

(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8月29日(29.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/176994 A1

(51) 国際特許分類:

C01B 3/24 (2006.01) C07C 5/10 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01) C25B 1/04 (2021.01)
C01B 3/04 (2006.01) G06Q 50/04 (2012.01)
C01C 1/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/005686

(22) 国際出願日: 2024年2月19日(19.02.2024)

(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 2023-025202 2023年2月21日(21.02.2023) 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: 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). 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). 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). 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). 蓑田 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).

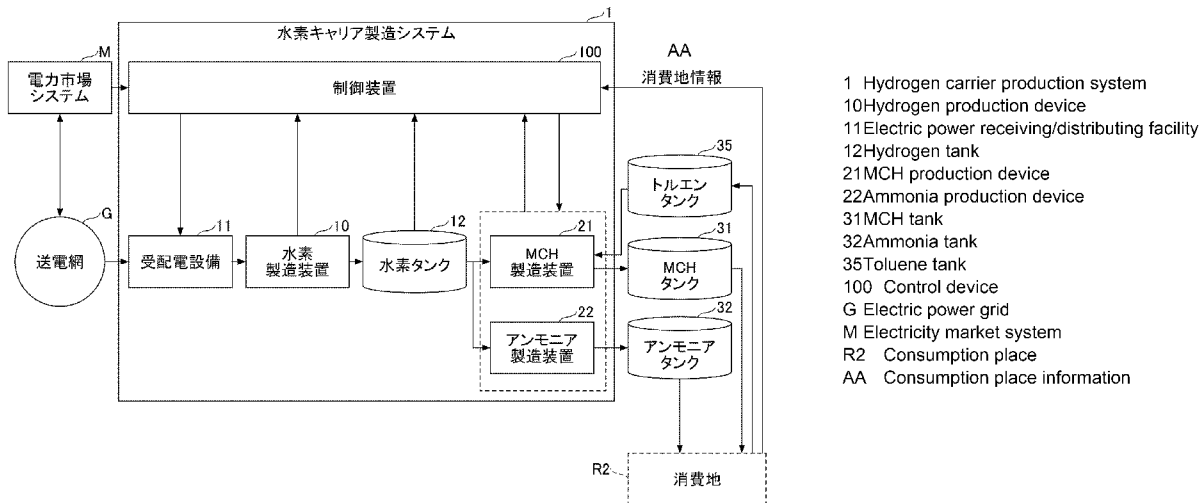
(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: HYDROGEN CARRIER PRODUCTION SYSTEM, CONTROL DEVICE, AND HYDROGEN CARRIER PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 水素キャリア製造システム、制御装置及び水素キャリア製造方法

[図2]



(57) Abstract: This hydrogen carrier production system includes: a hydrogen production device which produces hydrogen; a hydrogen tank in which hydrogen produced by the hydrogen production device is stored; and a plurality of hydrogen carrier production devices in which hydrogen stored in the hydrogen tank is converted to different types of hydrogen carriers.

(57) 要約: 水素キャリア製造システムが、水素を製造する水素製造装置と、水素製造装置により製造された水素を貯蔵する水素タンクと、水素タンクに貯蔵された水素を異なる種類の水素キャリアに変換する複数の水素キャリア製造装置と、を含む。

[続葉有]

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：

水素キャリア製造システム、制御装置及び水素キャリア製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、水素キャリア製造システム、制御装置及び水素キャリア製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化等の環境問題が世界的な課題となっており、脱炭素化を推進するための新エネルギーとして、利用時に二酸化炭素を発生することがない水素が注目されている。特に、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーを利用して水素を製造すれば、さらなる二酸化炭素の削減効果が期待できる。

[0003] 水素を効率的に貯蔵及び輸送を行うための技術が必要とされている。水素を貯蔵及び輸送可能な物質は、水素キャリア等と呼ばれる。気体の水素（水素ガス）を水素キャリアに変換するための様々な技術が提案されている。

[0004] 例えば、特許文献１には、太陽エネルギーを貯蔵する水素製造手段を備える太陽光発電システムが開示されている。特許文献１に開示されている太陽光発電システムは、太陽光発電装置により得られる直流電流を用いて水素を製造する水素製造手段と、水素製造手段により得られる水素を飽和炭化水素に変換して貯蔵する水素貯蔵手段を備える。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１４－２０３２７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来技術では、複数種類の水素キャリアを並行して製造することを考慮していない、という課題がある。複数種類の水素キャリアを並

行して製造すれば、各水素キャリアの経済性を反映しつつ製造設備全体の稼働率を向上することができる。

[0007] 本発明の一態様は、上記のような技術的課題に鑑みて、複数種類の水素キャリアを並行して製造することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様による水素キャリア製造システムは、電力を用いて水素を製造する水素製造装置と、水素製造装置により製造された水素を貯蔵する水素タンクと、水素タンクに貯蔵された水素を異なる種類の水素キャリアに変換する複数の水素キャリア製造装置と、を含む。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、水素サプライチェーンの一例を示すブロック図である。

[図2]図2は、水素キャリア製造システムの全体構成の一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、コンピュータのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、制御装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図5]図5は、設定方法の一例を示すフローチャートである。

[図6]図6は、電力市場価格プロファイルの一例を示すグラフである。

[図7]図7は、制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、稼働状態決定処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、稼働状態決定処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]図10は、稼働状態決定処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]図11は、稼働状態決定処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]図12は、稼働状態決定処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13は、変形例における水素ガス生成システムの全体構成の一例を示すブロック図である。

[図14]図14は、変形例1における制御装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図15]図 1 5 は、変形例 2 における制御装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の各実施形態について添付の図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省略する。

[0011] [実施形態]

本発明の一実施形態は、水素キャリアを製造する水素キャリア製造システムである。水素キャリアは、気体の水素（水素ガス）を効率よく貯蔵及び輸送可能な液体等の状態に変化させた物質である。本実施形態における水素キャリア製造システムは、水を電気分解することで水素ガスを生成し、水素ガスを液体に変化させることで水素キャリアを製造する。以下、単に「水素」といった場合、気体の水素（水素ガス）を表しているものとする。

[0012] <水素キャリア>

水素キャリアとして利用可能な物質は、例えば、メチルシクロヘキサン（MCH: Methylcyclohexane）、アンモニア（NH₃）又は液体水素（LH₂: Liquid H₂）等である。メチルシクロヘキサンは、トルエンに水素を反応させて得ることができる。アンモニアは、水素に窒素を反応させて得ることができる。液体水素は、水素を沸点（−253℃）以下まで冷却することで液化したものである。

[0013] 水素キャリアは、脱水素等の化学反応により水素に再変換して使用してもよいし、そのまま（水素キャリアの状態）使用してもよい。メチルシクロヘキサンを脱水素して得られたトルエンは、水素キャリアの製造地に輸送し、新たなメチルシクロヘキサンの製造に再利用することができる。アンモニアは、例えば肥料や化学製品等の原材料として使用することができる。また、アンモニア自体を燃料として使用することもできる。液体水素は、例えばロケット等の燃料として使用することができる。

[0014] 本実施形態における水素キャリア製造システムでは、再生可能エネルギー

由来の電力を用いて水素を製造する。また、本実施形態における水素キャリア製造システムでは、再生可能エネルギー由来の電力を用いて水素を水素キャリアに変換する。したがって、本実施形態における水素キャリア製造システムで製造された水素キャリアは、製造から使用までのサイクルにおいて二酸化炭素の排出を低減したクリーンなエネルギーとして使用することができる。

[0015] <水素サプライチェーン>

本実施形態における水素サプライチェーンについて、図1を参照しながら説明する。水素サプライチェーンとは、水素を製造し、輸送し、消費するまでの一連の流れである。

[0016] 本実施形態における水素サプライチェーンについて、図1を参照しながら説明する。図1は、水素キャリアとしてメチルシクロヘキサン及びアンモニアを並行して製造する場合の水素サプライチェーンの一例を示す図である。

[0017] 図1に示されているように、本実施形態における水素サプライチェーンは、製造地R1及び消費地R2を含む。製造地R1では、少なくとも水素又は水素キャリアのいずれか一方（以下、「水素等」と略称する）が製造される。消費地R2では、水素等が消費される。製造地R1及び消費地R2は、それぞれ異なる国であってもよいし、同じ国内の異なる地域であってもよい。少なくとも製造地R1及び消費地R2のいずれか一方が複数存在してもよい。製造地R1と消費地R2とを繋ぐ水素キャリアの輸送経路は、陸路のみであってもよいし、航路又は空路を含んでいてもよい。

[0018] 製造地R1には、水素キャリア製造システム1、MCHタンク31-1、アンモニアタンク32-1及びトルエンタンク35-1が設置される。MCHタンク31-1には、水素キャリア製造システム1により製造されるメチルシクロヘキサン（第1の水素キャリアの一例）が貯蔵される。アンモニアタンク32-1には、水素キャリア製造システム1により製造されるアンモニア（第2の水素キャリアの一例）が貯蔵される。トルエンタンク35-1には、メチルシクロヘキサンの製造に用いるトルエンが貯蔵される。

- [0019] 水素キャリア製造システム 1 は、送電網 G に接続される。送電網 G には、再生可能エネルギー由来の電力を供給する太陽光発電所 S 及び風力発電所 W 等が接続される。送電網 G には、再生可能エネルギー以外に由来する電力を供給する火力発電所や原子力発電所等が接続されてもよい。水素キャリア製造システム 1 は、送電網 G を介して、太陽光発電所 S 又は風力発電所 W から再生可能エネルギー由来の電力の供給を受ける。
- [0020] 水素キャリア製造システム 1 は、送電網 G から供給される電力を用いて、メチルシクロヘキサン及びアンモニアを製造する。水素キャリア製造システム 1 は、水素製造装置 10、MCH 製造装置 21（第 1 の水素キャリア製造装置の一例）及びアンモニア製造装置 22（第 2 の水素キャリア製造装置の一例）を備える。水素製造装置 10 は、送電網 G から供給される電力を用いて水素を製造する。
- [0021] MCH 製造装置 21 は、水素製造装置 10 により製造された水素を、トルエンタンク 35-1 から供給されるトルエンに反応させ、メチルシクロヘキサンを製造する。MCH 製造装置 21 により製造されたメチルシクロヘキサンは、MCH タンク 31-1 に貯蔵される。
- [0022] アンモニア製造装置 22 は、水素製造装置 10 により製造された水素に、大気中の窒素を反応させ、アンモニアを製造する。窒素は、空気分離装置等により得ることができる。アンモニア製造装置 22 により製造されたアンモニアは、アンモニアタンク 32-1 に貯蔵される。
- [0023] MCH タンク 31-1 に貯蔵されたメチルシクロヘキサン及びアンモニアタンク 32-1 に貯蔵されたアンモニアは、製造地 R1 と消費地 R2 との間の輸送経路に応じた輸送手段により、製造地 R1 から消費地 R2 に輸送される。メチルシクロヘキサン及びアンモニアの輸送には、例えば、航路ではタンカー等が利用され、陸路ではタンクローリー等が利用される。ただし、輸送手段はこれらに限定されず、メチルシクロヘキサン及びアンモニアを安全に輸送可能な手段であればどのような手段で輸送してもよい。
- [0024] 消費地 R2 には、水素ガス生成システム 2、MCH タンク 31-2、アン

モニアタンク 32-2、トルエンタンク 35-2 及び水素タンク 60 が設置される。MCH タンク 31-2 には、製造地 R1 から輸送されたメチルシクロヘキサンが貯蔵される。アンモニアタンク 32-2 には、製造地 R1 から輸送されたアンモニアが貯蔵される。トルエンタンク 35-2 には、メチルシクロヘキサンを脱水素することで得られるトルエンが貯蔵される。トルエンタンク 35-2 に貯蔵されたトルエンは、製造地 R1 と消費地 R2 との間の輸送経路に応じた輸送手段により、消費地 R2 から製造地 R1 に輸送される。製造地 R1 に輸送されたトルエンは、トルエンタンク 35-1 に貯蔵される。

[0025] 水素ガス生成システム 2 は、MCH タンク 31-2 から供給されるメチルシクロヘキサン及びアンモニアタンク 32-2 から供給されるアンモニアを水素に再変換する。水素ガス生成システム 2 は、脱水素装置 41、アンモニア分解装置 42 及び水素精製装置 50 を備える。

[0026] 脱水素装置 41 は、MCH タンク 31-2 から供給されるメチルシクロヘキサンを脱水素等の化学反応により水素とトルエンとに分離する。脱水素装置 41 で得られたトルエンは、トルエンタンク 35-2 に貯蔵される。

[0027] アンモニア分解装置 42 は、アンモニアタンク 32-2 から供給されるアンモニアを触媒と反応させ、水素と窒素とに分離する。アンモニア分解装置 42 は、アンモニアを気化することで、アンモニアガスに変換してもよい。

[0028] 水素精製装置 50 は、脱水素装置 41 又はアンモニア分解装置 42 で得られた水素を純度の高い水素に精製する。水素精製装置 50 により精製された水素は、水素タンク 60 に貯蔵される。

[0029] 水素タンク 60 に貯蔵された水素は、需要家 C に供給され、消費される。需要家 C への供給は、水素ボンベ等の容器に充填して運搬してもよいし、予め設置されたパイプラインを介して輸送してもよい。

[0030] アンモニア分解装置 42 により得られたアンモニアガスは、需要家 C に供給され、消費される。アンモニアタンク 32-2 に貯蔵されたアンモニアは、アンモニアのまま需要家 C に供給され、消費されてもよい。

[0031] 需要家Cは、例えば、製鉄所、発電所、化学工場、又は水素ステーション等である。需要家Cは、水素ガス生成システム2自体でもよい。すなわち、水素ガス生成システム2で得られた水素又はアンモニアは、水素ガス生成システム2の内部、又は水素ガス生成システム2に併設される他のシステム等で消費されてもよい。

[0032] なお、本実施形態における水素キャリア製造システム1は、メチルシクロヘキサン又はアンモニアに代えて、又は、メチルシクロヘキサン及びアンモニアに加えて、液体水素を製造してもよい。水素キャリアとして液体水素を製造する場合、製造地R1には、液体水素タンクが設置される。また、水素キャリア製造システム1は、液体水素製造装置を備える。液体水素製造装置は、水素製造装置10により製造された水素を冷却し、液体水素を製造する。液体水素製造装置により製造された液体水素は、液体水素タンクに貯蔵される。

[0033] 水素キャリアとして液体水素を製造する場合、消費地R2には、液体水素タンクが設置される。また、水素ガス生成システム2は、液体水素気化装置を備える。液体水素気化装置は、液体水素タンクから供給される液体水素を気化し、水素に再変換する。液体水素気化装置により得られた水素は、需要家Cに供給され、消費される。液体水素タンクに貯蔵された液体水素は、液体水素のまま需要家Cに供給され、消費されてもよい。なお、水素又は液体水素は、水素ガス生成システム2の内部、又は水素ガス生成システム2に併設される他のシステム等で消費されてもよい。

[0034] <水素キャリア製造システムの全体構成>

本実施形態における水素キャリア製造システムの全体構成について、図2を参照しながら説明する。図2は、本実施形態における水素キャリア製造システムの全体構成の一例を示すブロック図である。

[0035] 図2に示されているように、本実施形態における水素キャリア製造システム1は、水素製造装置10、受配電設備11、水素タンク12、MCH製造装置21、アンモニア製造装置22及び制御装置100を含む。また、本実

施形態における水素キャリア製造システム 1 は、製造地 R 1 に存在する電力市場システム M、送電網 G、MCH タンク 3 1、アンモニアタンク 3 2 及びトルエンタンク 3 5 と接続されている。

[0036] 電力市場システム M は、電力市場を管理する情報処理システムである。電力市場では、送電網 G で供給される電力が取引される。電力市場システム M は、電力の需要及び供給に応じて電力の価格を決定する。本実施形態では、電力市場システム M は、電力の発電方式ごとに電力の価格を決定するものとする。例えば、電力市場システム M は、再生可能エネルギー由来の電力（例えば、太陽光、風力、地熱又はバイオマス等）と、再生可能エネルギー以外に由来する電力（例えば、石炭、石油、天然ガス又は原子力等）とで、それぞれ異なる価格を決定する。

[0037] 受配電設備 1 1 は、送電網 G から供給される電力を受電し、水素キャリア製造システム 1 の各装置に配電する。受配電設備 1 1 は、各装置に配電する電力を設定可能である。受配電設備 1 1 は、制御装置 1 0 0 から受信する信号に基づいて、少なくとも水素製造装置 1 0 に入力する電力を設定する。

[0038] 水素製造装置 1 0 は、受配電設備 1 1 から入力される電力を用いて水素を製造する。本実施形態では、水素製造装置 1 0 は、水電解槽に貯蔵された水を電気分解することで、水素を生成する。水素製造装置 1 0 により生成された水素は、水素タンク 1 2 に貯蔵される。

[0039] 水素製造装置 1 0 による水素の製造量は、入力される電力の大きさに応じて変化する。したがって、受配電設備 1 1 から水素製造装置 1 0 に入力する電力を変更することで、水素製造装置 1 0 による水素の製造量を変更することができる。

[0040] 水素タンク 1 2 には、水素製造装置 1 0 により製造された水素が貯蔵される。水素タンク 1 2 に貯蔵された水素は、MCH 製造装置 2 1 及びアンモニア製造装置 2 2 に供給される。

[0041] MCH 製造装置 2 1 は、水素タンク 1 2 から供給される水素を、トルエンタンク 3 5 から供給されるトルエンに反応させ、メチルシクロヘキサンに変

換する。MCH製造装置21により製造されたメチルシクロヘキサンは、MCHタンク31に貯蔵される。

[0042] アンモニア製造装置22は、水素製造装置10により製造された水素に、空気分離装置等により得られた窒素を反応させ、アンモニアを製造する。アンモニア製造装置22により製造されたアンモニアは、アンモニアタンク32に貯蔵される。

[0043] 制御装置100は、水素キャリア製造システム1に含まれる各装置の動作を制御するパーソナルコンピュータ、ワークステーション又はサーバ等の情報処理装置である。制御装置100は、通信ネットワークを介して、電力市場システムM、受配電設備11、水素製造装置10、水素タンク12、MCH製造装置21及びアンモニア製造装置22と相互にデータ通信可能に構成されている。

[0044] 制御装置100は、水素キャリア製造システム1に含まれる各装置の動作を制御する。制御装置100は、水素キャリアを消費する消費地R2に関する情報（以下、「消費地情報」とも呼ぶ）に基づいて、各装置を制御するための情報（以下、「制御情報」とも呼ぶ）を生成する。制御装置100は、生成した制御情報に基づいて、少なくとも受配電設備11、MCH製造装置21及びアンモニア製造装置22の動作を制御するための制御信号を送信する。

[0045] なお、図2に示した水素キャリア製造システム1の全体構成は一例であって、用途や目的に応じて様々なシステム構成例があり得る。例えば、水素製造装置10、MCH製造装置21、アンモニア製造装置22及び制御装置100の1つ以上が、水素キャリア製造システム1に複数台含まれていてもよい。例えば、制御装置100は、複数台のコンピュータにより実現してもよいし、クラウドコンピューティングのサービスとして実現してもよい。図2に示す水素製造装置10、MCH製造装置21、アンモニア製造装置22及び制御装置100のような装置の区分は一例である。

[0046] <水素キャリア製造システムのハードウェア構成>

本実施形態における水素キャリア製造システム 1 に含まれる各装置のハードウェア構成について、図 3 を参照しながら説明する。

[0047] 《コンピュータのハードウェア構成》

本実施形態における制御装置 100 は、例えばコンピュータにより実現される。図 3 は、本実施形態におけるコンピュータのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[0048] 図 3 に示されているように、本実施形態におけるコンピュータ 500 は、CPU (Central Processing Unit) 501、ROM (Read Only Memory) 502、RAM (Random Access Memory) 503、HDD (Hard Disk Drive) 504、入力装置 505、表示装置 506、通信 I/F (Interface) 507 及び外部 I/F 508 を有する。CPU 501、ROM 502 及び RAM 503 は、いわゆるコンピュータを形成する。コンピュータ 500 の各ハードウェアは、バスライン 509 を介して相互に接続されている。なお、入力装置 505 及び表示装置 506 は外部 I/F 508 に接続して利用する形態であってもよい。

[0049] CPU 501 は、ROM 502 又は HDD 504 等の記憶装置からプログラムやデータを RAM 503 上に読み出し、処理を実行することで、コンピュータ 500 全体の制御や機能を実現する演算装置である。コンピュータ 500 は、CPU 501 に加えて又は CPU 501 に代えて、GPU (Graphics Processing Unit) を有していてもよい。

[0050] ROM 502 は、電源を切ってもプログラムやデータを保持することができる不揮発性の半導体メモリ (記憶装置) の一例である。ROM 502 は、HDD 504 にインストールされている各種プログラムを CPU 501 が実行するために必要な各種プログラム、データ等を格納する主記憶装置として機能する。具体的には、ROM 502 には、コンピュータ 500 の起動時に実行される BIOS (Basic Input/Output System)、EFI (Extensible Firmware Interface) 等のブートプログラムや、OS (Operating System) 設定、ネットワーク設定等のデータが格納されている。

- [0051] RAM 503は、電源を切るとプログラムやデータが消去される揮発性の半導体メモリ（記憶装置）の一例である。RAM 503は、例えば、DRAM（Dynamic Random Access Memory）やSRAM（Static Random Access Memory）等である。RAM 503は、HDD 504にインストールされている各種プログラムがCPU 501によって実行される際に展開される作業領域を提供する。
- [0052] HDD 504は、プログラムやデータを格納している不揮発性の記憶装置の一例である。HDD 504に格納されるプログラムやデータには、コンピュータ 500全体を制御する基本ソフトウェアであるOS、及びOS上において各種機能を提供するアプリケーション等がある。なお、コンピュータ 500はHDD 504に替えて、記憶媒体としてフラッシュメモリを用いる記憶装置（例えばSSD：Solid State Drive等）を利用するものであってもよい。
- [0053] 入力装置 505は、ユーザが各種信号を入力するために用いるタッチパネル、操作キーやボタン、キーボードやマウス、音声等の音データを入力するマイクロホン等である。
- [0054] 表示装置 506は、画面を表示する液晶や有機EL（Electro-Luminescence）等のディスプレイ、音声等の音データを出力するスピーカ等で構成されている。
- [0055] 通信 I/F 507は、通信ネットワークに接続し、コンピュータ 500がデータ通信を行うためのインタフェースである。
- [0056] 外部 I/F 508は、外部装置とのインタフェースである。外部装置には、ドライブ装置 510等がある。
- [0057] ドライブ装置 510は、記録媒体 511をセットするためのデバイスである。ここでいう記録媒体 511には、CD-ROM、フレキシブルディスク、光磁気ディスク等のように情報を光学的、電気的あるいは磁氣的に記録する媒体が含まれる。また、記録媒体 511には、ROM、フラッシュメモリ等のように情報を電気的に記録する半導体メモリ等が含まれていてもよい。

これにより、コンピュータ 500 は外部 I/F 508 を介して記録媒体 511 の読み取り及び／又は書き込みを行うことができる。

[0058] なお、HDD 504 にインストールされる各種プログラムは、例えば、配布された記録媒体 511 が外部 I/F 508 に接続されたドライブ装置 510 にセットされ、記録媒体 511 に記録された各種プログラムがドライブ装置 510 により読み出されることでインストールされる。あるいは、HDD 504 にインストールされる各種プログラムは、通信 I/F 507 を介して、通信ネットワークとは異なる他のネットワークよりダウンロードされることでインストールされてもよい。

[0059] <水素キャリア製造システムの機能構成>

本実施形態における水素キャリア製造システムの機能構成について、図 4 を参照しながら説明する。図 4 は、本実施形態における水素キャリア製造システム 1 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0060] <<制御装置の機能構成>>

図 4 に示されているように、本実施形態における制御装置 100 は、情報取得部 101、販売計画部 102、電力計算部 103、価格計算部 104、原価計算部 105、閾値設定部 106、製造量設定部 107、価格取得部 108、負荷取得部 109、圧力取得部 110、稼働決定部 111、装置制御部 112、予測価格記憶部 120、販売計画記憶部 121 及び制御情報記憶部 122 を備える。

[0061] 情報取得部 101、販売計画部 102、電力計算部 103、価格計算部 104、原価計算部 105、閾値設定部 106、製造量設定部 107、価格取得部 108、負荷取得部 109、圧力取得部 110、稼働決定部 111 及び装置制御部 112 は、例えば、図 3 に示されている HDD 504 から RAM 503 上に展開されたプログラムが CPU 501 に実行させる処理によって実現される。

[0062] 予測価格記憶部 120、販売計画記憶部 121 及び制御情報記憶部 122 は、例えば、図 3 に示されている HDD 504 を用いて実現される。

- [0063] 予測価格記憶部 120 には、電力市場において再生可能エネルギー由来の電力が取引される市場価格（以下、「電力市場価格」とも呼ぶ）の予測値を示す情報（以下、「電力市場価格プロファイル」とも呼ぶ）が記憶されている。電力市場価格は、電力市場システム M において所定の時間間隔で（例えば、5 分ごとに）決定される。電力市場価格プロファイルは、所定の計画期間（例えば、1 か月）における電力市場価格の頻度分布を予測した情報である。
- [0064] 販売計画記憶部 121 には、水素キャリア製造システム 1 により製造される水素キャリアの販売計画を示す情報が記憶される。本実施形態における販売計画は、所定の計画期間における水素キャリアの販売量及び販売価格を含む。販売計画記憶部 121 に記憶される販売計画を示す情報は、販売計画部 102 により生成される。
- [0065] 制御情報記憶部 122 には、水素キャリア製造システム 1 に含まれる各装置を制御するための制御情報が記憶される。制御情報記憶部 122 に記憶される制御情報は、閾値設定部 106 により生成される。
- [0066] 本実施形態における制御情報は、水素キャリアを製造するための電力を購入するか否かを判定するための閾値を含む。閾値は、例えば、再生可能エネルギー由来の電力に関する電力市場価格に対する上限価格である。以下、電力市場価格に対する上限価格を「電力上限価格」と呼ぶ。
- [0067] 本実施形態における制御情報は、水素製造装置 10 の負荷（以下、「水素製造負荷」とも呼ぶ）に対する安定稼働範囲（以下、「水素製造負荷範囲」とも呼ぶ）をさらに含む。水素製造負荷範囲は、水素製造負荷の上限値及び下限値により定義される。
- [0068] 本実施形態における制御情報は、MCH 製造装置 21 の負荷（以下、「第 1 水素変換負荷」とも呼ぶ）に対する安定稼働範囲（以下、「第 1 水素変換負荷範囲」とも呼ぶ）をさらに含む。第 1 水素変換負荷範囲は、第 1 水素変換負荷の上限値及び下限値により定義される。
- [0069] 本実施形態における制御情報は、アンモニア製造装置 22 の負荷（以下、

「第2水素変換負荷」とも呼ぶ)に対する安定稼働範囲(以下、「第2水素変換負荷範囲」とも呼ぶ)をさらに含む。第2水素変換負荷範囲は、第1水素変換負荷の上限値及び下限値により定義される。

[0070] 本実施形態における制御情報は、水素タンク12の充填圧力(以下、「水素タンク圧力」とも呼ぶ)に対する安定稼働範囲(以下、「水素タンク圧力範囲」とも呼ぶ)をさらに含む。水素タンク圧力範囲は、水素タンク圧力の上限値及び下限値により定義される。

[0071] 情報取得部101は、各水素キャリアの消費地に関する消費地情報を取得する。本実施形態における消費地情報は、水素及び各水素キャリアの需要量、水素及び各水素キャリアの販売価格、及び各水素キャリアを配送するための制約条件を含む。

[0072] 水素及び各水素キャリアの需要量は、所定の計画期間において、消費地R2で需要が見込まれる水素及び各水素キャリアの量である。水素及び各水素キャリアの需要量は、例えば、消費地R2に存在する需要家Cに対する過去の販売量や今後の購入量の聞き取り等により取得することができる。

[0073] 水素及び各水素キャリアの販売価格は、所定の計画期間において、消費地R2で販売可能と見込まれる水素及び各水素キャリアの価格である。水素及び各水素キャリアの販売価格は、例えば、消費地R2に存在する需要家Cに対する過去の販売価格や今後の購入希望価格の聞き取り等により取得することができる。

[0074] 各水素キャリアを配送するための制約条件は、少なくとも消費地R2で各水素キャリアを荷受けする設備に関する制約(設備制約)、又は製造地R1から消費地R2に各水素キャリアを輸送する輸送手段に関する制約(輸送制約)のいずれか一方を含む。設備制約は、例えば、荷揚げする栈橋の容量、荷受け地で水素キャリアを貯蔵するタンクの容量、水素ガス生成システム2における脱水素等の処理量、送液又は送気設備の容量等を含む。輸送制約は、例えば、利用可能なタンカーの隻数等の配船に関する制約等を含む。

[0075] 販売計画部102は、情報取得部101により取得された各水素キャリア

に関する消費地情報に基づいて、所定の計画期間における各水素キャリアに関する販売計画を立案する。販売計画部 102 は、立案した販売計画を示す情報を販売計画記憶部 121 に記憶する。

[0076] 販売計画部 102 は、情報取得部 101 により取得された消費地情報をユーザに提示し、ユーザにより入力された販売計画を受け付けることで、販売計画を示す情報を生成してもよい。販売計画部 102 は、情報取得部 101 により取得された消費地情報に対して、予め定めた規則を適用することで、販売計画を示す情報を生成してもよい。これらの販売計画の立案方法は一例である。販売計画部 102 は、消費地情報に基づいて販売計画を生成する任意の方法により、販売計画を示す情報を生成することができる。

[0077] 例えば、販売計画部 102 は、消費地 R2 において水素及び各水素キャリアの需要量の増大が見込まれる場合、又は消費地 R2 において水素及び各水素キャリアの販売価格の上昇が見込まれる場合、各水素キャリアの販売量を大きくしてもよい。このとき、販売計画部 102 は、各水素キャリアの供給能力を満たす範囲で各水素キャリアの販売量を決定してもよい。販売計画において販売量が大きくなると、電力上限価格が高く設定され、水素及び各水素キャリアの売上を増大することができる。

[0078] また、例えば、販売計画部 102 は、消費地 R2 において水素及び各水素キャリアの需要量の低下が見込まれる場合、各水素キャリアの販売量を小さくしてもよい。このとき、販売計画部 102 は、原価計算部 105 で計算される均等化水素原価が高い水素キャリアから販売量を小さくするとよい。販売計画において販売量が小さくなると、電力上限価格が低く設定され、水素及び各水素キャリアの製造コストを低減することができる。

[0079] 電力計算部 103 は、販売計画部 102 により立案された各水素キャリアに関する販売計画に基づいて、各水素キャリアの製造量を計算する。また、電力計算部 103 は、各水素キャリアの製造量を満たすために必要となる電力の総量（以下、「総必要電力量」とも呼ぶ）を計算する。

[0080] 価格計算部 104 は、予測価格記憶部 120 に記憶されている電力市場価

格プロファイルに基づいて、電力計算部 103 により計算された総必要電力量を満たすときの平均電力価格及び最高電力価格を計算する。

[0081] 価格計算部 104 は、水素製造装置 10、MCH 製造装置 21 及びアンモニア製造装置 22 の定格範囲を考慮しながら、平均電力価格及び最高電力価格を計算する。また、送電網 G から供給される電力に固定電力価格による電力調達契約に基づく電力が含まれる場合、価格計算部 104 は、その固定電力価格及びその電力調達契約で供給される電力量を考慮しながら、平均電力価格及び最高電力価格を計算する。さらに、価格計算部 104 は、水素製造装置 10 における製造量の変動が水素タンク 12 の容量で吸収可能となるように、平均電力価格及び最高電力価格を計算する。

[0082] 原価計算部 105 は、価格計算部 104 により計算された平均電力価格に基づいて、各水素キャリアの均等化水素原価 (LCoH; Levelized Cost of Hydrogen) を計算する。均等化水素原価は、各水素キャリアの製造に関する設備の初期コスト、運用コスト及び廃棄コストを含めた総コストから算出される原価である。初期コスト及び廃棄コストは、水素キャリア製造システム 1 を構築するときに予め計算しておけばよい。運用コストのうち、各水素キャリアの輸送又は脱水素等に起因する原価は、通常大きく変化することはない。ただし、水素ガス生成システム 2 の設備が更新されたとき等、適切なタイミングでこれらの原価を見直してもよい。

[0083] 閾値設定部 106 は、各水素キャリアについて、原価計算部 105 により計算された均等化水素原価と、販売計画部 102 により立案された各水素キャリアの販売価格との差額を計算する。また、閾値設定部 106 は、均等化水素原価と販売価格との差額を、所定の閾値と比較する。所定の閾値は、水素キャリアの販売により得られる利益の目標額、製造地 R1 から消費地 R2 に各水素キャリアを輸送する輸送コスト、及び水素ガス生成システム 2 における脱水素等にかかる処理コスト等を考慮して、予め計算されている。

[0084] いずれかの水素キャリアについて均等化水素原価と販売価格との差額が閾値未満の場合、閾値設定部 106 は、販売計画部 102 に処理を戻し、販売

計画を再度立案する。一方、すべての水素キャリアについて均等化水素原価と販売価格との差額が閾値以上の場合、閾値設定部 106 は、価格計算部 104 により計算された最高電力価格を電力上限価格として設定する。閾値設定部 106 は、設定した電力上限価格を制御情報として制御情報記憶部 122 に記憶する。

[0085] 製造量設定部 107 は、電力計算部 103 により計算された各水素キャリアの製造量に基づいて、各水素キャリアの上限製造量を決定する。製造量設定部 107 は、決定した各水素キャリアの上限製造量を制御情報記憶部 122 に制御情報として記憶する。

[0086] 価格取得部 108 は、所定の時間間隔で、電力市場システム M から電力市場価格を取得する。電力市場価格を取得する時間間隔は、電力市場システム M において電力市場価格が更新される時間間隔に合致しているとよい。本実施形態では、価格取得部 108 は、5 分ごとに電力市場価格を取得するものとする。

[0087] 負荷取得部 109 は、水素製造装置 10 から水素製造負荷を取得する。水素製造負荷は、例えば、水素製造装置 10 の負荷率である。水素製造装置 10 の負荷率は、水素製造装置 10 の定格出力に対する現在の出力量の割合で表される。

[0088] また、負荷取得部 109 は、MCH 製造装置 21 から第 1 水素変換負荷を取得する。第 1 水素変換負荷は、例えば、MCH 製造装置 21 の負荷率である。MCH 製造装置 21 の負荷率は、MCH 製造装置 21 の定格出力に対する現在の出力量の割合で表される。

[0089] また、負荷取得部 109 は、アンモニア製造装置 22 から第 2 水素変換負荷を取得する。第 2 水素変換負荷は、例えば、アンモニア製造装置 22 の負荷率である。アンモニア製造装置 22 の負荷率は、アンモニア製造装置 22 の定格出力に対する現在の出力量の割合で表される。

[0090] 圧力取得部 110 は、水素タンク 12 から水素タンク圧力を取得する。水素タンク圧力は、水素タンク 12 内に貯蔵されている水素の貯蔵量を示す情

報ともいえる。

- [0091] 稼働決定部 111 は、価格取得部 108 により取得された電力上限価格、負荷取得部 109 により取得された水素製造負荷、第 1 水素変換負荷並びに第 2 水素変換負荷、及び制御情報記憶部 122 に記憶されている制御情報に基づいて、水素製造装置 10 の稼働状態、MCH 製造装置 21 の稼働状態及びアンモニア製造装置 22 の稼働状態を決定する。
- [0092] 水素製造装置 10 の稼働状態は、単位時間あたりに製造される水素の量（以下、「水素製造量」とも呼ぶ）を含む。また、水素製造装置 10 の稼働状態は、水素製造装置 10 の運転モードを含む。水素製造装置 10 の運転モードは、例えば、ホットスタンバイモードを含む。ホットスタンバイモードは、水素製造装置 10 自体は起動しているものの、水素の製造を行っていない動作状態（すなわち、水素製造量がゼロ）である。水素製造装置 10 をホットスタンバイモードにすると、水素の製造を再開するときの応答時間を短縮しつつ、水素の製造を安全に停止することができる。
- [0093] MCH 製造装置 21 の稼働状態は、単位時間あたりに製造されるメチルシクロヘキサンの量（以下、「第 1 水素変換量」とも呼ぶ）を含む。また、MCH 製造装置 21 の稼働状態は、MCH 製造装置 21 の運転モードを含む。MCH 製造装置 21 の運転モードは、例えば、ホトリサイクルモードを含む。ホトリサイクルモードは、MCH 製造装置 21 自体は起動しているものの、メチルシクロヘキサンの製造を行っていない動作状態（すなわち、第 1 水素変換量がゼロ）である。MCH 製造装置 21 をホトリサイクルモードにすると、メチルシクロヘキサンの製造を再開するときの応答時間を短縮しつつ、メチルシクロヘキサンの製造を安全に停止することができる。
- [0094] アンモニア製造装置 22 の稼働状態は、単位時間あたりに製造されるアンモニアの量（以下、「第 2 水素変換量」とも呼ぶ）を含む。また、アンモニア製造装置 22 の稼働状態は、アンモニア製造装置 22 の運転モードを含む。アンモニア製造装置 22 の運転モードは、例えば、ホトリサイクルモードを含む。ホトリサイクルモードは、アンモニア製造装置 22 自体は起動

しているものの、アンモニアの製造を行っていない動作状態（すなわち、第2水素変換量がゼロ）である。アンモニア製造装置22をホットリサイクルモードにすると、アンモニアの製造を再開するときの応答時間を短縮しつつ、アンモニアの製造を安全に停止することができる。

[0095] 例えば、水素キャリアがアンモニア又は液体水素である場合、アンモニア製造装置22又は液体水素製造装置を自動的にホットリサイクルモードに変更すると安全性や信頼性に影響するおそれがある。水素をアンモニア又は液体水素に変換する処理は、高温かつ高圧、又は超低温等、処理条件がシビアであるため、運転モードを変更することは慎重に決定すべき事項である。したがって、アンモニア製造装置22又は液体水素製造装置を自動的にホットリサイクルモードに変更するか否かは、装置設計や生産者の運転方針に基づいて、設計者が任意に決定することができる。

[0096] 装置制御部112は、稼働決定部111により決定された稼働状態に基づいて、水素製造量、第1水素変換量又は第2水素変換量を変更するか否かを判定する。水素製造量を変更する場合、装置制御部112は、水素製造装置10に入力する電力を変更するための制御信号を受配電設備11に送信する。第1水素変換量を変更する場合、装置制御部112は、メチルシクロヘキサンの製造量を変更するための制御信号をMCH製造装置21に送信する。第2水素変換量を変更する場合、装置制御部112は、アンモニアの製造量を変更するための制御信号をアンモニア製造装置22に送信する。

[0097] <設定方法の処理手順>

本実施形態における制御装置100が実行する設定方法について、図5及び図6を参照しながら説明する。設定方法は、消費地情報に基づいて制御情報を設定する処理である。図5は、本実施形態における設定方法の一例を示すフローチャートである。

[0098] ステップS1-1において、制御装置100の情報取得部101は、消費地R2における水素及び各水素キャリアの需要量を取得する。消費地R2が複数ある場合、情報取得部101は、複数の消費地R2それぞれについて、

水素及び各水素キャリアの需要量を取得する。情報取得部１０１は、取得した水素及び各水素キャリアの需要量を示す情報を販売計画部１０２に送る。

[0099] ステップＳ１－２において、制御装置１００の情報取得部１０１は、消費地Ｒ２における水素及び各水素キャリアの販売価格を取得する。消費地Ｒ２が複数ある場合、情報取得部１０１は、複数の消費地Ｒ２それぞれについて、水素及び各水素キャリアの販売価格を取得する。情報取得部１０１は、取得した水素及び各水素キャリアの販売価格を示す情報を販売計画部１０２に送る。

[0100] ステップＳ１－３において、制御装置１００の情報取得部１０１は、消費地Ｒ２における水素及び各水素キャリアに関する設備制約を取得する。消費地Ｒ２が複数ある場合、情報取得部１０１は、複数の消費地Ｒ２それぞれについて、設備制約を取得する。情報取得部１０１は、取得した設備制約を示す情報を販売計画部１０２に送る。

[0101] ステップＳ１－４において、制御装置１００の情報取得部１０１は、消費地Ｒ２における水素及び各水素キャリアに関する輸送制約を取得する。消費地Ｒ２が複数ある場合、情報取得部１０１は、複数の消費地Ｒ２それぞれについて、輸送制約を取得する。情報取得部１０１は、取得した輸送制約を示す情報を販売計画部１０２に送る。

[0102] ステップＳ２において、制御装置１００の販売計画部１０２は、情報取得部１０１から各水素キャリアに関する消費地情報を受け取る。消費地情報には、ステップＳ１－１からステップＳ１－４で取得した需要量、販売価格、設備制約及び輸送制約を示す情報が含まれる。

[0103] 次に、販売計画部１０２は、受け取った消費地情報に基づいて、所定の計画期間における各水素キャリアの販売計画を立案する。続いて、販売計画部１０２は、立案した販売計画を示す情報を販売計画記憶部１２１に記憶する。

[0104] 例えば、販売計画部１０２は、消費地Ｒ２において水素及び各水素キャリアの需要量の増大が見込まれる場合、又は消費地Ｒ２において水素及び各水

素キャリアの販売価格の上昇が見込まれる場合、水素キャリアの販売量を大きくしてもよい。このとき、販売計画部１０２は、水素キャリアの供給能力（製造、輸送、脱水素等を含む）を満たす範囲で水素キャリアの販売量を決定してもよい。販売計画において販売量が大きくなると、電力上限価格が高く設定され、水素及び各水素キャリアの売上を増大することができる。

[0105] また、例えば、販売計画部１０２は、消費地Ｒ２において水素及び各水素キャリアの需要量の低下が見込まれる場合、水素キャリアの販売量を小さくしてもよい。販売計画において販売量が小さくなると、電力上限価格が低く設定され、水素及び各水素キャリアの製造コストを低減することができる。

[0106] ステップＳ３において、制御装置１００の電力計算部１０３は、販売計画記憶部１２１に記憶されている各水素キャリアの販売計画を読み出す。次に、電力計算部１０３は、読み出した販売計画に基づいて、各水素キャリアの製造量を計算する。続いて、電力計算部１０３は、計算した各水素キャリアの製造量に基づいて、総必要電力量を計算する。

[0107] 電力計算部１０３は、水素製造装置１０、ＭＣＨ製造装置２１及びアンモニア製造装置２２の効率を考慮しながら、各水素キャリアの製造量及び総必要電力量を計算する。電力計算部１０３は、水素製造装置１０、ＭＣＨ製造装置２１及びアンモニア製造装置２２に加えて、周辺装置の負荷を含めて必要電力量を計算する。そして、電力計算部１０３は、計算した総必要電力量を価格計算部１０４に送る。また、電力計算部１０３は、計算した各水素キャリアの製造量を製造量設定部１０７に送る。

[0108] ステップＳ４において、制御装置１００の価格計算部１０４は、電力計算部１０３から各水素キャリアの製造量及び総必要電力量を受け取る。次に、価格計算部１０４は、予測価格記憶部１２０に記憶されている電力市場価格プロファイルを読み出す。

[0109] 続いて、価格計算部１０４は、読み出した電力市場価格プロファイルに基づいて、総必要電力量を満たすときの平均電力価格及び最高電力価格を計算する。次に、価格計算部１０４は、平均電力価格を原価計算部１０５に送る。

。また、価格計算部 104 は、最高電力価格を閾値設定部 106 に送る。

[0110] 《平均電力価格及び電力上限価格の計算》

本実施形態における平均電力価格及び電力上限価格の計算方法について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、本実施形態における電力市場価格プロファイルの一例を示す図である。

[0111] 図 6 に示されているように、本実施形態における電力市場価格プロファイルは、横軸を再生可能エネルギーの電力市場価格 [USD/MWh] とし、縦軸を再生可能エネルギーの電力市場価格発生頻度として、単位時間当たりが発生する再生可能エネルギーの電力市場価格の頻度分布を示すグラフである。なお、単位時間は、計画期間と合致しているとよい。

[0112] 再生可能エネルギー由来の電力は、季節や天候により発電量が変動することから、再生可能エネルギー由来の電力の市場価格も発電量に応じて変動する。したがって、特定の月の過去数年分の電力市場価格を記録したデータに対して平均等の統計処理を行えば、その月の電力市場価格を概ね予測することができる。また、過去の電力市場価格の時系列データを用いて、シミュレーションや機械学習等により電力市場価格を予測してもよい。

[0113] 平均電力価格及び最高電力価格の計算では、電力市場価格プロファイルにおいて、電力価格が低い方（グラフの左側）から電力市場価格発生頻度を積算していく。1 回分の電力市場価格は、電力市場価格の更新間隔（例えば 5 分）だけ電力を購入することを意味するため、電力価格発生頻度を積算していき必要電力量に達したときの価格が必要電力量を満たすための最高電力価格 P_{max} となる。また、最高電力価格 P_{max} が求めれば、電力市場価格プロファイルの形状から平均電力価格 P_{avg} を求めることができる。

[0114] 上記の計算方法によれば、販売計画における水素キャリアの販売量が大きいほど、最高電力価格 P_{max} は高く設定される。その結果、水素及び各水素キャリアの売上を増大することができる。なお、水素キャリアの販売量は、消費地 R2 において水素及び各水素キャリアの需要量の増大が見込まれる場合、又は消費地 R2 において水素及び各水素キャリアの販売価格の上昇が見込

まれる場合、大きく設定される。

[0115] 一方、販売計画における水素キャリアの販売量が小さいほど、最高電力価格 P_{max} は低く設定される。その結果、水素及び各水素キャリアの製造コストを低減することができる。なお、各水素キャリアの販売量は、消費地 R 2 において水素及び各水素キャリアの需要量の低下が見込まれる場合、小さく設定される。

[0116] 図 5 に戻って説明する。ステップ S 5 において、制御装置 100 の原価計算部 105 は、価格計算部 104 から平均電力価格を受け取る。次に、原価計算部 105 は、平均電力価格に基づいて、各水素キャリアの均等化水素原価を計算する。続いて、原価計算部 105 は、各水素キャリアの均等化水素原価を閾値設定部 106 に送る。

[0117] ステップ S 6 において、制御装置 100 の閾値設定部 106 は、原価計算部 105 から各水素キャリアの均等化水素原価を受け取る。次に、閾値設定部 106 は、販売計画記憶部 121 に記憶されている販売計画を読み出す。続いて、閾値設定部 106 は、読み出した販売計画から各水素キャリアの販売価格を取得する。

[0118] 次に、閾値設定部 106 は、各水素キャリアについて、均等化水素原価と販売価格との差額を計算する。続いて、閾値設定部 106 は、各水素キャリアについて、均等化水素原価と販売価格との差額を、所定の閾値と比較する。いずれかの水素キャリアについて均等化水素原価と販売価格との差額が閾値未満の場合（NO）、閾値設定部 106 はステップ S 2 に処理を戻す。一方、すべての水素キャリアについて均等化水素原価と販売価格との差額が閾値以上の場合（YES）、閾値設定部 106 はステップ S 7 に処理を進める。

[0119] ステップ S 7 において、制御装置 100 の閾値設定部 106 は、価格計算部 104 から最高電力価格を受け取る。次に、閾値設定部 106 は、最高電力価格を電力上限価格として設定する。

[0120] ステップ S 8 において、制御装置 100 の製造量設定部 107 は、電力計

算部 103 から各水素キャリアの製造量を受け取る。次に、製造量設定部 107 は、各水素キャリアの製造量に基づいて、各水素キャリアの上限製造量を決定する。このとき、製造量設定部 107 は、MCH 製造装置 21 の負荷変動を考慮して、メチルシクロヘキサンの上限製造量を決定する。同様に、製造量設定部 107 は、アンモニア製造装置 22 の負荷変動を考慮して、アンモニアの上限製造量を決定する。

[0121] ステップ S9 において、制御装置 100 の閾値設定部 106 は、電力上限価格を制御情報として制御情報記憶部 122 に記憶する。また、制御装置 100 の製造量設定部 107 は、各水素キャリアの上限製造量を制御情報として制御情報記憶部 122 に記憶する。

[0122] なお、制御情報に含まれる各設定値は、所定の時間間隔で（例えば、数日ごとに）、再設定するとよい。再設定するか否かの判断は、販売計画に基づいて計算された各水素キャリアの製造量と、実際に製造された各水素キャリアの製造量とを比較することで行えばよい。例えば、実際の製造量が計画された製造量を大きく上回る場合、電力上限価格を低く変更するとよい。また、例えば、各水素キャリアの製造量のバランスが需要量と乖離している場合、各水素キャリアの上限製造量を調整するとよい。

[0123] <制御方法の処理手順>

本実施形態における制御装置 100 が実行する制御方法について、図 7 乃至図 12 を参照しながら説明する。制御方法は、制御情報に基づいて水素キャリアを製造するための各装置を制御する処理である。図 7 は、本実施形態における制御方法の一例を示すフローチャートである。

[0124] ステップ S11 において、制御装置 100 の価格取得部 108 は、所定の時間間隔で、電力市場システム M から電力市場価格を取得する。次に、価格取得部 108 は、電力市場価格を稼働決定部 111 に送る。

[0125] ステップ S12 において、制御装置 100 の負荷取得部 109 は、水素製造装置 10 から水素製造負荷を取得する。また、負荷取得部 109 は、MCH 製造装置 21 から第 1 水素変換負荷を取得する。さらに、負荷取得部 10

9は、アンモニア製造装置22から第2水素変換負荷を取得する。次に、負荷取得部109は、水素製造負荷、第1水素変換負荷及び第2水素変換負荷を稼働決定部111に送る。

[0126] ステップS13において、制御装置100の圧力取得部110は、水素タンク12から水素タンク圧力を取得する。次に、圧力取得部110は、水素タンク圧力を稼働決定部111に送る。

[0127] ステップS14において、制御装置100の稼働決定部111は、価格取得部108から電力市場価格を受け取る。また、稼働決定部111は、負荷取得部109から水素製造負荷、第1水素変換負荷及び第2水素変換負荷を受け取る。さらに、稼働決定部111は、圧力取得部110から水素タンク圧力を受け取る。次に、稼働決定部111は、制御情報記憶部122に記憶されている制御情報から、電力上限価格、水素製造負荷範囲、第1水素変換負荷範囲、第2水素変換負荷範囲及び水素タンク圧力範囲を読み出す。

[0128] 稼働決定部111は、電力市場価格、水素製造負荷、第1水素変換負荷、第2水素変換負荷、水素タンク圧力及び制御情報（電力上限価格、水素製造負荷範囲、第1水素変換負荷範囲、第2水素変換負荷範囲及び水素タンク圧力範囲）に基づいて、水素製造装置10の稼働状態、MCH製造装置21の稼働状態、及びアンモニア製造装置22の稼働状態を決定する。次に、稼働決定部111は、水素製造装置10の稼働状態、MCH製造装置21の稼働状態、及びアンモニア製造装置22の稼働状態を装置制御部112に送る。

[0129] <<稼働状態決定処理>>

本実施形態における稼働状態決定処理（図7のステップS14）について、図8乃至図12を参照しながら説明する。図8乃至図12は、本実施形態における稼働状態決定処理の一例を示すフローチャートである。なお、稼働状態決定処理は、稼働状態を決定する水素キャリア製造装置ごとに繰り返し実行する。

[0130] ステップS14-1において、稼働決定部111は、電力市場価格が電力上限価格より低いかなかを判定する。電力市場価格が電力上限価格より低い

場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－２に処理を進める。一方、電力市場価格が電力上限価格以上である場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３に処理を進める。

[0131] ステップＳ１４－２において、稼働決定部１１１は、水素キャリア製造装置を自動的にホットリサイクルモードに移行するか否かを判定する。自動的にホットリサイクルモードに移行する場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－１１（図９参照）に処理を進める。一方、自動的にホットリサイクルモードに移行しない場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－５１（図１１参照）に処理を進める。

[0132] ステップＳ１４－３において、稼働決定部１１１は、水素キャリア製造装置を自動的にホットリサイクルモードに移行するか否かを判定する。自動的にホットリサイクルモードに移行する場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３１（図１０参照）に処理を進める。一方、自動的にホットリサイクルモードに移行しない場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－７１（図１２参照）に処理を進める。

[0133] （自動的にホットリサイクルモードに移行する場合）

以下、水素キャリア製造装置を自動的にホットリサイクルモードに移行する場合の稼働状態決定処理について、図９及び１０を参照しながら説明する。なお、ここでは、ＭＣＨ製造装置２１を自動的にホットリサイクルモードに移行する例を説明する。

[0134] ステップＳ１４－１１において、稼働決定部１１１は、水素タンク圧力が水素タンク圧力範囲の上限値より低いかなかを判定する。水素タンク圧力が上限値より低い場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－１２に処理を進める。一方、水素タンク圧力が上限値以上である場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－１９に処理を進める。

[0135] ステップＳ１４－１２において、稼働決定部１１１は、水素製造負荷が水素製造負荷範囲の上限値より低いかなかを判定する。水素製造負荷が上限値より低い場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－１３に処理

を進める。一方、水素製造負荷が上限値以上である場合（NO）、稼働決定部111はステップS14-14に処理を進める。

[0136] ステップS14-13において、稼働決定部111は、電力市場価格と電力上限価格との差に応じて、水素製造量を増加させる。ステップS14-13は、水素タンク圧力を上昇する余地があり、水素製造負荷を上昇する余地がある場合に、実行される。この場合、水素製造量を増加させ、売上の増大を図ることができる。

[0137] ステップS14-14において、稼働決定部111は、水素製造量を維持する。ステップS14-14は、水素タンク圧力を上昇する余地があるが、水素製造負荷を上昇する余地がない場合に、実行される。この場合、水素製造量を維持すればよい。その後、稼働決定部111は、ステップS14-15に処理を進める。

[0138] ステップS14-15において、稼働決定部111は、水素タンク圧力が水素タンク圧力範囲の下限値（第1下限量の一例）より高いか否かを判定する。水素タンク圧力が下限値より高い場合（YES）、稼働決定部111はステップS14-21に処理を進める。一方、水素タンク圧力が下限値以下である場合（NO）、稼働決定部111はステップS14-16に処理を進める。

[0139] ステップS14-16において、稼働決定部111は、第1水素変換負荷が第1水素変換負荷範囲の下限値（第2下限量の一例）より高いか否かを判定する。第1水素変換負荷が下限値より高い場合（YES）、稼働決定部111はステップS14-17に処理を進める。一方、第1水素変換負荷が下限値以下である場合（NO）、稼働決定部111はステップS14-18に処理を進める。

[0140] ステップS14-17において、稼働決定部111は、水素タンク圧力と水素タンク圧力範囲の下限値との差に応じて、第1水素変換量を減少させる。ステップS14-17は、水素タンク圧力を低下する余地がなく、第1水素変換負荷を低下する余地がある場合に、実行される。この場合、水素タン

ク圧力が下限値を維持するように第1水素変換量を減少させる。

- [0141] ステップS 1 4 - 1 8において、稼働決定部 1 1 1は、MCH製造装置 2 1の運転モードをホトリサイクルモードに移行させる。ステップS 1 4 - 1 8は、水素タンク圧力を低下する余地がなく、第1水素変換負荷を低下する余地がない場合に、実行される。この場合、水素タンク圧力が下限値以上に回復するようにメチルシクロヘキサンの製造を停止させる。
- [0142] ステップS 1 4 - 1 9において、稼働決定部 1 1 1は、第1水素変換負荷が第1水素変換負荷範囲の上限値より低いかなんかを判定する。第1水素変換負荷が上限値より低い場合（YES）、稼働決定部 1 1 1はステップS 1 4 - 2 0に処理を進める。一方、第1水素変換負荷が上限値以上である場合（NO）、稼働決定部 1 1 1はステップS 1 4 - 2 1に処理を進める。
- [0143] ステップS 1 4 - 2 0において、稼働決定部 1 1 1は、予め定めた割合で、第1水素変換量を増加させる。ステップS 1 4 - 2 0は、水素タンク圧力を上昇する余地がなく、第1水素変換負荷を上昇する余地がある場合に、実行される。この場合、水素タンク圧力が上限値以下まで低下するように第1水素変換量を増加させる。
- [0144] ステップS 1 4 - 2 1において、稼働決定部 1 1 1は、水素製造量及び第1水素変換量を維持する。ステップS 1 4 - 2 1は、電力市場価格が電力上限価格より低いため、水素キャリアの製造量を増加させたい場合において、以下の2通りのケースで実行される。第1のケースは、水素タンク圧力を変更する余地があるが、水素製造負荷を上昇する余地がない場合である（ステップS 1 4 - 1 5でYES）。第2のケースは、水素タンク圧力を上昇する余地がなく、第1水素変換負荷を上昇する余地がない場合である（ステップS 1 4 - 1 9でNO）。これらの場合、水素製造量及び第1水素変換量を変化させる余地がないため、水素製造量及び第1水素変換量を維持すればよい。
- [0145] 図 1 0に進んで説明する。ステップS 1 4 - 3 1において、稼働決定部 1 1 1は、水素製造負荷が水素製造負荷範囲の下限値より高いかなんかを判定す

る。水素製造負荷が下限値より高い場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３２に処理を進める。一方、水素製造負荷が下限値以下である場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３７に処理を進める。

[0146] ステップＳ１４－３２において、稼働決定部１１１は、水素タンク圧力が水素タンク圧力範囲の下限値（第１下限量の一例）より高いか否かを判定する。水素タンク圧力が下限値より高い場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３３に処理を進める。一方、水素タンク圧力が下限値以下である場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３４に処理を進める。

[0147] ステップＳ１４－３３において、稼働決定部１１１は、電力市場価格と電力上限価格との差に応じて、水素製造量を減少させる。また、稼働決定部１１１は、第１水素変換量を維持する。ステップＳ１４－３３は、水素タンク圧力を低下する余地があり、水素製造負荷を低下する余地がある場合に、実行される。この場合、水素製造量を減少させ、製造コストの抑制を図ることができる。

[0148] ステップＳ１４－３４において、稼働決定部１１１は、第１水素変換負荷が第１水素変換負荷範囲の下限値（第２下限量の一例）より高いか否かを判定する。第１水素変換負荷が下限値より高い場合（ＹＥＳ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３５に処理を進める。一方、第１水素変換負荷が下限値以下である場合（ＮＯ）、稼働決定部１１１はステップＳ１４－３６に処理を進める。

[0149] ステップＳ１４－３５において、稼働決定部１１１は、水素製造量を維持する。また、稼働決定部１１１は、水素タンク圧力と水素タンク圧力範囲の下限値との差に応じて、第１水素変換量を減少させる。ステップＳ１４－３５は、水素タンク圧力を低下する余地がなく、第１水素変換負荷を低下する余地がある場合に、実行される。この場合、水素タンク圧力が下限値以上に回復するように水素製造量を維持しつつ第１水素変換量を減少させる。

- [0150] ステップS 1 4 - 3 6において、稼働決定部 1 1 1は、水素製造量を維持する。また、稼働決定部 1 1 1は、M C H製造装置 2 1の運転モードをホットリサイクルモードに移行させる。すなわち、メチルシクロヘキサンの製造を停止させる。ステップS 1 4 - 3 6は、水素タンク圧力を低下する余地がなく、第 1 水素変換負荷を低下する余地がない場合に、実行される。この場合、水素タンク圧力が下限値以上に回復するようにメチルシクロヘキサンの製造を停止する。
- [0151] ステップS 1 4 - 3 7において、稼働決定部 1 1 1は、水素タンク圧力が水素タンク圧力範囲の下限値（第 1 下限量の一例）より高いか否かを判定する。水素タンク圧力が下限値より高い場合（Y E S）、稼働決定部 1 1 1はステップS 1 4 - 3 8に処理を進める。一方、水素タンク圧力が下限値以下である場合（N O）、稼働決定部 1 1 1はステップS 1 4 - 3 9に処理を進める。
- [0152] ステップS 1 4 - 3 8において、稼働決定部 1 1 1は、水素製造装置 1 0の運転モードをホットスタンバイモードに移行させる。すなわち、水素の製造を停止させる。また、稼働決定部 1 1 1は、第 1 水素変換量を維持する。ステップS 1 4 - 3 8は、水素タンク圧力を低下する余地があり、水素製造負荷を低下する余地がない場合に、実行される。この場合、水素の製造を停止しつつメチルシクロヘキサンの製造を継続すればよい。
- [0153] ステップS 1 4 - 3 9において、稼働決定部 1 1 1は、第 1 水素変換負荷が第 1 水素変換負荷範囲の下限値（第 2 下限量の一例）より高いか否かを判定する。第 1 水素変換負荷が下限値より高い場合（Y E S）、稼働決定部 1 1 1はステップS 1 4 - 4 0に処理を進める。一方、第 1 水素変換負荷が下限値以下である場合（N O）、稼働決定部 1 1 1はステップS 1 4 - 4 1に処理を進める。
- [0154] ステップS 1 4 - 4 0において、稼働決定部 1 1 1は、水素製造装置 1 0の運転モードをホットスタンバイモードに移行させる。すなわち、水素の製造を停止させる。また、稼働決定部 1 1 1は、水素タンク圧力と水素タンク

圧力範囲の下限值との差に応じて、第1水素変換量を減少させる。ステップS14-40は、水素製造負荷を低下する余地がなく、第1水素変換負荷を低下する余地がある場合に、実行される。この場合、水素の製造を停止しつつメチルシクロヘキサンの製造を継続すればよい。

[0155] ステップS14-41において、稼働決定部111は、水素製造装置10の運転モードをホットスタンバイモードに移行させる。すなわち、水素の製造を停止させる。また、稼働決定部111は、MCH製造装置21の運転モードをホトリサイクルモードに移行させる。すなわち、メチルシクロヘキサンの製造を停止させる。ステップS14-41は、水素製造負荷を低下する余地がなく、第1水素変換負荷を低下する余地がない場合に、実行される。この場合、電力市場価格が電力上限価格以下に低下するまで、水素の製造及びメチルシクロヘキサンの製造を停止する。

[0156] (水素キャリア製造装置を自動的にホトリサイクルモードに移行しない場合)

以下、水素キャリア製造装置を自動的にホトリサイクルモードに移行しない場合の稼働状態決定処理について、図11及び12を参照しながら説明する。なお、ここでは、アンモニア製造装置22を自動的にホトリサイクルモードに移行しない例を説明する。また、水素キャリア製造装置を自動的にホトリサイクルモードに移行する場合の稼働状態決定処理(図9及び図10参照)との相違点を中心に説明する。

[0157] 図11に進んで説明する。ステップS14-56において、稼働決定部111は、第2水素変換負荷が第2水素変換負荷範囲の下限值(第2下限量の一例)より高いか否かを判定する。第2水素変換負荷が下限値より高い場合(YES)、稼働決定部111はステップS14-57に処理を進める。一方、第2水素変換負荷が下限値以下である場合(NO)、稼働決定部111はステップS14-60に処理を進める。

[0158] ステップS14-60において、稼働決定部111は、水素製造量及び第2水素変換量を維持する。ステップS14-60は、電力市場価格が電力上

限価格より低いため、水素キャリアの製造量を増加させたい場合において、以下の3通りのケースで実行される。第1のケースは、水素タンク圧力を変更する余地があるが、水素製造負荷を上昇する余地がない場合である（ステップS14-55でYES）。第2のケースは、水素タンク圧力を上昇する余地がなく、第2水素変換負荷を上昇する余地がない場合である（ステップS14-58でNO）。第3のケースは、水素タンク圧力を低下する余地がなく、第2水素変換負荷を低下する余地がない場合である（ステップS14-56でNO）。ここでは、自動的にホットリサイクルモードに移行しないため、第3のケースであっても水素及び水素キャリアの製造を継続する。

[0159] 図12に進んで説明する。ステップS14-74において、稼働決定部111は、第2水素変換負荷が第2水素変換負荷範囲の下限值（第2下限量の一例）より高いか否かを判定する。第2水素変換負荷が下限値より高い場合（YES）、稼働決定部111はステップS14-75に処理を進める。一方、第2水素変換負荷が下限値以下である場合（NO）、稼働決定部111はステップS14-76に処理を進める。

[0160] ステップS14-76において、稼働決定部111は、水素製造量を維持する。また、稼働決定部111は、第2水素変換量を維持する。ステップS14-76は、水素タンク圧力を低下する余地がなく、第2水素変換負荷を低下する余地がない場合に、実行される。この場合、自動的にホットリサイクルモードに移行せず、水素及び水素キャリアの製造を継続する。

[0161] ステップS14-79において、稼働決定部111は、第2水素変換負荷が第2水素変換負荷範囲の下限值（第2下限量の一例）より高いか否かを判定する。第2水素変換負荷が下限値より高い場合（YES）、稼働決定部111はステップS14-80に処理を進める。一方、第2水素変換負荷が下限値以下である場合（NO）、稼働決定部111はステップS14-81に処理を進める。

[0162] ステップS14-81において、稼働決定部111は、水素製造装置10の運転モードをホットスタンバイモードに移行させる。すなわち、水素の製

造を停止させる。また、稼働決定部 111 は、第 2 水素変換量を維持する。ステップ S 14-81 は、水素製造負荷を低下する余地がなく、第 2 水素変換負荷を低下する余地がない場合に、実行される。この場合、自動的にホットリサイクルモードに移行せず、水素の製造を停止しつつ水素キャリアの製造を継続する。

[0163] 図 7 に戻って説明する。ステップ S 15 において、制御装置 100 の装置制御部 112 は、稼働決定部 111 から水素製造装置 10 の稼働状態、MCH 製造装置 21 の稼働状態、及びアンモニア製造装置 22 の稼働状態を受け取る。次に、装置制御部 112 は、水素製造量、第 1 水素変換量及び第 2 水素変換量を変更するか否かを判定する。

[0164] 水素製造量を変更するか否かは、現在の水素変換量と水素製造装置 10 の稼働状態が示す新たな水素製造量とが異なる否かにより判定する。このとき、現在の水素製造量と新たな水素製造量との差が予め定めた第 1 閾値以上であるときに、水素製造量が異なると判定してもよい。

[0165] 第 1 水素変換量を変更するか否かは、現在の第 1 水素変換量と MCH 製造装置 21 の稼働状態が示す新たな第 1 水素変換量とが異なる否かにより判定する。このとき、現在の第 1 水素変換量と新たな第 1 水素変換量との差が予め定めた第 2 閾値以上であるときに、第 1 水素変換量が異なると判定してもよい。

[0166] 第 2 水素変換量を変更するか否かは、現在の第 2 水素変換量とアンモニア製造装置 22 の稼働状態が示す新たな第 2 水素変換量とが異なる否かにより判定する。このとき、現在の第 2 水素変換量と新たな第 2 水素変換量との差が予め定めた第 3 閾値以上であるときに、第 2 水素変換量が異なると判定してもよい。

[0167] 水素製造量、第 1 水素変換量及び第 2 水素変換量のいずれかを変更すると判定した場合（YES）、装置制御部 112 はステップ S 16 に処理を進める。一方、水素製造量、第 1 水素変換量及び第 2 水素変換量のいずれも変更しないと判定した場合（NO）、装置制御部 112 はステップ S 16 をスキ

ップし、制御方法の処理を終了する。

[0168] ステップS 1 6において、制御装置 1 0 0の装置制御部 1 1 2は、水素製造量を変更する場合、水素製造装置 1 0に入力する電力を変更するための制御信号を受配電設備 1 1に送信する。当該制御信号には、変更後の電力を示す情報が含まれる。

[0169] 装置制御部 1 1 2は、第 1 水素変換量を変更する場合、メチルシクロヘキサンの製造量を変更するための制御信号をM C H製造装置 2 1に送信する。当該制御信号には、変更後の製造量を示す情報が含まれる。

[0170] 装置制御部 1 1 2は、第 2 水素変換量を変更する場合、アンモニアの製造量を変更するための制御信号をアンモニア製造装置 2 2に送信する。当該制御信号には、変更後の製造量を示す情報が含まれる。

[0171] 受配電設備 1 1は、制御装置 1 0 0から制御信号を受信する。次に、受配電設備 1 1は、受信した制御信号に基づいて、水素製造装置 1 0に入力する電力を設定する。水素製造装置 1 0は、受配電設備 1 1から入力される電力に応じて水素を製造する。

[0172] M C H製造装置 2 1は、制御装置 1 0 0から制御信号を受信する。次に、M C H製造装置 2 1は、受信した制御信号に基づいて、メチルシクロヘキサンの製造量を設定し、当該製造量を満たすようにメチルシクロヘキサンを製造する。

[0173] アンモニア製造装置 2 2は、制御装置 1 0 0から制御信号を受信する。次に、アンモニア製造装置 2 2は、受信した制御信号に基づいて、アンモニアの製造量を設定し、当該製造量を満たすようにアンモニアを製造する。

[0174] <実施形態の効果>

本実施形態における水素キャリア製造システム 1は、電力を用いて水素を製造する水素製造装置 1 0と、水素製造装置 1 0により製造された水素を貯蔵する水素タンク 1 2と、水素タンク 1 2に貯蔵された水素をメチルシクロヘキサンに変換するM C H製造装置 2 1と、水素タンク 1 2に貯蔵された水素をアンモニアに変換するアンモニア製造装置 2 2と、を含む。したがって

、本実施形態における水素キャリア製造システム 1 によれば、複数種類の水素キャリアを並行して製造することができる。

[0175] 本実施形態における水素キャリア製造システム 1 は、少なくとも水素製造装置 10、MCH 製造装置 21 又は及びアンモニア製造装置 22 のいずれか一つの稼働状態を制御する制御装置 100 をさらに含む。したがって、本実施形態における水素キャリア製造システム 1 によれば、複数種類の水素キャリアを製造するための装置を制御することができる。

[0176] 本実施形態における制御装置 100 は、消費地 R2 に関する消費地情報に基づいて、少なくとも水素製造装置 10、MCH 製造装置 21 又はアンモニア製造装置 22 のいずれか一つの稼働状態を制御する制御信号を送信する。したがって、本実施形態における水素キャリア製造システム 1 によれば、消費地情報に基づいて複数種類の水素キャリアを製造するための装置を適切に制御することができる。

[0177] 本実施形態における制御装置 100 は、消費地情報に基づいて製造地 R1 で少なくとも水素又は水素キャリアのいずれか一方を製造するための電力を購入するか否かを判定するための電力上限価格を設定し、製造地 R1 の電力市場価格と電力上限価格との比較結果に基づいて、少なくとも水素製造装置 10、MCH 製造装置 21 又はアンモニア製造装置 22 のいずれか一つの稼働状態を制御する制御信号を送信する。したがって、本実施形態における水素キャリア製造システム 1 によれば、消費地情報及び電力市場価格に基づいて少なくとも水素又は複数種類の水素キャリアのいずれか一方を製造するための装置を適切に制御することができる。

[0178] 本実施形態における制御装置 100 は、消費地情報に基づいて水素キャリアそれぞれの製造量を決定する。制御装置 100 は、水素製造装置 10、MCH 製造装置 21 及びアンモニア製造装置 22 それぞれの負荷、並びに水素タンク 12 の貯蔵量に基づいて、水素キャリアそれぞれの製造量を決定する。したがって、本実施形態における水素キャリア製造システム 1 によれば、水素キャリアを製造するための装置等の負荷に基づいて複数種類の水素キャ

リアの製造量を適切に決定することができる。

[0179] 本実施形態における制御装置１００は、電力市場価格が電力上限価格より低く、水素タンク１２の充填圧力が予め定めた上限値より低い場合、水素の製造量を増加させる制御を行う。また、制御装置１００は、電力市場価格が電力上限価格より低く、水素タンク１２の充填圧力が予め定めた上限値より高い場合、水素キャリアの製造量を増加させる制御を行う。したがって、本実施形態における制御装置１００によれば、水素タンク１２の充填圧力が安定稼働範囲内に収まる範囲で、水素及び水素キャリアの製造量を増加することができる。

[0180] 本実施形態における制御装置１００は、電力市場価格が電力上限価格より高く、水素タンク１２の充填圧力が予め定めた下限値より高い場合、水素の製造量を減少させ、水素キャリアの製造量を維持させる制御を行う。また、制御装置１００は、電力市場価格が電力上限価格より高く、水素タンク１２の充填圧力が予め定めた下限値より低い場合、水素の製造量を維持させ、水素キャリアの製造量を減少させる制御を行う。したがって、本実施形態における制御装置１００によれば、水素タンク１２の充填圧力が安定稼働範囲内に収まる範囲で、水素及び水素キャリアの製造量を減少することができる。

[0181] 本実施形態における制御装置１００は、電力市場価格が電力上限価格より高く、水素の製造量が予め定めた下限値以下であるとき、水素製造装置１０をホットスタンバイモードに移行する。したがって、本実施形態における制御装置１００によれば、水素の製造量が下限値を下回らないように水素の製造を安全に停止することができる。

[0182] 本実施形態における制御装置１００は、自動的にホットリサイクルモードに移行する場合、電力市場価格が電力上限価格より高く、水素タンク１２の充填圧力が予め定めた下限値以下であり、水素キャリアの製造量が予め定めた下限値以下であるとき、水素キャリアを製造するための装置をホットリサイクルモードに移行する。したがって、本実施形態における制御装置１００によれば、水素タンク１２の充填圧力が下限量を下回らないように水素キャ

リアの製造を安全に停止することができる。

[0183] 本実施形態における制御装置１００は、自動的にホットリサイクルモードに移行しない場合、水素タンク１２の充填圧力が予め定めた下限値以下であり、水素キャリアの製造量が予め定めた下限値以下であるとき、電力市場価格に関わらず、水素キャリアの製造量を維持する。したがって、本実施形態における制御装置１００によれば、水素キャリア製造装置２０の負荷が下限値を下回らないように水素キャリアの製造を継続することができる。

[0184] したがって、本実施形態における水素キャリア製造システム１によれば、数分単位で変動する電力市場価格に応じて、きめ細かく購入する電力量を変動させることができる。また、消費地Ｒ２における水素の市場価格、需要量、脱水素処理にかかるコスト等に応じて、適切に水素キャリアを製造することができる。例えば、消費地Ｒ２において販売価格が上昇した、又は需要が増大した場合、サプライチェーン全体の供給能力（製造、輸送、脱水素等）を考慮した上で水素キャリアを増産することができる。また、例えば、消費地Ｒ２において需要が減少した場合、均等化水素原価に基づいて、水素キャリアの生産調整を行うことができる。

[0185] 特に、本実施形態における水素キャリア製造システム１によれば、水素製造装置１０を共通設備として有するＭＣＨ製造装置２１及びアンモニア製造装置２２（又は液体水素製造装置）において、各水素キャリアの経済性を個別に反映することができ、トータルマージンを最大化することができる。また、消費地Ｒ２における水素の市場価格、需要量、脱水素処理にかかるコスト等に応じて、適切に各水素キャリアを製造することができる。例えば、消費地Ｒ２において需要が減少した場合、均等化水素原価が高い順に各水素キャリアの生産調整を行うことができる。さらに、消費地Ｒ２における各水素キャリアの販売価格や需要が異なる場合、各水素キャリアの販売計画を立案した上でそれらを合算することで、電力購入量を最適化することができる。

[0186] [変形例１]

実施形態では、製造地Ｒ１に設置された制御装置１００が、消費地Ｒ２か

ら取得した消費地情報に基づいて、水素キャリア製造システム 1 に含まれる各装置を制御するように構成した。変形例 1 では、消費地 R 2 に設置された制御装置が、消費地情報を制御装置 1 0 0 に送信するように構成する。

[0187] <水素ガス生成システムの全体構成>

本変形例における水素ガス生成システムの全体構成について、図 1 3 を参照しながら説明する。図 1 3 は、本実施形態における水素ガス生成システム 2 の全体構成の一例を示すブロック図である。

[0188] 図 1 3 に示されているように、本変形例における水素ガス生成システム 2 は、水素ガス生成装置 4 0、水素精製装置 5 0 及び制御装置 2 0 0 を含む。また、本変形例における水素ガス生成システム 2 は、消費地 R 2 に存在する水素キャリアタンク 3 0 及び水素タンク 6 0 と接続されている。

[0189] 制御装置 2 0 0 は、水素ガス生成システム 2 に含まれる各装置の動作を制御するパーソナルコンピュータ、ワークステーション又はサーバ等の情報処理装置である。制御装置 2 0 0 は、通信ネットワークを介して、水素ガス生成装置 4 0 及び水素精製装置 5 0 と相互にデータ通信可能に構成されている。制御装置 2 0 0 は、消費地 R 2 に関する消費地情報を取得し、水素キャリア製造システム 1 の制御装置 1 0 0 に送信する。

[0190] <水素ガス生成システムの機能構成>

本変形例における水素ガス生成システムの機能構成について、図 1 4 を参照しながら説明する。図 1 4 は、本変形例における水素ガス生成システム 2 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0191] <<制御装置の機能構成>>

図 1 4 に示されているように、本変形例における制御装置 2 0 0 は、情報取得部 1 0 1 及び情報送信部 2 0 1 を備える。情報取得部 1 0 1 は、実施形態における制御装置 1 0 0 が備える情報取得部 1 0 1 と同様に機能する。

[0192] 情報送信部 2 0 1 は、情報取得部 1 0 1 により取得された消費地情報を、水素キャリア製造システム 1 の制御装置 1 0 0 に送信する。

[0193] 水素キャリア製造システム 1 では、制御装置 1 0 0 が備える情報取得部 1

０１が、制御装置２００から消費地情報を受信することで、消費地情報を取得する。制御装置１００は、実施形態における制御装置１００と同様に、消費地情報に基づいて、水素キャリア製造システム１に含まれる各装置を制御する。

[0194] 〔変形例２〕

変形例１では、消費地Ｒ２に設置された制御装置２００が、消費地情報を制御装置１００に送信するように構成した。変形例２では、消費地Ｒ２に設置された制御装置が、制御情報を制御装置１００に送信するように構成する。

[0195] ＜水素ガス生成システムの機能構成＞

本変形例における水素ガス生成システムの機能構成について、図１５を参照しながら説明する。図１５は、本変形例における水素ガス生成システム２の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0196] 《制御装置の機能構成》

図１５に示されているように、本変形例における制御装置２００は、情報取得部１０１、販売計画部１０２、電力計算部１０３、価格計算部１０４、原価計算部１０５、閾値設定部１０６、製造量設定部１０７、予測価格記憶部１２０、販売計画記憶部１２１及び情報送信部２０１を備える。すなわち、本変形例における制御装置２００は、第１実施形態における制御装置１００と比較して、価格取得部１０８、負荷取得部１０９、圧力取得部１１０、稼働決定部１１１、装置制御部１１２及び制御情報記憶部１２２を備えず、情報送信部２０１を備える点異なる。

[0197] 本変形例における情報送信部２０１は、閾値設定部１０６により設定された電力上限価格、及び製造量設定部１０７により設定された各水素キャリアの上限製造量を含む制御情報を、水素キャリア製造システム１の制御装置１００に送信する。

[0198] 水素キャリア製造システム１では、制御装置１００が、制御装置２００から制御情報を受信し、制御情報記憶部１２２に記憶する。制御装置１００は

、実施形態における制御装置１００と同様に、制御情報記憶部１２２から読み出した制御情報に基づいて、水素キャリア製造システム１に含まれる各装置を制御する。

[0199] [応用例]

上記実施形態における制御装置１００は、運用段階における水素キャリア製造システム１のみならず、計画段階における水素キャリア製造システム１に適用することができる。すなわち、消費地に関する消費地情報と、電力市場価格の予測値とを入手することができれば、制御情報に含まれる各設定値を設定することができ、その制御情報に基づいて運用した場合のトータルマージンを見積もることができる。したがって、上記実施形態における制御装置１００は、計画段階における水素キャリア製造システム１の経済性を最大化し、投資スコープを最適化することに応用することができる。

[0200] [補足]

上記で説明した実施形態の各機能は、一又は複数の処理回路によって実現することが可能である。ここで、本明細書における「処理回路」とは、電子回路により実装されるＣＰＵ（Central Processing Unit）又はＧＰＵ（Graphics Processing Unit）のようにソフトウェアによって各機能を実行するようプログラミングされたプロセッサや、上記で説明した各機能を実行するよう設計されたＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）や従来の回路モジュール等の機器を含むものとする。

[0201] なお、開示の技術では、以下に記載する付記のような形態が考えられる。

（付記１）

水素を製造する水素製造装置と、
前記水素製造装置により製造された前記水素を貯蔵する水素タンクと、
前記水素タンクに貯蔵された前記水素を異なる種類の水素キャリアに変換する複数の水素キャリア製造装置と、
を含む水素キャリア製造システム。

(付記 2)

前記複数の水素キャリア製造装置は、同一の前記水素タンクに貯蔵された前記水素を前記水素キャリアに変換する、

付記 1 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 3)

少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置のいずれか一方の稼働状態を制御する制御装置をさらに含む、

付記 1 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 4)

前記制御装置は、

少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方を消費する消費地に関する消費地情報を取得する情報取得部と、

前記消費地情報に基づいて少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置のいずれか一方の稼働状態を制御する装置制御部と、

を備える、

付記 3 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 5)

前記制御装置は、

前記水素キャリアを製造する製造地の電力価格を取得する価格取得部と、

前記消費地情報に基づいて少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方を製造する製造地で少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方を製造するための電力を購入するか否かを判定するための閾値を設定する閾値設定部と、

をさらに備え、

前記装置制御部は、前記電力価格と前記閾値との比較結果に基づいて、少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置のいずれか一方の稼働状態を制御する、

付記 4 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 6)

前記消費地情報は、前記消費地における少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方の需要量を含む、

付記 4 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 7)

前記消費地情報は、前記消費地における少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方の販売価格を含む、

付記 4 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 8)

前記消費地情報は、前記消費地に前記水素キャリアを配送するための制約条件を含む、

付記 4 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 9)

前記制約条件は、少なくとも前記消費地で前記水素キャリアを荷受けする設備に関する制約、又は前記水素キャリアを製造する製造地から前記消費地に前記水素キャリアを輸送する輸送手段に関する制約のいずれか一方を含む、

付記 8 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 10)

前記制御装置は、

前記複数の水素キャリア製造装置それぞれの製造量を決定する稼働決定部をさらに備える、

付記 4 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 11)

前記稼働決定部は、前記水素製造装置の負荷、前記複数の水素キャリア製造装置それぞれの負荷、及び前記水素タンクの貯蔵量に基づいて、前記複数の水素キャリア製造装置それぞれの製造量を決定する、

付記 10 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 1 2)

前記装置制御部は、前記水素タンクの貯蔵量が予め定めた第 1 下限値以下であるとき、製造量が予め定めた第 2 下限値以下である前記水素キャリアの製造を停止することを指示する、

付記 1 1 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 1 3)

前記装置制御部は、前記水素をメチルシクロヘキサンに変換する水素キャリア変換装置の製造量が前記第 2 下限値以下である場合、メチルシクロヘキサンの製造を停止し、前記水素をアンモニア又は液体水素に変換する水素キャリア変換装置の製造量が前記第 2 下限値以下である場合、アンモニア又は液体水素の製造量を維持する、

付記 1 2 に記載の水素キャリア製造システム。

(付記 1 4)

水素を製造する水素製造装置、前記水素製造装置により製造された前記水素を貯蔵する水素タンク、及び前記水素タンクに貯蔵された前記水素を異なる種類の水素キャリアに変換する複数の水素キャリア製造装置と通信可能な制御装置であって、

少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置の稼働状態を制御する、

制御装置。

(付記 1 5)

水素製造装置が、水素を製造する工程と、

水素タンクが、前記水素製造装置により製造された前記水素を貯蔵する工程と、

複数の水素キャリア製造装置が、前記水素タンクに貯蔵された前記水素を異なる種類の水素キャリアに変換する工程と、

を含む水素キャリア製造方法。

[0202] 以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明はこれらの実施形

態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形又は変更が可能である。

[0203] 本願は、日本国特許庁に2023年2月21日出願された日本国特許出願2023-25202号の優先権を主張するものであり、その全内容を参照することにより本願に援用する。

符号の説明

[0204] 1 水素キャリア製造システム

2 水素ガス生成システム

10 水素製造装置

11 受配電設備

12 水素タンク

21 MCH製造装置

22 アンモニア製造装置

31 MCHタンク

32 アンモニアタンク

100 制御装置

101 情報取得部

102 販売計画部

103 電力計算部

104 価格計算部

105 原価計算部

106 閾値設定部

107 製造量設定部

108 価格取得部

109 負荷取得部

110 圧力取得部

111 稼働決定部

112 装置制御部

- 1 2 0 予測価格記憶部
- 1 2 1 販売計画記憶部
- 1 2 2 制御情報記憶部
- 2 0 0 制御装置
- 2 0 1 情報送信部

請求の範囲

- [請求項1] 水素を製造する水素製造装置と、
前記水素製造装置により製造された前記水素を貯蔵する水素タンクと、
前記水素タンクに貯蔵された前記水素を異なる種類の水素キャリアに変換する複数の水素キャリア製造装置と、
を含む水素キャリア製造システム。
- [請求項2] 前記複数の水素キャリア製造装置は、同一の前記水素タンクに貯蔵された前記水素を前記水素キャリアに変換する、
請求項1に記載の水素キャリア製造システム。
- [請求項3] 少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置のいずれか一方の稼働状態を制御する制御装置をさらに含む、
請求項1に記載の水素キャリア製造システム。
- [請求項4] 前記制御装置は、
少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方を消費する消費地に関する消費地情報を取得する情報取得部と、
前記消費地情報に基づいて少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置のいずれか一方の稼働状態を制御する装置制御部と、
を備える、
請求項3に記載の水素キャリア製造システム。
- [請求項5] 前記制御装置は、
前記水素キャリアを製造する製造地の電力価格を取得する価格取得部と、
前記消費地情報に基づいて少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方を製造する製造地で少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方を製造するための電力を購入するか否かを判定するための閾値を設定する閾値設定部と、

をさらに備え、

前記装置制御部は、前記電力価格と前記閾値との比較結果に基づいて、少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置のいずれか一方の稼働状態を制御する、

請求項4に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項6] 前記消費地情報は、前記消費地における少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方の需要量を含む、

請求項4に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項7] 前記消費地情報は、前記消費地における少なくとも前記水素又は前記水素キャリアのいずれか一方の販売価格を含む、

請求項4に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項8] 前記消費地情報は、前記消費地に前記水素キャリアを配送するための制約条件を含む、

請求項4に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項9] 前記制約条件は、少なくとも前記消費地で前記水素キャリアを荷受けする設備に関する制約、又は前記水素キャリアを製造する製造地から前記消費地に前記水素キャリアを輸送する輸送手段に関する制約のいずれか一方を含む、

請求項8に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項10] 前記制御装置は、

前記複数の水素キャリア製造装置それぞれの製造量を決定する稼働決定部をさらに備える、

請求項4に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項11] 前記稼働決定部は、前記水素製造装置の負荷、前記複数の水素キャリア製造装置それぞれの負荷、及び前記水素タンクの貯蔵量に基づいて、前記複数の水素キャリア製造装置それぞれの製造量を決定する、

請求項10に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項12] 前記装置制御部は、前記水素タンクの貯蔵量が予め定めた第1下限

値以下であるとき、製造量が予め定めた第2下限値以下である前記水素キャリアの製造を停止することを指示する、

請求項11に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項13]

前記装置制御部は、前記水素をメチルシクロヘキサンに変換する水素キャリア変換装置の製造量が前記第2下限値以下である場合、メチルシクロヘキサンの製造を停止し、前記水素をアンモニア又は液体水素に変換する水素キャリア変換装置の製造量が前記第2下限値以下である場合、アンモニア又は液体水素の製造量を維持する、

請求項12に記載の水素キャリア製造システム。

[請求項14]

水素を製造する水素製造装置、前記水素製造装置により製造された前記水素を貯蔵する水素タンク、及び前記水素タンクに貯蔵された前記水素を異なる種類の水素キャリアに変換する複数の水素キャリア製造装置と通信可能な制御装置であって、

少なくとも前記水素製造装置又は前記複数の水素キャリア製造装置の稼働状態を制御する、

制御装置。

[請求項15]

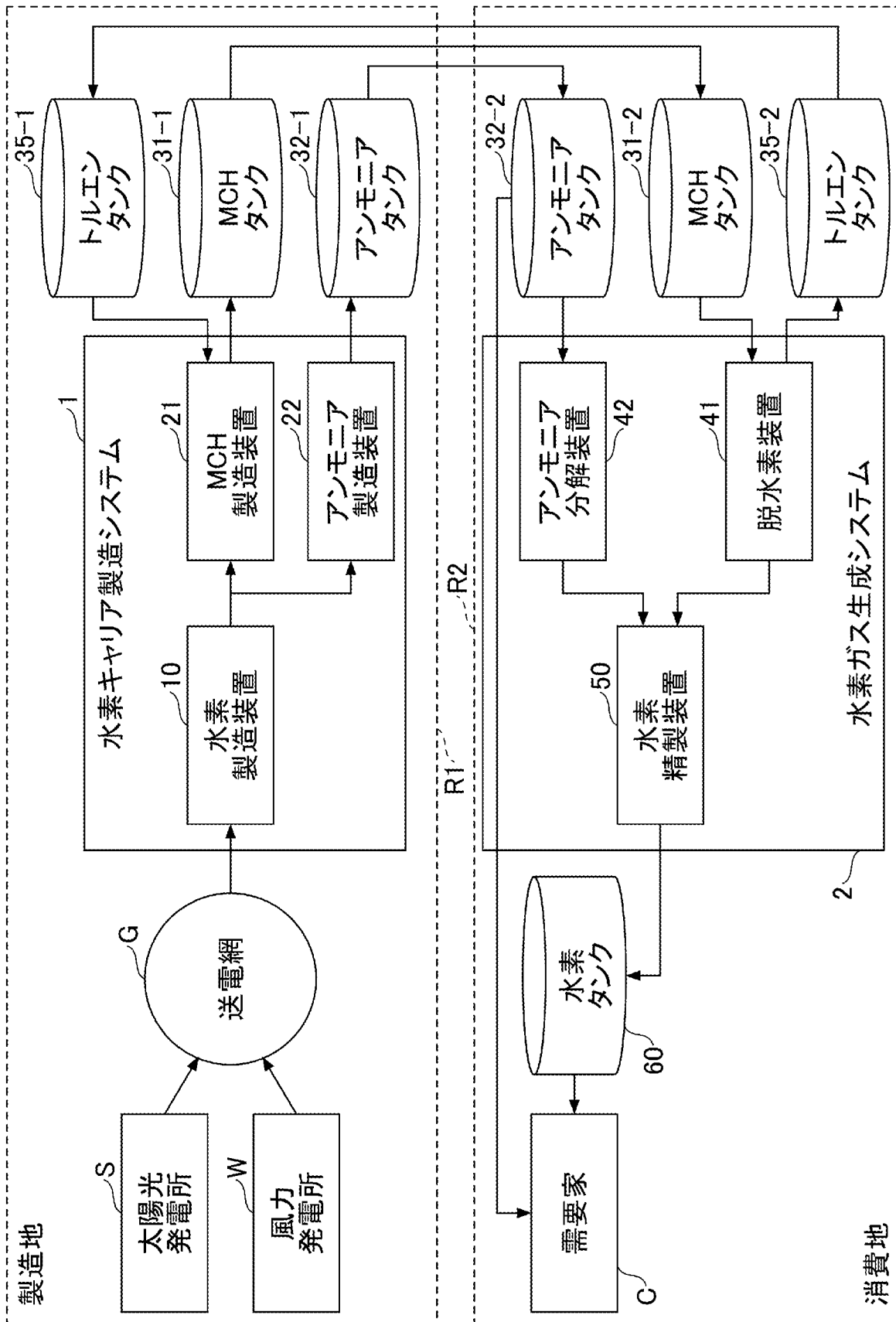
水素製造装置が、水素を製造する工程と、

水素タンクが、前記水素製造装置により製造された前記水素を貯蔵する工程と、

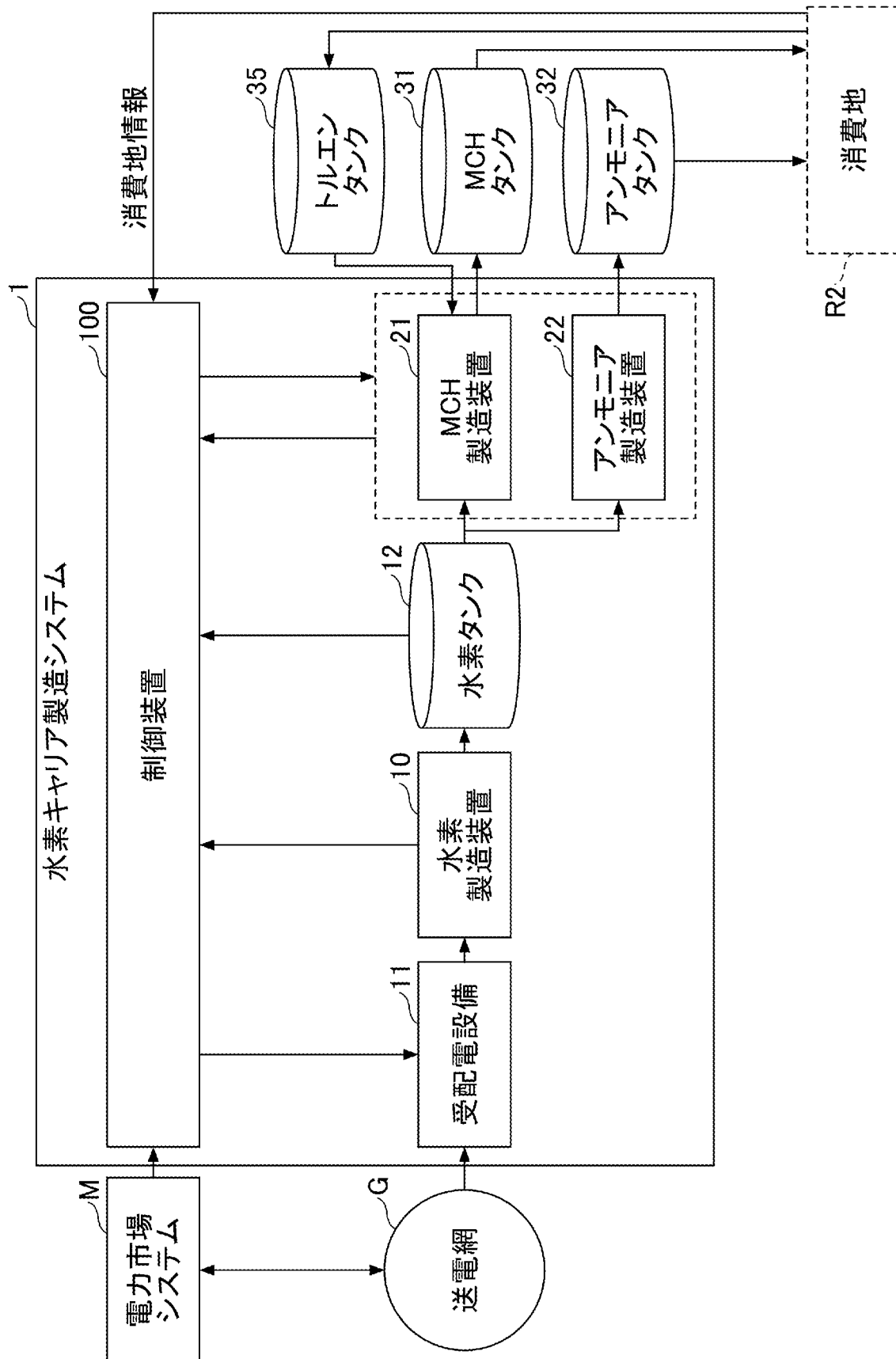
複数の水素キャリア製造装置が、前記水素タンクに貯蔵された前記水素を異なる種類の水素キャリアに変換する工程と、

を含む水素キャリア製造方法。

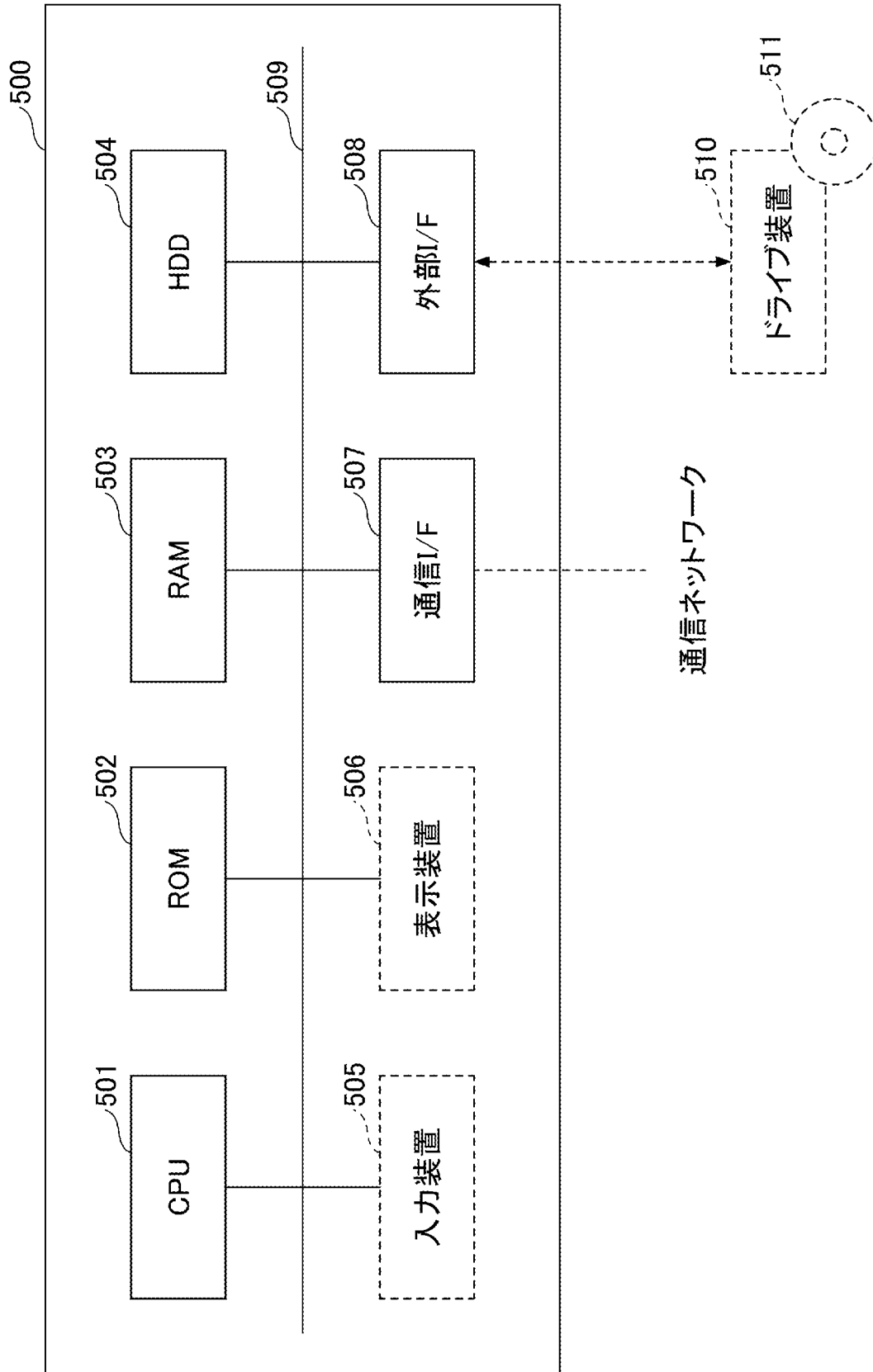
[図1]



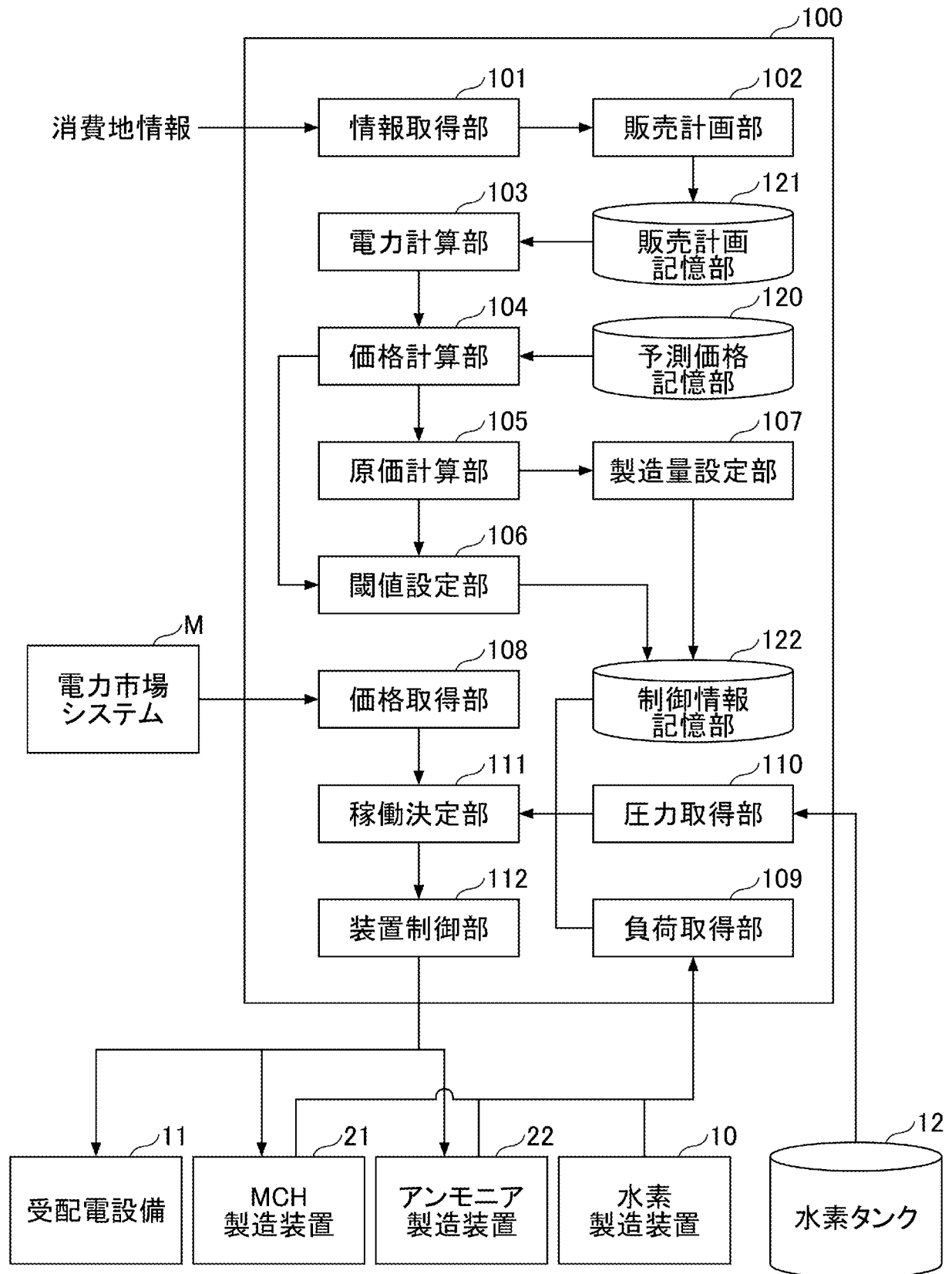
[図2]



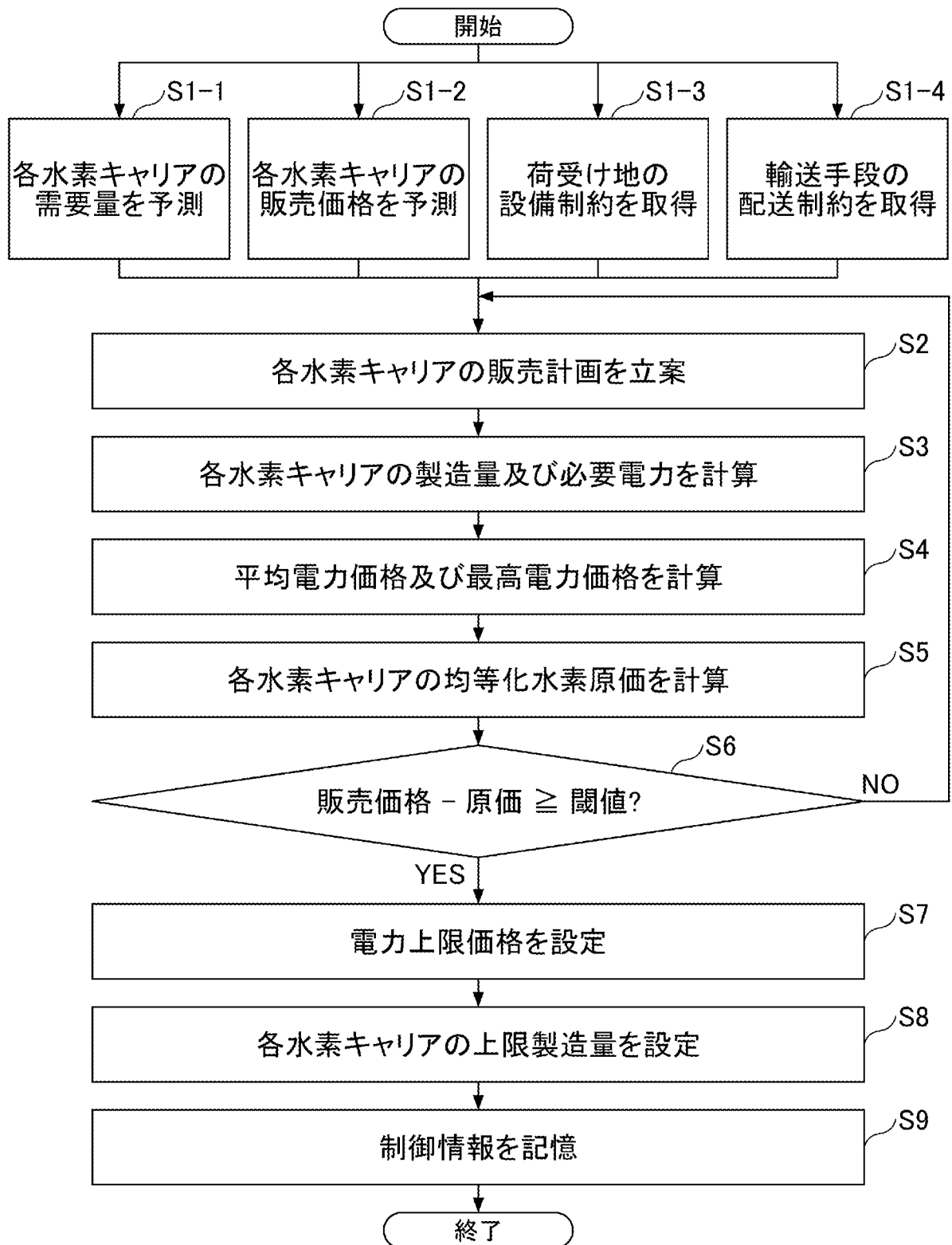
[図3]



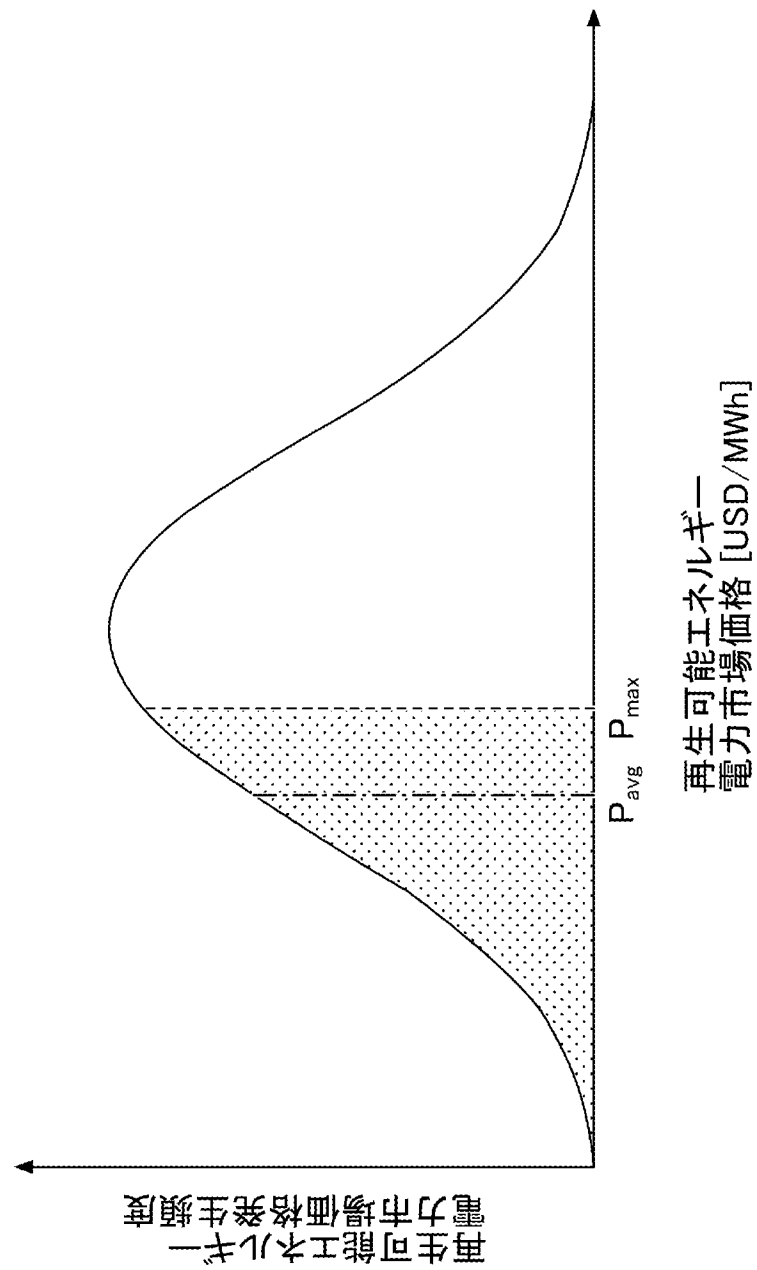
[図4]



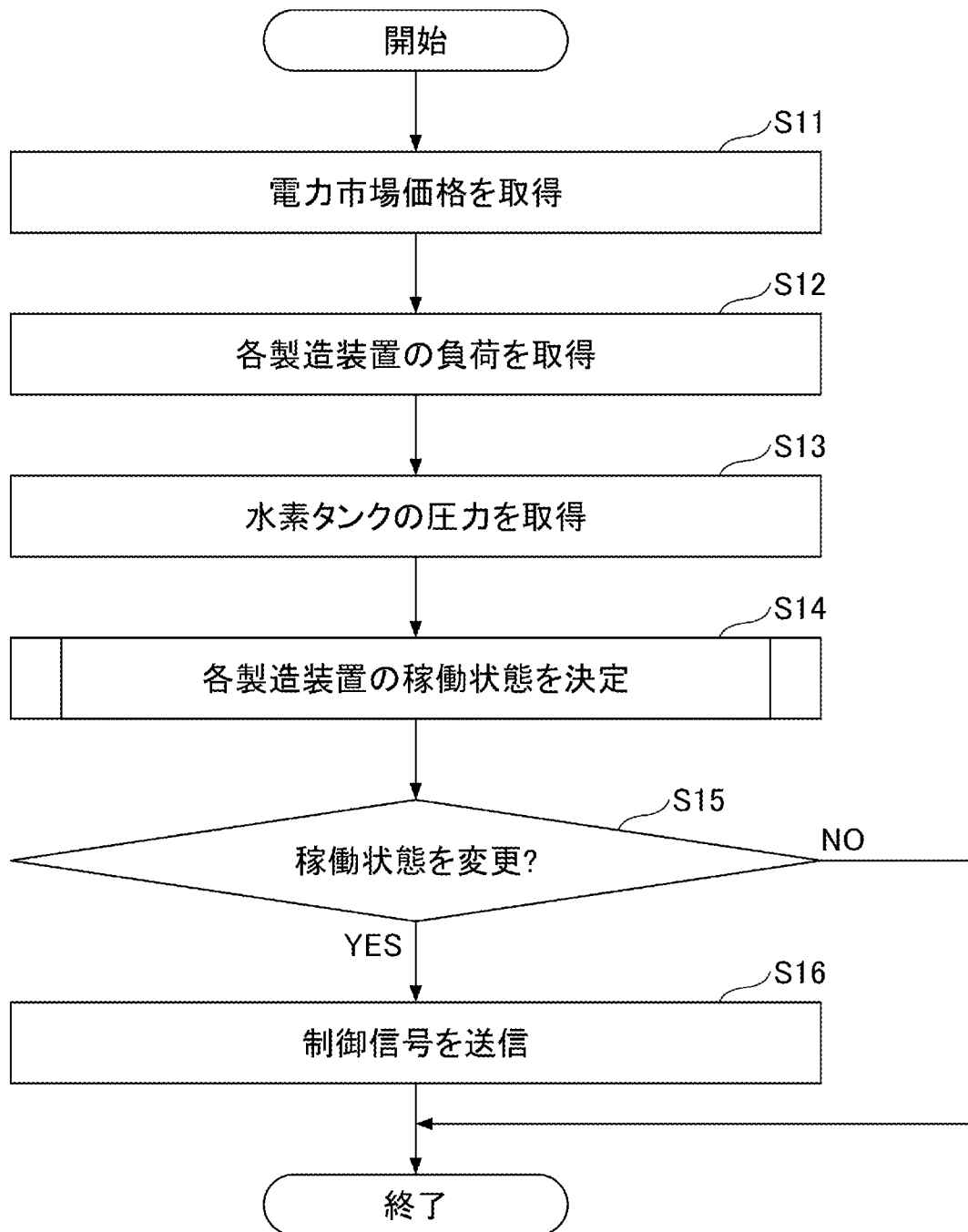
[図5]



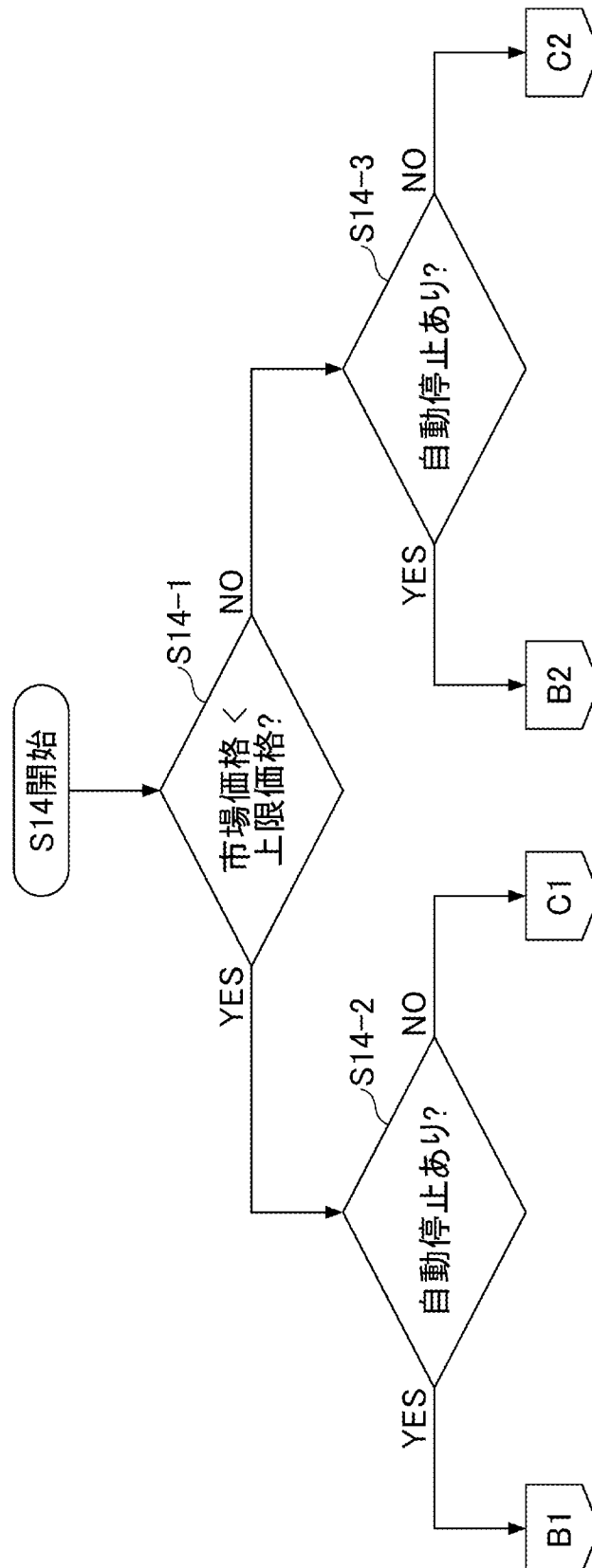
[図6]



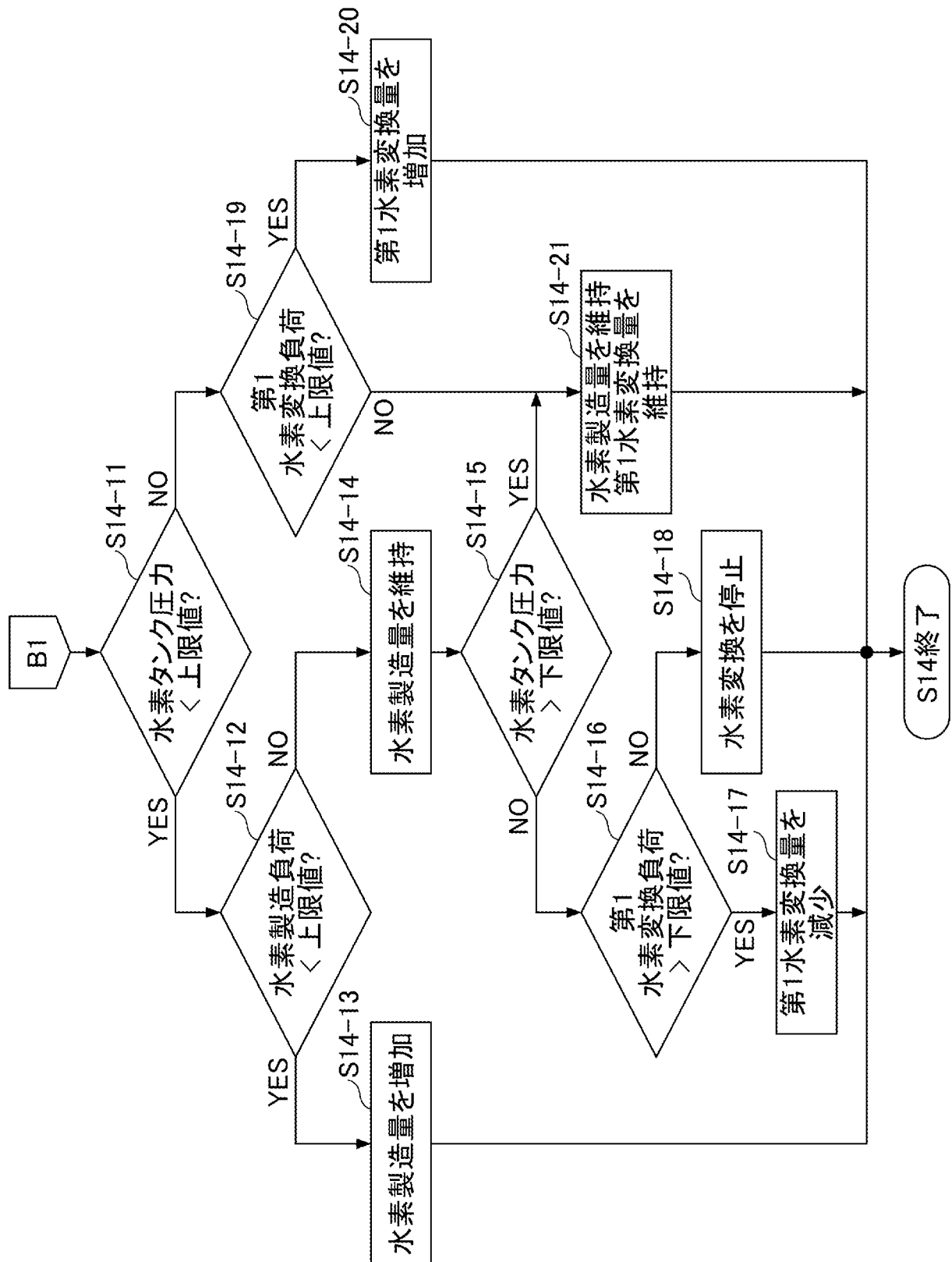
[図7]



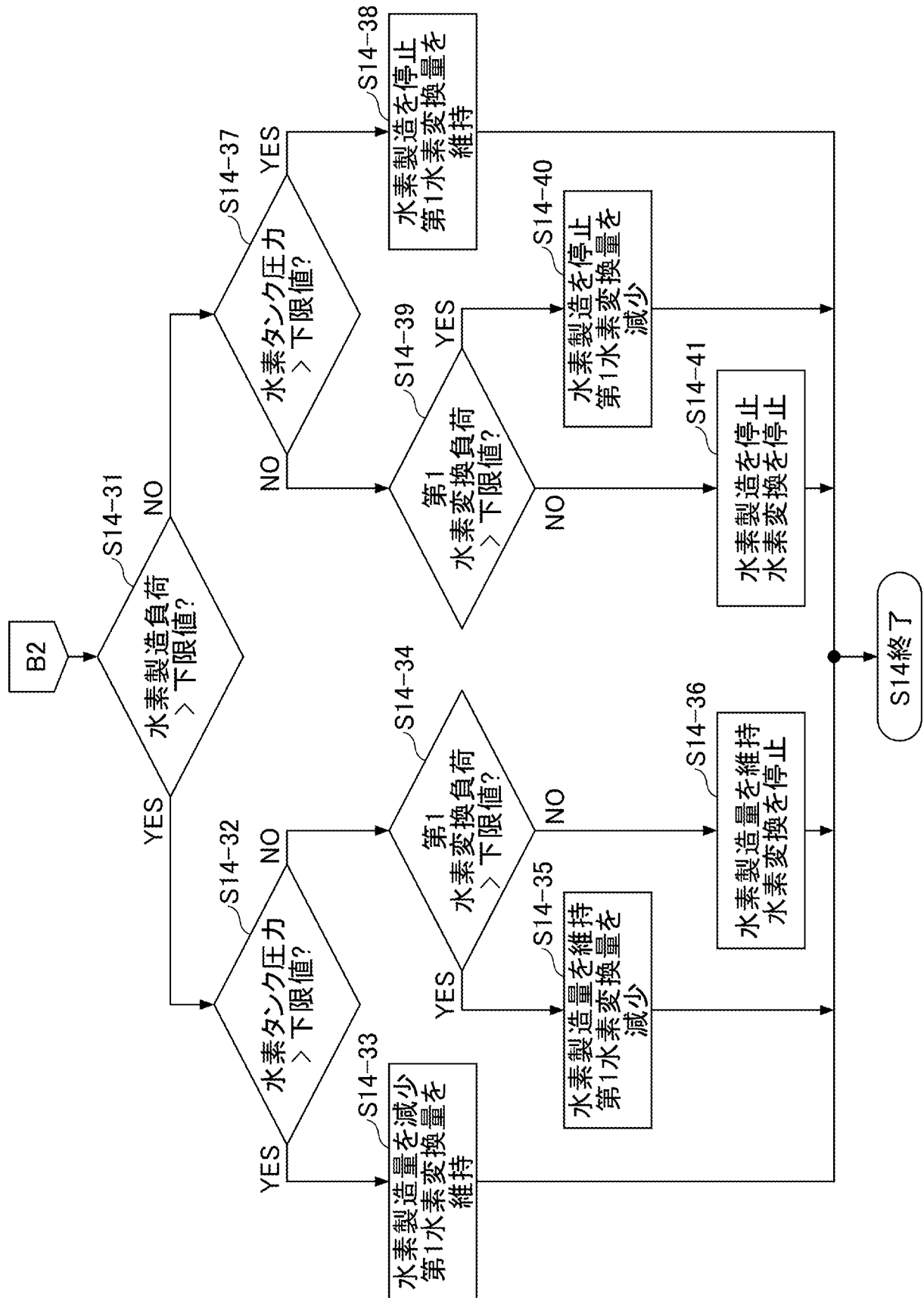
[図8]



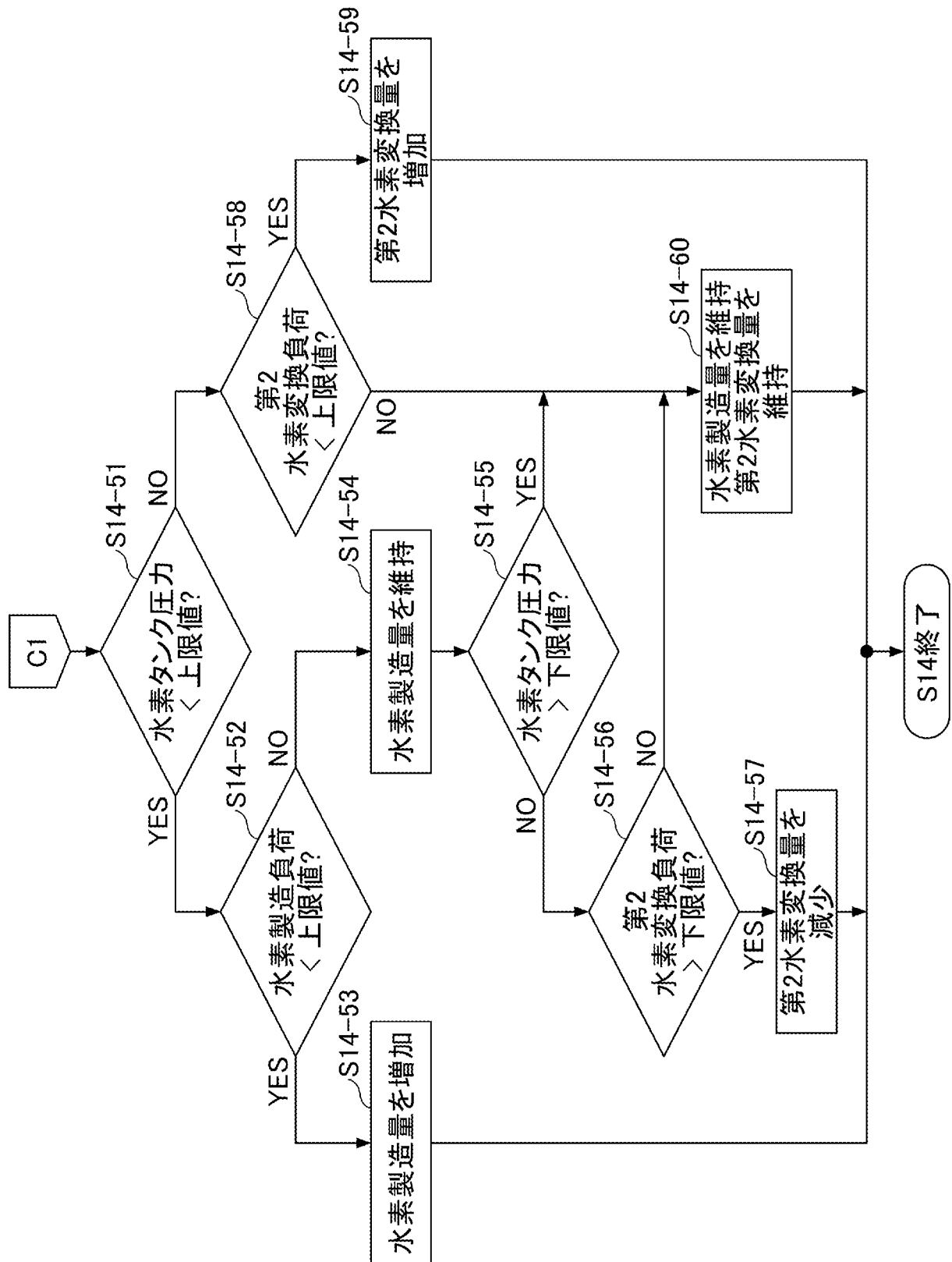
[図9]



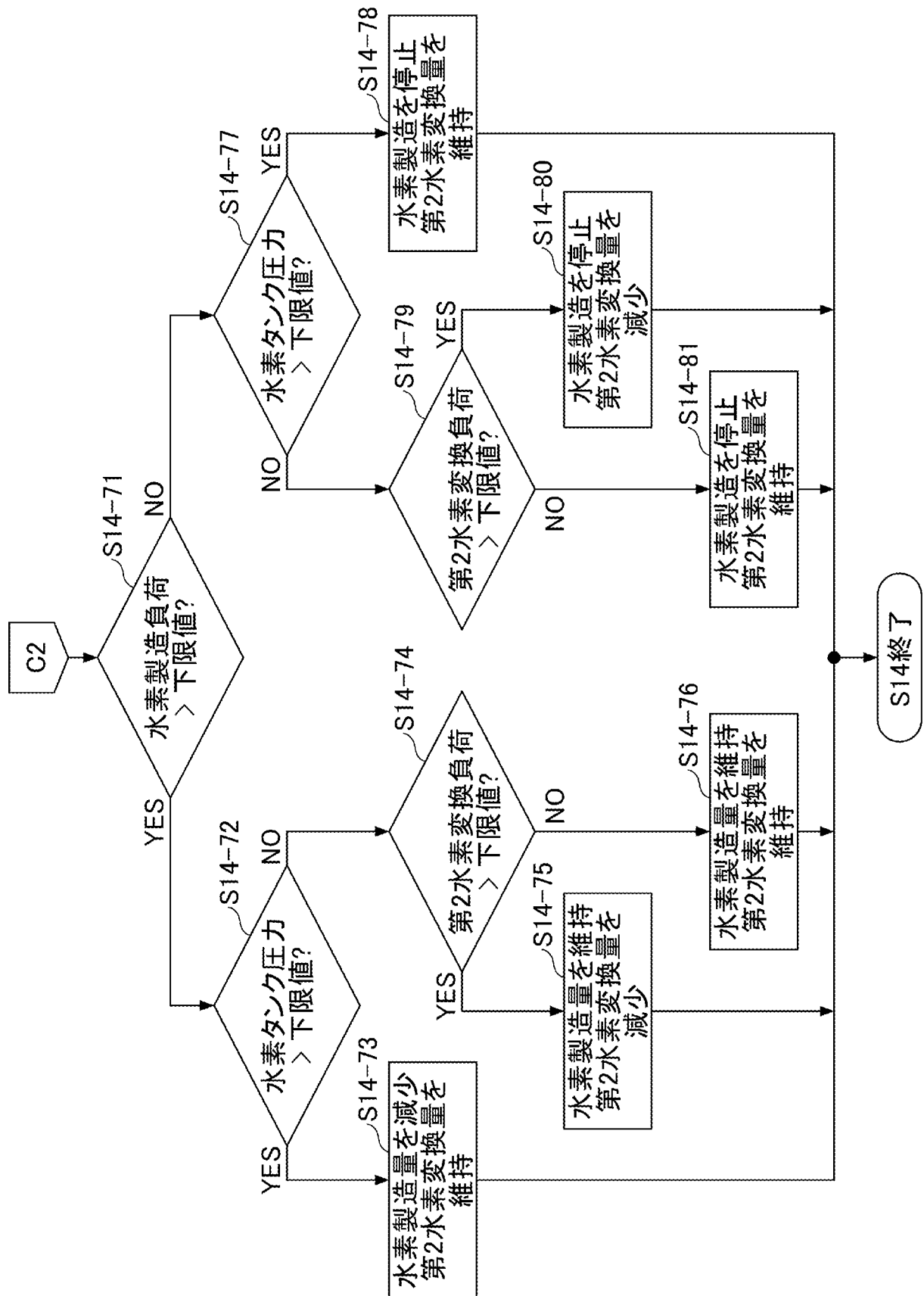
[図10]



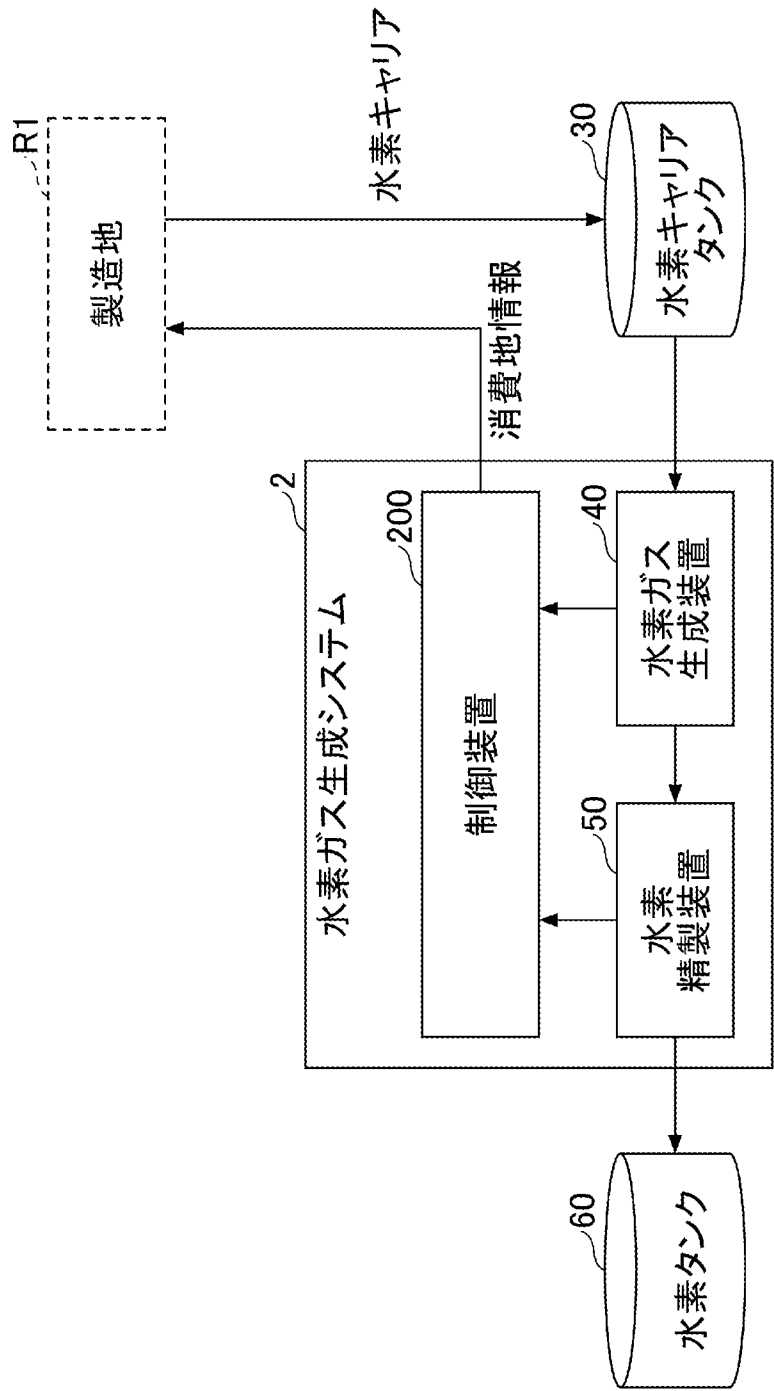
[図11]



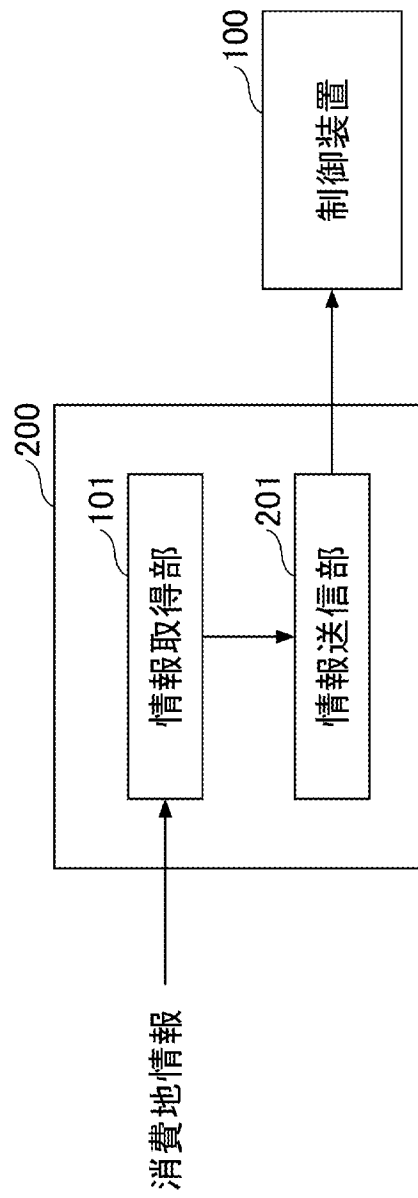
[図12]



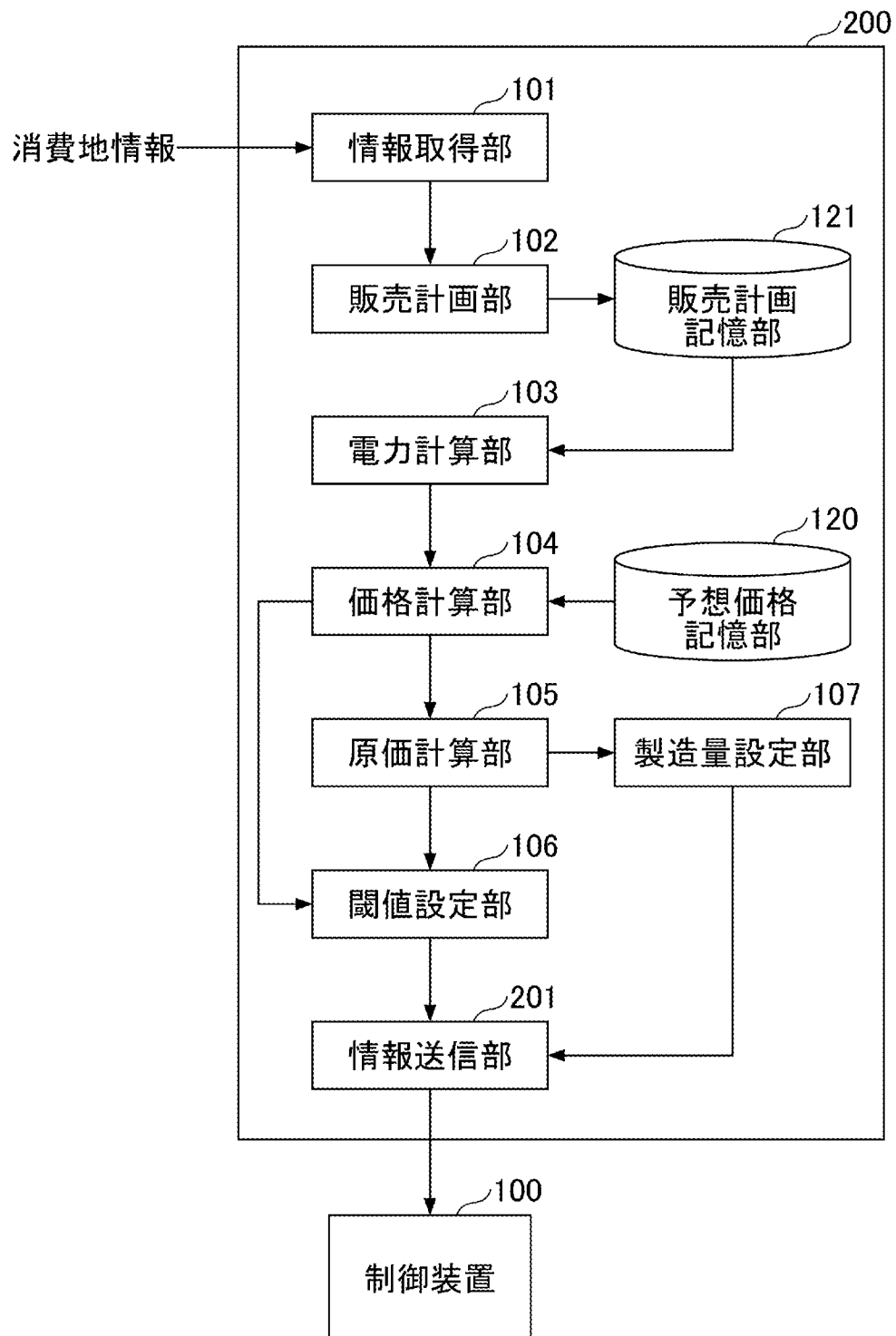
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/005686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C01B 3/24</i> (2006.01)i; <i>C01B 3/02</i> (2006.01)i; <i>C01B 3/04</i> (2006.01)i; <i>C01C 1/04</i> (2006.01)i; <i>C07C 5/10</i> (2006.01)i; <i>C25B 1/04</i> (2021.01)i; <i>G06Q 50/04</i> (2012.01)i FI: C01B3/24; C01B3/02 A; C01B3/04 B; C01C1/04 Z; C07C5/10; C25B1/04; G06Q50/04 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) C01B3/24; C01B3/02; C01B3/04; C01C1/04; C07C5/10; C25B1/04; G06Q50/04 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.
X	JP 2005-350299 A (HITACHI, LTD.) 22 December 2005 (2005-12-22) claims 1, 3, paragraphs [0016]-[0027], fig. 1-2	1-4, 6, 10, 14-15
Y		5, 7-9, 11-13
Y	JP 7027623 B1 (JGC CORPORATION) 01 March 2022 (2022-03-01) paragraphs [0027]-[0130], fig. 1	5, 7, 11-13
Y	JP 2021-157750 A (ENEOS CORP.) 07 October 2021 (2021-10-07) claim 1, paragraphs [0015]-[0064], fig. 1-3	8-9
Y	JP 2021-156427 A (ENEOS CORP.) 07 October 2021 (2021-10-07) claims, paragraph [0028], drawings	8-9
A	JP 2023-010700 A (KOBAYASHI, Hiroshi) 20 January 2023 (2023-01-20) entire text	1-15
☒ 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 09 April 2024		Date of mailing of the international search report 23 April 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

International application No.

PCT/JP2024/005686

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/115101 A1 (CHIYODA CORPORATION) 06 August 2015 (2015-08-06) entire text	1-15
A	WO 2022/208331 A1 (JIO PLATFORMS LIMITED) 06 October 2022 (2022-10-06) entire text	1-15
A	JP 2017-043552 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 02 March 2017 (2017-03-02) entire text	1-15
A	JP 2018-514501 A (WUHAN HYNERTech CO., LTD.) 07 June 2018 (2018-06-07) entire text	1-15
A	JP 2019-189511 A (SHIMIZU CORP.) 31 October 2019 (2019-10-31) entire text	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/005686

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-350299	A	22 December 2005	US 2005/0276749 A1 claims 1, 3, paragraphs [0028]- [0038], fig. 1-2 CN 1706988 A	
JP	7027623	B1	01 March 2022	EP 4283554 A1 paragraphs [0014]-[0117], fig. 1 WO 2022/269794 A1	
JP	2021-157750	A	07 October 2021	US 2023/0126144 A1 claim 1, paragraphs [0021]- [0070], fig. 1-3 WO 2021/200726 A1 EP 4120162 A1 CN 115362459 A	
JP	2021-156427	A	07 October 2021	US 2023/0110000 A1 claims, paragraph [0033], drawings WO 2021/200672 A1 EP 4130544 A1 CN 115427725 A	
JP	2023-010700	A	20 January 2023	WO 2023/281748 A1 entire text	
WO	2015/115101	A1	06 August 2015	US 2017/0166496 A1 entire text EP 3103783 A1 JP 2015-145347 A	
WO	2022/208331	A1	06 October 2022	US 2023/0367300 A1 EP 4288845 A1	
JP	2017-043552	A	02 March 2017	(Family: none)	
JP	2018-514501	A	07 June 2018	US 2018/0069255 A1 entire text WO 2016/161955 A1 EP 3281912 A1 CN 104975987 A CN 104975988 A CN 104979574 A CN 104973567 A CN 104971675 A CN 104973568 A CN 106861559 A CN 106882765 A CN 107017420 A	
JP	2019-189511	A	31 October 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

C01B 3/24(2006.01)i; C01B 3/02(2006.01)i; C01B 3/04(2006.01)i; C01C 1/04(2006.01)i;
C07C 5/10(2006.01)i; C25B 1/04(2021.01)i; G06Q 50/04(2012.01)i
FI: C01B3/24; C01B3/02 A; C01B3/04 B; C01C1/04 Z; C07C5/10; C25B1/04; G06Q50/04

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））

C01B3/24; C01B3/02; C01B3/04; C01C1/04; C07C5/10; C25B1/04; G06Q50/04

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
X	JP 2005-350299 A（株式会社日立製作所）22.12.2005（2005-12-22） 請求項1, 3, [0016]-[0027], 図1-2	1-4, 6, 10, 14-15
Y		5, 7-9, 11-13
Y	JP 7027623 B1（日揮グローバル株式会社）01.03.2022（2022-03-01） [0027]-[0130], 図1	5, 7, 11-13
Y	JP 2021-157750 A（ENEOS株式会社）07.10.2021（2021-10-07） 請求項1, [0015]-[0064], 図1-3	8-9
Y	JP 2021-156427 A（ENEOS株式会社）07.10.2021（2021-10-07） 特許請求の範囲, [0028], 図面	8-9
A	JP 2023-010700 A（小林 浩）20.01.2023（2023-01-20） 全文	1-15
A	WO 2015/115101 A1（千代田化工建設株式会社）06.08.2015（2015-08-06） 全文	1-15

☒ 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

09.04.2024

国際調査報告の発送日

23.04.2024

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）

磯部 香 4G 3637

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	WO 2022/208331 A1 (JIO PLATFORMS LIMITED) 06.10.2022 (2022 - 10 - 06) 全文	1-15
A	JP 2017-043552 A (株式会社東芝) 02.03.2017 (2017 - 03 - 02) 全文	1-15
A	JP 2018-514501 A (武漢▼▲チン▼▲陽▼能源有限公司) 07.06.2018 (2018 - 06 - 07) 全文	1-15
A	JP 2019-189511 A (清水建設株式会社) 31.10.2019 (2019 - 10 - 31) 全文	1-15

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/JP2024/005686

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2005-350299	A	22.12.2005	US	2005/0276749	A1	
				請求項1, 3, [0028]-[0038], 図1-2			
				CN	1706988	A	
JP	7027623	B1	01.03.2022	EP	4283554	A1	
				[0014]-[0117], 図1			
				WO	2022/269794	A1	
JP	2021-157750	A	07.10.2021	US	2023/0126144	A1	
				請求項1, [0021]-[0070], 図1-3			
				WO	2021/200726	A1	
				EP	4120162	A1	
				CN	115362459	A	
JP	2021-156427	A	07.10.2021	US	2023/0110000	A1	
				特許請求の範囲, [0033], 図面			
				WO	2021/200672	A1	
				EP	4130544	A1	
				CN	115427725	A	
JP	2023-010700	A	20.01.2023	WO	2023/281748	A1	
				全文			
WO	2015/115101	A1	06.08.2015	US	2017/0166496	A1	
				全文			
				EP	3103783	A1	
				JP	2015-145347	A	
WO	2022/208331	A1	06.10.2022	US	2023/0367300	A1	
				EP	4288845	A1	
JP	2017-043552	A	02.03.2017	(ファミリーなし)			
JP	2018-514501	A	07.06.2018	US	2018/0069255	A1	
				全文			
				WO	2016/161955	A1	
				EP	3281912	A1	
				CN	104975987	A	
				CN	104975988	A	
				CN	104979574	A	
				CN	104973567	A	
				CN	104971675	A	
				CN	104973568	A	
				CN	106861559	A	
				CN	106882765	A	
				CN	107017420	A	
JP	2019-189511	A	31.10.2019	(ファミリーなし)			