

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6655241号
(P6655241)

(45) 発行日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(51) Int. Cl.	F I					
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N	3/08				B
FO1N 3/28 (2006.01)	FO1N	3/08				A
FO1N 3/24 (2006.01)	FO1N	3/28			3O1H	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N	3/28			3O1C	
FO1N 3/22 (2006.01)	FO1N	3/28			J	
請求項の数 10 (全 13 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号	特願2015-123720 (P2015-123720)	(73) 特許権者	501204525
(22) 出願日	平成27年6月19日(2015.6.19)		国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
(65) 公開番号	特開2017-8772 (P2017-8772A)		東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(43) 公開日	平成29年1月12日(2017.1.12)	(74) 代理人	110001210
審査請求日	平成30年6月5日(2018.6.5)		特許業務法人YK I 国際特許事務所
		(72) 発明者	岸 武行
			東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上技術安全研究所内
		(72) 発明者	西尾 澄人
			東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上技術安全研究所内
		審査官	村山 禎恒
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 脱硝脱硫装置及びそれを用いた陸船産業用内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

重油を燃焼させる内燃機関の排気ガスの窒素酸化物と硫酸酸化物を同時に処理する脱硝脱硫装置であって、

前記排気ガスのエネルギーを用いて前記内燃機関に空気を供給する過給機と、

前記窒素酸化物を処理するための還元剤を注入する還元剤供給手段と、

前記窒素酸化物と前記還元剤とを反応させ、かつ、前記排気ガス中の前記硫酸酸化物のうちSO₂をSO₃へ酸化すると共に、酸性硫酸を吸着させることを兼ねた脱硝兼脱硫触媒と、

前記脱硝兼脱硫触媒の再生手段を備え、

前記脱硝兼脱硫触媒は、前記過給機より下流側の経路に配置され、

前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を150 以上280 以下の温度範囲とすると共に、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの量を前記脱硝兼脱硫触媒の体積で除した空間速度を500 h⁻¹以上2700 h⁻¹以下の範囲とした条件下で、前記排気ガスを脱硝すると同時に前記SO₃と前記還元剤及び水の反応で生じる前記酸性硫酸を前記脱硝兼脱硫触媒に吸着させ、脱硝処理と脱硫処理を1つの前記脱硝兼脱硫触媒によって同時に行い、前記脱硝兼脱硫触媒が劣化した場合に前記再生手段により前記脱硝兼脱硫触媒の再生を行うことを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項2】

請求項1に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を変更する排気ガス温度変更手段を備え、

前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を150以上280以下の温度範囲に変更することを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項3】

請求項2に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記排気ガス温度変更手段は、運転初期に前記排気ガスの温度を150以上225未満の温度範囲に変更し、その後、前記排気ガスの温度を225以上280以下に変更することを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項4】

請求項2又は3に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記内燃機関は、4ストロークディーゼル機関であることを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項5】

請求項1～3のいずれか1項に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記内燃機関は、2ストロークディーゼル機関であることを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記脱硝兼脱硫触媒は、複数段に分割されて設けられ、

少なくとも1つの段の前記脱硝兼脱硫触媒の単位断面積あたりのセルの数が他の段の前記脱硝兼脱硫触媒の単位断面積あたりのセルの数と異なっていることを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか1項に記載の脱硝脱硫装置であって、

並列に配置された複数の前記脱硝兼脱硫触媒と、

それぞれの前記脱硝兼脱硫触媒を通る前記経路に前記脱硝兼脱硫触媒に流す気体を切り替える切替弁を備え、

前記切替弁を切り替えることにより、前記脱硝兼脱硫触媒の運転時は前記脱硝兼脱硫触媒に前記排気ガスを流し、前記脱硝兼脱硫触媒の再生時は前記脱硝兼脱硫触媒に前記再生手段から再生温度以上の温度の高温気体を流し、前記内燃機関の運転中に複数の前記脱硝兼脱硫触媒の運転と再生を切り替えることを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項8】

請求項7に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記経路の前記脱硝兼脱硫触媒の下流側に、前記再生時に前記脱硝兼脱硫触媒から脱離した前記酸性硫酸を再吸着させて回収する被毒物質除去装置を備えることを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項9】

請求項7又は8に記載の脱硝脱硫装置であって、

前記脱硝兼脱硫触媒の下流の前記窒素酸化物の濃度を計測する窒素酸化物濃度計測手段、前記脱硝兼脱硫触媒の下流の前記硫黄酸化物の濃度を計測する硫黄酸化物濃度計測手段、及び前記脱硝兼脱硫触媒の前後の前記排気ガスの差圧を計測する差圧計測手段の少なくとも1つを備え、備えられた計測手段による計測結果の少なくとも1つに基づいて前記脱硝兼脱硫触媒の運転と再生を切り替えることを特徴とする脱硝脱硫装置。

【請求項10】

請求項1～9のいずれか1項に記載の脱硝脱硫装置を陸船産業用内燃機関に搭載したことを特徴とする脱硝脱硫装置を用いた陸船産業用内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、脱硝脱硫装置及びそれを用いた陸船産業用内燃機関に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

重油を燃焼させるディーゼル機関等の内燃機関では、そこから排出される排気ガスに含まれる窒素酸化物（ NO_x ）の低減と共に、硫黄酸化物（ SO_x ）の低減も求められている。窒素酸化物（ NO_x ）と硫黄酸化物（ SO_x ）を同時に低減するには、選択触媒還元装置（SCR）等の窒素酸化物（ NO_x ）の低減装置とスクラバー等の硫黄酸化物（ SO_x ）の低減装置をそれぞれ排気ガスの流路に設置する構成が採用されている。

【 0 0 0 3 】

また、ボイラの排気ガス処理システムにおいて、脱硝装置にて排気ガスに含まれる窒素酸化物（ NO_x ）を除去する処理を行った後、石灰石石膏法の脱硫装置にて硫黄酸化物（ SO_x ）を吸収除去する構成が開示されている（特許文献1）。また、脱硝反応装置にて排気ガスに含まれる硫黄酸化物（ SO_x ）を除去する処理を行った後、脱硝反応装置にて窒素酸化物（ NO_x ）を除去する構成が開示されている（特許文献2）。

【 0 0 0 4 】

一方、内燃機関や石油精製プラントからの排気ガスの処理において、脱硝触媒を用いて320以下の温度域で還元剤を用いて脱硝処理を行う低温脱硝工程と、当該工程で脱硝触媒に蓄積した被毒物質である硫黄含有化合物を除去して再生する触媒再生工程と、を繰り返す方法が開示されている（特許文献3）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2002-179411号公報

【特許文献2】特開平11-165043号公報

【特許文献3】特開2005-87815号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

ところで、SCR等の脱硝装置は構造が比較的簡単であり、メンテナンスも容易である。一方、スクラバー等の脱硫装置は構造が複雑であり、メンテナンスも煩雑となる。したがって、脱硝装置に加えて脱硫装置も設けた場合、排気ガス処理のシステム全体としてのメンテナンスも煩雑となり、その費用も高コスト化する。

【 0 0 0 7 】

本発明は、重油を燃焼させる内燃機関の排気ガスの脱硝処理と脱硫処理を1つの脱硝触媒によって同時に行うことを可能にする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明の請求項1に係る脱硝脱硫装置は、重油を燃焼させる内燃機関の排気ガスの窒素酸化物と硫黄酸化物を同時に処理する脱硝脱硫装置であって、前記排気ガスのエネルギーを用いて前記内燃機関に空気を供給する過給機と、前記窒素酸化物を処理するための還元剤を注入する還元剤供給手段と、前記窒素酸化物と前記還元剤とを反応させ、かつ、前記排気ガス中の前記硫黄酸化物のうち SO_2 を SO_3 へ酸化すると共に、酸性硫酸を吸着させることを兼ねた脱硝兼脱硫触媒と、前記脱硝兼脱硫触媒の再生手段を備え、前記脱硝兼脱硫触媒は、前記過給機より下流側の経路に配置され、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を150以上280以下の温度範囲とすると共に、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの量を前記脱硝兼脱硫触媒の体積で除した空間速度を 500h^{-1} 以上 2700h^{-1} 以下の範囲とした条件下で、前記排気ガスを脱硝すると同時に前記 SO_3 と前記還元剤及び水の反応で生じる前記酸性硫酸を前記脱硝兼脱硫触媒に吸着させ、脱硝処理と脱硫処理を1つの前記脱硝兼脱硫触媒によって同時に行い、前記脱硝兼脱硫触媒が劣化した場合に前記再生手段により前記脱硝兼脱硫触媒の再生を行う。当該脱硝脱硫装置は、陸船産業用内燃機関に搭載して脱硝脱硫装置を用いた陸船産業用内燃機関とすることができる。

10

20

30

40

50

【0009】

ここで、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を変更する排気ガス温度変更手段を備え、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を150以上280以下の温度範囲に変更することが好適である。

【0010】

また、前記排気ガス温度変更手段は、運転初期に前記排気ガスの温度を150以上225未満の温度範囲に変更し、その後、前記排気ガスの温度を225以上280以下に変更することが好適である。

【0011】

また、前記内燃機関は、4ストロークディーゼル機関であることが好適である。また、前記内燃機関は、2ストロークディーゼル機関であることが好適である。

【0012】

また、前記脱硝兼脱硫触媒は、複数段に分割されて設けられ、少なくとも1つの段の前記脱硝兼脱硫触媒の単位断面積あたりのセルの数が他の段の前記脱硝兼脱硫触媒の単位断面積あたりのセルの数と異なっていることが好適である。

【0013】

また、並列に配置された複数の前記脱硝兼脱硫触媒と、それぞれの前記脱硝兼脱硫触媒を通る前記経路に前記脱硝兼脱硫触媒に流す気体を切り替える切替弁を備え、前記切替弁を切り替えることにより、前記脱硝兼脱硫触媒の運転時は前記脱硝兼脱硫触媒に前記排気ガスを流し、前記脱硝兼脱硫触媒の再生時は前記脱硝兼脱硫触媒に前記再生手段から再生温度以上の温度の高温気体を流し、前記内燃機関の運転中に複数の前記脱硝兼脱硫触媒の運転と再生を切り替えることが好適である。

【0014】

また、前記経路の前記脱硝兼脱硫触媒の下流側に、前記再生時に前記脱硝兼脱硫触媒から脱離した前記酸性硫安を再吸着させて回収する被毒物質除去装置を備えることが好適である。

【0015】

また、前記脱硝兼脱硫触媒の下流の前記窒素酸化物の濃度を計測する窒素酸化物濃度計測手段、前記脱硝兼脱硫触媒の下流の前記硫黄酸化物の濃度を計測する硫黄酸化物濃度計測手段、及び前記脱硝兼脱硫触媒の前後の前記排気ガスの差圧を計測する差圧計測手段の少なくとも1つを備え、備えられた計測手段による計測結果の少なくとも1つに基づいて前記脱硝兼脱硫触媒の運転と再生を切り替えることが好適である。

【発明の効果】

【0016】

本発明の請求項1に係る脱硝脱硫装置によれば、重油を燃焼させる内燃機関の排気ガスの窒素酸化物と硫黄酸化物を同時に処理する脱硝脱硫装置であって、前記排気ガスのエネルギーを用いて前記内燃機関に空気を供給する過給機と、前記窒素酸化物を処理するための還元剤を注入する還元剤供給手段と、前記窒素酸化物と前記還元剤とを反応させ、かつ、前記排気ガス中の前記硫黄酸化物のうち SO_2 を SO_3 へ酸化すると共に、酸性硫安を吸着させることを兼ねた脱硝兼脱硫触媒と、前記脱硝兼脱硫触媒の再生手段を備え、前記脱硝兼脱硫触媒は、前記過給機より下流側の経路に配置され、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を150以上280以下の温度範囲とすると共に、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの量を前記脱硝兼脱硫触媒の体積で除した空間速度を 500h^{-1} 以上 2700h^{-1} 以下の範囲とした条件下で、前記排気ガスを脱硝すると同時に前記 SO_3 と前記還元剤及び水の反応で生じる前記酸性硫安を前記脱硝兼脱硫触媒に吸着させ、脱硝処理と脱硫処理を1つの前記脱硝兼脱硫触媒によって同時に行い、前記脱硝兼脱硫触媒が劣化した場合に前記再生手段により前記脱硝兼脱硫触媒の再生を行うことによって、重油を燃焼させることにより必要となる脱硝処理と脱硫処理を1つの脱硝兼脱硫触媒によって同時に行うことができる。これによって、構造が簡易であり、メンテナンスのコストを抑制した脱硝脱硫装置を提供することができる。

【 0 0 1 7 】

脱硝脱硫装置を陸船産業用内燃機関に用いた場合は、自動車用等とは異なり周囲スペースが大きくとれるため、脱硝触媒の体積を大きくして空間速度を 500 h^{-1} 以上 2700 h^{-1} 以下の範囲とすることが容易にできる。

【 0 0 1 8 】

また、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を変更する排気ガス温度変更手段を備え、前記脱硝兼脱硫触媒を通過する前記排気ガスの温度を 150 以上 280 以下の温度範囲に変更することによって、前記排気ガス中の硫黄酸化物(SO_x)を酸性硫酸として前記脱硝兼脱硫触媒に効果的に吸着させて除去することができる。

【 0 0 1 9 】

また、前記排気ガス温度変更手段は、運転初期に前記排気ガスの温度を 150 以上 225 未満の温度範囲に変更し、その後、前記排気ガスの温度を 225 以上 280 以下に変更することによって、前記脱硝触媒における前記排気ガスの処理の運転初期に酸性硫酸をより効果的に吸着させ、その酸性硫酸をバイндаとしてスート(煤)をより効果的に除去する状態とすることができ。その後、通常の排気ガスの処理温度範囲に戻すことにより、前記排気ガス中の硫黄酸化物(SO_x)とスート(煤)を安定的に除去することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前記内燃機関は、4ストロークディーゼル機関であることによって、前記排気ガス温度変更手段によって前記脱硝触媒を通過する前記排気ガスの温度を 150 以上 280 以下の温度範囲に変更して効果的に前記排気ガス中の硫黄酸化物(SO_x)を除去することができる。また、前記内燃機関は、2ストロークディーゼル機関であることによって、前記排気ガス温度変更手段によって又はそれによらず前記脱硝触媒を通過する前記排気ガスの温度を 150 以上 280 以下の温度範囲として効果的に前記排気ガス中の硫黄酸化物(SO_x)を除去することができる。

【 0 0 2 1 】

また、前記脱硝兼脱硫触媒は、複数段に分割されて設けられ、少なくとも1つの段の前記脱硝兼脱硫触媒の単位断面あたりのセルの数が他の段の前記脱硝兼脱硫触媒の単位断面あたりのセルの数と異なっていることによって、前記排気ガスに含まれるスート(煤)を効果的に除去することができる。

【 0 0 2 2 】

また、並列に配置された複数の前記脱硝兼脱硫触媒と、それぞれの前記脱硝兼脱硫触媒を通る前記経路に前記脱硝兼脱硫触媒に流す気体を切り替える切替弁を備え、前記切替弁を切り替えることにより、前記脱硝兼脱硫触媒の運転時は前記脱硝兼脱硫触媒に前記排気ガスを流し、前記脱硝兼脱硫触媒の再生時は前記脱硝兼脱硫触媒に前記再生手段から再生温度以上の温度の高温気体を流し、前記内燃機関の運転中に複数の前記脱硝兼脱硫触媒の運転と再生を切り替えることによって、複数の前記脱硝兼脱硫触媒を切り替えながら連続的に前記排気ガスの脱硝及び脱硫処理を行うことができる。

【 0 0 2 3 】

また、前記経路の前記脱硝兼脱硫触媒の下流側に、前記再生時に前記脱硝兼脱硫触媒から脱離した前記酸性硫酸を再吸着させて回収する被毒物質除去装置を備えることによって、前記脱硝兼脱硫触媒を再生した際に離脱した被毒物質を前記被毒物質除去装置により回収及び除去することができる。

【 0 0 2 4 】

また、前記脱硝兼脱硫触媒の下流の前記窒素酸化物の濃度を計測する窒素酸化物濃度計測手段、前記脱硝兼脱硫触媒の下流の前記硫黄酸化物の濃度を計測する硫黄酸化物濃度計測手段、及び前記脱硝兼脱硫触媒の前後の前記排気ガスの差圧を計測する差圧計測手段の少なくとも1つを備え、備えられた計測手段による計測結果の少なくとも1つに基づいて前記脱硝兼脱硫触媒の運転と再生を切り替えることによって、前記計測結果に基づいて前記脱硝兼脱硫触媒の劣化状況に応じて運転と再生を切り替えることができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施の形態における脱硝脱硫装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態における被毒物質除去手段を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態における脱硝脱硫装置の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態における脱硝触媒の構成を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態における脱硝脱硫装置の構成を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態における脱硝脱硫装置の構成を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態における脱硝触媒の経時的な性能劣化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の実施の形態における脱硝脱硫装置100は、図1に示すように、脱硝触媒10(10a, 10b)、還元剤供給手段12、空気供給手段14、ヒータ16及び被毒物質除去手段18を含んで構成される。

【0027】

脱硝脱硫装置100は、重油を燃焼させる内燃機関102から排出される排気ガスの流路に配置され、排気ガスに含まれる窒素酸化物(NO_x)及び硫黄酸化物(SO_x)を除去する。内燃機関102には、排気ガスのエネルギーを用いて内燃機関102に空気を供給するための過給機104が設けられ、過給機104の下流側の経路に脱硝脱硫装置100が設けられる。

【0028】

脱硝触媒10は、選択触媒還元装置(SCR)における触媒である。脱硝触媒10は、内燃機関102から排出された排気ガスに含まれる窒素酸化物(NO_x)を除去する。脱硝触媒10は、チタン・バナジウム系の触媒とすることが好適である。例えば、脱硝触媒10は、バナジウム(V)、モリブデン(Mo)又はタングステン(W)を活性成分にした酸化チタン TiO_2 系触媒が使用される。脱硝触媒10に還元剤となるアンモニアを供給することによって窒素酸化物(NO_x)と反応させ、化学式(1)のように、水と窒素に分解する。また、排気ガスの流路に尿素を噴射し、化学式(2)のように尿素を分解することによってアンモニアを触媒へ供給する方法が採られている。

【0029】

<化学式(1)>



【0030】

<化学式(2)>



【0031】

脱硝触媒10は、排気ガスの経路に接続された筐体内に充填される。脱硝触媒10をチタン・バナジウム系の触媒とした場合、その反応面積を広くするために平板や触媒の細管であるセルを複数束ねた構造とすることが好ましい。脱硝触媒10は、例えば、八二カム構造とすることが好適である。

【0032】

還元剤供給手段12は、尿素タンク、ポンプ、尿素バルブ、コンプレッサ及び空気バルブを含んで構成することができる。還元剤供給手段12は、噴射ノズルを介して尿素(尿素水)と空気とを脱硝触媒10より上流の経路へ供給するために設けられる。例えば、尿素(尿素水($(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$))を還元剤として排気経路内へ噴射し、化学式(2)で表される分解反応により生ずるアンモニアを脱硝触媒10の表面に供給する構成とすることが好適である。ただし、還元剤は尿素(尿素水)に限定されるものではなく、例えば、アンモニアを直接用いてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

ところで、内燃機関 1 0 2 から排出される排気ガス中に二酸化硫黄 (SO_2) 等の硫黄酸化物 (SO_x) が含まれている重油の場合、化学式 (3) , (4) に示すように、還元剤供給手段 1 2 から供給される還元剤との反応により酸性硫安 (硫酸水素アンモニウム) 等の被毒物質が生成される。

【 0 0 3 4 】

< 化学式 (3) >



【 0 0 3 5 】

< 化学式 (4) >



【 0 0 3 6 】

脱硝脱硫装置 1 0 0 では、生成された酸性硫安等の被毒物質を脱硝触媒 1 0 に吸着させて回収し、内燃機関 1 0 2 から排出される排気ガスから硫黄酸化物 (SO_x) を除去する。すなわち、被毒物質の吸着 (一次被毒) を積極的に硫黄酸化物 (SO_x) の除去に利用し、脱硝触媒 1 0 において窒素酸化物 (NO_x) の除去と同時に硫黄酸化物 (SO_x) を除去する。

【 0 0 3 7 】

ここで、排気ガスから硫黄酸化物 (SO_x) を十分に除去するためには、脱硝触媒 1 0 を通過する排気ガス量に対して十分な体積の脱硝触媒 1 0 を設けることが必要である。そこで、脱硝触媒 1 0 を通過する排気ガス量を脱硝触媒 1 0 の体積で除した空間速度を 2700 h^{-1} 以下、より好ましくは 1350 h^{-1} 以下とすることが好適である。このような条件を満たす脱硝触媒 1 0 を適用することによって、排気ガスに含まれる硫黄酸化物 (SO_x) を十分に除去することができる。特に、硫黄成分が 0 . 1 % 以上、さらに 0 . 5 % 以上の重油を燃焼させたときの排気ガスから硫黄酸化物 (SO_x) を除去することができる。一方、現実的に実装できる体積を考慮すると、脱硝触媒 1 0 を通過する排気ガス量を脱硝触媒 1 0 の体積で除した空間速度を 500 h^{-1} 以上、より好ましくは 1000 h^{-1} 以上とすることが好適である。

【 0 0 3 8 】

なお、脱硝脱硫装置 1 0 0 を陸船産業用内燃機関に用いた場合は、自動車用等とは異なり周囲スペースが大きくとれるため、脱硝触媒 1 0 の体積を大きくして空間速度を 500 h^{-1} 以上 2700 h^{-1} 以下の範囲とすることが容易にできる。また、後述する第 1 の状態と第 2 の状態の切り替えの頻度を減らすために空間速度を 1350 h^{-1} 以下とすることが好適であり、例えば船用にあっては船体や甲板に支障なく収納する上で 500 h^{-1} 以上、より好ましくは 1000 h^{-1} 以上とすることが好適である。

【 0 0 3 9 】

このように窒素酸化物 (NO_x) 及び硫黄酸化物 (SO_x) が除去されるが、脱硝触媒 1 0 に吸着した被毒物質を除去して脱硝触媒 1 0 を再生するために空気供給手段 1 4、ヒータ 1 6 及び被毒物質除去手段 1 8 が設けられる。

【 0 0 4 0 】

空気供給手段 1 4 は、コンプレッサ等の空気供給装置を備え、脱硝触媒 1 0 に対して空気を供給する。ヒータ 1 6 は、空気供給手段 1 4 により供給される空気を脱硝触媒 1 0 の再生温度以上に加熱して脱硝触媒 1 0 に供給する。具体的には、ヒータ 1 6 は、空気を 350 以上に加熱できることが好適である。なお、本実施の形態では、脱硝触媒 1 0 の再生のために空気を供給するものとしたが、他の気体を供給する構成としてもよい。このように再生温度以上に加熱された空気を脱硝触媒 1 0 に供給することによって、脱硝触媒 1 0 に吸着している被毒物質を気化させて脱硝触媒 1 0 から脱離させることができる。

【 0 0 4 1 】

被毒物質除去手段 1 8 は、脱硝触媒 1 0 から脱離した被毒物質を再吸着させて回収する手段である。被毒物質除去手段 1 8 は、例えば、図 2 に示すように、中空の楔状部材 1 8

10

20

30

40

50

a、楔状部材18aが差し込まれる切り欠きが設けられた掻き落とし板18b及び楔状部材18aが差し込まれた壁面18cを組み合わせて構成することができる。楔状部材18aには、海水等の冷却液を循環させ、楔状部材18aの表面に脱硝触媒10から気化して脱離した被毒物質ガスが触れることにより凝固して吸着する。その後、楔状部材18aの表面に押し付けられる方向(図2(b)の正面図下向き)に掻き落とし板18bを付勢し、掻き落とし板18bに対して楔状部材18aを引き抜くことによって、楔状部材18aの表面に付着した被毒物質を掻き落とし板18bによって掻き落として被毒物質保管タンク等に回収する。

【0042】

なお、脱硝脱硫装置100では、2つの脱硝触媒10a, 10bを並列に設けることによって、一方において脱硝処理及び脱硫処理の運転を行っている間に他方を再生できる構成とすることが好適である。

【0043】

本実施の形態では、切替弁20a~20eを設け、脱硝触媒10aにおいて内燃機関102からの排気ガスの脱硝及び脱硫の処理が行われ、脱硝触媒10bにおいて再生処理が行われる第1の状態と、脱硝触媒10bにおいて内燃機関102からの排気ガスの脱硝及び脱硫の処理が行われ、脱硝触媒10aにおいて再生処理が行われる第2の状態と、を切り替える構成としている。

【0044】

第1の状態では、内燃機関102からの排気ガスが脱硝触媒10aに流入し、脱硝触媒10bには流入しないように切替弁20aを切り替える。また、空気供給手段14から供給される気体が脱硝触媒10bに流入し、脱硝触媒10aには流入しないように切替弁20bを切り替える。また、脱硝触媒10aに流入する排気ガスに還元剤が噴射され、脱硝触媒10bに流入する気体には還元剤が噴射されないように切替弁20cを切り替える。また、脱硝触媒10bから排出される気体が被毒物質除去手段18に流入し、脱硝触媒10aから排出される排気ガスが被毒物質除去手段18に流入しないように切替弁20dを切り替える。また、脱硝触媒10aから排出される排気ガスが煙突に流入し、脱硝触媒10bから排出される気体が煙突に流入しないように切替弁20eを切り替える。

【0045】

第2の状態では、切替弁20a~20eを逆の状態となるように切り替える。また、第1の状態と第2の状態の切り替えに当っては、内燃機関102からの排気ガスが滞らないように、運転に支障がないように切替弁20a~20eを連携して切り替える。

【0046】

このような構成を採用することによって、一方の脱硝触媒を再生しつつ、他方の脱硝触媒により排気ガスの処理を行うことができる。したがって、排気ガスからの窒素酸化物(NO_x)及び硫黄酸化物(SO_x)の除去を中断することなく、連続的に行うことが可能となる。

【0047】

なお、脱硝触媒10において化学式(4)において酸性硫酸が析出するためには、脱硝触媒10を通過する際の排気ガスの温度を150以上280以下、より好ましくは200以上250以下とすることが好適である。すなわち、酸露点の観点から排気ガスの温度範囲の下限は150以上、より好ましくは200以上とすることが好適である。また、脱硝触媒10に酸性硫酸を効率的に吸着させるという観点から排気ガスの温度範囲の上限は280以下、より好ましくは250以下とすることが好適である。

【0048】

ここで、内燃機関102が2ストロークディーゼルエンジンである場合、過給機104を通過した後の排気ガスの温度は一般的に200以上280以下となる。したがって、この場合には、過給機104を介して内燃機関102から排出された排気ガスを脱硝脱硫装置100へ直接導入すればよい。

【0049】

一方、内燃機関102が4ストロークディーゼルエンジンである場合、過給機104を通過した後の排気ガスの温度は一般的に300以上450以下となる。この場合、図3に示すように、過給機104から脱硝触媒10との間の経路に排気ガス温度変更手段106を設けることが好適である。排気ガス温度変更手段106は、例えば、排気ガスから熱を回収する熱交換器（排熱回収装置）等とすることが好適である。排気ガス温度変更手段106を介して排気ガスの熱を回収することにより排気ガスの温度を150以上280以下に低下させ、その後、脱硝触媒10に導入するようにすればよい。

【0050】

また、脱硝触媒10においてさらにスート（煤）を除去するように構成してもよい。図4の模式図に示すように、脱硝触媒10は、複数の筒状のセル22を縦・横に並べて組み合わせて構成される。そこで、筒状のセル22をフィルタとして利用することにより排気ガスからスート（煤）を除去する。

【0051】

このとき、図4に示すように、脱硝触媒10の各々を複数段に分割し、少なくとも1つの段の単位断面あたりのセルの数が他の段の単位断面あたりのセルの数を異ならせることが好適である。例えば、脱硝触媒10を2段に分割し、前段の単位断面あたりのセル22aの数を後段の単位断面あたりのセル22bの数より多くする。このような構成では、前段においてスート（煤）を積極的に除去し、後段がスート（煤）によって詰まり難くなる。このため後段で脱硝や脱硫を効率的に行うことが可能となる。また、逆に、前段の単位断面あたりのセルの数を後段の単位断面あたりのセルの数より少なくしてもよい。このような構成では、前段において大きなスート（煤）を除去し、後段においてはより小さなスート（煤）を除去し、各段において均等にスート（煤）を除去することができる。このため前段でのスート（煤）の付着による詰まりが減少され、脱硝触媒10による排気ガスの圧力損失が減少される。

【0052】

また、排気ガス温度変更手段106を設けている場合、脱硝触媒10によって排気ガスを処理する際に、運転初期には排気ガスの温度を150以上225未満に変更し、その後、排気ガスの温度を225以上280以下に変更することが好適である。これによって、運転初期に脱硝触媒10に酸性硫酸が吸着し易くなり、この吸着した酸性硫酸がバイндаの役割を果たしてスート（煤）を捕捉し易くなる。スート（煤）を捕捉し易くなった後、通常温度範囲にすることによって酸性硫酸とスートの両方を安定して捕捉することができる。

【0053】

脱硝触媒10によりスート（煤）を除去する場合、図5に示すように、スートブローのための空気供給手段30及びスート保管タンク32を設けることが好適である。空気供給手段30は、脱硝触媒10（10a, 10b）にスート（煤）をブローするための空気を供給する。空気供給手段30は、脱硝触媒10の下流側から上流側に向けて空気を吹き付ける構成とすることが好適である。スート保管タンク32は、空気供給手段30によって脱硝触媒10から取り除かれたスート（煤）を回収して保管する。

【0054】

図5の構成では、脱硝触媒10a, 10bのうち再生の対象となる触媒に対してスートブローを施すために切替弁20fを設けている。スートブローは、脱硝触媒10a又は脱硝触媒10bの再生処理前に行うことが好適である。

【0055】

なお、脱硝触媒10の運転と再生の切り替えは、処理後の排気ガスの特性や脱硝脱硫装置100の状態に応じて行うことが好適である。具体的には、図6に示すように、脱硝触媒10の下流の排気ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）の濃度を計測する窒素酸化物濃度計測センサ40、脱硝触媒10の下流の排気ガス中の硫黄酸化物（ SO_x ）の濃度を計測する硫黄酸化物濃度計測センサ42、及び脱硝触媒10の前後の排気ガスの差圧を計測する差圧計測センサ44の少なくとも1つを設け、これらの計測手段によって計測された結果の

少なくとも1つに基づいて脱硝触媒10の運転と再生を切り替えることが好適である。

【0056】

例えば、窒素酸化物濃度計測センサ40によって計測される排気ガス中の窒素酸化物(NO_x)の濃度が所定の基準値を超えた場合には、現在処理に使用している脱硝触媒10が劣化しているものとして再生処理を施す。図6のように脱硝触媒10を複数備えている場合には、排気ガスの処理に使用している脱硝触媒10を再生に切り替え、再生している脱硝触媒10を排気ガスの処理に切り替える。

【0057】

また、例えば、硫黄酸化物濃度計測センサ42によって計測される排気ガス中の硫黄酸化物(SO_x)の濃度が所定の基準値を超えた場合には、現在処理に使用している脱硝触媒10が劣化しているものとして再生処理を施す。図6のように脱硝触媒10を複数備えている場合には、排気ガスの処理に使用している脱硝触媒10を再生に切り替え、再生している脱硝触媒10を排気ガスの処理に切り替える。

【0058】

また、例えば、差圧計測センサ44によって計測される現在排気ガスの処理に使用されている脱硝触媒10の差圧が所定の基準値を超えた場合には、現在処理に使用している脱硝触媒10が劣化しているものとして再生処理を施す。図6のように脱硝触媒10を複数備えている場合には、排気ガスの処理に使用している脱硝触媒10を再生に切り替え、再生している脱硝触媒10を排気ガスの処理に切り替える。

【0059】

このとき、図7に示すように、一般的な脱硝触媒10では排気ガスの処理に使用する時間に対して脱硝性能、脱硫性能及び差圧維持性能の順に劣化が進行するので、窒素酸化物濃度計測センサ40、硫黄酸化物濃度計測センサ42及び差圧計測センサ44の計測結果の優先順位で脱硝触媒10の劣化を検出するようにすればよい。また、窒素酸化物濃度計測センサ40、硫黄酸化物濃度計測センサ42及び差圧計測センサ44は、そのうち少なくとも1つを設けて、設けられたセンサの計測結果に基づいて脱硝触媒10の劣化を検出できればよい。また、窒素酸化物濃度計測センサ40、硫黄酸化物濃度計測センサ42及び差圧計測センサ44によって計測される計測結果を適宜組み合わせると脱硝触媒10の劣化を検出してよい。

【産業上の利用可能性】

【0060】

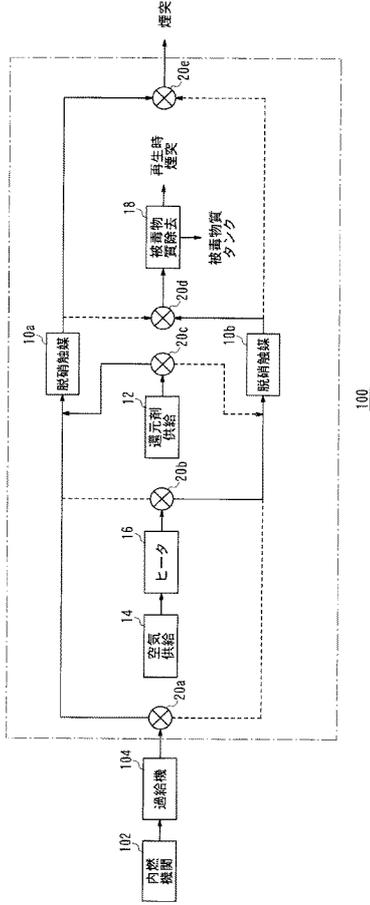
本発明は、ディーゼルエンジンを含む様々な重油を燃焼させる内燃機関の脱硝及び脱硫の処理に適用することができる。すなわち、本発明の脱硝脱硫装置を搭載した陸船産業用内燃機関とすることができる。

【符号の説明】

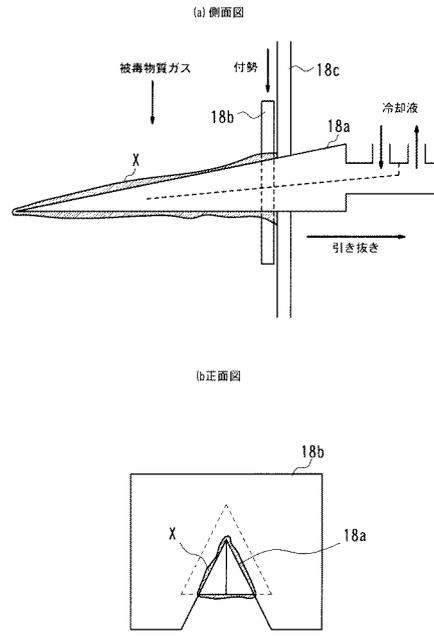
【0061】

10(10a, 10b) 脱硝触媒、12 還元剤供給手段、14 空気供給手段、16 ヒータ、18 被毒物質除去手段、18a 楔状部材、18b 掻き落とし板、20a~20f 切替弁、22(22a, 22b) セル、30 空気供給手段、32 スート保管タンク、40 窒素酸化物濃度計測センサ、42 硫黄酸化物濃度計測センサ、44 差圧計測センサ、100 脱硝脱硫装置、102 内燃機関、104 過給機、106 排気ガス温度変更手段。

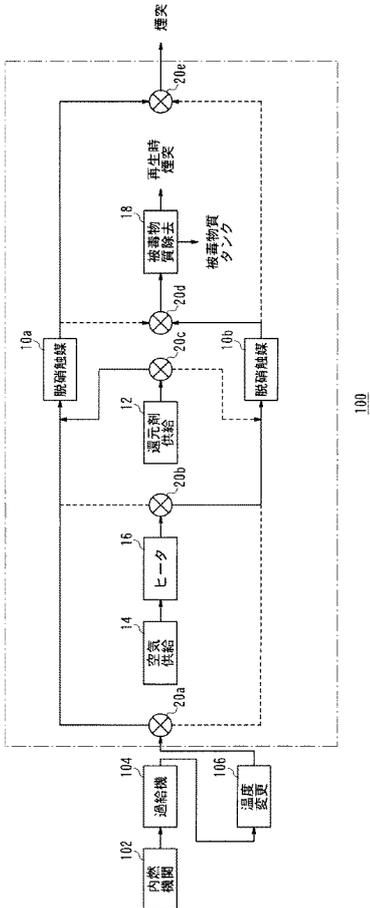
【図1】



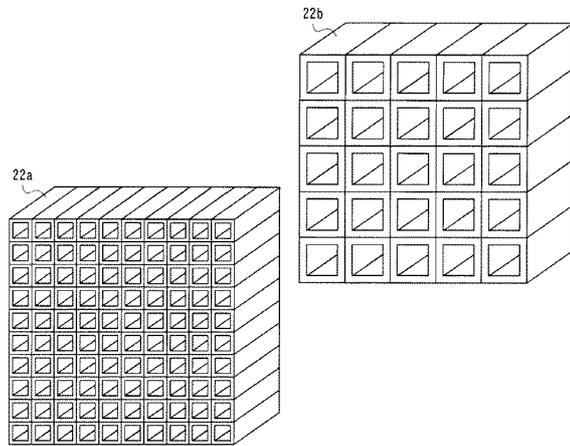
【図2】



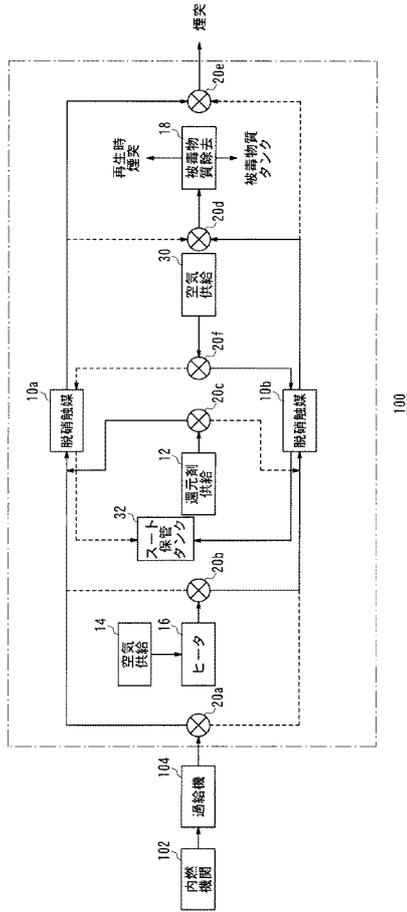
【図3】



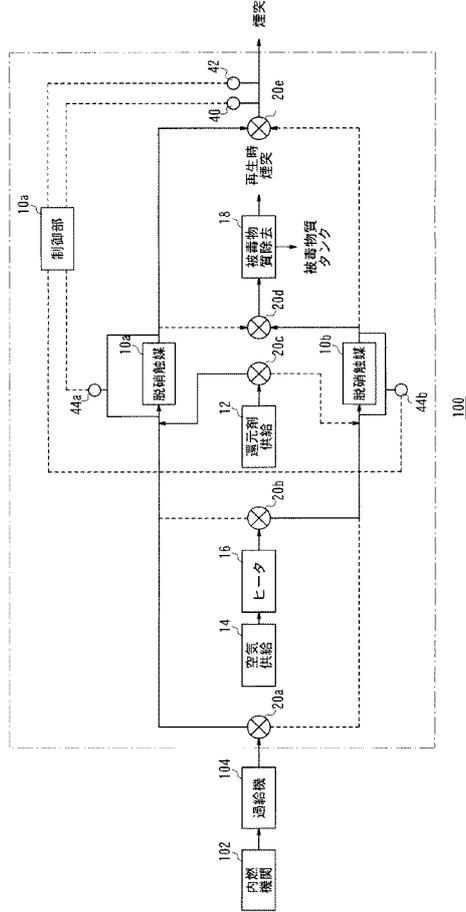
【図4】



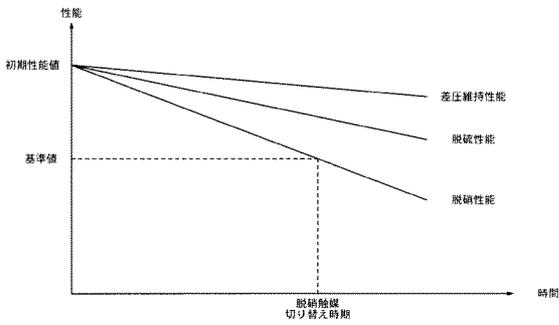
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 53/94 (2006.01) F 0 1 N 3/24 E
F 0 1 N 3/24 L
F 0 1 N 3/24 T
F 0 1 N 3/20 E
F 0 1 N 3/22 3 0 1 B
B 0 1 D 53/94 2 1 2
B 0 1 D 53/94 2 2 2

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 3 6 8 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 6 6 4 7 3 (J P , A)
登録実用新案第 3 1 5 4 2 8 7 (J P , U)
特開 2 0 0 9 - 2 2 2 0 0 5 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 3 2 9 5 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 1 N 1 / 0 0 - 3 / 2 4
B 0 1 D 5 3 / 9 4