

(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  
2014年3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/046147 A1

- (51) 国際特許分類:  
B01D 53/62 (2006.01) B01D 53/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075198
- (22) 国際出願日: 2013年9月18日(18.09.2013)
- (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:  
13/623,491 2012年9月20日(20.09.2012) US
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中山 浩次 (NAKAYAMA, Koji); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 米川 隆仁 (YONEKAWA, Takahito); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 乾 正幸 (INUI, Masayuki); 10111 ニューヨーク州ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 辻内 達也 (TSUJIUCHI, Tatsuya); 10111 ニューヨーク州

ニューヨーク市 スイート 2650、5 アベニュー 630 米国三菱重工業株式会社内 New York (US). 宮本 修 (MIYAMOTO, Osamu); 〒7330036 広島県広島市西区観音新町一丁目20番24号 MHIソリューションテクノロジー株式会社内 Hiroshima (JP). 反町 美樹 (SORIMACHI, Yoshiki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 藤田 考晴, 外 (FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).

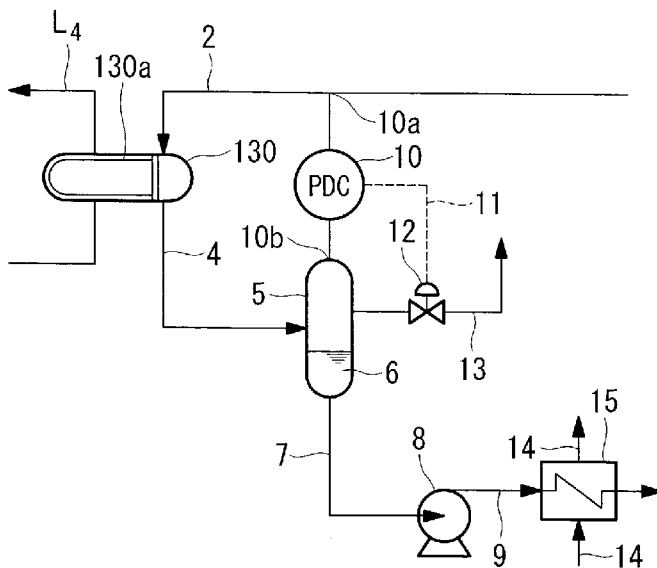
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: STEAM PROVIDING SYSTEM AND CO<sub>2</sub> RECOVERY FACILITIES PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: 蒸気供給システム及びこれを備えたCO<sub>2</sub>回収設備

[図1]



(57) Abstract: This steam providing system has a reboiler (130) for elevating the temperature of an absorption liquid (113) that is brought into contact with an exhaust gas exhausted from a boiler, and that absorbs CO<sub>2</sub> within the exhaust gas and is then heated to separate the CO<sub>2</sub> therefrom. The reboiler (130) is provided with a heat transmission pipe (130a) in which steam for heating is provided, and a condensed water drum (5) that collects, as a steam drain, the condensed water (6) of steam that is guided from the heat transmission pipe (130a). The condensed water drum (5) is provided with a pressure reducing means for lowering the pressure inside of the condensed water drum (5).

(57) 要約: この蒸気供給システムは、ボイラから排出される排ガスと接触させて排ガス中のCO<sub>2</sub>を吸収した後、加熱されてCO<sub>2</sub>が離脱された吸収液(113)を昇温するためのリボイラ(130)を備え、リボイラ(130)は、加熱用の蒸気が供給される伝熱管(130a)と、伝熱管(130a)から導かれる蒸気の凝縮

水(6)を蒸気ドレンとして回収する凝縮水ドラム(5)と、を備え、凝縮水ドラム(5)には、凝縮水ドラム(5)内の圧力を低下させる減圧手段が設けられている。

WO 2014/046147 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**：蒸気供給システム及びこれを備えたCO<sub>2</sub>回収設備

### 技術分野

[0001] 本発明は、例えば産業設備から排出される排ガス中のCO<sub>2</sub>回収設備に用いられて好適な蒸気供給システム及びこれを備えたCO<sub>2</sub>回収設備に関するものである。

### 背景技術

[0002] 火力発電設備等の産業設備からは石炭及び重油等の化石燃料の燃焼により、多量の二酸化炭素（以下、CO<sub>2</sub>という）が排出されている。地球温暖化防止の観点から、CO<sub>2</sub>の排出抑制が検討されているが、その一つとしてCO<sub>2</sub>の分離回収技術がある。

[0003] 大量の化石燃料を使用する火力発電所等の産業設備を対象に、ボイラの燃焼排ガスを例えばアミン系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、回収する方法や、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知られている。

[0004] また、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と、CO<sub>2</sub>を吸収した吸収液を再生塔において加熱して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工程が採用されている。

[0005] 特許文献1には、再生塔では、再生加熱器（リボイラ）による加熱でMEA（monoethanolamine）水溶液が再生され、熱交換器により冷却され脱CO<sub>2</sub>塔へ戻されることが開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開平5-184866号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、このようなCO<sub>2</sub>回収装置に備えられたリボイラでは、リボイラと凝縮水ドラムの圧力差が小さい。このために、リボイラに備えられた伝熱管内の凝縮水が凝縮水ドラムへと流れにくくなり、リボイラの性能および凝縮水ドラムの液面が不安定になっていた。

図5には、蒸気供給システムの参考例を示す概略構成が示されている。再生塔（図示せず）の吸収液（図示せず）は、塔外に循環させる循環路L<sub>4</sub>と、再生塔の塔底部に付設されたリボイラ130の伝熱管130aに供給される蒸気によって再熱されている。リボイラ130には、蒸気供給管2が接続され、リボイラ内の伝熱管130aに蒸気が供給される。伝熱管130aにより吸収液に熱を与えた蒸気は、凝縮水ドラム5へと送られて凝縮ドラム内で気液分離されている。また、凝縮水6は、凝縮水ドラム5の底部からドレン抜き出し管7を流れ、ポンプ8により蒸気ドレン管9を介して送液されている。

[0008] 図5に示された蒸気供給システムでは、凝縮水ドラムの内圧は、リボイラに備えられた伝熱管内の圧力差が小さい。これにより、リボイラに備えられた伝熱管内の凝縮水が凝縮ドラムへと流れにくくなり、リボイラの性能および凝縮水ドラムの液面が不安定になっていた。

[0009] また、リボイラの性能が低下することから、再生塔内でCO<sub>2</sub>を吸収したCO<sub>2</sub>吸収液からCO<sub>2</sub>を放出させてCO<sub>2</sub>吸収液を再生する効率が低下していた。

[0010] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、凝縮水ドラムの内圧を適正に制御することでリボイラの性能を低下させることなくCO<sub>2</sub>吸収液を再熱することができる蒸気供給システム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

[0011] 上記課題を解決するために、本発明の蒸気供給システム及びこれを備えたCO<sub>2</sub>回収設備は以下の手段を採用する。

本発明の第1の態様に係る蒸気供給システムは、ボイラから排出される排ガスと接触させて排ガス中のCO<sub>2</sub>を吸収した後に、加熱されてCO<sub>2</sub>が離脱された吸収液を昇温するためのリボイラを備え、該リボイラは、加熱用の蒸気が供給される伝熱管と、該伝熱管から導かれる蒸気の凝縮水を蒸気ドレンとして回収する凝縮水ドラムと、を備え、前記凝縮水ドラムには、該凝縮水ドラム内の圧力を低下させる減圧手段が設けられている。

[0012] 例えば、凝縮水ドラム内の圧力が上昇し、リボイラの伝熱管内の圧力に近い状態となった場合であっても、凝縮水ドラム内の圧力を低下させる減圧手段が設けられている。この減圧手段によりリボイラと凝縮水ドラムの間に圧力差が生じ、凝縮水が高圧側のリボイラから低圧側の凝縮水ドラムに流れやすくなる。これにより、リボイラの性能および凝縮水ドラムの液面を安定させることができる。リボイラの性能が安定するので、再生塔に循環するCO<sub>2</sub>吸収液に安定して熱を与えることができる。これにより、CO<sub>2</sub>吸収液内のCO<sub>2</sub>を確実に分離させることができる。

[0013] さらに、本発明の第2の態様に係る蒸気供給システムでは、前記減圧手段は、前記凝縮水ドラム内の凝縮水を冷却する冷却手段とされている。

[0014] 凝縮水ドラム内の凝縮水を冷却する冷却手段が設けられている。この冷却手段は、例えば、凝縮水ドラムから抜き出された凝縮水の一部が冷却されて再び凝縮水ドラム内へと戻されている。これにより、凝縮水ドラム内の温度が冷やされて凝縮水ドラム内の圧力を下げることができる。

[0015] さらに、本発明の第3の態様に係る蒸気供給システムでは、前記冷却手段は、前記凝縮水ドラムから前記蒸気ドレンを排出する蒸気ドレン配管から分岐され、該凝縮水ドラムへと前記蒸気ドレンを返送するドレン循環路と、該ドレン循環路側に分岐された前記蒸気ドレンを冷却する冷却器と、を備えている。

[0016] 蒸気ドレンは、凝縮水ドラムから蒸気ドレンを排出する蒸気ドレン配管から分岐されるドレン循環路を流れ、冷却器を通過して凝縮水ドラムに戻されている。冷却器によって冷やされた蒸気ドレンを凝縮水ドラムに戻すことによ

り、飽和温度および飽和圧力を下げることができる。これにより、凝縮水ドラムの圧力を下げることができる。

[0017] さらに、本発明の第4の態様に係る蒸気供給システムでは、前記冷却手段は、前記凝縮水ドラムから前記蒸気ドレンを排出する蒸気ドレン配管に設けられた冷却器と、該冷却器の下流側から分岐され、前記凝縮ドラムへと前記蒸気ドレンを返送する蒸気ドレン循環路と、を備えている。

[0018] 冷却器の下流側から分岐され、凝縮水ドラムへと蒸気ドレンを返送する蒸気ドレン循環路が設けられている。これにより、循環路に冷却器を設ける必要がない。

[0019] さらに、本発明の第5の態様に係る蒸気供給システムでは、前記冷却手段は、前記リボイラと前記凝縮水ドラムとを接続するリボイラ出口配管に設けられた冷却器を備えている。

[0020] 冷却手段として、リボイラと凝縮水ドラムとを接続するリボイラ出口配管に設けられた冷却器が備えられている。これにより、凝縮水ドラムにより回収される蒸気ドレンの温度を下げることができる。凝縮水ドラムには、冷却器によって冷やされた蒸気ドレンが供給されるので、凝縮水ドラムを冷やすことで飽和温度および飽和圧力を下げることができる。したがって、凝縮水ドラムの内圧を下げることができる。

[0021] さらに、本発明の第6の態様に係る蒸気供給システムでは、前記減圧手段は、前記凝縮水ドラム内の気相分を排出するベント管を備えている。

[0022] 凝縮水ドラムにベント管を設けることにより、例えば凝縮水ドラムの内圧が一定値以上となった場合に、ベント管を開放して凝縮水ドラム内の気相分を排出して内圧を下げることができる。

[0023] さらに、本発明の第7の態様に係る蒸気供給システムでは、前記凝縮水ドラムの内部圧力と、前記リボイラに供給される蒸気圧力との差圧を得る圧力測定部と、該圧力測定部にて得られた差圧が所望値となるように前記減圧手段を制御する制御手段と、を備えている。

[0024] 凝縮水ドラムの内圧とリボイラに供給される蒸気圧との差圧を得る圧力測

定部から信号が減圧手段を制御する制御手段へと発信される。信号を受信した制御手段は、リボイラに供給される蒸気圧と、凝縮水ドラムの内圧との差圧から制御手段の開度が決められて冷却器を流れる冷媒の流量を調整することができる。

[0025] さらに、本発明の第8の態様に係るCO<sub>2</sub>回収設備では、排気ガス中のCO<sub>2</sub>を前記吸収液と接触させて吸収する吸収塔と、前記吸収塔で吸収されたCO<sub>2</sub>を前記吸収液から放出する再生塔と、を備えたCO<sub>2</sub>回収設備であって、前記再生塔には、上記に記載の蒸気供給システムを備えたりボイラが設けられている。

[0026] 蒸気供給システムによりリボイラの性能が安定するので、再生塔に循環するCO<sub>2</sub>吸収液に安定して熱を与えることができる。これにより、CO<sub>2</sub>吸収液内のCO<sub>2</sub>を確実に分離させることができるので、安定したCO<sub>2</sub>の回収が可能となる。

### 発明の効果

[0027] 本発明の蒸気供給システム及びこれを備えたCO<sub>2</sub>回収設備によると、CO<sub>2</sub>回収装置に備えられたりボイラの伝熱管内の圧力と凝縮水ドラムの内圧に圧力差を設けるように凝縮水ドラム内の圧力を低下させる減圧手段を設けることとした。これにより伝熱管内で発生した凝縮水が凝縮水ドラムへと安定して流されて伝熱管内に凝縮水が滞留することを防ぐことができる。したがって、安定してリボイラを運転することができるので、再生塔に循環するCO<sub>2</sub>吸収液を確実に再熱することができる。

### 図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の第1実施形態に係る蒸気供給システムを示す概略構成図である

。

[図2]本発明の第2実施形態に係る蒸気供給システムを示す概略構成図である

。

[図3]本発明の第2実施形態に係る蒸気供給システムの変形例を示す概略構成図である。

[図4]本発明の第3実施形態に係る蒸気供給システムを示す概略構成図である。

[図5]蒸気供給システムの参考例を示す概略構成図である。

[図6]本発明の蒸気供給システムが適用されるCO<sub>2</sub>回収装置の概略構成図である。

### 発明を実施するための形態

[0029] 以下に、本発明に係る蒸気供給システム及びこれを備えたCO<sub>2</sub>回収設備の実施形態について、図面を参照して説明する。

#### [第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について説明する。

図6には、本実施形態に係るCO<sub>2</sub>回収装置の基本的な構成が示されている。

図6に示されるように、CO<sub>2</sub>回収装置では、例えばボイラやガスタービン等の産業設備から排出されたCO<sub>2</sub>を含有する排ガス100が、図示されないブロワによって冷却塔102へと供給されている。冷却塔102へと供給された排ガス100は、冷却水101によって冷却される。排ガス100を冷却するのに用いられた冷却水101は、ポンプ131により、冷却器132を通り再び冷却塔102へと供給されて塔内で噴射されている。なお、冷却器132には、冷却塔102へと供給される冷却水101を冷やす冷却水101aが用いられている。

[0030] 冷却されたCO<sub>2</sub>を含有する排ガス100は、排ガスライン103を介して吸収塔104の下部から供給される。吸収液113は、吸収塔104の上部から供給されて下部へと噴射されている。吸収塔104において、例えば、アルカノールアミンをベースとするCO<sub>2</sub>吸収液113（アミン溶液）は、充填剤120を通過する間に排ガス100と対向流接触される。これにより排ガス100中のCO<sub>2</sub>は、CO<sub>2</sub>吸収液113に吸収され、産業設備から排出された排ガス100からCO<sub>2</sub>が除去される。吸収塔104の塔頂部104aからはCO<sub>2</sub>が除去された浄化ガス150が排出されている。

[0031] 吸収液 113 に  $\text{CO}_2$  が吸収されることによって、吸収液 113 は発熱して液温が上昇するため、浄化ガス 150 には水蒸気等が含まれ得る。浄化ガス 150 中の水蒸気は、吸収塔 104 上部の充填層 120 上で冷却水と対向流接触で冷却されることで凝縮する。ミストエリミネータ 121 は、充填層 120 の上方に設けられ、浄化ガス 150 中のミストを捕集する。吸収塔 104 外には、冷却器 122 と、凝縮水の一部を冷却器 122 と吸収塔 104 内との間で循環させるポンプ 123 とが設けられている。

[0032] 吸収塔 104 で  $\text{CO}_2$  を吸収した吸収液 113 は、塔底部 104 b に貯溜され、吸収塔 104 の塔底部 104 b と再生塔 107 の上部とを接続する送液ライン  $L_1$  から再生塔 107 へ、ポンプ 106 によって供給され塔内で充填剤 140 へ向けて噴射される。送液ライン  $L_1$  と  $L_2$  の交差部分においてリッチ溶液 113 ( $\text{CO}_2$  が吸収された吸収液) とリーン溶液 114 ( $\text{CO}_2$  が除去された吸収液) とを熱交換する熱交換器 109 が設けられている。熱交換器 109 でリッチ溶液 113 は加熱され、リーン溶液 114 は冷却される。

[0033]  $\text{CO}_2$  を吸収した  $\text{CO}_2$  吸収液 113 (リッチ溶液) は、再生塔 107 において充填剤 140 を通過する間の対向流接触による吸熱反応により  $\text{CO}_2$  が放出される。再生塔 107 の塔底部 107 b に至る頃には、大部分の  $\text{CO}_2$  が除去され、リーン溶液 114 として再生される。この再生されたリーン溶液 114 は、 $\text{CO}_2$  吸収液 (アミン溶液) としてポンプ 108 によりリーン溶液冷却装置 105 を介して再び吸収塔 104 に供給され、再利用されるものである。

再生塔 107 で  $\text{CO}_2$  を放出して再生されたリーン溶液 114 は、再生塔 107 の塔底部 107 b と吸収塔 104 の上部とを接続する送液ライン  $L_2$  を通じてポンプ 108 によって吸収塔 104 に還流され、その間に、熱交換器 109 において、吸収塔 104 から再生塔 107 に供給される吸収液 113 との間で熱交換して冷却され、更に、水冷式冷却器 105 によって、 $\text{CO}_2$  の吸収に適した温度まで十分に冷却される。

[0034]  $L_3$  は再生塔 107 の塔頂部 107 a と接続された  $\text{CO}_2$  排出ラインである。

L<sub>3</sub>により再生塔107においてCO<sub>2</sub>吸収液113から放出されたCO<sub>2</sub>は、冷却水101を用いた冷却器115を介して十分に冷却されて気液分離器111へと送気される。気液分離器111に送気されたCO<sub>2</sub>は、CO<sub>2</sub>除去後に同伴された凝縮水110と分離される。分離後のCO<sub>2</sub>は、図示されないCO<sub>2</sub>圧縮装置へと送気される。その後回収された炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)はCO<sub>2</sub>圧縮装置により圧縮して、高圧CO<sub>2</sub>を得ている。気液分離器111において分離された凝縮水110は、ポンプ112によって再生塔107上部に還流される。

還流された凝縮水110は、凝縮部141を冷却して吸収剤等の放出が抑制される。

[0035] 吸収塔104内のCO<sub>2</sub>を含む吸収液113は、再生塔107の上部に供給され、充填材140を通過して塔底部107bに貯溜される。再生塔107の塔底部107bには、リボイラ130が付設されている。また、吸収液113を塔外に循環させる循環路L<sub>4</sub>と、吸収液113を加熱するための伝熱管130aが付設される。塔底部107bの吸収液113の一部は、循環路L<sub>4</sub>を通してリボイラ130に供給され、高温蒸気との熱交換によって加熱された後に塔内へ還流される。この加熱によって、塔底部107bの吸収液113からCO<sub>2</sub>が放出され、又、間接的に加熱される充填材140上での気液接触間にも吸収液113からCO<sub>2</sub>が放出される。

[0036] 図1には、図6に示した再生塔107の塔底部107bに付設したリボイラ130周りの構成が示されている。リボイラ130の内部には、蒸気供給管2に接続されている多数の伝熱管130aが、循環路L<sub>4</sub>を流れる吸収液と接触するように設けられている。各伝熱管130aは、凝縮水ドラム5と接続されている蒸気排出管4と接続される。

[0037] 凝縮水ドラム5には、圧力計測のための測定部10bが設けられている。また、蒸気供給管2には、圧力計測のための測定部10aが設けられている。これら測定部10a, 10bから得られる圧力によって制御部10にて差圧が得られるようになっている。さらに、凝縮水ドラム5には、ベント管13(減圧手段)が設けられ、ベント管13には、ベント管13の流量を調整

する制御弁12が設けられている。このベント管13を介して、凝縮水ドラム5内の気相分（蒸気）が外部（例えば大気）へと放出されるようになっている。

凝縮水ドラム5の底部には、蒸気ドレン抜き出し管7が接続され、ポンプ8の吸入部へと接続されている。

[0038] ポンプ8の吐出部は蒸気ドレン管9と接続され、蒸気ドレン管9には、加熱器15が設けられている。加熱器15の内部には、複数の伝熱管が蒸気ドレン管9から導かれた蒸気ドレンと接触するように設けられている。伝熱管の内部を流れる熱媒14には、例えば、CO<sub>2</sub>を放出して再生されたリーン溶液114（図6参照）が用いられる。

[0039] 次に上記構成の蒸気供給システムの動作について説明する。

塔底部107bの吸収液113の一部は、循環路L<sub>4</sub>を通してリボイラ130に供給され、蒸気供給管2から供給される蒸気が流れる伝熱管130aとの熱交換によって加熱された後に再生塔107内へ還流される。

熱交換後の蒸気は、凝縮水ドラム5内へと供給されて凝縮水ドラム5内で気液分離されている。

[0040] 凝縮水ドラム5の内部に設けられた制御部10の測定部10bによって、凝縮水ドラム5の内圧が測定されている。制御部10は、蒸気供給管2の管内圧力を測定する測定部10aと測定部10bとが差圧を設けるように制御される。制御部10は、測定部10bの圧力が上昇して測定部10aとの差圧が、一定値を超えて均圧に近い状態となった場合に、ベント管13に設けられた制御弁12に信号11を送信している。信号11を受信した制御弁12は、差圧に基づいて制御弁12の開度が決定される。

[0041] 凝縮水ドラム5により気液分離された凝縮水6は、蒸気ドレン抜き出し管7を介してポンプ8へと供給される。ポンプ8へと供給された凝縮水6は、蒸気ドレン管9内を通過して送液される。また、凝縮水6は蒸気ドレン管9に設けられた加熱器15の内部を通る伝熱管内を流れる熱媒14（例えばリーン溶液）と間接加熱される。

[0042] 本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

凝縮水ドラム5内の圧力が上昇し、リボイラ130の伝熱管130a内の圧力と均圧に近い状態となった場合に、凝縮水ドラム5内の圧力を低下させる減圧手段としてベント管13が設けられている。ベント管13によりリボイラ130と凝縮水ドラム5の間に圧力差が生じ、凝縮水6が高圧側のリボイラ130から低圧側の凝縮水ドラム5に流れやすくなる。これにより、リボイラ130の性能および凝縮水ドラム5の液面を安定させることができる。

[0043] リボイラ130の性能を安定させることができるので、再生塔107に循環するCO<sub>2</sub>吸収液113に安定して熱を与えることができる。これにより、CO<sub>2</sub>吸収液内のCO<sub>2</sub>を確実に分離させることができる。

[0044] 制御部10により、自動的にベント管13に設けられた制御弁12の開閉が行われる。これにより、凝縮水ドラム5内の圧力を調整するための制御弁12のハンドル操作が不要となる。従って、オペレータ等が弁操作に費やす時間や労力を軽減することができる。

[0045] [第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について、図2および図3を用いて説明する。

本実施形態は、第1実施形態に示した凝縮水ドラム5の減圧手段であるベント管13に代えて、凝縮水ドラム5内の凝縮水6を冷却する冷却手段によって凝縮水ドラム5内を減圧するものである。したがって、第1実施形態と同様の構成には同一符号を付しその説明を省略する。

図2で示されているように、凝縮水ドラム5から凝縮水6を排出する蒸気ドレン配管9から分岐され、凝縮水ドラム5へと凝縮水6を返送するドレン循環路20が設けられている。このドレン循環路20には、凝縮水6を冷却する冷却器21（冷却手段）が設けられている。凝縮水ドラム5から排出された凝縮水6は、ポンプ8により蒸気ドレン配管9内を流れる。凝縮水ドラム5へと凝縮水6を返送するドレン循環路20がドレン蒸気配管9から分岐

されることにより、凝縮水 6 の一部は、冷却器 2 1 を通る際に冷却器 2 1 内に設けられた複数の伝熱管内を流れる冷媒 2 2（例えばリッチ溶液）に間接冷却されて凝縮水ドラム 5 へと供給される。

[0046] 冷却器 2 1 の内部を流れる冷媒 2 2 は、制御部 1 0 により制御される。制御部 1 0 は、凝縮水ドラム 5 の内部圧力を測定する測定部 1 0 b と、リボイラ 1 3 0 に供給される蒸気圧力を測定する測定部 1 0 a との差圧を得て、得られた差圧が所望値となるように制御弁 1 2 a を制御している。制御部 1 0 は、ドレン循環路 2 0 に設けられた制御弁 1 2 a に信号 1 1 を送信している。信号 1 1 を受信した制御弁 1 2 a は、差圧に基づいて制御弁 1 2 a の開度が決定され、冷却器 2 1 によって冷却された凝縮水 6 の凝縮水ドラム 5 へと返送される量が制御される。

[0047] 本実施形態によれば、凝縮水 6 は、凝縮水ドラム 5 から凝縮水 6 を排出する蒸気ドレン配管 9 から分岐されるドレン循環路 2 0 を流れ、冷却器 2 1 を通って冷却されて凝縮水ドラム 5 に戻される。冷却器 2 1 によって冷やされた凝縮水 6 を凝縮水ドラム 5 に戻すことにより、飽和温度および飽和圧力を下げることができる。これにより、凝縮水ドラム 5 の圧力を下げることができる。

[0048] 図 3 には、本発明の第 2 実施形態に係る蒸気供給システムの変形例を示す概略構成が示されている。図 3 に示されているように、凝縮水ドラム 5 から凝縮水 6 を排出する蒸気ドレン配管 9 に設けられた冷却器 2 1 と、冷却器 2 1 の下流側から分岐され、凝縮水ドラム 5 へと凝縮水 6 を返送する蒸気ドレン循環路 2 0 とが設けられている。

[0049] 本実施形態の変形例によれば、冷却器 2 1 の下流側から分岐され、凝縮水ドラム 5 へと凝縮水 6 を返送する蒸気ドレン循環路 2 0 が設けられている。これにより、循環路 2 0 に冷却器 2 1 を設ける必要がない。

[0050] [第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態について、図 4 を用いて説明する。

本実施形態は、第 1 実施形態および第 2 実施形態に示した凝縮水ドラム 5

の減圧手段に代えて、凝縮水ドラム 5 内の凝縮水 6 を冷却する冷却手段によって凝縮水ドラム 5 内を減圧するものである。したがって、第 1 実施形態および第 2 実施形態と同様の構成には同一符号を付しその説明を省略する。

図 4 で示されているように、リボイラ 130 と凝縮水ドラム 5 とを接続するリボイラ 130 の出口配管 4 に冷却器 21（冷却手段）が設けられている。

本実施形態では、出口配管 4 に冷却器 21 が設けられていることにより、出口配管 4 内を流れる圧力損失が発生する

[0051] リボイラ 130 の伝熱管 130 a の内部を流れる蒸気と凝縮水 6 が混合した流体が、出口配管 4 内を流れ、出口配管 4 に設けられた冷却器 21 によって冷却される。冷却された蒸気と凝縮水 6 の混合流体は、凝縮水ドラム 5 へと供給される。

[0052] 冷却器 21 の内部に設けられた複数の伝熱管内を流れる冷媒 22（例えばリッチ溶液）は、制御部 10 により制御される。制御部 10 は、凝縮水ドラム 5 の内部圧力を測定する測定部 10 b と、リボイラ 130 に供給される蒸気圧力を測定する測定部 10 a との差圧を得て、測定部 10 a および測定部 10 b にて得られた差圧が所望値となるように制御弁 12 b が制御される。

[0053] 本実施形態によれば凝縮水ドラム 5 により回収される凝縮水 6 の温度を下げるができる。凝縮水ドラム 5 には、冷却器 21 によって冷やされた蒸気と凝縮水 6 の混合流体が供給される。凝縮水ドラム 5 を冷やすことで飽和温度および飽和圧力を下げることができる。したがって、凝縮水ドラム 5 の内圧を下げるができる。

[0054] また、本実施形態では、出口配管 4 に冷却器 21 を設けることとしたが、これに限定されることなく、蒸気ドレン抜き出し配管 7 に設けても良い。さらには、凝縮水ドラム 5 の蒸気ドレン抜き出し配管 7 とは別に抜き出し口を設けて、凝縮水 6 を循環するリサイクルラインを形成して、リサイクルライン上に冷却器 21 を設けることとしても良い。

## 符号の説明

- [0055] 2 蒸気供給管
- 4 出口配管
- 5 凝縮水ドラム
- 6 凝縮水
- 7 蒸気ドレン抜き出し配管
- 8 ポンプ
- 9 蒸気ドレン配管
- 10 制御部
- 10 a, b 測定部
- 11 信号
- 12, 12 a, 12 b 制御弁
- 13 ベント管
- 14 熱媒
- 15 加熱器
- 20 循環路
- 21 冷却器
- 22 冷媒
- 130 リボイラ
- 130 a 伝熱管
- L<sub>4</sub> 循環路

## 請求の範囲

- [請求項1]           ボイラから排出される排ガスと接触させて排ガス中のCO<sub>2</sub>を吸収した後に、加熱されてCO<sub>2</sub>が離脱された吸収液を昇温するためのリボイラを備え、
- 該リボイラは、加熱用の蒸気が供給される伝熱管と、
- 該伝熱管から導かれる蒸気の凝縮水を蒸気ドレンとして回収する凝縮水ドラムと、を備え、
- 前記凝縮水ドラムには、該凝縮水ドラム内の圧力を低下させる減圧手段が設けられている蒸気供給システム。
- [請求項2]           前記減圧手段は、前記凝縮水ドラム内の凝縮水を冷却する冷却手段とされている請求項1に記載の蒸気供給システム。
- [請求項3]           前記冷却手段は、前記凝縮水ドラムから前記蒸気ドレンを排出する蒸気ドレン配管から分岐され、該凝縮水ドラムへと前記蒸気ドレンを返送するドレン循環路と、
- 該ドレン循環路側に分岐された前記蒸気ドレンを冷却する冷却器と、
- を備えている請求項2に記載の蒸気供給システム。
- [請求項4]           前記冷却手段は、前記凝縮水ドラムから前記蒸気ドレンを排出する蒸気ドレン配管に設けられた冷却器と、
- 該冷却器の下流側から分岐され、前記凝縮ドラムへと前記蒸気ドレンを返送する蒸気ドレン循環路と、
- を備えている請求項2に記載の蒸気供給システム。
- [請求項5]           前記冷却手段は、前記リボイラと前記凝縮水ドラムとを接続するリボイラ出口配管に設けられた冷却器を備えている請求項2に記載の蒸気供給システム。
- [請求項6]           前記減圧手段は、前記凝縮水ドラム内の気相分を排出するベント管を備えている請求項2に記載の蒸気供給システム。
- [請求項7]           前記凝縮水ドラムの内部圧力と、前記リボイラに供給される蒸気圧

力との差圧を得る圧力測定部と、

該圧力測定部にて得られた差圧が所望値となるように前記減圧手段を制御する制御手段と、

を備えている請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の蒸気供給システム。

[請求項 8]

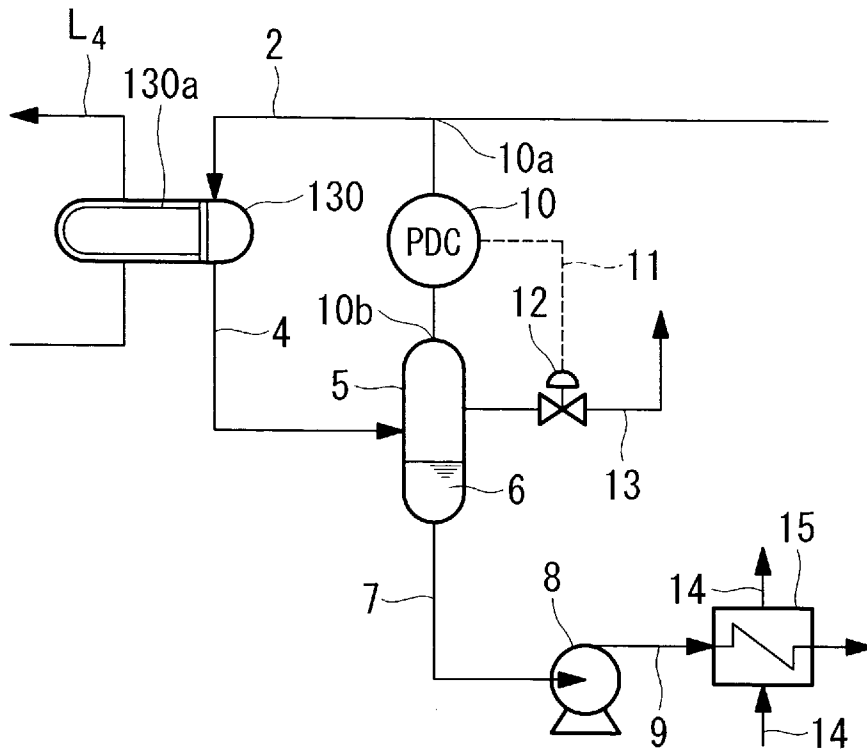
排気ガス中の  $\text{CO}_2$  を前記吸収液と接触させて吸収する吸収塔と、

前記吸収塔で吸収された  $\text{CO}_2$  を前記吸収液から放出する再生塔と

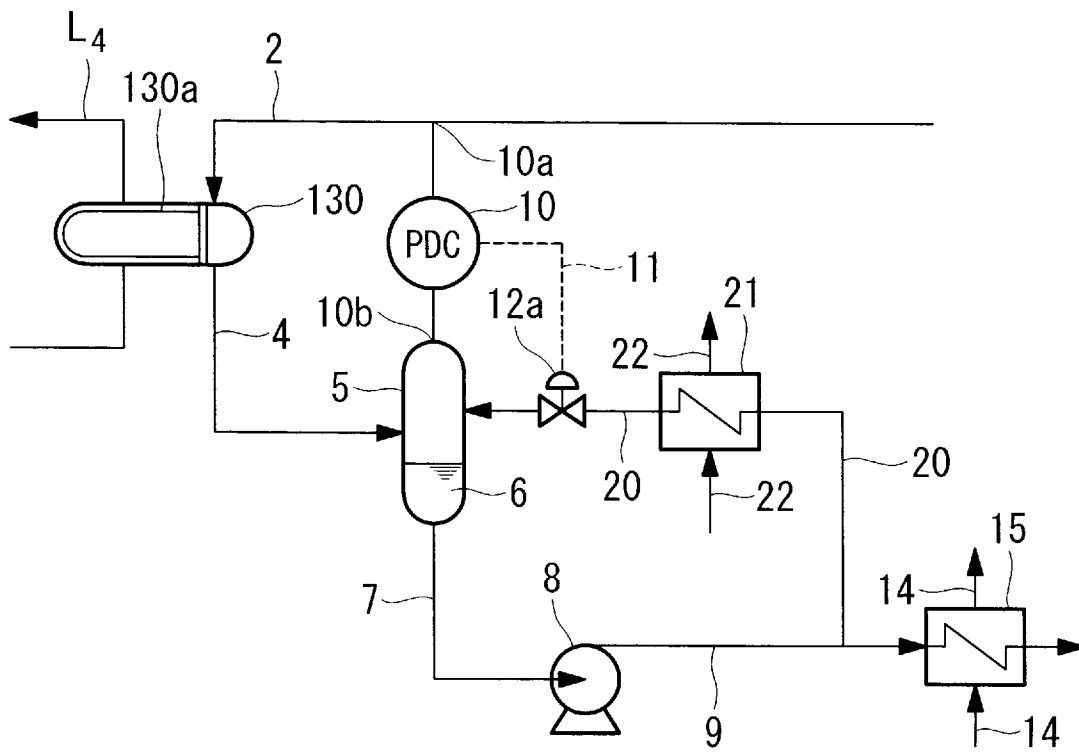
、を備えた  $\text{CO}_2$  回収設備であって、

前記再生塔には、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の蒸気供給システムを備えたりボイラが設けられている  $\text{CO}_2$  回収設備。

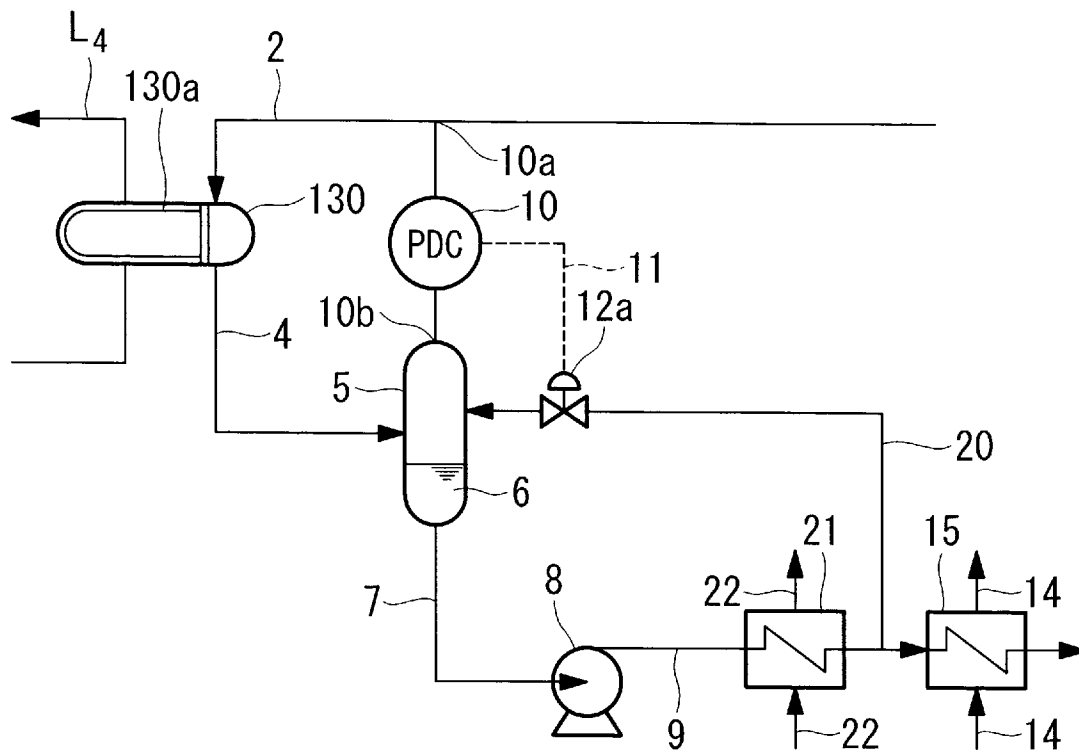
[図1]



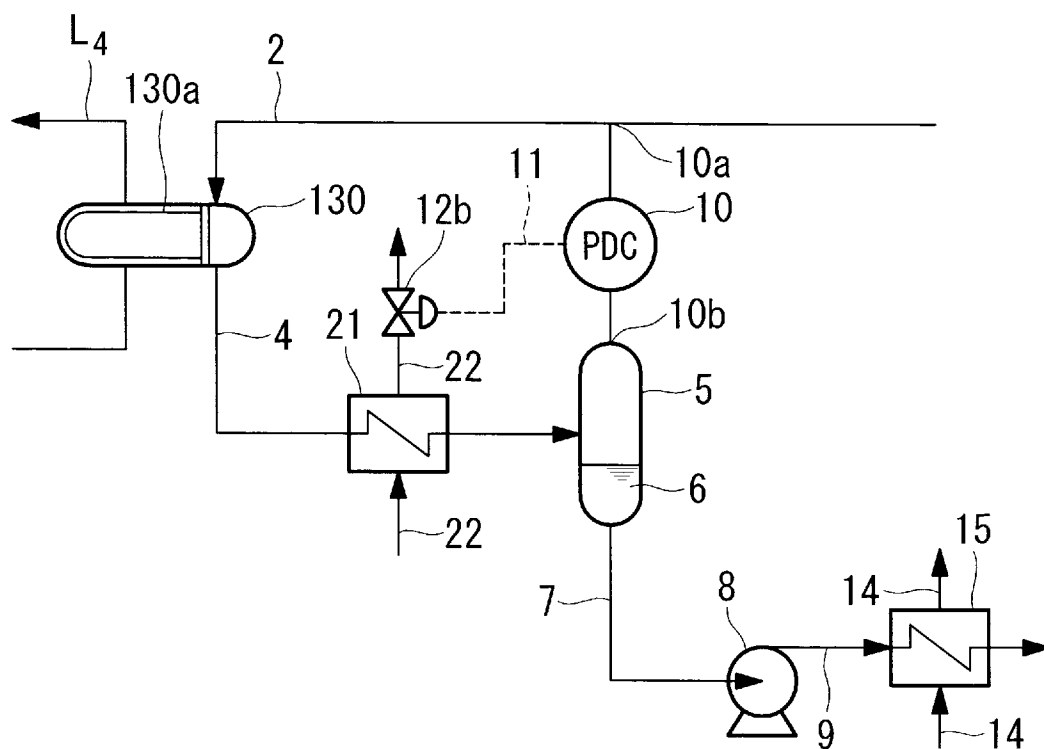
[図2]



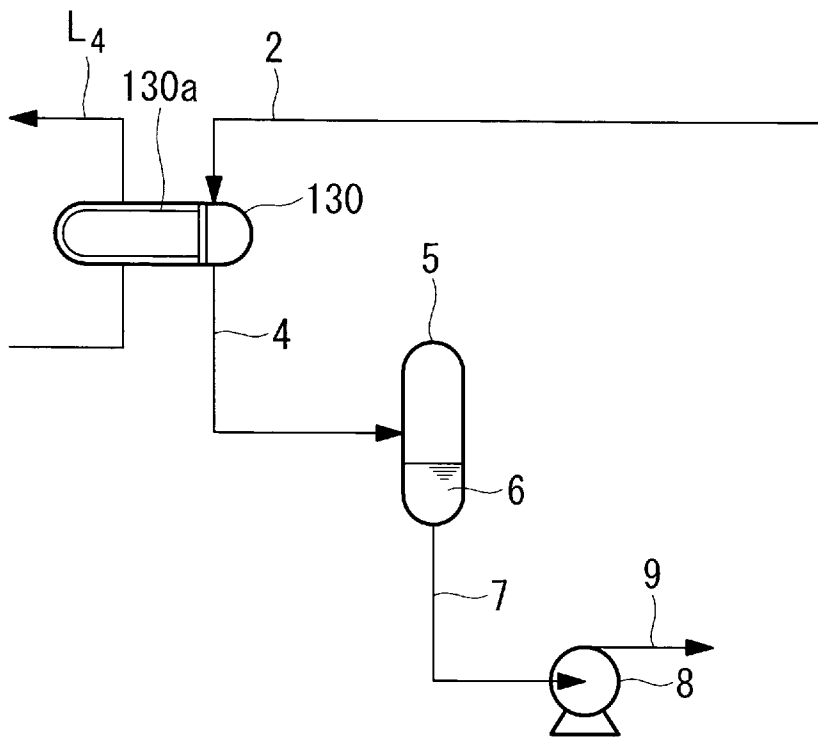
[図3]



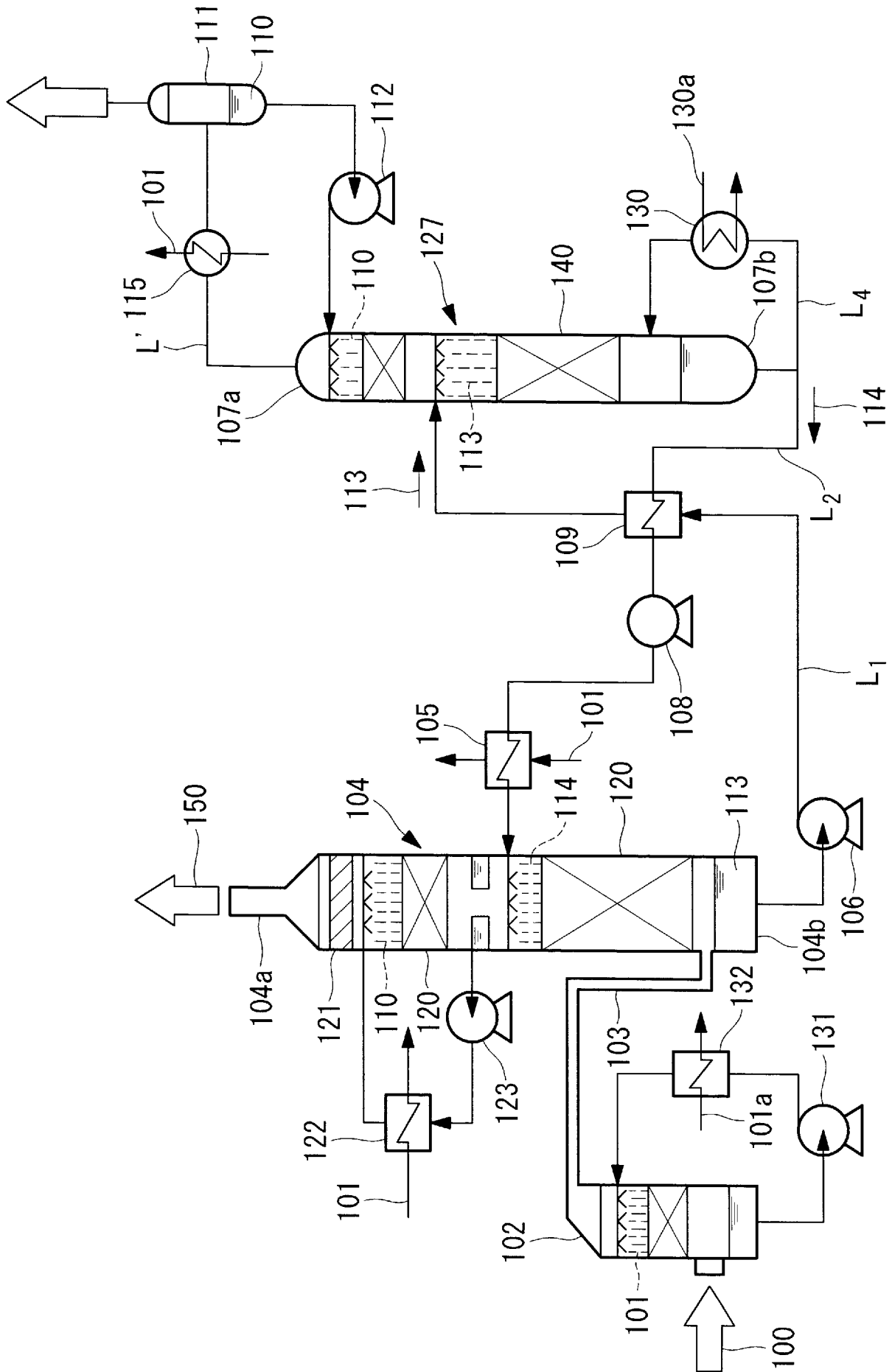
[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2013/075198

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
B01D53/62(2006.01) i, B01D53/14(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)  
B01D53/62, B01D53/14, F28B9/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2011-240321 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 01 December 2011 (01.12.2011), paragraphs [0009] to [0014]; fig. 1 & WO 2011/132660 A	1, 2, 6, 8 3-5, 7
Y	JP 2010-253370 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraph [0038]; fig. 1 & WO 2010/122830 A1	1-8
Y	JP 2010-216695 A (TLV Co., Ltd.), 30 September 2010 (30.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 6-8

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

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

Date of the actual completion of the international search 16 December, 2013 (16.12.13)	Date of mailing of the international search report 24 December, 2013 (24.12.13)
-------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075198

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 115255/1986 (Laid-open No. 23557/1988) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 February 1988 (16.02.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 7-8
Y	JP 2007-139221 A (TLV Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2, 5-8
A	JP 2012-87032 A (Toshiba Corp.), 10 May 2012 (10.05.2012), entire text; all drawings & US 2012/0101767 A1 & EP 2444140 A2 & AU 2011232812 A & CA 2754466 A1	1-8
A	JP 2012-538 A (IHI Corp.), 05 January 2012 (05.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2011-136294 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 July 2011 (14.07.2011), entire text; all drawings & US 2012/0210874 A1 & EP 2520353 A1 & WO 2011/081040 A1 & CA 2778108 A & AU 2010337656 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B01D53/62(2006.01)i, B01D53/14(2006.01)i		
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. B01D53/62, B01D53/14, F28B9/00		
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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2011-240321 A（バブコック日立株式会社）2011.12.01, 【0009】-【0014】, 図1 & WO 2011/132660 A	1, 2, 6, 8 3-5, 7
Y	JP 2010-253370 A（三菱重工業株式会社）2010.11.11, 【0038】, 図1 & WO 2010/122830 A1	1-8
Y	JP 2010-216695 A（株式会社テイエルブイ）2010.09.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-4, 6-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 16.12.2013	国際調査報告の発送日 24.12.2013	
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） 菅野 智子 電話番号 03-3581-1101 内線 3421	4D 9545

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	日本国実用新案登録出願61-115255号(日本国実用新案登録出願公開63-23557号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(三菱重工業株式会社)1988.02.16, 全文、全図(ファミリーなし)	1-4, 7-8
Y	JP 2007-139221 A (株式会社ティエルブイ) 2007.06.07, 全文、全図(ファミリーなし)	1, 2, 5-8
A	JP 2012-87032 A (株式会社東芝) 2012.05.10, 全文、全図 & US 2012/0101767 A1 & EP 2444140 A2 & AU 2011232812 A & CA 2754466 A1	1-8
A	JP 2012-538 A (株式会社IHI) 2012.01.05, 全文、全図(ファミリーなし)	1-8
A	JP 2011-136294 A (三菱重工業株式会社) 2011.07.14, 全文、全図 & US 2012/0210874 A1 & EP 2520353 A1 & WO 2011/081040 A1 & CA 2778108 A & AU 2010337656 A	1-8