

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-275290  
(P2008-275290A)

(43) 公開日 平成20年11月13日(2008.11.13)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 8 D 13/00 (2006.01)</b>	F 2 8 D 13/00 Z A B	3 G 0 9 1
<b>F O 1 N 5/02 (2006.01)</b>	F O 1 N 5/02 C	3 L 1 0 3
<b>F O 1 N 3/08 (2006.01)</b>	F O 1 N 5/02 J	4 D 0 0 2
<b>B O 1 D 53/50 (2006.01)</b>	F O 1 N 3/08 A	4 G 0 7 0
<b>B O 1 D 53/81 (2006.01)</b>	B O 1 D 53/34 1 2 4 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-122739 (P2007-122739)  
(22) 出願日 平成19年5月7日(2007.5.7)

(71) 出願人 501204525  
独立行政法人海上技術安全研究所  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号  
(74) 代理人 100071401  
弁理士 飯沼 義彦  
(74) 代理人 100089130  
弁理士 森下 靖侑  
(72) 発明者 安達 雅樹  
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  
(72) 発明者 村田 裕幸  
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

最終頁に続く

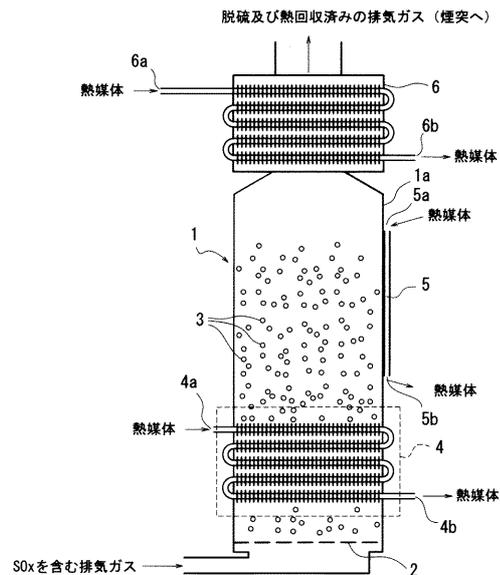
(54) 【発明の名称】 排熱回収装置

(57) 【要約】

【課題】 排気ガスからの脱硫と排熱回収とを同時に行うことのできるコンパクトな排熱回収装置を得る。

【解決手段】 排熱回収装置の装置本体 1 内には、分散板 2 の下方から、SO<sub>x</sub>を含む排気ガスが導入されるようになっている。その分散板 2 上には、固体粒子 3 が配置されている。固体粒子 3 には、SO<sub>x</sub>を吸収する粒子が含まれている。装置本体 1 内に排気ガスを導入すると、固体粒子 3 が流動して流動層を形成する。その流動層内に、排気ガスの熱を回収する内部熱交換器 4 が設けられている。装置本体 1 の上端には、脱硫及び熱回収されて外部に排出されるガスから更に熱を回収する外部熱交換器 6 が設けられている。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

高温の排気ガスが導入される装置本体と、  
その装置本体内に配置され、導入された排気ガスによって流動して流動層を形成する固体粒子と、

前記流動層内に設けられ、排気ガスの熱を回収する内部熱交換器と、からなり、  
前記流動層を形成する固体粒子に、 $SO_x$ を吸収する粒子が含まれていることを特徴とする、排熱回収装置。

## 【請求項 2】

脱硫・熱回収されて装置本体外へ排出されるガスから更に熱を回収する外部熱交換器が設けられていることを特徴とする、請求項 1 記載の排熱回収装置。 10

## 【請求項 3】

前記流動層を形成する固体粒子に、伝熱促進に主として寄与する粒子と脱硫に主として寄与する粒子とが含まれていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載の排熱回収装置。

## 【請求項 4】

前記流動層を形成する固体粒子に、温度条件に応じて脱硫性能が異なる複数種類の粒子が含まれていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載の排熱回収装置。

## 【請求項 5】

装置本体の外壁が伝熱面として利用されるように構成されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載の排熱回収装置。 20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、各種熱機関あるいは焼却炉等から排出される排気ガス中の熱を回収する排熱回収装置に関するもので、特に、船舶用ディーゼルエンジンの排気ガスのように、 $SO_x$ 分が含まれている排気ガスから熱を回収するのに適した排熱回収装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

温室効果ガスである $CO_2$ の削減が強く求められるとともに、原油を始めとする化石燃料の価格上昇が予見される現在、排熱利用による省エネルギーは極めて重要な課題となっている。排熱利用には排熱の回収が不可欠である。従来、排熱の回収には熱交換器が用いられてきた。 30

ところで、従来の熱交換器のほとんどでは、腐食による機器損傷がもたらされることまでは想定されていなかった。しかしながら、例えば船舶用ディーゼルエンジンのように排気ガス中に $SO_x$ 分が含まれる場合、低温まで排熱回収を行うと、その $SO_x$ 分が硫酸として結露し、従来の設計に基づく機器の場合は損傷を招くことになる。そのような場合を想定した機器として、「排ガスエコノマイザ」と呼ばれる熱交換器があるが、その熱交換器では、硫酸腐食を予防するために、硫酸が結露する温度より高い温度までの排熱回収しか行わないようになっている。そのため、排熱回収の効率が悪いという問題がある。また、その熱交換器においては、損傷防止の観点から伝熱面積密度を大きく取ることができず、大形化が避けられないという問題もある。 40

## 【0003】

排気ガス性状が望ましくないエンジンから排熱回収を行い、一層の省エネルギーを推進するためには、排気ガスの浄化を行うものであり、かつ、設置等の自由度が高く適用範囲の広い、コンパクトな熱交換システムが必要である。

コンパクトな熱交換システムとしては、熱伝達率の向上が可能な固気混相流を用いた流動層を利用するものが実用化されている。例えば特許文献 1 に記載されているものは、塵埃を含む燃焼炉の排気ガスから流動層により熱エネルギーを回収する熱交換器である。しかしながら、そのように流動層を利用するもので、排気ガスの浄化を同時に行う従来例は、 50

燃焼器以外には見当たらない。

燃焼器で脱硫及び熱交換を流動層により行う装置としては、特許文献 2 に記載されているものがあるが、それは流動層燃焼器（あるいはボイラ）において、すなわち高温環境下において脱硫及び熱交換を行う装置であり、排気ガス条件のような低温下で脱硫及び熱回収を同時に行っている事例は見当たらない。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 2 5 0 6 5 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 2 8 1 4 1 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 5 】

硫黄分を多く含む低質燃料の燃焼排気ガスから排熱を回収しようとする場合、硫酸結露温度以下までの熱回収を行うには、脱硫処理が不可欠である。一方、脱硫と熱交換とを個別に行うことは、コストや機器の大きさ、重量等の増大を招き、システムとして望ましくない。排気ガスからの脱硫と排熱回収とを同時に行う装置を実現することができれば、コンパクトであるにもかかわらず熱回収量の大きなシステムを構築することができ、省エネルギーの実現に貢献することができる。

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような諸事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、排気ガスからの脱硫と排熱回収とを同時に行うことのできるコンパクトな排熱回収装置が得られるようにすることである。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

この目的を達成するために、本発明では、流動層を利用して排熱回収を行い、その流動層を形成する固体粒子によって  $SO_x$  を吸収するようにしている。

すなわち、請求項 1 に係る本発明の排熱回収装置は、高温の排気ガスが導入される装置本体と、その装置本体内に配置され、導入された排気ガスによって流動して流動層を形成する固体粒子と、前記流動層内に設けられ、排気ガスの熱を回収する内部熱交換器と、からなり、前記流動層を形成する固体粒子に、 $SO_x$  を吸収する粒子が含まれていることを特徴としている。

30

【 0 0 0 8 】

また、請求項 2 に係る本発明の排熱回収装置は、上記請求項 1 の発明において、脱硫・熱回収されて装置本体外へ排出されるガスから更に熱を回収する外部熱交換器が設けられていることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に係る本発明の排熱回収装置は、上記請求項 1 あるいは 2 の発明において、前記流動層を形成する固体粒子に、伝熱促進に主として寄与する粒子と脱硫に主として寄与する粒子とが含まれていることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

更に、請求項 4 に係る本発明の排熱回収装置は、上記請求項 1 あるいは 2 の発明において、前記流動層を形成する固体粒子に、温度条件に応じて脱硫性能が異なる複数種類の粒子が含まれていることを特徴としている。

40

【 0 0 1 1 】

そして、請求項 5 に係る本発明の排熱回収装置は、上記請求項 1 あるいは 2 の発明において、装置本体の外壁が伝熱面として利用されるようになっていることを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

上述のように構成された請求項 1 に係る本発明によれば、排気ガスによって流動して流動層を形成する固体粒子に  $SO_x$  を吸収する粒子が含まれているので、排気ガス中の  $SO_x$

50

はその粒子に吸収される。したがって、排気ガスの脱硫が行われる。そして、排気ガス中の熱は、流動する固体粒子に伝達され、その粒子を介して、また、直接的に、内部熱交換器内を流れる熱媒体に伝えられる。こうして、排気ガスからの脱硫と排熱回収とが同時に行われるようになり、コンパクトな排熱回収装置を得ることができる。

【0013】

また、上記請求項2に係る本発明によれば、内部熱交換器のほかに外部熱交換器が設けられるので、その外部熱交換器によっても熱が回収される。その場合、外部に排出される排気ガスは脱硫されているので、その排気ガスから熱を回収する外部熱交換器には、硫酸が結露することがない。したがって、硫酸結露温度以下まで熱回収をすることが可能となり、排熱の回収量を増大させることができる。

10

【0014】

そして、上記請求項3に係る本発明によれば、流動層が、伝熱促進に主として寄与する粒子と脱硫に主として寄与する粒子とによって形成されるので、排熱回収及び脱硫のそれぞれの効率を高めることができる。

【0015】

更に、上記請求項4に係る本発明によれば、流動層を形成する固体粒子に、温度条件に応じて脱硫性能の異なる複数種類の粒子が含まれているので、排熱回収による排気ガス温度の低下にかかわらず、広い温度範囲で脱硫を行うことができる。

【0016】

また、上記請求項5に係る本発明によれば、装置本体の外壁が伝熱面として利用されるので、その外壁に伝熱管などを設置することにより、排熱回収をより効果的に行うことができる。

20

【実施例1】

【0017】

以下、本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。

図中、図1は本発明による排熱回収装置の第1実施例を示す概略構成図である。

図1から明らかなように、この排熱回収装置の装置本体1には、各種熱機関あるいは焼却炉等から排出される高温の排気ガスが、下方から導入され、上方の煙突（図示せず）へ排出されるようになっている。装置本体1の底部には、ガスの流入は許すが固体粒子の落下流出は阻止する分散板2が設けられており、その分散板2上に固体粒子3が配置されている。装置本体1の下方から排気ガスを導入すると、そのガスにより固体粒子3が流動して流動層を形成する。装置本体1内には、その流動層によって囲まれる位置に内部熱交換器4が設けられている。その内部熱交換器4には、熱媒体が入口4aから導入されるようになっている。その熱媒体は、出口4bから出て、蒸気タービン等の外部機器との間で循環するようにされている。

30

【0018】

装置本体1の外壁1aは伝熱面として利用されるようになっており、その外壁1aの外表面には伝熱管5が配置されている。その伝熱管5は、上端が熱媒体入口5aとされ、下端が熱媒体出口5bとされている。

【0019】

固体粒子3は、脱硫に主として寄与する粒子、すなわちSO<sub>x</sub>を吸収する粒子、例えば活性炭、酸化鉄、生石灰等の粒子、あるいはこれらの混合物から構成されている。これらの粒子は伝熱促進にも寄与する。また、これらの粒子に、伝熱促進に主として寄与する粒子、例えば金属粒子が混合されていてもよい。

40

【0020】

このように構成された排熱回収装置において、SO<sub>x</sub>分を含む高温の排気ガスを装置本体1に下方から導入すると、その排気ガスは、分散板2を通してその上方に配置されている固体粒子3に接触する。それにより、固体粒子3は流動して流動層を形成するとともに、排気ガスの熱を吸収して高温となる。そして、その固体粒子3が流動層の内部に設けられている内部熱交換器4と接触することにより、排気ガスの熱が熱交換器4の内部を循環

50

する熱媒体に高い熱伝達率で伝えられる。また、排気ガスの熱は、固体粒子3を介さずに直接的にも熱媒体に伝えられる。こうして、熱媒体は高温となる。その熱媒体は装置本体1の外部に導かれ、蒸気タービン等の外部機器においてその熱エネルギーが利用される。このように、流動層を利用することにより、排気ガス中の熱は効率よく回収される。

#### 【0021】

この間において、排気ガス中のSO<sub>x</sub>分は、流動する固体粒子3に吸収される。すなわち、排気ガスの脱硫が行われる。したがって、内部熱交換器4に硫酸が結露するおそれなくなる。その結果、排気ガスの温度を硫酸結露温度以下にまで下げることが可能となり、大量の熱回収が可能となる。

その場合、固体粒子3に、温度条件に応じて脱硫性能が異なる複数種類の粒子が混合されていると、排熱回収による排気ガス温度の低下にかかわらず、広い温度範囲での脱硫が可能となる。

また、固体粒子3が、伝熱促進に主として寄与する粒子と脱硫に主として寄与する粒子との混合物であると、それぞれの粒子の選択肢が広がり、効率のよいものを選ぶのが容易となる。

#### 【0022】

一方、排気ガスの熱によって装置本体1の外壁1aも高温となる。そして、その熱が伝熱管5内を流れる熱媒体に伝えられる。こうして、伝熱管5内を流れる熱媒体によっても熱が回収される。したがって、排気ガスの熱が効果的に回収される。

この熱媒体は、内部熱交換器4を循環する熱媒体と同じものとして、1系統の排熱回収系ですべての排熱回収を行うようにすることができる。また、異なる熱媒体を使用して、排熱の活用分野を多様化することも可能である（例えば熱源のためには温水を、動力回収のためには蒸気を利用するなど）。

#### 【実施例2】

#### 【0023】

図2は、本発明による排熱回収装置の第2実施例を示す概略構成図である。この第2実施例は、図1に示されている第1実施例を部分的に改良したものである。そこで、図2において、図1と対応する部分には同じ符号を付すことにより、重複する説明は省略する。

図2から明らかなように、この第2実施例は、第1実施例の排熱回収装置の上端に外部熱交換器6を取り付けたものである。この外部熱交換器6には、上端の入口6aから熱媒体が導入される。そして、その熱媒体は、下端の出口6bから外部に導き出される。

#### 【0024】

このように構成された第2実施例の排熱回収装置によれば、流動層によって熱回収されて外部に排出される排気ガスから更に熱が回収されるので、その熱回収がより効率よく行われる。しかも、その排気ガスは脱硫されているので、その温度が硫酸結露温度以下に下がっても、外部熱交換器6に硫酸が結露することがない。したがって、従来仕様の熱交換器を用いても、熱回収量を増大させることができる。

#### 【0025】

この実施例において、内部熱交換器4を循環する熱媒体と外部熱交換器6を循環する熱媒体とは同じものとして、全体を1系統の排熱回収系とすることができる。また、内部熱交換器4と外部熱交換器6とは別系統として、例えば内部熱交換器4からは蒸気が得られ、外部熱交換器6からは温水が得られるようにすることもできる。

#### 【実施例3】

#### 【0026】

図3は、本発明による排熱回収装置の第3実施例を示す概略構成図である。この第3実施例は、流動層として粒子が循環する形式のもの（循環式流動層）を用いた実施例である。

図3から明らかなように、この排熱回収装置の装置本体11には、第1実施例と同様に、各種熱機関あるいは焼却炉等から排出された高温の排気ガスが、分散板12の下方から導入されるようになっている。その分散板12は、ガスの流入は許すが固体粒子の落下流

10

20

30

40

50

出は阻止するもので、装置本体 11 の底部に設けられている。その分散板 12 上には固体粒子 13 が配置されていて、装置本体 11 の下方から排気ガスを導入すると、そのガスにより固体粒子 13 が流動して流動層を形成し、排気ガスの流れとともに流れ広がるようになっている。

【0027】

装置本体 11 は、循環式流動層の粒子 13 が上昇するライザー部 14 と、粒子 13 とガスとを分離するための固気分離部 15 と、固気分離された粒子 13 をライザー部 14 に導くためのダウンカマー部 16 と、ライザー部 14 へ戻る粒子 13 の量を調整するためのバルブ 17 とを備えている。固体粒子 13 は流動層となってこれらの間を循環する。固気分離されたガスは、固気分離部 15 の上方から煙突へ排出されるようになっている。

排気ガスとともに外部に排出される固体粒子 13 を補うために、ダウンカマー部 16 の下流側には粒子供給装置 18 が接続されている。また、ダウンカマー部 16 の下流側には、 $SO_x$  を吸収した固体粒子 13 を回収する粒子回収装置 19 も接続されている。

【0028】

ダウンカマー部 16 には、流動層によって囲まれる位置に内部熱交換器 20 が設けられている。その内部熱交換器 20 には、熱媒体が入口 20a から導入されるようになっている。そして、その熱媒体は、内部熱交換器 20 の出口 20b から出て、蒸気タービン等の外部機器との間で循環するようにされている。

なお、この内部熱交換器 20 は、ダウンカマー部 16 のほか、固気分離部 15 やバルブ 17 部分に配置することもできる。

【0029】

装置本体 11 の外壁、例えばライザー部 14 の外壁 14a は伝熱面として利用されるようになっており、その外壁 14a の外面には伝熱管 21 が配置されている。その伝熱管 21 は、上端が熱媒体入口 21a とされ、下端が熱媒体出口 21b とされている。

ライザー部 14 のほか、固気分離部 15 あるいはダウンカマー部 16 の外壁も、伝熱面として利用することができる。

【0030】

固体粒子 13 は、脱硫を行う（すなわち  $SO_x$  を吸収する）とともに伝熱促進に寄与するものであり、活性炭、酸化鉄、生石灰等の粒子、あるいはこれらの混合物からなっている。

また、これらの粒子に、伝熱促進に主として寄与する粒子、例えば金属粒子が混合されていてもよい。

【0031】

このように構成された排熱回収装置において、 $SO_x$  分を含む高温の排気ガスを装置本体 11 に分散板 12 の下方から導入すると、その排気ガスは、分散板 12 を通してその上方に配置されている固体粒子 13 に接触する。それにより、固体粒子 13 は流動して流動層を形成し、排気ガスの流れとともにライザー部 14 を上昇する。次いで、固体粒子 13 は、固気分離部 15 を経てダウンカマー部 16 を下降する。そして、バルブ 17 により流量を制御されながら再びライザー部 14 に導入される。こうして固体粒子 13 は循環する。

【0032】

この循環中、ライザー部 14 から固気分離部 15 に至る間に、すなわち排気ガスと固体粒子 13 とが接触している間に、固体粒子 13 は、排気ガスの熱を吸収して高温となるとともに、排気ガス中の  $SO_x$  を吸収する。すなわち熱伝達と脱硫とが行われる。

そして、高温となった固体粒子 13 が流動層の内部のダウンカマー部 16 に設けられている内部熱交換器 20 と接触することにより、排気ガスの熱が熱交換器 20 の内部を循環する熱媒体に高い熱伝達率で伝えられる。その熱媒体は装置本体 11 の外部に導かれ、蒸気タービン等の外部機器においてその熱エネルギーが利用される。このように、流動層を利用することにより、排気ガス中の熱は効率よく回収される。

【0033】

10

20

30

40

50

このようにして脱硫及び熱回収された排気ガスは、固気分離部 15 の上方から煙突に排出される。したがって、ダウンカマー部 16 に設けられている内部熱交換器 20 には、SO<sub>2</sub>を含む排気ガスはほとんど接触しない。その結果、内部熱交換器 20 に硫酸が結露するおそれがないので、硫酸結露温度以下まで排熱回収を行うことが可能となる。

【0034】

固体粒子 13 の種類による作用効果、及び伝熱管 21 を設けたことによる作用効果は、実施例 1 と同様である。

【実施例 4】

【0035】

図 4 は、本発明による排熱回収装置の第 4 実施例を示す概略構成図である。この第 4 実施例は、第 3 実施例を改良したものである。したがって、第 4 実施例を示す図 4 において、図 3 の第 3 実施例と対応する部分には同じ符号が付されている。

図 4 から明らかなように、この第 4 実施例は、第 3 実施例の排熱回収装置における固気分離部 15 の上端に外部熱交換器 22 を取り付けられたものである。この外部熱交換器 22 には、上端の入口 22a から熱媒体が導入される。そして、その熱媒体は、下端の出口 22b から外部に導き出される。

【0036】

このように構成された第 4 実施例の排熱回収装置によれば、流動層によって熱回収されて外部に排出される排気ガスから更に熱が回収されるので、その熱回収がより効率よく行われる。しかも、その排気ガスは脱硫されているので、その温度が硫酸結露温度以下に下がっても、外部熱交換器 22 に硫酸が結露することがない。したがって、従来仕様の熱交換器を用いても、熱回収量を増大させることができる。

【0037】

この実施例においても、内部熱交換器 20 を循環する熱媒体と外部熱交換器 22 を循環する熱媒体とは同じものとして、全体を 1 系統の排熱回収系とすることができる。また、内部熱交換器 20 と外部熱交換器 22 とは別系統として、例えば内部熱交換器 20 からは蒸気が発生し、外部熱交換器 22 からは温水が得られるようにすることもできる。

【実施例 5】

【0038】

図 5 は、本発明による排熱回収装置の第 5 実施例を示す概略構成図である。この第 5 実施例は、船舶用ディーゼルエンジンの排気ガスからの排熱回収のために本発明を適用した実施例である。本発明を船舶に適用する場合には、船体動揺の影響を受けにくいものを選ぶ必要がある。そこで、循環式流動層を利用する上述の第 4 実施例を採用した。

図 5 において、図 4 の第 4 実施例と対応する部分には同じ符号が付されている。

図 5 から明らかなように、船舶用ディーゼルエンジン 30 から排出される排気ガスは、その船舶に搭載されている排熱回収装置の装置本体 11 に、分散板 12 の下方から導入されるようになっている。その排熱回収装置は循環式流動層を利用するもので、装置本体 11 の下方から排気ガスを導入すると、そのガスにより分散板 12 上の固体粒子 13 が流動して流動層を形成し、排気ガスの流れとともに流れ広がって循環するようになっている。

【0039】

すなわち、分散板 12 の下方から排気ガスを導入すると、その排気ガスは、分散板 12 を通してその上方に配置されている固体粒子 13 に接触する。それにより、固体粒子 13 は流動して流動層を形成し、排気ガスの流れとともにライザー部 14 を上昇する。次いで、固体粒子 13 は、サイクロンからなる固気分離部 15 に至り、その固気分離部 15 においてガスと分離され、ダウンカマー部 16 を下降する。そして、バルブ 17 により流量を制御されながら再びライザー部 14 に導入される。こうして固体粒子 13 は装置本体 11 内を循環する。

固気分離されたガスは、固気分離部 15 の上方から煙突へ排出される。

【0040】

ダウンカマー部 16 には、ガスとともに外部に排出される固体粒子 13 を補うための粒

10

20

30

40

50

子供給装置 18 が接続されている。また、ダウンカマー部 16 の下流側には、SO<sub>x</sub>を吸着した固体粒子 13 を回収する粒子回収装置 19 が接続されている。

#### 【0041】

更に、ダウンカマー部 16 には、流動層によって囲まれる位置に、内部熱交換器 20 が設けられている。一方、ライザー部 14 の外壁 14a は伝熱面として利用されるようになっており、その外壁 14a の外面に伝熱管 21 が配置されている。また、固気分離部 15 の上端には外部熱交換器 22 が取り付けられ、外部に排出されるガスから熱が回収されるようになっている。

そして、これらの間を熱媒体である水が循環するようにされている。

すなわち、給水ポンプ 31 により供給される水は、内部熱交換器 20 内に下端の入口 20a から入り、加熱されて蒸気となって上端の出口 20b から出る。その蒸気は、ライザー部 14 の外壁 14a 外面に配置されている伝熱管 21 を上端入口 21a から下端出口 21b まで通る間に更に加熱され、タービン発電機 32 の蒸気タービン 32a に導かれる。タービン発電機 32 を駆動して温度が低下した蒸気は、タービン発電機 32 から出た後、復水器 33 において水に戻される。その水は、復水ポンプ 34 により外部熱交換器 22 の上端入口 22a から外部熱交換器 22 内に送られ、外部熱交換器 22 を通る間に加熱されて温水となる。そして、その温水が外部熱交換器 22 の下端出口 22b から給水ポンプ 31 に送られ、再び内部熱交換器 20 に供給される。

#### 【0042】

一方、装置本体 11 を循環する固体粒子 13 は、排気ガスと接触している間に、すなわちライザー部 14 から固気分離部 15 に至る間に、排気ガス中の SO<sub>x</sub>を吸収して脱硫するとともに、排気ガスの熱を吸収して高温となる。そして、高温となった固体粒子 13 が流動層の内部のダウンカマー部 16 に設けられている内部熱交換器 20 と接触することにより、排気ガスの熱が熱交換器 20 の内部を循環する熱媒体に高い熱伝達率で伝えられる。このようにして、排気ガスの脱硫と熱伝達とが同時に行われる。

その場合、流動層内の熱伝達率が、単なる気相の熱伝達率より大きいことから、機器のコンパクト化がもたらされ、限られた船内スペースの有効活用に寄与することができる。また、脱硫が行われることにより、低温までの熱回収が可能となる。

#### 【0043】

そして、流動層によって熱回収されて外部に排出される排気ガスから、外部熱交換器 22 により更に熱が回収されるので、全体の熱回収効率が極めて高くなる。しかも、その排気ガスは脱硫されているので、その温度が硫酸結露温度以下に下がっても、外部熱交換器 22 に硫酸が結露することがない。したがって、熱回収量を増大させることができる。

このようにして、コンパクトであるにもかかわらず熱回収量の大きい排熱回収システムとすることができる。そして、回収した熱によりタービン発電機 32 を駆動して動力生成を行うので、省エネルギーに寄与することができる。

#### 【0044】

このような排熱回収装置に使用される脱硫剤について、性能試験を行った。図 6 は、その試験結果を示すものである。脱硫対象のガスとしては、成分調整された模擬排気ガスを用いた。図 6 において、横軸が模擬排気ガスの温度、縦軸が脱硫性能である。

図 6 から明らかなように、400 以下の低温において酸化鉄系の脱硫剤が高い性能を示している。一方、炭化水素系燃料を燃やした場合に発生する水蒸気を模擬排気ガスに添加した実験では、生石灰の性能が上昇している。

この試験結果から、排気ガスの性状や温度条件に応じて適切な粒子の選択を行うことにより、満足できる脱硫が行われることが分かる。

#### 【0045】

以上、本発明の好適実施例について説明したが、本発明はその実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の設計変更が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0046】

10

20

30

40

50

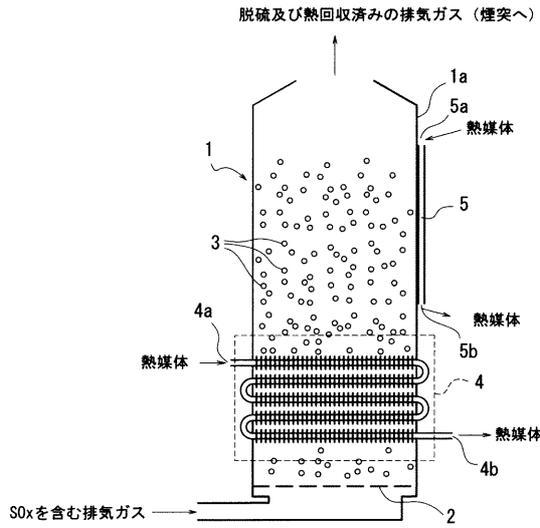
- 【図 1】本発明による排熱回収装置の第 1 実施例を示す概略構成図である。  
 【図 2】本発明による排熱回収装置の第 2 実施例を示す概略構成図である。  
 【図 3】本発明による排熱回収装置の第 3 実施例を示す概略構成図である。  
 【図 4】本発明による排熱回収装置の第 4 実施例を示す概略構成図である。  
 【図 5】本発明による排熱回収装置の第 5 実施例を示す概略構成図である。  
 【図 6】脱硫剤として使用される粒子の性能試験結果を示すグラフである。

【符号の説明】

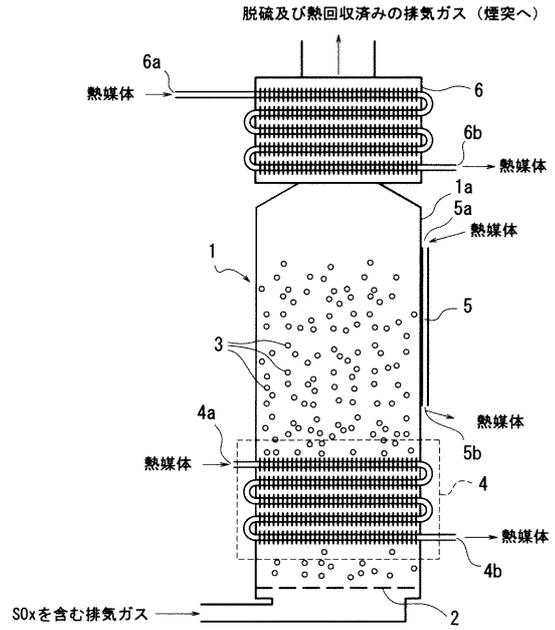
【 0 0 4 7 】

1	装置本体	
1 a	外壁	10
2	分散板	
3	固体粒子	
4	内部熱交換器	
4 a	入口	
4 b	出口	
5	伝熱管	
5 a	入口	
5 b	出口	
6	外部熱交換器	
6 a	入口	20
6 b	出口	
1 1	装置本体	
1 2	分散板	
1 3	固体粒子	
1 4	ライザー部	
1 4 a	外壁	
1 5	固気分離部	
1 6	ダウンカメラ部	
1 7	バルブ	
1 8	粒子供給装置	30
1 9	粒子回収装置	
2 0	内部熱交換器	
2 0 a	入口	
2 0 b	出口	
2 1	伝熱管	
2 1 a	入口	
2 1 b	出口	
2 2	外部熱交換器	
2 2 a	入口	
2 2 b	出口	40
3 0	船舶用ディーゼルエンジン	
3 1	給水ポンプ	
3 2	タービン発電機	
3 2 a	蒸気タービン	
3 3	復水器	
3 4	復水ポンプ	

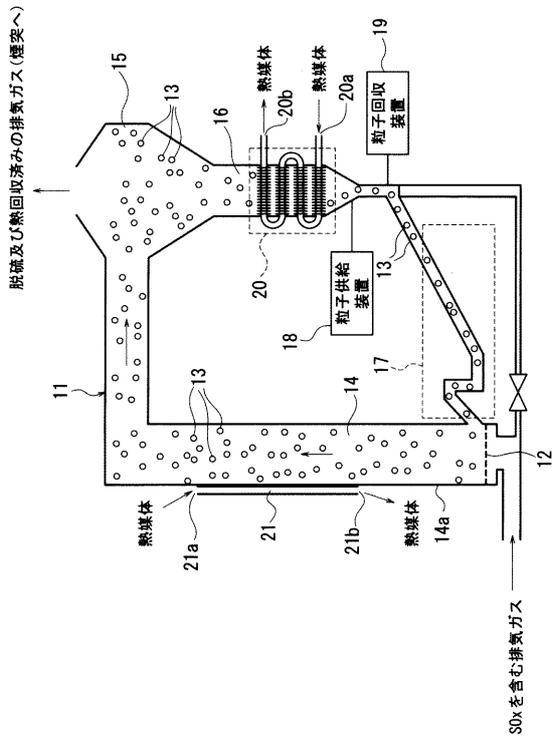
【図1】



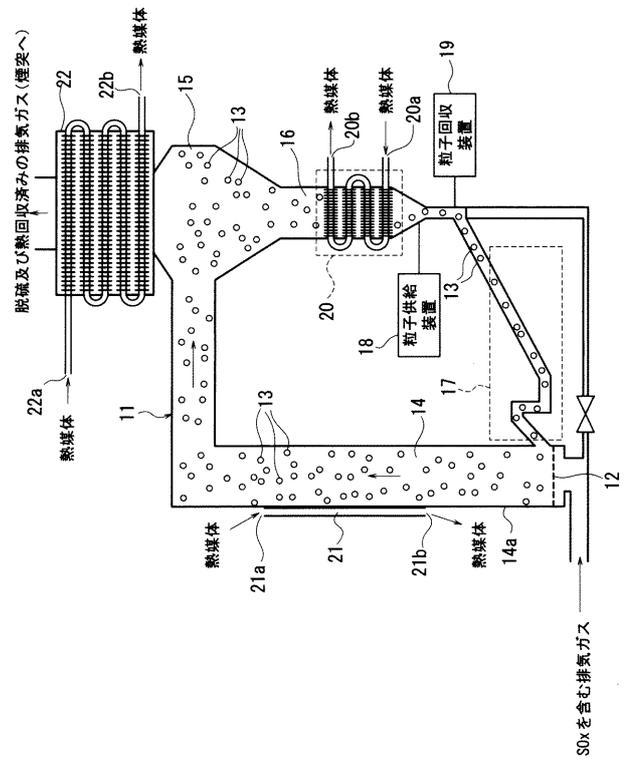
【図2】



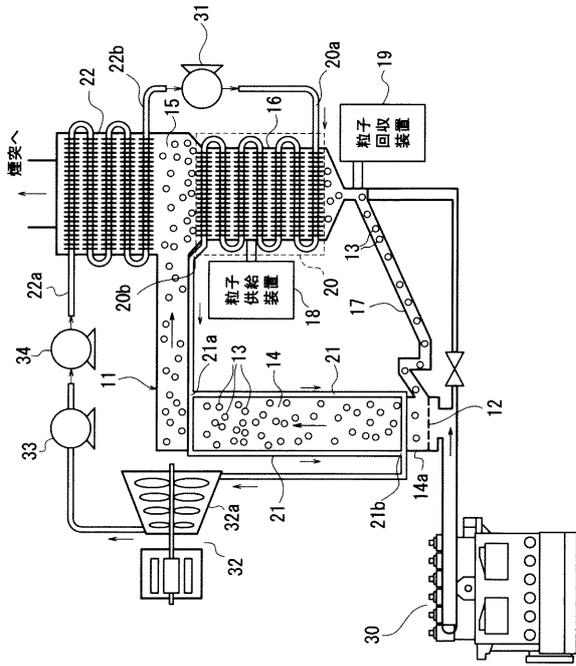
【図3】



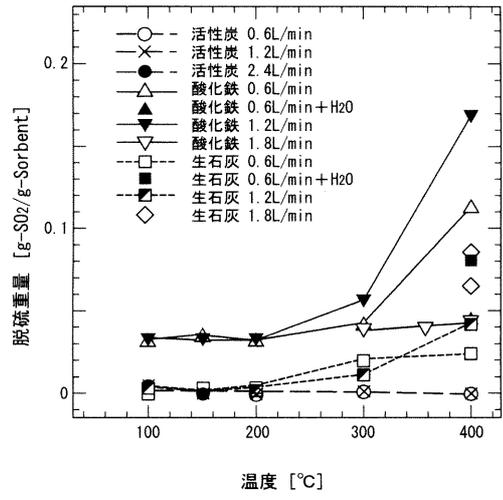
【図4】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 0 1 J	8/18	(2006.01)	B 0 1 J	8/18		
F 2 2 B	1/02	(2006.01)	F 2 2 B	1/02	Z	

(72)発明者 稲坂 富士夫

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

(72)発明者 春海 一佳

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

(72)発明者 平岡 克英

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

(72)発明者 永井 建夫

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

(72)発明者 高木 正英

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

(72)発明者 岡 秀行

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内

Fターム(参考) 3G091 AA04 AA18 AB08 BA13 BA36 CA27

3L103 AA46 BB39 CC27 CC35 DD30

4D002 AA02 AC10 BA03 BA13 CA09 CA13 DA05 DA11 DA21 DA41

EA02 HA08

4G070 AA01 AB06 BA08 BB32 CA07 CA13 CA19 CA25 CB02 CB19

DA23