

(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
2024年1月4日(04.01.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/005096 A1

- (51) 国際特許分類:
C25B 15/00 (2006.01) C25B 9/77 (2021.01)
C25B 1/46 (2006.01) C25B 11/052 (2021.01)
C25B 9/00 (2021.01) C25B 11/081 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024033
- (22) 国際出願日: 2023年6月28日(28.06.2023)
- (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 2022-105341 2022年6月30日(30.06.2022) JP
- (71) 出願人: 旭化成株式会社 (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 和田 義史 (WADA, Yoshifumi); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP). 川井 智美 (KAWAI, Tomomi); 〒1000006 東京都

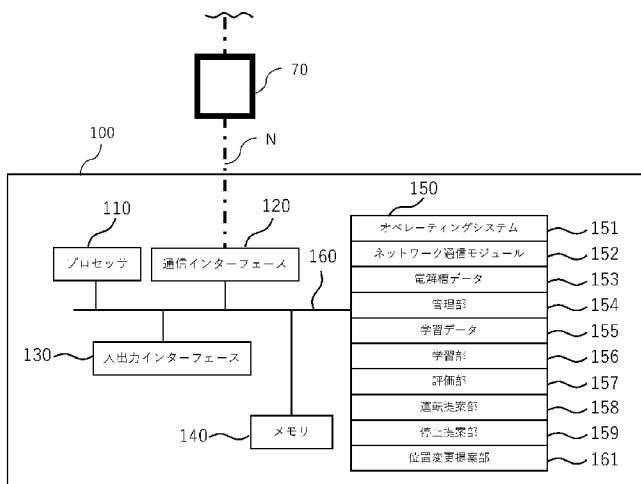
千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP). 船川 明恭 (FUNAKAWA, Akiyasu); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP). 角 佳典 (KADO, Yoshifumi); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 装置及び方法



- 110 Processor
120 Communication interface
130 Input/output interface
140 Memory
151 Operating system
152 Network communication module
153 Electrolyzer data
154 Management unit
155 Learning data
156 Learning unit
157 Evaluation unit
158 Operation suggestion unit
159 Stoppage suggestion unit
161 Relocation suggestion unit

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a device and a method for noninvasively evaluating the remaining amount of scarce metal included in electrodes of an electrolyzer. A device according to the present invention has a management unit that uses operating history information for an electrolyzer that comprises one or more electrolytic cells to record usage history information for electrodes of the electrolytic cells.

(57) 要約: 電解槽が有する電極に含まれる希少金属の残存量を非侵襲的に評価するための装置及び方法を提供することを目的とする。一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する管理部を有する、装置。

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、装置及び方法に関する。

背景技術

[0002] 電気分解（電解）には、イオン交換膜を備えた電解槽を用いたイオン交換膜法が主に利用され、エネルギー消費量の削減、すなわち電解電圧の低減が大きな課題である。例えば、特許文献1に示す電解槽を使用することにより、大幅に使用電力を抑制することが可能である。

[0003] また、近年、二酸化炭素等の温室効果ガスによる地球温暖化、化石燃料の埋蔵量の減少等の問題を解決するため、消費電力削減を目的とした技術開発が継続されている。

[0004] 例えば、電解用の電極に注目すると、陽極反応あるいは陰極反応を促進する電極コーティング組成の開発や、電極の形状などの検討が行われている。（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2021-172867号公報

特許文献2：特許第6670948号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、昨今、環境負荷の低減などのサステナビリティの観点から、設備の寿命を延ばし、より有効に利用するための検討がされている。電解槽の電極は老朽化すると性能が低下し、やがて寿命を迎えるが、電極の使用履歴に応じた適切な補修をすれば、電極の性能を回復し、より長く使用することが可能である。電極の使用履歴や補修履歴などを管理して、これを設備の長寿化に活かすことで、希少資源のさらなる利用を図り、持続可能性を向上す

ることはあまり検討されてこなかった。

[0007] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、電解槽の電極の使用履歴を管理することで、ひいては電極の寿命を適正に評価し、電極をより長く使用することに寄与する装置及び方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] すなわち、本発明は以下のとおりである。

〔１〕

一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する管理部を有する、装置。

〔２〕

前記電極の前記使用履歴情報が、電極の補修履歴を含む、

〔１〕に記載の装置。

〔３〕

前記管理部は、前記使用履歴情報として、前記電極の金属量評価値をさらに記録する、

〔１〕又は〔２〕に記載の装置。

〔４〕

前記金属量評価値が、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、及び白金からなる群より選ばれる貴金属のコーティング残量を含む、

〔３〕に記載の装置。

〔５〕

前記管理部は、前記電解セルが有する前記電極の、蛍光Ｘ線分析データ、誘導結合プラズマ発光分析データ、Ｘ線回折データ、又はＸ線光電子分光分析データを記録する、

〔１〕～〔４〕のいずれか一項に記載の装置。

〔６〕

前記電極の前記使用履歴情報に基づいて、前記電極の将来のパフォーマンスを評価する評価部を有する、

〔１〕～〔５〕のいずれか一項に記載の装置。

〔７〕

前記評価部は、前記金属量評価値及び不純物評価値の大小を評価し、評価結果に基づいて、パフォーマンスを最も延命できる、または一時的に最も向上できる補修内容を入力する、

〔６〕に記載の装置。

〔８〕

前記電解槽の運転条件を提案する運転提案部をさらに有し、

前記運転提案部は、前記使用履歴情報に基づいて、電流効率がより大きくなるようにするための前記運転条件を提案し、

前記運転条件は、電圧条件及び電解液の流量条件を含む、

〔１〕～〔７〕のいずれか一項に記載の装置。

〔９〕

前記電解槽の停止条件を提案する停止提案部をさらに有し、

前記停止提案部は、前記使用履歴情報に基づいて、電極の金属量が減少しにくい前記停止条件を提案し、

前記停止条件は、電流の減衰条件、及び／又は、電解液の流量の増加条件を含む、

〔１〕～〔８〕のいずれか一項に記載の装置。

〔１０〕

前記電解槽が複数の前記電解セルを備え、

前記使用履歴情報に基づいて、前記電極の金属量又は不純物量が相対的に高い前記電解セルと前記電極の金属量又は不純物量が相対的に低い前記電解セルの、前記電解槽における位置の変更を提案する位置変更提案部をさらに有する、

〔１〕～〔９〕のいずれか一項に記載の装置。

〔 1 1 〕

前記評価部は、前記電極の前記使用履歴情報と、行う予定の補修方法と、に基づいて、補修後の前記電極の将来のパフォーマンスを評価する、

〔 6 〕 に記載の装置。

〔 1 2 〕

装置が、

一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する処理を実行する、

方法。

〔 1 3 〕

装置に、

一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する処理を実行させる、

プログラム。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、電解槽の電極の使用履歴を管理することで、ひいては電極の寿命を適正に評価し、電極をより長く使用することに寄与する装置及び方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]本実施形態における電解セルの一例を示す断面模式図である。

[図1B]図 1 A の電解セルを 2 つ直列に接続する場合の説明図である。

[図2A]本実施形態における電解槽の一例を示す説明図である。

[図2B]本実施形態における電解槽を組み立てる工程の一例を示す説明図である。

[図3]本実施形態に係る装置の機能的な構成を示すブロック図の一例である。

[図4A]本実施形態に係る電解槽データの一例を示す概略図である。

[図4B]本実施形態に係る電解槽データの一例を示す概略図である。

[図5A]初期の複極式電解槽の電解セルごとの電極の残存金属量を示す概略図

である。

[図5B]中期の複極式電解槽の電解セルごとの電極の残存金属量を示す概略図である。

[図5C]後期の複極式電解槽の電解セルごとの電極の残存金属量を示す概略図である。

[図5D]逆電流吸収体などを有する複極式電解槽の電解セルごとの電極の残存金属量を示す概略図である。

[図5E]逆電流があった場合の複極式電解槽の電解セルごとの電極の残存金属量を示す概略図である。

[図6]本実施形態に係る学習用データの一例を示す概略図である。

[図7A]本実施形態の装置が出力する評価内容の一例を示す概略図である。

[図7B]本実施形態の装置が出力する評価内容の一例を示す概略図である。

[図7C]本実施形態の装置が出力する評価内容の一例を示す概略図である。

[図7D]本実施形態の装置が出力する評価内容の一例を示す概略図である。

[図8]本実施形態に係る装置が実行する処理の一例を示すシーケンス図である。

[図9A]本実施形態に係る装置の使用態様の一例を示す概略図である。

[図9B]本実施形態に係る装置の使用態様の一例を示す概略図である。

[図9C]本実施形態に係る装置の使用態様の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態（以下、「本実施形態」という。）について詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

[0012] 1. 電解セル

図1Aは、本実施形態の電解槽を構成する電解セルの一例を断面模式図として示したものである。電解セル90は、陽極室10と、陰極室20と、陽極室10及び陰極室20を隔離する隔壁29と、陽極室10に設置された陽極11と、陰極室20に設置された陰極21と、を備える。1つの電解セル

90に属する陽極11及び陰極21は互いに電氣的に接続されている。

[0013] また、図1Aに示す例では、陰極室20は、陰極室20内に設置された陰極21と、集電体23と、当該集電体を支持する支持体24と、弾性マット1とを更に有する。弾性マット1は、集電体23及び陰極21の間に設置されている。支持体24は、集電体23及び隔壁29の間に設置されている。集電体23は、弾性マット1を介して、陰極21と電氣的に接続されている。隔壁29は、支持体24を介して、集電体23と電氣的に接続されている。したがって、隔壁29、支持体24、集電体23、弾性マット1及び陰極21は電氣的に接続されている。陰極21及び逆電流吸収体は、直接接続されていてもよく、集電体、支持体、金属弾性体又は隔壁等を介して間接的に接続されていてもよい。陰極21の表面全体は還元反応のための触媒層で被覆されていることが好ましい。また、電氣的接続の形態は、隔壁29と支持体24、支持体24と集電体23、集電体23と弾性マット1がそれぞれ直接取り付けられ、弾性マット1上に陰極21が積層される形態であってもよい。これらの各構成部材を互いに直接取り付けの方法として、溶接や前述した折り込み等が挙げられる。

[0014] 集電体23と陰極21との間に弾性マット1が設置されることにより、直列に接続された複数の電解セル90の各陰極21がイオン交換膜2に押し付けられ、各陽極11と各陰極21との間の距離が短くなり、直列に接続された複数の電解セル90全体に掛かる電圧を下げるができる。電圧が下がることにより、消費電量を下げることができる。本実施形態の弾性マットによれば、上述したように適度な常圧面圧でイオン交換膜に圧力を印加することができるため、電流効率を維持しつつゼロギャップの構成をとることができる。さらに、イオン交換膜の損傷も好ましく防止することができる。

[0015] なお、弾性マットの上には直接陰極を重ねることもできるし、別の導電性部材を介して陰極を重ねる構成であってもよい。ゼロギャップに使用できる陰極としては、線径が細くメッシュ数の小さい陰極が柔軟性も高く好ましい。このような陰極を構成する線材としては特に限定されないが、線径0.1

～0.5mmで、目開きが20メッシュから80メッシュ程度の範囲のものをを使用することもできる。

[0016] 図1Bは、本実施形態の電解槽4内において隣接する2つの電解セル90の断面図である。図2Aは、電解槽30を示す。図2Bは、電解槽30を組み立てる工程を示す。

[0017] 図1Bに示すように、電解セル90、イオン交換膜2、電解セル90がこの順序で直列に並べられている。電解槽内において隣接する2つの電解セルのうち一方の電解セル90の陽極室と他方の電解セル90の陰極室との間にイオン交換膜2が配置されている。つまり、電解セル90の陽極室10と、これに隣接する電解セル90の陰極室20とは、イオン交換膜2で隔てられる。

[0018] 図2Aに示すように、電解槽30は、イオン交換膜2を介して直列に接続された複数の電解セル90から構成される。つまり、電解槽30は、直列に配置された複数の電解セル90と、隣接する電解セル90の間に配置されたイオン交換膜2と、を備える複極式電解槽である。図2Bに示すように、電解槽30は、イオン交換膜2を介して複数の電解セル90を直列に配置して、プレス器500により連結されることにより組み立てられる。

[0019] 電解槽30は、電源に接続される陽極端子700と陰極端子600とを有する。電解槽30内で直列に連結された複数の電解セル90のうち最も端に位置する電解セル90の陽極11は、陽極端子700に電氣的に接続される。電解槽30内で直列に連結された複数の電解セル2のうち陽極端子700の反対側の端に位置する電解セルの陰極21は、陰極端子600に電氣的に接続される。電解時の電流は、陽極端子700側から、各電解セル90の陽極及び陰極を経由して、陰極端子600へ向かって流れる。なお、連結した電解セル90の両端には、陽極室のみを有する電解セル（陽極ターミナルセル）と、陰極室のみを有する電解セル（陰極ターミナルセル）を配置してもよい。この場合、その一端に配置された陽極ターミナルセルに陽極端子700が接続され、他の端に配置された陰極ターミナルセルに陰極端子600が

接続される。

[0020] 塩水の電解を行なう場合、各陽極室 10 には塩水が供給され、陰極室 20 には純水又は低濃度の水酸化ナトリウム水溶液が供給される。各液体は、電解液供給管（図中省略）から、電解液供給ホース（図中省略）を経由して、各電解セル 90 に供給される。また、電解液及び電解による生成物は、電解液回収管（図中省略）より、回収される。電解において、塩水中のナトリウムイオンは、一方の電解セル 90 の陽極室 10 から、イオン交換膜 2 を通過して、隣の電解セル 90 の陰極室 20 へ移動する。よって、電解中の電流は、電解セル 90 が直列に連結された方向に沿って、流れることになる。つまり、電流は、イオン交換膜 2 を介して陽極室 10 から陰極室 20 に向かって流れる。塩水の電解に伴い、陽極 11 側で塩素ガスが生成し、陰極 21 側で水酸化ナトリウム（溶質）と水素ガスが生成する。

[0021] アルカリ水電解は、陽イオン交換膜を使うタイプと陰イオン交換膜を使うタイプの二つがある。陽イオン交換膜を使うタイプでは、アルカリ金属イオン（ K^+ や Na^+ ）が陽極室 10 から陰極室 20 へ移動する。一方、陰イオン交換膜を使用するタイプでは、水酸化物イオン（ OH^- ）が陰極室 20 から陽極室 10 へ移動する。

[0022] 2. 装置

電解セルが有する電極の貴金属コーティング残量は電解装置の運転とともに少しずつ減少する。その減少の程度は、運転時間や運転電圧などの運転条件、逆電流の発生などの運転トラブルなどによって影響を受ける。また、多数の電解槽が連なった複極式の電解槽を備える電解装置においては、その電解槽における電解セルの位置によって発生する逆電流の大きさなどが異なったりするため、電解槽における電解セルの位置によって、貴金属コーティング残量の減少の程度も異なる。

[0023] 本実施形態の装置は、一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する管理部を有する。なお、本実施形態においては、電解槽の履歴は「運転履歴」、電極の

履歴は「使用履歴」という。この「使用履歴」は電極が経たすべての履歴を指す意味で使用し、電解槽の過去の運転履歴に基づく情報が含まれるほか、補修履歴も含まれる意味で使用する。また、ある電解槽の電極を異なる電解槽の電極として再利用した場合の履歴も、使用履歴に含まれる。

[0024] これにより、電解槽の電極の使用履歴を管理することで、ひいては電極の寿命を適正に評価し、電極をより長く使用することを可能とすることができる。

[0025] 本実施形態では、例えば、図3に示すように、装置100は、電解装置10と有線又は無線のネットワークNを介して接続される装置であってもよいし、装置100と電解装置10が一つの装置として構成されていてもよい。また、装置100は、図3に示す機能部の少なくとも一部の処理を、ネットワークNで接続したサーバなどの他の装置により行う構成としてもよい。

[0026] 2. 1. 構成

図3を参照しつつ、装置100のハードウェア構成について説明する。装置100は、例えば、プロセッサ110、通信インターフェース120、入出力インターフェース130、メモリ140、ストレージ150、及びこれらの構成要素を相互接続するための1つ又は複数の通信バス160を含む。

[0027] プロセッサ110は、ストレージ150に記憶されるプログラムに含まれるコード、又は、命令によって実現する処理、機能、又は、方法を実行する。プロセッサ110は、限定でなく例として、1又は複数の中央処理装置（CPU）、MPU（Micro Processing Unit）、GPU（Graphics Processing Unit）、マイクロプロセッサ（microprocessor）、プロセッサコア（processor core）、マルチプロセッサ（multiprocessor）、ASIC（Application-Specific Integrated Circuit）、FPGA（Field Programmable Gate Array）等を含み、集積回路（IC（Integrated Circuit）チップ、LSI（Large Scale Integration））等に形成された論理回路（ハードウェア）や専用回路によって各実施形態に開示されるそれぞれの、処理、機能、又は、方法を実現してもよい。

[0028] 通信インターフェース 120 は、ネットワークを介して他の装置と各種データの送受信を行う。当該通信は、有線、無線のいずれで実行されてもよく、互いの通信が実行できるのであれば、どのような通信プロトコルを用いてもよい。例えば、通信インターフェース 120 は、ネットワークアダプタ等のハードウェア、各種の通信用ソフトウェア、又はこれらの組み合わせとして実装される。

[0029] ネットワークは、限定でなく例として、アドホック・ネットワーク (Ad Hoc Network)、イントラネット、エクストラネット、仮想プライベート・ネットワーク (Virtual Private Network: VPN)、ローカル・エリア・ネットワーク (Local Area Network: LAN)、ワイヤレス LAN (Wireless LAN: WLAN)、広域ネットワーク (Wide Area Network: WAN)、ワイヤレス WAN (Wireless WAN: WWAN)、大都市圏ネットワーク (Metropolitan Area Network: MAN)、インターネットの一部、公衆交換電話網 (Public Switched Telephone Network: PSTN) の一部、携帯電話網、ISDNs (Integrated Service Digital Networks)、無線 LANs、LTE (Long Term Evolution)、CDMA (Code Division Multiple Access)、ブルートゥース (Bluetooth (登録商標))、衛星通信等であってよく、これらが組み合わせられてもよい。ネットワークは、1 つまたは複数のネットワークを含むことができる。

[0030] 入出力インターフェース 130 は、装置 100 に対する各種操作を入力する入力装置、および、装置 100 で処理された処理結果を出力する出力装置を含む。例えば、入出力インターフェース 130 は、キーボード、マウス、及びタッチパネル等の情報入力装置、及びディスプレイ等の情報出力装置を含む。なお、装置 100 は、外付けの入出力インターフェース 130 を接続することで、所定の入力を受け付けてもよい。

[0031] 例えば、装置 100 は、外付けの入出力インターフェース 130 として、蛍光 X 線分析装置、誘導結合プラズマ発光分析装置、X 線回折装置、又は X 線光電子分光分析装置と、優先又は無線のネットワーク N で接続されていて

もよい。これにより、電極の貴金属コーティング残量の実測データを直接かつ簡便に測定することができ、また、測定したデータを装置１００が取得できる。

[0032] メモリ１４０は、ストレージ１５０からロードしたプログラムを一時的に記憶し、プロセッサ１１０に対して作業領域を提供する。メモリ１４０には、プロセッサ１１０がプログラムを実行している間に生成される各種データも一時的に格納される。メモリ１４０は、例えば、ＤＲＡＭ、ＳＲＡＭ、ＤＤＲ ＲＡＭ又は他のランダムアクセス固体記憶装置などの高速ランダムアクセスメモリであってよく、これらが組み合わせられてもよい。

[0033] ストレージ１５０は、プログラム、各機能部、及び各種データを記憶する。ストレージ１５０は、例えば、１つ又は複数の磁気ディスク記憶装置、光ディスク記憶装置、フラッシュメモリデバイス、又は他の不揮発性固体記憶装置などの不揮発性メモリ等であってよく、これらが組み合わせられてもよい。ストレージ１５０の他の例としては、プロセッサ１１０から遠隔に設置される１つ又は複数の記憶装置を挙げることができる。

[0034] 本発明の一実施形態において、ストレージ１５０はプログラム、機能部及びデータ構造、又はそれらのサブセットを格納する。装置１００は、ストレージ１５０に記憶されているプログラムに含まれる命令をプロセッサ１１０が実行することによって、図３に示すように、管理部１５４、学習部１５６、評価部１５７、運転提案部１５８、停止提案部１５９、及び位置変更提案部１６１として機能するように構成されている。

[0035] オペレーティングシステム１５１は、例えば、様々な基本的なシステムサービスを処理するとともにハードウェアを用いてタスクを実行するためのプロセスを含む。

[0036] ネットワーク通信部１５２は、例えば、装置１００を他のコンピュータに、通信インターフェース１２０、及びインターネット、他の広域ネットワーク、ローカル・エリア・ネットワーク、大都市圏ネットワークなどの１つ又は複数の通信ネットワークを介して接続するために使用される。

[0037] 2. 1. 1. 電解槽データ

電解槽データ 153 は、電解槽 30 に関する情報や、電解槽 30 の運転履歴情報が、電解槽ごとに、格納していてもよい。図 4 A 及び図 4 B を参照しつつ、ストレージ 150 に記憶される電解槽データ 153 について説明する。

[0038] 電解槽 30 に関する情報としては、特に限定されないが、例えば、電解槽 30 の有する電解セル 31 の数や電解装置 10 の装置構成などが挙げられる。

[0039] 電極の使用履歴情報としては、特に限定されないが、例えば、運転前の電極が有する金属種やそれら金属の担持量についての初期データ、運転途中で電極が有する金属種やそれら金属の担持量について測定した実測データ、修理歴、電解槽の運転履歴情報に基づく情報、及び評価値などが挙げられる。

[0040] 初期データは、例えば、電極メーカから取得した情報であってもよい。また、実測データは、蛍光 X 線分析装置などの入出力インターフェース 130 から取得したデータであってもよく、電解セルが有する電極の蛍光 X 線分析データ、誘導結合プラズマ発光分析データ、X 線回折データ、又は X 線光電子分光分析データを含んでいてもよい。

[0041] なお、これら分析データから貴金属を定量する方法については、従来公知の方法であれば特に限定されないが、例えば、蛍光 X 線分析データから検量線等を用いることで、電極の触媒層における各貴金属のコーティング残量を算出する方法、電極の基材に使用される金属と触媒層に含まれる各貴金属の強度比から電極の触媒層における各貴金属のコーティング残量を算出する方法などが挙げられる。

[0042] なお、電解槽 30 が複極式である場合には、初期データや実測データは、電解セル 31 毎に記憶されていてもよい。ここで、初期データや実測データには、電解槽 30 に含まれる全ての電解セル 31-1 ~ 31-N に関する初期データや実測データが含まれる必要はなく、一部の電解セル 31-N に関する情報が初期データや実測データを含むようにしてもよい。一例として、

図4 Aの実測データにおいては、31-1～31-100のすべての電解セルについての実測データは測定されておらず、31-1セル、31-50セル、及び31-100セルの実測データが測定され記憶される例を示す。

[0043] また、電解槽30が複極式である場合には、各電解セルの電解槽30中の位置に関する情報が含まれていてもよい。各電解セルの電解槽30中の位置に関する情報としては、特に限定されないが、例えば、端から1個目、2個目・・・などの端からカウントした電解セルの位置などであってもよい。一例として、図4 Aにおいて、実測データで、31-1セル、31-50セル、及び31-100セルと記載されることで、電解槽30中の各電解セルの位置が記憶されるようにしてもよい。これにより、電解槽30中の位置に応じた電解セル31-Nの状態を具体的に記憶することができる。

[0044] その他、修理歴としては、電解セルの交換や修理の時期、内容などが、電解セルごとに記憶されるようにしてもよい。

[0045] 電極の使用履歴情報に含まれる電解槽の運転履歴情報に基づく情報としては、電解槽の総運転時間、総通電量、その他、後述する電解槽の運転履歴情報に記載の情報が含まれていてもよい。

[0046] 評価値としては、例えば、電極の触媒層が有する金属量などの触媒能力を評価する金属量評価値や、電極に付着した不純物量など触媒能力の発揮が阻害されている程度を示す不純物評価値などが含まれていてもよい。金属量評価値は貴金属コーティング残量ともいう。これら評価値は、初期データ、実測データ、修理歴、及び電解槽の運転履歴情報の少なくとも1つ以上に基づいて、管理部154が算出して、電極の使用履歴情報の一つとして記録することができる。

[0047] このような評価値を用いることにより、電極の状態を具体的に把握することができる。例えば、金属量評価値によれば、電極は金属量の減少により触媒能力が低下しているのか否かを評価することができるし、不純物評価値によれば、電極は不純物の付着などによりその能力が低下しているのか否かを評価することができる。

[0048] 例えば、ある電極の金属量評価値が高く不純物評価値が低いような場合には、その電極は金属量は維持されているが不純物が付着しているために十分な性能が発揮されない状態であると評価できる。このような評価をすることで、電極に対して、金属量を増加させるような処置をして寿命を延ばすべきか否か、それとも不純物を除去する処置をして寿命を延ばすべきか否かという点の判断をより適切に下すことができる。

[0049] さらに、ある電極の金属量評価値が低い場合でも、その程度として、金属量の減少の度合いが簡易な処置で回復可能な程度の範囲であるのか、それとも根本的な処置をして回復可能な程度の範囲であるのか、という程度も評価することができる。このような評価をすることで、電極に対して、金属量を増加させるような処置をして寿命を延ばすとしたときに、複数種類ある処置のなかからいずれを選択するのが適切であるかという点の判断をより適切に下すことができる。

[0050] なお、上記判断は、後述する評価部 157 が下してもよい。

[0051] 電解槽データ 153 に含まれる電解槽の運転履歴情報としては、特に限定されないが、例えば、電解槽の総運転時間、総通電量、電流密度、運転電圧、電流効率、運転温度、電解液、陽極室及び陰極室に供給される電解液の流量、逆電流に関する情報、停止回数等、またその他、電解装置 10 の運転において制御又は観測すべき条件として公知のものが挙げられる。なお、ガス純度とは、陰極又は陽極で生成して得られたガスの純度を言う。

[0052] 電解槽 30 の運転履歴情報は、経時的に記録されてもよい。図 4 B に示すように、電流密度、運転電圧、運転温度、及びそのほか経時的に変動し得る条件については、経時的な情報として記憶することができる。電極の貴金属のコーティング残量は、電解装置 10 の運転が正常に行われている場合でも、少しずつ減少していくことが分かってきた。そのため、このように経時的な情報として運転履歴情報を記録することで、電極の金属量評価値をより具体的に推定してもよい。

[0053] また、電極には、用いる電解液の不純物量や総運転時間など、その運転条

件に応じて不純物が徐々に付着する場合があることが分かってきた。そのため、運転履歴情報を記録することで、電極の不純物評価値をより具体的に推定してもよい。

[0054] さらに、図4Bに示すように、このような経時的な運転履歴のデータには、停止期間や、逆電流に関する形跡が含まれていてもよい。ここで、逆電流について説明する。電解セル31は、電解停止時に電解液供給配管によって形成される漏洩電流回路を介して自己放電反応を生じ得る。自己放電反応は、通電面に流れる電流の向きが、電解時と逆向きであるため、逆電流と呼ばれる。電解セル31の電極は、逆電流が生じる過程で酸化還元されることで、基材表面にある触媒層が脱落するなどして、貴金属のコーティング残量が極端に影響を受ける場合がある。そのため、このような逆電流に関する情報を運転履歴情報として記録することで、電極の貴金属のコーティング残量の減少挙動をより具体的に推定してもよい。特に、このような逆電流による貴金属のコーティング残量の減少の影響は陰極35のほうが大きい傾向にある。

[0055] また、上記に加えて又は代えて、電流密度が極端に低下した場合にも逆電流が生じる場合がある。具体的には、正電解の電流と逆電流を比較して、逆電流の方が大きい場合には、逆電流が生じる場合があり得る。経時的な運転履歴のデータには、このような逆電流に関する形跡が含まれていてもよい。

[0056] また、電解槽30の運転履歴情報における電解液に関する情報としては、その電解液の組成のほか、不純物の種類やその量に関する情報が含まれていてもよい。電解液に不純物が含まれる場合には、電極に不純物が付着することがある。電極に付着した不純物は、電解装置10の運転にも影響を与え、電極の貴金属のコーティング残量にも影響する。そのため、このように電解液に関する情報を運転履歴情報として記録することで、電極の貴金属のコーティング残量の減少挙動をより具体的に推定してもよい。特に、このような不純物による貴金属のコーティング残量の減少の影響は陽極33のほうが大きい傾向にある。

[0057] 2. 1. 2. 管理部

管理部 1 5 4 は、電解槽の運転履歴情報に基づいて、電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する。より具体的には、管理部 1 5 4 は、電解装置 1 0 の制御部 7 0 から、電解槽の運転履歴情報を取得すること、取得した運転履歴情報を電解槽データに記録すること、記録した運転履歴情報に基づいて、電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録すること、を実行してもよい。なお、装置 1 0 0 の管理部 1 5 4 が電解槽の運転履歴情報を取得する先は、電解装置 1 0 の制御部 7 0 に限られない。

[0058] 管理部 1 5 4 は、使用履歴情報として、電極の金属量評価値や、電極の不純物評価値をさらに記録してもよい。金属量評価値は、電極の触媒層が有する金属量などの触媒能力を示す値であれば特に制限されず、貴金属のコーティング残量であってもよい。不純物評価値は、電極に付着した不純物量など触媒能力の発揮が阻害されている程度を示す値であれば特に制限されず、不純物の付着量であってもよい。

[0059] なお、管理部 1 5 4 は、貴金属のコーティング残量の実測データなどを金属量評価値として記録してもよいし、初期データ、実測データ、修理歴、及び電解槽の運転履歴情報の少なくとも 1 つ以上に基づいて、金属量評価値を算出し、記録してもよい。以下、金属量の減少傾向について説明した後、金属量評価値を算出する場合の態様の一例について説明する。

[0060] 2. 1. 2. 1. 減少傾向

管理部 1 5 4 が実行する予測処理について説明する前に、貴金属コーティング残量の減少傾向について、図 5 A～図 5 E を参照して説明する。

[0061] 図 5 A～図 5 E は、複極式の電解槽の電解セルごとの電極の残存金属量を表したものであり、縦軸が金属残存量を示し、横軸が複極式の電解槽における電極の位置を示す。図 5 A は、運転前の未使用の電極の残存金属量を 1 0 0 % として示すグラフであり、図 5 B は、電解装置 1 0 を所定時間運転したあとの電極の残存金属量を示すグラフであり、図 5 C は、さらに、図 5 B で示す状態からさらに電解装置 1 0 を運転したあとの電極の残存金属量を示す

グラフである。

[0062] 図5 A～図5 Cに示すように、いずれの電解セルにおいても、貴金属コーティング残量は電解装置10の運転とともに徐々に減少する傾向にある。そのため、どの程度の時間を、どの程度の条件（電圧、電流等）で運転をしたかという運転履歴情報によって、電極の貴金属コーティング残量を推定することが可能である。

[0063] また、図5 A～図5 Cに示すように、複極式電解槽の場合には、電解セルの位置によって貴金属コーティング残量の減少の程度が異なってくることが分かってきた。より具体的には、複極式電解槽の中央に位置する電解セルほど、貴金属コーティング残量がより少なくなる傾向があることが分かってきた。これは、電解装置10の運転と停止を繰り返した際に、中央に位置する電解セルにおいてより逆電流が生じやすいことに起因する。

[0064] そのため、どの程度の時間を、どの程度の条件（電圧、電流等）で運転をしたかという運転履歴情報に加えて、セルの位置に応じて貴金属コーティング残量の減少度に重みをつけて評価をしてもよい。より具体的には、複極式電解槽の中央に位置する電解セルほど貴金属コーティング残量の減少度が大きくなるように調整して、貴金属コーティング残量を評価してもよい。これにより、複極式電解槽のように多数の電解セルを有する場合でも、それら電解セルの電極の貴金属コーティング残量をまとめて推定することが可能となる。

[0065] なお、電解セルが逆電流の吸収体を有したり、電極が逆電流の吸収層を有する場合には、複極式電解槽の中央に位置する電解セルと、端部に位置する電解セルの貴金属コーティング残量がより緩和されることもある（図5 D）。

[0066] さらに、図5 Eに示すように、逆電流が顕著に生じた場合には、逆電流が生じた電解セルの貴金属コーティング残量が著しく減少する傾向にある。そのため、運転履歴情報の一つとして逆電流を考慮することにより、電解セルの貴金属コーティング残量を評価することができる。

[0067] また、上記のように修理歴として、電解セルの電極に触媒層を再塗装したり、電極や電解セル自体を交換したりした場合には、その電解セルについては修理や交換がなされた時点を100%として、その時点からの貴金属コーティング残量の減少度を算出してもよい。これにより、修理歴を有する電解セルについても、貴金属コーティング残量を個別に評価することができる。

[0068] なお、図5A～図5Eにおいては、貴金属コーティング残量の減少の程度が分かりやすいように、その減少の程度を顕著に示しているが、本実施形態における貴金属コーティング残量の減少はこれに限定されるものではない。

[0069] 2. 1. 2. 2. 金属量評価値の算出

管理部154が実行する金属量評価値の算出処理は、特に限定されないが、例えば、運転履歴情報に含まれる値を変数として、電極の金属量評価値を算出する式を用いる方法が挙げられる。金属量評価値を算出する式としては、より具体的には、総運転時間や総通電量などの運転した総量を示す値や、運転電圧、運転温度、電流密度、電解液の種類などの定常運転時の条件を示す値を変数としたものが挙げられる。

[0070] そのような式は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た複極式電解槽の各電解セルが有する電極の金属量評価値に関する情報と、を含む学習用データに基づく機械学習処理によって生成した学習済みモデルとして得てもよい。言い換えると、管理部154は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た複極式電解槽の各電解セルが有する電極の金属量評価値に関する情報と、を含む学習用データに基づく機械学習処理によって生成した学習済みモデルを用いて、金属量評価値の予測を行ってもよい。なお、学習用データおよび学習済みモデルの生成については後述する。

[0071] また、図5A～図5Eに示すように、複極式電解槽の場合には運転条件が同一でも電解セルの位置に応じて金属量評価値の減少度が異なり得る。そこで、管理部154は、電解槽の運転履歴情報と、一部の電解セルが有する電極の金属量評価値を実測したデータと、に基づいて、他の電解セルが有する電極の金属量評価値を予測してもよい。

[0072] より具体的には、図5Bの破線の四角で囲うような複極式電解槽の任意の位置の電解セルにおいて実測データを得ておくことで、端部から中央部にかけて金属量評価値がどのような減少カーブを示すかを推定し、推定した現象カーブに基づいて、セルの位置に応じた金属量評価値の減少度の重みを調整してもよい。ここで、現象カーブとは、図5Bや図5Cに示すように、端部に近いほど金属量評価値が多く、中央部に近いほど金属量評価値が少なくなる傾向を示すカーブのことをいう。

[0073] なお、図5Bでは、実測データを取得する電解セルとして、複極式電解槽の端部と中央部に位置する電解セルを破線の四角で囲っており、管理部154が考慮する実測データが、電解槽の端部と中央部に位置する電解セルが有する電極の金属量評価値の実測データを含むことを示している。

[0074] これにより、複極式電解槽のように多数の電解セルを有する場合でも、それら電解セルの電極の金属量評価値を、より精度よく、まとめて推定することが可能となる。特に、一部の電解セルの実測データを参照することにより、実測データを有しない他の電解セルが有する電極の金属量評価値の予測精度を向上することができる。

[0075] しかしながら、これに限らず少なくとも任意の2か所の電解セルの実測データがあれば、減少カーブを推定することができる。より具体的には、あらかじめ減少カーブが得られることが分かっているならば、任意の2か所の電解セルの実測データがあれば、その2か所の位置の電解セルが実測した金属量評価値を満たすような減少カーブをフィッティングすることができる。また、図5Bでは複数の電解セルをまとめて破線の四角で囲っているが、これに限らず少なくとも1つ電解セルの実測データが2か所あれば、減少カーブをフィッティングすることができる。

[0076] なお、実測データは、電解セルが有する電極の蛍光X線分析データ、誘導結合プラズマ発光分析データ、X線回折データ、又はX線光電子分光分析データを含んでもよい。なお、実測データは、蛍光X線分析装置などの入出力インターフェース130から取得したデータであってもよく、電解セルが有

する電極の蛍光X線分析データ、誘導結合プラズマ発光分析データ、X線回折データ、又はX線光電子分光分析データを含んでいてもよい。

[0077] 管理部154は、逆電流に関する情報を含む運転履歴情報に基づいて、陰極の金属量評価値を予測してもよい。これにより、図5Eに示すような逆電流が生じることによる陰極における金属量評価値の低下を考慮して、金属量評価値を予測することが可能となる。

[0078] 管理部154は、電解液の不純物に関する情報を含む運転履歴情報に基づいて、陽極の金属量評価値を予測してもよい。電解液に不純物が含まれる場合には、電極に不純物が付着することがある。電極に付着した不純物は、電解装置10の運転にも影響を与え、電極の貴金属のコーティング残量にも影響する。特に、このような逆電流による貴金属のコーティング残量の減少の影響は陽極33のほうが大きい傾向にある。そのため、このように電解液に関する情報を運転履歴情報として記録することで、電極の金属量評価値を予測することが可能となる。

[0079] さらに、管理部154は、陽極と陰極それぞれについて、金属量評価値を予測してもよい。上記のように、陽極と陰極では、金属量評価値の減少傾向が一致しない場合もあるが、陽極と陰極それぞれについて、金属量評価値を予測することで、より適切に貴金属量を推定することができる。

[0080] また、管理部154が予測する金属量評価値が、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、及び白金からなる群より選ばれる貴金属のコーティング残量を含んでもよい。これら金属は電極の触媒層において主たる活性種として機能するものであるため、このような希少金属の残存量を非侵襲的に評価することは有用である。

[0081] 2. 1. 2. 3. 不純物評価値の算出

管理部154が実行する不純物評価値の算出処理は、特に限定されないが、例えば、運転履歴情報に含まれる値を変数として、電極の不純物評価値を算出する式を用いる方法が挙げられる。不純物評価値を算出する式としては、より具体的には、総運転時間や総通電量などの運転した総量を示す値や、

電解液の種類やそれに含まれる不純物の種類や量など運転時に不純物の要因となる値を変数としたものが挙げられる。また、不純物評価値には、不純物による電極の表面被覆率や、不純物の付着厚みと言った指標が含まれてもよい。

[0082] そのような式は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た複極式電解槽の各電解セルが有する電極の不純物評価値に関する情報と、を含む学習用データに基づく機械学習処理によって生成した学習済みモデルとして得てもよい。言い換えると、管理部 154 は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た複極式電解槽の各電解セルが有する電極の不純物評価値に関する情報と、を含む学習用データに基づく機械学習処理によって生成した学習済みモデルを用いて、不純物評価値の予測を行ってもよい。なお、学習用データおよび学習済みモデルの生成については後述する。

[0083] 2. 1. 3. 評価部

評価部 157 は、電極の使用履歴情報に基づいて、電極の将来のパフォーマンスを評価してもよい。また、評価部 157 は、電極の使用履歴情報と、行う予定の補修方法と、に基づいて、補修後の電極の将来のパフォーマンスを評価してもよい。

[0084] 図 7A～図 7D に、評価部 157 が出力する評価内容の一例を表す模式図を示す。図 7A～図 7D では、使用開始からの電極のパフォーマンスを実線で示し、評価部 157 が評価する電極の将来のパフォーマンスを破線で示す。図 7A～図 7D における実線は、使用開始から時間がたつにつれて電極のパフォーマンスが徐々に低下していること、及び、途中で所定の補修を受けることで電極のパフォーマンスの低下速度が鈍化していることを示している。ここで、電極のパフォーマンスとは、電解反応の効率であってもよいし、金属量評価値又は不純物評価値に関連する値であってもよい。

[0085] 図 7A～図 7D における破線は、評価部 157 が評価した電極の将来のパフォーマンスとして、補修をしない場合、補修 A をした場合、補修 B をした場合を示すものである。

[0086] 図 7 A における破線で示すように、補修をするかしないかという点で、電極の将来のパフォーマンスに相違が生じ得る。また、その補修内容によっても、電極の将来のパフォーマンスに相違が生じ得る。また、図 7 B における破線で示すように、使用履歴情報によっては、図 7 A で効果に差のあった補修 A と補修 B の効果の差がなくなる評価結果も想定される。さらに、図 7 C における破線で示すように、使用履歴情報によっては、図 7 A で効果に差のあった補修 B の効果が補修をしない場合との差がなくなる評価結果も想定される。なお、補修の効果は、図 7 A ～図 7 C に示すような電極のパフォーマンスの延命に限られず、図 7 D に示すように、一時的にパフォーマンスを向上する効果を有していてもよい。

[0087] 図 7 A ～図 7 D で示すように、電極の使用履歴情報によっては、補修 A と補修 B で将来のパフォーマンスに与える影響が相違したり、補修をしない場合と補修をした場合で効果の差が減少したりするなどの状態が生じ得る。例えば、ある電極の金属量評価値が高く不純物評価値が低いような場合には、その電極は金属量は維持されているが不純物が付着しているために十分な性能が発揮されない状態であると評価できる。すれば、不純物を除去するような補修 A は一定の効果があるとしても、金属量を増加させるような補修 A の効果薄いなどの状況を把握し、より適切な補修内容を選択できる。あるいは、金属量の減少の度合いが簡易な処置（補修 B）で回復可能な程度の範囲であるのか、それとも根本的な処置（補修 A）をして回復可能な程度の範囲であるのか、という点を評価することもできる。

[0088] 評価部 157 は、金属量評価値及び不純物評価値の一方に基づいて、金属量評価値及び不純物評価値の大小を評価し、その評価結果に基づいて、パフォーマンスを最も延命できる、または一時的に最も向上できる補修内容を出し、ディスプレイ等に表示することができる。また、同様に各補修内容に基づいた前記電極の将来のパフォーマンスに関する情報も提示し、ディスプレイ等に表示することができる。

[0089] ここで、金属量評価値及び不純物評価値の大小の評価とは、金属量と不純

物量とを対比してその大小を評価することを言う。例えば、金属量評価値が大きく不純物評価値が小さい場合には、評価部 157 は、不純物量を低減させる補修内容を特定して、出力してもよい。また、金属量評価値が小さく、不純物評価値が小さい場合には、評価部 157 は、金属量を増加させる補修内容を特定して、出力してもよい。

[0090] また、評価部 157 は、不純物評価値に基づいて、パフォーマンスを最も延命できる、または一時的に最も向上できる補修内容を出力し、ディスプレイ等に表示してもよい。また、同様に各補修内容に基づいた前記電極の将来のパフォーマンスに関する情報も提示し、ディスプレイ等に表示することができる。

[0091] このような補修をした後の将来パフォーマンス（予後）を評価することで、電極の寿命や選択すべき補修内容を適正に評価することが可能となり、ひいては電極をより長く使用することに寄与する。

[0092] 2. 1. 4. モデル

学習部 156 は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た電解槽の各電解セルが有する電極の金属量評価値又は不純物評価値に関する情報と、を含む学習用データ 155 に基づいて、機械学習処理を行い、学習済みモデルを得てもよい。このようにして得られる学習済みモデルは、管理部 154 が使用するモデルとなり、運転履歴に関する情報を入力とし、該運転履歴を経た電解槽の各電解セルが有する電極の金属量評価値又は不純物評価値に関する情報を出力とするものであってもよい。

[0093] 学習用データ 155 は、例えば、電解槽 30 に関する情報、電解槽 30 の運転履歴情報、電解槽 30 の金属量評価値又は不純物評価値に関する情報が、電解槽ごとに、格納していてもよい。図 6 を参照しつつ、ストレージ 150 に記憶される学習用データ 155 について説明する。

[0094] 学習用データ 155 が記憶する、電解槽 30 に関する情報及び電解槽 30 の運転履歴情報は、電解槽データ 153 で記載したものと同様とすることができる。

[0095] また、電解槽 30 の金属量評価値又は不純物評価値に関する情報としては、電解槽 30 の実際の金属量評価値又は不純物評価値に関する情報を記憶することができる。より具体的には、図 6 のように、電解セルごとの金属量評価値又は不純物評価値の実測データをまとめた情報が挙げられる。

[0096] 学習部 156 は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た電解槽の各電解セルが有する電極の貴金属コーティング残量に関する情報とを学習用データとし、貴金属コーティング残量に関する情報とを正解ラベルとして機械学習を行ってモデルを構築してもよい。

[0097] その他、学習部 156 は、機械学習モデル以外のモデルを構成してもよい。そのようなモデルとしては、例えば、総運転時間や総通電量などの運転した総量を示す値や、運転電圧、運転温度、電流密度、電解液の種類などの定常運転時の条件を示す値を変数として有するものが挙げられる。このような変数の係数は、学習用データ 155 に基づいて定めてもよい。

[0098] また、学習部 156 は、電極の使用履歴情報と、電極のパフォーマンスに関する情報と、を含む学習用データ 155 に基づいて、機械学習処理を行い、学習済みモデルを得てもよい。このようにして得られる学習済みモデルは、評価部 157 が使用するモデルとなり、運転履歴に関する情報を入力とし、該運転履歴を経た電解槽の各電解セルが有する電極の将来のパフォーマンスに関する情報を出力とするものであってもよい。この際、学習用データ 155 における電極の使用履歴情報が修理歴を含むものである場合には、電極の使用履歴情報と、補修方法と、に基づいて、補修後の電極の将来のパフォーマンスに関する情報を出力とする学習済みモデルを得ることもできる。

[0099] 2. 1. 5. 運転提案部

運転提案部 158 は、電解槽 30 の運転条件を提案してもよい。具体的には、運転提案部 158 は、使用履歴情報に基づいて、電流効率がより大きくなるようにするための運転条件を提案することができる。

[0100] 電解槽 30 内では、電解液におけるイオンの移動と、電極面上での電子の授受と、それに伴う物質の生成が起こる。しかし、この電解反応に関与する

物質は目的とする物質に限らない。そこで、目的とする物質に関する電流効率がより大きくすることが望まれる。電解槽 30 における「電流効率」とは、電解槽において、ある電気量により生成する物質の理論上の最大量に対する、実際に生成した物質の量の比率を言う。

[0101] 本実施形態においては、目的とする物質とは、例えば、塩水電解であれば塩素ガスと水素ガスであり、アルカリ水電解であれば、酸素ガスと水素ガスである。電流効率が高いということは、使用した電気量の多くが水素ガス等の目的とする物質の生成に使用されることを意味する。

[0102] 電解槽 30 の運転条件は、希望する電解反応ができる限り高い電流効率で行われるようにすることが望ましい。そのためには、種々の条件設定を整えることが望ましいが、その一つの観点として、運転提案部 158 は、使用履歴情報に基づいて、電圧条件及び電解液の流量条件を含む運転条件を提案してもよい。なお、運転条件は、これに限定されず、電解液の濃度や温度条件など他の条件を含んでもよい。

[0103] 使用履歴情報は金属量評価値を含んでもよい。この時、使用履歴情報は電極における活性種の量を反映する情報となる。また、電圧条件は電極間に流れる電流量を制御する値である。さらに、電解液の流量条件は電極と電子授受をするイオンの存在量や電解液と電極の接触効率を制御する値である。電極における活性種の量が異なれば、他の運転条件の適正值は変わり得る。すなわち、運転提案部 158 は、金属量評価値に基づいて、電解液におけるイオンの移動と電極面上での電子の授受とが、より適切に進行し、電流効率が高くなるような電圧条件及び電解液の流量条件を少なくとも運転条件として提案することができる。

[0104] これにより、一定の運転条件で電解槽 30 を運転することに代えて、金属量評価値の変動に応じて電流効率が高くなる運転条件で電解槽 30 を運転することができる。その結果、運転提案部 158 が提案する運転条件を、電解槽 30 の制御部 70 が採用することにより、長期的な観点において電解槽 30 の電流効率を高く維持でき、収率をより高くすることができる。

[0105] また、運転提案部 158 が達成する電解槽 30 の電流効率の維持は、電解槽 30 の長寿命化にも関係する。図 1 に示すように電解槽 30 は巨大な装置であるため、様々な個所で様々なタイミングで、少しずつ補修要因が蓄積する。本実施形態において「補修要因」とは直ちに補修する必要性はないものの隔壁の劣化や金属量評価値の低下等、性能低下につながるような要因を言う。補修要因が一定程度蓄積した際には電解槽 30 の運転を停止し、補修を行い運転を再開するということが行われる。しかし、電解槽 30 は巨大な装置であり、補修のための停止作業と運転再開作業に時間を要するため、電解槽 30 の運転効率を最大化するためには停止回数は少ないほうがよく、また、上記逆電流による金属量評価値への影響の点からも停止回数は少ないほうがよい。

[0106] つまり、補修のために運転を停止する場合には、一回の運転停止でより多くの補修を実行できるようにすることが望ましい。言い換えれば、できる限り補修要因の蓄積を待てるように、電解槽 30 を長寿命化して運転することが好ましい。もっとも、補修要因の蓄積を待つといっても、安全性が担保されることは前提である。そして、このような背景においては、運転提案部 158 が達成する電解槽 30 の電流効率の維持は、補修要因の蓄積を待てるように、電解槽 30 を長寿命化して運転することに寄与する。

[0107] 2. 1. 6. 停止提案部

停止提案部 159 は、電解槽 30 の停止条件を提案してもよい。具体的には、停止提案部 159 は、使用履歴情報に基づいて、該電極の金属量が減少しにくい停止条件を提案することができる。

[0108] 既に述べたように、電解セル 31 の電極は、逆電流が生じる過程で酸化還元されることで、基材表面にある触媒層が脱落するなどして、電極の金属量が極端に影響を受ける場合がある。逆電流は、電解停止時に電解液供給配管によって形成される漏洩電流回路を介して自己放電反応によるものである。

[0109] したがって、電解槽 30 の停止条件としては、逆電流を小さくし、電極の金属量の減少を抑制することが望ましい。そのためには、一つの観点として

、停止提案部 159 は、電解槽 30 にかかる電圧を突然 0 V にするのではなく、電圧を徐々に低下させて電解槽 30 に流れる電流を徐々に減衰させてから、電解槽 30 にかかる電圧を 0 V とする電流の減衰条件を停止条件として提案してもよい。これにより、高電圧から電圧を突然 0 V にすることに比べて、電圧を徐々に低下してから 0 V とするほうが、自己放電反応による逆電流を小さくすることができる。

[0110] また、逆電流が生じる場合には、電解反応とは逆に生成した塩素ガスなどが分解される反応が生じ得る。したがって、逆電流を抑制する他の観点として、停止提案部 159 は、逆電流の反応に関与する塩素ガスなどの生成ガスを陽極室 10 と陰極室 20 から早く追い出すために、陽極室 10 と陰極室 20 に供給する電解液の流量の増加条件を停止条件として提案してもよい。陽極室 10 と陰極室 20 に供給する電解液の流量が多いほど、電極で生じた生成ガスがより下流へと流される。これにより、陽極室 10 と陰極室 20 において電解液に生成ガスがより多く混在した状態で電圧を 0 V にした場合と比べて、逆電流を抑制することができる。

[0111] さらに、停止提案部 159 は、金属量評価値等の使用履歴情報に基づいて、上記電流の減衰条件や上記電解液の流量の増加条件を提案できる。具体的には、中央部分において逆電流がより生じやすく、電極の金属量が少ないという点を考慮して、停止提案部 159 は、電極の金属量が少ない部分に合わせて電流の減衰条件を設定してもよい。また、同様に、中央部分において逆電流がより生じやすいという点を考慮して、停止提案部 159 は、電極の金属量が少ない部分に合わせて電解液の流量をより多くするように、上記増加条件を設定してもよい。

[0112] なお、上記では例示として中央部分に逆電流が生じやすいという典型例に基づいて説明した。しかしながら、逆電流は必ずしも中央部分において生じやすい必要はなく、逆電流が生じやすい部分は電解槽 30 の仕様によって異なってもよい。停止提案部 159 は、電極の金属量の分布により、逆電流が生じやすい部分を推定可能である。

[0113] 以上により、逆電流をより生じにくい停止条件で電解槽 30 の運転を停止することができる。その結果、停止提案部 159 が提案する停止条件を、電解槽 30 の制御部 70 が採用することにより、長期的な観点において電解槽 30 の電流効率を高く維持でき、収率をより高くすることができる。

[0114] また、停止提案部 159 が達成する逆電流の抑制は、電解槽 30 の長寿命化にも関係する。上述のとおり電解槽 30 は巨大な装置であり、図 5 A ～図 5 C に示すように、複極式電解槽の場合には、電解セル 90 の位置による電極の金属量の減少の程度の違いが生じやすい。このような電極の金属量の違いはある程度は許容できるものの、その差が大きくなり、一部の電解セル 90 の電極の金属量が所定値以上小さくなった場合には、運転を停止して、その部分についての補修が必要となる。しかし、電極の金属量が所定値以上小さくなった一部の電解セル 90 を部分的に補修し、運転を再開したとしても、他の電解セル 90 も電極の金属量が相当程度小さくなっている状態のため、またすぐに運転を停止して補修をする必要が生じ得る。このような繰り返しとなれば、停止回数が多くなってしまうため、電解セルの位置による電極の金属量の減少の程度の違いは少ないほうが好ましい。

[0115] このような背景においては、停止提案部 159 が達成する逆電流の抑制は、電解セル 90 の位置による電極の金属量の減少の程度をより均一とし、一部の電極だけ補修する状況を回避して、電解槽 30 を長寿命化して運転することに寄与する。

[0116] さらに、停止提案部 159 は、電解槽 30 の構成の相違に基づいて、停止条件を提案してもよい。電解槽 30 は、その規模、電気系統の仕様、電解液の送液の仕様等が各々異なることが想定される。そのため、停止提案部 159 は、それらを考慮した停止条件を提案することにより、逆電流をより効果的に抑制することができる。

[0117] 2. 1. 7. 位置変更提案部

電解槽 30 が複数の電解セル 90 を備える場合には、位置変更提案部 161 は、使用履歴情報に基づいて、貴金属コーティング残量が相対的に高い電

解セル 90 と貴金属コーティング残量が相対的に低い電解セル 90 の、電解槽における位置の変更を提案してもよい。

[0118] 具体的には、複極式電解槽の場合には、位置によって電解セル 90 の使用履歴情報が異なり得る。このような場合には、上述のとおり、金属量評価値や不純物評価値に応じて一部の電解セル 90 を部分的に補修し、運転を再開したとしても、他の電解セル 90 も金属量評価値が相当程度小さくなっていたり、不純物評価値が相当程度大きくなっている状態のため、またすぐに運転を停止して補修をする必要が生じ得る。

[0119] 金属量評価値が相対的に高かったり、又は、不純物評価値が相対的に低かったりする電解セル 90 を、以下、「第 1 セル」という。また、金属量評価値が相対的に低かったり、又は、不純物評価値が相対的に高かったりする電解セル 90、以下、「第 2 セル」という。

[0120] ここで、第 1 セルと第 2 セルの電解槽における位置を交換すると、第 1 セルが金属量が減少しやすい、又は、不純物量が増加しやすい位置に配置され、第 2 セルが金属量が減少しにくい、又は、不純物量が増加しにくい位置に配置される。その配置で再運転をすると、第 1 セルと第 2 セルの金属量や不純物量の違いが解消され得る。

[0121] 複極式電解槽の場合には、金属量や不純物量が異なる電解セル 90 が複数ある。そのため、それらの減少の程度、つまり金属量や不純物量を示す使用履歴情報に基づいて、位置変更提案部 161 が交換する第 1 セルと第 2 セルの組み合わせを提案することで、電解槽 30 全体として金属量や不純物量の違いを解消し、金属量や不純物量をより均一に保つことができる。

[0122] 金属量や不純物量の均一性が維持されることにより、上記停止提案部 159 で述べたように、位置変更提案部 161 は一部の電極だけ補修する状況を回避して、電解槽 30 を長寿命化して運転することに寄与する。

[0123] 2. 2. 動作処理

次に、本実施形態に係る装置の動作について説明する。図 8 は、本実施形態に係る装置が実行する処理の一例を示すシーケンス図である。

- [0124] ステップS801において、装置100の学習部156は、運転履歴に関する情報と、該運転履歴を経た電解槽の各電解セルが有する電極の金属量評価値又は不純物評価値に関する情報と、を含む学習用データ155に基づいて、機械学習処理を行い、学習済みモデルを得てもよい。当該モデルは、管理部154が金属量評価値又は不純物評価値を算出する際に使用することができる。
- [0125] また、ステップS801において、装置100の学習部156は、運転履歴に関する情報と、電極のパフォーマンスに関する情報に関する情報と、を含む学習用データ155に基づいて、機械学習処理を行い、学習済みモデルを得てもよい。
- [0126] ステップS802、S803において、装置100の管理部154は、一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報を取得して、電極の使用履歴情報を記録する電解槽データ153に記憶する。そして、ステップS804において、装置100の管理部154は、一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、該電解槽の各電解セルが有する電極の金属量評価値又は不純物評価値を予測する。
- [0127] ステップS805において、装置100の管理部154は、電極の使用履歴情報として、電極の金属量評価値又は不純物評価値の予測結果を電解槽データ153に記憶してもよい。また、ステップS806において、装置100の評価部157は、電極の将来のパフォーマンスを評価してもよい。
- [0128] ステップS807において、装置100の運転提案部158は、使用履歴情報に基づいて、電流効率がより大きくなるようにするための運転条件を提案し、運転条件をディスプレイ等に表示制御してもよい。あるいは、運転提案部158は、運転条件を制御部70に出力してもよい。
- [0129] ステップS808において、装置100の停止提案部159は、使用履歴情報に基づいて、該電極の金属量が減少しにくい前記停止条件を提案し、停止条件をディスプレイ等に表示制御してもよい。あるいは、停止提案部159は、停止条件を制御部70に出力してもよい。

[0130] ステップS809において、装置100の位置変更提案部161は、使用履歴情報に基づいて、電極の金属量又は不純物量が相対的に高い前記電解セルと電極の金属量又は不純物量が相対的に低い前記電解セルの、前記電解槽における位置の変更を提案し、ディスプレイ等に表示制御してもよい。

[0131] なお、ステップS807～S809においては、図8において便宜上ステップS807、S808、S809の順で記載をしているが、これら処理は独立したものであり、S804以降に実行されるのであれば順番に意味はなく、これらは任意に順番を変更し、又は並列に実行することができる。

[0132] 3. 使用態様

図9A～図9Cに、本実施形態の装置の使用態様の一例を示す。まず、図9Aに示すように、販売元から販売先へ電解槽を備える電解装置10を販売または貸与する。そして、販売先が電解装置10を使用すると、装置100は、ネットワークNを介して、電解槽の運転履歴情報を取得し、それに基づいて、装置100の管理部154が、電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する（ステップS802、S803）。

[0133] 次いで、図9Bに示すように、電解装置10は販売先から販売元へ回収され、販売元でメンテナンスや補修などが行われる。その際に、販売元は装置100の評価部157の出力した電極の将来のパフォーマンスに基づいて、修理を行ってもよい。修理を行った場合には、装置100はその補修歴などを受信し、電極の使用履歴情報を記録する。

[0134] そして、図9Cに示すように、補修後の電解装置10は販売元から販売先へ、改めて、販売または貸与されてもよい。この貸与の際に、販売元は装置100の評価部157の出力した電極の将来のパフォーマンスに関する情報を、品質保証情報の一つとして提示してもよい。なお、図9Aにおける販売先と図9Cにおける販売先は異なってもよい。

[0135] なお、上述したとおり、本開示は、上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において様々な変形が可能である。すなわち、上記実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈され

るものではない。例えば、上述した各処理ステップは処理内容に矛盾を生じない範囲で任意に順番を変更し、又は並列に実行することができる。

[0136] 本実施形態のプログラムは、コンピュータに読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供されてもよい。ここで、記憶媒体は、「一時的でない有形の媒体」に、プログラムを記憶可能である。プログラムは、限定でなく例として、ソフトウェアプログラムやコンピュータプログラムを含む。

符号の説明

[0137] 1…弾性マット、2…イオン交換膜、10…陽極室、19…底部、20…陰極室、29…隔壁、11…陽極、21…陰極、23…集電体、24…支持体、30…電解槽、51…陽極側ガスケット、90…電解セル、500…プレス器、600…陰極端子、700…陽極端子、70…制御部、100…装置、110…プロセッサ、120…通信インターフェース、130…入出力インターフェース、140…メモリ、150…ストレージ、151…オペレーティングシステム、152…ネットワーク通信部、153…電解槽データ、154…管理部、155…学習用データ、156…学習部、157…評価部、160…通信バス

請求の範囲

- [請求項1] 一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する管理部を有する、
装置。
- [請求項2] 前記電極の前記使用履歴情報が、電極の補修履歴を含む、
請求項1に記載の装置。
- [請求項3] 前記管理部は、前記使用履歴情報として、前記電極の金属量評価値を記録する、
請求項1に記載の装置。
- [請求項4] 前記金属量評価値が、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、及び白金からなる群より選ばれる貴金属のコーティング残量を含む、
請求項3に記載の装置。
- [請求項5] 前記管理部は、前記電解セルが有する前記電極の、蛍光X線分析データ、誘導結合プラズマ発光分析データ、X線回折データ、又はX線光電子分光分析データを記録する、
請求項1に記載の装置。
- [請求項6] 前記電極の前記使用履歴情報に基づいて、前記電極の将来のパフォーマンスを評価する評価部を有する、
請求項1に記載の装置。
- [請求項7] 前記評価部は、前記金属量評価値及び不純物評価値の大小を評価し、評価結果に基づいて、パフォーマンスを最も延命できる、または一時的に最も向上できる補修内容を入力する、
請求項6に記載の装置。
- [請求項8] 前記電解槽の運転条件を提案する運転提案部をさらに有し、
前記運転提案部は、前記使用履歴情報に基づいて、電流効率がより大きくなるようにするための前記運転条件を提案し、

前記運転条件は、電圧条件及び電解液の流量条件を含む、
請求項 1 に記載の装置。

[請求項9] 前記電解槽の停止条件を提案する停止提案部をさらに有し、
前記停止提案部は、前記使用履歴情報に基づいて、電極の金属量が減少しにくい前記停止条件を提案し、
前記停止条件は、電流の減衰条件、及び／又は、電解液の流量の増加条件を含む、
請求項 1 に記載の装置。

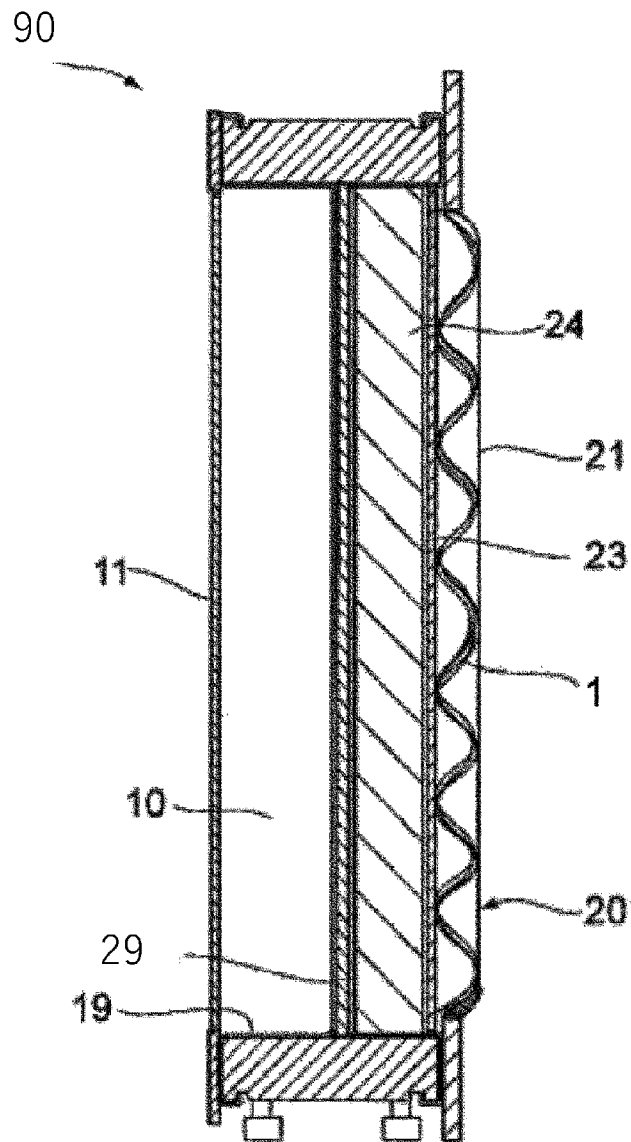
[請求項10] 前記電解槽が複数の前記電解セルを備え、
前記使用履歴情報に基づいて、前記電極の金属量又は不純物量が相対的に高い前記電解セルと前記電極の金属量又は不純物量が相対的に低い前記電解セルの、前記電解槽における位置の変更を提案する位置変更提案部をさらに有する、
請求項 1 に記載の装置。

[請求項11] 前記評価部は、前記電極の前記使用履歴情報と、行う予定の補修方法と、に基づいて、補修後の前記電極の将来のパフォーマンスを評価する、
請求項 6 に記載の装置。

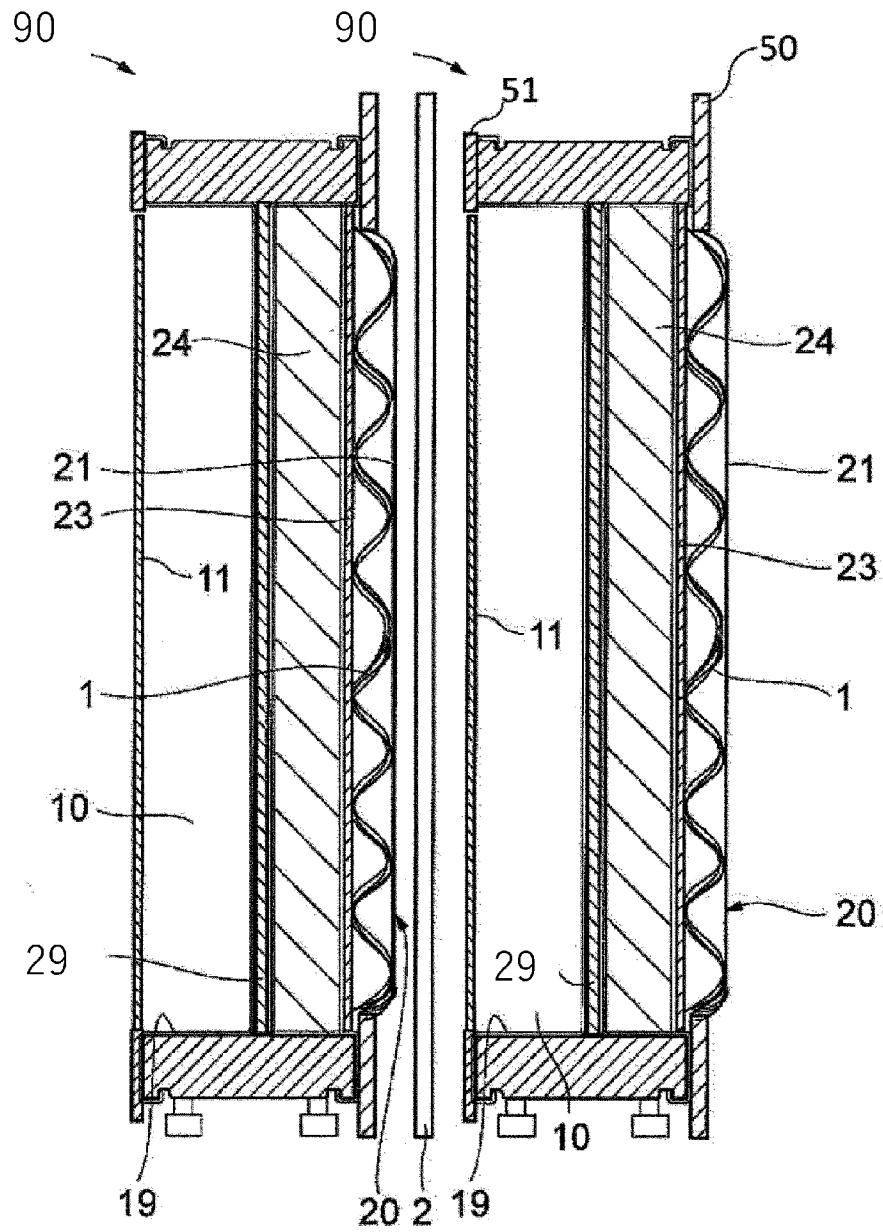
[請求項12] 装置が、
一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する処理を実行する、
方法。

[請求項13] 装置に、
一又は複数の電解セルを備える電解槽の運転履歴情報に基づいて、前記電解セルが有する電極の使用履歴情報を記録する処理を実行させる、
プログラム。

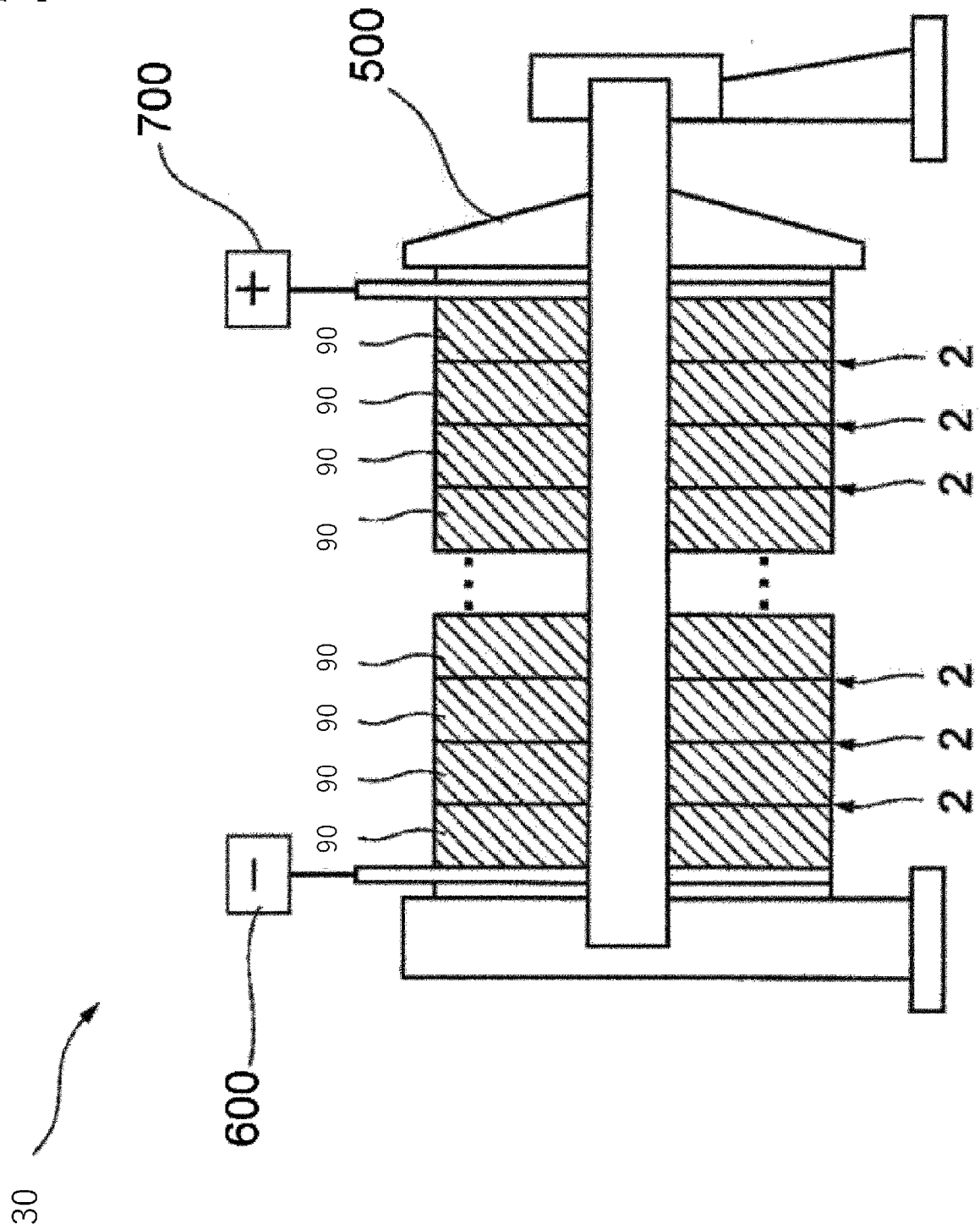
[図1A]



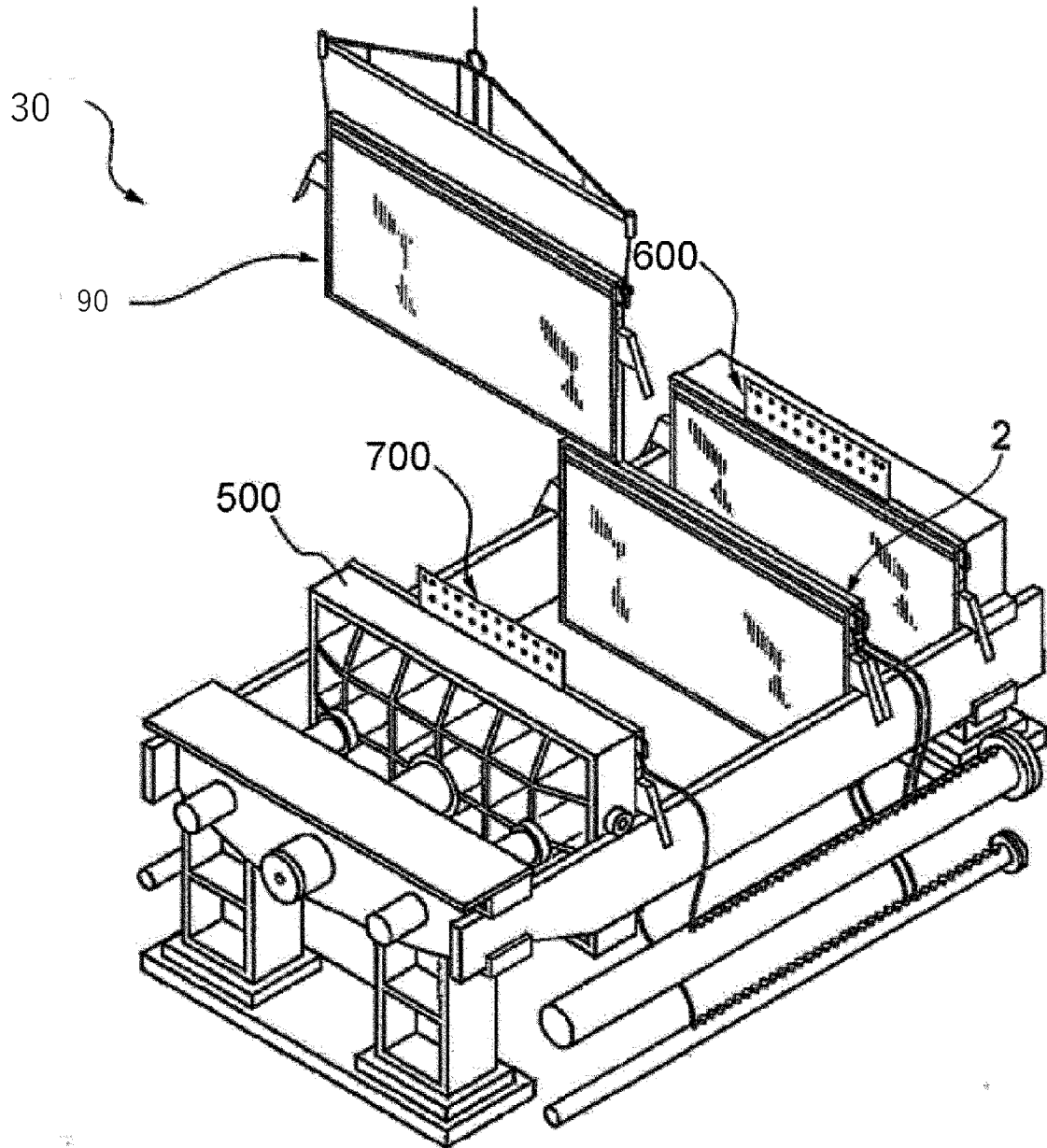
[図1B]



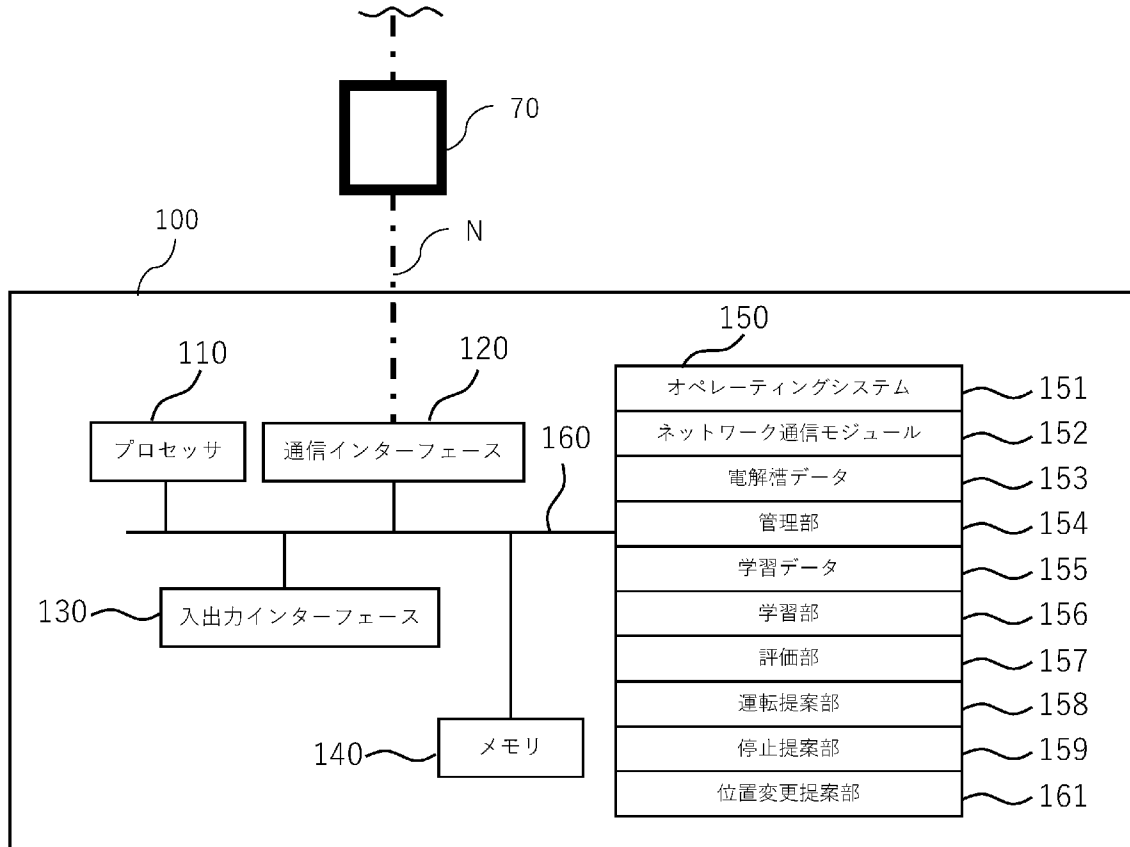
[図2A]



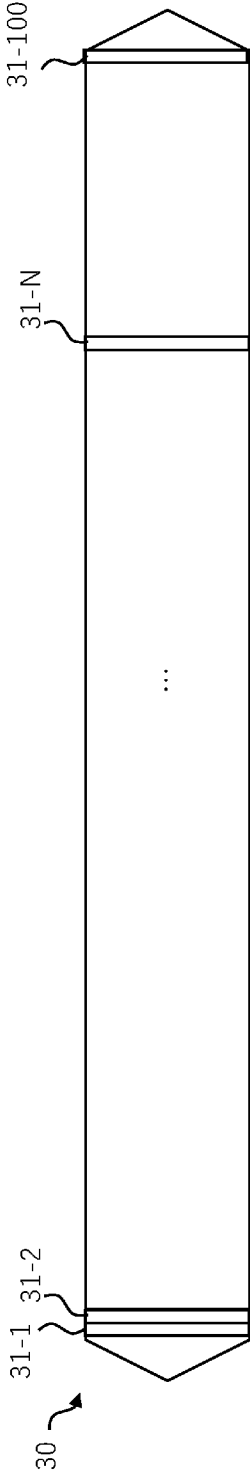
[図2B]



[図3]



[図4A]



電解槽に関する情報

セル数 : 100対 (複極式)
装置構成 : . . .

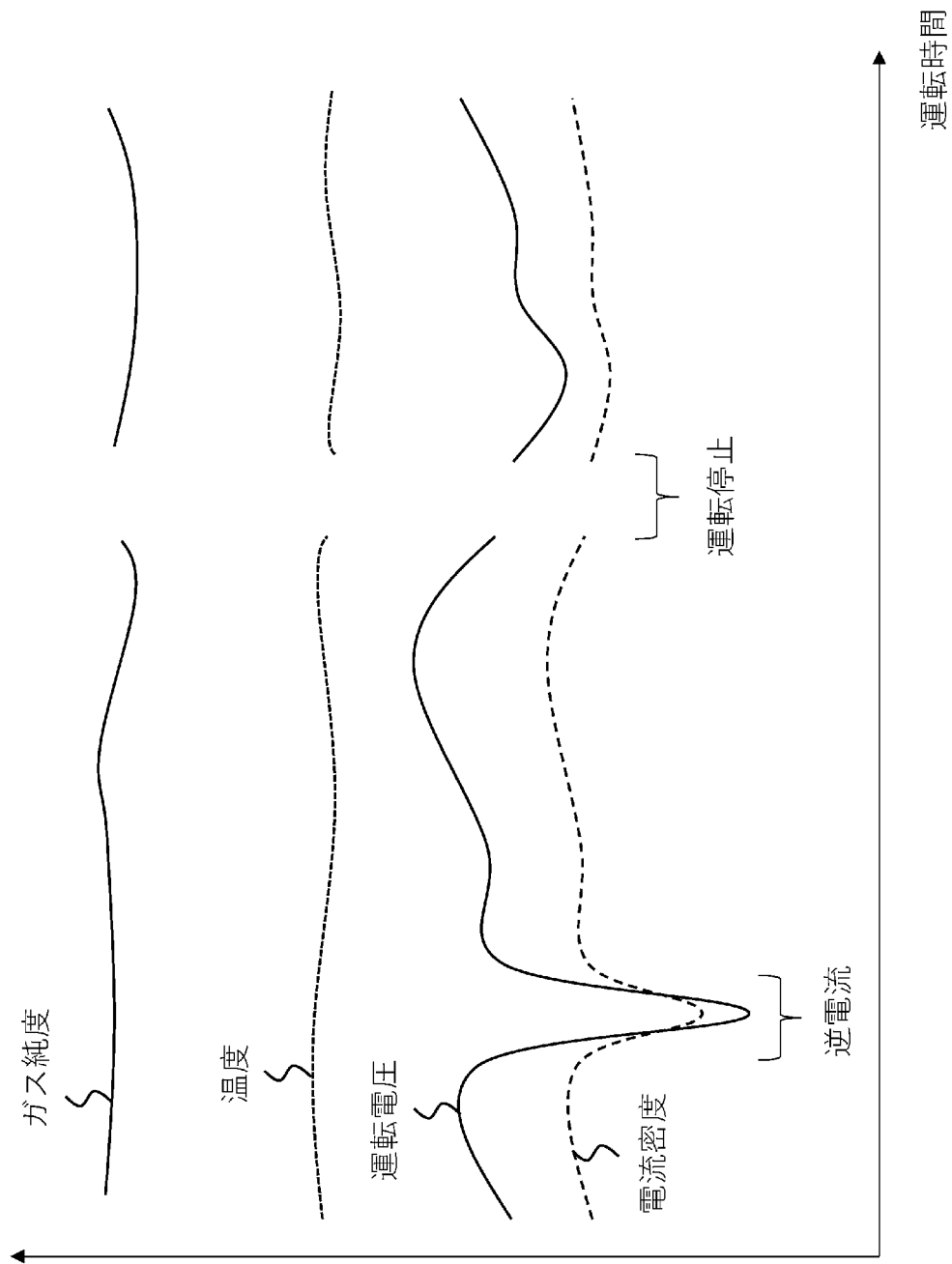
電極の使用履歴情報

{31-1セル}
初期データ : Ru ...%, Ir ...%, Pt ...%, ...
実測データ : (時期 : ...) : Ru ...%, Ir ...%, Pt ...%, ...
修理歴 : 時期 : ...、内容 : ...
総運転時間 : ...時間、総通電量 : ... C
金属量評価値 : ...、不純物評価値 : ...
. . .
{31-2セル}
. . .
{31-Nセル}
. . .
. . .

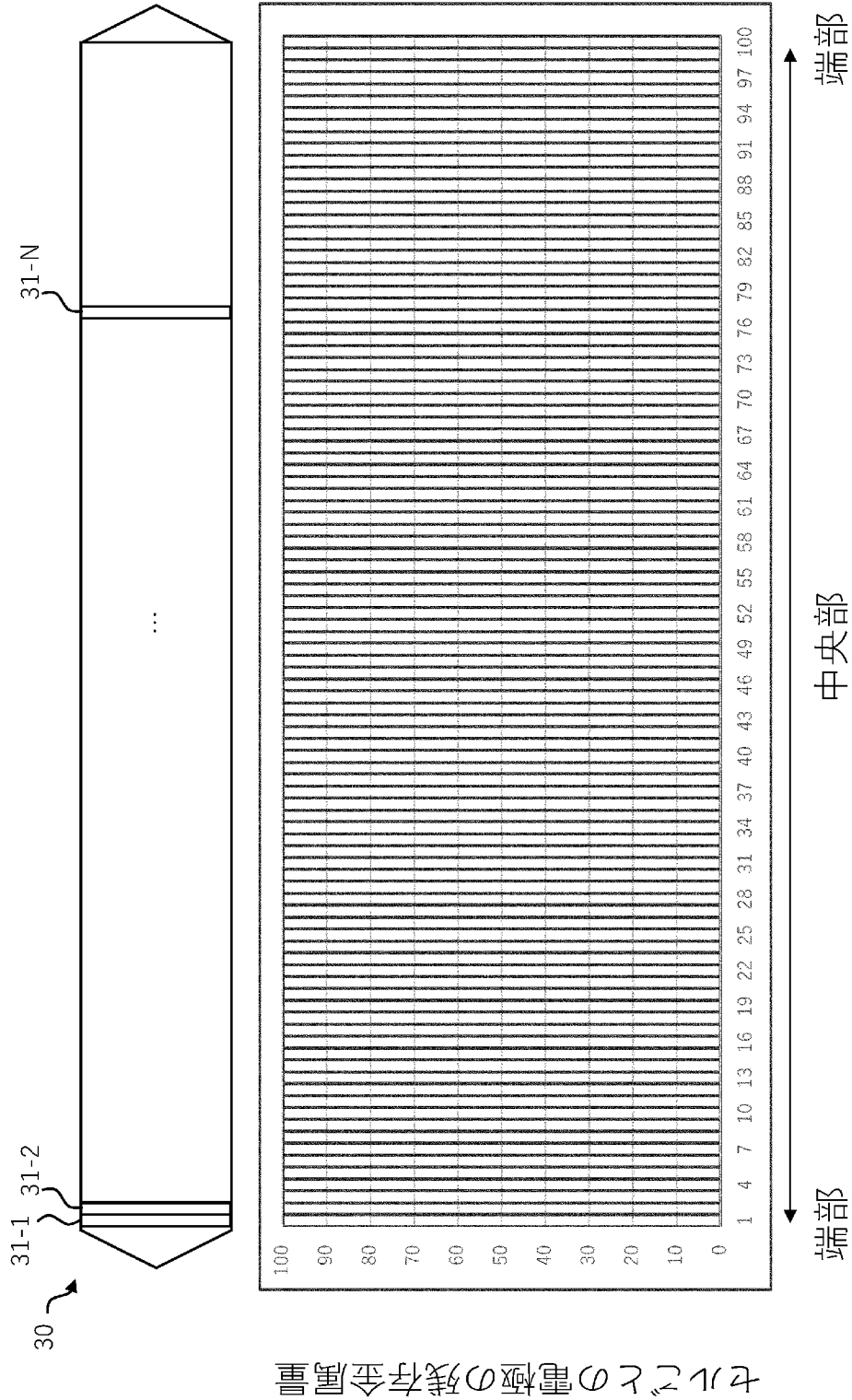
電解槽の運転履歴情報

総運転時間 : ...時間
総通電量 : ... C
電流密度 : ... kA/m²
運転電圧 : ... V
運転温度 : ... °C
電解液 : 食塩水 (不純物量...)
流量 : ...
逆電流 : ...回
停止回数 : ...回
ガス純度 : ...
. . .

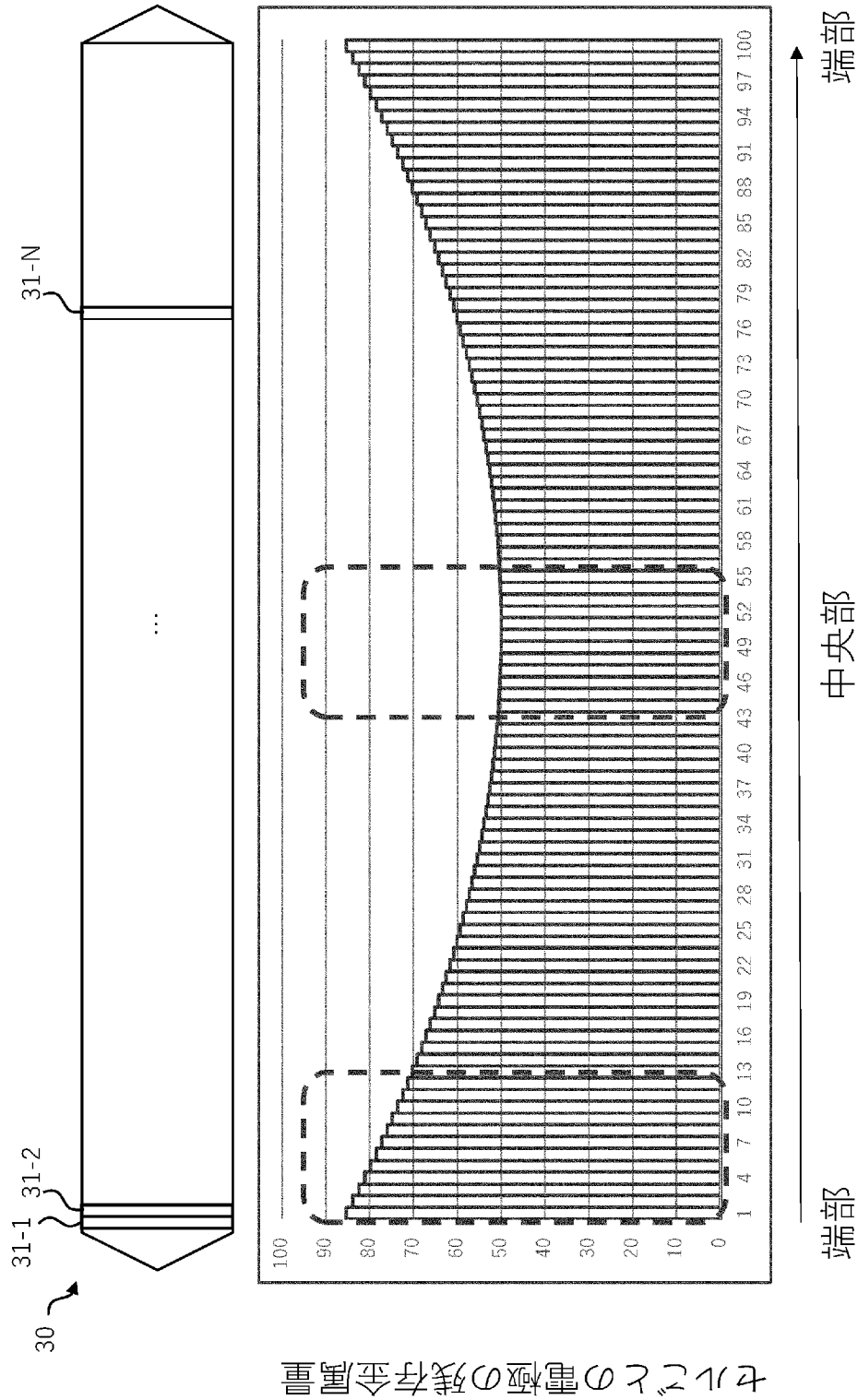
[図4B]



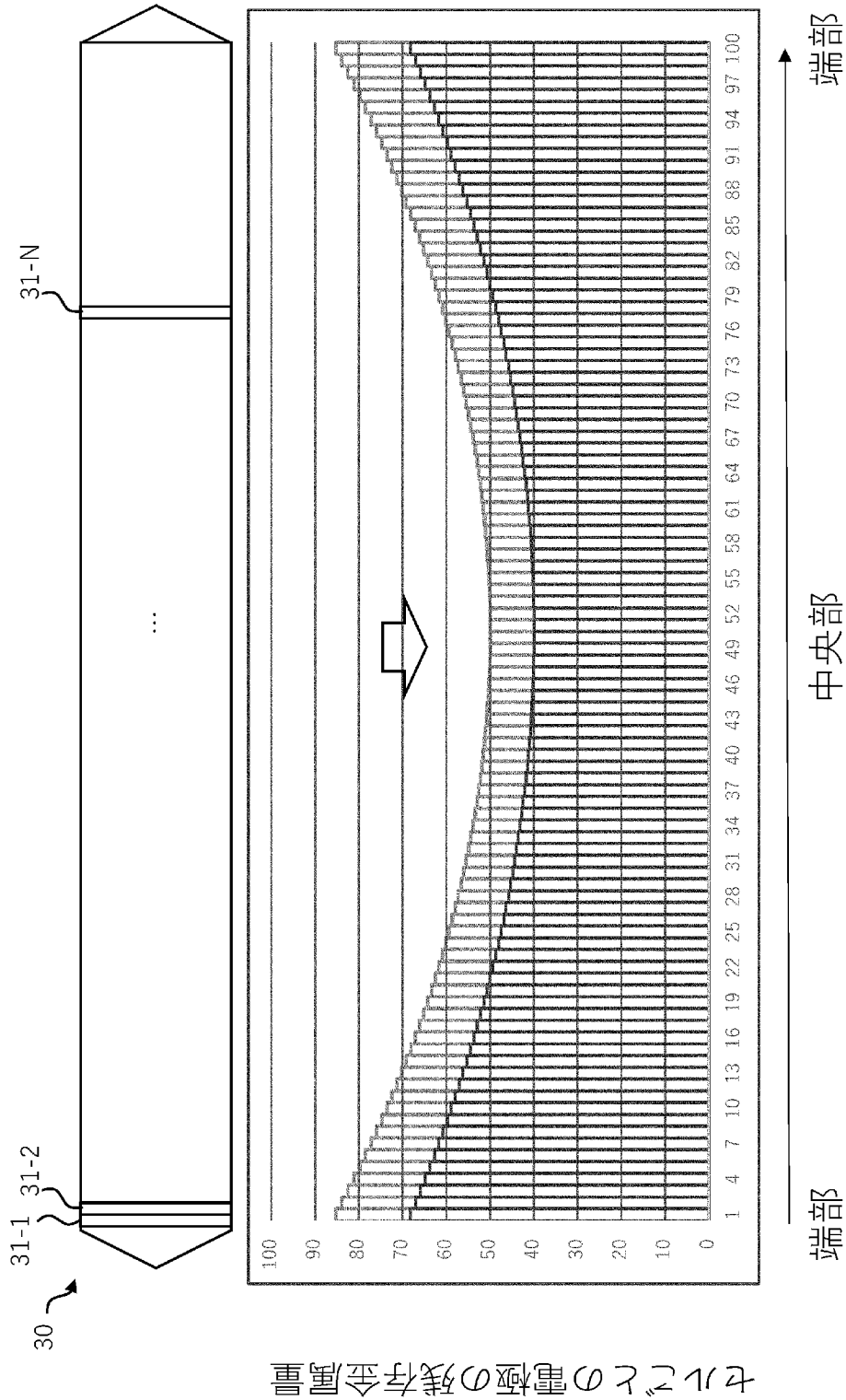
[図5A]



[図5B]

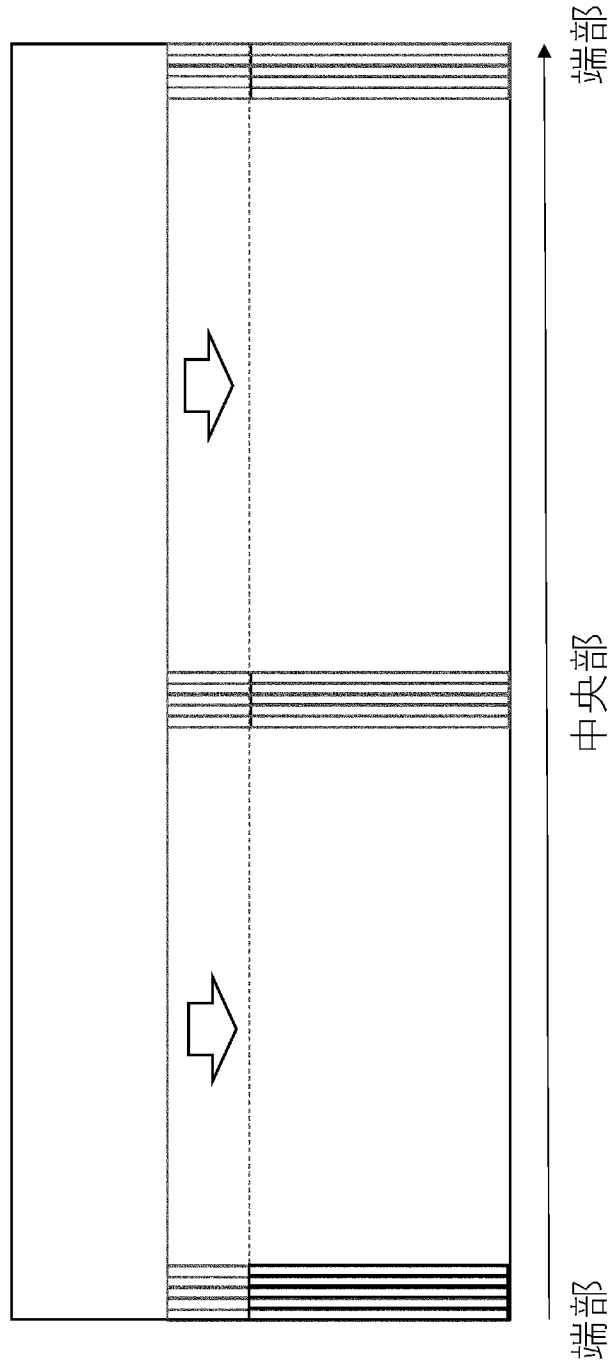


[図5C]

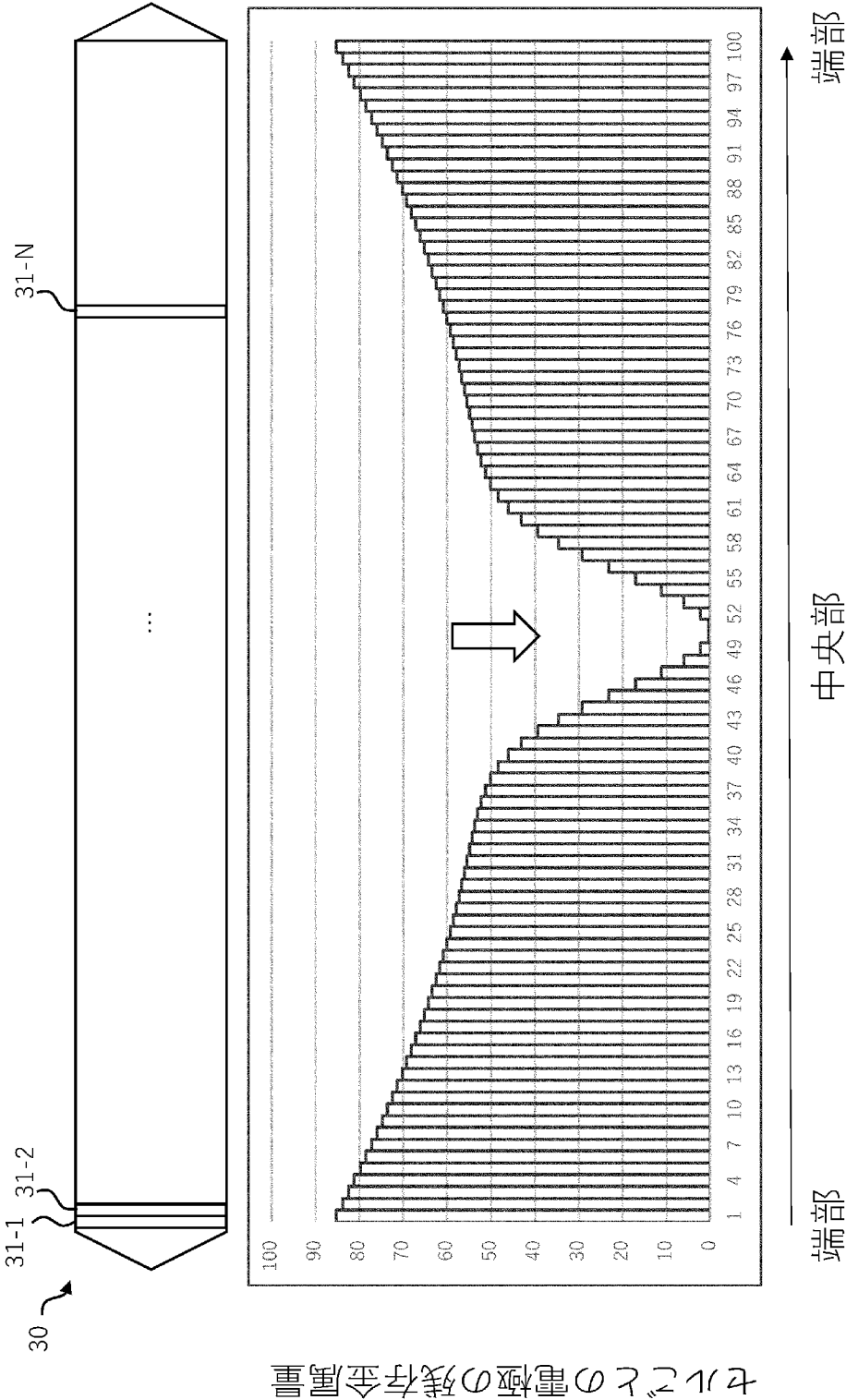


[図5D]

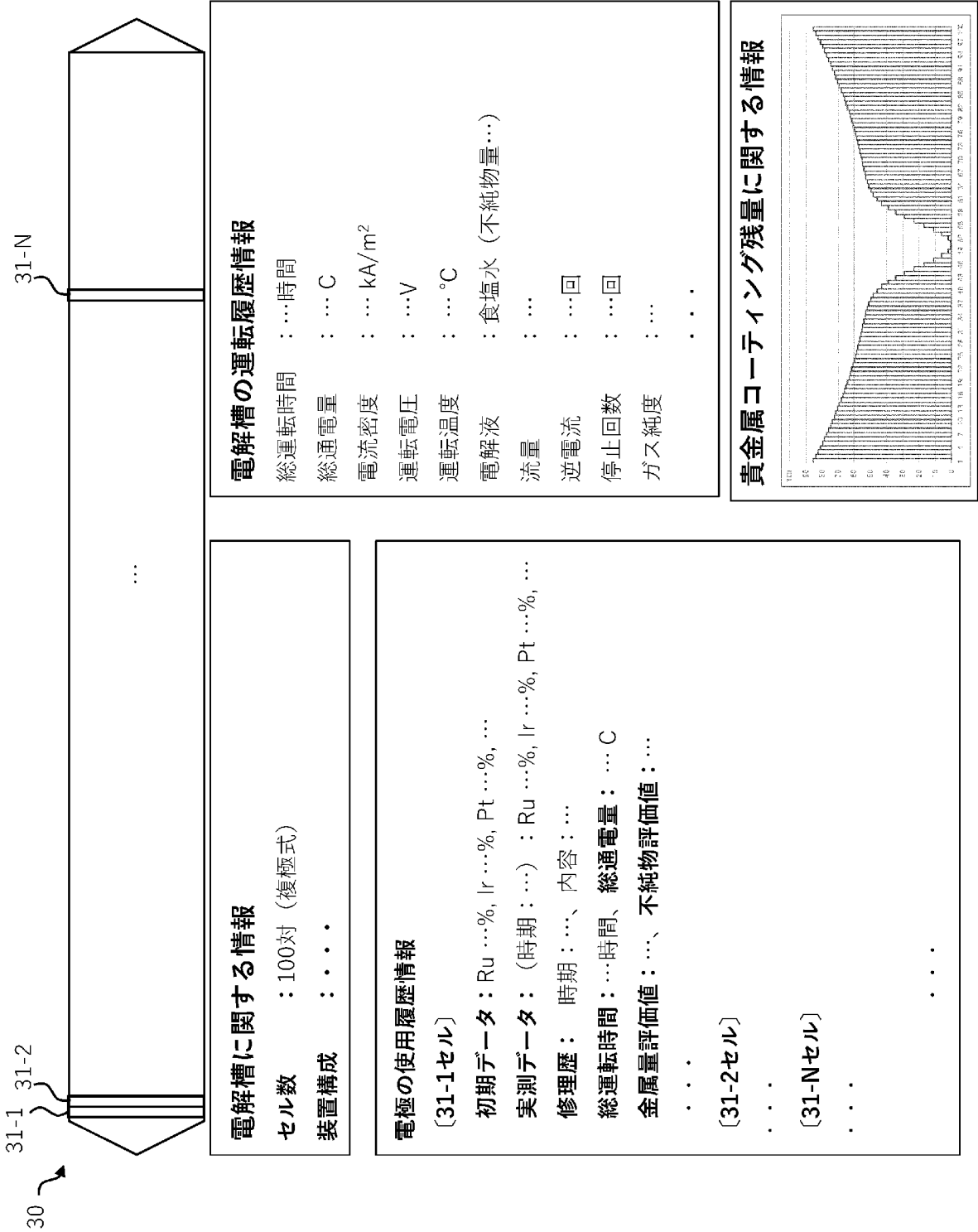
セルごとの電極の残存金属量



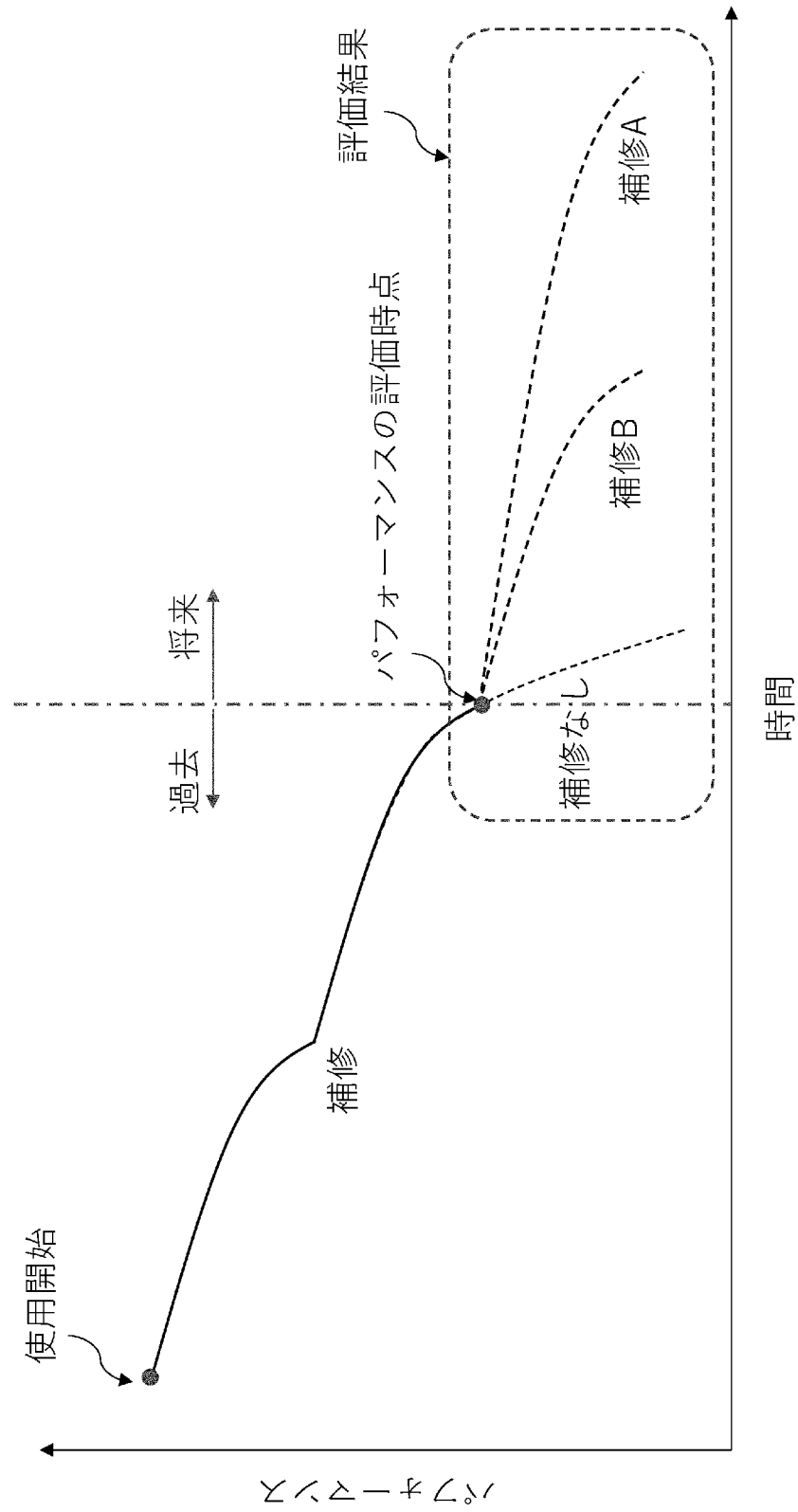
[図5E]



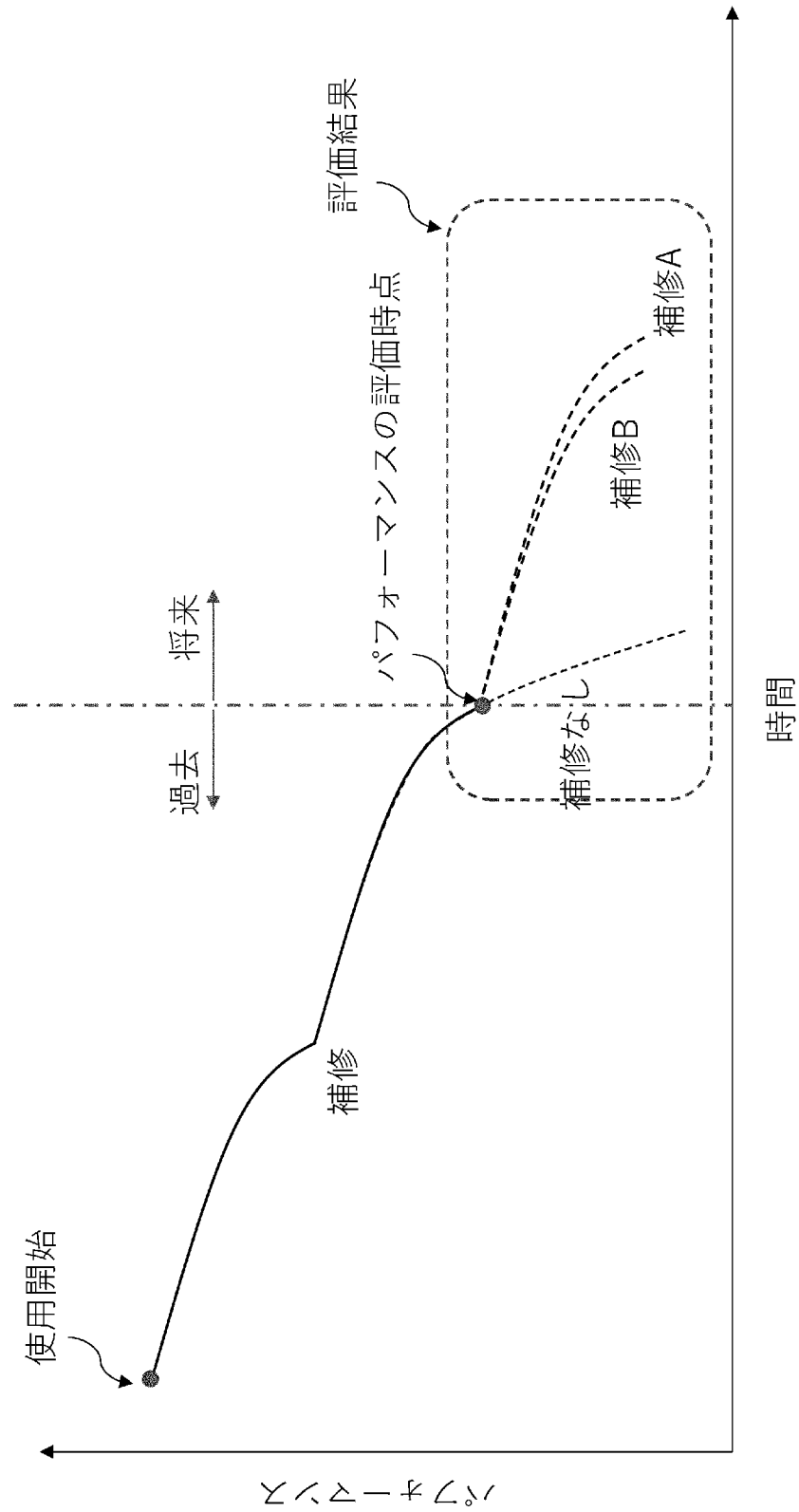
[図6]



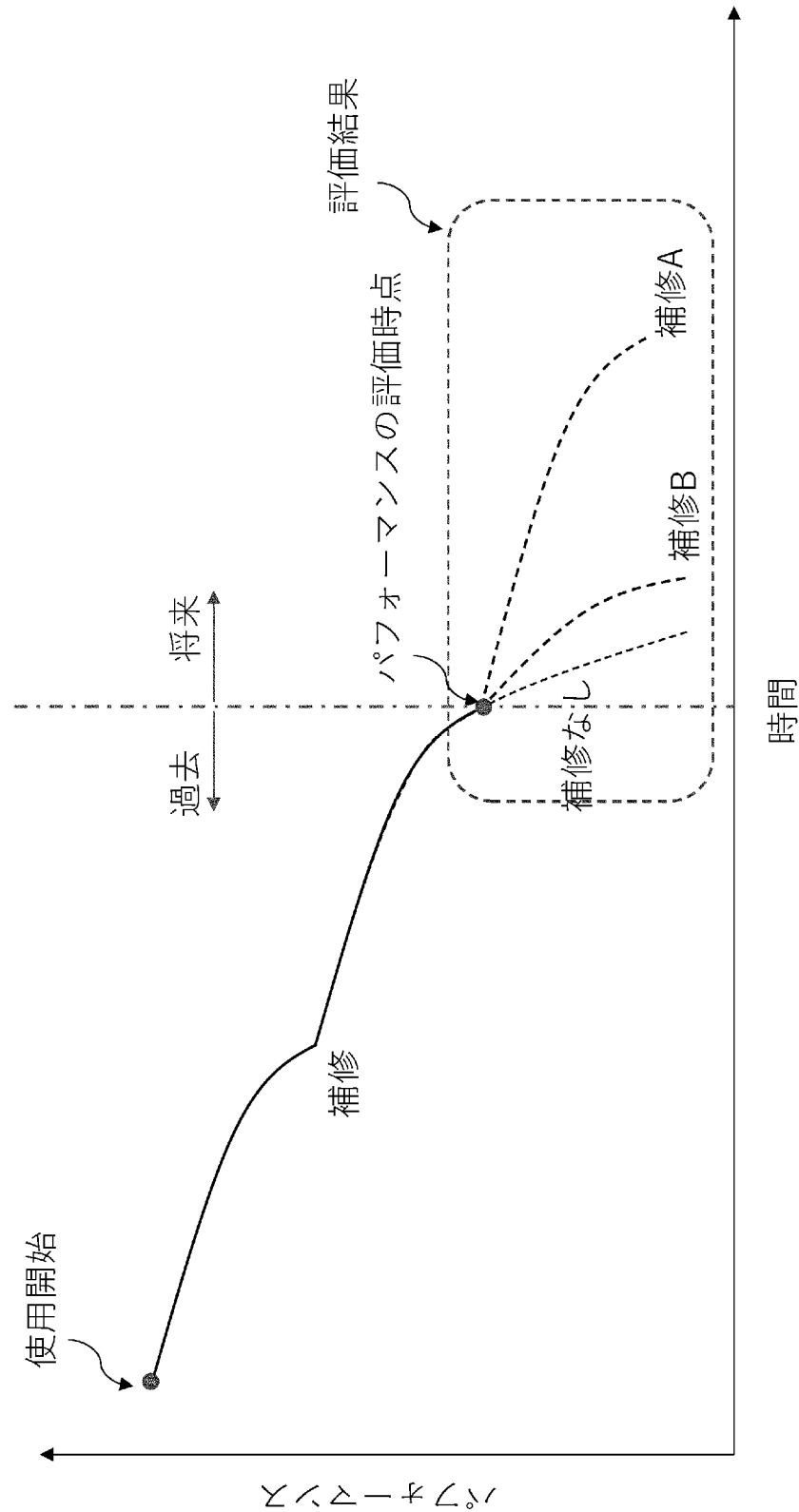
[図7A]



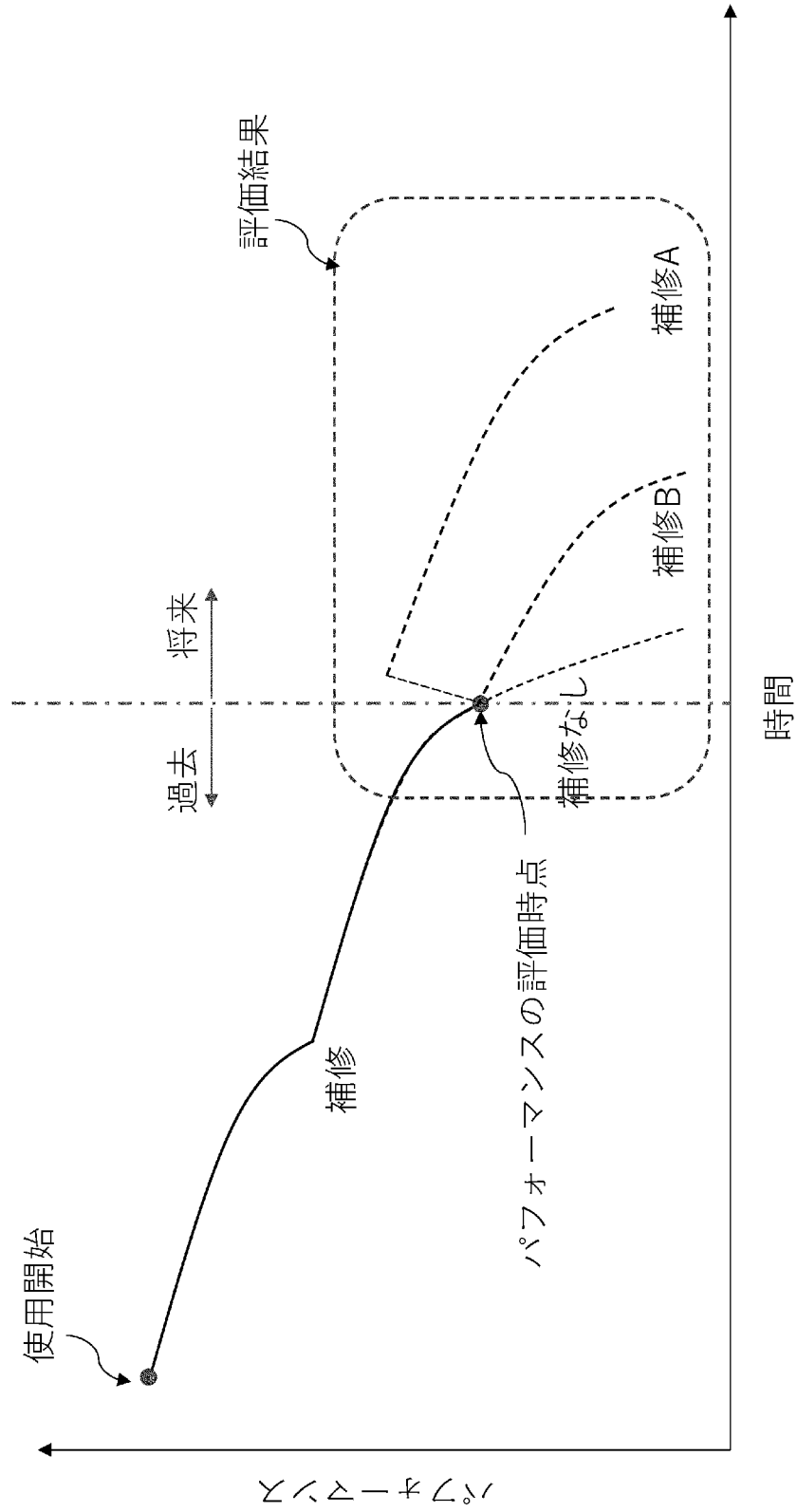
[図7B]



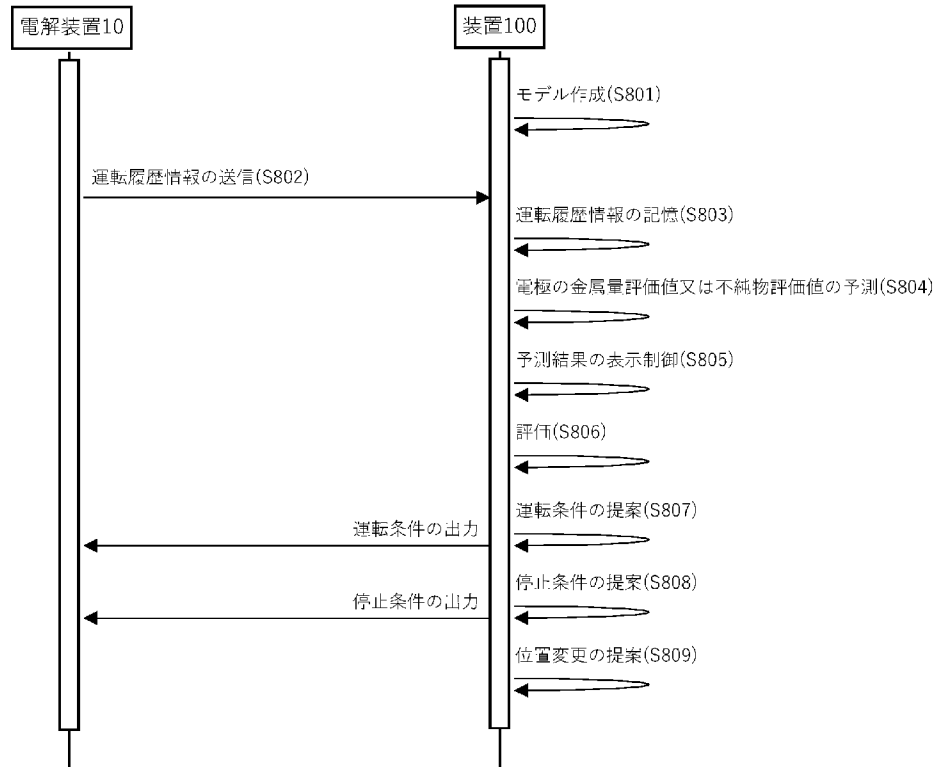
[図7C]



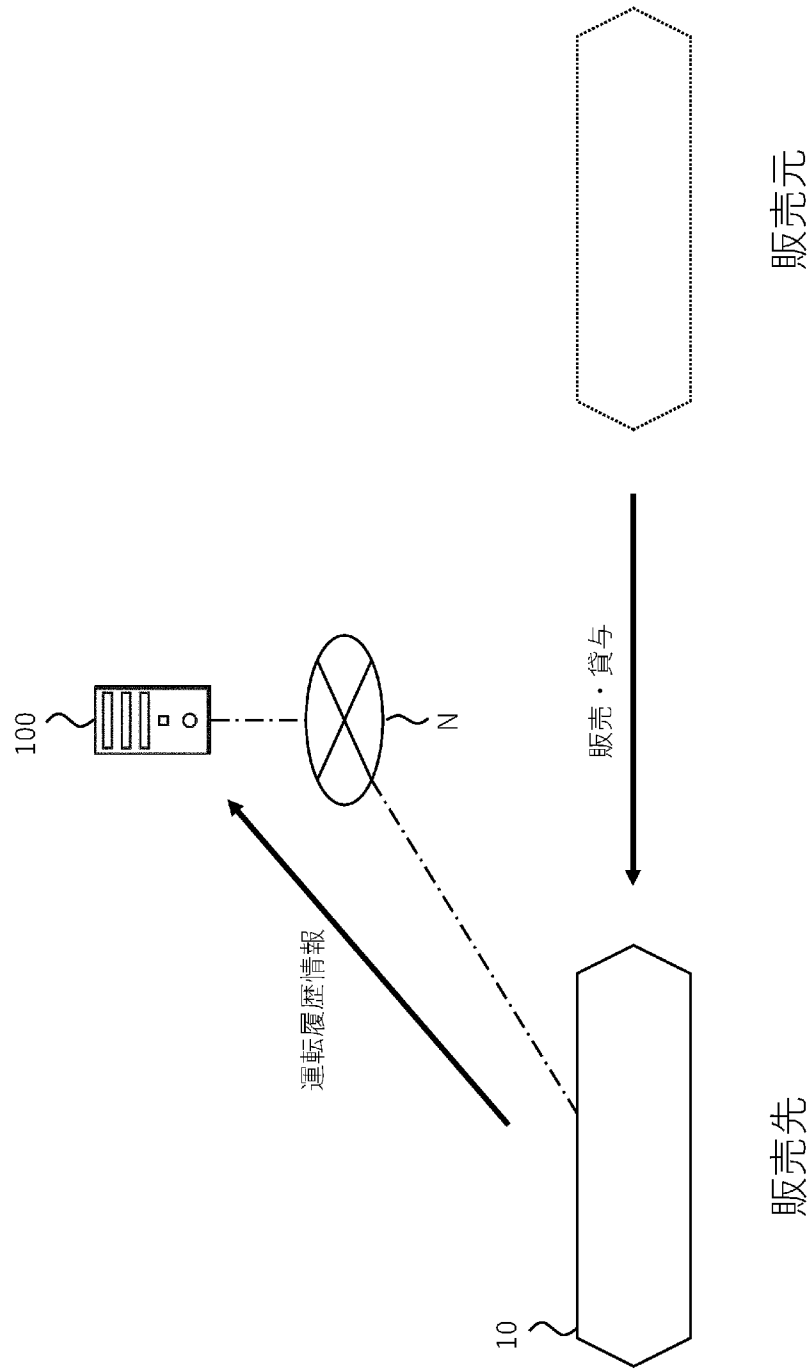
[図7D]



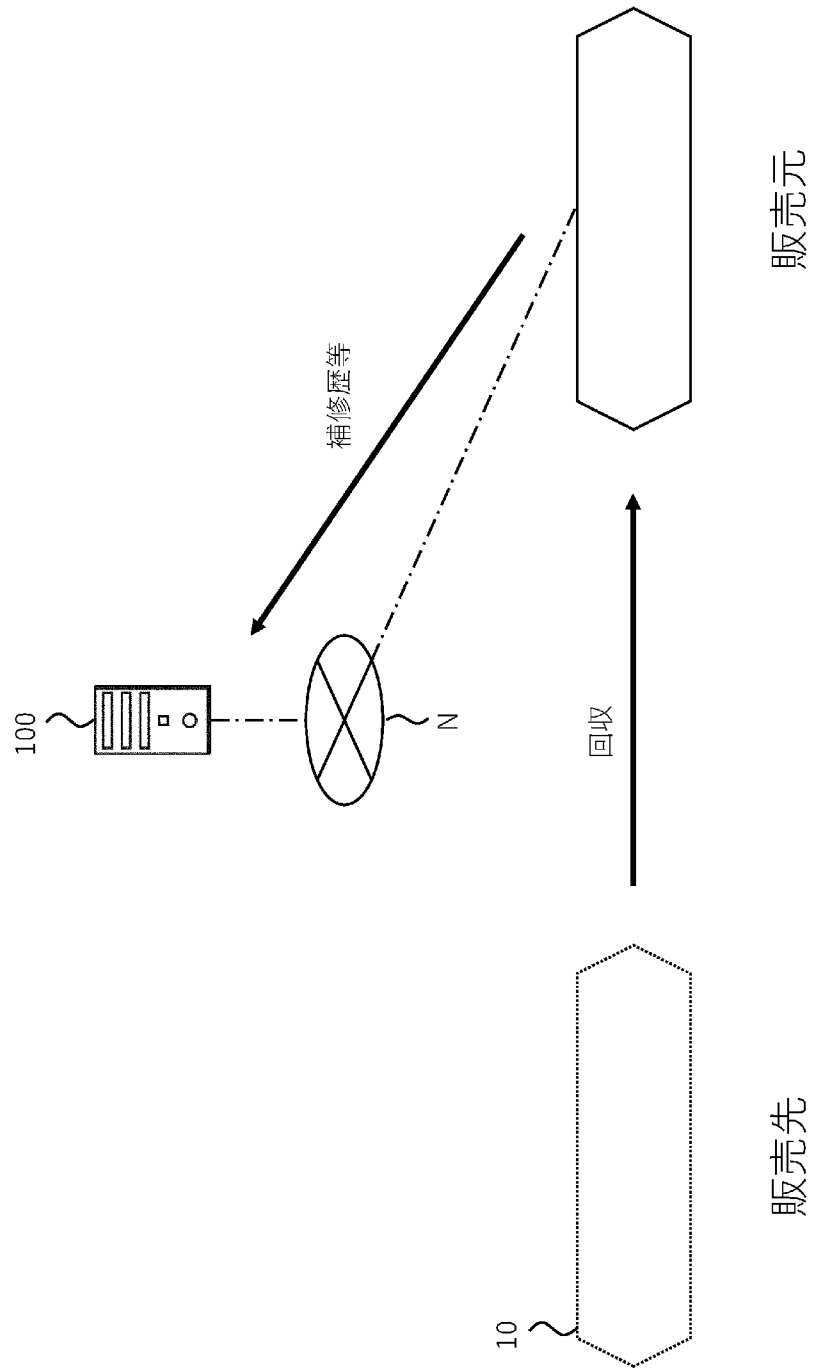
[図8]



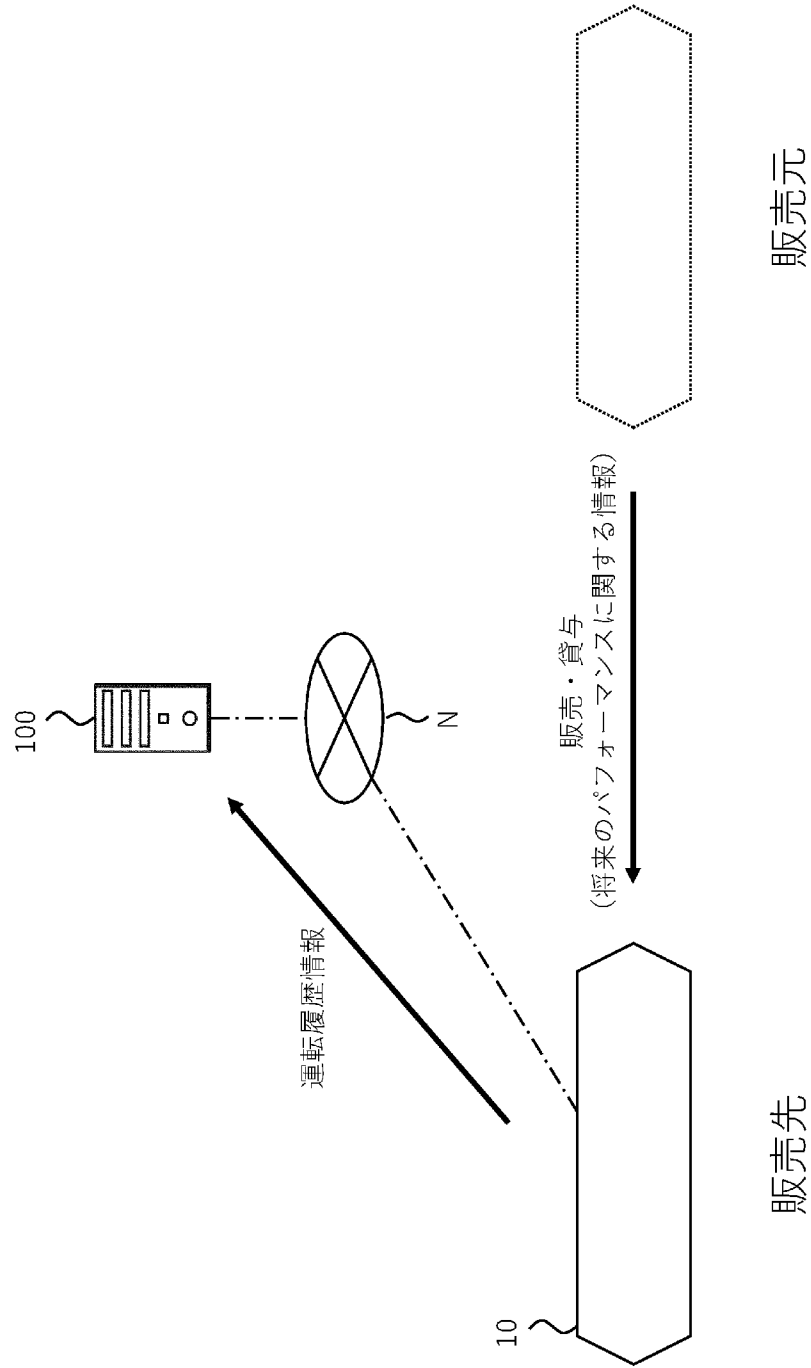
[図9A]



[図9B]



[図9C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25B 15/00(2006.01)i; **C25B 1/46**(2006.01)i; **C25B 9/00**(2021.01)i; **C25B 9/77**(2021.01)i; **C25B 11/052**(2021.01)i;
C25B 11/081(2021.01)i

FI: C25B15/00 302Z; C25B1/46; C25B9/00 E; C25B9/77; C25B11/052; C25B11/081

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)

C25B15/00; C25B1/46; C25B9/00; C25B9/77; C25B11/052; C25B11/081

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	CN 108728864 A (BLUESTAR (BEIJING) CHEMICAL MACHINERY CO., LTD.) 02 November 2018 (2018-11-02) paragraphs [0027], [0070]	1, 5, 12-13
A		2-4, 6-11
X	JP 2001-170642 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 26 June 2001 (2001-06-26) claims	1, 12-13
X	CN 114351189 A (HANGZHOU THREE-RESISTANT ENVIRONMENT-FRIENDLY SCIENCE AND TECHNOLOGY STOCK LIMITED COMPANY) 15 April 2022 (2022-04-15) paragraphs [0195], [0202], [0212]	1, 12-13
A	JP 2021-130859 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CORP.) 09 September 2021 (2021-09-09)	1
A	JP 2018-513276 A (INEOS TECHNOLOGIES SA) 24 May 2018 (2018-05-24)	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

05 September 2023

Date of mailing of the international search report

19 September 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/024033

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	108728864	A	02 November 2018	(Family: none)	
JP	2001-170642	A	26 June 2001	US 2001/0004962	A1
				claims	
				CN 1299782	A
				KR 10-2001-0082576	A
				EP 1108683	A2
CN	114351189	A	15 April 2022	CN 115961312	A
				CN 114635167	A
JP	2021-130859	A	09 September 2021	(Family: none)	
JP	2018-513276	A	24 May 2018	US 2018/0148848	A1
				WO 2016/169813	A1
				CA 2982399	A1
				CN 107750284	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C25B 15/00(2006.01)i; C25B 1/46(2006.01)i; C25B 9/00(2021.01)i; C25B 9/77(2021.01)i; C25B 11/052(2021.01)i; C25B 11/081(2021.01)i FI: C25B15/00 302Z; C25B1/46; C25B9/00 E; C25B9/77; C25B11/052; C25B11/081		
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）） C25B15/00; C25B1/46; C25B9/00; C25B9/77; C25B11/052; C25B11/081		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 108728864 A (BLUESTAR(BEIJING) CHEMICAL MACHINERY CO., LTD.) 02.11.2018 (2018-11-02) [0027], [0070]	1,5,12-13
A		2-4,6-11
X	JP 2001-170642 A (三洋電機株式会社) 26.06.2001 (2001-06-26) 特許請求の範囲	1,12-13
X	CN 114351189 A (HANGZHOU THREE-RESISTANT ENVIRONMENT-FRIENDLY SCIENCE AND TECHNOLOGY STOCK LIMITED COMPANY) 15.04.2022 (2022-04-15) [0195], [0202], [0212]	1,12-13
A	JP 2021-130859 A (パナソニックIPマネジメント株式会社) 09.09.2021 (2021-09-09)	1
A	JP 2018-513276 A (イネオス テクノロジーズ ソシエテ アノニム) 24.05.2018 (2018-05-24)	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、一般的な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 05.09.2023		国際調査報告の発送日 19.09.2023
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） 瀧口 博史 4E 3032 電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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/JP2023/024033

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
CN	108728864	A	02.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	2001-170642	A	26.06.2001	US 2001/0004962	A1
				請求の範囲	
				CN 1299782	A
				KR 10-2001-0082576	A
				EP 1108683	A2
CN	114351189	A	15.04.2022	CN 115961312	A
				CN 114635167	A
JP	2021-130859	A	09.09.2021	(ファミリーなし)	
JP	2018-513276	A	24.05.2018	US 2018/0148848	A1
				WO 2016/169813	A1
				CA 2982399	A1
				CN 107750284	A