

(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4月2日(02.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/066715 A1

(51) 国際特許分類:

G01N 27/00 (2006.01) *G01N 27/02* (2006.01)
G01N 17/00 (2006.01) *G01N 27/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036202

(22) 国際出願日: 2019年9月13日(13.09.2019)

(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 2018-181553 2018年9月27日(27.09.2018) JP

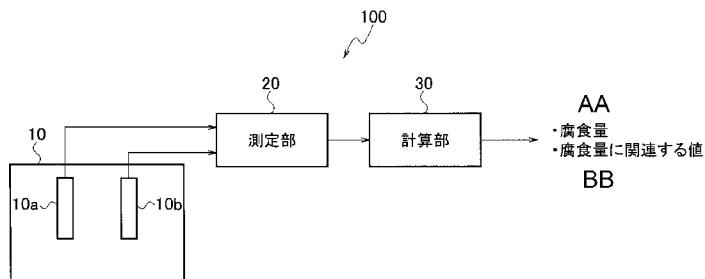
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 峯田 真悟(MINETA Shingo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 大木 翔太(OKI Shota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 水沼 守(MIZUNUMA Mamoru); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 津田 昌幸(TSUDA Masayuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 澤田 孝(SAWADA Takashi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) Title: CORROSIVITY EVALUATION DEVICE AND METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 腐食性評価装置とその方法

[図1]



20 Measurement unit
30 Calculation unit
AA Amount of corrosion
BB Value related to amount of corrosion

(57) Abstract: Provided is a corrosivity evaluation device that quantitatively evaluates corrosivity which indicates the degree of corrosion of metal caused by an environment. This corrosivity evaluation device 100 quantitatively evaluates corrosivity which indicates the degree of corrosion of metal caused by an environment, the device 100 comprising: an electrode unit 10 that is disposed in the environment and includes at least one type of metal 10a, 10b; a measurement unit 20 that measures, from the change in the amount of moisture in the environment in one cycle, the corrosion rate of the metal 10a, 10b or a value related to the corrosion rate of the metal 10a, 10b during the change; and a calculation unit 30 that calculates, from the value measured by the measurement unit 20, the amount of corrosion of the metal 10a, 10b or a value related to the amount of corrosion of the metal 10a, 10b.

(57) 要約: 環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を定量的に評価する腐食性評価装置を提供する。環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する腐食性評価装置100であって、環境に配置され、少なくとも1種類の金属10a、10bを含む電極部10と、環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の金属10a、10bの腐食速度、又は金属10a、10bの腐食速度に関連する値を測定する測定部20と、測定部20で測定された値から、金属10a、10bの腐食量、又は金属10a、10bの腐食量に関連する値を計算する計算部30とを備える。

[続葉有]

WO 2020/066715 A1

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 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, 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, 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), 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))

明 細 書

発明の名称：腐食性評価装置とその方法

技術分野

[0001] 本発明は、環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する腐食性評価装置とその方法に関する。

背景技術

[0002] 我々の生活を支えるインフラ設備は、種類も多く、数も膨大である。加えて、インフラ設備は、市街地だけでなく、山岳地、海岸付近、温泉地、及び寒冷地等の多様な環境に曝されている。このように様々な環境に曝されるインフラ設備の保全には、点検による劣化の現状把握や、予測推定技術を踏まえた効率的な運用が必要になる。

[0003] 例えば、地上の大気環境に曝露されるインフラ設備も多い。これらのインフラ設備は、風雨等に曝されることで、それぞれの環境に応じた速さで腐食が進行する。

[0004] また、水中に設置されたインフラ設備も、その環境特有の速さで腐食する。また、鋼管柱、支持アンカー、地中鋼配管等に代表されるように、全体または一部を地中に埋設した状態で使用される地中設備も多い。

[0005] 地中設備が埋設される土壌の腐食性を評価する規格としては、例えば、ANSI (American National Standards Institute) 及びDVGW (ドイツガス水道協会) が知られている (非特許文献1)。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：角田知巳ほか1名、「土壌の腐食性を評価するための視点」、防蝕技術、Vol. 36, pp. 168-177(1987)。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ANSIとDVGWのどちらも、腐食性を評価したい土壌について、抵抗

率、pH、及び水分量など、腐食に寄与する環境因子を測定し、それらの結果を総合的に取り入れて評価する方法である。しかしながら、いずれも定性的な評価にとどまり、例えば劣化予測に用いるために必要な定量的評価を行うことが難しい。また、得られた結果が実態と合わない場合も多いことが指摘されている（非特許文献1）。

[0008] つまり、現状では、金属が配置される環境の腐食性を定量的に評価できる装置及び方法が存在しないという課題がある。

[0009] 本発明は、この課題に鑑みてなされたものであり、金属が配置される環境の腐食性を定量的に評価できる腐食性評価装置とその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

[0010] 本発明の一態様に係る腐食性評価装置は、環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する腐食性評価装置であって、前記環境に配置され、少なくとも1種類の前記金属を含む電極部と、前記環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の前記金属の腐食速度、又は前記金属の腐食速度に関連する値を測定する測定部と、前記測定部で測定された前記値から、前記金属の腐食量、又は前記金属の腐食量に関連する値を計算する計算部とを備えることを要旨とする。

[0011] また、本発明の一態様に係る腐食性評価方法は、上記の腐食性評価装置が実行する腐食性評価方法であって、少なくとも1種類の前記金属が配置される環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の前記金属の腐食速度、又は前記金属の腐食速度に関連する値を測定する測定ステップと、前記測定ステップで測定された前記値から、前記金属の腐食量、又は前記金属の腐食量に関連する値を計算する計算ステップとを行うことを要旨とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、金属が配置される環境の腐食性を定量的に評価することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係る腐食性評価装置の機能構成例を示す図である。

[図2]図1に示す腐食速度推定装置の動作フローを示す図である。

[図3]降雨と土壌含水率の関係を模式的に示す図である。

[図4]降雨と土壌中の金属の腐食速度との関係を模式的に示す図である。

[図5]ナイキスト線図を模式的に示す図である。

[図6]電荷移動抵抗を計算するのに仮定する等価回路の例を示す図である。

[図7]電荷移動抵抗を計算するのに仮定する等価回路の例を示す図である。

[図8]時間と、腐食速度に比例する値 ($1/R_{ct}$) の関係を模式的に示す図である。

[図9]収容部の例を模式的に示す図である。

[図10]他の収容部の例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。複数の図面中同一のものには同じ参照符号を付し、説明は繰り返さない。

[0015] 図1は、本発明の実施形態に係る腐食性評価装置の機能構成例を示す図である。図1に示す腐食性評価装置100は、環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する装置である。この腐食性は、環境の腐食性である。

[0016] 環境の腐食性とは、インフラ設備が配置される例えば土壌のその設備を腐食させる程度の大きさを表す性質である。例えば、設備を速く腐食するのであれば腐食性が高い、また、設備の腐食が遅いのであれば腐食性は低いと称する。腐食性評価装置100は、インフラ設備が配置される環境の腐食性の大きさを定量的に評価するものである。

[0017] 図1において、環境の表記は省略している。環境は、土壌、水、及び大気の何れの環境であっても良い。以降の説明では、土壌を例に説明する。

[0018] 腐食性評価装置100は、電極部10、測定部20、及び計算部30を備える。電極部10は、環境に間隔を空けて配置される2つ以上の金属を含む。

[0019] 図2は、腐食性評価装置100の処理手順を示すフローチャートである。

図1と図2を参照してその動作を説明する。

- [0020] 図1に示す電極部10は、例えば、評価対象の金属片（金属10a, 10b）を2つ、環境内に配置した例を示す。金属10a, 10bは、同一種類の金属である。つまり、電極部10は、環境に配置され、少なくとも1種類の金属を含む。
- [0021] 図1に示す例では評価対象の土壤に埋設される。なお、金属10a, 10bの大きさ厚さを含む形状に特に制限はない。
- [0022] 測定部20は、環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の金属10a, 10bの腐食速度、又は金属10a, 10bの腐食速度に関連する値を測定する（ステップS1）。水分量の1サイクルの変化は、例えば、土壤の含水率が100%~0%に推移することである。なお、上限は100%に限られない。また、下限も0%に限られない。
- [0023] 環境の水分量の1サイクルの変化は、腐食速度を測定する間隔と期間を適切に設定することで捉えることができる。例えば、水はけの良い土壤であれば1日程度の測定期間及び数時間の測定間隔で、1サイクルの水分量の変化に対応させた腐食速度を測定することが可能である。
- [0024] 環境は、この例では土壤である。土壤は、SiやAl、Ti、Fe、Caなどの酸化物等からなる土壤粒子と、土壤粒子の間隔内に存在する気相及び液相（水）から構成される3相共存環境である。土壤中の気相の割合と液相の割合の合計は、一定と考えることができ、一方が高まればもう一方は低くなる相反関係にある。また、土壤腐食反応には、基本的に水と酸素が必要であり、これらの状態に依存した腐食速度で腐食が進行する。
- [0025] したがって、土壤中を占める水の割合を指す土壤含水率は、腐食速度に寄与する主要な環境因子であり、土壤含水率と共に腐食速度は変化するという。
- [0026] 土壤含水率は、地中のよほど深い位置でない限り、常に一定に保持されているわけではない。土壤含水率は、例えば降雨などの自然現象に応じて変化する。

[0027] 図3は、降雨と土壌含水率の関係を模式的に示す図である。図3の横軸は経過時間である。図3に示すように、土壌含水率の増減は降雨とよく連動しており、降雨時に急激に増加し、雨が止むと徐々に減少するというサイクルを繰り返す。したがって、腐食速度の経時的な変化も、降雨を起点としたサイクルの繰り返しになると考えることができる。

[0028] 図4は、降雨と土壌中の金属の腐食速度の関係を模式的に示す図である。ここで、1サイクルとは、降雨から次の降雨までの期間を指している。降雨間隔によって1サイクルの時間の長さは異なる。

[0029] なお、土壌含水率の他にも腐食速度に寄与する因子は多い。例えばpH値及び各種イオン量がある。これらイオン種は、基本的に土壌中から水に溶出したものであるため、土壌と含水率を定めればpH値及び各種イオン量は一義的に定まる。したがって、これらの因子の時間的な変動も降雨を起点として周期的に変化するものと考えられる。

[0030] 測定部20は、この1サイクルの土壌含水率の変化の間の金属10a、10bの腐食速度、又は金属10a、10bの腐食速度に関連する値を測定する。具体的な測定方法については後述する。なお、測定部20は、電極部10の金属10a、10bの腐食速度等を測定するが、その腐食速度は金属10a、10bが配置された環境との相互作用によって決定されるものである。したがって、測定部20で測定した腐食速度等は、環境の腐食性の程度の大きさを表すことになる。

[0031] 計算部30は、測定部20で測定された値から、金属10a、10bの腐食量、又は金属10a、10bの腐食量に関連する値を計算する（ステップS2）。計算部30は、1サイクルの土壌含水率の変化の間に測定された腐食速度、又は腐食速度に関連する値から、腐食量、又は腐食量に関連する値を計算する。計算した値はそのまま外部に出力しても良いし、何らかの基準値と比較して腐食性の大小を判定するようにしても良い。この腐食性の大小は、上記のように金属10a、10bが配置される環境の腐食性を表す。

[0032] 以上説明したように本実施形態に係る腐食性評価装置100は、環境によ

って金属10a, 10bが腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する腐食性評価装置であって、環境に間隔を空けて配置される2つ以上の金属10a, 10bを含む電極部10と、環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の金属10a, 10bの腐食速度、又は金属10a, 10bの腐食速度に関連する値を測定する測定部20と、測定部20で測定された値から、金属10a, 10bの腐食量、又は金属10a, 10bの腐食量に関連する値を計算する計算部30とを備える。これにより、環境の腐食性を定量的に評価することができる。環境の腐食性は、1サイクルの水分量の変化から求められる。したがって、短時間で環境の腐食性を定量的に評価することができる。

[0033] 次に、腐食性評価装置100の各機能構成部について詳しく説明する。

[0034] (電極部)

電極部10は、測定部20における電気化学的測定において必要な数の電極を備える必要がある。例えば、2電極法による交流インピーダンス測定を行う場合は、図1に示すように金属10a, 10bを備えたものとする。

[0035] 金属10a, 10bは、評価対象の土壌に直接埋設する。なお、評価対象の土壌のサンプルを入手し、土壌サンプルに金属10a, 10bを挿入して腐食性を評価しても良い。土壌サンプルを用いて評価する方法については後述する。

[0036] また、3電極法による交流インピーダンス測定を行う場合は、作用極、対極、及び参照極を設ける。この場合、対極には白金、カーボンシート等、参照極にはAg/AgCl電極、硫酸銅電極等を用いる。なお、3電極法による交流インピーダンス測定は周知である。

[0037] (測定部)

測定部20は、交流インピーダンス測定機能を有する。交流インピーダンス測定は、環境内に配置された金属を電極とし、電極間に微小電圧もしくは電流を交流で印加し、電氣的な応答を測定する。なお、金属は、上記のような2つの金属10a, 10bに限られない。

[0038] 金属に印加する電圧もしくは電流は、金属の表面が変化しないように微小にするのがよい。例えば、電圧で $\pm 5\text{mV}$ 程度である。周波数は、例えば 0.1Hz ～数 kHz の幅で変化させる。

[0039] 交流インピーダンス測定を行うことでナイキスト線図を得ることができる。図5に、ナイキスト線図を模式的に示す。ナイキスト線図の横軸は実部、縦軸は虚部である。ナイキスト線図を元に、所定の等価回路に基づいてカーブフィッティングすることで電荷移動抵抗を導く。

[0040] 図6と図7は、電荷移動抵抗を計算するのに仮定する等価回路の例である。どちらの図も(a)は、3電極で交流インピーダンスを測定した場合の等価回路である。(b)は、2電極で交流インピーダンスを測定した場合の等価回路である。

[0041] 図中の電荷移動抵抗 R_{ct} は、土壌に埋設された金属の腐食反応の抵抗を表す。電気二重層 C_{dl} は、金属と土壌の界面に存在する容量である。抵抗成分 R_{s1} 、 R_{s2} は、土壌及びその他の抵抗を表す。容量 C_s は、土壌の容量成分である。ワールブルグインピーダンス Z_w (図7)は、拡散過程によるインピーダンスである。なお、カーブフィッティングする際は、電気二重層 C_{dl} と容量 C_s はCPE(Constant Phase Element)に置き代えてもよい。

[0042] 図6と図7に示す等価回路によれば、図5に示すようにナイキスト線図の上に理論上二つの円弧が描かれる。高周波数側の円弧は土壌に由来する。低周波数側の円弧は腐食反応に起因するものである。

[0043] 電荷移動抵抗 R_{ct} は、ナイキスト線図の低周波数側の円弧が横軸(実部)と交差する幅で与えられる。なお、2電極で交流インピーダンスを測定した場合の電荷移動抵抗 R_{ct} は、その幅の半分の値である。

[0044] 腐食速度は、電荷移動抵抗 R_{ct} の逆数に比例する。腐食速度は、金属表面の単位面積上で単位時間あたりにイオン化する量、すなわち電流密度と同義である。腐食電流密度は、Stern-Gearyの式として知られる分極抵抗の原理から、導出した電荷移動抵抗 R_{ct} の逆数と比例定数 K を用いることで求められる(参考文献:「電気化学的手法を中心とした土壌腐食計測(その2)

」、材料と環境, Vol. 46, p.610-619(1967))。

[0045] 比例定数 K は実験で求めてもよい。対象とする土壌における金属のアノード分極試験及びカソード分極試験の結果から予め比例定数 K を求める。

[0046] 比例定数 K を用いることで、電荷移動抵抗 R_{ct} の逆数から、腐食電流密度（腐食速度）を算出することができる。また、腐食電流密度から重量減肉速度や体積減肉速度等の腐食速度に関連する値を算出するようにしてもよい。

[0047] このように測定ステップ（ステップ $S1$ ）で測定した1回のインピーダンス測定結果から、一つの腐食速度、又は一つの腐食速度に比例する値（ $1/R_{ct}$ ）を得ることができる。

[0048] 図8は、1回の給水と排水の1サイクルの水分量の変化に対応する時間と、腐食速度に比例する値（ $1/R_{ct}$ ）の関係を模式的に示す図である。図8の横軸は1回の給水と排水の1サイクルの水分量の変化に対応する時間、縦軸は腐食速度に比例する値（ $1/R_{ct}$ ）である。

[0049] 測定部20は、所定時間毎に電荷移動抵抗 R_{ct} を測定する。また1サイクルにかかる時間は、対象とする土壌の排水性の善し悪しによって異なる。例えば、1サイクルの時間は数時間の場合もあるし、排水が悪く常に湿潤しているような土壌では日単位の時間となる。また所定時間は任意に定めてもよいが、1サイクルで複数回の測定を実施することが好ましいため、土壌の水はけに応じて所定時間を調整するのがよい。

[0050] 所定時間を例えば1時間と仮定すると、測定部20は18時間で図8に示す電荷移動抵抗 R_{ct} の測定を終了する。測定部20は、測定した電荷移動抵抗 R_{ct} から腐食速度（腐食電流密度）を計算してもよいし、重量減肉速度や体積減肉速を計算してもよい。

[0051] （計算部）

計算部30は、測定部20で測定された腐食電流密度（腐食速度）又は重量減肉速度等の値から、金属の腐食量又は腐食量に関連する値を求める。求めた腐食量又は腐食量に関連する値は、外部に出力される。

[0052] 計算部 30 は、腐食速度又は腐食速度に比例する値の時間変化を、関数 $f(t)$ でフィッティングし、関数 $f(t)$ を積分して腐食量を求める。求めた腐食量の大きさにて土壤（環境）の腐食性を評価することができる。

[0053] 以上説明したように本実施形態に係る腐食性評価方法は、2以上の金属が配置される環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の例えば金属 10a, 10b の腐食速度、又は例えば金属 10a, 10b の腐食速度に関連する値を測定する測定ステップ（S1）と、測定ステップで測定された値から、上記の金属の腐食量、又は上記の金属の腐食量に関連する値を計算する計算ステップ（S2）とを行う。これにより、環境の腐食性を、定量的に且つ短時間で評価することができる。

[0054] 表 1 に、腐食性評価装置 100 で求めた腐食量の例を示す。

[0055] [表1]

土壌	腐食量
(1)	0.004
(2)	0.012
(3)	0.006
(4)	0.022

[0056] 土壌（1）は赤土、土壌（2）は灰色低地土、土壌（3）は黒土、土壌（4）は泥炭土である。腐食量の単位は、腐食速度に比例する値（ $1/R_{ct}$ ）に時間を乗じたものである。

[0057] 表 1 に示すような腐食量が計算されたとすると、腐食性は（4）＞（2）＞（3）＞（1）の順で大きい。腐食性は表 1 に示すように定量値で評価しても良いし、基準を設け、基準と比較して評価するようにしても良い。

[0058] 例えば、計算部 30 で計算した腐食量等が入力される評価部（図示せず）を備え、評価部が備える基準値を上回れば腐食性有り、基準値を下回れば腐食性無し、と評価しても良い。基準値は、表 1 に示す例であれば例えば 0.010

といった値である。

[0059] なお、求めた値そのものを比較せず、腐食量又は腐食量に比例する値から別の評価基準値に変換するようにしても良い。例えば、ある評価基準について、腐食量又は腐食量に比例する値を x とし、評価値 $g(x)$ を求めても良い。

[0060] (土壌サンプルを用いて評価する方法)

評価対象の土壌サンプルを入手し、土壌サンプルを収容部に収容した後に、金属10a、10bを土壌サンプルに埋設させて腐食性を評価しても良い。

[0061] 図9は、収容部2に土壌サンプル3を収容し、土壌サンプル3に金属10a、10bを埋設した状態を模式的に示す図である。収容部2に対しては、図示しない給水機構から給水するようにしても良い。又は、予め所定の土壌含水率に制御した土壌サンプルを用いるようにしても良い。

[0062] 土壌サンプル3の水分は、収容部2の下部から外部に排出される。収容部2の下部には、多孔質のフィルターを設けることで、簡便な排水機構を実現することができる。

[0063] なお、給水機構と排水機構は、土壌サンプル3の土壌含水率を変化させられればよく、その機構を実現する形態及び方法は問わない。例えば、土壌サンプル3は手動で給水するようにしても良い。

[0064] また、収容部2は、評価する対象の環境を模擬する環境機能部を備えても良い。環境機能部としては、例えば、温度制御機能部（図示せず）、及び酸素濃度制御機能部等が考えられる。

[0065] 温度制御機能部は、例えば恒温槽であり、恒温槽内に収容部2を入れることで、評価する対象の環境の温度を模擬することができる。

[0066] 酸素濃度制御機能部は、収容部2の内部に、土壌サンプル3の表面を気体に曝す空間を設けることで実現できる。その空間にガスを導入する吸気口と、排出させる排気口を設け、例えば N_2 と O_2 の混合ガスを導入する。また、 CO_2 を混合しても良い。

[0067] 図10は、土壌サンプル3の表面を所定の気体に曝す空間4を備える収容部2の例を模式的に示す図である。ガスは吸気口5aから導入され排気口5bから排出される。ガスを例えば上記の混合ガスとし、その比率を変化させれば土壌サンプル3中の酸素濃度を制御することができる。つまり、図10に示す空間4、吸気口5a、及び排気口5bは、酸素濃度制御機能部を構成する。これにより、実際の土壌環境に近い模擬環境を創ることができ、腐食性評価の信頼性を向上させることができる。

[0068] このように、本実施形態に係る腐食性評価装置100は、収容部2を備えても良い。なお、収容部2は、土壌サンプルを収容する例で説明を行ったがこの例に限定されない。収容部2は、気体のみを収容しても良いし、液体と気体の2相を収容するようにしても良い。気体のみを収容した場合、上記の土壌含水率は、収容部2内の湿度ということになる。

[0069] このように環境の水分量は、土壌含水率に限られない。環境の水分量は、例えば、収容部2内に液体と気体の2相を収容するようにした場合、金属10a、10bが液体に浸漬される比率（量）、あるいは金属10a、10bの表面が液体に曝される回数等のことである。つまり、環境の水分量の1サイクルの変化は、環境に配置される金属表面の水分量、水膜厚、及び湿度等の水分に関連した量の1サイクルの変化を意味する。

[0070] 収容部2は、腐食性を評価する対象の環境を模擬したものを閉じ込めるものである。つまり、腐食性評価装置100は、電極部10を収容する収容部2を備え、測定部20は、収容部2内の含水率の1サイクルの変化から、該変化の間の例えば金属10a、10bの腐食速度、又は例えば金属10a、10bの腐食速度に関連する値を測定する。これにより、実験室内で環境の腐食性を評価することができる。

[0071] 以上説明したように本実施形態に係る腐食性評価装置100によれば、環境の腐食性を定量的に評価することができる。なお、上記の実施形態の説明において環境は、土壌を例に説明したが、本発明はこの例に限定されない。

[0072] 環境は、大気中及び水中でも構わない。その環境に電極部10を配置する

ことで、それぞれの環境の腐食性を、実態に即した精度で定量的に評価することが可能である。

[0073] 本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で変形が可能である。例えば、電極部 10 は、間隔を空けて配置される2つの金属 10 a, 10 b で構成される例を示したが、対極、作用極、及び照合電極の3つの電極を備える電極部としても良い。

[0074] このように、本発明はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

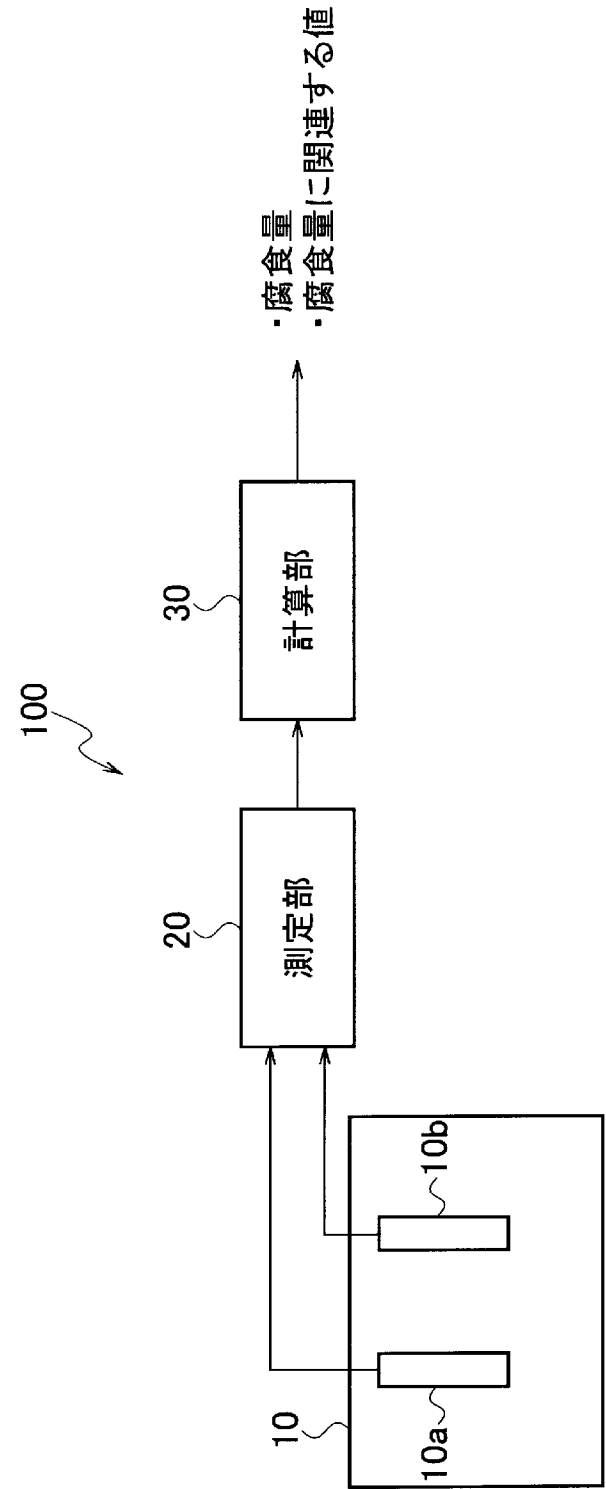
符号の説明

[0075] 100 : 腐食性評価装置
2 : 収容部
3 : 土壌サンプル
4 : 空間（環境機能部）
10 : 電極部
10 a, 10 b : 金属
20 : 測定部
30 : 計算部

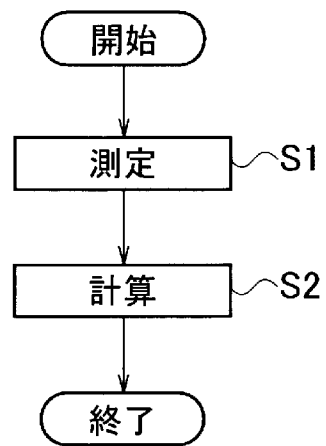
請求の範囲

- [請求項1] 環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する腐食性評価装置であって、
前記環境に配置され、少なくとも1種類の前記金属を含む電極部と、
前記環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の前記金属の腐食速度、又は前記金属の腐食速度に関連する値を測定する測定部と、
前記測定部で測定された前記値から、前記金属の腐食量、又は前記金属の腐食量に関連する値を計算する計算部と
を備えることを特徴とする腐食性評価装置。
- [請求項2] 前記電極部を収容する収容部を備え、
前記測定部は、前記収容部内の含水率の1サイクルの変化から、該変化の間の前記金属の腐食速度、又は前記金属の腐食速度に関連する値を測定する
ことを特徴とする請求項1に記載の腐食性評価装置。
- [請求項3] 前記収容部は、
評価する対象の前記環境を模擬する環境機能部を備える
ことを特徴とする請求項2に記載の腐食性評価装置。
- [請求項4] 環境によって金属が腐食される程度の大きさを表す腐食性を評価する腐食性評価装置が実行する腐食性評価方法であって、
少なくとも1種類の前記金属が配置される環境の水分量の1サイクルの変化から、該変化の間の前記金属の腐食速度、又は前記金属の腐食速度に関連する値を測定する測定ステップと、
前記測定ステップで測定された前記値から、前記金属の腐食量、又は前記金属の腐食量に関連する値を計算する計算ステップと
を行うことを特徴とする腐食性評価方法。

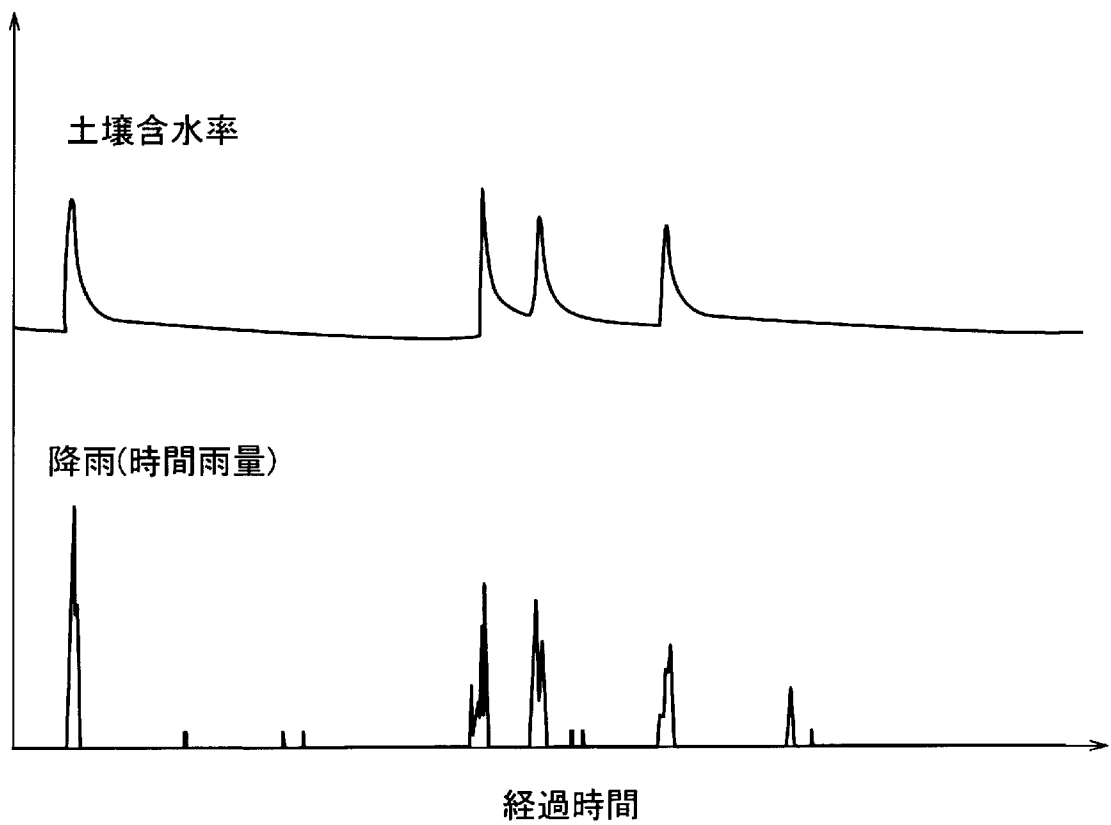
[図1]



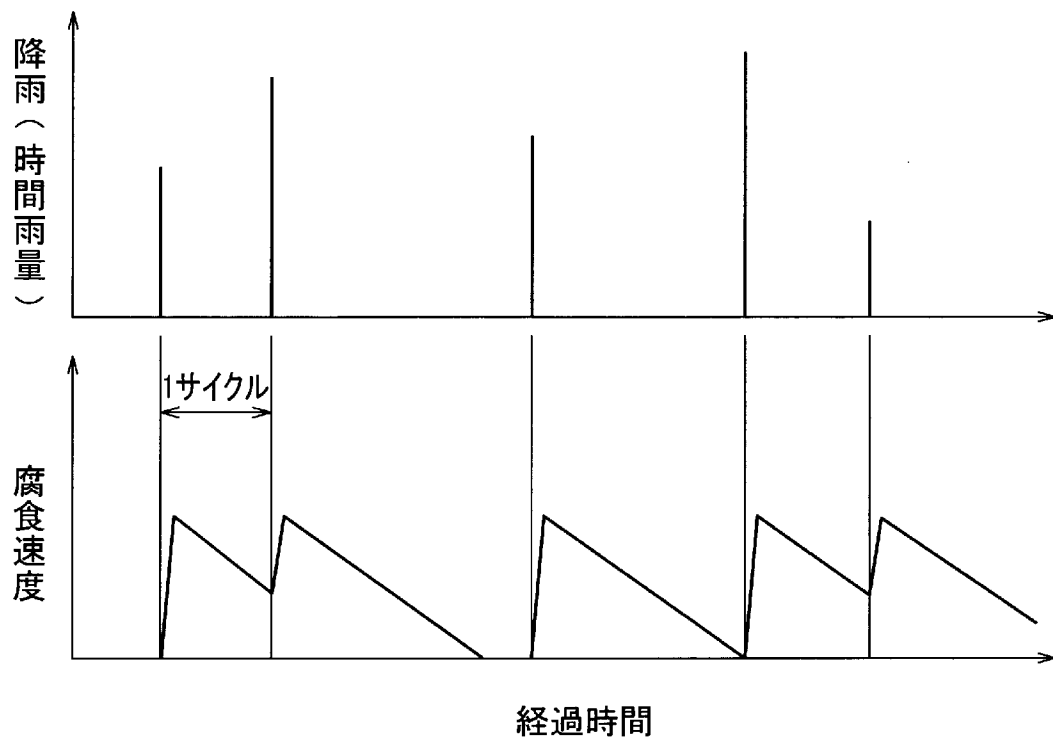
[図2]



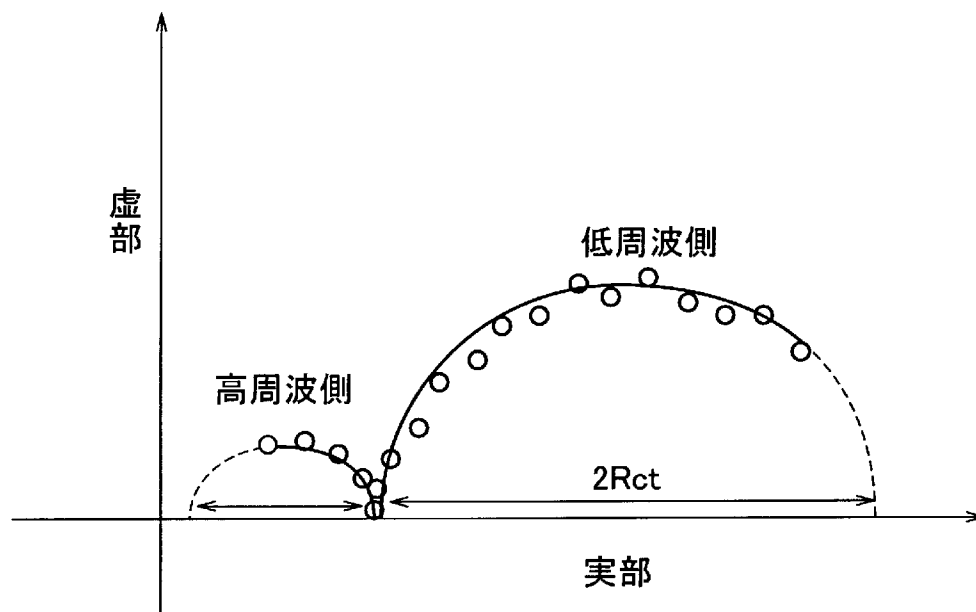
[図3]



[図4]

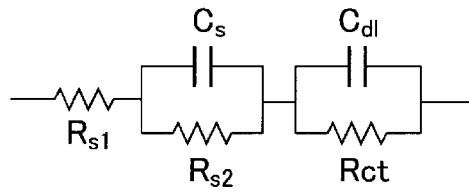


[図5]



[図6]

(a)



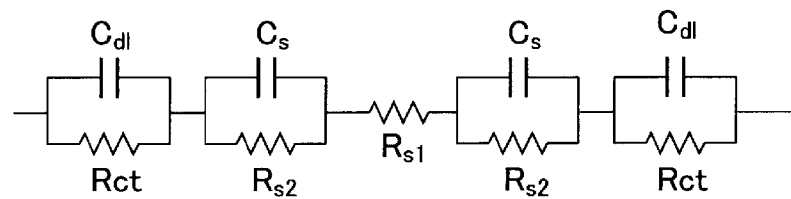
R_{s1}, R_{s2} : 土壌中およびその他の抵抗成分

R_{ct} : 電荷移動抵抗

C_{dl} : 電気二重層容量

C_s : 土壌中の容量成分

(b)



R_{s1}, R_{s2} : 土壌中およびその他の抵抗成分

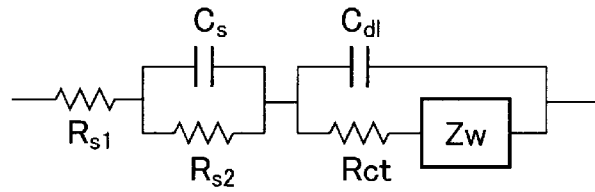
R_{ct} : 電荷移動抵抗

C_{dl} : 電気二重層容量

C_s : 土壌中の容量成分

[図7]

(a)



R_{s1}, R_{s2} : 土壌中およびその他の抵抗成分

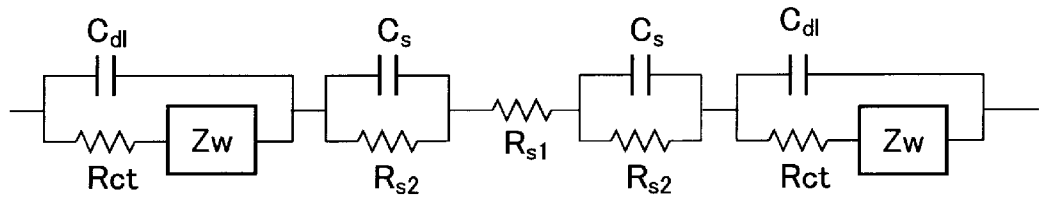
R_{ct} : 電荷移動抵抗

C_{dl} : 電気二重層容量

C_s : 土壌中の容量成分

Z_w : ワールブルグインピーダンス

(b)



R_{s1}, R_{s2} : 土壌中およびその他の抵抗成分

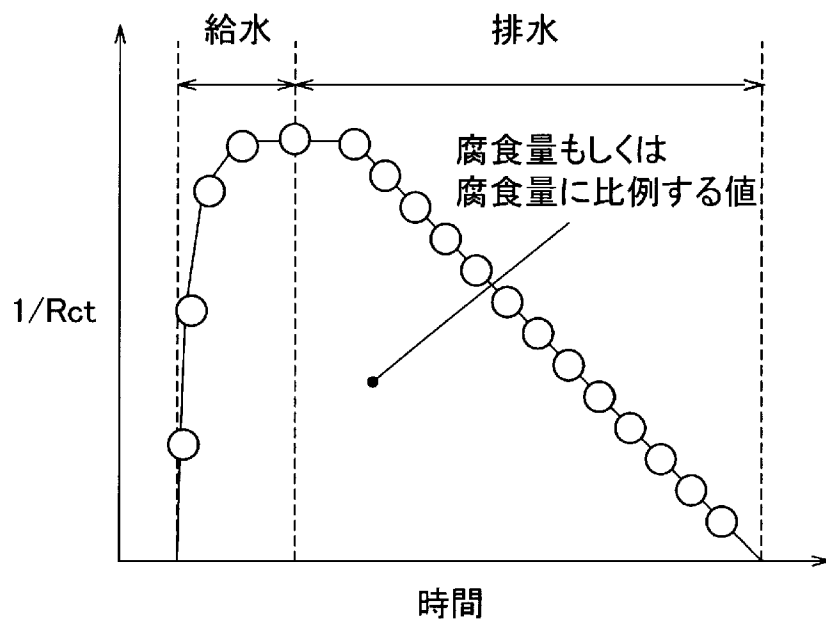
R_{ct} : 電荷移動抵抗

C_{dl} : 電気二重層容量

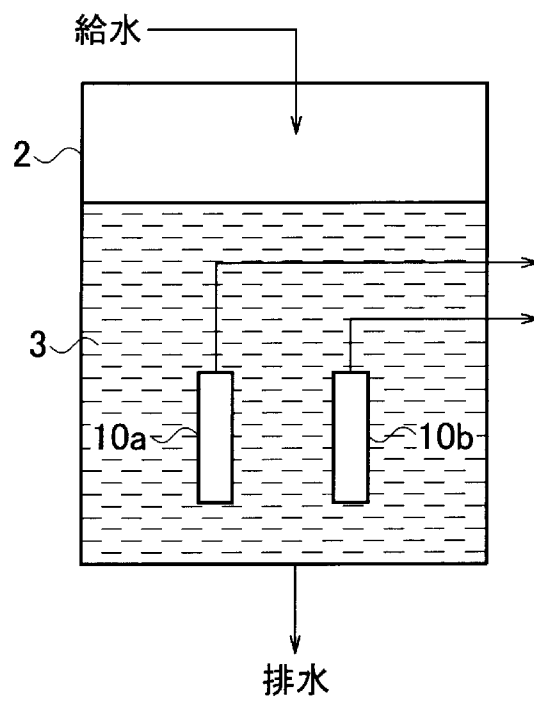
C_s : 土壌中の容量成分

Z_w : ワールブルグインピーダンス

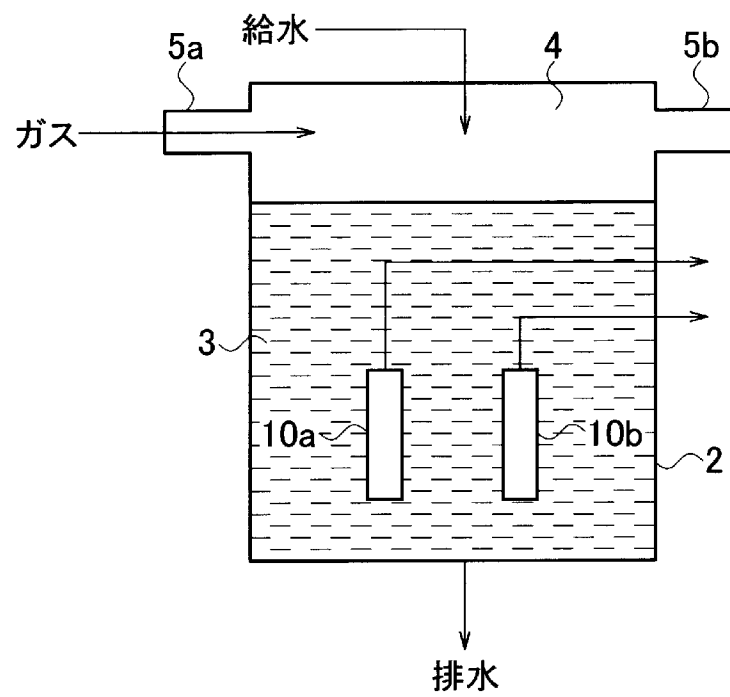
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N27/00 (2006.01) i, G01N17/00 (2006.01) i, G01N27/02 (2006.01) i, G01N27/26 (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)

Int.Cl. G01N17/00-17/04, G01N27/00-27/10, 27/14-27/26

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	JP 2018-91740 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 14 June 2018, paragraphs [0013]-[0055], fig. 1-6 (Family: none)	1, 4 2-3
Y	JP 2017-215300 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 07 December 2017, fig. 1, 2 (Family: none)	2-3



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
12.11.2019

Date of mailing of the international search report
26.11.2019

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/JP2019/036202

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 2002-296213 A (OSAKA GAS CO., LTD.) 09 October 2002, fig. 4 (Family: none)	2-3
Y	JP 2004-28818 A (TOSHIBA CORPORATION) 29 January 2004, fig. 1, 5, 7 (Family: none)	2-3
Y	JP 2016-61678 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 25 April 2016, paragraphs [0004], [0055]-[0057] (Family: none)	3
Y	JP 2015-99083 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 28 May 2015, paragraphs [0026]-[0037] (Family: none)	3
Y	JP 2011-75477 A (JFE STEEL CORPORATION) 14 April 2011, paragraph [0020] (Family: none)	3
A	JP 2018-31703 A (CENTRAL NIPPON EXPRESSWAY CO., LTD.) 01 March 2018 (Family: none)	1-4
A	JP 3210313 U (UEDA INDUSTRY CO., LTD.) 18 May 2017 (Family: none)	1-4
A	US 8111078 B1 (YANG et al.) 07 February 2012 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N27/00(2006.01)i, G01N17/00(2006.01)i, G01N27/02(2006.01)i, G01N27/26(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. G01N17/00-17/04, G01N27/00-27/10, 27/14-27/26

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2018-91740 A（日本電信電話株式会社） 2018.06.14, 段落[0013]-[0055], 図1-6 (ファミリーなし)	1, 4 2-3
Y	JP 2017-215300 A（日本電信電話株式会社） 2017.12.07, 図1-2 (ファミリーなし)	2-3

☒ 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

12.11.2019

国際調査報告の発送日

26.11.2019

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）

小澤 瞬

2W

6003

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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 2002-296213 A (大阪瓦斯株式会社) 2002. 10. 09, 図 4 (ファミリーなし)	2-3
Y	JP 2004-28818 A (株式会社東芝) 2004. 01. 29, 図 1, 5, 7 (ファミリーなし)	2-3
Y	JP 2016-61678 A (新日鐵住金株式会社) 2016. 04. 25, 段落[0004], [0055]-[0057] (ファミリーなし)	3
Y	JP 2015-99083 A (三菱重工業株式会社) 2015. 05. 28, 段落[0026]-[0037] (ファミリーなし)	3
Y	JP 2011-75477 A (J F E スチール株式会社) 2011. 04. 14, 段落[0020] (ファミリーなし)	3
A	JP 2018-31703 A (中日本高速道路株式会社) 2018. 03. 01, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 3210313 U (植田工業株式会社) 2017. 05. 18, (ファミリーなし)	1-4
A	US 8111078 B1 (YANG et al.) 2012. 02. 07, (ファミリーなし)	1-4