

(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
2012 年 9 月 7 日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/117585 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/62 (2006.01) **C01B 31/20** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/069147
- (22) 国際出願日: 2011 年 8 月 25 日(25.08.2011)
- (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 2011-042961 2011 年 2 月 28 日(28.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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 1 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中川 陽介 (NAKAGAWA, Yosuke).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

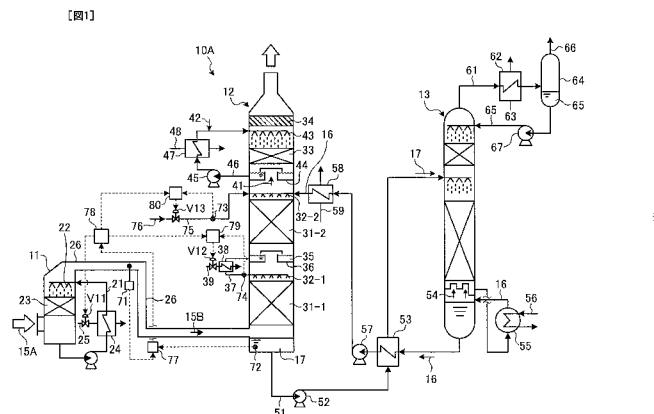
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CO₂ RECOVERY DEVICE AND OPERATION CONTROL METHOD OF CO₂ RECOVERY DEVICE

(54) 発明の名称: CO₂ 回収装置および CO₂ 回収装置の運転制御方法



(57) Abstract: A CO₂ recovery device (10A) regarding this embodiment comprises: a cooling tower (11); a CO₂ absorption tower (12); a regeneration tower (13); an absorption liquid level meter (72) for measuring an amount of liquid in the tower bottom portion of the CO₂ absorption tower (12); and a level controller (77) for automatically or manually controlling one or both of an amount of supply of make-up water (76) and an amount of condensation of water contained in exhaust gas (15B) on the basis of the amount of liquid in the bottom portion of the CO₂ absorption tower (12) detected by the absorption liquid level meter (72), such that while the amount of gas supply of the exhaust gas (15B) is not varying, the level controller (77) is set for automatic control, and while the amount of gas supply of the exhaust gas (15B) is varying, the level controller (77) is set for manual control, to maintain the amount of supply of the make-up water (76) to be constant.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/117585 A1



本実施形態に係るCO₂回収装置10Aは、冷却塔11と、CO₂吸収塔12と、再生塔13と、CO₂吸収塔12の塔底部の液量を測定する吸収液レベル計72と、吸収液レベル計72で検出されたCO₂吸収塔12の底部の液量に基づいて、メイクアップ水76の供給量と排ガス15B中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方を自動制御又は手動制御するためのレベル制御器77と、を有し、排ガス15Bのガス供給量が変化していない間は、レベル制御器77を自動制御とし、排ガス15Bのガス供給量が変化している間は、レベル制御器77を手動制御とし、メイクアップ水76の供給量を一定に維持することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： CO_2 回収装置および CO_2 回収装置の運転制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、 CO_2 吸収液を用いて排ガス中の CO_2 を吸収する CO_2 回収装置の CO_2 吸収液の濃度をほぼ一定に維持する CO_2 回収装置および CO_2 回収装置の運転制御方法に関する。

背景技術

[0002] 大量の化石燃料を使用する火力発電所等では、ボイラにおいて化石燃料を燃焼させることで発生する排ガス中には CO_2 などが含まれている。この排ガス中に含まれる CO_2 を除去し、回収するための方法の1つとして、排ガスをアミン系の CO_2 吸収液と気液接触させて CO_2 吸収液中に CO_2 を吸収する方法がある。そして、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放散し、放散した CO_2 を地中に貯蔵することで、排ガスから回収した CO_2 を大気へ放出することを抑制している。

[0003] 例えば、 CO_2 吸収液を用いて排ガスから CO_2 を回収し、排ガスから回収した CO_2 を途中で貯蔵する CO_2 回収装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。 CO_2 回収装置は、排ガスを CO_2 吸収液と接触させ、排ガス中の CO_2 を CO_2 吸収液に吸収させる CO_2 吸収塔と、 CO_2 吸収液に吸収された CO_2 を放散して CO_2 吸収液から CO_2 を分離する再生塔とから構成される。この CO_2 回収装置は、 CO_2 吸収塔で排ガス中の CO_2 を CO_2 吸収液に吸収し、排ガスから CO_2 を除去した後、再生塔で CO_2 吸収液が蒸気で加熱されることにより、 CO_2 吸収液に吸収された CO_2 を放散して高純度の CO_2 を回収する。また、再生塔で再生された CO_2 吸収液は再び CO_2 吸収塔に送給され、再利用する。

[0004] この CO_2 回収装置では、再生塔からは CO_2 と微量の H_2O が流出していく。 CO_2 吸収塔と再生塔との間（以下、系内という。）にある吸収液の液量を一定量に保つため、系内にメイクアップ水を加えるか、 CO_2 吸収塔内部での排

ガス中に含まれる水の凝縮量を調整している。CO₂吸収塔内部での排ガス中に含まれる水の凝縮量は、例えば、吸収塔の上流側に設けられる冷却塔などで排ガスの冷却割合を調整する方法、CO₂吸収塔内のCO₂吸収液の冷却温度を調整する方法などにより制御される。

[0005] また、CO₂回収装置には、吸収塔または再生塔には吸収液レベル計およびレベル制御器が設けられ、排ガス中に含まれる水の凝縮量またはメイクアップ水の供給量を調整し、液レベルを一定に維持している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-62165号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来のCO₂回収装置では、CO₂吸収塔へ供給される排ガスのガス供給量が増加すると、CO₂吸収塔内に設けられた充填物（CO₂回収部）に蓄積されるCO₂吸収液の蓄積量（液ホールドアップ量）が増加する。CO₂回収部にCO₂吸収液が蓄積されることで、レベル制御器は、系内を循環するCO₂吸収液の流量を一定に維持するため、CO₂回収部に蓄積されたCO₂吸収液の蓄積量分を、排ガス中に含まれるH₂Oを凝縮させるか、メイクアップ水の供給量を増加させることによって調整するように動作する。

[0008] レベル制御器がCO₂回収部におけるCO₂吸収液の蓄積量を考慮しない状態で排ガス中に含まれる水の凝縮量を増大させるか、メイクアップ水の供給量を増加させることで、系内のCO₂吸収液の濃度が低下してしまう、という問題がある。そのため、CO₂吸収塔における排ガスに含まれるCO₂のCO₂吸収性能が低下してしまう。

[0009] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、CO₂吸収液の濃度を安定して一定に維持することができるCO₂回収装置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

- [0010] 上述した課題を解決するための本発明に係る第1の発明は、 CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却する冷却塔と、前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガスから CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出させて前記 CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔と、前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを測定する吸収液レベル計と、前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方を自動制御又は手動制御するためのレベル制御器と、を有し、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化していない間は、前記レベル制御器を自動制御とし、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化している間は、前記レベル制御器を手動制御とし、前記メイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方を一定に維持することを特徴とする CO_2 回収装置である。
- [0011] 第2の発明は、第1の発明において、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量の変化が一定となり、前記レベル制御器を手動制御から自動制御に切り替えた時点における前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルと、前記メイクアップ水の供給量と、前記 CO_2 吸収液の蓄積量と、前記排ガスのガス供給量との各々の測定値が各々の値の基準となる設定値に変更されることを特徴とする CO_2 回収装置である。
- [0012] 第3の発明は、 CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却する冷却塔と、前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガスから CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出させて前記 CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔と、前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを測定する吸収液レベル計と、前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に

含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方を自動制御又は手動制御するためのレベル制御器と、を有し、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化している間は、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷を、予め求めた排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷と、前記吸収液レベル計で検出される前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルの設定値との関係に当てはめ、前記レベル制御器が、前記メイクアップ水の供給量と、前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方の設定値を制御することを特徴とする CO_2 回収装置である。

[0013] 第4の発明は、第1から3の何れか1つの発明において、前記排ガス中に含まれる水の凝縮量は、前記冷却塔で前記排ガスの冷却割合を変化させる方法と、前記 CO_2 吸収塔内の前記 CO_2 吸収液の冷却温度を変化させる方法との何れか一方または両方を用いて調整されることを特徴とする CO_2 回収装置である。

[0014] 第5の発明は、第1から4の何れか1つの発明において、前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液を抜き出す吸収液抜き出し管と、抜き出した CO_2 吸収液を貯留する吸収液貯留部と、前記吸収液貯留部内の前記 CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔の底部に送給する吸収液送給管とを有し、前記排ガスを発生する装置の負荷状況に応じて前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを調整することを特徴とする CO_2 回収装置である。

[0015] 上述した課題を解決するための本発明に係る第6の発明は、 CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却した後、前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガス中の CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液中の CO_2 を除去し、再生する再生塔とを有し、前記再生塔で CO_2 を除去した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔で再利用すると共に、前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを吸収液レベル計で測定し、前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給

量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方をレベル制御器を用いて自動制御又は手動制御する CO_2 回収装置の運転制御方法であって、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量の変化が終了している間は、前記レベル制御器を自動制御とし、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化している間は、前記レベル制御器を手動制御とし、前記メイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方を一定に維持することを特徴とする CO_2 回収装置の運転制御方法である。

[0016] 第7の発明は、第6の発明において、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量の変化が一定となり、前記レベル制御器を手動制御から自動制御に切り替えた時点における前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルと、前記メイクアップ水の供給量と、前記 CO_2 吸収液の蓄積量と、前記排ガスのガス供給量との各々の測定値を各々の値の基準となる設定値とすることを特徴とする CO_2 回収装置の運転制御方法である。

[0017] 第8の発明は、 CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却した後、前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガス中の CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液中の CO_2 を除去し、再生する再生塔とを有し、前記再生塔で CO_2 を除去した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔で再利用すると共に、前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを吸収液レベル計で測定し、前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方をレベル制御器を用いて自動制御又は手動制御する CO_2 回収装置の運転制御方法であって、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化している間は、前記 CO_2 吸収塔に供給する前記排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷を、予め求めた排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷と、前記吸収液レベル計で検出される前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルの設定値

との関係に当てはめ、前記レベル制御器により、前記メイクアップ水の供給量と、前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方の設定値を制御することを特徴とするCO₂回収装置の運転制御方法である。

[0018] 第9の発明は、第6から8の何れか1つの発明において、前記排ガス中に含まれる水の凝縮量を、前記冷却塔で前記排ガスの冷却割合を変化させる方法と、前記CO₂吸収塔内の前記CO₂吸収液の冷却温度を変化させる方法との何れか一方または両方を用いて調整することを特徴とするCO₂回収装置の運転制御方法である。

[0019] 第10の発明は、第6から9の何れか1つの発明において、前記排ガスを発生する装置の負荷状況に応じて、前記CO₂吸収塔の底部の前記CO₂吸収液を抜き出し、抜き出したCO₂吸収液を貯留するか、貯留したCO₂吸収液を前記CO₂吸収塔の底部に送給し、前記CO₂吸収塔の底部の前記CO₂吸収液の液量を調整することを特徴とするCO₂回収装置の運転制御方法である。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、CO₂吸収液の濃度を安定して一定に維持することができる。これにより、CO₂吸収液への排ガス中に含まれるCO₂の吸収量を安定して保つことができる。また、CO₂吸収液に含まれるアミンを無駄に消費することなく、CO₂吸収液を効率良く利用することができる。このため、再生塔でCO₂吸収液に含まれるCO₂を放出するために要するスチームを無駄なく効率よく利用することができるため、CO₂回収装置の運転効率の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係るCO₂回収装置の構成を簡略に示す図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係るCO₂回収装置をメイクアップ水で調整する場合の運転時間と、各種測定値との関係の一例を示す図である。

[図3]図3は、本発明の第2の実施形態に係るCO₂回収装置の構成を簡略に示す図である。

[図4]図4は、排ガスのガス供給量と液レベルの設定値との関係の一例を示す図である。

[図5]図5は、本発明の第2の実施形態に係るCO₂回収装置の運転時間と、各種測定値との関係を示す図である。

[図6]図6は、本発明の第3の実施形態に係るCO₂回収装置の構成を簡略に示す図である。

[図7]図7は、本発明の第3の実施形態に係るCO₂回収装置の運転時間と、各種測定値との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、下記の発明を実施するための形態（以下、実施形態という）により本発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、下記実施形態で開示した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。

[0023] [第1の実施形態]

本発明による第1の実施形態に係るCO₂回収装置について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るCO₂回収装置の構成を簡略に示す図である。図1に示すように、CO₂回収装置10Aは、冷却塔11と、CO₂吸収塔12と、吸収液再生塔（以下、再生塔という）13とを有する。

[0024] CO₂回収装置10Aでは、CO₂を含有する排ガス15A中のCO₂を吸収するCO₂吸収液16が、CO₂吸収塔12と再生塔13との間（以下、系内という。）を循環している。CO₂吸収塔12から再生塔13には排ガス15B中のCO₂を吸収したCO₂吸収液（リッチ溶液）17が送給される。再生塔13からCO₂吸収塔12にはリッチ溶液17から再生塔13でほぼ全てのCO₂が除去され再生されたCO₂吸収液（リーン溶液）16が送給されている。

[0025] 排ガス15Aは、ボイラやガスタービン等の産業設備から排出されるCO₂

を含有するガスである。排ガス 15 A は、排ガス送風機などにより昇圧された後、冷却塔 11 に送られる。

[0026] 冷却塔 11 は、排ガス 15 A を水 21 によって冷却する塔である。冷却塔 11 は、塔内に水 21 を噴霧する噴霧ノズル 22 と、冷却部 23 とを有する。排ガス 15 A は冷却塔 11 内の冷却部 23 で噴霧ノズル 22 から噴霧された水 21 と向流接触することにより冷却される。

[0027] 排ガス 15 A と熱交換して高温となった水 21 は冷却塔 11 の塔底部に貯留される。塔底部の水 21 は塔底部から抜き出され、冷却器 24 で冷却水 25 と熱交換することにより冷却された後、冷却塔 11 に送給される。これにより、水 21 は排ガス 15 A の冷却用として循環して使用される。

[0028] 冷却された排ガス 15 B は冷却塔 11 と CO₂吸収塔 12 とを連結する煙道 26 を介して冷却塔 11 から排出される。

[0029] 冷却塔 11 から排出される排ガス 15 B は、煙道 26 を介して CO₂吸収塔 12 の塔底部の側壁から CO₂吸収塔 12 内に送られる。

[0030] CO₂吸収塔 12 は、排ガス 15 B と CO₂吸収液 16 とを接触させて排ガス 15 B から CO₂を除去する塔である。CO₂吸収塔 12 は、CO₂回収部 31-1、31-2 と、噴霧ノズル 32-1、32-2 と、水洗部 33 と、デミスタ 34 とを有する。塔内に送給された排ガス 15 B は塔内の塔底部側から塔頂側に向けて流れる。噴霧ノズル 32-2 は、CO₂吸収液 16 を下向きに噴霧させるノズルである。CO₂回収部 31-1、31-2 は、CO₂吸収塔 12 の排ガス 15 B の流れ方向の前流側に設けられている。本実施形態では、CO₂回収部 31-1、31-2 は、CO₂吸収塔 12 の塔下側に設けられている。

[0031] 塔内を上昇する排ガス 15 B は、CO₂回収部 31-1、31-2 において、例えば塩基性アミン化合物をベースとする CO₂吸収液 16 と対向流接触し、排ガス 15 B 中の CO₂が CO₂吸収液 16 に吸収される。噴霧ノズル 32-2 からリーン溶液 16 を噴霧して CO₂回収部 31-2 を通過した後、排ガス 15 B に残留している CO₂を吸収したセミリッチ溶液 35 が受け部 36 で貯

留される。受け部 36 に溜まったセミリッチ溶液 35 は、セミリッチ溶液抜き出し管 37 から抜き出され、冷却器 38 で冷却水 39 で冷却された後、噴霧ノズル 32-1 からセミリッチ溶液 35 を噴霧して CO_2 回収部 31-1 を通過し、リッチ溶液 17 となって塔底部に貯留される。

[0032] 本実施形態においては、 CO_2 吸収塔 12 は CO_2 回収部を 2 段設けるようにしているが、本実施形態は、これに限定されるものではなく、1 段でもよいし、3 段以上設けるようにしてもよい。

[0033] また、水洗部 33 及びデミスタ 34 は、 CO_2 吸収塔 12 の排ガス 15B の流れ方向の後流側に設けられている。本実施形態では、水洗部 33 及びデミスタ 34 は、塔内の CO_2 回収部 31-2 の上側に設けられている。 CO_2 回収部 31-1、31-2 で CO_2 が除去された CO_2 除去排ガス 41 は、水洗部 33 で CO_2 除去排ガス 41 に同伴された CO_2 吸収液 16 が除去され、デミスタ 34 で CO_2 除去排ガス 41 に含まれるミストが捕集された後、塔頂部から系外へ放出される。なお、水洗部 33 は複数設けるようにしてもよい。

[0034] 水洗部 33 には、外部から供給される水 42 を噴霧ノズル 43 から噴霧して水洗部 33 で CO_2 除去排ガス 41 中に含まれる不純物を除去する。噴霧ノズル 43 から噴霧した水 42 は受け部 44 で回収され、ポンプ 45 で塔外部に送給し、水循環ライン 46 を介して冷却器 47 で冷却水 48 により冷却された後、噴霧ノズル 43 に送給され、循環使用される。

[0035] CO_2 回収部 31-1、31-2 において排ガス 15B 中の CO_2 を吸収したリッチ溶液 17 は、 CO_2 吸収塔 12 の底部に貯留される。 CO_2 吸収塔 12 の底部に貯留されたリッチ溶液 17 は、リッチ溶液抜き出しライン 51 より抜き出され、 CO_2 吸収塔 12 の塔底部から外部に設けられたリッチ溶液排出ポンプ（リッチ溶剤ポンプ）52 により圧送され、リッチ・リーン溶液熱交換器 53 において再生塔 13 で再生された CO_2 吸収液 16 と熱交換された後、再生塔 13 の塔頂部から塔内に供給される。

[0036] 再生塔 13 は、リッチ溶液 17 から CO_2 を放出してリーン溶液 16 として再生する塔である。再生塔 13 の塔頂部から再生塔 13 の塔内に放出された

リッチ溶液 17 は、再生塔 13 の塔底部から供給される蒸気（スチーム） 54 により加熱される。スチーム 54 は、リーン溶液 16 を再生過熱器（リボイラ） 55 で飽和スチーム 56 と熱交換することにより発生する。リッチ溶液 17 はスチーム 54 により加熱されることにより、吸熱され、リッチ溶液 17 中に含まれる大部分の CO_2 を放出し、再生塔 13 の塔底部に至る頃には、ほぼ全ての CO_2 が除去された CO_2 吸収液（リーン溶液） 16 となる。

[0037] 再生塔 13 の底部に貯留されるリーン溶液 16 は CO_2 吸収液としてリーンソルベントポンプ 57 により送給され、リーンソルベントクーラ 58 で冷却水 59 と熱交換して冷却された後、 CO_2 吸収塔 12 に送給される。

[0038] 一方、再生塔 13 の塔頂部からは水蒸気を伴った CO_2 ガス 61 が放出される。水蒸気を伴った CO_2 ガス 61 は再生塔 13 の塔頂部から導出され、コンデンサ 62 で冷却水 63 により CO_2 ガス 61 に含まれる水蒸気が凝縮され、分離ドラム 64 にて水 65 が分離された後、 CO_2 ガス 66 は系外に放出されて回収される。また、分離ドラム 64 にて分離された水 65 は凝縮水循環ポンプ 67 にて再生塔 13 の上部に供給される。

[0039] また、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10A は、供給ガス流量計 71 と、吸収液レベル計 72 と、メイクアップ水流量計 73 と、温度計 74 とを有する。供給ガス流量計 71 は、煙道 26 に設けられ、排ガス 15B の流量を測定している。吸収液レベル計 72 は、 CO_2 吸収塔 12 の液溜まりである塔底部に設けられ、塔底部に貯留されるリッチ溶液 17 の液レベル（液高さ）を測定している。メイクアップ水流量計 73 は、メイクアップ水供給ライン 75 に設けられ、メイクアップ水 76 の流量を測定している。温度計 74 は、セミリッチ溶液抜き出し管 37 に設けられ、セミリッチ溶液 35 の温度を測定している。

[0040] 供給ガス流量計 71 および吸収液レベル計 72 で測定された値は、レベル制御器 77 に伝達される。レベル制御器 77 は、吸収液レベル計 72 で測定された値に基づき計算された値を操作部 78 に伝達し、メイクアップ水 76 の供給量と、排ガス 15B 中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方

を調整する。排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量は、冷却塔 1 1 で排ガス 1 5 B の冷却割合を増大させる方法と、C O₂吸収塔 1 2 内のセミリッチ溶液 3 5 の冷却温度を低下させる方法との何れか一方または両方を用いて調整することができる。

[0041] 冷却塔 1 1 で排ガス 1 5 B の冷却割合を増大させる場合は、調節弁 V 1 1 を調整して冷却水 2 5 の流量を増大して水 2 1 の液温度を更に低くし、排ガス 1 5 B のガス温度を更に低くして冷却すると、排ガス 1 5 A 中の水は冷却塔 1 1 で凝縮するため、排ガス 1 5 B 中の水の凝縮量は減少する。C O₂吸収塔 1 2 内のセミリッチ溶液 3 5 の冷却温度を低下させる場合は、調節弁 V 1 2 の開閉具合を調整してセミリッチ溶液 3 5 の液温度を更に低下させ、C O₂回収部 3 1 - 1 で接触する排ガス 1 5 B のガス温度を低下させると、排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量は増大する。

[0042] レベル制御器 7 7 は、供給ガス流量計 7 1 および吸収液レベル計 7 2 で測定された値に基づいて、操作部 7 8 で調節弁 V 1 1 を調整して冷却水 2 5 の流量を調整するか、制御部 7 9 で調節弁 V 1 2 を調整して冷却水 3 9 の流量を調整し、セミリッチ溶液 3 5 の液温度を調整するか、制御部 8 0 で調節弁 V 1 3 を調整し、メイクアップ水 7 6 の流量を調整する。

[0043] (運転制御)

次に、本実施形態に係る C O₂回収装置 1 0 A を用いて C O₂吸収塔 1 2 に供給される排ガス 1 5 B のガス供給量が変化した場合においても系内を循環する C O₂吸収液 1 6 の濃度を安定して一定に保つための運転制御の一例を説明する。

[0044] 排ガス 1 5 B の C O₂吸収塔 1 2 へのガス供給量を供給ガス流量計 7 1 で測定する。図 2 は、本実施形態に係る C O₂回収装置 1 0 A をメイクアップ水 7 6 で調整する場合の運転時間と各種測定値との関係の一例を示す図である。図 2 に示すように、供給ガス流量計 7 1 で測定した排ガス 1 5 B の C O₂吸収塔 1 2 へのガス供給量が変化しない間（ガス供給量が一定）は、レベル制御器 7 7 による測定は自動制御とする。この間、C O₂回収部 3 1 - 2 における

CO₂吸収液 16 の蓄積量（液ホールドアップ量）と、メイクアップ水 76 の供給量と、CO₂吸収塔 12 の塔底部に貯留されるリッチ溶液 17 の液レベルとは一定である。

[0045] 自動制御は、連続して測定してもよいし定期的に測定してもよく、測定間隔は特に限定されるものではない。

[0046] 供給ガス流量計 71 で測定したガス供給量が増加した場合（本実施形態では、ガス供給量が増加した場合）、レベル制御器 77 による測定を自動制御から手動制御に切り替える。このレベル制御器 77 の手動制御は、排ガス 15 B のCO₂吸収塔 12 へのガス供給量が増加している間行う。排ガス 15 B のガス供給量が増加すると、CO₂回収部 31-1、31-2 におけるCO₂吸収液 16 の蓄積量は増加するため、CO₂吸収塔 12 の塔底部に貯留されるリッチ溶液 17 の液量は低下し、吸収液レベル計 72 により測定される液レベルは低下する。そのため、レベル制御器 77 の測定を自動制御のままとしておくと、レベル制御器 77 は、系内を循環するCO₂吸収液 16 の液量を一定量に保つため、CO₂吸収塔 12 にメイクアップ水 76 を加えるか、CO₂吸収塔 12 内部での排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を増大させるように制御することになる。

[0047] これに対し、本実施形態に係るCO₂回収装置 10 A を用いて運転制御を行う際、CO₂吸収塔 12 に供給される排ガス 15 B のガス供給量が増加した場合には、CO₂回収部 31-2 におけるCO₂吸収液 16 の蓄積量は増加するが、レベル制御器 77 による測定を手動制御にすることで、メイクアップ水 76 の供給量や排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を一定に維持することができる。これにより、CO₂吸収液 16 の濃度を一定に維持することができる。

[0048] 排ガス 15 B のCO₂吸収塔 12 へのガス供給量の変化が終了した時点で、レベル制御器 77 を手動制御から自動制御に切り替える。この切り替え時点のCO₂吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルと、メイクアップ水 76 の供給量と、CO₂回収部 31-2 におけるCO₂吸収液 16 の蓄積量と、排

ガス 15 B のガス供給量との各々の測定値を基準となる設定値とする。

[0049] 排ガス 15 B の CO_2 吸収塔 12 へのガス供給量が一定の間は、レベル制御器 77 は、自動制御により、吸収液レベル計 72 で検出された CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルに基づいて、調節弁 V 13 の開閉具合を調整してメイクアップ水 76 の供給量を調整するか、排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を調整する。排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を調整する場合には、上述の通り、冷却塔 11 で排ガス 15 B の冷却割合を増大させ、排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を増大させる方法や、 CO_2 吸収塔 12 内のセミリッチ溶液 35 の冷却温度を低下させ、セミリッチ溶液 35 と接触する排ガス 15 B のガス温度を更に低下させ、排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を増大させる方法などがある。排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を増大させる場合には、これらの何れか一方または両方を用いて行う。

[0050] よって、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10 A を用いて運転制御を行う際、排ガス 15 B のガス供給量が上昇し、 CO_2 回収部 31-1 にセミリッチ溶液 35 が蓄積される量が増加している間は、レベル制御器 77 による測定を手動制御とし、リッチ溶液 17 の液レベルの制御を行わない。これにより、メイクアップ水 76 の供給量や排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量が増加することを抑制することができるため、 CO_2 吸収液 16 の濃度を一定に維持することができる。この結果、 CO_2 吸収塔 12 における排ガス 15 B 中の CO_2 吸収性能を維持することができる。

[0051] このように、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10 A は、排ガス 15 B の CO_2 吸収塔 12 へのガス供給量が変化することに起因して、吸収液レベル計 72 で検出された CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルが変化しても、レベル制御器 77 を自動制御から手動制御に切り替え、メイクアップ水 76 の供給量や排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を一定に維持する。これにより、系内に供給されるメイクアップ水 76 の供給量や排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量が増加することを抑制することができるため、長期

間に互って運転をしても、 CO_2 吸収液 16 の濃度を安定して一定に維持することができる。

[0052] したがって、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10A によれば、 CO_2 吸収液 16 への排ガス 15B 中に含まれる CO_2 の吸収性能を安定して維持することができる。また、 CO_2 吸収液 16 に含まれるアミンを無駄に消費することなく、 CO_2 吸収液 16 を効率良く利用することができる。これにより、再生塔 13 でリッチ溶液 17 に含まれる CO_2 を放出するために要するスチーム 54 を無駄なく効率よく利用することができるため、 CO_2 回収装置 10A の運転効率の向上を図ることができる。

[0053] [第2の実施形態]

本発明の第2の実施形態に係る CO_2 回収装置について、図面を参照して説明する。なお、本実施形態に係る CO_2 回収装置の構成は、上述の図1に示す CO_2 回収装置の構成と同様であるため、図1の CO_2 回収装置と同一の部材には同一の符号を付してその説明は省略する。

[0054] 図3は、本発明の第2の実施形態に係る CO_2 回収装置の構成を簡略に示す図である。図3に示すように、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10B は、供給ガス流量計 71 で測定された測定値から CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルを求めるための演算部 81 を有するものである。演算部 81 は、供給ガス流量計 71 で測定された排ガス 15B のガス流量の測定値を、予め求めた排ガス 15B のガス供給量と吸収液レベル計 72 で検出される CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルの設定値との関係を示す関係図に当てはめる。

[0055] 図4は、排ガス 15B のガス供給量と液レベルの設定値との関係の一例を示す図である。図4に示すような関係図に、供給ガス流量計 71 で測定された排ガス 15B のガス流量の測定値を当てはめることで、 CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルを調整することができる。これにより、排ガス 15B の供給量が上昇し、 CO_2 回収部 31-2 における CO_2 吸収液 16 の蓄積量が上昇してもメイクアップ水 76 の供給量を適正に調整することが

できるため、 CO_2 吸収液 16 の濃度を一定に維持することができる。

[0056] (運転制御)

次に、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10B を用いて CO_2 吸収塔 12 に供給される排ガス 15B のガス供給量が増加した場合においても系内を循環する CO_2 吸収液 16 の濃度を安定して一定に保つための運転制御の一例を説明する。

[0057] 図 5 は、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10B の運転時間と各種測定値との関係を示す図である。図 5 に示すように、供給ガス流量計 71 で測定した排ガス 15B の CO_2 吸収塔 12 へのガス供給量が増加しない間（ガス供給量が一定）は、レベル制御器 77 による測定は自動制御とする。この間、 CO_2 回収部 31-2 における CO_2 吸収液 16 の蓄積量と、メイクアップ水 76 の供給量と、 CO_2 吸収塔 12 の塔底部の液溜まりに貯留されるリッチ溶液 17 の液レベルとは一定である。

[0058] 自動制御は、上述の通り、連続して測定してもよいし定期的に測定してもよく、測定間隔は特に限定されるものではない。

[0059] 供給ガス流量計 71 で測定した測定値が増加した場合（本実施形態では、ガス供給量が上昇した場合）、レベル制御器 77 による測定は自動制御の状態のまま、吸収液レベル計 72 で検出される CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルの測定値（図 5 中、実線部分）と、供給ガス流量計 71 で測定したガス供給量の測定値を演算部 81 に伝達し、 CO_2 吸収塔 12 の塔底部の液溜まりに貯留されるリッチ溶液 17 の液レベルの設定値を求める（図 5 中、破線部分）。この演算部 81 でのリッチ溶液 17 の液レベルの設定値の算出は、排ガス 15B の CO_2 吸収塔 12 へのガス供給量が増加していない時もリッチ溶液 17 の液レベルの設定値の算出を行い、常時算出している。この排ガス 15B の CO_2 吸収塔 12 へのガス供給量の変化がなければ、リッチ溶液 17 の液レベルの設定値も変化しない。排ガス 15B のガス供給量が増加すると、 CO_2 回収部 31-2 における CO_2 吸収液 16 の蓄積量は上昇するが、レベル制御器 77 は、演算部 81 で算出されたリッチ溶液 17 の液

レベルの設定値に基づいて適正なメイクアップ水 7 6 の供給量を求めることができる。これにより、 CO_2 吸収液 1 6 の濃度を一定に維持することができる。

- [0060] また、メイクアップ水 7 6 の供給量の他に、排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量を調整するようにしてもよい。排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量を調整する場合には、上述の通り、冷却塔 1 1 で排ガス 1 5 B の冷却割合を変化させ、排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量を変化させる方法や、 CO_2 吸収塔 1 2 内のセミリッチ溶液 3 5 の冷却温度を低下させ、セミリッチ溶液 3 5 と接触する排ガス 1 5 B のガス温度を更に低下させ、排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量を増大させる方法などがある。
- [0061] 排ガス 1 5 B の CO_2 吸収塔 1 2 へのガス供給量の変化が終了した後は、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルと、メイクアップ水 7 6 の供給量と、 CO_2 回収部 3 1 - 2 における CO_2 吸収液 1 6 の蓄積量と、排ガス 1 5 B のガス供給量との各々の測定値は一定となる。
- [0062] よって、本実施形態に係る CO_2 回収装置 1 0 B を用いて運転制御を行う際、排ガス 1 5 B のガス供給量が上昇し、 CO_2 回収部 3 1 - 1 にセミリッチ溶液 3 5 が蓄積されている量が増加している間でも、レベル制御器 7 7 は、演算部 8 1 で算出されたリッチ溶液 1 7 の液レベルの設定値に基づいて適正なメイクアップ水 7 6 の供給量を求めることができる。これにより、メイクアップ水 7 6 の供給量や排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量が増加することを抑制することができるため、 CO_2 吸収液 1 6 の濃度を一定に維持することができる。この結果、 CO_2 吸収塔 1 2 における排ガス 1 5 B 中の CO_2 吸収性能を維持することができる。
- [0063] このように、本実施形態に係る CO_2 回収装置 1 0 B は、排ガス 1 5 B の CO_2 吸収塔 1 2 へのガス供給量に変化することに起因して、吸収液レベル計 7 2 で検出された CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルが変化しても、レベル制御器 7 7 は、演算部 8 1 で算出されたリッチ溶液 1 7 の液レベルの設定値に基づいて適正なメイクアップ水 7 6 の供給量や排ガス 1 5 B

中に含まれる水の凝縮量を求めることができる。これにより、長期間に亘って運転をしても、 CO_2 吸収液 16 の濃度を安定して一定に維持することができる。

[0064] また、 CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルが変化しても、レベル制御器 77 は自動制御のまま適正なメイクアップ水 76 の供給量や排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を求めることができるため、排ガス 15 B のガス供給量から連続的に制御することができる。すなわち、上記の第 1 の実施形態に係る CO_2 回収装置 10 A では、排ガス 15 B のガス供給量などが著しく変化したと判断することが必要となるが、本実施形態によれば、排ガス 15 B のガス供給量などが著しく変化していない場合でも排ガス 15 B のガス供給量からメイクアップ水 76 の供給量や排ガス 15 B 中に含まれる水の凝縮量を連続して制御することができ、 CO_2 吸収液 16 の濃度を常時安定して一定に維持することができる。

[0065] したがって、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10 B によれば、 CO_2 吸収液 16 の排ガス 15 B 中に含まれる CO_2 の吸収性能を簡易に安定して維持することができる。また、 CO_2 吸収液 16 に含まれるアミンを無駄に消費することなく、 CO_2 吸収液 16 を効率良く利用することができる。これにより、再生塔 13 でリッチ溶液 17 に含まれる CO_2 を放出するために要するスチーム 54 を無駄なく効率よく利用することができるため、 CO_2 回収装置 10 B の運転効率の向上を図ることができる。

[0066] 本実施形態では、排ガス 15 B のガス供給量から CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルを求めているが、本実施形態は、これに限定されるものではなく、ボイラなど CO_2 吸収塔 12 の上流側に設置された装置の負荷状態から CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルを求めるようにしてもよい。

[0067] [第 3 の実施形態]

本発明の第 3 の実施形態に係る CO_2 回収装置について、図面を参照して説明する。なお、本実施形態に係る CO_2 回収装置の構成は、上述の図 1 に示す

C O₂回収装置の構成と同様であるため、図 1 のC O₂回収装置と同一の部材には同一の符号を付してその説明は省略する。

[0068] 図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係るC O₂回収装置の構成を簡略に示す図である。図 6 に示すように、本実施形態に係るC O₂回収装置 1 0 C は、C O₂吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 を抜き出す吸収液拔出し管 8 2 と、抜き出したリッチ溶液 1 7 を貯留する吸収液貯留部 8 3 と、吸収液貯留部 8 3 内のリッチ溶液 1 7 をC O₂吸収塔 1 2 の底部に送給する吸収液送給管 8 4 とを有するものである。また、吸収液拔出し管 8 2 と吸収液送給管 8 4 とには、リッチ溶液 1 7 の流量を調整する調節弁 V 2 1、V 2 2 が設けられている。

[0069] 本実施形態に係るC O₂回収装置 1 0 C は、ボイラ等の負荷降下時には、C O₂吸収塔 1 2 の底部からリッチ溶液 1 7 を吸収液拔出し管 8 2 を介して吸収液貯留部 8 3 に抜き出し、ボイラ等の負荷上昇時には、吸収液貯留部 8 3 内のリッチ溶液 1 7 をC O₂吸収塔 1 2 の底部に供給する。よって、本実施形態に係るC O₂回収装置 1 0 C は、ボイラ等の排ガスを発生する装置の負荷状況に応じてC O₂吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルを調整することができる。

[0070] (運転制御)

次に、本実施形態に係るC O₂回収装置 1 0 C を用いてC O₂吸収塔 1 2 に供給される排ガス 1 5 B のガス供給量に変化した場合においても系内を循環するC O₂吸収液 1 6 の濃度を安定して一定に保つための運転制御の一例を説明する。

[0071] 図 7 は、本実施形態に係るC O₂回収装置 1 0 C の運転時間と各種測定値との関係を示す図である。図 7 に示すように、供給ガス流量計 7 1 で測定した排ガス 1 5 B のC O₂吸収塔 1 2 へのガス供給量に変化しない間（ガス供給量が一定）は、レベル制御器 7 7 による測定は自動制御とする。この間、C O₂回収部 3 1 - 2 におけるC O₂吸収液 1 6 の蓄積量と、吸収液貯留部 8 3 からのリッチ溶液 1 7 の供給量と、メイクアップ水 7 6 の供給量と、C O₂吸収塔

12の塔底部の液溜まりに貯留されるリッチ溶液17の液レベルとは一定である。また、CO₂吸収塔12へのガス供給量が変わらない状態では、吸収液貯留部83からのリッチ溶液17の供給量はゼロである。CO₂吸収塔12の底部からのリッチ溶液17の抜き出し量もゼロである。

[0072] 自動制御は、連続して測定してもよいし定期的に測定してもよく、測定間隔は特に限定されるものではない。

[0073] 供給ガス流量計71で測定したガス供給量が変わった場合（本実施形態では、ガス供給量が上昇した場合）、CO₂回収部31-2におけるCO₂吸収液16の蓄積量は上昇する。この場合、リッチ溶液17の液レベルは減少するが、メイクアップ水76の供給量の設定値は、ガス供給量が変わる前の設定値で一定とし、レベル制御器77で計算された値を基にしてメイクアップ水76の供給量の設定値は決定しない。そして、レベル制御器77による測定は自動制御のままとし、レベル制御器77で計算された値に基づいて、レベル制御器77は操作部78の出力先を調節弁V22に切り替えて、調節弁V22を操作し、吸収液貯留部83内のリッチ溶液17をCO₂吸収塔12の底部へ供給する。また、吸収液貯留部83内のリッチ溶液17がCO₂吸収塔12の底部に供給されることで、吸収液レベル計72で検出されるCO₂吸収塔12の底部のリッチ溶液17の液レベルは増加し、安定する。

[0074] 一方、リッチ溶液17をCO₂吸収塔12の底部から抜き出す場合には、レベル制御器77による測定は自動制御のままとし、レベル制御器77で計算された値に基づいて、レベル制御器77は操作部78の出力先を調節弁V21に切り替えて、調節弁V21を開放し、CO₂吸収塔12の底部からリッチ溶液17を吸収液貯留部83内へ抜き出す。これにより、CO₂吸収塔12の底部のリッチ溶液17の液レベルを一定に保つことができるため、CO₂吸収液16の濃度を一定に維持することができる。

[0075] 排ガス15BのCO₂吸収塔12へのガス供給量の変化が終了した後は、吸収液貯留部83からCO₂吸収塔12の底部へのリッチ溶液17の供給を停止、またはCO₂吸収塔12の底部から吸収液貯留部83へのリッチ溶液17の

抜き出しを停止する。また、メイクアップ水 7 6 の供給量の設定値は、レベル制御器 7 7 で計算された値に基づき決定されるように切り替える。これにより、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルと、メイクアップ水 7 6 の供給量と、吸収液貯留部 8 3 内のリッチ溶液 1 7 の供給量と、 CO_2 回収部 3 1 - 2 における CO_2 吸収液 1 6 の蓄積量は一定となる。

[0076] 排ガス 1 5 B のガス供給量によっては、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルの上限値や下限値を超えてしまう場合がある。すなわち、排ガス 1 5 B のガス供給量が上昇し、 CO_2 回収部 3 1 - 1 にセミリッチ溶液 3 5 が蓄積されすぎると、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルの下限値を下回ってしまう。また、排ガス 1 5 B のガス供給量が減少しすぎると、 CO_2 回収部 3 1 - 1 にセミリッチ溶液 3 5 が蓄積されないため、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルの上限値を超えてしまう。

[0077] 本実施形態に係る CO_2 回収装置 1 0 C は、吸収液貯留部 8 3 を吸収液抜き出し管 8 2 および吸収液送給管 8 4 で連結しているため、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルを調整することができる。このため、 CO_2 吸収塔 1 2 へのガス供給量が変化し、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルの上限値や下限値を超えてしまう場合でも、供給ガス流量計 7 1 で測定したガス供給量によりレベル制御器 7 7 で計算された値に基づいて、レベル制御器 7 7 は操作部 7 8 の出力先を切り替え、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルを一定に維持することができる。この結果、メイクアップ水 7 6 の供給量や排ガス 1 5 B 中に含まれる水の凝縮量が増加することを抑制することができる。これにより、 CO_2 吸収液 1 6 の濃度を一定に維持することができる。この結果、 CO_2 吸収塔 1 2 における排ガス 1 5 B 中の CO_2 吸収性能を維持することができる。

[0078] また、 CO_2 吸収塔 1 2 の底部のリッチ溶液 1 7 の液レベルは、レベル制御器 7 7 を自動制御のまま一定に維持することができるため、排ガス 1 5 B のガス供給量から連続的に制御することができる。これにより、 CO_2 吸収塔 1 2 に供給されるメイクアップ水 7 6 の供給量や排ガス 1 5 B 中に含まれる水

の凝縮量が増加することを抑制することができるため、長期間に亘って運転をしても、 CO_2 吸収液 16 の濃度を安定して一定に維持することができる。

[0079] したがって、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10C によれば、ボイラ等の排ガスを発生する装置の負荷状況によって CO_2 吸収塔 12 の底部のリッチ溶液 17 の液レベルの測定が困難な状況となった場合でも、 CO_2 吸収液 16 への排ガス 15B 中に含まれる CO_2 の吸収性能を安定して維持することができる。

[0080] また、本実施形態に係る CO_2 回収装置 10C においては、 CO_2 吸収塔 12 の底部からリッチ溶液 17 の抜き出しおよび送給を行うようにしているが、本実施形態はこれに限定されるものではなく、再生塔 13 の底部から CO_2 吸収液 16 の抜き出しおよび送給を行うようにしてもよい。

符号の説明

- [0081] 10A～10C CO_2 回収装置
- 11 冷却塔
 - 12 CO_2 吸収塔
 - 13 吸収液再生塔
 - 15A、15B 排ガス
 - 16 CO_2 吸収液（リーン溶液）
 - 17 リッチ溶液
 - 21、42、65 水
 - 22、32-1、32-2、43 噴霧ノズル
 - 23 冷却部
 - 24、38、47 冷却器
 - 25、39、48、59、63 冷却水
 - 26 煙道
 - 31-1、31-2 CO_2 回収部
 - 33 水洗部
 - 34 デミスタ

- 35 セミリッチ溶液
- 36、44 受け部
- 37 セミリッチ溶液抜き出し管
- 41 CO₂除去排ガス
- 45 ポンプ
- 46 水循環ライン
- 51 リッチ溶液抜き出しライン
- 52 リッチ溶液排出ポンプ（リッチ溶剤ポンプ）
- 53 リッチ・リーン溶液熱交換器
- 54 スチーム
- 55 再生過熱器（リボイラ）
- 56 飽和スチーム
- 57 リーン溶剤ポンプ
- 58 リーン溶剤クーラ
- 61 CO₂ガス
- 62 コンデンサ
- 64 分離ドラム
- 67 凝縮水循環ポンプ
- 71 供給ガス流量計
- 72 吸収液レベル計
- 73 メイクアップ水流量計
- 74 温度計
- 75 メイクアップ水供給ライン
- 76 メイクアップ水
- 77 レベル制御器
- 78 操作部
- 79、80 制御部
- 81 演算部

8 2 吸収液拔出し管

8 3 吸収液貯留部

8 4 吸収液送給管

V 1 1 ～ V 1 3、V 2 1、V 2 2 調節弁

請求の範囲

- [請求項1] CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却する冷却塔と、
- 前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガスから CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、
- CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出させて前記 CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔と、
- 前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを測定する吸収液レベル計と、
- 前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方を自動制御又は手動制御するためのレベル制御器と、
- を有し、
- 前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化していない間は、前記レベル制御器を自動制御とし、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量に変化している間は、前記レベル制御器を手動制御とし、前記メイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方を一定に維持することを特徴とする CO_2 回収装置。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量の変化が一定となり、前記レベル制御器を手動制御から自動制御に切り替えた時点における前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルと、前記メイクアップ水の供給量と、前記 CO_2 吸収液の蓄積量と、前記排ガスのガス供給量との各々の測定値が各々の値の基準となる設定値に変更されることを特徴とする CO_2 回収装置。
- [請求項3] CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却する冷却塔

と、

前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガスから CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、

CO_2 を吸収した CO_2 吸収液から CO_2 を放出させて前記 CO_2 吸収液を再生する吸収液再生塔と、

前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを測定する吸収液レベル計と、

前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方を自動制御又は手動制御するためのレベル制御器と、

を有し、

前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量が変化している間は、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷を、予め求めた排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷と、前記吸収液レベル計で検出される前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルの設定値との関係に当てはめ、前記レベル制御器が、前記メイクアップ水の供給量と、前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方の設定値を制御することを特徴とする CO_2 回収装置。

[請求項4]

請求項1から3の何れか1つにおいて、

前記排ガス中に含まれる水の凝縮量は、前記冷却塔で前記排ガスの冷却割合を変化させる方法と、前記 CO_2 吸収塔内の前記 CO_2 吸収液の冷却温度を変化させる方法との何れか一方または両方を用いて調整されることを特徴とする CO_2 回収装置。

[請求項5]

請求項1から4の何れか1つにおいて、

前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液を抜き出す吸収液抜き出し管と、

抜き出した CO_2 吸収液を貯留する吸収液貯留部と、

前記吸収液貯留部内の前記 CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔の底部に送給する吸収液送給管とを有し、

前記排ガスを発生する装置の負荷状況に応じて前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを調整することを特徴とする CO_2 回収装置。

[請求項6]

CO_2 を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却した後、前記排ガスと CO_2 を吸収する CO_2 吸収液とを接触させて前記排ガス中の CO_2 を除去する CO_2 回収部を含む CO_2 吸収塔と、 CO_2 を吸収した CO_2 吸収液中の CO_2 を除去し、再生する再生塔とを有し、前記再生塔で CO_2 を除去した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔で再利用すると共に、前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルを吸収液レベル計で測定し、前記吸収液レベル計で検出された前記 CO_2 吸収液の液レベルに基づいて、前記 CO_2 吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方をレベル制御器を用いて自動制御又は手動制御する CO_2 回収装置の運転制御方法であって、

前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量の変化が終了している間は、前記レベル制御器を自動制御とし、前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量が増加している間は、前記レベル制御器を手動制御とし、前記メイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方を一定に維持することを特徴とする CO_2 回収装置の運転制御方法。

[請求項7]

請求項6において、

前記 CO_2 吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量の変化が一定となり、前記レベル制御器を手動制御から自動制御に切り替えた時点における前記 CO_2 吸収塔の塔底部の前記 CO_2 吸収液の液レベルと、前記メイクアップ水の供給量と、前記 CO_2 吸収液の蓄積量と、前

記排ガスのガス供給量との各々の測定値を各々の値の基準となる設定値とすることを特徴とするCO₂回収装置の運転制御方法。

[請求項8]

CO₂を含む排ガスを水と接触させて前記排ガスを冷却した後、前記排ガスとCO₂を吸収するCO₂吸収液とを接触させて前記排ガス中のCO₂を除去するCO₂回収部を含むCO₂吸収塔と、CO₂を吸収したCO₂吸収液中のCO₂を除去し、再生する再生塔とを有し、前記再生塔でCO₂を除去したCO₂吸収液を前記CO₂吸収塔で再利用すると共に、前記CO₂吸収塔の塔底部の前記CO₂吸収液の液レベルを吸収液レベル計で測定し、前記吸収液レベル計で検出された前記CO₂吸収液の液レベルに基づいて、前記CO₂吸収塔に供給するメイクアップ水の供給量と前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方または両方をレベル制御器を用いて自動制御又は手動制御するCO₂回収装置の運転制御方法であって、

前記CO₂吸収塔に供給される前記排ガスのガス供給量が変化している間は、前記CO₂吸収塔に供給する前記排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷を、予め求めた排ガスのガス供給量または前記排ガスを発生する装置の負荷と、前記吸収液レベル計で検出される前記CO₂吸収塔の底部の前記CO₂吸収液の液レベルの設定値との関係に当てはめ、前記レベル制御器により、前記メイクアップ水の供給量と、前記排ガス中に含まれる水の凝縮量との何れか一方又は両方の設定値を制御することを特徴とするCO₂回収装置の運転制御方法。

[請求項9]

請求項6から8の何れか1つにおいて、

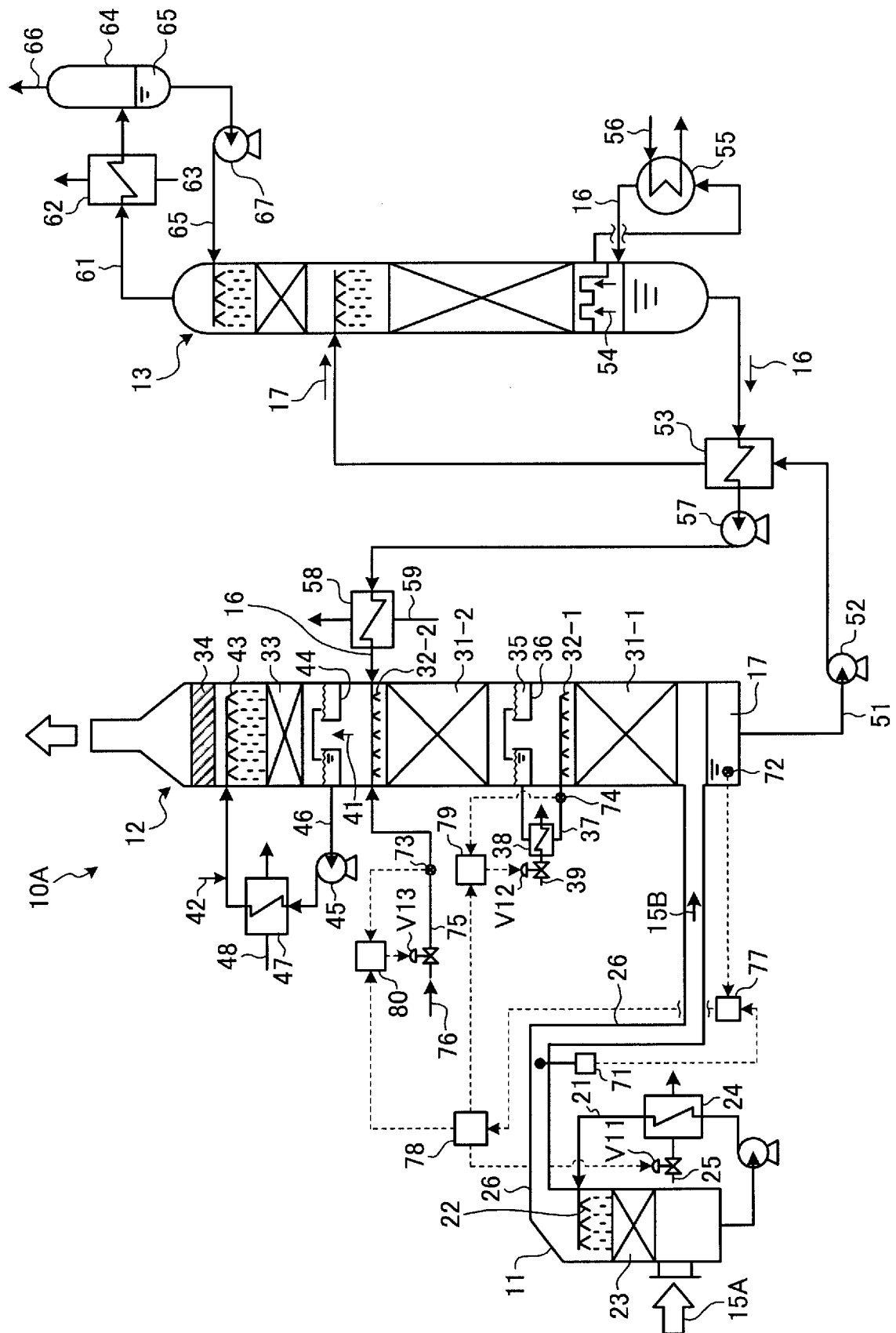
前記排ガス中に含まれる水の凝縮量を、前記冷却塔で前記排ガスの冷却割合を変化させる方法と、前記CO₂吸収塔内の前記CO₂吸収液の冷却温度を変化させる方法との何れか一方または両方を用いて調整することを特徴とするCO₂回収装置の運転制御方法。

[請求項10]

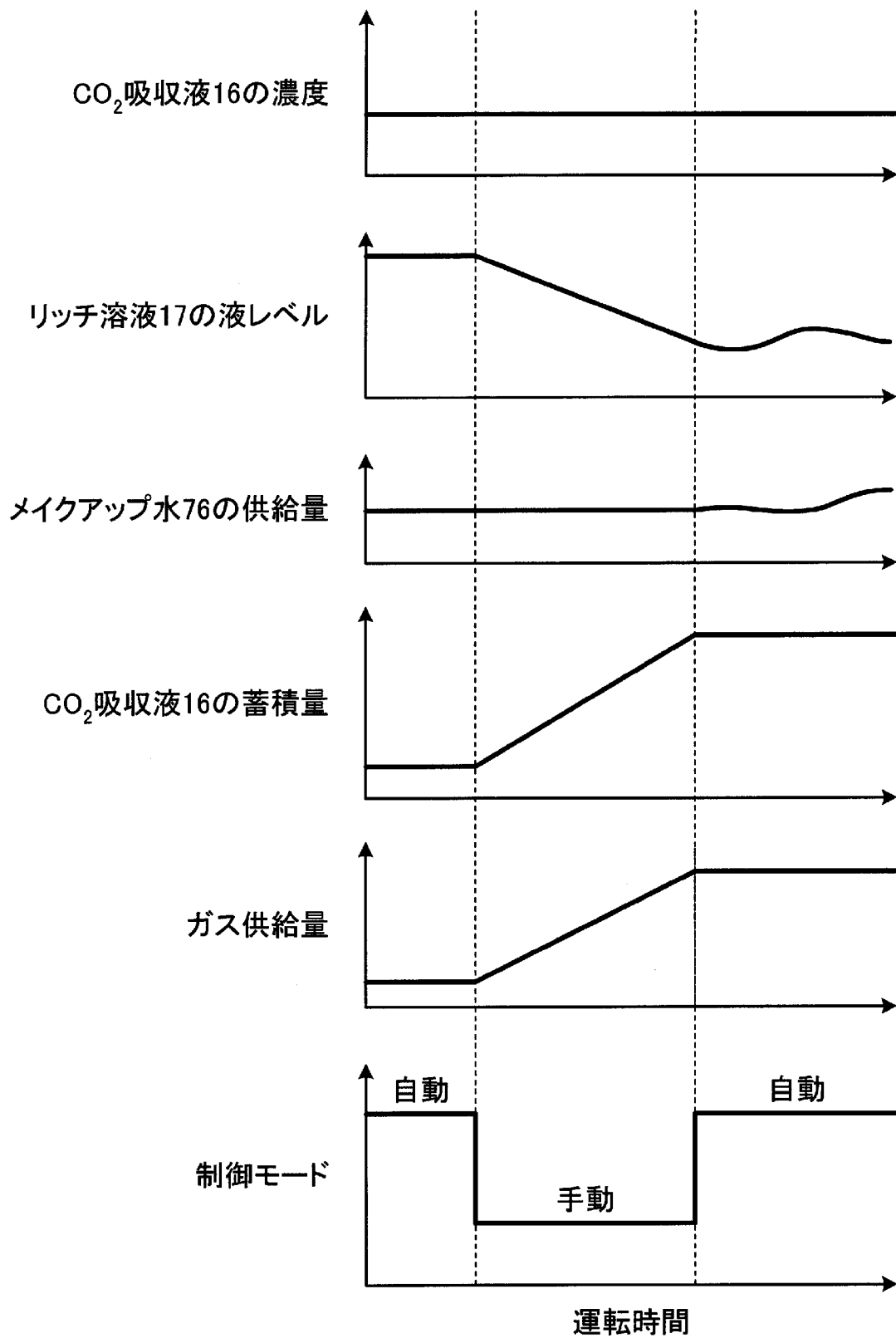
請求項6から9の何れか1つにおいて、

前記排ガスを発生する装置の負荷状況に応じて、前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液を抜き出し、抜き出した CO_2 吸収液を貯留するか、貯留した CO_2 吸収液を前記 CO_2 吸収塔の底部に送給し、前記 CO_2 吸収塔の底部の前記 CO_2 吸収液の液量を調整することを特徴とする CO_2 回収装置の運転制御方法。

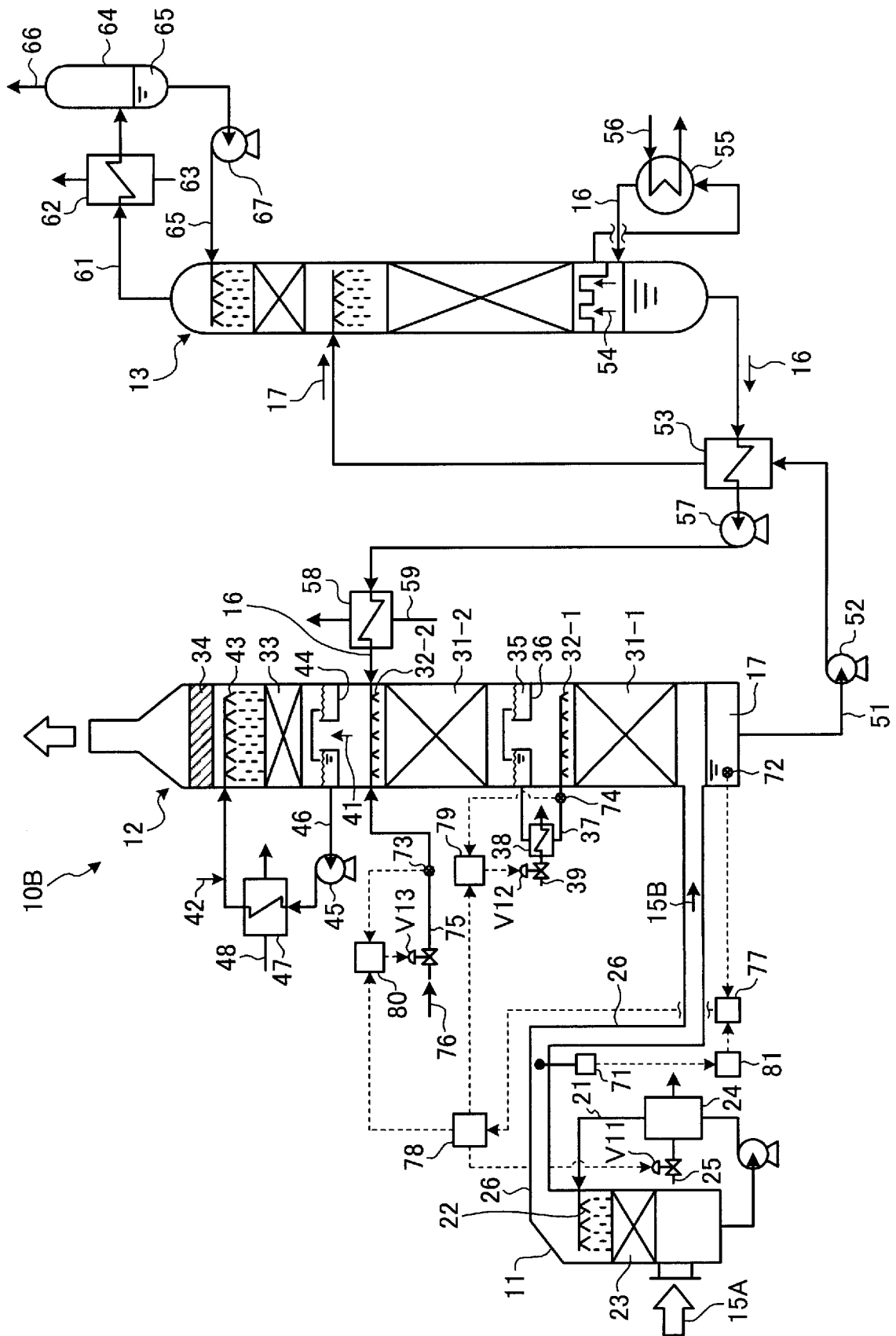
[図1]



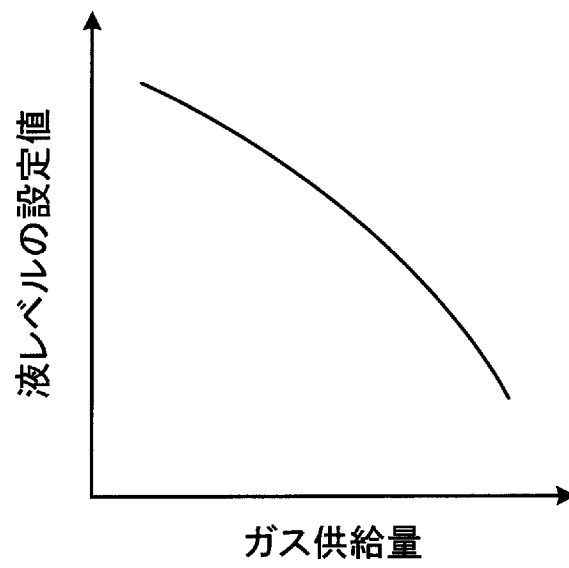
[図2]



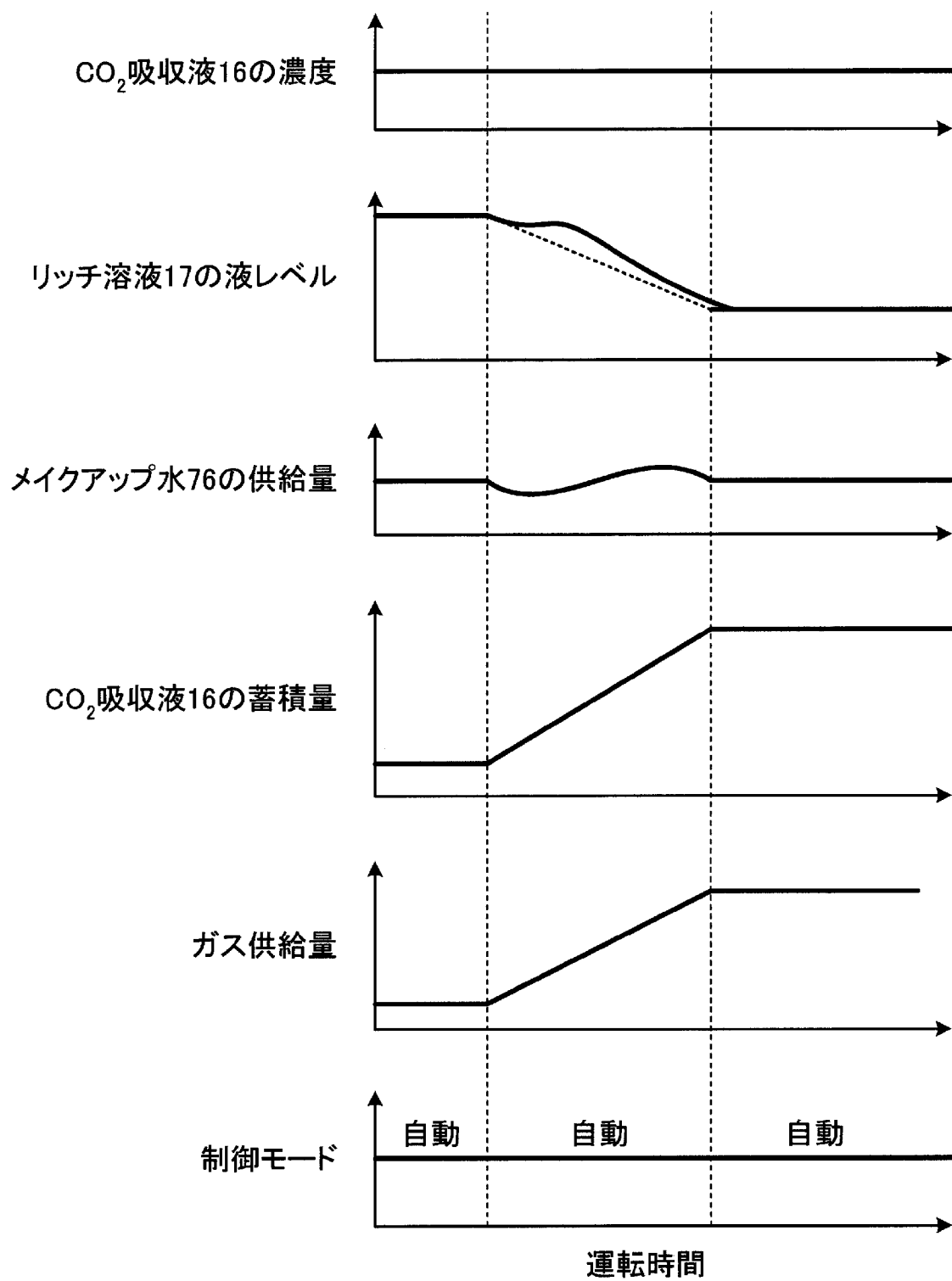
[図3]



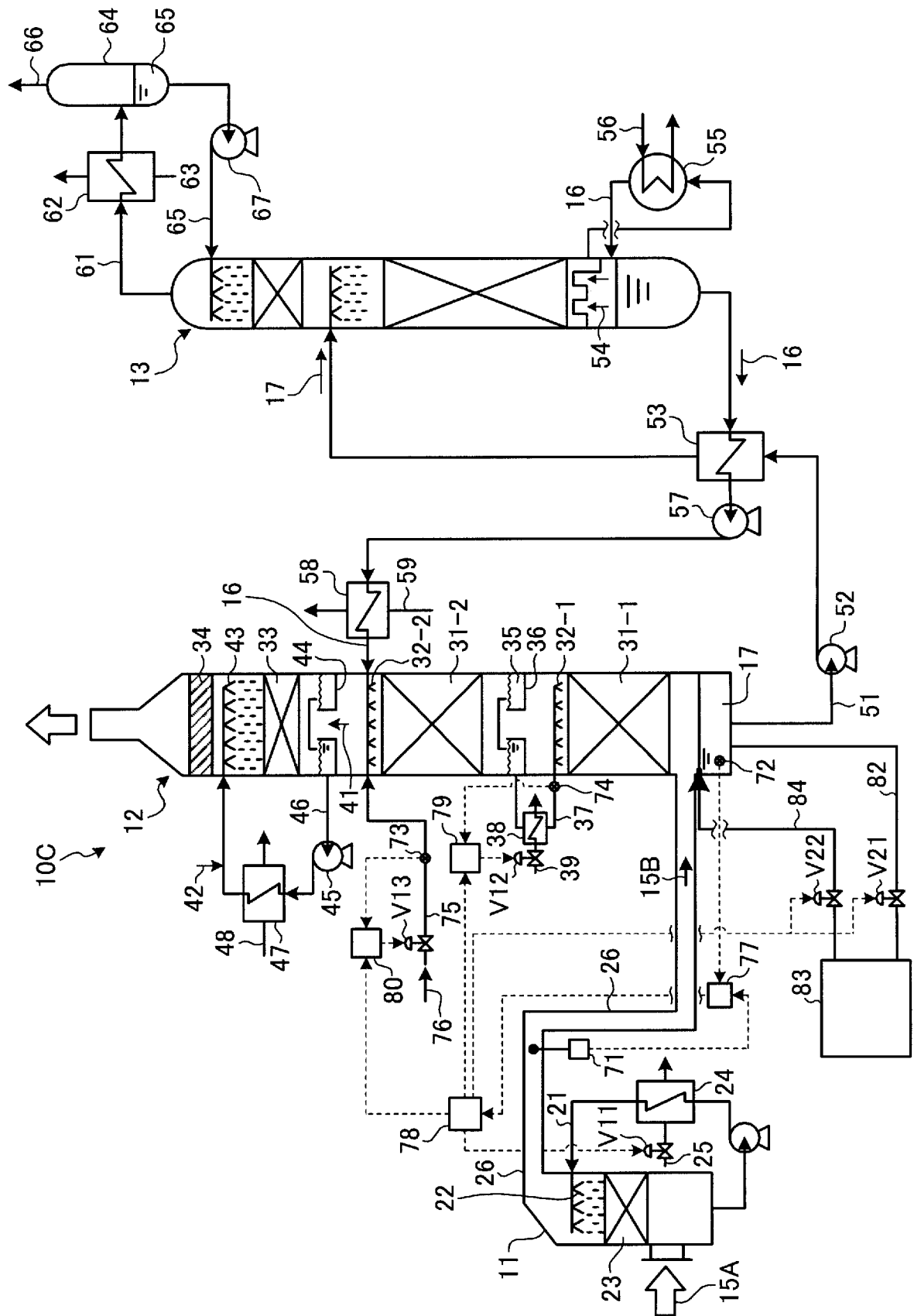
[図4]



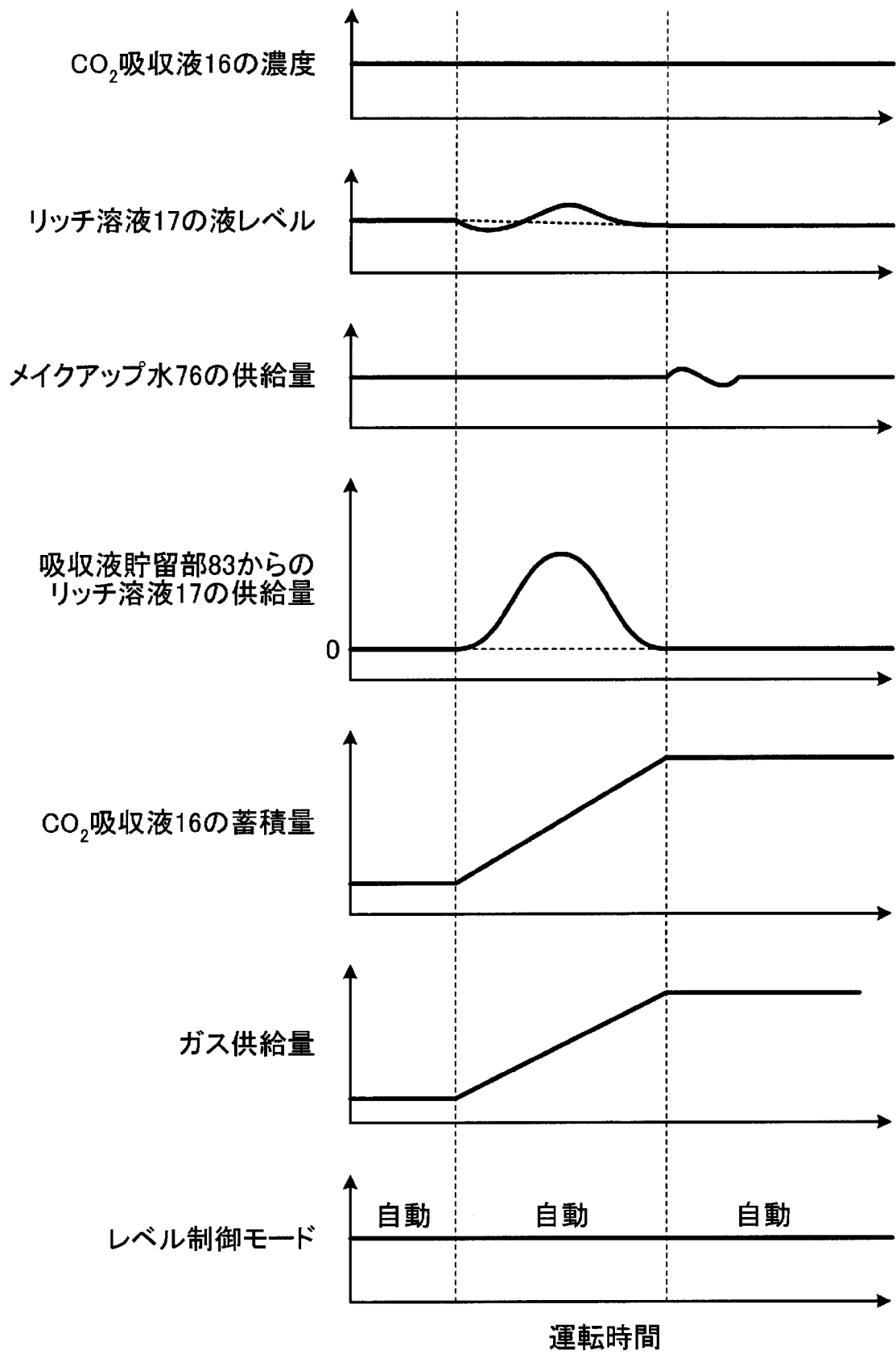
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069147

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/62(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D53/34-53/85, 53/14-53/18, C01B31/20

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-252524 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 September 2001 (18.09.2001), paragraphs [0015], [0023]; fig. 1, 5 & US 2001/0021362 A1 & EP 1132125 A1	1-10
A	JP 11-137960 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 25 May 1999 (25.05.1999), paragraphs [0015] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2011-526 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 06 January 2011 (06.01.2011), paragraphs [0024], [0025]; fig. 1 & US 2010/0322842 A1 & EP 2269711 A1	1-10



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
28 November, 2011 (28.11.11)

Date of mailing of the international search report
06 December, 2011 (06.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069147

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 58-98121 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 June 1983 (10.06.1983), page 1, right column, line 6 to page 2, upper right column, line 2; fig. 1 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01D53/62 (2006.01)i, C01B31/20 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01D53/34-53/85, 53/14-53/18, C01B31/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-252524 A (三菱重工業株式会社) 2001.09.18, 【0015】, 【0023】, 図1, 図5 & US 2001/0021362 A1 & EP 1132125 A1	1-10
A	JP 11-137960 A (関西電力株式会社) 1999.05.25, 【0015】 - 【0018】, 図1 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2011-526 A (三菱重工業株式会社) 2011.01.06, 【0024】, 【0025】, 図1 & US 2010/0322842 A1 & EP 2269711 A1	1-10

☒ 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

2 8 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

松本 瞳

4 Q

4 4 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

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 58-98121 A (三菱電機株式会社) 1983.06.10, 第1頁右欄第6行 — 第2頁右上欄第2行、第1図 (ファミリーなし)	1 — 1 0