

(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  
2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/104840 A1

- (51) 国際特許分類:  

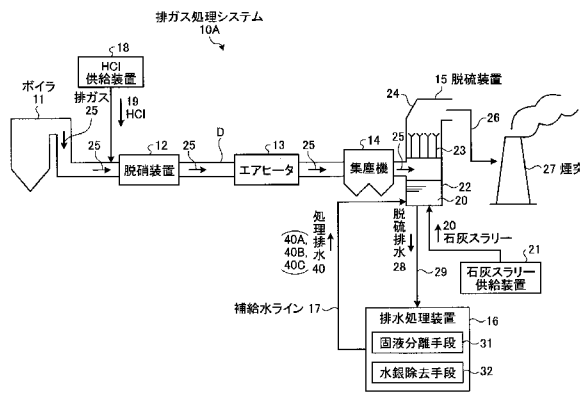
B01D 53/50 (2006.01)	C02F 1/62 (2006.01)
B01D 53/77 (2006.01)	C02F 1/72 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)	C02F 1/74 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)	C02F 1/76 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)	C02F 1/78 (2006.01)
C02F 1/58 (2006.01)	C02F 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/052955
- (22) 国際出願日: 2010年2月25日(25.02.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鵜飼 展行 (UKAI, Nobuyuki), 村上 盛紀(MURAKAMI, Moritoshi), 沖野 進(OKINO, Susumu), 長安 立人 (NAGAYASU, Tatsuto), 香川 晴治(KAGAWA, Seiji).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS TREATMENT SYSTEM, AND EXHAUST GAS TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 排ガス処理システム及び排ガス処理方法

[図1]



- 10A Exhaust gas treatment system
- 11 Boiler
- 12 Denitration unit
- 13 Air heater
- 14 Dust collector
- 15 Desulfurization unit
- 16 Wastewater treatment unit
- 17 Makeup water line
- 18 HCl supply unit
- 19 HCl
- 20 Lime slurry
- 21 Lime slurry supply unit
- 25 Exhaust gas
- 27 Smokestack
- 28 Desulfurization wastewater
- 31 Solid-liquid separation means
- 32 Mercury removal means
- 40 Treated wastewater (40A, 40B, 40C)

(57) Abstract: Disclosed is an exhaust gas treatment system (10A) which is provided with: a boiler (11) for burning fuel; a denitration unit (12) which decomposes the nitrogen oxide contained in the exhaust gas (25) that was discharged from the boiler (11); a desulfurization unit (15) which removes sulfur oxide from the exhaust gas (25) by allowing an absorption liquid to absorb the sulfur oxide contained in the exhaust gas (25) that passed through the denitration unit (12); a wastewater treatment unit (16) which has a solid-liquid separation means (31) in which the solid portion and liquid portion in the desulfurization wastewater (28), that was discharged from the desulfurization unit (15), are separated, and a mercury removal means (32) in which the mercury within the desulfurization wastewater (28) is removed; and a treated wastewater returning means (makeup water line) (17) which returns at least a portion of the treated water (40), that was treated by means of the wastewater treatment unit (16), to the desulfurization unit (15).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/104840 A1

(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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

本発明の排ガス処理システム 10 A は、燃料を燃焼させるボイラ 11 と、ボイラ 11 から排出される排ガス 25 中の窒素酸化物を分解する脱硝装置 12 と、脱硝装置 12 を通過した排ガス 25 中の硫黄酸化物を吸収液に吸収させることにより、硫黄酸化物を排ガス 25 から除去する脱硫装置 15 と、脱硫装置 15 から排出される脱硫排水 28 中の固体分と液体分とを分離する固液分離手段 31 と脱硫排水 28 中の水銀を除去する水銀除去手段 32 とを有する排水処理装置 16 と、排水処理装置 16 で処理した処理排水 40 の少なくとも一部を脱硫装置 15 に戻す処理排水返送手段 (補給水ライン) 17 と、を備える。

## 明 細 書

**発明の名称**： 排ガス処理システム及び排ガス処理方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、ボイラから排出される排ガスを浄化する排ガス処理システム及び方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、火力発電設備等に設置されるボイラから排出される排ガスを処理するための排ガス処理システムが知られている。排ガス処理システムは、ボイラからの排ガスから窒素酸化物を除去する脱硝装置と、脱硝装置を通過した排ガスの熱を回収するエアヒータと、熱回収後の排ガス中の煤塵を除去する集塵機と、除塵後の排ガス中の硫黄酸化物を除去するための脱硫装置とを備えている。脱硫装置としては、石灰スラリー等の吸収液を排ガスと気液接触させて排ガス中の硫黄酸化物を除去する湿式の脱硫装置が一般的に用いられる。

[0003] ところで、ボイラから排出される排ガスには、上記の窒素酸化物や硫黄酸化物の他に水銀等の有害物質が微量に含まれることがある。そこで、上記の排ガス処理システムにおいては、排ガス中の水銀を除去する方法として、煙道中、高温の脱硝装置の前流工程で塩素化剤をガス噴霧し、脱硝触媒上で水銀を酸化（塩素化）させて水溶性の塩化水銀にしたのち、後流の湿式脱硫装置で吸収液に溶解させることにより除去する方法が行われている（例えば特許文献1を参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-262081号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上記の水銀除去方法では、排ガス中の塩化水銀を吸収液に溶解させると、

液中の水銀濃度が高くなり気液平衡により水銀が液相から気相に移り、脱硫装置内の排ガス中に飛散してしまうという問題があった。

[0006] このため、脱硫装置内において水銀が排ガス中に飛散するのを抑制することが切望されている。

[0007] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、脱硫装置内において水銀の排ガスへの飛散を抑制することのできる排ガス処理システム及び方法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

[0008] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の請求項 1 に係る排ガス処理システムは、燃料を燃焼させるボイラから排出される排ガス中の窒素酸化物を脱硝装置により分解する脱硝工程と、前記脱硝装置を通過した排ガス中の硫黄酸化物を脱硫装置の吸収液に吸収させることにより、前記硫黄酸化物を前記排ガスから除去する脱硫工程とを有する排ガス処理方法において、前記脱硫装置から排出される脱硫排水中の固体分と液体分とを分離する固液分離手段と前記脱硫排水中の水銀を除去する水銀除去手段とを有する排水処理装置と、前記排水処理装置で処理した処理排水の少なくとも一部を前記脱硫装置に戻す処理排水返送手段と、を備えることを特徴とする。

[0009] また、本発明の請求項 2 に係る排ガス処理システムは、上記請求項 1 において、前記水銀除去手段は、前記脱硫排水中に凝集助剤を添加することにより前記水銀を固形化して前記脱硫排水から水銀固形物を分離する分離手段を有することを特徴とする。

[0010] また、本発明の請求項 3 に係る排ガス処理システムは、上記請求項 1 又は 2 において、前記排水処理装置は、前記脱硫排水中のハロゲンイオンを除去するハロゲンイオン除去手段を有することを特徴とする。

[0011] また、本発明の請求項 4 に係る排ガス処理システムは、上記請求項 2 において、前記凝集助剤は硫化物であり、前記排水処理装置は、前記水銀固形物を分離した分離液に含まれる前記凝集助剤の酸化処理を行う助剤酸化手段を有することを特徴とする。

- [0012] また、本発明の請求項 5 に係る排ガス処理システムは、上記請求項 1 において、前記脱硝装置と脱硫装置との間に設けられ、前記排ガスの熱を回収するエアヒータと、前記ボイラに燃料を供給する経路、前記ボイラ内部、又は、前記ボイラと前記エアヒータとの間の煙道内部の少なくとも一箇所に設置され前記排水処理装置で処理した処理排水の一部を供給する排水供給手段と、をさらに備えることを特徴とする。
- [0013] また、本発明の請求項 6 に係る排ガス処理システムは、上記請求項 5 において、前記脱硝装置と並列な位置、又は、前記エアヒータと並列な位置の少なくとも一方にバイパス管を設け、前記バイパス管に前記排水供給手段を設けたことを特徴とする。
- [0014] また、本発明の請求項 7 に係る排ガス処理方法は、脱硝装置において、燃料を燃焼させるボイラから排出される排ガス中の窒素酸化物を分解する工程と、脱硫装置において、前記脱硝装置を通過した排ガス中の硫黄酸化物を吸収液に吸収させることにより、前記硫黄酸化物を前記排ガスから除去する工程とを有する排ガス処理方法において、前記脱硫装置から排出される脱硫排水中の固体分と液体分とを分離する固液分離処理と、前記脱硫排水中の水銀を除去する水銀除去処理とを含む排水処理工程と、前記排水処理工程で処理した処理排水の少なくとも一部を前記脱硫装置に戻す処理排水返送工程と、を有することを特徴とする。
- [0015] また、本発明の請求項 8 に係る排ガス処理方法は、上記請求項 7 において、前記排水処理工程の前記水銀除去処理は、前記脱硫排水中に凝集助剤を添加することにより前記水銀を固形化して前記脱硫排水から水銀固形物を分離する処理であることを特徴とする。
- [0016] また、本発明の請求項 9 に係る排ガス処理方法は、上記請求項 7 又は 8 において、前記排水処理工程は、前記脱硫排水中のハロゲンイオンを除去するハロゲンイオン除去処理を含むことを特徴とする。
- [0017] また、本発明の請求項 10 に係る排ガス処理方法は、上記請求項 8 において、前記凝集助剤は硫化物であり、前記排水処理工程は、前記水銀固形物を

分離した分離液に含まれる前記凝集助剤の酸化処理を含むことを特徴とする。

[0018] また、本発明の請求項 1 1 に係る排ガス処理方法は、上記請求項 7 において、前記脱硝装置と脱硫装置との間に、前記排ガスの熱を回収するエアヒータを設置し、前記ボイラに燃料を供給する経路、前記ボイラ内部、又は、前記ボイラと前記エアヒータとの間の煙道内部の少なくとも一箇所に、前記排水処理工程で処理した処理排水の一部を供給する処理排水供給工程をさらに有することを特徴とする。

[0019] また、本発明の請求項 1 2 に係る排ガス処理方法は、上記請求項 1 1 において、前記脱硝装置と並列な位置、又は、前記エアヒータと並列な位置の少なくとも一方にバイパス管を設け、前記バイパス管の内部に前記処理排水を供給することを特徴とする。

### 発明の効果

[0020] 本発明の排ガス処理システムおよび排ガス処理方法によれば、脱硫装置から排出される脱硫排水中の水銀を除去処理した後の処理排水を脱硫装置に戻すように構成したので、脱硫装置内の吸収液の水銀濃度を低減させることができる。その結果、脱硫装置内において水銀が排ガス中に飛散するのを抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1] 図 1 は、実施例 1 に係る排ガス処理システムの概略構成図である。  
[図2] 図 2 は、実施例 1 における排水処理装置の構成の一例を示す図である。  
[図3] 図 3 は、実施例 2 における排水処理装置の構成の一例を示す図である。  
[図4] 図 4 は、実施例 3 における排水処理装置の構成の一例を示す図である。  
[図5] 図 5 は、実施例 4 に係る排ガス処理システムの概略構成図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のもの

が含まれる。

## 実施例 1

- [0023] 図 1 は、実施例 1 に係る排ガス処理システム 10A の概略構成図である。図 1 に例示される排ガス処理システム 10A は、石炭を燃料として使用する石炭焼きボイラや重油を燃料として使用する重油焼きボイラ等のボイラ 11 からの排ガス 25 から、窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ )、硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ )、水銀 ( $\text{Hg}$ ) 等の有害物質を除去する装置である。
- [0024] 図 1 に例示される排ガス処理システム 10A は、ボイラ 11 からの排ガス 25 中の窒素酸化物を除去する脱硝装置 12 と、脱硝装置 12 を通過した排ガス 25 の熱を回収するエアヒータ 13 と、熱回収後の排ガス 25 中の煤塵を除去する集塵機 14 と、煤塵が除去された後の排ガス 25 中の硫黄酸化物を湿式で除去する脱硫装置 15 と、脱硫装置 15 から排出される脱硫排水 28 から水銀等の有害物質を除去する排水処理装置 16 と、排水処理装置 16 で処理した処理排水 40 の少なくとも一部を脱硫装置 15 に戻す処理排水返送手段 17 (以下、補給水ラインとよぶ) とを備えて構成されている。ボイラ 11、脱硝装置 12、エアヒータ 13、集塵機 14、脱硫装置 15 は、一本の煙道 D により接続され、ボイラ 11 から排出される排ガス 25 は各装置での工程を経て浄化された後、煙突 27 から屋外に排出される。この排ガス処理システム 10A は、脱硫装置 15 から排出される脱硫排水 28 に含まれる水銀等の有害物質を除去処理した後の処理排水 40 (40A, 40B, 40C) を脱硫装置 15 に戻し、脱硫装置 15 と排水処理装置 16 との間で処理排水 40 を循環させるように構成したことを特徴とするものであり、上記構成とすることにより脱硫装置 15 で用いる吸収液の水銀濃度を低減させている。
- [0025] 脱硝装置 12 は、ボイラ 11 からの排ガス 25 中の窒素酸化物を除去する装置であり、その内部に脱硝触媒層 (図示せず) を有している。脱硝工程において、脱硝装置 12 に導入された排ガス 25 は、脱硝触媒層と接触することにより、排ガス 25 中の窒素酸化物が窒素ガス ( $\text{N}_2$ ) と水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) に分

解・除去される。また、排ガス 25 中の塩素 (Cl) 分が多くなると、水に可溶性な 2 価の金属水銀の割合が多くなり、後述する脱硫装置 15 で水銀が捕集しやすくなる。このため、図 1 に示すように脱硝装置 12 の上流側には HCl 供給装置 18 が設置され、この HCl 供給装置 18 から煙道 D 内の排ガス 25 中に塩化水素 (HCl) 19 が供給されるようになっている。これにより、排ガス 25 に含まれる水銀は脱硝触媒上で酸化 (塩素化) され、水溶性の塩化水銀 (HgCl) に変換される。

[0026] エアヒータ 13 は、脱硝装置 12 で窒素酸化物が除去された後の排ガス 25 中の熱を回収する熱交換器である。脱硝装置 12 を通過した排ガス 25 の温度は 350°C~400°C 程度と高温であるため、エアヒータ 13 により高温の排ガス 25 と常温の燃焼用空気との間で熱交換を行う。熱交換により高温となった燃焼用空気は、ボイラ 11 に供給される。一方、常温の燃焼用空気との熱交換を行った排ガス 25 は 150°C 程度まで冷却される。

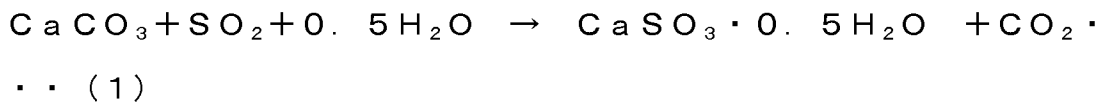
[0027] 集塵機 14 は、熱回収後の排ガス 25 中の煤塵を除去するものである。集塵機 14 としては遠心力集塵器、濾過式集塵器、電気集塵器等が挙げられるが、特に限定されない。

[0028] 脱硫装置 15 は、煤塵が除去された後の排ガス 25 中の硫黄酸化物を湿式で除去する装置である。この脱硫装置 15 では、アルカリ吸収液として石灰スラリー 20 (水に石灰石粉末を溶解させた水溶液) が用いられ、装置内の温度は 30~50°C 程度に調節されている。脱流工程において、石灰スラリー 20 は、石灰スラリー供給装置 21 から脱硫装置 15 の塔底部 22 に供給される。脱硫装置 15 の塔底部 22 に供給された石灰スラリー 20 は、図示しない吸収液送給ラインを介して脱硫装置 15 内の複数のノズル 23 に送られ、ノズル 23 から塔頂部 24 側に向かって噴出される。脱硫装置 15 の塔底部 22 側から上昇してくる排ガス 25 がノズル 23 から噴出する石灰スラリー 20 と気液接触することにより、排ガス 25 中の硫黄酸化物及び塩化水銀が石灰スラリー 20 により吸収され、排ガス 25 から分離、除去される。石灰スラリー 20 により浄化された排ガス 25 は、浄化ガス 26 として脱硫

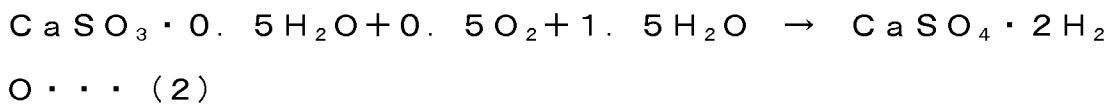


装置 15 の塔頂部 24 側より排出され、煙突 27 から系外に排出される。

- [0029] 脱硫装置 15 の内部において、排ガス 25 中の硫黄酸化物  $\text{SO}_x$  は石灰スラリー 20 と下記式 (1) で表される反応を生じる。



- [0030] さらに、排ガス 25 中の  $\text{SO}_x$  を吸収した石灰スラリー 20 は、脱硫装置 15 の塔底部 22 に供給される空気 (図示せず) により酸化処理され、空気と下記式 (2) で表される反応を生じる。



このようにして、排ガス 25 中の  $\text{SO}_x$  は、脱硫装置 15 において石膏  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  の形で捕獲される。

- [0031] また、上記のように、石灰スラリー 20 は、湿式脱硫装置 15 の塔底部 22 に貯留した液を揚水したものが用いられるが、この揚水される石灰スラリー 20 には、脱硫装置 15 の稼働に伴い、反応式 (1)、(2) により石膏  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  が混合される。以下では、この揚水される石灰石膏スラリー (石膏が混合された石灰スラリー) を吸収液とよぶ。

- [0032] 脱硫に用いた吸収液 (石灰石膏スラリー) は、脱硫排水 28 として脱硫装置 15 の塔底部 22 から外部に排出され、脱硫排水ライン 29 を介して排水処理装置 16 に送られる。この脱硫排水 28 には、石膏の他、水銀等の重金属や  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{F}^-$  等のハロゲンイオンが含まれている。

- [0033] 上述した脱硫装置 15 においては、生成する石膏  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  結晶に水銀  $\text{Hg}$  が吸着されることにより水銀が除去される。ここで、石膏の生成量に対する水銀除去量の比率は、石灰石の性質、ハロゲンイオン濃度、脱硫装置の運転条件等によりばらつきがあるが、およそ  $2\text{mg}/\text{kg}$  ( $\text{Hg}$  除去量 /  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  生成量) 程度である。そして、重量比が  $2\text{mg}/\text{kg}$  以上の水銀含有比率の高い (又は硫黄含有比率の低い) 石炭では、水銀を石膏粒子中に吸着しきれないことがある。この場合、脱硫装置 15 の内部に

において、石灰石膏スラリーの上澄み水中の水銀濃度が増加し、この一部が気液平衡により上澄み水から気相（排ガス）へ飛散する現象が生じる。このため、水銀の飛散を防ぐには上澄み水中の水銀濃度を低減させることが必要である。そこで、以下に説明するように、脱硫排水 28 を排水処理装置 16 に送り、固液分離処理と水銀除去処理からなる排水処理工程を行った後、その処理排水 40 を再度脱硫装置 15 に戻すように構成し、脱硫装置 15 と排水処理装置 16 との間で処理排水 40 を循環させるようにしたことで、吸収液の水銀濃度を低減させている。

[0034] 図 2 は、図 1 に示した排水処理装置 16 の構成例を示す図である。図 2 に例示される排水処理装置 16 は、脱硫排水 28 中の石膏を含む固体分と液体分とを分離する固液分離手段 31 と、脱硫排水 28 中に残存する水銀、ホウ素、セレン等の物質を除去する手段 32（以下では、「水銀除去手段 32」とよぶ）とを有している。

[0035] 固液分離手段 31 としては、例えばベルトフィルタ、遠心分離機、デカンタ型遠心沈降機等が用いられる。脱硫装置 15 から排出された脱硫排水 28 は固液分離手段 31 により石膏 34 が分離される。その際、脱硫排水 28 中の塩化水銀は石膏に吸着された状態で石膏 34 とともに液体と分離される。分離した石膏 34 は、排ガス処理システムの外部（以下、「系外」という）に排出される。一方、分離液 35 中には、石膏 34 に吸着しきれなかった微量の水銀やホウ素、セレン等の物質（以下では、水銀に限定して説明する）が含まれる。これらの物質は、次の水銀除去手段 32 により除去される。

[0036] 水銀除去手段 32 では、分離液 35 に含まれる水銀を固形化し、水銀固形物 36 等を分離液 35 から分離する。水銀除去を高精度に行うため、図 2 に示される例では水銀除去処理を多段階からなる手段で構成してある。水銀除去手段 32 は、助剤混和手段 32 a と、固液分離手段（濃縮手段）32 b と、固液分離手段（脱水手段）32 c と、精密処理手段 32 d とからなる。まず、助剤混和手段 32 a において、分離液 35 に凝集助剤を混和することにより水銀を固形化した後、固液分離手段（濃縮手段）32 b において、水銀

固形物 36 や粒子状物質を濃縮する。濃縮手段としては、重力式沈降、砂濾過等が用いられる。次いで、固液分離手段（脱水手段）32cにおいて、濃縮された水銀固形物 36 や粒子状物質等の脱水を行う。脱水手段としては、遠心分離やベルトフィルタ等が用いられる。脱水後の水銀固形物 36 等は系外に排出される。固液分離手段（脱水手段）32cで生じた分離液 38 は、固液分離手段（濃縮手段 32b）で分離した分離液 37 と混合されて精密処理手段 32d に送られ、分離液 37 中に残存する微量の水銀固形物 39 や粒子状物質が除去される。精密処理としては、サイクロンや膜分離等の方法が用いられる。精密処理手段 32 で除去された水銀固形物 39 等は系外に排出される。

[0037] 上述した水銀除去手段 32 により水銀固形物 36、39 が除去された処理排水 40A は、補給水ライン 17 を介して脱硫装置 15 の補給水として脱硫装置 15 に戻される。脱硫装置 15 に戻された処理排水 40A は、吸収液として用いられた後、再び排水処理装置 16 で排水処理されることを繰り返す。すなわち、処理排水 40A は脱硫装置 15 と排水処理装置 16 との間を循環する。ここで、排水処理装置 16 を通して循環させる処理排水 40A の量（処理排水 40A の戻し量）は、脱硫装置 15 内の吸収液の水銀濃度やハロゲンイオン濃度をどの程度に設定するかで決まる。例えば、吸収液の水銀濃度を低くする場合には、処理排水 40A の戻し量を多くする。

[0038] なお、図 2 では、排水処理装置 16 で処理した処理排水 40A の一部を後述する噴霧水ライン 44 に供給しているが、これは後述する実施例 4 に対応するものであり、本実施例 1 では、処理排水 40A は噴霧水ライン 44 には供給されない。

[0039] すなわち、実施例 1 では、排水処理装置 16 で処理された処理排水 40A が、予め設定した補給水量の設定値と同じかあるいはそれを下回る場合には、処理排水 40A をすべて補給水として脱硫装置 15 に戻す。一方、予め設定した補給水量の設定値よりも処理排水 40A の量が多い場合には、余剰分の処理排水 40A を系外に排出する。

[0040] 以上説明したように、実施例 1 の排ガス処理システム 10A は、脱硫装置 15 から排出される脱硫排水 28 中の固体分と液体分とを分離する固液分離手段 31 と脱硫排水 28 中の水銀を除去する水銀除去手段 32 とを有する排水処理装置 16 と、この排水処理装置 16 で処理した処理排水 40 の少なくとも一部を脱硫装置 15 に戻す補給水ライン 17 とを備えた構成としている。このように、脱硫装置 15 から排出される脱硫排水 28 を排水処理装置 16 に送って水銀を除去処理し、水銀を除去した後の処理排水 40A の少なくとも一部を脱硫装置 15 に戻し、脱硫装置 15 と排水処理装置 16 との間で処理排水 40A を循環させるようにしたことで、脱硫装置 15 内の吸収液の水銀濃度を低減させることができる。その結果、脱硫装置 15 内部で吸収液中の水銀が液相から気相に移り、水銀が排ガス 25 中に飛散するといった事態を抑制することが可能となる。

## 実施例 2

[0041] 次に、実施例 2 に係る排ガス処理システムについて説明する。なお、実施例 2 の排ガス処理システムは、図 1 に示した排ガス処理システム 10A と同じ構成であるため、図 1 を兼用するものとする。図 3 は、実施例 2 における排水処理装置 16 の構成例を示す図である。図 3 に示される排水処理装置 16 は、上記実施例 1 で説明した排水処理装置 16 の構成に加えて、塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ )、臭素イオン ( $\text{Br}^-$ )、ヨウ素イオン ( $\text{I}^-$ )、フッ素イオン ( $\text{F}^-$ ) 等のハロゲンイオンを除去する手段 50 (以下では、「ハロゲンイオン除去手段 50」とよぶ) を備えている。

[0042] 上記の塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ )、臭素イオン ( $\text{Br}^-$ )、ヨウ素イオン ( $\text{I}^-$ )、フッ素イオン ( $\text{F}^-$ ) 等のハロゲンイオンは、脱硫装置 15 での脱硫工程の際に水銀が石膏に吸着されるのを抑制する性質を持つ。このため、脱硫装置 15 に返送する処理排水中のハロゲンイオン濃度が高いと、吸収液の上澄み水中の水銀濃度が増加し、この一部が気相 (排ガス) へ飛散する現象が生じる。そのため、ハロゲンイオン除去手段 50 によって、水銀除去手段 32 で分離した分離液 41 からハロゲンイオンを除去し、ハロゲンイオン濃度を低

減させるのが好ましい。ハロゲンイオン除去手段50としては、逆浸透膜を用いた濃縮手段、イオン交換膜を用いた濃縮手段、電気透析法を用いた濃縮手段、蒸留、晶析等の手段が挙げられる。

[0043] 上記のハロゲンイオン除去手段50での処理は、水銀除去手段32から分離液41が供給される都度、毎行ってもよいが、分離液41のハロゲンイオン濃度を測定し、当該ハロゲンイオン濃度が設定値を上回る場合にのみハロゲンイオンの除去処理を行い、ハロゲンイオン濃度が設定値未満である場合にはハロゲンイオン除去手段50による処理を省略するように構成してもよい。

[0044] ハロゲンイオン除去手段50によりハロゲンイオンが濃縮・除去された処理排水40Bは、補給水ライン17を介して、脱硫装置15の補給水として脱硫装置15に戻される。実施例1と同様に、排水処理装置16を通して循環される処理排水40Bの量は、脱硫装置15内の吸収液の水銀濃度やハロゲンイオン濃度をどの程度に設定するかで決まる。

[0045] なお、図3では、排水処理装置16で処理した処理排水40Bの一部を後述する噴霧水ライン44に供給しているが、これは後述する実施例4に対応するものであり、本実施例2では、処理排水40Bは噴霧水ライン44には供給されない。また、図3では、ハロゲンイオン除去処理手段50で生成した濃縮液42を後述する噴霧水ライン44に混合しているが、これも実施例4に対応するものであり、本実施例2では、濃縮液42は系外に排出される。

[0046] また、実施例1と同様に、排水処理装置16で処理された処理排水40Bは、予め設定した補給水量の設定値と同じかあるいはそれを下回る場合には、処理排水40Bをすべて補給水として脱硫装置15に戻す。一方、予め設定した補給水量の設定値よりも処理排水40Bの量が多い場合には、余剰分の処理排水40Bを系外に排出する。

[0047] 以上説明したように、実施例2の排ガス処理システム10Aにおける排水処理装置16は、上記実施例1で説明した排水処理装置16の構成に加えて

、水銀の石膏への吸着を抑制する塩素イオン（ $\text{Cl}^-$ ）、臭素イオン（ $\text{Br}^-$ ）、ヨウ素イオン（ $\text{I}^-$ ）、フッ素イオン（ $\text{F}^-$ ）等のハロゲンイオン除去手段50を備えた構成としている。上記のように構成される実施例2の排ガス処理システム10Aによれば、実施例1の効果に加えて、処理排水40中のハロゲンイオン濃度を低減させることができるため、石膏中への水銀の移行（固形化）を推進するとともに、気相への飛散を抑止することができる。

### 実施例 3

[0048] 次に、実施例3に係る排ガス処理システムについて説明する。なお、実施例3の排ガス処理システムは、図1に示した排ガス処理システム10Aと同じ構成であるため、図1を兼用するものとする。図4は、実施例3における排水処理装置16の構成例を示す図である。図4に示される排水処理装置16は、上記実施例2で説明した排水処理装置16の構成に加えて、助剤酸化手段53を設けた構成としている。水銀除去手段32の助剤混和工程において、凝集助剤として硫化水素 $\text{H}_2\text{S}$ 、硫化ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}$ 、硫化水素ナトリウム $\text{NaHS}$ 、金属硫化物 $\text{M}_x\text{S}_y$ （Mは金属元素でMn、Feなど、x、yは数）等の硫化物を用いた場合、処理排水40を脱硫装置15に戻した際に処理排水40中に含まれる凝集助剤が還元剤となり酸化が阻害される可能性がある。このため、凝集助剤として硫化物を用いる場合には、助剤酸化手段53により、精密処理手段32dで分離した分離液41に含まれる凝集助剤を酸化処理するのが好ましい。酸化処理としては、具体的には、酸化剤を添加し、硫化物と酸化剤とを反応させる処理を行う。酸化剤としては、空気、酸素 $\text{O}_2$ 、過酸化水素 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、オゾン $\text{O}_3$ 、塩素酸化合物、マンガン化合物、鉄化合物などを挙げることができる。

[0049] 上記の助剤酸化手段53での処理を終えた分離液41は、ハロゲンイオン除去手段50でハロゲンイオンが濃縮・除去される。ハロゲンイオンが除去された処理排水40Cは、補給水ライン17を介して、脱硫装置15の補給水として脱硫装置15に戻される。実施例1と同様に、排水処理装置16を通して循環される処理排水40Cの量は、脱硫装置15内の吸収液の水銀濃

度やハロゲンイオン濃度をどの程度に設定するかで決まる。

[0050] なお、図4では、排水処理装置16で処理した処理排水40Cの一部を後述する噴霧水ライン44に供給しているが、これは後述する実施例4に対応するものであり、本実施例3では、処理排水40Cは噴霧水ライン44には供給されない。また、図4では、ハロゲンイオン除去処理手段50で生成した濃縮液42を後述する噴霧水ライン44に混合しているが、これも実施例4に対応するものであり、本実施例3では、濃縮液42は系外に排出される。

[0051] また、実施例1と同様に、排水処理装置16で処理された処理排水40Cは、予め設定した補給水量の設定値と同じかあるいはそれを下回る場合には、処理排水40Cをすべて補給水として脱硫装置15に戻す。一方、予め設定した補給水量の設定値よりも処理排水40Cの量が多い場合には、余剰分の処理排水40Cを系外に排出する。

[0052] 以上説明したように、実施例3の排ガス処理システム10Aにおける排水処理装置16は、上記実施例2で説明した排水処理装置16の構成に加えて、凝集助剤を酸化処理する助剤酸化手段53を備えた構成としている。上記のように構成したことで、実施例1、2の効果に加えて、処理排水40を脱硫装置15に戻した際に処理排水40中に含まれる凝集助剤が還元剤となり酸化が阻害されるといった事態を防止することができる。

[0053] なお、図2～図4に例示した排水処理装置16の構成は一例であり、脱硫排水28の性状等に応じて適宜変更可能である。例えば、図2～図4に示した例では、水銀除去手段32を濃縮工程、脱水工程、精密処理工程の多段階で構成することにより高精度に水銀を除去したが、必ずしも多段階とする必要はなく、これらの工程のうちのいずれかを選択して行ってもよい。例えば、分離液37中の水銀濃度を測定し、当該水銀濃度が閾値未満である場合には精密処理手段32dを省略するように構成してもよい。また、硫化物以外の凝集助剤を用いた場合には、凝集助剤の酸化処理（無害化処理）を省略してもよいのはもちろんである。

[0054] また、固液分離手段 31 での処理、水銀除去手段 32 での処理、ハロゲンイオン除去手段 50 での処理の順番は、図 2 に示した例に限定されない。例えば、水銀除去手段 32 での処理を行った後に固液分離手段 31 を行ってもよく、また、ハロゲンイオン除去手段 50 での処理を行った後に水銀除去手段 32 での処理を行ってもよい。

#### 実施例 4

[0055] 次に、実施例 4 に係る排ガス処理システムについて説明する。なお、上述した実施例 1～3 と同一の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。図 5 は、実施例 4 に係る排ガス処理システム 10B の概略構成図である。上述した実施例 1～3 では、脱硫装置 15 から排出される脱硫排水 28 を排水処理した後、処理排水 40 を補給水として脱硫装置 15 へ戻す場合について説明したが、実施例 4 の排ガス処理システム 10B では、実施例 1～3 の構成に加えて、処理排水 40 の一部を、ボイラ 11 に燃料 F を供給する経路、ボイラ 11 の炉内部、ボイラ 11 とエアヒータ 13 との間の煙道 D の内部、バイパス管 46、47 の内部の少なくとも一箇所に噴霧する構成としている。

[0056] 図 5 に例示される排ガス処理システム 10B は、上述したボイラ 11、脱硝装置 12、エアヒータ 13、集塵機 14、脱硫装置 15、排水処理装置 16、補給水ライン 17 に加えて、噴霧水ライン 44 及び排水噴霧装置 45 を備えている。また、脱硝装置 12 と並列な位置には、脱硝装置 12 の上流側と下流側の煙道 D を接続するバイパス管 46 が設けられている。同様に、エアヒータ 13 と並列な位置には、エアヒータ 13 の上流側と下流側の煙道 D を接続するバイパス管 47 が設けられている。上記構成とすることで、各バイパス管 46、47 の内部を流通する排ガス 25 中にも処理排水 40 を噴霧することができるようになっている。各バイパス管 46、47 は、その内部を流通する排ガス量が煙道 D を流通する排ガス量の数%程度となるように構成されている。

[0057] 排水処理装置 16 で処理される処理排水 40 のうち、所定量は補給水ライ



ン 17 を介して脱硫装置 15 に戻されるが、処理排水 40 を脱硫装置 15 に戻してもなお余剰の処理排水 40 がある場合には、残りの処理排水 40 を噴霧水ライン 44 に供給し、排水噴霧装置 45 によってボイラ 11 に燃料 F を供給する経路、ボイラ 11 の炉内部、煙道 D の内部、バイパス管 46、47 内に供給する。

[0058] 例えば、排水処理装置 16 で処理された処理排水 40 の量が、予め設定した補給水量の設定値と同じかあるいはそれを下回る場合には、処理排水 40 をすべて補給水として脱硫装置 15 に戻す。一方、予め設定した補給水量の設定値よりも処理排水 40 の量が多い場合には、余剰分の処理排水 40 を噴霧水ライン 44 に供給し、排水噴霧装置 45 によってボイラ 11 に燃料 F を供給する経路、ボイラ 11、煙道 D、バイパス管 46、47 内に供給する。さらに、予め設定した補給水量の設定値と予め設定した噴霧水量の設定値との和よりも、排水処理装置 16 で処理される処理排水 40 の量が多い場合には、余剰分の処理排水 40 を系外に排出する。

[0059] ここで、実施例 1～3 と同様に、脱硫装置 15 に戻す処理排水（補給水）40 の量は、脱硫装置 15 内の吸収液の水銀濃度やハロゲンイオン濃度をどの程度に設定するかで決まる。一方、ボイラ 11 の炉内部、煙道 D の内部、バイパス管 46、47 の内部に噴霧する処理排水（噴霧水）40 の量は、処理する排ガス 25 の量に比例して発生する処理排水 40 の量と、系外に排出できる処理排水 40 の限度量とで決まる。

[0060] 排水処理装置 16 は、上述した実施例 1（図 2）～実施例 3（図 4）で説明したいずれかの構成を適用する。例えば、排水処理装置 16 を図 2 に示すように固液分離手段 31 と水銀除去装置 32 とで構成する場合には、水銀除去手段 32 で処理した処理排水 40 A の一部を噴霧水ライン 44 に供給する。

[0061] また、排水処理装置 16 を図 3 に示すように固液分離手段 31 と水銀除去装置 32 とハロゲンイオン除去手段 50 とで構成する場合には、水銀除去手段 32 で処理した分離液 41、あるいは、この分離液 41 にハロゲンイオン

の濃縮液 4 2 を混合した液を処理排水 4 0 B として噴霧水ライン 4 4 に供給する。例えば、処理排水 4 0 を脱硝装置 1 2 よりも上流側の煙道 D 内に噴霧する場合には、図 3 に示すようにハロゲンイオンの濃縮液 4 2 と分離液 4 1 との混合液を処理排水 4 0 B として噴霧水ライン 4 4 に供給し、これを煙道 D 内に噴霧する。これにより、排ガス 2 5 中の塩素イオン濃度を増加させることができるため、脱硝装置 1 2 における塩化水銀の変換効率を上げることができる。一方、処理排水 4 0 B を脱硝装置 1 2 よりも下流側の煙道 D 内やバイパス管 4 6、4 7 に噴霧する場合には、ハロゲンイオンの濃縮液 4 2 を混合せず、分離液 4 1 のみを処理排水 4 0 B として噴霧水ライン 4 4 に供給し、これを煙道 D 内及びバイパス管 4 6、4 7 に噴霧する。排水処理装置 1 6 を図 4 に示すように固液分離手段 3 1 と水銀除去装置 3 2 と助剤酸化手段 5 3 とハロゲンイオン除去手段 5 0 とで構成した場合も同様である。

[0062] 排水噴霧装置 4 5 は、噴霧水ライン 4 4 を介して排水処理装置 1 6 と接続され、処理排水（噴霧水） 4 0 を貯留する排水タンク 4 8 と、排水タンク 4 8 に接続され排水タンク 4 8 に貯留された処理排水 4 0 をボイラ 1 1 に燃料 F を供給する経路と、ボイラ 1 1 の炉内部と、煙道 D の内部と、バイパス管 4 6、4 7 の内部にそれぞれ供給する複数の排水供給管（排水供給手段） P 0 ~ P 5 とを備えている。排水供給管 P 1 ~ P 5 の先端には、処理排水 4 0 を噴霧するノズル N 1 ~ N 5 が設けられている。

[0063] 排水供給管 P 0 ~ P 5 は、エアヒータ 1 3 により熱が回収される前の高温の排ガス 2 5 が流通する位置、すなわち、エアヒータ 1 3 よりも上流側に設置される。図 5 に示す例では、排水供給管 P 1 はボイラ 1 1 に接続され、ノズル N 1 はボイラ 1 1 の炉内部に設置されている。具体的には、ノズル N 1 は、炉の側面や炉の上部の炉壁に設置され、当該ノズル N 1 から炉の中央部の火炎部分又は火炎の上方に向かって脱硫排水 2 8 が噴射される。また、排水供給管 P 2 はボイラ 1 1 と脱硝装置 1 2 の間の煙道 D に接続され、ノズル N 2 は煙道 D の内部に設置されている。また、排水供給管 P 3 は、脱硝装置 1 2 の上流側の煙道と下流側の煙道 D を接続するバイパス管 4 6 に接続され

、ノズルN 3はバイパス管4 6の内部に設置されている。また、排水供給管P 4は、脱硝装置1 2とエアヒータ1 3との間の煙道Dに接続され、ノズルN 4は煙道Dの内部に設置されている。また、排水供給管P 5は、エアヒータ1 3の上流側の煙道と下流側の煙道を接続するバイパス管4 7に接続され、ノズルN 5はバイパス管4 7の内部に設置されている。

[0064] ノズルN 1～N 5としては、例えば二流体ノズル、ロータリアトマイザ等が用いられる。また、ノズルN 1～N 5のミスト径は、最大粒径が200 $\mu$ m以下、平均粒径が30～70 $\mu$ mとするのが好ましい。これにより、排ガス2 5との接触効率が向上し、蒸発効率の向上を図ることができる。

[0065] ノズルN 1が設置されるボイラ1 1の炉内の排ガス温度は800 $^{\circ}$ C～1200 $^{\circ}$ C程度と最も高温であるため、最も多くの処理排水4 0を蒸発させることが可能である。また、ノズルN 2が設置される煙道D内部の排ガス温度は500 $^{\circ}$ C程度、ノズルN 4が設置される煙道D内部、及び、ノズルN 3、N 5が設置されるバイパス管4 6、4 7の排ガス温度はいずれも350 $^{\circ}$ C～400 $^{\circ}$ C程度であり、ボイラ1 1の炉内部よりも温度は低下するものの、処理排水4 0を確実に蒸発させることができる。一方、エアヒータ1 3を通過した排ガス2 5の温度は150 $^{\circ}$ C程度まで低下し、処理排水4 0を十分に蒸発させることができない。

[0066] また、排水供給管P 0は、ボイラ1 1に燃料Fを供給する経路に設置されている。ここで、ボイラ1 1に燃料Fを供給する経路とは、具体的には、燃料供給装置（図示せず）の内部や、燃料供給装置とボイラ1 1とを接続する配管等である。排水供給管P 0から燃料Fに供給された処理排水4 0は燃料Fと混合され、燃料Fとともにボイラ1 1に投入された後、ボイラ内で蒸発する。

[0067] 上記の排水供給管P 0～P 5にはそれぞれ開閉バルブV 0～V 5が設置され、これらの開閉バルブV 0～V 5の開閉量を制御することにより、排水供給管P 0～P 5に供給される処理排水4 0の流量が調整される。そして、排水タンク4 8に貯留される処理排水4 0は、排水供給管P 1～P 5を介して

、ボイラ 11 に燃料 F を供給する経路、ボイラ 11 の炉内部、煙道 D 内部、バイパス管 46, 47 内部にそれぞれ噴霧される。

[0068] ノズル N1 ~ N5 から高温の排ガス 25 中に噴霧された処理排水 40 は、蒸発して水蒸気となり、その後、排ガス 25 とともに脱硫装置 15 内に送られる。脱硫装置 15 内の温度は 30°C ~ 50°C 程度であるため、脱硫装置 15 内に導入された水蒸気のほとんどは液化し、塔底部 22 の石灰スラリー 20 と混合される。一方、液化しなかった水蒸気は、浄化ガス 26 とともに煙突 27 から排出される。

[0069] 上記のように、煙道 D の場所により排ガス 25 の温度が異なり、脱硫排水 28 の蒸発効率も異なる。そこで、乾燥粒子の搬送効率や排ガス 25 の蒸発効率等を考慮した上で、バルブ V0 ~ V5 の開閉量を最適化する。

[0070] 以上説明したように、実施例 4 の排ガス処理システム 10B では、実施例 1 ~ 3 の構成に加えて、ボイラ 11 に燃料 F を供給する経路、ボイラ 11 の炉内部、煙道 D の内部、バイパス管 46, 47 の内部の少なくとも 1 箇所に、処理排水 40 を供給する排水供給管 P0 ~ P5 を設置した構成としている。そして、排水処理装置 16 で処理した処理排水 40 の少なくとも一部を、補給水として脱硫装置 15 に戻す一方、処理排水 40 の一部を、ボイラ 11 に燃料 F を供給する経路、ボイラ 11 の炉内部及び煙道 D 等に供給する構成としている。すなわち、本実施例では、処理排水 40 を補給水として脱硫装置 15 に戻すことに加えて、処理排水 40 の一部をボイラ 11 や煙道 D 等にも供給するようにしたので、上記実施例 1 ~ 3 の効果に加えて、排水処理装置 16 で処理した処理排水 40 を最大限に再利用することが可能であり、処理排水 40 のすべてを排ガス処理システム 10B 内で再利用することが可能となる。その結果、系外への排水の放出量を著しく低減もしくは完全無排水化を実現することが可能となる。

[0071] また、エアヒータ 13 により熱が回収される前の高温の排ガス 25 中に処理排水 40 を直接噴霧する構成としているため、ノズル N1 ~ N5 からの処理排水 40 の噴霧量が多くても確実に処理排水 40 を蒸発させることができ

、単位時間当たりに煙道D内に戻す処理排水40の量を増大させることができる。その結果、単位時間当たりの脱硫排水28の量を増やすことができるため、従来に比して単位時間当たりの排ガスの処理量を増やすことが可能となる。

[0072] また、脱硝装置12と並列な位置とエアヒータ13と並列な位置にそれぞれバイパス管46、47を設け、これらのバイパス管46、47内部の排ガス25中に処理排水40を噴霧し、蒸発させるようにしたので、処理排水40の蒸発に伴い発生する灰等の乾燥粒子が脱硝装置12やエアヒータ13の中を通過することにより、これらの装置の働きを低下させるおそれがある場合に、各バイパス管46、47を介して、乾燥粒子を効率よく脱硝装置12及びエアヒータ13の下流側に搬送することができる。

[0073] なお、図5に示した排水噴霧装置45の構成は一例であり、排水供給管P0～P5の設置本数及び設置位置はこれに限定されるものではなく、処理排水40の量や排ガス25の種類等に応じて適宜変更することができる。すなわち、ボイラ11に燃料Fを供給する経路、ボイラ11の炉内部、ボイラ11の出口からエアヒータ13の入口までの煙道D、バイパス管46、47のうち、少なくとも一箇所に設置されればよい。

[0074] また、処理排水40に含まれる有害物質・固形分が微量であり、脱硝装置12やエアヒータ13の上流側の煙道D内に処理排水40を噴霧しても、これらの装置の働きを低下させるおそれがない場合には、必ずしもバイパス管46、47を設ける必要はない。さらに、図5に示した排水噴霧装置45では、排水処理装置16からの処理排水40を排水タンク48に一旦貯留し、排水タンク48から処理排水40を排水供給管P0～P5に供給する構成としたが、排水処理装置16から噴霧水ライン44を介して供給される処理排水40を直接、排水供給管P0～P5に供給する構成としてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0075] 以上のように、本発明に係る排ガス処理システム及び排ガス処理方法によれば、脱硫装置で用いる吸収液中の水銀濃度を低減させることができるため

、脱硫装置内において水銀が排ガス中に飛散するのを抑制することができる。

## 符号の説明

- [0076] 10A, 10B 排ガス処理システム
- 11 ボイラ
  - 12 脱硝装置
  - 13 エアヒータ
  - 14 集塵機
  - 15 脱硫装置
  - 16 排水処理装置
  - 17 補給水ライン（処理排水返送手段）
  - 18 HCl供給装置
  - 19 塩化水素
  - 20 石灰スラリー
  - 21 石灰スラリー供給装置
  - 22 塔底部
  - 23 ノズル
  - 24 塔頂部
  - 26 浄化ガス
  - 27 煙突
  - 28 脱硫排水
  - 29 脱硫排水ライン
  - 31 固液分離手段
  - 32 水銀除去手段
  - 40（40A, 40B, 40C） 処理排水
  - 44 噴霧水ライン
  - 45 排水噴霧装置
  - 46, 47 バイパス管

48 排水タンク

50 ハロゲンイオン除去手段

53 助剤酸化手段

P0, P1, P2, P3, P4, P5 排水供給管 (排水供給手段)

N1, N2, N3, N4, N5 ノズル

F 燃料

## 請求の範囲

- [請求項1] 燃料を燃焼させるボイラと、  
前記ボイラから排出される排ガス中の窒素酸化物を分解する脱硝装置と、  
前記脱硝装置を通過した排ガス中の硫黄酸化物を吸収液に吸収させることにより、前記硫黄酸化物を前記排ガスから除去する脱硫装置とを備えた排ガス処理システムにおいて、  
前記脱硫装置から排出される脱硫排水中の固体分と液体分とを分離する固液分離手段と前記脱硫排水中の水銀を除去する水銀除去手段とを有する排水処理装置と、  
前記排水処理装置で処理した処理排水の少なくとも一部を前記脱硫装置に戻す処理排水返送手段と、  
を備えることを特徴とする排ガス処理システム。
- [請求項2] 前記水銀除去手段は、前記脱硫排水中に凝集助剤を添加することにより前記水銀を固形化して前記脱硫排水から水銀固形物を分離する分離手段を有することを特徴とする請求項1に記載の排ガス処理システム。
- [請求項3] 前記排水処理装置は、  
前記脱硫排水中のハロゲンイオンを除去するハロゲンイオン除去手段を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の排ガス処理システム。
- [請求項4] 前記凝集助剤は硫化物であり、  
前記排水処理装置は、前記水銀固形物を分離した分離液に含まれる前記凝集助剤の酸化処理を行う助剤酸化手段を有することを特徴とする請求項2に記載の排ガス処理システム。
- [請求項5] 前記脱硝装置と脱硫装置との間に設けられ、前記排ガスの熱を回収するエアヒータと、  
前記ボイラに燃料を供給する経路、前記ボイラ内部、前記ボイラと



前記エアヒータとの間の煙道内部の少なくとも一箇所に設置され前記排水処理装置で処理した処理排水の一部を供給する排水供給手段と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の排ガス処理システム。

[請求項6] 前記脱硝装置と並列な位置、又は、前記エアヒータと並列な位置の少なくとも一方にバイパス管を設け、前記バイパス管に前記排水供給手段を設けたことを特徴とする請求項 5 に記載の排ガス処理システム。

[請求項7] 燃料を燃焼させるボイラから排出される排ガス中の窒素酸化物を脱硝装置により分解する脱硝工程と、前記脱硝装置を通過した排ガス中の硫黄酸化物を脱硫装置の吸収液に吸収させることにより、前記硫黄酸化物を前記排ガスから除去する脱硫工程とを有する排ガス処理方法において、

前記脱硫装置から排出される脱硫排水中の固体分と液体分とを分離する固液分離処理と、前記脱硫排水中の水銀を除去する水銀除去処理とを含む排水処理工程と、

前記排水処理工程で処理した処理排水の少なくとも一部を前記脱硫装置に戻す処理排水返送工程と、を有することを特徴とする排ガス処理方法。

[請求項8] 前記排水処理工程の前記水銀除去処理は、前記脱硫排水中に凝集助剤を添加することにより前記水銀を固形化して前記脱硫排水から水銀固形物を分離する処理であることを特徴とする請求項 7 に記載の排ガス処理方法。

[請求項9] 前記排水処理工程は、前記脱硫排水中のハロゲンイオンを除去するハロゲンイオン除去処理を含むことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の排ガス処理方法。

[請求項10] 前記凝集助剤は硫化物であり、  
前記排水処理工程は、前記水銀固形物を分離した分離液に含まれる

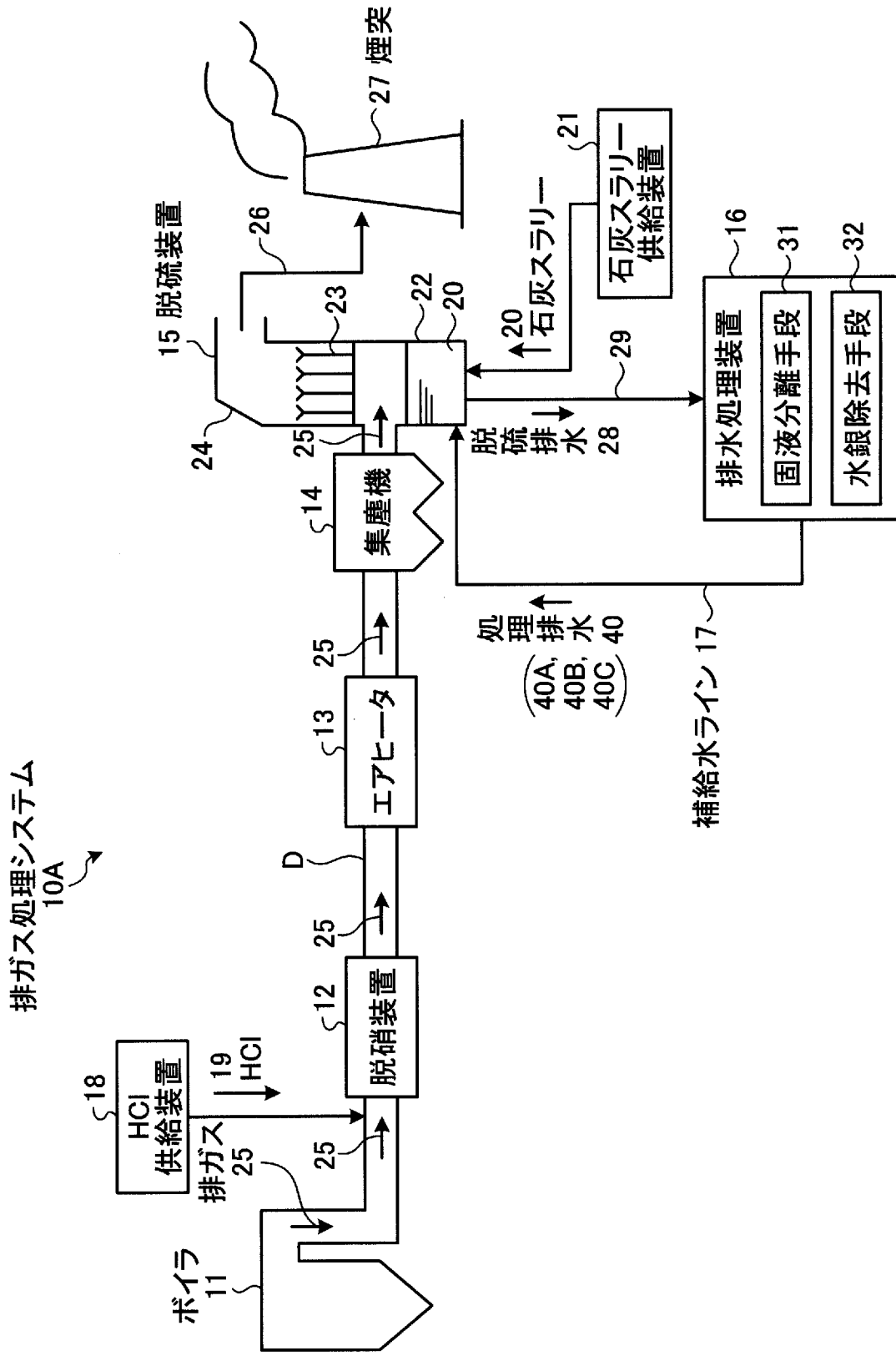
前記凝集助剤の酸化処理を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の排ガス処理方法。

[請求項11] 前記脱硝装置と脱硫装置との間に、前記排ガスの熱を回収するエアヒータを設置し、

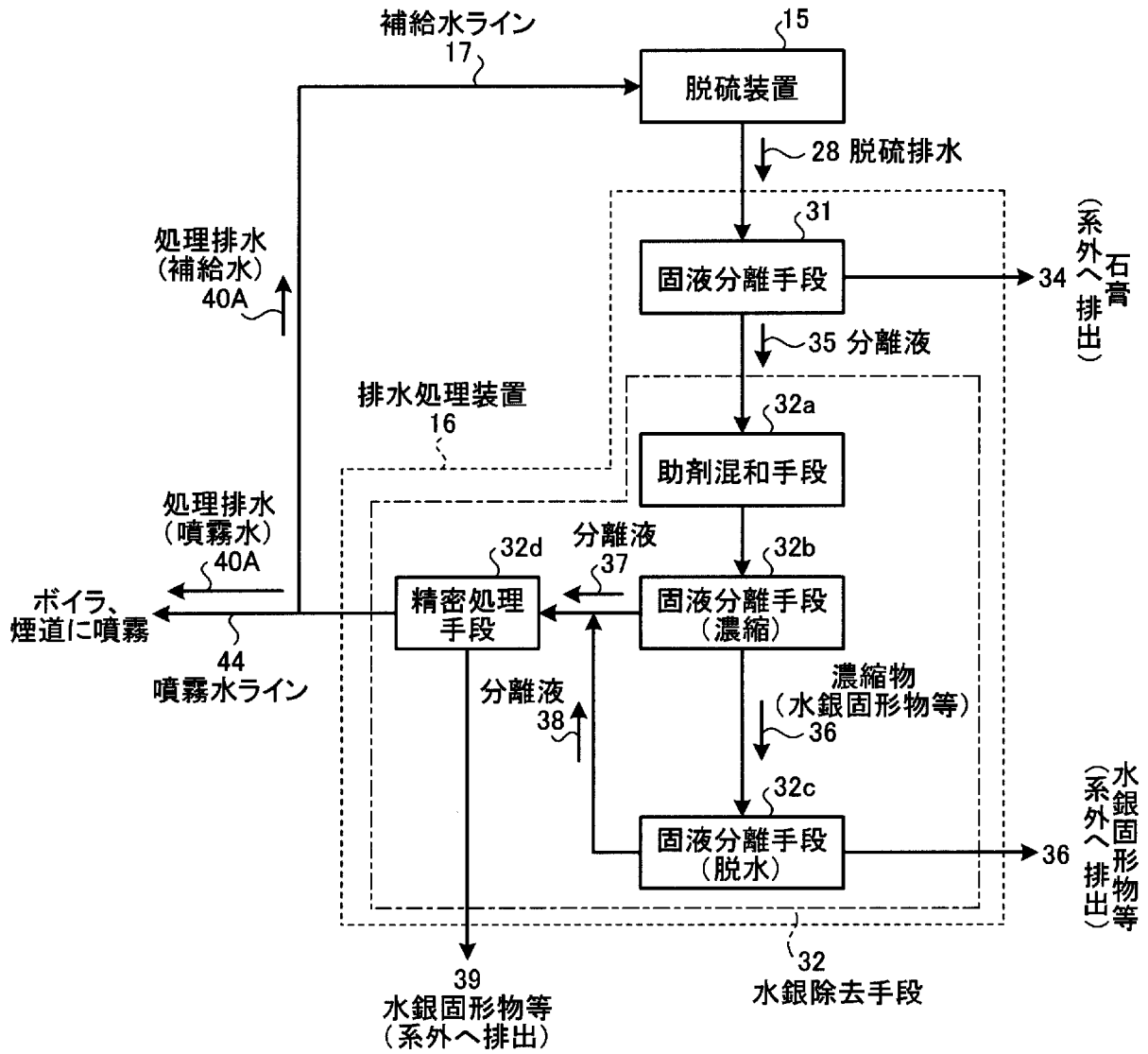
前記ボイラに燃料を供給する経路、前記ボイラ内部、又は、前記ボイラと前記エアヒータとの間の煙道内部の少なくとも一箇所に、前記排水処理工程で処理した処理排水の一部を供給する処理排水供給工程をさらに有することを特徴とする請求項 7 に記載の排ガス処理方法。

[請求項12] 前記脱硝装置と並列な位置、又は、前記エアヒータと並列な位置の少なくとも一方にバイパス管を設け、前記バイパス管の内部に前記処理排水を供給することを特徴とする請求項 11 に記載の排ガス処理方法。

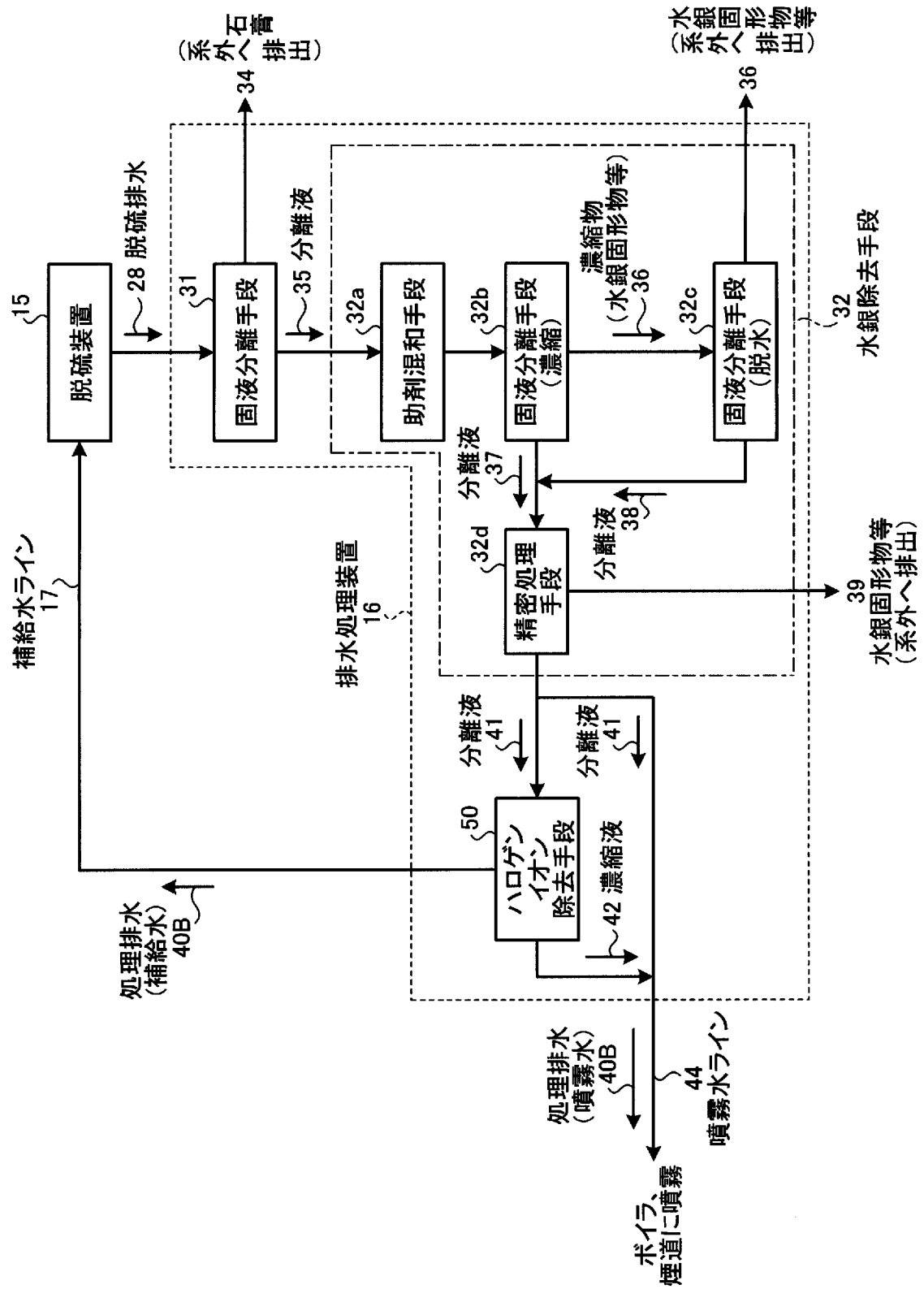
[図1]



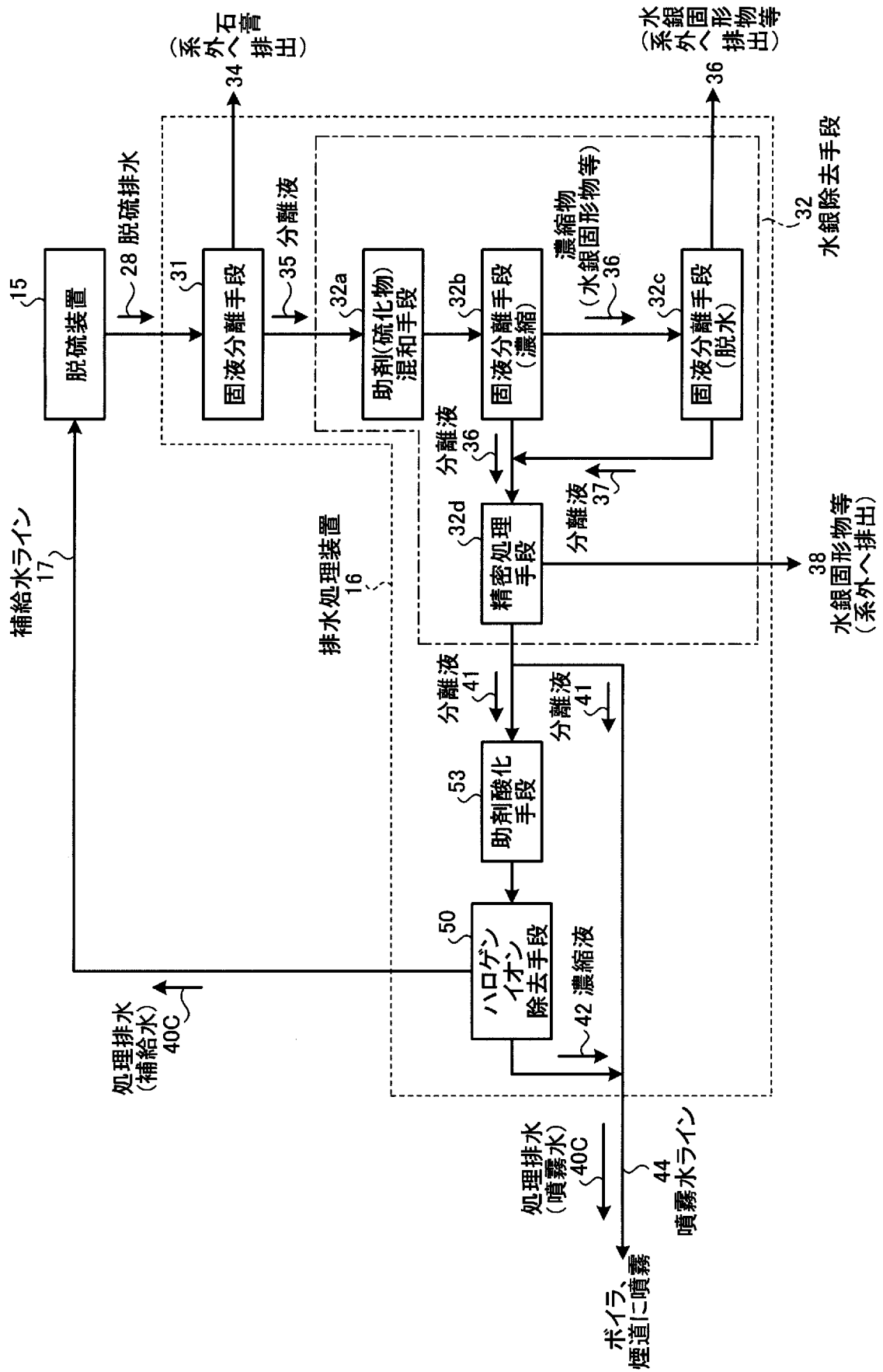
[図2]



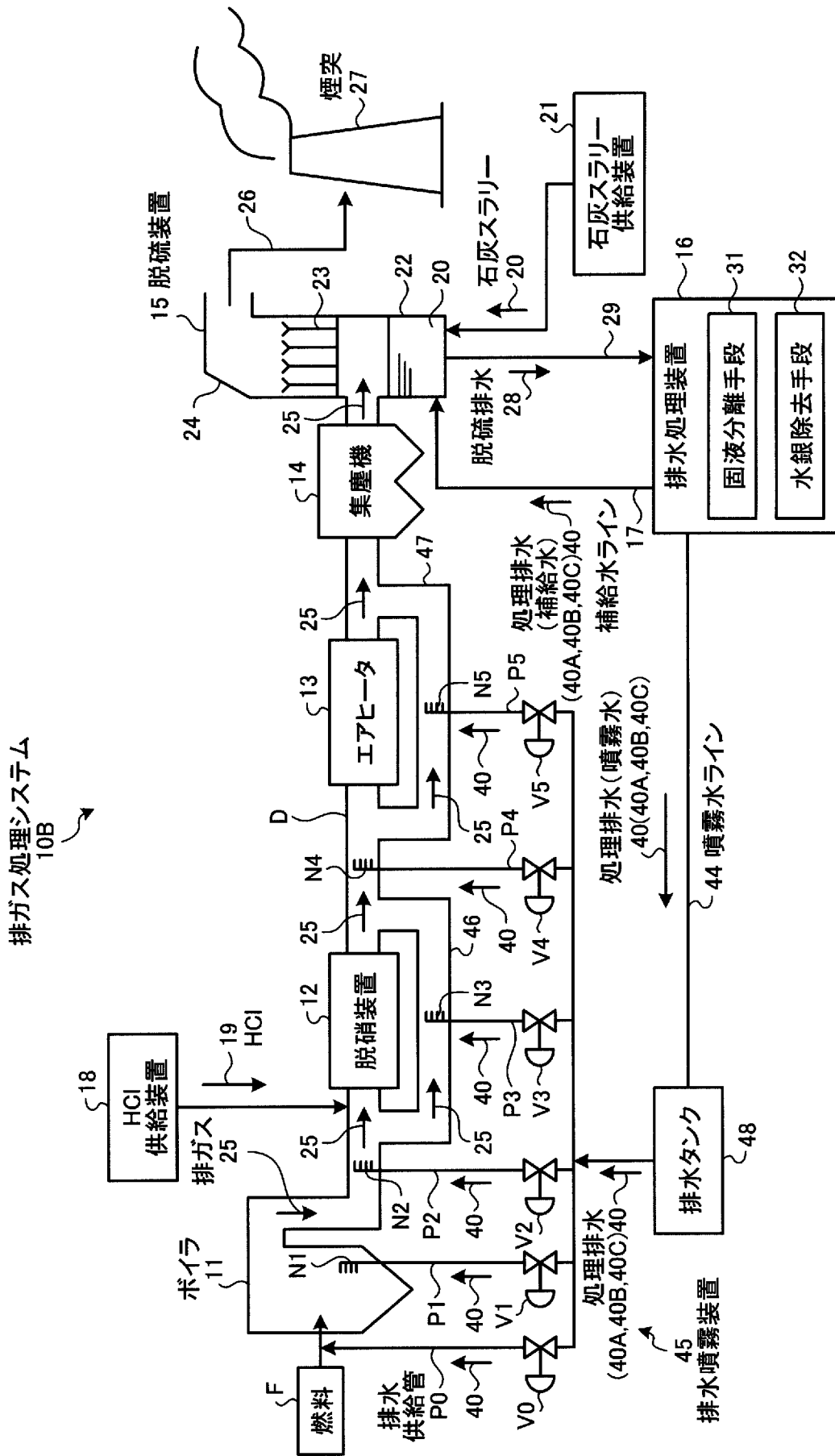
[図3]



[図4]



[図5]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/052955

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <i>B01D53/50(2006.01)i, B01D53/77(2006.01)i, C02F1/28(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F1/52(2006.01)i, C02F1/58(2006.01)i, C02F1/62(2006.01)i, C02F1/72(2006.01)i, C02F1/74(2006.01)i,</i>                  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  B01D53/50, B01D53/77</p>														
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:33%;">Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width:16%;">1922-1996</td> <td style="width:33%;">Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td style="width:18%;">1996-2010</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2010</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2010</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010				
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010											
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010											
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 2009-166013 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 July 2009 (30.07.2009), claims 1, 6; paragraphs [0035], [0036]; fig. 6 (Family: none)</td> <td>1, 2, 7, 8 3, 5, 6, 9, 11, 12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2-211217 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 22 August 1990 (22.08.1990), claim 1 (Family: none)</td> <td>3, 9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 63-200818 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 August 1988 (19.08.1988), claims; fig. 1, 2 (Family: none)</td> <td>5, 6, 11, 12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X Y	JP 2009-166013 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 July 2009 (30.07.2009), claims 1, 6; paragraphs [0035], [0036]; fig. 6 (Family: none)	1, 2, 7, 8 3, 5, 6, 9, 11, 12	Y	JP 2-211217 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 22 August 1990 (22.08.1990), claim 1 (Family: none)	3, 9	Y	JP 63-200818 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 August 1988 (19.08.1988), claims; fig. 1, 2 (Family: none)	5, 6, 11, 12
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X Y	JP 2009-166013 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 July 2009 (30.07.2009), claims 1, 6; paragraphs [0035], [0036]; fig. 6 (Family: none)	1, 2, 7, 8 3, 5, 6, 9, 11, 12												
Y	JP 2-211217 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 22 August 1990 (22.08.1990), claim 1 (Family: none)	3, 9												
Y	JP 63-200818 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 August 1988 (19.08.1988), claims; fig. 1, 2 (Family: none)	5, 6, 11, 12												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 16 March, 2010 (16.03.10)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 06 April, 2010 (06.04.10)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/052955

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-90617 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 May 1984 (25.05.1984), claims; page 1, left column, lines 15 to 18; fig. 1 (Family: none)	5, 11
Y	JP 9-313881 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 09 December 1997 (09.12.1997), claim 2; paragraphs [0004], [0021] to [0023] (Family: none)	6, 12
A	JP 2007-185558 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 26 July 2007 (26.07.2007), claims 1, 12; paragraphs [0050] to [0054]; fig. 2 (Family: none)	1-12
A	JP 57-136921 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 24 August 1982 (24.08.1982), claims; fig. 1 (Family: none)	1-12
A	JP 2003-236334 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 26 August 2003 (26.08.2003), claims 5 to 9 (Family: none)	3, 9
A	JP 2005-152745 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 16 June 2005 (16.06.2005), claim 3; paragraphs [0002], [0005] (Family: none)	3, 9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/052955

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
(International Patent Classification (IPC))

*C02F1/76(2006.01)i, C02F1/78(2006.01)i, C02F11/00(2006.01)i*

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

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, B01D53/77(2006.01)i, C02F1/28(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, C02F1/52(2006.01)i, C02F1/58(2006.01)i, C02F1/62(2006.01)i, C02F1/72(2006.01)i, C02F1/74(2006.01)i, C02F1/76(2006.01)i, C02F1/78(2006.01)i, C02F11/00(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. B01D53/50, B01D53/77,

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 1971-2010年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2010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 Y	JP 2009-166013 A (三菱重工業株式会社) 2009.07.30, 【請求項1】、【請求項6】、【0035】、【0036】、【図6】 (ファミリーなし)	1, 2, 7, 8 3, 5, 6, 9, 11, 12
Y	JP 2-211217 A (バブコック日立株式会社) 1990.08.22, 請求項1 (ファミリーなし)	3, 9
Y	JP 63-200818 A (三菱重工業株式会社) 1988.08.19, 特許請求の範囲、第1図、第2図 (ファミリーなし)	5, 6, 11, 12

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。

<p>* 引用文献のカテゴリー                  「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの                  「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</p>	<p>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                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 16.03.2010	国際調査報告の発送日 06.04.2010
--------------------------	--------------------------

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) 関口 哲生	4Q	4672
	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
Y	JP 59-90617 A (三菱重工業株式会社) 1984.05.25, 特許請求の範囲、 1 頁左欄 1 5 - 1 8 行、第 1 図 (ファミリーなし)	5, 11
Y	JP 9-313881 A (石川島播磨重工業株式会社) 1997.12.09, 【請求項 2】、【0004】、【0021】 - 【0023】 (ファミリーなし)	6, 12
A	JP 2007-185558 A (三菱重工業株式会社) 2007.07.26, 【請求項 1】、 【請求項 1 2】、【0050】 - 【0054】、【図 2】 (ファミリー なし)	1-12
A	JP 57-136921 A (三菱重工業株式会社) 1982.08.24, 特許請求の範 囲、第 1 図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2003-236334 A (三菱重工業株式会社) 2003.08.26, 【請求項 5】 - 【請求項 9】 (ファミリーなし)	3, 9
A	JP 2005-152745 A (バブコック日立株式会社) 2005.06.16, 【請求 項 3】、【0002】、【0005】 (ファミリーなし)	3, 9