

明 細 書

発明の名称： 旋回式微細気泡発生装置

技術分野

[0001] 本発明は、一端側が壁体で閉口され、他端側が開口された円筒形状の容器本体と、前記一端側の壁体に開設された気体導入孔と、前記円筒形状容器本体の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口とからなる微細気泡発生装置の改善技術に関する。

背景技術

[0002] マイクロバブル技術は、世界に先駆けて１９９５年に大成博文によって創生された、わが国発のオリジナル技術である。以来四半世紀余、本技術は、健康・医療、食料・バイオ、環境・エネルギーの分野において着実な発展を遂げ、国民生活と第一次および第二次産業における発展に重要な役割を果たしてきた。健康・医療の分野においては、浴槽にマイクロバブル発生装置が設置され、洗浄、血行促進、リラックス作用などによる健康改善に広く利用されている。また、浴室や洗面所において使用できる微細気泡（マイクロバブル）を含む水を噴射するシャワー装置が市販されている。しかし、これらのシャワー装置には、そのシャワー水中におけるマイクロバブル含有量が非常に少なく、それが効率的な健康促進に結びついていないという問題も発生している。

また、マイクロバブル技術は半導体などの洗浄分野においてもよく利用され、その排水処理においても効率的な水質浄化能力の改善に寄与している。

さらに、美容の分野においては、皮膚の洗浄・マッサージ効果や血行促進を良くする効果も期待されている。

食料の分野では、マイクロバブルの植物活性を利用した植物工場における野菜栽培においても生産性の向上と採算性の確保に関する実績が積み重ねられている。また、水産養殖の改善、畜養や輸送にも活用されている。

一方、環境分野においては、マイクロバブル技術の適用によって、ダム貯

水池や湖沼などにおける水質浄化や工場排水処理において微生物（活性汚泥）の増殖に寄与することで大幅な処理能力の改善事例が生まれている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-447号公報

特許文献2：特開2007-111616号公報

[0004] マイクロバブルを含むシャワー水を放出するシャワー装置としては、キャビテーション方式、気液混合方式、エジェクター方式、気液混合方式等のマイクロバブル発生方式がある。

しかし、これらの方式において共通する重要な問題点は、第1に、マイクロバブルの発生量が非常に少ないことにあり、第2に、シャワー噴出流に含まれるマイクロバブルの機能性が不明確、あるいは、ほとんど有効な機能性が発揮されていないことにある。

具体的には、キャビテーション方式の場合、水中に存在していた気体成分を比較的に大きなサイズのマイクロバブル（そのほとんどは、直径が50マイクロメートル以上）として溶出させるが、水中の気体成分自体が多くなく、しかも外部から空気を取り入れる工夫もなされていないことからマイクロバブルの発生量が極めて少なく、そのためにマイクロバブルとしての機能性を十分に発揮させることができていない。

エジェクター方式の場合、ベンチュリーの原理を利用し、吸入した空気塊を、そのエジェクター出口付近で剥離させることによって微細気泡を造ろうとしているが、その気泡のサイズは比較的に大きく（そのほとんどは、直径が50マイクロメートル以上）、しかも、発生させられたマイクロバブルの量が非常に少なく、そのほとんどは、毎分約100mL以下に留まっている。

気液混合方式は、吸入した気体を壁や突起物などに衝突させる、あるいは、水中で微細な孔に空気を通過させることなどによって気塊を粉碎させて微細化する方法であるが、それらの衝突や通過によって気泡が微細化させよう

とすることに原理的な困難がある。

しかも吸入する空気量を多くしようとするとは必然的に大きな気泡にしかならないので、とくに30マイクロメートル以下の気泡を発生させることが難しくなる。この問題を回避するためには、空気供給量を少なくする必要があり、それによって肝心のマイクロバブルの発生量を増やすことができない、というジレンマを発生させてしまう。

以上のように、既往の装置では、マイクロバブルがほとんど発生しないか、発生できても、その発生量が非常に少なく、大量のマイクロバブルを含むシャワー噴出水を簡易な構造で発生できる装置は、これまでに提供されていなかった。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、上記課題を解決するものであって、浴槽内で使用して大量のマイクロバブルを含むマイクロバブル湯水を供給でき、またシャワールームなどで使用して、例えば以下の3方式のマイクロバブル発生量が、空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたものにあつては、水圧が0.3MPaの時に0.91～0.96リットル／minであり、同じく空気中で被シャワー噴出部に近接密着させてシャワーを噴出可能にしたものにあつては、同じく水圧が0.3MPaの時に1.07～1.12リットル／min、さらに水中において大量のマイクロバブルを発生させてなるものにあつては、同じく水圧が0.3MPaの時に1.13～1.18リットル／minの大量のマイクロバブルを含むマイクロバブルシャワー湯水を供給できる旋回式微細気泡発生装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は下記構成の旋回式微細気泡発生装置及びシャワー用旋回式微細気泡発生装置である。

〔1〕一端側が壁体で閉口され、他端側が開口されてなる円筒形状の容器本体と、前記一端側の壁体に開設された気体導入孔と、前記円筒形状容器本体

の周壁の一部に、その内周の接線方向に向けて開設された加圧液体入口とかなる旋回式微細気泡発生装置において、前記他端側の開口部に、中央部外方へ突出設された管体を備える蓋体に取り付けられてなり、容器本体の内径（ $D1$ ）が同蓋体の管体内径（ $D4$ ）の2～4倍 [$D1 = (2 \sim 4) \times D4$] であり、同管体の長さ（ $L2$ ）は容器本体の内径（ $D1$ ）の0.2～2.0倍 [$L2 = (0.2 \sim 2.0) \times D1$] であることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

〔2〕一端側が壁体で閉口され、他端側が開口されている円筒形状の容器本体と、前記一端側の壁体に開設された気体導入孔と、前記円筒形状容器本体の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口とかなる旋回式微細気泡発生装置において、前記一端側の壁体を前記他端側に向けて突出する円錐形又は円錐台形状に形成し、かつ前記円錐形又は円錐台形状の壁体の側面傾斜角度 θ を $10^\circ \sim 70^\circ$ （好ましくは $40^\circ \sim 60^\circ$ ）として、前記容器本体一端側の内スペース先端部の縦断面をM字状に構成し、前記容器本体の他端側の開口部には、中央部に外方に突設された管体を備える蓋体が固着され、又は着脱可能に取り付けられ、該蓋体の先端から微細気泡を含む旋回気液混合液を導出するようになした旋回式微細気泡発生装置であって、容器本体の内径（ $D1$ ）は、前記管体内径（ $D4$ ）の2～4倍 [$D1 = (2 \sim 4) \times D4$] であり、同管体の長さ（ $L2$ ）は容器本体の内径 $D1$ の0.2～2.0倍 [$L2 = (0.2 \sim 2.0) \times D1$] であることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

〔3〕容器本体の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部を有し、かつ、前記テーパ部の末端が円弧状に形成されてなることを特徴とする〔1〕又は〔2〕に記載の旋回式微細気泡発生装置。

[0007] 〔4〕前記〔1〕又は〔2〕に記載の旋回式微細気泡発生装置における中央部外方へ突設された管体を備える蓋体に取り付けられた管体の先端部に、円盤状の筐体の底部が取着され、かつ同筐体の上部壁には多数の細孔が穿設されてなることを特徴とするシャワー用旋回式微細気泡発生装置。

〔５〕容器本体の内径が閉口部近傍で拡大するテーパー部を有し、かつ、前記テーパー部の末端が円弧状に形成されてなることを特徴とする〔４〕に記載のシャワー用旋回式微細気泡発生装置。

〔６〕円盤状の筐体の底面の形状が、輪環型であることを特徴とする〔４〕に記載のシャワー用旋回式微細気泡発生装置。

〔７〕前記〔１〕又は〔２〕に記載の旋回式微細気泡発生装置において、各部の寸法が、容器本体の円筒部の内径（ $D1$ ）を１００とすると、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）が４０～４００、前記一端側の壁体に開設された加圧液体導入口の直径（ $D2$ ）が８～３０、前記蓋体の中央部に備える管体の内径（ $D4$ ）が１０～５０で、同管体の長さ（ $L2$ ）が６～２００、蓋体後端部と加圧液体導入口開口部間の長さ（ $L4$ ）が８～１５であって、かつ次の条件、 $L1/D1=0.4\sim4.0$ 、 $D2/D4=0.4\sim1.0$ を満たし、そして容器本体の内径（ $D1$ ）が８～３００mm、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）が、１５～４５０mmを備えるものであることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。

[0008] 〔８〕前記〔４〕又は〔５〕に記載のシャワー用旋回式微細気泡発生装置において、各部の寸法が、本体容器の円筒部の内径（ $D1$ ）を１００とすると、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）４０～４００、前記一端側の壁体に突設された加圧液体導入口の直径（ $D2$ ）が８～３０、前記蓋体の中央部に備える管体の内径（ $D4$ ）が１０～５０で、同管体の長さ（ $L2$ ）が６～２００、蓋体後端部と加圧液体導入口開口部間の長さ（ $L4$ ）が８～１５、円盤状の筐体の内径（ $D5$ ）が１１５～３８５、円盤状の筐体の厚み（ $L3$ ）が３５～５８、筐体の上部壁に穿設された多数の細孔の直径（ $D8$ ）が１．２～５．８、円盤状の筐体の上部壁に穿設された多数の細孔の数が１６～３００個であって、かつ次の条件
 $L1/D1=0.4\sim4.0$ 、
 $D2/D4=0.4\sim1.0$ 、
 $D5/D4=1.0\sim12.5$ 、

$D5/L3 = 1.1 \sim 5.0$ 、

$D7/D1 = 1.0 \sim 1.2$

を満たし、そして容器本体の内径（ $D1$ ）が $8 \sim 300 \text{ mm}$ 、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）が $15 \sim 450 \text{ mm}$ であることを特徴とするシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

〔9〕円盤状の筐体の上部壁に穿設される細孔の分布が、中心部を取り囲む多重の同心円上に配設されてなることを特徴とする〔4〕、〔5〕又は〔8〕のいずれか1項に記載のシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

[0009] 〔10〕前記〔3〕又は〔4〕に記載されたシャワー用巡回式微細気泡発生装置が、空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたもの、空気中で被シャワー噴出部に近接密着させてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能にしたもの、又は水中において大量のマイクロバブルを発生させることを可能としたものの3方式が実施できるものであることを特徴とするシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

〔11〕前記〔10〕に記載の3方式のマイクロバブル発生量が、a. 空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたものにあつては、水圧が 0.3 MPa の時に $0.91 \sim 0.96 \text{ リットル}/\text{min}$ であり、b. 同じく空気中で被シャワー噴出部に近接密着させてシャワーを噴出可能にしたものにあつては、同じく水圧が 0.3 MPa の時に $1.07 \sim 1.12 \text{ リットル}/\text{min}$ 、c. さらに水中において大量のマイクロバブルを発生させてなるものにあつては、同じく水圧が 0.3 MPa の時に $1.13 \sim 1.18 \text{ リットル}/\text{min}$ の3段階であることを特徴とする〔3〕又は〔4〕に記載されたシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

発明の効果

[0010] 本発明に係る巡回式微細気泡発生装置は、前記容器本体他端側の開口部に、外方に突設された管体を中央に備える蓋体に取り付けられているので、簡単な構造でありながら、前記蓋体の管体から微細気泡を含む巡回気液混合液を被噴射対象に近接密着させて噴出でき、また湯槽水中に多量のマイクロバ

ブルを含む湯水を放出することができる。

また、前記蓋体の先端部に、上部壁に多数の細孔が穿設された円盤状の筐体でなるシャワー部が取着されたシャワー用巡回式微細気泡発生装置においては、空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたものにあつては水圧が0.3 MPaの時に、その気体吸入量が0.91～0.96リットル／minであり、同じく空気中で被シャワー噴出部に近接密着させてシャワーを噴出可能にしたものにあつては、同じく水圧が0.3 MPaの時に、その気体吸入量が1.07～1.12リットル／min、さらに水中において大量のマイクロバブルを発生させてなるものにあつては、水圧が0.3 MPaの時に1.13～1.18リットル／minの多量のマイクロバブルを含むシャワー湯水を放出することができる。これによって、本装置を一般家庭用、医療用精密洗浄、介護用、美容用、壁面の洗浄や屋外への散水、あるいはペットの洗浄に使用することもできる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の巡回式微細気泡発生装置の横断面図であつて、(a)基本的構成を示す横断面図、(b)容器本体の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部を有する装置の横断面図、(c)テーパ部の先端の隅角部を円弧状に構成した装置の横断面図

[図2]本発明のシャワー用巡回式微細気泡発生装置の断面図であつて、シャワー噴出部が円盤状筐体で構成された装置の横断面図

[図3]本発明のシャワー用巡回式微細気泡発生装置の断面図であつて、シャワー噴出部が円盤状筐体の底面の形状を輪環型に構成された装置の横断面図

[図4]シャワー用巡回式微細気泡発生装置の筐体に穿設された細孔の配設例図

[図5]シャワー用巡回式微細気泡発生装置用いてシャワーを噴出させた際の吸入空気量（マイクロバブル発生量とほとんど同一）の変化を示したグラフ図

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の巡回式微細気泡発生装置の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1において1は容器本体、2は気体導入孔、3は加圧液体導入口、4は

容器本体の開口部に突設された蓋体を示しており、なお詳細部において、1 aは円錐形又は円錐台形状に突出させた一端側の壁体、1 bは容器本体1の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部を、また管体4 bは管体4 aに開設された微細気泡を含む旋回気液混合液導出口を示す。

[0013] 本発明の旋回式微細気泡発生装置は、図1に示すごとく、一端側が閉口され、他端側が開口されている円筒形状の容器本体1と、前記一端側の壁体1 aに開設された気体導入孔2と、前記円筒形状容器本体1の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口3とからなる微細気泡発生装置において、前記一端側の壁体1 aを前記他端側に向けて突出する円錐形又は円錐台形状に構成し、かつ前記円錐形又は円錐台形状の壁体の側面傾斜角度 θ を $10^{\circ} \sim 70^{\circ}$ （好ましくは $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ）で構成し、前記一端側の縦断面に容器本体1内スペースの先端形状をM字状となし、前記容器本体の他端側の開口部から微細気泡を含む旋回気液混合液を導出するように構成してなり、さらに、前記他端側の開口部には、外方に突設された管体4 aを中央に備える蓋体4が取り付けられている。

そして図2に示すごとく、前記管体4 aの内径（D4）は容器本体1の内径（D1）の0.25～0.5倍、 $[D4 = (0.25 \sim 0.50) \times D1]$ 、すなわち $[D1 = (2 \sim 4) \times D4]$ であり、同管体4 aの長さ（L2）は容器本体1の内径（D1）の0.2～2.0倍 $[L2 = (0.2 \sim 2.0) \times D1]$ である。上記において、同管体4 aの内径（D4）を容器本体1の内径（D1）の0.25～0.5倍とする理由は、D4が $0.5 \times D1$ より大きいと容器本体1の内部に圧力がかからなくなり、噴出液体流量が増加し、結果的に本体1の中心軸上の旋回気体空洞部における気体吸入機能が低下し、その吸入量が減少すること、また、D4が $0.25 \times D1$ より小さいと容器本体1内の圧力が高まりすぎて噴出液体流量が減り、結果的に気体吸入流量も減少することにある。

一方、同管体4 aの長さ（L2）を容器本体1の内径（D1）の0.2～2.0倍とする理由は、

水中において蓋体に開設された微細気泡を含む旋回気液混合液導出口4 bにおけるマイクロバブルを含む噴流の広がり角度を $102^{\circ} \sim 85^{\circ}$ の範囲に制御することにある。管体4 aの長さ(L 2)を $0.2 \times D1$ としたときの噴出流の広がり角度は 102° (実測値)であり、また、管体4 aの長さ(L 2)を $2.0 \times D1$ にしたときの同広がり角度は 85° である(実測値)。その噴流の広がり角度が 102° 以上になると筐体内における流れが横に広がりすぎて、いわゆる「二次流れ(主流方向に対して直角方向の二次の流れ)」が非円形の扁平状になって、その結果、流体における圧力抵抗が増大して気体吸入量がより減少してしまうことにある。逆に、その広がり角度が 85° 以下になると、今度は、その噴流が筐体状壁面に直接衝突して、その衝突後に横方向に広がることで、その二次流れが円形状に形成されないことから、そのために、その広がり幅が狭くなりすぎて蓋体に開設された微細気泡を含む旋回気液混合液導出口4 bからの噴流の流出機能を低下させることから、結果的に、気体導入孔2からの気体吸入量がより減少してしまうことになる。

[0014] なお、上記において、円筒形状容器本体1の周壁の一部に、その内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口3から、円筒形状容器本体1に導入される加圧液体の圧力は $0.1 \sim 0.3 \text{ MPa}$ 、液体噴出流量は $7 \sim 15$ リットル／min、円筒形状容器本体1内における加圧液体の回転数は毎秒 $450 \sim 600$ 回転であることが好ましく、その回転数においては、直径の最頻値が $20 \sim 30$ マイクロメートルで、その発生量が毎分1リットル前後という大量のマイクロバブルの発生(図5参照)が実験によって確かめられており、当然のことながら、それ以下の回転数においては、その微細さと発生量において十分なマイクロバブルの発生は得られないことも実験的に明らかになっている。

[0015] 次に、図2に示すものは、シャワー用旋回式微細気泡発生装置である。すなわち、一端側が壁体で閉口され、他端側が開口されている円筒形状の容器本体1と、前記一端側の壁体1 aに開設された気体導入口2と、前記円筒形

状容器本体 1 の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口 3 とからなり、前記一端側の壁体 1 a を前記他端側に向けて突出する円錐形又は円錐台形状のもので構成し、前記円錐形又は円錐台形状の壁体の側面傾斜角度 θ を $10^\circ \sim 70^\circ$ （好しくは $40^\circ \sim 60^\circ$ ）で構成し、前記一端側の縦断面の容器本体 1 内スペースの先端形状を M 字状とし、前記容器本体 1 の他端側の開口部から微細気泡を含む旋回気液混合液を導出するようにしてある。さらに、前記他端側の開口部には、外方に突設された管体 4 a を中央に備える蓋体 4 が取り付けられてなり、容器本体 1 の内径（ D_1 ）は同管体 4 a の内径（ D_4 ）の $2.0 \sim 4.0$ 倍であり、すなわち、 $D_1 = (2.0 \sim 4.0) \times D_4$ である。同管体 4 a の長さ（ L_2 ）は容器本体 1 の内径（ D_1 ）の $0.2 \sim 2.0$ 倍、すなわち、 $L_2 = (0.2 \sim 2.0) \times D_1$ である。そしてまた、同管体 4 a の先端部に円盤状の筐体 5 の底部が取着され、かつ同筐体 5 の上部壁には多数の細孔 5 a が穿設されている。

[0016] そして、上記図 1 及び図 2 における各部の寸法としては、容器本体 1 内径（ D_1 ）を 100 とすると、容器本体 1 内のスペースの長さ（ L_1 ）が $40 \sim 400$ 、前記一端側の壁体 1 a に突設された加圧液体導入口 3 の直径（ D_2 ）が $8 \sim 30$ 、蓋体 4 に備える管体 4 a の内径（ D_4 ）が $10 \sim 50$ 、管体 4 a の長さ（ L_2 ）が $6 \sim 200$ 、管体 4 a の後端部と加圧液体導入口 3 開口部間の長さ（ L_4 ）が $8 \sim 15$ 、円盤状筐体 5 の内径（ D_5 ）が $115 \sim 385$ 、円盤状の筐体 5 の厚み（ L_3 ）が $35 \sim 58$ 、円盤状筐体 5 の上部壁に穿設された多数の細孔 5 a の直径（ D_8 ）が $1.2 \sim 5.8$ であることが好ましい。また、円盤状筐体 5 の上部壁に穿設された多数の細孔 5 a の数は $16 \sim 300$ 個であって、かつ下記の寸法条件 $L_1 / D_1 = 0.4 \sim 4.0$ 、 $D_2 / D_4 = 0.4 \sim 1.0$ 、 $D_5 / D_4 = 1.0 \sim 12.5$ 、 $D_5 / L_3 = 1.1 \sim 5.0$ 、 $D_7 / D_1 = 1.0 \sim 1.2$ を満たし、そして容器本体 1 の内径（ D_1 ）が $8 \sim 300 \text{ mm}$ 、容器本体 1 のスペースの長さ（ L_1 ）が $15 \sim 450 \text{ mm}$ であることが好ましい。

[0017] 上記記載の各数値範囲の決定理由は下記のとおりである。

(1) D_4 を $(0.25 \sim 0.5) \times D_1$ の範囲に限定した理由は、気体導入孔 3 から装置を空中に置いた際に毎分 $0.91 \sim 0.96$ リットル／min の大量の気体を吸入可能にさせ、その吸入させた気体のほとんどすべてをマイクロバブル化にすることを実現させるための工夫にある。具体的に、 D_4 を $0.25 \times D_1$ 未満にした場合には、容器本体 1 の直径と容器本体の開口部に突設された蓋体 4 の管体の直径との差がより大きくなり、容器本体 1 と開口部に突設された蓋体 4 の直径の比が 4 倍以上になる。この場合、開口部に突設された蓋体 4 内の壁面における水流との摩擦抵抗が増大し、その圧力も増大し、結果的に、この圧力増大が、開口部容器本体 1 にも伝達して、本体 1 の気体吸入部からの気体吸入量をより減少させることから、大量にマイクロバブルを発生させることが困難になる。

反対に、 D_4 が $0.5 \times D_1$ を越える場合において、相対的には D_1 に対して D_4 の割合が大きくなることから、開口部に突設された蓋体 4 は、本体 1 のサイズにより近づいていくことになる。この場合、本体 1 内の圧力が適切に高まらず、より本体 1 から蓋体 4 への流体はより流れやすくなることで、本体 1 の気体導入孔からの気体吸入の効率が大きく低下してしまうことになる。

それゆえ D_4 を $(0.25 \sim 0.5) \times D_1$ に限定することは、本体 1 の気体導入孔から大量に気体吸入を可能にさせるための重要な工夫であり、具体的には、本体 1 の内部の流水の適切な圧力制御を適切な直径と長さを設けた蓋体 4 を配備することによって実験的に確かめられた最適範囲である。

(2) すでに述べてきたように、本体容器 1 の開口部に蓋体 4 を突設、固着させた理由は、大量の気体吸入を実現させ、それをマイクロバブルにするための重要な工夫であり、この配備によって、

- 1) より大量に気体吸入を可能にする、
- 2) 開口部に突設された蓋体 4 によって、容器本体からの噴出流の開口部に突設された蓋体 4 の出口における広がり角度をより小さくさせて（具体的には、 102° から 85° に縮小させて）、シャワー噴出部円盤状筐体 5 の壁

面において、その中央部付近に、その流れを衝突させることによって、より強力でかつ円形状の円滑な二次流れを形成させることを可能にするためであった。

また、開口部に突設された蓋体4の管体4a内部においては、流通する液体の外側部分は壁面との摩擦抵抗によって速度が低下するが、反対に内側の中心軸付近における旋回気体の旋回速度は、旋回水流と旋回気体空洞部との界面との間に摩擦抵抗が生じないことから少しの速度低下もなく、この管体4a出口付近での旋回水流の内外の回転速度差による吸入気体の分断・微細化に重要な役割を果たし、結果的にマイクロバブルの大量発生に大きく寄与することになる。

このように、D4を $(0.25 \sim 0.5) \times D1$ の範囲に限定した理由は、気体導入孔から大量の気体を吸入させ、それによって大量のマイクロバブルを発生可能にするためであり、この限定によってマイクロバブルを含むシャワー水を発生させるために不可欠の重要な技術的要素といえる。

また、L2を $(0.2 \sim 2.0) \times D1$ にした理由は、水中の装置を浸潤させただけでなく、空気中において装置を置いても、毎分0.91～0.96リットルの非常に大量のマイクロバブルを含むシャワー水を発生・噴出可能にしたことにある。そのためには、本体容器1の直径D1に対して開口部に突設された蓋体4の長さL2を、まずD1に対して適切な長さ $(0.2 \sim 2.0) \times D1$ にする必要があった。仮に、その長さを直径D1の0.2倍未満にすると、その出口付近における噴流の広がり角度は、 102° を越えることになり、また、 $L2 = 2.0 \times D1$ にした場合の広がり角度は 85° に減少することが実験的に確かめられている。ただし、この噴流における広がり角度が 102° の場合と 85° 場合において、それぞれにおける気体気吸入量は、ほとんど変わらないことから、蓋体4の長さL2を $(0.2 \sim 2.0) \times D1$ の範囲で変化させることは、気体吸入孔から吸入する気体吸入量をほぼ同じにしながら、その噴出流の広がり角度を制御することによって筐体5の上端壁への衝突具合を変えることを可能にした。

また、この開口部に突設された蓋体4の出口付近における噴出流の広がり角度の縮小によって、気液二相の旋回流における中心軸上の旋回気体空洞部の旋回速度を維持させながら、その旋回流の直進性を発達させることで、結果的に本体容器の気体導入孔からの気体吸入がより増加させた。

逆に、本体容器1の直径D1に対して開口部に突設された蓋体4の長さL2を、D1の2倍を越えることにした場合には、開口部に突設された蓋体4における内壁面とその内部を旋回しながら流下していく際の壁面摩擦抵抗が非常に増大することによって、その旋回速度と流下速度がより低下することで、蓋体4及び本体容器1内の圧力がより高くなり、気体導入孔からの気体吸収量が減少し、結果としてマイクロバブルの発生量も減少する。

それゆえL2は、D1に対して短すぎても、長すぎてもよくないことから、その適切な長さを $(0.2 \sim 2.0) \times D1$ の範囲に限定することが非常に重要である。この限定範囲においては、 $L2 = 0.9 \times D1$ 前後の値が最も好ましい。

実施例 1

[0018] 本発明の旋回式微細気泡発生装置の実施例1は、最も基本的な構成のものであって、

図1(a)に示すように一端側が壁体で閉口され、他端側が開口している円筒形状の容器本体1と、前記一端側の壁体に開設された気体導入孔2と、前記円筒形状容器本体1の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口3とからなり、前記一端側の壁体1aが前記他端側に向けて突出する円錐形又は円錐台形状をなし、その先端に前記気体導入孔2の出口が開設され、前記他端側の開口部には、外方に突設された管体4aを中央に備える蓋体4が取り付けられている。そして前記管体4aの先端には微細気泡を含む旋回気液混合液の噴出口4bが開設されてなるものである。

実施例 2

[0019] 本発明の旋回式微細気泡発生装置の実施例2は、図1(b)に示すように容器本体1の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部1bを有するものであ

って、前記加圧液体導入口 3 から導入された加圧液体の旋回流が該テーパー部 1 b で広がり、容器本体 1 の奥まで回転力を弱めることなく届くので、気体導入孔 2 から吸引して取り入れる気体の量を前記実施例 1 の装置に比べて増加可能にできるものとなっている。

実施例 3

[0020] 本発明の旋回式微細気泡発生装置の実施例 3 は、図 1 (c) に示すように前記テーパー部 1 b の端末部 1 c で容器本体の側壁の厚みが減少しており、砂や金属粉混じりの液体を流入させた場合に破損しやすいので、その隅角部を円弧状にして、この部分での旋回流の旋回速度を局所的に低減および安定制御させ、その隅角部における局所的な流れの発生による破損を防止する対策として重要な工夫を行っている。

実施例 4

[0021] 次いで本発明のシャワー用旋回式微細気泡発生装置を図 2 及び図 3 に基づいて説明する。なお本装置の旋回式微細気泡発生装置及びその発生機構は、前記図 1 に示したものを使用しているので、その部分の説明は省略し、該旋回式微細気泡発生装置の蓋体 4 の先端部に取着されるシャワー噴出部 5 についての説明に限定して行うこととする。

[0022] 図 2 に示すシャワー用旋回式微細気泡発生装置は、前記旋回式微細気泡発生装置の蓋体 4 の先端部に円盤状筐体で構成されたシャワー噴出部（円盤状筐体）5 が着脱可能に設けられたものであって、同円盤状筐体 5 の上部壁には多数の細孔 5 a が図 4 に示すように中央部を除く部位に多重の同心円状に配設されている。図 4 においては、本実施例 4 で使用した直径 1.1 mm の細孔を 2 重の同心円の外周側に 20 孔、内周側に 8 孔設けたものを表示している。この細孔 5 a の直径によって噴出圧力と流量が制御することが可能であり、またその数によって流量と圧力の制御ができるので、その用途に応じたシャワー噴出部の設計を行うことが可能である。

また、円盤状筐体 5 の内部では、前記旋回式微細気泡発生装置の蓋体 4 から噴出された旋回気液混合液を円盤状筐体 5 の上部壁の細孔を有しない中央

部に衝突させることで、均一に四方に広がらせる横方向の二次流れを形成させている。この二次流れの形成によって衝突点付近の圧力を、前記横方向の流れが形成されない場合と比較して、より減少させることが可能になることから、結果的に容器本体 1 からの旋回気液混合液の流入量も増え、ひいては容器本体 1 の気体導入孔からの空気吸入量が増加することで空気中や水中でマイクロバブルを大量に含むシャワー水の噴出が可能になった。なお、横方向に流れた旋回気液混合液は、図 2 及び 3 に示すように円盤状筐体 5 の側壁に衝突してより強力な円形状の二次流れを形成させることで、その筐体周辺部に穿設された細孔 5 a からシャワー水として勢いよく噴射される。

実施例 5

[0023] 図 3 に示すシャワー用旋回式微細気泡発生装置は、前記旋回式微細気泡発生装置の蓋体 4 の先端部に円盤状筐体 5 で構成されたシャワー噴出部 5 が着脱可能に構成されたものであって、円盤状筐体 5 の上部壁には多数の細孔となるシャワー噴出孔 5 a が図 4 に示すように中央部を除く部位に多重の同心円状に配設され、かつ円盤状の筐体の底面の形状が輪環型 5 c に構成されているので、円盤状筐体内に発生する旋回気液混合液の流れをより滑らかに循環的な二次流れとして形成でき、これによって安定した大量のマイクロバブルを含む噴出流の放出が可能となった。

実施例 6

[0024] 図 3 に示すシャワー用旋回式微細気泡発生装置を用いて、その液体導入における水流の圧力 P と気体導入孔 2 から吸入される空気吸入量 Q_a との関係を計測した事例を図 5 のグラフ図に示した。これは、図 3 の装置で、 $D_1 = 27 \text{ mm}$ 、 $D_2 = 5.5 \text{ mm}$ 、 $L_1 = 30 \text{ mm}$ 、 $L_2 = 24 \text{ mm}$ 、 $L_3 = 13 \text{ mm}$ のものを用いて測定した液体導入口における水流の圧力 P と気体導入孔 2 から吸入される空気吸入量 Q_a との関係を示す図面である。この場合、空気吸入量 Q_a は、マイクロバブルの発生量とほとんど同一であるとみなしてよい。また、この装置への液体供給は、一般家庭における水道水の末端蛇口から行った。現行の水道法においては、その末端蛇口における水流圧力は

約0.3 MPaとされているので、本データの計測範囲においては、その圧力値が含まれている。

これより、水道蛇口を開いて圧力を高めていく（流量を増やすことと同一である）と、空気吸入量、すなわちマイクロバブルの発生量は、最初に直線的に増え、その圧力が0.1 MPaを超えたあたりから放物線状に、より増加していく傾向を示していることが明らかである。

空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたものにあつては、水道水圧力が通常の0.3 MPaの時に、その噴出量が0.91～0.96リットル／minであり、同じく空気中で被シャワー噴出部に近接密着させてシャワーを噴出可能にしたものにあつては、同じく水道水圧力（加圧液体導入口の水圧P）が通常の0.3 MPaの時にマイクロバブル発生量が1.07～1.12リットル／minであり、さらに水中において大量のマイクロバブルを発生させてなるものにあつては、同じく水道水圧力が通常の0.3 MPaの時に1.13～1.18リットル／minの値を示している。このように、本発明のシャワー用巡回式微細気泡発生装置におけるシャワー噴出方式には3つの方法があり、そのいずれにおいても、大量のマイクロバブルを含むシャワー水の噴出が可能であることに重要な特徴がある。

なお、このようにマイクロバブルを大量に含むシャワー水を噴射させる既往の装置はなく、ここに本発明の特徴と新規性、進歩性が認められる。

以下に、本発明に関する新規性と進歩性を具体的にまとめて箇条書きで示す。

〈1〉空中シャワー噴射、近接密着噴射、水中噴射の3通りにおいてマイクロバブルを大量に発生させる巡回式微細気泡発生装置であり、このような方式の装置は、これまでに存在していないことに優れた新規性が認められる。

〈2〉たとえば、水圧が0.2～0.3 MPaの場合においては、空中で毎分0.75リットル～0.96リットルという大量のマイクロバブル発生が可能であり、既往の類似シャワー装置のほとんどは、その空気吸入量の明記

がなく、詳しくは不明のままであるが、たとえ空気吸入が可能で、その量が多くても、それらはせいぜい毎分50ミリリットル程度と推測されることから、それらと比較すると、約15～19倍にまで飛躍的に増大させたことに進歩性が認められる。

〈3〉一方、水中に装置を沈めて光マイクロバブルを発生させた場合には、より空気の吸入量、すなわち光マイクロバブルの発生量がより増加させ、具体的には水圧が0.2～0.3MPaの場合において、毎分0.9リットル～1.18リットルの大量の空気吸入量、すなわちマイクロバブルの発生量が明らかである。ほとんどの既往の装置におけるマイクロバブルの発生量は、せいぜい毎分100ミリリットル程度であることから、その発生量は約9～10倍になる。

〈4〉これらのように、空中で、あるいは、その近接密着、そして水中においてマイクロバブルを大量に発生させることによって、次の利点が生まれることに重要な意味がある。

1) 従来のシャワー噴出よりも、はるかに精密な洗浄作用が発揮される。なぜなら、マイクロバブルは負の電位を有し（マイナス数十ミリボルト）、被噴射体に付着した正の電位を有する有機物系の汚れに付着・浸透し、剥離させて優れた洗浄における作用効果をもたらすからである。

2) 通常のシャワー水やマイクロバブルをわずかにしか含まないシャワー水を皮膚表面に噴出させる際に問題になるのは、その細孔を小さくして、圧力をかけると、その肌に痛みを感じることである。ところが、その噴出水のなかに大量にマイクロバブルを含むと、その衝突が緩和され、その際の痛みがより改善され、さらには「こちよい」という新たなマッサージ効果がもたらされる。

3) 本装置における筐体5では、マイクロバブルの大量発生後に、空気や窒素の溶解がより進み、より高濃度の酸素成分や窒素成分を有した噴出水の噴出が可能になり、これらが皮膚表面における知覚神経刺激作用の増加や血行促進などの生理活性などの作用効果の発揮が推察されている。

以上の新規性と有用性を踏まえると、本発明は、大量のマイクロバブルを含むシャワー装置として、従来のシャワー概念を覆すとともに、次世代型のシャワー装置としての有用性と進歩性をも有している。

符号の説明

- [0025] 1 : 容器本体
- 1 a : 円錐形又は円錐台形状に突出させた一端側の壁体
- θ : 円錐形又は円錐台形状に突出させた壁体側面の傾斜角度
- 1 b : 容器本体の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部
- 1 c : テーパ部先端の円弧状隅角部
- 2 : 気体導入孔
- 3 : 加圧液体導入口
- 4 : 容器本体の開口部に突設された蓋体
- 4 a : 管体
- 4 b : 蓋体に開設された微細気泡を含む旋回気液混合液導出口
- 5 : シャワー噴出部円盤状筐体
- 5 a : シャワー噴出孔
- 5 b : 筐体の底部
- 5 c : 輪環型底面

請求の範囲

- [請求項1] 一端側が壁体で閉口され、他端が開口されてなる円筒形状の容器本体と、前記一端側の壁体に開設された気体導入孔と、前記円筒形状の容器本体の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口とからなる巡回式微細気泡発生装置において、前記他端側の開口部に、中央部に外方へ突設された管体を備える蓋体に取り付けられてなり、容器本体の内径（ D_1 ）は、前記管体内径（ D_4 ）の2～4倍 [$D_1 = (2 \sim 4) \times D_4$] であり、同管体の長さ（ L_2 ）は容器本体の内径 D_1 の0.2～2.0倍 [$L_2 = (0.2 \sim 2.0) \times D_1$] であることを特徴とする巡回式微細気泡発生装置。
- [請求項2] 一端側が壁体で閉口され、他端側が開口されている円筒形状の容器本体と、前記一端側の壁体に開設された気体導入孔と、前記円筒形状の容器本体の周壁の一部にその内周の接線方向に向けて開設された加圧液体導入口とからなる巡回式微細気泡発生装置において、前記一端側の壁体を前記他端側に向けて突出する円錐形又は円錐台形状に形成し、かつ前記円錐形又は円錐台形状の壁体の側面傾斜角度 θ を $10^\circ \sim 70^\circ$ として、前記容器本体一端側の内スペース先端部の縦断面をM字状に構成し、前記容器本体の他端側の開口部には、中央部に外方に突設された管体を備える蓋体が固着され、又は着脱可能に取り付けられ、該蓋体の先端から微細気泡を含む巡回気液混合液を導出するようになした巡回式微細気泡発生装置であって、容器本体の内径（ D_1 ）は、前記管体内径（ D_4 ）の2～4倍 [$D_1 = (2 \sim 4) \times D_4$] であり、同管体の長さ（ L_2 ）は容器本体の内径 D_1 の0.2～2.0倍 [$L_2 = (0.2 \sim 2.0) \times D_1$] であることを特徴とする巡回式微細気泡発生装置。
- [請求項3] 容器本体の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部を有し、かつ、前記テーパ部の末端が円弧状に形成されてなることを特徴とする請求項1又は2に記載の巡回式微細気泡発生装置。

- [請求項4] 請求項1又は2に記載の旋回式微細気泡発生装置における中央部外方へ突設された管体を備える蓋体に取り付けられた管体の先端部に、円盤状の筐体の底部が取着され、かつ同筐体の上部壁には多数の細孔が穿設されてなることを特徴とするシャワー用旋回式微細気泡発生装置。
- [請求項5] 容器本体の内径が閉口部近傍で拡大するテーパ部を有し、かつ、前記テーパ部の末端が円弧状に形成されてなることを特徴とする請求項4に記載のシャワー用旋回式微細気泡発生装置。
- [請求項6] 円盤状の筐体の底面の形状が、輪環型であることを特徴とする請求項4に記載のシャワー用旋回式微細気泡発生装置。
- [請求項7] 請求項1又は請求項2に記載の旋回式微細気泡発生装置において、各部の寸法が、容器本体の円筒部の内径（ $D1$ ）を100とすると、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）が40～400、前記一端側の壁体開設された加圧液体導入口の直径（ $D2$ ）が8～30、前記蓋体の中央部に備える管体の内径（ $D4$ ）が10～50で、同管体の長さ（ $L2$ ）が6～200、蓋体後端部と加圧液体導入口開口部間の長さ（ $L4$ ）が8～15であって、かつ次の条件、 $L1/D1=0.4\sim4.0$ 、 $D2/D4=0.4\sim1.0$ を満たし、そして容器本体の内径（ $D1$ ）が8～300mm、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）が、15～450mmを備えるものであることを特徴とする旋回式微細気泡発生装置。
- [請求項8] 請求項4又は請求項5に記載のシャワー用旋回式微細気泡発生装置において、各部の寸法が、本体容器の円筒部の内径（ $D1$ ）を100とすると、容器本体内のスペースの長さ（ $L1$ ）40～400、前記一端側の壁体開設された加圧液体導入口の直径（ $D2$ ）が8～30、前記蓋体の中央部に備える管体の内径（ $D4$ ）が10～50で、同管体の長さ（ $L2$ ）が6～200、蓋体後端部と加圧液体導入口開口部間の長さ（ $L4$ ）が8～15、円盤状の筐体の内径（ $D5$ ）が11

5～385、円盤状の筐体の厚み（L3）が35～58、筐体の上部壁に穿設された多数の細孔の直径（D8）が1.2～5.8、円盤状の筐体の上部壁に穿設された多数の細孔5aの数が16～300個であって、かつ次の条件 $L1/D1=0.4\sim4.0$ 、 $D2/D4=0.4\sim1.0$ 、 $D5/D4=1.0\sim12.5$ 、 $D5/L3=1.1\sim5.0$ 、 $D7/D1=1.0\sim1.2$ を満たし、そして容器本体の内径（D1）が8～300mm、容器本体内のスペースの長さ（L1）が15～450mmであることを特徴とするシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

[請求項9] 円盤状の筐体の上部壁に穿設される細孔の分布が、中心部を取り囲む多重の同心円上に配設されてなることを特徴とする請求項4、5又は8のいずれか1項に記載のシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

[請求項10] 請求項3又は4に記載されたシャワー用巡回式微細気泡発生装置が、a. 空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたもの、b. 空気中で被シャワー噴出部に近接密着させてマイクロバブルを大量に含むシャワーを空気中に置いた時よりも、より多く噴出可能にしたもの、c. 水中において大量のマイクロバブルを発生させてなるものとの3方式が実施できるものであることを特徴とするシャワー用巡回式微細気泡発生装置。

[請求項11] 請求項10に記載の3方式のマイクロバブル発生量が、a. 空気中においてマイクロバブルを大量に含むシャワーを噴出可能としたものにあつては、水圧が0.3MPaの時に0.91～0.96リットル／minであり、b. 同じく空気中で被シャワー噴出部に近接密着させ、シャワーを噴出可能にしたものにあつては、同じく水圧が0.3MPaの時に1.07～1.12リットル／min、c. さらに水中において大量のマイクロバブルを発生させてなるものにあつては、同じく水圧が0.3MPaの時に1.13～1.18リットル／minの3段階であることを特徴とするシャワー用巡回式微細気泡発生装置

o