(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
2020年12月3日(03.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/240915 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 17/02 (2006.01) *G01N 27/08* (2006.01)
G01N 27/00 (2006.01) *G01N 27/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/001533

(22) 国際出願日： 2020年1月17日(17.01.2020)

(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 2019-098124 2019年5月24日(24.05.2019) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

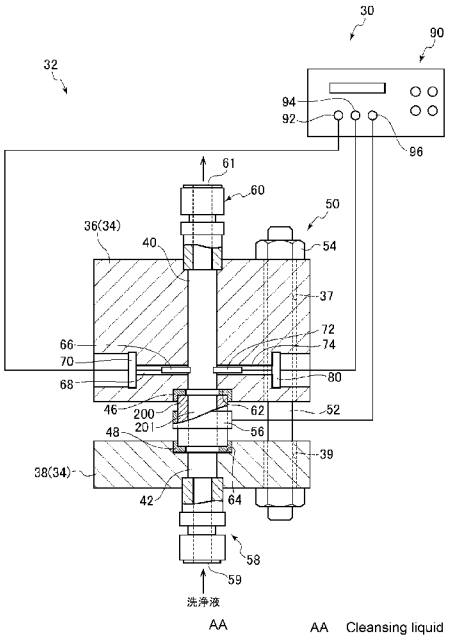
(72) 発明者: 江川 薫(**EGAWA, Kaoru**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 野口 良典(**NOGUCHI, Yoshinori**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 大塚 瑞希(**OTSUKA, Mizuki**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 河▲崎▼ 裕樹(**KAWASAKI, Hiroki**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 横山 裕(**YOKOYAMA, Yutaka**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 誠真ＩＰ特許業務法人 (**SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.**); 〒1080073 東京都港区三田三丁目１３番１６号 三田４３ＭＴビル１３階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) **Title:** TEST PIECE HOLDER, CLEANSING SYSTEM, METHOD FOR MEASURING AMOUNT OF CORROSION, AND DEVICE FOR MEASURING AMOUNT OF CORROSION

(54) 発明の名称： 試験片ホルダ及び洗浄システム並びに腐食量測定方法及び腐食量測定装置



(57) **Abstract:** This test piece holder comprises: a holder body that includes a first holder part and a second holder part for holding a tubular test piece, the first and second holder parts sandwiching the tubular test piece from both sides in the tube-axis direction; a first flow path that is provided to the first holder part so as to communicate with an inner flow path inside the tubular test piece; a second flow path that is provided to the second holder so as to communicate with the inner flow path inside the tubular test piece; a first sealing member for sealing between the first holder part and the tubular test piece; and a second sealing member for sealing between the second holder part and the tubular test piece.

(57) 要約：試験片ホルダは、管状試験片の管軸方向において両側から挟んで前記管状試験片を保持するための第１ホルダ部及び第２ホルダ部を含むホルダ本体と、前記管状試験片の内部流路に連通するように前記第１ホルダ部に設けられる第１流路と、前記管状試験片の前記内部流路に連通するように前記第２ホルダ部に設けられる第２流路と、前記第１ホルダ部と前記管状試験片との間をシールするための第１シール部材と、前記第２ホルダ部と前記管状試験片との間をシールするための第２シール部材と、を備える。

WO 2020/240915 A1

[続葉有]

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

試験片ホルダ及び洗浄システム並びに腐食量測定方法及び腐食量測定装置

技術分野

[0001] 本開示は、試験片ホルダ及び洗浄システム並びに腐食量測定方法及び腐食量測定装置に関する。

背景技術

[0002] 金属表面の状態を知るために、金属表面における腐食速度を計測する場合がある。

[0003] 例えば、特許文献１には、金属管の内面の腐食しにくさ（耐食性）を計測するための装置が開示されている。この装置では、金属管の内部に一対のフランジを挿入されており、金属管の内面とフランジとで囲まれる部屋が形成されるようになっている。そして、この部屋を海水で満たした状態で、該部屋内に露出するように設けられた対極及び参照電極を用いた電気化学測定により、金属管内面の分極抵抗を計測し、該分極抵抗に基づいて、金属管の耐食性を評価するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第２８２４８０４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、金属管内を流れる流体の液性が変化する場合には、金属管内を流体が流れている状態で金属管内面の時々刻々の腐食量や腐食速度の評価を行う必要がある。しかし、特許文献１に開示される装置では、多量の液体を流通させながら電気化学測定を行うことは想定されていないため、金属管内に多量の液体を流通させる場合に耐圧性及びシール性が十分ではなくなると考えられる。そこで、金属管内に液体を流通させながら、金属管内面の腐食

量又は腐食速度を測定することが望まれる。

[0006] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、管状試験片（金属管）に液体を流通させながら、管状試験片（金属管）の腐食速度を測定可能な試験片ホルダ及び洗浄システム並びに腐食量測定方法及び腐食量測定装置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

[0007] （１）本発明の少なくとも一実施形態に係る試験片ホルダは、

管状試験片の管軸方向において両側から挟んで前記管状試験片を保持するための第１ホルダ部及び第２ホルダ部を含むホルダ本体と、

前記管状試験片の内部流路に連通するように前記第１ホルダ部に設けられる第１流路と、

前記管状試験片の前記内部流路に連通するように前記第２ホルダ部に設けられる第２流路と、

前記第１ホルダ部と前記管状試験片との間をシールするための第１シール部材と、

前記第２ホルダ部と前記管状試験片との間をシールするための第２シール部材と、

を備える。

[0008] 上記（１）の構成によれば、管状試験片（金属管）を、シール部材を介して、第１ホルダ及び第２ホルダで挟んで保持するとともに、管状試験片の内部流路と連通可能な第１流路及び第２流路を設けたので、第１流路及び第２流路を介して、管状試験片の内部流路に流体（洗浄液等）を流通させることができる。これにより、管状試験片の内部流路に液体を流通させながら、各種測定（例えば電気化学測定）が可能となり、管状試験片内面の腐食速度を測定することができる。

[0009] （２）幾つかの実施形態では、上記（１）の構成において、

前記試験片ホルダは、

前記第１ホルダ部と前記第２ホルダ部との間に位置し、前記管状試験片の

外表面を電気化学測定装置の試料極用端子に接続するための導電部を備える。

[0010] 上記（２）の構成では、第１ホルダ部と第２ホルダ部との間に管状試験片の外表面と電気的に接続される導電部を設けたので、該導電部を介して、電気化学測定装置の試料極用端子に、管状試験片を接続することができる。よって、これにより、管状試験片の内部流路に液体を流通させながら管状試験片についての電気化学測定（例えば管状試験片内面の分極抵抗の計測）が可能となり、この測定結果に基づいて、管状試験片内面の腐食速度を測定することができる。

[0011] （３）幾つかの実施形態では、上記（１）又は（２）の構成において、

前記試験片ホルダは、

前記管状試験片を前記第１ホルダ部と前記第２ホルダ部との間に挟んだ状態で、前記第１ホルダ部と前記第２ホルダ部とを締結するための締結部を備える。

[0012] 上記（３）の構成によれば、管状試験片を第１ホルダ部と第2ホルダ部との間に挟んだ状態で、締結部により第１ホルダ部と第２ホルダ部とを締結するようにしたので、試験片ホルダの耐圧性及びシール性を良好なものとすることができる。よって、広範な流体の流動条件に対応可能な試験片ホルダを得ることができる。

[0013] （４）幾つかの実施形態では、上記（３）の構成において、

前記締結部は、

前記第１ホルダ部および前記第２ホルダ部の各々に設けられたボルト孔に挿通されるボルトと、

前記ボルトに螺合されるナットと、

を含む。

[0014] 上記（４）の構成によれば、ボルトとナットを含む簡素な構成で、上記（３）で述べたように、試験片ホルダの耐圧性及びシール性を良好なものとし、広範な流体の流動条件に対応可能な試験片ホルダを得ることができる。

[0015] （５）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（４）の何れかの構成において、

前記第１ホルダ部には、前記管軸方向における端面に、前記第１シール部材を受け入れるための凹部が設けられる。

[0016] 上記（５）の構成によれば、第１ホルダ部の管軸方向における端面に上述の凹部を設けたので、該凹部に第１シール部材を嵌め合わせることで、第１シール部材の第１ホルダ部に対する位置決めが容易になるとともに、第１シール部材によるシール性を高めることができる。

[0017] （６）幾つかの実施形態では、上記（５）の構成において、

前記第１シール部材は、前記凹部の底面に接するように設けられる円盤部を含む。

[0018] 上記（６）の構成によれば、第１シール部材の円盤部が第１ホルダ部の端面に設けた凹部の底面に接するようにしたので、第１シール部材と凹部との接触面積を大きく維持することができ、これにより第１シール部材によるシール性を高めることができる。

[0019] （７）幾つかの実施形態では、上記（６）の構成において、

前記第１シール部材は、前記円盤部から、前記管軸方向において前記凹部の前記底面とは反対側に突出する筒形部をさらに含む。

[0020] 上記（７）の構成によれば、第１シール部材は、円盤部から、管軸方向において凹部の底面とは反対側に突出する筒形部を有するので、筒形部の内径を、管状試験片の外径に応じて設定することで、該管状試験片の、管軸方向に直交する面内における位置決めがしやすくなる。また、筒形部の内径を管状試験片の外径に応じて設定することができるので、

１つの試験片ホルダに対し、第１シール部材を適切な内径サイズを有するのものに交換することにより、外径の異なる複数種の管状試験片を試験対象として用いることができる。よって、装置作製コストを低減することができる。

[0021] （８）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（７）の何れかの構成におい

て、

前記試験片ホルダは、

前記第１流路または前記第２流路に露出するように前記ホルダ本体に設けられ、電気化学測定装置の対極用端子に接続される対極と、

前記第１流路または前記第２流路に露出するように前記ホルダ本体に設けられ、電気化学測定装置の参照極用端子に接続される参照極と、

をさらに備える。

[0022] 上記（８）の構成によれば、管状試験片である試料極、上述の対極及び参照極を用いて、３電極法による分極抵抗測定により、管状試験片内面の腐食速度を測定することができる。よって、比較的精度良好に、上記腐食速度を測定することができる。

[0023] （９）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（８）の何れかの構成において、

前記ホルダ本体は、前記第１ホルダ部および前記第２ホルダ部の間に保持される前記管状試験片とは別の他の管状試験片を保持するための第３ホルダ部を含み、

前記第３ホルダ部は、前記管軸方向において、前記第１ホルダ部又は前記第２ホルダ部の一方に対向して位置し、

前記試験片ホルダは、

前記他の管状試験片の内部流路と連通するように前記第３ホルダ部に設けられる第３流路と、

前記第３ホルダ部と前記他の管状試験片との間をシールするための第３シール部材と、

を備える。

[0024] 上記（９）の構成によれば、第１ホルダ部及び第２ホルダ部の間に保持される管状試験片、及び、第３ホルダ部によって保持される他の管状試験片を含む２つの管状試験片をそれぞれ試料極として用いて、２電極法による分極抵抗測定により、管状試験片内面の腐食速度を測定することができる。よっ

て、比較的簡易に、上記腐食速度を測定することができる。

[0025] （１０）本発明の少なくとも一実施形態に係る伝熱管の洗浄システムは、

ボイラに設けられる複数の伝熱管を洗浄するための洗浄システムであって、

上記（１）乃至（９）の何れか一項に記載の試験片ホルダと、

前記複数の伝熱管に接続され、前記複数の伝熱管を通って洗浄液を循環させるための洗浄液循環ラインと、

前記洗浄液循環ラインから分岐し、前記試験片ホルダの前記第１流路又は前記第２流路に接続される分岐ラインと、

前記分岐ラインを介して前記試験片ホルダに導入される前記洗浄液の温度を調節するための温度調節部と、

前記分岐ラインを介して前記試験片ホルダに導入される前記洗浄液の流量を調節するための流量調節部と、

前記温度調節部及び前記流量調節部を制御するための制御部と、

を備える。

[0026] 伝熱管の内面に付着したスケールを除去するために、伝熱管を洗浄液で洗浄することがある。この点、上記（１０）の構成によれば、伝熱管を洗浄する洗浄液を、試験片ホルダにて第１流路又は第２流路を介して管状試験片の内部流路に供給可能であるとともに、温度調節部及び流量調節部により、試験片ホルダに導入される洗浄液の温度及び流量を調節可能である。よって、管状試験片の内部流路における洗浄液の流動条件（温度及び流量）を、伝熱管の内面における流動条件に応じて調節することができる。したがって、所望の流動条件下における、管状試験片の内面の分極抵抗を計測し、腐食速度を計測することができる。

[0027] （１１）本発明の少なくとも一実施形態に係る腐食量測定方法は、

上記（１）乃至（９）の何れか一項に記載の試験ホルダに前記管状試験片を設置するステップと、

前記第１流路及び前記第２流路を介して、前記管状試験片の前記内部流路

に洗浄液を供給して、前記管状試験片を前記洗浄液で洗浄するステップと、

前記洗浄液での洗浄中に、前記管状試験片の分極抵抗を測定するステップと、

前記分極抵抗の測定結果から、前記洗浄中の腐食由来の鉄濃度を算出するステップと、

を備える。

[0028] 上記（１１）の構成によれば、管状試験片の試験片の洗浄液での洗浄中に、管状試験片の分極抵抗を測定するとともに、分極抵抗の測定結果に基づいて、洗浄中の腐食由来の鉄濃度を算出するようにしたので、管状試験片の表面の腐食状態を適切に把握することができる。

[0029] （１２）本発明の少なくとも一実施形態に係る腐食量測定方法は、

試験片のスケール付着量を計測するステップと、

洗浄液での洗浄により前記試験片に付着したスケールの全量が除去されたと仮定した場合の前記洗浄液中の鉄濃度を、前記スケール付着量に基づき予測するステップと、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記試験片を用いて分極抵抗を測定し、前記分極抵抗の測定結果から、前記洗浄液中の腐食由来の鉄濃度を算出するステップと、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記洗浄液中の全鉄濃度を計測するステップと、

前記全鉄濃度の計測値と、前記腐食由来の鉄濃度の算出値との差分から、前記洗浄液中のスケール由来の鉄濃度を算出するステップと、

を備える。

[0030] 上記（１２）の方法によれば、試験片のスケール付着量に基づき洗浄液中の鉄濃度を予測するとともに、全鉄濃度の計測値と腐食由来の鉄濃度の算出値との差分から、洗浄中のスケール由来の鉄濃度を算出するようにしたので、上述の鉄濃度の予測値と、スケール由来の鉄濃度算出値との比較により、試験片の洗浄の進行度合いを把握することができる。よって、ボイラにおけ

る化学洗浄の終了タイミングを適切に把握することができる。

[0031] （１３）本発明の少なくとも一実施形態に係る腐食量測定装置は、

洗浄液での洗浄により試験片に付着したスケールの全量が除去されたと仮定した場合の前記洗浄液中の鉄濃度を、前記試験片のスケール付着量に基づき予測する予測部と、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記試験片を用いて分極抵抗を測定する分極抵抗測定部と、

前記分極抵抗の測定結果から、前記洗浄液中の腐食由来の鉄濃度を算出する第１算出部と、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記洗浄液中の全鉄濃度を計測する濃度計測部と、

前記全鉄濃度の計測値と、前記腐食由来の鉄濃度の算出値との差分から、前記洗浄液中のスケール由来の鉄濃度を算出する第２算出部と、

を備える。

[0032] 上記（１３）の構成によれば、試験片のスケール付着量に基づき洗浄液中の鉄濃度を予測するとともに、全鉄濃度の計測値と腐食由来の鉄濃度の算出値との差分から、洗浄中のスケール由来の鉄濃度を算出するようにしたので、上述の鉄濃度の予測値と、スケール由来の鉄濃度算出値との比較により、試験片の洗浄の進行度合いを把握することができる。よって、ボイラにおける化学洗浄の終了タイミングを適切に把握することができる。

発明の効果

[0033] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、管状試験片（金属管）内に液体を流通させながら、管状試験片（金属管）内面の腐食速度を測定可能な試験片ホルダ及び洗浄システム並びに腐食量測定方法及び腐食量測定装置を提供することを目的とする。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]一実施形態に係る洗浄システムの概略図である。

[図2]一実施形態に係る腐食速度測定装置の概略図である。

[図3]一実施形態に係る腐食速度測定装置の概略図である。

[図4]一実施形態に係る腐食速度測定装置の概略図である。

[図5]一実施形態に係る試験片ホルダの概略断面図である。

[図6]一実施形態に係る試験片ホルダの概略断面図である。

[図7]一実施形態に係る腐食量測定方法により得られる洗浄液中の溶解鉄濃度の時間変化を示すグラフの一例である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0036] 以下の実施形態では、一実施形態に係る洗浄システム又は洗浄方法における洗浄対象物が火力発電装置を構成するボイラの伝熱管である場合について説明するが、本発明における洗浄対象物はこれに限定されず、例えば、舶用ボイラの伝熱管、ボイラの伝熱管以外の部位、熱交換器の伝熱管、又は、化学プラントの構成機器であってもよい。

[0037] 図１は、幾つかの実施形態に係る試験片ホルダが適用される洗浄システムの概略図である。図１に示す洗浄システム１は、ボイラ１００の火炉１０２を構成する複数の伝熱管１０４を洗浄するように構成されている。

[0038] 図１に示すボイラ１００は、循環ライン１０６上に配置される火炉１０２、汽水分離器１１０、及び、図示しない節炭器、過熱器等を含む。火炉１０２の伝熱管１０４には、循環ライン１０６を介して給水が供給されるようになっている。火炉１０２の伝熱管１０４において、燃料の燃焼熱との熱交換により生成された蒸気は、汽水分離器１１０、過熱器（不図示）を経由してタービン（不図示）に供給されてタービンロータを回転駆動する。タービンで仕事を終えた蒸気は復水器（不図示）で凝縮されて水となる。復水器で生成された水は、循環ライン１０６に設けられた加熱器、脱気器、及び、節炭器等（何れも不図示）を通って、再び火炉１０２に供給される。循環ライン

１０６には、蒸気又は水を圧送するためのポンプ（不図示）が設けられていてもよい。

[0039] ボイラ１００の火炉１０２を構成する伝熱管１０４の内部には、鉄酸化物を主体とするスケールが付着して伝熱管の熱伝導率が低下する場合がある。図１に示す洗浄システム１は、このように伝熱管１０４の内面に付着したスケールを、洗浄液を用いて除去するための洗浄システムである。

[0040] 図１に示す洗浄システム１は、循環ライン１０６に接続される洗浄液循環ライン２と、洗浄液循環ライン２に設けられ、洗浄液を循環させるための循環ポンプ４と、を含む。洗浄液循環ライン２の上流端は、循環ライン１０６における汽水分離器１１０の下流側に位置する第１接続点１０５に接続されており、洗浄液循環ライン２の下流端は、循環ライン１０６における火炉１０２の上流側に位置する第２接続点１０８に接続されている。すなわち、洗浄液循環ライン２は、循環ライン１０６を介して、複数の伝熱管１０４に接続されている。

[0041] また、洗浄システム１は、洗浄液を貯留するための洗浄液タンク８と、洗浄液タンク８からの洗浄液を洗浄液循環ライン２に供給するための洗浄液供給ライン６と、洗浄液供給ライン６に設けられる注入ポンプ１０と、を含む。洗浄液タンク８に貯留された洗浄液が、注入ポンプ１０により、洗浄液供給ライン６を介して洗浄液循環ライン２に供給されるようになっている。

[0042] スケールの洗浄に用いる洗浄液（すなわち、洗浄液タンク８に貯留される洗浄液）の種類は、主として酸化鉄を含むスケールを溶解可能な薬剤であればよく、特に限定されない。このような洗浄液は、例えば、塩酸等の酸を含む洗浄液であってもよく、あるいは、キレート剤又は還元剤又は腐食抑制剤を含む洗浄液であってもよい。

[0043] 上述のキレート剤は、例えばＥＤＴＡ、ＢＡＰＴＡ、ＤＯＴＡ、ＥＤＤＳ、ＩＮＮ、ＮＴＡ、ＤＴＰＡ、ＨＥＤＴＡ、ＴＴＨＡ、ＰＤＴＡ、ＤＰＴＡ-ＯＨ、ＨＩＤＡ、ＤＨＥＧ、ＧＥＤＴＡ、ＣＭＧＡ、ＥＤＤＳなどのアミノカルボン酸やこれらの塩などのアミノカルボン酸系キレート剤、クエン酸、

グルコン酸、ヒドロキシ酢酸などのオキシカルボン酸やこれらの塩などのオキシカルボン酸系キレート剤、ＡＴＭＰ、ＨＥＤＰ、ＮＴＭＰ、ＰＢＴＣ、ＥＤＴＭＰ等の有機リン酸やこれらの塩などの有機リン系キレート剤であってもよい。

[0044] 上述の還元剤は、例えば、Fe^{2+}、Sn^{2+}などの各種金属イオン、亜硫酸ナトリウムなどの亜硫酸塩、次亜硫酸塩、シュウ酸、蟻酸、アスコルビン酸、エルソルビン酸、ピロガロール、チオ尿素系化合物、二酸化チオ尿素系化合物、チオグリコール酸塩などの有機化合物、ヒドラジン、水素などであってもよい。

[0045] 上述の腐食抑制剤は、例えば、両性界面活性剤、非イオン界面活性剤、カチオン型界面活性剤、硫黄系化合物などの吸着性皮膜を形成する腐食抑制剤や沈殿皮膜型の腐食抑制剤、錯塩皮膜形成型の腐食抑制剤などであってもよい。

[0046] 上述した構成により、洗浄液タンク８からの洗浄液は、循環ポンプ４によって圧送されて、洗浄液循環ライン２、第２接続点１０８よりも下流側かつ火炉１０２よりも上流側の循環ライン１０６、複数の伝熱管１０４（火炉１０２）、及び、火炉１０２よりも下流側かつ第１接続点１０５よりも上流側の循環ライン１０６、を通って循環するようになっている。なお、このように洗浄液を循環させる際には、循環ライン１０６において、第１接続点１０５の下流側に設けられたバルブ１０９及び第２接続点１０８の上流側に設けられたバルブ１０７は閉止され、循環ライン１０６を循環する水及び蒸気の流れは停止される。

[0047] 洗浄システム１は、洗浄液循環ライン２から分岐する分岐ライン１２と、分岐ライン１２に設けられる腐食速度測定装置３０と、分岐ライン１２を介して腐食速度測定装置３０に導入される洗浄液の温度及び流量をそれぞれ調節するための温度調節部及び流量調節部と、をさらに備えている。

[0048] 分岐ライン１２の上流端１１及び下流端１３は、それぞれ、洗浄液循環ライン２に接続されている。分岐ライン１２にはポンプ１４が設けられており

、該ポンプ１４によって、洗浄液循環ライン２からの洗浄液が、分岐ライン１２に引き込まれるようになっている。

[0049] 腐食速度測定装置３０は、管状試験片の腐食速度を測定するための装置であり、管状試験片を保持するための試験片ホルダ３２と、試験片ホルダ３２に接続される電気化学測定装置９０と、を含む（図２参照）。この管状試験片として、火炉１０２を構成する複数の伝熱管１０４のうち１本から採取したものを用いることができる。伝熱管１０４の化学洗浄を行う際に伝熱管１０４から管状試験片を採取する場合、管状試験片の内面には、通常、内面にスケールが付着している。

[0050] 試験片ホルダ３２は、分岐ライン１２にそれぞれ接続される洗浄液入口部５８及び洗浄液出口部６０を有している。洗浄液循環ライン２から分岐ライン１２に引き込まれた洗浄液は、洗浄液入口部５８を介して試験片ホルダ３２に導入され、試験片ホルダ３２に設置された管状試験片の内部流路を通過した後、洗浄液出口部６０を介して分岐ライン１２に排出される。分岐ライン１２に排出された洗浄液は、分岐ライン１２の下流端１３を介して、洗浄液循環ライン２に返送されるようになっている。なお、試験片ホルダ３２を含む腐食速度測定装置３０の構成については後述する。

[0051] 図１に示す例示的な実施形態では、試験片ホルダ３２に導入される洗浄液の温度を調節するための温度調節部は、分岐ライン１２に設けられ、電気抵抗で発生する熱により洗浄液を加熱するように構成されたヒータ１６である。他の実施形態では、該温度調節部は、熱媒体との熱交換により洗浄液を過熱するように構成された熱交換器であってもよい。

[0052] また、図１に示す例示的な実施形態では、試験片ホルダ３２に導入される洗浄液の流量を調節するための流量調節部は、分岐ライン１２に設けられた上述のポンプ１４である。ポンプ１４は、回転数を変更することにより吐出圧を調節可能に構成されており、すなわち、吐出側における洗浄液の流量を調節可能に構成されている。

[0053] 洗浄システム１は、制御装置２０（制御部）と、複数の伝熱管１０４にお

ける洗浄液の温度及び流量を取得するための流量計２１及び温度センサ２２と、試験片ホルダ３２における洗浄液の温度及び流量を取得するための流量計２３及び温度センサ２４と、をさらに備えている。

[0054] 図１に示す例示的な実施形態では、流量計２１及び温度センサ２２は、火炉１０２よりも下流側における循環ライン１０６に設けられている。

[0055] 複数の伝熱管１０４を流れる洗浄液は、伝熱管１０４の下流側で合流するので、該流量計２１で計測される洗浄液の流量は、複数の伝熱管１０４の各々における流量の合計値とみなすことができる。よって、流量計２１で計測された流量を、伝熱管１０４の本数で除算することにより、伝熱管１０４一本当たりの流量（あるいは複数の伝熱管１０４の各々における流量の平均）を算出することができる。

[0056] また、複数の伝熱管１０４から循環ライン１０６に流出した洗浄液の温度は急激には変化しないので、温度センサ２２による温度の計測値を、伝熱管１０４の出口における洗浄液の温度とみなすことができる。

[0057] 制御装置２０は、流量計２１，２３及び温度センサ２２，２４から受け取る信号に基づいて、ヒータ１６（温度調節部）の出力、及び、ポンプ１４（流量調節部）の回転数（より具体的には、ポンプ１４を駆動するモータ駆動用のインバータの周波数）を制御するように構成されている。したがって、制御装置２０を用いて、試験片ホルダ３２に供給される洗浄液の温度及び流量を調節することができる。

[0058] 図２～図４は、それぞれ、一実施形態に係る腐食速度測定装置３０の概略図である。図５～図６は、それぞれ、一実施形態に係る試験片ホルダ３２の概略断面図である。なお、図６に示す第１シール部材４６及び第２シール部材４８は、図２～図４に示す第１シール部材４６及び第２シール部材４８と同一形状を有している。

[0059] 図２～図４に示すように腐食速度測定装置３０は、管状試験片２００を保持するための試験片ホルダ３２と、試験片ホルダ３２に設けられる電極（試料電極、対極、及び参照極）に接続される端子を有する電気化学測定装置９

０と、を含む。

[0060] 図２～図４に示すように、試験片ホルダ３２は、第１ホルダ部３６及び第２ホルダ部３８を含むホルダ本体３４と、第１ホルダ部３６に設けられる第１流路４０と、第２ホルダ部３８に設けられる第２流路４２と、第１シール部材４６及び第２シール部材４８と、を備えている。また、試験片ホルダ３２は、第１ホルダ部３６と第２ホルダ部３８とを締結するための締結部５０と、管状試験片２００の外周面に設けられる導電部５６と、を備えている。

[0061] 第１ホルダ部３６及び第２ホルダ部３８は、管状試験片２００の管軸方向において管状試験片２００を両側から挟んで保持するように構成されている。第１ホルダ部３６及び第２ホルダ部３８を含むホルダ本体３４は、樹脂等の絶縁材料で形成されていてもよい。

[0062] 図５及び図６に示すように、管状試験片２００は、外周面２０２及び内周面２０４を有しており、内周面２０４によって、管状試験片２００の内部流路２０１が形成されている。

図２～図４に示すように、第１流路４０は、管状試験片２００の内部流路２０１に連通可能に第１ホルダ部３６に設けられている。また、第２流路４２は、管状試験片２００の内部流路２０１に連通可能に第２ホルダ部３８に設けられている。図示する実施形態において、第１流路４０及び第２流路は、管状試験片２００の管軸方向に沿って設けられいる。

[0063] 管軸方向におけるホルダ本体３４の両端部には、洗浄液入口部５８及び洗浄液出口部６０が設けられている。洗浄液入口部５８は、分岐ライン１２（図１参照）と第２流路４２とを接続するジョイント部５９を含む。洗浄液出口部６０は、分岐ライン１２と第１流路４０とを接続するジョイント部６１を含む。なお、図示する実施形態においては、第１ホルダ部３６側に洗浄液出口部６０が設けられ、第２ホルダ部３８側に洗浄液入口部５８が設けられているが、他の実施形態は、第１ホルダ部３６側に洗浄液入口部５８が設けられ、第２ホルダ部３８側に洗浄液出口部６０が設けられていてもよい。

[0064] 第１シール部材４６は、第１ホルダ部３６と管状試験片２００との間を介

した洗浄液の漏れを抑制するように構成されている。第２シール部材４８は、第２ホルダ部３８と管状試験片２００との間を介した洗浄液の漏れを抑制するように構成されている。

[0065] 上述の実施形態では、管状試験片２００を、シール部材４６，４８を介して、第１ホルダ部３６及び第２ホルダ部３８で挟んで保持するとともに、管状試験片２００の内部流路２０１と連通可能な第１流路４０及び第２流路４２を設けたので、第１流路４０及び第２流路４２を介して、管状試験片２００の内部流路２０１に流体（洗浄液等）を流通させることができる。これにより、管状試験片２００の内部流路２０１に液体を流通させながら、各種測定（例えば電気化学測定）が可能となり、管状試験片２００の内面の腐食速度を測定することができる。

[0066] 締結部５０は、管状試験片２００を第１ホルダ部３６と第２ホルダ部３８との間に挟んだ状態で、第１ホルダ部３６と第２ホルダ部３８とを締結するように構成される。これにより、試験片ホルダ３２の耐圧性及びシール性を良好なものとすることができる。よって、広範な流体の流動条件に対応可能な試験片ホルダ３２を得ることができる。

[0067] 図２～図４に示す例示的な実施形態では、締結部５０は、第１ホルダ部３６に設けられたボルト孔３７、及び、第２ホルダ部３８に設けられたボルト孔３９に挿通されるボルト５２と、ボルト５２に螺合されるナット５４と、を含む。この場合、ボルト５２とナット５４とを含む簡素な構成で、試験片ホルダ３２の耐圧性及びシール性を良好なものとすることができる。

[0068] 幾つかの実施形態では、例えば図５～図６に示すように、第１ホルダ部３６には、管軸方向における端面３６ａに、第１シール部材４６を受け入れるための凹部６２が設けられる。凹部６２は、第１シール部材４６の断面形状に対応する形状を有している。また、幾つかの実施形態では、例えば図５～図６に示すように、第２ホルダ部３８には、管軸方向における端面３８ａに、第２シール部材４８を受け入れるための凹部６４が設けられる。凹部６４は、第２シール部材４８の断面形状に対応する形状を有している。

[0069] このように、第１ホルダ部３６の管軸方向における端面３６ａに上述の凹部６２を設けたので、該凹部６２に第１シール部材４６を嵌め合わせることで、第１シール部材４６の第１ホルダ部３６に対する位置決めが容易になるとともに、第１シール部材４６によるシール性を高めることができる。第２ホルダ部３８に設けた凹部６４についても、同様の説明が当てはまる。

[0070] 幾つかの実施形態では、例えば図５～図６に示すように、第１シール部材４６は、凹部６２の底面６２ａに接するように設けられる円盤部１２０を含む。円盤部１２０は、管軸方向において、凹部６２の底面６２ａと、管状試験片２００の一方の端面２０６とに挟まれるように設けられている。なお、円盤部１２０の中央部に貫通孔１２４が設けられており、該貫通孔１２４を介して、管状試験片２００の内部流路２０１と、第１流路４０とが互いに連通可能となっている。

[0071] 幾つかの実施形態では、例えば図５～図６に示すように、第２シール部材４８は、凹部６４の底面６２ａに接するように設けられる円盤部１２６を含む。円盤部１２６は、管軸方向において、凹部６４の底面６４ａと、管状試験片２００の他方の端面２０８とに挟まれるように設けられている。なお、円盤部１２６の中央部に貫通孔１３０が設けられており、該貫通孔１３０を介して、管状試験片２００の内部流路２０１と、第２流路４２とが互いに連通可能となっている。

[0072] 上述したように、第１シール部材４６の円盤部１２０が第１ホルダ部３６の端面３６ａに設けた凹部６２の底面６２ａに接するようにしたので、第１シール部材４６と凹部６２との接触面積を大きく維持することができ、これにより第１シール部材４６によるシール性を高めることができる。第２シール部材４８についても、同様の説明が当てはまる。

[0073] 幾つかの実施形態では、例えば図６に示すように、第１シール部材４６は、円盤部１２０から、管軸方向において凹部６２の底面６２ａとは反対側に突出する筒形部１２２をさらに含む。また、幾つかの実施形態では、第２シール部材４８は、円盤部１２６から、管軸方向において凹部６４の底面６４

ａとは反対側に突出する筒形部１２８をさらに含む。

[0074] 上述の実施形態によれば、第１シール部材４６は、円盤部１２０から、管軸方向において凹部６２の底面６２ａとは反対側に突出する筒形部１２２を有するので、筒形部１２２の内径を、管状試験片２００の外径Ｄ２（図６参照）に応じて設定することで、該管状試験片２００の、管軸方向に直交する面内における位置決めがしやすくなる。また、筒形部１２２の内径を管状試験片２００の外径Ｄ２に応じて設定することができるので、１つの試験片ホルダ３２に対し、第１シール部材４６を適切な内径サイズを有するのものに交換することにより、外径の異なる複数種の管状試験片２００を試験対象として用いることができる。第２シール部材４８についても、同様の説明が当てはまる。

[0075] なお、図５に示す第１シール部材４６と、図６に示す第２シール部材４８とを、同一の試験片ホルダ３２にて交換して使用可能することもできる。図５に示す第１シール部材４６は、筒形部１２２を有さないため、管状試験片２００の外形Ｄ１が比較的大きい場合にも使用することができる。なお、図５における管状試験片２００の外形Ｄ１は、図６における管状試験片２００の外形Ｄ２よりも大きい。

[0076] 導電部５６（図２～図４参照）は、管状試験片２００の外表面を電気化学測定装置９０の試料極用端子９６に接続するためのものでさる。導電部５６は、第１ホルダ部３６と第２ホルダ部３８との間において、管状試験片２００の外表面に接するように設けられている。また、導電部５６は、管状試験片２００と電気的に接続可能になっている。導電部５６と電気化学測定装置９０の試料極用端子９６とは、リード線を介して接続されていてもよい。

[0077] このように、第１ホルダ部３６と第２ホルダ部３８との間に管状試験片２００の外表面と電気的に接続される導電部５６を設けたので、該導電部５６を介して、電気化学測定装置９０の試料極用端子９６に、管状試験片２００を接続することができる。よって、これにより、管状試験片２００の内部流路２０１に液体を流通させながら管状試験片２００についての電気化学測定

（例えば管状試験片２００の内面の分極抵抗の計測）が可能となり、この測定結果に基づいて、管状試験片２００の内面の腐食速度を測定することができる。

[0078] 幾つかの実施形態では、導電部５６は、管状試験片２００を挟持するように設けられる金属製のクランプを含んでいてもよい。あるいは、幾つかの実施形態では、導電部５６は、リード線の端部を管状試験片２００の外表面に固定するために設けられる溶接部であってもよい。溶接部は、スポット溶接により形成されたものであってもよい。なお、図５及び図６において、導電部５６の図示を省略している。

[0079] 幾つかの実施形態では、例えば図２及び図４に示すように、試験片ホルダ３２は、電気化学測定装置９０の対極用端子９２に接続される対極６６と、電気化学測定装置９０の参照極用端子９４に接続される参照極７２と、をさらに備えている。対極６６は、第１流路４０または第２流路４２に露出するようにホルダ本体３４に設けられていてもよい。参照極７２は、第１流路４０または第２流路４２に露出するようにホルダ本体３４に設けられていてもよい。対極６６は、白金電極であってもよい。

[0080] なお、図２及び図４に示す例示的な実施形態では、対極６６及び参照極７２は、第１流路４０に露出するように、第１ホルダ部３６（ホルダ本体３４）に設けられている。より具体的には、対極６６は、第１ホルダ部３６において、第１ホルダ部３６の側面と、第１流路４０とを接続するように設けられた孔６８に挿入され、第１流路４０に露出した状態で、固定部８０を介して第１ホルダ部３６に支持されている。また、参照極７２は、第１ホルダ部３６において、第１ホルダ部３６の側面と、第１流路４０とを接続するように設けられた孔７４に挿入され、第１流路４０に露出した状態で、固定部８０を介して第１ホルダ部３６に支持されている。

[0081] 上述の実施形態によれば、管状試験片２００である試料極、対極６６及び参照極７２を用いて、３電極法による分極抵抗測定により、管状試験片２００の内面の腐食速度を測定することができる。よって、比較的精度良好に、

上述の腐食速度を測定することができる。

[0082] 幾つかの実施形態では、例えば図３及び図４に示すように、ホルダ本体３４は、第１ホルダ部３６および第２ホルダ部３８の間に保持される管状試験片２００とは別の他の管状試験片２１０を保持するための第３ホルダ部１４４を含む。第３ホルダ部１４４は、管軸方向において、第１ホルダ部３６又は第２ホルダ部３８の一方（図３及び図４では第２ホルダ部３８）に対向して位置するように設けられる。そして、試験片ホルダ３２は、管状試験片２１０の内部流路２１１と連通可能に第３ホルダ部１４４に設けられる第３流路１４６と、第３ホルダ部１４４と管状試験片２１０との間をシールするための第３シール部材１１２と、を備えている。管状試験片２１０の外周面には、導電部１１６が設けられており、導電部１１６を介して、管状試験片２１０と、電気化学測定装置９０の試料極用端子９８とが接続されている。

[0083] 上述の実施形態によれば、第１ホルダ部３６及び第２ホルダ部３８の間に保持される管状試験片２００、及び、第３ホルダ部１４４によって保持される他の管状試験片２１０を含む２つの管状試験片２００，２１０をそれぞれ試料極として用いて、２電極法による分極抵抗測定により、管状試験片２００，２１０の内面の腐食速度を測定することができる。よって、比較的簡易な構成で、上記腐食速度を測定することができる。

[0084] なお、図３及び図４に示す例示的な実施形態は、以下に説明する特徴を有している。

[0085] 第３シール部材１１２は、第３ホルダ部１４４の管軸方向における端面に設けられた凹部１１４に設けられている。また、第２ホルダ部３８と管状試験片２１０との間をシールするためのシール部材１４８が設けられている。シール部材１４８は、第２ホルダ部３８の管軸方向における端面に設けられた凹部１４０に設けられている。第３流路１４６、管状試験片２１０の管軸方向に沿って延びている。２つの管状試験片２００，２１０は、ほぼ同軸上に配置されており、第１流路４０、管状試験片２００の内部流路２０１、第２流路４２、管状試験片２１０の内部流路２１１、及び、第３流路１４６は

、管軸方向に沿って延びる１本の流路を形成している。

[0086] 図３及び図４に示す例示的な実施形態では、締結部５０は、管状試験片２００を第１ホルダ部３６と第２ホルダ部３８との間に挟み、かつ、管状試験片２１０を第２ホルダ部３８と第３ホルダ部１４４との間に挟んだ状態で、第１ホルダ部３６、第２ホルダ部３８、及び、第３ホルダ部１４４を締結するように構成されている。締結部５０のボルト５２は、第１ホルダ部３６に設けられたボルト孔３７、第２ホルダ部３８に設けられたボルト孔３９、及び、第３ホルダ部１４４に設けられたボルト孔１４５に挿通され、該ボルト５２にナット５４が螺合されている。なお、第３ホルダ部１４４は、樹脂等の絶縁材料で形成されていてもよい。

[0087] 図４に示す例示的な実施形態では、２つの試料極（管状試験片２００又は管状試験片２１０）のうちの一方と、対極６６及び参照極７２を用いて、３電極法による分極抵抗測定を行うことができる。よって、２つの試料極（管状試験片２００又は管状試験片２１０）のうち一方を用いて測定を行うとともに、この一方の試料極に不具合が発生した場合には、他方の試料極を用いて、分極抵抗の計測を続行することができる。

[0088] また、図４に示す実施形態では、上述の３電極法により分極抵抗測定ができるとともに、２つの試料極（管状試験片２００及び管状試験片２１０）を用いて２電極法による分極抵抗測定を行うこともできる。よって、参照極７２や対極６６に異常が生じた場合に２電極法での計測に切かえるなど、３電極法と２電極法とで測定方法を切替えて分極抵抗測定を続行することができる。

[0089] このように、図４に示す実施形態によれば、測定装置の可用性を向上させることができる。

[0090] 以下、図１及び図７を参照して、一実施形態に係る腐食量測定方法について説明する。図７は、一実施形態に係る腐食量測定方法により得られる洗浄液中の溶解鉄濃度の時間変化を示すグラフの一例である。なお、以下においては、ボイラ１００の伝熱管１０４から採取した管状試験片の化学洗浄時に

おける腐食量測定方法について説明する。

[0091] まず、運転停止したボイラ１００に設けられている複数の伝熱管１０４から、試験片として用いる伝熱管を採取して、該伝熱管から管状試験片２００を作製する。また、作製した管状試験片２００を、試験片ホルダ３２に設置する。なお、上述のようにして得られる管状試験片２００の内面には、通常、ボイラ１００の運転中に生じたスケールが付着している。

[0092] 次に、洗浄液循環ライン２を、循環ライン１０６を介して、ボイラ１００の複数の伝熱管１０４に接続し、洗浄液循環ライン２に洗浄液タンク８からの洗浄液を循環させて、複数の伝熱管１０４の洗浄を行う。

[0093] また、洗浄液循環ライン２に分岐ライン１２を接続し、洗浄液循環ライン２から分岐させた洗浄液を、洗浄液入口部５８及び洗浄液出口部６０を介して、試験片ホルダ３２（腐食速度測定装置３０）の第２流路４２、管状試験片２００の内部流路２０１、及び第１流路４０に流通させる。そして、腐食速度測定装置３０を用いて管状試験片２００の分極抵抗を測定し、分極抵抗の測定結果から、洗浄中の腐食由来の鉄濃度を算出する。

[0094] ここで、分極抵抗の測定結果から、洗浄中の腐食由来の鉄濃度を算出する手順について説明する。

まず、下記式（Ａ）より、分極抵抗の測定結果R_pに基づき、腐食電流密度i_{corr}が算出できる。

$$i_{corr}=B/R_p \quad \cdots(A)$$

上記式（Ａ）中のＢは定数である。

次に、上記式（Ａ）での計算結果と、下記式（Ｂ）とから、管状試験片における母材の腐食減量Δｍ（ｇ／ｃｍ^2）が算出できる。

$$i_{corr}\times t=F\times\Delta m\times z/M \quad \cdots(B)$$

上記式（Ｂ）中のｔは、分極抵抗の測定時間（ｓ）であり、Ｆはファラデー定数であり

ｚは鉄イオンの価数（２）であり、Ｍは鉄の原子量（５５．８４５）である。

そして、上記式（Ｂ）での計算結果と、下記式（Ｃ）とから、母材腐食由来の鉄濃度C_{Fe}を算出することができる。

$$C_{Fe}=\Delta m\times A/W \quad \cdots(C)$$

上記式（Ｃ）中のＡは化学洗浄対象の複数の伝熱管１０４の内表面性の合計であり、Ｗは、伝熱管１０４における洗浄液保有水量である。

[0095] なお、実際には、上述の装置で測定する分極抵抗R_pは経時的に変化するため、微小期間Δｔ間の分極抵抗値から算出される鉄濃度C_{Fe}を時間積分することで、腐食由来の鉄濃度C_{Fe}を求めることができる。

[0096] なお、試験片ホルダ３２内の流路内において、実際の伝熱管１０４の内部における流動状態を再現できていれば、試験片ホルダ３２を用いて測定した分極抵抗の値に基づいて、伝熱管１０４における洗浄液中の母材腐食由来の鉄濃度C_{Fe}を精度良く計算することができる。

[0097] 幾つかの実施形態では、さらに、以下のステップを行い、実際のボイラ１００における伝熱管１０４の洗浄条件（洗浄液の温度及び流量）を、試験片ホルダ３２（腐食速度測定装置３０）において再現するようにしてもよい。

[0098] 幾つかの実施形態では、複数の伝熱管１０４の洗浄中に、流量計２１及び温度センサ２２を用いて、複数の伝熱管１０４における洗浄液の流量Ｆ１及び温度Ｔ１を計測する。この流量Ｆ１及び温度Ｔ１に係る計測結果は、制御装置２０に送られる。

[0099] また、流量計２３及び温度センサ２４を用いて、試験片ホルダ３２における管状試験片２００の内部流路２０１における洗浄液の流量Ｆ２及び温度Ｔ２を計測する。この流量Ｆ２及び温度Ｔ２に係る計測結果は、制御装置２０に送られる。

[0100] 制御装置２０は、取得した流量Ｆ１、Ｆ２、及び、温度Ｔ１，Ｔ２の計測結果に基づいて、試験片ホルダ３２における管状試験片２００の内部流路２０１を流れる洗浄液の流量及び温度が、複数の伝熱管１０４における流量及び温度に近づくように、ポンプ１４（流量調節部）の回転数、及び、ヒータ１６（温度調節部）の出力の制御を行う。

[0101] 制御装置２０は上述の計測結果に基づいて、試験片ホルダ３２における管状試験片２００の内部流路２０１を流れる洗浄液の流量及び温度に関してフィードバック制御（例えば、Ｐ制御、ＰＩ制御又はＰＩＤ制御）を行ってもよい。

[0102] 例えば、制御装置２０は、伝熱管１０４における洗浄液の流量Ｆ１を目標値とし、試験片ホルダ３２における管状試験片２００の内部流路２０１を流れる洗浄液の流量の実測値Ｆ２と上述の目標値Ｆ１との偏差に基づいて、該偏差が小さくなるようなポンプ１４の回転数及び／又はこれに対応するインバータ周波数を算出し、算出したインバータ周波数を制御指令値として、インバータに与えるようになっていてもよい。

[0103] あるいは、制御装置２０は伝熱管１０４における洗浄液の温度Ｔ１を目標値とし、試験片ホルダ３２における管状試験片２００の内部流路２０１を流れる洗浄液の温度の実測値Ｔ２と上述の目標値Ｔ１との偏差に基づいて、該偏差が小さくなるようなヒータ１６の出力を算出し、算出した出力値を制御指令値としてヒータ１６に与えるようになっていてもよい。

[0104] 上述の実施形態に係る方法によれば、腐食速度測定装置３０に導入される洗浄液の温度Ｔ２及び流量Ｆ２が、ボイラ１００の伝熱管１０４における流量Ｆ１及び温度Ｔ２に近づくように、流量調節部及び温度調節部を制御するようにしたので、腐食速度測定装置３０内において、ボイラ１００の伝熱管１０４の洗浄状態をより詳細に模擬することができる。よって、腐食速度測定装置３０を用いて、伝熱管１０４における洗浄液中の鉄濃度C_{Fe}を精度良く計算することができる。

[0105] 幾つかの実施形態に係る腐食量測定方法では、まず、スケールの付着した試験片（伝熱管１０４から採取した管状試験片２００等）のスケール付着量（重量）を計測し、この計測結果に基づいて、洗浄液での洗浄により試験片に付着したスケールの全量が除去されたと仮定した場合の洗浄液中の鉄濃度（スケール由来の鉄濃度C_S）の予測値Ｃｓ＿ｅｓｔ（図７参照）を取得する。

[0106] 次に、例えば上述の腐食速度測定装置３０を用いて、試験片を洗浄液で洗浄しながら、該試験片を用いて分極抵抗を測定し、分極抵抗の測定結果から、洗浄液中の母材腐食由来の鉄濃度C_{Fe}を算出する。分極抵抗に基づいて母材腐食由来の鉄濃度C_{Fe}を算出する手順は、既に述べたとおりである。

[0107] また、試験片を洗浄液で洗浄しながら、洗浄液中の全鉄濃度C_Tを計測する。すなわち、試験片を洗浄中の洗浄液を例えば所定時間ごとにサンプリングして、各種分析方法により、サンプル洗浄液に含まれる全鉄濃度C_Tを計測する。

[0108] そして、このようにして求めた全鉄濃度C_Tの計測値と、母材腐食由来の鉄濃度C_{Fe}の算出値との差分から、スケール由来の鉄濃度C_Sを算出する。すなわち、スケール由来の鉄濃度C_sは、下記式（Ｄ）で表現できる。

$$C_S = C_T - C_{Fe} \quad \cdots (D)$$

[0109] したがって、このように算出されたスケール由来の鉄濃度C_sと、予め予測された予測値Ｃｓ＿ｅｓｔとの比較により、試験片の洗浄の進行度合いを把握することができる

すなわち、図７に示すように、洗浄が進むにつれてスケール由来の鉄濃度C_sは徐々に増加するが、スケール由来の鉄濃度C_sが予測値Ｃｓ＿ｅｓｔに十分近づけば、試験片に付着していたスケールがほぼ除去されたことを意味する。したがって、試験片あるいは伝熱管１０４の化学洗浄の終了タイミングを適時に判定することができる。

[0110] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0111] 本明細書において、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

また、本明細書において、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

符号の説明

[0112]

１	洗浄システム
２	洗浄液循環ライン
４	循環ポンプ
６	洗浄液供給ライン
８	洗浄液タンク
１０	注入ポンプ
１１	上流端
１２	分岐ライン
１３	下流端
１４	ポンプ
１６	ヒータ
２０	制御装置
２１	流量計
２２	温度センサ
２３	流量計
２４	温度センサ
３０	腐食速度測定装置

３２	試験片ホルダ
３４	ホルダ本体
３６	第１ホルダ部
３６ａ	端面
３７	ボルト孔
３８	第２ホルダ部
３８ａ	端面
３９	ボルト孔
４０	第１流路
４２	第２流路
４６	第１シール部材
４８	第２シール部材
５０	締結部
５２	ボルト
５４	ナット
５６	導電部
５８	洗浄液入口部
５９	ジョイント部
６０	洗浄液出口部
６１	ジョイント部
６２	凹部
６２ａ	底面
６４	凹部
６４ａ	底面
６６	対極
６８	孔
７２	参照極
７４	孔

８０	固定部
９０	電気化学測定装置
９２	対極用端子
９４	参照極用端子
９６	試料極用端子
９８	試料極用端子
１００	ボイラ
１０２	火炉
１０４	伝熱管
１０５	第１接続点
１０６	循環ライン
１０７	バルブ
１０８	第２接続点
１０９	バルブ
１１０	汽水分離器
１１２	第３シール部材
１１４	凹部
１１６	導電部
１２０	円盤部
１２２	筒形部
１２４	貫通孔
１２６	円盤部
１２８	筒形部
１３０	貫通孔
１４０	凹部
１４４	第３ホルダ部
１４５	ボルト孔
１４６	第３流路

１４８	シール部材
２００	管状試験片
２０１	内部流路
２０２	外周面
２０４	内周面
２０６	端面
２０８	端面
２１０	管状試験片
２１１	内部流路

請求の範囲

[請求項1] 管状試験片の管軸方向において両側から挟んで前記管状試験片を保持するための第１ホルダ部及び第２ホルダ部を含むホルダ本体と、

前記管状試験片の内部流路に連通するように前記第１ホルダ部に設けられる第１流路と、

前記管状試験片の前記内部流路に連通するように前記第２ホルダ部に設けられる第２流路と、

前記第１ホルダ部と前記管状試験片との間をシールするための第１シール部材と、

前記第２ホルダ部と前記管状試験片との間をシールするための第２シール部材と、

を備える試験片ホルダ。

[請求項2] 前記第１ホルダ部と前記第２ホルダ部との間に位置し、前記管状試験片の外表面を電気化学測定装置の試料極用端子に接続するための導電部を備える請求項１に記載の試験片ホルダ。

[請求項3] 前記管状試験片を前記第１ホルダ部と前記第２ホルダ部との間に挟んだ状態で、前記第１ホルダ部と前記第２ホルダ部とを締結するための締結部を備える

請求項１又は２に記載の試験片ホルダ。

[請求項4] 前記締結部は、

前記第１ホルダ部および前記第２ホルダ部の各々に設けられたボルト孔に挿通されるボルトと、

前記ボルトに螺合されるナットと、

を含む請求項３に記載の試験片ホルダ。

[請求項5] 前記第１ホルダ部には、前記管軸方向における端面に、前記第１シール部材を受け入れるための凹部が設けられた

請求項１乃至４の何れか一項に記載の試験片ホルダ。

[請求項6] 前記第１シール部材は、前記凹部の底面に接するように設けられる

円盤部を含む

請求項５に記載の試験片ホルダ。

[請求項7] 前記第１シール部材は、前記円盤部から、前記管軸方向において前記凹部の前記底面とは反対側に突出する筒形部をさらに含む

請求項６に記載の試験片ホルダ。

[請求項8] 前記第１流路または前記第２流路に露出するように前記ホルダ本体に設けられ、電気化学測定装置の対極用端子に接続される対極と、

前記第１流路または前記第２流路に露出するように前記ホルダ本体に設けられ、前記電気化学測定装置の参照極用端子に接続される参照極と、

をさらに備える

請求項１乃至７の何れか一項に記載の試験片ホルダ。

[請求項9] 前記ホルダ本体は、前記第１ホルダ部および前記第２ホルダ部の間に保持される前記管状試験片とは別の他の管状試験片を保持するための第３ホルダ部を含み、

前記第３ホルダ部は、前記管軸方向において、前記第１ホルダ部又は前記第２ホルダ部の一方に対向して位置し、

前記他の管状試験片の内部流路と連通するように前記第３ホルダ部に設けられる第３流路と、

前記第３ホルダ部と前記他の管状試験片との間をシールするための第３シール部材と、

を備える請求項１乃至８の何れか一項に記載の試験片ホルダ。

[請求項10] ボイラに設けられる複数の伝熱管を洗浄するための洗浄システムであって、

請求項１乃至９の何れか一項に記載の試験片ホルダと、

前記複数の伝熱管に接続され、前記複数の伝熱管を通って洗浄液を循環させるための洗浄液循環ラインと、

前記洗浄液循環ラインから分岐し、前記試験片ホルダの前記第１流

路又は前記第２流路に接続される分岐ラインと、

前記分岐ラインを介して前記試験片ホルダに導入される前記洗浄液の温度を調節するための温度調節部と、

前記分岐ラインを介して前記試験片ホルダに導入される前記洗浄液の流量を調節するための流量調節部と、

前記温度調節部及び前記流量調節部を制御するための制御部と、

を備えた伝熱管の洗浄システム。

[請求項11] 請求項１乃至９の何れか一項に記載の試験ホルダに前記管状試験片を設置するステップと、

前記第１流路及び前記第２流路を介して、前記管状試験片の前記内部流路に洗浄液を供給して、前記管状試験片を前記洗浄液で洗浄するステップと、

前記洗浄液での洗浄中に、前記管状試験片の分極抵抗を測定するステップと、

前記分極抵抗の測定結果から、前記洗浄中の腐食由来の鉄濃度を算出するステップと、

を備える腐食量測定方法。

[請求項12] 試験片のスケール付着量を計測するステップと、

洗浄液での洗浄により前記試験片に付着したスケールの全量が除去されたと仮定した場合の前記洗浄液中の鉄濃度を、前記スケール付着量に基づき予測するステップと、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記試験片を用いて分極抵抗を測定し、前記分極抵抗の測定結果から、前記洗浄液中の腐食由来の鉄濃度を算出するステップと、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記洗浄液中の全鉄濃度を計測するステップと、

前記全鉄濃度の計測値と、前記腐食由来の鉄濃度の算出値との差分から、前記洗浄液中のスケール由来の鉄濃度を算出するステップと、

を備える腐食量測定方法。

[請求項13] 洗浄液での洗浄により試験片に付着したスケールの全量が除去されたと仮定した場合の前記洗浄液中の鉄濃度を、前記試験片のスケール付着量に基づき予測する予測部と、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記試験片を用いて分極抵抗を測定する分極抵抗測定部と、

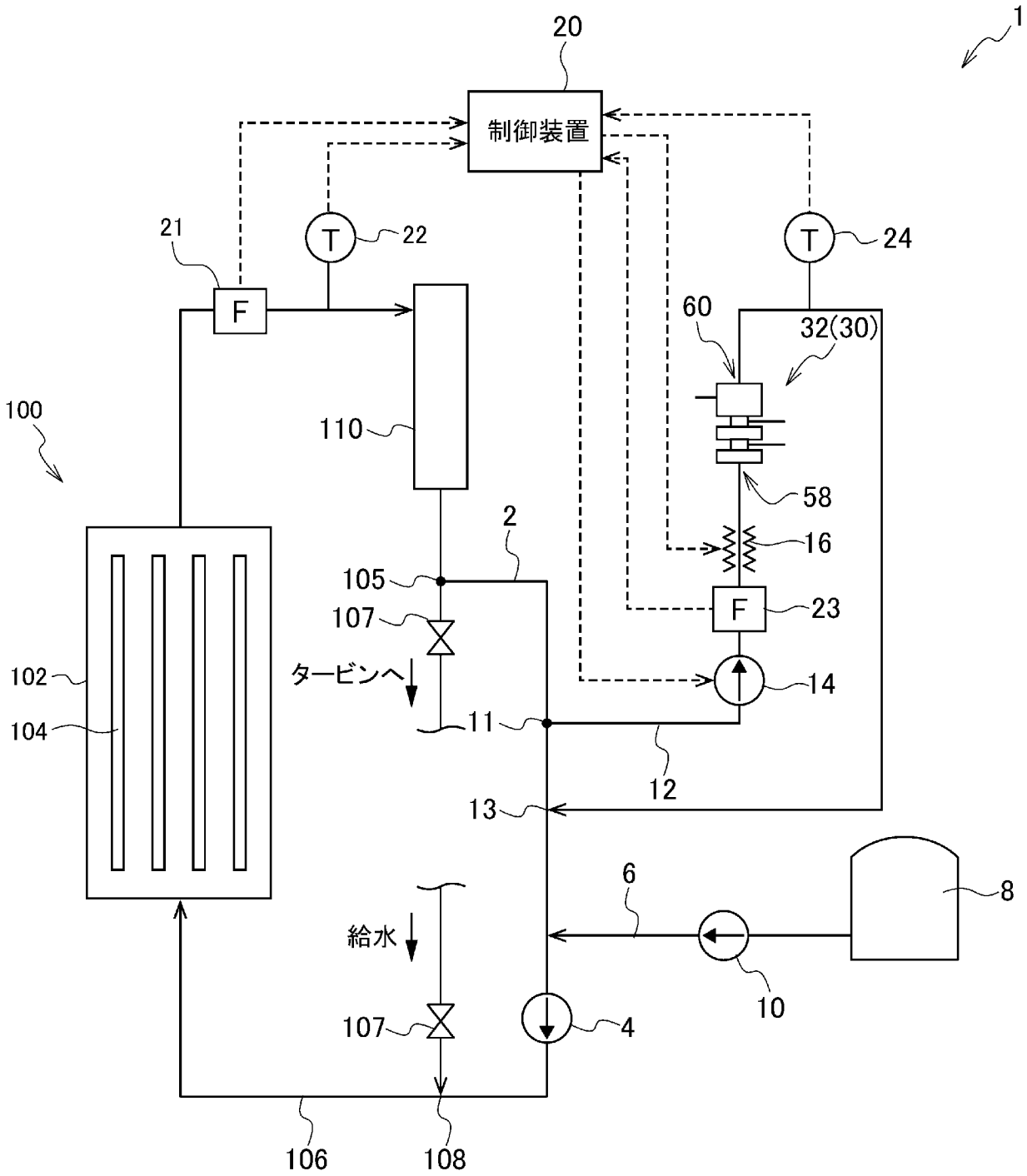
前記分極抵抗の測定結果から、前記洗浄液中の腐食由来の鉄濃度を算出する第１算出部と、

前記試験片を前記洗浄液で洗浄しながら、前記洗浄液中の全鉄濃度を計測する濃度計測部と、

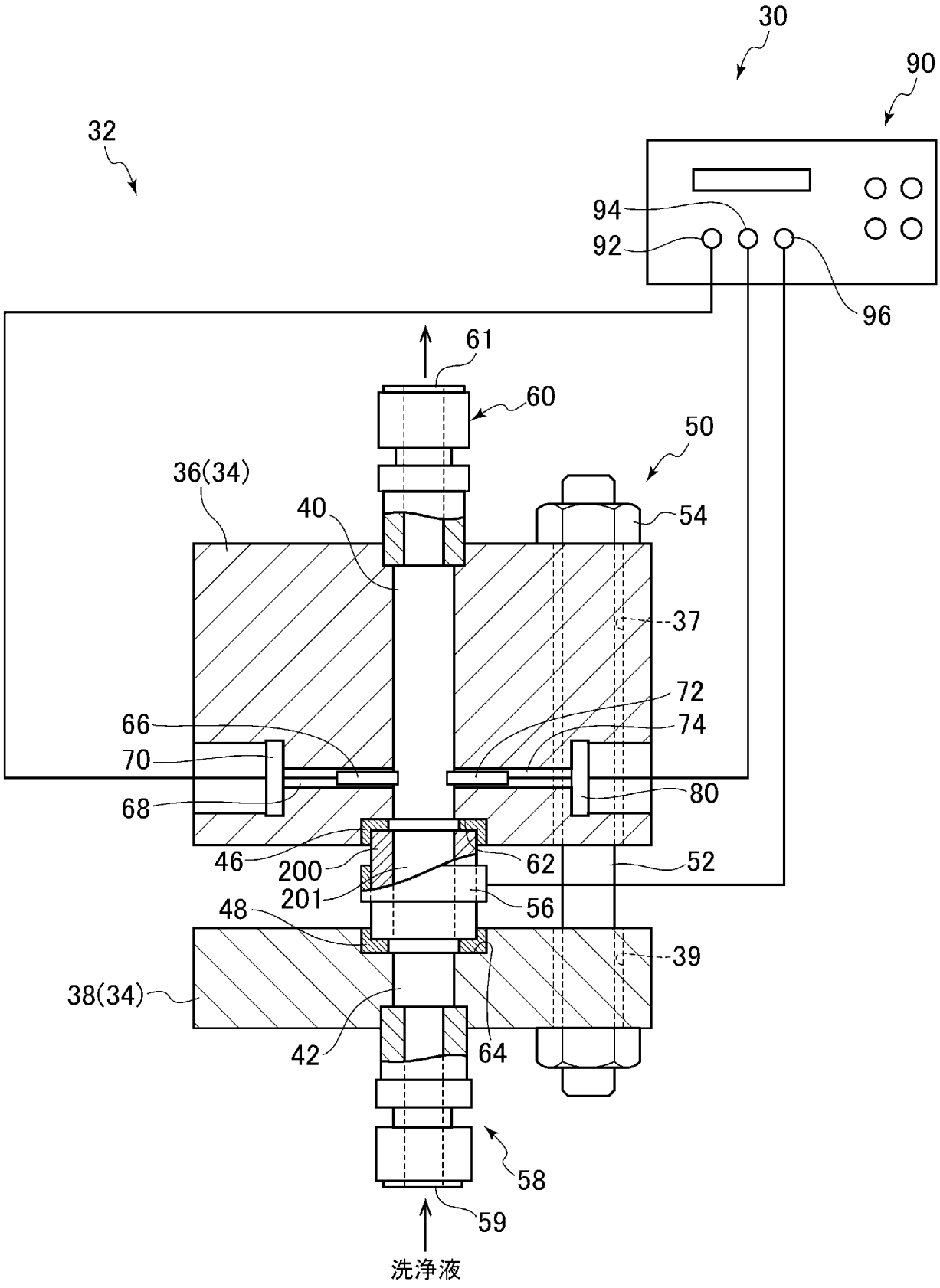
前記全鉄濃度の計測値と、前記腐食由来の鉄濃度の算出値との差分から、前記洗浄液中のスケール由来の鉄濃度を算出する第２算出部と、

を備える腐食量測定装置。

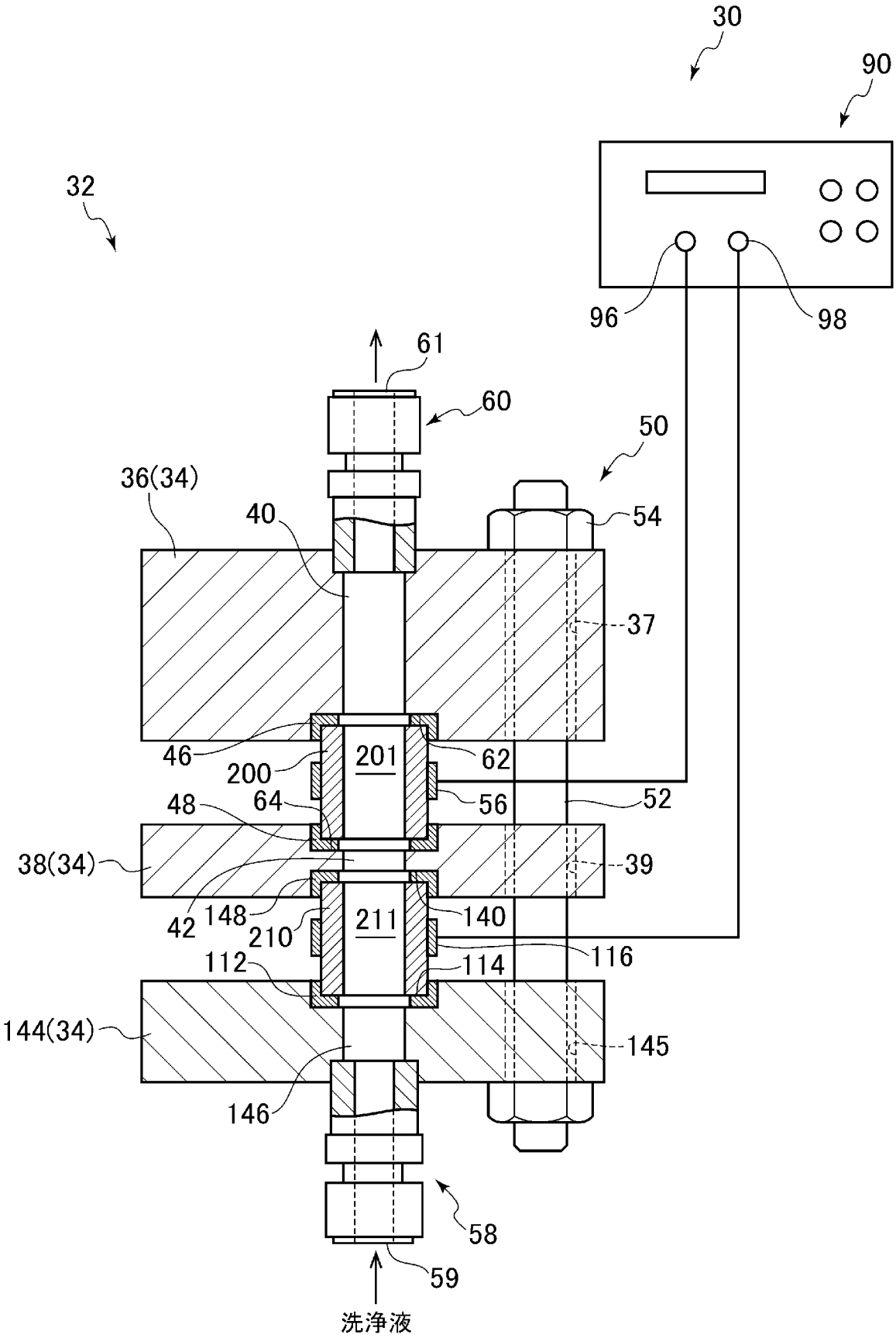
[図1]


1
20
制御装置
21
T
22
T
24
F
60
32(30)
100
110
58
2
16
105
107
F
23
タービンへ
102
104
14
11
12
13
6
8
給水
10
107
4
106
108

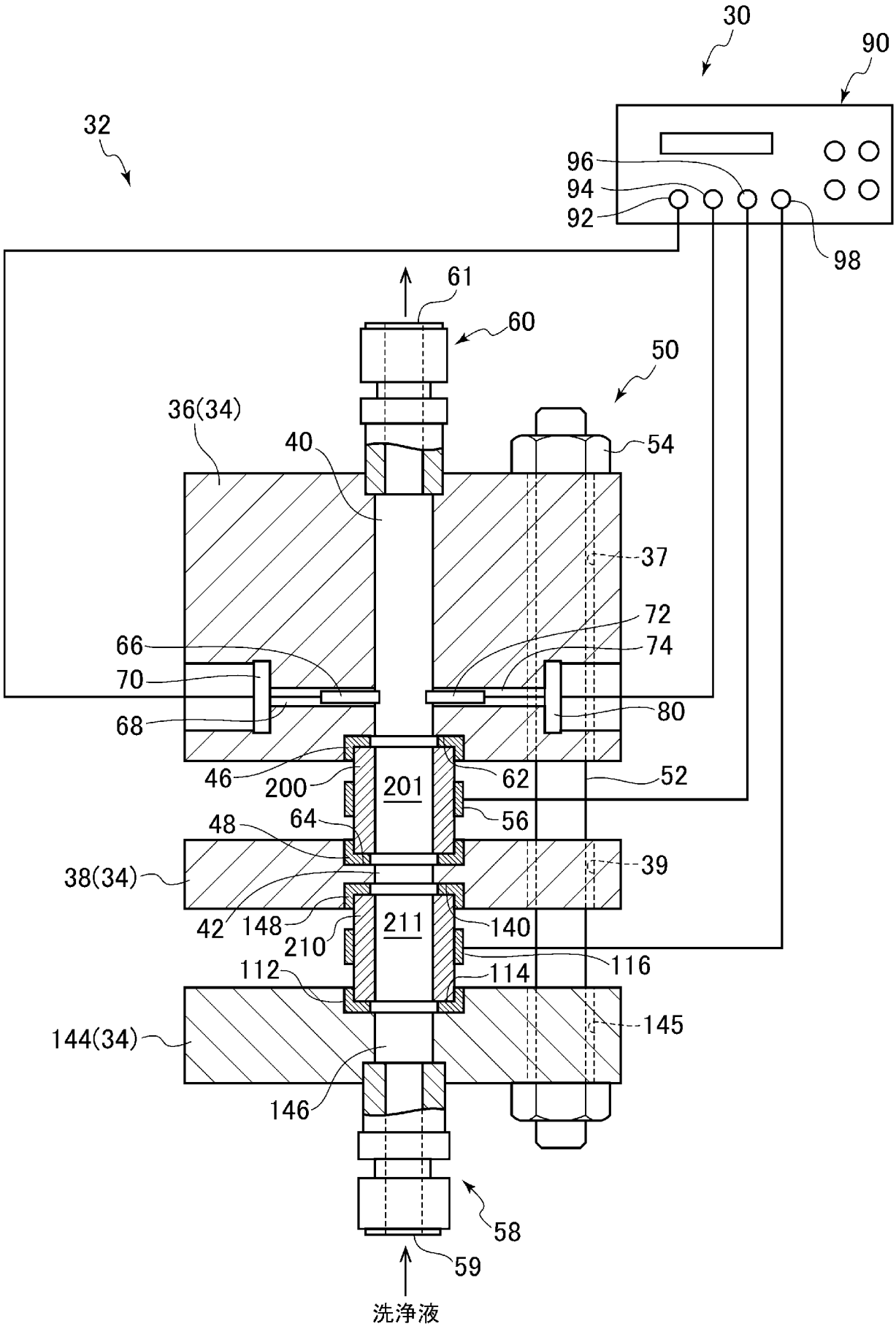
[図2]


30
90
32
94
92
96
61
60
50
36(34)
40
54
37
72
66
74
70
80
68
46
200
62
52
201
56
48
39
38(34)
42
64
58
59
洗浄液

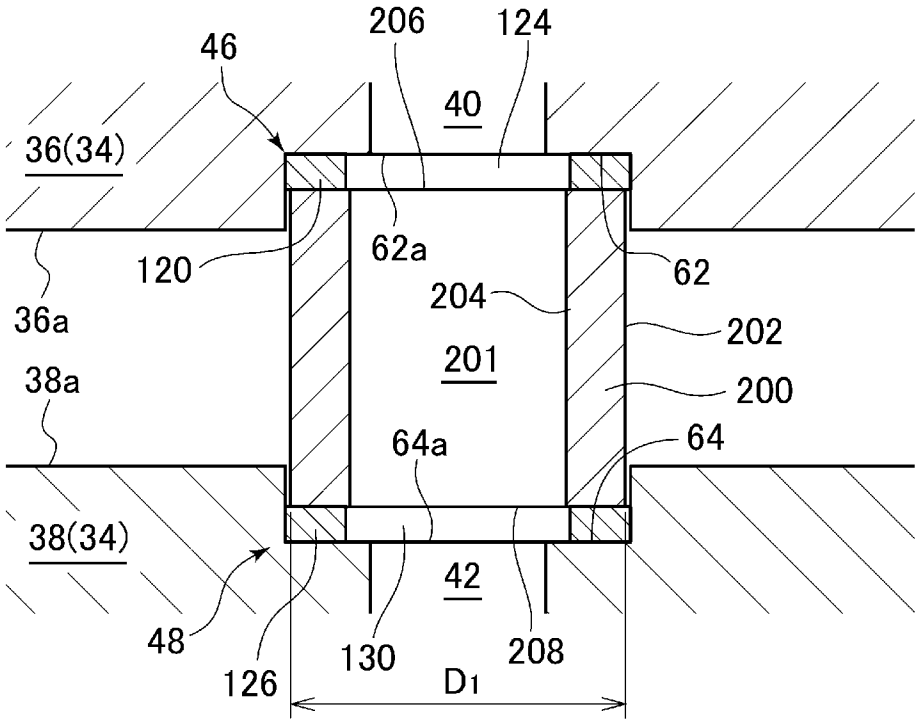
[図3]


30
90
32
96
98
61
60
50
36(34)
40
54
37
46
200
201
62
48
64
56
52
38(34)
39
42
148
210
211
140
116
112
114
144(34)
145
146
58
59
洗浄液

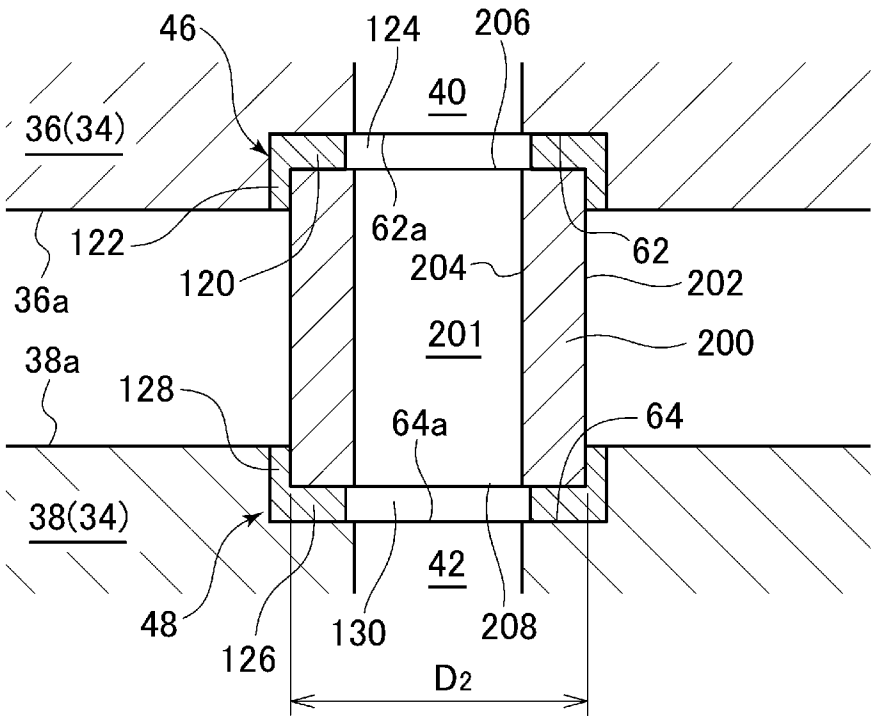
[図4]


30
90
32
96
94
92
98
61
60
50
36(34)
40
54
37
72
66
74
70
80
68
46
200
201
62
52
48
64
56
38(34)
39
42
148
210
211
140
116
112
114
145
144(34)
146
58
59
洗浄液

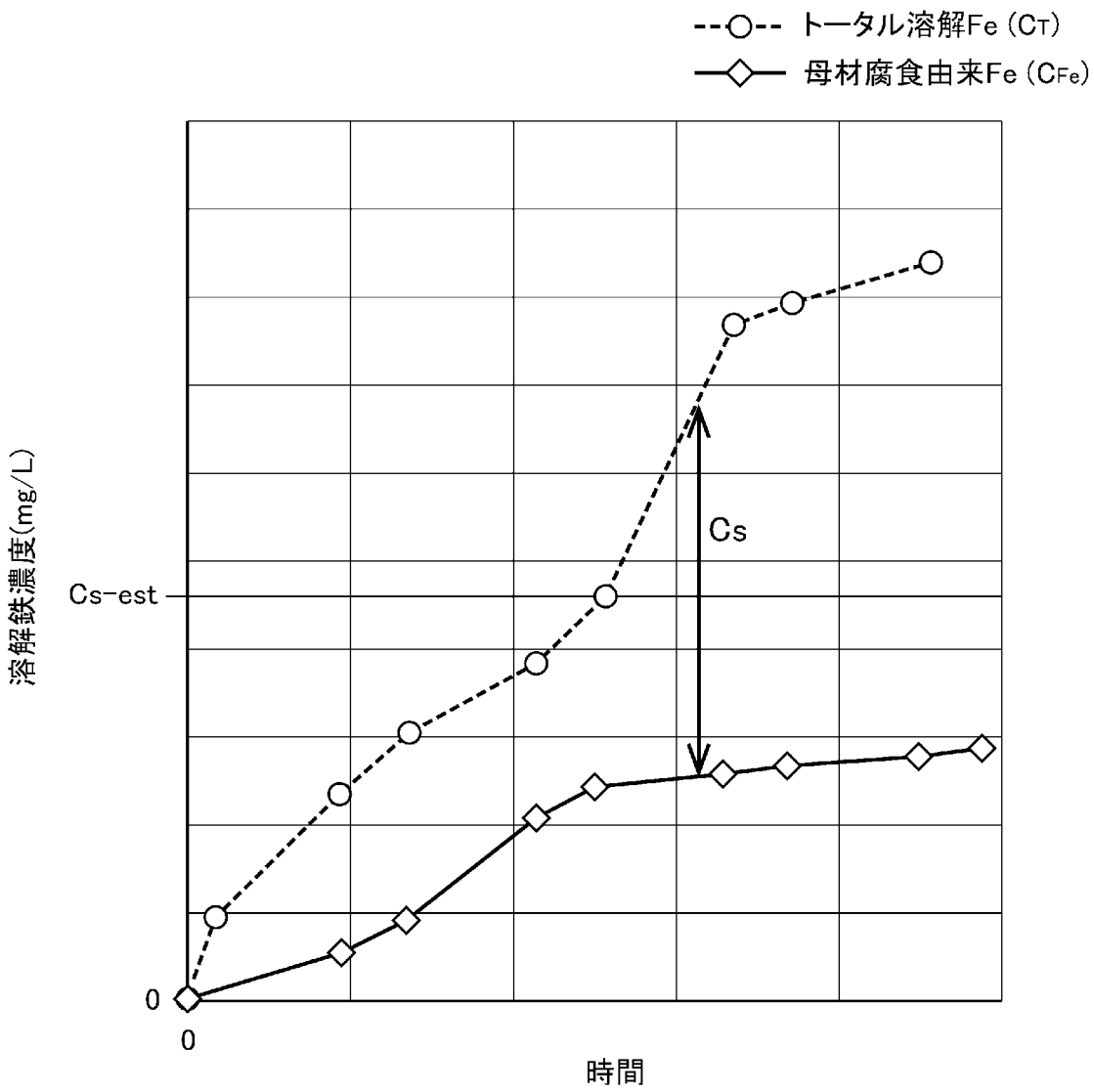
[図5]


206
124
46
40
36(34)
62a
120
62
204
36a
202
201
38a
200
64a
64
38(34)
42
48
126
130
208
D1

[図6]


46
124
206
40
36(34)
122
62a
62
204
202
120
36a
201
200
38a
128
64a
64
38(34)
42
48
126
130
208
D2

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/001533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01N17/02(2006.01)i, G01N27/00(2006.01)i, G01N27/08(2006.01)i, G01N27/26(2006.01)i
FI: G01N17/02, G01N27/26 351B, G01N27/00 L, G01N27/08
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)
Int. Cl. G01N17/02, G01N27/00, G01N27/08, G01N27/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X Y	CN 202661436 U (XIAN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE) 09 January 2013, paragraphs [0001]-[0027], fig. 1, 2	1-9, 11 10, 12-13
X Y	JP 6-3314 A (KATAYAMA CHEMICAL, INC.) 11 January 1994, paragraphs [0013]-[0015], fig. 1-3	1 10
X	JP 7-248302 A (YAMATAKE HONEYWELL CO., LTD.) 26 September 1995, paragraphs [0002], [0003], [0011]-[0019], fig. 1, 4	1

☒ 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
26.03.2020	07.04.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/001533

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 19034/1982 (Laid-open No. 123352/1983) (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 22 August 1983, description, page 3, line 7 to page 4, line 17, all drawings	1
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 061248/1981 (Laid-open No. 175041/1982) (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 05 November 1982, description, pages 1-9, "3. Detailed Explanation of the device", fig. 2	1
Y	CN 206515282 U (ZHANG, Guangwen) 22 September 2017, paragraphs [0024]-[0063], fig. 1	10
Y	JP 2006-300404 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 02 November 2006, paragraph [0030]	12-13
A	JP 6-66766 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 11 March 1994, paragraph [0008]	12-13
A	CN 103884817 A (XIAN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE) 25 June 2014, paragraphs [0001]-[0042], fig. 1	1-13
A	US 4176544 A (THE BRITISH PETROLEUM COMPANY LIMITED) 04 December 1979, entire text, all drawings	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/001533

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention as in claim 1 is disclosed in documents 1-5 cited in the ISR and thus lacks novelty and does not involve an inventive step. Therefore, it is obvious that the invention as in claim 1 and the invention as in claims 12-13 do not share the same or corresponding special technical features, and do not satisfy the requirement of unity of invention. Accordingly, the present international application is considered to include the two inventions below.

(Invention 1) Claims 1-11

(Invention 2) Claims 12-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/001533

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 202661436 U	09.01.2013	(Family: none)	
JP 6-3314 A	11.01.1994	(Family: none)	
JP 7-248302 A	26.09.1995	(Family: none)	
JP 58-123352 U1	22.08.1983	(Family: none)	
JP 57-175041 U1	05.11.1982	(Family: none)	
CN 206515282 U	22.09.2017	(Family: none)	
JP 2006-300404 A	02.11.2006	(Family: none)	
JP 6-66766 A	11.03.1994	(Family: none)	
CN 103884817 A	25.06.2014	(Family: none)	
US 4176544 A	04.12.1979	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/001533

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 17/02(2006.01)i; G01N 27/00(2006.01)i; G01N 27/08(2006.01)i; G01N 27/26(2006.01)i
FI: G01N17/02; G01N27/26 351B; G01N27/00 L; G01N27/08

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））

G01N17/02; G01N27/00; G01N27/08; G01N27/26

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	CN 202661436 U (XI AN THERMAL POWER RES INST) 09.01.2013 (2013-01-09) 段落0001-0027, 第1-2図	1-9,11
Y		10,12-13
X	JP 6-3314 A (株式会社片山化学工業研究所) 11.01.1994 (1994-01-11) 段落0013-0015, 第1-3図	1
Y		10
X	JP 7-248302 A (山武ハネウエル株式会社) 26.09.1995 (1995-09-26) 段落0002-0003, 0011-0019, 第1,4図	1
X	日本国実用新案登録出願57-19034号(日本国実用新案登録出願公開58-123352号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三菱重工業株式会社）22.08.1983 (1983-08-22) 明細書第3頁第7行～第4頁第17行, 図面	1
X	日本国実用新案登録出願56-061248号(日本国実用新案登録出願公開57-175041号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三菱重工業株式会社）05.11.1982 (1982-11-05) 明細書第1頁～第9頁の「３．考案の詳細な説明」, 第2図	1

☑ 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抵触するものではなく、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
26.03.2020	07.04.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
島田　保 2J 4004

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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
Y	CN 206515282 U (ZHANG Guangwen) 22.09.2017 (2017-09-22) 段落0024-0063, 第1図	10
Y	JP 2006-300404 A (三菱重工業株式会社) 02.11.2006 (2006-11-02) 段落0030	12-13
A	JP 6-66766 A (三菱重工業株式会社) 11.03.1994 (1994-03-11) 段落0008	12-13
A	CN 103884817 A (XI AN THERMAL POWER RES INST) 25.06.2014 (2014-06-25) 段落0001-0042, 第1図	1-13
A	US 4176544 A (THE BRITISH PETROLEUM COMPANY LIMITED) 04.12.1979 (1979-12-04) 全文、全図	1-13

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/001533

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求項１に係る発明は、国際調査報告に引用された文献１－５に記載されており、新規性、進歩性を有さない。そのため、請求項１に係る発明と請求項１２－１３に係る発明は、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しておらず、発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。よって、この国際出願には以下の２つの発明が記載されていると認める。（発明１）請求項１－１１（発明２）請求項１２－１３

1. ☑ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☑ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/001533

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	202661436	U	09.01.2013	（ファミリーなし）	
JP	6-3314	A	11.01.1994	（ファミリーなし）	
JP	7-248302	A	26.09.1995	（ファミリーなし）	
JP	58-123352	U1	22.08.1983	（ファミリーなし）	
JP	57-175041	U1	05.11.1982	（ファミリーなし）	
CN	206515282	U	22.09.2017	（ファミリーなし）	
JP	2006-300404	A	02.11.2006	（ファミリーなし）	
JP	6-66766	A	11.03.1994	（ファミリーなし）	
CN	103884817	A	25.06.2014	（ファミリーなし）	
US	4176544	A	04.12.1979	（ファミリーなし）	