

(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
2015年8月20日(20.08.2015)

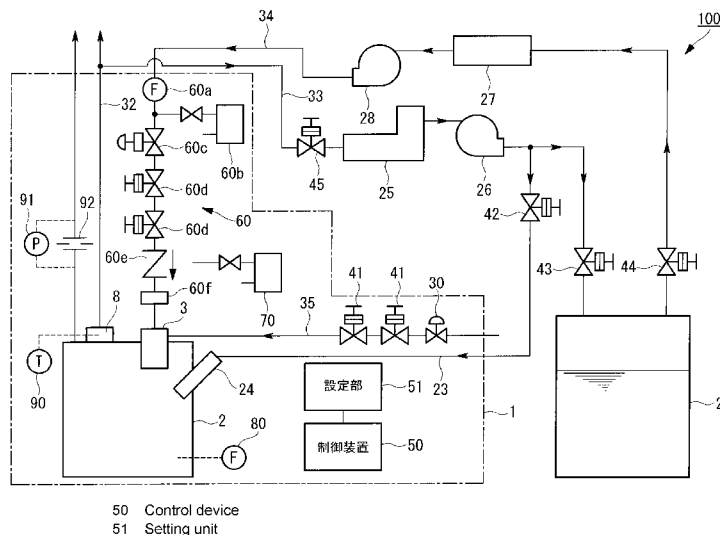


(10) 国際公開番号
WO 2015/122356 A1

- (51) 国際特許分類:
F23G 7/06 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/053279
 - (22) 国際出願日: 2015年2月5日(05.02.2015)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2014-026680 2014年2月14日(14.02.2014) JP
 - (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 寺原 貴澄 (TERAHARA, Takazumi); 〒8508610 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工船用機械エンジン株式会社内 Nagasaki (JP).
 - (74) 代理人: 藤田 考晴, 外 (FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MARINE BOILER AND METHOD FOR OPERATING MARINE BOILER

(54) 発明の名称: 船用ボイラおよび船用ボイラの運転方法



(57) Abstract: Provided is a marine boiler (1) equipped with: a burner (3); a VOC gas supply unit (60) that supplies VOC gas to the interior of a furnace (2); and a control device (50) that adjusts the amount of combustion fuel supplied to the burner (3) and the amount of combustion air supplied to the burner (3), thereby controlling the operation of the boiler within a prescribed load range. The control device (50) has a limited operation mode wherein the boiler is operated in a limited load range, such that the VOC gas flowing into the furnace (2) from the VOC gas supply unit (60) and guided to a gas outlet (8) is maintained at or above a prescribed temperature, and is held in the furnace (2) for a prescribed amount of time or longer.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/122356 A1



バーナ（３）と、VOCガスを火炉（２）内に供給するVOCガス供給部（６０）と、燃焼用燃料のバーナ（３）への供給量および燃焼用空気のバーナ（３）への供給量をそれぞれ調整し、所定の負荷範囲で運転制御する制御装置（５０）とを備え、制御装置（５０）は、VOCガス供給部（６０）から火炉（２）に流入してガス出口（８）に導かれるVOCガスが所定温度以上に維持され、かつ所定時間以上火炉（２）内に滞留するように、制限負荷範囲で運転する制限運転モードを備える船用ボイラ（１）を提供する。

明 細 書

発明の名称： 船用ボイラおよび船用ボイラの運転方法

技術分野

[0001] 本発明は、船用ボイラおよび船用ボイラの運転方法に関するものである。

背景技術

[0002] タンカー等の船舶やFPSO／FSO（浮体式石油・ガス生産／貯蔵設備）に搭載される原油タンクにおいては、その内部に揮発性有機化合物（Volatile Organic Compounds）を含むガス（以下、VOCガスという。）が発生することが知られている。

従来、原油タンク内で発生したVOCガスはベントにより大気中に放出されていた。しかしながら、VOCガスが浮遊粒子状物質及び光化学オキシダント等による大気汚染の原因となることから、近年は、VOCガスを大気へ放出せずに無害化する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照。）

。

特許文献1には、原油タンク内の不活性ガス（イナータガス）を含むVOCガスをボイラが備えるバーナに供給し、VOCガスを含まない炭化水素ガス等の主燃料とともにVOCガスを燃焼させる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2011／092450号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 原油タンク内の不活性ガス（イナータガス）に含まれるVOCガスの体積濃度は、原油の貯蔵状況により100ppm以下から約50%までの幅広い範囲で変化することが知られている。VOCガスの濃度が所定濃度（例えば、10～20%）よりも低い場合、VOCガスの発熱量が低いことからVOCガスだけではバーナでの燃焼を維持することができない。特許文献1に記

載されるように、十分な量の主燃料とともに低濃度のVOCガスを燃焼させる場合は、主燃料により燃焼が維持されるので、VOCガスを燃焼させて無害化することができる。

[0005] しかしながら、低濃度のVOCガスを確実に燃焼させるには、十分な量の主燃料をバーナに供給して燃焼を維持する必要がある。例えば、ボイラに要求される蒸気出力が少ないかゼロである場合、すなわち蒸気の需要が少ない場合は、要求を満たすためにはバーナへの主燃料の供給が不要であるか微量であれば良い。しかしながら、低濃度のVOCガスを確実に燃焼させるためには、十分な量の主燃料をバーナに供給する必要があり、燃料消費量が増大する原因となる。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、主燃料の消費量を抑制しつつ、低濃度の揮発性有機化合物を含む揮発性ガスを確実に酸化処理することが可能な船用ボイラおよび船用ボイラの運転方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の船用ボイラは以下の手段を採用する。

すなわち、本発明に係る船用ボイラは、火炉と、燃焼用燃料および燃焼用空気を前記火炉内で燃焼させるバーナと、原油タンク内で発生する揮発性有機化合物を含む揮発性ガスを前記火炉内に供給する揮発性ガス供給部と、前記バーナによる燃焼により発生する燃焼ガスを排出する排出部と、前記燃焼用燃料の前記バーナへの供給量および前記燃焼用空気の前記バーナへの供給量をそれぞれ調整し、所定の負荷範囲で運転制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記揮発性ガス供給部から前記火炉に流入して前記排出部に導かれる前記揮発性ガスが所定温度以上に維持され、かつ所定時間以上前記火炉内に滞留するように、前記所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲で運転する制限運転モードを備える。

[0008] 本発明に係る船用ボイラによれば、原油タンク内で発生する揮発性有機化

合物を含む揮発性ガスは、バーナによる燃焼により加熱された火炉内に供給される。船用ボイラを運転制御する制御部は、燃焼用燃料のバーナへの供給量および燃焼用空気のバーナへの供給量をそれぞれ調整して所定の負荷範囲で船用ボイラを運転するものであるが、制限運転モードで運転する際は所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲内で運転する。制御部が制限運転モードで運転する場合、揮発性ガスは、所定時間以上火炉内に滞留し、かつ所定温度以上に維持される。この所定時間および所定温度を揮発性ガスの酸化処理が十分に行われる値とすることにより、ごく低濃度の揮発性ガスであっても十分に酸化処理された状態で排出部から排出される。

このようにすることで、蒸気の需要が少ない場合でも、主燃料の消費量を抑制しつつ、低濃度の揮発性有機化合物を含む揮発性ガスをその濃度（発熱量）にかかわらず確実に酸化処理することが可能な船用ボイラを提供することができる。

[0009] 本発明の第1態様の船用ボイラは、前記原油タンク内に封入される不活性ガスを前記火炉内に供給する不活性ガス供給部と、前記不活性ガス供給部に供給する前記不活性ガスの流量を調整する調整弁とを備える。

このようにすることで、火炉内に供給される不活性ガスの流量を調整して火炉内の火炎温度を適切な温度に低下させ、窒素物（ NO_x ）の発生量を少なくすることができる。

[0010] 本発明の第2態様の船用ボイラは、前記揮発性ガスの外部への流出を検知する検知部と、前記検知部が前記揮発性ガスの外部への流出を検知する場合に、前記原油タンクから前記バーナへの前記揮発性ガスの供給を遮断する遮断弁とを備える。

このようにすることで、揮発性ガスが外部に流出した場合に、その流出を検知して原油タンクからバーナへの揮発性ガスの供給を遮断し、揮発性ガスが更に外部に流出することを確実に防止することができる。

[0011] 本発明の一態様の船用ボイラの運転方法は、燃焼用燃料および燃焼用空気を火炉内で燃焼させるバーナへの前記燃焼用燃料の供給量および前記燃焼用

空気の供給量をそれぞれ調整し、所定の負荷範囲で運転する第1運転工程と、原油タンク内で発生する揮発性有機化合物を含む揮発性ガスを前記火炉内に供給する揮発性ガス供給部から前記火炉に流入する前記揮発性ガスが所定温度以上に維持され、かつ所定時間以上前記火炉内に滞留するように、前記所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲で運転する第2運転工程とを備える。

[0012] 本発明に係る船用ボイラの運転方法によれば、原油タンク内で発生する揮発性有機化合物を含む揮発性ガスは、バーナによる燃焼により加熱された火炉内に供給される。第1運転工程では、燃焼用燃料および燃焼用空気を火炉内で燃焼させるバーナへの燃焼用燃料の供給量および燃焼用空気の供給量をそれぞれ調整して所定の負荷範囲でボイラが運転される一方で、第2運転工程では所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲内でボイラが運転される。第2運転工程を実行する場合、火炉に流入する揮発性ガスは、所定時間以上火炉内に滞留し、かつ所定温度以上に維持される。この所定時間および所定温度を揮発性ガスの酸化処理が十分に行われる値とすることにより、ごく低濃度の揮発性ガスであっても十分に酸化処理された状態で排出部から排出される。

このようにすることで、蒸気の需要が少ない場合でも、主燃料の消費量を抑制しつつ、低濃度の揮発性有機化合物を含む揮発性ガスをその濃度（発熱量）にかかわらず確実に酸化処理することが可能な船用ボイラの運転方法を提供することができる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、主燃料の消費量を抑制しつつ、低濃度の揮発性有機化合物を含む揮発性ガスを確実に酸化処理することが可能な船用ボイラおよび船用ボイラの運転方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態に係る船用ボイラを備えるVOCガス処理システムを示す概略構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る船用ボイラを示す縦断面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る船用ボイラの運転動作を示すフローチャートである。

[図4]図1に示す船用ボイラにおけるボイラ負荷に対するVOCガスの炉内滞留時間および火炉出口温度を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本発明の一実施形態に係る船用ボイラを備えるVOCガス処理システムについて、図面を参照して説明する。

図1および図2に示すように、本実施形態に係るVOCガス処理システム100が備える船用ボイラ1は、火炉2と、バーナ3と、VOCガス供給部60（揮発性ガス供給部）と、蒸発管群6（熱交換器群）と、ガス出口8（排出部）と、制御装置50（制御部）とを備える。

[0016] 前述したように、VOCガスの濃度が所定濃度（例えば、10～20%）よりも低い場合、VOCガスの発熱量が低いことからVOCガスだけでは燃焼を維持することができない。そこで、本実施形態の船用ボイラ1は、低濃度のVOCガスを酸化処理するためのVOC処理モード（制限運転モード）を実行可能となっている。VOC処理モードにおいて、制御装置50は、VOCガス供給部60から火炉2に流入してガス出口8に導かれるVOCガスが所定温度以上（例えば、約800℃以上）に維持され、かつ所定時間以上（例えば、約0.5秒以上）に渡って船用ボイラ1の火炉2内に滞留するように、ボイラ主燃料のバーナ3への供給量を調整し、制限された負荷範囲（例えば、約20%～約50%の負荷範囲）で船用ボイラ1を運転する。

[0017] なお、本実施形態において、バーナ3による燃焼とは、高速な発熱反応を伴う酸化現象である。一方、VOC処理モードとは、高速な発熱反応を伴わない酸化現象である。酸化現象という意味においては、燃焼における酸化現象も、VOC処理モードにおける酸化現象も同等である。本実施形態においては、高速な発熱反応を伴う酸化現象を燃焼と呼び、高速な発熱反応を伴わない酸化現象を酸化処理と呼ぶ。

[0018] 以下、VOCガス処理システム100が備える船用ボイラ1の各構成について説明する。

図2に示す船用ボイラ1において、火炉2の上部に設置された風箱14内に複数のバーナ3が設置される。バーナ3は、主燃料ライン35を介して供給されるボイラ主燃料（燃烧用燃料）と、空気ダクト13を介して導入される燃烧用空気を含む燃料ガスを火炉2内で燃烧させる。

船用ボイラ1の運転を制御する制御装置50（制御部）は、ボイラ主燃料のバーナ3への供給量および燃烧用空気のバーナ3への供給量をそれぞれ調整して所定の負荷範囲で船用ボイラ1を運転するものである。燃烧用空気のバーナ3への供給量は、各種のパラメータに応じて適宜調整すればよい。例えば、ガス出口8から排出される排気ガスに含まれる酸素濃度を酸素濃度センサ（不図示）により検出し、検出した酸素濃度に応じて燃烧用空気のバーナ3への供給量を調整してもよい。

[0019] 燃料ガスの燃烧により生成された高温の燃烧ガスは、火炉2の下流に配設されたフロントバンクチューブ4、過熱器5および蒸発管群（リアバンクチューブ）6を順番に通過する。フロントバンクチューブ4、過熱器5、蒸発管群6を含む熱交換器群は、火炉2に面して設置されており、その内部で水等の熱交換媒体が流通している。高温の燃烧ガスが熱交換器群を通過することにより、高温の燃烧ガスと熱交換器群の内部を流通する熱交換媒体との熱交換が行われる。熱交換媒体との熱交換を終えた燃烧ガスは、出口側ガスダクト7を通過してガス出口8から船用ボイラ1の外部へ排出される。

[0020] 船用ボイラ1は、蒸発管群6の下方に設けられた水ドラム9と、蒸発管群6の上方に設けられた蒸気ドラム10と、フロントバンクチューブ4に接続されたヘッダ11、12を備える。なお、本実施形態における船用ボイラ1は、船舶を推進させる動力として用いられる蒸気を発生させる主ボイラであるものとするが、他の態様であってもよい。例えば、船舶の荷役作業の動力として用いられるカーゴオイルポンプの駆動源となる蒸気を発生させる補助ボイラであっても良い。補助ボイラが発生させた蒸気は、荷役用タービンに

供給され、荷役用タービンの回転動力がカーゴオイルポンプの駆動源として蓄積される。また、船用ボイラ1として、発電用等の他の用途に用いられるボイラとしてもよい。

[0021] 図1に示すように、船用ボイラ1は、更に、制御装置50と、燃料制御弁30と、燃料遮断弁41とを備える。

燃料遮断弁41は、制御装置50によって開閉される弁であり、ボイラ主燃料（例えば、HFO（Heavy Fuel Oil：重質燃料油）、MDO（Marine Diesel Oil：船舶用ディーゼル油）、メタン等）を、主燃料ライン35を介して船用ボイラ1に供給する場合に開状態となる。

燃料制御弁30は、制御装置50によって開度が調整される弁であり、その開度によってバーナ3に供給されるボイラ主燃料の流量を調整する。

[0022] 設定部51は、後述するVOC処理モードを実行するか否かの操作者の指示を受け付け、操作者から受け付けた指示に基づいて、VOC処理モードを実行するか否かの設定値を設定するものである。VOC処理モードを実行するか否かの設定値は、設定部51から制御装置50に通知され、制御装置50でVOC処理モードを実行するよう制御する。

[0023] 船用ボイラ1が備えるVOCガス供給部60（揮発性ガス供給部）は、流量計60aと、ガス分析計60bと、流量制御弁60cと、遮断弁60dと、逆止弁60eと、フレームアレスタ60fを備える。

流量計60aは、VOCガスライン34を介して流入するVOCガスの流量を計測する計測器であり、計測した流量を制御装置50に通知するようになっている。

[0024] ガス分析計60bは、VOCガスライン34から流入するVOCガスに含まれる揮発性有機化合物の濃度あるいは、VOCガスの持つ発熱量や密度などを測定する計測器であり、計測した濃度を制御装置50に通知するようになっている。後述するように、低濃度のVOCガスを酸化処理するのに適したVOC処理モードを実行するか否かは、船用ボイラ1の操作者が設定部51を介して設定するものである。ガス分析計60bがVOCガスに含まれる

揮発性有機化合物の濃度を制御装置 50 に通知し、制御装置 50 が表示部（不図示）に濃度を表示等することにより、船用ボイラ 1 の操作者は、VOC 処理モードを実行すべきか否かを適切に認識することができる。なお、VOC 処理モードは、原油タンク 22 から原油が積み降ろされた後、本船での蒸気需要も少なく略空の状態となった原油タンク 22 に再び原油が積み込まれるときに設定するのが有効である。原油タンク 22 に新たに原油が積み込まれる際に、VOC ガスが特に発生しやすいからである。

[0025] 新たに原油が積み込まれる際に VOC ガスが発生しやすいのは、略空の状態となった原油タンク 22 に原油を積み込む際に、原油タンク 22 内部で原油が攪拌されやすいからである。原油タンク 22 内部で原油が攪拌されることによって、原油と周囲のイナートガスとの接触が促進され、それに伴って原油から VOC ガスが発生しやすくなる。

[0026] 流量制御弁 60c は、VOC ガスライン 34 から供給される VOC ガスのバーナ 3 への供給量を調整する弁である。制御装置 50 は、流量制御弁 60c の開度を調整することにより、バーナ 3 へ供給される VOC ガスの供給量を調整することができる。

遮断弁 60d は、VOC ガスライン 34 から供給される VOC ガスをバーナ 3 に供給するか否かを切り換えるために用いられる弁である。制御装置 50 は、VOC ガスが流通する流路の外部に設置されたガス検知器 70 が、所定濃度以上の揮発性有機化合物を検知した場合に、遮断弁 60d を遮断状態に切り換える。これにより、VOC ガスが流路から漏れる不具合が発生する場合に、揮発性有機化合物が更に漏れないようにすることができる。なお、ガス検知器 70 として、例えば、揮発性有機化合物の主成分であるブタンの濃度を検知する検知器を用いることができる。

[0027] 船用ボイラ 1 は、更に火炉 2 内の温度を計測する温度検出器 80 と、ガス出口から排出される排気ガスの温度を計測する温度検出器 90 を備える。温度検出器 80 および温度検出器 90 が計測した温度は、制御装置 50 に通知される。

船用ボイラ 1 は、更に蒸気ドラム 10 で発生し、荷役用タービンに導かれる蒸気の流量を測定するための差圧発信器 9 1 を備えている。差圧発信器 9 1 はオリフィス 9 2 の上流側と下流側の圧力の差分（差圧）を検知することによりオリフィス 9 2 を通過する蒸気の流量を計測する計測器である。差圧発信器 9 1 が計測した蒸気の流量は、制御装置 5 0 に通知される。

[0028] 次に、VOCガス処理システム 100 が備える構成のうち、船用ボイラ 1 以外の他の構成について説明する。

原油タンク 2 2 は、原油が貯蔵されるタンクであり、原油から揮発した揮発性有機化合物の発火を防止するために、内部にイナートガスが封入されている。イナートガスとは、例えば、CO₂やN₂等の不活性ガスである。原油タンク 2 2 内の上方は、揮発性有機化合物とイナートガスが混合したVOCガスによって満たされている。原油タンク 2 2 内のVOCガスは、制御装置 5 0 により遮断弁 4 4 が開状態に制御されることにより、VOCガスフィルタ 2 7 に導かれる。

[0029] VOCガスフィルタ 2 7 は、VOCガスに含まれるすすや水分等を除去するためのフィルターである。VOCガスフィルタ 2 7 によりすすや水分等を除去することにより、下流側に流通させるVOCガスに異物が含まれないようにすることができる。

VOCガスフィルタ 2 7 によって異物が除去されたVOCガスは、ブローワー 2 8 によってVOCガスライン 3 4 を経由して船用ボイラ 1 に導かれる。

[0030] VOCガス処理システム 100 は、船用ボイラ 1 のガス出口 8 から排出された排気ガスに含まれるイナートガスを再循環させるためのイナートガスライン 3 3 を備えている。イナートガスライン 3 3 は、船用ボイラ 1 から排出される排気ガスを排出する煙突（不図示）までの経路 3 2 上から分岐している。イナートガスライン 3 3 に流入した排気ガスは、イナートガススクラバー 2 5 に供給される。

[0031] イナートガスライン 3 3 上のイナートガススクラバー 2 5 の上流側には遮断弁 4 5 が設けられている。遮断弁 4 5 は、制御装置 5 0 からの指示に応じ

て、弁の開閉状態を開状態または閉状態のいずれかとなるように調整される。遮断弁45が閉状態となる場合、ガス出口8から排出される排気ガスの全量が、再循環することなくVOCガス処理システム100の外部に排出される。

[0032] イナートガススクラバー25は、二酸化炭素、窒素、すす、NO_x、SO_x等が含まれる排気ガスから硫黄成分等を除去する洗浄処理を行い、冷却水によって排気ガスを冷却する。洗浄処理が行われた排気ガスはイナートガスとなってブロワー26に供給される。

[0033] ブロワー26の下流側は、原油タンク22に連結される流路と、ノズル24に連結される流路23とに分岐している。それぞれの流路には、制御弁42および制御弁43が設置されている。制御装置50は、制御弁42および制御弁43それぞれの開度を調整することにより、ブロワー26から排出されるイナートガスのうち原油タンク22に導かれるイナートガスの流量と、ノズル24に導かれるイナートガスの流量とを調整することができる。

[0034] 次に、制御装置50が実行する船用ボイラ1の運転について図3を参照して説明する。

図3に示す各工程は、制御装置50が記憶部（図示略）から制御プログラムを読み出して実行することにより行われる。

図3の説明にあたっては、図4を参照する。図4は、図1に示す船用ボイラにおけるボイラ負荷に対するVOCガスの炉内滞留時間および火炉出口温度を示すグラフである。炉内滞留時間とは、バーナ3から火炉2内に流入したVOCガスが火炉出口（つまり熱交換器群入口）に至るまでに要する経過時間のことである。また、火炉出口温度とは、火炉2の下流側かつ熱交換器群の上流側付近の温度のことである。

[0035] 本実施形態のVOC処理モードにおいては、後述するように炉内滞留時間を適切に管理することにより、VOCガスの酸化処理を促進している。この炉内滞留時間を、フロントバンクチューブ4、過熱器5、蒸発管群6を含む熱交換器群の入口に至るまでの時間としているのは、熱交換器群が存在する

領域においては、熱交換器群によって熱を奪われることにより、VOCガスの酸化処理が促進されない可能性があるからである。本実施形態のVOC処理モードによる酸化処理は、火炉2の入口から出口に至る領域で行われる。

[0036] ステップS301で、制御装置50は、船用ボイラ1のボイラ負荷の目標値を決定する。ボイラ負荷は、例えば、船内の蒸気需要、例えば荷役作業によりカーゴオイルポンプの駆動用蒸気、プロセス蒸気、雑用蒸気の需要により決定される。

ステップS302で、制御装置50は、設定部51を介して、船用ボイラ1の操作者によりVOC処理モードが設定されているか否かを判定する。ここで、VOC処理モード（制限運転モード）とは、イナータガスに含まれるVOC濃度が低濃度であり、VOCガスを確実に酸化処理したい場合に操作者により設定される運転モードである。操作者は、例えば、ガス分析計60bにより計測される揮発性有機化合物の濃度が低濃度である場合に、設定部51を介してVOC処理モードを設定する。

[0037] なお、VOC処理モードの設定は、操作者が行うものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、ガス分析計60bにより計測される揮発性有機化合物の濃度が低濃度である場合に、設定部51が自動的にVOC処理モードを設定する態様であってもよい。

ステップS302でVOC処理モードが設定されていると判定された場合、制御装置50はステップS303に処理を進め、そうでなければステップS304に処理を進める。

[0038] ここで、図4を用いてVOC処理モードにおけるボイラ負荷について説明する。図4に示すように、炉内滞留時間は、ボイラ負荷が大きくなるほど短くなり、ボイラ負荷が小さくなるほど長くなる傾向にある。これは、ボイラ負荷が大きくなるにつれてボイラ主燃料と燃焼用空気の流量が増加し、その結果として船用ボイラ1の火炉2を通過する燃焼ガスおよびVOCガスの流速が高くなるからである。

また、図4に示すように、火炉出口温度は、ボイラ負荷が大きくなるほど

高くなり、ボイラ負荷が小さくなるほど低くなる傾向にある。これは、ボイラ負荷が大きくなるにつれてボイラ主燃料と燃焼用空気の流量が増加し、その結果として燃焼により発生する燃焼ガスの温度が上昇するからである。

[0039] そして、低濃度のVOCガスは、炉内滞留時間が約0.5秒以上となり、かつ、火炉出口温度が約800℃以上となる場合に、酸化処理が促進されることが知られている。この条件を満たすボイラ負荷はボイラの特性等に応じて変化するが、例えば、図4に示す船用ボイラ1の例では、ボイラ負荷が約20%～約50%の範囲となる。

従って、ボイラ負荷が約20%～約50%の範囲となるように船用ボイラ1の運転を制限することにより、低濃度のVOCガスを確実に酸化処理して無害化することができる。図4に示す例では、ボイラ負荷が20%以上かつ50%以下の範囲がVOC処理モードにて制限される制限負荷範囲となる。

[0040] ステップS303で、制御装置50は、ステップS301で決定された目標値が制限負荷範囲内であるか否を判定し、制限負荷範囲内であればステップS304に処理を進め、そうでなければステップS305に処理を進める。例えば、ステップS301で決定された目標値が70%である場合、制限負荷範囲が20%以上かつ50%以下の範囲とならないため、制御装置50はステップS303でNOと判定する。例えば、ステップS301で決定された目標値が30%である場合、制限負荷範囲が20%以上かつ50%以下の範囲となるため、制御装置50はステップS303でYESと判定する。

[0041] ステップ304（第1運転工程）で、制御装置50は、VOC処理モードが設定されていないか（ステップS302でNO）あるいは目標値が制限負荷範囲内であるため（ステップS303でYES）、船用ボイラ1をステップS301で決定された目標値で運転する。

[0042] 一方、ステップS305（第2運転工程）で、制御装置50は、VOC処理モードが設定されており（ステップS302でYES）、目標値が制限負荷範囲外であるため（ステップS303でNO）、船用ボイラ1を制限負荷範囲内で運転する。例えば、ステップS301で決定された目標値が70%

である場合、制御装置50は、制限負荷範囲の上限である50%のボイラ負荷で運転するように、船用ボイラ1を制御する。また、例えば、ステップS301で決定された目標値が10%である場合、制御装置50は、制限負荷範囲の下限である20%のボイラ負荷で運転するように、船用ボイラ1を制御する。

ステップS304およびステップS305を実行することにより、図3に示される船用ボイラ1の運転が終了し、再びステップS301の処理を開始する。

[0043] 以上のように、制御装置50は、VOC処理モードが設定されているか否かに応じてボイラ負荷を適切に調整する。制御装置50は、低濃度のVOCガスを酸化処理するのに適したVOC処理モードが設定されている場合には、低濃度のVOCガスを酸化処理して確実に無害化できるように、ボイラ負荷が制限負荷範囲内となるように運転する。これにより、低濃度のVOCガスが所定時間（例えば約0.5秒）以上に渡って火炉2内に滞留し、かつその際の火炉2内の温度が所定温度上（例えば、約800℃）となって、VOCガスが確実に酸化処理される。

[0044] VOC処理モードを実行し、船内の蒸気需要を満たすのに必要な負荷よりも高い負荷で船用ボイラ1を運転する場合、船内の蒸気需要を超える余剰蒸気が発生する。この余剰蒸気は、船内のダンプライン（余剰蒸気ライン）に導かれて処理される。

[0045] なお、VOC処理モードを実行すると、船内の蒸気需要を満たすのに必要な負荷よりも低い負荷になってしまう場合、制御装置50は、船内の蒸気需要を変更して低い負荷とすることでVOC処理モードを実行することができる。あるいは、このような場合に、制御装置50は、VOC処理モードを実行しないように制御してもよい。

[0046] 以上説明した本実施形態に係る船用ボイラ1が奏する作用及び効果について説明する。

本実施形態の船用ボイラ1によれば、原油タンク22内で発生する揮発性

有機化合物を含むVOCガス（揮発性ガス）は、バーナ3による燃料ガスの燃焼により加熱された火炉2内に供給され、熱交換器群を通過した後にガス出口8（排出部）から排出される。船用ボイラ1の運転を制御する制御装置50（制御部）は、燃焼用燃料のバーナ3への供給量および燃焼用空気のバーナ3への供給量をそれぞれ調整して所定の負荷範囲（0～100%）で船用ボイラ1を運転するものであるが、VOC処理モードを実行する際は所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲内（例えば、20%以上かつ50%以下）で船用ボイラ1を運転する。制御装置50がVOC処理モードを実行する場合、火炉2に流入して火炉出口に導かれるVOCガスは、所定時間（例えば、約0.5秒）以上火炉2内に滞留し、かつ所定温度（例えば、約800℃）以上に維持される。この所定時間および所定温度をVOCガスの酸化処理が十分に行われる値とすることにより、燃焼が困難な低濃度VOCガスであっても火炉内で十分に酸化処理された状態でガス出口8から排出される。

このようにすることで、船内の蒸気需要が少ない場合であっても、主燃料の消費量を抑制しつつ、低濃度の揮発性有機化合物を含むVOCガスを確実に酸化処理することが可能な船用ボイラ1を提供することができる。

[0047] 本実施形態の船用ボイラ1は、VOC処理モードを実行するか否かを設定する設定部51を備え、制御装置50が、設定部51によりVOC処理モードが設定された場合に、VOC処理モードを実行する。このようにすることで、VOCガスが十分に酸化処理されるVOC処理モードを実行するか否かを、操作者の指示に応じて適切に設定することができる。また、あるいは、ガス分析計60bにより計測される揮発性有機化合物の濃度が低濃度である場合に、設定部51が自動的にVOC処理モードを設定することができる。

[0048] 本実施形態の船用ボイラ1は、原油タンク22内に封入されるイナートガス（不活性ガス）を火炉2内に供給するノズル24と、ノズル24に供給するVOCガスの流量を調整する制御弁42とを備える。

このようにすることで、火炉2内に供給されるVOCガスの流量を調整し

て火炉 2 内の火炎温度を適切な温度に低下させ、窒素物（NO_x）の発生量を少なくすることができる。

[0049] 本実施形態の船用ボイラ 1 においては、ガス出口 8 から排出される燃焼ガスを前記調整弁に導く再循環ラインと、前記再循環ライン上に設けられるスクラバーとを備えるようにしてもよい。

このようにすることで、スクラバーで燃焼ガスに含まれる有害物質を除去しつつ燃焼ガスに含まれる不活性ガスを冷却し、再び調整弁に導いて不活性ガスを再利用することができる。

[0050] 本実施形態の船用ボイラ 1 は、VOC ガスの外部への流出を検知するガス検知器 70 と、ガス検知器 70 が VOC ガスの外部への流出を検知する場合に、原油タンク 22 からバーナ 3 への VOC ガスの供給を遮断する遮断弁 60 d とを備える。

このようにすることで、VOC ガスが外部に流出した場合に、その流出を検知して原油タンク 22 からバーナ 3 への VOC ガスの供給を遮断し、VOC ガスが更に外部に流出することを確実に防止することができる。

[0051] 本実施形態の船用ボイラ 1 は、VOC ガス供給部 60 が、バーナ 3 を介して火炉 2 内に VOC ガスを供給する。

このようにすることで、VOC ガスの濃度が高く、かつバーナ 3 による燃料ガスの燃焼が行われている場合に、VOC ガスをバーナ 3 にて燃焼させることができる。

[0052] [他の実施形態]

前述した実施形態では、船用ボイラ 1 は、火炉 2 内の温度を計測する温度検出器 80 を備えるものとしたが、他の態様であってもよい。例えば、船用ボイラ 1 に温度検出器 80 設けずに、船用ボイラ 1 の負荷や温度検出器 90 が検出する排気ガスの温度から火炉 2 内の温度を算出するようにしてもよい。

符号の説明

[0053] 1 船用ボイラ

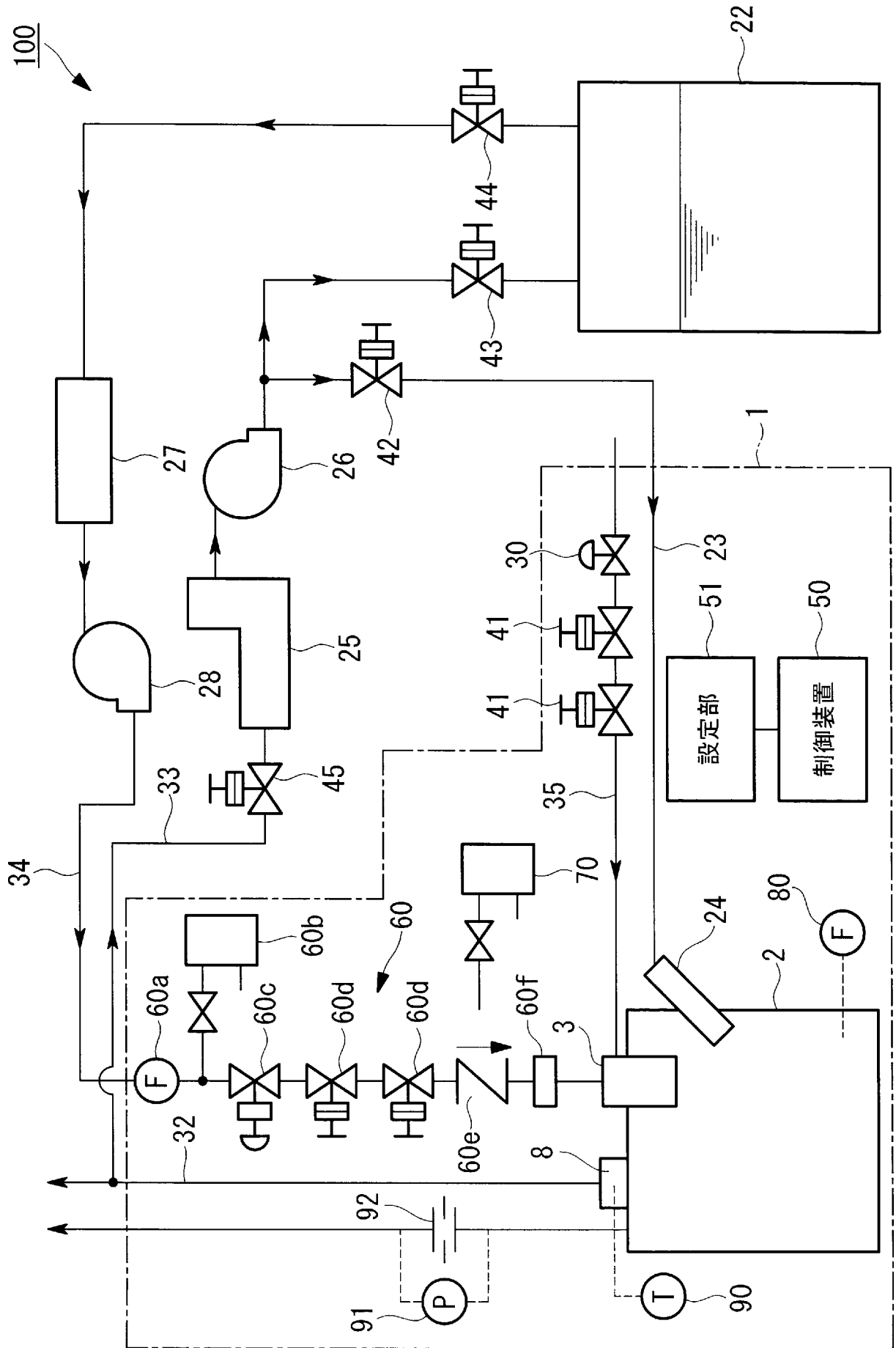
- 2 火炉
- 3 バーナ
- 4 フロントバンクチューブ（熱交換器群）
- 5 過熱器（熱交換器群）
- 6 蒸発管群（熱交換器群）
- 8 ガス出口（排出部）
- 2 2 原油タンク
- 2 4 イナートガスノズル（不活性ガス供給部）
- 3 3 イナートガスライン（再循環ライン）
- 4 2 制御弁（調整弁）
- 5 0 制御装置（制御部）
- 6 0 VOCガス供給部（揮発性ガス供給部）
- 7 0 ガス検知器（検知部）
- 1 0 0 VOCガス処理システム

請求の範囲

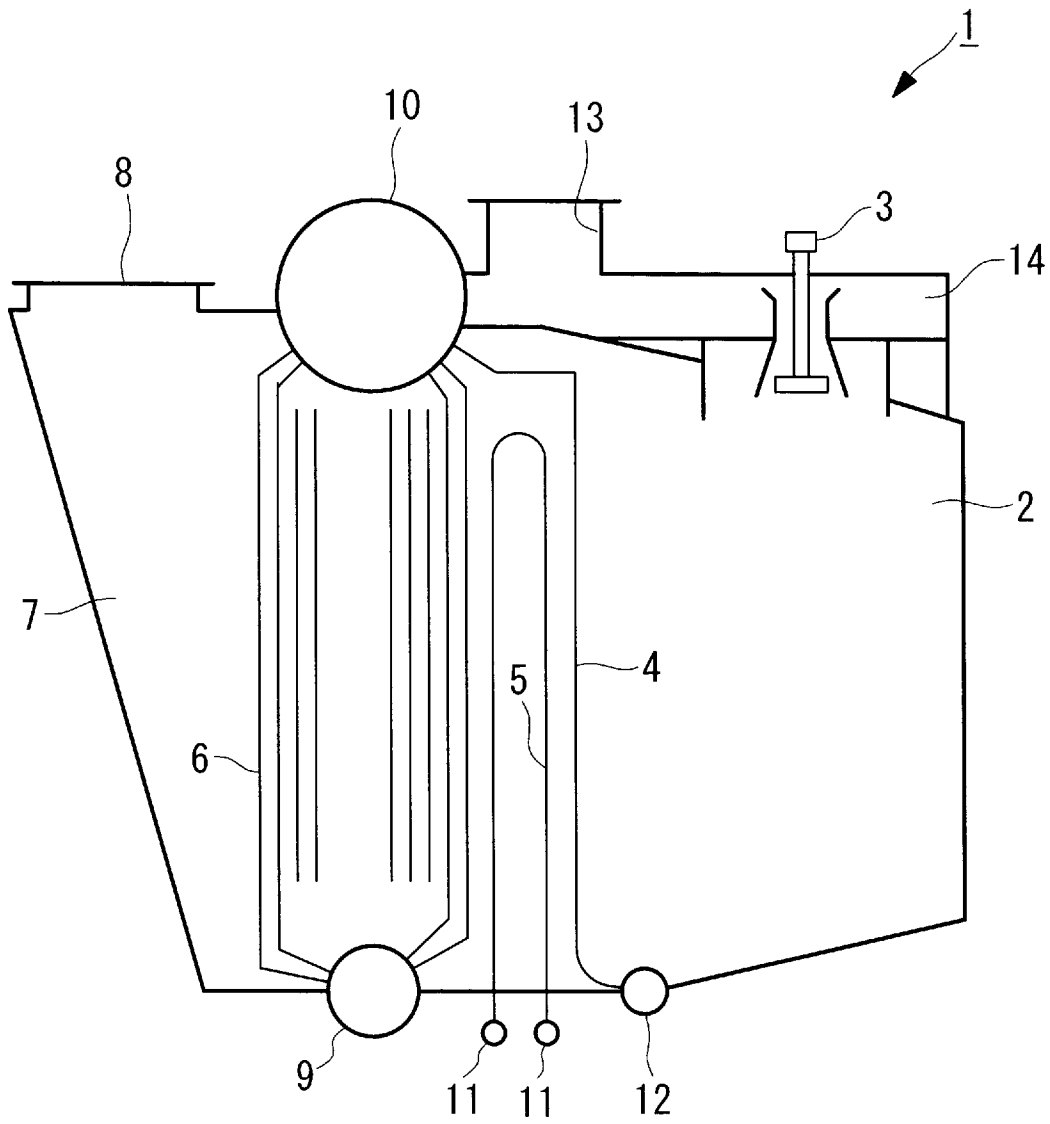
- [請求項1] 火炉と、
燃焼用燃料および燃焼用空気を前記火炉内で燃焼させるバーナと、
原油タンク内で発生する揮発性有機化合物を含む揮発性ガスを前記火炉内に供給する揮発性ガス供給部と、
前記バーナによる燃焼により発生する燃焼ガスを排出する排出部と、
、
前記燃焼用燃料の前記バーナへの供給量および前記燃焼用空気の前記バーナへの供給量をそれぞれ調整し、所定の負荷範囲で運転制御する制御部とを備え、
前記制御部は、前記揮発性ガス供給部から前記火炉に流入して前記排出部に導かれる前記揮発性ガスが所定温度以上に維持され、かつ所定時間以上前記火炉内に滞留するように、前記所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲で運転する制限運転モードを備える船用ボイラ。
- [請求項2] 前記原油タンク内に封入される不活性ガスを前記火炉内に供給する不活性ガス供給部と、
前記不活性ガス供給部に供給する前記不活性ガスの流量を調整する調整弁とを備える請求項1に記載の船用ボイラ。
- [請求項3] 前記揮発性ガスの外部への流出を検知する検知部と、
前記検知部が前記揮発性ガスの外部への流出を検知する場合に、前記原油タンクから前記バーナへの前記揮発性ガスの供給を遮断する遮断弁とを備える請求項1または請求項2に記載の船用ボイラ。
- [請求項4] 船用ボイラの運転方法であって、
燃焼用燃料および燃焼用空気を火炉内で燃焼させるバーナへの前記燃焼用燃料の供給量および前記燃焼用空気の供給量をそれぞれ調整し、所定の負荷範囲で運転する第1運転工程と、
原油タンク内で発生する揮発性有機化合物を含む揮発性ガスを前記

火炉内に供給する揮発性ガス供給部から前記火炉に流入する前記揮発性ガスが所定温度以上に維持され、かつ所定時間以上前記火炉内に滞留するように、前記所定の負荷範囲より制限された制限負荷範囲で運転する第2運転工程とを備える船用ボイラの運転方法。

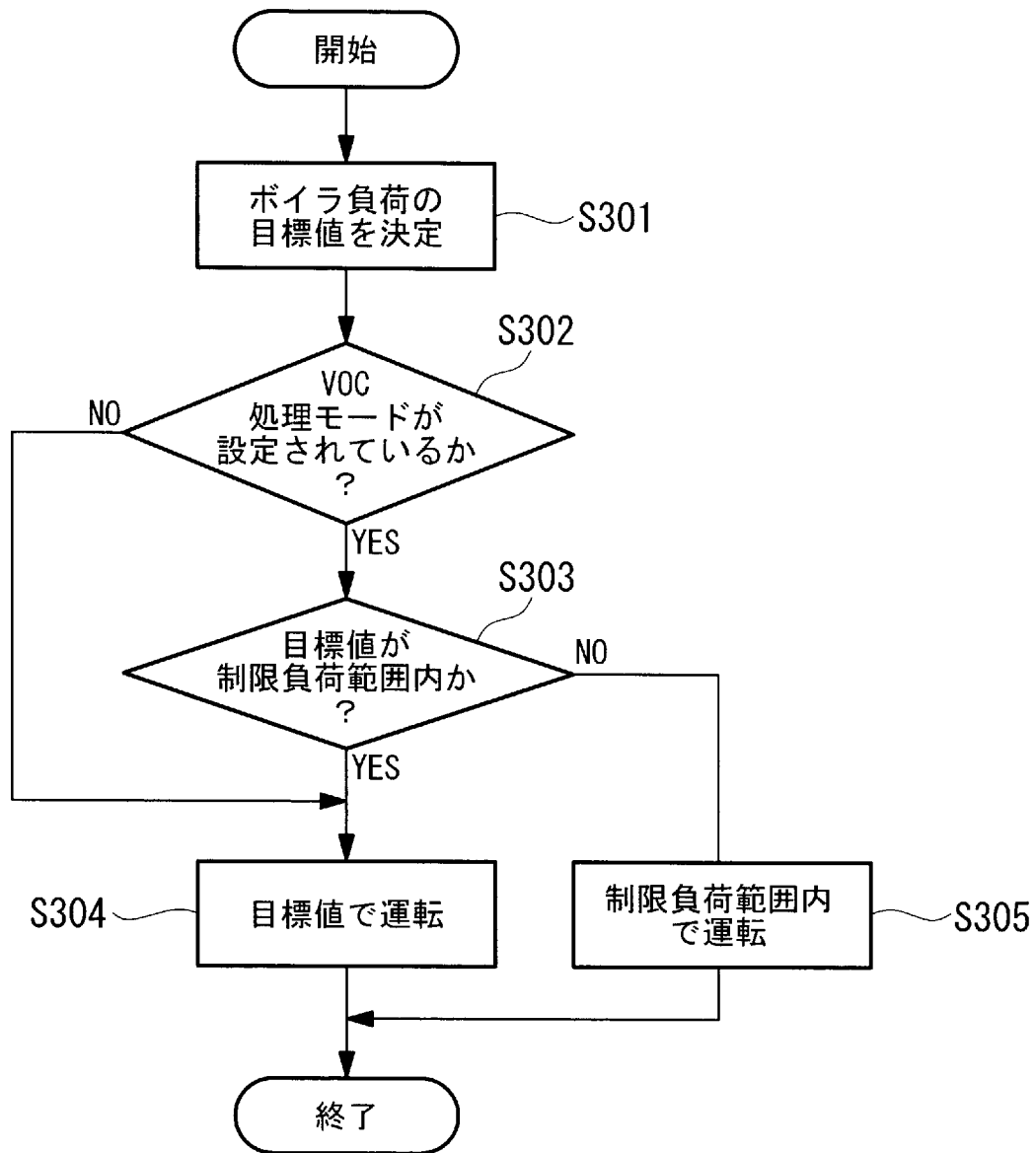
[図1]



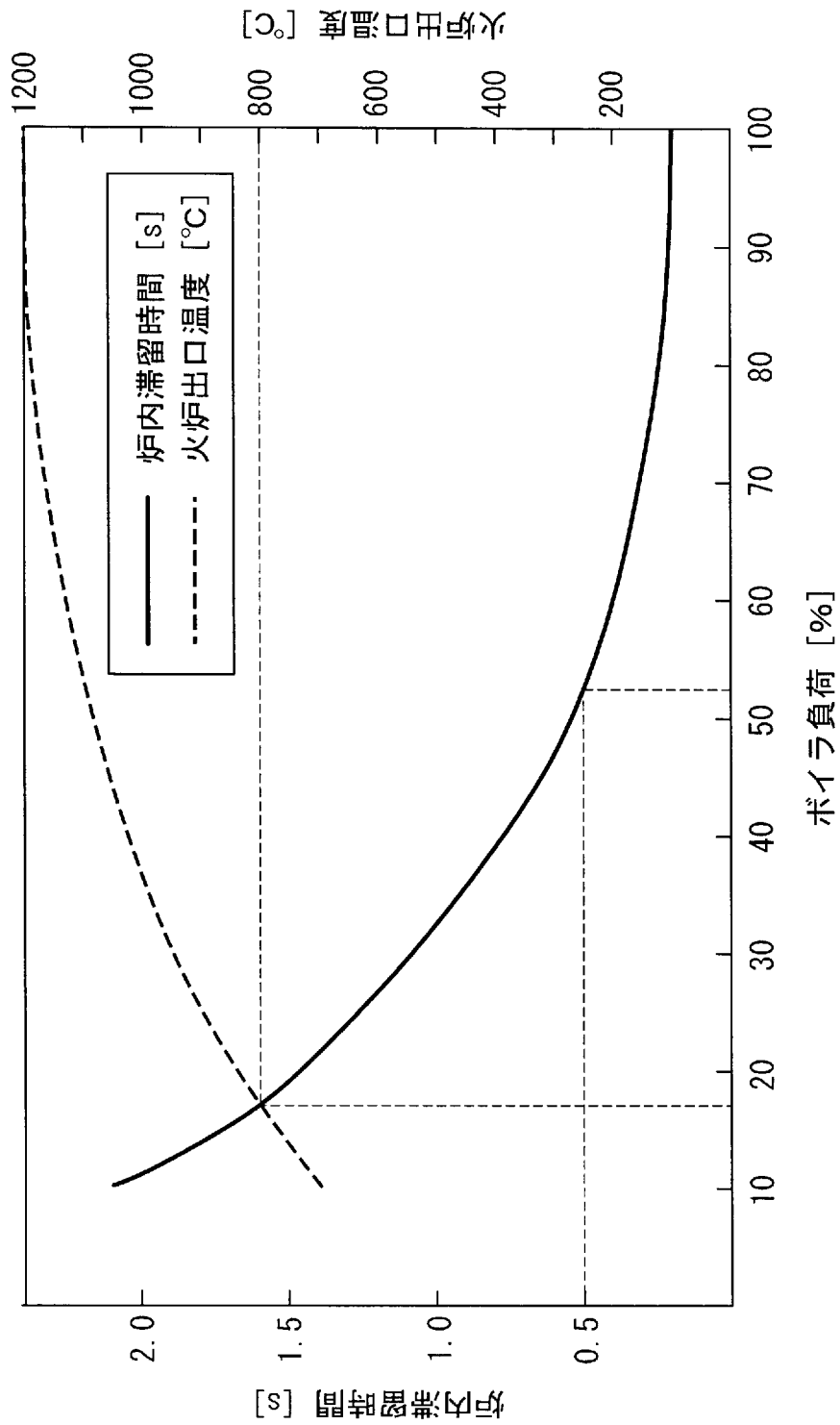
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/053279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F23G7/06(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)
F23G7/06

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	WO 2013/162965 A1 (JOHN ZINK COMPANY, LLC), 31 October 2013 (31.10.2013), paragraphs [0056] to [0069]; fig. 3 (Family: none)	1-4
A	US 2012/0291879 A1 (Simon Mark O'Connor), 22 November 2012 (22.11.2012), paragraphs [0056] to [0091]; fig. 1 to 7 & WO 2011/092450 A1 & KR 10-2012-0108057 A & GB 2477372 A	1-4
A	WO 98/33026 A1 (DEN NORSKE STATS OLJESELSKAP A.S), 30 July 1998 (30.07.1998), pages 1 to 11; fig. 1 to 3 & NO 970393 A	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 08 April 2015 (08.04.15)	Date of mailing of the international search report 21 April 2015 (21.04.15)
---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053279

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97/40307 A1 (DEN NORSKE STATS OLJESELSKAP A.S), 30 October 1997 (30.10.1997), pages 1 to 15; fig. 1 to 2 & GB 2328445 A	1-4
A	US 5427746 A (W.R.Grace & Co.-Conn.), 27 June 1995 (27.06.1995), columns 4 to 8; fig. 1 to 2 & US 5516499 A & WO 95/24590 A1	1-4
A	JP 62-157887 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 July 1987 (13.07.1987), pages 3 to 5; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F23G7/06(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. F23G7/06		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2013/162965 A1 (JOHN ZINK COMPANY, LLC) 2013.10.31, 段落0056-0069, 図3 (ファミリーなし)	1-4
A	US 2012/0291879 A1 (Simon Mark O' Connor) 2012.11.22, 段落0056-0091, 図1-7 & WO 2011/092450 A1 & KR 10-2012-0108057 A & GB 2477372 A	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 08.04.2015	国際調査報告の発送日 21.04.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 黒石 孝志 電話番号 03-3581-1101 内線 3337	3 L 9527

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 98/33026 A1 (DEN NORSKE STATS OLJESELSKAP A.S) 1998.07.30, 第1頁-第11頁, 図1-3 & NO 970393 A	1-4
A	WO 97/40307 A1 (DEN NORSKE STATS OLJESELSKAP A.S) 1997.10.30, 第1頁-第15頁, 図1-2 & GB 2328445 A	1-4
A	US 5427746 A (W.R.Grace & Co.-Conn.) 1995.0 6.27, 第4欄-第8欄, 図1-2 & US 5516499 A & WO 95/24590 A1	1-4
A	JP 62-157887 A (三菱重工業株式会社) 1987. 07.13, 第3頁-第5頁, 第1図-第4図 (ファミリーなし)	1-4