

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2013年5月2日(02.05.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/061596 A1

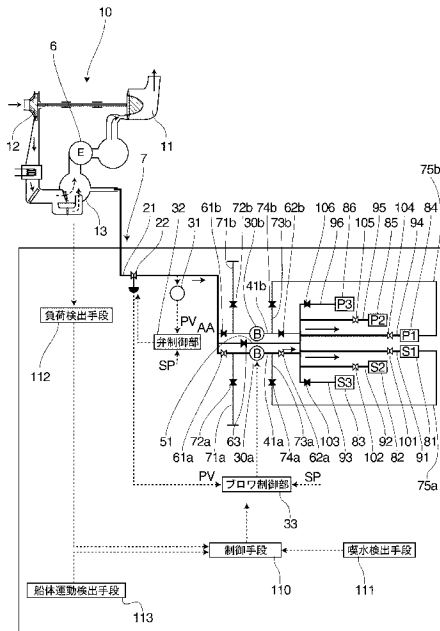
- (51) 国際特許分類:  
B63B 1/38 (2006.01) B63J 3/02 (2006.01)  
B63H 21/14 (2006.01) F02B 37/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/006856
- (22) 国際出願日: 2012年10月25日(25.10.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-233695 2011年10月25日(25.10.2011) JP
- (71) 出願人: 独立行政法人海上技術安全研究所(NATIONAL MARITIME RESEARCH INSTITUTE) [JP/JP]; 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目3番1号 Tokyo (JP). 株式会社アイ・エイチ・アイマリンユナイテッド(IHI MARINE UNITED INC.) [JP/JP]; 〒1080022 東京都港区海岸3丁目2番23号 Tokyo (JP). 今治造船株式会社(IMABARI SHIPBUILDING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7992195 愛媛県今治市小浦町1丁目4番52号 Ehime (JP). 株式会社大島造船所(OSHIMA SHIPBUILDING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒8572494 長崎県西海市大島町16

05-1 Nagasaki (JP). 川崎重工業株式会社(KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP). 住友重機械マリンエンジニアリング株式会社(SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES MARINE & ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目1番1号 Tokyo (JP). 常石造船株式会社(TSUNEISHI SHIPBUILDING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7200394 広島県福山市沼隈町常石1083番地 Hiroshima (JP). 三井造船株式会社(MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1048439 東京都中央区築地5丁目6番4号 Tokyo (JP). 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP). ユニバーサル造船株式会社(UNIVERSAL SHIPBUILDING CORPORATION) [JP/JP]; 〒2128554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地 Kanagawa (JP). 日本郵船株式会社(NIPPON YUSEN KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内2丁目3番2号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: AIR SUPPLY DEVICE FOR AIR-LUBRICATED SHIP

(54) 発明の名称: 空気潤滑式船舶の空気供給装置



- 33 Blower controller
- 110 Control means
- 111 Draft detection means
- 112 Load detection means
- 113 Hull motion detection means
- AA Valve controller

(57) Abstract: This air supply device for an air-lubricated ship is characterized in being provided with a supercharger (10) for supplying pressurized air to a main engine (6) of an air-lubricated ship, an extraction means for extracting part of the pressurized air, a boosting means (30a) for further boosting the pressurized air extracted by the extraction means, a booster route (41a) for supplying the boosted air boosted by the boosting means (30a), a bypass route (51) for bypassing the boosting means (30a), and a route selection means for selecting between the boosting route (41a) and the bypass route (51); the booster route (41a) and/or the bypass route (51) being selected using the route selection means, so that boosted air and/or pressurized air is supplied and discharged around the hull (1). Accordingly, even if the pressure of the pressurized air supplied to the main engine (6) by the supercharger (10) fluctuates due to a loading state, discharge is possible by boosting pressurized air in accordance with these fluctuations, making high energy efficiency and an improved energy saving effect possible.

(57) 要約: 本発明の空気潤滑式船舶の空気供給装置は、空気潤滑式船舶の主機6に加圧空気を供給する過給機10と、加圧空気の一部を取り出す取出手段と、取出手段で取り出した加圧空気をさらに昇圧する昇圧手段30aと、昇圧手段30aで昇圧された昇圧空気を供給する昇圧経路41aと、昇圧手段30aをバイパスするバイパス経路51と、昇圧経路41aとバイパス経路51を選択する経路選択手段とを備え、経路選択手段で昇圧経路41a及び/又はバイパス経路51を選択して昇圧空気及び/又は加圧空気を供給して船体1の周囲に噴出させたことを特徴とする。従って、過給機10により主機6に供給される加圧空気圧が主機6の出力によって変動しても、更に積載状態によって喫水圧が変動しても、これらの変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができ、

エネルギー効率がよく省エネ効果の向上が可能である。



WO 2013/061596 A1



- (72) 発明者: 福田 哲吾 (FUKUDA, Tetsugo); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 春海 一佳 (HARUMI, Kazuyoshi); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 村田 裕幸 (MURATA, Hiroyuki); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 安達 雅樹 (ADACHI, Masaki); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 川島 英幹 (KAWASHIMA, Hideki); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 日夏 宗彦 (HINATSU, Munehiko); 〒1810004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号独立行政法人海上技術安全研究所内 Tokyo (JP). 石黒 剛 (ISHIGURO, Tsuyoshi); 〒1080022 東京都港区海岸3丁目2番23号株式会社アイ・エイチ・アイ マリニュナイテッド内 Tokyo (JP). 檜垣 幸人 (HIGAKI, Yukito); 〒7992195 愛媛県今治市小浦町1丁目4番52号今治造船株式会社内 Ehime (JP). 松尾 和昭 (MATSUO, Kazuaki); 〒8572494 長崎県西海市大島町1605-1株式会社大島造船所内 Nagasaki (JP). 飯 一之 (EBIRA, Kazuyuki); 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 村上 恭二 (MURAKAMI, Kyoji); 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町19番地住友重機械マリンエンジニアリング株式会社内 Kanagawa (JP). 施 建剛 (SHI, Jiangang); 〒7200394 広島県福山市沼隈町常石1083番地常石造船株式会社内 Hiroshima (JP). 柴田 繁志 (SHIBATA, Shigeyuki); 〒1048439 東京都中央区築地5丁目6番4号三井造船株式会社内 Tokyo (JP). 溝上 宗二 (MIZOKAMI, Shuji); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 慶林防 智 (KEIRINBOH, Satoshi); 〒2128554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地ユニバーサル造船株式会社内 Kanagawa (JP). 桑田 敬司 (KUWADA, Keishi); 〒1000005 東京都千代田区丸の内2丁目3番2号株式会社MTI内 Tokyo (JP). 新井 和俊 (ARAI, Kazutoshi); 〒1000005 東京都千代田区丸の内2丁目3番2号株式会社MTI内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 阿部 伸一, 外 (ABE, Shinichi et al.); 〒1710033 東京都豊島区高田3-11-12 K Tビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： 空気潤滑式船舶の空気供給装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、航行中の船舶の船底部外面に沿う水の摩擦抵抗を低減させるための空気潤滑式船舶の空気供給装置に関する。

### 背景技術

[0002] 航行中の船舶では、一般に船底部の没水表面に水の摩擦抵抗を受ける。特に大型船の場合には、船体抵抗の大部分が船底部における外水の相対流により生じる摩擦抵抗で占められている。

船体の周囲に空気を噴出して摩擦抵抗を低減する空気潤滑による船体摩擦抵抗の軽減は、省エネ効果が大きく、船舶からのCO<sub>2</sub>排出削減に有効な手段である。

しかし喫水の深い大型外航船舶では船底に空気を送る必要エネルギーが大きく、ブロワのみによる空気潤滑法の適用は省エネ効果を得る上で限界がある。そこで考えられたのが主機の過給機まわりの加圧された空気あるいは排気ガスを利用するシステムである。

[0003] 特許文献1及び特許文献2では、空気冷却機と主機間の加圧された空気である掃気ガスを利用する装置が提案されている。

また、特許文献3及び特許文献4では、主機の排気ガスを利用する装置が提案されている。

また、特許文献5では、過給機の低圧箇所から抽出した圧力の低い加圧空気を利用する装置が提案されている。

また、特許文献6では、過給機と主機との間の加圧空気及び／又は排気ガスを利用する装置が提案されている。

また、特許文献7では、排気ガスにより回転駆動される圧縮ガス提供手段を備えて、この圧縮ガス提供手段での圧縮ガスを利用する装置が提案されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0004] 特許文献1：特開平11-348870号公報  
特許文献2：特開平11-348871号公報  
特許文献3：特開平11-348869号公報  
特許文献4：特開2001-97276号公報  
特許文献5：特開2001-48082号公報  
特許文献6：特開2010-23631号公報  
特許文献7：特開2010-274905号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、過給機により主機に供給される加圧空気圧（掃気圧）は主機出力に比例する。すなわち、主機負荷が低いときには低く、主機負荷が高いときには高くなる性質がある。排気ガスについても、主機出力に比例する点では同様である。

一方、船の喫水は載荷状態で変わる。そのため、満載等で主機負荷が低い場合には主機の掃気圧が喫水圧より低くなり、空気潤滑が適用できないケースが出てくる。

特許文献1から特許文献7では、主機出力によって変動するガス圧や積載状態によって変動する喫水圧に対して、空気潤滑が適用できる範囲を広げる対応、またエネルギー効率を考えた対応は取られていない。

- [0006] そこで、本発明は、過給機により主機に供給される加圧空気圧が主機の出力によって変動しても、更に積載状態によって喫水圧が変動しても、これらの変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる空気潤滑式船舶の空気供給装置を提供することを目的とする。本発明によれば、エネルギー効率が高く省エネ効果の向上が可能な空気潤滑式船舶の空気供給装置を提供できる。

## 課題を解決するための手段

[0007] 請求項1記載に対応した空気潤滑式船舶の空気供給装置においては、船体の周囲に空気を噴出して摩擦抵抗を低減する空気潤滑式船舶の空気供給装置において、空気潤滑式船舶の主機に加圧空気を供給する過給機と、加圧空気の一部を取り出す取出手段と、取出手段で取り出した加圧空気をさらに昇圧する昇圧手段と、昇圧手段で昇圧された昇圧空気を供給する昇圧経路と、昇圧手段をバイパスするバイパス経路と、昇圧経路とバイパス経路を選択する経路選択手段とを備え、経路選択手段で昇圧経路及び／又はバイパス経路を選択して昇圧空気及び／又は加圧空気を供給して船体の周囲に噴出させたことを特徴とする。請求項1に記載の本発明によれば、バイパス経路が選択された場合には、主機に供給する加圧空気を用いて船体の周囲に空気を噴出し、昇圧経路が選択された場合には、加圧空気を昇圧手段によって更に昇圧した昇圧空気を用いて船体の周囲に空気を噴出することができる。すなわち、加圧空気だけで噴出させる場合と昇圧手段でアシストした昇圧空気でも噴出させる場合とを選択することができる。従って、請求項1に記載の本発明によれば、主機に供給される加圧空気圧が主機の出力によって変動しても、更に積載状態によって喫水圧が変動しても、これらの変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。従って、エネルギー効率が高く省エネ効果の向上が可能な空気潤滑式船舶を実現することができる。なお、ここで言う加圧空気とは、過給機で加圧された空気が主機で燃焼した後の、加圧された排気ガスも含むものとする。

[0008] 請求項2記載の本発明は、請求項1に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、昇圧手段と昇圧経路と経路選択手段とを複数備え、昇圧手段の任意数の運転による昇圧空気の供給を可能にしたことを特徴とする。請求項2に記載の本発明によれば、複数の昇圧手段を切り換えることで、加圧空気圧の変動や喫水圧の変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。従って、エネルギー効率や省エネ効果を更に高めることができる。

[0009] 請求項3記載の本発明は、請求項1又は請求項2に記載の空気潤滑式船舶

の空気供給装置において、昇圧手段に大気から空気を吸い込む大気吸込手段をさらに備え、大気からの空気を昇圧して供給することを可能にしたことを特徴とする。請求項3に記載の本発明によれば、加圧空気とは別に、大気からの空気を用いて船体の周囲に空気を噴出することができ、例えば喫水圧が低い場合には、大気からの空気を船体の周囲に供給することができる。従って、エネルギー効率や省エネ効果を更に高めることができる。

[0010] 請求項4に記載の本発明は、請求項3に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、経路選択手段でバイパス経路を選択し、昇圧手段をバイパスして加圧空気をバイパス経路から供給し、また大気吸込手段を制御して大気からの空気を昇圧して昇圧経路から供給したことを特徴とする。請求項4に記載の本発明によれば、バイパス経路では加圧空気を供給するとともに、昇圧経路では大気からの空気を供給する。従って、船体の周囲への空気の噴出量を多くして摩擦低減効果を高め、省エネ効果を更に向上することができる。

[0011] 請求項5に記載の本発明は、請求項1から請求項4のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、取出手段で取り出す加圧空気が、過給機を構成するコンプレッサーから主機に送られる加圧空気の一部としての掃気ガスであることを特徴とする。請求項5に記載の本発明によれば、掃気ガスを利用することで、昇圧手段に要するエネルギーを低減することができる。

[0012] 請求項6に記載の本発明は、請求項1から請求項5のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、船体の喫水を検出する喫水検出手段と、経路選択手段と昇圧手段とを制御する制御手段とをさらに備え、喫水検出手段の検出結果に基づいて制御手段で制御を行うことを特徴とする。請求項6に記載の本発明によれば、積載状態による喫水圧の変動を、喫水検出手段で検出することができ、制御手段では喫水圧に応じた制御を行うことで、加圧空気と昇圧空気を適宜組み合わせることで供給することが可能となり、空気潤滑の適用できる条件を的確に設定できる。従って、エネルギー効率が高い空気の供給方法を選択することができる。

- [0013] 請求項 7 記載の本発明は、請求項 6 に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、主機の負荷を検出する負荷検出手段をさらに備え、負荷検出手段の検出結果に基づいて制御手段で制御を行うことを特徴とする。請求項 7 に記載の本発明によれば、主機の出力による加圧空気圧の変動を、負荷検出手段で検出することができ、制御手段では加圧空気圧に応じた制御を行う。従って、エネルギー効率が低い空気の供給方法を選択することができる。
- [0014] 請求項 8 記載の本発明は、請求項 7 に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、負荷検出手段が、過給機の掃気ガス圧の検出であることを特徴とする。請求項 8 に記載の本発明によれば、掃気ガス圧によって主機の出力による変動を検出することで、加圧空気圧の変動検出をタイムラグ無く検出することができるため、負荷の変動に追従した制御を行うことができる。従って、エネルギー効率を高めることができる。
- [0015] 請求項 9 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、過給機から昇圧手段までの間に、加圧空気の流量を調節する流量調節弁をさらに備えたことを特徴とする。請求項 9 に記載の本発明によれば、流量調整弁を備えることで、昇圧手段の運転状態の影響による流量変動を緩和し、過給機から主機への加圧空気の供給流量を安定させることができる。従って、主機のエネルギー効率の低下を防止することができる。
- [0016] 請求項 10 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、過給機から昇圧手段に至る加圧空気の流量を検出する流量検出手段をさらに備えたことを特徴とする。請求項 10 に記載の本発明によれば、流量検出手段を備えることで、加圧空気の流量制御を安定して行うことができる。
- [0017] 請求項 11 記載の本発明は、請求項 10 に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、流量検出手段で検出される流量検出値をフィードバックして流量調節弁を制御することを特徴とする。請求項 11 に記載の本発明によれば、流量調節弁を制御することで、加圧空気を設定した流量に従って取り

出す制御ができ、主機への加圧空気量を適正に維持し、昇圧手段での昇圧を効果的に高めることができる。更に、例えば昇圧手段にトラブルが発生した場合では流量調整弁によって掃気圧を調整できるために主機にトラブルの影響を与えることがなく安全性が高い。

[0018] 請求項 1 2 記載の本発明は、請求項 9 から請求項 1 1 のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、流量調節弁の開度又は流量検出手段で検出される流量検出値をフィードバックして昇圧手段を制御することを特徴とする。請求項 1 2 に記載の本発明によれば、設定した開度又は流量に従って昇圧手段を制御し、所定の流量を得ることができる。

[0019] 請求項 1 3 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 1 2 のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、昇圧手段として、回転数制御が可能なブロワを用いたことを特徴とする。請求項 1 3 に記載の本発明によれば、加圧空気圧の変動や喫水圧の変動に応じてブロワによる昇圧調整を行うことができる。

[0020] 請求項 1 4 記載の本発明は、請求項 1 3 に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、ブロワの回転数を検出し、検出される回転数検出値をフィードバックしてブロワを制御したことを特徴とする。請求項 1 4 に記載の本発明によれば、ブロワの回転数によって制御ができるため、流量検出手段などの検出を行うことなく制御できる。

[0021] 請求項 1 5 記載の本発明は、請求項 9 から請求項 1 4 のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置において、船体の運動を検出する船体運動検出手段をさらに備え、船体運動検出手段の船体運動検出値をフィードフォワードして流量調節弁及び／又は昇圧手段を制御したことを特徴とする。請求項 1 5 に記載の本発明によれば、船体運動検出手段を備えることで、船体運動検出値から喫水等の変動を予測し加圧空気や昇圧空気の組み合わせや流量制御を行うことができる。

### 発明の効果

[0022] 本発明によれば、過給機により主機に供給される加圧空気圧が主機の出力



によって変動しても、更に積載状態によって喫水圧が変動しても、これらの変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。従って、エネルギー効率が高く省エネ効果の向上が可能な空気潤滑式船舶を実現することができる。

[0023] また、昇圧手段と昇圧経路と経路選択手段とを複数備え、昇圧手段の任意数の運転による昇圧空気の供給を可能にした場合には、複数の昇圧手段を切り換えることで、加圧空気圧の変動や喫水圧の変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。従って、エネルギー効率や省エネ効果を更に高めることができる。

[0024] また、昇圧手段に大気から空気を吸い込む大気吸込手段をさらに備え、大気からの空気を昇圧して供給することを可能にした場合には、加圧空気とは別に、大気からの空気をを用いて船体の周囲に空気を噴出することができ、例えば喫水圧が低い場合には、大気からの空気を船体の周囲に供給することができる。従って、エネルギー効率や省エネ効果を更に高めることができる。

[0025] また、経路選択手段でバイパス経路を選択し、昇圧手段をバイパスして加圧空気をバイパス経路から供給し、また大気吸込手段を制御して大気からの空気を昇圧して昇圧経路から供給した場合には、バイパス経路では加圧空気を供給するとともに、昇圧経路では大気からの空気を供給する。従って、船体の周囲への空気の噴出量を多くして摩擦低減効果を高め、省エネ効果を更に向上することができる。

[0026] また、取出手段で取り出す加圧空気が、過給機を構成するコンプレッサーから主機に送られる加圧空気の一部としての掃気ガスである場合には、掃気ガスを利用することで、昇圧手段に要するエネルギーを低減することができる。

[0027] また、船体の喫水を検出する喫水検出手段と、経路選択手段と昇圧手段とを制御する制御手段とをさらに備え、喫水検出手段の検出結果に基づいて制御手段で制御を行う場合には、積載状態による喫水圧の変動を、喫水検出手段で検出することができ、制御手段では喫水圧に応じた制御を行うことで、

加圧空気と昇圧空気を適宜組み合わせることで供給することが可能となり、空気潤滑の適用できる条件を的確に設定できる。従って、エネルギー効率が高い空気の供給方法を選択することができる。

[0028] また、主機の負荷を検出する負荷検出手段をさらに備え、負荷検出手段の検出結果に基づいて制御手段で制御を行う場合には、主機の出力による加圧空気圧の変動を、負荷検出手段で検出することができ、制御手段では加圧空気圧に応じた制御を行う。従って、エネルギー効率が高い空気の供給方法を選択することができる。

[0029] また、負荷検出手段が、過給機の掃気ガス圧の検出である場合には、掃気ガス圧によって主機の出力による変動を検出することで、加圧空気圧の変動検出をタイムラグ無く検出することができるため、負荷の変動に追従した制御を行うことができる。従って、エネルギー効率を高めることができる。

[0030] また、過給機から昇圧手段までの間に、加圧空気の流量を調節する流量調節弁をさらに備えた場合には、流量調整弁を備えることで、昇圧手段の運転状態の影響による流量変動を緩和し、過給機から主機への加圧空気の供給流量を安定させることができる。従って、主機のエネルギー効率の低下を防止することができる。

[0031] また、過給機から昇圧手段に至る加圧空気の流量を検出する流量検出手段をさらに備えた場合には、流量検出手段を備えることで、加圧空気の流量制御を安定して行うことができる。

[0032] また、流量検出手段で検出される流量検出値をフィードバックして流量調節弁を制御する場合には、流量調節弁を制御することで、加圧空気量を設定した流量に従って取り出す制御ができ、主機への加圧空気量を適正に維持し、昇圧手段での昇圧を効果的に高めることができる。更に、例えば昇圧手段にトラブルが発生した場合には流量調整弁によって掃気圧を調整できるために主機にトラブルの影響を与えることがなく安全性が高い。また、例えば流量調節弁を全開としない開度となるように余力を持たせて流量設定をし、昇圧手段の変動に対応して流量調節弁でこれを補う制御をして流量を安定化す

ることも可能となる。

- [0033] また、流量調節弁の開度又は流量検出手段で検出される流量検出値をフィードバックして昇圧手段を制御する場合には、設定した開度又は流量に従って昇圧手段を制御し、所定の流量を得ることができる。
- [0034] また、昇圧手段として、回転数制御が可能なブロワを用いた場合には、加圧空気圧の変動や喫水圧の変動に応じてブロワによる昇圧調整を行うことができる。
- [0035] また、ブロワの回転数を検出し、検出される回転数検出値をフィードバックしてブロワを制御した場合には、ブロワの回転数によって制御ができるため、流量検出手段などの検出を行うことなく制御できる。
- [0036] また、船体の運動を検出する船体運動検出手段をさらに備え、船体運動検出手段の船体運動検出値をフィードフォワードして流量調節弁及び／又は昇圧手段を制御した場合には、船体運動検出手段を備えることで、船体運動検出値から喫水等の変動を予測し加圧空気や昇圧空気の組み合わせや流量制御を行うことができる。

### 図面の簡単な説明

- [0037] [図1]本発明の実施形態による空気供給装置を搭載した空気潤滑式船舶の概略構成図
- [図2]掃気バイパスガスを昇圧して空気供給口から噴出させる経路を示す同空気潤滑式船舶の空気供給装置の概略構成図
- [図3]掃気バイパスガスを昇圧することなく空気供給口から噴出させる経路を示す同空気潤滑式船舶の空気供給装置の概略構成図
- [図4]掃気バイパスガスと大気導入空気とをそれぞれ別に空気供給口から噴出させる経路を示す同空気潤滑式船舶の空気供給装置の概略構成図
- [図5]横軸を掃気圧 ( $P_s$ )、縦軸を喫水圧 ( $P_d$ ) とし、それぞれの条件による切り換え方法を示す図
- [図6]空気潤滑式船舶の他の実施形態による空気供給装置の概略構成図
- [図7]空気潤滑式船舶の更に他の実施形態による空気供給装置の概略構成図

## 符号の説明

- [0038]
- 1 船体
  - 4 船底
  - 6 主機
  - 7 空気供給装置
  - 10 過給機
  - 21 取出経路
  - 22 流量調節弁
  - 30a 第1の昇圧手段
  - 30b 第2の昇圧手段
  - 31 流量検出手段
  - 32 弁制御部
  - 33 ブロワ制御部
  - 41a 第1の昇圧経路
  - 41b 第2の昇圧経路
  - 51 バイパス経路
  - 61a 第1の開閉弁
  - 61b 第2の開閉弁
  - 62a 第4の開閉弁
  - 62b 第5の開閉弁
  - 63 第3の開閉弁
  - 70 大気吸込経路
  - 71a 第1の大気吸込経路
  - 71b 第2の大気吸込経路
  - 72a 第6の開閉弁
  - 72b 第8の開閉弁
  - 73a 第1の大気経路
  - 73b 第2の大気経路

- 74 a 第7の開閉弁
- 74 b 第9の開閉弁
- 80 空気供給口
- 90 空気経路
- 110 制御手段
- 111 喫水検出手段
- 112 負荷検出手段
- 113 船体運動検出手段

### 発明を実施するための形態

[0039] 以下に、本発明の実施形態による空気潤滑式船舶の空気供給装置について説明する。

図1は本発明の実施形態による空気供給装置を搭載した空気潤滑式船舶の概略構成図である。図2から図4は同空気潤滑式船舶の空気供給装置の概略構成図である。図2は掃気バイパスガスを昇圧して空気供給口から噴出させる経路を示す。図3は掃気バイパスガスを昇圧することなく空気供給口から噴出させる経路を示す。図4は掃気バイパスガスと大気導入空気とをそれぞれ別に空気供給口から噴出させる経路を示す。

[0040] 図1に示すように、本実施形態の空気潤滑式船舶は、船体1の船首部2側には空気供給装置7（主要部）を備え、船尾3側にはプロペラを駆動する駆動源5を備えている。船首部2の船底4には、空気供給口80が設けられている。空気供給口80から船体1の船底4周囲に空気を気泡として噴出することにより、海面S. L. よりも下の船底4の広い領域に気泡を供給して、高い摩擦抵抗低減効果を得ることができる。

また、空気供給装置7を船首部2に設けることにより、空気供給口80に至る空気経路90を短くすることができる。従って、空気経路90における圧力損失を抑制して、空気供給口80に効率良く空気を供給することができる。

なお、空気供給口80は、船底4に近い船首側面部、船体1の幅が狭くな

り始める船底4、又は船体1側面に設けてもよい。

[0041] 駆動源5は、内燃機関である主機6と、主機6に加圧空気を供給し主機6の排気ガスにより駆動される過給機10を有する。

主機6に供給される前の加圧空気の一部は、取出経路21を通過して空気供給装置7に送られる。

空気供給装置7には、大気から空気を吸い込む大気吸込経路70が設けられている。

[0042] 次に、図2を用いて空気供給装置の構成について説明する。

空気供給装置7（主要部）には、取出経路21から加圧空気の一部が導入される。

過給機10は、主機6の排気経路から動力を取り出すタービン11と、このタービン11によって動作するコンプレッサー12と、コンプレッサー12で加圧された空気を主機6のシリンダーに導入する掃気レシーバ13とを有する。

取出経路21の一端は、掃気レシーバ13に接続されている。加圧空気は、掃気レシーバ13から取出経路21に導出される。

取出経路21の他端は3つ経路に分岐している。それぞれ経路端には第1の開閉弁61a、第2の開閉弁61b、第3の開閉弁63が設けられている。

[0043] 取出経路21には、加圧空気の流量を調節する流量調節弁22と、加圧空気の流量を検出する流量検出手段31を設けている。流量調節弁22は、流量検出手段31で検出される流量検出値をフィードバックしてPID制御される。流量検出手段31で検出される流量検出値は弁制御部32で設定値SPと比較され、弁制御部32は、流量検出値が設定値SPに近づくように流量調節弁22に動作信号を与える。弁制御部32に入力される設定値SPは、例えば主機出力等に応じた最適流量を設定する。

取出手段は、取出経路21、流量調節弁22、流量検出手段31、及び弁制御部32で構成される。

[0044] ブロワ制御部 33 は、流量調節弁 22 の開度で検出される流量検出値をフィードバックして第 1 の昇圧手段 30 a を制御する。流量調節弁 22 で検出される流量検出値はブロワ制御部 33 で設定値と比較され、ブロワ制御部 33 は、流量検出値が設定値 SP に近づくように第 1 の昇圧手段 30 a の回転数を制御する。ブロワ制御部 33 に入力される設定値 SP は、例えば弁開度 80 ~ 95 % の範囲での一定値を設定する。

[0045] 第 1 の昇圧経路 41 a は、一端に第 1 の開閉弁 61 a を、他端に第 4 の開閉弁 62 a を有する。第 1 の昇圧経路 41 a には、取出手段で取り出した加压空気をさらに昇圧する第 1 の昇圧手段 30 a を備えている。第 1 の昇圧経路 41 a は、第 1 の昇圧手段 30 a で昇圧された昇圧空気を供給する。

第 2 の昇圧経路 41 b は、一端に第 2 の開閉弁 61 b を、他端に第 5 の開閉弁 62 b を有する。第 2 の昇圧経路 41 b には、取出手段で取り出した加压空気をさらに昇圧する第 2 の昇圧手段 30 b を備えている。第 2 の昇圧経路 41 b は、第 2 の昇圧手段 30 b で昇圧された昇圧空気を供給する。

[0046] 第 3 の開閉弁 63 には、第 1 の昇圧手段 30 a 及び第 2 の昇圧手段 30 b をバイパスするバイパス経路 51 が接続されている。

第 1 の昇圧経路 41 a とバイパス経路 51 を選択する経路選択手段は、第 1 の開閉弁 61 a、第 3 の開閉弁 63、及び第 4 の開閉弁 62 a で構成される。

第 2 の昇圧経路 41 b とバイパス経路 51 を選択する経路選択手段は、第 2 の開閉弁 61 b、第 3 の開閉弁 63、及び第 5 の開閉弁 62 b で構成される。

経路選択手段は、経路選択の設定を行う設定手段、経路選択制御を行う制御手段を含むこともできる。

[0047] 第 1 の開閉弁 61 a と第 1 の昇圧手段 30 a を接続する第 1 の昇圧経路 41 a には、第 1 の大気吸込経路 71 a が接続されている。第 1 の大気吸込経路 71 a は、一端を大気に開放し、他端を第 1 の昇圧経路 41 a に接続している。第 1 の大気吸込経路 71 a には、第 6 の開閉弁 72 a を備えている。

第1の昇圧手段30aと第4の開閉弁62aを接続する第1の昇圧経路41aには、第1の大気経路73aが接続されている。第1の大気経路73aは、一端を第1の昇圧経路41aに、他端を第7の開閉弁74aに接続している。

第1の昇圧手段30aに大気から空気を吸い込む大気吸込手段は、第1の大気吸込経路71aと第6の開閉弁72aで構成される。

[0048] 第2の開閉弁61bと第2の昇圧手段30bを接続する第2の昇圧経路41bには、第2の大気吸込経路71bが接続されている。第2の大気吸込経路71bは、一端を大気に開放し、他端を第2の昇圧経路41bに接続している。第2の大気吸込経路71bには、第8の開閉弁72bを備えている。

第2の昇圧手段30bと第5の開閉弁62bを接続する第2の昇圧経路41bには、第2の大気経路73bが接続されている。第2の大気経路73bは、一端を第2の昇圧経路41bに、他端を第9の開閉弁74bに接続している。

第2の昇圧手段30bに大気から空気を吸い込む大気吸込手段は、第2の大気吸込経路71bと第8の開閉弁72bで構成される。

[0049] 図1に示した空気供給口80は、S1右舷側供給口81、S2右舷側供給口82、S3右舷側供給口83、P1左舷側供給口84、P2左舷側供給口85、及びP3左舷側供給口86から構成される。

S1右舷側供給口81にはS1供給経路91が接続されている。S2右舷側供給口82にはS2供給経路92が接続されている。S3右舷側供給口83にはS3供給経路93が接続されている。P1左舷側供給口84にはP1供給経路94が接続されている。P2左舷側供給口85にはP2供給経路95が接続されている。P3左舷側供給口86にはP3供給経路96が接続されている。

S1供給経路91にはS1開閉弁101が設けられている。S2供給経路92にはS2開閉弁102が設けられている。S3供給経路93にはS3開閉弁103が設けられている。P1供給経路94にはP1開閉弁104が設



けられている。P 2 供給経路 9 5 には P 2 開閉弁 1 0 5 が設けられている。  
P 3 供給経路 9 6 には P 3 開閉弁 1 0 6 が設けられている。

[0050] 第 4 の開閉弁 6 2 a の流出側経路は複数に分岐して、S 1 供給経路 9 1、  
S 2 供給経路 9 2、S 3 供給経路 9 3、P 1 供給経路 9 4、P 2 供給経路 9  
5、及び P 3 供給経路 9 6 に接続されている。

第 5 の開閉弁 6 2 b の流出側経路は複数に分岐して、S 1 供給経路 9 1、  
S 2 供給経路 9 2、S 3 供給経路 9 3、P 1 供給経路 9 4、P 2 供給経路 9  
5、及び P 3 供給経路 9 6 に接続されている。

バイパス経路 5 1 の流出側経路は複数に分岐して、S 1 供給経路 9 1、S  
2 供給経路 9 2、S 3 供給経路 9 3、P 1 供給経路 9 4、P 2 供給経路 9 5  
、及び P 3 供給経路 9 6 に接続されている。

第 7 の開閉弁 7 4 a の流出側経路 7 5 a は、S 1 右舷側供給口 8 1 に接続  
されている。

第 9 の開閉弁 7 4 b の流出側経路 7 5 b は、P 1 左舷側供給口 8 4 に接続  
されている。

[0051] 空気供給装置 7 は、取出手段、経路選択手段、第 1 の昇圧手段 3 0 a、及  
び大気吸込手段を制御する制御手段 1 1 0 と、船体 1 の喫水を検出する喫水  
検出手段 1 1 1 と、主機 6 の負荷を検出する負荷検出手段 1 1 2 と、船体 1  
の運動を検出する船体運動検出手段 1 1 3 とをさらに備えている。

負荷検出手段 1 1 2 は、例えば、過給機 1 0 の掃気ガス圧によって負荷を  
検出するものである。

制御手段 1 1 0 は、喫水検出手段 1 1 1、負荷検出手段 1 1 2、及び船体  
運動検出手段 1 1 3 の少なくとも一つの検出結果に基づいて制御を行う。

船体運動検出手段 1 1 3 の船体運動検出値は、フィードフォワードして流  
量調節弁 2 2 及び／又は第 1 の昇圧手段 3 0 a を制御することができる。こ  
の場合、フィードフォワード制御により、船体運動検出値から喫水等の変動  
を予測して、流量調整弁 2 2 の制御や第 1 の昇圧手段 3 0 a の制御を行うこ  
とで、応答が比較的緩慢な空気供給系の制御を、応答遅れなく行うことがで

きる。概念的には、フィードフォワード制御でラフに速く制御を行い、フィードバック制御で更に微調整する。

[0052] なお、図2では、第1の昇圧手段30aに関する制御だけを示すが、第2の昇圧手段30bについても同様の構成で制御することができる。この場合、ブロワ制御部33は、制御機能を兼ねることができる。第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bには、回転数制御が可能なブロワを用いることが好ましい。

[0053] 次に、図2から図4を用いて空気供給経路について説明する。

図2は掃気バイパスガスを昇圧して空気供給口から噴出させる経路を示す。

取出経路21からの加圧空気は、経路選択手段によって第1の昇圧経路41aに導かれ、第1の昇圧手段30aで昇圧される。その後、加圧空気は、S1供給経路91、S2供給経路92、P1供給経路94、及びP2供給経路95に導かれ、S1右舷側供給口81、S2右舷側供給口82、P1左舷側供給口84、及びP2左舷側供給口85から噴出する。

[0054] 経路選択手段では、第1の開閉弁61aと第4の開閉弁62aを開、第2の開閉弁61bと第3の開閉弁63と第5の開閉弁62bを閉とすることで、第1の昇圧経路41aに取出経路21からの加圧空気を導いている。

なお、掃気バイパスガスを昇圧して噴出する場合には、大気からの空気は吸い込まない。従って、第6の開閉弁72a、第7の開閉弁74a、第8の開閉弁72b、及び第9の開閉弁74bは閉としている。

また、昇圧空気は、S1右舷側供給口81、S2右舷側供給口82、P1左舷側供給口84、及びP2左舷側供給口85から噴出させるため、S1開閉弁101、S2開閉弁102、P1開閉弁104、及びP2開閉弁105は開、S3開閉弁103及びP3開閉弁106は閉としている。

[0055] 図2に示す経路は、満載時で主機6の出力が低い場合に有効である。すなわち、満載時には喫水圧が高くなり、主機6に供給される加圧空気圧が低下している場合には、第1の昇圧手段30aでアシストした昇圧空気を噴出さ

せることで、摩擦抵抗を低減させる空気を噴出することができる。

[0056] ここで、喫水圧の上昇は喫水検出手段 1 1 1 で検出され、主機 6 に供給される加圧空気圧の低下は負荷検出手段 1 1 2 で検出される。

従って、喫水検出手段 1 1 1 で喫水圧の上昇を検出し、負荷検出手段 1 1 2 で加圧空気圧の低下を検出した場合には、制御手段 1 1 0 によって、経路選択手段とその他の開閉弁、第 1 の昇圧手段 3 0 a、及び第 2 の昇圧手段 3 0 b が制御され、第 1 の昇圧手段 3 0 a でのアシストが行われる。

[0057] 図 3 は掃気バイパスガスを昇圧することなく空気供給口から噴出させる経路を示す。

取出経路 2 1 からの加圧空気は、経路選択手段によってバイパス経路 5 1 に導かれる。その後、加圧空気は、S 1 供給経路 9 1、S 2 供給経路 9 2、P 1 供給経路 9 4、及び P 2 供給経路 9 5 に導かれ、S 1 右舷側供給口 8 1、S 2 右舷側供給口 8 2、P 1 左舷側供給口 8 4、及び P 2 左舷側供給口 8 5 から噴出する。

[0058] 経路選択手段では、第 1 の開閉弁 6 1 a と第 4 の開閉弁 6 2 a と第 2 の開閉弁 6 1 b と第 5 の開閉弁 6 2 b を閉、第 3 の開閉弁 6 3 を開とすることで、バイパス経路 5 1 に取出経路 2 1 からの加圧空気を導いている。

なお、掃気バイパスガスを昇圧することなく噴出する場合には、大気からの空気は吸い込まない。従って、第 6 の開閉弁 7 2 a、第 7 の開閉弁 7 4 a、第 8 の開閉弁 7 2 b、及び第 9 の開閉弁 7 4 b は閉としている。

また、加圧空気は、S 1 右舷側供給口 8 1、S 2 右舷側供給口 8 2、P 1 左舷側供給口 8 4、及び P 2 左舷側供給口 8 5 から噴出させるため、S 1 開閉弁 1 0 1、S 2 開閉弁 1 0 2、P 1 開閉弁 1 0 4、及び P 2 開閉弁 1 0 5 は開、S 3 開閉弁 1 0 3 及び P 3 開閉弁 1 0 6 は閉としている。

[0059] 図 3 に示す経路は、満載時で主機 6 の出力が高い場合に有効である。すなわち、満載時には喫水圧が高くなるが、主機 6 に供給される加圧空気圧が高い場合には、第 1 の昇圧手段 3 0 a でアシストすることなく加圧空気を噴出させることができ、摩擦抵抗を低減させる空気を噴出することができる。

[0060] ここで、喫水圧の上昇は喫水検出手段 1 1 1 で検出され、主機 6 に供給される加圧空気圧は負荷検出手段 1 1 2 で検出される。

従って、喫水検出手段 1 1 1 で喫水圧の上昇を検出しても、負荷検出手段 1 1 2 で十分な加圧空気圧を検出した場合には、制御手段 1 1 0 によって、経路選択手段とその他の開閉弁、第 1 の昇圧手段 3 0 a、及び第 2 の昇圧手段 3 0 b が制御され、第 1 の昇圧手段 3 0 a でのアシストを行わない。

[0061] 図 4 は掃気バイパスガスと大気導入空気とをそれぞれ別に空気供給口から噴出させる経路を示す。

取出経路 2 1 からの加圧空気は、経路選択手段によってバイパス経路 5 1 に導かれる。その後、加圧空気は、S 2 供給経路 9 2、S 3 供給経路 9 3、P 2 供給経路 9 5、及び P 3 供給経路 9 6 に導かれ、S 2 右舷側供給口 8 2、S 3 右舷側供給口 8 3、P 2 左舷側供給口 8 5、及び P 3 左舷側供給口 8 6 から噴出する。

[0062] 第 1 の大気吸込経路 7 1 a の一端から導入される空気は、第 1 の昇圧経路 4 1 a に導かれ、第 1 の昇圧手段 3 0 a で昇圧された後、第 1 の大気経路 7 3 a 及び流出側経路 7 5 a に導かれ、S 1 右舷側供給口 8 1 から噴出する。

第 2 の大気吸込経路 7 1 b の一端から導入される空気は、第 2 の昇圧経路 4 1 b に導かれ、第 2 の昇圧手段 3 0 b で昇圧された後、第 2 の大気経路 7 3 b 及び流出側経路 7 5 b に導かれ、P 1 左舷側供給口 8 4 から噴出する。

[0063] 経路選択手段では、第 1 の開閉弁 6 1 a と第 4 の開閉弁 6 2 a と第 2 の開閉弁 6 1 b と第 5 の開閉弁 6 2 b を閉、第 3 の開閉弁 6 3 を開とすることで、バイパス経路 5 1 に取出経路 2 1 からの加圧空気を導いている。

大気からの空気を吸い込むため、第 6 の開閉弁 7 2 a、第 7 の開閉弁 7 4 a、第 8 の開閉弁 7 2 b、及び第 9 の開閉弁 7 4 b は開としている。

また、加圧空気は、S 2 右舷側供給口 8 2、S 3 右舷側供給口 8 3、P 2 左舷側供給口 8 5、及び P 3 左舷側供給口 8 6 から噴出させるため、S 2 開閉弁 1 0 2、S 3 開閉弁 1 0 3、P 2 開閉弁 1 0 5、及び P 3 開閉弁 1 0 6 は開、S 1 開閉弁 1 0 1 及び P 1 開閉弁 1 0 4 は閉としている。

[0064] 図4に示す経路は、バラスト時に有効である。すなわち、バラスト時には喫水圧が低くなるため、主機6に供給される加圧空気は、第1の昇圧手段30aでアシストすることなく噴出させることができ、摩擦抵抗を低減させる空気を噴出することができる。また、バラスト時には喫水圧が低いため、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bの動作に大きなエネルギーを要さない。従って、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bを動作させて大気導入空気を用いることで、摩擦抵抗を低減させる効果が第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bを動作させるためのエネルギー損出を上回ることができる。

[0065] ここで、バラスト時の喫水圧の低下は喫水検出手段111で検出される。従って、喫水検出手段111で喫水圧の低下を検出した場合には、制御手段110によって、経路選択手段とその他の開閉弁、第1の昇圧手段30a、及び第2の昇圧手段30bが制御され、掃気バイパスガスを導出させるとともに大気導入空気も噴出させる。

[0066] 次に、経路切り換え方法について説明する。

図5は、横軸を掃気圧 ( $P_s$ )、縦軸を喫水圧 ( $P_d$ ) とし、それぞれの条件による切り換え方法を示す。

掃気圧 ( $P_s$ ) が所定値以下の場合には、掃気バイパスを行わず (掃気バイパス停止領域)、掃気圧 ( $P_s$ ) が所定値を越える場合に、掃気バイパスを行う (掃気バイパス実施領域)。

[0067] 領域Aは、掃気バイパス停止領域で、喫水圧が所定値 ( $DP_b$ ) 以下、かつ  $P_d > P_s$  の条件を満たす領域である。領域Aでは、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bを動作させて大気導入空気を用いる。ここで、所定値 ( $DP_b$ ) は、空気の噴出による摩擦抵抗の低減効果が、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bに要するエネルギー損出を上回る圧力である。

領域Bは、掃気バイパス停止領域で、喫水圧が所定値 ( $DP_b$ ) より高い条件を満たす領域である。領域Bでは、空気の噴出による摩擦抵抗の低減効

果よりも、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bに要するエネルギー損出が大きいため、船体1の周囲への空気の噴出を行わない。

[0068] 領域Cは、掃気バイパス実施領域で、 $DP_b + P_d > P_s - P_1$ の条件を満たす領域である。領域Cでは、空気の噴出による摩擦抵抗の低減効果よりも、エネルギー損出が大きいため、船体1の周囲への空気の噴出を行わない。ここで、 $P_1$ は経路中の損出圧力である。

領域Dは、掃気バイパス実施領域で、喫水圧が所定値( $DP_b$ )より高く、 $P_d > P_s - P_1$ 、及び $DP_b + P_d < P_s - P_1$ の条件を満たす領域である。領域Dでは、掃気バイパスガスを昇圧して噴出させる(図2)。

領域Eは、掃気バイパス実施領域で、喫水圧が所定値( $DP_b$ )より高く、更に $P_d < P_s - P_1$ の条件を満たす領域である。領域Eでは、掃気バイパスガスを昇圧することなく噴出させる(図3)。

領域Fは、掃気バイパス実施領域で、喫水圧が所定値( $DP_b$ )以下、更に $P_d < P_s - P_1$ の条件を満たす領域である。領域Fでは、掃気バイパスガスと大気導入空気とをそれぞれ別に噴出させる(図4)。

領域Gは、掃気バイパス実施領域で、喫水圧が所定値( $DP_b$ )以下で、 $P_d > P_s - P_1$ 、及び $DP_b + P_d < P_s - P_1$ の条件を満たす領域である。領域Gでは、掃気バイパスガスを昇圧して噴出させる(図2)。領域Gでは、ブロウのみでの運転が可能なところ、敢えてアシストブロウを行って、余剰の掃気を利用しブロウ駆動に必要なエネルギーを低減してエネルギー効率を考慮した対応をしている。

[0069] 以上のように本実施形態によれば、空気潤滑式船舶の主機6に加圧空気を供給する過給機10と、加圧空気の一部を取り出す取出手段と、取出手段で取り出した加圧空気をさらに昇圧する第1の昇圧手段30aと、第1の昇圧手段30aで昇圧された昇圧空気を供給する第1の昇圧経路41aと、第1の昇圧手段30aをバイパスするバイパス経路51と、第1の昇圧経路41aとバイパス経路51を選択する経路選択手段とを備え、経路選択手段で第1の昇圧経路41a及び／又はバイパス経路51を選択して昇圧空気及び／

又は加圧空気を供給して船体の周囲に噴出させる。これにより、バイパス経路51が選択された場合には、主機6に供給する加圧空気を用いて船体1の周囲に空気を噴出し、第1の昇圧経路41aが選択された場合には、加圧空気を第1の昇圧手段30aによって更に昇圧した昇圧空気を用いて船体1の周囲に空気を噴出することができる。すなわち、加圧空気だけで噴出させる場合と第1の昇圧手段30aでアシストした昇圧空気でも噴出させる場合とを選択することができる。従って、主機6に供給される加圧空気圧が主機6の出力によって変動しても、更に積載状態によって喫水圧が変動しても、これらの変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。従って、エネルギー効率が高く省エネ効果の向上が可能な空気潤滑式船舶を実現することができる。

[0070] また本実施形態によれば、第1の昇圧手段30aとともに第2の昇圧手段30bを、第1の昇圧経路41aとともに第2の昇圧経路41bを、経路選択手段として第1の開閉弁61a及び第4の開閉弁62aとともに第2の開閉弁61b及び第5の開閉弁62bを備え、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bを、いずれか又は双方の運転による昇圧空気の供給を可能にする。これにより、加圧空気圧の変動や喫水圧の変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。従って、エネルギー効率や省エネ効果を更に高めることができる。

[0071] また本実施形態によれば、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bに大気から空気を吸い込む大気吸込手段をさらに備え、大気からの空気を昇圧して供給することを可能にする。これ、加圧空気とは別に、大気からの空気を用いて船体1の周囲に空気を噴出することができ、例えば喫水圧が低い場合には、大気からの空気を船体1の周囲に供給することができるため、エネルギー効率や省エネ効果を更に高めることができる。

[0072] また本実施形態によれば、経路選択手段でバイパス経路51を選択し、第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bをバイパスして加圧空気をバイパス経路51から供給し、また大気吸込手段を制御して大気からの空気を

昇圧して第1の昇圧経路41a及び第2の昇圧経路41bから供給する。これにより、バイパス経路51では加圧空気を供給するとともに、第1の昇圧経路41a及び第2の昇圧経路41bでは大気からの空気を供給することで、船体1の周囲への空気の噴出量を多くして摩擦低減効果を高め、省エネ効果を更に高めることができる。

[0073] また本実施形態によれば、取出手段で取り出す加圧空気が、過給機10を構成するコンプレッサー12から主機6に送られる加圧空気の一部としての掃気ガスを利用する。これにより、第1の昇圧手段30aに要するエネルギーを低減することができる。

[0074] また本実施形態によれば、船体1の喫水を検出する喫水検出手段111と、経路選択手段と第1の昇圧手段30aとを制御する制御手段110とをさらに備え、喫水検出手段111の検出結果に基づいて制御手段110で制御を行う。これにより、積載状態による喫水圧の変動を、喫水検出手段111で検出することができ、制御手段110では喫水圧に応じた制御を行うことで、加圧空気と昇圧空気を適宜組み合わせることで供給することが可能となり、空気潤滑の適用できる条件を的確に設定でき、エネルギー効率が高い空気の供給方法を選択することができる。

[0075] また本実施形態によれば、主機6の負荷を検出する負荷検出手段112をさらに備え、負荷検出手段112の検出結果に基づいて制御手段110で制御を行う。これにより、主機6の出力による加圧空気圧の変動を、負荷検出手段112で検出することができ、制御手段110では加圧空気圧に応じた制御を行うことで、エネルギー効率が高い空気の供給方法を選択することができる。

[0076] また本実施形態によれば、負荷検出手段112を、過給機10の掃気ガス圧の検出とする。これにより、加圧空気圧の変動検出をタイムラグ無く検出することができるため、負荷の変動に追従した制御を行うことができ、エネルギー効率を高めることができる。

[0077] また本実施形態によれば、過給機10から第1の昇圧手段30a又は第2



の昇圧手段30bまでの間に、加圧空気の流量を調節する流量調節弁22を備える。これにより、第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bの運転状態の影響による流量変動を緩和し、過給機10から主機6への加圧空気の供給流量を安定させることができ、主機6のエネルギー効率の低下を防止することができる。

[0078] また本実施形態によれば、過給機10から第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bに至る加圧空気の流量を検出する流量検出手段31を備える。これにより、加圧空気の流量制御を安定して行うことができる。

[0079] また本実施形態によれば、流量検出手段31で検出される流量検出値をフィードバックして流量調節弁22を制御する。これにより、加圧空気量を設定した流量に従って取り出す制御ができ、主機6への加圧空気量を適正に維持し、第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bでの昇圧を効果的に高めることができる。更に、例えば第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bにトラブルが発生した場合は流量調整弁22によって掃気圧を調整できるように、主機6にトラブルの影響を与えることがなく安全性が高い。

[0080] また本実施形態によれば、流量調節弁22の開度で検出される流量検出値をフィードバックして第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bを制御する。これにより、設定した開度又は流量に従って第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bを制御し、所定の流量を得ることができる。

[0081] また本実施形態によれば、第1の昇圧手段30a又は第2の昇圧手段30bとして、回転数制御が可能なブロワを用いる。これにより、加圧空気圧の変動や喫水圧の変動に応じてブロワによる昇圧調整を行うことができる。

[0082] また本実施形態によれば、船体1の運動を検出する船体運動検出手段113をさらに備え、船体運動検出手段113の船体運動検出値をフィードフォワードして流量調節弁22及び／又は第1の昇圧手段30a（又は第2の昇圧手段30b）を制御する。これにより、船体運動検出値から喫水等の変動を予測し、加圧空気や昇圧空気の組み合わせや流量制御を行うことができる。

[0083] 図6を用いて他の実施形態による空気供給装置の構成について説明する。

図6は空気潤滑式船舶の他の実施形態による空気供給装置の概略構成図である。なお、既に説明した実施形態と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態におけるブロワ制御部33は、流量検出手段31で検出される流量検出値をフィードバックして第1の昇圧手段30aを制御する。流量調節弁22は、全開にしておき、異常発生時に閉動作させるように制御する。

[0084] 本実施形態によれば、第1の昇圧手段30aを高い応答性で制御することができる。

なお、図6では、第1の昇圧手段30aに関する制御だけを示すが、第2の昇圧手段30bについても同様の構成で制御することができる。

第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bには、回転数制御が可能なブロワを用いることが好ましい。

[0085] 図7を用いて更に他の実施形態による空気供給装置の構成について説明する。

図7は空気潤滑式船舶の更に他の実施形態による空気供給装置の概略構成図である。なお、既に説明した実施形態と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態におけるブロワ制御部33は、第1の昇圧手段30aの回転数を検出し、検出される回転数検出値をフィードバックして第1の昇圧手段30aを制御する。流量調節弁22は、全開にしておき、異常発生時に閉動作させるように制御する。なお、流量調節弁22は、流量検出手段31で検出される流量検出値をフィードバックして制御してもよい。

[0086] 本実施形態によれば、第1の昇圧手段30aの回転数によって制御ができるため、流量検出手段31などの検出を行うことなく制御できる。

なお、図7では、第1の昇圧手段30aに関する制御だけを示すが、第2の昇圧手段30bについても同様の構成で制御することができる。

第1の昇圧手段30a及び第2の昇圧手段30bには、回転数制御が可能

なブロワを用いることが好ましい。

### 産業上の利用可能性

[0087] 本発明は、主機出力によって変動する供給ガス圧や積載状態によって変動する喫水圧に対して、これらの変動に応じて加圧空気を昇圧して噴出することができる。よって、本発明は、エネルギー効率の高い空気潤滑式船舶の空気供給装置として利用することができる。

また、船舶のみならず一時的な航行をする浮体や水中航行体にも本発明の思想は適用できる。

## 請求の範囲

- [請求項1] 船体の周囲に空気を噴出して摩擦抵抗を低減する空気潤滑式船舶の空気供給装置において、前記空気潤滑式船舶の主機に加圧空気を供給する過給機と、前記加圧空気の一部を取り出す取出手段と、前記取出手段で取り出した前記加圧空気をさらに昇圧する昇圧手段と、前記昇圧手段で昇圧された昇圧空気を供給する昇圧経路と、前記昇圧手段をバイパスするバイパス経路と、前記昇圧経路と前記バイパス経路を選択する経路選択手段とを備え、前記経路選択手段で前記昇圧経路及び／又は前記バイパス経路を選択して前記昇圧空気及び／又は前記加圧空気を供給して前記船体の周囲に噴出させたことを特徴とする空気潤滑式船舶の空気供給装置。
- [請求項2] 前記昇圧手段と前記昇圧経路と前記経路選択手段とを複数備え、前記昇圧手段の任意数の運転による前記昇圧空気の供給を可能にしたことを特徴とする請求項1に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。
- [請求項3] 前記昇圧手段に大気から空気を吸い込む大気吸込手段をさらに備え、大気からの空気を昇圧して供給することを可能にしたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。
- [請求項4] 前記経路選択手段で前記バイパス経路を選択し、前記昇圧手段をバイパスして前記加圧空気を前記バイパス経路から供給し、また前記大気吸込手段を制御して大気からの空気を昇圧して前記昇圧経路から供給したことを特徴とする請求項3に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。
- [請求項5] 前記取出手段で取り出す前記加圧空気が、前記過給機を構成するコンプレッサーから前記主機に送られる前記加圧空気の一部としての掃気ガスであることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。
- [請求項6] 前記船体の喫水を検出する喫水検出手段と、前記経路選択手段と前記昇圧手段とを制御する制御手段とをさらに備え、前記喫水検出手段

の検出結果に基づいて前記制御手段で制御を行うことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項7] 前記主機の負荷を検出する負荷検出手段をさらに備え、前記負荷検出手段の検出結果に基づいて前記制御手段で制御を行うことを特徴とする請求項6に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項8] 前記負荷検出手段が、前記過給機の掃気ガス圧の検出であることを特徴とする請求項7に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項9] 前記過給機から前記昇圧手段までの間に、前記加圧空気の流量を調節する流量調節弁をさらに備えたことを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項10] 前記過給機から前記昇圧手段に至る前記加圧空気の流量を検出する流量検出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項11] 前記流量検出手段で検出される流量検出値をフィードバックして前記流量調節弁を制御することを特徴とする請求項10に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項12] 前記流量調節弁の開度又は前記流量検出手段で検出される流量検出値をフィードバックして前記昇圧手段を制御することを特徴とする請求項9から請求項11のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

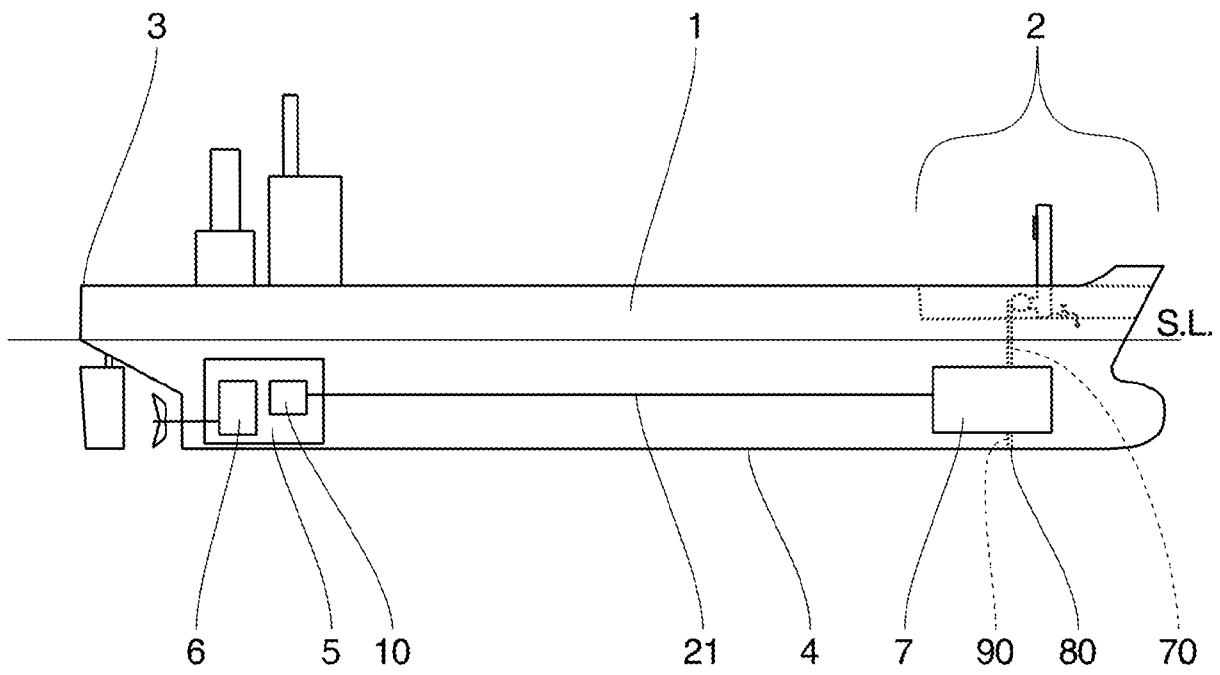
[請求項13] 前記昇圧手段として、回転数制御が可能なブロワを用いたことを特徴とする請求項1から請求項12のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[請求項14] 前記ブロワの回転数を検出し、検出される回転数検出値をフィードバックして前記ブロワを制御したことを特徴とする請求項13に記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

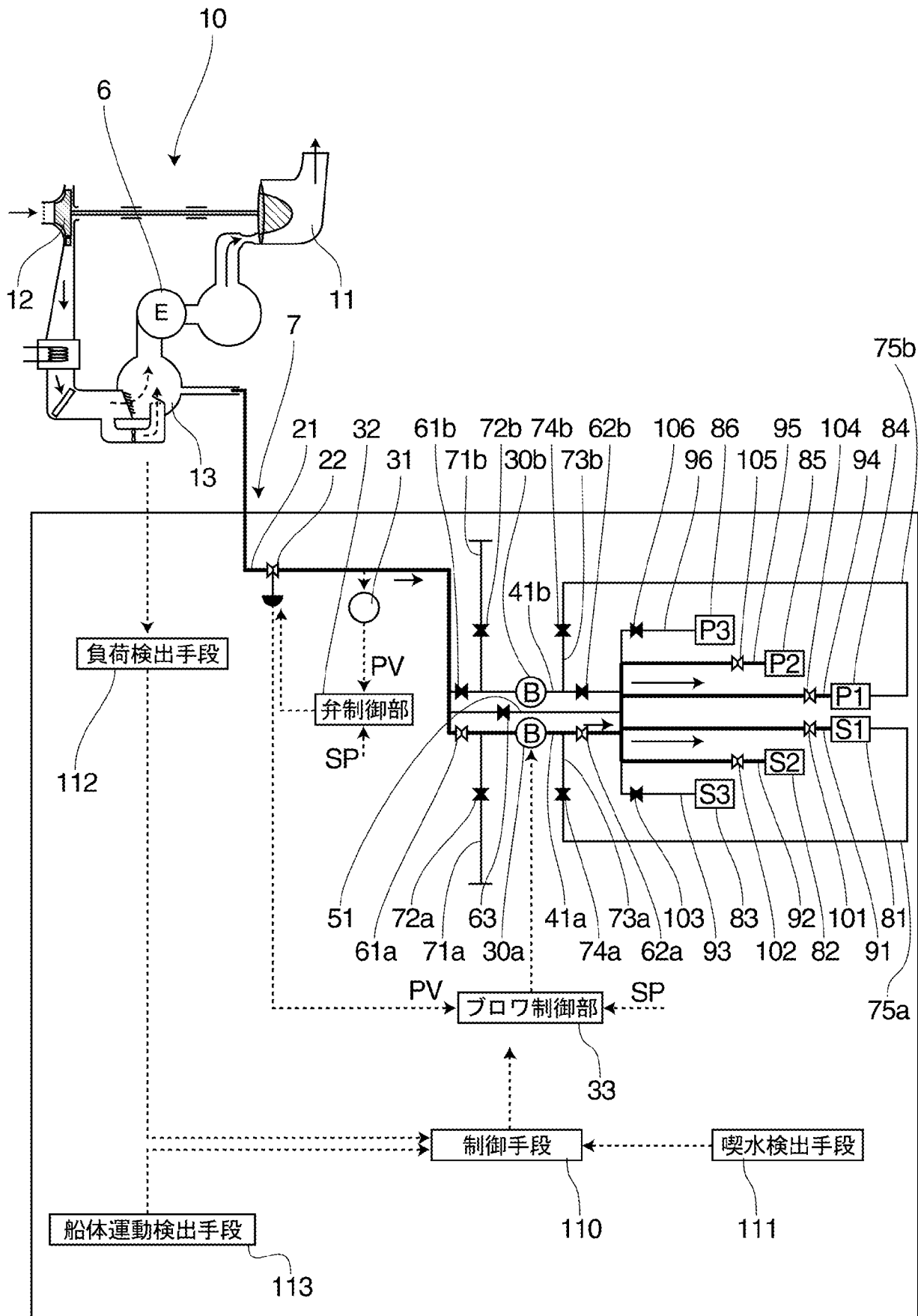
[請求項15] 前記船体の運動を検出する船体運動検出手段をさらに備え、前記船

体運動検出手段の船体運動検出値をフィードフォワードして前記流量調節弁及び／又は前記昇圧手段を制御したことを特徴とする請求項 9 から請求項 14 のいずれかに記載の空気潤滑式船舶の空気供給装置。

[図1]



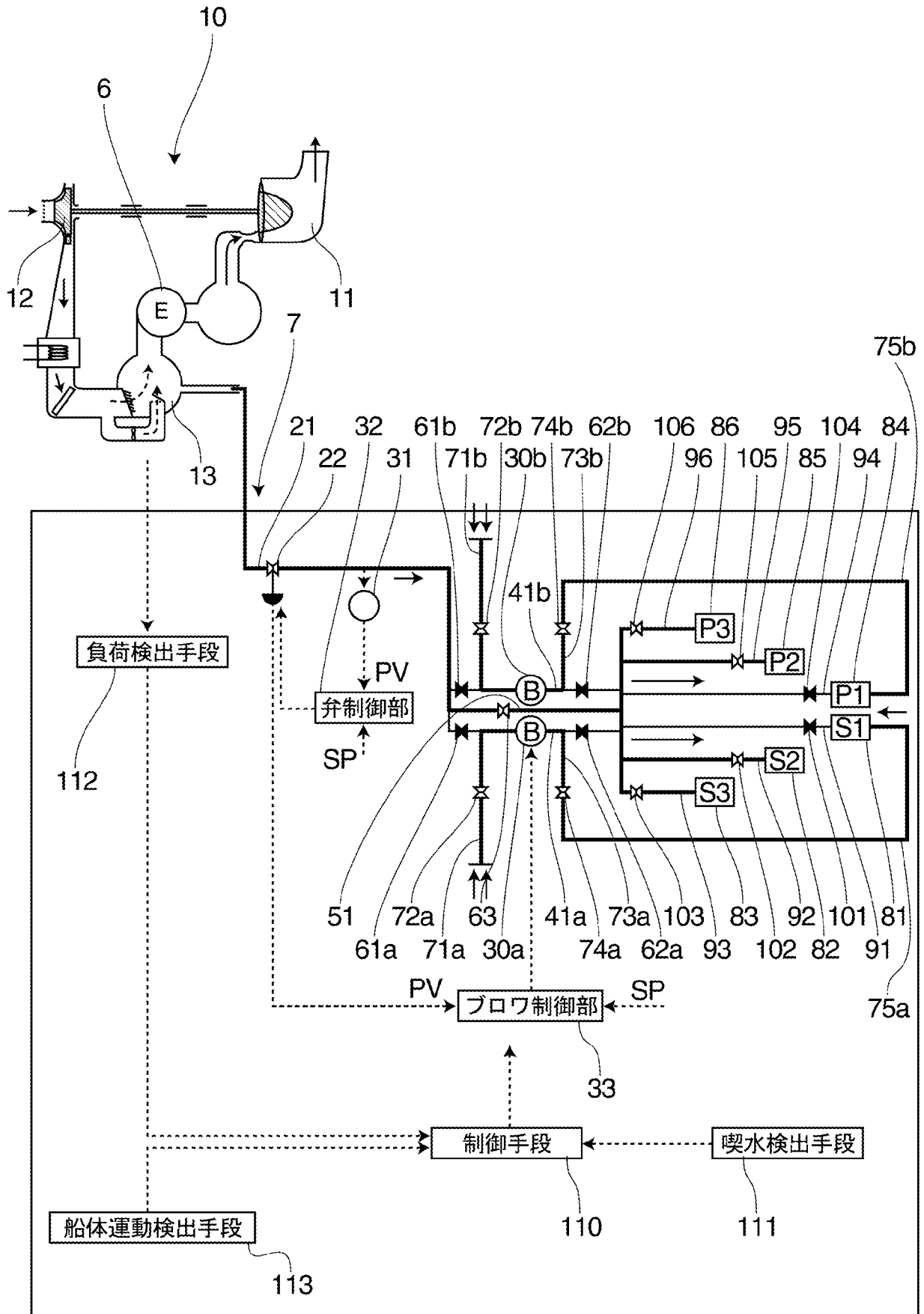
[図2]



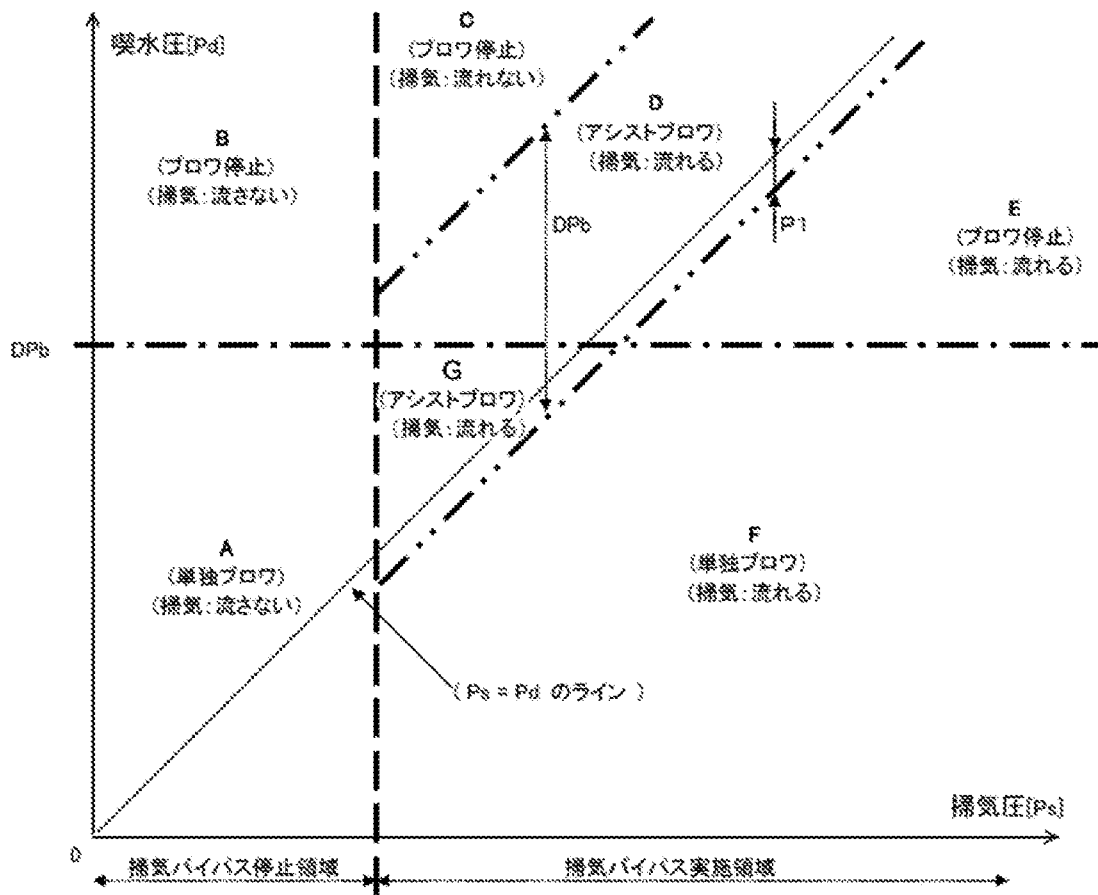




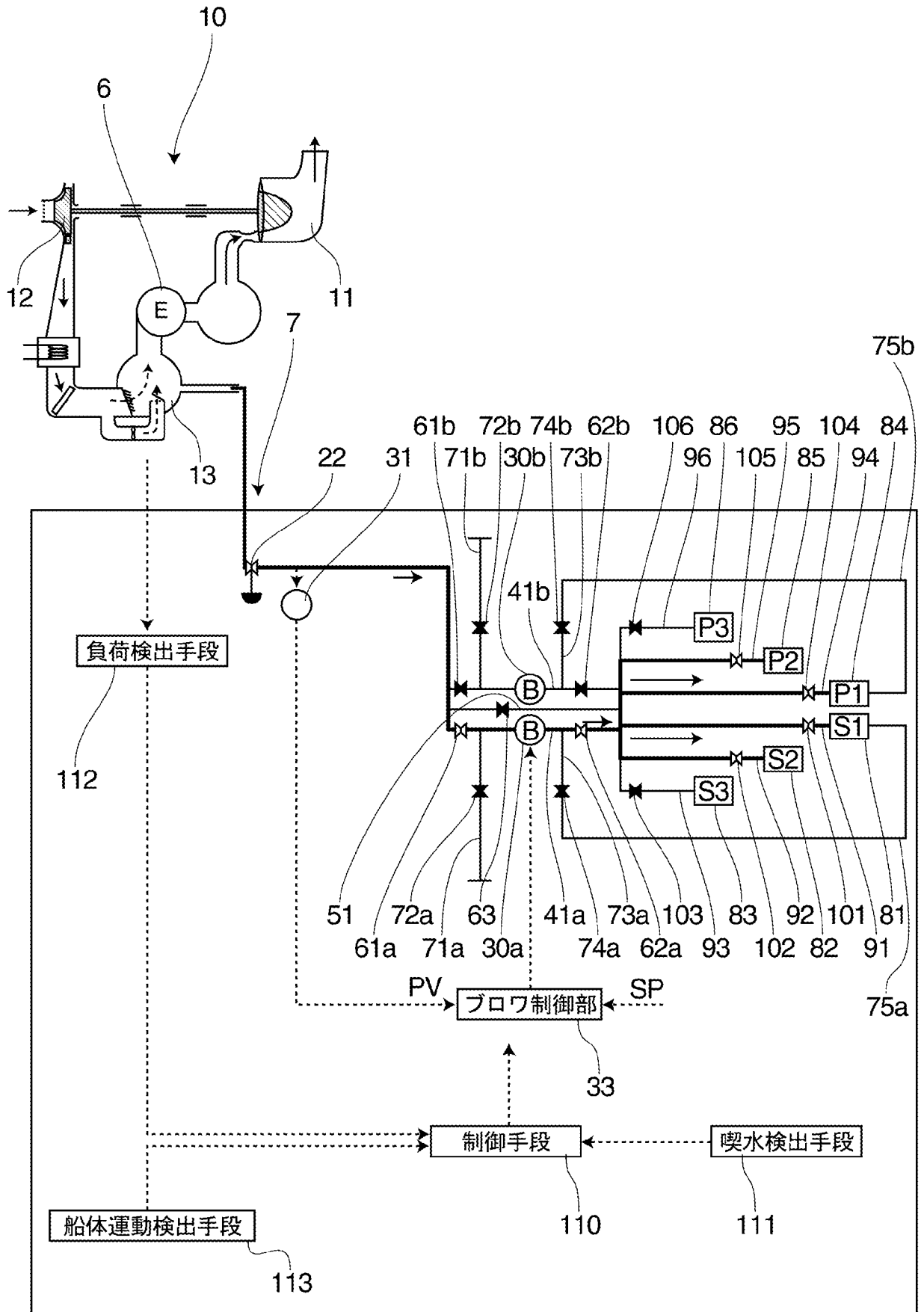
[図4]



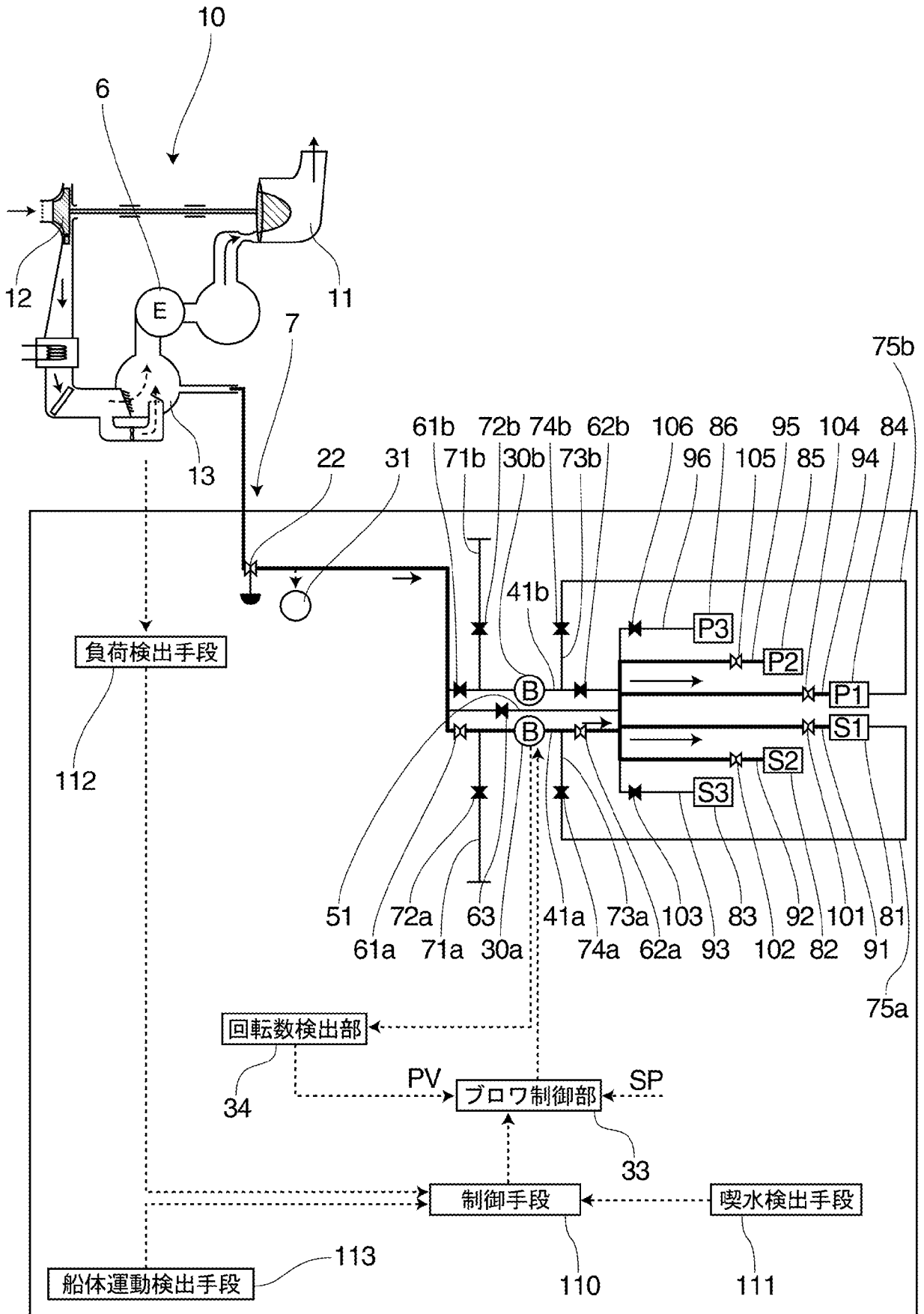
[図5]



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/006856

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*B63B1/38(2006.01) i, B63H21/14(2006.01) i, B63J3/02(2006.01) i, F02B37/00(2006.01) i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

*B63B1/38, B63H21/14, B63J3/02, F02B37/00*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP 2010-228679 A (National Maritime Research Institute),<br>14 October 2010 (14.10.2010),<br>paragraphs [0056], [0156] to [0157], [0165],<br>[0168], [0178] to [0179], [0184] to [0186]; fig.<br>1 to 2, 5 to 6<br>& US 2011/0259440 A1 & EP 2272747 A1<br>& WO 2009/122736 A1 & CN 101990511 A<br>& KR 10-2011-0010602 A | 1-15                  |
| A         | JP 11-348871 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.),<br>21 December 1999 (21.12.1999),<br>paragraphs [0015], [0021]; fig. 1, 6<br>(Family: none)  | 1-15                  |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 January, 2013 (21.01.13)

Date of mailing of the international search report  
29 January, 2013 (29.01.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/006856

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A         | JP 11-348869 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.),<br>21 December 1999 (21.12.1999),<br>paragraphs [0009] to [0010]; fig. 1 to 2<br>(Family: none) | 1-15                  |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B63B1/38(2006.01)i, B63H21/14(2006.01)i, B63J3/02(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B63B1/38, B63H21/14, B63J3/02, F02B37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---|----------------|
| A               | JP 2010-228679 A (独立行政法人海上技術安全研究所) 2010.10.14,<br>段落【0056】、【0156】-【0157】、【0165】、【0168】、【0178】-【0179】、<br>【0184】-【0186】、図1-2, 5-6<br>& US 2011/0259440 A1 & EP 2272747 A1 & WO 2009/122736 A1<br>& CN 101990511 A & KR 10-2011-0010602 A | 1-15           |
| A               | JP 11-348871 A (石川島播磨重工業株式会社) 1999.12.21,<br>段落【0015】、【0021】、図1, 6<br>(ファミリーなし)   | 1-15           |

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

|   |  |
|---|--|
| * 引用文献のカテゴリー  | の日の後に公表された文献   |
| 「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                                 | 「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     |
| 「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                         | 「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                     |
| 「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) | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                      | 「&」同一パテントファミリー文献   |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                   |  |

|   |  |
|---|--|
| 国際調査を完了した日<br>21.01.2013  | 国際調査報告の発送日<br>29.01.2013                               |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>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)<br>志水 裕司<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3341 |

3D 9528



| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                |
|-----------------------|--|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 11-348869 A (石川島播磨重工業株式会社) 1999. 12. 21,<br>段落【0009】 - 【0010】, 図 1-2<br>(ファミリーなし) | 1-15           |