

(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2016-47099**(P2016-47099A)**(43) 公開日 **平成28年4月7日(2016. 4. 7)**

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 L 2/02 (2006.01)	A 6 1 L 2/02	4 C 0 5 8
B 0 1 J 3/08 (2006.01)	B 0 1 J 3/08	4 D 0 3 7
C 0 2 F 1/34 (2006.01)	C 0 2 F 1/34	
B 6 3 B 13/00 (2006.01)	B 6 3 B 13/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-172769 (P2014-172769)	(71) 出願人	504182255
(22) 出願日	平成26年8月27日 (2014. 8. 27)		国立大学法人横浜国立大学 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号
		(74) 代理人	110000523 アクシス国際特許業務法人
		(72) 発明者	石井 一洋 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人横浜国立大学内
		(72) 発明者	鈴木 啓太郎 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人横浜国立大学内
		Fターム(参考)	4C058 AA20 AA21 BB02 CC02 DD06 4D037 AA06 AB03 BA26 BB07

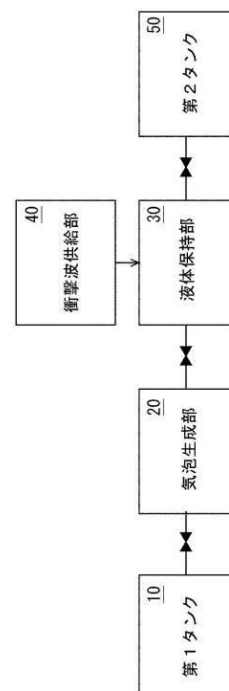
(54) 【発明の名称】 液体処理方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】衝撃波供給部の大型化若しくは複雑化を回避しつつ、より高圧の衝撃波を生成するとの新たな課題を見出した。

【解決手段】液体処理装置(100)は、爆発の発生により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束して出力する衝撃波供給部(40)、及び流動若しくは非流動の処理対象の液体を保持可能である液体保持部(10、30)を備え、衝撃波供給部(40)から出力される衝撃波が液体保持部(10、30)内の液体の液中を伝播するように構成される。液体処理装置(100)は、微小な大きさの気泡を液体の液中に生成する気泡生成部(20)を更に備え、気泡生成部(20)の作動に基づいて微小な大きさの気泡入りの液体を液体保持部(10、30)に供給可能である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

微小な大きさの気泡を液体の液中に生成し、
爆発により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束させ、
微小な大きさの気泡入りの液体に対して収束後の衝撃波を与え、液体の液中の 1 種以上の生物の少なくとも一部を衝撃波で死に至らしめる、液体処理方法。

【請求項 2】

圧送される液体の攪拌を経て液中に気泡を生成する、請求項 1 に記載の液体処理方法。

【請求項 3】

前記微小な大きさの気泡が 50 μm 以下の大きさの気泡を含む、請求項 1 又は 2 に記載の液体処理方法。

10

【請求項 4】

前記気泡が可燃性の気体を含む、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の液体処理方法。

【請求項 5】

爆発の発生により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束して出力する衝撃波供給部、及び流動若しくは非流動の処理対象の液体を保持可能である液体保持部を備え、前記衝撃波供給部から供給される衝撃波が前記液体保持部内の液体の液中を伝播するように構成される液体処理装置であって、微小な大きさの気泡を液体の液中に生成する気泡生成部を更に備え、前記気泡生成部の作動に基づいて微小な大きさの気泡入りの液体を前記液体保持部に供給可能である、液体処理装置。

20

【請求項 6】

前記気泡生成部は、圧送される液体の攪拌を経て液中に気泡を生成可能である、請求項 5 に記載の液体処理装置。

【請求項 7】

前記微小な大きさの気泡が 50 μm 以下の大きさの気泡を含む、請求項 5 又は 6 に記載の液体処理装置。

【請求項 8】

前記気泡が可燃性の気体を含む、請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載の液体処理装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、液体処理方法及び装置に関する。本開示は、限定する意図はないが、液体の液中の 1 種以上の生物を少なくとも部分的に衝撃波で死に至らしめるための液体処理方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、船舶の安定化のためのバラスト水が環境に与える影響が問題視されている。例えば、船舶が地球上の第 1 領域から別の第 2 領域へ移動する場合、船舶が第 1 領域で汲み上げたバラスト水を第 2 領域にて放出するならば、第 1 領域に生存していた生物が第 2 領域に移送されて第 2 領域の生態系に影響を及ぼすことが懸念される。バラスト水処理のために薬品が用いられるならば、その薬品による環境汚染が懸念される。バラスト水処理以外の分野においても環境負荷の低減が求められる。例えば、飲み物や食品の微生物による汚染を薬品に依存せずに除くことが望まれる。

40

【0003】

特許文献 1 には衝撃水圧発生装置として収束爆轟波発生装置を用いる技術が開示されている。同文献の段落 0010 に記載のように、処理室の手前で気泡を除去することにより気泡による水中襲撃波の減衰を防止することができることが開示されている。なお、同文献の図 2 に収束爆轟波発生装置の構成が開示されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-21099号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本願発明者は、衝撃波供給部の大型化若しくは複雑化を回避しつつ、より高圧の衝撃波を生成するとの新たな課題を見出した。なお、念のために述べれば、本願開示は、バラスト水処理に限定されるべきものではなく、飲み物、食品、若しくはこれら以外の殺菌処理等の他の様々な分野において利用することが見込まれる。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様に係る液体処理方法は、
微小な大きさの気泡を液体の液中に生成し、
爆発により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束させ、
微小な大きさの気泡入りの液体に対して収束後の衝撃波を与え、液体の液中の1種以上の生物の少なくとも一部を衝撃波で死に至らしめる。

【0007】

衝撃波の収束により高圧衝撃波を生成することができる。高圧衝撃波が与えられる液体に微小な大きさの気泡が存在し、これにより収束後の高圧衝撃波が与えられる液体において更に高められた衝撃波、言わば超高圧衝撃波が生成される。具体的メカニズムは現時点では不明であるが、液中の微小な気泡の存在が寄与することが分かっている。

20

【0008】

限定するわけではないが、好適な一形態においては、爆発が爆轟であり、爆轟により超音速の衝撃波が生成される。超音速の衝撃波が収束器により収束され、高圧衝撃波が生成され、微小な大きさの気泡入りの液体において超高圧衝撃波が生成される。

【0009】

液体の液中に気泡を生成するステップと、爆発により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束させるステップの時間軸上の前後関係は任意である。例示の一形態においては、液体の液中に気泡を生成するステップは、爆発により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束させるステップの後に行われる。この場合、衝撃波が遅延して微小な大きさの気泡入りの液体に与えられることになる。別の例示の一形態においては、液体の液中に気泡を生成するステップは、爆発により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束させるステップの前に行われる。

30

【0010】

液体の液中に気泡を生成するステップは、加圧減圧法、気液せん断法若しくはこれ以外の方法により達成される。液体の液中に生成される気泡の濃度若しくは大きさは任意である。液体の液中の生物の種類は任意である。

【0011】

細菌の致死を目的とする場合、液体処理方法を殺菌方法と理解しても良い。液体は、液状の衝撃波伝達媒体であれば足り、例えば、粘性を有していても良く、不透明であっても良く、また揮発性若しくは不揮発性のいずれでも良い。殺菌方法の用途としては、バラスト水処理に限らず、各種の飲み物（例えば、牛乳、災害時の飲料水、ミネラルウォーター等）や固体状または液体状を問わず食品一般の殺菌が想定される。食品製造に用いられる各種器具を液中殺菌する用途も想定される。各種分野の各種器具の殺菌若しくは汚れ除去等の用途も考えられる。本発明の殺菌用途以外として、清酒やビール等酒類の酵母処理、鮮魚等の生鮮食材を加熱することなく殺菌するとともに調理するような用途への応用も可能である。本願開示の用途は、想定される多様な用途を例示したに過ぎない。

40

【0012】

50

非限定の一形態においては、気泡が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさの気泡を含む。非限定の一形態においては、気泡は、 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさの気泡を含む。非限定の一形態においては、気泡は、 $35\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさの気泡を含む。非限定の一形態においては、気泡は、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさの気泡を含む。非限定の一形態においては、気泡は、 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさの気泡を含む。非限定の一形態においては、気泡は、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさの気泡を含む。非限定の一形態においては、気泡は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の大きさの気泡であり、上述した上限値のいずれか一つとともに範囲を規定する。

【0013】

非限定の一形態においては、液中の実質的に全ての気泡が、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上及び $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下、若しくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上及び $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下、若しくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上及び $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下、若しくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上及び $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下、若しくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上及び $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の大きさである。

10

【0014】

非限定の一形態においては、前記気泡が $1\text{ }\mu\text{m}$ 未満の大きさの気泡を含む。

【0015】

本発明の別態様に係る液体処理装置は、爆発の発生により衝撃波を発生させ、発生した衝撃波を収束して出力する衝撃波供給部、及び流動若しくは非流動の処理対象の液体を保持可能である液体保持部を備え、前記衝撃波供給部から供給される衝撃波が前記液体保持部内の液体の液中を伝播するように構成される液体処理装置であって、微小な大きさの気泡を液体の液中に生成する気泡生成部を更に備え、前記気泡生成部の作動に基づいて微小な大きさの気泡入りの液体を前記液体保持部に供給可能である。

20

【0016】

気泡生成部の位置は任意である。非限定の一形態においては、気泡生成部は、循環又は非循環の液体を貯蔵するタンクと衝撃波が与えられる液体保持部の間に接続される。非限定の別形態においては、気泡生成部は、循環又は非循環の液体を貯蔵するタンクに設けられる。更なる非限定の別形態においては、気泡生成部は、衝撃波が与えられる液体保持部に設けられる。

【0017】

幾つかの形態においては、圧送される液体の攪拌を経て液中に気泡が生成される。

【0018】

幾つかの形態においては、前記気泡が可燃性の気体を含む。可燃性の気体は、例えば、アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、プロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素のいずれか若しくはこれらの任意の組み合わせである。衝撃波を受けた可燃性気体から成る気泡が爆発することにより、より高められた圧力の衝撃波を得ることが期待される。

30

40

【発明の効果】

【0019】

本発明の非限定の一側面によれば、より高圧の衝撃波を液体に与えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1実施形態に係る液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る液体処理装置の気泡生成部の概略構成を示す模式図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る液体処理装置の衝撃波供給部及び液体保持部の概略構成を示す模式図である。

50

【図４】本発明の第１実施形態に係る液体処理装置の液体保持部の概略構成を示す模式図であり、微小な大きさの気泡を模式的に示す。

【図５】本発明の第１実施形態に係る液体処理装置の圧力センサーの出力波形を示す。

【図６】比較例の液体処理装置の圧力センサーの出力波形を示す。

【図７】本発明の別の実施形態に係る液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図８】本発明の別の実施形態に係る液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図９】本発明の別の実施形態に係る液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図１０】本発明の別の実施形態に係る液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図１１】本発明の別の実施形態に係る液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

【００２１】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。各実施形態若しくは各実施形態内の個別の特徴は、個々に独立したものではなく、過剰説明をするまでもなく、当業者をすれば、適宜、組み合わせることが可能であり、この組み合わせによる相乗効果も把握可能である。実施形態間の重複説明は、原則的に省略する。

【００２２】

< 第１実施形態 >

図１乃至図６を参照して第１実施形態について説明する。図１は、液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。図２は、液体処理装置の気泡生成部の概略構成を示す模式図である。図３は、液体処理装置の衝撃波供給部及び液体保持部の概略構成を示す模式図である。図４は、液体処理装置の液体保持部の概略構成を示す模式図であり、微小な大きさの気泡を模式的に示す。図５は、液体処理装置の圧力センサーの出力波形を示す。図６は、比較例の液体処理装置の圧力センサーの出力波形を示す。

20

【００２３】

非限定の例示の形態ではあるが、図１に示すように、液体処理装置１００は、第１タンク１０、気泡生成部２０、液体保持部３０、衝撃波供給部４０、及び第２タンク５０を含み、上流側から下流側へ第１タンク１０、気泡生成部２０、液体保持部３０、第２タンク５０が流体連通される。第１タンク１０と気泡生成部２０の間には流路を開閉するためのバルブが設けられる。気泡生成部２０と液体保持部３０の間、液体保持部３０と第２タンク５０の間にも同様にバルブが設けられる。各バルブは、不図示の制御装置により適切なタイミングで開閉制御される。

30

【００２４】

衝撃波供給部４０と液体保持部３０間は衝撃波が伝達可能な態様にある。例えば、衝撃波供給部４０が気相にて衝撃波を生成し、この衝撃波が液体保持部３０内の液体内に直接又は任意の中継部材を介して伝達される。なお、衝撃波供給部４０が液相において衝撃波を生成する形態も想定される。

【００２５】

第１タンク１０は、液体を保持するための液体保持部であり、図１の形態においては未処理の液体を保持する容器である。第１タンク１０は、例えば、船舶のバラストタンクであり、国境を超えて移動される生物を含み得る。第１タンク１０内で生存する生物には、貝類、魚類、各種微小生物、各種プランクトン、及び各種細菌のうちの１つ以上の生物を含む。

40

【００２６】

気泡生成部２０は、第１タンク１０から供給される液体の液中に気泡を生成する装置である。気泡生成部２０は、加圧減圧法、気液せん断法若しくはこれ以外の方法を用いて液中に気泡を生成する。気泡生成部２０の具体的な構成や作動方法は任意であり、当業者であれば、適切な手段を採用することができる。

【００２７】

50

図 2 (a) に示す場合、ポンプ若しくは自然の流れにより圧送される液体が、気泡生成用の特殊内部構造の筒体 2 1 を通過し、この過程で攪拌され、1 mm 未満若しくは 5 0 μ m 以下のマイクロメートルサイズの気泡が液中に生成される。この筒体 2 1 は、巡回液流式気泡発生装置とも呼ばれる。巡回液流式気泡発生装置は、株式会社塩により製造販売されている加工液改良装置を用いることができる。

【 0 0 2 8 】

図 2 (b) に示す場合、気泡生成部 2 0 は、筒体 2 1、及び気泡生成装置 2 2 から構成される。気泡生成装置 2 2 は、液体取り込み部 2 2 1、本体部 2 2 2、排出部 2 2 3 を含む。本体部 2 2 2 は、渦流ポンプと巡回液流式気泡発生装置を含む。本体部 2 2 2 内の渦流ポンプの作動により液体取り込み部 2 2 1 を介して液体が取り込まれ、渦流ポンプから巡回液流式気泡発生装置に液体が供給され、微小な大きさの気泡が液中に生成され、その後、排出部 2 2 3 を介して筒体 2 1 の流路内に帰還される。

10

【 0 0 2 9 】

図 2 (c) に示す場合、気泡生成部 2 0 は、ポンプ 2 3、加圧器 2 4、及び減圧器 2 5 を含む。ポンプ 2 3 から圧送される液体が加圧器 2 4 により加圧処理され、加圧器 2 4 により取り込まれる室内空気が液体内に溶解され、その後、減圧器 2 5 による減圧処理により液体中に溶解していた室内空気が微小な気泡として現れる。なお、室内空気に代えて特定の種類の気体を液体内に導入しても良い。

【 0 0 3 0 】

液体に対して特定の種類の気体を微小な気泡として導入しても良い。例えば、可燃性気体が気泡として導入される。巡回液流式気泡発生装置は吸気口を有するものがあり、この吸気口を介して特定の種類の気体を液中に供給することができる。巡回液流式気泡発生装置は、吸気口を有していなくても液中の溶存気体を気泡に気化させることができる。加圧減圧法においては、液体に溶解させる気体を適当に選択することができる。

20

【 0 0 3 1 】

上述の可燃性気体の種類は任意であるが、例えば、アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素のいずれか若しくはこれらの任意の組み合わせである。

30

【 0 0 3 2 】

液体保持部 3 0 は、衝撃波が伝達可能なように衝撃波供給部 4 0 に対して設けられ、また流動状態若しくは停滞状態の微小な気泡入りの液体を保持可能な部材である。液体保持部 3 0 は、一時的若しくは瞬間的に液体を保持できれば足り、従って、早い流速の液体を瞬間的に保持する形態も想定される。図示の場合、バルブの開閉により気泡生成部 2 0 から液体保持部 3 0 に微小な気泡入りの液体が供給される。気泡生成部 2 0 から排出される微小な気泡入りの液体をバケツ等を用いて人手により液体保持部 3 0 へ移送する形態も想定される。液体保持部 3 0 に液体を流し続けた状態で衝撃波を与えても良いし、液体保持部 3 0 で液体が流動不能に保持された状態で衝撃波を与えても良い。

40

【 0 0 3 3 】

衝撃波供給部 4 0 は、爆発、好適な形態においては爆轟 (デトネーション) により衝撃波を生成し、この衝撃波を収束させて出力する。衝撃波が収束され、これにより高圧の衝撃波を得ることができる。衝撃波は、直接若しくは任意の中継部材を介して液体保持部 3 0 に伝達され、液体保持部 3 0 内の液体に到達し、その液中を伝播する。本実施形態においては、液中の微小な気泡の存在から、より高められた圧力、言わば超高圧の衝撃波を得ることができる。この超高圧衝撃波が液中の生物に作用し、その全て若しくは一部を死に至らしめることができる。例えば、生物の細胞壁が衝撃波により破壊され、生物が死に至

50

る（生物が圧壊されるとも言われる）。

【0034】

図3に液体保持部30及び衝撃波供給部40の非限定の例示の構成が示される。図3に示すように、衝撃波供給部40は、爆轟が内部で発生するステンレス製の爆轟管112を含む。爆轟管112の上端が金属製の蓋111により閉じられている。蓋111には燃料供給管P1が接続され、また酸化剤供給管P2が接続され、爆轟管112内へ燃料及び酸化剤の供給が可能である。なお、図示の場合には、バルブの開閉により燃料及び酸化剤の供給量を調整することができる。爆轟管112内を真空引きしても良い。蓋111には点火装置118が設けられ、燃料及び酸化剤供給後の点火装置118による点火により爆轟管112内において爆轟が発生し、これにより超音速の衝撃波が発生し、この超音速の衝撃波が液体保持部30に向かって伝播する。

10

【0035】

適切なタイミングにおいて排気管P3、P4が開けられ、爆轟管112と後述の収束部123内に残留する酸化された燃料が排気される。燃料の例としては、プロパンガスであり、酸化剤の例としては、酸素であり、両者が適当な比率、例えば、5：1のモル比で爆轟管112内に供給される。

【0036】

爆轟管112は、接合部材113を介して衝撃波通過制限部121上に設けられている。衝撃波通過制限部121は、収束部123上に設けられている。収束部123の下方には液体保持部30が設けられている。なお、円筒状の爆轟管112の中心軸AXは、鉛直方向に合致しているが、必ずしもこの限りではない。爆轟管112と液体保持部30の筒体132が同軸配置されているが、この配列は必須のものではない。

20

【0037】

衝撃波通過制限部121は、爆轟管112の中心軸AXの周囲に略環状に設けられた大径及び小径の2つの通過穴122を有し、通過する衝撃波を空間的に制限する。衝撃波通過制限部121を通過した衝撃波は、収束部123により中心軸AXに向かって半径方向内側に収束され、この過程において圧力が高められる。収束部123には、中心軸AXに沿って縮径して窄む断面円形状の中央構造部を有し、これは衝撃波の収束に寄与する。収束部123には、排気用ダクト151、152が設けられる。

【0038】

例えば、非限定の一形態においては、爆轟により通常の20～30倍の圧力の衝撃波が得られ、その収束により800～900倍の圧力が得られる。収束部123の出口126を介して液体保持部30内の液体内に収束した衝撃波が伝達して液中を伝播する。

30

【0039】

液体保持部30は、金属製の筒体132の上端が接続具131により衝撃波供給部40の収束部123に接続され、その下端が接続具133により圧力センサー153に接続された構成を有する。筒体132は、円筒状であるが、この具体的な形状は任意であり、L字、C字などの任意の形状であっても良い。

【0040】

図4に模式的に示すように、気泡生成部20の作動に基づいて液体保持部30内の液体には微小な気泡が含まれる。図4では模式的に気泡を粒状に図示しているが、ヒトの肉眼でこれらの気泡の一つ一つを視認することは容易ではなく、幾つかの実施形態においては不可能である。非限定の例示の形態においては、液体保持部30内の液体が、気泡により白濁されていない。

40

【0041】

気泡を粒として把握する際、気泡の粒度分布を観察することができる。粒度分布の観察は、例えば、画像計測技術若しくはレーザー回折・散乱法を用いることができる。粒度分布は、広い分布を有していても良いし、狭い分布を有していても良い。後述のように液中の微小な大きさの気泡の存在下において更に高められた圧力の衝撃波が得られる。なお、本願請求項に記載の気泡の大きさの測定方法については、日本レーザ社が輸入販売するOx

50

ford Lasers社製の商品名VisiSize Portableを使用するものとする。この画像計測技術においては、微小な気泡入りの液体を背景光で照明した状態で、微小な気泡入りの液体を対物レンズ経由で高性能カメラで直接的に撮像し、取得した画像上で気泡の大きさを計測する。気泡サイズは、装置に組み込まれる光学系を基礎として幾何学的、つまり数式により求めることができ、コンピューターにインストールされたソフトウェアによりリアルタイムで算出される。

【 0 0 4 2 】

以下、上述の液体処理装置の動作について説明する。まず、第 1 タンク 1 0 から液体保持部 3 0 に至る流路上のバルブが開かれる。第 1 タンク 1 0 から気泡生成部 2 0 へ未処理の液体が供給され、気泡生成部 2 0 を通過する過程で液体の液中に微小な気泡が生成される。この微小な気泡入りの液体が気泡生成部 2 0 から液体保持部 3 0 に供給される。気泡生成部 2 0 へ流入する液体の十分な流速を確保するため、例えば、第 1 タンク 1 0 と気泡生成部 2 0 の間に渦巻きポンプを設け、この作動に基づいて第 1 タンク 1 0 から気泡生成部 2 0 へ未処理の液体を供給しても良い。

10

【 0 0 4 3 】

液体保持部 3 0 内にその流入路 P 5 を介して気泡生成部 2 0 から微小な気泡入りの液体が供給されるや、衝撃波供給部 4 0 が作動され、衝撃波供給部 4 0 から液体保持部 3 0 へ衝撃波が与えられる。非限定の一形態においては、液体保持部 3 0 の筒体 1 3 2 に十分な量の液体が供給された状態で衝撃波が供給される。

【 0 0 4 4 】

具体的には、爆轟管 1 1 2 内に燃料及び酸化剤が供給され、点火装置 1 1 8 が点火され、爆轟管 1 1 2 内において爆轟が発生し、超音速の衝撃波が発生する。衝撃波は、爆轟管 1 1 2 の中心軸 A X に沿って液体保持部 3 0 側へ伝播し、衝撃波通過制限部 1 2 1 により通過する衝撃波が空間的に制限される。衝撃波通過制限部 1 2 1 の 2 つの略環状の通過穴 1 2 2 を通過した衝撃波が、収束部 1 2 3 内を中心軸 A X に沿って伝播する過程で衝撃波が半径方向内側の中心軸 A X 側に収束され、高圧になり、そのまま収束部 1 2 3 の出口 1 2 6 から出力される。なお、衝撃波供給部 4 0 の具体的な構成は任意であり、この構成の変更に応じて衝撃波の挙動も異なり得る。

20

【 0 0 4 5 】

収束部 1 2 3 の出口 1 2 6 を通過した衝撃波は、液体保持部 3 0 の金属製の筒体 1 3 2 内の液体の液中を筒体 1 3 2 の上端から下端に亘り伝播する。筒体 1 3 2 の液体の液中に微小な大きさの気泡が存在し、これにより超高圧の衝撃波が得られる。筒体 1 3 2 内の液体に生存する 1 種以上の生き物の少なくとも一部が衝撃波の圧力を受けて死に至る。その後、液体保持部 3 0 と第 2 タンク 5 0 の間のバルブが開けられ、液体保持部 3 0 からその排出路 P 6 を介して第 2 タンク 5 0 へ処理済みの液体が供給される。

30

【 0 0 4 6 】

バラスト水処理の用途においては、バラストタンクからバラスト水を放出する放出水路に上述の液体処理装置が配備される。第 1 タンク 1 0 がバラストタンクであり、第 2 タンク 5 0 がバラストタンクとは別のタンクである。若しくは、第 2 タンク 5 0 が省略され、液体保持部 3 0 から海に処理済みの液体が放出される。

40

【 0 0 4 7 】

上述した渦巻きポンプを適切なタイミングで停止させることが考えられる。例えば、液体保持部 3 0 内に十分な量の液体が充填されるタイミングにあわせて渦巻きポンプが停止される。

【 0 0 4 8 】

液体保持部 3 0 に保持された液体に対して 2 回以上に亘り衝撃波を与えても良い。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、本実施形態の試験結果であり、液体保持部 3 0 内に微小な気泡入りの液体を充填し、衝撃波を与えた時の圧力センサー 1 5 3 の出力波形を示す。図 6 は、比較形態の試験結果であり、液体保持部 3 0 内に微小な気泡無しの液体を充填し、衝撃波を与えた時の

50

圧力センサー 153 の出力波形を示す。図 5 と図 6 の対比から明らかなように、微小な気泡入りの液体に対して衝撃波を与える場合、微小な気泡無しの液体に対して衝撃波を与える場合と比較して桁違いの最大圧力が得られている。なお、図 5 及び図 6 においては、出力波形のうち、時間的に一番早く現れる第 1 ピークを比較対象としている。

【0050】

このような著しい効果は、本願発明者も何ら想定していなかったものであった。従って、本願発明者は、幾度にも亘り、同じ条件にて試験を行った。その結果は、表 1 に示すとおりであり、複数回の試験においても一貫して微小な気泡入りの液体を処理対象とする場合に非常に高圧の衝撃波を観察することができた。なお、微小な気泡入りの液体に対して衝撃波を与えた時の最大圧力のばらつきは、液中の微小な気泡の密度が異なるためである。爆轟前の爆轟管内の初期圧力は、100 kPa である。

10

【表 1】

処理対象の液体	最大圧力 (第 1 ピーク)	最大圧力 (平均)
微小な気泡無しの液体	11.3 ~ 18.5 MPa	13.7 MPa
微小な気泡入りの液体	151 ~ 398 MPa	185 MPa

【0051】

衝撃波の高圧化により液中の生物の致死率が高まり、液体処理装置及び方法の効率化を促進することができる。更に、爆轟の回数を低減することによりランニングコストの低減を図ることも期待される。

20

【0052】

< 更なる実施形態 >

図 7 乃至図 11 を参照して更なる実施形態について説明する。図 7 乃至図 11 は、液体処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【0053】

図 7 に示すように第 2 タンク 50 を省略し、第 1 タンク 10、気泡生成部 20、及び液体保持部 30 を含む流路において液体を循環させても良い。この場合、繰り返し行われる液体に対する衝撃波処理により第 1 タンク 10 内の生物の致死率が段階的に高められる。このような形態においても第 1 実施形態で説明したものと同様の効果を得ることができる。

30

【0054】

図 8 に示すように第 1 タンク 10 内に気泡生成部 20 を設け、第 1 タンク 10 から液体保持部 30 に流出する液体を微小な気泡入りの液体としても良い。このような場合においても第 1 実施形態で説明したものと同様の効果を得ることができる。

【0055】

図 9 に示すように液体保持部 30 内に気泡生成部 20 を設け、液体保持部 30 において液中に微小な気泡を生成しても良い。このような場合においても第 1 実施形態で説明したものと同様の効果を得ることができる。

【0056】

図 10 に示すように液体保持部 30 を省略し、第 1 タンク 10 内の液体に対して直接的に衝撃波を与えても良い。このような場合においても第 1 実施形態で説明したものと同様の効果を得ることができる。

40

【0057】

図 11 に示すように、気泡生成部 20 の上流側に第 3 タンク 60 を接続し、気泡生成部 20 へ供給される液体を第 1 タンク 10 の液体とは異なる液体としても良い。このような場合においても第 1 実施形態で説明したものと同様の効果を得ることができる。

【0058】

上述の教示を踏まえると、当業者をすれば、各実施形態に対して様々な変更を加えることができる。実施形態レベルの説明においては、タンクと液体保持部と別々の用語を用い

50

ているが、タンクは液体保持部に包含され、液体保持部よりもやや狭い用語であることは当業者には明白に理解される。

【符号の説明】

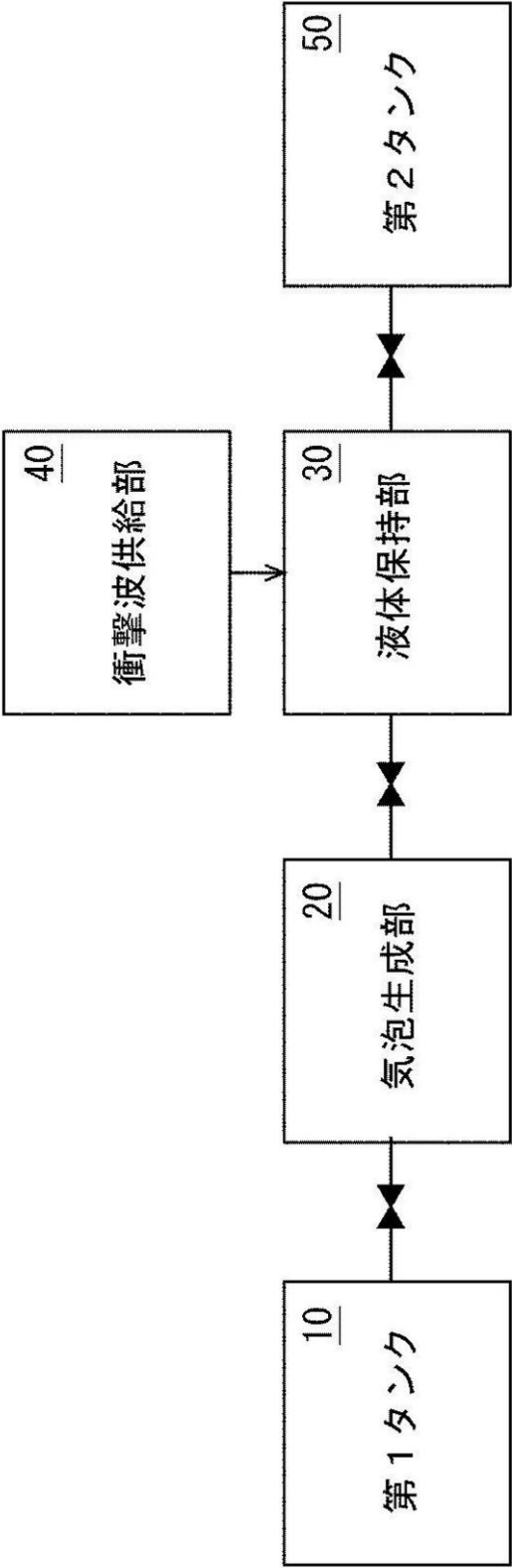
【 0 0 5 9 】

- 1 0 0 液体処理装置
- 1 0 第 1 タンク（液体保持部）
- 2 0 気泡生成部
- 3 0 液体保持部
- 4 0 衝撃波供給部
- 5 0 第 2 タンク

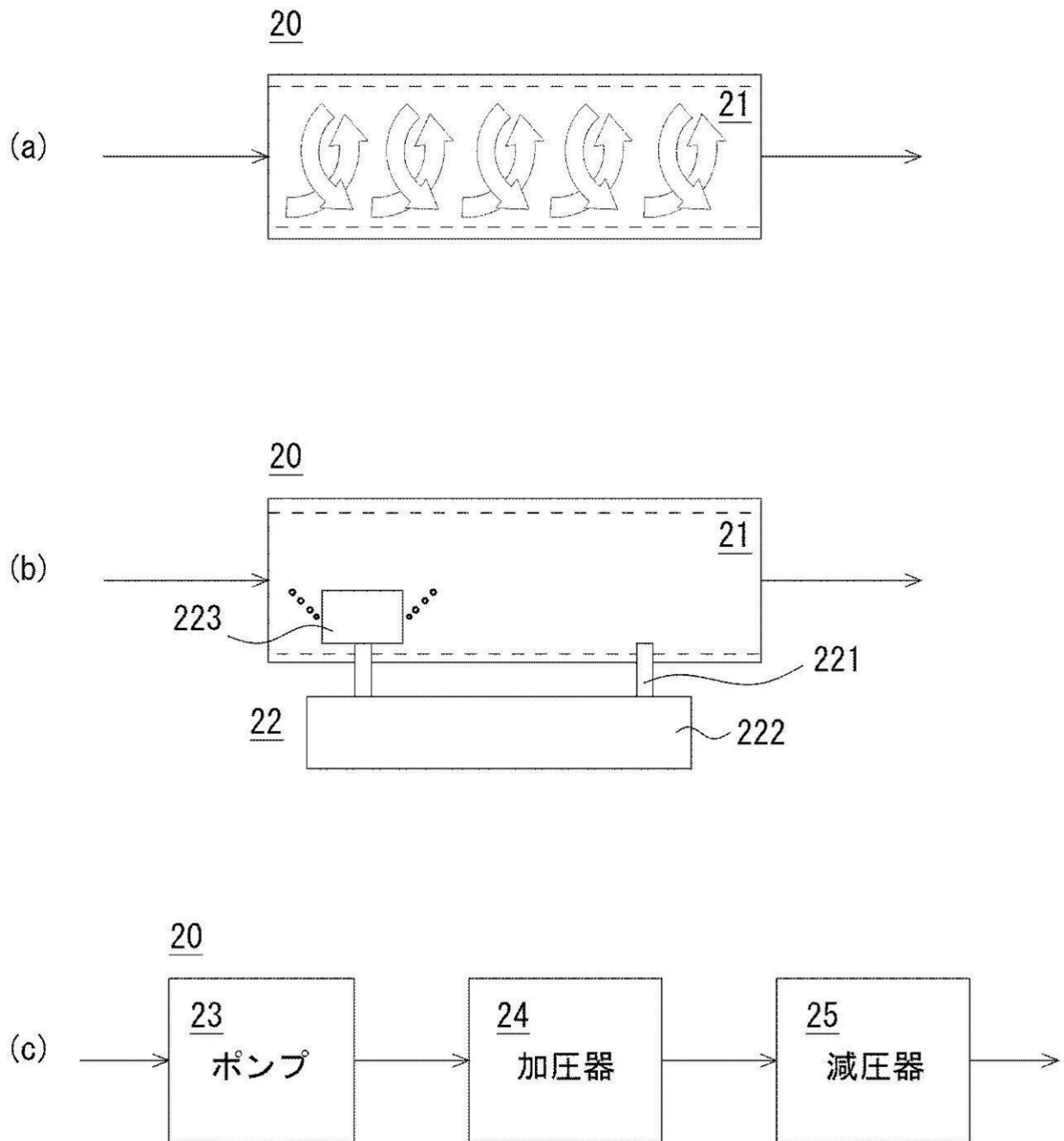
- 1 1 2 爆轟管
- 1 2 1 衝撃波通過制限部
- 1 2 3 収束部
- 1 3 2 筒体
- 1 5 3 圧力センサー

【図 1】

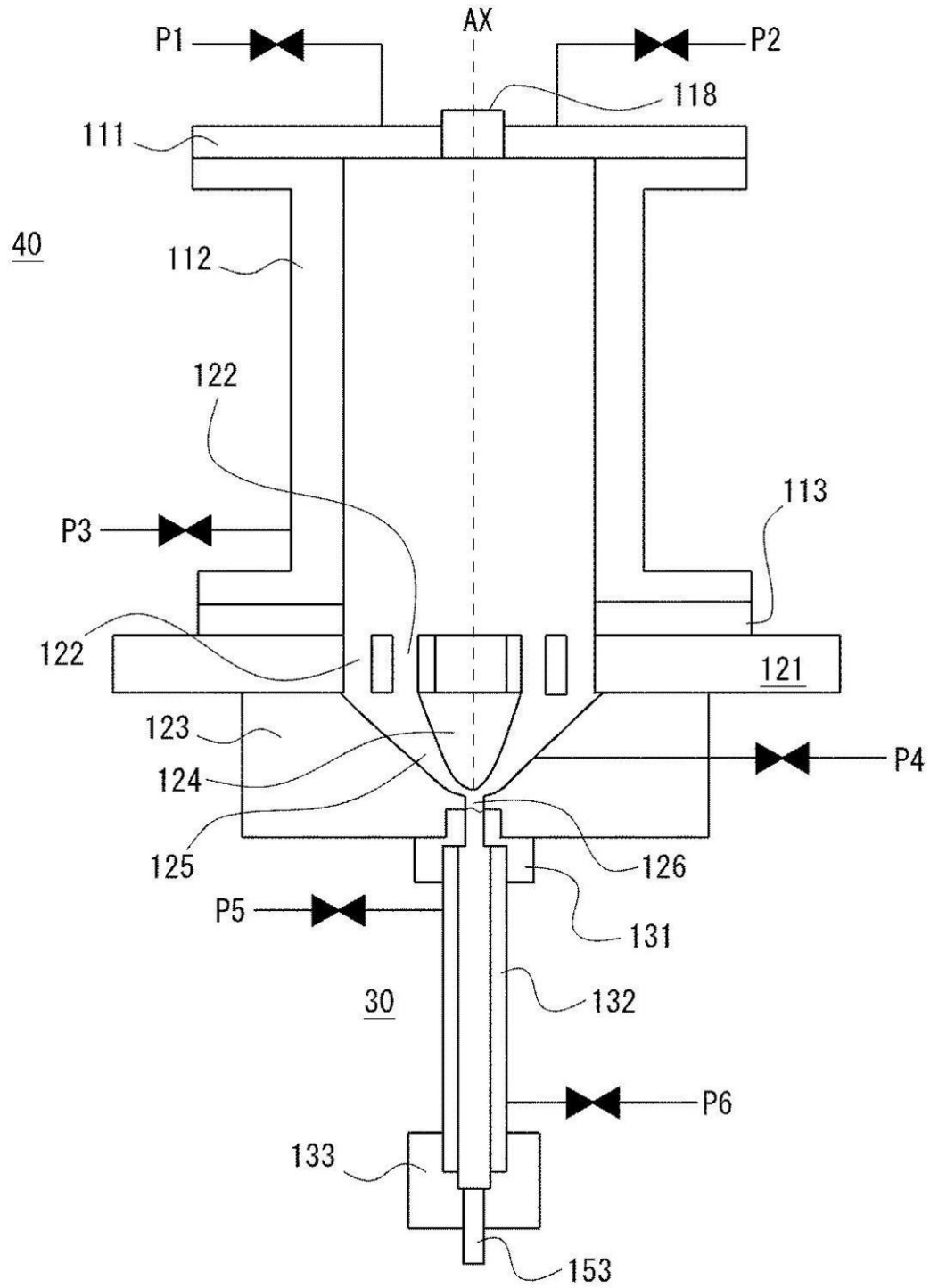
100



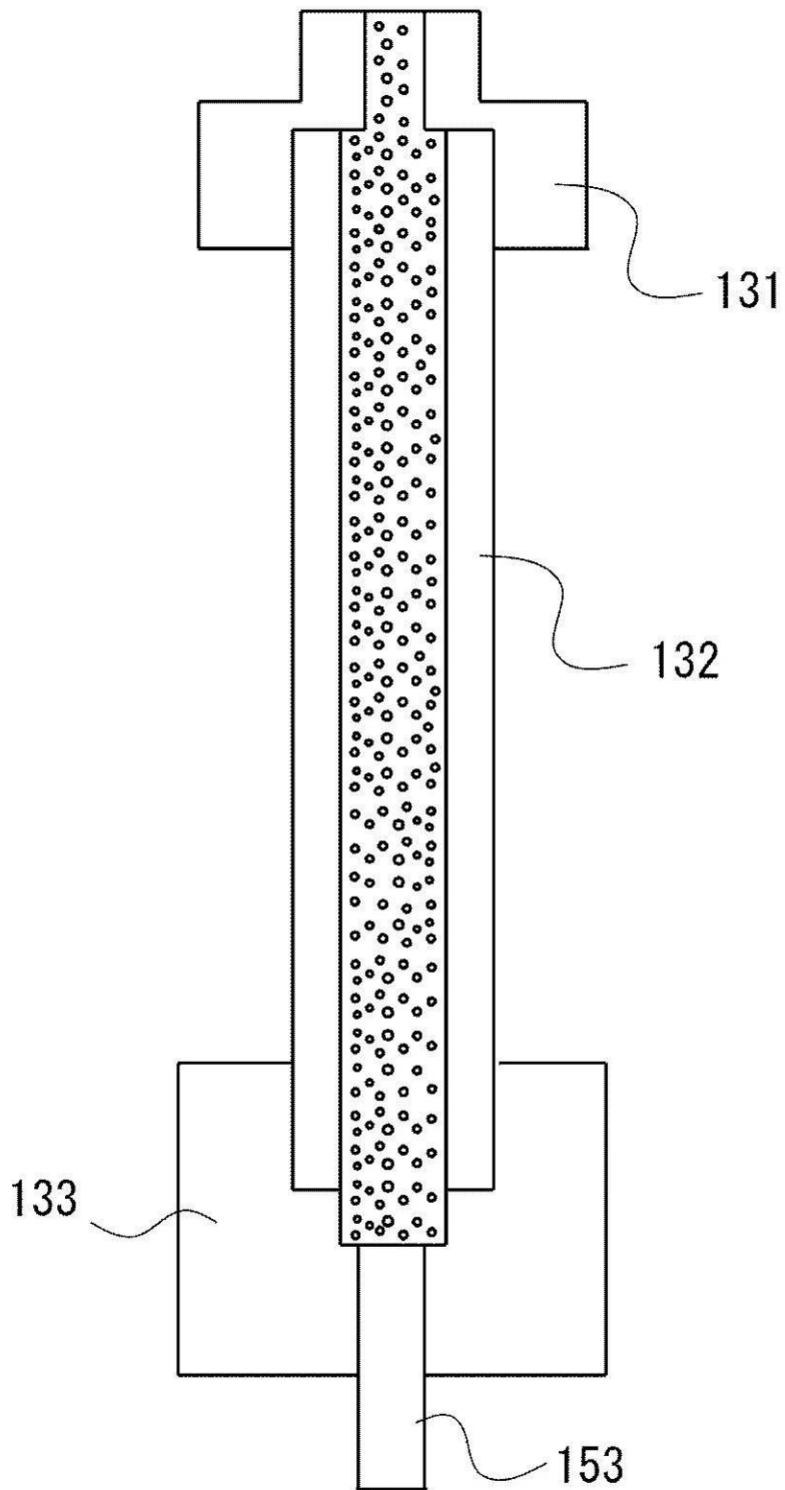
【図 2】



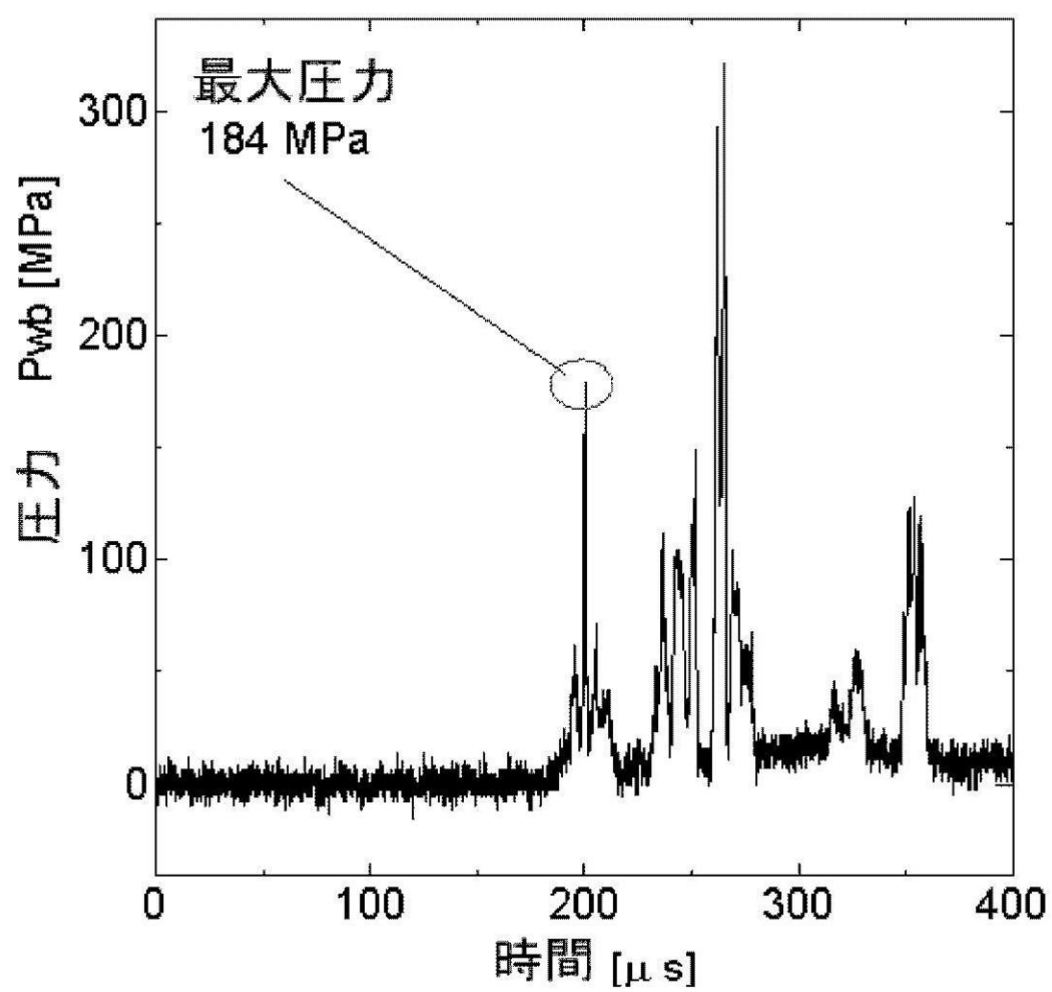
【図 3】



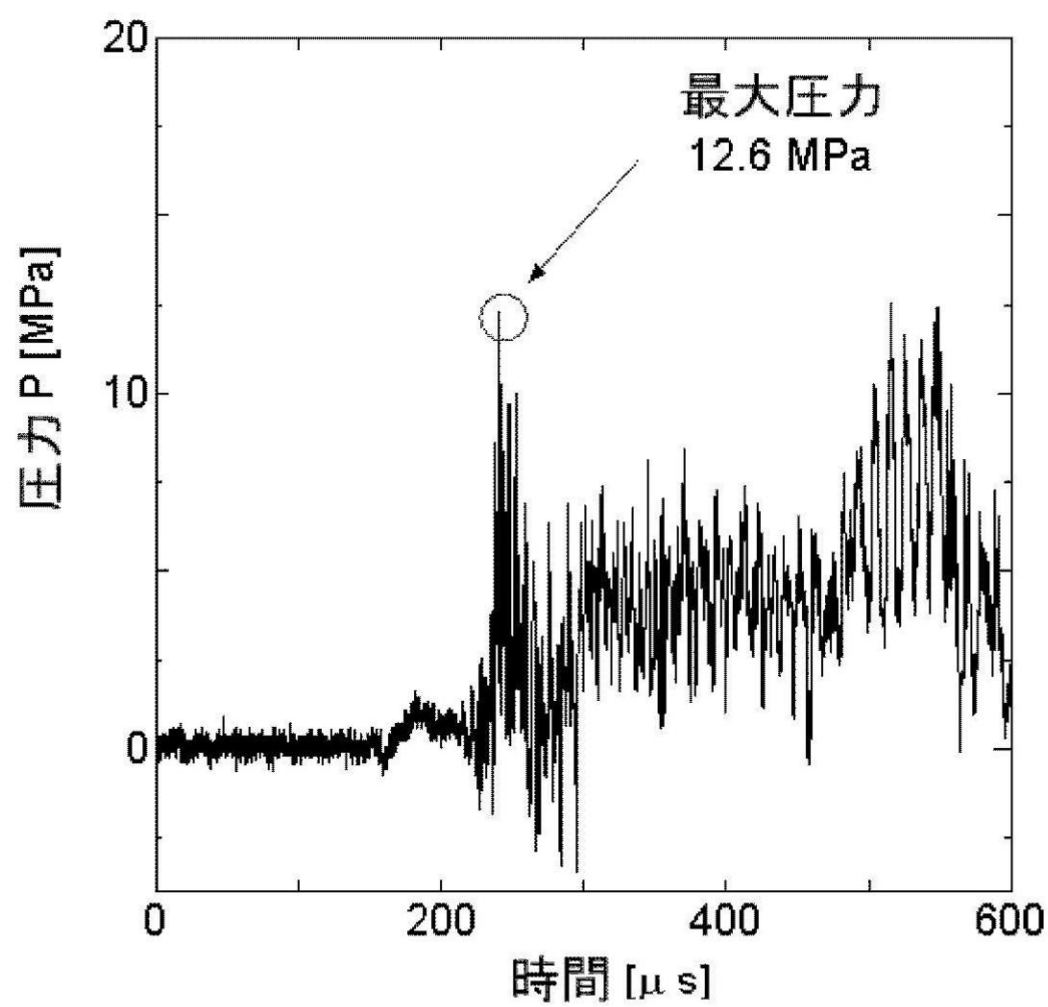
【図 4】



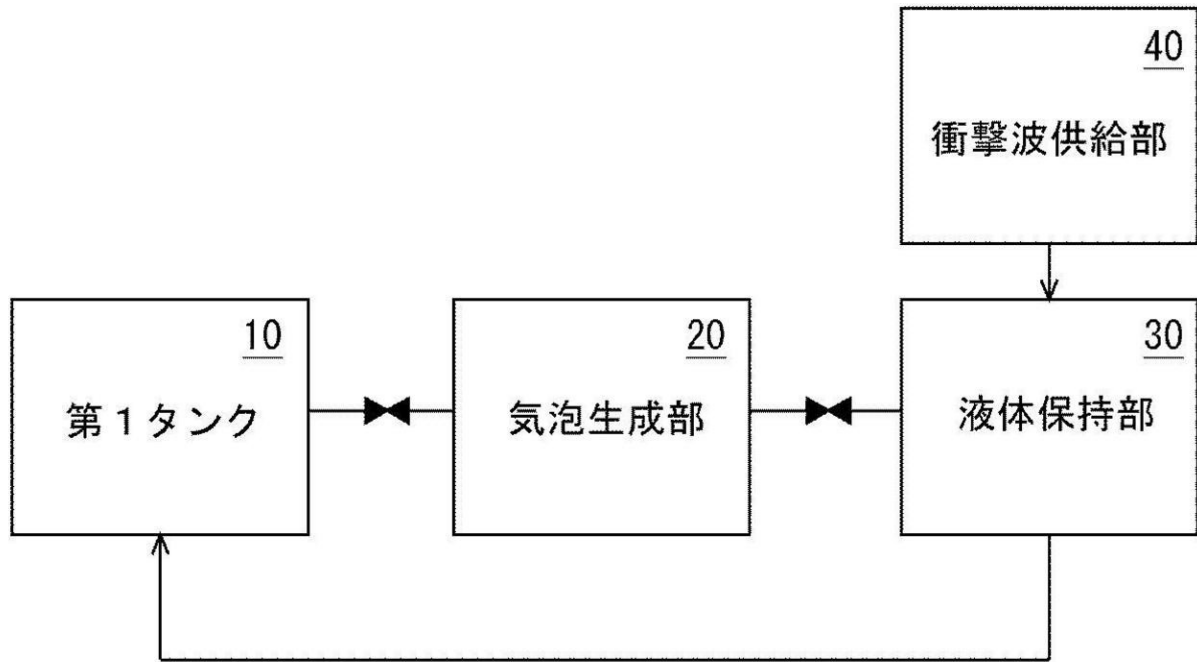
【図 5】



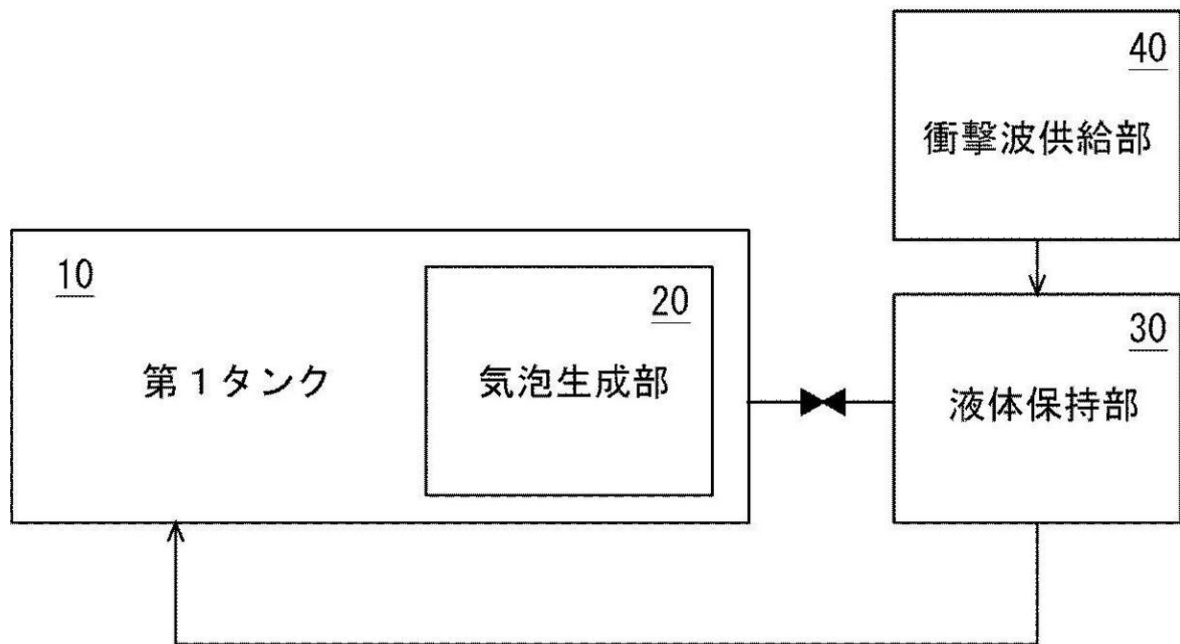
【図 6】



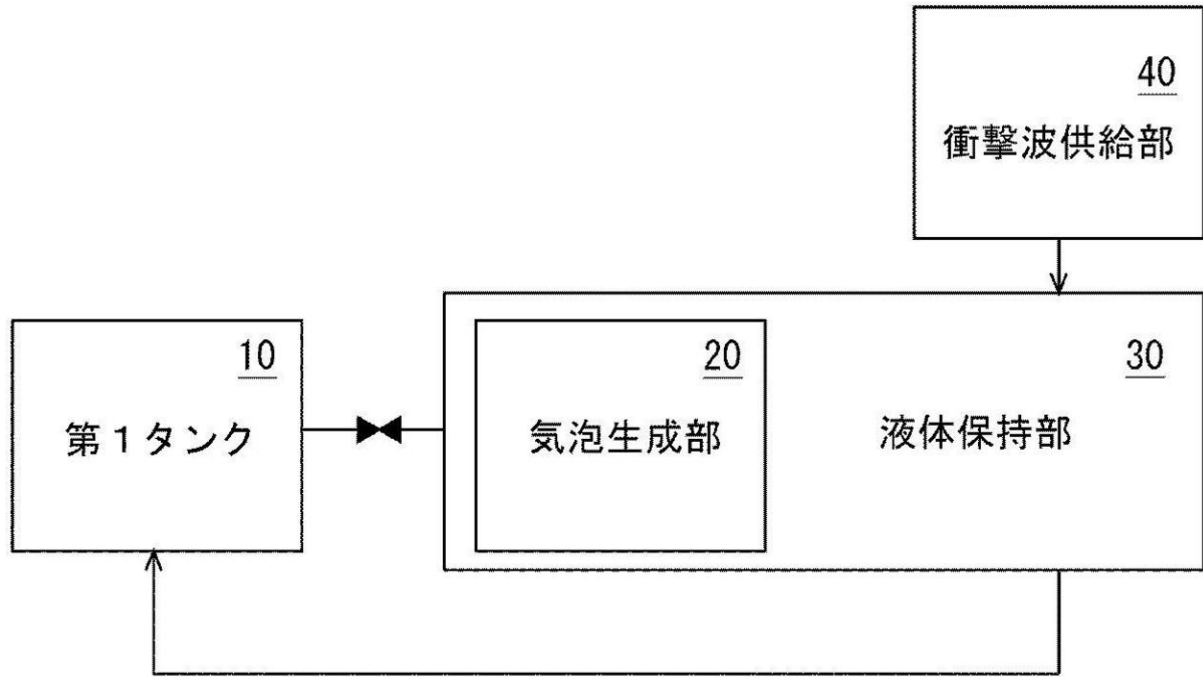
【図 7】



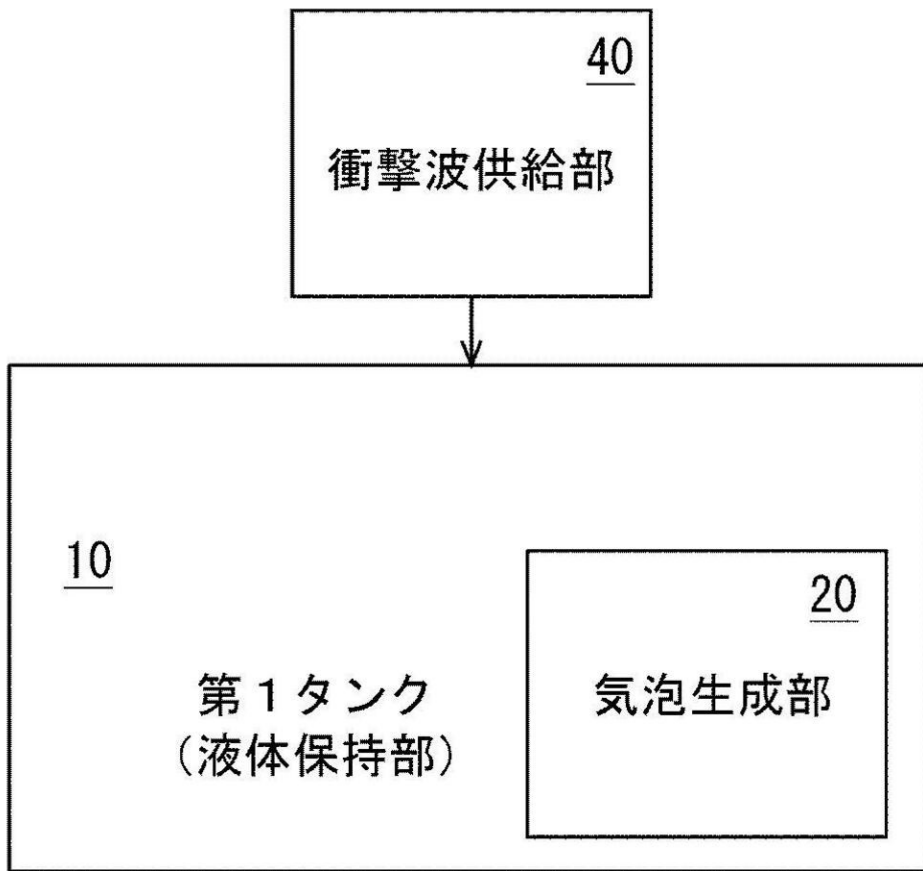
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】

