

(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 5 月 1 日(01.05.2014)

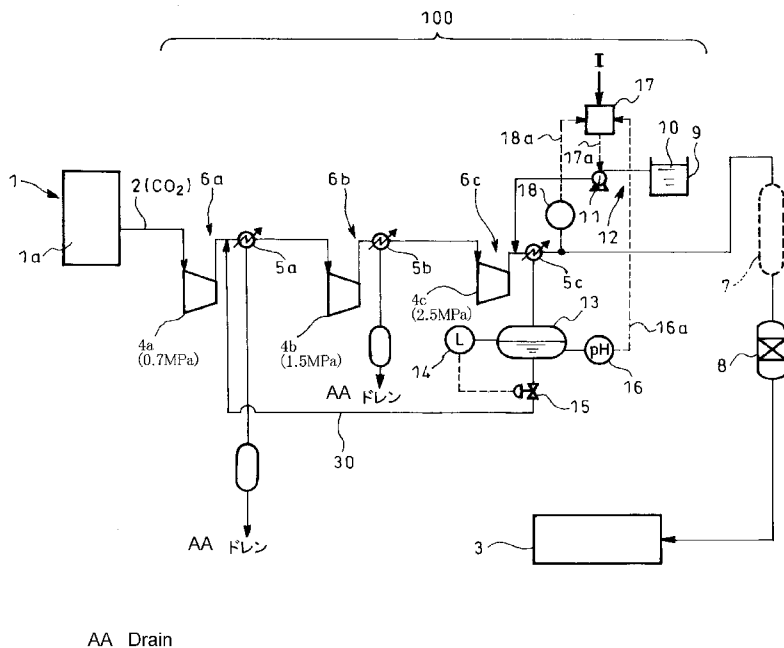


(10) 国際公開番号
WO 2014/064894 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/50 (2006.01) *C01B 31/20* (2006.01)
B01D 53/56 (2006.01) *F23J 15/00* (2006.01)
B01D 53/62 (2006.01) *F23J 15/06* (2006.01)
B01D 53/68 (2006.01) *F25J 3/08* (2006.01)
B01D 53/77 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005973
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 8 日(08.10.2013)
- (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:
特願 2012-234263 2012 年 10 月 24 日(24.10.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番
1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 内藤 俊之 (NAITO, Toshiyuki); 〒1358710
東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号株式会社 I H
I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 山田特許事務所 (PAT-
ENT FIRM YAMADA PATENT OFFICE); 〒1010047
東京都千代田区内神田三丁目 5 番 3 号 矢萩第
二ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, 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, 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, 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))

(54) Title: SYSTEM FOR REMOVAL OF IMPURITIES BY COMPRESSOR

(54) 発明の名称: 圧縮機不純物除去システム



(57) Abstract: The system is provided with: multi-stage impurity separation units (6a, 6b, 6c) having multi-stage compressors (4a, 4b, 4c) for stage-wise compression, to a target pressure, of exhaust gases (2) containing predominantly carbon dioxide from an oxygen combustion unit (1) which are supplied to a carbon dioxide liquefaction unit (3) for liquefaction, and after-coolers (5a, 5b, 5c) for cooling the exhaust gases (2) compressed by the compressors, and extracting a drain of moisture that has condensed due to cooling; an alkali agent supply unit (12) for supplying an alkali agent (10) to the upstream side of the after-cooler (5c) of the end-stage impurity separation unit (6c), and for extracting, from the after-cooler (5c) of the end-stage impurity separation unit (6c), a drain that includes the alkali agent having removed impurities from the exhaust gases; and a circulation line (30) for supplying the drain extracted from the after-cooler (5c) of the end-stage impurity separation unit (6c), to the upstream side of the after-cooler (5a) of initial-stage impurity separation unit (6a).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/064894 A1

酸素燃焼装置 1 からの二酸化炭素主体の排ガス 2 を二酸化炭素液化装置 3 に供給して液化する目的圧力まで段階的に圧縮する複数段の圧縮機 4 a, 4 b, 4 c と、各圧縮機で圧縮した排ガス 2 を冷却し、冷却によって凝縮した水分をドレンとして取り出すようにしたアフタークーラ 5 a, 5 b, 5 c とを有する複数段の不純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c と、後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c の上流側にアルカリ剤 10 を供給して、後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c から排ガス中の不純物を除去したアルカリ剤を含むドレンを取り出すようにしたアルカリ剤供給装置 12 と、後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c から取り出されるドレンを前段の不純物分離装置 6 a におけるアフタークーラ 5 a の上流側に供給する循環ライン 30 を備える。

明 細 書

発明の名称：圧縮機不純物除去システム

技術分野

[0001] 本発明は圧縮機不純物除去システムに関し、特に酸素燃焼装置からの排ガス中に含まれる不純物を簡単な装置によって除去できるようにした圧縮機不純物除去システムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化の原因の一つと言われている二酸化炭素（ CO_2 ）を処理するための技術の一つとして、酸素燃焼装置が検討されており、例えば微粉炭を酸素燃焼する石炭焚ボイラが注目されている。この石炭焚ボイラでは、酸化剤として空気の代わりに酸素を使用することにより、二酸化炭素（ CO_2 ）を主体とした燃焼排ガスを発生させ、この高い二酸化炭素濃度の排ガスを圧縮・冷却することにより液化二酸化炭素を得て処分することが考えられている。液化二酸化炭素を処分する方法の1つとしては、液化二酸化炭素を運搬船或いはパイプライン等の運搬手段により目的場所まで運搬した後、地中に貯蔵することが考えられている。

[0003] 上記したような酸素燃焼用石炭焚ボイラの排ガス処理装置としては特許文献1に示すものがある。

[0004] 特許文献1に示すように、石炭焚ボイラによって石炭を酸素燃焼した場合の排ガス中には、二酸化炭素（ CO_2 ）以外に、石炭原料由来の窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）、水銀（ Hg ）、塩化水素（ HCl ）、煤塵等の不純物を含むことが知られており、これらの不純物は除去する必要がある。

[0005] 上記不純物のうち、硫黄酸化物（ SO_x ）は水と接触することにより水に溶解して硫酸（ H_2SO_4 ）となり、塩化水素（ HCl ）は水と溶解することにより塩酸となるため、このような水溶性を示す硫黄酸化物及び塩化水素は、水と接触させることで分離することができる。

- [0006] 又、前記不純物である窒素酸化物 (NO_x) のうち、二酸化窒素 (NO_2) は水と接触することにより水に溶解して硝酸 (HNO_3) となることにより分離される。しかし、石炭焚ボイラからの排ガス中には酸素 (O_2) が少ないために、窒素は殆どが一酸化窒素 (NO) の形で存在しており、この一酸化窒素 (NO) は水に不溶であるために、水スプレー等を行っても除去することはできない。
- [0007] 前記硫酸、塩酸及び硝酸は排ガス処理装置の機器等を腐食させる問題を有することが知られており、又、微量金属である水銀は熱交換器を構成する低温のアルミニウム部材を損傷させることが分かっている。従って、これらの排ガス中の不純物は早い段階において除去することが好ましい。又、前記不純物が排ガスに混入すると二酸化炭素の純度が低下するために、圧縮・冷却によって二酸化炭素を液化するための装置機器が大型化し、液化作業が大変になるという問題がある。従って、酸素燃焼を行う石炭焚ボイラ等のように、二酸化炭素主体の排ガスを生じさせてその二酸化炭素を処分するシステムにおいては、排ガス中の不純物を除去することが非常に重要となる。
- [0008] このため、酸素燃焼を行う石炭焚ボイラ等において、特許文献1に示すように、従来の空気焚ボイラ等で用いられているスプレー塔方式或いは充填塔方式等による湿式と言われる脱硫装置を備えて硫黄酸化物を除去することが行われている。又、酸素燃焼を行う石炭焚ボイラ等からの排ガス中には石炭原料由来の窒素及び窒素酸化物が発生するため、前記脱硫装置の上流に、触媒方式等による脱硝装置を備えて窒素及び窒素酸化物を除去することが行われている。
- [0009] 上記したような湿式の脱硫装置を備えた場合には、排ガスに含まれる硫黄酸化物及び塩化水素が除去されると共に、煤塵が除去されることが知られており、更に、窒素酸化物も一部が除去されると共に、元々含有量が少ない水銀も僅かに除去されることが知られている。又、上記排ガス処理を行っても排ガス中の水銀の濃度が高い場合には、水銀除去塔を設置して吸着剤等により水銀を除去することが考えられている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2010-172878号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかし、従来の排ガス処理システムにおいては、特許文献1に示すように、スプレー塔方式或いは充填塔方式等からなる湿式の脱硫装置と、触媒方式等による脱硝装置の両方を備えて排ガス中の不純物を除去しているために、不純物除去のための装置が非常に大型且つ複雑になり設備コストが増加するという問題を有していた。

[0012] このため、排ガス中の不純物である窒素酸化物を、簡単な装置により低コストで除去できる排ガス処理システムの出現が望まれていた。

[0013] 本発明は、上記従来の問題点に鑑み、酸素燃焼装置からの排ガス中に含まれる不純物である窒素酸化物を簡単な装置により低コストで除去できるようにした圧縮機不純物除去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

[0014] 本発明は、酸素燃焼装置からの二酸化炭素主体の排ガスを二酸化炭素液化装置に供給する前の排ガス中の不純物を除去する圧縮機不純物除去システムであって、

酸素燃焼装置からの排ガスを二酸化炭素液化装置に供給して液化する目的圧力まで段階的に圧縮する複数段の圧縮機と、各圧縮機で圧縮した排ガスを冷却し、冷却によって凝縮した水分をドレンとして取り出すようにしたアフタークーラとを有する複数段の不純物分離装置と、

後段の不純物分離装置におけるアフタークーラの上流側にアルカリ剤を供給して、後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから排ガス中の不純物を除去したアルカリ剤を含むドレンを取り出すようにしたアルカリ剤供給装置と、

後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから取り出されるドレンを前段の不純物分離装置におけるアフタークーラの上流側に供給する循環ラインと

を備えた圧縮機不純物除去システムに関する。

[0015] 上記圧縮機不純物除去システムにおいて、後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから取り出されるドレンを一定量貯留するドレンタンクと、該ドレンタンクに貯留されたドレンのpHを計測するpH検出器と、該pH検出器により検出されるpH検出値が予め設定した設定値に保持されるように前記アルカリ剤供給装置に供給量信号を出力してアルカリ剤の供給量を調節する制御器とを有することは好ましい。

[0016] 又、上記圧縮機不純物除去システムにおいて、前段の不純物分離装置におけるアフタークーラからのドレンを一定量貯留する別のドレンタンクと、該別のドレンタンクに貯留されたドレンのpHを計測する別のpH検出器を備え、該別のpH検出器により検出されるpH検出値が予め設定した補正用設定値に保持されるように、前記制御器に指令信号を出力して該制御器の供給量信号を補正する別の制御器を備えたことは好ましい。

[0017] 又、上記圧縮機不純物除去システムにおいて、後段の不純物分離装置におけるアフタークーラの下流側に備えた不純物検出器と、該不純物検出器の不純物検出値が入力される前記制御器とを備え、該制御器は、不純物検出器の不純物検出値が所定値を超えたときに前記アルカリ剤供給装置によるアルカリ剤の供給を増加する指令を出すように構成されることが好ましい。

発明の効果

[0018] 本発明の圧縮機不純物除去システムによれば、圧縮機とアフタークーラを備えた後段の不純物分離装置におけるアフタークーラの上流側にアルカリ剤を供給するので、排ガス中の特に窒素酸化物からなる不純物が、後段の不純物分離装置におけるアフタークーラからアルカリ剤を含んで流出するドレンと共に取り出される。後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから取り出したドレンを少なくとも前段の不純物分離装置におけるアフタークーラ

の上流側に供給するので、排ガス中の硫黄酸化物からなる不純物が前段の不純物分離装置におけるアフタークーラからのドレンと共に取り出される。従って、排ガス中の不純物が、二酸化炭素の液化に必要な圧縮機とアフタークーラを用いて効果的に除去される。結果的に、脱硫装置、脱硝装置の小型化或いは省略を達成することができて設備コストの大幅な低減を図れるという優れた効果を奏し得る。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]酸素燃焼装置に備えた本発明の圧縮機不純物除去システムの一実施例を示す系統図である。

[図2]本発明における圧縮機不純物除去システムの他の実施例を示す系統図である。

[図3]本発明における圧縮機不純物除去システムの一実施例の変形例を示す系統図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施例を、添付図面を参照して説明する。

[0021] 図1は酸素燃焼装置に備えた本発明の圧縮機不純物除去システム100の一実施例を示す系統図である。図1中、1は微粉炭を酸素燃焼する石炭焚ボイラ1a等からなる酸素燃焼装置であり、該酸素燃焼装置1からは二酸化炭素(CO_2)を主体とする排ガス2が排出される。このような酸素燃焼装置1からの二酸化炭素主体の排ガス2を二酸化炭素液化装置3に供給して液化するために、二酸化炭素液化装置3の前段には、所定の目的圧力まで排ガス2を圧縮すると共に排ガス2中の不純物を除去するようにした圧縮機不純物除去システム100を設ける。

[0022] 図1に示す圧縮機不純物除去システム100は、前記酸素燃焼装置1からの排ガス2を段階的に目的圧力まで圧縮する複数段の圧縮機4a, 4b, 4cと、各圧縮機4a, 4b, 4cで圧縮した排ガス2を夫々の後段で冷却し、冷却によって凝縮した水分をドレンとして取り出すようにしたアフタークーラ5a, 5b, 5c(冷却機)とを有する複数段(図示例では3段)の不

純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c を有している。一般に、多段の圧縮機間に備えられるクーラはインタークーラと称されるが、本発明では説明を簡略化するために全てのクーラをアフタークーラ 5 a, 5 b, 5 c として説明する。

[0023] 二酸化炭素を液化するために前記不純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c を色々な温度・圧力条件で運転した場合について検討した結果、二酸化炭素液化装置 3 に供給する前に、二酸化炭素を 2.5 MPa まで昇圧し、 -30°C まで温度を下げた場合に圧縮機とアフタークーラの合計の作動エネルギーが最も小さくなるという知見を得た。このため、2.5 MPa を目的圧力とした。ここで、不純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c に設定する温度・圧力は、排ガス 2 の組成、水分量、運搬手段（運搬船等）によって変化するため、前記目的圧力 2.5 MPa は目安として設定したものである。又、ここで、 -40°C 以下に冷却する必要がある場合には、一般的な代替フロン冷媒が使えなくなり、アンモニア冷凍機を用いる必要があるために設備が高価になる問題がある。従って、アフタークーラ 5 による冷却温度は -30°C とすることが好ましい。

[0024] 1 台の圧縮機 4 では排ガス 2 を目的圧力である 2.5 MPa まで一気に昇圧することはできないため、本実施例では、3 台の圧縮機 4 a, 4 b, 4 c を設置して 0.75 MPa、1.5 MPa、2.5 MPa のように三段階で圧縮するようにした不純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c を構成している。尚、前記圧縮機 4 a, 4 b, 4 c の設置台数（不純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c の設置数）は 4 台以上でもよく任意の台数を設置することができる。

[0025] 上記圧力に設定した最前段の不純物分離装置 6 a においては、排ガス 2 中の殆どの水分がドレンとして取り出されるようになり、中段の不純物分離装置 6 b においては少量のドレンが取り出され、最後段の不純物分離装置 6 c では更に少量のドレンが取り出される。

[0026] 前記圧縮機不純物除去システム 100 によれば、ドレンと共に排ガス 2 中の不純物が除去されるが、圧縮機不純物除去システム 100 を経た二酸化炭素中における水銀（Hg）の濃度が設定した目標値よりも高い場合には、圧

縮機不純物除去システム 100 の下流に水銀除去塔 7 を設置して吸着剤等により水銀を除去する（図面では水銀除去塔 7 が破線で示されている）。又、前記二酸化炭素液化装置 3 の前段には、二酸化炭素液化装置 3 に供給する二酸化炭素に含まれる水分を除去するための乾燥機 8 を設けている。

[0027] 図 1 に示す圧縮機不純物除去システム 100 では、最後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c の入口（上流側）に、アルカリ剤タンク 9 のアルカリ剤 10 をポンプ 11 により供給するようにしたアルカリ剤供給装置 12 を設けている。アルカリ剤供給装置 12 によりアルカリ剤 10 を供給する位置は、最後段の不純物分離装置 6 c の圧力が最も高くなることから最後段のアフタークーラ 5 c の入口とすることが最も好ましい。尚、アルカリ剤供給装置 12 によりアルカリ剤 10 を供給する位置は、最後段の不純物分離装置 6 c に近い前段のアフタークーラ 5 b の入口とすることができる。

[0028] アルカリ剤 10 としては分散性がよく且つ固着等が生じない苛性ソーダ（ NaOH ）、水酸化マグネシウム等を用いることができるが、分散性が維持され且つ固着等の問題を解消できる場合には、石灰石（ CaCO_3 ）、生石灰（ CaO ）、消石灰（ Ca(OH)_2 ）等を用いることができる。

[0029] 又、最後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c から取り出されるドレンを一定量貯留するようにしたドレンタンク 13 を設けている。ドレンタンク 13 にはレベル調節計 14 が設けてあり、該レベル調節計 14 は検出値が常に一定値を保持するようにドレンタンク 13 のドレン出口（下流側）に設けた取出弁 15 の開度を調節するようにしている。

[0030] そして、ドレンタンク 13 の取出弁 15 から取り出されるドレンは、循環ライン 30 を介して、最前段の不純物分離装置 6 a におけるアフタークーラ 5 a の入口（上流側）に供給するようにしている。ここで、アフタークーラ 5 a の入口とは、アフタークーラ 5 a と該アフタークーラ 5 a の上流側に位置する圧縮機 4 a との間を意味する。尚、ドレンタンク 13 のドレンを循環ライン 30 により供給する位置は、最前段の不純物分離装置 6 a に近い後段のアフタークーラ 5 b の入口（上流側）とすることもできる。

[0031] 更に、前記ドレンタンク 13 には、貯留されたドレンの pH を計測する pH 検出器 16 が設けてあり、該 pH 検出器 16 により検出された pH 検出値 16a は制御器 17 に入力されている。そして、制御器 17 は、前記 pH 検出器 16 により検出される pH 検出値 16a が予め設定した設定値 I に保持されるように、前記アルカリ剤供給装置 12 に供給量信号 17a を出力して、アルカリ剤 10 の供給量を調節している。

[0032] 又、最後段の不純物分離装置 6c におけるアフタークーラ 5c から排ガス 2 が導出される出口（下流側）には、排ガス 2 中の不純物（例えば、窒素酸化物）を検出する不純物検出器 18 が設置してあり、該不純物検出器 18 の不純物検出値 18a が前記制御器 17 に入力されている。そして、前記制御器 17 は、前記不純物検出器 18 による例えば窒素酸化物の不純物検出値 18a が所定値を超えたときは緊急時として、前記アルカリ剤供給装置 12 によるアルカリ剤 10 の供給を増加する供給量信号 17a（増加指令）を出力する制御を行うようにしている。ここで不純物検出器 18 の設置場所は、ドレン中の不純物を速やかに検出し得るようにアフタークーラ 5c の出口が好ましいが、アフタークーラ 5c の下流側でアフタークーラ 5c から乾燥機 8（又は水銀除去塔 7）までの位置に設置することもできる。

[0033] 又、最前段の不純物分離装置 6a における圧縮機 4a には、酸素燃焼装置 1 からの不純物を含んだ排ガス 2 が供給されることから腐食を生じることが懸念されるため、最前段の不純物分離装置 6a の圧縮機 4a は、耐熱性のニッケル合金であるハステロイ（登録商標）等からなる腐食防止材料により構成することが好ましい。ここで腐食防止材料は、耐熱性のニッケル合金に限定されるものではなく、耐腐食性及び耐熱性を有するならば、他の金属、合金、無機物等で構成されていてもよい。又、前記圧縮機 4a は、ブレード（羽根）を有する圧縮機以外に、ブレードを有しないギヤターボチャージャ方式の圧縮機であってもよい。

[0034] 次に上記実施例の作動を説明する。

[0035] 図 1 の酸素燃焼装置 1 で酸素燃焼した二酸化炭素主体の排ガス 2 は、例え

ば0.1 MPa（1気圧）の圧力で、不純物除去システム100の最前段の不純物分離装置6aにおける圧縮機4aに導かれ、該圧縮機4aにより0.7 MPaに加圧される。圧縮機4aで0.7 MPaに加圧された排ガス2は、循環ライン30で供給されるドレンタンク13からのドレンと共に、隣接するアフタークーラ5aに供給されて冷却され、アフタークーラ5aからは多量のドレンが取り出される。

[0036] 前記アフタークーラ5aで冷却された排ガス2は、後段（次段）の不純物分離装置6bにおける圧縮機4bに導かれて1.5 MPaに加圧され、1.5 MPaに加圧された排ガス2は隣接するアフタークーラ5bにより冷却され、アフタークーラ5bからは前記アフタークーラ5aに比して少ない量のドレンが取り出される。

[0037] 前記アフタークーラ5bで冷却された排ガス2は、最後段の不純物分離装置6cにおける圧縮機4cに導かれて2.5 MPaに加圧される。圧縮機4cで2.5 MPaに加圧された排ガス2は、アルカリ剤供給装置12から供給されるアルカリ剤10と共に、隣接するアフタークーラ5cに供給されて冷却される。アフタークーラ5cからはアルカリ剤10を含むドレンが取り出されてドレンタンク13に供給される。

[0038] 最後段の不純物分離装置6cにおける前記アフタークーラ5cに導入される排ガス2は、前記圧縮機4a, 4b, 4cにより順次昇圧されて2.5 MPaまで加圧されるため、排ガス2中に存在する一酸化窒素（NO）は加圧により酸化が促進されることによって水溶性の窒素酸化物（NO₂）に変わる。更に、最後段の不純物分離装置6cにおけるアフタークーラ5cの上流側にアルカリ剤10が供給されてpHが高く保持されることにより、窒素酸化物はドレンへの溶解性が高まり、これによって、窒素酸化物は高い除去率で除去される。

[0039] 前記ドレンタンク13に取り出されるドレンには、未反応のアルカリ剤10が存在しているため、前記ドレンタンク13のドレンは、循環ライン30を介して、最前段の不純物分離装置6aにおけるアフタークーラ5aの上流

側に供給される。すると、前記アフタークーラ 5 a に導入される排ガス 2 中の水溶性の不純物である硫黄酸化物及び塩化水素は、前記循環ライン 30 によってアフタークーラ 5 a の上流側に供給される未反応のアルカリ剤 10 によって効果的に除去されるようになる。即ち、水溶性の不純物である硫黄酸化物及び塩化水素は、最前段の不純物分離装置 6 a から大量に取り出されるドレンによって、比較的高い除去率で除去される。このとき、前記したように、未反応のアルカリ剤 10 を含有するドレンを、循環ライン 30 によって前段の不純物分離装置 6 a におけるアフタークーラ 5 a の上流側に供給しているので、硫黄酸化物及び塩化水素の除去率は更に高められる。不純物を含むドレンは図示しない排水処理装置に供給されて処理される。

[0040] 前記したように圧縮機不純物除去システム 100 によって排ガス 2 中の不純物が除去された二酸化炭素は、必要に応じて水銀除去塔 7 により水銀を除去し、乾燥機 8 に送られて水分が除去された後、二酸化炭素液化装置 3 に供給され、冷却により液化される。

[0041] 図 2 は本発明における圧縮機不純物除去システムの他の実施例を示す系統図であり、この実施例では、最前段の不純物分離装置 6 a のアフタークーラ 5 a に、該アフタークーラ 5 a からのドレンを一定量貯留する別のドレンタンク 19 を設けている。別のドレンタンク 19 にはレベル調節計 20 が設けてあり、該レベル調節計 20 は検出値が常に一定値を保持するように別のドレンタンク 19 の出口（下流側）に設けた取出弁 20' の開度を調節するようにしている。

[0042] 更に、別のドレンタンク 19 には、貯留されたドレンの pH を計測する別の pH 検出器 21 が設けてあり、該別の pH 検出器 21 により検出された pH 検出値 21 a は別の制御器 22 に入力されている。そして、別の制御器 22 は、別の pH 検出器 21 により検出される pH 検出値 21 a が予め設定した補正用設定値 11 に保持されるように、前記制御器 17 に指令信号 23 を出力して該制御器 17 の供給量信号 17 a を補正するようにしている。ここで、前記ドレンタンク 13 内のドレンの pH はおよそ 4 ~ 6 の範囲に設定す

ることができる。

[0043] 図2の実施例によれば、別のドレンタンク19のドレンのpH検出値21aが、補正用設定値11に保持されるように、別の制御器22から前記制御器17に指令信号23を出力して制御器17の供給量信号17aを補正するようにしたので、結果的に別のドレンタンク19に取り出されるドレンにおけるアルカリ剤10の濃度が好適に保持されることになる。これによって、最前段の不純物分離装置6aによる不純物、特に硫黄酸化物及び塩化水素の除去率が大幅に高められるようになる。

[0044] 図3は、本発明における圧縮機不純物除去システムの変形例を示す系統図である。図3の変形例では、前記圧縮機不純物除去システム100の下流である最後段の不純物分離装置6cの下流に、バイパスダクト25を設けると共に、該バイパスダクト25に湿式の脱硫・脱硝装置26を設け、更に、切替弁27、28、29を備えて前記脱硫・脱硝装置26に排ガス2を通す流れと通さない流れとに切り替えられるようにしている。

[0045] 前記バイパスダクト25に前記脱硫・脱硝装置26備えた構成では、必要に応じて排ガス2を前記脱硫・脱硝装置26に供給することによって、必要な時に排ガス中の不純物を更に低減することができる。このとき、前記圧縮機不純物除去システム100による圧縮によって前記脱硫・脱硝装置26に導かれる排ガス2の量（容積）は著しく小さくなっているため、前記脱硫・脱硝装置26は著しく小型（従来の数十分の1）のものをを用いることができる。

[0046] 上記したように、本発明の圧縮機不純物除去システム100では、後段の不純物分離装置6cにおけるアフタークーラ5cの上流側にアルカリ剤を供給して、後段の不純物分離装置6cにおけるアフタークーラ5cから排ガス中の不純物を除去したアルカリ剤を含むドレンを取り出すようにしたアルカリ剤供給装置12を備え、更に、後段の不純物分離装置6cにおけるアフタークーラ5cから取り出されるドレンを前段の不純物分離装置6aにおけるアフタークーラ5aの上流側に供給する循環ライン30を備えたので、排ガ

ス 2 中の不純物を、簡単な装置により低コストで効果的に除去することができる。

[0047] 即ち、最も高圧となっている最後段の不純物分離装置 6 c では排ガス 2 中の一酸化窒素 (NO) は水溶性の窒素酸化物 (NO_2) に変化しているため、窒素酸化物を含む高圧の排ガス 2 を冷却するアフタークーラ 5 c の上流側にアルカリ剤 10 を供給すると、ドレンの pH が高まることによって、ドレンに対する窒素酸化物の溶解性が高められ、窒素酸化物は高い除去率で除去される。

[0048] 又、前記ドレンタンク 13 のドレンを、循環ライン 30 により最前段の不純物分離装置 6 a におけるアフタークーラ 5 a の上流側に供給するようにしたので、ドレンに含まれる未反応のアルカリ剤 10 を利用して、前記アフタークーラ 5 a に導入される排ガス 2 中の水溶性の不純物である硫黄酸化物及び塩化水素を効果的に除去することができる。

[0049] 上記したように、本発明の圧縮機不純物除去システム 100 によれば、二酸化炭素の液化に必要な圧縮機 4 とアフタークーラ 5 を用いて、排ガス 2 中の不純物を効果的に除去することができ、結果的に脱硫装置、脱硝装置の小型化或いは省略化を達成して設備コストを大幅に低減することができる。

[0050] 又、本発明の圧縮機不純物除去システム 100 において、最後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c からのドレンを貯留するドレンタンク 13 と、該ドレンタンク 13 に貯留されたドレンの pH を計測する pH 検出器 16 と、該 pH 検出器 16 により検出される pH 検出値 16 a に基づいて前記アルカリ剤供給装置 12 によるアルカリ剤 10 の供給量を調節する制御器 17 を備えることができる。すると、アルカリ剤 10 の供給が適切に制御されて排ガス 2 中の不純物が一層効果的に除去される。更に、アルカリ剤 10 の使用量が適切に制御されるので、アルカリ剤のコストが抑制される。

[0051] 又、本発明の圧縮機不純物除去システム 100 において、最前段の不純物分離装置 6 a におけるアフタークーラ 5 a からのドレンを一定量貯留する別

のドレンタンク 19 と、該別のドレンタンク 19 に貯留されたドレンの pH を計測する別の pH 検出器 21 を備え、該別の pH 検出器 21 により検出される pH 検出値 21 a が予め設定した補正用設定値 11 に保持されるように、前記制御器 17 に指令信号 23 を出力して制御器 17 の供給量信号 17 a を補正する別の制御器 22 を備えことができる。すると、前記ドレンタンク 19 のドレンにおけるアルカリ剤 10 の濃度が好適な状態に保持されるため、最前段の不純物分離装置 6 a による不純物の除去、特に硫黄酸化物及び塩化水素の除去率が大幅に高められるようになる。

[0052] 又、本発明の圧縮機不純物除去システム 100 において、最後段の不純物分離装置 6 c におけるアフタークーラ 5 c の下流側に備えた不純物検出器 18 と、該不純物検出器 18 の不純物検出値 18 a が入力される前記制御器 17 を備え、該制御器 17 は、不純物検出器 18 の不純物検出値 18 a が所定値を超えたときに前記アルカリ剤供給装置 12 によるアルカリ剤 10 の供給を増加する指令を行うように構成される。これにより、圧縮機不純物除去システム 100 を経た排ガス 2 中の不純物が急激に増加するような問題を防止することができる。

[0053] 尚、本発明の圧縮機不純物除去システムは、上述の実施例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

産業上の利用可能性

[0054] 本発明の圧縮機不純物除去システムは、酸素燃焼装置からの二酸化炭素主体の排ガスを二酸化炭素液化装置に供給する前に、圧縮機とアフタークーラからなる不純物分離装置を用いて不純物を除去する際に適用できる。

符号の説明

- [0055]
- 1 酸素燃焼装置
 - 2 排ガス
 - 3 二酸化炭素液化装置
 - 4 圧縮機

- 4 a, 4 b, 4 c 圧縮機
- 5 アフタークーラ
- 5 a, 5 b, 5 c アフタークーラ
- 6 a, 6 b, 6 c 不純物分離装置
- 9 アルカリ剤タンク
- 10 アルカリ剤
- 12 アルカリ剤供給装置
- 13 ドレンタンク
- 16 pH検出器
- 16 a pH検出値
- 17 制御器
- 17 a 供給量信号
- 18 不純物検出器
- 18 a 不純物検出値
- 19 別のドレンタンク
- 21 別のpH検出器
- 21 a pH検出値
- 22 別の制御器
- 23 指令信号
- 30 循環ライン
- I 設定値
- I I 補正用設定値

請求の範囲

[請求項1] 酸素燃焼装置からの二酸化炭素主体の排ガスを二酸化炭素液化装置に供給する前の排ガス中の不純物を除去する圧縮機不純物除去システムであって、

酸素燃焼装置からの排ガスを二酸化炭素液化装置に供給して液化する目的圧力まで段階的に圧縮する複数段の圧縮機と、各圧縮機で圧縮した排ガスを冷却し、冷却によって凝縮した水分をドレンとして取り出すようにしたアフタークーラとを有する複数段の不純物分離装置と、

後段の不純物分離装置におけるアフタークーラの上流側にアルカリ剤を供給して、後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから排ガス中の不純物を除去したアルカリ剤を含むドレンを取り出すようにしたアルカリ剤供給装置と、

後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから取り出されるドレンを前段の不純物分離装置におけるアフタークーラの上流側に供給する循環ラインとを備えた圧縮機不純物除去システム。

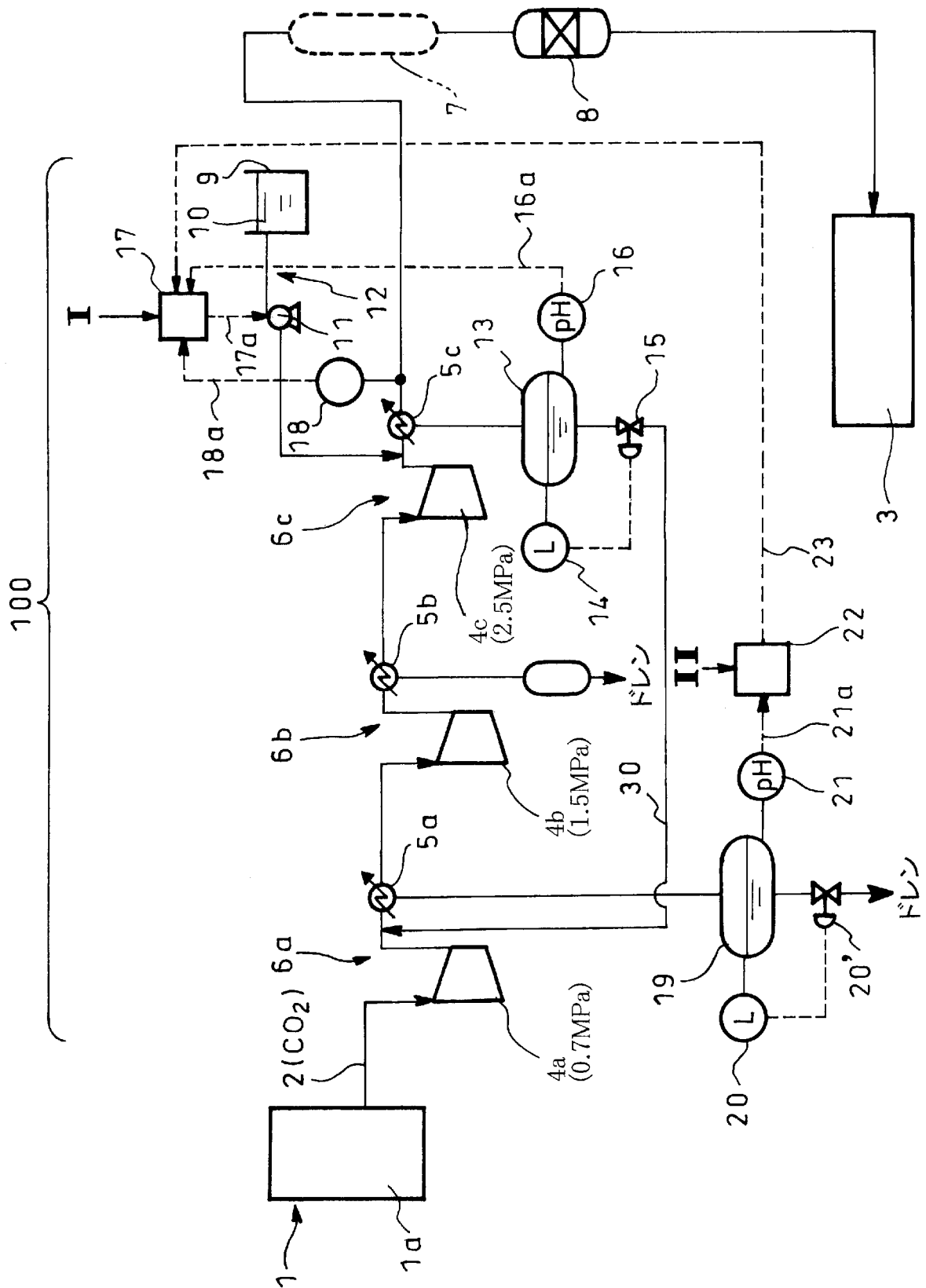
[請求項2] 後段の不純物分離装置におけるアフタークーラから取り出されるドレンを一定量貯留するドレンタンクと、該ドレンタンクに貯留されたドレンのpHを計測するpH検出器と、該pH検出器により検出されるpH検出値が予め設定した設定値に保持されるように前記アルカリ剤供給装置に供給量信号を出力してアルカリ剤の供給量を調節する制御器とを備えた請求項1に記載の圧縮機不純物除去システム。

[請求項3] 前段の不純物分離装置におけるアフタークーラからのドレンを一定量貯留する別のドレンタンクと、該別のドレンタンクに貯留されたドレンのpHを計測する別のpH検出器を備え、該別のpH検出器により検出されるpH検出値が予め設定した補正用設定値に保持されるように、前記制御器に指令信号を出力して該制御器の供給量信号を補正

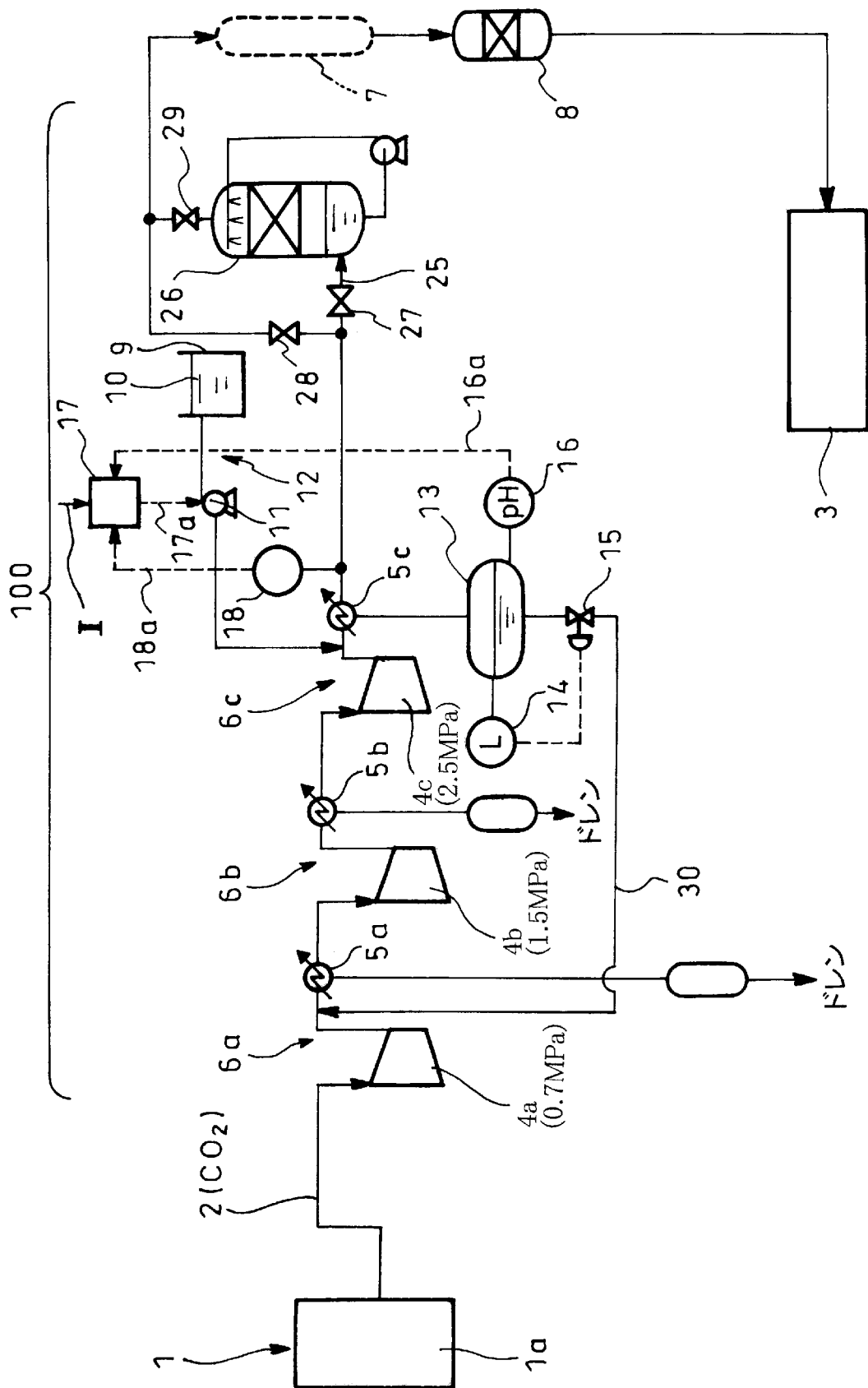
する別の制御器を備えた請求項 2 に記載の圧縮機不純物除去システム。
。

[請求項 4] 後段の不純物分離装置におけるアフタークーラの下流側に備えた不純物検出器と、該不純物検出器の不純物検出値が入力される前記制御器とを備え、該制御器は、不純物検出器の不純物検出値が所定値を超えたときに前記アルカリ剤供給装置によるアルカリ剤の供給を増加する指令を出すように構成した請求項 2 又は 3 に記載の圧縮機不純物除去システム。

[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005973

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/50(2006.01)i, B01D53/56(2006.01)i, B01D53/62(2006.01)i, B01D53/68(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, F23J15/00(2006.01)i, F23J15/06(2006.01)i, F25J3/08(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D53/34, C01B31/20, F25J1/00-3/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/107953 A1 (IHI Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), entire text; all drawings & CN 103347591 A & US 2013/0319040 A1	1-4
A	JP 2012-143699 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 02 August 2012 (02.08.2012), claims (Family: none)	1-4

☒ 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
15 January, 2014 (15.01.14)

Date of mailing of the international search report
28 January, 2014 (28.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005973

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-507773 A (Foster Wheeler Energy Corp.), 11 March 2010 (11.03.2010), paragraph [0031] & US 2008/0184880 A1 & EP 2084371 A2 & WO 2008/050289 A2 & CA 2667522 A & KR 10-2009-0075732 A & CN 101553645 A & RU 2394992 C	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/50(2006.01)i, B01D53/56(2006.01)i, B01D53/62(2006.01)i, B01D53/68(2006.01)i,
B01D53/77(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, F23J15/00(2006.01)i, F23J15/06(2006.01)i,
F25J3/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/34, C01B31/20, F25J1/00-3/00

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	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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 (JDreamIII)

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	WO 2012/107953 A1（株式会社 IHI）2012.08.16, 全文, 全図 & CN 103347591 A & US 2013/0319040 A1	1-4
A	JP 2012-143699 A（バブコック日立株式会社）2012.08.02, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-4

☒ 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

1 5 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 1 . 2 0 1 4

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）

山本 吾一

4 Q

3 1 2 8

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-507773 A (フォスター・ホイーラー・エナジー・コーポ レイション) 2010.03.11, 【0031】 & US 2008/0184880 A1 & EP 2084371 A2 & WO 2008/050289 A2 & CA 2667522 A & KR 10-2009-0075732 A & CN 101553645 A & RU 2394992 C	1-4