記付加部品又は前記付加部品の一部を装着することを特徴とする請求項6又は請求項7を引用する請求項9に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法。

【請求項11】

請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法を用いて組み立てた前記船尾ダクトであることを特徴とするモジュール式船尾ダクト。

30

【請求項12】

前記船尾ダクトを後方から見た形状が、略円形状を成していることを特徴とする請求項11に記載のモジュール式船尾ダクト。

【請求項13】

前記船尾ダクトを後方から見た形状が、角の取れた略四角形状を成していることを特徴とする請求項11に記載のモジュール式船尾ダクト。

【請求項14】

前記船尾ダクトを後方から見た形状が、角の取れた略菱形形状を成していることを特徴とする請求項11に記載のモジュール式船尾ダクト。

【請求項15】

前記船尾ダクトを後方から見た形状が、多角形を成していることを特徴とする請求項11に記載のモジュール式船尾ダクト。

40

【請求項16】

前記船尾ダクトを後方から見た形状が、前記プロペラの全周に亘らない部分形状を成していることを特徴とする請求項11に記載のモジュール式船尾ダクト。

【請求項17】

前記船尾ダクトを側方から見た形状が、前記プロペラ方向に細くなるテーパ形状を成していることを特徴とする請求項11から請求項16のいずれか1項に記載のモジュール式船尾ダクト。

【請求項18】

50

前記複数種のモジュールのいずれもが、コンテナの内寸に納まる寸法に形成されていることを特徴とする請求項 11 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載のモジュール式船尾ダクト。

【請求項 19】

請求項 11 から請求項 18 のいずれか 1 項に記載のモジュール式船尾ダクト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、船体の船尾においてプロペラよりも前方に設置される船尾ダクト、及びその船尾ダクトを備えた船舶に関する。

10

【背景技術】

【0002】

船舶の推進効率を向上させる省エネ装置の一つに、船体の船尾においてプロペラよりも前方に設置される船尾ダクトがある。

船尾ダクトは、船舶ごとに専用品として製作されておりコストは安いものではない。そのため、生産効率の向上等を目的とした技術がこれまでにいくつか提案されている。

例えば特許文献 1 には、船尾ダクトの断面形状を直線形状等にすることによって、船尾ダクトの生産効率を向上させることが開示されている。なお、引用文献 1 には、船尾ダクトは、1 枚の平板を曲げて形成してもよく、複数枚の平板を繋ぎあわせて形成してもよい旨の記載がある（段落 0024 等）。

20

また、特許文献 2 には、ダクトの製作を容易にするために、内部の骨部材を厚板にて構成し、内表面材と骨部材とを組み立てた後、外表面材を骨部材の端面に栓溶接にて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 2007 - 331549 号公報  
特開昭 56 - 142788 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

船尾ダクトの製作にコストがかかる理由としては、船尾ダクトは最適な形状や寸法が船舶ごとに異なるため、船種、船型、及びプロペラにあわせて設計及び製作がその都度行われる専用品となっていることや、船尾ダクトを製作できる事業者が少ないことが挙げられる。船尾ダクトの製作コストが高いことは、船尾ダクトの普及を促進するうえで課題である。また、船尾ダクトは、船舶ごとに専用品として設計、製作されるため製造に要する期間も長いものとなる。

ここで、特許文献 1 及び特許文献 2 は、製作方法を工夫することによって船尾ダクトの生産効率の向上を図るものではあるが、船舶ごとにその都度一から製作を行うものであるから、大幅なコスト低減は困難である。また、設計、製作に要する期間も長いものとなる。

40

【0005】

そこで本発明は、従来よりもコストや設計、製作期間等を低減するモジュール式船尾ダクトの組み立て方法及びモジュール式船尾ダクト、並びにそのモジュール式船尾ダクト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】

【0006】

請求項 1 記載に対応したモジュール式船尾ダクトの組み立て方法においては、船体の船尾に設けられるプロペラの前方に設置される船尾ダクトの組み立て方法であって、複数の船舶に適用可能なように船尾ダクトを複数の部品に分割し同一の形状及び寸法を有する部

50

品を一つのモジュールとして複数種のモジュールを準備するステップ1と、対象の船舶を特定するステップ2と、ステップ2で特定された船舶に適した船尾ダクトの形状を決定するステップ3と、ステップ3で決定した形状に合ったモジュールの種類と個数を複数種のモジュールの中から選定するステップ4と、ステップ4で選定した少なくとも1種類以上の同一の形状及び寸法を有する複数個のモジュールを組み立てて船尾ダクトを完成させるステップ5とを備えたことを特徴とする。

請求項1に記載の本発明によれば、船尾ダクトの形状が決定したときは、予め準備されているモジュールの中から必要なモジュールを用いて船尾ダクトの組み立てを行うことができるので、船尾ダクトをその都度一から製作する場合に比べて製作コストや設計、製作期間等を低減できる。また、モジュールの状態で船舶の近くまで輸送して組み立てることもできるため、巨大な重量物である船尾ダクトを完成した状態で輸送する場合と比べて輸送方法の選択肢が増え、輸送コストを低減しやすくなる。

10

【0007】

請求項2記載の本発明は、ステップ1における複数種のモジュールは、適用対象となる船舶の候補を予め決め、組み立てを前提として最大公約数的に必要な形状を求めて決めたものであることを特徴とする。

請求項2に記載の本発明によれば、候補となる船舶に合ったモジュールが準備でき、また、準備するモジュールの種類を少なくして無駄をなくせるため、さらにコストを低減できる。

【0008】

20

請求項3記載の本発明は、ステップ2における船舶の特定は、船舶の候補の中から特定することを特徴とする。

請求項3に記載の本発明によれば、予め決めた候補の中からモジュール式船尾ダクトを適用する船舶を特定することができるため、特定作業が容易となり、また、モジュールに合った船舶が特定できる。

【0009】

請求項4記載の本発明は、ステップ3における船尾ダクトの形状の決定に当たっては、シミュレーション、模型実験、船型線図、又は特性線図の少なくとも1つを用いて決定することを特徴とする。

請求項4に記載の本発明によれば、船尾ダクトの形状をより適切に決定できる。

30

【0010】

請求項5記載の本発明は、複数種のモジュールは、少なくとも直線形状と曲線形状のモジュールを含むことを特徴とする。

請求項5に記載の本発明によれば、モジュールの組み合わせの選択の幅が広がり、少ない種類のモジュールでより多くの船尾ダクトの形状や寸法に対応できる。

【0011】

請求項6記載の本発明は、複数種のモジュールは、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する形状に構成された付加部品を少なくとも1つ含むことを特徴とする。

請求項6に記載の本発明によれば、船尾ダクトへの流れの流入角に合わせて付加部品によりキャンパーラインを変更して見かけ上の迎角を変え、容易に船尾ダクト形状の最適化を図ることができる。

40

【0012】

請求項7記載の本発明は、ステップ5で完成した船尾ダクトに、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する付加部品を装着することを特徴とする。

請求項7に記載の本発明によれば、一旦完成した船尾ダクトに付加部品を後付けして船尾ダクト形状の最適化を図ることができる。

【0013】

請求項8記載の本発明は、ステップ5における組み立てに当たっては、複数個のモジュール同士を固定的に結合することを特徴とする。

請求項8に記載の本発明によれば、モジュール間の結合を強固にすることができる。

50

## 【 0 0 1 4 】

請求項 9 記載の本発明は、ステップ 5 で完成した船尾ダクトを船体に取り付けるステップ 6 をさらに備えたことを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、モジュールを組み立てながら船体へ取り付ける場合よりも、船体への船尾ダクトの取り付け作業が容易となる。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 1 0 記載の本発明は、船体に取り付けた船尾ダクトに、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する付加部品又は付加部品の一部を装着することを特徴とする。

請求項 1 0 に記載の本発明によれば、船尾ダクトを船体に取り付ける際には付加部品の重量や大きさを考慮せずにすむので、船尾ダクトを船体に取り付ける作業が容易となる。また、当該船尾ダクトを装備した船舶が航海をした後であっても、後付けで付加部品を取り付けることができる。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 1 1 記載に対応したモジュール式船尾ダクトにおいては、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法を用いて組み立てた船尾ダクトであることを特徴とする。

請求項 1 1 に記載の本発明によれば、従来よりもコストを低減した船尾ダクトを提供できる。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 1 2 記載の本発明は、船尾ダクトを後方から見た形状が、略円形状を成していることを特徴とする。

請求項 1 2 に記載の本発明によれば、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 1 3 記載の本発明は、船尾ダクトを後方から見た形状が、角の取れた略四角形状を成していることを特徴とする。

請求項 1 3 に記載の本発明によれば、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 1 4 記載の本発明は、船尾ダクトを後方から見た形状が、角の取れた略菱形形状を成していることを特徴とする。

請求項 1 4 に記載の本発明によれば、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 2 0 】

請求項 1 5 記載の発明は、船尾ダクトを後方から見た形状が、多角形を成していることを特徴とする。

請求項 1 5 記載の本発明によれば、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 1 6 記載の本発明は、船尾ダクトを後方から見た形状が、プロペラの全周に亘らない部分形状を成していることを特徴とする。

請求項 1 6 に記載の本発明によれば、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 2 2 】

請求項 1 7 記載の本発明は、船尾ダクトを側方から見た形状が、プロペラ方向に細くなるテーパ形状を成していることを特徴とする。

請求項 1 7 に記載の本発明によれば、船尾ダクトよりも下流での流れを遅くして有効伴流率を小さくでき、かつ船尾ダクトの前縁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。

## 【 0 0 2 3 】

請求項 1 8 記載の本発明は、複数種のモジュールのいずれもが、コンテナの内寸に納ま

10

20

30

40

50

る寸法に形成されていることを特徴とする。

請求項 18 に記載の本発明によれば、コンテナを利用してモジュールを輸送できる。

【0024】

請求項 19 に記載に対応した船舶においては、請求項 11 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載のモジュール式船尾ダクトを船体に備えたことを特徴とする。

請求項 19 に記載の本発明によれば、従来よりもコストを低減した船尾ダクトを用いて船舶の推進効率を向上させることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明のモジュール式船尾ダクトの組み立て方法によれば、船尾ダクトの形状が決定したときは、予め準備されているモジュールの中から必要なモジュールを用いて船尾ダクトの組み立てを行うことができるので、船尾ダクトをその都度一から製作する場合に比べて製作コストや設計、製作期間等を低減できる。また、モジュールの状態で船舶の近くまで輸送して組み立てることもできるため、巨大な重量物である船尾ダクトを完成した状態で輸送する場合と比べて輸送方法の選択肢が増え、輸送コストを低減しやすくなる。

10

【0026】

また、ステップ 1 における複数種のモジュールは、適用対象となる船舶の候補を予め決め、組み立てを前提として最大公約数的に必要な形状を求めて決めた場合には、候補となる船舶に合ったモジュールが準備でき、また、準備するモジュールの種類を少なくして無駄をなくせるため、さらにコストを低減できる。

20

【0027】

また、ステップ 2 における船舶の特定は、船舶の候補の中から特定する場合には、予め決めた候補の中からモジュール式船尾ダクトを適用する船舶を特定することができるため、特定作業が容易となり、また、モジュールに合った船舶が特定できる。

【0028】

また、ステップ 3 における船尾ダクトの形状の決定に当たっては、シミュレーション、模型実験、船型線図、又は特性線図の少なくとも 1 つを用いて決定する場合には、船尾ダクトの形状をより適切に決定できる。

【0029】

また、複数種のモジュールは、少なくとも直線形状と曲線形状のモジュールを含む場合には、モジュールの組み合わせの選択の幅が広がり、少ない種類のモジュールでより多くの船尾ダクトの形状や寸法に対応できる。

30

【0030】

また、複数種のモジュールは、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する形状に構成された付加部品を少なくとも 1 つ含む場合には、船尾ダクトへの流れの流入角に合わせて付加部品によりキャンパーラインを変更して見かけ上の迎角を変え、容易に船尾ダクト形状の最適化を図ることができる。

【0031】

また、ステップ 5 で完成した船尾ダクトに、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する付加部品を装着する場合には、一旦完成した船尾ダクトに付加部品を後付けして船尾ダクト形状の最適化を図ることができる。

40

【0032】

また、ステップ 5 における組み立てに当たっては、複数個のモジュール同士を固定的に結合する場合には、モジュール間の結合を強固にすることができる。

【0033】

また、ステップ 5 で完成した船尾ダクトを船体に取り付けるステップ 6 をさらに備えた場合には、モジュールを組み立てながら船体へ取り付けの場合よりも、船体への船尾ダクトの取り付け作業が容易となる。

【0034】

また、船体に取り付けた船尾ダクトに、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変

50

更なる付加部品又は付加部品の一部を装着する場合には、船尾ダクトを船体に取り付ける際には付加部品の重量や大きさを考慮せずすむので、船尾ダクトを船体に取り付ける作業が容易となる。また、当該船尾ダクトを装備した船舶が航海をした後であっても、後付けで付加部品を取り付けることができる。

【0035】

本発明のモジュール式船尾ダクトによれば、従来よりもコストを低減した船尾ダクトを提供できる。

【0036】

また、船尾ダクトを後方から見た形状が、略円形状を成している場合には、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

10

【0037】

また、船尾ダクトを後方から見た形状が、角の取れた略四角形状を成している場合には、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

【0038】

また、船尾ダクトを後方から見た形状が、角の取れた略菱形形状を成している場合には、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

【0039】

また、船尾ダクトを後方から見た形状が、多角形を成している場合には、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

【0040】

また、船尾ダクトを後方から見た形状が、プロペラの全周に亘らない部分形状を成している場合には、船舶の推進効率を向上できる。

20

【0041】

また、船尾ダクトを側方から見た形状が、プロペラ方向に細くなるテーパ形状を成している場合には、船尾ダクトよりも下流での流れを遅くして有効伴流率を小さくでき、かつ船尾ダクトの前縁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。

【0042】

また、複数種のモジュールのいずれもが、コンテナの内寸に納まる寸法に形成されている場合には、コンテナを利用してモジュールを輸送できる。

【0043】

本発明の船舶によれば、従来よりもコストを低減した船尾ダクトを用いて船舶の推進効率を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の一実施形態によるモジュール式船尾ダクトの組み立て方法を示すフロー図

【図2】同モジュール式船尾ダクトを取り付けた船舶を示す図

【図3】同モジュール式船尾ダクトの例を示す図

【図4】同モジュール式船尾ダクトの他の例を示す図

【図5】同モジュール式船尾ダクトの他の例を示す図

【図6】同モジュールの準備方法の例を示すフロー図

40

【図7】船尾ダクトに対する流入角度の周方向分布の例を示す図

【図8】本発明の他の実施形態によるモジュール式船尾ダクトを示す図

【発明を実施するための形態】

【0045】

以下に、本発明の実施形態によるモジュール式船尾ダクトの組み立て方法、モジュール式船尾ダクト、及び船舶について説明する。

【0046】

図1は、本発明の一実施形態によるモジュール式船尾ダクトの組み立て方法を示すフロー図である。

まず、複数の船舶に適用可能なように船尾ダクトを複数の部品に分割した複数種のモジ

50

ジュールを予め準備する（ステップ1（S1））。

準備するモジュールは、モジュールの組み合わせによって二通り以上の形状又は寸法に船尾ダクトを組み立てられるように決定する。なお、準備方法の例については後述する。

準備したモジュールは、使用に備えて倉庫等の保管場所に保管しておく。

【0047】

ステップ1で準備したモジュールを使用する場合は、船尾ダクトの設置対象とする船舶を特定し（ステップ2（S2））、その特定した船舶に適した船尾ダクトの形状及び寸法を決定する（ステップ3（S3））。

ステップ3における特定した船舶に適した船尾ダクトの形状及び寸法の決定は、船型やプロペラ形状、船尾ダクトへの流入角等を考慮して行う。この際、シミュレーション、模型実験、船型線図、又はダクトの特性線図の少なくとも1つを用いて決定した場合には、船尾ダクトの形状をより適切に決定できる。なお、製作コストや設計の手間、製作期間等をより一層低減しようとする場合には、シミュレーション、模型実験、船型線図、又はダクトの特性線図による検討に代えて、過去の実績から推定することにより船尾ダクトの形状を決定してもよい。

【0048】

次に、ステップ1で準備しておいた複数種のモジュールの中から、ステップ3で決定した形状及び寸法に合った複数のモジュールを選定する（ステップ4（S4））。

なお、選定するモジュールは、ステップ3で決定した形状及び寸法に船尾ダクトを組み立てるために必要なモジュールが必要数あればよいが、組み立て時の破損等を考慮して予備のモジュールを含めてもよい。

選定したモジュールは、モジュールの組み立て場所へ輸送する。

【0049】

次に、ステップ4で選定した複数のモジュールを組み立てて船尾ダクトを完成させる（ステップ5（S5））。

ステップ5における組み立てにおいて、複数のモジュール同士を溶接又はボルト留め等によって固定的に結合した場合には、モジュール間の結合を強固にすることができる。なお、一方のモジュールと他方のモジュールとを接合するジョイント部品を介して、モジュール同士を結合してもよい。

【0050】

このように、組み合わせ次第で二通り以上の形状又は寸法の船尾ダクトに組み立てることができるように複数のモジュールを予め準備しておき、船尾ダクトの形状が決定したときに、準備されているモジュールの中から必要なモジュールを選んで船尾ダクトの組み立てを行うことで、船尾ダクトをその都度一から製作する場合に比べて製作コスト及び設計の手間や製作期間等を低減できる。

また、モジュールの状態を取り付け対象の船舶の近くまで輸送して組み立てることもできるため、巨大な重量物である完成した状態の船尾ダクトを輸送する場合と比べて輸送方法の選択肢が増え、輸送コストを低減しやすくなる。なお、一部のモジュールを工場で組み立てた状態で輸送して、輸送先で残りのモジュールと組み合わせることもできる。

【0051】

また、完成した状態ではコンテナに収まらない船尾ダクトであっても、各モジュールをコンテナの内寸に納まる寸法に形成すれば、コンテナを利用して組み立て場所までモジュールの状態に輸送できる。

なお、例えばドライコンテナの内寸は、国際標準化機構（ISO）の規格で、幅2438mm、高さ2591mm（背高コンテナは2896mm）であり、長さは、10フィートコンテナが2991mm、20フィートコンテナが6058mm、40フィートコンテナが12192mmである。これらのドライコンテナは、海上輸送に用いることができるほか、日本国内で陸送も可能である。

【0052】

次に、組み立てが完成した船尾ダクトを船体に取り付ける（ステップ6（S6））。船

10

20

30

40

50

体への船尾ダクトの取り付けを船尾ダクトの完成後に行うことで、モジュールを組み立てながら船体へ取り付ける場合よりも、船体への船尾ダクトの取り付け作業が容易となる。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、モジュール式船尾ダクトを取り付けた船舶を示す図である。

船尾ダクト 1 0 は、船体 1 の船尾に設けられたプロペラ 2 よりも前方に設置される。プロペラ 2 よりも後方には舵 3 が設置されている。

モジュールを用いて組み立てられた船尾ダクト 1 0 を船舶に設置することで、従来よりも製作コストを低減した船尾ダクト 1 0 を用いて船舶の推進効率を向上させることができる。

【 0 0 5 4 】

図 3 は組み立てたモジュール式船尾ダクトの例を示す図であり、図 3 ( a ) は後方から見た正面図、図 3 ( b ) は図 3 ( a ) の右側面図である。

図 3 に示す船尾ダクト 2 0 は、直線形状のモジュール 2 1 と曲線形状のモジュール 2 2 を四つずつ用いて、モジュール 2 1 とモジュール 2 2 を交互に結合することにより組み立てたものである。モジュール 2 1 のうちの二つは水平に配置され、残りの二つは鉛直に配置されている。図 3 ( a ) に示すように、船尾ダクト 2 0 は、船尾ダクト 2 0 を後方から見た形状が、角の取れた略四角形状を成している。

船尾ダクト 2 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 2 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

また、図 3 ( b ) に示すように、船尾ダクト 2 0 は、前縁 2 0 a の直径が後縁 2 0 b の直径よりも大きく、側方から見た形状が、プロペラ方向に細くなるテーパ形状を成している。このように、船尾ダクト 2 0 をテーパ型とすることにより、船尾ダクト 2 0 よりも下流での流れを遅くして有効伴流率を小さくでき、かつ船尾ダクト 2 0 の前縁 2 0 a 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。

【 0 0 5 5 】

図 4 及び図 5 は、組み立てたモジュール式船尾ダクトの他の例を示す後方から見た正面図である。

船尾ダクトは、ステップ 1 で準備したモジュールの組み合わせ次第で、図 3 で示した船尾ダクト 2 0 以外の形状や寸法に組み立てることができる。

【 0 0 5 6 】

図 4 ( a ) に示す船尾ダクト 3 0 は、曲線形状のモジュール 3 1 を四つ用いて、それぞれを結合することにより組み立てたものである。船尾ダクト 3 0 は、後方から見た形状が、略円形状を成している。

船尾ダクト 3 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 3 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

【 0 0 5 7 】

図 4 ( b ) に示す船尾ダクト 4 0 は、直線形状のモジュール 4 1 と曲線形状のモジュール 4 2 を四つずつ用いて、モジュール 4 1 とモジュール 4 2 を交互に結合することにより組み立てたものである。船尾ダクト 4 0 は、後方から見た形状が、角の取れた略四角形状を成している。なお、図 3 に示す船尾ダクト 2 0 とは、直線形状のモジュール 4 1 が直線形状のモジュール 2 1 よりも長い点と、曲線形状のモジュール 4 2 の曲率が曲線形状のモジュール 2 2 の曲率よりも大きい点等において異なっている。

船尾ダクト 4 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 4 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

【 0 0 5 8 】

図 4 ( c ) に示す船尾ダクト 5 0 は、曲線形状のモジュール 5 1 を四つ用いて、それぞれを結合することにより組み立てたものである。船尾ダクト 5 0 は、後方から見た形状が、角の取れた略菱形形状を成している。

船尾ダクト 5 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 5 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

図 4 ( d ) に示す船尾ダクト 6 0 は、直線形状のモジュール 6 1 を四つ用いて、それぞれを結合することにより組み立てたものである。なお、各モジュール 6 1 は、中間で折り曲げた形状である。船尾ダクト 6 0 は、後方から見た形状が、八角形状を成している。

船尾ダクト 6 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 6 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 6 0 】

また、図示は省略するが、後方から見た形状が、略四角形状や八角形状以外の多角形を成した形状とすることもできる。この場合にも、船舶に適した形状の船尾ダクトにより、船舶の推進効率を向上できる。

10

## 【 0 0 6 1 】

図 5 に示す船尾ダクトはいずれも、後方から見た形状が、プロペラ 2 の全周に亘らない部分形状を成している。

図 5 ( a ) に示す船尾ダクト 7 0 は、直線形状のモジュール 7 1 と曲線形状のモジュール 7 2 を二つずつ用いて、略半円状ダクトに組み立てたものである。水平に配置されたモジュール 7 1 の一端は船尾管 4 に接続され、他端はモジュール 7 2 の一端に接続されている。モジュール 7 2 の他端はもう一つのモジュール 7 2 の他端に接続されている。

船尾ダクト 7 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 7 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

## 【 0 0 6 2 】

図 5 ( b ) に示す船尾ダクト 8 0 は、直線形状のモジュール 8 1 を二つと、曲線形状のモジュール 8 2 を三つ用いて、略 2 7 0 度ダクトに組み立てたものである。斜めに配置されたモジュール 8 1 の一端は船尾管 4 に接続され、他端はモジュール 8 2 の一端に接続されている。一端がモジュール 8 1 の他端に接続されているモジュール 8 2 の他端は、モジュール 8 1 と接続されていないモジュール 8 2 に接続されている。

船尾ダクト 8 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 8 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

20

## 【 0 0 6 3 】

図 5 ( c ) に示す船尾ダクト 9 0 は、直線形状のモジュール 9 1 を四つと、曲線形状のモジュール 9 2 を二つ用いて、略半円状ダクトに組み立てたものである。モジュール 9 1 として、モジュール 9 1 A と、モジュール 9 1 A よりも短いモジュール 9 1 B が二つずつある。水平に配置されたモジュール 9 1 A の一端は船尾管 4 に接続され、他端は鉛直に配置されたモジュール 9 1 B の一端に接続されている。モジュール 9 1 B の他端はモジュール 9 2 の一端に接続されている。モジュール 9 2 の他端はもう一つのモジュール 9 2 の他端に接続されている。

船尾ダクト 9 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 9 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

30

## 【 0 0 6 4 】

図 5 ( d ) に示す船尾ダクト 1 0 0 は、直線形状のモジュール 1 0 1 を二つと、曲線形状のモジュール 1 0 2 を四つ用いて、略半円状に組み立てたものである。モジュール 1 0 2 として、モジュール 1 0 2 A と、モジュール 1 0 2 A よりも曲率が小さいモジュール 1 0 2 B が二つずつある。水平に配置されたモジュール 1 0 1 の一端は船尾管 4 に接続され、他端はモジュール 1 0 2 A の一端に接続されている。モジュール 1 0 2 A の他端はモジュール 1 0 2 B の一端に接続されている。モジュール 1 0 2 B の他端はもう一つのモジュール 1 0 2 B の他端に接続されている。

船尾ダクト 1 0 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 1 0 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

40

## 【 0 0 6 5 】

図 5 ( e ) に示す船尾ダクト 1 1 0 は、直線状のモジュール 1 1 1 を五つと、曲線形状のモジュール 1 1 2 を二つ用いて、略半円状に組み立てたものである。モジュール 1 1 1

50

として、モジュール 1 1 1 A が二つと、モジュール 1 1 1 A よりも短いモジュール 1 1 1 B が三つある。水平に配置されたモジュール 1 1 1 A の一端は船尾管 4 に接続され、他端は鉛直に配置されたモジュール 1 1 1 B の一端に接続されている。一端がモジュール 1 1 1 A の他端に接続されているモジュール 1 1 1 B の他端は、モジュール 1 1 2 の一端に接続されている。モジュール 1 1 2 の他端は、船尾管 4 よりも上方で水平に配置されたモジュール 1 1 1 B に接続されている。

船尾ダクト 1 1 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 1 1 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

#### 【 0 0 6 6 】

図 5 ( f ) に示す船尾ダクト 1 2 0 は、直線状のモジュール 1 2 1 を三つと、曲線形状のモジュール 1 2 2 を四つ用いて、略半円状に組み立てたものである。モジュール 1 2 2 として、モジュール 1 2 2 A と、モジュール 1 2 2 A よりも曲率が小さいモジュール 1 2 2 B が二つずつある。一端が船尾管 4 に接続されたモジュール 1 2 1 は水平に配置され、他端がモジュール 1 2 2 A の一端に接続されている。モジュール 1 2 2 A の他端はモジュール 1 2 2 B の一端に接続されている。モジュール 1 2 2 B の他端は、船尾管 4 よりも上方で水平に配置されたモジュール 1 2 1 に接続されている。

船尾ダクト 1 2 0 を船舶に取り付けることで、船舶に適した形状の船尾ダクト 1 2 0 により、船舶の推進効率を向上できる。

#### 【 0 0 6 7 】

図 6 は、モジュールの準備方法の例を示すフロー図である。

図 6 を用いて、上述したステップ 1 におけるモジュールの準備方法の例について説明する。

#### 【 0 0 6 8 】

ステップ 1 で準備するモジュールは、例えば、以下のように適用対象となる船舶の候補を予め決め、組み立てを前提として最大公約数的に必要な形状及び寸法を求めることにより決定することができる。

まず、船舶の大きさや船型等を考慮して、モジュール式船尾ダクトの適用対象となる船舶の候補を決める (ステップ 0 1 ( S 0 1 ))。

次に、ステップ 0 1 において決定した候補の中から、代表となる船舶を複数に絞り込む (ステップ 0 2 ( S 0 2 ))。ステップ 0 2 では、例えば、候補となっている船舶の中で、大きさが平均的な船舶、大きさが最大の船舶、大きさが最小の船舶を代表船舶として選出する。

#### 【 0 0 6 9 】

次に、ステップ 0 2 で絞り込んだ複数の代表船舶について、それぞれに適する船尾ダクトの形状及び寸法を、船型やプロペラ形状、船尾ダクトへの流入角等を考慮して決定する (ステップ 0 3 ( S 0 3 ))。この際、シミュレーション、模型実験、船型線図、又はダクトの性能線図の少なくとも一つを用いて決定した場合には、船尾ダクトの形状及び寸法をより適切に決定できる。なお、製作コストや設計の手間、製作期間等をより一層低減しようとする場合には、シミュレーション、模型実験、船型線図、又はダクトの特性線図による検討に代えて、過去の実績から推定することにより船尾ダクトの形状及び寸法を決定してもよい。

船尾ダクトの最適な形状や寸法は船舶ごとに異なるため、ステップ 0 3 では、船尾ダクトの形状及び寸法が複数決定されることになる。

#### 【 0 0 7 0 】

次に、ステップ 0 3 で形状及び寸法を決定した船尾ダクトについて、分割するモジュールを検討する (ステップ 0 4 ( S 0 4 ))。例えば、船尾ダクトを分割してモジュール化するにあたって必要となる各モジュールの形状や寸法のパターンを複数作成する。

次に、ステップ 0 4 で検討した各モジュールの形状や寸法のパターンに基づいて、最大公約数的に必要なモジュールの種類及び数量を求めることにより、準備するモジュールを決定する (ステップ 0 5 ( S 0 5 ))。すなわち、準備するモジュールは、ステップ 0 3

10

20

30

40

50

で決定された複数の形状及び寸法の船尾ダクトのいずれも組み立てられるモジュールの種類及び数量の組み合わせのなかで、最もモジュールの種類及び数量が少ない組み合わせとする。

これにより、候補となる船舶に合ったモジュールが準備でき、また、準備しておくべきモジュールの種類を少なくして無駄をなくすることができるため、さらにコストを低減できる。

なお、準備するモジュールに、少なくとも直線形状のモジュールと、曲線形状のモジュールを含めた場合には、モジュールの組み合わせの選択の幅が広がり、少ない種類のモジュールでより多くの船尾ダクトの形状や寸法に対応できる。

また、上記したように、各モジュールの寸法をコンテナに収まる寸法とすることで、コンテナを利用して組み立て場所等へ輸送することができる。

#### 【0071】

また、図6に示す準備方法を用いた場合は、上述したステップ2における船舶の特定を、ステップ01において決定した船舶の候補の中から特定することができる。

この場合には、予め決められた候補の中からモジュール式船尾ダクトを適用する船舶を特定できるため、特定作業が容易となり、また、モジュールに合った船舶が特定できる。

#### 【0072】

次に、本発明の他の実施形態によるモジュール式船尾ダクトの組み立て方法、モジュール式船尾ダクト、及び船舶について説明する。なお、上記した実施形態と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

図7は、船尾ダクトに対する流入角度の周方向分布の例を示す図である。縦軸は船尾ダクトへの流入角度[deg]、横軸は船尾ダクトの周方向位置[deg]である。

一般的に船尾ダクトへの流れの流入角は周方向位置によって異なる。例えば図7では、12時の位置が側面の位置よりも流入角が大きくなっている。しかし、様々な流入角度を想定してモジュールを準備しておく、モジュールの種類が増えて管理に手間がかかる場合も考えられる。

そこで、本実施形態では、上述したステップ1において、船尾ダクトの基本的な形状や寸法の一部となる複数の基本モジュールに加えて、船尾ダクトへの流れの流入角に対する迎角を変更する形状に構成された付加部品をモジュールの一つとして準備する。

#### 【0073】

図8は、本実施形態によるモジュール式船尾ダクトを示す図であり、図8(a)は後方から見た正面図、図8(b)は側面断面図である。

船尾ダクト130は、ステップ1で準備した基本モジュールの中から複数の曲線形状のモジュール131を用いて組み立てたものである。船尾ダクト130は、後方から見た形状が略円形状を成している。

さらに、船尾ダクト130の前縁130a側の上部には付加部品132の一つであるスラット型モジュール132Aが装着され、後縁130b側の上部には付加部品132の一つであるフラップ型モジュール132Bが装着されている。スラット型モジュール132A及びフラップ型モジュール132Bは翼断面形状を有している。

船尾ダクト130への付加部品132の装着は、付加部品132を船尾ダクト130に溶接又はボルト留め等によって固定することにより行う。なお、付加部品132と船尾ダクト130とを接合するジョイント部品を介して、付加部品132を船尾ダクト130に固定してもよい。

このように局所的に船尾ダクト130の翼断面の迎角を変えることのできる付加部品132をモジュールの一つとして準備しておき、船尾ダクト130に装着することで、船尾ダクトへの流れの流入角に合わせてキャンパーラインを変更して見かけ上の迎角を変え、容易に船尾ダクト形状の最適化を図ることができる。スラット型モジュール132A及びフラップ型モジュール132Bは、いずれもキャンパーラインを変更することに寄与しており、結果的に流入角に対する迎角を変えることになる。なお、スラット型モジュール132Aとフラップ型モジュール132Bは、どちらか一方のみ装着してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 4 】

なお、付加部品 1 3 2 は、ステップ 5 において、船尾ダクト 1 3 0 が完成する前に基本モジュール 1 3 1 と結合させることもできるが、一旦基本的な形状及び寸法に組み立てられた船尾ダクト 1 3 0 に対して後付けで装着して船尾ダクト形状の最適化を図ることもできる。

## 【 0 0 7 5 】

また、船体 1 に取り付けられた船尾ダクト 1 3 0 に、付加部品 1 3 2 を装着することもできる。この場合は、船尾ダクト 1 3 0 を船体 1 に取り付ける際には付加部品 1 3 2 の重量や大きさを考慮せずにするので、船尾ダクト 1 3 0 を船体 1 に取り付ける作業が行いやすくなる。また、船尾ダクト 1 3 0 を装備した船舶が航海をした後であっても、後付けで付加部品 1 3 2 を取り付けることができる。

10

また、例えば、船尾ダクト 1 3 0 を船体 1 に取り付けした後だと前縁 1 3 0 a 側に装着するスラット型モジュール 1 3 2 A の装着作業をし難い場合には、スラット型モジュール 1 3 2 A は船体 1 への取り付け前に船尾ダクト 1 3 0 に装着しておき、後縁 1 3 0 b 側に装着するフラップ型モジュール 1 3 2 B は船尾ダクト 1 3 0 を船体 1 に取り付け後に装着するなど、付加部品 1 3 2 ごとに船尾ダクト 1 3 0 への取り付けタイミングを異ならせることもできる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 0 7 6 】

本発明は、多様な船舶に対して従来よりも低コストの船尾ダクトを設計、製作期間等を低減して提供することができる。

20

## 【符号の説明】

## 【 0 0 7 7 】

- 1 船体
- 2 プロペラ
- 2 0 船尾ダクト
- 2 1、2 2 モジュール
- 1 3 2 付加部品

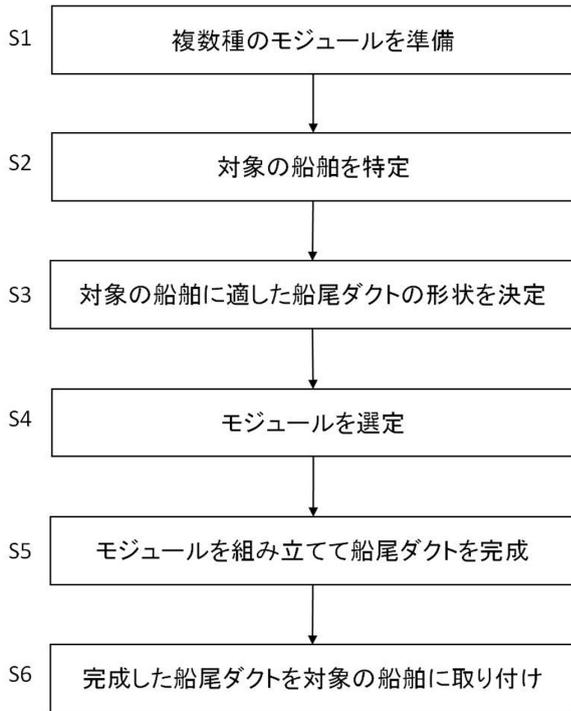
30

40

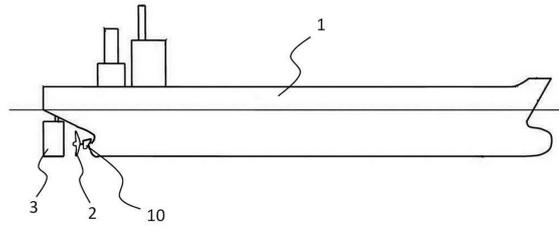
50

【図面】

【図 1】



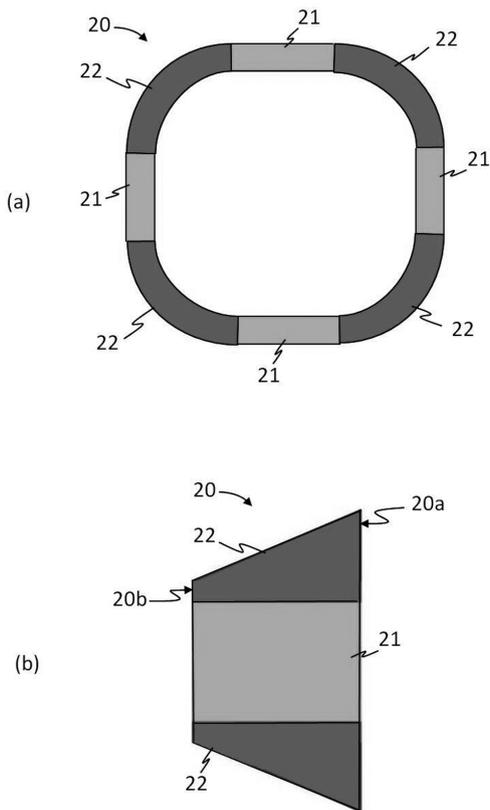
【図 2】



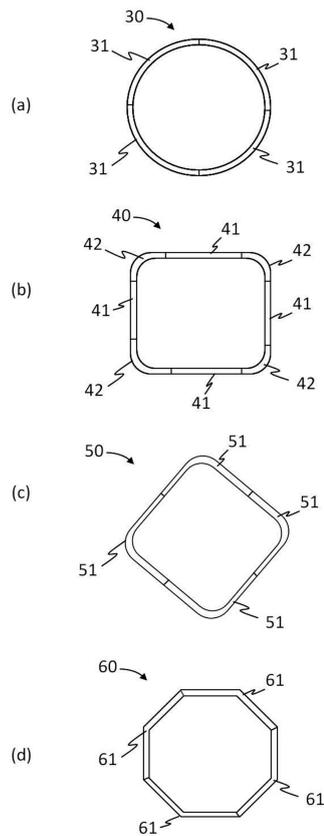
10

20

【図 3】



【図 4】

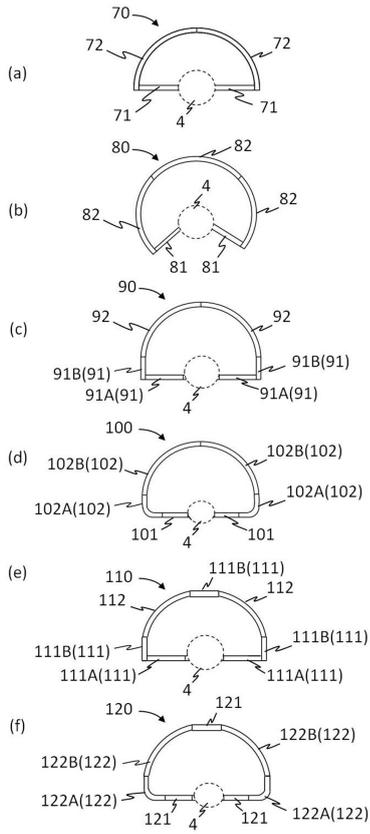


30

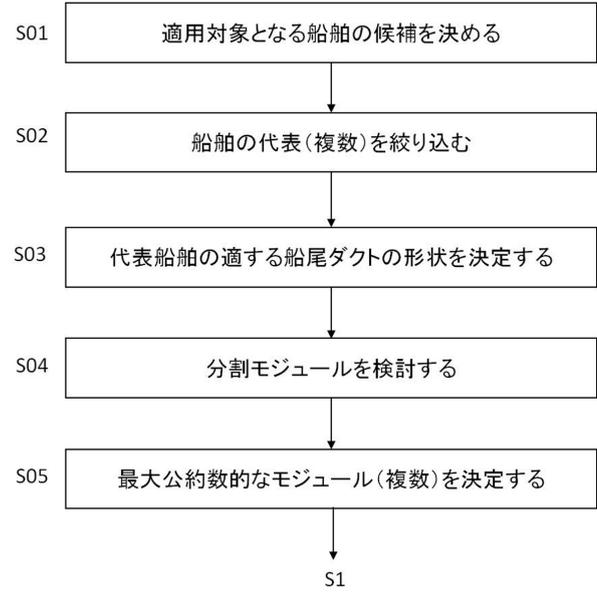
40

50

【 図 5 】



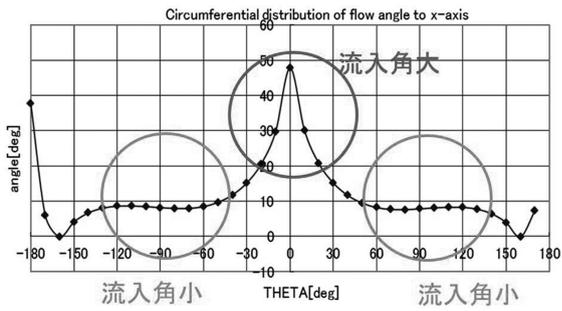
【 図 6 】



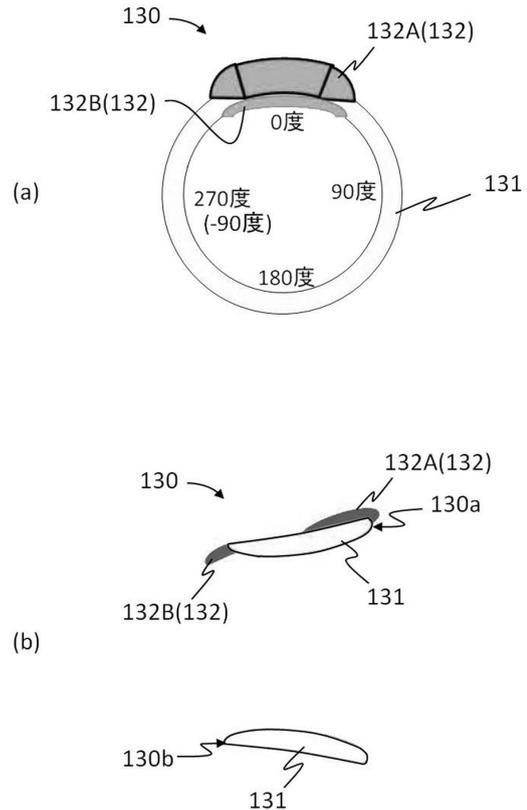
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】



30

40

50

## フロントページの続き

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 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

(72)発明者 白石 耕一郎

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 拾井 隆道

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 新川 大治朗

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 結城 健太郎

(56)参考文献 特開2008-143489(JP,A)

特開昭59-75888(JP,A)

特開昭57-58587(JP,A)

特開2018-24368(JP,A)

特開2012-76680(JP,A)

特開平3-213488(JP,A)

特開平4-90984(JP,A)

特開2011-46212(JP,A)

田原裕介, 新郷将司, 金井亮浩, “重合格子技術と非線形最適化理論を導入したCFD援用最適省エネルギーデバイス設計法”, 日本船舶海洋工学会論文集, 日本, 日本船舶海洋工学会, 2017年12月, 第26号, p.1-16, DOI:10.2534/jjasnaoe.26.1, ISSN 1881-1760(online), 1880-3717(print)

白石耕一郎, 小山鴻一, 上入佐光, “QCMを用いた省エネダクト付プロペラの性能評価に関する研究”, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 日本, 日本船舶海洋工学会, 2015年, 第20号, p.415-418, DOI:10.14856/conf.20.0\_415, ISSN 2424-1628(online), 1880-6538(print)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 63 B 73 / 00 , 71 / 00 ,

B 63 H 5 / 16