

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5230852号  
(P5230852)

(45) 発行日 平成25年7月10日(2013. 7. 10)

(24) 登録日 平成25年3月29日(2013. 3. 29)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B63H 5/16 (2006.01)</b>	B63H 5/16 C
<b>B63H 1/18 (2006.01)</b>	B63H 5/16 D
<b>B63H 5/07 (2006.01)</b>	B63H 1/18
	B63H 5/06 C

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-554146 (P2012-554146)	(73) 特許権者 501204525
(86) (22) 出願日 平成24年7月26日(2012. 7. 26)	独立行政法人海上技術安全研究所
(86) 国際出願番号 PCT/JP2012/004777	東京都三鷹市新川6丁目38番1号
審査請求日 平成24年12月3日(2012. 12. 3)	(74) 代理人 100098545
(31) 優先権主張番号 特願2011-163203 (P2011-163203)	弁理士 阿部 伸一
(32) 優先日 平成23年7月26日(2011. 7. 26)	(74) 代理人 100087745
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	弁理士 清水 善廣
早期審査対象出願	(74) 代理人 100106611
	弁理士 辻田 幸史
	(74) 代理人 100111006
	弁理士 藤江 和典
	(74) 代理人 100116241
	弁理士 金子 一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 小型ダクト付きプロペラ及び船舶

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

船体の船尾に取り付けるプロペラと、前記プロペラの前方に取り付けるダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、  
前記ダクトの直径を前記プロペラの直径の20%以上50%以下とし、  
前記プロペラのピッチを、前記プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する遞減ピッチとし、  
前記ピッチの前記最大値を、前記ピッチの最小値に対して120%以上160%以下としたことを特徴とする小型ダクト付きプロペラ。

【請求項2】

船体の船尾に取り付けるプロペラと、前記プロペラの前方に取り付けるダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、  
前記ダクトの直径を前記プロペラの直径の20%以上50%以下とし、  
前記プロペラのピッチを、前記プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する遞減ピッチとし、  
前記ダクトの後端と前記プロペラの前縁との距離を、前記プロペラの直径の0.5%以上10%未満としたことを特徴とする小型ダクト付きプロペラ。

【請求項3】

船体の船尾に取り付けるプロペラと、前記プロペラの前方に取り付けるダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、

前記ダクトの直径を前記プロペラの直径の20%以上50%以下とし、  
前記プロペラのピッチを、前記プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、  
半径方向に減少する遞減ピッチとし、  
前記ダクトの断面形状を内側に凸形状とし、前記凸形状の突出度を、前記ダクトの上流側  
において大きくしてキャンバー比を6%以上16%以下としたことを特徴とする小型ダク  
ト付きプロペラ。

【請求項4】

前記ピッチの前記最大値を、前記ピッチの最小値に対して120%以上160%以下と  
したことを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の小型ダクト付きプロペラ。

【請求項5】

前記ダクトを、上流側の内直径よりも下流側の内直径が小さい加速型ダクトとしたこと  
を特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の小型ダクト付きプロペラ。

【請求項6】

前記ダクトの中心を前記プロペラの軸心と一致させたことを特徴とする請求項1から請  
求項5のいずれかに記載の小型ダクト付きプロペラ。

【請求項7】

前記ダクトが支柱を介して前記船体の船尾管又は前記船尾管を覆う船体端部に取り付け  
られたことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の小型ダクト付きプロペ  
ラ。

【請求項8】

前記ダクトの内面に、前記プロペラへの流れを対向流化する固定翼を有したことを特徴  
とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の小型ダクト付きプロペラ。

【請求項9】

前記支柱が前記固定翼を兼ね、前記支柱が前記プロペラの回転方向と逆方向に捻られて  
いることを特徴とする請求項8に記載の小型ダクト付きプロペラ。

【請求項10】

請求項1から請求項9のいずれかに記載の小型ダクト付きプロペラを装備したことを特  
徴とする船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船体の船尾に取り付けるプロペラと、プロペラの前方に取り付けるダクトと  
を有する小型ダクト付きプロペラ、及び小型ダクト付きプロペラを備えた船舶に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のプロペラ付近に設けるダクトには、プロペラを覆うタイプのプロペラよりも直径  
の大きい大型ダクトや、プロペラ直径よりやや小さく、プロペラ前方に配置した中型ダク  
トがある。

プロペラを覆うタイプ的大型ダクトは、ダクトプロペラと呼ばれ、プロペラと一体で荷  
重度の高い場合に有効な推進器として扱われている。この理由は、プロペラとダクトとの  
干渉が大きく、この干渉を考慮した性能を推進器として扱う方が合理的だからである。

一方、プロペラ前方のプロペラ直径よりやや小さい中型ダクトは、省エネ装置として扱  
われ、推進器とは見なされていない。この理由は、ダクトとプロペラの干渉がそれほど大  
きくなく、むしろ船体とダクトの干渉が大きいためである。

したがって、中型ダクトの性能試験では、船体にダクトを装備したままで抵抗試験を実  
施する。これはダクトが船体の一部であるという認識に基づく。

【0003】

大型ダクトは、プロペラとの干渉が大きいため、荷重度が増加する実海域において効率  
が上昇するが、プロペラとダクト間に発生するキャビテーションが問題となり、大型船に  
おいては、ほとんど採用されることがない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

中型ダクトについては、特許文献 1 から特許文献 7 に示す構成が既に提案されている。

特許文献 1 では、プロペラ直径よりも小さな直径のダクトが開示され、断面形状が内側に凸形状としたダクトが開示されている。

また、特許文献 2 では、プロペラ直径と同程度の直径のダクトで大型ダクトの概念にも近いものであり、横方向からみた形状が非軸対称形状のダクトであるが、ダクトの断面形状を内側に凸形状とし、凸形状の突出度を、ダクトの上流側において大きくしたダクトが開示されている。

また、特許文献 3 では、側面視した形状が非軸対称形状のダクトであるが、ダクト後端部の直径がプロペラ直径の 50 から 80 %、ダクト後端面とプロペラ外周先端部との水平距離がプロペラ直径の 10 から 30 % とすることが開示されている。 10

また、特許文献 4 から特許文献 7 では、側面視した形状が非軸対称形状のダクトであるが、プロペラ直径よりも小さな直径のダクトが開示されている。

また、特許文献 7 では、プロペラの翼根部でのピッチをやや大きくし、中央部で減少させ、翼端部で再び増加させた推進装置が開示されている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 9 - 1 7 5 4 8 8 号公報

【 特許文献 2 】 実公昭 5 6 - 3 2 3 9 6 号公報 20

【 特許文献 3 】 実願平 2 - 2 0 1 8 0 号 ( 実開平 3 - 1 7 9 9 6 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 ( 平成 3 年 2 月 2 1 日特許庁発行 )

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 8 - 1 4 3 4 8 8 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 7 - 3 3 1 5 4 9 号公報

【 特許文献 6 】 特開 2 0 0 2 - 2 2 0 0 8 9 号公報

【 特許文献 7 】 特開平 1 0 - 2 6 4 8 9 0 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

しかしながら、プロペラの前方に置かれた中型ダクトは、プロペラとの干渉が弱いため、波風によってプロペラの負荷が増加する実海域において先のダクトプロペラのような効果が、それほど期待できない。 30

また、各特許文献に開示された中型ダクトは、効率を支配するプロペラの半径方向の負荷分布を小型のダクトとの干渉を利用して最適化するものではない。また、干渉の期待できる大型ダクトは、キャビテーションの問題があり、プロペラ径の大きい大型船には採用が困難である。

また、特許文献 7 は、プロペラの翼端部でのピッチを大きくしているため、プロペラの翼端部においてキャビテーションが増加してしまう。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、大型ダクトと中型ダクトとの両者の特徴を兼ね備えた省エネ装置として、プロペラ形状を工夫し、プロペラの前方に近接して小型のダクトを配置することで、荷重が増加する実海域において、キャビテーションを抑制した上で、効率を支配するプロペラの半径方向の負荷分布を小型のダクトとの干渉を利用して最適化することを目的とする。 40

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 8 】

請求項 1 記載に対応した小型ダクト付きプロペラにおいては、船体の船尾に取り付けるプロペラと、プロペラの前方に取り付けダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトの直径をプロペラの直径の 20 % 以上 50 % 以下とし、プロペラのピッチを、プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する逓減ピッ 50

チとし、ピッチの前記最大値を、ピッチの最小値に対して120%以上160%以下としたことを特徴とする。請求項1に記載の本発明によれば、ダクトを逡減ピッチのプロペラと組み合わせ、ダクトの直径をプロペラの直径の20%以上50%以下とすることでキャビテーションを発生させずにダクトをプロペラに近づけることができ、プロペラのピッチを逡減ピッチとすることで、波風によってプロペラの荷重度が増加する実海域において、プロペラ中心部での吸い込み効果を高め、効率を支配するプロペラの半径方向の負荷分布をダクトとの干渉を利用して最適化することができる。また、プロペラピッチを、プロペラの翼根部で最大値とし、翼端部で最小値とすることにより、プロペラ翼端部で発生するキャビテーションを抑制できる。また、請求項1に記載の本発明によれば、プロペラの直径の20%以上50%以下のダクトであるため、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストでプロペラの効率を高めることができる。また、プロペラ中心部での吸い込み効果を高めて最適な負荷分布とすることができる。

10

請求項2記載に対応した小型ダクト付きプロペラにおいては、船体の船尾に取り付けるプロペラと、プロペラの前方に取り付けるダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトの直径をプロペラの直径の20%以上50%以下とし、プロペラのピッチを、プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する逡減ピッチとし、ダクトの後端とプロペラの前縁との距離を、プロペラの直径の0.5%以上10%未満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、プロペラの直径の20%以上50%以下のダクトであるため、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストでプロペラの効率を高めることができる。また、逡減ピッチのプロペラの吸い込み効果により剥離を生じることなくダクトをプロペラに近接させることができ、ダクトとプロペラとの干渉効果を高めることができる。

20

請求項3記載に対応した小型ダクト付きプロペラにおいては、船体の船尾に取り付けるプロペラと、プロペラの前方に取り付けるダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトの直径をプロペラの直径の20%以上50%以下とし、プロペラのピッチを、プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する逡減ピッチとし、ダクトの断面形状を内側に凸形状とし、凸形状の突出度を、ダクトの上流側において大きくしてキャンパー比を6%以上16%以下としたことを特徴とする。請求項3に記載の本発明によれば、プロペラの直径の20%以上50%以下のダクトであるため、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストでプロペラの効率を高めることができる。また、キャンパー比を6%以上16%以下としても、プロペラ中心部での吸い込み効果により、剥離を生じさせることなく、分力として船体を前方に推進する揚力を増加させることができる。

30

請求項4記載の本発明は、請求項2又は請求項3に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、ピッチの最大値を、ピッチの最小値に対して120%以上160%以下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、プロペラ中心部での吸い込み効果を高めて最適な負荷分布とすることができる。

請求項5記載の本発明は、請求項1から請求項4に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトを、上流側の内直径よりも下流側の内直径が小さい加速型ダクトと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、プロペラ中心部での吸い込み効果と、分力として船体を前方に推進する揚力とを更に高めることができる。

40

請求項6記載の本発明は、請求項1から請求項5に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトの中心をプロペラの軸心と一致させたことを特徴とする。請求項6に記載の本発明によれば、非軸対称形のダクトやプロペラ軸とダクトの中心軸をずらしたり、傾斜角を持たせて設置するダクトと比較して、製作や設置が容易で安価に提供できる。

請求項7記載の本発明は、請求項1から請求項6に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトが支柱を介して船体の船尾管又は船尾管を覆う船体端部に取り付けられたことを特徴とする。請求項7に記載の本発明によれば、流れを前方の全面から取り込み、プロペラとの干渉を強めて効率向上を図れるとともに、ダクトの後付を容易に行うことができる。

50

請求項 8 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 7 に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクトの内面に、プロペラへの流れを対向流化する固定翼を有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、ダクトに流入した流れは固定翼によってプロペラに対向流として流入することにより、プロペラ効率の一層の向上が図れる。

請求項 9 記載の本発明は、請求項 8 に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、支柱が固定翼を兼ね、支柱がプロペラの回転方向と逆方向に捻られ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、支柱により回転流化することにより支柱が固定翼を兼ねることができ、構成が簡素化される。

請求項 10 記載に対応した船舶においては、請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の小型ダクト付きプロペラを装備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、荷重度が増加する実海域においてプロペラ効率の高い船舶を提供することができる。

#### 【発明の効果】

##### 【0009】

本発明の小型ダクト付きプロペラによれば、ダクトを遞減ピッチのプロペラと組み合わせることによりダクトの小型化が図れ、ダクトの直径をプロペラの直径の 20% 以上 50% 以下とすることでキャビテーションを発生させずにダクトをプロペラに近づけることができる。従って、プロペラのピッチを遞減ピッチとすることで、波風によってプロペラの荷重度が増加する実海域において、プロペラ中心部での吸い込み効果を高め、効率を支配するプロペラの半径方向の負荷分布をダクトとの干渉を利用して最適化することができる。また、プロペラピッチをプロペラの翼根部で最大値とし翼端部で最小値とすることにより、プロペラ翼端部で発生するキャビテーションを抑制できる。

また、本発明の小型ダクト付きプロペラによれば、プロペラの直径の 20% 以上 50% 以下のダクトであるため、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストでプロペラの効率を高めることができる。

また、ピッチの最大値を、ピッチの最小値に対して 120% 以上 160% 以下とした場合には、プロペラ中心部での吸い込み効果を高めて、最適な負荷分布とすることができる。

また、ダクトの後端とプロペラの前縁との距離を、プロペラの直径の 0.5% 以上 10% 未満とした場合には、遞減ピッチのプロペラの吸い込み効果により剥離を生じることなくダクトをプロペラに近接させることができ、ダクトとプロペラとの干渉効果を高めることができる。

また、ダクトの断面形状を内側に凸形状とし、凸形状の突出度を、ダクトの上流側において大きくしてキャンパー比を 6% 以上 16% 以下とした場合には、キャンパー比を 6% 以上 16% 以下としてもプロペラ中心部での吸い込み効果により、剥離を生じることなく、分力として船体を前方に推進する揚力を増加させることができる。

また、ダクトを、上流側の内直径よりも下流側の内直径が小さい加速型ダクトとした場合には、プロペラ中心部での吸い込み効果と、分力として船体を前方に推進する揚力とを更に高めることができる。

また、ダクトの中心をプロペラの軸心と一致させた場合には、非軸対称形のダクトやプロペラ軸とダクトの中心軸をずらしたり、傾斜角を持たせて設置するダクトと比較して、製作や設置が容易で安価に提供できる。

また、ダクトが支柱を介して船体の船尾管又は船尾管を覆う船体端部に取り付けられた場合には、流れを前方の全面から取り込み、プロペラとの干渉を強めて効率向上を図れるとともに、ダクトの後付を容易に行うことができる。

また、ダクトの内面に、プロペラへの流れを対向流化する固定翼を有した場合には、ダクトに流入した流れは固定翼によってプロペラに対向流として流入することにより、プロペラ効率の一層の向上が図れる。

また、支柱が固定翼を兼ね、支柱がプロペラの回転方向と逆方向に捻られている場合には、支柱により回転流化することにより支柱が固定翼を兼ねることができ、構成が簡素化される。

10

20

30

40

50

本発明の船舶によれば、特に荷重量が増加する実海域においてプロペラ効率の高い船舶を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態による小型ダクト付きプロペラを装備した船舶の概略構成図

【図2】同船舶に用いる小型ダクト付きプロペラの要部を示す一部断面側面図及びA - A断面図

【図3】同船舶に用いる他の小型ダクト付きプロペラの要部を示す一部断面構成図

【図4】同逡減ピッチプロペラと通常プロペラのピッチ分布を示すグラフ

【図5】同逡減ピッチプロペラと通常プロペラの流速分布を示すグラフ

10

【図6】同小型ダクト付きプロペラにおけるダクトの後端とプロペラの前縁との距離による流速分布を示すグラフ

【図7】波浪中における船速低下を模擬した荷重量変更試験結果を示すグラフ

【図8】波浪中における船速低下を模擬した荷重量変更試験結果を示すグラフ

【符号の説明】

【0011】

1 船体

1 a 船体端部

1 0 プロペラ

1 0 b 船尾管

20

1 1 ボス

2 0 ダクト

2 0 a、2 0 b、2 0 c、2 0 d 支柱（固定翼）

D p プロペラの直径

D d i n ダクトの前端の直径

D d o u t ダクトの後端の直径

H ピッチ

L ダクトの後端とプロペラの前縁との距離

【発明を実施するための形態】

【0012】

30

以下に、本発明の実施形態による小型ダクト付きプロペラについて説明する。

図1は本発明の実施形態による小型ダクト付きプロペラを装備した船舶の概略構成図、図2(a)は同船舶に用いる小型ダクト付きプロペラの要部を示す一部断面側面図、図2(b)は同図(a)のA - A断面図、図3は同船舶に用いる他の小型ダクト付きプロペラの要部を示す一部断面構成図、図4は同逡減ピッチプロペラと通常プロペラのピッチ分布を示すグラフ、図5は同逡減ピッチプロペラと通常プロペラの流速分布を示すグラフ、図6は同小型ダクト付きプロペラにおけるダクトの後端とプロペラの前縁との距離による流速分布を示すグラフである。

【0013】

図1に示すように、船舶は、船体1の船尾に取り付けるプロペラ10と、プロペラ10の前方に取り付けるダクト20とを有している。

40

【0014】

図2(a)に示すように、プロペラ10は中心部にボス11を有し、ダクト20は、上流側となる前端21の内直径よりも下流側となる後端22の内直径が小さい加速型ダクトである。

ダクト20は、その断面形状が内側に凸形状23となっており、凸形状23の突出度は、ダクト20の上流側において大きくしている。最大キャンバー位置におけるキャンバー比は、6%以上16%以下としている。一般にはキャンバー比が8%を越えるとダクト20内で剥離を生じるが、本実施の形態で特定した小型のダクト20をプロペラ10の前方に近接させて設け、プロペラ10のピッチを半径方向に減少する逡減ピッチとしているた

50

め、プロペラ10中心部での吸い込み効果により8%を越えても剥離を生じることなく揚力を増加させることができる。このようにダクト20を加速型ダクトとし、断面形状を内側に凸形状としてキャンバー比を高くすることにより、流れが加速でき、プロペラ10との干渉を高めることができ、分力として船体1を前方に推進する揚力も増すことができる。

#### 【0015】

プロペラ10の直径を $D_p$ 、ダクト20の前端21の直径を $D_{din}$ 、ダクト20の後端22の直径を $D_{out}$ 、プロペラ10の前縁とダクト20の後端22との距離を $L$ とすると、ダクト20の前端21の直径 $D_{din}$ をプロペラ10の直径 $D_p$ の50%以下、ダクト20の後端22とプロペラ10の前縁との距離 $L$ をプロペラ10の直径 $D_p$ の15%以下、更には10%未満とすることが好ましい。ダクト20の後端22とプロペラ10の前縁との距離 $L$ は、可能な限り近接させることが好ましいが、ダクト20とプロペラ10との接触を避けるためには、プロペラ10の直径 $D_p$ の0.5%以上とすることが好ましい。

#### 【0016】

ダクト20の前端21の直径 $D_{din}$ 、及びダクト20の後端22の直径 $D_{out}$ は、プロペラ10の直径 $D_p$ に対して20%以上50%以下とする。プロペラ10の直径 $D_p$ に対して20%以上50%以下の範囲において、ダクト20の前端21の直径 $D_{din}$ とダクト20の後端22の直径 $D_{out}$ が等しい筒状であってもよい。ダクト20の前端21の直径 $D_{din}$ とダクト20の後端22の直径 $D_{out}$ は、 $D_{din} > D_{out}$ とすることがより好ましい。また、ダクト20の前端21の直径 $D_{din}$ は、プロペラ10の直径 $D_p$ に対して35%以上50%以下、ダクト20の後端22の直径 $D_{out}$ は、プロペラ10の直径 $D_p$ に対して20%以上40%未満とすることがより好ましい。

プロペラ10の直径 $D_p$ の20%以上50%以下のダクト20とすることで、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストでプロペラ10の効率を高めることができる。

また、ダクト20の幅 $W$ (長さ)は、干渉効果を高め、また船尾部への当接や抵抗増加を避けるため、直径 $D_p$ に対して20%以上60%以下であることが好ましい。特に、大型船を含めて広く一般の船舶に適用する上では、ダクト20の幅 $W$ は、直径 $D_p$ に対して25%以上50%以下であることがより好ましい。

#### 【0017】

図2(a)に示すように、ダクト20は軸対称形に形成され、プロペラ10の駆動軸10aとダクト20の中心軸を一致させて取り付けられているため、非軸対称形のダクトやプロペラ軸とダクトの中心軸をずらしたり、傾斜角を持たせて設置するダクトと比較し、製作や設置が容易で安価に提供できるものとなっている。

#### 【0018】

図2(b)に示すように、ダクト20は支柱20a、20b、20c、20dによって船尾管10bを覆う船体端部1aに取り付けられている。船尾管10bはプロペラ10の駆動軸10a周りに設けられている。なお、船尾管10bを露出している形式の船舶にあっては、ダクト20は支柱20a、20b、20c、20dにより船尾管10bに直接取り付けられてもよい。また、船尾管10bを一部露出している船舶にあっては、ダクト20は、支柱20a、20b、20c、20dにより、船尾管10bと船体端部1aの双方に取り付けられてもよい。

ダクト20を、支柱20a、20b、20c、20dを介して船体1の船尾管10b又は船尾管10bを覆う船体端部1aに取り付けることで、流れを前方の全面から取り込み、プロペラ10との干渉を強めて効率向上を図れるとともに、ダクト20の後付けを容易に行うことができる。これは既存船に後付でダクト20を取り付ける場合に利点大きい、新造船に取り付ける場合も、従来のように船体1の外板へ加工を要しないため利点を有している。

#### 【0019】

10

20

30

40

50

支柱 20 a、20 b、20 c、20 d は、ダクト 20 の中心軸に対して放射状に配置し、特に支柱 20 a と支柱 20 d との間の角度を、支柱 20 b と支柱 20 c との間の角度よりも小さくすることで、伴流分布を改善できる。

支柱は最低 2 本、最大 5 本とすることが好ましく、ダクト 20 の外側に更に支柱を設けることも可能である。

#### 【0020】

また、ダクト 20 の流路断面は、前端 21 の直径  $D_{din}$  より後端 22 の直径  $D_{out}$  が狭まるように構成している。ダクト 20 の流路断面を、下流に向かって狭めることで伴流分布を改善できる。ダクト 20 の下流側の流路断面を狭めるために、ダクト 20 の内断面を小さくする他に、支柱 20 a、20 b、20 c、20 d の断面積を下流側に向かって大きくしてもよい。伴流分布を改善することで、小型のダクト 20 によるプロペラ効率をさらに向上できる。

#### 【0021】

図 3 に示すように、ダクト 20 の内面に捻りを有した支柱 20 e を設け、プロペラ 10 への流れを対向流（カウンターフロー）化することもできる。この場合、その船体中心線に対する取り付け角度は、船体側  $s$  で 5 度から 25 度、ダクト 20 の内面側  $d$  で 5 度から 10 度とすることが好ましい。ダクト 20 に流入した流れは、上流側から下流側に向かって加速されるとともに、捻りを有した支柱 20 e によりプロペラ 10 の回転方向と逆向きに回転流化され、プロペラ 10 に対向流として流入することにより、プロペラ効率の一層の向上が図れる。

なお、支柱 20 e はダクト 20 の外側に設け、ダクト 20 の内面には流れを回転流化する固定翼を専用に設けてもよいが、支柱 20 e により回転流化することにより支柱 20 e が固定翼を兼ねることができ、構成が簡素化される。

#### 【0022】

図 4 に同逡減ピッチプロペラと通常プロペラのピッチ分布を示す。

プロペラ 10 は、ボス 11 の半径を  $r_1$ 、翼根部を半径  $r_1$  から半径  $r_2$  とする。半径  $R$  は  $1/2 D_p$  であり、 $H$  はピッチである。翼根部は、プロペラ 10 の直径  $D_p$  の 20% 以上 40% 以下である。

本実施の形態によるプロペラ 10 のピッチ  $H$  は、プロペラ 10 の翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径  $R$  方向に減少する逡減ピッチとしている。図 4 に示す比較例は一定ピッチを示している。

本実施の形態によるプロペラ 10 のピッチ  $H$  は、プロペラ 10 の翼根部 ( $r_1$  から  $r_2$ ) で最大値  $H_{max}$  となり、最大値  $H_{max}$  を、ピッチ  $H$  の最小値  $H_{min}$  に対して推進効率とキャビテーション発生抑制を考慮して 120% 以上 160% 以下としている。

#### 【0023】

図 5 は、図 4 に示す本実施の形態による逡減ピッチによるプロペラと、比較例としての通常プロペラとの流速分布を示している。

$V$  はプロペラ 10 の流入側の流速、 $V_x$  はプロペラ 10 の流出側の流速で、 $V$  及び  $V_x$  はいずれも軸方向の流速である。

図 5 に示すように、本実施の形態では比較例に対して、 $r_1/R$  が 0.2 から 0.6 において流速分布が向上している。

すなわち図 5 では、プロペラ 10 を逡減ピッチとすることにより、プロペラ 10 の中心付近（翼根部）の流速分布が改善されるため、ダクト 20 が直径  $D_{din}$  の小さい小型のダクト 20 であってもよいことを示唆している。ダクト 20 を小型化できることにより、プロペラ 10 の翼根部の流速を増加させ、翼根部におけるプロペラ 10 のピッチの増加と相まって干渉を高めることができる。また、軽量で低コストでの製作が可能となり、表面積が小さいことから摩擦抵抗の低減にも繋がる。また、小型のダクト 20 であることにより、相対的に速度の遅いプロペラ 10 の翼根部の流速を高めるため、キャビテーションの発生を抑制でき、プロペラ 10 の損傷や振動、騒音の発生が防止できる。さらに、プロペラ 10 のピッチが、翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる半径方向に減少する逡減ピ

ッチであるため、

プロペラ10の翼端部で発生するキャビテーションも抑制できる。

【0024】

図6は、同小型ダクト付きプロペラにおけるダクト20の後端22とプロペラ10の前縁との距離Lを変更した場合の流速分布を示している。

距離Lは、プロペラ10の直径 $D_p$ の15%以下において、プロペラ10とダクト20との干渉が顕著に表れており、距離Lを $D_p$ の10%未満とすることで更にプロペラ10の半径R方向の負荷分布に大きな影響を与えている。また、距離Lを長くしすぎると船体1に当接してしまう。距離Lを $D_p$ の10%未満とすることで、船体1に当接することを防止し、前方の全面から流れを取り込むことが困難になることを防止できる。

10

【0025】

図7及び図8に波浪中における船速低下を模擬した荷重度変更試験結果を示す。

図7は、プロペラの前縁とダクトの後端との距離を変化させた場合とダクトを設けない場合の推進効率を示すグラフ、図8は、プロペラの前縁とダクトの後端との距離を変化させた場合の推力変化を示すグラフである。

【0026】

本実験では、 $L_{pp}$ （垂線間長さ）= 229m、 $B$ （船の幅）= 42m、 $D$ （船の深さ）= 12.19mのアフラマックスタンカーを試験対象船とし、 $L_{pp}$  = 4.8600m、 $B$  = 0.8914m、 $D$  = 0.2587mのモデル船を用いた。

また、試験対象船のプロペラ10は、 $D_p$ （プロペラ直径）= 7m、 $H/D$ （0.7R）（ピッチ位置）= 0.67、 $EAR$ （展開面積比）= 0.45、 $Rake$ （翼傾斜）= -216.7mm、 $Z$ （翼数）= 4、 $Boss\ Ratio$ （ボス比）= 0.1586、 $Skew$ （翼の反り）= 20degとし、 $D_p$  = 0.148559m、 $H/D$ （0.7R）= 0.67、 $EAR$  = 0.45、 $Rake$  = -4.6mm、 $Z$  = 4、 $Boss\ Ratio$  = 0.1586、 $Skew$  = 20degをモデルプロペラとして用いた。

20

【0027】

ダクト20は、 $D_{din}$ （前端21の直径）が $D_p$ の48%、 $D_{dout}$ （後端22の直径）が $D_p$ の40%、ダクト20の長さ（幅） $W$ を $D_p$ の24%、ダクト翼キャンバー比を8%とした。

本実験は、波浪中における船速低下を模擬するため、回転数一定のまま船速を低下させ、プロペラ荷重度を増加させた状態での自航試験を行った。

30

【0028】

図7では、横軸を船速比、縦軸を推進効率とし、船速比を0.75まで低下させた場合の推進効率を比較している。

実施例1としてプロペラ10の前縁とダクト20の後端22との距離 $L = D_p \times 6\%$ 、実施例2として $L = D_p \times 3\%$ 、実施例3として $L = D_p \times 1\%$ を用い、ダクト20を用いないものを比較例として示している。

実施例1から実施例3は、船速比0.75から1までのいずれにおいても比較例よりも推進効率が上回っている。

【0029】

図8では、横軸をプロペラ推力、縦軸をダクト抵抗（推力）とし、プロペラ推力を1.05から1.3の間で変化させた場合の推力を比較している。

実施例2は実施例1よりも推力が増加し、実施例3は実施例2よりも推力が増加している。

図8に示すように、プロペラ10の前縁とダクト20の後端22との距離Lは小さいほど推力が増加する。

40

【0030】

本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、船体1の船尾に取り付けるプロペラ10と、プロペラ10の前方に取り付けるダクト20とを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、ダクト20を逡減ピッチのプロペラ10と組み合わせたことで、ダクト2

50

0の小型化が可能となり、ダクト20の直径 $D_{din}$ をプロペラ10の直径 $D_p$ の20%以上50%以下としキャビテーションを発生させずにダクト20をプロペラ10に近づけることができる。従って、プロペラ10のピッチ $H$ をプロペラ10の翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する遞減ピッチとすることで、波風によってプロペラの荷重量が増加する実海域において、プロペラ10中心部での吸い込み効果を高め、効率を支配するプロペラ10の半径 $R$ 方向の負荷分布をダクト20との干渉を利用して最適化することができる。また、プロペラ10のピッチ $H$ をプロペラ10の翼根部で最大値とし翼端部で最小値とすることにより、プロペラ10の翼端部で発生するキャビテーションを抑制できるため、推進効率の低下や騒音、振動の発生、またプロペラ10の損傷を低減できる。

10

## 【0031】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、プロペラ10の直径 $D_p$ の20%以上50%以下のダクト20であるため、プロペラ10の翼根部の流速を増加させ、翼根部におけるプロペラ10のピッチの増加と相まって干渉を高めプロペラ10の効率を高めることができる。また、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストのプロペラ10を実現することができる。

## 【0032】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、ピッチ $H$ の最大値 $H_{max}$ を、ピッチ $H$ の最小値 $H_{min}$ に対して120%以上160%以下としたことで、キャビテーションの発生を抑制した上で、プロペラ10中心部での吸い込み効果を高めて最適な負荷分布とし、推進効率を向上することができる。

20

## 【0033】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、ダクト20の後端22とプロペラ10の前縁との距離 $L$ を、プロペラ10の直径 $D_p$ の0.5%以上10%未満としたことで、ダクト前端21が船尾部の船体1に触れることを防止しダクト20の前方の全面から流れを取り込み、ダクト20とプロペラ10との干渉効果を高めることができる。

## 【0034】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、ダクト20を、上流側の内直径よりも下流側の内直径が小さい加速型ダクトとしたことで流れが加速でき、プロペラ10中心部での吸い込み効果を更に高めることができる。

30

## 【0035】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、ダクト20の中心をプロペラ10の軸心と一致させたことで、製作や設置が容易で安価に提供できる。

## 【0036】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、ダクト20が支柱20a、20b、20c、20dを介して船体1の船尾管10b又は船尾管10bを覆う船体端部1aに取り付けられているため、流れを前方の全面から取り込み、プロペラ10との干渉を強めて効率向上を図れるとともに、既存船を含めてダクト20の後付を容易に行うことができる。

40

## 【0037】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラによれば、ダクト20の断面形状を内側に凸形状23とし、凸形状23の突出度を、ダクト20の上流側において大きくしてキャンバー比を6%以上16%以下としたことで平均速度の遅い上流側で流れが加速でき、抵抗増加を抑え、プロペラ10中心部での吸い込み効果を更に高めることができる。この場合、吸い込み効果によりキャンバー比を6%以上16%以下と高くしても剥離を生じることなく、船体1を前方に推進する揚力を増加させることができる。

## 【0038】

また、本実施の形態による小型ダクト付きプロペラを装備することで、荷重量が増加する実海域においてプロペラ効率の高い船舶を提供することができる。

50

## 【産業上の利用可能性】

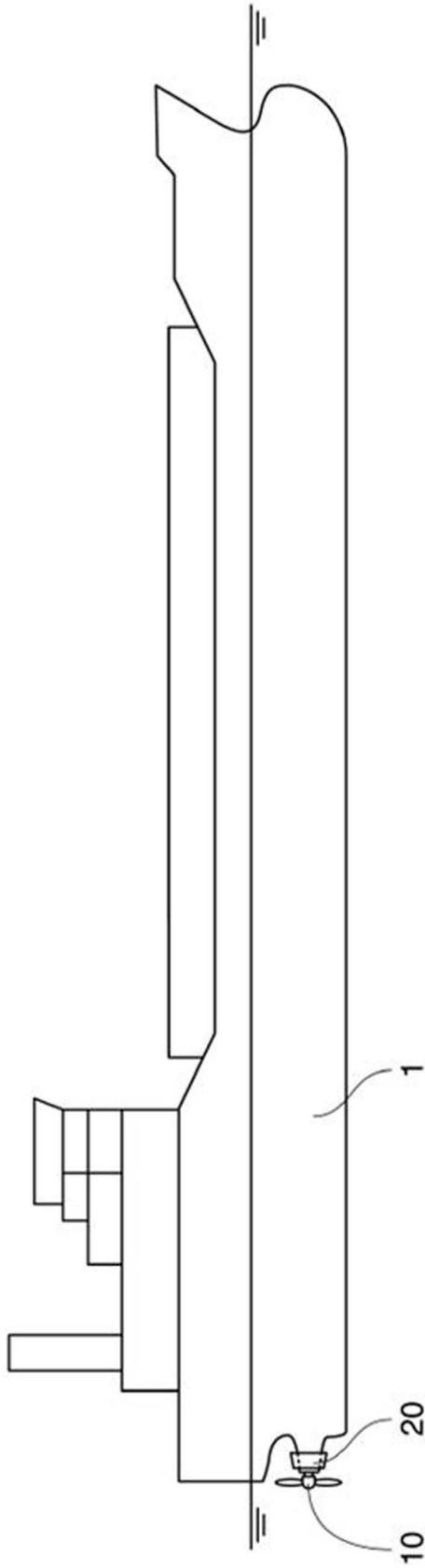
【0039】

本発明の小型ダクト付きプロペラによれば、小型軽量で摩擦抵抗が小さく、低振動、低騒音、低コストでプロペラの効率を高めることができ、大型船を含めて広く一般の船舶に適用できる。

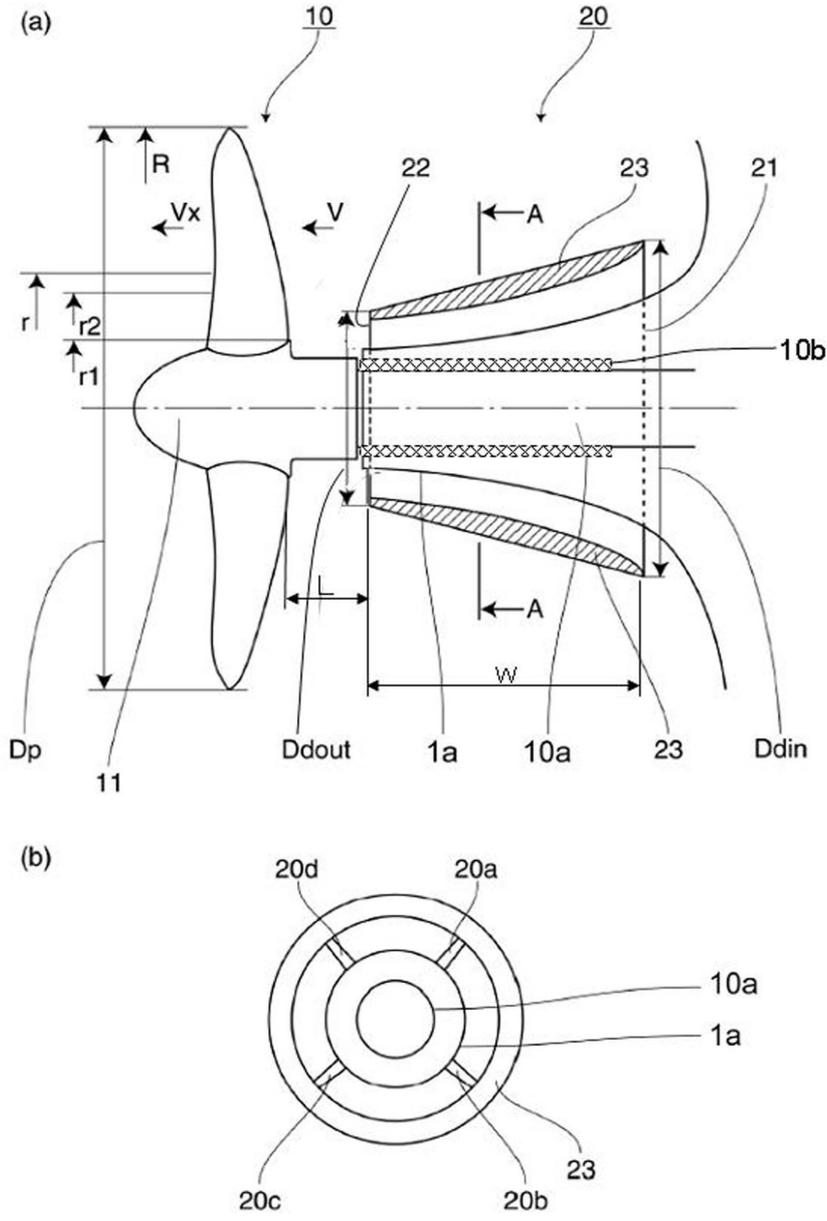
## 【要約】

本発明の小型ダクト付きプロペラは、船体1の船尾に取り付けるプロペラ10と、プロペラ10の前方に取り付けるダクト20とを有し、ダクト20の直径 $D_{din}$ をプロペラ10の直径 $D_p$ の20%以上50%以下とし、プロペラ10のピッチ $H$ を、プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径 $R$ 方向に減少する遞減ピッチとしたことを特徴とし、大型ダクトと中型ダクトとの両者の特徴を兼ね備えた省エネ装置として、プロペラ10形状を工夫し、プロペラ10の前方に近接して小型ダクト20を配置することで、荷重度が増加する実海域において、キャビテーションを抑制した上で、効率を支配するプロペラ10の半径 $R$ 方向の負荷分布を小型ダクト20との干渉を利用して最適化する。

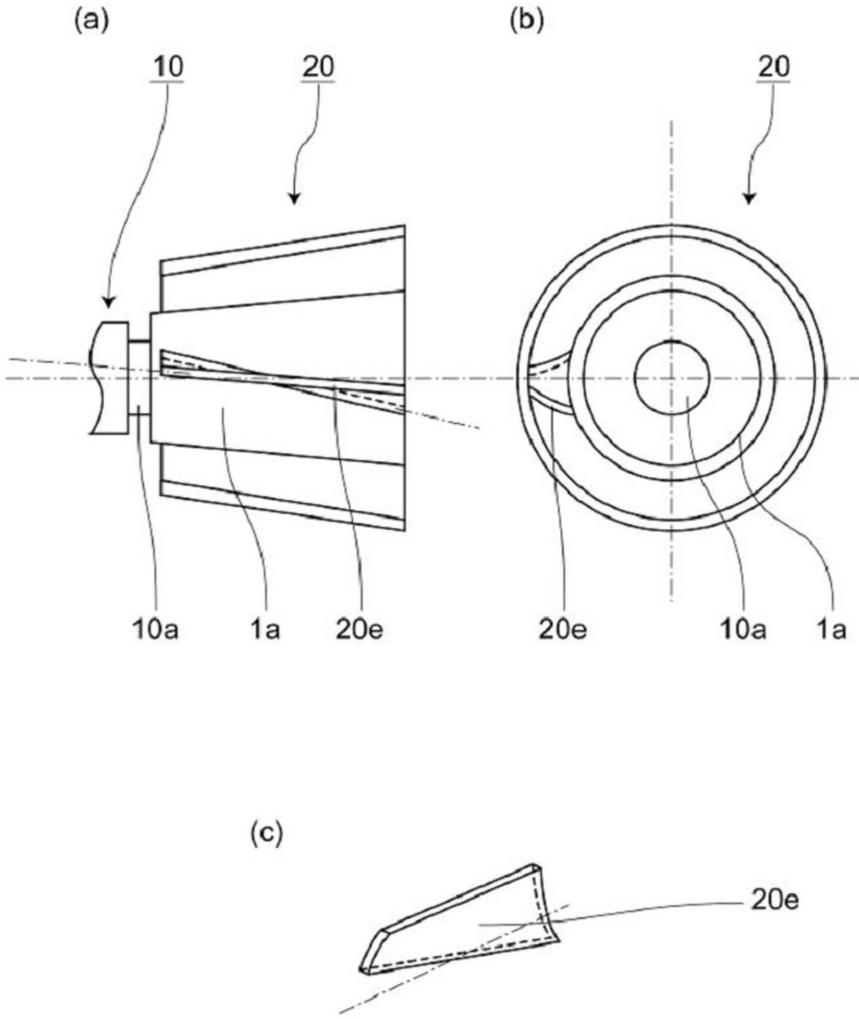
【図 1】



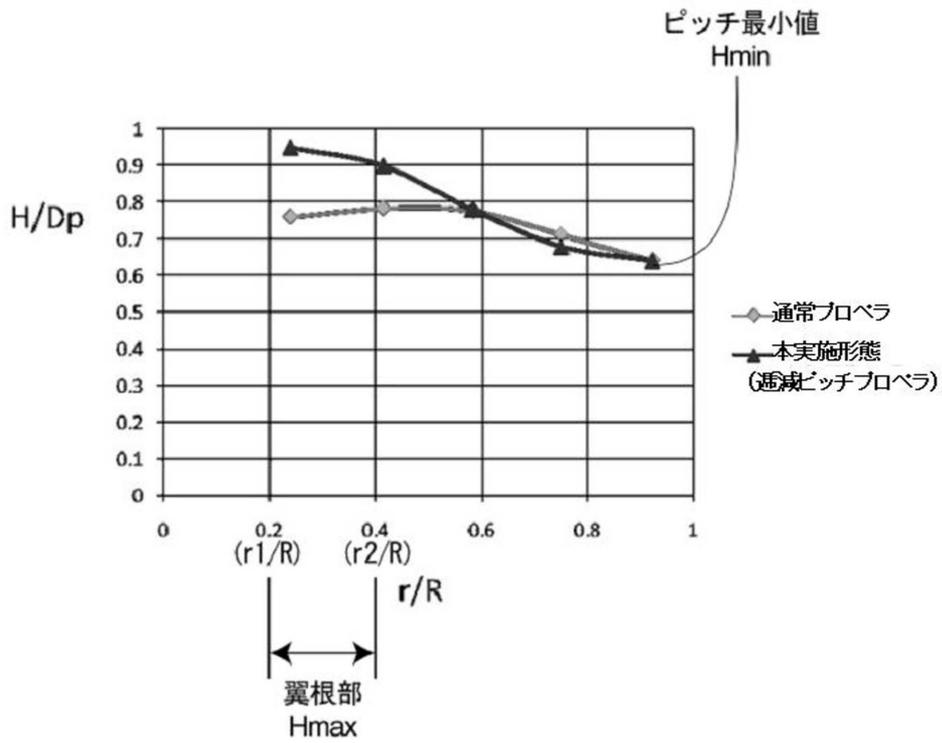
【 図 2 】



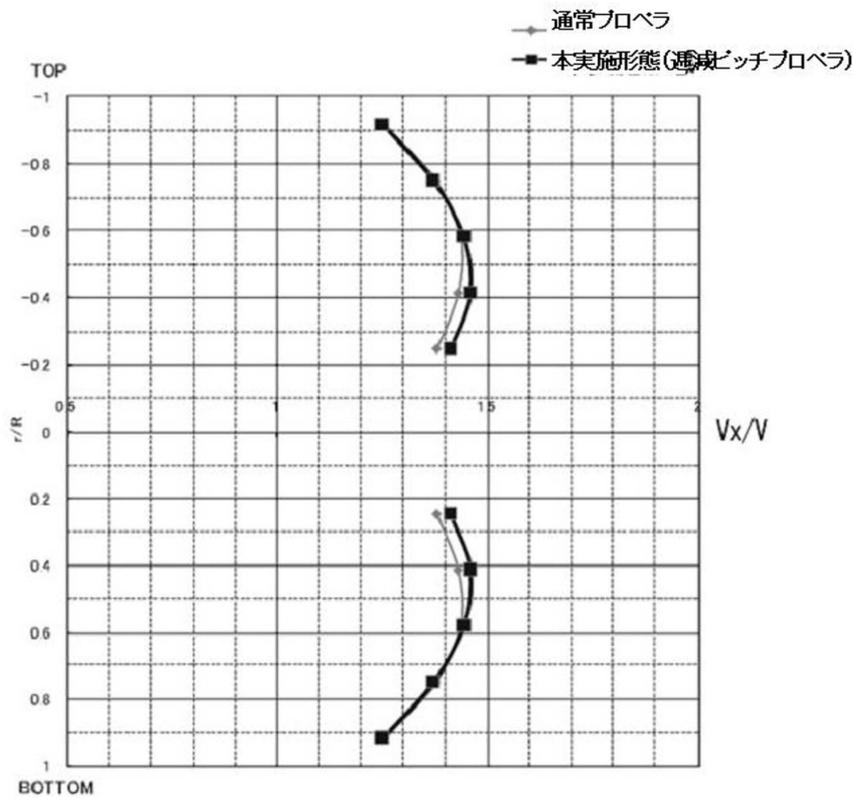
【 図 3 】



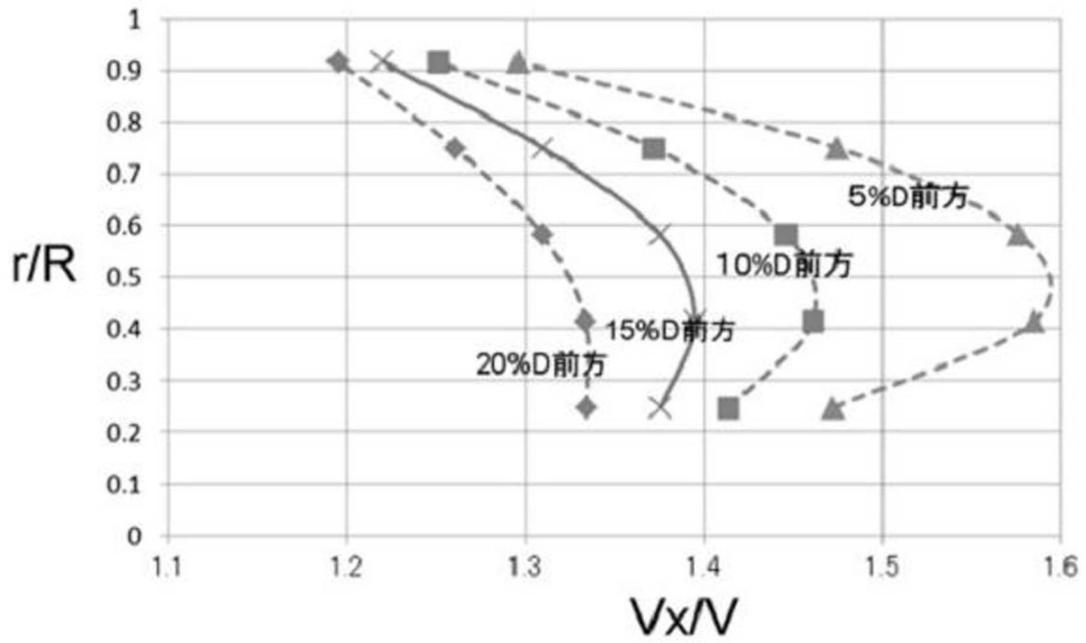
【 図 4 】



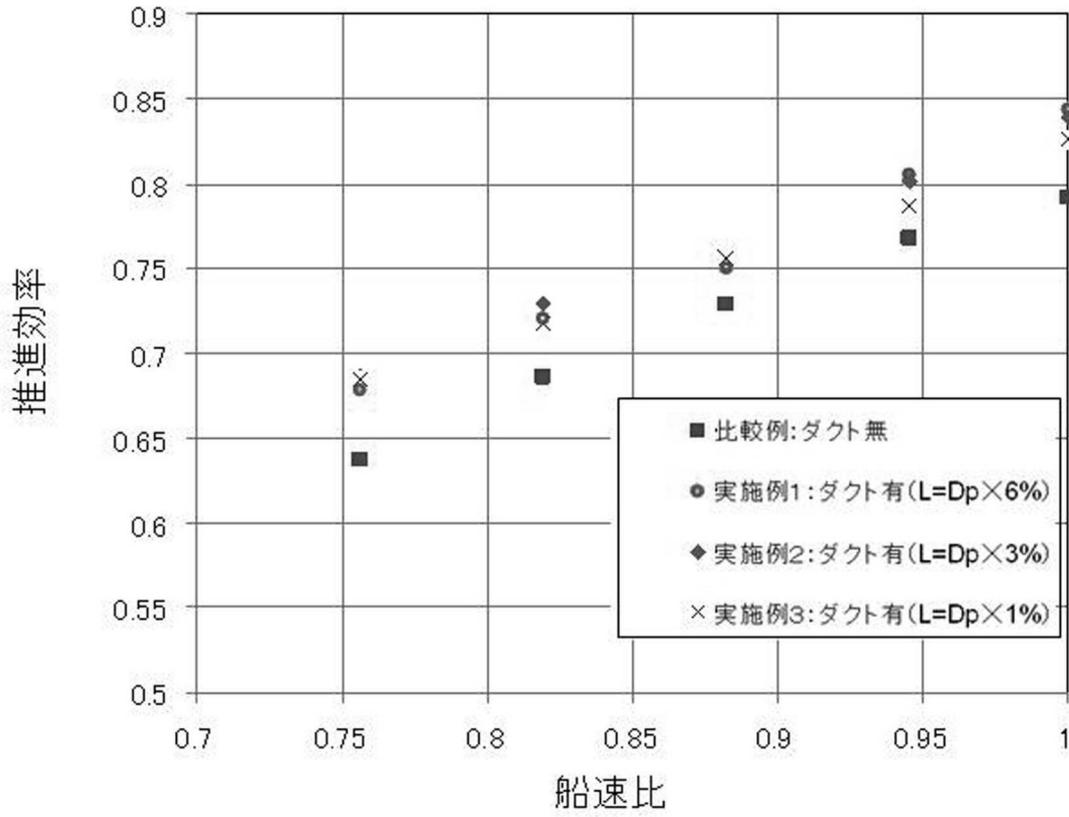
【 図 5 】



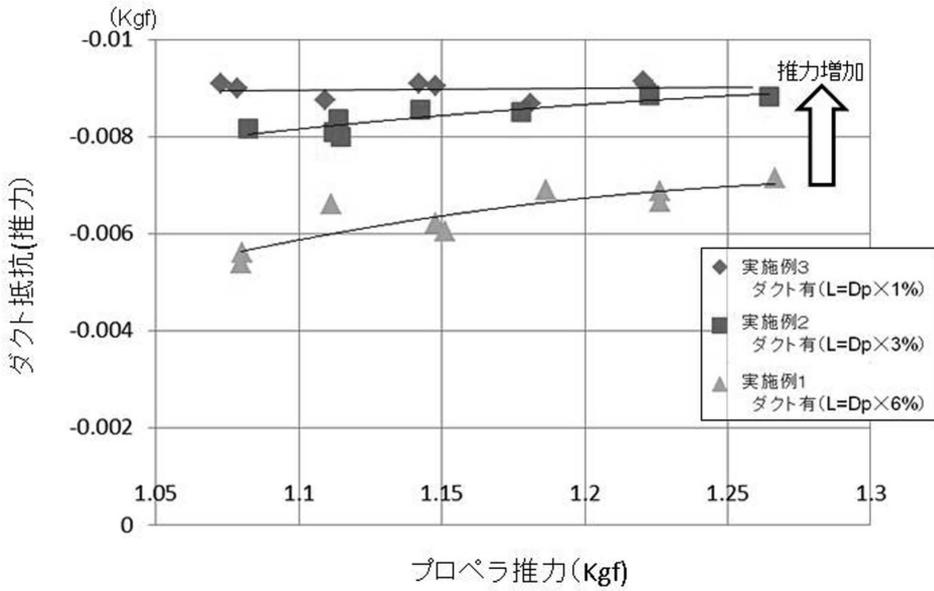
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 佐々木 紀幸  
東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 独立行政法人海上技術安全研究所内
- (72)発明者 川島 英幹  
東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 独立行政法人海上技術安全研究所内
- (72)発明者 藤沢 純一  
東京都三鷹市新川 6 丁目 3 8 番 1 号 独立行政法人海上技術安全研究所内

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 0 0 2 4 8 6 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 1 7 5 4 8 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 0 9 5 1 8 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 1 0 4 2 8 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 1 1 2 2 5 7 ( J P , A )  
特公平 0 6 - 0 0 9 9 9 9 ( J P , B 2 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 3 H 5 / 1 6  
B 6 3 H 1 / 1 8  
B 6 3 H 5 / 0 7