

明 細 書

発明の名称：

排ガス洗浄システムおよび排ガス洗浄システムの運用方法

技術分野

[0001] 本開示は、船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システム、および該排ガス洗浄システムの運用方法に関する。

背景技術

[0002] 近年の船舶に対する排ガス規制の強化に伴い、排出規制海域（E C A 海域）では、硫黄分が0.1%以下の燃料油の使用、又はこれと同等の効果を有する代替措置が義務付けられている。さらに、2020年には、一般海域においても、硫黄分が0.5%以下の燃料油の使用、又はこれと同等の効果を有する代替措置が義務付けられる。従来、例えばULCS（Ultra Large Container Ship）などの超大型船舶においては、硫黄分の少ない低硫黄燃料油を用いることで対応していたが、今後はこれら超大型船舶においても上述した代替措置としての脱硫装置の設置需要が高まることが予想される。

[0003] 超大型船舶の主機関から排出される排ガス量（100%負荷時の排ガス量）は、例えば20万Nm³/h以上にも及ぶ。また、超大型船舶には、船内の様々な電力需要等に応えるため、複数の発電機関・ボイラが設置される。このため、超大型船舶に搭載される脱硫装置には、これら主機関や複数の発電機関・ボイラから排出される大量の排ガスを脱硫するために、大きな通過面積を有する脱硫塔が必要となる。

[0004] 特許文献1には、船体外から取り込んだ洗浄水を排ガス洗浄装置で使用后に船体外に排出する、いわゆるオープンループ運転を行うための洗浄水供給系列と、船体内で洗浄水（海水または清水）を循環させて、冷却後に排ガス洗浄装置で使用する、いわゆるクローズドループ運転を行うための洗浄水供

給系列と、が設けられる船舶用の排ガス洗浄システムが開示されている。また、特許文献1には、オープンループ運転を行うための洗浄水供給系列と、クローズドループ運転を行うための洗浄水供給系列と、の何れか一方から他方に切り替え可能であることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-19415号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 将来のさらなる排ガス規制の強化が懸念されるため、オープンループ運転を実行可能な設備を有する排ガス洗浄システムに追設して、クローズドループ運転に切り替え可能な排ガス洗浄システムに変更する改造が望まれる場合がある。上記改造は、船舶に対して行われるので、短期間で改造が終了するような容易なものが望ましい。

[0007] また、排ガス洗浄システムが搭載される対象である船舶は、船体内のスペースに限りがあるので、搭載される排ガス洗浄システムの専有面積（フットプリント）が大きいと、排ガス洗浄システムの設置が困難になる虞がある。

[0008] 上述した事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態の目的は、既存の排ガス洗浄システムからの改造が容易であるとともに、専有面積の増大を抑制可能な排ガス洗浄システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] (1) 本発明の少なくとも一実施形態にかかる排ガス洗浄システムは、
船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システムであって、
上記排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部を内部に画定する脱硫塔と、
船体の外部から船外水を取水するための取水部と、
上記取水部と上記脱硫塔とを接続する供給路と、

上記脱硫塔から排出される上記洗浄液を上記船体の外部に排出するための排出路と、

上記脱硫塔から排出される上記洗浄液を循環液として上記供給路に還流させるための循環路であって、上記供給路と合流部において合流する循環路と、

上記脱硫塔に供給される上記洗浄液の供給源を、上記取水部で取水した上記船外水、又は、上記循環路を介して上記供給路に還流された上記循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、

上記脱硫塔から排出される上記洗浄液の流出先を、上記排出路、又は、上記循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、を備える。

[0010] 上記（１）の構成によれば、排ガス洗浄システムは、脱硫塔に供給される洗浄液の供給源を、取水部で取水した船外水、又は、循環路を介して供給路に還流された循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、脱硫塔から排出される洗浄液の流出先を、排出路、又は、循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、を備えている。上記排ガス洗浄システムは、供給側切替装置および排出側切替装置により、上記供給源を船外水とし、且つ上記洗浄液の流出先を排出路とするオープンループ運転と、上記供給源を循環液とし、且つ上記洗浄液の流出先を循環路とするクローズドループ運転と、に切り替え可能である。

[0011] また、排ガス洗浄システムは、供給路の合流部よりも下流側の部分および脱硫塔が、オープンループ運転およびクローズドループ運転の何れの運転状態においても使用される共有設備になっている。供給路の合流部よりも下流側の部分および脱硫塔を共有設備とすることで、既存の排ガス洗浄システムからの改造が容易であるとともに、排ガス洗浄システムの専有面積の増大を抑制可能である。

[0012] （２）幾つかの実施形態では、上記（１）に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記供給路における上記合流部よりも下流側に設けられた送水ポンプと、上記循環路に設けられるとともに上記循環液を貯留可能な貯留タンクと

、をさらに備える。

[0013] 上記（２）の構成によれば、送水ポンプもオープンループ運転およびクローズドループ運転の何れの運転状態においても使用される共有設備となり、上記（１）の構成と同様に既存の排ガス洗浄システムからの改造が容易であるとともに、排ガス洗浄システムの専有面積の増大を抑制可能である。

さらに、貯留タンクに循環液を貯留することで、クローズドループ運転時に脱硫塔に循環液を安定して供給可能である。また、クローズドループ運転からオープンループ運転に運転状態を切り替える際に、循環路に残った循環液を貯留タンクに貯留することで、上記運転状態の切り替えを迅速に行うことができる。

[0014] （３）幾つかの実施形態では、上記（２）に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記貯留タンクにおける上記循環液の貯留量を取得可能に構成されている貯留量取得装置と、上記貯留タンクに上記船外水を補給可能に構成されている船外水補給装置と、上記貯留量取得装置で取得される上記貯留量に応じて、上記船外水補給装置による上記貯留タンクへの上記船外水の補給量を制御する制御部と、をさらに備える。

[0015] 上記（３）の構成によれば、排ガス洗浄システムは、制御部により貯留量取得装置で取得される貯留量に応じて、船外水補給装置による貯留タンクへの船外水の補給量を制御することで、貯留タンクの貯留量を適切な量にすることができる。

[0016] （４）幾つかの実施形態では、上記（３）に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記貯留タンクにおける上記循環液のｐＨ値を検出可能に構成されているｐＨ値検出装置と、上記貯留タンクに中和剤を添加可能に構成されている中和剤添加装置と、をさらに備え、上記制御部は、上記ｐＨ値検出装置で検出される上記ｐＨ値に応じて、上記中和剤添加装置による上記中和剤の添加量の制御を行うように構成されている。

[0017] 上記（４）の構成によれば、排ガス洗浄システムは、制御部によりｐＨ値検出装置で検出されるｐＨ値に応じて、中和剤添加装置による中和剤の添加

量の制御することで、中和剤の過剰消費を防止することができるとともに、貯留タンクよりも後段に位置する送水ポンプなどの設備や配管の腐食を抑制することができる。送水ポンプなどの設備や配管の腐食を抑制することで、排ガス洗浄システムにより長期間にわたり排ガスの洗浄を安定して行うことができる。

[0018] (5) 幾つかの実施形態では、上記(3)又は(4)に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記循環液から不純物を除去可能な循環液処理装置と、上記循環液を上記循環液処理装置により処理される被処理液として上記循環液処理装置に送るための被処理液路と、上記被処理液路における上記被処理液の流量を制御可能に構成されている被処理液流量制御弁と、をさらに備える。

[0019] 上記(5)の構成によれば、排ガスの洗浄を繰り返して不純物が濃縮した循環液を循環液処理装置により処理される被処理液として、被処理液路を介して循環液処理装置に送ることで、配管の詰まりやスケーリングを防止することができるため、安定した運転が可能になる。

[0020] (6) 幾つかの実施形態では、上記(5)に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記排ガスを洗浄後の上記洗浄液の比重を検出可能な比重検出装置をさらに備え、上記制御部は、上記比重検出装置で検出される上記排ガスを洗浄後の上記洗浄液の比重に応じた、上記被処理液流量制御弁の開度の制御が可能に構成されている。

[0021] 排ガスの洗浄を繰り返して不純物が濃縮した洗浄液(循環液)は、比重が高くなる傾向がある。上記(6)の構成によれば、制御部は、比重検出装置で検出される排ガスを洗浄後の洗浄液の比重に応じた、被処理液流量制御弁の開度の制御を行うことで、被処理液路に適切な流量の洗浄液(被処理液)を流すことができる。被処理液路に適切な流量の洗浄液(被処理液)を流すことで、配管の詰まりやスケーリングを防止することができるため、安定した運転が可能になる。また、被処理液路に過剰量の洗浄液が流れることを防止できるので、循環液処理装置における被処理液の処理量を削減することが

できる。

[0022] (7) 幾つかの実施形態では、上記(5)又は(6)に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記被処理液路に設けられるとともに上記被処理液を貯留可能な被処理液貯留タンクをさらに備える。

[0023] 上記(7)の構成によれば、排ガス洗浄システムは、循環液処理装置により処理される前の被処理液の一部を被処理液貯留タンクに貯留することで、単位時間当たりの処理量が小さく小型な循環液処理装置であっても被処理液の処理が可能になる。そして、循環液処理装置を小型にすることで、排ガス洗浄システムの省スペース化や装置コストの低減が図れる。

[0024] (8) 幾つかの実施形態では、上記(5)～(7)の何れかに記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記被処理液路は、上記供給路の上記送水ポンプよりも下流側に設けられる第1分岐部と上記循環液処理装置とを接続する第1被処理液路を含み、上記被処理液流量制御弁は、上記第1被処理液路における上記被処理液の流量を制御可能に構成されている第1被処理液流量制御弁を含む。

[0025] 上記(8)の構成によれば、排ガス洗浄システムは、第1被処理液流量制御弁により第1被処理液路における被処理液の流量を制御することで、第1被処理液路を介して供給路から循環液処理装置に、適切な流量の被処理液を流すことができる。また、第1被処理液路は、供給路の送水ポンプよりも下流側に設けられるので、第1被処理液路における被処理液には送水ポンプのポンプ圧が作用する。このため、送水ポンプのポンプ圧が作用する第1被処理液路は、送水ポンプから循環液処理装置までの揚程や水平距離を大きくすることができるので、第1被処理液路の配管設計の自由度を高めることができる。

[0026] (9) 幾つかの実施形態では、上記(5)～(8)の何れかに記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記被処理液路は、上記貯留タンクと上記循環液処理装置とを接続する第2被処理液路を含み、上記被処理液流量制御弁は、上記第2被処理液路における上記被処理液の流量を制御可能に構成されている

第2被処理液流量制御弁を含む。

- [0027] 上記(9)の構成によれば、排ガス洗浄システムは、第2被処理液流量制御弁により第2被処理液路における被処理液の流量を制御することで、第2被処理液路を介して貯留タンクから循環液処理装置に、適切な流量の被処理液を流すことができる。また、上記排ガス洗浄システムは、クローズドループ運転からオープンループ運転に切り替え後に、貯留タンクに残った循環液を第2被処理液路に流すことが可能であるので、クローズドループ運転からオープンループ運転への切り替えを迅速に行うことができる。
- [0028] (10)幾つかの実施形態では、上記(9)に記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記制御部は、上記貯留量取得装置で取得される上記貯留量が上限閾値を超える場合に、上記第2被処理液流量制御弁を開く制御が可能に構成されている。
- [0029] 上記(10)の構成によれば、排ガス洗浄システムは、貯留量取得装置で取得される貯留量が上限閾値を超える場合に、制御部により第2被処理液流量制御弁を開く制御を行うことで、貯留タンクに貯留される過剰な循環液を貯留タンクから迅速に排出することができる。
- [0030] (11)幾つかの実施形態では、上記(3)～(10)の何れかに記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記制御部は、上記貯留量取得装置で取得される上記貯留量が下限閾値に満たない場合に、上記供給側切替装置による上記供給源を上記取水部で取水した上記船外水に切り替える制御が可能に構成されている。
- [0031] 上記(11)の構成によれば、排ガス洗浄システムは、貯留量取得装置で取得される貯留量が下限閾値に満たない場合に、制御部により供給側切替装置を切り替える制御を行うことで、供給源を取水部で取得した船外水に切り替えることができるため、貯留タンクに不足分の循環液を迅速に供給することができる。
- [0032] (12)幾つかの実施形態では、上記(2)～(11)の何れかに記載の排ガス洗浄システムにおいて、上記脱硫塔は、上記気液接触部よりも下方に位

置する液だまり部と、上記液だまり部よりも下方に位置する上記貯留タンクと、をさらに内部に画定する。

[0033] 上記（１２）の構成によれば、脱硫塔の内部に液だまり部と貯留タンクとを画定することで、脱硫塔の外部に別途貯留タンクを設ける必要がなくなるため、排ガス洗浄システムの専有面積の増大を抑制可能である。

[0034] （１３）本発明の少なくとも一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法は、

船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システムの運用方法であって、

上記排ガス洗浄システムは、

上記排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部を内部に画定する脱硫塔と、

船体の外部から船外水を取水するための取水部と、

上記取水部と上記脱硫塔とを接続する供給路と、

上記脱硫塔から排出される上記洗浄液を上記船体の外部に排出するための排出路と、

上記脱硫塔から排出される上記洗浄液を循環液として上記供給路に還流させるための循環路であって、上記供給路と合流部において合流する循環路と、

上記供給路における上記合流部よりも下流側に設けられた送水ポンプと、

上記脱硫塔に供給される上記洗浄液の供給源を、上記取水部で取水した上記船外水、又は、上記循環路を介して上記供給路に還流された上記循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、

上記脱硫塔から排出される上記洗浄液の流出先を、上記排出路、又は、上記循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、を備え、

上記排ガス洗浄システムの運用方法は、

上記供給側切替装置により上記洗浄液の上記供給源を、上記取水部で取水した上記船外水から上記循環路を介して上記供給路に還流された上記循環液に切り替える第１供給源切替ステップと、

上記排出側切替装置により上記洗浄液の上記流出先を、上記排出路から上記循環路に切り替える第1流出先切替ステップと、を備える。

[0035] 上記(13)の方法によれば、排ガス洗浄システムの運用方法は、供給側切替装置により洗浄液の供給源を、取水部で取水した船外水から、循環路を介して供給路に還流された循環液に切り替える第1供給源切替ステップと、排出側切替装置により洗浄液の流出先を、排出路から循環路に切り替える第1流出先切替ステップと、を行うことで、排ガス洗浄システムの運転状態をオープンループ運転からクローズドループ運転に切り替えることができる。

[0036] (14) 幾つかの実施形態では、上記(13)に記載の排ガス洗浄システムの運用方法において、上記排ガス洗浄システムは、上記循環路に設けられるとともに上記循環液を貯留可能な貯留タンクと、上記貯留タンクにおける上記循環液の貯留量を取得可能に構成されている貯留量取得装置と、をさらに備え、上記排ガス洗浄システムの運用方法は、上記貯留量取得装置により上記循環液の上記貯留量を取得する貯留量取得ステップをさらに備え、上記第1供給源切替ステップは、上記第1流出先切替ステップよりも後、且つ上記貯留量取得ステップにより取得される上記貯留量が所定量を超えた後に行われる。

[0037] 上記(14)の方法によれば、排ガス洗浄システムの運用方法は、貯留量取得ステップで貯留タンクにおける循環液の貯留量を取得することができる。そして、第1供給源切替ステップは、第1流出先切替ステップよりも後に、且つ、貯留タンクにおける貯留量が所定量を超えた後に行われる。このような排ガス洗浄システムの運用方法は、洗浄液の供給源を船外水から循環液に切り替えた際に、十分な量の循環液が貯留タンクに貯留されているので、循環液の不足による排ガスの洗浄能力の低下を抑制することができる。

[0038] (15) 本発明の少なくとも一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法は、

船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システムの運用方法であって、

上記排ガス洗浄システムは、
上記排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部を内部に画定する脱硫塔と、
船体の外部から船外水を取水するための取水部と、
上記取水部と上記脱硫塔とを接続する供給路と、
上記脱硫塔から排出される上記洗浄液を上記船体の外部に排出するための
排出路と、
上記脱硫塔から排出される上記洗浄液を循環液として上記供給路に還流さ
せるための循環路であって、上記供給路と合流部において合流する循環路と
、
上記供給路における上記合流部よりも下流側に設けられた送水ポンプと、
上記脱硫塔に供給される上記洗浄液の供給源を、上記取水部で取水した上
記船外水、又は、上記循環路を介して上記供給路に還流された上記循環液の
何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、
上記脱硫塔から排出される上記洗浄液の流出先を、上記排出路、又は、上
記循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、を備え、
上記排ガス洗浄システムの運用方法は、
上記供給側切替装置により上記洗浄液の上記供給源を、上記循環路を介し
て上記供給路に還流された上記循環液から上記取水部で取水した上記船外水
に切り替える第2供給源切替ステップと、
上記排出側切替装置により上記洗浄液の上記流出先を、上記循環路から上
記排出路に切り替える第2流出先切替ステップと、を備える。

[0039] 上記（１５）の方法によれば、排ガス洗浄システムの運用方法は、供給側切替装置により洗浄液の供給源を、循環路を介して供給路に還流された循環液から取水部で取水した船外水に切り替える第2供給源切替ステップと、排出側切替装置により洗浄液の流出先を、循環路から排出路に切り替える第2流出先切替ステップと、を行うことで、排ガス洗浄システムの運転状態をクローズドループ運転からオープンループ運転に切り替えることができる。

[0040] （１６）幾つかの実施形態では、上記（１５）に記載の排ガス洗浄システム

の運用方法において、上記排ガス洗浄システムは、上記循環路に設けられるとともに上記循環液を貯留可能な貯留タンクと、上記循環液から不純物を除去可能な循環液処理装置と、上記循環液を上記循環液処理装置により処理される被処理液として上記循環液処理装置に送るための被処理液路であって、上記貯留タンクと上記循環液処理装置とを接続する被処理液路と、上記被処理液路における上記被処理液の流量を制御可能に構成されている被処理液流量制御弁と、をさらに備え、上記排ガス洗浄システムの運用方法は、上記第2供給源切替ステップおよび上記第2流出先切替ステップよりも後に、上記被処理液流量制御弁を開いて、上記貯留タンクに貯留される上記循環液を上記循環液処理装置に送る循環液排出ステップをさらに備える。

[0041] 上記(16)の方法によれば、排ガス洗浄システムの運用方法は、第2供給源切替ステップおよび第2流出先切替ステップよりも後に、被処理液流量制御弁(第2被処理液流量制御弁)を開いて、貯留タンクに貯留される循環液を循環液処理装置に送る循環液排出ステップをさらに備えているので、排ガス洗浄システムの運転状態をクローズドループ運転からオープンループ運転に切り替えた際に、貯留タンクに残った循環液を貯留タンクの外部に位置する循環液処理装置に排出することができる。

発明の効果

[0042] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、既存の排ガス洗浄システムからの改造が容易であるとともに、専有面積の増大を抑制可能な排ガス洗浄システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]一実施形態における排ガス洗浄システムを備える船舶の斜視図である。

[図2]図1に示す船舶における鋼板構造物の周辺を拡大して示す斜視図である。

[図3]一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。

[図4]比較例にかかるオープンループ運転が可能な排ガス洗浄システムの構成

を概略的に示す構成図である。

[図5]他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。

[図6]貯留タンクの貯留量の制御について説明するための図であって、貯留タンクの概略断面図である。

[図7]他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。

[図8]他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。

[図9]一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法を説明するためのフロー図である。

[図10]他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法を説明するためのフロー図である。

発明を実施するための形態

[0044] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる

範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

なお、同様の構成については同じ符号を付し説明を省略することがある。

[0045] 図1は、一実施形態における排ガス洗浄システムを備える船舶の斜視図である。排ガス洗浄システム20は、図1に示されるような船舶1に搭載される。船舶1は、例えば図1に示されるような、主機関の排ガス量（100%負荷時の排ガス量）が、20万Nm³/hを超える超大型船舶である。図1に示される実施形態では、船舶1は、ULCS（Ultra Large Container Ship）と呼ばれる10,000TEU以上のコンテナ積載容積を有する超大型のコンテナ船である。

[0046] 船舶1は、図1に示されるように、上甲板3、船側外板4、および船底外板5を含む船殻を有する船体2と、上甲板3から突出して設けられる居住区6と、上甲板3から突出して設けられる鋼板構造物7と、を備えている。ここで、鋼板構造物7は、煙突又はエンジンケーシングと呼称されるものである。図1に示される実施形態では、居住区6は、船首—船尾方向における中心よりやや前方よりの位置に設けられており、鋼板構造物7は、居住区6よりも船尾側の位置に設けられている。

[0047] 図2は、図1に示す船舶における鋼板構造物の周辺を拡大して示す斜視図である。図2に示されるように、船体2の内部には機関室8が形成されている。図2に示される実施形態では、機関室8は、鋼板構造物7の鉛直下方の位置に設けられている。機関室8には、船舶1に対して推進力を付与するための船用ディーゼルエンジンや主機用タービンを駆動させるための主機用ボイラなどを含む主機関11と、船舶1内の様々な温熱需要などに応えるための補助ボイラや電力需要などに応えるための補機用エンジンなどを含む複数の補助機関12と、が設置されている。主機関11および補助機関12は、船舶1に搭載される排ガス発生装置10に相当するものである。

- [0048] 鋼板構造物 7 は、主機関 1 1 および補助機関 1 2 などの排ガス発生装置 1 0 から排出される排ガスを船舶 1 の外部に放出するための構造物である。図 1、2 に示される実施形態では、鋼板構造物 7 は、船舶 1 の右舷－左舷方向（幅方向）に沿って長手方向を有する長筒状に形成されている。
- [0049] 図 2 に示されるように、鋼板構造物 7 の内側には、主機関 1 1 および補助機関 1 2 などの排ガス発生装置 1 0 から排出される排ガスを洗浄（脱硫）するための脱硫塔 3 0 と、排ガス発生装置 1 0 から排出される排ガスを脱硫塔 3 0 の内部に導くための排ガス導入装置 1 3 と、が配置されている。
- [0050] 図 3 は、一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。図 3 に示されるように、脱硫塔 3 0 は、脱硫塔本体部 3 1 と、排ガス導入部 3 2 と、排ガス排出部 3 3 と、を含んでいる。脱硫塔本体部 3 1 は、内部に内部空間 3 4 を画定している。また、脱硫塔本体部 3 1 の排ガス導入部 3 2 側の壁面 3 5 には、内部空間 3 4（下方側内部空間 3 4 B）と連通する排ガス導入口 3 6 が形成されている。排ガス導入部 3 2 を通って排ガス導入口 3 6 から内部空間 3 4 に導入された排ガスは、排ガス導入部 3 2 側から排ガス導入部 3 2 とは離れた側に向かって流れた後、内部空間 3 4 を上昇しながら流れていく。
- [0051] 図 3 に示されるように、脱硫塔 3 0 は、内部空間 3 4 を流れる排ガスに洗浄液（例えば海水）を散布可能に構成されている散布装置 3 7 をさらに含んでいる。散布装置 3 7 は、気液接触を効率よく行える構成であればよく、例えば図 3 に示されるような下方に洗浄液を噴射するような構成に限定されるわけではない。図 3 に示される実施形態では、散布装置 3 7 は、水平方向に沿って延在するとともに等間隔に配置される複数の散水管 3 7 A と、複数の散水管 3 7 A の各々に設けられるとともに洗浄液を内部空間 3 4 に噴射可能な少なくとも一つの散水ノズル 3 7 B と、を有している。内部空間 3 4 は、散布装置 3 7 よりも下方に形成される下方側内部空間 3 4 B と、散布装置 3 7 よりも上方に形成される上方側内部空間 3 4 C と、を含んでいる。また、脱硫塔 3 0 は、排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部 3 8 を内部に画定し

ている。

[0052] 図3に示される実施形態では、散布装置37は、内部空間34の上方寄りの位置に設けられるとともに、排ガスの流れ方向とは反対側である下方に向かって洗浄液を噴射するようになっている。そして、散布装置37は、下方側内部空間34Bを流れる排ガスに対して洗浄液を散布して、排ガスに洗浄液を接触させることで、排ガス中に含まれる硫黄分を除去するように構成されている。上記の構成において、下方側内部空間34Bは、上述した気液接触部38に相当するものである。

[0053] 図3に示される実施形態では、内部空間34には、上方側内部空間34Cの上方の位置に、上方側内部空間34Cと出口側内部空間34Dとを隔てるミストエリミネータ39が配置されている。ミストエリミネータ39は、ミストエリミネータ39を通過する排ガスから水分を除去するように構成されている。そして、ミストエリミネータ39を通過した排ガスは、出口側内部空間34Dを介して、脱硫塔本体部31の最上部に接続されている排ガス排出部33から船舶1の外部に排出される。

[0054] また、図3に示される実施形態では、脱硫塔本体部31には、内部空間34に導かれた排ガスに対して散布された散布済みの洗浄液、すなわち排ガスを洗浄した後の洗浄液が貯留される液だまり部34Aが形成されている。液だまり部34Aは、下方側内部空間34Bの下方、且つ、排ガス導入口36の下面よりも下方の位置に形成されている。

[0055] 図3に示されるように、排ガス洗浄システム20は、上述した脱硫塔30と、船体2の外部から船外水を取水するための取水部41と、取水部41と脱硫塔30とを接続する供給路40と、脱硫塔30から排出される洗浄液を船体2の外部に排出するための排出路50と、供給路40に設けられる送水ポンプ43と、を備えている。この場合には、排ガス洗浄システム20は、オープンループ運転が可能である。ここで、船外水は、船体2の外部に位置する水を意味しており、海水、河川水及び湖水等を含むものである。取水部41は、船体2の喫水線よりも下方に形成される開口であって、船体2の外

部に連通される開口である。

[0056] オープンループ運転において、取水部41において取水した船外水は、洗浄液として供給路40を介して取水部41から脱硫塔30の散布装置37に送られる。この際、船外水（洗浄液）は、送水ポンプ43が駆動することで散布装置37に送られる。そして、洗浄液は、散布装置37により散布されて、脱硫塔30の内部空間34を流れる排ガスに接触することで、排ガスを洗浄する。オープンループ運転において、排ガスを洗浄した後の洗浄液は、脱硫塔30から排出された後に、排出路50を介して船体2の外部に排出される。

[0057] なお、図3に示されるように、上述した排ガス洗浄システム20は、排出路50に設けられる排出液処理装置51であって、排出路50を流れる洗浄液（排出液）を処理可能に構成されている排出液処理装置51をさらに備えていてもよい。排出液処理装置51における排出液の処理には、排出液に船外水を添加して排出液を希釈し、排出液のpH値の調整を行うことが含まれる。また、排出液処理装置51における排出液の処理には、排出液から不純物（汚染物質）の除去を行うことを含んでいてもよい。排出液は、排出液処理装置51による処理後に船体2の外部に排出される。このような排ガス洗浄システム20は、排出液処理装置51を備えることで、排出液が船体2の外部に排出されることによる船体2の外部に位置する船外水の汚染を抑制することが可能である。

[0058] 図3に示されるように、上述した排ガス洗浄システム20は、脱硫塔30から排出される洗浄液を循環液として供給路40に還流させるための循環路60であって、供給路40と合流部42において合流する循環路60と、脱硫塔30に供給される洗浄液の供給源を、取水部41で取水した船外水、又は、循環路60を介して供給路40に還流された循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置71と、脱硫塔30から排出される洗浄液の流出先を、排出路50、又は、循環路60の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置72と、をさらに備えている。そして、上述した送水ポンプ4

3は、供給路40における合流部42よりも下流側に設けられている。この場合には、排ガス洗浄システム20は、オープンループ運転およびクローズドループ運転が可能であるとともに、オープンループ運転とクローズドループ運転ともに排ガス洗浄システム20の運転状態の切り替えが可能である。

[0059] クローズドループ運転において、排ガスを洗浄した後の洗浄液は、循環液として供給路40に還流され、供給路40を介して脱硫塔30の散布装置37に送られる。この際、循環液（洗浄液）は、送水ポンプ43が駆動することで散布装置37に送られる。そして、循環液（洗浄液）は、散布装置37により散布されて、脱硫塔30の内部空間34を流れる排ガスに接触することで、排ガスを洗浄する。

[0060] 供給側切替装置71は、図3に示されるように、制御部21と電氣的に接続されており、制御部21から発信される信号に応じて、脱硫塔30に供給される洗浄液の供給源を切り替え可能に構成されている。制御部21は、中央処理装置（CPU）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリメモリ（ROM）、及びI/Oインターフェイスなどからなるマイクロコンピュータとして構成される。図3に示される実施形態では、供給側切替装置71は、供給路40の循環路60との合流部42に設けられる供給側3方弁73である。

[0061] 排出側切替装置72は、図3に示されるように、制御部21と電氣的に接続されており、制御部21から発信される信号に応じて、脱硫塔30から排出される洗浄液の流出先を切り替え可能に構成されている。図3に示される実施形態では、排出側切替装置72は、排出路50と循環路60との分岐部52に設けられる排出側3方弁74である。

[0062] 図3に示される実施形態では、供給路40は、取水部41と供給側3方弁73とを接続する供給管40A、供給側3方弁73と送水ポンプ43とを接続する供給管40B、および送水ポンプ43と散布装置37とを接続する供給管40Cを含んでいる。排出路50は、脱硫塔30と排出側3方弁74とを接続する排出管50A、および排出側3方弁74と排出液処理装置51と

を接続する排出管 50B を含んでいる。また、循環路 60 には、洗浄液（循環液）を貯留するための内部空間 62 を内部に画定する貯留タンク 61 が設けられている。そして、循環路 60 は、上述した排出管 50A と共有配管であり脱硫塔 30 と排出側 3 方弁 74 とを接続する循環管 60A、排出側 3 方弁 74 と貯留タンク 61 とを接続する循環管 60B、および貯留タンク 61 と供給側 3 方弁 73 とを接続する循環管 60C を含んでいる。

[0063] オープンループ運転において、供給側切替装置 71 は、洗浄液の供給源を取水部 41 で取水した船外水とし、排出側切替装置 72 は、洗浄液の流出先を排出路 50 とする。通常のオープンループ運転において、洗浄液は、供給管 40A、40B、40C、排出管 50A、50B の順に流れる。

[0064] クローズドループ運転において、供給側切替装置 71 は、洗浄液の供給源を循環路 60 を介して供給路 40 に還流された循環液とし、排出側切替装置 72 は、洗浄液の流出先を循環路 60 とする。通常のクローズドループ運転において、洗浄液（循環液）は、循環管 60A、60B、60C、供給管 40B、40C の順に流れる。

[0065] 次に、オープンループ運転からクローズドループ運転への切り替えについて説明する。まず、排出側切替装置 72 が、制御部 21 から発信される信号に応じて、洗浄液の流出先を、排出路 50（排出管 50B）から循環路 60（循環管 60B）に切り替える（第 1 流出先切替ステップ S202）。次に、供給側切替装置 71 が、制御部 21 から発信される信号に応じて、洗浄液の供給源を、取水部 41 で取水した船外水から循環路 60 を介して供給路 40 に還流された循環液に切り替える（第 1 供給源切替ステップ S201）。第 1 供給源切替ステップ S201 および第 1 流出先切替ステップ S202 を行うことで、排ガス洗浄システム 20 の運転状態をオープンループ運転からクローズドループ運転に切り替えることができる。

[0066] 次に、クローズドループ運転からオープンループ運転への切り替えについて説明する。まず、供給側切替装置 71 が、制御部 21 から発信される信号に応じて、洗浄液の供給源を、循環路 60 を介して供給路 40 に還流された

循環液から取水部４１で取水した船外水に切り替える（第２供給源切替ステップＳ３０１）。次に、排出側切替装置７２が、制御部２１から発信される信号に応じて、洗浄液の流出先を、循環路６０（循環管６０Ｂ）から排出路５０（排出管５０Ｂ）に切り替える（第２流出先切替ステップＳ３０２）。第２供給源切替ステップＳ３０１および第２流出先切替ステップＳ３０２を行うことで、排ガス洗浄システム２０の運転状態をクローズドループ運転からオープンループ運転に切り替えることができる。

[0067] 図４は、比較例にかかるオープンループ運転が可能な排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。図４に示されるように比較例にかかる排ガス洗浄システム２０Ａは、上述した脱硫塔３０と、上述した供給路４０と、上述した取水部４１と、上述した送水ポンプ４３と、上述した排出路５０と、上述した排出液処理装置５１と、を備えている。排ガス洗浄システム２０Ａは、上述した循環路６０、上述した供給側切替装置７１、上述した排出側切替装置７２などを追加することで、排ガス洗浄システム２０に改造することができる。なお、排ガス洗浄システム２０Ａを排ガス洗浄システム２０に改造する際に、送水ポンプ４３をクローズドループ運転に対応可能なものに交換してもよい。

[0068] 上述したように、幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システム２０は、図３に示されるように、上述した脱硫塔３０と、上述した取水部４１と、上述した供給路４０と、上述した排出路５０と、上述した循環路６０と、上述した供給側切替装置７１と、上述した排出側切替装置７２と、を備えている。

[0069] 上記の構成によれば、排ガス洗浄システム２０は、脱硫塔３０に供給される洗浄液の供給源を、取水部４１で取水した船外水、又は、循環路６０を介して供給路４０に還流された循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置７１と、脱硫塔３０から排出される洗浄液の流出先を、排出路５０、又は、循環路６０の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置７２と、を備えている。上記排ガス洗浄システム２０は、供給側切替装置７１およ

び排出側切替装置 72 により、上記供給源を船外水とし、且つ上記洗浄液の流出先を排出路 50 とするオープンループ運転と、上記供給源を循環液とし、且つ上記洗浄液の流出先を循環路 60 とするクローズドループ運転と、に切り替え可能である。

[0070] また、排ガス洗浄システム 20 は、供給路 40 の合流部 42 よりも下流側の部分（供給管 40B および 40C）および脱硫塔 30 が、オープンループ運転およびクローズドループ運転の何れの運転状態においても使用される共有設備になっている。供給路 40 の合流部 42 よりも下流側の部分（供給管 40B および 40C）および脱硫塔 30 を共有設備とすることで、既存の排ガス洗浄システム（例えば排ガス洗浄システム 20A）からの改造が容易であるとともに、排ガス洗浄システム 20 の専有面積の増大を抑制可能である。

[0071] 上述したように、幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 20 は、図 3 に示されるように、上述した送水ポンプ 43 と、循環路 60 に設けられるとともに循環液を貯留可能な貯留タンク 61 と、をさらに備えている。この場合には、送水ポンプ 43 もオープンループ運転およびクローズドループ運転の何れの運転状態においても使用される共有設備となり、上述した供給路 40 の合流部 42 よりも下流側の部分（供給管 40B および 40C）および脱硫塔 30 を共有設備としたのと同様に、既存の排ガス洗浄システム（例えば排ガス洗浄システム 20A）からの改造が容易であるとともに、排ガス洗浄システム 20 の専有面積の増大を抑制可能である。

[0072] さらに、貯留タンク 61 に循環液を貯留することで、クローズドループ運転時に脱硫塔 30 に循環液を安定して供給可能である。また、クローズドループ運転からオープンループ運転に運転状態を切り替える際に、循環路 60 に残った循環液を貯留タンク 61 に貯留することで、上記運転状態の切り替えを迅速に行うことができる。

[0073] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 20 は、図 3 に示されるように、貯留タンク 61 における循環液の貯留量を取得可能に構成され

ている貯留量取得装置 6 3 と、貯留タンク 6 1 に船外水を補給可能に構成されている船外水補給装置 6 4 と、をさらに備えている。そして、上述した制御部 2 1 は、貯留量取得装置 6 3 で取得される貯留量に応じて、船外水補給装置 6 4 による貯留タンク 6 1 への船外水の補給量を制御するようになっている。

[0074] 図 3 に示される実施形態では、貯留量取得装置 6 3 は、貯留タンク 6 1 に設けられるとともに貯留タンク 6 1 の水位を検出する水位検出センサである。そして、船外水補給装置 6 4 は、船体 2 の外部から船外水（補給水）を取得するための第 2 取水部 6 4 1 と、第 2 取水部 6 4 1 から貯留タンク 6 1 に船外水（補給水）を送るための船外水補給路 6 4 0 と、船外水補給路 6 4 0 の途中に設けられる第 2 送水ポンプ 6 4 2 と、船外水補給路 6 4 0 における船外水（補給水）の流量を制御可能に構成されている補給水流量制御弁 6 4 3 と、を有している。補給水流量制御弁 6 4 3 は、船外水補給路 6 4 0 の第 2 送水ポンプ 6 4 2 よりも下流側に設けられる。また、補給水流量制御弁 6 4 3 は、制御部 2 1 に電氣的に接続されており、制御部 2 1 から発信される信号に応じて、弁の開閉制御又は弁の開度を調整する制御を行うことで、貯留タンク 6 1 への船外水の補給量を制御するようになっている。なお、貯留量取得装置 6 3 は、貯留タンク 6 1 における循環液の貯留量を取得可能に構成されていればよく、上述した水位検出センサに限定されない。また、貯留量取得装置 6 3 は、貯留タンク 6 1 以外に設けられていてもよい。例えば、貯留量取得装置 6 3 は、循環管 6 0 B および 6 0 C を流れる循環液の流量の差分から貯留タンク 6 1 における貯留量を算出してもよい。

[0075] 上記の構成によれば、排ガス洗浄システム 2 0 は、制御部 2 1 により貯留量取得装置 6 3 で取得される貯留量に応じて、船外水補給装置 6 4 による貯留タンク 6 1 への船外水の補給量を制御することで、貯留タンク 6 1 の貯留量を適切な量にすることができる。

[0076] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 2 0 は、図 3 に示されるように、貯留タンク 6 1 における循環液の pH 値を検出可能に構成され

ている pH 値検出装置 65 と、貯留タンク 61 に中和剤を添加可能に構成されている中和剤添加装置 66 と、をさらに備えている。そして、上述した制御部 21 は、pH 値検出装置 65 で検出される pH 値に応じて、中和剤添加装置 66 による中和剤の添加量の制御を行うように構成されている。

[0077] 図 3 に示される実施形態では、pH 値検出装置 65 は、貯留タンク 61 に設けられる pH 計である。そして、中和剤添加装置 66 は、中和剤を貯留するための中和剤貯留タンク 661 と、中和剤貯留タンク 661 から貯留タンク 61 に中和剤を送るための中和剤供給路 660 と、中和剤供給路 660 の途中に設けられる中和剤供給ポンプ 662 と、中和剤供給路 660 における中和剤の量を制御可能に構成されている中和剤量制御弁 663 と、を有している。中和剤量制御弁 663 は、中和剤供給路 660 の中和剤供給ポンプ 662 よりも下流側に設けられる。また、中和剤量制御弁 663 は、制御部 21 に電氣的に接続されており、制御部 21 から発信される信号に応じて、弁の開閉制御又は弁の開度を調整する制御を行うことで、貯留タンク 61 への中和剤の投入量を制御するようになっている。なお、pH 値検出装置 65 は、貯留タンク 61 における循環液の pH 値を検出可能に構成されていればよく、上述した pH 計に限定されない。また、pH 値検出装置 65 は、貯留タンク 61 以外に設けられていてもよい。

[0078] 上記の構成によれば、排ガス洗浄システム 20 は、制御部 21 により pH 値検出装置 65 で検出される pH 値に応じて、中和剤添加装置 66 による中和剤の添加量の制御することで、中和剤の過剰消費を防止することができる。とともに、貯留タンク 61 よりも後段に位置する送水ポンプ 43 などの設備や配管の腐食を抑制することができる。送水ポンプ 43 などの設備や配管の腐食を抑制することで、排ガス洗浄システム 20 により長期間にわたり排ガスの洗浄を安定して行うことができる。

[0079] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 20 は、図 3 に示されるように、クローズドループ運転に洗浄液（循環液）を冷却するためのクーラー 44 をさらに備えている。図 3 に示される実施形態では、クーラー 4

4 は、供給路 4 0 における送水ポンプ 4 3 よりも下流側の部分（供給管 4 0 C）に設けられている。クーラー 4 4 は、船体 2 の外部から船外水（冷却液）を取得するための第 3 取水部 4 4 1 と、船外水（冷却液）により熱交換を行うことで、供給路 4 0 における送水ポンプ 4 3 よりも下流側の部分（供給管 4 0 C）を冷却可能な冷却部 4 4 2 と、第 3 取水部 4 4 1 から冷却部 4 4 2 に船外水（冷却液）を送るための冷却液路 4 4 0 と、冷却液路 4 4 0 の途中に設けられる第 3 送水ポンプ 4 4 3 と、を有している。冷却部 4 4 2 で熱交換が行われた後の船外水（冷却液）は船体 2 の外部に排出される。クーラー 4 4 は、クローズドループ運転時に動作するようになっている。この場合には、クーラー 4 4 により供給路 4 0 を流れる洗浄液（循環液）を冷却することができる。

[0080] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 2 0 は、図 3 に示されるように、送水ポンプ 4 3 に並列に配置される並列送水ポンプ 4 3 B をさらに備えている。図 3 に示される実施形態では、供給路 4 0 は、送水ポンプ 4 3 を迂回する迂回路 4 3 1 を含んでいる。並列送水ポンプ 4 3 B は、迂回路 4 3 1 に設けられる。迂回路 4 3 1 は、供給路 4 0 における送水ポンプ 4 3 よりも上流側の部分（供給管 4 0 B）と、供給路 4 0 における送水ポンプ 4 3 よりも下流側の部分（供給管 4 0 C）と、を繋ぐ配管からなる。上記の構成によれば、排ガス洗浄システム 2 0 の運転状態の切り替えに伴い、送水ポンプ 4 3 に要求される送水量が増加もしくは低減した際に、送水ポンプ 4 3 に並列に配置される並列送水ポンプ 4 3 B から送水するもしくは送水ポンプ 4 3 の代わりに並列送水ポンプ 4 3 B のみを使用することで、必要量を送水することができる。

[0081] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 2 0 は、図 3 に示されるように、上述した送水ポンプ 4 3 と上述した第 3 送水ポンプ 4 4 3 とを並列に接続する一対の接続路 4 4 4、4 4 5 をさらに備えている。図 3 に示される実施形態では、接続路 4 4 4（上流側接続路）は、送水ポンプ 4 3 および第 3 送水ポンプの夫々の上流側同士を繋ぐ配管からなり、接続路 4 4 5

(下流側接続路)は、送水ポンプ43および第3送水ポンプの夫々の下流側を繋ぐ配管からなる。つまり、接続路444は、供給路40における送水ポンプ43よりも上流側の部分(供給管40B)と、冷却液路440における第3送水ポンプ443よりも上流側の部分(供給管440A)と、を繋ぐ配管からなる。接続路445は、供給路40における送水ポンプ43よりも下流側の部分(供給管40C)と、冷却液路440における第3送水ポンプ443よりも下流側の部分(供給管440B)と、を繋ぐ配管からなる。なお、接続路444、445に弁(開閉弁、流路調整弁)を設けてもよい。上記の構成によれば、並列送水ポンプ43Bによる送水によって、供給管40Bから送水ポンプ43への送水が行われない際に第3送水ポンプ443に代えて送水ポンプ43を利用することができる。つまり、送水ポンプ43によるクーラー44への送水が可能である。よって、上記の構成によれば、上述した排ガス洗浄システム20から第3送水ポンプ443を除いた構造にすることができる。

[0082] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム20は、図3に示されるように、循環液から不純物を除去可能な循環液処理装置81と、循環液を循環液処理装置81により処理される被処理液として循環液処理装置81に送るための被処理液路80と、被処理液路80における被処理液の流量を制御可能に構成されている被処理液流量制御弁82と、をさらに備えている。

[0083] 図3に示される実施形態では、上述した被処理液路80は、供給路40の送水ポンプ43よりも下流側に設けられる第1分岐部45と循環液処理装置81とを接続する第1被処理液路83と、貯留タンク61と循環液処理装置81とを接続する第2被処理液路85と、を含んでいる。そして、上述した被処理液流量制御弁82は、第1被処理液路83における被処理液の流量を制御可能に構成されている第1被処理液流量制御弁84と、第2被処理液路85における被処理液の流量を制御可能に構成されている第2被処理液流量制御弁86と、を含んでいる。図3に示されるように、第2被処理液路85

における貯留タンク 6 1 と第 2 被処理液流量制御弁 8 6 との間には、貯留タンク 6 1 から循環液処理装置 8 1 に循環液（被処理液）を送るための第 4 送水ポンプ 8 7 が設けられている。

[0084] 図 3 に示されるように、循環液処理装置 8 1 において、循環液（被処理液）から除去された不純物は、不純物タンク 1 0 0 に貯留される。また、循環液処理装置 8 1 において、不純物が除去された循環液（被処理液）は、被処理液排出路 1 0 2 から排出される。図 3 に示される実施形態では、被処理液排出路 1 0 2 は、循環液処理装置 8 1 と分岐部 1 0 3 とを接続する被処理液管 1 0 2 A、排出管 5 0 B の途中と分岐部 1 0 3 とを接続する被処理液管 1 0 2 B、および被処理液を貯留可能な被処理液タンク 1 0 1 と分岐部 1 0 3 とを接続する被処理液管 1 0 2 C を含んでいる。そして、被処理液管 1 0 2 B には、被処理液管 1 0 2 B を流れる循環液処理装置 8 1 で処理後の被処理液の流量を制御可能な第 1 処理済液流量制御弁 1 0 4 が設けられている。また、被処理液管 1 0 2 C には、被処理液管 1 0 2 C を流れる循環液処理装置 8 1 で処理後の被処理液の流量を制御可能な第 2 処理済液流量制御弁 1 0 5 が設けられている。

[0085] クローズドループ運転からオープンループ運転に切り替えた場合において、上述した第 1 処理済液流量制御弁 1 0 4 が開き、且つ上述した第 2 処理済液流量制御弁 1 0 5 が閉じる。そして、被処理液排出路 1 0 2 から排出された被処理液は、被処理液管 1 0 2 A、1 0 2 B および排出管 5 0 B を介して、排出液処理装置 5 1 に送られる。また、貯留タンク 6 1 内に残存している循環液を第 2 被処理液路 8 5 経由で処理して排出可能であるため、迅速にオープンループ運転に切り替え可能である。

[0086] クローズドループ運転において、上述した第 2 処理済液流量制御弁 1 0 5 が開き、且つ上述した第 1 処理済液流量制御弁 1 0 4 が閉じる。そして、被処理液排出路 1 0 2 から排出された被処理液は、被処理液管 1 0 2 A、1 0 2 C を通り、被処理液タンク 1 0 1 に送られる。クローズドループ運転からオープンループ運転に切り替わった後に、被処理液タンク 1 0 1 に貯留され

た被処理液は、第2被処理液排出路106を介して排出液処理装置51に送られる。

[0087] 上記の構成によれば、排ガスの洗浄を繰り返して不純物が濃縮した循環液を循環液処理装置81により処理される被処理液として、被処理液路80を介して循環液処理装置81に送ることで、配管（供給管40B、40Cや循環管60A～60Cなど）の詰まりやスケーリングを防止することができるため、安定した運転が可能になる。

[0088] なお、他の実施形態では、上述した被処理液路80は、上述した第1被処理液路83および上述した第2被処理液路85の何れか一方のみを含んでいてもよく、また、第1被処理液路83および第2被処理液路85の両方を含んでいなくてもよい。また、上述した被処理液路80は、第1被処理液路83や第2被処理液路85以外の被処理液路を含んでいてもよい。

[0089] 幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム20は、図3に示されるように、排ガスを洗浄後の洗浄液の比重を検出可能な比重検出装置67をさらに備えている。そして、上述した制御部21は、比重検出装置67で検出される排ガスを洗浄後の洗浄液の比重に応じた、被処理液流量制御弁82（第1被処理液流量制御弁84）の開度の制御が可能に構成されている。図3に示される実施形態では、比重検出装置67は、貯留タンク61における洗浄液の比重を検出する比重計である。なお、他の実施形態では、比重検出装置67は、供給路40（供給管40B、40C）や循環路60（循環管60A、60B、60C）、脱硫塔30の液だまり部34Aなどにおける洗浄液の比重を検出する比重計であってもよい。また、他の実施形態では、上述した制御部21は、比重検出装置67で検出される排ガスを洗浄後の洗浄液の比重に応じた、第2被処理液流量制御弁86の開度の制御が可能に構成されていてもよい。

[0090] 排ガスの洗浄を繰り返して不純物が濃縮した洗浄液（循環液）は、比重が高くなる傾向がある。上記の構成によれば、制御部21は、比重検出装置67で検出される排ガスを洗浄後の洗浄液の比重に応じた、被処理液流量制御

弁 8 2 の開度の制御を行うことで、被処理液路 8 0 に適切な流量の洗浄液（被処理液）を流すことができる。被処理液路 8 0 に適切な流量の洗浄液（被処理液）を流すことで、配管（供給管 4 0 B、4 0 C や循環管 6 0 A ～ 6 0 C など）の詰まりやスケーリングを防止することができるため、安定した運転が可能になる。また、被処理液路 8 0 に過剰量の洗浄液が流れることを防止できるので、循環液処理装置 8 1 における被処理液の処理量を削減することができる。

[0091] 図 5 は、他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。幾つかの実施形態では、上述した排ガス洗浄システム 2 0 は、被処理液路 8 0 に設けられるとともに被処理液を貯留可能な被処理液貯留タンク 9 0 をさらに備えている。

[0092] 図 5 に示される実施形態では、被処理液路 8 0 は、第 1 被処理液路 8 3 における第 1 分岐部 4 5 と第 1 被処理液流量制御弁 8 4 との間に設けられる第 2 分岐部 8 8 において、第 1 被処理液路 8 3 から分岐するとともに循環液処理装置 8 1 に接続されるバイパス路 8 9 をさらに含んでいる。バイパス路 8 9 には、循環液処理装置 8 1 により処理される前の循環液（被処理液）を貯留するための内部空間 9 1 を内部に画定する上述した被処理液貯留タンク 9 0 が設けられている。バイパス路 8 9 における被処理液貯留タンク 9 0 の上流側には、バイパス路 8 9 を介して被処理液貯留タンク 9 0 に送られる被処理液の流量を制御可能なバイパス路入口側流量制御弁 9 2 が設けられる。バイパス路 8 9 における被処理液貯留タンク 9 0 の下流側には、バイパス路 8 9 を介して被処理液貯留タンク 9 0 から循環液処理装置 8 1 に送られる被処理液の流量を制御可能なバイパス路出口側流量制御弁 9 3 が設けられる。

[0093] クローズドループ運転において、バイパス路入口側流量制御弁 9 2 が開き、且つバイパス路出口側流量制御弁 9 3 が閉じている。このため、クローズドループ運転時に、第 1 被処理液路 8 3 を流れる被処理液の一部が、バイパス路 8 9 を介して被処理液貯留タンク 9 0 に送られて、被処理液貯留タンク 9 0 に貯留される。

- [0094] クローズドループ運転からオープンループ運転に切り替え後に、バイパス路入口側流量制御弁 9 2 が閉じ、且つバイパス路出口側流量制御弁 9 3 が開く。このため、クローズドループ運転時に被処理液貯留タンク 9 0 に貯留された被処理液は、オープンループ運転時に、循環液処理装置 8 1 に送られる。
- [0095] 上記の構成によれば、排ガス洗浄システム 2 0 は、循環液処理装置 8 1 により処理される前の被処理液の一部を被処理液貯留タンク 9 0 に貯留することで、単位時間当たりの処理量が小さく小型な循環液処理装置 8 1 であっても被処理液の処理が可能になる。そして、循環液処理装置 8 1 を小型にすることで、排ガス洗浄システム 2 0 の省スペース化や装置コストの低減が図れる。
- [0096] 上述したように、幾つかの実施形態では、上述した被処理液路 8 0 は、供給路 4 0 の送水ポンプ 4 3 よりも下流側に設けられる第 1 分岐部 4 5 と循環液処理装置 8 1 とを接続する上述した第 1 被処理液路 8 3 を含んでいる。そして、上述した被処理液流量制御弁 8 2 は、第 1 被処理液路 8 3 における被処理液の流量を制御可能に構成されている上述した第 1 被処理液流量制御弁 8 4 を含んでいる。
- [0097] 上記の構成によれば、排ガス洗浄システム 2 0 は、第 1 被処理液流量制御弁 8 4 により第 1 被処理液路 8 3 における被処理液の流量を制御することで、第 1 被処理液路 8 3 を介して供給路 4 0 から循環液処理装置 8 1 に、適切な流量の被処理液を流すことができる。また、第 1 被処理液路 8 3 は、供給路 4 0 の送水ポンプ 4 3 よりも下流側に設けられるので、第 1 被処理液路 8 3 における被処理液には送水ポンプ 4 3 のポンプ圧が作用する。このため、送水ポンプ 4 3 のポンプ圧が作用する第 1 被処理液路 8 3 は、送水ポンプ 4 3 から循環液処理装置 8 1 までの揚程や水平距離を大きくすることができるので、第 1 被処理液路 8 3 の配管設計の自由度を高めることができる。
- [0098] 上述したように、幾つかの実施形態では、上述した被処理液路 8 0 は、貯留タンク 6 1 と循環液処理装置 8 1 とを接続する上述した第 2 被処理液路 8

5を含んでいる。そして、上述した被処理液流量制御弁82は、第2被処理液路85における被処理液の流量を制御可能に構成されている上述した第2被処理液流量制御弁86を含んでいる。

[0099] 上記の構成によれば、排ガス洗浄システム20は、第2被処理液流量制御弁86により第2被処理液路85における被処理液の流量を制御することで、第2被処理液路85を介して貯留タンク61から循環液処理装置81に、適切な流量の被処理液を流すことができる。また、排ガス洗浄システム20は、クローズドループ運転からオープンループ運転に切り替え後に、貯留タンク61に残った循環液を第2被処理液路85に流すことが可能であるので、クローズドループ運転からオープンループ運転への切り替えを迅速に行うことができる。

[0100] 図6は、貯留タンクの貯留量の制御について説明するための図であって、貯留タンクの概略断面図である。クローズドループ運転において、循環路60や供給路40における循環液は、一部が被処理液路80に流れるので、徐々に総量が減っていく。幾つかの実施形態では、上述した制御部21は、貯留タンク61における洗浄液（循環液）の貯留量が、図6に示されるような、範囲上限値RUと、範囲下限値RLと、の間の範囲内に収まるように、船外水補給装置64における補給水流量制御弁643の弁の開閉制御又は弁の開度を調整する制御を行う。なお、他の実施形態では、上述した制御部21は、貯留タンク61における洗浄液（循環液）の貯留量が、図6に示されるような、目標値Tに近づくように、船外水補給装置64における補給水流量制御弁643の弁の開閉制御又は弁の開度を調整する制御を行うようにしてもよい。

[0101] 幾つかの実施形態では、上述した制御部21は、貯留量取得装置63で取得される貯留量が、図6に示されるような上限閾値ULを超える場合に、第2被処理液流量制御弁86を開く制御が可能に構成されている。上記の構成によれば、排ガス洗浄システム20は、貯留量取得装置63で取得される貯留量が上限閾値ULを超える場合に、制御部21により第2被処理液流量制

御弁 8 6 を開く制御を行うことで、貯留タンク 6 1 に貯留される過剰な循環液を貯留タンク 6 1 から迅速に排出することができる。

[0102] 幾つかの実施形態では、上述した制御部 2 1 は、貯留量取得装置 6 3 で取得される貯留量が、図 6 に示されるような下限閾値 L_L に満たない場合に、供給側切替装置 7 1 による供給源を取水部 4 1 で取水した船外水に切り替える制御が可能に構成されている。上記の構成によれば、排ガス洗浄システム 2 0 は、貯留量取得装置 6 3 で取得される貯留量が下限閾値 L_L に満たない場合に、制御部 2 1 により供給側切替装置 7 1 を切り替える制御を行うことで、供給源を取水部 4 1 で取得した船外水に切り替えることができるため、貯留タンク 6 1 に不足分の循環液を迅速に供給することができる。

[0103] 図 7 は、他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。幾つかの実施形態では、上述した供給側切替装置 7 1 は、図 7 に示されるように、供給路 4 0 における合流部 4 2 と送水ポンプ 4 3 との間に設けられる第 1 供給側 2 方弁 7 5 と、循環路 6 0 における貯留タンク 6 1 と合流部 4 2 との間に設けられる第 2 供給側 2 方弁 7 6 と、を含んでいる。第 1 供給側 2 方弁 7 5 および第 2 供給側 2 方弁 7 6 の夫々は、制御部 2 1 に電氣的に接続されている。第 1 供給側 2 方弁 7 5 および第 2 供給側 2 方弁 7 6 の夫々は、制御部 2 1 から発信される信号に応じて、弁の開閉制御を行うことで、洗浄液の供給源を切り替え可能である。なお、他の幾つかの実施形態では、第 1 供給側 2 方弁 7 5 は、供給路 4 0 における取水部 4 1 と合流部 4 2 との間に設けられていてもよい。

[0104] また、幾つかの実施形態では、上述した排出側切替装置 7 2 は、図 7 に示されるように、排出路 5 0 における分岐部 5 2 と排出液処理装置 5 1 との間に設けられる第 1 排出側 2 方弁 7 7 と、循環路 6 0 における分岐部 5 2 と貯留タンク 6 1 との間に設けられる第 2 排出側 2 方弁 7 8 と、を含んでいる。第 1 排出側 2 方弁 7 7 および第 2 排出側 2 方弁 7 8 の夫々は、制御部 2 1 に電氣的に接続されている。第 1 排出側 2 方弁 7 7 および第 2 排出側 2 方弁 7 8 の夫々は、制御部 2 1 から発信される信号に応じて、弁の開閉制御を行う

ことで、脱硫塔30から排出される洗浄液の流出先を切り替え可能である。

[0105] 図7に示される実施形態では、供給路40は、取水部41と第1供給側2方弁75とを接続する供給管40D、第1供給側2方弁75と送水ポンプ43とを接続する供給管40E、および上述した供給管40Cを含んでいる。排出路50は、脱硫塔30と分岐部52とを接続する排出管50C、分岐部52と第1排出側2方弁77とを接続する排出管50D、および第1排出側2方弁77と排出液処理装置51とを接続する排出管50Eを含んでいる。また、循環路60は、上述した排出管50Cと共有配管であり脱硫塔30と分岐部52とを接続する循環管60D、分岐部52と第2排出側2方弁78とを接続する循環管60E、第2排出側2方弁78と貯留タンク61とを接続する循環管60F、貯留タンク61と第2供給側2方弁76とを接続する循環管60G、および第2供給側2方弁76と合流部42とを接続する循環管60Hを含んでいる。

[0106] 図8は、他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの構成を概略的に示す構成図である。幾つかの実施形態では、図8に示されるように、上述した脱硫塔30は、上述した気液接触部38よりも下方に位置する液だまり部34Aと、液だまり部34Aよりも下方に位置する貯留タンク61（貯留タンク61A）と、を内部に画定している。換言すると、脱硫塔30と貯留タンク61とが一体的に形成されている。図8に示される実施形態では、液だまり部34Aの底面を構成する中板部311であって、水平方向に沿って延在する中板部311により、内部空間34と内部空間62とが区画されることで、脱硫塔30の内部に、上述した液だまり部34Aと上述した貯留タンク61Aとが形成されている。

[0107] 図8に示される実施形態では、排出路50は、脱硫塔30と第1排出側2方弁77とを接続する排出管50F、および上述した排出管50Eを含んでいる。循環路60は、液だまり部34Aと内部空間62とに接続される循環管60J、および上述した循環管60Cを含んでいる。また、上述した排出側切替装置72は、図8に示されるように、上述した排出路50における脱

硫塔 30 と排出液処理装置 51 との間に設けられる第 1 排出側 2 方弁 77 と、循環路 60（循環管 60J）における液だまり部 34A と内部空間 62 との間に設けられる第 3 排出側 2 方弁 79 と、を含んでいる。第 1 排出側 2 方弁 77 および第 3 排出側 2 方弁 79 の夫々は、制御部 21 に電氣的に接続されている。第 1 排出側 2 方弁 77 および第 3 排出側 2 方弁 79 の夫々は、制御部 21 から発信される信号に応じて、弁の開閉制御を行うことで、脱硫塔 30 から排出される洗浄液の流出先を切り替え可能である。

[0108] 上記の構成によれば、脱硫塔 30 の内部に液だまり部 34A と貯留タンク 61A とを画定することで、脱硫塔 30 の外部に別途貯留タンク 61 を設ける必要がなくなるため、排ガス洗浄システム 20 の専有面積の増大を抑制可能である。

[0109] 図 9 は、一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法を説明するためのフロー図である。図 10 は、他の一実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法を説明するためのフロー図である。図 9、10 に示されるように、排ガス洗浄システムの運用方法 200A、200B は、船舶 1 に搭載される排ガス発生装置 10 から排出される排ガスを洗浄するための上述した排ガス洗浄システム 20 の運用方法である。排ガス洗浄システムの運用方法 200A、200B における排ガス洗浄システム 20 は、例えば図 3 に示されるような、上述した脱硫塔 30 と、上述した取水部 41 と、上述した供給路 40 と、上述した送水ポンプ 43 と、上述した排出路 50 と、上述した循環路 60 と、上述した供給側切替装置 71 と、上述した排出側切替装置 72 と、を少なくとも備えている。

[0110] 幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法 200A は、図 9 に示されるように、上述した第 1 供給源切替ステップ S201 と、上述した第 1 流出先切替ステップ S202 と、を備えている。この場合には、排ガス洗浄システムの運用方法 200A は、供給側切替装置 71 により洗浄液の供給源を、取水部 41 で取水した船外水から、循環路 60 を介して供給路 40 に還流された循環液に切り替える第 1 供給源切替ステップ S201 と、排

出側切替装置 72 により洗浄液の流出先を、排出路 50 から循環路 60 に切り替える第 1 流出先切替ステップ S202 と、を行うことで、排ガス洗浄システム 20 の運転状態をオープンループ運転からクローズドループ運転に切り替えることができる。

[0111] 幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法 200A における排ガス洗浄システム 20 は、例えば図 3 に示されるような、上述した貯留タンク 61 と、上述した貯留量取得装置 63 と、をさらに備えている。幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法 200A は、図 9 に示されるように、上述した貯留量取得装置 63 により循環液の貯留量を取得する貯留量取得ステップ S203 をさらに備えている。そして、上述した第 1 供給源切替ステップ S201 は、第 1 流出先切替ステップ S202 よりも後、且つ貯留量取得ステップ S203 により取得される貯留量が所定量を超えた後に行われる。

[0112] 図 9 に示される実施形態では、排ガス洗浄システムの運用方法 200A は、貯留量取得ステップ S203 により取得される貯留量が所定量を超えているか否かを判定する貯留量判定ステップ S204 をさらに備えている。貯留量判定ステップ S204 において貯留量が所定量を超えていない場合には（S204 で「NO」）、上述した貯留量取得ステップ S203 が再度行われる。また、貯留量判定ステップ S204 において貯留量が所定量を超えている場合には（S204 で「YES」）、上述した第 1 供給源切替ステップ S201 が行われる。

[0113] 上記の方法によれば、排ガス洗浄システムの運用方法 200A は、貯留量取得ステップ S203 で貯留タンク 61 における循環液の貯留量を取得することができる。そして、第 1 供給源切替ステップ S201 は、第 1 流出先切替ステップ S202 よりも後に、且つ、貯留タンク 61 における貯留量が所定量を超えた後に行われる。このような排ガス洗浄システムの運用方法 200A は、洗浄液の供給源を船外水から循環液に切り替えた際に、十分な量の循環液が貯留タンク 61 に貯留されているので、循環液の不足による排ガス

の洗浄能力の低下を抑制することができる。

[0114] なお、他の実施形態では、第1流出先切替ステップS202を実行してから所定期間経過後に、第1供給源切替ステップS201を実行してもよい。この場合には、所定期間経過後に貯留タンク61に洗浄液が所定以上の量が貯留されていると仮定することで、排ガス洗浄システムの運用方法200Aの単純化を図ることができる。

[0115] 幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法200Bは、図10に示されるように、上述した第2供給源切替ステップS301と、上述した第2流出先切替ステップS302と、を備えている。この場合には、排ガス洗浄システムの運用方法200Bは、供給側切替装置71により洗浄液の供給源を、循環路60を介して供給路40に還流された循環液から取水部41で取水した船外水に切り替える第2供給源切替ステップS301と、排出側切替装置72により洗浄液の流出先を、循環路60から排出路50に切り替える第2流出先切替ステップS302と、を行うことで、排ガス洗浄システム20の運転状態をクローズドループ運転からオープンループ運転に切り替えることができる。

[0116] また、供給路40の合流部42よりも下流側の部分（供給管40Bおよび40C）および脱硫塔30が、オープンループ運転およびクローズドループ運転の何れの運転状態においても使用される共有設備になっているため、クローズドループ運転において循環液が流れる配管（供給管40B、40Cや循環管60A～60Cなど）内および脱硫塔30下部の液だまり部34Aに残存する汚れた循環液を洗い流すことができる。より詳細には、上述した第2供給源切替ステップS301を実施することで、配管（供給管40B、40Cや循環管60A～60Cなど）内および脱硫塔30下部の液だまり部34Aに存在する汚れた循環液の全てが、海水などの船外水によって洗浄されて貯留タンク61に導かれる。このため、上述した第2流出先切替ステップS302に移る際には、排出路50に流れる洗浄液の全てが船外水に置換されているので、オープンループ運転への移行が無駄なく迅速に行われる。

[0117] なお、上述した第2供給源切替ステップS301から上述した第2流出先切替ステップS302への移行のタイミングは、配管（供給管40B、40Cや循環管60A～60Cなど）および液だまり部34Aに存在する循環液の全てが船外水に置換されるのに必要な時間を目安としてもよく、また、上述した制御部21は、上述した必要な時間を目安として、上述した第2流出先切替ステップS302を実行するようにしてもよい。

[0118] 幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法200Bにおける排ガス洗浄システム20は、例えば図3に示されるような、上述した貯留タンク61と、上述した循環液処理装置81と、上述した第2被処理液路85（被処理液路80）と、上述した第2被処理液流量制御弁86（被処理液流量制御弁82）と、をさらに備えている。幾つかの実施形態にかかる排ガス洗浄システムの運用方法200Bは、図10に示されるように、第2供給源切替ステップS301および第2流出先切替ステップS302よりも後に、第2被処理液流量制御弁86（被処理液流量制御弁82）を開いて、貯留タンク61に貯留される循環液を循環液処理装置81に送る循環液排出ステップS303をさらに備えている。

[0119] 上記の方法によれば、排ガス洗浄システムの運用方法200Bは、第2供給源切替ステップS301および第2流出先切替ステップS302よりも後に、第2被処理液流量制御弁86（被処理液流量制御弁82）を開いて、貯留タンク61に貯留される循環液を循環液処理装置81に送る循環液排出ステップS303をさらに備えているので、排ガス洗浄システム20の運転状態をクローズドループ運転からオープンループ運転に切り替えた際に、貯留タンク61に残った循環液を貯留タンク61の外部に位置する循環液処理装置81に排出することができる。

[0120] 本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

符号の説明

[0121] 1 船舶

2	船体
3	上甲板
4	船側外板
5	船底外板
6	居住区
7	鋼板構造物
8	機関室
1 0	排ガス発生装置
1 1	主機関
1 2	補助機関
2 0, 2 0 A	排ガス洗浄システム
2 0	船舶用脱硫装置
2 1	制御部
3 0	脱流塔
4 0	供給路
4 1	取水部
4 2	合流部
4 3	送水ポンプ
4 4	クーラー
5 0	排出路
5 1	排出液処理装置
6 0	循環路
6 1, 6 1 A	貯留タンク
6 3	貯留量取得装置
6 4	船外水補給装置
6 5	p H値検出装置
6 6	中和剤添加装置
6 7	比重検出装置

7 1	供給側切替装置
7 2	排出側切替装置
8 0	被処理液路
8 1	循環液処理装置
9 0	被処理液貯留タンク
2 0 0 A, 2 0 0 B 排ガス洗浄システムの運用方法	
L L	下限閾値
R L	範囲下限値
R U	範囲上限値
T	目標値
U L	上限閾値

請求の範囲

- [請求項1] 船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システムであって、
- 前記排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部を内部に画定する脱硫塔と、
- 船体の外部から船外水を取水するための取水部と、
- 前記取水部と前記脱硫塔とを接続する供給路と、
- 前記脱硫塔から排出される前記洗浄液を前記船体の外部に排出するための排出路と、
- 前記脱硫塔から排出される前記洗浄液を循環液として前記供給路に還流させるための循環路であって、前記供給路と合流部において合流する循環路と、
- 前記脱硫塔に供給される前記洗浄液の供給源を、前記取水部で取水した前記船外水、又は、前記循環路を介して前記供給路に還流された前記循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、
- 前記脱硫塔から排出される前記洗浄液の流出先を、前記排出路、又は、前記循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、
- を備える
- 排ガス洗浄システム。
- [請求項2] 前記供給路における前記合流部よりも下流側に設けられた送水ポンプと、
- 前記循環路に設けられるとともに前記循環液を貯留可能な貯留タンクと、をさらに備える
- 請求項1に記載の排ガス洗浄システム。
- [請求項3] 前記貯留タンクにおける前記循環液の貯留量を取得可能に構成されている貯留量取得装置と、
- 前記貯留タンクに前記船外水を補給可能に構成されている船外水補給装置と、

前記貯留量取得装置で取得される前記貯留量に応じて、前記船外水補給装置による前記貯留タンクへの前記船外水の補給量を制御する制御部と、をさらに備える

請求項 2 に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項4] 前記貯留タンクにおける前記循環液の pH 値を検出可能に構成されている pH 値検出装置と、

前記貯留タンクに中和剤を添加可能に構成されている中和剤添加装置と、をさらに備え、

前記制御部は、前記 pH 値検出装置で検出される前記 pH 値に応じて、前記中和剤添加装置による前記中和剤の添加量の制御を行うように構成されている

請求項 3 に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項5] 前記循環液から不純物を除去可能な循環液処理装置と、

前記循環液を前記循環液処理装置により処理される被処理液として前記循環液処理装置に送るための被処理液路と、

前記被処理液路における前記被処理液の流量を制御可能に構成されている被処理液流量制御弁と、をさらに備える

請求項 3 又は 4 に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項6] 前記排ガスを洗浄後の前記洗浄液の比重を検出可能な比重検出装置をさらに備え、

前記制御部は、前記比重検出装置で検出される前記排ガスを洗浄後の前記洗浄液の比重に応じた、前記被処理液流量制御弁の開度の制御が可能に構成されている

請求項 5 に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項7] 前記被処理液路に設けられるとともに前記被処理液を貯留可能な被処理液貯留タンクをさらに備える

請求項 5 又は 6 に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項8] 前記被処理液路は、前記供給路の前記送水ポンプよりも下流側に設

けられる第1分岐部と前記循環液処理装置とを接続する第1被処理液路を含み、

前記被処理液流量制御弁は、前記第1被処理液路における前記被処理液の流量を制御可能に構成されている第1被処理液流量制御弁を含む

請求項5乃至7の何れか1項に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項9] 前記被処理液路は、前記貯留タンクと前記循環液処理装置とを接続する第2被処理液路を含み、

前記被処理液流量制御弁は、前記第2被処理液路における前記被処理液の流量を制御可能に構成されている第2被処理液流量制御弁を含む

請求項5乃至8の何れか1項に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項10] 前記制御部は、前記貯留量取得装置で取得される前記貯留量が上限閾値を超える場合に、前記第2被処理液流量制御弁を開く制御が可能に構成されている

請求項9に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項11] 前記制御部は、前記貯留量取得装置で取得される前記貯留量が下限閾値に満たない場合に、前記供給側切替装置による前記供給源を前記取水部で取水した前記船外水に切り替える制御が可能に構成されている

請求項3乃至10の何れか1項に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項12] 前記脱硫塔は、前記気液接触部よりも下方に位置する液だまり部と、前記液だまり部よりも下方に位置する前記貯留タンクと、をさらに内部に画定する

請求項2乃至11の何れか1項に記載の排ガス洗浄システム。

[請求項13] 船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システムの運用方法であって、
前記排ガス洗浄システムは、

前記排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部を内部に画定する脱硫塔と、

船体の外部から船外水を取水するための取水部と、

前記取水部と前記脱硫塔とを接続する供給路と、

前記脱硫塔から排出される前記洗浄液を前記船体の外部に排出するための排出路と、

前記脱硫塔から排出される前記洗浄液を循環液として前記供給路に還流させるための循環路であって、前記供給路と合流部において合流する循環路と、

前記供給路における前記合流部よりも下流側に設けられた送水ポンプと、

前記脱硫塔に供給される前記洗浄液の供給源を、前記取水部で取水した前記船外水、又は、前記循環路を介して前記供給路に還流された前記循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、

前記脱硫塔から排出される前記洗浄液の流出先を、前記排出路、又は、前記循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、を備え、

前記排ガス洗浄システムの運用方法は、

前記供給側切替装置により前記洗浄液の前記供給源を、前記取水部で取水した前記船外水から前記循環路を介して前記供給路に還流された前記循環液に切り替える第1供給源切替ステップと、

前記排出側切替装置により前記洗浄液の前記流出先を、前記排出路から前記循環路に切り替える第1流出先切替ステップと、を備える排ガス洗浄システムの運用方法。

[請求項14]

前記排ガス洗浄システムは、

前記循環路に設けられるとともに前記循環液を貯留可能な貯留タンクと、

前記貯留タンクにおける前記循環液の貯留量を取得可能に構成され

ている貯留量取得装置と、をさらに備え、

前記排ガス洗浄システムの運用方法は、

前記貯留量取得装置により前記循環液の前記貯留量を取得する貯留量取得ステップをさらに備え、

前記第 1 供給源切替ステップは、前記第 1 流出先切替ステップよりも後、且つ前記貯留量取得ステップにより取得される前記貯留量が所定量を超えた後に行われる

請求項 13 に記載の排ガス洗浄システムの運用方法。

[請求項15]

船舶に搭載される排ガス発生装置から排出される排ガスを洗浄するための排ガス洗浄システムの運用方法であって、

前記排ガス洗浄システムは、

前記排ガスに洗浄液を接触させる気液接触部を内部に画定する脱硫塔と、

船体の外部から船外水を取水するための取水部と、

前記取水部と前記脱硫塔とを接続する供給路と、

前記脱硫塔から排出される前記洗浄液を前記船体の外部に排出するための排出路と、

前記脱硫塔から排出される前記洗浄液を循環液として前記供給路に還流させるための循環路であって、前記供給路と合流部において合流する循環路と、

前記供給路における前記合流部よりも下流側に設けられた送水ポンプと、

前記脱硫塔に供給される前記洗浄液の供給源を、前記取水部で取水した前記船外水、又は、前記循環路を介して前記供給路に還流された前記循環液の何れか一方に切り替えるための供給側切替装置と、

前記脱硫塔から排出される前記洗浄液の流出先を、前記排出路、又は、前記循環路の何れか一方に切り替えるための排出側切替装置と、を備え、

前記排ガス洗浄システムの運用方法は、

前記供給側切替装置により前記洗浄液の前記供給源を、前記循環路を介して前記供給路に還流された前記循環液から前記取水部で取水した前記船外水に切り替える第2供給源切替ステップと、

前記排出側切替装置により前記洗浄液の前記流出先を、前記循環路から前記排出路に切り替える第2流出先切替ステップと、を備える排ガス洗浄システムの運用方法。

[請求項16]

前記排ガス洗浄システムは、

前記循環路に設けられるとともに前記循環液を貯留可能な貯留タンクと、

前記循環液から不純物を除去可能な循環液処理装置と、

前記循環液を前記循環液処理装置により処理される被処理液として前記循環液処理装置に送るための被処理液路であって、前記貯留タンクと前記循環液処理装置とを接続する被処理液路と、

前記被処理液路における前記被処理液の流量を制御可能に構成されている被処理液流量制御弁と、をさらに備え、

前記排ガス洗浄システムの運用方法は、

前記第2供給源切替ステップおよび前記第2流出先切替ステップよりも後に、前記被処理液流量制御弁を開いて、前記貯留タンクに貯留される前記循環液を前記循環液処理装置に送る循環液排出ステップをさらに備える

請求項15に記載の排ガス洗浄システムの運用方法。