

(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
2017年5月18日(18.05.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/081776 A1

- (51) 国際特許分類:
C25B 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/081783
- (22) 国際出願日: 2015年11月11日(11.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 原野 朋美(HARANO, Tomomi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 樋口 勝敏(HIGUCHI, Masatoshi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 日向寺 雅彦(HYUGAJI, Masahiko); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番地8 日石横浜ビル Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

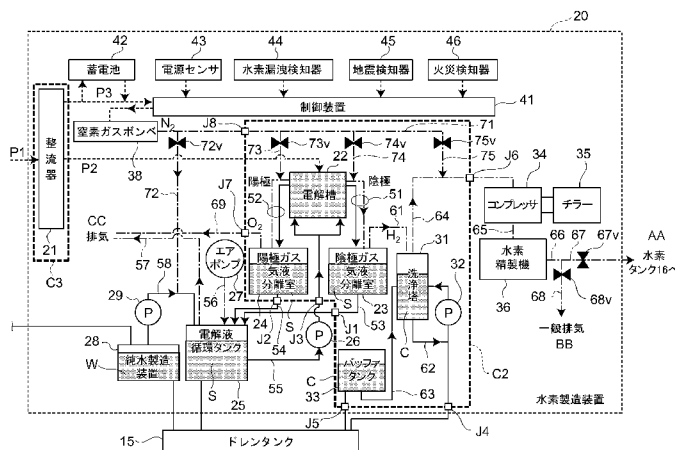
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HYDROGEN PRODUCTION APPARATUS, HYDROGEN PRODUCTION SYSTEM, AND METHOD FOR PRODUCING HYDROGEN PRODUCTION APPARATUS

(54) 発明の名称: 水素製造装置、水素製造システム及び水素製造装置の製造方法



- | | |
|--|------------------------------|
| 15 Drain tank | 36 Hydrogen purifier |
| 20 Hydrogen production apparatus | 38 Nitrogen gas cylinder |
| 21 Rectifier | 41 Control device |
| 22 Electrolytic cell | 42 Storage cell |
| 23 Cathode gas-liquid separation chamber | 43 Power source sensor |
| 24 Anode gas-liquid separation chamber | 44 Hydrogen leakage detector |
| 25 Electrolyte circulation tank | 45 Earthquake detector |
| 27 Air pump | 46 Fire detector |
| 28 Pure water production apparatus | 51 Cathode |
| 31 Wash column | 52 Anode |
| 33 Buffer tank | AA To hydrogen tank 16 |
| 34 Compressor | BB General exhaust |
| 35 Chiller | CC Exhaust |

(57) Abstract: This hydrogen production apparatus is provided with: a lower container; an upper container disposed on the lower container; an electrolytic cell for electrolysing an aqueous alkaline solution and disposed inside the upper container; an anode gas-liquid separation chamber for separating the aqueous alkaline solution and hydrogen gas generated on the anode side of the electrolytic cell and disposed inside the upper container; a cathode gas-liquid separation chamber for separating the aqueous alkaline solution and hydrogen gas generated on the cathode side of the electrolytic cell and disposed inside the upper container; an electrolyte tank disposed in the lower container and into which aqueous alkaline solution flows from the lower part of the anode gas-liquid separation chamber and the lower part of the cathode gas-liquid separation chamber; and a pump for sending the aqueous alkaline solution from the electrolyte tank to the electrolytic cell.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/081776 A1



実施形態に係る水素製造装置は、下段コンテナと、前記下段コンテナ上に配置される上段コンテナと、前記上段コンテナ内に配置され、アルカリ性水溶液を電気分解する電解槽と、前記上段コンテナ内に配置され、前記電解槽の陽極側で発生した酸素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陽極ガス気液分離室と、前記上段コンテナ内に配置され、前記電解槽の陰極側で発生した水素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陰極ガス気液分離室と、前記下段コンテナ内に配置され、前記陽極ガス気液分離室の下部及び前記陰極ガス気液分離室の下部から前記アルカリ性水溶液が流入する電解液タンクと、前記電解液タンクから前記電解槽に前記アルカリ性水溶液を搬送するポンプと、を備える。

明 細 書

発明の名称：

水素製造装置、水素製造システム及び水素製造装置の製造方法

技術分野

[0001] 実施形態は、水素製造装置、水素製造システム及び水素製造装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、環境負荷が小さい燃料として、水素が注目されている。水素は、それ自体が燃焼エネルギーを持つため、狭義の燃料として使うことも可能であるが、燃料電池と組み合わせることにより、電力エネルギーの媒体物として使うこともできる。すなわち、水の電気分解によって電力を水素に変換し、燃料電池によって水素を電力に変換することにより、電力を水素の形態で貯蔵することができる。これにより、電力の貯蔵が容易になり、発電時と消費時を一致させる必要がなくなるため、社会全体としてエネルギー効率が高まると共に、災害時の予備電源を用意しておくことも容易になる。

[0003] 水素を用いたエネルギーシステムを普及させるためには、水素の製造に係るコストを低減することが有効である。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2015-117407号公報
特許文献2：特開2005-125927号公報
特許文献3：特表2013-540895号公報

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：「水電解法による水素製造とそのコスト」阿部勲夫、水素エネルギーシステム vol. 33、No. 1 (2008) p. 19-26
非特許文献2：株式会社神鋼環境ソリューション ホームページ、http://www.kobelco-eco.co.jp/product/suisohassei/hhog_qa.html#Q1

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 実施形態の目的は、水素の製造に係るコストを低減できる水素製造装置、水素製造システム及び水素製造装置の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 実施形態に係る水素製造装置は、下段コンテナと、前記下段コンテナ上に配置される上段コンテナと、前記上段コンテナ内に配置され、アルカリ性水溶液を電気分解する電解槽と、前記上段コンテナ内に配置され、前記電解槽の陽極側で発生した酸素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陽極ガス気液分離室と、前記上段コンテナ内に配置され、前記電解槽の陰極側で発生した水素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陰極ガス気液分離室と、前記下段コンテナ内に配置され、前記陽極ガス気液分離室の下部及び前記陰極ガス気液分離室の下部から前記アルカリ性水溶液が流入する電解液タンクと、前記電解液タンクから前記電解槽に前記アルカリ性水溶液を搬送するポンプと、を備える。

[0008] 実施形態に係る水素製造装置の製造方法は、下段コンテナ内に、電解液タンク、及び、前記電解液タンクに接続されたポンプを設置する下段コンテナ組立工程と、上段コンテナ内に、アルカリ性水溶液を電気分解する電解槽、前記電解槽の陽極側で発生した酸素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陽極ガス気液分離室、及び、前記電解槽の陰極側で発生した水素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陰極ガス気液分離室を設置する上段コンテナ組立工程と、前記下段コンテナ上に前記上段コンテナを載置する積載工程と、前記陽極ガス気液分離室の下部を前記電解液タンクに接続すると共に、前記陰極ガス気液分離室の下部を前記電解液タンクに接続する第1接続工程と、前記ポンプを前記電解槽に接続する第2接続工程と、を備える。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1の実施形態に係る水素製造システムを示す斜視図である。

[図2]第1の実施形態に係る水素製造装置を示す斜視図であり、下段コンテナと上段コンテナが分離した状態を示す。

[図3]第1の実施形態に係る水素製造装置を示す斜視図であり、下段コンテナと上段コンテナが結合した状態を示す。

[図4]第1の実施形態に係る水素製造装置を示すシステム構成図である。

[図5]第1の実施形態に係る水素製造装置における下段コンテナと上段コンテナの連結部分を示す部分斜視図である。

[図6]第1の実施形態における継手構造体及びその周辺部分を示す斜視図である。

[図7]第1の実施形態に係る水素製造装置の製造方法を示すフローチャート図である。

[図8] (a) 及び (b) は、水素製造装置におけるアルカリ性水溶液の流れを示す模式図であり、(a) は第1の実施形態を示し、(b) は比較例を示す。

。

[図9]第2の実施形態に係る水素製造システムを示す斜視図である。

[図10]第2の実施形態に係る水素製造装置を示すシステム構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] (第1の実施形態)

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。

まず、第1の実施形態について説明する。

[0011] <水素製造システムの全体構成>

まず、本実施形態に係る水素製造システム及びその周辺の構成について説明する。

図1は、本実施形態に係る水素製造システムを示す斜視図である。

本実施形態に係る水素製造システムは、アルカリ電解方式により水を電気分解することにより、水素ガスを製造するシステムである。

[0012] 図1に示すように、本実施形態に係る水素製造システム1においては、水素製造装置20が設けられている。水素製造装置20の各機器は、3つのコ

ンテナに收容されている。すなわち、水素製造装置 20 には、下段コンテナ C 1、上段コンテナ C 2 及び電源用コンテナ C 3 が設けられている。下段コンテナ C 1 及び上段コンテナ C 2 の形状及び寸法は相互に等しく、例えば、規格化されたコンテナであり、例えば、12 フィートコンテナ又は 20 フィートコンテナである。下段コンテナ C 1 上に、上段コンテナ C 2 が載置されている。電源用コンテナ C 3 も規格化されたコンテナであり、例えば、12 フィートコンテナ又は 20 フィートコンテナである。

[0013] 後述するように、下段コンテナ C 1 の天井及び上段コンテナ C 2 の床にはいくつかの穴が形成されており、これらの穴を介して、下段コンテナ C 1 と上段コンテナ C 2 との間には、複数本の配管が接続されている。また、下段コンテナ C 1 とドレンタンク 15 との間、及び、下段コンテナ C 1 と水素タンク 16 との間にも、それぞれ配管が接続されている。

[0014] また、電源用コンテナ C 3 は、下段コンテナ C 1 及び上段コンテナ C 2 からなる縦積みの構造体から少し離れた位置に配置されている。下段コンテナ C 1 と電源用コンテナ C 3 との間には、コネクタ付き多芯ケーブルが接続されている。

[0015] また、水素製造システム 1 には、水素製造装置 20 から排出された廃液を貯蔵するドレンタンク 15 が設けられている。ドレンタンク 15 は、取り外して交換することができ、取り外したドレンタンクはトラック等（図示せず）により廃棄可能地域まで輸送することができる。ドレンタンク 15 に廃棄される廃液の詳細については、後述する。

水素製造システム 1 においては、水素製造装置 20 から排出された廃液をドレンタンク 15 に貯蔵せずに、可能な場合には直接、水素製造システム 1 の外部の排水設備等に排水できるようにも構成されている。

[0016] 更に、水素製造システム 1 には、水素製造装置 20 によって製造された水素ガスを貯蔵する水素タンク 16 が設けられている。水素タンク 16 に貯蔵された水素ガスは、水素ローリー車又はパイプライン等（図示せず）により、消費地又は他の貯蔵施設まで輸送される。

[0017] <水素製造装置の構成>

次に、本実施形態に係る水素製造装置の構成について説明する。

図2は、本実施形態に係る水素製造装置を示す斜視図であり、下段コンテナと上段コンテナが分離した状態を示す。

図3は、本実施形態に係る水素製造装置を示す斜視図であり、下段コンテナと上段コンテナが結合した状態を示す。

図4は、本実施形態に係る水素製造装置を示すシステム構成図である。

[0018] なお、図2及び図3においては、電源用コンテナC3は図示を省略している。また、図2及び図3においては、比較的大型の構成要素のみを示しており、小型の構成要素及び配管は、図示を省略している。更に、図2及び図3においては、各コンテナの側板及び天井は図示を省略している。

図4においては、図示の便宜上、電流及び信号の流れは破線で示し、気体の流れは一点鎖線で示し、液体の流れは実線で示している。また、図4に示す構成要素のうち、符号C2を付した破線の枠内に描かれた構成要素は上段コンテナC2の内容物を示し、符号C3を付した破線の枠内に描かれた構成要素は電源用コンテナC3の内容物を示し、それ以外の領域に描かれた構成要素は下段コンテナC1の内容物を示す。

[0019] 図4に示すように、本実施形態に係る水素製造装置20においては、整流器21が設けられている。整流器21は電源用コンテナC3（図1参照）内に収納されている。なお、これは、図4においては、符号C3を付した破線の枠内に整流器21を示すブロックが描かれていることによって表現されている。整流器21は、外部から供給された交流電力P1、例えば、商用の電力系統から供給された交流電力を、直流電力P2及び交流電力P3に変換して出力する。

[0020] 水素製造装置20においては、電解槽22、陰極ガス気液分離室23、陽極ガス気液分離室24、及び、電解液循環タンク25が設けられている。このうち、電解槽22、陰極ガス気液分離室23及び陽極ガス気液分離室24は、上段コンテナC2内に収納されている。これは、図4においては、符号

C 2 を付した破線の枠内にこれらの構成要素を示すブロックが描かれていることによって表現されている。一方、電解液循環タンク 25 は、下段コンテナ C 1 内に収納されている。これは、図 4 においては、符号 20 を付した破線の枠内であって、符号 C 2 を付した破線の枠外であって符号 C 3 を付した破線の枠外に電解液循環タンク 25 を示すブロックが描かれていることによって表現されている。電解液循環タンク 25 は、ドレンタンク 15 に接続されている。

[0021] 電解槽 22 は、電解液であるアルカリ性水溶液 S を保持する。アルカリ性水溶液 S としては、溶媒である水の電気分解が容易になるような電解質が溶解した水溶液、例えば、水酸化カリウム水溶液 (KOH)、又は、水酸化ナトリウム水溶液 (NaOH) 等を用いることができる。本実施形態においては、例えば、電解槽 22 は濃度が 25 質量%の水酸化カリウム水溶液 (KOH) を保持している。そして、整流器 21 から直流電力 P2 が供給されると、アルカリ性水溶液 S を電気分解し、水素ガス (H_2) 及び酸素ガス (O_2) を生成する。電解槽 22 の内部は、隔膜 (図示せず) によって複数のセルに区画されている。隔膜は、水は通過させるが気体はほとんど通過させない膜であり、例えば、PET (PolyEthylene Terephthalate) からなる高分子フィルムにおいて、その両面又はいずれか一方の面に高分子不織布が貼り合わされた膜である。各セル内には、陰極電極 (図示せず) 又は陽極電極 (図示せず) が配置されており、隔膜を介して対向している。電解槽 22 は密閉されており、陰極電極が配置されたセルの天井部分には、水素管 51 の一端が接続されており、陽極電極が配置されたセルの天井部分には、酸素管 52 の一端が接続されている。

[0022] 陰極ガス気液分離室 23 には、水素管 51 の他端が接続されている。これにより、陰極ガス気液分離室 23 には、電解槽 22 から水素管 51 を介して水素ガス及びアルカリ性水溶液 S が混合した状態で流入する。水素ガスとアルカリ性水溶液 S は、陰極ガス気液分離室 23 内で分離される。すなわち、アルカリ性水溶液 S は陰極ガス気液分離室 23 の下部に落ち、水素ガスは陰

極ガス気液分離室 23 の上部に集まる。

[0023] 陽極ガス気液分離室 24 には、酸素管 52 の他端が接続されている。これにより、陽極ガス気液分離室 24 には、電解槽 22 から酸素管 52 を介して酸素ガス及びアルカリ性水溶液 S が混合した状態で流入する。酸素ガスとアルカリ性水溶液 S は、陽極ガス気液分離室 24 内で分離される。すなわち、アルカリ性水溶液 S は陽極ガス気液分離室 24 の下部に落ち、酸素ガスは陽極ガス気液分離室 24 の上部に集まる。

[0024] 陰極ガス気液分離室 23 の下部、例えば底面には、電解液管 53 の一端が接続されている。電解液管 53 の他端は、電解液循環タンク 25 の上部、例えば天井部分に接続されている。このため、電解液管 53 は、上段コンテナ C2 から下段コンテナ C1 にわたって設けられており、中間部分で上段コンテナ C2 と下段コンテナ C1 との境界（以下、「コンテナ境界」という）を通過している。電解液管 53 におけるコンテナ境界を通過する部分には、継手構造体 J1 が設けられている。電解液管 53 及び継手構造体 J1 の詳細な構成は後述する。

[0025] 一方、陽極ガス気液分離室 24 の下部、例えば底面には、電解液管 54 の一端が接続されている。電解液管 54 の他端は、電解液循環タンク 25 の上部、例えば天井部分に接続されている。このため、電解液管 54 は、上段コンテナ C2 から下段コンテナ C1 にわたって設けられており、中間部分でコンテナ境界を通過している。電解液管 54 におけるコンテナ境界を通過する部分には、継手構造体 J2 が設けられている。電解液管 54 及び継手構造体 J2 の詳細な構成は後述する。このように、陰極ガス気液分離室 23 及び陽極ガス気液分離室 24 は電解液循環タンク 25 よりも上方に配置されているため、陰極ガス気液分離室 23 及び陽極ガス気液分離室 24 から電解液循環タンク 25 に向けて、アルカリ性水溶液 S が重力によって流通する。

[0026] 電解液循環タンク 25 はアルカリ性水溶液 S を保持している。電解液循環タンク 25 には水位計（図示せず）が取り付けられている。電解液循環タンク 25 の下部と電解槽 22 の下部との間には、電解液管 55 が接続されてい

る。電解液管55は下段コンテナC1から上段コンテナC2にわたって設けられており、コンテナ境界を跨ぐ部分には、継手構造体J3が設けられている。電解液管55及び継手構造体J3の詳細な構成は後述する。電解液管55には、ポンプ26が介在している。ポンプ26は下段コンテナC1内に収納されている。

[0027] そして、ポンプ26が作動することにより、電解液循環タンク25から電解液管55を介して電解槽22に電解されていないアルカリ性水溶液Sが供給される。従って、ポンプ26が作動することにより、（電解槽22→陰極ガス気液分離室23又は陽極ガス気液分離室24→電解液循環タンク25→電解槽22）の経路で、アルカリ性水溶液Sが循環する。

[0028] 水素製造装置20の下段コンテナC1内には、エアポンプ27が設けられている。エアポンプ27の吸入口は大気に開放されており、エアポンプ27の排気口と電解液循環タンク25との間には、空気管56が接続されている。また、電解液循環タンク25の上部、例えば天井部分には、空気管57の一端が接続されている。空気管57の他端は、下段コンテナC1の外部に配置されている。これにより、エアポンプ27が作動すると、電解液循環タンク25内の空気が下段コンテナC1外に排出され、新しい空気と入れ替わる。また、エアポンプ27が作動することにより、電解液循環タンク25内に保持されたアルカリ性水溶液Sを、一時的にドレンタンク15に排出することもできる。

[0029] 水素製造装置20においては、例えば水道水から純水Wを製造し、この純水Wを保持する純水製造装置28が設けられている。純水Wの電気伝導度は、例えば、 $10\mu\text{S}/\text{cm}$ （マイクロジーメンズ毎センチメートル）以下である。純水製造装置28は下段コンテナC1内に収納されている。純水製造装置28と電解液循環タンク25の上部、例えば、天井部分との間には、純水管58が接続されている。純水管58には、ポンプ29が介在している。ポンプ29が作動することにより、純水Wが純水製造装置28から純水管58を介して電解液循環タンク25に供給される。

- [0030] 純水製造装置 28 はドレンタンク 15 にも接続されている。本実施形態においては、環境保護等を考慮して、廃水を水素製造システム 1 の外部に直接排水せずに、取り外しが可能なドレンタンク 15 に一時的に貯蔵して、廃水を廃棄が可能な地域まで輸送してから排水する等、適切な処理のもとで廃水を廃棄することが可能である。また、本実施形態においては、可能な場合には、純水 W の製造に伴って発生した濃縮水等の廃水を、水素製造システム 1 の外部の排水設備等に直接排水することもできる。
- [0031] 水素製造装置 20 の上段コンテナ C2 内には、洗浄塔 31、ポンプ 32 及びバッファタンク 33 が設けられている。陰極ガス気液分離室 23 の上部、例えば天井部分と洗浄塔 31 との間には、水素管 61 が接続されている。洗浄塔 31 は、陰極ガス気液分離室 23 によって分離され、水素管 61 によって供給された水素ガスに対して、洗浄液 C をシャワーにより吹きかけて、アルカリ成分を除去する。洗浄液 C は、例えば純水である。
- [0032] また、ポンプ 32 は、洗浄塔 31 内に保持された洗浄液 C を循環させる。洗浄塔 31 及びポンプ 32 は、洗浄液管 62 によって閉じたループ経路を構成している。バッファタンク 33 は、洗浄液 C を保持し、必要に応じて洗浄液 C を洗浄塔 31 に供給する。洗浄塔 31 とバッファタンク 33 との間には、洗浄液管 63 が接続されている。洗浄塔 31 及びバッファタンク 33 は、それぞれ、洗浄液管を介してドレンタンク 15 に接続されている。これらの洗浄液管は、それぞれ、上段コンテナ C2 内の洗浄塔 31 及びバッファタンク 33 から継手構造体 J4 及び J5 を介して下段コンテナ C1 内まで引き下ろされた後、下段コンテナ C1 の外部に引き出され、ドレンタンク 15 に到達している。
- [0033] 水素製造装置 20 の下段コンテナ C1 内には、更に、コンプレッサ 34、チラー 35 及び水素精製機 36 が設けられている。洗浄塔 31 の上部、例えば天井部分とコンプレッサ 34 の吸気口とは、水素管 64 により接続されている。水素管 64 は、継手構造体 J6 を介してコンテナ境界を通過している。コンプレッサ 34 は、洗浄塔 31 から排出され水素管 64 を介して供給さ

れた水素ガスを圧縮する。チラー 35 はコンプレッサ 34 を冷却する。コンプレッサ 34 の排気口と水素精製機 36 の吸気口との間には、水素管 65 が接続されている。水素精製機 36 は、コンプレッサ 34 により圧縮され水素管 65 を介して供給された水素ガスを精製する。水素精製機 36 内には、水素ガス中の不純物、例えば、水分を化学吸着させて取り除くフィルタ（図示せず）が設けられている。

[0034] 水素精製機 36 の排気口には、水素管 66 の一端が接続されている。水素管 66 は二叉に分岐しており、それぞれ水素管 67 及び水素管 68 となっている。水素管 67 は水素タンク 16（図 1 参照）に接続されている。水素管 67 には、ノーマルクローズバルブ 67 v が設けられている。ノーマルクローズバルブとは、消磁されているとき、すなわち、所定の電圧が印加されないときは、「閉」状態となり、励磁されたとき、すなわち、所定の電圧が印加されたときは、電磁石の作用により「開」状態となるバルブである。水素管 68 の他端は、下段コンテナ C1 の外部において開口しており、排気口となっている。水素管 68 には、ノーマルオープンバルブ 68 v が設けられている。ノーマルオープンバルブとは、消磁されているときは「開」状態となり、励磁されたときは電磁石の作用により「閉」状態となるバルブである。

[0035] 一方、陽極ガス気液分離室 23 の上部、例えば天井部分には、酸素管 69 の一端が接続されている。酸素管 69 は継手構造体 J7 によりコンテナ境界を越えて下段コンテナ C1 内まで引き下ろされた後、下段コンテナ C1 の外部まで引き出されている。酸素管 69 の他端は下段コンテナ C1 の外部において開口しており、排気口となっている。

[0036] 水素製造装置 20 の下段コンテナ C1 内には、窒素ガスポンベ 38 が設けられている。窒素ガスポンベ 38 内には、高圧の窒素ガスが封入されている。なお、窒素ガス以外の不活性ガスが封入されていてもよい。窒素ガスポンベ 38 には、流出ガスの圧力を一定にするレギュレータ（図示せず）を介して、窒素管 71 が接続されている。レギュレータの圧力は、例えば 0.2 MPa（メガパスカル）に設定されている。窒素管 71 は窒素管 72～75 に

分岐している。窒素管 7 1 は窒素管 7 2 との分岐点と窒素管 7 3 との分岐点との間でコンテナ境界を越えて上段コンテナ C 2 まで引き上げられている。窒素管 7 1 におけるコンテナ境界に相当する部分には、継手構造体 J 8 が設けられている。

[0037] 窒素管 7 2 は純水管 5 8 に接続されている。窒素管 7 2 には、ノーマルオープンバルブ 7 2 v が設けられている。窒素管 7 3 は酸素管 5 2 に接続されている。窒素管 7 3 には、ノーマルオープンバルブ 7 3 v が設けられている。窒素管 7 4 は水素管 5 1 に接続されている。窒素管 7 4 には、ノーマルオープンバルブ 7 4 v が設けられている。窒素管 7 5 は水素管 6 4 に接続されている。窒素管 7 5 には、ノーマルオープンバルブ 7 5 v が設けられている。また、電解槽 2 2 の上部、陰極ガス気液分離室 2 3 の上部、水素管 5 1、酸素管 5 2、水素管 6 1、水素管 6 4、水素管 6 5 には、水素製造装置 2 0 の外部に連通したバイパス管（図示せず）が接続されている。各バイパス管には、ノーマルオープンバルブが設けられている。

[0038] 水素製造装置 2 0 には、水素製造装置 2 0 の動作を制御する制御装置 4 1、停電時に制御装置 4 1 に電力を供給する蓄電池 4 2、電力 P 1 が供給されなくなったことを検知する電源センサ 4 3、水素ガスの漏洩を検知する水素漏洩検知器 4 4、地震を検知する地震検知器 4 5、及び、火災を検知する火災検知器 4 6 が設けられている。なお、水素製造装置 2 0 における各機器間の電氣的な接続は、例えば、コネクタ付き多芯ケーブル（図示せず）によって実現されている。

[0039] 制御装置 4 1 は、整流器 2 1 が生成した交流電力 P 3 によって作動し、水素製造装置 2 0 の各部の動作を制御する。具体的には、電解槽 2 2 に直流電力 P 2 を供給するか否かのスイッチング、ポンプ 2 6、エアポンプ 2 7、ポンプ 2 9 及びポンプ 3 2 のそれぞれに交流電力 P 3 を供給するか否かのスイッチング、ノーマルクローズバルブ 6 7 v、並びにノーマルオープンバルブ 6 8 v、7 2 v、7 3 v、7 4 v 及び 7 5 v、並びに、各バイパス管に設けられたノーマルオープンバルブのそれぞれを励磁するか消磁するかのスイッ

チング等を行う。

[0040] 電源センサ43は、交流電力P1の供給が停止したときに、警告信号を制御装置41に対して出力する。水素漏洩検知器44は、例えば、コンプレッサ34の近傍に配置され、水素ガスの漏洩を検知したときに、警告信号を制御装置41に対して出力する。水素漏洩検知器44には、例えば、理研計器株式会社製GD-70Dを用いることができる。地震検知器45は、所定の震度以上の地震が発生したときにそれを検知し、警告信号を制御装置41に対して出力する。地震検知器45には、例えば、オムロン株式会社製D7G-F122を用いることができる。火災検知器46は、例えば、水素製造装置20が設置された建築物（図示せず）内の適当な位置に設置され、火災を検知したときに、警告信号を制御装置41に対して出力する。電源センサ43、水素漏洩検知器44、地震検知器45及び火災検知器46は、必要に応じて、制御装置41から電源が供給されてもよい。

[0041] <下段コンテナと上段コンテナの連結構成>

次に、下段コンテナC1と上段コンテナC2との連結構造について説明する。

図5は、本実施形態に係る水素製造装置における下段コンテナと上段コンテナの連結部分を示す部分斜視図である。

[0042] 図5に示すように、下段コンテナC1の天井には、上方に延出した位置決めピン81が設けられている。また、上段コンテナの床には、位置決め穴82が形成されている。位置決め穴82の直径は、位置決めピン81の直径よりもやや大きい。そして、位置決めピン81及び位置決め穴82の位置関係は、上段コンテナC2を下段コンテナC1上に載置したときに、位置決めピン81が位置決め穴82に嵌合するような関係になっている。例えば、位置決めピン81及び位置決め穴82は、下段コンテナC1の天井の4つの角部、及び、上段コンテナC2の4つの角部に設けられている。

[0043] また、下段コンテナC1の天井における位置決めピン81の近傍には、1以上、例えば2つのボルト穴83が形成されている。ボルト穴83の内面に

はネジ溝が形成されている。一方、上段コンテナC2の床におけるボルト穴83に対応する位置には、貫通穴84が形成されている。上段コンテナC2が下段コンテナC1上に載置され、位置決めピン81を位置決め穴82に嵌合させた後、ボルト85を上方から貫通穴84に挿通させ、ボルト穴83においてネジ止めする。これにより、上段コンテナC2が下段コンテナC1に対して固定される。

[0044] なお、位置決めピン81は、下段コンテナC1の天井に対して着脱可能となってもよい。これにより、下段コンテナC1の輸送中は、輸送の便宜を考慮して位置決めピン81を取り外しておき、下段コンテナC1上に上段コンテナC2を載置する直前に、位置決めピン81を下段コンテナC1に取り付けることができる。また、位置決め穴82、ボルト穴83及び貫通穴84には、栓（図示せず）が着脱可能となってもよい。これにより、下段コンテナC1及び上段コンテナC2の輸送中には、外部からの水及び埃等の侵入を防ぐために栓を取り付けておき、下段コンテナC1上に上段コンテナC2を載置する直前に栓を外すことができる。更に、位置決めピン81は上段コンテナC2の床に下方に延出するように設けられていてもよく、位置決め穴82は下段コンテナC1の天井に開口されていてもよい。

[0045] <配管の接続構成>

次に、下段コンテナC1と上段コンテナC2との間の配管の接続部分について説明する。

図4に示すように、陰極ガス気液分離室23と電解液循環タンク25とを接続する電解液管53には、継手構造体J1が設けられている。以下、継手構造体J1及びその周辺部分の詳細な構成について説明する。

[0046] 図6は、本実施形態における継手構造体及びその周辺部分を示す斜視図である。

図6に示すように、電解液管53においては、陰極ガス気液分離室23の下部、例えば底面に接続された上部管87（陰極側上部管）と、電解液タンク25の上部、例えば天井に接続された下部管88（陰極側下部管）が設け

られている。上部管 87 の下端部には、フランジ 87 a が設けられており、下部管 88 の上端部には、フランジ 88 a が設けられている。上部管 87 及びフランジ 87 a は上段コンテナ C 2 内に配置され、下部管 88 及びフランジ 88 a は下段コンテナ C 1 内に配置されている。上部管 87、フランジ 87 a、下部管 88 及びフランジ 88 a は、例えば金属材料により形成されている。

[0047] 下段コンテナ C 1 の天井（図示せず）には、例えば 7 つの天井穴 91 が形成されている。上段コンテナ C 2 の床（図示せず）には、例えば 7 つの床穴 92 が形成されている。各天井穴 91 と各床穴 92 とは、上段コンテナ C 2 を下段コンテナ C 1 上に載置したときに、相互に連通する位置に形成されている。すなわち、上段コンテナ C 2 を下段コンテナ C 1 上に載置したときに、下段コンテナ C 1 の内部と上段コンテナ C 2 の内部とは、例えば 7 ヶ所の天井穴 91 及び床穴 92 を介して、相互に連通される。

[0048] 電解液管 53 の上部管 87 と下部管 88 との間には、継手構造体 J 1 が接続されている。継手構造体 J 1 としては、例えば、両端にフランジが設けられたフレキシブル管 89 を用いることができる。フレキシブル管 89 は、例えばステンレスにより形成されている。フレキシブル管 89 においては、本体部 89 c が設けられており、本体部 89 c の上端にフランジ 89 a が設けられており、本体部 89 c の下端にフランジ 89 b が設けられている。本体部 89 c の形状はスパイラル状であるため、ある程度の柔軟性があり、一定の範囲内で変形可能である。フレキシブル管 89 としては、例えば、大同特殊工業製の SUS 304 10K フランジ付フレキホースを用いることができる。

[0049] そして、上部管 87 の下端部に設けられたフランジ 87 a は、フレキシブル管 89 の上端部に設けられたフランジ 89 a に、例えばボルト締めにより連結される。また、下部管 88 の上端部に設けられたフランジ 88 a は、フレキシブル管 89 の下端部に設けられたフランジ 89 b に、例えばボルト締めにより連結される。フレキシブル管 89 は、相互に連通された天井穴 91

及び床穴 9 2 の内部を通過しており、コンテナ境界を横断している。すなわち、フレキシブル管 8 9 の本体部 8 9 c の長手方向中央部は、相互に連通された天井穴 9 1 及び床穴 9 2 の内部に配置されている。これにより、上部管 8 7 は、フレキシブル管 8 9 を含む継手構造体 J 1 を介して、下部管 8 8 に接続されている。

[0050] 電解液管 5 3 においては、陰極ガス気液分離室 2 3 との接続部分が電解液タンク 2 5 との接続部分よりも上方に位置している。このため、陰極ガス気液分離室 2 3 から電解液管 5 3 内に流入したアルカリ性水溶液 S は、重力により電解液タンク 2 5 まで流通する。例えば、陰極ガス気液分離室 2 3 から電解液タンク 2 5 に向かう経路の各部分において、電解液管 5 3 が延びる方向は水平方向、斜め下方又は鉛直下方であり、上方には向かわない。

[0051] 以上の説明では、継手構造体 J 1 を例に挙げて説明したが、アルカリ性水溶液 S が流通する継手構造体 J 2 及び J 3、並びに、洗浄液 C が流通する継手構造体 J 4 及び J 5 についても同様である。例えば、陽極ガス気液分離室 2 4 と電解液循環タンク 2 5 とを接続する電解液管 5 4 においても、陽極ガス気液分離室 2 4 の下部に接続され、上段コンテナ C 2 内に配置された上部管（陽極側上部管）と、電解液循環タンク 2 5 の上部に接続され、下段コンテナ C 1 内に配置された下部管（陽極側下部管）が設けられており、上部管は、フレキシブル管を含む継手構造体 J 2 を介して、下部管に接続されている。

[0052] 一方、水素ガスが流通する継手構造体 J 6、酸素ガスが流通する継手構造体 J 7、及び、窒素ガスが流通する継手構造体 J 8 においては、テフロン（登録商標）等の柔軟性がある樹脂からなる樹脂ホース（図示せず）が設けられており、その両端部は、食込み継ぎ手（図示せず）を介して上部管 8 7 及び下部管 8 8 に接続される。食込み継ぎ手としては、例えば、スウェジロック社製の継手を使用することができる。継手構造体 J 1 ～ J 8 のそれぞれは、相互に連通された天井穴 9 1 及び床穴 9 2 のそれぞれを通過している。また、下段コンテナ C 1 内に配置された機器と上段コンテナ C 2 内に配置され

た機器とは、天井穴 9 1 及び床穴 9 2 を通過するコネクタ付き多芯ケーブルによって電氣的に接続されている。なお、下段コンテナ C 1 の床、側板（図示せず）及び天井、並びに、上段コンテナ C 2 の床、側板（図示せず）及び天井には、上述の穴以外にも、必要に応じて適宜穴が形成されていてもよい。

[0053] <水素製造装置の製造方法>

次に、本実施形態に係る水素製造システムの製造方法を、水素製造装置の製造方法を中心として説明する。

図 7 は、本実施形態に係る水素製造装置の製造方法を示すフローチャート図である。

以下、図 1 ～図 7 を参照して、水素製造装置の製造方法を説明する。

[0054] 先ず、図 2 及び図 7 のステップ S 1 ～ S 3 に示すように、工場内で各コンテナ内に各機器を搭載する。なお、ステップ S 1 ～ S 3 の順序は任意であり、同時に実行してもよい。

[0055] ステップ S 1 に示すように、下段コンテナ C 1 内に、電解液循環タンク 2 5、ポンプ 2 6、エアポンプ 2 7、純水製造装置 2 8、ポンプ 2 9、コンプレッサ 3 4、チラー 3 5、水素精製機 3 6、窒素ガスボンベ 3 8、制御装置 4 1、蓄電池 4 2、電源センサ 4 3、水素漏洩検知器 4 4、地震検知機 4 5 及び火災検知器 4 6 を設置して、固定する。そして、各機器間を配管及び配線で接続する。また、下段コンテナ C 1 の天井に形成されたボルト穴 8 3（図 5 参照）及び天井穴 9 1（図 6 参照）は、栓（図示せず）で密閉する。更に、位置決めピン 8 1（図 5 参照）は、下段コンテナ C 1 から取り外して、下段コンテナ C 1 内に収納しておく。更にまた、下段コンテナ C 1 と電源用コンテナ C 3 とを接続するためのコネクタ付き多芯ケーブルを、巻き取った状態で下段コンテナ C 1 内に収納する。

[0056] ステップ S 2 に示すように、上段コンテナ C 2 内に、電解槽 2 2、陰極ガス気液分離室 2 3、陽極ガス気液分離室 2 4、洗浄塔 3 1、ポンプ 3 2 及びバッファタンク 3 3 を設置して、固定する。そして、各機器間を配管及び配

線で接続する。また、上段コンテナC 2の床に形成された位置決め穴8 2、貫通穴8 4（図5参照）及び床穴9 2（図6参照）は、栓（図示せず）で密閉する。

[0057] ステップS 3に示すように、電源用コンテナC 3内に、整流器2 1を搭載して固定する。

[0058] 次に、ステップS 4に示すように、下段コンテナC 1、上段コンテナC 2、電源用コンテナC 3を、水素発生システム1の設置場所まで運搬する。各コンテナは密閉され、且つ、規格化されているため、既存のコンテナ輸送体系を利用して、陸路、海路及び空路によって、低コストで運搬することができる。

[0059] 次に、ステップS 5に示すように、水素発生システム1の設置場所に、下段コンテナC 1を設置する。下段コンテナC 1は頑丈なコンテナであるため、例えば、トラック等の輸送機関からクレーンを用いて、設置場所に直接吊り下ろすことができる。その後、下段コンテナC 1の天井から栓を取り外し、ボルト穴8 3（図5参照）及び天井穴9 1（図6参照）を開口する。また、下段コンテナC 1の天井に位置決めピン8 1（図5参照）を取り付ける。

[0060] 次に、ステップS 6に示すように、上段コンテナC 2の床から栓を取り外して、位置決め穴8 2、貫通穴8 4（図5参照）及び床穴9 2（図6参照）を開口する。そして、図2に示すように、例えば、クレーンを用いてトラック等の輸送機関から上段コンテナC 2を持ち上げ、上段コンテナC 2を下段コンテナC 1の真上から徐々に下降させる。このとき、図5に示すように、下段コンテナC 1の位置決めピン8 1を上段コンテナC 2の位置決め穴8 2内に挿通させる。その後、上段コンテナC 2を更に下降させて、上段コンテナC 2の床を下段コンテナC 1の天井に接触させる。

[0061] これにより、図3に示すように、下段コンテナC 1上に上段コンテナC 2が載置される。このとき、上段コンテナC 2の床に形成された各貫通穴8 4と下段コンテナC 1の天井に形成された各ボルト穴8 3とが連通する。また、上段コンテナC 2の床に形成された各床穴9 2と下段コンテナC 1の天井

に形成された各天井穴 9 1 とが連通する。この結果、電解液管 5 3 の上部管 8 7 (陰極側上部管) は、床穴 9 2 及び天井穴 9 1 を介して、電解液管 5 3 の下部管 8 8 (陰極側下部管) に接続可能となる。また、電解液管 5 4 の上部管 8 7 (陽極側上部管) も、他の床穴 9 2 及び天井穴 9 1 を介して、電解液管 5 4 の下部管 8 8 (陽極側下部管) に接続可能となる。他の配管及び配線についても、同様である。

[0062] 次に、図 5 及び図 7 のステップ S 7 に示すように、ボルト 8 5 を上方から貫通穴 8 4 に挿通させ、ボルト穴 8 3 においてネジ止めする。これにより、上段コンテナ C 2 が下段コンテナ C 1 に連結される。

[0063] 次に、図 6 及び図 7 のステップ S 8 に示すように、下段コンテナ C 1 内に設けられた配管と、上段コンテナ C 2 内に設けられた配管とを、継手構造体により連結する。以下、継手構造体 J 1 を例に挙げて説明する。

[0064] 先ず、相互に連通された天井穴 9 1 及び床穴 9 2 内に、フレキシブル管 8 9 を挿通させる。そして、フレキシブル管 8 9 の上端部に設けられたフランジ 8 9 a を上部管 8 7 の下端部に設けられたフランジ 8 7 a に、例えばボルト締めにより連結する。また、フレキシブル管 8 9 の下端部に設けられたフランジ 8 9 b を下部管 8 8 の上端部に設けられたフランジ 8 8 a に、例えばボルト締めにより連結する。これにより、電解液管 5 3 の上部管 8 7 と下部管 8 8 とが、継手構造体 J 1 を介して接続される。このとき、フレキシブル管 8 9 には柔軟性があり、一定の範囲内で変形可能であるため、フランジ 8 7 a がフランジ 8 8 a の直上域から少しずれた位置に配置されていても、上部管 8 7 と下部管 8 8 とを確実に接続することができる。継手構造体 J 2 ~ J 5 も同様にして接続する。

[0065] 一方、継手構造体 J 6 ~ J 8 については、相互に連通された天井穴 9 1 及び床穴 9 2 内にテフロン (登録商標) 等からなる樹脂ホースを挿通させる。そして、樹脂ホースの上端部を食込み継手を介して上部管 8 7 の下端部に接続し、樹脂ホースの下端部を食込み継手を介して下部管 8 8 の上端部に接続する。樹脂ホースも柔軟性があるため、上部管 8 7 の位置が下部管 8 8 の直

上域からずれても、そのずれを吸収できる。また、下段コンテナC 1内に搭載された制御装置4 1と上段コンテナC 2内に搭載された電解槽2 2及び各ポンプとは、コネクタ付き多芯ケーブルによって電氣的に接続する。

[0066] 次に、図1及び図7のステップS 9に示すように、クレーン等を用いて、電源用コンテナC 3を下段コンテナC 1の近傍に設置する。次に、電源用コンテナC 3内に収納された整流器2 1を既存の電力系統に接続する。また、下段コンテナC 1内に収納されたコネクタ付き多芯ケーブルを引き出して、整流器2 1を電解槽2 2及び制御装置4 1に接続する。このようにして、水素製造装置2 0が製造される。なお、電源用コンテナC 3は、上段コンテナC 2より先に設置してもよく、下段コンテナC 1より先に設置してもよい。

[0067] 次に、図1及び図7のステップS 10に示すように、水素製造装置2 0の近傍に、ドレンタンク1 5及び水素タンク1 6を設置する。次に、水素製造装置2 0の各配管をドレンタンク1 5に接続すると共に、水素管6 7を水素タンク1 6に接続する。また、水素製造装置2 0の純水製造装置2 8を上水道等の水源に接続する。このようにして、水素製造システム1が製造される。なお、ドレンタンク1 5及び水素タンク1 6は、水素製造装置2 0よりも先に設置してもよい。また、火災検知器4 6は下段コンテナC 1から取り出し、水素製造装置2 0を設置した建築物の任意の場所に取り付けてもよい。

[0068] <動作>

次に、本実施形態に係る水素製造システムの動作、すなわち、本実施形態に係る水素製造方法について説明する。

<通常運転時の動作>

先ず、水素製造システム1の通常動作について説明する。

[0069] 図1及び図4に示すように、既存の電力系統から水素製造装置2 0の整流器2 1に対して交流電力P 1を供給する。整流器2 1は、交流電力P 1を直流電力P 2及び交流電力P 3に変換する。整流器2 1は交流電力P 3を、水素製造装置2 0の制御装置4 1、蓄電池4 2、ポンプ2 6、2 9、3 2、エアポンプ2 7、純水製造装置2 8及びコンプレッサ3 4に対して出力する。

- [0070] 初期状態においては、電解液循環タンク 25 内及び電解槽 22 内にアルカリ性水溶液 S が保持されている。アルカリ性水溶液 S は例えば濃度が 25 質量%の水酸化カリウム水溶液である。また、洗浄塔 31 内及びバッファタンク 33 内には、洗浄液 C が保持されている。
- [0071] また、制御装置 41 は、ノーマルクローズバルブ 67 v、並びに、ノーマルオープンバルブ 68 v、72 v、73 v、74 v 及び 75 v に対して所定の電圧を印加して励磁する。これにより、ノーマルクローズバルブ 67 v は開状態となり水素管 68 が連通する。一方、ノーマルオープンバルブ 68 v、72 v、73 v、74 v 及び 75 v は閉状態となる。この結果、水素精製機 36 は水素管 66 及び 67 を介して水素タンク 16 に接続される。また、窒素ガスポンベ 38 はどこにも接続されず、封止状態となる。また、各バイパス管に設けられたノーマルオープンバルブを励磁して閉状態とする。これにより、各バイパス管が封止される。
- [0072] この状態で、制御装置 41 が純水製造装置 28 を作動させる。これにより、純水製造装置 28 が例えば水道水から純水 W を製造し、保持する。純水製造装置 28 は、純水 W を製造する過程で生成された廃液をドレンタンク 15 に廃棄する。本実施形態においては、環境保護等を考慮して、廃水を水素製造システム 1 の外部に直接排水せず、取り外しが可能なドレンタンク 15 に一時的に貯蔵して、廃水を廃棄が可能な地域まで輸送してから排水する等、適切な処理のもとで廃水を廃棄する。また、可能な場合には、純水 W の製造に伴って発生した濃縮水等の廃水を、水素製造システム 1 の外部の排水設備等に直接排水する。
- [0073] また、制御装置 41 は、ポンプ 26、ポンプ 32、コンプレッサ 34 及びチラー 35 を動作させる。ポンプ 26 が作動することにより、電解液循環タンク 25 内に保持されているアルカリ性水溶液 S が電解液管 55 を介して電解槽 22 内に供給される。ポンプ 32 が作動することにより、洗浄液 C が洗浄塔 31 とポンプ 32 との間で循環し、洗浄塔 31 の上部内において、洗浄液 C が気相中に噴射される。コンプレッサ 34 が作動することにより、コン

プレッサ34の吸気口に流入した気体を圧縮して排気口から排出する。チラー35が作動することにより、コンプレッサ34を冷却する。

[0074] そして、制御装置41が、整流器21から電解槽22に直流電力P2を供給させる。これにより、電解槽22の陰極電極と陽極電極との間に電流が流れ、アルカリ性水溶液S中の水分が電気分解されて、陰極電極側に水素ガスが発生すると共に、陽極電極側に酸素ガスが発生する。この結果、電解槽22内のアルカリ性水溶液S中の水分が消費され、陰極電極を含むセルの上部に水素ガスが溜まり、陽極電極を含むセルの上部に酸素ガスが溜まる。

[0075] そして、電解槽22における陰極電極を含むセルの上部から、水素ガス及びアルカリ性水溶液Sが押し出され、水素管51を介して陰極ガス気液分離室23内に流入し、水素ガスとアルカリ性水溶液Sとに分離される。また、電解槽22における陽極電極を含むセルの上部から、酸素ガス及びアルカリ性水溶液Sが押し出され、酸素管52を介して陽極ガス気液分離室24内に流入し、酸素ガスとアルカリ性水溶液Sとに分離される。

[0076] 陰極ガス気液分離室23内に蓄積したアルカリ性水溶液Sは、電解液管53を介して電解液循環タンク25に戻る。また、陽極ガス気液分離室24内に蓄積したアルカリ性水溶液Sは、電解液管54を介して電解液循環タンク25に戻る。上述の如く、陰極ガス気液分離室23及び陽極ガス気液分離室24は上段コンテナC2内に配置され、電解液循環タンク25は下段コンテナC1内に配置されているため、アルカリ性水溶液Sは重力により電解液循環タンク25に落下する。このようにして、ポンプ26が動作することにより、（電解液循環タンク25→電解槽22→陰極ガス気液分離室23→電解液循環タンク25）及び（電解液循環タンク25→電解槽22→陽極ガス気液分離室24→電解液循環タンク25）の経路で、アルカリ性水溶液Sが循環する。

[0077] このとき、電気分解に伴ってアルカリ性水溶液S中の水分が減少し、電解液循環タンク25の水位が低下する。このため、電解液循環タンク25に取り付けられた水位計の出力に基づいて、ポンプ29が作動し、純水製造装置

28から純水Wを純水管58を介して電解液循環タンク25に補充する。この結果、アルカリ性水溶液Sの濃度は、常に一定範囲内に維持される。また、純水製造装置28は、純水Wの保持量が一定値よりも減少すると、純水Wを製造し、保持量が一定値に達すると、純水Wの製造を停止する。

[0078] 陽極ガス気液分離室24により分離された酸素ガスは、酸素管69を介して水素製造装置20の外部に排気される。また、陰極ガス気液分離室23により分離された水素ガスは、水素管61を介して洗浄塔31内に導入される。洗浄塔31内に導入された水素ガスは、洗浄液Cのシャワーを浴び、残留していたアルカリ成分が洗浄液C中に溶け込んで除去される。この結果、水素ガスの純度が向上する。

[0079] 洗浄塔31内でアルカリ成分が除去された水素ガスは、水素管64を介してコンプレッサ34に送られ、コンプレッサ34によって例えば0.8MPa（メガパスカル）まで圧縮されて、水素精製機36に送られる。水素精製機36においては、水素ガスがフィルタを通過することにより水分等の不純物が除去される。そして、水素管66及び67を介して水素タンク16に送られ、水素タンク16内に貯蔵される。このようにして、水素発生システム1は、外部から電力及び水が供給されることにより、水素ガスを製造することができる。水素タンク16に貯蔵された水素ガスは、時々、例えば水素ローリー車等に充填されて、消費地まで輸送される。

[0080] 一方、水の電気分解に伴い、アルカリ性水溶液Sが劣化したときは、電解液循環タンク25からドレンタンク15に排出される。このとき、新しいアルカリ性水溶液Sが純水Wとは別にトラック等によって搬入され、電解液循環タンク25に補充される。また、洗浄液Cがアルカリ成分を溶解することにより、所定の基準を超えて汚染されたときは、バッファタンク33からドレンタンク15に排出される。そして、新しい洗浄液Cがトラック等によって搬入され、バッファタンク33に補充される。このようにして、廃液が貯蔵されたドレンタンク15は、適宜、水素製造システム1から適宜取り外され、空のドレンタンク15と交換される。廃液を貯蔵したドレンタンク15

は、トラック等により廃棄可能地域まで搬送され、そこで廃液が廃棄される。このように、本実施形態においては、水素製造システム 1 に対して着脱可能なドレンタンク 15 を介在させることにより、廃液を廃棄可能な地域まで輸送して適切に廃棄することができる。これにより、環境保護に資することができる。

[0081] <非常時の動作>

次に、非常事態が発生した場合の動作について説明する。

[0082] <停電>

まず、交流電力 P 1 の供給が停止した場合の動作について説明する。

例えば、停電等により交流電力 P 1 の供給が途絶えることが想定される。このような場合であっても、蓄電池 4 2 に蓄積されている予備電力により、制御装置 4 1 は一定時間駆動させることができる。但し、蓄電池 4 2 の容量は小さいため、蓄電池 4 2 によって水の電気分解を継続することはできない。

[0083] 水素製造装置 2 0 が停止すると、水素製造装置 2 0 内の水素ガス経路、すなわち、水素管 5 1 内、陰極ガス気液分離室 2 3 内、水素管 6 1 内、洗浄塔 3 1 内、水素管 6 4 内、コンプレッサ 3 4 内、水素管 6 5 内、水素精製機 3 6 内、水素管 6 6 内及び水素管 6 7 内に、水素ガスが残留してしまう。水素ガスは爆発性があるため、例えば静電気が引火源となって爆発する可能性がある。このため、停止した水素製造装置 2 0 内に水素ガスを残留させておくことは危険である。

[0084] そこで、本実施形態に係る水素製造装置 2 0 においては、電源センサ 4 3 が交流電力 P 1 が供給されていないことを検出すると、警告信号を制御装置 4 1 に対して出力する。上述の如く、制御装置 4 1 は、蓄電池 4 2 に蓄積された電力により、一定期間駆動することができる。

[0085] 制御装置 4 1 は、電源センサ 4 3 から警告信号を受信すると、水素製造装置 2 0 の各機器、すなわち、電解槽 2 2、水素製造装置 2 8 及び各ポンプのスイッチをオフにする。これにより、後で電力 P 1 の供給が再開しても、不

用意に水素製造装置 20 が再稼働することがない。また、制御装置 41 は、ノーマルクローズバルブ 67 v 及びノーマルオープンバルブ 68 v を消磁する。これにより、ノーマルクローズバルブ 67 v は閉状態となり、ノーマルオープンバルブ 68 v は開状態となるため、水素管 66 の経路が切り替わり、水素タンク 16 との接続は遮断され、水素管 68 を介して外部に連通される。

[0086] また、制御装置 41 は、ノーマルオープンバルブ 72 v、73 v、74 v 及び 75 v を消磁して、開状態とする。これにより、窒素ガスポンベ 38 内の窒素ガスが、窒素管 71～75 を介して、水素製造装置 20 の各部に供給される。このとき、窒素ガスポンベ 38 から流出する窒素ガスの圧力は、レギュレータにより、例えば、0.2 MPa 以上に保たれる。また、制御装置 41 は、各バイパス管に設けられたノーマルオープンバルブを消磁して、開状態にする。これにより、各水素管が水素製造装置 20 の外部、すなわち、下段コンテナ C1 及び上段コンテナ C2 の外部に連通される。

[0087] また、窒素ガスは、窒素管 71 及び 73 を介して、酸素管 52 内に導入される。これにより、水素製造装置 20 の酸素ガス経路、すなわち、酸素管 52 内、陽極ガス気液分離室 24 内、酸素管 69 内が窒素ガスでパージされ、酸素ガス経路内に残留した酸素ガスが水素製造装置 20 の外部に排気される。この結果、残留した酸素ガスに起因する危険性を排除することができる。

[0088] 更に、窒素ガスは、窒素管 71 及び 74 を介して、水素管 51 内に導入される。また、窒素ガスは、窒素管 71 及び 75 を介して、水素管 64 内に導入される。これにより、水素製造装置 20 の水素ガス経路内が窒素ガスによってパージされ、水素ガス経路内に残留した水素ガスが、水素管 68 及び各バイパス管を介して水素製造装置 20 の外部に排気される。

[0089] 換言すれば、ノーマルオープンバルブ 74 v は、窒素ガスポンベ 38 と水素管 51 との間に接続されたバルブであり、交流電力 P1 が供給されているときは励磁されて閉じており、交流電力 P1 が供給されなくなったときは消磁されて開く。そして、ノーマルオープンバルブ 74 v が開くことにより、

水素管 5 1 内が窒素ガスによってパーズされる。また、ノーマルオープンバルブ 7 5 v は、窒素ガスボンベ 3 8 と水素管 6 4 との間に接続されたバルブであり、交流電力 P 1 が供給されているときは励磁されて閉じており、交流電力 P 1 が供給されなくなったときは消磁されて開く。そして、ノーマルオープンバルブ 7 5 v が開くことにより、水素管 6 4 内が窒素ガスによってパーズされる。この結果、残留した水素ガスが爆発する危険を回避することができる。この場合の「パーズ」とは、水素ガス経路内の水素ガス濃度が爆発限界である 4 % 未満となればよく、水素ガス経路内の全ての水素ガスが窒素ガスに置換される必要はない。

[0090] このように、水素製造システム 1 においては、交流電力 P 1 の供給が停止しても、水素ガス製造装置 2 0 内から水素ガス及び酸素ガスを排除することにより、爆発等の危険を回避することができる。

[0091] なお、電力の供給が停止すれば、各バルブは消磁され、ノーマルクローズバルブ 6 7 v は自動的に閉状態となり、ノーマルオープンバルブ 6 8 v、7 2 v、7 3 v、7 4 v 及び 7 5 v、並びに各バイパス管に設けられたノーマルオープンバルブは自動的に開状態となる。また、窒素ガスの圧力は、窒素ガスボンベ 3 8 内に封入された窒素ガス自体の圧力が圧力源となり、レギュレータにより調整されることによって付与されるが、その圧力は、電解槽 2 2 から発生する水素ガスの圧力、及び、電解液循環タンク 2 5 に供給される純水の圧力よりも高いため、それぞれの配管内から純水 W 及び水素ガスを押し出すことができる。このため、何らかの理由により、制御装置 4 1 が動作しない場合であっても、各バルブが適切に切り替わって窒素ガスが供給され、上述のような窒素ガスによるパーズが可能となる。

[0092] <水素漏洩>

水素製造装置 2 0 から水素ガスが漏洩した場合に、これを放置しておく、溜まった水素が爆発する可能性がある。そこで、本実施形態に係る水素製造システム 1 には、水素漏洩検知器 4 4 を設けている。水素漏洩検知器 4 4 が水素ガスの漏洩を検知すると、制御装置 4 1 に対して警告信号を出力する

。これにより、制御装置41は、電解槽22、純水製造装置28及び各ポンプを停止させ、水の電気分解を停止させる。その後、各バルブを消磁することにより、上述の停電時と同様に、純水管58内、水素ガス経路内、及び、酸素ガス経路内を窒素ガスによりパージする。これにより、水素ガスの漏洩を止めると共に、水素製造装置20内から水素ガス及び酸素ガスを排出し、爆発事故の発生を防止することができる。なお、仮に、上段コンテナC2内に水素ガスが放出されても、上段コンテナC2の天井部分には隙間が形成されているため、水素ガスは、この隙間を介して上段コンテナC2の外部に排出される。

[0093] <地震>

地震が発生すると、水素製造装置20の一部が破壊されたり、水素製造装置20が設置された建築物が倒壊したりして、水素ガスが漏洩する可能性がある。また、地震が火災を引き起こし、漏洩した水素ガスに引火して爆発する可能性もある。そこで、本実施形態に係る水素製造システム1においては、地震検知器45を設けている。地震検知器45が所定の震度以上の地震を検出すると、制御装置41に対して警告信号を出力する。これにより、制御装置41は、上述の水素ガスが漏洩した場合と同様に、電解槽22、純水製造装置28及び各ポンプを停止させ、水の電気分解を停止させる。また、各バルブを消磁することにより、純水管58内、水素ガス経路内、及び、酸素ガス経路内を窒素ガスによりパージする。この結果、水素ガスの漏洩を未然に防ぐことができる。なお、地震が発生した場合は、交流電力P1の供給も停止する可能性がある。この場合においても、上述の停電時と同様に、蓄電池42により制御装置41が動作するか、各バルブが自動的に消磁されることにより、窒素ガスによるパージを実行することができる。

[0094] <火災>

水素発生装置20が設置された建築物に火災が発生すると、炎が水素製造装置20内の水素ガスに印加し、爆発事故が発生する可能性がある。そこで、本実施形態に係る水素製造システム1においては、火災が発生すると、火

災検知器 4 6 が警告信号を制御装置 4 1 に対して出力する。そして、制御装置 4 1 が上述の水素ガスが漏洩した場合と同様な処置を講ずる。このとき、水素製造装置 2 0 内の水素ガス及び酸素ガスを外部に排気することにより、水素ガスが引火したり、酸素ガスが火災を助長することを防止できる。

[0095] なお、電力の供給が停止すれば、各バルブは消磁される。このため、地震又は火災によって制御装置 4 1 が破壊された場合であっても、各バルブが自動的に適切に切り替わって窒素ガスが供給され、上述のような窒素ガスによるパージが可能となる。

[0096] <作用>

次に、本実施形態の作用について説明する。

図 8 (a) 及び (b) は、水素製造装置におけるアルカリ性水溶液の流れを示す模式図であり、(a) は本実施形態を示し、(b) は比較例を示す。

[0097] 図 8 (a) に示すように、本実施形態に係る水素製造装置 2 0 においては、下段コンテナ C 1 内に電解液循環タンク 2 5 が設けられており、上段コンテナ C 2 内に陰極ガス気液分離室 2 3 及び陽極ガス気液分離室 2 4 が設けられている。このため、電解液管 5 3 の一端を陰極ガス気液分離室 2 3 の底面に接続し、他端を電解液循環タンク 2 5 の天井部分に接続しても、陰極ガス気液分離室 2 3 から電解液循環タンク 2 5 に向かう電解液管 5 3 に沿った経路は下りになる。これにより、アルカリ性水溶液 S を、陰極ガス気液分離室 2 3 から電解液循環タンク 2 5 に向かって重力で移動させることができる。従って、電解液管 5 3 に介在するポンプを設ける必要がない。

[0098] 同様に、電解液管 5 4 の一端を陽極ガス気液分離室 2 4 の底面に接続し、他端を電解液循環タンク 2 5 の天井部分に接続しても、アルカリ性水溶液 S を陽極ガス気液分離室 2 4 から電解液循環タンク 2 5 に向かって重力で移動させることができる。従って、電解液管 5 4 に介在するポンプを設ける必要がない。

[0099] これに対して、図 8 (b) に示すように、比較例に係る水素製造装置 1 2 0 においては、同一のコンテナ C 1 1 内において、陰極ガス気液分離室 1 2

3、陽極ガス気液分離室124及び電解液循環タンク125が同一平面上に設けられている。このため、電解液管153の一端部153aを陰極ガス気液分離室123の底面に接続し、他端部153bを電解液循環タンク125の天井部分に接続すると、端部153aは端部153bよりも低い位置になるため、アルカリ性水溶液Sを端部153aから端部153bに持ち上げるためのポンプ153pが必要となる。陽極ガス気液分離室124の底面と電解液循環タンク125の天井部分との間に接続された電解液管154についても同様であり、アルカリ性水溶液Sを端部154aから端部154bに持ち上げるためのポンプ154pが必要になる。

[0100] ポンプ153p及び154pを設けることにより、水素製造装置120の設備コストが増加する。また、水素製造装置120の重量が増加するため、コンテナC11の運搬コストも増加する。更に、ポンプ153p及び154pを動作させるための電力が必要になるため、水素製造装置120の運用コストも増加する。このように、比較例に係る水素製造装置120は、初期コスト及び運用コストが高いため、水素ガスの製造コストが高くなってしまふ。

[0101] 一方、本実施形態に係る水素製造装置20は、電解液管53及び54にそれぞれ介在するポンプを設ける必要がないため、設備コストが低いと共に、コンテナの運搬コストが低い。また、これらのポンプを動作させる電力も不要であるため、運用コストが低い。この結果、水素ガスを低コストで製造することができる。なお、本実施形態に係る水素製造装置20においては、比較例に係る水素製造装置120と比較して、電解液管55の高低差は大きくなるため、ポンプ26に要求される出力は高くなる。しかしながら、3台のポンプ26、153p及び154pを設けるよりは、1台の高出力のポンプ26を設ける方が、設備コスト及び電力が共に低くなる。

[0102] <効果>

次に、本実施形態の効果について説明する。

上述の如く、本実施形態に係る水素製造装置20においては、下段コンテ

ナC 1 及び上段コンテナC 2 を縦積みにして、上段コンテナC 2 内に陰極ガス気液分離室 2 3 及び陽極ガス気液分離室 2 4 を配置し、下段コンテナC 1 内に電解液循環タンク 2 5 を配置している。これにより、陰極ガス気液分離室 2 3 及び陽極ガス気液分離室 2 4 から電解液循環タンク 2 5 に向けて、アルカリ性水溶液 S を重力によって搬送することができる。この結果、電解液管 5 3 及び 5 4 に介在させるポンプが不要となり、これらのポンプを動作させるための電力も不要となるため、水素製造装置 2 0 の製造コストが低下すると共に、必要な電力も減少する。従って、水素ガスを低コストで製造することができる。

[0103] また、本実施形態においては、作業環境が整った工場内において、下段コンテナC 1 内、上段コンテナC 2 内及び電力用コンテナC 3 内に各機器を組み込み、下段コンテナC 1、上段コンテナC 2 及び電力用コンテナC 3 をコンテナとして輸送し、目的地にコンテナごと設置している。これにより、水素製造装置 2 0 の製造コスト及び運搬コストを低減すると共に、水素製造装置 2 0 の設置場所にコンテナを搬送してから、水素製造装置 2 0 を稼働させるまでの準備期間を短縮することができる。これによっても、水素製造装置 2 0 のコストを低減することができる。

[0104] 更に、本実施形態においては、下段コンテナC 1 及び上段コンテナC 2 を縦積みをしているため、水素製造装置 2 0 の設置面積を低減することができる。これによっても、水素製造装置 2 0 のコストを低減することができる。

[0105] 更にまた、本実施形態においては、下段コンテナC 1 の天井に位置決めピン 8 1 を設け、上段コンテナC 2 の床に位置決め穴 8 2 を形成している。このため、クレーンで上段コンテナC 2 を下段コンテナC 1 上に載置したときに、位置決めピン 8 1 を位置決め穴 8 2 に挿通させることにより、上段コンテナC 2 を下段コンテナC 1 に対して容易に位置決めすることができる。これにより、上段コンテナC 2 を短時間で設置することができ、水素発生装置 2 0 の設置コストが低下する。

[0106] 更にまた、本実施形態においては、上段コンテナC 2 を下段コンテナC 1

に連結した後、下段コンテナC 1内の各配管と上段コンテナC 2内の各配管とを、継手構造体J 1～J 8によって接続している。これにより、コンテナ設置後の配管接続作業が簡略になり、水素発生装置20の設置コストが低下する。

[0107] また、継手構造体J 1～J 8には、柔軟性があるフレキシブル管又は樹脂ホースを用いているため、クレーンで上段コンテナC 2を下段コンテナC 1上に載置する際に、若干の位置ずれが生じて、上部管87と下部管88を確実に接続することができる。換言すれば、位置決め穴82の直径を、位置決めピン81の直径に対して、ある程度大きく形成することができるため、上段コンテナC 2を下段コンテナC 1上に載置する際のクレーン作業の難易度が低下する。これにより、設置現場における施工性が向上し、水素製造装置20の設置コストを低減することができる。

[0108] 更にまた、本実施形態においては、停電、水素ガスの漏洩、地震及び火災といったトラブルが発生した場合においても、自動的に水素製造装置20を停止させると共に、水素製造装置20内に残留した水素ガスを排出することができる。これにより、残留した水素ガスによる爆発事故を未然に防止することができる。

[0109] 更にまた、本実施形態においては、アルカリ性水溶液を用いて水を電気分解している。アルカリ電解方式の場合、純水に要求される電気伝導度は $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。これに対して、固体電解質膜方式の場合、純水に要求される電気伝導度は $5 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である（非特許文献2参照）。すなわち、アルカリ電解方式は、固体電解質膜方式と比較して、要求される純水の純度が低い。また、固体電解質膜方式の場合は、例えば白金の粉末を含む固体電解質膜が必要であるが、アルカリ電解方式の場合は、そのような高価な部品は不要である。これらの理由により、アルカリ電解方式は、固体電解質膜方式と比較して、コストが低い。

[0110] （第2の実施形態）

次に、第2の実施形態について説明する。

図9は、本実施形態に係る水素製造システムを示す斜視図である。

図10は、本実施形態に係る水素製造装置を示すシステム構成図である。

[0111] 図9及び図10に示すように、本実施形態に係る水素製造システム2は、前述の第1の実施形態に係る水素製造システム1（図1参照）と比較して、水素製造装置30内に、純水製造装置28の代わりに、純水タンク48が設けられている。純水タンク48は、純水Wを保持することはできるが、製造することはできない。また、水素製造装置30の外部に、輸送容器17が搬送可能に設けられている。

[0112] 本実施形態においては、水素の製造に要する純水Wを、他の地域、例えば工業地域の純水製造工場において製造し、輸送容器17に充填してトラック等（図示せず）により搬送し、水素製造装置30の純水タンク48に供給する。輸送容器17は、例えばステンレスにより形成されており、その形状は略立方体であり、一辺の長さは1m程度であり、上面にマンホールが取り付けられており、下面に蛇口が取り付けられている。輸送容器17には、例えば、日本物流機器製ステンレスコンテナ（サニタリー防寒仕様）を用いることができる。なお、輸送容器17はステンレス製コンテナには限定されず、例えば、ポリプロピレン等からなる樹脂製容器であってもよい。そして、純水タンク48内に保持された純水Wは、適宜、ポンプ29により、電解液循環タンク25に供給される。

[0113] 次に、本実施形態の効果について説明する。

本実施形態によれば、輸送容器17を用いて、純水Wを外部から水素製造システム2の純水タンク48に供給している。これにより、水道水、工業用水、河川、湖沼等の水源から純水Wを製造するための原料水を供給できない場合のように、水素製造システム2の内部で純水Wを製造できない場合においても、水素ガスを製造することができる。

[0114] また、本実施形態においては、輸送容器17をステンレスにより形成しているため、純水Wの純度を低下させる不純物、例えば、二酸化炭素ガス及び酸素ガス等が、輸送容器17の壁を透過して純水W内に混入することを抑制

できる。また、輸送容器 17 自体から純水 W に溶け込む成分も極めて少ない。従って、ステンレス製の輸送容器 17 を用いることにより、純水の純度を長期間維持することができる。これにより、水素製造システム 2 の運用の自由度が向上する。なお、純水 W の輸送に要する時間及び保持する時間が比較的短い場合には、上述のポリプロピレン等の樹脂製容器を使用することも可能である。

本実施形態における上記以外の構成、製造方法、動作及び効果は、前述の第 1 の実施形態と同様である。

[0115] なお、前述の第 1 及び第 2 の実施形態においては、3つのコンテナを用いる例を示したが、これには限定されない。例えば、外部から直流電力 P 2 及び交流電力 P 3 を導入できる環境であれば、整流器 21 は不要となるため、電源用コンテナ C 3 は不要となる。又は、直流電力 P 2 に近い電圧の直流電力を導入できる環境であれば、整流器を小型化して下段コンテナ C 1 又は上段コンテナ C 2 内に設置できるため、やはり電源用コンテナ C 3 は不要になる。また、必要に応じて、水素製造装置を 4 つ以上のコンテナに分けて組み立ててもよい。

[0116] また、前述の第 1 及び第 2 の実施形態において、無停電電源装置 (UPS) を設け、直流電力 P 2 の経路に接続してもよい。無停電電源装置は、蓄電池 42 よりも容量が大きい蓄電池であり、一定の時間、電解槽 22 に対して直流電力 P 2 を供給し、電気分解を継続することができる。これにより、短時間の停電であれば、水素発生装置を停止させずに、運転を継続することができる。

[0117] 以上説明した実施形態によれば、コストが低い水素製造装置、水素製造システム及び水素製造装置の製造方法を実現することができる。

[0118] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行

うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明及びその等価物の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 下段コンテナと、
前記下段コンテナ上に配置される上段コンテナと、
前記上段コンテナ内に配置され、アルカリ性水溶液を電気分解する電解槽と、
前記上段コンテナ内に配置され、前記電解槽の陽極側で発生した酸素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陽極ガス気液分離室と、
前記上段コンテナ内に配置され、前記電解槽の陰極側で発生した水素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陰極ガス気液分離室と、
前記下段コンテナ内に配置され、前記陽極ガス気液分離室の下部及び前記陰極ガス気液分離室の下部から前記アルカリ性水溶液が流入する電解液タンクと、
前記電解液タンクから前記電解槽に前記アルカリ性水溶液を搬送するポンプと、
を備えた水素製造装置。
- [請求項2] 前記上段コンテナ内に配置され、前記陽極ガス気液分離室の下部に接続された陽極側上部管と、
前記下段コンテナ内に配置され、前記電解液タンクに接続された陽極側下部管と、
前記上段コンテナ内に配置され、前記陰極ガス気液分離室の下部に接続された陰極側上部管と、
前記下段コンテナ内に配置され、前記電解液タンクに接続された陰極側下部管と、
をさらに備え、
前記上段コンテナを前記下段コンテナ上に載置したときに、前記陽極側上部管は前記陽極側下部管に接続可能となり、前記陰極側上部管は前記陰極側下部管に接続可能となる請求項1記載の水素製造装置。
- [請求項3] 前記陽極側上部管と前記陽極側下部管とを接続する陽極側継手構造

体と、

前記陰極側上部管と前記陰極側下部管とを接続する陰極側継手構造体と、

をさらに備え、

前記下段コンテナの天井には天井穴が形成されており、

前記上段コンテナの床には床穴が形成されており、

前記上段コンテナを前記下段コンテナ上に載置したときに、前記床穴は前記天井穴に連通し、前記陽極側継手構造体の一部分及び前記陰極側継手構造体の一部分は、相互に連通された前記天井穴及び前記床穴の内部に配置される請求項 2 記載の水素製造装置。

[請求項4] 前記陽極側継手構造体及び前記陰極側継手構造体は、それぞれ、フレキシブル管を有する請求項 3 記載の水素製造装置。

[請求項5] 前記下段コンテナの天井にはピンが設けられており、前記上段コンテナの床には穴が形成されており、前記上段コンテナを前記下段コンテナ上に載置したときに、前記ピンは前記穴に嵌合する請求項 1 記載の水素製造装置。

[請求項6] 電源用コンテナと、前記電源用コンテナ内に配置され、外部から供給された交流電力を直流電力に変換して前記電解槽に供給する整流器と、をさらに備えた請求項 1 記載の水素製造装置。

[請求項7] 前記水素ガスが流通する水素管と、不活性ガスが封入された不活性ガスボンベと、前記不活性ガスボンベと前記水素管との間に接続されたバルブと、をさらに備え、前記バルブが開くことにより、前記水素管内に前記不活性ガスが導入される請求項 1 記載の水素製造装置。

[請求項8] 前記バルブは、励磁されたときは閉じ消磁されたときは開くノーマルオープンバルブである請求項 7 記載の水素製造装置。

- [請求項9] 前記交流電力の有無を検知する電源センサと、
前記電源センサが前記交流電流の停止を検知したときに前記電解槽及び前記ポンプのスイッチをオフにする制御装置と、
前記制御装置に電力を供給する蓄電池と、
をさらに備えた請求項6記載の水素製造装置。
- [請求項10] 前記水素ガスが流通する水素管と、
不活性ガスが封入された不活性ガスボンベと、
前記不活性ガスボンベと前記水素管との間に接続されたバルブと、
をさらに備え、
前記制御装置は、前記交流電力が供給されなくなったときに、前記バルブを開き、前記水素管内に前記不活性ガスを導入する請求項9記載の水素製造装置。
- [請求項11] 水素漏洩検知器と、
前記水素漏洩検知器が水素漏洩を検知したときに、前記電解槽及び前記ポンプを停止させると共に、前記バルブを開く制御装置と、
をさらに備えた請求項7記載の水素製造装置。
- [請求項12] 地震検知器と、
前記地震検知器が地震を検知したときに、前記電解槽及び前記ポンプを停止させると共に、前記バルブを開く制御装置と、
をさらに備えた請求項7記載の水素製造装置。
- [請求項13] 火災検知器と、
前記火災検知器が火災を検知したときに、前記電解槽及び前記ポンプを停止させると共に、前記バルブを開く制御装置と、
をさらに備えた請求項7記載の水素製造装置。
- [請求項14] 純水を保持する純水タンクと、
前記純水タンクと前記電解液タンクとの間に接続され、前記純水タンクから前記電解液タンクに前記純水を流通させる純水管と
をさらに備えた請求項1記載の水素製造装置。

- [請求項15] 請求項14記載の水素製造装置と、
前記陰極ガス気液分離室から取り出された水素ガスを貯蔵する水素タンクと、
前記純水を外部から前記純水タンクに輸送する輸送容器と、
を備えた水素製造システム。
- [請求項16] 前記輸送容器はステンレスによって形成されている請求項15記載の水素製造システム。
- [請求項17] 下段コンテナ内に、電解液タンク、及び、前記電解液タンクに接続されたポンプを設置する下段コンテナ組立工程と、
上段コンテナ内に、アルカリ性水溶液を電気分解する電解槽、前記電解槽の陽極側で発生した酸素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陽極ガス気液分離室、及び、前記電解槽の陰極側で発生した水素ガスと前記アルカリ性水溶液とを分離する陰極ガス気液分離室を設置する上段コンテナ組立工程と、
前記下段コンテナ上に前記上段コンテナを載置する積載工程と、
前記陽極ガス気液分離室の下部を前記電解液タンクに接続すると共に、前記陰極ガス気液分離室の下部を前記電解液タンクに接続する第1接続工程と、
前記ポンプを前記電解槽に接続する第2接続工程と、
を備えた水素製造装置の製造方法。
- [請求項18] 前記下段コンテナの天井には天井穴が形成されており、
前記上段コンテナの床には床穴が形成されており、
前記積載工程において、前記床穴は前記天井穴に連通し、
前記下段コンテナ組立工程において、前記電解液タンクに陽極側下部管及び陰極側下部管を接続し、
前記上段コンテナ組立工程において、前記陽極ガス気液分離室の下部に陽極側上部管を接続し、前記陰極ガス気液分離室の下部に前記陰極側上部管を接続し、

前記第 1 接続工程は、

前記陽極側上部管と前記陽極側下部管との間に、相互に連通された前記天井穴及び前記床穴を介して陽極側継手構造体を接続する工程と、

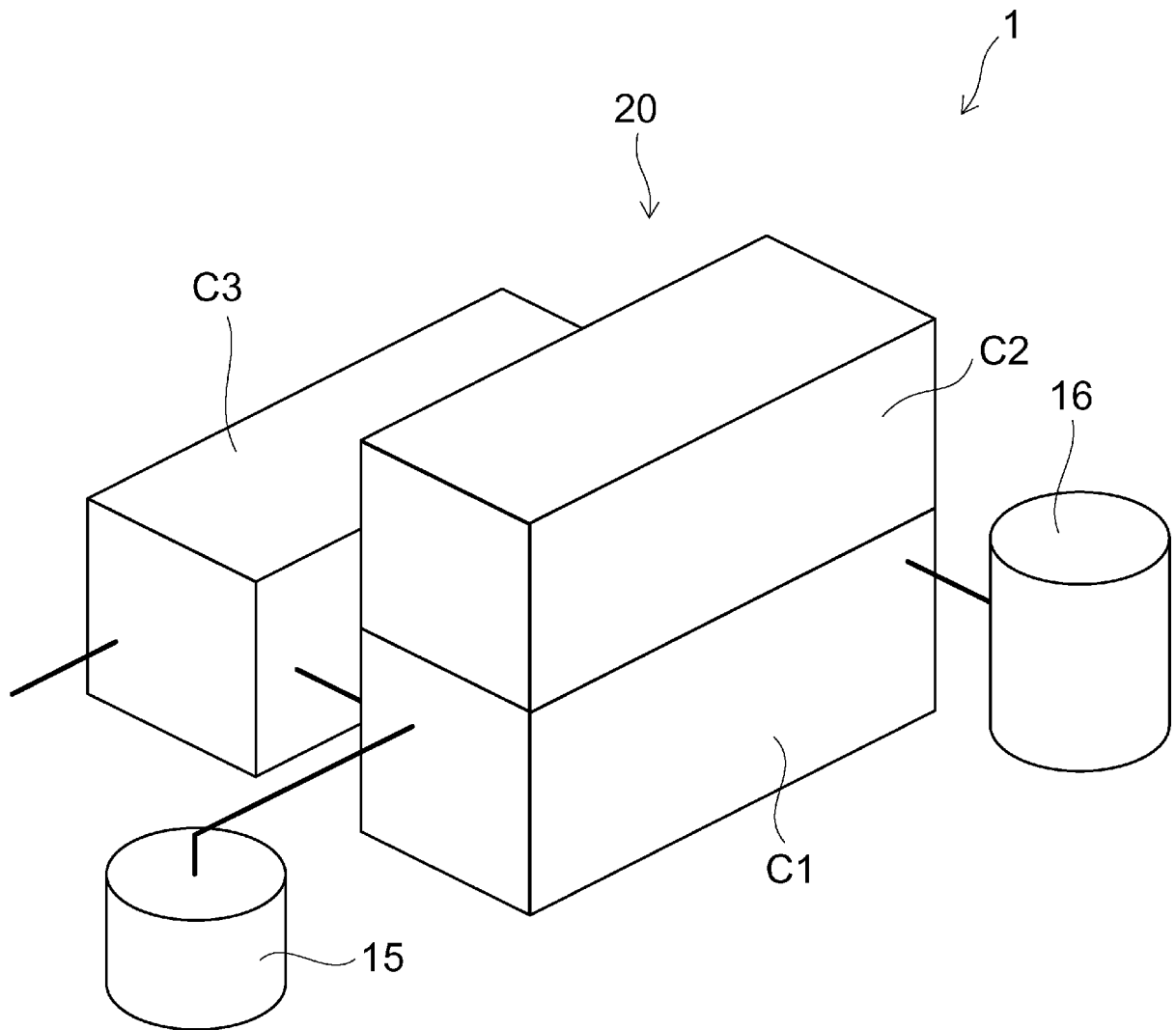
前記陰極側上部管と前記陰極側下部管との間に、相互に連通された前記天井穴及び前記床穴を介して陰極側継手構造体を接続する工程と、

を有した請求項 1 7 記載の水素製造装置の製造方法。

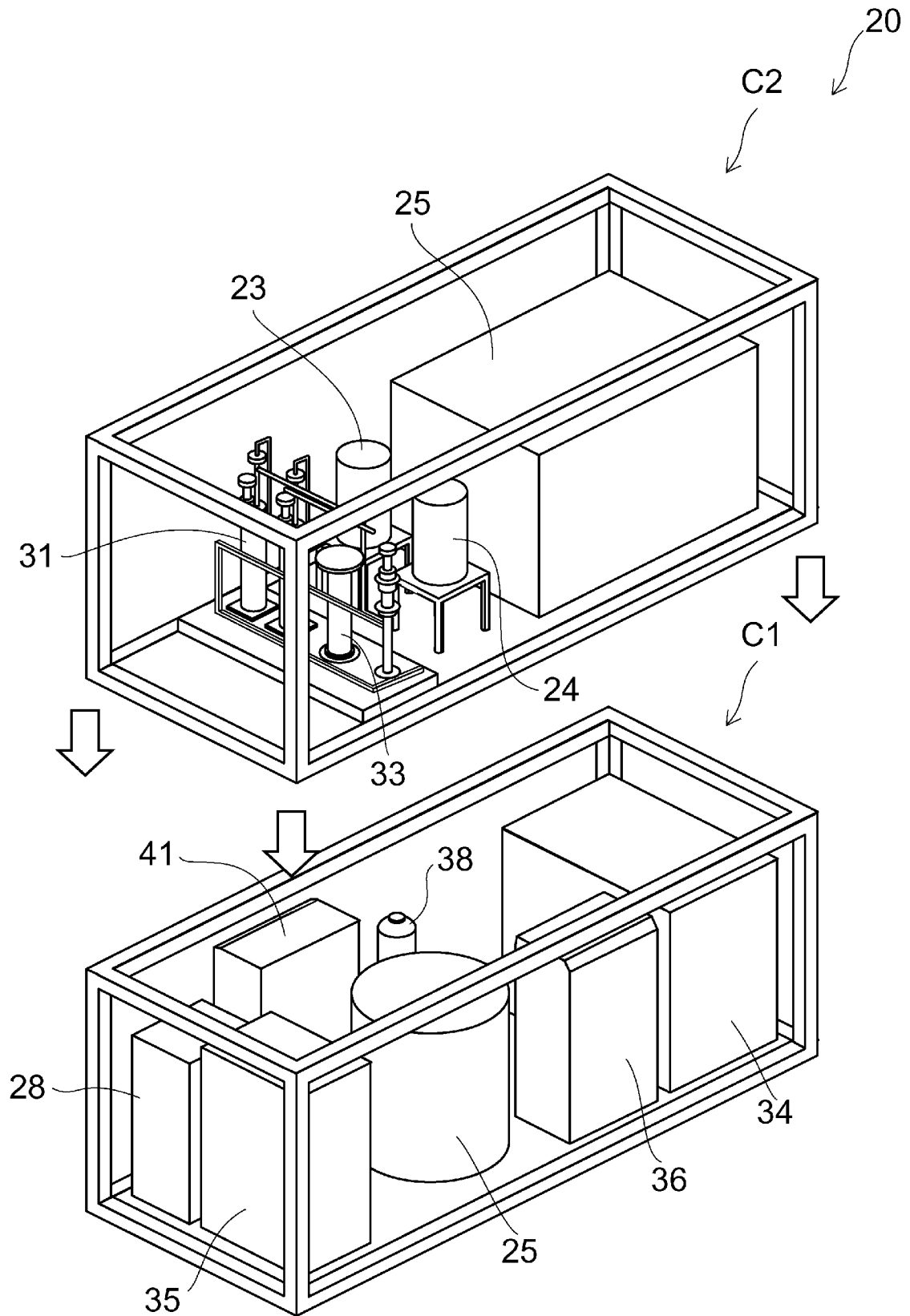
[請求項19] 前記陽極側継手構造体及び前記陰極側継手構造体は、それぞれ、フレキシブル管を有する請求項 1 8 記載の水素製造装置の製造方法。

[請求項20] 前記下段コンテナの天井には位置決めピンが設けられており、
前記上段コンテナの床には位置決め穴が形成されており、
前記積載工程において、前記位置決めピンを前記位置決め穴に嵌合させる請求項 1 7 記載の水素製造装置の製造方法。

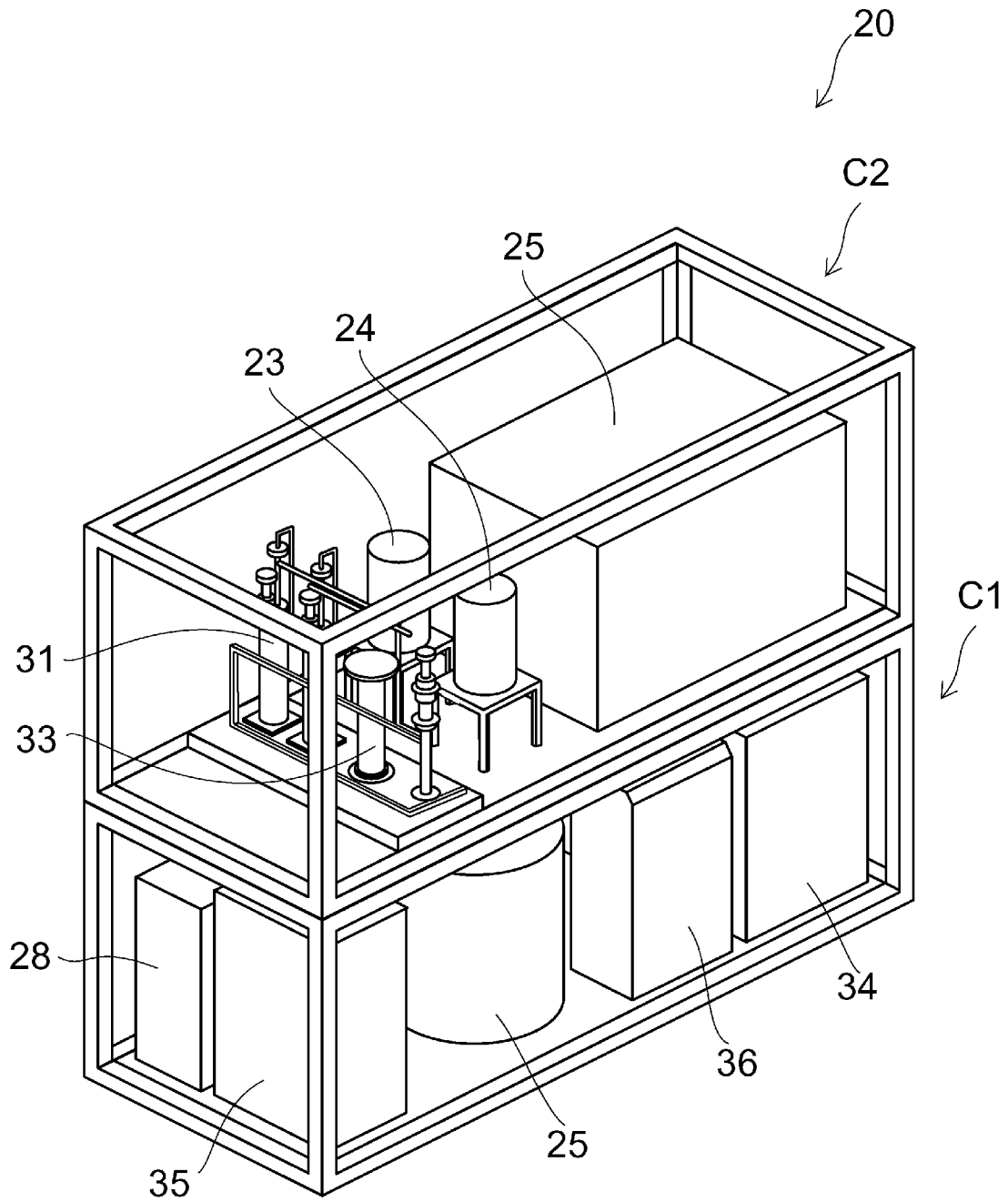
[図1]



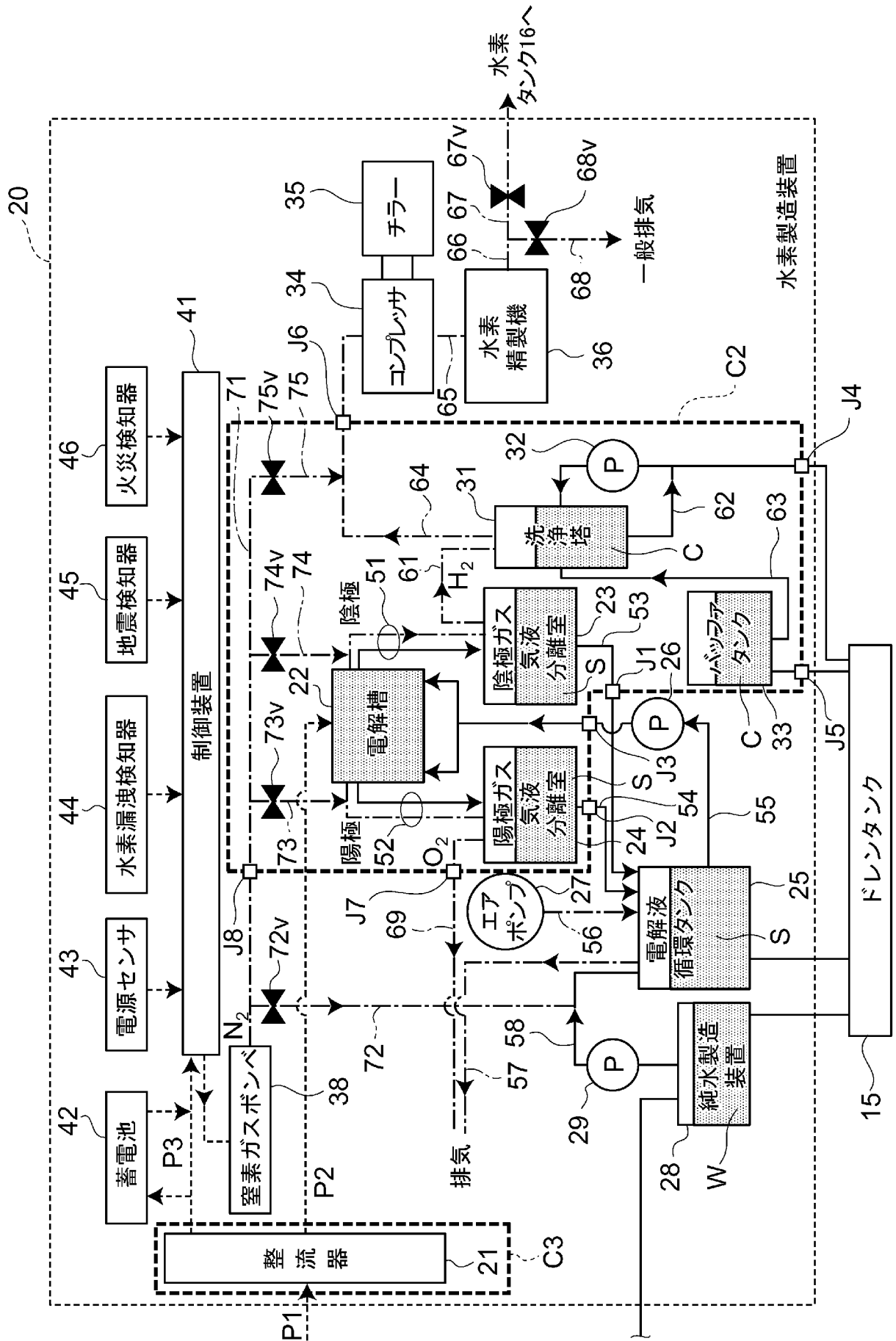
[図2]



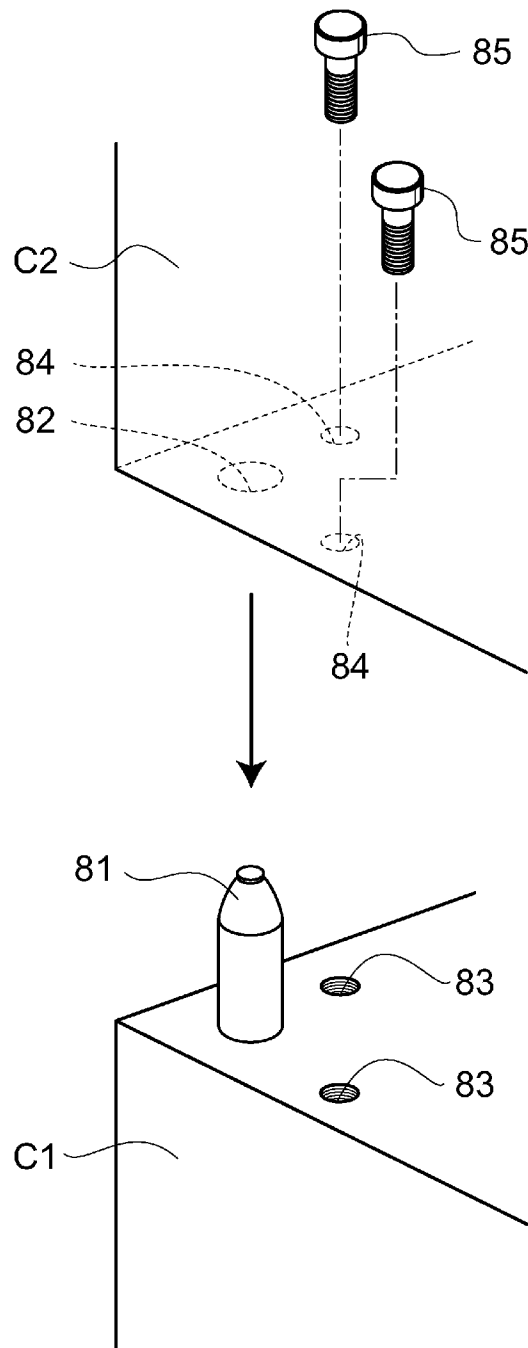
[図3]



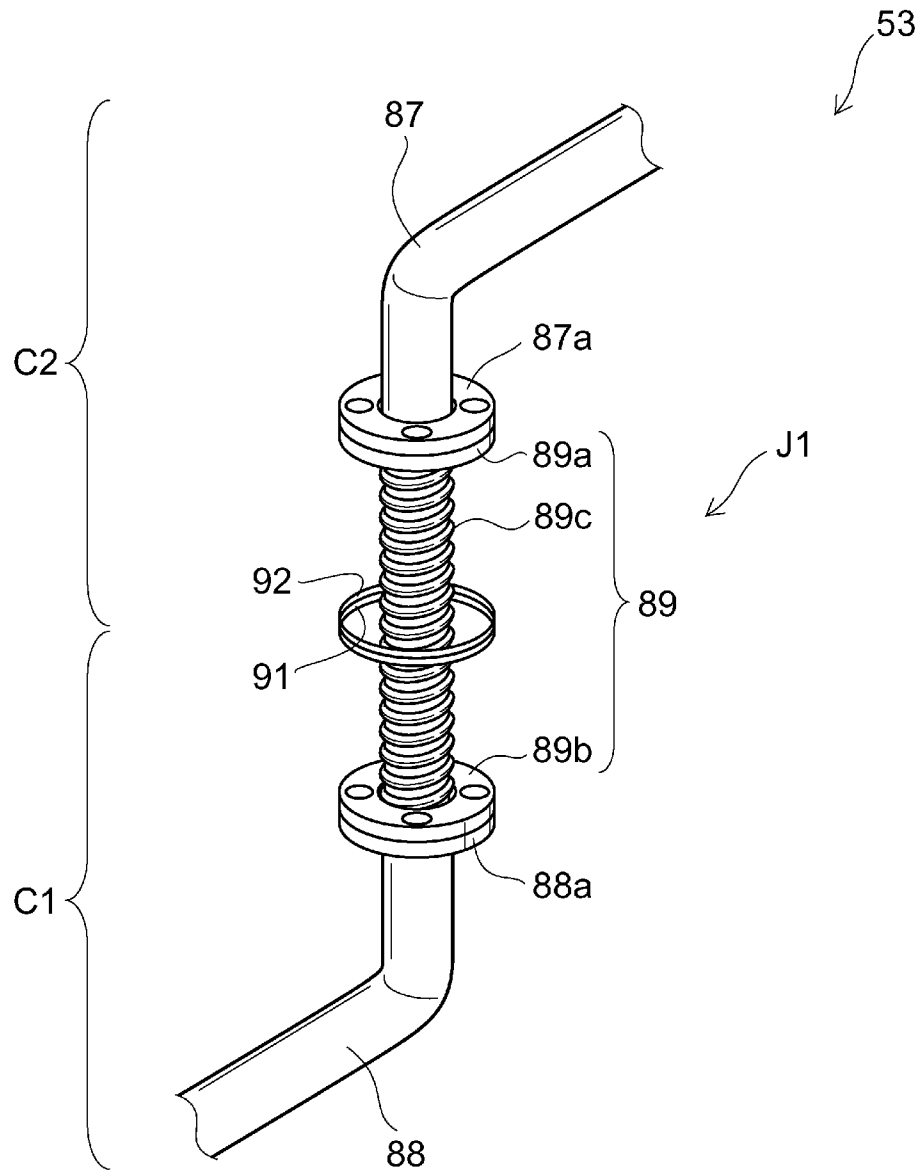
[図4]



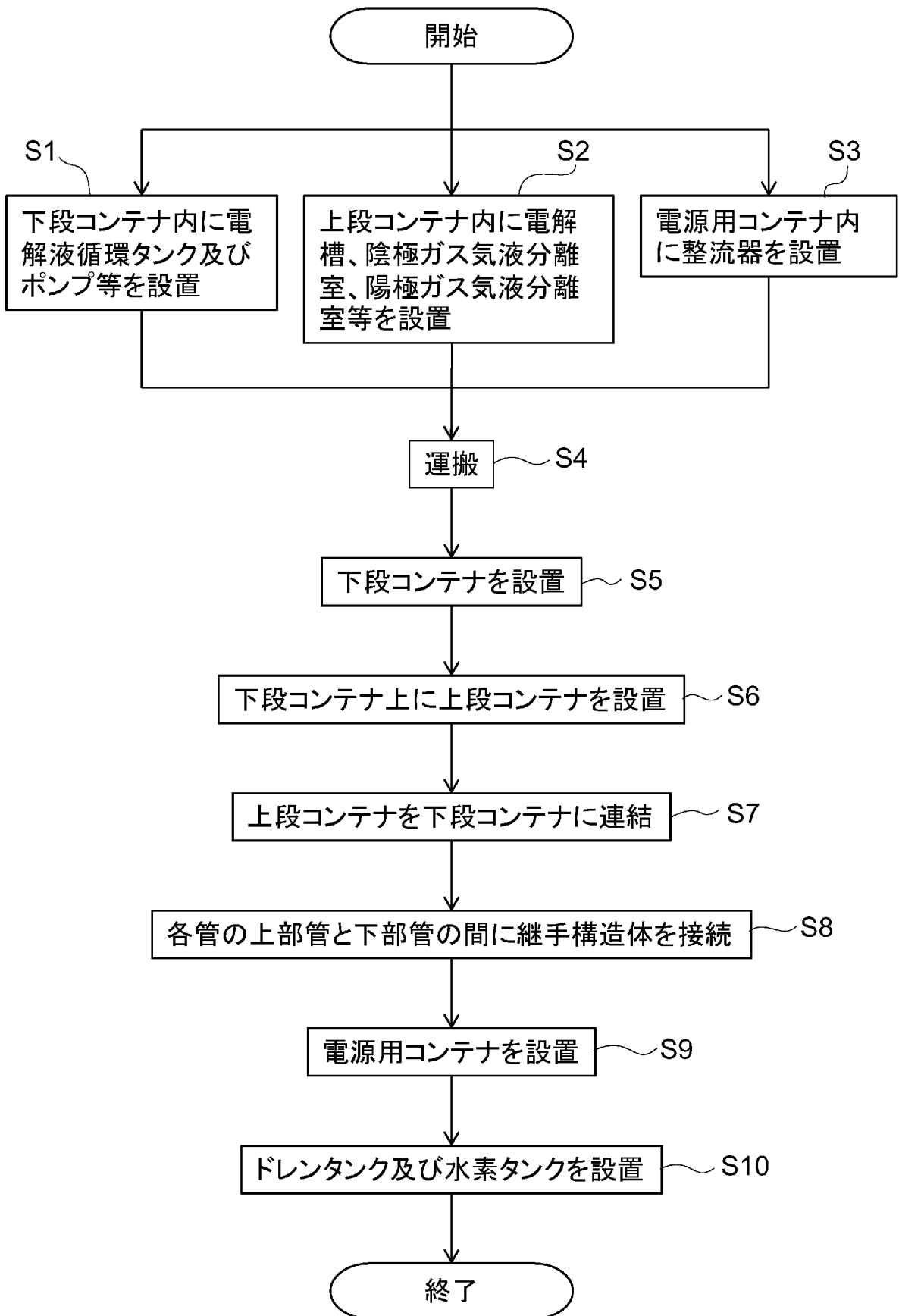
[図5]



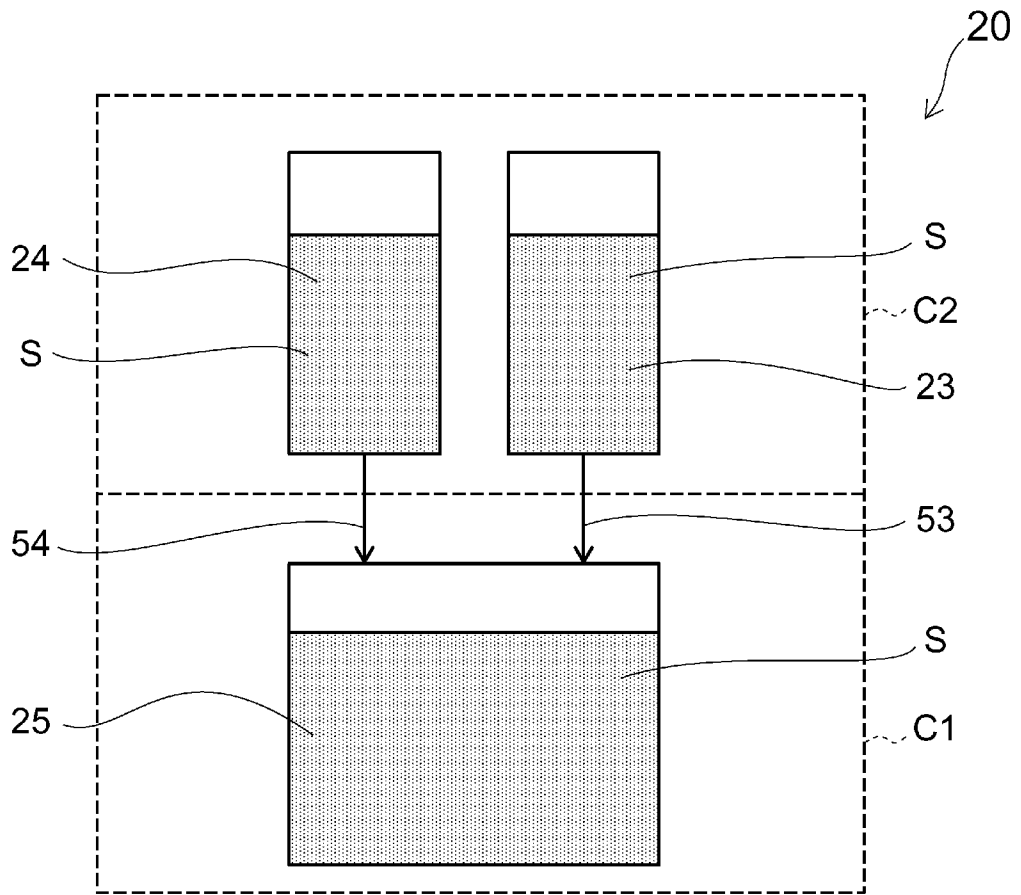
[図6]



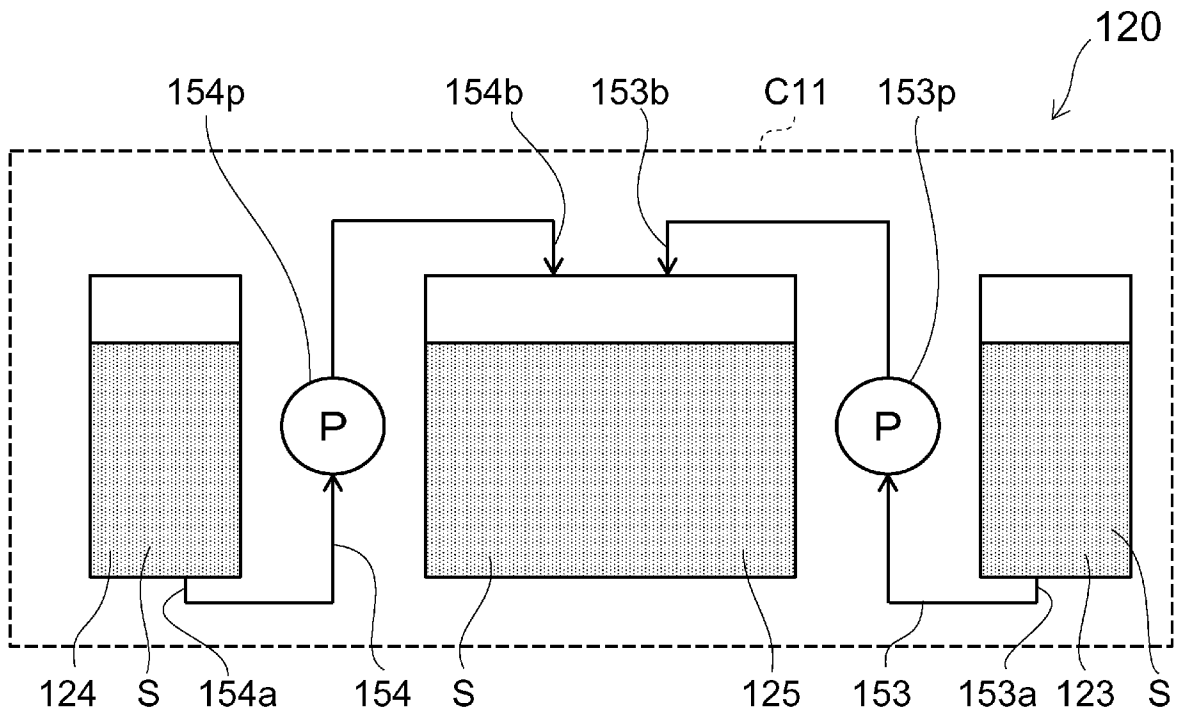
[図7]



[図8]

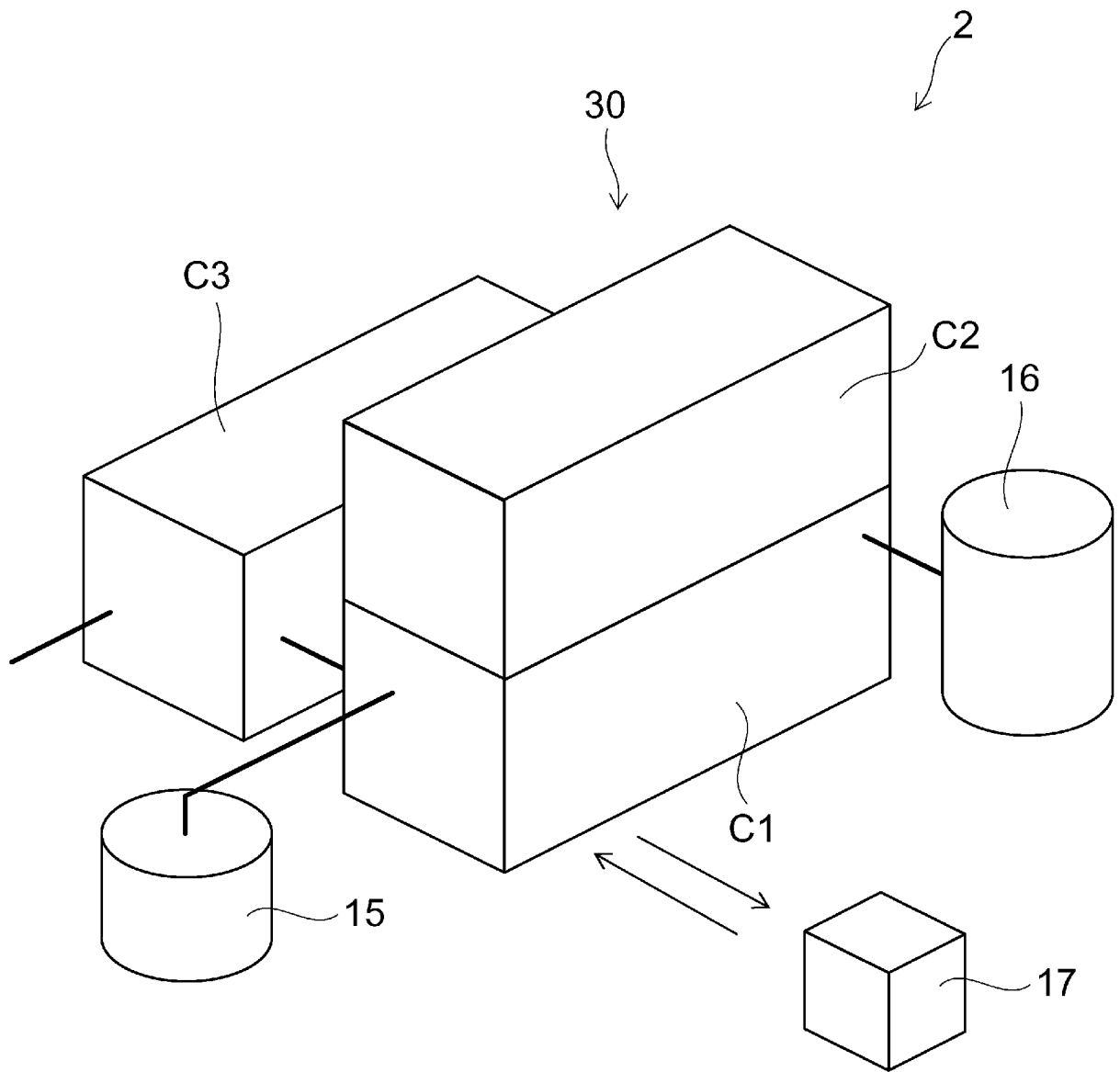


(a)

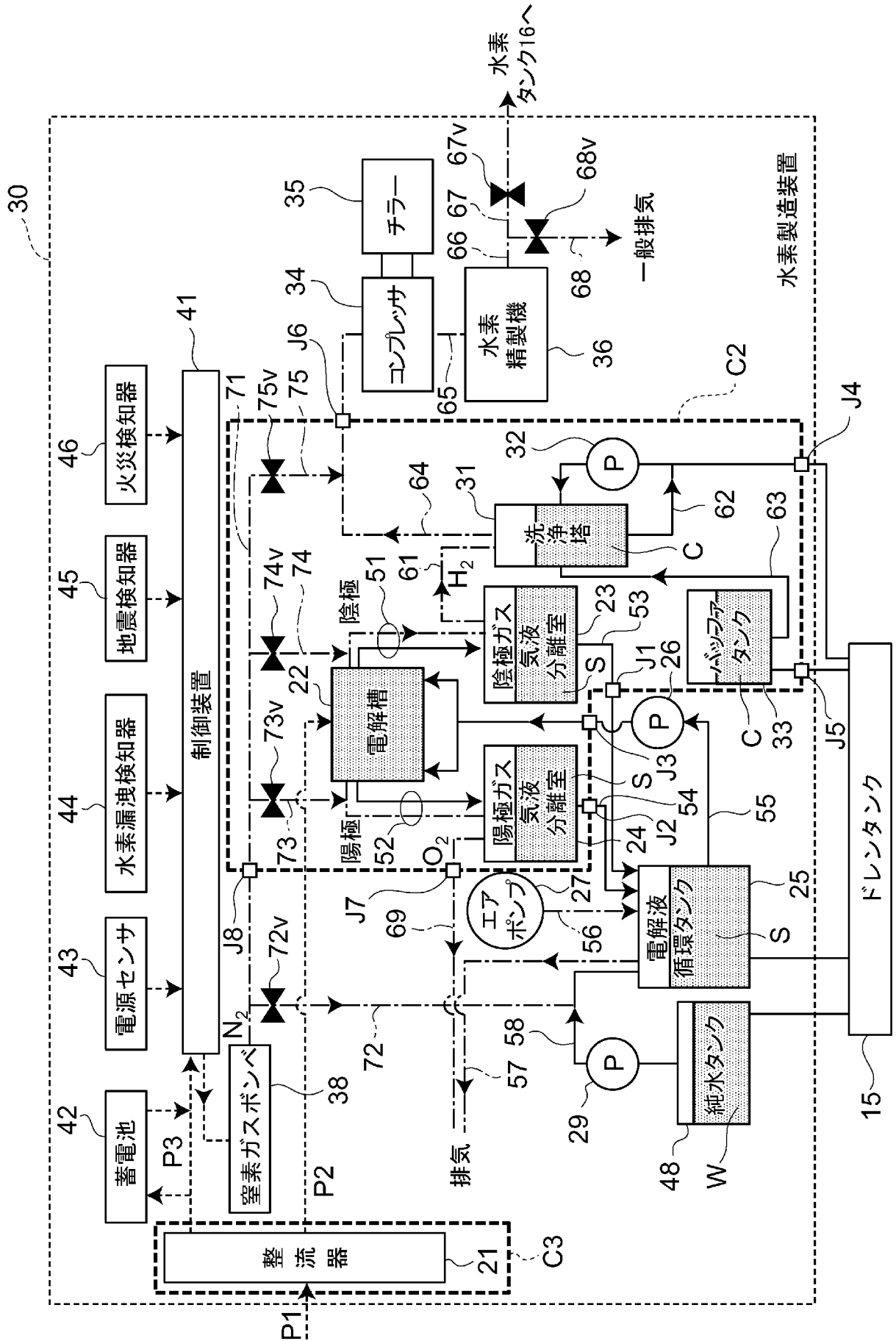


(b)

[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/081783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C25B9/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C25B9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-28822 A (Toshiba Corp.), 07 February 2013 (07.02.2013), (Family: none)	1-20
A	JP 2015-117407 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 25 June 2015 (25.06.2015), & WO 2015/093047 A	1-20
A	JP 2014-504680 A (Ceram Hyd), 24 February 2014 (24.02.2014), & WO 2012/104819 A1 & CA 2826002 A & FR 2971262 A & AU 2012213033 A & EP 2670889 A & US 2014/0202875 A1	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 04 February 2016 (04.02.16)	Date of mailing of the international search report 16 February 2016 (16.02.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081783

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/056751 A1 (T&K Co., Ltd.), 03 May 2012 (03.05.2012), (Family: none)	1-20
A	JP 2005-146302 A (Yoshiharu YAMAGUCHI), 09 June 2005 (09.06.2005), (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C25B9/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C25B9/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2013-28822 A (株式会社東芝) 2013.02.07, (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2015-117407 A (川崎重工業株式会社) 2015.06.25, & WO 2015/093047 A	1-20
A	JP 2014-504680 A (セラム ハイド) 2014.02.24, & WO 2012/104819 A1 & CA 2826002 A & FR 2971262 A & AU 2012213033 A & EP 2670889 A & US 2014/0202875 A1	1-20
A	WO 2012/056751 A1 (有限会社T&K) 2012.05.03, (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2005-146302 A (山口 嘉春) 2005.06.09, (ファミリーなし)	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

瀧口 博史

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

3032