

(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
2009年10月8日(08.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/122736 A1

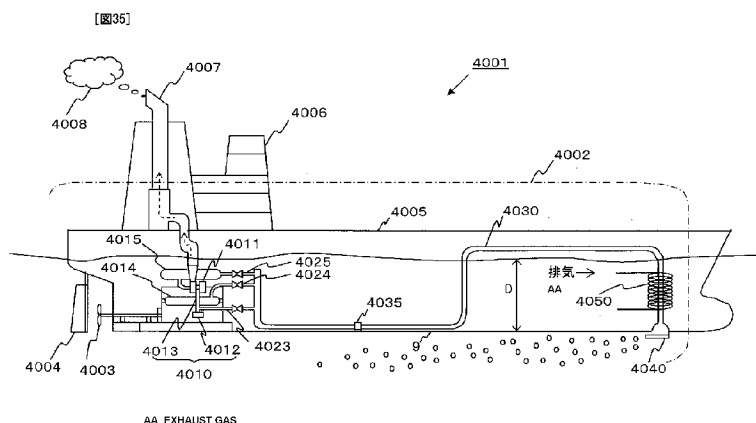
- (51) 国際特許分類:
B63B 1/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/001520
- (22) 国際出願日: 2009年3月31日(31.03.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-095466 2008年4月1日(01.04.2008) JP
特願 2008-100894 2008年4月8日(08.04.2008) JP
特願 2008-100889 2008年4月8日(08.04.2008) JP
特願 2008-186588 2008年7月17日(17.07.2008) JP
特願 2009-080676 2009年3月27日(27.03.2009) 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 東京都三鷹市新川六丁目3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): 川島英幹 (KAWASHIMA, Hideki) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海

上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 福田哲吾 (FUKUDA, Tetsugo) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 児玉良明(KODAMA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 日夏宗彦(HINATSU, Munehiko) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 堀利文(HORI, Toshifumi) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 牧野雅彦(MAKINO, Masahiko) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 春海一佳(HARUMI, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 大縄将史(OHNAWA, Masashi) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 竹子春弥(TAKESHI, Haruya) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目3番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 瀧本忠教(TAKIMO-

[続葉有]

(54) Title: FRICTIONAL RESISTANCE REDUCTION DEVICE FOR SHIP

(54) 発明の名称: 船舶の摩擦抵抗低減装置



(57) Abstract: Provided is a jetted gas control device for performing control in which, for example, the change of ship speed is reflected over time without adversely affecting a main engine. More specifically, a shortage of gas charge rate due to taking out too much gas is prevented from causing the reduction of the efficiency of the main engine and exhaust deterioration, or excessive gas charge rate is prevented from causing the same phenomenon. A frictional resistance reduction device for a ship is characterized by being provided with a main engine (4010) for obtaining the propulsion power of a ship (1), a supercharger (4011) for supplying pressurized gas to the main engine (4010), which is driven by exhaust gas of the main engine (4010), a take-out means (5023, 5024, 5025) for taking out part of the pressurized gas and/or exhaust gas from between the supercharger (4011) and the main engine (4010), a gas jet port (5040) for jetting the pressurized gas and/or exhaust gas taken out to a region (9) near a hull at or below a waterline, and a control unit (4200) for controlling the take-out quantity of the pressurized gas and/or exhaust gas on the basis of a physical quantity related to the heat load of the main engine (10) and the characteristic of the supercharger.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2009/122736 A1



TO, Tadanori) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川六丁目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: 友野英三(TOMONO, Eizo); 〒1800023 東京都武蔵野市境南町二丁目24番10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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, 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))

主機関に悪影響を与えることなく、例えば船速の変化等を経時的に反映させた制御を行う噴出気体制御装置を実現する。すなわち、ガスを取り出し過ぎて給気量が不足し、主機関の効率が低下したり、排気が悪化したり、また多すぎて同様なことが起こることを防ぐ。船舶1の推進動力を得る主機関4010と、この主機関4010の排気により駆動され前記主機関4010に加圧気体を送気する過給機4011と、この過給機4011と前記主機関4010の間から加圧気体及び／もしくは排気の一部を取り出し(5023、5024、5025)、この取り出した加圧気体及び／もしくは排気を喫水線以下の船体近傍9に噴出する(5040)とともに、前記加圧気体及び／もしくは排気を取り出し量を前記主機関10の熱負荷に関連した物理量と前記過給機特性に基づいて制御した(4200)ことを特徴とする。

明 細 書

船舶の摩擦抵抗低減装置

技術分野

[0001] 本発明は、たとえば船舶の摩擦抵抗低減装置に係り、特に水中に気泡を噴出し気体の噴出状態を制御して船体の摩擦抵抗を低減する船舶の摩擦抵抗低減装置に関する。

背景技術

[0002] 船舶の抵抗低減の研究として、造波抵抗については数多くの成果が得られているが、大型船で全抵抗の約8割摩擦を占めるといわれる摩擦抵抗については、複雑な乱流現象が関係するため、今まで目立った成果が得られていなかった。船舶の航行時においては、喫水線以下の船体表面に沿って乱流境界層が発達することにより、船体表面に摩擦抵抗が作用し、船舶の推進性能を低下させる。このような船体表面の摩擦抵抗を低減する手段として、表面に沿う境界層中に微細な気泡を注入することにより低減させるマイクロバブル式が、近年、有望な摩擦抵抗低減策として注目され、研究されて来ている。マイクロバブル式は、その摩擦抵抗低減効果が顕著であること、比較的汚損に強いこと、海洋や水圏に対する環境汚染の問題が無いことから、今後の省エネルギーが希求される時代の有望な摩擦抵抗低減装置と考えられている。

[0003] ただ、このマイクロバブル式は、水面下の船側や船底から水圧に打ち勝って数百 μm 以下の粒系の気泡を発生させているため動力を要し、摩擦抵抗低減効果と気泡発生動力の双方を考慮した正味の低減効果を増すような配慮が必要であった。また、海洋や河川等を航行する船舶は、波や流れ等様々な外乱を受け、また積荷の状態や航行状態等にも影響を受けながら、如何に有効に摩擦抵抗を低減するかが課題とされていた。特に、数百 μm 以下の粒系のマイクロバブルは気泡に働く浮力作用が少なく、船底に噴出した場合、外乱の影響を受け拡散しやすいものであった。また、今迄の研究は主として実験室レベルのものや模型船を用いた研究が主であり、これらの外乱や航行状態

を考慮に入れた研究とはなっていなかった。

- [0004] さらに、かかる送気装置の構築、敷設に莫大な初期費用がかからないことが前提条件として必要である。
- [0005] 本願発明者らは、こういった研究の現状に対し実船を用い、この船体にマイクロバブル以上の粒径の気泡を噴出できる気体噴出装置を装備し、船舶状況、航行状態、海象状況等、実際に近い状況の中で、気泡噴出と摩擦抵抗低減効果の関係を調査し、正味の低減効果を増すことを模索し、数多くの知見を得てきている。さらに、この気体噴出装置から噴出された気体を、海中内で拡散させず船底から離脱させないための気泡の粒径の最適化、また、部材、装置及び船底の形状についての研究も進めている。またさらに、このような実船を用いた調査の中で、噴出した気泡がプロペラ手段に巻き込まれ、プロペラ効率を低下させ、また正味の摩擦抵抗低減効果を悪化させていることを明らかにしてきた。
- [0006] 一方、大型船舶の主機関である船用ディーゼル機関は、燃料燃焼用の空気を圧縮して供給する過給機を備えているところ、近年大出力化と同時に高効率化が図れているが、これは過給機の効率が高くなったことによるところが大きい。
- [0007] ところが、最近、過給機の効率は更に高くなり、エンジンが必要とする効率以上の効率を出すものが出てきた。このことは、エンジンに必要な空気あるいは燃料で燃焼した排気ガスが必要以上に多いことを意味する。
- [0008] この余剰の排気ガスを利用して排気パワータービンを駆動し発電機を廻す省エネルギー技術が一般に普及してきた（例：ターボコンパウンドシステム）。上記の気泡の発生源としてこの余剰の排気ガスを利用するという考え方も出てきた。
- [0009] たとえば、下記特許文献 1 乃至 4 に記述されるような、過給機からの排気ガスを利用して気泡を発生させる思想が開示されてきた。
- [0010] 特許文献 1 は、燃料調節手段と抽気量調節手段を調節し燃料を低減しつつ排出ガスを過給機から取り出して水中に噴出し摩擦抵抗を低減させつつ、制

御として燃料供給量を最少化するように排出ガス流量を調節する技術的思想を開示している。しかし、特許文献 1 に開示される思想では、所定の船速に対して主機への燃料の供給量が少なくなるように取り出し量を制御しているのみで、必ずしも最適な制御が実現されているわけではない。しかも、排出ガスのみ利用のため、環境に影響を及ぼす場合には利用することができない。

- [0011] 特許文献 2 は、主機への気体を圧縮する過給機の低圧箇所に抽出口を設け、抽気した気体を水中に放出するという技術的思想を開示している。しかし、特許文献 2 に開示される思想では、流量調整用バルブへの言及はあるものの、具体的な制御方法は開示されていない。
- [0012] 特許文献 3 は、主機に設けられた過給機の加圧空気ラインに分岐ラインを設け、このインタークーラー下流より掃気を取り出し、泡を吐出させるという技術的思想を開示しているが、やはり具体的な制御方法は開示されていなく、主機の運転に悪影響を及ぼす虞があった。
- [0013] 特許文献 4 は、主機から排気ガスを分岐し、分岐ラインにタービン設け、このタービンでブロアーを駆動し船体より泡を吐出させるというターボコンパウンド式（排気ガスがブロアータービンを経由してブロアーで送気し泡吐出させる）技術的思想を開示しているが、具体的な制御方法は開示されていなく、主機の運転に悪影響を及ぼす虞があった。
- [0014] 特許文献 5 は、船体にエアージェクション制御ユニットを介してノズルより空気を噴出するエアージェクションユニットを設け、また船体の底部にはその放出したエアバブルやエアシートを検出するセンサーを設け、このセンサーの信号を船体運動計測ユニットに入力し、この船体運動計測ユニットに、波情報・相対波情報、変位・運動速度・加速度、方位、泡の状態検出と風速・風向を入力し、船底圧力情報、泡分布情報、摩擦力情報、船体抵抗情報により泡の状態検出を行い、放出空気膜、泡の状態を最適に制御したというものである。
- [0015] こういった構成をとっていたため、各種検出情報も限られた情報のみであ

り、船舶の水との相対速度や喫水状態等の航行状況や船舶の運転状態や機関状態等の船舶状況を判断して制御を行っているものではなく、適切にエアバブルやエアシートを制御できるものではなかった。また、複数のエアインジェクションユニットの数を各種検出情報に応じて制御するものではなかった。

- [0016] 特許文献 6 及び 7 は、加圧気体と排気の供給を圧力と喫水に応じて制御し、圧力がそこそこ上がってきて、突出（噴出）するところの水深によって決まる圧力よりも高くなると出し、低くなると止めたりする思想が開示されている。しかし、これらの文献では、やや高めのところを出したり、高いうちに止めたり、逆流起こした後で閉塞するという思想が開示も示唆もされていない。
- [0017] 特許文献 8 は、マイクロバブルの噴出装置に係わり、船殻に設けた流体噴出口の前縁部に一体に気泡水混合流体を後方に誘導する流体誘導板を形成し、当該気泡混合水流体の噴出時の運動エネルギーを船舶の推進力に変えるという技術思想が開示されている。しかし、特許文献 8 に開示される思想では、噴出する流体の向きを予め定めることはできない上、当該流体誘導板自体が船舶の航行を妨げる抵抗体になるおそれがある。
- [0018] 特許文献 9 は、空気ダクトから気泡を噴出するとともに、当該空気ダクトの上流側及び下流側に海流を整流する整流装置を備え、気泡を海流に沿って流すことで摩擦低減範囲を確保する技術思想を開示する。しかし、特許文献 9 に開示される思想では、整流装置は単に空気ダクトに対して上流側から下流側に海流が滑らかに流れるように整流する役割しか果たさないため、流速が早い潮流時には気泡が噴出された時点で拡散する可能性もあるだけでなく、空気ダクトが突出しているため船舶の航行を妨げる抵抗体になるおそれがある。また、船舶の搬入において、当該空気ダクトは盤木等の支持台に載せるとき、安全上及び作業効率上の障害となる。
- [0019] 特許文献 10 は、船底には噴流発生手段により船底側に吹き出された海水および空気噴射手段により噴射された空気が船体側方に逃げないように規制

する規制部材を設けた技術思想を開示する。しかし、特許文献 10 に開示される思想では、当該規制部材が船側に設けられ、船底からその一部が突出するように固定されている。したがって、船舶のメンテナンス等によるドック入り時に当該規制部材が盤木等の支持台にあたると、船舶を安定して定着することができないばかりでなく、当該規制部材が障害となり作業効率が低下する。また、規制部材自体が船体側方に設けられているところから海水に対する接触面積が非常に大きくなり、船舶の推進力を妨げる抵抗体となり、空気による正味の摩擦抵抗低減効果を減少させていた。さらに、空気が船体の長手方向の中央部から噴射される構成のため、摩擦抵抗低減効果に限りがあった。

[0020] 特許文献 11 は、船底にエアを送り込む構造の船舶に於いて、流れに対して船底が略平面状の構造として、船底に多数の溝部を形成させて、エアを溝部に入れる構造として、エアを入れることにより船底と水とを隔離する構造とした技術思想を開示する。しかし、特許文献 11 に開示される思想では、船底に空気を敷き込み船底を気膜で覆う構成であり、船底に空気が付随するものの、空気を保持する部材等がなく、波や流れ等の外乱で、船舶が傾くことにより空気は水圧の低い方へ拡散してしまい船底に付随する空気量が減少し、摩擦抵抗低減効果も減少してしまうことが避けられない。

[0021] 一方、このような船舶の摩擦抵抗を微細な気泡を用いて低減するために、例えば、特許文献 12、13、14 に示すような対策が取られてきた。

[0022] この特許文献 12 は、船体船首部の舷側に、ブロアーに接続した空気吹き出し器を組み付け、船体船首部の船底にコンプレッサーに接続された空気吹き出し器を組み付け、ブロアーの空気吹き出し器で発生させた微小気泡によって船底の舷方向両端部付近と船側を覆い、コンプレッサーの空気吹き出し器で発生させた微小気泡によって船底の舷方向中央部付近を覆い、船体浸水部表面を全面的に被覆させたというものである。

[0023] こうした構成をとっていたため、船側あるいは船底ではそれぞれの面に対して一つの空気吹き出し口しか有していなく、船の航行状態に応じて気泡の

吹き出し方を制御できるものではなく、摩擦抵抗の低減に限界があった。また、一般のプロアーは波の上下動による圧力変動に対して、送気量が増減し空気吹き出し量が増減するところから安定した摩擦抵抗低減につながらず、また、コンプレッサーでは送る空気量に制限があった。

[0024] また、特許文献 13 は、船体外板の静圧の異なる上下段位置に複数の開口部を設け、この開口部にそれぞれ空気吹き出し器を組み付け、船首部の甲板上に、吐出圧の小さいプロアーと吐出圧の大きいプロアーを備えた抽気式プロアー装置を設置し、上段の空気吹き出し器と吐出圧の小さいプロアーとを空気送気管により接続し、下段の空気吹き出し器と吐出圧の大きいプロアーとを別の空気送気管により接続したものである。

[0025] こうした構成をとっていたため、特に、一つの電動機によって二つのプロアーを駆動していたため、船の航行状態に応じて気泡の吹き出し方を制御できるものではなく、摩擦抵抗の低減に限界があった。また、船側の上下に吹き出し口を配置していることから、特に上部の吹き出し口は、波の上下動により気泡の発生に影響を受け易く、プロアーは波の上下動による圧力変動に対して、送気量が増減し空気吹き出し量が増減するところから、安定した有効な摩擦抵抗低減策とはなっていなかった。

[0026] また、特許文献 14 は、航行中に船首近傍から水中へ気体を噴出することにより、船体外板上に微小気泡を介在させて船体と水との摩擦抵抗を低減させるための複数の吹出口を船首近傍の限定領域にまとめて設け、吹出口近傍で生じる静水圧によって船底に気泡を拡散させるというものである。

[0027] こういう構成をとっていたため、船首部のバルブ下部の曲面部の吹出口からの気泡が、船の航行状態により影響を受け易く、また受動的な気泡拡散方式であるため、船の航行状態に応じて積極的に気泡の発生を制御し、摩擦抵抗を効果的に低減できるものではなかった。また、吹出口は船首部の限定された領域に下流側に向かって円弧上に配置されていたため、船首部の抵抗を有効に低減できていなかった。

特許文献1：特開2001-097276号公報

- 特許文献2：特開2001-48082号公報
特許文献3：特開平11-348870号公報
特許文献4：特開平11-348869号公報
特許文献5：特開2004-188993号公報
特許文献6：WO/2005/122676号公報
特許文献7：WO/1999/028180号公報
特許文献8：特開平8-243368号公報
特許文献9：特開2003-160091号公報
特許文献10：特開平5-116672号公報
特許文献11：特開平6-191396号公報
特許文献12：特開平10-24891号公報
特許文献13：特開平10-100983号公報
特許文献14：特開2000-296795号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0028] 上述したように、主機からの排気ガスを直接あるいは間接的に利用したり、過給機の過給機から空気を取り出してこれを船舶の抵抗低減に用いるという思想は、上記特許文献等を初め、種々開示されている。しかし、これらのいずれも、実際上の使用について種々問題点を孕むものであり、或いは実用上発生する問題点をなおざりにしているものである。
- [0029] たとえば、過給機タービンを通過するガスは、主機にとって性能、信頼性を保証する重要なガスであり、その量は適正に確保されねばならない。主機への過給機からの空気の供給にしても、主機からの排気にしても、主機の運転状態に応じて適正な条件に制御される必要があり、過給機からの空気の取り出しや主機以降からの排気を取り出しに当たっては、厳密管理された条件下でコントロールされねばならない。
- [0030] 過給機周辺から取り出され得るガスには、過給機の圧縮機以降で冷却器前から取り出し可能な「給気」や冷却器から主機の間から取り出し可能な「掃気

」、また主機以降で過給機のタービン間から取り出し可能な「排気」がある。これらを取り出すことにより、主機に供給される空気の圧力、流量、温度等が異なってくることになり、適正な条件下で主機が運転できるか、許容された条件下で主機が運転出来るかが課題となる。次に、取り出した給気、掃気、排気が適正な船舶の摩擦抵抗低減に繋がる条件になっているかが課題となる。これらは総て、温度、流量、圧力が異なる上、取り出すべき箇所が異なるから、複数を組み合わせて利用する場合、取り出しの最適値をいかにして求めるかが問題となる。さらに、排気ガスの場合には、排気が直接、海を汚染するかもしれないという環境問題が想定され、使えない海域があると想定される。この排気ガスが使えない海域では、給気ガスか掃気ガスを用いることになる。また、船舶の喫水状態や、運転状況によっては、バイパス配管から気体の吐出ができない状況も発生し得るし、運転停止時に海水が浸入してエンジンを損傷させることのないように設計されねばならない。

[0031] つまり、過給機からのバイパスガスを実際に利用して船舶の摩擦抵抗の低減を図り、省エネルギーを実現するには、制御上、機能上、安全上、或いは省エネルギー設計上、いろいろと問題点が存在する。しかし、上記の特許各文献を含めて、単に省エネルギーのために余剰ガスを取り出して噴出するのみ、或いは燃料を最小化するように制御するのみでは、上記の問題を現実的に解決して安全上、運航上良好な状態とするものではない。換言すれば、上記特許文献ではこれらに対して、具体的な解決策を与えるものではなかった。

[0032] また、上述したように、主機からの排気ガスを直接あるいは間接的に利用したり、過給機から空気を取り出してこれを船舶の抵抗低減に用いるという思想は、上記特許文献等を初め、種々開示されている。しかし、これらのいずれも、実際上の使用について種々問題点を孕むものであり、或いは実用上発生する問題点をなおざりにしているものである。

[0033] たとえば、過給機タービンを通過するガスは、主機にとって性能、信頼性を保証する重要なガスであり、その量は適正に確保されねばならない。単に燃

料コストを最小化するような制御では、主機に悪影響を及ぼすことなく、また効率良く維持するためには不十分である。主機への過給機からの空気の供給にしても、主機からの排気にしても、主機の運転状態に応じて適正な条件に制御される必要があり、過給機からの空気の取り出しや主機以降からの排気を取り出しに当たっては、厳密管理された条件下でコントロールされねばならない。

[0034] また、船舶の航行における摩擦抵抗を低減させるために船体から気泡を噴出する技術は、噴出した気体の方向や噴出量などの噴出状態を船舶の航行状況に応じて制御できるものでなかった。このため、船舶が波や流れ等の外乱をうけるとときや旋回する際に生じる船舶の傾き等に対して気体噴出口としての制御ができていなかった。

[0035] また噴出した気体を外的要素により案内する方法は、外的要素自身が摩擦抵抗増大の要因となってしまう、構造が固定的であるため、船舶のメンテナンス時や格納庫への搬入時（以下、総じて「ドック入り時」ともいう。）に盤木等の支持台に乗せるときに、外的要素の下に支持台が来ることで応力集中が発生し破損に繋がっていた。

[0036] さらに、外的要素の構造や寸法によっては、ドック入り時に作業員が当該外的要素を配慮して盤木等の支持台に船舶を誘導したり、船体のメンテナンス（たとえば、破損有無の確認、破損部の修繕及び塗装を含む。）をする際に当該外的要素が障害となったりするため問題があった。またさらに、船舶のオペレーション担当者にとって、船舶の運行上船底から突出する外的要素が付設されていることは、安全性や操縦性の面から懸念点となっていた。

[0037] 本発明は、上記の従来技術の問題点を解決するもので、船舶の航行状況や船舶状況によって適宜、気体の噴出を制御することが可能で、外乱があっても的確に気泡を噴出することによって有効に摩擦抵抗を低減でき、また気泡発生作用を利用できる船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを目的とする。

[0038] 本発明はまた、船舶の航行状況や船舶状況、たとえば船舶が波や潮流等の

外乱時や旋回する際に生じる船舶の傾きにも気泡が保持され、かつ、船舶の進行を妨げる抵抗体となることを回避する船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを目的としている。

[0039] 本発明はまた、気泡発生のためのエネルギーを別途発生させる必要なく摩擦抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を図ることができる船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを目的とする。

[0040] 本発明はまた、船舶の航行状態を精密に反映させた気泡噴出によるより効率性の高い摩擦抵抗低減が実現される船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを目的とする。

[0041] 本発明はさらに、船舶の航行状況や船舶状況が変化しても有効に摩擦抵抗を低減するとともに、プロペラ手段に対する気泡の巻き込みを防ぎ、プロペラ手段の効率の低下を防止して正味の摩擦力の低減効果を向上させた、船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを目的とする。

[0042] 本発明はまた、気体の調節や気体の噴出の制御に船舶の航行状態および／または船舶状況を反映させて省エネルギー、騒音防止、漁船や港への影響防止等を図れる船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを目的とする。

[0043] 本願はまた、過給機の余剰ガスを利用して気泡を発生させるにあたって、主機の運転に悪影響を与えることなく高効率を維持しつつ、状況に応じ適切に取り出しを制御し、安全化や省エネルギー化を図った船舶の摩擦抵抗低減装置を提供することを課題とする。

[0044] 本発明のまた別の目的は、過給機近傍から加圧気体を取り出し気泡を発生させるにあたり、主機関の運転に悪影響を与えることなく高効率を維持させて主機関の駆動効率の低下を防ぐことができる船舶の摩擦抵抗低減方法及び装置を提供することにある。

[0045] 本発明の別の目的は、気体を噴出する際に例えば噴出量や噴出方向等、気体の噴出状態を制御することができる船舶の摩擦抵抗低減方法及び装置を提供することにある。

[0046] 本発明のまた別の目的は、例えば船舶の航行上抵抗体となること及び／ま

たはドック入り時の障害となることを最小限に抑え、船舶が波や流れ等の外乱を受けるときや旋回する際に生じる船舶の傾きに対しても気体の拡散を制限することができる摩擦抵抗低減方法及び装置を提供することにある。

[0047] 本発明の更に別の目的は、気体を供給する経路への水の浸入を防いで安定的に送気手段からの気体供給を行うことができる摩擦抵抗低減方法及び装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0048] 上記課題を解決するために、本願の請求項 1 に対応した船舶の摩擦抵抗低減装置は、船舶の少なくとも船底に気泡を噴出させる気体噴出口と、前記気体噴出口に加圧気体を送気する送気手段と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段と、前記噴出された気泡が船体における摩擦抵抗を効率良く低減しつつ船舶の推進を妨げないように前記航行状態検出手段の検出結果に対応させて前記気体の噴出を制御する手段とを具備する。

[0049] 「気体噴出口」とは、送気手段から供給された加圧気体を気泡として噴出する機構を有する装置をいう。

[0050] ここで、送気手段とは、気体を加圧して供給する機能を持つものをいい、例えば過給機、コンプレッサー、ブロアー（送気装置）、ブロアーを駆動するための発電系、ブロアーを（高圧）気体によって直接動かす機械的機構を含む。

[0051] また、航行状態検出手段とは、船舶の航行に応じて変化する物理量である水と船体との相対速度を検出する相対速度検出器、船舶の喫水の大小を検出する喫水検出器、船体の傾きを検出する傾斜検出器、船体に働く剪断力を検出する剪断力センサー等を言う。

[0052] こうした構成を備えることにより、送気手段から気体噴出口を介して加圧気体を噴出させるにおいて、航行状態検出手段が船舶の航行状態を検出した上で、噴出された気泡が船体における摩擦抵抗を効率良く低減しつつ船舶の推進を妨げないように制御する手段が航行状態検出手段の検出結果に基づいて気体の噴出を制御するので、船舶の摩擦抵抗低減を、水と船体との相対速

度、船舶の喫水、船体の傾き、船体に働く剪断力等の変動に適合した最適な効率で実現することができる。

- [0053] 上記課題を解決するために、本願の請求項2に対応した船舶の摩擦抵抗低減装置は、船舶の推進動力を得る主機関と、この主機関の排気により駆動され前記主機関に加圧気体を送気する過給機と、この過給機と前記主機関の間から加圧気体及び／もしくは排気を取り出す取り出し手段と、この取り出した加圧気体及び／もしくは排気を経路を介して喫水線以下の少なくとも船底に噴出させる気体噴出口と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段と、前記加圧気体及び／もしくは排気の量を前記主機関の熱負荷に関連した物理量及び過給機特性及び／もしくは前記航行状態検出手段の少なくとも一つに基づいて制御する制御装置とを備える。
- [0054] 「給気バイパス」「掃気バイパス」とは、過給機中で圧縮処理されたガスあるいはこれらガスを取り出す経路で、それぞれ、冷却器（以下、「インタークーラー」とも称する。）に供給される前のガス、インタークーラーで中間冷却された後のガス、及びこれらのガスを通気する管を含む概念である。
- [0055] 「給気バイパス量調節手段」「掃気バイパス量調節手段」とは、それぞれ給気バイパスガス量、掃気バイパスガス量を後述する制御装置によって制御される機能を持った装置であり、たとえば、当該制御装置と連結された調整弁等によって実現される。
- [0056] 「制御装置」とは、本願に係る制御思想に基づき、一定量の変数（本願では、たとえば、主機関の熱負荷に関連した物理量、掃気圧、排気温度、過給機特性、過給機効率、加圧気体の圧力、排気の圧力、船舶の喫水等）を基にして出力の数値・動作（本願では、たとえば各種バイパスガスの量、加圧気体の気体噴出口への供給の開始／停止の動作、排気の気体噴出口への供給の開始／停止の動作等）を経時的に変動せしめる機能を有する機械、装置、器具、プログラム、プログラムを搭載した記録媒体もしくはコンピュータ等によって実現される。
- [0057] 「排気バイパス」とは、エンジンで燃焼された結果生成された排気ガスあ

るいはこの排気ガスを取り出す経路で、このガスを通気する管を含む概念である。

[0058] 「排気バイパス量調節手段」とは、排気バイパスガス量を後述する制御装置によって制御する機能を持った装置であり、たとえば、当該制御装置と連結された調整弁等によって実現される。

[0059] また、過給機からの排ガスをバイパスさせて気泡として再利用して船体外部の抵抗を減少させ、気泡発生のためのエネルギーを別途発生させる必要なく抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を図ることができる。また、この場合に、主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて排気バイパス量を制御する制御装置を備えることから、主機関の負荷に応じた、例えば船速の変化等を経時的に反映させたエネルギー効率の最適値が選択されることが装置として担保される。これにより主機関の回転数の増減から生じる排気の排出状態を適切に維持しつつ抵抗力低減の効果を経時的に反映させることができ、過給機排出ガスの再利用により発生される気泡利用による船舶抵抗低減効果を利用してのエネルギー消費効率を計算・制御にもとづき最大化する装置を実現することができる。

[0060] この場合に、過給機からの排ガスに換えて、或いは過給機からの排ガスと共に、過給機からの給気及び／もしくは掃気をバイパスさせて気泡として再利用して船体外部の抵抗を減少させることによって、バブル発生のためのエネルギーを別途発生させる必要なく抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減をさらに図ることができる。この際に、主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて給気バイパス量及び／もしくは掃気バイパス量を制御する制御装置を備えることから、主機関の負荷に応じた、例えば船速の変化等を経時的に反映させた最適値が得られる。排ガスに換えてこれらのガスを用いることは、特に排ガスが環境汚染を招く恐れがある場合等に排ガスを利用する代わりに、これらのガスを利用することで、環境汚染の恐れを生じさせずに、抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を実効的に図ることができる。

- [0061] すなわち、主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御するため、摩擦抵抗低減は無論のこと、主機関出力、燃費、排ガス対策面等の全局面において最適化を図ることができる。この場合、主機関負荷75%において余剰分が最も発生するという事実に鑑みれば、余剰分の有効利用を主機関負荷75%近傍に対して適用し、航行速度において最もガスを取り出すことができるような過給機特性を持つものを用いれば、一段と大きな効果が見込めることとなる。なお、過給機の給気からの抽気という発想、すなわち、インタークーラーとコンプレッサーとの間の高圧箇所からガスを取り出すという発想は従来例に無いものであり、これによれば、温度が高く排気ガス加熱が無くとも、海水の粘性が低下するために、更なる摩擦抵抗低減に効果が見込める。
- [0062] 請求項2の構成においては、前記制御装置は、前記加圧気体及び／もしくは排気の圧力と前記船舶の喫水に応じて前記加圧気体及び／もしくは排気の前記気体噴出口への供給の開始／停止を制御してもよい。
- [0063] ここで、喫水の把握・センシングには、たとえば船底、船側の喫水線より下面に圧力を測定・検知するセンサーを用いることで、圧力と深さの比例関係から喫水を把握する方法によることも可能である。また、たとえば船側からカメラによって水面付近の状況を撮像し、これを画像処理することで喫水を推定するという手段によってもよい。排気圧力のセンシングには圧力センサーを用いることができる。
- [0064] かかる構成を備えることで、加圧気体及び／もしくは排気の圧力を検出し、過給機と主機関の間からバイパスさせた加圧気体及び／もしくは排気を気体噴出口から供給するのを開始／停止させる動作を、この検出された排気の圧力と前記船舶の喫水に基づいて制御することから、気体吐出口の圧力以下ならば海水が船舶中に流入する、という事態を防止できる。また、噴出可能な圧力条件となったら加圧気体及び／もしくは排気の供給を開始し、噴出不可能な圧力条件となったら停止する等して、より安全な気泡利用の船舶抵抗低減が装置的に担保される。また、これとは別に、加圧気体及び／もしくは

排気の圧力は過給機、主機関の状態管理にも共用でき、船舶の喫水は、積載量管理にも共用できる。

- [0065] この際において、基本的に加圧気体及び／もしくは排気の圧力が喫水による圧力以上であるときには気体噴出可とし、加圧気体及び／もしくは排気の圧力が喫水による圧力以下であるときには気体噴出を停止させるが、実際上は幾らか誤差を含めてその前後の数値から制御をするようにする。この制御を行うことにより、気体噴出と海水が逆流の場合等、条件にバラツキがあっても制御が実効性を持つため、気泡利用の船舶抵抗低減効果が強力に達成される。
- [0066] 或いは、上記においては、前記排気を取り出す排気バイパスに設けた送気手段をさらに備え、前記取り出し手段で排気取り出し量を制御するとともに、前記送気手段から経路を介して設けた前記気体噴出口から気泡を噴出した構成としてもよい。
- [0067] ここで、送気手段とは、気体を発生させる機能を持つものをいい、ブローア（送気装置）、ブローアを駆動するための発電系、ブローアを（高圧）気体によって直接動かす機械的機構を含む。
- [0068] かかる構成を備えることで、過給機からの排ガスをバイパスさせて排気バイパスとし、この排気バイパスによって送気手段が駆動されることにより、この送気手段から発生される気泡を発生させてこの気泡によって船舶の抵抗を低減する。このとき、この排気バイパス量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御する制御装置を備えることから、主機関の負荷に応じた、例えば船速の変化等を経時的に反映した排気バイパス量が選択される。これにより、送気手段からの気泡発生もその都度最適な値を選択することができるから、エネルギー効率の最適化が装置として担保される。これにより主機関の回転数の増減から生じる排気の排出状態を適切に維持しつつ抵抗力低減の効果を経時的に反映させることができ、自機排出ガスの再利用により発生される気泡利用による船舶抵抗低減が得られ、これを利用したエネルギー消費効率を計算・制御にもとづき装置として最適化するこ

とができる。すなわち、航行状態検出手段と主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御する点において、従来のターボコンパウンド式（すなわち、排気ガスからブロアタービンを通じてブロアで泡吐出する方式）とは異なっている。したがって、排気ガス規制面からも適正な値を維持しつつ排気ガスの取り出しを行うことができ、たとえば海水中に直接排ガスを廃棄できない場合や排ガス温度を上げてNO_xを減らす必要がある場合などに好適な制御を行うことができる。

[0069] 或いは、上記においては、前記過給機の給気特性を改善する可変ノズルをさらに備え、前記加圧気体及び／もしくは排気を取り出し量と前記主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性に応じて前記可変ノズルを制御した構成としてもよい。

[0070] 船舶の「主機関」とは、液体燃料やガス燃料により駆動されるエンジンやガス燃料により駆動されるガスタービン等を言う。

[0071] 主機関に加圧気体を給気する「過給機」とは、たとえば排気ガスを通させて排気タービンを回転してコンプレッサー等を動作させ、主機関に加圧気体を給気するものである。過給機の排気タービンを通する排気ガスの量は、主機関にとって性能、信頼性を保証する重要な物理量であり、その値は適正に確保されねばならない。また、主機関に対する過給機からの空気供給量も主機関の運転状態に応じて適正な条件に制御される必要があり、過給機からの気体の取り出しや主機関以降からの排気を取り出しに当たっては、厳密管理された条件下でコントロールされねばならない。

[0072] 「過給機の給気特性を改善する可変ノズル」とは、たとえば空気や排気ガスを含む気体が過給機に供給されるときに、好適に過給機に流入するようにノズル部分の羽根（ベーン）の向きや角度の調整を可能とするものを示す。詳細には、過給機の駆動効率を落とさないように、経路の面積を絞ったり流入方向を制御したりするものである。すなわち、可変ノズルは、過給機に係る排気タービンに排気ガスが流入する前に排気ガスの流入状態を制御することができる位置及び／または過給機に係るコンプレッサーに大気から空気が

流入する前に空気の流入状態を制御することができる位置に設けられ、流入気体に変動が生じても排気タービンやコンプレッサーに好適に流入気体が作用するもの等をいう。

[0073] 「主機関の熱負荷に関連した物理量」とは、主機関の熱負荷に関連して測定・検出される物性値であり、たとえば、掃気圧と排気温度（或いは排気管の温度もしくはこれらと同視し得るか、もしくはこれらと一意的対応関係を有する周囲温度）、流量、過給機回転数（周速）等を採用することができる。また、過給機特性としては、過給機効率、過給機とエンジンとのマッチング（適合性）度合い等の性質・特性値を採用することができる。物理量の取得には、それぞれの物性値を検出できるセンサーを採用できる。

[0074] こうした構成を備えることにより、可変ノズルに係るベーンの開閉度合いや絞り具合を一定の変数により制御することで、過給機に供給される排気ガスの流入状態を最適化することができる。したがって、加圧気体バイパス及び／もしくは排気バイパスと、当該加圧気体及び／もしくは排気を取り出し量と主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性に応じて可変ノズルを制御することで、当該過給機の給気特性の改善、すなわち過給機効率を低減させることなく主機関へ加圧気体を好適に給気することができる。また、過給機特性に係る所定の変数を基に、最適な過給機効率に追従するように可変ノズルを制御してもよい。

[0075] また、可変ノズルをさらに備えるので、この可変ノズルを適応的に調節することで、低負荷時、高負荷時であっても噴出気体が得られ、噴出気体による摩擦抵抗の低減を得ることができる。

[0076] 上記課題を解決するために、本願の請求項6に対応した船舶の摩擦抵抗低減装置は、船舶と、この船舶の少なくとも船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口と、この複数の気体噴出口に経路を介して加圧気体を送気する送気手段と、この送気手段を駆動する駆動装置と、前記気体噴出口からの気体噴出を制御する気体調節手段と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段と、この航行状態検出手段の検出結果に応じて前記気体調節手段を制御し

て前記気体噴出口からの前記加圧気体の噴出状態を変える制御装置とを備えて構成される。

[0077] ここで、気体調節手段とは、駆動装置の駆動を制御する電動機のインバータや回転調節装置、気体の供給開始／停止や気体の量の調節を行うバルブやダンパー、またこれらを駆動する電動機やソレノイド、油圧系、空気圧系の駆動装置一般を言う。

[0078] ここで、送気手段とは気泡発生に有効な量の送気量が確保できる、ブローアやタービン駆動のコンプレッサー、船舶に予め装備されている空気圧供給源、機関の排気ガスを加圧したもの等を言い、特に吐出側圧力が変動しても、その送気量の変動が少ないものが好ましい。

[0079] また、駆動装置とは、電気により駆動される電動機、液体燃料やガス燃料により駆動されるエンジン等の他、船舶の機関からの排気を利用して回転力を得るタービン、また油圧や空気圧で駆動される油圧モーターや空気圧モーター等を言う。

[0080] また、航行状態検出手段とは、船舶の航行に応じて変化する物理量である水と船体との相対速度を検出する相対速度検出器、船舶の喫水の大小を検出する喫水検出器、船体の傾きを検出する傾斜検出器、船体に働く剪断力を検出する剪断力センサー等を言う。

[0081] また、制御装置とは、電氣的に制御されるものが一般であるが、電気制御回路以外に、制御目的を達成するためのプログラム、アルゴリズムやこれらを記憶した電子媒体、またプログラム、アルゴリズムを実行するためのコンピュータ等を含む概念であり、電気制御系以外に、空気圧系、油圧系で制御されるもの、またこれらを組み合わせたもの全てを含むものとする。

[0082] 航行状態検出手段の検出結果に応じて前記気体調節手段を制御するとは、相対速度検出器によって検出された水と船体との相対速度、喫水検出器によって検出された船舶の喫水、傾斜検出器によって検出された船体の傾き、剪断力センサーによって検出された船体に働く剪断力等に基づいて、電動機のインバータや回転調節装置、気体の供給開始／停止や気体の量の調節を行うバ

ルブやダンパー、またこれらを駆動する電動機やソレノイド、油圧系、空気圧系の駆動装置を制御することで、状態に呼応して気体噴出を変動させることを示す。

[0083] このように構成されることで、船舶の航行状態を航行状態検出手段で検出し、この検出結果に応じて制御装置が、船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口の噴出数および／または気体噴出量を、気体調節手段を調節して変え、船舶の航行状態に応じて有効に船底に気泡を噴出する制御を行うものである。したがって、船舶の航行状態を精密に反映させて気泡噴出状態を制御すれば、より効率性の高い摩擦抵抗低減が実現される。

[0084] 請求項6の構成においては、前記送気手段は複数設け複数経路を経て前記複数の気体噴出口に供給してもよい。

[0085] 上記のように構成されることで、船舶の航行状態を航行状態検出手段で検出し、この検出結果に応じて制御装置にて駆動装置を制御し、船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口の噴出口数および／または気体噴出量を、船舶の航行状態に応じて有効に船底に気泡を噴出する制御を行うものである。傾いたときや波による影響の緩和の観点から気体噴出口は複数個が望ましい。また、複数とすることで、相対速度や喫水に応じて、たとえば真ん中だけ出す、フルに出すなど噴出が制御できるという独特の効果が奏される。さらに、複数とすると個々の送気手段が小さくできるため、船の重心が低くできる。

[0086] 請求項6の構成においては、前記複数の気体噴出口を船底の前部形状に沿って配設した構成としてもよい。

[0087] このように構成されることで、船底のいわゆる舟形を成した前部形状に沿って配設された気体噴出口から船体の船底に沿って、気体が噴出できるものである。すなわち、気体噴出口を船底の前部形状に沿って配設することで、広い範囲の面積を噴出気体で覆うことが可能であり、よって、抵抗が最もかかる箇所に選別的に気体を噴出させて抵抗低減を選別的に図るといような個別制御が可能である。

- [0088] 請求項6の構成においては、前記気体噴出口は船底の表面より突出しない構成としてもよい。
- [0089] 船底の表面より突出しない構成としては、例えば、キールラインより突出しない構成であり、気体噴出口を設ける部分が船底表面より凹んでいる構成、気体噴出口が船底表面と略同一面上に併設する構成等であってもよく、当該構成の形状及び寸法に限定はない。
- [0090] こうした構成を備えることにより、気体噴出口が船舶の航行時の抵抗体になることが防止できる。また、突出していないため、ドック入り時の作業上の負担にもならない。すなわち、船体を定着する盤木等の支持台に載せる際に、気体噴出口の突出部分を考慮しなくてすみ、船底と略同程度の高低で同一面を構成するため、なんら配慮は不要である。さらに、船底の修繕等においても他の部分と同様の扱いをすることができるため、作業効率も損なわれない。
- [0091] 請求項6の構成においては、前記複数の気体噴出口は、加圧気体の噴出方向及び／もしくは加圧気体の噴出量を制御した構成としてもよい。
- [0092] 船舶の航行状態は、船舶の航行に応じて変化する物理量である水と船体との相対速度、船舶の喫水の大小、船体の傾き、船体に働く剪断力、航行領域の水深等に応じて変化するものである。
- [0093] また、当該航行状態は、船舶の所定の事情（人や貨物を含む総積載量、気体を噴出させる必要のないとき、省エネ活動時等）、港等の出航直後や巡航時等における航行の場所、天候及び潮流のうち少なくとも一つの変化が生じることにより、変化し得る。したがって、気体の噴出状態は航行状態に伴い様々な状況で調節が必要であり、所望の摩擦抵抗低減効果を得るためには気体の噴出量や噴出方向も調節することが必要となる。
- [0094] 気体の噴出量は、たとえば上記送気手段の駆動制御、気体の生成量等によって調節することができる。また、噴出する直前に噴出口の開口的変更等によっても調節することができる。一方、気体の噴出方向は、噴出口に整流板を設けて角度調整すること、噴出口をノズル構成として方向を変えること、

また流体素子を利用すること等により調整することができる。

[0095] こうした構成を備えることにより、気体を生成する送気手段により供給量を的確に制御したとしても船舶の航行状態により所望の摩擦抵抗低減効果を得られない場合において有効なものとなる。たとえば、水と船体との相対速度、船舶の喫水の大小、船体の傾き、船体に働く剪断力、航行領域の水深等の影響により変化する航行状態に応じて、気泡が浮力により拡散する傾向にある。このような場合において予め気体の噴出方向を調整することができれば、摩擦抵抗低減効果の損失を食い止められることになるが、上記構成はこれを実現するものである。さらに、船体が傾いている場合や、少量気泡噴出の場合等に、船底に気泡が有効に行き渡るような制御（たとえば、船速が遅いと拡散し易いので少し内向けに噴くなどの制御）が可能となり、通常と異なる船舶状況下においても摩擦抵抗を有効に低減し得る。

[0096] 上記課題を解決するために、本願の請求項 1 1 に対応した船舶の摩擦抵抗低減装置は、船舶と、この船舶の船底に設けた前記船底に経路を介して気泡を噴出する気体噴出口と、この気体噴出口に加圧気体を送気する送気手段と、この送気手段を駆動する駆動装置と、少なくとも前記気体噴出口以降に前記噴出された気泡を制御する気泡状態制御手段とを備えて構成される。

[0097] 気泡状態制御手段とは、噴出された気泡が有効に摩擦抵抗低減効果を果たすために制御する機能を有するものであり、端板、気泡巻き込み防止構造等を含むものである。

[0098] 端板とは、鉄、鋼及びスチールを含む金属素材や杉やヒノキを含む木材、FRP等の素材から形成される板状の材料をいい、硬性を有し、水分等の影響による錆を誘発しにくいものが好ましい。防錆のために、該素材の表面を塗装することもより好ましい。また該端板の配設方法は、接合部材をネジ、釘、及び接着剤を含む接合方法により船底に接合・配設させる方法を含むが、該船底に係る船舶本体と該端板がその形状において嵌め込まれていること及び／或いは噛み合せていること、あるいは溶接により接合されていることにより配設させる方法が好ましい。配設の際には、該接合部材を補強的に用

いることで配設強度を向上させるようにしてもよい。

- [0099] 上記のような構成によれば、駆動装置より駆動された送気手段により、気体噴出口から気体が噴出されるところ、この気体噴出口を基準として船尾方向に複数の端板が船底の略端部に長手方向に配設されていることにより、噴出された気泡は水中において船底に保持されて流れることが可能である。
- [0100] 気泡状態制御手段として端板を採用した場合、本構成では端板は船底の気体噴出口以降に配設されるので、端板を船側に設けた場合（たとえば前述特許文献 11）と比較して、水との接触面積が少なくて済み、端板による摩擦抵抗増加が極少なくて済むこととなる。さらに、船底に設けた方が、船の安定性の上から有利となる。つまり、船側に空気が溜まるとバランスが悪くなるのみならず、その分の気泡は無駄に生成されたことになるが、船底に設ける本構成ではこのような事態を避けることができる。
- [0101] 気泡状態制御手段として気泡巻き込み防止構造を採用した場合には、気泡の巻き込み防止構造によって、波や潮流によって影響を受けずに、気泡がプロペラ手段等に巻き込まれて操船の支障となるのを防止できる。
- [0102] 請求項 11 の構成においては、前記気泡状態制御手段として気泡の拡散を制限する収納可能な拡散制限手段を備えた構成としてもよい。
- [0103] ここで、拡散制限手段は、たとえば通常の航行（直進時及び旋回時を含む。）及び波浪や風力の影響による突発的な船舶の傾きによって生じる船底近傍の気泡の拡散を抑制するもので、端板、リブ構造（たとえば△断面のリブ構造）、マウンド構造、フィン構造等を示す。
- [0104] 詳細には、拡散制限手段は、鉄、鋼及びスチールを含む金属素材、FRP 等の素材から形成され、その全部または一部が船体から突出した板状や流線状の構造物であって、その材料は剛性を有し、水等の影響による錆を誘発しにくいものが好ましい。防錆のために、当該素材の表面を塗装することもより好ましい。なお、当該拡散制限手段の形状及び寸法に限定はない。
- [0105] したがって、「収納可能な拡散制限手段」とは、拡散制限手段を船底や船首部等の船舶本体から突出する状態又は収納する状態にできるものを示す。

- [0106] ここで、拡散制限手段を突出する状態とは、拡散制限手段で通常の航行（直進時及び旋回時を含む。）による横揺れ及び波浪や風力等の影響による突発的な船体の傾きによって生じる船底近傍の気泡の拡散を防止し得ること、拡散制限手段によりドック入り時の所定の作業に影響し得ること等を示し、端板の一部（先端等）が突出していることも含む。
- [0107] 一方、拡散制限手段を収納する状態とは、たとえば船底や船首部等の船舶本体内部に設けた余剰空間に拡散制限手段の全部分を納め突出する部分がないこともしくは拡散制限手段の一部を納め一部が突出していること、または拡散制限手段と船舶本体との境界面から当該拡散制限手段を折り畳むことを示す。上述した制限手段は、拡散制限手段として機能することもできる。また、収納は、気体を噴出しないとき、ドック入りの際、また制御として気体噴出に連動させる際などに行う。
- [0108] 拡散制限手段の突出・収納を実現する構成は、拡散制限手段を駆動機構により可変的に駆動するものがある。当該駆動機構は、拡散制限手段に接続することができる油圧、水圧又は空気圧アクチュエータやモーター等の動力源等であって、船底や船首部等の船舶本体内部に設けた余剰空間に設置することが好ましい。この場合、当該駆動機構の駆動により拡散制限手段を突出・収納することができる。当該駆動機構の操作は、人的操作或いは航行時の予め定めた条件に基づいて制御する自動操作でもよい。
- [0109] また、当該駆動機構はジョイント等との組み合わせにて構成されるリンク機構とすることもできる。これにより、駆動機構の直線運動をリンク機構等により回転運動に変換することができる。
- [0110] 一方、拡散制限手段は、重力を受けて自重により及び／または付設したバネ等の弾性部材からの付勢により突出し、及び下方向からの圧縮加重を受けて収納することもできる。すなわち、拡散制限手段の自重や弾性部材の弾性力よりも大きい下方向からの圧縮荷重を受けない限り、拡散制限手段を突出する状態は維持されるが、逆に当該圧縮荷重を受け続ける限り、拡散制限手段を収納する状態が維持される。特に、拡散制限手段を屈折する状態にする

には、拡散制限手段が屈折しやすいように所定の傾斜を設け、拡散制限手段等にひっかからず当該圧縮荷重を受けるようにすることが好ましい。なお、駆動機構或いはリンク機構による可変の動作と拡散制限手段の自重や拡散制限手段に付設した弾性部材による動作を組み合わせで突出・収納する構成としてもよい。すなわち、拡散制限手段を突出させるときは自重を利用し、収納するときには駆動機構等により任意のタイミングで行ってもよい。

[0111] こうした構成を備えることにより、航行時に送気手段から送気され気体噴出口から噴出された気体の拡散を拡散制限手段により制限し、船底近傍に保持しつつ流すことができる。また、収納可能な構造とすることで、入港時や浅瀬等の航行時に気泡による摩擦抵抗低減の必要がないときは、拡散制限手段を収納する状態とすることで抵抗体・障害物とならず、ドック入り時の作業上の負担にもならない。すなわち、前述の特許文献16におけるような端板が収納可能でない場合と比較して、航行時に不要な場合に収納でき、摩擦抵抗が低減される。さらに、船の安定性を要する場合に、突出させることで安定化手段が兼ねられる(すなわち、抵抗に加え、重心を下げる効果を奏する)。また、気泡噴出時には拡散制限効果を上記安定化効果と同時に得られる。

[0112] 請求項11の構成においては、前記気泡状態制御手段として気泡の拡散を制限する内/外力に応じて変形可能な拡散制限手段を備えた構成としてもよい。

[0113] ここで、「拡散制限手段」は、上記の記載同様、たとえば通常の航行(直進時及び旋回時を含む。)及び波浪や風力の影響による突発的な船舶の傾きによって生じる船底近傍の気泡の拡散を抑制するもので、柔軟材等で構成される。

[0114] 詳細には、当該拡散制限手段は、たとえばビニール、ゴム又は種々の繊維素材(たとえば、防弾チョッキやホバークラフトの船底等に用いられるもの)を含むある一定の可撓性、剛性、柔軟性又は弾性及び/もしくは強度を有する素材で形成された中空状のもの(以下、「中空構造体」ともいう。)或いは内部にスポンジ等の柔軟素材を充填したものでもよい。この場合、その

形状（たとえば、円形、楕円形、三角形、四角形、及びその他の多角形等）には特に限定はないが、内部に流体（空気等の気体、水や油等の液体）や粉や土等の粉状物等を注入し、或いは封入することで内力を加え、航行中でも所望の形状を保持することができるものであることが好ましい。特に、柔軟性を有することで、ドック入り時において船舶を盤木等の支持台に乗せたときに当該拡散制限手段がその圧力により外力で圧縮（圧潰）できることが好ましい。また、注入、封入された流体や粉状物等を抜いたり取り出したりしてもよい。なお、内部及び外部が柔軟材のみで構成されるものでもよく、航行時に水圧等で圧縮されず膨張状態を維持し、航行中に気泡の拡散を防止し船底に保持しつつ流すことができるものであればよい。

[0115] したがって、「変形可能な拡散制限手段」とは、当該拡散制限手段を船底から突出する状態又は収縮する状態にできることを含み、様々な所望の形状・状態に変形可能であるものを示す。

[0116] ここで当該拡散制限手段を突出する状態とは、中空状の当該拡散制限手段内部に空気や水等の流体や粉状物等を注入し、或いは封入することで内力を加え、航行時でも水圧等で圧縮されず所望の形状を保持することを示す。また、中空状でない拡散制限手段であってもよく、同様に航行時でも水圧等で圧縮されず所望の形状を保持するものを含む。

[0117] 一方、拡散制限手段を収縮する状態とは、拡散制限手段に係る内力が無いか無いに等しい状態、または当該内力の有無に関わらず、当該内力よりも大きい圧縮荷重を受け続ける限り、拡散制限手段が圧潰され収縮した状態が継続される状態を示す。また、収縮は、気体を噴出しないとき、ドック入りの際、また制御として気体噴出に連動させる際などに行われる。

[0118] こうした構成を備えることにより、当該拡散制限手段に所定の内力を加えることで膨張し、通常の航行（直進時及び旋回時を含む。）による横揺れや波浪や風力等の影響による突発的な船体の傾きによって生じる船底近傍の気泡の拡散を防止し得る。また、拡散制限手段に内力を加えなければ収縮し、または当該内力よりも大きな荷重を受け続ける限り、当該拡散制限手段は圧

潰されるため収縮する。したがって、収縮した状態においては、気体の噴出を行わないときは抵抗体とならない。また、ドック入り時には盤木等の支持台から圧縮荷重を受けて圧潰されるため、拡散制限手段が障害物となることはなく船舶を定着することができ、船底の修繕等の作業に影響を及ぼすこともなくなる。

[0119] 換言すれば、前述の特許文献 16 におけるような収納可能でなく、また内／外力に応じて変形可能でもない端板に比して、本構成では、航行時に不要な場合に内力を低くして収納することで摩擦抵抗が低減される一方、船の安定性を要する場合に、内圧高め突出させ安定化手段が兼ねられる。気泡噴出時は拡散制限と安定化手段の効果を同時に得られる。さらに、圧力に応じて自動的に変形し喫水深いと収縮させ（気泡も小さい）、傾くと上がった方が膨張し空気を逃がさない。

[0120] 請求項 11 の構成においては、前記気体状態制御手段として前記気体噴出口から噴出された気泡の拡散を制限する流れを発生させる制限流発生手段を備えた構成としてもよい。

[0121] 噴出した気体により発生した気泡は、船体の左右舷の傾きにより浮力の影響を受けるため、拡散制限手段により気泡の進路を遮ることで拡散を抑制することができる。一方、当該拡散制限手段は、固形の板状のものや柔軟材を用いて膨張させたものであることを上述したが、これらに限定されず、たとえば、所定の流速にて液体を噴出して形成した擬似的な壁であってもよい。すなわち、液体等の流れにより擬似的な壁を生成できる制限流発生手段を船底近傍の船体内部に設けることでこの技術的思想を実現することができる。

[0122] こうした構成を備えることにより、制限流発生手段により所定の範囲と厚み寸法を有する液体の流れを発生させることで、いわゆる擬似的な壁（端板）を形成して気泡の拡散流路を遮断することで、船舶の傾きにより生じる気泡の拡散を抑制し、気泡を船体近傍に保持しつつ流すことができる。また、当該制限流発生手段を船底内に突出しないように設置することで、制限流発生手段自体が抵抗体とならず、かつドック入り時に制限流発生手段を考慮し

て盤木の位置等を考慮する必要もなく、作業上支障はなくなる。

[0123] かかる制限流を発生させるためにたとえばポンプを用い、制限流の方向としてはたとえば船底から略直交する方向が好適である。制限流の流量としては、たとえば気泡の噴出量に比例させれば、より効率良く制限流とすることができる。また、たとえば船舶が傾いたときには浅いところをより制限流を発生させるなどの制御を行ってもよく、これと共に／代替的に、船速に応じて制限流の流量を制御してもよい。このようにすることで、効果的に気泡の拡散を防止しつつ、かかる制限流発生手段自体が抵抗体となるのを防止することができる。

[0124] 請求項 11 の構成においては、前記気泡状態制御手段として前記気体噴出口の後方の船尾側の少なくとも前記船底に前記船舶の推進装置への気泡の巻き込みを防止する巻き込み防止構造を設けた構成としてもよい。

[0125] また、巻き込み防止構造とは、プロペラ手段への気泡の巻き込みを防止する構造的な対策物を言い、後述の曲面を有した隆起部、その内の V 字型マウンド、フィン構造、気泡防護体、多孔体等プロペラ手段への気泡の巻き込みを有効に防止する総ての構造物を指し、船舶の推進に当たり抵抗の増加が少ないものが好ましい。

[0126] 上記のように構成されることで、送気手段から送られ気体噴出口から噴出された気泡を、プロペラ手段に巻き込まれないように気体噴出口後方の少なくとも船底に設けた、巻き込み防止構造で逃がすものである。すなわち、気泡の巻き込み防止構造によって、波や潮流によって影響を受けずに、気泡がプロペラ手段等に巻き込まれて操船の支障となるのを防止できる。特に、マウンドやフィン構造によれば、形状によって巻き込みが防止できるので、故障等によって機能を果たさなくなるという事態は考慮に入れずにすみ、気泡巻き込み防止を常に実現することができる。

[0127] 請求項 11 の構成においては、前記気泡状態制御手段として前記気体噴出口の後方で前記船舶の推進装置の前方に少なくとも気泡を吸い込む気泡吸込み手段を設け、吸い込んだ気泡を外部へ排出した構成としてもよい。

- [0128] ここで、気泡吸い込み手段とは、気泡を吸引するブロアー、コンプレッサー、気泡混じりの水を吸引するポンプ、エジェクター等、専用の動力を利用して運転されるもの、船舶の既存設備を利用したもの等を言う。
- [0129] 上記のように構成されることで、気体噴出口から噴出された気泡を、プロペラ手段に巻き込まれないようにプロペラ手段の前方に設けた気泡吸い込み手段で吸い込み、吸い込んだ気泡をプロペラ手段に影響の無い外部へ排出するものである。こうすることで、たとえば特表2001-524421号公報に開示されるような、吸い込んだ気泡を再循環させている構成の場合、再循環させると温度低下を来し、粘性低下が期待できなくなるが、これに対して本構成では外部に排出しているため、温度低下を来すことがなく、粘性低下が期待できる。
- [0130] 請求項11の構成においては、前記気泡状態制御手段として前記船舶の推進装置への気泡の巻き込みを検出する気泡巻き込み検出手段を設け、この気泡巻き込み検出手段で気泡の巻き込みを検出したときは、前記気体噴出口の噴出条件および／あるいは前記推進装置の運転条件を変えた構成としてもよい。
- [0131] ここで、気泡巻き込み検出手段とは、気泡がプロペラ手段に巻き込まれることによりプロペラの駆動力が変化したことを、例えばプロペラ駆動軸のスラスト力やトルクの変化として検出するセンサー、気泡の巻き込みによりプロペラ手段に発生する振動を検出する振動センサー、気泡の巻き込みによる発生音やその変化を検出する音響センサー、気泡の巻き込みをビデオカメラ等で映像として検出する撮像手段等全般を言う。
- [0132] 上記のように構成されることで、気体噴出口から噴出された気泡がプロペラ手段に巻き込まれた場合は、気体噴出口の噴出条件および／あるいは送気手段の運転条件を変えて、気泡のプロペラ手段への巻き込みを低減するものである。
- [0133] これまでは、気泡巻き込みを検出してこれを基に制御するという思想はなかったが、本構成によれば、キャビテーション発生なども検出でき、対策が有

効に取れることになる。この場合、気泡巻き込み検出手段として、ストラスト力やトルクの変化を検出するもの、振動を検出するもの、発生音を検出するもの、撮像手段他超音波センサー、空気センサーなどを採用することができる。また、制御方法としては、プロペラ側の制御、気体噴出の制御(量、向き、噴出口数の制御)、これら双方の組み合わせ等を採用することができる。

[0134] 上記課題を解決するために、本願の請求項18に対応した船舶の摩擦抵抗低減装置は、船舶と、この船舶の少なくとも船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口と、この複数の気体噴出口に経路を介して加圧気体を送気する送気手段と、前記気体噴出口からの前記加圧気体の噴出を制御する気体制御手段と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段及び／もしくは船舶状況判断手段の状態に応じて前記気体制御手段を調節し、前記気体噴出口からの気体の噴出を開始／停止する制御を行う制御装置とを備えて構成される。

[0135] ここで、船舶状況判断手段とは、船舶の機関の運転状態や機関の燃料消費率、どこの海域や場所にいるかを検出するGPS(Global Positioning System)、ジャイロ、レーダ、積載量計測等広く船舶の置かれた状況を判断する手段、装置、機器全般を言う。船舶の航行状態とは、波浪、潮流、風向き、風力、船舶の喫水等の影響に伴う船舶の航行に応じて変化する物理量(水と船体との相対速度、船舶の喫水の大小、船体の傾き、船体に働く剪断力、航行領域の水深等をいい、船舶状況とは、機関運転状態、燃料消費率、GPS、ジャイロ、レーダ、積載量計測等船舶の置かれた状況を判断する手段によって把握される状況をいう。

[0136] 上記の場合、開始／停止の条件としては、波浪が納まったら／きつくなったら、潮流が弱くなったら／強くなったら、風が弱まったら／非常に強くなったら、相対速度が大きくなったら／小さくなったら、喫水が小さくなったら／大きくなったら、剪断力が大きくなったら／小さくなったら、水深が深くなったら／浅くなったら、機関が立ち上がったら／停止動作中であつたら、燃料消費率が悪くなったら／良くなったら、港が遠くなったら／近づいたら、他

船が遠ざかったら／近づいたら、等を挙げるができる。

[0137] 気泡量の制御条件としては、相対速度が大きくなったら／小さくなったら、喫水が深くなったら／浅くなったら、切断力が大きくなったら／小さくなったら、水深が深くなったら／浅くなったら、等によって増やす／減らす制御を行うことを挙げるができる。

[0138] 開始／停止の方法（と効果）としては、先に送気手段を動かしバルブを開ける／先にバルブを閉めてから送気手段を止める（給気管への海水侵入防止）、所定の相対速度で開ける／閉める（摩擦低減効果のある相対速度で気体噴出）、入港時に止める／出港時に開ける（富栄養化防止）などを挙げるができる。

[0139] このように構成されることにより、船舶の航行状態を航行状態検出手段で検出および／または船舶の置かれた状況を船舶状況判断手段で判断し、この検出結果および／または判断結果に基づいて気体調節手段を調節し、気体噴出口から気体を噴出したり、止めたりして航行状態や船舶状況に応じて有効に気泡の噴出制御を行うものである。この点、これまでは、船舶の航行状態および／または船舶状況に応じて気体調節手段を調節して気体の噴出を開始／停止する制御を行う、という思想はなかったものである。本構成における船舶の航行状態および／または船舶状況に応じての気体調節手段の調節によれば、波浪、潮流、風向き、風力、船舶の喫水等の船舶の航行状態や機関運転状態、燃料消費率等の船舶状況に呼応させて気体の噴出を開始／停止することによって、省エネ効果の他、騒音防止、漁船や港への影響防止等の効果が奏される。

[0140] 請求項 18 の構成において、前記航行状態検出手段及び／もしくは船舶状況判断手段で前記船舶の停止を検出／判断したときは、前記送気手段を停止するようにしてもよい。

[0141] 送気手段の止め方（その効果）としては、バルブを閉めてから止める（海水侵入防止）、機関の停止前に止める（発電機パワーダウン、過給機停止前に止める）、機関の停止に合わせて止める（過給機連動）

、積み荷を降ろしてから止める（喫水調整）等を挙げることができる。

[0142] このように構成することで、船舶が止まっていることを検出／判断したときは、制御装置が送気手段を停止して、気体噴出口からの気体の噴出を停止するものである。過給機利用の場合、機関の停止に伴う過給機の停止に連動して気体噴出を停止することもできる。また、船舶の停止を判断して止めることにより、停船に伴う気泡の船体滞在による航行状態検出手段の誤検出が防止できる（入港時の水深測定など）。

[0143] 請求項 1、2、6、18 の構成においては、前記航行状態検出手段は、前記船体と水との相対速度を検出する相対速度検出器とし、相対速度の増減に応じ前記気体噴出口数および／または気体噴出量を増減した構成としてもよい。

[0144] 相対速度検出器（センサー）の方式としては、超音波式、電磁式、レーザー式等を挙げることができる。空気潤滑法に相対速度検出器を使用する場合、気泡が海面に多く介在することにより、レーザー式や超音波式相対速度センサーの場合、乱反射により測定がより確かなものとなる。

[0145] このように構成されることで、船体の対地絶対速度でなく、船体と海水や河川水等の水系との相対速度の増減に応じて気体噴出口の噴出口数および／または気体噴出量が制御されるものである。相対速度の検出に応じて制御をするので、変位・運動・加速度センサーを使って制御するものよりも、正確な制御になる。また、相対速度センサーは、海流測定など他の用途にも共用可能である。

[0146] 請求項 1、2、6、18 の構成においては、前記航行状態検出手段は、前記船舶の喫水を検出する喫水検出器とし、喫水の大小に応じ前記気体噴出口数及び／もしくは気体噴出量を増減した構成としてもよい。

[0147] 船舶の喫水は、積載量管理にも共用できる。基本的に加圧気体及び／もしくは排気の圧力が喫水による圧力以上ならば気体噴出を可とし、加圧気体及び／もしくは排気の圧力が喫水による圧力以下ならば気体噴出を停止するように制御する。この制御により気体が的確に噴出されるために、海水が逆流

しない。

- [0148] 請求項 1、2、6、18 の構成においては、前記航行状態検出手段は、前記船体の傾斜を検出する傾斜検出器とし、傾斜に応じて前記船舶の左右に配設した前記気体噴出口数および／または気体噴出量を制御した構成としてもよい。
- [0149] 傾斜検出器は船舶の他の用途（たとえば積載状態確認、傾斜変動が大きいときには空気噴出量を低減したり止めたりする等）にも利用可能である。
- [0150] このように構成することにより、傾斜検出器で検出された船体の傾斜度に応じて、気体調節装置を制御して、旋回時やローリング時等に気体噴出口の噴出口数および／または気体噴出量を適宜、調節するため、船舶が傾いた際に傾きが浅い側の気体噴出させる噴出口数を減らしたり、傾きが深い側の気体噴出口数を増やしたりすることで、気泡の拡散状況を適宜制御して、摩擦抵抗低減の実効性を増すことができる。
- [0151] 請求項 1、2、6、18 の構成においては、前記航行状態検出手段は、少なくとも噴出した気泡の影響を受けない箇所に付設した構成としてもよい。
- [0152] 航行状態検出手段としては、たとえば航行域の水深を測定する測深儀のように、水中に臨む船体の所定の部分に設置するものも含む。本願では、気体噴出口から噴出した気泡を船底近傍に保持しつつ流して摩擦抵抗を低減することを主眼としており、種々の航行状態検出手段での検出結果を基に気体の噴出状態を制御している。したがって、検出状態を最適化することで、検出結果の信頼性が向上し、所望の噴出状態を形成し、ひいては摩擦抵抗低減が向上する。
- [0153] こうした構成を備えることにより、水中に臨む航行状態検出手段の設置する位置を、噴出した気体の影響を受けないところ、すなわち、検出中に当該航行状態検出手段が気体に覆われず、及び検出範囲内に気体が浸入せずに安定した検出状態を保つことができるようにすることで、所望の検出結果を確実性をもって得ることができる。また、航行状態検出手段の付設が気泡の影響を受けないため、海洋生物の付着も少なく、これによる想定外の故障、

不具合、事故等を防ぐことができる。航行状態検出手段の方式としては、相対速度検出器、喫水検出器、傾斜検出器等をが含まれるが、これらのいずれを用いる場合であっても、気泡の影響を受けない箇所への付設を行うことができる。

[0154] 請求項 2、6、7、11、18 の構成においては、前記経路を一旦喫水線以上に上げてから前記気体噴出口と接続した構成としてもよい。

[0155] こうすることで、一旦喫水線以上の高さを配管経路が經由することにより、喫水線以下に設けられる気体噴出口からの海水の逆流を防止することができ、主機の安全をさらに増進させることができる。

[0156] すなわち、重量のある主機関（過給機利用の場合）や送気手段を、水の逆流を防いだ上で喫水線以下に設置することが可能となり、船舶の安定性が増す。この場合、経路を一旦喫水線以上に上げてから気体噴出口と接続する構造と、気体噴出口手前に設ける開閉手段による構造、また過給機、送気手段の後に設けたバルブ等と協働する構造により、水の逆流を 3 重に防ぐようにすることもできる。

[0157] 請求項 2、6、7、11、18 の構成において、前記加圧気体及び／もしくは前記排気の噴出を停止するときには前記気体噴出口近傍で経路を遮断した構成としてもよい。

[0158] 経路を遮断とは、たとえば送気手段に繋がる送気管と気体噴出口とを貫通・遮断する開閉弁によって、少なくとも送気中は常時開き、送気を停止したときに閉じるものを含む。この開閉動作は、バルブの弁箱に収納された円盤状の弁体が流路に対し直角に動作して流路の開閉を行うゲートバルブ、流体の流れを止めてしまう弁体を締めることで流量を調節できるストップバルブ、流体の流れを常に一方向に保ち、逆流を防止するチェックバルブ等によって実現できる。なお、当該開閉は、人的操作或いは航行時の予め定めた条件に基づいて制御する自動操作でもよい。

[0159] こうした構成により、経路を遮断する構成を設けることで、気体供給停止時、すなわち気体の通気がないときに当経路を遮断できるため、送気管内部

の水の逆流を防ぐこともできる。さらに、水に接触しないため、送気管内部が腐食したり、海藻やフジツボ、牡蠣等の貝類の付着、繁殖により汚損したりすることを防ぐことができる。さらに、気泡を噴出しない時に開口を閉めるため摩擦抵抗の増加が低減できる。

[0160] この場合、経路の遮断の制御としては、まず気体噴出口近傍の経路遮断し、次にバイパスバルブの閉成を行った後に過給機を停止する、という方法が考えられる。こうして配管経路内に圧を残すことで、水の浸入を更に防ぐという効果が奏される。

発明の効果

[0161] 本発明によれば、航行状態に応じて、船底に設けた複数の気体噴出口から、これに対応して設けた複数の送気手段を制御して気泡が噴出されるため、船側のみに設けた場合に比べ、気泡の上昇が船底自身によって阻害され気泡保持効果が持続でき、少ない気泡量で有効に摩擦抵抗が低減できる。また、船側のみに設けた場合は水深が浅いことから船舶を海洋で用いる場合は、波の影響が無視できなかつたが、船底ではこの波の影響が緩和され、安定して気泡を噴出させることが可能となり、有効に摩擦抵抗低減効果に結び付けることができる。また、一つの気体噴出口に対して一つの送気手段が対応して設けられているため、個別の気体噴出口ごと気泡噴出制御が容易にでき、波による気泡噴出量の変動の問題も緩和できる。さらに、航行検出手段の検出結果に応じて送気状態が制御できるため、一定に気体を噴出する場合に比べて、航行状況に応じてきめ細かに気泡の噴出が制御でき、一層の摩擦抵抗低減効果が期待できる。

[0162] また、本発明によれば、船体の平面中心線に対して対称的に配置した気体噴出口から、航行状態検出手段の検出結果に応じて気体の送気が対称的に制御されるため、特に直進時には均一の摩擦抵抗低減効果が期待でき、気泡噴出により直進性が悪くなることが防止できる。また、左右に位置した気体噴出口に対して制御が対称的に行われるため、左右、同一構成の回路、あるいは同一回路や同一ポート出力で制御ができ制御の容易化と回路の合理

化が図れる。

[0163] また、本発明によれば、送気手段を船体上部に設け、送気手段からの気体を送気管で船底部に導くことにより、海で用いた場合の波の影響による圧力変動に伴う、気泡噴出量の変動が、送気管の容積による緩衝作用により低減できる。これは、送気管が船体上部から船底部に至るまでの相当な容積を有していることから、この容積空間に介在している気体が、圧縮、減圧される際の弾性効果により緩和され、波の高低に伴う気体噴出口部での圧力変動が低減されることを指す。また、船底部で略直角に曲げることにより、気体が方向を変え平面的に広がろうとする作用が発生するが、これを気体噴出口へ導くことにより、気体噴出口部における特に船底に平行な方向に対する気体の流速分布が悪くなる問題が解決できる。

[0164] また、本発明によれば、複数の開孔を有した多孔板を複数枚、その開孔位置をずらして直列に配設して気体噴出口を構成することにより、複数の多孔板が気体の流れを屈曲させ、いわゆる邪魔板の効果を生じさせ得る。この邪魔板効果により、ずれた複数枚の多孔板が抵抗を付与する効果を生じ、気体を均一な状態で気体噴出口から噴出できる。また、多孔板は複数枚を同一孔ピッチのものを利用することが可能となり、工業的にも量産効果が期待でき、安価に提供することが可能となる。

[0165] また、本発明によれば、送気手段を容積型の送気装置とすることにより、特に海洋で用いた場合に発生する、波の影響による気体噴出口部の圧力変動に伴う噴出気泡量の変動の問題や、積載量すなわち喫水の大小に伴う気体噴出口部にかかる圧力変動の問題に対して、一層安定して気体を送気することが可能となる。この結果、波の高低や喫水の大小による、噴出気泡量の変動に伴う、摩擦低減効果の低下が防止できる。波が高くなった場合は、見かけの喫水が深くなるため、摩擦抵抗が増す傾向になり気泡による摩擦抵抗低減がより期待されるが、従来の方法では、気泡噴出口部の圧力が上昇するため、逆に気泡量が減少してしまう現象があった。また、貨物の積載量が増え、喫水が深くなると船体の接触面積が増えるため、より摩擦抵抗の低減が期待

されるが、同様に気泡の量が減少してしまう問題があった。こういった現象に対して、容積型の送気装置を用いることにより、また、各気体噴出口に対して各々に送気装置を用い、船底に気体噴出口を配設することと相俟って、波や喫水の影響を受けず、安定した量の気泡を噴出することが可能となる。

[0166] また、本発明によれば、複数の気体噴出口を船底の前部形状に沿って配設することにより、船底に空いた無駄な平面を作ることなく、気体を噴出させることが可能となり、摩擦低減効果を一層推進することができる。特に船首部の船底は、いわゆる船形の先端に当たるため、この部分に左右に複数の気体噴出口を配設し、気体の噴出を制御することにより、特に船舶の相対速度が遅いときや喫水が浅いときには、少ない気泡量で満遍なく船底を、また水中を上昇する気泡により船側を覆うことが可能となり、摩擦抵抗低減の効果を一層推進することができる。

[0167] また、本発明によれば、船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段の検出結果に応じて、気体調節手段で少なくとも船底に設けた複数の気体噴出口から気体を調節して噴出しているため、船側のみに気体噴出口を設けたものに比べ、気泡の上昇が船底自身によって阻害され気泡の保持効果が持続でき、少ない気泡量で有効に摩擦抵抗が低減できる。特に波や喫水の影響が考えられる場合は、船底の気体噴出口を主に利用し、これらの影響を緩和することができる。また、個別の気体噴出口ごとに、気泡噴出制御が気体調節手段にて容易にでき、特に海洋で用いた場合に、波による気泡噴出量の変動の問題も、圧力変動を予測して送気を調節し、緩和することができる。さらに、航行検出手段の検出結果に応じて気体調節手段で、送気状態が制御できるため、一律に気体を噴出する場合に比べて、航行状況に応じきめ細かに気泡の噴出が制御でき、一層の摩擦抵抗低減効果が期待できる。

[0168] また、本発明によれば、船体と水との相対速度を相対速度検出器で検出し、相対速度の増減に応じて気体噴出口数および／または気体噴出量を増減しているため、船舶の航行状態に応じたきめ細かな摩擦抵抗の低減ができる。摩擦抵抗の低減は、船舶の航行速度としてGPSやビーコン等を利用した対

地速度でなく、海における潮流や河川における水の流れと船体との相対速度によって決まってくる。従って、船体と水との相対速度に基づいて相対速度の大きいときは気体噴出口数および／または気体噴出量を増し、相対速度の小さいときは気体噴出口数および／または気体噴出量を減じることによって、摩擦抵抗の正味の低減効果を増すことができる。

[0169] また、本発明によれば、相対速度検出器を船体の波および／または気泡の影響を受けない箇所に付設しているため、特に海洋で用いる船舶において相対速度に誤差を生じることを防止できる。相対速度検出器は例えば、超音波式、電磁式、熱線式等各種のものが考えられるが、何れも気泡が介在すると誤差を生じ、また波の影響によっても誤差を生じる。従って、相対速度検出器をこれらの影響の無い箇所に付設することにより、これらの誤差を無くし、的確な気体噴出制御に繋げることができる。

[0170] また、本発明によれば、船舶の喫水を検出する喫水検出器にて喫水の大小に応じ気体噴出口の噴出口数および／または気体噴出量を増減することにより、船舶の航行状態に応じたきめ細かな摩擦抵抗の低減ができる。すなわち、船舶への積載量が多かった場合に、喫水が大きく(深く)なるがこの場合は、水と船体の接触面積が増える。この場合は、気体噴出口数および／または気体噴出量を増すことにより、より有効に摩擦抵抗の低減が図れる。反対に積載量が少なく、バラスト水でバランスを取っている喫水が小さく(浅く)なっている状態では、気体噴出口の噴出口数および／または気体噴出量を減じることにより、無駄に駆動装置の動力を使うことなくバランスを取った摩擦抵抗の正味の低減が図れる。

[0171] また、本発明によれば、船体の傾斜を傾斜検出器で検出して船舶の左右に配設した気体噴出口の噴出口数および／または気体噴出量を制御することにより、船舶の旋回時やローリング時に動力を無駄に使うことなく、有効に摩擦抵抗の低減が図れる。すなわち、旋回やローリングにより片側船底が持ち上がった状態では、持ち上がった側の船体の水との接触面積は沈み込んだ反対側よりも小さくなる。従って、気体の噴出を適正に配分するには、持ち上

がった側の気体噴出口数と気体噴出量を減じることが望ましく、反対側は増すことが望ましい。この場合、気体噴出口数のみあるいは気体噴出量のみでの制御でもよく、また双方を同時に行ってもよい。いずれにしても、船体を傾斜検出器で検出して気体調節手段で気体の噴出を調節することにより、無駄な動力を使用せずに、自動的に的確に摩擦抵抗の正味の低減が図れる。

[0172] また、本発明によれば、少なくとも船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口に対して、船舶の航行状態および／または船舶状況に応じて気体調節手段を調節して気体の噴出を開始／停止する制御を行っているため、特に気体の噴出による摩擦抵抗の低減効果が期待できない場合は、気泡の噴出を止めて、低減効果が期待できる場合は、気泡の噴出を行い、無駄な動力を使用することを防止し、有効に摩擦抵抗の正味の低減が図れる。船体の摩擦抵抗は、船体と水の相対速度の略2乗に比例する。従って、船体と水との相対速度が低くなると急激に摩擦抵抗は減少し、送気手段で消費する動力やエネルギーが摩擦低減効果を上回るようになる。このような場合は、気体の噴出を停止した方が、総合的に得策である。従って、ある所定の速度以下になった場合や、入港が近づいた場合等では、気体の噴出を停止し、ある所定の速度以上になった場合や、出港し所定時間がたった場合などに、気体の噴出を開始する。これらの判断を、航行状態検出手段および／または船舶状況判断手段により行い、気泡の噴出を開始／停止しているため、的確な制御が可能となる。

[0173] また、本発明によれば、船舶が止まっていることを検出／判断したときは、送気手段を停止し、気体噴出口からの気泡の噴出を停止しているため、摩擦抵抗の低減が不要なときに、気体を送気する送気手段を止められ、無駄な動力やエネルギーを消費することが無くなり、総合的にエネルギー効率が高く経済的な船舶の摩擦抵抗低減装置が実現できる。

[0174] 本発明によれば、気体噴出口から気体が噴出される場所、気体噴出口を基準として船尾方向に複数の端板が船底の略端部に長手方向に配設されていることにより、噴出された気泡が水中において船底全体に亘って船底に沿って流れることが可能となり、有効に摩擦抵抗の低減が図れる。また端板の作

用で、波や流れ等の外乱により船舶が傾いても、気泡が水圧の低い方へ拡散することが防止でき、安定して摩擦抵抗の低減が図れる。

[0175] また、本発明によれば、船底の平面形状に合わせて略対称に端板が複数対配設されるので、端板（の集合体）が船舶の進行を妨げる抵抗体となることを実質的に回避することが可能となる。また、船底の前部の平面形状に合わせて、船首部近傍の最前面まで気体噴出口を配設することが可能となり、摩擦抵抗の低減が船底全体に亘って図れる。

[0176] また、本発明によれば、端板（の集合体）を船底の平面形状に近似させることになるため、気泡の保持効果を一層高めることが可能となる。

[0177] また、本発明によれば、端板は船底側を底辺とした断面略三角形もしくは二次関数曲線等の曲線を用いた形で規定される構成としているため、この断面形状によって平板を用いた場合に比較して、水との接触面積が低減でき、端板を設置することによる摩擦抵抗が低減できる。これにより、端板（の集合体）が船舶の進行を妨げる抵抗を実質的に回避する効果が一層促進され、噴出された空気に係る水中での気泡は、有効に船底に沿って保持されて流れる。

[0178] また、本発明によれば、端板はその前後端部においてその前端部及び／もしくは後端部が流線型を有することから水の抵抗を最小限化するので、端板を設置することによる摩擦抵抗がさらに低減でき、噴出された空気に係る水中での気泡は、有効に船底に沿って保持されて流れる。

[0179] また、本発明によれば、気体噴出口を基準として船尾方向に船底に凹部が長手方向に形成されていることにより、噴出された空気に係る水中での気泡は、船底の凹部の終端に至るまで有効に船底に沿って保持されて流れる効果が一層促進される。また凹部の作用で、波や流れ等の外乱により船舶が傾いても、気泡が水圧の低い方へ拡散することが防止でき、安定して摩擦抵抗の低減が図れる。

[0180] また、本発明によれば、気体噴出口を基準として長手方向に断面幅が高さに対して1以上の凹凸断面を形成されるので、噴出された空気に係る水中で

の気泡は、その抵抗により凹部に付随し、船底の凹凸断面の終端に至るまで保持されて流ることが可能となる。

[0181] また、本発明によれば、凹凸断面は略三角形が横に連なる形状となり、該三角形の高さが気泡に十分覆われる高さ以下に形成されることで、気泡は実際上その差圧により三角形に係る凹部に付随し、船底の凹凸断面の終端に至るまで気泡が保持されて流ることが可能となる。また、略三角形が横に連なる形のため、略三角形の頂点が多数存在し、ドック入り時の台座の上に乗せることが容易にでき、作業が改善できる。

[0182] また、本発明によれば、気体噴出口を基準として船尾方向に、船底の略端部に設けた複数の端板が船舶の安定化手段を兼ねているため、自然現象及び衝突物体による船舶の横揺れ及び横転を抑制する効果が一層働き、噴出された気泡は水中において、船底の終端に至るまで保持されて流ることが可能となる。また安定化手段を兼ねた複数の端板の作用で、波や流れ等の外乱があっても船舶が傾きにくく、また多少傾いても単板の作用で、気泡が水圧の低い方へ拡散することが防止でき、安定して摩擦抵抗の低減が図れる。

[0183] また、本発明によれば、安定化手段を別途設ける必要をなくし、もしくは安定化手段の性能、機能、装備を最小化することができるので、船舶の経済効率化を推進することができる。

[0184] また、本発明によれば、ビルジキールの装備を節制することが可能となり、また端板の高さがビルジキール高さよりも小さいために船舶にかかる潮流の抵抗を減らすことができる。

[0185] また、本発明によれば、駆動装置より駆動された送気手段により、気体噴出口から噴出された気泡が、気泡を引き付ける段差の流体的作用により船底表面に付随し、船底の全体に亘り保持されて流ることが可能となり、摩擦抵抗の低減効果を増すことができる。

[0186] また、本発明によれば、気体噴出口から噴出された気泡が船底から離れ拡散し出すところで気泡吸引手段によって吸引することが可能となり、気泡の水中での拡散が回避されることが可能となる。

- [0187] 本発明によれば、船底に設けた気体噴出口から、送気手段から送られた気泡が噴出されるため、気泡の上昇が船底自身によって阻害され気泡保持効果が持続でき、少ない気泡量で有効に摩擦抵抗が低減できる。特に、船舶を海洋で用いた場合は、波の影響が無視できなかったが、船底ではこの波の影響が緩和され、安定して気泡を噴出させることが可能となる。さらに、プロペラ手段への気泡の巻き込みを防止する巻き込み防止構造により、波や潮流によって影響を受けずに、気泡をプロペラ手段に巻き込まれないように逃がすことができ、プロペラ手段の効率低下や推進力の低下が防止でき、正味の摩擦力の低減効果を向上させることができる。
- [0188] なお、船底からの気泡の噴出に加え、船底以外から噴出させても同様な効果を有する。また、巻き込み防止構造を船底以外に設けても同様な効果を有する。
- [0189] また、本発明によれば、気泡が巻き込み防止構造である曲面を有した隆起部により逃がされ、プロペラ手段に気泡が巻き込まれることが無いため、プロペラ手段の効率低下や推進力の低下が防止できる。また、曲面を有した隆起部は、簡単な構造で構成ができ、ドック入り時の障害になることも無い。また、船底に沿う流れが、曲面を有した隆起部でなだらかに変化するため、船体の摩擦抵抗を増大させることなく有効に気泡の巻き込み防止が図れる。さらに、曲面を有した隆起部で流線が下方に向き、プロペラ手段下部の流速が落ちるため、プロペラ効率の向上が期待できる。
- [0190] また、本発明によれば、隆起部である船体の平面中心線を中心として左右に広がるV字型のマウンドにより、気泡がプロペラ手段に巻き込まれることが防止できるため、平面中心線上に設けられた対称形をしたプロペラ手段に対して、対称的に有効に気泡を逃がすことができる。また、マウンドがV字型を成しているため、一層、気泡を逃がす効果が促進され、また、船底に沿う流れの摩擦抵抗の増大を防ぐことができる。さらに対称形を成しているため、製造も容易である。
- [0191] また、本発明によれば、プロペラ手段近傍に設けた気泡防護体により、プ

ロペラ手段近傍に迄至った気泡だけをプロペラ手段に入り込むことを防止しているものである。このため、プロペラ手段への水の流入を阻害することなく、気泡の巻き込み防止が図れる。

[0192] また、本発明によれば、多数の開孔部を有し略V字状に設けた気泡防護体により、略V字状に流速分布する気泡が巻き込まれやすいプロペラ手段下部に対し、開孔部が気泡に対し抵抗として作用することにより、有効に巻き込み防止ができる。また、気泡防護体は多数の開孔部を有し、かつ略V字状の上部は空いているため、プロペラ手段への水の流入が阻害されず推進効率が落ちることが無い。

[0193] 本発明によれば、プロペラ手段の前方に設けた気泡吸込み手段により、プロペラ手段に巻き込まれる気泡を手前で吸い込み、吸い込んだ気泡を外部に排出し、プロペラ手段部に気泡が至らないようにしているため、確実に気泡の巻き込み防止が図れる。さらに気泡吸い込み手段は、プロペラ手段近傍に設けているため、船底に噴出した気泡による摩擦低減効果を十分発揮できる。

[0194] また、本発明によれば、気泡吸い込み手段は、気液分離機構で吸い込んだ気泡と水を分離しているため、ブロアーやコンプレッサー、またポンプ等の気泡吸込み手段への水の混入が無くなり、機能を安定して発揮できる。また、気液分離機構で分離した水を冷却水やアンチローリングタンク用等船舶の他の用途に利用できる。

[0195] また、本発明によれば、気泡吸込み手段の後方に気泡の巻き込みを防止する巻き込み防止構造を設けることにより、各種外乱により気泡吸い込み手段から吸い残しの気泡が流出しても巻き込み防止構造により、気泡を逃がしプロペラ手段への巻き込みを確実に防止できる。また、気泡の量が少ない場合や船舶状況や航行状態によって気泡吸い込み手段を止め、巻き込み防止構造のみを働かせることが可能となり、さらにきめ細かくプロペラ手段の効率低下や推進力の低下が防止できる。

[0196] 本発明によれば、気泡巻き込み検出手段でプロペラ手段への気泡の巻き込

みを検出したときは、気体噴出口の噴出条件および／あるいは送気手段の運転条件を変えているため、さらなる気泡の巻き込みを防止し、プロペラ効率の低下が継続することが防止できる。さらに、気泡巻き込みに伴うプロペラ手段での振動や騒音の発生が防止され、プロペラ手段の損傷も低減でき、船舶に対する弊害も防止される。

[0197] 本発明によれば、気泡巻き込み検出手段でプロペラ手段への気泡の巻き込みを検出したときは、プロペラ手段の運転条件を変えることにより、気泡巻きこみに伴いプロペラの推進力が落ちた場合に、推進力を維持するため回転数を上げたり、気泡の巻き込みを低減するため回転数を下げたりすることが可能となる。また、振動や騒音対策のために回転数を下げたり、可変ピッチプロペラにあっては、翼の角度を変え気泡混入に対して影響の少ない条件に変える等プロペラ手段の運転条件を変え、気泡巻き込みによる影響を低減することができる。

[0198] 本願によれば、過給機からの余剰ガスのうち、加圧気体及び／もしくは排気の一部を気泡として再利用でき、バブル発生のためのエネルギーを特に要することなく抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を図ることができる。さらに、主機関に悪影響を与えることなく、例えば船速の変化等を経時的に反映させた制御が達成される。すなわち、取り出し過ぎて給気量が不足し、主機関の効率が低下したり、排気が悪化したり、また多すぎて同様なことが起こることを防ぐことができる。また、過給機の余剰ガスや主機関からの排気ガスの有効利用を最大限効率良く推進することができる。

[0199] また、本願によれば、主機関の熱負荷として表現される運転状態を、一番的確に把握できる物理量としての掃気圧と排気温度、また過給機特性としての過給機効率に基づいて、経時的に変化する状況の各々に最適値を設定できると共に各種演算を自動処理できる。さらに、この設定値を用いることで、気泡利用による船舶抵抗低減効果を利用してのエネルギー消費効率を自動的に最大化することができる。

[0200] さらに、本願によれば、過給機からの給気と掃気を気泡として再利用でき

、バブル発生のためのエネルギーを特に要することなく抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を図ることができる。さらに、給気バイパス量及び／もしくは掃気バイパス量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御するために、主機関に悪影響を与えることなく、例えば船速の変化等を経時的に反映させた制御を行う噴出気体制御装置が実現される。すなわち、取り出し過ぎて給気量が不足し、主機関の効率が低下したり、排気が悪化したり、また多すぎて同様なことが起こることを防ぐことができる。また、過給機の余剰ガス（給気、掃気）の有効利用を最大限効率良く推進することができる。

[0201] また、本願によれば、給気及び／もしくは掃気が、加熱されて前記気体噴出口に供給されるために、水の粘性抵抗を減らし、船舶の摩擦抵抗低減効果を更に高め、一層のエネルギー消費の低減を増進させることができる。

[0202] さらに、本願によれば、過給機からの排ガスを気泡として再利用でき、バブル発生のためのエネルギーを特に要することなく抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を図ることができる。さらに、排気バイパス量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御するために、主機関に悪影響を与えることなく、例えば船速の変化等を経時的に反映させた制御を行う噴出気体制御装置が実現される。すなわち、取り出し過ぎて給気量が不足し、主機関の効率が低下したり、排気が悪化したり、また多すぎて同様なことが起こることを防ぐことができる。また、過給機の余剰ガスの有効利用を最大限効率良く推進することができる。

[0203] また、本願によれば、過給機からの排気バイパスによって送気手段を駆動し、この送気手段から発生される気泡を利用するので、気泡発生のためのエネルギーを特に要することなく抵抗低減を図り、それによるエネルギー消費の低減を図ることができる。さらに、このとき、この排気バイパス量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御するので、主機関に悪影響を与えることなく、例えば船速の変化等を経時的に反映したエネルギー効率の最適化が図られる。したがって、過給機の余剰ガスを送気手段

の駆動源として有効利用できる。

- [0204] さらに、本願によれば、過給機からの排気バイパスによって送気手段中の発電機が駆動され、この発電機の電力でブロアーが駆動されて、かかるブロアーから発生される気泡を利用するので、余剰ガスのうち、高圧、高温の気体を含むエネルギー値の高い余剰ガスを発電源として有効に再利用することができる。また、ブロアーが電力で駆動されるため、回転数制御や複数台設けた場合の、回転数に差を付けた運転等が容易に行える。
- [0205] またさらに、本願によれば、過給機からの排気バイパスによって送気手段中のタービンが駆動され、このタービンの駆動によって（たとえば同軸とした）ブロアーが駆動されて、かかるブロアーから発生される気泡を利用するので、余剰ガスのうち、高圧、高温の気体を含むエネルギー値の高い余剰ガスをブロアーの直接駆動源として有効に再利用することができる。特に、タービン駆動によってブロアーが直接駆動されるため、変換効率の向上が図れる。
- [0206] また、本願によれば、配管経路を一旦喫水線上に上げてから喫水線以下の気体噴出口と接続されるため、気体噴出口からの海水の逆流を防止することができ、主機の安全を装置面から一層確実化することができる。
- [0207] さらに、本願によれば、複数個対称に設けた気体噴出口に対して設けた複数の配管経路（系統）について気体の圧力を適合的に変動せしめることにより、船舶の横揺れ状態（ローリング）の場合でも、浅い箇所の噴出口からと深い位置の噴出口からの気泡噴出を略均等に制御することが可能となる。
- [0208] また、本願によれば、加圧気体及び／もしくは排気の圧力と船舶の喫水に応じて加圧気体及び／もしくは排気の気体噴出口への供給の開始／停止を加圧気体量調節手段及び／もしくは排気量調節手段を調節して制御することにより、圧力が気泡の噴出に十分な条件になってから供給を開始し、不十分になったときは供給を停止することが調節手段を制御して可能となり、適正な噴出条件での気体の供給が図れ、海水が主機関へ逆流するという事態を防止できる。

- [0209] さらに、本願によれば、加圧気体及び／もしくは排気の取り出し量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性に基づいて制御するため、機関の作動開始から、運転、停止に至るまで、主機関に悪影響を与えることなく、気泡の排ガス利用発生による抵抗低減に係るエネルギー効率が絶えず装置として最適化できる。
- [0210] また、本願によれば、経路が遮断されないことにより主機関にたとえば海水が意図に反して流入するという危険事態の可能性を最小化することができる。
- [0211] 本願によれば、可変手段を随時制御することで、過給機に流入する流入気体の状態を常時最適化し給気特性を改善することができる。たとえば、排気量の増減によって変化する一定の変数により気体の流入状態（方向、圧力、速度等）を制御することにより、過給機は過給機に流入する流入気体の量の影響を大きく受けずに稼動することになる。したがって、過給機効率を低減させず、主機関へ加圧気体を好適に給気し、全体としての主機関効率を所定の範囲内に維持することができる。また、気体の噴出状態（例えば、方向、噴出量、速度等）を制御することで、航行状態等から受ける影響を最小限にし、船体近傍の所望の範囲や位置等に気体を噴出することができる。すなわち、好適な摩擦抵抗低減効果を得るとともに、無駄な気体噴出を防ぎ、エネルギー効率も向上する。さらに、このような高効率の気体噴出に係る効果をより長時間維持するために、当該気体を形態可変の制限手段をもって制限することで、航行状態の影響による拡散を防止し、より好適な摩擦抵抗低減を実現することができる。また、メンテナンスも容易に実施できるものとなる。したがって、これら複合的な組み合わせにより船舶全体の航行における省エネルギー化を図ることができる。
- [0212] また、本願によれば、可変ノズルに係る所定の可変部分を、過給機と主機関の間から取り出す加圧気体及び／もしくは排気の状態に応じて制御することで、加圧気体や排気に係る取り出し流量の増減に関わらず、過給機への流入状態を最適化することができる。したがって、過給機効率を低減させず、主

機関へ加圧気体を好適に給気することができる。すなわち、高効率な過給機の駆動を実現し、ひいては主機関効率を所定の範囲に保つことができる。

[0213] また、本願によれば、航行状態によって気体を噴出する方向、噴出量、速度等の噴出状態を制御することができるため、船体近傍に噴出する気体の噴出範囲、量、時間、タイミング等をより好適なものとすることができる。たとえば、船舶が波や潮流により横方向や斜め方向から力をうけることで船体が様々な角度に傾くが、航行状態としてこの傾きを検出し噴出状態を傾きに応じて制御することで最適な摩擦抵抗低減効果を得ることができる。

[0214] また、本願によれば、気体の拡散を制限する制限手段を収納可能とすることにより、気体を噴出しない船舶が浅瀬を航行しているときなど制限手段が航行の障害となり得る場合や、ドック入り時に船体を定着させる場合などに収納し、当該制限手段が障害となり、また作業上の負担になることを防ぐことができる。したがって、制限手段を収納することで航行時における省エネルギー対策を行うことができるとともに、航行時以外のときは障害物とならず作業効率を向上させることができる。

[0215] また、本願によれば、過給機の給気特性を改善する可変ノズルにより、バイパスした加圧気体や排気量の増減に付随して可変ノズルのベーンの開閉度合いや絞り具合等を制御することができ、過給機に供給される排気ガスの流入状態を好適に制御することができる。また、可変ノズルの制御に当たっては、加圧気体や排気の取り出し量と主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性に応じて制御を行うため、加圧気体や排気の取り出しと主機関の状態の双方に配慮した制御が可能となる。したがって、過給機特性を悪化させることなく主機関へ加圧気体を好適に給気でき、全体として主機関効率を所定の範囲に保った上で加圧気体や排気の取り出しを行うことができる。また、可変ノズルの作用で標準負荷時以外の低負荷時、高負荷時の過給機特性が改善されるため、加圧気体や排気のバイパス量をより多く取り出すことが可能となる。

[0216] また、本願によれば、主機関の運転状態を把握する物理量として必ず使わ

れる掃気圧と排気温度を用い、また過給機特性としての過給機効率に基づいて制御を行うことにより、経時的に変化する状況の各々に対応して最適な可変ノズルの制御が可能となる。また、既存の検出手段等が利用でき、主機関の負荷に対応した演算を自動処理できる。

[0217] また、本願によれば、航行状態検出手段の検出結果に応じて送気手段から送気された気体を船体の近傍に噴出する前に噴出後の気泡状態を想定しつつ噴出状態を制御することができるため、より所望のものに近い気体噴出を行うことができる。また、航行状態検出手段により航行時に起こり得る船舶の種々の場面により変化する航行状態を、数値情報として検出して他の装置等に情報として検出結果を提供することも可能となる。

[0218] また、本願によれば、気体噴出口から噴出する気体の噴出量や噴出方向は、航行状態に応じて制御することができる。例えば、波が大きいとき、強風するとき、船舶がカーブするとき等において予め気体の噴出方向を調整することにより船底の向きや傾きに応じて噴出することで、摩擦抵抗を有効に低減することができる。また、たとえば港内等での低速時や航行中の巡航時等の航行状態に応じて、気体の噴出量を少量・標準量・多量にしたり、噴出方向を船底に対して中央方向に局所的に噴出したり、略平行に噴出したりすることもできる。こうすることで、船舶の航行状態に応じて任意に気体噴出状態を操作することが可能となり、摩擦抵抗を低減してエネルギー消費率を更に改善することができる。

[0219] また、本願によれば、気体噴出口が突出しておらず船舶の航行に対する抵抗体にならない。すなわち、水の抵抗を受け、海藻等の付着によりさらに抵抗度合いが増す部分がないため、運行に生じる摩擦抵抗の更なる軽減が図れる。また、これによりドック入り時の作業上の負担・支障にもならない。たとえば、船体が定着する盤木等に載せる際に、気体噴出口の突出部分がないため船底と略同程度の高低で同一面を構成でき、応力集中による破損等を何ら考慮しなくてよい。さらに、船底の修繕等においても他の部分と同様の扱いをすることができるため、作業効率も損なわれない。したがって修繕等の

作業時間の短縮も図れる。

[0220] また、本願によれば、整流板により気泡の流路が予め定められるために、より好適に気体の噴出方向の調節が容易となる。また、当該整流板は船舶の構造体と兼ねることもでき気体噴出口部を補強できる。また、突出させないことにより、ドック入り時の作業上の負担にもならない。すなわち、整流板は気体の噴出方向の調節体としての効果と、構造体としての効果を有する。さらに、船舶の運航上、船底に突起物がないため、船舶のオペレーターにとっては安全上の不安要素が軽減される。

[0221] また、本願によれば、拡散制限手段を収納可能な構成にすることで、気体の噴出状況及び船舶の運航状況に応じて、効率よく拡散制限手段を利用することができる。たとえば、摩擦抵抗効果が低い低速度運行時には、気体の噴出停止とともに、意図的・計画的に拡散制限手段を収納することで、船体から突出する部分がなくなり、運行上の抵抗体とならない。また、拡散制限手段を船体から突出させることにより、気泡の拡散制限効果以外に、船体の横揺れに対する抵抗体としての機能を兼ねたり、重心が下げられることにより船体の安定化を図ったりすることができる。また、メンテナンス等のドック入り時に応じて拡散制限手段を収納できれば、作業上の障害物がなくなり、作業員の負担が軽減する。したがって、エネルギー資源上及び作業上の効率を向上する点において、本発明は極めて有益である。

[0222] また、本願によれば、拡散制限手段の一部（先端等）も突出していない状態とすることができるため、ドック入り時に拡散制限手段が障害物となることは全くなく船舶を定着することができる。また、拡散制限手段が障害物となって船底の修繕等の作業に影響を及ぼすこともなくなる。すなわち、船体が定着中は船体自体の荷重により拡散制限手段が収納され突出しない状態を維持できるため、その間は船底と略同一面を構成し、他の部分と同様に作業を行うことができる。したがって、作業効率も損なわれない。

[0223] また、本願によれば、折りたたまれた拡散制限手段を設けることにより、巡航時にスムーズに突出させて略直進状態を維持しつつ、通常の運行時及び

航行上生じる船舶の傾きや突発的に発生する船舶の揺れ等に対しても、その影響による気泡の拡散を抑制し、船底近傍に気泡を保持しつつ流すことができる。一方、ドック入り時は拡散制限手段を折りたためば障害物となることはなく船舶を定着することができ、船底の修繕等の作業に影響を及ぼすこともなくなる。またたとえば、拡散制限手段を船体のビルジ部に装着して、外側に少し屈折させるだけで、船底との高低差がなくなるため、設置の自由度が増すとともに、船体内に格納するスペースの確保も不要となり、メンテナンスもし易い。また、拡散制限手段にビルジキールの機能を持たせ、航行時の船体の安定化にも寄与させることができる。

[0224] また、本願によれば、収納可能な拡散制限手段を伸縮自在とすることにより、気体の噴出量の増減に応じて突出度を変え、拡散制限手段自身が摩擦抵抗の原因になることを防止することや、海底の浅い場所では縮めて航行上の障害となることを防止すること等が可能となる。

[0225] また、本願によれば、重力により拡散制限手段が垂下するか、あるいはばねにより付勢することで、拡散制限手段の稼働における動力源を不要とし、その分消費エネルギーが節約される。一方、ドック入り時に拡散制限手段が、船体の自重が加わることにより自動的に収納され、障害物となることなく船舶を定着することができ、船底の修繕等の作業に影響を及ぼすこともなくなる。

[0226] また、本願によれば、拡散制限手段を分割して列設することで、定尺ものの材料が利用でき、各拡散制限手段の重量もさほど小さくなくて済み、生産性の向上が可能となる。また、ドック入り時に盤木等から荷重を受ける箇所の拡散制限手段だけを収納、折りたたみ構造などに構成することも可能となり、補強も容易で応力集中等による拡散制限手段の破損を防止することができる。したがって、拡散制限手段自体の修繕等の必要性も減り、より効率のよい作業が実現する。

[0227] また、本願によれば、拡散制限手段を内力及び／もしくは外力に応じて変形可能にすることにより、固定化された拡散制限手段とは異なり、柔軟にそ

の形状を変更することができる。すなわち、内力を加え膨張状態を維持できれば、拡散制限手段としての機能を発揮し、略直進状態を維持した通常の運行時及び航行上生じる船舶の傾きや突発的に発生する船舶の揺れ等の影響による気泡の拡散を抑制し、船底近傍に気泡を保持しつつ流すことができる。一方、内力の停止及び／または外力の影響に呼応させて拡散制限手段の形状を変形させることができ、あえて収納等せずとも拡散制限手段自体が運行上の抵抗体とならず、ドック入り時の障害ともならなくすることができる。また、たとえば内力を高めて突出度を大きくすることにより、船体の横揺れ等に対する安定化手段としての機能を高めることができる。さらに、喫水が深く船体近傍に噴出した気泡も小さく、拡散制限手段の突出（変形）度も少なくよい場合に、喫水（外力）の影響により変形し収縮するため、拡散制限手段が摩擦抵抗増加の原因となることを防止できる。したがって、エネルギー資源上及び作業上の効率を向上する点において、本発明はより効果的である。

[0228] また、本願によれば、中空構造体の拡散制限手段を採用することで、気体や液体等の流体や粉体の流動による内部からの加圧により、拡大膨張させることができる。また、拡大膨張後、たとえば弁の閉鎖により圧力を一定に保つことも可能となり、常時流動を必要とせず、流体を供給するエネルギー消費量が節約できる。また、当該流体は排出しやすく、収縮に要する時間も短くて済み、ドック入り時に船体の自重により排出も可能なため、短時間で船舶の定着を行うことができる。

[0229] また、本願によれば、中空構造体で送気管の役割を兼用し送気手段で形成した気体を気体噴出口に送気することができる。この際、当該中空構造体は気体の加圧により膨張するため、船舶の傾きによりおこる気泡の拡散を抑制し、拡散制限手段の役割も果たすことができる。また、たとえば送気手段或いは送気管と直結し、噴出気体の経路を形成することもできる。こうすることで、拡散制限手段としての機能と送気管としての機能を兼ねることも可能となる。

- [0230] また、本願によれば、拡散制限手段を可撓性材料で構成された内部が中空の中空構造体とすることにより、船舶の航行に伴う流体力により、中空構造体にあらかじめ流体を注入等しなくとも、中空構造体内部を加圧、拡大させ、また収縮させることができる。したがって、船舶の航行に伴う流体力を活かして拡散制限手段を形成することができるため、中空構造体を膨張させるための気体等を注入する装置等は不要となり、エネルギーの有効活用ができる。さらに、船舶が航行しない限り、流体力は発生しないため、ドック入り時には中空構造体は収縮し、即座に船舶の定着を行うことができ、拡散制限手段が障害物となることはなく船底の修繕等の作業に影響を及ぼすこともなくなる。
- [0231] また、本願によれば、船体の左右舷の傾きに依じて拡散制限手段の突出度を調整することができるため、たとえば傾いて喫水が浅くなった側の船底には拡散制限手段をより突出させ、傾きに伴う気体の拡散を制限することが可能となり、運行状態に極めて適した摩擦抵抗低減効果を得ることができる。
- [0232] また、本願によれば、制限流発生手段により気体の拡散を制限する流れを発生させることで、いわゆる擬似的な壁（端板）を形成し、噴出した気泡の拡散や、船舶の傾きにより生じる気泡の拡散を抑制し、気泡を船体近傍に保持しつつ流すことができる。また、気体の拡散は流体の作用により制限されるため、船体から突出させないことが可能となり、ドック入り時に盤木の位置等を考慮する必要もなく、作業上の支障はなくなる。したがって修繕等の作業時間の短縮も図れる。
- [0233] また、本願によれば、気体噴出口近傍の経路に設けた気体の噴出を行わないときに経路を閉成する開閉手段により、気体供給停止時に水の浸入を遮断し、送気手段に水が逆流することが防止でき、送気管の損傷等を防止することができる。すなわち、経路の内部は水分等による錆や海洋生物等の付着がなくなり、気体噴出に当たって摩擦抵抗の増加が抑えられ、メンテナンス等が不要となり、ひいては送気管の長期利用が可能となる。さらに経路が開閉手段により閉成されることにより、航行時に流れる水が経路内に浸入するこ

とによる摩擦抵抗の増加も防止することができる。

- [0234] また、本願によれば、航行状態検出手段を水中に設ける場合、気体噴出口から噴出した気泡の影響を受けないところに設置することで、気泡による外乱の影響を無くし、安定して種々の状態を検出することができる。また空気存在により繁殖し易い、フジツボなどの磯に生息する生物付着を防止でき、長期的に安定して航行状態の検出が行える。

図面の簡単な説明

- [0235] [図1] (a) 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置を適用した船舶の側面図、(b) 同船舶の上面図、(c) 同船舶の下面図である。
- [図2] (a) 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いたブローアの側面図、(b) 同ブローアの側面図、(c) 同ブローア内部構造図である。
- [図3] 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いた気体噴出口の斜視図である。
- [図4] 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いた気体噴出口の作用概念図である。
- [図5] 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いた気体噴出口の船底への取り付け断面図である。
- [図6] 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いた気体噴出口の船底への他の取り付け方を示す取付断面図である。
- [図7] 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いた制御ブロック線図である。
- [図8] 本発明の一実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置に用いた剪断力センサーの断面図である。
- [図9] 本発明の第二の実施例における船舶の摩擦抵抗低減装置を適用した船舶の下面図である。
- [図10] (a) 本発明の一実施例における船舶の気泡保持装置を適用した船舶の側面図、(b) 同船舶の上面図、(c) 同船舶の下面図である。
- [図11] 本発明の一実施形態に係る船体の（図10の）X-X断面図である。

[図12]本発明の別の一実施形態に係る船体の（図10の）X-X断面図である。

[図13]本発明の更に別の一実施形態に係る船体の（図10の）X-X断面図である。

[図14]本発明の更に別の一実施形態に係る図11の点線Y部の拡大図である。

[図15]本発明の更に別の一実施形態に係る船体の（図10の）X-X断面図である。

[図16]本発明の更に別の一実施形態に係る船体の（図10の）X-X断面図である。

[図17]本発明の一実施形態に係る端板の配設時の気泡保持状態を示す概念図である。

[図18]本発明の一実施形態に係る前部及び後部を流線型とする端板に係る配設時の船舶船航中の気泡流動状態を示す概念図である。

[図19]本発明の更に別の一実施形態に係り、船底を断面視で三角形に係る凹凸状とした船舶の船航中に係る気泡保持状態を示す断面概念図である。

[図20]本発明の更に別の一実施形態に係り、船底に断面視で翼断面型マウンドを有する構成とした船舶の船航中に係る気泡保持状態を示す断面概念図である。

[図21]本発明の更に別の一実施形態に係り、船底を断面視で後部に向かい緩やかな段差を有する構成とした船舶の船航中に係る気泡保持状態を示す断面概念図である。

[図22]本発明の別の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器の構成を説明するための断面図である。

[図23]本発明の別の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器の使用方法を示す概念図である。

[図24]本発明の別の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器の使用方法を示す概念図である。

[図25]本発明の別の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器の使用に係る状況図である。

[図26] (a)本発明のまた別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置を適用した船舶の側面図、(b)同船舶の上面図、(c)同船舶の下面図である。

[図27]本発明のまた別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置のブロック線図である。

[図28]本発明のまた別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置に用いた空気噴出口の作用概念図である。

[図29]本発明のまた別の実施形態における船舶のプロペラ部における水の流速分布図である。

[図30]本発明の別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置を適用した同船舶の下面図である。

[図31]本発明の別の実施形態に用いた気液分離システムの要部断面図である。

[図32]本発明のまた別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置を適用した同船舶の下面図である。

[図33]本発明のまた別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置に用いた空気吸込口の作用概念図である。

[図34] (a)本発明の別の実施形態における船舶の気泡巻き込み防止装置に用いた気泡防護板の斜視図、(b)同気泡防護板の後部正面図である。

[図35]本発明の一実施形態に係る噴出気体制御装置及びこの装置を装備した船舶の全体像を、断面的に示す図である。

[図36]本発明の一実施形態に係る噴出気体制御装置を海洋で使用する船舶に適用する実施形態に係り、(a)は、当該船舶の側・断面図を、(b)は、その上面図を、それぞれ示すものである。

[図37]本発明の一実施形態に係る過給機からバイパスさせる系統を示す系統図である。

[図38]本発明の一実施形態に係る主機関負荷と過給機効率の現実的關係の一

例を示す図である。

[図39]本願の制御を実現するために、本実施形態に係る各装置と、本願に係る制御の基礎データの取得を行う各種センサー、アクチュエータ等の配置を示したブロック図である。

[図40]本願の制御系を説明するための制御ブロック図である。

[図41]本発明の一実施形態に係る船舶の摩擦抵抗低減装置を装備した船舶の全体像を、断面的に示す図である。

[図42]本発明の一実施形態に係る可変ノズルの要部拡大図である。

[図43]本発明の一実施形態に係る可変ノズルの有無による主機関負荷と過給機効率の関係の一例を示す特性図である。

[図44]本発明の一実施形態に係る過給機及び周辺の部品類の配置を示したブロック図である。

[図45]本発明の一実施形態に係る制御手段の制御ブロック図である。

[図46]本発明の一実施形態に係る気体噴出口の概念を示す断面図である。

[図47]本発明の一実施形態に係る整流板を有した気体噴出口の透視斜視図である。

[図48]本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての格納式拡散制限部を備えた船舶の断面図である。

[図49]本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての格納式拡散制限部（図48の点線部）の拡大図である。

[図50]本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての格納式拡散制限部（図48の点線部）の別の実施形態を示す拡大図である。

[図51]本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての屈折式拡散制限部を備えた船舶の断面図である。

[図52]本発明の一実施形態に係る屈折式拡散制限部（図51の点線部）の拡大図である。

[図53]本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段として別の屈折式拡散制限部を備えた船舶の断面図である。

[図54]本発明の一実施形態に係る別の屈折式拡散制限部（図53の点線部）の拡大図である。

[図55]本発明の一実施形態に係る内力／外力に応じて変形可能な拡散制限手段を備えた船舶の断面図である。

[図56]本発明の一実施形態に係る内力／外力に応じて変形可能な拡散制限手段の別の実施形態を備えた船舶の側面図である。

[図57]本発明の一実施形態に係る内力／外力に応じて変形可能な拡散制限手段の更に別の実施形態を備えた船舶の側面図である。

[図58]本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段として左右舷の傾きに応じて突出度を調節する拡散制限部を備えた船舶の断面図である。

[図59]本発明の一実施形態に係る制限流発生手段を備えた船舶の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0236] 以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について実施例を用いて説明する。なお、以下では、本発明の目的を達成するための説明に必要な範囲を模式的に示し、本発明の該当部分の説明に必要な範囲を主に説明することとし、説明を省略する箇所については公知技術によるものとする。

[0237] （第1の実施形態）

図1は、本発明の一実施形態に係る摩擦抵抗低減装置を、海洋で使用する船舶に適用した実施例を示す。図1(a)は、当該船舶の側面図を、図1(b)は、その上面図を、図1(c)は下面図を示すもので、一部説明のために要部構成を露出させて表現している。

[0238] 船舶1の甲板2上に、送気手段としてのブロアー11、12、13、14、15が並べて設置されている。これらのブロアー11、12、13、14、15は甲板2上で、船首で破碎された潮の飛沫を避けるため格納庫に入れられて設置されていて、少しでも飛沫を避ける意味から気体である空気の取り込みを、船体の進行方向の反対側から行っている。

- [0239] ブローア—11、12、13、14、15に取り込まれた空気がそれぞれ加圧され、屈曲部を有した送気管16、17、18、19、20を通過して、船底3の近傍に設置された気体噴出口21、22、23、24、25に導かれる。この気体噴出口21、22、23、24、25は、この実施例の場合、船底3の前部で船体4の平面中心線CLに対して対称的に、略一列に配置されている。気体噴出口21、22、23、24、25を船底3に設けることは、噴出した気泡の船底3部への滞在を長引かせ、波等による圧力変動を緩和する狙いからであり、また船底3の前部に設けることは、噴出した気泡を船底3へ極力全体に亘って滞在させる目的からである。
- [0240] また、気体噴出口21、22、23、24、25を略一列に配置することは、構成を簡素化し、対応して設けたブローア—11、12、13、14、15や送気管16、17、18、19、20等の配置も容易化するためである。また、気体噴出口21、22、23、24、25は、この例の場合、奇数個の5個としているため、真中の一つ（気体噴出口23）を平面中心線CL上に持つてくることにより、船舶1の直進性を有した上での、気泡の1箇所噴出が実現できる。
- [0241] 船底3には、気体噴出口21、22、23、24、25から噴出された気泡を逃さないように気泡のガイドを行う端板5、5'、6、6'、7、7'がこれも船体4の平面中心線CLに対して対称に配置されている。船底3にはこの他、海水や気泡による船体4に作用する剪断力を検出する剪断力検出器である剪断力センサー50、51、52、53、54が船尾側に設けられている。
- [0242] また、相対速度検出器である相対速度センサー55、56が船尾側に設けられている。船側8には、別の相対速度センサー57が設けられている。これらの相対速度センサー55、56は、気体噴出口21、22、23、24、25から離して、あるいは相対速度センサー57は、近くても船側8の気泡の影響が無い箇所に設けられている。特に、相対速度センサー57は、船側8でも波の影響を受けない下方に設置されている。これらの相対速度セン

サー５５、５６、５７は、超音波式を採用しており、水中での使用を可能として、波や潮による影響を少なくしている。

[0243] また、船底３の後部と前部には、噴出された気泡の状態を監視するビデオカメラ５８、５９が設けられている。このビデオカメラ５８、５９の撮影した映像を、人が監視し、気泡の噴出状態を解析することに役立てている。

[0244] 図２は、ブローア－１１、１２、１３、１４、１５の詳細図面である。図２（a）は正面図を、図２（b）は側面図を、図２（c）は一部内部構造を表現した断面図を示す。このブローア－１１、１２、１３、１４、１５は、ルーツ式の容積型ブローア－であり、駆動装置であるインバータ型の電動機６０により、ベルト６１を介してブローア－内部の２つのロータ６２、６３が回転され、ブローア－内壁６４とロータ６２、６３の間に取り込まれた空気がロータ６２、６３の回転に伴い圧縮され、供給される構造である。ブローア－１１、１２、１３、１４、１５は容積型であるため、先での圧力変動があっても安定して決まった量の空気を供給できるものとなっている。また、このルーツ式ブローア－は、同じ容積型であってもピストン式と異なりほぼ連続的に空気の加圧が行われるため脈動が少なく、圧力平滑化のためのタンク等も廃止することが可能である。さらに、回転が滑らかで振動や騒音が少ないため、甲板２上にブローア－１１、１２、１３、１４、１５が配置されても、下部の船室で共鳴音が発生しにくいものとなっている。

[0245] 図３は、気体噴出口２１、２２、２３、２４、２５の詳細構造を概念的に示す斜視図である。この図３では、説明の簡略化のため、複数ある送気管や気体噴出口の代表例を示している。送気管１６を通過してブローア－から送られた空気は、送気管１６に接続された気体噴出口２１のチャンバ－部７０で直角に曲げられる。この送気管１６の接続部の直下には、送気された空気を分散させる三角形の断面を有した分配部品７１が設けられていて、この部分で直角に曲げられるとともに、分配部品７１によって空気が左右に分散される構成をとっている。空気は直角に曲げられることで、水平面方向に一様に広がろうとするが、チャンバ－部７０の奥と左右、上下の内壁により、空気は

前方の多孔板 7 2、7 3 の方にのみ流れようとするが、この際に分配部品 7 1 の存在により、一層、多孔板 7 2、7 3 の左右方向の空気の分布が均一化される。

[0246] 多孔板 7 2、7 3 には、多数の孔 7 4、7 5 が開けられているが、多孔板 7 2 と 7 3 で孔の左右方向の位置がずれていて、開孔位置をずらした配列となっている。この多孔板 7 2、7 3 は、この実施例では 2 枚使用した例を示しているが、3 枚、4 枚といったこれ以外の複数枚であってもよい。多孔板 7 2、7 3 が、その開孔位置をずらして配置されることにより、多孔板 7 2、7 3 が、空気の流れを屈曲させ抵抗を付けるいわゆる邪魔板の作用をすることとなり、さらなる左右方向の空気の均一化に加えて、上下方向の空気も均一化されて、前面の噴出開口 7 6 から噴出させることが可能となる。

[0247] ここで、多孔板 7 2、7 3 はステンレス等の耐食性を有した板金を連続的にプレスで丸孔をあけて生産し、カッティングによって開孔位置をずらした配列を実現できるので、生産性に優れたものとなる。このステンレス材で構成された場合、開孔が丸孔であることにより、エッジ部がなくなり、角孔などのようにプレス時の応力集中が起こりにくく、海水中で用いてもエッジ部から応力腐食が進行することが軽減できる。多孔板 7 2、7 3 は、樹脂を使用し、成型によって生産してもよい。この樹脂を用いた場合は、腐食面からは特に孔の形状はこだわらないが、成型型からも丸孔が好ましい。

[0248] 図 4 は、送気管 1 6 で導かれた空気が、略直角に曲げられて広がり、ずらして直列に配設された多孔板 7 2、7 3 を介して噴出される、上記構成の作用を概念的に示した概念図である。

[0249] 図 5 に、この実施例における気体噴出口 2 1 を船底 3 に取り付けた、断面図を示す。この図では、説明の簡略化のため、複数ある送気管や気体噴出口他の代表例を示している。チャンバー部 7 0 は、船底 3 の平面より突出して設けられ、送気管 1 6 が船底 3 を貫通して、チャンバー部 7 0 に接続され、噴出開口 7 6 が水流に対して下流側に開いている。チャンバー部 7 0 の前面には、抵抗低減板 8 0 が設けられ、水流によってチャンバー部 7 0 が抵抗に

ならないように配慮されて構成されている。

[0250] 図6は気体噴出口21の船底3への取付けの他の実施例を示す。この他の実施例においては、船底3の形状をチャンバー部70が介在しても略同一平面となるように配慮して設計しており、この場合、先の実施例のように抵抗低減板80を設ける必要はないが、気体噴出口21の下流側の船底3を曲面で構成し、噴出開口76から噴出した気泡が流れ易く、また船底3に付着し易く、かつ抵抗が増加しないように配慮されている。

[0251] 図5の先の実施例は、気体噴出口21の後付けを含めて、船底3への装着が実施し易い効果を有し、図6の他の実施例は、抵抗低減板80等を特に設ける必要がなく、気体噴出口21の取り付けに伴う、摩擦抵抗の増加を抑えることが期待できる効果を有する。

[0252] 図7は本実施例の制御ブロック線図である。

[0253] 船舶状況判断部100には、船の位置を検出するGPS101、船舶の機関の燃料消費量を計測する燃料計測部102、船舶の機関の運転状態を検出する機関運転検出部103が設けられている。この船舶状況判断部100は、特に船舶の現況を判断する部分であり、航行中に変化が少ない、あるいは変化が緩慢な船舶の現況を判断するものである。例えば、GPS101は船の地図上の位置を把握し、港や目的地までの距離や対地の絶対速度等を検出している。

[0254] これは、こういった地図上の位置や場所で、気泡を噴出したらよいか、また止めたらよいかの判断に利用される。また、対地の絶対速度計測は、相対速度センサー55、56、57を補完する目的でも使用される。燃料計測部102は、機関がどれだけ所定時間当たりの燃料を消費しているかを計測し、所定の燃費を下回ったら気泡の噴出を止めること等に利用される。機関運転検出部103は、船舶の機関の運転状態を検出し、機関の運転が停止しているときには、気泡の噴出を止める、あるいは運転を開始し所定時間経ったら気泡の噴出を開始する等の情報を得ることに利用される。また、機関の回転数を検出して気体噴出口数および／あるいは気泡噴出量を変えることなど

にも利用される。この船舶状況判断部100には、この他機関の出力検出器、ジャイロ、レーダ、積載量計測、バラスト水状態等広く船舶の置かれた状況を判断する手段が含まれていて、目的に応じて気泡噴出制御に利用可能となっている。

[0255] 航行状態検出部A110は相対速度センサー55、56、57、船体の喫水レベルを検出する喫水センサー111、船体の進行方向に対しての左右の傾きいわゆるローリングを検出する傾斜センサー112で構成される。これとは別に、剪断力センサー51、52、53、54、55が航行状態検出部B115を構成している。これら航行状態検出部A、航行状態検出部B115は、船舶の航行に伴い比較的变化し易い、あるいは変化をさせる目的で制御される物理量を検出している。剪断力センサー51、52、53、54の構成については、後で詳しく触れる。この航行状態検出部には、この他、船体4の左右揺れ（スウェイング）、縦揺れ（ピッチング）、前後揺れ（サージング）、上下揺れ（ヒービング）、船首揺れ（ヨーイング）を検出するセンサー等が含まれる。

[0256] また、海象判断部120は、波センサー121、風センサー122、潮流センサー123で構成されている。波センサー121は、波の波高や方向、また周期等を検出している。風センサー122は、風の風速や方向等を検出している。潮流センサー123は、潮の潮速や方向、また高さ等を検出している。この海象判断部は、この他一般の天候等の情報も含めて、波、風、潮等の情報に天候等も加味し、例えば、海象が荒れているときは気泡の噴出を止め、回復したら気泡を発生させるなどの判断を行うことに利用される。

[0257] このような船舶状況判断部100の情報、海象判断部120の情報は、条件設定部130に伝えられ、この条件設定部で総合的に船底3へ気泡を噴出する条件が設定される。この条件とは、気泡の噴出開始/停止、複数ある気体噴出口21、22、23、24、25のどれとどれから気泡を噴出させるか、噴出量をどうするか、噴出のタイミングをどうするか、また時間的な気泡噴出シーケンスをどう組むか、いつ噴出させていつ止めるか等である。ま

た設定部においては、気泡噴出の条件は、船体に働く剪断力、船体の相対速度、喫水、傾斜等の条件も加味されたものとして設定され、これらの信号により制御を行うための条件設定も併せて行われる。なお、この条件設定部においては、摩擦抵抗の低減のための条件設定指示 131 に従った条件設定の他、後述する気泡噴出による喫水レベルの調整の条件設定指示 132 に従った条件設定も行われる。

[0258] この条件設定部 130 の設定に従って、比較器 140 で信号の比較が行われ、コントローラ 150 を介してブロアー 11、12、13、14、15 が制御される。これら比較部 140 とコントローラ 150 で制御器が構成されている。コントローラ 150 は、ブロアー 11、12、13、14、15 の吐出側に設けたバルブ 161、162、163、164、165 も制御している。これはブロアー 11、12、13、14、15 のインバータによる電動機の制御範囲を下回る空気量を制御する場合や喫水センサー 111 の信号を利用して素早い喫水レベルの調節を行う場合に、これらバルブ 161、162、163、164、165 を調節して所望の空気量を得る目的で付加されている。また、気泡の噴出が気体噴出口 21、22、23、24、25 から行われている状況について、気泡の噴出状態や船底 3 への滞在状態をビデオカメラ 58、59 で撮影し、空気の噴出条件の解析、検討に役立てている。

[0259] また、船底 3 には剪断力センサー 51、52、53、54、55 が、船底 3 の下流に気体噴出口 21、22、23、24、25 に取り付けられているが、気泡噴出による剪断力変化の解析を深めるために対応した数が取り付けられている。この剪断力センサー 51、52、53、54、55 の信号は、比較部 140 にフィードバックされ、予め条件設定部 130 で設定された剪断力値と比較され、その偏差に応じた所定のルール、アルゴリズム、定数に従って、コントローラ 150 を介してブロアー 11、12、13、14、15 の運転状態が微調整される。また、船体と海水との相対速度を相対速度センサー 55、56、57 で検出し、所定の統計的処理をして代表値が比較部 14

0に送られる。また、喫水センサー111、傾斜センサー112の信号も比較部140に送られる。

[0260] 比較部110に於いて、まず相対速度センサー55、56、57の処理された代表値と予め条件設定部130で設定された、条件設定値の比較が行われる。例えば船体の相対速度が設定値を上回ったときは、その偏差に応じて気体噴出口の数を増したり、気泡量を増したり、その双方を増したりする制御を行う。また、下回ったときは、気体噴出口の数を減らしたり、気泡量を減らしたり、その双方を減らしたりする制御を行う。気体噴出口の数を減らす場合に好ましくは、外側の気体噴出口を止めることが望ましい。

[0261] 例えば、気体噴出口21と気体噴出口25を止める。また、気体噴出口21、22と気体噴出口25、24を止める等である。また、気泡の噴出量についても同様である。気体噴出口21と気体噴出口25の気泡噴出量を同量だけ減らす／増やす、さらに気体噴出口22と気体噴出口24の気泡噴出量を同量だけ減らす／増やす等である。このように、船体の平面中心線CLに対称に配置された気体噴出口の口数や気泡噴出量を対称的に制御することにより、特に多い直進航行時には均一な摩擦抵抗低減効果が得られ、船の直進性が維持でき、燃料消費量も少ないものとなる。また、制御装置としての回路構成や制御方法も容易なものとなる。

[0262] また、比較部140では、喫水センサー111で検出された値と、予め条件設定部130で設定された条件設定値の比較が行われる。例えば、船体4の喫水が設定値を上回ったとき（積荷量が多く喫水が深くなった場合）は、その偏差に応じて気体噴出口の数を増したり、気泡量を増したり、その双方を増したりする制御を行う。また、下回ったとき（積荷を下ろしバラスト水状態となった場合）は、気体噴出口の数を減らしたり、気泡量を減らしたり、その双方を減らしたりする制御を行う。この減らす場合には、上記と同様に制御することが望ましい。

[0263] また、大きな波のうねりが来た場合は、喫水センサー111の信号を利用し、バルブ161、162、163、164、165を制御して、即座に気

体噴出口 21、22、23、24、25にかかる圧力を増減微調節し、気泡噴出量が変化することをさらに緩和している。

[0264] また、比較部 140 では、傾斜センサー 112 で検出された船体の傾斜値と、予め条件設定部 130 で設定された条件設定値の比較が行われる。例えば、船体の傾きが船舶の旋回やローリングによって設定値を上回ったときは、その偏差に応じて気体噴出口の噴出箇所を変えたり、気泡量の増減を行う。例えば、進行方向から見て船体が左に傾いた場合、船底は右側が持ち上がる。この場合、見かけの喫水が深くなった左側の気体噴出口の数を増したり、噴出量を増したり、その双方を増す制御を行い、右側の気体噴出口の数を減したり、噴出量を減らしたり、その双方を減らす制御を行うことにより、無駄に気泡を噴出することなく、有効に船体の摩擦抵抗を低減できる。なお、傾斜センサー 112 は、気泡の噴出制御への使用以外にも、船体 4 の傾斜を検出しバランスを取るためのバラスト水調整等にも共用できる。

[0265] 図 8 に代表して剪断力センサー 51 の概略を模式的に示す。

[0266] 船底 3 と略同一高さに検出板 1200 が設けられていて、この検出板 1200 は、板ばね 1201、1202 により吊り下げられて構成されている。板ばね 1201、1202 は支点 1203、1204 で支持されている。検出板 1200 には、検出器 1205 が取り付けられていて、検出器 1205 の他端は、ケーシング 1206 に固定されている。流れが生じると検出板 1200 の表面に図 8 の下方に示すような流速分布が生ずるが、この流速分布により作用する検出板 1200 への剪断力に応じ、板ばね 1201、1202 が撓み、検出器 1205 も変位される。

[0267] この検出器 1205 の変位を電氣的に検出し、剪断力を検出する。流れが速くなると検出値が高くなり、遅くなると検出値が低くなる。海水に気泡が混ざった状態では、気泡が混じらない海水だけの状態と比較して、検出板 1200 に作用する剪断力が低下し検出値が低くなる。予め、気泡の混じらない海水での相対速度と剪断力の関係と、気泡の混じった海水で気泡混入量と相対速度と剪断力の関係を計測しておくことにより、船底 3 に有効に作用し

ている気泡の混入状態が推定できる。また、剪断力から船底3や船体全体に作用する摩擦抵抗も推定できる。この剪断力は、剪断力センサーの数を増すことにより、より正確に計測ができるが、経済的な面もあり、限られた船底3の領域に複数個設けることにより、全体が推定できる。

[0268] 本実施形態においては、この剪断力センサー51、52、53、54、55の値を、航行状態検出部B115で統計的に処理し、代表値を比較部140にフィードバックしている。このフィードバックされた剪断力センサーの代表値と、条件設定部130で設定した条件設定値を比較部140で比較し、その偏差に応じて、コントローラ150を介してブローア11、12、13、14、15を制御し、気体噴出口21、22、23、24、25から噴出される気泡の量を制御する。剪断力が設定値よりも大きいとき、すなわち偏差が大きいときは、気体噴出口21と気体噴出口25の気泡噴出量を増すように制御し、偏差が小さいときは減らすように制御する。そしてフィードバック制御により、所望の条件設定された剪断力を得ている。また、この剪断力センサー51、52、53、54、55の検出値は、摩擦抵抗の低減効果を確認する指標としても利用されている。

[0269] ここで、気体の噴出を開始/停止する制御を行う制御についてまとめると、主として船舶状況判断部110の判断に従う場合、海象判断部120の判断に従う場合、航行状態検出部A、航行状態検出部B115の検出結果に従う場合がある。船舶状況判断部110に従う場合は、例えば、GPS101で港や目的地が近くなると判断すると気泡の噴出を止め、出港すると気泡の噴出を開始し、海域として渦潮域が近付いたら止め、外れたら開始する。また、機関の運転が停止されたら、気泡の噴出も止め、機関が動き出し所定時間たったら気泡の噴出を開始する。燃料検出部102で検出される燃費が予定より下回ったら気泡の噴出を止める。また、燃費の改善が予測される場合は、気泡の噴出を開始する。また、海象判断部120で台風や時化等の荒天の場合は、気泡の噴出を停止し、回復したら開始する。

[0270] また、波センサーで検出される波高が所定値以上になったら気泡の噴出を

停止し、所定値以下になったら開始する。航行状態検出部 A、航行状態検出部 B の検出結果を設定された値と比較して偏差の大小に基づき、この偏差が予め定めた閾値以下で停止し、閾値を越えたら開始する。例えば、相対速度センサー 55、56、57 の値は、統計的処理をされ、代表値が比較部 140 に送られるが、船舶 1 の速度が落ち、この値が条件設定部 130 で設定された所定の閾値を下回ると、気泡の噴出を止め、上回ると開始している。相対速度センサー 55、56、57 の統計的処理をされた代表値の時間変化に基づき、船舶 1 が動きだし加速をしているときは、この閾値を下げ早めに気泡を噴出し、有効に気泡による摩擦抵抗低減効果を発揮し、減速しているときは速度が落ちてまだ船底 3 に滞在している気泡があるため、閾値を上げて気泡の噴出を早めに止めてもよい。

[0271] これら、気体の噴出を開始／停止する制御を行う条件については、優先順位を付けて制御を行い、検出誤差や故障、予測し得なかった事態のときに補完的に他の条件を用いて制御してもよい。いずれにしても、所定の条件下で気泡の噴出を開始／停止すること、船舶が止まっていることを検出／判断したときは噴出を停止することにより、実質の摩擦抵抗低減効果を考慮した、気泡の噴出が実現できる。

(第 2 の実施形態)

[0272] 図 9 に本発明の実施形態における第 2 の実施形態を示す。この第 2 の実施形態については、第 1 の実施形態との相違点のみを説明し、他の部分は第 1 の実施形態と同様な構成をとるものとする。

[0273] 図 9 において、船舶 1 の船底 3 には、気体噴出口 21、22、23、24、25 が図に示すように配置されている。すなわちこの船底 3 前部の平面部は点線で示すようないわゆる舟形に構成されているが、気体噴出口 21、22、23、24、25 は、船体 4 の平面中心線 CL に対して対称的に、かつ船底 3 の前部形状に沿うように配置されている。

[0274] このため、気体噴出口 21、22、23、24、25 から噴出された気泡が、船底 3 を全面にわたり、一番有効に覆うように噴出することが可能とな

る。また、前部形状に沿っているため船尾に向けても一番気泡が長く滞在できる位置から噴出ができ摩擦抵抗の削減が一層向上できるとともに、摩擦抵抗が大きい前部を有効に覆うことが可能となっている。また、この場合、複数の気体噴出口 21、22、23、24、25は、奇数個であるため、いわゆる舟形の先端部に真ん中の気体噴出口 23を配設することが可能となり、船舶 1の直進性を維持しつつ、1個の気体噴出口 23からの気泡の噴出が可能となり、かつ船底 3部を最も有効に気泡で覆うことが可能となる。

[0275] 以上のように、これらの実施形態においては、船舶 1の船底 3に複数の気体噴出口 21、22、23、24、25と、この複数の気体噴出口 21、22、23、24、25に気体としての空気を送気する複数のブロアー 11、12、13、14、15を設け、この各ブロアーは駆動装置としてのインバータ型の各電動機 60で駆動される構成を取っている。また、船舶 1の航行状態を検出する航行状態検出手段として航行状態検出部 Aに相対速度センサー 55、56、57、喫水センサー 111、傾斜センサー 112を備え、また航行状態検出部 B 115に剪断力センサー 51、52、53、54、55を備えて構成し、この航行状態検出部 A 110、航行状態検出部 B 115の検出結果に応じて、各ブロアーの各電動機 60を制御装置で制御して構成しているものである。

[0276] このような構成により、気泡の上昇が船底 3自身によって阻害され気泡の保持効果が持続でき、少ない気泡量で有効に摩擦抵抗が低減できる。また、船底 3に設けた気体噴出口 21、22、23、24、25では船側に設けた場合と比較して波の影響が緩和されるため、安定して気泡を噴出でき、結果として安定した船体の摩擦抵抗低減効果に結び付けることができる。また、一つ気体噴出口に対して一つのブロアーが対応して設けられているため、個別の気体噴出口 21、22、23、24、25ごとの気泡噴出制御が容易にでき、特に海洋で用いた場合に、波による気泡噴出量の変動の問題も緩和できる。さらに、航行状態検出部 A 110、航行状態検出部 B 115の検出結果に応じて送気状態が制御できるため、一定に気体を噴出する場合に比べて

、航行状況に応じてきめ細やかに気泡の噴出が可変制御でき、一層の正味の低減効果を増す摩擦抵抗低減が期待できる。

[0277] また、気体噴出口 21、22、23、24、25 を略一列に配置することにより、構成を簡素化し、対応して設けたブロアー 11、12、13、14、15 や送気管 16、17、18、19、20 等の配置も容易化できる。また、気体噴出口 21、22、23、24、25 を奇数個とすることにより、真中の一つ（気体噴出口 23）を平面中心線 CL 上に配設することが可能となり、船舶の直進性を有した上で、気泡の 1箇所噴出が実現できる。

[0278] また、送気管 16 の接続部の直下に、送気された空気を分散させる三角形の断面を有した分配部品 71 が設けることにより、分配部品 71 によって空気が左右に分散され均一化される。

[0279] また、気体噴出口 21、22、23、24、25 に用いられる多孔板 72、73 の開孔を丸孔で構成することにより、エッジ部がなくなりステンレス材を用いた場合、プレス時の応力集中が起こりにくく、海水中で用いても応力腐食が進行することが軽減できる。

[0280] また、気体の送気手段としてルーツ式ブロアーを用いているため、同じ容積型であってもピストン式と異なり、ほぼ連続的に空気の加圧が行われるため脈動が少なく、圧力平滑化のためのタンク等も廃止することができる。また、回転が滑らかで振動や騒音が少ないため、甲板 2 上にブロアー 11、12、13、14、15 が配置されても、下部の船室における共鳴音の発生が防止できる。

[0281] また、複数の気体噴出口 21、22、23、24、25 は、奇数個であるため、いわゆる舟形の先端部に真ん中の気体噴出口 23 を配設することが可能となり、船舶 1 の直進性を維持しつつ、1 個の気体噴出口 23 からの気泡の噴出が可能となり、かつ船底 3 部を最も有効に気泡で覆うことが可能となる。

[0282] また、気体噴出口 21、22、23、24、25 からの気体噴出を制御する気体調節手段として、電動機 60 のインバータやコントローラ 150 によ

り制御されるバルブ161、162、163、164、165を設けることにより、気泡の噴出開始／停止や気泡噴出量と言った空気の噴出状態が任意に制御可能となり、有効に正味摩擦抵抗が低減できている。

- [0283] また、相対速度センサー55、56、57は、超音波式を採用しており、水中での使用を可能として、波や潮による影響を少なくできる。
- [0284] また、海水との相対速度を相対速度センサー55、56、57で検出し、所定の統計的処理をして代表値が比較部140に送って利用しているため、検出誤差が少なく、正確な制御に繋げることができる。
- [0285] また、気泡の噴出制御に使用される喫水センサーは、船舶1への積荷の積載量の推定や船舶1の喫水量調節にも利用できる。
- [0286] また、傾斜センサー112は、気泡の噴出制御への使用以外にも、船体4の傾斜を検出しバランスを取るためのバラスト水調整等にも共用できる。
- [0287] また、剪断力センサー51、52、53、54、55で予め、気泡の混じらない海水での相対速度と剪断力の関係と、気泡の混じった海水で気泡混入量と相対速度と剪断力の関係を計測しておくことにより、船底3に有効に作用している気泡の混入状態が推定できる。また、剪断力から船底3や船体全体に作用する摩擦抵抗も推定できる。
- [0288] また、航行状態検出部A110、航行状態検出部B115に加え、船舶状況判断部100を備え、これらの検出／判断状況に応じて気体噴出口21、22、23、24、25からの気体の噴出を開始／停止する制御を行っているものである。
- [0289] この構成により、気泡の噴出による摩擦抵抗の低減効果が期待できない場合は、気泡の噴出を止めて、低減効果が期待できる場合は、気泡の噴出を行い、無駄な動力を使用することの防止と、有効に摩擦抵抗低減効果を発揮することができる
- [0290] また、相対速度の統計的処理をした代表値に閾値によって差を設けて、船舶1が止まるときに早めに気泡噴出を止め、残留気泡を有効に利用しているため、実質の摩擦抵抗低減効果を考慮した、気泡の噴出が実現できる。

[0291] また、喫水レベルの調整を条件設定指示 132 に基づいて行っているため、摩擦抵抗の低減のための条件設定指示 131 と区別ができ、摩擦抵抗低減のための同一の気体噴出口 21、22、23、24、25 やブローア 11、12、13、14、15 を用いて、喫水レベルの調整が可能となる。

[0292] また、本願によれば、相対速度が大のときに、気泡径を大にし、相対速度が小のときに、気泡径を小にするように制御することで、気泡径が大きくなると浮力が増し相対速度大でもよく船底に張り付く、という本願独自の効果を奏することができる。

[0293] さらに、喫水深くなると気泡径が小さくなり摩擦抵抗低減効果が低くなるが、本願によれば、喫水に応じて気泡量を制御することで、この場合にでも気泡量を増量し補うことができる、という本願独自の効果を奏することができる。

[0294] (第3の実施形態)

図10は、本発明の一実施形態に係る気泡保持装置を、海洋で使用する船舶に適用した実施例を示す。図10(a)は、当該船舶の側面図を、図10(b)は、その上面図を、図10(c)は下面図を示すもので、一部説明のために要部構成を露出させて表現している。

[0295] 船舶1の甲板2上に、送気手段としてのブローア10、11、12、13、14が並べて設置されている。これらのブローア10、11、12、13、14は甲板2上で、船首で破碎された潮の飛沫を避けるため格納庫に入れられて設置されていて、少しでも飛沫を避ける意味から気体である空気を取り込みを、船体の進行方向の反対側から行っている。

[0296] このブローア10、11、12、13、14は、ルーツ式の容積型ブローアであり、駆動装置であるインバータ型の電動機60(図示しない)により、ベルトを介してブローア内部の2つのロータが回転され、ブローア内壁とロータとの間に取り込まれた空気がロータの回転に伴い圧縮され、供給される構造である(図示しない)。ブローア10、11、12、13、14は容積型であるため、先での圧力変動があっても安定して決まった量の空気を供

給できるものとなっている。また、このルーツ式ブロアーは、同じ容積型であってもピストン式と異なりほぼ連続的に空気の加圧が行われるため脈動が少なく、圧力平滑化のためのタンク等も廃止することが可能である。さらに、回転が滑らかで振動や騒音が少ないため、甲板2上にブロアー10、11、12、13、14が配置されても、下部の船室で共鳴音が発生しにくいものとなっている。

[0297] ブロアー10、11、12、13、14に取り込まれた空気がそれぞれ加圧され、屈曲部を有した送気管16、17、18、19、20を通過して、船底3の近傍に設置された気体噴出口（以下、「空気噴出口」ともいう。）21、22、23、24、25に導かれる。この気体噴出口21、22、23、24、25は、この実施例の場合、船底3の前部平面で船体4の平面中心線CLに対して略対称的に、略一列に配置されている。気体噴出口21、22、23、24、25を船底3に設けることは、噴出した気泡の船底3部への滞在を長引かせ、波等による圧力変動を緩和する狙いからであり、また船底3の前部に設けることは、噴出した気泡を船底3へ極力全体に亘って滞在させる目的からである。

[0298] また、気体噴出口21、22、23、24、25を略一列に配置することは、構成を簡素化し、対応して設けたブロアー10、11、12、13、14や送気管16、17、18、19、20等の配置も容易化するためである。また、空気噴出口21、22、23、24、25は、この例の場合、奇数個の5個としているため、真中の一つ（空気噴出口23）を平面中心線CL上に持ってくることにより、船舶1の直進性を有した上での、気泡の1箇所噴出が実現できる。この場合、空気噴出口21、22、23、24、25は、船体4の平面中心線CLに対して略対称的に、船底3の前部平面形状に沿うように配置されるように構成することが可能である。

[0299] 船底3には、空気噴出口21、22、23、24、25から噴出された気泡を逃さないように気泡のガイドを行う端板5、5'、6、6'、7、7'がこれも船体4の平面中心線CLに対して対称に配置されている。端板6、

6´及び7、7´は、同図上では寸法が略等しく描かれているが、端板7、7´が端板6、6´よりも短い寸法でもよく、端板の数も同図に示すものに限定されるものではない。船底3にはこの他、海水や気泡による船体4に作用する剪断力を検出する剪断力検出器である剪断力センサー50、51、52、53、54が船尾側に設けられている。

[0300] また、相対速度検出器である相対速度センサー55、56が船尾側に設けられている。船側8には、別の相対速度センサー57が設けられている。これらの相対速度センサー55、56は、空気噴出口21、22、23、24、25から離して、あるいは相対速度センサー57は、近くても船側8の気泡の影響が無い箇所に設けられている。特に、相対速度センサー57は、船側8でも波の影響を受けない下方に設置されている。これらの相対速度センサー55、56、57は、超音波式を採用しており、水中での使用を可能として、波や潮による影響を少なくしている。

[0301] また、船底3の後部と前部には、噴出された気泡の状態を監視するビデオカメラ58、59が設けられている。このビデオカメラ58、59の撮影した映像を、人が監視し、気泡の噴出状態を解析することに役立てている。

[0302] 図11は、本発明の一実施形態に係る船体4の(図10の)X-X断面図である。同図に示されるように、端板5、5´及びビルジキール101、101´が配備される。このように、通常、船舶は船行上の安定化を図るため、船底3と船側8の接合部(ビルジ部)に、たとえばビルジキールが配設される。これにより、船舶は波浪や潮流といった自然現象及び衝突物体に対し、横揺れや横転を抑制することができる。また、本発明に係る端板5、5´は、ビルジキール101、101´とは別途配設することができる。配設位置は、ビルジキール101、101´よりも平面中心線CLを基準として内側が好ましい。

[0303] 一方、端板5、5´を、船舶の安定化を図るために用いることもできる。この場合、端板5、5´が安定化機能を担う分、ビルジキール101、101´の安定化に係る性能を変更することもできる。その際には、端板5、5

及びビルジキール101、101'の構造、寸法及び配設位置等、船舶の船行を妨げないことを配慮して設計することが好ましい。なお、端板5、5'に係る本来の目的は、気泡を船底3に保持しつつ流すことであるため、そのことを十分に配慮した端板5、5'及びビルジキール101、101'の設計とする。

[0304] 図12は、本発明の別の一実施形態に係る船体4の(図10の)X-X断面図である。同図には、端板の断面形状を略三角形として構成する場合の態様を示されている。同図に示されるように、端板5a、5a'は船底3を底辺とした略三角形となる形状を有している。図11に係る端板5、5'とは、その形状を異にする点のみが相違するため、その他詳細な説明は省略する。

[0305] ここで、この略三角形の断面形状と平板の端板5あるいは5'を用いた場合の水との接触面積を比較すると、3角形の2辺の和は1辺より長いことになり、略三角形とすることで水との接触面積が小さくなり、端板を設置することによる摩擦抵抗が低減できる。この略三角形となる形状の端板5a、5a'により、端板の摩擦抵抗の増加を低減することができる。

[0306] 図13は、本発明の更に別の一実施形態に係る船体4の(図10の)X-X断面図である。同図には、端板の断面形状を二次関数曲線等の曲線とする場合の態様を示されている。同図に示されるように、端板5b、5b'は船底3を底辺とした二次関数曲線等の曲線となる形状を有している。図11に係る端板5、5'とは、その形状を異にする点のみが相違するため、その他詳細な説明は省略する。この二次関数曲線等の曲線となる形状の端板5a、5a'により、端板の摩擦抵抗の増加を低減することができる。

[0307] 図14は、本発明の更に別の一実施形態に係る図11の点線Y部の拡大図である。同図には、端板の前部を流線型とする場合の態様を示されている。同図に示されるように、端板5は、平面中心線CLを基準として内側を流線型とする形状が好ましく、船舶の船行を妨げないことを配慮して設計する必要がある。具体的には、端板5の先端は、刀の先端のように表面の角度を微

妙に変化させ、刀が物体を切りやすくするために有する形状に類似した形状が好ましい。なお、端板5が船底3に既設されている場合には、流線型に係る部材を端板5に付設してもよい。また、端板の後部も流線型とすることが好ましい（図示しない）。

[0308] 図15は、本発明の更に別の一実施形態に係る船体4の（図10の）X-X断面図である。同図には、船底3に凹部を形成した場合の態様が示されている。同図に示されるように、図11に示す端板5、5'の代わりに、端部5c、5c'を残し、その他の部分を切削する構成、若しくは端部5c、5c'を有する凹部に係る形状部材を配設する構成、又は端部5c、5c'を既設の船底3に付設する構成、又は船底3そのものを凹部を有した構成とする。端部5c、5c'の前部は、図14に示すような流線型としてもよい。なお、図11に係る端部5、5'とは、その形状を異にする点のみが相違するため、その他詳細な説明は省略する。この端部5c、5c'及びこの端部間に挟まれる凹部により、気泡を船底に保持しつつ流すことが可能となる。

[0309] 図16は、本発明の更に別の一実施形態に係る船体4の（図10の）X-X断面図である。同図には、船底3に凹部を形成した場合の態様が示されている。同図に示されるように、図11に示す端板5、5'の代わりに、端部5d、5d'を残し、その他の部分を切削する構成、若しくは端部5d、5d'を有する凹部に係る形状部材を配設構成、又は端部5d、5d'を既設の船底3に付設する構成とする。図15に係る端部5c、5c'とは、二次曲線とする部分において、その形状を異にする。端部5d、5d'の前部は、図14に示す流線型としてもよい。なお、図11に係る端部5、5'とは、その形状を異にする点のみが相違するため、その他詳細な説明は省略する。この端部5d、5d'及びこの端部間に挟まれる凹部により、気泡を船底に保持しつつ流すことが可能となる。

[0310] 次に、本発明の一実施形態に係る気泡保持装置の動作及び使用方法について、概念図を用いて説明する。

[0311] 図17は、本発明の一実施形態に係る端板5、5'の配設時の気泡保持状

態を示す概念図である。同図においては、船舶が傾いたときの気泡の保持状態を説明している。この場合、図10のX-X断面において、船舶の傾きにより船底3の両端部に差圧が生じ、圧力の低いほうへ気泡は移動する。これにより、気泡は船底3の範囲外に拡散するため、気泡による摩擦低減効果が低減してしまう。これに対し本願では、端板5、5'を船底3の両端部に配設することで、気泡の拡散を抑制する。具体的には、気泡は圧力の高いほうから低いほうへ移動するものであり、低いほうから高いほうへの移動は不可能である。したがって、気泡は圧力の低いほうへ移動するためには、端板5に係る障壁を迂回しなければならず、そのためには圧力の高いほうへ移動することを要するため、前述の原理により、気泡は船底3に保持されることとなる。傾きが逆の場合も同様である。また、同図ほどの傾きがないとしても、船航中の微妙な横揺れ等により気泡は微小な差圧を感知し、同様にして気泡が圧力の低いほうへ移動してしまうが、端板5により気泡の移動による拡散を抑制し、端板5の終端地点まで保持されつつ流れる。これにより、波や流れ等の外乱時や旋回する際に生じる船舶の傾きにも気泡が保持され有効に摩擦抵抗の低減が図れる。

[0312] 図18は、本発明の一実施形態に係る前部及び後部を流線型とする端板5、5'に係る配設時の船舶船航中の気泡流動状態を示す概念図である。同図においては、端板5、5'の前部を、中心線を基準として対称となる形状とすることにより、端板5、5'は船舶の船航を妨げる抵抗体となることを極力回避できる。また、端板5、5'の後部は、中心線を基準として水深の深い方の後部からなだらかな湾曲又は傾斜を有して水深の浅い方の後部を終端する流線形状を有することにより、気泡は端板5、5'の後部に係る終端地点を境にして急激に保持状態が解除されるのではなく、後部に係る緩やかな湾曲又は傾斜の始点を境に端板5、5'の寸法が小さくなり、かかる形状により気泡の保持状態は緩やかに解除されるため、気泡は水中に徐々に拡散していく。また、後部を開くように形成することにより、船底を十分に覆って流れてきた気泡が、外側に向かう流れとなり、船尾に設けたプロペラ（図示

せず)への気泡の巻きこみを無くし、推進力が落ちることを防止できる。

(第4の実施形態)

[0313] 図19は、本発明の更に別の一実施形態に係り、船底3を断面視で三角形に係る凹凸状とした船舶の船航中に係る気泡保持状態を示す断面概念図である。同図において、船底3の断面を三角形に係る凹凸形状とした場合、気泡は凹凸断面に係る船底3を底辺とする隣り合う第一の三角形状と第二の三角形状にて勾配が形成され、かかる勾配にて発生する差圧により、気泡は圧力の低いほうへ移動する。また、一つの三角形断面に取りこまれた気泡は、三角形の頂点を乗り越えには抵抗があることから、抵抗の少ない長手方向に沿って船尾の方へ流れる。これにより、船舶船航中に発生する船体の傾きにて発生する差圧または微妙な横揺れ等により生じる微小な差圧によっても、気泡の移動及び拡散は抑制され、気泡は船底3に保持されつつ流れる。なお、船底3を底辺とする三角形の高さ寸法は船底3を基準として10mm以下とすることが好ましいが、この考え方の基本は、三角形の高さが、気泡に十分覆われる高さ以下に形成されることである。すなわち、船底3を底辺とする三角形の高さ寸法は船底3を基準として10mm以下に限定されることはなく、気泡に十分覆われる程度の高さであればよい。

[0314] 図20は、本発明の更に別の一実施形態に係り、船底3に断面視で翼断面型マウンドを有する構成とした船舶の船航中に係る気泡保持状態を示す断面概念図である。同図において、船舶の進行方向とは逆向きに水が流れるが、同様にして気泡も水流の向きに流れる。一方、下流に流れるに従って、気泡は水中で拡散するため、気泡による摩擦低減効果が低減する。しかし、船底3に翼断面型マウンド102を配設することで、気泡を再び船底3に付随させて摩擦低減効果を増進させることができる。具体的には、気泡は翼断面型マウンド102の形状に従って流動する。翼断面型マウンド102の形状に従って気泡が流動するには、翼断面型マウンド102の表面形状を断面視で緩やかな湾曲を有する形状とする必要がある。翼断面型マウンド102の始端部分が緩やかではない角度を有する場合、翼断面型マウンド102の表面

が障壁となり、気泡が衝突時点で拡散してしまうおそれがあるからである。また、翼断面型マウンド102の終端部分が緩やかでない角度を有する場合、気泡は終端部と船底3との勾配により発生する差圧により、急激に船底3に係る低圧部に移動することとなり、かかる形状により船底3に気泡が付随しない部分ができるからである。したがって、このような形状を有する翼断面型マウンド102にて発生する差圧を利用して、気泡の拡散を抑制し、摩擦低減効果の増進を実現することができる。

[0315] 図21は、本発明の更に別の一実施形態に係り、船底3を断面視で後部に向かい緩やかな段差を有する構成とした船舶の船航中に係る気泡保持状態を示す断面概念図である。同図において、上記と同様、船舶の進行方向とは逆向きに水が流れるが、同様にして気泡も水流の向きに流れる。一方、下流に流れるに従って、気泡は水中で拡散するため、気泡による摩擦低減効果が低減する。しかし、船底3が断面視にて後部に向かい緩やかな段差を有することで、気泡を再び船底3に付随させて摩擦低減効果を増進させることができる。具体的には、第一の段差と第二の段差の形状による流体力作用により、気泡の拡散を抑制し、摩擦低減効果を維持することができる。なお、上記と同様、段差の終端部は緩やかな湾曲形状を有する必要がある。かかる形状でない場合、気泡は第一の段差に係る終端部と第二の段差に係る始端部との勾配により発生する差圧により、急激に船底3に係る低圧部に移動することとなり、段差又は船底3に気泡が付随しない部分ができるからである。

[0316] (第5の実施形態)

図22は、本発明の第5の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器200の構成を説明するための断面図である。同図に示されるように、気液分離器200は、本体201、気泡分離促進フィルター202、気体移送管203、気体開放口204、液体移送部205、バルブ206a、206b及び206cを備えて構成される。なお、気液分離器200は水上置換法の原理を応用している。また、図23及び図24は、本発明の第2の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器200の使用法を示す概念図で

ある。

[0317] 本体201は、水分吸込口Bを有し、常時開口している。また、本体201は、その内部において、気泡分離促進フィルター202を介して液体と気体が分離される機能を有する。気泡分離促進フィルター202は、水分吸込口を有する空洞状の円柱を囲む円錐形状を有し、フィルターが円錐状に形成されている。気体移送管203は、一方の開口部を本体201の内部に、他方の開口部を本体201の外部に、それぞれ配置させた構成とする。ブローア208は、外部に係る開口部からバルブ206aを介して吸気する機能を有している。このブローア208は、水が混入しても空気を送れる構成が好ましい。本体201の上部には、気体開放口204を設け、バルブ206bを介して不要な気体を大気へ開放できる構成とする。一方、本体201内部で気泡分離促進フィルター202を境界として液体移送部205を設け、バルブ206cを介して、ポンプ207にて吸水できる構成とする。

[0318] 次に、図25は本発明の第5の実施形態に係る気泡保持装置における気液分離器200の使用に係る状況図である。同図内の(a) (以下、「(a)」ともいう。)は、本発明の一実施形態に係るブローア10、11、12、13、14にて送気したときの摩擦低減効果を表す概念図である。同図において、横軸は距離を示し、縦軸は摩擦低減効果を0.0から1.0の間で数値化したもので、1.0が摩擦力の最大値、0.0が摩擦力の最小値(摩擦無し)を示す。また、同図内の(b) (以下、「(b)」ともいう。)は、本発明の一実施形態に係るブローア10、11、12、13、14にて送気後の水中での気泡拡散状態を示す図である。同図において、水流は図面の左から右の方向とする。(a)と(b)は対応関係にあるため、以降は随時両図及び図22を用いながら説明する。

[0319] まず(b)に示すとおり、空気噴出口20を介して噴出された空気は、船底3近傍を漂う。そのため(a)にて、摩擦低減効果により摩擦がほとんど無い状態であることが確認できる。しかし、(b)にて、気泡は一度噴出されると水流によって移動するため、気泡は水中で拡散し、船底3近傍から離

れる。そのため（a）にて、摩擦低減効果が急激に減少（摩擦力が急激に上昇）し、その後一定の割合で摩擦力が上昇する（数値が0.0から1.0に近づく状態）。これはまた、気泡と船底3の間に水分が浸入するために発生する現象であるとも考えられる。したがって、（b）にて、空気噴出口20を基準として船尾方向（水流の下流方向）の船底3に、気泡が拡散してしまう前（船底3から気泡が約5～7mm離れるとき）に、侵入した水分を吸い込む水分吸込口Bを設け、水分吸込口Bを介し、図22に示す気液分離器200により水分を少し吸い込む。これにより、気泡を船底3近傍に再び引き付けるため、（a）にて、水分吸込み直後に摩擦力が急激に低下し、摩擦低減効果が回復する。吸込み後は、再び気泡は水中を拡散するために、摩擦力が緩やかに上昇する。

[0320] 以降、図22、図23及び図24を用いて、本発明の一実施形態に係る気泡保持装置に係る気液分離器200の動作及び使用方法について説明する。なお、図22に係る気液分離器200は、図23及び図24に係る気液分離器を裏面から見た断面を示したものである。したがって、図23及び図24と図22とでは左右が逆になっている。

[0321] 図22に示すとおり、水分吸込口Bは常時開口されている。したがって、水分は水分吸込口Bを介して気液分離器200に係る本体201内部に浸水する構造となる。このとき、ポンプ207の吸水により、本体201内の水を回収することができる。回収する際、気泡分離促進フィルター202は、水に含まれる気体と液体を分離させるため、液体のみを液体移送部205を経由させて回収することができる。回収した水分は、船舶のエンジンの冷却水として利用することができる。なお、バルブ206cの開閉により吸水の有無を操作することもでき、ポンプ207を常時駆動させていてもよい。一方、気泡分離促進フィルター202により分離された気体は、ブロアー208の吸気により、気体移送管203を経由させて回収することができる。なお、バルブ206aの開閉により吸気の有無を操作することもでき、ブロアー208を常時駆動させていてもよい。

[0322] したがって、図 23 に示すとおり、ブロアー 208 にて吸気した気体を大気に開放し、かつ、本体 201 内の気体をバルブ 206b を介して大気に開放することで、気液分離器 200 は気体を船底 3 近傍に再び引き付けることができる。また、図 24 に示すとおり、ブロアー 208 にて吸気した気体を、回収空気噴出口 C を介して再噴出することで、摩擦低減効果を増幅させることもできる。

[0323] (第 6 の実施形態)

図 26 は、本発明の一実施形態に係る船舶の気泡巻き込み防止装置を、海洋で使用する船舶に適用した例を示す。図 26 (a) は、当該船舶の側面図を、図 26 (b) は、その上面図を、図 26 (c) は下面図を示すもので、一部説明のために要部構成を露出させて表現している。

[0324] 船舶 1 の甲板 2 上に、送気手段としてのブロアー 10、11、12、13、14 が並べて設置され、取り込まれた空気がそれぞれ加圧され、屈曲部を有した送気管 3016、3017、3018、3019、3020 を通って、船底 3 の近傍に設置された気体噴出口である空気噴出口 21、22、23、24、25 に導かれる。この空気噴出口 21、22、23、24、25 は、この実施例の場合、船底 3 の前部で船体 4 の平面中心線 CL に対して対称的に、略一列に配置されている。空気噴出口 21、22、23、24、25 を船底 3 に設けることは、噴出した気泡の船底 3 部への滞在を長引かせ、波等による圧力変動を緩和する狙いからであり、また船底 3 の前部に設けることは、噴出した気泡を船底 3 へ極力全体に亘って滞在させる目的からである。

[0325] ブロアー 10、11、12、13、14 は、ルーツ式の容積型ブロアーであり、容積型であるため、先での圧力変動があっても安定して決まった量の空気を供給できるものとなっている。ルーツ式ブロアーは、ほぼ連続的に空気の加圧が行えるため脈動が少なく、回転が滑らかで振動や騒音も少なく、甲板 2 上に配置されても、下部の船室で共鳴音が発生しにくいものとなっている。

- [0326] 船底 3 には、空気噴出口 2 1、2 2、2 3、2 4、2 5 から噴出された気泡を逃さないように気泡のガイドを行う端板 5、5'、6、6'、7、7' が、船体 4 の平面中心線 C L に対して対称に配置されている。船底 3 にはこの他、海水や気泡による船体 4 に作用する剪断力を検出する剪断力センサー 5 0、5 1、5 2、5 3、5 4 が後方に設けられている。
- [0327] また、相対速度センサー 5 5、5 6 が船尾側に設けられている。船側 8 には、別の相対速度センサー 5 7 が設けられている。これらの相対速度センサー 5 5、5 6 は、空気噴出口 2 1、2 2、2 3、2 4、2 5 から離し、また相対速度センサー 5 7 は、近くても船側 8 の気泡の影響が無い箇所に設けられている。特に、相対速度センサー 5 7 は、船側 8 でも波の影響を受けない下方に設置されている。
- [0328] また、船底 3 の後部と前部には、噴出された気泡の状態を監視するビデオカメラ 5 8、5 9 が設けられている。このビデオカメラ 5 8、5 9 の撮影した映像は、人が監視し、気泡の噴出状態を解析することに役立てている。
- [0329] ここで、船舶 1 の船体 4 の船尾 9 には、スクルー型のプロペラ 8 0 が設けられており、その後部に舵 8 1 が取り付けられている。船体 4 の内部において、プロペラ 8 0 の駆動軸 8 2 には、そのスラスト力やトルクを検出するスラスト・トルクゲージ 8 3 が、また駆動軸 8 2 の近傍には振動を検出する振動センサー 8 4 が取り付けられている。このスラスト・トルクゲージ 8 3 は、プロペラ 8 0 の駆動軸 8 2 の表面に設けた歪みゲージから構成され、駆動軸 8 2 が回転することから線が絡まないように、無線を使用して信号を取り出している。また、振動センサー 8 4 は、駆動軸 8 2 の近傍の軸受けなどに設けられ振動を電氣的に取り出している。
- [0330] また、船底 3 には、気泡巻き込み防止構造の隆起部として、船体 4 の平面中心線 C L を中心として左右に広がる V 字型の V 字型マウンド 1 9 0 が設けられていて、このマウンドは船側 8 にまで回り込む回込部 1 9 1 を有して形成されている。
- [0331] 空気噴出口については、第 1 の実施形態の図を用いて説明する。図 3 は、

空気噴出口 21、22、23、24、25の詳細構造を概念的に示す斜視図である。この図3では、説明の簡略化のため、複数ある送気管や空気噴出口の代表例を示している。送気管16を通過してブロアー14から送られた空気は、送気管16に接続された空気噴出口21のチャンバー部70で直角に曲げられる。この送気管16の接続部の直下には、送気された空気を分散させる三角形の断面を有した分配部品71が設けられていて、この部分で直角に曲げられるとともに、分配部品71によって空気が左右に分散される構成をとり、多孔板72、73の左右方向の空気の分布が均一化される。

[0332] 多孔板72、73には、多数の孔74、75が開けられているが、多孔板72と73で孔の左右方向の位置がずれていて、開孔位置をずらした配列となっている。多孔板72、73が、その開孔位置をずらして配置されることにより、多孔板72、73が、空気の流れを屈曲させ抵抗を付けるいわゆる邪魔板の作用をすることとなり、さらなる左右方向の空気の均一化に加えて、上下方向の空気も均一化されて、前面の噴出開口76から噴出させることが可能となる。

[0333] 図27は本実施形態の制御ブロック線図である。

[0334] 船舶状況判断部100には、船の位置を検出するGPS101、船舶1の機関の燃料消費量を計測する燃料計測部102、船舶1の機関の運転状態を検出する機関運転検出部103が設けられている。この船舶状況判断部100は、特に船舶の現況を判断する部分であり、航行中に変化が少ない、あるいは変化が緩慢な船舶の現況を判断するものである。

[0335] GPS101は、こういった地図上の位置や場所で、気泡を噴出したらよいか、また止めたらよいかの判断に利用される。燃料計測部102は、機関がどれだけ所定時間当たりの燃料を消費しているかを計測し、所定の燃費を下回ったら気泡の噴出を止めること等に利用される。機関運転検出部103は、船舶1の機関の運転開始/停止をはじめ各種の運転状態を検出し、機関の運転が停止しているときには、気泡の噴出を止める、あるいは運転を開始し所定時間経ったら気泡の噴出を開始する等の情報を得ることに利用される

。また、機関の回転数を検出して空気噴出口数および／あるいは気泡噴出量を変えることなどにも利用される。

[0336] 航行状態検出部A 110は、相対速度センサー55、56、57、船体の喫水レベルを検出する喫水センサー111、船体の進行方向に対しての左右の傾きいわゆるローリングを検出する傾斜センサー112で構成される。これとは別に、剪断力センサー51、52、53、54、55が航行状態検出部B 115を構成している。これら航行状態検出部A、航行状態検出部Bは、船舶1の航行に伴い比較的变化しやすい、あるいは変化をさせる目的で制御される物理量を検出している。

[0337] また、海象判断部120は、波センサー121、風センサー122、潮流センサー123で構成されている。波センサー121は、波の波高や方向、また周期等を検出している。風センサー122は、風の風速や方向等を検出している。潮流センサー123は、潮の潮速や方向、また高さ等を検出している。この海象判断部は、この他一般の天候等の情報も含めて、波、風、潮等の情報に天候等も加味し、例えば、海象が荒れているときは気泡の噴出を止め、回復したら気泡を発生させるなどの判断を行うことに利用される。

[0338] また、巻込検出部180には、プロペラ80の駆動軸82に設けた軸スラスト・トルクゲージ83と、駆動軸83の近傍に設けた振動センサー84が設けられている。プロペラ80に気泡が巻きこまれたことをこれらのゲージとセンサーで検出し、少なくともブローア10、11、12、13、14や空気噴出口21、22、23、24、25の運転条件や噴出条件を変えたり、プロペラ80の運転条件を変えることに利用される。

[0339] このような船舶状況判断部100の情報、海象判断部120の情報は、条件設定部130に伝えられ、この条件設定部で総合的に船底3へ気泡を噴出する条件が設定される。この条件とは、気泡の噴出開始／停止、複数ある空気噴出口21、22、23、24、25のどれとどれから気泡を噴出させるか、噴出量をどうするか、噴出のタイミングをどうするか、また時間的な気泡噴出シーケンスをどう組むか、いつ噴出させていつ止めるか等である。

[0340] なお、この条件設定部においては、気泡巻きこみに伴う空気噴出口 21、22、23、24、25 やブローア 10、11、12、13、14 の噴出条件、運転条件やプロペラ 80 の運転条件を変えるためのスラスト・トルクゲージ 83 や振動センサー 84 の制御的な閾値の設定も行われる。また、閾値に加えスラスト・トルクゲージ 83 や振動センサー 84 の検出値による噴出条件、運転条件の条件設定やプロペラ 80 の運転条件を変えるための条件設定、組み合わせ条件設定、補正条件設定等も併せて行われる。また、条件設定部 130 へは、摩擦抵抗の低減のための条件設定指示 131 や気泡巻き込み防止のための条件設定指示 131 も入力される。

[0341] この条件設定部 130 の設定に従って、比較部 140 で信号の比較が行われ、コントローラ 150 を介してブローア 10、11、12、13、14 やプロペラ 80 が制御される。コントローラ 150 は、ブローア 10、11、12、13、14 の吐出側に設けたバルブ 161、162、163、164、165 も制御している。これはブローア 10、11、12、13、14 の電動機の制御範囲を下回る空気量を制御する場合や喫水センサー 111 の信号を利用して素早い喫水レベルの調節を行う場合に、これらバルブ 161、162、163、164、165 を調節して所望の空気量を得る目的で付加されている。

[0342] さらに、比較部 140 で巻込検出部 180 のスラスト・トルクゲージ 83 や振動センサー 84 の検出信号と条件設定部 130 で設定されたこれらの閾値が比較される。閾値を越える気泡の巻き込みが起こっていると判断された場合に、空気噴出口 21、22、23、24、25 の噴出条件およびあるいはブローア 10、11、12、13、14 の運転条件を変え、プロペラ 80 が気泡を巻き込みにくい条件に噴出状態を変えている。また、閾値を越える気泡の巻き込みが起こっていると判断された場合に、プロペラ 80 の運転条件を変え、プロペラ効率の低下が継続することを防止し、振動や騒音の発生やプロペラ 80 の損傷も低減している。また、状況によっては、プロペラ 80 の運転条件を変え、推進力を維持している。これら気泡の噴出条件やブ

ロア一運転条件、またプロペラの運転条件の変更は、単独でもよいし、組み合わせてもよい。優先条件や変更手順等は、摩擦抵抗の低減のための条件設定指示 1 3 1 や気泡巻き込み防止のための条件設定指示 1 3 1 に従う。

[0343] また、船底 3 に取り付けられた剪断力センサー 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5 の信号は、比較部 1 4 0 にフィードバックされ、予め条件設定部 1 3 0 で設定された剪断力値と比較され、その偏差に応じた所定のルール、アルゴリズム、定数に従って、コントローラ 1 5 0 を介してブローア 1 0、1 1、1 2、1 3、1 4 の運転状態が微調整される。また、船体 4 と海水との相対速度を相対速度センサー 5 5、5 6、5 7 で検出し、所定の統計的処理をして代表値が比較部 1 4 0 に送られる。また、喫水センサー 1 1 1、傾斜センサー 1 1 2 の信号も比較部 1 4 0 に送られる。

[0344] また、比較部 1 4 0 に於いて、相対速度センサー 5 5、5 6、5 7 の処理された代表値と予め条件設定部 1 3 0 で設定された設定値の比較が行われ、噴出口数や気泡噴出量、気泡噴出パターンの制御が行われる。

[0345] また、比較部 1 4 0 では、喫水センサー 1 1 1 で検出された値と、予め条件設定部 1 3 0 で設定された設定値の比較が行われ、船体 4 の喫水に応じて噴出口数や気泡噴出量の制御が行われる。また、大きな波のうねりが来た場合はバルブ 1 6 1、1 6 2、1 6 3、1 6 4、1 6 5 を制御して、迅速に空気噴出口 2 1、2 2、2 3、2 4、2 5 にかかる圧力を増減微調節する。

[0346] また、比較部 1 4 0 では、傾斜センサー 1 1 2 で検出された船体 4 の傾斜値と、予め条件設定部 1 3 0 で設定された設定値の比較が行われ、船体 4 の傾きに応じて左右の空気噴出口の噴出箇所を変えたり、気泡噴出量の増減を行い有効に摩擦抵抗低減に結びつけている。

[0347] さて、ここで巻込検出部 1 8 0 の信号を利用した、気泡噴出とプロペラの運転制御について述べる。気泡がプロペラ 8 0 に巻込まれると、プロペラ 8 0 の作用する海水の見かけの密度が減ることから推進力の低下を来し、プロペラ駆動軸 8 2 のスラスト力とトルクが変化する。これらの変化を、駆動軸 8 2 に取り付けられたスラスト・トルクゲージ 8 3 で検出する。この場合、検出

は一方でもよいが、本実施形態においては、精度向上のため双方を検出して出力をしている。また、振動センサー 84 は、気泡巻き込みが所定量の領域において、プロペラ 80 が振動を起こすが、これを検出し処理を行って信号として出力している。この実施形態では、スラスト・トルクゲージ 83、振動センサー 84 の双方を用いているが、一方でもよい。

[0348] また、この実施形態では、スラスト・トルクゲージ 83 を主として、振動センサー 84 を従として用い、補完させている。これら巻込検出部 180 の信号は比較部 140 に伝えられる。

[0349] なお、スラスト・トルクゲージ 83 や振動センサー 84 の検出値は、プロペラ 80 でキャビテーションが発生した場合の検出信号としても利用される。比較部 140 では、条件設定部 130 で設定された、スラスト力、トルクの設定値としての閾値と、巻込検出部 180 で検出されたスラスト力、トルクの値が比較される。また、条件設定部 130 で設定された、振動の設定値としての閾値と振動センサー 84 で検出された検出値とが比較される。この 3 つの検出値のいずれか一つが閾値を下回ったり越えたりすると気泡の噴出口数や箇所、また噴出量が制御される。

[0350] この気泡噴出制御は、空気噴出口 21、22、23、24、25、ブローア ー 10、11、12、13、14、バルブ 161、162、163、164、165 を制御して行われる。基本的な考え方は、プロペラ 80 への気泡の巻き込みの発生が検出された場合は、気泡の噴出条件を変えることである。例えば、バルブ 161、162、163、164、165 を制御して気泡量を微調整したり、ブローア ー 10、11、12、13、14 を制御して気泡量を下げ、プロペラ 80 への気泡の巻き込みを無くす。あるいは、空気噴出口 21、22、23、24、25 の噴出口を変えて、例えば真中に位置する空気噴出口 23 からの気泡の噴出を止める、あるいは空気噴出口 22、23、24 を止めるなどである。これら空気噴出口 21、22、23、24、25、ブローア ー 10、11、12、13、14、バルブ 161、162、163、164、165 の噴出口数や箇所、また噴出量の制御はあらゆる組み合わせ

せが可能であるが、予めこの組み合わせ条件はシミュレーション、模型実験、実証実験に基づいて最適な組み合わせを求めておき、最適制御条件が条件設定部 130 で設定されている。

[0351] なお、これらの最適制御においては、海象判断部 120 や船舶状況判断部 100 の信号も利用される。例えば、潮流センサー 123 で検出される潮流が、船舶 1 の進行方向に対して斜め右から斜め左に向かっている場合、気泡も潮流によって少し流される。通常だとプロペラ 80 への気泡巻き込みが検出され、空気噴出口 22、23、24 を止める条件であっても、この場合、空気噴出口 21、22 を止める条件に変える。また、例えば機関運転検出部 103 で、プロペラ 80 を駆動する機関の出力変更を行ったことを検出した場合は、プロペラ駆動軸 82 のスラスト力とトルクが当然変化するが、この出力変更を加味して条件設定部で設定される閾値を補正する。これにより、気泡巻き込みに対する正しいスラスト力とトルクの評価が可能となる。

[0352] いずれにしても、巻込検出部 180 でプロペラ 80 への気泡の巻き込みを検出したときは、空気噴出口 21、22、23、24、25 やブローア 10、11、12、13、14、またバルブ 161、162、163、164、165 を制御し、噴出口数や箇所、また気泡噴出量等の運転条件を変えているため、さらなるプロペラ 80 への気泡の巻き込みを防止し、プロペラ効率の低下が継続することが防止できる。さらに、気泡巻き込みに伴うプロペラ 80 での振動や騒音の発生が防止され、プロペラ 80 の損傷も低減でき、船舶 1 としての弊害も防止される。このように、気泡の噴出制御により、スラスト力、トルク、振動の検出値が改善され、すべての検出値が閾値を上回ったり下がったりすると気泡の噴出は元の制御状態に戻される。

[0353] 次に、気泡巻き込みが検出された場合の、プロペラ 80 の運転条件を変える制御について述べる。スラスト・トルクゲージ 83 で検出される検出値が閾値を下回って、プロペラへの気泡の巻き込みが検出されたとき、出力重視の制御を行う場合は、機関の出力を増し、プロペラ駆動軸 82 の回転を上げスラスト力とトルクを元に戻す。この場合、プロペラ効率は落ち機関の効率

も通常は落ちるが、プロペラ 80 の出力は維持され、船体速度等が落ちることとはなくなる。機関の効率が回転を上げて落ちない特性、条件では、機関効率を落とすことなく、運転が継続できる。プロペラ 80 の効率重視の運転を行う場合は、機関の出力を落とし、プロペラ駆動軸 82 の回転を下げ、スラスト力とトルクを更に低下させる。これにより、気泡のプロペラ 80 への巻き込みが軽減され、総合的にはプロペラ効率が回復し、スラスト力やトルクもさほど落とさずに済み、気泡巻き込みに伴う振動や騒音を防止できる結果となる。

[0354] このように、プロペラ 80 の運転条件を変えることにより、気泡巻きこみに伴いプロペラ 80 の推進力が落ちた場合に回転数を上げたり、振動や騒音対策のために回転数を落としたり、プロペラ 80 の運転条件を変え、気泡巻き込みによる影響を低減することができる。なお、プロペラ 80 でキャビテーションが発生した場合に、スラスト・トルクゲージ 83 や振動センサー 84 の検出値を利用して、プロペラ 80 での振動や騒音の発生を抑制し、プロペラ 80 の損傷も防止できる。

[0355] ここで、V字型マウンド 190 および回込部 191 の作用について説明する。

[0356] 空気噴出口 21、22、23、24、25 から船底 3 に噴出された気泡は、船底 3 に沿って流れ、端板 5、5'、6、6'、7、7' にガイドされるが一部は船側 8 に沿って海面に上昇して行く。船底 3 のプロペラ 80 側に近付くにつれ、船底 3 は徐々に狭まり船側 8 が徐々に傾斜し出す。この傾斜面に沿って上流から流れて来た気泡の一部は、斜めになった船側 3 に回り込んで水面に上昇していくが、かなりの量がまだ船底 3 に沿って流れる。気泡が、V字型マウンド 190 部に到達すると、図 28 に示すように、V字型マウンド 190 により船底 3 から離れるように運動をする。これは、V字型マウンド 190 の形状が、前方がやや低く後方が隆起した構造となっていることと、なだらかに続いていることにより気泡が船底 3 から離される効果によるものである。V字型マウンド 190 部で船側 3 側に回り込んだ気泡は、同様

な隆起を有した回込部 191 により水面に向かって案内され、船側 3 に沿ってプロペラ 80 側に流れることがさらに防止される。

[0357] 図 29 にプロペラ 80 近傍の流れの状況を示す。この図 29 は、船舶 1 の航行速度に対してプロペラ 80 の周囲の流速が、どう分布しているかを示すものであるが、航行速度に対して、10%、20%、30%遅くなるラインを等速線として表現している。図 29 から明らかなように、プロペラ 80 回りの流速は略 V 字状に分布しており、プロペラ 80 の下部で速く、上部で遅くなっている。船舶 1 の推進上、プロペラ 80 に作用する流速は遅いほど効率が良いが、プロペラ 80 の上部と下部とで比較すると、上部の領域が推進上、有効に効いているといえる。一方、気泡の作用としては、気泡は現象として水圧が低い方向に逃げる。流れが速いと、ベルヌーイの定理により動圧分が高くなり、静圧分が低くなる。すなわち、同一水深レベルで比較すると、流速の速いところは気泡が集まりやすく、流速の遅いところは逃げやすいと言える。

[0358] V 字型マウンド 190 の作用として、V 字型マウンド 190 により気泡を船底 3 から離すとともに、流線を船底 3 からさらに下に向かわせ、プロペラ 80 下部の流速を遅くする作用を有している。このため、V 字型マウンド 190 が存在することにより、気泡を船底 3 から離し、早く船側 8 に回り込ませる効果を有する。また、プロペラ 80 部下部の流速が遅くなることにより、プロペラ 80 に気泡が入り込みにくくする効果、さらにプロペラ 80 の推進力を増す効果が発揮される。さらに、V 字型のマウンドが、船体 4 の平面中心線 CL を中心として左右に広がるように形成されているため、平面中心線 CL 上に設けられた対称形をしたプロペラ 80 に対して、対称的に有効に気泡を逃がすことができる。また、マウンドが略 V 字型を成しているため、一層、船底 3 に沿う流れの船体 4 に対する摩擦抵抗の増大を防ぐことができる。さらに対称形を成しているため、製造も容易である。また、マウンドの効用としては、マウンドが隆起部として船底 3 に強度部材をもって形成することが可能なため、船舶 1 のドック入りの際に台座に乗せるに当たって支障

なく作業が進行できる。また、V字型マウンド190として強度部材を持って構成することにより、船底3の前後方向の強度が増し、船舶1にかかる波の力の繰り返し（サギング、ホギング）による屈曲に対して強い船体構造とすることができる。

（第7の実施形態）

[0359] 図30に本発明の第7の実施形態を示す。この第7の実施形態については、第6の実施形態との相違点のみを説明し、他の部分は第6の実施形態と同様な構成をとるものとする。

[0360] 図30において、船舶1の船底3には、気泡を噴出する空気噴出口21、22、23、24、25が配置されている。これに対して、船体4の船尾9に設けたプロペラ80の前方に気泡混じりの海水を吸い込む気泡吸込み口85が設けられている。この部分の詳細を気液分離器とともに図31に示す。

[0361] 図31において、船底3に設けた気泡吸込み口Bの内側には、気液分離機構である気液分離室86が形成されており、気泡吸込み口Bから吸い込まれた気泡混じりの海水は、筒体87を経由してこの気液分離室86に入る。気液分離室86は十分な容積を確保して形成されており、流れ込んだ気泡混じりの海水は十分に減速されて、気泡が上昇し空気として上部に溜まる。この気液分離室86には、空気接続管203から空気バルブ206aを経由して、ブローア208により上部に溜まった空気を、大気中等プロペラ80の再巻き込みを起こさない外部に排出するための空気取出管91が接続されている。また、上部に大気へ空気を抜く空気放出管92が接続されており、この空気放出管92にも空気バルブ206bが設けられている。また、気液分離室86の下部に多孔を有した気泡分離フィルター202が設けられていて、ここで多孔の抵抗作用により、上昇し切れなかった気泡が更に分離される。そして気泡が分離された海水は、水取出管94から水バルブ206cを介してポンプ207により吸引され、水配管97を介して船舶1の冷却水やアンチローリングタンク用途として送られる。また、気液分離室86には水位レベルを検出する水位センサー98が設けられていて、上部に一定の空気溜ま

りを設けるように、ブロアー２０８の回転数が制御されている。ブロアー２０８は、海水混じりの気泡でも送気できる容積型で耐食性を有する材料で構成されている。そして、空気接続管２０３は、空気放出管９２の接続される気液分離室８６の上面より下方に臨んでおり、ポンプ２０７、ブロアー２０８のバランスが崩れても上部に空気が残る構造となっており、ポンプ２０７運転時の圧力の脈動を吸収している。なお、気泡分離フィルター２０２は、円錐状を成すように形成されていて、断面で見ると斜めに設置されているため気泡の分離効果が高く、ポンプ２０７や配管９７への海洋からの異物の混入も防止できている。また、これら気泡吸込み口Ｂ、気液分離室８６、ブロアー２０８、ポンプ２０７他から気泡吸込みシステムが構成されている。

[0362] このように構成されることにより、プロペラ８０の前方に設けた気泡吸込み口Ｂにより、プロペラ８０に巻き込まれる気泡を手前で吸い込み、確実にプロペラ８０部に気泡が至らないようにして、プロペラ効率の低下を防止している。さらに気泡吸込み口Ｂは、プロペラ８０の近傍に設けているため、船底３に噴出した気泡による摩擦低減効果を十分発揮してから気泡を吸い込み、かつ再巻き込みを起こさない外部に排出しているため、摩擦低減効果が十分に発揮できる。また、気泡吸い込みシステムのブロアー２０８やポンプ２０７のどちらかのトラブル時にも、当該系統のバルブを閉め、空気放出管９２の空気バルブ２０６ｂを開けることにより、ある程度の気泡の巻きこみが防止できる。

[0363] また、気泡吸込み口Ｂから吸い込んだ気泡混じりの海水を気液分離器８６で吸い込んだ気泡と水に分離しているため、ブロアー２０８やポンプ２０７への水の混入が無くなり、機能を安定して発揮できる。また、気液分離器８６で分離した水を冷却水やアンチローリングタンクへの補給水等船舶１の他の用途に利用できる。

(第８の実施形態)

[0364] 図３２、図３３に本発明の第８の実施形態の例を示す。この第８の実施形態は、先のＶ字型マウンドと気泡吸い込みシステムを組み合わせた例である

。

[0365] 但しこの第8の実施形態において、気泡吸込口99は、図32に示すようにV字型マウンド190に合わせて略V字状に、かつV字型マウンド190の前方に配置されている。

[0366] 図33にその動作の詳細を示す。気泡吸込口99の後方に気泡の巻き込みを防止するV字型マウンド190を設けることにより、各種外乱により気泡吸込口99から吸い残しの気泡が流出してもV字型マウンド190により、気泡を逃がしプロペラ80への巻き込みを確実に防止できる。また、気泡の量が少ない場合や船舶1状況や航行状態によってブロアー208やポンプ207を止め、V字型マウンド190だけを働かせることが可能となり、さらにきめ細かく正味の摩擦力の低減効果を高めることができる。なお、気泡吸込口99の後方近傍にV字型マウンド190を設けることにより、前記したV字型マウンド190の効用に加え、V字型マウンド190部で流速が落ちるため気泡を逃がす効果とともに、逃がした気泡を気泡吸込口99から吸い込みやすくするという効用を有している。

(第9の実施形態)

[0367] 図34に本発明の第9の実施形態を示す。図34(a)はその斜視図を、図34(b)はその後部から見た正面図を示す。船尾のプロペラ取付部9'に気泡防護板3200、3201が、後部から見て船底延長部3'から略V字状に広がるように対称的に設けられている。この気泡防護板3200、3201は船側延長部8'にも固定して設けられ、後方のプロペラ80に向かっても広がるように形成されている。この気泡防護板には、多数の丸孔3202が開けられていて、空気噴出口21、22、23、24、25から噴出され、上流側から流れてきてプロペラ80に吸引されそうになった気泡は、この気泡防護板3200、3201の抵抗により邪魔され、気泡防護板3200、3201の形状に沿って、プロペラ80の周囲に広がって流れ去る。一方、海水はプロペラ80が回転することにより、気泡防護板3200、3201に開いた多数の丸孔3202から気泡防護板3200、3201の内側

に入り込み、プロペラ80に至る。この場合、気泡防護板3200、3201が無いときと比較して、プロペラ下部の流速分布は気泡防護板3200、3201の存在により、若干遅いものとなっているが、このことによりプロペラ80の推進効率が向上し、全体として効率よく運転が行える。

[0368] このように気泡防護板3200、3201により、気泡をプロペラ80外に逃がし、船体4に沿って流れて来た海水の流速を落として流れ込ませ、プロペラ80の周辺の流速分布を遅くする。従って、プロペラ下部の流速分布が遅くなり、プロペラ効率が上がるという効用を有している。なお、気泡防護板3200、3201で気泡を逃し、プロペラ80の効率低下を防止するだけの目的においては、孔3202が無くてもよい。また、もっと上方まで、またもっと後方まで延出しても、もっと下方まで、またもっと前方に短縮してもよい。いずれにしても気泡防護板3200、3201が存在することにより、程度の差があるにしても、気泡のプロペラ80への巻き込み量が減らせ、プロペラの推進効率の低下を防止することができる。なお、多数の丸孔3202を気泡防護板3200、3201に開けている意味は、角孔等エッジ部を有した形状だと、気泡防護板3200、3201をステンレスで構成した場合、プレス加工によるエッジ部の残留応力により、応力腐食が発生しやすいことによるものである。この対策として、プレス加工時の残留応力の少ない、丸孔を開けている。また、気泡防護板3200、3201の効用としては、プロペラ80の手前の流速の早いところに設けられているため、海洋浮遊物や藻類のプロペラ80への絡みつきが防止できる。

[0369] 以上のような第6乃至第9の各実施形態における効果を以下に述べる。

[0370] まず、船舶1と、この船舶1の少なくとも船底3に気泡を噴出する空気噴出口21、22、23、24、25と、この空気噴出口21、22、23、24、25に空気を送気するブローア10、11、12、13、14と、船舶1の船体4の船尾9に設けたプロペラ80と、空気噴出口21、22、23、24、25の後方の船尾側の少なくとも船底3にプロペラ80への気泡の巻き込みを防止する略V字型マウンド190を設けて構成しているもので

ある。

- [0371] このような構成により、気泡の上昇が船底 3 自身によって阻害され気泡の保持効果が持続でき、少ない気泡量で有効に摩擦抵抗が低減できる。また、船底 3 に設けた空気噴出口 2 1、2 2、2 3、2 4、2 5 では船側に設けた場合と比較して波の影響が緩和されるため安定した船体 4 の摩擦抵抗低減効果に結び付けることができる。特に、略 V 字型マウンド 1 9 0 により、船底 3 に沿って流れる気泡が船底 3 から離され、プロペラ 8 0 への流入を防止するとともに、略 V 字型マウンド 1 9 0 によりプロペラ 8 0 の下部の流速が遅くなり、気泡の再巻き込が起りにくく、かつプロペラの推進力が向上できる効果を有している。特に、略 V 字型マウンド 1 9 0 の形状が、前方がやや低く後方が隆起した構造となっていることと、なだらかに続いていることによりこれらの効果が顕著なものとなっている。
- [0372] また、略 V 字型マウンド 1 9 0 は、隆起部として船底 3 に強度部材をもって形成することが可能なため、船舶 1 のドック入り時に台座にのせるに当たって支障がなく、作業が容易化できる。
- [0373] また、マウンドが略 V 字型を成しているため、強度部材を持って構成することにより、船底 3 の前後方向の強度が増し、船舶 1 にかかる波の力の繰り返しによる屈曲に対して強い船体構造とすることができる。
- [0374] また、気泡防護板 3 2 0 0、3 2 0 1 をプロペラ 8 0 の近傍で、手前の流速の速いところに設けることにより、海洋浮遊物や藻類のプロペラ 8 0 への絡みつきが防止できる。
- [0375] また、気泡防護板 3 2 0 0、3 2 0 1 を海水に対し耐食性のある丸孔を有したステンレス多孔板で形成することにより、エッジ部の残留応力による応力腐食の発生が低減でき耐食性を増すことができる。
- [0376] また、空気噴出口 2 1、2 2、2 3、2 4、2 5 の後方で、プロペラ 8 0 の前方に少なくとも気泡を吸い込む気泡吸込口 B を設け、プロペラ 8 0 に巻き込まれる気泡を手前で吸い込み、プロペラ 8 0 に気泡が至らないようにし、かつ吸い込んだ気泡を大気中や再巻き込みを起こさない外部に排出してい

るため、確実に巻き込み防止が図れる。さらに気泡吸込口Bを、プロペラ80の近傍に設けているため、船底3に噴出した気泡による摩擦低減効果を十分発揮してから気泡を吸い込み、摩擦抵抗を確実に低減しつつ、ブローア208やポンプ207のトラブル時には、空気放出管92の空気バルブ206bを開けることにより、ある程度の気泡の巻きこみが防止できる。

[0377] また、気液分離室86の下部に設けた多孔を有した気泡分離フィルター202により、気泡の分離効果が高められるとともに、ポンプ207や配管97への海洋からの異物の混入も防止できる。

[0378] また、気泡吸込口99の後方近傍に略V字型マウンド190を設けることにより、略V字型マウンド190部で流速が落ちるため気泡を逃がす効果とともに、逃がした気泡を気泡吸込口99から吸い込みやすくすることができる。

[0379] また、プロペラ80への気泡の巻き込みを検出するスラスト・トルクゲージ83や振動センサー84を備え、これらのゲージやセンサーで気泡巻き込みを検出したときは、空気噴出口21、22、23、24、25の噴出条件および／あるいはブローア10、11、12、13、14の運転条件を変えているため、さらなる気泡の巻き込みを防止し、プロペラ80の効率の低下が継続することが防止できる。さらに、気泡巻き込みに伴うプロペラ80での振動や騒音の発生が防止され、プロペラ80の損傷も低減でき、船舶1としての弊害も防止される。

[0380] また、プロペラ80への気泡の巻き込みを検出するスラスト・トルクゲージ83や振動センサー84で気泡巻き込みを検出したときは、プロペラ80の運転条件を変えているため、気泡巻きこみに伴いプロペラ80の推進力が落ちた場合、回転数を上げたり、振動や騒音対策のために回転数を落としたりして摩擦力低減効果を増すとともに船舶1の航行上の弊害も防止している。さらに、キャビテーションが発生した場合に、スラスト・トルクゲージ83や振動センサー84の検出値を利用して、プロペラ80での振動や騒音の発生を抑制し、プロペラ80の損傷も防止できる。

[0381] (第10の実施形態)

図35は、本発明の一実施形態に係る噴出気体制御装置及びこの装置を装備した船舶の全体像を、断面的に示す図である。同図に示されるように、本願に係る船舶4001には、噴出気体制御装置4002が搭載されている。噴出気体制御装置4002は船舶4001の推進主エンジンである主機4010を備えている。船舶4001にはその他、主機4010によって駆動される船舶の推進力を得るためのスクルー4003、船舶4001の水中の板によって水流の流れを変えることで進行方向を変化・調節するための舵4004、床板である甲板4005、上階であるデッキ4006、エンジン4010からの排気ガス4008を空中に放出する煙突4007を含む、船舶航行に必要な機構が装備として備えられている。

[0382] 主機4010に後述のごとく添設される3本のバイパス管には、送気管4030が連設される。屈曲部を有した送気管4030は、一定圧・温度のガスを気体噴出口4040まで通すための管であって、3本のバイパス管を取り纏める位置から船底付近の高さに一旦降下させて屈曲部を経た上で、喫水より上部に曲げて略水平に這うように配管され、さらに屈曲部を経て船底方向に降下せしめた形状に配管される。このように一旦喫水線以上の高さを配管経路が経由することにより、喫水線以下に設けられる気体噴出口からの海水の逆流を防止することができ、主機の安全上の危険状態を避けることができる。送気管4030の他方の端部には、船底もしくはその近傍に備えられ、船底もしくはその近傍に開いた開口から気泡を船底9付近の水中に噴出する気体噴出口4040が接続される。送気管4030の気体噴出口4040の手前部分には、送気管4030内を通過する気体を温めるための加熱装置4050が備えられている。また、送気管4030の喫水線以下の部分には流量計4035が備え付けられている。加熱装置4050によって給気もしくは掃気を排ガスによって加熱することによって、水の粘性抵抗を減らし、これにより、船舶の抵抗低減効果を更に高め、一層の抵抗低減を増進させることができる。なお、この加熱装置4050の駆動源としては過給機40

11の排ガスを利用してもよいし、別途設置する発電等のエネルギー発生装置によってもよい。

[0383] 主機4010は、エンジン（燃焼室）内に強制的に圧縮空気を送り込む機構を持つ過給機4011と、過給機4011が圧縮した空気を圧力を保ったまま冷却するインタークーラー4012と、圧縮空気を導通する給気管4013と、圧縮空気を貯めておく掃気レシーバ4014と、エンジン4010によって燃焼された生成気体を貯蔵する排気レシーバ4015とを備えている。給気管4013には給気の一部をバイパスさせ送気管4030に導くための給気バイパス管23が挿通される。掃気レシーバ4014には掃気の一部をバイパスさせ送気管4030に導くための掃気バイパス管4024が挿通される。排気レシーバ4015には排気の一部をバイパスさせ送気管4030に導くための排気バイパス管4025が挿通される。給気バイパス管4023、掃気バイパス管4024、排気バイパス管4025の他端は送気管4030に連設されている。

[0384] 図36は、噴出気体制御装置4002を海洋で使用する船舶に適用する場合の実施形態に係り、(a)は、当該船舶の側・断面図を、(b)は、その上面図を、それぞれ示すもので、一部説明のために要部構成を露出させて表現している。給気バイパス管4023及び／もしくは掃気バイパス管4024及び／もしくは排気バイパス管4025からの過給機の余剰ガス（の一部）が、屈曲部を有した送気管4030を通過して、船底9の近傍に設置された気体噴出口4040に導かれる。この気体噴出口4040は、たとえば本実施形態の場合、船底9の前部で船体の平面中心線CL付近に配置される。気体噴出口4040を船底9近傍に設けることは、噴出した気泡の船底9部への滞在を長引かせ、波等による圧力変動を緩和する狙いからであり、また船底9近傍の前部に設けることは、噴出した気泡を船底9へ極力全体に亘って滞在させる目的からである。したがって、気体噴出口4040は、船底9以外であってもよく、喫水線以下の適切な場所であればよい。

[0385] 同図にあるように、送気管4030（あるいは5030）を主機関4010

の後ですぐに立ち上げると、未だ熱を有した加圧気体や排気ガスのドラフト力により送気管 4030（5030）の摩擦抵抗を補い送気量が確保できる、という本願独自の効果が奏されることになる。

[0386] 代替的な気体噴出口 4040 は、平面中心線 CL に対して対称的に複数配置するような平面配置的構成とすることもできる（図示しない）。この場合には、気体噴出口 4040 に対応する数だけ送気管 4030 を設置するか、或いは送気管 4030 からの分岐管を当該対応する数だけ設けるようにする。これによって、構成を簡素化し、配置も容易化することができる。また、好適には、このような吐出口の数は奇数個とし、真中の一つを平面中心線 CL 上に持ってくる対称的配置とする。

[0387] 好適には、船底 9 には、気体噴出口 4040 から噴出された気泡を逃さないように気泡のガイドを行う端板 4095、4096、4097 を配置する。上記の気体噴出口 4040 を複数設けるときには、端板も船体の平面中心線 CL に対して対称に配置する。船底 9 にはこの他、海水や気泡による船体に作用する剪断力を検出する剪断力検出器である剪断力センサー（図示しない）をたとえば船尾側に設けてもよい。

[0388] また、相対速度検出器である相対速度センサー 55 が船尾側に設けられている。船側には、別の相対速度センサー 57 が設けられている。これらの相対速度センサー 55 は、気体噴出口 4040 から離して、あるいは相対速度センサー 57 は、近くても船側の気泡の影響が無い箇所に設けられている。特に、相対速度センサー 57 は、船側 8 でも波の影響を受けない下方に設置されている。これらの相対速度センサー 55、57 は、たとえば超音波式を採用するものとし、水中での使用を可能として、波や潮による影響を少なくしている。

[0389] また、船底 9 の後部と前部には、噴出された気泡の状態を監視するビデオカメラ 58、59 が設けられている。このビデオカメラ 58、59 の撮影した映像を、人が監視し、気泡の噴出状態を解析することに役立てている。

[0390] 空気噴出口については、第 1 の実施形態の図を用いて説明する。図 3 は、

空気噴出口 4040 の詳細構造を概念的に示す斜視図である。この図 3 では、説明の簡略化のため、複数ある送気管や気体噴出口の代表例を示している。送気管 4030 に連結された送気管 16 を通ってバイパスされた空気は、送気管 16 に接続された気体噴出口 4040 のチャンバ一部 70 で直角に曲げられる。この送気管 16 の接続部の直下には、送気されたガスを分散させる三角形の断面を有した分配部品 71 が設けられていて、この部分で直角に曲げられるとともに、分配部品 71 によって空気が左右に分散される構成をとっている。空気は直角に曲げられることで、水平面方向に一様に広がろうとするが、チャンバ一部 70 の奥と左右、上下の内壁により、空気は前方の多孔板 72、73 の方にのみ流れようとするが、この際に分配部品 71 の存在により、一層、多孔板 72、73 の左右方向の空気の分布が均一化される。

[0391] 多孔板 72、73 には、多数の孔 74、75 が開けられているが、多孔板 72 と 73 で孔の左右方向の位置がずれていて、開孔位置をずらした配列となっている。この多孔板 72、73 は、この実施形態では 2 枚使用した例を示しているが、3 枚、4 枚といったこれ以外の複数枚であってもよい。多孔板 72、73 が、その開孔位置をずらして配置されることにより、多孔板 72、73 が、空気の流れを屈曲させ抵抗を付けるいわゆる邪魔板の作用をすることとなり、さらなる左右方向の空気の均一化に加えて、上下方向の空気も均一化されて、前面の噴出開口 76 から噴出させることが可能となる。

[0392] ここで、多孔板 72、73 はステンレス等の耐食性を有した板金を連続的にプレスで丸孔をあけて生産し、カッティングによって開孔位置をずらした配列を実現できるので、生産性に優れたものとなる。このステンレス材で構成された場合、開孔が丸孔であることにより、エッジ部がなくなり、角孔などのようにプレス時の応力集中が起こりにくく、海水中で用いてもエッジ部から応力腐食が進行することが軽減できる。多孔板 72、73 は、樹脂を使用し、成型によって生産してもよい。この樹脂を用いた場合は、腐食面からは特に孔の形状はこだわらないが、成型型からも丸孔が好ましい。

- [0393] 図37は、本願に係る過給機4011からバイパスさせる系統を示す系統図である。図37を用いて、本願に係る過給機からの余剰空気バイパスの仕組みを説明する。
- [0394] 過給機4011は大気をフィルター4111を介して吸い込み、圧縮する圧縮機（コンプレッサー）4110と、圧縮機4110を回転駆動させるタービン4112と、これらを繋ぐ軸から構成される。この過給機4011は、排気管から廃棄されてきた排気ガスのエネルギー（温度・圧力）を利用してタービン4112を高速回転させ、その回転力によって圧縮機4110を駆動することにより、圧縮した空気を主機関のシリンダ（以下、単に「シリンダ」ともいう。）4016内に送り込み、これにより、内燃機関本来の吸気量を超える混合気を吸入・爆発させることで、見掛けの排気量を超える出力を得る仕組みである。
- [0395] 各シリンダ4016内の燃料の燃焼で出来た高温、高圧の排気ガスは排気弁開時に、排気レシーバ4015に溜められ、圧力が静圧化され、タービンノズル4116とタービン4112で断熱膨張しタービン駆動力となってこれに直結している過給機圧縮機4110を廻す。過給機圧縮機4110は外部から空気を取り入れ、断熱圧縮して圧縮機4110出口のディフューザ4113で静圧化され高圧、高温の空気（給気）が作られる。これがエアークーラー4112で冷やされ、掃気レシーバ4014に溜められ、シリンダ4016に供給される。始動直後等、エンジン4010が低負荷で排気のエネルギーが十分でないときは補助ブロアー4115が作動し、空気を吸い込み、過給機圧縮機4110の作動を助けるが、この構成において、本願では給気バイパス管4023、掃気バイパス管4024、排気バイパス管4025を設けて余剰ガスをバイパスさせようとするものである。
- [0396] より詳細な作用としては、まず大気がフィルター4111を介して吸い込まれると、タービン4112の回転力によって駆動された圧縮機4110によって圧縮空気が生成され、ディフューザ4113を介して給気管4013に導通される。給気管4013には前述したとおり、給気バイパス管402

3が挿通されており、圧縮された高温空気の一部が給気バイパス管4023を通過することでバイパスされる。このバイパスによるガスの取出しには、後述の各物理量のセンシングを元にして開始・運転・停止が制御される給気バイパス調整弁4023Aの開閉によって行う。給気バイパス管4023によってバイパス取得された給気は、送気管4030に導かれる。

[0397] 給気管4013を通るその他の空気はインタークーラー4012によって中間冷却される。中間冷却された圧縮空気は導通管中に設置されるミストキャッチャー4114によって水分除去されて、可動式ゲートを通して掃気レシーバ4014へ導通される。掃気レシーバ4014へは調整弁4115Aを備えた補助ブロアー4115からも給気されてよい。掃気レシーバ4014には前述したとおり、掃気バイパス管4024が挿通されており、掃気レシーバ4014内に貯められた圧縮空気の一部が掃気バイパス管4024を通過することでバイパスされる。この掃気バイパスによるガスの取出しには、後述の各物理量のセンシングを元にして開始・運転・停止が制御される掃気バイパス調整弁4024Aの開閉によって行う。掃気バイパス管4024によってバイパス取得された給気は、送気管4030に導かれる。

[0398] 掃気レシーバ4014に貯められたその他の空気は導通管を通過し、シリンダ4016に導かれ、シリンダ4016内で燃料が噴霧等によって加えられ燃焼される。燃焼によって生成された排気は排気レシーバ4015に導かれる。排気レシーバ4015には前述したとおり、排気バイパス管4025が挿通されており、排気レシーバ4015内に貯められた排気ガスの一部が排気バイパス管4025を通過することでバイパスされる。この排気バイパスによるガスの取出しには、後述の各物理量のセンシングを元にして開始・運転・停止が制御される排気バイパス調整弁4025Aの開閉によって行う。排気バイパス管4025によってバイパス取得された給気は、送気管4030に導かれる。

[0399] 排気レシーバ4015内のその他の排気ガスは、狭小径を有するタービンノズル4116を経由してタービン4112に導かれ、その一部はタービン

4 1 1 2 を駆動回転させた後、廃棄される排気ガスとして煙突 4 0 0 7 に導通される。

[0400] 本願発明の出発点としては、前述したように、過給機の近年における飛躍的進歩とこれによる余剰ガスの発生という現実的状況がある。図 3 8 は、主機関負荷と過給機効率の関係の一例を示す図である。同図に示されるように、主機関効率の要求値に対してかなりの余剰分が現実的に発生しており、たとえば主機関負荷が 7 5 . 0 % の場合には主機関効率要求値が 6 8 . 0 % に対して現実には 7 2 . 7 % の効率が得られており、この差分が余剰ガスの発生に繋がっている。本実施形態では、こうして発生されるガスが本来単に廃棄されるところに着目し、これを有効利用せんとしたものである。

[0401] すなわち、バイパスガスとして給気あるいは排気を主として使うことによって、温度が高いため、気泡として噴出した場合に、水の粘性抵抗が下がり、より摩擦抵抗低減効果に結びつく、という本願独特の効果が奏されるものである。

[0402] 高圧の掃気あるいはこれが燃焼された生産物である排気は、通常全量が過給機排気タービン 4 1 1 2 を通過して、過給機圧縮機 4 1 1 0 の駆動に使われるが、図 3 8 で説明したように、エンジン 4 0 1 0 に必要とされる効率以上の過給機では、全量を通さなくても良い。図 3 8 のように過給機効率がエンジンから必要とされる効率の 3 % 以上あれば、掃気、排気の 1 0 % 程度が過給機タービン 4 1 1 2 を通さなくて、バイパスできる。パワータービン（図示しない）を駆動する場合は排気バイパス 4 0 2 5 が有効であるが、今回のバブルでは冷えた高圧の空気即ち掃気バイパス 4 0 2 4 が有効である。

[0403] 掃気にしても排気にしても過給機 4 0 1 1 の駆動ひいてはエンジン 4 0 1 0 の駆動に必要なものであり、エンジン 4 0 1 0 の熱負荷に応じて、バイパス量は厳密にコントロールされねばならない。本発明の発明者は、数々の研究の結果バイパス量の制御には、主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づくのがよいことを発見した。物理量とはたとえば掃気圧と排気温度（もしくは排気管温度、排気温度と一対一に対応する周囲温度等を含む

)が該当し、過給機特性とは、たとえば後述の方法によって求められる過給機効率、或いは主機と過給機とのマッチング（相性）特性等が該当する。なお、これらの物理量は、過給機4011や主機関に関連した各経路や各所の温度、圧力、流量等の一部の計測により、必要な値を計算や推定により求めることもできる。

[0404] ここで、本願の一実施形態に係る過給機による余剰ガス利用における、ガスのバイパス量の制御について説明する。

[0405] 図39は、本願の制御を実現するために、本実施形態に係る各装置と、本願に係る制御の基礎データの取得を行う各種センサー、アクチュエータ等の配置を示したブロック図である。同図に示すように、フィルター4111に入る前方に、気圧センサーS1、吸込空気温度センサーS2が配置される。圧縮機4110とタービン4112に連結されるように回転速度センサーS3が設置される。掃気レシーバ4014中には掃気圧力センサーS4が配置される。排気レシーバ4015中には排気圧力センサーS5が配置される。排気レシーバ4015とタービン4112の間には排気温度センサーS6と、排気質量流量センサーS7が配置される。タービン4112の後方にはタービン後排気圧力センサーS8が配置される。給気バイパス管4023、掃気バイパス管4024、排気バイパス管4025、のそれぞれから導通された送気管4030にはバイパス質量流量センサーS9が配置される。

[0406] 図40は、本願の制御系を説明するための制御ブロック図である。

[0407] 本願に係る制御を実現するための機能としては、過給機4011からの各種センサー（S1乃至S9）及び喫水センサー4230によって取得した各種値に基づいて前述の各種バイパスを制御するための制御装置4200と、船舶の状況（位置状況、燃料状況、運転状況等）を取得し判断するための船舶状況判断部4300と、周囲の海象状況に係るデータを収集し判断するための海象判断部4400と、船舶状況判断部4300及び海象判断部4400の判断に基づき、或いはこれらを対照させて各種条件設定を行うための条件設定部4220と、これらの各機能によって最適値が算出されてバイパス

された気体を船底9付近の水中に吐出する気体噴出口4040とを具備して構成される。

[0408] 制御装置4200は、過給機特性や各種センサー（S1乃至S9、230）により取得されたデータに対して所定の演算処理を行う機能を有する演算部4201と、この演算部4201に基本データをフィードする機能を有する基本データ部4202と、この基本データ部4202に過給機特性に関する情報を計算・取得して与える機能を有する過給機特性部4203と、各種センサー（S1乃至S9、230）からの値と演算部4201によって演算された値等を比較計算する機能を有する比較部4204と、この比較部4204を制御する機能を有するコントローラ4205とを備えて構成される。特に、演算部4201では、所定のセンサー等の検出結果に基づいて、後述する過給機効率の計算を行う機能をも有している。

[0409] 船舶状況判断部4300には、船の位置を検出するGPS4310、船舶の機関の燃料消費量を計測する燃料計測部4320、船舶の機関の運転状態を検出する機関運転検出部4330が設けられている。この船舶状況判断部4300は、特に船舶の現況を判断する部分であり、航行中に変化が少ない、あるいは変化が緩慢な船舶の現況を判断するものである。例えば、GPS4310は船の地図上の位置を把握し、港や目的地までの距離や対地の絶対速度等を検出している。

[0410] これは、こういった地図上の位置や場所で、気泡を噴出したらよいか、また止めたらよいかの判断に利用される。また、対地の絶対速度計測は、回転速度センサーS3を補完する目的でも使用される。燃料計測部4320は、機関がどれだけ所定時間当たりの燃料を消費しているかを計測し、所定の燃費を下回ったら気泡の噴出を止めること等に利用される。機関運転検出部4330は、船舶の機関の運転状態を検出し、機関の運転が停止しているときには、気泡の噴出を止める、あるいは運転を開始し所定時間経ったら気泡の噴出を開始する等の情報を得ることに利用される。また、機関の回転数を検出して気体噴出口数および／あるいは気泡噴出量を変えることなどにも利用

される。この船舶状況判断部4300には、この他機関の出力検出器、ジャイロ、レーダ、積載量計測、バラスト水状態等広く船舶の置かれた状況を判断する手段が含まれていて、目的に応じて気泡噴出制御に利用可能となっている。

[0411] 船舶状況判断部4300には、図示しない航行状態検出部が具備され、航行状態検出部は、相対速度センサー55、57、船体の喫水レベルを検出する喫水センサー4230、船体の進行方向に対しての左右の傾きいわゆるローリングを検出する傾斜センサー（図示しない）を備えて構成される。これとは別に、剪断力センサー（図示しない）も備えるような構成としてもよい。これら航行状態検出部は、船舶の航行に伴い比較的变化し易い、あるいは変化をさせる目的で制御される物理量を検出している。この航行状態検出部には、この他、船体の左右揺れ（スウェイング）、縦揺れ（ピッチング）、前後揺れ（サージング）、上下揺れ（ヒービング）、船首揺れ（ヨーイング）を検出するセンサー等が含まれる。

[0412] 海象判断部4400は、波センサー4410、風センサー4420、潮流センサー4430を備えて構成されている。波センサー4410は、波の波高や方向、また周期等を検出する。風センサー4420は、風の風速や方向等を検出する。潮流センサー4430は、潮の潮速や方向、また高さ等を検出する。この海象判断部4400は、この他一般の天候等の情報も含めて、波、風、潮等の情報に天候等も加味し、例えば、海象が荒れているときは気泡の噴出を止め、回復したら気泡を発生させるなどの判断を行うことに利用される。

[0413] このような船舶状況判断部4300の情報、海象判断部4400の情報は、条件設定部4220に伝えられ、この条件設定部4220で総合的に船底9或いはこの近傍へ気泡を噴出する条件が設定される。この条件とは、気泡の噴出開始/停止、複数ある場合には気体噴出口4040のどれとどれから気泡を噴出させるか、噴出量をどうするか、噴出のタイミングをどうするか、また時間的な気泡噴出シーケンスをどう組むか、いつ噴出させていつ止め

るか等である。また条件設定部 4 2 2 0 においては、気泡噴出の条件は、船体に働く剪断力、船体の相対速度、喫水、傾斜等の条件も加味されたものとして設定され、これらの信号により制御を行うための条件設定も併せて行われる。なお、この条件設定部 4 2 2 0 においては、摩擦抵抗の低減のための条件設定指示に従った条件設定の他、気泡噴出による喫水レベルの調整の条件設定指示に従った条件設定も行われる。

[0414] この条件設定部 4 2 2 0 の設定に従って、比較部 4 2 0 4 で信号の比較が行われ、コントローラ 4 2 0 5 を介してバイパス調整弁 4 0 2 3 A、4 0 2 4 A、4 0 2 5 A の流量・ガス取得量が制御される。コントローラ 4 2 0 5 は、補助的ブローア（図示しない）の吐出側に設けたバルブも制御している。これは補助的ブローアのインバータによる電動機の制御範囲を下回る空気量を制御する場合や喫水センサー 4 2 3 0 の信号を利用して素早い喫水レベルの調節を行う場合に、これら補助的ブローアのバルブを調節して所望の空気量を得る目的で付加されている。また、気泡の噴出が気体噴出口 4 0 4 0 から行われている状況について、気泡の噴出状態や船底 9 及びその近傍への滞在状態をビデオカメラ 5 7 で撮影し、空気の噴出条件の解析、検討に役立っている。

[0415] また、船底 9 もしくはその近傍には剪断力センサー（図示しない）が、船底 9 の下流に気体噴出口 4 0 4 0 に取り付けられているが、気泡噴出による剪断力変化の解析を深めるために対応した数値が取り付けられている。この剪断力センサーの信号は、比較部 4 2 0 4 にフィードバックされ、予め条件設定部 4 2 2 0 で設定された剪断力値と比較され、その偏差に応じた所定のルール、アルゴリズム、定数に従って、コントローラ 4 2 0 5 を介してブローアの運転状態及び／もしくはバイパス調整弁 4 0 2 3 A、4 0 2 4 A、4 0 2 5 A が微調整される。また、船体と海水との相対速度を相対速度センサー 5 5、5 7 で検出し、所定の統計的処理をして代表値が比較部 4 2 0 4 に送られる。また、喫水センサー 4 2 3 0、傾斜センサー（図示しない）の信号も比較部 4 2 0 4 に送られる。

- [0416] 比較部 4204 において、まず相対速度センサー 55、57 の処理された代表値と予め条件設定部 4220 で設定された、条件設定値の比較が行われる。例えば気体噴出口 4040 が複数 4041、4042、4043、4044、4045 として存在するとした場合に、船体の相対速度が設定値を上回ったときは、その偏差に応じて気体噴出口 4040 ~ 4045 の数を増したり、気泡量を増したり、その双方を増したりする制御を行う。また、下回ったときは、気体噴出口の数を減らしたり、気泡量を減らしたり、その双方を減らしたりする制御を行う。気体噴出口の数を減らす場合に好ましくは、外側の気体噴出口を止めることが望ましい。
- [0417] 例えば、気体噴出口 4041 と気体噴出口 4045 を止める。また、気体噴出口 4041、4042 と気体噴出口 4045、4044 を止める等である。また、気泡の噴出量についても同様である。気体噴出口 4041 と気体噴出口 4045 の気泡噴出量を同量だけ減らす／増やす、さらに気体噴出口 4042 と気体噴出口 4044 の気泡噴出量を同量だけ減らす／増やす等である。このように、船体の平面中心線 CL に略対称に配置された気体噴出口の口数や気泡噴出量を対称的に制御することにより、特に多い直進航行時には均一な摩擦抵抗低減効果が得られ、船の直進性が維持でき、燃料消費量も少ないものとなる。また、制御装置としての回路構成や制御方法も容易なものとなる。
- [0418] また、比較部 4204 では、喫水センサー 4230 で検出された値と、予め条件設定部 4220 で設定された条件設定値の比較が行われる。例えば、船体の喫水が設定値を上回ったとき（積荷量が多く喫水が深くなった場合）は、その偏差に応じて気体噴出口の数を増したり、気泡量を増したり、その双方を増したりする制御を行う。また、下回ったとき（積荷を下ろしバラスト水状態となった場合）は、気体噴出口の数を減らしたり、気泡量を減らしたり、その双方を減らしたりする制御を行う。この減らす場合には、上記と同様に制御することが望ましい。
- [0419] また、大きな波のうねりが来た場合は、喫水センサー 4230 の信号を利

用し、補助的ブローア（図示しない）やバイパス調整弁4023A、4024A、4025Aを制御して、即座に気体噴出口4040にかかる圧力を増減微調節し、気泡噴出量が増減することをさらに緩和している。

[0420] また、比較部4204では、傾斜センサー（図示しない）で検出された船体の傾斜値と、予め条件設定部4220で設定された条件設定値の比較が行われる。例えば、船体の傾きが船舶の旋回やローリングによって設定値を上回ったときは、その偏差に応じて気体噴出口の噴出箇所を変えたり、気泡量の増減を行う。例えば、進行方向から見て船体が左に傾いた場合、船底は右側が持ち上がる。この場合、見かけの喫水が深くなった左側の気体噴出口の数を増したり、噴出量を増したり、その双方を増す制御を行い、右側の気体噴出口の数を減したり、噴出量を減らしたり、その双方を減らす制御を行うことにより、無駄に気泡を噴出することなく、有効に船体の摩擦抵抗を低減できる。なお、傾斜センサーは、気泡の噴出制御への使用以外にも、船体の傾斜を検出しバランスを取るためのバラスト水調整等にも共用できる。

[0421] なお、このようなローリングの場合の対処法としては、複数の気管系統を別個に設け、それぞれ圧力を設定できるように構成することにより、左舷と右舷で高さの違い（傾きの存在）が生じて、圧力調整することにより、所望の気泡噴出（たとえば略均等な吐出）を得ることができる。また代替的には、複数気管から一旦チャンバーを経由させてから気泡噴出に導くこともできる。

[0422] 次に、本願に係る制御の詳細について説明する。

[0423] 上述したように、本願では、加圧気体（給気、掃気）／排気の取り出し量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性に基づいて制御する。この場合、主機関の熱負荷に関連した物理量の代表例としては、掃気圧と排気温度（或いは排気管温度、その他排気温度と一対一で対応する周囲温度等）を採用し、過給機特性としては過給機効率を採用する。

[0424] 掃気圧は、掃気圧力センサーS4で、排気温度は排気温度センサーS6で検出する。

過給機特性は、下記に記載の（１）過給機総合効率の求め方、及び、（２）掃気バイパス（排気バイパス）がある場合の過給機総合効率の補正に基づいて求める。

（１）過給機総合効率の求め方

$$\text{過給機総合効率} = 0.9055 \times T_1 / T_2 \times (R_1^{0.286} - 1) / (1 - R_2^{0.265})$$

ここで、

T_1 : 過給機空気吸込温度（たとえば 21°C ） + 273

T_2 : タービン前排気温度（たとえば 400°C ） + 273

R_1 : (大気圧 + 掃気圧力 + インタークーラー差圧) / (大気圧 - 過給機フィルタ差圧)

R_2 : (大気圧 + タービン後排気圧力) / (大気圧 + 排気レシーバ圧力)

$$\text{圧縮機効率} = 3614400 \times T_1 \times (R_1^{0.286} - 1) / (\mu \times U^2)$$

ここで、

μ : すべり率（過給機タイプによる）

D : 扇車直径（過給機タイプによる）

U : 歯車の周速 = $\pi \times D \times T / \text{C s p e e d}$

タービン効率 = 過給機総合効率 / 圧縮機効率

（２）掃気バイパス（排気バイパス）がある場合の過給機総合効率の補正

（１）で求めた過給機総合効率に、下記補正式を掛ける。

[0425] $(m_t + m_{e,q}) / m_t$

ここで、

m_t : タービンを通過する質量流量

$m_{e,q}$: バイパス量のタービン通過と等価質量

掃気バイパス量の制御の仕方

（１）過給機総合効率が要求される値以上になるように、

例えば最新エンジン用は、過給機総合効率 $\geq 68\%$ 以上

例えばレトロフィットエンジン用は、過給機総合効率 $\geq 64\%$ 以上

(2) 掃気圧が所定値以上、排気温度が所定値以下、になるように制御する。

- [0426] ここで温度、圧力、過給機回転数は、各センサーによる検出値を、すべり率や扇車直径などは、基本データから読み込み、演算部4201で過給機総合効率を計算する。また、補正值は、排気/バイパスの質量流量センサーS7、S9を利用して演算部4201で補正をすることで求める。
- [0427] 過給機総合効率を求めるに当たり必要な、フィルター4111やインタークーラー4012の圧力損失は、排気/バイパスの質量流量センサー(S7、S9)値と基本データ部4202に記憶された圧力損失係数に基づき、演算部4201で演算して求める。代替的に、演算によらず、圧力センサー(S1乃至S9その他)を必要部位毎に付けて、検出して求めてもよい。
- [0428] また、過給機総合効率は、予め基本データ部4202に記憶された過給機総合特性のグラフやテーブルに基づいて算出することもできる。この場合、算出に必要な主機関4010の負荷は、燃料計測部4320で計測される燃料消費量に基づいて行われる。
- [0429] 本実施形態では、過給機総合効率を2通りの方法で求めている。
- [0430] すなわち、各センサー(S1乃至S9、230等)による検出値に基づいて演算部4201で算出する方法と、グラフやテーブルに基づいて求める方法である。この結果を比較部4204で比較し、両者が所定の誤差範囲内に入っているかをチェックし、所定の誤差範囲を外れている場合は、センサー類の故障などが考えられるため、コントローラ4205もしくは(図示しない)警告部によって警告を発する。
- [0431] 海象判断部4400、船舶状況判断部4300における各検出値は、気泡の噴出条件設定のために利用されるもので、詳細は前記したとおりである。
- [0432] 喫水センサー4230は、加圧気体/排気の圧力と喫水に応じて、気体噴出口4040への気体/排気の供給開始/停止を制御するために利用される。条件設定部4220では、海象判断部4400や船舶状況判断部4300

の状況に応じて、気体／排気の噴出条件や噴出量や噴出タイミング等を設定する。

[0433] なお、過給機タービンバイパスガスはエンジン本体の場所で以下の３種類があり、それぞれの性状は下記の通りである。

A排気バイパスガス（取り出し口は排気レシーバ、温度400℃、圧力0.2393MPaゲージ圧）

B給気バイパスガス（取り出し口は給気管（チャージエアパイプ）でインタークーラー前、温度135℃、圧力0.255MPaゲージ圧）

C掃気バイパスガス（取り出し口は掃気レシーバ、温度35℃、圧力0.2533MPaゲージ圧）

[0434] 本願発明は過給機のそれぞれの箇所からのバイパスガスを、あるいはそれらの組み合わせを用いて、バイパスガスから直接気泡を生成するとともに、その量をエンジンの性能、信頼性を崩すことなく利用することを保証するものである。

[0435] 気泡生成にとっては、圧力が高く、温度が高い方が良い。したがって、A排気バイパスガスがもっとも適しているが、排気が直接、海を汚染するかもしれないという環境問題が想定され、使えない海域があると想定される。このような排気バイパスガスが使えない海域では、B給気バイパスガスかC掃気バイパスガスを使えばよい。B、Cは高圧の空気である。ただし、温度が高いと体積が大きく、気体噴出口までの配管を太くし、配管ロスを考慮せねばならない。また、このとき、配管廻りを保温養生する等の処置を行うようにしてもよい。

[0436] そこで、掃気バイパスガスは温度が低く、配管系を小さくでき、バブル排出口付近で、排気バイパスガスで加熱するという組み合わせも考えられる。また前述したように、バイパス配管は一旦、喫水よりも高くして、海水がエンジン4010に入らないようにする。バイパス配管には、途中で流量計4035を儲け、バイパス量を厳密に計測する。

[0437] ここで、気体の噴出を開始／停止する制御を行う制御についてまとめると

、本願の主眼として、バイパスガス量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御しつつバイパスガスを取得してこれを気泡として利用すること、次に加圧気体及び／もしくは排気の気体噴出口からの供給動作の開始／停止させる動作を、排気の圧力と前記船舶の喫水に基づいて制御すること、がある。さらには、船舶状況判断部4300の判断に従う場合、海象判断部4400の判断に従う場合、航行状態検出部（図示しない）の検出結果に従う場合がある。船舶状況判断部4300に従う場合は、例えば、GPS4310で港や目的地が近くなると判断すると気泡の噴出を止め、出港すると気泡の噴出を開始し、海域として渦潮域が近付いたら止め、外れたら開始する。また、機関の運転が停止されたら、気泡の噴出も止め、機関が動き出し所定時間たったら気泡の噴出を開始する。燃料計測部4320で検出される燃費が予定より下回ったら気泡の噴出を止める。また、燃費の改善が予測される場合は、気泡の噴出を開始する。また、海象判断部4400で台風や時化等の荒天の場合は、気泡の噴出を停止し、回復したら開始する、などの制御が可能である。これらの気泡の噴出開始、停止や噴出量は、主機関の運転状態に関連して行われ、主機関で空気を多く必要とする場合は、噴出を停止したり、噴出量を減らすものである。

[0438] また、波センサー4410で検出される波高が所定値以上になったら気泡の噴出を停止し、所定値以下になったら開始する。航行状態検出部の検出結果を設定された値と比較して偏差の大小に基づき、この偏差が予め定めた閾値以下で停止し、閾値を越えたら開始する。例えば、相対速度センサー55、57の値は、統計的処理をされ、代表値が比較部4204に送られるが、船舶1の速度が落ち、この値が条件設定部4220で設定された所定の閾値を下回ると、気泡の噴出を止め、上回ると開始している。相対速度センサー55、57の統計的処理をされた代表値の時間変化に基づき、船舶1が動きだし加速をしているときは、この閾値を下げ早めに気泡を噴出し、有効に気泡による摩擦抵抗低減効果を発揮し、減速しているときは速度が落ちてまだ船底3に滞在している気泡があるため、閾値を上げて気泡の噴出を早めに止

めてもよい。

[0439] これら、気体の噴出を開始／停止する制御を行う条件については、優先順位を付けて制御を行い、検出誤差や故障、予測し得なかった事態のときに補完的に他の条件を用いて制御してもよい。いずれにしても、所定の条件下で気泡の噴出を開始／停止すること、船舶が止まっていることを検出／判断したときは噴出を停止することにより、実質の摩擦抵抗低減効果を考慮した、気泡の噴出が実現できる。

[0440] なお、上記の形態では、バイパスガス量の制御に用いるべき物理量の例として、主機の掃気圧と排気温度を主に例にとって説明し、加圧気体及び／もしくは排気の気体噴出口からの供給動作の開始／停止させる動作制御に用いるべき物理量の例として、排気の圧力と前記船舶の喫水を主に例にとって説明した。これらの物理量は、上記したセンサーによって得られるものであるが、これら以外のセンサーによる物理量を採用することも可能である。また、過給機特性として、上記では過給機効率をとる場合を例にとり、さらに過給機効率の求め方も上記で説明したが、過給機特性として、これら以外の特性（たとえば、主機と過給機との相性特性等）を採用してもよく、さらに、過給機効率の求め方として、上記の算定式以外に、種々定数、変数等を入れ替えてもよい。

[0441] また、上記では、過給機からバイパスされたガス（空気）を直接気泡として水中に噴出する例をとって説明したが、タービンによって発電機を駆動し、発電で得られた電力を用いて別途ブローア（送気手段）を駆動させ、このブローアによって発生された気泡を噴出口4040から吐出させるように構成してもよい。代替的に、タービンにたとえば同軸で回転させる機構を設けて、直接ブローア（送気手段）を駆動させてこれからバブルを発生させるようにしてもよい。

[0442] また、喫水の把握・センシングには、たとえば船底、船側の喫水線より下面に圧力を測定・検知するセンサーを用いることで、圧力と深さの比例関係から喫水を把握する方法によることも可能である。また、たとえば船側から

カメラによって水面付近の状況を撮像し、これを画像処理することで喫水を推定するという手段によってもよい。

[0443] (第11の実施形態)

図41は、本発明の一実施形態に係る船舶の摩擦抵抗低減装置を装備した船舶の全体像を示す図である。(a)は当該船舶の側面図を、(b)はその上面図を、(c)はその下面図を、それぞれ示すもので、一部説明のために要部構成を露出させて表現している。(a)に示されるように、船舶1には、噴出気体制御装置が搭載されている。噴出気体制御装置は船舶1の推進エンジンから構成される主機関10を備えている。

[0444] 主機関4010に添設される3本のバイパス管(給気バイパス管5023、掃気バイパス管5024、排気バイパス管5025)には、送気管5030が連設され、それぞれはバイパス調整弁を有する。屈曲部を有した送気管5030は、所定圧・温度のガスを気体噴出口5040まで通すための管であって、3本のバイパス管を取り纏める位置から船底付近の高さに一旦降下させて屈曲部を経た上で、喫水より上部に曲げて略水平に這うように配管され、さらに屈曲部を経て船底方向に降下せしめた形状に配管される。このように一旦喫水線以上の高さを配管経路が経由することにより、バイパス調整弁他のバルブ類が故障した場合に、喫水線以下に設けられる気体噴出口からの海水の逆流を防止することができ、主機関の安全上の危険状態を避けることができる。送気管5030の他方の端部には、船底もしくはその近傍に備えられ、船底もしくはその近傍に開いた開口から気体を気泡として船底9付近の水中に噴出する気体噴出口5040が接続される。

[0445] 給気バイパス管5023及び／もしくは掃気バイパス管5024及び／もしくは排気バイパス管5025からの過給機の余剰ガス(の一部)が、屈曲部を有した送気管5030を通過して、船底の近傍に設置された気体噴出口5040に導かれる。この気体噴出口5040は、たとえば本実施形態の場合、船底9の前部で船体の平面中心線CLを中心として略対称的に配置される。気体噴出口5040を船底9に設けることは、噴出した気泡の船底9部への

滞在を長引かせ、波等による影響を緩和する狙いからであり、また船底の前部に設けることは、噴出した気泡を船底 9 へ極力全体に亘って滞在させる目的からである。このような狙いや目的が必須でない場合は、気体噴出口 5040 は、船底 9 以外であってもよく、喫水線以下の適切な場所であればよい。特に気体噴出口 5040 を船底 9 に設けた場合は、気泡の滞在が長くなることが期待でき、また気泡の粒径を数百 μm 以上とすることにより、浮力作用が働き、船底に張り付くような効果も期待できる。また、加圧気体及び／もしくは排気の供給停止時は、送気管 5030 への水の浸入を防止するため、気体噴出口 5040 直前に遮断バルブ 5027 を設ける。遮断バルブ 5027 を設けることで、送気管 5030 は水の浸入の影響を受けず、材質や肉厚等も高度な耐食性や耐圧性を考慮する必要がなくなる。また、気体供給停止時の遮断バルブ 5027 の閉成は気体圧力がかかった状態で先に閉じ、気体供給開始時の開成は、気体圧力が水圧より所定値以上に上昇してから開成することが望ましい。

[0446] これにより水の浸入を確実に遮断し、送気管 5030 に水が浸入、逆流することが防止でき、送気管 5030 の損傷等を防止することができる。すなわち、送気管 5030 の内部は水による錆の発生が防止され、加えて海洋生物の付着がなくなり、気体噴出に当たって摩擦抵抗の増加が抑えられ、メンテナンス等が軽減でき、ひいては送気管 30 の長期利用が可能となる。なお、送気管 5030 は、耐海水性を有した材質のものを採用するかあるいは表面塗装するのが好ましい。さらに送気管 5030 が遮断バルブ 5027 により閉成されることにより、航行時に流れる水が送気管 5030 内に浸入することによる摩擦抵抗の増加も低減できる。なお、遮断バルブ 5027 の動作は、電力や加圧気体等の供給の有無によって弁の開閉を自動制御するものとするが、条件によっては人的な弁の開閉操作や半自動制御でもよい。

[0447] 本形態では、主機関を止める前に気体の供給を止める。止め方は先に遮断バルブ 5027 を閉成し、後からバイパスバルブを閉成し、続いて主機関、過給機を止める。動かすときは、逆に行う。こうすることで、送気管 5030

、主機関4010への水の浸入を確実に防止できるという本願独自の効果を奏することができる。

[0448] また、主機関負荷が所定の値（例えば50%）を切ったら気体の供給を止める。すなわち、主機関要求過給機効率に余裕をもって止め、所定の値を超えたら気体の供給を開始するようにする。こうすることで、主機関要求の気体量を割り込まないで供給できるという本願独自の効果が奏される。

[0449] 気体噴出口5040は、平面中心線CLに対して略対称的に複数配置するような平面配置構成としているが、送気管5030は、気体噴出口5040に対応する数だけ設置するか、或いは送気管5030からの分岐管を当該対応する数だけ設けるようにする。これによって、構成を簡素化し、配置も容易化することができる。また、好適には、このような吐出口の数は奇数個とし、真中の一つを平面中心線CL上に持ってくる対称的配置とする。

[0450] 好適には、上記の気体噴出口5040に対して拡散制限部も船体の平面中心線CLに対して略対称に配置する。具体的には、(c)に示されるように、気体噴出口5040から気泡として噴出された気体の拡散を制限する端板5095、5096、5097を配置し、平面中心線CLに対して対称に、端板5095a、5096a、5097aが配置されている。端板5096、5096a及び5097、5097aは、同図上では寸法が略等しく描かれているが、端板5097、5097aが5096、5096aよりも短い寸法でもよく、数も同図に示すものに限定されるものではない。また、端板は複数でなくてもよく、船底の長手方向に少なくとも一つ設けるものでもよい。

[0451] なお、船尾部水中の波や気泡の影響がない箇所には喫水センサー5230、船首部の波や気泡の影響のない箇所に相対速度センサー55及び船首部水中の波や気泡の影響がない箇所に測深儀5060を備える。測深儀5060は、船側から超音波を発し、その超音波が海底に反射して戻ってくるまでの時間から深さを求める音響測深を行うため、超音波の送受信に影響を受けないように波や気泡の影響を受けない適切な箇所に設置することが好ましい。相

対速度センサー 55 として水中に設けるタイプを使用する場合も、波や気泡の影響のない箇所に設けることが好ましい。

- [0452] また、船底 9 にはこの他、海水や気泡によって船体に作用する剪断力を検出する剪断力センサー 5240 をたとえば船尾側に設けている。
- [0453] また、流量センサー S7 は、送気管 5030 に設けた送気量を検出し、適正な気体量が送気されているかを監視している。
- [0454] 過給機から加圧気体及び排気をバイパスさせる系統については、第 10 の実施形態の図 37 を用いて説明する。
- [0455] 過給機 4011 は大気をフィルター 4111 を介して吸い込み圧縮する圧縮機（コンプレッサー）4110 と、圧縮機 4110 を回転駆動させるタービン 4112 と、これらを繋ぐ軸を備えて構成される。この過給機 4011 は、主機関から排出されてきた排気ガスのエネルギー（温度・圧力）を利用してタービン 4112 を高速回転させ、その回転力によって圧縮機 4110 を駆動することにより、圧縮した空気を主機関のシリンダ（以下、単に「シリンダ」ともいう。）4016 内に送り込み、これにより、内燃機関本来の吸気量を超える混合気を吸入・爆発させることで、見掛けの排気量を超える出力を得る仕組みである。
- [0456] 各シリンダ 4016 内の燃料の燃焼でできた高温、高圧の排気ガスは排気弁開時に、排気レシーバ 4015 に溜められ、圧力が静圧化され、タービンノズル 4116（点線部）とタービン 4112 で断熱膨張しタービン駆動力となってこれに直結している圧縮機 4110 を廻す。圧縮機 4110 は外部から空気を取り入れ、断熱圧縮して圧縮機 4110 出口のディフューザ 4113 で静圧化され高圧、高温の空気（給気）が作られる。これがインタークーラー 4012 で冷やされ、掃気レシーバ 4014 に溜められ、シリンダ 4016 に供給される。始動直後等、主機関 4010 が低負荷で排気のエネルギーが十分でないときは補助ブロアー 4115 が作動し、空気を吸い込み、過給機圧縮機 4110 の作動を助けるが、この構成において、本願では給気バイパス管 4023、掃気バイパス管 4024、排気バイパス管 4025 を設

けて余剰ガスをバイパスさせようとするものである。

[0457] より詳細な動作としては、まず大気がフィルター4111を介して吸い込まれると、タービン4112の回転力によって駆動された圧縮機4110によって圧縮空気が生成され、ディフューザ4113を介して給気管4013に導通される。給気管4013には前述したとおり、給気バイパス管4023が挿通されており、圧縮された高温空気の一部が給気バイパス管4023を通過することでバイパスされる。このバイパスによるガスの取出しは、後述の各物理量のセンシングを基にして開始・停止が制御される給気バイパス調整弁4023Aの開閉によって行う。給気バイパス管4023によってバイパス取得された給気は、送気管4030に導かれる。

[0458] 給気管4013を通るその他の空気はインタークーラー4012によって中間冷却される。中間冷却された圧縮空気は導通管中に設置されるミストキャッチャー4114によって水分除去されて、可動式ゲートを通して掃気レシーバ4014へ導通される。掃気レシーバ4014へは調整弁4115Aを備えた補助ブロアー4115からも給気されてよい。掃気レシーバ414には前述したとおり、掃気バイパス管4024が挿通されており、掃気レシーバ4014内に貯められた圧縮空気の一部が掃気バイパス管4024を通過することでバイパスされる。この掃気バイパスによるガスの取出しは、後述の各物理量のセンシングを基にして開始・停止が制御される掃気バイパス調整弁4024Aの開閉によって行う。掃気バイパス管4024によってバイパス取得された給気は、送気管4030に導かれる。

[0459] 掃気レシーバ4014に貯められたその他の空気は導通管を通過し、シリンダ4016に導かれ、シリンダ4016内に燃料が噴射され燃焼される。燃焼によって生成された排気は排気レシーバ4015に導かれる。排気レシーバ4015には前述したとおり、排気バイパス管4025が挿通されており、排気レシーバ4015内に貯められた排気ガスの一部が排気バイパス管4025を通過することでバイパスされる。この排気バイパスによるガスの取出しには、後述の各物理量のセンシングを基にして開始・停止が制御され

る排気バイパス調整弁4025Aの開閉によって行う。排気バイパス管4025によってバイパス取得された給気は、送気管30に導かれる。

[0460] 排気レシーバ4015内のその他の排気ガスは、狭小径を有するタービンノズル4116を經由してタービン4112に導かれ、その一部はタービン4112を駆動回転させた後、廃棄される排気ガスとして煙突（図示しない）に導通される。

[0461] 一方、排気バイパス管4025によってバイパスされる排気ガスの排気量もしくは圧力は、各物理量のセンシングにより排気バイパス調整弁4025Aの開閉の制御に応じて都度変化する。それにより、タービン4112に導かれる排気ガスの流入量にも差が生じることになる。タービン4112は流入する排気ガスのエネルギーで回転し、タービン4112に直結されたコンプレッサー4110で大気から空気が流入し、高圧にしてシリンダ4016内に送り込むため、主機関効率はタービン4112の駆動効率、すなわち吸入される排気ガスの排気量もしくは圧力に左右される。なによりも、主機関4010の負荷状態によっても変化する。

[0462] この実施の形態においては、タービンノズル4116を可変とする機構の可変ノズル4118を付設している。可変ノズル4118によって過給機4011のタービン4112に流入する排気ガスの流入状態を制御することができるため、好適にタービン4112を駆動させるものとなる。

[0463] 図42は、本発明の一実施形態に係る可変ノズルの要部拡大図である。同図に示すように、可変ノズル5118は円弧状の外郭5150と羽根状のペーン5151（数に限定はない。）で構成される。ペーン5151は気体の流路を最適化する形状で、抵抗を最小限にできることが好ましい。ペーン5151の角度を変えて排気ガスがタービン4112に集中してあたるように制御するためである。材質や寸法に限定はなく、排気ガスに対する耐食性を有するとともに、含有される煤等の物質が付着して堆積しないものが好ましい。

[0464] (a) は開度が小さい状態、(b) は開度が大きい状態の可変ノズル51

18を示す。(a)では、ベーン5151同士によって形成される空間が少ないため、排気ガスの流路が狭められる。したがって、流入する排気ガスの流入量が少なくなると絞られた状態で排気ガスが可変ノズル5118を通過することで、集中してタービン4112に排気ガスを衝突させることができる。一方、(b)では、ベーン5151同士によって形成される空間が広いので、排気ガスの流路が圧力損失が低い状態で確保される。

[0465] 図43は、本発明の一実施形態に係る可変ノズルの有無による主機関負荷と過給機効率の関係の一例を示す特性図である。同図に示されるように、可変ノズル5118が無い場合は実線で、ある場合は点線で示す。

[0466] 実線で示す場合においては、主機関効率の要求値に対してかなりの余剰分が現実的に発生しており、たとえば主機関負荷が75.0%の場合には主機関効率要求値が68.0%であるのに対して現実には72.7%の効率が得られており、この差分が余剰ガスとして利用可能となる。したがって、こうして発生されるガスが本来単に廃棄されるところに着目し、これを有効利用することが本実施形態の摩擦抵抗低減装置の考え方である。一方、可変ノズル5118を有する点線で示す場合においては、主機関負荷が75.0%時に主機関効率要求値が68.0%であるのに対して73.8%の高効率が実現される。また、主機関の負荷が変化しても全体的に、可変ノズル5118を有しない場合と比較して過給機4011の効率が高いものとなっている。これらのことより、可変ノズル5118の制御により流路が最適化されタービン4112に流入する排気ガスの流入状態を制御することの効果を確認できる。すなわち、可変ノズル5118を制御することで、流入気体の状況の変動が影響して過給機効率を低減させないように気体経路の面積や流路を調整し、排気タービンに好適に気体を提供することができる。

[0467] 本願では、過給機特性のピーク相当の主機関負荷の略近傍より下側に主機関の常用運転点を持ってくる(図43に示されるように、主機関負荷の常用運転点75%で可変ノズル無しピーク76%、可変ノズル付ピーク82%)。可変ノズル付きの場合も同様である。こうすることで、加圧気体の取出し量

もピークに近い、また積載量が増え喫水が深くなった場合に、主機関負荷が増すと加圧気体の取出し量も自動的に増すことができる、という本願独自の効果が奏されることになる。

[0468] 図44は、本発明の一実施形態に係る過給機及び周辺の部品類の配置を示したブロック図である。同図に示すように、フィルター4111に入る前方に、気圧センサーS1、吸込空気温度センサーS2が配置される。圧縮機4110とタービン4112に連結されるように回転センサーS3が設置される。掃気レシーバ4014中には掃気圧力センサーS4が配置される。排気レシーバ4015中には排気圧力センサーS5が配置される。排気レシーバ4015とタービン4112の間には排気温度センサーS6と、排気質量流量センサーS7が配置される。タービン4112の前方には可変ノズル5118が設置され、タービン4112の後方にはタービン後排気圧力センサーS8が配置される。給気バイパス管4023、掃気バイパス管4024、排気バイパス管4025、のそれぞれから導通された送気管4030にはバイパス質量流量センサーS9が配置される。

[0469] 図45は、本発明の一実施形態に係る制御手段の制御ブロック図である。

[0470] 本願に係る制御を実現するための機能としては、過給機4011周辺の各種センサー（S1乃至S9）によって取得した各種値に基づいて前述の各種バイパスを制御するための制御装置4200と、船舶の状況（位置状況、燃料状況、運転状況等）に関する情報を取得しこれに基づいて判断するための船舶状況判断部4300と、周囲の海象状況に係るデータを収集しこれに基づいて判断するための海象判断部4400と、船舶の航行状態を検出する航行状態検出部5500と、船舶状況判断部4300、海象判断部4400或いは航行状態検出部5500の判断に基づき、或いはこれらを対照させて各種条件設定を行うための条件設定部4220と、これらの各機能によって最適値が算出されてバイパスされた気体を船底9付近の水中に噴出する気体噴出口4040とを具備し、過給機4011には可変ノズル5118が付設されるものとして構成される。

- [0471] 制御装置 4200 は、過給機特性や各種センサー（S1乃至S9）により取得されたデータに対して所定の演算処理を行う機能を有する演算部 4201 と、この演算部 4201 に基本データをフィードする機能を有する基本データ部 4202 と、この基本データ部 4202 に過給機特性に関する情報を計算・取得して与える機能を有する過給機特性部 4203 と、各種センサー（S1乃至S9）からの値と演算部 4201 によって演算された値等とを比較計算する機能を有する比較部 4204 と、この比較部 4204 を制御する機能を有するコントローラ 4205 とを備えて構成される。特に、演算部 4201 では、所定のセンサー等の検出結果に基づいて、後述する過給機効率の計算を行う機能をも有している。
- [0472] 船舶状況判断部 4300 には、船の位置を検出する GPS 4310、船舶の機関の燃料消費量を計測する燃料計測部 4320、船舶の機関の運転状態を検出する機関運転検出部 4330 が設けられている。この船舶状況判断部 4300 は、特に船舶の現況を判断する部分であり、航行中に変化が少ない（もしくはない）、あるいは変化が緩慢な船舶の現況を判断するものである。例えば、GPS 4310 は船の地図上の位置を把握し、港や目的地までの距離や対地の絶対速度等を検出している。
- [0473] 海象判断部 4400 は、波センサー 4410、風センサー 4420、潮流センサー 4430 を備えて構成されている。波センサー 4410 は、波の波高や方向、また周期等を検出する。風センサー 4420 は、風の風速や方向等を検出する。潮流センサー 4430 は、潮の潮速や方向、また高さ等を検出する。この海象判断部 4400 は、この他一般の天候等の情報も含めて、波、風、潮等の情報に天候等も加味し、例えば、海象が荒れているときは気泡の噴出を止め、回復したら気泡を発生させるなどの判断を行うことに利用される。
- [0474] 航行状態検出部 5500 は、相対速度センサー 5055、測深儀 5060、船体の喫水レベルを検出する喫水センサー 5230、剪断力センサー 5240、船体の進行方向に対しての左右の傾きいわゆるローリングを検出する

傾斜センサー 5057 を備えて構成される。これら航行状態検出部 5500 は、船舶の航行に伴い比較的变化し易い、あるいは変化をさせる目的で制御される物理量を検出している。この航行状態検出部 5500 には、この他、船体の左右揺れ（スウェイング）、縦揺れ（ピッチング）、前後揺れ（サージング）、上下揺れ（ヒービング）、船首揺れ（ヨーイング）を検出するセンサー等（図示しない）が含まれる。

[0475] このような船舶状況判断部 4300 の情報、海象判断部 4400 の情報、航行状態検出部 5500 の情報は、条件設定部 4220 に伝えられ、この条件設定部 4220 で総合的に船底 9 或いはこの近傍へ気泡を噴出する条件が設定される。この条件とは、気泡の噴出開始／停止、複数ある場合には気体噴出口 4040 のどれとどれから気泡を噴出させるか、噴出量をどうするか、噴出のタイミングをどうするか、また時間的な気泡噴出シーケンスをどう組むか、いつ噴出させていつ止めるか、噴出方向をどうするか等である。

[0476] 気泡としての気体の噴出量に関連して、加圧気体としての給気、掃気また排気の取り出し量が変わって来るが、給気バイパス量、掃気バイパス量また排気バイパス量の取り出し量と、主機関 4010 の熱負荷に関連した物理量を含む各種センサー（S1乃至S9）の値と、過給機 4011 の特性、可変ノズル 5118 の特性とに基づいて可変ノズル 5118 は制御される。具体的には、条件設定部 4220 で設定された条件に従って、各種センサー（S1乃至S9）の値と、これら各種センサー（S1乃至S9）の値も一部用いて演算された過給機 11 関連の演算結果が、比較部 4204 で比較され、この比較結果に応じてコントローラ 4205 を介して可変ノズル 5118 が制御される。

[0477] また、条件設定部 4220 の設定に従って、比較部 4204 で信号の比較が行われ、この比較結果に応じてコントローラ 4205 を介してバイパス調整弁 4023A、4024A、4025A を調節することで加圧気体（給気、掃気）／排気ガスの流量が制御される。

[0478] 次に、本願に係る制御の詳細について説明する。

- [0479] 上述したように、本願では、加圧気体（給気、掃気）／排気の取り出し量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御する。この場合、主機関の熱負荷に関連した物理量の代表例としては、掃気圧と排気温度（或いは排気管温度、その他排気温度と一対一で対応する周囲温度等）を採用し、過給機特性としては過給機効率を採用する。
- [0480] 可変ノズル5118はコントローラ4205からの信号によりベーン5151の開度や方向を制御される。コントローラ4205は、船舶状況判断部4300、海象判断部4400、航行状態検出部5500からの信号を条件設定部4220に伝達し、条件設定部4220にて設定された条件が比較部4204にて、比較処理される。詳細には、比較部4204は、温度センサー（S2、S6）や圧力センサー（S1、S4、S5、S8）による検出値、当該検出値を含んだ所定の変数を用いて演算部4201で演算した演算結果及び過給機4011の回転速度を測定した回転速度センサーSでの測定結果をフィードバックし、それらを比較して可変ノズル5118の最適な駆動状態をコントローラ4205に伝達する。
- [0481] ここで温度、圧力、過給機回転数は、各センサーによる検出値を読み込み、すべり率や扇車直径などは、基本データから読み込み、演算部4201で過給機総合効率を計算する。また、補正值は、排気／バイパスの質量流量センサーS7、S9を利用して演算部201で補正をすることで求める。
- [0482] 過給機総合効率を求めるに当たり必要な、フィルター4111やインタークーラー4012の圧力損失は、排気／バイパスの質量流量センサー（S7、S9）値と基本データ部4202に記憶された圧力損失係数に基づき、演算部4201で演算して求める。代替的に、演算によらず、圧力センサー（S1乃至S9その他）を必要部位毎に付けて、検出して求めてもよい。
- [0483] また、過給機総合効率は、予め基本データ部4202に記憶された過給機総合特性のグラフやテーブルに基づいて算出することもできる。この場合、算出に必要な主機関4010の負荷は、燃料計測部4320で計測される燃料消費量に基づいて行われる。

- [0484] 本願発明は過給機のそれぞれの箇所からのバイパスガスを、あるいはそれらの組み合わせを用いて、バイパスガスから直接気泡を生成するとともに、その量を主機関4010の性能、信頼性を崩すことなく利用することを保証するものである。このとき、バイパスガスの取り出し量に応じて可変ノズル5118のベーン5151の制御状況も変わる。
- [0485] 気泡生成にとっては、圧力が高く、粘性係数が下がるところから温度が高い方が良い。したがって、A排気バイパスガスがもっとも適しているが、排気が直接、海を汚染するかもしれないという環境問題が想定され、使えない海域があると想定される。このような排気バイパスガスが使えない海域では、B給気バイパスガスかC掃気バイパスガスを使えばよい。B、Cは高圧の空気である。ただし、温度が高いと体積が大きく、気体噴出口4040までの配管を太くし、配管ロスを考慮せねばならない。また、このとき、配管廻りを保温養生する等の処置を行うようにしてもよい。
- [0486] そこで、掃気バイパスガスは温度が低く、配管系を小さくでき、バブル排出口付近で、排気バイパスガスで加熱するという組み合わせも考えられる。また前述したように、バイパス配管は一旦、喫水よりも高くして、海水が主機関4010に入らないようにする。
- [0487] 気体の噴出の開始／停止に当たっては、バイパスガス量を主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性とに基づいて制御しつつバイパスガスを取得してこれを気泡として利用し、加圧気体及び／もしくは排気の気体噴出口からの供給動作の開始／停止に係る動作を排気の圧力と可変ノズル5118の駆動に基づいて制御する。
- [0488] これにより、例えば、GPS4310で港や目的地が近くなると判断されると気泡の噴出を止め、出港が確認されると気泡の噴出を開始し、海域として渦潮域が近付いたら止め、外れたら開始する、機関の運転の停止が確認されたら、気泡の噴出も止め、機関が動き出し所定時間たったら気泡の噴出を開始し、燃料計測部4320で検出される燃費が予定より下回ったら気泡の噴出を止める、などの制御が可能である。また、燃費の改善が予測される場合

は、気泡の噴出を開始し、海象判断部 4400 で台風や時化等の荒天が認定される場合は、気泡の噴出を停止し、回復したら開始する、などの制御も可能である。これらの気泡の噴出開始、停止や噴出量は、主機関の運転状態に関連して行われ、主機関で空気を多く必要とする場合は、噴出を停止したり、噴出量を減らしたりするものである。

[0489] また、波センサー 4410 で検出される波高が所定値以上になったら気泡の噴出を停止し、所定値以下になったら開始し、航行状態検出部の検出結果を設定された値と比較して偏差の大小に基づき、この偏差が予め定めた閾値以下で停止し、閾値を越えたら開始する、といった動作も可能である。相対速度センサー 55 の統計的処理をされた代表値の時間変化に基づき、船舶 1 が動きだし加速をしているときは、この閾値を下げ早めに気泡を噴出し、有効に気泡による摩擦抵抗低減効果を発揮させ、減速しているときは速度が落ちてまだ船底 3 に滞在している気泡があるため、閾値を上げて気泡の噴出を早めに止める、といった動作も可能である。

[0490] このように、所定の条件下で気泡の噴出を開始／停止すること、船舶が止まっていることを検出／判断したときは噴出を停止することにより、実質の摩擦抵抗低減効果を考慮した、気泡の噴出が実現できる。

[0491] 図 46 は、本発明の一実施形態に係る気体噴出口の概念を示す断面図である。同図において、図 41 に示す主機 4010 に連設される送気管 5030 を通ってバイパスされた排気ガスは、送気管 5030 に接続された気体噴出口 5040 のチャンバー部 5160 で略直角に曲げられている。この送気管 5030 の接続部の直下には、流れを引きつけるための分配部品 5162 が設けられている。これは、送気されたガスを含む気体を分散させるもので、形状に限定はないが、たとえば三角形の断面を有したターンテーブルやフラップ状の流体素子（気体の流れようとするときと負圧状態が発生し、流れを引きつける作用を生じさせるもの）であってもよい。

[0492] 送気管 5030 から送気される気体の噴出状態は、各種物理量により制御することもできる。たとえば、航行状態検出部 5500 により、船体の左右

揺れ（スウェーイング）、縦揺れ（ピッチング）、前後揺れ（サージング）、上下揺れ（ヒービング）、船首揺れ（ヨーイング）等を検出し、この検出結果に基づいて噴出状態を制御する。より詳細には、これら検出されたデータが、条件設定部4220に伝えられ、この条件設定部4220で総合的に船底9或いはこの近傍へ気泡を噴出する条件が設定される。この条件とは、気泡の噴出開始／停止、複数ある場合には気体噴出口5040のどれとどれから気泡を噴出させるか、噴出量をどうするか、噴出のタイミングをどうするか、また時間的な気泡噴出シーケンスをどう組むか、いつ噴出させていつ止めるか等である。さらに、気泡としての気体の噴出量に関連して、給気バイパス量、掃気バイパス量また排気バイパス量の取り出し量と、航行状態検出部5500で取得された物理量の値と、過給機4011の特性と、可変ノズル5118の特性とに基づいて可変ノズル5118は制御される。具体的には、条件設定部4220で設定された条件に従って、航行状態検出部5500で取得された物理量の値を用いて演算された過給機4011関連の演算結果が、比較部4204で比較されコントローラ4205を介して可変ノズル5118が制御される。

- [0493] また、分配部品5162は固定式であっても各種物理量により制御する可変式であってもいずれでもよい。可変式の分配部品5162は、ヒンジや回転軸等により向きや角度を変えることができるもので、図45に示す制御系を指示システムとし、航行状態検出部5500の検出結果に応じて分配部品5162の角度等を調整する。さらには、船舶状況判断部4300の情報（たとえば、あてかじ量や斜航角を含むが、これらに限定されない。）や海象判断部4400の情報に基づいて条件設定部4220で総合的に分配部品5162の角度等を調整する（制御方式は、フィードバック制御やフィードフォワード制御のいずれでもよい）。こうすることで、この部分で気体が直角に曲げられ、所望の角度に方向付けされるとともに、分配部品5162によって空気が左右に分散される。このようにして航行状態に応じて気体の噴出方向を調整することができる。

- [0494] 噴出された空気は潮流、船舶の航行方向又は傾きによる浮力の影響により、船底9の船底近傍から拡散する傾向にある。したがって、チャンバー部5160、分配部品5162及び多孔板（図示しない）に加え、水平面方向及び船底9の左右方向に均一に流れる気泡の流路を予め方向付けることにより、さらに気泡を船底近傍に沿って噴出させることができるため、摩擦抵抗の低減を図ることができる。
- [0495] 図47に、本発明の一実施形態に係る整流板を有した気体噴出口の透視斜視図を示す。同図に示すように、整流板5163は、船底9に凹んだ部分がなくなるように船底9と高さを略一致させ、点線で示す噴出開口5161から船底9に伸ばして設置するものであるが、気体を円滑に噴出させるために噴出開口5161を塞ぐものではない。また、整流板5163は、一枚ものであってもよいが、好適には略30mmから100mmピッチで複数連設させて設置するものであり、その形状に制限はない。こうすることで、空気の流れ方向（流路）を予め定める形状として、個々の整流板5163を設計することができる。さらに、整流板5163の厚み寸法は、略20mm前後であるが、船体の大きさによっては30mm程度の場合もある一方で、気体の流れ方向の制御において支障の無い程度が好ましい。材質は、ドック入り時に整流板5163の下に盤木が敷かれたとしても座屈せず、応力腐食割れも起さず、防錆性を有するものが好ましい。
- [0496] 整流板5163は固定式であっても各種物理量により制御する可変式であってもいずれでもよい。可変式の整流板5163の場合には、図45に示す制御系を指示系統とし、航行状態検出部5500の検出結果に応じて分配部品5162の角度等を調整する。さらには、船舶状況判断部4300の情報（たとえば、少なくとも船舶の向きやGPSにより測定する対地速度を含むが、これらに限定されない。）や海象判断部4400の情報に基づいて条件設定部4220で総合的に整流板5163の個々の角度等を調整することもできる。制御方式は、フィードバック制御やフィードフォワード制御のいずれでもよい。

- [0497] このように、船舶の航行状態、海象、天候或いはその他の外的要因により、噴出後に気泡が流れる方向や船体近傍に気泡が介在する状況等が変化すると、それらを予測して気体の量、向き、速度等を含む噴出状態を制御するようにすることで、噴出開口 5 1 6 1 から噴出される気体の方向を、潮流にさらされる前に予め定めることができる。したがって、より効果的に気泡を船底近傍に沿って噴出させ、摩擦抵抗の低減を図ることができる。
- [0498] 整流板 5 1 6 3 を設けることで、別の利点を得ることができる。すなわち、船底 9 の凹んだ部分を覆い、船底 9 と略同一面を形成することにより、ドック入り時の盤木の位置を考慮する必要がなくなるという利点を得ることができる。より詳細には、作業員は安全性を考慮し、船舶の静止状態を維持できるように最も安定感のあるところに盤木を置き、その上に船舶を乗せるように心掛けるが、一方で船舶は巨大なためクレーン等での移動が困難である。そのため、水を蓄えた巨大な水槽に船舶を搬入し、この水を抜くことで水面が下がる原理を利用して、船舶を盤木にのせる。このため、必ずしも所望の部分に対して盤木が当たるとは言えず、凹んだ部分（凹部）や突出した部分（凸部）に盤木が置かれることもある。そうすると、船舶はその分安定感を失うこととなるため、作業上の危険度が増える。このような一連の作業負担や不安要素をかき消すという点においても、整流板 5 1 6 3 は有効なものと言える。
- [0499] ここで、このような気体噴出口 5 0 4 0 における分配部品 5 1 6 2 及び／または整流板 5 1 6 3 の動作原理の詳細な説明を以下に示す。
- [0500] たとえば、潮流が強いときや強風のとき、船舶は進行方向を保つために潮流や風向きに対して斜めに舵をとり（このことを「あて舵」ともいう。）、潮流や風向きに対して斜めに進む（このことを「斜航」という。）ことがある。また、船舶は随時カーブすることもあり、舵の取り方によってカーブの半径は異なる。このようなときに、船舶の進行方向に気体を噴出すると、この噴出された気泡は、船舶に対して斜め方向に流れる潮流によって船底 9 近傍には滞留せず、潮流に流され即浮上してしまう。一方、このような状態に

おけるあて舵の度合い（以下、「あて舵量」ともいう。）や斜航の角度（以下、「斜航角」ともいう。）等を変数として分配部品 5 1 6 2 の角度等を変え、及び／または船舶の向きや対地速度等を変数として整流板 5 1 6 3 の角度等を変えることで、当該潮流により即座に気泡が流され拡散することを抑制し、より長時間船底 9 近傍に気泡を滞留させ、摩擦抵抗低減効果を高めることができる。なお、送気された気体をチャンバー部 5 1 6 0 に備えた吸引機等を含む負圧発生手段（図示しない）により、噴出開口 5 1 6 2 から噴出する前に、気体の流れ方向を制御するようにしてもよい。

[0501] 図 4 8 は、本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての格納式拡散制限部を備えた船舶の断面図である。同図に示すように、船底 9 の両端（ただし、ビルジサークル内ではない。）に拡散制限部 5 0 9 5、5 0 9 5 a が配備され、それぞれが突出し及び格納されている状態を表している。以下、これらの状態を実現できるものを、格納式拡散制限部ともいう。

[0502] 図 4 9 は、本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての格納式拡散制限部（図 4 8 の点線部）の拡大図である。同図に示す（a）は格納式拡散制限部が突出している状態、（b）は格納式拡散制限部が格納されている状態をそれぞれ示す。当該格納式拡散制限部は、船底からの気泡の拡散を制限する端板 5 0 9 5 - 1、端板 5 0 9 5 - 1 を格納するための格納部 5 0 9 5 - 2、端板 5 0 9 5 - 1 を動かすためのピストンロッド 5 0 9 5 - 3 a を有するピストン 5 0 9 5 - 3、端板 5 0 9 5 - 1 を格納部 5 0 9 5 - 2 に保持するためのストッパー 5 0 9 5 - 4 を具備する。

[0503] ここで、端板 5 0 9 5 - 1 は、鉄、鋼及びスチールを含む金属素材や FRP 等の素材から形成される板状部材をいい、剛性を有し、水等の影響による錆を誘発しにくいものが好ましい。防錆のために、当該素材の表面を塗装することもより好ましい。また端板 5 0 9 5 - 1 の配設方法としては、接合部材をボルト、ネジ及び接着剤を含む接合方法により船底に接合・配設させる方法を含むが、当該船底に係る船舶本体と当該端板がその形状において嵌め込まれていること及び／或いは噛み合せていること、あるいは溶接により接

合されていることにより配設させる方法が好ましい。配設の際には、当該接合部材を補強的に用いることで配設強度を向上させるようにしてもよい。

[0504] また、端板5095-1は、断面形状が略円形、略三角形、略多角形或いは二次関数曲線のいずれとなるものでもよい。また、端板5095-1の前部を刀の先端のように表面の角度を微妙に変化させ、刀が物体を切り易くするために有するような形状（流線型）としてもよい。なお、格納式拡散制限部における端板5095-1は、格納部5095-2に格納するため、T字型の断面形状を有することが好ましい。このような形状により、ピストン5095-3の動力を伝達し、ストッパー5095-4で固定することができる。また、端板5095-1は、ピストン5095-3の作用による抗力あるいは所定の重量を有し、航行中に係る水圧の影響によりその突出度に変化しない、また格納部5095-2に格納されないものが好ましい。なお、端板5095-1を含むその他全ての端板は、長手方向に1m程度から10m程度の長さ寸法を有するものであるのが好ましく、最適には5mから6m程度で、各端板同士が繋がっている透き間は極わずかで、かつ航行中の横揺れ等で振動しない構成とする。

[0505] こうすることで、ドック入り時に盤木等の支持台が当たる部分の端板のみが格納され、それ以外の部分は格納されないようにすることができる。したがって、これまでのように10m超の長尺な非格納式端板における盤木等の圧縮荷重の負荷による破損を防止することができ、また、格納式端板であっても長尺ものの場合における不必要な格納動作による資源浪費を避けることができる。

[0506] また、格納部5095-2は、端板5095-1を格納できる船底9に設けた空間である。当該空間の寸法（幅、奥行き、高さ）に限定はなく、水等の影響による錆を誘発しにくいものが好ましく、さらに好適には浸水しない構造とする。

[0507] また、ピストン5095-3は、格納部5095-2に設置し、圧力変化（加圧・減圧）によりピストンロッド5095-3aが駆動（伸縮）されて端

板5095-1を動かすことができる機能を有するもので、油圧式、水圧式
或いは空気圧式のうちのいずれでもよいが、格納部5095-2に浸水する
構造であっても当該機能を発揮できることが好ましい。

[0508] また、ストッパー5095-4は、格納した端板5095-1が重力によ
り自然落下することを防ぎ、所定の外力により格納部5095-2の内壁に
格納・突出するものを示す。なお、ピストン5095-3の圧力調整により
端板5095-1が重力により自然落下することを防ぐことができれば、ス
トッパー5095-4は無くてもよい。

[0509] したがって、通常航行の際には、ピストン5095-3の内圧を下げ、或
いはストッパー5095-4を格納部5095-2の内壁に格納することで
、自重により端板5095-1が突出する状態を形成することができる。こ
れにより、船舶1が航行中により気体噴出口5040から気体を噴出する際
は、端板5095-1により気体の拡散を防ぎ、船底9近傍に保持しつつ流
すことができる。このとき、ストッパー5094-4にて端板5095-1
が固定されれば、高圧状態を維持しなくても自重により自然落下するこ
とを防ぐことができる。

[0510] 一方、ドック入りの際には、ピストン5095-3の内圧を上げ、及び/ま
たは端板5095-1の下方向から外力（圧縮荷重）を加えることで、端板
5095-1は格納部5095-2に格納することができる。これにより、
ドック入り時に盤木の上に格納式拡散制限部がきたときには、端板5095
-1は下方向から外力（盤木からの圧縮荷重）を受けて格納部5095-2
に格納されるため、作業員はドック入り時の盤木の位置を考慮する必要がな
くなる。格納された端板5095-1に、ストッパーをかけて格納状態に固
定することもできる。

[0511] すなわち、作業員は安全性を考慮し、船舶の静止状態を維持できるように最
も安定感のあるところに盤木を置き、その上に船舶を乗せるように心掛ける
が、一方で船舶は巨大なためクレーン等での移動が困難である。このため、
水を蓄えた巨大な水槽に船舶を搬入し、この水を抜くことで水面が下がる原

理を利用して、船舶を盤木に乗せる。このため、必ずしも所望の部分に対して盤木があたるとは言えない。端板5095-1が格納できずにその部分に盤木があると、船舶はその分安定感を失うこととなるため、作業上の危険度が増える。さらに、船底の塗装（たとえば、古い塗料を剥がしたり上塗りしたりする等）や修繕等の作業上支障が生じる。このような一連の作業負担や不安要素をかき消すという点においても、格納式拡散制限部は有効なものと言える。

[0512] 図50は、本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての格納式拡散制限部（図48の点線部）の別の実施形態を示す拡大図である。同図に示す格納式拡散制限部は、バネ5095-5を、端板5095-1の下方向からの外力（圧縮荷重）に抗する方向に端板5095-1を付勢することができるように設置される。端板5095-1を付勢するのにバネによる力を利用している点において、図49に示す格納式拡散制限部とその構成を異にする。

[0513] ここで、バネ5095-5は、弾性範囲内で押圧される力に応じて変形する所定の弾性体であって、形状、寸法及び材質（たとえば、ステンレス、鉄等）に限定はない。また、バネ5095-5は、格納部5095-2の内部或いは外部のいずれに配設されてもよく、外部に付設する場合は水等の影響による錆を誘発しにくくする塗装を施すことが好ましい。

[0514] したがって、バネ5095-5の反発力及び／または自重により端板5095-1が突出する状態を形成することができる。端板5095-1の下方向から外力（たとえば、盤木からの圧縮荷重等）を加えることで、バネ5095-5は変形し、端板5095-1を格納部5095-2に格納することができ、一方、かかる外力が除去されればバネ5095-5の付勢力によって端板5095-1は突出される。これらの動作による効果は、上記記載のピストン5095-3を有する図49に示す格納式拡散制限部の場合と同様である。

[0515] なお、バネ5095-5を無くして、自重により端板5095-1を突出

させ、端板5095-1の下方から外力（たとえば、盤木からの圧縮荷重等）を加えることで、端板5095-1を格納部5095-2に格納する仕組みを有する別の格納式拡散制限部があってもよい。この場合、好適には、通常の使用時において意図に反して格納部5095-2に引っ込まないようにすることを可能にし、及び／もしくは、長期間使用しても突出がスムーズに動作等することを可能にするのに十分な重量、材質、構造を採用する。

[0516] 図51は、本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段としての屈折式拡散制限部を備えた船舶の断面図である。同図に示すように、船底9の両端（ただし、ビルジサークル内ではない。）に拡散制限部5095、5095aが配備され、これらが突出及び屈折する状態を表している。以下、これらの状態を実現できるものを、屈折式拡散制限部ともいう。

[0517] 図52は、本発明の一実施形態に係る屈折式拡散制限部（図51の点線部）の拡大図である。同図に示す（a）は屈折式拡散制限部が突出している状態、（b）は屈折式拡散制限部が屈折している状態をそれぞれ示す。当該屈折式拡散制限部は、気泡の拡散を防ぎ船底に保持しつつ流すための端板5095-1、端板5095-1を格納するための格納部5095-2、端板5095-1を動かすためのピストンロッド5095-3aを有するピストン5095-3、端板5095-1を屈折させるジョイント5095-6a、端板5095-1とピストンロッド5095-3aとを繋ぐジョイント5095-6b、格納部5095-2の内壁とピストン5095-3とを繋ぐジョイント5095-6bを具備するリンク機構を備えて構成される。

[0518] 端板5095-1、格納部5095-2及びピストン5095-3は、上記記載の図49に係る格納式拡散制限部に係るものと同様である。なお、屈折している状態においては、拡散制限部5095、5095aにおいて高低差がない構造（同一面上）であること、或いは凹みを設けて船底9に端板5095-1を格納できる構造であって、船舶の航行における抵抗体とならないものであることが好ましい。

[0519] ジョイント5095-6aは、回動して端板5095-1を船底9の内側

に屈折させるものである。また、ジョイント5095-6bは、端板5095-1とピストンロッド5095-3aとを繋ぎ、ピストンロッド5095-3aの駆動による直線的な運動を回転する運動に変換してジョイント5095-6aに動力を伝達するものである。さらに、ジョイント5095-6cは、ピストン5095-3を回転する運動及び／または格納部5095-2の内壁に即してスライド運動を実現させるものである。ジョイント5095-6a、5095-6b及び5095-6cの寸法、形状及び材質に限定はないが、いずれも水等の影響による錆を誘発しにくくし、回転する運動及び／またはスライド運動を円滑に行うことを可能にする構造が好ましい。

[0520] したがって、ピストン5095-3の内圧を下げることでピストンロッド5095-3aが駆動され、ピストンロッド5095-3aの直線的な運動をジョイント5095-6a及び5095-6bを介して回転する運動に変換し、端板5095-1を伸展させることができる。一方、ピストン5095-3の内圧を上げることで、ピストンロッド5095-3aが駆動し、ピストンロッド5095-3aの直線的な運動がジョイント5095-6cを介して回転する運動及び／またはスライドする運動に変換されてピストン5095-3が動き、ジョイント5095-6bを介して回転する運動に変換され、ジョイント5095-6aを介して回転する運動に変換され、端板5095-1を屈折させることができる。また、端板5095-1の下方向から外力（たとえば、盤木からの圧縮荷重等）を加えることで、これを、ジョイント5095-6a及び5095-6bを介して回転する運動に変換し、ジョイント5095-6cを介して回転する運動及び／またはスライドする運動に変換してピストンロッド5095-3a及び／またはピストン5095-3を駆動し、端板5095-1を屈折させることができる。これらの動作による効果は、上記記載の図49に示すピストン5095-3を有する格納式拡散制限部の場合と同様である。端板5095-1の下方向から外力がジョイント5095-6aを介して回転する運動に変換されやすいように、端板5095-1を船底9の内側に所定の角度による傾きや（盤木にひっか

からない)丸みをおびた形状を有するものとするのが好ましい。

[0521] なお、ピストン5095-3を無くして、自重により端板5095-1を突出させ、端板5095-1の下方から外力(たとえば、盤木からの圧縮荷重等)を加えることで、ジョイント5095-6aを介して回転する運動に変換して端板5095-1が屈折する仕組みを有する別の屈折式拡散制限部があってもよい。

[0522] また、ピストン5095-3の代替として、以下のような技術的思想がある。たとえば、格納部5095-2の内部或いは外部にバネ(図示しない)を付設し、当該バネと端板5095-1とを直線状に接続する構造でもよい。こうすることで、端板5095-1の自重及び/またはバネの弾性力により端板5095-1が突出し、端板5095-1の下方から外力(たとえば、盤木からの圧縮荷重等)を加えることで、バネが変形して端板5095-1が屈折する。また、格納部5095-2に所定の動力源を設け(図示しない)、プーリー(図示しない)を組んでラックピニオン(図示しない)でワイヤーを巻き取り端板5095-1が屈折する構造や、ネジを巻くことで端板5095-1の長さを変えるものでもよい。

[0523] 図53は、本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段として別の屈折式拡散制限部を備えた船舶の断面図である。同図に示すように、船底9の両端(ビルジサークル95-8内)に拡散制限部95、95aが配備され、これらが突出及び屈折する状態を表している。ビルジサークル95-8の円弧内に拡散制限部95、95aを設けることで船舶の波浪や潮流といった自然現象及び衝突物体に対して横揺れや横転を抑制するビルジキール(図示しない)の役割も果たすことができる。以下、これらの状態を実現できるものも、屈折式拡散制限部という。

[0524] 図54は、本発明の一実施形態に係る別の屈折式拡散制限部(図53の点線部)の拡大図である。同図に示す(a)は屈折式拡散制限部が突出している状態を、(b)は屈折式拡散制限部が屈折している状態を、それぞれ示す。当該屈折式拡散制限部は、気泡の拡散を防ぎ船底に保持しつつ流すための

端板5095-1と端板5095-1を屈折させるピン5095-7とを具備して構成される。

- [0525] 端板5095-1は、上記記載の図49に示す格納式拡散制限部や図52に示す屈折式拡散制限部に係るものと略同様の構成を有する。
- [0526] ピン5095-7は、ビルジサークル5095-8と端板5095-1とを接続し、所定の外力が加わると回転するもので構成される。好適には、ビルジサークル5095-8に係る円弧と船底9に係る直線が収束する部分にピン5095-7を設けるようにする。これにより、端板5095-1が屈折すると、船底9と同一高低（同一面上）になる。また、ピン5095-7はビルジサークル5095-8の外部に付設するため、水等の影響による錆を誘発しにくくする塗装が好ましい。
- [0527] 上記の構成とすることで、自重により端板5095-1を突出させることができる。また、端板5095-1の下方向から外力（たとえば、盤木からの圧縮荷重等）を加えることで、ピン5095-7を介して回転する運動に変換して端板5095-1が船底9に対して外側に屈折する動作が実現する。この形態においては、盤木に載せた場合（外力作用体5096からの外力を受けた場合）に、外側に広がり易い構造条とするのが好ましい。
- [0528] さらに、端板5095-1の突出については、上記のように重力による垂下のみでなく、ばねを設置してこれによる付勢を利用する構造を採用することもできる。また、重力垂下式の場合、航行時の揺動を防止することが好ましく、たとえば、図示しない（伸縮式）ストッパーを設け、これが航行時にはセットされるような構成をとるようにしてもよい。
- [0529] 図55は、本発明の一実施形態に係る内力／外力に応じて変形可能な拡散制限手段を備えた船舶の断面図である。同図に示すように、船底9の両端（ビルジサークル内であってもよい。）に断面視略円形の端板を有する拡散制限部5095、5095aが配備され、これらが突出することができるように構成される。
- [0530] ここで、上記で定義した端板5095-1は、ビニール、ゴム又は種々の

防水式繊維素材（たとえば、防弾チョッキやホバークラフトの船底等に用いられるもの）を含む一定の可撓性、剛性、柔軟性及び／又は弾性及び強度を有する素材で形成された中空状のもので形成される。その形状（たとえば、円形、楕円形、三角形、四角形、及びその他の多角形等）に限定はないが、内部に流体（空気等の気体、水や油等の液体や粉状体（粉や土等））を注入し、或いは封入することで航行中でも所望の形状を保持することができるものを含む。特に、柔軟性を有することで、ドック入り時において船舶を盤木に載せたときに当該端板がその圧力により圧縮されるようなものであることが好ましい。なお、スポンジ等の柔軟材が充填されているものや柔軟材のみで構成されるものでもよく、水圧等で過度に圧縮されず膨張状態を維持し、航行中に気泡の拡散を防止し船底に保持しつつ流すことのできるものであればよい。

[0531] 上記の構成とすることで、航行中は、当該図に示す拡散制限手段 5095、5095a に係る断面略円形の端板に、所定の気体を通気し或いは液体や粉状体を注入し、または所定の弁の開閉により気体や液体を含む流体や粉状体を封入して膨張状態を維持することで、鉄等の板状の端板と同等の役割を果たすことができる。一方、ドック入り時は、端板の膨張状態を解除することで、船舶を盤木に載せたときにその圧力により圧縮されることで盤木載置の障害物となるのを避けることができる。以下、これらの状態を実現できるものを、フレキシブル式拡散制限部ともいう。バイパス管とフレキシブル式拡散制限部 5095 とを建設し、図 41 に示す送気管 5030 と併設してフレキシブル式拡散制限部 5095 に係る端板を設置し、端板の終端部と送気管 5030 とを連結してバイパスガスを端板に通気させる構造でもよい。また、別途ファン（図示しない）を設置して通気させてもよい。これらの動作による効果は、上記記載の図 49 に示すピストン 5095-3 を有する格納式拡散制限部の場合と同様である。

[0532] なお、図示のように、船底 9 に断面略半円の溝を切っておいて、膨張状態の端板 95-1 が入るようにしてもよい。こうすることで、端板 5095-

1 自体の損傷を少なくすることもできる。

[0533] 図56は、本発明の一実施形態に係る内力／外力に応じて変形可能な拡散制限手段の別の実施形態を備えた船舶の側面図である。同図は、中空構造体の内部を、気体噴出口に送気する気体の通過する経路とした、バイパスガスのダクトを兼用するフレキシブル式拡散制限部5095を示す。一部説明のために要部構成を露出させて表現している。同図に示すように、船舶1には、船舶1に係る主機関4010、主機関4010に添設される3本のバイパス管（給気バイパス管5023、掃気バイパス管5024、排気バイパス管5025）に連設された屈曲部を有する送気管の役割を兼用する中空状の端板（図示しない）を有する。当該端板（図示しない）の他方の端部には、船底もしくはその近傍に備えられ、船底もしくはその近傍に開いた開口から気泡を船底9付近の水中に噴出する気体噴出口5040が接続される。

[0534] バイパス管から排出されるバイパスガスは、ダクトを兼用し船首まで繋がっている中空状の端板を経路とする。端板はバイパスガスの通気により膨張状態を維持することができる。ドック入り時等の場合、膨張状態を解除することで、船舶を盤木に載せたときにその圧力により圧縮されることで盤木載置の障害物となるのを避けることができる。一方、バイパスガスは、端板の終端部まで行き、一度船内に入り気体噴出口5040から噴出する。

[0535] 図57は、本発明の一実施形態に係る内力／外力に応じて変形可能な拡散制限手段の更に別の実施形態を備えた船舶の側面図である。同図の（a）は海水等の水を取り込む取込口5041を船底9に設けたフレキシブル式拡散制限部5095を示し、（b）は喫水線より下方の船首バルブ部に海水等の水を取り込む取込口5041を設けたフレキシブル式拡散制限部5095を示す。これらのフレキシブル式拡散制限部は、外部から取り込んだ水の注入により端板を膨張させる点において、図56に示すフレキシブル式拡散制限部とその構成を異にする。

[0536] （a）及び（b）に示す取込口5041は、航行中に自然に水を取り込み易い形状が好ましく、船底9や船首から突出して抵抗体とならないものとす

る。特に（a）においては、船底9から水を取り込むため、船舶の進行状態（カーブするときや、あて舵のとき等）に対応できるようなスロープ形状や流路の絞り具合等の設計をすることが好ましい。一方、取り込んだ水は排出口5042から排出される。このような構造により、端板5095が水の流れ（流体力）により膨張し、気体噴出口5040から噴出した気体の拡散を抑制し、気泡を船底9近傍に保持しつつ流すことができる。一方、ドック入り時等の場合、膨張状態を解除することで、船舶を盤木に載せたときにその圧力により圧縮され盤木載置の障害物となるのを避けることができる。

[0537] 図58は、本発明の一実施形態に係る収納可能な拡散制限手段として左右舷の傾きに応じて突出度を調節する拡散制限部を備えた船舶の断面図である。同図は、船舶の傾きに応じて圧力が調整され端板が突出・格納される格納式拡散制限部を示す。（a）は、船舶が傾いておらず端板が均等に突出している状態、（b）及び（c）は船舶が傾き端板が船底が持ち上がった方がより突出している状態を示す。同図に示すように、船舶1は、端板5095-1、格納部5095-2、浮力を利用して圧力変化により端板5095-1の突出・格納する圧力可動部5095-7を具備する。

[0538] 当該発明の原理は、船体内に気体、液体等の圧力配分流体を、左右舷に設けた端板と結ぶことで、船舶の傾きに応じて当該圧力配分流体を水深の深いほうから浅いほうへ移動させ、これに連動して左右舷に設けた端板が加圧或いは減圧される、というものである。すなわち、レベルを一定に保つ流体の作用を利用して端板の突出（一部突出を含む。）度の調整を自動的に行うためのものである。かかる原理によって、端板は、圧力配分流体と連動して船底からの突出度を調節することができる。

[0539] すなわち、圧力可動部5095-7は、端板5095-1と5095a-1との間を圧力配分流体（空気、水、油等）で結ばれているため、上記原理に基づき、当該圧力配分流体が水深の深いほうから浅いほうへ移動することになる。圧力可動部5095-7は、傾斜計（図示しない）等のセンサーが検出した船舶の傾き等に応じて、所望の圧力を出力できる制御部と連動する

、いわゆるセンシング機能により動作するものでもよい。本形態においては、圧力配分流体が遺漏しないような配慮（たとえば蛇腹のような構造の採用、端板構造の養生、表面塗装等）を加えることが好ましい。

[0540] (a) に示すように、端板5095-1及び5095a-1は、船舶に傾きがない水平な状態であって圧力可動部5095-7に係る圧力成分の移動がないときは、格納部5095-2及び5095a-2に格納されるものが好ましい。端板自体が抵抗体となることを防ぐことができる一方で、ドック入り時も作業負担にならないからである。代替的に、予め一部突出しているものであって、アキュムレーター等の圧力調整機器により圧力可動部5095-7が圧力配分流体を収納することで、ドック入り時に盤木等から受ける圧縮荷重により端板を格納することができるものとしてもよい。また気体を用いて、盤木等から受ける圧縮荷重により圧力配分流体が圧縮されて端板が格納される仕組みであってもよい。

[0541] (b) 及び (c) に示すように、船舶1が傾いたとき、圧力可動部5095-7に係る圧力成分は浮力を受けて水深の深いほうから浅いほうへ移動する。それにより、(b) では格納部5095-2に圧力成分が浸入し、端板5095-1がその圧力によって押し出されて突出する。一方で、格納部5095a-2の余剰空間は保持されるため、端板5095a-1が格納される。これにより、気泡が浮力により拡散することを端板5095-1で防止することができる。なお、気泡は浮力を受けて船舶が傾いて水深が浅くなった端部側に逃げようとするため、他方の端部では端板を突出する必要性がほとんどない。したがって、運用上、船舶の多少の傾きに対して気泡が拡散しないように予め端板を一部突出しておき、傾きの角度が大きいときは端板を格納できる構造とするものでもよい。ドック入り時等の場合、アキュムレーター等の圧力調整機器により圧力可動部5095-7が圧力配分流体を収納することで、盤木載置の障害物となるのを避けることができる。

[0542] 上記とは代替させて、センサーを別途設置し、このセンサーにより傾きを検知させ、この検知結果に応じて端板の突出度を調節する傾き対応端板突出

調節部（図示しない）を設ける構成とすることもできる。この構成によれば、船舶の傾きに対応して最適な端板の突出度を予め設定することにより、気泡の拡散防止を動的かつ効率良く実現することが可能となる。このセンサーはいわゆるローリングの傾きを検知するものとして傾斜センサー57と兼用するものであってもよい。

[0543] 図59は、本発明の一実施形態に係る制限流発生手段を備えた船舶の断面図である。同図に示すように、船底9の両端（ビルジサークル内であってもよい。）に設置した噴射機構（図示しない）により水等の液体を噴射して気泡の拡散を制限する流れ（水流）を発生させる制限流発生部5095、5095aが配備される。

[0544] 噴射機構（図示しない）の数や間隔に限定はないが、船舶の寸法や船速に拘らず液体による所望の流れを生成できる構成を備えたものが好ましい。すなわち、航行により噴出した液体は後方に流れ、後方に流れる距離は船速に比例する。船速が速ければ、後方に流れる距離は伸びる分、水流の高さ寸法が短くなる。この場合、噴射機構の間隔よりも噴射速度（流速）が物理量としては重要となる。船舶の種類や平均速度、噴射機構の数、間隔、噴射速度、タイミング等は異なってもよく、船舶の長手方向にわたって所定の高さ寸法を持つ水流を生成できればよい。さらに、当該噴射機構に係る噴出ノズルは、噴射速度を高めるため狭く絞ったもので、少ない流量で所望の水流による擬似的な壁を生成できるものであることが好ましい。また、生成された液体の流れ自体が抵抗体とならない程度の薄さを有するものであることが好ましい。一定の変数を基に、噴射機構の稼働・停止を制御し、及び／もしくは、噴射速度、タイミング或いは流量等を都度調整可能とする制御機構を設けてもよい。なお、噴射機構による噴射方向は船底に略直角とすることが好ましい。

[0545] 上記の形態によれば、発生した水流が壁を形成することとなり、通常航行時は無論、船舶が傾いても気泡は水流に遮られて浮上することができず、船底近傍に保持しつつ流すことができる。また、制限流発生部5095、50

95a及び噴射機構は船底から突出していないため、これらが船舶の航行に対する抵抗体になることはない。さらに、ドック入り時には盤木の位置等を考慮せず、作業員は所望の作業を行うのに負担を要しない。

[0546] また本願によれば、気泡の噴出に連動して、拡散制限手段の突出度を制御することで、不要時に摩擦抵抗となることがなくなる。

[0547] さらに本願によれば、相対速度が速いときは拡散制限手段の突出度を少なく、遅いときは突出度を大きくすることで、特に噴出した気泡の厚みが小さくなる相対速度が速いときには、突出度を小さくして摩擦抵抗を下げ、逆に気体が拡散しやすい遅いときには突出度を大きくして有効に気体の拡散を制限することができるという本願独自の効果が奏される。

[0548] また本願によれば、気泡量に応じて拡散制限手段の突出度を調節したり（たとえば気泡量大のときには突出度を大とし、気泡量小のときには突出度を小とする）、また喫水に応じて突出度を調節したりすることができる（たとえば喫水深いときには、圧力高→気泡径小→突出度小とする）。これも本願による独特の効果である。

[0549] なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。

[0550] また、上述した実施形態は、本発明に係る技術思想を具現化するための実施形態の一例を示したにすぎないものであり、他の実施形態でも本発明に係る技術思想を適用することが可能である。

産業上の利用可能性

[0551] 本発明に係る船舶の摩擦抵抗低減装置は、一般的に海洋での使用に限らず、河川、湖水等あらゆる水系で利用される船舶で使用することが可能である。また、船舶の気泡噴出方式による摩擦抵抗低減の用途において、プロペラ手段への気泡巻き込み対策に対して使用することが可能である。

[0552] また、船舶の形を取らない、水系での航行体、浮体に広く適用でき、摩擦抵抗の低減による省エネルギー効果の貢献をはじめ、喫水調整や利便性の面でも広く社会全般、各種産業全般に対して大きな有益性をもたらすものであ

る。

[0553] また、気泡巻き込みによるプロペラ手段の効率低下や振動、騒音といった問題を解決し、船舶における省エネルギー達成の面でも広く社会全般、各種産業全般に対して大きな有益性をもたらすものである。

請求の範囲

- [1] 船舶の少なくとも船底に気泡を噴出させる気体噴出口と、前記気体噴出口に加圧気体を送気する送気手段と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段と、前記噴出された気泡が船体における摩擦抵抗を効率良く低減しつつ船舶の推進を妨げないように前記航行状態検出手段の検出結果に対応させて前記気体の噴出を制御する手段とを具備することを特徴とする船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [2] 船舶の推進動力を得る主機関と、この主機関の排気により駆動され前記主機関に加圧気体を送気する過給機と、この過給機と前記主機関の間から加圧気体及び／もしくは排気を取り出す取り出し手段と、この取り出した加圧気体及び／もしくは排気を経路を介して喫水線以下の少なくとも船底に噴出させる気体噴出口と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段と、前記加圧気体及び／もしくは排気量を前記主機関の熱負荷に関連した物理量及び過給機特性及び／もしくは前記航行状態検出手段の少なくとも一つに基づいて制御する制御装置とを備えたことを特徴とする船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [3] 前記制御装置は、前記加圧気体及び／もしくは排気の圧力と前記船舶の喫水に応じて前記加圧気体及び／もしくは排気の前記気体噴出口への供給の開始／停止を制御したことを特徴とする請求項2記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [4] 前記排気を取り出す排気バイパスに設けた送気手段をさらに備え、前記取り出し手段で排気取り出し量を制御するとともに、前記送気手段から経路を介して設けた前記気体噴出口から気泡を噴出したことを特徴とする請求項2記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [5] 前記過給機の給気特性を改善する可変ノズルをさらに備え、前記加圧気体及び／もしくは排気を取り出し量と前記主機関の熱負荷に関連した物理量と過給機特性に応じて前記可変ノズルを制御したことを特徴とする請求項2記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。

- [6] 船舶と、この船舶の少なくとも船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口と、この複数の気体噴出口に経路を介して加圧気体を送気する送気手段と、この送気手段を駆動する駆動装置と、前記気体噴出口からの気体噴出を制御する気体調節手段と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段と、この航行状態検出手段の検出結果に応じて前記気体調節手段を制御して前記気体噴出口からの前記加圧気体の噴出状態を変える制御装置とを備えたことを特徴とする船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [7] 前記送気手段は複数設け複数経路を経て前記複数の気体噴出口に供給したことを特徴とする請求項 6 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [8] 前記複数の気体噴出口を船底の前部形状に沿って配設したことを特徴とする請求項 6 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [9] 前記気体噴出口は船底の表面より突出しない構成としたことを特徴とする請求項 6 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [10] 前記複数の気体噴出口は、加圧気体の噴出方向及び／もしくは加圧気体の噴出量を制御したことを特徴とする請求項 6 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [11] 船舶と、この船舶の船底に設けた前記船底に経路を介して気泡を噴出する気体噴出口と、この気体噴出口に加圧気体を送気する送気手段と、この送気手段を駆動する駆動装置と、少なくとも前記気体噴出口以降に前記噴出された気泡を制御する気泡状態制御手段とを備えたことを特徴とする船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [12] 前記気泡状態制御手段として気泡の拡散を制限する収納可能な拡散制限手段を備えたことを特徴とする請求項 11 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [13] 前記気泡状態制御手段として気泡の拡散を制限する内／外力に応じて変形可能な拡散制限手段を備えたことを特徴とする請求項 11 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [14] 前記気泡状態制御手段として前記気体噴出口から噴出された気泡の拡散を制限する流れを発生させる制限流発生手段を備えたことを特徴とする請求項

- 1 1 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [15] 前記気泡状態制御手段として前記気体噴出口の後方の船尾側の少なくとも前記船底に前記船舶の推進装置への気泡の巻き込みを防止する巻き込み防止構造を設けたことを特徴とする請求項 1 1 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [16] 前記気泡状態制御手段として前記気体噴出口の後方で前記船舶の推進装置の前方に少なくとも気泡を吸い込む気泡吸込み手段を設け、吸い込んだ気泡を外部へ排出したことを特徴とする請求項 1 1 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [17] 前記気泡状態制御手段として前記船舶の推進装置への気泡の巻き込みを検出する気泡巻き込み検出手段を設け、この気泡巻き込み検出手段で気泡の巻き込みを検出したときは、前記気体噴出口の噴出条件および／あるいは前記推進装置の運転条件を変えたことを特徴とする請求項 1 1 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [18] 船舶と、この船舶の少なくとも船底に気泡を噴出する複数の気体噴出口と、この複数の気体噴出口に経路を介して加圧気体を送気する送気手段と、前記気体噴出口からの前記加圧気体の噴出を制御する気体制御手段と、前記船舶の航行状態を検出する航行状態検出手段及び／もしくは船舶状況判断手段の状態に応じて前記気体制御手段を調節し、前記気体噴出口からの気体の噴出を開始／停止する制御を行う制御装置とを備えたことを特徴とする船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [19] 前記航行状態検出手段及び／もしくは船舶状況判断手段で前記船舶の停止を検出／判断したときは、前記送気手段を停止することを特徴とする請求項 1 8 記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [20] 前記航行状態検出手段は、前記船体と水との相対速度を検出する相対速度検出器とし、相対速度の増減に応じ前記気体噴出口数および／または気体噴出量を増減したことを特徴とする請求項 1、2、6、18 のうちのいずれか 1 項記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。
- [21] 前記航行状態検出手段は、前記船舶の喫水を検出する喫水検出器とし、喫

水の大小に応じ前記気体噴出口数及び／もしくは気体噴出量を増減したことを特徴とする請求項 1、2、6、18 のうちのいずれか 1 項記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。

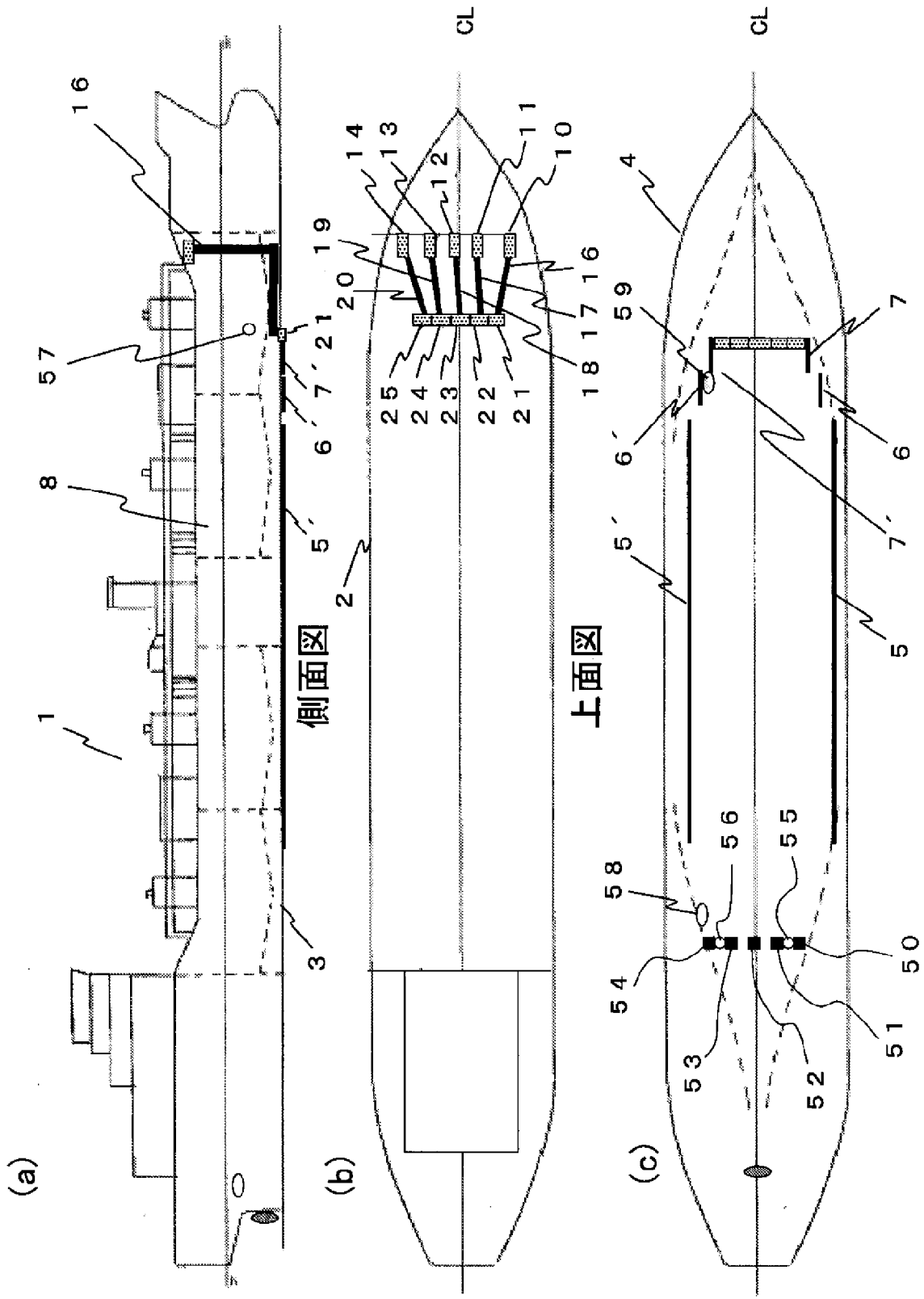
[22] 前記航行状態検出手段は、前記船体の傾斜を検出する傾斜検出器とし、傾斜に応じて前記船舶の左右に配設した前記気体噴出口数および／または気体噴出量を制御したことを特徴とする請求項 1、2、6、18 のうちのいずれか 1 項記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。

[23] 前記航行状態検出手段は、少なくとも噴出した気泡の影響を受けない箇所に付設したことを特徴とする請求項 1、2、6、18 のうちのいずれか 1 項記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。

[24] 前記経路を一旦喫水線以上に上げてから前記気体噴出口と接続したことを特徴とする請求項 2、6、7、11、18 のうちのいずれか 1 項記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。

[25] 前記加圧気体及び／もしくは前記排気の噴出を停止するときには前記気体噴出口近傍で経路を遮断したことを特徴とする請求項 2、6、7、11、18 のうちのいずれか 1 項記載の船舶の摩擦抵抗低減装置。

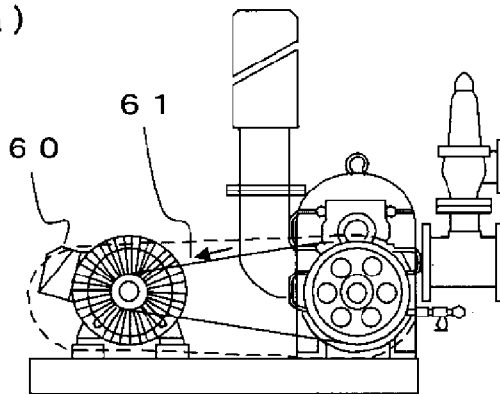
[図1]



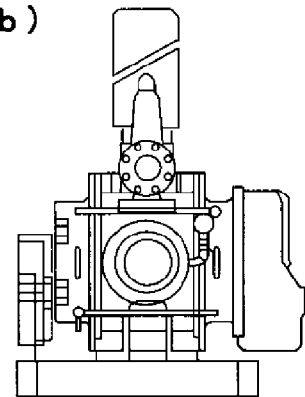
下面図

[図2]

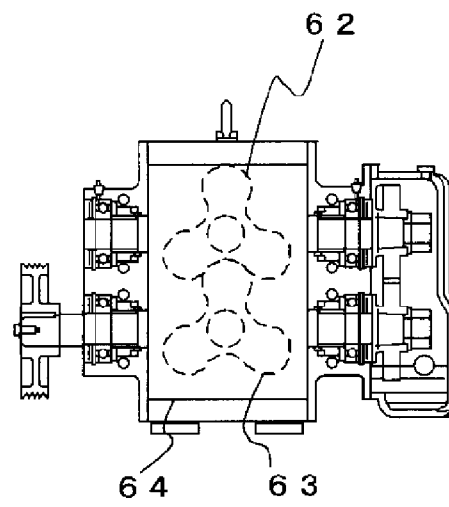
(a)



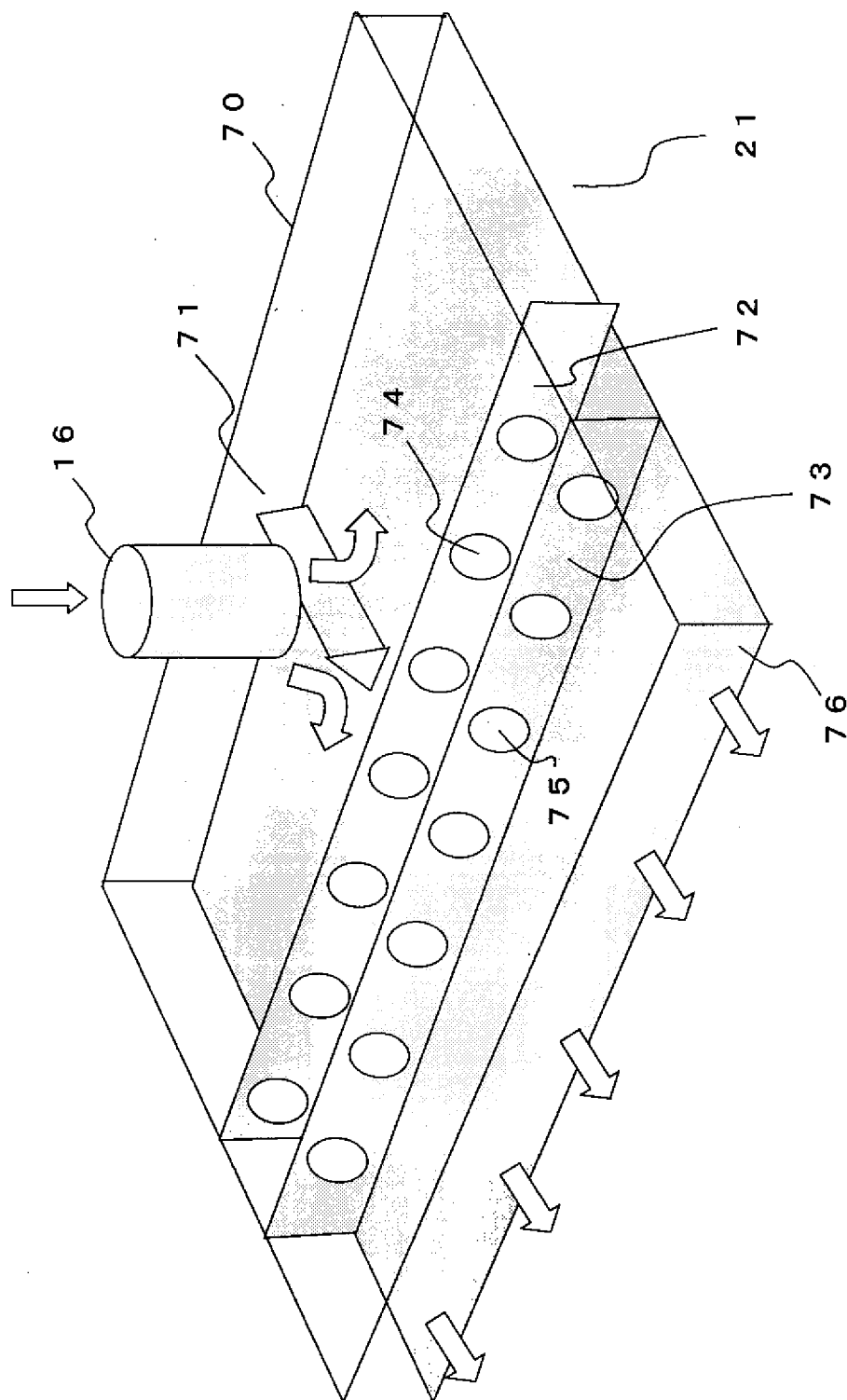
(b)



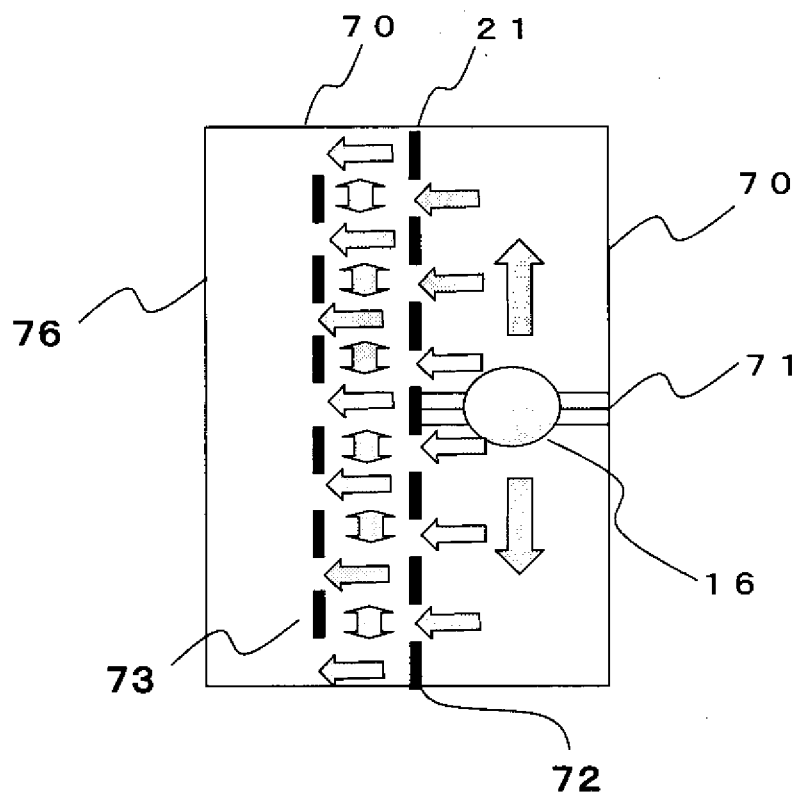
(c)



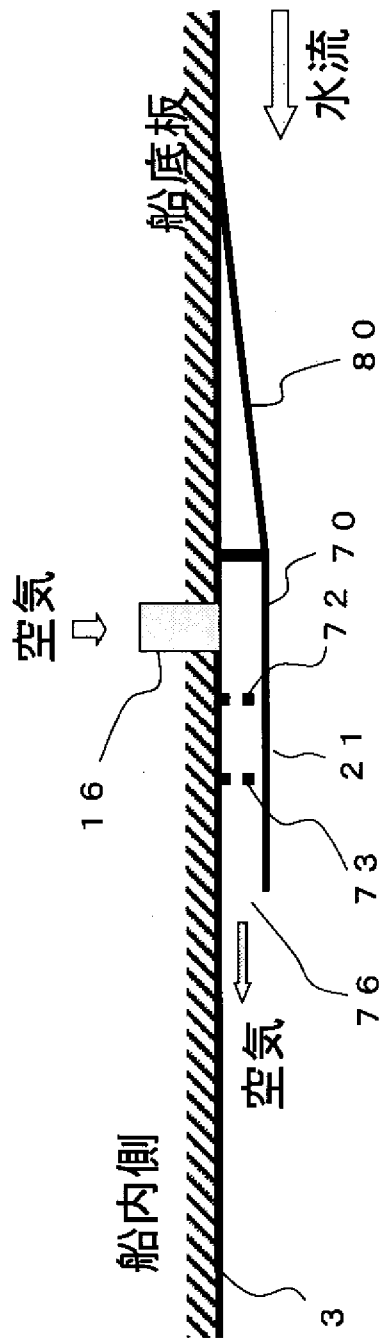
[図3]



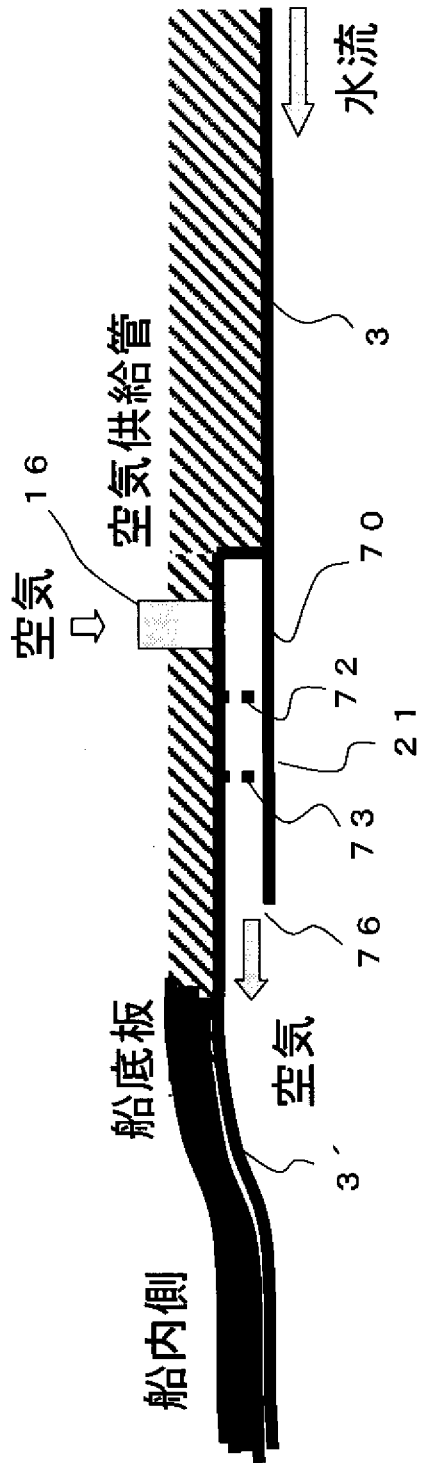
[図4]



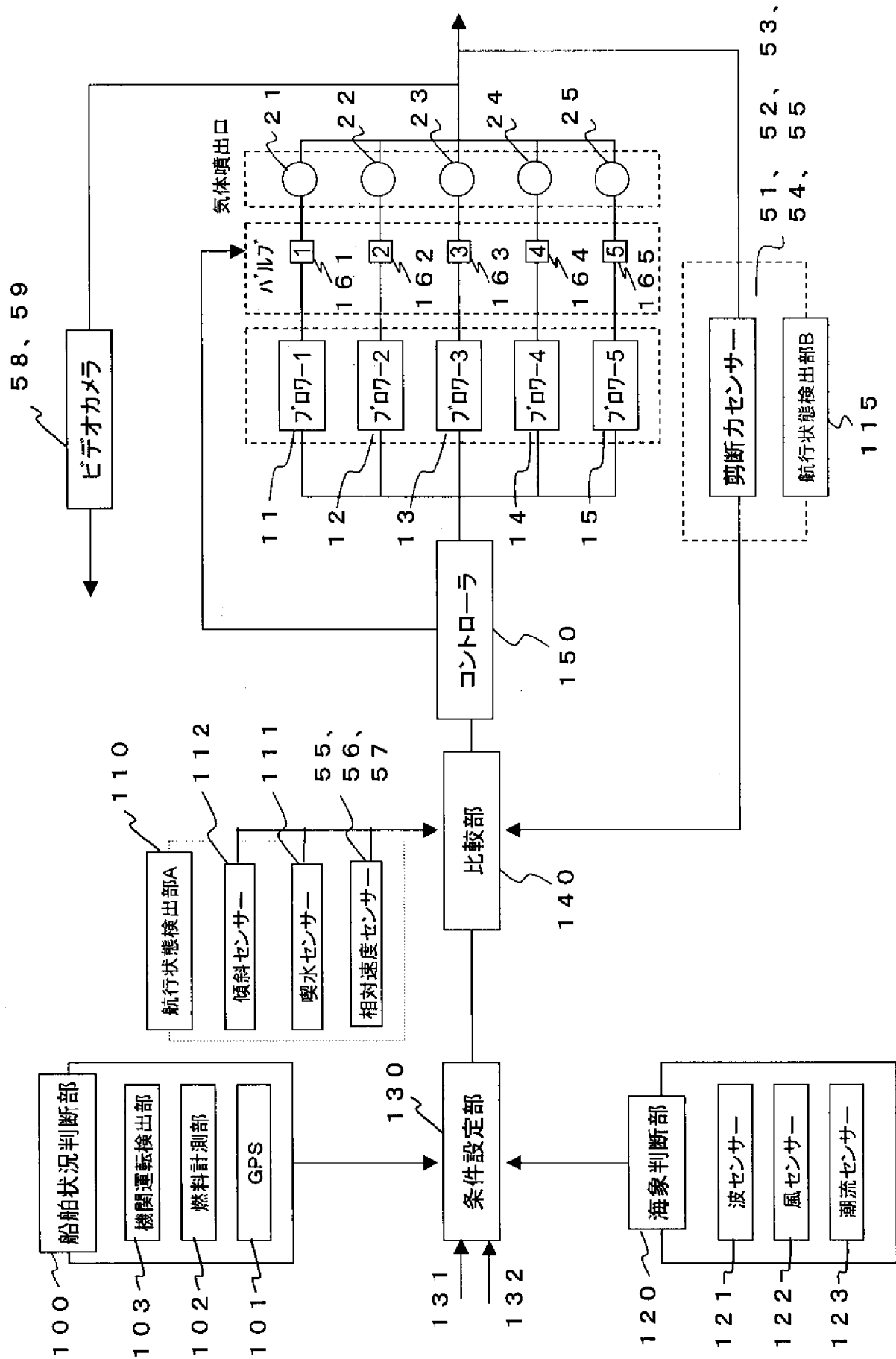
[図5]



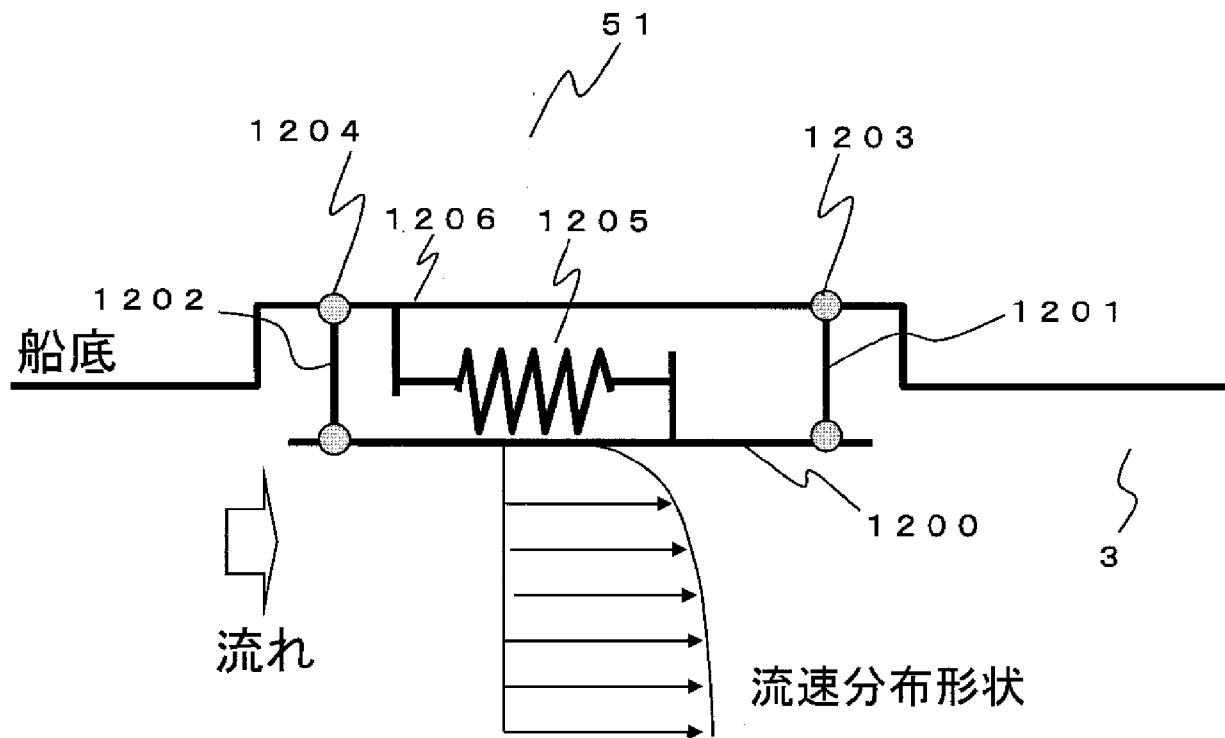
[図6]



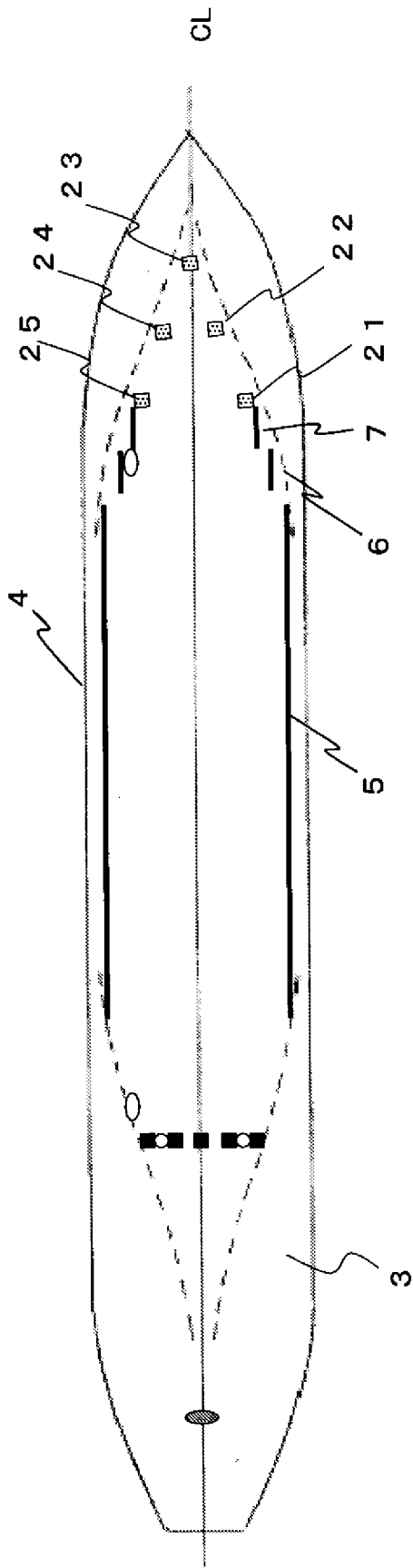
[図7]



[図8]

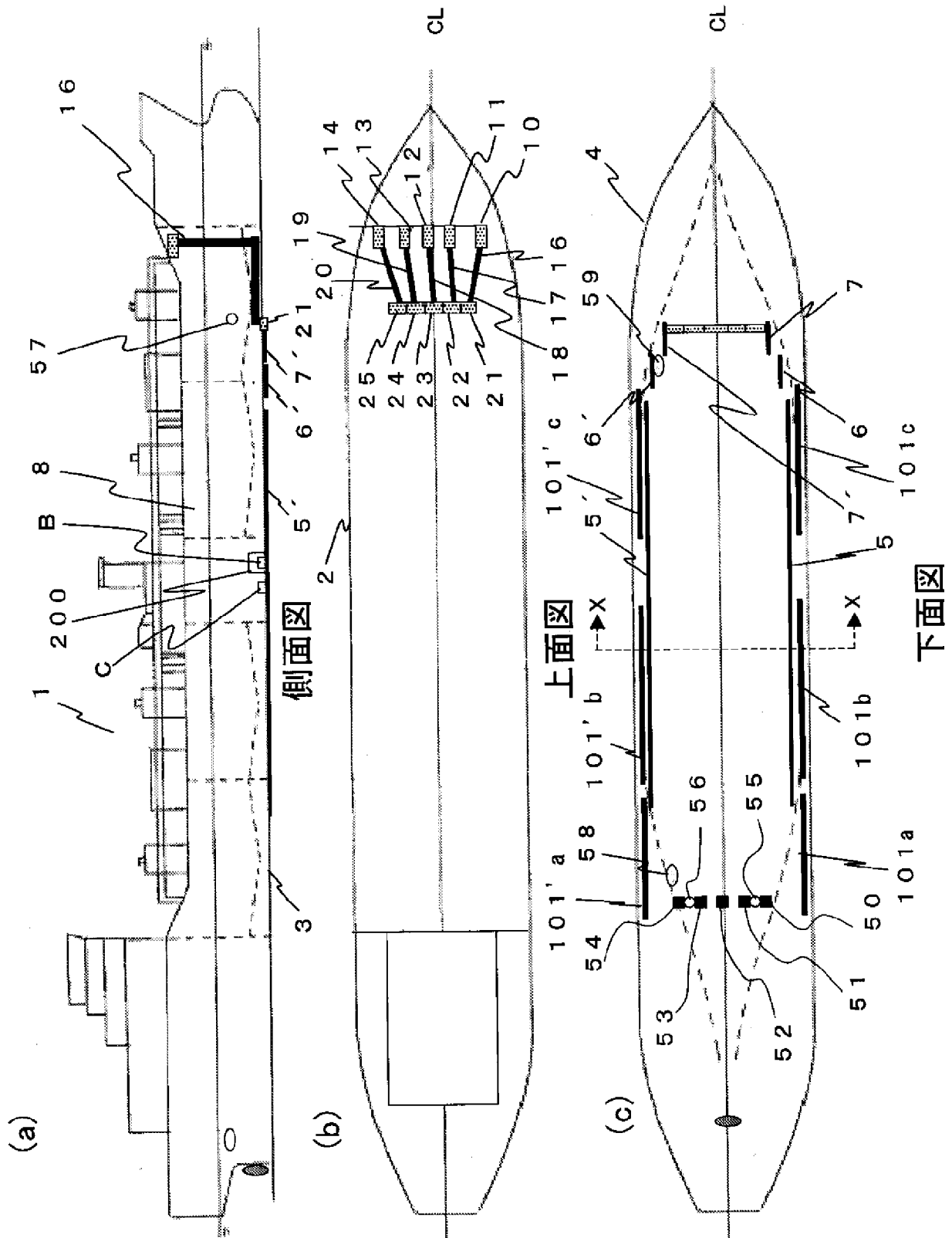


[図9]

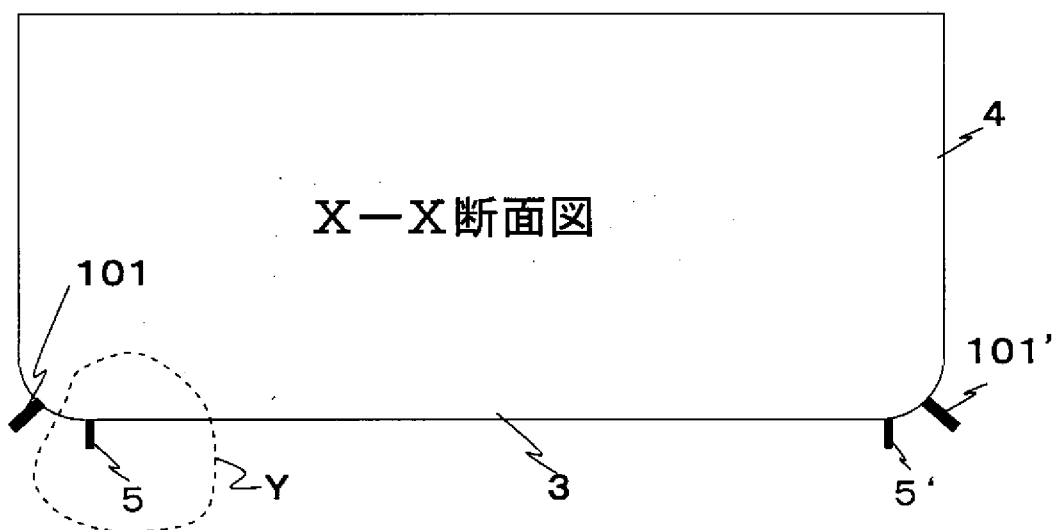


下面図

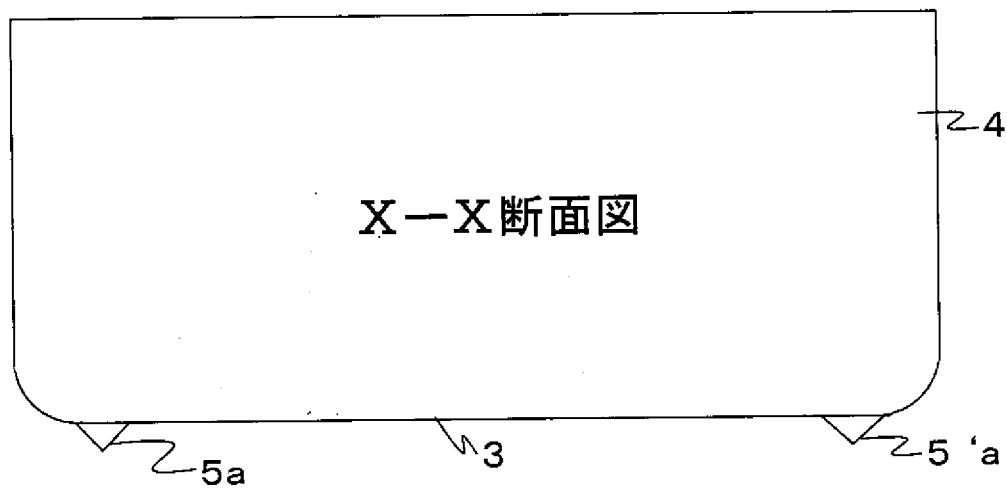
[図10]



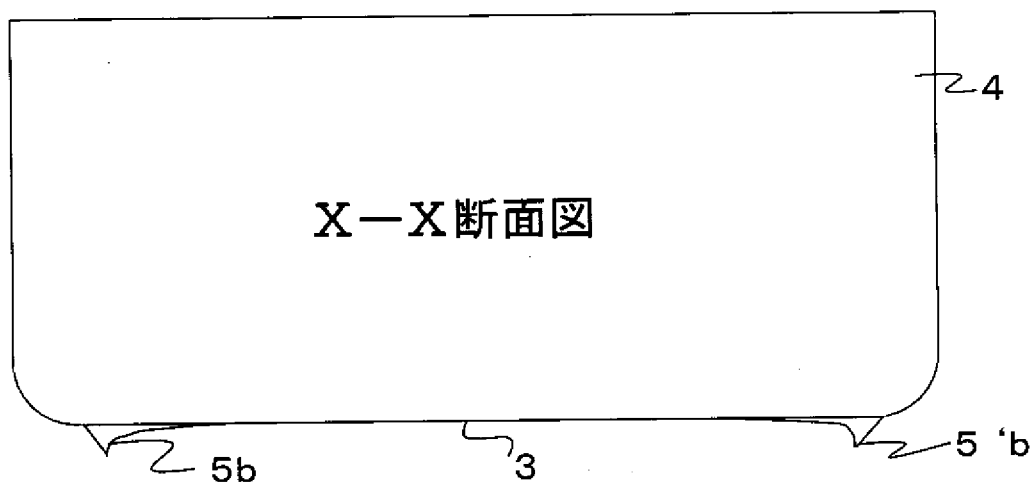
[图11]



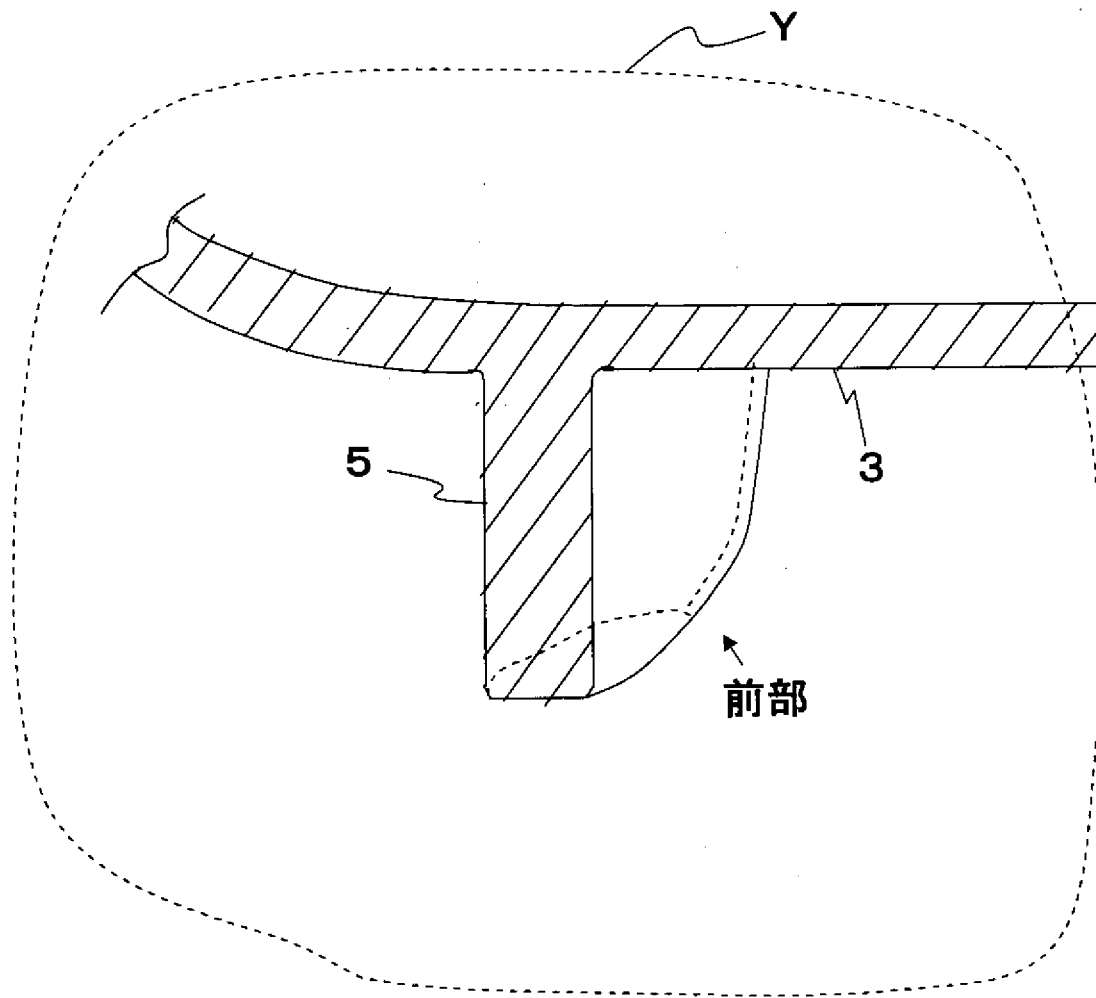
[图12]



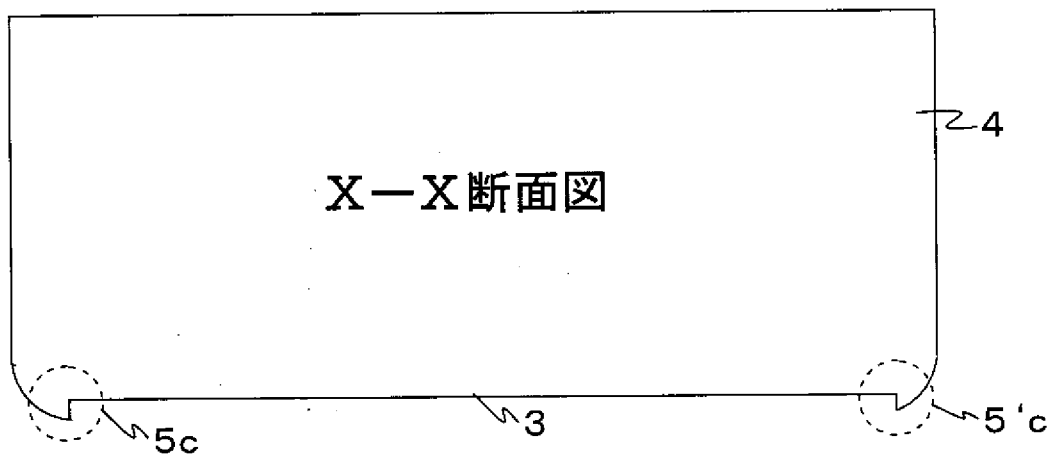
[图13]



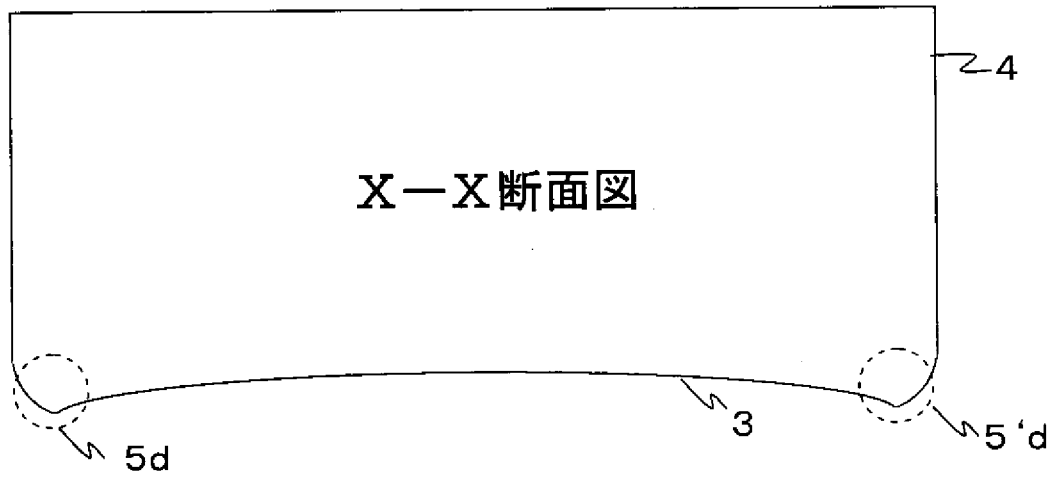
[图14]



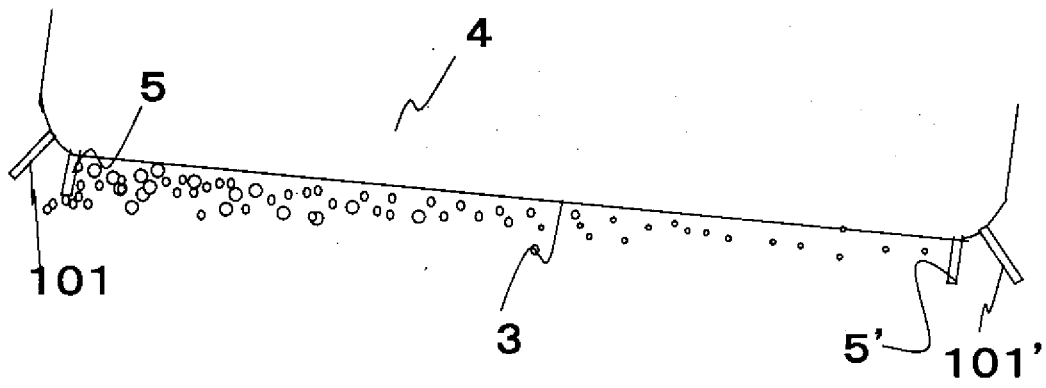
[图15]



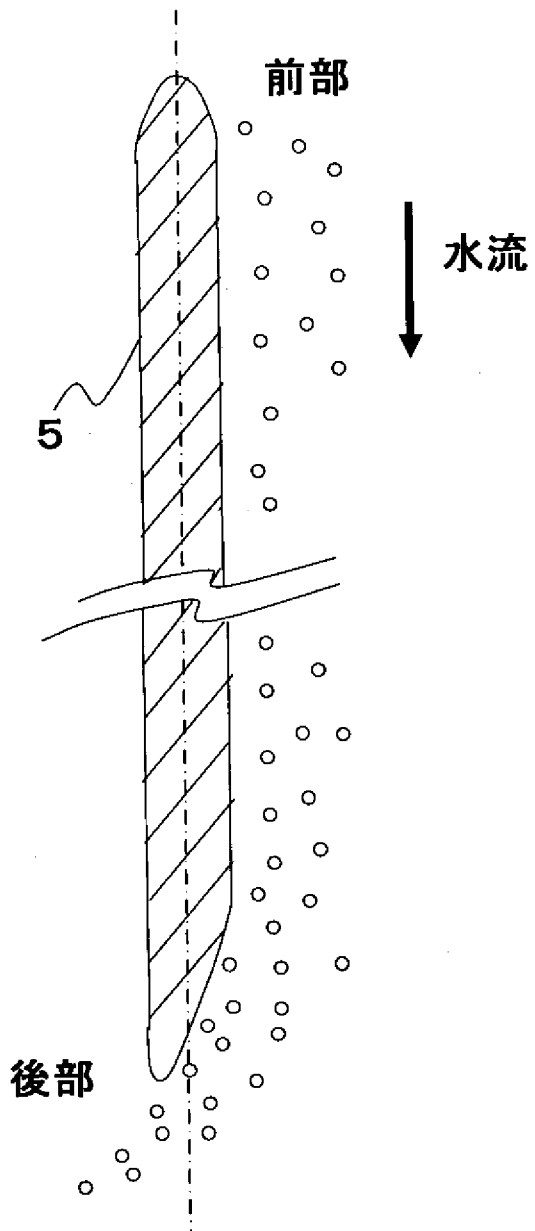
[図16]



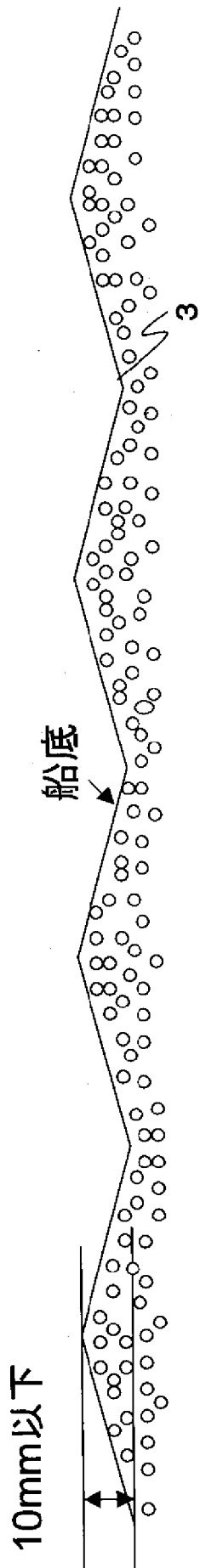
[図17]



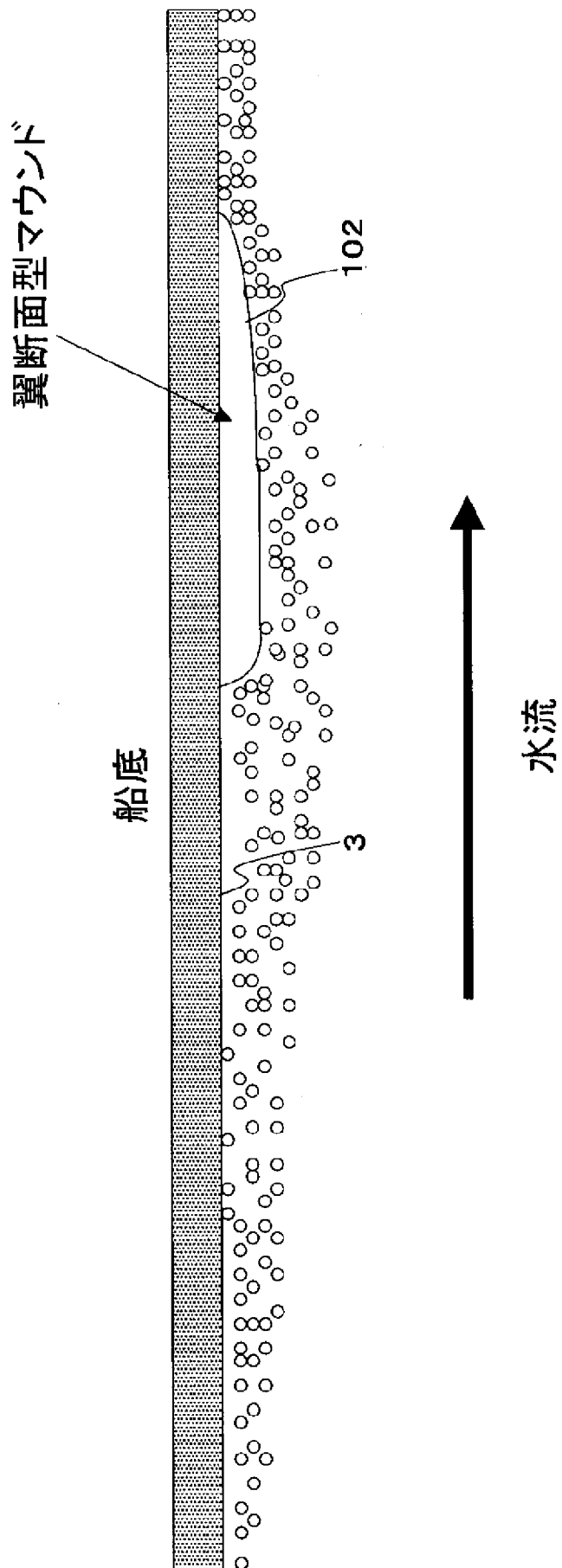
[図18]



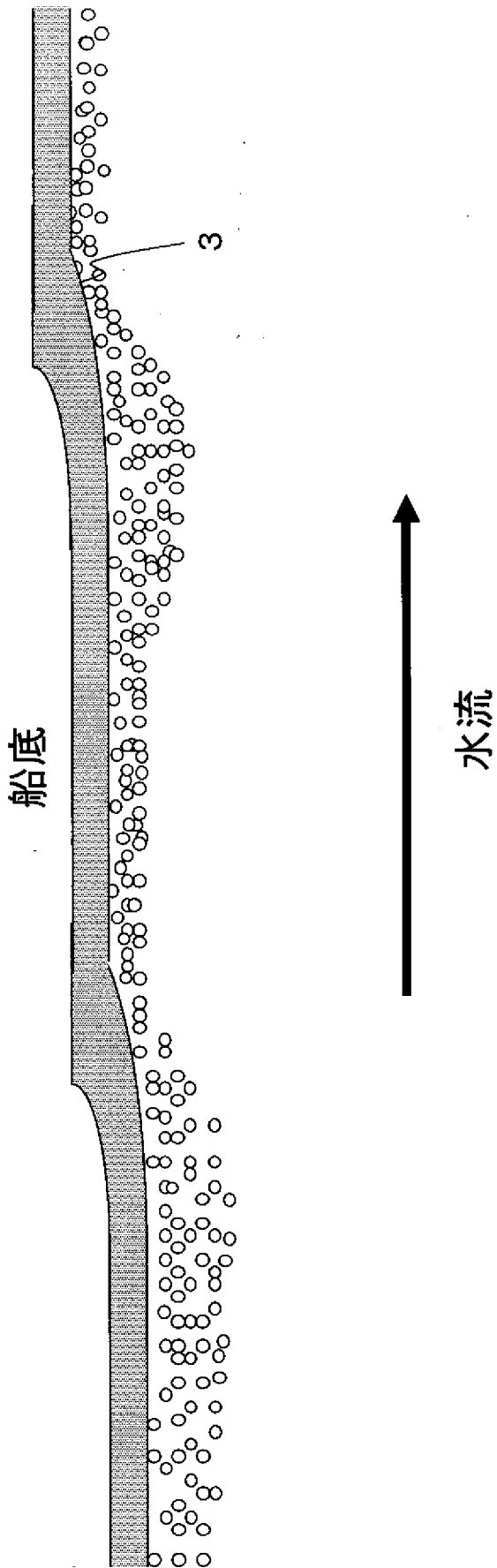
[図19]



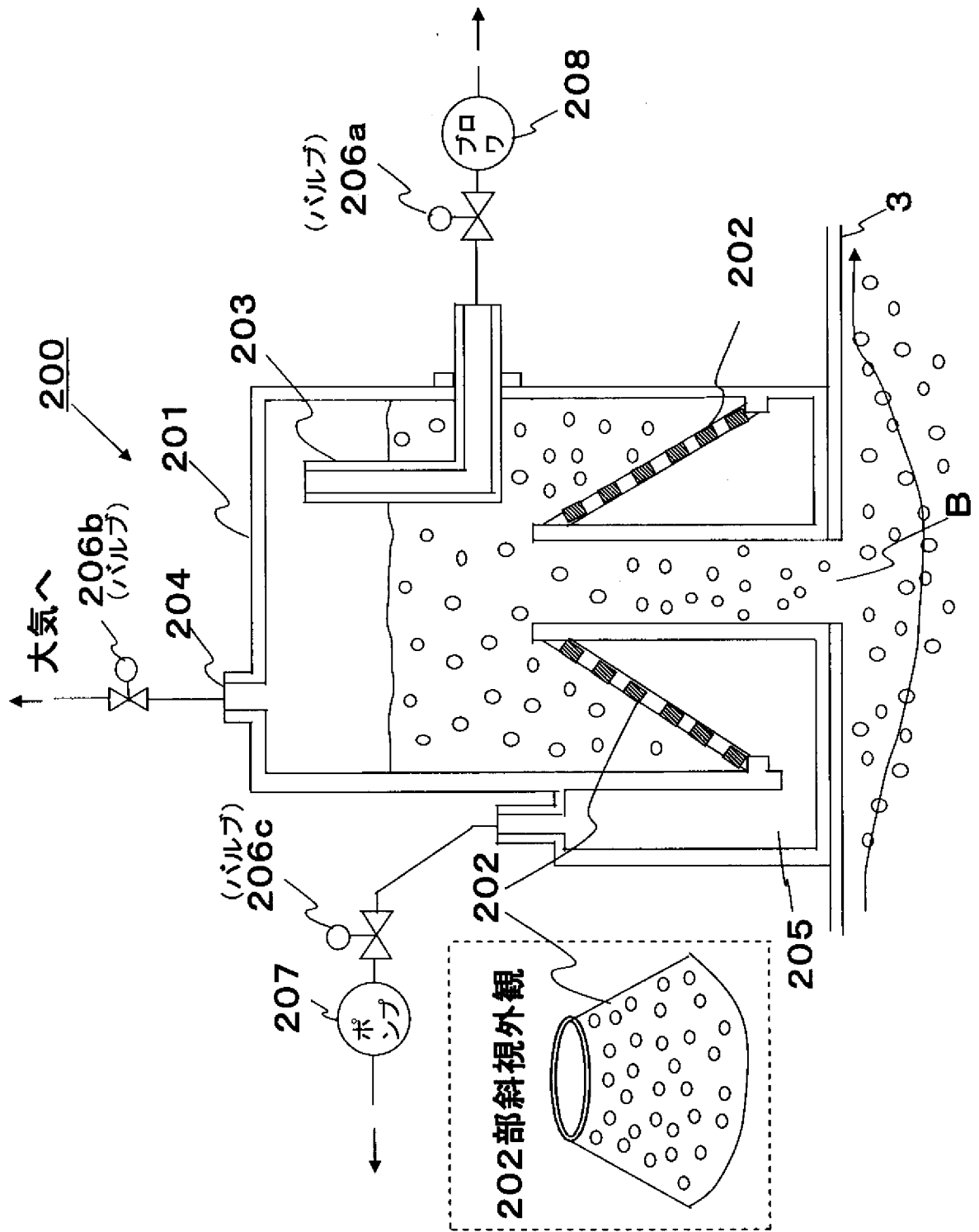
[図20]



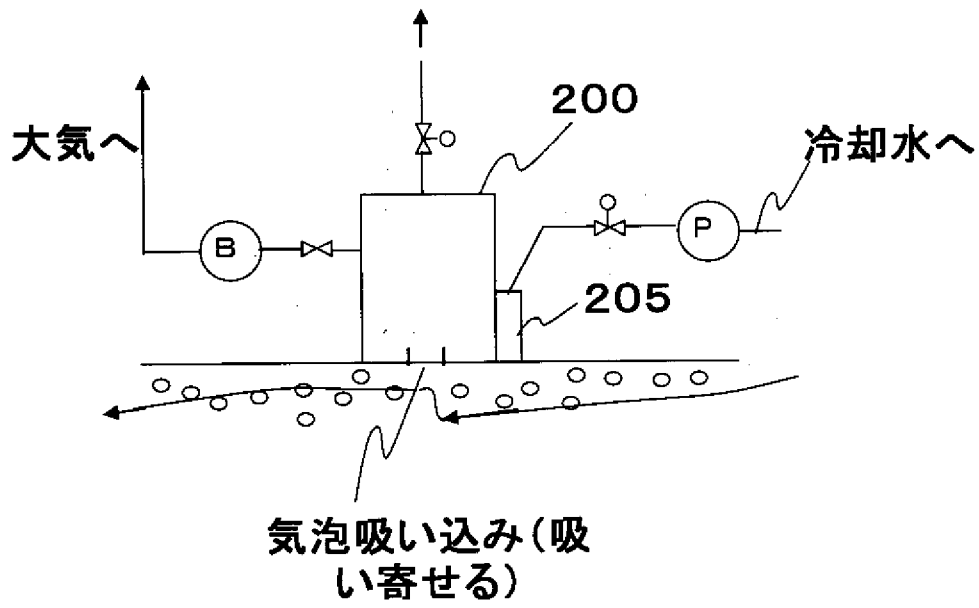
[図21]



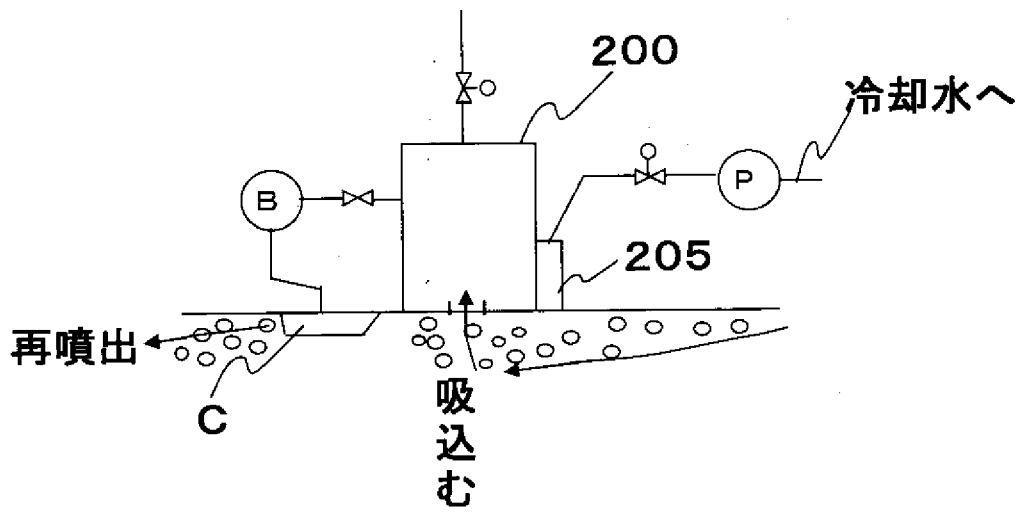
[図22]



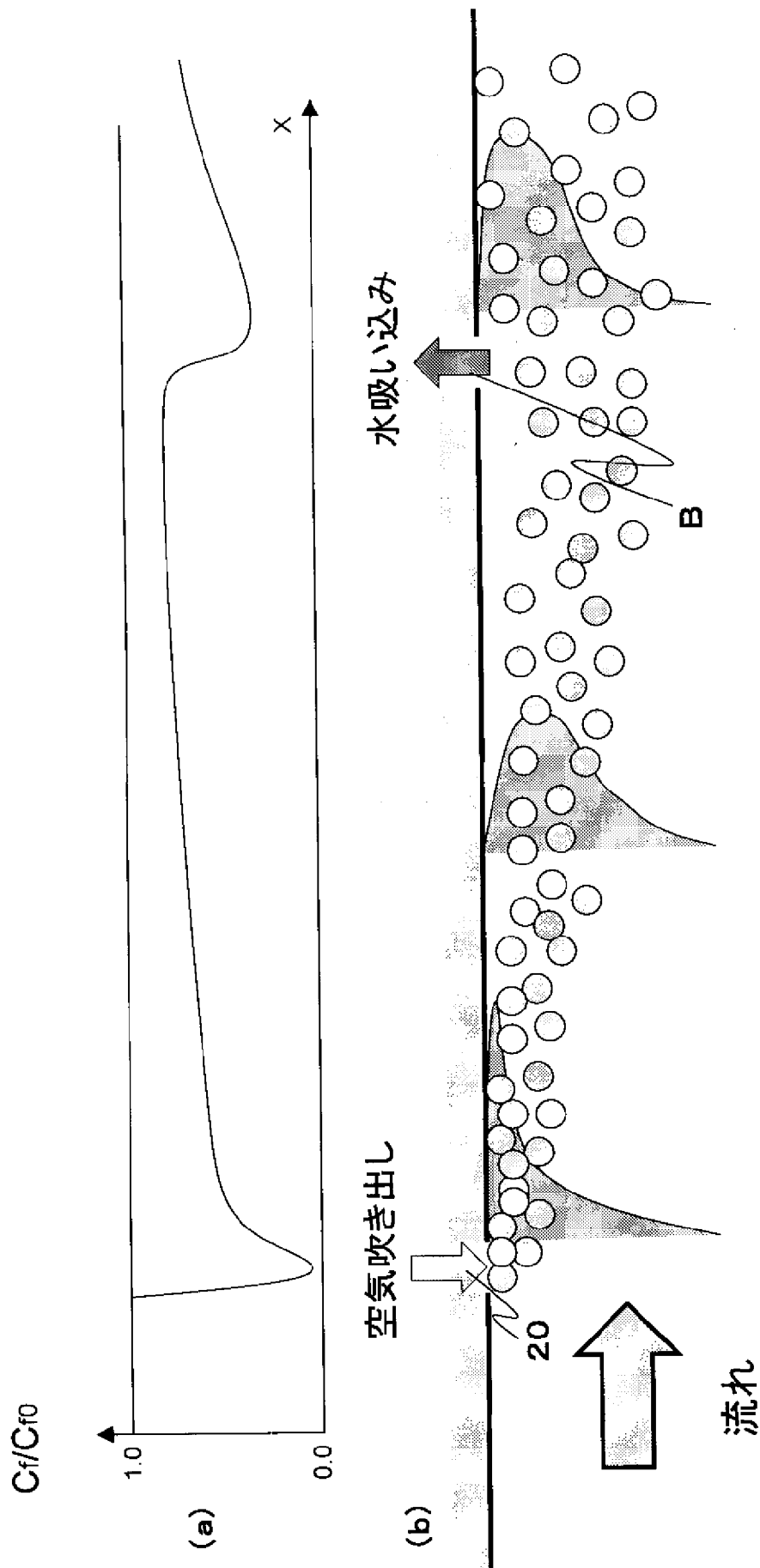
[図23]



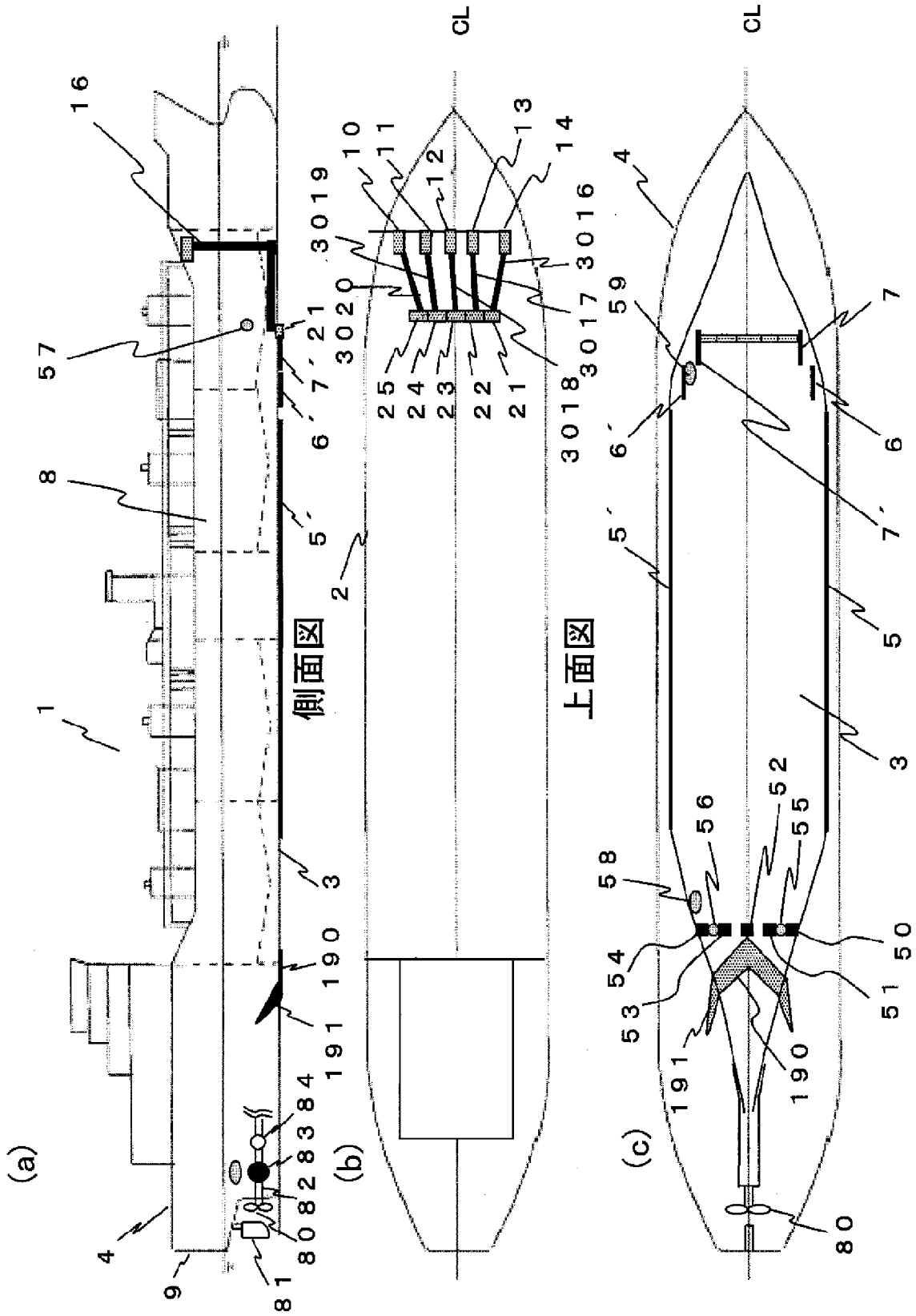
[図24]



[図25]

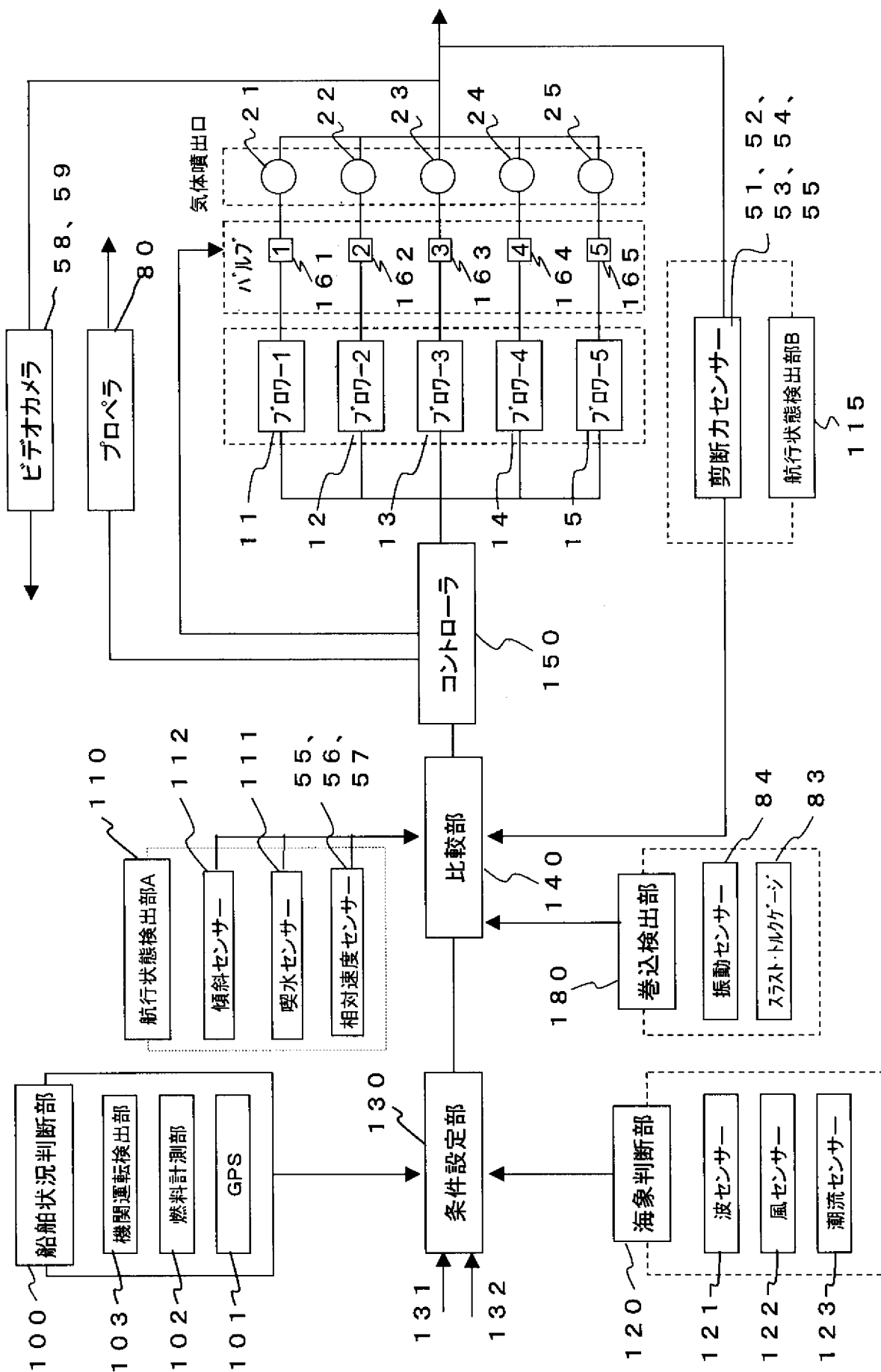


[図26]

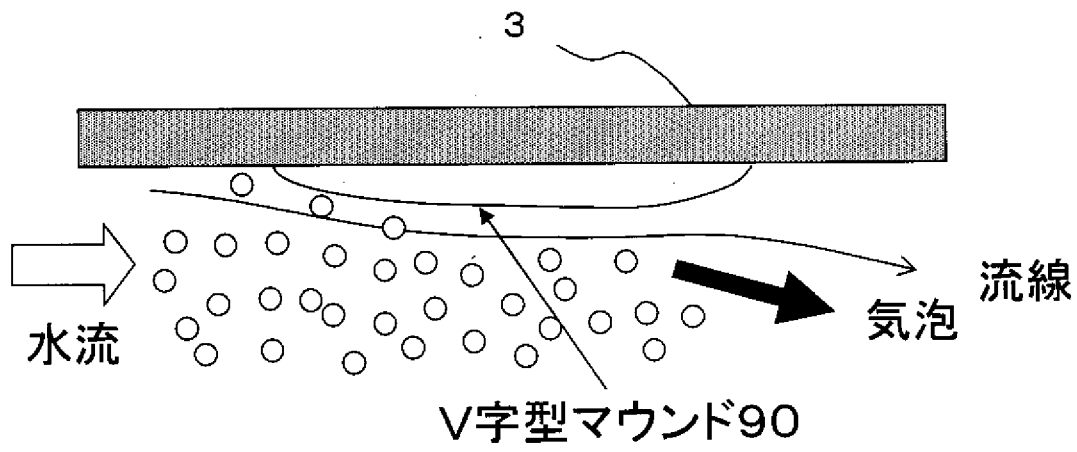


下面図

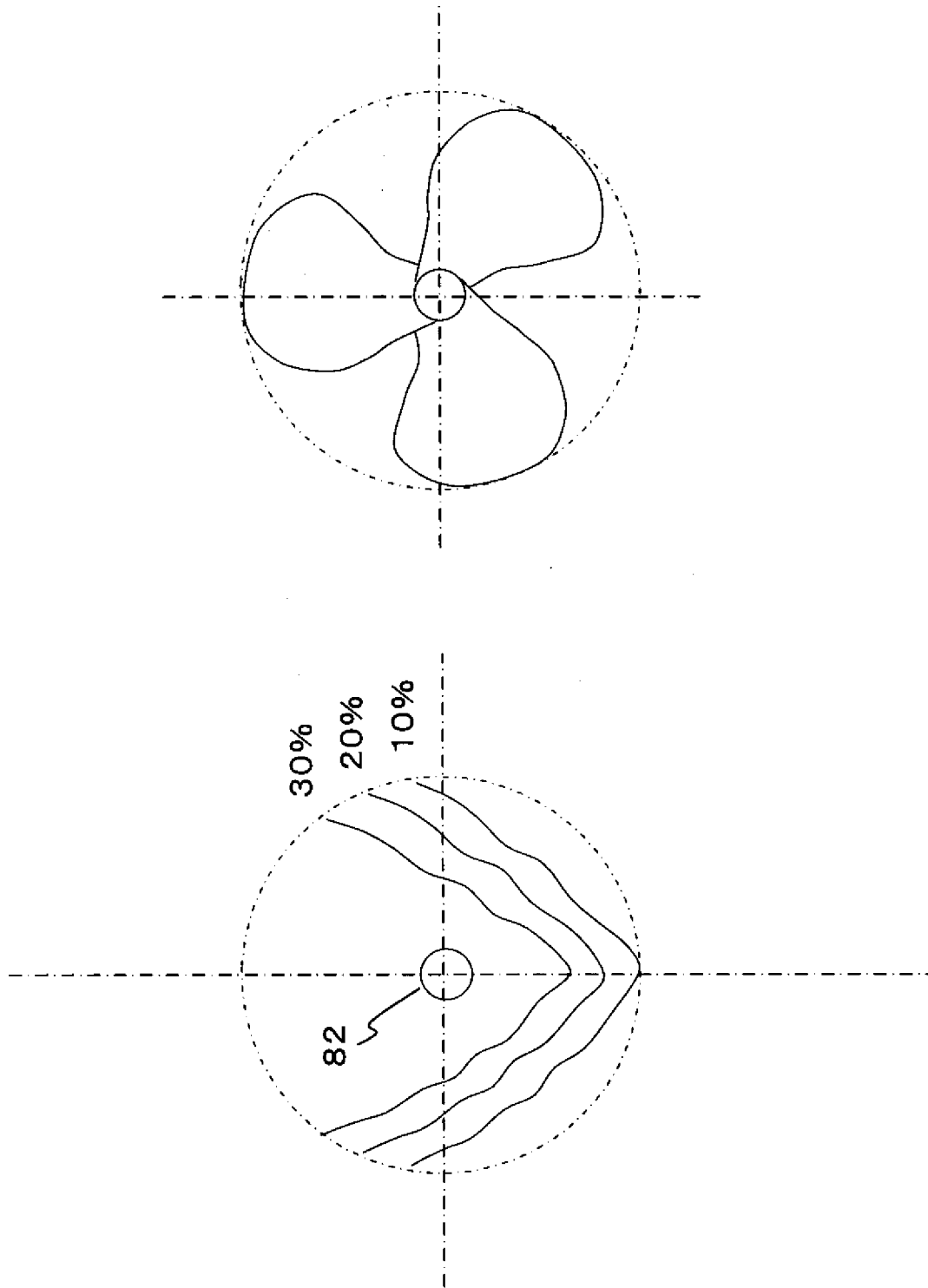
[図27]



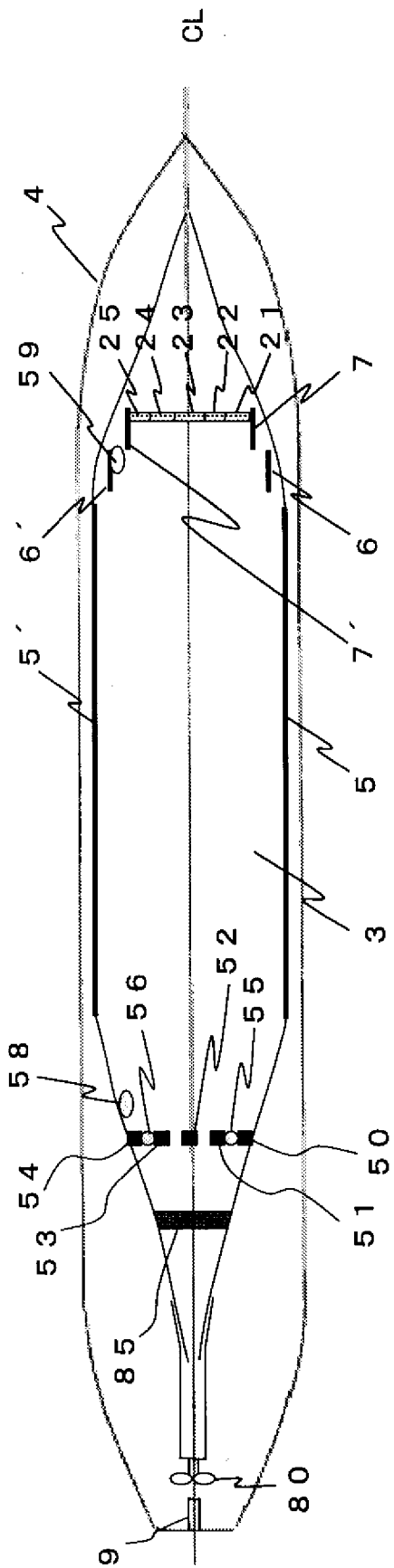
[図28]



[図29]

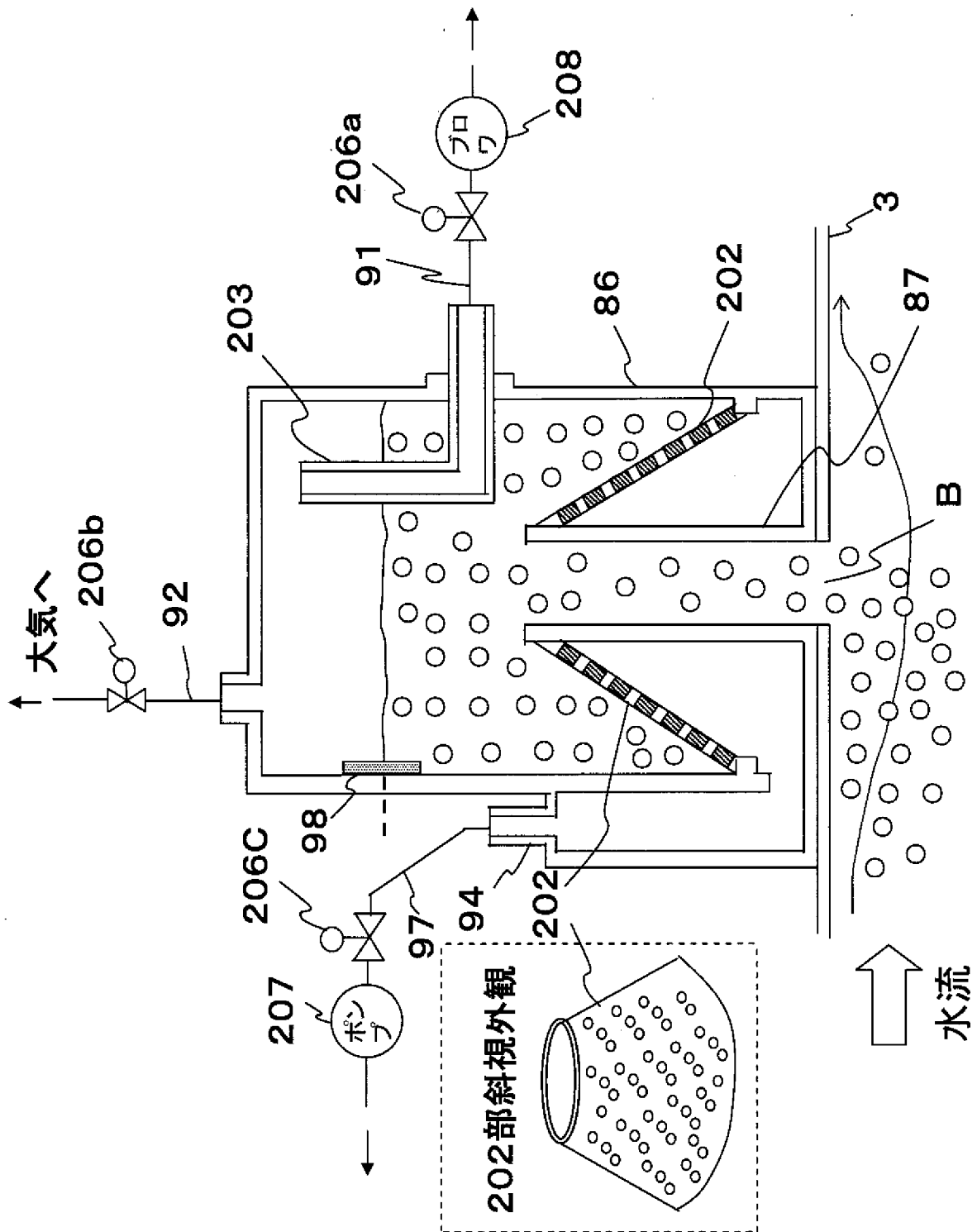


[図30]

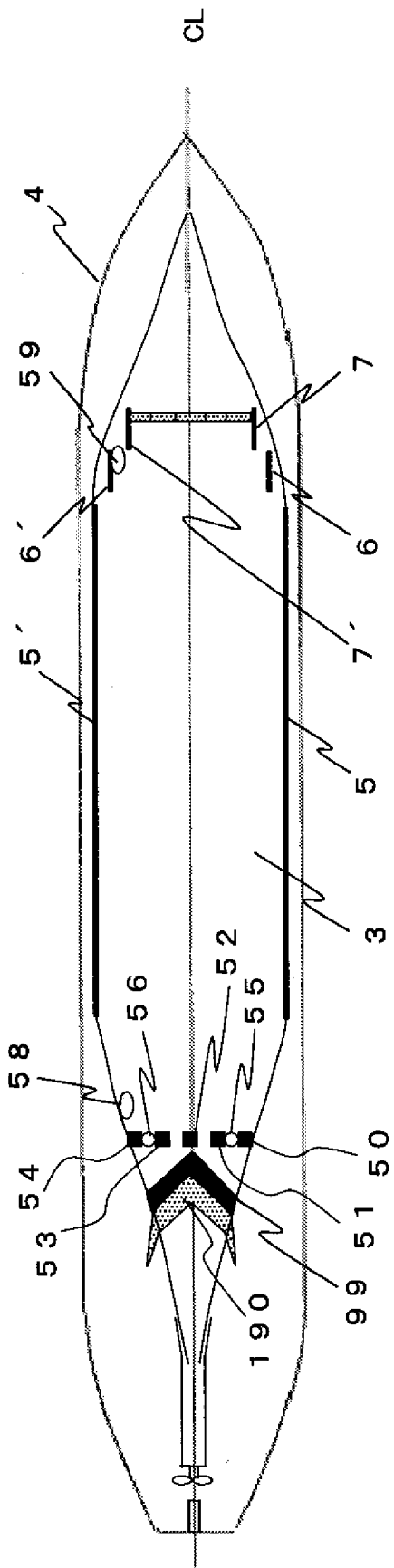


下面図

[図31]

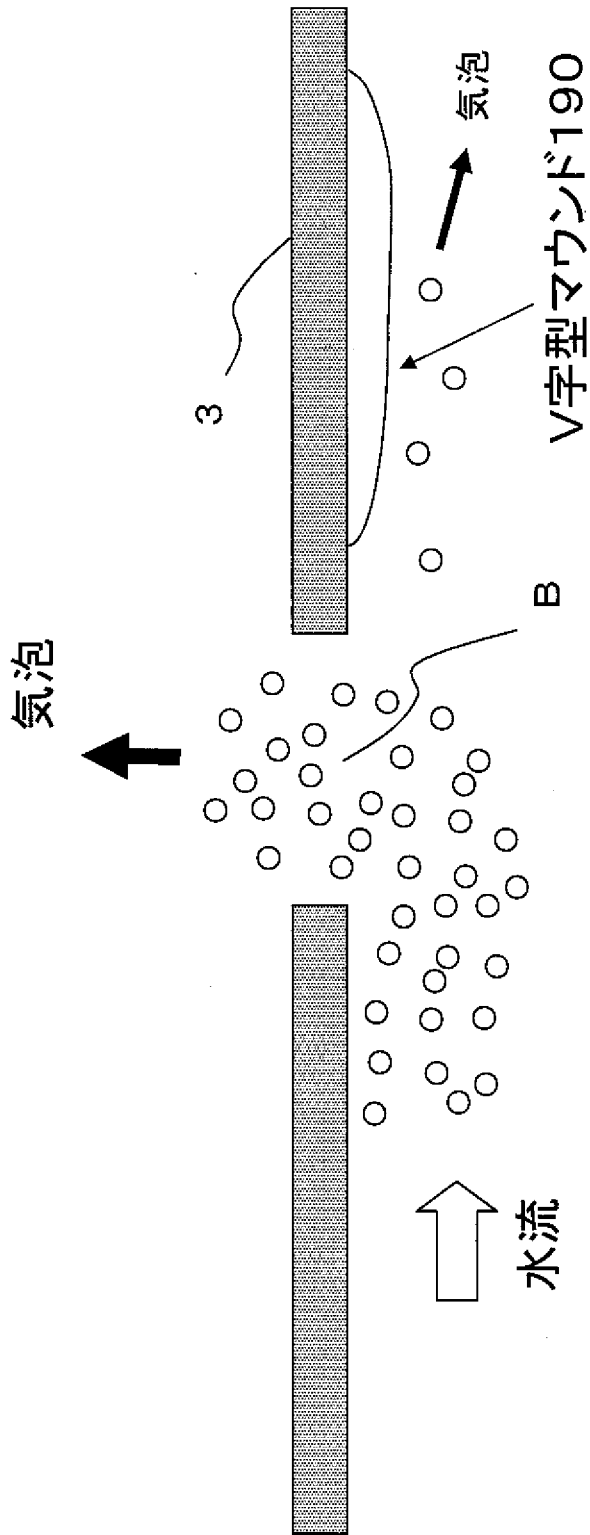


[図32]

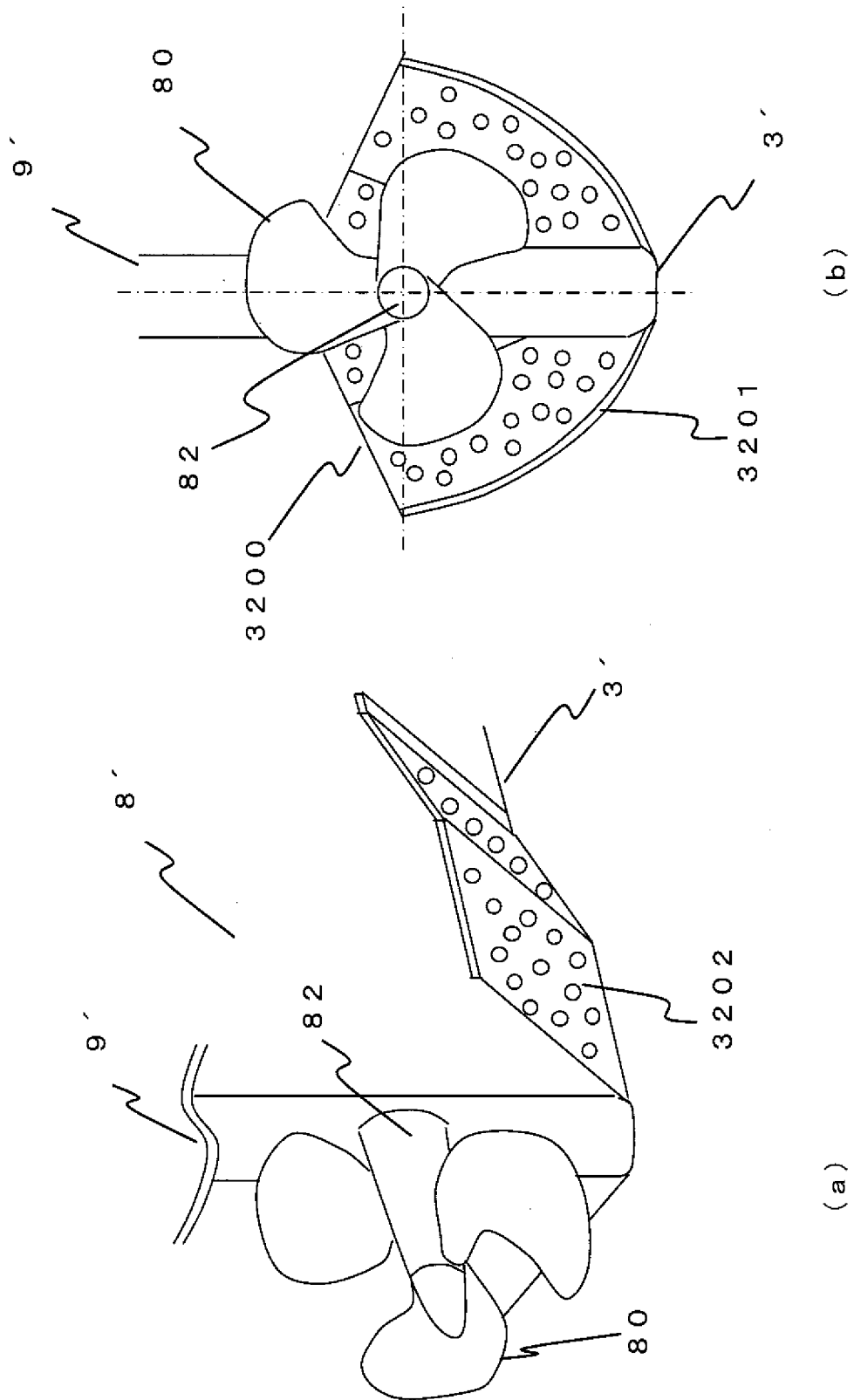


下面図

[図33]



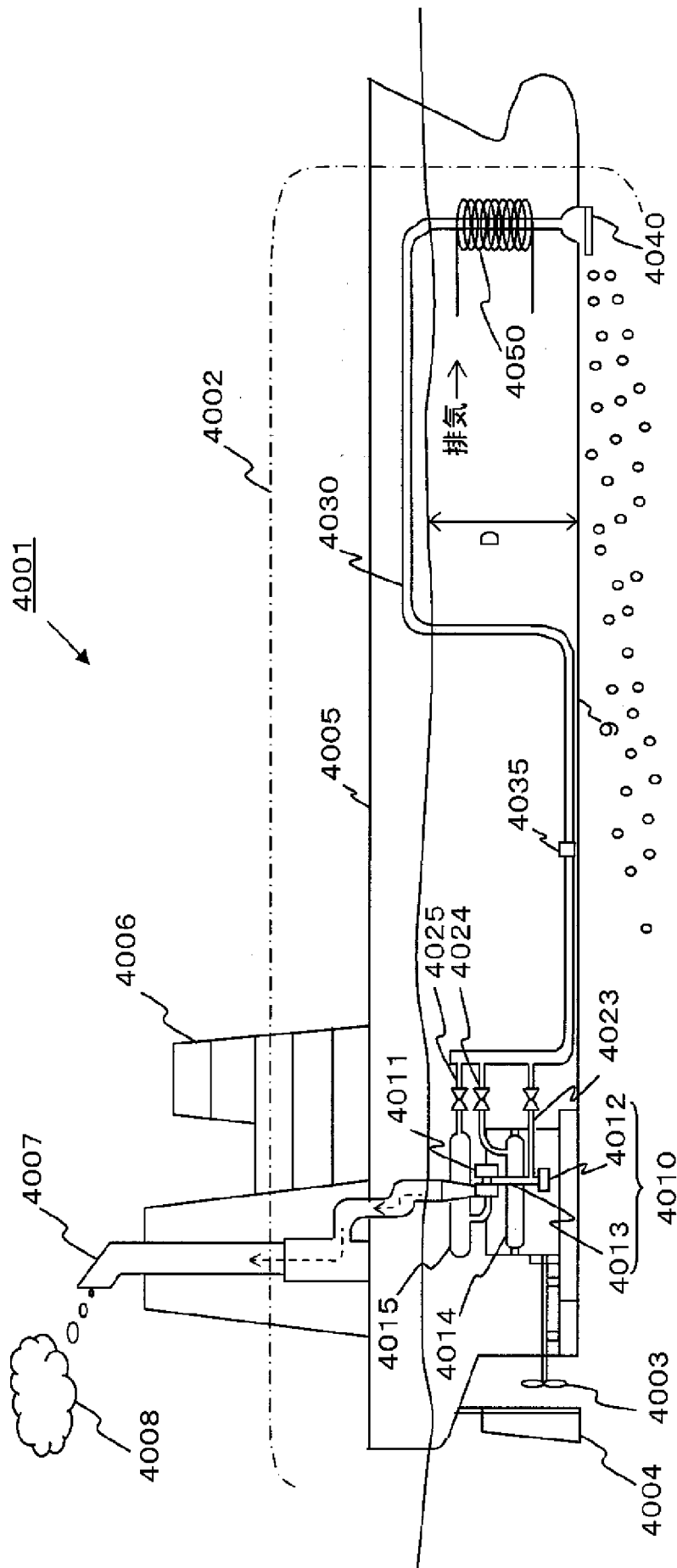
[図34]



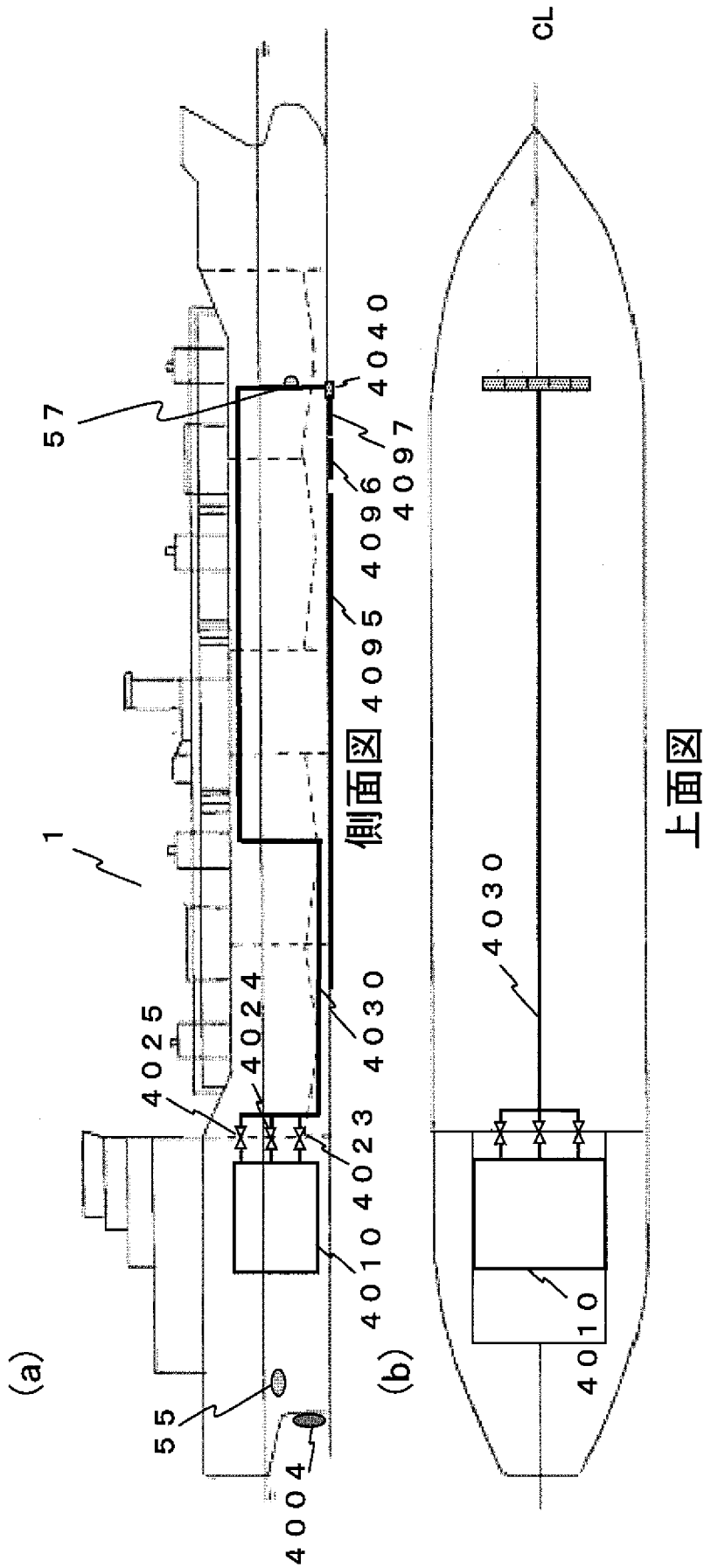
(a)

(b)

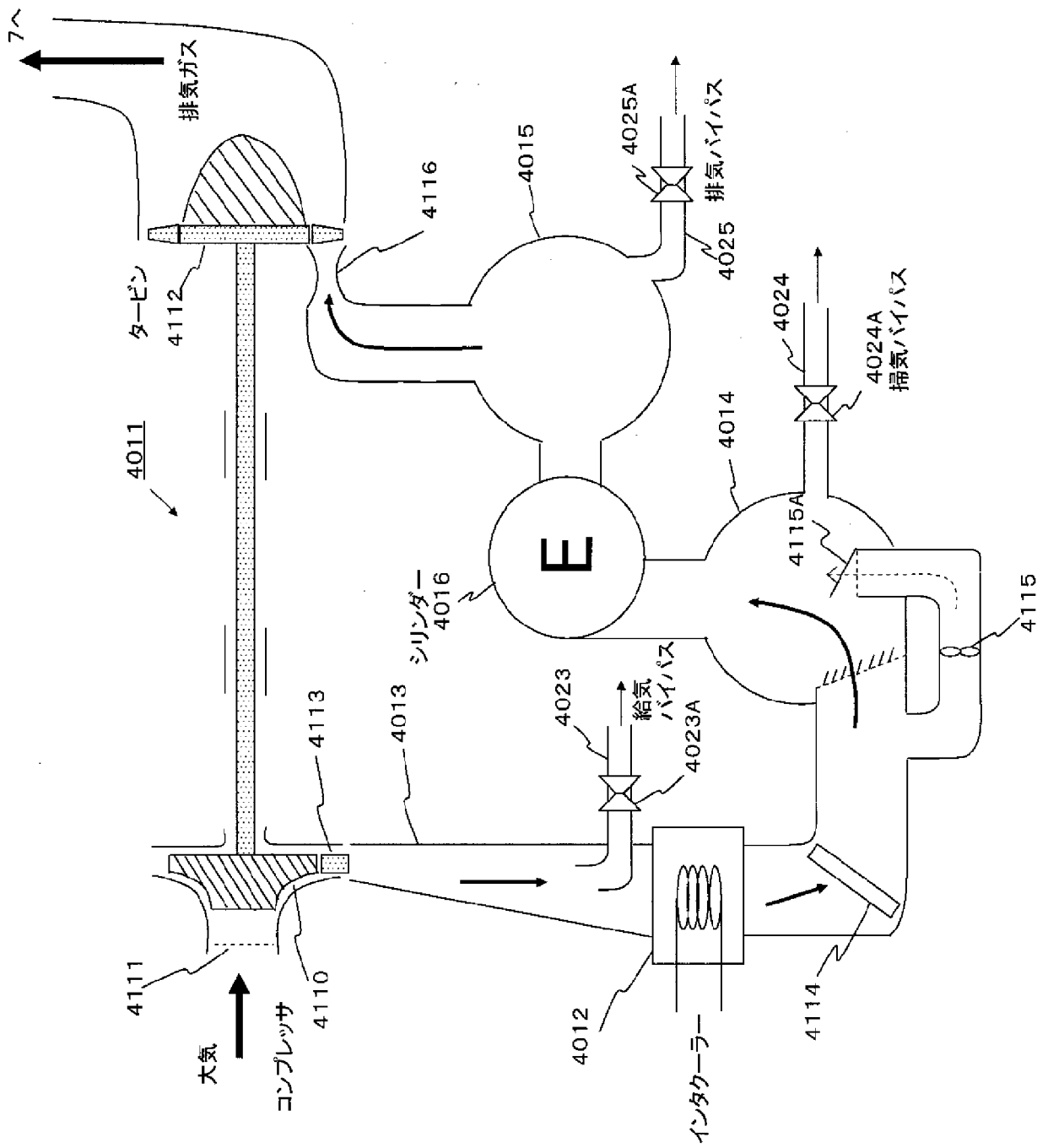
[図35]



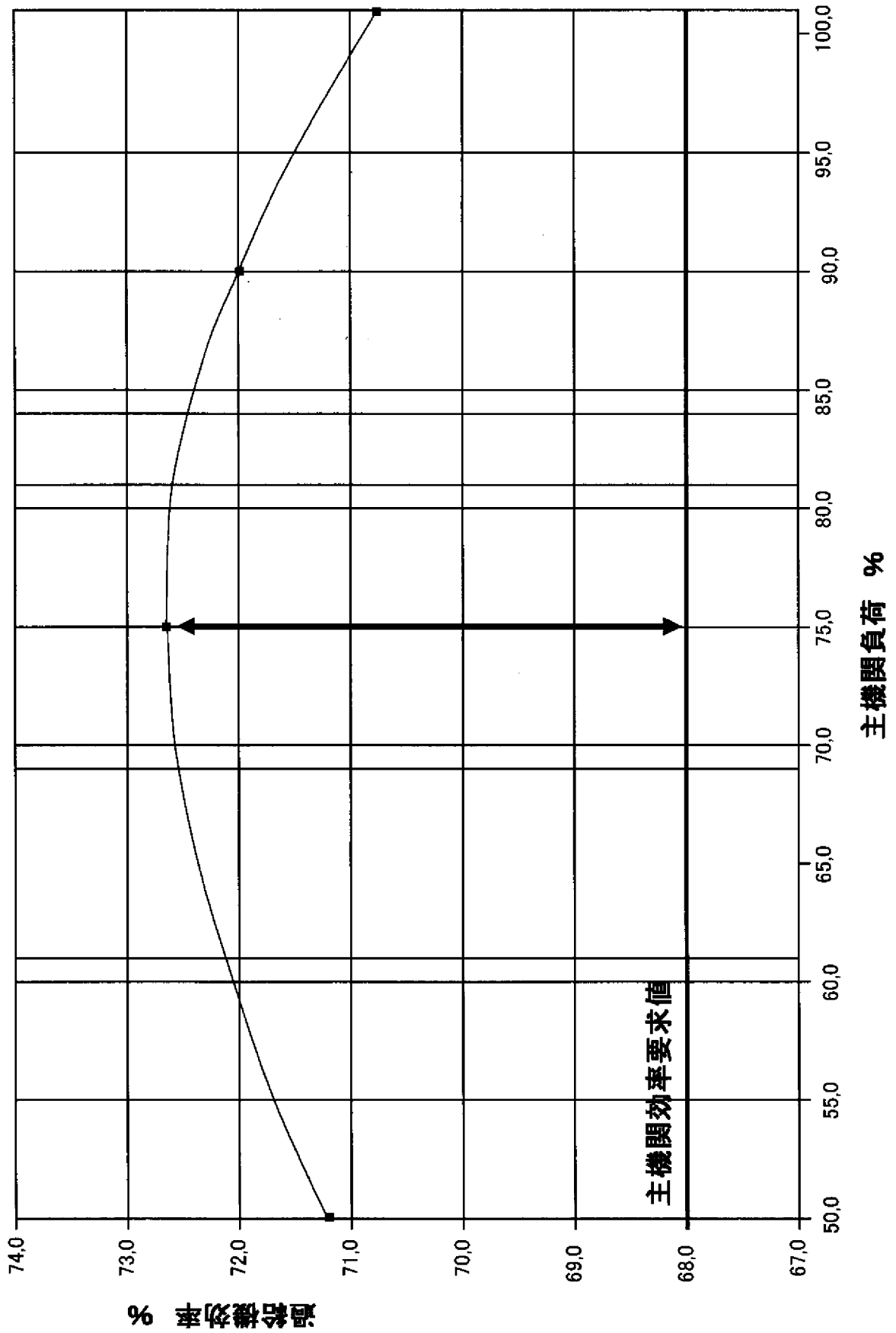
[図36]



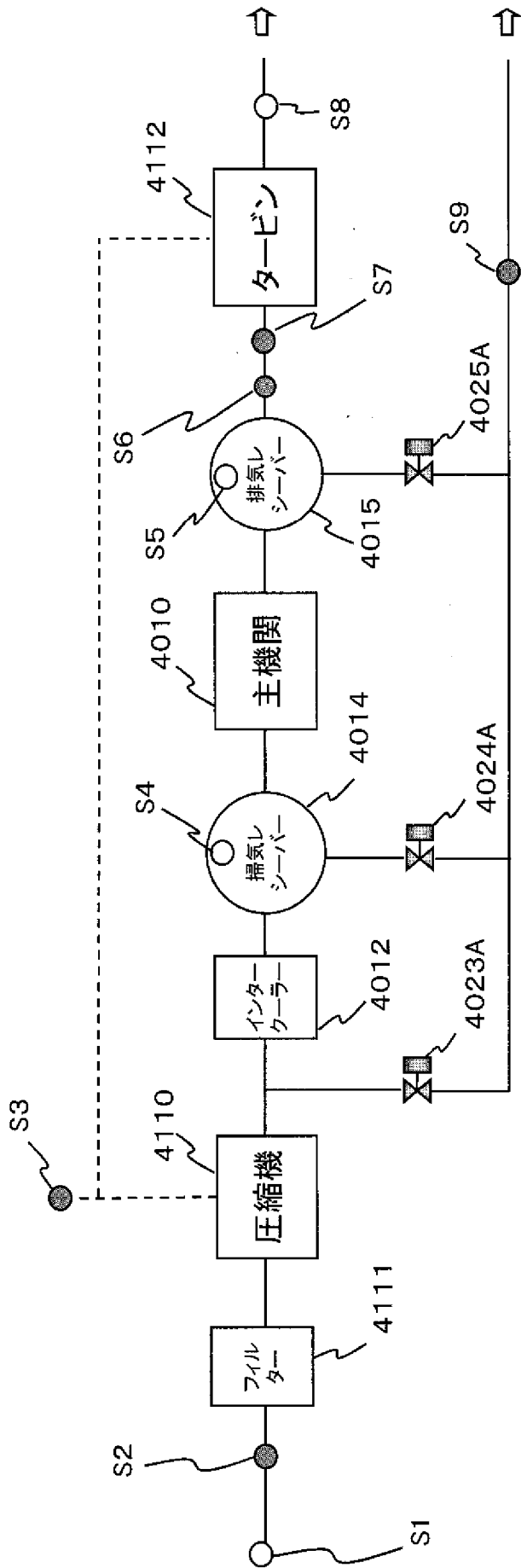
[図37]



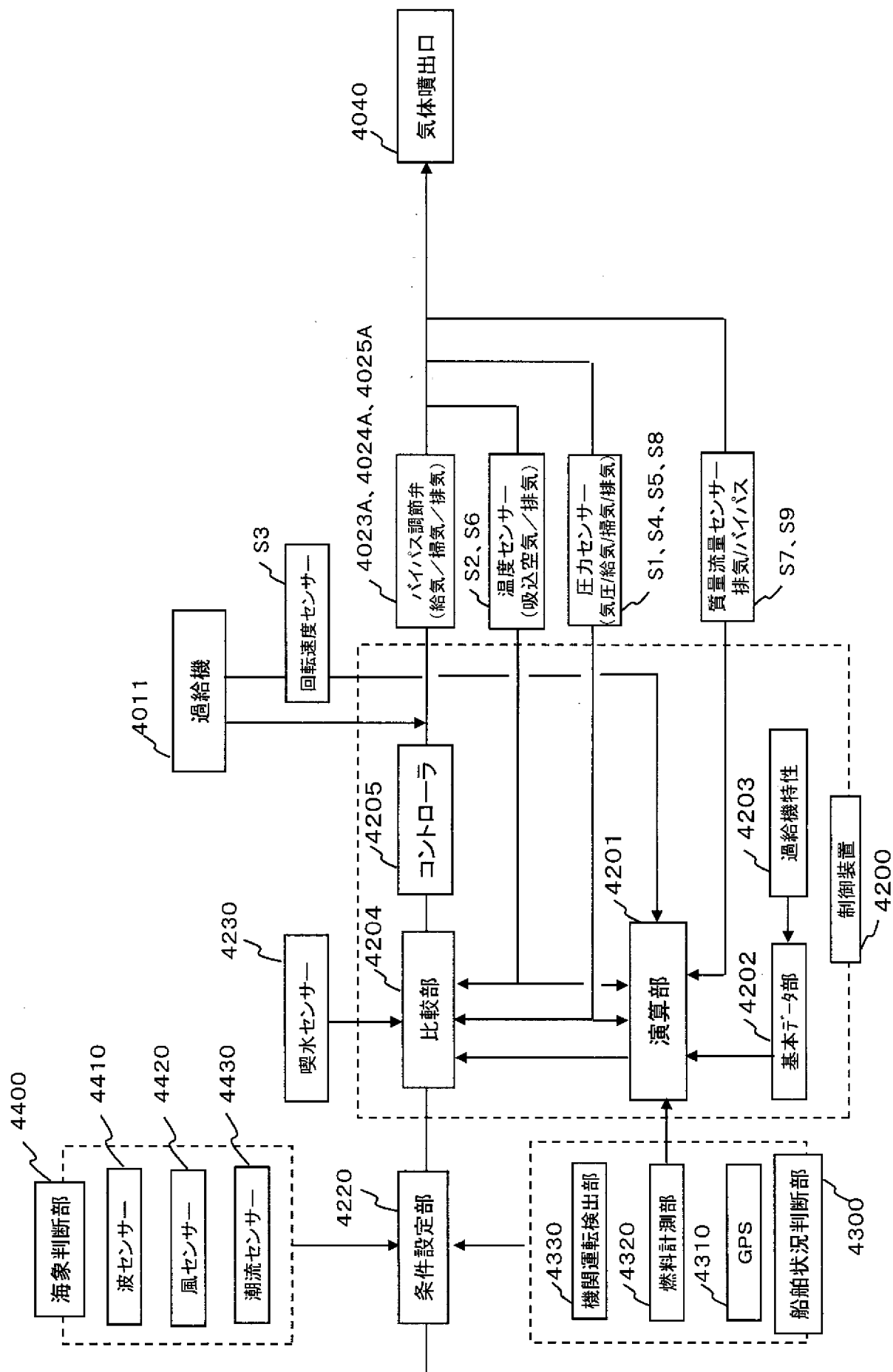
[図38]



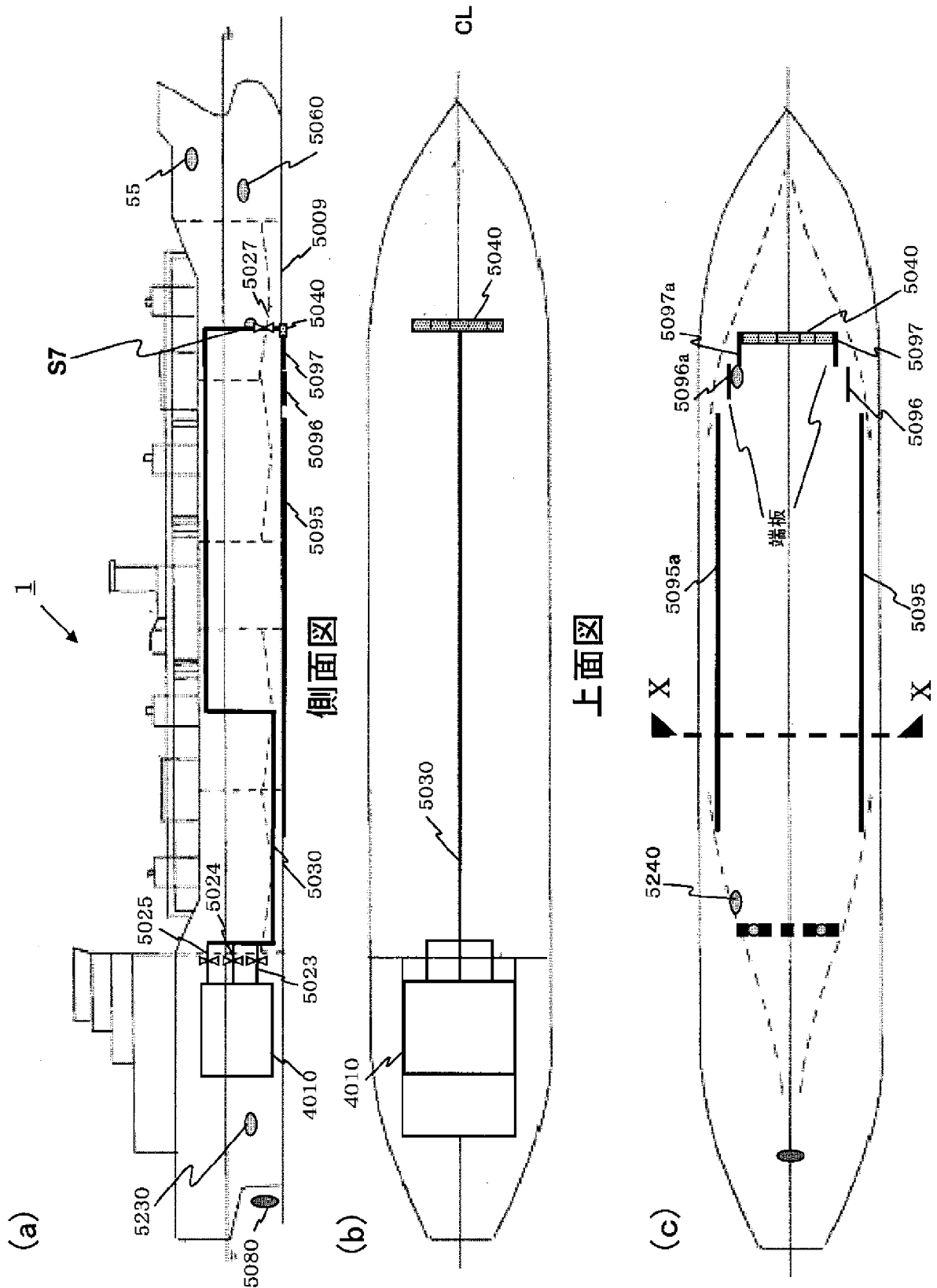
[図39]



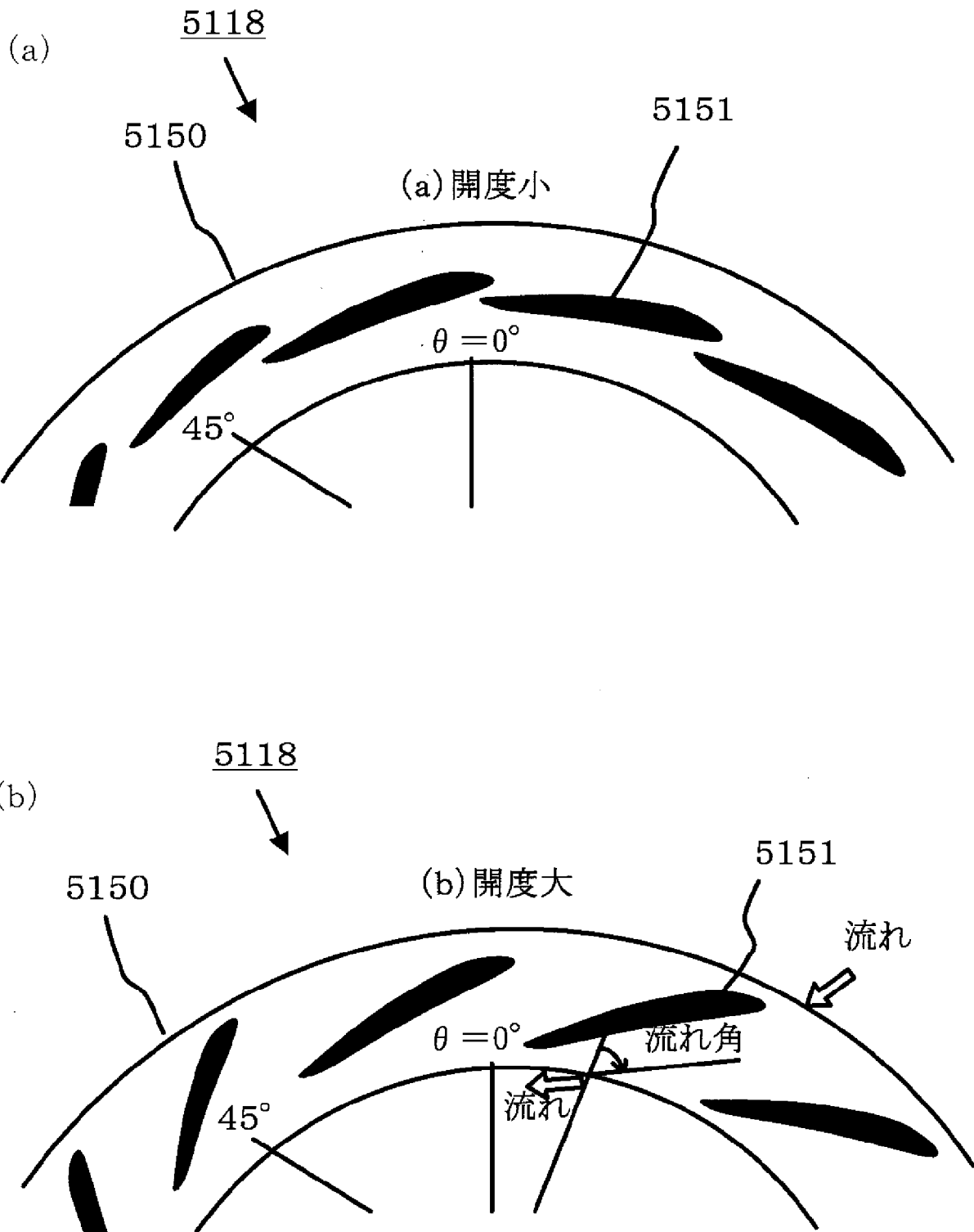
[図40]



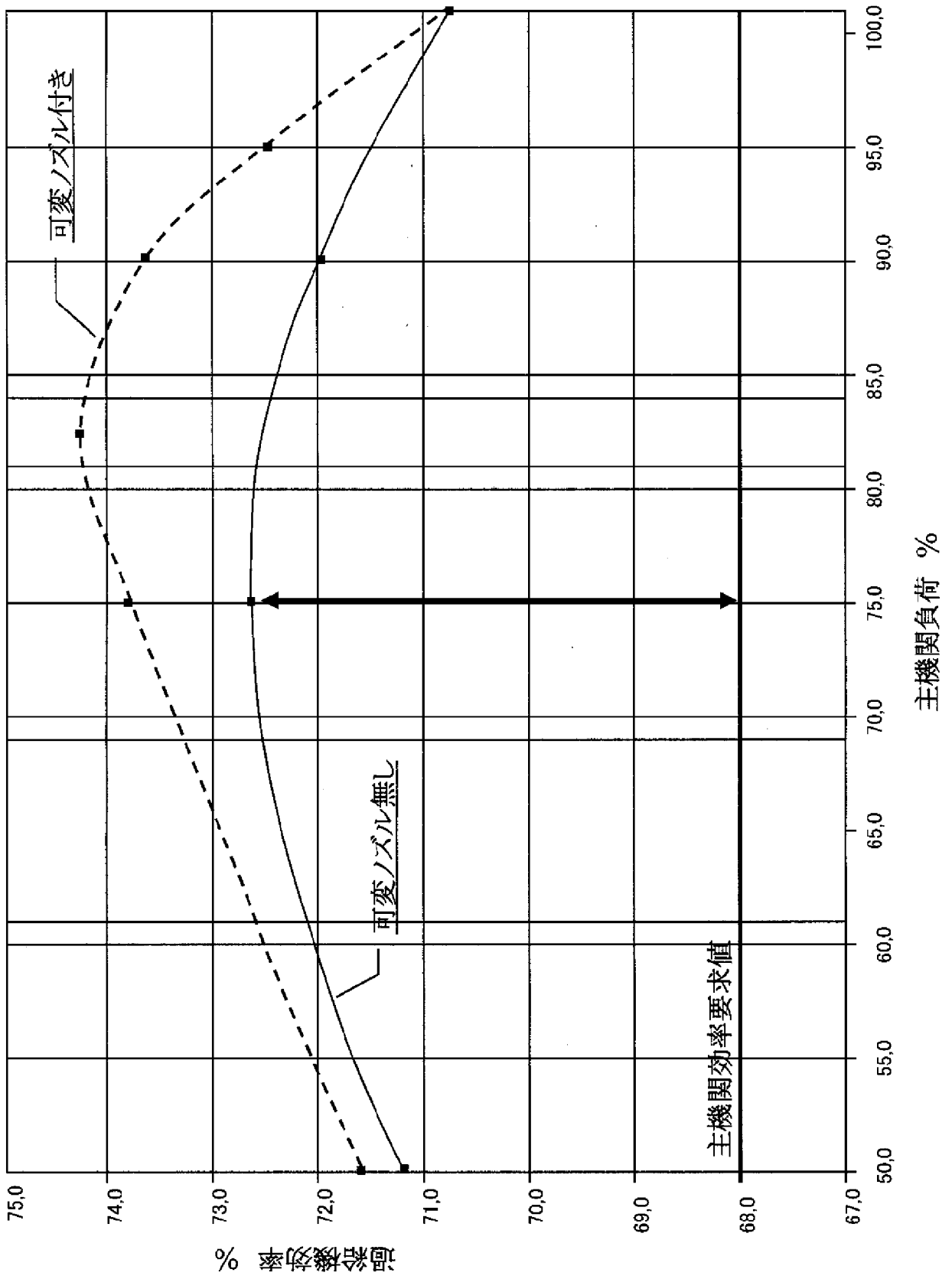
[圖41]



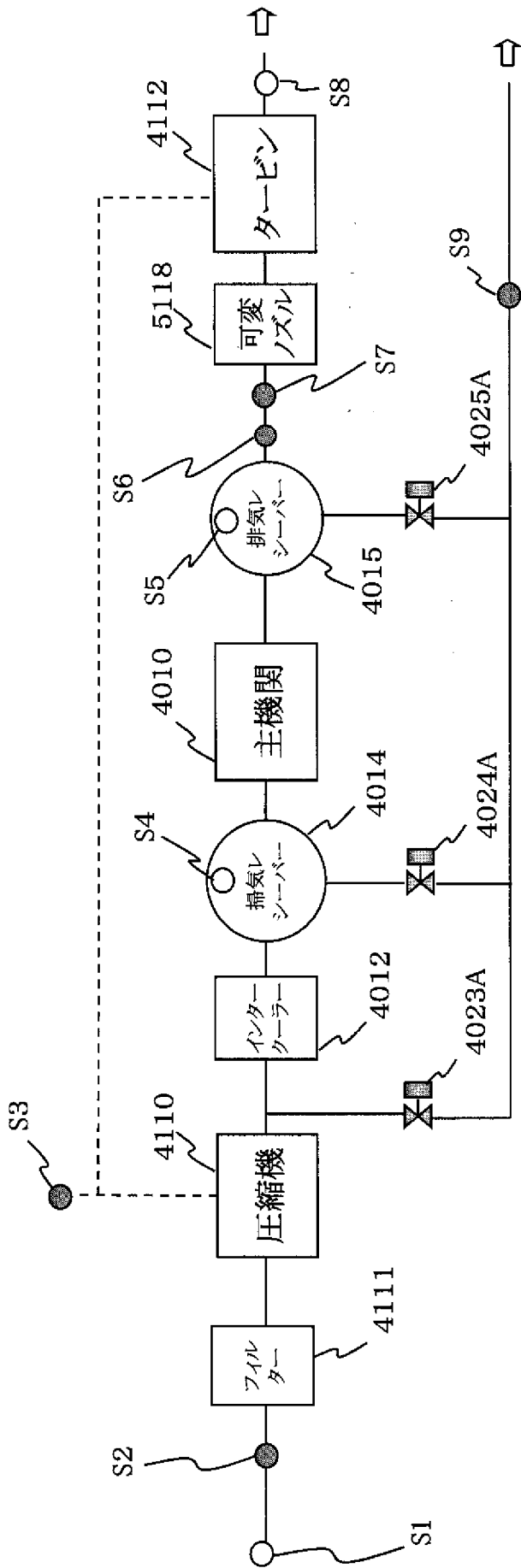
[図42]



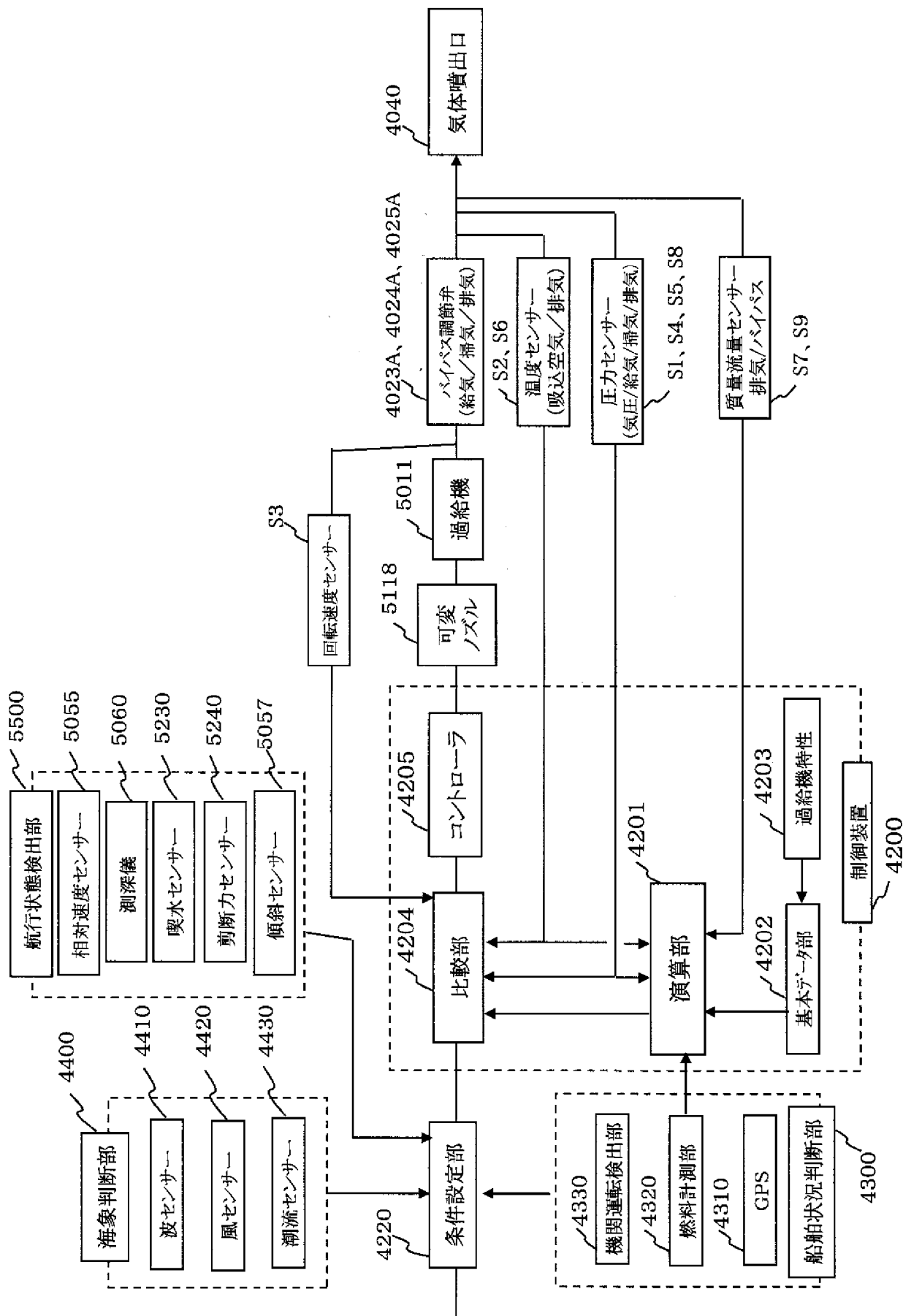
[図43]



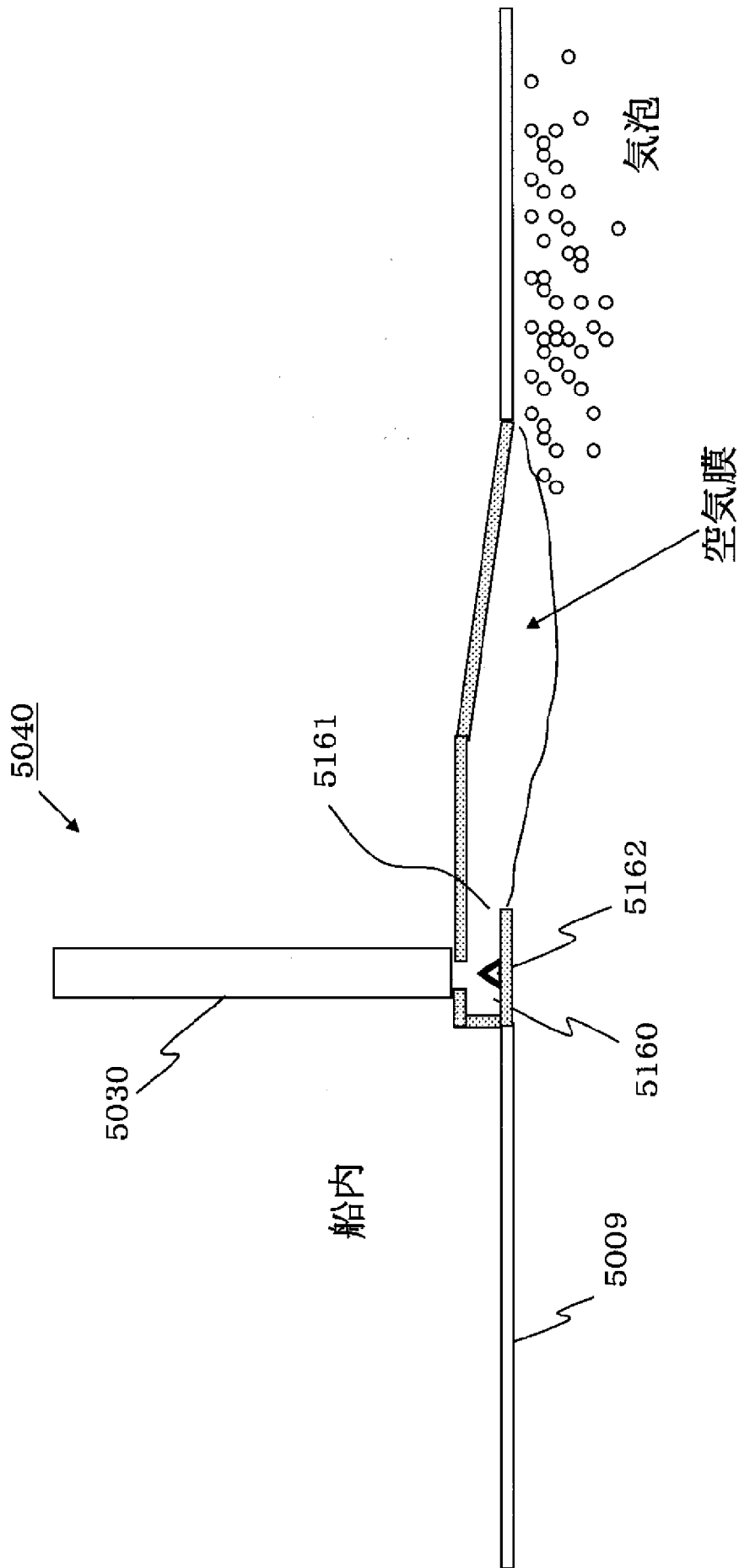
[図44]



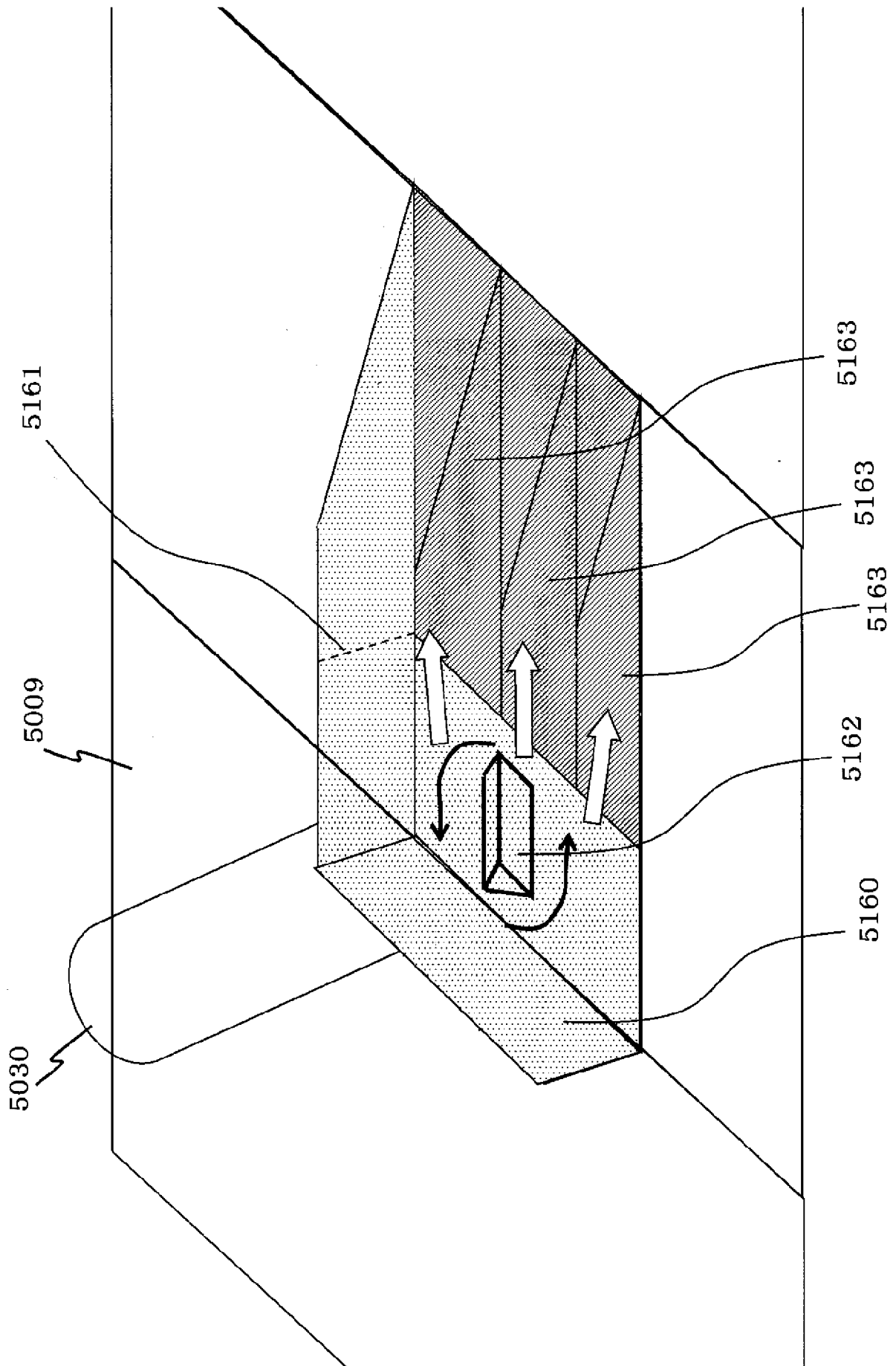
[図45]



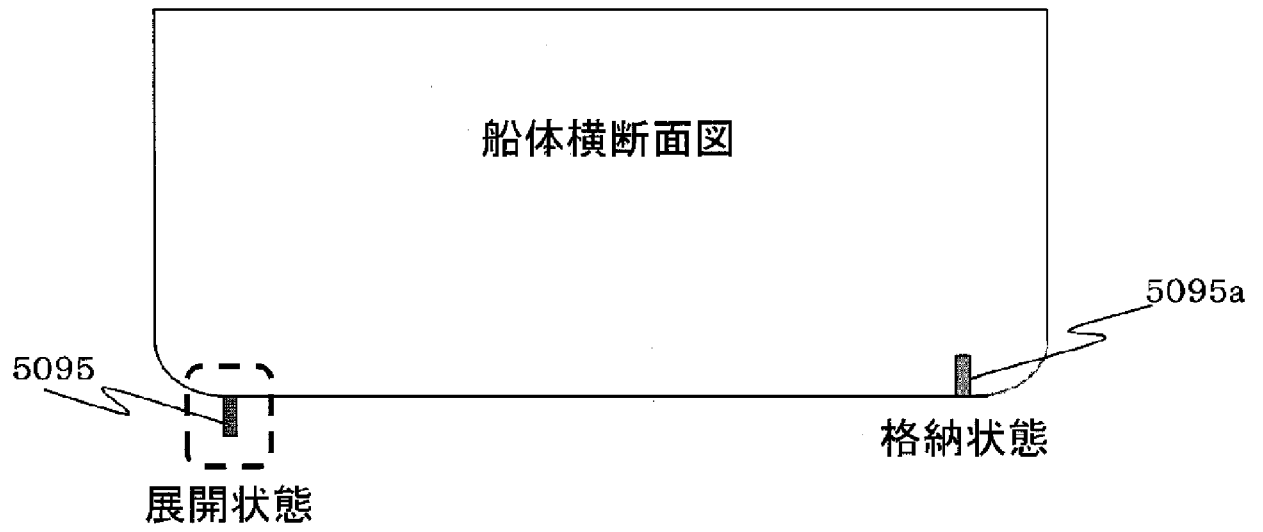
[図46]



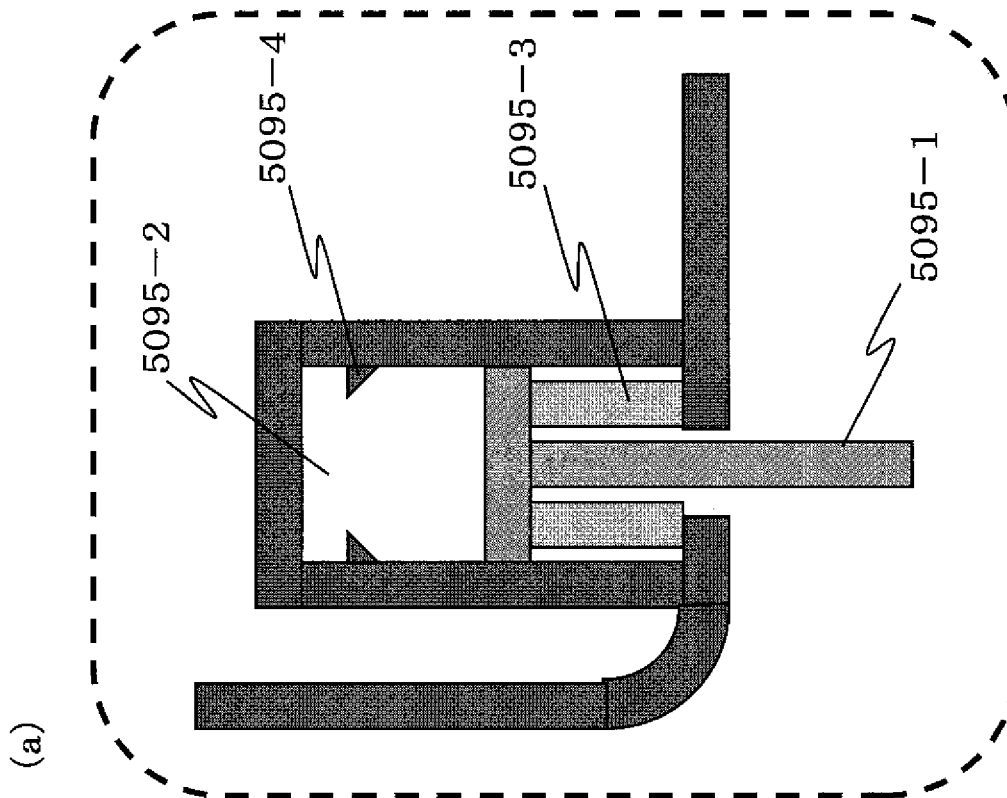
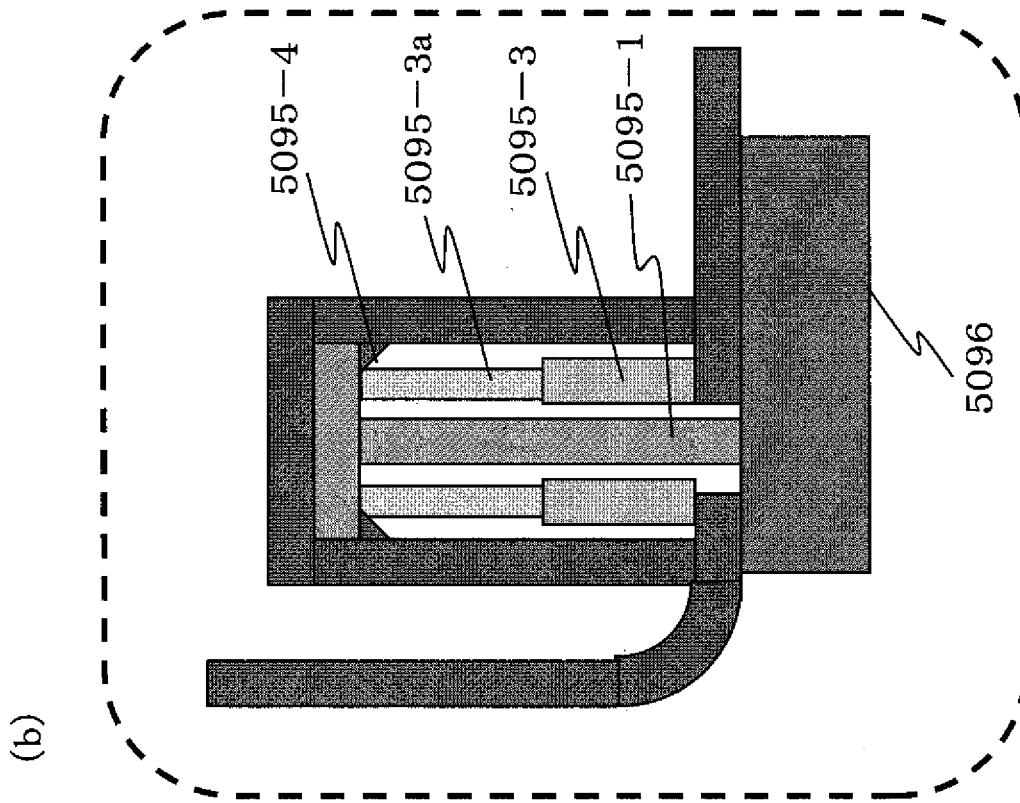
[図47]



[図48]

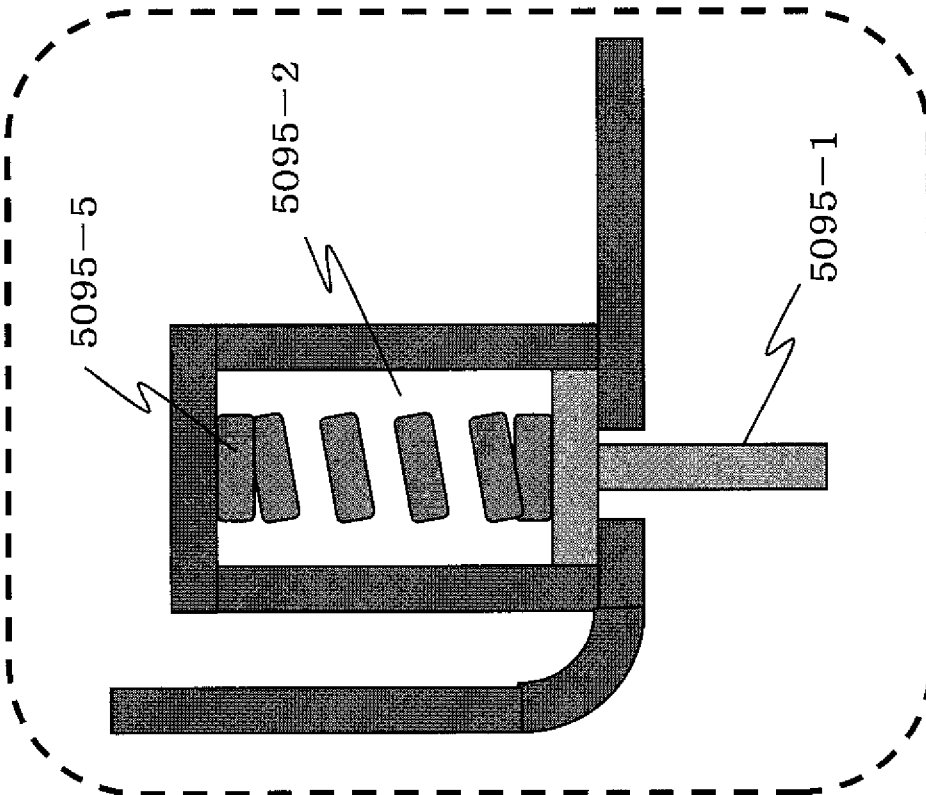


[図49]

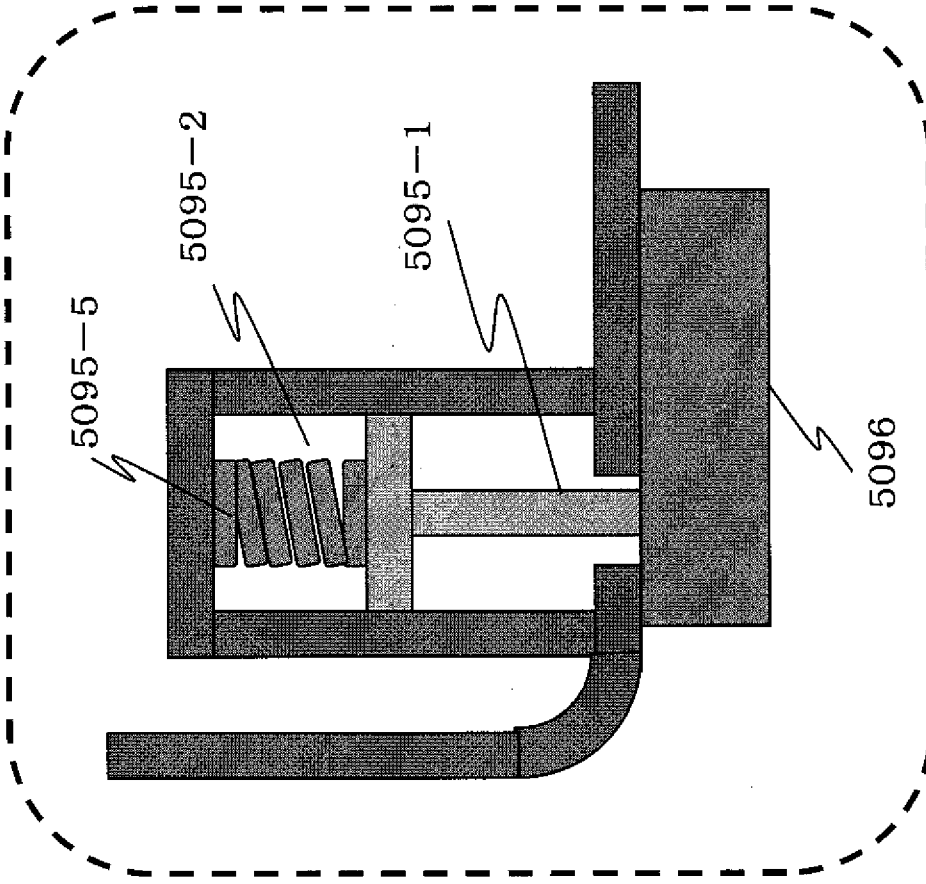


[図50]

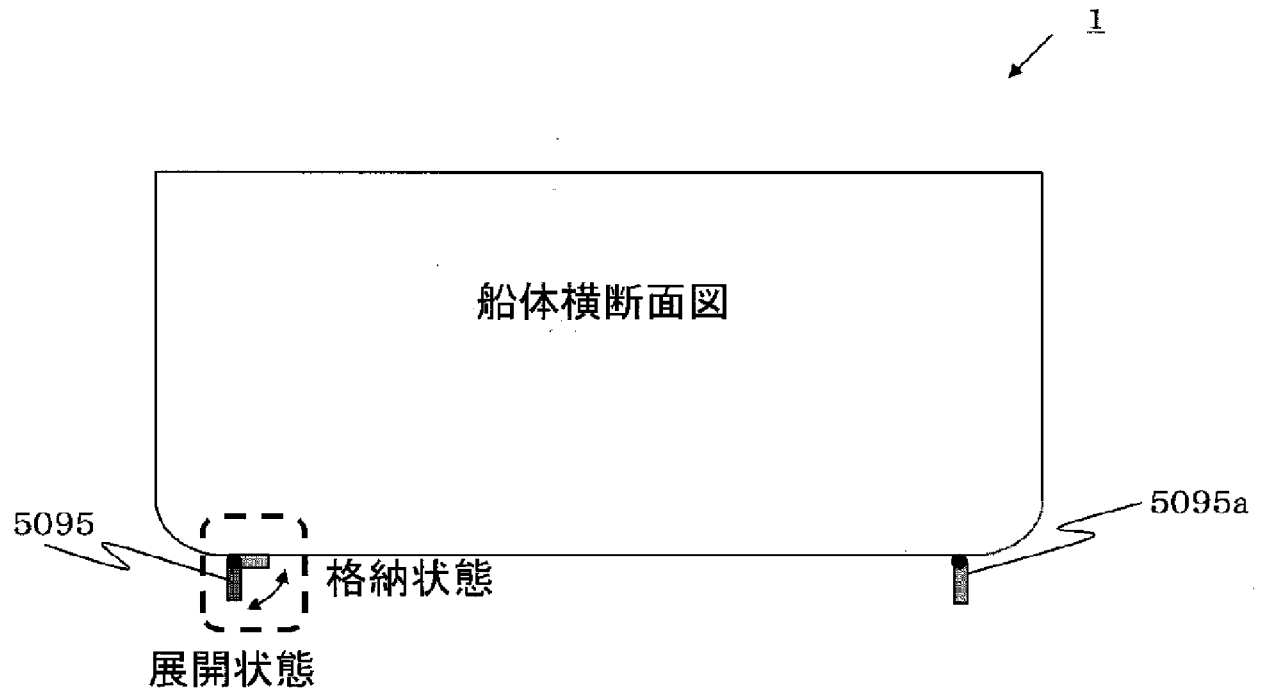
(a)



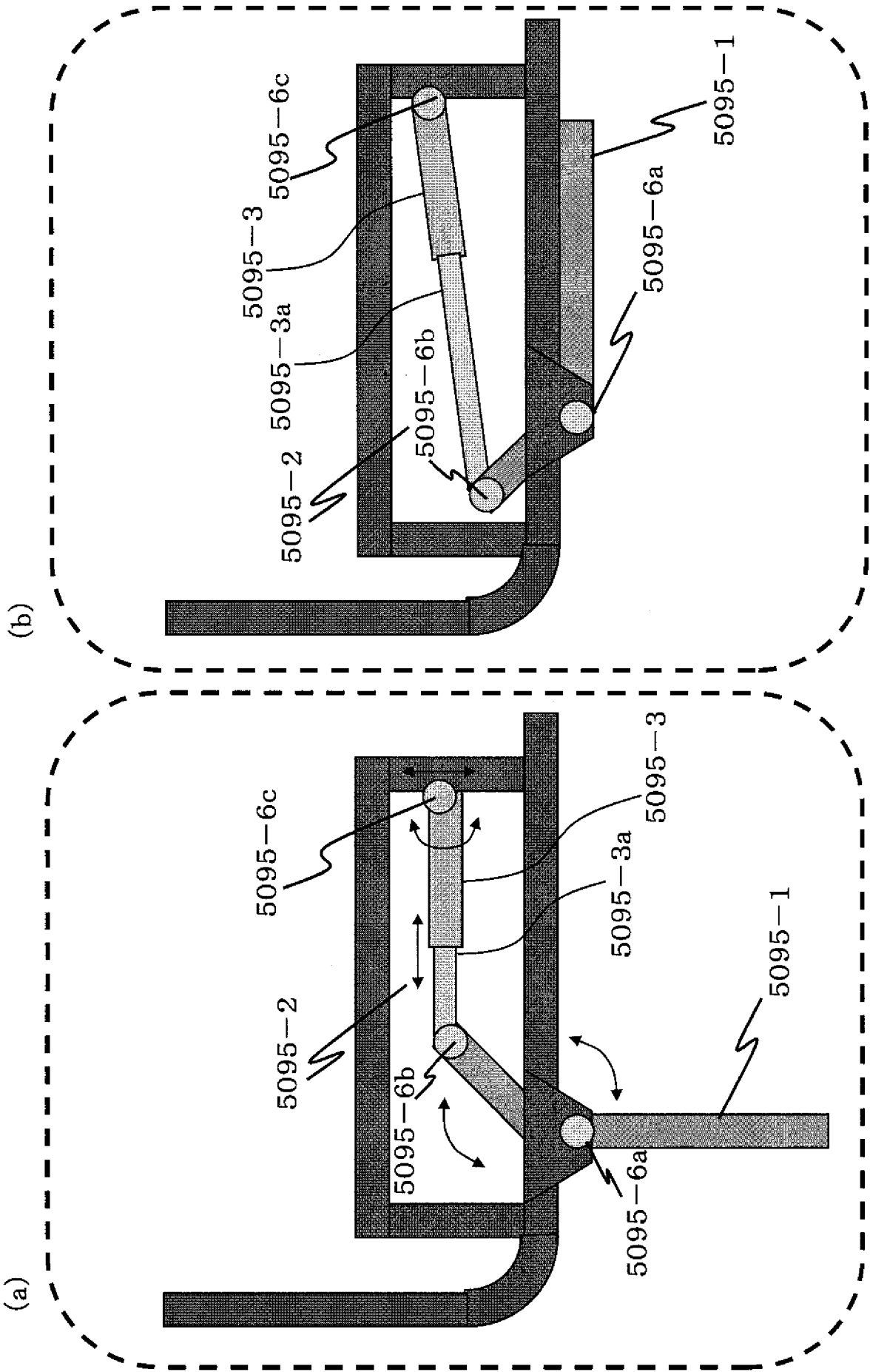
(b)



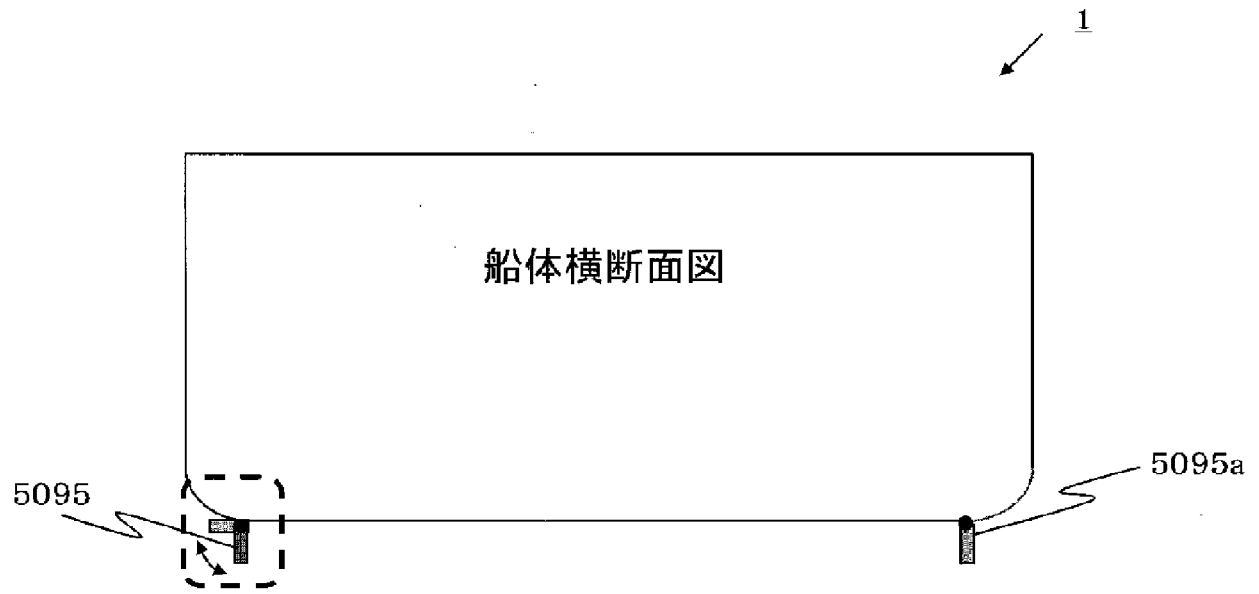
[図51]



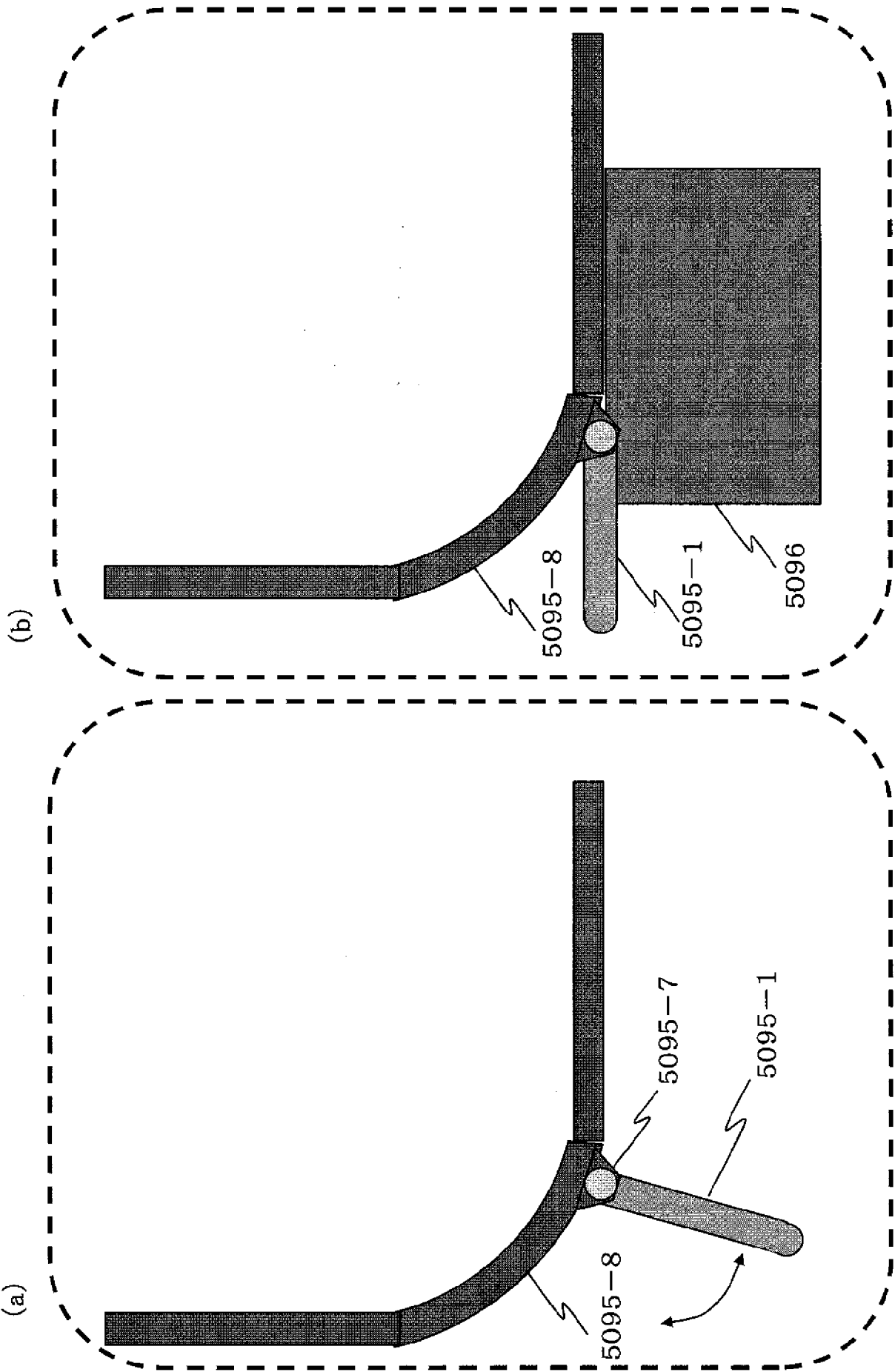
[52]



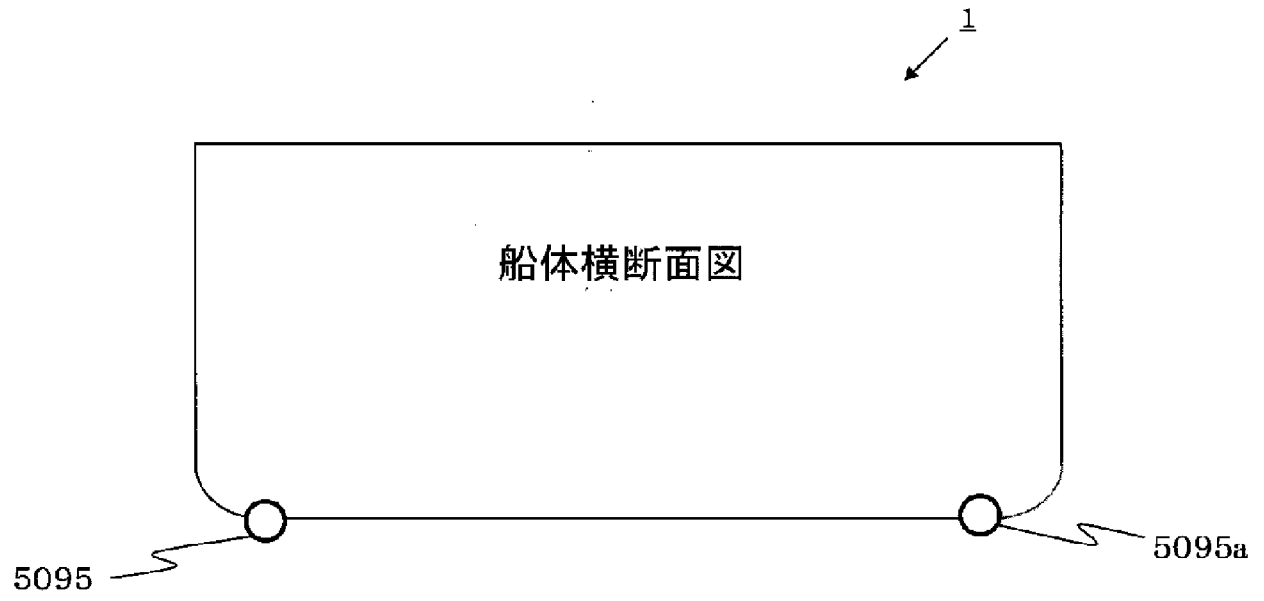
[図53]



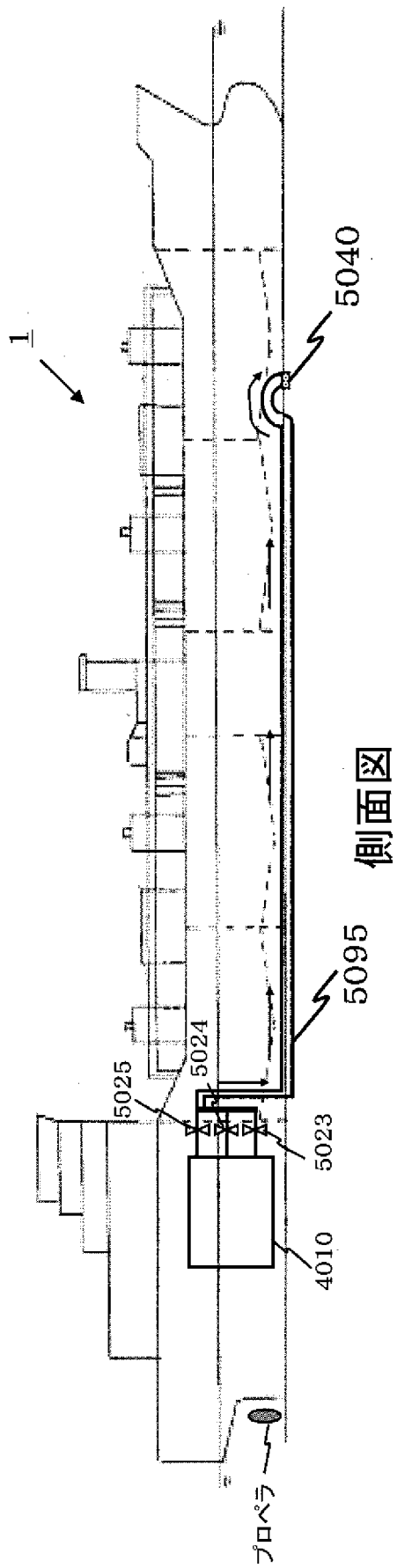
[図54]



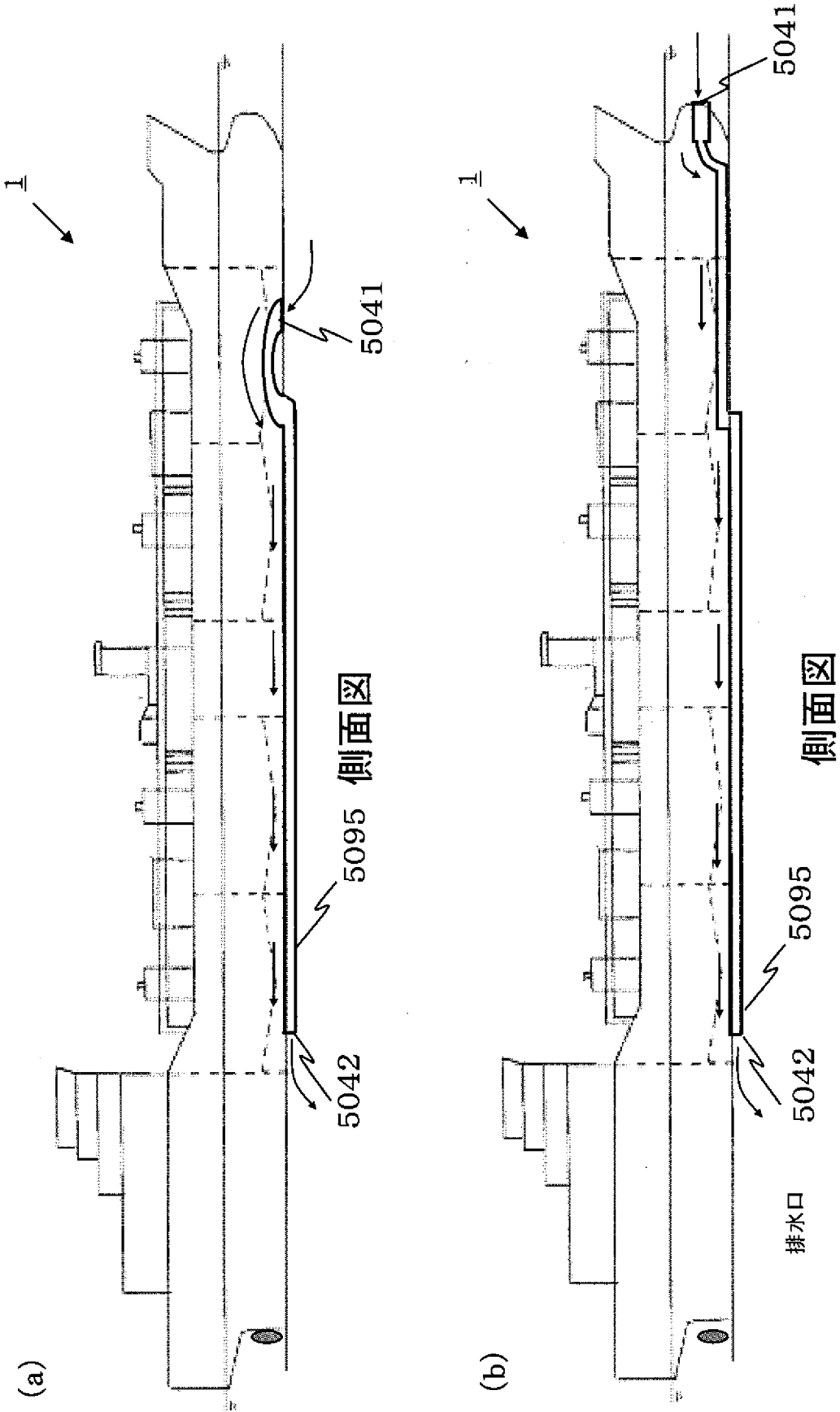
[図55]



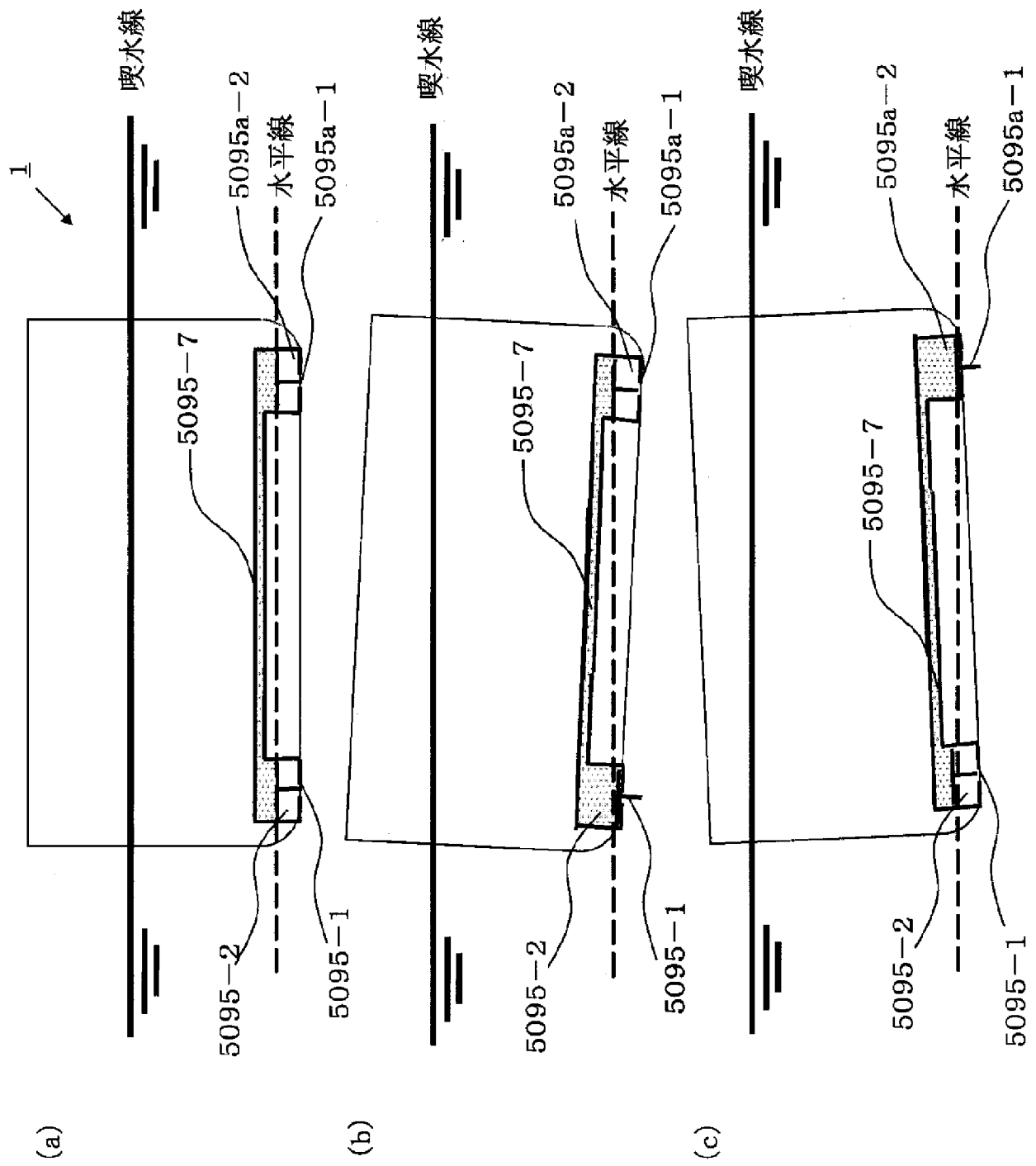
[図56]



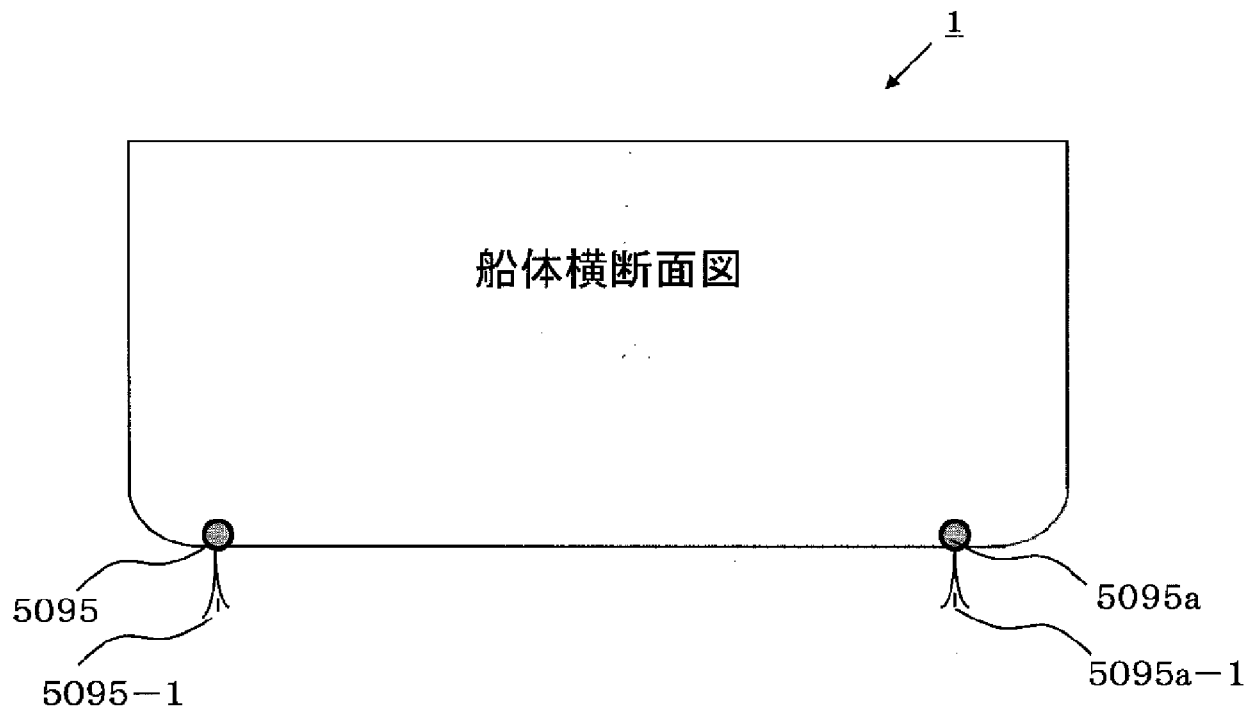
[圖57]



[図58]



[図59]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/001520

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B63B1/38 (2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B63B1/38</p> <p>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 1996-2009 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y A</td> <td>JP 2008-13128 A (National Maritime Research Institute), 24 January, 2008 (24.01.08), Par. Nos. [0015] to [0029]; Figs. 1 to 4 (Family: none)</td> <td>1, 6, 8-10, 18-23, 25 2, 4, 7, 24 3, 5</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2001-97276 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 April, 2001 (10.04.01), Par. No. [0009] (Family: none)</td> <td>2, 4 3, 5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 8-239084 A (Yoji KATO), 17 September, 1996 (17.09.96), Par. No. [0013]; Fig. 4 (Family: none)</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X Y A	JP 2008-13128 A (National Maritime Research Institute), 24 January, 2008 (24.01.08), Par. Nos. [0015] to [0029]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1, 6, 8-10, 18-23, 25 2, 4, 7, 24 3, 5	Y A	JP 2001-97276 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 April, 2001 (10.04.01), Par. No. [0009] (Family: none)	2, 4 3, 5	Y	JP 8-239084 A (Yoji KATO), 17 September, 1996 (17.09.96), Par. No. [0013]; Fig. 4 (Family: none)	7
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X Y A	JP 2008-13128 A (National Maritime Research Institute), 24 January, 2008 (24.01.08), Par. Nos. [0015] to [0029]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1, 6, 8-10, 18-23, 25 2, 4, 7, 24 3, 5												
Y A	JP 2001-97276 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 10 April, 2001 (10.04.01), Par. No. [0009] (Family: none)	2, 4 3, 5												
Y	JP 8-239084 A (Yoji KATO), 17 September, 1996 (17.09.96), Par. No. [0013]; Fig. 4 (Family: none)	7												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 28 April, 2009 (28.04.09)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 19 May, 2009 (19.05.09)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/001520

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 26858/1986 (Laid-open No. 137891/1987) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 August, 1987 (31.08.87), Page 3, line 13 to page 4, line 6; Figs. 1 to 2 (Family: none)	11,15 12,13,16 14,17
Y	JP 2005-186715 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 July, 2005 (14.07.05), Par. Nos. [0021], [0023]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	12
Y	JP 2000-219188 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 08 August, 2000 (08.08.00), Par. No. [0042]; Figs. 6 to 7 (Family: none)	13
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 174105/1981 (Laid-open No. 78288/1983) (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 26 May, 1983 (26.05.83), Page 5, lines 12 to 19; Fig. 1 (Family: none)	16
Y	JP 11-222180 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 17 August, 1999 (17.08.99), Par. No. [0011]; Fig. 1 & EP 903287 A2	24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/001520

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions of claims 1-25 is only controlling gas in a frictional resistance reduction device for a ship.

However, this common matter makes no contribution over the prior art since it is disclosed in JP 2008-13128 A (National Maritime Research Institute) or a microfilm on which the contents of the description and the drawings attached to the request of Japanese Utility Model Registration Application No. 61-26858 (Japanese Utility Model Registration Application Laid-open No. 62-137891) are captured, (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.).

Therefore, this common matter cannot be a special technical feature.
(Continued to the extra sheet.)

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- the The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/001520

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Thus, since there is no technical relationship among these inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features, these inventions are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept.

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		
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		
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 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009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 Y A	JP 2008-13128 A (独立行政法人海上技術安全研究所) 2008.01.24, 段落【0015】-【0029】, 第1-4図 (ファミリーなし)	1, 6, 8-10, 18-23, 25 2, 4, 7, 24 3, 5
Y A	JP 2001-97276 A (石川島播磨重工業株式会社) 2001.04.10, 段落【0009】 (ファミリーなし)	2, 4 3, 5
<input checked="" 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 28.04.2009	国際調査報告の発送日 19.05.2009	
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) 澤崎 雅彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 3618

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 8-239084 A (加藤 洋治) 1996. 09. 17, 段落【0013】, 第 4 図 (ファミリーなし)	7
X Y A	日本国実用新案登録出願 61-26858 号(日本国実用新案登録出願公開 62-137891 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 (三菱重工業株式会社) 1987. 08. 31, 第 3 頁第 13 行-第 4 頁第 6 行, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	11, 15 12, 13, 16 14, 17
Y	JP 2005-186715 A (三菱重工業株式会社) 2005. 07. 14, 段落【0021】, 【0023】, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	12
Y	JP 2000-219188 A (ヤマハ発動機株式会社) 2000. 08. 08, 段落【0042】, 第 6-7 図 (ファミリーなし)	13
Y	日本国実用新案登録出願 56-174105 号(日本国実用新案登録出願公開 58-78288 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 (石川島播磨重工業株式会社) 1983. 05. 26, 第 5 頁第 12-19 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	16
Y	JP 11-222180 A (石川島播磨重工業株式会社) 1999. 08. 17, 段落【0011】, 第 1 図 & EP 903287 A2	24

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1-25に係る発明の共通の事項は、船舶の摩擦抵抗低減装置において気体を制御することのみである。

しかしながら、この共通事項は、JP 2008-13128 A（独立行政法人海上技術安全研究所）又は日本国実用新案登録出願61-26858号（日本国実用新案登録出願公開62-137891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（三菱重工業株式会社）に開示されており、先行技術の域を出ない。

したがって、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

よって、これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。