

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6994780号
(P6994780)

(45)発行日 令和4年1月14日(2022.1.14)

(24)登録日 令和3年12月16日(2021.12.16)

(51)国際特許分類 F I
C 0 2 F 1/461(2006.01) C 0 2 F 1/461 A

請求項の数 4 (全21頁)

(21)出願番号	特願2020-90527(P2020-90527)	(73)特許権者	593011450 株式会社コスモエンタープライズ 東京都杉並区高円寺南二丁目14番2号
(22)出願日	令和2年5月25日(2020.5.25)	(74)代理人	110002321 特許業務法人永井国際特許事務所
(62)分割の表示	特願2017-196157(P2017-196157))の分割	(72)発明者	深沢 三夫 東京都杉並区高円寺南2-14-2 株 式会社コスモエンタープライズ内
原出願日	平成29年10月6日(2017.10.6)	審査官	小久保 勝伊
(65)公開番号	特開2020-121314(P2020-121314 A)		
(43)公開日	令和2年8月13日(2020.8.13)		
審査請求日	令和2年7月17日(2020.7.17)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水素水生成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

網状の電極板と、

上記電極板を、連続する4枚を一組とし、且つ所定間隔をおいて8枚を互いに向い合せて配置し、これら電極板の並びの一方側に水の注入口を、また他方側に水の排出口をそれぞれ設けた電解槽と、

上記各電極板に電圧を印加し、隣り合う電極板間及び他の電極板を介在させた電極板間に電流を流して電気分解を行わせる電源回路部と、を有し、

上記電源回路部に、上記4枚を一組とする各組に電気を供給する出力回路を、各組毎に個別に設け、

上記電源回路部は、各一組の上記電極板の内、他の電極板を介在させた特定の電極板間に交流電圧を印加し、且つ当該特定の電極板以外の電極板には直流電圧を印加し、電気分解を行わせることとし、

上記電解槽を筐体内に収め、上記電解槽の上部に、下部側に上記8枚の電極板を取り付けた蓋部材を配置し、当該蓋部材を上記電解槽の縁部に固定し、かつ上記電極板を電解槽の中央部寄りにまとめて配置し、上記電極板と上記電解槽の周囲の壁面との間には、水の流通が可能な隙間を形成し、上記蓋部材により上記電解槽の内部を密閉し、

上記筐体における水の吸入口と上記電解槽の上記注入口との間の流路にポンプを配置し、上記ポンプの駆動により水を上記注入口へ向けて流通させ、

上記注入口から給水される水により上記電解槽内部の水が押し出され、これを上記排出口

から排出し、当該排出される水の流量を9～12リットル/分とし、併せて、上記注入口を上記電解槽の下部近傍に設けて水を注入する一方、上記排出口を上記電解槽の上部近傍に設けて、上記注入された水を上記注入口から上記排出口方向へ移動させるとともに、下方から上方へと移動させ、この移動する水を上記電極板により電気分解し、水中に水素を含有する水溶液を生成し、これを上記排出口から排出することを特徴とする水素水生成装置。

【請求項2】

網状の電極板と、

上記電極板を、連続する4枚を一組とし、且つ所定間隔において8枚を互いに向い合せて配置し、これら電極板の並びの一方側に水の注入口を、また他方側に水の排出口をそれぞれ設けた電解槽と、

10

上記各電極板に電圧を印加し、隣り合う電極板間及び他の電極板を介在させた電極板間に電流を流して電気分解を行わせる電源回路部と、を有し、

上記電源回路部に、上記4枚を一組とする各組に電気を供給する出力回路を、各組毎に個別に設け、

隣り合う上記電極板間の間隔を5～8mmとし、

上記電源回路部は、各一組の上記電極板の内、他の電極板を介在させた特定の電極板間に交流電圧を印加し、且つ当該特定の電極板以外の電極板には直流電圧を印加する形態とし、上記組毎に設けた出力回路について、直流電源としての電気信号を印加する回路を接続して一体化し、前記組同士の間隔の隣り合う電極の内、一方側には交流電圧を印加する電極が配置される形態の場合には、他方側には直流電圧を印加する電極を配置する形態として、電気分解を行わせ、

20

上記注入口を上記電解槽の下部近傍に設けて水を注入する一方、上記排出口を上記電解槽の上部近傍に設けて、上記注入された水を上記注入口から上記排出口方向へ移動させるとともに、下方から上方へと移動させ、この移動する水を上記電極板により電気分解し、水中に水素を含有する水溶液を生成し、これを上記排出口から排出することを特徴とする水素水生成装置。

【請求項3】

上記電解槽を筐体内に収め、上記電解槽の上部に、下部側に上記8枚の電極板を取り付けた蓋部材を配置し、当該蓋部材を上記電解槽の縁部に固定し、かつ上記電極板を電解槽の中央部寄りにまとめて配置し、上記電極板と上記電解槽の周囲の壁面との間には、水の流通が可能な隙間を形成し、上記蓋部材により上記電解槽の内部を密閉し、

30

上記筐体における水の吸入口と上記電解槽の上記注入口との間の流路にポンプを配置し、上記ポンプの駆動により水を上記注入口へ向けて流通させ、

上記給水される水により上記電解槽内部の水が押し出され、これを上記排出口から排出し、当該排出される水の流量を9～12リットル/分とすることを特徴とする請求項2に記載の水素水生成装置。

【請求項4】

上記排出口と連通する切替弁を設け、上記排出口から排出された水溶液の濾過器を通過する流路と、この濾過器を通過しない流路とを切り替え可能としたことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の水素水生成装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水の電気分解により水素水を生成する水素水生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電解槽の水中に電極を配置し、電気分解により水素を含有する水素水を生成する装置が知られている。例えば特許文献1に記載の電解水生成装置は、水を電気分解する電解部と、この電解部に電力を供給する電源部とを備え、電解部は互いに並列に接続された電解槽を

50

含むことから、野菜栽培等のように大量の電解還元水が必要な場合であっても、汎用の電解槽を複数備えた電解水生成装置を利用して安価に大量の電解還元水を生成できるというものである。

【 0 0 0 3 】

また、文献 2 に記載の水素水製造装置は、水を電気分解して水素と酸素とを発生させる水電気分解装置と、電気分解により生成された電気分解水中に水素及び酸素のナノバブルを発生させるナノバブル発生装置と、を備え、このナノバブル発生装置は、電気分解水を貯留するとともに密閉された耐圧容器で形成された液体貯留槽と、電気分解により発生した気体を液体貯留槽内の電気分解水中に高圧で放出する気体放出手段等、を備えるというものである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【文献】特開 2 0 1 6 - 1 3 1 9 6 3 号公報

特開 2 0 1 5 - 1 5 0 5 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

さて、上記特許文献 1 の電解水生成装置は、電解部に複数（ここでは 3 つ）の電解槽を設けて、大量の電解還元水を生成することとしているが、より多くの電解水を得るためにはさらに電解槽の数を増やす必要があり、このため装置が大型化し、また場所の確保などで拡張性、汎用性等に欠けるという問題がある。

20

また、特許文献 2 の水素水製造装置は、水電気分解装置とナノバブル発生装置とを備え、また耐圧容器等を用いること等から装置が複雑化し、また経済性にも欠けるという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、効率的に大量の水素水を生成し、また機能性、経済性にも優れた水素水生成装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

以上の技術的課題を解決するため、本発明に係る水素水生成装置は図 1 等に示すように、網状の電極板 6 と、上記電極板 6 を、所定間隔をおいて 3 枚以上互いに向い合せて配置し、これら電極板 6 の並びの一方側に水の注入口 3 0 を、また他方側に水の排出口 3 2 をそれぞれ設けた電解槽 4 と、上記各電極板 6 に電圧を印加し、隣り合う電極板 6 間及び他の電極板 6 を介在させた電極板 6 間に電流を流して電気分解を行わせる電源回路部 1 1 と、を有し、上記電解槽 4 の上記注入口 3 0 から水を注入し、この水を上記注入口 3 0 側から上記排出口 3 2 側に移動させ、この移動する水を上記電極板 6 により電気分解し、水中に水素を含有する水溶液を生成し、これを上記排出口 3 2 から排出する構成である。

30

【 0 0 0 8 】

本発明に係る水素水生成装置は、上記電極板 6 の数を、4 枚以上 1 6 枚以下の範囲とした構成である。

40

【 0 0 0 9 】

本発明に係る水素水生成装置の上記電源回路部 1 1 は、上記電極板 6 の内の特定の電極板 6 間に交流電圧を印加し、且つ当該特定の電極板 6 以外の電極板 6 には直流電圧を印加し、電気分解を行わせる構成である。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る水素水生成装置の上記電源回路部 1 1 は、上記電極板 6 の内、他の電極板 6 を介在させた特定の電極板 6 間に交流電圧を印加し、且つ当該特定の電極板 6 以外の電極板 6 には直流電圧を印加し、この直流電圧の極性を定期的に切り替え、電気分解を行わせる構成である。

50

【 0 0 1 1 】

本発明に係る水素水生成装置の上記電源回路部 1 1 は、上記電極板 6 を、連続する 4 枚を一組とし、各一組の上記電極板 6 の内、他の電極板 6 を介在させた特定の電極板 6 間に交流電圧を印加し、且つ当該特定の電極板 6 以外の電極板 6（上記他の電極板 6 を含む）には直流電圧を印加し、電気分解を行わせる構成である。

ここで、例えば、低い直流電圧（グラウンド）を電極板 6 に印加した場合、この（全ての）電極板 6 に向けて、交流電圧の高い時点の電位（ $V+$ ）が印加された特定の電極板 6 から電流（直流）を流すようにする。

また、例えば直流電圧の極性を切り替え、高い直流電圧（ $V+$ ）を電極板 6 に印加した場合、この（全ての）電極板から、交流電圧の低い電位（グラウンド）が印加された時点の特定の電極板に向けて電流（直流）を流すようにする。

10

【 0 0 1 2 】

本発明に係る水素水生成装置は、上記注入口 3 0 を上記電解槽 4 の下部近傍に設けて水を注入する一方、上記排出口 3 2 を上記電解槽 4 の上部近傍に設けて、上記注入された水を注入口 3 0 から排出口 3 2 方向へ移動させるとともに、下方から上方へと移動させ、この移動する水を上記各電極板 6 により電気分解し、上記排出口 3 2 から排出する構成である。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る水素水生成装置は、上記排出口 3 2 と連通する切替弁を設け、上記排出口 3 2 から排出された水溶液の濾過器 1 2 を通過する流路と、この濾過器 1 2 を通過しない流路とを切り換え可能とした構成である。

20

【 0 0 1 4 】

本発明に係る水素水生成装置は、上記電解槽 4 の排出口 3 2 から排出された水溶液を溜める貯留タンク 1 6 と、この貯留タンク 1 6 内の水溶液を吸引し、これを上記電解槽 4 へ流通させるポンプ 1 4 と、を有し、上記ポンプ 1 4 により、上記電解槽 4 で電気分解された水溶液を上記貯留タンク 1 6 へ供給する一方、上記貯留タンク 1 6 内の水溶液を吸引して上記電解槽 4 に送り、これを再度電気分解する循環流路 6 2 を駆動させ、水溶液中の水素濃度を高める構成である。

ここで、水素水生成装置の運転状況を管理する制御部 1 0 を設け、この制御部 1 0 に上記循環流路 6 2 の循環時間として、ポンプ 1 4 を稼働させて循環流路を流通させる時間を登録することで、この循環時間により水素濃度の調節を行うことができる。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明に係る水素水生成装置によれば、網状の電極板を 3 枚以上互いに向い合せに配置し、一方側に注入口を他方側に排出口をそれぞれ設けた電解槽、及び隣り合う電極板間等に電流を流して電気分解を行わせる電源回路部を有し、電解槽を移動する水を電極板により電気分解し、水素を含有する水溶液を生成する構成を採用したから、効率的に水素を含有する水溶液（水素水）を大量に得ることができ、また装置の小型化が図れ、経済的にも優れるという効果を奏する。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る水素水生成装置によれば、電源回路部は、特定の電極板間に交流電圧を、これ以外の電極板には直流電圧を印加し、電気分解を行わせる構成を採用したから、電極板間で効率的に電気分解が行なえて、電解槽等の装置の小型化が図れ、機能的にも優れた水素水生成装置が得られるという効果がある。

40

【 0 0 1 7 】

本発明に係る水素水生成装置によれば、電源回路部は、他の電極板を介在させた特定の電極板間に交流電圧を、これ以外の電極板には直流電圧を印加し、この直流電圧の極性を定期的に切り替え、電気分解を行わせる構成としたから、全ての電極板間で効率的に電気分解が行えることから、電解槽等の装置の小型化が図れ、また電極板の付着物（無機物質等）も除去され、機能的にも優れた水素水生成装置が得られるという効果がある。

【 0 0 1 8 】

50

本発明に係る水素水生成装置によれば、4枚一組の電極板の内、他の電極板を介在させた特定の電極板6間に交流電圧を、これ以外の電極板には直流電圧を印加し、電気分解を行わせる構成としたから、隣り合う全ての電極板間で電流（直流）を流すことができ、効率よく電気分解が行える。また4枚一組の組み合わせでは、電極板間で交流電圧の印加と直流電圧の印加とが交互となり、他の組の電極板6との組同士間でも電流を流して電気分解を行うことが出来て効率がよい。

【0019】

本発明に係る水素水生成装置によれば、注入口を電解槽の下部近傍に設ける一方、排出口を電解槽の上部近傍に設け、注入され下方から上方へ移動する水を各電極板により電気分解する構成を採用したから、電解槽内の水の移動が淀みなく満遍に行えて良好に電気分解が行なえ、また水の滞留も防止できるという効果がある。

10

【0020】

本発明に係る水素水生成装置によれば、排出口と連通する切替弁を設け、濾過器を通過する流路と通過しない流路とを切り替え可能としたから、必要に応じ選択的に濾過器による塩素系物質等の除去が行えるという効果がある。

【0021】

本発明に係る水素水生成装置によれば、ポンプにより、電解槽で電気分解された水溶液を貯留タンクへ供給する一方、貯留タンク内の水溶液を吸引して電解槽に送り、これを再度電気分解する循環流路を駆動させる構成を採用したから、容易に高濃度の水溶液（水素水）を得ることができ、また水溶液中の水素濃度の管理が容易であるという効果がある。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施の形態に係り、水素水生成装置の内部構造を正面からみた説明図である。

【図2】実施の形態に係り、水素水生成装置の内部構造を上からみた説明図である。

【図3】実施の形態に係り、水素水生成装置の筐体を正面からみた外観図である。

【図4】水素水生成装置の電源回路部の一部回路図及び電極板との接続形態を示す図である。

【図5】電源回路部の各部における電圧の波形を示す図である。

【図6】電源回路部と電極板（8枚中の4枚（一組））との接続及び電流（直流、交流）の流れを示す第一の図である。

30

【図7】電源回路部と電極板（8枚中の4枚（一組））との接続及び電流（直流、交流）の流れを示す第二の図である。

【図8】実施の形態に係り、水素水生成装置に貯留タンクを加えた循環流路の構成を示す図である。

【図9】水素水生成装置を用いて行なった試験1の結果を示す図（グラフ）である。

【図10】水素水生成装置を用いて行なった試験2の結果を示す図（グラフ）である。

【図11】水素水生成装置を用いて行なった試験3の結果を示す図（グラフ）である。

【図12】水素水生成装置により生成された水溶液中の粒子（気泡）径及び粒子濃度を示す図（グラフ）である。

【発明を実施するための形態】

40

【0023】

以下、本発明に係る水素水生成装置の実施の形態を説明する。

図1, 2は、実施の形態に係る水素水生成装置2を示すものである。

この水素水生成装置2は、電解槽4、この電解槽4内に配置され水を電気分解する電極板6、制御盤8、濾過器12、ポンプ14、及び貯留タンク16等を有する。

また、図3に示すように制御盤8には、操作パネル9が設けられ、装置の制御及び運転管理等を行う制御部10、及び上記電極板6に電気を供給する電源回路部11等が内蔵されている。

【0024】

この水素水生成装置2は、上記貯留タンク16を除いた他の電解槽4、電極板6、濾過器

50

12、ポンプ14等の器具は筐体18内に収納され、また制御盤8は筐体18の正面部に取り付けられている。上記電気分解には、水道水、井戸水、及び自然水等の水が用いられる。

ここでは、単に水といった場合には、電気分解前の水、及び電気分解後の水の何れかをさし、また電気分解後の、水素等を含みまた溶存させた水溶液を、水素水又は電解水という。

【0025】

上記筐体18は箱型であり、筐体18の正面部には制御盤8が取り付けられ、筐体18の正面部の右上部には、水の吸入口20、及び水の吐出口22が設けられている。

また、筐体18には、電解槽4内の不要な水を排水する排水コック26、及びポンプ14内の不要な水を抜く水抜コック28が設けられている。通常、装置の運転を行わないときは、上記両コックは開けておき、運転時には閉めておく。

【0026】

上記電解槽4は、ステンレス鋼製或いは合成樹脂製等からなる直方体状の容器である。この電解槽4は、平面が矩形状（又は長方形状）であり、電解槽4の向い合う壁面部の一方側（正面側）には注入口30が設けられ、また他方側（背面側）には排出口32が設けられている。この電解槽4の注入口30は、パイプ等の流路及びポンプ14を介して筐体18の吸入口20と連結されている。

【0027】

上記注入口30は電解槽4の底面部34近傍に設けられ、また上記排出口32は電解槽4の上部36近傍に設けられており、このため排出口32は注入口30からは斜め上方に位置する。また、電解槽4の上側には、蓋部材38が取り付けられ、この蓋部材38の下部側には8枚の電極板6が取り付けられている。蓋部材38により、電解槽4の上部が密閉、閉塞されている。

【0028】

上記電極板6は、金属材料を網目状（縦横形状或いは斜め交差形状）に形成した網体からなり、全体が矩形状又は長方形状（例えば縦260mm・横54.5mm）の板材である。この電極板6の金属材料としては、ステンレス、チタン、アルミニウム、或いは銅等を用いることができる。特に、ステンレス、チタン等は耐食性、耐久性に優れて良好である。ここでは、電極板6はステンレス鋼を使用し、目が菱形（パンチングメタル）の網状のラス材を用いている。また、電極板6には、網体に白金、或いは金メッキを施したものを使用している。

【0029】

電極板6を網体としたのは、水の流通を良くし、また表面積を大きくして電気分解の反応効果を高めるためである。電極板6をステンレス（例えばSUS316等）としたのは、耐食性、耐孔食性に優れるからである。

また、電極板6の網体に白金メッキ或いは金メッキを施すことで、何れも導電率が高いため電気分解の反応が良く、また他の物質と化合し難く良好である。

【0030】

上記電極板6は、所定の間隔をおいて8枚を互いに向い合せ、かつ面同士を平行に配置している。ここでは、隣り合う電極板6同士の間隔（電極ピッチ）を一定の7mmとしている。この間隔は、印加電圧にもよるが3～10mm、好ましくは5～8mmの範囲が電気分解の効率がよい。

各電極板6は、その上部が上記蓋部材38の下面部から上向きに取り付けられ、この蓋部材38の上面部には各電極板6の端子7が設けられている。

【0031】

なお、電極板6の数は、交流及び直流の電圧印加形態、及び隣り合う電極板6同士で効果的に電気分解を行わせるため3枚以上が良い。また、より多量の電気分解を効率的に行わせるためには、電極板6の数は4枚以上、或いは8枚以上とするのが好ましい。なお、電源回路部11の電気供給量或いは電極板6の管理等の点から、電極板6の数は多くても16枚程度が実用的である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

このように、電極板 6 の数は自由に増加することができ、このため、所望する大量の水素水量及び水素濃度を得るための設計を行う場合には、電極板 6 の枚数或いは面積等を変えることにより容易に対応できる。

また一つの電解槽 4 内に、全て（ここでは 8 枚）の電極板 6 を収容する形態であるため、電解槽 4 等、装置の小型化が図れ、また機能的にも優れる。

【 0 0 3 3 】

電解槽 4 の上部に、下部側に 8 枚の電極板 6 を取り付け付けた蓋部材 3 8 を配置する。この状態で、電解槽 4 の上面部が蓋部材 3 8 で被われ、ネジ等で蓋部材 3 8 を電解槽 4 の縁部に固定すると、蓋部材 3 8 により電解槽 4 は密閉される。

また、各電極板 6 を電解槽 4 の内部に収納すると、8 枚の電極板 6 は互いに向い合せの状態に配置され、これら電極板 6 の並びの一方側の近傍に注入口 3 0 が設けられ、また他方側に排出口 3 2 が設けられた状態となる。この注入口 3 0 は、電解槽 4 の底面部 3 4 の上部近傍に形成されており、一方、各電極板 6 の下部と電解槽 4 の底面部 3 4 との間には少し隙間が設けられ、この隙間を注入口 3 0 から注入された水が移動可能である。

【 0 0 3 4 】

このため、注入された水が電極板 6 の周辺を移動し、この移動とともに電気分解が行なえる。また、電解槽 4 内の水の移動（下方の注入口 3 0 から上方の排出口 3 2 ）に伴って、電気分解で生成された気泡状の粒子（ナノバブル）の上昇移動（比重の関係による）も発生し、このため上方の排出口 3 2 への移動が淀みなく良好に行え、また水の滞留も防止できる。また、上記水の移動とともに満遍なく均一に水の電気分解が行なえ、このため比較的大量の水の移動が可能となる。このような電解槽 4 の構造（水の移動形態等）と相まって、電極板 6 の数の増設等により、大量の電解水として水素水を生産することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

上記電極板 6 は、全 8 枚を電解槽 4 の中央部寄りにまとめて配置している。このため、電解槽 4 の開口部（通常は蓋部材 3 8 で閉塞）を中央に配置でき、電極板 6 の手入れ及び交換が容易でメンテナンスがし易い。

また、上記電極板 6 の配置により、注入口 3 0 が設けられた電解槽 4 の前側の壁部と電極板 6（最前部）との間、及び排出口 3 2 が設けられた後側の壁部と電極板 6（最後部）との間、にそれぞれ隙間が形成される。

このため、電解槽 4 の中央部に配置された電極板 6 と電解槽 4 の周囲の壁面との間には、水の流通が可能な隙間（空間部）が形成され、水の自由な流通が可能となって水の移動が良好に行われ、滞留等の防止にもなる。

【 0 0 3 6 】

上記制御盤 8 内には、マイクロコンピュータ（CPU）を中心に構成された電子回路基板等が内蔵され、この基板には、制御部 1 0 及び電源回路部 1 1 などが組み込まれている。また、制御盤 8 の操作パネル 9 には、操作ボタン、LED 表示器、表示ランプ等が取り付けられている。

【 0 0 3 7 】

上記制御部 1 0 は、主に、装置の運転時刻等の設定管理、及び運転状況の管理等を行う。また、制御部 1 0 及び電源回路部 1 1 には、高周波発信部及び変調部が設けられ、ソフトウェアにより変調等を実現している。この場合、例えば高周波の発信周波数約 2 5 k H z の基礎周波数に、変動幅・2 ~ 8 k H z、好ましくは・3 ~ 5 k H z の周波数変調（FM）を行なう。そして、制御部 1 0 で生成された高周波信号が電源回路部 1 1 に出力され電気分解用の電力を発生させる。

【 0 0 3 8 】

上記高周波の基礎（中心）周波数は、ここでは 2 5 k H z の高周波を使用しているが、他にこの周波数としては、1 5 k H z から 3 5 k H z、好ましくは 2 0 k H z から 3 0 k H z の範囲が適当である。このような高周波の周波数の範囲において、水素を含有する気泡

10

20

30

40

50

状（ナノバブル）の水溶液（水素水）が多く得られる。また、この水溶液には、同時に酸素を含有する気泡状（ナノバブル）の酸素水も含まれる。

【 0 0 3 9 】

図 4 の電源回路部 1 1 に関する電気接続形態に示すように、電源回路部 1 1 では、制御部 1 0 からの高周波信号（S G 1 及び S G 2 ）に基づき、この信号を増幅して水の電気分解が可能な電力を発生させる。

そして、電解槽 4 内の 8 枚の電極板 6 （第 1 ～ 第 8 ）の各端子 7 には、電源回路部 1 1 からの配線が接続され、電源回路部 1 1 から、各電極板（第 1 ～ 第 8 ）に交流及び直流の電気が印加される。

【 0 0 4 0 】

上記電源回路部 1 1 は、トランジスタ回路等で構成された第 1 出力回路 4 4 及び第 2 出力回路 4 6 からなり、これら両出力回路の構成は同じである（第 2 出力回路の詳細は省略）。

上記第 1 及び第 2 の 2 つの出力回路を設けたのは、十分な電力を確保し、電気分解に必要な電力を全電極板 6 （第 1 ～ 第 8 ）に出力し供給するためである。このため、第 1 出力回路 4 4 は第 1 ～ 第 4 の電極板 6 に電気を供給し、第 2 出力回路は第 5 ～ 第 8 の電極板 6 に電気を供給する。

【 0 0 4 1 】

電源回路部 1 1 では、電気分解に必要な交流（パルス状波形の交互方向流）、及び直流（一方向流）の電力を出力する。

そして上記第 1 出力回路 4 4 からは、パルス状の電気信号 A C 1 及び A C 2 が出力され、上記第 2 出力回路 4 6 からは、パルス状の電気信号 A C 3 及び A C 4 が出力される。また、直流電源として、電気信号 O U T には、G N D （グラウンド）又は正電位（V + ）の電圧が加えられている。この正電位（V + ）は、A C 1 ～ A C 4 （V + ）と同電位である。

【 0 0 4 2 】

図 5 に示すように、上記高周波信号（S G 1 及び S G 2 ）はパルス状波形を有する信号である。信号 A C 1 （G N D ～ V + の電位）は、パルス状の信号であり、信号 A C 2 （V + ～ G N D の電位）についても、パルス状の信号である。また、信号 A C 1 - A C 2 （V + ～ V - の電位）は、パルス状波形の高周波交流である。

【 0 0 4 3 】

ここで、図 4 に基づき、電源回路部 1 1 から電極板 6 に印加される電気の接続形態について説明する。

第 1 の電極板 6 には A C 1 が、また第 3 の電極板 6 には A C 2 がそれぞれ接続（印加）され、また第 5 の電極板 6 には A C 3 が、第 7 の電極板 6 には A C 4 がそれぞれ接続される。一方、第 2、第 4、第 6 及び第 8 の電極板 6 には、O U T 信号が接続（印加）される。この O U T 信号は、G N D （グラウンド）レベルの電位の時と、V + （正電位）と同電位の時とがあり、一定周期ごとに O U T 信号は G N D と V + に切替えられる。この周期は、数分、例えば 1 分 ～ 3 分程度がよく、ここでは 2 分としている。この周期の切り替えにより、電極板 6 の極性が変化して電気の流れが切り替わり、電極板 6 に付着する無機物質（カルシウム、マグネシウム）等を除去することができる。

【 0 0 4 4 】

そして、第 1、第 3、第 5 及び第 7 の各電極板 6 には、S G 1、S G 2 に基づき V + と同電位に増幅（電源回路部 1 1 により）された信号 A C 1 ～ A C 4 が印加される。

電源回路部 1 1 からの信号は、ここでは 2 5 k H z 程度を基準の周波数とし、これにランダムに周波数が変化する周波数変調が加えられている。この周波数変調は、制御部 1 0 においてソフトウェア（プログラム）により行なわれる。

【 0 0 4 5 】

なお、第 1 出力回路 4 4 と第 2 出力回路 4 6 とは同等の回路であり、また電極板 6 への接続形態も同じであるため、ここでは第 1 出力回路 4 4 と第 1 ～ 第 4 の電極板 6 との接続形態について説明し、第 2 出力回路に関するものは説明を省略する。

10

20

30

40

50

ここで、上記 A C 1 と A C 2 との信号の基本特性（波形）は図 5 のタイムチャートのようになる。これら A C 1 と A C 2 とは、O N（V +）、O F F（G N D）が反転する。また、A C 1 - A C 2 間においては、交流（高周波）波形となるよう制御されている。

【 0 0 4 6 】

図 6（a）（b）は、O U T 信号が G N D の場合の、第 1 ～ 第 4 の電極板 6 に印加される電気（交流、直流）の流れを示したものである。

ここで、O U T 信号が G N D と同電位の信号を出力しており、A C 1 が O N（V +）、A C 2 が O F F（G N D）の時は同図（a）のように電流が流れる。また、O U T 信号が G N D と同電位であり、A C 1 が O F F（G N D）、A C 2 が O N（V +）の時は同図（b）のように電流が流れる。

10

【 0 0 4 7 】

即ち、第 1 の電極板 6 と第 3 の電極板 6 との間は、電流の方向が常に変わる交流（高周波）となる。また、第 1 の電極板 6 と第 3 の電極板 6 は、第 2 及び第 4 の電極板 6 に対しては、電流の方向が一定の直流（パルス状波形）としての電流が流れる。

このように、第 1 の電極板 6 と第 3 の電極板 6 とは陽極として、第 2 の電極板 6 及び第 4 の電極板 6 は陰極としてそれぞれ機能する。

【 0 0 4 8 】

図 7（c）（d）は、O U T 信号が V + の場合の、第 1 ～ 第 4 の電極板 6 に印加される電気（交流、直流）の流れを示したものである。

ここで、O U T 信号が V + と同電位の信号を出力しており、A C 1 が O N（V +）、A C 2 が O F F（G N D）の時は、同図（c）のように電流が流れる。また、O U T 信号が V + と同電位であり、A C 1 が O F F（G N D）、A C 2 が O N（V +）の時は、同図（d）のように電流が流れる。

20

【 0 0 4 9 】

即ち、第 1 の電極板 6 と第 3 の電極板 6 との間は、上記の O U T 信号が G N D の時と同様に、電流の方向が常に変わる交流となる。また、第 2 の電極板 6 及び第 4 の電極板 6 からは、第 1 の電極板 6 と第 3 の電極板 6 に対して、電流の方向が一定の直流の電流が流れる。このように、第 1 の電極板 6 と第 3 の電極板 6 は陰極として、第 2 の電極板 6 及び第 4 の電極板 6 は陽極としてそれぞれ機能する。

【 0 0 5 0 】

したがって、図 6（a）（b）の状態から図 7（c）（d）の状態へと電流の流れが切り替わるときは、直流電源の極性の切り替えにより逆方向に電流が流れる。この極性（直流）の切り替えにより、全ての（4 枚）の電極板 6 について、陽極と陰極との切り替えが交互に行われる。このように、電極板 6 に印加する直流の極性を交互に切り替えるのは、電極板 6 に付着する無機化合物等を除去するためである。

30

また上記のように、第 1 の電極板 6 には交流、第 2 の電極板 6 には直流、第 3 の電極板 6 には交流、また第 4 の電極板 6 には直流と、交互に交流と直流を入れ変えた接続の配線としたのは、バランス良く、且つ効率的に直流を流して、各電極板 6 で良好に電気分解を行なわせるためである。

【 0 0 5 1 】

次に、第 1 出力回路 4 4 に係る第 4 の電極板 6 と、第 2 出力回路 4 6 に係る第 5 の電極板 6 との間、両出力回路に跨る第 4 の電極板 6 と第 5 の電極板 6 間の電流の流れについて説明する。

40

ここで、第 4 の電極板 6 には O U T 信号が印加され、第 5 の電極板 6 は第 2 出力回路 4 6 から A C 3 が印加されている。また、第 1 出力回路 4 4 の O U T 信号と、第 2 出力回路 4 6 と O U T 信号とは、一体化（接続）されている。

また、第 5 の電極板 6 からみれば、第 4 の電極板 6 は第 6 の電極板 6 と等価（接続）であるため、O U T 信号が G N D の時には第 5 の電極板 6 から第 4 の電極板 6 へと直流が流れ、O U T 信号が V + の時には第 4 の電極板 6 から第 5 の電極板 6 へと直流が流れる。

このため、第 1 ～ 第 8 の電極板 6 について、隣接するすべての電極板 6 間には電流が流れ

50

、電気分解が行われることになる。

【0052】

上記電極板6間での電気分解により、陰極では水素(ガス)、また陽極では酸素(ガス)が発生する。この水素(ガス)は、一部が分子状態(H_2)又他が原子状態(H)で水中に溶け込んでいるものと考えられる。上記酸素(ガス)は、一部が水中に溶け込み、飽和状態になれば大気中に放出される。また、酸素に比べて水素が増加すること等から、酸化還元電位が低下し、還元電位になるものと考えられる。

【0053】

さらに、交流として、上記基準周波数に周波数変調を加えたことから、周波数の変動がもたらされ、この変動が急激な変動点に達したときに衝撃波が発生し、この時に電気分解により発生した水素(ガス)及び酸素(ガス)の気泡が微小化され、気泡の径が微細となりナノ単位のナノバブルにまで小さくなると考えている。水素の気泡が、ナノバブル程度に小さくなると水中での滞留時間が長くなる。

10

【0054】

このように、電解槽4では、電極板6(第1~第8)を用いた水の電気分解により、水素(ガス)及び酸素(ガス)等を含み溶存する水溶液として、所謂、水素水(ナノバブル水素水)が生成される。

また、電気信号OUTの切り替えにより、直流の極性を反転させることで、電極板6に付着する無機物質等を除去することができ、電極板の機能が持続し耐久性にも優れる。

【0055】

上記のように、ここでは第1の電極板6と第3の電極板6との間に交流電圧を印加することとし、上記交流電圧を印加した電極板6(第1又は第3)とこれ以外の電極板6(第2又は第4)に、電流を流して電気分解を行う。

20

なお、他に、第2の電極板6と第4の電極板6との間に交流電圧を印加することとしてもよく、この場合、上記交流電圧を印加した電極板6(第2又は第4)と、これ以外の電極板6(第1又は第3)に、電流を流して電気分解を行う。

【0056】

このように、特にここでは、電極板6を連続する4枚(第1~第4の電極板6)を一組とし、各一組の上記電極板6の内、他の電極板6(例えば第2の電極板6)を介在させた特定の電極板6間(例えば第1と第3の電極板6間)に交流電圧を印加し、且つ当該特定の電極板6以外の電極板6(第2と第4の電極板6)には直流電圧を印加する。

30

そして、特定の電極板6とこれ以外の電極板6間(例えば第1と第2の電極板6間、第1と第4の電極板6間、第3と第2の電極板6間、第3と第4の電極板6間)には直流電流を流し、電気分解を行わせる。この場合、各組の電極板に対する交流電圧、及び直流電圧等の印加形態は、何れの組も同一形態としてもよい。

【0057】

上記電極板6が4枚一組の組み合わせでは、上記のように隣り合う全ての電極板6間で電流(直流)を流すことができ、効率よく電気分解が行える。また、上記4枚一組の組み合わせでは、交流電圧の印加と直流電圧の印加とが交互となり、他の組の電極板6との組同士間でも電流を流して電気分解を行うことが出来て効率がよい。上記組の数は一組でもよいが、二組以上とするとより効率化が図れる。

40

要は、各電極板6に交流電圧の印加と直流電圧の印加をバランス良く行い、全ての電極板6において効率的に電気分解が行われるような接続形態を採用する。そして、少なくとも隣り合う電極板6間では電気分解が行えるよう配線を行なうことで、電気分解の効率化が図れる。

【0058】

なお、ここでは電極板6を8枚用いたが、これは3枚以上であれば何枚でも可能である。例えば電極板6が3枚の場合は、上記第1~第3の電極板の配線接続により電気分解を行い、これと同様に、電極板6の数により上記配線に準じた配線接続により電気分解を行えばよい。

50

また、電気分解の効率及び電源回路部 11 の電力供給能力を考慮した場合、電極板 6 の数は、この実施の形態に準じた枚数として 4 枚、8 枚、12 枚或いは 16 枚等と 4 の倍数としてもよい。

【0059】

上記濾過器 12 は、底面を有する円筒状の容器 48 の内部に、円筒状の筒体 50 を同心円状に配置し、この容器 48 と筒体 50 との間に円環状の空間部 52 を形成している。そして、筒体 50 には下部寄りの周囲に複数の孔部 51 が設けられている。

上記容器 48 の上部近傍には、電解水の流入孔 54 が設けられており、また容器 48 の上部には蓋体が配置され空間部 52 は閉塞されている。

【0060】

上記空間部 52 には、カーボンフィルター等の濾過材が配置されており、筒体 50 の上部には流出孔 55 が設けられている。

このため、濾過器 12 の流入孔 54 から流入した水溶液は、空間部 52 を下方に移動するが、このときカーボンフィルターにより濾過が行われ、主に次亜塩素酸、塩素等の塩素系物質が除去される。さらに水溶液は、空間部 52 から孔部 51 を通過して筒体 50 の内部へと移動し、さらに筒体 50 内を上昇して流出孔 55 から排出される。

【0061】

図 8 は、水素水生成装置 2 の流路に貯留タンク 16 を加え、電解槽 4 で電気分解された水溶液を、貯留タンク 16 を経由して再度電解槽 4 に送る循環流路 62 を示したものである。そして、ポンプ 14 の駆動により、貯留タンク 16 内の水溶液を吸引して電解槽 4 に送り、ここで電気分解された水溶液を貯留タンク 16 へ供給し、これを再度電解槽 4 に送り電気分解させる。このように、循環流路 62 に電気分解された水溶液を流通させることで、水溶液中の水素濃度を高める。

【0062】

また、電解槽 4 の排出口 32 には、二方向に枝分れした流路が接続され、それぞれの流路には第 1 の切替弁 56 及び第 2 の切替弁 58 が取り付けられている。

この第 1 の切替弁 56 の先は濾過器 12 の流入孔 54 に接続され、その流出孔 55 の先は流路を介して筐体 18 の吐出口 22 に接続されている。また、第 2 の切替弁 58 の先は流路を介し、そのまま筐体 18 の吐出口 22 に接続されている。

このため、第 1 及び第 2 の切替弁の操作により、電解槽 4 からの水溶液の流路について、濾過器 12 を通過させる流路と、これを迂回するバイパス流路とを選択することができる。

【0063】

通常、電解槽 4 で電気分解された電解水には、次亜塩素酸、塩素等が含まれており、これら塩素系物質は濾過器 12 により除去する。しかし、塩素系物質には殺菌作用があるため、植物の土壌等において殺菌が必要な場合には、塩素系物質を殺菌に用いる。このため、第 1 及び第 2 の切替弁の操作により、殺菌の必要がある場合には濾過器 12 を通過させない迂回流路を選択する。

なお、第 1 及び第 2 の切替弁として、他に三方弁からなる切替弁を用いることも可能であり、これにより濾過器 12 を通過する流路と、これを迂回する流路との切り替えを二者択一的に行う。

【0064】

上記貯留タンク 16 は、水素等を含有する水溶液を保管する容器であり、ここでは容量を 500 リットルとしている。筐体 18 の吐出口 22 に、ホース等を取り付けて流路を形成し、電気分解された水溶液を貯留タンク 16 へ供給する。

貯留タンク 16 は、ここでは合成樹脂製であるが、他にステンレス等の金属が用いられ、全体は直方体状或いは球状の容器である。貯留タンク 16 は、上部に蓋部材が取り付けられ内部を密閉することが可能である。

この貯留タンク 16 は、電解槽 4 へ送る水の水源であり、また電解槽 4 からの水溶液（水素水等）を一度溜めておき、再び電解槽 4 へ送るために用いる。また、植物などへ水素水等を供給する水源となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

上記ポンプ 1 4 は、筐体 1 8 の吸入口 2 0 と電解槽 4 の注入口 3 0 との間に配置し、循環流路 6 2 を駆動して、吸入口 2 0 から吸引した水を電解槽 4 の注入口 3 0 へ向けて流通させる。

このポンプ 1 4 は、貯留タンク 1 6 等、外部から水を吸引し、これを電解槽 4 へ供給し、また電解槽 4 内に水が十分に充填されると、これを電解槽 4 からの水溶液を濾過器 1 2 或いは筐体 1 8 の吐出口 2 2 へ送出し、この吐出口 2 2 から貯留タンク 1 6 へと流通させる。

【 0 0 6 6 】

このように、貯留タンク 1 6 内の水溶液（水素水等）を電解槽 4 に送り、再度電気分解を行なうことで水素水の濃度を高める。貯留タンク 1 6 内の水溶液は、そのまま農作物等へ供給することができる。

ポンプ 1 4 による水の流量は、例えば 9 L（リットル）/分～12 L/分とする。この場合、電解槽 4 の注入口 3 0 から 9 L/分～12 L/分の水が注入され、この量の水が電気分解され、また同量の水が電解槽 4 の排出口 3 2 から排出される。

【 0 0 6 7 】

次に、水素水生成装置 2 の運転動作について説明する。この水素水生成装置 2 は、制御盤 8 に設けた操作パネル 9 より予め操作ボタン等を操作し、運転内容、運転時間等の運転管理情報を登録しておく。これら運転内容は、制御部 1 0 によりコントロールされポンプ 1 4 等を稼働させる。

このように、制御部 1 0 には管理情報を登録設定することができ、水の循環流路 6 2 の循環時間として、循環流路 6 2 の流通を駆動させるポンプ 1 4 の稼働時間（電気分解の時間も同期）を登録し、或いは再循環回数（貯留タンク内の水量及び循環水量から試算）を登録し、装置を運転させることにより、所望する濃度の水素水を得ることが容易に行える。

【 0 0 6 8 】

運転の準備として、濾過器 1 2 を使用する場合には、濾過器 1 2 側の第 1 の切替弁 5 6 を開け、第 2 の切替弁 5 8 を閉める。この場合、電解槽 4 からの水溶液は濾過器 1 2 を通過して濾過される。逆に、濾過器 1 2 を迂回させる場合には、第 1 の切替弁 5 6 を閉め、第 2 の切替弁 5 8 を開ける。

また、装置の運転時には、筐体 1 8 に設けた排水コック 2 6、及び水抜コック 2 8 は閉めておく。

【 0 0 6 9 】

通常、装置の運転では、貯留タンク 1 6 を経由する循環流路を構成する。この場合、流路を形成するホース等の流通管を用いて、貯留タンク 1 6 と筐体 1 8 の吸入口 2 0 とを流通管で連通し流路を形成する。また、筐体 1 8 の吐出口 2 2 と貯留タンク 1 6 とを流通管で連通して流路を形成し、貯留タンク 1 6 を介した水の循環流路 6 2 を形成する。

また、貯留タンク 1 6 には、予め電気分解するための所定量の水を補充し充填しておく。

【 0 0 7 0 】

なお、貯留タンク 1 6 以外の、他の貯留槽等に貯留された水を使用する場合には、流通管を用いてこの貯留槽と筐体 1 8 の吸入口 2 0 とを連通し、電解槽 4 で電気分解することとしてもよい。

この場合、電解槽 4 からの水溶液（水素水等）を吐出口 2 2 から流通管を介して一度貯留タンク 1 6 に溜めても良く、またこの水溶液を吐出口 2 2 から直接農作物等に供給するようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

さて、上記循環流路 6 2 を形成し、制御部 1 0 に登録された運転管理情報に基づき運転が開始されると、ポンプ 1 4 が始動し電解槽 4 での電気分解が開始される。そして、貯留タンク 1 6 から水が吸引され、これが筐体 1 8 の吸入口 2 0 からポンプ 1 4 を経由して電解槽 4 の注入口 3 0 へ供給される。

電解槽 4 の注入口 3 0 から注入された水は、電解槽 4 の下部から 8 枚の各電極板 6 の下部から上方に移動し、やがて各電極板 6 による電気分解により水素等が含有された水溶液（

10

20

30

40

50

電解水)が生成される。

【0072】

この水溶液は、電気分解により生成され、水中に水素を含有した水素水が含まれ、この水素水は、水素(ガス)が水に溶け込んだもの、また水中にナノバブル化した気泡(水素)を閉じ込めた所謂ナノバブル水素水が含まれている。

また、上記水溶液には、電気分解により生成され、水溶液中に酸素(ガス)を含有した酸素水も含まれ、塩素系物質等も含まれている。

【0073】

電解槽4内の水は、電解槽4の前側下部近傍の注入口30から注入されて電解槽4の下部側を移動し、やがて電解槽4の後側上部近傍の排出口32に向けて上昇し、さらに電解槽4の後部へ移動し排出口32から排出される。このように、電解槽4の注入口30から注入された水は、電解槽4内で排出口32に向かって移動流通し、また一部は網状の電極板6を通過し移動流通する。

10

電解槽4の電気分解は、上記水の移動の際に8枚の電極板6によって行われる。また、水は、網体の電極板6を通過する際にも電気分解が行われる。

【0074】

また、電解槽4内では、8枚の電極板6を中央寄りに配置し、電極板6と電解槽4の前後左右の壁面との間に水の流通に十分な隙間(空間部)を設けてあり、また電解槽4の底面部34と電極板6との間にも、水の流通に十分な隙間(空間部)を設けている。

これら隙間は、電解槽4内の水の流通移動の流路を形成することから、電解槽4内部における水の滞留を防止し、併せて電解槽4内の水が満遍なく均一に電気分解される。

20

そして、電解槽4の下部近傍に設けた注入口30から注入された水は、反対側の排出口32方向へ流通し、この水の移動とともに各電極板6により電気分解が行われ、電解槽4の上部近傍に設けた排出口32から排出される。

【0075】

電解槽4は蓋部材により内部が密閉されている。このため、ポンプ14の稼働により電解槽4の注入口30(吸入口20)から給水される水量は、電解槽4の排出口32(吐出口22)から排出される水の量と同じであり、給水される水により電解槽4内部の水が押し出され排出される。

【0076】

30

上記電解槽4内で電気分解が行われている間も、ポンプ14は稼働しており、電解槽4内には注入口30から新たな水が供給され、また同量の水(水溶液)が電解槽4の排出口32から排出される。この水溶液は、切替弁の操作により、第1の切替弁56を経由して濾過器12に送られる。

濾過器12では、濾過により塩素系物質等が除去され、濾過器12の流出孔55から流出した水溶液は、筐体18の吐出口22に送られ、この吐出口22に接続されたホース等により貯留タンク16へと送出され、ここに貯留される。

【0077】

上記貯留タンク16から、流路を介してポンプ14、電解槽4(電極板6)、第1及び第2の切替弁、及び濾過器12(迂回有り)を経て、再度貯留タンク16に戻される流路が、水溶液(電解水)の循環流路62となる。

40

装置が稼働している間は、ポンプ14の駆動により、上記循環流路62は水溶液が絶え間なく流通し、電解槽4での電気分解及び濾過器12での濾過が繰り返し行われる。このように、上記循環流路62を繰り返し循環させ、電気分解を繰り返し行うことで、水中に含有する水素の濃度が高まり、高濃度の水素水が得られる。

【0078】

水素水生成装置2の運転時の吐出流量(吐出口22から吐出される流量)は、濾過器12を使用する場合、例えば5~20L(リットル)/分、好ましくは9~12L(リットル)/分である。また、貯留タンクの容量が500L(リットル)の場合、装置の運転時間は例えば3~6時間程度とする。

50

【 0 0 7 9 】

続いて、上記水素水生成装置 2 を用いて生成された水溶液（水素水）の水素量（濃度）等の試験結果について説明する。

図 9 は、試験 1 として、電気分解に使用した水の導電率による水素量の推移を示したグラフである。

ここで、

試験 1 - 1 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 0 L / 分、

試験 1 - 2 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、電源電圧 1 8 V、吐出流量 1 0 L / 分、

試験 1 - 3 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 8 L / 分、の条件で試験を行なったものである。

10

【 0 0 8 0 】

尚、上記「電極ピッチ」は、対向する電極板 6 同士の間隔である。「電源電圧」は、A C 1 ~ 4 に係る G N D に対する電圧（V +）である。吐出流量は、吐出口 2 2 から吐出される流量（L リットル）である。また、「導電率」は、水中に塩（塩化ナトリウム）を加えて変化させた。試験 1 は、吐出口からさらに 6 時間経過後の水素量を示したものである。

【 0 0 8 1 】

試験 1 より、特に導電率 2 5 m S / m までは水素量の増加割合が高く、5 0 m S / m を超えると緩やかとなる。また、何れの試験においても、導電率が低い（2 5 m S / m 以下）場合には、導電率の増加に対する水素量の増加割合が高いことが示されている。

また、電源電圧の高さによる水素量の増加は、導電率の高さによっては逆転し、電源電圧を低く（1 8 V）しても十分な水素量が得られる。

20

このため、電気分解用の水については、水道水、自然水等、その水質に応じて、循環流路 6 2 の循環の回数を制御することが好ましい。また、水中に予め塩、液肥等を加えて導電率を高めておくことも有効である。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 は、試験 2 として、装置から吐出された水溶液（水素水）の水素量の経時変化を示したものである。

ここで、

試験 2 - 1 のグラフは、電極ピッチ 5 mm、稼働時間 2 4 時間、導電率 3 0 m S / m、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 0 L / 分、

30

試験 2 - 2 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、稼働時間 8 時間、導電率 1 0 m S / m、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 0 L / 分、

試験 2 - 3 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、稼働時間 8 時間、導電率 2 0 0 m S / m、電源電圧 1 8 V、吐出流量 1 0 L / 分、

試験 2 - 4 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、稼働時間 8 時間、導電率 2 0 0 m S / m、電源電圧 1 8 V、吐出流量 1 0 L / 分、の条件で試験を行なったものである。

【 0 0 8 3 】

吐出された水溶液の保存について、試験 2 - 1 ~ 3 はバケツ（開放）で保存し、また試験 2 - 4 ではタンク（蓋付の密閉容器）で保存した。稼働時間は、装置の運転時間であり、この稼働時間が長いと再循環による電気分解の繰り返しの回数も多くなる。

40

その他の条件については、上述したものと同じである。

【 0 0 8 4 】

試験 2 より、試験 2 - 1 と試験 2 - 3 からして、電気分解を行う水の導電率が低い場合（試験 2 - 1）であっても、装置の稼働時間を長く（再循環回数を多く）することにより比較的高い水素量が得られることが示されている。

また、試験 2 - 4（タンク保存）では、特に経過時間が十数時間（h）までは、水素量の経時低下が僅かであり、また他の試験 2 - 1 ~ 3 と比べて水素量の経時低下の変化が小さい。一方、試験 2 - 1 ~ 3（バケツ保存）は、経過時間が二十数時間（h）までは、水素量の経時低下が急であり、それ以降は経時低下が緩やかである。

上記より、装置の稼働時間を長くすることで高い濃度の水素水が得られ、また水素水の保

50

存は蓋付の容器で保存する方が、水素量が高く保持され長持ちすることが確認できた。

【 0 0 8 5 】

図 1 1 は、試験 3 として、装置から吐出される流量による水素量の変化（経時）を示したものである。

ここで、

試験 3 - 1 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、導電率 3 0 m S / m、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 8 L / 分、

試験 3 - 2 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、導電率 3 0 m S / m、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 0 L / 分、

試験 3 - 3 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、導電率 1 0 0 m S / m、電源電圧 1 8 V、吐出流量 1 0 L / 分、

試験 3 - 4 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、導電率 1 0 0 m S / m、電源電圧 1 8 V、吐出流量 1 8 L / 分、

試験 3 - 5 のグラフは、電極ピッチ 7 mm、導電率 3 0 m S / m、電源電圧 2 4 V、吐出流量 1 0 L / 分、濾過器使用、の条件で試験を行なったものである。

【 0 0 8 6 】

試験 3 より、導電率が高い場合（試験 3 - 3 , 4）は、導電率が低い場合（試験 3 - 1 , 2 , 5）と比べて、稼働時間に対する水素量の増加割合が高い。

また、濾過器を使用した場合（試験 3 - 5）は、同条件で濾過器を使用しない場合（試験 3 - 2）と比べて、水素量の増加割合が低い。

また、試験 3 - 3 に対する試験 3 - 4 のように吐出流量を 1 . 8 倍にした場合であっても、水素量は十数%低下する程度であり、吐出量を多少増減したところで得られる水素量に大きな変化はないことが示された。

【 0 0 8 7 】

以上、上記試験 1 ~ 3 から、以下のことが考察される。

- ・幅広い導電率をカバーするためには、電源電圧 1 8 V とするのが好ましい。
- ・導電率が 3 0 m S / m を下回る場合には、塩、肥料等の添加物を加えて導電率を高めることで、水素量の増大が望める。
- ・水素量の経時変化から、バケツでの保存では 3 日程度で 1 0 0 p p b を下回ることから、タンク等で大量に密閉保存することで、水素量の低下が防げて長く保存できる。
- ・吐出流量は、1 8 L / 分より、1 0 L / 分の方が優位である。
- ・濾過器を使用した場合には、水素量が少し低下する。

【 0 0 8 8 】

図 1 2 は、上記水素水生成装置 2 で生成した水溶液（水素水）の粒子濃度（縦軸：E 7）及び気泡（バブル）の粒子径（横軸：nm）を示したグラフである。ここで、大きな山のグラフ（a）は上記水素水生成装置 2 で生成した水溶液（水素水）に係るグラフであり、小さい山のグラフ（b）は、一般の水道水に係るグラフである。なお、水道水に係る粒子は微細な塵であり気泡とは異なる。グラフ（b）は、参考までに示した。

【 0 0 8 9 】

上記グラフ（a）から、粒子（気泡）の粒子径が 5 0 nm ~ 2 5 0 nm にわたって、ナノサイズの粒子の生成が見られる。特に、粒子径が 7 0 nm ~ 1 3 0 nm の範囲では、粒子濃度（粒子数）が高くナノサイズの粒子が多く生成されている。

また、水素水生成装置 2 により生成された粒子（気泡）は、濃度（Concentration）として 1 mL 中の粒子数が $2.19 \cdot 10^9$ 個（約 2 1 億 9 千万個）/ mL であった。ここで、参考までに水道水の 1 mL 中の粒子数は $7.05 \cdot 10^7$ 個（約 7 千万個）/ mL であった。これを差し引くと、水素水生成装置 2 により粒子（気泡）が約 2 1 億個生成されたことになる。

上記粒子（気泡）内の物質については、具体的な測定を行っていないが、上記試験 1 ~ 3 等の水素量から、水素ガスが含有されているものと推測される。これから、水素水生成装置 2 により、ナノサイズの気泡（ナノバブル水素水）が大量に生成されていると考えられ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 9 0 】

次に、上記水素水生成装置 2 によって生成した水素水の、植物（農作物の栽培、園芸等）及び畜産（家畜の飼育等）への利用形態について説明する。植物への利用は、主に、葉面散布、灌水及び水耕栽培等が挙げられる。この場合、貯留タンク 1 6 から水素水を供給し、植物への散布、灌水等を行う。

【 0 0 9 1 】

葉面散布では、例えば、水素水の噴霧用の自動噴霧器或いは動噴器等を用いて、農作物、花等の植物の葉面散布を行う。これは主に、ダニ、アブラムシ、スリップス等の害虫忌避駆除、害虫等の卵の孵化阻害の目的で行なう。

植物への水素水（特にナノバブル水素水）の供給により、病虫害の耐性及び薬害等も無く、農薬の使用回数を減らすことができる。また、害虫の卵は酸化で孵化するが、ナノバブル水素水は還元反応が高いため卵の酸化を防ぎ、孵化を阻害する働きがある。

【 0 0 9 2 】

また、灌水及び水耕栽培では、供給ポンプ等を介して貯留タンク 1 6 から水素水を流通させ、植物の根等に水素水を供給する。この場合、例えば、一日程度かけて水素水が畑（農園）を一巡するようにしてもよい。なお、水素水の水素濃度は 3 日程度残存することが好ましい。

試験によれば、水素水の灌水等により、植物の生育例えば葉などが大きく成長し、植物の生長促進に寄与する。

【 0 0 9 3 】

また、上記水素水生成装置 2 によって生成した水素水を、家畜（豚、牛、鶏等）の飲料水及び家畜飼に混ぜて使用する。これにより、家畜の健康が維持（病気の発生が減少）され、また糞の量が減り（消化吸収が良いため）、糞の臭気も軽減される等の効果がある。

【 0 0 9 4 】

また、上記水素水生成装置 2 による水素水は、微小な粒子状のナノバブル水素水が多く含まれており、水素濃度を 3 日程度残存させることは可能である。なお、水素水の貯留タンク 1 6 は密閉保存することが好ましく、これにより長期の保存が可能となる。

【 0 0 9 5 】

なお、電解槽 4 で生成された水素水は、そのまま直接植物へ供給することも可能である。この場合、例えば、水道或いは水源から直接筐体 1 8 の吸入口 2 0 に水を供給し、更に電解槽 4 及び濾過器 1 2 を通過させて筐体 1 8 の吐出口 2 2 から吐出される水溶液を、そのまま流路を介して農作物等に供給する。

このとき、貯留タンク 1 6 は特に必要としないが、例えば、貯留タンク 1 6 をバッファ（緩衝手段）としても用いることも可能である。この場合、電解槽 4 で生成される水溶液を一度貯留タンク 1 6 に蓄えておき、これを植物に供給する。これにより、電解槽 4 で生成される水素水の量に左右されることなく、常に農作物に必要な量の水素水が供給できる。

【 0 0 9 6 】

以上説明したように、この実施例に係る水素水生成装置によれば、効率的に水素を含有する水溶液（水素水）を大量に得ることができ、また電解槽等の装置の小型化が図れ、機能的で経済性にも優れる。また、電解槽内では、水の移動とともに電気分解が行なえて効率的であり、水の移動が淀みなく満遍に行え、良好に電気分解が行なえ水の滞留も防止され、加えて循環流路により繰り返し電解槽を通過させることで、容易に高濃度の水素水を得ることができ、水溶液中の水素濃度の管理も容易である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 7 】

- 2 水素水生成装置
- 4 電解槽
- 6 電極板
- 1 0 制御部

10

20

30

40

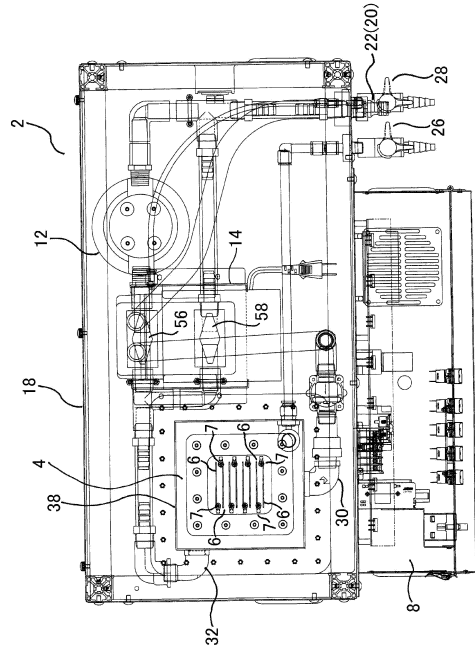
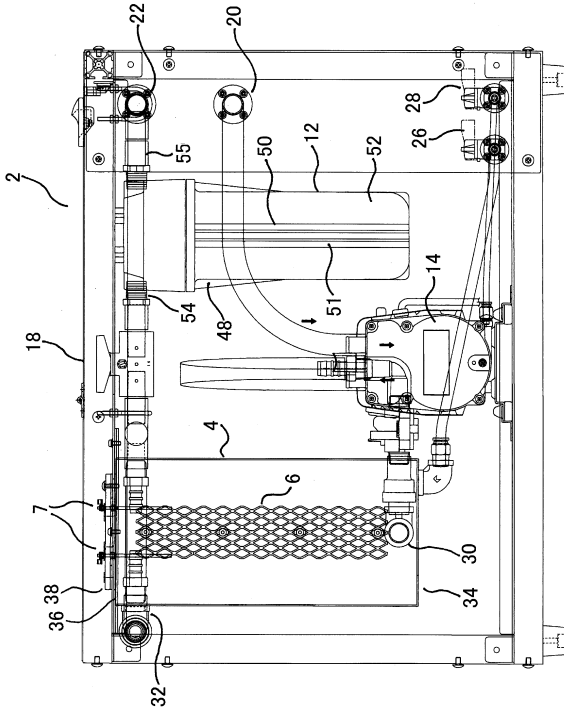
50

- 1 1 電源回路部
- 1 2 濾過器
- 1 4 ポンプ
- 1 6 貯留タンク
- 3 0 注入口
- 3 2 排出口
- 6 2 循環流路

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

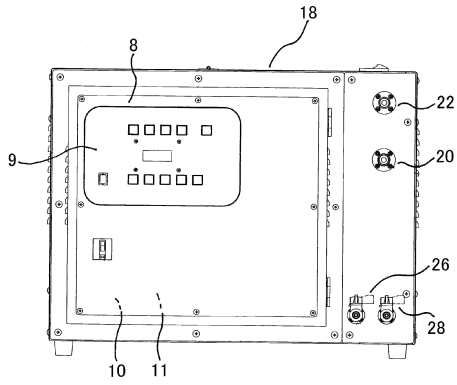
20

30

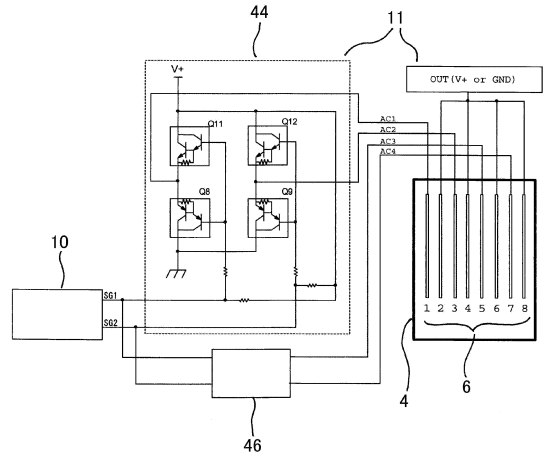
40

50

【 図 3 】



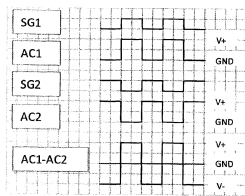
【 図 4 】



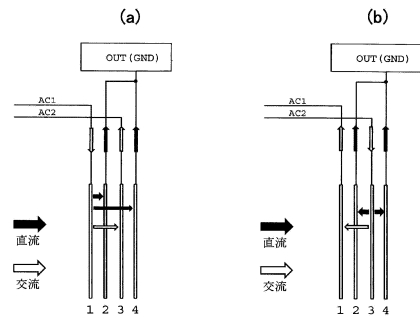
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

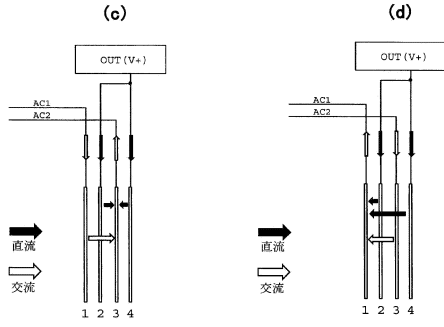


30

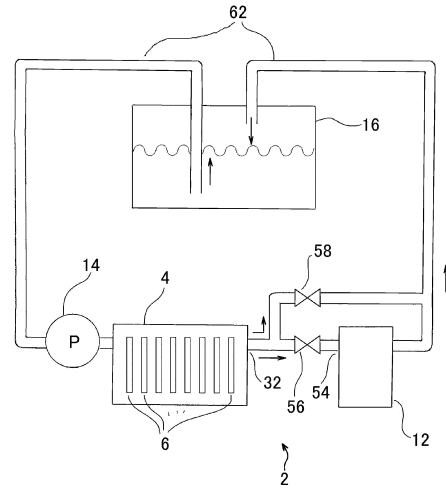
40

50

【 図 7 】



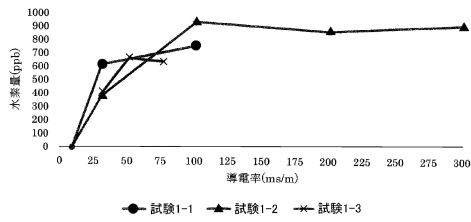
【 図 8 】



10

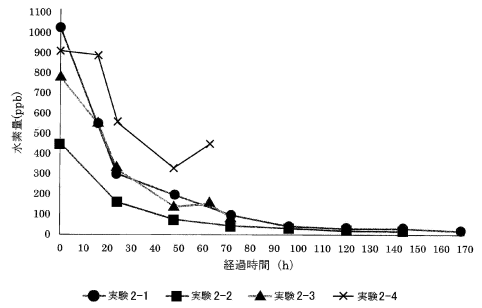
20

【 図 9 】



30

【 図 10 】

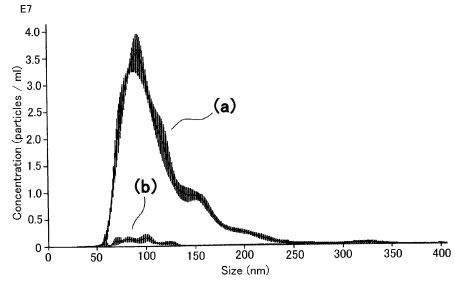
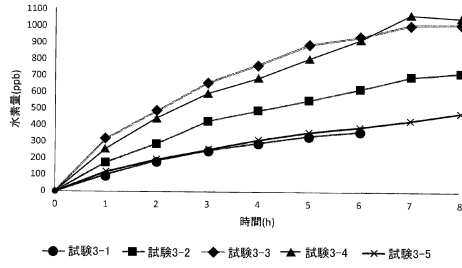


40

50

【 図 1 1 】

【 図 1 2 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-220389(JP,A)
特開2012-161795(JP,A)
特開2011-131118(JP,A)
特開2004-033963(JP,A)
特開平06-254567(JP,A)
特開2004-131746(JP,A)
特開2003-236543(JP,A)
特開2007-307517(JP,A)
国際公開第2017/077992(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C02F 1/46 - 1/48
C25B 1/00 - 15/08