

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-506078

(P2011-506078A)

(43) 公表日 平成23年3月3日(2011.3.3)

(51) Int.Cl.

**C02F 1/48** (2006.01)  
**C02F 1/50** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**C02F 1/34** (2006.01)

F 1

C02F 1/48  
C02F 1/50  
C02F 1/50  
C02F 1/50  
C02F 1/50

テーマコード (参考)

4 D 006  
4 D 037  
4 D 061

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-538006 (P2010-538006)  
(86) (22) 出願日 平成20年10月17日 (2008.10.17)  
(85) 翻訳文提出日 平成22年6月14日 (2010.6.14)  
(86) 國際出願番号 PCT/US2008/080302  
(87) 國際公開番号 WO2009/079085  
(87) 國際公開日 平成21年6月25日 (2009.6.25)  
(31) 優先権主張番号 11/956,561  
(32) 優先日 平成19年12月14日 (2007.12.14)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390041542  
ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
GENERAL ELECTRIC COMPANY  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番  
(74) 代理人 100137545  
弁理士 荒川 聰志  
(74) 代理人 100105588  
弁理士 小倉 博  
(74) 代理人 100129779  
弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

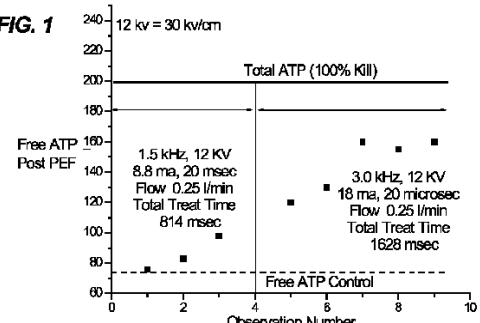
(54) 【発明の名称】電場を用いて生物汚損を低減する方法

## (57) 【要約】

給水その他の液体の微生物内容を、それが膜又は伝熱装置などのプロセス装置内に入る前に、破壊又は奪活させることによって、生物汚損を低下又は防止する方法。該方法は、放電及び/又は電場を用いて、表面の生物汚損の原因となる微生物を破壊することを含む。水中の微生物を破壊することによって、微生物はプロセス装置表面又は内部での頑固な生物膜を生じることができなくなる。

【選択図】 図1

FIG. 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

工業プロセスにおける装置表面の生物汚損を低減する方法であって、プロセスに供給される液体を、プロセス装置に導入される前に、強電場に付して菌体を破壊することによって前処理することを含む方法。

**【請求項 2】**

強電場が、パルス電場を用いた高電圧プロセスを含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 3】**

前記電場が短い高電圧パルスを含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 4】**

印加される電場の強さが約 10 ~ 約 80 kV / cm である、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 5】**

電場の強さが約 25 ~ 約 60 kV / cm である、請求項 4 記載の方法。

**【請求項 6】**

前記パルスが矩形波からなる、請求項 3 記載の方法。

**【請求項 7】**

前記矩形波の持続時間が約  $10^{-4}$  ~ 約  $10^{19}$  秒、好ましくは約  $10^{-6}$  ~ 約  $10^{-9}$  秒である、請求項 6 記載の方法。

**【請求項 8】**

工業用水システムにおける生物汚損を防止する方法であって、水を、プロセス装置に導入される前に、パルス電場を用いた高電圧プロセスに付すことによって前処理することを含む方法。

**【請求項 9】**

電場の強さが約 10 ~ 約 80 kV / cm である、請求項 8 記載の方法。

**【請求項 10】**

高電圧プロセスの後、プロセス装置に入る前の水に、殺生物剤、殺菌消毒剤又はこれらの組合せを添加することをさらに含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 11】**

前記水システムが膜、伝熱装置又はこれらの組合せを含む、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 12】**

高電圧プロセスの後、プロセス装置に入る前の水に、殺生物剤、殺菌消毒剤又はこれらの組合せを添加することをさらに含む、請求項 8 記載の方法。

**【請求項 13】**

前記水システムが膜、伝熱装置又はこれらの組合せを含む、請求項 8 記載の方法。

**【請求項 14】**

工業用水システムにおける生物汚損を低下させる方法であって、マイクロ秒又はマイクロ秒未満のパルスからなる放電に水を付すことによって水を前処理することを含む方法。

**【請求項 15】**

水中に空気又は気泡を導入することをさらに含む、請求項 14 記載の方法。

**【請求項 16】**

1 以上の電極チップを気水界面又は水カラム表面に配置する、請求項 14 記載の方法。

**【請求項 17】**

電極の表面が誘電体又は絶縁体で被覆されていて、電極チップの一部分だけが水に露出される、請求項 16 記載の方法。

**【請求項 18】**

電極チップを介して空気又は気泡が注入される、請求項 15 記載の方法。

**【請求項 19】**

工業用水システムにおける生物汚損を防止する方法であって、マイクロ秒パルスからなる放電に水を付すことによって、水を前処理することを含む方法。

**【請求項 20】**

10

20

30

40

50

殺生物剤の活性を増強するために適用される請求項 1 4 記載の方法であって、放電プロセスの後、プロセス装置に入る前の水に、殺生物剤、殺菌消毒剤又はこれらの組合せを添加することをさらに含む方法。

【請求項 2 1】

前記水システムが膜、伝熱装置又はこれらの組合せを含む、請求項 1 4 記載の方法。

【請求項 2 2】

前記工業用水システムが特有の滞留又は移行時間有していて、当該方法が、上記特有の滞留又は移行時間にわたって生存可能な生体物質を奪活又は機能停止させるのに有効である、請求項 1 4 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、表面の微生物汚損に関する問題に対処する方法に関する。これに関して特に興味深いのは、膜及び伝熱面の微生物汚損である。

【背景技術】

【0 0 0 2】

化学、食品及び飲料、製薬、電子及び電力産業など多くの産業では浄水が必要とされることが多い。通常、これらの産業での用途では、汚染物質を除去するため水源の処理が必要とされる。蒸留、濾過、イオン交換、逆浸透、光酸化及びオゾン処理或いはそれらと従来の化学的浄化法との組合せを始めとする様々な水処理技術及び化学処理が知られている。多くの場合、様々な溶存固体物、有機物及び微生物活性成分を含有する給水が、熱交換器のような水処理システム又は装置内を流れ、汚損状態を生じてシステム又は装置の効率を損なってしまう。

【0 0 0 3】

プロセス給水に含まれる汚染物質の除去には、膜が常用される。膜には、ミクロフィルター、ナノフィルター、限外濾過フィルター及び逆浸透膜が挙げられる。濾過操作の当然の帰結として生じる一つの問題は、膜表面の汚損である。汚損物質は、有機物（腐蝕物、油脂、グリースなど）、無機物（粘土、シルト、炭酸カルシウム、リン酸カルシウムなど）及び微生物という一般分類に分類することができる。この分類の最後のもの（微生物）が、本願発明の方法が適用される汚染物質である。

【0 0 0 4】

膜内部での汚染物質の堆積の防止には、化学薬品が常用される。例えば、無機物の汚損を軽減するためスケール防止剤が用いられる。しかし、スケール防止剤は、微生物汚損にはほとんど或いは全く効果がない。微生物汚損の抑制には、殺生物剤が用いられることが多い。しかし、殺生物剤は微生物を死滅させるが、一部の微生物は依然として膜内に存在し、死んだ生物の残骸を養分として生存し続けることがあり、それらの存在は流れの抵抗として作用して、膜システムの効率的な作動を妨げる。状況をさらに悪化させるのが、膜表面に形成された生物膜（バイオフィルム）が生物増殖に格好な保護環境（ニッチ）を与え、除去するのが難しいことである。膜から微生物汚染を除去又は浄化するのに化学薬品の使用が必要とされる通常の処理は、膜の寿命に悪影響を与えるおそれがある。

【0 0 0 5】

実際、生物膜の存在は、流体の流れへの抵抗を生じさせるだけでなく、伝熱装置（例えば工業用冷却塔で用いられる熱交換器）のような装置表面に堆積すると、熱伝導に対する抵抗も生じさせる。膜の場合と同様に、この問題を軽減すべく殺生物剤として知られる化学薬品を用いることができるが、かかる化学薬品は高価であり、環境ハザードの問題を生じる。さらに、死んだ微生物の残骸によっても伝熱効率が低下してしまう。そのため、工業用水プロセスの伝熱表面のような装置での生物汚損を軽減することが求められている。例えば冷却塔では、伝熱装置の表面に堆積したバイオマスの影響は、膜表面に堆積したバイオマスと同様である。場合によっては、流体の流れが制限されたり、熱伝導の流れが制限されることもある。いずれの場合にも、装置内への微生物の侵入、増殖、生物

10

20

30

40

50

膜を形成するほどの繁殖を防止する方法が必要とされる。本願発明の方法は、微生物が内部膜及び／又は伝熱表面と相互作用する前に、微生物の影響を低減することによって、この問題に対処する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許出願公開第2007/0131556号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

今回、表面の生物汚損の原因となる微生物を放電及び／又は電場を用いて破壊することによって生物汚損を防止する方法を見出した。具体的には、本方法では、膜濾過又は熱交換器内での循環のような他のプロセスに付す前に、給水流その他の液体流中の微生物を破壊する。水中の微生物を破壊又は変性させることによって、微生物はプロセス装置表面又は内部での堅固な生物膜を生じることができなくなる。

【0008】

特に、本発明の一実施形態では、給水に含まれる菌体を破壊することのできる約10～約80kV/cm程度の強い電場を発生させることができる装置で給水を処理する。本装置は、電場効果によって菌体を穿孔することによって、水を実質的に滅菌し、生菌又は生存能維持菌体を効果的に除去する。

【0009】

本発明の別の実施形態は、繰返し短い容量性放電を用いる方法に関する。容量性放電の効果は、上記とほぼ同様に汚染生物を死滅させることである。

【0010】

別の実施形態では、上述の実施形態のいずれかと化学的処理との組合せを提供する。菌体を化学的処理と共に電場に付すことによって、給水から微生物汚染をなくすための致死電場強度の低減及び／又は化学薬品投入量の低下及び／又は全処理時間の短縮が可能となる。

【0011】

別の実施形態では、トリチエリパルスとして知られるコロナ放電又は紫外(UV)光の影響下でフリーラジカルを発生させることのできる化学薬品を併用することによって、微生物及び／又は除去し難い有機物を浄化する。コロナ放電の場合、コロナを生じるのに必要な電場の強さは、電源に接続されたワイヤの直径の関数である。通例、直径が数ミリメートルのワイヤでは、コロナ放電は25kVの電位及びわずか数ミリアンペアで惹起できる。ワイヤが中空伝導管である場合、化学薬品を(ポンプ)で中空伝導管の全長を流して導入することが可能であり、化学薬品が管から出る際に、化学薬品の放出地点の大きな曲率半径のため中空伝導管の開口部で発生するトリチエリパルスによって生じる電離放射線に付される。化学薬品とは、イオン化の際に、微生物及び／又は除去し難い有機物を除去するのに利用できる多数のフリーラジカルを発生させることのできる液体又は気体をいう。一実施形態では、コロナ放電の有益な効果を最適化できるように、かかるワイヤの格子を用いて、流れパイプその他の手段において良好な占有断面積を得ることもできる。コロナ放電の極性は必ずしも重要ではないが、接地に対して負の電力でコロナを用いることの利点は、副産物の一つがオゾンであることである。オゾンは公知の殺菌消毒剤であり、所期の目的に有用な種類のラジカルを生じさせる傾向がある。

【0012】

コロナ放電に関する説明は、紫外線にも同様にあてはまる。この場合、紫外線が化学薬品と相互作用して流水中でフリーラジカルを(光化学反応などで)生成できる場所まで、紫外線を効率的に伝送するUV光ファイバーその他の手段を通して又はその周囲で化学薬品を移送することができるようすれば、フリーラジカルを菌体及び／又は難処理性の有機物と相互作用させることができる。

10

20

30

40

50

**【 0 0 1 3 】**

いずれの場合も、終局は、通常はフリーラジカルを生じない有機物から電気又はUVその他のエネルギー装置によってフリーラジカルを発生させ、ラジカルを水中の不要成分と相互作用せしめることである。フリーラジカルは寿命が短いので、この目的に理想的である。

**【 0 0 1 4 】**

本発明を特徴づける様々な新規な特徴については、特許請求の範囲に具体的に記載されている。当然、本発明の様々な構成要素には変更及び置換をなすことができる。本発明は、記載された構成要素の部分的組合せ及びサブシステム、並びにそれらの使用方法にも存する。

10

**【 図面の簡単な説明 】****【 0 0 1 5 】**

【図1】有効性の尺度としてATPを用いる典型的試験を示す図である。

【図2】平板計数法を用いて有効性を検証した図1の一連の試験を示す図である。

**【 発明を実施するための形態 】****【 0 0 1 6 】**

以下、図面を参照するが、これらは例示的なものにすぎず、限定的なものではない。また、同じ要素には同じ番号を付したが、説明の便宜上、すべての図においてすべての符号を繰り返してはいない。

**【 0 0 1 7 】**

本明細書及び請求項で用いる近似表現は、数量を修飾し、その数量が関係する基本機能に変化をもたらさない許容範囲内で変動しうる数量を表現する際に適用される。したがって、「約」のような用語で修飾された値はその厳密な数値に限定されない。場合によっては、近似表現は、その値を測定する機器の精度に対応する。本明細書に記載された範囲の上下限は、互いに結合及び／又は入れ替えることができ、そうした範囲が特定されていても、文言上又は文脈から別途明らかでない限り、その範囲内に属するあらゆる中間範囲が含まれる。実施例又は別途明示されていない限り、成分、反応条件などの量に関する数又は表記はすべて、すべての例で用語「約」で修飾されていると理解すべきである。

20

**【 0 0 1 8 】**

本明細書で用いる「備える」、「含む」、「有する」等の表現は、非限定的な内包を示す。例えば、一群の構成要素を含む方法、製品又は装置は、必ずしもこれらの構成要素だけに限定されず、明示されていない構成要素又はかかる方法、製品又は装置に固有でない構成要素を含んでもよい。

30

**【 0 0 1 9 】**

本発明は、膜及び冷却塔装置などの工業プロセス装置の生物汚損を防止又は最小化する方法に関する。給水その他の液体中の微生物を、高電場又は急速な容量性放電のいずれか或いはそれらと急速な容量性放電との組合せに付して、プロセス装置の生物汚損を低減又は解消する。

**【 0 0 2 0 】**

本発明の一実施形態では、プロセス装置に入る前の水その他の液体に、パルス電場を用いて高電圧プロセスを印加する。一連の短い高電圧パルスを用いてパルス電場を作用させて、細胞壁を穿孔する強電場をもたらす。「穿孔」とは、電場が電気穿孔を惹起するのに十分に高く、菌体の内部を破壊的な電場及び／又は周囲の媒体に効果的に曝露する孔を開くことを意味する。細胞壁を損傷又は破壊することによって、水中の微生物が破壊され、プロセス装置の生物汚損を引き起こす生菌は存在しなくなる。特定の作用機序に束縛されるものではないが、具体的には、上述の電気処理によって生物が死滅及び／又はその生体物質の大半が変性すると考えられる。本発明の主態様では、電場の印加は、水が装置又は膜に入る前に行われる所以、電場の印加は前処理プロセスと考えることができる。

40

**【 0 0 2 1 】**

所期の目的に好ましい電場の強さは約10～約80kV/cmであり、好ましくは約2

50

5 ~ 60 kV / cm である。パルスはどのような形状からなるものでもよく、各用途でどの程度の電力を要するかに基づいて選択することができる。ある用途では、矩形波として印加しうるパルスの持続時間は約  $10^{-4}$  ~ 約  $10^{-9}$  秒であり、最適持続時間は約  $10^{-6}$  秒である。パルスレート（パルス繰返し数）は、パルス回路で処理されずに残る水の部分が生じないように、処理すべき水の流速に基づいて選択される。かかるパルスレートは通常約 2 ~ 約 5 kHz 程度であり、好ましいパルスレートは 3 kHz である。

#### 【0022】

さらに別の実施形態では、当技術分野で「雷放電」として知られる放電を用いて、上述の微生物の奪活と基本的に同じ奪活を達成することもできる。この実施形態では、処理すべき水を通して容量性放電を起こす。「雷放電域」を通過する水は殺菌される。この実施形態の基本的要素として、マイクロ秒パルスを用いた放電があり、酸化性ラジカル、衝撃波及び UV を生じさせる。この技術の有効性をさらに高めるため、水中に空気又は気泡を導入してもよい。気泡は放電時にキャビテーションを起こして、局所的な温度及び衝撃波を生じ、主要な放電経路に沿って酸化性ラジカル及び紫外線を増大させる。パルスの立ち上がり時間は、処理すべき水の流れ及び微生物汚染の程度に応じて、マイクロ秒から数ミリ秒まで変更し得る。実施に際して、この実施形態は、以下の (i) ~ (iv) の 1 以上からなるものとすることができます。(i) 一方又は両方の電極チップを、気水界面又は水カラム表面に配置すること、(ii) 電極表面を誘電体又は絶縁体で被覆して電極チップの一部分だけが水に露出されるようにし、放電を開始するための高電流密度又は高電場勾配の領域をもたらすこと、(iii) 空気又は気泡その他の容量性放電と相互作用して酸化性フリーラジカルを生じることができるものと、(iv) 化学薬品を導入することによって、酸化性ラジカルの量を増大させること（空気又は気泡は水のバルク導電性を低下させ、放電、キャビテーション及びラジカル形成の開始前に漏電を生じることなく、蓄電回路で達成される絶縁破壊電圧を高めることができる。）、及び / 又は (iv) 高電圧又は接地電極又はその両方のチップを通して空気及び / 又は化学薬品を注入すること。この技術のさらなる改良は、磁場を用いて放電を閉じ込めて、いわゆる「トリー（樹枝状）」放電をなくし、電流経路が、密な柱状束のようなコンパクトな空間充填束で起こるようにする。

#### 【0023】

雷放電プロセスにおけるパルスの形状及び消費エネルギーに重要な役割を果たす一つの因子は、液体媒体の導電性である。例えば、導電性の範囲は、脱イオン化水の 13 ~ 15  $\mu S / cm$  から水道水の約 1.2 ~ 1.5 mS / cm である。導電性が高いと、処理プロセスの有効性に大きく影響しかねない。プロセスは、絶縁破壊前領域と絶縁破壊後領域とに分けられる。絶縁破壊前領域の電流の大きさは、液体の導電性に大きく依存する。絶縁破壊前の電流（絶縁破壊後の電流の最大 60 倍にもなり得る）は処理プロセスに全く寄与しないので、効率を最大化するには、絶縁破壊前の電流を最小限にすべきである。絶縁破壊前電流を制限するには、媒体の導電性を制限するか、或いは絶縁破壊がピークの直後に起きるように放電特性を変更して絶縁破壊前電流が無視できるようにすればよい。例えば、ほぼ垂直な前縁（例えば、マイクロ秒又はナノ秒の立ち上がり時間）をもたらす駆動回路によって、水溶液の導電性に抗して絶縁破壊電圧を達成できるし、或いはマイクロバブルを供給して絶縁破壊前の漏電経路を遮断することによって、水の導電性を低下させることもできる。

#### 【0024】

水媒体に印加されるパルスの数も導電性及び水温に影響を与える。加える「ショット」又はパルスの数が大きいほど、容器内の導電性は増す。その原因としては、放電時に電極表面の金属の一部が蒸発してイオンとして水中に溶解すること、或いは次回の放電時に抵抗の最も小さい経路をなす部分イオン化領域又は経路が形成することが挙げられる。

#### 【0025】

もう一つの考慮すべき因子は、プロセスに対する間隙距離の影響である。ギャップ電圧が増すと、必要とされる高電圧絶縁破壊状態を達成するための印加電圧の大きさが増す。また、電圧が増すと、高電圧まで蓄電する際にコンデンサーに蓄積されるエネルギーが大

10

20

30

40

50

きいので、インパルスで送達されるエネルギー量も増す。

【0026】

別の実施形態では、上述のパルス電場法及び「雷放電」法はいずれも致死強度未満で用いることができ、微生物がコロニーも生物膜も形成せずにプロセス装置全体を通過するのに十分な時間奪活しておけばよい。この効果は、微生物及びその代謝又は酵素過程が少なくとも一定期間、中断、変性又は機能停止するので、「機能停止(stun)」効果として表現することができる。実際、このプロセスは、致死量未満の化学薬品の添加によって促進できる。この実施形態では、電場効果によって菌体が穿孔され、そうした菌体は、使用量の低い、通常は致死量未満の化学薬品に対して感受性が増しているという利点をもつ。これらの薬品を導入すると、水に含まれる微生物をさらに奪活及び／又は死滅させることができる。この方法で使用し得る化学薬品の例としては、特に限定されないが、当技術分野で公知の殺生物剤及び／又は殺菌消毒剤又は酸化剤が挙げられる。例えば、殺菌消毒剤として、塩素、過酸化水素、過マンガン酸カリウム及びこれらの組合せがある。殺生物剤又は殺菌消毒剤は、パルス放電の前又は後に存在していてもよい。

10

【0027】

本発明の方法は、特に限定されないが、水システム、食品・飲料加工システムを始めとする様々なシステムで利用できる。本方法は、特に、膜を含むシステムで、膜、マイクロ濾過膜、ナノ濾過膜及び逆浸透膜の生物汚損を防止するのに適用できる。本方法を用いることのできる水システムの例としては、特に限定されないが、開放型再循環式水冷却システム、パルプ・製紙システム、水輸送パイプライン、閉鎖型冷却システム、逆浸透システム、空気洗浄システム、散水システム、貫流型水システム、炭化水素貯蔵システム、炭化水素輸送パイプライン、金属加工流体システム及び水性鉱物処理システムがある。本発明のコスト及び有効性は、ある種の状況下、例えば、水の導電性が低く、生物物質レベルが低ければ、電気的実装が比較的容易となり、処理効率が高まるUPWプラントの精製ループなどで、特に有益である。

20

【0028】

好ましい実施形態を参照して本発明を説明してきたが、当業者であれば、本発明の技術的範囲から逸脱せずに、これらの実施形態に様々な変更又は置換をなすことができる。したがって、本発明の技術的範囲には、上述の実施形態だけでなく、特許請求の範囲に属するあらゆる実施形態が包含される。

30

【実施例】

【0029】

以下は、本発明で開示したパルス電力システムの有効性の実例である。

【0030】

本発明の方法の有効性を調べるために、ATP（アデノシン三リン酸）を用いて一連の試験を遂行した。2通りのATP試験を行った。最初の試験では、試料をパルス電場（PEF）セルに付す前後に、「遊離」又は「バックグラウンド」ATP測定を行った。こうして、PEFセルの影響による「遊離」ATPの増加を求めた。第2のATP試験は、試料中の「総」ATPを求めるために行った。PEF処理後のATP値を総量値と比較することによって、総量のうちPEF処理が達成された割合を推定できる。総ATPの測定値と遊離ATPの測定値とが等しければ、試料中の全ての細胞が溶解したことになる。

40

【0031】

場合によって、生菌数（平板計数）データを得たが、ATP試験の結果と、平板計数の結果とが一致しないの通常であった。一致しない理由は明らかでないが、「一過性効果」と「完全死滅」（特に、電場の強さが最適値未満の場合）とに関連していると思われる。具体的には、一過性効果は、損傷によって微生物を奪活できる（テーザー銃でヒトが一時的に無力化されるのと同様）が、長時間インキュベーション（平板計数に要する2日間）すると微生物は回復又は再生する（テーザー銃と同様、奪活期間後に効果が失われる）。このように、平板計数の結果とは「一致」しないATP値の変化が観察されることがある。

50

**【 0 0 3 2 】**

有効性の尺度として A T P を用いた典型的な試験を図 1 に示す。この場合、電場の強さは 3 0 k v / c m であり、パルス周波数は 1 . 5 ~ 3 . 0 k H z で変化させ、パルス幅は 2 0 マイクロ秒であり、総処理時間は 8 1 4 ~ 1 6 2 8 マイクロ秒で変化させた。

**【 0 0 3 3 】**

A T P データによれば、P E F 処理によって所定の条件下で遊離 A T P が増大した。図 1 からは、処理時間の重要性も認められる。3 0 k v / c m において、8 1 4 マイクロ秒の処理時間では、遊離 A T P 値は比較的低かった。しかし、同じ流速で繰返し周波数を 1 . 5 k H z から 3 . 0 k H z へと高めて、処理時間を 8 1 4 マイクロ秒から 1 6 2 8 マイクロ秒へと延ばしたところ、試料中の「遊離」 A T P レベルは、総量線 ( 1 0 0 % 死滅を表す ) と比較して顕著に上昇した。この試験では、電場の強さが全ての菌体 ( 微生物の初期添加量は  $10^6$  c f u / m l のオーダーであった ) を穿孔するには十分でなかったので、総量線には達しなかった。10

**【 0 0 3 4 】**

図 2 に示す通り、プロセスを繰返したが、今回は、残存生菌数の濃度を示す平板計数法を用いて有効性を検証した。

**【 0 0 3 5 】**

この事例では、装置に関連した問題のため、2 5 k V / c m の電場の強さを用いた。上述の通り、完全死滅は達成されなかつたが、平板計数データは好ましいものであった ( 例えば、対照の生菌数は 1 , 3 9 0 , 0 0 0 コロニー形成単位 / m l であった ) 。処理 ( P E F 装置の作動 ) 後、コロニー形成単位 / m l は約 2 0 7 , 0 0 0 に低下した ( コロニー形成単位 / m l として約 8 5 % の低下 ) 。この生菌数データは上述の A T P アッセイの結果とほぼ一致しているが、本明細書に記載していない他の実験には、A T P データで死滅又は一過性効果が示唆されたが、平板計数データではその効果を検証できなかつたものもあった。これは、平板計数データが長期 ( 2 日間 ) 指標であり、一過性効果はほとんど捕らえられないからであろう。ただし、データは、機能停止効果が一時的に存在すると、かかる処理が、R O 型又はサブミクロン孔径のクロスフローフィルターのような滞留時間の短い装置での給水の処理に極めて有効であることを示唆している。20

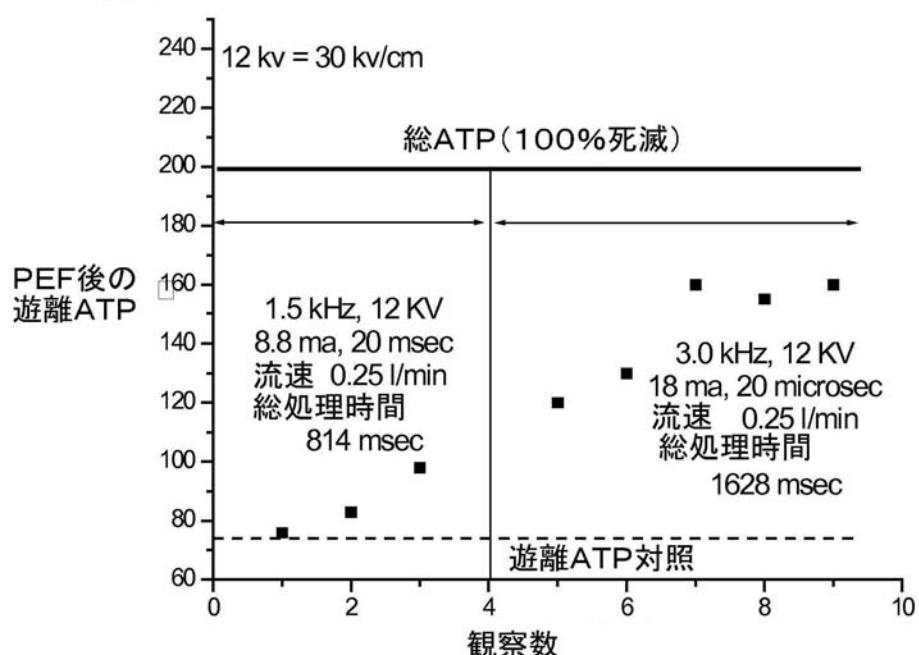
**【 0 0 3 6 】**

3 5 k V / c m 以上の電場の強さで微生物が死滅することを検証するため、平板計数法による最終試験を行った。この試験の結果から、この電場の強さでは、生菌数値が  $10^5$  C F U / m l から  $< 10^2$  C F U / m l に低下することが判明した。30

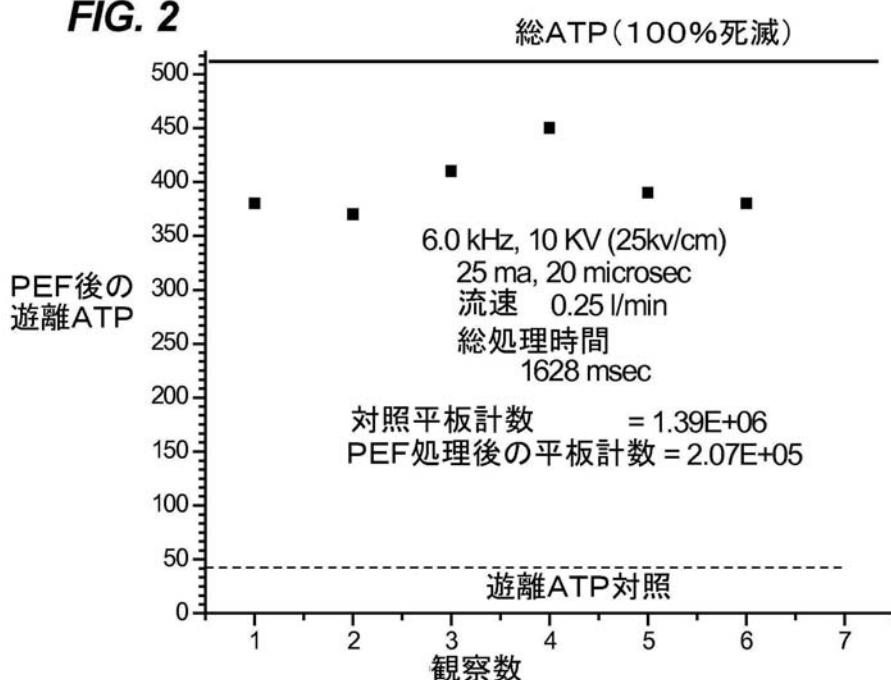
**【 0 0 3 7 】**

雷放電による殺菌の場合、シュードモナス ( P s e u d o m o n a s ) と硫酸還元菌を含む水 1 0 0 m l を、1 0 k V の 1 . 2 マイクロ秒パルスで処理した。エネルギーは 1 . 3 J / m l のオーダーであった。処理した水試料の定性分析から、1 パルス後には、検出可能な細菌は存在していなかつた。

【図1】

**FIG. 1**

【図2】

**FIG. 2**

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2008/080302												
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. C02F1/48 C02F1/46														
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) C02F A23C A23L A61L B01D														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  EPO-Internal, WPI Data														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 5 048 404 A (BUSHNELL ANDREW H [US] ET AL) 17 September 1991 (1991-09-17) column 2, line 41 – line 64 column 7, line 1 – column 8, line 46 column 12, line 32 – line 60</td> <td style="padding: 2px;">1-9</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">WO 2004/063098 A (TERSANO INC [CA]; NAMESPETRA JUSTIN L [CA]; HICKEY SCOTT P [CA]; HENG'S) 29 July 2004 (2004-07-29) paragraphs [0044], [0053], [0061], [0062], [0100], [0101], [0105], [0107], [0111], [0120], [0125]; claims 1,4,5</td> <td style="padding: 2px;">1-3,6-8, 10,12</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">---- -/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 5 048 404 A (BUSHNELL ANDREW H [US] ET AL) 17 September 1991 (1991-09-17) column 2, line 41 – line 64 column 7, line 1 – column 8, line 46 column 12, line 32 – line 60	1-9	X	WO 2004/063098 A (TERSANO INC [CA]; NAMESPETRA JUSTIN L [CA]; HICKEY SCOTT P [CA]; HENG'S) 29 July 2004 (2004-07-29) paragraphs [0044], [0053], [0061], [0062], [0100], [0101], [0105], [0107], [0111], [0120], [0125]; claims 1,4,5	1-3,6-8, 10,12		---- -/-	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	US 5 048 404 A (BUSHNELL ANDREW H [US] ET AL) 17 September 1991 (1991-09-17) column 2, line 41 – line 64 column 7, line 1 – column 8, line 46 column 12, line 32 – line 60	1-9												
X	WO 2004/063098 A (TERSANO INC [CA]; NAMESPETRA JUSTIN L [CA]; HICKEY SCOTT P [CA]; HENG'S) 29 July 2004 (2004-07-29) paragraphs [0044], [0053], [0061], [0062], [0100], [0101], [0105], [0107], [0111], [0120], [0125]; claims 1,4,5	1-3,6-8, 10,12												
	---- -/-													
<input checked="" 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 document 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														
Date of the actual completion of the international search  15 September 2009		Date of mailing of the International search report  25/09/2009												
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.O. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Beckmann, Oliver												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2008/080302

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/48053 A (UNIV STRATHCLYDE [GB]; MACGREGOR SCOTT JOHN [GB]) 20 June 2002 (2002-06-20) page 1, line 12 - line 16 page 6, line 6 - page 7, line 12 page 8, line 9 - line 23; claim 5; figures 1,3	1-5, 8-10,12
X	US 2005/230312 A1 (CHANCELLOR DENNIS [US]) 20 October 2005 (2005-10-20) paragraphs [0004], [0008] - [0013], [0015]	1-3,8, 11,13
X	EP 1 736 442 A (EISENMANN KG MASCHBAU [DE]) 27 December 2006 (2006-12-27) paragraphs [0039] - [0044]; figure 1	1-3,8
X	US 2004/238453 A1 (CHO YOUNG I [US]) 2 December 2004 (2004-12-02) paragraphs [0013], [0014], [0026] - [0030], [0033], [0043]; figure 2	1
A	H. BLUHM, W. FREY, C. GUSBETH, M. SACK, C. SCHULTHEISS: "Aufschluss und Abtötung biologischer Zellen mit Hilfe starker gepulster elektrischer Felder" NACHRICHTEN, KARLSRUHE, DE, vol. 35, no. 3, 2005, pages 105-110, XP008081608 ISSN: 0948-0919 page 105, left-hand column page 107, left-hand column - middle column page 109 - page 110	1-13
X	WO 97/23285 A (PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS NORDEN AB [SE]) 3 July 1997 (1997-07-03) page 1, lines 1-5	14-20,22
Y	page 3, line 26 - page 4, line 17 page 8, line 22 - page 9, line 7 page 12, line 5 - line 13 page 12, line 25 - line 26 page 14, line 7 - line 33 claims 5-9; figures 2b,5a,6a,6b	21
Y	JP 2005 288386 A (KOBEL STEEL LTD) 20 October 2005 (2005-10-20) paragraphs [0006], [0013], [0022], [0028], [0029]; figures 1,2	21
A	RU 2 099 290 C1 (AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO ACHIN [SU]) 20 December 1997 (1997-12-20) abstract	20

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/US2008/080302

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This International search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
  
  
2.  Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
  
  
3.  Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see additional sheet**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
  
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2008 /080302

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-7,8-13

a process for the elimination of biofouling in an industrial system comprising pretreating a liquid by subjecting it to electric fields.

2. claims: 14-18,20-22 and 19

a process for the elimination of biofouling in an industrial aqueous system comprising pretreating the water by subjecting the water to electrical discharges comprised of "microsecond" pulses.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No PCT/US2008/080302
---

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5048404	A	17-09-1991	NONE		
WO 2004063098	A	29-07-2004	NONE		
WO 0248053	A	20-06-2002	AT 318247 T AU 2221302 A CA 2431402 A1 EP 1341726 A1 US 2004069611 A1	15-03-2006 24-06-2002 20-06-2002 10-09-2003 15-04-2004	
US 2005230312	A1	20-10-2005	NONE		
EP 1736442	A	27-12-2006	DE 102005029148 A1 US 2006290014 A1	28-12-2006 28-12-2006	
US 2004238453	A1	02-12-2004	US 2007227980 A1	04-10-2007	
WO 9723285	A	03-07-1997	JP 2001507274 T US 5766447 A	05-06-2001 16-06-1998	
JP 2005288386	A	20-10-2005	JP 4171440 B2	22-10-2008	
RU 2099290	C1	20-12-1997	NONE		

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	C 0 2 F	1/50 5 3 1 S
	C 0 2 F	1/50 5 5 0 H
	C 0 2 F	1/50 5 6 0 F
	C 0 2 F	1/50 5 6 0 E
	C 0 2 F	1/50 5 6 0 A
	C 0 2 F	1/44 H
	C 0 2 F	1/50 5 2 0 K
	C 0 2 F	1/34
	C 0 2 F	1/50 5 6 0 Z

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 アソカン、タンガヴェリュ

インド、バンガロール・560・037、ブルックフィールド、エイイーシーエス・レイアウト、ディー・ロック、フィフス・クロス、1261番

(72)発明者 チョクシ、セトユ

アメリカ合衆国、ニュージャージー州・08648、ローレンスヴィル、アヴァロン・ウェイ、16234番

(72)発明者 モンタッサー、ユセフ

カナダ、ティービーエヌ・5ジェイ5、アルバータ、セント・アルバート、イヴァネス・クレッセント、6番

(72)発明者 ポリツオッティ、デイビッド・エム

アメリカ合衆国、ペンシルベニア州・19067、ヤードリー、マナー・レーン・ノース、7番

(72)発明者 タヤリア、ヤティン

インド、バンガロール・560066、ホワイトフィールド、イーシーシー・ロード、ブレスティ・ラングレイ、フェイズ・ワン、ナンバー207番

F ターム(参考) 4D006 GA03 GA06 GA07 KA01 KA72 KB01 KB14 KB30 PA01 PB02

PB07 PB24 PC80

4D037 AA01 AA08 AB03 BA26 CA02 CA03 CA04 CA16

4D061 DA01 DA05 DB01 EA13 EB07 EB33 EB39 FA01 FA09 FA10

FA20 GC11 GC14 GC15