

(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
2013年1月31日(31.01.2013)



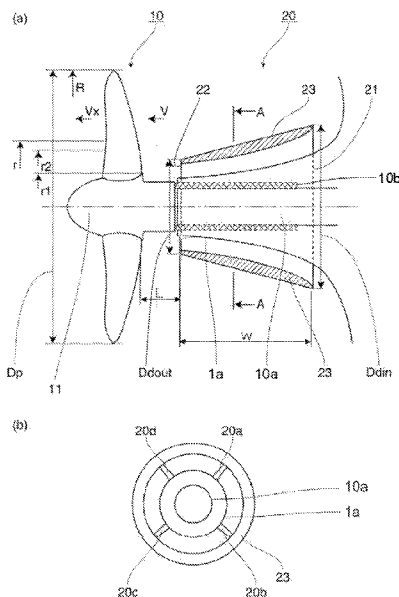
(10) 国際公開番号
WO 2013/014938 A1

- (51) 国際特許分類:
B63H 5/16 (2006.01) B63H 1/26 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/004777
 - (22) 国際出願日: 2012年7月26日(26.07.2012)
 - (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 2011-163203 2011年7月26日(26.07.2011) JP
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
 - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 佐々木 紀幸(SASAKI, Noriyuki) [JP/JP]; 〒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). 川島 英幹(KAWASHIMA, Hideki) [JP/JP]; 〒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). 藤沢 純一(FUJISAWA, Junichi) [JP/JP]; 〒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3-11-12 K T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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: PROPELLER WITH SMALL DUCT, AND SHIP

(54) 発明の名称: 小型ダクト付きプロペラ及び船舶

【図2】



(57) Abstract: This propeller with a small duct is characterized by comprising the following: a propeller (10) which is attached to the stern of a ship hull (1); and a duct (20) attached in front of said propeller (10). Said propeller with a small duct is further characterized in that: the diameter (D_{din}) of the duct (20) is 20% to 50% of the diameter (D_p) of the propeller (10); and the pitch (H) of the propeller (10) decreases progressively in the radial (R) direction, with the maximum pitch at the bases of the blades and the minimum pitch at the tips of the blades. By using an energy-efficient device that combines characteristics of large ducts and mid-sized ducts, adjusting the shape of the propeller (10), and disposing the small duct (20) near the front of said propeller (10), cavitation is reduced in ocean areas in which the degree of loading is increased, and interference from the small duct (20) is utilized to optimize the load distribution in the radial (R) direction of the propeller (10), which controls efficiency.

(57) 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。

WO 2013/014938 A1

る。

明 細 書

発明の名称： 小型ダクト付きプロペラ及び船舶

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、プロペラの前方向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、プロペラ前方向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、プロペラ前方向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り、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。

[0004] 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。

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

[0005] 特許文献1：特開平9-175488号公報

特許文献2：実公昭56-32396号公報

特許文献3：実願平2-20180号（実開平3-17996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21日特許庁発行）

特許文献4：特開2008-143488号公報

特許文献5：特開2007-331549号公報

特許文献6：特開2002-220089号公報

特許文献7：特開平10-264890号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 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。

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。

[0007] 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。

課題を解決するための手段

[0008] 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。

請求項 2 記載の本発明は、請求項 1 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 2 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 3 記載の本発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、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 3 に記載の本発明によれば、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。

請求項 4 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 3 に記載の小型ダクト付きプロペラにおいて、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バー比を 6%以上 16%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、キャンバー比を 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。

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。

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に記載の本発明は、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。

請求項8に記載の本発明は、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に記載の本発明は、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、ダクトを遙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遙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、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。

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バー比を6%以上16%以下とした場合には、キャンバー比を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。

本発明の船舶によれば、特に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。

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]同遮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]同遮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]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度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度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

- 11 ボス
- 20 ダクト
- 20a、20b、20c、20d 支柱（固定翼）
- Dp プロペラの直径
- Ddin ダクトの前端の直径
- Ddout 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] 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。

[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_{dout} 、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_{dout} 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_{dout} 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_{dout} は、 $D_{din} > D_{dout}$ 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_{dout} 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1

0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つては、ダクト20は支柱20a、20b、20c、20dにより船尾管10bに直接取り付けてもよい。また、船尾管10bを一部露出している船舶にあつては、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] 支柱20a、20b、20c、20dは、ダクト20の中心軸に対して放射状に配置し、特に支柱20aと支柱20dとの間の角度を、支柱20bと支柱20c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20a、20b、20c、20d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20e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 θ_s で5度から25度、ダクト20の内面側 θ_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20e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20e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20eにより回転流化することにより支柱20e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 $1/2D_p$ 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。

[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、 $L_{pp}=4.8600$ m、 $B=0.8914$ m、 $D=0.2587$ m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、 $D_p=0.148559$ m、 H/D （0.7R）=0.67、 $EAR=0.45$ 、 $Rake=-4.6$ mm、 $Z=4$ 、 $Boss\ Ratio=0.1586$ 、 $Skew=20$ degをモデルプロペラとして用いた。

[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。

[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。

[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20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逡減ピッチとすることで、波風によってプロペラの荷重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。

[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。

[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。

[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。

[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。

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。

請求の範囲

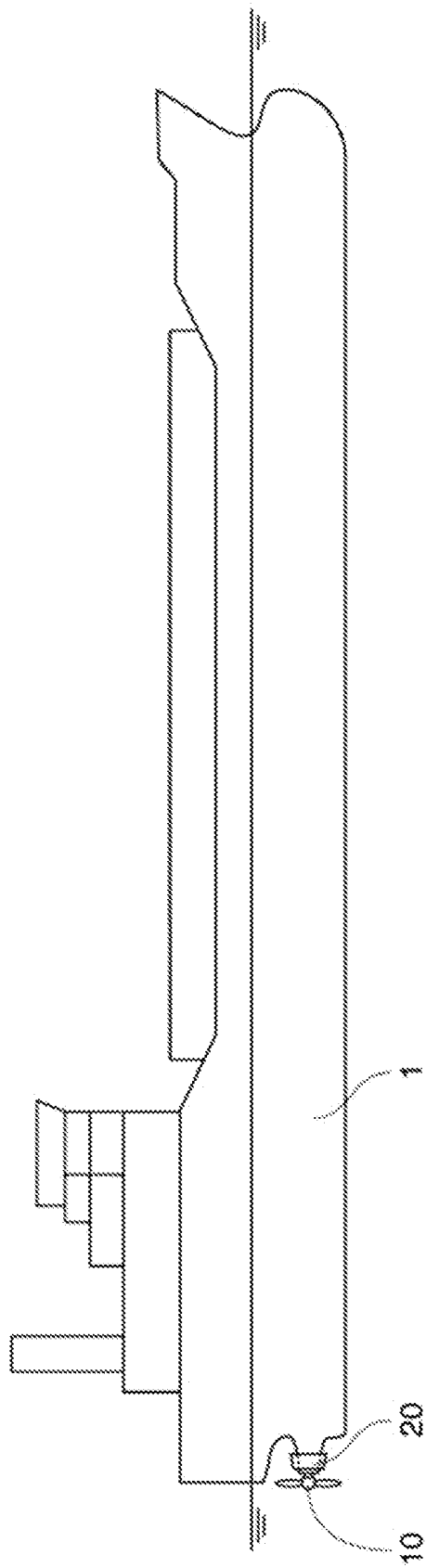
- [請求項1] 船体の船尾に取り付けるプロペラと、前記プロペラの前方に取り付けるダクトとを有する小型ダクト付きプロペラにおいて、前記ダクトの直径を前記プロペラの直径の20%以上50%以下とし、前記プロペラのピッチを、前記プロペラの翼根部で最大値となり翼端部で最小値となる、半径方向に減少する漸減ピッチとしたことを特徴とする小型ダクト付きプロペラ。
- [請求項2] 前記ピッチの前記最大値を、前記ピッチの最小値に対して120%以上160%以下としたことを特徴とする請求項1に記載の小型ダクト付きプロペラ。
- [請求項3] 前記ダクトの後端と前記プロペラの前縁との距離を、前記プロペラの直径の0.5%以上10%未満としたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の小型ダクト付きプロペラ。
- [請求項4] 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請求項1から請求項3のいずれか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。

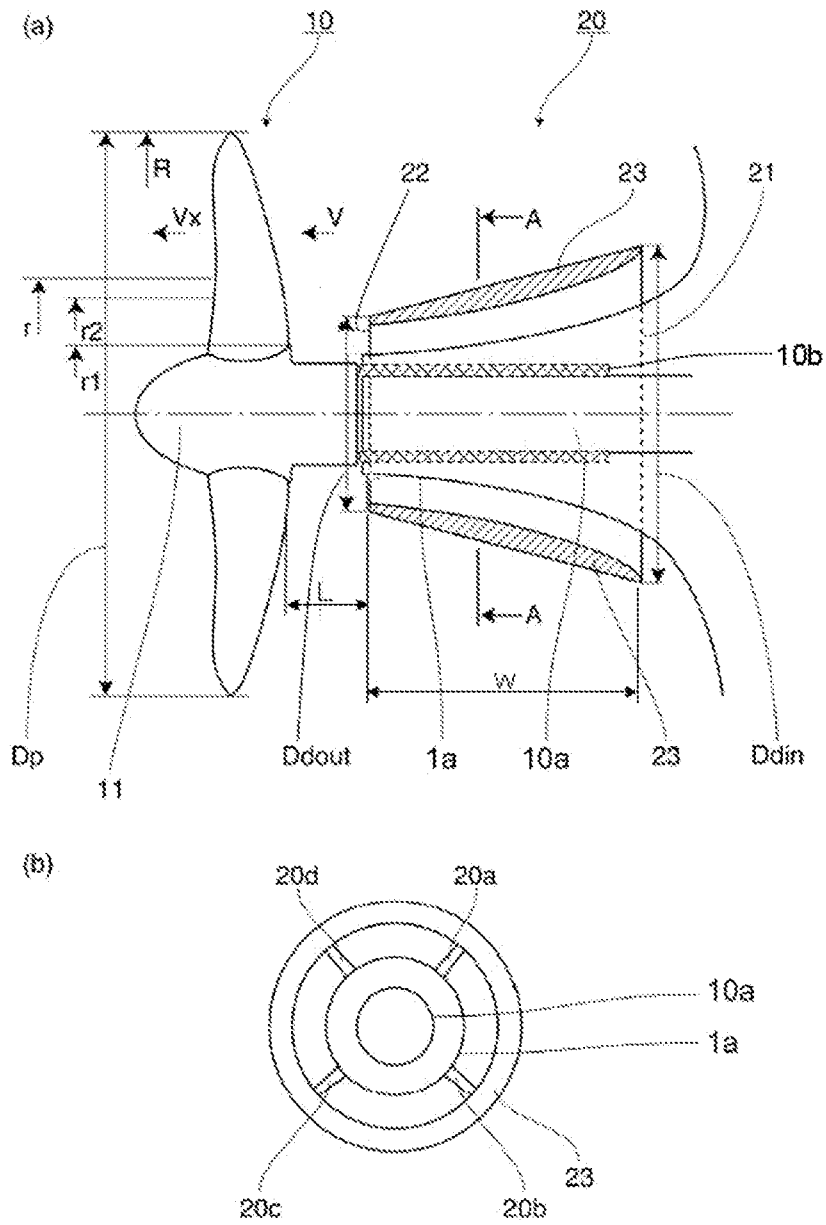
[請求項9] 前記支柱が前記固定翼を兼ね、前記支柱が前記プロペラの回転方向と逆方向に捻られていることを特徴とする請求項 8 に記載の小型ダクト付きプロペラ。

[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。

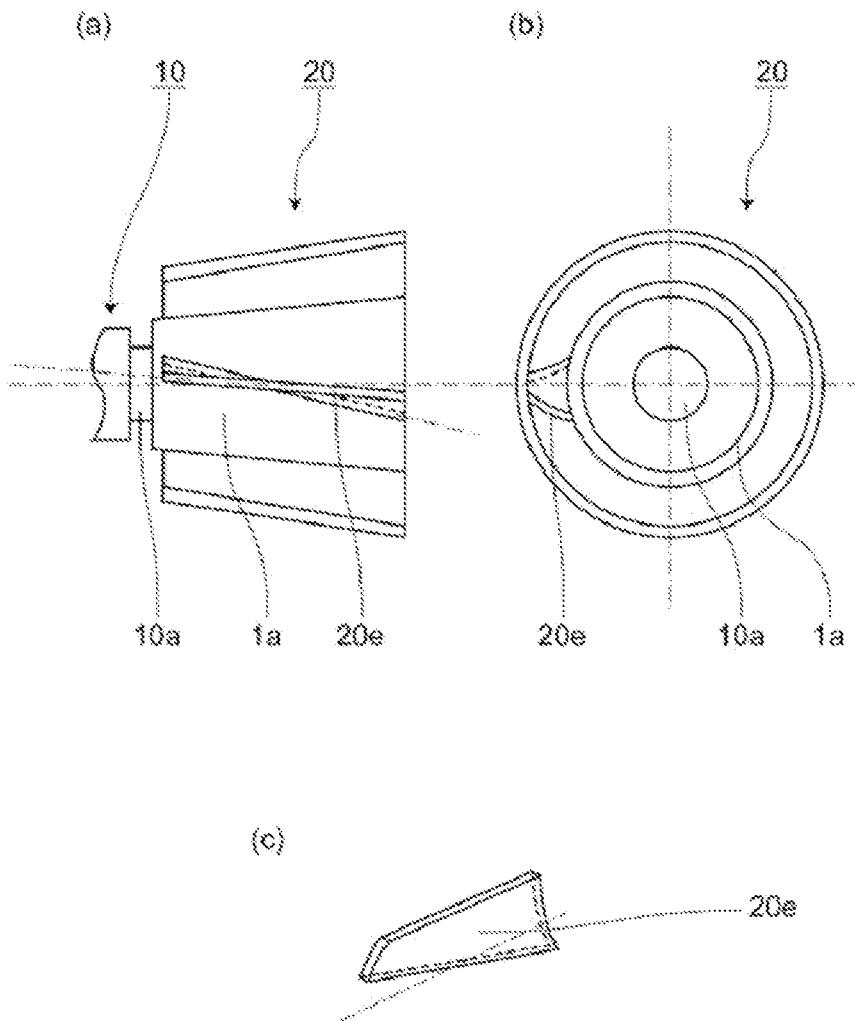
[図1]



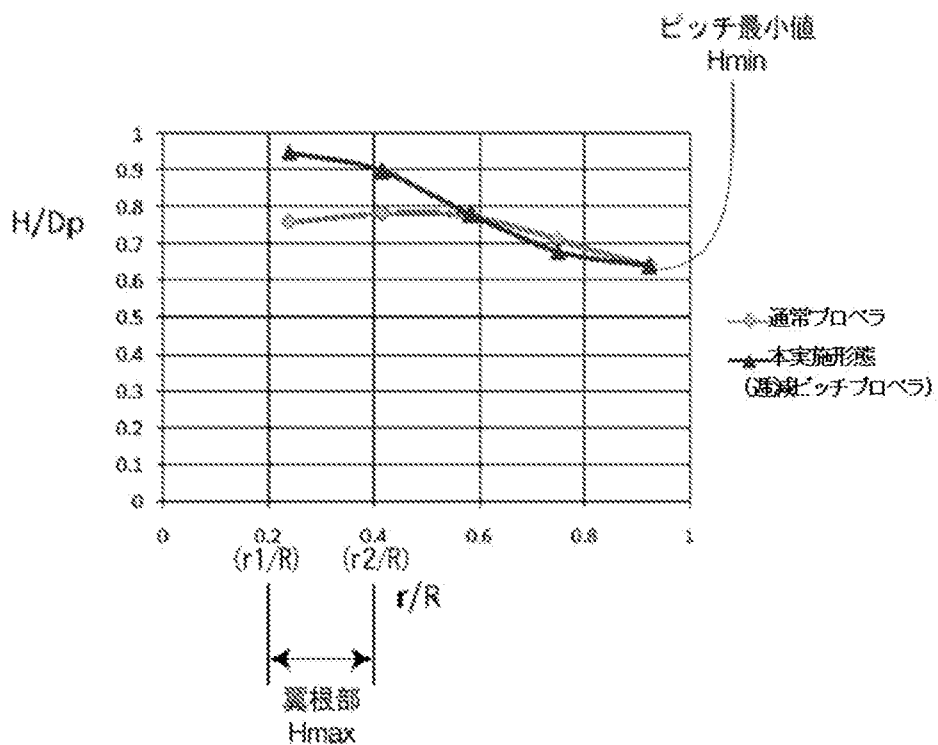
[図2]



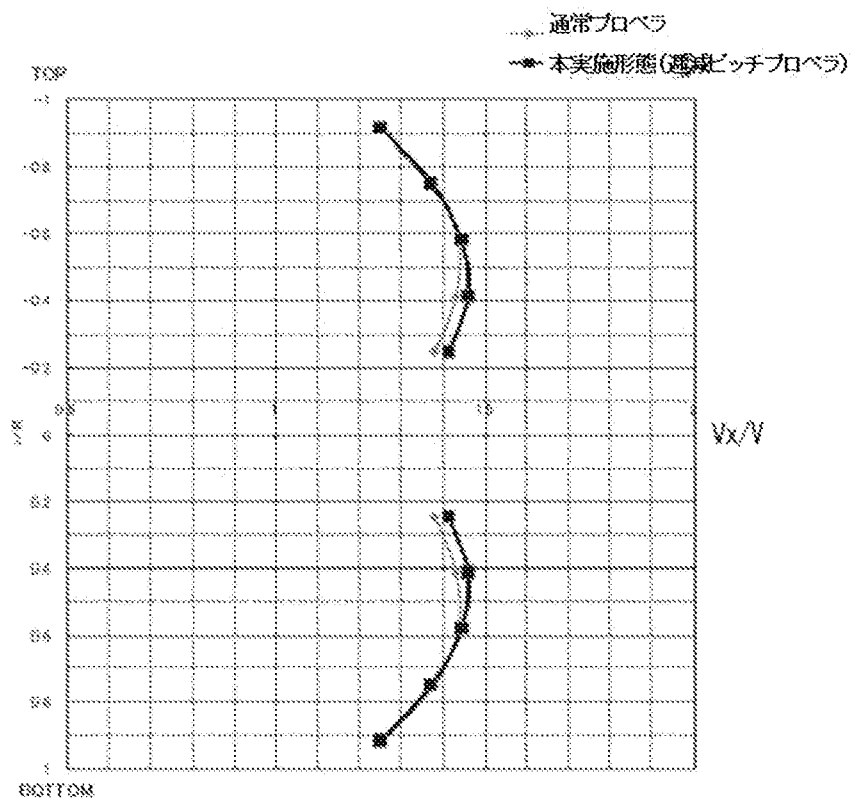
[図3]



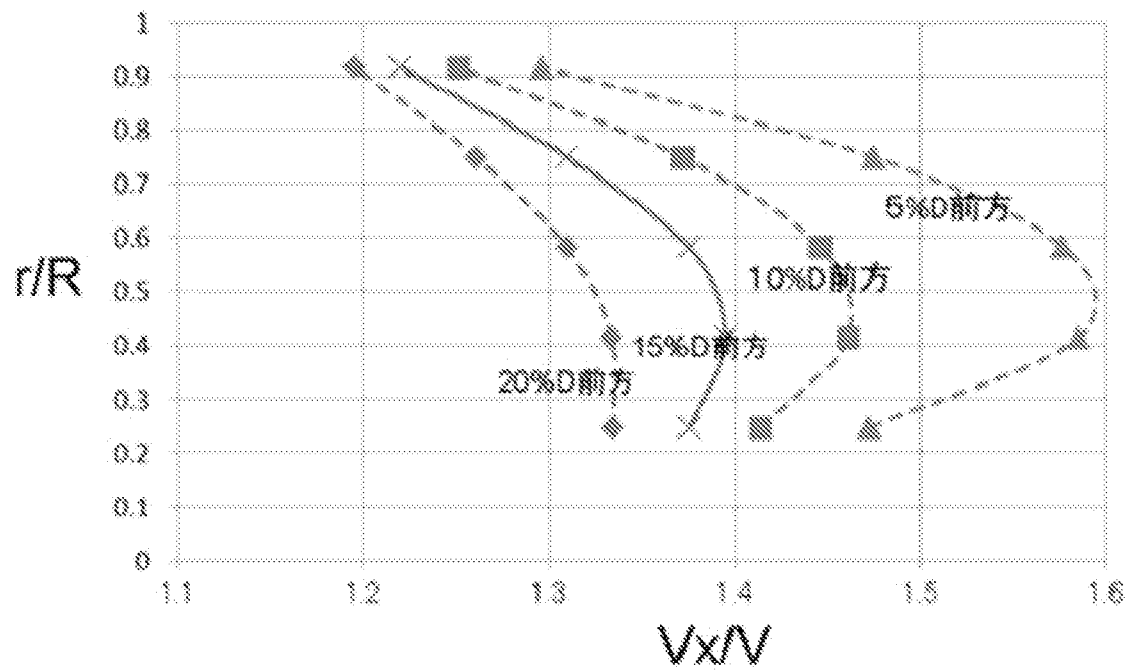
[図4]



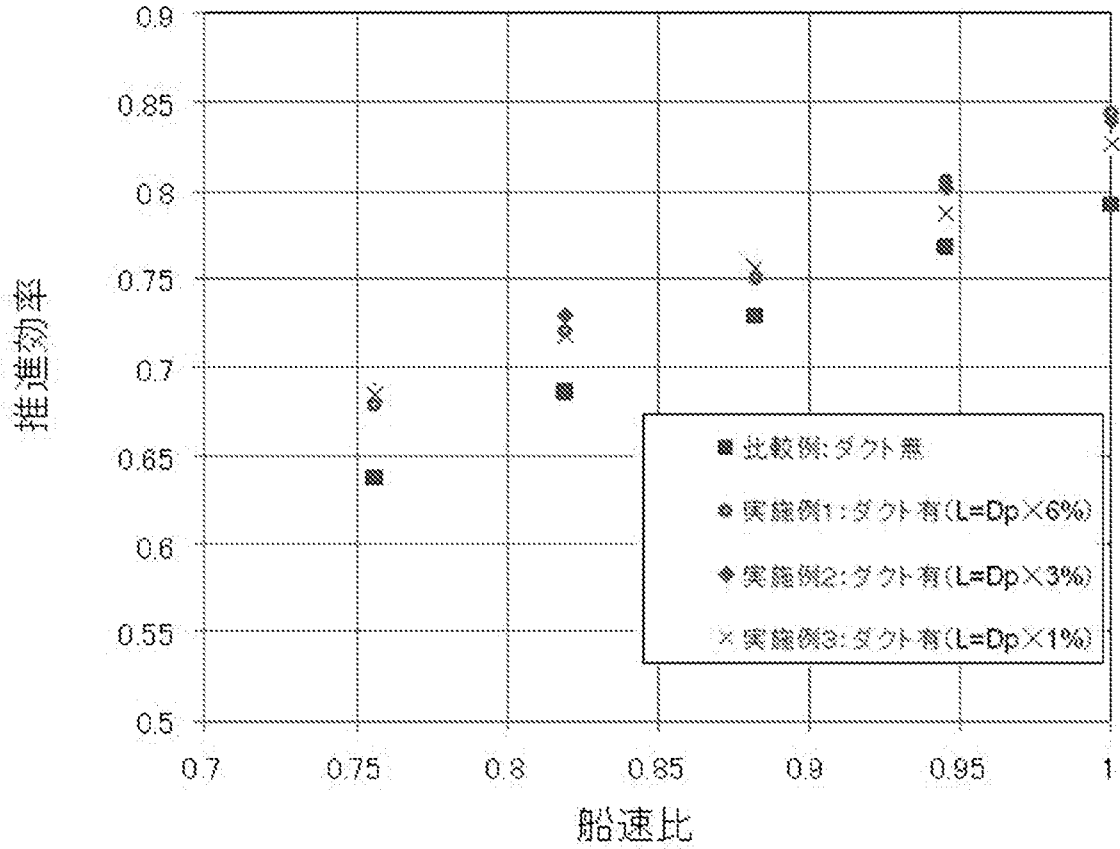
[図5]



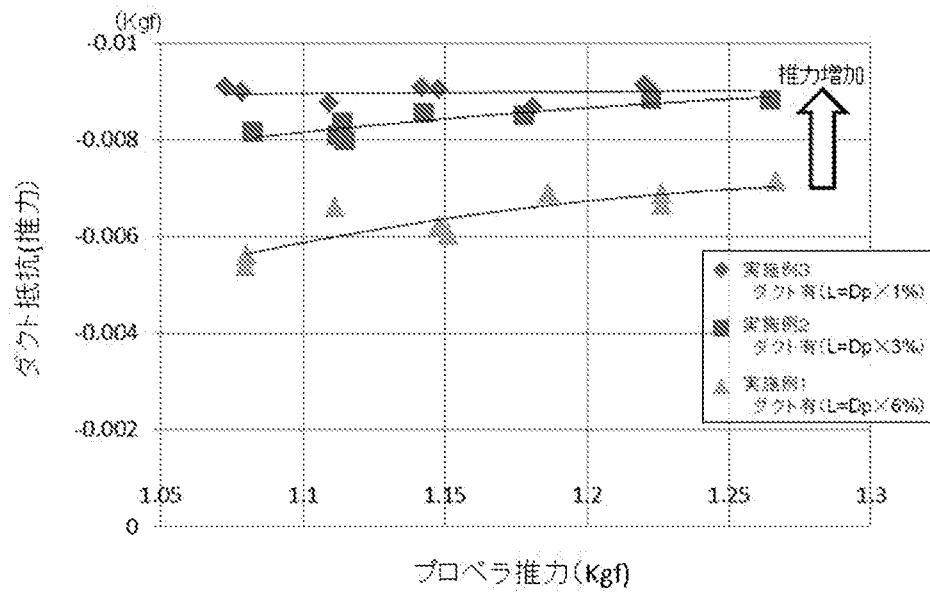
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63H5/16(2006.01) i, B63H1/26(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, B63H1/26

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X A	JP 8-2486 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 09 January 1996 (09.01.1996), paragraphs [0014] to [0019]; fig. 1 to 3, 7 to 9 & US 5752865 A & GB 2303832 A & WO 1996/032318 A1	1, 5-10 2-4
X A	JP 9-175488 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 08 July 1997 (08.07.1997), paragraphs [0002] to [0004]; fig. 8 (Family: none)	1, 5-6, 10 2-4, 7-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 October, 2012 (22.10.12)

Date of mailing of the international search report
06 November, 2012 (06.11.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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, B63H1/26(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, B63H1/26										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2012年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2012年	日本国実用新案登録公報	1996-2012年	日本国登録実用新案公報	1994-2012年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2012年									
日本国実用新案登録公報	1996-2012年									
日本国登録実用新案公報	1994-2012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								
X A	JP 8-2486 A (三井造船株式会社) 1996.01.09, 段落【0014】-【0019】, 図1-3, 7-9 & US 5752865 A & GB 2303832 A & WO 1996/032318 A1	1, 5-10 2-4								
X A	JP 9-175488 A (住友重機械工業株式会社) 1997.07.08, 段落【0002】-【0004】, 図8 (ファミリーなし)	1, 5-6, 10 2-4, 7-9								
<input 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 22.10.2012	国際調査報告の発送日 06.11.2012									
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) 志水 裕司 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 9528								