(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 12 月 18 日(18.12.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/199797 A1

(51) 国際特許分類:
B01D 53/50 (2006.01) ***B01D 53/64*** (2006.01)
B01D 5/00 (2006.01) ***B01D 53/68*** (2006.01)
B01D 53/18 (2006.01) ***B01D 53/77*** (2006.01)
B01D 53/56 (2006.01) ***C01B 31/20*** (2006.01)
B01D 53/62 (2006.01) *B01D 53/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/063625

(22) 国際出願日: 2014 年 5 月 22 日(22.05.2014)

(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 2013-121486 2013 年 6 月 10 日(10.06.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社ＩＨＩ (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ＩＨＩ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人　山田特許事務所(PATENT 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.

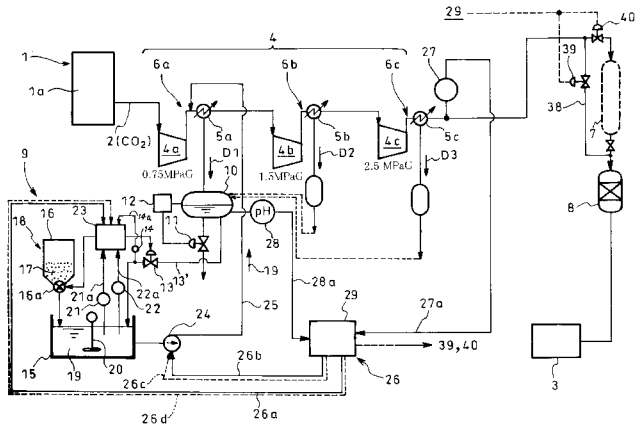
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

[続葉有]

(54) **Title**: IMPURITIES REMOVAL SYSTEM

(54) 発明の名称 : 不純物除去システム

[図1]



(57) **Abstract**: An impurities removal system comprising: a drainage tank (10) that retains a prescribed volume of drainage (D1) from a cooler (5a); an alkali aqueous solution supply device (9) having an aqueous solution adjustment tank (15) that takes in some of the drainage from the drainage tank (10) and retains a prescribed volume thereof, a solid alkali agent supply machine (18) that supplies a solid alkali agent (17) and produces an alkali aqueous solution (19), an alkali concentration controller (23) that controls the solid alkali agent supply machine (18) and adjusts the alkali concentration of the alkali aqueous solution, and a pump (24) that supplies alkali aqueous solution to a discharge gas inlet side of the cooler (5a); an impurities detector (27) provided on the downstream side of a latter-stage cooler (5c); a drainage pH detector (28) that obtains a pH detection value for the drainage from the drainage tank (10); and an alkali supply control device (26) having a supply controller (29) that controls the alkali supply volume supplied to the exhaust gas inlet side of the cooler (5a), such that the pH detection value (28a) becomes a set value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/199797 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

冷却器５ａからのドレンＤ１を所定量貯留するドレンタンク１０と、 ドレンタンク１０のドレンの一部を取り込んで所定量貯留する水溶液調整タンク１５と、固形アルカリ剤１７を供給してアルカリ水溶液１９を製造する固形アルカリ剤供給機１８と、固形アルカリ剤供給機１８を制御してアルカリ水溶液のアルカリ濃度を調節するアルカリ濃度制御器２３と、アルカリ水溶液を冷却器５ａの排ガス入口側に供給するポンプ２４とを有するアルカリ水溶液供給装置９と、 後段の冷却器５ｃ下流側に備えた不純物検出器２７と、ドレンタンク１０のドレンのｐＨ検出値を得るドレンｐＨ検出器２８と、不純物検出値２７ａに基づいて、ｐＨ検出値２８ａが設定値になるように、冷却器５ａの排ガス入口側に供給するアルカリ供給量を制御する供給制御器２９を有するアルカリ供給制御装置２６とを備える。

明　細　書

発明の名称 ： 不純物除去システム

技術分野

[0001] 本発明は、酸素燃焼装置からの排ガスを圧縮する圧縮機下流に備えられる冷却器の排ガス入口側にアルカリ水溶液を供給して排ガス中の不純物をドレンと共に除去する際に、外部から水を供給することなしにアルカリ水溶液を製造して供給できるようにした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）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。この石炭焚ボイラでは、酸化剤として空気の代わりに酸素を使用することで、二酸化炭素を主体とする燃焼排ガスを発生させ、この二酸化炭素主体の排ガスを圧縮・冷却することで液化二酸化炭素又は圧縮二酸化炭素として目的地に運搬して処分することが考えられている。処分の一例としては液化二酸化炭素を地中に貯蔵することが考えられている。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には、排ガス中に、主体となる二酸化炭素（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）、塩化水素（ＨＣｌ）、水銀（Ｈｇ）、煤塵等の不純物が含まれる。

[0004] 特許文献１では、酸素燃焼を行う石炭焚ボイラ等からの排ガス中に混入する石炭原料由来の硫黄（Ｓ）を除去するために、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て、硫黄酸化物（SO_x）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混入する石炭原料由来の窒素（Ｎ）を除去するために、触媒方式等による脱硝装置を備えて、窒素酸化

物（NO_x）を除去しており、このようにして不純物が除去された二酸化炭素は圧縮機に導いて圧縮している。

[0005] 前記不純物のうち、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となり、塩化水素（ＨＣＩ）は水に溶解して塩酸となるため、このように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によって除去できる。

[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硝酸となって除去される。しかし、石炭焚ボイラからの排ガス中には酸素（O_2）が少なくなっているために、窒素（Ｎ）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と接触させても除去することはできない。

[0007] 一方、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中に混入していると、二酸化炭素の純度が低下するために、圧縮・冷却により二酸化炭素を液化することが大変とな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。

[0008] 尚、前記湿式の脱硫装置においては、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。

[0009] しかし、特許文献１では、循環ライン中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脱硫装置及び脱硝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。

[0010] 一方、特許文献２には、吸着精製ユニットを用いるCO_2を含むガスの精製方法が記載されている。特許文献２では、酸素燃焼装置からのガスに含まれる不純物を除去するために予備処理する工程（ａ）と、該工程（ａ）からのガスを１０と５０バールの間の圧力に圧縮する工程（ｂ）と、精製CO_2富化ガスを液体、ガスまたは超臨界の状態で回収する工程（ｃ）とを含む構成において、水を少なくともNO_x、SO_xの一方の存在で最小でも部分的に除去することができる吸着特性を有する吸着材の床（吸着精製ユニット）を、前記工程（ａ）と工程（ｂ）の間、又は工程（ｂ）の下流に備えている。

[0011] しかし、上記特許文献２においても、吸着精製ユニットを備えて酸素燃焼排ガスに含まれる不純物を除去しているために、構造も複雑となって設備コストが増加する。更に、吸着精製ユニットはメンテナンスが大変になる。

[0012] 上記のような問題に対処するため、酸素燃焼装置からの二酸化炭素からなる排ガスを処分するために目的圧力まで圧縮する圧縮機を備え、該圧縮機で圧縮した排ガスを冷却器で冷却することにより生じるドレンによって排ガス中の不純物を除去するようにし、更に、前記圧縮機の下流に備えられる冷却器の排ガス入口側にアルカリ水溶液を供給することにより、不純物の除去効果を高めるようにした不純物除去システムが提案されている。この不純物除去システムによれば、二酸化炭素を液化搬送又は圧縮搬送するために備えられる圧縮機及び冷却器を利用して不純物を除去できるため、装置の大幅な簡略化を図ることができる。

[0013] 前記不純物除去システムでは、排ガスを圧縮機によって圧縮すると、排ガス中の不純物は酸化が促進されるため、この酸化した不純物は下流の冷却器による冷却によって生じるドレンに溶け込み易くなり、これにより不純物はドレンと共に除去される。このとき、前記冷却器の排ガス入口側にアルカリ

水溶液を噴霧すると、排ガス中の酸化した不純物はｐＨ値が高いアルカリ水溶液に吸収され易くなるため、不純物の除去効果が高められる。

尚、前記不純物除去システムと関連する一般的技術水準を示すものとしては、例えば、特許文献３、４、５、６がある。

特許文献３には、酸素燃焼装置からの排ガスを圧縮し該排ガス中の不純物を水溶性にする圧縮機と、該圧縮機で圧縮した排ガスを冷却し水分を凝縮させて不純物が溶解したドレンを取り出す冷却器とからなる前部不純物除去装置と、前記圧縮機より高い圧力で排ガスを圧縮する後部圧縮機と後部冷却器を有してドレンを取り出す少なくとも１段の後部不純物除去装置とを備えた酸素燃焼装置の排ガス処理システムが開示されている。

又、特許文献４には、廃棄物処理設備から導入された排ガスにアルカリ分を含む水溶液を用いて中和処理しつつ冷却する急冷・反応部と、該急冷・反応部で中和処理された排ガスを更に冷却する減湿部とを備え、前記急冷・反応部には、排ガスを冷却する冷却ガス導入装置が設けられている排ガス洗浄処理システムが開示されている。

更に又、特許文献５には、塔本体の１段目で処理水と排ガスを気液接触させて排ガス中の有害成分を除去し、２段目で排ガスを冷却洗浄して塔本体の上部の排ガス出口から処理済み排ガスを排気する排ガス処理塔が開示されている。該排ガス処理塔においては、２段目における排ガス処理水の一部を排水タンクに、残りの一部を循環タンクにそれぞれ導き、循環タンクに貯留された処理水を処理水循環配管を介して１段目に導いて排ガス処理に利用すると共に、循環タンクにアルカリ液を投入して循環タンク内の処理水のｐＨを調整するようになっている。

又、特許文献６には、排ガス中のCO_2を吸収塔内でアミン吸収液と接触させ、該CO_2を吸収した吸収液を再生塔内で加熱してCO_2を離脱させ、CO_2離脱後の排ガスを冷却して凝縮水を分離し、該凝縮水を再生塔に循環させるCO_2化学吸収設備と、再生塔からアミン吸収液を抜き出し、該吸収液中に蓄積した熱安定性塩を蒸留法によって除去後、発生したアミン吸収液の蒸気を

前記再生塔に供給する吸収液再生装置とを有するＣＯ$_2$化学吸収システムが開示されている。該ＣＯ$_2$化学吸収システムにおいては、再生塔でＣＯ$_2$離脱後の排ガスを冷却して得られた凝縮水の一部を、蒸留法によってアミン吸収液中に蓄積した熱安定性塩を除去するための前記吸収液再生装置に添加する無機アルカリ溶液の溶剤とするようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：特開２０１０－１７２８７８号公報

特許文献2：特表２０１０－５３３０６３号公報

特許文献3：国際公開第２０１２／１０７９５３号公報

特許文献4：特開２００５－３１９３５８号公報

特許文献5：特開２００７－２６０５６０号公報

特許文献6：特表２０１２－１６６１３９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] 前記したように、冷却器の排ガス入口側にアルカリ水溶液を噴霧して不純物の除去効果を高める方法を実施する際には、大量のアルカリ水溶液が必要となる。前記アルカリ水溶液は、アルカリ水溶液の状態で購入するか、又は、固形アルカリ剤を水に溶解して製造しているが、アルカリ水溶液を購入する場合にはコストが増加する問題がある。又、現地でアルカリ水溶液を製造する場合は連続的に水を供給する必要があることから、アルカリ水溶液を製造するための大量の水が必要となる。

[0016] しかし、酸素燃焼装置を設置する場所によっては、水が高価であることから運転コストが大幅に増加するという問題がある。又、水の入手が困難な地域では、アルカリ水溶液を用いて排ガス中の不純物除去の効果を高めることができないという問題がある。

[0017] 本発明は、上記課題に鑑みてなしたもので、外部から水を供給することな

く、アルカリ水溶液を製造して冷却器の排ガス入口側に供給できるようにした不純物除去システムに関するものである。

課題を解決するための手段

[0018] 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液化搬送又は圧縮搬送の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冷却器とを有する複数段の不純物分離装置を備え、前記冷却器の排ガス入口側にアルカリ水溶液を供給することにより排ガス中の不純物を前記ドレンと共に除去するようにした不純物除去システムであって、

前記冷却器からのドレンを受けて所定量のドレンを貯留するドレンタンクと、

該ドレンタンクのドレンの一部を取り込んで貯留する水溶液調整タンクと、該水溶液調整タンクのドレンに固形アルカリ剤を供給してアルカリ水溶液を製造するための固形アルカリ剤供給機と、該固形アルカリ剤供給機を制御してアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値を調節するアルカリ濃度制御器と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を前記冷却器の排ガス入口側に供給するポンプと、を有するアルカリ水溶液供給装置と、

後段の不純物分離装置の冷却器の下流側に備えた不純物検出器と、前記ドレンタンクのドレンのｐＨ検出値を得るドレンｐＨ検出器と、前記不純物検出器からの不純物検出値と前記ドレンｐＨ検出器からのｐＨ検出値を入力し、不純物検出器の不純物検出値に基づいて、前記ドレンｐＨ検出器のｐＨ検出値が設定値に保持されるように、前記アルカリ水溶液供給装置を調節して前記冷却器の排ガス入口側に供給するアルカリ供給量を制御する供給制御器と、を有するアルカリ供給制御装置と、

を備える。

[0019] 前記不純物除去システムにおいて、前記アルカリ水溶液供給装置は、前記ドレンタンクのドレンの一部を取入弁により取り込んで貯留する水溶液調整タンクと、調節器により前記水溶液調整タンクに固形アルカリ剤を供給して

アルカリ水溶液を製造するための固形アルカリ剤供給機と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液の液面レベルを計測するレベル計と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値を得るアルカリ濃度検出器と、前記レベル計による検出レベルと前記アルカリ濃度検出器のアルカリ濃度検出値を入力して、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のレベルが一定に保持されるように前記取入弁を制御し、且つ、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値を任意の値に保持するように前記固形アルカリ剤供給機を制御するアルカリ濃度制御器と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を前記冷却器の排ガス入口側に供給する前記ポンプと、を有することができる。

[0020] 又、前記不純物除去システムにおいて、前記アルカリ供給制御装置は、前記水溶液調整タンクで一定のアルカリ濃度検出値のアルカリ水溶液が製造されるように前記アルカリ濃度制御器を制御して固形アルカリ剤供給機を調節し、且つ、前記不純物検出器の不純物検出値に対応したアルカリ水溶液の供給量になるように前記ポンプを調節することができる。

[0021] 又、前記不純物除去システムにおいて、前記アルカリ供給制御装置は、アルカリ水溶液の供給量を一定に保持するように前記ポンプを調節し、且つ、前記不純物検出器の不純物検出値に対応した水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値となるように、前記アルカリ濃度制御器を制御して前記固形アルカリ剤供給機を調節することができる。

[0022] 又、前記不純物除去システムにおいて、少なくとも最前段の不純物分離装置における冷却器のドレンを前記ドレンタンクに導くことが好ましい。

[0023] 又、前記不純物除去システムにおいて、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を、前記ポンプを介して前段の不純物分離装置における冷却器の排ガス入口側に供給することができる。

[0024] 又、前記不純物除去システムにおいて、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を、別のポンプを介して後段の不純物分離装置における冷却器の排ガス入口側に供給することができる。

[0025] 又、前記不純物除去システムにおいて、前記アルカリ供給制御装置は、前記水溶液調整タンクに一定のアルカリ濃度検出値のアルカリ水溶液が製造されるように前記アルカリ濃度制御器を制御して固形アルカリ剤供給機を調節すると共に、前記不純物検出器の不純物検出値に対応したアルカリ水溶液の供給量となるように前記ポンプを調節することでアルカリ供給量を制御することができる。

[0026] 又、前記不純物除去システムにおいて、前記アルカリ供給制御装置は、アルカリ水溶液の供給量を一定に保持するように前記ポンプを調節すると共に、前記不純物検出器の不純物検出値に対応した水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値となるように、前記アルカリ濃度制御器を制御して固形アルカリ剤供給機を調節することでアルカリ供給量を制御することができる。

発明の効果

[0027] 本発明の不純物除去システムによれば、圧縮機下流の冷却器から取り出されるドレンを用いてアルカリ水溶液を製造することにより、外部から水を供給することなしにアルカリ水溶液を製造して供給することができ、よって、水が高価、或いは水の入手が困難な地域においても、アルカリ水溶液を用いて酸素燃焼装置からの排ガスに含まれる不純物を効果的に除去できるという優れた効果を奏し得る。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]酸素燃焼装置に備えた本発明の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]（ａ）は水を利用したアルカリ水溶液（ドレン利用なし）を最前段の冷却器の排ガス入口側に供給した場合Ｉと、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最前段の冷却器の排ガス入口側に供給した場合ＩＩと、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最後段の冷却器の排ガス入口側に供給した場合ＩＩＩとにおける、アルカリ供給量と取り出されるドレンのｐＨとの関係をシミュレーションした結果の線図、（ｂ）は（ａ）の夫々の場合におけるアルカリ供給

量と脱硫率との関係をシミュレーションした線図である。

[図3]本発明における不純物除去システムの他の実施例を示す系統図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明の実施例を、添付図面を参照して説明する。

[0030] 図１は酸素燃焼装置に備えた本発明の不純物除去システム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等の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。前記酸素燃焼装置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、酸素燃焼装置１の下流には、所定の目的圧力まで排ガス２を圧縮する圧縮装置４を有して排ガス２中の不純物を除去する不純物除去システムを構成している。

[0031] 図１の圧縮装置４は、前記酸素燃焼装置１の下流に、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を冷却することによって凝縮した水分をドレンＤ１，Ｄ２，Ｄ３として取り出すようにした冷却器５ａ，５ｂ，５ｃ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を備えている。一般に、多段の圧縮機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冷却器５ａ，５ｂ，５ｃとして説明する。

[0032] 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２．５ＭＰａＧまで昇圧し、－３０℃まで温度を下げた場合に圧縮機４ａ，４ｂ，４ｃと二酸化炭素液化装置３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、２．５ＭＰａＧ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２．５ＭＰａＧは目安として設定したものである。又、ここで、－４０℃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、冷却器５ａ，５ｂ，５ｃによる冷却温度は－３０℃程度とすることが好ましい。

[0033] 一台の圧縮機では排ガス２を目的圧力である２．５ＭＰａＧまで一気に昇圧することはできないため、本実施例では、三台の圧縮機４ａ，４ｂ，４ｃを設置して０．７５ＭＰａＧ、１．５ＭＰａＧ、２．５ＭＰａＧのように三段階に圧縮するようにした不純物分離装置６ａ，６ｂ，６ｃを構成している。尚、前記圧縮機４ａ，４ｂ，４ｃの設置台数（不純物分離装置６ａ，６ｂ，６ｃの設置数）は四台以上としてもよく、任意の台数を設置することができる。

[0034] 上記圧力に設定した最前段の不純物分離装置６ａにおいては、排ガス２中の殆どの水分がドレンＤ１として取り出されるようになり、中段の不純物分離装置６ｂにおいては少量のドレンＤ２が取り出され、最後段の不純物分離装置６ｃでは更に少量のドレンＤ３が取り出される。

[0035] 前記排ガス２中の不純物の一部は、前記不純物分離装置６ａ，６ｂ，６ｃによって冷却される間にドレンＤ１，Ｄ２，Ｄ３と共に除去されるようになるが、前記不純物分離装置６ａ，６ｂ，６ｃ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、圧縮装置４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）。ここで、水銀除去塔７にはバイパスダクト３８と切替弁３９，４０を設けておき、後述する供給制御器２９からの指令によって切替弁３９，４０を切り替えることで、前記水銀除去塔７に排ガスを導く場合と導かない場合とに自動で切り替えるようにしてもよい。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。

[0036] 図１中、１０は、最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａからのドレンＤ１を受けてドレンＤ１を貯留するドレンタンクである。該ドレンタ

ンク１０には、出口管に備えた排出弁１１と、前記ドレンタンク１０のドレンＤ１の液面レベルを検出し、検出した液面レベルが常に所定量に保持されるように前記排出弁１１の開度を制御するレベル制御器１２を備えている。

[0037] 図１中、９はアルカリ水溶液供給装置であり、該アルカリ水溶液供給装置９は、前記ドレンタンク１０のドレンＤ１の一部を、取入弁１３を有する取入管１３’により取り込んで貯留する水溶液調整タンク１５を有している。該水溶液調整タンク１５には、貯留タンク１６の固形アルカリ剤１７を調節器１６ａにより調節して供給するようにした固形アルカリ剤供給機１８が備えられている。貯留タンク１６は、固形アルカリ剤１７が吸湿しないように気密の構造や吸湿剤を有することが好ましい。更に、前記水溶液調整タンク１５には、前記ドレンＤ１と固形アルカリ剤１７を撹拌してアルカリ水溶液１９を製造する攪拌機２０を備えている。

[0038] 前記固形アルカリ剤１７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。

[0039] 一方、前記ドレンタンク１０のドレンＤ１を水溶液調整タンク１５に取り入れる取入管１３’には流量計１４が設けてあり、又、前記水溶液調整タンク１５には、アルカリ水溶液１９の液面レベルを計測するレベル計２１と、前記水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値を得るアルカリ濃度検出器２２を備えている。そして、前記流量計１４による流量検出値１４ａと、レベル計２１による検出レベル２１ａと、前記アルカリ濃度検出器２２のアルカリ濃度検出値２２ａはアルカリ濃度制御器２３に入力されている。このアルカリ濃度制御器２３は、前記水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９の検出レベル２１ａが一定に保持されるように前記取入弁１３を制御し、且つ、前記流量計１４により検出される流量検出値１４ａに応じてアルカリ水溶液供給装置９の調節器１６ａを調節し、水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度が一定の値に保持されるよう

に、又は、アルカリ濃度が任意の値に保持されるように制御するようになっている。

[0040] 更に、前記水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９を取り出して、最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａの排ガス入口側に供給するポンプ２４を設けた供給管２５を備えている。冷却器５ａの排ガス入口側に供給されるアルカリ水溶液１９は、例えばノズルを備えることにより排ガス２中にアルカリ水溶液１９を噴霧することが好ましい。

[0041] ここで、供給管２５によってアルカリ水溶液１９を排ガス２に供給する位置は、冷却器５ａに近い排ガス入口側とすることができるが、冷却器５ａと該冷却器５ａの上流側における圧縮機４ａとの間の任意の位置とすることができる。

[0042] 図１中、２６は、前記アルカリ水溶液供給装置９により製造したアルカリ水溶液１９を冷却器５ａの排ガス入口側に供給する制御を行うためのアルカリ供給制御装置である。このアルカリ供給制御装置２６は、最後段の不純物分離装置６ｃの冷却器５ｃの下流側に備えて排ガス２中の不純物（例えば、硫黄酸化物、塩化水素、窒素酸化物）を検出する不純物検出器２７と、前記ドレンタンク１０のドレンＤ１のｐＨ検出値を得るドレンｐＨ検出器２８と、前記不純物検出器２７により検出される不純物検出値２７ａ及び前記ドレンｐＨ検出器２８により検出されるｐＨ検出値２８ａを入力する供給制御器２９を備えている。不純物検出器２７は、少なくとも硫黄酸化物を検出するためのセンサと、塩化水素を検出するためのセンサと、窒素酸化物を検出するためのセンサを備えており、更に、水銀を検出するためのセンサを備えていてもよい。

[0043] ここで、前記不純物検出器２７を設置する場所は、本発明による不純物の除去効果を確認する上で、最後段の冷却器５ｃの出口が好ましいが、冷却器５ｃの下流側で冷却器５ｃから乾燥機８（または水銀除去塔７）までの任意の設置とすることができる。

[0044] 前記供給制御器２９は、前記不純物検出器２７による不純物検出値２７ａ

に基づいて、前記ドレンｐＨ検出器２８によるｐＨ検出値２８ａが設定値に保持されるように、前記アルカリ水溶液供給装置９を調節することにより、冷却器５ａの排ガス入口側に供給するアルカリ供給量（アルカリ剤としての供給量）を制御するようにしている。又、前記供給制御器２９は、前記不純物検出器２７により検出される水銀の量が設定値よりも大きくなった場合には、図１の水銀除去塔７に排ガス２を通すように切替弁３９，４０を切り替える。

[0045] 前記アルカリ供給制御装置２６は、次の２つの方法から選択してアルカリ供給量（実質的なアルカリ剤としての供給量）を制御できるようにしている。

[0046] 第一の方法は、前記アルカリ供給制御装置２６により、先ず、水溶液調整タンク１５に一定のアルカリ濃度検出値２２ａのアルカリ水溶液１９が製造されるように前記アルカリ濃度制御器２３を信号２６ａにより制御して前記固形アルカリ剤供給機１８を調節しておき、この状態で、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応したアルカリ水溶液１９が冷却器５ａの排ガス入口側に供給されるように前記ポンプ２４を信号２６ｂにより調節してアルカリ水溶液１９の供給量を制御する。

[0047] 第二の方法は、前記アルカリ供給制御装置２６により、先ず、冷却器５ａの排ガス入口側に供給するアルカリ水溶液１９の供給量が一定に保持されるように前記ポンプ２４を信号２６ｃにより調節しておき、この状態で、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応した水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａとなるように、前記アルカリ濃度制御器２３を信号２６ｄにより制御して固形アルカリ剤供給機１８による固形アルカリ剤１７の供給を調節してアルカリ水溶液１９の濃度を制御する。

[0048] 上記第一、第二の方法によれば、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａが変化した際に、ドレンタンク１０のドレンｐＨ検出器２８のｐＨ検出値２８ａを所定の設定値に保持するのに必要なアルカリ供給量を冷却器５ａ

の排ガス入口側に供給することができる。

[0049] 尚、前記ドレンタンク１０から水溶液調整タンク１５に取り入れられる以外のドレンＤ１は、排出弁１１により余剰分として排出されるが、この余剰のドレンＤ１と、下流に備えられる不純物分離装置６ｂ，６ｃからのドレンＤ２，Ｄ３は、環境に対する影響が生じないようにアルカリ剤を用いてｐＨ６～８に調整した後に、自然に戻すようにしている。

[0050] 図１の実施例では、最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａのドレンＤ１を前記ドレンタンク１０に貯留して、そのドレンＤ１の一部を水溶液調整タンク１５に供給する場合について説明したが、前段の冷却器５ｂ或いは後段の冷却器５ｂからもある程度のドレンＤ２，Ｄ３が取り出されるので、このドレンＤ２，Ｄ３を図中、破線で示すように、前記ドレンタンク１０に供給してもよい。

[0051] 又、図１の実施例では、水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９を、最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａの排ガス入口側に供給した場合について説明したが、水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９の量に余裕がある場合には、前段の不純物分離装置である第二段の不純物分離装置６ｂの冷却器５ｂの排ガス入口側にもアルカリ水溶液１９を供給することができる。

[0052] 次に上記実施例の作動を説明する。

[0053] 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０．１ＭＰａＧ（１気圧）程度の圧力を有して最前段の不純物分離装置６ａの圧縮機４ａに導かれ、該圧縮機４ａによって０．７ＭＰａＧに圧縮される。圧縮機４ａで圧縮された排ガス２には、アルカリ水溶液供給装置９からのアルカリ水溶液１９が噴霧により混合され、排ガス２とアルカリ水溶液１９の混合流体は圧縮機４ａ下流の冷却器５ａに供給されて冷却され、最前段の冷却器５ａからは多量のドレンＤ１が取り出されてドレンタンク１０に供給される。

[0054] 前記したように、圧縮機４ａによって圧縮された排ガス２中の不純物は酸

化が促進されるため、この酸化した不純物は下流の冷却器５ａによる冷却によって生じるドレンＤ１に溶け込み易くなる。更に、冷却器５ａの排ガス入口側にアルカリ水溶液１９を供給することにより該供給部中の水分のｐＨが高まるので、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、アルカリ水溶液１９に吸収されて、ドレン１Ｄと共に効果的に除去される。ここで、前記圧縮機４ａの圧縮により酸化が促進されるために、排ガス２中の水分のｐＨは、例えばｐＨ２以下のような低い値となる。従って、アルカリ水溶液１９を噴霧することにより、前記排ガス２とアルカリ水溶液１９の混合雰囲気中の水分のｐＨを高く保持し、これによって、ドレンタンク１０のドレンＤ１のｐＨ検出値２８ａが例えば４～６の範囲の設定値に保持されるようにアルカリ水溶液１９の供給（アルカリ供給量）を制御する。

[0055] アルカリ供給量の制御は、前記アルカリ供給制御装置２６によって行われる。その第一の方法は、前記アルカリ供給制御装置２６が、先ず、水溶液調整タンク１５に一定のアルカリ濃度検出値２２ａのアルカリ水溶液１９が製造されるように前記アルカリ濃度制御器２３を信号２６ａにより制御して前記固形アルカリ剤供給機１８を調節しておき、この状態で、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応したアルカリ水溶液１９が冷却器５ａの排ガス入口側に供給されるように信号２６ｂにより前記ポンプ２４を調節する。即ち、不純物検出値２７ａによる硫黄酸化物或いは塩化水素の不純物が多くなると、アルカリ水溶液１９の供給量を増加する制御を行う。

[0056] その第二の方法は、前記アルカリ供給制御装置２６が、先ず、冷却器５ａの排ガス入口側に供給するアルカリ水溶液１９の供給量が一定に保持されるように前記ポンプ２４を信号２６ｃにより調節しておき、この状態で、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応した水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａとなるように、前記アルカリ濃度制御器２３を信号２６ｄにより制御して固形アルカリ剤供給機１８による固形アルカリ剤１７の供給を調節する。即ち、不純物検出値２７ａによる硫黄酸化物或いは塩化水素の不純物が多くなると、アルカリ水溶液１９の

アルカリ濃度検出値２２ａが高くなるように固形アルカリ剤供給機１８による固形アルカリ剤の供給量を増加してアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａを高くする制御を行う。

[0057] 上記したように、不純物検出器２７によって検出される硫黄酸化物、塩化水素の不純物検出値２７ａに応じて、前記ドレンタンク１０内のドレンＤ１のｐＨ検出値２８ａが設定値に保持されるように、冷却器５ａの排ガス入口側に供給されるアルカリ供給量を制御することにより、最前段の不純物分離装置６ａにおいて、主に硫黄酸化物、塩化水素からなる不純物の除去が安定して高効率に行われるようになる。

[0058] 上記実施例によれば、圧縮機４ａ下流の冷却器５ａから取り出されるドレンＤ１を用いてアルカリ水溶液１９を製造するようにしたことにより、外部から水を全く供給することなしにアルカリ水溶液１９を製造して供給することができる。

[0059] 発明者は、ドレンを用いて製造したアルカリ水溶液と、水を用いて製造したアルカリ水溶液との不純物除去の効果を比較する試験を実施した。

[0060] 図２（ａ）は、水を利用したアルカリ水溶液（ドレン利用なし）を最前段の冷却器５ａの排ガス入口側に供給した場合Ｉと、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最前段の冷却器５ａの排ガス入口側に供給した場合ＩＩと、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最後段の冷却器５ｃの排ガス入口側に供給した場合ＩＩＩとにおける、アルカリ供給量と、取り出されるドレンのｐＨとの関係をシミュレーションした結果の線図である。又、図２（ｂ）は図２（ａ）の夫々の場合におけるアルカリ供給量と脱硫率との関係をシミュレーションした結果の線図である。

[0061] 図２（ａ）では、水の場合Ｉは水が元々中性（ｐＨ７前後）であることから、アルカリ水溶液の供給によるｐＨは大きい値を示し、又、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最前段の冷却器５ａの排ガス入口側に供給した場合ＩＩは、ドレンＤ１の量が大きいことから、アルカリ水溶液の供給によるｐＨは小さい値を示し、一方、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最後段の冷却

器５ｃの排ガス入口側に供給した場合ＩＩＩは、ドレンＤ３の量が少ないことから、アルカリ水溶液の供給によるｐＨの値はＩとＩＩの間を示した。

[0062] 図２（ｂ）では、水の場合Ｉはｐ Ｈが高く保持されることから高い脱硫率が得られ、又、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最前段の冷却器５ａの排ガス入口側に供給した場合ＩＩは、ドレンＤ１のｐＨが低いことから脱硫率は低く、一方、ドレンを利用したアルカリ水溶液を最後段の冷却器５ｃの排ガス入口側に供給した場合ＩＩＩは、ｐＨが前記ＩとＩＩの間を示したことから、脱硫率も前記ＩとＩＩの間を示した。

[0063] 図２（ｂ）から明らかなように、ドレンを用いたアルカリ水溶液でも、又、水を用いたアルカリ水溶液でも、ドレンＤ１のｐＨが高く保持されるようにアルカリ水溶液を供給すると、ｐＨの上昇に伴って不純物除去効果が高まる同様の作用が確認された。従って、ドレンを用いたアルカリ水溶液は有効に利用できることが判明した。

[0064] 尚、前記水溶液調整タンク１５では多量のアルカリ水溶液１９を製造するために多量の固形アルカリ剤１７を使用することになるが、前記ドレンＤ１，Ｄ２，Ｄ３は最終的に排水されるものであり、且つ、排水する際には環境に対する影響が生じないようにアルカリ剤を用いてｐＨ６～８に調整する必要があるので、アルカリ剤をどの段階で使用するかの違いであって、アルカリ剤のトータルでの使用量は同一となる。

[0065] 又、最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａの排ガス入口側にアルカリ水溶液１９を供給することにより、排ガス２の腐食成分が除去され、更に、ｐＨが高められるので、特に圧縮圧力が高いことによって酸化が促進される第二段、第三段の不純物分離装置６ｂ，６ｃの圧縮機４ｂ，４ｃの材料の腐食を低減することができる。

[0066] 前記したように不純物除去システムによって排ガス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。生成した液化二酸化炭素は、船等の搬送手段により処分

地まで液化搬送されて処分される。尚、上記実施例では、二酸化炭素液化装置３により二酸化炭素を液化するのに適した目的圧力まで圧縮装置４によって圧縮する場合について説明したが、本発明は、前記圧縮装置４によって目的圧力まで圧縮した二酸化炭素を、更に高圧の圧縮設備によって臨界圧まで圧縮してパイプライン等により処分地まで圧縮搬送して処分する場合にも適用することができる。

[0067] 尚、図１の実施例において、最前段の不純物分離装置６ａに供給する水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９の量に余裕がある場合には、最前段の不純物分離装置６ａにアルカリ水溶液１９を供給すると共に、水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９の一部を、前記最後段の不純物分離装置６ｃの冷却器５ｃの排ガス入口側に供給するようにしてもよい。

[0068] 図３は本発明における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、前記アルカリ水溶液供給装置９における水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９を、加圧する別のポンプ３０により供給管３１を介して最後段の不純物分離装置６ｃにおける冷却器５ｃの排ガス入口側に供給している。最後段の不純物分離装置６ｃでは、最後段の圧縮機４ｃによって排ガス２が２．５ＭＰａＧに加圧されているので、この圧力に打ち勝つように別のポンプ３０により加圧して供給する。

[0069] 図３のように、最後段の不純物分離装置６ｃにおける冷却器５ｃの排ガス入口側にアルカリ水溶液１９を供給すると、最後段の不純物分離装置６ｃでは圧縮によって酸化した窒素酸化物をドレンＤ３と共に除去することができる。

[0070] 又、図３では、最後段の不純物分離装置６ｃの出口に湿式の脱硫・脱硝装置を設けた場合を同時に示している。即ち、不純物分離装置６ｃの出口に脱硫・脱硝装置３２を配置し、切替弁３３，３４，３５を備えて、前記脱硫・脱硝装置３２に排ガス２を供給する供給ダクト３６と、脱硫・脱硝装置３２をバイパスして排ガス２を流すバイパスダクト３７を備えている。

[0071] 図３のように、最後段の不純物分離装置６ｃの出口に湿式の脱硫・脱硝装

置３２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３２に導くことにより、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、最後段の不純物分離装置６ｃの圧縮機４ｃから導出される排ガス２の容量（流量）は著しく小さくなっているため、前記脱硫・脱硝装置３２は著しく小型（従来の数十分の１）のものを用いて不純物を除去することができる。又、図３に示した脱硫・脱硝装置３２の構成は、図１に示す実施例に対しても適用することができる。

[0072] 図３の供給制御器２９は、前記不純物検出器２７により検出される硫黄酸化物の量と窒素酸化物の量の少なくとも一方が設定値よりも大きくなった場合には、前記脱硫・脱硝装置３２に排ガス２を導くように切替弁３３，３４，３５を切り替える。又、前記供給制御器２９は、前記不純物検出器２７により検出される水銀の量が設定値よりも大きくなった場合には、水銀除去塔７に排ガス２を導くように切替弁３９，４０を切り替える。

[0073] 図１、図３に示すように、本発明の不純物除去システムによれば、圧縮機４ａ下流の冷却器５ａから取り出されるドレンＤ１を用いてアルカリ水溶液１９を製造するので、外部から水を全く供給することなしにアルカリ水溶液１９を製造して供給することができる。従って、水が高価、或いは水の入手が困難な地域においても、アルカリ水溶液１９を用いて酸素燃焼装置１からの排ガス２中に含まれる不純物を除去できるため、酸素燃焼装置１を実施する地域の範囲を拡大することができる。

[0074] 前記アルカリ水溶液供給装置９は、前記ドレンタンク１０のドレンの一部を取り入れて一定量を水溶液調整タンク１５に貯留し、アルカリ濃度制御器２３により固形アルカリ剤供給機１８を制御して固形アルカリ剤１７の供給を調節することによりアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａを任意の値に調節し、水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９をポンプ２４により冷却器５ａの排ガス入口側に供給するので、任意のアルカリ濃度検出値２２ａのアルカリ水溶液１９を供給できる利点がある。

[0075] 前記アルカリ供給制御装置２６は、水溶液調整タンク１５に一定のアルカ

リ濃度検出値２２ａのアルカリ水溶液１９が製造されるようにアルカリ濃度制御器２３を制御して固形アルカリ剤供給機１８を調節し、且つ、不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応したアルカリ水溶液１９の供給量になるようにポンプ２４を調節することにより、必要なアルカリ供給量を正確に供給することができる。

[0076] 前記アルカリ供給制御装置２６は、アルカリ水溶液１９の供給量を一定に保持するようにポンプ２４を調節し、且つ、不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応した水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａとなるように、アルカリ濃度制御器２３を制御して固形アルカリ剤供給機１８を調節することにより、必要なアルカリ供給量を正確に供給することができる。

[0077] 前段である少なくとも最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａのドレンＤ１を前記ドレンタンク１０に導くようにすると、前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａのドレン量は多いため、アルカリ水溶液１９を製造するための十分なドレンＤ１を確保することができる。

[0078] 図１に示すように、前記水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９を、ポンプ２４を介して前段である例えば最前段の不純物分離装置６ａにおける冷却器５ａの排ガス入口側に供給すると、排ガス中の特に硫黄酸化物及び塩化水素を効果的に除去できる。

[0079] 図３に示すように、前記水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９を、別のポンプ３０を介して後段である例えば最後段の不純物分離装置６ｃにおける冷却器５ｃの排ガス入口側に供給すると、排ガス中の特に窒素酸化物を効果的に除去できる。

[0080] 前記アルカリ供給制御装置２６によって、先ず、水溶液調整タンク１５に一定のアルカリ濃度検出値２２ａのアルカリ水溶液１９が製造されるように前記アルカリ濃度制御器２３を制御して前記固形アルカリ剤供給機１８を調節しておき、この状態で、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応したアルカリ水溶液１９が冷却器５ａの排ガス入口側に供給されるように

前記ポンプ２４を調節すると、アルカリ水溶液１９の供給量によってアルカリ供給量を制御することができる。

[0081] 又、前記アルカリ供給制御装置２６によって、先ず、冷却器５ａの排ガス入口側に供給するアルカリ水溶液１９の供給量が一定に保持されるように前記ポンプ２４を調節しておき、この状態で、前記不純物検出器２７の不純物検出値２７ａに対応した水溶液調整タンク１５のアルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａとなるように、前記アルカリ濃度制御器２３を制御して固形アルカリ剤供給機１８による固形アルカリ剤１７の供給を調節すると、アルカリ水溶液１９のアルカリ濃度検出値２２ａを変えることによってアルカリ供給量を制御することができる。

[0082] 尚、本発明の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。

符号の説明

[0083]

１ 酸素燃焼装置

２ 排ガス

３ 二酸化炭素液化装置

４ 圧縮装置

４ａ，４ｂ，４ｃ 圧縮機

５ａ，５ｂ，５ｃ 冷却器

６ａ，６ｂ，６ｃ 不純物分離装置

７ 水銀除去塔

８ 乾燥機

９ アルカリ水溶液供給装置

１０ ドレンタンク

１３ 取入弁

１５ 水溶液調整タンク

１６ａ 調節器

１７　固形アルカリ剤

１８　固形アルカリ剤供給機

１９　アルカリ水溶液

２１　レベル計

２１ａ　検出レベル

２２　アルカリ濃度検出器

２２ａ　アルカリ濃度検出値

２３　アルカリ濃度制御器

２４　ポンプ

２６　アルカリ供給制御装置

２７　不純物検出器

２７ａ　不純物検出値

２８　ドレンｐＨ検出器

２８ａ　ｐＨ検出値

２９　供給制御器

３０　別のポンプ

Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３　ドレン

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液化搬送又は圧縮搬送の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冷却器とを有する複数段の不純物分離装置を備え、前記冷却器の排ガス入口側にアルカリ水溶液を供給することにより排ガス中の不純物を前記ドレンと共に除去するようにした不純物除去システムであって、

前記冷却器からのドレンを受けて所定量のドレンを貯留するドレンタンクと、

該ドレンタンクのドレンの一部を取り込んで貯留する水溶液調整タンクと、該水溶液調整タンクのドレンに固形アルカリ剤を供給してアルカリ水溶液を製造するための固形アルカリ剤供給機と、該固形アルカリ剤供給機を制御してアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値を調節するアルカリ濃度制御器と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を前記冷却器の排ガス入口側に供給するポンプと、を有するアルカリ水溶液供給装置と、

後段の不純物分離装置の冷却器の下流側に備えた不純物検出器と、前記ドレンタンクのドレンのｐＨ検出値を得るドレンｐＨ検出器と、前記不純物検出器からの不純物検出値と前記ドレンｐＨ検出器からのｐＨ検出値を入力し、不純物検出器の不純物検出値に基づいて、前記ドレンｐＨ検出器のｐＨ検出値が設定値に保持されるように、前記アルカリ水溶液供給装置を調節して前記冷却器の排ガス入口側に供給するアルカリ供給量を制御する供給制御器と、を有するアルカリ供給制御装置と、

を備えた不純物除去システム。

[請求項2] 前記不純物除去システムにおいて、前記アルカリ水溶液供給装置は、前記ドレンタンクのドレンの一部を取入弁により取り込んで貯留す

る水溶液調整タンクと、調節器により前記水溶液調整タンクに固形アルカリ剤を供給してアルカリ水溶液を製造するための固形アルカリ剤供給機と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液の液面レベルを計測するレベル計と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値を得るアルカリ濃度検出器と、前記レベル計による検出レベルと前記アルカリ濃度検出器のアルカリ濃度検出値を入力して、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のレベルが一定に保持されるように前記取入弁を制御し、且つ、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値を任意の値に保持するように前記固形アルカリ剤供給機を制御するアルカリ濃度制御器と、前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を前記冷却器の排ガス入口側に供給する前記ポンプと、を有する請求項１に記載の不純物除去システム。

[請求項3] 前記アルカリ供給制御装置は、水溶液調整タンクに一定のアルカリ濃度検出値のアルカリ水溶液が製造されるように前記アルカリ濃度制御器を制御して固形アルカリ剤供給機を調節し、且つ、前記不純物検出器の不純物検出値に対応したアルカリ水溶液の供給量になるように前記ポンプを調節する請求項１又は２に記載の不純物除去システム。

[請求項4] 前記アルカリ供給制御装置は、アルカリ水溶液の供給量を一定に保持するように前記ポンプを調節し、且つ、前記不純物検出器の不純物検出値に対応した水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値となるように、前記アルカリ濃度制御器を制御して前記固形アルカリ剤供給機を調節する請求項１又は２に記載の不純物除去システム。

[請求項5] 少なくとも最前段の不純物分離装置における冷却器のドレンを前記ドレンタンクに導くようにした請求項１～４のいずれか１つに記載の不純物除去システム。

[請求項6] 前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を、前記ポンプを介して前段の不純物分離装置における冷却器の排ガス入口側に供給するように

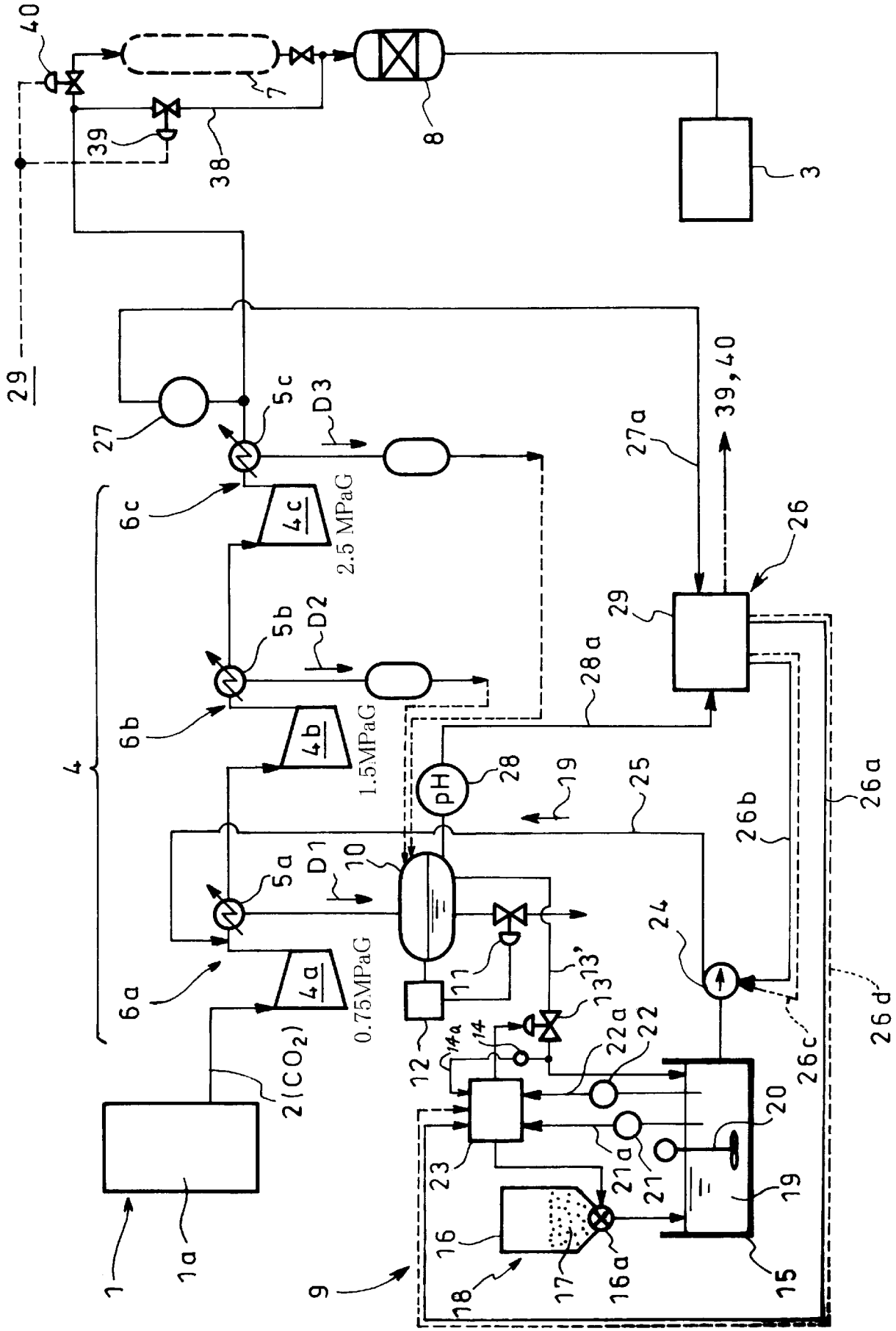
した請求項１～５のいずれか１つに記載の不純物除去システム。

[請求項7] 前記水溶液調整タンクのアルカリ水溶液を、別のポンプを介して後段の不純物分離装置における冷却器の排ガス入口側に供給するようにした請求項１～５のいずれか１つに記載の不純物除去システム。

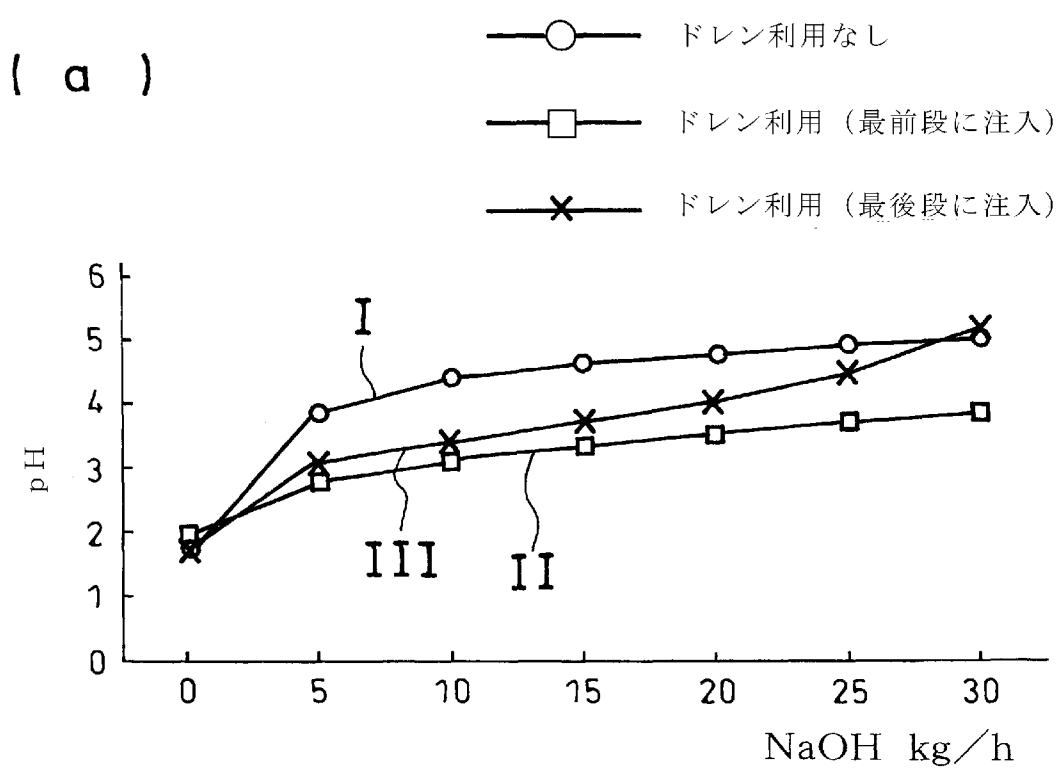
[請求項8] 前記アルカリ供給制御装置は、前記水溶液調整タンクで一定のアルカリ濃度検出値のアルカリ水溶液が製造されるように前記アルカリ濃度制御器を制御して固形アルカリ剤供給機を調節すると共に、前記不純物検出器の不純物検出値に対応したアルカリ水溶液の供給量となるように前記ポンプを調節することでアルカリ供給量を制御する請求項１～７のいずれか１つに記載の不純物除去システム。

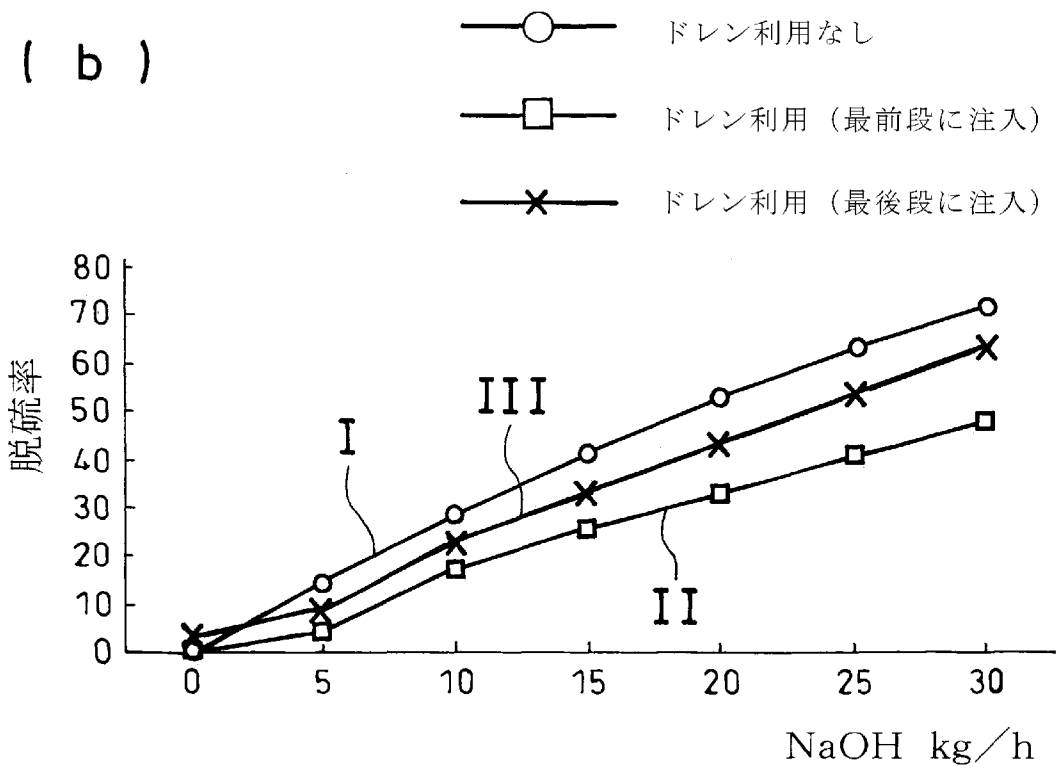
[請求項9] 前記アルカリ供給制御装置は、アルカリ水溶液の供給量を一定に保持するように前記ポンプを調節すると共に、前記不純物検出器の不純物検出値に対応した水溶液調整タンクのアルカリ水溶液のアルカリ濃度検出値となるように、前記アルカリ濃度制御器を制御して固形アルカリ剤供給機を調節することでアルカリ供給量を制御する請求項１～７のいずれか１つに記載の不純物除去システム。

[図1]

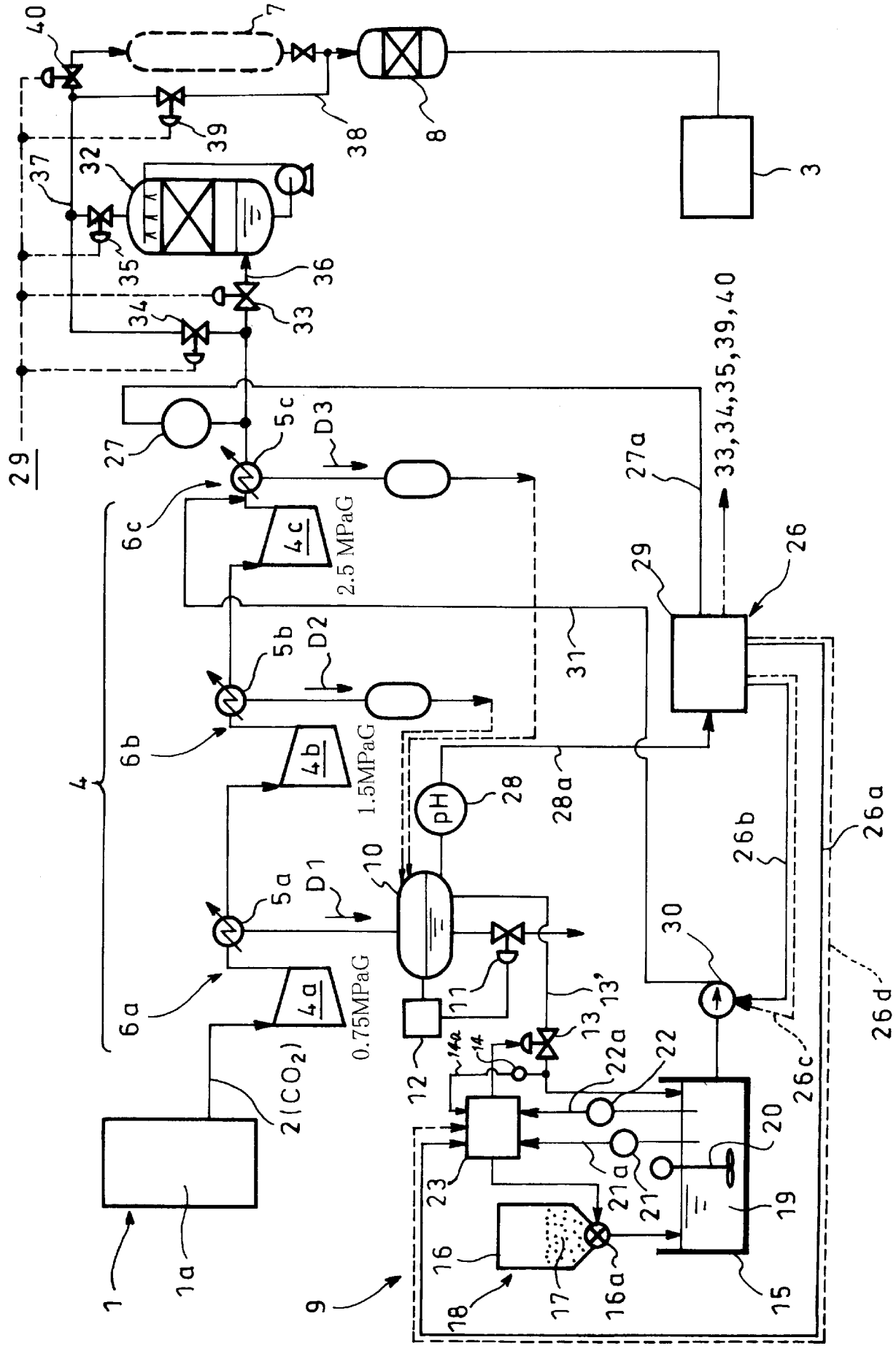

40
7
8
39
38
3
29
27
5c
D3
27a
39,40
6c
4c
2.5 MPaG
26
5b
D2
29
28a
6b
4b
1.5MPaG
4
pH
28
19
25
26a
26b
5a
D1
10
24
6a
4a
0.75MPaG
11
13'
13
26c
26d
2(CO2)
12
14a
14
22a
22
20
23
21a
21
19
1
1a
16
16a
17
18
9
15

[図2]


(a)
ドレン利用なし
ドレン利用（最前段に注入）
ドレン利用（最後段に注入）
pH
I
III
II
NaOH kg／h


(b)
ドレン利用なし
ドレン利用（最前段に注入）
ドレン利用（最後段に注入）
脱硫率
I
III
II
NaOH kg／h

[図3]


40
7
39
38
8
3
37
32
35
36
34
33
29
27
5c
D3
6c
4c
2.5 MPaG
27a
33,34,35,39,40
26
29
31
5b
D2
6b
4b
1.5MPaG
28
28a
26a
26b
4
10
5a
D1
6a
4a
0.75MPaG
11
30
13
13'
12
14a
14
22a
22
26c
26d
2(CO2)
20
23
21a
21
19
1
1a
16
16a
17
18
9
15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/063625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01D53/50(2006.01)i, *B01D5/00*(2006.01)i, *B01D53/18*(2006.01)i, *B01D53/56*(2006.01)i, *B01D53/62*(2006.01)i, *B01D53/64*(2006.01)i, *B01D53/68*(2006.01)i, *B01D53/77*(2006.01)i, *C01B31/20*(2006.01)i, *B01D53/26*(2006.01)n
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)
B01D5/00, B01D53/14-53/18, B01D53/34, C01B31/20

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	WO 2014/064894 A1 (IHI Corp.), 01 May 2014 (01.05.2014), claims; fig. 3 (Family: none)	1-9
A	WO 2012/107953 A1 (IHI Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), claims; fig. 2 & US 2013/0319040 A1	1-9
A	JP 2010-533063 A (L'Air Liquide, Societe Anonyme pour L'Etude et L'Exploitation des Procedes Georges Claude), 21 October 2010 (21.10.2010), claims; paragraphs [0044] to [0066]; fig. 1 & US 2010/0206165 A1 & WO 2009/010691 A2	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
22 August, 2014 (22.08.14)	02 September, 2014 (02.09.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/063625

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 2012-106163 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 07 June 2012 (07.06.2012), claims; paragraphs [0030] to [0034]; fig. 1 (Family: none)	1-9
A	JP 2010-241630 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 October 2010 (28.10.2010), claims; fig. 1 & US 2012/0014861 A1 & EP 2431328 A1 & WO 2010/113364 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０６３６２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B01D53/50(2006.01)i, B01D5/00(2006.01)i, B01D53/18(2006.01)i, B01D53/56(2006.01)i, B01D53/62(2006.01)i, B01D53/64(2006.01)i, B01D53/68(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, B01D53/26(2006.01)n

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.　B01D5/00, B01D53/14-53/18, B01D53/34, C01B31/20

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
P,A	WO 2014/064894 A1（株式会社ＩＨＩ）2014.05.01, 請求の範囲, ［図３］（ファミリーなし）	1-9
A	WO 2012/107953 A1（株式会社ＩＨＩ）2012.08.16, 請求の範囲, ［図２］ & US 2013/0319040 A1	1-9

☑　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	国際調査報告の発送日
２２．０８．２０１４	０２．０９．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｑ　４６７２
岡谷　祐哉
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	関連する請求項の番号
A	JP 2010-533063 A（レール・リキード－ソシエテ・アノニム・プール・レテュード・エ・レクスプロワタシオン・デ・プロセデ・ジョルジュ・クロード）2010.10.21, 【特許請求の範囲】,【００４４】－【００６６】,【図１】 & US 2010/0206165 A1 & WO 2009/010691 A2	1-9
A	JP 2012-106163 A（バブコック日立株式会社）2012.06.07, 【特許請求の範囲】,【００３０】－【００３４】,【図１】（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2010-241630 A（三菱重工業株式会社）2010.10.28, 【特許請求の範囲】,【図１】 & US 2012/0014861 A1 & EP 2431328 A1 & WO 2010/113364 A1	1-9