

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年12月24日 (24.12.2008)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2008/156084 A1

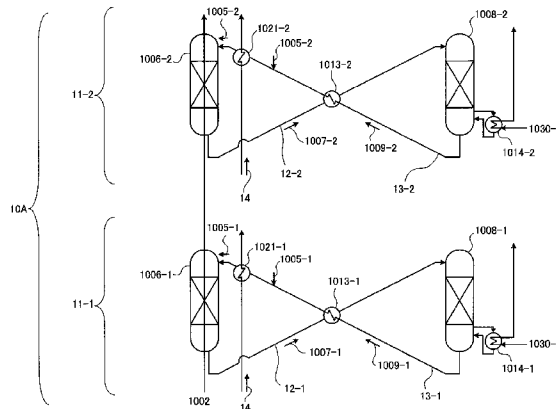
- (51) 国際特許分類:  
*B01D 53/14* (2006.01)    *B01D 53/62* (2006.01)  
*B01D 53/52* (2006.01)    *B01D 53/77* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/061052
- (22) 国際出願日: 2008年6月17日 (17.06.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2007-160658 2007年6月18日 (18.06.2007) JP
- (71) 出願人 (米国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16番
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井上 由起彦 (INOUE, Yukihiro). 吉山 隆士 (YOSHIYAMA, Ryuji). 大石 剛司 (OISHI, Tsuyoshi). 飯嶋 正樹 (IJIMA, Masaki). 田浦 昌純 (TANOURA, Masazumi). 三村 富雄 (MIMURA, Tomio). 小椋 幸喜 (OGURA, Kohki). 八木 靖幸 (YAGI, Yasuyuki).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,

[続葉有]

(54) Title: CO<sub>2</sub> OR H<sub>2</sub>S REMOVING SYSTEM AND METHOD OF REMOVING CO<sub>2</sub> OR H<sub>2</sub>S

(54) 発明の名称: CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム、CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法

[図1]



(57) Abstract: A CO<sub>2</sub> removing system (10A) comprising a CO<sub>2</sub> removing unit (11-1) for low temperature composed of an absorption column (1006-1) for low temperature adapted to bring a flue gas (1002) containing CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S into contact with an absorptive liquid (1005-1) for low temperature to thereby remove CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S, a regeneration column (1008-1) for low temperature for regeneration of a rich solution (1007-1) for low temperature, a supply line for rich solution (12-1) for low temperature for feeding the rich solution (1007-1) for low temperature to the regeneration column (1008-1) for low temperature and a supply line for lean solution (13-1) for low temperature for, at the regeneration column (1008-1) for low temperature, feeding a lean solution (1009-1) for low temperature to the absorption column for low temperature (1006-1) and comprising, disposed on the side of flue gas (1002) discharge, a CO<sub>2</sub> removing unit (11-2) for high temperature of the construction similar to that of the CO<sub>2</sub> removing unit (11-1) for low temperature.

(57) 要約: 本発明のCO<sub>2</sub>除去システム(10A)は、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを含有する排ガス(1002)と低温用吸収液(1005-1)とを接触させてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去する低温用吸収塔(1006-1)と、低温用リッチ溶液(1007-1)を再生する低温用再生塔(1008-1)と、低温用再生塔(1008-1)に低温用リッチ溶液(1007-1)を送給する低温用リッチ溶液供給ライン(12-1)と、低温用再生塔(1008-1)で低温用リーチン溶液(1009-1)を低温用吸収塔(1006-1)に送給する低

[続葉有]

WO 2008/156084 A1



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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

CO<sub>2</sub> 又はH<sub>2</sub>S除去システム、CO<sub>2</sub> 又はH<sub>2</sub>S除去方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、排ガス中に含まれるCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S又はその双方を除去する吸収液を用いたCO<sub>2</sub> 又はH<sub>2</sub>S除去システム及びその除去方法に関する。

## 背景技術

[0002] 近年、地球の温暖化現象の原因の一つとして、CO<sub>2</sub>による温室効果が指摘され、地球環境を守る上で国際的にもその対策が急務となってきた。CO<sub>2</sub>の発生源としては化石燃料を燃焼させるあらゆる人間の活動分野に及び、その排出抑制への要求が一層強まる傾向にある。これに伴い尿素等の原料(化学用途)、原油増産、及び地球温暖化対策として、大量の化石燃料を使用する火力発電所などの動力発生設備を対象に、ボイラの燃焼排ガスをアミン系CO<sub>2</sub>吸収液と接触させ、燃焼排ガス中のCO<sub>2</sub>を除去、回収する方法及び回収されたCO<sub>2</sub>を大気へ放出することなく貯蔵する方法が精力的に研究されている。

[0003] 大量の燃焼排ガス中のCO<sub>2</sub>を回収・貯蔵する実用的な方法として、アミン水溶液等のCO<sub>2</sub>吸収液と接触させる化学吸収法がある。前記のようなCO<sub>2</sub>吸収液を用い、燃焼排ガスからCO<sub>2</sub>を除去・回収する工程としては、吸収塔において燃焼排ガスとCO<sub>2</sub>吸収液とを接触させる工程、CO<sub>2</sub>を吸収した吸収液を再生塔において加熱し、CO<sub>2</sub>を遊離させると共に吸収液を再生して再び吸収塔に循環して再使用するものが採用されている(特許文献1)。

[0004] この従来の化学吸収法によるCO<sub>2</sub>回収装置の運転は、高温のスチーム等でアミン水溶液とCO<sub>2</sub>とを分離させているが、このスチーム(エネルギー)の消費を最小化させる必要があった。そのため、これまで、二種類以上の異なるCO<sub>2</sub>吸収液を混合して用いる方法(特許文献2、3)、CO<sub>2</sub>吸収液を送給するプロセスを改良する方法が検討されていた(特許文献4)。

[0005] 図8は、二種類の吸収液を混合して用いる方法を採用したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去装置の概念を示す図である。前記従来のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去装置1000は、図8に示すように、

例えばボイラやガスタービン等の産業設備1001から排出されたCO<sub>2</sub>を含有する排ガス1002を冷却水1003によって冷却する冷却塔1004と、冷却されたCO<sub>2</sub>を含有する排ガス1002とCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を吸収する吸収液1005とを接触させて前記排ガス1002からCO<sub>2</sub>を除去する吸収塔1006と、CO<sub>2</sub>を吸収したCO<sub>2</sub>吸収液(リッチ溶液)1007からCO<sub>2</sub>を放出させて吸収液1005を再生する再生塔1008とを有する。この装置では、前記再生塔1008でCO<sub>2</sub>を除去した再生吸収液(リーン溶液)1009は吸収液として再利用する。また、3つの貯蔵タンク1040、1041、1042の各々から高反応速度アミン1043、水1044、低反応速度アミン1045がそれぞれ必要に応じてリーン溶液1009に供給される。

[0006] この従来のCO<sub>2</sub>回収装置を用いたCO<sub>2</sub>回収方法では、まずCO<sub>2</sub>を含有する排ガス1002は、排ガス送風機1010により昇圧された後、冷却塔1004に送られ、ここで冷却水1003により冷却され、CO<sub>2</sub>吸収塔1006に送られる。

[0007] 前記CO<sub>2</sub>吸収塔1006において、排ガス1002はアルカノールアミンをベースとする吸収液1005と交向流接触し、排ガス1002中のCO<sub>2</sub>は、化学反応( $R-NH_2 + H_2O + CO_2 \rightarrow R-NH_3HCO_3$ )により吸収液1005に吸収され、CO<sub>2</sub>が除去された排ガス1011は系外に放出される。CO<sub>2</sub>を吸収した吸収液1007は「リッチ溶液」とも呼称される。このリッチ溶液1007はリッチソルベントポンプ1012により昇圧され、リッチ・リーン溶液熱交換器1013において、再生塔1008でCO<sub>2</sub>を除去されることにより再生された吸収液(リーン溶液)1009により加熱され、再生塔1008に供給される。

[0008] 再生塔1008の上部から再生塔1008内部に放出されたリッチ溶液1007は、吸熱反応を生じて、大部分のCO<sub>2</sub>を放出する。再生塔1008内で一部または大部分のCO<sub>2</sub>を放出した吸収液は「セミリーン溶液」と呼称される。このセミリーン溶液は、再生塔1008下部に至る頃には、ほぼ全てのCO<sub>2</sub>が除去された再生吸収液1009となる。このほぼ全てのCO<sub>2</sub>が除去されることにより再生された吸収液は「リーン溶液」と呼称される。このリーン溶液1009は再生加熱器1014で飽和スチーム1030により加熱される。一方、再生塔1008の塔頂部からは塔内においてリッチ溶液1007及びセミリーン溶液から放出された水蒸気を伴ったCO<sub>2</sub>ガス1015が導出され、コンデンサ1016により水蒸気が凝縮され、分離ドラム1017にて水が分離され、CO<sub>2</sub>ガス1018が系外に

放出されて回収される。分離ドラム1017にて分離された水は凝縮水循環ポンプ1019にて再生塔1008の上部に供給される。再生された吸収液(リーン溶液)1009は、前記リッチ・リーン溶液熱交換器1013にて前記リッチ溶液1007により冷却され、つづいてリーンソルベントポンプ1020にて昇圧され、さらにリーンソルベントクーラ1021にて冷却された後、再び吸収塔1006に供給され、吸収液として再利用される。

[0009] なお、図8中、符号1001aはボイラやガスタービン等の産業設備1001の煙道であり、1001bは煙突であり、符号1031は熱交換後のスチームである。前記CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去装置は、既設の排ガス1002源からCO<sub>2</sub>を回収するために後付で設けられる場合と、新設排ガス1002源に同時付設される場合とがある。煙突1001bには開閉可能な扉を設置し、CO<sub>2</sub>回収装置の運転時は閉止する。また排ガス1002源は稼動しているが、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去装置の運転を停止した際は開放するように設定する。

[0010] 特許文献1:特開平7-51537号公報

特許文献2:特開2001-25627号公報

特許文献3:特開2005-254212号公報

特許文献4:米国特許第6800120号明細書

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] ここで、吸収液は、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを放散し易いがCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを吸収し難い吸収液、その逆にCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを放散し難いがCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを吸収し易い吸収液等、温度に依存してCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収・放散性能が異なり、その結果各々の吸収液によってCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収・再生の温度依存性が異なる。

[0012] そのため、二種類以上の異なる吸収液を混合したものを用いる方法では、吸収塔での吸収温度を例えば40℃とし、再生塔での再生温度を例えば90℃として行なっている場合には、例えば低温でCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収し難い吸収液は、前記吸収塔においてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収性能が高くても、前記再生塔ではCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの放散性能が低かったり、一方、高温でCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収し易い吸収液は、前記吸収塔においてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収性能が低くても、前記再生塔ではCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの放散性能が高かったりするため、複数の異なる吸収液のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収・放散を同時に満たすことは困難で

あり、システム全体の効率が悪い、という問題がある。

[0013] また、吸収液を送給するプロセスを改良する方法においては、吸収液を40°C~120°Cの範囲内で最大限有効に熱交換することがシステムの省エネ化を図る上で重要である。

[0014] 本発明は、前記問題に鑑み、複数の異なる吸収液を用いてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの吸収効率を一層向上させたCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム及び方法を提供することを課題とする。  
課題を解決するための手段

[0015] 上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、供給されたCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を含有する排ガスと吸収液とを接触させてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を除去する吸収塔と、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を吸収したリッチ溶液を再生する再生塔と、前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ溶液を送給するリッチ溶液供給ラインと、前記再生塔でCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を除去したリーン溶液を前記再生塔から前記吸収塔に送給するリーン溶液供給ラインとからなるCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置を少なくとも二つ以上有し、前記吸収液が、該吸収液の温度に依存してCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方の吸収、再生を行なうものであり、各々の前記CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置毎に異なる種類の吸収液が独立して供給されると共に、複数の異なる種類の吸収液のうちで低温側の低温用吸収液から高温側の高温用吸収液の順に連続して前記排ガスを送給することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システムにある。

[0016] 第2の発明は、第1の発明において、各々の前記リーン溶液を冷却する冷却水を送給する冷却水供給ライン設備を有してなると共に、各々の前記再生塔から前記吸収塔に供給されるリーン溶液の温度が低い方を上流側に配設し、前記リーン溶液の温度が高い方を下流側に配設してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システムにある。

[0017] 第3の発明は、第1の発明において、各々の前記リーン溶液を加温する飽和スチームを送給する飽和スチーム供給ライン設備を有してなると共に、各々の前記再生塔から前記吸収塔に供給される前記リーン溶液の温度が高い方を上流側に配設し、前記リーン溶液の温度が低い方を下流側に配設してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S

S除去システムにある。

- [0018] 第4の発明は、第1の発明において、同一又は異なる前記CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置内を循環する前記リーン溶液と前記リッチ溶液とを熱交換する熱交換器を少なくとも二つ以上有してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システムにある。
- [0019] 第5の発明は、第1の発明において、前記リーン溶液供給ラインに介装され、前記再生塔の途中から抽出されたCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を一部除去したセミリーン溶液を、前記再生塔から排出される前記リーン溶液により加温するセミリーン溶液熱交換器を少なくとも一つ以上有してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システムにある。
- [0020] 第6の発明は、複数の異なる種類の吸収液のうちで低温側の低温用吸収液が供給される低温用吸収塔にCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を含有する排ガスを送給し、前記低温用吸収液によって前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去した後、高温側の高温用吸収液が供給される高温用吸収塔に前記排ガスを連続して送給し、前記排ガス中の前記低温用吸収液によって除去しきれなかったCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを前記高温用吸収液によって更に除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法にある。
- [0021] 第7の発明は、第6の発明において、前記低温用吸収塔に供給される前記低温用吸収液を冷却水により冷却し、冷却された前記低温用吸収液により前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去した後、前記低温用吸収液と熱交換した後の冷却水を用いて前記高温用吸収塔に供給される前記高温用吸収液を更に冷却し、前記低温用吸収液によって除去しきれなかった前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを冷却された前記高温用吸収液により更に除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法にある。
- [0022] 第8の発明は、第6の発明において、前記高温用吸収塔でCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を吸収した高温用リッチ溶液を再生する高温用再生塔の塔底部近傍に回収された高温用リーン溶液を外部へ抜き出して飽和スチームにより熱交換し、加温された前記高温用リーン溶液を高温用吸収液として前記高温用吸収塔に送給し、低温側の低温用リッチ溶液を再生する低温用再生塔の塔底部近傍に回収された前記低温用リーン溶液を外部へ抜き出し、前記高温用リーン溶液と熱交換された前記飽和スチームと熱交換し、加温された前記低温用リーン溶液を低温用吸収液として前

記低温用吸収塔に送給し、前記排ガス中の $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ を前記低温用吸収液によって除去し、前記低温用吸収液によって除去しきれなかった前記排ガス中の $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ を前記高温用吸収液によって更に除去することを特徴とする $\text{CO}_2$ 又は $\text{H}_2\text{S}$ 除去方法にある。

[0023] 第9の発明は、第6の発明において、同一又は異なる前記 $\text{CO}_2$ 又は $\text{H}_2\text{S}$ 除去装置内を循環する前記リッチ溶液の何れか一方又は両方を用いて各々の前記再生塔から排出される前記リーン溶液を熱交換し、熱交換した前記リーン溶液を各々の前記吸収塔に供給し、前記排ガス中の $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ を除去することを特徴とする $\text{CO}_2$ 又は $\text{H}_2\text{S}$ 除去方法にある。

[0024] 第10の発明は、第6の発明において、前記再生塔の途中から抽出された $\text{CO}_2$ を一部除去したセミリーン溶液と前記再生塔から排出される前記リーン溶液とを熱交換した後、前記吸収塔に前記リーン溶液を供給し、前記排ガス中の $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ を除去することを特徴とする $\text{CO}_2$ 又は $\text{H}_2\text{S}$ 除去方法にある。

#### 発明の効果

[0025] 本発明によれば、各々の前記 $\text{CO}_2$ 又は $\text{H}_2\text{S}$ 除去装置毎に異なる種類の吸収液を独立して供給し、複数の異なる種類の吸収液のうち低温用吸収塔から高温用吸収塔の順に連続して前記排ガスを送給することにより、各々の吸収液の $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ の吸収・放散の温度依存性に応じ、前記排ガス中の $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ を効率よく除去することができ、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 吸収効率を一層向上させた $\text{CO}_2$ 又は $\text{H}_2\text{S}$ 除去システム及び方法に良好なものとなる。

#### 図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明の第一の実施形態に係る $\text{CO}_2$ 除去システムを簡略化して示した概略図である。

[図2]図2は、本発明の第一の実施形態に係る $\text{CO}_2$ 除去システムの変形例を示す図である。

[図3]図3は、本発明の第一の実施形態に係る $\text{CO}_2$ 除去システムの他の変形例を示す図である。

[図4]図4は、図3に示す第一の実施形態に係る $\text{CO}_2$ 除去システムの低温用吸収液と



してBAEを用い、高温用吸収液としてMAEを用いたものを示す図である。

[図5]図5は、本発明の第二の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムを簡略化して示した概略図である。

[図6]図6は、図5に示す第二の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムの低温用吸収液としてBAEを用い、高温用吸収液としてMAEを用いたものを示す図である。

[図7]図7は、吸収温度とCO<sub>2</sub>吸収量との関係を示す図である。

[図8]図8は、二種類の吸収液を混合して用いる方法を採用したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去装置の概念を示す図である。

### 符号の説明

- [0027] 10A～10D CO<sub>2</sub>除去システム
- 11-1 低温用CO<sub>2</sub>除去装置
  - 11-2 高温用CO<sub>2</sub>除去装置
  - 12-1 低温用リッチ溶液供給ライン
  - 12-2 高温用リッチ溶液供給ライン
  - 13-1 低温用リーン溶液供給ライン
  - 13-2 高温用リーン溶液供給ライン
  - 14 冷却水
  - 15 冷却水供給ライン
  - 16 飽和スチーム供給ライン
  - 20-1 低温用セミリーン溶液
  - 20-2 高温用セミリーン溶液
  - 1002 排ガス
  - 1005-1 低温用吸収液
  - 1005-2 高温用吸収液
  - 1006-1 低温用吸収塔
  - 1006-2 高温用吸収塔
  - 1007-1 低温用リッチ溶液
  - 1007-2 高温用リッチ溶液

- 1008-1 低温用再生塔
- 1008-2 高温用再生塔
- 1009-1 低温用リーン溶液
- 1009-2 高温用リーン溶液
- 1021-1、1021-2、1021-3、1021-4 冷却器
- 1014-1 低温用再生加熱器
- 1014-2 高温用再生加熱器

### 発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施形態及び実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態及び実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

#### [0029] [第一の実施形態]

本発明による第一の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムについて、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムを簡略化して示した概略図である。本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムは、前記図8に示したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去システム装置の構成とほぼ同様とであるため、簡略化して示すと共に、前記図8に示したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去システム装置と同一構成には同一符号を付して重複した説明は省略する。

尚、本発明はCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを吸収する除去装置を有するCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システムであるが、本実施形態では、CO<sub>2</sub>のみを除去する場合について説明する。

[0030] 図1に示すように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aは、前記排ガス1002の導入側に設けられる低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1と前記排ガス1002の排出側に設けられる高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2とからなる。前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1は、供給されたCO<sub>2</sub>を含有する排ガス1002と低温用吸収液1005-1とを接触させてCO<sub>2</sub>を除去する低温用吸収塔1006-1と、CO<sub>2</sub>を吸収した低温用リッチ溶液1007-1を再生する低温用再生塔1008-1と、前記低温用吸収塔1006-1から前記低温

用再生塔1008-1に前記低温用リッチ溶液1007-1を送給する低温用リッチ溶液供給ライン12-1と、前記低温用再生塔1008-1でCO<sub>2</sub>を除去した低温用リーン溶液1009-1を前記低温用再生塔1008-1から前記低温用吸収塔1006-1に送給する低温用リーン溶液供給ライン13-1とからなるものである。

- [0031] また、前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2についても、前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1の構成と同様に、前記排ガス1002と高温用吸収液1005-2とを接触させてCO<sub>2</sub>を除去する高温用吸収塔1006-2と、CO<sub>2</sub>を吸収した高温用リッチ溶液1007-2を再生する高温用再生塔1008-2と、前記高温用吸収塔1006-2から前記高温用再生塔1008-2に前記高温用リッチ溶液1007-2を送給する高温用リッチ溶液供給ライン12-2と、前記高温用再生塔1008-2でCO<sub>2</sub>を除去した高温用リーン溶液1009-2を前記高温用再生塔1008-2から前記高温用吸収塔1006-2に送給する高温用リーン溶液供給ライン13-2とからなるものである。

ここで、符号1013-1は低温用リッチ溶液1007-1と低温用リーン溶液1009-1とを熱交換する低温用の熱交換器、1013-2は高温用リッチ溶液1007-2と高温用リーン溶液1009-2とを熱交換する高温用の熱交換器を各々示す。

- [0032] 本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2が前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1及び前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2内に各々独立して供給し、循環させるようにしている。
- [0033] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2は、前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2の温度に依存してCO<sub>2</sub>の吸収、再生を行なうものである。
- [0034] 本発明において、低温用吸収液として、例えばメチルジエタノールアミン(MDEA)、ジエタノールアミン(DEA)、トリエタノールアミン(TEA)、ジイソプロパノールアミン(DIPA)、2-アミノ2-メチルプロパノール(AMP)、エチルジエタノールアミン(EDEA)、2-ジメチルアミノエタノール(DMAE)、2-ジエチルアミノエタノール(DEAE)等を用いることができるが本発明はこれに限定されるものではなく、低温での吸収・放散に優れた吸収液であれば良い。
- [0035] また、本発明において、高温用吸収液として、例えばピペラジン(P)、モノエタノー

ルアミン(MEA)、3-アミノ-1-プロパノール(AP)、2-メチルアミノエタノール(MAE)、2-エチルアミノエタノール(EAE)、n-プロピルアミノエタノール(PAE)、2-メチルピペラジン(MP)、1-(2-アミノエチル)ピペラジン(AEPRZ)等を用いることができるが本発明はこれに限定されるものではなく、高温での吸収・放散に優れた吸収液であれば良い。

[0036] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、各々の前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1、前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2に前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2を各々独立して供給すると共に、低温側の前記低温用吸収液1005-1から高温側の前記高温用吸収液1005-2の順に連続して前記排ガス1002を送給するものである。

[0037] 前記排ガス1002を前記低温用再生塔1008-1、前記高温用再生塔1008-2の順に連続して送給することにより、低温側の前記低温用吸収液1005-1によって前記排ガス1002中のCO<sub>2</sub>を除去した後、前記低温用吸収液1005-1によって吸収しきれなかった前記排ガス1002中のCO<sub>2</sub>を高温側の前記高温用吸収液1005-2によって更に除去するようにしている。

[0038] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、前記低温用再生塔1008-1において前記低温用吸収液1005-1に含まれるCO<sub>2</sub>を放散し、前記低温用吸収液1005-1を再生するようにしている。同様に、前記高温用再生塔1008-2において前記高温用吸収液1005-2に含まれるCO<sub>2</sub>を放散し、前記高温用吸収液1005-2を再生するようにしている。

また、再生された各々の前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2は、再度前記低温用吸収塔1006-1、前記高温用吸収塔1006-2に送給される際、前記排ガス1002中のCO<sub>2</sub>を吸収するのに吸収液が不足している場合には各々の前記低温用リーン溶液供給ライン13-1、前記高温用リーン溶液供給ライン13-2上で不足分の前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2を前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2に供給するようにしている。

[0039] このように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aによれば、低温吸収・低温再

生に適する放散性能に優れた前記低温用吸収液1005-1と、高温吸収・高温再生に適する吸収性能に優れた高温用吸収液1005-2をそれぞれの吸収・再生に適した温度で各々独立した閉塞系で循環させることで、各々の前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2の各々の温度に依存したCO<sub>2</sub>吸収・放散性能を再大限に引き出すことができる。この結果、図8に示すような従来の二種類以上の異なる吸収液を混合して用いる方法を採用したCO<sub>2</sub>除去装置よりも効率的にCO<sub>2</sub>吸収・放散を行なうことができる。

[0040] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、CO<sub>2</sub>除去装置を前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1と前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2との二系統配置しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置と中温用CO<sub>2</sub>除去装置と高温用CO<sub>2</sub>除去装置とする等三系統以上配置するようにしてもよい。

[0041] また、図2は、図1に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aの変形例を示す図である。図2に示すように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Bは、各々の低温用リーン溶液1009-1、高温用リーン溶液1009-2を冷却する冷却水14を送給する冷却水供給ライン設備を有してなるものである。図1に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1、前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2毎に前記冷却水14を送給するようにしているが、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Bはこれを連続したものである。

[0042] ここで、前記冷却水供給ライン設備とは、冷却水供給ライン15と、前記リーン溶液供給ラインを冷却水供給ライン15に介装させた冷却器1021-1、1021-2を各々配設したものである。

具体的には、図2に示すように、前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2を冷却する前記冷却水14を送給する前記冷却水供給ライン15を有してなると共に、各々の前記低温用再生塔1008-1、前記高温用再生塔1008-2から前記低温用吸収塔1006-1、前記高温用吸収塔1006-2に供給される前記低温用リーン溶液1009-1を上流側に配設し、前記高温用リーン溶液1009-2を下流側に配設してなるものである。また、前記低温用リーン溶液供給ライン13-1、前記高温用リーン溶液供給ライン13-2を冷却水供給ライン15に介装させ、冷却器

1021-1、1021-2を配設している。

[0043] 前記冷却器1021-1においてまだ熱交換されていない前記冷却水14を用いて最初に低温用リーン溶液1009-1を熱交換して冷却した後、前記冷却器1021-2において熱交換され温度が上昇した前記冷却水14を用いて前記高温用リーン溶液1009-2と熱交換して冷却するようにしている。

[0044] このように、吸収性能が劣る前記低温用吸収液1005-1にまだ熱交換されていない低温の前記冷却水14を用い、吸収性能に優れた前記高温用吸収液1005-2に温度が上昇した前記冷却水14を用いることで、前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2を各々効率良く冷却することができる。

[0045] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Bは、各々の前記低温用セミリーン溶液20-1、高温用セミリーン溶液20-2を加温する飽和スチーム1030を送給する飽和スチーム供給ライン設備を有してなるものである。図1に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Aでは、前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1、前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2毎に前記飽和スチーム1030-1、1030-2を各々送給するようにしているが、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Bはこれを連続したものである。

[0046] ここで、前記飽和スチーム供給ライン設備とは、前記飽和スチーム供給ライン16と、前記リーン溶液供給ラインを飽和スチーム供給ライン16に介装させた再生加熱器1014-1、1014-2を各々配設したものである。

具体的には、図2に示すように、各々の前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2を加温する飽和スチーム1030を送給する飽和スチーム供給ライン16を有してなると共に、各々の前記低温用再生塔1008-1、前記高温用再生塔1008-2から前記低温用吸収塔1006-1、前記高温用吸収液1006-2に供給される前記低温用リーン溶液1009-1を上流側に配設し、前記高温用リーン溶液1009-2を下流側に配設してなるものである。また、前記低温用リーン溶液供給ライン13-1、前記高温用リーン溶液供給ライン13-2を前記飽和スチーム供給ライン16に介装させ、低温用再生加熱器1014-1、高温用再生加熱器1014-2を配設している。

[0047] 前記低温用再生加熱器1014-1、前記高温用再生加熱器1014-2において前

記飽和スチーム1030と前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2と熱交換して加熱することにより、前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2の加熱に要するスチーム消費量を軽減でき、各々効率良く加熱することができる。

[0048] また、図3は、図2に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Bの変形例である。図3に示すように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Cは、図2に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Bの前記飽和スチーム1030の送給方向とは逆方向とし、高温用リーン溶液1009-2側から低温用リーン溶液1009-1側に飽和スチーム1030を送給するようにしたものである。

[0049] 高温用再生加熱器1014-2においてまだ熱交換されていない高温の前記飽和スチーム1030を用いて最初に高温用リーン溶液1009-2を加熱すると共に、低温用再生加熱器1014-1において熱交換され温度が下がった前記飽和スチーム1030を用いて低温用リーン溶液1009-1を加熱することにより、前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2を各々効率良く加熱することができる。

[0050] このように、放散性能が劣る高温用吸収液1005-2に高温の飽和スチーム1030の余熱を用いると共に、温度が低下した飽和スチーム1030を放散性能に優れた低温用吸収液1005-1液に用いることで、前記低温用吸収液1005-1、前記高温用吸収液1005-2と飽和スチーム1030との熱交換を有効に行なうことができる。

[0051] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Cでは、高温用リーン溶液1009-2と低温用リッチ溶液1007-1とを熱交換する熱交換器1013-3と、低温用リーン溶液1009-1と高温用リッチ溶液1007-2とを熱交換する熱交換器1013-4とを設けるようにしている。

[0052] 前記低温用CO<sub>2</sub>除去装置11-1と前記高温用CO<sub>2</sub>除去装置11-2とのように別の系統を循環しているリーン溶液、リッチ溶液同士でも熱交換することで、各々の系統内を循環しているリーン溶液、リッチ溶液の熱交換を効率よくすることができる。

[0053] また、図4は、図3に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Cの低温用吸収液1005-1として2-ブチルアミノエタノール(BAE)を用い、高温用吸収液1005-2として2-メチルアミノエタノール(MAE)を用いたものを示す図である。このとき、前

記低温用吸収塔1006-1から排出される前記低温用リッチ溶液1007-1は例えば50°Cとなり、熱交換器1013-1、1013-3で熱交換され前記低温用再生塔1008-1に送給される前記低温用リッチ溶液1007-1は例えば95°Cとなり、前記低温用再生塔1008-1から排出される前記低温用リーン溶液1009-1は例えば115°Cとなり、前記熱交換器1013-4、1013-1で熱交換され、前記冷却器1021-1で冷却された後の前記低温用吸収塔1006-1に送給される前記低温用リーン溶液1009-1は例えば40°Cとなる。

[0054] また、前記高温用吸収塔1006-2から排出される前記高温用リッチ溶液1007-2は例えば55°Cとなり、熱交換器1013-4、1013-2で熱交換され前記高温用再生塔1008-2に送給される前記高温用リッチ溶液1007-2は例えば105°Cとなり、前記高温用再生塔1008-2から排出される前記高温用リーン溶液1009-2は例えば125°Cとなり、熱交換器1013-2、1013-3で熱交換され、冷却器1021-2で冷却された後の前記高温用吸収塔1006-2に送給される前記高温用リーン溶液1009-2は例えば45°Cとなる。

[0055] そして、供給される前記排ガス1002中のCO<sub>2</sub>濃度が例えば10%のとき、前記低温用吸収塔1006-1を通過した後の排ガス1002中のCO<sub>2</sub>濃度は例えば5%となり、前記高温用吸収塔1006-2を通過した後の排ガス1002中のCO<sub>2</sub>濃度は例えば0%となる。

[0056] このように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Cによれば、異なる吸収液を各々独立した閉塞系で循環させた上、各々の前記吸収液のCO<sub>2</sub>吸収・放散するための温度依存性に応じ、前記冷却水14、前記飽和スチーム1030の送給方向を決めて各々の前記CO<sub>2</sub>除去装置内を循環するリッチ溶液、リーン溶液と前記冷却水14、前記飽和スチーム1030とを熱交換させると共に、同一又は異なるCO<sub>2</sub>除去装置を循環しているリッチ溶液とリーン溶液とも熱交換させることで、各々の吸収液の温度に依存したCO<sub>2</sub>吸収・放散性能を再大限に引き出すことができる。この結果、図8に示すような従来の二種類以上の異なる吸収液を混合して用いる方法を採用したCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S除去装置よりも効率的にCO<sub>2</sub>吸収・放散を行なうことができる。

[0057] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A~10Cでは、幅広い温度領域で各



々の吸収液の温度依存性に応じてCO<sub>2</sub>吸収及び放散を効率的に行なうことが可能となるため、各々の吸収液のCO<sub>2</sub>吸収及び放散をするために使用済みの前記飽和スチーム1030や前記冷却水14などを有効利用することができ、システム全体の省エネを図ることができる。

[0058] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A～10Cでは、前記低温用吸収塔1006-1、高温用吸収塔1006-2の中段の高温部分、前記低温用再生塔1008-1、高温用再生塔1008-2の上段の低温部分など反応が十分に進行しない箇所での熱の無駄を削減することができる。

[0059] また、吸収液温度によってCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S吸収、放散等の特性の異なる複数の低温用吸収液1005-1、高温用吸収液1005-2を用いるので単一の吸収液より液の比率を変える等の適用範囲が広く、例えば冷却水重視、スチーム重視など様々な条件や条件変更に対応することができる。

[0060] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A～10Cでは、高濃度CO<sub>2</sub>を含有する排ガスに前記低温用吸収液1005-1を用い、低濃度CO<sub>2</sub>を含有する排ガスに前記高温用吸収液1005-2を用いるようにしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば高濃度CO<sub>2</sub>を含有する排ガスに前記高温用吸収液1005-2を用い、低濃度CO<sub>2</sub>を含有する排ガスに前記低温用吸収液1005-1を用い、排ガス中のCO<sub>2</sub>を効率良く吸収するようにしても良い。

[0061] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A～10Cのように、低温用吸収液1005-1、高温用吸収液1005-2を各々独立して循環させる二液プロセスでは、飽和スチーム1030、冷却水14の余熱利用、低温用リーン溶液1009-1、高温用リーン溶液1009-2と低温用リッチ溶液1007-1、高温用リッチ溶液1007-2による二液間の熱交換だけに限定されるものではなく、例えば排ガス1002の導入側である上流側の低温用吸収液1005-1には、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、酸素、煤塵などに対する耐性の優れた液をおくようにしてもよい。

[0062] または、前記排ガス1002の排出側である下流側には、吸収速度の高い吸収液を用い、前記排ガス1002の排出側である下流側には、吸収速度が遅い吸収液を用いるようにしてもよい。

[0063] また、前記排ガス1002の導入側である上流側には、反応熱の小さい吸収液を循環させ、できるだけ反応熱の小さい吸収液で前記排ガス中のCO<sub>2</sub>を回収し、前記排ガス1002中の残りのCO<sub>2</sub>を吸収性能の高い吸収液で回収し、システム全体での前記排ガス102中のCO<sub>2</sub>の吸収・放散に要するスチーム燃焼費用を低減するようにすることもできる。

[0064] 尚、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A~10Cでは、排ガス1002中のCO<sub>2</sub>を除去する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、H<sub>2</sub>Sを含有する排ガス、又はCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの両方を含有する排ガスを処理するようにしてもよい。

[0065] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A~10Cは、火力発電所等に用いる装置に限定されるものではなく、例えばアンモニアプラント等において用いるようにしてもよい。

[0066] また、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A~10Cでは、配置するCO<sub>2</sub>除去装置の数等に応じ、熱効率が良くなるように熱交換器、冷却器等を適時設けるようにしてもよい。

[0067] [第二の実施形態]

本発明による第二の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムについて、図面を参照して説明する。

図5は、本発明の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムを簡略化して示した概略図である。本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムは、前記図1~図4に示した第一の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムの構成と略同一の構成であるため、前記図1~図4に示した第一の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システムの構成と同一構成には同一符号を付して重複した説明は省略する。

[0068] 図5に示すように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Dは、前記図1~図4に示した第一の実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10A~10Cの低温用再生塔1008-1、高温用再生塔1008-2の途中から抽出されたCO<sub>2</sub>を一部除去した低温用セミアミン溶液20-1、高温用セミアミン溶液20-2を、それぞれ低温用再生塔1008-1、高温用再生塔1008-2から排出される低温用アミン溶液1009-1、高温用アミン

ン溶液1009-2により加熱する低温用セミリーン溶液熱交換器21-1、高温用セミリーン溶液熱交換器21-2を低温用リーン溶液供給ライン13-1、高温用リーン溶液供給ライン13-2にそれぞれ介装してなるものである。

[0069] 前記低温用再生塔1008-1、前記高温用再生塔1008-2から抽出した前記低温用セミリーン溶液20-1、前記高温用セミリーン溶液20-2を前記低温用セミリーン溶液熱交換器21-1、前記高温用セミリーン溶液熱交換器21-2で前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2と各々熱交換し加熱することで、前記低温用セミリーン溶液20-1、前記高温用セミリーン溶液20-2のCO<sub>2</sub>放散を有効に行うことができる。

[0070] また、図6は、図5に示す本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Dの低温用吸収液1005-1として2-ブチルアミノエタノール(BAE)を用い、高温用吸収液1005-2として2-メチルアミノエタノール(MAE)を用いたものを示す図である。このとき、前記低温用吸収塔1006-1から排出される前記低温用リッチ溶液1007-1は例えば50°Cとなり、前記熱交換器1013-1、1013-3で熱交換され前記低温用再生塔1008-1に送給される前記低温用リッチ溶液1007-1は例えば85°Cとなり、前記低温用再生塔1008-1の途中から抽出された前記低温用セミリーン溶液20-1は例えば95°Cとなり、前記低温用セミリーン溶液熱交換器21-1で熱交換され前記低温用再生塔1008-1に送給される前記低温用セミリーン溶液20-1は例えば105°Cとなり、前記低温用再生塔1008-1から排出される前記低温用リーン溶液1009-1は例えば115°Cとなり、前記熱交換器1013-4、1013-1で熱交換され、前記冷却器1021-1で冷却された後の前記低温用吸収塔1006-1に送給される前記低温用リーン溶液1009-1は例えば40°Cとなる。

[0071] また、前記高温用吸収塔1006-2から排出される前記高温用リッチ溶液1007-2は例えば55°Cとなり、前記熱交換器1013-4、1013-2で熱交換され前記高温用再生塔1008-2に送給される前記高温用リッチ溶液1007-2は例えば95°Cとなり、前記高温用再生塔1008-2の途中から抽出された前記高温用セミリーン溶液20-2は例えば105°Cとなり、前記高温用セミリーン溶液熱交換器21-2で熱交換され前記高温用再生塔1008-2に送給される前記高温用セミリーン溶液20-2は例え

ば115°Cとなり、前記高温用再生塔1008-2から排出される前記高温用リーン溶液1009-2は例えば125°Cとなり、前記熱交換器1013-2、1013-3で熱交換され、冷却器1021-2で冷却された後の前記高温用吸収塔1006-2に送給される前記高温用リーン溶液1009-2は例えば45°Cとなる。

[0072] そして、供給される前記排ガス1002中のCO<sub>2</sub>濃度が例えば10%のとき、前記低温用吸収塔1006-1を通過した後の排ガス1002中のCO<sub>2</sub>濃度は例えば5%となり、前記高温用吸収塔1006-2を通過した後の排ガス1002中のCO<sub>2</sub>濃度は例えば0%となる。

[0073] このように、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Dによれば、低温用セミリーン溶液20-1、高温用セミリーン溶液20-2を各々低温用リーン溶液1009-1、高温用リーン溶液1009-2と熱交換することにより、低温用セミリーン溶液20-1、高温用セミリーン溶液20-2中のCO<sub>2</sub>放散性能を向上させることができると共に、前記低温用吸収塔1006-1、前記高温用吸収塔1006-2に各々送給される前記低温用リーン溶液1009-1、前記高温用リーン溶液1009-2を冷却することができるため、熱交換を有効に行なうことができる。

### 実施例

[0074] 以下、本発明の効果を示す実施例について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0075] 本実施例では、図3に示すような本実施形態に係るCO<sub>2</sub>除去システム10Cで用いた高温でCO<sub>2</sub>吸収・再生する高温用吸収液として40wt%の2-メチルアミノエタノール(MAE)を用い、低温でCO<sub>2</sub>吸収・再生する低温用吸収液として50wt%の2-ブチルアミノエタノール(BAE)を用いた。

また、本実施例では、排ガスとしてCO<sub>2</sub>を10%含有する排ガスを用いた。

本実施例において吸収液として用いた40wt%MAE、50wt%BAEの吸収温度と排ガス中のCO<sub>2</sub>吸収量との関係を図7に示す。

[0076] 図7に示すように、吸収温度が40°Cの時では、40wt%MAEは約2.81molCO<sub>2</sub>/kg(s)程度CO<sub>2</sub>を吸収できることが確認された。よって、120°C以上の高温で再生して吸収したCO<sub>2</sub>を大部分放散することで、系内を循環する単位CO<sub>2</sub>当たりの循環量を

低減するのに有利な吸収液であることが確認された。

[0077] また、吸収温度が50°Cの時では、40wt%MAEは約 $2.75\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ 程度 $\text{CO}_2$ を吸収できることが確認された。このとき、40°Cの時の40wt%MAEとの $\text{CO}_2$ 吸収量との差は、 $2.81\text{molCO}_2/\text{kg(s)} - 2.75\text{molCO}_2/\text{kg(s)} = 0.06\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ のみであり、冷却水により40wt%MAEを冷却する際、冷却水を削減し40wt%MAEの吸収温度が例えば50°Cに上昇しても、冷却水削減の影響は少ないことが確認された。このことから、40wt%MAEは高温での $\text{CO}_2$ 吸収性能が高い液であることが確認された。

[0078] また、吸収温度が80°Cの時では、40wt%MAEは約 $1.92\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ 程度 $\text{CO}_2$ を吸収できることが確認された。よって、吸収塔での40wt%MAEの吸収温度を例えば40°Cとし、再生塔での40wt%MAEの液温度を例えば80°Cとした場合には、再生塔の40wt%MAEから放散可能な $\text{CO}_2$ 量は、 $2.81\text{molCO}_2/\text{kg(s)} - 1.92\text{molCO}_2/\text{kg(s)} = 0.89\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ となる。

尚、この時、40wt%MAEの吸収時—再生時の $\text{CO}_2$ 分圧の変化は考慮していない。

[0079] よって、再生塔での40wt%MAEの液温度を例えば80°Cとした場合の $\text{CO}_2$ 放散量は、わずか $0.89\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ 程度であることが確認された。このことから、40wt%MAEの吸収した $\text{CO}_2$ の大部分を放散させるためには、40wt%MAEの液温度をより高温にする必要があり、40wt%MAEは高温での $\text{CO}_2$ 放散性能が高い液であることが確認された。

従って、40wt%MAEは高温での $\text{CO}_2$ 吸収・放散性能が高い液であり、高温用吸収液として用いることができることが確認された。

[0080] また、吸収温度が40°Cの時では、50wt%BAEは約 $2.11\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ 程度 $\text{CO}_2$ を吸収できることが確認された。また、吸収温度が50°Cの時では、50wt%BAEは約 $1.90\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ 程度 $\text{CO}_2$ を吸収できることが確認された。このとき、40°Cの時の50wt%BAEとの $\text{CO}_2$ 吸収量との差は、 $2.11\text{molCO}_2/\text{kg(s)} - 1.90\text{molCO}_2/\text{kg(s)} = 0.21\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ もあつた。よって、吸収液として50wt%BAEを用いる場合には、50wt%BAEの温度を約40°Cまで冷却して $\text{CO}_2$ 吸収量を高める必要がある

ことが確認された。このことから、50wt%BAEは低温でのCO<sub>2</sub>吸収性能が高い液であることが確認された。

[0081] また、吸収温度が80°Cの時では、50wt%BAEは約0.72molCO<sub>2</sub>/kg(s)程度CO<sub>2</sub>を吸収できることが確認された。吸収塔での50wt%BAEの吸収温度を例えば40°Cとし、再生塔での50wt%BAEの液温度を例えば80°Cとした場合には、再生塔の50wt%BAEから放散可能なCO<sub>2</sub>量は、 $2.11\text{molCO}_2/\text{kg(s)} - 0.72\text{molCO}_2/\text{kg(s)} = 1.39\text{molCO}_2/\text{kg(s)}$ となる。

尚、この時、50wt%BAEの吸収時—再生時のCO<sub>2</sub>分圧の変化は考慮していない。

[0082] よって、再生塔での50wt%BAEの液温度を例えば80°Cとした場合のCO<sub>2</sub>放散量は、1.39molCO<sub>2</sub>/kg(s)程度あることが確認された。このことから、50wt%BAEの吸収したCO<sub>2</sub>の大部分を放散させるためには、50wt%BAEの液温度を80°C程度でも可能であり、これまで廃棄していた例えば80°C程度の熱も有効利用することができることが確認された。

従って、50wt%BAEは低温でのCO<sub>2</sub>吸収・放散性能が高い液であり、低温用吸収液として用いることができることが確認された。

[0083] 尚、本実施例では、排ガス中のCO<sub>2</sub>を吸収、除去する例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、H<sub>2</sub>S等他の物質を含有する排ガスを用いて行なってもよい。

#### 産業上の利用可能性

[0084] 以上のように、本発明に係るCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム及び方法は、複数の異なる種類の吸収液を各々独立して用いて前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを吸収することで、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S吸収効率を一層向上させることに用いて適している。

## 請求の範囲

- [1] 供給されたCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を含有する排ガスと吸収液とを接触させてCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を除去する吸収塔と、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を吸収したリッチ溶液を再生する再生塔と、前記吸収塔から前記再生塔に前記リッチ溶液を送給するリッチ溶液供給ラインと、前記再生塔でCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を除去したリーン溶液を前記再生塔から前記吸収塔に送給するリーン溶液供給ラインとからなるCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置を少なくとも二つ以上有し、前記吸収液が、該吸収液の温度に依存してCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方の吸収、再生を行なうものであり、各々の前記CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置毎に異なる種類の吸収液が独立して供給されると共に、複数の異なる種類の吸収液のうちで低温側の低温用吸収液から高温側の高温用吸収液の順に連続して前記排ガスを送給することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム。
- [2] 請求項1において、各々の前記リーン溶液を冷却する冷却水を送給する冷却水供給ライン設備を有してなると共に、各々の前記再生塔から前記吸収塔に供給されるリーン溶液の温度が低い方を上流側に配設し、前記リーン溶液の温度が高い方を下流側に配設してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム。
- [3] 請求項1において、各々の前記リーン溶液を加温する飽和スチームを送給する飽和スチーム供給ライン設備を有してなると共に、各々の前記再生塔から前記吸収塔に供給される前記リーン溶液の温度が高い方を上流側に配設し、前記リーン溶液の温度が低い方を下流側に配設してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム。
- [4] 請求項1において、同一又は異なる前記CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置内を循環する前記リーン溶液と前記リッチ溶液とを熱交換する熱交換器を少なくとも二つ以上有してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム。
- [5] 請求項1において、前記リーン溶液供給ラインに介装され、前記再生塔の途中から拔出されたCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>

Sの何れか一方又は両方を一部除去したセミリーン溶液を、前記再生塔から排出される前記リーン溶液により加温するセミリーン溶液熱交換器を少なくとも一つ以上有してなることを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去システム。

- [6] 複数の異なる種類の吸収液のうちで低温側の低温用吸収液が供給される低温用吸収塔にCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を含有する排ガスを送給し、前記低温用吸収液によって前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去した後、

高温側の高温用吸収液が供給される高温用吸収塔に前記排ガスを連続して送給し、前記排ガス中の前記低温用吸収液によって除去しきれなかったCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを前記高温用吸収液によって更に除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法。

- [7] 請求項6において、

前記低温用吸収塔に供給される前記低温用吸収液を冷却水により冷却し、冷却された前記低温用吸収液により前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去した後、

前記低温用吸収液と熱交換した後の冷却水を用いて前記高温用吸収塔に供給される前記高温用吸収液を更に冷却し、前記低温用吸収液によって除去しきれなかった前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを冷却された前記高温用吸収液により更に除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法。

- [8] 請求項6において、

前記高温用吸収塔でCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sの何れか一方又は両方を吸収した高温用リッチ溶液を再生する高温用再生塔の塔底部近傍に回収された高温用リーン溶液を外部へ抜き出して飽和スチームにより熱交換し、加温された前記高温用リーン溶液を高温用吸収液として前記高温用吸収塔に送給し、

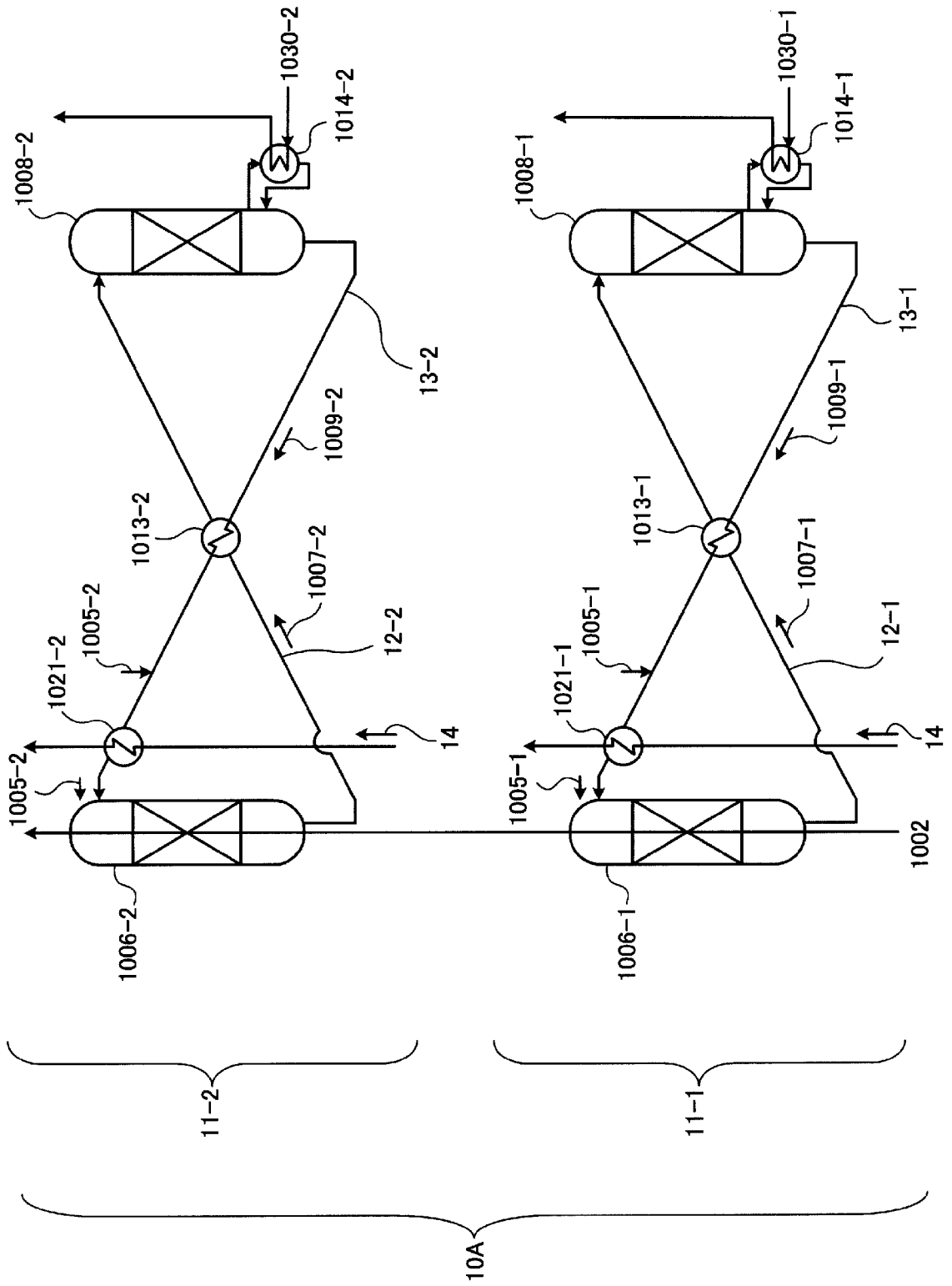
低温側の低温用リッチ溶液を再生する低温用再生塔の塔底部近傍に回収された前記低温用リーン溶液を外部へ抜き出し、前記高温用リーン溶液と熱交換された前記飽和スチームと熱交換し、加温された前記低温用リーン溶液を低温用吸収液として前記低温用吸収塔に送給し、

前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを前記低温用吸収液によって除去し、前記低温用吸収液によって除去しきれなかった前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを前記高温用吸収液によって更に除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法。

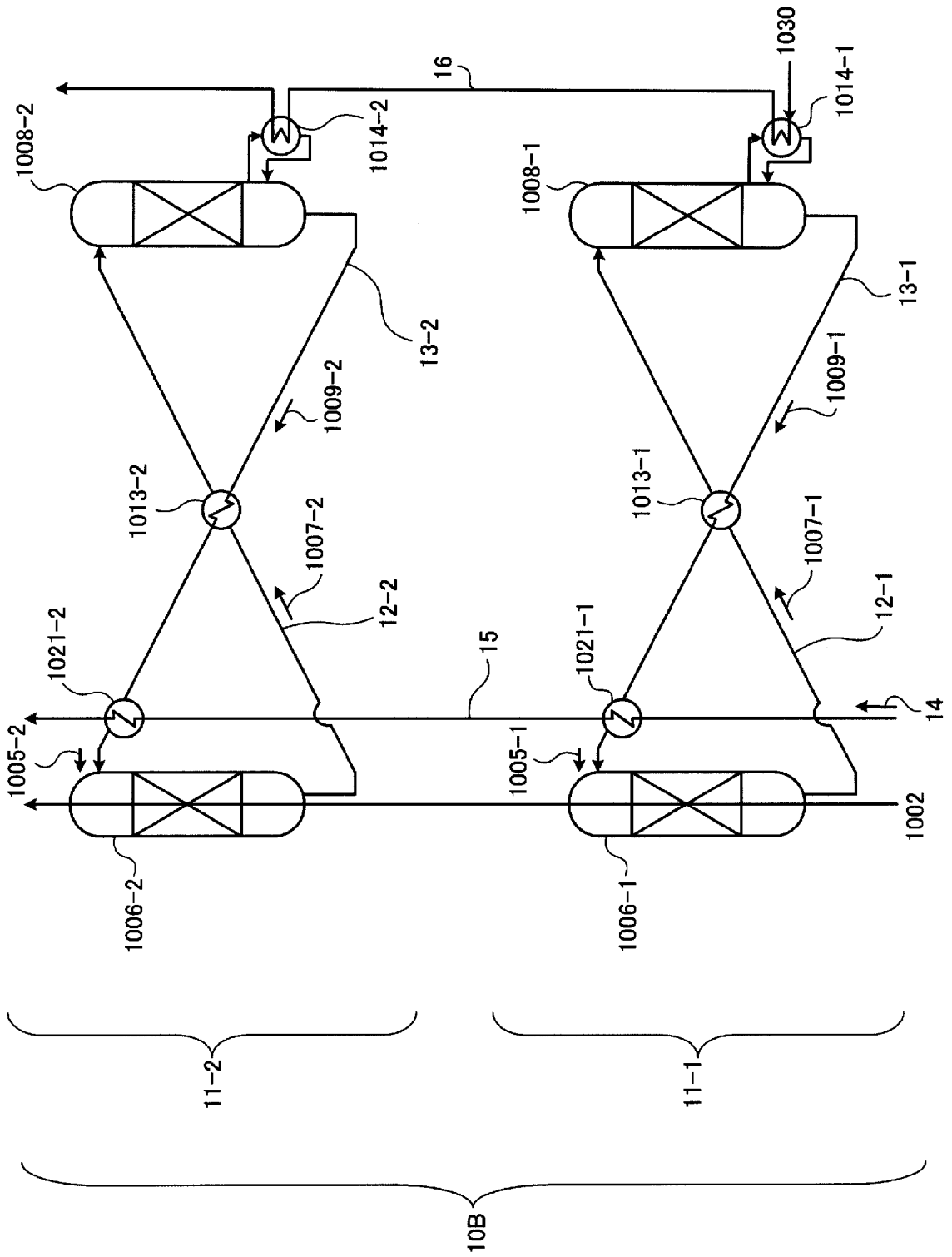


- [9] 請求項6において、  
同一又は異なる前記CO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去装置内を循環する前記リッチ溶液の何れか一方又は両方を用いて各々の前記再生塔から排出される前記リーン溶液を熱交換し、熱交換した前記リーン溶液を各々の前記吸収塔に供給し、前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法。
- [10] 請求項6において、  
前記再生塔の途中から抽出されたCO<sub>2</sub>を一部除去したセミリーン溶液と前記再生塔から排出される前記リーン溶液とを熱交換した後、前記吸収塔に前記リーン溶液を供給し、前記排ガス中のCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Sを除去することを特徴とするCO<sub>2</sub>又はH<sub>2</sub>S除去方法。

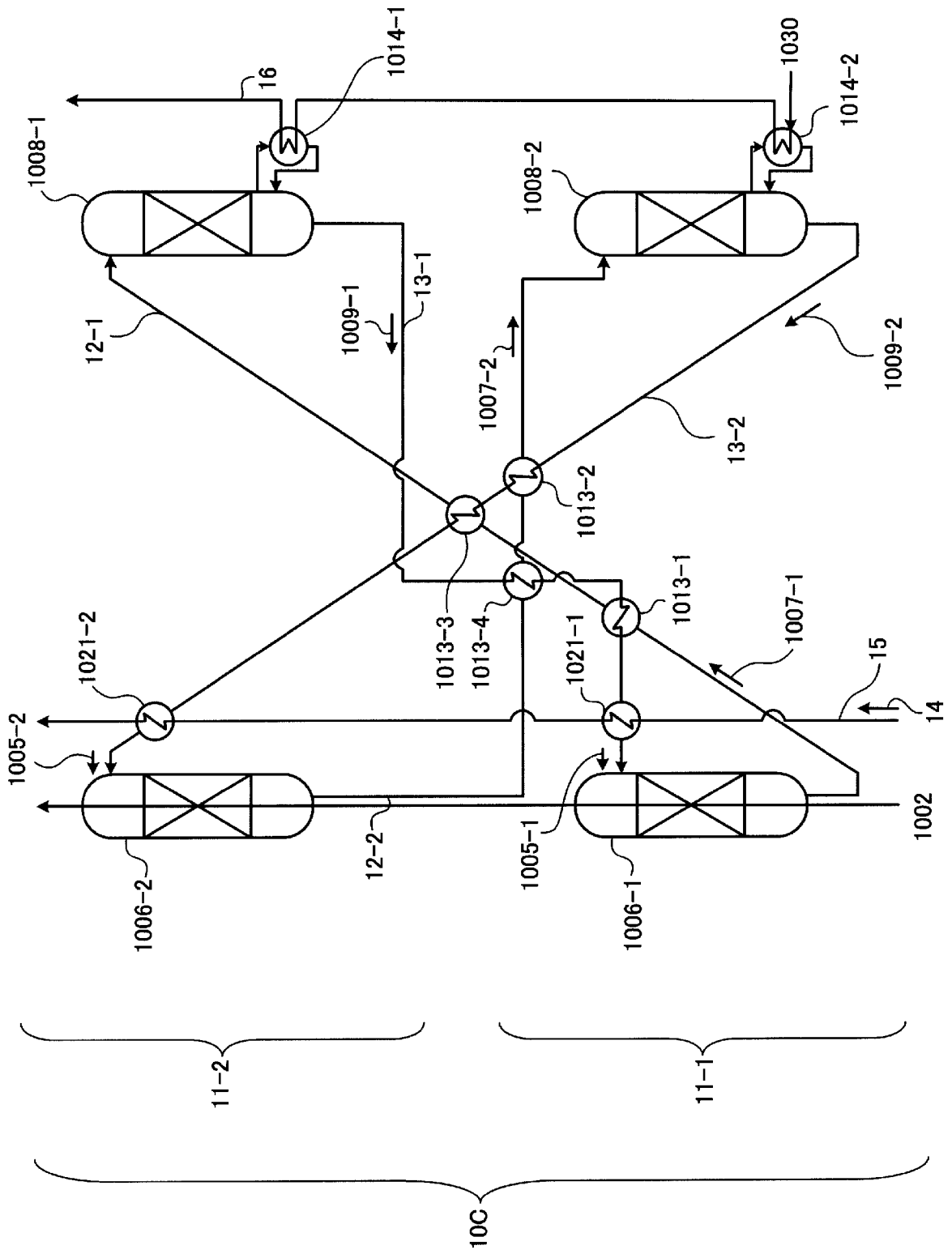
[図1]



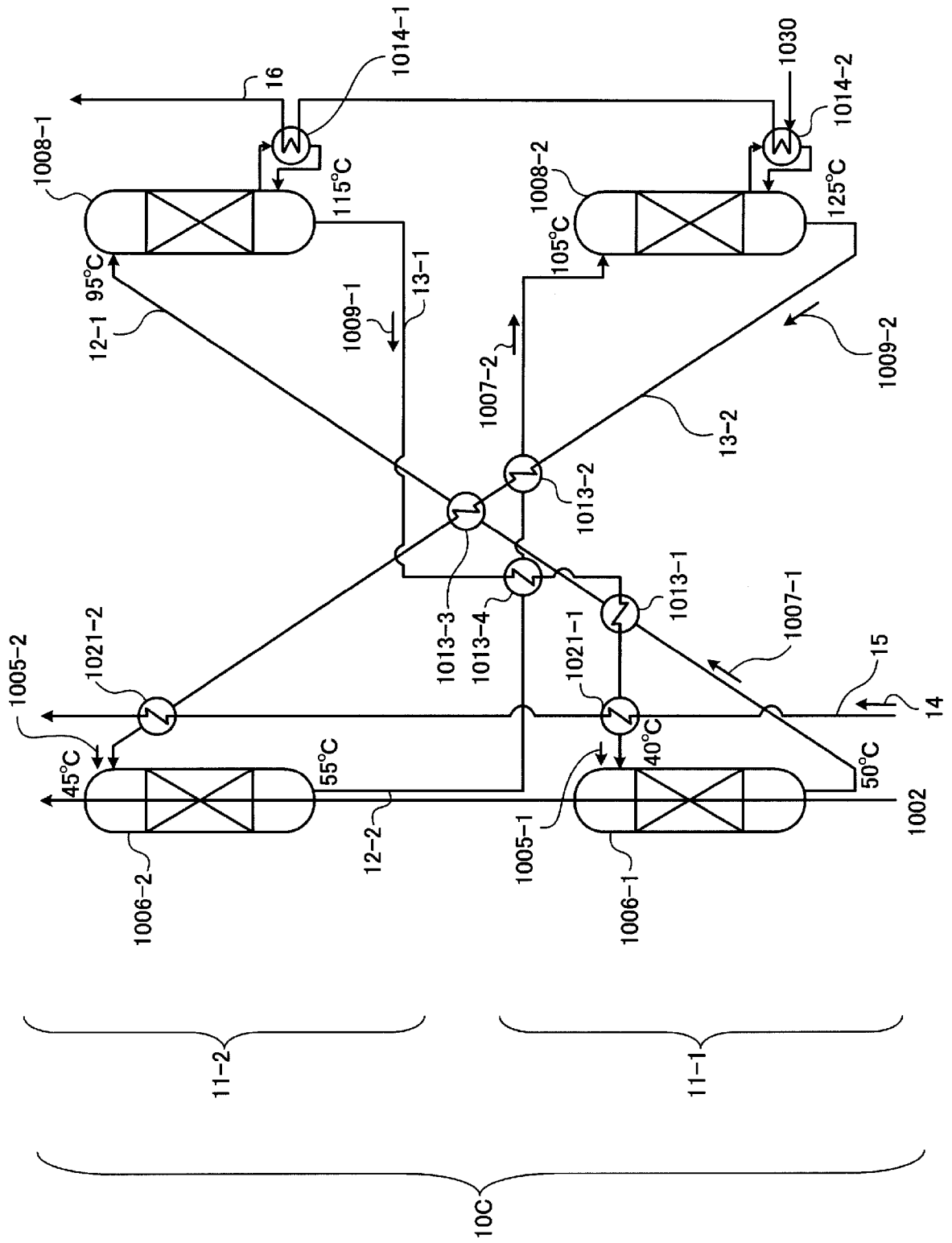
[図2]



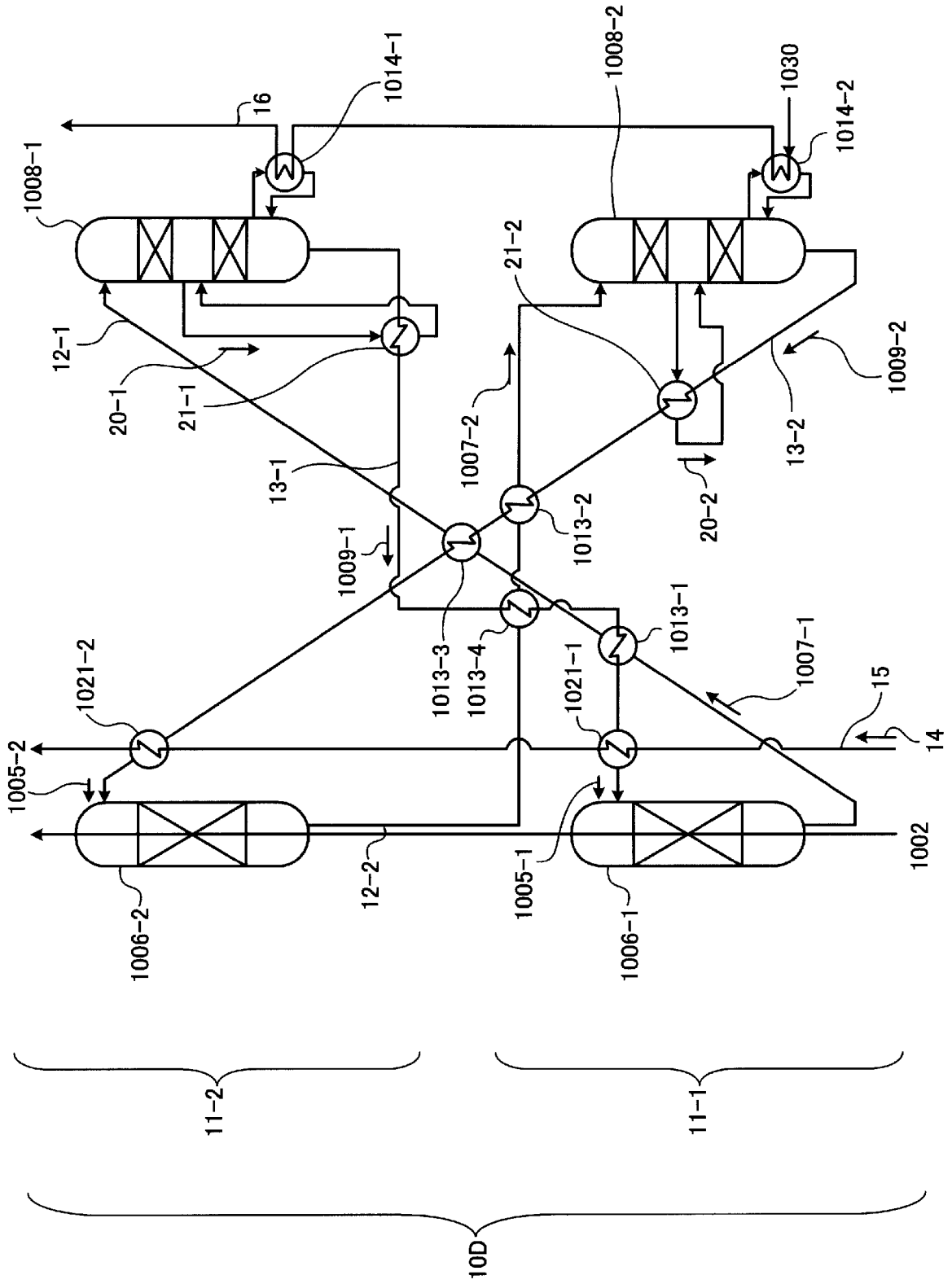
[図3]



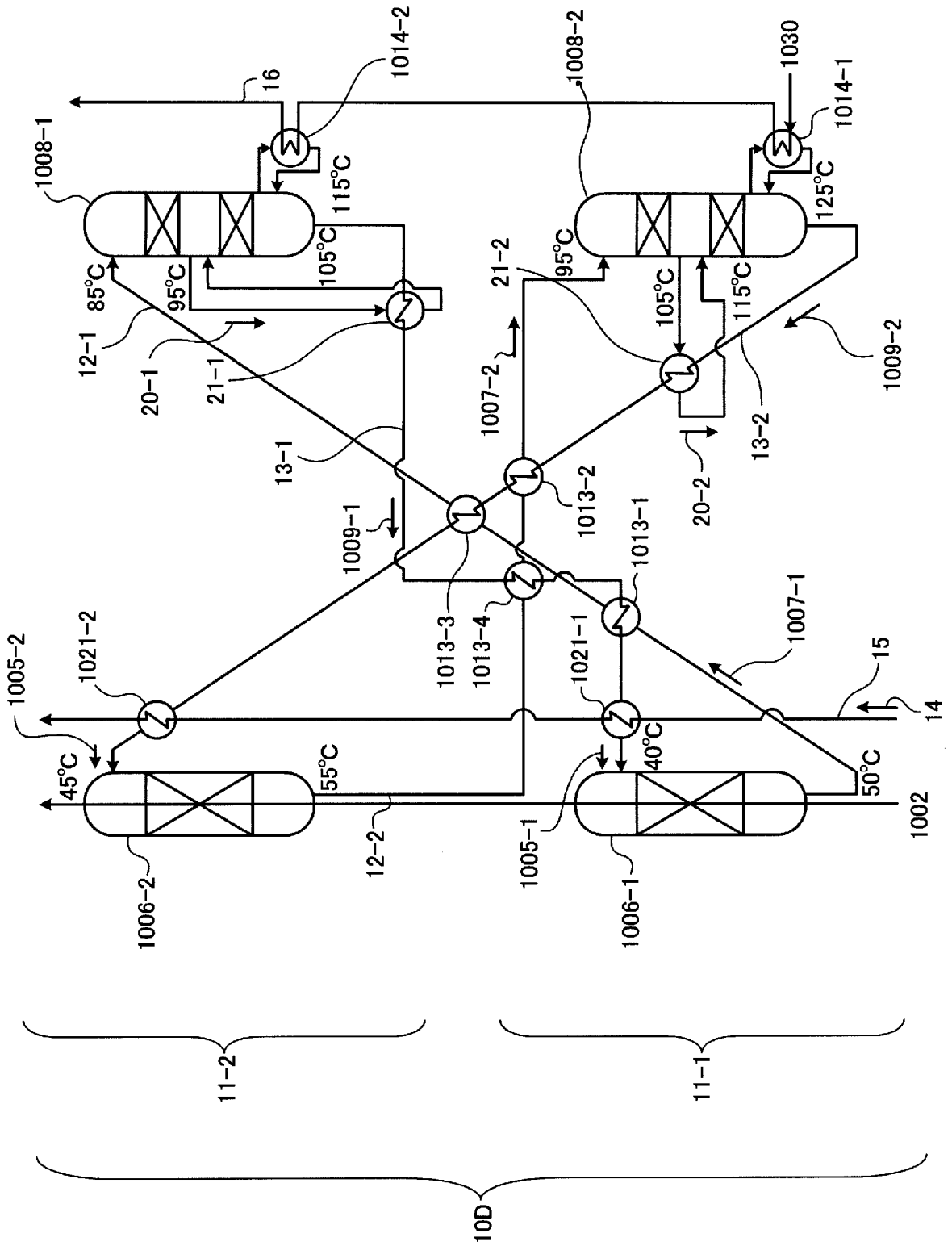
[図4]



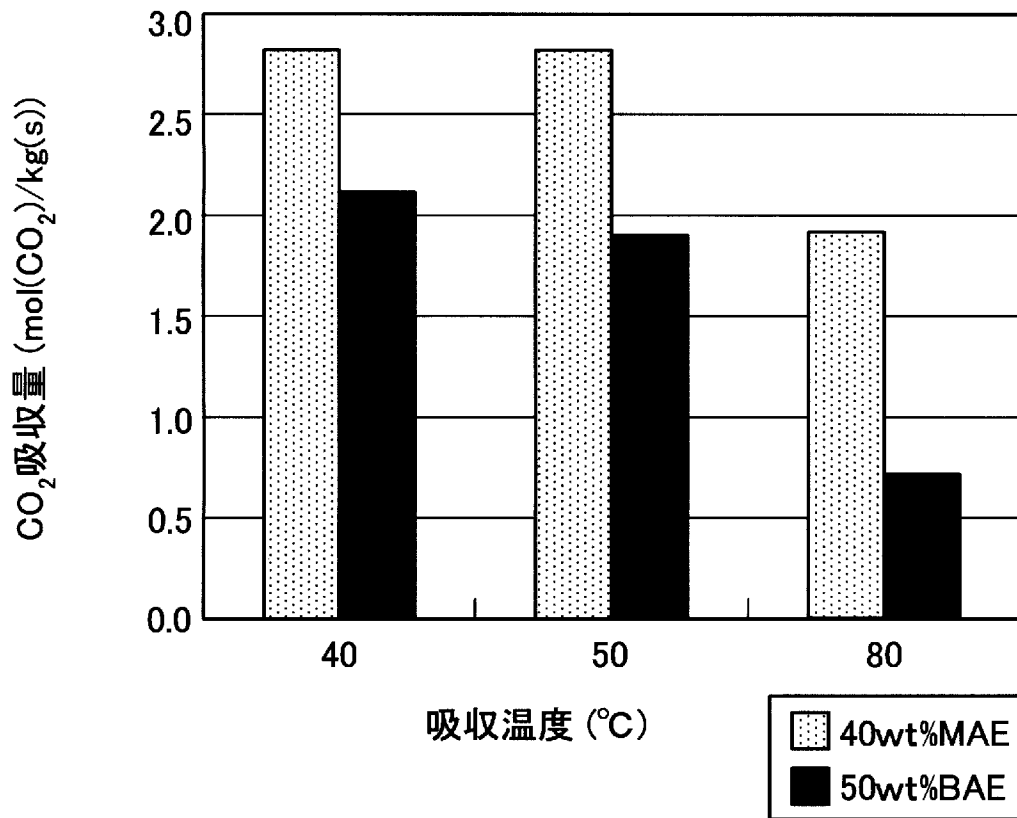
[図5]



[図6]

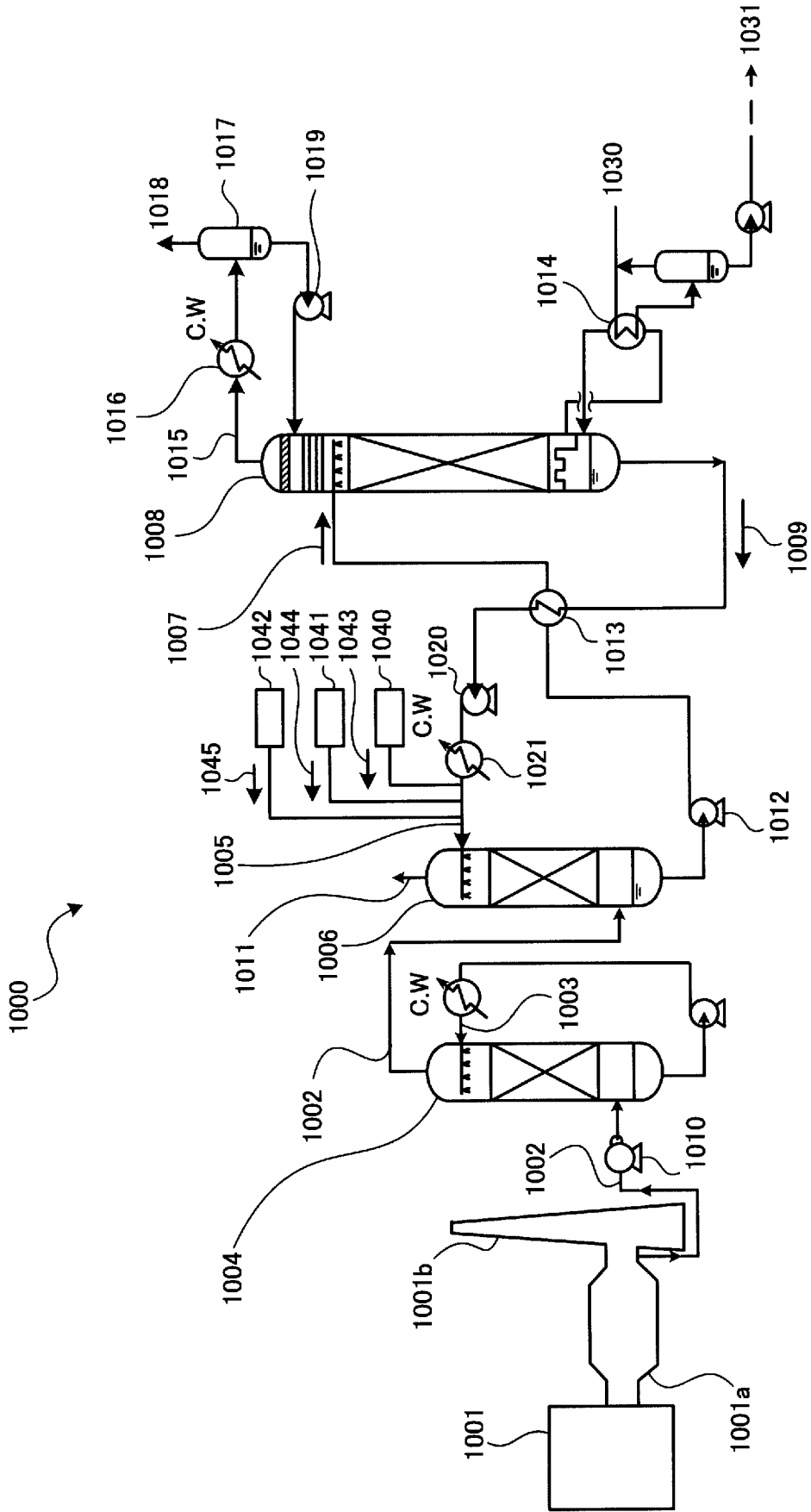


[図7]





[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/061052

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/14(2006.01) i, B01D53/52(2006.01) i, B01D53/62(2006.01) i, B01D53/77(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, B01D53/34

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

JSTPlus (JDreamII)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 48-10712 B1 (Benson, Field & Epes), 06 April, 1973 (06.04.73), Page 3, left column, line 10 to page 7, right column, line 23; page 13, right column, line 35 to page 17, left column, line 32; Figs. 1, 3 & US 3563695 A & GB 1255201 A & DE 1914810 A & FR 2004576 A & BE 730195 A & NL 6904081 A & ES 365057 A	1, 3, 4, 6, 8, 9 5, 10 2, 7
X Y A	JP 43-19844 B1 (The Power-Gass Corp.), 27 August, 1968 (27.08.68), Full text; all drawings (Family: none)	1, 4, 6, 9 5, 10 2, 7

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

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 September, 2008 (22.09.08)Date of mailing of the international search report  
07 October, 2008 (07.10.08)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/061052

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 44-18728 B1 (Aren Ji Eikumeiya), 15 August, 1969 (15.08.69), Full text; all drawings (Family: none)	1,4,6,9 5,10 2,7
Y	JP 2005-254212 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., The Kansai Electric Power Co., Inc.), 22 September, 2005 (22.09.05), Fig. 8; Par. Nos. [0056] to [0058] & US 2007/0283813 A & EP 1736231 A1 & WO 2005/097299 A & NO 20064313 A & CA 2559744 A	5,10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B01D53/14(2006.01)i, B01D53/52(2006.01)i, B01D53/62(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B01D53/14, B01D53/34

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 1971-2008年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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)  
 JSTPlus(JDreamII)

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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 48-10712 B1 (ベンソン・フィールド・アンド・イプス) 1973.04.06, 第3頁左欄10行-第7頁右欄23行, 第13頁右欄35行-第17頁左 欄32行, FIG. 1, FIG. 3 & US 3563695 A & GB 1255201 A & DE 1914810 A & FR 2004576 A & BE 730195 A & NL 6904081 A & ES 365057 A	1, 3, 4, 6, 8, 9 5, 10 2, 7
X Y A	JP 43-19844 B1 (ザ・パワー・ガス・コーポレーション・リミテッ ド) 1968.08.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9 5, 10 2, 7

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22.09.2008	国際調査報告の発送日 07.10.2008
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山本 吾一 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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 44-18728 B1 (アレン・ジー・エイクメイヤー) 1969. 08. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 9 5, 10 2, 7
Y	JP 2005-254212 A (三菱重工業株式会社, 関西電力株式会社) 2005. 09. 22, 図 8, 【0056】 - 【0058】 & US 2007/0283813 A & EP 1736231 A1 & WO 2005/097299 A & NO 20064313 A & CA 2559744 A	5, 10