

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5033931号
(P5033931)

(45) 発行日 平成24年9月26日(2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl. F I
BO1D 53/50 (2006.01) B O 1 D 53/34 1 2 5 K
BO1D 53/77 (2006.01) B O 1 D 53/18 C
BO1D 53/18 (2006.01)

請求項の数 9 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-512810 (P2011-512810) (86) (22) 出願日 平成20年6月13日 (2008.6.13) (65) 公表番号 特表2011-523993 (P2011-523993A) (43) 公表日 平成23年8月25日 (2011.8.25) (86) 国際出願番号 PCT/CN2008/071304 (87) 国際公開番号 W02009/149602 (87) 国際公開日 平成21年12月17日 (2009.12.17) 審査請求日 平成23年6月8日 (2011.6.8)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 510239200 彭 斯幹 中華人民共和国430072湖北省武漢市 武昌区武珞路717号兆富ビル12A11</p> <p>(74) 代理人 110000121 アイアット国際特許業務法人</p> <p>(72) 発明者 彭 斯幹 中華人民共和国430072湖北省武漢市 武昌区武珞路717号兆富ビル12A11</p> <p>審査官 岡谷 祐哉</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航海船における排ガス洗浄装置であって、
 胴体(1)を含み、前記胴体(1)の内部には、排ガス中のSO₂を除去するための洗浄層(7)と、高温排ガス(2)を冷却するための冷却器(4)とを配置しており、
 洗浄用海水(13)は、低温の排ガス(5)中のSO₂を除去するために流されて前記洗浄層(7)を通過して、その後前記冷却器(4)を通過するように配置され、
 前記高温排ガス(2)は、前記洗浄層(7)からきた海水と直接に接触して前記海水にて前記低温の排ガス(5)に冷却するために流されて前記冷却器(4)を通過して、その後前記低温の排ガス(5)中のSO₂を除去するために前記洗浄層(7)を通過するように配置され、
 前記洗浄層(7)が前記冷却器(4)の上方に位置し、
 前記冷却器(4)は、前記高温排ガス(2)を冷却し、均一に流すための冷却流れ均一層(4')であり、
 前記洗浄層(7)は、充填材を備えており、前記充填材の気液接触に適する面において、
 前記洗浄用海水(13)は、前記低温の排ガス(5)と接触して混合し、
 前記冷却流れ均一層(4')は、耐高温充填材を含むことを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項2】

請求項1記載の航海船における排ガス洗浄装置において、

前記冷却流れ均一層（４´）は、直接にまたは固定部材を介して前記胴体（１）の内壁に固定されることを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項３】

請求項１記載の航海船における排ガス洗浄装置において、さらに前記胴体（１）内部の前記冷却器（４）の下方に位置して前記洗浄用海水（１３）を集める貯水池（１５）を含み、前記高温排ガス（２）を前記胴体（１）へ送るための排ガスパイプ（３）は、貯水池（１５）を通過し、前記排ガスパイプ（３）の一部が前記洗浄用海水（１３）に浸されていることを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項４】

請求項３記載の航海船における排ガス洗浄装置において、前記高温排ガス（２）を前記胴体（１）へ送るための排ガスパイプ（３）の出口は、前記胴体（１）の底部に固定して前記胴体（１）の内部に延伸されており、または、前記排ガスパイプ（３）の前記出口は、前記胴体（１）の側壁に接続されることを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項５】

請求項１記載の航海船における排ガス洗浄装置において、さらに、前記洗浄用海水（１３）の前記排ガスパイプ（３）への進入を防止するために前記排ガスパイプ（３）の出口の上方に位置する液溜めカバー（１４）を含むことを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項６】

請求項１記載の航海船における排ガス洗浄装置において、前記洗浄層（７）の中の充填材は、高分子材料であることを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項７】

請求項３記載の航海船における排ガス洗浄装置において、前記貯水池（１５）は、前記胴体（１）の下側壁と、前記胴体（１）底部と、前記排ガスパイプ（３）の管壁もしくは上記管壁の外部の仕切り板とから構成されることを特徴とする航海船における排ガス洗浄装置。

【請求項８】

航海船における排ガス洗浄方法であって、胴体（１）の内部には、高温排ガス中の SO_2 を除去するための洗浄層（７）と、高温排ガスを冷却するための冷却器（４）とを提供し、高温排ガス（２）を前記胴体（１）の内部に導入し、前記高温排ガスを下方から上方へと流動させて前記冷却器（４）を通過して低温の排ガス（５）に冷却された後、低温の排ガス（５）中の SO_2 を除去するために前記洗浄層（７）に入り、洗浄後の浄化された排ガスが上方へ向かって浄化された排ガスの排気口から排出され、胴体（１）の内部に洗浄用海水を注入し、前記洗浄用海水を上方から下方へと流動させて前記洗浄層（７）を通過して低温の排ガス（５）中の SO_2 が除去された後、前記冷却器（４）を通過し、前記高温排ガス（２）と直接に接触して前記高温排ガス（２）を前記低温の排ガス（５）に冷却させ、洗浄後の海水が貯水池に落下し、海水排出口から排出され、

洗浄層（７）の中で充填材の気液接触面により低温の排ガス（５）と洗浄用海水とを接触・混合して、前記低温の排ガスを洗浄させ、その中の SO_2 を除去し、

前記冷却器（４）は、前記高温排ガス（２）を冷却し、均一に流すための冷却流れ均一層（４´）であり、

前記冷却流れ均一層（４´）は、耐高温充填材を含むことを特徴とする航海船における排ガス洗浄方法。

【請求項９】

請求項８記載の航海船における排ガス洗浄方法において、

10

20

30

40

50

前記高温排ガスの温度は200 ~ 490 であることを特徴とする航海船における排ガス洗浄方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法に関し、海水を利用して航海船からの排ガスに含まれる二酸化硫黄を主とする汚染物質を洗浄してその汚染物の排出を低減させ、大気環境の保護および船舶排ガス汚染防止の技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

20年前から、工業施設から排出される二酸化硫黄を主とする気体汚染物質の排出削減に関する国際立法は、徐々に厳密かつ完備化されており、近年、その規制対象は、すでに陸上工業施設から海洋船舶になりつつある。

【0003】

船舶から排出される二酸化硫黄の排出削減問題は、世界的な範囲で提出されてから、海水法による排ガス脱硫技術を重視する傾向がすぐ現れた。2007年に四つの国際的な有名大学の連合機構からの一つの研究報告により、海洋資源、すなわち海水を利用して船舶から排出される二酸化硫黄の排出削減は、人々が長期間にわたって実現しようとしたが実現できなかった期待であることが明確に表明された。

【0004】

米国のマサチューセッツ工科大学(Massachusetts Institute of Technology)、日本の東京大学(University of Tokyo)、スウェーデンのシャルマーズ工科大学(Chalmers University of Technology)およびスイスの連邦工科大学チューリッヒ校(Swiss Federal Institute of Technology Zurich)の連合機構が2007年に提出した「海水洗浄による船舶の廃ガスから排出されるSOxの低減」(Seawater Scrubbing-reduction of SOx emissions from ship exhausts ISBN:978-91-976534-1-1)という名称の研究報告では、「船舶から排出される硫酸化物の低減に対して、海水洗浄は、かなり将来性のある技術である。……詳しい実例の研究をさらに行う必要がある。……さらなる研究を行ってからこそ確定できる」と指摘されている。

【0005】

排ガスの温度が200 ~ 490 である高温の航海船排ガスの処理の場合、船舶専用の排ガス脱硫プロセス装置が実用できるかどうかは、陸上石炭燃焼工業施設の排出削減の場合に比べてその経済的な問題がさらに重要になっている。すなわち、船舶における排ガス脱硫装置の総コストは、かならず低硫黄燃料の使用によって増加した総コストより著しく低くなければならない。そうしない場合、この装置は、実用価値を有していない。また、従来技術に存在している一連の経済・効率的な問題は、未だに解決出来ていない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来技術1:2008年1月16日に開示された中国特許出願番号が200710012371.1で、名称が「船舶のエンドガスに対して海水洗浄処理を行う装置および方法」である技術において、洗浄器としての中空繊維膜接触器の中で、除塵前処理された船舶のエンドガスに対して海水洗浄処理を行っている。SO₂濃度監視計、水質監視計およびPLCプログラマブルコントローラーから構成された制御システムによって、処理済みの船舶のエンドガスのSO₂濃度と廃水水質との随時検出・記憶および排水の制御が実現される。

【0007】

10

20

30

40

50

しかし、当該技術には下記の問題がある。

1) 当該技術方案では、洗浄器は、中空繊維膜接触器によって洗浄機能を実現しているが、中空繊維膜の耐熱性は、数十摂氏度しかないため、当該技術方案は、排ガス温度が200～490である高温の船舶のエンジンの排ガスの処理に応用できない。

2) 同時に、洗浄器は、中空繊維膜接触器によって洗浄機能を実現しているので、その圧力降下および抵抗力が非常に大きい。このため、ブースターファンを増設すると、システム運転のエネルギー損失およびコストが非常に高くなってしまふ。

【0008】

従来技術2：2006年6月6日に登録となった米国特許番号がUS7056367で、名称が「混合羽根による気体の洗浄方法および装置」である特許(Method and apparatus for scrubbing gases, using mixing vanes)において、一種の排ガス洗浄器が公開されており、当該排ガス洗浄器は、一連の入れ子式の逆流通路から構成され、そのうち、星型の断面を有する熱交換面が1つ含まれている。廃ガスは、熱交換面を逆流通路した後、貯水池に入って洗浄され、傾斜、重畳および間隔を隔てて配列された混合羽根によって貯水池の中に振動を発生させることによって、排ガスが液体の中で高度に分散した微小な気泡に形成され、気体汚染物質の洗浄液への進入が促進される。帯状の除霧羽根が排ガスから付着している液体を除去する。熱交換面は、排ガスを不飽和レベルまでに再加熱させる。洗浄によって排ガス中の粒子状物質、二酸化硫黄および二酸化窒素などの汚染物質を著しくかつ効率良く低減させると共に、熱量を低減させる。

【0009】

具体的に、US7056367号特許の装置の技術方案は、工業施設から排出される気体の粒子状物質と汚染物質を低減させる洗浄装置であって、

1) 同軸入れ子式の吸気パイプ、熱伝導管、排出パイプと、排ガスを逆転して通過させ、洗浄液を貯留する貯水池が含まれ、

2) その中、熱伝導管の末端と排出パイプは、互いに接続されて貯水池の洗浄液に浸漬され、排ガスを貯水池の洗浄液に導入させ、

3) 1つまたは複数の混合羽根と、1つまたは複数の水平に設置された除霧羽根とを有し、

4) 上記混合羽根は、乱流を発生して排ガスが液体の中で微小な気泡に形成されるように、貯水池の洗浄液に浸漬された排出パイプの末端内に設置され、

5) 上記除霧羽根は、排ガス中の霧粒を除去するように排出パイプの混合羽根の後方に設置されている。

【0010】

US7056367号特許の方法の技術方案は、工業施設からの廃ガスの中の粒子状物質と気体の汚染物質を低減させ、かつ廃ガスの温度を低下させる廃ガス洗浄方法であって、

a) 排ガスを長く伸びた吸気パイプから導入し、

b) 排ガスが逆転方向で吸気パイプの外部を囲んだ熱伝導管を通過し、

c) 排ガスに対して貯水池での洗浄、冷却および粒子状物質の沈殿を行い、

d) 排ガスが再び逆転方向で熱伝導管の外部を囲んだ、熱伝導管と1段の共通の管壁を有する排気パイプを通過し、

e) 1つまたは複数の混合羽根によって貯水池の液体の中で排ガスの流れの方向が変わって乱流を発生し、(大量の)小さな気泡が発生して気泡流を形成し、

f) 排ガスを1つまたは複数の除霧羽根を通過させて、如何なる付着する気泡または水分を十分に除去し、

g) 排ガスが共通の管壁の受熱面を流れて、排ガス露点より高い温度に加熱され、

h) 洗浄装置から全ての気体を排出させることが含まれる。

【0011】

上記の方法発明と装置発明の従来技術の主な目的は、

- 1) 二酸化硫黄を効率良く洗浄すると共に、運転の圧力損失を6インチ水柱より小さくすることと、
- 2) 排ガスの温度を露点より少なくとも30 超えるように上昇することである。

【0012】

海水洗浄によって排出される排ガスの中の二酸化硫黄などの汚染物質を低減する場合、最も重要な条件は、まず、温度であり、温度が高ければ高いほど洗浄効果が劣り、そして、気液接触面積であり、面積が大きければ大きいほど洗浄効果が良くなる。

【0013】

US7056367号特許の基本的な技術方案では、「排ガスを貯水池の洗浄液に導入させる」方式、すなわち、起泡洗浄方式によって高温の排ガスを洗浄して冷却すると共に、「混合羽根」を採用して気液接触面積を増加する。当該発明の「排ガスを貯水池の洗浄液に導入させる」、すなわち、起泡洗浄の技術方案は、海水を利用して船舶からの高温の排ガスを洗浄する場合に適用するとき、主に以下のような問題点が存在している。

【0014】

- 1) 洗浄効果と運転コストの矛盾を克服し難い。

前記発明の重要な特徴の1つは、「排ガスを貯水池の洗浄液に導入させる」、すなわち、起泡洗浄冷却方式である。しかし、起泡洗浄方式は、基本的に現在の気液物質移動方式の中で効率が一番低い方式に属する。この種類のプロセスでは、通常泡鐘と呼ばれる部材、すなわち、起泡ユニットのサイズが小さければ小さいほどユニットの数量が多くなるので、物質移動効率も高くなる(公報の図4)。しかしながら、この特許発明の方案では、船舶からの排ガスを洗浄する場所の条件の制限により、単一でサイズが大きい泡鐘の方案を採用しているので、その物質移動効率が非常に低い。

【0015】

一方、起泡洗浄方式による洗浄または吸収の程度は、排ガスが液体に浸入した深さと正相関の関係となっており、すなわち、浸入深さが深ければ深いほど起泡が多く、また、気泡が液体から離れる経路が長ければ長いほど気液接触面積が大きくなり、洗浄または吸収率も高くなる。起泡洗浄方式による運転の圧力損失とは、排ガスが液体の圧力を克服するためのエネルギー損失であり、その数値上、排ガスが液体に浸入した深さでの液柱圧力と基本的に対応する。すなわち、洗浄効果が良ければ良いほど圧力損失が大きく、運転コストが高くなり、洗浄効果と運転コストの矛盾は、基本的に調和できない。

【0016】

この特許発明の技術方案では、海水を洗浄液とする条件において、その運転の圧力損失が6インチ(152mm)水柱より小さいことが要求されていることから、その排ガスは、洗浄液に浸入した深さも6インチより小さいことが明らかである。このような非常に浅い浸入深さであると、「混合羽根」の増加により乱流を形成して気泡を分散させる補充技術対策を採用しても、その全体の気液接触面積は、極めて限度があるので、洗浄と吸収率は、依然として非常に低い。洗浄効果を著しく向上させるため、排ガスの浸入深さを増加する必要がある。そうすると圧力損失が大きくなるので、エネルギー損失と運転コストが増加し、その効果としては明らかに良くない。

【0017】

- 2) 高温の排ガスの冷却と二酸化硫黄の低温吸収の矛盾を克服し難い。

海水による排ガスの洗浄は、主に二酸化硫黄の吸収である。この発明の方案では、高温の排ガスに対する冷却と洗浄吸収は、主に同一の貯水池の液体によって行われ、高温の排ガスを冷却すると同時に洗浄用海水の温度が上昇する。そして、温度が上昇した海水は、同時に二酸化硫黄の洗浄吸収に利用されるため、二酸化硫黄の吸収率が向上できない。そこで、吸収率を向上させるため、洗浄水量の増加によって洗浄用海水の温度の上昇を抑制する。しかし、そうすると、エネルギー損失と運転コストが大幅に増加するため、その過程のバランスがうまく取れない。

【0018】

- 3) 防腐による運転コストの低下と製造コストの向上の矛盾を克服し難い。

この発明のもう1つの特徴は、入れ子「熱伝導管」式の熱交換器を採用することであり、すなわち、「排ガスが共通の管壁の受熱面を流れることにより、排ガス露点より高い温度に加熱される」ことである。これは、使用コストを下げ、設備の使用寿命を延長するために、排ガスの温度を上昇させて設備の腐食を防止する技術対策を採用したのである。しかしながら、この熱伝導管は、その熱伝導面積を大きくしてより多い熱量を排ガスの再加熱に使用できるように、星型などの複雑な形状の断面を有しなければならない。熱交換器は、高温、高湿、強腐食性の環境で作動し、その構造も複雑であるので、耐食性の合金材料を大量に使用する必要がある。このため、装置の製造コストは、かならず大幅に上昇し、逆に全体の使用コストが向上してしまう。その結果、割に合わないものとなる。

【0019】

10

4) 排ガスの再加熱による腐食の防止と腐食の悪化の矛盾を克服し難い。

海水による船舶からの排ガスの洗浄に用いられる条件において、この発明の入れ子「熱伝導管」式の熱交換器の技術方案によって、再加熱後の排ガスの実際の温度は、酸露点より30℃を超えていないどころか、かえって酸露点より著しく低い。この問題は、酸露点以下の温度範囲内において、排ガスの温度が高ければ高いほどその腐食性が強くなることである。この発明の技術方案の目的としては、腐食の防止であるが、再加熱の方式によって排ガスの温度を上昇させると腐食を加速させるだけである。その結果、逆効果をもたらすものとなる。

【0020】

当該発明は、すでに数年の船舶排ガス洗浄の実験を経ていた。

20

【0021】

海船エンジンから排出された200℃～490℃である高温の排ガスの処理問題を解決するために、従来技術では、効率が低く、コストが高い方法および装置を採用していることが明らかに分かった。以上のような状況に基づき、人々が長期間にわたって期待している海水洗浄によって船舶からの汚染を低減させる技術原理は、ずっと実用性のあるプロセス技術方案となっていない。

【0022】

本発明の第一の目的は、従来の航海船における排ガス洗浄装置の欠陥を克服し、航海船の排ガスの高温および狭い空間の場合に適用する高効率の航海船における排ガス洗浄装置を提供することである。

30

【0023】

本発明の第二の目的は、従来の航海船における排ガス洗浄方法の欠陥を克服し、あらかじめ高温の排ガスを冷却してから充填材洗浄を行い、冷却と洗浄吸収を2つのステップに分けることによって、それぞれ最良の効果を実現する航海船における排ガス洗浄方法を提供することである。

【0024】

本発明の航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法の共通の目的としては、排出削減の効率が高く、運転のエネルギー損失が低く、使用寿命が長く、総コストが低硫黄燃料の使用によって増加した総コストより著しく低い優れた技術経済指標の実現を確保することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明の航海船における排ガス洗浄装置の技術方案は、胴体を有しており、上記胴体の内部の上方に充填材を備える洗浄層が固定され、上記胴体の内部の下方が海水排出口を備える貯水池である。上記胴体の胴体壁には洗浄する排ガスを胴体の外部から内部に導入する排ガスパイプが接続され、排ガスパイプの一端が胴体外部排ガス入口であり、排ガスパイプの他端が胴体内部排ガス導入口である。上記胴体内部排ガス導入口は、胴体の内壁に設けられて、もしくは胴体の内部に延伸されて、洗浄層と貯水池との間に位置する。高温の排ガスを冷却する冷却器は、排ガスパイプの胴体外部排ガス入口と洗浄層との間の排ガス通路に位置し、洗浄用海水入口が洗浄層の上方に位置し、胴体の頂部には浄化された排

50

ガスの排出口が設けられている。

【0026】

前記航海船における排ガス洗浄装置の技術方案に加えて、付加技術特徴を有する技術方案は、以下の通りである。

【0027】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その冷却器は、冷却流れ均一層であり、胴体内部排ガス導入口と洗浄層との間に位置し、当該冷却流れ均一層が耐高温部材から構成され、直接にまたは固定部材を介して胴体の内壁に取り付けられる。

【0028】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その冷却器は、排ガスパイプまたはその管腔の中に取り付けられた冷却管もしくは冷却片、あるいは高温の排ガスに対して排ガスパイプまたは胴体に接続された冷却水を吹きかける散水システムである。

【0029】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、胴体内部排ガス導入口は、胴体の底部に固定して胴体の内部に延伸させた排ガスパイプの出口であり、当該出口に対向して、洗浄用海水の排ガスパイプへの進入を防止するための液溜めカバーが設けられている。

【0030】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その胴体内部排ガス導入口は、胴体の側壁における貫通孔、もしくは胴体の側壁に固定して接続された排ガスパイプの出口である。

【0031】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その貯水池は、胴体の下側壁と、胴体の底部と、排ガスパイプの管壁もしくは管壁の外部の仕切り板とから構成される。

【0032】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その貯水池は、胴体内部排ガス導入口の下端が位置する水平横断面より下方の胴体の側壁と底部とから構成される。

【0033】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、冷却流れ均一層を構成する耐高温部材は、その材料が金属材料、セラミック材料または炭素繊維材料から選択される。

【0034】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その冷却流れ均一層は、耐高温充填材と耐高温充填材支持ホルダとから構成され、当該耐高温充填材支持ホルダが直接にまたは固定部材を介して胴体の内壁に固定されている。

【0035】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その冷却流れ均一層は、耐高温格子および/または耐高温孔板を有しており、直接にまたは固定部材を介して胴体の内壁に固定されている。

【0036】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その洗浄層は、充填材と充填材支持ホルダとから構成され、当該充填材支持ホルダが直接にまたは固定部材を介して胴体の内壁に固定されている。

【0037】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、その洗浄層の中の充填材は、ポリプロピレン、ポリエチレンまたはABSエンジニアリングプラスチックから選択される高分子材料である。

【0038】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、洗浄用海水を水平に均一分布させる方式で下方へ流出するウォーターディストリビュータは、洗浄層の上方に固定されており、当該ウォーターディストリビュータが配列された水管および/または配列された水槽から構成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

前記航海船における排ガス洗浄装置において、ウォーターディストリビュータの上方には、排ガスの中の霧粒を除去するための除霧器が取り付けられている。

【 0 0 4 0 】

本発明の海水を利用して航海船からの排ガス中の二酸化硫黄を主とする汚染物質を洗浄する航海船における排ガス洗浄方法の技術方案は、以下のステップを有している。

【 0 0 4 1 】

a) エンジンから排出された排ガスを洗浄装置に導入し、導入された排ガスを洗浄装置の中で下方から上方へと流動させる排ガス導入ステップと、

b) 洗浄用海水を洗浄装置の洗浄層の上部にある洗浄用海水入口から洗浄装置に注入し、
10 洗浄用海水を洗浄装置の中で上方から下方へと流動させる洗浄用海水注入ステップと、

c) 洗浄装置の上部から注入された洗浄用海水が充填材洗浄層を流れて上方へ向かう低温の排ガスと接触し、逆流方式による洗浄を行う洗浄ステップと、

d) 冷却器によって高温の排ガスを冷却させ、洗浄用海水が下方へ向かって冷却器を流れて高温の排ガスの温度を降下させ、冷却後、温度が下がった排ガスが上方へ向かって洗浄層に進入する冷却ステップと、

e) 洗浄後の浄化された排ガスが上方へ向かって浄化された排ガスの排気口から排出される浄化された排ガス排出ステップと、

f) 洗浄後の海水が貯水池に流入し、海水排出口から排出される洗浄用海水排出ステップ
20

【 0 0 4 2 】

前記航海船における排ガス洗浄方法の技術方案に加えて、付加技術特徴を有する技術方案は、以下の通りである。

【 0 0 4 3 】

前記航海船における排ガス洗浄方法では、洗浄ステップにおいて、上方へ向かう低温の排ガスを十分に洗浄する方法とは、洗浄層の中で充填材の気液接触面により排ガスと洗浄用海水とを十分に接触・混合して、上方へ向かう排ガスを十分に洗浄させ、その中のSO₂を除去する方法である。

【 0 0 4 4 】

前記航海船における排ガス洗浄方法では、浄化された排ガス排出ステップにおいて、浄化された排ガスを除霧器によって排ガス中の霧粒を除去した後、浄化された排ガスの排気口から排出させる。
30

【 0 0 4 5 】

前記航海船における排ガス洗浄方法では、その内部排ガスの運転の圧力損失が110m水柱より小さくなっている。

【 発明の効果 】

【 0 0 4 6 】

本発明の航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法の原理と効果は、以下の通りである。

【 0 0 4 7 】

天然の海水は、二酸化硫黄に対して非常に強い溶解吸収能力を持っているため、工業燃焼装置からの排ガスの中の二酸化硫黄などの汚染物質を除去して浄化された排ガスを得るための洗浄処理に使用できる。船舶からの排ガスを海水により洗浄する実用的なプロセス装置は、コンパクトで効率が高いことが要求されている。これは、船舶の空間が狭く、プロセス過程の反応時間が短いからである。プロセス装置は、非常に高い総吸収率を有するのみではなく、非常に高い吸収速度も有しなければならない。すなわち、洗浄吸収の効率は、非常に高くしなければならず、そうでない場合、プロセス装置は実用性がない。船舶からの排ガスを海水により洗浄する方法および装置が実用性のある高洗浄吸収効率を有するために、最も重要なプロセス条件は、反応温度と接触面積である。すなわち、反応温度が高ければ高いほど洗浄吸収効果が劣り、気液接触面積が大きければ大きいほど洗浄吸収
50

効果が良くなる。このため、本発明では、予め高温の排ガスを冷却してから洗浄吸収する方式を採用し、冷却と洗浄吸収を2つの機能区に分けることによって、それぞれ最高の効率を実現し、全体に最も良い効果を実現している。また、本発明の航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法は、その総コストが低硫黄燃料の使用によって増加した総コストより著しく低く、船舶の排出削減の実用的なプロセス技術が欠乏する現状を変え、人々が長期間にわたって実現出来なかった海水洗浄により船舶からの汚染を低減しようとする希望を実現できる。

【0048】

さらに、具体的に説明すると、

冷却：本発明の航海船における排ガス洗浄方法および排ガス洗浄装置は、船舶のディーゼルエンジンから排出される排ガスの温度が490である高温の場合に応用できる。高温の排ガスは、温度が下がらないと、排ガス中の二酸化硫黄を洗浄・吸収することができない。しかも、高温の排ガスが直接に洗浄機能区に入った場合、洗浄機能区の部材、特に充填材を損壊する。このため、本発明では、洗浄装置の上部に洗浄機能区を設置し、下部に冷却均一流れ機能区を設置して、高温の排ガスが上方へ向かって冷却均一流れ機能区と洗浄機能区を通過して洗浄液と接触して洗浄される。上記洗浄装置の下部の冷却均一流れ機能区は、耐高温格子および/または充填材から構成された機能区であり、排ガスパイプからの高温の排ガスは、冷却均一流れ機能区の格子および/または充填材を通過した後、冷却され均一に流れるようになる。また、上記洗浄装置の下部の冷却均一流れ機能区は、耐高温孔板および/または充填材層から構成された機能区であり、排ガスパイプからの高温の排ガスは、冷却均一流れ機能区の孔板および/または充填材を通過した後、冷却されて均一に流れるようになる。また、排ガスパイプが貯水池の洗浄液を通す実施方案では、洗浄液に浸入された1段の排ガスパイプが冷却機能区の一部でもある。以上のようにすることによって最良の冷却効果を実現する。

【0049】

洗浄：洗浄機能区は、充填材層から構成される。洗浄液の海水は、ウォーターディストリビュータによって水平面に均一に配分されて上方から下方へと充填材を浴び、冷却された排ガスが下方から上方へと充填材層を通過している。洗浄用海水は、充填材の中で形成される巨大な表面に分布されて巨大な気液接触面積を提供しているため、非常に高い洗浄吸収効率を有する。

【0050】

一方、本発明の洗浄プロセスは、逆流配置を採用する。洗浄用海水は、上方から下方へと洗浄層を流れ、排ガスが下方から上方へと洗浄層を通過している。このため、排ガスが最後に接触しているのは、アルカリ性が最も強く、温度が最も低い新鮮な海水である。その結果、二酸化硫黄の洗浄吸収効率は、非常に高いものとなっている。同時に、本発明では、充填洗浄層を採用することで、通過する気体に対する抵抗力を著しく低減でき、プロセス装置の高効率の吸収と低コストの運転の発明目的を実現することが確保できる。

【0051】

以上のような技術方案およびプロセス技術対策を採用することによって、従来技術の重大な欠陥を克服でき、本発明の航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法は、以下のような著しい技術効果を有している。

【0052】

1) 高効率の洗浄と低コストの運転。

本発明では、充填材式の逆流洗浄を採用することによって、気液接触面積は、起泡式洗浄プロセスと比べて少なくとも数千倍となっており、硫酸化物を99%、窒素酸化物を20%、および粒子状物質を80%低減させる高効率の洗浄を実現できると共に、圧力損失が小さく、110mm水柱より低くなっている。

【0053】

本発明の高効率の洗浄は、国際海運業が環境目標を実現することに対して非常に重要な意味を持っている。IMOは、2005年にすでにSECA(硫酸化物の排出規制区域

10

20

30

40

50

船舶に使用される燃料油の硫黄含有量が 1.5% 以下に、あるいは排ガス脱硫設備の装着によって排出された排ガスの硫黄排出量を硫黄含有量が 1.5% 以下の燃料油の硫黄排出量になるように、すなわち「脱硫に相当する燃料油の硫黄含有量」を 1.5% 以下に限定された。さらに、ある国際組織は、上記の燃料油の硫黄含有量を 0.1% までに低減させる目標を実現するためにも努力している。現在、全世界の重油の平均硫黄含有量は 3% に接近しているため、脱硫に相当する燃料油の硫黄含有量 1.5% を実現する必要な洗浄効率は 50% であり、脱硫に相当する燃料油の硫黄含有量 0.1% を実現する必要な洗浄効率は 96.7% である。

【0054】

2) 高温の排ガスの冷却と二酸化硫黄の低温吸収とが段階的に分けて行われる。

10

高温の排ガスを冷却しないと、排ガスの中の二酸化硫黄を吸収することができない。本発明の方案は、冷却器を有しており、さらなる方案としては、冷却流れ均一層が洗浄層の下方に設けられ、新鮮な洗浄用海水は、洗浄層を通過して、予め冷却された排ガスの中の二酸化硫黄を吸収してから、冷却流れ均一層を流れて高温の排ガスを冷却させており、冷却均一流れと吸収とが 2 つの機能区で段階的に分けて完成される。このため、互いに干渉せず、最良の冷却効果と最高の二酸化硫黄吸収率を実現した。しかも、上記したように、本発明の方案の逆流式洗浄によって、排ガス出口での海水の温度が最も低いため、吸収性能が最も良く、極めて高い二酸化硫黄吸収率を実現できる。これらから、本発明の冷却と吸収とが段階的に分けて行われる技術方案による著しく優れた技術効果がさらに反映されている。

20

【0055】

3) 運転コストの低減と製造コストの低減とが調和している。

低効率の熱交換器の割に合わない結果は避けるべきであるが、高効率の熱交換器は、巨大な熱容量と熱伝導面積を必要としているため、その体積が非常に大きくて、船舶には応用できない。このため、本発明では、前述した高効率の充填材洗浄の技術方案に加えて排ガスを再加熱しない方式を採用することによって、プロセス装置の運転コストおよび製造コストを共に著しく低減させている。

【0056】

4) 再加熱による腐食の防止と腐食の悪化の矛盾を解消する。

本発明では、排ガスを再加熱しない方式を採用することで、排ガスを再加熱する熱交換器を完全に省略し、従来技術の再加熱の熱交換器のコストが高く、逆効果をもたらすという弊害を効果的に克服した。前記の逆流式洗浄の場合、出口での排ガス温度が最も低く、排ガスの腐食性が最小限に低減されたため、低コストの耐食性材料を選択することができ、設備の使用寿命を延長することができる。

30

【0057】

上記したように、本発明の技術方案によれば、高効率、高性能および高信頼性を実現できると共に、製造と運転のコストを大幅に低減させることができる。このため、優れた技術経済指標および優れた技術効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【0058】

40

【図 1】本発明の航海船における排ガス洗浄装置の一つの実施例を示す図である。胴体内部排ガス導入口 3.2 は、胴体 1 の底部に固定して胴体 1 の内部に延伸された排ガスパイプ 3 の出口であり、排ガスを垂直に上方へ向けて洗浄装置に進入する場合に適用する。冷却器 4 は、冷却流れ均一層 4' であり、胴体内部排ガス導入口 3.2 と洗浄層 7 との間に位置する。

【図 2】本発明の航海船における排ガス洗浄装置の別の実施例を示す図である。胴体内部排ガス導入口 3.2 は、胴体 1 の内壁に設けられ、胴体 1 の側壁に固定して接続された排ガスパイプ 3 の出口であり、排ガスを水平方向で洗浄装置に進入する場合に適用する。冷却器 4 は、冷却流れ均一層 4' であり、胴体内部排ガス導入口 3.2 と洗浄層 7 との間に位置する。

50

【図3】本発明の航海船における排ガス洗浄方法を示すブロック図である。

【図4】従来技術の米国US7056367号の特許技術方案を示す図であり、同軸入れ子式の吸気パイプ、熱伝導管、排出パイプと、排ガスを逆転して通過させ、洗浄液を貯留する貯水池が含まれ、その熱伝導管の末端と排出パイプが互いに接続され、かつ貯水池の洗浄液に浸漬され、熱伝導管は、その熱伝導面積を大きくしてより多い熱量を排ガスの再加熱に使用できるように星型の断面を有し、その目標は排ガスの温度を露点より少なくとも30 超えるように上昇させることである。

【図5】伝統的な起泡式洗浄装置を示す図であり、図示の装置は、5つの泡鐘ユニットを有する。

【発明を実施するための形態】

10

【0059】

以下、本発明の一種の航海船における排ガス洗浄装置および排ガス洗浄方法について、図面および実施例を参照しながら、さらに説明する。

【0060】

A：本発明の航海船における排ガス洗浄装置の実施例

【0061】

実施例1：

図1に示すように、胴体内部排ガス導入口3.2は、胴体1の底部に固定して胴体1の内部に延伸された排ガスパイプ3の出口であり、胴体内部排ガス導入口3.2は、常に貯水池15にある酸性海水の液面の上方に位置するように維持でき、すなわち、排ガスが酸性海水に進入せず、排ガスを垂直に導入する場合に適する。

20

【0062】

本発明の航海船における排ガス洗浄装置は、胴体1を有しており、上記胴体1の内部の上方に充填材を備える洗浄層7が固定され、上記胴体1の内部の下方が海水排出口16を備える貯水池15である。上記胴体1の胴体壁には洗浄する排ガスを胴体1の外部から内部に導入する排ガスパイプ3が接続され、排ガスパイプ3の一端が胴体外部排ガス入口3.1であり、排ガスパイプ3の他端が胴体内部排ガス導入口3.2である。上記胴体内部排ガス導入口3.2は、胴体1内に延伸されて、洗浄層7と貯水池15との間に位置する。高温の排ガス2を冷却する冷却器4は、排ガスパイプ3の胴体外部排ガス入口3.1と洗浄層7との間の排ガス通路に位置し、洗浄用海水入口12が洗浄層7の上方に位置し、胴体1の頂部には浄化された排ガスの排気口10が設けられている。

30

【0063】

前記冷却器4は、冷却流れ均一層4'であり、胴体内部排ガス導入口3.2と洗浄層7との間に位置する。当該冷却流れ均一層4'は、耐高温部材から構成され、胴体1の内壁に固定して取り付けられているが、固定部材を介して胴体1の内壁に固定して取り付けられても良い。

【0064】

前記冷却器4は、排ガスパイプ3に取り付けられた冷却管であるが、冷却片であっても良い。また、別の実施例では、冷却器4は、排ガスパイプ3の管腔の中に取り付けられた冷却管または冷却片であっても良い。さらに、他の実施例では、冷却管4は、排ガスパイプ3または胴体1に接続された高温の排ガス2に冷却水を吹きかける散水システムであっても良い。当該散水システムは、組合せスプレーヘッドから好適に構成することができる。

40

【0065】

前記胴体内部排ガス導入口3.2は、胴体1の底部に固定して胴体1の内部に延伸された排ガスパイプ3の出口であり、この出口に対向して、洗浄用海水の排ガスパイプ3への進入を防止するための液溜めカバー14が設けられている。

【0066】

前記胴体内部排ガス導入口3.2は、胴体1の側壁における貫通孔、もしくは胴体1の側壁に固定接続された排ガスパイプ3の出口である。

50

【 0 0 6 7 】

前記貯水池 15 は、胴体 1 の下側壁と、胴体 1 の底部と、排ガスパイプ 3 の管壁とから構成されているが、排ガスパイプ 3 の管壁の外部の仕切り板から構成されても良い。仕切り板を設けることによって、排ガスパイプ 3 の管壁が腐食されることを防止することができる。

【 0 0 6 8 】

前記冷却流れ均一層 4 ' を構成する耐高温部材は、その材料が耐高温無機材料であり、本実施例では、セラミック材料を使用しているが、金属材料であっても良く、炭素繊維材料であっても良い。冷却流れ均一層 4 ' は、耐高温充填材と耐高温充填材支持ホルダとから構成され、耐高温充填材支持ホルダが直接にまたは固定部材を介して胴体 1 の内壁に固定されている。

10

【 0 0 6 9 】

また、他の実施例の冷却流れ均一層 4 ' は、耐高温格子であるが、耐高温孔板であっても良く、耐高温格子と耐高温孔板とを組み合わせ構成しても良い。また、直接にまたは固定部材を介して胴体 1 の内壁に固定されている。

【 0 0 7 0 】

前記洗浄層 7 は、充填材と充填材支持ホルダとから構成され、充填材支持ホルダが直接にまたは固定部材を介して胴体 1 の内壁に固定されている。また、洗浄層 7 の中の充填材は、高分子材料であり、ポリプロピレンを採用しているが、ポリエチレンまたは ABS であっても良い。非耐高温材料を使用することによって、そのコストは、耐高温材料の使用と比べてより低くなるため、設備のコストが低減できる。

20

【 0 0 7 1 】

洗浄用海水を水平に均一分布させる方式で下方へ流出するウォーターディストリビュータ 8 は、前記洗浄層 7 の上方に固定されている。ウォーターディストリビュータ 8 は、配列された水管により構成されているが、配列された水槽により構成されても良く、配列された水管と配列された水槽とを組み合わせ構成しても良い。また、前記ウォーターディストリビュータ 8 の上方には、排ガスの中の霧粒を除去するための除霧器 9 が取り付けられている。

【 0 0 7 2 】

最後に洗浄装置から洗浄液を排出する場合、船舶が通過および / または位置する海域における環境排出規制に応じて、条件にかなうとき、海に排出し、条件にかなわないとき、一旦船舶のスロップタンクに保存したり、さらに処理したうえで海に排出したりする。

30

【 0 0 7 3 】

本実施例に応用される海運船舶は、ディーゼルエンジンパワーが 7 1 5 0 K W、9 7 0 0 h p、1 2 7 r p m であり、燃料油の硫黄含有量が 3 % であり、主なパラメータは、以下の通りである。

【 0 0 7 4 】

洗浄器胴体の直径D (mm)	2 5 2 3
洗浄器胴体の高さL (mm)	8 7 5 0
入口の排ガス量 (Kg/h)	4 8 2 8 1
入口の排ガス温度 (°C)	2 0 0 ~ 4 9 0
入口のSO ₂ 量 (Kg/h)	7 0
入口の煙塵量 (g/h)	2 4 5
入口のNO _x 量 (g/KWh)	1 8 . 5 6
洗浄用海水の量 (Ton/h)	9 6
出口のSO ₂ 排出量 (Kg/h)	0 . 6 8
出口の煙塵排出量 (g/h)	4 9
出口の排ガス温度 (°C)	2 0 ~ 4 9
出口のNO _x 排出量 (g/kw·h)	1 4 . 8
国際規制のNO _x 排出量 (g/kw·h)	≤ 1 7 . 0

10

【 0 0 7 5 】

実施例 2 :

図 2 に示したのは、航海船における排ガス洗浄装置の他の実施例である。実施例 1 との区別は、胴体内部排ガス導入口 3 . 2 が胴体 1 の内壁に設けられ、胴体 1 の側壁に固定して接続された排ガスパイプ 3 の出口である。

【 0 0 7 6 】

20

胴体内部排ガス導入口 3 . 2 は、常に貯水池 1 5 の酸性海水の液面上方に位置するように維持でき、すなわち、排ガスが酸性海水に進みせず、横方向から排ガスを導入する場合に適する。貯水池 1 5 は、胴体内部排ガス導入口 3 . 2 の下端が位置する水平横断面より下方の胴体 1 の側壁と底部とから構成される。

【 0 0 7 7 】

実施例 3 :

航海船における排ガス洗浄装置の別の実施例である。上記の実施例と異なるのは、その冷却器 4 が排ガスパイプ 3 または排ガスパイプ 3 の管腔の中に取り付けられた冷却管もしくは冷却片であることである。

【 0 0 7 8 】

30

実施例 4 :

上記の実施例と異なるのは、冷却器 4 が排ガスパイプ 3 に取り付けられた、または胴体 1 に接続された高温の排ガス 2 に冷却水を吹きかける散水システムであり、この散水システムが組合せスプレーヘッドである。

【 0 0 7 9 】

B : 本発明の航海船における排ガス洗浄方法の実施例

【 0 0 8 0 】

実施例 5 :

図 3 のブロック図に示すように、一種の海水を利用して航海船からの排ガスの中の二酸化硫黄を主とする汚染物質を洗浄する航海船における排ガス洗浄方法であって、以下のステップを有している。

40

- a) エンジンから排出された排ガスを洗浄装置に導入し、導入された排ガスを洗浄装置の中で下方から上方へと流動させる排ガス導入ステップと、
- b) 洗浄用海水を洗浄装置の洗浄層の上方にある洗浄用海水入口から洗浄装置に注入し、洗浄用海水を洗浄装置の中で上方から下方へと流動させる洗浄用海水注入ステップと、
- c) 洗浄装置の上部から注入された洗浄用海水が充填材洗浄層を流れて上方へ向かう低温の排ガスと接触し、逆流方式による洗浄を行う洗浄ステップと、
- d) 冷却器によって高温の排ガスを冷却させ、洗浄用海水が下方へ向かって冷却器を流れて高温の排ガスの温度を降下させ、冷却後、温度が下がった排ガスが上方へ向かって洗浄層に進入する冷却ステップと、

50

e) 洗浄後の浄化された排ガスが上方へ向かって浄化された排ガスの排気口から排出される浄化された排ガス排出ステップと、

f) 洗浄後の海水が貯水池に落下し、海水排出口から排出される洗浄用海水排出ステップ。

【0081】

前記洗浄ステップにおいて、上方へ向かう低温の排ガスを十分に洗浄する方法とは、洗浄層の中で充填材の気液接触面により排ガスと洗浄用海水とを十分に接触・混合して、上方へ向かう排ガスを十分に洗浄させ、その中の SO_2 を除去する方法である。

前記浄化された排ガス排出ステップにおいて、浄化された排ガスは、除霧器によって排ガス中の霧粒を除去した後、浄化された排ガスの排気口から排出される。また、前記排ガスの運転の圧力損失は、110mm水柱より小さくなっている。

10

【0082】

本発明の保護範囲は、上記の実施例に限定されるものではない。

【符号の説明】

【0083】

図面における符号標記に対応する部材または構成の名称は、下記の通りである。

図1、図2：1、胴体 2、高温の排ガス 3、排ガスパイプ 3.1、胴体外部排ガス入口 3.2、胴体内部排ガス導入口 4、冷却器 4'、冷却流れ均一層 5、低温の排ガス 6、充填材支持ホルダ 7、洗浄層 8、ウォーターディストリビュータ 9、除霧器 10、排気口 11、浄化された排ガスの排出 12、洗浄用海水入口 13、洗浄用海水 14、液溜めカバー 15、貯水池 16、海水排出口 17、海水の排出

20

D、洗浄装置の直径（矩形の場合、辺の長さである。） L、洗浄装置の高さ

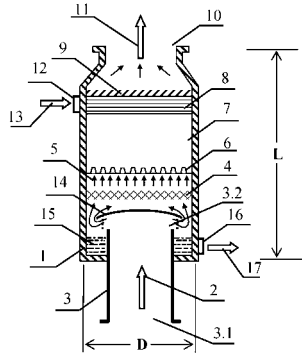
図3：a、排ガスの導入 b、洗浄用海水の注入 c、洗浄 d、冷却 e、浄化された排ガスの排出 f、洗浄用海水の排出

図4（従来技術の米国US7056367号の特許技術方案）：18、吸気パイプおよび吸気口 19、熱伝導管 20、排気パイプ 21、洗浄液を貯留する貯水池 22、洗浄液 23、混合羽根 24、除霧羽根 25、貯水池内の中で廃ガスと洗浄液との混合 26、洗浄気体再加熱区 27、洗浄液の入口、排出口

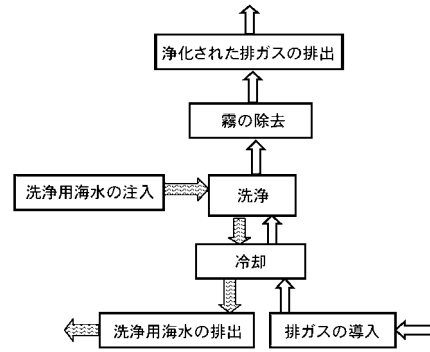
図5（伝統的な起泡式洗浄装置）：28、洗浄液 29、ガス進入 30、泡鐘ユニット 31、排気 32、洗浄液の入口、排出口

30

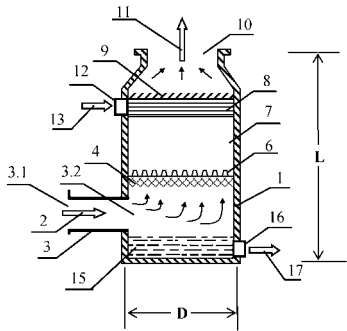
【図1】



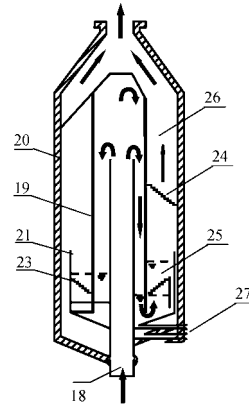
【図3】



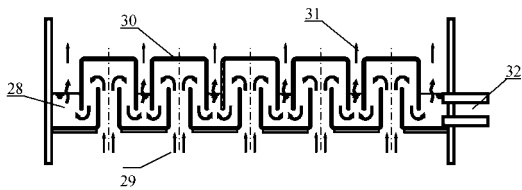
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-263078(JP,A)
特開平07-185305(JP,A)
特開2007-222763(JP,A)
特開昭63-256117(JP,A)
欧州特許出願公開第01857169(EP,A1)
特開昭63-075487(JP,A)
特開昭62-216627(JP,A)
特開昭47-021369(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- B01D 53/14-53/18
B01D 53/34
B63H 21/32
F01N 3/00- 3/38