

(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
2018年10月18日(18.10.2018)

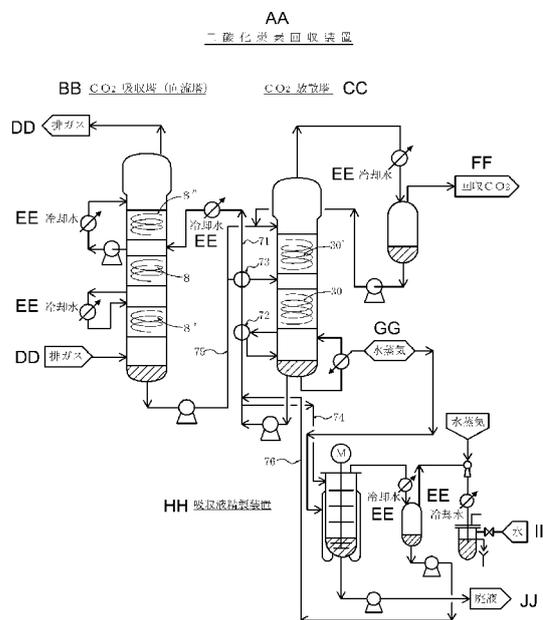


(10) 国際公開番号
WO 2018/190104 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/62 (2006.01) *B01D 53/50* (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01) *B01D 53/78* (2006.01)
B01D 53/18 (2006.01) *C01B 32/50* (2017.01)
- (72) 発明者 ; および
(71) 出願人: 鈴木 照敏(SUZUKI Terutoshi) [JP/JP];
〒4660812 愛知県名古屋市昭和区八事富士見
1 2 0 1 - 1 - 5 0 2 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 小嶋 久夫(KOJIMA Hisao); 〒2300043
神奈川県横浜市鶴見区汐入町 3 - 5 3 - 2 1
Kanagawa (JP). 鈴木 照彦(SUZUKI Teruhiko);
〒1100007 東京都台東区上野公園 1 8 - 8 株式
会社アネモス Tokyo (JP). 小嶋 真慈(KOJIMA
Shinji); 〒1100007 東京都台東区上野公園 1 8
- 8 株式会社アネモス Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小野 誠, 外 (ONO Makoto et al.);
〒1070051 東京都港区元赤坂一丁目 2 番 7
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/011902
(22) 国際出願日: 2018年3月23日(23.03.2018)
(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 2017-090662 2017年4月12日(12.04.2017) JP
(71) 出願人: 株式会社アネモス (ANEMOS
COMPANY LTD.) [JP/JP]; 〒1100007 東京都台
東区上野公園 1 8 - 8 - 8 1 1 Tokyo (JP).

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR RECOVERING CARBON DIOXIDE IN COMBUSTION EXHAUST GAS

(54) 発明の名称: 燃烧排ガス中の二酸化炭素を回収するための装置及び方法



- AA Carbon dioxide recovery device
- BB CO₂ absorption column (countercurrent flow column)
- CC CO₂ release column
- DD Exhaust gas
- EE Cooling water
- FF Recovered CO₂
- GG Water vapor
- HH Absorption solution purifying device
- II Water
- JJ Waste fluid

(57) Abstract: The present invention relates to a device and method for recovering carbon dioxide (also indicated as CO₂ below) contained in combustion exhaust gas, more specifically, a device and method for reactively absorbing CO₂ contained in combustion exhaust gas into an amine compound-containing absorption solution, a device and method that allows CO₂ contained in the amine compound-containing absorption solution to be released therefrom, a device and method for evaporation separation of impurities contained in the amine compound-containing absorption



WO 2018/190104 A1

号 赤坂Kタワー アンダーソン・毛利・友常法律事務所 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, JP, 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))

solution, a device and method for performing a pretreatment such as desulfurization, dust removal and cooling on combustion exhaust gas, and a carbon dioxide recovery device and carbon dioxide recovery method using above devices and methods.

(57) 要約: 本発明は、燃焼排ガス中に含まれる二酸化炭素(以下CO₂とも示す)を回収するための装置及び方法に関し、更に詳しくは燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させるための装置及び方法、アミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液から放散させるための装置及び方法、アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させるための装置及び方法、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却等の前処理を行うための装置及び方法、並びにこれらの装置及び方法を利用する二酸化炭素回収装置及び二酸化炭素回収方法に関するものである。

明 細 書

発明の名称：

燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収するための装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、燃焼排ガス中に含まれる二酸化炭素（以下 CO_2 とも示す）を回収するための装置及び方法に関し、更に詳しくは燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させるための装置及び方法、アミン化合物含有吸収液中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液から放散させるための装置及び方法、アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させるための装置及び方法、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却等の前処理を行うための装置及び方法、並びにこれらの装置及び方法を利用する二酸化炭素回収装置及び二酸化炭素回収方法に関するものである。

背景技術

[0002] CO_2 の排出抑制の要求に伴いボイラー等の燃焼装置から排出される燃焼ガスをアミン化合物の水溶液などと接触させ、燃焼ガス中に含まれる CO_2 を除去して回収する方法及び回収した CO_2 を貯蔵する方法が巾広く研究されている。この方法の実用化に伴って装置の大型化、吸収液の汚染による装置の閉塞、高いエネルギー原単位が問題視されてきている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] アミン化合物の水溶液からなる吸収液を用いて燃焼排ガス中に含まれる CO_2 を吸収させる工程（吸収工程）において、 CO_2 を吸収した吸収液は、次の CO_2 放散工程（「吸収液再生工程」ともいう）で CO_2 を放散させることで再生されるため、吸収工程に循環して繰り返し使用される。この吸収工程において CO_2 を効率よく吸収させ、同様に吸収液から効率よく CO_2 を放散させることが吸収液の循環量を低減させ、装置の小型化、更には本プロセス

全体の省エネルギーを実現することとして望まれている。また、循環操作で経時的に吸収液が汚染されて吸収性能が低下してきて吸収液の循環量の増加や装置の汚れが発生し必要エネルギーの増加、運転時間の減少や予備機器設置等の不利益が生じている。これを予防するために常に吸収液を精製し吸収能力を回復させ維持させていくことが必要となっている。更に、燃焼排ガスの前処理工程に於いても同様の問題の解決が必要となっている。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明者らは上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、二酸化炭素回収設備及び二酸化炭素回収方法を構成する各装置及び各方法に改善技術を導入した。

[0005] 即ち、本発明の第1の発明によれば、

燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる CO_2 吸収塔と、アミン化合物含有吸収液を冷却する第1冷却器及び該アミン化合物含有吸収液と異なる液体を冷却する第2冷却器よりなる群から選択される少なくとも一つの冷却器とを備える二酸化炭素吸収装置であって、

前記 CO_2 吸収塔が、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置され、

前記第1冷却器が、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続され、吸収液供給口が、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続され、

前記第2冷却器が、燃焼排ガスと接触させる液体をCO₂吸収塔に供給する液体供給口と、燃焼排ガスと接触した液体をCO₂吸収塔から回収する液体回収口とを備え、ここで、液体供給口及び液体回収口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔と接続されていることを特徴とする、二酸化炭素吸収装置が提供される。

[0006] 本発明の第2の発明によれば、

燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂吸収塔内において、CO₂を含んだ燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて、燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる第1工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つアミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れる第1工程と、

吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を冷却し、冷却したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にてCO₂吸収塔に供給する第2工程、及び、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔に液体を供給して燃焼排ガスと接触させ、燃焼排ガスと接触した液体を回収し、回収した液体を冷却する第3工程よりなる群から選択される少なくとも一つの工程とを含むことを特徴とする、二酸化炭素吸収方法が提供される。

[0007] 本発明の第3の発明によれば、

アミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液から

放散させるCO₂放散塔と、アミン化合物含有吸収液を加熱する第1加熱器及びアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第2加熱器よりなる群から選択される少なくとも一つの加熱器とを備えるアミン化合物含有吸収液再生装置であって、

前記CO₂放散塔が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口とCO₂排出口の間に配置され、

前記第1加熱器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口及び吸収液供給口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、

前記第2加熱器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、蒸気供給口が、前記CO₂放散塔の蒸気導入口と接続されていることを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生装置が提供される。

[0008] 本発明の第4の発明によれば、第3の発明において、

前記アミン化合物含有吸収液再生装置が、前記CO₂放散塔のCO₂排出口から蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離する気液分離装置を更に備え、

前記気液分離装置が、蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離装置に導入するCO₂導入口と、気液分離したCO₂を回収するCO₂回収口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、ここで、CO₂導入口が、前記CO₂放散塔のCO₂排出口と接続され、液体排出口が、前記CO₂放散塔の吸収液

導入口と接続されていることを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生装置が提供される。

[0009] 本発明の第5の発明によれば、第3又は第4の発明において、

前記第2加熱器の熱源が水蒸気であり、

前記アミン化合物含有吸収液再生装置が、前記第2加熱器の熱源として該第2加熱器に供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置であって、前記第2加熱器と接続されている過熱蒸気防止装置を更に備えることを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生装置が提供される。

[0010] 本発明の第6の発明によれば、

アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気を CO_2 放散塔に導入する蒸気導入口と、 CO_2 を CO_2 放散塔から排出する CO_2 排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える CO_2 放散塔内において、 CO_2 を含んだアミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液から CO_2 を放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生すると共に CO_2 を回収する第1工程であって、アミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れ且つ蒸気が蒸気導入口から CO_2 排出口に流れる第1工程と、

吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を加熱し、加熱したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔に供給する第2工程、及び、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成し、該蒸気を前記蒸気導入口から CO_2 放散塔に供給する第3工程よりなる群から選択される少なくとも一つの工程とを含むことを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生方法が提供される。

- [0011] 本発明の第7の発明によれば、第6の発明において、
前記CO₂排出口から蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離し、分離したCO₂を回収すると共に、分離した液体を前記吸収液導入口からCO₂放散塔に供給する第4工程を更に含むことを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生方法が提供される。
- [0012] 本発明の第8の発明によれば、第6又は第7の発明において、
前記第3工程においてアミン化合物含有吸収液の加熱が水蒸気との熱交換によって行われ、
前記アミン化合物含有吸収液再生方法が、前記第3工程において熱交換を行う前に該熱交換に使用される水蒸気を減温減圧する第5工程を更に含むことを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生方法が提供される。
- [0013] 本発明の第9の発明によれば、
アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットを備える蒸発槽と、該加熱用ジャケットに熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置と、該蒸発槽内を減圧する減圧装置とを備えるアミン化合物含有吸収液精製装置であって、
前記蒸発槽が、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口とを備え、
前記気液分離装置が、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、
前記減圧装置が、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続され、
前記過熱蒸気防止装置が、前記加熱用ジャケットと接続されていることを

特徴とする、アミン化合物含有吸収液精製装置が提供される。

[0014] 本発明の第10の発明によれば、

不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導入して不純物とアミン化合物含有吸収液とを蒸発分離させ、アミン化合物含有吸収液を精製する第1工程と、

前記蒸発槽の外側に配置された加熱用ジャケットに水蒸気を供給して該蒸発槽を加熱する第2工程と、

前記第2工程において加熱用ジャケットへ供給する前に水蒸気を減温減圧する第3工程と

を含むことを特徴とする、アミン化合物含有吸収液精製方法が提供される。

[0015] 本発明の第11の発明によれば、

燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔を備える燃焼排ガス前処理装置であって、

前記前処理塔が、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、

前記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、前記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されていることを特徴とする、燃焼排ガス前処理装置が提供される。

[0016] 本発明の第12の発明によれば、第11の発明において、

前記燃焼排ガス前処理装置が、脱硫液を冷却する冷却器を更に備え、

前記冷却器が、脱硫液を前処理塔から回収する脱硫液回収口と、脱硫液を前処理塔に供給する脱硫液供給口とを備え、ここで、脱硫液回収口が前記脱

硫液排出口と接続され、脱硫液供給口が前記脱硫液導入口と接続されていることを特徴とする、燃焼排ガス前処理装置が提供される。

[0017] 本発明の第13の発明によれば、第12の発明において、

前記燃焼排ガス前処理装置が、前記冷却器にて冷却した脱硫液と補充液とを混合する混合器を更に備え、

前記混合器が、補充液を混合器に導入する補充液導入口と、前記冷却した脱硫液を混合器に導入する脱硫液導入口と、混合液を混合器から排出する混合液排出口とを備え、ここで、該混合器の脱硫液導入口が、前記冷却器の脱硫液供給口と接続され、該混合器の混合液排出口が、前記前処理塔の脱硫液導入口と接続されていることを特徴とする、燃焼排ガス前処理装置が提供される。

[0018] 本発明の第14の発明によれば、

燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える前処理塔内において、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並流で接触させて、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う第1工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つ脱硫液が脱硫液導入口から脱硫液排出口に流れる第1工程を含むことを特徴とする、燃焼排ガス前処理方法が提供される。

[0019] 本発明の第15の発明によれば、第14の発明において、

脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて前処理塔から脱硫液を回収し、回収した脱硫液を冷却し、冷却した脱硫液を該脱硫液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて前処理塔に供給する第2工程を更に含むことを特徴とする、燃焼排ガス前処理方法が提供される。

[0020] 本発明の第16の発明によれば、第15の発明において、

前記第2工程において、前記冷却した脱硫液を前処理塔に供給する前に、

該冷却した脱硫液と補充液とを混合することを特徴とする、燃焼排ガス前処理方法が提供される。

[0021] 本発明の第17の発明によれば、

燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる CO_2 吸収塔であって、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置されている CO_2 吸収塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液から放散させる CO_2 放散塔であって、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気を CO_2 放散塔に導入する蒸気導入口と、 CO_2 を CO_2 放散塔から排出する CO_2 排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口と CO_2 排出口の間に配置されている CO_2 放散塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽と、

前記蒸発槽において不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置であって、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備える気液分

離装置と、

前記蒸発槽内を減圧する減圧装置であって、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続されている減圧装置と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換により前記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱する第1熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、吸収液回収口及び吸収液供給口が、前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続されている第1熱交換器と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と前記CO₂吸収塔の吸収液排出口から前記CO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第2熱交換器と

を備える二酸化炭素回収装置であって、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口が、前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器を介して前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に接続されると共に、前記蒸発槽の吸収液導入口と接続され、前記CO₂吸収塔の吸収液排出口が、前記第2熱交換器を介して前記CO₂放散塔の吸収液導入口と接続され、前記気液分離装置の液体排出口が、前記CO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されていることを特徴とする、二酸化炭素回収装置が提供される。

[0022] 本発明の第18の発明によれば、第17の発明において、

水蒸気との熱交換により前記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第3熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、吸収液回収口が、前記CO₂放散塔の吸収液導入口

から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔と接続され、蒸気供給口が、前記 CO_2 放散塔の蒸気導入口と接続されている第3熱交換器と、

前記第3熱交換器及び前記蒸発槽の加熱用ジャケットの熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置であって、前記第3熱交換器及び前記蒸発槽の加熱用ジャケットと接続されている過熱蒸気防止装置とを更に備えることを特徴とする、二酸化炭素回収装置が提供される。

[0023] 本発明の第19の発明によれば、第17又は第18の発明において、

燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔であって、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、前記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、前記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されている前処理塔を更に備え、

前記前処理塔の燃焼排ガス排出口が、前記 CO_2 吸収塔の燃焼排ガス導入口と接続されていることを特徴とする、二酸化炭素回収装置が提供される。

[0024] 本発明の第20の発明によれば、

燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える CO_2 吸収塔内において、 CO_2 を含んだ燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて、燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる第1工程であ

って、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つアミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れる第1工程と、

アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂放散塔内において、CO₂を含んだアミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液からCO₂を放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収する第2工程であって、アミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れ且つ蒸気が蒸気導入口からCO₂排出口に流れる第2工程と、

アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽内において、不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導入して不純物とアミン化合物含有吸収液とを蒸発分離させ、アミン化合物含有吸収液を精製する第3工程と、

第1工程から得られるCO₂を含んだアミン化合物含有吸収液を前記CO₂放散塔の吸収液導入口からCO₂放散塔に導入する第4工程と、

第2工程から得られるCO₂が除去されたアミン化合物含有吸収液を前記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第5工程と、

二酸化炭素回収方法において生じる不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記蒸発槽の吸収液導入口にて蒸発槽に導入する第6工程と、

第3工程から得られる不純物が除去されたアミン化合物含有吸収液を前記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第7工程と、

前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含

有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を第5工程においてCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換によって加熱し、加熱したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔に供給する第8工程と、

第4工程においてCO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と第5工程においてCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第9工程と

を含むことを特徴とする、二酸化炭素回収方法が提供される。

[0025] 本発明の第21の発明によれば、第20の発明において、

前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を水蒸気との熱交換により加熱して蒸気を生成し、該蒸気を前記CO₂放散塔の蒸気導入口からCO₂放散塔に供給する第10工程と、

前記蒸発槽の加熱用ジャケットに水蒸気を供給して前記蒸発槽を加熱する第11工程と、

前記第10工程及び第11工程において熱源として使用される水蒸気を減温減圧する第12工程と

を更に含むことを特徴とする、二酸化炭素回収方法が提供される。

[0026] 本発明の第22の発明によれば、第20又は第21の発明において、

燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備える前処理塔内において、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並流で接触させて、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う第13工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から

燃焼排ガス排出口に流れ且つ脱硫液が脱硫液導入口から脱硫液排出口に流れる第13工程と、

第13工程から得られる燃焼排ガスを前記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第14工程とを更に含むことを特徴とする、二酸化炭素回収方法が提供される。

発明の効果

[0027] 本発明の二酸化炭素吸収装置及び二酸化炭素吸収方法によれば、燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に効率よく反応吸収させ、燃焼排ガスからCO₂を除去することができる。

本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置及びアミン化合物含有吸収液再生方法によれば、省エネルギーを実現できると共に、アミン化合物含有吸収液からCO₂を効率よく放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生することができる。

本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置及びアミン化合物含有吸収液精製方法によれば、アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物を効率よく除去し、アミン化合物含有吸収液を精製し能力を回復させることができる。

本発明の燃焼排ガス前処理装置及び燃焼排ガス前処理方法によれば、燃焼排ガスに対してガス冷却、除塵及び脱硫を効率よく行うことができる。

本発明の二酸化炭素回収装置及び二酸化炭素回収方法によれば、燃焼排ガス中に含まれるCO₂を効率よく回収することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の二酸化炭素回収装置の一実施態様を利用した本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様を図式的に示したフロー図である。

[図2]本発明の二酸化炭素回収装置の一実施態様を利用した本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様を図式的に示したフロー図である。

[図3]本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明の二酸化炭素吸収装置の一実施態様を利用した本発明の二酸化炭素吸収方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図である。図3中の丸付き数字1は

、図5中の丸付き数字1から供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図3中の丸付き数字2は、図5中の丸付き数字2へ供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。

[図4]本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明の二酸化炭素吸収装置の一実施態様を利用した本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図である。図4中の丸付き数字1は、図5中の丸付き数字1から供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図4中の丸付き数字2は、図5中の丸付き数字2へ供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。

[図5]本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置の一実施態様を利用した本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図である。図5中の丸付き数字1は、図1又は図2中の丸付き数字1に供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図5中の丸付き数字2は、図1又は図2中の丸付き数字2から供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図5中の丸付き数字3は、図6中の丸付き数字3に供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図5中の丸付き数字4は、図6中の丸付き数字4から供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図5中の丸付き数字5は、図6中の丸付き数字5に供給される水蒸気の流れを示す。

[図6]本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置の一実施態様を利用した本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図である。図6中の丸付き数字3は、図5中の丸付き数字3から供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図6中の丸付き数字4は、図5中の丸付き数字4に供給されるアミン化合物含有吸収液の流れを示す。図6中の丸付き数字5は、図5中の丸付き数字5から供給される水蒸気の流れを示す。

[図7]本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明の燃焼排ガス前処理装置の一実施態様を利用した本発明の燃焼排ガス前処理方法の一実

施態様を図式的に示したフロー図である。

[図8]本発明の二酸化炭素吸収装置、二酸化炭素吸収方法、アミン化合物含有吸収液再生装置、アミン化合物含有吸収液再生方法、燃焼排ガス前処理装置、燃焼排ガス前処理方法、二酸化炭素回収装置及び二酸化炭素回収方法において使用される充填物である螺旋状多孔翼を有する静止型混合器の一例の斜視図である。

[図9]図8に示す螺旋状多孔翼を有する静止型混合器の底面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、図を参照しながら、本発明を詳細に説明する。

[0030] 本発明の二酸化炭素吸収装置は、燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる CO_2 吸収塔と、アミン化合物含有吸収液を冷却する第1冷却器及び該アミン化合物含有吸収液と異なる液体を冷却する第2冷却器よりなる群から選択される少なくとも一つの冷却器とを備える二酸化炭素吸収装置であって、

前記 CO_2 吸収塔が、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置され、

前記第1冷却器が、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続され、吸収液供給口が、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続され、

前記第2冷却器が、燃焼排ガスと接触させる液体を CO_2 吸収塔に供給する

液体供給口と、燃焼排ガスと接触した液体をCO₂吸収塔から回収する液体回収口とを備え、ここで、液体供給口及び液体回収口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔と接続されていることを特徴とする。

[0031] 本発明の二酸化炭素吸収装置において、上記CO₂吸収塔は、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置された螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を内部に備えることで、燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に効率よく反応吸収させることができる。ここで、本発明の二酸化炭素吸収装置において、CO₂吸収塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではなく、一つでもよいし、二つ以上であってもよい。

[0032] 本発明の二酸化炭素吸収装置において、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物としては、米国特許7, 510, 172号に記載されるような高機能性充填物を採用することができる。このような高機能性充填物を用いることで燃焼排ガス中に含まれるCO₂を二酸化炭素含有吸収液に効率よく反応吸収させ、燃焼排ガスからCO₂を除去することができる。

また、上記高機能性充填物を充填物として用いることで、省エネルギー、設備の小型化、安全性の向上、メンテナンス費用の低減面で大いに有効であることが証明された。この充填物は液自身が充填物を洗浄する自浄作用がありメンテナンスフリーで低差圧化、小型化が可能であるという優れた特徴を持ち数多くの実績を有している。また塔の小型化によりCO₂吸収塔とCO₂放散塔を垂直方向に一本化しコンパクトにすることも可能である。

[0033] 本明細書において「螺旋状多孔翼を有する静止型混合器」は、無動力で流体を混合することが可能な静止型の混合器であって、右捻り及び／又は左捻りの螺旋状の羽根体を有し、該羽根体が多孔体又は多孔質体である混合器である。なお、ここで説明する「螺旋状多孔翼を有する静止型混合器」は、後述する二酸化炭素吸収装置、二酸化炭素吸収方法、アミン化合物含有吸収液

再生装置、アミン化合物含有吸収液再生方法、燃焼排ガス前処理装置、燃焼排ガス前処理方法、二酸化炭素回収装置及び二酸化炭素回収方法に使用されるCO₂放散塔や前処理塔の内部に充填された充填物にも当てはまる。

[0034] 好ましい螺旋状多孔翼を有する静止型混合器としては、流体が通流する筒状の通路管と、該通路管内に右回転又は左回転の螺旋状の第1羽根体を内设し、第1羽根体の軸心部に第1内筒管を配置し、該第1内筒管内に右回転又は左回転の螺旋状の第2羽根体を内设し、該第2羽根体の軸心部に第2内筒管を配置してなる静止型混合器であって、該第1羽根体及び該第2羽根体は、多孔体または多孔質体で形成されている静止型混合器である。

螺旋状多孔翼を有する静止型混合器については、米国特許7,510,172号において詳細に説明されているものの、本明細書においても、図を参照しながら、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器の好適例について以下に説明する。図8は、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器の一例の斜視図を示し、図9は、図8に示す螺旋状多孔翼を有する静止型混合器の底面図を示す。

[0035] 図8に示される螺旋状多孔翼を有する静止型混合器は、90°右回転型（時計方向）の静止型混合器101である。静止型混合器101は筒状の通路管102と、この通路管102内に内设された複数の螺旋状の右回転型第1羽根体103を有している。この第1羽根体103は多数の穿設孔104を有する多孔体で形成されている。この第1羽根体103の内側に筒状の第1内筒管105が配置されている。この第1内筒管105は第1羽根体103の接続部に軸心方向（長手方向）における必要な長さ分だけ設けられ、それ以外のところには配置されていない。この第1内筒管105内に複数の螺旋状の右回転型第2羽根体106を有し、この羽根体106は多数の穿設孔107を有する多孔体で形成されている。この第2羽根体106の内側に筒状の第2内筒管108を配置し、開口部109を形成している。この第2内筒管108は第2羽根体106の振り応力に対して機械的強度を強くするために設置されている。この第2内筒管108は必要に応じて第2羽根体106の接続部に必要な長さ分だけ設けられ、それ以外のところには配置されてい

ない。第1羽根体103は第1内筒管105の外周面に一端部が接続され、通路管102の内周面に向かうにつれて、時計方向（右回転）に螺旋状に振られて他端部が通路管102の内周面に接続されている。

[0036] 同様に、第2羽根体106は第2内筒管108の外周面に一端部が接続され、第1内筒管105の内周面に向かうにつれて、時計方向（右回転）に螺旋状に振られて他端部が第1内筒管105の内周面に接続されている。第2内筒管108は中心部が開口されているので、第2羽根体106は第2内筒管108の軸心部に存在せず、この部分が欠落している。これにより図8および図9に示すように、第2内筒管108の軸心部に羽根体が存在しない開口部109が形成されている。

[0037] 羽根体103および106の回転角度（振り角度）は 90° に限定されることなく静止型混合器101の内径に応じて約 $5^\circ \sim 270^\circ$ の範囲が好ましく、より好ましくは約 $10^\circ \sim 180^\circ$ である。また、内筒管の配置数は開口部102の直径が最小径、たとえば50mm以下になるように静止型混合器101の内径に応じて第3、第4、第5、第n内筒管のように少なくとも1つ以上を適宜増減させて使用できる。同様に、羽根体も適宜使用できる。また、羽根体103および106の内設数は12枚および6枚に限定されることなく適宜増減させて使用できる。

[0038] 本明細書において「アミン化合物含有吸収液」は、燃焼排ガスと接触させることで、燃焼排ガス中に含まれる CO_2 を吸収することが可能な液体であり、アミン化合物の水溶液からなる。本発明で用いられるアミン化合物の水溶液としては、水溶液の状態では CO_2 を吸収しまた加熱によって再生可能であるものであれば特に限定はないが、アミン化合物の具体例として、モノエタノールアミン（MEA）、ジエタノールアミン（DEA）、トリエタノールアミン（TEA）、メチルジエタノールアミン（MDEA）、ジイソプロパノールアミン（DIPA）、メチルアミノプロピルアミン（MAPA）、ピペラジン、ジエチルエタノールアミン（DEEA）、メチルジイソプロパノールアミン（MDIPA）、ジメチルアミノプロパノール（DIMAP）、2

ーアミノー１－ブタノール（２－ＡＢ）等のアルカノールアミン類やアルコール性水酸基を持つヒンダードアミン類やジアミン類を例示することが出来る。これらのアミン化合物は単独で用いられる他、混合して用いることも可能である。アミン化合物の水溶液中における全アミン含有量は通常１０～６５重量％である。

[0039] 本明細書において「燃焼排ガス」は、石炭、重油等の炭素を含む化石資源および森林、農作物、牧草などの生物資源を燃料に用いたボイラー等の燃焼装置から排出される燃焼ガスである。

[0040] 本発明の二酸化炭素吸収装置は、アミン化合物含有吸収液を冷却する第１冷却器及び該アミン化合物含有吸収液と異なる液体を冷却する第２冷却器よりなる群から選択される少なくとも一つの冷却器を備える。

[0041] 本発明の二酸化炭素吸収装置において、第１冷却器は、反応吸収によるアミン化合物含有吸収液の発熱を除去するために好適に使用でき、冷却したアミン化合物含有吸収液を再利用することが可能である。ここで、上記 CO_2 吸収塔が複数の充填物を備える場合、第１冷却器の吸収液回収口は、 CO_2 吸収塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において少なくとも一つの充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続されていればよく、また、第１冷却器の吸収液供給口は、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において少なくとも一つの充填物の上流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続されていればよい。なお、第１冷却器が冷却する吸収液は、燃焼排ガス中に含まれる CO_2 を反応吸収させるために CO_2 吸収塔に導入されたアミン化合物含有吸収液である。

[0042] 本発明の二酸化炭素吸収装置において、第２冷却器は、燃焼排ガス中の飛沫同伴を防止するために好適に使用でき、燃焼排ガスと接触させることで温度が上昇した液体（循環液）を冷却して循環利用することが可能である。燃焼排ガス中の飛沫同伴を防止する観点から、第２冷却器の液体供給口は、 CO_2 吸収塔の燃焼排ガス排出口の近傍に設けることが好ましい。ここで、第２冷却器の液体回収口は、燃焼排ガスと循環液とを向流で接触させる場合にお

いては、CO₂吸収塔の燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において第2冷却器の液体供給口が接続した位置よりも上流側の位置にてCO₂吸収塔と接続されることが好ましく、燃焼排ガスと循環液とを並流で接触させる場合においては、該燃焼排ガスの流れ方向において第2冷却器の液体供給口が接続した位置よりも下流側の位置にてCO₂吸収塔と接続されることが好ましい。また、上記CO₂吸収塔は、第2冷却器の液体供給口が接続した位置と第2冷却器の液体回収口が接続した位置の間に、追加の充填物を備えることが好ましい。該追加の充填物は、CO₂吸収塔内の充填物の中で燃焼排ガス排出口に最も近い位置に配置されることが好ましい。該追加の充填物としては、上述の螺旋状多孔翼を有する静止型混合器を好適に使用できる。なお、第2冷却器が冷却する液体（循環液）は、アミン化合物含有吸収液である必要はなく、水等を利用できるが、燃焼排ガスと接触した液体を循環利用することから、少量のアミン化合物を含んでいる。

[0043] 本発明の二酸化炭素吸収方法は、

燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂吸収塔内において、CO₂を含んだ燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて、燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる第1工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つアミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れる第1工程と、

吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を冷却し、冷却したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にてCO₂吸収塔に供給する第2工程、及び、燃焼排ガス導

入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔に液体を供給して燃焼排ガスと接触させ、燃焼排ガスと接触した液体を回収し、回収した液体を冷却する第3工程よりなる群から選択される少なくとも一つの工程とを含むことを特徴とする。

[0044] 本発明の二酸化炭素吸収方法は、上述の本発明の二酸化炭素吸収装置を利用することで実施することができ、具体的には、第1工程は CO_2 吸収塔を利用することで、第2工程は第1冷却器を利用することで、第3工程は第2冷却器を利用することで実施することができる。

[0045] 次に、本発明の二酸化炭素吸収装置及び本発明の二酸化炭素吸収方法の実施態様について、図3及び図4を参照しながら説明する。図3及び図4は、いずれも、本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明の二酸化炭素吸収装置の一実施態様を利用した本発明の二酸化炭素吸収方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図であるが、図3は CO_2 吸収塔が向流運転の場合の詳細であり、図4は CO_2 吸収塔が並流運転の場合の詳細である。

[0046] 図3に示される二酸化炭素吸収装置は、 CO_2 吸収塔1、第1冷却器2、及び第2冷却器3を備える。

[0047] 図3に示される CO_2 吸収塔1は、燃焼排ガス導入口4と、燃焼排ガス排出口5と、吸収液導入口6と、吸収液排出口7と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である2つの充填物8、8'とを備える。ここで、充填物8、8'は、燃焼排ガス導入口4と燃焼排ガス排出口5の間で且つ吸収液導入口6と吸収液排出口7の間に配置されている。 CO_2 吸収塔1に導入された燃焼排ガスは、燃焼排ガス導入口4から燃焼排ガス排出口5に向かって流れ、 CO_2 吸収塔1に導入されたアミン化合物含有吸収液は、吸収液導入口6から吸収液排出口7に向かって流れる。図3においては、充填物8及び充填物8'にてアミン化合物含有吸収液と燃焼排ガスを向流で接触させて燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に効率よく反応吸収させることができ

る。なお、CO₂吸収塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではない。

[0048] 図3に示される第1冷却器2は、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から回収する吸収液回収口が、流路を介して、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物8の下流側の位置9にてCO₂吸収塔1と接続され、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に供給する吸収液供給口が、流路を介して、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物8'の上流側の位置10にてCO₂吸収塔1と接続されている。第1冷却器2は、熱交換器であり、冷却水との熱交換により、アミン化合物含有吸収液を冷却できる。CO₂吸収塔からアミン化合物含有吸収液を第1冷却器2で冷却する手段としては、例えば椀型液体収集器やチムニーレイ等の一般的な手法が利用できる。

[0049] 図3に示される第2冷却器3は、燃焼排ガスと接触させる液体をCO₂吸収塔に供給する液体供給口及び燃焼排ガスと接触した液体をCO₂吸収塔から回収する液体回収口が、流路を介して、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物8の下流側の位置11, 12にてCO₂吸収塔と接続されているが、CO₂吸収塔1は、位置11と位置12の間に追加の充填物8''を内部に備える。ここで、充填物8''は、CO₂吸収塔の吸収液導入口6と吸収液排出口7の間に配置された充填物ではないものの、充填物8, 8'と同様に螺旋状多孔翼を有する静止型混合器を使用できる。以下、図3に示される充填物8''、充填物8及び充填物8'を上側充填物、中間充填物及び下側充填物ともいう。第2冷却器3は、熱交換器であり、冷却水との熱交換により、少量のアミン化合物を含む水溶液等である循環液を冷却できる。CO₂吸収塔から循環液を第2冷却器3で冷却する手段としては、例えば椀型液体収集器やチムニーレイ等の一般的な手法が利用できる。

[0050] 図4に示される二酸化炭素吸収装置は、CO₂吸収塔1及び第1冷却器2を備える。

[0051] 図4に示されるCO₂吸収塔1は、燃焼排ガス導入口4と、燃焼排ガス排出口5と、吸収液導入口6と、吸収液排出口7と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である2つの充填物8, 8' とを備える。ここで、充填物8, 8' は、燃焼排ガス導入口4と燃焼排ガス排出口5の間で且つ吸収液導入口6と吸収液排出口7の間に配置されている。CO₂吸収塔1に導入された燃焼排ガスは、燃焼排ガス導入口4から燃焼排ガス排出口5に向かって流れ、CO₂吸収塔1に導入されたアミン化合物含有吸収液は、吸収液導入口6から吸収液排出口7に向かって流れる。図4においては、充填物8及び充填物8' にてアミン化合物含有吸収液と燃焼排ガスを並流で接触させて燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に効率よく反応吸収させることができる。なお、CO₂吸収塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではない。以下、図4に示される充填物8及び充填物8' を上側充填物及び下側充填物ともいう。

[0052] 図4に示される第1冷却器2は、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から回収する吸収液回収口が、流路を介して、CO₂吸収塔1の吸収液排出口7にてCO₂吸収塔1と接続され、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に供給する吸収液供給口が、流路を介して、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物8' の上流側の位置10にてCO₂吸収塔1と接続されている。第1冷却器2は、熱交換器であり、冷却水との熱交換により、アミン化合物含有吸収液を冷却できる。

[0053] 図3及び図4に示される二酸化炭素吸収装置は、圧力計P、温度計T、流量計F、液面計L及びCO₂分析計を備えており、コントロールループが形成されている。

[0054] 燃焼排ガスは、通常、前処理工程にてSO_xと粉塵を除去し及び冷却され、CO₂吸収塔に供給される。図3において、前処理工程からの燃焼排ガスは、燃焼排ガス供給流路を介してCO₂吸収塔1の下部に位置する燃焼排ガス導入口4から供給され、該吸収塔内を上昇し、充填物8', 8, 8' を順に通過する。CO₂が除去された排ガスはCO₂吸収塔1の上部に位置する燃焼排

ガス排出口5から系外に排出される。図4において、前処理工程からの燃焼排ガスは、燃焼排ガス供給流路を介してCO₂吸収塔1の上部に位置する燃焼排ガス導入口4から供給され、該吸収塔内を下降し、充填物8, 8'を順に通過する。CO₂が除去された排ガスはCO₂吸収塔1の下部に位置する燃焼排ガス排出口5から系外に排出される。

[0055] 図3及び図4において、アミン化合物含有吸収液は、循環使用されており、アミン化合物含有吸収液再生方法においてCO₂を分離し再生されたアミン化合物含有吸収液が吸収液供給流路を介してCO₂放散塔からCO₂吸収塔1に供給される。図3及び図4に記載されるように、CO₂放散塔からCO₂吸収塔1に供給する際、アミン化合物含有吸収液は、吸収液冷却器によって冷却されることが好ましい。図3においては、CO₂放散塔からのアミン化合物含有吸収液が、中間充填物8の上側に位置する吸収液導入口6からCO₂吸収塔1内に供給されることで、CO₂吸収塔1内を上昇する燃焼排ガスと中間充填物8及び下側充填物8'にて向流で接触させることができる。図4においては、CO₂放散塔からのアミン化合物含有吸収液が、上側充填物8の上側に位置する吸収液導入口6からCO₂吸収塔1内に供給されることで、CO₂吸収塔1内を下降する燃焼排ガスと上側充填物8及び下側充填物8'にて並流で接触させることができる。

[0056] また、図3に示されるCO₂吸収塔1は、CO₂放散塔からのアミン化合物含有吸収液を冷却するための吸収液冷却器とは別に、2つの冷却器を有している。上部に位置する第2冷却器3は、塔頂の排ガス中の飛沫同伴防止用に設けられており、第2冷却器3にて冷却された循環液を上側充填物8''の上側の接続位置11からCO₂吸収塔1内に供給できる。循環液は、CO₂吸収塔1内に供給された後、上側充填物8''を通過し、回収することで、循環使用されているが、CO₂吸収塔1内を上昇する燃焼排ガスと上側充填物8''にて向流で接触させることで、該燃焼排ガス中のアミン化合物の飛沫を効率よく回収することができる。また、下部に位置する第1冷却器2は、反応吸収による発熱の除去用に設けられているが、CO₂吸収塔1に供給され、

中間充填物 8 を通過したアミン化合物含有吸収液の一部を接続位置 9 から回収して、これを冷却し、下側充填物 8' の上側の接続位置 10 から供給することで、CO₂吸収塔 1 内を上昇する燃焼排ガスと下側充填物 8' にて向流で接触させることもできる。

[0057] 一方、図 4 に示される CO₂吸収塔 1 では、CO₂放散塔からのアミン化合物含有吸収液を冷却するための吸収液冷却器を除くと、冷却装置は、吸収液回収口が塔底の吸収液排出口 7 に接続している第 1 冷却器 2 だけである。CO₂吸収塔 1 の底部に溜まったアミン化合物含有吸収液は CO₂放散塔に供給されることになるが、図 4 においては、CO₂放散塔に供給するアミン化合物含有吸収液の一部をポンプ等により汲み上げ、第 1 冷却器 2 によって冷却してから、下側充填物 8' の上側の接続位置 10 から供給されている。これにより、反応吸収による発熱の除去を行いながら、CO₂吸収塔 1 内を下降する燃焼排ガスと下側充填物 8' にて並流で接触させることができる。また、図 4 に示される CO₂吸収塔 1 には、飛沫同伴防止用の冷却器を備えるものではないが、その代わりに燃焼排ガス排出口 5 には飛沫同伴防止用のミストセパレータが接続されている。なお、ミストセパレータにより分離された液体は、CO₂吸収塔 1 の底部に送られる。

[0058] CO₂吸収塔に於ける操作は反応吸収である。よって CO₂吸収塔内での気液の接触混合は並流による操作が好ましい。しかし、従来の向流操作による CO₂吸収塔の一般充填物を高機能性充填物に変更する場合、改造費を抑えるために図 3 の様に向流のまま充填物だけを交換することも可能である。

[0059] 図 3 及び図 4 に示されるように、CO₂吸収塔の底部には CO₂を吸収した CO₂吸収塔底液が溜まるので、該 CO₂吸収塔底液は吸収液供給流路を介して CO₂放散塔に供給される。

[0060] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置は、アミン化合物含有吸収液中に含まれる CO₂をアミン化合物含有吸収液から放散させる CO₂放散塔と、アミン化合物含有吸収液を加熱する第 1 加熱器及びアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第 2 加熱器よりなる群から選択される少なくとも

一つの加熱器とを備えるアミン化合物含有吸収液再生装置であって、

前記CO₂放散塔が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口とCO₂排出口の間に配置され、

前記第1加熱器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口及び吸収液供給口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、

前記第2加熱器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、蒸気供給口が、前記CO₂放散塔の蒸気導入口と接続されていることを特徴とする。

[0061] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置において、上記CO₂放散塔は、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口とCO₂排出口の間に配置された螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を内部に備えることで、アミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂を効率よく放散させ、アミン化合物含有吸収液から分離し、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収することができる。ここで、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置において、CO₂放散塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではなく、一つでもよいし、二つ以上であってもよい。

[0062] なお、充填物である螺旋状多孔翼を有する静止型混合器については上記したとおりである。CO₂放散塔内において上述した螺旋状多孔翼を有する静止

型混合器を充填物として用いることで、 CO_2 放散塔の差圧が低減でき、これにより、運転圧力が下げられ CO_2 放散塔の塔内温度が低下し CO_2 吸収液の熱分解、重合が大幅に抑制され安全性を向上できる。

[0063] アミン化合物含有吸収液についても上記したとおりであるが、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置において、 CO_2 放散塔に導かれるアミン化合物含有吸収液は、二酸化炭素吸収方法に用いて CO_2 を反応吸収したアミン化合物含有吸収液であり、例えば、本発明の二酸化炭素吸収方法に用いて CO_2 を反応吸収したアミン化合物含有吸収液である。 CO_2 放散塔に導かれたアミン化合物含有吸収液は、通常、 CO_2 放散塔内を上昇する蒸気（例えばアミン化合物と水の蒸気）によって加熱されることで、 CO_2 がアミン化合物含有吸収液から放散される。アミン化合物含有吸収液から分離した CO_2 は、 CO_2 放散塔内を上昇し、該放散塔の頂部に位置する CO_2 排出口から排出され、気液分離装置を通過して回収できる。一方、 CO_2 が除去され、再生したアミン化合物含有吸収液は、 CO_2 放散塔の底部に溜まり、これを CO_2 吸収塔へ供給することで循環使用を行うことができる。

[0064] アミン化合物含有吸収液と接触させる蒸気は、水蒸気等を利用することができるが、後述するように第2加熱器を利用することで、アミン化合物含有吸収液からアミン化合物と水の蒸気を生成し、これを利用することも可能である。

[0065] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置において、上記第1加熱器は、 CO_2 放散塔の塔底からのアミン化合物含有吸収液の熱回収を効率的に行うために好適であり、これにより CO_2 放散塔内の温度が適正化され CO_2 放散塔内で安定した CO_2 の放散作用が可能である。ここで、上記 CO_2 放散塔が複数の充填物を備える場合、第1加熱器の吸収液回収口は、 CO_2 放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において少なくとも一つの充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔と接続されていればよい。第1加熱器の吸収液供給口は、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において該吸収液回収口が接続した位置よりも下流側の位置にて CO_2 放

散塔と接続されることが好ましく、また、CO₂放散塔が複数の充填物を備える場合は、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において最も下流側に位置する充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続されることが好ましい。なお、第1加熱器が加熱する吸収液は、アミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂を放散させるためにCO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液である。

[0066] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置において、上記第2加熱器は、アミン化合物含有吸収液の一部からアミン化合物と水の蒸気を生成することができ、この蒸気を、アミン化合物含有吸収液からCO₂を放散させるための蒸気として使用することができる。ここで、上記第2加熱器の吸収液回収口は、例えば、CO₂放散塔の底部に溜まるアミン化合物含有吸収液を回収できる位置に設けることが好ましい。また、上記CO₂放散塔の蒸気導入口は、CO₂放散塔内の温度を適正化する観点から、CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において上記第1加熱器の吸収液供給口が接続した位置より下流側の位置に配置されていることが好ましい。

[0067] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置は、上記CO₂放散塔のCO₂排出口から蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離する気液分離装置を備えることが好ましい。

上記気液分離装置は、蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離装置に導入するCO₂導入口と、気液分離したCO₂を回収するCO₂回収口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、ここで、CO₂導入口が、上記CO₂放散塔のCO₂排出口と接続され、液体排出口が、上記CO₂放散塔の吸収液導入口と接続されている。気液分離装置を用いることで、純度の高いCO₂を回収できると共に、分離された水等を還流液としてCO₂放散塔内に戻すことができる。

[0068] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置は、上記第2加熱器の熱源が水蒸気である場合、第2加熱器の熱源として該第2加熱器に供給される水蒸気

を減温減圧する過熱蒸気防止装置であって、該第2加熱器と接続されている過熱蒸気防止装置を備えることが好ましい。第2加熱器に供給される水蒸気を減温減圧することで、加熱器の伝熱壁面での重合物の生成が抑制でき安全に長期運転することができる。

[0069] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法は、

アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂放散塔内において、CO₂を含んだアミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液からCO₂を放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収する第1工程であって、アミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れ且つ蒸気が蒸気導入口からCO₂排出口に流れる第1工程と、

吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を加熱し、加熱したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔に供給する第2工程、及び、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成し、該蒸気を前記蒸気導入口からCO₂放散塔に供給する第3工程よりなる群から選択される少なくとも一つの工程とを含むことを特徴とする。

[0070] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法は、上記CO₂排出口から蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離し、分離したCO₂を回収すると共に、分離した液体を上記吸収液導入口からCO₂放散塔に供給する第4工程を含むことが好ましい。

- [0071] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法は、上記第3工程においてアミン化合物含有吸収液の加熱が水蒸気との熱交換によって行われる場合、該第3工程において熱交換を行う前に該熱交換に使用される水蒸気を減温減圧する第5工程を含むことが好ましい。
- [0072] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法は、上述の本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置を利用することで実施することができ、具体的には、第1工程はCO₂放散塔を利用することで、第2工程は第1加熱器を利用することで、第3工程は第2加熱器を利用することで、第4工程は気液分離装置を利用することで、第5工程は過熱蒸気防止装置を利用することで実施することができる。
- [0073] 次に、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置及び本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の実施態様について、図5を参照しながら説明する。図5は、本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置の一実施態様を利用した本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図である。
- [0074] 図5に示されるアミン化合物含有吸収液再生装置は、CO₂放散塔21、第1加熱器22、第2加熱器23、気液分離装置24、及び過熱蒸気防止装置25を備える。
- [0075] 図5に示されるCO₂放散塔21は、2つの吸収液導入口26、26'と、吸収液排出口27と、蒸気導入口28と、CO₂排出口29と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物30、30'とを備える。ここで、充填物30は、吸収液導入口26、26'と吸収液排出口27の間で且つ蒸気導入口28とCO₂排出口29の間に配置され、充填物30'は、吸収液導入口26'と吸収液排出口27の間で且つ蒸気導入口28とCO₂排出口29の間に配置されている。CO₂放散塔21に導入されたアミン化合物含有吸収液は、吸収液導入口26、26'から吸収液排出口27に向かって流れ、CO₂放散塔21に導入された蒸気は、蒸気導入口28からCO₂排出口29に向かっ

て流れる。図5においては、充填物30及び充填物30'にてアミン化合物含有吸収液と蒸気とを向流で接触させてアミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂を効率よく放散させ、アミン化合物含有吸収液から分離し、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収することができる。なお、CO₂放散塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではない。以下、図5に示される充填物30及び充填物30'を下側充填物及び上側充填物ともいう。また、図5において、CO₂放散塔21は、複数の吸収液導入口を備えるが、本発明においてはこれに限定されず、吸収液導入口が1つであってもよい。

[0076] 図5に示される第1加熱器22は、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口が、流路を介して、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物30の下流側の位置31にてCO₂放散塔21と接続され、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口が、流路を介して、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において位置31の下流側の位置32にてCO₂放散塔21と接続されている。第1加熱器22は、熱交換器であり、CO₂放散塔21の吸収液排出口27から排出されたアミン化合物含有吸収液との熱交換により、第1加熱器内を通過するアミン化合物含有吸収液を加熱することができる。CO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液を第1加熱器22で加熱する供給する手段としては、例えば椀型液体収集器やチムニートレイ等の一般的な手法が利用できる。

[0077] 図5に示される第2加熱器23は、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口が、流路を介して、CO₂放散塔21の底部にてCO₂放散塔21と接続され、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口が、流路を介して、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において第1加熱器22の吸収液供給口が接続した位置32の下流側に配置するCO₂放散塔21の蒸気導入口28と接続されている。第2加熱器23は、熱交換器であり、水蒸気との熱交換により、アミン化合物含

有吸収液からアミン化合物と水の蒸気を生成することができる。CO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液を第2加熱器23で加熱する手段としては、例えばボイラー等の一般的な手法が利用できる。

[0078] 図5に示される気液分離装置24は、蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離装置に導入するCO₂導入口が、流路を介して、CO₂放散塔21のCO₂排出口29と接続されているが、流路の途中に冷却器が設けられており、冷却水との熱交換によって効率よく気液分離を行うことができる。また、気液分離した液体を排出する液体排出口は、流路を介して、CO₂放散塔21の吸収液導入口26'と接続されているが、気液分離装置24とCO₂放散塔21の吸収液導入口26'を接続する流路は、CO₂吸収塔の吸収液排出口とCO₂放散塔21の吸収液導入口26'を接続する流路と連結しており、この連結位置と吸収液導入口26'の間に静止型混合器33が設けられている。

[0079] 図5に示される過熱蒸気防止装置25は、流路を介して、第2加熱器23と接続されており、過熱蒸気を減温減圧して得られる飽和水蒸気を該第2加熱器23に供給することができる。また、図5に示される水蒸気供給システムは、後述するアミン化合物含有吸収液精製装置にも利用されており、過熱蒸気防止装置25は、蒸発槽の加熱用ジャケットとも接続され、過熱蒸気を減温減圧して得られる飽和水蒸気を該加熱用ジャケットに供給することができる。

[0080] 図5に示されるアミン化合物含有吸収液再生装置は、圧力計P、温度計T、流量計F、液面計L及びCO₂分析計を備えており、コントロールループが形成されている。

[0081] 図5において、二酸化炭素吸収方法に用いてCO₂を反応吸収したアミン化合物含有吸収液は、二系統でCO₂放散塔21に供給されている。第一系統では、CO₂を反応吸収したアミン化合物含有吸収液の一部が供給液AとしてCO₂放散塔21の上側充填物30'の上側に位置する吸収液導入口26'からCO₂放散塔21内に供給される。供給液Aは、加熱されることなく、CO₂吸収塔から排出されるCO₂吸収塔底液が冷えた状態のまま供給されることが

好ましい。また、供給液Aは、CO₂放散塔21の頂部に位置するCO₂排出口29から排出されるCO₂を回収する際に分離される還流液（水等）と一緒に例えば静止型混合器33を用いて混合され、CO₂放散塔21内に供給されることが好ましい。冷えた供給液AはCO₂放散塔21の還流と飛沫同伴防止の役目を持っている。第二系統では、CO₂を反応吸収したアミン化合物含有吸収液の残りが供給液BとしてCO₂放散塔21の下側充填物30の上側に位置し且つ上側充填物30'の下側に位置する吸収液導入口26からCO₂放散塔21内に供給される。ここで、供給液Bは、加熱されてから、CO₂放散塔21内に供給されるが、この際、CO₂放散塔21の底部に溜まった塔底液との熱交換により、CO₂放散塔21に供給する前の供給液Bを加熱することが好ましい。塔底液は、CO₂が除去され再生されたアミン化合物含有吸収液であることから、CO₂吸収塔へ供給することが好ましく、また、その際に、供給液Bとの熱交換により該アミン化合物含有吸収液を冷却させることが好ましい。

[0082] CO₂放散塔の塔内温度分布の特性として、CO₂放散塔内における塔底とCO₂放散塔内における充填物が設置された部分（以下、充填物層ともいう）の温度差が通常10℃以上になるが、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置の一実施態様によれば、CO₂放散塔21の塔底と充填物層の間の位置に、第1加熱器22を設置し効率的な熱回収を行なうことができる。図5において、CO₂放散塔21は複数の充填物30、30'を備えるが、この場合、最も下側にある充填物層（下側充填物層）と塔底の間の位置に第1加熱器とCO₂放散塔の接続位置31及び32を設けることが好ましい。図5において、第1加熱器22は、第1加熱器とCO₂放散塔の接続位置31が下側充填物30の下側に設置されている。CO₂放散塔21内を下降するアミン化合物含有吸収液の一部を接続位置31から回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を、CO₂吸収塔へ供給するためにCO₂放散塔21から排出された塔底液との熱交換によって、加熱器22で加熱し、次いで、接続位置32からCO₂放散塔21内に戻している。なお、第1加熱器22は、第1加熱器22がな

い場合に塔底との温度差が 10°C 以上になるアミン化合物含有吸収液（即ち塔底の温度よりも 10°C 以上低い温度のアミン化合物含有吸収液）を回収できる位置に接続位置31が設置されていることが好ましい。

[0083] 図5において、 CO_2 放散塔21の塔底液は、その一部について、第2加熱器23の吸収液回収口と接続した CO_2 放散塔21の底部から回収され、第2加熱器23において飽和水蒸気との熱交換が行われ、アミン化合物と水の蒸気を生成し、次いで、該蒸気は、蒸気導入口28から CO_2 放散塔21内に供給され、 CO_2 放散塔21内を上昇する。この蒸気を用いてアミン化合物含有吸収液中に含まれる CO_2 を放散させ、 CO_2 放散塔21内に導入されたアミン化合物含有吸収液から CO_2 を分離することができ、該アミン化合物含有吸収液を再生することが可能となる。

[0084] 図5において、アミン化合物含有吸収液から分離した CO_2 は蒸気と共に CO_2 放散塔21内を上昇し、該放散塔の頂部に位置する CO_2 排出口29から排出される。その後、気液分離を行うことで、 CO_2 を回収できると共に、分離された水等を還流液として供給液Aと混合することができる。

[0085] 図5において第2加熱器23への水蒸気を過熱蒸気防止装置25で減温減圧することにより加熱器の伝熱壁面での重合物の生成が抑制でき安全に長期運転することができる。過熱蒸気防止装置用設定温度計34にて測定される水蒸気の供給温度 $T-2$ は、 CO_2 放散塔21の塔底温度 $T-1$ よりも $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ 高く設定するのが望ましい。

[0086] 図5において、 CO_2 放散塔21の塔底液は、その一部が蒸発槽供給液として吸収液供給流路を介してアミン化合物含有吸収液精製装置に供給される。

[0087] 本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置及び本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の好ましい実施態様によれば、次の2つの効果を発揮することができる。

1. CO_2 放散塔内の温度が適正化され CO_2 放散の効果が向上する。特に、 CO_2 放散塔内における塔底と充填物層（図5では下側充填物層）との温度差を 10°C 以下にし、充填物層の温度を高くすることで、 CO_2 放散効果を高め

ることができる。

2. 低差圧の高機能性充填物の採用により、CO₂放散塔の運転圧力が低下出来、特に塔底の温度が低下し、省スチームだけでなくCO₂吸収液の熱分解が抑制されることで安全性が向上できる。例えば、上述した螺旋状多孔翼を有する静止型混合器は、一般的な充填物（ラシヒリング等）の差圧と比較して、1/2以下の差圧とすることができるため、CO₂放散塔内の塔底温度を4℃以上低下させることができるようになった。全体として第2加熱器23で使用される水蒸気流量の30%を削減可能となった。

[0088] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置は、アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットを備える蒸発槽と、該加熱用ジャケットに熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置と、該蒸発槽内を減圧する減圧装置とを備えるアミン化合物含有吸収液精製装置であって、

前記蒸発槽が、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口とを備え、

前記気液分離装置が、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、

前記減圧装置が、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続され、

前記過熱蒸気防止装置が、前記加熱用ジャケットと接続されていることを特徴とする。

[0089] 装置の長期運転によるアミン化合物含有吸収液の熱分解または重合物質（例えばアミン化合物自身の熱分解により生成する重合物質や他の不純物が重

合して生成される重合物質など)の生成または前処理工程から混入してくる汚染物質によりアミン化合物含有吸収液の反応吸収性能の低下または装置の汚れまたは閉塞を起こす問題がある。

本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置においては、二酸化炭素吸収方法やアミン化合物含有吸収液再生方法において使用され、重合物質等の不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を真空減圧下の蒸発槽に導き該アミン化合物含有吸収液を精製し能力を回復させることができると共に、装置の汚れまたは閉塞を防止することも可能である。

[0090] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置において、上記蒸発槽は、気液分離装置の吸収液導入口、気液分離装置の気体排出口及び蒸発槽の吸収液排出口を介して減圧装置と接続されており、蒸発槽内を真空減圧することが可能である。装置の長期運転等により生じる不純物や前処理工程から混入してくる不純物を含んだアミン化合物含有吸収液は、蒸発槽の吸収液導入口から真空減圧下の蒸発槽に導入され、ここで、アミン化合物含有吸収液を蒸発させることで、不純物と分離することができ、アミン化合物含有吸収液を精製することができる。

[0091] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置において、上記気液分離装置は、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液に対して気液分離を行うことで、空気等と分離し、精製されたアミン化合物含有吸収液を回収することができる。

[0092] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置において、上記蒸発槽の加熱用ジャケットには熱源として水蒸気が利用されるため、上記過熱蒸気防止装置を備えるが、二酸化炭素回収装置全体としてみれば、本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置に用いる過熱蒸気防止装置と本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置に用いる過熱蒸気防止装置とは、共通する装置であることが好ましい。

[0093] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法は、不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導入して不純物と

アミン化合物含有吸収液とを蒸発分離させ、アミン化合物含有吸収液を精製する第1工程と、前記蒸発槽の外側に配置された加熱用ジャケットに水蒸気を供給して該蒸発槽を加熱する第2工程と、前記第2工程において加熱用ジャケットへ供給する前に水蒸気を減温減圧する第3工程とを含むことを特徴とする。ここで、本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法は、上述の本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置を利用することで実施することができる。

[0094] 燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収する方法においてアミン化合物含有吸収液を循環使用している場合、アミン化合物含有吸収液中には燃焼排ガスに伴ってくる微量の SO_x や粉塵等の不純物や系内で生成する多くの種類の分解、重質分が蓄積してくる。これが塔内でフォーミングやフラッディングを発生させる要因となり運転を不安定にさせたり、また装置の運転時間の短命化と予備機器の設置、メンテナンス費用の増加の主原因になっている。また、アミン化合物含有吸収液の性能の劣化と充填物や熱交換器等の機器の汚れや閉塞の原因になっている。

本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法によれば、 CO_2 吸収塔又は CO_2 放散塔において使用されたアミン化合物含有吸収液の一部を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導き、アミン化合物や水を蒸発させることで、 CO_2 吸収塔や CO_2 放散塔等の装置の長期運転によって生じるアミン化合物含有吸収液の熱分解物や重合物質および前処理工程から混入してくる汚染物質と分離することができる。これにより、アミン化合物含有吸収液は精製され能力を回復することができる。また、従来のフィルター等による機械的な除去よりも効率的に重質分等を除去することができる。

[0095] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法において、蒸発槽に導かれるアミン化合物含有吸収液としては、例えば、二酸化炭素吸収方法に用いて CO_2 を反応吸収したアミン化合物含有吸収液やアミン化合物含有吸収液再生方法において CO_2 が除去されたアミン化合物含有吸収液であり、本発明の二酸化炭素吸収方法に用いて CO_2 を反応吸収したアミン化合物含有吸収液や本発明

のアミン化合物含有吸収液再生方法において CO_2 が除去されたアミン化合物含有吸収液が具体的に挙げられる。

[0096] 次に、本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置及び本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法の実施態様について、図6を参照しながら説明する。図6は、本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置の一実施態様を利用した本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法の一実施態様を図式的に示したコントロールフロー図である。

[0097] 図6に示されるアミン化合物含有吸収液精製装置は、蒸発槽41、過熱蒸気防止装置（図示せず）、気液分離装置42、及び減圧装置43を備える。

[0098] 図6に示される蒸発槽41は、吸収液導入口44と、吸収液排出口45と、不純物排出口46とを備え、更に該蒸発槽41の外側に配設された加熱用ジャケット47を備える。図6においては、 CO_2 放散塔の塔底液の一部が連続または間歇的に供給液Cとして吸収液供給流路を介して吸収液導入口44から蒸発槽41内に供給される。蒸発槽41において、不純物を含んだアミン化合物含有吸収液の蒸発分離が行われ、蒸発したアミン化合物含有吸収液は、吸収液排出口45から排出される。蒸発槽41は、外側に配設された加熱用ジャケット55を備えているため、蒸発槽54内の温度を制御することができる。また、蒸発槽41は、気液分離装置42を介して減圧装置43と接続されているため、蒸発槽41内を真空減圧下に維持することができる。

図6に示されるアミン化合物含有吸収液精製装置によれば、供給液Cに含有される汚染重質分等の不純物は真空減圧下に於いて低温で安全に蒸発分離できる。好ましい条件としては、圧力が5～500 Torrであり、温度が50～90℃である。

[0099] 図6に示される気液分離装置42は、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口が、流路を介して、蒸発槽41の吸収液排出口45と接続されているが、流路の途中に冷却器が設けられており、冷却器との熱交換によって効率よく気液分離を行うことがで

きる。汚染重質分等の不純物から蒸発分離されたアミン化合物や水は、蒸発槽41の上部に位置する吸収液排出口45から排出され、その後、気液分離により極微量含まれる空気を分離し、精製されたアミン化合物含有吸収液（精製液）を回収することができる。精製液は、気液分離装置の液体排出口から吸収液供給流路を介してCO₂吸収塔やCO₂放散塔内に供給できる。図6に示される精製液の吸収液供給流路は、図5に示されるCO₂吸収塔へアミン化合物含有吸収液を供給するための吸収液供給流路に接続されており、精製液は、CO₂放散塔においてCO₂が除去されたアミン化合物含有吸収液と一緒にCO₂吸収塔へ供給される。

- [0100] 図6に示される減圧装置43は、一般的な真空用の水蒸気駆動エジェクタが示されており、これを用いて蒸発槽41内を真空減圧しているが、本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置において、減圧装置はこれに限定されるものではない。
- [0101] 図6に示される蒸発槽41の底部には、詰まりの要因となっている重質分等の不純物と少量の吸収液とが溜まっているため、これらを廃液としてポンプ等を介して不純物排出口46から系外へ排出できる。これにより、アミン化合物含有吸収液の性能を回復させ維持できると共に、装置の汚れおよび閉塞を防止することができる。
- [0102] 本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置及び本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法において、蒸発槽は、一般的な蒸発槽でよいが、好ましくは真空減圧下で運転できる攪拌機付きの薄膜式の濡れ壁蒸発器が連続操作として有効である。安全操作上、加熱用ジャケットの熱源は、CO₂放散塔の加熱器に使用している減温減圧した水蒸気が好ましい。図6に示される蒸発槽41は、モータM付き攪拌機を備える蒸発槽であって、該蒸発槽41の外側に加熱用ジャケット47を備えており、図5における第2加熱器23に用いるために調製された水蒸気の一部が加熱用ジャケット47に供給されている。真空減圧を得る方法としては、図6に示される蒸気エジェクタや真空ポンプ（図示せず）又は凝縮器（図示せず）の冷却水に冷媒を使用する方法が有

効である。

[0103] 図6に示される蒸発槽41への必要供給液流量（供給液Cの流量）は燃焼排ガスの前処理工程で後述の対策を実施後にはアミン化合物含有吸収液流量、つまりCO₂吸収塔へ供給するためにCO₂放散塔の塔底から排出した塔底液流量の5%以下でよい。本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置はCO₂回収設備の安全運転上及び長期安定運転上非常に重要である。

[0104] 図6に示されるアミン化合物含有吸収液精製装置は、圧力計P、温度計T、流量計F、及び液面計Lを備えており、コントロールループが形成されている。

[0105] 本発明の燃焼排ガス前処理装置は、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔を備える燃焼排ガス前処理装置であって、

前記前処理塔が、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、

前記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、前記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されていることを特徴とする。

[0106] 本発明の燃焼排ガス前処理装置において、上記前処理塔は、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置された螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を内部に備えるが、ここで、燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されているため、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並

流で接触させて、脱硫反応、除塵及びガス冷却といった前処理を効率よく行うことができる。ここで、本発明の燃焼排ガス前処理装置において、前処理塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではなく、一つでもよいし、二つ以上であってもよい。なお、充填物である螺旋状多孔翼を有する静止型混合器については上記したとおりである。

[0107] 本発明の燃焼排ガス前処理装置は、脱硫液を冷却する冷却器を備えることが好ましい。

上記冷却器は、脱硫液を前処理塔から回収する脱硫液回収口と、脱硫液を前処理塔に供給する脱硫液供給口とを備え、ここで、脱硫液回収口が上記前処理塔の脱硫液排出口と接続され、脱硫液供給口が上記前処理塔の脱硫液導入口と接続されている。かかる冷却器を用いることで、脱硫液を循環利用することが可能となる。

[0108] 本発明の燃焼排ガス前処理装置は、上記冷却器にて冷却した脱硫液と補充液とを混合する混合器を備えることが好ましい。

上記混合器は、補充液を混合器に導入する補充液導入口と、上記冷却器にて冷却した脱硫液を混合器に導入する脱硫液導入口と、得られた混合液を混合器から排出する混合液排出口とを備え、ここで、該混合器の脱硫液導入口が、上記冷却器の脱硫液供給口と接続され、該混合器の混合液排出口が、上記前処理塔の脱硫液導入口と接続されている。前処理塔において循環利用される脱硫液は、その一部を系外に排出し処理することが必要になるが、上記混合器によって、新鮮な脱硫液（補充液）を補充することができる。

[0109] 本発明の燃焼排ガス前処理方法は、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える前処理塔内において、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並流で接触させて、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う第1工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つ脱硫液が脱硫

液導入口から脱硫液排出口に流れる第1工程を含むことを特徴とする。

[0110] 本発明の燃焼排ガス前処理方法は、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて前処理塔から脱硫液を回収し、回収した脱硫液を冷却し、冷却した脱硫液を該脱硫液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて前処理塔に供給する第2工程を含むことが好ましい。また、本発明の燃焼排ガス前処理方法は、上記第2工程において、冷却した脱硫液を前処理塔に供給する前に、該冷却した脱硫液と補充液とを混合することが好ましい。

[0111] 本発明の燃焼排ガス前処理方法は、上述の本発明の燃焼排ガス前処理装置を利用することで実施することができ、具体的には、第1工程は前処理塔を利用することで、第2工程は冷却器及び混合器を利用することで実施することができる。

[0112] 次に、本発明の燃焼排ガス前処理装置及び本発明の燃焼排ガス前処理方法の実施態様について、図7を参照しながら説明する。図7は、本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様における、本発明の燃焼排ガス前処理装置の一実施態様を利用した本発明の燃焼排ガス前処理方法の一実施態様を図式的に示したフロー図である。

[0113] 図7に示される燃焼排ガス前処理装置は、前処理塔51、冷却器52、及び混合器53を備える。

[0114] 図7に示される前処理塔51は、燃焼排ガス導入口54と、燃焼排ガス排出口55と、脱硫液導入口56と、脱硫液排出口57と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物58とを備える。ここで、充填物58は、燃焼排ガス導入口54と燃焼排ガス排出口55の間で且つ脱硫液導入口56と脱硫液排出口57の間に配置されている。また、燃焼排ガス導入口54は、脱硫液導入口56から脱硫液排出口57に向かう脱硫液の流れ方向において充填物58の上流側に配置され、脱硫液導入口56は、燃焼排ガス導入口54から燃焼排ガス排出口55に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物58の上流側に配置されている。前処理塔51に導入された燃焼排ガスは、

燃焼排ガス導入口54から燃焼排ガス排出口55に向かって流れ、前処理塔51に導入された脱硫液は、脱硫液導入口56から脱硫液排出口57に向かって流れる。図7においては、充填物58にて燃焼排ガスと脱硫液とを並流で接触させて脱硫反応、除塵及びガス冷却を効率よく行うことができる。なお、前処理塔に設置される充填物の数は特に制限されるものではない。

[0115] 図7に示される冷却器52は、脱硫液を前処理塔から回収する脱硫液回収口が、流路を介して、前処理塔51の脱硫液排出口57と接続され、脱硫液を前処理塔に供給する脱硫液供給口が、流路を介して、混合器53の脱硫液導入口と接続されている。また、図7に示される混合器53は、混合液排出口が、流路を介して、前処理塔51の脱硫液導入口56と接続されている。図7においては、脱硫剤供給流路59から供給される比較的濃度の高い脱硫液と、補給水供給流路60から供給される補給水とが、補充液導入口に到達する前に混合され、補充液が調製されている。なお、冷却器52は、熱交換器であり、水との熱交換により、循環する脱硫液を冷却することができる。また、混合器53には、一般的な静止型混合器を使用できる。

[0116] 図7に示される燃焼排ガス前処理装置において、充填物58を通過した燃焼排ガスは、燃焼排ガス排出口55から燃焼排ガス供給流路61を介してCO₂吸収塔に供給される。一方、充填物58を通過した脱硫液は、前処理塔51の底部に位置する脱硫液排出口57から循環液ポンプ62により前処理塔51の外部に排出されるが、その一部は、脱硫液回収流路を通過し、冷却器52により冷却され、次いで、補充液導入口から供給される補充液と混合器53にて混合され、混合液を調製し、その後、充填物58の上側に位置する脱硫液導入口56から脱硫液循環流路を介して前処理塔51内に供給される。また、前処理塔51の底部から外部に排出された脱硫液の残りは、脱硫液回収流路から分岐した流路を介して硫酸回収装置（図示せず）へ供給される。脱硫液には、例えばCaCO₃やNaOHの水溶液が使用されるが、使用済みのアミン化合物含有吸収液を使用してもよい。

[0117] 従来の前処理塔が一般の充填物により向流で運転されていることで、低効

率のため不純物が完全に除去できず、次工程が汚染されたり、充填物が汚れたりする等の問題があった。しかしながら、米国特許7, 510, 172号に記載されるような高機能性充填物を採用して並流運転にすることで、(1)塔の小型化、(2)脱硫反応、除塵及びガス冷却の効率の向上が達成され、循環液流量の低減(省電力)や汚れ防止が可能となる。

[0118] 図示しないが、本発明の燃焼排ガス前処理装置は、圧力計P、温度計T、流量計F、液面計L及びCO₂分析計を備え、これらからなるコントロールループを備えることができる。

[0119] 本発明の二酸化炭素回収装置は、

燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させるCO₂吸収塔であって、燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置されているCO₂吸収塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液から放散させるCO₂放散塔であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口とCO₂排出口の間に配置されているCO₂放散塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離し

た不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽と、

前記蒸発槽において不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置であって、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備える気液分離装置と、

前記蒸発槽内を減圧する減圧装置であって、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続されている減圧装置と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換により前記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱する第1熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、吸収液回収口及び吸収液供給口が、前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続されている第1熱交換器と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と前記CO₂吸収塔の吸収液排出口から前記CO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第2熱交換器と

を備える二酸化炭素回収装置であって、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口が、前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器を介して前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に接続されると共に、前記蒸発槽の吸収液導入口と接続され、前記CO₂吸収塔の吸収液排出口が、前記第2熱交換器を介して前記CO₂放散塔の吸収液導入口と接続され、前記気液分離装置の液体排出口が、前記CO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されていることを

特徴とする。

[0120] 本発明の二酸化炭素回収装置において、上記CO₂吸収塔には、上述した本発明の二酸化炭素吸収装置のCO₂吸収塔を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収装置は、本発明の二酸化炭素吸収装置を備えることが好ましい。

本発明の二酸化炭素回収装置において、上記CO₂放散塔には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置のCO₂放散塔を適用することができ、上記第1熱交換器には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置の第1加熱器を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収装置は、本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置を備えることが好ましい。

本発明の二酸化炭素回収装置において、上記蒸発槽、気液分離装置及び減圧装置には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置の蒸発槽、気液分離装置及び減圧装置を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収装置は、本発明のアミン化合物含有吸収液精製装置を備えることが好ましい。

[0121] 本発明の二酸化炭素回収装置において、第2熱交換器によれば、CO₂放散塔の吸収液排出口からCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液を冷却しながら、CO₂吸収塔の吸収液排出口からCO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液を加熱することができる。

[0122] 本発明の二酸化炭素回収装置においては、CO₂放散塔の吸収液排出口がCO₂吸収塔の吸収液導入口に接続され且つCO₂吸収塔の吸収液排出口がCO₂放散塔の吸収液導入口と接続されているため、CO₂吸収・CO₂放散工程においてアミン化合物含有吸収液を循環利用することが可能である。また、本発明の二酸化炭素回収装置においては、CO₂放散塔の吸収液排出口が蒸発槽の吸収液導入口と接続され且つ該蒸発槽と連結した気液分離装置の液体排出口がCO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されていることから、CO₂吸収・放散工程において循環利用されているアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、精製した後、回収したアミン化合物含有吸収液をCO₂吸収・放散工程に戻

すことができる。

[0123] 本発明の二酸化炭素回収装置は、水蒸気との熱交換により上記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第3熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、吸収液回収口が、上記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、蒸気供給口が、上記CO₂放散塔の蒸気導入口と接続されている第3熱交換器を備えることが好ましい。また、この場合、本発明の二酸化炭素回収装置は、上記第3熱交換器及び上記蒸発槽の加熱用ジャケットの熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置であって、上記第3熱交換器及び上記蒸発槽の加熱用ジャケットと接続されている過熱蒸気防止装置を備えることが好ましい。

[0124] 本発明の二酸化炭素回収装置において、上記第3熱交換器には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置の第2加熱器を適用することができる。また、本発明の二酸化炭素回収装置において、上記過熱蒸気防止装置は、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置と本発明のアミン化合物含有吸収液再生装置に同時に利用される共通の過熱蒸気防止装置を適用することができる。

[0125] 本発明の二酸化炭素回収装置は、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔であって、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、上記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、上記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、上記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼

排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されている前処理塔を備えることが好ましい。ここで、上記前処理塔の燃焼排ガス排出口は、上記CO₂吸収塔の燃焼排ガス導入口と接続されている。

[0126] 本発明の二酸化炭素回収装置において、上記前処理塔には、上述した本発明の燃焼排ガス前処理装置の前処理塔を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収装置は、本発明の燃焼排ガス前処理装置を備えることが好ましい。

[0127] 本発明の二酸化炭素回収方法は、

燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備えるCO₂吸収塔内において、CO₂を含んだ燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて、燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる第1工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つアミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れる第1工程と、

アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備えるCO₂放散塔内において、CO₂を含んだアミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液からCO₂を放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収する第2工程であって、アミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れ且つ蒸気が蒸気導入口からCO₂排出口に流れる第2工程と、

アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と

、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽内において、不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導入して不純物とアミン化合物含有吸収液とを蒸発分離させ、アミン化合物含有吸収液を精製する第3工程と、

第1工程から得られる CO_2 を含んだアミン化合物含有吸収液を前記 CO_2 放散塔の吸収液導入口から CO_2 放散塔に導入する第4工程と、

第2工程から得られる CO_2 が除去されたアミン化合物含有吸収液を前記 CO_2 吸収塔の吸収液導入口から CO_2 吸収塔に導入する第5工程と、

二酸化炭素回収方法において生じる不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を前記 CO_2 放散塔の吸収液排出口から前記蒸発槽の吸収液導入口にて蒸発槽に導入する第6工程と、

第3工程から得られる不純物が除去されたアミン化合物含有吸収液を前記 CO_2 吸収塔の吸収液導入口から CO_2 吸収塔に導入する第7工程と、

前記 CO_2 放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を第5工程において CO_2 吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換によって加熱し、加熱したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔に供給する第8工程と、

第4工程において CO_2 放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と第5工程において CO_2 吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第9工程と

を含むことを特徴とする。

[0128] 本発明の二酸化炭素回収方法において、上記第1工程には、上述した本発明の二酸化炭素吸収方法の第1工程を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収方法は、本発明の二酸化炭素吸収方法を含むことが好ましい。

本発明の二酸化炭素回収方法において、上記第2工程には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の第1工程を適用することができ、上記第8工程には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の第2工程を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収方法は、本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法を含むことが好ましい。

本発明の二酸化炭素回収方法において、上記第3工程には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法の第1工程を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収方法は、本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法を含むことが好ましい。

[0129] 本発明の二酸化炭素回収方法は、

上記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を水蒸気との熱交換により加熱して蒸気を生成し、該蒸気を前記CO₂放散塔の蒸気導入口からCO₂放散塔に供給する第10工程と、

上記蒸発槽の加熱用ジャケットに水蒸気を供給して前記蒸発槽を加熱する第11工程と、

上記第10工程及び第11工程において熱源として使用される水蒸気を減温減圧する第12工程とを含むことが好ましい。

[0130] 本発明の二酸化炭素回収方法において、上記第10工程には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の第3工程を適用することができ、上記第11工程には、上述した本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法の第2工程を適用することができ、上記第12工程には、本発明のアミン化合物含有吸収液再生方法の第5工程及び本発明のアミン化合物含有吸収液精製方法の第3工程を適用することができる。

[0131] 本発明の二酸化炭素回収方法は、

燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処

理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える前処理塔内において、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並流で接触させて、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う第13工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つ脱硫液が脱硫液導入口から脱硫液排出口に流れる第13工程と、

第13工程から得られる燃焼排ガスを上記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第14工程とを含むことが好ましい。

[0132] 本発明の二酸化炭素回収方法において、上記第13工程には、上述した本発明の燃焼排ガス前処理方法の第1工程を適用することができる。本発明の二酸化炭素回収方法は、本発明の燃焼排ガス前処理方法を含むことが好ましい。

[0133] 本発明の二酸化炭素回収方法は、上述の本発明の二酸化炭素回収装置を利用することで実施することができる。

[0134] 次に、本発明の二酸化炭素回収装置及び本発明の二酸化炭素回収方法の実施態様について、図1及び図2を参照しながら説明する。図1及び図2は、いずれも、本発明の二酸化炭素回収装置の一実施態様を利用した本発明の二酸化炭素回収方法の一実施態様を図式的に示したフロー図であるが、図1はCO₂吸収塔が向流運転の場合の詳細であり、図2はCO₂吸収塔が並流運転の場合の詳細である。

[0135] 図1に示される二酸化炭素回収装置は、図3に示される二酸化炭素吸収装置、図5に示されるアミン化合物含有吸収液再生装置、及び図6に示されるアミン化合物含有吸収液精製装置を備える。ここで、CO₂放散塔の吸収液排出口は、流路71によって、第1熱交換器72及び第2熱交換器73を介して、CO₂吸収塔の吸収液導入口に接続されている。また、CO₂放散塔の吸収液排出口は、流路74によって、蒸発槽の吸収液導入口と接続されている

。CO₂吸収塔の吸収液排出口は、流路75によって、第2熱交換器73を介してCO₂放散塔の吸収液導入口と接続されているが、流路75は、第2熱交換器73に到達する前に分岐しており、第2熱交換器73を介さずにCO₂放散塔の吸収液導入口と連結している流路も備える。図6に示されるアミン含有吸収液精製装置における気液分離装置の液体排出口は、流路76によって、CO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されている。なお、流路74は、蒸発槽の吸収液導入口に向かう途中まで流路71と共通する流路であり、途中から分岐して蒸発槽の吸収液導入口と連結している。流路76は、CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かう途中から流路71と共通する流路である。CO₂放散塔の吸収液排出口からCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において流路74は流路76の上流に位置している。

[0136] 図2に示される二酸化炭素回収装置は、図4に示される二酸化炭素吸収装置、図5に示されるアミン化合物含有吸収液再生装置、及び図6に示されるアミン化合物含有吸収液精製装置を備える。ここで、CO₂放散塔の吸収液排出口は、流路81によって、第1熱交換器82及び第2熱交換器83を介して、CO₂吸収塔の吸収液導入口に接続されている。また、CO₂放散塔の吸収液排出口は、流路84によって、蒸発槽の吸収液導入口と接続されている。CO₂吸収塔の吸収液排出口は、流路85によって、第2熱交換器83を介してCO₂放散塔の吸収液導入口と接続されているが、流路85は、図1と同様に、第2熱交換器83に到達する前に分岐している。図6に示されるアミン含有吸収液精製装置における気液分離装置の液体排出口は、流路86によって、CO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されている。なお、流路84は、蒸発槽の吸収液導入口に向かう途中まで流路81と共通する流路であり、途中から分岐して蒸発槽の吸収液導入口と連結している。流路86は、CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かう途中から流路81と共通する流路である。CO₂放散塔の吸収液排出口からCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において流路84は流路86の上流に位置している。

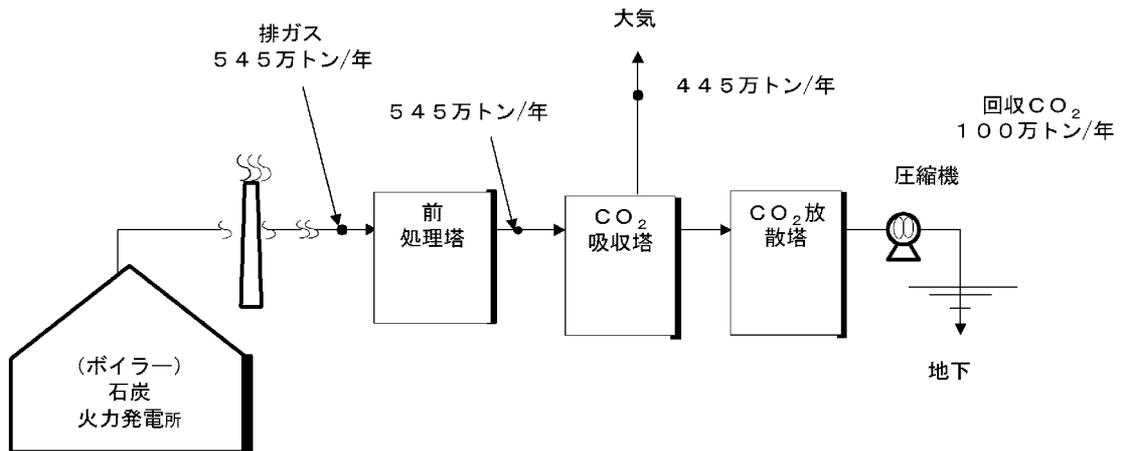
[0137] 以上、発明の実施の形態で効果を述べてきたように、本発明によれば、燃

焼排ガス中の二酸化炭素を回収する方法に使用される装置を長期に安定運転することが可能となり、メンテナンス費用の削減と省エネルギーが達成される。特に米国特許7, 510, 172号に記載されるような高機能充填物の採用により塔の小型化に大きなメリットがある。以下に年間100万トンのCO₂回収プラントを例にとって小型化を比較する。

表1に3つの塔のガス負荷を示す。当然、CO₂放散塔よりも燃焼排ガスの前処理塔とCO₂吸収塔の負荷は大きい。

表2では、従来の一般充填物（ラシヒリング等）を採用した塔を高機能性充填物（ミューカンパニー社製MU-SSPWエレメント）に変更した場合の小型化を示した。特に前処理塔とCO₂吸収塔の2塔に高機能性充填物を採用し並流運転に変更することで塔の塔径と高さを半分以下に小型化することが可能であり、設備費の大幅削減の効果があることが分かる。

[0138] [表1]



[0139]

[表2]

	前処理塔	CO ₂ 吸収塔	CO ₂ 放散塔
塔内ガス流量	4.6万 Nm ³ /時間 (6.0万 m ³ /時間 at 80°C)	4.6万 Nm ³ /時間 (5.4万 m ³ /時間 at 50°C)	5.8万 Nm ³ /時間 (8万 m ³ /時間 at 100°C)
従来 一般充填物	φ 1.5 m × 2.0 m H <向流>	φ 1.4 m × 2.0 m H <向流>	φ 7.5 m × 2.0 m H <向流>
↓			
高機能性充填物	φ 5.5 m × 1.2 m H <並流反応塔>	φ 5.2 m × 1.2 m H <並流反応塔>	φ 3.0 m × 1.0 m H <向流>
塔径縮小率	63%	63%	60%

符号の説明

[0140] 1 . . . CO₂吸収塔

2 . . . 第1冷却器

3 . . . 第2冷却器

4 . . . 燃焼排ガス導入口

5 . . . 燃焼排ガス排出口

6 . . . 吸収液導入口

7 . . . 吸収液排出口

8, 8' . . . 充填物

8' ' . . . 追加の充填物

9 . . . 第1冷却器の吸収液回収口側における第1冷却器とCO₂吸収塔の接続位置

10 . . . 第1冷却器の吸収液供給口側における第1冷却器とCO₂吸収塔の接続位置

11 . . . 第2冷却器の液体供給口側における第2冷却器とCO₂吸収塔の接続位置

12 . . . 第2冷却器の液体回収口側における第2冷却器とCO₂吸収塔の接続位置

21 . . . CO₂放散塔

- 22 . . . 第1加熱器
- 23 . . . 第2加熱器
- 24 . . . 気液分離装置
- 25 . . . 過熱蒸気防止装置
- 26, 26' . . . 吸収液導入口
- 27 . . . 吸収液排出口
- 28 . . . 蒸気導入口
- 29 . . . CO₂排出口
- 30, 30' . . . 充填物
- 31 . . . 第1加熱器の吸収液回収口側における第1加熱器とCO₂放散塔の
接続位置
- 32 . . . 第1加熱器の吸収液供給口側における第1加熱器とCO₂放散塔の
接続位置
- 33 . . . 静止型混合器
- 34 . . . 過熱蒸気防止装置用設定温度計
- 41 . . . 蒸発槽
- 42 . . . 気液分離装置
- 43 . . . 減圧装置
- 44 . . . 吸収液導入口
- 45 . . . 吸収液排出口
- 46 . . . 不純物排出口
- 47 . . . 加熱用ジャケット
- 51 . . . 前処理塔
- 52 . . . 冷却器
- 53 . . . 混合器
- 54 . . . 燃焼排ガス導入口
- 55 . . . 燃焼排ガス排出口
- 56 . . . 脱硫液導入口

- 57 . . . 脱硫液排出口
- 58 . . . 充填物
- 59 . . . 脱硫剤供給流路
- 60 . . . 補給水供給流路
- 61 . . . 燃焼排ガス供給流路
- 62 . . . 循環液ポンプ
- 71 . . . 流路
- 72 . . . 第1熱交換器
- 73 . . . 第2熱交換器
- 74 . . . 流路
- 75 . . . 流路
- 76 . . . 流路
- 81 . . . 流路
- 82 . . . 第1熱交換器
- 83 . . . 第2熱交換器
- 84 . . . 流路
- 85 . . . 流路
- 86 . . . 流路
- 101 . . . 静止型混合器
- 102 . . . 通路管
- 103 . . . 第1羽根体
- 104 . . . 穿設孔
- 105 . . . 第1内筒管
- 106 . . . 第2羽根体
- 107 . . . 穿設孔
- 108 . . . 第2内筒管
- 109 . . . 開口部
- M . . . モータ

P . . . 圧力計

T . . . 温度計

F . . . 流量計

L . . . 液面計

請求の範囲

[請求項1]

燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる CO_2 吸収塔と、アミン化合物含有吸収液を冷却する第1冷却器及び該アミン化合物含有吸収液と異なる液体を冷却する第2冷却器よりなる群から選択される少なくとも一つの冷却器とを備える二酸化炭素吸収装置であって、

前記 CO_2 吸収塔が、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置され、

前記第1冷却器が、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続され、吸収液供給口が、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続され、

前記第2冷却器が、燃焼排ガスと接触させる液体を CO_2 吸収塔に供給する液体供給口と、燃焼排ガスと接触した液体を CO_2 吸収塔から回収する液体回収口とを備え、ここで、液体供給口及び液体回収口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔と接続されていることを特徴とする、二酸化炭素吸収装置。

[請求項2]

燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物

含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える CO_2 吸収塔内において、 CO_2 を含んだ燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて、燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる第1工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つアミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れる第1工程と、

吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を冷却し、冷却したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて CO_2 吸収塔に供給する第2工程、及び、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 吸収塔に液体を供給して燃焼排ガスと接触させ、燃焼排ガスと接触した液体を回収し、回収した液体を冷却する第3工程よりなる群から選択される少なくとも一つの工程とを含むことを特徴とする、二酸化炭素吸収方法。

[請求項3]

アミン化合物含有吸収液中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液から放散させる CO_2 放散塔と、アミン化合物含有吸収液を加熱する第1加熱器及びアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第2加熱器よりなる群から選択される少なくとも一つの加熱器とを備えるアミン化合物含有吸収液再生装置であって、

前記 CO_2 放散塔が、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気を CO_2 放散塔に導入する蒸気導入口

と、 CO_2 を CO_2 放散塔から排出する CO_2 排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口と CO_2 排出口の間に配置され、

前記第1加熱器が、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口及び吸収液供給口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔と接続され、

前記第2加熱器が、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気を CO_2 放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて CO_2 放散塔と接続され、蒸気供給口が、前記 CO_2 放散塔の蒸気導入口と接続されていることを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生装置。

[請求項4] 前記アミン化合物含有吸収液再生装置が、前記 CO_2 放散塔の CO_2 排出口から蒸気と共に排出される CO_2 を気液分離する気液分離装置を更に備え、

前記気液分離装置が、蒸気と共に排出される CO_2 を気液分離装置に導入する CO_2 導入口と、気液分離した CO_2 を回収する CO_2 回収口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、ここで、 CO_2 導入口が、前記 CO_2 放散塔の CO_2 排出口と接続され、液体排出口が、前記 CO_2 放散塔の吸収液導入口と接続されていることを特徴とする、請求項3に記載のアミン化合物含有吸収液再生装置。

[請求項5] 前記第2加熱器の熱源が水蒸気であり、

前記アミン化合物含有吸収液再生装置が、前記第2加熱器の熱源として該第2加熱器に供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装

置であって、前記第2加熱器と接続されている過熱蒸気防止装置を更に備えることを特徴とする、請求項3又は4に記載のアミン化合物含有吸収液再生装置。

[請求項6]

アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂放散塔内において、CO₂を含んだアミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液からCO₂を放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収する第1工程であって、アミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れ且つ蒸気が蒸気導入口からCO₂排出口に流れる第1工程と、

吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を加熱し、加熱したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔に供給する第2工程、及び、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成し、該蒸気を前記蒸気導入口からCO₂放散塔に供給する第3工程よりなる群から選択される少なくとも一つの工程とを含むことを特徴とする、アミン化合物含有吸収液再生方法。

[請求項7]

前記CO₂排出口から蒸気と共に排出されるCO₂を気液分離し、分離したCO₂を回収すると共に、分離した液体を前記吸収液導入口からCO₂放散塔に供給する第4工程を更に含むことを特徴とする、請求項6に記載のアミン化合物含有吸収液再生方法。

[請求項8] 前記第3工程においてアミン化合物含有吸収液の加熱が水蒸気との熱交換によって行われ、

前記アミン化合物含有吸収液再生方法が、前記第3工程において熱交換を行う前に該熱交換に使用される水蒸気を減温減圧する第5工程を更に含むことを特徴とする、請求項6又は7に記載のアミン化合物含有吸収液再生方法。

[請求項9] アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットを備える蒸発槽と、該加熱用ジャケットに熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置と、該蒸発槽内を減圧する減圧装置とを備えるアミン化合物含有吸収液精製装置であって、

前記蒸発槽が、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口とを備え、

前記気液分離装置が、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、

前記減圧装置が、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続され、

前記過熱蒸気防止装置が、前記加熱用ジャケットと接続されていることを特徴とする、アミン化合物含有吸収液精製装置。

[請求項10] 不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導入して不純物とアミン化合物含有吸収液とを蒸発

分離させ、アミン化合物含有吸収液を精製する第1工程と、

前記蒸発槽の外側に配置された加熱用ジャケットに水蒸気を供給して該蒸発槽を加熱する第2工程と、

前記第2工程において加熱用ジャケットへ供給する前に水蒸気を減温減圧する第3工程と

を含むことを特徴とする、アミン化合物含有吸収液精製方法。

[請求項11]

燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔を備える燃焼排ガス前処理装置であって、

前記前処理塔が、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、

前記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、前記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されていることを特徴とする、燃焼排ガス前処理装置。

[請求項12]

前記燃焼排ガス前処理装置が、脱硫液を冷却する冷却器を更に備え、

前記冷却器が、脱硫液を前処理塔から回収する脱硫液回収口と、脱硫液を前処理塔に供給する脱硫液供給口とを備え、ここで、脱硫液回収口が前記脱硫液排出口と接続され、脱硫液供給口が前記脱硫液導入口と接続されていることを特徴とする、請求項11に記載の燃焼排ガス前処理装置。

[請求項13]

前記燃焼排ガス前処理装置が、前記冷却器にて冷却した脱硫液と補充液とを混合する混合器を更に備え、

前記混合器が、補充液を混合器に導入する補充液導入口と、前記冷却した脱硫液を混合器に導入する脱硫液導入口と、混合液を混合器から排出する混合液排出口とを備え、ここで、該混合器の脱硫液導入口が、前記冷却器の脱硫液供給口と接続され、該混合器の混合液排出口が、前記前処理塔の脱硫液導入口と接続されていることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の燃焼排ガス前処理装置。

[請求項14] 燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備える前処理塔内において、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並流で接触させて、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う第 1 工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つ脱硫液が脱硫液導入口から脱硫液排出口に流れる第 1 工程を含むことを特徴とする、燃焼排ガス前処理方法。

[請求項15] 脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の下流側の位置にて前処理塔から脱硫液を回収し、回収した脱硫液を冷却し、冷却した脱硫液を該脱硫液の流れ方向において充填物の上流側の位置にて前処理塔に供給する第 2 工程を更に含むことを特徴とする、請求項 1 4 に記載の燃焼排ガス前処理方法。

[請求項16] 前記第 2 工程において、前記冷却した脱硫液を前処理塔に供給する前に、該冷却した脱硫液と補充液とを混合することを特徴とする、請求項 1 5 に記載の燃焼排ガス前処理方法。

[請求項17] 燃焼排ガス中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる CO_2 吸収塔であって、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを CO_2 吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 吸収塔から排出す

る吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置されている CO_2 吸収塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれる CO_2 をアミン化合物含有吸収液から放散させる CO_2 放散塔であって、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液を CO_2 放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気を CO_2 放散塔に導入する蒸気導入口と、 CO_2 を CO_2 放散塔から排出する CO_2 排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口と CO_2 排出口の間に配置されている CO_2 放散塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽と、

前記蒸発槽において不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置であって、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備える気液分離装置と、

前記蒸発槽内を減圧する減圧装置であって、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続されている減圧装置と、

前記 CO_2 放散塔の吸収液排出口から前記 CO_2 吸収塔の吸収液導

入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換により前記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱する第1熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、吸収液回収口及び吸収液供給口が、前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続されている第1熱交換器と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と前記CO₂吸収塔の吸収液排出口から前記CO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第2熱交換器とを備える二酸化炭素回収装置であって、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口が、前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器を介して前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に接続されると共に、前記蒸発槽の吸収液導入口と接続され、前記CO₂吸収塔の吸収液排出口が、前記第2熱交換器を介して前記CO₂放散塔の吸収液導入口と接続され、前記気液分離装置の液体排出口が、前記CO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されていることを特徴とする、二酸化炭素回収装置。

[請求項18]

水蒸気との熱交換により前記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第3熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、吸収液回収口が、前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、蒸気供給口が、前記CO₂放散塔の蒸気導入口と接続されている第3熱交換器と、

前記第3熱交換器及び前記蒸発槽の加熱用ジャケットの熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置であって、前記第3熱交換器及び前記蒸発槽の加熱用ジャケットと接続されている過熱蒸気防止装置とを更に備えることを特徴とする、請求項17に記載の二酸化炭素回収装置。

[請求項19]

燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔であって、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、前記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、前記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されている前処理塔を更に備え、

前記前処理塔の燃焼排ガス排出口が、前記CO₂吸収塔の燃焼排ガス導入口と接続されていることを特徴とする、請求項17又は18に記載の二酸化炭素回収装置。

[請求項20]

燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂吸収塔内において、CO₂を含んだ燃焼排ガスとアミン化合物含有吸収液とを充填物にて向流または並流で接触させて、燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させる第1工程であって、燃焼

排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つアミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れる第1工程と、

アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備えるCO₂放散塔内において、CO₂を含んだアミン化合物含有吸収液と蒸気とを充填物にて向流で接触させてアミン化合物含有吸収液からCO₂を放散させ、アミン化合物含有吸収液を再生すると共にCO₂を回収する第2工程であって、アミン化合物含有吸収液が吸収液導入口から吸収液排出口に流れ且つ蒸気が蒸気導入口からCO₂排出口に流れる第2工程と、

アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽内において、不純物を含んだアミン化合物含有吸収液を連続または間歇的に真空減圧下の蒸発槽に導入して不純物とアミン化合物含有吸収液とを蒸発分離させ、アミン化合物含有吸収液を精製する第3工程と、

第1工程から得られるCO₂を含んだアミン化合物含有吸収液を前記CO₂放散塔の吸収液導入口からCO₂放散塔に導入する第4工程と、

第2工程から得られるCO₂が除去されたアミン化合物含有吸収液を前記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第5工程と、

二酸化炭素回収方法において生じる不純物を含んだアミン化合物含

有吸収液を前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記蒸発槽の吸収液導入口にて蒸発槽に導入する第6工程と、

第3工程から得られる不純物が除去されたアミン化合物含有吸収液を前記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第7工程と、

前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を第5工程においてCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換によって加熱し、加熱したアミン化合物含有吸収液を該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔に供給する第8工程と、

第4工程においてCO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と第5工程においてCO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第9工程とを含むことを特徴とする、二酸化炭素回収方法。

[請求項21]

前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔からアミン化合物含有吸収液の一部を回収し、回収したアミン化合物含有吸収液を水蒸気との熱交換により加熱して蒸気を生成し、該蒸気を前記CO₂放散塔の蒸気導入口からCO₂放散塔に供給する第10工程と、

前記蒸発槽の加熱用ジャケットに水蒸気を供給して前記蒸発槽を加熱する第11工程と、

前記第10工程及び第11工程において熱源として使用される水蒸気を減温減圧する第12工程とを更に含むことを特徴とする、請求項20に記載の二酸化炭素回収方

法。

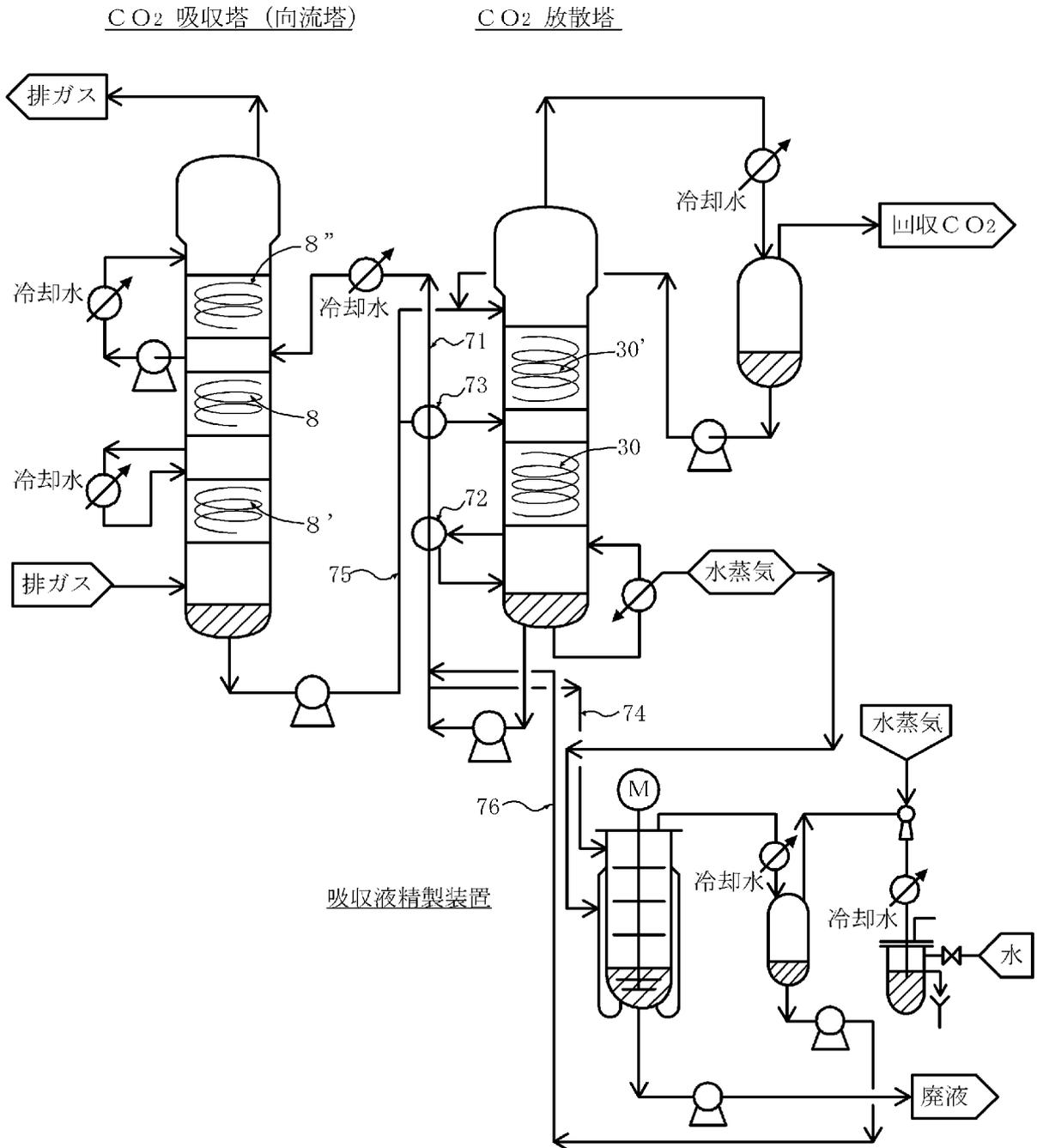
[請求項22]

燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備える前処理塔内において、燃焼排ガスと脱硫液とを充填物にて並流で接触させて、燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う第13工程であって、燃焼排ガスが燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に流れ且つ脱硫液が脱硫液導入口から脱硫液排出口に流れる第13工程と、

第13工程から得られる燃焼排ガスを前記CO₂吸収塔の吸収液導入口からCO₂吸収塔に導入する第14工程と
を更に含むことを特徴とする、請求項20又は21に記載の二酸化炭素回収方法。

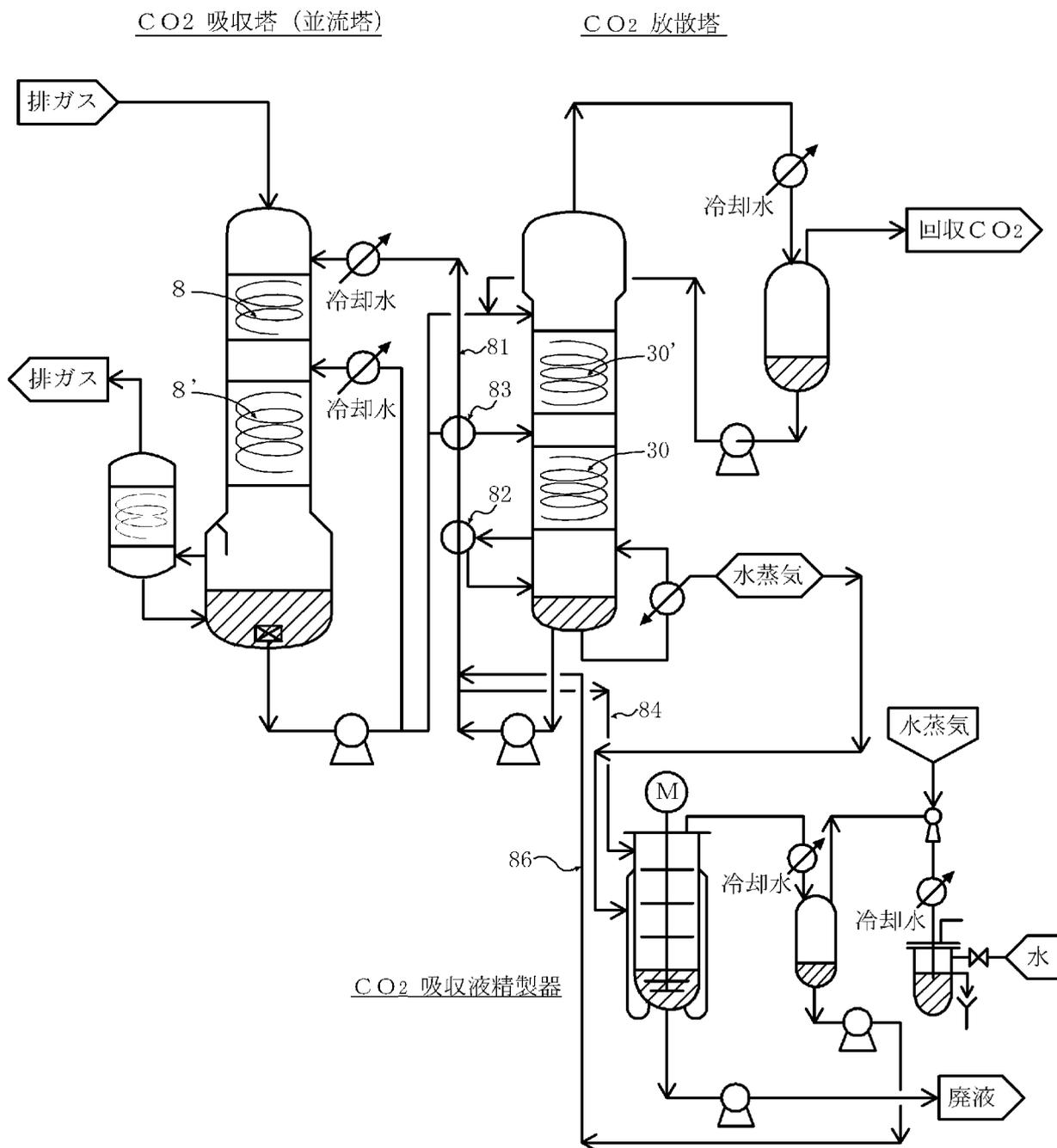
[図1]

二酸化炭素回収装置

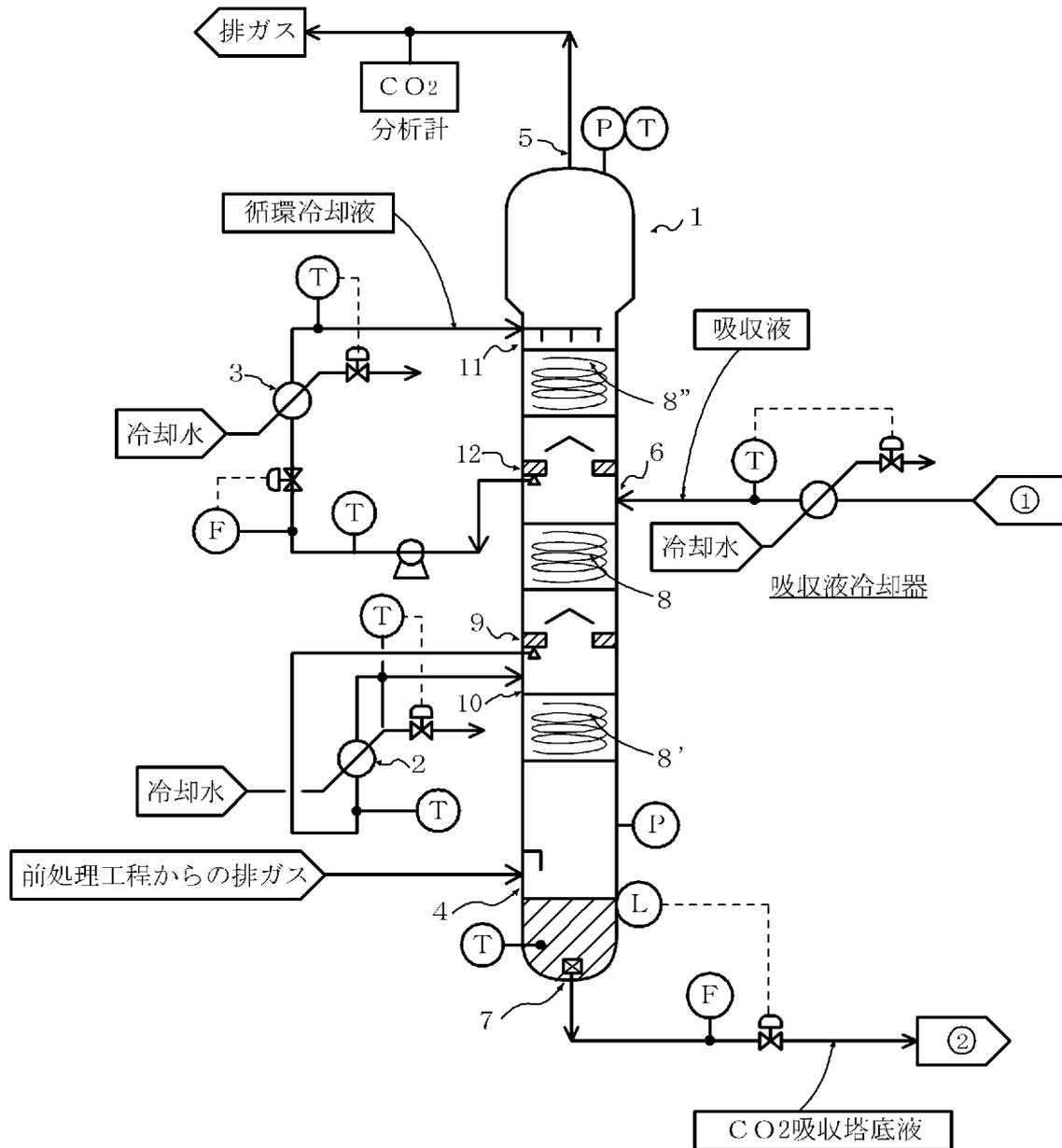


[図2]

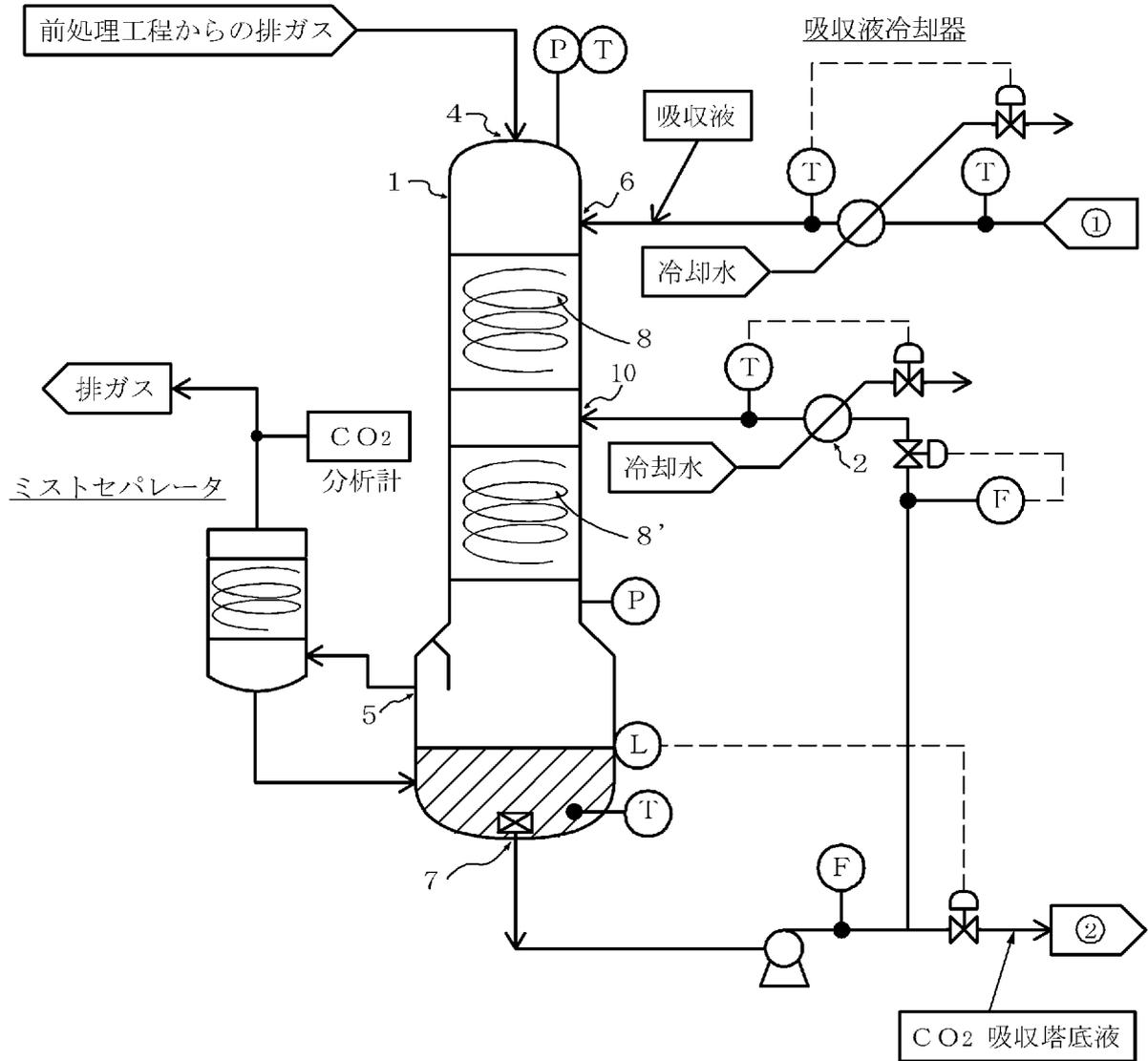
二酸化炭素回収装置



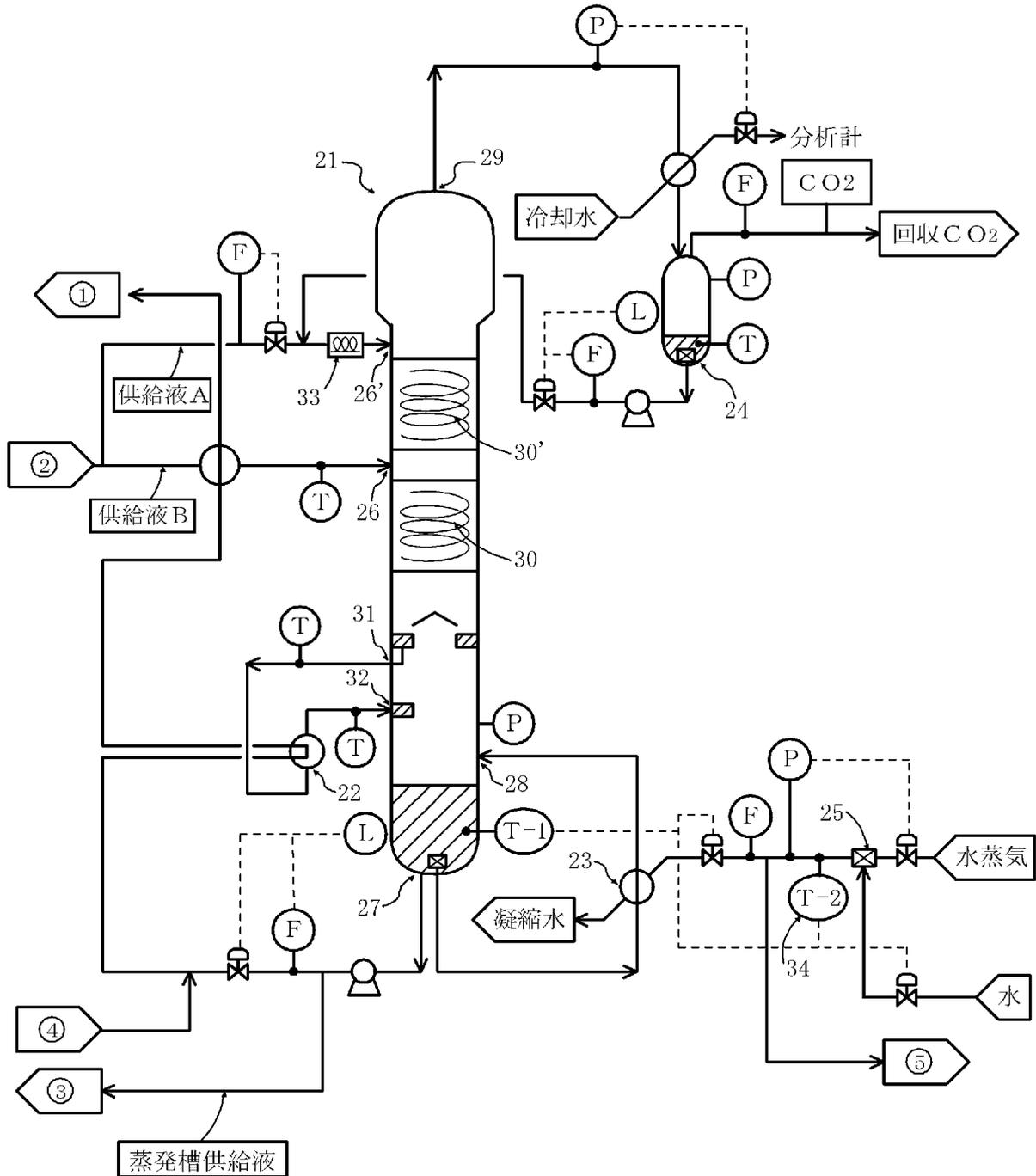
[図3]

CO₂ 吸収塔 (向流操作)

[図4]

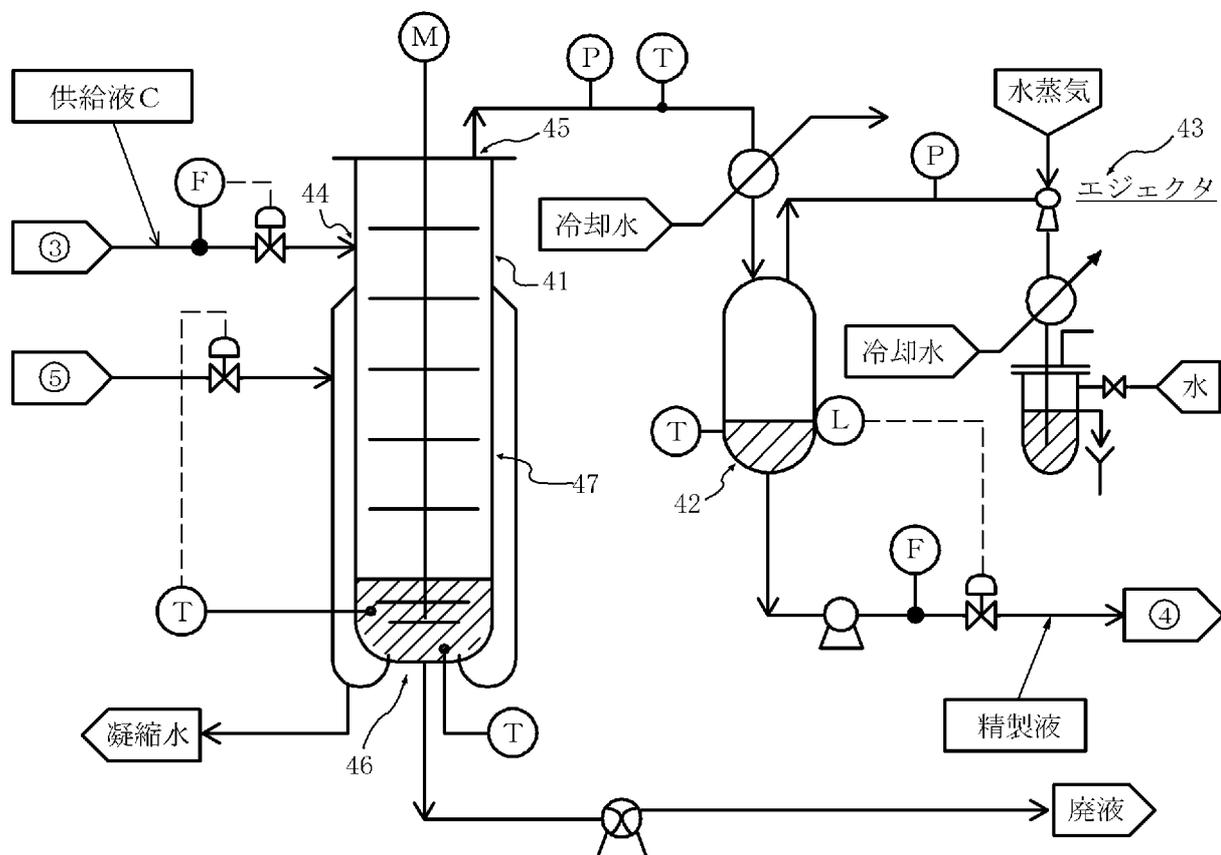
CO₂ 吸収塔 (並流操作)

[図5]

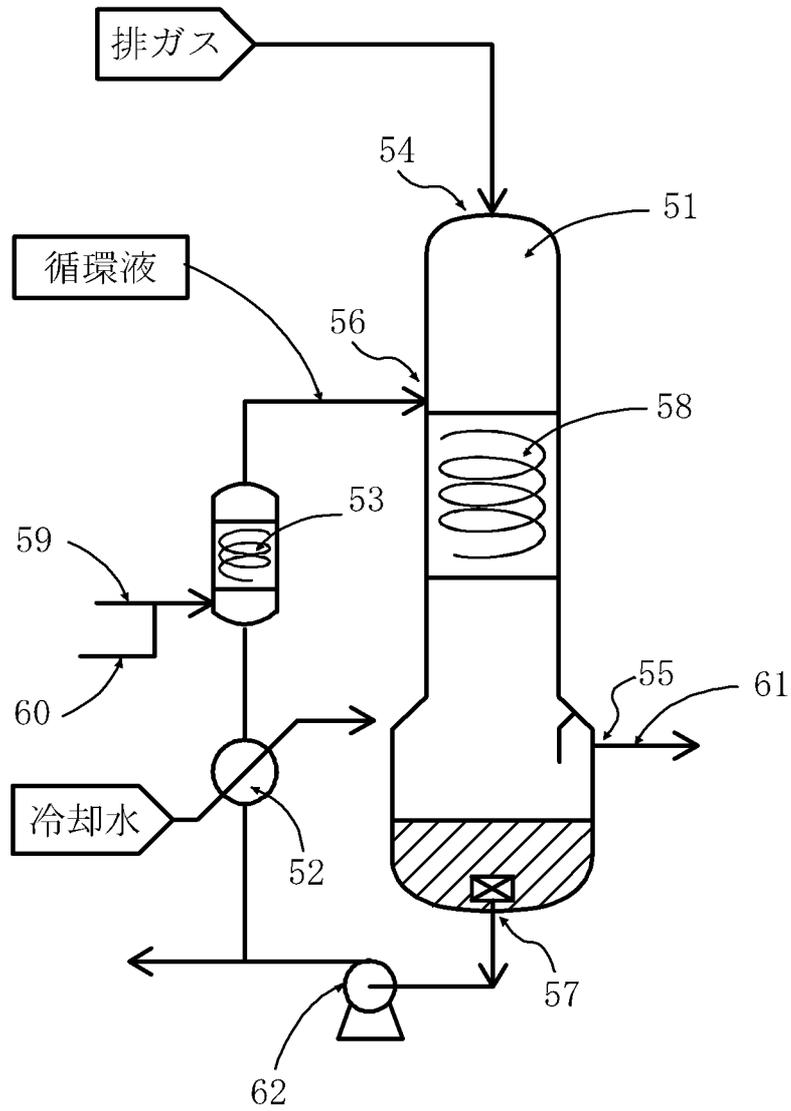
CO₂ 放散塔

[図6]

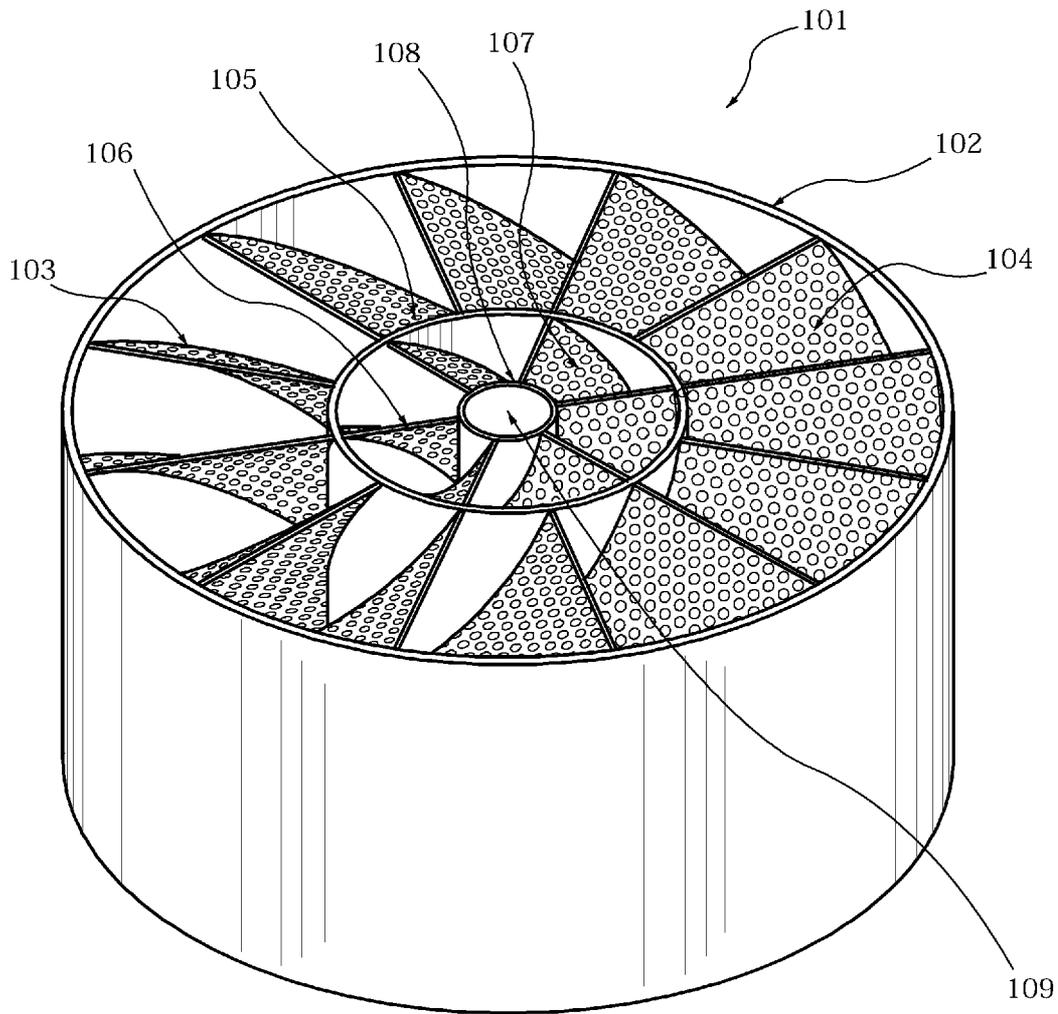
吸収液精製装置



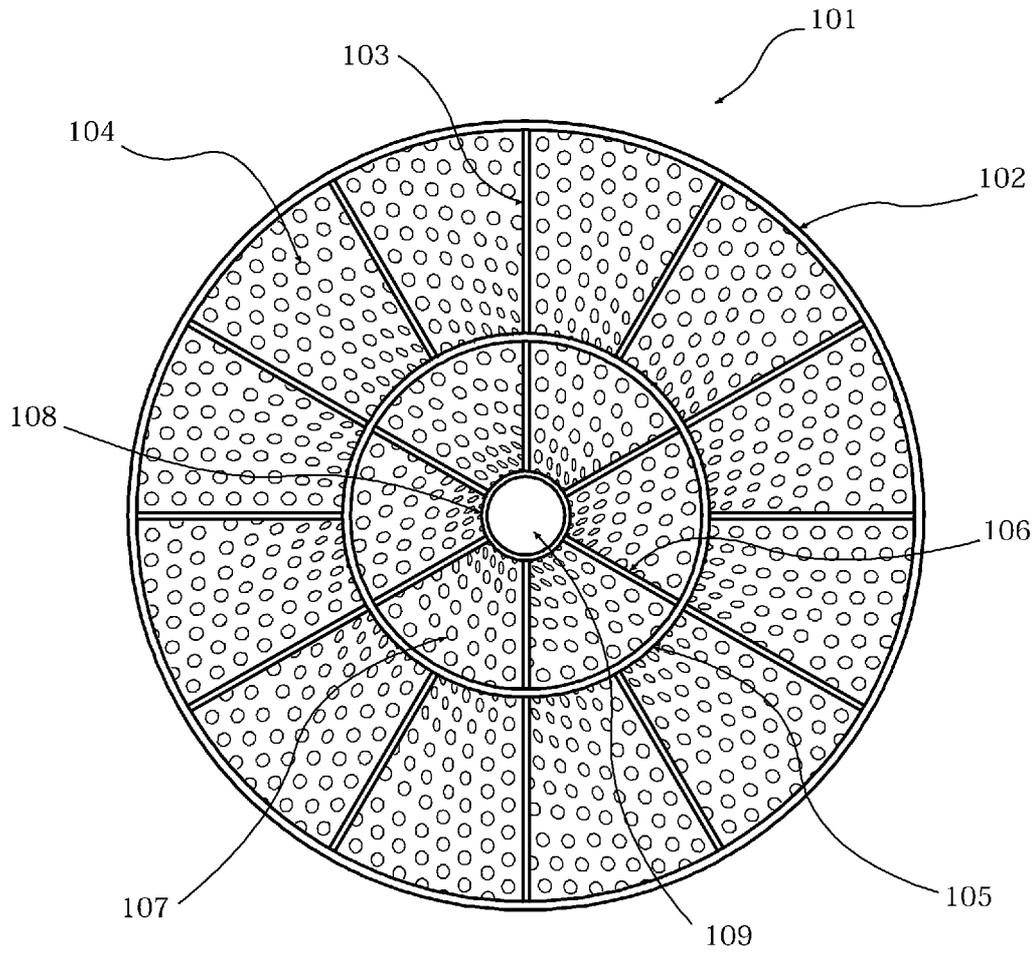
[図7]

前処理塔

[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl. B01D53/62(2006.01) i, B01D53/14(2006.01) i, B01D53/18(2006.01) i,
 B01D53/50(2006.01) i, B01D53/78(2006.01) i, C01B32/50(2017.01) 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. B01D53/34-53/85, B01D53/14-53/18, C01B32/50, B01F1/00-5/26

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
X	WO 2005/077506 A1 (ANEMOS COMPANY LTD.) 25 August 2005, page 1, lines 3-17, page 14, lines 9-33, fig. 1, 18 & US 2007/0205523 A1, paragraphs [0003]-[0006], [0103]-[0105], fig. 1, 18 & EP 1716917 A1 & CN 1917937 A	2
Y		1
Y	JP 2015-151319 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 24 August 2015, paragraphs [0025]-[0032], fig. 1 & US 2016/0361682 A1, paragraphs [0029]-[0036], fig. 1 & WO 2015/122050 A1 & CA 2939329 A1	1

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 31 May 2018 (31.05.2018)	Date of mailing of the international search report 12 June 2018 (12.06.2018)
---	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011902

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 2012-213752 A (ANEMOS COMPANY LTD.) 08 November 2012, entire text (Family: none)	1-2
A	JP 2008-168262 A (ANEMOS COMPANY LTD.) 24 July 2008, entire text & US 2008/0169576 A1 & DE 102008004144 A & CN 101279176 A	1-2
A	JP 7-284642 A (KOJIMA, Hisao) 31 October 1995, entire text & US 5605400 A & EP 678329 A1 & CN 1116963 A	1-2
A	US 2011/0085956 A1 (JERNBERG, R. Gary) 14 April 2011, entire text & US 2009/0071336 A1 & WO 2009/154643 A2 & EP 2197574 A2 & CN 101848761 A	1-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011902

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-2

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011902

Continuation of Box III

Document 1: WO 2005/077506 A1 (ANEMOS COMPANY LTD.) 25 August 2005, page 1, lines 3-17, page 14, lines 9-33, fig. 1, 18 & US 2007/0205523 A1, paragraph [0003]-[0006], [0103]-[0105], fig. 1, 18, & EP 1716917 A1 & CN 1917937 A

The invention in claim 1, the invention in claim 3, the invention in claim 9, and the invention in claim 11 do not share a technical feature.

In addition, the invention in claim 1 and the invention in claim 17 share the technical feature of a "CO₂ absorption tower in which CO₂ contained in combustion exhaust gas is reactively absorbed into an amine compound-containing absorbing liquid, the CO₂ absorption tower comprising a combustion exhaust gas inlet port for introducing combustion exhaust gas into the CO₂ absorption tower, a combustion exhaust gas outlet port for discharging the combustion exhaust gas from the CO₂ absorption tower, an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the CO₂ absorption tower, an absorbing liquid outlet port for discharging the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ absorption tower, and a filler that is a static mixer having a helical porous blade, wherein the filler is disposed between the combustion exhaust gas inlet port and the combustion exhaust gas outlet port, and between the absorbing liquid inlet port and the absorbing liquid outlet port".

Meanwhile, document 1 discloses, on page 1, lines 3-17, page 14, lines 9-33, fig. 1, 18, etc., a static fluid mixer having a helical blade body formed of a porous body as a static fluid mixer for use in an exhaust gas treatment apparatus which is an absorption tower type utilizing gas-liquid contact, and discloses that the gas (FA) and the liquid (FB) descending in the absorption tower 144 flow concurrently through the mixing element 146 and are mixed with each other. Although document 1 does not explicitly mention the use of an amine compound-containing absorbing liquid as a CO₂ absorbing liquid, said feature is a well-known technical feature.

Thus, said technical feature shared by the invention in claim 1 and the invention in claim 17 does not make a contribution over the prior art in light of the disclosure of document 1, and thus cannot be said to be a special technical feature. In addition, there do not exist other identical or corresponding special technical features between these inventions. In addition, the claims are classified into the 5 inventions having the special technical features below, respectively.

(Invention 1) Claims 1-2

A carbon dioxide recovering apparatus comprising a CO₂ absorption tower, in which CO₂ contained in combustion exhaust gas is reactively absorbed into an amine compound-containing absorbing liquid, and at least one cooler selected from the group consisting of a first cooler for cooling the amine compound-containing absorbing liquid, and a second cooler for cooling a liquid different from the amine compound-containing absorbing liquid, wherein

the CO₂ absorption tower is provided with a combustion exhaust gas inlet port for introducing the combustion exhaust gas into the CO₂ absorption tower, a combustion exhaust gas outlet port for discharging the combustion exhaust gas from the CO₂ absorption tower, an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the CO₂ absorption tower, an absorbing liquid outlet port for discharging the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ absorption tower, and a filler that is a static mixer having a helical porous blade, wherein said filler is disposed between the combustion exhaust gas inlet port and the combustion exhaust gas outlet port, and between the absorbing liquid inlet port and the absorbing liquid outlet port,

the first cooler includes an absorbing liquid recovery port for recovering the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ absorption tower, and an absorbing liquid supply port for supplying the amine compound-containing absorbing liquid to the CO₂ absorption tower, wherein the absorbing liquid recovery port is connected, to the CO₂ absorption tower, at a position downstream of the filler in the flow direction of the amine compound-containing absorbing liquid flowing from the absorbing liquid inlet port toward the absorbing liquid outlet port, and the absorbing liquid supply port is connected, to the CO₂ absorption tower, at a position upstream of the filler in the flow direction of the amine compound-containing absorbing liquid, and

the second cooler includes a liquid supply port for supplying the liquid, to be brought into contact with the combustion exhaust gas, to the CO₂ absorption tower, and a liquid recovery port for recovering the liquid, contacted with the combustion exhaust gas, from the CO₂ absorption tower, wherein the liquid supply port and the liquid recovery port are connected, to the CO₂ absorption tower, at a position downstream of the filler in the flow direction of the combustion exhaust gas flowing from the combustion exhaust gas inlet port toward the combustion exhaust gas outlet port.

(Invention 2) Claims 3-8

An amine compound-containing absorbing liquid regenerating apparatus comprising a CO₂ stripping tower for stripping CO₂ contained in an amine compound-containing absorbing liquid from the amine compound-containing absorbing liquid, and at least one selected from the group consisting of a first heater for heating the amine compound-containing absorbing liquid, and a second heater for heating the amine compound-containing absorbing liquid to generate steam, wherein

the CO₂ stripping tower is provided with an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the CO₂ stripping tower, an absorbing liquid outlet port for discharging the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ stripping tower, a steam inlet port for introducing steam into the CO₂ stripping tower, a CO₂ outlet port for discharging CO₂ from the CO₂ stripping tower, and a filler that is a static mixer having a helical porous blade, wherein the filler is disposed between the absorbing liquid inlet port and the absorbing liquid outlet port and between the steam inlet port and the CO₂ outlet port,

the first heater comprises an absorbing liquid recovery port for recovering the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ stripping tower, and an absorbing liquid supply port for supplying the amine compound-containing absorbing liquid to the CO₂ stripping tower, wherein the absorbing liquid recovery port is connected, to the CO₂ stripping tower, at a position downstream of the filler in the flow direction of the amine compound-containing absorbing liquid flowing from the absorbing liquid inlet port toward the absorbing liquid outlet port,

the second heater comprises an absorbing liquid recovery port for recovering the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ stripping tower, and a steam supply port for supplying the steam to the CO₂ stripping tower, wherein the absorbing liquid recovery port is connected, to the CO₂ stripping tower, at a position downstream of the filler in the flow direction of the amine compound-containing absorbing liquid, and the steam supply port is connected to the steam inlet port of the CO₂ stripping tower.

The invention of claims 3-8 is not an invention in the same category that includes all of the matters specifying the invention of claim 1. As a result of examining the claims classified as invention 1, it is found that the invention of claims 3-8 is not an invention that can be examined without additional prior art search and judgment. There is no reason to think that it would be more efficient to examine the invention of claims 3-8 together with the invention of claims 1-2. Thus, claims 3-8 cannot be classified as invention 1.

(Invention 3) claims 9-10

An amine compound-containing absorbing liquid purifying apparatus comprising an evaporation tank for evaporating and separating impurities contained in an amine compound-containing absorbing liquid from the amine compound-containing absorbing liquid, the evaporation tank being provided with a heating jacket disposed outside the evaporation tank, a superheated steam preventing device that decreases the temperature and pressure of the steam supplied to the heating jacket as a heat source, a gas-liquid separator for recovering the amine compound-containing absorbing liquid that is evaporated and separated from the impurities, and a depressurizer for depressurizing the interior of the evaporation tank, wherein

the evaporation tank comprises an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the evaporation tank, an absorbing liquid outlet port for discharging the amine compound-containing absorbing liquid evaporated and separated from the impurities, a steam inlet port for introducing steam into the CO₂ stripping tower, a CO₂ outlet port for discharging CO₂ from the CO₂ stripping tower, and an impurity outlet port for discharging the impurities, evaporated and separated from the amine compound-containing absorbing liquid, from the evaporation tank,

the gas-liquid separator comprises an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid, evaporated and separated from the impurities, into the gas-liquid separator, a gas outlet port for discharging the separated gas, and a liquid outlet port for discharging the separated liquid,

the depressurizer is connected to the evaporation tank through the absorbing liquid inlet port of the gas-liquid separator, the gas outlet port of the gas-liquid separator, and the absorbing liquid outlet port of the evaporation tank, and

the superheated steam preventing device is connected to the heating jacket.

The invention of claims 9-10 is not an invention in the same category that includes all of the matters specifying the invention of claim 1. As a result of examining the claims classified as invention 1 or 2, it is found that the invention of claims 9-10 is not an invention that can be examined without additional prior art search and judgment. There is no reason to think that it would be more efficient to examine the invention of claims 9-10 together with the invention of claims 1-2 or the invention of claims 3-8. Thus, claims 9-10 cannot be classified as invention 1 or 2.

(Invention 4) Claims 11-16

A combustion exhaust gas pretreatment apparatus provided with a pretreatment tower that desulfurizes, removes dust, and cools combustion exhaust gas, wherein

the pretreatment tower comprises a combustion exhaust gas inlet port for introducing the combustion exhaust gas into the pretreatment tower, a combustion exhaust gas outlet port for discharging the combustion exhaust gas from the pretreatment tower, a desulfurized liquid inlet port for introducing desulfurized liquid into the pretreatment tower, a desulfurized liquid outlet port for discharging the desulfurized liquid from the pretreatment tower, and a filler that is a static mixer having a helical porous blade, wherein the filler is disposed between the combustion exhaust gas inlet port and the combustion exhaust gas outlet port and between the desulfurized liquid inlet port and the desulfurized liquid outlet port, and

the combustion exhaust gas inlet port is disposed on an upstream side of the filler in the flow direction of the combustion exhaust gas flowing from the desulfurized liquid inlet port toward the desulfurized liquid outlet port, and the desulfurized liquid inlet port is disposed on the upstream side of the filler in the flow direction of the combustion exhaust gas flowing from the combustion exhaust gas inlet port toward the combustion exhaust gas outlet port.

The invention of claims 11-16 is not an invention in the same category that includes all of the matters specifying the invention of claim 1. As a result of examining the claims classified as invention 1, 2, or 3, it is found that the invention of claims 11-16 is not an invention that can be examined without additional prior art search and judgment. There is no reason to think that it would be more efficient to examine the invention of claims 11-16 together with the invention of claims 1-2, the invention of claims 3-8, or the invention of claims 9-10. Thus, claims 11-16 cannot be classified as invention 1, 2, or 3.

(Invention 5) Claims 17-22

A carbon dioxide recovering apparatus comprising:

a CO₂ absorption tower for reactively absorbing CO₂ contained in combustion exhaust gas into an amine compound-containing absorbing liquid, the CO₂ absorption tower being provided with a combustion exhaust gas inlet port for introducing combustion exhaust gas into the CO₂ absorption tower, a combustion exhaust gas outlet port for discharging the combustion exhaust gas from the CO₂ absorption tower, an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the CO₂ absorption tower, an absorbing liquid outlet port for discharging the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ absorption tower, and a filler that is a static mixer having a helical porous blade, wherein the filler is disposed between the absorbing liquid inlet port and the absorbing liquid outlet port and between the absorbing liquid inlet port and the absorbing liquid outlet port;

a CO₂ stripping tower for stripping CO₂ contained in the amine compound-containing absorbing liquid from the amine compound-containing absorbing liquid, the CO₂ stripping tower being provided with an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the CO₂ stripping tower, an absorbing liquid outlet port for discharging the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ stripping tower, a steam inlet port for introducing steam into the CO₂ stripping tower, a CO₂ outlet port for discharging CO₂ from the CO₂ stripping tower, and a filler that is a static mixer having a helical porous blade, wherein the filler is disposed between the absorbing liquid inlet port and the absorbing liquid outlet port and between the steam inlet port and the CO₂ outlet port;

an evaporation tank for evaporating and separating impurities contained in the amine compound-containing absorbing liquid from the amine compound-containing absorbing liquid, the evaporation tank being provided with an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid into the evaporation tank, an absorbing liquid outlet port for discharging the evaporated and separated amine compound-containing absorbing liquid from the evaporation tank, an impurity outlet port for discharging the impurities evaporated and separated from the amine compound-containing absorbing liquid from the evaporation tank, and a heating jacket disposed outside the evaporation tank;

a gas-liquid separator for recovering an amine compound-containing absorbing liquid evaporated and separated from the impurities in the evaporating tank, the gas-liquid separator being provided with an absorbing liquid inlet port for introducing the amine compound-containing absorbing liquid evaporated and separated from the impurities into the gas-liquid separator, a gas outlet port for discharging the separated gas, and a liquid outlet port for discharging the separated liquid;

a depressurizer for depressurizing the interior of the evaporation tank, the depressurizer being connected to the evaporation tank via the absorbing liquid inlet port of the gas-liquid separator, the gas outlet port of the gas-liquid separator, and the absorbing liquid outlet port of the evaporation tank;

a first heat exchanger for heating the amine compound-containing absorbing liquid, introduced into the CO₂ stripping tower, by heat exchange with the amine compound-containing absorbing liquid flowing from the absorbing liquid outlet port of the CO₂ stripping tower to the absorbing liquid inlet port of the CO₂ absorption tower, the first heat exchanger being provided with an absorbing liquid recovery port for recovering the amine compound-containing absorbing liquid from the CO₂ stripping tower, and an absorbing liquid supply port for supplying the amine compound-containing absorbing liquid to the CO₂ stripping tower, wherein the absorbing liquid recovery port and the absorbing liquid supply port are connected, to the CO₂ stripping tower, at a position downstream of the filler in the flow direction of the amine compound-containing absorbing liquid flowing from the absorbing liquid inlet port of the CO₂ diffusion tower to the absorbing liquid outlet port; and

a second heat exchanger for exchanging heat between the amine compound-containing absorbing liquid flowing from the absorbing liquid outlet port of the CO₂ stripping tower to the absorbing liquid inlet port of the CO₂ absorption tower, and the amine compound-containing absorbing liquid flowing from the absorbing liquid outlet port of the CO₂ absorption tower to the absorbing liquid inlet port of the CO₂ stripping tower, wherein the absorbing liquid outlet port of the CO₂ stripping tower is connected to the absorbing liquid inlet port of the CO₂ absorption tower via the first heat exchanger and the second heat exchanger, the absorbing liquid outlet port of the CO₂ absorption tower is connected to the absorbing liquid inlet port of the CO₂ stripping tower via the second heat exchanger, and the liquid outlet port of the gas-liquid separator is connected to the absorbing liquid inlet port of the CO₂ absorption tower.

The invention of claims 17-22 is not an invention in the same category that includes all of the matters specifying the invention of claim 1. As a result of examining the claims classified as invention 1, 2, 3, or 4, it is found that the invention of claims 17-22 is not an invention that can be examined without additional prior art search and judgment. There is no reason to think that it would be more efficient to examine the invention of claims 17-22 together with the invention of claims 1-2, the invention of claims 3-8, the invention of claims 9-10, or the invention of claims 11-16. Thus, claims 17-22 cannot be classified as invention 1, 2, 3, or 4.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B01D53/62(2006.01)i, B01D53/14(2006.01)i, B01D53/18(2006.01)i, B01D53/50(2006.01)i, B01D53/78(2006.01)i, C01B32/50(2017.01)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. B01D53/34-53/85, B01D53/14-53/18, C01B32/50, B01F1/00-5/26

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X	WO 2005/077506 A1 (株式会社アネモス) 2005.08.25,	2
Y	第1頁第3-17行, 第14頁第9-33行, 図1, 18 & US 2007/0205523 A1, [0003]-[0006], [0103]-[0105], Figure1, 18, & EP 1716917 A1 & CN 1917937 A	1
Y	JP 2015-151319 A (三菱重工業株式会社) 2015.08.24, [0025]-[0032], 図1 & US 2016/0361682 A1, [0029]-[0036], Figure1, & WO 2015/122050 A1 & CA 2939329 A1	1

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	の日の後に公表された文献
「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 31.05.2018	国際調査報告の発送日 12.06.2018
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) 佐々木 典子 電話番号 03-3581-1101 内線 3468

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 2012-213752 A (株式会社アネモス) 2012. 11. 08, 全文 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2008-168262 A (株式会社アネモス) 2008. 07. 24, 全文 & US 2008/0169576 A1 & DE 102008004144 A & CN 101279176 A	1-2
A	JP 7-284642 A (小嶋 久夫) 1995. 10. 31, 全文 & US 5605400 A & EP 678329 A1 & CN 1116963 A	1-2
A	US 2011/0085956 A1 (J E R N B E R G, G a r y R) 2011. 04. 14, 全文 & US 2009/0071336 A1 & WO 2009/154643 A2 & EP 2197574 A2 & CN 101848761 A	1-2

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1-2

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第Ⅲ欄の続き

文献1：WO 2005/077506 A1（株式会社アネモス）2005.08.25，第1頁第3-17行，
第14頁第9-33行，図1, 18 & US 2007/0205523 A1, [0003]-[0006],
[0103]-[0105], Figure1, 18, & EP 1716917 A1 & CN 1917937 A

請求項1に係る発明と請求項3に係る発明、請求項9に係る発明、請求項11に係る発明は、共通の技術的特徴を有しない。

また、請求項1に係る発明と請求項17に係る発明は、「燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させるCO₂吸収塔であって、燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置されているCO₂吸収塔」という共通の技術的特徴を有している。

一方、文献1の第1頁第3-17行、第14頁第9-33行、図1, 18等には、CO₂の気液接触による吸収塔方式の排ガス処理装置に使用する静止型流体混合器で、多孔体で形成される螺旋状の羽根体を有する静止型流体混合器について記載されており、吸収塔144内を下降する気体（FA）と液体（FB）とは、ミキシングエレメント146内を並流で通流することについても記載されている。そして、文献1にはCO₂の吸収液としてアミン化合物含有吸収液を用いることについて明記されていないが、当該事項は周知の技術的事項である。

すると、請求項1に係る発明と請求項17に係る発明とが共通して有する上記技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する5の発明に区分される。

（発明1）請求項1-2

燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させるCO₂吸収塔と、アミン化合物含有吸収液を冷却する第1冷却器及び該アミン化合物含有吸収液と異なる液体を冷却する第2冷却器よりなる群から選択される少なくとも一つの冷却器とを備える二酸化炭素吸収装置であって、

前記CO₂吸収塔が、燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置され、

前記第1冷却器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔と接続され、吸収液供給口が、該アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の上流側の位置にてCO₂吸収塔と接続され、

特別ページに続く

前記第2冷却器が、燃焼排ガスと接触させる液体をCO₂吸収塔に供給する液体供給口と、燃焼排ガスと接触した液体をCO₂吸収塔から回収する液体回収口とを備え、ここで、液体供給口及び液体回収口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂吸収塔と接続されている、二酸化炭素吸収装置。

(発明2) 請求項3-8

アミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液から放散させるCO₂放散塔と、アミン化合物含有吸収液を加熱する第1加熱器及びアミン化合物含有吸収液を加熱して蒸気を生成する第2加熱器よりなる群から選択される少なくとも一つの加熱器とを備えるアミン化合物含有吸収液再生装置であって、

前記CO₂放散塔が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物とを備え、ここで、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口とCO₂排出口の間に配置され、

前記第1加熱器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、ここで、吸収液回収口及び吸収液供給口が、吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、

前記第2加熱器が、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、蒸気をCO₂放散塔に供給する蒸気供給口とを備え、ここで、吸収液回収口が、前記アミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続され、蒸気供給口が、前記CO₂放散塔の蒸気導入口と接続されている、アミン化合物含有吸収液再生装置。

請求項3-8は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項3-8は、発明1に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-2とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項3-8を発明1に区分することはできない。

(発明3) 請求項9-10

アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットを備える蒸発槽と、該加熱用ジャケットに熱源として供給される水蒸気を減温減圧する過熱蒸気防止装置と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置と、該蒸発槽内を減圧する減圧装置とを備えるアミン化合物含有吸収液精製装置であって、

前記蒸発槽が、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口とを備え、

前記気液分離装置が、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備え、

特別ページに続く

前記減圧装置が、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続され、
前記過熱蒸気防止装置が、前記加熱用ジャケットと接続されている、アミン化合物含有吸収液精製装置。

請求項9-10は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項9-10は、発明1又は2に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-2又は請求項3-8とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項9-10を発明1-2に区分することはできない。

(発明4) 請求項11-16

燃焼排ガスに対して脱硫、除塵及び冷却を行う前処理塔を備える燃焼排ガス前処理装置であって、

前記前処理塔が、燃焼排ガスを前処理塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスを前処理塔から排出する燃焼排ガス排出口と、脱硫液を前処理塔に導入する脱硫液導入口と、脱硫液を前処理塔から排出する脱硫液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、ここで、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ脱硫液導入口と脱硫液排出口の間に配置され、

前記燃焼排ガス導入口が、脱硫液導入口から脱硫液排出口に向かう脱硫液の流れ方向において充填物の上流側に配置され、前記脱硫液導入口が、燃焼排ガス導入口から燃焼排ガス排出口に向かう燃焼排ガスの流れ方向において充填物の上流側に配置されている、燃焼排ガス前処理装置。

請求項11-16は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項11-16は、発明1-3に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-2、請求項3-8又は請求項9-10とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項11-16を発明1-3に区分することはできない。

(発明5) 請求項17-22

燃焼排ガス中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液に反応吸収させるCO₂吸収塔であって、燃焼排ガスをCO₂吸収塔に導入する燃焼排ガス導入口と、燃焼排ガスをCO₂吸収塔から排出する燃焼排ガス排出口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂吸収塔から排出する吸収液排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、前記充填物が、燃焼排ガス導入口と燃焼排ガス排出口の間で且つ吸収液導入口と吸収液排出口の間に配置されているCO₂吸収塔と、

アミン化合物含有吸収液中に含まれるCO₂をアミン化合物含有吸収液から放散させるCO₂放散塔であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に導入する吸収液導入口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から排出する吸収液排出口と、蒸気をCO₂放散塔に導入する蒸気導入口と、CO₂をCO₂放散塔から排出するCO₂排出口と、螺旋状多孔翼を有する静止型混合器である充填物を備え、前記充填物が、吸収液導入口と吸収液排出口の間で且つ蒸気導入口とCO₂排出口の間に配置されているCO₂放散塔と、

特別ページに続く

アミン化合物含有吸収液中に含まれる不純物をアミン化合物含有吸収液から蒸発分離させる蒸発槽であって、アミン化合物含有吸収液を蒸発槽に導入する吸収液導入口と、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を蒸発槽から排出する吸収液排出口と、アミン化合物含有吸収液から蒸発分離した不純物を蒸発槽から排出する不純物排出口と、該蒸発槽の外側に配設された加熱用ジャケットとを備える蒸発槽と、

前記蒸発槽において不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を回収する気液分離装置であって、不純物から蒸発分離したアミン化合物含有吸収液を気液分離装置に導入する吸収液導入口と、気液分離した気体を排出する気体排出口と、気液分離した液体を排出する液体排出口とを備える気液分離装置と、

前記蒸発槽内を減圧する減圧装置であって、前記気液分離装置の吸収液導入口、前記気液分離装置の気体排出口及び前記蒸発槽の吸収液排出口を介して前記蒸発槽と接続されている減圧装置と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換により前記CO₂放散塔に導入されたアミン化合物含有吸収液を加熱する第1熱交換器であって、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔から回収する吸収液回収口と、アミン化合物含有吸収液をCO₂放散塔に供給する吸収液供給口とを備え、吸収液回収口及び吸収液供給口が、前記CO₂放散塔の吸収液導入口から吸収液排出口に向かうアミン化合物含有吸収液の流れ方向において充填物の下流側の位置にてCO₂放散塔と接続されている第1熱交換器と、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口から前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液と前記CO₂吸収塔の吸収液排出口から前記CO₂放散塔の吸収液導入口に向かうアミン化合物含有吸収液との熱交換を行う第2熱交換器と

を備える二酸化炭素回収装置であって、

前記CO₂放散塔の吸収液排出口が、前記第1熱交換器及び前記第2熱交換器を介して前記CO₂吸収塔の吸収液導入口に接続されると共に、前記蒸発槽の吸収液導入口と接続され、前記CO₂吸収塔の吸収液排出口が、前記第2熱交換器を介して前記CO₂放散塔の吸収液導入口と接続され、前記気液分離装置の液体排出口が、前記CO₂吸収塔の吸収液導入口と接続されている、二酸化炭素回収装置。

請求項17-22は、請求項1の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項17-22は、発明1-4に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項1-2、請求項3-8、請求項9-10又は請求項11-16とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項17-22を発明1-4に区分することはできない。