

(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
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)



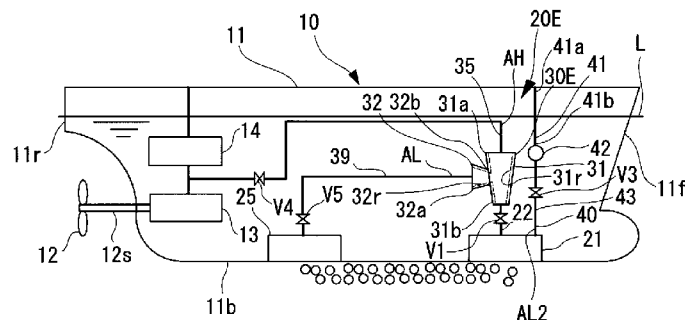
(10) 国際公開番号
WO 2016/157633 A1

- (51) 国際特許分類:
B63B 1/38 (2006.01) *B63J 3/00* (2006.01)
B63H 21/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084689
- (22) 国際出願日: 2015 年 12 月 10 日(10.12.2015)
- (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 2015-073479 2015 年 3 月 31 日(31.03.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲高▼野 真一 (TAKANO Shinichi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 川北 千春 (KAWAKITA Chiharu); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 村田 聡 (MURATA Satoru); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 慎輔 (SATO Shinsuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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))

(54) Title: FRICTIONAL RESISTANCE-REDUCING DEVICE FOR AIR-LUBRICATED SHIP, AND SHIP

(54) 発明の名称: 空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶

[図5]



(57) Abstract: A frictional resistance-reducing device (20E) for an air-lubricated ship (10), the frictional resistance-reducing device (20E) being configured to reduce the frictional resistance between the hull (11) and water around the hull (11) by ejecting air around the hull (11), has: an ejector body (31) having a flow passage (31r) through which high-pressure air (AH) supplied from a high-pressure air supply source (14) flows, the ejector body (31) sucking in low-pressure air (AL) into the flow passage (31r), the low-pressure air (AL) having a lower pressure than the high-pressure air (AH); and an air bubble ejection section (21) for ejecting the high-pressure air (AH) and the low-pressure air (AL), which have been discharged from the ejector body (31), to generate air bubbles around the hull (11).

(57) 要約: 船体 (11) の周囲に空気を噴出して船体 (11) と周囲の水との間に生じる摩擦抵抗を低減させる空気潤滑式船舶 (10) の摩擦抵抗低減装置 (20E) は、高圧空気供給源 (14) から供給される高圧空気 (AH) が流れる流路 (31r) を有し、流路 (31r) 内に高圧空気 (AH) よりも低い圧力の低圧空気 (AL) を引き込むエジェクター本体 (31) と、エジェクター本体 (31) から吐出された高圧空気 (AH) 及び低圧空気 (AL) を噴出することによって、船体 (11) の周囲に気泡を発生させる気泡噴出部 (21) と、を備える。

WO 2016/157633 A1

明 細 書

発明の名称：空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶

技術分野

[0001] この発明は、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶に関する。

本願は、2015年3月31日に、日本に出願された特願2015-73479号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 船舶は、航行中に、船体が水中に没している部分において水との間に生じる摩擦抵抗力を受けている。この摩擦抵抗力は、船体の推進力に対するロスとなるため、消費燃料削減による省エネルギー効果の向上、CO₂排出量削減の妨げとなる。

そこで、船体から周囲の水中に空気を噴出することによって生成した気泡を、船体表面に沿わせて流すことで、水との間に生じる摩擦抵抗力を低減する技術が提案されている。

[0003] 気泡は、例えば、ブロワにより生成することができる。このブロワは、消費エネルギーが小さい点で有利であり、一般に、低圧大流量の用途に向いている。

一方で、喫水の深い船舶においては、気泡の噴出口に大きな喫水圧が作用する。この場合、空気を船底まで送り込み水中に噴出させるには、喫水が浅い場合よりも空気の圧力を高める必要がある。しかし、ブロワでは、空気の吐出圧が十分に得られない場合がある。例えば、より高圧に昇圧できるコンプレッサー等の高圧空気源を用いる方法も考えられるが、消費エネルギーが大きくなってしまう。そのため、喫水が深い場合、摩擦抵抗力を減少させることで低減する消費エネルギーと、空気を送り込むために必要な消費エネルギーとの差が少なくなり、省エネルギー効果が小さくなってしまう。

[0004] 特許文献1には、エンジンの過給器により加圧された加圧空気の一部をブロワに供給することで、船底に送り込まれる空気の圧力を高める構成が開示

されている。このような構成によれば、喫水が深い場合においても、消費エネルギーの増加を抑制しつつ、空気を船底まで送り込んで水中に噴出させることができ、その結果、省エネルギー効果の減少を抑制することが可能となっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-91376号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の技術は、エンジンの出力や、喫水圧に応じて加圧空気の圧力を調整するために複雑な構成を有している。

また、エンジン出力が低い場合など、過給器から供給される加圧空気の流量が十分に得られない場合には、摩擦抵抗を低減するためだけにエンジンの出力の増加や、コンプレッサー等の高圧空気源の出力を増加させる必要があり、エネルギー消費が増加してしまう。そのため、十分な省エネルギー効果や、CO₂排出量削減効果を得られない可能性がある。

この発明は、部品点数の増加を抑制しつつ必要な空気流量を確保して、十分な省エネルギー効果、CO₂排出量削減効果を得ることのできる空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、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] この発明の第一態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、船体の周囲に空気を噴出して前記船体と周囲の水との間に生じる摩擦抵抗を低減させる空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置であって、高圧空気供給源から供給される高圧空気が流れる流路を有し、前記流路内に前記高圧空気よりも低い圧力の低圧空気を引き込むエジェクターを備える。摩擦抵抗低減装置は、前記エジェクターから吐出された前記高圧空気及び前記低圧空気を噴出することによって、前記船体の周囲に気泡を発生させる気泡噴出部を更に備え

る。

[0008] このように、エジェクターから高圧空気と低圧空気とを気泡噴出部に供給することで、空気流量を増大させることができる。また、空気流量を増大させずに、高圧空気や低圧空気を生成するための機器類に必要なエネルギーを抑えることもできる。

[0009] この発明の第二態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一態様において、前記流路が、上流側から下流側に向かって流路断面積が漸次縮小しているようにしてもよい。

このように構成することで、エジェクターの流路において、高圧空気は、下流側に向かって流速が高まり、これによって流路内で負圧が生じる。この負圧により、低圧空気をエジェクターの流路内に引き込むことができるため、低圧空気を引き込んで空気流量を増やすための専用の動力源が不要となる。

[0010] この発明の第三態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一又は第二態様において、前記船体を推進させる主機、又は、前記主機に給気する補機であってもよい。

このように高圧空気として、主機からの排気、または過給器等の補機から吐出される圧縮空気を利用することで、高圧空気を生成するために別途コンプレッサー等を設ける必要がなく、低コスト化を図ることができる。

[0011] この発明の第四態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一又は第二態様の何れか一つの態様において、前記高圧空気供給源は、大気を圧縮するコンプレッサーであってもよい。

このように構成することで、高圧空気を大気から容易に取得することができる。

[0012] この発明の第五態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、前記気泡噴出部から噴出した前記気泡を回収する気泡回収部をさらに備え、前記低圧空気は、前記気泡回収部で回収した前記気泡と、大気から取り込んでブロアーで圧縮した空気と

であるようにしてもよい。

このように気泡回収部で回収した気泡から低圧空気とブロアーで圧縮した空気を低圧空気として用いることで、低圧空気を容易に確保しつつ、低圧空気の流量、すなわち気泡噴出部に供給する空気流量を増大させることができる。

さらに、低圧空気を気泡回収部で回収することで、船体の船尾部に設けられるスクリューに気泡が巻き込まれることを低減できるため、振動の発生や推進効率の低下を抑えることができる。

[0013] この発明の第六態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、前記気泡噴出部から噴出した前記気泡を回収する気泡回収部をさらに備え、前記低圧空気は、前記気泡回収部で回収した前記気泡から得るようにしてもよい。

このように気泡回収部で回収した気泡から低圧空気を得ることで、低圧空気を生成するための機器コストを抑えることができる。

さらに、低圧空気を気泡回収部で回収することで、船体の船尾部に設けられるスクリューに気泡が巻き込まれることを低減できるため、振動の発生や推進効率の低下を抑えることができる。

[0014] この発明の第七態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、前記低圧空気は、大気中から取り込んだ空気であってもよい。

このように構成することで、空気流量を増加するための低圧空気を容易に確保することができる。

[0015] この発明の第八態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一から第四態様の何れか一つの態様において、前記低圧空気が、大気から取り込んだ空気をブロアーで圧縮したものであってもよい。

このように構成することで、低圧空気を容易に確保しつつ、低圧空気の流量、すなわち気泡噴出部に供給する空気流量を増大させることができる。

[0016] この発明の第九態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第

四態様において、前記船体を推進させる主機に燃焼用空気を圧縮して供給する過給器を備え、前記低圧空気は、前記過給器で圧縮された空気であってもよい。

このように低圧空気として過給器から吐出される圧縮空気を利用することで、低圧空気を生成するために別途機器を備える必要がなく、低コスト化を図ることができる。この場合、高圧空気は、過給器から供給される低圧空気よりも高圧となるように、例えばコンプレッサー等により供給することができる。

[0017] この発明の第十態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一から第九態様の何れか一つの態様において、大気から取り込んだ空気を圧縮して前記気泡噴出部に供給する空気昇圧部をさらに備え、前記気泡噴出部に対し、前記空気昇圧部および前記エジェクターの少なくとも一方から択一的に空気を供給可能であってもよい。

このように構成することで、喫水が浅い場合には、空気昇圧部で昇圧した空気を気泡噴出部に供給し、喫水が深い場合には、エジェクターから高圧空気および低圧空気を気泡噴出部に供給することができる。これにより、エネルギー消費を抑制しつつ喫水の深さに応じて適切な空気を気泡噴出部に供給できる。

[0018] この発明の第十一態様によれば、空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置は、第一から第十態様の何れか一つの態様において、前記エジェクターの上流側に、前記高圧空気を一時的に貯留するチャージタンクをさらに備えていてもよい。

このように構成することで、高圧空気を生成する機器、例えば過給器やコンプレッサー等で生じる空気の流れの脈動を抑えることができる。これにより、エジェクターを流れる高圧空気に対して低圧空気を円滑に合流させることができる。また、脈動を抑えることで、気泡噴出部から安定して気泡を発生させることが可能となる。

[0019] この発明の第十二態様によれば、船舶は、第一から第十一態様の何れか一

つの態様における空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置を備える。

このように構成することで、省エネルギー化やCO₂排出量の低減を図りつつ推進力を向上することができる。

発明の効果

[0020] この発明に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶によれば、省エネルギー効果、CO₂排出量削減効果を高めることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]この発明の第一実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図2]この発明の第二実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図3]この発明の第三実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図4]この発明の第四実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図5]この発明の第五実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図6]この発明の第六実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図7]この発明の第七実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図8]この発明の第八実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図9]この発明の第九実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図10]この発明の第十実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図11]この発明の第十一実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置

、船舶の全体構成を示す模式図である。

[図12]この発明の第十二実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、この発明の実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。

(第一実施形態)

図1は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図1に示すように、この実施形態の船舶（空気潤滑式船舶）10は、船体11と、スクリュー12と、主機13と、過給器14と、摩擦抵抗低減装置20Aと、を主に備えている。

[0023] スクリュー12は、船体11の船尾部11r側の底部から後方に突出して設けられている。このスクリュー12は、シャフト12sを備えており、このシャフト12sが船体11内に設けられた主機13に接続されている。

[0024] 主機13は、燃料と空気とを混合させた混合器を燃焼させることで駆動力を発生し、スクリュー12のシャフト12sを回転駆動させる。

過給器14は、外部から大気を取り込んで圧縮し、少なくともその一部を高圧の燃焼用空気として主機13に送り込む。

[0025] 摩擦抵抗低減装置20Aは、気泡噴出部21と、空気供給部30Aと、を備えている。

気泡噴出部21は、船体11の船首部11f側の船底11bに設けられている。気泡噴出部21は、後述する空気供給部30Aに対し、空気供給管22を介して接続されている。気泡噴出部21は、船体11内に設けられた空気供給管22を通して空気供給部30Aから供給される空気を船底11bから船体11の周囲の水中に噴出する。気泡噴出部21から噴出された空気により、船底11bの周囲の水中には、気泡が生成される。気泡は、船舶10の推進に伴って、船体11に対して相対移動する。より具体的には、生成さ

れた気泡は、気泡噴出部 2 1 から船首尾方向の船尾部 1 1 r 側に向かい船底 1 1 b に沿って移動する。

[0026] 空気供給部 3 0 A は、エジェクター本体 3 1 を備えている。このエジェクター本体 3 1 は、その内部に、第一端部 3 1 a から第二端部 3 1 b に向かって縮径するテーパ状の流路 3 1 r を有している。エジェクター本体 3 1 には、その第一端部 3 1 a に高圧空気供給配管 3 5 が接続され、その第二端部 3 1 b に空気供給管 2 2 が接続されている。

[0027] エジェクター本体 3 1 には、その外周側面に吸入口 3 2 が接続されている。より具体的には、吸入口 3 2 は、その第一端部 3 2 a が外部に接続され、その第二端部 3 2 b がエジェクター本体 3 1 の外周側面に接続されている。吸入口 3 2 は、その内部に、吸入口 3 2 の第一端部 3 2 a と第二端部 3 2 b とを連通する流路 3 2 r を有している。この流路 3 2 r は、第一端部 3 2 a から第二端部 3 2 b に向かって縮径するテーパ状に形成されている。この吸入口 3 2 の内部に形成される流路 3 2 r は、上述したエジェクター本体 3 1 の流路 3 1 r の中間部に合流接続されている。ここで、流路 3 2 r がテーパ状に形成される場合について説明したが、流路 3 2 r はテーパ状でなくともよい。

[0028] この実施形態において、高圧空気供給配管 3 5 は、例えばターボコンプレッサー等の高圧空気供給源 3 7 に接続されている。

吸入口 3 2 の第一端部 3 2 a は、高圧空気供給源 3 7 で生成する高圧空気 A H よりも低圧の低圧空気 A L を供給する低圧空気供給源 3 8 に接続されている。この実施形態における低圧空気供給源 3 8 は、低圧空気 A L として大気を取り込んで吸入口 3 2 へ供給する。ここで、大気を取り込む場所は、例えば、上甲板や、船体 1 1 の内部空間の何れであっても良い。

[0029] エジェクター本体 3 1 と気泡噴出部 2 1 との間の空気供給管 2 2 には、逆止弁 V 1 が開閉可能に設けられている。逆止弁 V 1 は、エジェクター本体 3 1 側から気泡噴出部 2 1 側への流れのみを許容し、気泡噴出部 2 1 側からエジェクター本体 3 1 側への流れを阻止する。

低圧空気供給源 38 とエジェクター本体 31 との間には、切換弁 V2 が設けられている。切換弁 V2 は、低圧空気供給源 38 とエジェクター本体 31 との間の低圧空気の流れを開閉する。

[0030] 次に、上述した摩擦抵抗低減装置 20A の動作を説明する。

摩擦抵抗低減装置 20A を作動させるには、まず、切換弁 V2 を閉じた状態で、高圧空気供給源 37 を起動させる。すると、エジェクター本体 31 には、高圧空気供給配管 35 を通して第一端部 31a から流路 31r に高圧空気 AH が送り込まれ、逆止弁 V1 を開く。これにより、高圧空気 AH が逆止弁 V1 を通って気泡噴出部 21 に供給される。ここで、第一端部 31a から送り込まれた高圧空気 AH は、エジェクター本体 31 内において、流路 31r 内を第一端部 31a から第二端部 31b に向かって流れる間に、流路断面積の縮小に伴って流速が漸次高まる。この流速の増加により、流路 31r 内の圧力が低下して負圧が生じる。流路 31r 内で発生した負圧は、吸入口 32 の第二端部 32b から流路 32r 内に及ぶ。

[0031] 次いで、低圧空気供給源 38 を起動させた後、切換弁 V2 を開く。すると、低圧空気供給源 38 から送り出された低圧空気 AL がエジェクター本体 31 の吸入口 32 の第一端部 32a から流路 32r 内に流れ込む。流路 32r 内に流れ込んだ低圧空気 AL は、第二端部 32b からエジェクター本体 31 の流路 31r 内に引き込まれる。この流路 31r 内に引き込まれた低圧空気 AL は、流路 31r 内で高圧空気 AH と合流し、エジェクター本体 31 の第二端部 31b から空気供給管 22 に送り込まれる。これにより、高圧空気 AH に低圧空気 AL を加えた空気が、気泡噴出部 21 に対して供給される。

[0032] ここで、図 1 においては、図示都合上、エジェクター本体 31 の第一端部 31a から第二端部 31b に至る全体がテーパ状に形成されている。しかし、エジェクター本体 31 の形状は、この形状に限られず、吸入口 32 の第二端部 32b が接続される箇所では流路 31r 内の流速を十分に高められる形状であればよい。エジェクター本体 31 の第二端部 31b にディフューザを設けて、エジェクター本体 31 内で空気の圧力を回復させるようにしても良い。

。

[0033] 上述した第一実施形態の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶によれば、コンプレッサー等の高圧空気供給源 37 から供給される高圧空気 A H と、低圧空気供給源 38 から供給される低圧空気 A L とが、気泡噴出部 21 に供給される。これにより、気泡噴出部 21 から噴出する空気流量を増大させることができる。そのため、喫水が深い場合においても、水中に十分な量の気泡を発生させることができる。

[0034] さらに、高圧空気供給源 37 からの高圧空気 A H だけを気泡噴出部 21 に供給する場合と比較して、エジェクター本体 31 により低圧空気 A L を合流させることができる分だけ高圧空気供給源 37 の動力を低下させることができる。つまり、高圧空気供給源 37 のみを用いる場合と同等の空気流量を、より少ない動力で確保することができる。

[0035] さらに、低圧空気 A L は、空気供給部 30 A のエジェクター本体 31 を高圧空気 A H が流れることによって生じる負圧によって引き込まれて気泡噴出部 21 に供給されるので、高圧空気 A H に低圧空気 A L を合流させるための動力が不要となる。つまり、より少ない消費エネルギーで、気泡噴出部 21 から噴出する空気によって船体 11 と水との間に生じる摩擦抵抗力を抑えることができる。

その結果、船体の推進力に対するロスを抑え、燃料消費削減による省エネルギー効果の向上、CO₂排出量削減を効果的に図ることができる。

[0036] (第二実施形態)

次に、この発明の第二実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。以下に説明する第二実施形態においては、第一実施形態と空気供給部を備える構成のみが異なる。そのため、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図 2 は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図2に示すように、この実施形態における船舶10は、摩擦抵抗低減装置20Bを備えている。摩擦抵抗低減装置20Bは、気泡噴出部21と、空気供給部30Aと、低圧空気供給部（空気昇圧部）40と、を備えている。

[0037] 低圧空気供給部40は、大気導入管41と、ブロアー42と、空気供給管43と、を備えている。

大気導入管41は、第一端部41aが喫水線Lよりも上方の船体11、例えば上甲板から大気中に開口している。大気導入管41は、第二端部41bがブロアー42に接続されている。

ブロアー42は、大気導入管41を通して導入された大気を昇圧し、高圧空気AHよりも低圧な低圧空気AL2を生成する。

空気供給管43は、ブロアー42と気泡噴出部21とを接続している。この空気供給管43を介して、ブロアー42で昇圧された低圧空気AL2が気泡噴出部21に送り込まれる。

[0038] エジェクター本体31と気泡噴出部21との間の空気供給管22には、逆止弁V1が開閉可能に設けられている。逆止弁V1は、エジェクター本体31側から気泡噴出部21側への流れのみを許容し、気泡噴出部21側からエジェクター本体31側への流れを阻止する。

低圧空気供給源38とエジェクター本体31との間には、切換弁V2が設けられている。切換弁V2は、低圧空気供給源38とエジェクター本体31との間の低圧空気の流路を開閉する。

ブロアー42と気泡噴出部21との間の空気供給管43には、逆止弁V3が開閉可能に設けられている。逆止弁V3は、ブロアー42側から気泡噴出部21側への流れのみを許容し、気泡噴出部21側からブロアー42側への流れを阻止する。

[0039] 摩擦抵抗低減装置20Bにおいては、上記第一実施形態と同様、空気供給部30Aにより、コンプレッサー等の高圧空気供給源37から供給される高圧空気AHと、低圧空気供給源38から供給される低圧空気ALとが、エジェクター本体31内で合流された後、気泡噴出部21に供給される。

[0040] この実施形態の摩擦抵抗低減装置 20B は、空気供給部 30A と、低圧空気供給部 40 とを、択一的に作動させて気泡噴出部 21 に対する空気供給を行うことができる。

例えば、軽荷喫水などの喫水が浅い場合には、低圧空気供給部 40 により低圧空気 AL2 を気泡噴出部 21 に供給する。より具体的には、切換弁 V2 を閉じた状態で、ブロアー 42 を作動させる。次いで、逆止弁 V3 を開き、ブロアー 42 からの低圧空気 AL2 が気泡噴出部 21 に供給される。

例えば、満載喫水などの喫水が深い場合には、空気供給部 30A により高圧空気 AH および低圧空気 AL を気泡噴出部 21 に供給する。より具体的には、切換弁 V2 を閉じた状態から、第一実施形態と同様にして、高圧空気供給源 37 の作動、低圧空気供給源 38 の起動、切換弁 V2 の開動作を順次行う。これによって、高圧空気 AH および低圧空気 AL が気泡噴出部 21 に供給される。

[0041] この実施形態の摩擦抵抗低減装置 20B は、低圧空気供給部 40 と空気供給部 30A とを同時に作動させてもよい。このようにすることで、気泡噴出部 21 に対して、高圧空気 AH に加え、低圧空気 AL および低圧空気 AL2 を供給することもできる。

[0042] 上述した第二実施形態によれば、低圧空気供給部 40 と、空気供給部 30A とを備えているので、喫水に応じて、消費エネルギーを抑えつつ、適切な量の空気を気泡噴出部 21 に供給することができる。

[0043] さらに、上記第一実施形態と同様、空気供給部 30A から空気を供給する場合には、コンプレッサー等の高圧空気供給源 37 から供給される高圧空気 AH と、低圧空気供給源 38 から供給される低圧空気 AL とが、気泡噴出部 21 に供給される。そのため、気泡噴出部 21 から噴出する空気流量を増大させることができる。つまり、従来よりも少ない動力で、従来と同等の空気流量を確保することができる。

[0044] さらに、低圧空気供給部 40 と空気供給部 30A とを同時に作動させれば、気泡噴出部 21 に対して、高圧空気 AH に加え、低圧空気 AL および低圧

空気A L 2を供給することもできる。これにより、気泡噴出部2 1に供給する空気流量をさらに増大させることができる。

[0045] このようにして、より少ない消費エネルギーで、気泡噴出部2 1から噴出する空気によって船体1 1と水との間に生じる摩擦抵抗力を抑えることによって、船体の推進力に対するロスを抑え、燃料消費削減による省エネルギー効果の向上、CO₂排出量削減を効果的に図ることができる。

[0046] (第三実施形態)

次に、この発明の第三実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第三実施形態においては、第一実施形態、第二実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図3は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図3に示すように、この実施形態における船舶1 0は、摩擦抵抗低減装置2 0 Cを備えている。この摩擦抵抗低減装置2 0 Cは、気泡噴出部2 1と、空気供給部3 0 Cと、低圧空気供給部4 0と、を備えている。

[0047] 空気供給部3 0 Cは、エジェクター本体3 1を備えている。このエジェクター本体3 1には、その外周側面に、吸入口3 2が接続されている。

エジェクター本体3 1には、その第一端部3 1 aに高圧空気供給配管3 5が接続される一方で、その第二端部3 1 bに空気供給管2 2が接続されている。

[0048] この実施形態における高圧空気供給配管3 5は、過給器（高圧空気供給源、補機）1 4の吐出側に分岐接続されている。この高圧空気供給配管3 5は、過給器1 4から吐出される圧縮空気の一部を高圧空気A Hとしてエジェクター本体3 1の第一端部3 1 aに送り込む。

[0049] 吸入口3 2の第一端部3 2 aには、低圧空気供給配管3 9が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管3 9は、船体1 1において喫水線Lよりも上方の大気中に開口し、低圧空気A Lとして大気を吸入口3 2に

送り込む。

[0050] エジェクター本体 31 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 22 には、逆止弁 V1 が開閉可能に設けられている。

大気を取り込む低圧空気供給配管 39 には、切換弁 V2 が開閉可能に設けられている。切換弁 V2 は、低圧空気供給配管 39 からエジェクター本体 31 への低圧空気の流れを断続する。

ブロアー 42 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 43 には、逆止弁 V3 が開閉可能に設けられている。

さらに、過給器 14 から高圧空気 AH を取り込む高圧空気供給配管 35 には、切換弁 V4 が開閉可能に設けられている。切換弁 V4 は、高圧空気供給配管 35 からエジェクター本体 31 への高圧空気 AH の流れの断続、及びその流量調整を行うことができる。

[0051] このような空気供給部 30C のエジェクター本体 31 の流路 31r には、切換弁 V2、V4 を閉じた状態から、切換弁 V4 を開くと、高圧空気供給配管 35 を通して過給器 14 で圧縮された高圧空気 AH が第一端部 31a から送り込まれる。次いで、逆止弁 V1 を開く。これにより、エジェクター本体 31 から逆止弁 V1 を通って高圧空気 AH が気泡噴出部 21 に供給される。ここで、第一端部 31a から送り込まれた高圧空気 AH は、エジェクター本体 31 内において、流速が漸次高まり、流路 31r 内に負圧が生じる。

[0052] 次に、切換弁 V2 を開くと、低圧空気供給配管 39 から取り込まれた大気からなる低圧空気 AL が、エジェクター本体 31 内の負圧により、吸入口 32 の第一端部 32a から流路 32r 内に流れ込む。

流路 32r 内に流れ込んだ低圧空気 AL は、第二端部 32b からエジェクター本体 31 の流路 31r 内に引き込まれる。この流路 31r 内に引き込まれた低圧空気 AL は、流路 31r 内で高圧空気 AH と合流し、エジェクター本体 31 の第二端部 31b から空気供給管 22 に送り込まれる。これにより、気泡噴出部 21 に対し、高圧空気 AH に低圧空気 AL を加えた空気が供給される。

- [0053] この摩擦抵抗低減装置 20C は、第二実施形態と同様に、空気供給部 30C と、低圧空気供給部 40 とを、択一的に作動させて気泡噴出部 21 に対する空気供給を行うことができる。このようにすることで、例えば、軽荷喫水などの喫水が浅い場合には、低圧空気供給部 40 により低圧空気 AL2 を気泡噴出部 21 に供給する。より具体的には、切換弁 V2, V4 を閉じた状態で、ブロアー 42 を作動させる。次いで、逆止弁 V3 を開く。これにより、低圧空気 AL2 が気泡噴出部 21 に供給される。
- [0054] 例えば、満載喫水などの喫水が深い場合には、空気供給部 30A により高圧空気 AH および低圧空気 AL を気泡噴出部 21 に供給する。より具体的には、切換弁 V2, V4 を閉じた状態から、本第三実施形態と同様にして、切換弁 V4 の開動作、切換弁 V2 の開動作を順次行う。これによって、高圧空気 AH および低圧空気 AL が気泡噴出部 21 に供給される。
- [0055] さらに、低圧空気供給部 40 と空気供給部 30C とを同時に作動させ、気泡噴出部 21 に対して、高圧空気 AH に加え、低圧空気 AL および低圧空気 AL2 を供給することもできる。
- [0056] 上述した第三実施形態によれば、過給器 14 から吐出される圧縮空気の一部を高圧空気 AH として利用するので、高圧空気 AH を得るためにコンプレッサ等を用意する必要がなく、第二実施形態と比較して部品点数を抑えることができる。
- [0057] 上記第三実施形態では、過給器 14 から吐出される圧縮空気の一部を高圧空気 AH として利用するようにしたが、例えば、船舶 10 の船体 11 を推進させる主機 13 からの排気ガスを高圧空気 AH としてエジェクター本体 31 に送り込むようにすることもできる。この場合、図 3 に示したように、高圧空気供給配管 35 に代えて、主機 13 からの排気ガスをエジェクター本体 31 に送り込む排ガス供給管 35G を設ける（以下、第四から第六実施形態も同様）。排ガス供給管 35G には、切換弁 V4' を開閉可能に設ける。切換弁 V4' は、排ガス供給管 35G からエジェクター本体 31 への高圧空気 AH の流れの断続、及びその流量調整を行うことができる。

[0058] (第四実施形態)

次に、この発明の第四実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第四実施形態においては、第一から第三実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図4は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図4に示すように、この実施形態における船舶10は、摩擦抵抗低減装置20Dを備えている。この摩擦抵抗低減装置20Dは、気泡噴出部21と、空気供給部30Dと、を備えている。

[0059] 空気供給部30Dは、エジェクター本体31を備えている。また、エジェクター本体31には、その外周側面に吸入口32が接続されている。

[0060] エジェクター本体31は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路31rを有している。エジェクター本体31の第一端部31aには、高圧空気供給配管35が接続され、第二端部31bには、空気供給管22が接続されている。この実施形態における高圧空気供給配管35は、第三実施形態と同様に、過給器14の吐出側に接続され、過給器14から吐出される圧縮空気の一部を高圧空気AHとしてエジェクター本体31の第一端部31aに送り込む。

[0061] 吸入口32の第一端部32aには、低圧空気供給配管39が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管39は、ブロアー42に接続されている。ブロアー42は、大気導入管41を通して導入された大気を吸い込んで昇圧し、高圧空気AHよりも低圧な低圧空気ALを生成する。この低圧空気ALは、低圧空気供給配管39を介して吸入口32に導入される。

[0062] エジェクター本体31と気泡噴出部21との間の空気供給管22には、逆止弁V1が開閉可能に設けられている。

低圧空気供給配管39には、ブロアー42とエジェクター本体31との間に、切換弁V2が開閉可能に設けられている。切換弁V2は、低圧空気供給

配管 3 9 からエジェクター本体 3 1 への低圧空気の流れを断続する。

[0063] 過給器 1 4 から高圧空気 A H を取り込む高圧空気供給配管 3 5 には、切換弁 V 4 が開閉可能に設けられている。切換弁 V 4 は、高圧空気供給配管 3 5 からエジェクター本体 3 1 への高圧空気 A H の流れの断続、及びその流量調整を行う。

[0064] 空気供給部 3 0 D において、切換弁 V 2, V 4 が閉じた状態から、切換弁 V 4 を開くと、高圧空気供給配管 3 5 を通して過給器 1 4 で圧縮された高圧空気 A H が第一端部 3 1 a からエジェクター本体 3 1 に送り込まれる。次いで、逆止弁 V 1 を開く。これにより、エジェクター本体 3 1 から逆止弁 V 1 を通って高圧空気 A H が気泡噴出部 2 1 に供給される。ここで、エジェクター本体 3 1 の第一端部 3 1 a から送り込まれた高圧空気 A H の流速は、エジェクター本体 3 1 内で漸次高まり、流路 3 1 r 内に負圧が生じる。

次に、ブロアー 4 2 を作動させた後、切換弁 V 2 を開くことによって、低圧空気 A L が吸入口 3 2 に送り込まれる。すると、エジェクター本体 3 1 内の負圧により、吸入口 3 2 に導入された低圧空気 A L がエジェクター本体 3 1 内に引き込まれる。この流路 3 1 r 内に引き込まれた低圧空気 A L は、流路 3 1 r 内で高圧空気 A H と合流し、エジェクター本体 3 1 の第二端部 3 1 b から空気供給管 2 2 に送り込まれる。これにより、高圧空気 A H に低圧空気 A L を加えた空気が、気泡噴出部 2 1 に対して供給される。

[0065] 上述した第四実施形態によれば、過給器 1 4 で圧縮された高圧空気 A H と、ブロアー 4 2 で昇圧された低圧空気 A L とが、気泡噴出部 2 1 に供給される。これにより、気泡噴出部 2 1 から噴出する空気流量を増大させることができる。特に、この第四実施形態の場合、大気をそのまま低圧空気 A L として取り込む場合と比較して、低圧空気 A L の流量を増大させることができる。

[0066] (第五実施形態)

次に、この発明の第五実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第五実施形態においては、第一～第四

実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図5は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図5に示すように、この実施形態における船舶10は、摩擦抵抗低減装置20Eを備えている。この摩擦抵抗低減装置20Eは、気泡噴出部21と、気泡回収部25と、空気供給部30Eと、低圧空気供給部40と、を備えている。

[0067] 気泡回収部25は、気泡噴出部21により生成された気泡を回収する。気泡回収部25は、船体11の船底11bに、下方に向けて開口して設けられている。この気泡回収部25は、船首尾方向で、スクリュー12よりも船首部11f側に配されるとともに、可能な限り船尾部11r側に配されている。

[0068] 空気供給部30Eは、エジェクター本体31を備えている。エジェクター本体31には、その外周側面に吸入口32が接続されている。

エジェクター本体31は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路31rを有している。エジェクター本体31には、その第一端部31aに高圧空気供給配管35が接続される一方で、その第二端部31bに空気供給管22が接続されている。

この実施形態における高圧空気供給配管35は、過給器14の吐出側に接続されている。過給器14から吐出される圧縮空気の一部は、高圧空気AHとしてエジェクター本体31の第一端部31aに送り込まれる。

[0069] 吸入口32の第一端部32aには、低圧空気供給配管39が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管39は、気泡回収部25に接続されており、この気泡回収部25で回収した気泡から得られる空気が、低圧空気ALとして吸入口32に送り込まれる。

[0070] エジェクター本体31と気泡噴出部21との間の空気供給管22には、逆止弁V1が開閉可能に設けられている。

ブローアー４２と気泡噴出部２１との間の空気供給管４３には、逆止弁Ｖ３が開閉可能に設けられている。

[0071] 過給器１４から高圧空気ＡＨを取り込む高圧空気供給配管３５には、切換弁Ｖ４が開閉可能に設けられている。切換弁Ｖ４は、高圧空気供給配管３５からエジェクター本体３１への高圧空気ＡＨの流れの断続、及びその流量調整を行う。

[0072] 気泡回収部２５で回収した気泡から得られる空気を、低圧空気ＡＬとして取り込む低圧空気供給配管３９には、逆止弁Ｖ５が設けられている。この逆止弁Ｖ５は、気泡回収部２５から吸入口３２への流れのみを許容し、吸入口３２から気泡回収部２５への流れを阻止する。逆止弁Ｖ５は、気泡回収部２５から吸入口３２への流量調整機能を有している。ここで、この実施形態においては、逆止弁Ｖ５が流量調整機能を有する場合を例示したが、逆止弁と流量調整弁とを直列に接続するようにしても良い。

[0073] 空気供給部３０Ｅにおいて、切換弁Ｖ４、逆止弁Ｖ５を閉じた状態から、切換弁Ｖ４を開く。すると、高圧空気供給配管３５を通して過給器１４で圧縮された高圧空気ＡＨが第一端部３１ａからエジェクター本体３１に送り込まれる。次いで、逆止弁Ｖ１を開く。これにより、エジェクター本体３１から逆止弁Ｖ１を通して高圧空気ＡＨが気泡噴出部２１に供給される。高圧空気ＡＨは、エジェクター本体３１内において流速が漸次高まって、流路３１ｒ内に負圧が生じる。

次いで、逆止弁Ｖ５を開く。すると、吸入口３２の第一端部３２ａから、気泡回収部２５で回収した空気である低圧空気ＡＬが、流量調整可能な逆止弁Ｖ５で調整された流量だけ、流れ込む。この流路３２ｒ内に流れ込んだ低圧空気ＡＬは、第二端部３２ｂからエジェクター本体３１の流路３１ｒ内に引き込まれ、流路３１ｒ内で高圧空気ＡＨと合流し、エジェクター本体３１の第二端部３１ｂから空気供給管２２に送り込まれる。これにより、気泡噴出部２１に対しては、高圧空気ＡＨに加えて低圧空気ＡＬが供給される。

[0074] このような摩擦抵抗低減装置２０Ｅにおいては、空気供給部３０Ｅと、低

圧空気供給部４０とを、択一的に作動させて気泡噴出部２１に対する空気供給を行うことができる。

これにより、例えば、喫水が浅い場合には、低圧空気供給部４０により低圧空気ＡＬ２を気泡噴出部２１に供給し、喫水が深い場合には、空気供給部３０Ｅにより高圧空気ＡＨおよび低圧空気ＡＬを気泡噴出部２１に供給することができる。

さらに、低圧空気供給部４０と空気供給部３０Ｅとを同時に作動させ、気泡噴出部２１に対して、高圧空気ＡＨに加え、低圧空気ＡＬおよび低圧空気ＡＬ２を供給することもできる。

[0075] 上述した第五実施形態によれば、低圧空気供給部４０と、空気供給部３０Ｅとを備えているので、喫水に応じて、消費エネルギーを抑えつつ、適切な量の空気を気泡噴出部２１に供給することができる。

[0076] 空気供給部３０Ｅから空気を供給する場合には、過給器１４で圧縮された高圧空気ＡＨと、気泡回収部２５で回収した気泡から得られる低圧空気ＡＬとが、気泡噴出部２１に供給される。そのため、気泡噴出部２１から噴出する空気流量を増大させることができる。

[0077] さらに、低圧空気供給部４０と空気供給部３０Ｅとを同時に作動させれば、気泡噴出部２１に対して、高圧空気ＡＨに加え、低圧空気ＡＬおよび低圧空気ＡＬ２を供給することもできる。これにより、気泡噴出部２１に供給する空気流量をさらに増大させることができる。

[0078] 高圧空気ＡＨとして、過給器１４から吐出される圧縮空気の一部を利用するので、高圧空気ＡＨを得るためにコンプレッサー等を用意する必要がなく、低コストで上記効果を得ることができる。

[0079] 特にこの第五実施形態においては、低圧空気ＡＬを、気泡回収部２５で回収した気泡から得るため、何らのエネルギーやコストを必要としない点で有利となる。

さらに、低圧空気ＡＬを気泡回収部２５で回収することで、船体１１の船尾部１１ｒに設けられるスクリュウ１２に気泡が当たるのを抑え、振動の発

生や推進効率の低下を抑えることができる。

[0080] (第六実施形態)

次に、この発明の第六実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第六実施形態においては、第一から第五実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図6は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図6に示すように、この実施形態における船舶10は、摩擦抵抗低減装置20Fを備えている。摩擦抵抗低減装置20Fは、気泡噴出部21と、気泡回収部25と、空気供給部30Fと、を備えている。

[0081] 空気供給部30Fは、エジェクター本体31を備えている。エジェクター本体31には、その外周側面に吸入口32が接続されている。

エジェクター本体31は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路31rを有している。エジェクター本体31には、その第一端部31aに高压空気供給配管35が接続される一方で、その第二端部31bに空気供給管22が接続されている。

[0082] この実施形態において、高压空気供給配管35は、過給器14の吐出側に接続されている。過給器14から吐出される圧縮空気の一部は、高压空気AHとしてエジェクター本体31の第一端部31aに送り込まれる。

[0083] 吸入口32の第一端部32aには、低压空気供給配管39が接続されている。この実施形態における低压空気供給配管39は、分岐管39aと分岐管39bとにより二股に分岐している。分岐管39aは、気泡回収部25に接続され、分岐管39bは、ブロアー62に接続されている。ブロアー62は、大気導入管61を通して導入された大気を昇圧する。すなわち、低压空気供給配管39は、気泡回収部25で回収した気泡から得られる空気と、ブロアー62で昇圧した大気とを、低压空気ALとして吸入口32に供給する。ブロアー62による低压空気ALの供給量は、気泡回収部25から回収され

る回収空気の流量等に応じて適宜変動させることが可能となっている。

[0084] エジェクター本体 31 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 22 には、逆止弁 V1 が開閉可能に設けられている。

ブロアー 42 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 43 には、逆止弁 V3 が開閉可能に設けられている。

[0085] 過給器 14 から高圧空気 AH を取り込む高圧空気供給配管 35 には、切換弁 V4 が開閉可能に設けられている。切換弁 V4 は、高圧空気供給配管 35 からエジェクター本体 31 への高圧空気 AH の流れの断続、及びその流量調整を行う。

[0086] 気泡回収部 25 で回収した気泡から得られる空気を、低圧空気 AL として取り込む低圧空気供給配管 39 の分岐管 39a には、第五実施形態と同様に、流量調整可能な逆止弁 V5 が設けられている。分岐管 39b には、ブロアー 62 から送り込まれる空気の流れを断続する切換弁 V6 が設けられている。

[0087] 空気供給部 30F において、切換弁 V4、V6、逆止弁 V5 を閉じた状態から、切換弁 V4 を開くと、高圧空気供給配管 35 を通して過給器 14 で圧縮された高圧空気 AH が第一端部 31a からエジェクター本体 31 に送り込まれる。次いで、逆止弁 V1 を開く。これにより、エジェクター本体 31 から逆止弁 V1 を通って高圧空気 AH が気泡噴出部 21 に供給される。ここで、エジェクター本体 31 の第一端部 31a から送り込まれた高圧空気 AH は、エジェクター本体 31 内において流速が漸次高まって、流路 31r 内に負圧が生じる。

次いで、逆止弁 V5 を開くと、エジェクター本体 31 内の負圧により、吸入口 32 の第一端部 32a から、気泡回収部 25 で回収した空気である低圧空気 AL が流れ込む。さらに、ブロアー 62 を作動させた後、切換弁 V6 を開くことによって、低圧空気 AL が吸入口 32 に送り込まれる。これにより、エジェクター本体 31 には、気泡回収部 25 で回収した空気、およびブロアー 62 で昇圧された大気である低圧空気 AL が流れ込む。この流路 32r

内に流れ込んだ低圧空気ALは、第二端部32bからエジェクター本体31の流路31r内に引き込まれ、流路31r内で高圧空気AHと合流し、エジェクター本体31の第二端部31bから空気供給管22に送り込まれる。これにより、気泡噴出部21に対しては、高圧空気AHに低圧空気ALを加えた空気が供給される。

[0088] 上述した第六実施形態によれば、空気供給部30Fでは、過給器14で圧縮された高圧空気AHと、気泡回収部25で回収した空気、およびブロアー62で昇圧された大気から得られる低圧空気ALとが合流して気泡噴出部21に供給される。そのため、気泡噴出部21から噴出する空気流量を増大させることができる。特に、この第六実施形態においては、低圧空気ALの一部に、気泡回収部25で回収した気泡から得られた空気を用いるので、何らのエネルギーやコストが必要ない。さらに、低圧空気ALとして、ブロアー62で昇圧された大気を用いるので、気泡回収部25から回収した気泡から得られる低圧空気ALの流量が不足する場合等に、低圧空気ALの流量を増大させることができる。

[0089] (第七実施形態)

次に、この発明の第七実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第七実施形態においては、第一から第六実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図7は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図7に示すように、この実施形態における船舶10は、摩擦抵抗低減装置20Gを備えている。この摩擦抵抗低減装置20Gは、気泡噴出部21と、空気供給部30Gと、を備えている。

[0090] 空気供給部30Gは、エジェクター本体31を備えている。エジェクター本体31には、その外周側面に吸入口32が接続されている。

エジェクター本体31は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路

３１ｒを有している。エジェクター本体３１には、その第一端部３１ａに高压空気供給配管３５に接続され、その第二端部３１ｂに空気供給管２２が接続されている。

この実施形態において、高压空気供給配管３５は、例えばターボコンプレッサー等の高压空気供給源３７に接続されている。

[0091] 吸入口３２の第一端部３２ａには、低压空気供給配管３９が接続されている。この実施形態における低压空気供給配管３９は、船体１１において喫水線よりも上方の大気中に開口しており、大気を低压空気ＡＬとして吸入口３２に送り込む。

[0092] エジェクター本体３１と気泡噴出部２１との間の空気供給管２２には、逆止弁Ｖ１が開閉可能に設けられている。

低压空気供給配管３９には、切換弁Ｖ２が開閉可能に設けられている。切換弁Ｖ２は、低压空気供給配管３９からエジェクター本体３１への低压空気の流れを断続する。

[0093] 空気供給部３０Ｇにおいて、切換弁Ｖ２を閉じた状態で、高压空気供給源３７を起動させる。すると、エジェクター本体３１には、高压空気供給配管３５を通して第一端部３１ａから流路３１ｒに高压空気ＡＨが送り込まれる。次いで、逆止弁Ｖ１を開く。これにより、高压空気ＡＨが、逆止弁Ｖ１を通過して気泡噴出部２１に供給される。エジェクター本体３１の第一端部３１ａから送り込まれた高压空気ＡＨは、エジェクター本体３１内において流速が漸次高まって、流路３１ｒ内に負圧が生じる。

[0094] 次に、切換弁Ｖ２を開く。すると、低压空気供給配管３９から取り込まれた大気からなる低压空気ＡＬが、エジェクター本体３１内の負圧により、吸入口３２の第一端部３２ａから流路３２ｒ内に流れ込む。流路３２ｒ内に流れ込んだ低压空気ＡＬは、第二端部３２ｂからエジェクター本体３１の流路３１ｒ内に引き込まれ、流路３１ｒ内で高压空気ＡＨと合流する。この流路３１ｒ内で合流した空気は、エジェクター本体３１の第二端部３１ｂから空気供給管２２に送り込まれる。これにより、気泡噴出部２１に対しては、高

圧空気 A H に低圧空気 A L を加えた空気が供給される。

[0095] 上述した第七実施形態によれば、空気供給部 30 G では、ターボコンプレッサー等の高圧空気供給源 37 で圧縮された高圧空気 A H と、大気である低圧空気 A L とが、気泡噴出部 21 に供給される。そのため、気泡噴出部 21 から噴出する空気流量を増大させることができる。

このようにして、より少ない消費エネルギーで、気泡噴出部 21 から噴出する空気によって船体 11 と水との間に生じる摩擦抵抗力を抑えることによって、船体の推進力に対するロスを抑え、燃料消費削減による省エネルギー効果の向上、CO₂排出量削減を効果的に図ることができる。

[0096] このような構成においては、空気供給部 30 G は船体 11 の船首部 11 f 側に配置され、船尾部 11 r 側の過給器 14 等と接続する配管が不要である。その結果、設備構成が簡素化され、低コスト化を図ることができる。

[0097] (第八実施形態)

次に、この発明の第八実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第八実施形態においては、第一から第七実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図 8 は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図 8 に示すように、この実施形態における船舶 10 は、摩擦抵抗低減装置 20 H を備えている。摩擦抵抗低減装置 20 H は、気泡噴出部 21 と、気泡回収部 25 と、空気供給部 30 H と、を備えている。

[0098] 空気供給部 30 H は、エジェクター本体 31 を備えている。エジェクター本体 31 には、その外周側面に吸入口 32 が接続されている。エジェクター本体 31 は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路 31 r を有している。エジェクター本体 31 には、その第一端部 31 a に高圧空気供給配管 35 が接続され、その第二端部 31 b に空気供給管 22 が接続されている。この実施形態における高圧空気供給配管 35 は、例えばターボコンプレッサ

一等の高圧空気供給源 37 に接続されている。

[0099] 吸入口 32 の第一端部 32a には、低圧空気供給配管 39 が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管 39 は、気泡回収部 25 に接続されており、この気泡回収部 25 で回収した気泡から得られる空気が、低圧空気 AL として吸入口 32 に取り込まれる。

[0100] エジェクター本体 31 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 22 には、逆止弁 V1 が開閉可能に設けられている。

気泡回収部 25 で回収した気泡から得られる空気を、低圧空気 AL として取り込む低圧空気供給配管 39 には、逆止弁 V5 が設けられている。

[0101] 空気供給部 30H において、逆止弁 V1、逆止弁 V5 を閉じた状態から、高圧空気供給源 37 を起動させる。これにより、エジェクター本体 31 には、高圧空気供給配管 35 を通して第一端部 31a から流路 31r に高圧空気 AH が送り込まれる。次いで、逆止弁 V1 を開く。これにより、高圧空気 AH が逆止弁 V1 を通って気泡噴出部 21 に供給される。エジェクター本体 31 の第一端部 31a から送り込まれた高圧空気 AH は、エジェクター本体 31 内において流速が漸次高まって、流路 31r 内に負圧が生じる。

[0102] 次いで、逆止弁 V5 を開く。すると、吸入口 32 の第一端部 32a から、気泡回収部 25 で回収した空気である低圧空気 AL が流れ込む。これにより、エジェクター本体 31 には、吸入口 32 の第一端部 32a から、気泡回収部 25 で回収した空気である低圧空気 AL が流れ込む。この流路 32r 内に流れ込んだ低圧空気 AL は、第二端部 32b からエジェクター本体 31 の流路 31r 内に引き込まれ、流路 31r 内で高圧空気 AH と合流し、エジェクター本体 31 の第二端部 31b から空気供給管 22 に送り込まれる。これにより、気泡噴出部 21 に対しては、高圧空気 AH に低圧空気 AL を加えた空気が供給される。

[0103] 上述した第八実施形態によれば、空気供給部 30H では、ターボコンプレッサー等の高圧空気供給源 37 で圧縮された高圧空気 AH と、気泡回収部 25 で回収した低圧空気 AL とが合流して、気泡噴出部 21 に供給される。そ

のため、気泡噴出部 21 から噴出する空気流量を増大させることができる。第六実施形態と同様に、低圧空気 AL が、気泡回収部 25 で回収した気泡から得られるので、何らのエネルギーやコストが必要ない。低圧空気 AL は、船底 11b の下方から回収するため、上記第七実施形態における大気よりも圧力が高くなり、大気を昇圧する場合と比較してエネルギー効率をより高めることができる。

[0104] (第九実施形態)

次に、この発明の第九実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第九実施形態においては、第一～第八実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図 9 は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図 9 に示すように、この実施形態における船舶 10 は、摩擦抵抗低減装置 20J を備えている。摩擦抵抗低減装置 20J は、気泡噴出部 21 と、空気供給部 30J と、を備えている。

[0105] 空気供給部 30J は、エジェクター本体 31 を備えている。このエジェクター本体 31 には、その外周側面に吸入口 32 が接続されている。エジェクター本体 31 は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路 31r を有している。エジェクター本体 31 には、その第一端部 31a に高圧空気供給配管 35 が接続され、その第二端部 31b に空気供給管 22 が接続されている。この実施形態における高圧空気供給配管 35 は、例えばターボコンプレッサー等の高圧空気供給源 37 に接続されている。

[0106] 吸入口 32 の第一端部 32a には、低圧空気供給配管 39 が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管 39 は、過給器 14 の吐出側に接続されており、この過給器 14 から吐出される圧縮空気の一部がエジェクター本体 31 の第一端部 31a に低圧空気 AL として送り込まれる。この実施形態は、主機 13 の出力が小さい場合を想定したものである。この実施形

態の過給器 14 から吐出される圧縮空気は、コンプレッサー等の高圧空気供給源 37 で圧縮された高圧空気 A H よりも低圧であるため、低圧空気 A L として利用することができる。

[0107] エジェクター本体 31 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 22 には、逆止弁 V 1 が開閉可能に設けられている。

過給器 14 から低圧空気 A L を取り込む低圧空気供給配管 39 には、切換弁 V 4 が開閉可能に設けられている。切換弁 V 4 は、低圧空気供給配管 39 からエジェクター本体 31 への低圧空気 A L の流れの断続、及びその流量調整を行う。

[0108] 空気供給部 30 J において、切換弁 V 4 を閉じた状態で、高圧空気供給源 37 を作動させる。すると、高圧空気供給源 37 からエジェクター本体 31 の第一端部 31 a に高圧空気 A H が送り込まれる。次いで、逆止弁 V 1 を開く。高圧空気 A H は、エジェクター本体 31 内において流速が漸次高まって、流路 31 r 内に負圧が生じる。

次いで、切換弁 V 4 を開く。すると、過給器 14 から送り出された低圧空気 A L が、エジェクター本体 31 内の負圧により、吸入口 32 の第一端部 32 a から流れ込む。この流路 32 r 内に流れ込んだ低圧空気 A L は、第二端部 32 b からエジェクター本体 31 の流路 31 r 内に引き込まれ、流路 31 r 内で高圧空気 A H と合流し、エジェクター本体 31 の第二端部 31 b から空気供給管 22 に送り込まれる。これにより、気泡噴出部 21 に対しては、高圧空気 A H に低圧空気 A L を加えた空気が供給される。

[0109] 上述した第九実施形態によれば、コンプレッサー等の高圧空気供給源 37 で圧縮された高圧空気 A H と、過給器 14 で圧縮された低圧空気 A L とが、合流して気泡噴出部 21 に供給される。そのため、気泡噴出部 21 から噴出する空気流量を増大させることができる。特に、低圧空気 A L は、過給器 14 から吐出される圧縮空気の一部を利用するので、気泡噴出部 21 から噴出する空気流量をより増大させることができる。

[0110] (第十実施形態)

次に、この発明の第十実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第十実施形態においては、第一～第九実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図10は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図10に示すように、この実施形態における船舶10は、摩擦抵抗低減装置20Kを備えている。摩擦抵抗低減装置20Kは、気泡噴出部21と、気泡回収部25と、空気供給部30Kと、低圧空気供給部40と、を備えている。

[0111] この実施形態における空気供給部30Kは、エジェクター本体31を、直列に2基備えている。これらエジェクター本体31は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路31rを有している。直列に接続されたエジェクター本体31のうち、上流側に配置されるエジェクター本体31Aの第一端部31aには、高圧空気供給配管35が接続されている。上流側に配されるエジェクター本体31Aの第二端部31bには、接続管49が接続されている。下流側のエジェクター本体31Bの第一端部31aは、接続管49を介して上流側のエジェクター本体31Aに接続されている。この下流側のエジェクター本体31Bの第二端部31bには、空気供給管22が接続されている。

[0112] この実施形態における高圧空気供給配管35は、過給器14の吐出側に接続されており、過給器14から吐出される圧縮空気の一部が、高圧空気AHとして上流側のエジェクター本体31の第一端部31aに送り込まれる。

[0113] エジェクター本体31A、31Bに設けられた吸入口32の第一端部32aには、途中で分岐した低圧空気供給配管39がそれぞれ接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管39は、気泡回収部25に接続されている。この低圧空気供給配管39により、気泡回収部25で回収した気泡から得られる空気が、低圧空気ALとしてそれぞれの吸入口32に分配され

る。

[0114] エジェクター本体 3 1 と気泡噴出部 2 1 との間の空気供給管 2 2 には、逆止弁 V 1 が開閉可能に設けられている。

ブローアー 4 2 と気泡噴出部 2 1 との間の空気供給管 4 3 には、逆止弁 V 3 が開閉可能に設けられている。

過給器 1 4 から高圧空気 A H を取り込む高圧空気供給配管 3 5 には、切換弁 V 4 が開閉可能に設けられている。切換弁 V 4 は、高圧空気供給配管 3 5 からエジェクター本体 3 1 への高圧空気 A H の流れの断続、及びその流量調整を行う。

気泡回収部 2 5 で回収した気泡から得られる空気を、低圧空気 A L として取り込む低圧空気供給配管 3 9 には、逆止弁 V 5 1 が設けられている。

上流側のエジェクター本体 3 1 A に向けて分岐した低圧空気供給配管 3 9 には、切換弁 V 7 が設けられている。この切換弁 V 7 を開くことで、エジェクター本体 3 1 A および、エジェクター本体 3 1 B のそれぞれに向けて低圧空気 A L が分流可能な状態となる。切換弁 V 7 を閉じることで、エジェクター本体 3 1 B にのみ低圧空気 A L を供給可能な状態となる。

[0115] 空気供給部 3 0 K において、切換弁 V 4、切換弁 V 7、逆止弁 V 5 1 を閉じた状態から、切換弁 V 4 を開くと、高圧空気供給配管 3 5 を通して過給器 1 4 で圧縮された高圧空気 A H が第一端部 3 1 a から上流側のエジェクター本体 3 1 A に送り込まれる。次いで、逆止弁 V 1 を開く。これにより、直列接続されたエジェクター本体 3 1 A、および、エジェクター本体 3 1 B の各エジェクター本体 3 1 から逆止弁 V 1 を通って高圧空気 A H が気泡噴出部 2 1 に供給される。

[0116] 上流側のエジェクター本体 3 1 A の流路 3 1 r に送り込まれた高圧空気 A H は、エジェクター本体 3 1 A 内において流速が漸次高まり、その流路 3 1 r 内に負圧が生じる。上流側のエジェクター本体 3 1 A から送り出された高圧空気 A H は、接続管 4 9 を介して下流側のエジェクター本体 3 1 B に送り込まれる。エジェクター本体 3 1 B の流路 3 1 r に送り込まれた高圧空気 A

Hは、エジェクター本体31B内において流速が漸次高まり、その流路31r内に負圧が生じる。

[0117] 次いで、逆止弁V51を開く。すると、エジェクター本体31Bのエジェクター本体31内の負圧により、エジェクター本体31Bの吸入口32の第一端部32aから、気泡回収部25で回収した空気である低圧空気ALが流れ込む。

さらに、切換弁V7を開けば、上流側のエジェクター本体31Aに向けて分岐した低圧空気供給配管39を通して、上流側のエジェクター本体31Aの吸入口32にも、低圧空気ALが送り込まれる。これにより、上流側のエジェクター本体31Aの流路32r内に流れ込んだ低圧空気ALは、エジェクター本体31Aの流路31r内に引き込まれ、流路31r内で高圧空気AHと合流し、上流側のエジェクター本体31Aの第二端部31bから送り出される。

エジェクター本体31Bの吸入口32の流路32r内に流れ込んだ低圧空気ALは、エジェクター本体31Bの流路31r内に引き込まれ、流路31r内で空気(AH+AL)と合流し、この合流した空気(AH+AL+AL)が、下流側のエジェクター本体31Bの第二端部31bから送り出される。

[0118] このような摩擦抵抗低減装置20Kにおいては空気供給部30Kと、低圧空気供給部40とを、択一的に作動させて気泡噴出部21に対する空気供給を行うことができる。

これにより、例えば、喫水が浅い場合には、切換弁V4、V51、V7及び逆止弁V51を閉じた状態で、ブロアー42を作動させて、逆止弁V3が開くことによって、低圧空気供給部40により低圧空気AL2を気泡噴出部21に供給することができる。

喫水が深い場合には、逆止弁V1、V3、V51、切換弁V4、V7を閉じた状態で、この実施形態と同様にして、空気供給部30Kで合流させた空気(AH+AL+AL)を気泡噴出部21に供給することができる。

低圧空気供給部４０と空気供給部３０Ｋとを同時に作動させ、気泡噴出部２１に対して、空気供給部３０Ｋで合流させた空気（ＡＨ＋ＡＬ＋ＡＬ）、および低圧空気ＡＬ２の両方を供給することもできる。

[0119] 上述した第十実施形態によれば、エジェクター本体３１を複数直列に接続することで、高圧空気ＡＨに対してより多くの低圧空気ＡＬを合流させることができる。そのため、気泡噴出部２１へ供給される空気流量をより一層増加させることができる。

[0120] この実施形態においては、空気供給部３０Ｋとしてエジェクター本体３１を２段直列に接続する場合について説明したが、エジェクター本体３１を直列接続する数は、複数であれば良く２段に限られるものではない。例えば、３段以上のエジェクター本体３１を直列接続するようにしても良い。

[0121] （第十一実施形態）

次に、この発明の第十一実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第十一実施形態においては、第一から第十実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図１１は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図１１に示すように、この実施形態における船舶１０は、摩擦抵抗低減装置２０Ｌを備えている。摩擦抵抗低減装置２０Ｌは、気泡噴出部２１と、気泡回収部２５と、空気供給部３０Ｌと、低圧空気供給部４０と、を備えている。

[0122] 空気供給部３０Ｌは、エジェクター本体３１と、チャージタンク６０と、を備えている。エジェクター本体３１には、吸入口３２が接続されている。

エジェクター本体３１は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路３１ｒを有している。エジェクター本体３１には、その第一端部３１ａに高圧空気供給配管３５が接続され、その第二端部３１ｂに空気供給管２２が接続されている。この実施形態における高圧空気供給配管３５は、過給器１４

の吐出側に接続され、過給器 14 から吐出される圧縮空気の一部が高圧空気 A H としてエジェクター本体 31 の第一端部 31 a に送り込まれる。

[0123] 吸入口 32 の第一端部 32 a には、低圧空気供給配管 39 が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管 39 は、気泡回収部 25 に接続されており、気泡回収部 25 で回収した気泡から得られる空気が、低圧空気 A L として大気を吸入口 32 に取り込まれる。

[0124] チャージタンク 60 は、高圧空気供給配管 35 の中間部に設けられている。このチャージタンク 60 には、高圧空気供給配管 35 を通る高圧空気 A H を、一定量貯留することが可能となっている。つまり、高圧空気 A H は、高圧空気供給配管 35 を通る途中で、一時的にチャージタンク 60 に貯留され、その後、高圧空気供給配管 35 を介してエジェクター本体 31 の第一端部 31 a へと送り込まれる。

[0125] エジェクター本体 31 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 22 には、逆止弁 V 1 が開閉可能に設けられている。

ブロアー 42 と気泡噴出部 21 との間の空気供給管 43 には、逆止弁 V 3 が開閉可能に設けられている。

過給器 14 から高圧空気 A H を取り込む高圧空気供給配管 35 には、切換弁 V 4 が開閉可能に設けられている。切換弁 V 4 は、高圧空気供給配管 35 からエジェクター本体 31 への高圧空気 A H の流れの断続、及びその流量調整を行う。

高圧空気供給配管 35 においてチャージタンク 60 の下流側には、流量調整弁 V 8 が開閉可能に設けられている。この流量調整弁 V 8 の開度に応じた流量の高圧空気 A H が、チャージタンク 60 からエジェクター本体 31 に供給される。つまり、流量調整弁 V 8 により、チャージタンク 60 への高圧空気 A H のチャージ量を調整可能となっている。

気泡回収部 25 で回収した気泡から得られる空気を、低圧空気 A L として取り込む低圧空気供給配管 39 には、逆止弁 V 5 が設けられている。

[0126] 空気供給部 30 L において、切換弁 V 4、流量調整弁 V 8、逆止弁 V 5 を

閉じた状態から、切換弁V 4を開くと、高圧空気供給配管3 5を通して過給器1 4で圧縮された高圧空気A Hがチャージタンク6 0にチャージされる。次に、流量調整弁V 8を開き、さらに逆止弁V 1を開くと、エジェクター本体3 1の流路3 1 rには、チャージタンク6 0から高圧空気供給配管3 5を通して過給器1 4で圧縮された高圧空気A Hの一部が送り込まれる。流路3 1 rに送り込まれた高圧空気A Hは、エジェクター本体3 1内において流速が漸次高まり、流路3 1 r内に負圧が生じる。高圧空気A Hは、高圧空気供給配管3 5の途中でチャージタンク6 0に一時的に貯留される。このようにチャージタンク6 0に貯留されることで、高圧空気A Hの脈動が低減される。

[0127] 続いて、逆止弁V 5を開く。すると、エジェクター本体3 1内の負圧により、吸入口3 2の第一端部3 2 aから、気泡回収部2 5で回収した空気である低圧空気A Lが流れ込む。この流路3 2 r内に流れ込んだ低圧空気A Lは、エジェクター本体3 1の流路3 1 r内に引き込まれ、流路3 1 r内で高圧空気A Hと合流し、エジェクター本体3 1の第二端部3 1 bから送り出される。これにより、気泡噴出部2 1に対し、高圧空気A Hに低圧空気A Lを加えた空気が供給される。

[0128] この摩擦抵抗低減装置2 0 Lは、空気供給部3 0 Lと、低圧空気供給部4 0とを、択一的に作動させて気泡噴出部2 1に対する空気供給を行うことができる。これにより、例えば、喫水が浅い場合には、低圧空気供給部4 0により低圧空気A L 2を気泡噴出部2 1に供給し、喫水が深い場合には、空気供給部3 0 Lにより高圧空気A Hおよび低圧空気A Lを気泡噴出部2 1に供給することができる。低圧空気供給部4 0と空気供給部3 0 Lとを同時に作動させることで、気泡噴出部2 1に対して、高圧空気A H、低圧空気A L、および低圧空気A L 2を同時に供給することもできる。

[0129] 上述した第十一実施形態によれば、とりわけ、エジェクター本体3 1に供給される高圧空気A Hが、チャージタンク6 0を経由するため、過給器1 4の出力側に生じる高圧空気A Hの脈動の影響を抑えることができる。これに

より、エジェクター本体 31 に対して、安定した流量で高圧空気 AH を供給することが可能となる。その結果、エジェクター本体 31 において、高圧空気 AH に対して低圧空気 AL を安定して合流させることができるとともに、気泡噴出部 21 から安定して気泡を発生させることができる。

[0130] (第十二実施形態)

次に、この発明の第十二実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶を図面に基づき説明する。この第十二実施形態においては、第一～第五実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図 12 は、この実施形態に係る空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置、船舶の全体構成を示す模式図である。

図 12 に示すように、この実施形態における船舶 10 は、摩擦抵抗低減装置 20M を備えている。摩擦抵抗低減装置 20M は、気泡噴出部 21 と、気泡回収部 25 と、空気供給部 30M と、を備えている。

[0131] 空気供給部 30M は、エジェクター本体 31 と、チャージタンク 70 と、を備える。

エジェクター本体 31 は、上述した各実施形態と同様に、テーパ状の流路 31r を有している。エジェクター本体 31 の第一端部 31a には、高圧空気供給配管 35 が接続される一方で、エジェクター本体 31 の第二端部 31b には、空気供給管 22 が接続されている。この実施形態における高圧空気供給配管 35 は、例えばターボコンプレッサー等の高圧空気供給源 37 に接続されている。

[0132] チャージタンク 70 は、高圧空気供給配管 35 の中間部に設けられ、第十一実施形態のチャージタンク 60 と同様に、高圧空気供給配管 35 を通る高圧空気 AH を一定量貯留することが可能となっている。つまり、高圧空気供給源 37 で圧縮された高圧空気 AH は、高圧空気供給配管 35 を通る途中で、一時的にチャージタンク 70 に貯留され、その後、エジェクター本体 31 の第一端部 31a へと送り込まれる。

[0133] 吸入口 3 2 の第一端部 3 2 a には、低圧空気供給配管 3 9 が接続されている。この実施形態における低圧空気供給配管 3 9 は、気泡回収部 2 5 に接続されており、気泡回収部 2 5 で回収した気泡から得られる空気が、低圧空気 A L として吸入口 3 2 に取り込まれる。

[0134] エジェクター本体 3 1 と気泡噴出部 2 1 との間の空気供給管 2 2 には、逆止弁 V 1 が開閉可能に設けられている。

気泡回収部 2 5 で回収した気泡から得られる空気を、低圧空気 A L として取り込む低圧空気供給配管 3 9 には、逆止弁 V 5 が設けられている。

高圧空気供給配管 3 5 においてチャージタンク 7 0 の下流側には、流量調整弁 V 9 が開閉可能に設けられている。この流量調整弁 V 9 は、チャージタンク 7 0 に対して、上述したチャージタンク 6 0 に対する流量調整弁 V 8 の機能と同様の機能を有している。

[0135] 空気供給部 3 0 M において、逆止弁 V 1, V 5、流量調整弁 V 9 を閉じた状態から、高圧空気供給源 3 7 を起動させる。すると、高圧空気供給源 3 7 で加圧された高圧空気 A H がチャージタンク 7 0 にチャージされる。次に、流量調整弁 V 9 を開くと、エジェクター本体 3 1 の流路 3 1 r には、チャージタンク 7 0 にチャージされた高圧空気 A H が送り込まれる。これにより、逆止弁 V 1 が開く。このようにチャージタンク 7 0 に高圧空気 A H が貯留されることで、高圧空気 A H の脈動が低減される。

[0136] 流路 3 1 r に送り込まれた高圧空気 A H は、エジェクター本体 3 1 内において流速が漸次高まり、流路 3 1 r 内に負圧が生じる。すると、エジェクター本体 3 1 内の負圧により逆止弁 V 5 を開くとともに、吸入口 3 2 の第一端部 3 2 a から、気泡回収部 2 5 で回収した空気である低圧空気 A L が流れ込む。この流路 3 2 r 内に流れ込んだ低圧空気 A L は、エジェクター本体 3 1 の流路 3 1 r 内に引き込まれ、流路 3 1 r 内で高圧空気 A H と合流し、エジェクター本体 3 1 の第二端部 3 1 b から送り出される。これにより、気泡噴出部 2 1 に対し、高圧空気 A H に低圧空気 A L を加えた空気が供給される。

[0137] 上述した第十二実施形態によれば、エジェクター本体 3 1 に供給される高

圧空気 A H が、チャージタンク 70 を通るため、第十一実施形態と同様に、コンプレッサー等の高圧空気供給源 37 の作動にともなって生じる高圧空気 A H の脈動を抑えることができる。その結果、気泡噴出部 21 から、安定して気泡を発生させることができる。

[0138] (その他の変形例)

この発明は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。すなわち、実施形態で挙げた具体的な形状や構成等は一例にすぎず、適宜変更が可能である。

例えば、上記各実施形態に開示した構成は、適宜組み合わせることができる。

産業上の利用可能性

[0139] この発明は、船体の周囲に空気を噴出して前記船体と周囲の水との間に生じる摩擦抵抗を低減させる空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置に適用できる。この摩擦抵抗低減装置によれば、部品点数の増加を抑制しつつ必要な空気流量を確保して、十分な省エネルギー効果、CO₂排出量削減効果を得ることができる。

符号の説明

[0140] 10 船舶（空気潤滑式船舶）

11 船体

11b 船底

11f 船首部

11r 船尾部

12 スクリュー

12s シャフト

13 主機

14 過給器（高圧空気供給源、補機）

20A, 20B, 20C, 20D, 20E, 20F, 20G, 20H, 20

J, 20K, 20L, 20M 摩擦低減装置

21 気泡噴出部

22 空気供給管

25 気泡回収部

30A, 30C, 30D, 30E, 30F, 30G, 30H, 30J, 30K, 30L, 30M 空気供給部

31, 31A, 31B エジェクター本体 (エジェクター)

31a 第一端部

31b 第二端部

31r 流路

32 吸入口

32a 第一端部

32b 第二端部

32r 流路

35 高圧空気供給配管

37 高圧空気供給源

38 低圧空気供給源

39 低圧空気供給配管

39a 分岐管

39b 分岐管

40 低圧空気供給部 (空気昇圧部)

41 大気導入管

41a 第一端部

41b 第二端部

42 ブローアー

43 空気供給管

49 接続管

60, 70 チャージタンク

6 1 大気導入管

6 2 ブローアー

A H 高圧空気

A L 低圧空気

A L 2 低圧空気

L 喫水線

V 1 逆止弁

V 2 切換弁

V 3 逆止弁

V 4 切換弁

V 4' 切換弁

V 5 逆止弁

V 6 切換弁

V 7 切換弁

V 8 流量調整弁

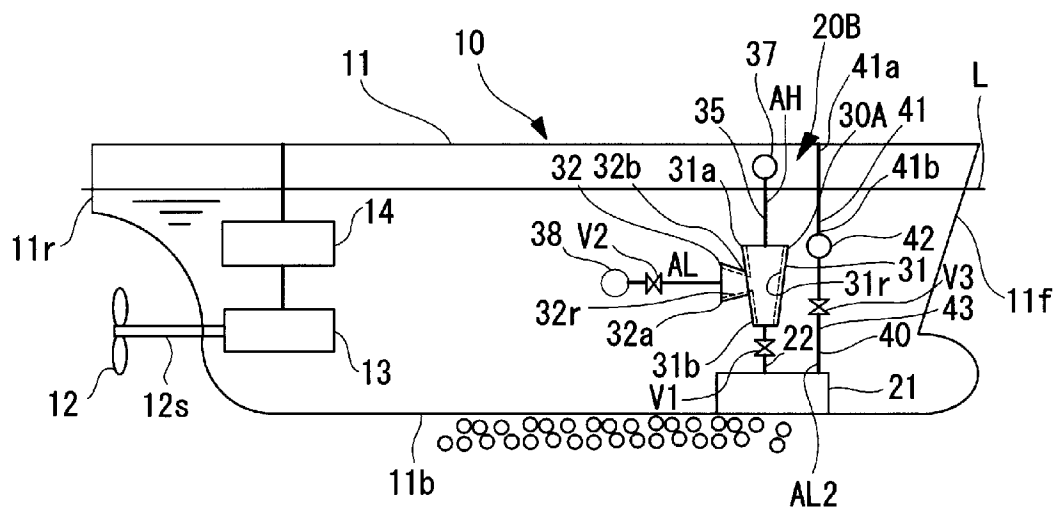
V 9 流量調整弁

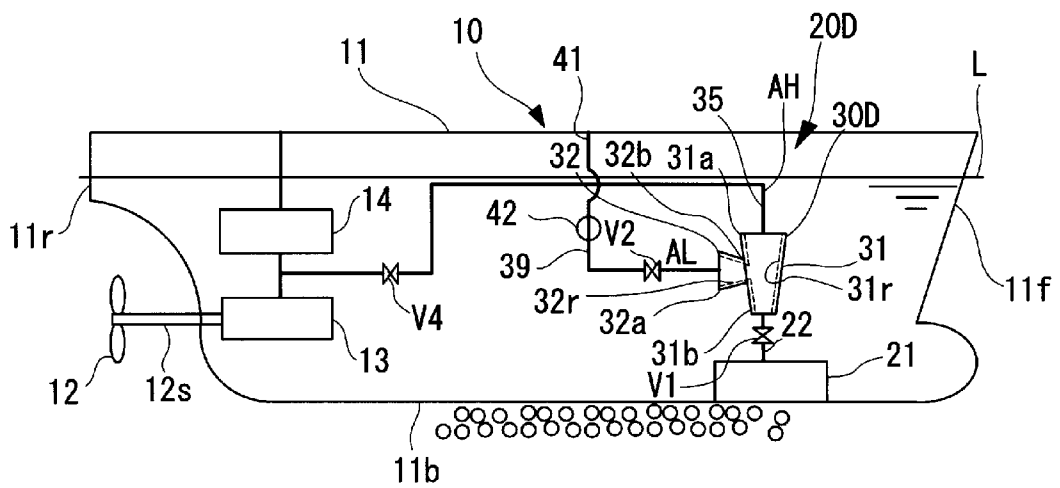
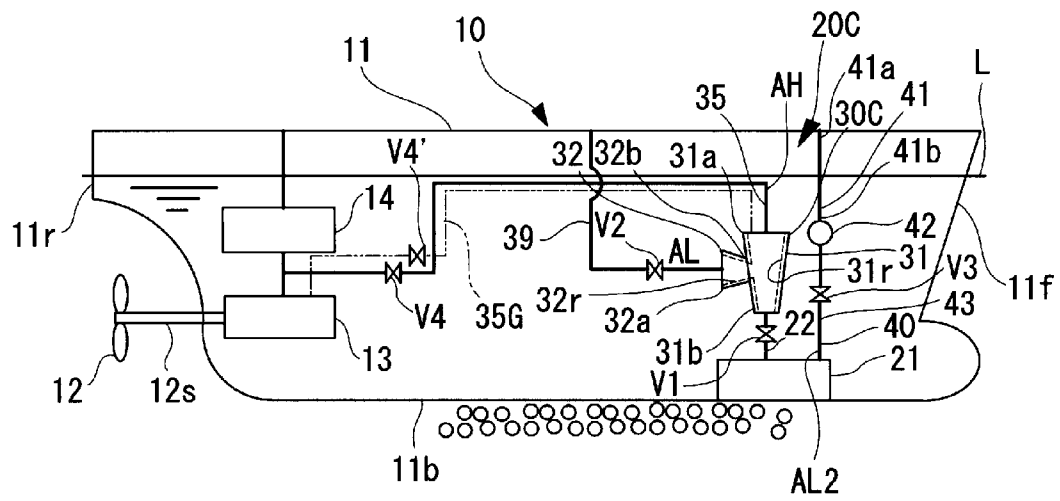
V 5 1 逆止弁

請求の範囲

- [請求項1] 船体の周囲に空気を噴出して前記船体と周囲の水との間に生じる摩擦抵抗を低減させる空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置であって、
高圧空気供給源から供給される高圧空気が流れる流路を有し、前記流路内に前記高圧空気よりも低い圧力の低圧空気を引き込むエジェクターと、
前記エジェクターから吐出された前記高圧空気及び前記低圧空気を噴出することによって、前記船体の周囲に気泡を発生させる気泡噴出部と、を備える空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項2] 前記流路は、上流側から下流側に向かって流路断面積が漸次縮小している請求項1に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項3] 前記高圧空気供給源は、前記船体を推進させる主機、又は、前記主機に給気する補機である請求項1又は2に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項4] 前記高圧空気供給源は、大気を圧縮するコンプレッサーである請求項1又は2に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項5] 前記気泡噴出部から噴出した前記気泡を回収する気泡回収部をさらに備え、
前記低圧空気は、前記気泡回収部で回収した前記気泡と、大気から取り込んでブロアーで圧縮した空気とである請求項1から4の何れか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項6] 前記気泡噴出部から噴出した前記気泡を回収する気泡回収部をさらに備え、
前記低圧空気は、前記気泡回収部で回収した前記気泡から得る請求項1から4の何れか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項7] 前記低圧空気は、大気中から取り込んだ空気である請求項1から4の何れか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。

- [請求項8] 前記低圧空気は、大気から取り込んだ空気をブロアーで圧縮したものである請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項9] 前記船体を推進させる主機に燃焼用空気を圧縮して供給する過給器を備え、前記低圧空気は、前記過給器で圧縮された空気である請求項 4 に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項10] 大気から取り込んだ空気を圧縮して前記気泡噴出部に供給する空気昇圧部をさらに備え、
前記気泡噴出部に対し、前記空気昇圧部および前記エジェクターの少なくとも一方から択一的に空気を供給可能である請求項 1 から 9 の何れか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項11] 前記エジェクターの上流側に、前記高圧空気を一時的に貯留するチャージタンクをさらに備える請求項 1 から 10 の何れか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [請求項12] 請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の空気潤滑式船舶の摩擦抵抗低減装置を備えた船舶。

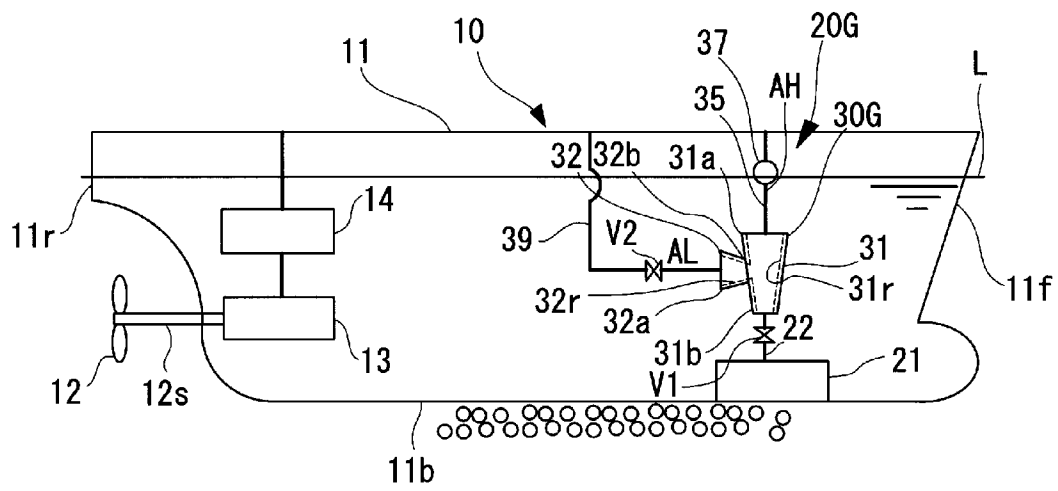




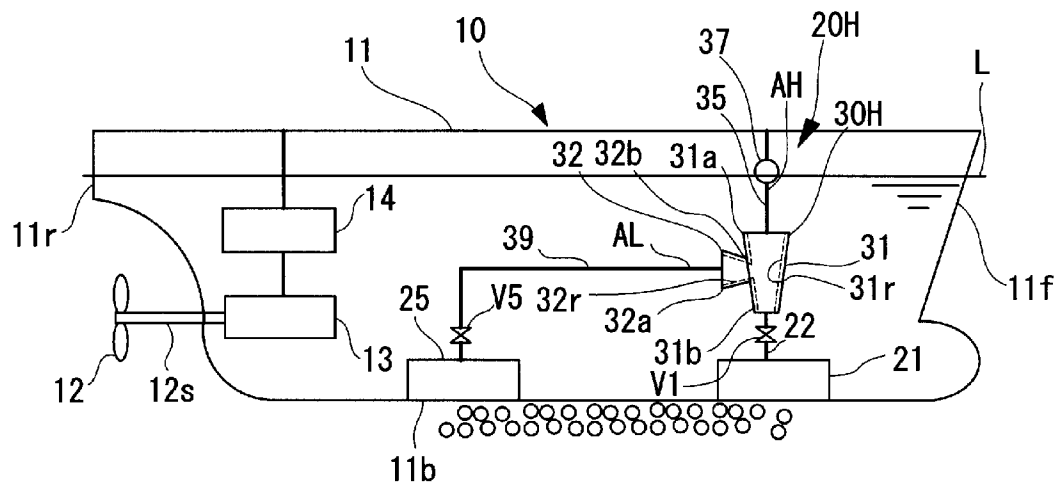
The schematic diagram illustrates a liquid supply system 10. It features a main liquid supply pipe 11 connected to a pump unit 12 via a branch pipe 11r. The pump unit 12 includes a motor 12s and a pump mechanism 13. A check valve V4 is located on the branch pipe 11r. The main pipe 11 branches into two paths: one leading to a nozzle assembly 31 and another leading to a reservoir 21. The nozzle assembly 31 consists of a nozzle body 32 and a nozzle tip 31a. The reservoir 21 contains a liquid level sensor 40 and a float valve V3. The system also includes a pressure sensor 41 and a flow meter 42. The nozzle assembly 31 is shown spraying a liquid stream 35 towards a target area AL. The reservoir 21 is connected to the main pipe 11 via a pipe 22.

[illegible]

[図7]



[図8]



[illegible]

The schematic diagram illustrates a water supply system for a vehicle. A main horizontal pipe (10) runs across the top. On the left, a pump assembly includes a motor (11r) connected to a pump body (12), which has an inlet (12s). The pump draws water from a reservoir (11f) at the bottom. Water is pushed through a vertical pipe (13) containing two valves (14) and exits through a nozzle (12s). The main pipe (10) branches off to various components: it feeds a valve (V9) leading to a tank (35); it passes through a series of valves (32, 32b, 31a) before entering a central component (31); it also branches off to a side pipe (39) containing valve V5; another branch leads to a valve (22) and then to a component (21) containing valve V1. A long pipe (L) connects the main pipe (10) to a distant point (70) via a valve (37). Various other labels like 11, 11b, 11f, 20M, 30M, 31b, and 32r are present, indicating different parts and flow paths within the system.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084689

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63B1/38(2006.01)i, B63H21/14(2006.01)i, B63J3/00(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)

B63B1/38, B63H21/14, B63J3/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 11-310188 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 09 November 1999 (09.11.1999), paragraphs [0012] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1-12
Y	JP 2009-274713 A (Ouchi Ocean Consultant, Inc.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraphs [0010] to [0012], [0014]; fig. 1 (Family: none)	1-12
Y	JP 2001-239995 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 September 2001 (04.09.2001), paragraph [0021]; fig. 3 (Family: none)	2-12

☒ 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
04 February 2016 (04.02.16)

Date of mailing of the international search report
16 February 2016 (16.02.16)

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/JP2015/084689

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 2013-91376 A (National Maritime Research Institute), 16 May 2013 (16.05.2013), paragraphs [0039] to [0043], [0056], [0061]; fig. 1 to 4 & EP 2778039 A1 paragraphs [0049] to [0062], [0098], [0107] to [0108]; fig. 1 to 4 & WO 2013/061596 A1 & CN 104053595 A & KR 10-2014-0084273 A	3-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B63B1/38(2006.01)i, B63H21/14(2006.01)i, B63J3/00(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. B63B1/38, B63H21/14, B63J3/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 11-310188 A（石川島播磨重工業株式会社）1999.11.09, 段落[0012]-[0016], 図1（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2009-274713 A（株式会社大内海洋コンサルタント）2009.11.26, 段落[0010]-[0012], [0014], 図1（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2001-239995 A（三菱重工業株式会社）2001.09.04, 段落[0021], 図3（ファミリーなし）	2-12

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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

04.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

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）

岸 智章

3D

9327

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

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 2013-91376 A (独立行政法人海上技術安全研究所) 2013. 05. 16, 段落[0039]-[0043], [0056], [0061], 図 1-4 & EP 2778039 A1, 段落[0049]-[0062], [0098], [0107]-[0108], 図 1-4 & WO 2013/061596 A1 & CN 104053595 A & KR 10-2014-0084273 A	3 - 1 2