

(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 4 月 17 日(17.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/057652 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/JP2013/005971
- (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 2012-223819 2012 年 10 月 9 日(09.10.2012) 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).

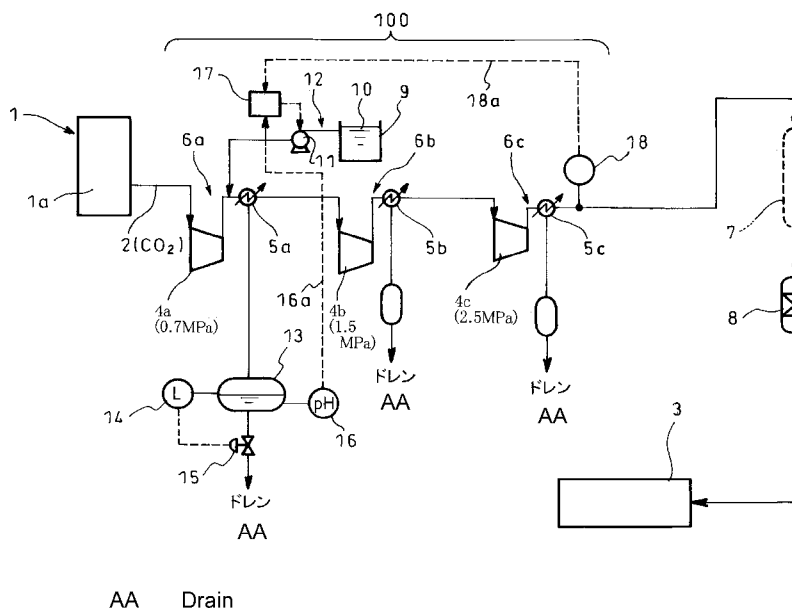
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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: COMPRESSOR IMPURITY-REMOVAL SYSTEM

(54) 発明の名称: 圧縮機不純物除去システム



(57) Abstract: In the present invention, a simple device is used to remove impurities from a waste gas from an oxygen-combustion device, thereby reducing equipment costs. The present invention is a compressor impurity-removal system that compresses and removes impurities from a primarily-carbon-dioxide waste gas (2) from an oxygen-combustion device (1) before said waste gas (2) is supplied to a carbon-dioxide liquefaction device (3). Said compressor impurity-removal system is provided with a plurality of impurity-separation devices (6a, 6b, 6c) that have the following: a plurality of compressors (4a, 4b, 4c) that incrementally compress the waste gas (2) from the oxygen-combustion device (1) to a target pressure for liquefying carbon dioxide; and aftercoolers (5a, 5b, 5c) that cool the waste gas (2) compressed by the respective compressors (4a, 4b, 4c) and extract, via drains, moisture that has condensed due to the cooling. The compressor impurity-removal system is also provided with an alkaline-agent supply device (12) that supplies an alkaline agent (10) upstream of at least the aftercooler (5a) in the first impurity-separation device (6a). The im-

purities in the waste gas (2) are thus extracted via a drain containing an alkaline agent (10).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/057652 A1



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し、設備コストを低減させる。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 に供給する前に圧縮して排ガス 2 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 1 からの排ガス 2 を二酸化炭素を液化するための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 4 a, 4 b, 4 c 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、少なくとも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 の上流側にアルカリ剤 10 を供給するアルカリ剤供給装置 12 と、を備え、排ガス 2 中の不純物をアルカリ剤 10 を含むドレンにより取り出すよう構成した。

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。

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 ）の排出量を低減する技術の一つとして、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。この石炭焚ボイラは、酸化剤として空気の代わりに酸素を使用することで、二酸化炭素（ CO_2 ）を主体とする燃焼排ガスが発生し、この高二酸化炭素濃度の排ガスを圧縮・冷却することで液化二酸化炭素として回収し処分することが考えられている。又、処分の1つとして液化二酸化炭素を地中に貯蔵することも考えられている。この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がある。

[0003] 上記特許文献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 ）、煤塵等の不純物が含まれる。

[0004] 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 ）は水に溶解して塩酸となる。このため、このような水溶性を示す硫黄酸化物及び塩化水素については水と接触させることで分離できる。

[0005] 一方、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。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、窒素の殆どが一

酸化窒素（NO）として存在しており、この一酸化窒素は水に不溶であるためにスプレー等を行っても除去することはできない。

[0006] 前記、硫酸、塩酸及び硝酸は排ガス処理装置の機器を腐食させる問題を有しており、又、前記微量金属である水銀は熱交換器の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・冷却による液化が大変であり装置機器が大型化するという問題がある。更に、二酸化炭素を液化して地中に所蔵する際に硫黄酸化物が混入していると、硫黄酸化物が地中のカルシウムと反応して貯蔵の密閉性に問題を生じる可能性があることが懸念されている。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。

[0007] このため、酸素燃焼を行う石炭焚ボイラ等においては、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からなる湿式と言われる脱硫装置を備えることにより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。このため、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。

[0008] 又、上記した湿式の脱硫装置では、水溶性の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、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水銀を吸着剤等により除去することが考えられている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 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

[0010] 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通常の排ガスラインに備えて排ガス中の不純物を除去している。しかし、処理する排ガスの量（容積）が大きいことから不純物除去のための前記装置が非常に大型となり、しかも複雑な構成が必要となって設備コストが増加するという問題を有していた。

[0011] 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特に水溶性の不純物を簡単な装置により効果的に除去して、設備コストの低減を図れ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

[0012] 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を液化するための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、

少なくとも最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アルカリ剤を供給するアルカリ剤供給装置と、を備え、

排ガス中の不純物を、不純物分離装置によって分離されるアルカリ剤を含むドレンにより取り出すよう構成した圧縮機不純物除去システム、に関する。

[0013] 上記圧縮機不純物除去システムにおいて、最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検出値に基づいて前記アルカリ剤供給装置によるアルカリ剤の供給量を調節する制御器と、を備えることは好ましい。

[0014] 又、上記圧縮機不純物除去システムにおいて、最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ように構成することが好ましい。

[0015] 又、上記圧縮機不純物除去システムにおいて、最前段の不純物分離装置よりも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アルカリ剤供給装置を備えることができる。

発明の効果

[0016] 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有した最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アルカリ剤を供給するアルカリ剤供給装置を備えて、排ガス中の不純物をドレンに溶解させて除去するようにした。これによって、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排ガス中の特に水溶性の不純物を効果的に除去することができ、結果的に装置の大型化及び複雑化を防止して設備コストの大幅な低減が図れるという優れた効果を奏し得る。

図面の簡単な説明

[0017] [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変形例を示す系統図である。

[図4]最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ア

ルカリ剤の添加量と硫黄酸化物除去率との関係を示した線図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施例を、添付図面を参照して説明する。

[0019] 図1は酸素燃焼装置1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り、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1である。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の前段において、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圧縮機不純物除去システム100を設ける。

[0020] 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6a, 6b, 6c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全てのクーラをアフタークーラ5a, 5b, 5cとして説明する。

[0021] 二酸化炭素を液化するために前記不純物分離装置6a, 6b, 6c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2.5MPaまで昇圧し、 -30°C まで温度を下げた場合に圧縮機4とアフタークーラ5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、2.5MPaを目的圧力とした。ここで、不純物分離装置6a, 6b, 6c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)の条件によって変化するため、前記目的圧力2.5MPaは目安として設定した。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 程度とすることが好ましい。

[0022] 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。このため、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 のように三段階に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。

[0023] 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。

[0024] 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、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ようにしている（図面では水銀除去塔 7 を破線で示している）。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 に供給され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。

[0025] 図 1 に示す圧縮機不純物除去システム 100 では、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 の排気ガス 2 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 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。ここで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、アフタークーラ 5 a に近い入口とすることができる。

が、アフタークーラ 5 a と該アフタークーラ 5 a の上流側における圧縮機 4 a との間の任意の位置とすることができる。

[0026] 更に、最前段の不純物分離装置 6 a には、アフタークーラ 5 a 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 1 3 を設けている。ドレンタンク 1 3 にはレベル調節計 1 4 が設けてある。このレベル調節計 1 4 は検出値が常に一定値を保持するようにドレンタンク 1 3 のドレン出口（下流側）に設けた取出弁 1 5 の開度を調節する。

[0027] 更に、前記ドレンタンク 1 3 には、貯留されたドレンの pH を計測する pH 検出器 1 6 が設けてあり、該 pH 検出器 1 6 により検出した pH 検出値 1 6 a は制御器 1 7 に入力されている。そして、制御器 1 7 は、前記 pH 検出器 1 6 により検出される pH 検出値 1 6 a が所定の値に保持されるようにポンプ 1 1 を制御して、前記アルカリ剤供給装置 1 2 によるアルカリ剤 1 0 の供給量を調節している。

[0028] 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、硫黄酸化物、塩化水素）を検出する不純物検出器 1 8 を設置して、その不純物検出値 1 8 a を前記制御器 1 7 に入力する。該制御器 1 7 は、前記不純物検出器 1 8 による硫黄酸化物或いは塩化水素の不純物検出値 1 8 a が所定値を超えたとき、緊急時として前記アルカリ剤供給装置 1 2 によるアルカリ剤 1 0 の供給を増加する制御を行うようにしている。ここで不純物検出器 1 8 の設置場所は、排ガス 2 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 5 c の出口が好ましいが、アフタークーラ 5 c の下流側でアフタークーラ 5 c から乾燥機 8（または水銀除去塔 7）までの位置に設置することも可能である。

[0029] 又、最前段の不純物分離装置 6 a における圧縮機 4 a 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。このため、最前段の不純物分離装置 6 a の圧縮機 4 a は、耐熱性のニッケル合金であるハステロイ（登録商標）等の腐食防止材料によって

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ない。腐食防止材料は、耐腐食性及び耐熱性を有するならば、他の金属、合金、無機物等であってもよい。又、前記圧縮機 4 a 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。

[0030] 次に上記実施例の作動を説明する。

[0031] 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）で圧縮機不純物除去システム 100 の最前段の不純物分離装置 6 a における圧縮機 4 a に導かれ、該圧縮機 4 a により 0.7 MPa に圧縮される。圧縮機 4 a で 0.7 MPa に圧縮された排ガス 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 5 c に供給されて冷却され、冷却によって多量に生成したドレンはアルカリ剤 10 と共にドレンタンク 13 に取り出される。

[0032] 最前段の不純物分離装置 6 a は、圧縮機 4 a による圧縮とアフタークーラ 5 a による冷却とを行うことでドレンの発生が最も多い部位であり、この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 c の上流側にアルカリ剤 10 を供給することで pH が高くなる。これによって、特に排ガス 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、ドレンへの溶解性が高められて、効果的に除去される。ここで、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。又、前記圧縮機 4 a での圧縮により窒素の一部も窒素酸化物となり水溶性となることによりドレンに溶け込んで除去される。

[0033] 最前段の不純物分離装置 6 a を出た排ガス 2 は、後段の不純物分離装置 6 b に導かれる。しかし、前記排ガス 2 には反応に供し得なかったアルカリ剤 10 が一部存在している。このため、後段の不純物分離装置 6 b においても、少ないドレンと共に不純物の除去が行われ、更に、排ガス 2 は、最後段の不純物分離装置 6 c に導かれて、更に少ないドレンと共に不純物が除去される。不純物を含むドレンは排水処理装置に供給されて処理される。

[0034] ここで、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 の上流側にアルカリ剤 1 0 を供給すると、排ガス 2 の pH が高められることにより、後段の不純物分離装置 6 b, 6 c における圧縮機 4 b, 4 c の材料を腐食環境から守ることができる。

[0035] ここで、本発明者らは、最前段の不純物分離装置 6 a におけるアルカリ剤 (NaOH) の添加量 (kg/h r) と、硫黄酸化物 (SO₂) 除去率との関係を求めるシミュレーション試験を実施し、その結果を図 4 に示した。

[0036] 図 4 に示すように、上記試験では、アルカリ剤の添加量が小さいとき硫黄酸化物除去率は 2 % 前後であった。しかし、アルカリ剤の添加量が増加して 2.4 (kg/h r) 付近となったときに硫黄酸化物除去率は急激に上昇し、添加量が 2.7 (kg/h r) 付近では 98 % 程度まで上昇することが判明した。尚、この硫黄酸化物の除去率の傾向は塩化水素においても同様となることが推測される。

[0037] 従って、上記したように、硫黄酸化物除去率が急激に上昇して高い値を示すときのアルカリ剤 1 0 の添加量と、その時のドレンタンク 1 3 の pH を予め測定しておき、実際の運転時には、予め測定しておいた pH が維持されるようにアルカリ剤供給装置 1 2 によるアルカリ剤 1 0 の供給量を制御すると、特に腐食性が高いとされる硫黄酸化物及び塩化水素を含む水溶性の不純物は、極めて高い除去率で効果的に除去されるようになる。

[0038] 更に、後段の不純物分離装置 6 b, 6 c においては、ドレンと共に残りの硫黄酸化物及び塩化水素が除去されるため、硫黄酸化物及び塩化水素の除去率は更に高められる。

[0039] 又、不純物分離装置 6 a, 6 b, 6 c によって排ガス 2 の圧力が段階的に高められるため、排ガス 2 中の窒素も圧力の増加により酸化が促進されて水溶性の窒素酸化物となる。これによって、後段の不純物分離装置 6 b, 6 c に向かうほど、ドレンと共に多くの窒素酸化物が取り出されるようになるので、窒素酸化物も除去される。

[0040] 前記したように圧縮機不純物除去システム 1 0 0 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 の後段に設けられる不純物分離装置 6 b に、最前段の不純物分離装置 6 a に備えたものと同一のアルカリ剤供給装置 1 2、ドレンタンク 1 3 及び制御器 1 7 を備えたものである。

[0042] 図 2 の実施例によれば、後段の不純物分離装置 6 b での不純物の除去率が高まるため、図 1 の実施例に対して不純物の除去率を更に高めることができる。尚、上記アルカリ剤供給装置 1 2、ドレンタンク 1 3 及び制御器 1 7 の構成は、前記後段の不純物分離装置 6 b よりも更に後段の（最後段の）不純物分離装置 6 c に設けることもできる。

[0043] 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り、この変形例では、前記圧縮機不純物除去システム 1 0 0 の下流である最後段の不純物分離装置 6 c の出口に、バイパスダクト 2 0 を設けると共に、該バイパスダクト 2 0 に湿式の脱硫・脱硝装置 2 1 を設け、更に、切替弁 2 2, 2 3, 2 4 を備えて前記脱硫・脱硝装置 2 1 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。

[0044] 前記バイパスダクト 2 0 に脱硫・脱硝装置 2 1 を備えた構成では、排ガス 2 を必要に応じて脱硫・脱硝装置 2 1 に導くことにより、排ガス 2 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 1 0 0 の各圧縮機 4 a, 4 b, 4 c による圧縮によって圧縮機不純物除去システム 1 0 0 から導出される排ガス 2 の流量は著しく小さくなっているため、前記脱硫・脱硝装置 2 1 には著しく小型（従来の数十分の 1）のものをを用いることができる。

[0045] 上記したように、本発明の圧縮機不純物除去システム 1 0 0 によれば、圧縮機 4 a とアフタークーラ 5 a を有した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、アルカリ剤10を供給するアルカリ剤供給装置12を備えたことにより、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、結果的に装置の大型化及び複雑化を防止して設備コストの大幅な低減を図ることができる。

[0046] 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を備えると、アルカリ剤10を適切に供給して排ガス2中の不純物をより効果的に除去でき、更に、アルカリ剤10の使用量を適切に制御することによりコストを抑制することができる。

[0047] 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を備えると、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は前記アルカリ剤供給装置12によるアルカリ剤10の供給を増加するように制御して、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。

[0048] 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よりも後段の不純物分離装置6 b, 6 cにおけるアフタークーラ5 b, 5 cの上流側に、アルカリ剤10を供給するアルカリ剤供給装置12を備えると、水溶性の不純物の殆どを除去できることに加えて、非水溶性の不純物である窒素を窒素酸化物に変化させて高い除去率で除去することができる。

[0049] 又、本発明の圧縮機不純物除去システム100においては、最前段の不純物分離装置6 aの圧縮機4 aによる圧縮とアフタークーラ5 aによる冷却と

により最も多くのドレンが発生する部位の排ガス 2 にアルカリ剤 10 を供給したので、簡単な装置により、水溶性の不純物である硫黄酸化物及び塩化水素を極めて高い除去率で効果的に除去することができる。

[0050] 又、本発明の圧縮機不純物除去システム 100 においては、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 の上流側にアルカリ剤 10 を供給したことにより、排ガス 2 の pH が高められることにより、後段の不純物分離装置 6 b, 6 c における圧縮機 4 b, 4 c の材料を腐食環境から守ることができる。

尚、本発明の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ない。本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更できる。

産業上の利用可能性

[0051] 本発明の圧縮機不純物除去システムは、水溶性の不純物を含む排ガスを排出する酸素燃焼装置に適用することができる。

符号の説明

- [0052]
- 1 酸素燃焼装置
 - 1 a 石炭焚ボイラ（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
 - 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

- 1 7 制御器
- 1 8 不純物検出器
- 1 8 a 不純物検出値
- 1 0 0 圧縮機不純物除去システム

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を液化するための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、

少なくとも最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アルカリ剤を供給するアルカリ剤供給装置と、を備え、

排ガス中の不純物を、不純物分離装置によって分離されるアルカリ剤を含むドレンにより取り出すよう構成した圧縮機不純物除去システム。

[請求項2] 最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検出値に基づいて前記アルカリ剤供給装置による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] 最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、

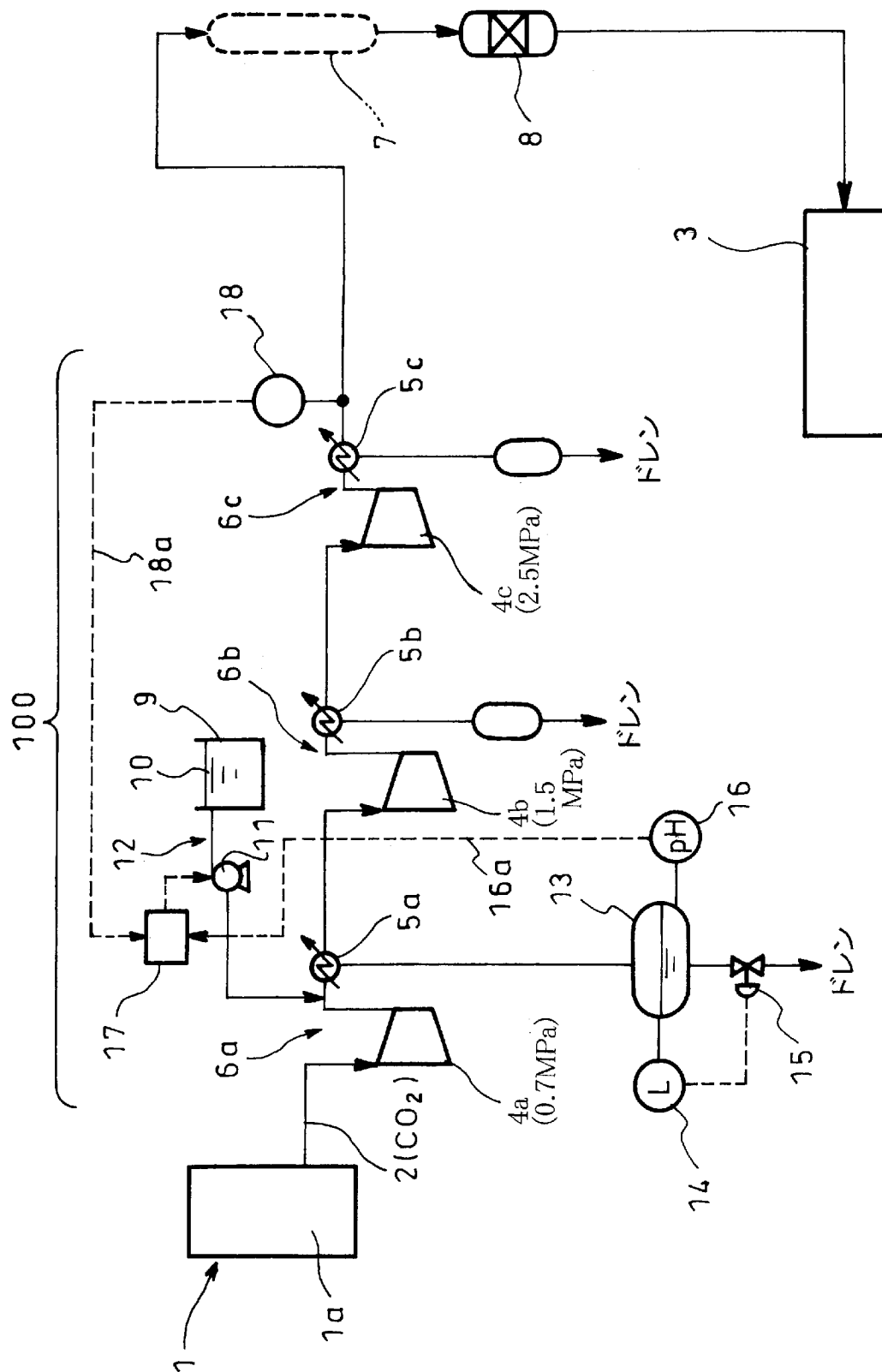
該不純物検出器の不純物検出値が入力される前記制御器と、を備え、

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ように構成した請求項2に記載の圧縮機不純物除去システム。

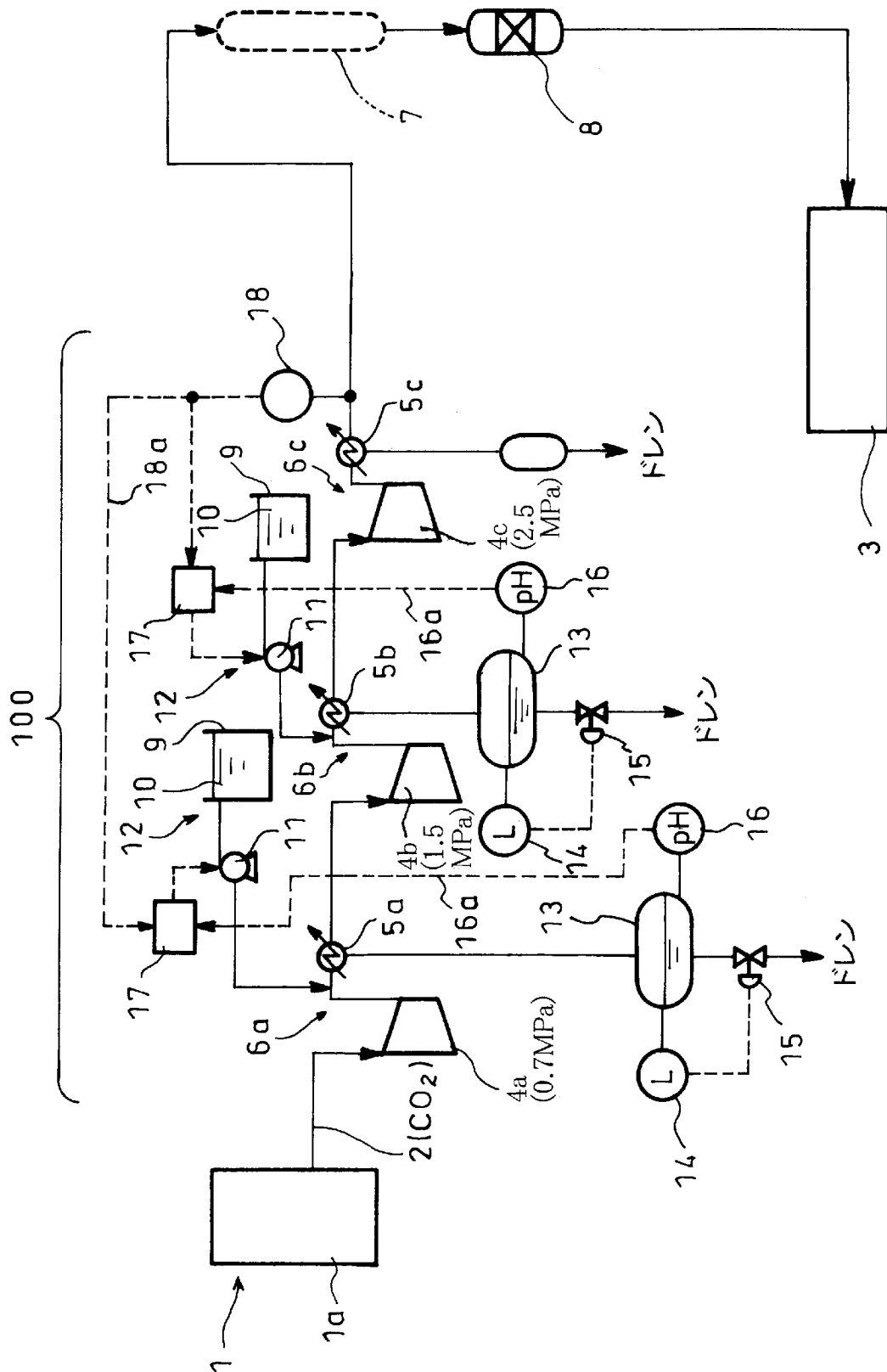
[請求項4] 最前段の不純物分離装置よりも後段の不純物分離装置におけるアフ

タークーラの上流側に、アルカリ剤を供給するアルカリ剤供給装置を備えた請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の圧縮機不純物除去システム。

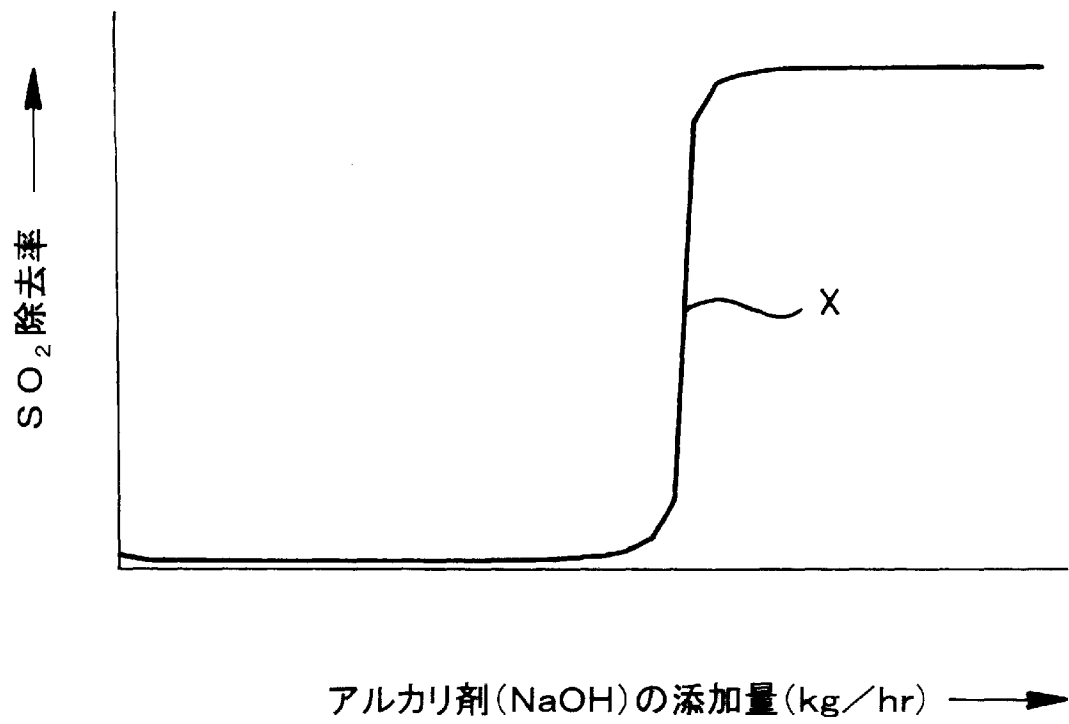
[図1]



[図2]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005971

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/JP2013/005971

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