

(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
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/122559 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/14 (2006.01) C01B 31/20 (2006.01)
B01D 53/62 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057636
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 28 日(28.03.2011)
- (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 2010-080236 2010 年 3 月 31 日(31.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日鉄エンジニアリング株式会社(NIPPON STEEL ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418604 東京都品川区大崎一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP). 国立大学法人東京大学(The University of Tokyo) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 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): 堤 敦司 (TSUTSUMI Atsushi) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京

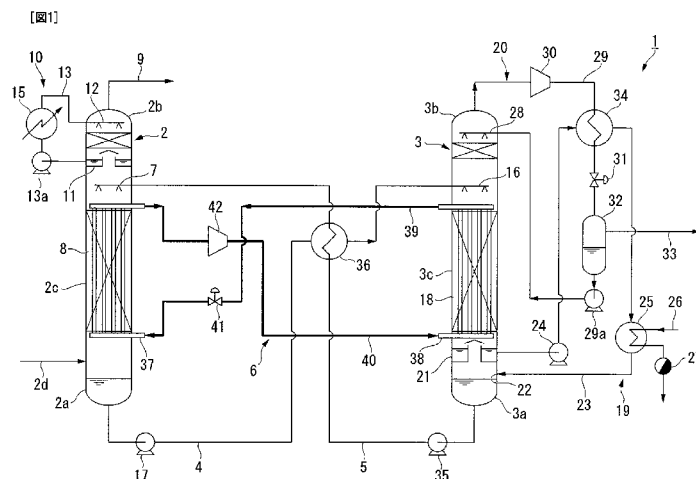
大学内 Tokyo (JP). 岸本 啓(KISHIMOTO Akira) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). ▲甘 ▼蔗 寂樹(KANSHA Yasuki) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目 3 番 1 号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 村橋 一毅(MURA-HASHI Kazuki) [JP/JP]; 〒1418604 東京都品川区大崎一丁目 5 番 1 号 大崎センタービル 新日鉄エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 三村 知弘(MIMURA Tomohiro) [JP/JP]; 〒1418604 東京都品川区大崎一丁目 5 番 1 号 大崎センタービル 新日鉄エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 林 幹洋(HAYASHI Mikihiro) [JP/JP]; 〒1418604 東京都品川区大崎一丁目 5 番 1 号 大崎センタービル 新日鉄エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 江国 裕(EKUNI Yutaka) [JP/JP]; 〒1418604 東京都品川区大崎一丁目 5 番 1 号 大崎センタービル 新日鉄エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: CARBON DIOXIDE GAS RECOVERY DEVICE

(54) 発明の名称: 二酸化炭素ガス回収装置



(57) Abstract: The disclosed carbon dioxide gas recovery device is provided with: an absorption tower that absorbs carbon dioxide gas into an absorption solution, thereby generating a rich absorption solution; and a regeneration tower that heats the rich absorption solution, thereby separating out the aforementioned carbon dioxide gas and regenerating a lean absorption solution. The regeneration tower is provided with: a reboiler system that heats an absorption solution drawn from the regeneration tower and then reintroduces said absorption solution into the regeneration tower; and a gas-mixture cooling system that cools a gas mixture drawn from the regeneration tower, condenses a solute and a vapor fraction of a solvent, reintroduces same into the regeneration tower, and outputs carbon dioxide gas. The gas-mixture cooling system is provided with a gas-mixture compressor that compresses the gas mixture, thereby raising the temperature thereof and yielding a raised-temperature gas mixture. A first heat exchanger, which exchanges heat between the absorption solution and the raised-temperature gas mixture, is interposed between the boiler system and the gas-mixture cooling system.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/122559 A1



(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, 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))

二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する吸収塔と、前記リッチ吸収液を加熱して前記二酸化炭素ガスを分離させることによりリーン吸収液を再生する再生塔とを備えた二酸化炭素ガス回収装置であって、前記再生塔には、前記再生塔から導出した吸収液を加熱して前記再生塔に再導入するリボイラー系統と、前記再生塔から導出した混合ガスを冷却し、溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させて前記再生塔に再導入するとともに、二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統と、が設けられ、前記混合ガス冷却系統は、前記混合ガスを圧縮して温度を上昇させ昇温混合ガスとする混合ガス圧縮機を備え、前記リボイラー系統と前記混合ガス冷却系統との間には、前記吸収液と前記昇温混合ガスとで熱交換する第 1 熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

明 細 書

発明の名称：二酸化炭素ガス回収装置

技術分野

[0001] 本発明は、 CO_2 化学吸収分離法を用いて二酸化炭素ガスを回収する二酸化炭素ガス回収装置に関する。

本願は、2010年03月31日に日本出願された特願2010-080236に基づいて優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来から、二酸化炭素ガス回収装置として、例えば下記特許文献1に示されるような構成が知られている。図8に示すように、二酸化炭素ガス回収装置1000は、二酸化炭素ガスを含有する二酸化炭素含有ガスと、リーン吸収液と、を接触させ、二酸化炭素含有ガス中の二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する吸収塔1001と、吸収塔1001から供給されたリッチ吸収液を加熱して二酸化炭素ガスをリッチ吸収液から分離させることによりリッチ吸収液をリーン吸収液に再生する再生塔1002と、を備えている。

また、再生塔1002には、再生塔1002からリーン吸収液を導出して加熱し、再生塔1002に再導入するリボイラー系統1003と、二酸化炭素ガスと吸収液の溶質および溶媒（例えば、水）の蒸気分との混合ガスを再生塔1002から導出して冷却し、混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させて再生塔1002に再導入するとともに、未凝縮の二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統1004と、が設けられている。

[0003] この二酸化炭素ガス回収装置1000では、再生塔1002内でリッチ吸収液を加熱するための熱源となる熱は、リボイラー系統1003によって加熱されて再生塔1002に再導入された吸収液を介して供給される。リボイラー系統1003は、外部から供給される熱を熱源として吸収液を加熱するリボイラー本体1005を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-225537号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前記従来の二酸化炭素ガス回収装置1000では、リボイラー系統1003のリボイラー本体1005から供給された熱は、主に、再生塔1002での吸収液の加熱・再生時に消費される。また、リボイラー本体1005から供給された熱は、混合ガス冷却系統1004での混合ガスの冷却時や、混合ガス冷却系統1004からの二酸化炭素ガス排出時に外部に漏出する。

ここで、前記従来の二酸化炭素ガス回収装置1000では、リボイラー系統1003での外部からの入熱量を抑え、更なる省エネルギー化を図ることが望まれている。

[0006] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、外部からの入熱量を抑制して省エネルギー化を図ることができる二酸化炭素ガス回収装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 前記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提案している。

本発明に係る二酸化炭素ガス回収装置は、二酸化炭素ガスを含む二酸化炭素含有ガスと、リーン吸収液と、を導入して接触させ、前記二酸化炭素含有ガス中の前記二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する吸収塔と、前記吸収塔から供給された前記リッチ吸収液を加熱して前記二酸化炭素ガスを分離させることにより前記リーン吸収液に再生する再生塔と、を備えた二酸化炭素ガス回収装置であって、前記再生塔には、前記再生塔から吸収液を導出して加熱し、前記再生塔に再導入するリボイラー系統と、前記二酸化炭素ガスと前記吸収液の溶質および溶媒の蒸気分との混合ガスを前記再生塔から導出して冷却し、前記溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させ

て、凝縮液を前記再生塔に再導入するとともに、前記二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統とが設けられ、前記混合ガス冷却系統は、前記混合ガスを圧縮して温度を上昇させ昇温混合ガスとする混合ガス圧縮機を備え、前記リボイラー系統と前記混合ガス冷却系統との間には、前記吸収液と前記昇温混合ガスとで熱交換する第1熱交換器が介在している。

ここで吸収液とは、リーン吸収液、リッチ吸収液、もしくはリーン吸収液とリッチ吸収液との混合液を意味する。

[0008] この発明によれば、混合ガス冷却系統に、混合ガス圧縮機を備えているので、僅かな外部動力を加えることで、外部から加熱することなく、昇温混合ガスが得られる。さらに、リボイラー系統と混合ガス冷却系統との間に、前記第1熱交換器が介在しているので、リボイラー系統の吸収液と、混合ガス冷却系統の昇温混合ガスと、で熱交換することで、吸収液を加熱しつつ、昇温混合ガスを冷却することができる。

これにより、リボイラー系統での外部からの入熱量を抑えることが可能になり、省エネルギー化を図ることができる。

[0009] また、前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路をさらに備えていても良く、前記混合ガス冷却系統と前記リッチ供給路との間には、前記第1熱交換器を通った後の前記昇温混合ガスと前記リッチ吸収液とで熱交換する第2熱交換器が介在していても良い。

[0010] この場合、混合ガス冷却系統とリッチ供給路との間に、前記第2熱交換器が介在しているので、混合ガス冷却系統の昇温混合ガスと、リッチ供給路のリッチ吸収液と、で熱交換することで、再生塔に供給されるリッチ吸収液を加熱しつつ、昇温混合ガスを冷却することができる。

このように、再生塔を流出する混合ガスの持つ熱量により、再生塔に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができるので、再生塔でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、一層の省エネルギー化を図ることができる。

[0011] また、混合ガス冷却系統の昇温混合ガスが、第1熱交換器を通った後に第2熱交換器を通る。そのため、例えば、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分の潜熱を第1熱交換器で回収した後、未凝縮の前記溶質および溶媒の蒸気分および二酸化炭素ガスからなる残りの昇温混合ガスの顕熱および残った潜熱を第2熱交換器で回収することができる。

[0012] また、本発明に係る二酸化炭素ガス回収装置は、二酸化炭素ガスを含有する二酸化炭素含有ガスと、リーン吸収液と、を導入して接触させ、前記二酸化炭素含有ガス中の前記二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する吸収塔と、前記吸収塔から供給された前記リッチ吸収液を加熱して前記二酸化炭素ガスを分離させることにより前記リーン吸収液に再生する再生塔と、を備えた二酸化炭素ガス回収装置であって、前記再生塔には、前記再生塔から吸収液を導出して加熱し、前記再生塔に再導入するリボイラー系統と、前記二酸化炭素ガスと前記吸収液の溶質および溶媒の蒸気分との混合ガスを前記再生塔から導出して冷却し、前記溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させて前記再生塔に再導入するとともに、前記二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統と、が設けられ、前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路を備え、前記混合ガス冷却系統は、前記混合ガスを圧縮して温度を上昇させ昇温混合ガスとする混合ガス圧縮機を備え、前記混合ガス冷却系統と前記リッチ供給路との間には、前記昇温混合ガスと前記リッチ吸収液とで熱交換する第3熱交換器が介在している。

[0013] この発明によれば、混合ガス冷却系統に、混合ガス圧縮機を備えているので、僅かな外部動力を加えることで、外部から加熱することなく、昇温混合ガスが得られる。さらに、混合ガス冷却系統とリッチ供給路との間に、前記第3熱交換器が介在しているので、混合ガス冷却系統の昇温混合ガスと、リッチ供給路のリッチ吸収液と、で熱交換することで、再生塔に供給されるリッチ吸収液を加熱しつつ、昇温混合ガスを冷却することができる。

このように、再生塔を流出する混合ガスの持つ熱量により、再生塔に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができるので、再生塔でリッチ吸収

液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統での外部からの入熱量を抑えることが可能になり、省エネルギー化を図ることができる。

[0014] また、前記混合ガス冷却系統と前記リッチ供給路との間には、前記第3熱交換器を通った後の前記昇温混合ガスと前記リッチ吸収液とで熱交換する第4熱交換器が介在していても良い。

[0015] この場合、混合ガス冷却系統とリッチ供給路との間に、前記第3熱交換器および前記第4熱交換器が介在しているので、再生塔を流出する混合ガスの持つ熱量により、再生塔に供給されるリッチ吸収液を効果的に予熱しておくことが可能になり、再生塔でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量をより抑えることができる。したがって、リボイラー系統での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、一層の省エネルギー化を図ることができる。

[0016] また、混合ガス冷却系統の昇温混合ガスが、第3熱交換器を通った後に第4熱交換器を通る。そのため、例えば、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分の潜熱を第3熱交換器で回収した後、未凝縮の前記溶質および溶媒の蒸気分および二酸化炭素ガスからなる残りの昇温混合ガスの顕熱および残った潜熱を第4熱交換器で回収することができる。

[0017] また、前記吸収塔で前記吸収液が前記二酸化炭素ガスを吸収するときの発熱反応で生じた熱を熱媒体を介して移動させ、前記再生塔で前記リッチ吸収液から前記二酸化炭素ガスが分離するときの吸熱反応の熱源として利用するヒートポンプをさらに備えていても良い。

[0018] この場合、前記ヒートポンプを備えているので、再生塔での吸熱反応の熱源として、吸収塔での発熱反応で生じた熱を利用することができる。前記発熱反応で生じた熱は吸熱反応の熱と等しいので、反応熱を内部での授受でキャンセルすることが可能になる。従来、吸熱反応を外部から加熱すると共に、反応発熱は冷却水に廃熱していたが、このような廃熱していた反応発熱を再生に必要な吸熱反応の熱源として利用することが可能になり、外部からの入熱量を抑制して一層の省エネルギー化を図ることができる。

[0019] また、前記ヒートポンプは、前記吸収塔内に配設された吸収塔充填物に介装され、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、前記吸収塔内の前記吸収液と、で熱交換する第5熱交換器を備えていても良い。

[0020] この場合、ヒートポンプが前記第5熱交換器を備えているので、吸収塔での発熱反応で生じた熱を、損失少なく高効率に熱媒体に受け取らせることができる。

これにより、吸収塔での発熱反応で生じた熱を、再生塔での吸熱反応の熱源として効果的に利用することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。さらにこの場合、吸収液温度の低下による吸収速度の向上も起こるので、さらなる装置効率の向上も図れる。

[0021] また、前記ヒートポンプは、前記再生塔内に配設された再生塔充填物に介装され、圧縮されて温度が上昇した前記熱媒体と、前記再生塔内の前記リッチ吸収液と、で熱交換する第6熱交換器を備えていても良い。

[0022] この場合、ヒートポンプが前記第6熱交換器を備えているので、熱媒体により移動した発熱反応で生じた熱を、再生塔での吸熱反応の熱源として損失少なく高効率に利用することができる。

これにより、吸収塔での発熱反応で生じた熱を、再生塔での吸熱反応の熱源として効果的に利用することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0023] また、前記吸収塔には、前記二酸化炭素含有ガスから前記二酸化炭素ガスが分離されてなる脱炭酸ガスを導出する導出路が設けられ、前記導出路と前記ヒートポンプとの間には、前記脱炭酸ガスと、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第7熱交換器が介在していても良い。

[0024] この場合、導出路とヒートポンプとの間に、前記第7熱交換器が介在しているので、導出路の脱炭酸ガスと、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、吸収塔から導出された脱炭酸ガスの熱を、熱媒体に受け取らせて熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔の発熱反応で生じて脱炭酸ガスに受け渡された熱が外

部に漏出するのを抑制することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0025] また、前記吸収塔には、前記吸収塔の塔頂部に貯留された洗浄液を前記吸収塔から導出して冷却した後、前記吸収塔の塔頂部から再導入する脱炭酸ガス洗浄系統が設けられ、前記脱炭酸ガス洗浄系統と前記ヒートポンプとの間には、前記洗浄液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第8熱交換器が介在していても良い。

[0026] この場合、吸収塔に前記脱炭酸ガス洗浄系統が設けられているので、二酸化炭素含有ガスから二酸化炭素ガスが分離されてなる脱炭酸ガスが吸収塔の内部を上昇するとき、この脱炭酸ガスに同伴する吸収液の溶質が吸収塔の塔頂部から外部に流出するのを抑制することができる。

また、脱炭酸ガス洗浄系統とヒートポンプとの間に、前記第8熱交換器が介在しているので、脱炭酸ガス洗浄系統の洗浄液と、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、洗浄液を冷却しつつ、熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔の発熱反応で生じて洗浄液に受け渡された熱が、外部に漏出するのを抑制することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0027] また、前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路を備え、前記リッチ供給路と前記ヒートポンプとの間には、前記リッチ吸収液と、膨張温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第9熱交換器が介在していても良い。

[0028] この場合、リッチ供給路とヒートポンプとの間に、前記第9熱交換器が介在しているので、リッチ供給路のリッチ吸収液と、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、吸収塔の発熱反応で生じてリッチ吸収液に受け渡されたリッチ吸収液の熱を、熱媒体に受け取らせて熱媒体を加熱することができる。

なお、当該二酸化炭素ガス回収装置が、再生塔から吸収塔にリーン吸収液

を供給するリーン供給路を備え、リーン供給路とリッチ供給路との間に、リーン吸収液とリッチ吸収液とで熱交換するアミン熱交が介在し、第9熱交換器が、リッチ供給路においてアミン熱交よりも上流に介装されている場合、アミン熱交を通るリッチ吸収液を、前記第9熱交換器で冷却しておくことができる。これにより、アミン熱交において、リッチ供給路のリッチ吸収液と、リーン供給路のリーン吸収液と、での熱交換量を増加することが可能になり、リーン供給路のリーン吸収液を効果的に冷却することができ、再生塔から見た熱回収量を増やすことができる。したがって、例えば、リーン供給路においてアミン熱交よりも下流に、リーン吸収液を冷却するリーンアミンクーラーを設け、吸収塔に供給されるリーン吸収液を吸収塔に供給する前に予め冷却する場合であっても、この冷却による外部への熱ロスを低減することができる。

[0029] また、前記吸収塔には、前記吸収塔における塔頂部と塔底部との間の塔中間部から前記吸収液を導出して冷却した後、前記塔中間部から再導入するインタークーラー系統が設けられ、前記インタークーラー系統と前記ヒートポンプとの間には、前記吸収液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第10熱交換器が介在していても良い。

[0030] この場合、吸収塔に前記インタークーラー系統が設けられているので、塔中間部の吸収液を冷却した後に再導入することが可能になり、吸収塔での吸収液による二酸化炭素ガスの吸収を促進することができる。

また、インタークーラー系統とヒートポンプとの間に、前記第10熱交換器が介在しているので、インタークーラー系統の吸収液と、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、吸収液を冷却しつつ、熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔の発熱反応で生じて吸収液に受け渡された熱が、外部に漏出するのを抑制することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0031] また、前記再生塔から前記吸収塔に前記リーン吸収液を供給するリーン供

給路を備え、前記リーン供給路と前記ヒートポンプとの間には、前記リーン吸収液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第 1 1 熱交換器が介在していても良い。

[0032] この場合、リーン供給路とヒートポンプとの間に、前記第 1 1 熱交換器が介在しているので、リーン供給路のリーン吸収液と、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、リーン吸収液を冷却しつつ、熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔に供給されるリーン吸収液を冷却することが可能になり、吸収塔でのリーン吸収液による二酸化炭素ガスの吸収を促進することができる。

[0033] また、前記リボイラー系統と前記ヒートポンプとの間には、前記吸収液と、圧縮されて温度が上昇した前記熱媒体と、で熱交換する第 1 2 熱交換器が介在していても良い。

[0034] この場合、リボイラー系統とヒートポンプとの間に、前記第 1 2 熱交換器が介在しているので、リボイラー系統の吸収液と、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、熱媒体の熱を、吸収液に受け取らせて吸収液を加熱することができる。

これにより、リボイラー系統での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0035] また、前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路を備え、前記リッチ供給路と前記ヒートポンプとの間には、前記リッチ吸収液と、圧縮されて温度が上昇した前記熱媒体と、で熱交換する第 1 3 熱交換器が介在していても良い。

[0036] この場合、リッチ供給路とヒートポンプとの間に、前記第 1 3 熱交換器が介在しているので、リッチ供給路のリッチ吸収液と、ヒートポンプの熱媒体と、で熱交換することで、熱媒体の熱を、再生塔に供給されるリッチ吸収液に受け取らせてリッチ吸収液を加熱することができる。

このように、再生塔に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができ

るので、再生塔でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

なお、当該二酸化炭素ガス回収装置が、再生塔から吸収塔にリーン吸収液を供給するリーン供給路を備え、リーン供給路とリッチ供給路との間に、リーン吸収液とリッチ吸収液とで熱交換するアミン熱交が介在している場合、アミン熱交での加熱量に、第 1 3 熱交換器での加熱量が加算される。その結果、リッチ吸収液の予熱量が増大し、リボイラー系統によって吸収液に与えるべき熱量を更に抑えることができる。したがって、リボイラー系統での外部からの入熱量をより一層抑えることが可能になり、一層更なる省エネルギー化を図ることができる。

発明の効果

- [0037] 本発明に係る二酸化炭素ガス回収装置によれば、外部からの入熱量を抑制して省エネルギー化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0038] [図1]本発明の第 1 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図2]本発明の第 2 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図3]本発明の第 3 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図4]本発明の第 4 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図5]本発明の第 5 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図6]本発明の第 6 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図7]本発明の第 7 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。
[図8]従来の二酸化炭素ガス回収装置の概略図である。

発明を実施するための形態

- [0039] (第 1 実施形態)

以下、図面を参照し、本発明の第 1 実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置を説明する。この二酸化炭素ガス回収装置は、二酸化炭素ガスを含有する二酸化炭素含有ガスから二酸化炭素ガスを CO_2 化学吸収分離法によって吸収

分離することで回収し、二酸化炭素含有ガスから二酸化炭素ガスが分離されてなる脱炭酸ガスを生成する。この CO_2 化学吸収分離法には、二酸化炭素ガスを吸収可能な吸収液を用いる。この吸収液としては、例えば、溶質としてモノエタノールアミン（MEA）やジエタノールアミン（DEA）等を採用し、溶媒として水を採用したアミン吸収液などを採用することができる。

なお本実施形態では、以下に示すようにいわゆる自己熱再生により二酸化炭素ガス回収装置の省エネルギー化を図る。

[0040] 図1に示すように、二酸化炭素ガス回収装置1は、吸収塔2と、再生塔3と、リッチ供給路4と、リーン供給路5と、ヒートポンプ6と、を備えている。吸収塔2は、二酸化炭素含有ガスと、二酸化炭素ガスを吸収可能なリーン吸収液と、を接触させ、二酸化炭素含有ガス中の二酸化炭素ガスをリーン吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する。再生塔3は、吸収塔2から供給されたリッチ吸収液を加熱して二酸化炭素ガスをリッチ吸収液から分離させることによりリーン吸収液を再生する。リッチ供給路4は、吸収塔2から再生塔3にリッチ吸収液を供給する。リーン供給路5は、再生塔3から吸収塔2にリーン吸収液を供給する。ヒートポンプ6は、吸収塔2でリーン吸収液が二酸化炭素ガスを吸収するときの発熱反応で生じた熱を熱媒体を介して移動させ、再生塔3でリッチ吸収液から二酸化炭素ガスが分離するときの吸熱反応の熱源として利用する。

[0041] 吸収塔2の塔底部2aには、二酸化炭素含有ガスを導入する導入路2dが設けられている。また、吸収塔2の塔頂部2b内には、下方に向けてリーン吸収液を塔内に供給する第1ノズル7が配設されている。そして、吸収塔2における塔頂部2bと塔底部2aとの間の塔中間部2c内には、表面でリーン吸収液と二酸化炭素含有ガスとを接触させる吸収塔充填物8が配設されている。

また吸収塔2には、吸収塔2の塔頂部2bから脱炭酸ガスを導出する導出路9と、吸収塔2の塔頂部2bに貯留された洗浄水（洗浄液）を吸収塔2から導出して冷却した後、吸収塔2の塔頂部2bから再導入する脱炭酸ガス洗

浄系統 10 と、が設けられている。

- [0042] 脱炭酸ガス洗浄系統 10 は、前記第 1 ノズル 7 よりも上方に配設され洗浄水が貯留された液受けトレイ 11 と、液受けトレイ 11 よりも上方に配設され下方に向けて洗浄水を供給する第 2 ノズル 12 と、液受けトレイ 11 と第 2 ノズル 12 とを接続する配管 13 と、を備えている。

配管 13 には、液受けトレイ 11 から第 2 ノズル 12 に配管 13 を通して洗浄水を移送する洗浄水循環ポンプ 13a と、この洗浄水循環ポンプ 13a の下流において洗浄水を冷却する水冷式洗浄水クーラー 15 とが設けられている。

なお洗浄水は、吸収液の溶質と同一（例えば、水）であることが好ましい。ここで吸収液とは、リーン吸収液、リッチ吸収液、もしくはリーン吸収液とリッチ吸収液との混合液を意味する。

- [0043] リッチ供給路 4 は、吸収塔 2 の塔底部 2a と、再生塔 3 の塔頂部 3b 内に配設され下方に向けてリッチ吸収液を供給する第 3 ノズル 16 と、を接続している。リッチ供給路 4 には、吸収塔 2 の塔底部 2a から第 3 ノズル 16 にリッチ供給路 4 を通してリッチ吸収液を移送する吸収塔底ポンプ 17 が設けられている。

- [0044] 再生塔 3 における塔頂部 3b と塔底部 3a との間の塔中間部 3c 内には、再生塔充填物 18 が配設されている。この再生塔充填物 18 の表面を流下する吸収液は、再生塔 3 内を上昇する吸収液の溶質および溶媒（例えば、水）の蒸気分や、この蒸気分と二酸化炭素ガスとの混合ガスと気液接触する。

- [0045] また再生塔 3 には、再生塔 3 から吸収液を導出して加熱し、再生塔 3 に再導入するリボイラー系統 19 と、混合ガスを再生塔 3 から導出して冷却し、前記溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させて凝縮液を再生塔 3 に再導入するとともに、未凝縮の二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統 20 と、が設けられている。

- [0046] リボイラー系統 19 は、吸収液を加熱した後、再生塔 3 の塔底部 3a から再導入する。このとき、加熱された吸収液の一部がフラッシュし、吸収液の

溶質および溶媒それぞれの一部が蒸気となる。このリボイラー系統 19 は、再生塔 3 の塔底部 3 a 内に配設され吸収液が貯留された液受けトレイ 21 と、液受けトレイ 21 と塔底部 3 a において液受けトレイ 21 よりも下方に位置する蒸気発生部分 22 とを接続する配管 23 と、備えている。

配管 23 には、リボイラーポンプ 24 と、リボイラー本体 25 とが設けられている。リボイラーポンプ 24 は、液受けトレイ 21 から前記蒸気発生部分 22 に配管 23 を通して吸収液を移送する。リボイラー本体 25 は、このリボイラーポンプ 24 の下流において外部から供給される熱を熱源として吸収液を加熱する。

図示の例では、リボイラー本体 25 は、リボイラー系統 19 と、外部から供給される高温流体（例えば、飽和蒸気）が流通するリボイラー配管 26 との間で熱交換する熱交換器で構成されている。リボイラー配管 26 には、リボイラー本体 25 よりも下流にスチームトラップ 27 が設けられている。

[0047] 混合ガス冷却系統 20 は、前記第 3 ノズル 16 よりも上方に配設され、凝縮された前記溶質および溶媒の蒸気分である凝縮液を下方に向けて供給する第 4 ノズル 28 と、再生塔 3 の塔頂と第 4 ノズル 28 とを接続する配管 29 と、を備えている。

配管 29 には、混合ガスコンプレッサー 30 と、減圧・膨張弁 31 と、気液分離器 32 と、凝縮液循環ポンプ 29 a とが、再生塔 3 の塔頂から第 4 ノズル 28 までの間においてこの順に設けられている。混合ガスコンプレッサー 30 は、混合ガスを圧縮することで温度を上昇させ昇温混合ガスとする。減圧・膨張弁 31 は、昇温混合ガスを膨張させることで温度を低下させる。気液分離器 32 は、凝縮液と二酸化炭素ガスとを分離する。凝縮液循環ポンプ 29 a は、凝縮液を気液分離器 32 から第 4 ノズル 28 に配管 29 を通して移送する。

気液分離器 32 には、この気液分離器 32 により混合ガスから分離された二酸化炭素ガスを排出する排出路 33 が設けられている。

[0048] そして本実施形態では、リボイラー系統 19 と混合ガス冷却系統 20 との

間には、吸収液と昇温混合ガスとで熱交換する凝縮熱交換器（第１熱交換器）３４が介在している。

図示の例では、凝縮熱交換器３４には、リボイラー本体２５によって加熱される前の吸収液が通る。この凝縮熱交換器３４は、リボイラー系統１９の配管２３においてリボイラーポンプ２４とリボイラー本体２５との間に介装されるとともに、混合ガス冷却系統２０の配管２９において混合ガスコンプレッサー３０と減圧・膨張弁３１との間に介装されている。

[0049] リーン供給路５は、再生塔３の塔底部３ａと、吸収塔２内の前記第１ノズル７と、を接続しており、このリーン供給路５には、再生塔３の塔底部３ａから第１ノズル７にリーン供給路５を通してリーン吸収液を移送する再生塔底ポンプ３５が設けられている。

また、リーン供給路５とリッチ供給路４との間には、リーン吸収液とリッチ吸収液とで熱交換するアミン熱交３６が介在している。

[0050] ヒートポンプ６は、吸収塔２内の前記吸収塔充填物８に介装された吸収塔内部熱交（第５熱交換器）３７と、再生塔３内の前記再生塔充填物１８に介装された再生塔内部熱交（第６熱交換器）３８と、吸収塔内部熱交３７と再生塔内部熱交３８とを接続する一対の配管３９、４０と、を備えている。

[0051] 吸収塔内部熱交３７は、吸収塔充填物８を縦断するように介装され、膨張して温度が低下した熱媒体と、吸収塔２内の吸収液と、で熱交換する。

また、再生塔内部熱交３８は、再生塔充填物１８を縦断するように介装され、圧縮されて温度が上昇した熱媒体と、再生塔３内の吸収液と、で熱交換する。

[0052] 一対の配管３９、４０のうち、一方の配管３９は、再生塔内部熱交３８の上部と吸収塔内部熱交３７の下部とを接続する。この配管３９には、熱媒体を膨張させることで温度を低下させる熱媒膨張弁４１が設けられている。また、他方の配管４０は、吸収塔内部熱交３７の上部と再生塔内部熱交３８の下部とを接続する。この配管４０には、熱媒体を圧縮することで温度を上昇させる熱媒コンプレッサー４２が設けられている。

[0053] 熱媒体としては、例えば、吸収塔 2 での発熱反応で生じる熱を、吸収塔内部熱交 37 内で蒸発することにより蒸発潜熱として回収するとともに、再生塔内部熱交 38 内で凝縮することにより凝縮熱を発生させ、この凝縮熱を再生塔 3 での吸熱反応の熱源とさせることが可能な流体が好ましい。このような流体としては、例えば、ペンタンや水などが挙げられる。

[0054] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置 1 の作用について説明する。

はじめに、吸収液の流れについて、吸収塔 2 を起点として説明する。

まず吸収塔 2 では、塔底部 2a に供給された二酸化炭素含有ガスが内部を上昇するとともに、塔頂部 2b 内の第 1 ノズル 7 から供給されたリーン吸収液が内部を下降する。この過程で、二酸化炭素含有ガスとリーン吸収液とが接触し、二酸化炭素含有ガス中の二酸化炭素ガスが、リーン吸収液に吸収されて発熱反応が生じる。

[0055] ここで本実施形態では、吸収塔 2 の塔中間部 2c 内に吸収塔充填物 8 が配設されている。この吸収塔充填物 8 は、例えば、多数の狭い隙間を持つフィン構成で、容積あたりのフィン表面積が大きく、また、その隙間は規則的に流路の角度が変化するように構成され、意図的に流れの乱れが起きようになっている。吸収塔充填物 8 の表面では、吸収液がフィン上に濡れ壁をなして流下し、吸収塔 2 内を上昇する二酸化炭素含有ガスと気液接触がなされる。また吸収塔充填物 8 は、濡れ壁の隙間が狭くかつ一定ピッチで進行角度が変化することで気液の流れを乱し、気液接触を効率化できる構造になっている。したがって、吸収塔充填物 8 の表面では、上昇する二酸化炭素含有ガスと下降する吸収液とが接触し易く、吸収液による二酸化炭素ガスの吸収が促進される。

[0056] これにより、リッチ吸収液および脱炭酸ガスが生成される。これらのうち、脱炭酸ガスは、吸収塔 2 の塔頂部 2b に向けて上昇し、導出路 9 を通して外部に導出される。

なお本実施形態では、吸収塔 2 に前記脱炭酸ガス洗浄系統 10 が設けられ

ているので、水冷式洗浄水クーラー 15 で冷却され再導入された洗浄水によって吸収塔 2 の塔頂部 2 b 内を冷却することができる。したがって、例えば、吸収液中の溶質が飛散もしくは蒸発して脱炭酸ガスに随伴して上昇したとしても、導出路 9 に到達する前に溶質は脱炭酸ガス洗浄系統 10 に供給される。これにより、吸収液中の溶質が吸収塔 2 の塔頂部 2 b から導出路 9 を通して外部に流出することを抑制することができる。

[0057] 一方、脱炭酸ガスとともに生成されたリッチ吸収液は、吸収塔 2 内を下降して塔底部 2 a に貯留された後、リッチ供給路 4 を通して再生塔 3 の塔頂部 3 b 内の第 3 ノズル 16 に供給される。ここで本実施形態では、リーン供給路 5 とリッチ供給路 4 との間にアミン熱交 36 が介在しており、リッチ吸収液は、リーン供給路 5 のリーン吸収液と熱交換することで、リーン吸収液を冷却しつつ加熱される。

[0058] 再生塔 3 内では、第 3 ノズル 16 から供給されたリッチ吸収液が内部を下降するとともに、リボイラー系統 19 によって加熱された吸収液が塔底部 3 a から再導入される。このとき、加熱された吸収液の一部が蒸気発生部分 22 でフラッシュし、吸収液の溶質および溶媒それぞれの一部が蒸気となり、また、再生された二酸化炭素がガスとなり、再生塔 3 内部を上昇する。この過程で、リッチ吸収液と前記溶質および溶媒の蒸気分とが接触し、前記溶質および溶媒の蒸気分の凝縮熱を熱源として、脱離再生の吸熱反応が起こり、リッチ吸収液から二酸化炭素ガスが分離される。

[0059] ここで本実施形態では、再生塔 3 の塔中間部 3 c 内に再生塔充填物 18 が配設されている。この再生塔充填物 18 は、例えば、多数の狭い隙間を持つフィン構成で、容積あたりのフィン表面積が大きく、また、その隙間は規則的に流路の角度が変化するように構成され、意図的に流れの乱れが起きるようになっている。再生塔充填物 18 の表面では、吸収液がフィン上に濡れ壁をなして流下し、再生塔 3 内を上昇する前記溶質および溶媒の蒸気分と接触し、表面積の大きさや流れの乱れによって効率的に気液接触がなされ、二酸化炭素の分離・放散が促進される。

- [0060] これにより、リッチ吸収液が、リーン吸収液と二酸化炭素ガスとに分離される。これらのうち、二酸化炭素ガスは、前記溶質および溶媒の蒸気分と混合され混合ガスとなり、再生塔 3 内を上昇する。
- [0061] この混合ガスは、再生塔 3 の塔頂から混合ガス冷却系統 20 の配管 29 に導入された後、この配管 29 を通る過程で、まず混合ガスコンプレッサー 30 によって圧縮されて温度が上昇して昇温混合ガスとなる。その後、昇温混合ガスは、凝縮熱交換器 34 で、リボイラー系統 19 の吸収液と熱交換することで、吸収液を加熱しつつ冷却される。さらにその後、昇温混合ガスは、減圧・膨張弁 31 によって膨張して温度が低下する。
- [0062] 以上により、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分が凝縮されて凝縮液となり、この凝縮液と、二酸化炭素ガスを主体とした未凝縮の二酸化炭素主体ガス（昇温混合ガス）と、が気液分離器 32 により分離される。そして凝縮液は、第 4 ノズル 28 から再生塔 3 に再導入されるとともに、未凝縮の二酸化炭素主体ガスは、排出路 33 を通して外部に排出される。
- [0063] 一方、再生塔 3 内を下降する吸収液は、塔底部 3a に貯留された後、分離再生されたリーン吸収液として再生塔 3a から導出され、リーン供給路 5 を通して吸収塔 2 の塔頂部 2b 内の前記第 1 ノズル 7 に供給される。このとき、リーン吸収液は、前記アミン熱交 36 で、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と熱交換することで、リッチ吸収液を予熱しつつ冷却される。このことにより、再生塔 3 から見た場合、リーン吸収液が外部に持ち出す熱を、外部から供給されるリッチ吸収液の予熱として、熱回収することができる。
- [0064] 次に、ヒートポンプ 6 での熱媒体の流れについて、熱媒膨張弁 41 を起点として説明する。

熱媒膨張弁 41 で温度が低下した熱媒体は、前記一方の配管 39 を通った後、吸収塔内部熱交 37 の下部から上部に向けて移動しながら、吸収液と熱交換することで、吸収液を冷却しつつ、吸収液が二酸化炭素を化学吸収する際に発生する発熱反応の熱を受け取り蒸発して気化する。その後、熱媒体は前記他方の配管 40 を通って再生塔内部熱交 38 の下部に移動する。このと

き、熱媒体は熱媒コンプレッサー 42 によって圧縮され、温度が上昇する。

[0065] そして熱媒体は、再生塔内部熱交 38 の下部から上部に向けて移動しながら、吸収液と熱交換することで、吸収液を加熱しつつその熱を吸熱反応の熱源として消費させることで冷却・凝縮される。その後、熱媒体は前記一方の配管 39 を通って吸収塔内部熱交 37 の下部に向けて移動する。このとき、熱媒体は熱媒膨張弁 41 により圧力低下し、再び温度が低下して、気・液混合流体となる。

[0066] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置 1 によれば、混合ガス冷却系統 20 が混合ガスコンプレッサー 30 を備えている。そのため、僅かな外部動力を加えることで、外部から加熱することなく、昇温混合ガスが得られる。さらに、リボイラー系統 19 と混合ガス冷却系統 20 との間に、前記凝縮熱交換器 34 が介在している。そのため、リボイラー系統 19 の吸収液と、混合ガス冷却系統 20 の昇温混合ガスと、で熱交換することで、吸収液を加熱しつつ、昇温混合ガスを冷却することができる。

このように、再生塔 3 を流出する混合ガスの持つ熱量により、再生塔 3 に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができる。その結果、リボイラー系統 19 での外部からの入熱量を抑えることが可能になり、省エネルギー化を図ることができる。

[0067] また、前記ヒートポンプ 6 を備えているので、再生塔 3 での吸熱反応の熱源として、吸収塔 2 での発熱反応で生じた熱を利用することができる。前記発熱反応で生じた熱は吸熱反応の熱と等しいので、反応熱を内部での授受でキャンセルすることが可能になる。従来、吸熱反応の為に外部から加熱する一方で、反応発熱は冷却水に廃熱していたが、このような廃熱していた反応発熱を再生に必要な吸熱反応の熱源として利用することが可能になる。その結果、外部からの入熱量を抑制して一層の省エネルギー化を図ることができる。

[0068] また、ヒートポンプ 6 が前記吸収塔内部熱交 37 を備えているので、吸収塔 2 での発熱反応で生じた熱を、損失少なく高効率に熱媒体が受け取ること

ができる。

さらに、ヒートポンプ 6 が前記再生塔内部熱交 38 を備えているので、熱媒体により移動した発熱反応で生じた熱を、再生塔 3 での吸熱反応の熱源として損失少なく高効率に利用することができる。

以上により、外部加熱する一方で冷却水に廃熱するというエネルギーの消費をすることなく、吸収塔 2 で吸収液が二酸化炭素を化学吸収する発熱反応で生じた熱を、再生塔 3 で吸収液から二酸化炭素を分離再生する吸熱反応の熱源として効果的に利用することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0069] ここで、以上の効果を一般化すると、以下に示す 2 項目として記述することができる。

(1) 反応熱の自己熱再生効果

吸収塔 2 での反応発熱量は、再生塔 3 での反応吸熱量に等しい。よって、ヒートポンプ 6 に要する僅かな動力で、従来外部から加熱により与えていた反応熱は、プロセス内部の熱の授受で賄い、外部との熱の授受を無くすることができる。その結果、再生塔 3 のリボイラー系統 19 で加えていた外部熱量が従来に比べて低減される。

(2) 塔操作に要する潜熱の自己熱再生

再生塔 3 の塔頂部 3b から流出する混合ガスの熱量は、リボイラー系統 19 で外部から加熱し、吸収液の溶質および溶媒を蒸発させるために消費した熱量から吸収液再生のために要する反応吸熱量を引いたものに等しい。よって混合ガスを圧縮する僅かな動力で、昇温混合ガスを得て、凝縮熱交換器 34 で、前記混合ガスの熱をリボイラー系統 19 に与えることができれば、リボイラー系統 19 で外部から加えるべき熱量は低減する。さらに厳密に言えば、加えるべき熱量は、アミン熱交 36 での回収漏れ熱量（アミン熱交 36 から流出するリーン吸収液の顕熱量とアミン熱交 36 に流入するリッチ吸収液の顕熱量との差違）と再生塔 3 廻りの放熱量の和に見合う熱量になる。

[0070] (第 2 実施形態)

次に、本発明に係る第2実施形態の二酸化炭素ガス回収装置を説明する。

なお、この第2実施形態においては、第1実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0071] 図2に示すように、本実施形態の二酸化炭素ガス回収装置100では、混合ガス冷却系統20の減圧・膨張弁31は前記排出路33に設けられるとともに、混合ガス冷却系統20の配管29における気液分離器32と第4ノズル28との間には、凝縮液循環ポンプ29aに代えてレベル調節弁101が設けられている。

[0072] またヒートポンプ6は、前記吸収塔内部熱交37を備えていない。そして本実施形態では、導出路9とヒートポンプ6の間には、脱炭酸ガスと、膨張して温度が低下した熱媒体と、で熱交換する脱炭酸ガスクーラー（第7熱交換器）102が介在している。また、脱炭酸ガス洗浄系統10とヒートポンプ6の間には、洗浄水と、膨張して温度が低下した熱媒体と、で熱交換する洗浄水クーラー（第8熱交換器）103が介在している。さらに、リッチ供給路4とヒートポンプ6の間には、リッチ吸収液と、膨張して温度が低下した熱媒体と、で熱交換するリッチアミン熱交換器（第9熱交換器）104が介在している。

これらの脱炭酸ガスクーラー102、洗浄水クーラー103およびリッチアミン熱交換器104は、ヒートポンプ6において熱媒膨張弁41によって膨張して温度が低下した熱媒体が通り、熱媒体が熱を受け取る熱回収側に介在している。

[0073] 図示の例では、ヒートポンプ6は、複数の配管105、106、107、108と、各配管105、106、107、108を接続する熱媒分配器109および熱媒集合器110を備えている。複数の配管105、106、107、108は、再生塔内部熱交38の上部と熱媒分配器109とを接続する第1配管105と、熱媒分配器109と熱媒集合器110とを接続する2つの分岐配管106、107と、熱媒集合器110と再生塔内部熱交38の

下部とを接続する第2配管108と、からなる。

[0074] 2つの分岐配管106、107のうち、一方の分岐配管106には、脱炭酸ガスクーラー102および洗浄水クーラー103が、熱媒分配器109から熱媒集合器110に向けてこの順に介装されるとともに、他方の分岐配管107には、リッチアミン熱交換器104が介装されている。また、第1配管105には、前記熱媒膨張弁41が設けられるとともに、第2配管108には前記熱媒コンプレッサー42が設けられている。

[0075] なお図示の例では、吸収塔2に設けられた前記脱炭酸ガス洗浄系統10では、その配管13における洗浄水循環ポンプ13aと第2ノズル12との間に洗浄水クーラー103が介装されるとともに、前記水冷式洗浄水クーラー15が備えられてない。

またリッチ供給路4には、吸収塔底ポンプ17よりも下流で、かつアミン熱交36よりも上流にリッチアミン熱交換器104が介装されている。

[0076] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置100の作用について説明する。ここでは、ヒートポンプ6の熱媒体の流れについて、熱媒膨張弁41を起点として説明する。

熱媒膨張弁41により温度が低下した熱媒体は、第1配管105を通った後、熱媒分配器109で分岐された2つの分岐配管106、107を通る。

[0077] このうち、前記一方の分岐配管106を通る熱媒体は、脱炭酸ガスクーラー102において、導出路9の脱炭酸ガスと熱交換することで、吸収塔2から導出される脱炭酸ガスの熱を受け取って加熱される。その後、熱媒体は、洗浄水クーラー103において、脱炭酸ガス洗浄系統10の洗浄水と熱交換することで、洗浄水を冷却しつつさらに加熱される。

また、前記他方の分岐配管107を通る熱媒体は、リッチアミン熱交換器104において、吸収塔2から流出するリッチ吸収液の熱を受け取って加熱される。

[0078] そして、両分岐配管106、107を通った熱媒体は熱媒集合器110で合流する。熱媒集合器110で合流した熱媒体は、第2配管108を通過して

再生塔内部熱交 38 の下部に移動する。このとき、熱媒体は熱媒コンプレッサー 42 によって温度が上昇する。そして熱媒体は、再生塔内部熱交 38 の下部から上部に向けて移動しながら、吸収液と熱交換することで、吸収液を加熱しつつその熱を吸熱反応の熱源と消費させることで冷却された後、第 1 配管 105 を通って熱媒分配器 109 に向けて移動する。このとき、熱媒体は熱媒膨張弁 41 により再び温度が低下する。

- [0079] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置 100 によれば、導出路 9 とヒートポンプ 6 との間に、前記脱炭酸ガスクーラー 102 が介在している。そのため、導出路 9 の脱炭酸ガスと、ヒートポンプ 6 の熱媒体と、で熱交換することで、吸収塔 2 から導出された脱炭酸ガスの熱を、熱媒体に受け取らせて熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔 2 の発熱反応で生じて脱炭酸ガスに受け渡された熱が外部に漏出するのを抑制することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

- [0080] また、脱炭酸ガス洗浄系統 10 とヒートポンプ 6 との間に、前記洗浄水クーラー 103 が介在しているので、脱炭酸ガス洗浄系統 10 の洗浄水と、ヒートポンプ 6 の熱媒体と、で熱交換することで、洗浄水を冷却しつつ、熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔 2 の発熱反応で生じて脱炭酸ガスから洗浄水に受け渡された熱が、外部に漏出するのを抑制することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

- [0081] また、リッチ供給路 4 とヒートポンプ 6 との間に、前記リッチアミン熱交換器 104 が介在している。そのため、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と、ヒートポンプ 6 の熱媒体と、で熱交換することで、吸収塔 2 の発熱反応で生じてリッチ吸収液に受け渡されたリッチ吸収液の熱を、熱媒体に受け取らせて熱媒体を加熱することができる。

また本実施形態では、リッチアミン熱交換器 104 が、リッチ供給路 4 においてアミン熱交 36 よりも上流に介装されているので、アミン熱交 36 を

通るリッチ吸収液を、前記リッチアミン熱交換器 104 で冷却しておくことができる。これにより、アミン熱交 36 において、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と、リーン供給路 5 のリーン吸収液と、での熱交換量を増加することが可能になり、リーン供給路 5 のリーン吸収液を効果的に冷却することができ、再生塔から見た熱回収量を増やすことができる。したがって、例えば、リーン供給路 5 においてアミン熱交 36 よりも下流に、リーン吸収液を冷却する図示しないリーンアミンクーラーを設け、吸収塔 2 に供給されるリーン吸収液を吸収塔 2 に供給する前に予め冷却する場合であっても、この冷却による外部への熱ロスを低減することができる。

[0082] また本実施形態では、吸収塔 2 内から外部に導出される脱炭酸ガスおよび吸収液の熱を、脱炭酸ガスクーラー 102、洗浄水クーラー 103、およびリッチアミン熱交換器 104 で熱媒体が受け取っている。したがって、吸収塔 2 での発熱反応で生じる熱を、前記吸収塔内部熱交 37 を設けずに熱媒体で受け取ることが可能になる。これにより、例えば、二酸化炭素ガス回収装置 100 の簡素化を図ることができる。

なお本実施形態では、ヒートポンプ 6 は、吸収塔内部熱交 37 を備えていないものとしたが、これを備えていても良い。

[0083] (第 3 実施形態)

次に、本発明に係る第 3 実施形態の二酸化炭素ガス回収装置を説明する。

なお、この第 3 実施形態においては、第 2 実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。また図 3 では、図面の見易さのため、第 2 実施形態における構成要素と同一の部分については一部、図示を省略している。

[0084] 図 3 に示すように、本実施形態の二酸化炭素ガス回収装置 200 では、吸収塔充填物 8 は、吸収塔 2 の塔中間部 2c 内に上下 2 分割して配設されるとともに、吸収塔 2 には、吸収塔 2 の塔中間部 2c から吸収液を導出して冷却した後、塔中間部 2c から再導入するインタークーラー系統 201 が設けられている。

[0085] インタークーラー系統 201 は、分割された吸収塔充填物 8 の間に配設され吸収液が貯留された液受けトレイ 202 と、液受けトレイ 202 よりも下方に配設され下方に向けて吸収液を供給する第 5 ノズル 203 と、液受けトレイ 202 と第 5 ノズル 203 とを接続する配管 204 と、を備えている。

配管 204 には、液受けトレイ 202 から第 5 ノズル 203 に配管 204 を通して吸収液を移送するインタークーラーポンプ 205 が設けられている。

[0086] そして本実施形態では、インタークーラー系統 201 とヒートポンプ 6 との間には、吸収液と、膨張して温度が低下した熱媒体と、で熱交換する熱媒冷却式インタークーラー（第 10 熱交換器）206 が介在している。また、リーン供給路 5 とヒートポンプ 6 との間には、リーン吸収液と、膨張して温度が低下した熱媒体と、で熱交換する熱媒冷却式リーンアミンクーラー（第 11 熱交換器）207 が介在している。

[0087] 図示の例では、ヒートポンプ 6 は、5 つの分岐配管 208 を備えており、各分岐配管 208 には、前記脱炭酸ガスクーラー 102、前記洗浄水クーラー 103、前記リッチアミン熱交換器 104、熱媒冷却式インタークーラー 206、および熱媒冷却式リーンアミンクーラー 207 のいずれかが介装されている。

[0088] なお、インタークーラー系統 201 では、その配管 204 におけるインタークーラーポンプ 205 と第 5 ノズル 203 との間に熱媒冷却式インタークーラー 206 が介装されている。

またリーン供給路 5 には、アミン熱交 36 よりも下流に熱媒冷却式リーンアミンクーラー 207 が介装されている。

[0089] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置 200 の作用について説明する。ここでは、ヒートポンプ 6 の熱媒体の流れについて、熱媒膨張弁 41 を起点として、熱媒集合器 110 に到達するまでを説明する。

熱媒膨張弁 41 により温度が低下した熱媒体は、第 2 配管 108 を通った後、熱媒分配器 109 で分岐された 5 つの分岐配管 208 を通る。

[0090] このうち、熱媒冷却式インタークーラー２０６が介装された分岐配管２０８を通る熱媒体は、熱媒冷却式インタークーラー２０６において、吸収液と熱交換することで、吸収液を冷却しつつ加熱される。

また、熱媒冷却式リーンアミンクーラー２０７が介装された分岐配管２０８を通る熱媒体は、熱媒冷却式リーンアミンクーラー２０７において、リーン吸収液を冷却しつつ加熱される。

そして、各分岐配管２０８を通った熱媒体は熱媒集合器１１０で合流する。

[0091] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置２００によれば、リーン供給路５とヒートポンプ６との間に、前記熱媒冷却式リーンアミンクーラー２０７が介在している。そのため、リーン供給路５のリーン吸収液と、ヒートポンプ６の熱媒体と、で熱交換することで、リーン吸収液を冷却しつつ、熱媒体を加熱することができる。

これにより、従来は冷却水に廃熱していたリーン吸収液の熱を、廃熱することなく熱媒体の熱として回収することができる。また、吸収塔２に供給されるリーン吸収液を冷却することが可能になり、吸収塔２での吸収液による二酸化炭素ガスの吸収を促進することができる。

[0092] さらに、吸収塔２に前記インタークーラー系統２０１が設けられているので、塔中間部２ｃの吸収液を冷却した後に再導入することが可能になり、吸収塔２での吸収液による二酸化炭素ガスの吸収をより促進することができる。

[0093] また、インタークーラー系統２０１とヒートポンプ６との間に、前記熱媒冷却式インタークーラー２０６が介在しているので、インタークーラー系統２０１の吸収液と、ヒートポンプ６の熱媒体と、で熱交換することで、吸収液を冷却しつつ、熱媒体を加熱することができる。

これにより、吸収塔２の発熱反応で生じて吸収液に受け渡された熱が、外部に漏出するのを抑制することが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0094] (第4実施形態)

次に、本発明に係る第4実施形態の二酸化炭素ガス回収装置を説明する。

なお、この第4実施形態においては、第1実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0095] 図4に示すように、本実施形態の二酸化炭素ガス回収装置300では、リッチ供給路4において吸収塔底ポンプ17とアミン熱交36との間に位置する部分に、リッチ吸収液の流れを分岐するリッチアミン分配器301と、分岐されたリッチ吸収液が流通する2つのリッチ分岐路302、303と、リッチ分岐路302、303が合流するリッチアミン集合器304と、が備えられている。

[0096] 2つのリッチ分岐路302、303のうち、一方のリッチ分岐路302とリーン供給路5との間には、リッチ吸収液とリーン吸収液とで熱交換する第1リッチアミン熱交305が介在している。第1リッチアミン熱交305は、リーン供給路5においてアミン熱交36よりも下流に介装されている。第1リッチアミン熱交305は、前記一方のリッチ分岐路302のリッチ吸収液と、リーン供給路5のリーン吸収液と、で熱交換する。これにより、再生塔3に供給され再生塔3内で吸熱反応を起こすリッチ吸収液を予熱しつつ、吸収塔2に供給され吸収塔2内で発熱反応を起こすリーン吸収液を冷却することができる。

また、再生塔3に設けられた前記リボイラー系統19の配管23におけるリボイラーポンプ24と凝縮熱交換器34の間にはリボイラー分配器306が設けられており、このリボイラー分配器306からは、再生塔3の塔底部3aに接続される枝配管307が分岐されている。

[0097] そして本実施形態では、リボイラー系統19とヒートポンプ6の間には、吸収液と、圧縮されて温度が上昇した熱媒体と、で熱交換する熱媒式リボイラーヒーター（第12熱交換器）308が介在している。また、リッチ供給路4とヒートポンプ6の間には、リッチ吸収液と、圧縮されて温度が上

昇した熱媒体と、で熱交換する第2リッチアミン熱交（第13熱交換器）309が介在している。

これらの熱媒式リボイラーヒーター308、第2リッチアミン熱交309および前記再生塔内部熱交38は、ヒートポンプ6において熱媒コンプレッサー42によって圧縮されて温度が上昇した熱媒体が通り、熱媒体が熱を受け渡す熱供給に介在している。

[0098] 図示の例では、ヒートポンプ6は、複数の配管310、311、312、313、314と、各配管を接続する熱媒分配器315および熱媒集合器316を備えている。複数の配管310、311、312、313、314は、熱媒分配器315と熱媒集合器316とを接続する3つの分岐配管310、311、312と、熱媒集合器316と吸収塔内部熱交37の下部とを接続する第1配管313と、吸収塔内部熱交37の上部と熱媒分配器315とを接続する第2配管314と、からなる。

[0099] 3つの分岐配管310、311、312のうち、第1の分岐配管310の中間部には、前記再生塔内部熱交38が設けられ、第2の分岐配管311には、熱媒式リボイラーヒーター308が介装され、第3の分岐配管312には、第2リッチアミン熱交309が介装されている。また、第1配管313には前記熱媒膨張弁41が設けられるとともに、第2配管314には、前記熱媒コンプレッサー42が設けられている。

なお図示の例では、リボイラー系統19では、枝配管307に熱媒式リボイラーヒーター308が介装されるとともに、リッチ供給路4では、2つのリッチ分岐路302、303のうち、前記一方のリッチ分岐路302とは異なる他方のリッチ分岐路303に第2リッチアミン熱交309が介装されている。第2リッチアミン熱交309は、リッチ供給路4においてアミン熱交36よりも上流に介装されている。

[0100] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置300の作用について説明する。ここでは、ヒートポンプ6の熱媒体の流れについて、熱媒膨張弁41を起点として説明する。

[0101] 熱媒膨張弁 4 1 により温度が低下した熱媒体は、第 1 配管 3 1 3 を通った後、吸収塔内部熱交 3 7 の下部から上部に向けて移動しながら、吸収液と熱交換することで、吸収液を冷却しつつ発熱反応の熱を受け取り、その後、第 2 配管 3 1 4 を通って熱媒分配器 3 1 5 に移動する。このとき、熱媒体は熱媒コンプレッサー 4 2 によって温度が上昇する。そして熱媒体は、熱媒分配器 3 1 5 により分岐され、各分岐配管 3 1 0、3 1 1、3 1 2 を通る。

[0102] このうち、第 1 の分岐配管 3 1 0 を通る熱媒体は、再生塔内部熱交 3 8 の下部から上部に向けて移動しながら、吸収液と熱交換することで、前記熱を吸熱反応の熱源としてリッチ吸収液に受け渡して加熱する。

また、第 2 の分岐配管 3 1 1 を通る熱媒体は、熱媒式リボイラーヒーター 3 0 8 において、リボイラー系統 1 9 の吸収液と熱交換することで、その熱を吸収液に受け渡して加熱する。

さらに、第 3 の分岐配管 3 1 2 を通る熱媒体は、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と熱交換することで、その熱をリッチ吸収液に受け渡して加熱する。

[0103] そして、各分岐配管 3 1 0、3 1 1、3 1 2 を通った熱媒体は熱媒集合器 3 1 6 で合流する。熱媒集合器 3 1 6 で合流した熱媒体は、第 1 配管 3 1 3 を通って吸収塔内部熱交 3 7 の下部に向けて移動する。このとき、熱媒体は熱媒膨張弁 4 1 により再び温度が低下する。

[0104] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置 3 0 0 によれば、リボイラー系統 1 9 とヒートポンプ 6 との間に、前記熱媒式リボイラーヒーター 3 0 8 が介在している。そのため、リボイラー系統 1 9 の吸収液と、ヒートポンプ 6 の熱媒体と、で熱交換することで、熱媒体の熱を、吸収液に受け取らせて吸収液を加熱することができる。

これにより、リボイラー系統 1 9 での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0105] また、リッチ供給路 4 とヒートポンプ 6 との間に、前記第 2 リッチアミン熱交 3 0 9 が介在しているので、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と、ヒートポンプ 6 の熱媒体と、で熱交換することで、熱媒体の熱を、再生塔 3 に供給

されるリッチ吸収液に受け取らせてリッチ吸収液を加熱することができる。

このように、再生塔 3 に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができるので、再生塔 3 でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統 19 での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

また本実施形態のように、リーン供給路 5 とリッチ供給路 4 との間に前記アミン熱交 36 が介在している場合、アミン熱交 36 での加熱量に、前記第 2 リッチアミン熱交 309 での加熱量が加算される結果、リッチ吸収液の予熱量が増大し、リボイラー系統 19 によって吸収液に与えるべき熱量を更に抑えることができる。したがって、リボイラー系統 19 での外部からの入熱量をより一層抑えることが可能になり、一層更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0106] (第 5 実施形態)

次に、本発明に係る第 5 実施形態の二酸化炭素ガス回収装置を説明する。

なお、この第 5 実施形態においては、第 2 実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0107] 図 5 に示すように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置 400 では、再生塔 3 に設けられた前記リボイラー系統 19 の配管 23 におけるリボイラーポンプ 24 と凝縮熱交換器 34 との間にはリボイラー分配器 401 が設けられている。また、このリボイラー分配器 401 からは、再生塔 3 の塔底部 3a に接続される枝配管 402 が分岐されている。

[0108] またヒートポンプ 6 は、前記再生塔内部熱交 38 を備えていない。そして本実施形態では、リボイラー系統 19 とヒートポンプ 6 との間には、吸収液と、圧縮されて温度が上昇した熱媒体と、で熱交換する熱媒式リボイラーヒーター（第 12 熱交換器）403 が介在している。

図示の例では、ヒートポンプ 6 の複数の配管 404、405 は、熱媒集合器 110 と熱媒分配器 109 とを接続するとともに前記熱媒コンプレッサー

４２が設けられた主配管４０４と、熱媒分配器１０９と熱媒集合器１１０とを接続する３つの分岐配管４０５と、からなる。

[0109] 主配管４０４には、熱媒体を膨張させることで温度を低下させる熱媒膨張タービン４０６が設けられている。この熱媒膨張タービン４０６は、熱媒体を膨張させるときに回転動力を得る。そして、主配管４０４における熱媒コンプレッサー４２と熱媒膨張タービン４０６との間に、前記熱媒式リボイラーヒーター４０３が介装されている。

また、各分岐配管４０５には、熱媒冷却式の脱炭酸ガスクーラー１０２、熱媒冷却式の洗浄水クーラー１０３および熱媒冷却式のリッチアミン熱交換器１０４のいずれかが介装されている。

[0110] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置４００の作用について説明する。ここでは、ヒートポンプ６の熱媒体の流れについて、熱媒膨張タービン４０６を起点として説明する。

[0111] 熱媒膨張タービン４０６により温度が低下した熱媒体は、主配管４０４を通った後に熱媒分配器１０９で分岐され、３つの分岐配管４０５を通して各熱交換器において加熱され、その後、熱媒集合器１１０で合流する。熱媒集合器１１０で合流した熱媒体は、主配管４０４を通して、熱媒コンプレッサー４２によって温度が上昇した後、熱媒式リボイラーヒーター４０３において、リボイラー系統１９の吸収液と熱交換することで、熱媒体の熱を吸収液に受け渡して加熱する。その後、主配管４０４を通して熱媒分配器１０９に向けて移動する。このとき、熱媒体は熱媒膨張タービン４０６により再び温度が低下する。

[0112] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置４００によれば、リボイラー系統１９とヒートポンプ６との間に、前記熱媒式リボイラーヒーター４０３が介在している。そのため、リボイラー系統１９の吸収液と、ヒートポンプ６の熱媒体と、で熱交換することで、熱媒体の熱を、吸収液に受け取らせて吸収液を加熱することができる。

これにより、リボイラー系統１９での外部からの入熱量をより抑えること

が可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

なお、ヒートポンプ 6 は、前記再生塔内部熱交 38 を備えていないものとしたが、これを備えていても良い。

[0113] (第 6 実施形態)

次に、本発明に係る第 6 実施形態の二酸化炭素ガス回収装置を説明する。

なお、この第 6 実施形態においては、第 1 実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0114] 図 6 に示すように、本実施形態の二酸化炭素ガス回収装置 500 では、前記ヒートポンプ 6 が備えられていない。

また吸収塔充填物 8 は、吸収塔 2 の塔中間部 2c に上下 2 分割して配設されるとともに、吸収塔 2 には、吸収塔 2 の塔中間部 2c 内からリーン吸収液を導出して冷却した後、塔中間部 2c から再導入するインタークーラー系統 501 が設けられている。

また、リーン供給路 5 には、リーン吸収液を冷却するリーンアミンクーラー 502 がアミン熱交 36 よりも下流に設けられている。

[0115] また、混合ガス冷却系統 20 の配管 29 には、前記減圧・膨張弁 31 が設けられておらず、この配管 29 において気液分離器 32 と前記第 4 ノズル 28 との間には、凝縮液循環ポンプ 29a に代えてレベル調節弁 503 が設けられている。

気液分離器 32 は、凝縮熱交換器 34 で凝縮された前記溶質および溶媒の蒸気分である凝縮液と、未凝縮の前記溶質および溶媒の蒸気分および二酸化炭素ガスからなる未凝縮の残りの昇温混合ガスと、を分離する。この気液分離器 32 には、排出路 33 に代えて、後述する他の気液分離器 505 を経て再生塔 3 の塔頂部 3b に接続された残ガス流通路 504 が設けられている。

[0116] 残ガス流通路 504 内は、気液分離器 32 により分離された未凝縮の前記残りの昇温混合ガスが通る。残ガス流通路 504 には、後述する第 3 リッチアミン熱交（第 2 熱交換器）514 と、前記減圧・膨張弁 31 と、前記溶質

および溶媒の蒸気分の凝縮液と未凝縮の二酸化炭素ガスとを分離する他の気液分離器 505 と、レベル調節弁 506 と、が気液分離器 32 から再生塔 3 の塔頂部 3b に、この順で配設されている。

他の気液分離器 505 には、前記排出路 33 が設けられている。

[0117] また、リッチ供給路 4 において吸収塔底ポンプ 17 とアミン熱交 36 との間に位置する部分には、リッチ吸収液の流れを分岐するリッチアミン分配器 507 と、分岐されたリッチ吸収液が流通する 3 つのリッチ分岐路 508、509、510 と、リッチ分岐路 508、509、510 が合流するリッチアミン集合器 511 と、が備えられている。

[0118] 3 つのリッチ分岐路 508、509、510 のうちの第 1 リッチ分岐路 508 と、リーン供給路 5 と、の間には、リッチ吸収液とリーン吸収液とで熱交換する第 1 リッチアミン熱交 512 が介在している。第 1 リッチアミン熱交 512 は、リーン供給路 5 においてアミン熱交 36 よりも下流に介装されている。

また、3 つのリッチ分岐路 508、509、510 のうちの第 2 リッチ分岐路 509 と、前記リボイラー配管 26 と、の間には、リッチ吸収液と高温流体とで熱交換する第 2 リッチアミン熱交 513 が介在している。第 2 リッチアミン熱交 513 は、リボイラー配管 26 においてスチームトラップ 27 よりも下流に介装されている。

[0119] そして本実施形態では、混合ガス冷却系統 20 とリッチ供給路 4 との間には、凝縮熱交換器 34 を通った後の昇温混合ガスとリッチ吸収液とで熱交換する第 3 リッチアミン熱交 514 が介在している。

第 3 リッチアミン熱交 514 は、3 つのリッチ分岐路 508、509、510 のうちの第 3 リッチ分岐路 510 に介装されているとともに、残ガス流通路 504 において減圧・膨張弁 31 よりも上流に介装されている。

[0120] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置 500 の作用について説明する。

はじめに、リッチ供給路 4 でのリッチ吸収液の流れについて説明する。

リッチ供給路 4 を通るリッチ吸収液は、リッチアミン分配器 507 に到達した後、3つの分岐路 508、509、510 に分岐される。

[0121] このうち、第 1 リッチ分岐路 508 を通るリッチ吸収液は、第 1 リッチアミン熱交 512 で、リーン供給路 5 のリーン吸収液と熱交換することで、リーン吸収液を冷却しつつ加熱される。

また、第 2 リッチ分岐路 509 を通るリッチ吸収液は、第 2 リッチアミン熱交 513 で、リボイラー配管 26 の高温流体と熱交換することで、高温流体から熱を受け取り加熱される。

さらに、第 3 リッチ分岐路 510 を通るリッチ吸収液は、第 3 リッチアミン熱交 514 で、残ガス流通路 504 を流通する前記残りの昇温混合ガスと熱交換することで、前記残りの昇温混合ガスを冷却しつつ加熱される。

[0122] そして、各リッチ分岐路 508、509、510 を通り加熱されたリッチ吸収液は、リッチアミン集合器 511 で合流した後、前記第 3 ノズル 16 に供給される。

[0123] 次に、混合ガス冷却系統 20 での混合ガスの流れについて説明する。

再生塔 3 内を上昇した混合ガスは、混合ガス冷却系統 20 の配管 29 を通り、まず混合ガスコンプレッサー 30 によって圧縮され温度が上昇して昇温混合ガスとなる。その後、凝縮熱交換器 34 で、リボイラー系統 19 の吸収液と熱交換することで、前記溶質および溶媒の蒸気分が持つ潜熱が回収され、前記溶質および溶媒の蒸気分の少なくとも一部が凝縮されて、凝縮液となる。

次いで、気液分離器 32 により、前記凝縮液と、未凝縮の前記残りの昇温混合ガスと、が分離され、これらのうち、凝縮液は、配管 29 を通り再生塔 3 の塔頂部 3b に前記第 4 ノズル 28 から供給される。

[0124] 一方、未凝縮の前記残りの昇温混合ガスは、残ガス流通路 504 を通り、第 3 リッチアミン熱交 514 で、第 3 リッチ分岐路 510 を通るリッチ吸収液と熱交換することで、ガスの顕熱および一部残った蒸気分の潜熱が回収される。すなわち、前記溶質および溶媒の蒸気分の潜熱が回収されて前記残り

の昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分が凝縮されるとともに、前記残りの昇温混合ガス中の二酸化炭素ガスの顕熱が回収される。その後、前記残りの昇温混合ガスが減圧・膨張弁 31 によって膨張して温度が低下することで、前記残りの昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分が全て凝縮され凝縮液となる。

[0125] そして、他の気液分離器 505 により、前記凝縮液と、未凝縮の二酸化炭素ガスと、が分離される。これらのうち、凝縮液は、前記残ガス流通路 504 を通り再生塔 3 の塔頂部 3b に供給されるとともに、二酸化炭素ガスは、排出路 33 を通して排出される。

[0126] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置 500 によれば、混合ガス冷却系統 20 とリッチ供給路 4 との間に、前記第 3 リッチアミン熱交 514 が介在している。そのため、混合ガス冷却系統 20 の前記残りの昇温混合ガスと、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と、で熱交換することで、再生塔 3 に供給されるリッチ吸収液を加熱しつつ、前記残りの昇温混合ガスを冷却することができる。

[0127] このように、再生塔 3 を流出する混合ガスの持つ熱量により、再生塔 3 に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができるので、再生塔 3 でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統 19 での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、一層の省エネルギー化を図ることができる。

[0128] また、混合ガス冷却系統 20 の昇温混合ガスが、凝縮熱交換器 34 を通った後、第 3 リッチアミン熱交 514 を通るので、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分の潜熱を凝縮熱交換器 34 で回収した後、未凝縮の前記残りの昇温混合ガスの顕熱および残った潜熱を第 3 リッチアミン熱交 514 で回収することができる。

[0129] ここで、第 1 実施形態と同様に、以上の効果を一般化して記述すると、本実施形態では、前記 (1) 反応熱の自己熱再生効果と、(2) 塔操作に要する潜熱の自己熱再生と、に加えて以下の 1 項目を記述することができる。

(3) 塔操作に要する顕熱の自己熱再生

再生塔 3 に流入するリッチ吸収液に含まれる二酸化炭素に相当する顕熱量は、前記残りの昇温混合ガスのガス顕熱に等しい。よって混合ガスを圧縮する僅かな動力で昇温混合ガスを得て、第 3 リッチアミン熱交 5 1 4 により、その顕熱を回収すれば、再生塔に導入されるリッチ吸収液の予熱量が増加して、リボイラー系統 1 9 で外部から加えるべき熱量は低減する。さらに厳密に言えば、加えるべき熱量は、アミン熱交 3 6 での回収漏れ熱量（アミン熱交 3 6 を流出するリーン吸収液の顕熱量とアミン熱交 3 6 に流入するリッチ吸収液の顕熱量との差違）からリッチ吸収液に含まれる二酸化炭素の顕熱相当熱量を除いた熱量と、再生塔 3 廻りの放熱量に見合う熱量と、の和になる。

さらにアミン熱交 3 6 の伝熱面積を大きく設定し、アミン熱交 3 6 での回収漏れ熱量をゼロに近づけると、リボイラー系統 1 9 で外部から加えるべき熱量は再生塔 3 廻りの放熱量だけに見合う熱量にまで低減する。放熱は保温の程度で制御できることから、最終的にリボイラー系統 1 9 で外部から加えるべき熱量は、ゼロ近傍とすることが可能となる。

[0130] なお本実施形態では、第 3 リッチアミン熱交 5 1 4 において、混合ガス冷却系統 2 0 の前記残りの昇温混合ガスと、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と、で熱交換するものとしたが、これに限られるものではない。例えば、第 3 リッチアミン熱交 5 1 4 において、二酸化炭素ガスとリッチ吸収液とで熱交換し、二酸化炭素ガスの顕熱回収をしても良い。

この場合、例えば、気液分離器 3 2 で、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分の全てが二酸化炭素ガスから分離されるように、気液分離器 3 2 よりも上流で、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分の全てが凝縮されるように、混合ガス冷却系統 2 0 を構成しても良い。

また本実施形態では、ヒートポンプ 6 を備えていないものとしたが、ヒートポンプ 6 を備えていても良い。

[0131] (第 7 実施形態)

次に、本発明に係る第7実施形態の二酸化炭素ガス回収装置を説明する。

なお、この第7実施形態においては、第1実施形態における構成要素と同一の部分については同一の符号を付し、その説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。

[0132] 図7に示すように、本実施形態の二酸化炭素ガス回収装置600では、リッチ供給路4において吸収塔底ポンプ17よりも下流に位置する部分に、リッチ吸収液の流れを分岐するリッチアミン分配器601と、分岐されたリッチ吸収液が流通する2つのリッチ分岐路602、603と、リッチ分岐路602、603が合流するリッチアミン集合器604と、が備えられている。

2つのリッチ分岐路602、603のうち、一方のリッチ分岐路602とリーン供給路5との間には、前記アミン熱交36が介在している。

[0133] ヒートポンプ6は、前記再生塔内部熱交38を備えていない。そして本実施形態では、リッチ供給路4とヒートポンプ6との間には、リッチ吸収液と、圧縮されて温度が上昇した熱媒体と、で熱交換する第1リッチアミン熱交（第13熱交換器）605が介在している。

[0134] 図示の例では、ヒートポンプ6は、吸収塔内部熱交37の下部と上部とを接続するヒートポンプ配管607を備えている。このヒートポンプ配管607には、前記熱媒コンプレッサー42が設けられるとともに、ヒートポンプ配管607において熱媒コンプレッサー42よりも下流には、熱媒体を膨張させることで温度を低下させる熱媒膨張タービン608が設けられている。この熱媒膨張タービン608は、熱媒体を膨張させるときに回転動力を得る。

[0135] そして、第1リッチアミン熱交605は、ヒートポンプ配管607において、熱媒コンプレッサー42よりも下流で、かつ熱媒膨張タービン608よりも上流に介装されているとともに、リッチ供給路4においてリッチアミン集合器604よりも下流に介装されている。

[0136] また、混合ガス冷却系統20の減圧・膨張弁31は前記排出路33に設けられるとともに、混合ガス冷却系統20の配管29における気液分離器32

と第4ノズル28との間には、凝縮液循環ポンプ29aに代えてレベル調節弁609が設けられている。さらに図示の例では、凝縮熱交換器34が設けられていない。

[0137] そして本実施形態では、混合ガス冷却系統20とリッチ供給路4との間には、昇温混合ガスとリッチ吸収液とで熱交換する第2リッチアミン熱交（第3熱交換器）610が介在している。さらに、混合ガス冷却系統20とリッチ供給路4との間には、第2リッチアミン熱交610を通った後の昇温混合ガスとリッチ吸収液とで熱交換する第3リッチアミン熱交（第4熱交換器）611が介在している。

[0138] 図示の例では、第2リッチアミン熱交610は、混合ガス冷却系統20の配管29において混合ガスコンプレッサー30よりも下流で、かつ気液分離器32よりも上流に介装されるとともに、リッチ供給路4において第1リッチアミン熱交605よりも下流に介装されている。

また第3リッチアミン熱交611は、混合ガス冷却系統20の排出路33において減圧・膨張弁31よりも上流に介装されるとともに、リッチ供給路4において、2つのリッチ分岐路602、603のうち、一方のリッチ分岐路602と異なる他方の分岐路603に介装されている。

[0139] 次に、以上のように構成された二酸化炭素ガス回収装置600の作用について説明する。

はじめに、リッチ供給路4でのリッチ吸収液の流れについて説明する。

リッチ供給路4を通るリッチ吸収液は、リッチアミン分配器601に到達した後、2つのリッチ分岐路602、603に分岐される。

[0140] このうち、一方のリッチ分岐路602を通るリッチ吸収液は、アミン熱交36で、リーン供給路5のリーン吸収液と熱交換することで、リーン吸収液を冷却しつつ加熱される。

また、他方のリッチ分岐路603を通るリッチ吸収液は、第3リッチアミン熱交611で、混合ガス冷却系統20の排出路33の二酸化炭素主体ガスと熱交換することで、二酸化炭素主体ガスから熱を受け取り加熱される。

[0141] そして、各リッチ分岐路 602、603 を通り加熱されたリッチ吸収液は、リッチアミン集合器 604 で合流した後、第 1 リッチアミン熱交 605 で、ヒートポンプ 6 の熱媒体と熱交換することで、熱媒体から熱を受け取り加熱される。その後さらにリッチ吸収液は、第 2 リッチアミン熱交 610 で、混合ガス冷却系統 20 の排出路 33 の昇温混合ガスと熱交換することで、昇温混合ガスを冷却するとともに加熱される。

以上のようにして加熱されたリッチ吸収液は、その後、前記第 3 ノズル 16 に供給される。

[0142] 次に、混合ガス冷却系統 20 での混合ガスの流れについて説明する。

再生塔 3 内を上昇した混合ガスは、混合ガス冷却系統 20 の配管 29 を通り、まず混合ガスコンプレッサー 30 によって圧縮され温度が上昇して昇温混合ガスとなる。その後、第 2 リッチアミン熱交 610 で、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と熱交換することで、前記溶質および溶媒の蒸気分が持つ潜熱が回収され、前記溶質および溶媒の蒸気分が凝縮されて凝縮液となる。

[0143] 次に、気液分離器 32 により、前記凝縮液と、二酸化炭素ガスを主体とした未凝縮の二酸化炭素主体ガスと、が分離され、これらのうち、凝縮液は、配管 29 を通り再生塔 3 の塔頂部 3b に前記第 4 ノズル 28 から供給される。

[0144] 一方、未凝縮の前記二酸化炭素主体ガスは、排出路 33 を通り、第 3 リッチアミン熱交 611 で、一方のリッチ分岐路 602 を通るリッチ吸収液と熱交換することで、ガスの顕熱および一部残った蒸気分の潜熱が回収された後、減圧・膨張弁 31 によって膨張して温度が低下して排出される。このとき、前記溶質および溶媒の蒸気分の潜熱が回収されて前記二酸化炭素主体ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分が凝縮されるとともに、前記二酸化炭素主体ガス中の二酸化炭素ガスの顕熱が回収される。

[0145] 次に、ヒートポンプ 6 での熱媒体の流れについて、熱媒膨張タービン 608 を起点として説明する。

熱媒膨張タービン 608 で温度が低下した熱媒体は、ヒートポンプ配管 6

07を通った後、吸収塔内部熱交37の下部から上部に向けて移動しながら、吸収液と熱交換することで、吸収液を冷却しつつ発熱反応の熱を受け取る。

そして熱媒体は、ヒートポンプ配管607を通して、熱媒コンプレッサー42によって圧縮され、温度が上昇した後、第1リッチアミン熱交605で、リッチ吸収液と熱交換することで、リッチ吸収液を加熱しつつ冷却される。その後、熱媒体は、ヒートポンプ配管607を通して、吸収塔内部熱交37の下部に向けて移動する。このとき、熱媒体は熱媒膨張タービン608により再び温度が低下する。

[0146] 以上説明したように、本実施形態に係る二酸化炭素ガス回収装置600によれば、混合ガス冷却系統20が混合ガスコンプレッサー30を備えている。そのため、僅かな外部動力を加えることで、外部から加熱することなく、昇温混合ガスが得られる。さらに、混合ガス冷却系統20とリッチ供給路4との間に、前記第2リッチアミン熱交610が介在している。そのため、混合ガス冷却系統20の昇温混合ガスと、リッチ供給路4のリッチ吸収液と、で熱交換することで、再生塔3を流出する混合ガスの持つ熱量により、再生塔3に供給されるリッチ吸収液を加熱しつつ、昇温混合ガスを冷却することができる。

[0147] このように、再生塔3に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができるので、再生塔3でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統19での外部からの入熱量を抑えることが可能になり、省エネルギー化を図ることができる。

[0148] また、混合ガス冷却系統20とリッチ供給路4との間に、前記第2リッチアミン熱交610および前記第3リッチアミン熱交611が介在している。そのため、再生塔3に供給されるリッチ吸収液を効果的に予熱しておくことが可能になり、再生塔3でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量をより抑えることができる。したがって、リボイラー系統19での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、一層の省エネルギー化を図ることができる。

。

[0149] また、混合ガス冷却系統 20 の昇温混合ガスが、第 2 リッチアミン熱交 610 を通った後に第 3 リッチアミン熱交 611 を通る。そのため、例えば、昇温混合ガス中の前記溶質および溶媒の蒸気分の潜熱を第 2 リッチアミン熱交 610 で回収した後、未凝縮の二酸化炭素主体ガスの顕熱および残った潜熱を第 3 リッチアミン熱交 611 で回収することができる。

[0150] また、リッチ供給路 4 とヒートポンプ 6 との間に、前記第 1 リッチアミン熱交 605 が介在しているので、リッチ供給路 4 のリッチ吸収液と、ヒートポンプ 6 の熱媒体と、で熱交換することで、熱媒体の熱を、再生塔 3 に供給されるリッチ吸収液に受け取らせてリッチ吸収液を加熱することができる。

[0151] このように、再生塔 3 に供給されるリッチ吸収液を予熱しておくことができるので、再生塔 3 でリッチ吸収液が受け取る必要がある熱量を抑えることができる。したがって、リボイラー系統 19 での外部からの入熱量をより抑えることが可能になり、更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0152] また本実施形態のように、リーン供給路 5 とリッチ供給路 4 との間に前記アミン熱交 36 が介在している場合、アミン熱交 36 で、リッチ吸収液を加熱する熱量が小さくなり、リボイラー系統 19 によって吸収液に与えるべき熱量を更に抑えることができる。したがって、リボイラー系統 19 での外部からの入熱量をより一層抑えることが可能になり、一層更なる省エネルギー化を図ることができる。

[0153] なお本実施形態では、ヒートポンプ 6 が前記再生塔内部熱交 38 を備えていないものとしたが、備えていても良い。また本実施形態では、凝縮熱交換器 34 を備えていないものとしたが、これを備えていても良い。さらに本実施形態では、第 3 リッチアミン熱交 611 を備えているものとしたが、これを備えて無くても良い。

[0154] なお、本発明の技術的範囲は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

。

例えば、前記各実施形態では、混合ガス冷却系統 20 では、減圧・膨張弁 31 で昇温混合ガスの温度を低下させたが、これに代えて膨張タービンを採用しても良い。この場合、昇温混合ガスを膨張させるときに回転動力を得ることができる。

[0155] また、前記第 1～第 5、第 7 実施形態では、ヒートポンプ 6 を備えるものとしたが、ヒートポンプ 6 は無くても良い。

さらに、前記第 1～第 6 実施形態では、第 7 実施形態に示す第 2 リッチアミン熱交 610 を備えていないものとしたが、これを備えていても良い。

[0156] その他、本発明の趣旨に逸脱しない範囲で、前記実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、前記した変形例を適宜組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0157] 本発明に係る二酸化炭素ガス回収装置によれば、外部からの入熱量を抑制して省エネルギー化を図ることができる。

符号の説明

[0158] 1、100、200、300、400、500、600 二酸化炭素ガス回収装置

2 吸収塔

2a 塔底部

2b 塔頂部

2c 塔中間部

3 再生塔

4 リッチ供給路

5 リーン供給路

6 ヒートポンプ

8 吸収塔充填物

9 導出路

10 脱炭酸ガス洗浄系統

- 1 8 再生塔充填物
- 1 9 リボイラー系統
- 2 0 混合ガス冷却系統
- 2 6 リボイラー配管
- 3 0 混合ガスコンプレッサー（混合ガス圧縮機）
- 3 4 凝縮熱交換器（第 1 熱交換器）
- 3 7 吸収塔内部熱交（第 5 熱交換器）
- 3 8 再生塔内部熱交（第 6 熱交換器）
- 1 0 2 脱炭酸ガスクーラー（第 7 熱交換器）
- 1 0 3 洗浄水クーラー（第 8 熱交換器）
- 1 0 4 リッチアミン熱交換器（第 9 熱交換器）
- 2 0 1、5 0 1 インタークーラー系統
- 2 0 6 熱媒冷却式インタークーラー（第 1 0 熱交換器）
- 2 0 7 熱媒冷却式リーンアミンクーラー（第 1 1 熱交換器）
- 3 0 8、4 0 3 熱媒式リボイラーヒーター（第 1 2 熱交換器）
- 3 0 9 第 2 リッチアミン熱交（第 1 3 熱交換器）
- 5 1 4 第 3 リッチアミン熱交（第 2 熱交換器）
- 6 0 5 第 1 リッチアミン熱交（第 1 3 熱交換器）
- 6 1 0 第 2 リッチアミン熱交（第 3 熱交換器）
- 6 1 1 第 3 リッチアミン熱交（第 4 熱交換器）

請求の範囲

- [請求項1] 二酸化炭素ガスを含有する二酸化炭素含有ガスと、リーン吸収液と、を導入して接触させ、前記二酸化炭素含有ガス中の前記二酸化炭素ガスを吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する吸収塔と、
- 前記吸収塔から供給された前記リッチ吸収液を加熱して前記二酸化炭素ガスを分離させることにより前記リーン吸収液を再生する再生塔と、を備えた二酸化炭素ガス回収装置であって、
- 前記再生塔には、
- 前記再生塔から吸収液を導出して加熱し、前記再生塔に再導入するリボイラー系統と、
- 前記二酸化炭素ガスと前記吸収液の溶質および溶媒の蒸気分との混合ガスを前記再生塔から導出して冷却し、前記溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させて前記再生塔に再導入するとともに、前記二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統と、
- が設けられ、
- 前記混合ガス冷却系統は、前記混合ガスを圧縮して温度を上昇させ昇温混合ガスとする混合ガス圧縮機を備え、
- 前記リボイラー系統と前記混合ガス冷却系統との間には、前記吸収液と前記昇温混合ガスとで熱交換する第1熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。
- [請求項2] 請求項1記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、
- 前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路をさらに備え、
- 前記混合ガス冷却系統と前記リッチ供給路との間には、前記第1熱交換器を通った後の前記昇温混合ガスと前記リッチ吸収液とで熱交換する第2熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。
- [請求項3] 二酸化炭素ガスを含有する二酸化炭素含有ガスと、リーン吸収液と、を導入して接触させ、前記二酸化炭素含有ガス中の前記二酸化炭素

ガスを吸収液に吸収させてリッチ吸収液を生成する吸収塔と、

前記吸収塔から供給された前記リッチ吸収液を加熱して前記二酸化炭素ガスを分離させることにより前記リーン吸収液に再生する再生塔と、を備えた二酸化炭素ガス回収装置であって、

前記再生塔には、

前記再生塔から吸収液を導出して加熱し、前記再生塔に再導入するリボイラー系統と、

前記二酸化炭素ガスと前記吸収液の溶質および溶媒の蒸気分との混合ガスを前記再生塔から導出して冷却し、前記溶質および溶媒の蒸気分を凝縮させて前記再生塔に再導入するとともに、前記二酸化炭素ガスを排出する混合ガス冷却系統と、

が設けられ、

前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路を備え、

前記混合ガス冷却系統は、前記混合ガスを圧縮して温度を上昇させ昇温混合ガスとする混合ガス圧縮機を備え、

前記混合ガス冷却系統と前記リッチ供給路との間には、前記昇温混合ガスと前記リッチ吸収液とで熱交換する第3熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項4] 請求項3記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、

前記混合ガス冷却系統と前記リッチ供給路との間には、前記第3熱交換器を通った後の前記昇温混合ガスと前記リッチ吸収液とで熱交換する第4熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項5] 請求項1から4のいずれか1項に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、

前記吸収塔で前記吸収液が前記二酸化炭素ガスを吸収するときの発熱反応で生じた熱を熱媒体を介して移動させ、前記再生塔で前記リッチ吸収液から前記二酸化炭素ガスが分離するときの吸熱反応の熱源と

して利用するヒートポンプをさらに備えている二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項6] 請求項5記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、
前記ヒートポンプは、前記吸収塔内に配設された吸収塔充填物に介装され、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、前記吸収塔内の前記吸収液と、で熱交換する第5熱交換器を備えている二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項7] 請求項5に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、
前記ヒートポンプは、前記再生塔内に配設された再生塔充填物に介装され、圧縮されて温度が上昇した前記熱媒体と、前記再生塔内の前記リッチ吸収液と、で熱交換する第6熱交換器を備えている二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項8] 請求項5に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、
前記吸収塔には、前記二酸化炭素含有ガスから前記二酸化炭素ガスが分離されてなる脱炭酸ガスを導出する導出路が設けられ、
前記導出路と前記ヒートポンプとの間には、前記脱炭酸ガスと、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第7熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項9] 請求項5に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、
前記吸収塔には、前記吸収塔の塔頂部に貯留された洗浄液を前記吸収塔から導出して冷却した後、前記吸収塔の塔頂部から再導入する脱炭酸ガス洗浄系統が設けられ、
前記脱炭酸ガス洗浄系統と前記ヒートポンプとの間には、前記洗浄液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第8熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項10] 請求項5に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、
前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路を備え、

前記リッチ供給路と前記ヒートポンプとの間には、前記リッチ吸収液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第 9 熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項11]

請求項 5 に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、

前記吸収塔には、前記吸収塔における塔頂部と塔底部との間の塔中間部から前記吸収液を導出して冷却した後、前記塔中間部から再導入するインタークーラー系統が設けられ、

前記インタークーラー系統と前記ヒートポンプとの間には、前記吸収液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第 10 熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項12]

請求項 5 に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、

前記再生塔から前記吸収塔に前記リーン吸収液を供給するリーン供給路を備え、

前記リーン供給路と前記ヒートポンプとの間には、前記リーン吸収液と、膨張して温度が低下した前記熱媒体と、で熱交換する第 11 熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

[請求項13]

請求項 5 に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、

前記リボイラー系統と前記ヒートポンプとの間には、前記吸収液と、圧縮されて温度が上昇した前記熱媒体と、で熱交換する第 12 熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

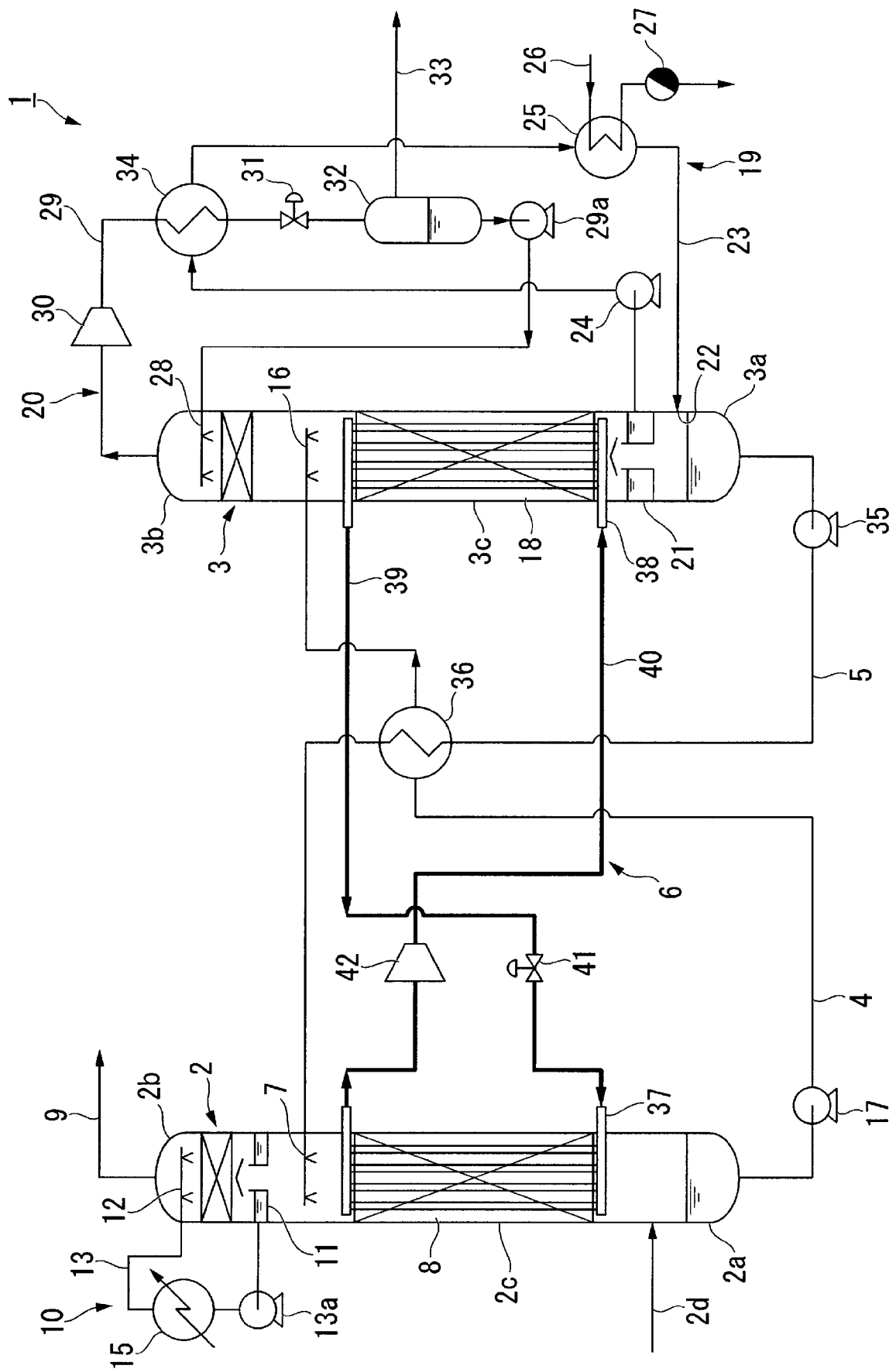
[請求項14]

請求項 5 に記載の二酸化炭素ガス回収装置であって、

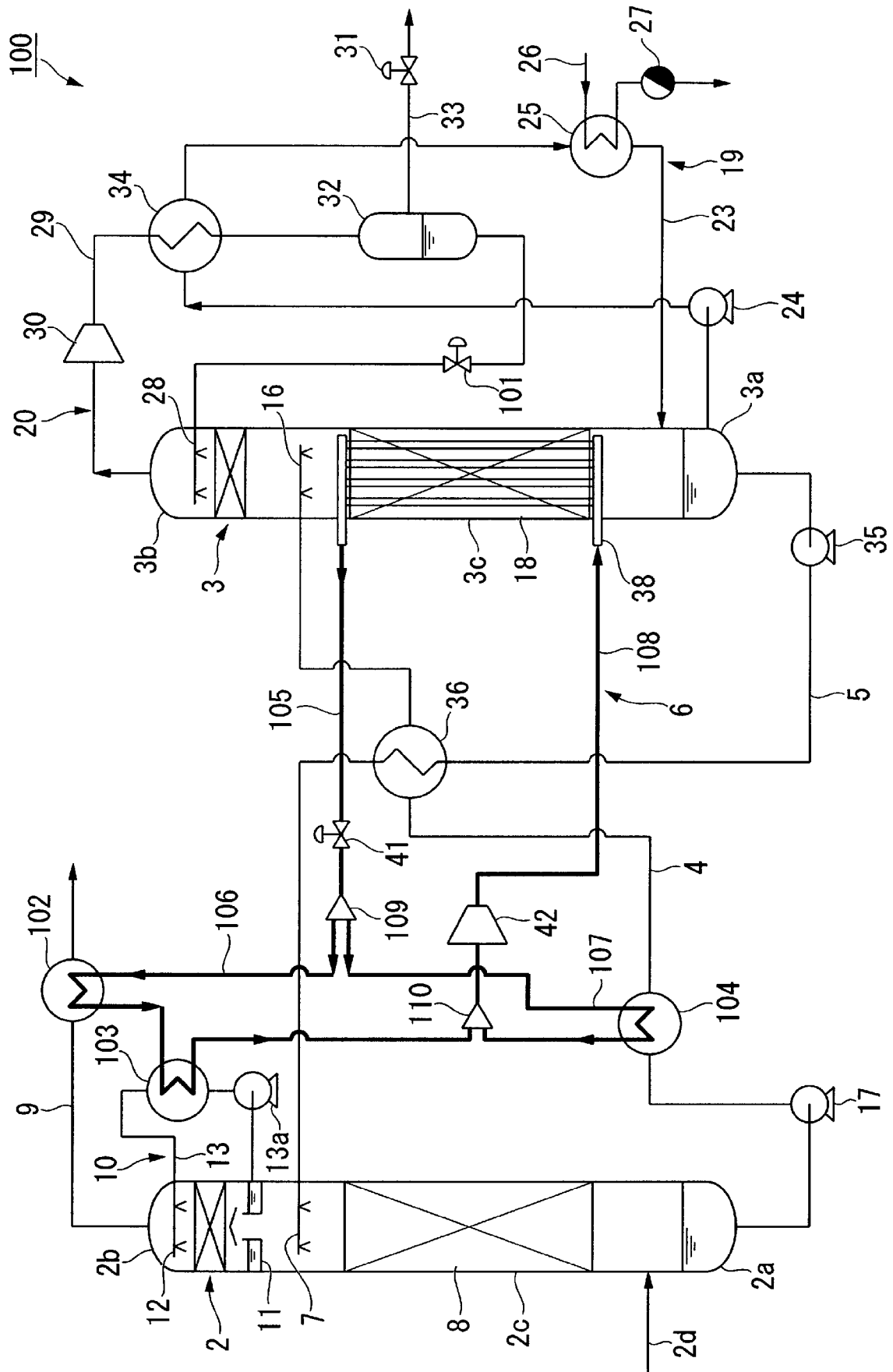
前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ吸収液を供給するリッチ供給路を備え、

前記リッチ供給路と前記ヒートポンプとの間には、前記リッチ吸収液と、圧縮されて温度が上昇した前記熱媒体と、で熱交換する第 13 熱交換器が介在している二酸化炭素ガス回収装置。

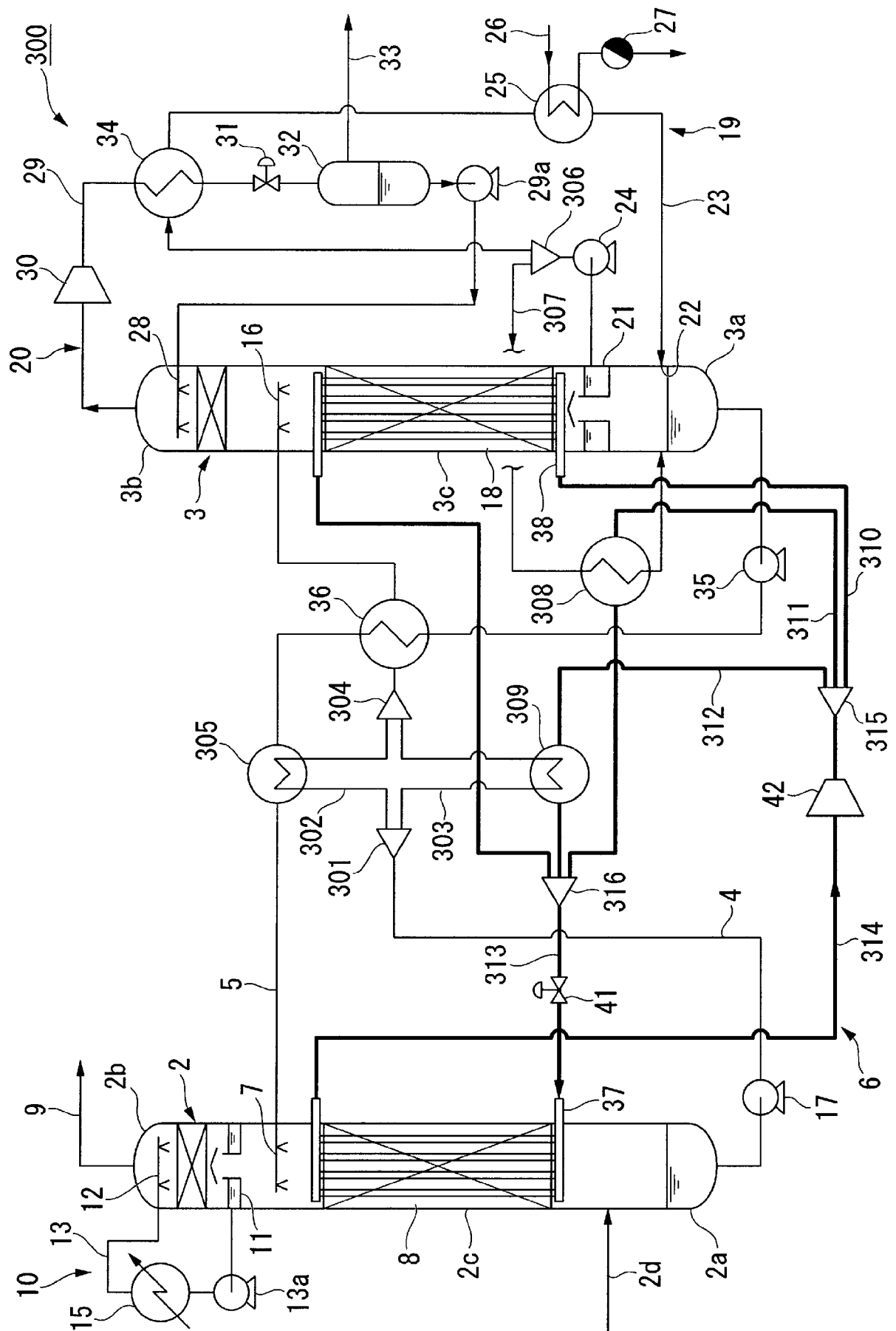
[図1]



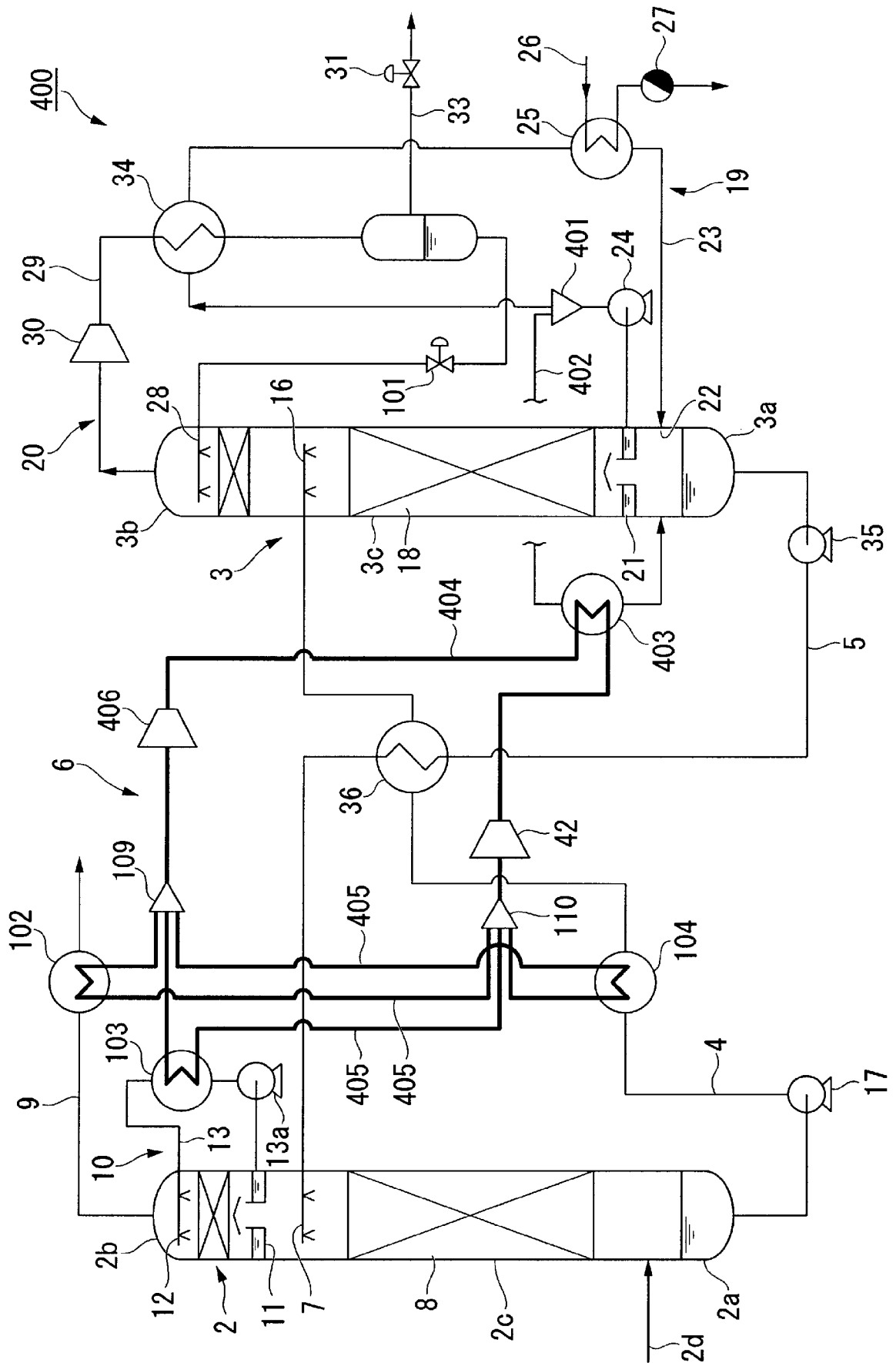
[図2]



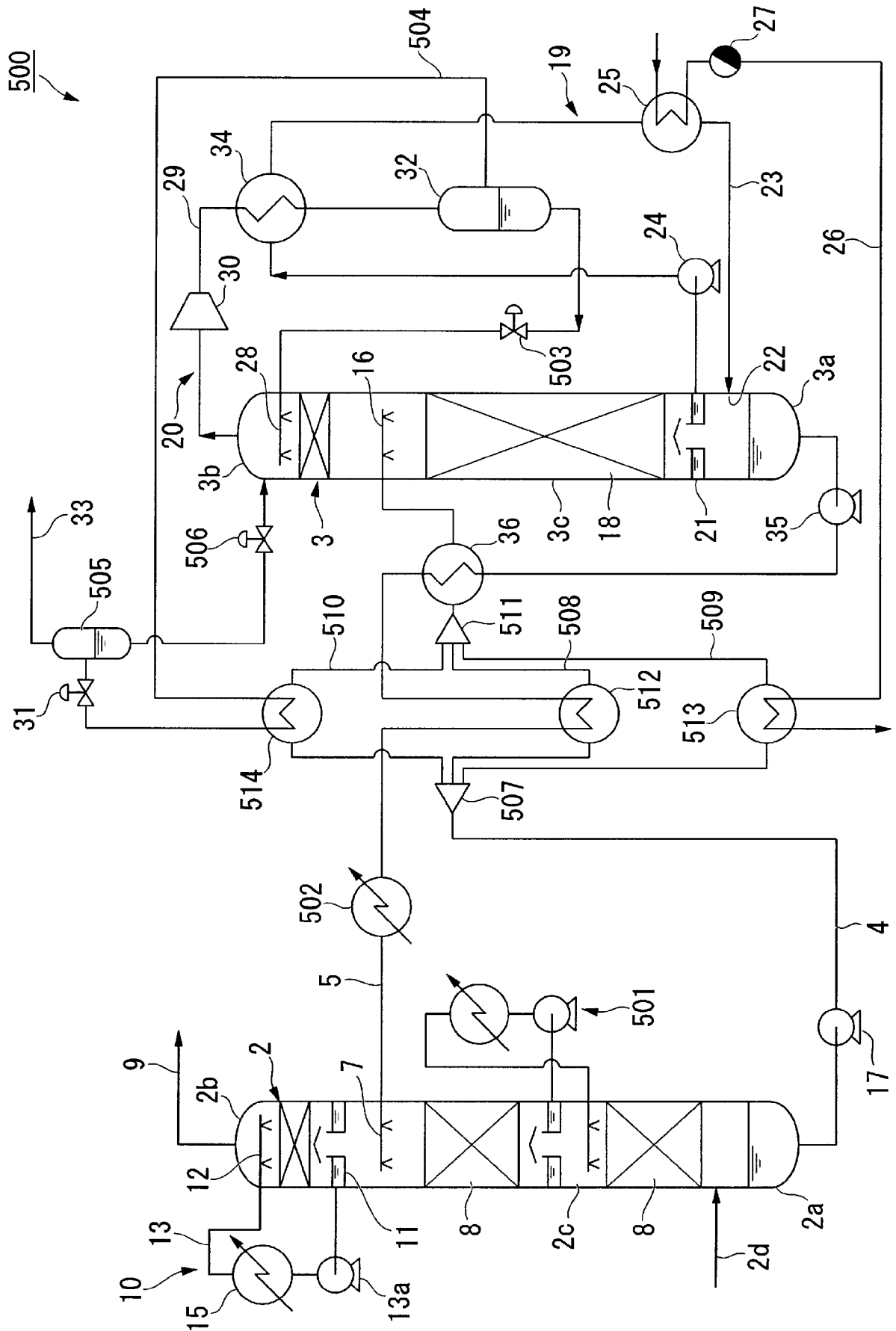
[図4]



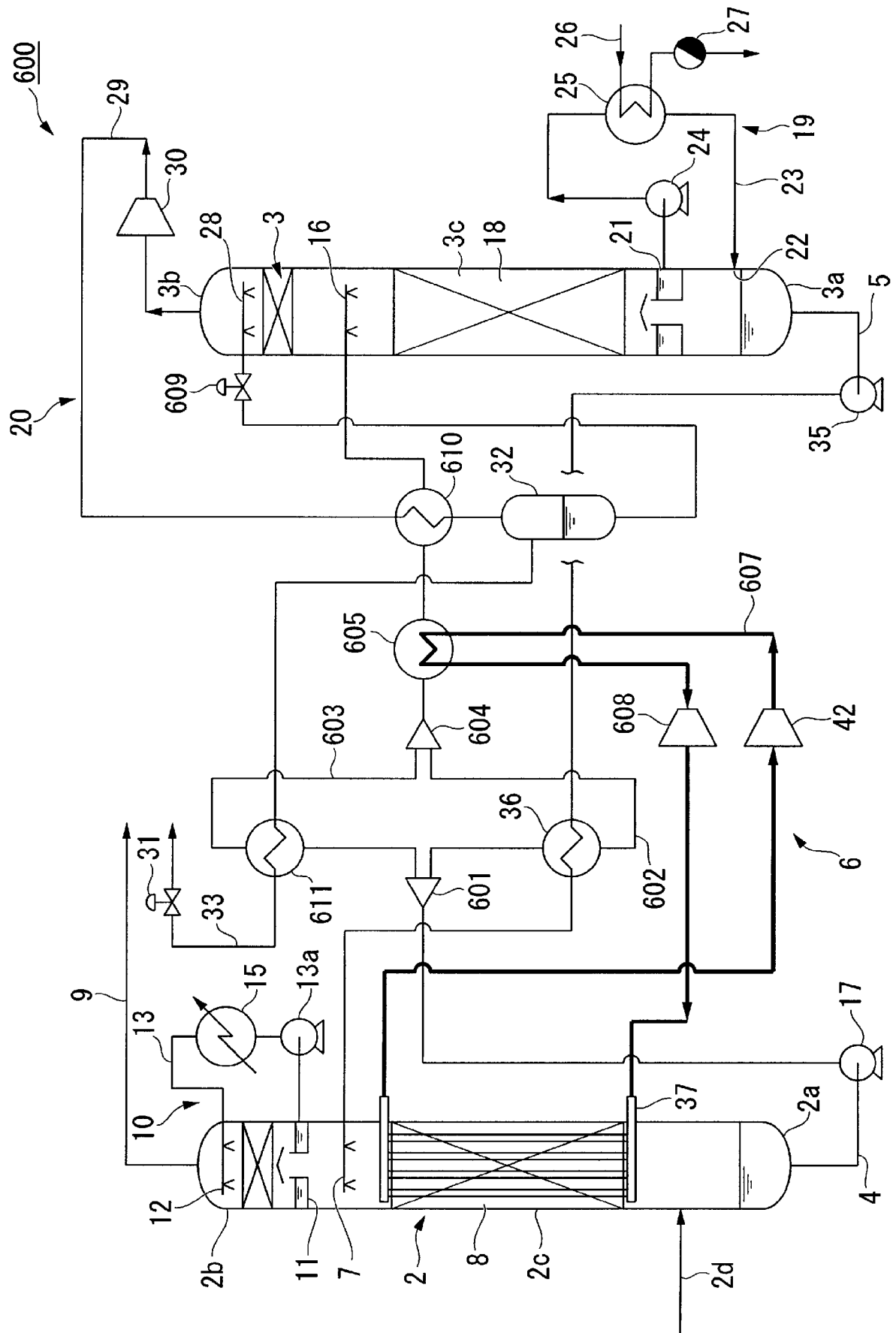
[図5]



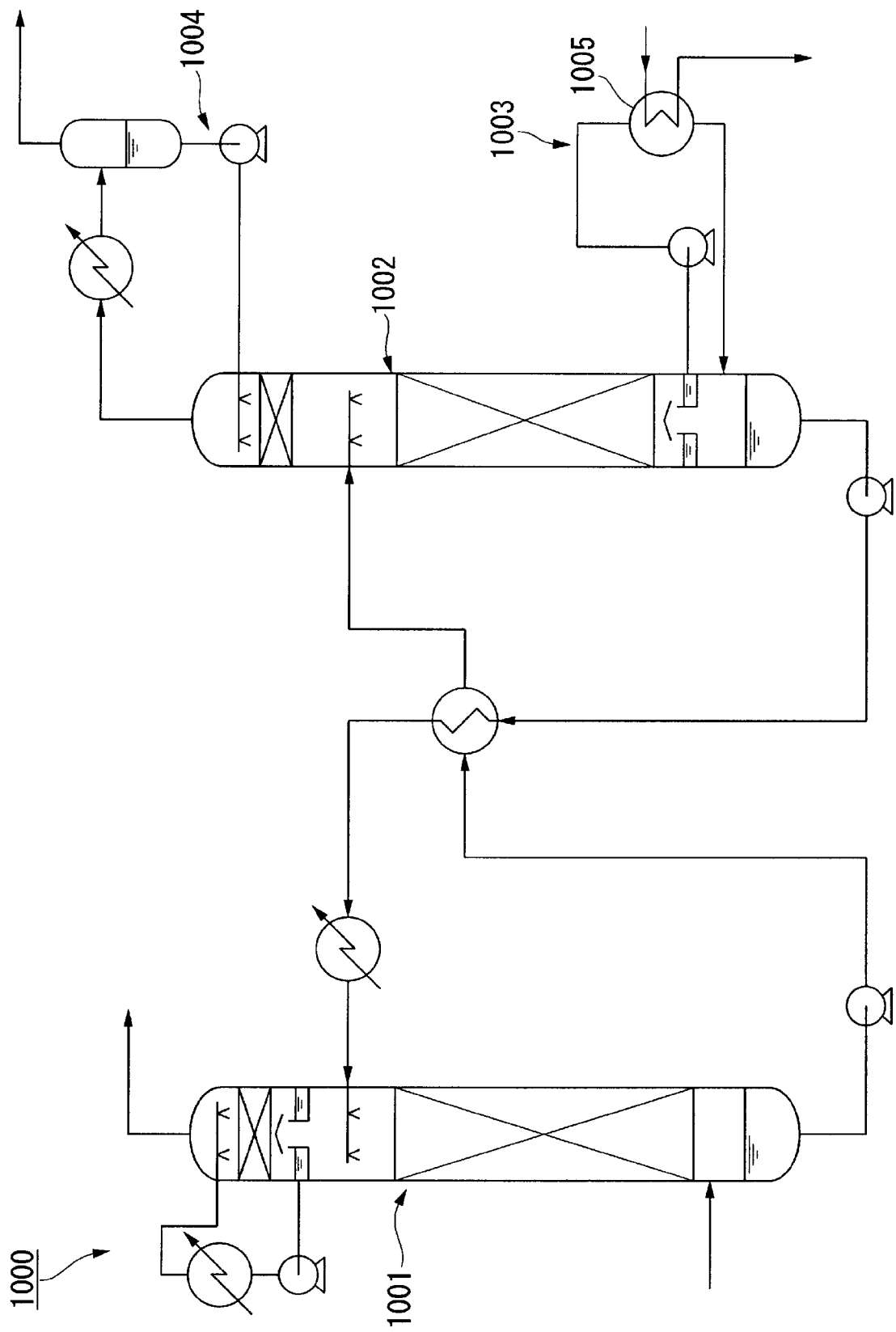
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057636

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/14(2006.01)i, 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)

B01D53/14-53/18, B01D53/34-53/85, C01B31/20, C10L3/00-3/12

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	WO 2009/076328 A2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.), 18 June 2009 (18.06.2009), whole document & JP 2011-506081 A	1-14
A	WO 2009/082200 A1 (AIRPACK HOLDING B.V.), 02 July 2009 (02.07.2009), whole document & JP 2011-507680 A	5-14



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
08 April, 2011 (08.04.11)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2011 (26.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B01D53/14(2006.01)i, 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. B01D53/14-53/18, B01D53/34-53/85, C01B31/20, C10L3/00-3/12

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	W0 2009/076328 A2 (A L S T O M T E C H N O L O G Y L T D) 2009.06.18, whole document & JP 2011-506081 A	1-14
A	W0 2009/082200 A1 (A I R P A C K H O L D I N G B. V.) 2009.07.02, whole document & JP 2011-507680 A	5-14

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

0 8 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 4 . 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)

神田 和輝

4 Q

3 4 3 9

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