

明 細 書

発明の名称：水素分子溶存水の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、溶存水素分子濃度が高い水素分子溶存水の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 水素分子が溶解した水（以下、水素分子溶存水と総称する）は、抗酸化作用を有する機能水として注目されている。

[0003] 水の中に水素分子を溶解させる方法として、電解還元法、水素ガス加圧溶解法、およびマグネシウム等金属の溶解法等がある。水中の溶存水素分子濃度は、図 1 に示すように水と接触している水素ガスと平衡的には最大で約 1 . 5 ppm程度である。

[0004] 電解還元により生成した還元水は大気と接触しているので、水中の溶存水素分子濃度は 1 . 5 ppmよりかなり下がる。例えば、電解還元した還元水をペットボトル等に保管した場合、水中の溶存水素分子濃度は一定時間経過後 0 . 5 ppm以下となる。このように水素水を大気と接触して保管した場合、一部の溶存水素分子は大気中に揮散していくので溶存水素分子濃度が低減する。

[0005] 電解還元することによる生成直後の溶存水素分子濃度を維持する為には、水素分子と相互作用する物質と共存させることが必要である。特許文献 1 に説明されているように、細胞抽出成分が水素分子と相互作用することが分かっている。細胞抽出成分の添加のみでは、水素分子溶存水に溶存する水素分子の寿命を延ばすことができない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開 2 0 0 8 / 0 6 2 8 1 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明が解決しようとする課題は、水素分子含有水の溶存水素分子濃度の寿命を延長することである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決すべく、鋭意研究を重ねた結果、特定構造の電解槽から得られる還元水と接触させることにより、上記課題を解消できることを見いだし、本発明を完成するに至った。

[0009] すなわち、本発明は、水を電気分解してカソード室から水素分子溶存水を

製造する方法において、水を電気分解する電解槽がカソード極を有するカソード室とアノード極を有するアノード室を隔膜で分離した電解槽であって、

カソード極を多孔質とし、該多孔質カソード極を隔膜との距離を1.0mm以下に配置し、孔から電気反応表面に原料水を供給するか、または電解反応した水を孔から電極背部に排出して得られるカソード水であることを特徴とする溶存水素分子濃度が0.8ppm以上である水素分子溶存水の製造方法に関

す

るものである。

発明の効果

[0010] 溶存水素分子濃度の寿命が延長した水素分子含有水を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]温度と並行的溶存水素分子濃度の関係を示すグラフ。

[図2]電解直後の溶存水素分子濃度の経時変化を示すグラフ。

[図3]2室型電解槽の構造を示す模式図。

[図4]カソード極表面における水素分子発生反応を示す模式図。

[図5]高濃度水素分子溶存水を生成するための基本電解槽の構造を示す模式図

。

[図6]多孔質電極の平面図。

[図7]高濃度水素分子溶存水を生成するための電解槽の構造を示す模式図。

[図8]3室型電解槽の構造を示す模式図。

[図9]溶存水素分子安定化剤背面供給型電解槽の構造を示す模式図。

[図10]溶存水素分子安定化剤背面供給型電解槽の構造を示す模式図。

[図11]溶存水素分子安定化剤背面供給型電解槽に用いるカソード電極の斜視図。

[図12]溶存水素分子安定化剤背面供給型電解槽に用いるカソード電極の斜視図。

[図13]溶存水素分子安定化剤背面供給型電解槽に用いるカソード電極の斜視図。

[図14(a)]カソード室内に溶存水素分子安定化剤用チューブを設置した電解槽構造を示す模式図。

[図14(b)]カソード室内に設置した多孔質カソード電極の背面に溶存水素分子安定化剤の室を設け、更に多孔質カソード電極と細胞抽出成分溶液室の間に多孔質膜を設けた電解槽構造を示す模式図。

[図15(a)]3室型電解槽においてカソード室内に設置した多孔質カソード電極の背面に細胞抽出成分溶液用の室を設け、更に多孔質カソード電極と溶存水素分子安定化剤の間に多孔質膜を設けた電解槽構造を示す模式図。

[図15(b)]3室型電解槽においてカソード室内に設置した多孔質カソード電極の背面に溶存水素分子安定化剤の室を設けた電解槽構造を示す模式図。

[図16(a)]溶存水素分子安定化剤をカソード室に循環して相互作用を向上させ、更にアノード電解水により洗浄を可能にするシステムを示すフロー図。

[図16(b)]溶存水素分子安定化剤を多孔質カソード極背面から前面に室循環して、相互作用を向上させ、更にアノード電解水により洗浄を可能にするシステムを示すフロー図。

[図17]背面から原料水を供給可能な多孔質カソード極による溶存水素濃度向上の効果と溶存水素分子安定化剤によりさらなる溶存水素分子濃度向上効果を示す図。

[図18]多孔質カソード極により生成した高溶存水素分子液を溶存水素分子安定化剤室に供給し、更にアノード溶液により洗浄する機能を組み込んだシステムを示すフロー図。

[図19]図 18 のシステムを利用して逆浸透膜フィルターによる高純度水を用いた水素水における溶存水素分子濃度に対する溶存水素分子安定化剤の効果を示すグラフ。

[図20]循環ラインを組み込み溶存水素分子濃度をあげたカソード水を背面の溶存水素分子安定化剤に供給して相互作用を更に向上させるシステムを示すフロー図。

[図21]図 20 のシステムを用いて生成した水素水中の溶存水素分子濃度に対する溶存水素分子安定化剤の効果を示すグラフ。

[図22]多孔質カソード極を組み込んだ電解槽に溶存水素安定剤用タンクと溶存水素安定剤溶液室間循環ラインを設けた相互作用効率向上システムを示すフロー図。

[図23]多孔質カソード極を組み込んだ3室型電解槽に溶存水素安定剤用タンクと溶存水素安定剤溶液室間循環ラインを設けた相互作用効率向上システムを示すフロー図。

[図24]多孔質カソード極の背面に溶存水素分子安定化剤溶液室兼溶存水素安定化剤溶液タンクを設けた可搬型電解槽構造を示す模式図。

[図25]図 9 の電解槽で生成した溶存水素分子を溶存水素分子安定剤溶液タンクに多孔質チューブを介して供給する可搬型電解槽構造を示す模式図。

発明を実施するための形態

- [0012] 高濃度の水素分子溶存水を生成するためには、高濃度の溶存水素分子溶液を生成することが必要である。溶存水素濃度を上げることに適した電解槽の構造について、特許文献1に記述しているが、通常高純度の水を電解するとき、フッ素系のカチオン交換膜による隔膜の両側に多孔質アノード極と多孔質カソード極を密着させて背面電極法で電解した。この種の電解槽は $50\mu\text{m}$ 以下の純度の原料水を電解することに適している。原料水を電極の背面に供給するよりも、隔膜とカソード極の間にイオン交換樹脂を充填して、カソード極の前面に原料水を供給する。図4に示すように、カソード極の表面の拡散層では 100nm 以下の径の高濃度の溶存水素分子が生成される。このような溶存

水素分子を有効的に活用できる。この結果、溶存水素分子濃度がより大きくなる。

[0013] 本発明では、最初に、更に溶存水素分子濃度をあげるために図4に示すようなカソード極表面に生成された微少な溶解性水素分子粒子を効率良く電解水に除去することに優れた電極構造を説明する。図10, 11, 12, 及び13に示すようにカソード極に孔を設け、この孔に通水することにより、電極表面から効率的に溶存水素分子を除去して、溶存水素分子濃度をよりあげることを可能とする。

[0014] 高濃度の溶存水素分子は、比較的不安定で、揮散する可能性が高いので、高濃度の水素分子濃度を安定的に維持する為には、さらに溶存した水素分子と相互作用する糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤を混合することが必要となる。これらの溶液を混合する方法は以下に分類される。

(1) 電解還元水を生成し、その溶液中の溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤とを相互作用させて、高溶存水素分子濃度を保持するよう

にする。その方法として以下の二通りがある。

[0015] (i) 水素分子を発生させるカソード室において水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤を含む水溶液を混合する。この場合、水素分子発生機構を考慮して、相互作用の効率向上を検討する。

[0016] (ii) 糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤をカソード室に添加する場合、カソード室内が糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤により汚染する可能性がある。この場合、カソード室の背面に別に室を設けて、カソード室内で生成した水素分子を背面に供給して、この背面の室に糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤を供給して、両者の相合作用を効率に進める。ところで、後述するように、カソード電極の背面より前面において生成された水素分子には微少な水素分子粒子がより多く含まれる。この方式は微粒子状である非溶

解性細胞抽出成分を使用する場合にてきしている。

(2) 水素ガスボンベから水素ガスを水のなかに溶解させて、溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤とを相互作用させる。

(3) マグネシウム等のアルカリ金属と水を反応させて水素分子を水中に溶解させ、これらの溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤とを相互作用させる。

[0017] 本発明では、まず電解還元水を利用する方法に関して説明する。広く使用されている一般的な電解槽は図3に示す隔膜8の両側にアノード極9とカソード極7を配置している。(アルカリ性電解水中の水素ナノバブルの挙動：竹ノ内敏一、他、Electrochemistry, 77, No 7 (2009))にカソード極表面における水素分子発生状況が説明されている。まず、電極の表面の拡散層では微少な水素分子微粒子が生成される。この微粒子径は～100nm以下で、水のなかで安定的に存在する。しかし、これら微少な水素分子粒子は電極から離れると共に、合体して径が1000～10000nmの大きな粒子となる。このように水素分子粒子が大きくなると、揮散しやすくなり、溶存水素濃度は低下する。

[0018] 本発明では、カソード極を多孔質にし、孔に原料水又は電解水を通過させることにより、微少な大きさの溶存水素分子濃度をあげて、更にこれらの溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤が効率的に相互作用することが必要である。

[0019] 1000 nm 以上の大きさの水素分子微粒子を対象にした場合、水素分子と細胞抽出液との相互作用の効率が低くなることが予想される。本発明では、1000nm以下の径の水素分子微粒子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤との相互作用をさせることにより、相互作用の効率を向上させ、結果として溶存水素分子濃度を安定的に0.8ppm以上にあげることが目的となる。このためにはカソード極の拡散層領域で溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤とを混合して相互作用を促進することが必要である。

- [0020] 図4に示すように、カソード極7の表面の拡散層32では100nm以下の径の高濃度の溶存水素分子が生成される。本発明では、このような高濃度の微粒子状の溶存水素分子を利用可能な電極構造を検討し、生成された高濃度の溶存水素分子の寿命を延ばして水素分子の機能を活用することが目的である。
- [0021] この方法の一つに溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤が効率的に相互作用することが必要である。1000 nm以上の大きさの水素分子微粒子を対象にした場合、水素分子と細胞抽出液との相互作用の効率が低くなることが予想される。本発明では、1000 nm以下の系の水素分子微粒子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤液との相互作用をさせることにより、相互作用の効率を向上させ、結果として溶存水素分子濃度を安定的に0.5ppm以上にあげることが目的となる。このためにはカソード極の拡散層領域で溶存水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤とを混合して相互作用を促進することが必要である。
- [0022] 拡散領域で相互作用を進めるためには、カソード極の構造を改良することが必要である。この改良の第一歩として、電解槽の構造として、アノード室とカソード室を分ける隔膜の両側に図6に示す多孔質アノード極とカソード極を密着させる。原料水中のカルシウム、マグネシウムイオン等によるカソード電極の汚染を防止するために、原料水の純度を向上した時、電解電圧が増加するが、フッ素系のカチオン交換膜を使用した場合、50 μ S/cmより高純度の原料水を用いても電解電圧は5～20ボルトの範囲に収まる。
- [0023] しかし、図5の電解槽では、カソード電極の電解面と逆の背面に原料水が通水される。一般的に背面電極と称されている。特許文献1に説明されているように背面電極を用いると、図7に示すようにカソード電極7と隔膜8の間にイオン交換樹脂を充填する。この電解槽ではカソード極の前面に原料水を通水することが可能となり、溶解性の微少な溶存水素分子を利用することが可能となる。
- [0024] 図7の高溶存水素分子濃度水生成用電解槽の改良型として、図8に示すよ

うにアノード室10とカソード室4の間に中間室14を設けた3室型電解槽構造がある。アノード室10ではオゾン等の酸化性物質が生成される。この酸化性物質がカソード室4に移行することを防止する為に中間室10を設ける。

[0025] このような高溶存水素分子濃度水生成用電解槽を基に、水素分子と糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤との相互作用効率を向上させることが可能な改良型電解槽構造に付いて説明する。基本的に、カソード極表面の拡散層領域に細胞抽出物を供給することが必要である。図3および5に示す電解槽におけるカソード極7の場合、拡散層まで糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤を供給することが困難である。

[0026] そこで直接カソード電極に溶存水素分子安定化剤を供給出来る構造の電極を利用することにした。図9に示すように、多孔質カソード極20の背面に溶存水素分子安定化剤溶液を充填する室1を設けて、カソード極の背面から溶存水素分子安定化剤を供給する構造である。カソード極背面から溶存水素分子安定化剤溶液を供給することにより、成分が拡散層に供給することが可能となる。さらに溶存水素分子安定化剤の供給速度を制御する為または非消化性溶存水素分子安定化剤（非溶解性）をすることに適用させる為に、多孔質カソード極20と溶存水素分子安定化剤室1との間に多孔質膜19を設置しても良い。

[0027] 図5における隔膜の両側に多孔質電極を密着した構造の電解槽に於いて、拡散層に溶存水素分子安定化剤を供給出来るように改良した構造を図10に示す。この構造ではカソード極7と隔膜8が接触している部分に溶存水素分子安定化剤を供給する。この接触部分で電解反応が行われる。即ち、電解で水素分子が生成されている部分に溶存水素分子安定化剤が供給される。この結果、水素分子と溶存水素分子安定化剤の相互作用効率が格段に向上する。図10の電解槽に組み込むカソード極として、図11、12、および13の構造のカソード極が挙げられる。

[0028] 図 1 1 に示す円柱型カソード極では、隔膜接触面42においてカソード極と隔膜が接触し、電解反応が起こる場所である。円柱型の接触面の中に孔を明け、カソード極の背面から溶存水素分子安定剤溶液を供給する。カソード極の側面に明けた孔（45等）から原料水の供給及び電解水の排出を行う。図 1 2 に示す楕形カソード極では、図 1 1 と同様に隔膜接触面に隔膜を接触させ、接触面の孔から溶存水素分子安定剤溶液を供給する。カソード液の入口44で原料水を供給し、カソード液出口45から電解水を排出する。このように電極の拡散層に溶存水素分子安定剤を供給することに予定相互作用の効率を飛躍的に向上させることが可能となる。更に、効率は、若干低下するが、図 1 3 に示すように、隔膜接触面42異なるカソード極の底面に孔を明け、この孔から溶存水素分子安定剤溶液を供給可能な構造とする。隔膜とこれらの多孔質カソード極の間の距離は、原料水の水質に依存する。具体的には、原水の電導度が小さくなると、距離を短くすることが必要となる。電導度が約 $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ のとき、略密着に近いことが必要である。電導度が $50 \mu\text{S}/\text{cm}$ のとき、距離は約 1 mm の距離でも、電解電圧が数十Vとなり、現実的な電解条件となる。

[0029] 図 1 4 (a)に、微少な孔があいた中空糸を利用した電解槽構造を示す。まず、図 7 に示すカソード極 7 と隔膜 8 の間にイオン交換樹脂を充填した電解槽を利用する。この電解槽のカソード室 4 に孔が多数空いた中空糸をカソード極表面に接触して配置する。この中空糸に溶存水素分子安定化剤溶液を供給する。図 1 4 (b)に図 1 1 または図 1 2 の電解槽を組み込んだ電解槽のカソード室においてカソード極の背面に多孔質膜を配置した構造を示す。

[0030] 図 1 5 (a)に基本的に三室型電解槽に溶存水素分子安定化剤溶液室を組み込んだ改良型電解槽構造を示す。図 1 0 に示す電解槽構造を改良して 3 室型電解槽に改造した。アノード極9とカソード極7の間に一対の隔膜8, 8Aを用いて中間室14を設ける。電解電流を低下させる為に中間室には、イオン交換樹脂141を充填する。この構造により、アノード極で生成された酸化性物質がカソード室に移動することを防止可能となる。

- [0031] 図15(b)に(a)と同様に3室型電解槽の構造を示す。この場合、図14(b)に示す構造を改良して3室型電解槽構造とした。この3室型電解槽では、溶存水素分子安定剤溶液室に更に、多孔質膜を設けた電解槽構造を示す。
- [0032] 溶存水素分子と相互作用する溶存水素分子安定化剤を添加する手段を以下に説明する。
- [0033] コーヒー等の天然物原料を抽出する水素分子溶存水に溶存水素安定化剤を添加して溶存水素の揮発を抑制する方法である。溶存水素分子安定化剤となる化合物とは、糖類および／またはポリフェノールである。
- [0034] 糖類とは、単糖類、二糖類、少糖類、多糖類および糖アルコールからなる群より選ばれる少なくとも1種である。
- [0035] 単糖類として、グルコース、フルクトース、マンノース、キシロース、ガラクトース、リボースが挙げることができる。二糖類として、マルトース、ラクトース、セロビオース、フルクトースが挙げることができる。少糖類として、オリゴ糖が挙げられる。
- [0036] 多糖類としては、キチン、キトサン、デンプン、グリコーゲン、セルロース、カラギーナン、ペクチン、キシログルカン、セラチン、ヒアルロン酸、アルギン酸等をあげることができる。
- [0037] 特許第5227802号に記載されているように、溶存水素分子安定化剤のうち還元性を有する分子構造として、アルデヒド基、またはグリコシド性ヒドロキシル基が還元性を有することが広く知られている。この種の物質として、単糖類、二糖類、少糖類、多糖類、糖アルコール等がある。単糖類には、グルコース、フルクトース、マンノース、キシロース、ガラクトース、リボースが挙げられる。二糖類として、マルトース、ラクトース、セロビオース、フルクトースが挙げられる。少糖類として、オリゴ糖が挙げられる。
- [0038] この様な物質において、アルデヒド基(CHO基)またはグリコシド性ヒドロキシル基(OH基)では、酸素に結合している水素原子が解離しやすく、即ちこれらの基は水素原子を供与する能力を有することになる。 α -グルコースのケースを例に挙げて還元性に関して説明する。 α -グルコースのグリコシド性ヒ

ドロキシル基の水素原子が解離して溶存水素と錯体を形成することが考えられる。水素原子から α -グルコースに電子が移動した後、水素イオンは水素分子と錯体を形成した後 α -グルコースと相互作用して水素分子が荷電をもって、水中での存在時間を延ばすことができる。

[0039] 以上の反応機構はアルデヒド基でも同様である。このように水素原子が解離しやすい場合には、解離した水素原子／水素イオンとの錯体が電荷を有することになり、水中での安定性が向上する。水素原子／水素イオンが解離にくい糖類等の場合、ビタミンC（アスコルビン酸）のように水素原子／水素イオンが解離しやすい成分を添加することが有効である。

[0040] この他に類似した物質として食物繊維である多糖類があり、具体的には、キチン・キトサン、デンプン、グリコーゲン、セルロース、カラギーナン、ペクチン、キシログルカン、セラチン、ヒアルロン酸、アルギン酸、食物繊維等及びこれら中で酸の場合ナトリウムまたはカリウム塩がある。このような物質の場合、低分子物質に比較して還元性反応基濃度が低く、反応性が低い。これらの物質の場合、末端基に還元性反応基が結合している場合がある。また、グリコシド性でないヒドロキシル基をもつ成分の場合、還元性が比較的低いので寿命延長効果が小さい。この中で、よく知られたポリフェノールがある。具体的には、フラボノイド種にであるカテキン、アントシアニン、タンニン、ルチン、イソフラボン、及びフェノール酸であるクロロゲン酸、エラグ酸、リグナン、クルクミン、クマリン等が上げられる。これらの物質は単独では、溶存水素濃度寿命延長効果は小さいので、さらに効果を増大する物質を組み合わせることが必要である。

[0041] 上記記載の物質のうち、上述の多糖類およびポリフェノール等は溶存水素分子と相互作用し、その水素分子濃度の寿命を延長することに役立つ。本発明では、この相互作用により溶存水素分子が水の中で、安定化し、加熱による揮散率が低下することになる。これらの多糖類および／またはポリフェノールからなる溶存水素安定化剤を電解槽の前段または後段に添加することにより、加熱した溶液中の溶存水素分子濃度の寿命を延ばす。

[0042] 一般に、水を電解すると、電解質のカルシウムイオン等の金属イオンがカソード極に付着することが知られている。本発明では、電解槽の性能向上及び寿命の延長等を考慮すると、原料水にカルシウムイオンとの金属イオンを除くことが望ましい。このために、逆浸透膜フィルター又は軟水器を用いることが有効であり、電導度を $100\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下である。更

に、溶存水素分子濃度を向上するためには、電解操作前に、原料水を脱気しておくことと溶存水素分子濃度を更に向上することが可能となる。

実施例 1

[0043] 図16(a)のシステムフローにおいて、図6に示す電極面積が $6 \times 8\text{mm}^2$ の多孔質電極を電解槽13に組み込んだ図9に示す電解槽を組み込んだ。まず、図16(a)に示すように溶存水素分子安定剤溶液室1の出入り口を使用しなかった。カソード室に軟水器21処理をした原料水を通水して電解した。カソード溶液の流量は $1.0 \sim 0.8\text{l}/\text{min.}$ とした。電解電流は最初の9分間10A通電した。溶存水素分子濃度の測定に有限会社共栄電子研究所製造の溶存水素濃度測定器KM2100DHを使用した。

[0044] 次に、図16(b)における図9のカソード室の入口と溶存水素分子安定剤溶液室1の出口を閉じた電解槽13を設け、図6に示す電極面積が $6 \times 8\text{mm}^2$ の多孔質電極を電解槽に組み込んだ図9に示す電解槽を使用して溶存水素分子安定剤と水素分子の相互作用が溶存水素分子濃度を向上する例を示す。溶存水素分子安定剤として、難消化性デキストリンを主成分とした溶存水素分子安定剤溶液タンクから電解槽の溶存水素分子安定剤に供給して電解した。カソード溶液の流量は $1.0 \sim 0.8\text{l}/\text{min.}$ とした。細胞成分溶液タンクの容量は5lとした。電解電流は最初の9分間10A通電した。但し、カソード室の入口および溶存水素分子安定剤室出口は閉じた。

[0045] また、溶存水素分子安定剤として食物繊維の一つである難消化性デキストリン（溶解性）選択し、その濃度は $\sim 5\%$ とした。その結果を図17に示す。図に示すように、電解と共に溶存水素分子濃度は上昇する。問題は電解電流を切断した後である。切断後、溶存水素分子安定剤と溶存水素分子間で相互

作用がない場合、溶存水素分子濃度の低下速度が大きい。しかし、両者の間で相互作用がある場合、まず、溶存水素分子濃度が大きくなり、濃度の低下速度が小さくなる。

- [0046] 溶存水素分子安定剤が溶解した液が電解後残留することは衛生面で問題を残す。更に、このシステムでは、電解還元水を生成後、アノード電解水を用いてカソード電解システムを殺菌洗浄することを可能にする。

実施例 2

- [0047] 実施例 1 と逆にカソード室 4 から溶存水素分子安定化剤溶液室 1 に水素分子を供給するシステムフローを図 18 に示す。このシステムにおいて図 9 の電解槽を利用するとき、 $6 \times 8 \text{ mm}^2$ 多孔質カソード極の背面に多孔質フィルムを設けた。多孔質の穴径は $1 \sim 5 \text{ }\mu\text{m}$ である。この孔を経由して溶存水素分子安定化剤溶液が多孔質カソード極前面に供給される。水素分子と相互作用した溶存水素分子安定化剤溶液の一部は循環する。残りの溶液は使用する。
- [0048] 難消化性デキストリンを主成分とした溶存水素分子安定化剤溶液タンク 2 から電解槽の溶存水素分子安定化剤室に供給して電解した。カソード溶液の流量は $1.0 \sim 0.8 \text{ l/min.}$ とした。溶存水素分子安定化剤溶液タンクの容量は 2 L とした。この中に難消化性デキストリン（難溶性）5%の水溶液を充填した。電解電流は最初の 3 分間 8 A 通電した。その結果を図 19 に示す。図から分かるように、カソード極の背面を利用しても、溶存水素分子安定化剤の効果を確認できる。

実施例 3

- [0049] 図 20 にカソード室 4 のラインと溶存水素分子安定化剤溶液の各ラインを独立に操作するシステムを示す。電解槽 13 は図 9 と同様に多孔質カソード極の背面に実施例 2 と同様な多孔質膜を設けた。カソード溶液供給ポンプの吐出圧を溶存水素分子安定化剤供給ポンプの吐出圧に比較して小さくすることにより、カソード極で生成された水素分子微粒子に移行させる。
- [0050] まず、難消化性デキストリンの 10% 溶液を溶存水素分子安定化剤溶液タンク 22 に充填する。カソード室 4 に供給する原料水は逆浸透膜フィルターを用

いて処理した水で、電導度を $10 \mu\text{S}/\text{cm}$ とした。 $6 \times 8 \text{ mm}^2$ の多孔質電極に 8 A を通電して電解した。図 2 1 に本システムフローを利用して得た溶存水素分子濃度の経時変化を示す。このように難消化性デキストリン（難溶性）が溶存水素分子濃度を増加させ、更に溶存水素分子の寿命を延ばすことが分かる。

実施例 4

[0051] 図 2 2 のシステムフォローに示すように、カソード水タンクを設けてカソード水をカソード室に循環する。このシステムでは、図 9 に示す電解槽を組み込んだ。カソード水を循環するポンプの吐出圧を溶存水素分子安定化剤溶液循環ラインのポンプ吐出圧より大きくすることによりカソード室から溶存水素分子安定化剤に水素分子を供給する。

[0052] まず、溶解性難消化性デキストリンの 5% 溶液を溶存水素分子安定化剤溶液タンクに充填する。カソード室に供給する原料水は逆浸透膜フィルターを用いて処理した水で、電導度を $\sim 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ とした。 $6 * 8 \text{ mm}^2$ の多孔質電極に 5 A を通電して電解した。

[0053] 図 2 2 のシステムに於いて、図 1 4 に示す 3 室型電解槽を組み込むことにより変更したシステムフローを図 2 3 に示す。

実施例 5

[0054] 図 2 4 に簡易で可搬型の溶存水素分子安定化剤を利用した高濃度水素分子水を生成する装置の概要を示す。図 1 5 (a) の電解槽の溶存水素分子安定化剤を入れる室の寸法を拡大して、必要な量の溶存水素分子安定化剤溶液が生成可能とする。この溶存水素分子安定化剤溶液にカソード電極から微小な水素分子ガスが供給される構造とする。図 1 5 (a) の電解槽以外に図 9 に示す電解槽での本構造の装置は可能となる。

[0055] 電解原料水タンク 30 からカソード室 4 に原料水を供給して、水素分子微粒子を生成し、多孔質カソード極の背面から、孔径が $0.1 \mu\text{m}$ の多孔質膜を介して溶存水素分子安定化剤溶液室 1 に水素分子溶液が供給される。溶存水素分子安定化剤は溶存水素分子安定化剤溶液フィルター 40 の中に入れて、水素分子

と溶存水素分子安定化剤とを相互作用をさせる。

実施例 6

[0056] 図 25 に内径が約 $500\mu\text{m}$ で孔径が $200\mu\text{m}$ のポリプロピレン製多孔質膜チューブ181を使用した溶存水素分子安定化剤と水素分子の相互作用を可能にする簡易型装置を示す。まず、逆浸透膜フィルター28を用いて高純度化した原料水を供給して、電解槽のカソード室4で生成した水素分子微粒子が溶解したカソード液を多孔質膜チューブ181に送る。このチューブを納めた細胞抽出成分溶液タンク内26で、細胞抽出成分と水素分子を相互作用させる。相互作用効率を向上させる為に、循環ポンプ271を用いる。

[0057] さらに、溶存水素分子安定化剤溶液を採水した後、アノード室で生成した酸化水を用いて、溶存水素分子安定化剤溶液タンク26内を洗浄消毒する。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明により、高濃度溶存水素分子濃度の寿命を延ばすことが可能となり、水素分子溶存水として、極めて有用である。

符号の説明

- [0059] 1 溶存水素分子安定化剤溶液室
2 溶存水素分子安定化剤溶液入口
3 溶存水素分子安定化剤溶液出口
30 溶存水素分子
31 水素ガス気泡
32 拡散層
4 カソード室
41 イオン交換樹脂層
42 溶存水素分子安定化剤溶液供給口
43 フランジ部分
44 カソード液入口
5 カソード室入口
6 カソード室出口

- 7 カソード極
- 8 隔膜
 - 8 1 隔膜B
- 9 アノード極
- 10 アノード室
- 11 アノード室入口
- 12 アノード室出口
- 14 中間室
 - 14 1 イオン交換樹脂層
- 15 中間室入口
- 16 中間室出口
- 18 溶存水素分子安定化剤溶液用チューブ
- 19 多孔質膜
- 20 多孔質電極
- 22 溶存水素分子安定化剤溶液タンク
 - 22 1 カソード液タンク
- 23 溶存水素分子安定化剤添加口
- 24 カソード液供給ポンプ
- 25 アノード液供給ポンプ
- 26 電解溶存水素分子安定化剤溶液タンク
- 28 逆浸透膜フィルター
 - 29 1 活性炭フィルター
 - 29 2 溶存水素分子安定化剤フィルター
- 35 中間室
- 36 中間室循環ポンプ
- 37 中間室液
- 39 電解原料水タンク

請求の範囲

- [請求項1] 糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤と水素分子を含有する電解還元水とを相互作用させることを特徴とする溶存水素分子濃度が0.8ppm以上である水素分子溶存水の製造方法。
- [請求項2] 前記電解電解水が、カソード極を有するカソード室とアノード極を有するアノード室をフッ素系カチオン交換膜からなる隔膜で分離した電解槽であって、カソード極を多孔質とし、該多孔質カソード極を隔膜との距離を1.0mm以下に配置し、孔から電気反応表面に、電導度が50 μ /cm以下の純度の原料水を供給するか、または電解反応した水を孔から電極背部に排出して得られるカソード水であることを特徴とする請求項1に記載の水素分子溶存水の製造方法。
- [請求項3] 前記電解槽が、アノード電極を多孔質とし、隔膜の両側に多孔質アノード極と多孔質カソード極を密着させ、糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤をカソード電極表面に直接供給できる手段を設けたことを特徴とする請求項2に記載の水素分子溶存水の製造方法。
- [請求項4] 前記電解槽が、隔膜が多孔質のフッ素系カチオン交換膜であり、該隔膜にアノード極を密着させ、さらに凹凸構造の突起構造物の先端に孔をあけて、糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤水溶液を電極表面に供給できるカソード極を有する電解槽であることを特徴とする請求項2または3の水素分子溶存水の製造方法。
- [請求項5] 前記電解槽が、隔膜がフッ素系カチオン交換膜であり、アノード極を隔膜に密着させ、多孔質カソード極と隔膜の間にイオン交換樹脂を設け、イオン交換樹脂を充填し、イオン交換樹脂層に電導度が50 μ /cm以下の純度原料水を供給して生成した溶存水素分子水をカソード極の孔を介して背面から採水する構造の電解槽を用いる請求項2の水素分子溶存水の製造方法。
- [請求項6] 前記電解槽が、隔膜がフッ素系カチオン交換膜であり、アノード極

を隔膜に密着させ、多孔質カソード極と隔膜の間にイオン交換樹脂室設け、イオン交換樹脂を充填し、電導度が $50\ \mu\text{/cm}$ 以下の純度原料水をカソード極の背面からカソード極の孔を介してイオン交換樹脂層に接するカソード極前面に通水・電解することにより生成した溶存水素分子水を交換樹脂充填室から排水する構造、の電解槽を用いる請求項2の水素分子溶存水の製造方法。

[請求項7] 前記電解槽が、隔膜がフッ素系カチオン交換膜であり、アノード極を隔膜に密着させ、多孔質カソード極と隔膜の間にイオン交換樹脂を充填し、カソード極の背面に溶存水素分子安定化剤水溶液を供給可能な溶存水素分子安定化剤水溶液供給室を設け、溶存水素分子安定化剤水溶液供給室からカソード極の孔を介して溶存水素水溶液安定化剤を供給する電解槽であることを特徴とする請求項2に記載の水素分子溶存水の製造方法

[請求項8] 前記電解槽が、多孔質カソード極と溶存水素分子安定化剤水溶液供給室の間に多孔質膜を設けた電解槽であることを特徴とする請求項5に記載の水素分子溶存水の製造方法。

[請求項9] 前記電解槽が、アノード極を多孔質とし、隔膜をフッ素系カチオン交換膜とし、該多孔質アノード極を該隔膜に密着させ、隔膜とカソード極の間にイオン交換樹脂を充填し、更に細孔を有する中空糸をイオン交換充填槽内に配置して、中空糸を経由して、溶存水素分子安定化剤水溶液をカソード極表面に供給できる構造の電解槽であることを特徴とする請求項2に記載の水素分子溶存水の製造方法。

[請求項10] 前記電解槽が、多孔質カソード極から生成した水素分子を溶存水素分子安定化剤水溶液供給室に供給する構造とした電解槽であることを特徴とする請求項5に記載の水素分子溶存水の製造方法。

[請求項11] 前記電解槽が、カソード極を有するカソード室と溶存水素分子安定化剤水溶液供給室に各々循環ラインを設けた構造の電解槽である請求項5、6又は8に記載の水素分子溶存水の製造方法。

- [請求項12] 溶存水素分子安定化剤と水素分子を含有する電解還元水の相互作用が終了した後、電解酸加水で、カソード室及び水素分子安定化剤供給ラインを殺菌・洗浄することを特徴とする請求項1に記載の水素分子溶存水の製造方法。
- [請求項13] 溶存水素分子濃度が0.8ppm以上である水素分子溶存水を製造するための電解槽であって、該電解槽が、カソード極を有するカソード室とアノード極を有するアノード室をフッ素系カチオン交換膜からなる隔膜で分離した電解槽であって、カソード極を多孔質とし、該多孔質カソード極を隔膜との距離を1.0mm以下に配置し、糖類及び／又はポリフェノールからなる溶存水素分子安定化剤供給手段を設けたことを特徴とする溶存水素分子濃度が0.8ppm以上である水素分子溶存水を製造するための電解槽。