

(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  
2022年6月9日(09.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/118695 A1

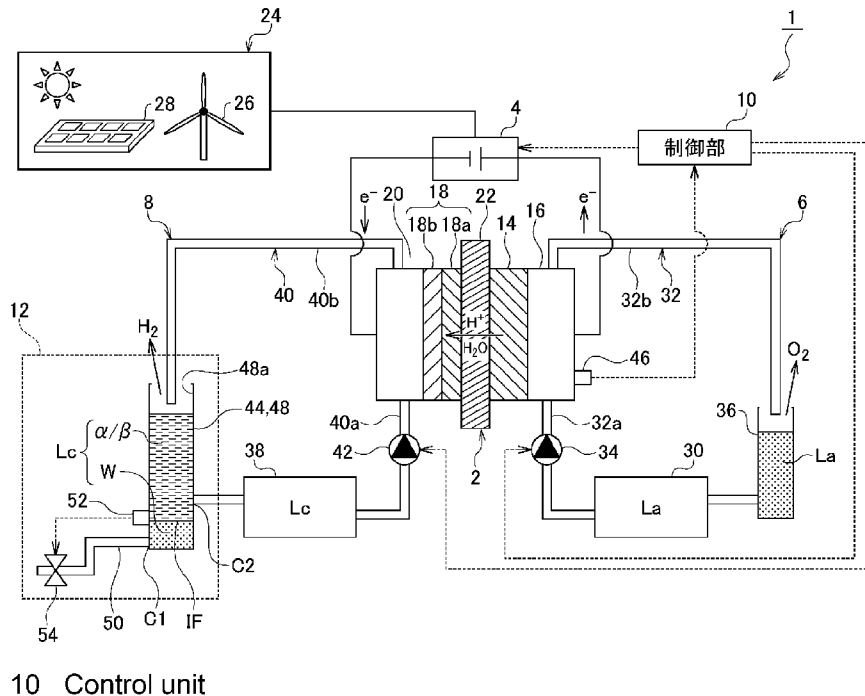
- (51) 国際特許分類:  
C25B 9/00 (2021.01) C25B 15/08 (2006.01)  
C25B 3/25 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/042828
- (22) 国際出願日: 2021年11月22日(22.11.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2020-200979 2020年12月3日(03.12.2020) JP
- (71) 出願人: E N E O S 株式会社 (ENEOS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008162 東京都千代田区大手町一丁目1番2号 Tokyo (JP).  
デノラ・ペルメレック株式会社 (DENORA)

PERMELEC LTD) [JP/JP]; 〒2520816 神奈川県藤沢市遠藤2023番15 Kanagawa (JP).

- (72) 発明者: 三好 康太(MIYOSHI Kota); 〒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). 大津 秀緒(OTSU Hideo); 〒2520816 神奈川県藤沢市遠藤2023番15 デノラ・ペルメレック株式会社内 Kanagawa (JP). 土門 宏紀(DOMON Hiroki); 〒2520816 神奈川県藤沢市遠藤2023番15 デノラ・ペルメレック株式会社内 Kanagawa (JP). 角南 淳(SUNAMI Jun); 〒2520816 神奈川県藤沢市遠藤2023番15 デノラ・ペルメレック株式会社内 Kanagawa (JP).

(54) Title: ORGANIC HYDRIDE PRODUCTION APPARATUS, WATER REMOVAL DEVICE, AND WATER REMOVAL METHOD

(54) 発明の名称: 有機ハイドライド製造装置、水除去装置および水除去方法



(57) Abstract: An organic hydride production apparatus 1 comprises an electrolysis tank 2 and a water removal device. The electrolysis tank 2 has a cathode chamber 20. The water removal device 12 has: a container 48 for storing a catholyte Lc sent out from the cathode chamber 20; a drain pipe 50 for discharging produced water W from the container 48; a detection part 52 for detecting accumulation of produced water W in the container 48; and a switching part 54 that is provided to the drain pipe 50 and that can switch between a restricting state of restricting drainage from the drain pipe 50



WO 2022/118695 A1

(74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki);  
〒1530061 東京都目黒区中目黒 1-8-1 V  
ORT中目黒 | 3階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

and an execution state of executing drainage, the switching part 54 switching from the restricting state to the execution state on the basis of a detection result from the detection part 52, the produced water W being removed from the catholyte Lc sent out from the cathode chamber 20.

(57) 要約: 有機ハイドライド製造装置 1 は、電解槽 2 と、水除去装置 1 2 とを備える。電解槽 2 は、カソード室 2 0 を有する。水除去装置 1 2 は、カソード室 2 0 から送り出されるカソード液 L c を貯留する容器 4 8 と、容器 4 8 から随伴水 W を排出する排水管 5 0 と、容器 4 8 に随伴水 W が溜まったことを検知する検知部 5 2 と、排水管 5 0 に設けられ、排水管 5 0 からの排水を規制する規制状態と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、検知部 5 2 の検知結果に基づいて規制状態から実行状態に切り替える切替部 5 4 とを有し、カソード室 2 0 から送り出されるカソード液 L c から随伴水 W を除去する。

## 明 細 書

発明の名称：

有機ハイドライド製造装置、水除去装置および水除去方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、有機ハイドライド製造装置、水除去装置および水除去方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、水からプロトンを生成するアノード電極と、不飽和結合を有する有機化合物（被水素化物）を水素化するカソード電極と、アノード電極およびカソード電極を隔てる隔膜とを有する電解槽を備えた有機ハイドライド製造装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。この有機ハイドライド製造装置では、アノード電極において水の酸化によりプロトンが生成され、このプロトンが隔膜を介してカソード電極側に移動し、カソード電極においてプロトンで被水素化物が水素化されることで、有機ハイドライドが製造される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2012/091128号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の有機ハイドライド製造装置によれば、プロトンの生成と被水素化物の水素化とを1段階のプロセスで行うことができる。このため、水電解等で水素を製造し、プラント等のリアクタで被水素化物を化学水素化する2段階プロセスで有機ハイドライドを製造する場合に比べて、有機ハイドライドの製造工程を簡略化できる。あるいは有機ハイドライドの製造効率を高めることができる。また、水電解等で水素を製造する場合に必要な水素貯留用の高圧容器を省略できるため、設備コストの大幅な削減が見込まれる。

[0005] 一方、上述の有機ヒドライド製造装置では、隔膜を介してプロトンが移動する際、アノード電極中の水がプロトンに随伴してカソード電極側に移動する。本発明者は、鋭意検討の結果、カソード電極側に移動した随伴水が、有機ヒドライドとともに電解槽から送り出された後に、電解槽の下流側に設けられる気液分離塔の底部に溜まり得るとの知見を得た。また、被水素化物を貯留するタンクと電解槽との間に循環流路が設けられる場合には、このタンクの底部にも随伴水が溜まり得るとの知見を得た。

[0006] 随伴水の量が増えると、有機ヒドライドや被水素化物が気液分離塔やタンクから溢れ出るおそれが生じる。これに対し、随伴水の増加分を加味して気液分離塔やタンクの容積を大きくすることで、有機ヒドライドや被水素化物の溢出を抑制することが考えられる。しかしながら、気液分離塔やタンクの容積を大きくすると、有機ヒドライド製造装置の大型化を招いてしまう。

[0007] 本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的の1つは、有機ヒドライド製造装置の大型化を抑制しながら、有機ヒドライドや被水素化物の溢出を抑制する技術を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明のある態様は、有機ヒドライド製造装置である。この装置は、アノード液中の水を酸化してプロトンを生じさせるアノード電極、アノード電極を収容するアノード室、カソード液中の被水素化物をプロトンで水素化して有機ヒドライドを生じさせるカソード電極、カソード電極を収容するカソード室、ならびにアノード室およびカソード室を仕切りアノード室側からカソード室側に随伴水とともにプロトンを移動させる隔膜を有する電解槽と、カソード室から送り出される、少なくとも有機ヒドライドおよび随伴水を含むカソード液から随伴水を除去する水除去装置と、を備える。水除去装置は、カソード室から送り出されるカソード液を貯留する容器と、容器に接続され、随伴水を排出する排水管と、容器に所定量の随伴水が溜まったことを検知する検知部と、排水管に設けられ、排水管からの排水を規制する規制状態

と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、検知部の検知結果に基づいて規制状態から実行状態に切り替える切替部と、を有する。

[0009] 本発明の他の態様は、水除去装置である。この装置は、アノード液中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極、アノード電極を収容するアノード室、カソード液中の被水素化物をプロトンで水素化して有機ヒドライドを生成するカソード電極、カソード電極を収容するカソード室、ならびにアノード室およびカソード室を仕切りアノード室側からカソード室側に随伴水とともにプロトンを移動させる隔膜を有する電解槽のカソード室から送り出される、少なくとも有機ヒドライドおよび随伴水を含むカソード液を貯留する容器と、容器に接続され、随伴水を排出する排水管と、容器に所定量の随伴水が溜まったことを検知する検知部と、排水管に設けられ、排水管からの排水を規制する規制状態と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、検知部の検知結果に基づいて規制状態から実行状態に切り替える切替部と、を備える。

[0010] 本発明の他の態様は、水除去方法である。この方法は、アノード液中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極、アノード電極を収容するアノード室、カソード液中の被水素化物をプロトンで水素化して有機ヒドライドを生成するカソード電極、カソード電極を収容するカソード室、ならびにアノード室およびカソード室を仕切りアノード室側からカソード室側に随伴水とともにプロトンを移動させる隔膜を有する電解槽のカソード室から送り出される、少なくとも有機ヒドライドおよび随伴水を含むカソード液を容器に貯留し、容器に所定量の随伴水が溜まったことが検知された場合に、容器から随伴水を排出させることを含む。

[0011] 以上の構成要素の任意の組合せ、本開示の表現を方法、装置、システムなどの間で変換したものもまた、本開示の態様として有効である。

### 発明の効果

[0012] 本発明によれば、有機ヒドライド製造装置の大型化を抑制しながら、有機ヒドライドや被水素化物の溢出を抑制することができる。

## 図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態に係る有機ハイドライド製造装置の模式図である。

[図2]変形例に係る有機ハイドライド製造装置の一部分の模式図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。

実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。各図面に示される同一又は同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、各図に示す各部の縮尺や形状は、説明を容易にするために便宜的に設定されており、特に言及がない限り限定的に解釈されるものではない。また、本明細書または請求項中に「第1」、「第2」等の用語が用いられる場合には、この用語はいかなる順序や重要度を表すものでもなく、ある構成と他の構成とを区別するためのものである。また、各図面において実施の形態を説明する上で重要ではない部材の一部は省略して表示する。

[0015] 図1は、実施の形態に係る有機ハイドライド製造装置1の模式図である。有機ハイドライド製造装置1は、電解槽2と、電源4と、第1流通機構6と、第2流通機構8と、制御部10と、水除去装置12とを備える。

[0016] 電解槽2は、被水素化物 $\alpha$ を電気化学還元反応により水素化して、有機ハイドライド $\beta$ を生成する電解セルである。電解槽2は、アノード電極14と、アノード室16と、カソード電極18と、カソード室20と、隔膜22とを有する。

[0017] アノード電極14は、アノード液La中の水を酸化してプロトン( $H^+$ )を生成する電極(陽極)である。アノード電極14は、隔膜22の一方の主表面に接するように配置される。アノード電極14は、アノード触媒として例えばイリジウム(Ir)やルテニウム(Ru)、白金(Pt)等の金属、またはこれらの金属酸化物を有する。一例としてのアノード電極14では、アノード触媒は、電子伝導性を有する基材に分散担持またはコーティングされ

る。基材は、例えばチタン（Ti）やステンレス鋼（SUS）などの金属を主成分とする材料で構成される。また、基材の形態としては、織布や不織布のシート、メッシュ、多孔性の焼結体、発泡成形体（フォーム）、エキスパンドメタル等が例示される。

[0018] アノード触媒および基材を含むアノード電極14の厚さは、特に限定されないが例えば0.05~1mmである。アノード電極14の厚さを0.05mm以上とすることで、電解反応に必要な触媒量をより確実に得ることができる。また、アノード電極14の厚さを1mm以下とすることで、アノード液Laの拡散性が過度に低下することを抑制することができる。

[0019] なお、アノード触媒は、基材にコーティングされて触媒層をなしてもよい。この場合、触媒層の厚さは、特に限定されないが例えば0.1~50 $\mu$ mである。また、アノード電極14は、隔膜22の主表面にアノード触媒が直接コーティングされて得られる層構造を有してもよい。この場合、アノード電極14を構成する層の厚さは、特に限定されないが例えば0.1~50 $\mu$ mである。これらの層の厚さを0.1 $\mu$ m以上とすることで、電解反応に必要な触媒量をより確実に得ることができる。また、これらの層の厚さを50 $\mu$ m以下とすることで、アノード液Laの拡散性が過度に低下することを抑制することができる。

[0020] アノード電極14は、アノード室16に收容される。アノード室16におけるアノード電極14を除く空間は、アノード液Laおよび電極反応で生じる酸素の流路を構成する。

[0021] カソード電極18は、カソード液Lc中の被水素化物 $\alpha$ をプロトンで水素化して有機ハイドライド $\beta$ を生成する電極（陰極）である。カソード電極18は、隔膜22の他方の主表面（アノード電極14とは反対側の主表面）に接するように配置される。カソード電極18は、触媒層18aと、拡散層18bとを有する。

[0022] 触媒層18aは、隔膜22に接するように配置される。触媒層18aは、カソード触媒として例えば白金やルテニウム等を有する。また、触媒層18

aは、カソード触媒を担持する触媒担体を有する。触媒担体は、例えば多孔性カーボン、多孔性金属、多孔性金属酸化物等の電子伝導性材料で構成される。触媒層18aの厚さは、特に限定されないが例えば20~50 $\mu\text{m}$ である。触媒層18aの厚さを20 $\mu\text{m}$ 以上とすることで、電解反応に必要な触媒量をより確実に得ることができる。また、触媒層18aの厚さを50 $\mu\text{m}$ 以下とすることで、被水素化物 $\alpha$ の拡散性が過度に低下することを抑制することができる。

[0023] 拡散層18bは、触媒層18aの隔膜22とは反対側の面に接するように配置される。拡散層18bは、外部から供給される液状の被水素化物 $\alpha$ を触媒層18aに均一に拡散させる層である。また、触媒層18aで生成される有機ヒドライド $\beta$ は、拡散層18bを介して触媒層18aから排出される。

[0024] 拡散層18bは、カーボンや金属等の導電性材料で構成される。また、拡散層18bは、繊維あるいは粒子の焼結体、発泡成形体といった多孔体である。拡散層18bを構成する材料の具体例としては、カーボンの織布（カーボクロス）、カーボンの不織布、カーボンペーパー等が挙げられる。拡散層18bの厚さは、特に限定されないが例えば200~700 $\mu\text{m}$ である。拡散層18bの厚さを200 $\mu\text{m}$ 以上とすることで、被水素化物 $\alpha$ の拡散性をより確実に高めることができる。また、拡散層18bの厚さを700 $\mu\text{m}$ 以下とすることで、電氣的抵抗が過大になることを抑制することができる。

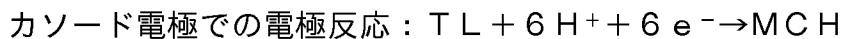
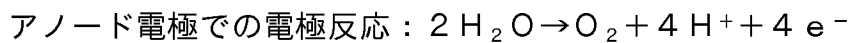
[0025] カソード電極18は、カソード室20に収容される。カソード室20におけるカソード電極18を除く空間は、被水素化物 $\alpha$ および電極反応で生じる有機ヒドライド $\beta$ の流路を構成する。

[0026] アノード室16およびカソード室20は、隔膜22によって仕切られる。隔膜22は、アノード電極14およびカソード電極18の間に配置される。一例としての隔膜22は、プロトン伝導性を有する固体高分子形電解質膜で構成される。固体高分子形電解質膜は、プロトンが伝導する材料であれば特に限定されないが、例えばナフィオン（登録商標）等の、スルホン酸基を有

するフッ素系イオン交換膜が挙げられる。

[0027] 隔膜22は、アノード室16側からカソード室20側に水(H<sub>2</sub>O)をともらないながらプロトンを移動させる。以下では、プロトンとともに移動する水を随伴水Wという。隔膜22の厚さは、特に限定されないが例えば5~300μmである。隔膜22の厚さを5μm以上とすることで、隔膜22の望ましい強度をより確実に得ることができる。また、隔膜22の厚さを300μm以下とすることで、イオン移動抵抗が過大になることを抑制することができる。

[0028] 電解槽2において、被水素化物αの一例としてトルエン(TL)を用いた場合に起こる反応は以下の通りである。被水素化物αとしてトルエンを用いた場合、得られる有機ヒドライドβはメチルシクロヘキサン(MCH)である。



[0029] すなわち、アノード電極14では水が電気分解され、酸素ガスとプロトンと電子とが生じる。プロトンは、隔膜22を移動してカソード電極18に向かう。電子は、電源4の正極に流入する。酸素ガスは、アノード室16を介して外部へ排出される。カソード電極18では、トルエンと、電源4の負極から供給された電子と、隔膜22を介して到達したプロトンとの反応によりメチルシクロヘキサンが生成される。したがって、有機ヒドライド製造装置1によれば、水の電気分解と被水素化物αの水素化反応とを1ステップで行うことができる。

[0030] 電源4は、電解槽2に電力を供給する直流電源である。電源4からの電力の供給により、電解槽2のアノード電極14とカソード電極18との間に所定の電解電圧が印加される。電源4は、電力供給部24から電力供給を受けて、電解槽2に電力を供給する。一例としての電力供給部24は、風力発電装置26や太陽光発電装置28等の再生可能エネルギー発電装置で構成することができる。なお、電力供給部24は、地熱発電装置、波力発電装置、温

度差発電装置、バイオマス発電装置等の、風力や太陽光以外の再生可能エネルギーを利用する発電装置を含んでもよい。また、電力供給部24は、再生可能エネルギーを利用して発電する発電装置に限定されない。

[0031] 第1流通機構6は、アノード室16に水を含むアノード液Laを流通させる機構である。第1流通機構6は、アノード液タンク30と、アノード液循環路32と、アノード液循環装置34と、アノード液気液分離部36とを有する。アノード液タンク30は、アノード室16に供給されるアノード液Laを貯留する。アノード液Laとしては、硫酸水溶液、硝酸水溶液、塩酸水溶液等の所定のイオン伝導度を有する溶液、純水、イオン交換水等が例示される。

[0032] アノード液タンク30およびアノード室16は、アノード液循環路32で接続される。アノード液循環路32は、アノード液タンク30中のアノード液Laをアノード室16に供給するアノード入口配管32aと、アノード室16から送り出されるアノード液Laをアノード液タンク30に戻すアノード出口配管32bとを有する。

[0033] アノード液循環装置34は、一例としてアノード入口配管32aの途中に設けられる。アノード液循環装置34の駆動により、アノード液Laがアノード液循環路32内を流れる。これにより、アノード液Laはアノード液タンク30とアノード室16との間を循環する。アノード液循環装置34としては、例えばギアポンプやシリンダーポンプ等の各種ポンプ、あるいは自然流下式装置等を用いることができる。

[0034] アノード液気液分離部36は、アノード出口配管32bの途中に設けられる。アノード電極14では、電極反応により酸素が生成される。このため、アノード室16から回収されるアノード液Laには、未反応の水に加えて、ガス状の酸素および溶存酸素が含まれる。ガス状酸素は、アノード液気液分離部36においてアノード液Laから分離されて系外に取り出される。酸素が分離されたアノード液Laは、アノード液タンク30に回収される。

[0035] 一例としての第1流通機構6では、アノード入口配管32aがアノード室

16の鉛直方向下部に接続され、アノード出口配管32bがアノード室16の鉛直方向上部に接続される。アノード液タンク30中のアノード液Laは、アノード液循環装置34によって汲み上げられてアノード室16に進入する。アノード室16中のアノード液Laは、アノード室16に進入するアノード液Laの流れによってアノード出口配管32bに押し出され、重力によりアノード液気液分離部36に流れ落ちる。アノード液Laは、アノード液気液分離部36内で大気圧下に置かれる。アノード液気液分離部36中のアノード液Laは、アノード液タンク30内の液位の低下にともなって、自然流下式でアノード液タンク30に流入する。なお、アノード入口配管32aがアノード室16の鉛直方向上部に接続される構成であってもよい。この場合、アノード液Laは鉛直方向上部からアノード室16に進入する。つまり、アノード液Laは上昇流ではなく下降流としてアノード室16に供給されてもよい。

[0036] 第2流通機構8は、カソード室20に被水素化物 $\alpha$ を含むカソード液Lcを流通させる機構である。第2流通機構8は、カソード液タンク38と、カソード液循環路40と、カソード液循環装置42と、カソード液気液分離部44（気液分離塔）とを有する。カソード液タンク38は、カソード室20に供給されるカソード液Lcを貯留する。カソード液タンク38に貯留されるカソード液Lcは、少なくとも有機ヒドライド製造装置1の運転開始前において被水素化物 $\alpha$ を含む。被水素化物 $\alpha$ は、電解槽2での電気化学還元反応により水素化されて有機ヒドライド $\beta$ となる化合物、つまり有機ヒドライド $\beta$ の脱水素化体である。被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ は、好ましくは20℃、1気圧で液体である。

[0037] 被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ は、水素化反応／脱水素反応を可逆的に起こすことによって水素を添加／脱離できる有機化合物である。また、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ は、水よりも比重が小さい。さらに、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ は、水に対する相溶性が低く、随伴水Wとの間に界面IFを形成する。

- [0038] 後述する検知部52が、フロートに加わる浮力（比重）の差に基づいて界面IFを検知するセンサで構成される場合は、このセンサが検知可能な程度に随伴水Wに対して比重に差がある被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ が選択される。この場合、被水素化物 $\alpha$ としては、例えば液体の比重が0.6～0.9 g/cm<sup>3</sup>である芳香族化合物が例示される。
- [0039] また、検知部52が静電容量（比誘電率）の差に基づいて界面IFを検知するセンサで構成される場合は、このセンサが検知可能な程度に随伴水Wに対して比誘電率に差がある被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ が選択される。この場合、被水素化物 $\alpha$ としては、例えば比誘電率が1～50である芳香族化合物が例示される。
- [0040] また、被水素化物 $\alpha$ の具体例としては、ベンゼンおよびトルエンなどのアルキルベンゼン、またはピリジンおよびピラジンなどの含窒素芳香族化合物が挙げられる。
- [0041] カソード液タンク38およびカソード室20は、カソード液循環路40で接続される。カソード液循環路40は、カソード液タンク38中のカソード液Lcをカソード室20に供給するカソード入口配管40aと、カソード室20から送り出されるカソード液Lcをカソード液タンク38に戻すカソード出口配管40bとを有する。カソード液循環路40を流れるカソード液Lcは、有機ヒドライド製造装置1の運転時間の経過とともに、言い換えれば循環する回数が増えるにつれて、被水素化物 $\alpha$ の濃度が低下していき、有機ヒドライド $\beta$ の濃度が上昇していく。
- [0042] カソード液循環装置42は、一例としてカソード入口配管40aの途中に設けられる。カソード液循環装置42の駆動により、カソード液Lcがカソード液循環路40内を流れる。これにより、カソード液Lcはカソード液タンク38とカソード室20との間を循環する。カソード液循環装置42としては、例えばギアポンプやシリンダーポンプ等の各種ポンプ、あるいは自然流下式装置等を用いることができる。
- [0043] カソード液気液分離部44は、カソード出口配管40bの途中に設けられ

る。カソード電極 18 では、副反応によって水素が生成される。この副反応は、カソード電極 18 に供給される被水素化物  $\alpha$  の濃度が低下するにつれて起こりやすくなる。換言すれば、カソード電極 18 での全電極反応に対する副反応の比率が増大する。このため、カソード室 20 から回収されるカソード液 Lc には、未反応の被水素化物  $\alpha$  と生成された有機ヒドライド  $\beta$  とに加えて、ガス状の水素および溶存水素が含まれる。ガス状水素は、カソード液気液分離部 44 においてカソード液 Lc から分離されて系外に取り出される。水素が分離されたカソード液 Lc は、カソード液タンク 38 に回収される。

[0044] 一例としての第 2 流通機構 8 では、カソード入口配管 40 a がカソード室 20 の鉛直方向下部に接続され、カソード出口配管 40 b がカソード室 20 の鉛直方向上部に接続される。カソード液タンク 38 中のカソード液 Lc は、カソード液循環装置 42 によって汲み上げられてカソード室 20 に進入する。カソード室 20 中のカソード液 Lc は、カソード室 20 に進入するカソード液 Lc の流れによってカソード出口配管 40 b に押し出され、重力によりカソード液気液分離部 44 に流れ落ちる。カソード液 Lc は、カソード液気液分離部 44 内で大気圧下に置かれる。カソード液気液分離部 44 中のカソード液 Lc は、カソード液タンク 38 内の液位の低下にともなって、自然流下式でカソード液タンク 38 に流入する。なお、カソード入口配管 40 a がカソード室 20 の鉛直方向上部に接続される構成であってもよい。この場合、カソード液 Lc は鉛直方向上部からカソード室 20 に進入する。つまり、カソード液 Lc は上昇流ではなく下降流としてカソード室 20 に供給されてもよい。

[0045] 制御部 10 は、有機ヒドライド製造装置 1 の運転を制御する。制御部 10 は、ハードウェア構成としてはコンピュータの CPU やメモリをはじめとする素子や回路で実現され、ソフトウェア構成としてはコンピュータプログラム等によって実現されるが、図 1 では、それらの連携によって実現される機能ブロックとして描いている。この機能ブロックがハードウェアおよびソ

フトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には当然に理解されるところである。

[0046] 制御部10には、電解槽2に設けられるセンサ46から、電解槽2の電圧、アノード電極14の電位、またはカソード電極18の電位を示す信号が入力される。センサ46は、各電極の電位や電解槽2の電圧を公知の方法で検出することができる。一例としてのセンサ46は、公知の電圧計等で構成される。なお、図1では、センサ46を模式的に示している。また、センサ46は、アノード電極14とカソード電極18との間を流れる電流を検出する電流検出部を含んでもよい。制御部10は、センサ46の検出結果に基づいて、電源4、アノード液循環装置34およびカソード液循環装置42等を制御する。

[0047] 水除去装置12は、カソード液Lcから随伴水Wを除去する装置である。上述のように、カソード室20にはアノード室16側から随伴水Wが移動してくる。このため、カソード室20から送り出されるカソード液Lcは、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ だけでなく随伴水Wも含む。水除去装置12は、この随伴水Wをカソード液Lcから除去する。

[0048] 水除去装置12は、容器48と、排水管50と、検知部52と、切替部54とを有する。容器48は、カソード室20から送り出されるカソード液Lcを貯留する。本実施の形態の容器48は、カソード出口配管40bの途中に設けられる。また、容器48は、カソード液気液分離部44を兼ねている。したがって、容器48の鉛直方向上部には、カソード液Lc中の水素を排出する排気口48aが設けられている。

[0049] 容器48に貯留されるカソード液Lcには、被水素化物 $\alpha$ 、有機ヒドライド $\beta$ および随伴水Wが含まれる。被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ は、随伴水Wよりも比重が軽く、且つ随伴水Wに対して非相溶性を有する。このため、カソード液Lcは、容器48内で随伴水Wを含む下層（水層）と、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ を含む上層（油層）とに分けられる。

- [0050] 排水管50は、容器48に接続され、容器48に溜まった随伴水Wを排出する。容器48には、カソード出口配管40bの一端が接続される。このカソード出口配管40bの他端は、カソード液タンク38に接続される。また、容器48には、排水管50の一端が接続される。容器48（カソード液気液分離部44）に対する排水管50の接続位置C1は、容器48に対するカソード出口配管40bの接続位置C2よりも鉛直方向下方に配置される。
- [0051] 検知部52は、容器48に所定量の随伴水Wが溜まったことを検知する。前記「所定量」は、経験的知見または実験等に基づき適宜設定することが可能である。本実施の形態の検知部52は、カソード液Lc中の被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ を含む層と、随伴水Wを含む層との界面IFを検知する界面センサで構成される。検知部52には、フロート式界面センサや静電容量式界面センサ、導電率式界面センサ等の、公知の界面センサを用いることができる。また、当業者であれば、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ の種類と、界面センサの検知方式との組み合わせを適宜選択することができる。
- [0052] 検知部52の界面IFの検知位置は、カソード出口配管40bの接続位置C2よりも鉛直方向下方に設定される。また、界面IFの検知位置は、排水管50の接続位置C1よりも鉛直方向上方に設定される。検知部52は、容器48の内部に配置されてもよい。また、容器48が界面IFの検知を阻害しない場合（例えば容器48が容器外部から容器内部の静電容量を検知し得る材質でできている場合等）、検知部52は、容器48の外部に配置されてもよい。検知部52は、界面IFを検知することで、容器48に所定量の随伴水Wが溜まったことを検知することができる。検知部52は、界面IFを検知すると切替部54に対して制御信号を送信する。
- [0053] 切替部54は、排水管50に設けられる。切替部54は、排水管50からの排水を規制する規制状態と排水管50からの排水を実行する実行状態とを切り替え可能な機構を備える。本実施の形態の切替部54は、弁で構成される。切替部54を構成する弁としては、例えば公知の電磁弁等を用いること

ができる。好ましくは切替部54を構成する弁は、非通電時に閉じ、通電時に開くノーマルクローズタイプの電磁弁である。切替部54が閉じている状態では、排水管50からの随伴水Wの排出が規制される。切替部54が開くと、排水管50からの随伴水Wの排出が許容される（随伴水Wの排水が実行される）。切替部54は、検知部52の検知結果に基づいて開弁する。つまり、随伴水Wの水位（界面1F）が検知部52の検知位置まで上がると、検知部52からの制御信号を受けて切替部54が通電状態となって開弁し、随伴水Wが自動的に容器48から排出される。切替部54の開弁までに容器48内に溜まる随伴水Wの量は、容器48の大きさや界面1Fの検知位置に応じて定まる。

[0054] また、切替部54は、開弁から所定時間が経過すると閉弁して排水を規制する。例えば切替部54の開弁時間は、界面1Fが排水管50の接続位置C1に到達する前に閉弁するように調整される。開弁時間は、切替部54の開弁時に容器48内に溜まっている随伴水Wの量や、排水管50からの排水速度等に基づいて、予め設定することができる。これにより、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ が排水管50から排出されてしまうことを抑制することができる。切替部54の閉弁（規制状態への切り替え）は、検知部52の制御によって実現してもよいし、所定時間の経過後に切替部54への通電を停止させるタイマー等で実現してもよい。

[0055] なお、切替部54の開閉は以下のように制御してもよい。すなわち、検知部52が2つの界面センサを有し、一方の界面センサが他方の界面センサよりも下方に配置される。上側の界面センサにおける界面1Fの検知位置は、接続位置C2よりも下方に設定され、下側の界面センサにおける界面1Fの検知位置は、接続位置C1よりも上方に設定される。随伴水Wが徐々に溜まって界面1Fが上昇すると、上側の界面センサによって界面1Fが検知される。これにより、切替部54が開いて随伴水Wが排出され、界面1Fが下降していく。そして、下側の界面センサによって界面1Fが検知されると、切替部54が閉じる。この制御によっても、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドラ

イド $\beta$ が排水管50から排出されてしまうことを抑制することができる。

[0056] 上述の説明では、カソード液Lcはカソード液タンク38とカソード室20との間を循環している。しかしながら、これに限らず、カソード室20から送り出されるカソード液Lcはカソード液タンク38に戻されなくてもよい。この場合、カソード室20から送り出されるカソード液Lcは、カソード液気液分離部44を通過した後に、有機ハイドライドタンク（図示せず）に貯留され得る。

[0057] また、上述の説明では、カソード室20から送り出されるカソード液Lcが未反応の被水素化物 $\alpha$ を含有している。しかしながら、これに限らず、カソード室20に供給された被水素化物 $\alpha$ が全て有機ハイドライド $\beta$ に変換されて、カソード室20から送り出されるカソード液Lcに被水素化物 $\alpha$ が含まれない場合もあり得る。

[0058] また、図1には1つの電解槽2のみが図示されているが、有機ハイドライド製造装置1は、複数の電解槽2を有してもよい。この場合、各電解槽2は、アノード室16とカソード室20の並びが同じになるように向きが揃えられ、隣り合う電解槽2の間に通電板を挟んで積層される。これにより、各電解槽2は電氣的に直列接続される。通電板は、金属等の導電性材料で構成される。なお、各電解槽2は、並列接続されてもよいし、直列接続と並列接続とが組み合わされてもよい。また、切替部54は、ポンプで構成することもできる。この場合、検知部52からの制御信号を受けて切替部54が駆動し、排水を実行する。また切替部54は、排水の実行から所定時間が経過したとき駆動を停止して排水を規制する。

[0059] 以上説明したように、本実施の形態に係る有機ハイドライド製造装置1は、電解槽2と、水除去装置12とを備える。電解槽2は、アノード液La中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極14と、アノード電極14を収容するアノード室16と、カソード液Lc中の被水素化物 $\alpha$ をプロトンで水素化して有機ハイドライド $\beta$ を生成するカソード電極18と、カソード電極18を収容するカソード室20と、アノード室16およびカソード室2

0を仕切り、アノード室16側からカソード室20側に随伴水Wとともにプロトンを移動させる隔膜22とを有する。水除去装置12は、カソード室20から送り出されるカソード液Lcを貯留する容器48と、容器48に接続され、随伴水Wを排出する排水管50と、容器48に所定量の随伴水Wが溜まったことを検知する検知部52と、排水管50に設けられ、排水管50からの排水を規制する規制状態と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、検知部52の検知結果に基づいて規制状態から実行状態に切り替える切替部54とを有し、カソード室20から送り出される少なくとも有機ハイドライド $\beta$ および随伴水Wを含むカソード液Lcから、随伴水Wを除去する。

[0060] このように、本実施の形態に係る有機ハイドライド製造装置1は、容器48に所定量の随伴水Wが溜まったことを検知して自動的に排水する水除去装置12を備える。そして、容器48に所定量の随伴水Wが溜まったことを検知部52が検知した場合に、容器48から随伴水Wを排出させる。これにより、カソード液気液分離部44等の、カソード室20の下流側に位置してカソード液Lcを少なくとも一時的に貯留する容器（下流側容器）から、随伴水Wの増加が原因で有機ハイドライド $\beta$ や被水素化物 $\alpha$ が溢れ出すことを抑制することができる。

[0061] また、大型化した下流側容器に随伴水Wを溜めることで有機ハイドライド $\beta$ 等の溢出を抑制する場合、有機ハイドライド製造装置1の運転で生じる随伴水Wの全量を溜められるように下流側容器の容積を大きくする必要がある。これに対し、水除去装置12は随伴水Wが所定量に達する毎に排水するため、水除去装置12が備える容器48に求められる大きさを小さくすることができる。また、下流側容器の大型化も回避できる。よって、有機ハイドライド製造装置1の大型化を抑制することができる。

[0062] また、下流側容器に随伴水Wを溜める場合、有機ハイドライド製造装置1の運転が終了する度に随伴水Wの除去処理が必要となる。これに対し、水除去装置12は自動で排水するため、このような処理が不要である。よって、

有機ハイドライド $\beta$ の製造工程の簡略化や高効率化を図ることができる。

[0063] また、本実施の形態の有機ハイドライド製造装置1は、カソード室20に供給されるカソード液Lcを貯留するカソード液タンク38と、カソード液タンク38およびカソード室20に接続され、カソード液タンク38中のカソード液Lcをカソード室20に供給するカソード入口配管40aと、カソード室20およびカソード液タンク38に接続され、カソード室20から送り出されるカソード液Lcをカソード液タンク38に戻すカソード出口配管40bとを備える。

[0064] このように、カソード液タンク38とカソード室20との間でカソード液Lcが繰り返し循環する場合、カソード液循環路40を介して随伴水Wがカソード室20に送り込まれてしまうおそれがある。カソード室20に随伴水Wが送り込まれると、カソード電極18の反応場に達する随伴水Wの量が増え、被水素化物 $\alpha$ の還元反応が阻害され得る。これに対し、本実施の形態の有機ハイドライド製造装置1は水除去装置12を備えるため、随伴水Wによって被水素化物 $\alpha$ の還元反応が阻害されることを抑制できる。よって、有機ハイドライドの製造効率を効果的に向上させることができる。

[0065] カソード液循環路40を介したカソード室20への随伴水Wの進入を抑制する方法としては、カソード液タンク38中の随伴水Wの水位を目視で確認し、カソード液タンク38に対するカソード入口配管40aの接続位置を随伴水Wの水位に応じて手動で調節することが考えられる。しかしながら、この方法は非常に手間がかかる。また、有機ハイドライド製造装置1の運転終了後の排水処理も必要である。これに対し、水除去装置12は自動で排水するため、有機ハイドライド $\beta$ の製造工程の簡略化や高効率化を図ることができる。

[0066] また、有機ハイドライド製造装置1は、カソード入口配管40aの途中に設けられるカソード液循環装置42を備える。そして、水除去装置12の容器48は、カソード出口配管40bの途中に設けられる。カソード液循環装置42が設けられるカソード入口配管40aに比べて、カソード液循環装置

42が設けられないカソード出口配管40bでは、カソード液Lcの流れは穏やかになる傾向がある。したがって、上述の配置構成によれば、カソード液Lcの流れがより穏やかである可能性の高い領域に水除去装置12を設置でき、容器48の底部に随伴水Wをより安定的に溜めやすくすることができる。よって、随伴水Wの除去効率を高めることができる。

[0067] また、本実施の形態の容器48は、カソード液気液分離部44を兼ねる。これにより、容器48を別途設ける場合に比べて、水除去装置12の設置にともなうコストの増加を抑制することができる。また、有機ヒドライド製造装置1の大型化をより抑制することができる。

[0068] また、本実施の形態の検知部52は、カソード液Lc中の少なくとも有機ヒドライド $\beta$ を含む層と随伴水Wを含む層との界面IF（カソード液Lcに被水素化物 $\alpha$ が含まれる場合には、被水素化物 $\alpha$ および有機ヒドライド $\beta$ の層と随伴水Wの層との界面IF）を検知する界面センサで構成される。これにより、容器48に溜まった随伴水Wを簡便に検知することができる。よって、水除去装置12の構成を簡素化することができる。

[0069] 以上、本発明の実施の形態について詳細に説明した。前述した実施の形態は、本発明を実施するにあたっての具体例を示したものにすぎない。実施の形態の内容は、本発明の技術的範囲を限定するものではなく、請求の範囲に規定された発明の思想を逸脱しない範囲において、構成要素の変更、追加、削除等の多くの設計変更が可能である。設計変更が加えられた新たな実施の形態は、組み合わせられる実施の形態および変形それぞれの効果をあわせもつ。前述の実施の形態では、このような設計変更が可能なる内容に関して、「本実施の形態の」、「本実施の形態では」等の表記を付して強調しているが、そのような表記のない内容でも設計変更が許容される。以上の構成要素の任意の組み合わせも、本発明の態様として有効である。

[0070] (変形例)

本変形例は、水除去装置12の配置を除き、実施の形態と共通の構成を有する。以下、本変形例について実施の形態と異なる構成を中心に説明し、共

通する構成については説明を省略する。図 2 は、変形例に係る有機ハイドライド製造装置 1 の一部分の模式図である。本変形例における電解槽 2、電源 4、第 1 流通機構 6、制御部 10 および電力供給部 24 は、実施の形態と同様の構成を備える。

[0071] 第 2 流通機構 8 は、カソード液タンク 38 と、カソード液循環路 40 と、カソード液循環装置 42 と、カソード液気液分離部 44 とを有する。実施の形態では、カソード液気液分離部 44 に水除去装置 12 が設けられているが、本変形例では、カソード液タンク 38 に水除去装置 12 が設けられている。この点を除いて、第 2 流通機構 8 の各構成は、実施の形態と同様である。

[0072] 水除去装置 12 は、容器 48 と、排水管 50 と、検知部 52 と、切替部 54 とを有する。本変形例の容器 48 は、カソード液タンク 38 を兼ねている。容器 48 に貯留されるカソード液 Lc には、被水素化物  $\alpha$ 、有機ハイドライド  $\beta$  および随伴水 W が含まれる。カソード液 Lc は、容器 48 内で随伴水 W を含む下層と、被水素化物  $\alpha$  および有機ハイドライド  $\beta$  を含む上層とに分けられる。

[0073] 排水管 50 の一端は、容器 48 に接続される。また、容器 48 には、カソード入口配管 40a の一端が接続される。このカソード入口配管 40a の他端は、カソード室 20 に接続される。容器 48 (カソード液タンク 38) に対する排水管 50 の接続位置 C1 は、容器 48 に対するカソード入口配管 40a の接続位置 C3 よりも鉛直方向下方に配置される。また、当然に接続位置 C1 は、容器 48 に対するカソード出口配管 40b の接続位置よりも鉛直方向下方に配置される。

[0074] 検知部 52 は、容器 48 に所定量の随伴水 W が溜まったことを検知する。一例としての検知部 52 は、界面センサで構成される。検知部 52 の界面 I F の検知位置は、カソード入口配管 40a の接続位置 C3 よりも鉛直方向下方に設定される。また、界面 I F の検知位置は、排水管 50 の接続位置 C1 よりも鉛直方向上方に設定される。

[0075] 切替部 54 は、排水管 50 に設けられ、排水管 50 からの排水を規制する

規制状態と排水管50からの排水を実行する実行状態とを切り替え可能である。本変形例の切替部54は、実施の形態と同様に弁で構成され、検知部52の検知結果に基づいて開弁する。つまり、随伴水Wの水位が検知部52の検知位置まで上がると、検知部52からの制御信号を受けて切替部54が通電状態となって開弁し、随伴水Wが自動的に容器48から排出される。また一例としての切替部54は、開弁から所定時間が経過すると閉弁する。なお、実施の形態と同様に、2つの界面センサを用いた切替部54の開閉制御も採用できる。また、切替部54は、ポンプで構成することもできる。

[0076] 本変形例に係る有機ハイドライド製造装置1によっても、実施の形態に係る有機ハイドライド製造装置1と同様の効果を得ることができる。なお、カソード液タンク38を構成する容器48に排気口48aを設けて、水除去装置12の容器48がカソード液タンク38およびカソード液気液分離部44を兼ねてもよい。第1流通機構6についても、アノード液気液分離部36とアノード液タンク30とが一体であってもよい。

[0077] 実施の形態は、以下に記載する項目によって特定されてもよい。

[項目1]

アノード液(La)中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極(14)、アノード電極(14)を収容するアノード室(16)、カソード液(Lc)中の被水素化物( $\alpha$ )をプロトンで水素化して有機ハイドライド( $\beta$ )を生成するカソード電極(18)、カソード電極(18)を収容するカソード室(20)、ならびにアノード室(16)およびカソード室(20)を仕切りアノード室(16)側からカソード室(20)側に随伴水(W)とともにプロトンを移動させる隔膜(22)を有する電解槽(2)のカソード室(20)から送り出される、少なくとも有機ハイドライド( $\beta$ )および随伴水(W)を含むカソード液(Lc)を貯留する容器(48)と、

容器(48)に接続され、随伴水(W)を排出する排水管(50)と、

容器(48)に所定量の随伴水(W)が溜まったことを検知する検知部(52)と、

排水管（５０）に設けられ、排水管（５０）からの排水を規制する規制状態と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、検知部（５２）の検知結果に基づいて規制状態から実行状態に切り替える切替部（５４）と、を備える、

水除去装置（１２）。

#### [項目２]

アノード液（ $L_a$ ）中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極（１４）、アノード電極（１４）を収容するアノード室（１６）、カソード液（ $L_c$ ）中の被水素化物（ $\alpha$ ）をプロトンで水素化して有機ヒドライド（ $\beta$ ）を生成するカソード電極（１８）、カソード電極（１８）を収容するカソード室（２０）、ならびにアノード室（１６）およびカソード室（２０）を仕切りアノード室（１６）側からカソード室（２０）側に随伴水（ $W$ ）とともにプロトンを移動させる隔膜（２２）を有する電解槽（２）のカソード室（２０）から送り出される、少なくとも有機ヒドライド（ $\beta$ ）および随伴水（ $W$ ）を含むカソード液（ $L_c$ ）を容器（４８）に貯留し、

容器（４８）に所定量の随伴水（ $W$ ）が溜まったことが検知された場合に、容器（４８）から随伴水（ $W$ ）を排出させることを含む、

水除去方法。

### 産業上の利用可能性

[0078] 本発明は、有機ヒドライド製造装置、水除去装置および水除去方法に利用することができる。

### 符号の説明

[0079] １ 有機ヒドライド製造装置、 ２ 電解槽、 １２ 水除去装置、  
１４ アノード電極、 １６ アノード室、 １８ カソード電極、 ２０  
カソード室、 ２２ 隔膜、 ３０ アノード液タンク、 ３２ アノード液循環路、 ３４ アノード液循環装置、 ３６ アノード液気液分離部、 ３８ カソード液タンク、 ４０ カソード液循環路、 ４０ a カソード入口配管、 ４０ b カソード出口配管、 ４２ カソード液循環装置

、 44 カソード液気液分離部、 48 容器、 50 排水管、 52  
検知部、 54 切替部。

## 請求の範囲

[請求項1]       アノード液中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極、前記アノード電極を収容するアノード室、カソード液中の被水素化物を前記プロトンで水素化して有機ヒドライドを生成するカソード電極、前記カソード電極を収容するカソード室、ならびに前記アノード室および前記カソード室を仕切り前記アノード室側から前記カソード室側に随伴水とともに前記プロトンを移動させる隔膜を有する電解槽と、

、

      前記カソード室から送り出される、少なくとも前記有機ヒドライドおよび前記随伴水を含む前記カソード液から前記随伴水を除去する水除去装置と、を備え、

      前記水除去装置は、

      前記カソード室から送り出される前記カソード液を貯留する容器と、

、

      前記容器に接続され、前記随伴水を排出する排水管と、

      前記容器に所定量の前記随伴水が溜まったことを検知する検知部と、

、

      前記排水管に設けられ、前記排水管からの排水を規制する規制状態と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、前記検知部の検知結果に基づいて前記規制状態から前記実行状態に切り替える切替部と、を有する、

有機ヒドライド製造装置。

[請求項2]       前記カソード室に供給される前記カソード液を貯留するカソード液タンクと、

      前記カソード液タンクおよび前記カソード室に接続され、前記カソード液タンク中の前記カソード液を前記カソード室に供給する入口配管と、

      前記カソード室および前記カソード液タンクに接続され、前記カソ

ード室から送り出される前記カソード液を前記カソード液タンクに戻す出口配管と、を備える、

請求項1に記載の有機ハイドライド製造装置。

[請求項3] 前記入口配管の途中に設けられるカソード液循環装置を備え、  
前記容器は、前記出口配管の途中に設けられる、  
請求項2に記載の有機ハイドライド製造装置。

[請求項4] 前記容器は、前記カソード液の気液分離部を兼ねる、  
請求項3に記載の有機ハイドライド製造装置。

[請求項5] 前記容器は、前記カソード液タンクを兼ねる、  
請求項2に記載の有機ハイドライド製造装置。

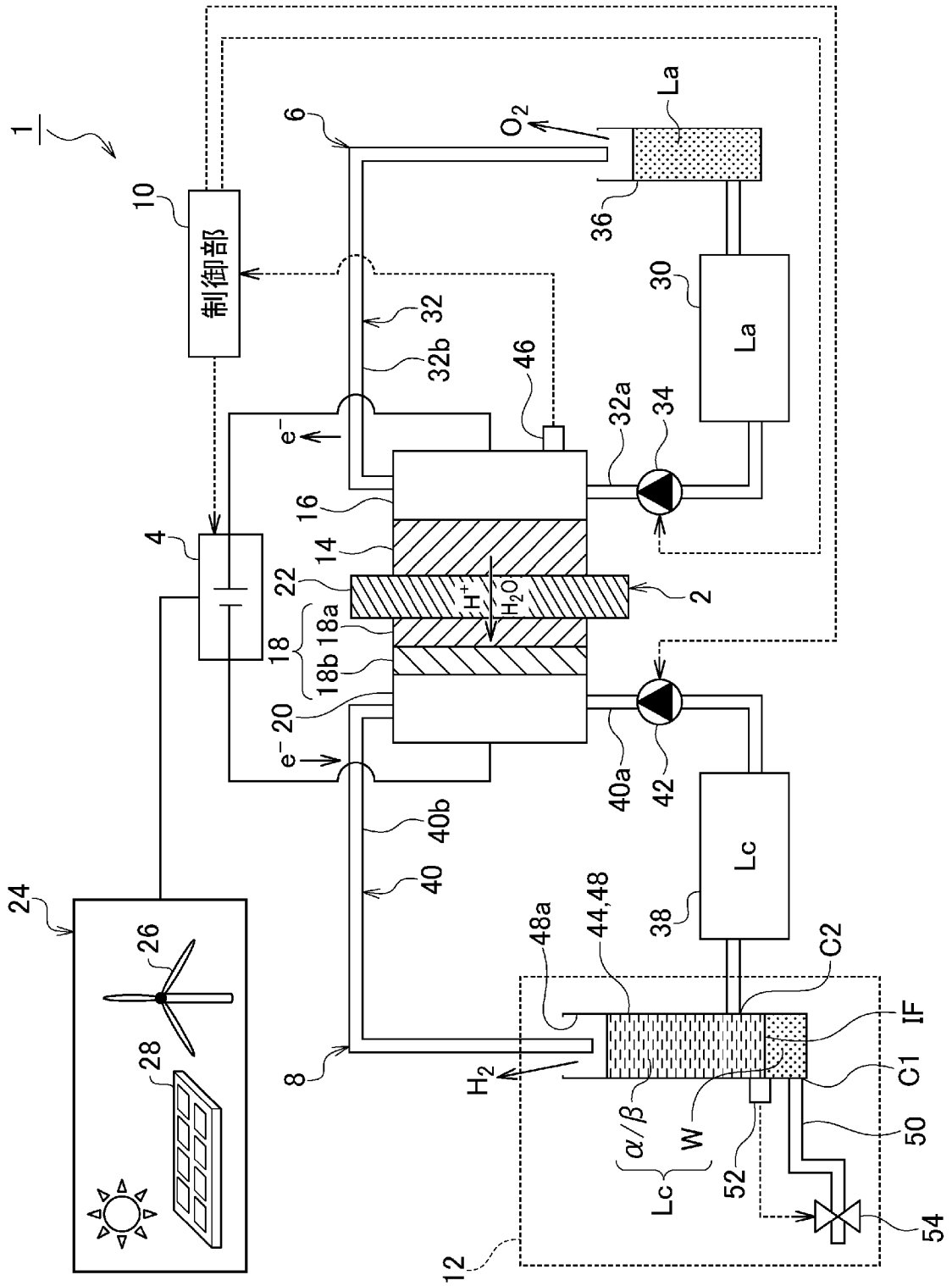
[請求項6] 前記検知部は、前記カソード液中の少なくとも前記有機ハイドライドを含む層と前記随伴水を含む層との界面を検知する界面センサで構成される、  
請求項1乃至5のいずれか1項に記載の有機ハイドライド製造装置。

[請求項7] アノード液中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極、前記アノード電極を収容するアノード室、カソード液中の被水素化物を前記プロトンで水素化して有機ハイドライドを生成するカソード電極、前記カソード電極を収容するカソード室、ならびに前記アノード室および前記カソード室を仕切り前記アノード室側から前記カソード室側に随伴水とともに前記プロトンを移動させる隔膜を有する電解槽の前記カソード室から送り出される、少なくとも前記有機ハイドライドおよび前記随伴水を含む前記カソード液を貯留する容器と、  
前記容器に接続され、前記随伴水を排出する排水管と、  
前記容器に所定量の前記随伴水が溜まったことを検知する検知部と、  
前記排水管に設けられ、前記排水管からの排水を規制する規制状態と排水を実行する実行状態とを切り替え可能であり、前記検知部の検知結果に基づいて前記規制状態から前記実行状態に切り替える切替部

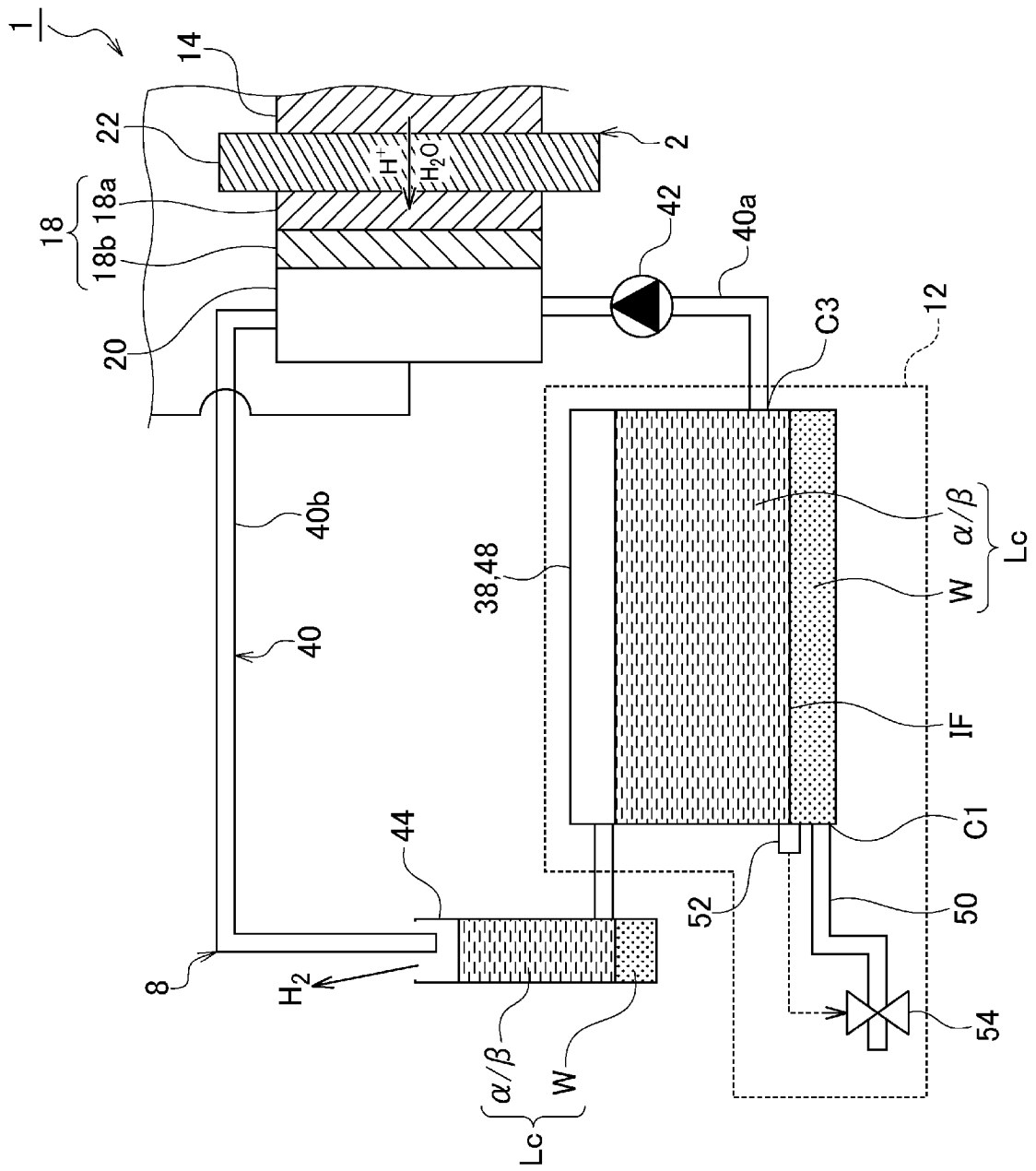
と、を備える、  
水除去装置。

- [請求項8]       アノード液中の水を酸化してプロトンを生成するアノード電極、前記アノード電極を収容するアノード室、カソード液中の被水素化物を前記プロトンで水素化して有機ヒドライドを生成するカソード電極、前記カソード電極を収容するカソード室、ならびに前記アノード室および前記カソード室を仕切り前記アノード室側から前記カソード室側に随伴水とともに前記プロトンを移動させる隔膜を有する電解槽の前記カソード室から送り出される、少なくとも前記有機ヒドライドおよび前記随伴水を含む前記カソード液を容器に貯留し、
- 前記容器に所定量の前記随伴水が溜まったことが検知された場合に、前記容器から前記随伴水を排出させることを含む、  
水除去方法。

[図1]



[図2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/042828

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C25B 9/00</i> (2021.01)i; <i>C25B 3/25</i> (2021.01)i; <i>C25B 15/08</i> (2006.01)i FI: C25B9/00 G; C25B3/25; C25B15/08 302		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C25B9/00; C25B3/25; C25B15/08		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2018-197364 A (YOKOHAMA NATIONAL UNIV.) 13 December 2018 (2018-12-13) claims, paragraph [0037]	1-8
Y	JP 2009-191333 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 27 August 2009 (2009-08-27) paragraph [0019]	1-8
Y	JP 2000-297392 A (JAPAN ORGANO CO., LTD.) 24 October 2000 (2000-10-24) paragraph [0029]	1-8
Y	JP 2020-163290 A (KOBELCO ECO-SOLUTIONS CO., LTD.) 08 October 2020 (2020-10-08) paragraph [0033]	1-8
Y	JP 11-314010 A (JGC CORP.) 16 November 1999 (1999-11-16) paragraph [0004]	1-8
Y	JP 2016-204701 A (JX NIPPON OIL & ENERGY CORP.) 08 December 2016 (2016-12-08) paragraphs [0015], [0040], [0068]	1-8
A	JP 2012-72477 A (HITACHI, LTD.) 12 April 2012 (2012-04-12)	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>24 December 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>11 January 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2021/042828</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-197364	A	13 December 2018	US 2020/0080212 A1 claims, paragraph [0042] EP 3633071 A1 KR 10-2019-0103434 A CN 110546307 A	
JP	2009-191333	A	27 August 2009	(Family: none)	
JP	2000-297392	A	24 October 2000	(Family: none)	
JP	2020-163290	A	08 October 2020	(Family: none)	
JP	11-314010	A	16 November 1999	(Family: none)	
JP	2016-204701	A	08 December 2016	(Family: none)	
JP	2012-72477	A	12 April 2012	US 2014/0144774 A1 CN 103069051 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））                  C25B 9/00(2021.01)i; C25B 3/25(2021.01)i; C25B 15/08(2006.01)i                  FI: C25B9/00 G; C25B3/25; C25B15/08 302</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））                  C25B9/00; C25B3/25; C25B15/08</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	JP 2018-197364 A (国立大学法人横浜国立大学) 13.12.2018 (2018 - 12 - 13) [特許請求の範囲][0037]	1-8								
Y	JP 2009-191333 A (本田技研工業株式会社) 27.08.2009 (2009 - 08 - 27) [0019]	1-8								
Y	JP 2000-297392 A (オルガノ株式会社) 24.10.2000 (2000 - 10 - 24) [0029]	1-8								
Y	JP 2020-163290 A (株式会社神鋼環境ソリューション) 08.10.2020 (2020 - 10 - 08) [0033]	1-8								
Y	JP 11-314010 A (日揮株式会社) 16.11.1999 (1999 - 11 - 16) [0004]	1-8								
Y	JP 2016-204701 A (J X エネルギー株式会社) 08.12.2016 (2016 - 12 - 08) [0015][0040][0068]	1-8								
A	JP 2012-72477 A (株式会社日立製作所) 12.04.2012 (2012 - 04 - 12)	1-8								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
<p>* 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                  “&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>										
国際調査を完了した日	24.12.2021	国際調査報告の発送日 11.01.2022								
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）  大塚 美咲 4E 1147  電話番号 03-3581-1101 内線 3425									

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
 PCT/JP2021/042828

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-197364	A	13.12.2018	US 2020/0080212 A1 claims, [0042] EP 3633071 A1 KR 10-2019-0103434 A CN 110546307 A	
JP	2009-191333	A	27.08.2009	(ファミリーなし)	
JP	2000-297392	A	24.10.2000	(ファミリーなし)	
JP	2020-163290	A	08.10.2020	(ファミリーなし)	
JP	11-314010	A	16.11.1999	(ファミリーなし)	
JP	2016-204701	A	08.12.2016	(ファミリーなし)	
JP	2012-72477	A	12.04.2012	US 2014/0144774 A1 CN 103069051 A	