

(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
2014年8月21日(21.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/126090 A1

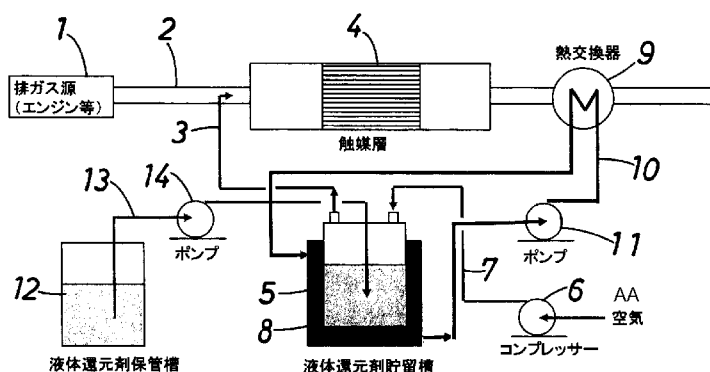
- (51) 国際特許分類:
F01N 3/08 (2006.01) F01N 3/24 (2006.01)
F01N 3/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053160
- (22) 国際出願日: 2014年2月12日(12.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-028082 2013年2月15日(15.02.2013) JP
- (71) 出願人: 日立造船株式会社 (HITACHI ZOSEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 日数谷 進 (HIKAZUDANI, Susumu); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 日野なおえ (HINO, Naoe); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 山本 誠吾 (YAMAMOTO, Seigo); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 西亜美 (NISHI, Tsugumi); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 彰, 外 (WATANABE, Akira et al.); 〒5420086 大阪府大阪市中央区西心斎橋1丁目13番18号 イナバビル3階 キシモト特許事務所内 Osaka (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, LT, 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,

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS PURIFICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 排ガス浄化システム

[図1]



- 1 Exhaust gas source (engine, etc.)
4 Catalytic bed
5 Liquid reducing agent storage tank
6 Compressor
9 Heat exchanger
11, 14 Pump
12 Liquid reducing agent holding tank
AA Air

(57) Abstract: [Problem] To provide a highly practical exhaust gas purification system with which a liquid reducing agent such as an alcohol or a hydrocarbon can be added to remove nitrogen oxides (NOx) in the exhaust gas, even when the exhaust gas is in a relatively low-temperature range of 200-400°C, as with a marine diesel engine or the like internal combustion engine, and with which high denitration performance can be maintained without reducing the exhaust gas temperature. [Solution] An exhaust gas purification system wherein a reducing agent supply means and a denitration catalytic bed are arranged in this order from the upstream side in the exhaust passage of an internal combustion engine, with the reducing agent from the reducing agent supply means being added to the exhaust gas upstream from the catalytic bed, thereby reducing nitrogen oxides in the exhaust gas and purifying the exhaust gas. The exhaust gas purification system is characterized by being equipped with a liquid reducing agent storage tank and a compressed air supply means, with compressed air from the compressed air means being supplied to reducing agent that has vaporized in the liquid reducing agent storage tank, thereby producing air containing the vaporized reducing agent being supplied to the reducing agent supply means.

agent, with this air containing the vaporized reducing agent being supplied to the reducing agent supply means.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/126090 A1



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, 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))

【課題】 例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関の排ガスのように、排ガス温度が200～400℃程度の比較的低温域の排ガスであっても、アルコール、炭化水素などの液体還元剤を添加して、排ガス中の窒素酸化物（NO_x）を除去することができ、しかも排ガス温度を低下させることなく、高い脱硝性能を維持することができ、実用性に優れている、排ガス浄化システムを提供する。【解決手段】 排ガス浄化システムは、内燃機関の排気通路に、上流側から順に還元剤供給手段と脱硝触媒層が配置され、前記還元剤供給手段より還元剤が前記触媒層上流側の排ガスに添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化されるものであり、液体還元剤貯留槽と、圧縮空気供給手段とを備えており、前記液体還元剤貯留槽内で気化した還元剤に対して前記圧縮空気供給手段から圧縮空気が供給されて、気化還元剤同伴空気が形成され、この気化還元剤同伴空気が前記還元剤供給手段に供給されることを特徴としている。

明 細 書

発明の名称：排ガス浄化システム

技術分野

[0001] 本発明は、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関などの排ガスの浄化システム、さらに詳しくは、内燃機関などの排ガスに、アルコール、炭化水素などの液体還元剤を添加して、排ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）を除去する排ガス浄化システムに関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関などの排ガス中の窒素酸化物の除去方法としては、例えば下記の特許文献1に記載のように、排ガスにアンモニア系還元剤を添加し、脱硝触媒に接触させる方法が知られており、そしてこの場合、アンモニア系還元剤の添加方法は、脱硝触媒層の上流側の排気通路に、アンモニア系還元剤を液体の状態でスプレー等により噴霧し、脱硝触媒層に到達する前にアンモニア系還元剤を気化させる方法が採用されている。

[0003] 一方、例えば下記の特許文献2に記載のように、船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関などの排ガス温度が $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 程度の比較的低温域での排ガスの浄化方法として、排ガス中に、アンモニア系還元剤以外のアルコール、炭化水素などの還元剤を添加して、排ガス中の窒素酸化物を除去する方法についても、検討が進められている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-173431号公報

特許文献2：特開2004-261754号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献2に記載の従来の排ガス浄化システムでは、

脱硝触媒層の上流側の排気通路に、アルコール系還元剤を液体の状態でスプレー等により噴霧し、脱硝触媒層に到達する前にアルコール系還元剤を気化させているため、還元剤の気化熱により排ガス温度が低下し、触媒層における触媒の脱硝性能が低下するという問題があった。そして、これに対処するためには、例えば脱硝触媒の使用量を増加するなどの対策が必要であるという問題があった。特に、船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関などでは、排ガス温度が200～400℃程度とさらに低温域であるため、還元剤の気化熱により排ガス温度がさらに低くなると、十分な脱硝性能が得られず、実用化が難しいというのが現状であった。

[0006] 本発明の目的は、上記の従来技術の問題を解決し、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関の排ガスのように、排ガス温度が200～400℃程度の比較的低温域の排ガスであっても、アルコール、炭化水素などの液体還元剤を用いて、しかも排ガス温度を低下させることなく、高い脱硝性能を維持することができて、実用性に優れている、排ガス浄化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

[0007] 本発明者らは、上記の点に鑑み鋭意研究を重ねた結果、液体還元剤貯留槽内で気化した還元剤に対して圧縮空気を供給し、これにより形成された気化還元剤同伴空気を内燃機関の脱硝触媒層上流側の排気通路に供給することにより、排ガスに添加する際に、事前に気化した還元剤を供給することができて、従来の液体還元剤の気化熱による排ガス温度の低下を抑制し、高い脱硝性能を維持することができて、実用性に優れた排ガス浄化システムを構築できることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

[0008] また、本発明者らは、液体還元剤貯留槽からの還元剤を熱交換器において加熱して気化させ、この気化還元剤を内燃機関の脱硝触媒層上流側の排気通路に供給することにより、排ガスに添加する際に、事前に気化した還元剤を供給することができて、従来の液体還元剤の気化熱による排ガス温度の低下を抑制し、高い脱硝性能を維持することができて、実用性に優れた排ガス浄

化システムを構築できることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

[0009] 上記の目的を達成するために、請求項 1 の発明は、内燃機関の排気通路に、上流側から順に還元剤供給手段と脱硝触媒層が配置され、前記還元剤供給手段より還元剤が前記触媒層上流側の排ガスに添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化される排ガス浄化システムにおいて、液体還元剤貯留槽と、圧縮空気供給手段とを備えており、前記液体還元剤貯留槽内で気化した還元剤に対して前記圧縮空気供給手段から圧縮空気が供給されて、気化還元剤同伴空気が形成され、この気化還元剤同伴空気が前記還元剤供給手段に供給されることを特徴としている。

[0010] 請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の排ガス浄化システムであって、前記圧縮空気供給手段から液体還元剤貯留槽内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体還元剤温度を制御することにより、排ガスに添加する気化還元剤量を制御することを特徴としている。

[0011] 請求項 3 の発明は、請求項 1 または 2 に記載の排ガス浄化システムであって、さらに液体還元剤保管槽を備えており、前記液体還元剤貯留槽には液面計が設置され、この液面計からの貯留槽内還元剤液上面のレベル検知信号に基づいて、前記液体還元剤保管槽から液体還元剤貯留槽に供給される還元剤の供給量が制御されることを特徴としている。

[0012] 請求項 4 の発明は、請求項 1 ～ 3 のうちのいずれか一項に記載の排ガス浄化システムであって、前記液体還元剤貯留槽に加熱手段が備えられ、この加熱手段によって貯留槽内の液体還元剤の温度が調整されることを特徴としている。

[0013] 請求項 5 の発明は、請求項 4 に記載の排ガス浄化システムであって、脱硝触媒層の下流側の排気通路に循環熱媒体加熱用熱交換器が設置され、該熱交換器と前記加熱手段とは熱媒体循環管によって接続されており、該熱交換器において触媒層から排出された浄化排ガスの排熱で、液体還元剤貯留槽の加熱手段からの循環熱媒体が加温されることを特徴としている。

[0014] 請求項 6 の発明は、内燃機関の排気通路に、上流側から順に還元剤供給手段と脱硝触媒層が配置され、前記還元剤供給手段より還元剤が前記触媒層上流側の排ガスに添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化される排ガス浄化システムにおいて、液体還元剤貯留槽と、還元剤気化用熱交換器とを備えており、液体還元剤貯留槽から導出された還元剤が熱交換器において加熱されて気化せしめられ、この気化還元剤が、前記還元剤供給手段に供給されることを特徴としている。

[0015] 請求項 7 の発明は、請求項 6 に記載の排ガス浄化システムであって、還元剤気化用熱交換器が、脱硝触媒層の下流側の排気通路に設置され、該熱交換器において触媒層から排出された浄化排ガスの排熱で液体還元剤が加熱されて気化せしめられることを特徴としている。

[0016] 請求項 8 の発明は、請求項 1 ～ 7 のうちのいずれか一項に記載の排ガス浄化システムであって、液体還元剤が、アルコール、エーテル、ケトン類、および炭化水素よりなる群の中から選ばれた少なくとも 1 つの有機化合物であることを特徴としている。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関の排ガスのように、排ガス温度が 200 ～ 400℃ 程度の比較的低温域の排ガスであっても、アルコール、炭化水素などの液体還元剤を用いて、しかも排ガスに添加する際に、事前に気化した還元剤を供給することができて、従来の液体還元剤の気化熱による排ガス温度の低下を抑制し、高い脱硝性能を維持することができるうえに、気化還元剤の添加量の制御が容易であり、実用性に優れているという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第 1 発明による排ガス浄化システムの第 1 実施形態を示すフローシートである。

[図2]本発明の第 1 発明による排ガス浄化システムの第 2 実施形態を示すフローシートである。

[図3]本発明の第2発明による排ガス浄化システムの第1実施形態を示すフローシートである。

[図4]従来の排ガス浄化システムを示すフローシートである。

符号の説明

- [0019] 1 : 内燃機関などの排ガス源
2 : 排気通路
3 : 還元剤供給用管（還元剤供給手段）
4 : 脱硝触媒層
5 : 液体還元剤貯留槽
6 : コンプレッサー（圧縮空気供給手段）
7 : 導管
8 : ジャケット式加熱器（加熱手段）
9 : 循環水加熱用熱交換器（循環熱媒体加熱用熱交換器）
10 : 温水循環管（熱媒体循環管）
11 : ポンプ
12 : 液体還元剤保管槽
13 : 導管
14 : ポンプ
15 : 内部加熱器（加熱手段）
16 : 還元剤気化用熱交換器
17 : 導管
18 : ポンプ

発明を実施するための形態

[0020] つぎに、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0021] 図1は、本発明の第1発明による排ガス浄化システムの第1実施形態を示すフローシートである。

[0022] 同図を参照すると、本発明の第1発明は、例えば船舶用ディーゼルエンジ

ン等の内燃機関などの排ガス源 1 からの排気通路 2 に、上流側から順に還元剤供給用管（還元剤供給手段） 3 と脱硝触媒層 4 が配置され、前記還元剤供給用管 3 より還元剤が前記触媒層 4 に添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化される排ガス浄化システムであって、液体還元剤を貯留させるための液体還元剤貯留槽 5 と、コンプレッサー（圧縮空気供給手段） 6 とを備えており、前記液体還元剤貯留槽 5 内で気化した還元剤に対して前記コンプレッサー 6 から圧縮空気が供給（パージ）されて、気化還元剤同伴空気が形成され、この気化還元剤同伴空気が前記還元剤供給管 3 に供給されることを特徴としている。

[0023] この実施形態においては、液体還元剤貯留槽 5 上部の空間内に、コンプレッサー 6 から導管 7 を経て圧縮空気を供給（パージ）することで、気化還元剤同伴空気を形成し、この気化還元剤同伴空気を前記還元剤供給管 3 より排気通路 2 内に供給する。

[0024] ここで、液体還元剤として用いることができる化合物としては、メタノール、エタノール、プロパノール等のアルコール類、ジエチルエーテル等のエーテル類、メチルエチルケトン等のケトン類、および軽油、灯油、ガソリン等の炭化水素よりなる群の中から選ばれた少なくとも 1 つの低分子量の有機化合物であることが好ましい。

[0025] また、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関の排ガスなどの浄化処理にあたり、上記液体還元剤を用いた脱硝触媒システムにおける脱硝触媒としては、有効成分がゼオライトである脱硝触媒を使用するのが好ましい。

[0026] そして、本発明の第 1 発明において、気化還元剤同伴空気中の気化還元剤濃度を一定にするために、液体還元剤貯留槽 5 の温度を一定に保つことが好ましい。

[0027] この実施形態においては、液体還元剤貯留槽 5 の周壁にジャケット式加熱器（加熱手段） 8 が設けられ、この加熱器 8 によって貯留槽 5 内の液体還元剤の温度が調整される。そしてこの場合、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に循環熱媒体加熱用熱交換器 9 が設置され、該熱交換器 9 と上記加熱器 8

とは熱媒体循環管 10 によって接続されており、熱媒体循環管 10 の途上に介在させられたポンプ 11 の作動によって、貯留槽 5 のジャケット式加熱器 8 から加熱用循環熱媒体が熱交換器 9 に送り込まれ、この熱交換器 9 おいて循環熱媒体が、触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱で加温された後、液体還元剤貯留槽 5 のジャケット式加熱器 8 に返送されて、貯留槽 5 の温度が一定に保持されることが好ましい。

[0028] ここで、液体還元剤として、例えばエタノール（沸点 78.37℃）を使用した場合、液体還元剤貯留槽 5 の液体還元剤の温度を、40℃以上、60℃以下に保持することが好ましい。このとき、例えば脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に設置された熱交換器 9 において、触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱で循環熱媒体を、例えば 50℃に加温した後、熱媒体循環管 10 によって貯留槽 5 のジャケット式加熱器 8 に返送し、貯留槽 5 の温度を 50℃に保持することが好ましい。

[0029] 上記のように、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に循環熱媒体加熱用熱交換器 9 が設置されて、脱硝触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱を利用して、液体還元剤貯留槽 5 の温度が一定に保持されている。ここで、循環熱媒体としては、通常、水を使用するが、その他、ペンタン、イソペンタン、ブタン、プロパン等の低分子炭化水素、およびフロン（R134a、R245fa）等を用いることができる。循環熱媒体は、回収する排熱の温度分布に応じて最適なものが選定される。

[0030] 本発明の第 1 発明の排ガス浄化システムにおいて、コンプレッサー 6 から導管 7 を経て液体還元剤貯留槽 5 の上部空間内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体還元剤温度を制御することにより、排ガスに添加する気化還元剤量を制御することが好ましい。

[0031] 上記のように、貯留槽 5 内の液体還元剤の温度を所定温度（例えば 50℃）に保持することにより、貯留槽 5 の上部空間内の気化還元剤の蒸気圧は一定に保持され、貯留槽 5 の上部空間内の気化還元剤の濃度が一定となる。従って、貯留槽 5 の上部空間内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体

還元剤温度を制御することにより、圧縮空気に同伴される気化還元剤の量も制御され、この気化還元剤同伴空気を還元剤供給管 3 から排気通路 2 内の排ガスに添加することにより、排ガスへの気化還元剤の添加量を制御することが可能となる。

[0032] また、気化還元剤同伴空気中の気化還元剤濃度を一定にするために、液体還元剤貯留槽 5 内の液体還元剤の貯留量を一定に保つことが好ましい。

[0033] すなわち、本発明の第 1 発明の排ガス浄化システムにおいて、さらに液体還元剤保管槽 1 2 を備えており、前記液体還元剤貯留槽 5 には液面計（レベルスイッチ）（図示略）が設置され、この液面計からの貯留槽 5 内の液体還元剤の上面（液面）のレベル検知信号に基づいて、還元剤液面レベルが貯留下限値を下回った際に、液体還元剤保管槽 1 2 からポンプ 1 4 の作動により導管 1 3 を経て液体還元剤を補充し、還元剤液面レベルが貯留上限値を上回った際に、ポンプ 1 4 の作動を止めて、液体還元剤の補充を停止することにより、液体還元剤貯留槽 5 に供給される還元剤の供給量を制御することが好ましい。

[0034] 本発明の第 1 発明によれば、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関の排ガスのように、排ガス温度が 200～400℃程度の比較的低温域の排ガスであっても、アルコール、炭化水素などの液体還元剤を用いて、しかも排ガスに添加する際に、事前に気化した還元剤を供給することができるため、液体還元剤の気化熱による排ガス温度の低下を抑制し、高い脱硝性能を維持することができる。そのうえ、液体還元剤貯留槽 5 の上部空間内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体還元剤温度を制御することにより、圧縮空気に同伴される気化還元剤の量を制御することができ、この気化還元剤同伴空気を還元剤供給管 3 から排気通路 2 内の排ガスに添加することにより、排ガスへの気化還元剤の添加量の制御が容易であり、実用性に優れているものである。

[0035] 図 2 は、本発明の第 1 発明による排ガス浄化システムの第 2 実施形態を示すフローシートである。

[0036] ここで、上記第1発明の第1実施形態の場合と異なる点は、液体還元剤貯留槽5に内部加熱器（加熱手段）15が設けられ、この内部加熱器15によって貯留槽5内の液体還元剤の温度が調整される点にある。そしてこの場合、脱硝触媒層4の下流側の排気通路2に循環熱媒体加熱用熱交換器9が設置され、該熱交換器9と上記内部加熱器15とは熱媒体循環管10によって接続されており、熱媒体循環管10の途上に介在させられたポンプ11の作動によって、貯留槽5の内部加熱器15から加熱用循環熱媒体が熱交換器9に送り込まれ、この熱交換器9において循環熱媒体が、触媒層4から排出された浄化排ガスの排熱で加温された後、液体還元剤貯留槽5の内部加熱器15に返送されて、貯留槽5の温度が一定に保持されることが好ましい。このとき、例えば液体還元剤としてエタノールを使用した場合、例えば脱硝触媒層4の下流側の排気通路2に設置された熱交換器9において、触媒層4から排出された浄化排ガスの排熱で循環熱媒体を、例えば50℃に加温した後、熱媒体循環管10によって貯留槽5の内部加熱器15に返送し、貯留槽5の温度を50℃に保持することが好ましい。

[0037] なお、第1発明の第2実施形態の排ガス浄化システムにおいて、コンプレッサー6から導管7を経て液体還元剤貯留槽5の上部空間内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体還元剤温度を制御することにより、排ガスに添加する気化還元剤量を制御したり、気化還元剤同伴空気中の気化還元剤濃度を一定にするために、液体還元剤貯留槽5に液面計（レベルスイッチ）（図示略）を設置して、貯留槽5中の液体還元剤の貯留レベルを一定に保持するなど点は、上記第1発明の第1実施形態の場合と同様である。

[0038] この第1発明の第2実施形態において、その他の点は、上記第1発明の第1実施形態の場合と同様であるので、図2において、上記図1と同一のものには、同一の符号を付した。

[0039] 図3は、本発明の第2発明による排ガス浄化システムの第1実施形態を示すフローシートである。

[0040] 同図を参照すると、本発明の第2の発明は、例えば船舶用ディーゼルエン

ジン等の内燃機関などの排ガス源 1 からの排気通路 2 に、上流側から順に還元剤供給用管（還元剤供給手段） 3 と脱硝触媒層 4 が配置され、前記還元剤供給用管 3 より還元剤が前記触媒層 4 に添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化される排ガス浄化システムであって、液体還元剤を貯留させるための液体還元剤貯留槽 5 と、還元剤気化用熱交換器 16 とを備えており、液体還元剤貯留槽 5 からポンプ 18 の作動により導管 17 を経て導出された還元剤が熱交換器 16 において加熱されて気化せしめられ、この気化還元剤が、前記還元剤供給管 3 に供給されることを特徴としている。

[0041] この第 2 発明の排ガス浄化システムにおいて、還元剤気化用熱交換器 16 が、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に設置され、該熱交換器 16 において触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱で液体還元剤が加熱されて気化せしめられることが好ましい。

[0042] 本発明の第 2 発明の排ガス浄化システムにおいて、液体還元剤として用いることができる化合物は、上記第 1 発明の場合と同様に、アルコール類、エーテル類、ケトン類、および炭化水素よりなる群の中から選ばれた少なくとも 1 つの低分子量の有機化合物である。

[0043] ここで、液体還元剤として、例えばエタノール（沸点 78.37℃）を使用した場合、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に設置された熱交換器 16 において触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱でエタノールよりなる還元剤が沸点以上に加熱されて気化せしめられ、この気化還元剤が、還元剤供給管 3 より排気通路 2 内に供給されるものである。

[0044] 本発明の第 2 発明の排ガス浄化システムにおいては、液体還元剤貯留槽 5 からポンプ 18 の作動により導出される液体還元剤の導出量を制御することにより、排ガスに添加する気化還元剤量を制御することが好ましい。

[0045] 本発明の第 2 発明の排ガス浄化システムにおいて、さらに液体還元剤保管槽 12 を備えており、液体還元剤保管槽 12 からポンプ 14 の作動により導管 13 を経て液体還元剤を液体還元剤貯留槽 5 に補充するようになされている。ここで、液体還元剤貯留槽 5 内の液体還元剤の貯留量を保持するには、

例えば液体還元剤貯留槽 5 からポンプ 18 の作動により導管 17 を経て気化用熱交換器 16 に導出される還元剤の導出量に対応して、液体還元剤保管槽 12 からポンプ 14 の作動により同量の液体還元剤を液体還元剤貯留槽 5 に補充するように、両ポンプ 14, 18 の導出量を制御することが好ましい。

[0046] 本発明の第 2 発明の排ガス浄化システムによれば、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関の排ガスのように、排ガス温度が 200～400℃程度の比較的低温域の排ガスであっても、アルコール、炭化水素などの液体還元剤を用いて、しかも排ガスに添加する際に、事前に気化した還元剤を供給することができるため、液体還元剤の気化熱による排ガス温度の低下を抑制し、高い脱硝性能を維持することができる。そのうえ、液体還元剤貯留槽 5 からポンプ 18 の作動により導出される液体還元剤の導出量を制御することにより、排ガスへの気化還元剤の添加量の制御が容易であり、実用性に優れているものである。

実施例

[0047] つぎに、本発明の実施例を比較例と共に説明するが、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

[0048] (実施例 1)

本発明の第 1 発明の第 1 実施形態のフローシートを示す図 1 に基づいて本発明の排ガス浄化システムを実施した。

[0049] 同図を参照すると、本発明の排ガス浄化システムにおいて、例えば船舶用ディーゼルエンジン等の内燃機関などの排ガス源 1 からの排気通路 2 に、上流側から順に還元剤供給用管（還元剤供給手段）3 と脱硝触媒層 4 が配置され、さらに排ガス浄化システムには、液体還元剤を貯留させるための液体還元剤貯留槽 5 と、コンプレッサー（圧縮空気供給手段）6 とを備えている。

[0050] ここで、排ガスとしては、酸素 (O_2) を 13.8 [vol%-dry]、水 (H_2O) を 5.0 [vol%-wet]、窒素酸化物 (NO_x) を 1000 [ppmv]、硫黄酸化物 (SO_x) を 600 [ppmv]、それぞれ含有する合成ガスを使用し、250 [℃] の温度で排気通路 2 に供給した

。

- [0051] 脱硝触媒層 4 には、コバルトをイオン交換したゼオライトが担持されたコルゲート・ハニカム構造型脱硝触媒を充填した。
- [0052] また、液体還元剤としてエタノール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: 沸点 78.37°C 、 5000 [ppmv]) を使用した。そして、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に設置された循環水加熱用熱交換器 9 において、触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱で循環水を、例えば 50°C に加温した後、温水循環管 10 によって液体エタノール貯留槽 5 のジャケット式加熱器 8 に返送し、貯留槽 5 の温度を 50°C に保持した。
- [0053] そして、液体エタノール貯留槽 5 上部の空間内に、コンプレッサー 6 から導管 7 を経て圧縮空気を供給 (パージ) することで、気化エタノール同伴空気を形成し、この気化エタノール同伴空気を前記還元剤供給管 3 より排気通路 2 内に供給し、排ガスおよび還元剤としての気化エタノールを触媒層 4 の脱硝触媒に接触させて、脱硝反応による排ガスの浄化を実施した。このとき、脱硝触媒層 4 における面積速度を 5.0 (m/h) とし、反応温度を 250°C とした。
- [0054] ここで、面積速度は、ハニカム型脱硝触媒のガス接触面積あたりの処理ガス量であり、次式で表される。
- [0055] 面積速度 = 処理ガス量 (Nm^3/h) / ガス接触面積 (m^2)
- なお、貯留槽 5 内の液体エタノールの温度を 50°C に保持することにより、貯留槽 5 の上部空間内の気化還元剤の蒸気圧は一定に保持され、貯留槽 5 の上部空間内の気化還元剤の濃度が一定となった。このため、貯留槽 5 の上部空間内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体還元剤温度を制御することにより、圧縮空気に同伴される気化還元剤の量も制御され、この気化還元剤同伴空気を還元剤供給管 3 から排気通路 2 内の排ガスに添加することにより、排ガスへの気化還元剤の添加量を制御することができた。
- [0056] また、気化エタノール同伴空気を前記還元剤供給管 3 より排気通路 2 内に供給する際の気化エタノール同伴空気の温度は、約 50°C であるが、排ガス

に添加する際に、事前に気化したエタノールよりなる還元剤を供給することができるため、液体エタノールの気化熱による排ガス温度の低下を抑制することができ、脱硝触媒層４の入口の排ガス温度は、約２５０℃と変わらず、これによって、触媒層４の触媒による高い脱硝性能を維持することができた。

[0057] 下記の表１に、排ガス源１から排気通路２に導入した排ガスの温度と、還元剤供給管３より気化エタノール同伴空気を排気通路２内に供給した後の脱硝触媒層入口の排ガス温度を示した。

[0058] なお、この実施例においては、図示は省略したが、気化エタノール同伴空気中の気化エタノール濃度を一定にするために、貯留槽５内の液体エタノールの貯留量を一定に保持するようにした。このため、排ガス浄化システムにさらに液体エタノール保管槽１２を備え、前記液体エタノール貯留槽５には液面計（レベルスイッチ）を設置して、この液面計からの貯留槽５内の液体エタノールの上面（液面）のレベル検知信号に基づき、エタノール液面レベルが貯留下限値を下回った際に、液体エタノール保管槽１２からポンプ１４の作動により導管１３を経て液体エタノールを補充し、エタノール液面レベルが貯留上限値を上回った際に、ポンプ１４の作動を止めて、液体エタノールの補充を停止することにより、液体エタノール貯留槽５に供給されるエタノールの供給量を制御するようにした。

[0059] （実施例２）

上記第１実施例の場合と同様にして、本発明の排ガス浄化システムを実施するが、第１実施例の場合と異なる点は、本発明の第１発明の第２実施形態のフローシートを示す図２に基づいて排ガス浄化システムを実施した点にある。すなわち、液体還元剤貯留槽５の内部に加熱器（加熱手段）１５が設けられ、この内部加熱器１５によって貯留槽５内の液体還元剤の温度を調整した。具体的には、液体還元剤としてエタノールを使用し、脱硝触媒層４の下流側の排気通路２に設置された熱交換器９において、触媒層４から排出された浄化排ガスの排熱で循環水を、５０℃に加温した後、温水循環管１０によ

って貯留槽 5 の内部加熱器 15 に返送し、貯留槽 5 の温度を 50℃に保持した。

[0060] この第 2 実施例において、その他の点は、上記第 1 実施例の場合と同様であり、下記の表 1 に、排ガス源 1 から排気通路 2 に導入した排ガスの温度と、還元剤供給管 3 より気化エタノール同伴空気を排気通路 2 内に供給した後の脱硝触媒層入口の排ガス温度をあわせて示した。

[0061] (実施例 3)

上記第 1 実施例の場合と同様にして、本発明の排ガス浄化システムを実施するが、第 1 実施例の場合と異なる点は、本発明の第 2 発明の第 1 実施形態のフローシートを示す図 3 に基づいて排ガス浄化システムを実施した点にある。

[0062] 同図を参照すると、本発明の排ガス浄化システムにおいて、排ガス源 1 からの排気通路 2 に、上流側から順に還元剤供給用管（還元剤供給手段）3 と脱硝触媒層 4 が配置され、さらに排ガス浄化システムには、液体還元剤を貯留させるための液体還元剤貯留槽 5 と、還元剤気化用熱交換器 16 とを備えており、液体還元剤貯留槽 5 からポンプ 18 の作動により導管 17 を経て導出された還元剤が熱交換器 16 において加熱されて気化せしめられ、この気化還元剤が、前記還元剤供給管 3 に供給される。この第 3 実施例において、還元剤気化用熱交換器 16 が、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に設置され、該熱交換器 16 において触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱で液体還元剤が加熱されて気化せしめられる。上記実施例 1 の場合と同様に、液体還元剤としてエタノール（沸点 78.37℃）を使用しており、脱硝触媒層 4 の下流側の排気通路 2 に設置された熱交換器 16 において触媒層 4 から排出された浄化排ガスの排熱でエタノールよりなる液体還元剤を 120℃に加熱して気化させ、この気化還元剤を、還元剤供給管 3 より排気通路 2 内に供給した。

[0063] ここで、気化エタノールを還元剤供給管 3 より排気通路 2 内に供給する際の気化エタノールの温度は、約 120℃であるが、排ガスに添加する際に、

事前に気化したエタノールよりなる還元剤を供給することができるため、液体エタノールの気化熱による排ガス温度の低下を抑制することができ、脱硝触媒層 4 の入口の排ガス温度は、約 250℃と変わらず、これによって、高い脱硝性能を維持することができた。

[0064] 下記の表 1 に、排ガス源 1 から排気通路 2 に導入した排ガスの温度と、還元剤供給管 3 より気化エタノールを排気通路 2 内に供給した後の脱硝触媒層入口の排ガス温度をあわせて示した。

[0065] なお、液体エタノール貯留槽 5 からポンプ 18 の作動により導管 17 を経て気化用熱交換器 16 に導出される液体エタノールの導出量に対応して、液体エタノール保管槽 12 からポンプ 14 の作動により同量の液体エタノールを貯留槽 5 に補充するように、両ポンプ 14, 18 の導出量を制御することにより、液体エタノール貯留槽 5 内の液体エタノールの貯留量を保持した。

[0066] (比較例 1)

比較のために、従来の排ガス浄化システムのフローシートを示す図 4 に基づいて排ガス浄化システムを実施した。

[0067] 同図を参照すると、従来の排ガス浄化システムにおいて、排ガス源 21 からの排気通路 22 に、上流側から順に還元剤供給用管（還元剤供給手段）23 と脱硝触媒層 24 が配置され、さらに排ガス浄化システムには、液体還元剤を貯留させるための液体還元剤貯留槽 25 を備えており、液体還元剤貯留槽 25 からポンプ 26 の作動により導出された還元剤を、供給管 23 から排気通路 22 内に直接導入して、排ガス中で気化させた。液体還元剤としては、上記実施例 1 の場合と同様に、エタノール（沸点 78.37℃）を使用した。

[0068] その結果、液体エタノールの気化熱による排ガス温度の低下が生じて、脱硝触媒層 24 の入口の排ガス温度は、243℃に低下した。これによって、脱硝触媒層 24 の脱硝反応の温度が低下するため、触媒層 24 の脱硝性能は低下したものと考えられる。

[0069] 下記の表 1 に、排ガス源 21 から排気通路 22 に導入した排ガスの温度と

、還元剤供給管 23 より液体エタノールを排気通路 2 内に直接供給した後の脱硝触媒層 24 入口の排ガス温度をあわせて示した。

[0070] なお、この比較例 1 の排ガス浄化システムにおいて、さらに液体還元剤保管槽 27 を備えており、液体還元剤保管槽 27 からポンプ 29 の作動により導管 28 を経て液体エタノールを液体エタノール貯留槽 25 に補充するようにした。

[表1]

	触媒層入口温度
実施例 1	250℃
実施例 2	250℃
実施例 3	250℃
比較例 1	243℃

[0071] 上記表 1 に記載の結果から明らかなように、本発明の実施例 1～3 の排ガス浄化システムによれば、排ガス温度が 250℃程度の比較的低温域の排ガスであっても、エタノールよりなる液体還元剤を用いて、しかも排ガスに添加する際に、事前に気化した還元剤を供給することができるため、液体還元剤の気化熱による排ガス温度の低下を抑制し、脱硝触媒層 4 入口の温度を低下させることなく、還元剤であるエタノールを添加することができ、脱硝触媒層 4 での高い脱硝性能を維持することができた。そのうえ、排ガスへの気化還元剤の添加量の制御が容易であり、実用性に優れていることが確認できた。

[0072] これに対し、比較例 1 によれば、脱硝触媒層 24 の上流側の排気通路 22 に、エタノールよりなる還元剤を液体の状態直接導入し、導入から脱硝触媒層 24 に到達するまでの間にエタノールよりなる還元剤を気化させているため、還元剤の気化熱により排ガスの温度低下生じ、脱硝触媒層 4 における触媒の脱硝性能が低下するという問題が生じた。

請求の範囲

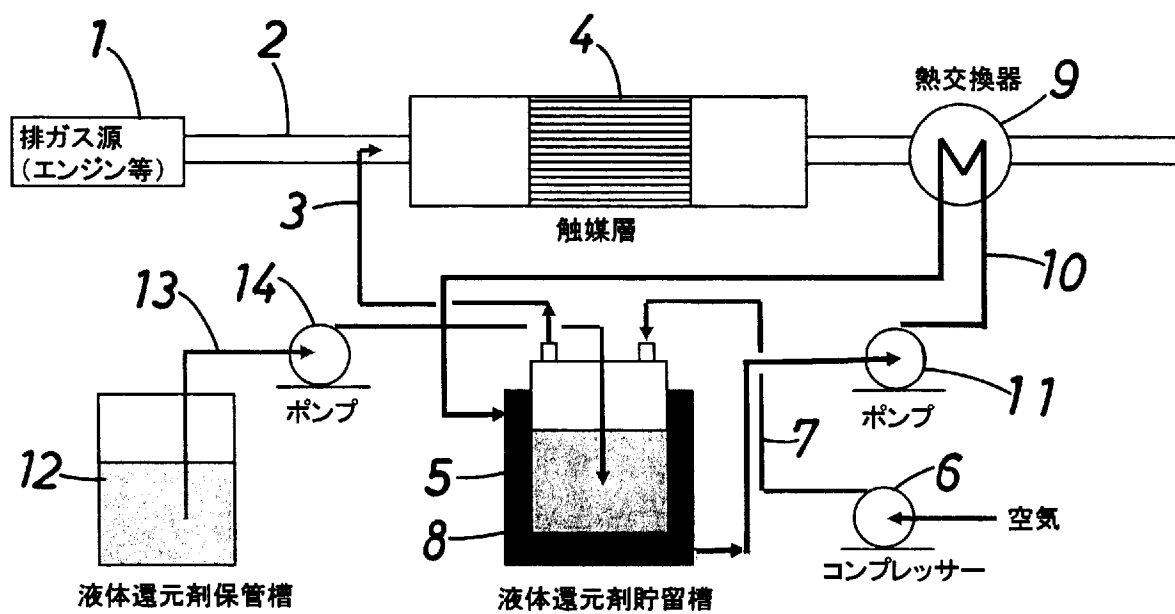
- [請求項1] 内燃機関の排気通路に、上流側から順に還元剤供給手段と脱硝触媒層が配置され、前記還元剤供給手段より還元剤が前記触媒層上流側の排ガスに添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化される排ガス浄化システムにおいて、液体還元剤貯留槽と、圧縮空気供給手段とを備えており、前記液体還元剤貯留槽内で気化した還元剤に対して前記圧縮空気供給手段から圧縮空気が供給されて、気化還元剤同伴空気が形成され、この気化還元剤同伴空気が前記還元剤供給手段に供給されることを特徴とする、排ガス浄化システム。
- [請求項2] 前記圧縮空気供給手段から液体還元剤貯留槽内に供給する圧縮空気の流量および貯留槽内液体還元剤温度を制御することにより、排ガスに添加する気化還元剤量を制御することを特徴とする、請求項1に記載の排ガス浄化システム。
- [請求項3] さらに液体還元剤保管槽を備えており、前記液体還元剤貯留槽には液面計が設置され、この液面計からの貯留槽内還元剤液上面のレベル検知信号に基づいて、前記液体還元剤保管槽から液体還元剤貯留槽に供給される還元剤の供給量が制御されることを特徴とする、請求項1または2に記載の排ガス浄化システム。
- [請求項4] 前記液体還元剤貯留槽に加熱手段が備えられ、この加熱手段によって貯留槽内の液体還元剤の温度が調整されることを特徴とする、請求項1～3のうちのいずれか一項に記載の排ガス浄化システム。
- [請求項5] 脱硝触媒層の下流側の排気通路に循環熱媒体加熱用熱交換器が設置され、該熱交換器と前記加熱手段とは熱媒体循環管によって接続されており、該熱交換器において触媒層から排出された浄化排ガスの排熱で、液体還元剤貯留槽の加熱手段からの循環熱媒体が加温されることを特徴とする、請求項4に記載の排ガス浄化システム。
- [請求項6] 内燃機関の排気通路に、上流側から順に還元剤供給手段と脱硝触媒層が配置され、前記還元剤供給手段より還元剤が前記触媒層上流側の

排ガスに添加され、排ガス中の窒素酸化物が還元されて、排ガスが浄化される排ガス浄化システムにおいて、液体還元剤貯留槽と、還元剤気化用熱交換器とを備えており、液体還元剤貯留槽から導出された還元剤が熱交換器において加熱されて気化せしめられ、この気化還元剤が、前記還元剤供給手段に供給されることを特徴とする、排ガス浄化システム。

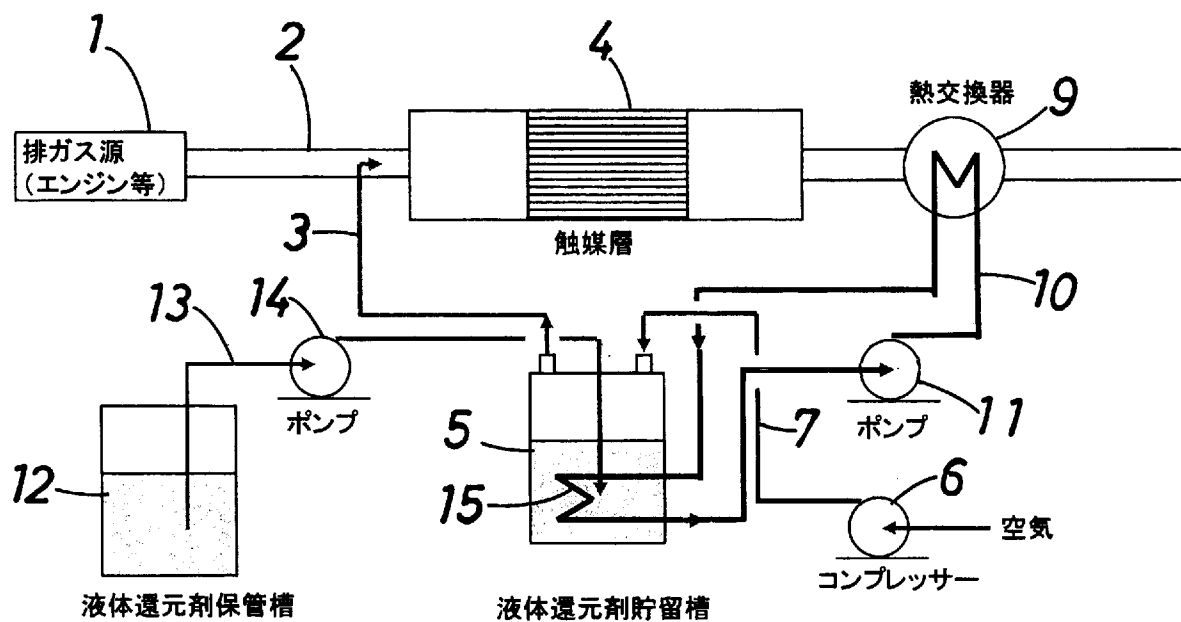
[請求項7] 還元剤気化用熱交換器が、脱硝触媒層の下流側の排気通路に設置され、該熱交換器において触媒層から排出された浄化排ガスの排熱で液体還元剤が加熱されて気化せしめられることを特徴とする、請求項6に記載の排ガス浄化システム。

[請求項8] 液体還元剤が、アルコール、エーテル、ケトン類、および炭化水素よりなる群の中から選ばれた少なくとも1つの有機化合物であることを特徴とする、請求項1～7のうちのいずれか一項に記載の排ガス浄化システム。

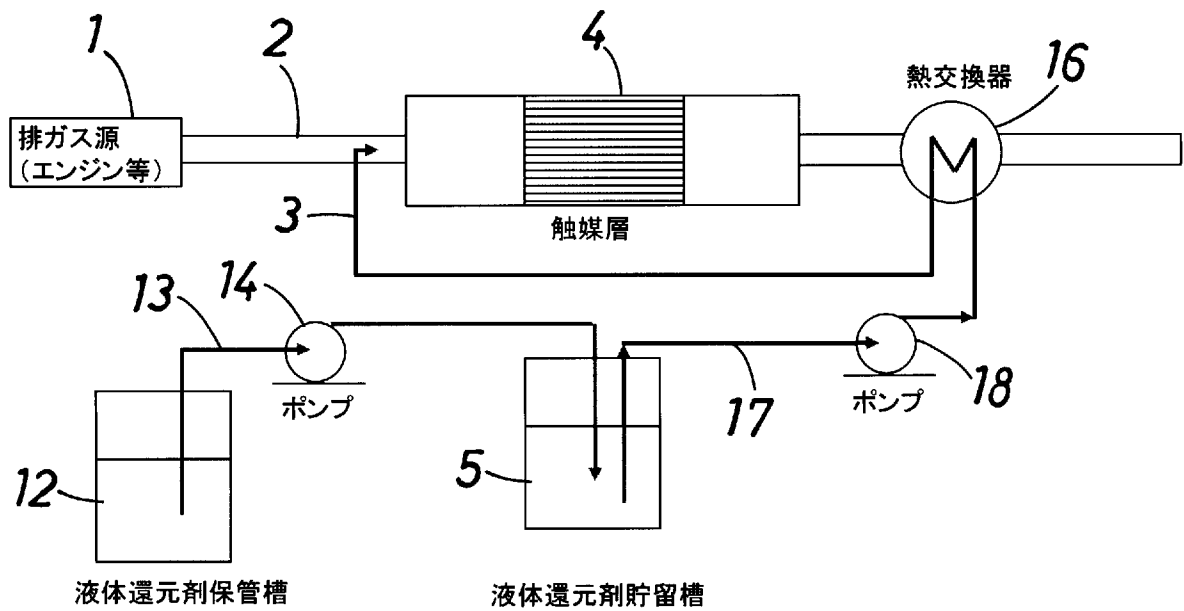
[図1]



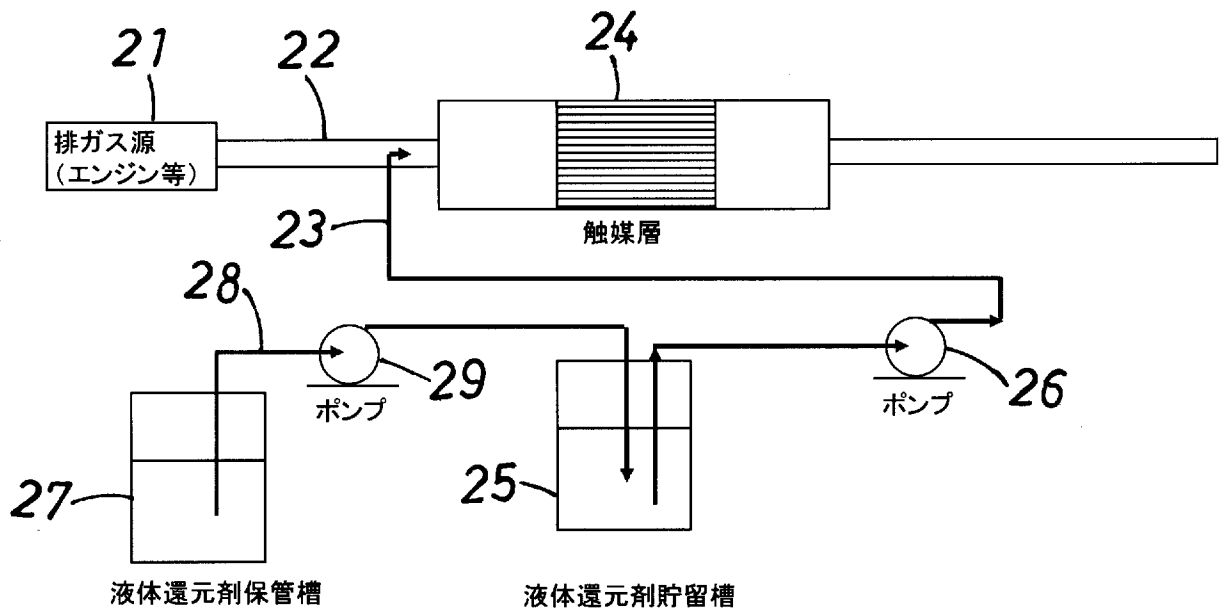
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01N3/08(2006.01)i, F01N3/22(2006.01)i, F01N3/24(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)

F01N3/08, F01N3/22, F01N3/24

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 2010-138883 A (Denso Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0007] to [0009], [0047], [0082]; fig. 1, 2 & DE 102009058300 A1	1-8
Y	JP 9-267025 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 14 October 1997 (14.10.1997), abstract; paragraphs [0001] to [0009], [0017]; fig. 4 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 April, 2014 (17.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053160

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-221024 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 09 August 2002 (09.08.2002), paragraphs [0004] to [0005], [0014] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-8
Y	JP 5-272331 A (Hino Motors, Ltd.), 19 October 1993 (19.10.1993), paragraphs [0012] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	1-8
P, X	WO 2013/114614 A1 (Toyota Motor Corp.), 08 August 2013 (08.08.2013), paragraphs [0028] to [0040]; fig. 1 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F01N3/08(2006.01)i, F01N3/22(2006.01)i, F01N3/24(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（I P C））

Int.Cl. F01N3/08, F01N3/22, F01N3/24

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y	JP 2010-138883 A（株式会社デンソー）2010.06.24, 段落【0007】－【0009】【0047】【0082】、図1、2 & DE 102009058300 A1	1-8
Y	JP 9-267025 A（川崎重工業株式会社）1997.10.14, 【要約】、段落【0001】－【0009】【0017】、図4（ファミリーなし）	1-8
Y	JP 2002-221024 A（川崎重工業株式会社）2002.08.09, 段落【0004】－【0005】【0014】－【0017】、図1（ファミリーなし）	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

1 7 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

稲村 正義

3 G

9 1 4 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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
Y	JP 5-272331 A (日野自動車工業株式会社) 1993. 10. 19, 段落【0012】－【0020】、図1 (ファミリーなし)	1-8
P, X	WO 2013/114614 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2013. 08. 08, 段落[0028]－[0040]、図1 (ファミリーなし)	1-8