

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-177672

(P2005-177672A)

(43) 公開日 平成17年7月7日(2005.7.7)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
C02F 1/46	C02F 1/46 Z	4D061
C01B 13/10	C01B 13/10 Z	4G042
C25B 1/13	C25B 11/02 307	4K011
C25B 9/00	C25B 1/00 F	4K021
C25B 11/02	C25B 9/00 E	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 15 頁)		

(21) 出願番号 特願2003-424551 (P2003-424551)  
 (22) 出願日 平成15年12月22日 (2003.12.22)

(71) 出願人 000198330  
 石川島芝浦機械株式会社  
 東京都中野区本町一丁目32番2号  
 (74) 代理人 100080621  
 弁理士 矢野 寿一郎  
 (72) 発明者 奥田 謙介  
 長野県松本市石芝1丁目1番1号 石川島  
 芝浦機械株式会社松本工場内  
 Fターム(参考) 4D061 DA01 DA03 DB09 EA02 EB01  
 EB04 EB12 EB13 EB17 EB20  
 EB29 EB30 EB33 EB39 ED13  
 GC16  
 4G042 CA04 CE01  
 4K011 AA16 AA31 AA49 CA10 CA12  
 DA01

最終頁に続く

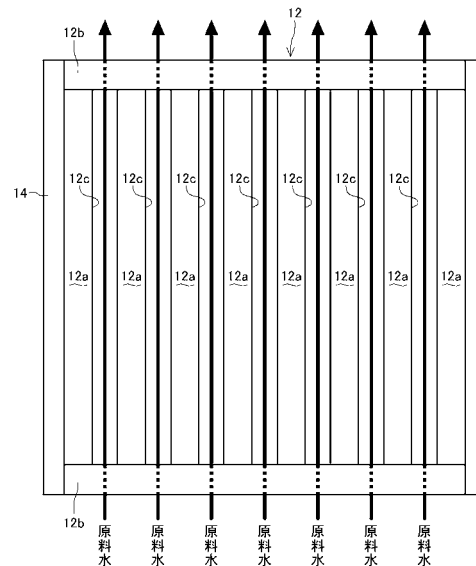
(54) 【発明の名称】 電解式オゾンナイザ

(57) 【要約】

【課題】 旋回流を発生させるための部品等を追加することなく、オゾン生成領域（陽極と、固体電解質と、原料水との三相境界領域）における原料水の滞留を防止して、高濃度のオゾン水を生成可能な電解式オゾンナイザを提供する。

【解決手段】 固体電解質 14 の一方の面に少なくとも表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属からなる陽極 12 を当接させ、該固体電解質の他方の面に陰極 13 を当接させ、陽極と陰極との間に直流電圧を印加することによりオゾン水を生成する電解式オゾンナイザ 1 の陽極に複数のスリット 12c・12c・・・を設け、該スリットの長手方向と、陽極に沿って流過する原料水の流過方向とを略一致させた。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

固体電解質の一方の面に少なくとも表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属からなる陽極を当接させ、該固体電解質の他方の面に陰極を当接させ、陽極と陰極との間に直流電圧を印加することによりオゾン水を生成する電解式オゾナイザにおいて、

陽極に複数のスリットを設け、該スリットの長手方向と、陽極に沿って流過する原料水の流過方向とを略一致させたことを特徴とする電解式オゾナイザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、陽極と、陰極と、これらに挟まれる固体電解質とを具備する電解式オゾナイザの技術に関する。より詳細には、オゾン生成効率を向上させるための電解式オゾナイザの陽極の構造に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、環境に優しい殺菌消毒方法および有機物等の分解方法として、オゾン水を利用することが注目されている。これは、オゾンは使用後酸素に分解するため水中に残留することが無く、従来の洗浄液による殺菌消毒や有機物の分解のように排水に薬品等が残留するおそれがないこと、酸素や水を原料とするため原料の調達が容易であること、といった利点を有することによる。

## 【0003】

従来、オゾン水（オゾンが溶解した水）を得る代表的な方法としては、オゾン曝気法と、水電解法とが知られている。

オゾン曝気法は、無声放電電界中に酸素ガスまたは空気を通過させることにより高濃度のオゾンガスを生成し、該オゾンガスと水とを気液接触させてオゾンを水に溶解することによりオゾン水を得る方法である。

一方、水電解法は、少なくとも表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属からなる金属片等（例えば、銅片や鉄片の表面に白金を電着したものを）を陽極として用いて水を電気分解することにより、陽極表面に生成される酸素ガスの中に含まれる形でオゾンガスを生成し、該オゾンガスを水に溶解してオゾン水を得る方法である。

## 【0004】

水電解法はオゾン曝気法と比較して、高電圧を発生させる電源装置等の大型の設備を必要としないこと、高濃度のオゾンガスを漏洩させるおそれがないこと、オゾン曝気法により生成されるオゾン水に特有のオゾン臭が少ないこと、といった利点があり、安価かつ小型のオゾナイザに適している。

一方、オゾン水は十分な殺菌消毒作用や有機物等の分解作用を発揮するために所定以上の濃度を必要とするが、高濃度のオゾン水を得ることが困難であることが水電解法の問題点として挙げられる。

## 【0005】

水電解法に用いられる陽極の表面に電着されるオゾン発生触媒機能を有する金属としては、相PbO<sub>2</sub>や白金、ニッケル等が知られている。このうち、相PbO<sub>2</sub>は水電解法の中では比較的高濃度のオゾン水を得られることが知られているが、地下水の汚染等の問題から、電解式オゾナイザ（水電解法を用いたオゾン水生成装置）を構成する材料として鉛を使用しないことが望まれている。

従って、環境に悪影響を及ぼすおそれがない白金やニッケル等の材料を用いて構成し、かつ高濃度のオゾン水を得られる電解式オゾナイザが検討されている。

また、フッ素系陽イオン交換膜等の固体電解質の一方の面に陽極を当接させ、該固体電解質の他方の面に陰極を当接させて陽極と陰極との間に直流電圧を印加することにより、陽極と陰極との距離を短くして（数百ミクロン程度）、高効率の電気分解（オゾンの生成）が可能であることが知られている。

10

20

30

40

50

## 【0006】

一般的に、電解式オゾナイザにより生成されるオゾン水のオゾン濃度を向上させる方法としては、電気分解時にオゾンが多く生成されることが知られているオゾン生成領域（陽極と、固体電解質と、原料水との三相境界領域）を多くしてオゾンガスの生成量自体を多くし、かつ、生成したオゾンガスを含む酸素ガスを速やかにオゾン生成領域から引き離して原料水（陽極に沿って流過される水であり、オゾンが溶解されてオゾン水となる）と混合することにより、オゾン生成領域においてオゾンが分解する逆反応を抑制するとともにオゾンの原料水への溶解を促進することが挙げられる。

そこで、陽極の形状を金網状として、陽極におけるオゾン生成領域を多くする方法や、陽極に沿って流過する原料水に旋回流を起こして攪拌することにより、オゾンの原料水への溶解を促進する方法が提案されている。

例えば、特許文献1および特許文献2に記載の如くである。

## 【0007】

【特許文献1】特開平8-134678号公報

【特許文献2】特開2003-88866号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかし、陽極に沿って流過する水に旋回流を起こして攪拌する方法は、旋回流を発生させるための部品等が必要となり、装置が大型化するとともに構造が複雑になるという問題があった。また、旋回流を起こさずに陽極を金網状やメッシュ状とした場合、前記オゾン生成領域は多くなるものの、該オゾン生成領域の原料水がスムーズに流過せずオゾン生成領域に滞留する傾向があり、オゾンが分解する逆反応も盛んに起こるため、最終的なオゾン水の濃度を高めるのが困難であった。

## 【0009】

本発明は以上の如き状況に鑑み、旋回流を発生させるための部品等を追加することなく、陽極と固体電解質と原料水の三相領域（オゾン生成領域）における原料水の滞留を防止して、高濃度のオゾン水を生成可能な電解式オゾナイザを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

## 【0011】

即ち、請求項1においては、固体電解質の一方の面に少なくとも表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属からなる陽極を当接させ、該固体電解質の他方の面に陰極を当接させ、陽極と陰極との間に直流電圧を印加することによりオゾン水を生成する電解式オゾナイザにおいて、

陽極に複数のスリットを設け、該スリットの長手方向と、陽極に沿って流過する原料水の流過方向とを略一致させたものである。

【発明の効果】

## 【0012】

本発明の効果として、以下に示すような効果を奏する。

## 【0013】

請求項1においては、オゾン生成領域に生成した酸素ガスおよび該酸素ガスに含まれるオゾンガスの気泡が小さい時点で原料水と混合可能であるとともに、該気泡に含まれるオゾンが分解する逆反応が進行することを抑制することが可能であり、原料水へオゾンが溶解する効率（オゾン水生成効率）が向上する。

また、陽極槽内に原料水を攪拌するための部品等を設けなくても原料水とオゾンが含まれる気泡とを十分に混合することが可能であり、電解式オゾナイザの小型化、簡素化が容易である。

10

20

30

40

50

**【発明を実施するための最良の形態】****【0014】**

以下では、図1を用いて本発明の電解式オゾナイザの第一実施例である電解式オゾナイザ1の構成について説明する。なお、本発明は以下で説明する電解式オゾナイザの第一実施例である電解式オゾナイザ1および第二実施例である電解式オゾナイザ101に限定されず、電解式オゾナイザに広く適用可能である。

電解式オゾナイザ1は、原料水を電気分解することによりオゾン水（オゾンが溶解した水）を生成するものであり、主にオゾン生成手段10、直流電源20、酸性水流過手段30、およびこれらを接続する配管群や切替弁等で構成される。

**【0015】**

ここで、「原料水」とはオゾン生成手段10に供給されてオゾン水の原料となる水または水溶液の総称であり、具体例としては純水、水道水（上水）、工業用水等が挙げられる。

吐出されたオゾン水の使用方法としては、該オゾン水を対象物に散布したり対象物をオゾン水に浸漬することによる殺菌消毒や有機物等（臭いやぬめり）の分解除去等を行うといったことが挙げられる。また、この他にも原料水を電解式オゾナイザに通して、原料水中に混入している微生物や細菌の殺菌消毒を行ったり、所定の有機物等の分解を行うといった使用方法も考えられる。このような場合には、微生物や細菌、所定の有機物等を含む産業用排水等も原料水に含まれる。

**【0016】**

オゾン生成手段10は原料水にオゾンを溶解させてオゾン水を生成するものである。オゾン生成手段10は主に筐体11、陽極12、陰極13、固体電解質14、陽極槽15、陰極槽16等で構成される。

**【0017】**

筐体11は、その内部に空間が形成され、該空間にオゾン生成手段10を構成する他の部材を収容する容器（構造体）である。

**【0018】**

本実施例における陽極12および陰極13は金属片や黒鉛やカーボンナノチューブ等の導電性物質からなり、原料水の電気分解を行うものである。電気分解時（陽極12と陰極13の間に直流電圧が印加されているとき）に陽極12の表面では酸素ガスの気泡に含まれる形でオゾンが生成されるとともに、陰極13の表面では水素ガスが生成される。このとき、陽極12は少なくともその表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属（例えば白金やニッケル等）からなる。陽極12の詳細構成（形状等）については後述する。

**【0019】**

固体電解質14はいわゆる陽イオン交換膜で構成され、水素イオンやナトリウムイオン、マグネシウムイオンやカルシウムイオン等の陽イオンは通過することができ、水分子等のサイズの大きい分子や陰イオンは通過することができないという性質を有する。

固体電解質14は、筐体11内部の空間を二つの空間に区画し、固体電解質14の一方の面には陽極12が当接されるとともに、固体電解質14の他方の面には陰極13が当接される。

**【0020】**

陽極槽15は、固体電解質14により二つに区画された筐体11内部の空間のうち、陽極12が収容されている方の空間である。陽極槽15の一端（本実施例の場合、下端部）には筐体11の外部と陽極槽15とを連通する給水口15aが形成され、陽極槽15の他端（本実施例の場合、上端部）には筐体11の外部と陽極槽15とを連通する吐水口15bが形成される。

**【0021】**

陰極槽16は、固体電解質14により二つに区画された筐体11内部の空間のうち、陰極13が収容されている方の空間である。陰極槽16の一端（本実施例の場合、下端部）には筐体11の外部と陰極槽16とを連通する給水口16aが形成され、陰極槽16の他

10

20

30

40

50

端（本実施例の場合、上端部）には筐体 1 1 の外部と陰極槽 1 6 とを連通する吐水口 1 6 b が形成される。

【0022】

直流電源 2 0 はオゾン生成手段 1 0 の陽極 1 2 と陰極 1 3 との間に直流電圧を印加する電源装置である。

【0023】

酸性水流過手段 3 0 は前記オゾン生成手段 1 0 の陰極槽 1 6 に酸性水を供給し、陰極 1 3 に沿って酸性水を流過するものである。

ここで、「酸性水」とは酸性の（pH が 7 よりも小さい）水または水溶液の総称であり、電解水製造装置等の電解水生成手段を用いて水を電気分解することにより生成した酸性電解水も含まれる。

酸性水流過手段 3 0 は主に、タンク 3 1、該酸性水を圧送するポンプ 3 2 等で構成される。タンク 3 1 は酸性水を貯留する容器である。ポンプ 3 2 はタンク 3 1 に貯留されている酸性水をオゾン生成手段 1 0 の陰極槽 1 6 に圧送する。

【0024】

以下では電解式オゾナイザ 1 を構成する部材を接続する配管群および切替弁について説明する。

原料水供給配管 4 0 は、原料水供給ライン（例えば、水道水の配管）と、オゾン生成手段 1 0 の陽極槽 1 5 側の給水口 1 5 a と、を接続する。分岐配管 4 1 は、原料水供給配管 4 0 の中途部と、三方弁 6 0 と、を接続する。吐出配管 4 2 はオゾン水を外部に吐出するための配管であり、その一端がオゾン生成手段 1 0 の陽極槽 1 5 側の吐水口 1 5 b に接続される。配管 4 3 は、オゾン生成手段 1 0 の陰極槽 1 6 側の吐水口 1 6 b と、三方弁 6 1 と、を接続する。排出配管 4 4 は陰極槽 1 6 を通過した水（原料水または酸性水）を外部に排出するための配管であり、その一端が三方弁 6 1 に接続される。戻り配管 4 5 は、三方弁 6 1 と、タンク 3 1 の上部と、を接続する。配管 4 6 は、タンク 3 1 の底部と、ポンプ 3 2 の吸入側ポートと、を接続する。圧送配管 4 7 は、ポンプ 3 2 の吐出側ポートと、三方弁 6 0 と、を接続する。配管 4 8 は、三方弁 6 0 と、オゾン生成手段 1 0 の陰極槽 1 6 側の給水口 1 6 a と、を接続する。

三方弁 6 0 および三方弁 6 1 は、オゾン生成手段 1 0 の陰極槽 1 6 に原料水または酸性水を供給するために電解式オゾナイザ 1 を構成する部材を接続する配管経路を切り替える。

【0025】

以下では、図 1 を用いて電解式オゾナイザ 1 におけるオゾン水の生成方法について説明する。

原料水は原料水供給配管 4 0 および給水口 1 5 a を経て陽極槽 1 5 に供給される。また、原料水は原料水供給配管 4 0 分岐配管 4 1 三方弁 6 0 配管 4 8 給水口 1 6 a を経て陰極槽 1 6 に供給される。

陽極 1 2 と陰極 1 3 との間には直流電源 2 0 により直流電圧が印加され、オゾン生成手段 1 0 内で電気分解が行われる。このとき、陽極槽 1 5 では水が電気分解されて水素イオン、酸素ガスおよびオゾンが生成される。また、陰極槽 1 6 では水が電気分解されて水素ガスおよび水酸化物イオンが生成される。

【0026】

陽極槽 1 5 内の陽イオンである水素イオンは、陽イオン交換膜からなる固体電解質 1 4 を通過し、陰極 1 3 から電子を受け取って（還元されて）水素ガスとなる。このとき、陽極槽 1 5 に供給される原料水にマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の陽イオン（無機物イオン）が含まれていると、これらも固体電解質 1 4 を通過し、陰極 1 3 から電子を受け取って（還元されて）固体のマグネシウムやカルシウムが析出する。

【0027】

陽極槽 1 5 内で生成されたオゾンが原料水に溶解することによりオゾン水が生成される。

10

20

30

40

50

そして、吐水口 15 b および吐出配管 42 を経て電解式オゾナイザ 1 の外部にオゾン水が吐出される。また、陰極槽 16 内の原料水は吐水口 16 b 三方弁 61 排出配管 44 を経て外部に排出される。

#### 【0028】

前述の如く、原料水に含まれているマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の陽イオン（無機物イオン）が陰極槽 16 において還元されて析出したマグネシウムやカルシウム（以下、析出物という）は、同じく陰極槽 16 において還元されて生成される水素ガスと異なり、陰極 13 の表面（特に、陰極 13 と固体電解質 14 と原料水との三相境界）に固着し、電気分解の進行に伴って堆積する。

このように陰極 13 に析出物が堆積すると、電気分解に要する電圧が上昇するため、同じ電圧で電気分解を継続していると電流値が低下していく。結果として、陽極 12 で生成される水素イオンや酸素ガス、オゾンの量が減少し、陽極 12 でのオゾン生成効率が低下する。

#### 【0029】

そこで、本実施例の電解式オゾナイザ 1 には、陰極 13 の表面への析出物の堆積を防止するために酸性水流過手段 30 が設けられている。酸性水流過手段 30 は陰極槽 16 に断続的、または連続的に酸性水を供給し、陰極 13 に沿って酸性水を流過させることにより、陰極 13 の表面に析出する無機物を再溶解して除去する（または、酸性水中の水素イオンを優先的に陰極 13 の表面で還元させることにより、陰極 13 表面における無機物イオンの還元を抑制する）。

本実施例の場合、タンク 31 に貯留されている酸性水がポンプ 32 により配管 46 ポンプ 32 圧送配管 47 三方弁 60 配管 48 給水口 16 a を経て陰極槽 16 に供給される。そして、酸性水により陰極 13 の表面の析出物が溶解され、該析出物の陽イオンが溶解した状態の酸性水は、吐水口 16 b 三方弁 61 戻り配管 45 を経てタンク 31 に戻される。

#### 【0030】

以上の如く、本発明の電解式オゾナイザの第一実施例である電解式オゾナイザ 1 は、固体電解質 14 の一方の面に少なくとも表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属からなる陽極 12 を当接させ、該固体電解質 14 の他方の面に陰極 13 を当接させ、陽極 12 と陰極 13 との間に直流電圧を印加することによりオゾン水を生成する電解式オゾナイザであって、酸性水を陰極 13 に沿って連続的または断続的に流過させる酸性水流過手段 30 を設けたものである。また、酸性水流過手段 30 は酸性水を貯留するタンク 31 と、酸性水を圧送するポンプ 32 とを具備している。

#### 【0031】

このように構成することにより、原料水にマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の無機物イオンが含まれている場合でも軟水器等の高価かつ大型の設備を付加することなく、電解式オゾナイザ 1 の陰極 13 の表面に析出物が形成されることを防止し、オゾン生成効率を高く保持して高濃度のオゾン水を継続して生成することが可能である。

#### 【0032】

なお、三方弁 60 および三方弁 61 を切り替えて、陰極槽 16 に原料水または酸性水のいずれを流過させるかは、原料水に含まれる無機物イオンの量により適宜選択することが望ましく、限定されない。例えば、原料水に含まれる無機物イオンの量が少ない場合には、通常時（オゾン水を生成しているとき）には陰極槽 16 に原料水を流過させてオゾン水を生成し、断続的に（定期的）陰極槽 16 に酸性水を流過させて陰極 13 表面の析出物を除去する、といった使用方法が考えられる。また、原料水に含まれる無機物イオンの量が多い場合には、通常時（オゾン水を生成しているとき）にも陰極槽 16 に連続的に酸性水を流過させて陰極 13 表面の析出物を除去する、といった使用方法が考えられる。

すなわち、オゾン水を生成しているときに、陰極槽 16 に酸性水を連続的または断続的に流過させることが可能であり、いずれの流過方法を選択するかは使用する原料水の性状（無機物イオンの溶解量）や電解式オゾナイザの使用頻度等を考慮して適宜選択すること

10

20

30

40

50

が可能である。

【0033】

さらに、直流電源20の電流値や電圧値を検知して、オゾン生成効率が低下した(電圧が所定値以上となった、または電流値が所定値以下となった)時点で制御装置(図示せず)により三方弁60および三方弁61を切り替える、または警報を発して作業者が手動で三方弁60および三方弁61を切り替える構成としても良い。この場合三方弁60・61は電磁弁により構成し、ソレノイドを制御装置と接続する。

さらにまた、酸性水中の水素イオンが陰極13にて還元されて水素ガスとなって減少し、酸性水のpHがpH7となると陰極13表面の析出物を除去する効果が小さくなるという問題があるが、タンク31または酸性水の循環経路(配管46 ポンプ32 圧送配管47 三方弁60 配管48 給水口16a 陰極槽16 吐水口16b 三方弁61 戻り配管45)の中途部にpHセンサを設けて制御装置と接続し、該制御装置には警報装置を接続して、酸性水のpHが所定値以下となった時点で警報を出し、作業者に酸性水の交換を促す構成としても良い。

10

【0034】

以下では、図2を用いて本発明の電解式オゾナイザの第二実施例である電解式オゾナイザ101の構成について説明する。

電解式オゾナイザ101は原料水を電気分解することによりオゾン水(オゾンが溶解した水)を生成するものであり、主にオゾン生成手段110、直流電源120、酸性水流過手段130、およびこれらを接続する配管群や切替弁等で構成される。

20

【0035】

オゾン生成手段110は原料水にオゾンを溶解させてオゾン水を生成するものである。

オゾン生成手段110は主に筐体111、陽極112、陰極113、固体電解質114、陽極槽115、陰極槽116等で構成される。

なお、本実施例におけるオゾン生成手段110は前記第一実施例におけるオゾン生成手段10と略同じ構成であることから、詳細構成の説明については省略する。

【0036】

直流電源120はオゾン生成手段110の陽極112と陰極113との間に直流電圧を印加する電源装置である。

なお、本実施例の直流電源120は後述する電解水生成手段133の陽極172および陰極173の間に直流電圧を印加する電源装置としての機能を兼ねるが、これに限定されず、別体の電源装置を設けて該電源装置により電解水生成手段133の陽極172および陰極173の間に直流電圧を印加しても良い。

30

【0037】

酸性水流過手段130は前記オゾン生成手段110の陰極槽116に酸性水を供給し、陰極113に沿って酸性水を流過するものである。

酸性水流過手段130は主に、食塩水タンク131、ポンプ132、電解水生成手段133等で構成される。食塩水タンク131は原料水等の水に塩化ナトリウム(または塩化カリウム等の塩類)を添加して、水の電気分解に適した所定の濃度(導電率)の食塩水(または電解質水溶液)を生成するものである。

40

ポンプ132は食塩水タンク131にて生成された食塩水(または電解質水溶液)を圧送して電解水生成手段133に供給し、電解水生成手段133にて生成された酸性電解水(酸性水の種類)をオゾン生成手段110の陰極槽116に供給するものである。

【0038】

電解水生成手段133は、食塩水(または電解質水溶液)を電気分解して、酸性電解水(酸性水の種類)を生成するものである。

電解水生成手段133は主に筐体171、陽極172、陰極173、隔膜174、陽極槽175、陰極槽176等で構成される。

なお、本実施例における電解水生成手段133は、陽極172の詳細構成がオゾンの生成を促進する(オゾンの生成効率を向上させる)ことを必要としない点、および隔膜17

50

4 が固体電解質である必要がない点を除けば基本的にはオゾン生成手段 10 (またはオゾン生成手段 110) と略同じ構成であることから、詳細構成の説明については省略する。

#### 【0039】

以下では電解式オゾナイザ 101 を構成する部材を接続する配管群および切替弁について説明する。

原料水供給配管 140 は、原料水供給ライン (例えば、水道水の配管) と、三方弁 162 と、を接続する。配管 141 は、三方弁 162 と、オゾン生成手段 110 の陽極槽 115 側の給水口 115 a と、を接続する。分岐配管 142 は、配管 141 の中途部と、三方弁 163 と、を接続する。吐出配管 143 はオゾン水を外部に吐出するための配管であり、その一端がオゾン生成手段 110 の陽極槽 115 側の吐水口 115 b に接続される。戻り配管 144 は、オゾン生成手段 110 の陰極槽 116 側の吐水口 116 b と、電解水生成手段 133 の陰極槽 176 側の給水口 176 a と、を接続する。排出配管 145 はオゾン生成手段 110 の陰極槽 116 および電解水生成手段 133 の陰極槽 176 を通過した水 (原料水または電解水) を外部に排出するための配管であり、その一端が電解水生成手段 133 の陰極槽 176 側の吐水口 176 b に接続される。配管 146 は、三方弁 162 と、食塩水タンク 131 の給水側ポートと、を接続する。配管 147 は、食塩水タンク 131 の吐水側ポートと、ポンプ 132 の吸入側ポートと、を接続する。圧送配管 148 は、ポンプ 132 の吐出側ポートと、電解水生成手段 133 の陽極槽 175 側の給水口 175 a と、を接続する。配管 149 は、電解水生成手段 133 の陽極槽 175 側の吐水口 175 b と、三方弁 163 と、を接続する。配管 150 は、三方弁 163 と、オゾン生成手段 110 の陰極槽 116 側の給水口 116 a と、を接続する。

三方弁 162 および三方弁 163 は、オゾン生成手段 110 の陰極槽 116 に原料水または電解水 (酸性水の種類) を供給するために電解式オゾナイザ 101 を構成する部材を接続する配管経路を切り替える。

#### 【0040】

以下では、図 2 を用いて電解式オゾナイザ 101 におけるオゾン水の生成方法について説明する。

原料水は原料水供給配管 140 三方弁 162 配管 141 給水口 115 a を経てオゾン生成手段 110 の陽極槽 115 に流入する。また、原料水は原料水供給配管 140 三方弁 162 配管 141 分岐配管 142 三方弁 163 配管 150 給水口 116 a を経てオゾン生成手段 110 の陰極槽 116 に供給される。

オゾン生成手段 110 の陽極 112 と陰極 113 との間には直流電源 120 により直流電圧が印加され、オゾン生成手段 110 内で電気分解が行われる。このとき、陽極槽 115 では水が電気分解されて水素イオン、酸素分子およびオゾンが生成される。また、陰極槽 116 では水が電気分解されて水素ガスおよび水酸化物イオンが生成される。

#### 【0041】

陽極槽 115 内の陽イオンである水素イオンは、陽イオン交換膜からなる固体電解質 114 を通過し、陰極 113 から電子を受け取って (還元されて) 水素ガスとなる。このとき、陽極槽 115 に供給される原料水にマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の陽イオン (無機物イオン) が含まれていると、これらも固体電解質 114 を通過し、陰極 113 から電子を受け取って (還元されて) 固体のマグネシウムやカルシウムが析出する。

#### 【0042】

オゾン生成手段 110 の陽極槽 115 内で生成されたオゾンが原料水に溶解することによりオゾン水が生成される。

そして、吐水口 115 b および吐出配管 143 を経て電解式オゾナイザ 101 の外部にオゾン水が吐出される。また、オゾン生成手段 110 の陰極槽 116 内の原料水は、吐水口 116 b 戻り配管 144 給水口 176 a 陰極槽 176 吐水口 176 b 排出配管 145 を経て外部に排出される。

#### 【0043】

前述の如く、原料水に含まれているマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の陽イオ

10

20

30

40

50

ン（無機物イオン）がオゾン生成手段 110 の陰極槽 116 において還元されて析出したマグネシウムやカルシウム（以下、析出物という）は、同じく陰極槽 116 において還元されて生成される水素ガスと異なり、陰極 113 の表面（特に、陰極 113 と固体電解質 114 と原料水との三相境界）に固着し、電気分解の進行に伴って堆積する。

このように陰極 113 に析出物が堆積すると、電気分解に要する電圧が上昇するため、同じ電圧で電気分解を継続していると電流値が低下していく。結果として、陽極 112 で生成される水素イオンや酸素ガス、オゾンの量が減少し、陽極 112 でのオゾン生成効率が低下する。

#### 【0044】

そこで、本実施例の電解式オゾナイザ 101 には、オゾン生成手段 110 の陰極 113 の表面への析出物の堆積を防止するために酸性水流過手段 130 が設けられている。酸性水流過手段 130 はオゾン生成手段 110 の陰極槽 116 に断続的、または連続的に酸性電解水（酸性水の種類）を供給し、陰極 113 に沿って酸性電解水を流過させることにより、陰極 113 の表面に析出する無機物を再溶解して除去する（または、酸性の電解中の水素イオンを優先的に陰極 113 の表面で還元させることにより、陰極 113 表面における無機物イオンの還元を抑制する）。

#### 【0045】

本実施例の場合、三方弁 162 を切り替えてオゾン生成手段 110 の陽極槽 115 および陰極槽 116 への原料水の供給を停止し、原料水供給配管 140 三方弁 162 配管 146 を経て食塩水タンク 131 に原料水が供給される。食塩水タンク 131 には食塩（塩化ナトリウム）が貯留されており、供給された原料水に食塩を溶解して所定の濃度（導電率）の食塩水を生成（調製）する。

食塩水タンク 131 で生成された食塩水は、ポンプ 132 により圧送されて、配管 147 ポンプ 132 圧送配管 148 給水口 175 a を経て電解水生成手段 133 の陽極槽 175 に供給される。

#### 【0046】

電解水生成手段 133 の陽極 172 と陰極 173 との間には直流電源 120 により直流電圧が印加され、電解水生成手段 133 内で電気分解が行われる。このとき、陽極槽 175 では水が電気分解されて水素イオンおよび酸素ガスが生成される。また、食塩に由来する塩素イオンが陽極に電子を与えて塩素ガスとなり、さらに塩素ガスの一部が水と反応して次亜塩素酸（ $\text{HClO}$ ）が生成される。また、陰極槽 176 では水が電気分解されて水素ガスおよび水酸化物イオンが生成される。

陽極槽 175 にて生成された酸性電解水は、吐水口 175 b 配管 149 三方弁 163 配管 150 給水口 116 a を経てオゾン生成手段 110 の陰極槽 116 に供給される。そして、酸性電解水により陰極 113 の表面の析出物が溶解され、該析出物の陽イオンが溶解した状態の酸性電解水は吐水口 116 b 戻り配管 144 給水口 176 a を経て電解水生成手段 133 の陰極槽 176 に供給される。

#### 【0047】

電解水生成手段 133 の陰極槽 176 に供給された酸性電解水に含まれる水素イオンは、該陰極槽 176 にて生成される水酸化物イオンと中和反応を起こし、 $\text{pH}$  7 となった後に吐水口 176 b 排出配管 145 を経て外部に排出される。

#### 【0048】

以上の如く、本発明の電解式オゾナイザの第二実施例である電解式オゾナイザ 101 は、固体電解質 114 の一方の面に少なくとも表面部がオゾン発生触媒機能を有する金属からなる陽極 112 を当接させ、該固体電解質 114 の他方の面に陰極 113 を当接させ、陽極 112 と陰極 113 との間に直流電圧を印加することによりオゾン水を生成する電解式オゾナイザであって、酸性水（酸性電解水）を陰極 113 に沿って連続的または断続的に流過させる酸性水流過手段 130 を設けたものである。また、酸性水流過手段 130 は電解水生成手段 133 と、食塩水を生成する食塩水タンク 131 と、該食塩水を圧送するポンプ 132 と、を具備するとともに、食塩水を電気分解して酸性電解水を生成するもの

10

20

30

40

50

である。

【0049】

このように構成することにより、原料水にマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の無機物イオンが含まれている場合でも軟水器等の高価かつ大型の設備を付加することなく、電解式オゾナイザ101の陰極113の表面に析出物が形成されることを防止し、オゾン生成効率を高く保持して高濃度のオゾン水を継続して生成することが可能である。

【0050】

また、本実施例の場合、前記第一実施例と比較すると、電解式オゾナイザの陰極の洗浄（析出物の除去）を行う酸性電解水は最終的に中和されて排出されるため、環境への影響が小さいという利点を有する。

さらに、電解水生成手段の陽極と陰極の間に印加する直流電圧の大きさを変えることにより酸性電解水のpHを容易に変更し、原料水中の無機物イオン量等に応じて酸性水のpHを所望の値に維持することが容易であるとともに、前記第一実施例の如く析出物の除去の進行に伴いpHが低下した酸性水の交換作業を必要とせず、作業性に優れる。

【0051】

以下では図3、図4、図5、図6を用いて、本発明の電解式オゾナイザの第一実施例である電解式オゾナイザ1の陽極12の詳細構成について説明する。

【0052】

図3、図4、図5および図6に示す如く、本実施例における陽極12は、主に複数のセグメント12a・12a・・・、一对の連結部材12b・12b、複数のスリット12c・12c・・・等で構成される。

セグメント12aは、一方向に長い略直方体形状の部材であり、金属や黒鉛、カーボンナノチューブ等の導電性物質からなる。また、少なくともセグメント12aの表面部はオゾン発生触媒機能を有する金属（例えば、白金やニッケル等）からなる。

複数のセグメント12a・12a・・・はその長手方向が略平行となり、かつ隣接するセグメント12a・12aが所定の間隔を開けるように配置される。

一对の連結部材12b・12bは、複数のセグメント12a・12a・・・を両端部において前記所定の間隔を開けた状態で連結固定する一方向に長い略直方体形状の部材である。連結部材12b・12bの長手方向はセグメント12a・12a・・・の長手方向と略直交し、セグメント12a・12a・・・の両端部にそれぞれ固設される。

スリット12c・12c・・・は隣接するセグメント12a・12a間に形成された一方向に長い空間（細隙）である。

【0053】

陽極12は固体電解質14の一方の面に当接される。そして、陽極12のスリット12c・12c・・・の長手方向と、陽極槽15内の原料水の流過方向と、が略一致するように陽極12が陽極槽15内に配置される。

【0054】

以上の如く陽極12を構成することは、以下の利点を有する。

すなわち、図7に示す従来の電解式オゾナイザの場合、固体電解質214に当接される陽極212および陰極213は金属線を格子状に編んだ金網状に形成されているため、該陽極212を構成する金属線には、その長手方向が原料水の流過方向に対して略直交するものが多数含まれている。従って、陽極212を構成する金属線により、固体電解質214の表面近傍における原料水の流れが阻害され、オゾン生成領域（陽極212と、固体電解質214と、原料水との三相境界領域）近傍の原料水は滞留する傾向となる（流速が小さい）。結果として、当該オゾン生成領域で生成される酸素ガスおよび該酸素ガスに含まれるオゾンガスの気泡200・200・・・は、陽極212の厚さよりも大きくなるまで陽極槽中の原料水の流速が速い部分と接触することができない。

そして、酸素ガスおよび該酸素ガスに含まれるオゾンガスの気泡200・200・・・が大きく成長するまでの間にオゾンガスが分解される逆反応が進行すること、および、大きい気泡は小さい気泡に比べて単位体積あたりの原料水との接触面積が小さくなることか

10

20

30

40

50

ら、オゾン生成領域における原料水の流速が小さいことが原料水へオゾンが溶解する効率（オゾン水生成効率）を低下させる要因となっている。

【0055】

これに対して、本実施例の陽極12は、陽極12を構成する部材のうち原料水の流れを阻害する部位が連結部材12b・12bだけであり、陽極12におけるオゾン生成領域に対応する部位であるスリット12c・12c・・・は、その長手方向が陽極槽15中の原料水の流過方向と略一致している。従って、スリット12c・12c・・・を流過する原料水の流速を、陽極槽15中の原料水の流速が速い部分（陽極12から少し離れた部分）の流速と略同じとすることが可能である。

結果として、オゾン生成領域に生成した酸素ガスおよび該酸素ガスに含まれるオゾンガスの気泡（図5中の気泡70・70・・・）は、生成後直ちに陽極12の表面（オゾン生成領域）から引き離され、原料水と混合されてオゾンが原料水に効率良く溶解する。

すなわち、オゾン生成領域に生成した酸素ガスおよび該酸素ガスに含まれるオゾンガスの気泡が小さい時点で原料水と混合可能であるとともに、該気泡に含まれるオゾンが分解する逆反応が進行することを抑制することが可能であり、原料水へオゾンが溶解する効率（オゾン水生成効率）が向上する。

また、陽極槽15内に原料水を攪拌するための部品等を設けなくても原料水とオゾンが含まれる気泡とを十分に混合することが可能であり、電解式オゾナイザの小型化、簡素化が容易である。

【0056】

なお、陽極12のセグメント12aの本数（換言すれば、スリット12cの本数）は限定されず、陽極槽15の形状や供給される原料水の供給量等に応じて適宜選択することが可能である。

すなわち、スリット12cを流過する原料水の流速を所定値に（オゾンガスを含む気泡がオゾン生成領域で生成後、直ちに引き離される程度の流速に）保持可能な範囲で、スリット12cの本数を極力多くすることが、陽極の単位面積あたりのオゾン生成領域を大きくするという観点から望ましい。

また、本実施例においてはセグメント12aおよび連結部材12bの断面形状は矩形であったが、これに限定されず、円形や楕円形、多角形、星形等でも良い。

さらに、本実施例では一对の連結部材12b・12bにより、セグメント12a・12a・・・の両端をそれぞれ連結固定していたが、連結部材12bを一本省略して櫛状としても同様の効果を奏する。すなわち、直流電圧を印加したときに各セグメント12aが略同電位となるように、どこか一箇所でも隣接しているセグメント12aと電氣的に接続されていれば良く、むしろ電氣的に接続されている範囲で極力連結部材12bを小さくし、スリット12c・12c・・・を流過する原料水の流れを阻害しない構成とすることが望ましい。

さらにまた、本実施例の陽極12はセグメント12a・12a・・・と連結部材12b・12bとが別部材であったが、これらを一体的に成形しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の電解式オゾナイザの第一実施例を示す模式図。

【図2】本発明の電解式オゾナイザの第二実施例を示す模式図。

【図3】本発明の電解式オゾナイザの第一実施例に係る陽極の斜視図。

【図4】本発明の電解式オゾナイザの第一実施例に係る陽極の正面図。

【図5】本発明の電解式オゾナイザの第一実施例に係る陽極の平面断面図。

【図6】本発明の電解式オゾナイザの第一実施例に係る陽極の側面図。

【図7】従来電解式オゾナイザに係る陽極の側面断面図。

【符号の説明】

【0058】

1 電解式オゾナイザ

10

20

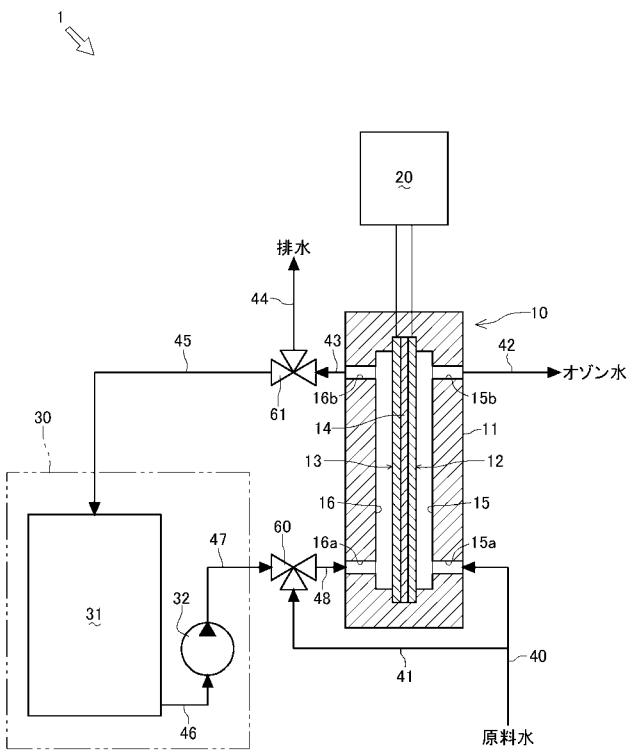
30

40

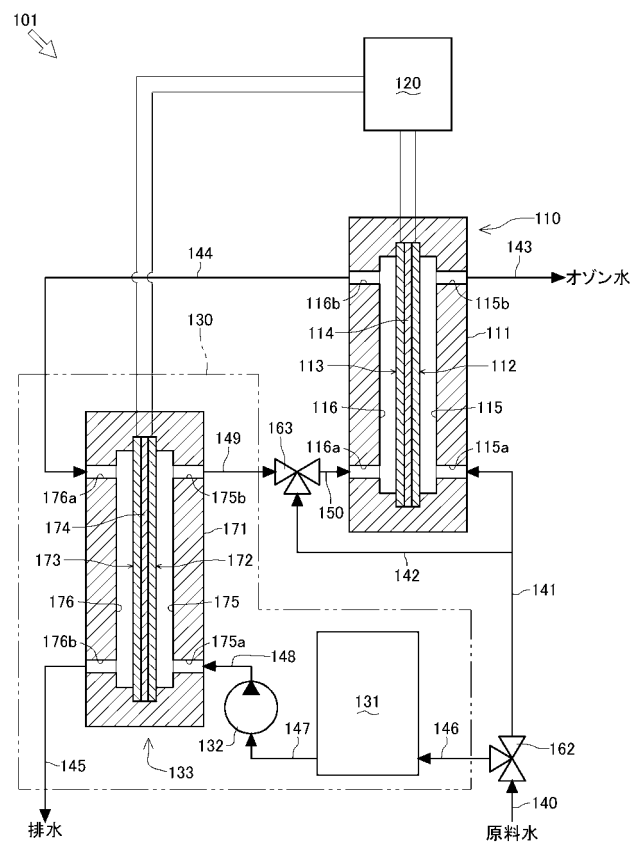
50

- 1 2 陽極
- 1 2 c スリット
- 1 3 陰極
- 1 4 固体電解質

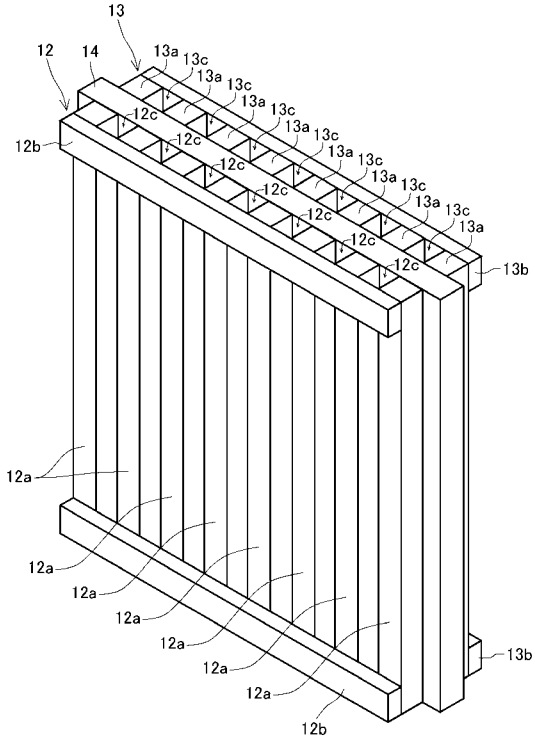
【図 1】



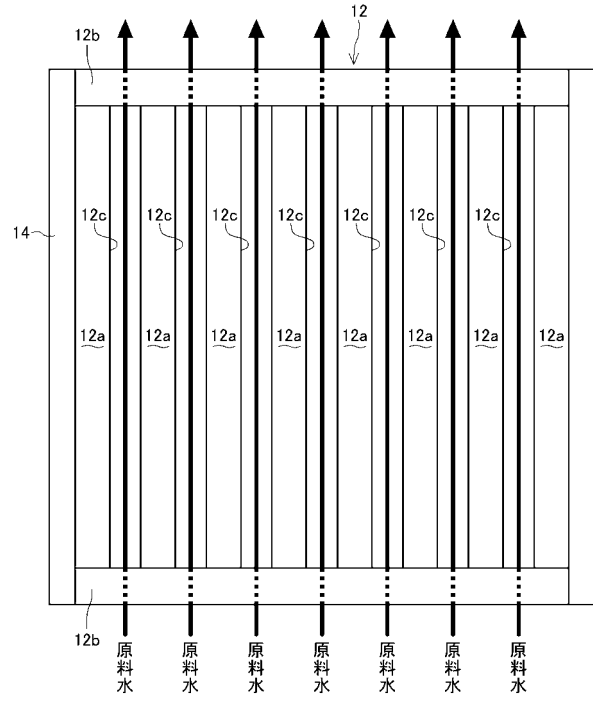
【図 2】



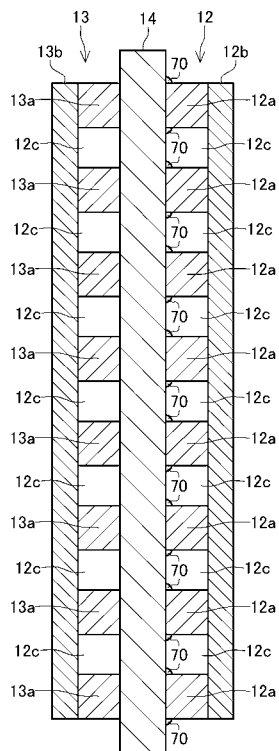
【 図 3 】



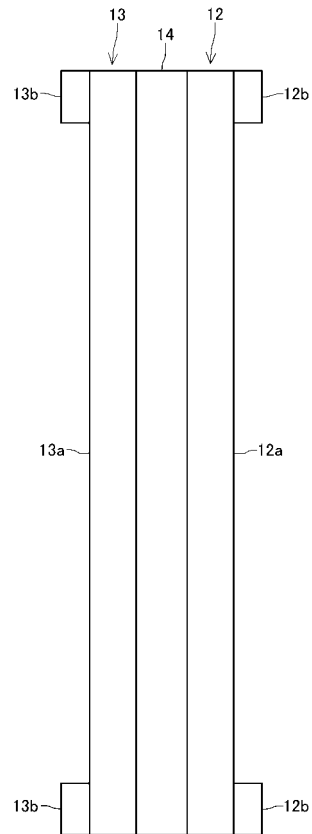
【 図 4 】



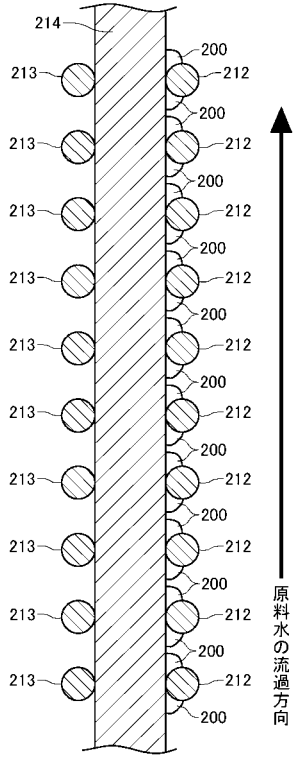
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4K021 AA01 AA09 AB15 AB25 BA02 BA03 BC01 BC09 CA08 CA09  
CA15 DB05 DB11 DB18 DB19 DB31 DB53 DC07