

(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
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/004901 A1

(51) 国際特許分類:
G06Q 50/26 (2024.01) G06Q 50/06 (2024.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/022015

(22) 国際出願日: 2024年6月18日(18.06.2024)

(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 2023-106802 2023年6月29日(29.06.2023) JP

(71) 出願人: E N E O S 株 式 会 社 (ENEOS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 蓼田 愛(MINODA, Ai); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 井上 淳(INOUE, Jun);

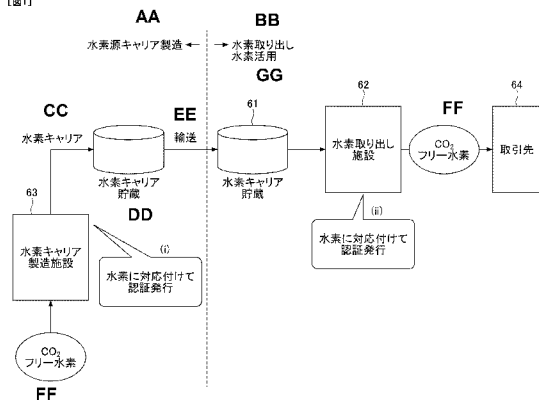
〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 根岸 義教(NEGISHI, Yoshinori); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 前田 征児(MAEDA, Seiji); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 町井 謙二(MACHII, Kenji); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP). 清家 匡(SEIKE, Tadashi); 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 E N E O S 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1

(54) Title: CO₂EQ EMISSION EVALUATION DEVICE, CO₂EQ EMISSION EVALUATION SYSTEM, AND CO₂EQ EMISSION EVALUATION METHOD

(54) 発明の名称: C O 2 e q 排出量評価装置、C O 2 e q 排出量評価システム、C O 2 e q 排出量評価方法

[図1]



61, DD Hydrogen carrier storage
62 Hydrogen extraction facility
63 Hydrogen carrier production facility
64 Client
(i), (ii) Issue authentication in association with hydrogen
AA Production of hydrogen source carrier
BB Extraction of hydrogen
CC Hydrogen carrier
EE Transportation
FF CO₂-free hydrogen
GG Use of hydrogen

(57) Abstract: The present invention evaluates CO₂eq emission at the time of hydrogen trading. The present disclosure is a CO₂eq emission evaluation device that is capable of communicating, through a network, with an authentication system and a factory system involved in hydrogen production, and that comprises: a communication unit that receives, from the factory system, the CO₂ emission when hydrogen is produced and hydrogen identification information of produced hydrogen; and an authentication information acquisition unit that requests the authentication system for authentication of the CO₂ emission associated with the hydrogen identification information, and acquires authentication information of the CO₂ emission associated with the hydrogen identification information.

(57) 要約: 水素の取り引き時にC O 2 e q 排出量を評価すること。本開示は、水素の製造に関する工場システム及び認証システムとネットワークを介して通信できるC O 2 e q 排出量評価装置であって、前記工場システムから水素の製造時のC O 2 排出量及び製造された水素の水素特定情報を受信する通信部と、前記水素特定情報が対応付けられた前記C O 2 排出量の認証を前記認証システムに要求し、前記水素特定情報が対応付けられた前記C O 2 排出量の認証情報を取得する認証情報取得部と、を有する。

[続葉有]

番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安
田生命ビル) 1 6 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, 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,
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：

CO₂e q 排出量評価装置、CO₂e q 排出量評価システム、CO₂e q 排出量評価方法

技術分野

[0001] 本開示は、CO₂e q 排出量評価装置、CO₂e q 排出量評価システム、及び、CO₂e q 排出量評価方法に関する。

背景技術

[0002] 燃焼してもCO₂を排出しない水素は温暖化抑制が可能なエネルギーとして期待されている。水素は様々な資源から作ることができるが、製造工程や水素キャリアからの水素取り出し時においては若干のCO₂を排出する場合がある。

[0003] 再生可能エネルギーを用いた外部充電について考案された技術が知られている（例えば、特許文献1 参照。）。特許文献1 には、車両においてCO₂フリー充電が行なわれる場合に、CO₂フリー充電が行なわれる車両のユーザーに対して、給電設備の周辺に存在する店舗で使用可能なクーポンを発行するサーバが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許2020-102024号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の技術では、水素の取引の際に、CO₂e q がどの程度排出されたかが評価されていないという問題がある。

[0006] 本開示は、上記課題に鑑み、水素の取り引き時にCO₂e q 排出量を評価できる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は、水素の製造に関する工場システム及び認証システムとネットワークを介して通信できるCO₂排出量評価装置であって、前記工場システムから水素の製造時のCO₂排出量及び製造された水素の水素特定情報を受信する通信部と、前記水素特定情報に対応付けられた前記CO₂排出量の認証を前記認証システムに要求し、前記水素特定情報に対応付けられた前記CO₂排出量の認証情報を取得する認証情報取得部と、を有する。

発明の効果

[0008] 本開示は、水素の取り引き時にCO₂e q排出量を評価する技術を提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]水素キャリアの製造と水素キャリアからの水素取り出しの流れを説明する概略図である。

[図2]CO₂排出量評価システムのシステム構成例を示す図である。

[図3]CO₂排出量評価装置、認証システム、及び、工場システムの一例のハードウェア構成を示す図である。

[図4]CO₂排出量評価システムの一例の機能構成を示す図である。

[図5]電子署名を用いた認証方法を説明する図である。

[図6]水素源、水素キャリア、及び水素の取り出しについて認証のフェーズを説明する図である。

[図7]水素キャリアから取り出した水素と、他の原材料から製造される水素とが混成される場合を説明する図である。

[図8]シミュレーション部が水素の取り出し量を推定する流れを説明するフローチャート図の一例である。

[図9]認証システム、CO₂排出量評価装置及び工場システムが行う処理の全体的な流れを説明するフローチャート図の一例である。

[図10]水素源が1つのケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図の一例である。

[図11]水素源が2つのケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図の一例である。

[図12]水素キャリアが2つのケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図の一例である。

[図13]水素キャリアから水素が取り出され、既存プロセスで水素が製造されるケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図の一例である。

[図14A]既存の原材料から製造される水素に追加してMCHから取り出した水素を増産するケースを説明する図である。

[図14B]既存の原材料から製造される水素の製造速度を落として、MCHから取り出される水素のルーム（空き）を作るケースを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明を実施するための形態の一例としてCO₂排出量評価システムと、CO₂排出量評価システムが行うCO₂排出量評価方法について図面を参照しながら説明する。

[0011] <CO₂排出量評価システムの概略>

水素は、再生可能エネルギーの製造、低炭素水素の製造、再生可能エネルギーを用いた水素の製造、水素キャリアの製造、及び、水素キャリアから水素の取り出しの各プロセスでプロセスに応じたCO₂を排出する。各プロセスが実施される場所が様々なので、最終的に水素を購入する取引先等は、どのくらいのCO₂を排出して製造された水素なのか不明になり、CO₂排出量に応じた価値を反映した公平な取引が困難であった。そこで本開示では、これら水素の製造等の各フェーズで認証を行い、水素と共に認証情報を提供する。

[0012] 図1は、水素キャリアの製造と水素キャリアからの水素取り出しの流れを説明する概略図である。水素キャリアとは、気体のままでは貯蔵や輸送の効率が低い水素を、効率的に貯蔵・運搬する媒体やその方法を言う。水素キャリアとしてはMCH（メチルシクロヘキサン）、液体水素などがある。水素取り出しとは、水素キャリアから水素を抽出することをいう（脱水素）。

[0013] 図1では、CO₂フリー水素が製造され、このCO₂フリー水素を含む水素キャリアが製造施設63で製造されている。製造施設63で製造された水素は貯蔵施設61まで輸送されている。水素の取り出し施設62は、貯蔵施設61の水素キャリアから水素を取り出す。取り出された水素は、取引先64に供給される。取引先64は様々であるが、例えば水素ステーション、一般家庭、発電所、又は工場などである。

[0014] 取引先64としては、購入する水素が実質どの程度のCO₂排出量により製造されたかを価値に反映させて取引したい場合がある。CO₂が排出されるのは、主に、再生可能エネルギーの製造時、水素製造時、輸送時、及び、水素取り出し時である。本実施形態のCO₂排出量評価システムは、例えば水素製造時と水素取り出し時のCO₂排出量を算出し、CO₂排出量から炭素強度を算出する。また、CO₂排出量評価システムは、以下のように、炭素強度と水素とプロセス（水素製造時と水素取り出し時等）を対応付けて認証する。なお、炭素強度とは、その製品が生産される際に排出された炭素の、単位当たりの排出量を示す指標であり、値が小さいほど、CO₂排出量が少ないことを意味する。炭素強度は、何らかのベンチマーク（例えば従来のCO₂排出量）に対するCO₂排出量である。

[0015] (i) CO₂排出量評価装置は、水素製造時において水素に対応づけて炭素強度を認証させる。

[0016] (ii) CO₂排出量評価装置は、水素取り出し時において水素に対応づけて炭素強度を認証させる。

[0017] 取引される水素には、炭素強度が対応づけられており、かつ、認証済みのので、海外や遠隔地にて製造された水素においても、炭素強度に応じた価値を反映した公平な取引を実現できるようになる。また、水素取引において透明性や追跡性を確保できる。

[0018] <用語について>

認証とは、文書（本実施形態では、電子データ）の成立及び記載が、正当な手続きでなされたことを証明することをいう。認証方法は、複数の国の間で

合意された方法や、第三者機関により行われる認証等でよい。本実施形態では、水素の製造時等に排出されたCO₂排出量が正しいものであることを証明することをいう。認証情報は、認証が行われたことを証明する情報である。

[0019] 水素特定情報とは、製造等された水素を特定するための情報である。水素は不定形であるが、製造場所、期間及び製造量など一意性がある情報により特定される。水素特定情報は、製造場所が同じであれば期間及び製造量が紐付けられたロット番号などでもよい。

[0020] CO₂eqとは、“CO₂ equivalent”の略であり、CO₂と同等の温室効果を有するガスをいう。地球温暖化係数（GWP）を用いて他のガスの排出量をCO₂相当量に換算することが可能である。本実施形態では、CO₂排出量の評価について説明するが、他のガスの排出量についても同様に算出でき、CO₂eq排出量の評価が可能である。CO₂排出量評価装置10はCO₂eq排出量評価装置の一例である。

[0021] <システム構成例>

図2は、CO₂排出量評価システム100のシステム構成例を示す図である。CO₂排出量評価システム100では、CO₂排出量評価装置10、認証システム30、及び、工場システム40がネットワークNを介して通信可能に接続されている。ネットワークNは例えばインターネットなどの広域なネットワークでよいが、VPN（Virtual Private Network）など専用のネットワークでもよい。また、CO₂排出量評価装置10は、認証システム30及び工場システム40と通信できればよく、認証システム30と工場システム40とは互いに通信しなくてもよい。

[0022] 認証システム30は、REC（Renewable Energy Certificate）を発行すると共に、水素製造時と水素取り出し時に上記(i)(ii)の認証を行う。具体的な認証方法は本実施形態の特徴でなくどのような認証方法が採用されてもよい。認証システム30は、一例として、炭素強度等に電子署名を付与することで認証する。電子署名の付与方法について

詳細は後述する。

[0023] 工場システム40は、再生可能エネルギーの製造、水素を製造又は水素を取り出す工場の設備を管理するサーバなどのシステムである。工場システム40は、例えば、水素（本実施形態では、CO₂フリー水素）を製造したり、水素からトルエンとの化合物であるMCH（メチルシクロヘキサン）などの水素キャリアを製造したり、原材料1, 2（例えばLPG（Liquefied Petroleum Gas）等）から既存プロセスにより水素を製造したりする。また、工場システム40は、水素キャリアに適した方法で水素キャリアから水素を取り出す（例えば、脱水素）。水素キャリアは、アンモニア、水素吸蔵材、メタン、水素吸蔵材などでもよいし、液化水素や圧縮水素の形態で輸送されてもよい。

[0024] したがって工場システム40は一カ所にある必要はなく、水素を製造する工場、水素を取り出す工場ごとに存在してよい。また、工場システム40は、水素を製造又は水素を取り出す設備であればプラント、製油所、生産所など、どのように呼ばれていてもよい。

[0025] CO₂排出量評価装置10は、水素の流通、製造又は販売の1つ以上を行う企業が管理するサーバなどの情報処理システムである。CO₂排出量評価装置10は、工場システム40と通信し、再生可能エネルギーの製造時、水素製造時、水素キャリア製造時及び水素取り出し時等のCO₂排出量及び炭素強度を算出したり、炭素強度と閾値を比較してCO₂フリーと呼べるか否かを評価したりする。また、CO₂排出量評価装置10は認証システム30と通信して、各プロセスの炭素強度の認証を認証システム30に要求し、認証情報を取得する。認証するプロセスは例えば水素製造時及び水素取り出し時であるが、これらに限られず、再生可能エネルギーの製造時及び水素キャリア製造時等、CO₂が排出されるプロセスであれば対象としてよい。

[0026] なお、CO₂排出量評価装置10は、クラウドコンピューティングにより実現されてもよいし、単一の情報処理装置によって実現されてもよい。クラウドコンピューティングとは、特定ハードウェア資源が意識されずにネットワ

ーク上のリソースが利用される形態をいう。CO₂排出量評価装置10は、インターネット上に存在しても、オンプレミスに存在してもよい。

[0027] 図2に示していないが、ネットワークNにはユーザーが操作する端末装置が接続可能でよい。CO₂排出量評価装置10、認証システム30及び工場システム40はWebサーバの機能を有することができるため、ユーザーは端末装置をこれらに接続させ、認証情報等、任意の情報の表示及び情報の送信等が可能である。端末装置は、例えば、ユーザーが使用するPC (Personal Computer)、スマートフォン、タブレット端末等でよいが、Webブラウザが実行可能であればどのような装置でもよい。

[0028] <ハードウェア構成例>

図3を参照して、本実施形態に係るCO₂排出量評価装置10、認証システム30、及び、工場システム40のハードウェア構成について説明する。図3は、本実施形態に係るCO₂排出量評価装置10、認証システム30、及び、工場システム40の一例のハードウェア構成を示す図である。図3に示されているように、CO₂排出量評価装置10、認証システム30、及び、工場システム40はコンピュータ500によって構築されており、CPU501、ROM502、RAM503、HD (Hard Disk) 504、HDD (Hard Disk Drive)コントローラ505、ディスプレイ506、外部機器接続I/F (Interface) 508、ネットワークI/F 509、バスライン510、キーボード511、ポインティングデバイス512、DVD-RW (Digital Versatile Disk Rewritable)ドライブ514、メディアI/F 516を備えている。

[0029] これらのうち、CPU501は、コンピュータ500全体の動作を制御する。ROM502は、IPL等のCPU501の駆動に用いられるプログラムを記憶する。RAM503は、CPU501のワークエリアとして使用される。HD504は、プログラム等の各種データを記憶する。HDDコントローラ505は、CPU501の制御にしたがってHD504に対する各種データの読み出し又は書き込みを制御する。ディスプレイ506は、カーソル、メニュー、ウィンドウ、文字、又は画像などの各種情報を表示する。外

部機器接続 I / F 5 0 8 は、各種の外部機器を接続するためのインターフェースである。この場合の外部機器は、例えば、U S B (Universal Serial Bus) メモリやプリンタ等である。ネットワーク I / F 5 0 9 は、ネットワーク N を利用してデータ通信をするためのインターフェースである。バスライン 5 1 0 は、図 3 に示されている C P U 5 0 1 等の各構成要素を電氣的に接続するためのアドレスバスやデータバス等である。

[0030] また、キーボード 5 1 1 は、文字、数値、又は各種指示などの入力に使用される複数のキーを備えた入力手段の一種である。ポインティングデバイス 5 1 2 は、各種指示の選択や実行、処理対象の選択、カーソルの移動などを行う入力手段の一種である。D V D - R W ドライブ 5 1 4 は、着脱可能な記録媒体の一例としての D V D - R W 5 1 3 に対する各種データの読み出し又は書き込みを制御する。なお、D V D - R W ドライブ 5 1 4 は、D V D - R W に限らず、D V D - R 等であってもよい。メディア I / F 5 1 6 は、フラッシュメモリ等の記録メディア 5 1 5 に対するデータの読み出し又は書き込み（記憶）を制御する。

[0031] <機能について>

次に、図 4 を参照し、本実施形態に係る C O₂ 排出量評価システム 1 0 0 の機能構成について説明する。図 4 は、C O₂ 排出量評価システム 1 0 0 の一例の機能構成を示す図である。

[0032] <<認証システム>>

認証システム 3 0 は、通信部 3 1、認証処理部 3 2、及び、記憶部 3 3 を有している。認証システム 3 0 が有する各機能部は、認証システム 3 0 にインストールされた 1 以上のプログラムに含まれる命令を図 3 に示した C P U 5 0 1 が実行することで実現される機能又は手段である。

[0033] 通信部 3 1 は、C O₂ 排出量評価装置 1 0 と各種の情報を送受信する。通信部 3 1 は、C O₂ 排出量評価装置 1 0 から要求を受信したり、認証情報を C O₂ 排出量評価装置 1 0 に送信したりする。認証情報は、例えば R E C と電子署名等を含む。

[0034] 認証処理部32は、CO₂排出量評価装置が送信する認証対象の情報を認証する。認証処理部32は、例えば以下の認証を行う。

- ・認証処理部32は、炭素強度、炭素強度に基づいたCO₂フリーと呼べるかの評価結果、水素を特定するための水素特定情報A（製造場所、製造期間、製造量、CO₂排出量など）、及び、プロセス名（水素製造時）を認証する。認証の基準は、需要家の要求事項を満たすかどうか依存してよい。

- ・認証処理部32は、炭素強度、炭素強度に基づいたCO₂フリーと呼べるかの評価結果、水素を特定するための水素特定情報B（取り出し場所、取り出し期間、取り出し量、CO₂排出量など）及び、プロセス名（水素取り出し時）を認証する。

認証の処理については図5にて詳細に説明する。記憶部33には、認証処理部32が作成した各種の認証情報が保存される。

[0035] <<工場システム>>

工場システム40は、通信部41、製造管理部42、取り出し管理部43、及び、シミュレーション部44を有している。工場システム40が有する各機能部は、工場システム40にインストールされた1以上のプログラムに含まれる命令を図3に示したCPU501が実行することで実現される機能又は手段である。

[0036] 通信部41は、CO₂排出量評価装置10と各種の情報を送受信する。通信部41は、製造場所、製造期間、製造量（取り出し量）、CO₂排出量、及び、プロセス名などをCO₂排出量評価装置10に送信する。

[0037] 製造管理部42は、水素製造時において、製造場所、製造期間、製造量、CO₂排出量、及び、プロセス名等を作成する。

[0038] 取り出し管理部43は、水素取り出し時において、取り出し場所、取り出し期間、取り出し量、CO₂排出量、及び、プロセス名等を作成する。

[0039] シミュレーション部44は、水素キャリア等の原料組成と水素取り出し時の運転条件に基づいて取り出される水素量を推測するシミュレータである。したがって、原料組成と運転条件が分かれば、CO₂フリー水素と既存プロセ

スの水素が混成していても、CO₂フリー水素の取り出し量を推測できる。

[0040] <<CO₂排出量評価装置>>

CO₂排出量評価装置10は、通信部11、炭素強度算出部12、認証情報取得部13、提供部14、削減量算出部15、発電量算出部16、インセンティブ算出部17、及び、記憶部18を有している。CO₂排出量評価装置10が有する各機能部は、工場システム40にインストールされた1以上のプログラムに含まれる命令を図3に示したCPU501が実行することで実現される機能又は手段である。

[0041] 通信部11は、認証システム30及び工場システム40と各種の情報を送受信する。通信部11は、認証システム30に認証の対象の情報を送信し、認証情報を認証システム30から受信する。通信部11は、製造管理部42や取り出し管理部43が作成する情報を工場システム40から受信する。

[0042] 炭素強度算出部12は、水素が異なる水素源から製造された場合、及び、異なる水素キャリアから水素が取り出される場合、それぞれのCO₂排出量を用いて、水素のCO₂排出量を算出する。詳細は後述する。

[0043] 認証情報取得部13は、炭素強度、炭素強度に基づいたCO₂フリーと呼べるかの評価結果、水素を特定するための水素特定情報A又はB、及び、プロセス名（水素製造時）の認証を認証システム30に要求し、認証情報を取得する。認証情報は記憶部18に保存される。

[0044] 提供部14は、認証情報を、製造された水素を含む水素キャリアの取引先、及び、水素キャリアから取り出された水素の取引先等、認証情報を必要とする取引先に提供する。

[0045] 削減量算出部15は、CO₂フリー水素を導入することで（すなわち、炭素強度を用いて）ベンチマークとされるCO₂排出量に対し、削減できたCO₂排出量及びCO₂削減率を算出する。

[0046] 発電量算出部16は、CO₂フリー水素を導入することで発電された（すなわち、炭素強度を用いて）、100%CO₂フリーと言える発電量を算出する。また、発電量算出部16は、発電時のCO₂排出量も算出する。

[0047] インセンティブ算出部 17 は、CO₂フリー水素を導入することで削減できたCO₂削減量に応じて、それを金額に換算する。つまり、インセンティブとは、CO₂フリー水素を導入したことによる金銭的な効果である。

[0048] <認証システム>

図5を参照して認証システム30が行う認証方法について説明する。図5は、電子署名を用いた認証方法を説明する図である。図5では、炭素強度、炭素強度に基づいたCO₂フリーと呼べるかの評価結果、水素特定情報A又はB、及び、プロセス名（再生可能エネルギーの製造時、水素製造時、水素キャリア製造時、水素取り出し時等）が認証対象であるとする。

[0049] (1) 認証処理部32は、炭素強度、評価結果、水素特定情報A又はB、及び、プロセス名のハッシュ値を算出する。

[0050] (2) 認証処理部32は、CO₂排出量評価装置10が予め設定してある秘密鍵53でハッシュ値を暗号化する。暗号化されたハッシュ値を電子署名54という。

[0051] (3) 電子署名54は認証対象となる電子データ51（炭素強度、評価結果、水素特定情報A又はB、及び、プロセス名）に添付される。

[0052] (4) 認証処理部32は、認証システム30の電子証明書52を電子データ51に添付する。電子証明書52は、CO₂排出量評価装置10の公開鍵52aと認証システム30の電子署名52bを含む。公開鍵52aは秘密鍵53とペアであり、秘密鍵53で暗号化された情報はペアの公開鍵52aでのみ復号できる。また、認証システム30の電子署名52bは電子証明書52が認証システム30により付与されたことを照明するためのものである。電子データ51、電子署名54、及び電子証明書52が認証情報50である。

[0053] このように作成された電子署名54と電子証明書52が添付された電子データ51を検証する場合の流れは以下ようになる（不図示）。検証するのは水素を購入する取引先等が想定されるが誰が認証してもよい。

(5) 取引先は、炭素強度、評価結果、水素特定情報A又はB、及び、プロセス名のハッシュ値を算出する。

(6) 取引先は、電子データ 5 1 に添付されている電子署名 5 4 を公開鍵 5 2 a で元のハッシュ値に復号する。

(7) 購入者は、(5)のハッシュ値と(6)のハッシュ値が一致する場合に、電子データ 5 1 に改ざんがないこと、及び、電子データ 5 1 がCO₂排出量評価装置 1 0 により発行されたものであると判断できる。

[0054] なお、上記の認証方法は一例であって、第三者機関等による認証を得る以外の方法で認証してもよい。

[0055] <水素源、水素キャリア、水素の取り出し>

図 6 を参照して、認証情報が作成されるフェーズについて説明する。図 6 は、水素源、水素キャリア、及び水素の取り出しについて認証のフェーズを説明する図である。図 6 では、2つの水素 7 1 が製造される。まず、CO₂排出量評価装置は製造時の炭素強度を認証 (A) することができる。2つの水素源 (水素源は単独であっても複数でも構わない) から水素キャリア製造施設 7 2 が水素キャリアを製造している。水素キャリアは貯蔵施設 7 3 に貯蔵されている。一例として、この貯蔵施設 7 3 が含む水素について炭素強度等が認証 (B) される。すなわち、CO₂排出量評価装置 1 0 は、1つ以上の水素源から製造された水素が混成された水素キャリア (液水、MCHほか) の炭素強度を認証システム 3 0 に認証させる。

[0056] 貯蔵施設 7 3 の水素キャリアは輸送され、別の貯蔵施設 7 4 の水素キャリアと共に貯蔵施設 7 5 に貯蔵される。貯蔵施設 7 4 に貯蔵される水素キャリアは、CO₂フリー水素でもそうでなくもよい。水素キャリアは単独であっても複数でも構わない。貯蔵施設 7 5 の水素キャリアから水素取り出し装置 7 6 により水素が取り出される。水素取り出し時、CO₂排出量評価装置 1 0 は、貯蔵施設 7 5 から取り出された水素に対する炭素強度を認証システム 3 0 に認証 (C) させる。貯蔵施設 7 4 に貯蔵される水素キャリアの水素がCO₂フリー水素でない場合、貯蔵施設 7 5 から取り出された水素の一部はCO₂フリー水素でなく、一部がCO₂フリー水素である。この場合、取り出されたCO₂フリー水素量は、貯蔵施設 7 5 における水素キャリアの混合比から算出さ

れる。貯蔵施設 7 4 に貯蔵される水素キャリアの水素が CO_2 フリー水素である場合、貯蔵施設 7 5 から取り出された水素は全て CO_2 フリー水素であるが、水素源が異なれば CO_2 削減量も異なるので、貯蔵施設 7 3 と 7 4 ごとに CO_2 削減量を推定することが好ましい。

[0057] CO_2 排出量評価装置 1 0 は、 CO_2 フリー水素とそうでない水素の混合比、又は、全ての水素源が CO_2 フリー水素であるが CO_2 削減量が異なることに応じて CO_2 削減量を算出する。 CO_2 排出量評価装置 1 0 は、取り出した水素の行き先に均等な CO_2 削減量を伝えることもできるし、ある特定の行き先の水素が 100% CO_2 フリー水素であると伝えることもできる。

[0058] 図 7 は、水素キャリアから取り出した水素と、他の原材料から製造される水素とが混成される場合を説明する図である。図 6 と同様に、 CO_2 フリー水素を含む水素キャリアが輸送され貯蔵施設 8 1 に貯蔵される。貯蔵施設 8 1 の水素キャリアから水素取り出し施設 8 2 により水素が取り出される。水素キャリアから水素が取り出された後、トルエン回収装置 8 3 でトルエンが回収され、 CO_2 フリー水素の製造場所まで輸送される。

[0059] 一方、製油所内での各種の原材料からも水素が製造され（これを既存プロセス 8 4 という）、水素取り出し時には貯蔵施設 8 1 からの CO_2 フリー水素と、既存プロセスの水素とが混成される。既存プロセス 8 4 で製造される水素は CO_2 フリーでない。このような場合、製油所内利用においては全体の水素消費量に対する、 CO_2 フリーであると認証された水素の割合をもとに、どの程度 CO_2 排出量が削減されたかを評価する。

[0060] 販売会社が、製造した水素のうち CO_2 フリー水素と称して取引先に販売する場合、既存プロセスからの水素と CO_2 フリー水素の割合をもとに、 CO_2 フリー水素のみを販売したとみなし、その分の認証を取引先へ渡すことができる。なお、所内利用した場合は、所内利用した水素の総量から CO_2 フリー水素の取引量を差し引く。

[0061] <炭素強度の算出例>

続いて、炭素強度の算出方法を説明する。

[0062] (1) 水素製造時における炭素強度

炭素強度算出部 12 は、水素製造時における炭素強度を以下のような手順で算出する。なお、ここでは、水素製造時の CO_2 排出量はゼロとして、水素キャリア製造時の炭素強度を求める。また、水素源及び CO_2 排出量が異なる水素の炭素強度の算出方法を説明する。水素源が 1 つの場合、炭素強度はその水素源の CO_2 排出量そのものである。なお、 CO_2 排出量はベンチマークとする水素製造法との単位量当たりの相対値である。

[0063] 水素源 1 : 副生水素 CO_2 排出量 1

水素源 2 : 水電解水素 CO_2 排出量 0.1

これらの水素により水素キャリアが製造されるとして、その容量比率が「1 : 1」とする。

$$\text{炭素強度} = 1 \times 0.5 + 0.1 \times 0.5 = 0.55 \quad \dots\dots(1)$$

この炭素強度は、 CO_2 フリーと判断できるかどうかの閾値を例えば 0.6 とすると、閾値未満なので、全体として CO_2 フリー水素と評価できる。炭素強度や評価結果を製造された水素に対応づけて認証することで、水素キャリアの取引の際に水素源が CO_2 フリーと見なせるかどうかを追跡可能とする。なお、取引当事者同士の取り決めによって水素の価値が決定されてもよい。

[0064] (2) 水素取り出し時における炭素強度

炭素強度算出部 12 は、水素取り出し時における炭素強度を以下のような手順で算出する。水素キャリア及び取り出し時の CO_2 排出量が異なる水素キャリアからの水素取り出し時の炭素強度について算出方法を説明する。水素キャリアが 1 つの場合、炭素強度はその水素キャリアからの水素の取り出し時の CO_2 排出量そのものである。

[0065] 水素キャリア 1 : 豪州産 CO_2 フリー MCH 由来水素 CO_2 排出量 0.1

水素キャリア 2 : 中東産 CO_2 フリー MCH 由来水素 CO_2 排出量 0.5

これらの水素キャリアから水素を取り出すとして、その容量比率が「1 : 1」とする。

$$\text{炭素強度} = 0.1 \times 0.5 + 0.5 \times 0.5 = 0.30 \quad \dots\dots(2)$$

この炭素強度は、CO₂フリーと判断できるかどうかの閾値を例えば0.6とすると、閾値未満なので、全体としてCO₂フリー水素と評価できる。炭素強度や評価結果を取り出された水素に対応づけて認証することで、水素の取引や使用時の際に水素がCO₂フリーと見なせるかどうかを追跡可能とする。なお、取引当事者同士の取り決めによって水素の価値を決定してもよい。

[0066] あるいは、総CO₂排出量を算出し、水素の使用時までの総CO₂排出量をもとにトータルでのCO₂排出量がどの程度削減できたかを評価してもよい。なお、取引当事者同士の取り決めによって水素の価値が決定されてもよい。

[0067] <CO₂排出量の削減量の算出>

続いて、CO₂排出量の削減量の算出方法について説明する。CO₂排出量評価装置10は、CO₂排出量の削減量についても認証対象に含めることができる。

[0068] (1) 製油所で自家消費する場合

削減量算出部15が、炭素強度を算出済みのCO₂フリー水素についてCO₂排出量の削減量を算出する算出方法は以下になる。なお、「t-CO₂」はトン単位の二酸化炭素の量を意味し、「t-H₂」はトン単位の水素の量を意味する。

・CO₂フリー水素のCO₂排出量(t-CO₂) =

CO₂フリー水素量 (t-H₂) × 炭素強度 (t-CO₂/t-H₂) …… (3)

・CO₂削減量(t-CO₂) =

CO₂フリー水素に置き換え前のCO₂排出量(t-CO₂) - {製油所水素からのCO₂排出量(t-CO₂) + CO₂フリー水素のCO₂排出量(t-CO₂)} …… (4)

・CO₂削減率(%) =

{製油所水素からのCO₂排出量(t-CO₂) + CO₂フリー水素のCO₂排出量(t-CO₂)} / CO₂フリー水素に置き換え前のCO₂排出量(t-CO₂) …… (5)

なお、炭素強度の算出に使用したベンチマークのCO₂排出量が、製油所が製造する水素の製造時のCO₂排出量の場合、CO₂削減率を以下のように算出できる。

・ CO_2 削減率 (%) = $(\text{CO}_2$ フリー水素に置き換え前の CO_2 排出量 - CO_2 フリー水素の CO_2 排出量(t-CO2)) / CO_2 フリー水素に置き換え前の CO_2 排出量 (t-CO2) ……(6)

(2) 製油所等の自家発電で水素を使用する場合

削減量算出部 15 が、炭素強度を算出済みの CO_2 フリー水素で発電した場合の CO_2 排出量の削減量を算出する算出方法は以下のようになる。

・ 発電時の CO_2 排出量(t-CO2/MWh) =
 発電に使用した CO_2 フリー水素量 (t-H2) x 炭素強度 (t-CO2/t-H2) / 発電量 (MWh) ……(7)

売電時は、導入前の総発電量の CO_2 排出量に対し、導入後の CO_2 排出量の差分が CO_2 排出量の削減量となる。なお、導入済みとは CO_2 フリー水素を発電燃料に導入済みという意味である。

[0069] また、発電量算出部 16 は、炭素強度を算出済みの CO_2 フリー水素を使用して発電した場合に、発電量のうち CO_2 フリー水素で発電された発電量を算出する。 CO_2 排出量評価装置 10 は、 CO_2 フリー水素で発電された発電量についても認証対象に含めることができる。

・ 100% CO_2 フリーの発電量(MWh) =
 総発電量 (MWh) x {導入前の CO_2 排出量(t-CO2/MWh) - 導入後の CO_2 排出量 (t-CO2/MWh)} / 導入前の CO_2 排出量 (t-CO2/MWh) ……(8)

製油所が売電する場合、「炭素強度〇〇%の電気です」と称して売電する。あるいは、式(8)で算出した100% CO_2 フリーの発電量(MWh)だけ、「100% CO_2 フリー電気」と称して売電する。

[0070] <インセンティブの算出方法>

インセンティブ算出部 17 は、 CO_2 削減量に応じて、インセンティブ(CO_2 フリーインセンティブ)を算出する。インセンティブの単位は金額(例えば円、ドル、ユーロ等)でよい。インセンティブ算出部 17 は、インセンティブについても認証対象に含めることができる。

[0071] 製造又は供給した水素に応じた CO_2 フリーインセンティブの計算方法は以

下のとおりである。

・ CO_2 削減量($t-\text{CO}_2$) = (1 - 炭素強度) ×
ベンチマークとする水素（製造時又は取り出し時）の CO_2 排出量($t-\text{CO}_2$)
……(9)

・ CO_2 フリーインセンティブ（円） = CO_2 削減量($t-\text{CO}_2$) × CO_2 価格
（円／ $t-\text{CO}_2$ ）

＜シミュレーションによる水素の取り出し量の算出＞

図8は、シミュレーション部44が水素の取り出し量を推定する流れを説明するフローチャート図である。シミュレーションによる水素の取り出し量の推定は、図7に示したように、水素キャリアから取り出した水素と、原材料から製造される水素とが混成される場合などに有効になる。

[0072] シミュレーション部44は、タンク内原料組成を分析する（S501）。タンク内原料組成は既知であるとする。

[0073] シミュレーション部44は、原料組成と運転条件に応じた水素製造量を推定する（S502）。原料組成と運転条件に応じてどのくらいの水素が製造されるかは、データベースや機械学習で生成された推測モデルなどにより推測される。

[0074] シミュレーション部44は、既存プロセスから製造された水素量と、MCHから取り出した CO_2 フリー水素量を算出する（S503）。原料組成と運転条件に応じて既存プロセスとMCHからどのくらい水素が製造されるかは、データベースや機械学習で生成された推測モデルなどにより推測される。

[0075] ＜水素の製造、水素の取り出し、認証の流れ＞

図9は、認証システム30、 CO_2 排出量評価装置10及び工場システム40が行う処理の全体的な流れを説明するフローチャート図である。

[0076] S1：まず、工場システム40が再生可能エネルギー（太陽光発電、水力、風量等による電力）を作成する。工場システム40は再生可能エネルギーの製造場所、製造期間、製造量、排出係数算定に必要な情報を CO_2 排出量評価装置10に送信する。排出係数算定に必要な情報とは、再生可能エネルギー

の製造に消費した燃料や電力である。

- [0077] S2: CO₂排出量評価装置10は、排出係数算定（炭素強度算定）に必要な情報を用いて排出係数（ベンチマークに対するCO₂排出量）を算出する。排出係数が炭素強度に相当する。CO₂排出量評価装置10は、再生可能エネルギーの製造場所、製造期間、製造量、炭素強度を認証システム30に送信する。製造された水素が、CO₂フリー水素でない（グリーン水素でない）場合は、水素製造より上流（火力発電等）のCO₂排出量を炭素強度に計上してもよい。
- [0078] S3: 認証システム30は、再生可能エネルギーの製造場所、製造期間、製造量、及び炭素強度を対応付けて登録する。
- [0079] S4: 認証システム30は、再生可能エネルギーの製造場所、製造期間、製造量、及び炭素強度を認証し、認証情報を作成する。認証情報は公開される。認証システム30は認証情報をCO₂排出量評価装置10に送信する。
- [0080] S5: CO₂排出量評価装置10は再生可能エネルギーの製造に関する認証情報を登録する。
- [0081] S6: 次に、工場システム40が再生可能エネルギーを消費して水素を製造する。工場システム40は製造場所、製造期間、製造量、排出係数算定に必要な情報をCO₂排出量評価装置10に送信する。排出係数算定に必要な情報とは、水素の製造に消費した燃料や電力である。
- [0082] S7: CO₂排出量評価装置10は、排出係数算定に必要な情報を用いて排出係数（ベンチマークに対するCO₂排出量）を算出する。排出係数が炭素強度に相当する。また、CO₂排出量評価装置10は排出係数を閾値と比較してCO₂フリー水素と見なせるか否かの評価も行う。CO₂排出量評価装置10は水素特定情報A、プロセス名（水素製造時）、炭素強度及び評価結果を認証システム30に送信する。
- [0083] S8: 認証システム30は、水素特定情報A、プロセス名（水素製造時）、炭素強度及び評価結果を登録する。
- [0084] S9: 認証システム30は、水素特定情報A、プロセス名（水素製造時）、

炭素強度及び評価結果を認証し、認証情報を作成する。認証情報は公開される。この認証情報をクリーン水素発行書という場合がある。認証システム 30 は認証情報を CO₂ 排出量評価装置 10 に送信する。

[0085] S10 : CO₂ 排出量評価装置 10 は水素の製造時に関する認証情報を登録する。

[0086] S11 : 次に、工場システム 40 が水素を水素キャリア (MCH、液体水素等) に変換する。工場システム 40 は水素キャリアの製造場所、製造期間、製造量、排出係数算定に必要な情報を CO₂ 排出量評価装置 10 に送信する。排出係数算定に必要な情報とは、水素キャリアの製造に消費した燃料や電力の製造時の CO₂ 排出量、及び、これらの消費により発生した CO₂ 排出量である。

[0087] S12 : CO₂ 排出量評価装置 10 の炭素強度算出部は、排出係数算定に必要な情報を用いて排出係数 (ベンチマークに対する CO₂ 排出量) を算出する。排出係数が炭素強度に相当する。CO₂ 排出量評価装置 10 は水素キャリアの製造に関する認証情報を登録する。

[0088] S13 : 工場システム 40 で製造された水素キャリアが取引先等に輸送される。工場システム 40 は水素キャリアの製造場所 (輸送元と輸送先)、製造期間、製造量、排出係数算定に必要な情報を CO₂ 排出量評価装置 10 に送信する。排出係数算定に必要な情報とは、輸送に消費した燃料や電力の製造時の CO₂ 排出量、及び、これらの消費により発生した CO₂ 排出量である。

[0089] S14 : CO₂ 排出量評価装置 10 の炭素強度算出部は、排出係数算定に必要な情報を用いて排出係数 (ベンチマークに対する CO₂ 排出量) を算出する。排出係数が炭素強度に相当する。CO₂ 排出量評価装置 10 は水素キャリアの輸送に関する認証情報を登録する。

[0090] S15 : 工場システム 40 は、水素キャリアから水素を取り出す。工場システム 40 は水素の取り出しの製造場所、製造期間、製造量、排出係数算定に必要な情報を CO₂ 排出量評価装置 10 に送信する。排出係数算定に必要な情報

とは、水素の取り出しに消費した燃料や電力の製造時の CO_2 排出量、及び、これらの消費により発生した CO_2 排出量である。

[0091] S16: CO_2 排出量評価装置10は、排出係数算定に必要な情報を用いて排出係数（ベンチマークに対する CO_2 排出量）を算出する。排出係数が炭素強度に相当する。また、 CO_2 排出量評価装置10は排出係数を閾値と比較して CO_2 フリー水素と見なせるか否かの評価も行う。 CO_2 排出量評価装置10は水素特定情報B、プロセス名（水素取り出し時）、炭素強度及び評価結果を認証システム30に送信する。

[0092] なお、ステップS16では、 CO_2 排出量評価装置10は、水素キャリアへの変換時の CO_2 排出量、輸送時の CO_2 排出量の認証を個別に認証システム30に要求してもよいし、水素キャリアへの変換時、輸送時、及び、取り出し時の CO_2 排出量の認証をまとめて認証システム30に要求してもよい。

[0093] S17: 認証システム30は、水素特定情報B、プロセス名（水素取り出し時）、炭素強度及び評価結果を登録する。

[0094] S18: 認証システム30は、水素特定情報B、プロセス名（水素取り出し時）、炭素強度及び評価結果を認証し、認証情報を作成する。認証情報は公開される。この認証情報をクリーン水素発行書という場合がある。認証システム30は認証情報を CO_2 排出量評価装置10に送信する。

[0095] S19: CO_2 排出量評価装置10は水素の取り出し時に関する認証情報を登録する。

[0096] なお、図9では、再生可能エネルギーの製造、水素の製造、水素キャリアへの変換、輸送、及び、取り出しのそれぞれのフェーズでそれぞれのフェーズで発生した CO_2 排出量が認証されている。しかし、各フェーズでそれまでの CO_2 排出量を算出し、それまでのフェーズの CO_2 排出量を含めての CO_2 排出量が認証されてもよい。

[0097] <炭素強度の算出と認証のいくつかの利用例>

図10は、水素源が1つのケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図である。

- [0098] 工場システム40がCO₂フリー水素を製造し、製造時のCO₂排出量を算出する(S101)。工場システム40の通信部41は、製造場所、製造期間、製造量、CO₂排出量をCO₂排出量評価装置10に送信する。ここでは、簡単のため、工場システム40がCO₂排出量を算出したものとする。
- [0099] CO₂排出量評価装置10の炭素強度算出部12は、ベンチマークとする水素のCO₂排出量に対する製造時のCO₂排出量の相対値を、炭素強度として算出する(S102)。例えば、炭素強度算出部12は、ベンチマークとする水素のCO₂排出量に対するステップS101のCO₂排出量の割合を炭素強度とする。炭素強度算出部12は、閾値と炭素強度を比較して評価結果を決定する。
- [0100] CO₂排出量評価装置10の認証情報取得部13は、通信部11を介して、認証対象(炭素強度、炭素強度に基づいたCO₂フリーと呼べるかの評価結果、水素特定情報A、及び、プロセス名)を認証システム30に送信する。認証システム30の認証処理部32は、認証対象を認証し、認証情報を作成する(S103)。認証システム30の通信部31は認証情報をCO₂排出量評価装置10に送信する。認証情報取得部13が認証情報を取得する。水素キャリアの販売会社は水素キャリアを受け取り、認証情報と共に管理する。この場合、水素キャリアの販売会社はCO₂排出量評価装置10を管理する企業又は関連する企業である。
- [0101] 図10は、水素の製造時の認証処理であるが、水素の取り出し時の認証処理も同様の流れでよい。
- [0102] 図11は、水素源が2つのケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図である。
- [0103] 工場システム40が副生水素とCO₂フリー水素を製造し、更に水素キャリアを製造し、それぞれの製造時のCO₂排出量を算出する(S201)。工場システム40の通信部41は、それぞれの製造場所、製造期間、製造量、及びCO₂排出量をCO₂排出量評価装置10に送信する。
- [0104] CO₂排出量評価装置10の炭素強度算出部12は、水素源が異なる水素の

混合割合、及び、ベンチマークとする水素の CO_2 排出量に対するステップS201の CO_2 排出量との相対値をもとに、炭素強度を算出する（S202）。この炭素強度の算出方法は式(1)に示した。炭素強度算出部12は、閾値と炭素強度を比較して評価結果を決定する。

[0105] CO_2 排出量評価装置10の認証情報取得部13は、通信部11を介して、認証対象（炭素強度、炭素強度に基づいた CO_2 フリーと呼べるかの評価結果、水素特定情報A、及び、プロセス名）を認証システム30に送信する。認証システム30の認証処理部32は、認証対象を認証し、認証情報を作成する（S203）。認証システム30の通信部31は認証情報を CO_2 排出量評価装置10に送信する。認証情報取得部13が認証情報を取得する。水素の販売会社は水素キャリアを受け取り、認証情報と共に管理する。

[0106] 図12は、水素キャリアが2つのケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図である。なお、図12の説明では主に図10との相違を説明する。図12のステップS301～S303は図11のステップS201～S203と同様でよい。

[0107] 水素の販売会社が水素を取り出し、取引先に販売する。複数の供給元の水素キャリアを混合して使用している状況において（図6参照）水素を取り出す際、削減量算出部15が、認証情報をもとに CO_2 排出量を算出し、複数の水素キャリアについて水素の製造時の CO_2 排出量を合算する（S304）。

[0108] このため、削減量算出部15は、認証情報に含まれる炭素強度と、水素キャリアから取り出された CO_2 フリー水素量（MCH等の、 CO_2 フリー水素を含む同一の水素キャリアが混合したものとする）とを式(3)に代入し、 CO_2 排出量を算出する。水素キャリアが複数の場合は認証情報も複数あるので、削減量算出部15は、水素キャリアごとに CO_2 排出量を算出する。式(3)のベンチマークとする水素の CO_2 排出量は既知である。

[0109] また、通信部11は、水素の取り出し時の CO_2 排出量を工場システム40から受信し、削減量算出部15は、水素の取り出し時の CO_2 排出量を、ステップS404で算出した CO_2 排出量と合算する。 CO_2 排出量評価装置10

の認証情報取得部13は、ステップS404で算出された製造から取り出しまでのCO₂排出量を認証システム30で認証することができる。また、提供部14は、認証情報を取引先に提供できる。

[0110] このように、複数の水素キャリアから水素が取り出された場合でも、認証済みの炭素強度によりCO₂排出量を算出できる。

[0111] 図13は、水素キャリアから水素が取り出され、既存プロセスで水素が製造されるケースにおいて炭素強度の算出と認証の流れを説明するフローチャート図である。なお、図13の説明では主に図10との相違を説明する。図13のステップS401～S403は図11のステップS201～S203と同様でよい。

[0112] 水素の販売会社が水素を取り出し、取引先に販売する。MCHだけでなく既存プロセスからも水素が製造される状況では（図7参照）、シミュレーション部44がMCHからの水素取り出し量を推定し、認証済みの炭素強度をもとにCO₂排出量を算出する（S404）。既存プロセスからも水素が製造される場合、MCHからの水素取り出し量を測定できないので、シミュレーション部44が取り出される水素量を推定する。また、取り出した全量の水素からシミュレーション部44が算出した水素量を減じた水素量が既存プロセスの水素量である。

[0113] 削減量算出部15は、認証情報に含まれる炭素強度と、シミュレーション部44が推定したCO₂フリー水素量とを式(3)に代入し、MCHに含まれていた水素の製造時のCO₂排出量を算出する。

[0114] 次に、炭素強度算出部12は、既存プロセスから取り出される水素に伴うCO₂排出量と、ステップS404のCO₂排出量に基づいて、全量の水素の炭素強度を算出する（S405）。既存プロセスから取り出される水素量とCO₂排出量は、通信部11が工場システム40から取得する。また、通信部11は、MCHから取り出された水素量（シミュレーションで算出）と水素を取り出す際のCO₂排出量も工場システム40から取得する。これは、MCHに含まれていた水素の製造時のCO₂排出量にMCHから水素を取り出す際

のCO₂排出量を合算するためである。炭素強度算出部12は、式(2)により炭素強度を算出できる。

[0115] また、CO₂排出量評価装置10の認証情報取得部13は、認証対象（炭素強度、炭素強度に基づいたCO₂フリーと呼べるかの評価結果、水素特定情報B、及び、プロセス名）を認証システム30に送信し、水素の取り出し時の認証情報を取得する。また、提供部14は、認証情報を取引先に提供できる。

[0116] なお、水素の行き先が複数ある場合は、全量の水素のうち特定の行き先の水素のみがCO₂フリー水素であると評価してもよいし、全量の水素に対するCO₂フリー水素量の割合がCO₂フリー水素であると評価してもよい。

[0117] <製油所でCO₂フリー水素を供給する際の製油所側の運用（MCH）>
定常状態の水素だけCO₂フリー水素だと、例えば10tのうち9.5tしか定常状態で使われないので、0.5t分、無駄が発生する。この定常状態から供給状態への過渡期に無駄が発生するという課題あった。

[0118] 図14A、図14Bは、時間と水素の取り出し量の関係を示す図である。
図14Aは、既存の原材料から製造される水素に追加してMCHから取り出した水素を増産するケースを示す。

t1：水素増産が始まってから、MCHからの水素の取り出しを停止

t2：水素が通常量に戻るまで、CO₂フリー水素を生産（（他社へ供給）流量計にてCO₂フリー水素量を積算）

図14Bは、既存の原材料から製造される水素の製造速度を落として、MCHから取り出される水素のルーム（空き）を作るケースを示す。

t1：MCHから水素の取り出し時を開始し予め測定したタイムラグの経過を待つ

t2：フィード開始+タイムラグ時間からフィード停止+タイムラグ時間までCO₂フリー水素を生産（他社へ供給）

なお、図14Bでは、シミュレータをもとにCO₂フリー水素量を積算する。CO₂排出量評価装置10は、上記により算出した炭素強度に対応した水素

を他社に供給できる。

[0119] <主な効果>

本実施形態では、取引される水素に、炭素強度が対応づけられており、かつ、認証済みなので、海外や遠隔地にて製造された水素においても、炭素強度に応じた価値を反映した公平な取引を実現できるようになる。

[0120] 本出願は、2023年6月29日に日本国特許庁に出願した特願2023-106802号に基づく優先権を主張するものであり、特願2023-106802号の全内容を本出願に援用する。

符号の説明

- [0121] 1 0 CO₂排出量評価装置
 3 0 認証システム
 4 0 工場システム
 1 0 0 CO₂排出量評価システム

請求の範囲

- [請求項1] 水素の製造に関する工場システム及び認証システムとネットワークを介して通信するCO₂e q排出量評価装置であって、
前記工場システムから水素の製造時のCO₂排出量及び製造された水素の水素特定情報を受信する通信部と、
前記水素特定情報が対応付けられた前記CO₂排出量の認証を前記認証システムに要求し、前記水素特定情報が対応付けられた前記CO₂排出量の認証情報を取得する認証情報取得部と、
を有するCO₂e q排出量評価装置。
- [請求項2] 前記通信部は、水素キャリアから水素を取り出す際のCO₂排出量及び取り出された水素の水素特定情報を前記工場システムから受信し、
前記認証情報取得部は、水素を取り出す際のCO₂排出量と前記水素特定情報の認証を前記認証システムに要求し、水素を取り出す際のCO₂排出量と前記水素特定情報の認証情報を取得し、
前記認証情報を取り出された水素の取引先に提供する提供部を有する請求項1に記載のCO₂e q排出量評価装置。
- [請求項3] 前記通信部は、複数の前記工場システムから水素の製造時のCO₂排出量及び製造された水素の水素特定情報を受信し、
複数の前記工場システムからの、前記CO₂排出量、及び、前記水素特定情報に含まれる水素量に基づいて、複数の前記工場システムが水素の製造時に排出したCO₂排出量を算出できる炭素強度を算出する炭素強度算出部を有し、
前記認証情報取得部は、前記炭素強度と前記水素特定情報の認証を前記認証システムに要求し、前記炭素強度と前記水素特定情報の認証情報を取得し、
前記提供部は、前記認証情報を製造された水素を含む水素キャリアの取引先に提供する請求項2に記載のCO₂e q排出量評価装置。

[請求項4] 前記通信部は、複数の前記工場システムから、水素キャリアから水素を取り出す際の CO_2 排出量及び取り出された水素の水素特定情報を受信し、

複数の前記工場システムからの、前記 CO_2 排出量、及び、前記水素特定情報に含まれる水素量に基づいて、複数の前記工場システムが水素の取り出し時に排出した CO_2 排出量を算出できる炭素強度を算出する炭素強度算出部を有し、

前記認証情報取得部は、前記炭素強度と前記水素特定情報の認証を前記認証システムに要求し、前記炭素強度と前記水素特定情報の認証情報を取得し、

前記提供部は、前記認証情報を取り出された水素の取引先に提供する請求項2又は3に記載の CO_2 e q 排出量評価装置。

[請求項5] 前記認証情報取得部は、前記炭素強度と前記水素特定情報に加え、前記炭素強度を閾値と比較した評価結果の認証を前記認証システムに要求し、前記炭素強度、前記水素特定情報及び前記評価結果の認証情報を取得し、

前記提供部は、前記認証情報を取り出された水素の取引先に提供する請求項3に記載の CO_2 e q 排出量評価装置。

[請求項6] 前記炭素強度算出部は、前記認証情報に含まれる炭素強度、及び、前記工場システムから取得した前記水素キャリアから取り出された CO_2 フリー水素量に基づいて、取り出された水素の製造時の CO_2 排出量を算出する請求項4に記載の CO_2 e q 排出量評価装置。

[請求項7] 前記工場システムが、前記水素キャリアから水素を取り出すと共に、既存プロセスにて水素を製造する場合、

前記炭素強度算出部は、前記認証情報に含まれる炭素強度、及び、シミュレーション部が算出した前記水素キャリアから取り出される CO_2 フリー水素量に基づいて、取り出された水素の製造時の CO_2 排出量を算出する請求項3に記載の CO_2 e q 排出量評価装置。

[請求項8] 前記通信部は、前記工場システムから、前記水素キャリアから取り出された水素量と取り出し時のCO₂排出量、及び、前記既存プロセスにより取り出された水素量とCO₂排出量を受信し、

前記炭素強度算出部は、前記水素の製造時のCO₂排出量が合算された前記取り出し時のCO₂排出量、前記水素キャリアから取り出された水素量、及び、前記既存プロセスにより取り出された水素量とCO₂排出量に基づいて、水素の取り出し時に排出されたCO₂排出量に関する前記炭素強度を算出し、

前記認証情報取得部は、前記炭素強度と取り出された全量の水素の水素特定情報の認証を前記認証システムに要求し、前記炭素強度と前記水素特定情報の認証情報を取得し、

前記提供部は、前記認証情報を取り出された水素の取引先に提供する請求項7に記載のCO₂e q排出量評価装置。

[請求項9] 水素キャリアから取り出された水素で発電する場合に排出されるCO₂排出量を、

発電に使用したCO₂フリー水素量、認証済みの前記炭素強度、及び発電量に基づいて算出し、

総発電量、CO₂フリー水素の導入前のCO₂排出量、及び、導入後のCO₂排出量に基づいてCO₂フリー水素による発電量を算出する発電量算出部を有する請求項3に記載のCO₂e q排出量評価装置。

[請求項10] 水素の製造時又は取り出し時に削減されたCO₂排出量を、

ベンチマークとする水素で発電した場合のCO₂排出量、及び、認証済みの前記炭素強度、に基づいて算出し、

削減されたCO₂排出量を、CO₂価格に基づいて金額に変換するインセンティブ算出部を有する請求項3に記載のCO₂e q排出量評価装置。

[請求項11] 前記通信部は、水素キャリアの製造に消費した燃料又は電力の製造

時のCO₂排出量、及び、これらの消費により発生したCO₂排出量を含む、炭素強度算定に必要な情報を前記工場システムから受信し、

前記炭素強度算出部は、前記炭素強度算定に必要な情報を用いて水素キャリアの製造における前記炭素強度を算出する請求項3に記載のCO₂e q 排出量評価装置。

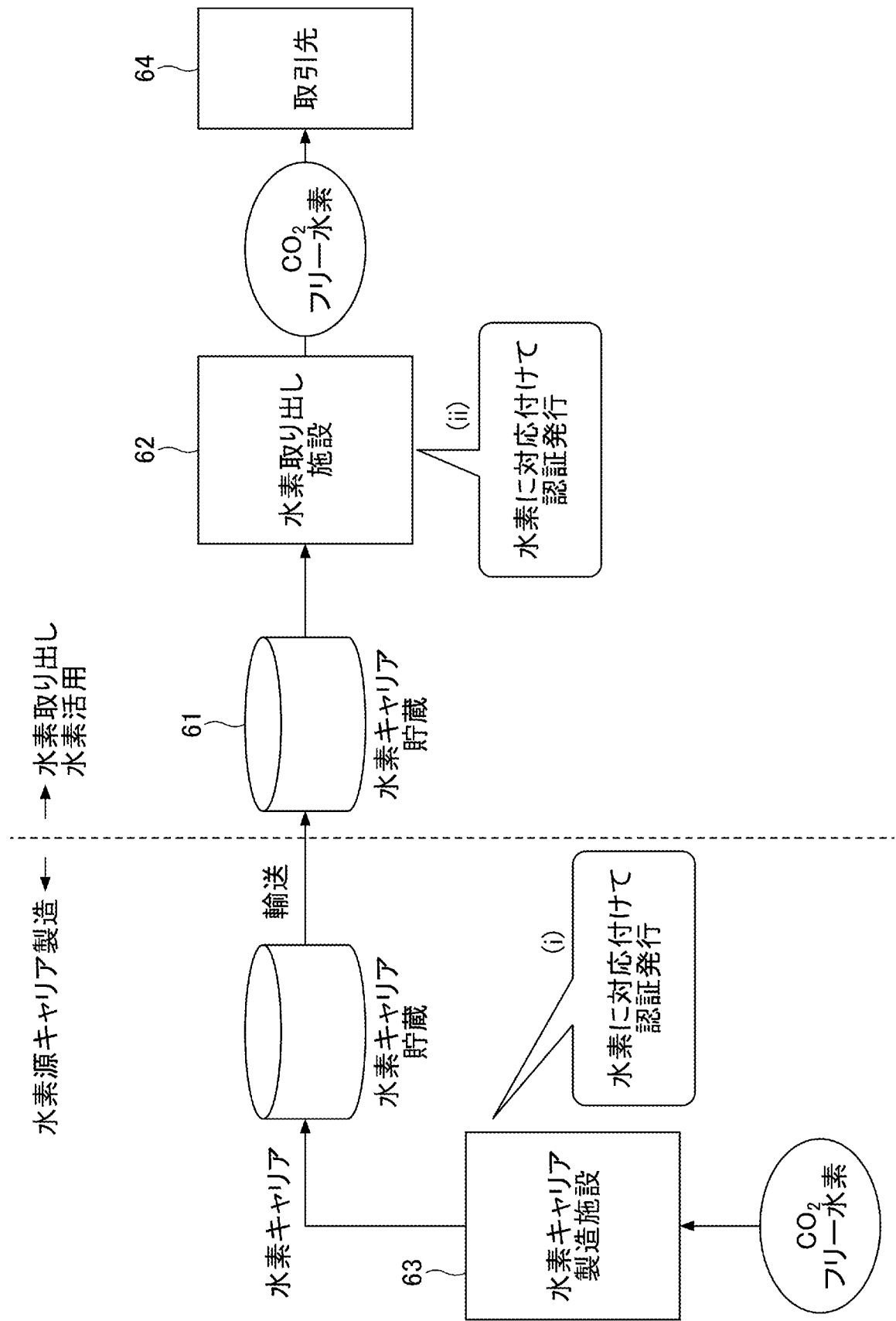
[請求項12] 前記通信部は、水素キャリアの輸送に消費した燃料又は電力の製造時のCO₂排出量、及び、これらの消費により発生したCO₂排出量を含む、炭素強度算定に必要な情報を前記工場システムから受信し、
前記炭素強度算出部は、前記炭素強度算定に必要な情報を用いて水素キャリアの輸送における前記炭素強度を算出する請求項3に記載のCO₂e q 排出量評価装置。

[請求項13] 水素の製造に関する工場システム及び認証システムと、CO₂e q 排出量評価装置がネットワークを介して通信するCO₂e q 排出量評価システムであって、
前記工場システムは、水素の製造時のCO₂排出量及び製造された水素の水素特定情報をCO₂e q 排出量評価装置に送信し、
前記CO₂e q 排出量評価装置は、
前記工場システムから水素の製造時のCO₂排出量及び製造された水素の水素特定情報を受信する通信部と、
前記水素特定情報に対応付けられた前記CO₂排出量の認証を前記認証システムに要求し、前記水素特定情報に対応付けられた前記CO₂排出量の認証情報を取得する認証情報取得部と、
を有するCO₂e q 排出量評価システム。

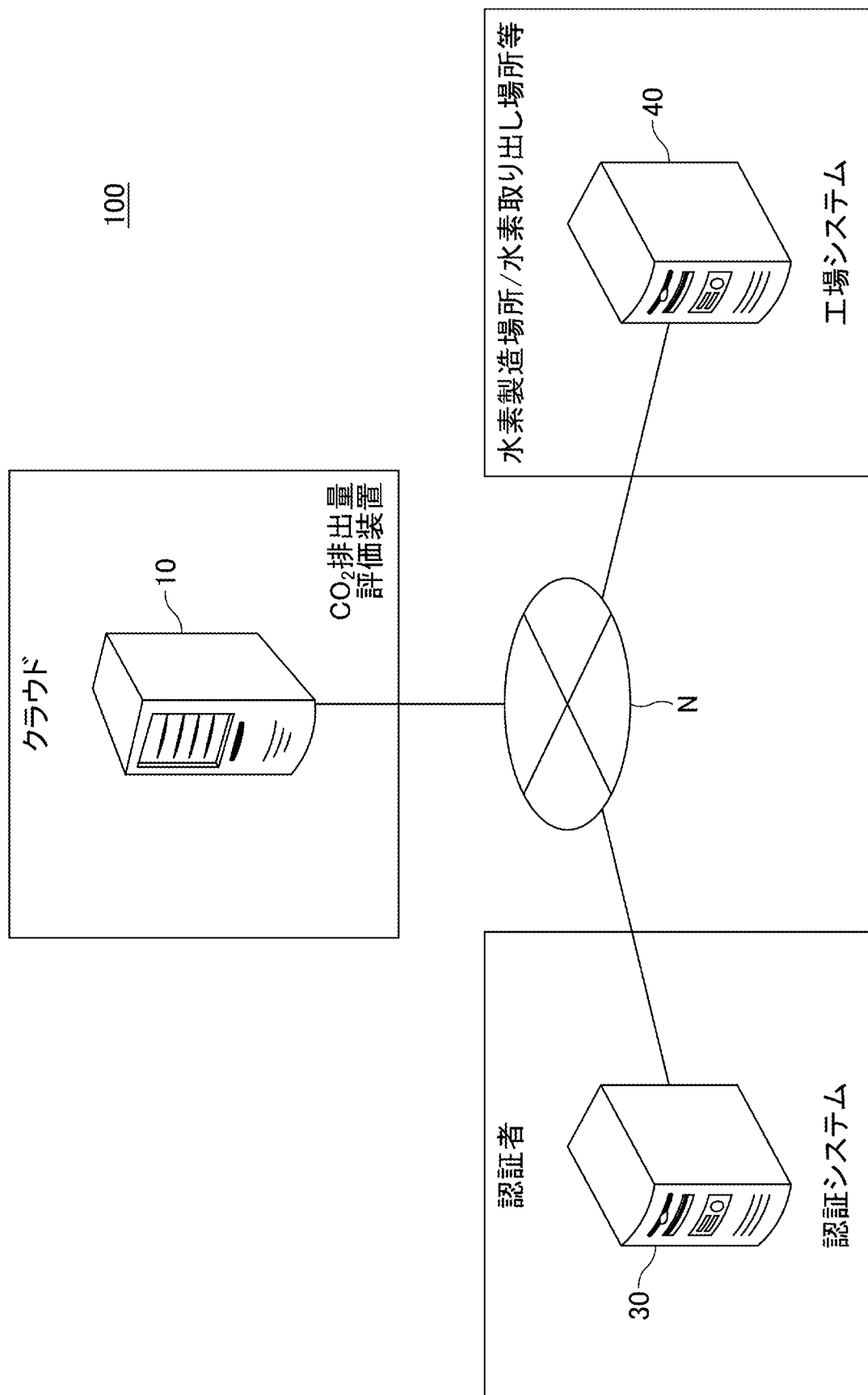
[請求項14] 水素の製造に関する工場システム及び認証システムとネットワークを介して通信するCO₂e q 排出量評価装置が行うCO₂e q 排出量評価方法であって、
前記工場システムから水素の製造時のCO₂排出量及び製造された水素の水素特定情報を受信する処理と、

前記水素特定情報が対応付けられた前記CO₂排出量の認証を前記認証システムに要求し、前記水素特定情報が対応付けられた前記CO₂排出量の認証情報を取得する処理と、
を行うCO₂e q排出量評価方法。

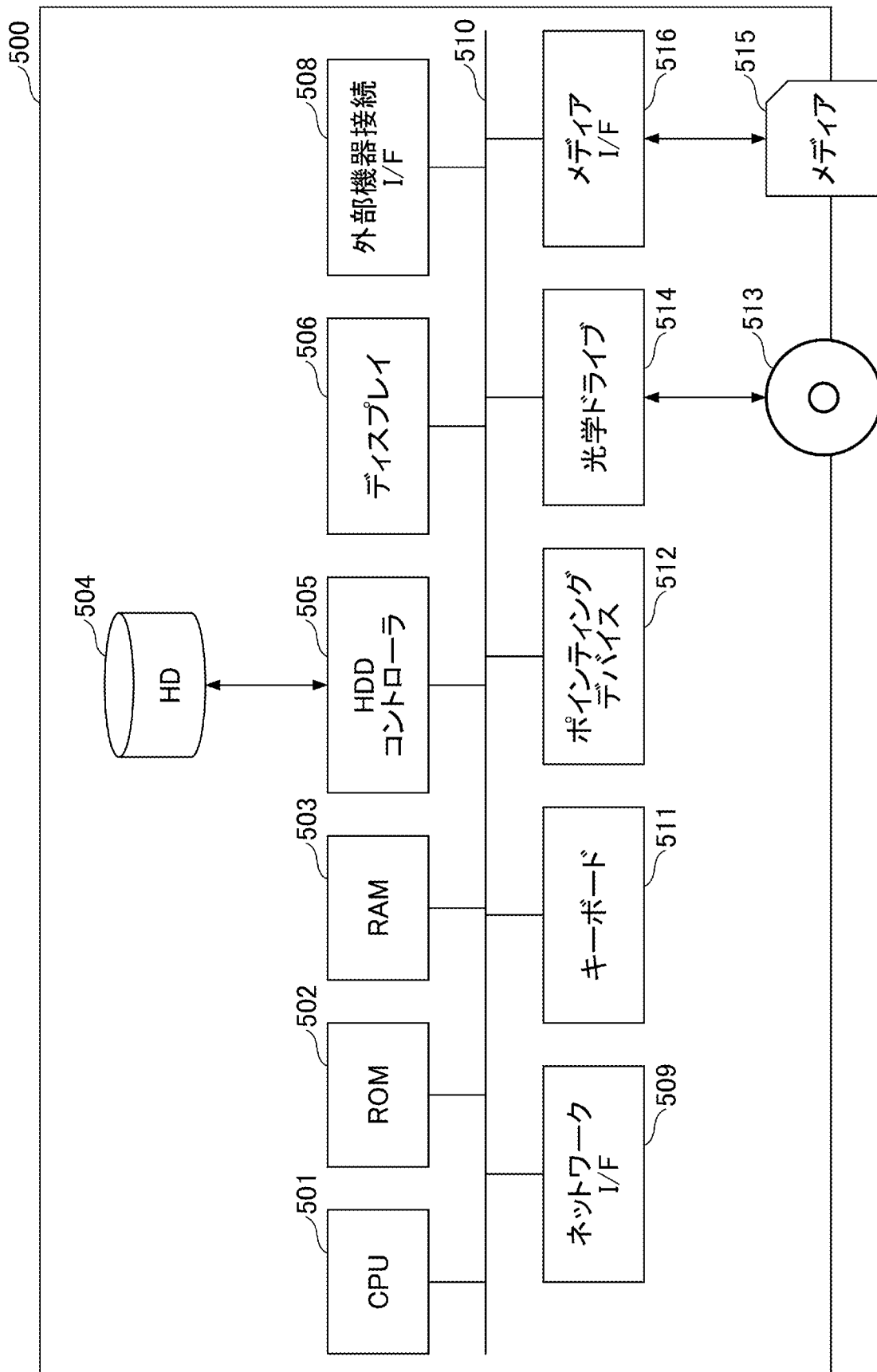
[図1]



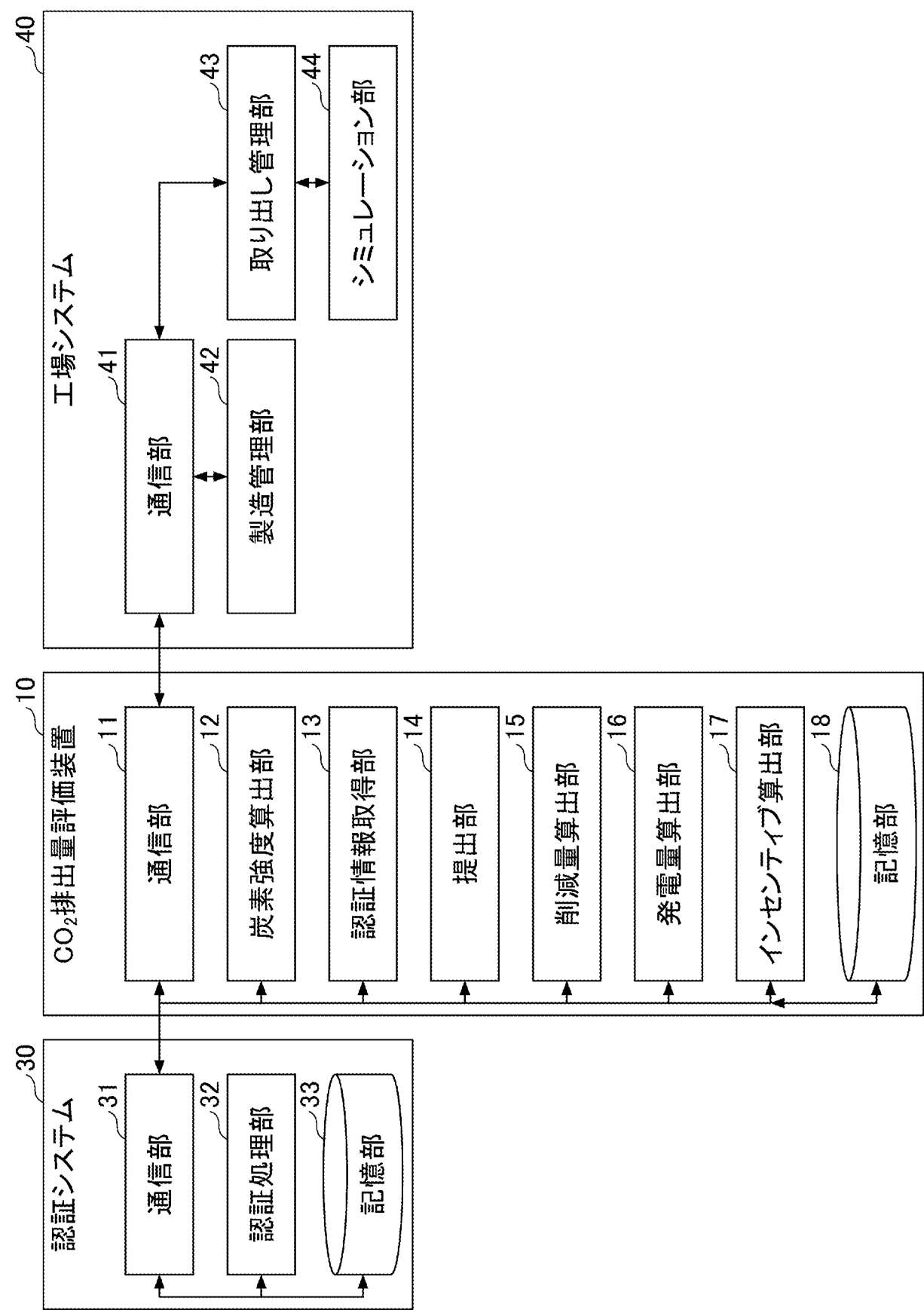
[図2]



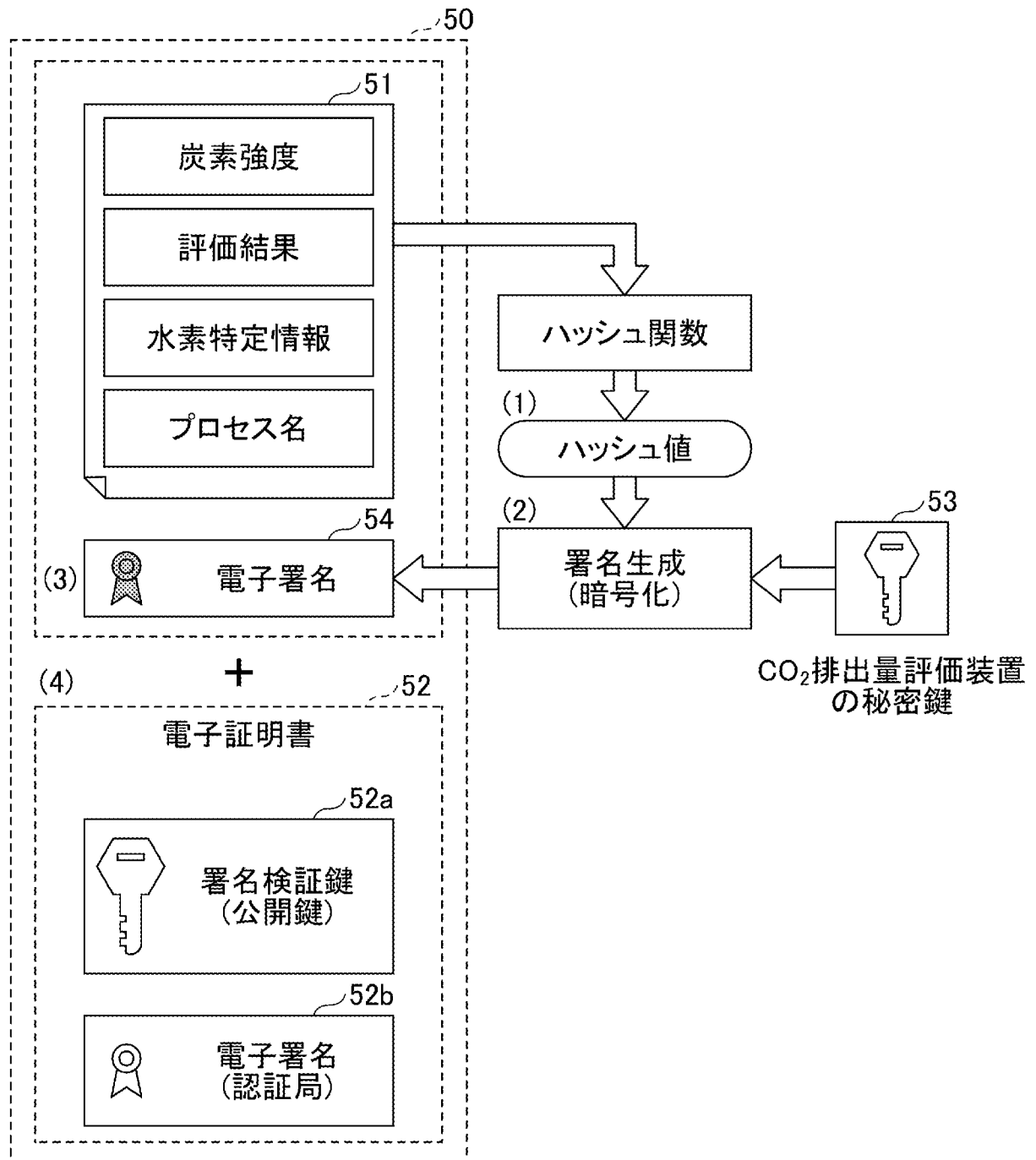
[図3]



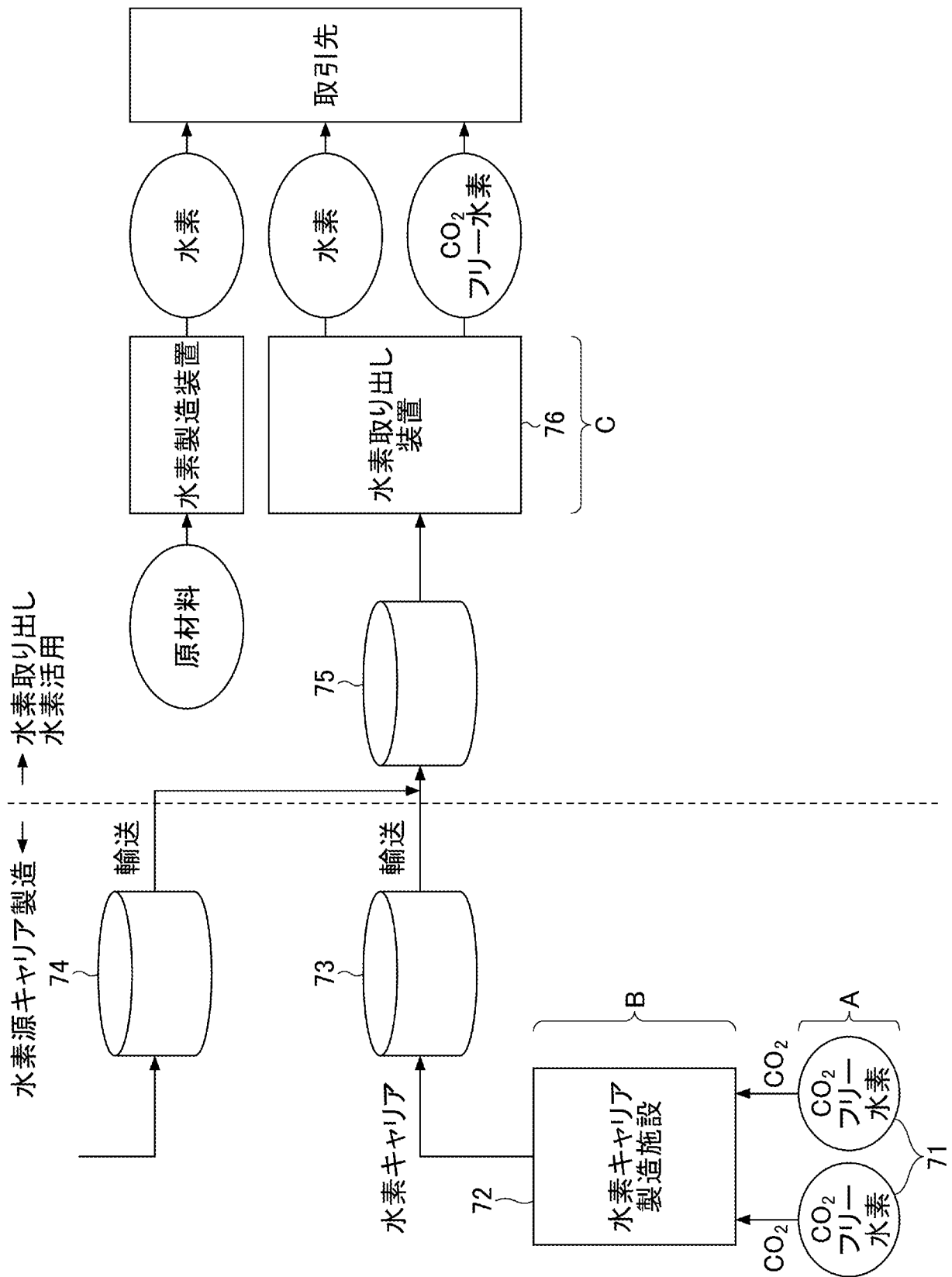
[図4]



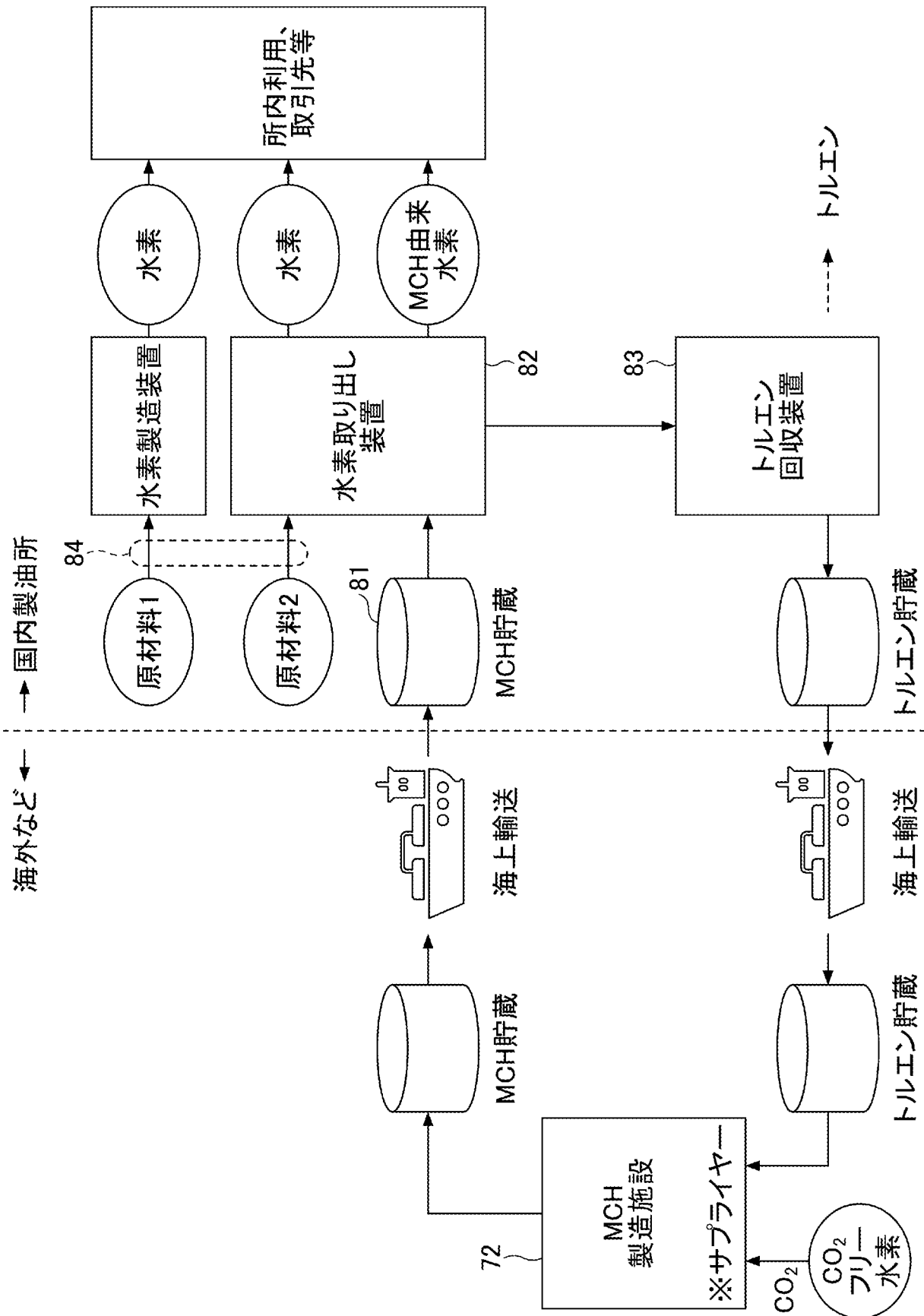
[図5]



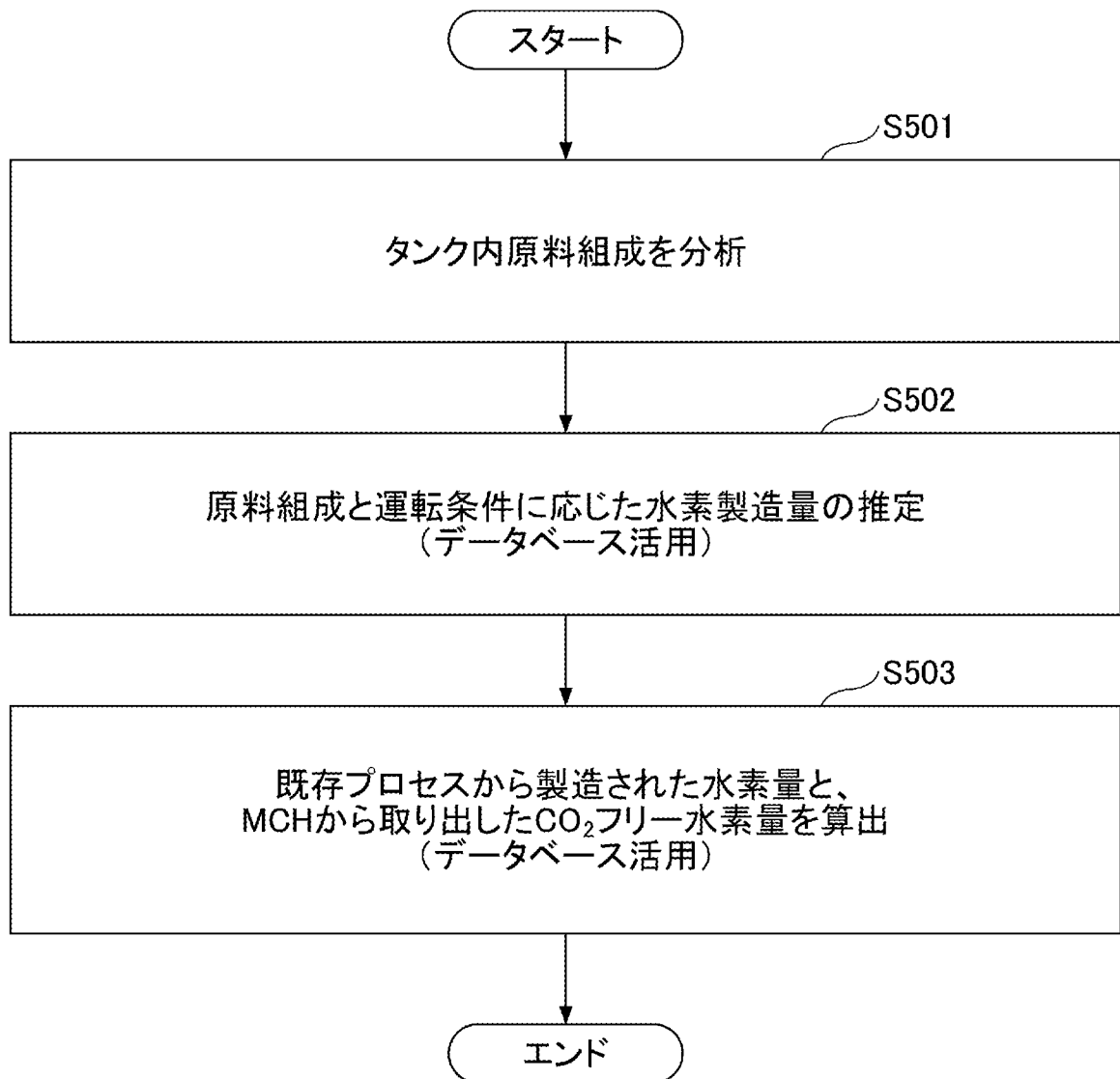
[図6]



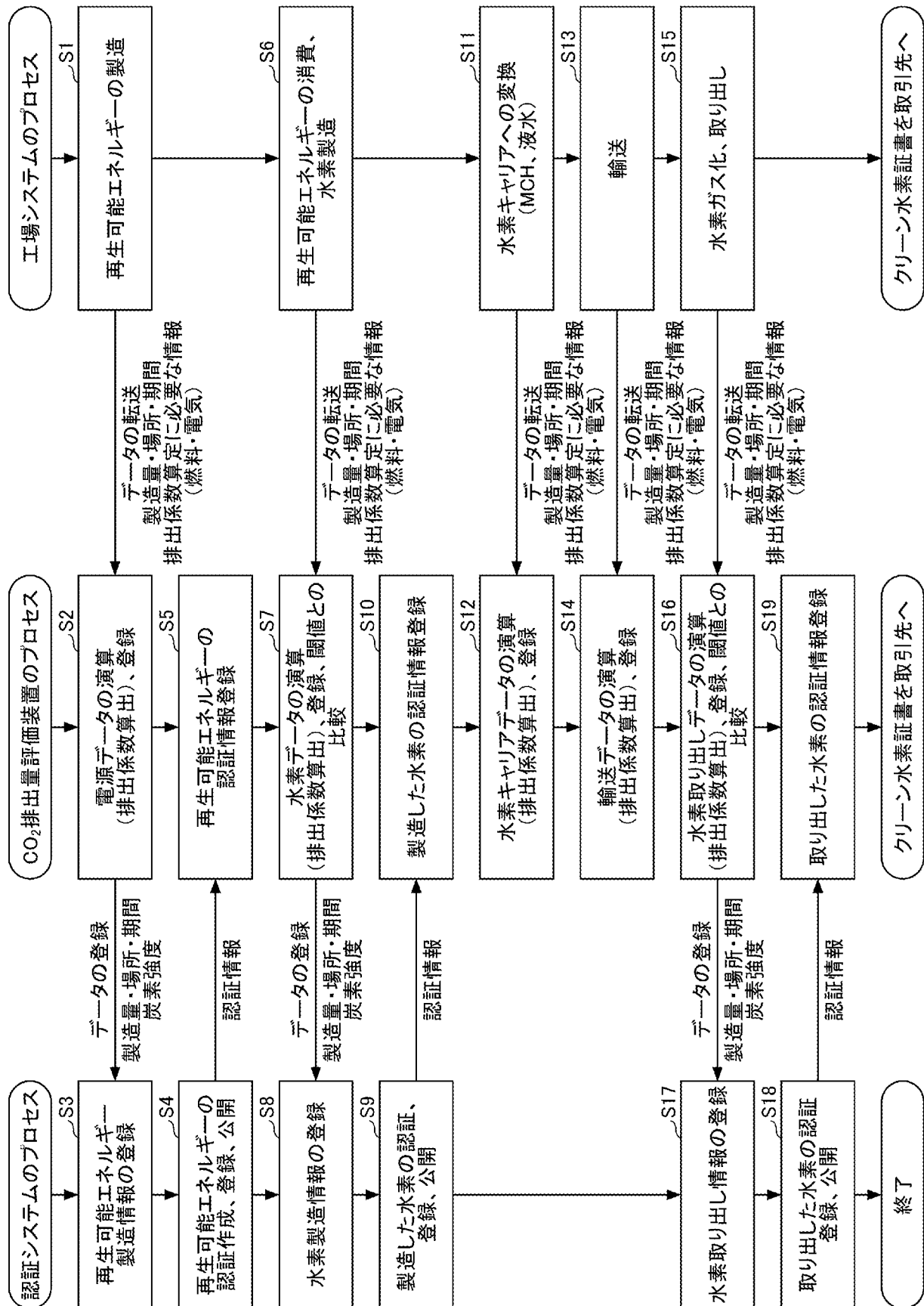
[図7]



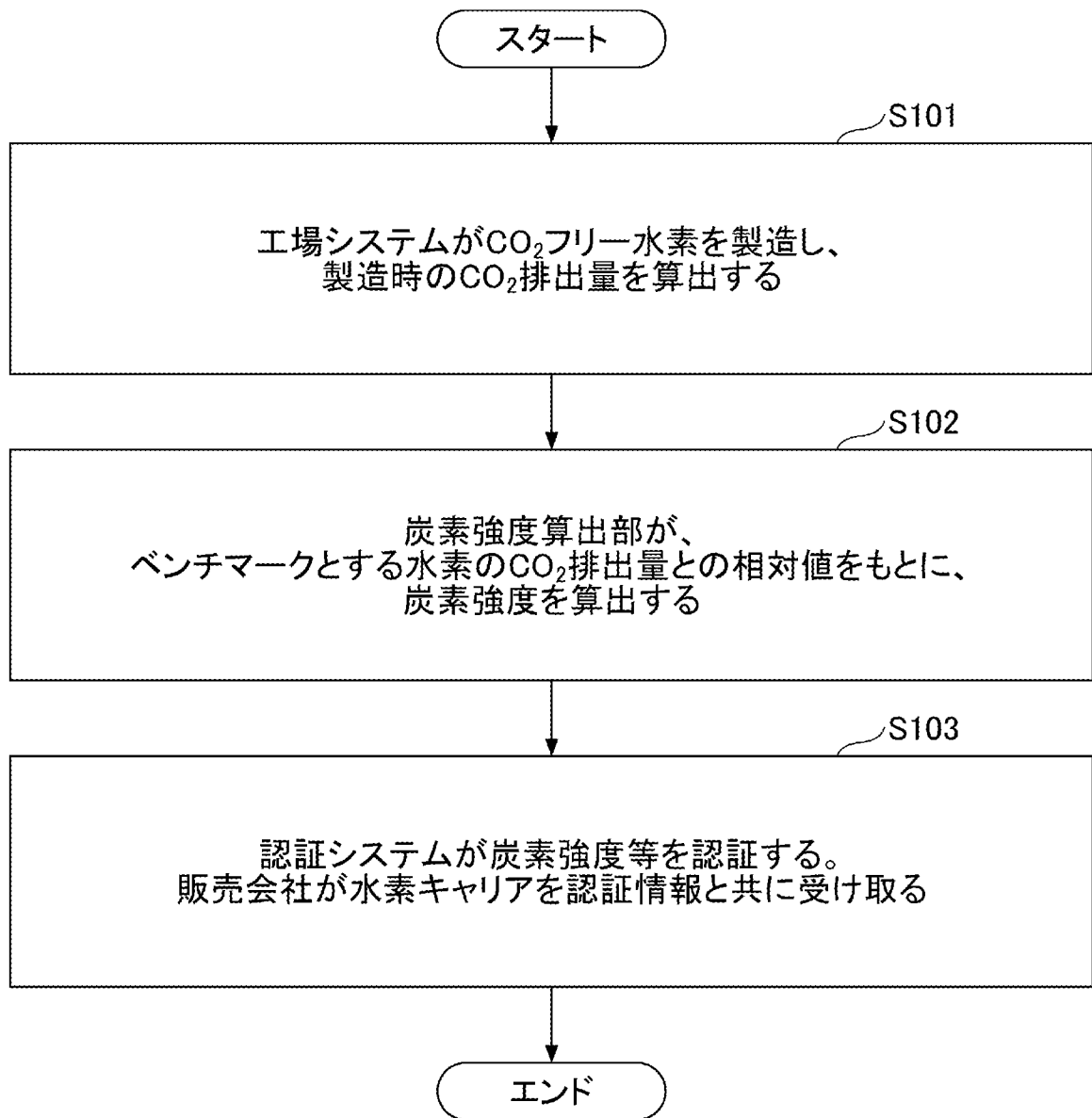
[図8]



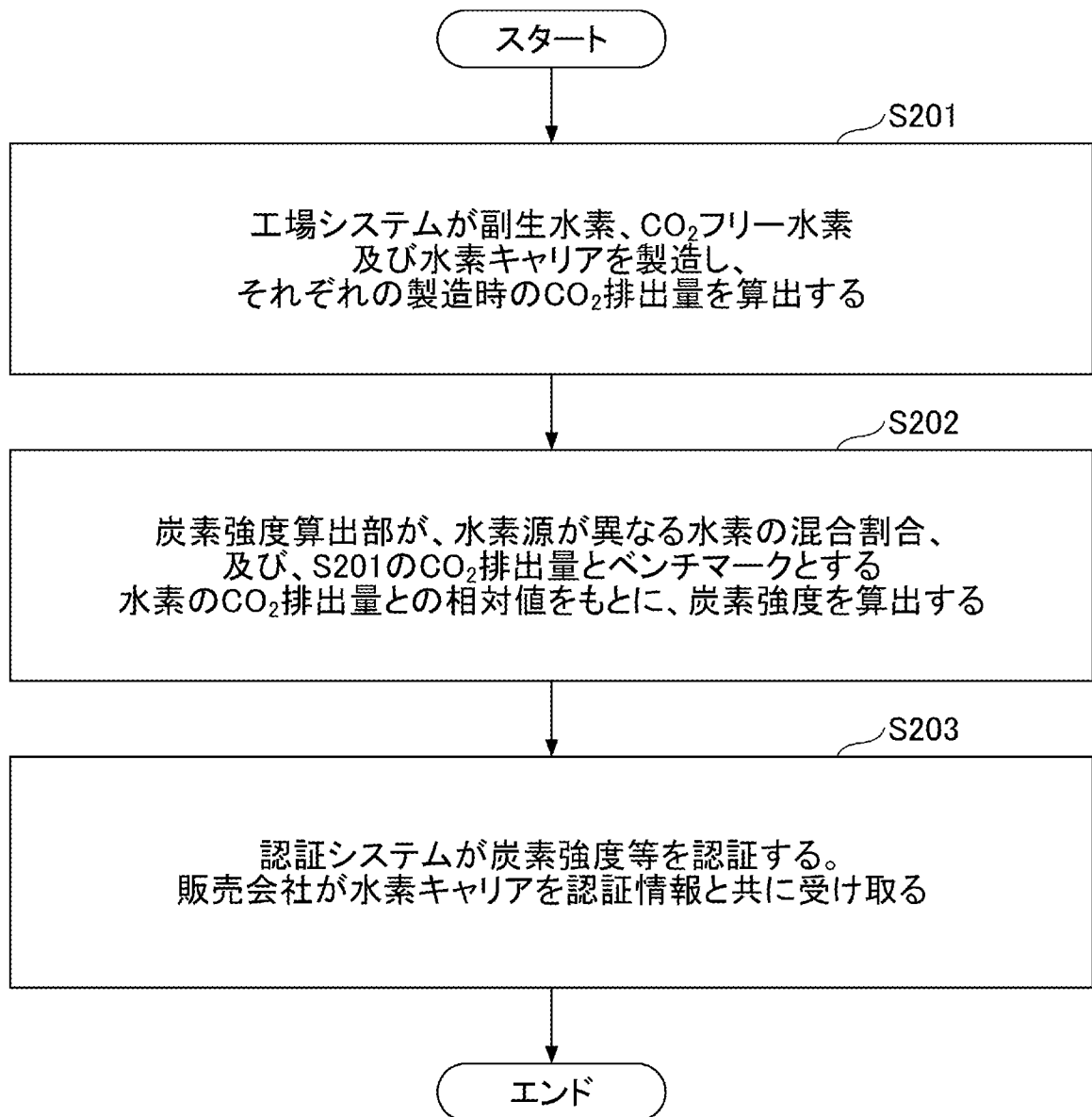
[図9]



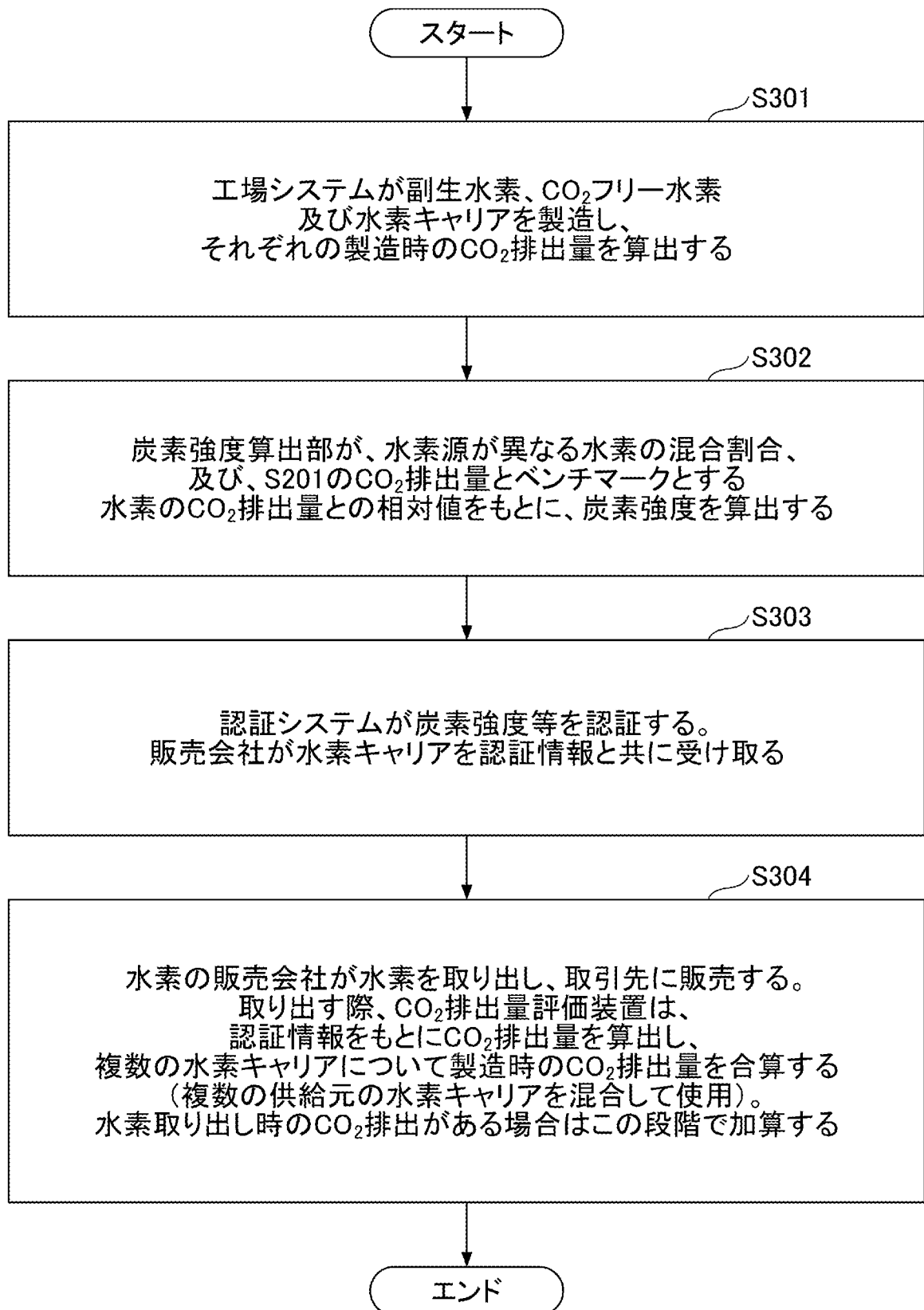
[図10]



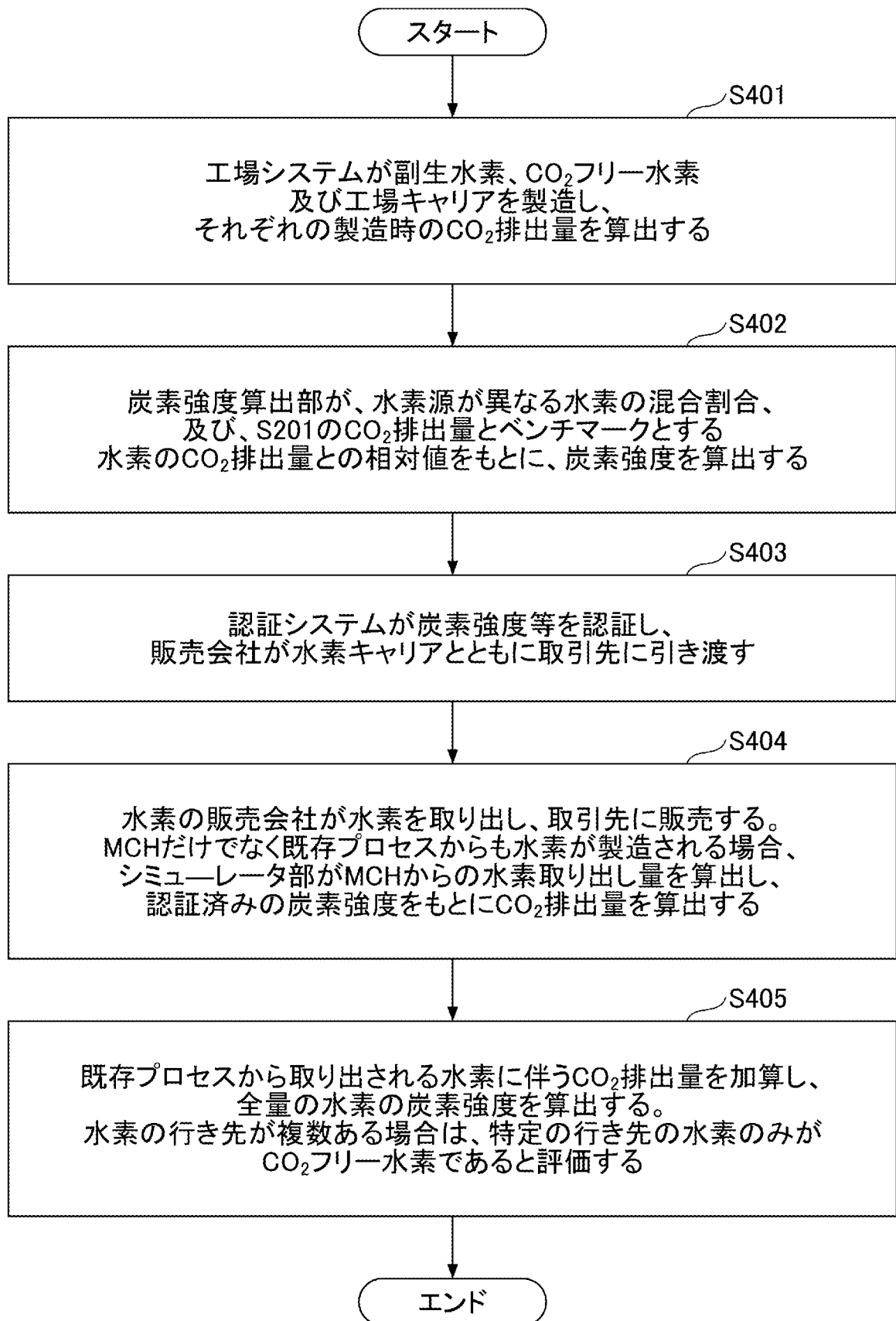
[図11]



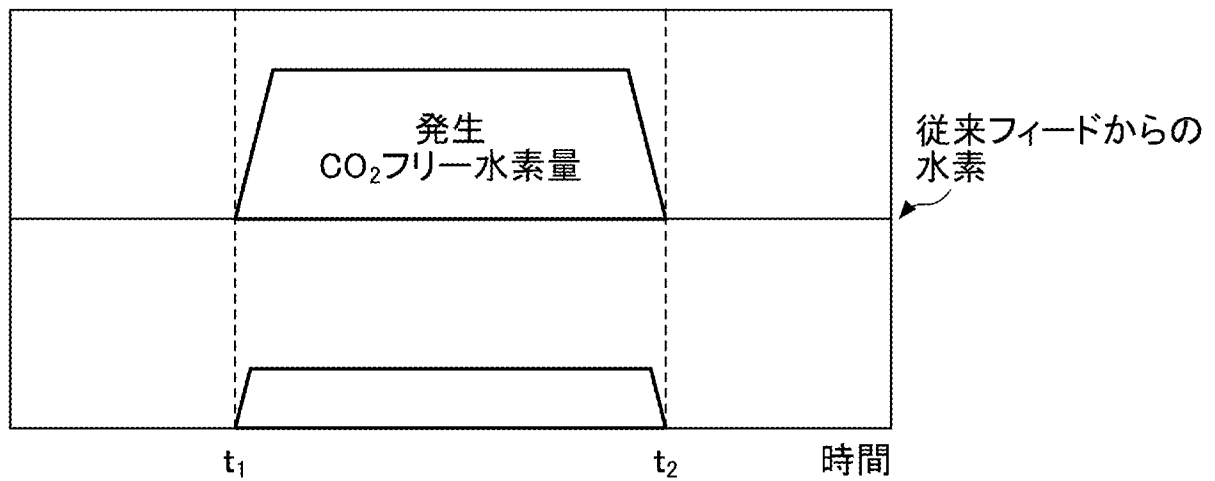
[図12]



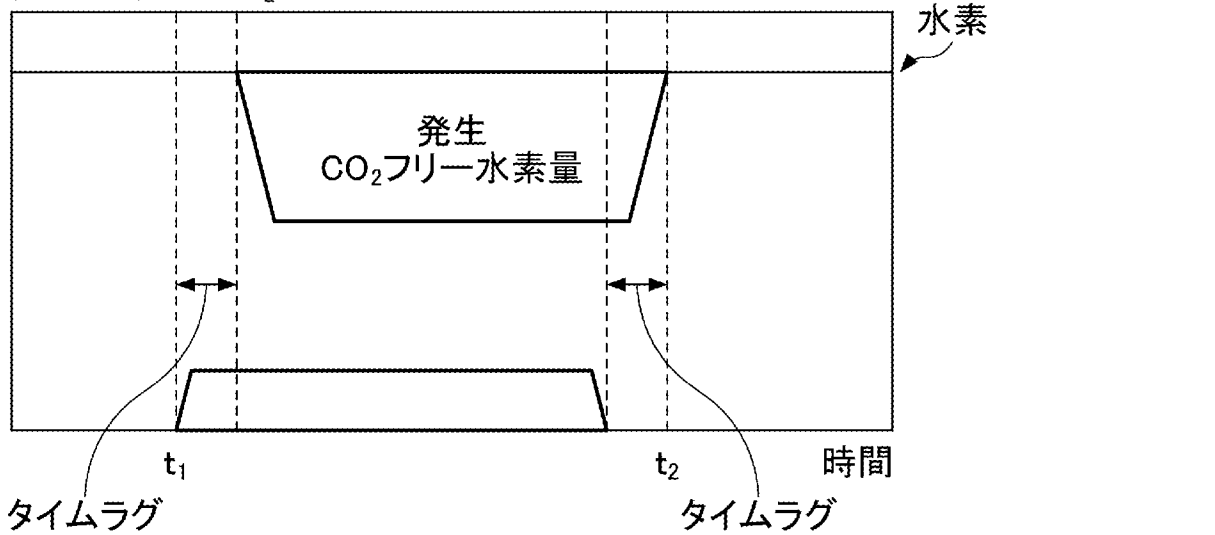
[図13]



[図14A]

発生水素量/CO₂フリーMCHフィード

[図14B]

発生水素量/CO₂フリーMCHフィード

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/022015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06Q 50/26</i> (2024.01)i; <i>G06Q 50/06</i> (2024.01)i FI: G06Q50/26; G06Q50/06 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) G06Q50/26; G06Q50/06 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-034865 A (HITACHI, LTD.) 08 February 2007 (2007-02-08) entire text, all drawings	1-14
A	CN 115526533 A (BEIJING GUOQING ZHONGLIAN HYDROGEN ENERGY TECH RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 27 December 2022 (2022-12-27) entire text, all drawings	1-14
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 23 July 2024		Date of mailing of the international search report 27 August 2024
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/JP2024/022015

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2007-034865	A	08 February 2007	US	2007/0038388	A1	
				DE	102006034195	A1	
CN	115526533	A	27 December 2022	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06Q 50/26(2024.01)i; G06Q 50/06(2024.01)i

FI: G06Q50/26; G06Q50/06

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））

G06Q50/26; G06Q50/06

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-034865 A（株式会社日立製作所）08.02.2007（2007 - 02 - 08） 全文全図	1-14
A	CN 115526533 A（BEIJING GUOQING ZHONGLIAN HYDROGEN ENERGY TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.）27.12.2022（2022 - 12 - 27） 全文全図	1-14

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

23.07.2024

国際調査報告の発送日

27.08.2024

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）

塚田 肇 5E 3652

電話番号 03-3581-1101 内線 3519

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/022015

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2007-034865	A	08.02.2007	US	2007/0038388	A1	
				DE	102006034195	A1	
CN	115526533	A	27.12.2022	(ファミリーなし)			