

(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
2020年6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/121553 A1

(51) 国際特許分類:

B01D 53/50 (2006.01) *B01F 5/04* (2006.01)
B01D 53/78 (2006.01) *B05B 7/04* (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/020490

(22) 国際出願日: 2019年5月23日(23.05.2019)

(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 2018-231387 2018年12月11日(11.12.2018) JP

(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS,

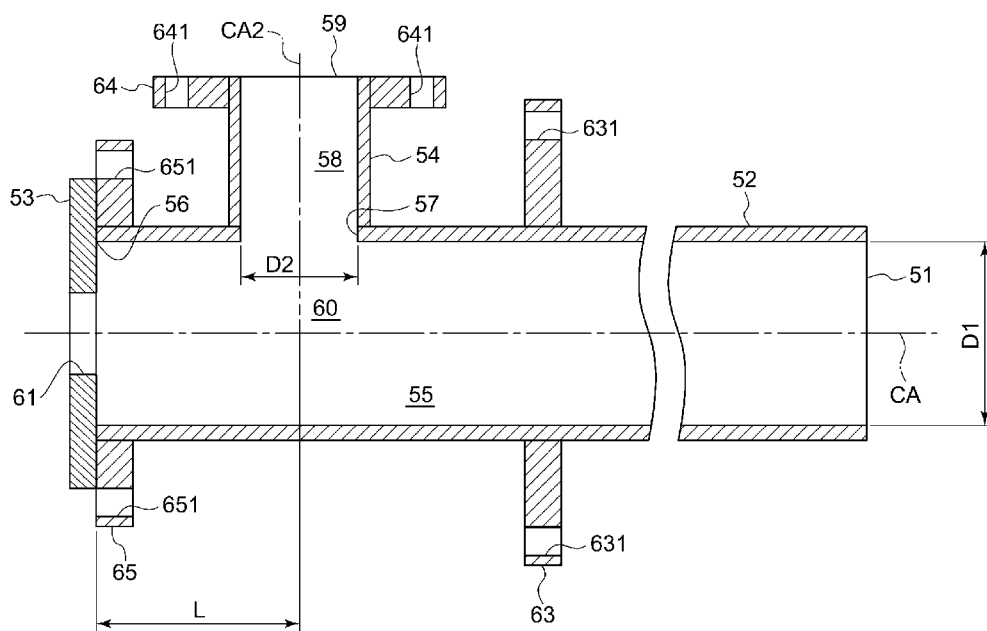
LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区
みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 佐々木 良三 (SASAKI, Ryoza);
〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三
丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式
会社内 Kanagawa (JP). 杉田 覚(SUGITA, Satoru);
〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三
丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式
会社内 Kanagawa (JP). 善積 直之(YOSHIZUMI,
Naoyuki); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みな
とみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシ
ステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 宮地 剛之
(MIYACHI, Tsuyoshi); 〒2208401 神奈川県横

(54) **Title:** GAS-LIQUID MIXING DEVICE, AND GAS-LIQUID MIXING DEVICE-EQUIPPED EXHAUST GAS
DESULFURIZATION DEVICE

(54) 発明の名称: 気液混合装置、および気液混合装置を備える排ガス脱硫装置

5



(57) **Abstract:** This gas-liquid mixing device is configured to spray an oxygen-containing gas and a cleaning liquid into a liquid pooling section for storing a cleaning liquid in an absorption column that causes gas-liquid contact of the cleaning liquid and an exhaust gas. This gas-liquid mixing device comprises: a first cylindrical section having formed therein a cleaning liquid introduction port demarcating a first flow path in the interior thereof, for introducing the cleaning liquid into the first flow path, a gas introduction port for introducing a gas into the first flow path along a direction orthogonal to

[続葉有]

浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立
パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人 (SEISHIN IP
PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区
三田三丁目13番16号 三田43M
Tビル13階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the flow direction of the cleaning liquid introduced from the cleaning liquid introduction port and flowing in the first flow path, and a discharge port discharging a mixed fluid of the gas and the cleaning liquid; and a constriction part provided more on the upstream side in the flow direction of the cleaning liquid than a flow-merging portion wherein the flow of the cleaning liquid introduced from the cleaning liquid introduction port and the gas introduced from the gas introduction port merge. When D1 represents the inner diameter of the discharge port, and D2 represents the inner diameter of the gas introduction port, the gas-liquid mixing device satisfies the condition: $0.5 < D2/D1 < 0.8$.

(57) 要約: 排ガスに洗浄液を気液接触させる吸収塔における洗浄液を貯留するための液だまり部に、酸素を含む気体および洗浄液を噴射するように構成される気液混合装置であって、第1流路を内部に画定し、洗浄液を第1流路に導入するための洗浄液導入口、洗浄液導入口から導入されて第1流路を流れる洗浄液の流れ方向に対して直交する方向に沿って気体を第1流路に導入するための気体導入口、および洗浄液と気体との混合流体を吐出する吐出口、が形成された第1筒状部と、洗浄液導入口から導入された洗浄液と気体導入口から導入された気体とが合流する合流部よりも洗浄液の流れ方向における上流側に設けられる絞り部と、を備え、吐出口の内径をD1、気体導入口の内径をD2とした際に、 $0.5 < D2/D1 < 0.8$ の条件を満たす気液混合装置。

明 細 書

発明の名称：

気液混合装置、および気液混合装置を備える排ガス脱硫装置

技術分野

[0001] 本開示は、燃焼装置から排出される排ガスに洗浄液を接触させる吸収塔における液だまり部に、混合流体（微細気泡を含む洗浄液）を噴射するための気液混合装置、および該気液混合装置を備える排ガス脱硫装置に関する。

背景技術

[0002] 例えばボイラなどの燃焼機関から排出される排ガスには、 SO_x （硫黄酸化物）などの大気汚染物質が含まれている。排ガスに含まれる SO_x を低減するための方法には、アルカリ水溶液や吸収剤スラリーなどの吸収液で SO_2 などを吸収除去する湿式の脱硫方法などがある。

[0003] 上記湿式の脱硫方法を用いる排ガス脱硫装置には、吸収塔内を流れる排ガスに洗浄液を噴霧することで、排ガスと洗浄液とを接触させる気液接触部と、気液接触部の下方に位置し、噴霧後の洗浄液を貯留するための液だまり部と、を内部に画定する吸収塔を備えるものがある（例えば特許文献1参照）。排ガスと洗浄液とが接触することで、排ガスに含まれる SO_2 が洗浄液に吸収される。 SO_2 を吸収した洗浄液は液だまり部に貯留される。

[0004] 液だまり部に貯留された洗浄液には、排ガスから吸収した SO_2 により生じる亜硫酸塩などの反応生成物が含まれるので、該反応生成物を除去するために、液だまり部に貯留される洗浄液に空気などの酸素を含む気体を行き渡らせて、反応生成物を酸化させることが行われることがある。

[0005] 特許文献1には、上記酸素を含む気体と洗浄液との混合流体を吐出口から液だまり部に噴射するように構成される噴射ノズル、を含む気液混合装置が開示されている。上記噴射ノズルは、洗浄液の流路の途中に絞り部が設けられており、該絞り部により上記流路を流れる洗浄液を縮流することで負圧領域を発生させる。上記負圧領域に生じる吸引力により、上記流路の絞り部よ

りも下流側に分岐配管を介して供給される気体が吸引される。また、噴射ノズルは、上記洗浄液の流路を流れる洗浄液によって吸引された気体をせん断、微細化して混合流体（微細気泡を含む洗浄液）を生成するとともに、該混合流体を吐出口から噴射するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第5046755号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 吐出口から吐出される混合流体に含まれる気体（気泡）の割合が過小であると、洗浄液の酸化に用いる酸素の量が不足するため、液だまり部での混合流体による洗浄液の酸化が不十分となる虞がある。また、吐出口から吐出される混合流体に含まれる気体の割合が過大であると、洗浄液による気体のせん断が不十分となり、気体（気泡）の微細化効果が減衰する虞がある。気体（気泡）の微細化効果が減衰して気泡のサイズが大きくなると、気体と洗浄液との接触面積が減少する。また、気泡のサイズが大きくなると、その分だけ気泡の浮力が大きくなるので、気泡が液だまり部に貯留される洗浄液中に滞在できる期間、すなわち、気泡が洗浄液を酸化できる期間が短くなる。このため、液だまり部での混合流体による洗浄液の酸化が不十分となる虞がある。

[0008] 上述した事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態の目的は、液だまり部での混合流体による洗浄液の酸化が不十分となることを防止することができる気液混合装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] (1) 本発明の少なくとも一実施形態にかかる気液混合装置は、
燃焼装置から排出される排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成される吸収塔における上記洗浄液を貯留するための液だまり部に、酸素を含む気

体および上記洗浄液を噴射するように構成される気液混合装置であって、

第1流路を内部に画定するとともに、上記洗浄液を上記第1流路に導入するための洗浄液導入口、上記洗浄液導入口から導入されて上記第1流路を流れる上記洗浄液の流れ方向に対して直交する方向に沿って上記気体を上記第1流路に導入するための気体導入口、および、上記洗浄液導入口から導入された上記洗浄液と上記気体導入口から導入された上記気体との混合流体を吐出する吐出口、が形成された第1筒状部と、

上記洗浄液導入口から導入された上記洗浄液と上記気体導入口から導入された上記気体とが合流する合流部よりも上記洗浄液の流れ方向における上流側に設けられる絞り部と、

を備え、

上記吐出口の内径を D_1 、上記気体導入口の内径を D_2 とした際に、

$0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす。

[0010] 上記(1)の構成によれば、第1筒状部における吐出口の内径を D_1 、気体導入口の内径を D_2 とした際に、 $0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす。第1に、 $0.5 < D_2 / D_1$ の条件を満たす第1筒状部は、気体導入口の内径 D_2 が吐出口の内径 D_1 と比べて所定以上の大きさであるため、気体導入口を介して第1流路に気体を送るための気体導入ラインでの圧力損失を低減することができ、気体導入口から第1流路に導入されて吐出口から吐出される混合流体における酸素を含む気体の割合が過小になることを防止することができる。第2に、 $D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす第1筒状部は、気体導入口の内径 D_2 が吐出口の内径 D_1 と比べて所定以下の大きさであるため、気体導入口から第1流路に導入されて吐出口から吐出される混合流体における酸素を含む気体の割合が過大になることを防止することができる。よって、上記の構成によれば、 $0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たすので、気体導入口から第1流路に導入されて吐出口から吐出される混合流体における酸素を含む気体の割合が過大や過小となることを防止することができ、ひいては液だまり部における混合流体による酸化が不十分となること

を防止することができる。

[0011] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)に記載の気液混合装置は、上記気体導入口に連通する第2流路を内部に画定するとともに、上記気体導入口における上記気体の導入方向に沿って延在し、上記気体を上記第2流路に導入するための第2気体導入口が形成された第2筒状部と、上記洗浄液を上記洗浄液導入口から上記第1流路に送るための洗浄液導入ラインと、上記第1筒状部と、を第1締結装置により固定するために上記第1筒状部の上記合流部よりも上記洗浄液の流れ方向における上流側の外周から突出して設けられる洗浄液導入側締結部と、上記気体を上記第2気体導入口から上記第2流路に送るための気体導入ラインと、上記第2筒状部と、を第2締結装置により固定するために上記第2筒状部の外周から突出して設けられる気体導入側締結部と、をさらに備え、上記絞り部から上記気体導入口の中心軸までの長さを L とした際に、 $0.8 < L/D1 < 1.3$ の条件を満たす。

[0012] 上記(2)の構成によれば、絞り部から気体導入口の中心軸までの長さを L とした際に、 $0.8 < L/D1 < 1.3$ の条件を満たす。第1に、吐出口の内径 $D1$ に対する絞り部から気体導入口の中心軸までの長さ L の比が $0.8 < L/D1$ の条件を満たすので、上述した洗浄液導入側締結部と上述した気体導入側締結部とが干渉することを防止することができる。

[0013] 第2に、吐出口の内径 $D1$ に対する絞り部から気体導入口の中心軸までの長さ L の比が $L/D1 < 1.3$ の条件を満たす。ここで、絞り部から気体導入口の中心軸までの長さ L が大きいと、その分だけ絞り部により生じた縮流が回復するため、気体(気泡)の微細化効果が減衰する傾向にある。上記の構成によれば、 $L/D1 < 1.3$ の条件を満たすため、気体(気泡)の微細化効果の減衰が少なく、上記微細化効果を発揮させることができる。

[0014] (3) 幾つかの実施形態では、上記(2)に記載の気液混合装置は、 $0.9 < L/D1$ の条件をさらに満たす。

上記(3)の構成によれば、吐出口の内径 $D1$ に対する絞り部から気体導入口の中心軸までの長さ L の比が $0.9 < L/D1$ の条件を満たすので、上

述した洗浄液導入側締結部と上述した気体導入側締結部とが干渉することをより確実に防止することができるとともに、洗浄液導入側締結部と気体導入側締結部との間の間隔を大きくできるので、洗浄液導入側締結部や気体導入側締結部に配管などの他の部品を締結する締結作業を容易に行うことができる。

[0015] (4) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(3)の何れかに記載の気液混合装置において、上記吐出口の内径 D_1 は、150mm以上270mm以下である。

[0016] 上記(4)の構成によれば、吐出口の内径 D_1 は、150mm以上270mm以下であり、且つ、上述した $0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす。この場合には、液だまり部における混合流体による酸化が不十分となることをより確実に防止することができる。

[0017] (5) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(4)の何れかに記載の気液混合装置において、上記第1筒状部は、上記吐出口の中心軸に沿って延在し、上記気液混合装置は、上記吸収塔の上記液だまり部の少なくとも一部を画定する側壁に固定するための吐出口側締結部であって、上記第1筒状部の上記合流部よりも上記洗浄液の流れ方向における下流側の外周から上記吐出口の上記中心軸に直交する方向に沿って突出して設けられる吐出口側締結部をさらに備える。

[0018] 上記(5)の構成によれば、気液混合装置は、第1筒状部の合流部よりも洗浄液の流れ方向における下流側の外周から吐出口の中心軸に直交する方向に沿って突出して設けられる吐出口側締結部を備える。気液混合装置は、吐出口側締結部を上記側壁に固定することで、側壁に対する第1筒状部の位置を固定することができる。

[0019] (6) 本発明の少なくとも一実施形態にかかる排ガス脱硫装置は、
燃焼装置から排出される排ガスを脱硫するための排ガス脱硫装置であって、
内部に導入される上記排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成される

吸収塔であって、上記洗浄液を貯留するための液だまり部を内部に画定する吸収塔と、

上記（１）～（４）の何れかに記載の気液混合装置と、を備える。

[0020] 上記（６）の構成によれば、吸収塔は、内部に導入される排ガスの洗浄液を気液接触させるように構成され、且つ、洗浄液を貯留するための液だまり部を内部に画定している。気液混合装置は、第１筒状部の吐出口から吸収塔の液だまり部に吐出される混合流体により、吸収塔の液だまり部に貯留される洗浄液に対して十分な酸化反応を生じさせることができる。

[0021] （７）幾つかの実施形態では、上記（６）に記載の排ガス脱硫装置において、上記第１筒状部は、上記吐出口の中心軸に沿って延在し、上記気液混合装置は、上記第１筒状部の上記合流部よりも上記洗浄液の流れ方向における下流側の外周から上記吐出口の上記中心軸に直交する方向に沿って突出して設けられる吐出口側締結部をさらに備え、上記吸収塔は、上記液だまり部の少なくとも一部を画定する側壁であって、上記第１筒状部の上記吐出口を含む先端が挿通される挿通孔が形成された側壁と、上記吐出口の上記中心軸の水平面からの傾斜角度を θ とした際に、水平面から上記傾斜角度 θ だけ傾斜した方向に沿って、上記側壁の上記挿通孔の周縁部から上記側壁の外側に突出して設けられる筒状突出部と、上記筒状突出部の先端から上記筒状突出部の延在する方向に直交する方向に沿って突出して設けられる噴射ノズル用締結部であって、上記吐出口側締結部が第３締結装置により固定されるように構成される噴射ノズル用締結部と、をさらに含む。

[0022] 上記（７）の構成によれば、吸収塔の側壁に形成された挿通孔に第１筒状部の吐出口を含む先端を挿通した状態で、気液混合装置の吐出口側締結部が吸収塔の噴射ノズル用締結部に第３締結装置により固定される。ここで、第１筒状部は、吐出口の中心軸に沿って延在している。吸収塔の筒状突出部は、吐出口の中心軸の水平面からの傾斜角度 θ と同じ角度だけ水平面から傾斜した方向に沿って延在している。つまり、吸収塔の筒状突出部は、第１筒状部が設置された際の吐出口の中心軸と同じ方向に沿って延在している。第１

筒状部は、第1筒状部の延在する方向に直交する方向に沿って延在する吐出口側締結部と、筒状突出部の延在する方向に直交する方向に沿って延在する噴射ノズル用締結部と、を第3締結装置により固定することで、吐出口の中心軸の水平面からの傾斜角度 θ をそのまま設置角度とすることができる。よって、上記の構成によれば、第1筒状部の設置角度の調整作業をなくし、第1筒状部の取付け作業を容易にすることができる。

発明の効果

[0023] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、液だまり部での混合流体による洗浄液の酸化が不十分となることを防止することができる気液混合装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]一実施形態にかかる排ガス脱硫装置の概略構成を示す断面図である。

[図2]一実施形態における噴射ノズルの機能を説明するための噴射ノズルの概略断面図である。

[図3]一実施形態における噴射ノズルの概略構成を示す断面図である。

[図4]一実施形態にかかる気液混合装置が奏する作用を説明するためのグラフであって、吐出口の内径に対する気体導入口の内径の比と、液だまり部での混合流体による酸化反応の効率と、の関係を示すグラフである。

[図5]一実施形態にかかる気液混合装置が奏する作用を説明するためのグラフであって、吐出口の内径に対する絞り部から気体導入口の中心軸までの長さの比と、気体導入口から導入される気体の微細化効果と、の関係を示すグラフである。

[図6]吸収塔における噴射ノズルが固定される部分近傍を概略的に示す部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣

旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

なお、同様の構成については同じ符号を付し説明を省略することがある。

[0026] 図1は、一実施形態にかかる排ガス脱硫装置の概略構成を示す断面図である。排ガス脱硫装置は、燃焼装置から排出される排ガスを脱硫するための装置である。上記燃焼装置は、例えば、ディーゼルエンジン、ガスタービンエンジン又は蒸気タービンエンジンなどのエンジンやボイラなどである。

排ガス脱硫装置1は、図1に示されるように、内部に導入される排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成される吸収塔2と、気液混合装置4と、を備える。

[0027] 吸収塔2は、内部に導入される排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成される。図示される実施形態では、吸収塔2は、図1に示されるように、内部に導入される排ガスに洗浄液を噴霧することで、排ガスと洗浄液とを気液接触させるように構成される気液接触部21A、および気液接触部よりも下方に位置し、気液接触部21Aで排ガス中の SO_x を吸収した洗浄液が貯留

される液だまり部 21B、を内部に画定するように構成される。ここで、洗浄液としては、アルカリ剤を含む液体や海水などが挙げられる。また、アルカリ剤としては、 CaCO_3 、 NaOH 、 Ca(OH)_2 、 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 などが挙げられ、高濃度に減容化されたアルカリを用いることもできる。

[0028] より詳細には、吸収塔 2 は、図 1 に示されるように、上述した気液接触部 21A および上述した液だまり部 21B を含む内部空間 21 を内部に画定する吸収塔本体部 22 と、吸収塔本体部 22 に排ガスを導入するための排ガス導入部 23 と、吸収塔本体部 22 から排ガスを排出するための排ガス排出部 24 と、を備える。図 1 に示されるように、吸収塔本体部 22 と排ガス導入部 23 とが隣接する方向を第 1 方向、第 1 方向における排ガス導入部 23 側を一方側、第 1 方向における排ガス排出部 24 側を他方側、と定義する。

[0029] 図 1 に示されるように、吸収塔本体部 22 の上記第 1 方向における一方側の側壁である第 1 側壁 25 には、内部空間 21（下方側内部空間 21C）と連通する排ガス導入口 251 が形成されている。吸収塔本体部 22 の上記第 1 方向における他方側の側壁である第 2 側壁 26 には、排ガス導入口 251 よりも高い位置に、内部空間 21（上方側内部空間 21D）と連通する排ガス排出口 261 が形成されている。第 1 側壁 25 および第 2 側壁 26 の夫々は、上面視において第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って延在するとともに、液だまり部 21B を含む内部空間 21 の少なくとも一部を画定している。

[0030] 燃焼装置（不図示）から排ガス導入部 23 に導入された排ガスは、排ガス導入部 23 を通過した後、排ガス導入口 251 を介して内部空間 21（下方側内部空間 21C）に導入される。内部空間 21 に導入された排ガスは、下方側内部空間 21C を一方側に位置する第 1 側壁 25 から他方側に位置する第 2 側壁 26 に向かって流れた後、内部空間 21 を上昇しながら流れていく。上方側内部空間 21D まで上昇した排ガスは、第 1 側壁 25 から第 2 側壁 26 に向かって流れた後、排ガス排出口 261 を介して排ガス排出部 24 に排出される。

[0031] 図1に示されるように、吸収塔本体部22の下方側内部空間21Cよりも上方、且つ、上方側内部空間21Dよりも下方に位置する気液接触部21Aには、内部空間21に上述した洗浄液を散布するための散布装置28が配置されている。散布装置28は、気液接触部21Aを通過する排ガスに対して洗浄液を散布し、排ガスと洗浄液とを気液接触させることで、排ガス中に含まれる SO_x (SO_2 を含む)を吸収除去するように構成される。

[0032] 散布装置28は、図1に示されるように、吸収塔本体部22の内部空間21において上記第1方向に沿って延在する散水管281と、散水管281に設けられた複数の散水ノズル282と、を含む。散水ノズル282は、排ガスの流れ方向における下流側に向かって、すなわち、鉛直方向における上方に向かって、洗浄液を散布するように構成される。図示される実施形態では、散水ノズル282は、洗浄液を液柱状に噴射するようになっている。つまり、図示される吸収塔2は、液柱式の吸収塔である。

[0033] なお、吸収塔2は、内部に導入される排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成されていればよく、上述した液柱式に限定されない。例えば、吸収塔2は、内部空間21に気液接触を促進させるための充填材が充填される充填層を備えるグリッド式の吸収塔や、洗浄液を放射状に噴霧する散水ノズル282を備えるスプレー式の吸収塔などであってもよい。また、散水管281は、上面視において上記第1方向に直交する方向に沿って延在してもよい。また、散水ノズル282は、鉛直方向における下方に向かって、洗浄液を散布するように構成されていてもよい。

[0034] 気液接触部21Aを通過した排ガスには、水分が多く含まれる。気液接触部21Aよりも排ガスの流れ方向における下流側には、ミストエリミネータ27が配置されている。ミストエリミネータ27は、ミストエリミネータ27を通過する排ガスから水分を除去するように構成される。ミストエリミネータ27を通過した排ガスは、吸収塔2の外部に排出される。

[0035] 図示される実施形態では、ミストエリミネータ27は、排ガス排出部24に配置され、排ガス排出部24に排ガスの流れ方向における上流側と下流側

とを隔てるように、鉛直方向に沿って延在している。なお、ミストエリミネータ 27 は、上方側内部空間 21 D に配置されて、水平方向に沿って延在してもよい。また、ミストエリミネータ 27 は、多段構成であってもよい。

[0036] 液だまり部 21 B は、内部空間 21 に導かれた排ガスに対して散布された散布済みの洗浄液が貯留されるように構成される。図示される実施形態では、液だまり部 21 B は、下方側内部空間 21 C の下方、且つ排ガス導入口 251 よりも低い位置に、液面が位置するように設けられる。液だまり部 21 B に貯留される洗浄液には、排ガスから吸収した SO_x により生じた反応生成物が含まれる。ここで、反応生成物としては、 SO_2 が洗浄液に吸収されることで生成される亜硫酸塩などが挙げられる。

[0037] 図 1 に示されるように、第 2 側壁 26 には、鉛直方向における液だまり部 21 B の底面 211 近傍の位置に、液だまり部 21 B に貯留される洗浄液を外部に抜き出すための洗浄液抜出口 262 が開口している。洗浄液抜出口 262 は、液だまり部 21 B に連通している。

[0038] 図示される実施形態では、排ガス脱硫装置 1 は、図 1 に示されるように、液だまり部 21 B に貯留された洗浄液を散布装置 28 に送るように構成される洗浄液循環ライン 7 と、吸収塔 2 の外部から液だまり部 21 B に洗浄液を供給するように構成される洗浄液供給ライン 8 と、をさらに備える。

[0039] 洗浄液循環ライン 7 は、上述した洗浄液抜出口 262 および上述した散水管 281 を接続する少なくとも一つの配管 71 と、洗浄液循環ライン 7 の途中に設けられる、洗浄液抜出口 262 から散水管 281 に洗浄液を送るための洗浄液循環ポンプ 72 と、を含む。つまり、散布装置 28 から散布されて液だまり部 21 B に貯留された洗浄液の少なくとも一部は、洗浄液循環ポンプ 72 により圧送されて、洗浄液循環ライン 7 を通り、散布装置 28 に送られる。

[0040] 洗浄液供給ライン 8 は、吸収塔 2 の外部に設けられる洗浄液貯留タンク 81 と、洗浄液貯留タンク 81 と液だまり部 21 B とを接続する少なくとも一つの配管 82 と、を含む。洗浄液は、洗浄液貯留タンク 81 から液だまり部

2 1 B に、洗浄液供給ライン 8 を通って送られる。

[0041] 気液混合装置 4 は、図 1 に示されるように、例えば空気などの酸素を含む気体と洗浄液との混合流体 MF を吸収塔 2 の液だまり部 2 1 B に噴射するように構成される噴射ノズル 5 と、噴射ノズル 5 に洗浄液を送るように構成される洗浄液導入ライン 4 1 と、噴射ノズル 5 に酸素を含む気体を送るように構成される気体導入ライン 4 2 と、を含む。気液混合装置 4 は、噴射ノズル 5 から液だまり部 2 1 B に混合流体 MF を噴射し、液だまり部 2 1 B に貯留される洗浄液に混合流体 MF を行き渡らせることで、混合流体 MF により上記反応生成物を酸化させて、酸化生成物を生成する。酸化生成物としては、石膏などが挙げられる。

[0042] 図示される実施形態では、排ガス脱硫装置 1 は、図 1 に示されるように、液だまり部 2 1 B に貯留される酸化生成物（石膏）を含む洗浄液を排出するように構成される洗浄液排出ライン 9 をさらに備える。図 1 に示される実施形態では、洗浄液排出ライン 9 は、液だまり部 2 1 B に接続される洗浄液循環ライン 7 を介して洗浄液を排出するように構成される。より詳細には、洗浄液排出ライン 9 は、洗浄液循環ライン 7 の分岐部 7 3 から分岐し、吸収塔 2 の外部に設けられる装置 9 1 に接続されており、洗浄液循環ライン 7 の分岐部 7 3 から装置 9 1 に酸化生成物を含む洗浄液を送るようになっている。装置 9 1 としては、酸化生成物を含む洗浄液から水分を脱水する脱水機（分離機）や洗浄液を一時的に貯留するための貯留タンクなどが挙げられる。

[0043] 図 1 に示される実施形態では、洗浄液導入ライン 4 1 は、分岐部 7 3 よりも洗浄液の流れ方向における下流側に位置する分岐部 4 4 で、洗浄液循環ライン 7 から分岐している。上述した洗浄液循環ポンプ 7 2 は、洗浄液の一部を洗浄液拔出口 2 6 2 から分岐部 4 4 を介して噴射ノズル 5 に送るようになっている。

[0044] 図示される実施形態では、気体導入ライン 4 2 は、噴射ノズル 5 に一端が接続され、他端が液だまり部 2 1 B の液面よりも上方の位置で大気開放している。

[0045] 図2は、一実施形態における噴射ノズルの機能を説明するための噴射ノズルの概略断面図である。図3は、一実施形態における噴射ノズルの概略構成を示す断面図である。噴射ノズル5は、図2、3に示されるように、第1筒状部52と、絞り部53と、第2筒状部54と、を含む。

[0046] 第1筒状部52は、図2、3に示されるように、第1流路55を内部に画定する筒状に形成されている。第1筒状部52には、洗浄液を第1流路55に導入するための洗浄液導入口56、洗浄液導入口56から導入されて第1流路55を流れる洗浄液の流れ方向に対して直交する方向に沿って上記気体を第1流路55に導入するための気体導入口57および上述した吐出口51が形成されている。吐出口51は、洗浄液導入口56から導入された洗浄液と、気体導入口57から導入された気体と、の混合流体MFを吐出するために設けられている。

[0047] 図2、3に示される実施形態では、第1筒状部52は、吐出口51の中心軸CAの延在する方向に沿って長さ方向を有している。第1筒状部52の長さ方向における一端に上述した洗浄液導入口56が開口し、第1筒状部52の長さ方向における他端に上述した吐出口51が開口している。第1筒状部52の外周には、上述した気体導入口57が開口している。洗浄液導入ライン41から洗浄液導入口56を介して第1流路55内に送られた洗浄液は、第1流路55を中心軸CAの延在する方向に沿った方向に、洗浄液導入口56から吐出口51に向かって流れる。

[0048] 第2筒状部54は、図2、3に示されるように、気体導入口57に連通する第2流路58を内部に画定するとともに、気体導入口57における気体の導入方向（洗浄液の流れ方向に対して直交する方向）に沿って延在し、気体を第2流路58に導入するための第2気体導入口59が形成されている。

[0049] 図2、3に示される実施形態では、第2筒状部54は、気体導入口57の中心軸CA2の延在する方向、すなわち、吐出口51の中心軸CAの延在する方向に直交する方向に沿って長さ方向を有している。第2筒状部54の長さ方向における一端は、第1筒状部52の外周に一体的に接続されている。

つまり、第1筒状部52と第2筒状部54は、一体的に形成されている。第2筒状部54の長さ方向における他端に上述した第2気体導入口59が開口している。気体導入ライン42から第2気体導入口59を介して第2流路58内に送られた気体は、第2流路58を通った後、気体導入口57を介して第1流路55内に送られる。第1流路55内に送られた気体は、合流部60において洗浄液と合流する。

[0050] 絞り部53は、図2、3に示されるように、合流部60よりも洗浄液の流れ方向における上流側に設けられている。絞り部53は、内部を洗浄液が流れるとともに、洗浄液の流れ方向における上流側および下流側に比べて、断面積が急激に縮小する縮流形成口61が開口している。絞り部53は、縮流形成口61により洗浄液を縮流することで、絞り部53よりも洗浄液の流れ方向における下流側に負圧領域62（図2参照）を発生させるように構成される。噴射ノズル5は、負圧領域62に生じる吸引力により、気体導入口57から気体を吸引する。なお、上記吸引力のみでは第1流路55に送られる気体の量が不足する場合には、第1流路55に気体を送るための不図示のポンプを気体導入ライン42に設け、該ポンプにより第1流路55に送られる気体の量を増量してもよい。

[0051] 図2、3に示される実施形態では、絞り部53は、第1筒状部52とは別体に構成されている。他の実施形態では、絞り部53は、第1筒状部52と一体的に形成されていてもよい。例えば、絞り部53は、第1筒状部52の第1流路55を区画する内周面から突出して設けられていてもよい。

[0052] 噴射ノズル5は、第1流路55を流れる洗浄液によって、第1流路55に送られた気体をせん断、微細化して混合流体MF（微細気泡を内部に含む洗浄液）を生成する。また、噴射ノズル5は、噴射ノズル5内で生成された混合流体MFを吐出口51から噴射するようになっている。

[0053] 図4は、一実施形態にかかる気液混合装置が奏する作用を説明するためのグラフであって、吐出口の内径に対する気体導入口の内径の比と、液だまり部での混合流体による酸化反応の効率と、の関係を示すグラフである。

[0054] 図4に示されるように、吐出口51の内径 D_1 （図3参照）に対する気体導入口57の内径 D_2 （図3参照）の比（ D_2/D_1 ）が0.5以下であると、気体導入口57の内径 D_2 が小さいため、気体導入ライン42における酸素を含む気体Gの圧力損失 ΔP が大きくなる。気体導入ライン42における気体Gの圧力損失 ΔP が大きいと、気体導入口57から第1流路55に導入される酸素を含む気体Gの流量が少なくなり、結果として吐出口51から吐出される混合流体MFにおける気体Gの割合OAが過小になる。吐出口51から吐出される混合流体MFにおける気体Gの割合OAが過小になると、洗浄液の酸化反応に用いる酸素が不足するため、液だまり部21Bにおける混合流体MFによる酸化反応の効率EOが低下する虞がある。

[0055] また、図4に示されるように、吐出口51の内径 D_1 に対する気体導入口57の内径 D_2 の比（ D_2/D_1 ）が0.8以上であると、気体導入口57の内径 D_2 が大きいため、気体導入口57から第1流路55に導入される気体Gの流量が多くなり、結果として吐出口51から吐出される混合流体MFにおける気体Gの割合OAが大きくなる。吐出口51から吐出される混合流体MFにおける気体Gの割合OAが過大になると、気体G（気泡）の微細化効果が減衰する虞がある。気体G（気泡）の微細化効果が減衰すると、気泡のサイズが大きくなる分だけ気泡の浮力が大きくなるので、気泡が液だまり部21Bに貯留される洗浄液中に滞在できる期間、すなわち、気泡が洗浄液を酸化できる期間が短くなる。よって、混合流体MFにおける気体Gの割合OAが過大になると、液だまり部21Bにおける混合流体MFによる酸化反応の効率EOが低下する虞がある。

[0056] 上述したように、幾つかの実施形態では、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）は、上述した第1流路55を内部に画定するとともに、上述した第1筒状部52と、上述した絞り部53と、を備える。そして、上述した吐出口51の内径を D_1 、上述した気体導入口57の内径を D_2 とした際に、 $0.5 < D_2/D_1 < 0.8$ の条件を満たす。

[0057] 上記の構成によれば、第1筒状部52における吐出口51の内径を D_1 、

気体導入口 57 の内径を D_2 とした際に、 $0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす。第 1 に、 $0.5 < D_2 / D_1$ の条件を満たす第 1 筒状部 52 は、気体導入口 57 の内径 D_2 が吐出口 51 の内径 D_1 と比べて所定以上の大きさであるため、気体導入口 57 を介して第 1 流路 55 に気体 G を送るための気体導入ライン 42 での圧力損失 ΔP を低減することができ、気体導入口 57 から第 1 流路 55 に導入されて吐出口 51 から吐出される混合流体 MF における気体 G の割合 OA が過小になることを防止することができる。

[0058] 第 2 に、 $D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす第 1 筒状部 52 は、気体導入口 57 の内径 D_2 が吐出口 51 の内径 D_1 と比べて所定以下の大きさであるため、気体導入口 57 から第 1 流路 55 に導入されて吐出口 51 から吐出される混合流体 MF における気体 G の割合が過大になることを防止することができる。よって、上記の構成によれば、 $0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たすので、気体導入口 57 から第 1 流路 55 に導入されて吐出口 51 から吐出される混合流体 MF における気体 G の割合が過大や過小となることを防止することができ、ひいては液だまり部 21B における混合流体 MF による酸化が不十分となることを防止することができる。

[0059] 図 5 は、一実施形態にかかる気液混合装置が奏する作用を説明するためのグラフであって、吐出口の内径に対する絞り部から気体導入口の中心軸までの長さの比と、気体導入口から導入される気体の微細化効果と、の関係を示すグラフである。

[0060] 図 5 に示されるように、吐出口 51 の内径 D_1 に対する絞り部 53 から気体導入口 57 の中心軸 CA2 までの長さの比 (L / D_1) が大きいと、その分だけ絞り部 53 により生じた縮流が回復するため、気体 G (気泡) の微細化効果が減衰する傾向にある。特に、 L / D_1 が 1.3 以上であると、気体 G (気泡) の微細化効果の減衰が顕著であるため、液だまり部 21B における気体 G を含む混合流体 MF による酸化が不十分となる虞がある。また、吐出口 51 の内径 D_1 に対する絞り部 53 から気体導入口 57 の中心軸 CA2 までの長さの比 (L / D_1) が小さいと、その分だけ微細化効果を高めるこ

とができる。

[0061] 図6は、吸収塔における噴射ノズルが固定される部分近傍を概略的に示す部分断面図である。以下、図6に基づいて、噴射ノズル5の取付方法を説明する。

[0062] まず、第1側壁25を貫通するように形成された挿通孔252に、噴射ノズル5の吐出口51が形成された第1筒状部52の先端を挿通する。

[0063] 噴射ノズル5は、図6に示されるように、吐出口側締結部63を含む。第1筒状部52は、吐出口51の中心軸CAに沿って延在しており、延在方向における一端に吐出口51が形成されている。吐出口側締結部63は、第1筒状部52の外周から吐出口51の中心軸CAに直交する方向に沿って突出して設けられている。吐出口側締結部63は、第1筒状部52の、第2筒状部54との接続部や合流部60よりも洗浄液の流れ方向における下流側の外周に設けられている。

[0064] 吸収塔2は、図6に示されるように、筒状突出部29と、噴射ノズル用締結部30と、をさらに含む。筒状突出部29は、図6に示されるように、吐出口51の中心軸CAの水平面からの傾斜角度を θ とした際に、水平面から傾斜角度 θ だけ傾斜した方向に沿って、第1側壁25の挿通孔252の周縁部から外側に突出して設けられている。噴射ノズル用締結部30は、筒状突出部29の先端から筒状突出部29の延在する方向に直交する方向に沿って突出して設けられている。

[0065] 次に、第1側壁25に噴射ノズル5を固定する。噴射ノズル5の吐出口側締結部63は、吸収塔2の噴射ノズル用締結部30に締結装置66（66A）により固定される。図示される実施形態では、締結装置66A（第3締結装置）は、ボルト67（67A）と、ナット68（68A）と、を含む。

[0066] ボルト67（67A）は、少なくとも外周面の一部にねじ部が形成された軸部671と、軸部671の基端部において軸部671よりも大径に形成された頭部672と、を備える。吐出口側締結部63と噴射ノズル用締結部30には、筒状突出部29の延在する方向に沿ってボルト67Aの軸部671

が挿通可能な貫通孔 631、301 が形成されている。ボルト 67A は、筒状突出部 29 の延在する方向における一方側から、吐出口側締結部 63 および噴射ノズル用締結部 30 に形成された貫通孔 631、301 に軸部 671 が挿通され、筒状突出部 29 の延在する方向における他方側に挿通した軸部 671 の先端が、ナット 68A に螺合することで、第 1 側壁 25 に噴射ノズル 5 を固定する。

[0067] 第 1 側壁 25 に噴射ノズル 5 を固定した後に、噴射ノズル 5 に気体導入ライン 42 を接続する。図示される実施形態では、噴射ノズル 5 は、図 6 に示されるように、第 2 筒状部 54 の、第 2 気体導入口 59 が形成された端部の外周から突出して設けられる気体導入側締結部 64 をさらに含む。気体導入ライン 42 は、第 2 筒状部 54 の延在する方向に沿って延在する気体導入管 47 を含む。気体導入管 47 は、第 2 気体導入口 59 に連通する開口が形成された端部の外周から突出して設けられる気体下流側締結部 48 を備える。気体導入管 47 の気体下流側締結部 48 は、噴射ノズル 5 の気体導入側締結部 64 に締結装置 66 (66B) により固定される。

[0068] 図示される実施形態では、締結装置 66B (第 2 締結装置) は、ボルト 67A と同様の構成を備えるボルト 67B と、ナット 68A と同様の構成を備えるナット 68B と、を含む。ボルト 67B は、気体導入側締結部 64 および気体下流側締結部 48 に形成された貫通孔 641、481 に挿通された軸部 671 の先端にナット 68B が螺合することで、噴射ノズル 5 の第 2 筒状部 54 に気体導入管 47 を固定する。

[0069] 第 1 側壁 25 に噴射ノズル 5 を固定した後に、噴射ノズル 5 に洗浄液導入ライン 41 を接続する。洗浄液導入ライン 41 と噴射ノズル 5 との接続は、気体導入ライン 42 と噴射ノズル 5 との接続と同時に行ってもよいし、気体導入ライン 42 と噴射ノズル 5 との接続よりも前や後に行ってもよい。

[0070] 噴射ノズル 5 は、図 6 に示されるように、第 1 筒状部 52 の、洗浄液導入口 56 が形成された端部の外周から突出して設けられる洗浄液導入側締結部 65 をさらに含む。洗浄液導入ライン 41 は、第 1 筒状部 52 の延在する方

向に沿って延在する洗浄液導入管45を含む。洗浄液導入管45は、図6に示されるように、洗浄液導入口56との間に絞り部53を挟んで連通する開口451が形成された端部の外周から突出して設けられる洗浄液下流側締結部46を備える。図6に示されるように、洗浄液導入管45の洗浄液下流側締結部46は、噴射ノズル5の洗浄液導入側締結部65に締結装置66C（第1締結装置）により固定される。

[0071] 図示される実施形態では、締結装置66Cは、ボルト67Aと同様の構成を備えるボルト67Cと、ナット68Aと同様の構成を備えるナット68Cと、を含む。ボルト67Cは、洗浄液導入側締結部65および洗浄液下流側締結部46に形成された貫通孔651、461に挿通された軸部671の先端にナット68Cが螺合することで、第1筒状部52と洗浄液導入管45との間に絞り部53を挟んだ状態で、噴射ノズル5の第1筒状部52に洗浄液導入管45を固定する。

[0072] 上述したように、吐出口51の内径D1に対する絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さの比($L/D1$)が小さいと、その分だけ微細化効果を高めることができる。しかし、絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さLが短いと、上述した洗浄液導入側締結部65と上述した気体導入側締結部64とが干渉する虞がある。図示される実施形態では、洗浄液導入側締結部65は、中心軸CAに直交する方向に沿って延在し、気体導入側締結部64は、中心軸CA2（中心軸CAに直交）に直交する方向に沿って延在している。つまり、洗浄液導入側締結部65は、気体導入側締結部64の延在する方向に直交する方向に沿って延在するため、洗浄液導入側締結部65と気体導入側締結部64の干渉が生じ易い。

[0073] 幾つかの実施形態では、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）は、上述した第2筒状部54と、上述した洗浄液導入側締結部65と、上述した気体導入側締結部64と、をさらに備える。上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）は、吐出口51の内径をD1、絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さをLとした際に、 $0.8 < L/D1 < 1.3$ の条件を

満たす。

[0074] 上記の構成によれば、吐出口51の内径を D_1 、絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さを L とした際に、 $0.8 < L/D_1 < 1.3$ の条件を満たす。第1に、吐出口51の内径 D_1 に対する絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さ L の比が $0.8 < L/D_1$ の条件を満たすので、上述した洗浄液導入側締結部65と上述した気体導入側締結部64とが干渉することを防止することができる。

[0075] 第2に、吐出口51の内径 D_1 に対する絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さ L の比が $L/D_1 < 1.3$ の条件を満たす。ここで、絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さ L が大きいと、その分だけ絞り部53により生じた縮流が回復するため、気体G（気泡）の微細化効果が減衰する傾向にある。上記の構成によれば、 $L/D_1 < 1.3$ の条件を満たすため、気体G（気泡）の微細化効果の減衰が少なく、上記微細化効果を発揮させることができる。

[0076] なお、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）が $0.8 < L/D_1 < 1.3$ の条件を満たす本発明は、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）が $0.5 < D_2/D_1 < 0.8$ の条件を満たす発明と同時に実施可能であり、また、上記発明とは別に独立して実施可能である。

[0077] 幾つかの実施形態では、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）は、 $0.9 < L/D_1$ の条件をさらに満たす。この場合には、吐出口51の内径 D_1 に対する絞り部53から気体導入口57の中心軸CA2までの長さ L の比が $0.9 < L/D_1$ の条件を満たすので、上述した洗浄液導入側締結部65と上述した気体導入側締結部64とが干渉することをより確実に防止することができる。また、洗浄液導入側締結部65と気体導入側締結部64との間の間隔を大きくできるので、洗浄液導入側締結部65や気体導入側締結部64に配管などの他の部品を締結する締結作業を容易に行うことができる。

[0078] 幾つかの実施形態では、上述した吐出口51の内径 D_1 は、150mm以上270mm以下である。また、上述した $0.5 < D_2/D_1 < 0.8$ の条

件を満たす。この場合には、本発明者らは、混合流体MFによる酸化反応の効率EOが良好であることを確認した。上記の構成によれば、液だまり部21Bにおける混合流体MFによる酸化が不十分となることをより確実に防止することができる。

[0079] 幾つかの実施形態では、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）は、吸収塔2の液だまり部21Bの少なくとも一部を画定する側壁（第1側壁25など）に固定するための上述した吐出口側締結部63を備える。吐出口側締結部63は、吐出口51の中心軸CAに沿って延在する第1筒状部52の、第2筒状部54との接続部や合流部60よりも洗浄液の流れ方向における下流側の外周に設けられている。吐出口側締結部63は、第1筒状部52の上記外周から吐出口51の中心軸CAに直交する方向に沿って突出して設けられている。この場合には、噴射ノズル5（気液混合装置4）は、第1筒状部52の合流部60よりも洗浄液の流れ方向における下流側の外周から吐出口51の中心軸CAに直交する方向に沿って突出して設けられる吐出口側締結部63を備える。噴射ノズル5（気液混合装置4）は、吐出口側締結部63を上記側壁に固定することで、側壁に対する第1筒状部52の位置を固定することができる。

[0080] 幾つかの実施形態にかかる排ガス脱硫装置1は、上述した吸収塔2と、上述した気液混合装置4と、を備える。上記の構成によれば、吸収塔2は、内部に導入される排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成され、且つ、洗浄液を貯留するための液だまり部21Bを内部に画定している。気液混合装置4は、第1筒状部52の吐出口51から吸収塔2の液だまり部21Bに吐出される混合流体MFにより、吸収塔2の液だまり部21Bに貯留される洗浄液に対して十分な酸化反応を生じさせることができる。

[0081] 幾つかの実施形態では、上述した噴射ノズル5（気液混合装置4）は、上述した第1筒状部52と、上述した吐出口側締結部63と、を含む。そして、上述した吸収塔2は、上述した筒状突出部29と、上述した噴射ノズル用締結部30と、を含む。

[0082] 上記の構成によれば、吸収塔２の側壁（第１側壁２５など）に形成された挿通孔２５２に第１筒状部５２の吐出口５１を含む先端を挿通した状態で、噴射ノズル５（気液混合装置４）の吐出口側締結部６３が吸収塔２の噴射ノズル用締結部３０に締結装置６６Ａ（第３締結装置）により固定される。ここで、第１筒状部５２は、吐出口５１の中心軸ＣＡに沿って延在している。吸収塔２の筒状突出部２９は、吐出口５１の中心軸ＣＡの水平面からの傾斜角度 θ と同じ角度だけ水平面から傾斜した方向に沿って延在している。つまり、吸収塔２の筒状突出部２９は、第１筒状部５２が設置された際の吐出口５１の中心軸ＣＡと同じ方向に沿って延在する。第１筒状部５２は、第１筒状部５２の延在する方向に直交する方向に沿って延在する吐出口側締結部６３と、筒状突出部２９の延在する方向に直交する方向に沿って延在する噴射ノズル用締結部３０と、を締結装置６６Ａにより固定することで、吐出口５１の中心軸ＣＡの水平面からの傾斜角度 θ をそのまま設置角度とすることができる。よって、上記の構成によれば、第１筒状部５２の設置角度の調整作業をなくし、第１筒状部５２の取付け作業を容易にすることができる。

[0083] 本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0084] 例えば、上述した幾つかの実施形態では、排ガス排出部２４は、第１方向において、吸収塔本体部２２を挟んで排ガス導入部２３とは反対側に設けられていたが、排ガス導入部２３と同じ側に設けられていてもよい。また、排ガス排出部２４は、上面視において第１方向に直交する第２方向において、吸収塔本体部２２に隣接するように設けられていてもよい。

符号の説明

[0085]	１	排ガス脱硫装置
	２	吸収塔
	２１	内部空間
	２１１	底面
	２１Ａ	気液接触部

2 1 B	液だまり部
2 1 C	下方側内部空間
2 1 D	上方側内部空間
2 2	吸収塔本体部
2 3	排ガス導入部
2 4	排ガス排出部
2 5	第 1 側壁
2 5 1	排ガス導入口
2 5 2	挿通孔
2 6	第 2 側壁
2 6 1	排ガス排出口
2 6 2	洗浄液抜出口
2 7	ミストエリミネータ
2 8	散布装置
2 8 1	散水管
2 8 2	散水ノズル
2 9	筒状突出部
3 0	噴射ノズル用締結部
3 0 1	貫通孔
4	気液混合装置
4 1	洗浄液導入ライン
4 2	気体導入ライン
4 4	分岐部
4 5	洗浄液導入管
4 5 1	開口
4 6	洗浄液下流側締結部
4 6 1	貫通孔
4 7	気体導入管

4 8	気体下流側締結部
4 8 1	貫通孔
5	噴射ノズル
5 1	吐出口
5 2	第 1 筒状部
5 3	絞り部
5 4	第 2 筒状部
5 5	第 1 流路
5 6	洗浄液導入口
5 7	気体導入口
5 8	第 2 流路
5 9	第 2 気体導入口
6 0	合流部
6 1	縮流形成口
6 2	負圧領域
6 3	吐出口側締結部
6 3 1	貫通孔
6 4	気体導入側締結部
6 4 1	貫通孔
6 5	洗浄液導入側締結部
6 5 1	貫通孔
6 6, 6 6 A ~ 6 6 C	締結装置
6 7 1	軸部
6 7 2	頭部
6 7、6 7 A ~ 6 7 C	ボルト
6 8、6 8 A ~ 6 8 C	ナット
7	洗浄液循環ライン
7 1	配管

7 2	洗浄液循環ポンプ
7 3	分岐部
8	洗浄液供給ライン
8 1	洗浄液貯留タンク
8 2	配管
9	洗浄液排出ライン
9 1	装置
C A	吐出口の中心軸
C A 2	気体導入口の中心軸
D 1	吐出口の内径
D 2	気体導入口の内径
E O	酸化反応の効率
G	気体
L	絞り部から気体導入口の中心軸までの長さ
M F	混合流体
O A	混合流体における気体の割合

請求の範囲

[請求項1]

燃焼装置から排出される排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成される吸収塔における前記洗浄液を貯留するための液だまり部に、酸素を含む気体および前記洗浄液を噴射するように構成される気液混合装置であって、

第1流路を内部に画定するとともに、前記洗浄液を前記第1流路に導入するための洗浄液導入口、前記洗浄液導入口から導入されて前記第1流路を流れる前記洗浄液の流れ方向に対して直交する方向に沿って前記気体を前記第1流路に導入するための気体導入口、および、前記洗浄液導入口から導入された前記洗浄液と前記気体導入口から導入された前記気体との混合流体を吐出する吐出口、が形成された第1筒状部と、

前記洗浄液導入口から導入された前記洗浄液と前記気体導入口から導入された前記気体とが合流する合流部よりも前記洗浄液の流れ方向における上流側に設けられる絞り部と、

を備え、

前記吐出口の内径を D_1 、前記気体導入口の内径を D_2 とした際に、

$0.5 < D_2 / D_1 < 0.8$ の条件を満たす

気液混合装置。

[請求項2]

前記気液混合装置は、

前記気体導入口に連通する第2流路を内部に画定するとともに、前記気体導入口における前記気体の導入方向に沿って延在し、前記気体を前記第2流路に導入するための第2気体導入口が形成された第2筒状部と、

前記洗浄液を前記洗浄液導入口から前記第1流路に送るための洗浄液導入ライン、および前記第1筒状部を第1締結装置により固定するために、前記第1筒状部の前記合流部よりも前記洗浄液の流れ方向に

おける上流側の外周から突出して設けられる洗浄液導入側締結部と、

前記気体を前記第2気体導入口から前記第2流路に送るための気体導入ライン、および前記第2筒状部を第2締結装置により固定するために、前記第2筒状部の外周から突出して設けられる気体導入側締結部と、をさらに備え、

前記絞り部から前記気体導入口の中心軸までの長さを L とした際に、

$0.8 < L/D1 < 1.3$ の条件を満たす

請求項1に記載の気液混合装置。

[請求項3] $0.9 < L/D1$ の条件をさらに満たす

請求項2に記載の気液混合装置。

[請求項4] 前記吐出口の内径 $D1$ は、150mm以上270mm以下である

請求項1乃至3の何れか1項に記載の気液混合装置。

[請求項5] 前記第1筒状部は、前記吐出口の中心軸に沿って延在し、

前記気液混合装置は、前記吸収塔の前記液だまり部の少なくとも一部を画定する側壁に固定するための吐出口側締結部であって、前記第1筒状部の前記合流部よりも前記洗浄液の流れ方向における下流側の外周から前記吐出口の前記中心軸に直交する方向に沿って突出して設けられる吐出口側締結部をさらに備える

請求項1乃至4の何れか1項に記載の気液混合装置。

[請求項6] 燃焼装置から排出される排ガスを脱硫するための排ガス脱硫装置であって、

内部に導入される前記排ガスに洗浄液を気液接触させるように構成される吸収塔であって、前記洗浄液を貯留するための液だまり部を内部に画定する吸収塔と、

請求項1乃至4の何れか1項に記載の気液混合装置と、を備える排ガス脱硫装置。

[請求項7] 前記第1筒状部は、前記吐出口の中心軸に沿って延在し、

前記気液混合装置は、前記第 1 筒状部の前記合流部よりも前記洗浄液の流れ方向における下流側の外周から前記吐出口の前記中心軸に直交する方向に沿って突出して設けられる吐出口側締結部をさらに備え、

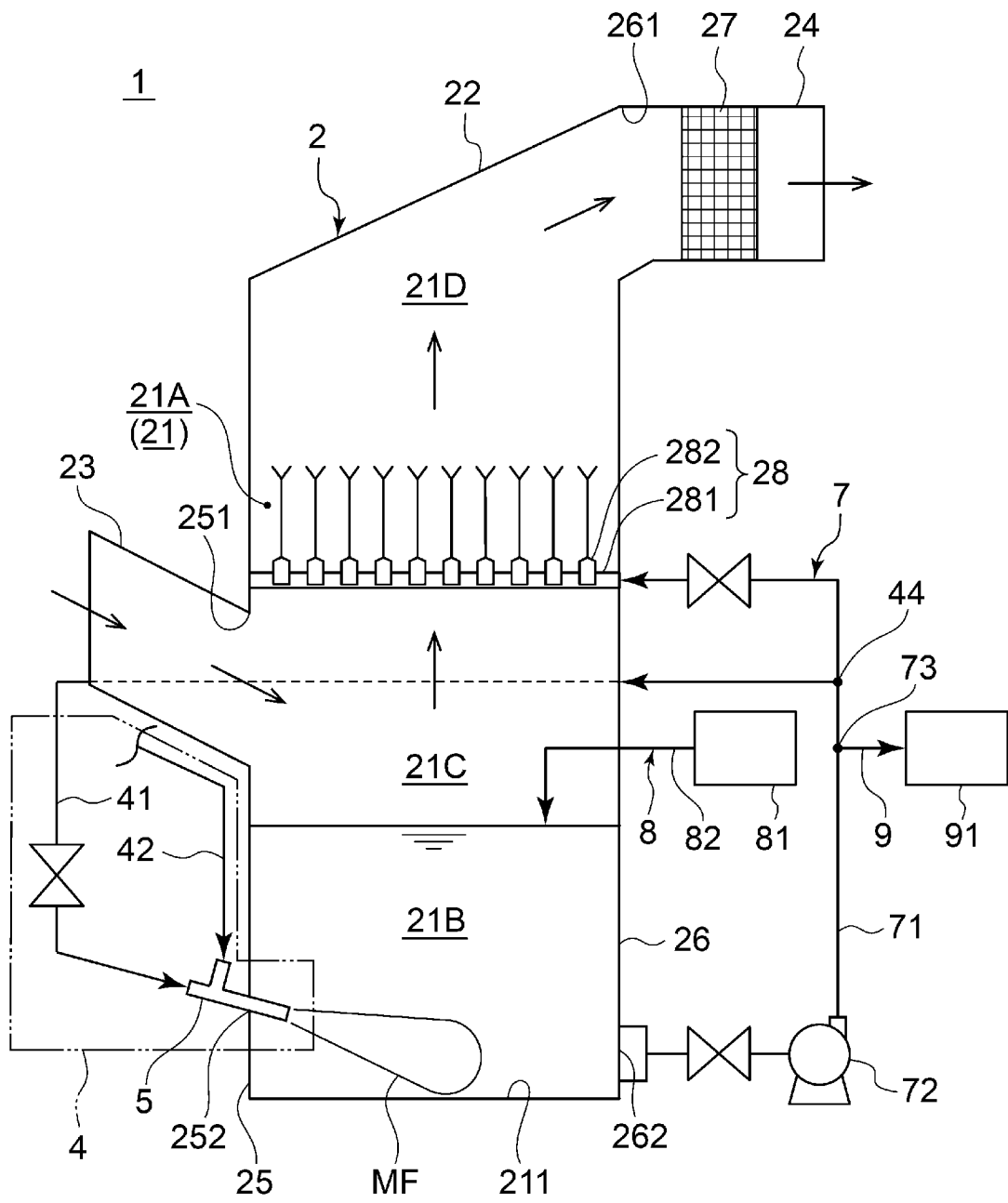
前記吸収塔は、

前記液だまり部の少なくとも一部を画定する側壁であって、前記第 1 筒状部の前記吐出口を含む先端が挿通される挿通孔が形成された側壁と、

前記吐出口の前記中心軸の水平面からの傾斜角度を θ とした際に、水平面から前記傾斜角度 θ だけ傾斜した方向に沿って、前記側壁の前記挿通孔の周縁部から前記側壁の外側に突出して設けられる筒状突出部と、

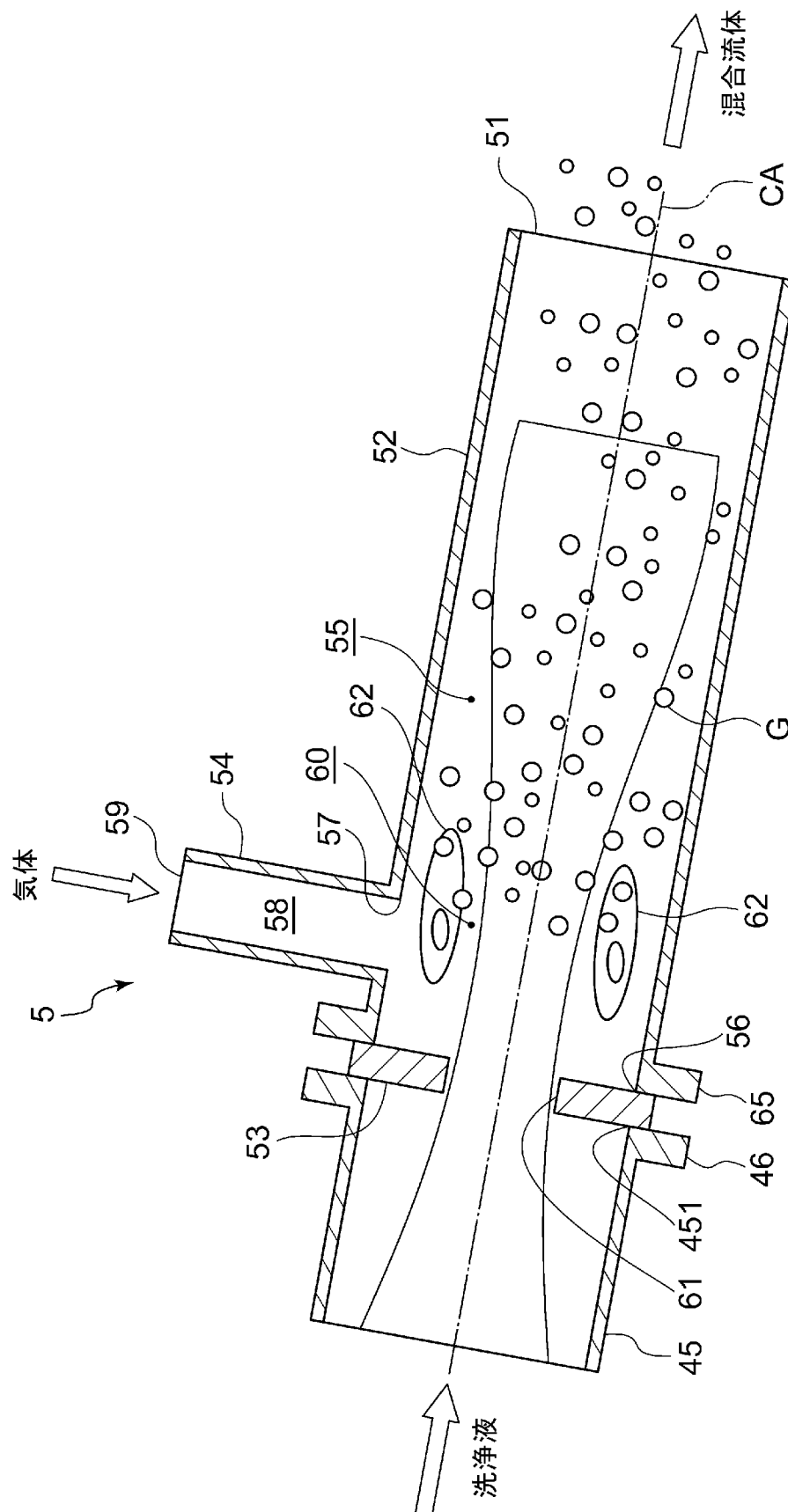
前記筒状突出部の先端から前記筒状突出部の延在する方向に直交する方向に沿って突出して設けられる噴射ノズル用締結部であって、前記吐出口側締結部が第 3 締結装置により固定されるように構成される噴射ノズル用締結部と、をさらに含む
請求項 6 に記載の排ガス脱硫装置。

[図1]

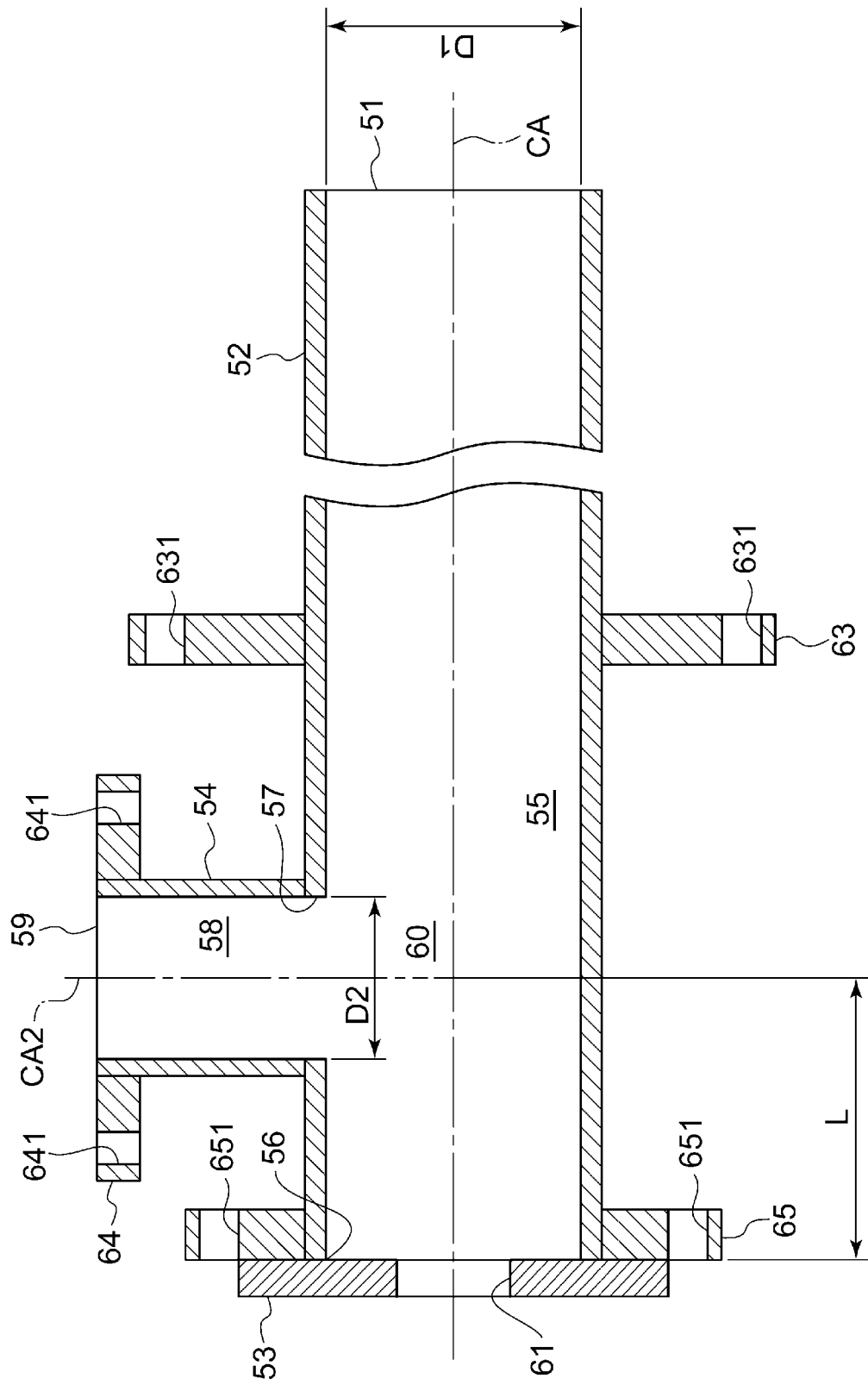


一方側 ← 第1方向 → 他方側

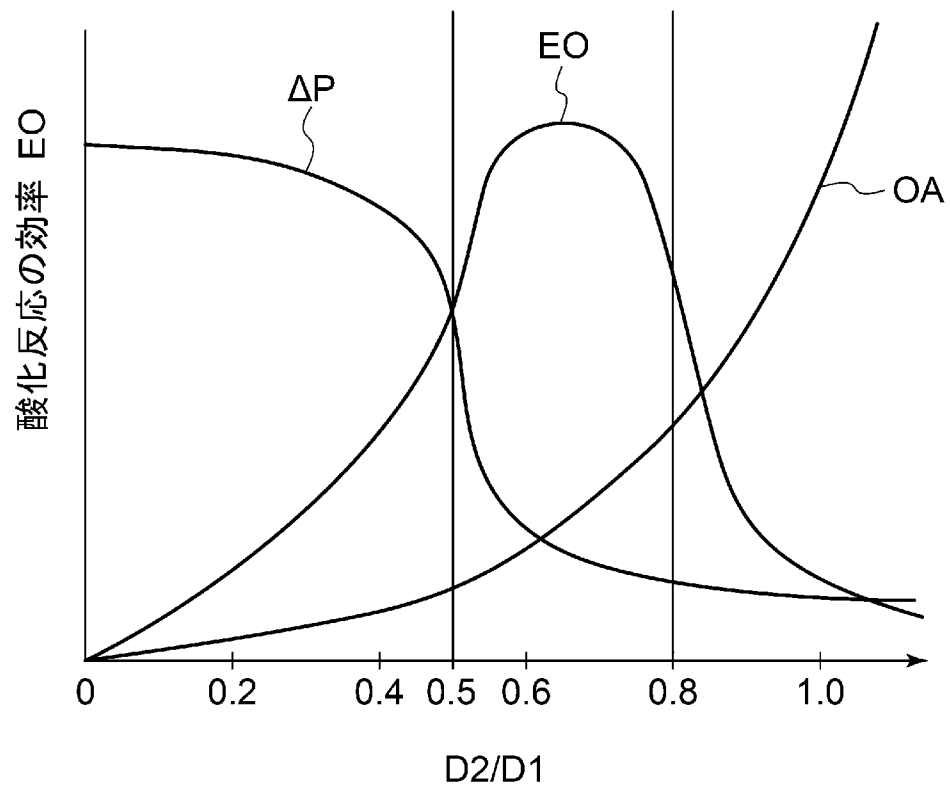
[図2]



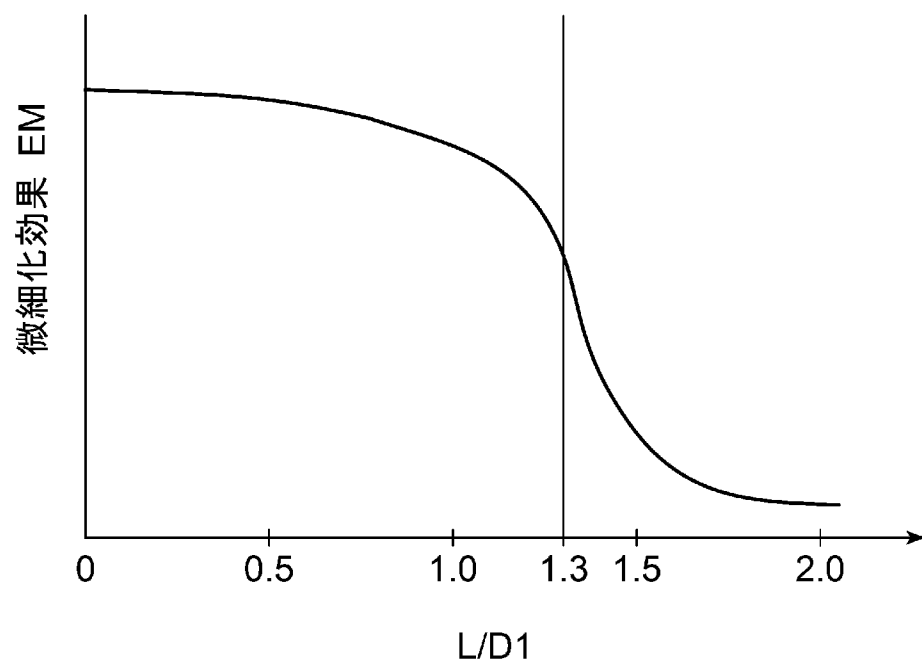
[図3]

5

[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/020490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B01D53/50 (2006.01) i, B01D53/78 (2006.01) i, B01F3/04 (2006.01) i, B01F5/04 (2006.01) i, B05B7/04 (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)

Int. Cl. B01D53/50, B01D53/78, B01F3/04, B01F5/04, B05B7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2002-210326 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 30 July 2002, claims, paragraph [0037], fig. 1-3 & US 2003/0012706 A1, claims, paragraphs [0056], [0057], fig. 5-7 & WO 2002/040137 A1 & EP 1243308 A1	1-7
A	WO 00/009243 A1 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 24 February 2000, claims, fig. 1, 5-7 & US 6896851 B1, claims, fig. 1, 5-7 & EP 1029579 A1	1-7
A	JP 5046755 B2 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 10 October 2012, claims, fig. 5, 9 & JP 2009-6245 A	1-7



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
20.06.2019

Date of mailing of the international search report
02.07.2019

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2019/020490**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-5978 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 12 January 2012, claims, fig. 2 (Family: none)	1-7
A	JP 2010-420 A (UNIVERSITY KUMAMOTO) 07 January 2010, claims, examples, fig. 14 (Family: none)	1-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 43479/1988 (Laid-open No. 148729/1989) (NIPPON SHARYO, LTD.) 16 October 1989, claims, fig. 1, 2 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B01D53/50(2006.01)i, B01D53/78(2006.01)i, B01F3/04(2006.01)i, B01F5/04(2006.01)i, B05B7/04(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. B01D53/50, B01D53/78, B01F3/04, B01F5/04, B05B7/04

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2002-210326 A (三菱重工業株式会社) 2002.07.30, 特許請求の範囲、[0037]、図1-3 & US 2003/0012706 A1, 特許請求の範囲、[0056]、[0057], 図5-7 & WO 2002/040137 A1 & EP 1243308 A1	1-7
A	WO 00/009243 A1 (三菱重工業株式会社) 2000.02.24, 請求の範囲、図1, 5-7 & US 6896851 B1, 特許請求の範囲、図1, 5-7 & EP 1029579 A1	1-7

☑ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20.06.2019

国際調査報告の発送日

02.07.2019

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)

山崎 直也

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

4 Q

3 2 3 4

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	JP 5046755 B2 (三菱重工業株式会社) 2012. 10. 10, 特許請求の範囲、図 5, 9 & JP 2009-6245 A	1-7
A	JP 2012-5978 A (三菱重工業株式会社) 2012. 01. 12, 特許請求の範囲、図 2 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-420 A (国立大学法人 熊本大学) 2010. 01. 07, 特許請求の範囲、実施例、図 1 4 (ファミリーなし)	1-7
A	日本国実用新案登録出願 63-43479 号(日本国実用新案登録出願公開 1-148729 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (日本車輛製造株式会社) 1989. 10. 16, 実用新案登 録請求の範囲、第 1, 2 図 (ファミリーなし)	1-7