

(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
2015 年 10 月 22 日(22.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/159710 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/00 (2006.01) *G01N 27/27* (2006.01)
G01N 21/27 (2006.01) *G01N 27/416* (2006.01)
G01N 21/59 (2006.01) *G01N 33/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060318
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 1 日(01.04.2015)
- (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 2014-086543 2014 年 4 月 18 日(18.04.2014) JP
- (71) 出願人: 栗田工業株式会社(KURITA WATER INDUSTRIES LTD.) [JP/JP]; 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 1 〇 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森 信太郎(MORI, Shintarou); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 1 〇 番 1 号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP). 志村 幸祐(SHIMURA, Yukimasa); 〒1640001 東京都中野区中野四丁目 1 〇 番 1 号 栗田工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 重野 剛, 外(SHIGENO, Tsuyoshi et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿二丁目 5 番 1 〇 号 日伸ビル 9 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, 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, 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, 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),

[続葉有]

(54) **Title:** CONCENTRATION-FACTOR MEASUREMENT DEVICE, CONCENTRATION-FACTOR MEASUREMENT METHOD, AND WATER-QUALITY-INDEX-VALUE MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 濃縮倍数測定装置、濃縮倍数測定方法、及び水質指標値測定方法

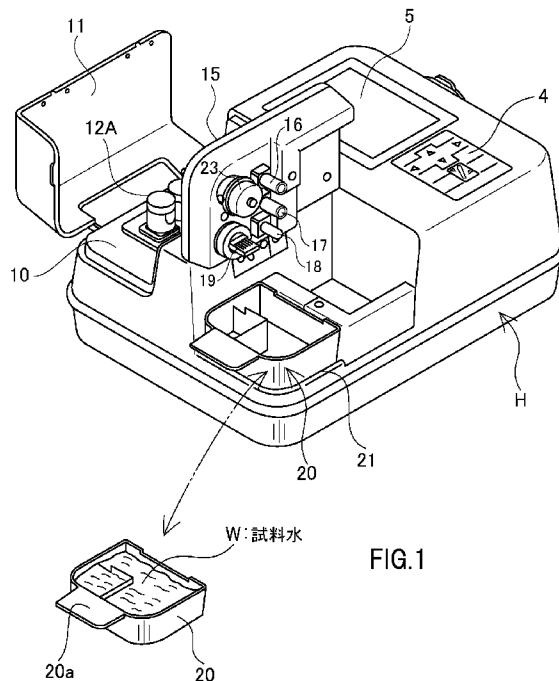


FIG. 1

FIG. 1
W: Water sample

(57) **Abstract:** Provided are a concentration-factor measurement device and method for accurately calculating the concentration factor of circulating water, and a method for measuring the water-quality index value of the circulating water. This concentration-factor measurement device has a light-absorbance measurement unit (1) for irradiating cells (12A-12C) with light and measuring the absorbance thereof; and an electrode measurement unit (2) equipped with electrodes (16, 17) to be inserted into the water sample in a container (20). For each water quality item, the device calculates concentration factors on the basis of a measured value measured when the water sample (W) is the circulating water, and a measured value measured when the water sample (W) is makeup water. A plurality of concentration factors are calculated on the basis of the measured values for the multiple types of water quality items; hence, it is possible to obtain an accurate concentration factor.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/159710 A1



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))

循環水の濃縮倍数を精度良く算出する濃縮倍数測定装置及び方法と、循環水の水質指標値の測定方法を提供する。濃縮倍数測定装置は、セル 12 A ~ 12 C に光を照射し、吸光度を測定する吸光度測定部 1 と、容器 20 内の試料水中に挿入される電極 16, 17 を備えた電極測定部 2 とを有する。各水質項目に関して試料水 W が循環水である場合に測定された測定値と試料水 W が補給水である場合に測定された測定値とに基づいてそれぞれ濃縮倍数を算出する。複数種類の水質項目の測定値から複数の濃縮倍数を算出するため、正確な濃縮倍数を取得することができる。

明 細 書

発明の名称：

濃縮倍数測定装置、濃縮倍数測定方法、及び水質指標値測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、冷却水やボイラー水等の循環水系の濃縮倍数の測定装置及び測定方法に関する。また、本発明は循環水系の水質指標値の測定方法に関する。

背景技術

[0002] 各種工場、ビル等では、冷凍機等の各種の熱交換器を含む水系が設けられ、循環水（冷却水）と被冷却体とを熱交換器を介して接触させて、被冷却体を冷却している。近年、循環水系においては、節水を図るために、循環水がより高濃縮で運転されるようになってきているが、このような運転条件下では、循環水の蒸発に伴ってイオン成分が濃縮し、スケールが析出して冷凍機内に付着することがある。

[0003] スケールが冷凍機内に付着すると、被冷却体から循環水への伝熱が阻害される。これにより、凝縮器において、被冷却体凝縮量が減少したり、圧力が上昇したり、被冷却体温度の上昇に伴い圧縮機の負荷が上昇して高圧カット（一定以上で圧縮機が停止する。）に至ったりする等の事態が生じ得る。また、スケールの付着により、冷凍機の冷凍能力が低下して消費電力量が増加し、エネルギー効率が低下する。このため、循環水系の濃縮管理を適切に行い、スケールの析出を抑制する必要がある。

[0004] 一般に、循環水系には、スケールやスライム、腐食の発生を防止・低減するための各種水処理薬剤が添加される。例えば、循環水中に含まれる有機物濃度を測定し、測定値に基づいて水処理薬品の添加量を決定することで、循環水中に存在する水処理薬品の濃度を制御する方法が知られている（特許文献1 参照）。また、循環水の電気伝導率に閾値を設け、この閾値を越えた際に濃縮倍数を低減する処置（例えば、ブロー率アップや補給水の注入）を行

って循環水系の濃縮管理を行う方法が知られている。

[0005] ここで、循環水中の電気伝導率は、補給水中の溶存成分由来の電気伝導率に濃縮倍数を掛け合わせた電気伝導率と、対象水系に添加した薬品由来の電気伝導率とを足し合わせた値となる。つまり、単に循環水中の電気伝導率を補給水中の電気伝導率で割るだけでは、正確な濃縮倍数を算出することができなかった。

[0006] 特許文献1：特開2002-210454号公報

発明の概要

[0007] 電気伝導率ではなく、カルシウム硬度、酸消費量（pH4.8）、シリカなどから選定した1つの成分について、循環水中の溶存成分濃度及び補給水中の溶存成分濃度を測定し、これらの測定値から濃縮倍数を算出することができる。しかし、溶存濃度を測定した成分が、熱交換器等にスケールとして付着したり、循環水系に沈殿したりしていた場合には、誤った濃縮倍数が算出され得る。このように、単一の成分についての溶存濃度のみから濃縮倍数を算出する場合、誤った濃縮倍数で循環水系を管理し、障害（異常）発生を速やかに検出できず、対処が遅れるおそれがあった。

[0008] 本発明は、上記従来の実状に鑑みてなされたものであり、循環水の濃縮倍数を精度良く算出する濃縮倍数測定装置及び方法と、循環水の水質指標値を測定する方法を提供することを課題とする。

[0009] 本発明の濃縮倍数測定装置は、試料水が循環水であるか補給水であるかを選択するための操作部と、試料水の第1ないし第n（nは2以上の整数）の水質特性値を測定するための第1ないし第nの水質測定器と、各水質測定器が循環水及び補給水についてそれぞれ測定した測定値に基づいて濃縮倍数を演算する演算部とを備える。

[0010] 本発明の一態様では、前記水質測定器として、透過率又は吸光度を測定するための光学的測定器、1種又は2種以上のイオン電極、及び電気伝導率計のうちの少なくとも2個を備える。

[0011] 本発明の一態様では、前記操作部、第1ないし第nの水質測定器、及び演

算部が一つの筐体に設置されている。

[0012] 本発明の一態様では、前記筐体に、光学的測定用のセルを差し込むための差込穴が設けられている。この場合、前記筐体に、操作部で選択された試料水が循環水であるか補給水であるかを表示する選択結果表示部が設けられていてもよい。

[0013] 本発明の一態様では、水質測定結果及び濃縮倍数の演算結果のうち少なくとも濃縮倍数を表示する測定結果表示部が設けられている。この場合、該濃縮倍数測定装置は、測定結果を記憶するメモリを備えており、前記測定結果表示部は、過去データを含めたトレンドを表示してもよい。

[0014] 本発明の一態様では、前記筐体は、その上面部に、起倒方向に回動可能なセンサ設置盤が設けられ、該センサ設置盤の下面から突出するようにイオン電極又は電気伝導率計よりなる水質測定器が設置されており、前記筐体には、倒伏状態の該センサ設置盤の下方に試料水用の容器が配置されており、該筐体が倒伏した状態において、水質測定器の下端側が該容器内の試料水に浸漬される。

[0015] 本発明の一態様では、前記第1ないし第nの水質測定器よりなる測定器セットを複数個備えてもよい。

[0016] 本発明の循環水の濃縮倍数測定方法では、本発明の濃縮倍数測定装置を用いて循環水の濃縮倍数を演算する。

[0017] 本発明の循環水の水質指標値測定方法では、本発明の濃縮倍数測定装置を用いて、pH、電気伝導率、カルシウム硬度及び酸消費量（pH 4.8）を測定し、この測定結果よりランゲリア指数及びリズナー指数のうち少なくともいずれか一方を演算する。

[0018] 本発明の循環水の水質指標値測定方法では、本発明の濃縮倍数測定装置を用いて、硫酸イオン濃度、酸消費量（pH 4.8）及び酸消費量（pH 8.3）を測定し、この測定結果よりマットソン比を演算する。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、循環水及び補給水に関して複数種類の水質項目について

水質を測定し、各水質測定結果に基づいてそれぞれの濃縮倍数が算出される。算出された各水質値に基づく濃縮倍数を比較し、濃縮倍数の算出に適した水質項目を選出し、それが複数項目存在する場合は、それらから算出した濃縮倍数を平均することにより、循環水の濃縮倍数を精度良く求めることができる。このようにして求められた濃縮倍数を用いることで、循環水系の濃縮管理を適切に行うことができる。

[0020] 本発明の濃縮倍数測定装置において、操作部、水質測定器及び演算部を一つの筐体に設置することにより、濃縮倍数測定装置を容易に現場に携行することができる。また、筐体に通信機能を組み込んで管理センターへデータを送信することもできる。

[0021] 表示部に試料水が循環水であるか補給水であるかを表示することにより、試料水の取り違い等を防止することができる。また、測定結果を表示部に表示することにより、測定結果を直ちに知ることができる。測定結果を記憶するメモリを設け、表示部に測定結果のトレンドを表示することにより、水系の水質管理をより適切に行うことができる。

[0022] 筐体に起倒自在なセンサ設置盤を設け、このセンサ設置盤に水質測定器を設置し、水質測定器の下端側を試料水用容器内の試料水に浸漬して測定を行うよう構成することにより、測定を迅速に行うことができる。また、センサ設置盤を起立させることにより、測定器を洗浄したり、試料水容器を出し入れしたりすることが容易となる。

[0023] 本発明では、第1ないし第nの水質測定器よりなる測定器セットを複数個設けることにより、循環水と補給水とについて同時に水質を測定することができる。

[0024] 本発明によれば、濃縮倍数測定装置によってpH、電気伝導率、カルシウム硬度及び酸消費量（pH4.8）を測定し、この測定結果より、水系における配管や熱交換器等の金属材料の腐食性の指標となるランゲリア指数及び／又は水の腐食性とスケール生成の傾向の指標となるリズナー指数を算出することもできる。

[0025] 本発明によれば、濃縮倍数測定装置によって硫酸イオン濃度、酸消費量（ $\text{pH} 4.8$ ）及び酸消費量（ $\text{pH} 8.3$ ）を測定し、この測定結果より、銅の孔食発生の指標となるマツトソン比を算出することもできる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施形態に係る濃縮倍数測定装置の外観斜視図である。

[図2]図1の濃縮倍数測定装置を用いた水質測定方法を説明する斜視図である。

[図3]図1の濃縮倍数測定装置のブロック図である。

[図4]循環式冷却水系の構成図である。

[図5]本発明の実施形態に係る濃縮倍数測定方法を説明するフローチャートである。

[図6]濃縮倍数測定方法の別例を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0027] 以下に本発明の実施の形態を詳細に説明する。

[0028] 図1、2は本発明の実施形態に係る濃縮倍数測定装置の外観斜視図であり、図3は濃縮倍数測定装置のブロック図である。図3の通り、濃縮倍数測定装置は、吸光度測定部1、電極測定部2、電気伝導率測定部3、操作部4、表示部5、演算部6、及びメモリ7を備えており、これらが筐体Hに設置されている。

[0029] 図1、2の通り、筐体Hは、略々直方体形状の合成樹脂製のケースよりなり、その上面の一半側に操作部4と、液晶ディスプレイ等よりなる表示部5とが設けられている。操作部4は、ユーザーによって操作されるボタン、スイッチ、タッチパネル等によって構成されている。

[0030] 筐体Hの上面の他半側には、セル設置部10が凹段部状に設けられ、開閉回動可能なカバー11で覆われている。また、筐体Hの上面の他半側には、試料水容器20の配置部21が設けられており、この配置部21の上方に起立方向回動可能なセンサ設置盤15が設けられている。カバー11及びセンサ設置盤15はヒンジによって筐体Hに対し回動可能に取り付けられている。

。

[0031] セル設置部 10 には、吸光度測定用セル 12 A, 12 B, 12 C の差込穴 13 A, 13 B, 13 C が設けられている。筐体 H 内には、各差込穴 13 A ~ 13 C を挟んで対峙するようにそれぞれ発光素子、分光器及び受光素子が設けられている。分光器は省略される場合がある。セル 12 A ~ 12 C には予め規定量の発色試薬が封入されている。セル 12 A ~ 12 C 内の発色試薬は互いに別種のものである。

[0032] 発色試薬は、測定対象成分によって異なり、例えば測定対象成分がシリカの場合はモリブデンを含有するものを使用することができ、酸消費量 (pH 4.8) を求める場合はプロモフェノールブルーを含有するものを使用することができ、酸消費量 (pH 8.3) を求める場合はフェノールフタレインを含有するものを使用することができる。また、硫酸イオンを測定する場合は、クロム酸バリウムを含有するものを使用することができる。

[0033] セル 12 A ~ 12 C のキャップを開け、セル 12 A ~ 12 C 内に規定量の試料水を注入した後、キャップを閉じ、試料水と発色試薬とを混合した後、セル 12 A ~ 12 C を差込穴 13 A ~ 13 C に差し込み、吸光度を測定することができる。このセル 12 A ~ 12 C と、各発光素子、分光器及び受光素子と、各素子の駆動回路と、受光信号処理回路とによって吸光度測定部 1 が構成されている。

[0034] センサ設置盤 15 はヒンジによって、図 1 の起立状態と、図 2 の倒伏状態とをとりうるように上下方向に回動可能となっている。センサ設置盤 15 には、電極測定部 2 を構成するイオン電極 16、17、pH ガラス電極 18 及び比較電極 23 と、電気伝導率測定部 3 を構成する電気伝導率計 19 とが、各々の下端側が倒伏装置のセンサ設置盤 15 の下面から下方に突出する形態にて設置されている。

[0035] この実施の形態では、イオン電極 16 は 2 価陽イオン選択性電極であり、イオン電極 17 はカルシウムイオン選択性電極である。

[0036] 倒伏状態のセンサ設置盤 15 の下方には、試料水容器 20 が配置されてお

り、センサ設置盤15が倒伏すると、イオン電極16、17、pHガラス電極18、比較電極23、及び電気伝導率計19の下端側が容器20内の試料水W（図1）に浸漬されるように構成されている。試料水容器20には把手20aが設けられており、この把手20aを摘んで試料水容器20を筐体Hの容器配置部21に出し入れすることが可能である。また、容器20に隣接するスペースSに各種電極の保護キャップが収納できるようになっている。

[0037] 前記吸光度測定部1の発光素子には、LED、キセノンフラッシュランプやハロゲンランプ等を用いることができる。分光器には、干渉フィルタや色ガラスフィルタ等のフィルタ、水晶や溶融石英等のプリズム、又は平面回折格子や凹面回折格子等の回折格子を用いることができる。受光素子は、例えばフォトダイオードであり、試料からの透過光を電気信号に変換する。この電気信号に基づく透過光の強度、及び試料への入射光強度から、吸光度が求まる。なお、本発明では、吸光度の代りに透過率を求めてもよい。

[0038] 予め測定対象成分の標準液の吸光度を測定して検量線が作成され、この検量線のデータがメモリ7に記憶されている。この検量線を参照することで、算出された吸光度から、試料水における測定対象成分の溶存成分濃度を求めることができる。吸光度や溶存成分濃度の算出は、吸光度測定部1の演算部（図示せず）が行ってもよいし、演算部6が行ってもよい。

[0039] 電極測定部2を構成するイオン選択性電極及び比較電極は、測定対象イオンに対して高度の選択性を持ち、イオン濃度（溶存成分濃度）に応じた電位を生じる。イオン選択性電極は、比較電極と組み合わせることによって電池を構成し、その起電力（両電極間に生じる電位差）Eが電位差計により測定される。イオン選択性電極の電極電位を E_{ind} 、比較電極の電極電位を E_{ref} 、試料水Wと比較電極との間の電位差を E_j とすると、起電力Eは以下の数式1のようになる。

[0040]
$$E = E_{ind} - E_{ref} + E_j \quad \cdots \text{（数式1）}$$

[0041] ここで E_{ref} は一定値であり、 E_j は適当な塩橋を用いることで無視できる。従って、Eは E_{ind} の値のみによって定まることになり、測定対象イオン濃

度は、この電池の起電力として表すことができる。予め、標準液を用いてイオン濃度と、電極間電位差との関係（検量線）を求めておくことで、電位差計の測定値から試料中の測定対象イオン濃度を求めることができる。例えば、2価陽イオン選択性電極16及び比較電極23を用いることで、全硬度（総硬度＝カルシウム硬度＋マグネシウム硬度）を求めることができる。また、カルシウムイオン選択性電極17及び比較電極23を用いることでカルシウム硬度を求めることができる。検量線のデータはメモリ7に記憶されている。測定対象イオン濃度の算出は、電極測定部2の演算部（図示せず）が行ってもよいし、演算部6が行ってもよい。

[0042] 電極測定部2を構成するpHガラス電極18及び比較電極23は、いわゆるガラス電極法により、試料水WのpHを測定する。具体的には、水素イオン活量に応答する特殊なガラス膜で作られたpHガラス電極18と、pHに無関係に一定の電位を示す比較電極23との間に発生した電位差を電位差計で測定し、pHを算出する。

[0043] 電気伝導率測定部3を構成する電気伝導率計19は、いわゆる交流二電極法により試料水Wの電気伝導率を求める。具体的には、交流電源を用いて1対の電極間に交流電圧を印加し、この時に流れる電流を交流電流計により測定して試料水Wの液抵抗を求め、電気伝導率を算出する。電極にはステンレス鋼や白金などが用いられる。また、電気伝導率計19には測温抵抗体等の温度センサが内蔵されている。

[0044] セル12A～12C及び試料水容器20に収容される試料水Wは、循環式冷却水系の循環水又は補給水である。図4に、循環式冷却水系の水の流れの一例を示す。図4に示すように、熱交換器61における熱交換により温度が上昇した水が冷却塔60に供給される。冷却塔60に供給された温水は充填材62を流下し、空気と向流接触して一部が蒸発する。蒸発潜熱によって冷却された水は冷却塔60の下部のピットに貯留され、ポンプ63により熱交換器61に供給される。ブロー水配管64のブロー弁（図示略）を開とすることによりブローが行われる。蒸発量とブロー水量との合計量に相当する補

給水が補給水配管 6 5 からボールタップ（図示略）を介して冷却塔 6 0 に供給される。

[0045] 冷却塔 6 0 のピット内の水、ポンプ 6 3 により熱交換器 6 1 に供給される水、又は熱交換器 6 1 から冷却塔 6 0 に供給される水、好ましくはピット内の水の一部を採取して、循環水の試料水とする。また、配管 6 5 から冷却塔 6 0 に供給される補給水の一部を採取して、補給水の試料水とする。

[0046] 濃縮倍数測定装置の操作部 4 は、循環水モードと補給水モードとの切り替え設定を行う。循環水モードの設定時に吸光度測定部 1、電極測定部 2、電気伝導率測定部 3 により測定された値は、循環水の測定値としてメモリ 7 に記憶される。また、補給水モードの設定時に吸光度測定部 1、電極測定部 2、電気伝導率測定部 3 により測定された値は、補給水の測定値としてメモリ 7 に記憶される。

[0047] 演算部 6 は、循環水モード設定時の測定値及び補給水モード設定時の測定値に基づいて、循環水中の塩類濃度が補給水と比較して何倍になっているかを示す指標である濃縮倍数を算出する。例えば、同一の溶存成分について、循環水モード設定時に測定された溶存成分濃度を補給水モード設定時に測定された溶存成分濃度で除算することで、濃縮倍数が算出される。また、例えば、循環水モード設定時に測定された電気伝導率を補給水モード設定時に測定された電気伝導率で除算することでも、濃縮倍数が算出される。

[0048] この実施の形態では、複数の濃縮倍数が取得される。即ち、セル 1 2 A ~ 1 2 C の各吸光度から求めた溶存成分濃度に基づく濃縮倍数、イオン電極測定値により求めたイオン濃度に基づく濃縮倍数、電気伝導率に基づく濃縮倍数が算出される。

[0049] 表示部 5 は、演算部 6 により算出された複数の濃縮倍数や、各測定部による測定値を表示する。メモリ 7 は、各測定部による測定値、検量線データ、演算部 6 により算出された複数の濃縮倍数などを記憶する。

[0050] 次に、本実施形態による濃縮倍数測定方法を図 5 に示すフローチャートを用いて説明する。ここでは、補給水の測定を行った後に循環水の測定を行う

場合について説明するが、循環水の測定を行った後に補給水の測定を行ってもよい。また、補給水については測定を行わず、過去に測定しメモリ 7 に記憶させている値を参照してもよい。

- [0051] ステップ S 1 0 1 : 操作部 4 を用いて補給水モードを設定する。
- [0052] ステップ S 1 0 2 : 採取した補給水を試料水容器 2 0 に収容し、筐体 H の容器配置部 2 1 に設置する。センサ設置盤 1 5 を倒伏させると、イオン電極 1 6, 1 7、pH ガラス電極 1 8、比較電極 2 3、及び電気伝導率計 1 9 の下部が試料水容器 2 0 内の試料水に浸漬される。
- [0053] ステップ S 1 0 3 : 採取した補給水をセル 1 2 A ~ 1 2 C に収容し、発色試薬と十分に混合した後、差込穴 1 3 A ~ 1 3 C に差し込んで設置する。
- [0054] ステップ S 1 0 4 : 吸光度測定部 1 が吸光光度法により発色試薬が添加された試料水（この場合は補給水）の吸光度を測定する。メモリ 7 に記憶されている検量線を参照し、吸光度測定部 1 による測定値から、測定対象成分の溶存成分濃度を求める。
- [0055] また、電極測定部 2 が、イオン電極法により試料水（補給水）中の測定対象イオン濃度を求め、ガラス電極法により試料水（補給水）の pH を測定する。さらに、電気伝導率測定部 3 が交流二電極法により試料水（補給水）の電気伝導率を求める。
- [0056] ステップ S 1 0 5 : ステップ S 1 0 4 における測定値や算出値がメモリ 7 に記憶されるとともに、表示部 5 に表示される。その後、センサ設置盤 1 5 を起立させ、各測定機器を純水で洗浄する。また、試料水容器 2 0 及び各セル 1 2 A ~ 1 2 C を取り出す。
- [0057] ステップ S 1 0 6 : 操作部 4 を用いて補給水モードから循環水モードに設定を切り替える。
- [0058] ステップ S 1 0 7 : 循環水系から採取した循環水を試料水容器 2 0 に収容し、容器配置部 2 1 に設置し、センサ設置盤 1 5 を倒伏させる。
- [0059] ステップ S 1 0 8 : 循環水系から採取した循環水をセル 1 2 A ~ 1 2 C に収容し、発色試薬と十分に混合した後、差込穴 1 3 A ~ 1 3 C に差し込んで

設置する。

- [0060] ステップS 1 0 9：吸光度測定部 1 が試料水（この場合は循環水）の吸光度を測定する。メモリ 7 に記憶されている検量線を参照し、吸光度測定部 1 による測定値から、測定対象成分の溶存成分濃度を求める。
- [0061] また、電極測定部 2 が試料水（循環水）中の測定対象イオン濃度を求め、ガラス電極法により試料水（循環水）の pH を測定する。さらに、電気伝導率測定部 3 が試料水（循環水）の電気伝導率を求める。
- [0062] ステップS 1 1 0：ステップS 1 0 9における測定値や算出値がメモリ 7 に記憶されるとともに、表示部 5 に表示される。
- [0063] ステップS 1 1 1：演算部 6 が、循環水モード設定時に測定された溶存成分濃度や電気伝導率等、及び補給水モード設定時に測定された溶存成分濃度や電気伝導率等をメモリ 7 から取り出し、除算することで、複数の濃縮倍数を算出する。算出された複数の濃縮倍数は、メモリ 7 に記憶されるとともに、表示部 5 に表示される。
- [0064] このように、本実施形態では、異なる 2 種以上、より好ましくは 3 種以上の複数種類の水質特性値を測定し、複数の濃縮倍数を算出する。そのため、例えば、ある成分がスケールとして析出して、この成分の測定値に基づく濃縮倍数が誤差の大きい値となった場合でも、他の種類の水質の測定値から精度の高い濃縮倍数を得ることができる。2 種の水質項目のみから濃縮倍数を算出する場合は、例えば、炭酸カルシウムスケールの生成が想定される酸消費量（pH 4.8）とカルシウム硬度の組合せや、ケイ酸マグネシウムスケールの生成が想定されるシリカとマグネシウム硬度の組合せを避けるのが好ましい。この他にも、次亜塩素酸系のスライム防止剤を用いている系で塩化物イオンを用いた濃縮管理も不適である。このようにして得られた精度の高い濃縮倍数に基づいて、循環水系の濃縮管理を適切に行うことができる。
- [0065] 上記実施形態では、図 1 に示すように、濃縮倍数測定装置には、吸光度測定部 1、電極測定部 2、電気伝導率測定部 3、センサ設置盤 15、試料水容器 20、試料水容器配置部 21 よりなる測定部セットが 1 セットのみ設けら

れていたが、この測定部セットを2又はそれ以上設けてもよい。この場合、試料水を入れ替えることなく、循環水の水質と補給水の水質を同時に測定することができる。また、操作部4に循環水モードと補給水モードとの設定切り替え機能は不要となる。循環水や補給水について2以上のサンプルを同時に並行して測定することもできる。このような濃縮倍数測定装置を用いた循環水及び補給水の同時測定方法を図6に示すフローチャートを用いて説明する。

- [0066] ステップS201：循環水系に供給される補給水を採取してセル12A～12C、試料水容器20にそれぞれ収容し、一方の測定部セットに設置し、センサ設置盤15を倒伏させる。
- [0067] ステップS202：循環水系から採取した循環水をセル12A～12C、試料水容器20にそれぞれ収容し、他方の測定部セットに設置し、該他方のセットのセンサ設置盤15を倒伏させる。
- [0068] ステップS203：各測定部セットの吸光度測定部1が各試料水の吸光度を測定する。メモリ7に記憶されている検量線を参照し、吸光度測定部1による測定値から、循環水、補給水の各々について、測定対象成分の溶存成分濃度を求める。また、電極測定部2が各試料水中の測定対象イオン濃度やpHを求める。さらに、電気伝導率測定部3が各試料水の電気伝導率を求める。
- [0069] ステップS204：ステップS203における測定値や算出値がメモリ7に記憶されるとともに、表示部5に表示される。
- [0070] ステップS205：演算部6が、循環水の溶存成分濃度や電気伝導率等、及び補給水の溶存成分濃度や電気伝導率等をメモリ7から取り出し、除算することで、複数の濃縮倍数を算出する。算出された複数の濃縮倍数は、メモリ7に記憶されるとともに、表示部5に表示される。
- [0071] このように、測定部セットを2以上設けることで、濃縮倍数を速やかに算出することができる。
- [0072] 上記実施形態においては、吸光度測定部1、電極測定部2及び電気伝導率

測定部 3 を設置しているが、本発明では 2 種以上の水質項目について測定が行われるのであれば、これらのうちのいずれか 1 又は 2 を省略した構成としてもよい。このような構成としても、複数種類の水質項目の測定データから複数の濃縮倍数を求めることができる。

[0073] 本発明では、演算部 6 は、吸光度測定部 1 により求められた酸消費量（ $\text{pH} 4.8$ ）、電極測定部 2 により求められた pH 、カルシウム硬度、電気伝導率測定部 3 により求められた電気伝導率を用いて、循環水系のランゲリア指数（飽和指数）を算出してもよい。ランゲリア指数は、循環水の pH と炭酸カルシウムの飽和 pH （ pH_s ）との差であり、水系における配管や熱交換器等の金属材料の腐食性を測る指標となる。 pH_s は、簡便計算法（ノーデル法）により、以下の数式 2 で求められる。

$$[0074] \quad \text{pH}_s = (9.3 + A \text{ 値} + B \text{ 値}) - (C \text{ 値} + D \text{ 値}) \quad \dots (\text{数式 2})$$

[0075] ここで、A 値は、蒸発残留物の濃度により定まる値であり、電気伝導率から求まる。B 値は循環水の水温から定まる値である。C 値は、カルシウム硬度により定まる値である。D 値は、酸消費量（ $\text{pH} 4.8$ ）により定まる値である。

[0076] また、演算部 6 は、循環水の pH と炭酸カルシウムの飽和 pH （ pH_s ）とを用いて、以下の数式 3 により、水の腐食性とスケール生成の傾向の指標となるリズナー指数 RSI （Ryznar Stability Index）を求めることができる。

$$\text{RSI} = 2 \text{ pH}_s - \text{pH} \quad \dots (\text{数式 3})$$

RSI が 6 未満のとき水はスケール生成傾向にあることを示し、 RSI が 6 以上 7 未満のとき水は安定状態にあることを示し、 RSI が 7 以上のとき水は腐食傾向にあることを示す。

[0077] また、演算部 6 は、吸光度測定部 1 により求められた硫酸イオン濃度、酸消費量（ $\text{pH} 4.8$ ）、及び酸消費量（ $\text{pH} 8.3$ ）を用いて、銅の孔食発生指標となるマットソン比を求めることができる。マットソン比は水中の炭酸水素イオン濃度と硫酸イオン濃度の比（ $[\text{HCO}_3^-] / [\text{SO}_4^{2-}]$ ）で

あり、炭酸水素イオン濃度 HCO_3^- ($\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$) は以下の数式 4 により求めることができる。

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg HCO}_3^-/\text{L}) = 1.22 \times (\text{酸消費量 (pH 4.8)} - 2 \times \text{酸消費量 (pH 8.3)}) \quad \dots (\text{数式 4})$$

マットソン比が 1 以下で、残留塩素が存在するとき、60℃程度の温水で、銅に孔食が生じやすいと判断される（出展：JRA-GL02（1994））（社）日本冷凍空調工業会）。

[0078] このように、本実施形態に係る濃縮倍数測定装置によれば、濃縮倍数を算出する過程で測定される値を用いて、ランゲリア指数、リズナー指数、マットソン比などの水質指標値を容易に算出することができる。

[0079] 濃縮倍数測定装置により測定・算出された値はメモリ 7 に記憶されるため、これらの値を用いて表示部 5 にトレンド表示してもよい。

[0080] 本発明では、濃縮倍数測定装置に通信部を設け、濃縮倍数測定装置により測定・算出された値をメモリ 7 から取り出し、外部サーバへ出力できるようにしてもよい。この通信部が有線／無線ネットワークを介してサーバへデータを送信してもよいし、通信部から有線／無線ネットワークを介してデータを受信したスマートフォン等の携帯端末がサーバへデータを送信してもよい。

[0081] 上記実施の形態では、表示部 5 で循環水、補給水の表示と測定結果の表示とを行うようにしているが、各表示部を別々に設けてもよい。この場合、循環水、補給水の表示はランプで行ってもよい。また、音声で表示を行ってもよい。

実施例

[0082] [実施例 1]

図 1, 2 に示す濃縮倍数測定装置を用いて、モデルプラントに設置された循環水系の循環水及び補給水について、電気伝導率、カルシウム硬度、酸消費量 (pH 4.8) 及びシリカ濃度を測定し、さらにそれぞれの測定値から濃縮倍数を算出した。なお、各セル 12A～12C の容積は 4 mL、酸消費

量（pH 4.8）測定用発色試薬としてブロモクレゾールグリーン、シリカ測定用発色試薬としてモリブデン酸アンモニウムを用いた。測定結果を以下の表 1 に示す。

[0083] [表1]

水質	循環水	補給水	濃縮倍数 (循環水／補給水)
電気伝導率(mS/m)	157	27	5.8
カルシウム硬度(mg CaCO ₃ /L)	270	52	5.2
酸消費量(pH4.8) (mg CaCO ₃ /L)	240	45	5.3
シリカ(mg SiO ₂ /L)	106	20	5.3

[0084] 表 1 の通り、このモデルプラントでは、循環水および補給水のカルシウム硬度、酸消費量（pH 4.8）、シリカ濃度のそれぞれから算出した濃縮倍数が、5.2～5.3 倍と概ね同じであり、これらの値を平均して濃縮倍数を 5.3 倍と判断した。

[0085] 一方、電気伝導率から算出した濃縮倍数は 5.8 倍と、溶存成分濃度から算出した濃縮倍数と比較すると、やや大きいものとなっていた。これは、薬品由来の電気伝導率の上昇があったためと考えられる。従って、このモデルプラントでは、溶存成分濃度に基づいて濃縮倍数を算出することが適切であることが認められた。

[0086] また、このモデルプラントでは、熱交換器の循環水出口温度が 40℃、水質分析時の循環水の pH が 8.7 であったことから、ランゲリア指数が 1.0 と算出された。このことから、このモデルプラントの循環水系では、炭酸カルシウムの析出が起こりやすく、水の腐食傾向は小さいことが現場にて確認できた。

[0087] なお、この濃縮倍数測定装置を使用せずにランゲリア指数を算出する場合には、サンプル水の持ち帰り、分析（場合により水質分析会社への送付）、個別数値からのランゲリア指数の算出などの工程が必要となり、サンプルの採水からランゲリア指数の算出までに数日～1 週間程度の日数を有する。そ

のため、算出されたランゲリア指数と、算出時点での実際のランゲリア指数とが異なり、循環水系を適切に管理できない。

[0088] 本発明を特定の態様を用いて詳細に説明したが、本発明の意図と範囲を離れることなく様々な変更が可能であることは当業者に明らかである。

本出願は、2014年4月18日付で出願された日本特許出願2014-086543に基づいており、その全体が引用により援用される。

請求の範囲

- [請求項1] 試料水が循環水であるか補給水であるかを選択するための操作部と、
、
 試料水の第1ないし第 n （ n は2以上の整数）の水質特性値を測定するための第1ないし第 n の水質測定器と、
 各水質測定器が循環水及び補給水についてそれぞれ測定した測定値に基づいて濃縮倍数を演算する演算部と、
 を備える濃縮倍数測定装置。
- [請求項2] 請求項1において、前記水質測定器として、透過率又は吸光度を測定するための光学的測定器、1種又は2種のイオン電極、及び電気伝導率計のうちの少なくとも2個を備えたことを特徴とする濃縮倍数測定装置。
- [請求項3] 請求項1又は2において、前記操作部、第1ないし第 n の水質測定器、及び演算部が一つの筐体に設置されていることを特徴とする濃縮倍数測定装置。
- [請求項4] 請求項3において、前記筐体に、光学的測定用のセルを差し込むための差込穴が設けられていることを特徴とする濃縮倍数測定装置。
- [請求項5] 請求項3又は4において、前記筐体に、操作部で選択された試料水が循環水であるか補給水であるかを表示する選択結果表示部が設けられていることを特徴とする濃縮倍数測定装置。
- [請求項6] 請求項3ないし5のいずれか1項において、水質測定結果及び濃縮倍数の演算結果のうち少なくとも濃縮倍数を表示する測定結果表示部が設けられていることを特徴とする濃縮倍数測定装置。
- [請求項7] 請求項6において、該濃縮倍数測定装置は、測定結果を記憶するメモリを備えており、前記測定結果表示部は、過去データを含めたトレンドを表示することを特徴とする濃縮倍数測定装置。
- [請求項8] 請求項3ないし7のいずれか1項において、前記筐体は、その上部に、起倒方向に回動可能なセンサ設置盤が設けられ、該センサ設置

盤の下面から突出するようにイオン電極又は電気伝導率計よりなる水質測定器が設置されており、

前記筐体には、倒伏状態の該センサ設置盤の下方に試料水用の容器が配置されており、

該センサ設置盤が倒伏した状態において、水質測定器の下端側が該容器内の試料水に浸漬されることを特徴とする濃縮倍数測定装置。

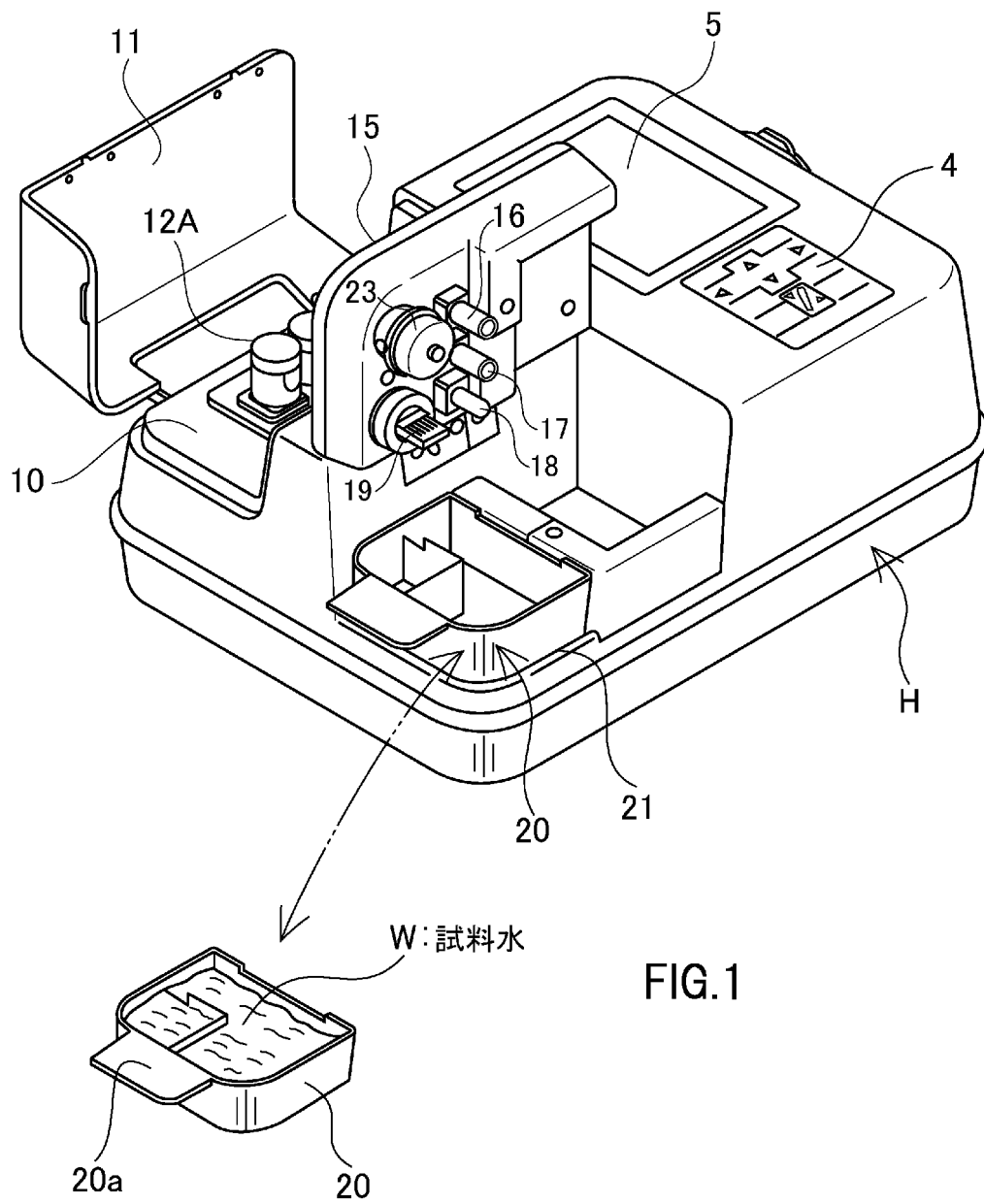
[請求項9] 請求項1ないし8のいずれか1項において、前記第1ないし第nの水質測定器よりなる測定器セットを複数個備えていることを特徴とする濃縮倍数測定装置。

[請求項10] 請求項1ないし9のいずれか1項の濃縮倍数測定装置を用いて循環水の濃縮倍数を演算することを特徴とする循環水の濃縮倍数測定方法。

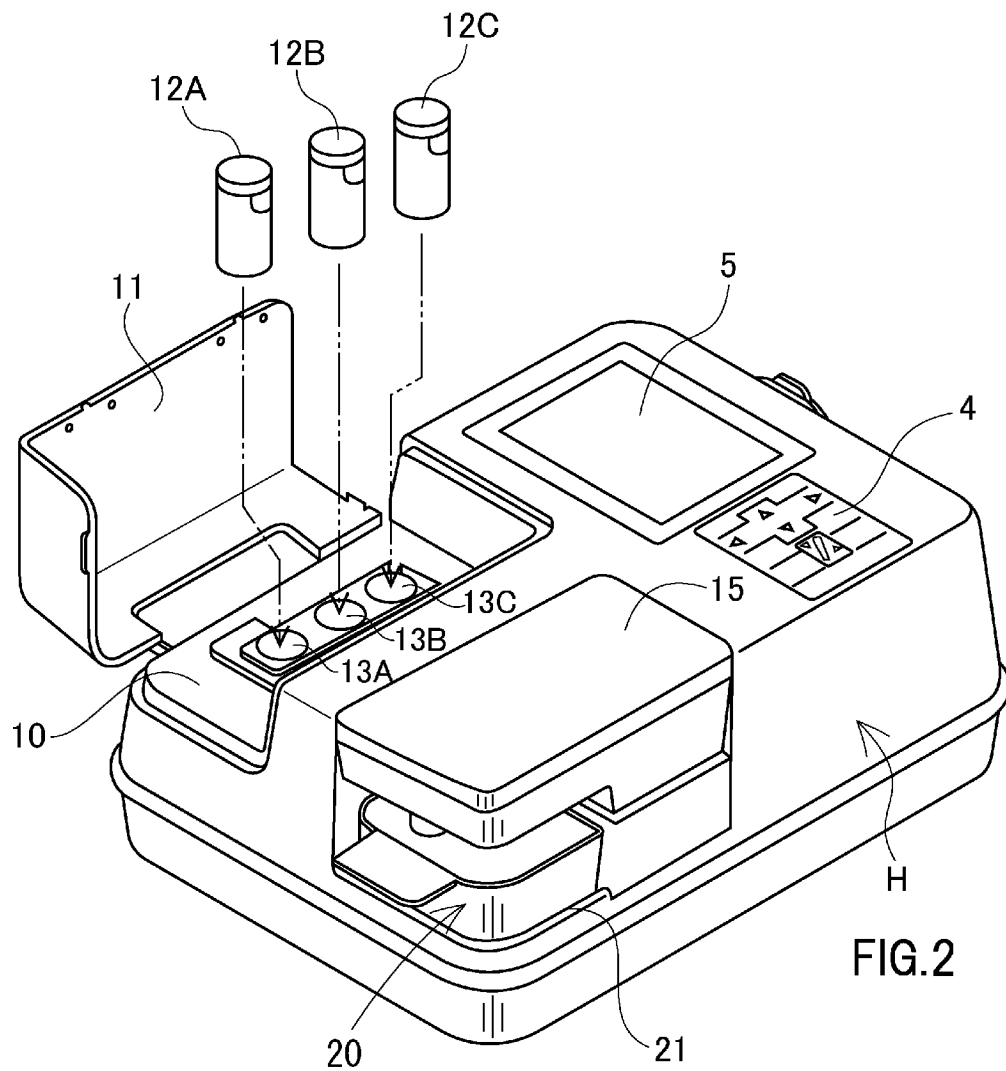
[請求項11] 請求項1ないし9のいずれか1項の濃縮倍数測定装置を用いて、循環水のpH、電気伝導率、カルシウム硬度及び酸消費量（pH4.8）を測定し、この測定結果よりランゲリア指数及びリズナー指数のうち少なくともいずれか一方を演算することを特徴とする循環水の水質指標値測定方法。

[請求項12] 請求項1ないし9のいずれか1項の濃縮倍数測定装置を用いて、循環水の硫酸イオン濃度、酸消費量（pH4.8）及び酸消費量（pH8.3）を測定し、この測定結果よりマットソン比を演算することを特徴とする循環水の水質指標値測定方法。

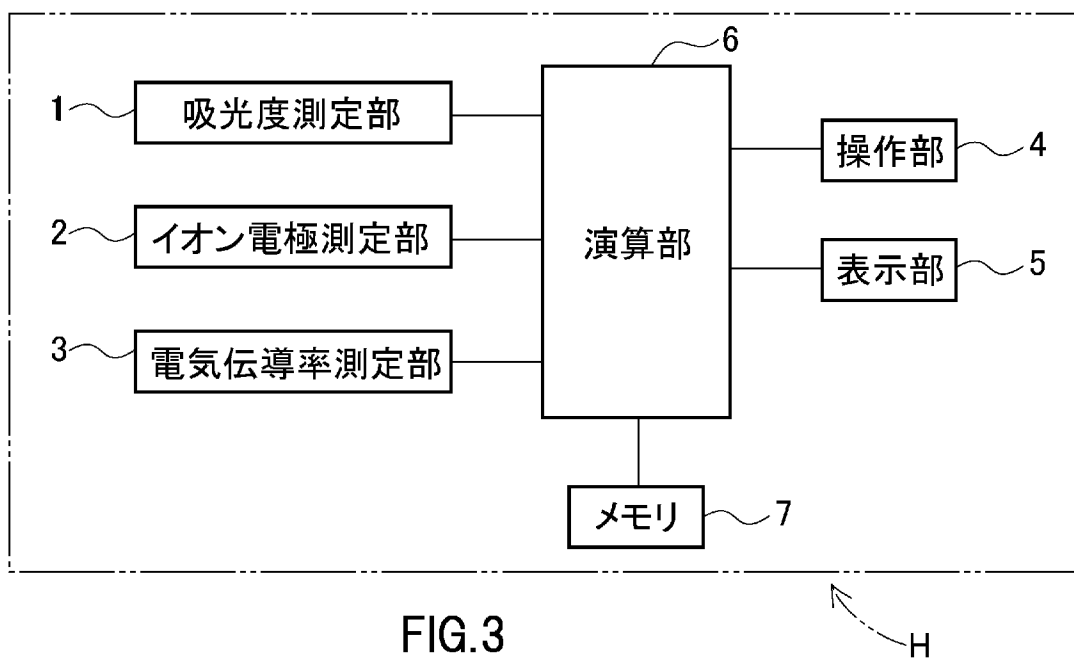
[図1]



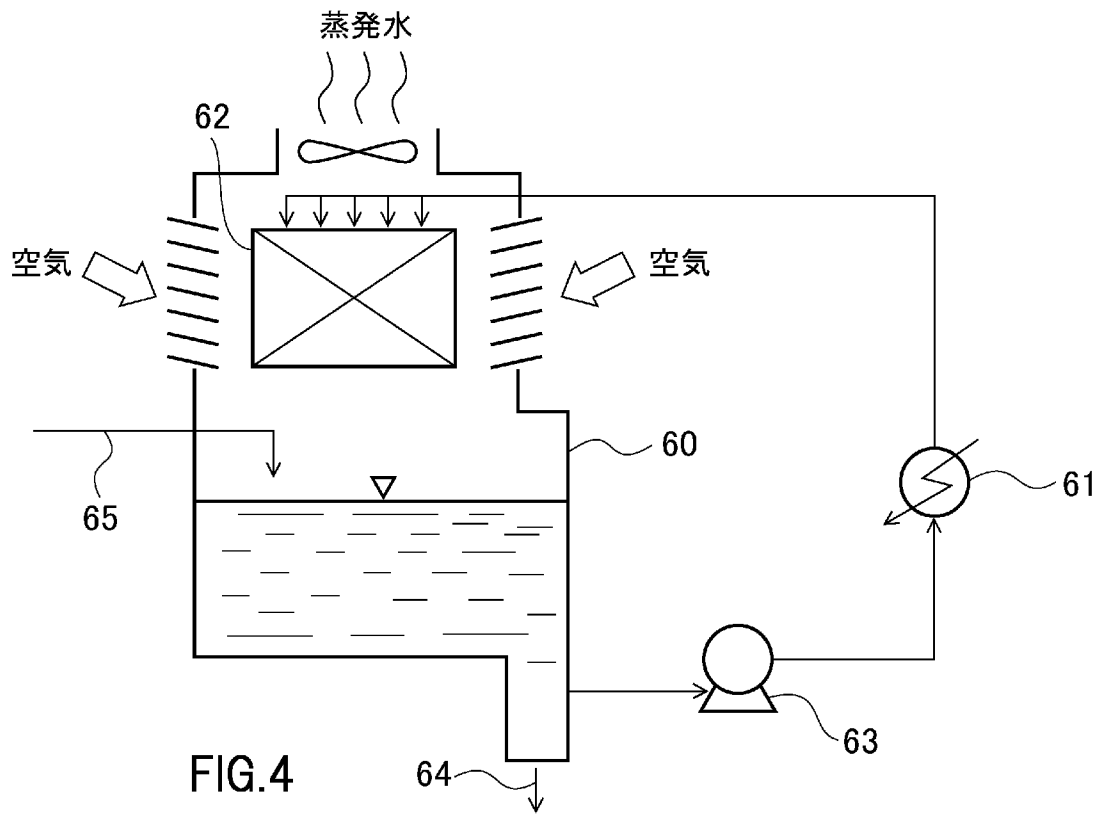
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]



FIG.5

[図6]

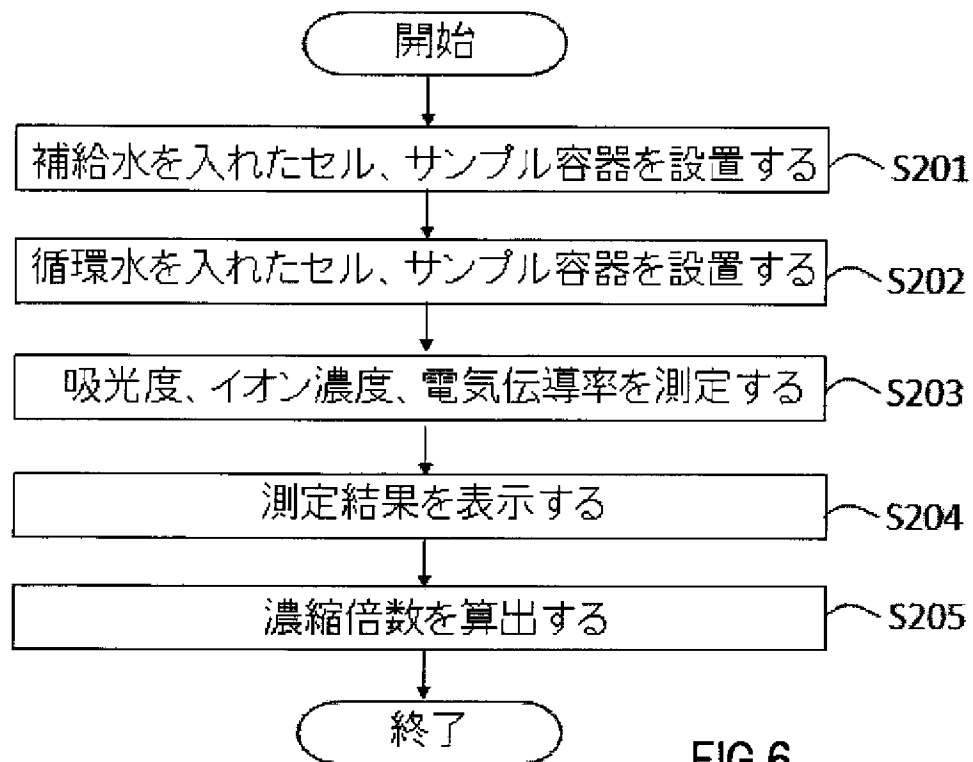


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/00(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, G01N21/59(2006.01)i, G01N27/27(2006.01)i, G01N27/416(2006.01)i, G01N33/18(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)

C02F1/00, G01N33/18

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 3-288586 A (Kurita Water Industries Ltd.), 18 December 1991 (18.12.1991), claims; page 2, upper right column, line 4 to page 3, lower right column, line 15; fig. 1 (Family: none)	1-7, 9-12 8
Y A	JP 2001-062263 A (Hitachi Plant Engineering & Construction Co., Ltd.), 13 March 2001 (13.03.2001), claims; paragraphs [0011] to [0024]; fig. 1 (Family: none)	1-7, 9-12 8
Y A	JP 6-262198 A (Takeo OE), 20 September 1994 (20.09.1994), claims; paragraphs [0012] to [0021]; fig. 2 & JP 3-221188 A	1-7, 9-12 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
19 June 2015 (19.06.15)

Date of mailing of the international search report
30 June 2015 (30.06.15)

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/JP2015/060318

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-256147 A (Kaken Co., Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), claims; paragraph [0023] (Family: none)	3-7, 9-12 8
Y	Shin'ichi TAKASAKI, "Kucho Setsubi-yo Haikankei no Boshoku to Kanri 3. Corrosion and Water Quality", Refrigeration, 2002, 77(897), 577 to 583	11-12
A	JP 2007-128440 A (Kurita Water Industries Ltd.), 24 May 2007 (24.05.2007), claims; paragraphs [0006] to [0020] (Family: none)	1-12
A	JP 2001-205249 A (FFC Ltd.), 31 July 2001 (31.07.2001), claims; paragraphs [0021] to [0029]; fig. 2 (Family: none)	1-12
A	JP 2008-058148 A (DKK-Toa Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), claims; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-12
E, A	JP 2014-228488 A (DKK-Toa Corp.), 08 December 2014 (08.12.2014), claims; paragraphs [0022] to [0037]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C02F1/00(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, G01N21/59(2006.01)i, G01N27/27(2006.01)i, G01N27/416(2006.01)i, G01N33/18(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. C02F1/00, G01N33/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y A	JP 3-288586 A（栗田工業株式会社）1991. 12. 18, 特許請求の範囲, 2 頁右上欄 4 行-3 頁右下欄 15 行, 図 1 （ファミリーなし）	1-7, 9-12 8
Y A	JP 2001-062263 A（日立プラント建設株式会社）2001. 03. 13, 特許請求の範囲, 段落 0011-0024, 図 1 （ファミリーなし）	1-7, 9-12 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

1 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

目代 博茂

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8

4 Q

9 6 3 0

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 A	JP 6-262198 A (大江 武男) 1994. 09. 20, 特許請求の範囲, 段落 0012-0021, 図 2 & JP 3-221188 A	1-7, 9-12 8
Y A	JP 2007-256147 A (株式会社化研) 2007. 10. 04, 特許請求の範囲, 段落 0023 (ファミリーなし)	3-7, 9-12 8
Y	高崎新一, 空調設備用配管系の防食と管理 3. 腐食と水質, 冷凍, 2002, 77(897), 577-583	11-12
A	JP 2007-128440 A (栗田工業株式会社) 2007. 05. 24, 特許請求の範囲, 段落 0006-0020 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2001-205249 A (株式会社エフ・エフ・シー) 2001. 07. 31, 特許請求の範囲, 段落 0021-0029, 図 2 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-058148 A (東亜ディーケーケー株式会社) 2008. 03. 13, 特許請求の範囲, 図 3-4 (ファミリーなし)	1-12
E, A	JP 2014-228488 A (東亜ディーケーケー株式会社) 2014. 12. 08, 特許請求の範囲, 段落 0022-0037, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-12