

(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 8 月 28 日(28.08.2014)

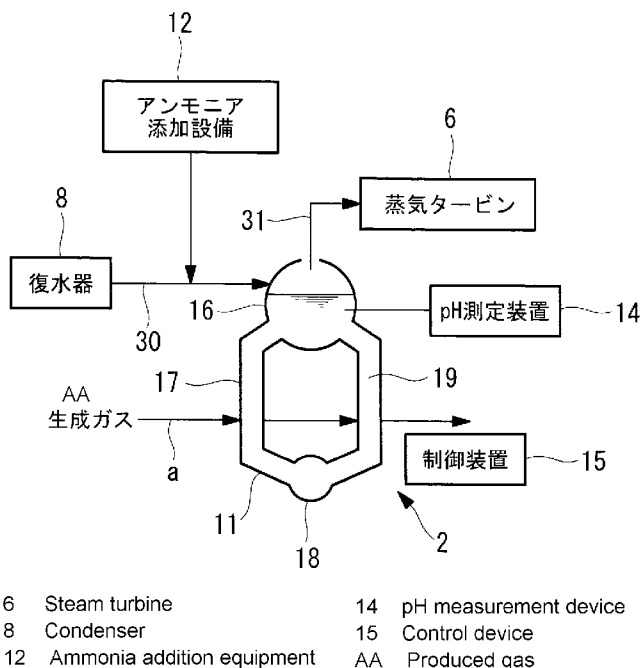


(10) 国際公開番号
WO 2014/129244 A1

- (51) 国際特許分類:
F22B 37/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050970
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 20 日(20.01.2014)
- (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 2013-031404 2013 年 2 月 20 日(20.02.2013) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 穴井 利尚 (ANAI, Toshihisa); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外 (FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2-2-1 横浜ランドマークタワー 37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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: BOILER OPERATION METHOD AND BOILER

(54) 発明の名称: ボイラ運転方法およびボイラ



- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| 6 Steam turbine | 14 pH measurement device |
| 8 Condenser | 15 Control device |
| 12 Ammonia addition equipment | AA Produced gas |

(57) Abstract: A boiler according to the present invention is equipped with: a water supply system (11) in which boiler water flows; ammonia addition equipment (12) that adds an ammonia solution to the boiler water; a pH measurement device (14) that measures the pH of the boiler water; and a control device (15). When the boiler water is heated the control device (15) controls the ammonia addition equipment (12) such that the pH of the boiler water is within a storage pH range, and controls the ammonia addition equipment (12) such that the pH of the boiler water is within the storage pH range before the flow of the boiler water in the water supply system (11) is stopped. At this time, a given pH within the storage pH range is greater than a given pH within the operating pH range. With such a boiler, corrosion of the water supply system (11) can more easily be prevented than when the water supply system (11) is charged with storage-use boiler water containing hydrazine.

(57) 要約: 本発明に係るボイラは、缶水が流れる給水系統 (11) と、缶水にアンモニア溶液を添加するアンモニア添加設備 (12) と、缶水の pH を測定する pH 測定装置 (14) と、制御装置 (15) とを備えている。制御装置 (15) は、缶水が加熱されるときに、缶水の pH が保管用 pH 範囲に含まれるように、アンモニア添加設備 (12) を制御し、缶水が給水系統

(11) を流れることが停止される前に、缶水の pH が保管用 pH 範囲に含まれるように、アンモニア添加設備 (12) を制御する。このとき、保管用 pH 範囲に含まれる任意の pH は、運転用 pH 範囲に含まれる任意の pH より大きい。このようなボイラは、ヒドラジンを含む保管用缶水を給水系統 (11) に充填することに比較して、給水系統 (11) が腐食することをより容易に防止することができる。

明 細 書

発明の名称： ボイラ運転方法およびボイラ

技術分野

[0001] 本発明は、ボイラ運転方法およびボイラに関し、特に、缶水が循環する給水系統を保管するときに利用されるボイラ運転方法およびボイラに関する。

背景技術

[0002] 缶水が循環する給水系統で蒸気（水蒸気）を生成するものは、ボイラ・蒸気タービン発電設備、ガスタービン・（排熱回収ボイラ）蒸気タービン複合発電設備などがあるが、石炭ガス化複合発電設備（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）は蒸気を生成する給水系統を多く保有する設備である。石炭ガス化複合発電設備は、石炭ガス化炉とガス冷却器とガスタービン設備と排熱回収ボイラと蒸気タービン設備と発電機とを備えている。石炭ガス化炉は、微粉炭をガス化することにより、可燃性を有する生成ガスを生成する。ガス冷却器は、生成ガスを冷却する。ガスタービン設備は、冷却された生成ガスを燃焼させることにより高温・高圧の燃焼ガスを生成し、回転動力を生成する。排熱回収ボイラは、ガスタービン設備の排ガスから熱エネルギーを回収し、高圧の蒸気を生成する。蒸気タービン設備は、蒸気を用いて回転動力を生成する。発電機は、ガスタービン設備と蒸気タービン設備とにより生成された回転動力を電力に変換する。

[0003] ガス冷却器と排熱回収ボイラとは、缶水が循環する給水系統を備えている。缶水が給水系統を循環することにより、ガス冷却器は、石炭ガス化炉により生成された生成ガスを冷却し、排熱回収ボイラは、ガスタービン設備から排気された排ガスを冷却する。さらに、ガス冷却器と排熱回収ボイラとは、給水系統を循環することにより、缶水を加熱し、蒸気タービン設備に供給される蒸気を生成する。

一方、定期点検などで石炭ガス化複合発電設備の運転が停止して、機器保

管中となる期間が長い場合、給水系統の配管等を交換する必要があるときは缶水を排出して対応する。しかし、速やかに再起動するため缶水を排出しないで保管する場合において、給水系統の配管内部など金属製構成材が腐食することを防止することが望まれている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-323954号公報

特許文献2：特開2003-39084号公報

特許文献3：特開平4-83592号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 発電設備の運転が停止して、機器保管中で速やかに再起動するため缶水を排出しないで保管する期間には、給水系統は、ヒドラジンを含有する保管水が充填されることにより、配管内部などの腐食を低減することができる。しかしながら、ヒドラジンは、健康に悪影響を及ぼすことが知られ、取扱いに注意する必要がある（特許文献1、2、3参照）。給水系統の金属製部材の腐食をより容易により長期間に渡り低減することが望まれている。

[0006] 本発明の課題は、缶水が流れる給水系統が腐食することを容易に低減するボイラ運転方法およびボイラを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第1の態様に係るボイラ運転方法は、ボイラの給水系統部分を用いて実行される。前記ボイラは、加熱される缶水が流れる給水系統と、前記缶水にpH調整用のアンモニアを添加するアンモニア添加設備とを備えている。本発明によるボイラ運転方法は、前記缶水のpHを測定すること、前記ボイラの運転に当たり、前記pHが運転用pH範囲に含まれているときに、前記缶水が加熱されるように前記缶水を前記給水系統に流すこと、前記ボイラの停止に当たり、前記pHが保管用pH範囲に含まれるまで前記缶水にア

ンモニアが添加されるように、前記ンモニア添加設備を制御すること、前記 pH が前記保管用 pH 範囲に含まれているときに前記給水系統に前記缶水が流れることを停止させることを備えている。このとき、前記保管用 pH 範囲に含まれる任意の pH は、前記運転用 pH 範囲に含まれる任意の pH と等しいか、或いは前記任意の pH より大きい。

[0008] このようなボイラ運転方法によれば、pH が保管用 pH 範囲に含まれる缶水が給水系統に充填されていることにより、pH が運転用 pH 範囲に含まれている缶水が給水系統に充填されていることに比較して、発電設備の運転が停止した機器保管中に給水系統が腐食することを、より長期間に渡り低減することができる。さらに、アンモニアは、一般的に、ヒドラジンに比較して、より容易に取り扱われることができる。このため、このようなボイラ運転方法は、ヒドラジンを含有する保管用缶水を給水系統に充填することに比較して、給水系統が腐食することをより容易に防止することができる。

[0009] 前記第 1 の態様に係るボイラ運転方法は、前記給水系統に前記缶水が流れることが停止された後で、前記ボイラの再起動運転に当たり、前記保管用 pH が前記運転用 pH 範囲に含まれているときに、前記缶水が加熱されるように前記給水系統に前記缶水を流すことをさらに備えている。

[0010] このようなボイラ運転方法によれば、保管用缶水の pH が運転用 pH 範囲に含まれるので、保管用缶水をそのまま運転用缶水として使用することにより、ボイラをより容易に短時間で再起動することができる。

[0011] 前記第 1 の態様に係るボイラ運転方法は、複数の保管期間を複数の保管用 pH 範囲に対応付けるテーブルを参照して、前記給水系統に前記缶水を流さない発電設備停止期間に対応する前記保管用 pH 範囲を前記複数の保管用 pH 範囲から導くことをさらに備えている。このとき、前記複数の保管用 pH 範囲のうちの第 1 期間に対応する第 1 保管用 pH 範囲の下限は、前記複数の保管用 pH 範囲のうちの前記第 1 期間より長い第 2 期間に対応する第 2 保管用 pH 範囲の下限より大きい。

[0012] このようなボイラ運転方法によれば、前記缶水に適量のアンモニアを添加

することができ、機器保管中に給水系統の腐食をより適切に低減することができる。

[0013] 本発明の第2の態様に係るボイラは、加熱される缶水が流れる給水系統と、前記缶水にアンモニアを添加するアンモニア添加設備と、前記缶水のpHを測定するpH測定装置と、アンモニア添加設備の制御をする制御装置とを備えている。前記ボイラの運転に当たり、前記制御装置は、前記缶水が加熱されるように前記缶水が前記給水系統を流れるときに、前記pHが運転用pH範囲に含まれるように、前記アンモニア添加設備を制御する通常制御回路と、前記ボイラの停止に当たり、前記缶水が前記給水系統を流れることが停止される前に、前記pHが保管用pH範囲に含まれるように、前記アンモニア添加設備を制御する保管用制御回路とを備えている。このとき、前記保管用pH範囲に含まれる任意のpHは、前記運転用pH範囲に含まれる任意のpHと等しいか、或いは前記任意のpHより大きい。

[0014] このようなボイラは、pHが保管用pH範囲に含まれる缶水が給水系統に充填されていることにより、pHが運転用pH範囲に含まれている缶水が給水系統に充填されていることに比較して、給水系統が腐食することを低減することができる。さらに、アンモニアは、一般的に、ヒドラジンに比較して、より容易に取り扱われることができる。このため、このようなボイラは、ヒドラジンを含有する保管用缶水を給水系統に充填することに比較して、機器保管中に給水系統が腐食することをより容易に抑制することができる。

[0015] 本発明の第3の態様に係るガス冷却器は、固体炭素質燃料を酸化剤によりガス化することにより生成される生成ガスが流れる流路と給水が流れる流路（缶水循環系統）を備えている。このとき、前記給水系統は、前記生成ガスの熱を用いて前記缶水を加熱する。

[0016] このようなガス冷却器は、発電設備停止時の機器保管中に給水系統が腐食することをより容易に抑制することができる。

[0017] 本発明の第4の態様に係る排熱回収ボイラは、ガスタービンから排気された排ガスが流れる流路と給水が流れる流路（缶水循環系統）を備え、前記給

水系は、前記排ガスの熱を用いて前記缶水を加熱する。

[0018] このような排熱回収ボイラは、発電設備停止時の機器保管中に、給水系統が腐食することをより容易に防止することができる。

[0019] 本発明の第5の態様に係る石炭ガス化複合発電設備は、本発明による排熱回収ボイラと、固体炭素質燃料をガス化することにより生成ガスを生成するガス化炉と、前記生成ガスをを用いて動力を生成することにより排ガスを排気するガスタービンと、蒸気を用いて動力を生成する蒸気タービンとを備えている。このとき、前記蒸気は、前記給水系統が前記生成ガスの熱と前記排ガスの熱とを用いて前記缶水を加熱することにより生成される。

[0020] このような石炭ガス化複合発電設備は、発電設備停止時の機器保管中に、給水系統が腐食することをより容易に抑制することができる。

発明の効果

[0021] 本発明によるボイラ運転方法およびボイラは、運転時に循環する缶水のpHより大きいpHの缶水を給水系統に充填することにより、機器保管中に給水系統が腐食することを容易に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]石炭ガス化複合発電設備を示す概略構成図である。

[図2]缶水循環系統示す概略構成図である。

[図3]制御装置を示すブロック図である。

[図4]比較例のボイラ保管方法を示すフローである。

[図5]pHと腐食との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0023] 図面を参照して、本発明に係るボイラの実施の形態が以下に記載される。そのボイラの給水系統部分は、図1に示されているように、石炭ガス化複合発電設備10に利用される。石炭ガス化複合発電設備10は、ガス化炉1とガス冷却器2とガスタービン3と排熱回収ボイラ5と蒸気タービン6と発電機7と復水器8とを備えている。ガス化炉1は、外部の設備から供給される固体炭素質燃料としての石炭を破碎した微粉炭と酸化剤としての空気（また

は酸素) とから、可燃性を有する高温の生成ガスを生成する。ガス冷却器 2 は、ガス化炉 1 により生成された高温の生成ガスから冷却後生成ガスを生成する。この高温の生成ガスを冷却する熱交換により、ガス冷却器 2 は、復水器 8 により生成された缶水から高温高圧の蒸気を生成する。

[0024] ガスタービン 3 は、ガス冷却器 2 により生成された冷却後生成ガスを用いて、回転動力を生成し、高温の排ガスを排気する。排熱回収ボイラ 5 は、ガスタービン 3 から排気された高温の排ガスを冷却する熱交換により、復水器 8 により生成された缶水から高温高圧の蒸気を生成する。蒸気タービン 6 は、ガス冷却器 2 により生成された蒸気と排熱回収ボイラ 5 により生成された蒸気とを用いて回転動力を生成し、排蒸気を排気する。発電機 7 は、ガスタービン 3 により生成された回転動力と蒸気タービン 6 により生成された回転動力とを用いて発電する。復水器 8 は、蒸気タービン 6 により排気された排蒸気から水を生成し缶水とする。

[0025] 図 2 は、ガス冷却器 2 の給水(循環)系統部分を示している。ガス冷却器 2 は、給水(循環)系統 1 1 とアンモニア添加設備 1 2 と pH 測定装置 1 4 と制御装置 1 5 とを備え、生成ガス流路 a を備えている。生成ガス流路 a は、ガス化炉 1 により生成された生成ガスが流れる。給水系統 1 1 は、蒸気ドラム 1 6 と複数の降水管 1 7 と管寄せ 1 8 と複数の伝熱管 1 9 とを備えている。蒸気ドラム 1 6 は、鋼鉄系材料(以下、鋼鉄と記載する)から形成され、容器に形成されている。蒸気ドラム 1 6 は、復水器 8 により生成された缶水が蒸気ドラム 1 6 の内部に供給されるように、復水器 8 から管路 3 0 を介して接続されている。蒸気ドラム 1 6 は、蒸気ドラム 1 6 の内部で発生された蒸気が蒸気タービン 6 に供給されるように、蒸気タービン 6 に管路 3 1 を介して接続されている。蒸気ドラム 1 6 は、さらに、蒸気ドラム 1 6 の内部に貯留された缶水が複数の降水管 1 7 に供給されるように、複数の降水管 1 7 に接続されている。

[0026] 複数の降水管 1 7 は、それぞれ、鋼鉄から形成され、蒸気ドラム 1 6 から供給される缶水が流れる流路を形成している。複数の降水管 1 7 は、それぞれ

れ、缶水が管寄せ 18 に供給されるように、管寄せ 18 に接続されている。管寄せ 18 は、鋼鉄から形成され、複数の降水管 17 から供給される缶水を合流されるヘダーに形成されている。管寄せ 18 は、さらに、缶水が複数の伝熱管 19 に供給されるように、複数の伝熱管 19 に接続されている。

[0027] 複数の伝熱管 19 は、鋼鉄から形成され、管寄せ 18 から供給される缶水が流れる流路を形成している。複数の伝熱管 19 は、ガス化炉 1 により生成される生成ガスの熱により加熱されるように、生成ガス流路 a に配置されている。複数の伝熱管 19 は、さらに、管寄せ 18 から供給される缶水が蒸気ドラム 16 に供給されるように、蒸気ドラム 16 に接続されている。

[0028] アンモニア添加設備 12 は、制御装置 15 に情報伝達可能に電氣的に接続され、アンモニア溶液を貯留している。アンモニア添加設備 12 は、制御装置 15 に制御されることにより、復水器 8 から蒸気ドラム 16 に供給される缶水にアンモニア溶液が添加されるように、管路 30 にアンモニア溶液を供給する。

[0029] pH 測定装置 14 は、制御装置 15 に情報伝達可能に電氣的に接続されている。pH 測定装置 14 は、制御装置 15 に制御されることにより、所定の時間ごとに、または連続して蒸気ドラム 16 に貯留されている缶水の pH を測定する。

[0030] 制御装置 15 は、コンピュータであり、図示されていない CPU と記憶装置とメモリドライブと通信装置とインターフェースとを備えている。

[0031] インターフェースは、制御装置 15 に接続される外部機器により生成される情報を CPU に出力し、CPU により生成された情報を外部機器に出力する。外部機器は、アンモニア添加設備 12 と pH 測定装置 14 とを含んでいる。

[0032] 制御装置 15 にインストールされるコンピュータプログラムは、図 3 に示されているように、制御装置 15 に複数の機能をそれぞれ実現させるための複数のコンピュータプログラムから形成されている。複数の機能は、通常制御回路 21 と保管用制御回路 22 とを含んでいる。

[0033] pH測定装置14は、ガス化炉1とガス冷却器2が運転中に、少なくとも1回の蒸気ドラム16に貯留される缶水のpHを測定する。通常制御回路21は、運転用pH範囲を記憶装置に予め記録している。運転用pH範囲の設定値は、たとえば、9.7を示している。通常制御回路21は、さらに、蒸気ドラム16に貯留される缶水のpHが運転用pH範囲に含まれるように、アンモニア添加設備12を制御する。すなわち、通常制御回路21は、その缶水のpHが運転用pH範囲の設定値より小さいときに、アンモニア溶液が管路30に供給されるように、アンモニア添加設備12を制御する。通常制御回路21は、その缶水のpHが運転用pH範囲の設定値と等しい、或いは設定値より大きいときに、アンモニア溶液が管路30に供給されないように、アンモニア添加設備12を制御する。

[0034] 保管用制御回路22は、保管用pH範囲を記憶装置に予め記録している。保管用pH範囲の下限は、運転用pH範囲の設定値と等しいか、或いは設定値より大きく、たとえば、9.7を示している。保管用制御回路22は、さらに、蒸気ドラム16に貯留される缶水のpHが保管用pH範囲に含まれるように、アンモニア添加設備12を制御する。すなわち、保管用制御回路22は、蒸気ドラム16に貯留される缶水のpHが保管用pH範囲の下限より小さいときに、アンモニア溶液が管路30に供給されるように、アンモニア添加設備12を制御する。保管用制御回路22は、蒸気ドラム16に貯留される缶水のpHが保管用pH範囲の下限より大きいときに、アンモニア溶液が管路30に供給されないように、アンモニア添加設備12を制御する。

[0035] 排熱回収ボイラ5は、図示されていない給水系統を備えている。給水系統は、給水系統11と類似して形成され、すなわち、蒸気ドラムと複数の降水管と管寄せと複数の伝熱管とを備えている。蒸気ドラムは、鋼鉄から形成され、容器に形成されている。蒸気ドラムは、管路30に接続され、管路31に接続されている。蒸気ドラムは、さらに、蒸気ドラムの内部に貯留された缶水が複数の降水管に供給されるように、複数の降水管に接続されている。

[0036] 複数の降水管は、それぞれ、鋼鉄から形成され、蒸気ドラムから供給され

る缶水が流れる流路を形成している。複数の降水管は、それぞれ、缶水が管寄せに供給されるように、管寄せに接続されている。管寄せは、鋼鉄から形成され、複数の降水管から供給される缶水を貯留する容器に形成されている。管寄せは、さらに、缶水が複数の伝熱管に供給されるように、複数の伝熱管に接続されている。

[0037] 複数の伝熱管は、鋼鉄から形成され、管寄せから供給される缶水が流れる流路を形成している。複数の伝熱管は、ガスタービン3から排気される排ガスの熱により加熱されるように、排ガスが流れる流路に配置されている。複数の伝熱管は、さらに、管寄せから供給される缶水が蒸気ドラムに供給されるように、蒸気ドラムに接続されている。

[0038] 本発明に係るボイラ運転方法の実施の形態は、石炭ガス化複合発電設備10を用いて実行され、通常運転と保管用運転と再起動運転とを備えている。

[0039] 通常運転では、ガス化炉1は、外部の設備から供給される空気（または酸素）を用いて、外部の設備から供給される固体炭素質燃料としての石炭を破碎し燃焼させることにより、可燃性を有する高温の生成ガスを生成する。ガス冷却器2は、復水器8により生成された缶水を用いて、ガス化炉1により生成された高温の生成ガスを冷却するよう熱交換することにより、冷却後生成ガスを生成する。この際に、ガス冷却器2は、ガス化炉1により生成された高温の生成ガスの熱を用いて、缶水を加熱するよう熱交換することにより、高温高圧の蒸気を生成する。

[0040] ガスタービン3は、ガス冷却器2により生成された冷却後生成ガスを燃焼することにより、高温高圧の排ガスを生成する。ガスタービン3は、さらに、排ガスの運動エネルギーを用いて回転動力を生成し、排ガスを排気する。排熱回収ボイラ5は、復水器8により生成された缶水を用いて、ガスタービン3から排気された高温の排ガスを冷却するよう熱交換することにより、冷却後排ガスを生成する。この際に、排熱回収ボイラ5は、ガスタービン3から排気された高温の排ガスの熱を用いて、復水器8により生成された缶水を加熱するよう熱交換することにより高温高圧の蒸気を生成する。

[0041] 蒸気タービン 6 は、ガス冷却器 2 により生成された高温高圧の蒸気の運動エネルギーと排熱回収ボイラ 5 により生成された高温高圧の蒸気の運動エネルギーとを用いて回転動力を生成し、排蒸気を排気する。発電機 7 は、ガスタービン 3 により生成された回転動力と蒸気タービン 6 により生成された回転動力とを用いて発電する。復水器 8 は、蒸気タービン 6 により排気された排蒸気を冷却するよう熱交換することにより水を生成して缶水とし、管路 30 を介して缶水をガス冷却器 2 と排熱回収ボイラ 5 とに供給する。

[0042] このとき、pH 測定装置 14 は、ガス冷却器 2 の蒸気ドラム 16 に貯留される缶水の pH を測定する。pH 測定装置 14 は、測定された pH を制御装置 15 に送信する。制御装置 15 は、運転用 pH 範囲の設定値と測定された pH が等しいとき、或いは設定値より測定された pH が大きいときに、アンモニア添加設備 12 を制御することにより、復水器 8 から蒸気ドラム 16 に供給される缶水にアンモニア溶液の添加を停止する。制御装置 15 は、予め設定された運転用 pH 範囲の設定値より測定された pH が小さいときに、アンモニア添加設備 12 を制御することにより、復水器 8 から蒸気ドラム 16 に供給される缶水にアンモニア溶液を添加する。

[0043] ガス冷却器 2 は、管路 30 を介して復水器 8 から供給される缶水を給水系統 11 に循環させ、缶水から蒸気を生成する。すなわち、複数の降水管 17 は、蒸気ドラム 16 に貯留される缶水を管寄せ 18 に供給する。管寄せ 18 は、複数の降水管 17 から供給される缶水を合流する。複数の伝熱管 19 は、ガス化炉 1 により生成される高温の生成ガスの熱を用いて、加熱管寄せ 18 で合流されている缶水を加熱するよう熱交換し、加熱された缶水を蒸気ドラム 16 に供給する。蒸気ドラム 16 は、管路 30 を介して復水器 8 から供給された缶水と複数の伝熱管 19 により加熱された缶水とを貯留する。蒸気ドラム 16 は、さらに、貯留し加熱された缶水を気液分離し、気液分離された蒸気を蒸気タービン 6 に供給する。

[0044] 保管用運転は、石炭ガス化複合発電設備 10 が定期保守点検などで停止する直前に、実行される。制御装置 15 は、石炭ガス化複合発電設備 10 が停

止する直前に、まず、pH測定装置14により、蒸気ドラム16に貯留される缶水のpHを測定する。制御装置15は、測定されたpHが保管用pH範囲の下限より小さいときに、アンモニア添加設備12を制御することにより、アンモニア溶液を管路30に供給する。制御装置15は、測定されたpHが保管用pH範囲の下限と等しい、或いは下限より大きくなったときに、アンモニア添加設備12を制御することにより、管路30へのアンモニア溶液の供給を停止する。

[0045] 石炭ガス化複合発電設備10は、測定されたpHが保管用pH範囲の下限と等しい、或いは下限より大きいことを確認して、運転が停止される。給水系統11は、石炭ガス化複合発電設備10の運転が停止されることにより、缶水の循環が停止する。給水系統11は、さらに、缶水の循環が停止した後に、窒素が加圧注入されることにより、給水系統11のうちの気体が充填されている空間から酸素を排気し、加圧された窒素がその空間に充填される。

[0046] 図5にpHと腐食との関係を示すグラフで示す。密閉容器で、酸素飽和（25℃、8mg/l）、室温の試験状態で、異なるpHのアンモニア溶液に試験片を浸漬させた試験結果より、表面性状から腐食有無を判断し、腐食面積を全体面積に占める割合で示したものである。鋼鉄は、アンモニア溶液に浸漬されたときに、アンモニア溶液のpHが高いほど、腐食する速度が低減し、より長期間に渡り鋼鉄の腐食を抑制できる。このため、このような保管用運転によれば、給水系統11は、石炭ガス化複合発電設備10の停止した機器保管中に、保管用pH範囲に含まれるpHの缶水が充填されていることにより、運転用pH範囲に含まれるpHの缶水が充填されていることに比較して、腐食することをより低減することができる。その結果、このような保管用運転によれば、給水系統11は、石炭ガス化複合発電設備10の停止した機器保管中に、腐食しないように保管されることができる。

[0047] 再起動運転は、保管用運転が実行された後で、石炭ガス化複合発電設備10が所定の期間停止した後に、実行される。再起動運転では、石炭ガス化複合発電設備10は、従来の機器保管中にヒドラジンを含む保管水を充填

した後の再起動運転開始時と異なり、給水系統 11 から缶水を抜き出し、再度、通常運転時の水質を満足する缶水を供給することなしに、運転が再開され、通常運転が実行される。

[0048] このような再起動運転によれば、石炭ガス化複合発電設備 10 は、pH が保管用 pH 範囲に含まれる缶水を pH が運転用 pH 範囲に含まれる缶水に取り替えないことにより、再起動に要する時間を短縮できることにより、従来の再起動運転より、短時間に再起動することができる。

[0049] ボイラ運転方法の比較例は、従来の機器保管方法の実施形態として、既述の実施の形態におけるボイラ運転方法と同様にして、石炭ガス化複合発電設備 10 を用いて実行され、既述の実施の形態における保管用運転が他の保管用運転に置換され、既述の実施の形態における再起動運転が他の再起動運転に置換されている。

[0050] 保管用運転では、石炭ガス化複合発電設備 10 が停止した後に、図 4 に示されるように、給水系統 11 から缶水が抜き出される（ステップ S1）。給水系統 11 は、缶水が抜き出された後に、保管用水が充填される。保管用水は、ヒドラジンを 50 mg/L 含有している。給水系統 11 は、保管用水が充填された後に、窒素が加圧注入されることにより、給水系統 11 のうちの気体が充填されている空間から酸素を含む空気を排気し、加圧された窒素がその空間に充填される（ステップ S2）。

[0051] このような保管用運転によれば、給水系統 11 は、石炭ガス化複合発電設備 10 の停止中に、ヒドラジンを 50 mg/L 含有している保管用水が充填されていることにより、長期間に渡り給水系統 11 を構成する鋼鉄が腐食することを抑制できる。

[0052] 再起動運転では、石炭ガス化複合発電設備 10 を再起動させる前に、給水系統 11 から通常運転に適するヒドラジンより濃度が高いヒドラジンを含有している保管用水が抜き出される（ステップ S3）。給水系統 11 は、保管用水が抜き出された後に、缶水が充填される（ステップ S4）。缶水は、ヒドラジンを含有しない水から形成される。石炭ガス化複合発電設備 10 は、

給水系統 11 に缶水が充填された後に、運転が再開され、通常運転が実行される。

[0053] このような、従来の実施の形態における再起動運転によれば、石炭ガス化複合発電設備 10 は、通常運転で、ヒドラジンを含む缶水が給水系統 11 を循環することにより、適切に運転されることができる。

[0054] 一方、アンモニアは、一般的に、ヒドラジンに比較して、入手が容易であるので、より容易に取り扱われることができる。

[0055] さらに、既述の実施の形態における機器保管後の再起動運転は、給水系統 11 を保管する前に給水系統 11 から缶水を抜き出さない、すなわち、アンモニア溶液を注入し保管用 pH 範囲に含まれる pH の缶水を抜き出さずに運転を再起動することにより、比較例の機器保管後の再起動運転に比較して、より短時間に且つ缶水を捨てずにすむことにより低コストに実行されることができる。既述の実施の形態における再起動運転は、機器保管時に給水系統 11 に充填されていた缶水を抜き出さないことにより、石炭ガス化複合発電設備 10 を停止して機器保管を開始するために、給水系統 11 から缶水が抜き出した後に、給水系統 11 にはヒドラジンを含む保管用水が充填する工程を省くことができ、さらに再起動するために、給水系統 11 からヒドラジンを含む保管用水が抜き出された後に、缶水が充填される工程を省くことができる。比較例の再起動運転に比較して、より短時間に実行されることができる。このため、既述の実施の形態におけるボイラ運転方法によれば、比較例のボイラ運転方法に比較して、石炭ガス化複合発電設備 10 は、より短時間に停止することができ、より短時間に再起動することができる。

[0056] なお、制御装置 15 により実行される動作は、ユーザにより実行されることができる。すなわち、ユーザは、pH 測定装置 14 を制御することにより、ガス冷却器 2 の蒸気ドラム 16 に貯留される缶水の pH を測定する。アンモニア添加設備 12 を操作することにより、管路 30 にアンモニア溶液を添加したりアンモニア溶液の添加を停止したりする。この場合も、石炭ガス化複合発電設備 10 は、既述の実施の形態におけるボイラ運転方法と同様にし

て、腐食することをより容易に防止することができ、より短時間に停止することができ、より短時間に再起動することができる。すなわち、ガス冷却器 2、排熱回収ボイラは、ボイラを備えているので、上述した効果を奏することができる。そのボイラは、加熱される缶水が流れる給水系統と、前記缶水にアンモニアを添加するアンモニア添加設備と、前記缶水の pH を測定する pH 測定装置と、を備えている。

[0057] 本発明に係るボイラの実施の他の形態は、既述の実施の形態における保管用制御回路 22 が他の保管用制御回路に置換されている。保管用制御回路は、複数の保管期間に対応する複数の保管用 pH 範囲を予め記憶装置に記録している。複数の保管用 pH 範囲は、それぞれ、下限が運転用 pH 範囲の設定値と等しい、或いは設定値より大きい。たとえば、図 5 に示す試験結果によれば、24 時間以内の期間に対応する保管用 pH 範囲の下限は、9.5 を示している。72 時間以内の期間に対応する保管用 pH 範囲の下限は、9.7 を示している。4 日間から 7 日間に含まれる期間に対応する保管用 pH 範囲の下限は、9.8 を示している。7 日間から 14 日間に含まれる期間に対応する保管用 pH 範囲の下限は、9.9 を示している。15 日間から 30 日間に含まれる期間に対応する保管用 pH 範囲の下限は、10 を示している。保管期間が長くなるに従い対応する保管用 pH 範囲の下限の保管用 pH の下限は、大きくなる。

また、例えば、高温、強アルカリ性（pH 11 以上）環境では、通常アルカリに強い鋼鉄でもアルカリ腐食となる可能性があるため、保管用 pH の上限は pH 11 未満が好ましい。しかし、これに限定するものではない。

[0058] 保管用運転部は、ユーザから制御装置 15 に保管期間が入力されたときに、複数の保管用 pH 範囲から保管期間に対応する保管用 pH 範囲を算出する。保管用運転部は、蒸気ドラム 16 に貯留される缶水の pH が測定されるように、pH 測定装置 14 を制御する。保管用制御回路は、さらに、蒸気ドラム 16 に貯留される缶水の pH が保管用 pH 範囲に含まれるように、アンモニア添加設備 12 を制御する。また、保管期間に対応する保管用 pH 範囲を

算出し、アンモニア添加設備 1 2 を制御することに限らず、マニュアル操作により、アンモニア添加設備 1 2 を運転してもよい。

[0059] このような保管用制御回路を備える石炭ガス化複合発電設備は、既述の実施の形態における石炭ガス化複合発電設備 1 0 と同様にして、給水系統 1 1 が腐食することをより容易に抑制することができ、より短時間に停止することができ、より短時間に再起動することができる。

[0060] 図 5 は、保管水の pH と腐食との関係を示している。その関係は、鋼鉄から形成される供試材が浸漬される保管水の pH を示し、供試材が保管水に浸漬される経過日数に対する腐食面積を示している。腐食面積は、供試材が保管水に接触している表面の面積に対する、表面のうちの経過日数で腐食している領域の面積の表面の割合を示している。また、その関係は、時間とともに腐食が進行することを示している。その関係は、さらに、保管水の pH が大きいほど、供試材が腐食し始める時期が遅くなることを示している。このため、その関係は、保管中の給水系統 1 1 に充填されている缶水の pH が大きいほど、腐食をより長期間防止することができることを示している。

[0061] このため、このような保管用制御回路を備える石炭ガス化複合発電設備は、停止する保管期間が長いほど保管用 pH 範囲の下限を大きくすることにより、給水系統 1 1 の保管に利用されるアンモニアの添加量を低減することができ、給水系統 1 1 が腐食することを適切に防止することができる。

[0062] なお、保管用 pH 範囲は、下限が 9.5 を示す他の保管用 pH 範囲に置換されることもできる。保管用 pH 範囲の下限は、運転用 pH 範囲の設定値に等しく、または、運転用 pH 範囲の設定値より大きい。

符号の説明

- [0063]
- 1 : ガス化炉
 - 2 : ガス冷却器
 - 3 : ガスタービン
 - 5 : 排熱回収ボイラ
 - 6 : 蒸気タービン

1 0 : 石炭ガス化複合発電設備

1 1 : 給水系統

1 2 : アンモニア添加設備

1 4 : p H測定装置

1 5 : 制御装置

2 1 : 通常制御回路

2 2 : 保管用制御回路

請求の範囲

[請求項1]

缶水が流れる給水系統と、
前記缶水にアンモニア溶液を添加するアンモニア添加設備と、を備えるボイラを用いて実行されるボイラ運転方法であり、
前記缶水のpHを測定すること、
前記ボイラの運転に当たり、前記pHが運転用pH範囲に含まれているときに、前記缶水が加熱されるように前記缶水を前記給水系統に流すこと、
前記ボイラの停止に当たり、前記pHが保管用pH範囲に含まれるまで前記缶水にアンモニア溶液が添加されるように、前記アンモニア添加設備を制御すること、
前記pHが前記保管用pH範囲に含まれているときに前記給水系統に前記缶水が流れるのを停止させることを備え、
前記保管用pH範囲に含まれる任意のpHは、前記運転用pH範囲に含まれる任意のpHと等しい／または前記任意のpHより大きいボイラ運転方法。

[請求項2]

前記給水系統に前記缶水が流れるのを停止させた後で、前記ボイラの再起動運転に当たり、前記pHが前記運転用pH範囲に含まれているときに、前記缶水が加熱されるように前記給水系統に前記缶水を流すことをさらに備える請求項1に記載されるボイラ運転方法。

[請求項3]

複数の保管期間を複数の保管用pH範囲に対応付けるテーブルを参照して、前記給水系統に前記缶水を流さない発電設備停止期間に対応する前記保管用pH範囲を前記複数の保管用pH範囲から導くことをさらに備え、

前記複数の保管用pH範囲のうちの第1期間に対応する第1保管用pH範囲の下限は、前記複数の保管用pH範囲のうちの前記第1期間より長い第2期間に対応する第2保管用pH範囲の下限より大きい請求項1または請求項2に記載されるボイラ運転方法。

- [請求項4] 前記第1保管用pH範囲の下限、および第2保管用pH範囲の下限は、9.5から10の範囲の数値である請求項3に記載されるボイラ運転方法。
- [請求項5] 缶水が流れる給水系統と、
前記缶水にアンモニア溶液を添加するアンモニア添加設備と、
前記缶水のpHを測定するpH測定装置と、
制御装置と、を備えるボイラであって、
前記ボイラの運転に当たり、前記制御装置は、
前記缶水が加熱されるように前記缶水が前記給水系統を流れるときに、前記pHが保管用pH範囲に含まれるように、前記アンモニア添加装置を制御する通常制御回路と、
前記ボイラの停止に当たり、前記缶水が前記給水系統を流れることが停止される前に、前記pHが保管用pH範囲に含まれるように、前記アンモニア添加設備を制御する保管用制御回路と、を備え、
前記保管用pH範囲に含まれる任意のpHは、前記運転用pH範囲に含まれる任意のpHと等しい／または前記任意のpHより大きいボイラ。
- [請求項6] 請求項5に記載されるボイラと、
炭素含有固体燃料をガス化することにより生成される生成ガスが流れる流路と、を備え、
前記給水系統は、前記生成ガスの熱を用いて前記缶水を加熱するガス冷却器。
- [請求項7] 請求項5に記載されるボイラと、
ガスタービンから排気された排ガスが流れる流路と、を備え、
前記給水系統は、前記排ガスの熱を用いて前記缶水を加熱する排熱回収ボイラ。
- [請求項8] 請求項5に記載されるボイラと、
炭素含有固体燃料をガス化することにより生成ガスを生成するガス

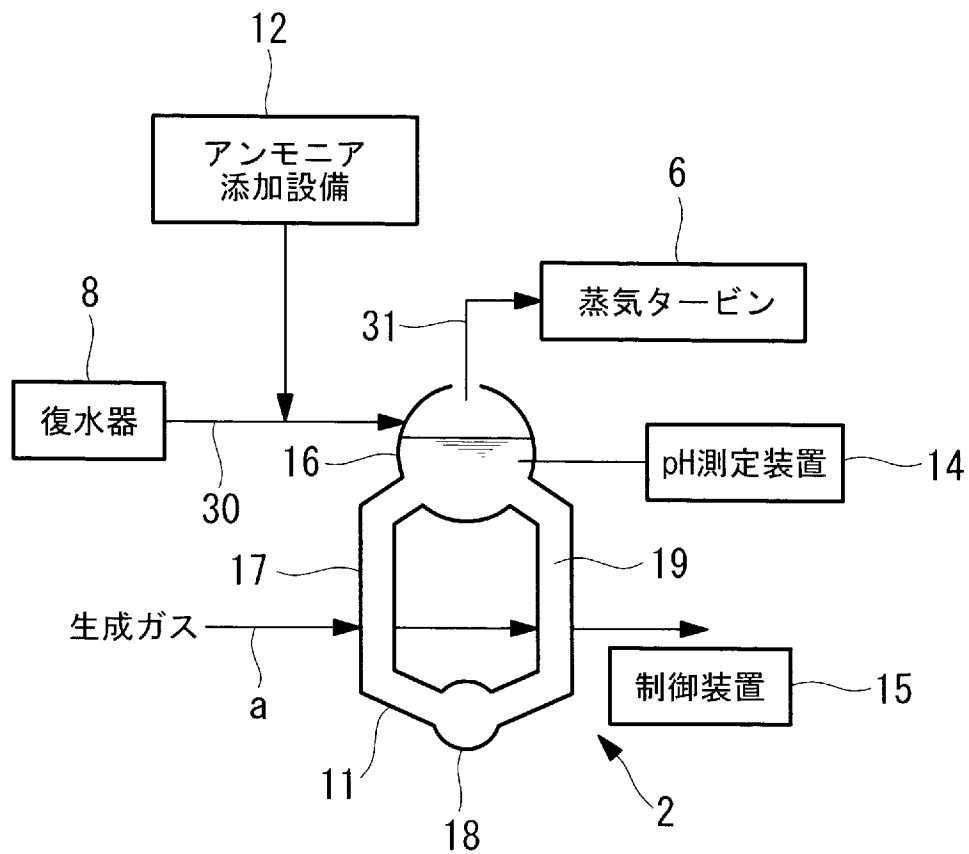
化炉と、

前記生成ガスを用いて動力を生成することにより排ガスを排気する
ガスタービンと、

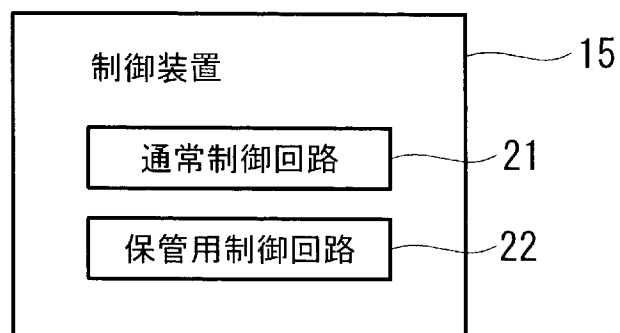
蒸気を用いて動力を生成する蒸気タービンと、を備え、

前記蒸気は、前記給水系統が前記生成ガスの熱と前記排ガスの熱と
を用いて前記缶水を加熱することにより生成される石炭ガス化複合発
電設備。

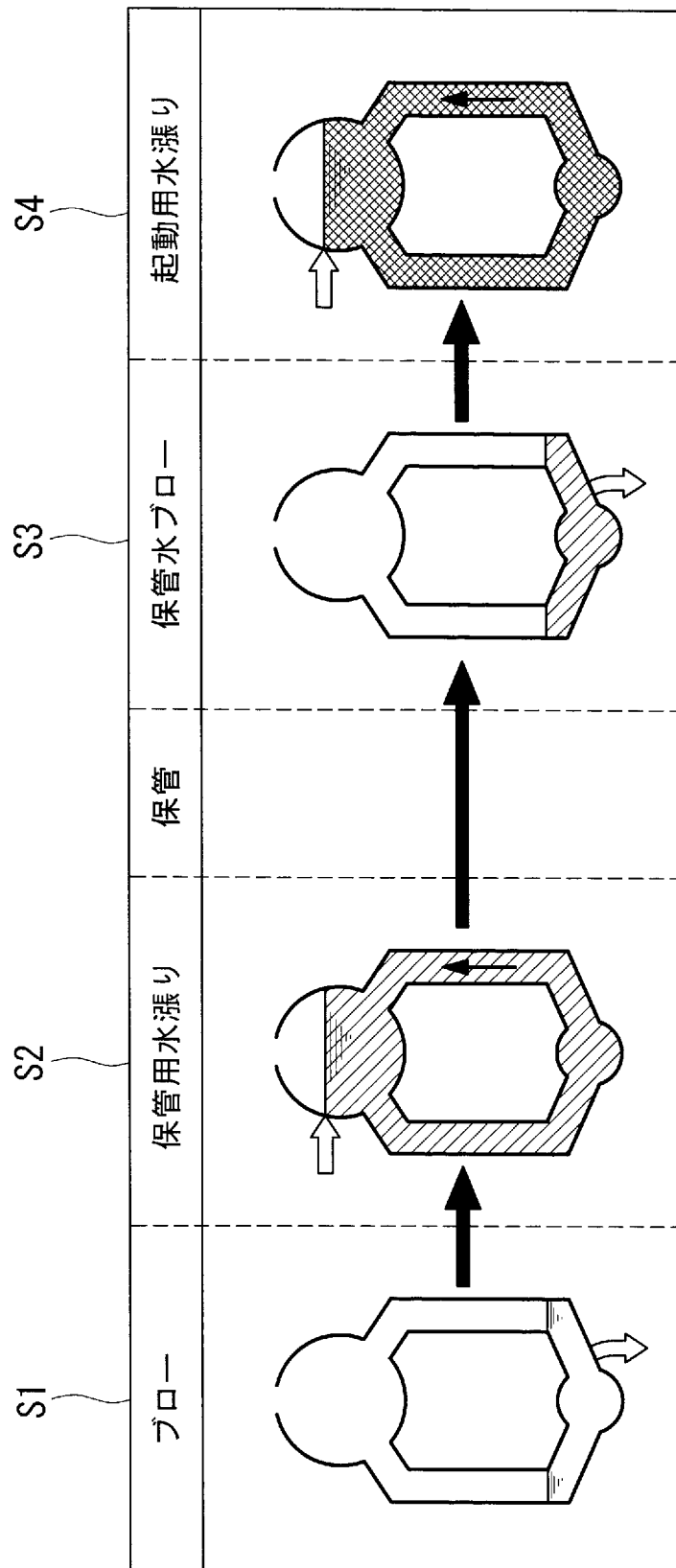
[図2]



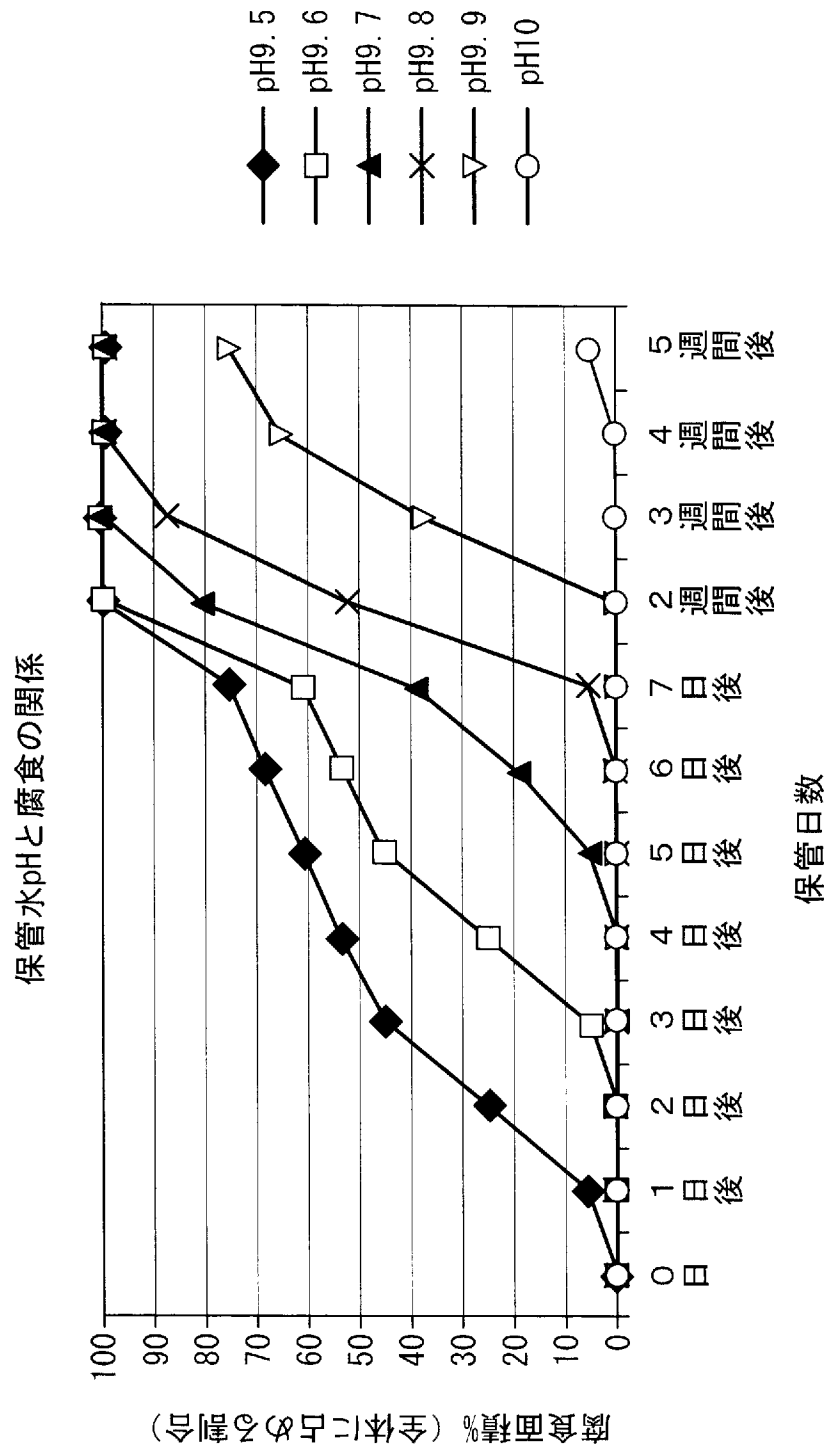
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F22B37/00(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)

F22B37/00

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-219405 A (Kyushu Electric Power Co., Ltd.), 30 August 1996 (30.08.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 7-6606 B2 (Hitachi, Ltd.), 30 January 1995 (30.01.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2008-75983 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 03 April 2008 (03.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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
06 March, 2014 (06.03.14)

Date of mailing of the international search report
18 March, 2014 (18.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050970

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 63-105302 A (Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha), 10 May 1988 (10.05.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2004-169992 A (Chubu Electric Power Co., Inc.), 17 June 2004 (17.06.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F22B37/00(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（I P C））

Int.Cl. F22B37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014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
A	JP 8-219405 A（九州電力株式会社）1996.8.30、全文、全図 （ファミリーなし）	1-8
A	JP 7-6606 B2（株式会社日立製作所）1995.1.30、全文、全図 （ファミリーなし）	1-8
A	JP 2008-75983 A（中国電力株式会社）2008.4.3、全文、全図 （ファミリーなし）	1-8

☒ 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

06.03.2014

国際調査報告の発送日

18.03.2014

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）

山本 崇昭

3 L

4 4 2 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

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 63-105302 A (バブコック日立株式会社) 1988. 5. 10、全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2004-169992 A (中部電力株式会社) 2004. 6. 17、全文、全図 (ファミリーなし)	1-8