

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5219096号  
(P5219096)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日 (2013.3.15)

(51) Int. Cl.	F I		
BO1F 1/00 (2006.01)	BO1F 1/00	A	
CO2F 1/78 (2006.01)	CO2F 1/78		
CO2F 1/50 (2006.01)	CO2F 1/50	531R	
BO1F 11/00 (2006.01)	CO2F 1/50	510A	
BO1F 3/04 (2006.01)	CO2F 1/50	520P	
請求項の数 20 (全 13 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2009-543398 (P2009-543398)  
 (86) (22) 出願日 平成19年12月28日 (2007.12.28)  
 (65) 公表番号 特表2010-514552 (P2010-514552A)  
 (43) 公表日 平成22年5月6日 (2010.5.6)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/011456  
 (87) 国際公開番号 W02008/080618  
 (87) 国際公開日 平成20年7月10日 (2008.7.10)  
 審査請求日 平成22年12月13日 (2010.12.13)  
 (31) 優先権主張番号 102006061906.4  
 (32) 優先日 平成18年12月28日 (2006.12.28)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 102007013533.7  
 (32) 優先日 平成19年3月21日 (2007.3.21)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 509181644  
 ウルトラソニック・システムズ・ゲゼルシ  
 ャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフ  
 ツング  
 ULTRASONIC SYSTEMS  
 GMBH  
 ドイツ、86672 ティエアハウプテン  
 、ゲマインデバルト、5  
 (74) 代理人 100064746  
 弁理士 深見 久郎  
 (74) 代理人 100085132  
 弁理士 森田 俊雄  
 (74) 代理人 100083703  
 弁理士 仲村 義平

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体を処理するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理される液体を空間 ( 1 2 ) 中に導入するステップと、  
 キャピテーション効果を生じさせる、回転するメカニカルキャピティテーション素子 ( 1 7 ) を液体に作用させるステップとを備え、  
 前記作用させるステップにおいて、キャピテーション素子 ( 1 7 ) の表面のすぐ近くに通ずる放出口を有するガス供給手段によってガスを供給して、キャピテーション素子 ( 1 7 ) の運動によって液体中にガスを導入し、  
 少なくとも1つの音響パワートランスデューサ ( 2 6 、 2 8 ) によって、液体中に直接に音波を導入するステップとを備え、  
少なくとも1つの音響パワートランスデューサ ( 2 6 ) は、キャピテーション素子 ( 1 7 ) の上流に配置されていることを特徴とする、液体を処理する方法。

【請求項 2】

液体を導入する際に、空間 ( 1 2 ) は液体によって完全に満たされることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

音響パワートランスデューサ ( 2 6 、 2 8 ) は圧電素子であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

音響パワートランスデューサ ( 2 6 、 2 8 ) はさまざまな周波数の音波を放出すること

を特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

音波の周波数は 400 および 1500 kHz の間の範囲にあることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

音波の周波数は 600 および 1200 kHz の間の範囲にあることを特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

音響パワートランスデューサ (26、28) はパルス式に動作されることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 8】

メカニカルキャピテーション素子 (17) はディスク形状にデザインされている、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 9】

ガスの供給は、キャピテーション素子 (17) の表面における最大の流速の領域で行なわれることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 10】

液体は空間 (12) を通って流動することを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

20

キャピテーション素子 (17) は音響パワートランスデューサ (28) の上流に配置されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の方法。

【請求項 12】

液体は、キャピテーション素子 (17) および音波による処理に先立って、ガス抜きされることを特徴とする、請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

キャピテーション素子 (17) と音響パワートランスデューサ (28) との間を液体が通過する時間は、最大で 10 秒になることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 14】

ガスはシステム中に液体の形態で供給されることを特徴とする、請求項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の方法。

30

【請求項 15】

水の処理、特に飲料水または廃水の処理、に用いられることを特徴とする、請求項 1 ~ 1 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 16】

ガスは、酸化力のある性質を有する少なくとも 1 つのガス、特にオゾン、を含むことを特徴とする、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 17】

ガスは供給される前に UV 光によって処理されることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の方法。

40

【請求項 18】

液体の除菌、またはバクテリア、ウイルス、たんぱく質、菌の孢子、毒素、または内分泌攪乱物質の破壊のために用いられることを特徴とする、請求項 1 ~ 1 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 19】

請求項 1 ~ 1 8 のいずれかに記載の方法を特に実施するための装置であって、  
空間 (12) と、  
空間 (12) 内に配置され、キャピテーション効果を生じさせる、回転するメカニカルキャピテーション素子 (17) と、

キャピテーション素子 (17) の表面のすぐ近くに通じる放出口を有するガス供給手段

50

と、

空間(12)内に配置され、音波を空間(12)中に直接放出するようにされた音響パワートランスデューサ(26、28)とを備えた、装置。

【請求項20】

空間(12)はキャビテーション素子(17)の領域において非回転対称性を有することを特徴とする、請求項19に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液体を処理する方法に関する。特に、本発明は液体にガスを導入する方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

液体にガスを加えることは、多くの目的において利点がある。たとえば、それによりガスと液体との間、またはガスと液体に含まれる物質との間における化学反応を生じさせることができる。1つの可能な使用目的として水の処理があり、この水としては飲料水および下水の両方があり、適切に反応性のあるガスを導入することにより、微生物量を軽減し得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 20

【0003】

技術的な課題は、液体中に有効に導入されるガスの量の割合を増加させることにある。この割合が高いほど、ガスと液体との間の化学反応が発生する程度を強めることができる。したがって、液体中に導入されたガスの分布を超音波によって持続させることが、長い間、検討されている。

【0004】

本発明の目的は、液体中にガスを導入する効果的な方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この目的のために、液体を処理する方法は次のステップを含む。 30

処理される液体を空間中に導入すること、

メカニカルキャビテーション素子を液体に作用させ、この作用はキャビテーション素子の表面の領域中にガスを供給しながら行なわれ、キャビテーション素子を動かすことによってガスを液体中に導入すること、および

少なくとも1つの音響パワートランスデューサによって、液体中に直接に音波を導入すること。

【0006】

液体中へのガスの導入は、強いて言うなら、2つの段階でもたらされる。キャビテーション素子的手段によって、第1にガスと液体との混合が達成されるが、この時点において平均的な気泡の大きさはまだ比較的大きい。ガスはキャビテーション素子の表面に直接導入されるので、特にガス供給パイプを使って、キャビテーションプロセスによってほとんどすべての量のガスが液体に及ぶことが確実とされる。「第2の段階」として、音響パワートランスデューサによって液体中に導入された音波によりガスの気泡の大きさの減少が引き起こされ、その結果、液体の全体にわたって、平均の気泡の大きさは明確に低減される。しかしながらここで留意すべきこととして、キャビテーション素子の動きと空間の音波への曝露とは、したがってまた、ガスの導入と気泡の大きさの低減との工程は、同時に行なわれる。このようにして、液体におけるガスの音響化学的溶解が得られ、高い割合の、また特に顕著な割合のガスが、分子的に分散して溶解された形で存在している。ガスは、純粋な物質として、または混合物質として、存在し得る。 40

【0007】

この方法を用いることで、平均の気泡の大きさとして、たとえば50 μmより小さいものが得られ、気泡の多くの割合がナノメートルからオングストロームの範囲で生成され得る。

【0008】

従来知られた方法と比して、本発明による方法は液体中に導入されるガスの割合を、明らかに、より高めることができる。

【0009】

液体の導入の際、空間は好ましくは液体によって完全に満たされ、その結果音波は、空間全体にわたって伝播し、全方向から液体中へ反射され得る。液体の上方にガスの体積が生じないように、導入されるガスの量は適切に選択され、またガスの導入は適切に行なわれる。

10

【0010】

音響パワートランスデューサは好ましくは圧電素子であり、たとえばディスク型のデザインであってもよい。

【0011】

1つのみ、2つ、または多数の音響パワートランスデューサを空間中に配置することができる。音響パワートランスデューサの各々は液体と直接接しており、その結果音波は直接液体中に放射される。ここで直接接触とは、パワートランスデューサからの振動が液体中に伝導固体部品によっては導入されず、たとえばソノロードの場合のようなものではないという意味である。むしろ液体は直接パワートランスデューサに接触させられ、たとえば超音波源自身に接触させられる。

20

【0012】

好ましくは、音響パワートランスデューサはさまざまな周波数の音波を放出する。複数のパワートランスデューサが設けられる場合、それらは各々、同一の周波数領域または異なる周波数領域における音波を生成する。そのような「混合した周波数」を液体に作用させたほうが、多くの量のガスを溶解させるのに有利であることが見出されている。

【0013】

音波の周波数は好ましくは超音波領域におけるものであり、特に400および1500 kHzの間である。600および1200 kHzの間の周波数が特に好適に用いられる。

【0014】

本発明の有利な実施形態において、音響パワートランスデューサはパルス式に動作され、そのパルス継続時間は、できるだけ効果的にガスの気泡が分裂させられ、またガスが液体に溶解されるように選択される。複数の音響パワートランスデューサが設けられる場合、それらのうちのすべてまたはいくつかのみがパルス式動作で動作されてもよく、パルス継続時間およびパルス周波数は同一であっても異なってもよい。

30

【0015】

空間中に音波用のリフレクタを配置することもでき、このリフレクタは音波を液体中に反射する。

【0016】

有利には、メカニカルキャピテーション素子の動きは回転運動であり、なぜならばこれにより良好なキャピテーション効果が単純な方法で達成され得るからである。メカニカルキャピテーション素子としては、流動化部を使用することが好ましく、この流動化部は、その表面に沿って最大の可能な流速の領域を生ずるような形状を付与されており、これは最大可能なキャピテーション効果を得ることでガスと液体との良好な混合を得るためである。

40

【0017】

メカニカルキャピテーション素子は、たとえばディスク形状または円盤形状のデザインを有している。ここで特別の構造が設けられたディスクが用いられてもよく、この構造はたとえば楕円型のポケットであり、この構造の領域内において非常に高い流速が発生する。

50

## 【 0 0 1 8 】

ガスの供給は、好ましくは、キャピテーション素子の表面における最も高い流速の領域においてもたらされ、これはなぜならば、これにより特に完全な混合が達成され得ることがわかっているからである。これは上述した構造の領域において、あるいはディスクの縁の領域において行なわれ得る。

## 【 0 0 1 9 】

有利な実施形態において、液体は空間中を流動する。すなわちこの方法は、静止した液体の体積に対してよりはむしろ、通液方式に基づく個々の装置を通して流れる液体に対して適用される。

## 【 0 0 2 0 】

「空間」の文言は、ここで広い意味で解されるべきである。これは本質的に、キャピテーション素子周囲の連続的な体積から音響パワートランスデューサの周囲の体積までを言う。これらの体積は、すぐ隣り合うように、または互いにある距離をあけるように配置され得るものであり、これはキャピテーション素子により液体中に導入されたガスのガス放出によって、当然、相互に決定される。空間は1つの単一の大きめのチャンバによって形成されてもよく、この場合このチャンバ内にキャピテーション素子および音響パワートランスデューサの両方が配置される。あるいは空間は複数のチャンバによって形成されてもよく、ただしこれらのチャンバは互いに接続されるように導管によって結合され、別々のチャンバにキャピテーション素子と音響パワートランスデューサとの各々が配置される。ただし重要なのは、超音波の効果がキャピテーション素子にまで達することである。しかし常に好ましいのは、キャピテーション素子と音響パワートランスデューサとを有する空間全体にわたって可能な限り均一に、音響パワートランスデューサの音波が通過することである。

## 【 0 0 2 1 】

好ましくは、キャピテーション素子は音響パワートランスデューサの上流に配置され、それにより、キャピテーション素子によって液体中に導入された比較的大きな気泡は、その後、音響パワートランスデューサの音波を受けて、それにより「破碎」され、そしてガスが溶解される。

## 【 0 0 2 2 】

キャピテーション素子および音波による処理に先立って、液体をガス抜きしてもよい。これによる利点は、導入されるガスの溶解度が、予め液体から他のガスが除去されていることで増加されることにある。

## 【 0 0 2 3 】

ガス抜きのために、たとえば、少なくとも1つの音響パワートランスデューサがキャピテーション素子の下流に配置されてもよい。この音響パワートランスデューサは、有利には、キャピテーション素子の下流に配置されたパワートランスデューサに加えてさらに設けられる。音響パワートランスデューサの手段によるガス抜きは非常に有効であることが見出されている。このようにして、キャピテーション素子に達する液体は概ねガスを含まないものとなり、したがってガスを再びより多くの程度取り込むことができる。

## 【 0 0 2 4 】

さらに、液体がキャピテーション素子を通過するのと音響パワートランスデューサを通過するのとの間の時間間隔は、ガスの取り込みの有効性における損失の発生なしに、10秒にまで達し得ることがわかっている。

## 【 0 0 2 5 】

ガスはシステムに液体の状態で供給されてもよく、このことはその供給および貯蔵を容易とする。たとえば液体酸素が用いられる場合、有利な冷却効果がキャピテーション素子およびその周囲の液体に対して付加的に生じ、液体の温度が有意に低下され得るので液体中のガスの溶解度が増大する。

## 【 0 0 2 6 】

本発明による方法は、水の処理に大変よく適しており、特に飲料水または廃水の処理に

10

20

30

40

50

適している。

【0027】

この目的で、オゾンのように、酸化力のある性質を有する少なくとも1つのガスを含むガスが特に供給される。

【0028】

オゾンを生成するために、キャビテーション素子に供給するのに先立ってガスをUV光で処理することもできる。用いられるガスが酸素または空気の場合、UV照射によって酸素がオゾンに転化される。この利点は非常に反応性の高いオゾンが液体と接触する直前まで生成されないことにある。たとえば、キャビテーション素子におけるガスの出口の直前において、またはガス供給システムにおける他の場所において、UV処理がなされ得る。この目的でUVランプが用いられてもよい。X線の照射またはガンマ照射もまた考えられる。

10

【0029】

本発明による方法は、たとえば、液体を除菌したり、または広く、バクテリア、ウイルス、菌の孢子、毒素、または内分泌攪乱物質を破壊したり、またたんぱく質を変性したりすることに用いられ得る。さらに、水または廃水に限定されず、一般に任意の好適なガスでの液体のガス処理に用いられ得る。

【0030】

本発明はさらに装置に関し、特に上述した方法の任意のものを実施するための装置に関する。この装置は、空間と、空間に配置されたメカニカルキャビテーション素子と、キャビテーション素子の表面のすぐ近くに通じる放出口を有するガス供給手段と、空間に配置され空間中に直接音波を放射するようにされた音響パワートランスデューサとを備える。液体を処理する際に、この空間は液体に満たされ、好ましくは完全に満たされ、それによりメカニカルキャビテーション素子の運動によって液体中にキャビテーションが引き起こされ、また音響パワートランスデューサが液体に直接に接触して音波が液体中に直接結合される。

20

【0031】

キャビテーション効果を増大させるために、キャビテーション素子の領域において空間は、好ましくは、非回転対称の断面を有する。この断面は、たとえば多角形であってもよい。

30

【0032】

本発明のさらなる特徴および利点は後述する例示的な実施形態の記載から、添付の図面の参照とともに、明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明による方法を実施するための本発明による装置の部分断面図である。

【図2】図1の装置の部分断面上面図である。

【図3】本発明による装置において用いられるための、また本発明による方法を実施するためのメカニカルキャビテーション素子の図である。

【図4】本発明による装置において用いられるための、また本発明による方法を実施するためのメカニカルキャビテーション素子の図である。

40

【図5】本発明による装置において、また本発明による方法において使用するための音響パワートランスデューサの図である。

【図6】本発明による装置において、また本発明による方法において使用するための音響パワートランスデューサの図である。

【図7】図5および図6による音響パワートランスデューサにおいて使用するための圧電素子の図である。

【図8】図5および図6による音響パワートランスデューサにおいて使用するための圧電素子の図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【 0 0 3 4 】

図 1 は、液体にガスを取り込むことによって液体を処理する方法を実施するための装置を示す。

## 【 0 0 3 5 】

液体を入れるための空間 1 2 は、注入口 1 4 と、放出口 1 6 とを有する。この例において、空間 1 2 は 1 つの単一チャンバの形態からなる。

## 【 0 0 3 6 】

この方法は通液方式に基づいて行なわれる。すなわち、液体は注入口 1 4 を通って空間 1 2 中へ、また放出口 1 6 を通って空間 1 2 の外部に様な速度の流れで流動する。注入口 1 4 および放出口 1 6 は、空間 1 2 の対向面に配置されており、軸方向 A において互いにオフセットされている。動作中、注入口 1 4 が空間 1 2 の下端に位置されるように、装置 1 0 は方向付けられる。

10

## 【 0 0 3 7 】

装置 1 0 の動作中、空間 1 2 の全体は液体によって完全に満たされる。

注入口 1 4 の近くに、メカニカルキャビテーション素子 1 7 が配置されている。ここではメカニカルキャビテーション素子 1 7 は水平にまた回転可能に取付けられた円盤形状のディスクの形態を有し、流動化部としての形状を付与され、鋭利な外周端において合わさる、対向する凸面を有する。キャビテーション素子 1 7 は、中空シャフト 1 8 によって、連続的に制御可能なモータ 2 0 に繋がれている。モータ 2 0 はキャビテーション素子 1 7 の回転速度を決定する。キャビテーション素子 1 7 は、液体に完全に浸されており、液体中にキャビテーションが生ずる程度に高速で動かされる。

20

## 【 0 0 3 8 】

中空シャフト 1 8 の内部に、ガス供給パイプ 2 1 が形成されている（図 1 および図 3 参照）。ガス供給パイプ 2 1 はガス供給手段の一部であり、これを介してガスはキャビテーション素子 1 7 の表面へ導かれ液体中に導入される。このために、ガス供給パイプ 2 1 はダクト 2 2 に接続されており、ダクト 2 2 は空間 1 2 の外側に通じており、またガス供給部（図示せず）に接続されていてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

ガスは液体の形態において供給されてもよいが、液体ガスの温度によっては、ダクト 2 2 に入った時点でガスが既にガス状であることが有利である。たとえば液体酸素のように冷却された液体ガスをを用いることにより、ガス供給手段が同時に装置 1 0 の全体を冷却し、したがってまた空間 1 2 中の液体を冷却することに寄与するという利点を得られる。

30

## 【 0 0 4 0 】

図 3 および図 4 は、キャビテーション素子 1 7 の可能な形態を示す。キャビテーション素子 1 7 は流動化部として形成されたディスクの形状を有し、前面 4 0 は後面 4 2 に比してより大きな凸の曲率を有する。キャビテーション素子 1 7 の前面 4 0 には 2 つの楕円ポケット 4 4 が設けられている。後面 4 2 には複数のポケット 4 6 が形成されており、複数のポケット 4 6 は互いに周辺にわずかにオフセットされており、ポケット 4 4、4 6 の深さはポケット 4 4 の領域においてキャビテーション素子 1 7 の前面 4 0 および後面 4 2 の間に開口部が形成されるように選択されている。図 4 においては、これらの開口部の 2 つが符号 4 8 で示されている。この設計によれば非常に高速の流れが、キャビテーション素子 1 7 の外周端の領域においてのみだけでなく、ポケット 4 4、4 6 の領域においても生成され、その結果、これらの場所において特に、非常に高いキャビテーション効果が引き起こされる。

40

## 【 0 0 4 1 】

ガス供給パイプ 2 1 は、図 3 および図 4 において見られるように、キャビテーション素子 1 7 の表面に直接通じている。

## 【 0 0 4 2 】

供給されるガスはダクト 2 2 を通じて流入し、このダクト 2 2 は横穴 2 5 によって中空シャフト 1 8 に接続されている。モータ 2 0 およびキャビテーション素子 1 7 の間に配置

50

されたガス供給手段のこの部分は、この場合、中空シャフト18を覆い、またキャビテーション素子17をモータ20と繋ぐ筐体23内に配置されている。ガス供給パイプ21はキャビテーション素子17の内部の放出口において終端させられている。この放出口は複数の開口経路50の形態で形成されている。この開口経路50は中心軸Mに対して斜めに向いており、また各々がキャビテーション素子17の表面にまで延びており、また特定の例においては、ポケット46の内部の表面に達している。ガス供給手段を介して輸送されるガスは、したがって、キャビテーション素子17の表面に直接出てくるものであり、最大のキャビテーション効果の領域において液体中に導入される。開口経路50の出口角度（縦方向の線に対して測定されるものとして）はここではおおよそ50度に達するが、当然、個々の適用の目的に合わせて調整され得る。

10

**【0043】**

キャビテーション素子の表面のすぐ近くにおけるガスの供給は、また異なる場所において行なわれてもよく、キャビテーション素子を介したものに限定されるわけではない。

**【0044】**

キャビテーション素子17の領域における空間12の断面（図1参照）は、円形状とは異なるように選択され、また非回転対称である。これはたとえば多角形状であり、より具体的には三角形状、四角形状、または五角形状などである。このことは、キャビテーション素子17周りの回転流の生成を抑制することで、キャビテーション効果を増大させるのに適している。

**【0045】**

20

空間12は、液体を空間12の内部に保持するための壁24によって取り囲まれている。中にキャビテーション素子17が配置されているチャンバの他に、空間12はまた接続導管を含む。

**【0046】**

空間12はここではまた1対の短い接続部材30、32を有する。接続部材30、32は、90度曲がっており、そのそれぞれがそれに繋がられた音響パワートランスデューサ26、28を有する。接続部材30、32は音響パワートランスデューサ26、28を、キャビテーション素子17を含むチャンバに接続する。音響パワートランスデューサ26、28の両方は、ここでは超音波トランスデューサの形態を有し、400から1500kHzまでの範囲の周波数において動作し、好ましくは600から1200kHzまでの範囲の周波数において動作する。接続部材30はここでは注入口14の高さにおいて開口しており、チャンバの周囲の方向においてそれに対して90度オフセットされており、一方、接続部材32は放出口16の高さにおいて開口しており、同様にそれに対して90度オフセットされている。2つの音響パワートランスデューサ26、28は互いに軸の方向に離されており、それにより一方のパワートランスデューサの音波は他方のパワートランスデューサ中へ直接には結合され得ない。音響パワートランスデューサは、要素波としての超音波エネルギーを液体に直接結合し、またキャビテーション素子17にも結合し、より具体的にはそれぞれディスク形状をしたパワートランスデューサ26、28の両側において結合する。

30

**【0047】**

40

音響パワートランスデューサ26、28の各々は、さまざまな周波数のスペクトルを同時に放出する。

**【0048】**

少なくとも音響パワートランスデューサ28と、また選択的には音響パワートランスデューサ26とは、連続動作よりはむしろパルス式に動作され、パルス周波数とパルス継続時間とは、空間12の個々の形態と、用いられるガスと、用いられる液体とに適合させられる。

**【0049】**

図5から図8は、音響パワートランスデューサ26、28として用いられ得る音響パワートランスデューサの可能な形態を示す図である。

50

## 【 0 0 5 0 】

ディスク形状のアクチュエータ 6 0 は、ここでは圧電体からなり、筐体 6 2 内に配置されている。筐体 6 2 は、好ましくは電氣的に伝導性のないセラミックまたはプラスチック材からなる。前面 6 4 の両方は電氣的に伝導性を有するコンタクト層によってコートされており、これはこの場合、銀層 6 6 である。縁の近くの円形の領域を除いて、特定のガスにおいては、前面 6 4 の両方はさらに化学的に不活性な保護層 6 8 によってコートされており、この保護層 6 8 は液体に接触するアクチュエータ 6 0 の全領域を覆う。電氣的に伝導性を有する層 6 6 は、圧電体のコンタクトのためにまた励起のために機能し、可変電圧源に公知の方法で接続されている。

## 【 0 0 5 1 】

アクチュエータ 6 0 は保護層 6 8 および電氣的に伝導性を有する層 6 6 の間の変わり目が弾性ガスケット 7 0 によってシールされるような方法で筐体 6 2 に挿入されている。

## 【 0 0 5 2 】

液体は、アクチュエータ 6 0 に直接接触するように、筐体 6 2 に流れ込むことができる。その結果、音響パワートランスデューサは音波を液体中に直接に結合することができる。

## 【 0 0 5 3 】

液体にガスを取り込むために、キャビテーション素子 1 7 は、液体中にキャビテーションが発生する程度に高速で回転させられる。ガスは、ガス供給手段を介して、キャビテーション素子 1 7 の表面へと導かれる。キャビテーション効果により、ほとんどすべての量のガスは液体中に供給されるように導かれる。導入されるガスの量は、たとえば、15 の温度を有する井戸水中の酸素として 2 8 5 g / h に達し得る。平均の気泡の大きさは、ここではまだ比較的大きい。空間全体は音響パワートランスデューサ 2 6、2 8 の音波によって満たされているので、キャビテーション素子 1 7 によって生成された気泡は、さらにすぐに音波エネルギーの作用を受け、その工程で破碎され、平均の気泡の大きさはナノメートル領域におけるものとなり、また大部分の割合の気泡はオングストローム領域において生成される。この結果、導入されたガスの大部分は、いわば分子的に分散して液体中に溶解される。したがって、導入されたすべてのガスは液体中に比較的長い時間にわたって残存する。この音響化学的処理により、従来の方法を用いるのに比して、液体中に溶解されるガスの割合が高められる。本発明によるこの 2 段階のプロセスは、キャビテーション素子 1 7 によるガスの導入と、それに続く、音響パワートランスデューサ 2 6、2 8 により放射される音波による、液体中に既に存在するガスの気泡の処理とに基づいている。

## 【 0 0 5 4 】

本方法は通流方式に基づいて行なわれるので、キャビテーション素子 1 7 と、音響パワートランスデューサ 2 6、2 8 の一方または両方とを、導管によって互いに接続されただけの異なる複数のチャンバに配置することもできるであろう。その距離は、キャビテーション素子 1 7 の通過と音響パワートランスデューサ 2 6、2 8 の通過との間で最大 1 0 秒間が経過し得るように選択されることができることがここで見出されており、この時間において液体は一方のチャンバから他方のチャンバへと流れる。ここで留意すべきは、空間 1 2 の形態を、音響パワートランスデューサ 2 6、2 8 の音波により空間全体が絶えず音響的に照射されるように選択することである。適当なりフレクタが空間 1 2 内に配置されてもよい。

## 【 0 0 5 5 】

空間 1 2 の形態と、音響パワートランスデューサ 2 6、2 8 の配置とは、空間 1 2 において生じる定在波ができるだけ少なくなるように選択される。

## 【 0 0 5 6 】

説明された配置において、流れの観点から見た第 1 の音響パワートランスデューサ 2 6 が、液体にガスが再び取り込まれる前に、液体のガス抜きのためにまた用いられてもよい。流れ込んだ液体は音響パワートランスデューサ 2 6 の音波に直接晒され、その結果、液体中に既に溶解していたどのようなガスも液体から追い出される。キャビテーション素子

10

20

30

40

50

17の領域に液体が到達して初めて、再度の気体の取り込みが、特別に供給されたガスによって行なわれる。

【0057】

下水処理場からの廃水が地表水中に放出される場合、この廃水は最新技術により十分に浄化されているものの、やはり、多数の栄養分、バクテリア、および微生物を含んでおり、これらは健康に有害であり、川または湖での遊泳を健康に害のあるものとしてしまう。この理由で、EU規制は、海水浴場における海への放出の場合にさえ、微生物の削減を規定している。

【0058】

装置10の、またそれにより実施される方法の適用の1つの目的は、水の浄化であり、特に廃水の浄化である。装置10は、たとえば下水処理場における廃水の処理のために用いられてもよい。

【0059】

この用途の場合、供給されるガスは、好ましくはオゾンを含むものであり、初期ガスとして純粋な酸素あるいはまた空気を使用することができる。

【0060】

オゾンを生成するために、ガス供給手段の領域においてUV光による照射が与えられる。この照射はUVランプによって行なわれてもよく、このランプは、たとえばダクト22、または場合によっては中空シャフト18の領域に配置される。UVランプを用いる代わりに、X線またはガンマ線による照射が行なわれてもよい。いずれにしても、高エネルギーの放射が供されることによって酸素の一部がオゾンに転化される。ガスの出口のすぐ近くでオゾンが生成されるので、その生成と液体中への導入との間でオゾンが再び分解してしまう問題は存在しない。しかしながらまた、従来のオゾン発生装置によってオゾンを生じさせ、そして廃水中に供給することも可能である。

【0061】

ガスは、たとえば液体酸素の形態のように、液体の形態でシステム中に供給されてもよいが、ダクト22に入った際には、既にガス状の形態となっていることが好ましい。

【0062】

オゾンは、好ましくは液体中に分子的に分散して溶解され、超音波による処理と相まって、液体の確かな除菌を達成する。バクテリア、ウイルス、菌の胞子に加えてまた、たんぱく質、毒素、または特別の関心事として内分泌攪乱物質もまた確かに破壊される。たんぱく質の場合、その破壊は主に変性によるよく知られた過程で行なわれ、より正確に言うと、たんぱく質分子の特定の化学基とのオゾンの反応によって行なわれる。

【0063】

本発明による方法によって、従来の方法に比して、ガスは溶解された状態により長い時間保たれ得るが、これは非常に小さい気泡の大きさが達成されるためである。オングストローム程度または数ナノメートルの直径を有する気泡は、もはや、表面に直接上昇するようなより大きなガスの気泡のように振舞わず、水よりも重いような振舞いを示して底に沈むようなことさえある。さらに、この気泡は、より大きなガスの気泡に比して、液体中でかなり長寿命である。より大きなガスの気泡と異なり、オングストロームからナノメートルの範囲の気泡の場合、気泡の内側における内部圧力は液体中の周囲の圧力におおよそ等しい。さらにこの気泡は、互いに結合してより大きな気泡を形成する傾向が明らかに小さく、よって非常に小さい気泡の成分は液体中に含まれた状態で非常に長い時間保たれる。

【0064】

このことは、1つには、オゾンに水中の物質と反応することができる長い時間を与え、また他には、液体中のガスの気泡の細かな分布により、大きな反応面積が生じる。これらの要因は、本発明による方法の、公知の方法に比して著しく改善された有効性に寄与する。

【0065】

10

20

30

40

50

本発明による方法によって、オングストロームからナノメートル範囲の極めて小さい気泡の分散を生み出すことができ、これに伴い、液体中のガスの化学的溶解が明確に増大する。

【 図 1 】

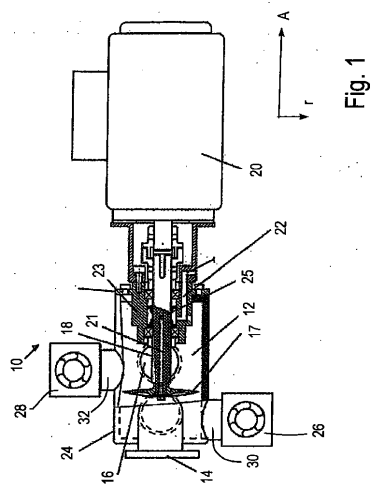


Fig. 1

【 図 2 】

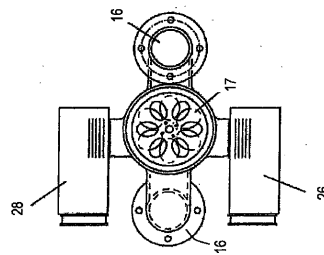


Fig. 2

【 図 3 】

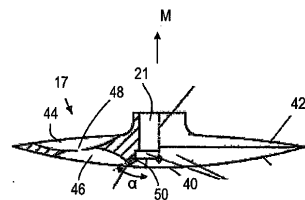


Fig. 3

【 図 4 】

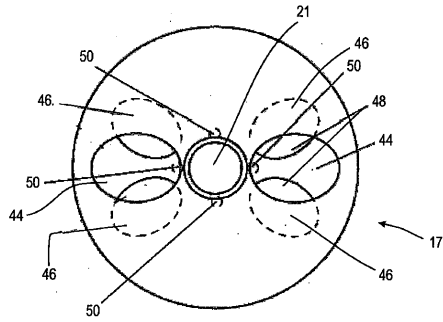


Fig. 4

【 図 6 】

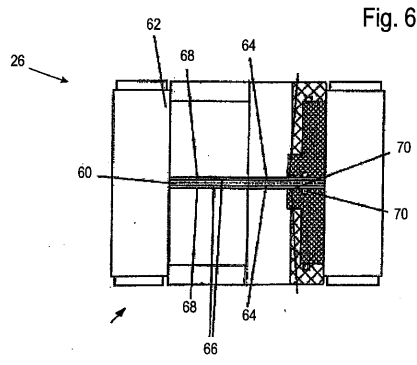


Fig. 6

【 図 5 】

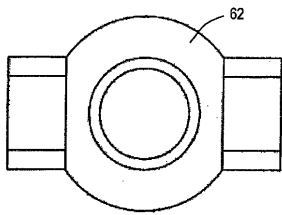


Fig. 5

【 図 7 】

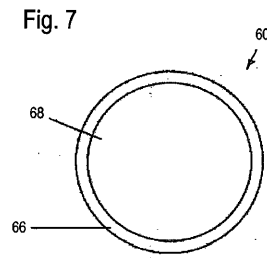


Fig. 7

【 図 8 】

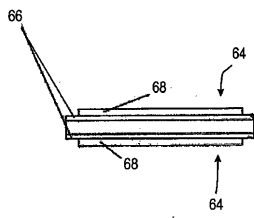


Fig. 8

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	C 0 2 F	1/50	5 4 0 A
	C 0 2 F	1/50	5 5 0 B
	C 0 2 F	1/50	5 5 0 C
	C 0 2 F	1/50	5 5 0 D
	C 0 2 F	1/50	5 5 0 H
	B 0 1 F	11/00	Z
	B 0 1 F	3/04	Z

(74)代理人 100096781

弁理士 堀井 豊

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(74)代理人 100124523

弁理士 佐々木 真人

(72)発明者 ペーシュル, ギュンター

ドイツ、8 6 6 0 9 ドナウベルト、フィヒテンシュトラッセ、7

審査官 マキロイ 寛済

(56)参考文献 特開2002-085949(JP, A)

特開2006-289183(JP, A)

特開平08-113300(JP, A)

特開平05-220371(JP, A)

特開平10-226503(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 1 F 1 / 0 0

B 0 1 F 3 / 0 4

B 0 1 F 1 1 / 0 0

C 0 2 F 1 / 5 0

C 0 2 F 1 / 7 8