

(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
2017年7月20日(20.07.2017)



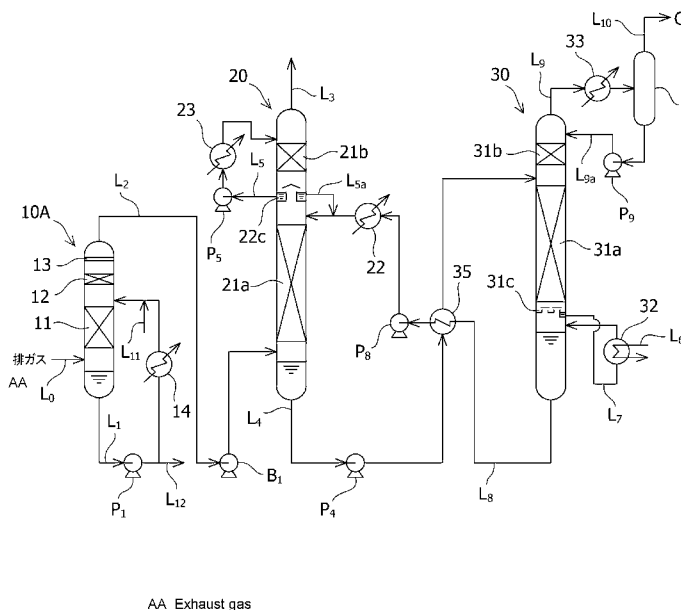
(10) 国際公開番号
WO 2017/122478 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/62 (2006.01) *B01D 53/78* (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01) *C01B 32/50* (2017.01)
B01D 53/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/086881
- (22) 国際出願日: 2016年12月12日(12.12.2016)
- (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 2016-005486 2016年1月14日(14.01.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田中 裕士 (TANAKA, Hiroshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 平田 琢也 (HIRATA, Takuya); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 上條 孝 (KAMIJO, Takashi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 辻内 達也 (TSUJIUCHI, Tatsuya); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 奥山 尚一, 外 (OKUYAMA, Shoichi et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町2丁目13番5号赤坂エイトワンビル7階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.

[続葉有]

(54) Title: CO₂ RECOVERY DEVICE AND RECOVERY METHOD

(54) 発明の名称: CO₂回収装置及び回収方法



AA Exhaust gas

(57) Abstract: Provided are a CO₂ recovery device having a simplified structure and a recovery method with which it is possible to reduce the amount of circulating fluid that mixes in with a CO₂ absorption liquid during a desulfurizing and cooling process. The CO₂ recovery device is equipped with: an advanced desulfurization and cooling column for removing sulfur oxides from exhaust gas, and decreasing the temperature of the exhaust gas; a CO₂ absorption column for removing CO₂ in exhaust gas through contact with a CO₂ absorption liquid; and a regeneration column for regenerating the CO₂ absorption liquid and recovering CO₂ by emitting CO₂ from the CO₂ absorption liquid, and transporting the regenerated CO₂ absorption liquid to the CO₂ absorption column. The advanced desulfurization and cooling column is equipped with: a circulation line for circulating a desulfurization/cooling circulating fluid for desulfurizing and cooling by supplying the desulfurization/cooling circulating fluid from the lower section of the advanced desulfurization and cooling column to the upper section thereof; a final-filling part positioned above the position where the circulation line and the upper section of the cooling column connect; and a first cooling device for cooling the circulating fluid. The liquid flowing down from the final-filling part and the circulating fluid from the

circulation line directly mix with one another.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/122478 A1



(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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

装置の構造を簡略化すると共に、脱硫冷却処理の循環液の CO_2 吸収液への混入量を低減できる CO_2 回収装置及び方法を提供される。 CO_2 回収装置は、排ガス中の硫黄酸化物を除去すると共に、排ガス温度を下げる高度脱硫冷却塔と、排ガス中の CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収塔と、 CO_2 吸収液から CO_2 を放散して CO_2 を回収すると共に CO_2 吸収液を再生し、再生した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔に送液する再生塔とを備え、高度脱硫冷却塔が、脱硫と冷却とを行うための脱硫冷却循環液を高度脱硫冷却塔の下部から上部へ供給して循環する循環ラインと、循環ラインと冷却塔の上部との接続位置よりも上方に位置する仕上充填部と、循環液を冷却する第1冷却器とを備え、仕上充填部からの流下液と循環ラインからの循環液とを直接混合する。

明 細 書

発明の名称：CO₂回収装置及び回収方法

技術分野

[0001] 本発明は、CO₂回収装置及びCO₂回収方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、化石燃料の排ガス等が含有する二酸化炭素(CO₂)、硫黄酸化物等の酸性ガスを除去、回収する方法について、様々な方法が提案されている。そのうちの一方法として、脱硫処理後の排ガスを更に高度脱硫処理して排ガス中から硫黄酸化物を除去し、冷却した後、アルカノールアミン水溶液等のCO₂吸収液と接触させて排ガス中からCO₂を除去することにより、硫黄酸化物とCO₂とを回収する方法がある。

[0003] 高度脱硫処理した排ガス中には硫黄酸化物及び高度脱硫処理に用いた循環液が残存しており、それらは後流のCO₂を吸収するCO₂吸収液中に蓄積されることとなる。また、CO₂吸収液のCO₂吸収性を考慮すると、排ガスを冷却する必要がある。このような装置として、排ガスに対する高度脱硫処理と冷却処理とを一段階の方法にて実施する装置が知られている（例えば、特許文献1）。また、高度脱硫処理と冷却処理とを二段階の方法に分けて実施する装置が知られている（例えば、特許文献1、2及び3）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許4216152号公報

特許文献2：国際公開第2013/144864号

特許文献3：国際公開第2013/144889号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前記した例では、排ガスに対する高度脱硫処理と冷却処理とを一段階の方法により行う場合、高度脱硫工程の循環液が吸収塔のCO₂吸収液へ混入する

虞がある。また、排ガスに対する高度脱硫処理と冷却処理とを二段階の方法に分けて行う場合、装置が大型化するという問題がある。

[0006] 本発明は、前記事情に照らして、装置の構造を簡略化すると共に、脱硫冷却処理の循環液の CO_2 吸収液への混入量を低減できる CO_2 回収装置及び方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、一側面にて CO_2 回収装置である。本発明に係る CO_2 回収装置は、排ガス中の硫黄酸化物を除去すると共に、前記排ガス温度を下げる高度脱硫冷却塔と、前記排ガス中の CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収塔と、前記 CO_2 吸収液から CO_2 を放散して CO_2 を回収すると共に前記 CO_2 吸収液を再生し、前記再生した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔に送液する再生塔とを備え、前記高度脱硫冷却塔が、前記脱硫と前記冷却とを行うための脱硫冷却循環液を高度脱硫冷却塔の下部から上部へ供給して循環する循環ラインと、前記循環ラインと前記冷却塔の上部との接続位置よりも上方に位置する仕上充填部と、前記循環液を冷却する第1冷却器とを備え、前記仕上充填部からの流下液と前記循環ラインからの循環液とを直接混合するように構成されている。

[0008] 前記高度脱硫冷却塔は、前記仕上充填部の上方に位置する第1デミスタを含むことが好ましい。

[0009] また、前記 CO_2 回収装置は、前記高度脱硫冷却塔を前記仕上充填部の上方に位置して系外からの水を供給する希釈水供給ラインを含む形態とすることができる。

[0010] 更に、前記 CO_2 回収装置は、前記高度脱硫冷却塔に、前記循環ラインの前記第1冷却器の後流にて連結し、循環液の一部を前記仕上充填部の上方且つ前記第1デミスタの下方に供給する分岐循環ラインを更に備え、前記分岐循環ラインを、前記循環液の一部を冷却する第2冷却器を備える形態とすることができる。

[0011] 更にまた、前記 CO_2 回収装置は、前記高度脱硫冷却塔を、前記循環ライン

の上部の循環液供給位置と前記仕上充填部との間に位置する第2デミスタを含む形態とすることができる。

[0012] 前記循環ラインは、前記第1冷却器又は分岐循環ラインとの連結部の後流にて連結する塩基性化合物供給ラインを更に備えることが好ましく、前記循環ラインは、前記第1冷却器の前流にて連結する余剰液排出ラインを更に備えることがより好ましい。

[0013] また、本発明は、別の側面にてCO₂回収方法である。本発明に係るCO₂回収方法は、前記CO₂回収装置を用いたCO₂回収方法であって、排ガス中の硫黄酸化物を除去すると共に、前記排ガス温度を下げる高度脱硫冷却工程と、前記排ガス中のCO₂をCO₂吸収液に接触させて除去するCO₂吸収工程と、前記CO₂吸収液からCO₂を放散して、CO₂を回収すると共に前記CO₂吸収液を再生し、前記再生したCO₂吸収液を前記CO₂吸収塔に送液して再利用する再生塔とを含み、前記高度脱硫冷却工程が、前記脱硫と前記冷却とを行うための脱硫冷却循環液を高度脱硫冷却塔の下部から上部へ供給して循環する循環工程と、前記循環ラインと前記冷却塔の上部との接続位置よりも上方に位置する仕上充填部からの流下液と前記循環ラインからの循環液とを直接混合する混合工程と更に含む。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、装置の構造を簡略化すると共に、脱硫冷却処理の循環液のCO₂吸収液への混入量を低減できるCO₂回収装置及び方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第1実施の形態について、CO₂回収装置の構成を示す概略図である。

[図2]図2は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第1実施の形態について、高度脱硫冷却塔の構成を示す概略図である。

[図3]図3は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第2実施の形態について、高度脱硫冷却塔の構成を示す概略図である。

[図4]図4は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第3実施の形態につ

いて、高度脱硫冷却塔の構成を示す概略図である。

[図5]図5は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第4実施の形態について、高度脱硫冷却塔の構成を示す概略図である。

[図6]図6は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第5実施の形態について、高度脱硫冷却塔の構成を示す概略図である。

[図7]図7は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第6実施の形態について、高度脱硫冷却塔の構成を示す概略図である。

[図8]図8は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法について、実施例1の結果を示す図である。

[図9]図9は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法について、実施例2の結果を示す図である。

[図10]図10は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法について、実施例3の結果を示す図である。

[図11]図11は、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法について、実施例4～6の結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、添付図面を参照して、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の実施の形態について、詳細に説明する。本発明は、以下に説明する実施の形態によって限定されない。また、添付図面は、本実施の形態の概要を説明するための図であり、付属する機器を一部省略している。

[0017] [第1実施の形態]

本発明に係るCO₂回収装置の第1実施の形態について、図1及び図2を用いて説明する。図1に示すように、CO₂回収装置は、排ガスに対して高度脱硫と冷却とを同時に実施するための高度脱硫冷却塔10Aと、排ガス中のCO₂をCO₂吸収液により吸収・除去するためのCO₂吸収塔20と、CO₂を回収すると共にCO₂吸収液を再生する再生塔30とを備えている。排ガスとしては、天然ガス、アンモニア製造等の化学プラントにて製造されるプロセスガス、石炭ガス化ガス等の合成ガス、化石燃料の燃焼排ガス等の二酸化炭素

(CO_2) と硫黄酸化物 (SO_2) を含有するガス等を用いることができる。

[0018] 高度脱硫冷却塔 10A は、その塔下部に排ガスを塔内へ供給するためのライン L_0 を備え、その塔頂部に排ガスを塔外へ排出して CO_2 吸収塔 20 へ供給するためのライン L_2 を少なくとも備えている。また、ライン L_2 には、排ガスを CO_2 吸収塔 20 へ送給するためのブロワ B_1 を設けている。

[0019] 続いて、高度脱硫冷却塔 10A について、図 2 を用いて詳述する。なお、本明細書及び請求の範囲では、排ガス又は循環液の流れる方向に沿って「前流」及び「後流」の文言を用いている。高度脱硫冷却塔 10A は、高度脱硫冷却充填部 11 と、仕上充填部 12 と、第 1 デミスタ 13 とを備えている。高度脱硫冷却塔 10A の塔底部には、この塔底部に貯留する循環液（以降、脱硫冷却循環液ともいう。）を高度脱硫冷却塔 10A の下部から上部へ供給して循環し、脱硫処理と冷却処理とを一段階の手段で行うための循環ライン L_1 を設けている。

[0020] 高度脱硫冷却充填部 11 は、仕上充填部 12 の下方、且つ、循環ライン L_1 と高度脱硫冷却塔 10A の上部との接続位置よりも下方に配置している。高度脱硫冷却充填部 11 は、硫黄酸化物を含有する排ガスと上方より流下する塩基性化合物を含有する脱硫冷却循環液とを直接混合させるように構成されている。高度脱硫冷却充填部 11 は、排ガス中の硫黄酸化物を脱硫冷却循環液に吸収することによって、排ガス中の硫黄酸化物を除去する。これにより、高度脱硫冷却充填部 11 の後流では、排ガス中の硫黄酸化物の濃度は低下する。

[0021] 仕上充填部 12 は、高度脱硫冷却充填部 11 の上方、且つ、循環ライン L_1 と高度脱硫冷却塔 10A の上部との接続位置よりも上方に配置している。仕上充填部 12 は、塔内にて下方より飛散する脱硫冷却循環液のミストを捕集し、高度脱硫冷却充填部 11 へ流下するように構成されている。仕上充填部 12 からの流下液は、下方にて排ガスに同伴して回収された脱硫冷却循環液となる。仕上充填部 12 の内部には、排ガスに伴う硫黄酸化物を捕集するための充填材を配置している。このような充填材としては、折板や平板を含む

板状の規則充填材、リング状やサドル状の不規則充填材等が挙げられる。これにより、仕上充填部 12 の後流では、排ガス中の硫黄酸化物及び硫黄酸化物と塩基性化合物に起因する硫酸塩の濃度は低下する。

[0022] 第 1 デミスタ 13 は、仕上充填部 12 の上方に位置し、排ガスに同伴する脱硫冷却循環液のミストを除去・回収することによって、高度脱硫冷却塔 10A の塔底部に貯留する。これにより、第 1 デミスタ 13 の後流では、排ガス中の硫黄酸化物と硫酸塩の濃度は低下する。

[0023] 循環ライン L_1 は、その一端が高度脱硫冷却塔 10A の下部の塔底部（下部接続位置）と連結し、その他端が高度脱硫冷却塔 10A の上部の高度脱硫冷却充填部 11 と仕上充填部 12 との間の前述した接続位置（上部接続位置）と連結している。前記上部接続位置は、仕上充填部 12 よりも高度脱硫冷却充填部 11 に近い位置であることが好ましい。このような位置であれば、高度脱硫冷却充填部 11 の充填材上端までの距離が短く、循環液の飛散による排ガスへの同伴量を低減することができる。また、循環ライン L_1 上には、脱硫冷却循環液を冷却するための冷却器 14 が設けられている。更に、循環ライン L_1 は、冷却器 14 の後流にて塩基性化合物供給ライン L_{11} と連結し、冷却器 14 の前流にて循環液排出ライン L_{12} と連結している。

[0024] 冷却器 14 は、熱交換器であり、循環ライン L_1 を循環する脱硫冷却循環液を冷却することによって、ライン L_0 から高度脱硫冷却塔 10A に導入した排ガスを冷却し、所定の温度の範囲内とする。これにより、 CO_2 吸収塔 20 にて CO_2 吸収液の CO_2 の吸収効率が低下することを防ぐことができる。

[0025] 塩基性化合物供給ライン L_{11} は、塩基性化合物を貯留するための図示しない供給タンクと接続し、この供給タンク内の塩基性化合物を循環ライン L_1 内の脱硫冷却循環液に供給するように構成されている。このような塩基性化合物としては、ナトリウム化合物、カルシウム化合物又はそれらの混合物が挙げられる。ナトリウム化合物は、水酸化ナトリウム ($NaOH$)、炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) 及び炭酸水素ナトリウム ($NaHCO_3$) からなる群より選択される少なくとも 1 種であることが好ましい。また、カルシウム化合物は、水酸

化カルシウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)及び炭酸カルシウム(CaCO_3)からなる群より選択される少なくとも1種であることが好ましい。

[0026] 循環液排出ライン L_{12} は、図示しない開閉弁によって、第1冷却器14により凝縮されて余剰分となった水分を除去するために、循環ライン L_1 を循環する脱硫冷却循環液の一部を排出するように構成されている。前記開閉弁は、手動弁でも自動開閉弁でもよく、手動又は自動の流量調整弁でもよい。これにより、高度脱硫冷却塔10Aの塔底部に貯留される循環液の液位を一定に維持できる。また、ライン L_2 から CO_2 吸収塔20に導入する排ガス中の硫酸化物の濃度が、例えば、5ppm以下となるように、脱硫吸収液への硫酸化物吸収量の当量以上の塩基性化合物を、塩基性化合物供給ライン L_{11} から、循環液の水素イオン指数(pH)を維持するように供給することができる。

[0027] 本実施の形態によれば、高度脱硫冷却塔10Aでの高度脱硫冷却処理に要する部品点数を低減して設備を簡略化し且つ製造コストを低減できると共に、 CO_2 回収装置の CO_2 吸収塔20内の CO_2 吸収液に、硫酸化物、塩基性化合物及び硫酸化物と塩基性化合物とに由来する硫酸塩が混合することを防ぐことができる。例えば、本実施の形態によれば、設備の簡略化及び製造コストについて、高度脱硫冷却処理に要する工程数が1回であり、処理に要する高度脱硫冷却循環液の循環数は1回であり、冷却に要する冷却器数も1つとすることができる。また、 CO_2 吸収液への硫酸塩の混入については、塩基性化合物を用いた高度脱硫冷却処理により硫酸化物(SO_2)を吸収すると、塩基性化合物と硫酸化物とにより脱硫冷却循環液中に硫酸塩が含有することとなる。この硫酸塩は、 CO_2 よりも強い酸であるため、後述する CO_2 吸収液中に蓄積し、吸収剤中のアミン化合物を無駄に消費してしまう。その結果、 CO_2 吸収液の性能が低下することとなる。本実施の形態によれば、例えば、塩基性化合物として水酸化ナトリウムを用いた場合、高度脱硫冷却処理を単に一段階で実施する場合と比較して、硫酸塩となる硫酸ナトリウム(Na_2SO_4)の CO_2 吸収液の混入量比を60%程度低減することができる。

[0028] 続いて図1を用いて、 CO_2 吸収塔20と再生塔30について詳述する。C

CO₂吸収塔20は、その塔下部にてCO₂を含有する排ガスをCO₂吸収塔20内に供給するためのラインL₂と連結し、その塔頂部にCO₂を除去した排ガスをCO₂吸収塔20から排出するためのラインL₃を備えている。CO₂吸収塔20は、ラインL₂、L₃との接続位置の間に、排ガスとCO₂吸収液とが気液接触するCO₂吸収部21aと、CO₂吸収液と接触した後の排ガスと洗浄液とが気液接触する水洗部21bと、水洗部21bとCO₂吸収部21aとの間に位置する水受部21cを備えている。水受部21cは、その下方から上方へと気体を通過させるが、その上方から下方へは液体を通過させないように構成されている。また、水受部21cには、水受部21cに溜まった液体を、水洗部21bの上方からCO₂吸収塔20内に供給するためのラインL₅が設けられている。ラインL₅には、液体を送給するためのポンプP₅と、液体を冷却するための冷却器23が設けられている。

[0029] また、CO₂吸収塔20の塔底部には、CO₂を吸収したCO₂吸収液（リッチ吸収液）の一部を再生塔30に送るためのラインL₄が設けられている。ラインL₄には、CO₂吸収液を送給するためのポンプP₄と、後述するリーン吸収液との熱交換を行うための熱交換器35とが、CO₂吸収塔20側から順に設けられている。

[0030] 再生塔30は、リッチ吸収液を供給するラインL₄との接続位置の下方に、リッチ吸収液からCO₂を放出させるための下部充填部31aと、前記接続位置の上方に、放出されたCO₂ガスを後述する還流水で洗浄するための上部充填部31bと、下部充填部31aの下方に、吸収液受部31cを備えている。吸収液受部31cは、その下方から上方へと気体を通過させるが、その上方から下方へは液体を通過させないように構成されている。吸収液受部31cには、吸収液受部31cに溜まった吸収液を、吸収液受部31cの下方から再生塔30内に供給して循環するためのラインL₇が設けられている。ラインL₇には、吸収液からCO₂を放出させるために吸収液を加熱するリボイラ32が設けられている。リボイラ32には、リボイラ32に加熱用の飽和蒸気を供給するためのラインL₆が設けられている。

- [0031] 再生塔 30 の塔頂部には、リッチ吸収液から放出された CO_2 ガスを再生塔 30 から排出するためのライン L_9 が設けられている。ライン L_9 には、 CO_2 ガスを冷却するための冷却器 33 と、この冷却により生じた凝縮水と CO_2 ガスとを分離するための気液分離器 34 が設けられている。気液分離器 34 には、分離した凝縮水を還流水として再生塔 30 内の上部充填部 31 b の上方へ供給するためのライン L_{9a} と、分離した CO_2 ガスを系外へ排出するためのライン L_{10} が設けられている。ライン L_{9a} には、還流水を送給するためのポンプ P_9 が設けられている。
- [0032] また、再生塔 30 の塔底部には、リボイラ 32 によって加熱、再生されたリーン吸収液を、 CO_2 吸収塔 20 内の CO_2 吸収部 21 a の上方へ供給するためのライン L_8 が設けられている。ライン L_8 には、ライン L_4 を流れるリッチ吸収液との間で熱交換する熱交換器 35 と、リーン吸収液を送給するためのポンプ P_8 と、リーン吸収液を冷却する冷却器 22 と、 CO_2 吸収塔 20 の水受部 21 c に溜まった液体の一部を、リーン吸収液と共に CO_2 吸収塔 20 内に供給するためのライン L_{5a} とが、再生塔 30 側から順に設けられている。
- [0033] 再生塔 30 は、その塔底部にて、任意選択的に図示しないリクレーマを更に備えることができる。前述のように、高度脱硫冷却塔 10 A によって排ガス中の硫黄酸化物は十分に除去できるものの、再生塔 30 の塔底部のリーン吸収液には吸収した硫黄酸化物が硫酸塩又は亜硫酸塩として残存している。リクレーマは、前記塔底部に溜まったリーン吸収液に塩基性化合物を添加した後、スチームにより加熱することによってリーン吸収液から硫酸塩又は亜硫酸塩を分離し、再生塔 30 の塔底部に還流するように構成されている。また、リクレーマは、分離した硫酸塩又は亜硫酸塩をスラッジとして排出するように構成されている。このように、リーン吸収液から硫黄酸化物に起因する硫酸塩又は亜硫酸塩を除去することにより、リーン吸収液の CO_2 吸収性能の低下を防ぐことができる。リクレーマを備えた形態では、高度脱硫冷却塔 10 A にて排ガス中の硫黄酸化物の濃度を低減できるため、リクレーマによりリクレーミングする回数を減少して、運転コストを低減することができる。

。

[0034] 次に、以上の構成のCO₂回収装置について、その作動形態を説明することによって、本発明に係るCO₂回収方法の第1実施の形態を説明する。なお、主として図1を参照して説明する。

[0035] 先ず、CO₂と硫黄酸化物とを含有する排ガスをラインL₀から高度脱硫冷却塔10Aに供給し、高度脱硫冷却工程として高度脱硫処理と冷却処理とを同時に実施する。

[0036] 高度脱硫冷却塔10Aでは、高度脱硫冷却充填部11にて、仕上充填部12からの流下液と循環ラインL₁からの脱硫冷却循環液とを直接混合することにより、排ガス中の硫黄酸化物を除去する。高度脱硫冷却塔10Aの塔底部に溜まった脱硫冷却循環水は、ポンプP₁により循環ラインL₁を介して第1冷却器14で冷却した後、ラインL₁₁から高度脱硫冷却塔10Aに供給して、循環利用する。換言すれば、脱硫冷却循環液を高度脱硫冷却塔10Aの下部から上部へ供給して循環させ、仕上充填部12からの流下液と循環ラインからの脱硫冷却循環液とを直接混合している。冷却後の排ガスの温度（冷却温度）は、30℃以上50℃以下の範囲が好ましく、30℃以上45℃未満の範囲がより好ましい。冷却温度が50℃を超えると、例えば、CO₂吸収塔20でのCO₂の吸収効率が低下することにより、運転コスト等が増大する。また、冷却温度が30℃未満では、冷却するためのコストが増大する。このように、高度脱硫冷却充填部11と第1冷却器14とにより排ガス中の硫黄酸化物を除去すると共に排ガスの温度を下げた後、排ガスを高度脱硫冷却塔10Aの塔頂部からブローアB₁によりラインL₂を経てCO₂吸収塔20の下部に導入する。

[0037] 続いて、CO₂吸収塔20では、ラインL₂から導入した排ガスを、ラインL₈から導入したCO₂吸収液とCO₂吸収部21aにて向流接触させ、排ガス中のCO₂をCO₂吸収液に吸収することによって、排ガスからCO₂を除去する。これにより、CO₂を排ガス中から例えば90%以上除去することができる。CO₂吸収液は、アミン化合物の水溶液であり、アミン化合物としては、例えば

、モノエタノールアミン(C_2H_7NO)、ジエタノールアミン($C_4H_{11}NO_2$)、ジイソプロパノールアミン($C_6H_{15}NO_2$)、メチルジエタノールアミン($C_5H_{13}NO_2$)、トリエタノールアミン($C_6H_{15}NO_3$)等のアルカノールアミンを用いることができる。

[0038] CO_2 吸収塔20にて CO_2 を除去した排ガスは、 CO_2 吸収による発熱反応によって高温下で蒸発した水分とアミン化合物を同伴している。このため、水洗部21bにて洗浄液と接触させ、ガス中の水分とアミン化合物を凝縮して洗浄液中に回収する。そして、 CO_2 を除去した排ガスを、 CO_2 吸収塔20の塔頂部からライン L_3 を介して排出する。また、水分とアミン化合物を含有する洗浄液は水受部21cに溜まることから、その一部をポンプ P_5 によりライン L_5 を介して冷却器23で冷却した後、 CO_2 吸収塔20の水洗部21bの上方に供給して洗浄液として循環利用すると共に、別の一部を余剰分として吸収液として再利用するため、ライン L_{5a} を介してリーン吸収液を供給するライン L_8 に添加する。 CO_2 を吸収したリッチ吸収液は、 CO_2 吸収塔20の塔底部に溜まり、ポンプ P_4 によりライン L_4 を介して熱交換器35で加熱した後、再生塔30に供給する。

[0039] 再生塔30に供給したリッチ吸収液は、下部充填部31aにて吸熱反応により CO_2 を放出しながら流下して吸収液受部31cに溜まり、ライン L_7 を介してリボイラ32に供給し、ライン L_6 からの高温の飽和蒸気と熱交換させて昇温し、リッチ吸収液中の CO_2 を放散する。リボイラ32に導入した飽和蒸気は、吸収液との熱交換により凝縮して飽和水となり、リボイラ32から排出する。 CO_2 を放散したリーン吸収液は、再生塔30の塔底部に溜まる。

[0040] 再生塔30にて吸収液から分離した CO_2 ガスは、再生塔30の上部充填部31bにてライン L_{9a} から供給した還流水と気液接触させて同伴する CO_2 吸収液を除去した後、再生塔30の塔頂部からライン L_9 を介して排出する。排出した CO_2 ガスを冷却器33にて冷却することで同伴する水蒸気を凝縮し、気液分離器34にて CO_2 ガスと凝縮水とに分離する。分離した CO_2 ガスはライン L_{10} を介して排出して純度の高い CO_2 ガスとして回収し、凝縮水はポンプ P

9によりラインL_{9a}を介して再生塔30に供給し還流水として再利用する。また、再生塔30の塔底部に溜まったリーン吸収液は、ポンプP₈によりラインL₈を介して熱交換器35に導入し、リッチ吸収液と熱交換させて冷却し、更に冷却器22で冷却した後にCO₂吸収塔20に供給して、CO₂を吸収するためのCO₂吸収液として循環利用する。CO₂吸収塔20に供給するCO₂吸収液の温度は、熱交換器35及び冷却器22にて調整することができる。

[0041] [第2実施の形態]

続いて、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法の第2実施の形態について、図3を参照して説明する。図3に示すCO₂回収装置は、第1実施の形態と比較して、高度脱硫冷却塔10Aの代わりに高度脱硫冷却塔10Bを備える点において主に相違する。また、図1及び図2と同様の構成については、説明を省略する。

[0042] 高度脱硫冷却塔10Bは、仕上充填部12の上方、且つ、第1デミスタ13の下方にて、希釈水供給ラインL₁₃と連結している。希釈水供給ラインL₁₃は、系外からの希釈水、すなわち高度脱硫冷却塔10Bの外部からの希釈水を、塔内の仕上充填部12と第1デミスタ13の間に供給する。これにより、排ガス中の一定量のミストに対する硫酸塩の濃度を低下させて、排ガスに同伴する脱硫冷却循環液中の硫酸塩の濃度を低下する。また、前記構成により、仕上充填部12からの流下液は、仕上充填部12に供給する高度脱硫冷却塔外からの希釈水と仕上充填部12の下方にて排ガスに同伴して回収された循環液との混合液となる。希釈水の温度は、第1冷却器14により冷却した排ガスの温度を維持するために、例えば、30℃以上50℃以下の範囲とすることができる。

[0043] 本実施の形態によれば、第1実施の形態と同様の効果を奏すると共に、排ガスに同伴する脱硫冷却循環液中の硫酸塩の濃度をより低下して、排ガスに同伴してCO₂吸収塔20内でCO₂吸収液に混入する硫酸塩の濃度をより低下することができる。例えば、本実施の形態によれば、塩基性化合物として水酸化ナトリウムを用いた場合、高度脱硫冷却を単に一段階で実施する場合と

比較して、硫酸塩となる硫酸ナトリウムの CO_2 吸収液の混入量比を90%程度低減することができる。

[0044] [第3実施の形態]

続いて、本発明に係る CO_2 回収装置及び回収方法の第3実施の形態について、図4を参照して説明する。図4に示す CO_2 回収装置は、第1実施の形態と比較して、高度脱硫冷却塔10Aの代わりに高度脱硫冷却塔10Cを備える点において、主に相違する。また、高度脱硫冷却塔10Cは、分岐循環ライン L_{15} を備える点において、高度脱硫冷却塔10Aと主に相違する。また、図1及び図2と同様の構成については、説明を省略する。

[0045] 分岐循環ライン L_{15} は、図示しない開閉弁により循環ライン L_1 の脱硫冷却循環液の一部を仕上充填部12の上方、且つ、第1デミスタ13の下方に供給するように構成されている。前記開閉弁は、手動弁でも自動開閉弁でもよく、手動又は自動の流量調整弁でもよい。これにより、分岐循環ライン L_{15} は、循環ライン L_1 に流入する循環液の流量を制限する。分岐循環ライン L_{15} での循環液の流量は、循環ライン L_1 での循環液の流量よりも少なくする。例えば、分岐循環ライン L_{15} での循環液の流量（ppm）と循環ライン L_1 での循環液の流量（ m^3/h ）との流量比は、1：100～1：3の範囲とすることができる。このように、循環ライン L_1 と分岐循環ライン L_{15} の循環液の流量を制限することによって、高度脱硫冷却充填部11及び仕上充填部12の上方、且つ第1デミスタ13の下方にて、循環液の飛散量を低減することができる。したがって、硫黄酸化物が CO_2 吸収液に混入することを確実に防ぐことができる。

[0046] また、分岐循環ライン L_{15} は、第2冷却器15を更に備える。第2冷却器15は、熱交換器であり、分岐循環ライン L_{15} 内の循環液の温度を低下する。第2冷却器15は、排ガス中の水分を凝縮させて、分岐循環ライン L_{15} 中の循環液中の硫酸塩の濃度を低下することより、拡散する一定量のミストに対する硫酸塩の濃度を低下することができる。

[0047] 塩基性化合物供給ライン L_{11} は、循環ライン L_1 と分岐循環ライン L_{15} との接

続部よりも後流にて循環ライン L_1 と連結している。これにより、分岐循環ライン L_{15} に塩基性化合物が混入して、第1デミスタ13の後流にて排ガス中に同伴する循環液のミスト量を低減することができる。したがって、 CO_2 吸収塔20にて CO_2 吸収液への硫酸塩の混入することを防ぐことができる。これにより、 CO_2 吸収液の CO_2 吸収性の低下を防ぐことができる。

[0048] 本実施の形態によれば、第1実施の形態と同様の効果を奏すると共に、排ガスに同伴する脱硫冷却循環液中の硫酸塩の濃度をより低下して、 CO_2 吸収塔20にて CO_2 吸収液に混入する硫酸塩の濃度をより低下することができる。例えば、本実施の形態によれば、塩基性化合物として水酸化ナトリウムを用いた場合、高度脱硫冷却を単に一段階で実施する場合と比較して、硫酸塩となる硫酸ナトリウムの CO_2 吸収液の混入量比を75%程度低減することができる。

[0049] [第4実施の形態]

続いて、本発明に係る CO_2 回収装置及び回収方法の第4実施の形態について、図5を参照して説明する。図5に示すように、本実施の形態の CO_2 回収装置は、第1実施の形態の CO_2 回収装置と比較して、第2デミスタ16を更に備える高度脱硫冷却塔10Dを備える点において、主に相違する。また、図2と同様の構成については、説明を省略する。

[0050] 図5に示すように、第2デミスタ16は、高度脱硫冷却充填部11の上方、且つ仕上充填部12の下方に位置している。より具体的には、第2デミスタ16は、高度脱硫冷却塔10Dと循環ライン L_1 との上部接続位置よりも上方に位置している。第2デミスタ16は、高度脱硫冷却充填部11から上方へ飛散する循環液を捕集して、仕上充填部12の前流にて循環液中の硫酸塩の濃度を低下する。これにより、高度脱硫冷却塔10から排出する排ガス中の硫酸塩の濃度を更に低下することができる。

[0051] 本実施の形態によれば、第1実施の形態と同様の効果を奏すると共に、 CO_2 吸収塔20内の CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度を更に低減することができる。例えば、本実施の形態によれば、塩基性化合物として水酸化ナトリウムを

用いた場合、高度脱硫冷却を単に一段階で実施する場合と比較して、硫酸塩となる硫酸ナトリウムの CO_2 吸収液の混入量比を80%程度低減することができる。

[0052] [第5実施の形態]

続いて、本発明に係る CO_2 回収装置及び回収方法の第5実施の形態について、図6を参照して説明する。図6に示すように、本実施の形態の CO_2 回収装置は、第2実施の形態の CO_2 回収装置と比較して、第2デミスタ16を更に備える高度脱硫冷却塔10Eを備える点において、主に相違する。また、図3と同様の構成については、説明を省略する。

[0053] 図6に示すように、第2デミスタ16は、高度脱硫冷却充填部11の上方、且つ仕上充填部12の下方に位置している。より具体的には、第2デミスタ16は、高度脱硫冷却塔10Eと循環ライン L_1 との上部接続位置よりも上方に位置している。第2デミスタ16は、高度脱硫冷却充填部11から上方へ飛散する循環液を捕集して、仕上充填部12の前流にて循環液中の硫酸塩の濃度を低下する。これにより、高度脱硫冷却塔から排出する排ガス中の硫酸塩の濃度を更に低下することができる。

[0054] 本実施の形態によれば、第2実施の形態と同様の効果を奏すると共に、 CO_2 吸収塔20内の CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度を更に低減することができる。例えば、本実施の形態によれば、塩基性化合物として水酸化ナトリウムを用いた場合、高度脱硫冷却を単に一段階で実施する場合と比較して、硫酸塩となる硫酸ナトリウムの CO_2 吸収液の混入量比を90%以上低減することができる。

[0055] [第6実施の形態]

続いて、本発明に係る CO_2 回収装置及び回収方法の第6実施の形態について、図7を参照して説明する。図7に示すように、本実施の形態の CO_2 回収装置は、第3実施の形態の CO_2 回収装置と比較して、第2デミスタ16を更に備える高度脱硫冷却塔10Fを備える点において、主に相違する。また、図4と同様の構成については、説明を省略する。

- [0056] 図7に示すように、第2デミスタ16は、高度脱硫冷却充填部11の上方、且つ仕上充填部12の下方に位置している。より具体的には、第2デミスタ16は、高度脱硫冷却塔10Fと循環ラインL₁との上部接続位置よりも上方に位置している。第2デミスタ16は、高度脱硫冷却充填部11から上方へ飛散する循環液を捕集して、仕上充填部12の前流にて循環液中の硫酸塩の濃度を低下する。これにより、高度脱硫冷却塔から排出する排ガス中の硫酸塩の濃度を更に低下することができる。
- [0057] 本実施の形態によれば、第3実施の形態と同様の効果を奏すると共に、CO₂吸収塔20内のCO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を更に低減することができる。例えば、本実施の形態によれば、塩基性化合物として水酸化ナトリウムを用いた場合、高度脱硫冷却を単に一段階で実施する場合と比較して、硫酸塩となる硫酸ナトリウムのCO₂吸収液の混入量比を80%以上低減することができる。
- [0058] なお、前述の実施の形態では、CO₂回収装置の構成を例示した。本発明はこの構成に限定されない。本発明に係るCO₂回収装置は、高度脱硫冷却塔の前流にて脱硫装置を更に備えることができる。高度脱硫冷却塔の前流にて排ガスを脱硫装置により脱硫することによって、CO₂吸収塔20内のCO₂吸収液に混入する硫酸塩の混入量を更に低減することができる。
- [0059] また、第3及び第6実施の形態では、分岐循環ラインL₁₅のみを備える構成及び方法を例示した。本発明はこれに限定されない。例えば、分岐循環ラインL₁₅に希釈水供給ラインL₁₃を連結し、分岐循環ラインL₁₅内の循環液中に希釈水を導入する構成を採用することができる。例えば、分岐循環ラインL₁₅上の第2冷却器15の後流にて希釈水供給ラインL₁₃を連結する場合、希釈水による冷却温度は、第2及び第5実施の形態と同等の温度とすることができる。また、分岐循環ラインL₁₅上の第2冷却器15の前流にて希釈水供給ラインL₁₃を連結する場合は、希釈水として、併設する化学プラントにて余剰となるスチームの凝縮水を用いることができる。これにより、併設する化学プラントの運転効率を向上することもできる。この場合も、希釈水による冷却温度

は、第2及び第5実施の形態と同等の温度とすることができる。

実施例

[0060] 以下、実施例によって本発明を具体的に説明することにより、本発明の効果を明らかにする。なお、本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法は、本例によって制限されない。

[0061] <硫酸塩量の測定1>

実施例1として、第1実施の形態のCO₂回収装置を用いた。CO₂回収装置の高度脱硫冷却塔に設置する仕上充填部には充填材として規則充填材を用いた。また、比較例1として、高度脱硫冷却充填部とデミスタとの間に仕上充填部を有さない、一段階で高度脱硫冷却処理を行う高度脱硫冷却塔を備えたCO₂回収装置を用いた。実施例1と比較例1とのCO₂吸収塔にて、それぞれCO₂吸収液中の硫酸塩となる硫酸ナトリウムの濃度を測定し、比較例1のCO₂吸収液中の硫酸塩の濃度（混入量）を1とした場合の、実施例1の硫酸ナトリウムの混入量比を評価した。すなわち、吸収塔に導入する排ガスに同伴する脱硫冷却循環液によるCO₂吸収液への混入量比を評価した。実施例1及び比較例1では、高度脱硫冷却塔に導入する排ガス流量を200m³/hとした。高度脱硫冷却塔に導入する塩基性化合物として水酸化ナトリウムを用い、CO₂吸収塔に導入する排ガス中の硫黄酸化物濃度を5ppm以下とした。また、第1冷却器により高度脱硫冷却塔内の温度を55℃から35℃まで冷却した。また、実施例1及び比較例1では、CO₂吸収塔にて用いるCO₂吸収液としてモノエタノールアミンを用い、CO₂吸収液の循環量を同じとし、再生塔のリクレーマは稼働させなかった。評価の結果を図8に示す。

[0062] 図8に示す結果より、実施例1のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、硫酸ナトリウムのCO₂吸収液の混入量比は、0.4未満となり、硫酸ナトリウムの混入量を2/5未満まで低減できることを確認した。換言すれば、実施例1のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、CO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を60%以上低減できることがわかった。これにより、実施例1のCO₂回収装置及び回収方法によれば、装置の構

造を簡略化しても、脱硫冷却処理の循環液の CO_2 吸収液への混入量を低減できることがわかった。

[0063] <硫酸塩量の測定 I I >

第2実施の形態の CO_2 回収装置を実施例2とし、実施例1と同条件にて吸収塔での CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度を測定した。これを、実施例1と同様に、比較例1の CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度（混入量）を1とした場合の、実施例2の硫酸塩の混入量比を評価した。なお、実施例2にて、希釈水供給ラインからの希釈水の流入量は、循環ラインの循環量に対する比率で1 : 100とした。評価の結果を図9に示す。

[0064] 図9に示す結果より、実施例2の CO_2 回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、硫酸ナトリウムの CO_2 吸収液の混入量比は、0.1程度となり、硫酸ナトリウムの混入量を1 / 10程度まで低減できることを確認した。言い換えれば、実施例2の CO_2 回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、 CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度を90%程度低減できることがわかった。これにより、実施例2の CO_2 回収装置及び回収方法によれば、装置の構造を簡略化しても、脱硫冷却処理の循環液の CO_2 吸収液への混入量を低減できることがわかった。

[0065] <硫酸塩量の測定 I I I >

第3実施の形態の CO_2 回収装置を実施例3とし、実施例1と同条件にて吸収塔での CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度を測定した。これを、実施例1と同様に、比較例1の CO_2 吸収液中の硫酸塩の濃度（混入量）を1とした場合の、実施例3の硫酸塩の混入量比を評価した。なお、実施例3での分岐循環ラインへの循環量は、循環ラインの循環量に対する比率で1 : 20とした。また、第2冷却器により循環ライン内の脱硫冷却循環液の冷却温度は35℃とした。評価の結果を図10に示す。

[0066] 図10に示す結果より、実施例3の CO_2 回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、硫酸ナトリウムの CO_2 吸収液の混入量比は、0.25程度となり、硫酸ナトリウムの混入量を1 / 4程度まで低減できることを確認

した。言い換えれば、実施例3のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、CO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を75%程度低減できることがわかった。これにより、実施例3のCO₂回収装置及び回収方法によれば、装置の構造を簡略化しても、脱硫冷却処理の循環液のCO₂吸収液への混入量を低減できることがわかった。

[0067] <硫酸塩量の測定 I V ~ V I >

第4～第6実施の形態のCO₂回収装置を、それぞれ実施例4～6とした。これらを稼働させて、実施例1と同条件にてCO₂吸収塔内のCO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を評価した。これらの結果について、それぞれ、実施例1と同様に、比較例1のCO₂吸収液中の硫酸塩の濃度（混入量）を1とした場合の、実施例4～6の硫酸塩の混入量比を検討した。なお、実施例4の稼働条件は実施例1と同様とし、実施例5の稼働条件は実施例2と同様とし、実施例6の稼働条件は実施例1と同様とした。これらの結果を図11に示す。

[0068] 図11に示す結果より、実施例4のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、硫酸ナトリウムのCO₂吸収液の混入量比は、0.2程度となり、硫酸ナトリウムの混入量を1/5程度まで低減できることを確認した。言い換えれば、実施例4のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、CO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を80%程度低減できることがわかった。これにより、実施例4のCO₂回収装置及び回収方法によれば、装置の構造を簡略化しても、脱硫冷却処理の循環液のCO₂吸収液への混入量を低減できることがわかった。

[0069] また、実施例5のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、硫酸ナトリウムのCO₂吸収液の混入量比は、0.1未満となり、硫酸ナトリウムの混入量を1/10未満まで低減できることを確認した。言い換えれば、実施例5のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、CO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を90%以上低減できることがわかった。これにより、実施例5のCO₂回収装置及び回収方法によれば、装置の構造を簡略化しても、脱硫冷却処理の循環液のCO₂吸収液への混入量を低減できることが

わかった。

[0070] 更に、実施例6のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、硫酸ナトリウムのCO₂吸収液の混入量比は、0.2未満となり、硫酸ナトリウムの混入量を1/5未満まで低減できることを確認した。言い換えれば、実施例6のCO₂回収装置及び回収方法によれば、比較例1と比べて、CO₂吸収液中の硫酸塩の濃度を80%以上低減できることがわかった。これにより、実施例6のCO₂回収装置及び回収方法によれば、装置の構造を簡略化しても、脱硫冷却処理の循環液のCO₂吸収液への混入量を低減できることがわかった。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明に係るCO₂回収装置及び回収方法によれば、装置の構造を簡略化することができる。また、脱硫冷却処理の循環液のCO₂吸収液への混入量を低減することができる。

符号の説明

[0072] 10A、10B、10C、10D、10E、10F 高度脱硫冷却塔

11 高度脱硫冷却充填部

12 仕上充填部

13 第1デミスタ

14 第1冷却器

15 第2冷却器

16 第2デミスタ

20 CO₂吸収塔

21a CO₂吸収部

31a 下部充填部

21b 水洗部

31b 上部充填部

21c 水受部

23、33、32 冷却器

3 0 再生塔

3 1 c 吸収液受部

3 2 リボイラ

3 4 気液分離器

3 5 熱交換器

L₁ 循環ライン

L₁₁ 塩基性化合物供給ライン

L₁₂ 循環液排出ライン

L₁₃ 希釈水供給ライン

L₁₅ 分岐循環ライン

請求の範囲

- [請求項1] 排ガス中の硫黄酸化物を除去すると共に、前記排ガス温度を下げる高度脱硫冷却塔と、
- 前記排ガス中の CO_2 を CO_2 吸収液に接触させて除去する CO_2 吸収塔と、
- 前記 CO_2 吸収液から CO_2 を放散して CO_2 を回収すると共に前記 CO_2 吸収液を再生し、前記再生した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔に送液する再生塔と
- を備え、
- 前記高度脱硫冷却塔が、前記脱硫と前記冷却とを行うための脱硫冷却循環液を高度脱硫冷却塔の下部から上部へ供給して循環する循環ラインと、前記循環ラインと前記冷却塔の上部との接続位置よりも上方に位置する仕上充填部と、前記循環液を冷却する第1冷却器とを備え、前記仕上充填部からの流下液と前記循環ラインからの循環液とを直接混合する、
- CO_2 回収装置。
- [請求項2] 前記高度脱硫冷却塔が、前記仕上充填部の上方に位置する第1デミスタを含んでなる請求項1に記載の CO_2 回収装置。
- [請求項3] 前記高度脱硫冷却塔が、前記仕上充填部の上方に位置して系外からの水を供給する希釈水供給ラインを含んでなる請求項1又は2に記載の CO_2 回収装置。
- [請求項4] 前記高度脱硫冷却塔が、前記循環ラインの前記第1冷却器の後流にて連結し、前記循環液の一部を前記仕上充填部の上方且つ前記第1デミスタの下方に供給する分岐循環ラインを更に備え、
- 前記分岐循環ラインが、前記循環液の一部を冷却する第2冷却器を備える請求項2に記載の CO_2 回収装置。
- [請求項5] 前記高度脱硫冷却塔が、前記循環ラインの上部の前記循環供給位置と前記仕上充填部との間に位置する第2デミスタを含んでなる請求項

1～4のいずれか一項に記載のCO₂回収装置。

[請求項6] 前記循環ラインが、前記第1冷却器又は分岐循環ラインとの連結部の後流にて連結する塩基性化合物供給ラインを更に備える請求項3～5のいずれか一項に記載のCO₂回収装置。

[請求項7] 前記循環ラインが、前記第1冷却器の前流にて連結する余剰液排出ラインを更に備える請求項1～6のいずれか一項に記載のCO₂回収装置。

[請求項8] 前記請求項1～7のいずれか一項に記載のCO₂回収装置を用いたCO₂回収方法であって、

排ガス中の硫黄酸化物を除去すると共に、前記排ガス温度を下げる高度脱硫冷却工程と、

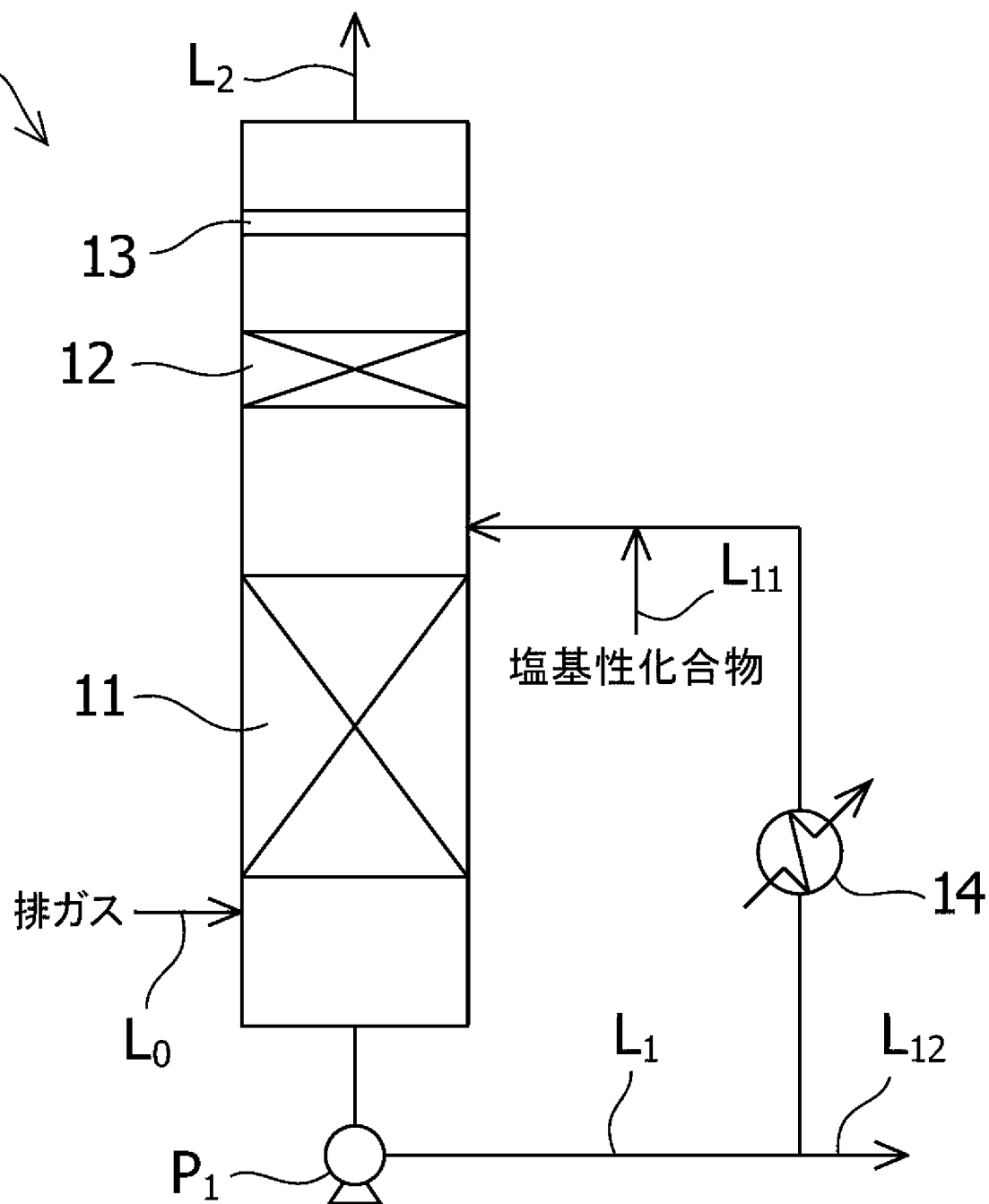
前記排ガス中のCO₂をCO₂吸収液に接触させて除去するCO₂吸収工程と、

前記CO₂吸収液からCO₂を放散して、CO₂を回収すると共に前記CO₂吸収液を再生し、前記再生したCO₂吸収液を前記CO₂吸収塔に送液して再利用する再生塔と
を含み、

前記高度脱硫冷却工程が、前記脱硫と前記冷却とを行うための脱硫冷却循環液を高度脱硫冷却塔の下部から上部へ供給して循環する循環工程と、前記循環ラインと前記冷却塔の上部との接続位置よりも上方に位置する仕上充填部からの流下液と前記循環ラインからの循環液とを直接混合する混合工程と更に含む、CO₂回収方法。

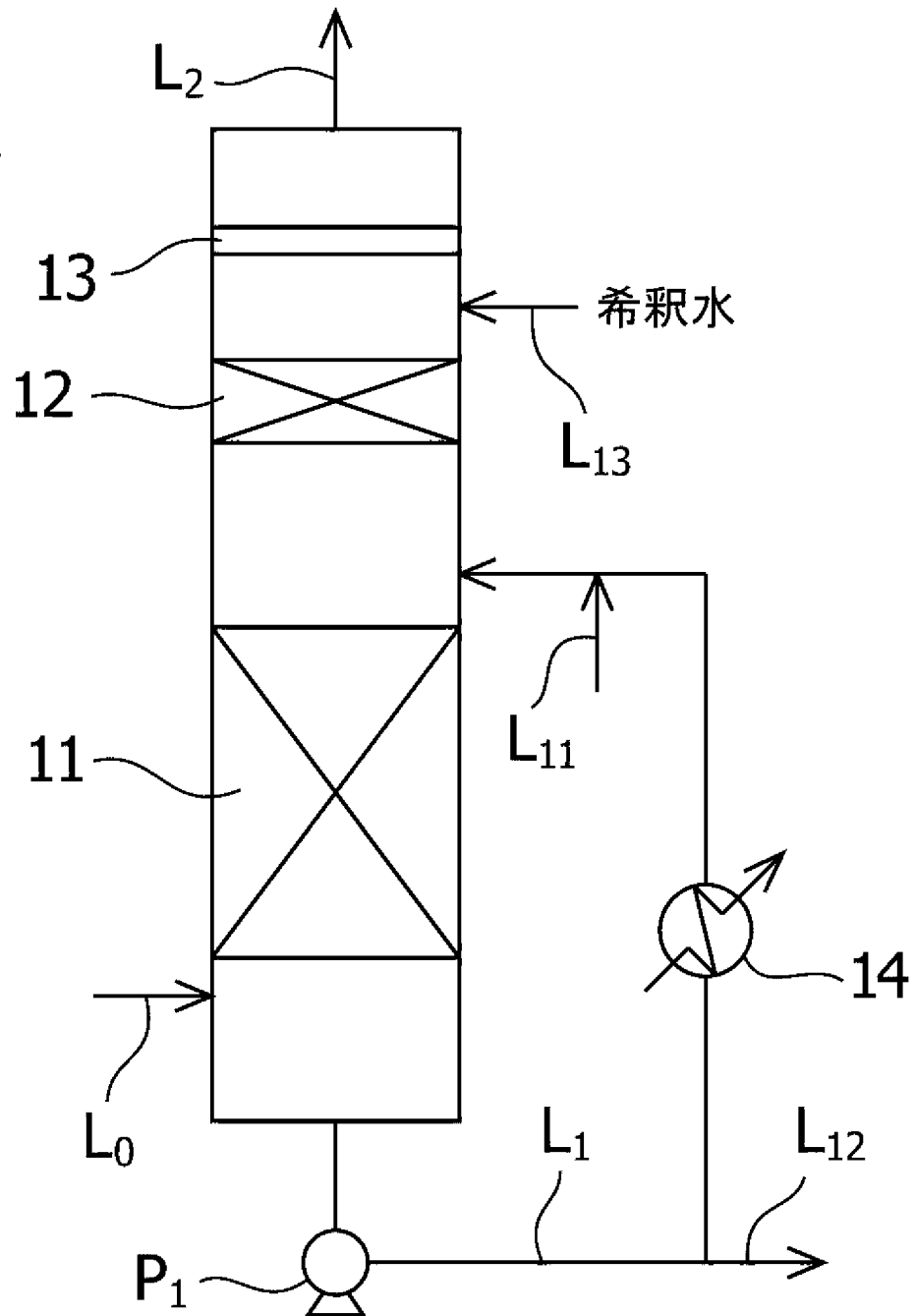
[図2]

10A



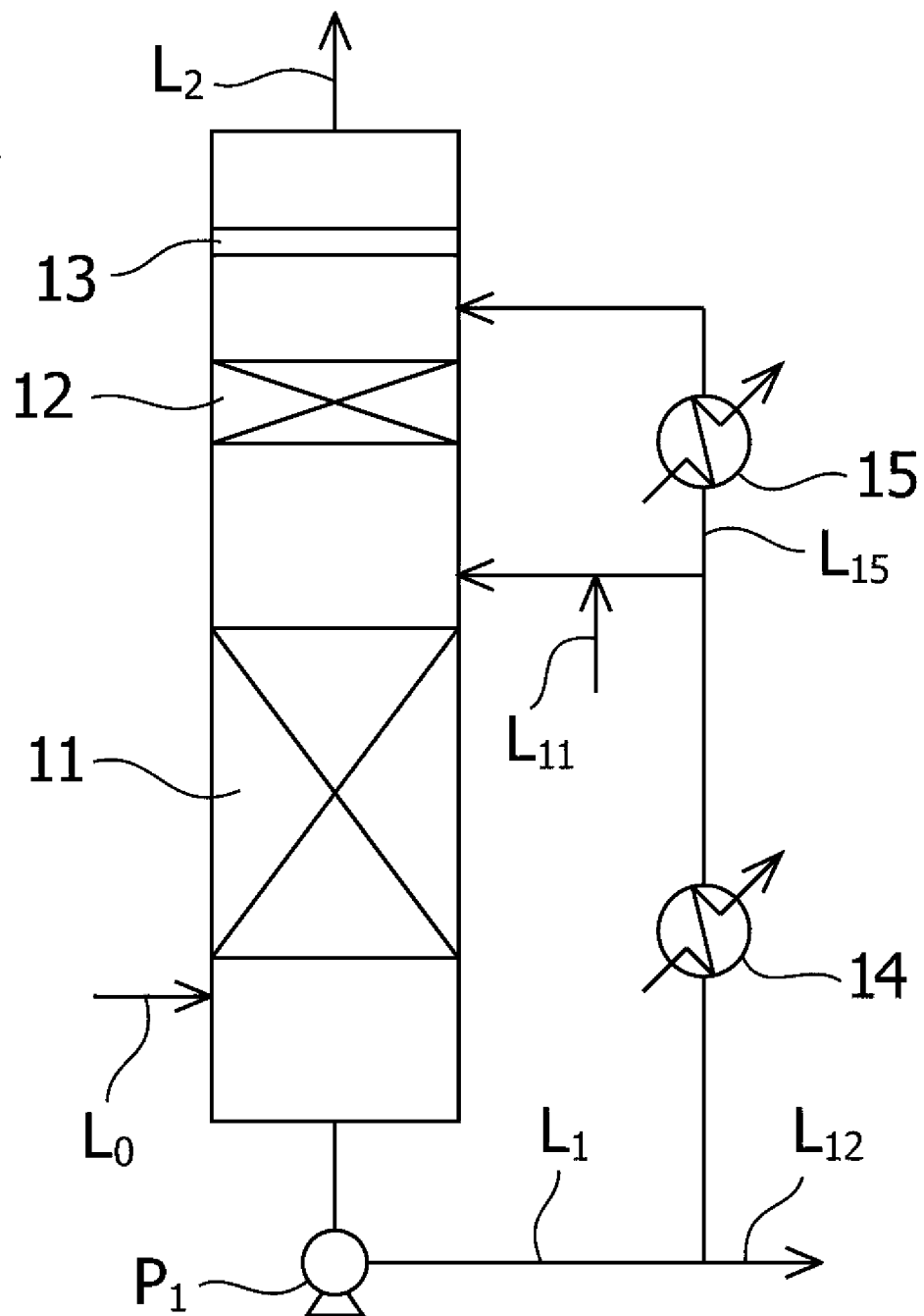
[図3]

10B



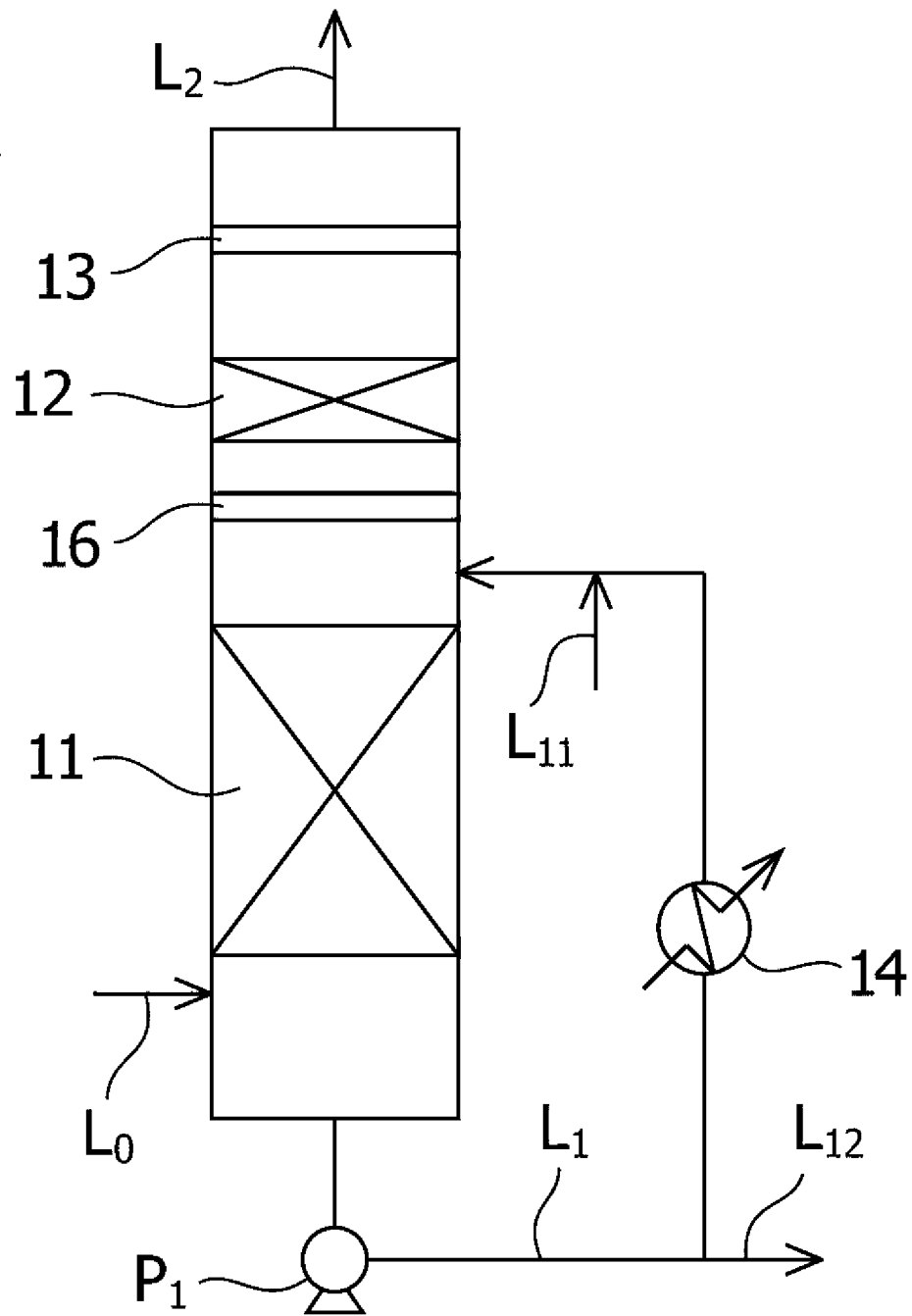
[図4]

10C



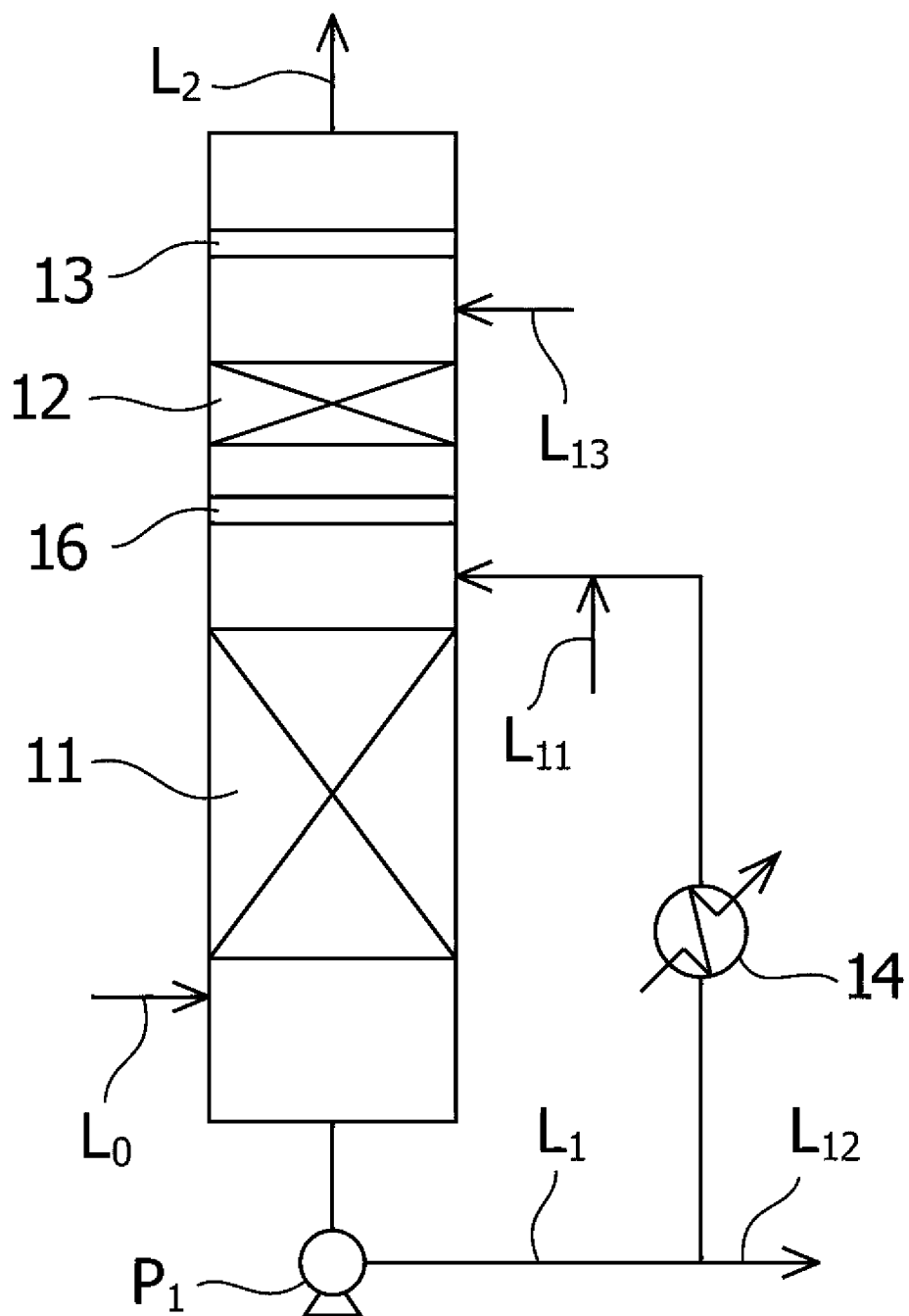
[図5]

10D



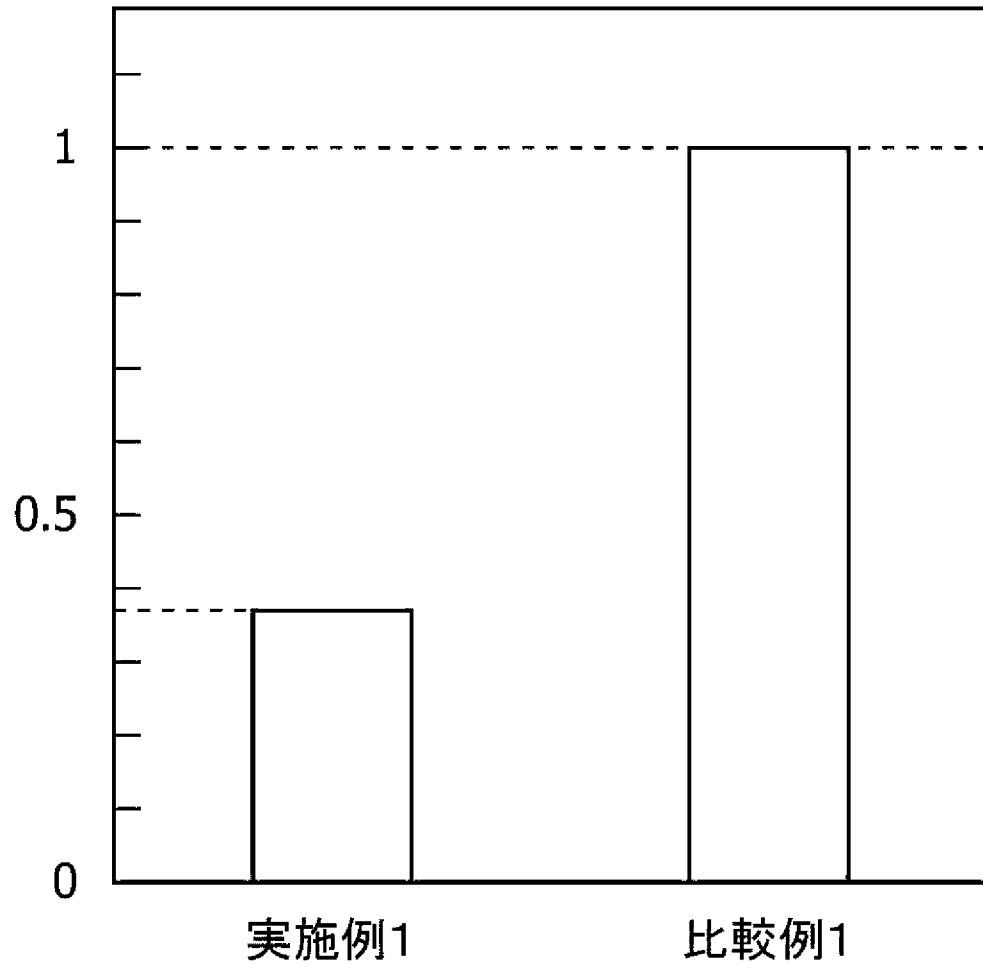
[図6]

10E



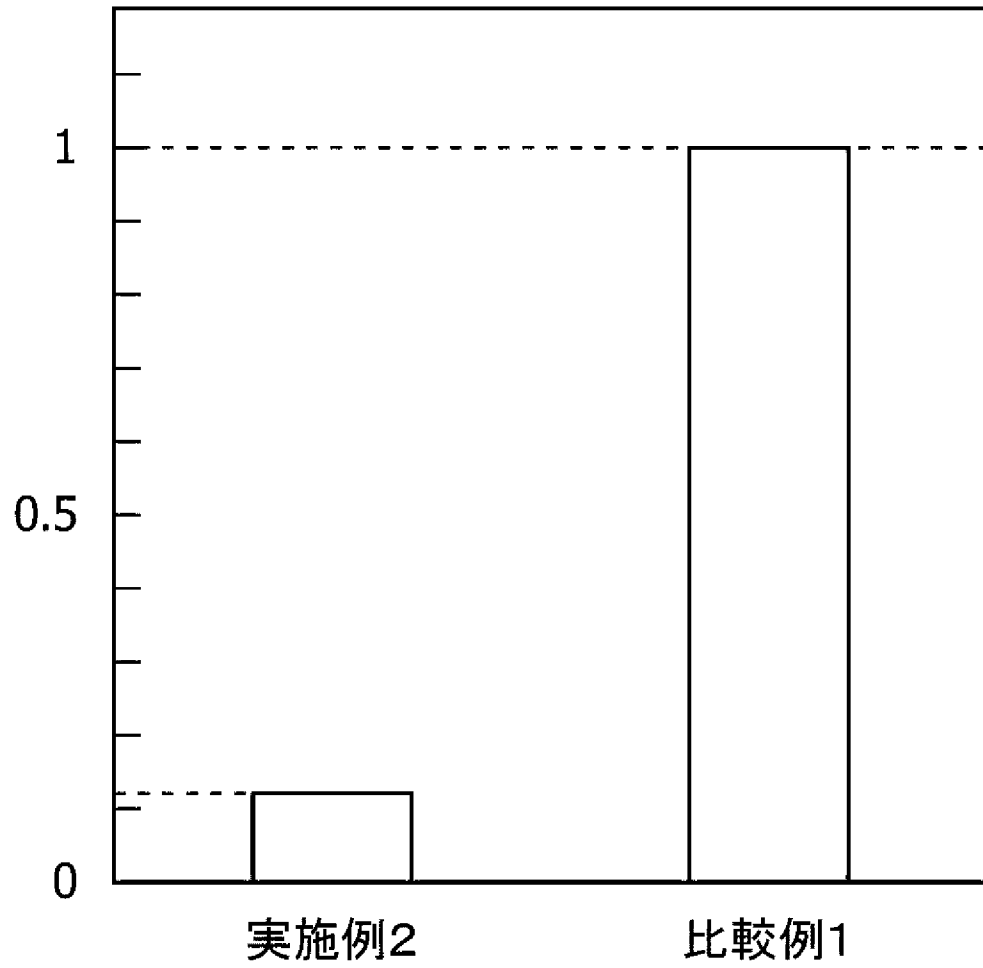
[図8]

脱硫冷却循環液による硫酸塩の
CO₂吸収液への混入量比
(比較例基準)



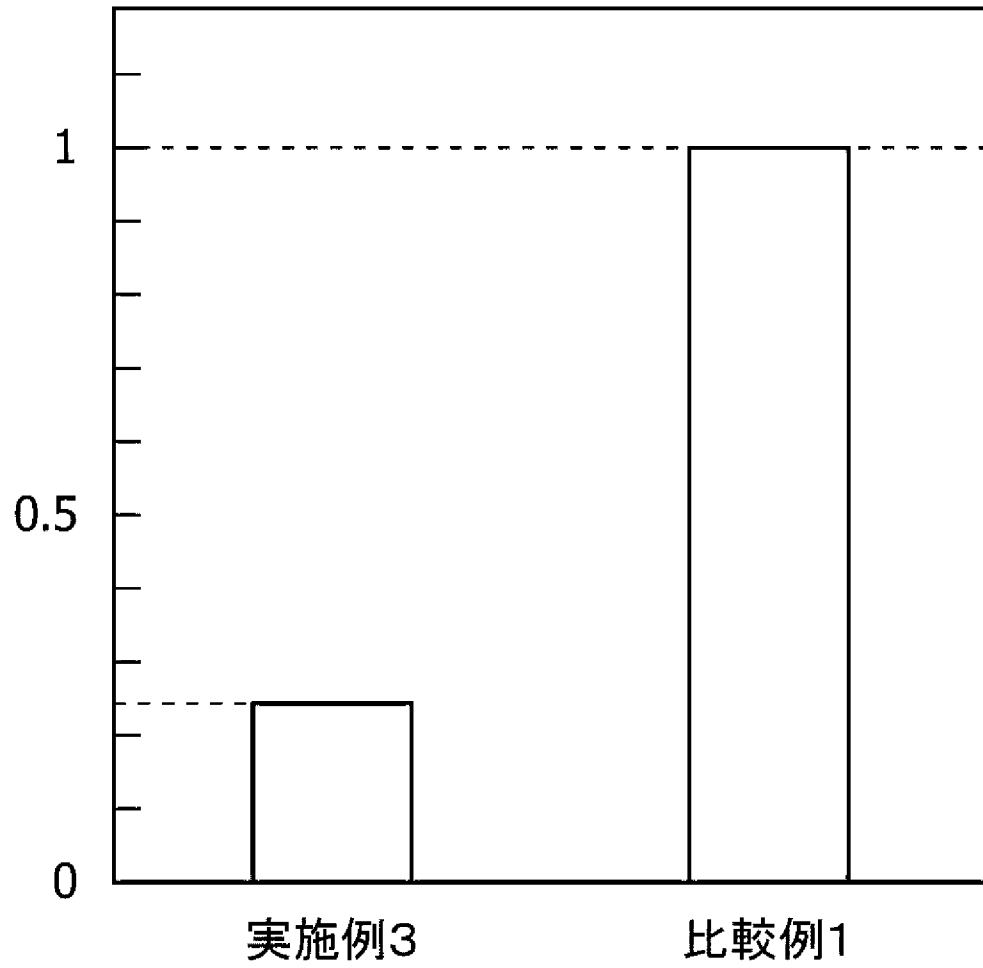
[図9]

脱硫冷却循環液による硫酸塩の
CO₂吸収液への混入量比
(比較例基準)



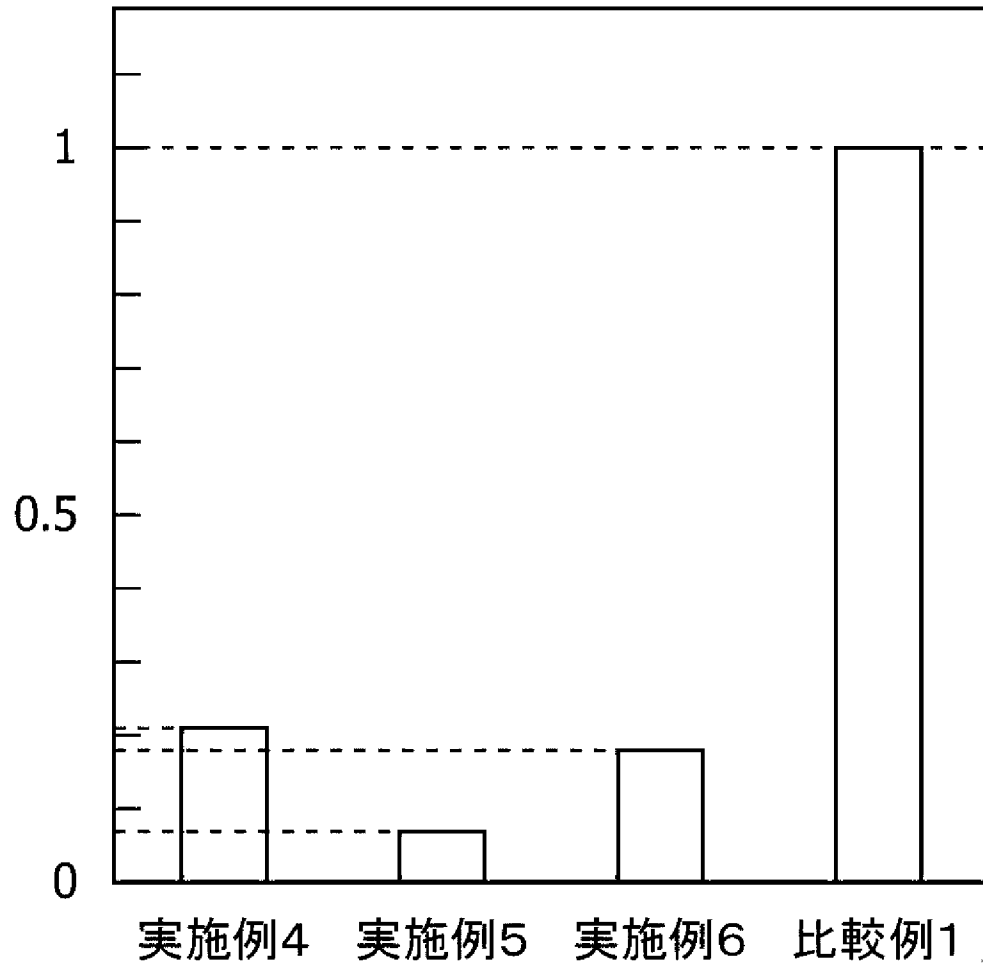
[図10]

脱硫冷却循環液による硫酸塩の
CO₂吸収液への混入量比
(比較例基準)



[図11]

脱硫冷却循環液による硫酸塩の
CO₂吸収液への混入量比
(比較例基準)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/086881

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/62(2006.01)i, B01D53/14(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)

B01D53/14-53/18, B01D53/34-53/85, C01B32/50

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-87828 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 07 April 2005 (07.04.2005), claims; paragraphs [0028] to [0030]; fig. 3 (Family: none)	1-2, 7-8 3-6
Y	JP 2009-530073 A (BASF SE), 27 August 2009 (27.08.2009), claims; paragraphs [0002] to [0006], [0014] to [0025], [0046] to [0051]; fig. 1 & US 2009/0068078 A1 paragraphs [0002] to [0006], [0014] to [0026], [0051] to [0070]; page 5; fig. 1 & WO 2007/104800 A1	1-2, 7-8

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 January 2017 (12.01.17)

Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)

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/JP2016/086881

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-512088 A (Alstom Technology Ltd.), 11 April 2013 (11.04.2013), claims; paragraphs [0013], [0041] to [0042], [0057]; fig. 3 & US 2011/0120309 A1 paragraphs [0017], [0056], [0057], [0072]; page 6; fig. 3 & WO 2011/066042 A1	1-2, 7-8

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, B01D53/50(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. B01D53/14-53/18, B01D53/34-53/85, C01B32/50

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2005-87828 A（関西電力株式会社）2005.04.07, 特許請求の範囲、段落0028-0030、図3（ファミリーなし）	1-2, 7-8 3-6
Y	JP 2009-530073 A（ビーエーエスエフ ソシエタス・ヨーロッパ）2009.08.27, 特許請求の範囲、段落0002-0006, 0014-0025, 0046-0051, 図1 & US 2009/0068078 A1, [0002]-[0006], [0014]-[0026], [0051]-[0070], 第5頁, Fig.1 & WO 2007/104800 A1	1-2, 7-8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.01.2017

国際調査報告の発送日

24.01.2017

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）

神田 和輝

4Q

3439

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
Y	JP 2013-512088 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2013.04.11, 特許請求の範囲、段落 0 0 1 3, 0 0 4 1 - 0 0 4 2, 0 0 5 7、図 3 & US 2011/0120309 A1, [0017], [0056], [0057], [0072], 第 6 頁, Fig. 3 & WO 2011/066042 A1	1-2, 7-8