

明 細 書

発明の名称：

オゾン水製造装置、オゾン水製造方法、オゾン水、オゾン水処理装置、および、評価方法

技術分野

[0001] 本開示は、オゾン水製造装置、オゾン水製造方法、オゾン水、オゾン水処理装置、および、評価方法に関する。本出願は2019年3月29日に提出された日本特許出願第2019-067035号および2019年11月25日に提出された日本特許出願第2019-212054号に基づく優先権の利益を主張するものであり、その内容は、本出願に援用される。

背景技術

[0002] 医療器具等の対象物の消毒、殺菌、脱臭等にオゾン水が利用されている。従来のオゾン水に含まれるオゾンの気泡は、粒径が100 μ m以上と大きい。このため、従来のオゾン水は、水中にオゾンを保持できる時間が1～2時間程度と短かった。したがって、従来、オゾン水を製造した直後に、対象物の消毒、殺菌、脱臭等を行わなければならなかった。

[0003] そこで、にがりを4.0%以上含有した水中にオゾンのマイクロバブルを発生させてオゾン水を製造する技術が開発されている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5261569号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、にがりは、海水から食塩を析出させた後の残液から製造されるため、海水の採取場所、採取時期等によって組成が変動する。したがって、に

がりを溶解させた水にオゾンを供給して製造される、上記特許文献1のようなオゾン水は、オゾンの気泡の含有量が安定しないという課題がある。

[0006] 本開示は、このような課題に鑑み、水中にオゾンを経長時間保持しつつ、オゾンの気泡の含有量を安定させることが可能なオゾン水製造装置、オゾン水製造方法、オゾン水、オゾン水処理装置、および、評価方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係るオゾン水製造装置は、
1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物が水に溶解されたマグネシウム溶液を収容する溶液収容部と、マグネシウム溶液中にオゾンのファインバブルを導入する気泡導入部と、を備える。

[0008] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係るオゾン水製造方法は、
1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物が水に溶解されたマグネシウム溶液中にオゾンのファインバブルを導入する。

[0009] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係るオゾン水は、1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含む。

[0010] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係るオゾン水処理装置は、
1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含むオゾン水を、粒径10 μ m以下で噴霧する噴霧部を備える。

[0011] 上記課題を解決するために、本開示の一態様に係る評価方法は、1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含むオゾン水を、粒径10 μ m以下で噴霧する噴霧部からの距離が異なる複数の測定点に所定数の菌を設置する工程と、噴霧部がオゾン水を粒径10 μ m以下で噴霧する工程と、噴霧させる工程を実行してから所定時間経過後に、複数の測定点ごとの菌の数を計数する工程と、を含む。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、水中にオゾンを経時間保持しつつ、オゾンの気泡の含有量を安定させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、オゾン水製造装置を説明する図である。

[図2]図2は、オゾン水製造方法の処理の流れを説明するフローチャートである。

[図3]図3は、比較例A-1～比較例A-3、および、比較例B-1～比較例B-3のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図4]図4は、実施例A-1～実施例A-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図5]図5は、実施例A-5～実施例A-8のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図6]図6は、実施例B-1～実施例B-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図7]図7は、実施例C-1～実施例C-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図8]図8は、実施例D-1～実施例D-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図9]図9は、実施例E-1～実施例E-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。

[図10]図10は、オゾン水処理装置を説明する図である。

[図11]図11は、評価方法の処理の流れを説明するフローチャートである。

[図12]図12は、対象空間および測定点の一例を説明する図である。

[図13]図13Aは、実施例Fを用いた場合の 10^3 cells/mlの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図13Bは、実施例Fを用いた場合の 10^4 cells/mlの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。

[図14]図14Aは、比較例Cを用いた場合の 10^3 cells/mlの菌液を

滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図14Bは、比較例Cを用いた場合の 10^4 cells/mlの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。

[図15]図15Aは、比較例Dを用いた場合の 10^3 cells/mlの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図15Bは、比較例Dを用いた場合の 10^4 cells/mlの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。

[図16]図16は、第3実施例を用いた場合の菌数を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本開示を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本開示に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0015] [オゾン水製造装置100]

図1は、オゾン水製造装置100を説明する図である。図1中、実線の矢印は、マグネシウム溶液Mおよびオゾン水Nの流れを示す。図1中、破線の矢印は、オゾンの流れを示す。図1に示すように、オゾン水製造装置100は、溶液収容部110と、気泡導入部120と、オゾン分解部130とを含む。

[0016] 溶液収容部110は、マグネシウム溶液Mを収容する容器である。マグネシウム溶液Mは、1.0質量%以上4.0質量%未満のマグネシウム化合物が水に溶解された溶液である。マグネシウム化合物は、例えば、塩化マグネシウム ($MgCl_2$)、酸化マグネシウム (MgO)、臭化マグネシウム ($MgBr_2$)、硝酸マグネシウム ($Mg(NO_3)_2$)、硫酸マグネシウム ($MgSO_4$)、および、酢酸マグネシウム ($Mg(CH_3COO)_2$) のうち1または複数である。水は、水道水、精製水（フィルタ濾過、活性炭濾過等）、純

水等である。

- [0017] 気泡導入部120は、マグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成して溶液収容部110に供給する。気泡導入部120は、例えば、旋回流式の装置である。本実施形態において、気泡導入部120は、オゾン生成部210と、ガスポンプ212と、マスフローコントローラ214と、混気ポンプ216と、ラインミキサ218とを含む。
- [0018] オゾン生成部210は、例えば、オゾナイザである。オゾン生成部210において、放電環境下に酸素が曝されることにより、オゾンを含むガス（以下、単に「オゾン」と称する）が生成される。
- [0019] ガスポンプ212は、オゾン生成部210によって生成されたオゾンを吸引して圧縮（昇圧）する。ガスポンプ212は、送気管212aを通じてマスフローコントローラ214に接続される。ガスポンプ212は、吸入側がオゾン生成部210に接続される。ガスポンプ212は、吐出側がマスフローコントローラ214に接続される。
- [0020] マスフローコントローラ214は、ガスポンプ212から送気されるオゾンの流量を制御する。マスフローコントローラ214は、オゾンの流量を、例えば、取水管150から導かれるマグネシウム溶液Mの流量の1%以上10%以下の範囲内の所定の流量に制御する。
- [0021] 混気ポンプ216は、取水管150を通じて溶液収容部110に接続される。混気ポンプ216は、送気管214aを通じてマスフローコントローラ214に接続される。混気ポンプ216は、溶液収容部110内のマグネシウム溶液Mを吸引して、ガスポンプ212から供給され、マスフローコントローラ214を介したオゾンをマグネシウム溶液Mに混合させる。
- [0022] ラインミキサ218は、送水管216aを通じて、混気ポンプ216に接続される。ラインミキサ218は、マグネシウム溶液Mに混合されたオゾンを破碎して、ファインバブルを生成する。ファインバブルは、直径が100 μm 以下の気泡である。なお、ファインバブルのうち、直径が1 μm 以上100 μm 以下の気泡は、マイクロバブルという。また、ファインバブルのう

ち、直径が1 μ m未満の気泡は、ウルトラファインバブルという。

[0023] ラインミキサ218によって、オゾンのファインバブルを含むマグネシウム溶液M、つまり、オゾン水Nは、送水管152を通じて溶液収容部110に供給される。

[0024] そして、オゾン水製造装置100は、溶液収容部110のマグネシウム溶液Mおよびオゾン水Nを、気泡導入部120（混気ポンプ216およびラインミキサ218）に循環させる。これにより、オゾン水製造装置100は、溶液収容部110において、目的とする濃度のファインバブルを含むオゾン水Nを製造することができる。

[0025] オゾン分解部130は、溶液収容部110の上部に接続される。オゾン分解部130は、例えば、デオゾナイザである。オゾン分解部130は、溶液収容部110から排気されたオゾン分解部130によってオゾンが分解されたガスは、大気に放出される。

[0026] [オゾン水製造方法]

続いて、オゾン水製造装置100を用いたオゾン水製造方法について説明する。図2は、オゾン水製造方法の処理の流れを説明するフローチャートである。図2に示すように、オゾン水製造方法は、収容工程S110と、気泡導入工程S120とを含む。

[0027] [収容工程S110]

収容工程S110は、溶液収容部110にマグネシウム溶液Mを収容する工程である。

[0028] [気泡導入工程S120]

気泡導入工程S120は、気泡導入部120を駆動して、マグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成する工程である。これにより、1.0質量%以上4.0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含むオゾン水Nが製造される。

[0029] 以上説明したように、本実施形態のオゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法は、1.0質量%以上4.0質量%未満のマグネシウム化合物が

水に溶解されたマグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成する。マグネシウム化合物の含有量が1.0質量%未満であると、オゾン水N中のオゾンのファインバブルの含有量が少なくなってしまう。また、マグネシウム化合物の含有量を4.0質量以上としても、オゾン水N中のオゾンのファインバブルの含有量は、ほとんど増加しないものの、マグネシウム化合物自体のコストが増大してしまう。したがって、オゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法は、1.0質量%以上4.0質量%未満のマグネシウム化合物が水に溶解されたマグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成することにより、オゾンのファインバブルの含有量が多いオゾン水Nを低コストで製造することができる。

[0030] また、にがりとは異なり、マグネシウム化合物は組成が安定している。したがって、オゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法は、マグネシウム化合物が水に溶解されたマグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成することにより、オゾンのファインバブルの含有量が安定したオゾン水Nを製造することが可能となる。つまり、オゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法は、目的とする含有量のオゾンのファインバブルを含むオゾン水Nを製造することができる。

[0031] また、マグネシウム化合物以外の物質が溶液中に混在した場合に、必ず殺菌性能が低下するとは言えない。しかし、オゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法では、マグネシウム化合物を溶解させただけのマグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成してオゾン水Nが製造されることが望ましい。つまり、オゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法は、例えば、有機鉄化合物を含まずとも、オゾンのファインバブルを含むオゾン水Nを製造することができる。

[0032] また、本実施形態のオゾン水製造装置100およびオゾン水製造方法によって製造されたオゾン水Nは、オゾンのファインバブルを含む。ファインバブルは、相対的に直径が小さく、ほとんど浮上することはない。つまり、オゾン水Nは、水からのオゾンのファインバブルの放出を抑制することができ

る。したがって、オゾン水Nは、粒径が $100\mu\text{m}$ 以上のオゾンを含む従来のオゾン水と比較して、水中にオゾンを保持できる時間を長くすることが可能となる。したがって、従来のオゾン水とは異なり、オゾン水Nは、製造されてから、ある程度の時間が経過しても、対象物の消毒、殺菌、脱臭等を行うことが可能となる。

[0033] [第1実施例]

比較例A-1～比較例A-3、比較例B-1～比較例B-3、実施例A-1～実施例A-8、実施例B-1～実施例B-4、実施例C-1～実施例C-4、実施例D-1～実施例D-4、および、実施例E-1～実施例E-4のオゾン水を作成した。そして、上記オゾン水を用いて殺菌試験を行った。殺菌試験として、指標菌をオゾン水に投入して 40°C に維持した。指標菌として *Bacillus atrophaeus* ATCC 9372を用いた。また、オゾン水へ投入する前（0分）、投入から20分経過後、投入から40分経過後、および、投入から60分経過後の指標菌の数（ cfu/ml ）を測定した。

[0034] 図3は、比較例A-1～比較例A-3、および、比較例B-1～比較例B-3のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図3中、白い塗りつぶしの四角は、比較例A-1を示す。図3中、白い塗りつぶしの三角は、比較例A-2を示す。図3中、白い塗りつぶしの丸は、比較例A-3を示す。図3中、黒い塗りつぶしの四角は、比較例B-1を示す。図3中、黒い塗りつぶしの三角は、比較例B-2を示す。図3中、黒い塗りつぶしの丸は、比較例B-3を示す。

[0035] 比較例A-1は、にがりを4質量％溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。比較例A-2は、比較例A-1を水で2倍に希釈したものである。比較例A-3は、比較例A-1を水で5倍に希釈したものである。比較例B-1は、にがりを2質量％含む水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。比較例B-2は、比較例B-1を水で2倍に希釈したものである。比較例B-3は、比較例B-1を水で5倍に希釈したものである。

- [0036] また、比較例A-1～比較例A-3、および、比較例B-1～比較例B-3については、オゾン水を作成した日に殺菌試験を行った。
- [0037] その結果、図3に示すように、比較例A-1～比較例A-3、および、比較例B-1～比較例B-3では、0分時点における菌数（初期値）は、約 $2.9 \times 1.0 \text{E}04 (10^4) \text{ cfu/ml}$ であった。
- [0038] 比較例A-1では、20分経過後の菌数は約 $1.0 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $1.2 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $1.0 \times 1.0 \text{E}03 (10^3) \text{ cfu/ml}$ となった。
- [0039] 比較例A-2では、20分経過後の菌数は約 $1.4 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $9.3 \times 1.0 \text{E}03 \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $1.0 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ となった。
- [0040] 比較例A-3では、20分経過後の菌数は約 $1.7 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $1.1 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $5.6 \times 1.0 \text{E}03 \text{ cfu/ml}$ となった。
- [0041] 比較例B-1では、20分経過後の菌数は約 $3.1 \times 1.0 \text{E}03 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $5.5 \times 1.0 \text{E}02 (10^2) \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $1.7 \times 1.0 \text{E}01 (10) \text{ cfu/ml}$ となった。
- [0042] 比較例B-2では、20分経過後の菌数は約 $1.1 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $1.0 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $7.8 \times 1.0 \text{E}03 \text{ cfu/ml}$ となった。
- [0043] 比較例B-3では、20分経過後の菌数は約 $1.2 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $1.1 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $1.3 \times 1.0 \text{E}04 \text{ cfu/ml}$ となった。
- [0044] 以上説明したように、にがりを溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した比較例のオゾン水は、にがりの濃度に拘わらず、殺菌効果が低いことが確認された。また、比較例のオゾン水は、にがりの濃度に拘わらず、水で希釈すると、殺菌効果がほとんど得られなくなることが分かった。

- [0045] また、にがりの濃度が4質量%であるオゾン水より、2質量%であるオゾン水の方が、殺菌効果が高いという結果が得られた。にがりは、組成が一定ではないため、にがりの濃度を高くしても、オゾン水中のオゾンの含有量を向上できないと推測される。
- [0046] 図4は、実施例A-1～実施例A-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図4中、白い塗りつぶしの四角は、実施例A-1を示す。図4中、白い塗りつぶしの三角は、実施例A-2を示す。図4中、白い塗りつぶしの丸は、実施例A-3を示す。図4中、黒い塗りつぶしの四角は、実施例A-4を示す。
- [0047] 実施例A-1は、塩化マグネシウムを1質量% (10g/l)、塩化ナトリウム (NaCl) を1質量% (10g/l)、および、塩化カリウム (KCl) を0.4質量% (4g/l) 溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。実施例A-2は、実施例A-1を水で2倍に希釈したものである。実施例A-3は、実施例A-1を水で5倍に希釈したものである。実施例A-4は、実施例A-1を水で10倍に希釈したものである。
- [0048] また、実施例A-1～実施例A-4については、オゾン水を作成した日から6日後に殺菌試験を行った。
- [0049] その結果、図4に示すように、実施例A-1～実施例A-4では、0分時点における菌数 (初期値) は、約 $3.0 \times 10^4 \text{ cfu/ml}$ であった。
- [0050] 実施例A-1および実施例A-2では、20分経過後、40分経過後、および、60分経過後のいずれにおいても菌の存在は認められなかった。
- [0051] 実施例A-3では、20分経過後の菌数は約 $3.0 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ となり、40分経過後、および、60分経過後では菌の存在は認められなかった。
- [0052] 実施例A-4では、20分経過後の菌数は約 $9.7 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $7.9 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ 、60

分経過後の菌数は約 $1.6 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ となった。

- [0053] 以上説明したように、塩化マグネシウムを1質量%、塩化ナトリウムを1質量%、および、塩化カリウムを0.4質量%溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した実施例A-1のオゾン水は、20分で殺菌できることが確認された。また、実施例A-1を2倍希釈したオゾン水（実施例A-2）であっても、希釈しないオゾン水（実施例A-1）と同様に、20分で殺菌できることが分かった。
- [0054] さらに、実施例A-1を5倍希釈したオゾン水（実施例A-3）であっても、40分で殺菌できることが確認された。また、実施例A-1を10倍希釈したオゾン水（実施例A-4）では、処理時間を長くすることにより、殺菌効果が向上することが分かった。
- [0055] なお、水での希釈率が上昇するほど殺菌効果が低下することから、希釈によってオゾンの含有量が低下したと推測される。
- [0056] 図5は、実施例A-5～実施例A-8のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図5中、白い塗りつぶしの四角は、実施例A-5を示す。図5中、白い塗りつぶしの三角は、実施例A-6を示す。図5中、白い塗りつぶしの丸は、実施例A-7を示す。図5中、黒い塗りつぶしの四角は、実施例A-8を示す。
- [0057] 実施例A-5のオゾン水は、実施例A-1と同じものである。実施例A-6のオゾン水は、実施例A-2と同じものである。実施例A-7のオゾン水は、実施例A-3と同じものである。実施例A-8のオゾン水は、実施例A-4と同じものである。なお、実施例A-5～実施例A-8については、実施例A-1～実施例A-4とは異なり、オゾン水を作成した日から12日後に殺菌試験を行った。
- [0058] その結果、図5に示すように、実施例A-5～実施例A-8では、0分時点における菌数（初期値）は、約 $3.0 \times 10^4 \text{ cfu/ml}$ であった。
- [0059] 実施例A-5および実施例A-6では、20分経過後、40分経過後、お

よび、60分経過後のいずれにおいても菌の存在は認められなかった。

[0060] 実施例A-7では、20分経過後の菌数は約 $6.7 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ となり、40分経過後、および、60分経過後では菌の存在は認められなかった。

[0061] 実施例A-8では、20分経過後の菌数は約 $3.7 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $2.9 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $2.4 \times 10^3 \text{ cfu/ml}$ となった。

[0062] 以上説明したように、塩化マグネシウムを1質量%、塩化ナトリウムを1質量%、および、塩化カリウムを0.4質量%溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した実施例A-5のオゾン水は、生成してからの時間が経過しても、実施例A-1と実質的に等しい殺菌効果を有することが確認された。

[0063] また、実施例A-5を2倍希釈したオゾン水（実施例A-6）は、生成してからの時間が経過しても、実施例A-2と実質的に等しい殺菌効果を有することが分かった。

[0064] 同様に、実施例A-5を5倍希釈したオゾン水（実施例A-7）、および、実施例A-5を10倍希釈したオゾン水（実施例A-8）についても、生成してからの時間が経過しても、実施例A-3、実施例A-4と実質的に等しい殺菌効果を有することが確認された。

[0065] 図6は、実施例B-1～実施例B-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図6中、白い塗りつぶしの四角は、実施例B-1を示す。図6中、白い塗りつぶしの三角は、実施例B-2を示す。図6中、白い塗りつぶしの丸は、実施例B-3を示す。図6中、黒い塗りつぶしの四角は、実施例B-4を示す。

[0066] 実施例B-1は、塩化マグネシウムを1質量%（ 10 g/l ）溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。実施例B-2は、実施例B-1を水で2倍に希釈したものである。実施例B-3は、実施例B-1を水で5倍に希釈したものである。実施例B-4は、実施例B-1を水で10倍に希釈したものである。

- [0067] また、実施例B-1～実施例B-4については、オゾン水を作成した日から6日後に殺菌試験を行った。
- [0068] その結果、図6に示すように、実施例B-1～実施例B-4では、0分時点における菌数（初期値）は、約 3.0×10^4 cfu/mlであった。
- [0069] 実施例B-1では、20分経過後、40分経過後、および、60分経過後のいずれにおいても菌の存在は認められなかった。
- [0070] 実施例B-2では、20分経過後の菌数は約 2.4×10^3 cfu/mlとなり、40分経過後の菌数は約 5.0×10^2 cfu/mlとなり、60分経過後では菌の存在は認められなかった。
- [0071] 実施例B-3では、20分経過後の菌数は約 4.3×10^3 cfu/mlとなり、40分経過後の菌数は約 5.3×10^2 cfu/mlとなり、60分経過後では菌の存在は認められなかった。
- [0072] 実施例B-4では、20分経過後の菌数は約 9.6×10^3 cfu/ml、40分経過後の菌数は約 8.4×10^3 cfu/ml、60分経過後の菌数は約 2.5×10^3 cfu/mlとなった。
- [0073] 以上説明したように、塩化マグネシウムを1質量%溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した実施例B-1のオゾン水は、20分で殺菌できることが確認された。また、実施例B-1を2倍希釈したオゾン水（実施例B-2）、および、実施例B-1を5倍希釈したオゾン水（実施例B-3）であっても、60分で殺菌できることが分かった。
- [0074] さらに、実施例B-1を10倍希釈したオゾン水（実施例B-4）では、処理時間を長くすることにより、殺菌効果が向上することが分かった。
- [0075] 図7は、実施例C-1～実施例C-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図7中、白い塗りつぶしの四角は、実施例C-1を示す。図7中、白い塗りつぶしの三角は、実施例C-2を示す。図7中、白い塗りつぶしの丸は、実施例C-3を示す。図7中、黒い塗りつぶしの四角は、実施例C-4を示す。

- [0076] 実施例C-1は、塩化ナトリウムを1質量% (10 g/l) 溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。実施例C-2は、実施例C-1を水で2倍に希釈したものである。実施例C-3は、実施例C-1を水で5倍に希釈したものである。実施例C-4は、実施例C-1を水で10倍に希釈したものである。
- [0077] また、実施例C-1～実施例C-4については、オゾン水を作成した日から7日後に殺菌試験を行った。
- [0078] その結果、図7に示すように、実施例C-1～実施例C-4では、0分時点における菌数（初期値）は、約 $3.0 \times 1.0 \times 10^4$ cfu/mlであった。
- [0079] 実施例C-1では、20分経過後、40分経過後、および、60分経過後のいずれにおいても菌の存在は認められなかった。
- [0080] 実施例C-2では、20分経過後、および、40分経過後のいずれにおいても菌の存在は認められなかった。
- [0081] 実施例C-3では、20分経過後の菌数は約 $8.7 \times 1.0 \times 10^3$ cfu/mlとなり、40分経過後の菌数は約 $4.9 \times 1.0 \times 10^3$ cfu/mlとなり、60分経過後の菌数は約 $4.2 \times 1.0 \times 10^3$ cfu/mlとなった。
- [0082] 実施例C-4では、20分経過後の菌数は約 $1.5 \times 1.0 \times 10^4$ cfu/ml、40分経過後の菌数は約 $1.3 \times 1.0 \times 10^4$ cfu/ml、60分経過後の菌数は約 $6.6 \times 1.0 \times 10^3$ cfu/mlとなった。
- [0083] 以上説明したように、塩化ナトリウムを1質量%溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した実施例C-1のオゾン水は、20分で殺菌できることが確認された。また、実施例C-1を2倍希釈したオゾン水（実施例C-2）であっても、希釈しないオゾン水（実施例C-1）と同様に、20分で殺菌できることが分かった。
- [0084] また、実施例C-1を5倍希釈したオゾン水（実施例C-3）、および、実施例C-1を10倍希釈したオゾン水（実施例C-4）では、実施例B-

3、および、実施例B-4と比較して、殺菌効果は低下するものの、処理時間を長くすることにより、殺菌効果が向上することが分かった。

[0085] 図8は、実施例D-1～実施例D-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図8中、白い塗りつぶしの四角は、実施例D-1を示す。図8中、白い塗りつぶしの三角は、実施例D-2を示す。図8中、白い塗りつぶしの丸は、実施例D-3を示す。図8中、黒い塗りつぶしの四角は、実施例D-4を示す。

[0086] 実施例D-1は、塩化カリウムを0.4質量%(4g/l)溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。実施例D-2は、実施例D-1を水で2倍に希釈したものである。実施例D-3は、実施例D-1を水で5倍に希釈したものである。実施例D-4は、実施例D-1を水で10倍に希釈したものである。

[0087] また、実施例D-1～実施例D-4については、オゾン水を作成した日から7日後に殺菌試験を行った。

[0088] その結果、図8に示すように、実施例D-1～実施例D-4では、0分時点における菌数(初期値)は、約 3.0×10^4 cfu/mlであった。

[0089] 実施例D-1では、20分経過後の菌数は約 3.9×10^3 cfu/mlとなり、40分経過後の菌数は約 4.1×10^2 cfu/mlとなり、60分経過後の菌数は約 1.8×10^2 cfu/mlとなった。

[0090] 実施例D-2では、20分経過後の菌数は約 6.4×10^3 cfu/mlとなり、40分経過後の菌数は約 7.5×10^3 cfu/mlとなり、60分経過後の菌数は約 3.4×10^3 cfu/mlとなった。

[0091] 実施例D-3では、20分経過後の菌数は約 7.6×10^3 cfu/mlとなり、40分経過後の菌数は約 6.0×10^3 cfu/mlとなり、60分経過後の菌数は約 6.9×10^3 cfu/mlとなった。

た。

[0092] 実施例D-4では、20分経過後の菌数は約 $1.0 \times 1.0 \text{ E } 04 \text{ cfu} / \text{ml}$ 、40分経過後の菌数は約 $9.7 \times 1.0 \text{ E } 03 \text{ cfu} / \text{ml}$ 、60分経過後の菌数は約 $5.4 \times 1.0 \text{ E } 03 \text{ cfu} / \text{ml}$ となった。

[0093] 以上説明したように、塩化カリウムを0.4質量%溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した実施例D-1～実施例D-4のオゾン水は、実施例B-1～実施例B-4および実施例C-1～実施例C-4と比較して、殺菌効果は低下するものの、処理時間を長くすることにより、殺菌効果が向上することが確認された。

[0094] 図9は、実施例E-1～実施例E-4のオゾン水を用いた殺菌試験の結果を示す図である。図9中、白い塗りつぶしの四角は、実施例E-1を示す。図9中、白い塗りつぶしの三角は、実施例E-2を示す。図9中、白い塗りつぶしの丸は、実施例E-3を示す。図9中、黒い塗りつぶしの四角は、実施例E-4を示す。

[0095] 実施例E-1は、塩化マグネシウムを2質量% ($20 \text{ g} / \text{l}$)、塩化ナトリウム (NaCl) を1質量% ($10 \text{ g} / \text{l}$)、および、塩化カリウム (KCl) を0.4質量% ($4 \text{ g} / \text{l}$) 溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。実施例E-2は、実施例E-1を水で2倍に希釈したものである。実施例E-3は、実施例E-1を水で5倍に希釈したものである。実施例E-4は、実施例E-1を水で10倍に希釈したものである。

[0096] また、実施例E-1～実施例E-4については、オゾン水を作成した日から1日後に殺菌試験を行った。

[0097] その結果、図9に示すように、実施例E-1～実施例E-4では、0分時点における菌数（初期値）は、約 $3.0 \times 1.0 \text{ E } 04 \text{ cfu} / \text{ml}$ であった。

[0098] 実施例E-1および実施例E-2では、20分経過後、40分経過後、および、60分経過後のいずれにおいても菌の存在は認められなかった。

- [0099] 実施例E-3では、20分経過後の菌数は約 1.6×10^2 cfu/mlとなり、40分経過後、および、60分経過後では菌の存在は認められなかった。
- [0100] 実施例E-4では、20分経過後の菌数は約 3.0×10^3 cfu/ml、40分経過後の菌数は約 3.7×10^2 cfu/ml、60分経過後の菌数は約 7.3×10^2 cfu/mlとなった。
- [0101] 以上説明したように、塩化マグネシウムを2質量%、塩化ナトリウムを1質量%、および、塩化カリウムを0.4質量%溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成した実施例E-1のオゾン水は、20分で殺菌できることが確認された。また、実施例E-1を2倍希釈したオゾン水（実施例E-2）であっても、希釈しないオゾン水（実施例E-1）と同様に、20分で殺菌できることが分かった。
- [0102] さらに、実施例E-1を5倍希釈したオゾン水（実施例E-3）であっても、40分で殺菌できることが確認された。また、実施例E-1を10倍希釈したオゾン水（実施例E-4）では、処理時間を長くすることにより、殺菌効果が向上することが分かった。
- [0103] また、実施例E-1～実施例E-4は、実施例A-1～実施例A-4と比較して殺菌効果が高いことが確認された。以上の結果から、マグネシウム化合物の濃度が高い水にオゾンを供給することにより、オゾンのファインバブルの含有量が多いオゾン水を製造できることが分かった。
- [0104] [オゾン水処理装置]
- 図10は、オゾン水処理装置300を説明する図である。なお、図10中、ハッチングは、オゾン水Nを示す。図10に示すように、オゾン水処理装置300は、オゾン水タンク310と、接続管312と、開閉弁314と、噴霧部320とを含む。
- [0105] オゾン水タンク310は、オゾン水Nを貯留する。上記したように、オゾン水Nは、1.0質量%以上4.0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含む。

- [0106] 接続管 312 は、オゾン水タンク 310 と噴霧部 320 の本体 322 とを接続する。開閉弁 314 は、接続管 312 に設けられる。開閉弁 314 は、不図示の開閉弁制御機構によって、本体 322 内に貯留されたオゾン水 N の水位（水量）が所定値未満である場合に開弁される。また、開閉弁 314 は、開閉弁制御機構によって、本体 322 内に貯留されたオゾン水 N の水位が所定値以上である場合に閉弁される。
- [0107] 噴霧部 320 は、オゾン水を、粒径 $10\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは、粒径 $3\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下で噴霧する。本実施形態において、噴霧部 320 は、本体 322 と、粒径調整機構 324 と、加熱部 326 と、送風部 328 とを含む。
- [0108] 本体 322 は、オゾン水 N を貯留する容器である。本体 322 は、例えば、円筒形状である。
- [0109] 粒径調整機構 324 は、本体 322 の上部に連続する。粒径調整機構 324 は、円筒形状の管である。粒径調整機構 324 は、本体 322 よりも小径である。粒径調整機構 324 は、伸縮自在である。粒径調整機構 324 は、例えば、ベローズ（蛇腹）で構成される管である。
- [0110] 加熱部 326 は、例えば、電気ヒータである。加熱部 326 は、本体 322 内に収容されたオゾン水 N を加熱する。これにより、オゾン水 N は、粒径 $10\ \mu\text{m}$ 以下の粒子 P に霧化される。
- [0111] 送風部 328 は、本体 322 内に設けられる。送風部 328 は、本体 322 内に貯留されたオゾン水 N の上方に設けられる。送風部 328 は、加熱部 326 によって霧化されたオゾン水 N の粒子 P を粒径調整機構 324 に導く。
- [0112] 送風部 328 によって粒径調整機構 324 に導かれるオゾン水 N の粒子 P は、粒径に応じて上昇距離（移動距離）が異なる。具体的に説明すると、粒径が大きいほど、粒子 P の上昇距離は短く、粒径が小さいほど、粒子 P の上昇距離は長い。このため、本実施形態の粒径調整機構 324 は、粒径 $10\ \mu\text{m}$ の粒子 P が、少なくとも粒径調整機構 324 の開口 324a まで到達し、

粒径 $10\ \mu\text{m}$ を上回る粒子 P が開口 324 a まで到達しない長さに調整される。これにより、オゾン水処理装置 300 は、粒径 $10\ \mu\text{m}$ 以下の粒子 P を外部に送出することができる。

[0113] 以上説明したように、本実施形態にかかるオゾン水処理装置 300 は、粒径 $10\ \mu\text{m}$ 以下のオゾン水 N の粒子 P を供給することができる。したがって、オゾン水処理装置 300 は、オゾン水処理装置 300 が設置される部屋等の対象空間を消毒したり、殺菌したり、脱臭したり、漂白したりすることが可能となる。

[0114] 従来の噴霧装置は、粒径 $10\ \mu\text{m}$ を上回るオゾン水を噴霧していた。したがって、従来の噴霧装置は、オゾン水を噴霧できる範囲が狭かった。また、従来の噴霧装置によって噴霧されるオゾン水は、粒径が大きいため、噴霧装置の周囲の床がオゾン水で濡れてしまっていた。そうすると、床が変色してしまったり、床がオゾン水で破損してしまったりするという問題があった。

[0115] これに対し、本実施形態にかかるオゾン水処理装置 300 は、粒径 $10\ \mu\text{m}$ 以下のオゾン水 N の粒子 P を噴霧する。したがって、オゾン水処理装置 300 は、従来の噴霧装置と比較して、オゾン水 N を噴霧（拡散）できる範囲を拡張することが可能となる。

[0116] また、オゾン水処理装置 300 は、従来の噴霧装置と比較して、噴霧する粒子 P の粒径が小さい。このため、オゾン水処理装置 300 は、従来の噴霧装置とは異なり、オゾン水処理装置 300 の近傍に大量の粒子 P が落下してしまう事態を回避することができる。これにより、オゾン水処理装置 300 は、従来の噴霧装置とは異なり、オゾン水処理装置 300 の周囲の床がオゾン水 N で濡れてしまう事態を回避することができる。したがって、オゾン水処理装置 300 は、オゾン水処理装置 300 の周囲の床の変色、および、床の破損を防止することが可能となる。

[0117] さらに、本実施形態にかかるオゾン水処理装置 300 が噴霧する粒子 P は、従来の噴霧装置が噴霧する粒子と比較して、単位体積あたりの表面積が大きい。殺菌、脱臭等の効果は、オゾン水の粒子の表面積に比例する。したが

って、オゾン水処理装置３００は、従来の噴霧装置と比較して、効率よく殺菌、脱臭等を行うことができる。このため、オゾン水処理装置３００は、従来の噴霧装置と比較して、低コストで対象空間を殺菌、脱臭等することが可能となる。

[0118] また、オゾンガスを生成するオゾナイザを用いて対象空間を殺菌、脱臭等する従来技術は、生成可能なオゾンガスの濃度に限界があった。このため、オゾナイザを用いる従来技術は、対象空間の大きさ、または、対象空間における菌量、臭気の度合い等によっては、オゾナイザを複数台設置したり、オゾナイザによる処理時間が長時間化したりするという問題があった。

[0119] これに対し、オゾン水Nは、オゾナイザによって生成されるオゾンガスよりも高濃度のオゾンを経長時間（長期間）保持することができる。したがって、本実施形態にかかるオゾン水処理装置３００は、霧化するオゾン水Nに含まれるオゾンのファインバブルの濃度を調整するだけで、対象空間に供給するオゾンの濃度を調整することができる。したがって、オゾナイザを用いる従来技術と比較して、オゾン水処理装置３００の設置台数を低減することが可能となる。また、オゾン水処理装置３００は、オゾナイザを用いる従来技術と比較して、対象空間の処理時間（粒子Pの噴霧時間）を短縮することができる。

[0120] また、上記したように、噴霧部３２０は、加熱部３２６を備える。これにより、オゾン水処理装置３００は、低コストで粒子Pを生成することができる。また、オゾン水処理装置３００は、噴霧部３２０を小型化することが可能となる。

[0121] [評価方法]

従来、オゾン水の粒子を対象空間に噴霧した際の殺菌、脱臭等の効果を評価する効率的な手法が確立されていなかった。そこで、本実施形態では、対象空間の殺菌、脱臭等の効果を効率的に評価することができる評価方法について説明する。

[0122] 図１１は、本実施形態の評価方法の処理の流れを説明するフローチャート

である。図 1 1 に示すように、評価方法は、設置工程 S 3 1 0 と、処理工程 S 3 2 0 と、培養工程 S 3 3 0 と、計数工程 S 3 4 0 と、評価工程 S 3 5 0 とを含む。

[0123] [設置工程 S 3 1 0]

設置工程 S 3 1 0 は、オゾン水処理装置 3 0 0 (噴霧部 3 2 0 の開口 3 2 4 a) からの距離が異なる複数の測定点に所定数の菌を設置する工程である。

[0124] 図 1 2 は、対象空間 1 0 および測定点 α ~ 測定点 δ の一例を説明する図である。図 1 2 に示すように、対象空間 1 0 は、例えば、ドア 1 2 が設けられた部屋である。対象空間 1 0 には、設置物 2 0 (例えば、テーブル) が設けられていてもよい。オゾン水処理装置 3 0 0 は、対象空間 1 0 に設置される。

[0125] 複数の測定点 α ~ 測定点 δ は、オゾン水処理装置 3 0 0 からの距離がそれぞれ異なる。例えば、測定点 α 、測定点 β 、および、測定点 γ は、同一直線上に配される。オゾン水処理装置 3 0 0 と測定点 α との距離 L_a は、オゾン水処理装置 3 0 0 と測定点 β との距離 L_b よりも短い。オゾン水処理装置 3 0 0 と測定点 β との距離 L_b は、オゾン水処理装置 3 0 0 と測定点 γ との距離 L_c よりも短い。

[0126] また、測定点 δ は、測定点 α 、測定点 β 、および、測定点 γ が配される直線と、測定点 γ 上で交差 (直交) する線上に配される。測定点 γ と測定点 δ とは、距離 L_d 離隔する。

[0127] そして、設置工程 S 3 1 0 では、測定点 α ~ 測定点 δ に、所定数の菌が保持されたメンブレンフィルタを設置する。

[0128] [処理工程 S 3 2 0]

処理工程 S 3 2 0 は、噴霧部 3 2 0 の加熱部 3 2 6 の駆動を開始し、オゾン水 N を粒径 $10 \mu m$ 以下で噴霧して、粒子 P を対象空間 1 0 内に拡散させる工程である。

[0129] [培養工程 S 3 3 0]

培養工程 S 3 3 0 は、処理工程 S 3 2 0 を開始してから所定時間経過後に、測定点 α ～測定点 δ に設置されたメンブレンフィルタを対象空間 1 0 から取り出し、メンブレンフィルタごと菌を培養する工程である。所定時間は、例えば、3 0 分以上 6 0 分以下の所定の時間である。

[0130] また、培養工程 S 3 3 0 では、処理工程 S 3 2 0 を実行しない、所定数の菌が保持されたメンブレンフィルタをポジティブコントロールとして培養する。

[0131] [計数工程 S 3 4 0]

計数工程 S 3 4 0 は、培養工程 S 3 3 0 で培養したメンブレンフィルタに保持された菌の数（菌数）を計数する工程である。

[0132] [評価工程 S 3 5 0]

評価工程 S 3 5 0 は、計数工程 S 3 4 0 で計数した菌数に基づいて、殺菌、脱臭等の効果を評価する工程である。例えば、評価工程 S 3 5 0 では、ポジティブコントロールの菌数と、測定点 α ～測定点 δ に設置したメンブレンフィルタの菌数とを比較する。そして、ポジティブコントロールの菌数と、測定点 α ～測定点 δ に設置したメンブレンフィルタの菌数との差分が所定値以上であれば、殺菌、脱臭等の効果があると判定する。一方、ポジティブコントロールの菌数と、測定点 α ～測定点 δ に設置したメンブレンフィルタの菌数との差分が所定値未満であれば、殺菌、脱臭等の効果がないと判定する。

[0133] 以上説明したように、本実施形態にかかる評価方法は、オゾン水処理装置 3 0 0（噴霧部 3 2 0）からの距離が異なる複数の測定点に所定数の菌を設置し、オゾン水処理装置 3 0 0 を駆動させる。そして、評価方法は、オゾン水処理装置 3 0 0 の駆動を開始してから所定時間経過後の各測定点における菌の増減数に基づいて、殺菌、脱臭等の効果を評価する。これにより、評価方法は、オゾン水 N の粒子 P による、測定点における殺菌効果を定量的に評価することが可能となる。つまり、評価方法は、オゾン水 N の粒子 P による、菌に由来する臭気の脱臭効果を定量的に評価することができる。

[0134] また、本実施形態にかかる評価方法は、オゾン水処理装置300からの距離が異なる複数の測定点に所定数の菌を設置する。これにより、評価方法は、オゾン水Nの粒子Pによる、測定点ごとの殺菌、脱臭等の効果を評価することが可能となる。また、評価方法は、オゾン水処理装置300からの距離が所定の測定点と同じ箇所の殺菌、脱臭等の効果を推定することができる。

[0135] [第2実施例]

上記評価方法を用いて、オゾン水処理装置300による実施例F、比較例C、比較例Dの殺菌効果を評価した。

[0136] 10^3 cells/mlの菌液をメンブレンフィルタに1.0ml滴下したもの、および、 10^4 cells/mlの菌液をメンブレンフィルタに1.0ml滴下したものを穴あきシャーレ内に収容して、上記対象空間10の測定点 α ～測定点 δ に設置した。オゾン水処理装置300と測定点 α との距離 L_a は、10cmとした。オゾン水処理装置300と測定点 β との距離 L_b は、1.5mとした。オゾン水処理装置300と測定点 γ との距離 L_c は、3mとした。測定点 γ と測定点 δ との距離 L_d は、1mとした。メンブレンフィルタは、ポアサイズ0.45 μ m、直径47mmのものを用いた。

[0137] そして、オゾン水処理装置300に、実施例F、比較例C、比較例Dを供給し、対象空間10内の温度が20℃以上の所定の温度で安定し、相対湿度が65%以上の所定の相対湿度で安定した後、加熱部326の駆動を開始した。

[0138] 実施例Fは、塩化マグネシウムを1質量% (10g/l) 溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水である。比較例Cは、ナトリウムを3.25g/l (食塩相当8.3g/l) 溶解させた水中にオゾンの超微細オゾン気泡を生成したオゾン水である。比較例Dは、ナトリウムを5.1g/l 溶解させた水中にオゾンのナノバブルを生成したオゾン水である。実施例F中の気泡数は、1.6億個/mlであった。実施例F中のオゾン濃度は、3mg/lであった。比較例C中の気泡数は、0.2億個/mlであった。比較例C中のオゾン濃度は、2mg/lであった。比較例D中の気

泡数は、1.2億個／m lであった。比較例D中のオゾン濃度は、3mg／lであった。

[0139] そして、加熱部326の駆動を開始してから（処理時間）、0分後、30分後、45分後にメンブレンフィルタを取り出した。取り出したメンブレンフィルタは、寒天培地上で培養した。その後、培養されたメンブレンフィルタ上の菌数を計数した。

[0140] 図13Aは、実施例Fを用いた場合の 10^3 cells／m lの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図13Bは、実施例Fを用いた場合の 10^4 cells／m lの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図13A、図13B中、白色は、測定点 α の菌数を示す。図13A、図13B中、ハッチングは、測定点 β の菌数を示す。図13A、図13B中、クロスハッチングは、測定点 γ の菌数を示す。図13A、図13B中、黒色は、測定点 δ の菌数を示す。

[0141] 図13Aに示すように、実施例Fでは、処理時間が0分である場合、測定点 α ～測定点 δ において、菌数は、1058個であった。また、処理時間が30分である場合、測定点 α の菌数は20個、測定点 β の菌数は41個、測定点 γ の菌数は61個、測定点 δ の菌数は77個であった。処理時間が45分である場合、測定点 α の菌数は12個、測定点 β の菌数は12個、測定点 γ の菌数は48個、測定点 δ の菌数は50個であった。

[0142] 図13Bに示すように、実施例Fでは、処理時間が0分である場合、測定点 α ～測定点 δ において、菌数は、10600個であった。また、処理時間が30分である場合、測定点 α の菌数は216個、測定点 β の菌数は1058個、測定点 γ の菌数は1058個、測定点 δ の菌数は1058個であった。処理時間が45分である場合、測定点 α の菌数は100個、測定点 β の菌数は314個、測定点 γ の菌数は294個、測定点 δ の菌数は355個であった。

[0143] 図14Aは、比較例Cを用いた場合の 10^3 cells／m lの菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図14Bは、比較例Cを用いた場合

の 10^4 cells/ml の菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図 14 A、図 14 B 中、白色は、測定点 α の菌数を示す。図 14 A、図 14 B 中、ハッチングは、測定点 β の菌数を示す。図 14 A、図 14 B 中、クロスハッチングは、測定点 γ の菌数を示す。図 14 A、図 14 B 中、黒色は、測定点 δ の菌数を示す。

[0144] 図 14 A に示すように、比較例 C では、処理時間が 0 分である場合、測定点 α ~ 測定点 δ において、菌数は、1235 個であった。また、処理時間が 30 分である場合、測定点 α の菌数は 458 個、測定点 β の菌数は 512 個、測定点 γ の菌数は 540 個、測定点 δ の菌数は 480 個であった。処理時間が 45 分である場合、測定点 α の菌数は 460 個、測定点 β の菌数は 500 個、測定点 γ の菌数は 532 個、測定点 δ の菌数は 450 個であった。

[0145] 図 14 B に示すように、比較例 C では、処理時間が 0 分である場合、測定点 α ~ 測定点 δ において、菌数は、12350 個であった。また、処理時間が 30 分である場合、測定点 α の菌数は 12350 個、測定点 β の菌数は 12350 個、測定点 γ の菌数は 12350 個、測定点 δ の菌数は 12350 個であった。処理時間が 45 分である場合、測定点 α の菌数は 12350 個、測定点 β の菌数は 1512 個、測定点 γ の菌数は 1304 個、測定点 δ の菌数は 1094 個であった。

[0146] 図 15 A は、比較例 D を用いた場合の 10^3 cells/ml の菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図 15 B は、比較例 D を用いた場合の 10^4 cells/ml の菌液を滴下したメンブレンフィルタの結果を示す。図 15 A、図 15 B 中、白色は、測定点 α の菌数を示す。図 15 A、図 15 B 中、ハッチングは、測定点 β の菌数を示す。図 15 A、図 15 B 中、クロスハッチングは、測定点 γ の菌数を示す。図 15 A、図 15 B 中、黒色は、測定点 δ の菌数を示す。

[0147] 図 15 A に示すように、比較例 D では、処理時間が 0 分である場合、測定点 α ~ 測定点 δ において、菌数は、1235 個であった。また、処理時間が 30 分である場合、測定点 α の菌数は 420 個、測定点 β の菌数は 400 個

、測定点 γ の菌数は436個、測定点 δ の菌数は500個であった。処理時間が45分である場合、測定点 α の菌数は380個、測定点 β の菌数は392個、測定点 γ の菌数は396個、測定点 δ の菌数は420個であった。

[0148] 図15Bに示すように、比較例Dでは、処理時間が0分である場合、測定点 α ～測定点 δ において、菌数は、12350個であった。また、処理時間が30分である場合、測定点 α の菌数は12350個、測定点 β の菌数は12350個、測定点 γ の菌数は12350個、測定点 δ の菌数は12350個であった。処理時間が45分である場合、測定点 α の菌数は12350個、測定点 β の菌数は980個、測定点 γ の菌数は1204個、測定点 δ の菌数は1394個であった。

[0149] 以上の結果から、実施例Fは、比較例C、比較例Dと比べて、殺菌効果が高いことが確認された。

[0150] [第3実施例]

第3実施例は、第2実施例とオゾン水処理装置300によるオゾン水の噴霧方式のみが異なり、その他の評価方法は実質的に等しい。第3実施例では、塩化マグネシウムを1質量% (10g/l) 溶解させた水中にオゾンのファインバブルを生成したオゾン水に超音波を付与し、粒径10 μ m以下で噴霧した。

[0151] なお、10⁴ cells/mlの菌液をメンブレンフィルタに1.0ml滴下したものを穴あきシャーレ内に収容して、対象空間10の測定点 α ～測定点 δ に設置した。

[0152] 図16は、第3実施例を用いた場合の菌数を示す図である。図16中、白色は、測定点 α の菌数を示す。図16中、ハッチングは、測定点 β の菌数を示す。図16中、クロスハッチングは、測定点 γ の菌数を示す。図16中、黒色は、測定点 δ の菌数を示す。

[0153] 図16に示すように、第3実施例では、処理時間が0分である場合、測定点 α ～測定点 δ において、菌数は、13000個であった。また、処理時間が30分である場合、測定点 α の菌数は0個、測定点 β の菌数は3個、測定

点 γ の菌数は60個、測定点 δ の菌数は100個であった。処理時間が45分である場合、測定点 α の菌数は0個、測定点 β の菌数は0個、測定点 γ の菌数は0個、測定点 δ の菌数は0個であった。

[0154] 以上の結果から、霧化方式に拘わらず、オゾン水Nを粒径10 μ m以下で噴霧することにより、効率よく殺菌できることが確認された。また、加熱方式よりも超音波方式の方が、殺菌効果が高いことが分かった。

[0155] 以上、添付図面を参照しながら一実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0156] 例えば、上述した実施形態において、気泡導入部120が旋回流式の装置である場合を例に挙げた。しかし、気泡導入部120は、マグネシウム溶液M中にオゾンのファインバブルを生成することができれば構成に限定はない。気泡導入部120は、例えば、加圧溶解式の装置であってもよい。

[0157] 上記実施形態において、オゾン水処理装置300が加熱部326を備える構成を例に挙げた。しかし、オゾン水処理装置は、オゾン水Nを粒径10 μ m以下で噴霧できれば霧化方式に限定はない。例えば、オゾン水処理装置は、本体322に貯留されたオゾン水Nに超音波を付与する超音波付与機構を備えてもよい。この場合、付与する超音波の周波数（発振周波数）を制御して、オゾン水Nの噴霧量を制御することができる。

[0158] また、オゾン水処理装置は、二流体ノズル、圧力噴霧弁、または、スプレーノズルを備えてもよい。

[0159] また、上記実施形態において、本体322内に送風部328が設けられる構成を例に挙げた。しかし、送風部328は、本体322外、例えば、粒径調整機構324の開口324aの近傍に設けられてもよい。

[0160] また、上記実施形態において、オゾン水処理装置300が送風部328を備える構成を例に挙げた。しかし、オゾン水処理装置300は、送風部32

8を備えずともよい。オゾン水処理装置300が送風部328を備えない場合、対象空間10内に既設された空調設備によってオゾン水Nの粒子Pを拡散させてもよい。

[0161] また、オゾン水処理装置300を車両内に設置する場合、車両の空調設備を運転させ、車両の室内のみならず、空調設備内にオゾン水Nの粒子Pを拡散させてもよい。なお、この場合、空調設備は、内気循環に設定されるとよい。また、空調設備は、暖房に設定されるとよい。そうすると、室内温度が上昇し、車両のシート、天井等の様々な場所に吸着された臭気が室内に放出される。これにより、オゾン水Nの粒子Pによる脱臭効果をさらに向上させることができる。また、オゾン水Nの粒子Pによる殺菌、脱臭等の効果は、温度が高くなるに従って向上する。このため、オゾン水Nの粒子Pによる殺菌、脱臭等の効果をさらに増加させることが可能となる。

[0162] また、上記実施形態において、オゾン水処理装置300の粒径調整機構324は、ベローズ管である場合を例に挙げた。しかし、粒径調整機構324は、伸縮自在でなくてもよい。この場合、粒径調整機構324の長さは、所望の粒径の粒子Pが、少なくとも粒径調整機構324の開口324aまで到達するように設定される。

[0163] また、上記実施形態において、オゾン水処理装置300が接続管312および開閉弁314を備える構成を例に挙げた。しかし、オゾン水タンク310から本体322にオゾン水Nを供給する機構に限定はない。例えば、オゾン水タンク310の下部に、バネの付勢力によって開閉される開閉弁が設けられていてもよい。

[0164] また、上記実施形態の評価工程S350において、ポジティブコントロールの菌数と、測定点 α ～測定点 δ に設置したメンブレンフィルタの菌数とを比較する場合を例に挙げた。しかし、評価工程S350は、計数工程S340で計数した菌数が所定値未満であれば、殺菌、脱臭等の効果があると判定してもよい。また、評価工程S350では、計数工程S340で計数した菌数が所定値以上であれば、殺菌、脱臭等の効果がないと判定してもよい。

産業上の利用可能性

[0165] 本開示は、オゾン水製造装置、オゾン水製造方法、オゾン水、オゾン水処理装置、および、評価方法に利用することができる。

符号の説明

[0166] N : オゾン水 S 1 2 0 : 気泡導入工程 S 3 1 0 : 設置工程 S 3 2 0 : 処理工程 S 3 4 0 : 計数工程 1 0 0 : オゾン水製造装置 1 1 0 : 溶液収容部 1 2 0 : 気泡導入部 3 0 0 : オゾン水処理装置 3 2 0 : 噴霧部

請求の範囲

- [請求項1] 1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物が水に溶解されたマグネシウム溶液を収容する溶液収容部と、
 前記マグネシウム溶液中にオゾンのファインバブルを導入する気泡導入部と、
 を備えるオゾン水製造装置。
- [請求項2] 1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物が水に溶解されたマグネシウム溶液中にオゾンのファインバブルを導入するオゾン水製造方法。
- [請求項3] 1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含むオゾン水。
- [請求項4] 1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含むオゾン水を、粒径10 μm 以下で噴霧する噴霧部を備えるオゾン水処理装置。
- [請求項5] 1. 0質量%以上4. 0質量%未満のマグネシウム化合物と、オゾンのファインバブルとを含むオゾン水を、粒径10 μm 以下で噴霧する噴霧部からの距離が異なる複数の測定点に所定数の菌を設置する工程と、
 前記噴霧部が前記オゾン水を粒径10 μm 以下で噴霧する工程と、
 前記噴霧させる工程を実行してから所定時間経過後に、前記複数の測定点ごとの前記菌の数を計数する工程と、
 を含む評価方法。