

(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2017-500183

(P2017-500183A)

(43) 公表日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B01J 19/10 (2006.01)	B01J 19/10 ZAB	4C058
B01D 53/50 (2006.01)	B01D 53/50 200	4D002
B01D 53/56 (2006.01)	B01D 53/56 200	4G075
B01D 53/62 (2006.01)	B01D 53/62	4G169
B01D 53/76 (2006.01)	B01D 53/76	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 43 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-523317 (P2016-523317)
 (86) (22) 出願日 平成26年10月14日 (2014.10.14)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年6月14日 (2016.6.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2014/053089
 (87) 国際公開番号 W02015/056003
 (87) 国際公開日 平成27年4月23日 (2015.4.23)
 (31) 優先権主張番号 1318187.0
 (32) 優先日 平成25年10月14日 (2013.10.14)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 1416538.5
 (32) 優先日 平成26年9月18日 (2014.9.18)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(71) 出願人 511107902
 コールドハーバー・マリナー・リミテッド
 イギリス国ディーイー55・2ディーエス
 、ダービーシャー、アルフレトン、サウス
 ・ノーマントン、メイジーズ・ウェイ、ザ
 ・ビレッジ24
 (74) 代理人 110000523
 アクシス国際特許業務法人
 (72) 発明者 マーク・ウエルズ
 イギリス国ディーイー55・2ディーエス
 、ダービーシャー、サウス・ノーマントン
 、メイジーズ・ウェイ、ザ・ビレッジ24

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス変換のために超音波を使用する装置及び方法

(57) 【要約】

プロセスガスを1種以上の他のガスに変換するためのガス変換装置(100)であって、カラム(125)内の液体媒体にプロセスガスを導入するための手段(105); 及び超音波エネルギーを生成するように構成される超音波エネルギー発生器(140)を備え、該装置(100)は、発生器(140)によって生成された超音波エネルギーを液体媒体に発射し、それによってプロセスガスが超音波エネルギーに曝されるように構成され、該装置(100)は、超音波エネルギーに曝されたプロセスガスの収集を可能にするように構成される。また、装置(100)は、好ましくは、超音波エネルギーに曝露するためにプロセスガスのマイクロバブルを生成するマイクロバブル発生器(120)を備える。超音波エネルギー発生器(140)は、それを通る駆動ガスの流れの結果として超音波エネルギーを生成するように構成できる。

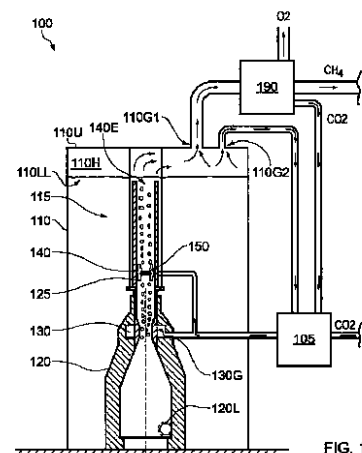


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プロセスガスに含まれる 1 種以上の反応化学種を 1 種以上の製品化学種に変換するためのガス変換装置であって、

プロセスガスを液体媒体に導入するための手段と、

超音波エネルギーを生成するように構成される超音波エネルギー発生器とを備え、

該装置は、該発生器によって生成された超音波エネルギーを該液体媒体に発射し、それによってプロセスガスを超音波エネルギーに暴露して該反応化学種の 1 種以上を 1 種以上の製品化学種に変換するように構成され、

該装置は、該製品化学種の 1 種以上の収集を可能にするように構成される、ガス変換装置。

10

【請求項 2】

前記超音波エネルギー発生器がそれを通る駆動ガスの流れに応答して超音波エネルギーを生成するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記超音波エネルギー発生器がホイッスル装置を備え、該ホイッスル装置は、駆動ガスが該ホイッスル装置を介して駆動されたときに超音波エネルギーを生成するように構成される、請求項 2 に記載の装置。

20

【請求項 4】

前記駆動ガスを、前記超音波エネルギー発生器に通した後に前記液体媒体に供給するように構成される、請求項 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記プロセスガスが前記駆動ガスを与えるように構成される、請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載の装置。

【請求項 6】

液体媒体をガスリフトにより圧送することができるガスリフトカラム；及び

該カラムにプロセスガスを導入するための手段をさらに備え、

該装置は、該カラム内における液体媒体に超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーを発射し、それによって該ガスリフトにより該カラムを通過したプロセスガスが該発生器によって生成された超音波エネルギーに曝されるように構成される、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の装置。

30

【請求項 7】

前記液体媒体にプロセスガスを導入するための手段がマイクロバブル発生器を含み、前記装置は、プロセスガスのマイクロバブルが該液体媒体中に発生し、そして前記超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーによる照射を受けるように構成される、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

前記マイクロバブル発生器がプロセスガスのマイクロバブルを前記超音波エネルギー発生器の上流の前記カラム内における前記液体媒体に導入するように構成される、請求項 7 に記載の装置。

40

【請求項 9】

前記ガスリフトカラムが長手方向軸を画定し、前記マイクロバブル発生器が該カラムの長手方向軸と略同軸上に配置される、請求項 7 又は 8 に記載の装置。

【請求項 10】

超音波エネルギーに暴露されたガスを、化学種に応じてガス分子を分離するガス分離器に通すように動作できる、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の装置。

【請求項 11】

超音波エネルギーに暴露された流体を、流体から少なくとも 1 種の製品化学種を分離す

50

る分離器に通すように構成された、請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の装置。

【請求項 12】

炭化水素ガスを 1 種以上の他のガスから分離するように構成された、請求項 10 又は 11 に記載の装置。

【請求項 13】

プロセスガスに含まれる 1 種以上の化学種から炭化水素ガス化学種を分離するように構成された、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

プロセスガスに含まれる 1 種以上の分離化学種を超音波エネルギーへのさらなる暴露のために前記液体媒体に戻すように動作できる、請求項 13 に記載の装置。

10

【請求項 15】

前記ガスリフト装置の前記カラム内における液体媒体に駆動ガスを供給し、それによって該駆動ガスが該カラム内において超音波エネルギーに曝されるように構成された、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 16】

前記プロセスガスが二酸化炭素を含むように構成された、請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の装置。

【請求項 17】

前記プロセスガスが体積を基準にして少なくとも 10 %、任意に少なくとも 14 %、さらに任意に少なくとも 20 %、さらに任意に少なくとも 40 % の二酸化炭素、さらに任意に体積を基準にして少なくとも約 50 % の二酸化炭素を含むように構成された、請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載の装置。

20

【請求項 18】

前記プロセスガスが二酸化炭素から本質的になるように構成された、請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載の装置。

【請求項 19】

前記カラムを通過したガスから炭化水素を分離するように構成された、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 20】

液体貯蔵タンク内に設置される、請求項 1 ~ 19 のいずれかに記載の装置。

30

【請求項 21】

前記液体貯蔵タンクが液体を含有する、請求項 20 に記載の装置。

【請求項 22】

前記液体が、それに分散又は懸濁された触媒材料の粒子を備える、請求項 21 に記載の装置。

【請求項 23】

前記触媒粒子が鉄及びヘマタイト含有化合物から選択される少なくとも 1 種を含み、又は該触媒粒子がヘマタイトから実質的になる、請求項 22 に記載の装置。

【請求項 24】

発電所に接続された請求項 1 ~ 23 のいずれかに記載の装置又は請求項 1 ~ 23 のいずれかに記載の装置と組み合わせた発電所であって、該発電所によって生成された燃焼ガスが該装置のプロセスガスの少なくとも一部、任意にその全体を与える装置又は発電所。

40

【請求項 25】

請求項 1 ~ 23 のいずれかに記載の装置と組み合わせた燃料燃焼エンジンであって、該エンジンによって発生した燃焼ガスが該装置のプロセスガスの少なくとも一部、任意にその全体を与えるように構成された燃料燃焼エンジン。

【請求項 26】

請求項 25 に記載のエンジンを備える船舶。

【請求項 27】

プロセスガスに含まれる 1 種以上の反応化学種を 1 種以上の製品化学種に変換する方法

50

であって、次の工程：

プロセスガスを液体媒体に導入し；及び

超音波エネルギー発生器によって超音波エネルギーを発生させること

を含み、

該方法は、該超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーを該液体媒体に発射することを含み、それによってプロセスガスを超音波エネルギーに曝して該反応化学種の１種以上を１種以上の製品化学種に変換させ、

該方法は１種以上の製品化学種を収集することをさらに含む方法。

【請求項 28】

超音波エネルギー発生器によって超音波エネルギーを生成する工程が該超音波エネルギー発生器を通した駆動ガスの流れに応答して超音波エネルギーを生成することを含む、請求項 27 に記載の方法。

10

【請求項 29】

前記超音波エネルギー発生器のホイッスル装置を用いて、駆動ガスを前記超音波エネルギー発生器に通すことによって超音波エネルギーを生成させることを含む、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記ホイッスル装置に前記ガスを通した後に前記液体媒体に該駆動ガスを供給することを含む、請求項 28 又は 29 に記載の方法。

【請求項 31】

20

前記プロセスガスが前記駆動ガスを与える、請求項 28 ～ 30 のいずれかに記載の方法。

【請求項 32】

マイクロバブルを前記液体媒体中で生成させ、前記超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーを照射する、請求項 27 ～ 31 のいずれかに記載の方法。

【請求項 33】

超音波エネルギーに曝されたガスを、ガス分離器により化学種に応じて分離することを含む、請求項 27 ～ 32 のいずれかに記載の方法。

【請求項 34】

ガスを分離することが、炭化水素ガスを１種以上の他のガスから分離することを含む、請求項 33 に記載の方法。

30

【請求項 35】

ガスを分離することが、プロセスガスから炭化水素ガスを分離することを含む、請求項 34 に記載の方法。

【請求項 36】

分離されたプロセスガスを前記液体媒体に戻し、そして該分離されたプロセスガスを該液体媒体中において超音波エネルギーに曝することを含む、請求項 35 に記載の方法。

【請求項 37】

前記液体媒体にプロセスガスを導入することが、ガスリフトポンプ装置のカラムにプロセスガスを導入し、そしてガスリフトによって該カラムを通して液体媒体を圧送することを含み、前記発生器によって生成される超音波エネルギーを該液体媒体に発射することが、該カラム内における液体媒体に超音波エネルギーを発射し、それによって該カラムを通過したプロセスガスを超音波エネルギーに暴露することを含む、請求項 27 ～ 36 のいずれかに記載の方法。

40

【請求項 38】

前記プロセスガスが二酸化炭素を含む、請求項 27 ～ 37 のいずれかに記載の方法。

【請求項 39】

前記プロセスガスが体積を基準にして少なくとも 10 %、任意に少なくとも 14 %、さらに任意に少なくとも 20 %、さらに任意に少なくとも 40 % の二酸化炭素、さらに任意に体積を基準にして少なくとも約 50 % の二酸化炭素を含む、請求項 27 ～ 38 のいずれ

50

かに記載の方法。

【請求項 4 0】

前記プロセスガスが二酸化炭素から本質的になる、請求項 2 7 ~ 3 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 4 1】

前記カラムを通過した他のガスからメタンを分離することを含む、請求項 3 7 又は請求項 3 8 ~ 4 0 のいずれかに記載の方法。

【請求項 4 2】

液体貯蔵タンクから前記カラムに液体媒体を引き出すことを含む、請求項 3 7 又は請求項 3 8 ~ 4 1 のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 4 3】

前記液体が、それに分散又は懸濁された触媒材料の粒子を備える、請求項 2 7 ~ 4 2 のいずれかに記載の方法。

【請求項 4 4】

前記触媒粒子が鉄、酸化鉄及びヘマタイト担持化合物から選択される少なくとも 1 種を含み、又は該触媒粒子がヘマタイトから実質的になる、請求項 4 3 に記載の方法。

【請求項 4 5】

処理装置内の液体媒体中にガスの気泡を発生させるための気泡発生器であって、
渦誘導部；

該渦誘導部にガスの入力流れを供給するための入力部；及び

20

気泡の出力流れを放出するための出力部

を備え、

該渦誘導部は、そこを通したガスの流れに渦を誘導するために構成された 1 個以上の渦誘導部材を備える気泡発生器。

【請求項 4 6】

前記 1 個以上の渦誘導部材が前記入力部と前記出口部との間のガス流路内に配置される 1 個以上の渦誘導ブレード部材を備える、請求項 4 5 に記載の気泡発生器。

【請求項 4 7】

前記ブレード部材が衝突面を備え、該ブレード部材の衝突面が前記入力部における入力ガス流れの方向に対して非平行となるように配向された、請求項 4 6 に記載の気泡発生器。

30

【請求項 4 8】

複数のブレード部材が設けられ、該ブレード部材は、好ましくは円形配置で、前記入力部における入力ガス流れの方向に対して垂直な長手方向軸の周囲で、互いに等間隔に設けられる、請求項 4 5 ~ 4 7 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 4 9】

前記渦誘導部が該渦誘導部に流入するガスを渦誘導部材に導くためのドーム部材を備える、請求項 4 5 ~ 4 8 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 5 0】

前記ドーム部材は、ガスが内部のガス流路に流れるときに渦電流の発生を低減させるために構成された放射状内部形状を有する、請求項 4 9 に記載の気泡発生器。

40

【請求項 5 1】

前記 1 個以上の渦誘導部材の下流にある、気泡の出力流れを出口部に向かって加速するための加速部をさらに備える、請求項 4 5 ~ 5 0 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 5 2】

前記加速部がその出口に向かって径方向内向きに先細になる内部形状を有する円錐形通路を備えるガス流路の部分を画定する、請求項 5 1 に記載の気泡発生器。

【請求項 5 3】

前記ガスの入力流れを前記渦誘導部に供給するための前記入力部が、その近位端部を介して前記装置内に取り付けられかつその遠位端部で前記渦誘導部を保持する導管を備える

50

、請求項 4 5 ~ 5 2 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 5 4】

前記装置内における導管の取付けが、1 個以上の支持部材又はウェブによって向上された、請求項 5 3 に記載の気泡発生器。

【請求項 5 5】

前記導管内におけるガス流れの長手方向及び前記渦誘導部内におけるガス流れの長手方向が互いに略垂直に配向された、請求項 5 3 又は 5 4 に記載の気泡発生器。

【請求項 5 6】

マイクロバブル発生器である、請求項 4 5 ~ 5 5 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 5 7】

5 0 ミクロン以下の直径の気泡を生成するように構築及び構成される、請求項 5 6 に記載の気泡発生器。

【請求項 5 8】

前記処理装置がガス変換装置であり、前記ガスが該装置によって 1 種以上の他のガスに変換するためのプロセスガスである、請求項 4 5 ~ 5 7 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 5 9】

前記処理装置がガスリフトポンプ装置である、請求項 4 5 ~ 5 8 のいずれかに記載の気泡発生器。

【請求項 6 0】

ガスリフトポンプ装置であって、

使用時に液体媒体をガスリフトによって圧送することができる略直立部を有するカラム

；
該カラムの第 1 の位置で該カラムにガスの流れを供給して液体媒体をガスリフトによって圧送するためのガス供給装置；及び

該液体媒体中において該ガスの気泡を発生させるための請求項 4 5 ~ 5 9 のいずれかに記載の気泡発生器
を備えるガスリフトポンプ装置。

【請求項 6 1】

前記気泡発生器により形成された気泡に超音波エネルギーを加えるために構成された少なくとも 1 個の超音波エネルギー発生器をさらに備える、請求項 6 0 に記載のガスリフトポンプ装置。

【請求項 6 2】

前記気泡発生器の気泡形成部が前記カラム内において略同軸に配置された、請求項 6 0 又は 6 1 に記載のガスリフトポンプ装置。

【請求項 6 3】

請求項 6 0 ~ 6 2 のいずれかに記載のガスリフトポンプ装置を備える又は収容する液体貯蔵タンク。

【請求項 6 4】

請求項 6 0 ~ 6 2 のいずれかに記載のガスリフトポンプ装置を備える又は収容する船舶の液体貯蔵又はバラストタンク。

【請求項 6 5】

請求項 6 4 に記載の液体貯蔵又はバラストタンクを供える船舶。

【請求項 6 6】

添付図面を参照して実質的に記載された装置、発電所、燃料燃焼エンジン又は方法。

【請求項 6 7】

添付図面を参照して実質的に記載されたマイクロバブル発生器、ガスリフトポンプ装置、船舶のバラストタンクの液体貯蔵又は船舶。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

参照による援用

W O 2 0 1 3 / 0 9 3 5 2 7 の内容は、参照により本明細書で援用する。W a n g 外 1 , J . P h y s . C h e m . L e t t . 2 0 1 0 , 1 , 4 8 - 5 3 の内容は、参照により本明細書で援用する。

【 0 0 0 2 】

技術分野

本発明は、温室効果ガスの取り扱い及び処理に関する。特に（ただし排他的ではない）、本発明は、石炭、石油又はガス火力発電所などの産業源から放出される燃焼ガスや内燃エンジンなどの 1 以上の他の源から放出される燃焼ガスといった温室効果ガスの取り扱い及び処理に関する。所定の態様では、本発明は、貯蔵容器内における液体の処理に関するものでもある。

10

【背景技術】

【 0 0 0 3 】

背景

石炭、石油又はガス火力発電所などの工業プラント及び内燃機関などの他の源からの燃焼ガスの排出は、環境に有害であると考えられている。二酸化炭素の排出量が特に懸念されており、大気に排出される二酸化炭素の量を減少させることに相当な関心が寄せられている。

【 0 0 0 4 】

排出量を削減する方法の一つは、二酸化炭素を捕捉し、そして経済的な処理が二酸化炭素を害の少ない又はさらに有益な形、例えば炭素及び酸素（ O_2 ）に変換するために利用可能になるまでそれを保存することである。しかし、二酸化炭素の保存は高価であり、単にガスの変換の問題を先延ばしにするに過ぎない。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

従来技術に関連する欠点に対処することが本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

発明の概要

30

本発明の実施形態は、特許請求の範囲を参照して理解できる。

【 0 0 0 7 】

本発明の態様は、装置及び方法を提供する。

【 0 0 0 8 】

保護を受けようとする本発明の態様では、プロセスガスに含まれる 1 種以上の反応化学種を 1 種以上の製品化学種に変換するためのガス変換装置であって、

プロセスガスをキャリア液体媒体に導入するための手段と、

超音波エネルギーを生成するように構成される超音波エネルギー発生器とを備え、

該装置は、該発生器によって生成された超音波エネルギーを液体媒体に発射し、それによってプロセスガスが超音波エネルギーに曝されるように構成され、

40

該装置は、1 種以上の製品化学種の収集を可能にするように構成される、ガス変換装置を提供する。

【 0 0 0 9 】

本発明の実施形態は、プロセスガスを超音波エネルギーに曝し、該プロセスガス又はその 1 種以上の化学種を 1 種以上の他のガスなどの 1 種以上の化学種に変換させるという特徴を有する。

【 0 0 1 0 】

プロセスガスが導入された液体媒体に超音波エネルギーを発射することにより、プロセスガスに気泡崩壊のキャビテーションを施し、該プロセスガスを二酸化炭素などの 1 種の

50

化学種から１種以上の炭化水素及び／又は任意に１種以上の追加の化学種などの１種以上の他の化学種に変換させることができる。例えば、いくつかの実施形態では、プロセスガスは、反応化学種として二酸化炭素であることができ又はそれを含むことができ、二酸化炭素は、製品化学種のメタン及び酸素に変換される。また、他の変換反応も有用な場合がある。例えば、いくつかの実施形態では、二酸化炭素は、それに加えて又はその代わりに、炭化水素のエタン、プロパン又は任意の他の好適な炭化水素といった異なる炭化水素に変換できる。いくつかの実施形態では、二酸化炭素は、非炭化水素材料に変換できる。いくつかの実施形態では、二酸化炭素以外の１種以上の化合物を、元素形態、化合物形態又は任意の他の形態かどうかを問わず１種以上の他の形態に変換できる。

【００１１】

さらに、本発明のいくつかの実施形態では、産業上使用するための化合物、例えば反応したときに、例えば任意に酸素含有雰囲気中で燃焼させることによって酸化したときに原材料又は化学的エネルギー源として使用するための化合物の製造において再生可能エネルギーなどの代替エネルギー源を使用する機会を提供する。したがって、本発明のいくつかの実施形態は、太陽光、風力、波及び／又は潮汐エネルギーといった再生可能なエネルギー源によって生成されたエネルギーを蓄積するための手段を提供するのに有用であり得る。プロセスガスを超音波エネルギーに暴露した後に、この再生可能エネルギーを使用して、例えば超音波エネルギー発生器を駆動するためのコンプレッサに電力を供給し、及び／又は化学種を分離するための分離器に電力を供給することができる。

【００１２】

いくつかの実施形態では、プロセスガスは、超音波エネルギーへの暴露によって１種以上の炭化水素に変換される二酸化炭素を含むことができる。その後、炭化水素は、供給原料として使用され、又は必要に応じて燃料として燃焼できる。いくつかの実施形態では、１種以上の炭化水素は、１種以上の高級アルカン、１種以上のアルケン、アルコール又は任意の他の好適な化合物といった１種以上の追加の化合物に変換できる。

【００１３】

いくつかの実施形態では、銅、酸化亜鉛、酸化アルミニウム（アルミナ、 Al_2O_3 ）といった１種以上の触媒材料を使用して、１種以上の反応化学種から１種以上の製品化学種への変換を促進することができる。いくつかの実施形態では、これらの触媒の１種以上を使用してメタノールの合成を促進する。いくつかの実施形態では、二酸化炭素プロセスガスは、直接又はメタノールなどの１種以上の中間体化合物を介してエチレン及びプロピレンなどの短鎖オレフィンに変換できる。

【００１４】

短鎖（１～４）Ｃ鎖長のアルカン炭化水素（メタン、エタン、プロパン、ブタン）は、室温及び大気圧では気体であり、Ｃ５（ペンタン）以上のアルカンしかこのような温度及び圧力で液体にならないことを理解すべきである。Ｃ１６以上では、これらのものは、典型的にはこれらの条件下で固体である。本発明のいくつかの実施形態では、任意に好適な触媒を使用することによりＣ－ｎ（ここで、ｎは１よりも大きい）アルカンを生成することができる。液体又は固体状の１種以上の炭化水素を生成させる場合には、液体媒体又は他の気体若しくは固体媒体から炭化水素を分離するための好適な手段を使用することができる。

【００１５】

有利には、超音波発生器は、それを通した駆動ガスの流れに応答して超音波エネルギーを生成するように構成できる。

【００１６】

これは、プロセスガスが非常に効率的な方法で超音波エネルギーを受けられることができるという利点を有する。比較的高強度の超音波エネルギーは、例えばホイッスル装置を備えることができる好適な発生器による駆動ガスの流れによって生成できると理解すべきである。比較的高強度の超音波エネルギーを生成するためにジェネレータに入力する必要なエネルギーの量は、圧電素子技術に基づく超音波発生技術といった電氣的発生技術などの他

10

20

30

40

50

の超音波エネルギー生成技術を使用した場合に必要とされるであろうエネルギーの量よりも少ない場合がある。

【 0 0 1 7 】

装置は、導管を通したキャリア液体媒体中でのプロセスガスの流れを生じさせ、そして該導管内においてプロセスガスを超音波エネルギーに暴露するように構成できる。該導管は、いくつかの実施形態では任意の必要な向き、例えば実質的に水平とすることができる。該プロセスガスが導管を介して略水平方向に移動するときに該プロセスガスが超音波放射にさらされる装置を構成することができる。実質的に垂直方向に取り付けられた導管の場合には、プロセスガスは、必要に応じて上方又は下方に移動させてもよい。いくつかの実施形態では、水平でも垂直でもない方向を有する導管を使用することができる。いくつかの実施形態では他の構成も有用であり得る。

10

【 0 0 1 8 】

有利には、超音波エネルギー発生器は、ホイッスル装置を備えることができ、該ホイッスル装置は、駆動ガスが該装置に通ったときに超音波エネルギーを生成するように構成される。

【 0 0 1 9 】

該装置は、超音波エネルギー発生器にガスを通した後に、駆動ガスを液体媒体に供給するように配置できる。

【 0 0 2 0 】

プロセスガスが駆動ガスを与える又は構成する装置が構成できる。

20

【 0 0 2 1 】

すなわち、プロセスガスを超音波エネルギー発生器に通して超音波エネルギーを生成させ、それによって駆動ガスを与える又は構成し、その後液体媒体に通すことができ、その際に、該ガスが超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーにさらされる。

【 0 0 2 2 】

いくつかの別の実施形態では、駆動ガス及びプロセスガスは異なってもよく、又は異なる供給源からのものであってよい。例えば、いくつかの実施形態では、駆動ガスは、閉ループ構成で供給でき、それによって、実質的に連続したループ内において、ホイッスル装置に通された駆動ガスが再圧縮され、そして再びホイッスル装置に通すことができる。

30

【 0 0 2 3 】

駆動ガスは、空気、窒素、二酸化炭素、アルゴン若しくは他の好適なガス又はガス混合物などの任意の好適なガスとすることができる。

【 0 0 2 4 】

この装置は、マイクロバブル発生器を備えることができ、該装置は、プロセスガスのマイクロバブルが液体媒体中で発生し、そして超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーによる照射を受けるように構成される。

【 0 0 2 5 】

この特徴には、プロセスガスのマイクロバブルのキャビテーションを生じさせることができるという利点がある。プロセスガスが二酸化炭素を含有するマイクロバブルの形態にある場合には、二酸化炭素は非常に効果的な方法で超音波エネルギーによる照射の結果として炭化水素及び酸素に変換できることが分かった。

40

【 0 0 2 6 】

装置は、化学種に応じてガス分子を分離するようにガス分離器などの分離器を介して超音波エネルギーに暴露されたガスを通過させるように動作可能である。この分離器は、中空系膜分離などの任意の好適な分離器とすることができる。

【 0 0 2 7 】

上記のように超音波エネルギーに暴露されたプロセスガスは、もはや超音波エネルギーへの曝露前のプロセスガスと同じ化学種又は組成でなくてもよいことを理解すべきである

50

。しかし、プロセスガスとして導入されたガス及び１種以上の製品化学種は、その後、化学種に従ってガス分子を分離するガス分離器に通すことができると理解すべきである。いくつかの実施形態では、超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーに暴露されたガスは、そこから製品化学種を分離するための分離器に導入される。いくつかの実施形態では、超音波エネルギーに暴露された気体及び液体は分離器に導入される。分離器は、任意に液体からガスを分離することの他に、１種以上の炭化水素種などの液状化学種を他の液体から分離するように構成できる。したがって、いくつかの実施形態では、製品化学種が分子酸素などの気体及び液状炭化水素、例えばエタノール又は他の液体炭化水素などの液体を含む場合には、分離器は、該装置の液体媒体から分子酸素及び例えば水を含むことができる製品液体を分離することができる。

10

【００２８】

該装置は、炭化水素ガスを１種以上の他のガスから分離するように構成できる。

【００２９】

該装置は、プロセスガスの化学種から炭化水素ガスなどの炭化水素化学種といった製品化学種を分離するように動作可能とすることができる。したがって、この装置は、製品化学種を形成するには反応しなかった１種以上の反応化学種といった、超音波エネルギーを照射する前にプロセスガスに含まれる１種以上の化学種から炭化水素ガスなどの製品化学種を分離することができる。

【００３０】

この装置は、プロセスガス中に見出される分離化学種を、超音波エネルギーにさらに暴露するために液体媒体に戻すように動作可能とすることができる。したがって、二酸化炭素などの、超音波エネルギーを照射する前にプロセスガスに含まれる１種以上の化学種に、再度超音波エネルギーを照射することができる。

20

【００３１】

該装置は、

液体媒体をガスリフトにより圧送することができるガスリフトカラム；及び

該カラムにプロセスガスを導入して、該ガスリフトによって該カラム内に液体媒質を圧送するための手段

をさらに備えることができ、

該装置は、該カラム内における液体媒体に超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーを発射し、それによって該カラムを通過したプロセスガスが該発生器によって生成された超音波エネルギーに曝されるように構成される。

30

【００３２】

該装置は、

ガスリフトカラム；及び

液体媒体をガスリフトによって該カラムに圧送するための手段

を備え、

該装置は、該カラム内における液体媒体に超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーを発射し、それによって該液体媒体及び該液体媒体中における任意の固体、液体及び／又はプロセスガスなどの気体が該発生器によって生成された超音波エネルギーに曝されるように構成される。

40

【００３３】

任意に、ガスリフトによってカラム内で液体媒体を圧送する手段は、該カラムにガスを導入するための手段を備える。ガスリフトによって液体媒体を圧送するように該カラムにガスを導入するための手段は、プロセスガスを導入するための手段を備えることができる。

【００３４】

該装置は、圧送するようにカラムに導入されたプロセスガスを発生器によって生成された超音波エネルギーに曝するように構成できる。

【００３５】

50

いくつかの実施形態では、超音波エネルギー発生器は、駆動ガスによって動力供給される。該発生器は、いくつかの実施形態では1個以上のホイッスル装置を備えることができる。駆動ガスは、プロセスガスと実質的に同一の化学組成のものとすることができる。駆動ガスは、該装置のためのプロセスガスを提供することができる。したがって、いくつかの実施形態では、超音波エネルギー発生器を駆動させるプロセスガスの少なくとも一部をカラムに導入することができる。これは、少なくとも一部、ガスリフトによって液体媒体をカラムに圧送するための手段を提供することができる。任意に、カラムへのプロセスガスの導入は、カラムを通して液体を圧送するガスリフトの実質的に全てを与えることができる。いくつかの実施形態では、プロセスガスは、超音波エネルギーへの暴露のためにカラムに導入できる。

10

【0036】

カラムは、任意に液体媒体が含まれるタンク内の液体媒体中に浸漬できる。あるいは、カラムに、外部タンクを設けることができる。

【0037】

本出願人は、ガスリフトポンプ装置のカラムが、プロセスガスを超音波エネルギーに曝す有益な環境を与えることを見出した。これは、少なくとも部分的には、カラム内の液体媒体に導入されるプロセスガスの少なくとも一部が超音波エネルギーへの曝露時にカラムに制限できるからである。それによって、プロセスガスは、ガスが制限されないタンクに導入される場合よりも制御された方法で超音波エネルギーにさらすことができる。プロセスガスがさらされる超音波エネルギーの強度は、発生器によって与えられる超音波エネルギー源とプロセスガスが発生器に通る又は通過したときのプロセスガスとの間の距離、例えば発生器によって与えられる超音波エネルギー源と液体媒体中におけるプロセスガスの気泡との間の距離に少なくとも部分的に依存する場合がある。いくつかの実施形態では、この距離が大きければ大きいほど、超音波エネルギーの強度は低い。したがって、プロセスガスを超音波エネルギーに可能な限り超音波エネルギー源の近くで暴露することが一般的に有利である。プロセスガスが通過し、該プロセスガスが超音波エネルギーに曝される導管の存在は、プロセスガスを超音波エネルギーにその源の近くで暴露するのを促進するのに役立つ。

20

【0038】

該装置は、ガスリフト装置のカラム内にある液体媒体に駆動ガスを供給し、それによって駆動ガスを該カラム内において超音波エネルギーに曝すように構成できる。

30

【0039】

さらに又は代わりに、該装置は、マイクロバブル発生器によって生成されたマイクロバブルが超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーによる照射を受けるように構成できる。

【0040】

プロセスガスが二酸化炭素を含む装置を構成できる。

【0041】

プロセスガスが体積を基準にして少なくとも約50%の二酸化炭素を含む装置が構成できる。

40

【0042】

プロセスガスが二酸化炭素から本質的になる装置が構成できる。

【0043】

装置は、カラムを通過したガスから炭化水素ガスを分離するように構成できる。いくつかの実施形態では、装置は、カラムを通過した気体からメタンを分離するように構成できる。

【0044】

保護を求める本発明の別の態様では、本発明の前記態様に係る装置又は液体タンク、任意に液体保持タンク内に設けられるその実施形態が提供される。

【0045】

50

任意に、タンクは液体を含有する。

【0046】

任意に、液体は、それに懸濁、溶解又はそうでなければ分散された触媒材料の粒子を含む。

【0047】

触媒粒子は、鉄、任意に酸化鉄、任意にヘマタイト含有化合物を含むことができ、任意に、該触媒粒子は実質的にヘマタイトからなる。

【0048】

保護を求める本発明の一態様では、本発明の前記態様に係る装置又は処理施設、任意に液体処理施設、任意に廃液処理施設にインラインで設置される任意の実施形態が提供される。該装置は、廃液などの液体、任意に廃水、任意に下水をプロセスガス及び超音波エネルギーで処理するように構成できる。装置は、1種以上の生物種を死滅させるために、細菌若しくはウイルス生物又は他の生物種などの生物といった1種以上の生物種を破壊するように構成できる。いくつかの実施形態では、装置は、液体中における1種以上の化学種を1種以上の他の化学種に変換するように構成できる。

10

【0049】

保護を求める本発明のさらなる態様では、プロセスガスを1種以上の他のガスに変換する方法であって、次の工程：

液体媒体中にプロセスガスを導入し；及び

超音波エネルギー発生器により超音波エネルギーを生成させること

20

を含み、該方法は、該発生器によって生成された超音波エネルギーを該液体媒体に発射し、それによって該プロセスガスを該超音波エネルギーに暴露することを含む方法を提供する。

【0050】

超音波エネルギーは、発生器を通した駆動ガスの流れに応答して生成できる。

【0051】

この特徴には、超音波エネルギーを、例えば圧電ジェネレータにより電氣的に超音波エネルギーを発生する手段と比較して、相対的にエネルギー効率良く生成できるという利点がある。

【0052】

30

この方法は、超音波エネルギーに暴露されたプロセスガスを集めることをさらに含むことができる。

【0053】

この方法は、発生器のホイッスル装置を用いて、駆動ガスを該装置に通すことによって超音波エネルギーを生成することを含むことができる。

【0054】

この方法は、ホイッスル装置にガスを通した後に液体媒体に駆動ガスを供給することを含むことができる。

【0055】

任意に、プロセスガスは、駆動ガスを与える又は構成する。

40

【0056】

この方法は、マイクロバブルを液体媒体中において生成させ、そして超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーに照射することを含むことができる。

【0057】

この特徴には、プロセスガスのマイクロバブルのキャビテーションを生じさせることができるという利点がある。プロセスガスが二酸化炭素を含む場合には、二酸化炭素は、超音波エネルギーによる照射の過程において炭化水素と酸素に変換することができることが分かった。

【0058】

この方法は、超音波エネルギーを受けたガスを、ガス分離器により化学種に応じて分離

50

させることを含むことができる。

【0059】

任意に、ガスを分離させることが、1種以上の他のガスから炭化水素ガスを分離することを含む。

【0060】

任意に、ガスを分離させることが、プロセスガスに含まれる1種以上のガスから炭化水素ガスを分離させることを含む。例えば、ガスを分離させることが、炭化水素ガスではないガスから炭化水素ガスを分離させることを含むことができる。非炭化水素ガスは、例えば、1種以上の化学化合物又はプロセスガスに含まれる化学種などの少なくとも数種のプロセスガスを炭化水素に変換することにより得られた1種以上の追加の反応生成物を含むことができる。さらに又は代わりに、非炭化水素ガスは、プロセスガスに元々含まれておりかつ実質的に変化していない1種以上の化学化合物又は化学種を含むことができる。

10

【0061】

この方法は、プロセスガスに元々含まれる分離された1種以上の化学種を液体媒体に戻し、そして該液体媒体中において該分離化学種を超音波エネルギーにさらすことを含むことができる。あるいは又はさらに、この方法は、装置から取り出すことが必要ではない任意のガス及び/又は液体を液体媒体に戻すことを含むことができ、それによってこれらを液体媒体中において超音波エネルギーに暴露することができる。

【0062】

任意に、液体媒体にプロセスガスを導入することが、ガスリフトポンプ装置のカラムにプロセスガスを導入し、そしてガスリフトによって該カラムに液体媒体を圧送することを含み、また、発生器によって生成される超音波エネルギーを液体媒体に発射することが、カラム内における液体媒体に超音波エネルギーを発射することを含み、それによって該カラムを通過するプロセスガスが超音波エネルギーに曝される。

20

【0063】

プロセスガスは、二酸化炭素を含むことができる。

【0064】

プロセスガスは、体積を基準にして少なくとも約10%の二酸化炭素を含むことができる。

【0065】

任意に、プロセスガスは、体積を基準にして少なくとも約14%、さらに任意に少なくとも約20%、さらに任意に少なくとも約40%の二酸化炭素を含むことができ、さらに任意に体積を基準にして少なくとも約50%の二酸化炭素を含むことができる。

30

【0066】

プロセスガスは、二酸化炭素から本質的になることができる。

【0067】

この方法は、カラムを通過した他のガスから炭化水素ガスを分離することを含むことができる。任意に、この方法は、カラムを通過した他のガスからメタンガスを分離することを含む。

【0068】

この方法は、他のガス及びカラムを通過した液体から酸素ガスなどの1種以上の他の化学種を分離することを含むことができる。

40

【0069】

この方法は、液体貯蔵タンクからカラムに液体媒体を汲み出すことを含むことができる。

【0070】

液体は、それに懸濁、溶解又はそうでなければ分散された触媒材料の粒子を含むことができる。

【0071】

任意に、この方法は、液体に懸濁、溶解又はそうでなければ分散された触媒材料の粒子

50

を与えることを含み、ここで、該触媒粒子は、鉄、任意に酸化鉄、任意にヘマタイト含有化合物を含み、任意に、該触媒粒子は実質的にヘマタイトからなる。

【0072】

いくつかの実施形態では、触媒材料は、CdSeを含むことができる。装置は、触媒材料を可視光、任意に約420nmを超える波長を有する光に暴露して、二酸化炭素から1種以上の炭化水素化合物への変換を促進するための手段を含むことができる。CdSeは、光触媒としてCO₂の変換を促進するように作用できる。CdSeは、気泡崩壊のキャビテーションにより二酸化炭素から1種以上の炭化水素への変換を促進するように作用することができる。触媒材料は、いくつかの実施形態では、Wang他, J. Phys. Chem. Lett. 2010, 1, 48-53に記載されているようにCdSe/Pt/TiO₂ヘテロ構造触媒の形態とすることができ、この文献の内容は、参照により本明細書で援用する。さらに又はその代わりに、他の触媒材料も有用であり得る。

10

【0073】

保護を求める本発明のさらなる態様では、プロセスガスを1種以上の他のガスに変換するための装置であって、

プロセスガスをガスリフト装置のカラムに導入するための手段；及び

通過する駆動ガスの流れに応答して超音波エネルギーを生成するように構成された超音波エネルギー発生器を備え、

該装置は、該発生器によって生成された超音波エネルギーを液体媒体に発射し、それによって該プロセスガスが超音波エネルギーにさらされるように構成され、

20

該装置は、超音波エネルギーに暴露されたプロセスガスの収集を可能にするように構成される装置が提供される。

【0074】

保護を求める本発明の別の態様では、二酸化炭素を含むプロセスガスを、任意にメタンを含む1種以上の炭化水素に変換する方法であって、次の工程：

ガスリフトポンプのカラムにプロセスガスを導入してガスリフトにより該カラム内に液体媒体を送り出し；及び

超音波エネルギー発生器を用いて、駆動ガスをそれに通すことによって超音波エネルギーを発生させることを含み、

30

該方法は、該超音波エネルギー発生器によって生成された超音波エネルギーをカラム内の液体媒体に発射し、それによって該カラムに沿って通るプロセスガスを該発生器によって生成された超音波エネルギーにさらすことを含み、

該方法は該カラムを通過したガスを捕捉することをさらに含む方法を提供する。

【0075】

この方法は、1種以上の炭化水素の他に、酸素ガスを発生させることを含むことができる。

【0076】

カラムを通過したガスは、分離の対象となることができ、それによって、プロセスガスの超音波照射により少なくとも部分的に生成された1種以上の製品化学種を、カラムを通過したガスから分離させる。1種以上の製品化学種は、メタンなどの炭化水素を含むことができる。

40

【0077】

保護を求める本発明の別の態様では、二酸化炭素を1種以上の炭化水素、例えばメタン及び/又は酸素に変換するための装置であって、

二酸化炭素を液体媒体中又はそれを通してバブリングするための手段；及び

液体媒体中における二酸化炭素の気泡を超音波エネルギーに暴露するための手段を備え、

該装置は、超音波エネルギーに暴露されたガスの収集を可能にするように構成される装置を提供する。

50

【 0 0 7 8 】

この装置は、それを通るガスの通過により超音波エネルギーを生成するように動作できるホイッスル装置を備えることができる。該装置は、該ホイッスル装置に二酸化炭素を通して超音波エネルギーを生成するように構成できる。

【 0 0 7 9 】

ガスを、ホイッスル装置を通過した後に液体媒体に放出させることができる。あるいは、ガスを、ホイッスル装置を通して再循環させることができる。さらに別法として、ガスを大気に放出することができる。任意に、ガスを貯蔵容器などの貯蔵手段に保存することができる。

【 0 0 8 0 】

装置は、マイクロバブル発生器により液体媒体中において二酸化炭素のマイクロバブルを生成し、そして該マイクロバブルを超音波エネルギーに暴露するように構成できる。マイクロバブルの超音波エネルギーへの曝露は、二酸化炭素から少なくともメタン及び酸素に変換するように構成できる。

【 0 0 8 1 】

この反応は次式で表すことができる：

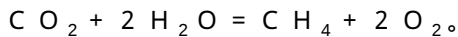
【 数 1 】



10

20

又は



【 0 0 8 2 】

保護を求める本発明の態様では、二酸化炭素を 1 種以上の炭化水素、例えばメタン及び / 又は酸素に変換するための装置であって、

二酸化炭素を、液体媒体を通してバブリングするための手段；及び

液体媒体中における二酸化炭素の気泡を超音波エネルギーに暴露させるための手段を備え、

該装置は、超音波エネルギーに曝された化学種の収集を可能にするように構成される装置を提供する。化学種は、液体及び / 又は気体の形態であることができる。

30

【 0 0 8 3 】

保護を求める本発明の別の態様では、二酸化炭素を 1 種以上の炭化水素（例えばメタンを含む）及び / 又は酸素に変換するための装置であって、

二酸化炭素を含むガスを超音波エネルギーに暴露するための手段；及び

超音波エネルギーに暴露されたガスを収集するための手段を備える装置を提供する。

【 0 0 8 4 】

超音波エネルギーは、超音波ホイッスル装置によって生成できる。

【 0 0 8 5 】

保護を求める本発明のさらなる態様では、二酸化炭素を 1 種以上の炭化水素（例えばメタンを含む）及び / 又は酸素に変換するための装置であって、

液体媒体をガスリフトによって圧送することができるガスリフトカラム；及び

該カラムに二酸化炭素流体の流れを供給するための流体供給装置を備え、

該装置は、それを通る二酸化炭素の流れによって超音波エネルギーを生成するための装置を備え、

該装置は、該カラム内における液体媒体に超音波エネルギーを発射するように動作可能であり、それによって二酸化炭素を超音波エネルギーにさらし、

該装置は、該カラムを通過したガスを捕捉するための手段をさらに備える装置を提供する。

40

50

【 0 0 8 6 】

超音波エネルギーを生成するための装置は、それを通したガスの通過により超音波エネルギーを生成するように動作可能なホイッスル装置を備えることができる。該装置は、ホイッスル装置に二酸化炭素を通して超音波エネルギーを発生させるように構成できる。ガスは、ホイッスル装置を通過した後に液体媒体に放出できる。

【 0 0 8 7 】

あるいは、ホイッスル装置を通過するガスを再加圧し、そしてホイッスル装置に通すことができる。いくつかの実施形態では、二酸化炭素以外のガスを、二酸化炭素に加えて又はその代わりにホイッスル装置に通すことができると理解すべきである。

【 0 0 8 8 】

該装置は、マイクロバブル発生器により、液体媒体中における二酸化炭素から実質的になるガスのマイクロバブルを発生させ、そして該マイクロバブルを超音波エネルギーに暴露するように構成できる。実験から、好適な条件下で二酸化炭素を含有するマイクロバブルを超音波エネルギーに曝露すると、二酸化炭素からメタン及び酸素への変換が生じ得ることが実証される。

【 0 0 8 9 】

マイクロバブルは、有利には約 5 0 ミクロン以下の範囲の直径を有するように形成できる。マイクロバブルは、約 1 μm ~ 約 5 0 μm の範囲の直径を有するように形成できる。

【 0 0 9 0 】

保護を求める本発明の別の態様では、プロセスガスを 1 種以上の他のガスに変換するためのガス変換装置であって、

液体媒体にプロセスガスを導入するための手段；及び

超音波エネルギーを生成するように構成される超音波エネルギー発生器を備え、

該装置は、該発生器によって生成された超音波エネルギーを液体媒体に発射し、それによってプロセスガスが超音波エネルギーに曝されるように構成され、

該装置は、超音波エネルギーに暴露されたプロセスガスの収集を可能にするように構成される装置を提供する。

【 0 0 9 1 】

保護を求める本発明のさらなる態様では、二酸化炭素を 1 種以上の炭化水素（例えばメタンを含む）及び / 又は酸素に変換するための装置であって、

液体媒体をガスリフトによって圧送することができるガスリフトカラム；及び

該カラムに二酸化炭素流体の流れを供給するための流体供給装置を備え、

該装置は、超音波エネルギーを発生させるためのデバイスを備え、該デバイスは、二酸化炭素を超音波エネルギーにさらし、それによって該カラム内の液体媒体に超音波エネルギーを発射するように動作可能であり、該装置は、該カラムを通過したガスを捕捉及び / 又は収容するための手段を備える装置を提供する。

【 0 0 9 2 】

ガスは、いくつかの実施形態では、少なくとも最初にカラムを通過した後に液体タンクのアレイ空間内に収容できる。その代わりに又はそれに加えて、ガスは、任意に分離器を介して、カラムから別々の貯蔵又は処理空間に直接供給できる。いくつかの実施形態では、カラムは、導管を形成するように結合又は拡張でき、それを通して導管に沿って通るガスが貯蔵又は処理空間に送られる。

【 0 0 9 3 】

任意に、超音波エネルギーを生成する装置は、それを通したガスの流れにより超音波エネルギーを発生するように構成される。

【 0 0 9 4 】

保護を求める本発明のさらなる態様を構成するのは、本発明の上記態様のいずれかのガス変換装置の実施形態並びに例えば容器の液体貯蔵又はバラストタンク内において液体を

10

20

30

40

50

循環させるための様々なガスリフトポンプ装置などの他の処理装置に使用するための気泡発生器自体の所定の構成である。

【0095】

したがって、保護を求める本発明の別の態様では、処理装置内の液体媒体中においてガスの気泡、好ましくはマイクロバブルを発生させるための気泡発生器であって、該気泡発生器は、内部においてガスの気泡を形成させるために構成された、液体媒体中における所定位置のための気泡形成部；ガスの入力流れを該気泡形成部に供給するための入力部；及び該形成されたガス気泡の出力流れを該気泡形成部から放出するための出力部を備え、該気泡形成部は、そこを通るガスの流れに渦を誘導するために構成された1個以上の渦誘導部材を備える気泡発生器を提供する。

10

【0096】

保護を求める本発明のさらなる態様では、処理装置内の液体媒体中にガスの気泡、好ましくはマイクロバブルを発生させるための気泡発生器であって、該気泡発生器は、
渦誘導部；
該渦誘導部にガスの入力流れを供給するための入力部；及び
気泡の出力流れを放出するための出力部
を備え、

該渦誘導部は、それを通したガスの流れに渦を誘導するために構成された1個以上の渦誘導部材を備える気泡発生器を提供する。

【0097】

20

上記気泡発生器のいくつかの実施形態では、1個以上の渦誘導部材は、入力部と出口部との間のガス流路内に配置される1個以上、好ましくは複数の渦誘導ブレード部材を備えることができる。各ブレード部材は好ましくは衝突面を備え、各ブレード部材の衝突面は、入力部における入力ガス流れの方向に対して非平行となるように配向できる。このようにして、ブレード部材の衝突面に衝突するガスの入力流れは、該入力流れがブレード部材上に流れかつそれを通過したときに方向を変更させられ、それによって、それが入力部から出力部に流れるときにガス流路内に旋回又は渦効果が生じる。

【0098】

上記気泡発生器のいくつかの実施形態では、複数のブレード部材を設けることができ、これらのものは、好ましくは、特に円形配置で、入力部における入力ガス流れの方向に対して垂直な長手方向軸の周囲で、互いに等間隔に設けることができる。

30

【0099】

上記気泡発生器のいくつかの実施形態では、渦誘導部は、渦誘導部に流入するガスを渦誘導素子に導くためのドーム部材を備えることができる。好ましい形態では、ドーム部材は、ガスが内部のガス流路に流れるときに渦電流の発生を低減させるために構成された放射状内部形状を有することができる。

【0100】

上記気泡発生器のいくつかの実施形態では、その内部に、1個以上の渦誘導部材の下流において、ガスの出力流れを、特にガスの流れが装置内の液体媒体に入る出力部の出口に向かう方向に加速するための加速部を設けることができる。加速部は、例えば、その出口に向かって径方向内向きに先細になる内部形状を有する円錐形通路を備えるガス流路の部分を画定することができる。このようにして、ガスの渦又は旋回流を向上させ、それによって、特に好ましい実用的な実施形態では存在してもよい1個以上の超音波エネルギー発生器によって与えられる超音波エネルギーへの曝露時に、液体媒体中におけるガス気泡のキャビテーションの程度を改善させることができる。

40

【0101】

上記気泡発生器のいくつかの実用的な実施形態では、ガスの入力流れを渦誘導部に供給するための入力部は、近位端部を介して装置内に取り付けられ（例えば片持ち式固定の方法で）かつ遠位端部で渦誘導部を保持する導管を備えることができる。導管は、任意にガスリフトポンプ装置のカラム内にあるガスリフトポンプ装置の貯蔵タンク、パイプライン

50

、又はカラムの側壁といった装置の側壁から離れて液体媒体中における渦誘導部を支持することができる。導管の支持を支援するために、特に装置内は装置を通る液体媒体の流れが導管の外側で比較的大きな力を発揮することができることを条件として、装置内における導管の取付けは、例えば装置上又は装置内の導管とその固定位置との間に設けられる１個以上の強化ウェブ、ブラケット、パットレス又は同様の要素若しくは部材、１個以上の支持部材又はウェブによって向上できる。いくつかの実施形態では、導管内におけるガス流れの方向及び入力部を通過する液体の流れの方向は、互いに略垂直に配向できる。

【０１０２】

上記気泡発生器自体の好ましい実施形態では、このものは、好ましくはマイクロバブル発生器であり、これは、好ましくは、約５０ミクロン以下の範囲の直径の気泡を生成するように構築及び構成されることを意味する。気泡発生器は、約１ミクロン～約５０ミクロンの範囲内、任意に約１０ミクロン～約５０ミクロンの範囲内、さらに任意に約２０ミクロン～約５０ミクロンの範囲内の直径の気泡を発生するように構成できる。

10

【０１０３】

本発明のこの別の態様に係る気泡発生器の実施形態のさらなる有利な特徴を、具体的に説明した本発明の他の態様の実施形態に関連してさらに説明する。

【０１０４】

本発明のこの別の態様の上記気泡発生器自体の実施形態を、様々な処理装置の様々な用途に供することができる。いくつかの好ましい用途では、処理装置は、ガス変換装置であることができ、ガスは、該装置によって１種以上の他のガスに変換するためのプロセスガスである。このようなガス変換装置は、上で定義されるようなその様々な態様における本発明の様々な実施形態に係るガス変換装置であることができる。

20

【０１０５】

しかし、他の用途では、処理装置は、例えば細菌又は非細菌水生迷惑種（ＡＮＳ）を死滅させるプロセスにおいて水その他の液体を循環させるための、例えばガスリフトポンプ装置船舶又は海洋船舶又は水上輸送クラフトといった船の液体貯蔵又はバラストタンクで使用するためのガスリフトポンプ装置とすることができる。

【０１０６】

したがって、保護を求める本発明の別の態様によれば、ガスリフトポンプ装置であって、

30

使用時に液体媒体をガスリフトによって圧送することができる略直立部を有するカラム；及び

液体媒体中においてガスの気泡を発生させるための本発明の別の態様に係る気泡発生器を備えるガスリフトポンプ装置を提供する。

【０１０７】

任意に、該装置は、カラムの第１の位置で該カラムにガスの流れを供給して液体媒体をガスリフトによって圧送するためのガス供給装置を備えることができる。

【０１０８】

気泡発生器は、カラムを通過したときに液体媒体中において気泡を形成するように構成できる。あるいは、気泡発生器は、気泡を液体媒体中で形成させ、次いで該気泡がカラムに供給される。

40

【０１０９】

上記ガスリフトポンプ装置の好ましい実施形態では、気泡発生器により形成された気泡に超音波エネルギーを加えるために構成された少なくとも１個の超音波エネルギー発生器をさらに設けることができる。このような１個以上の超音波エネルギー発生器は、ガス変換装置に適用されるときに本発明の他の態様の実施形態に関連して定義されたもののいずれとすることができる。

【０１１０】

ガスリフトポンプ装置は、バラスト水処理装置によって構成される又はその少なくとも一部を構成することができる。この装置には、船舶にオンボードで設けることができる。

50

この装置は、１個以上のバラストタンクのバラスト水を処理するように構成できる。この装置は、バラスト水中においてマイクロバブルを発生させ、任意にバラスト水中のマイクロバブルを超音波エネルギーに暴露させるように構成できる。マイクロバブルは、船舶煙道ガス、任意に燃焼ガスを含み、かつ、二酸化炭素を含むことができる。マイクロバブルを発生させるマイクロバブル生成器によって使用されるガスは、２％未満、任意に１．５％未満、さらに任意に１％未満の酸素濃度を有することができる。酸素濃度は０．１％を超えることができる。酸素濃度は約０．５％又はいくつかの実施形態で約０．６％とすることができる。

【０１１１】

上記ガスリフトポンプ装置の好ましい実施形態では、気泡発生器の気泡形成部は、有利には、カラム内において略同軸に配置できる。

10

【０１１２】

上記ガスリフト装置の実施形態は、多様な形態をとることができる。いくつかの特定の有用な形態は、本出願人の同時係属国際特許出願WO 2013/093527号に開示されかつ例示されているようなものである。その公開出願の明細書の全内容及び図面は、暗示的に参照により本明細書で援用する。

【０１１３】

本出願の範囲内において、前段落、特許請求の範囲及び／又は次の説明並びに図面に示される様々な態様、実施形態、実施例及び変形例、特にそれらの個々の特徴を、独立して又は任意の組み合わせで得られることが明示的に想定される。一実施形態に関連して説明した特徴は、特に明示しない限り全ての実施形態に適用可能であり、又はこのような特徴は互換性がない。

20

【０１１４】

様々な態様における本発明の様々な実施形態を、添付図面を参照しながら、単なる例示として説明する。

【図面の簡単な説明】

【０１１５】

【図１】図１は、本発明の実施形態に係る装置の概略図である。

【図２】図２は、本発明の実施形態に係るマイクロバブル発生器の（ａ）略水平軸に沿った断面図及び（ｂ）装置のカラムを下から見たときの概略図である。

30

【図３】図３は、図１の装置に用いられる一連の超音波発生器における（ａ）側面図及び（ｂ）装置のカラムに沿った流体の流れの方向に沿って見たときの概略図である。

【図４】図４は、（ａ）本発明の一実施形態に係る装置での使用に適したホイッスル装置の側面図及び（ｂ）（ａ）と同じ視線方向に沿った断面図を示す。

【図５】図５は、本発明のさらなる実施形態に係る変換部を（ａ）断面図及び（ｂ）平面図で示す。

【図６】図６は、図５の実施形態のマイクロバブル発生器を示す。

【図７】図７は、図５の実施形態の超音波発生器を示す。

【図８】図８は、図７の実施形態のノズル部材の（ａ）側面図、（ｂ）（ａ）の方向V1に沿った図、及び（ｃ）（ｂ）の線B-Bに沿った断面図における拡大図である。

40

【図９】図９は、発電所ボイラーの排気ガスを処理するように構成される本発明の一実施形態に係るボイラー排ガス処理システムの概略図である。

【図１０】図１０は、図６の実施形態のマイクロバブル発生器が設けられたガスリフトポンプ装置のさらなる実施形態の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【０１１６】

実施形態の詳細な説明

図１は、本発明の実施形態に係るガス変換装置１００の概略図である。図１の装置１００は、二酸化炭素プロセスガスをメタンガス及び酸素ガスに変換するように構成されている。

50

【 0 1 1 7 】

装置 1 0 0 は、外部源から装置 1 0 0 に供給される二酸化炭素プロセスガスを圧縮する圧縮機 1 0 5 を有する。圧縮機 1 0 5 で圧縮されたプロセスガスは、液体保持タンク 1 1 0 内に配置される装置 1 0 0 の変換部 1 1 5 に供給される。タンク 1 1 0 は、変換部 1 1 5 を実質的に浸すのに十分な量の水を含む。また、水以外の液体も有用なことがある。液体は、気体変換を促進し、腐食を阻害し及び / 又は細菌増殖を阻害するために 1 種以上の添加剤を含有することができる。

【 0 1 1 8 】

変換部 1 1 5 は、直立導管又はカラム 1 2 5 に連結されたマイクロバブル発生部 1 2 0 を有する。マイクロバブル発生部 1 2 0 は、二酸化炭素プロセスガスをガス入口 1 3 0 G で受け取り、タンク 1 1 0 からの液体を液体入口 1 2 0 L で受け取るように構成されている。以下により詳細に記載するように、マイクロバブル発生部 1 2 0 は、マイクロバブルを生成し、そしてそれらをカラム 1 2 5 に上方に上昇させることを可能にする。

10

【 0 1 1 9 】

カラム部 1 2 5 には、その下部に超音波発生部 1 4 0 が設けられている。超音波発生部 1 4 0 は、ホイッスル装置 1 5 0 の配列を有し、該ホイッスル装置は、加圧ガスがそれらを通ったときに超音波エネルギーを生成する。超音波エネルギーは、カラム部 1 2 5 を通って上昇するマイクロバブルのキャビテーションを引き起こし、少なくとも一部の二酸化炭素をメタン及び酸素に変換する。

【 0 1 2 0 】

超音波発生部 1 4 0 を通って上昇するカラム内のガスは、その自由端部 1 4 0 E でカラム 1 4 0 から排出され、かつ、タンク 1 1 0 内における液体 1 1 0 L L のレベルより上にあるタンク 1 1 0 のヘッドスペース 1 1 0 H まで上昇する。したがって、メタンと酸素と未変換二酸化炭素との混合物は、ヘッドスペース 1 1 0 H に集まる。いくつかの実施形態では、それに加えて又はその代わりに、1 種以上の他の炭化水素がヘッドスペース 1 1 0 H に集まることができる。

20

【 0 1 2 1 】

タンク 1 1 0 は、第 1 及び第 2 ガス出口ポート 1 1 0 G 1、1 1 0 G 2 を有し、これらのものは、使用中におけるタンク 1 1 0 内の液体の最大期待レベルよりも上のレベルでタンク 1 1 0 の上壁 1 1 0 U を介してタンク 1 1 0 に接続する。

30

【 0 1 2 2 】

第 1 ガス出口 1 1 0 G 1 は、ガス分離部 1 9 0 に連結されているのに対し、第 2 ガス出口ポート 1 1 0 G 2 は、圧縮機 1 0 5 の入口に連結されている。したがって、第 2 ガス排出口 1 1 0 G 2 を介してタンク 1 1 0 から出るガスは、変換部 1 1 5 を介して再循環される。この特徴は、ヘッドスペース 1 1 0 H 中の二酸化炭素の濃度を低減させることを可能にし、それによってメタンの所定量を得るためには、分離器 1 9 0 で処理されなければならないヘッドスペース 1 1 0 H からのガスの量を減少させることができる。ヘッドスペース 1 1 0 H から圧縮機 1 0 5 及び分離部 1 9 0 に流れるガスの相対量は、ヘッドスペース 1 1 0 H における二酸化炭素及び 1 種以上の他のガスの濃度を制御するように制御できる。

40

【 0 1 2 3 】

マイクロバブル発生器

図 1 の装置 1 0 0 のマイクロバブル発生部 1 2 0 は、サイクロン（又は「サイクロン式」）マイクロバブル発生器 1 2 0 である。これは、発生器 1 2 0 のバブル剪断部 1 3 0 に通る液体に渦を誘導するように構成される。渦は、バブル剪断部 1 3 0 を通過する液体中においてマイクロバブルの形成を促進するように誘導される。

【 0 1 2 4 】

マイクロバブル発生部 1 2 0 は、図 2 にさらに詳細に示されている。図 2 (a) は、マイクロバブル発生部 1 2 0 のシリンダ軸線 A に対して垂直に見たときの発生部 1 2 0 の断面図である。図 2 (b) は、矢印 B の方向に沿って見たときのシリンダ軸線 A に沿った図

50

である。

【0125】

発生部120には、タンク110内の液体を変換部115に流入させるための液体入口120Lが設けられている。図2(a)から分かるように、入口120Lを通して発生部120に入る液体は、発生部120の内壁に対して略接線方向に流れる。この特徴は、発生部120を通る液体の旋回流を促進する。

【0126】

マイクロバブル発生部120を通して流れる液体は、チョーク又はベンチュリ部121を通して強制的に流れる。ベンチュリ部121は、発生部140の断面積が液体入口120Lから離れるに従って減少する部分である合流部Cと、合流部Cの直ぐ下流にある略一定の断面積のスロート部Tと、合流部Cのすぐ下流にある増加断面積の分岐部Dとを有する。

10

【0127】

ベンチュリ部121のスロート部Tにはガス入口123が設けられ、該ガス入口は、プロセスガスを、スロート部Tを通過する液体に注入するのを可能にするように構成される。これらの入口123は、スロート部Tの周囲付近の間隔を開けた位置に設けられており、近隣の入口123は、互いに略等距離である。図示した実施形態では、12個の入口123が設けられている。また、入口123の他の数及び入口123の他の構成も有用な場合がある。

【0128】

使用時には、ベンチュリ部121を通過した液体は、発生部120を通過する液体中に際に形成する気泡の剪断を生じさせるように構成される。ガスが注入口123から注入されたときに気泡が形成される。気泡の剪断は、停滞液中で形成された気泡の平衡サイズと比較して気泡のサイズの減少を引き起こす。図2に示すタイプのマイクロバブル発生部120は、変換部115におけるマイクロバブルの安定な流れを生成するのに非常に有効であることが分かった。

20

【0129】

超音波エネルギー発生器

変換部115は、使用時に、液体の流れをそれに混入したプロセスガスのマイクロバブルと共にマイクロバブル発生部120から超音波発生部140に供給するように構成されている。

30

【0130】

超音波発生部140は、図3に詳細に示されている。図3(a)は、超音波発生部140を側面図で示しているのに対し、図3(b)は、軸Aに沿って上から見たときの超音波発生部140を示している。超音波発生部140は、ホイッスル装置141AA、141ABのそれぞれの2つ直接配列を備える。各配列は、4対のホイッスル装置141を有し、各ペアの一方の装置は、略水平のガス供給ラインGA、GB上に装着されているのに対し、他方のものはその下に装着されている。各供給ラインGA、GBに沿って流れるガスは、ホイッスル装置141を通過し、該ガスは、カラム125内の液体に排出される。

【0131】

図4を参照すると、各ホイッスル装置141は、ホイッスル本体となるチャンバ141Cの形の部分を有する。ホイッスル本体141Cにはノズル部材141N及び受容部材141Rが連結されている。ホイッスル本体141Cは、ノズル部材141Nとは間隔を開けて実質的に固定されかつ略同軸関係で受容部材141Rを支持するように構成されている。ノズル部材141Nは、ガス供給ヘッド141GHに連結されるように示されており、該ガス供給ヘッドは、各ガス供給ラインGA、GBの一部を構成する。

40

【0132】

ノズル部材141Nは、プロセスガスの流れを受容部材141Rの開口141ROから受容部材141Rによって画定されるオープンキャビティ141RCに導くように配置されている。受容部材141Rは、ホイッスル本体141Cにおけるタップ開口部にねじ込

50

まれ、それによって受容部材 141R がホイッスル本体 141C に接続されるように構成される。このようにして、受容部材 141R は、チャンバ 141C の一方の端部を閉じるように構成される。ノズル部材 141N からキャビティ 141RC までのガスの流れによって、ハルトマン型ホイッスルの装置の態様で超音波エネルギーが生成される。また、他のホイッスル装置も有用であり得る。

【0133】

受容部材 141R の開口 141RO とノズル 141N と間の間隔は、ねじを用いて受容部材 141R を回転させることにより調節できる。

【0134】

いくつかの構成では、受容部材 141R によって画定されるキャビティ 141RC の深さ D を調節することができる。いくつかの構成では、調節は、追加のねじ調節、例えば一方の端部でキャビティ 141RC の内側基底面を画定するねじの位置を調節することによって行う。この特徴は、装置 141 によって生成される音響エネルギーの量を最適化することができるという利点を有する。音響エネルギーの周波数（すなわち、装置 141 によって生成される音波の周波数）は、いくつかの実施形態では、深さ D を調節することによって調節できる。

10

【0135】

ホイッスル本体 141C は、ノズル部材 141N 及び受容部材 141R と同軸の略管状スリーブを与え、該スリーブは、本体 141C から出てカラム 125 内の液体に至るノズル部材 141N からのガスの流れを収容するように内部に形成された一対の開口部 141A を有する。それによって、ホイッスル装置 141 はガス供給装置として作用し、カラム内の液体にガスの流れを供給する。このガスは、液体中で上昇し、ガスリフトにより変換部 115 を介した液体の送り出しを生じさせる。

20

【0136】

超音波発生器を駆動するために使用されるガスを駆動ガスとすることができる。駆動ガスは、プロセスガスと同じ種類のものであることができ、任意に同じ供給源からのものであることができる。或いは、駆動ガスは異なるガスであってもよい。

【0137】

いくつかの実施形態では、プロセスガスは、燃焼反応の生成物であることができる。プロセスガスは、燃焼条件によっては約 13 ~ 14 % の二酸化炭素又は他の量を含むことができ、残部は窒素、硫黄酸化物 (SO_x) 及び窒素酸化物 (NO_x) である。例えば、プロセスガスは、石炭、石油又はガス火力発電所から供給できる。いくつかの実施形態では、プロセスガスは、船舶の排ガスであることができる。内燃機関からの排気ガスといった二酸化炭素を含有する他のガス源も有用である。

30

【0138】

いくつかの別の実施形態では、装置は、駆動ガスがカラム内の液体には排出されないように構成される。いくつかの実施形態では、駆動ガスを再加圧し、そしてホイッスル装置 141 に再循環させることができる。

【0139】

変換反応

変換部 110 のカラム 125 において二酸化炭素のマイクロバブルを超音波エネルギーに暴露すると、該バブルが崩壊し、ガスの迅速かつ極度の加熱及びフリーラジカルの生成を引き起こすと解される。これは、以下の式により二酸化炭素からメタン及び酸素への変換をもたらすと考えられる。

40

【0140】

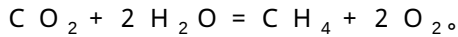
この反応は次式で表すことができる：

【数 2】



50

或いは、



【0141】

いくつかの実施形態では、この反応を触媒するために触媒を与えることができる。触媒は、粒子形態で与えることができ、触媒の粒子は、タンク110内の液体媒体に懸濁される。いくつかの実施形態では、触媒粒子は、鉄又はその酸化物を含有する。いくつかの実施形態ではヘマタイトの粒子又はヘマタイト担持粒子が有用である。

【0142】

本発明の実施形態は、二酸化炭素などの環境に有害な場合がある1種以上のガスを比較的簡単な方法かつエネルギー効率の高い方法で有用な形態に変換することができるという特徴を有する。加圧ガスの流れによる超音波エネルギーの生成は、電気変換装置といった超音波エネルギーを発生させる他の方法と比較して比較的強固で弾力的な装置を設けることを可能にする。

10

【0143】

本発明の実施形態は、発電所が放出した燃焼ガス中に存在する二酸化炭素を酸素及びメタンガスに変換するのに有用である。本発明のいくつかの実施形態において生成された酸素ガスは、環境中に放出でき又は酸素ガス容器内で保存でき、かつ、例えば工業用プロセスガスとして使用又は販売できる。

【0144】

生成されたメタンガスは、燃料として使用でき、又は化学物質の処理などの任意の他の好適な目的のために使用できる。

20

【0145】

いくつかの実施形態では、カラム125を通過したガスの再循環は実行されないことを理解すべきである。いくつかの実施形態では、ガスは、再循環なしに分離器190に供給される。いくつかの実施形態では、カラム125に沿って通ったガスは、分離器190には供給されない。いくつかの実施形態では、ガスは貯蔵タンク内で保存される。

【0146】

本発明のいくつかの実施形態に係るガス変換装置は、太陽エネルギーなどの再生可能エネルギー源によって生成される電気エネルギーによって動作できると解すべきである。いくつかの実施形態では、プロセスガスは、超音波エネルギー発生器のホイッスル装置を、プロセスガスを圧縮する必要なしに動作させるのに十分に高い圧力で該装置に供給できるため、圧縮機105は必要ではないと解すべきである。さらに、プロセスガスは、ヘッドスペース110Hから引き出された後にカラム125を通した再循環を受けるガスを圧縮するための圧縮機の電力供給を可能にするのに十分に高い圧力で供給できるため、圧縮機105を動作させるために追加の電力はほとんど又は実質的には全く必要とされない。

30

【0147】

いくつかの実施形態では、少なくともいくつかの実施形態ではメタンと酸素との混合物であるヘッドスペース110Hに集まるガスは、メタンと酸素を分離する必要なしに燃料として又は工業プロセスで使用できる形態であることができる。残留二酸化炭素プロセスガスがヘッドスペース110H中に存在する実施形態では、二酸化炭素の濃度は、ガスが燃料として又は特定の工業プロセスにおいて有用であるように濃度が十分に低くなるまで圧縮機105を通してガスを再循環させることによって低下できる。また、他の構成も有用な場合がある。

40

【0148】

本発明のいくつかの別の実施形態では、異なるマイクロバブル発生器及び/又は異なる超音波エネルギー発生器を使用することができる。

【0149】

変換部の別の実施形態を図5において215で示す。図5の変換部215は、異なるマイクロバブル発生器220及び異なる超音波エネルギー発生器240を有する。図1の実施形態と同様の図5の実施形態の特徴は、100だけ増分した同様の符号で示されている

50

。

【 0 1 5 0 】

図 5 は、図 5 (b) の断面 A - A で見たときの変換部 2 1 5 を示す。図 5 (b) は、変換部 2 1 5 を平面図で示している。変換部 2 1 5 は、カラム 2 2 5 を有し、該カラムは、その基部に、その下端部からカラムに液体を引き出し又は圧送するように構成される液体入口 2 2 0 L を有する。

【 0 1 5 1 】

図 5 (a) の実施形態は、実質的縮尺通りであり、長さ L 1 は約 1 6 0 mm であり、長さ L 2 は約 1 1 0 0 mm である。また、他の寸法も有用であり得る。

【 0 1 5 2 】

マイクロバブル発生器 2 2 0 は、入口 2 2 0 L の上に設けられ、かつ、発生器 2 2 0 をカラム 2 2 5 の対応するフランジ 2 2 5 F 1 に連結させるように構成されるフランジ 2 2 0 F 1 を備える。カラム 2 2 5 は、任意の所望の向きで配置できると解すべきである。本実施形態では、カラム 2 2 5 は、実質的に直立し、略垂直のカラム 2 2 5 のシリンダ軸線 A と垂直方向に配置されている。図 5 の実施形態では、マイクロバブル発生器 2 2 0 のフランジ 2 2 0 F 1 は、略垂直平面内にある。

【 0 1 5 3 】

図 6 (a) に示すように、マイクロバブル発生器 2 2 0 は、貫通しかつ固定フランジ 2 2 0 F 1 に連結されるガス導管 2 3 0 G B を有する。導管 2 3 0 G B は、フランジ 2 2 0 F 1 に対して略垂直かつそれと同軸にフランジ 2 2 0 F 1 から延在し、かつ、自由端でガスバブラー装置 2 2 1 を支持するためのブーム状構造を画定する。一对の直立ウェブ部 2 3 0 W がフランジ部 2 2 0 F 1 に一方の端部で取り付けられており、そして導管 2 3 0 G B の全長のかなりの部分に沿って走りかつ導管 2 3 0 G B に連結される。ウェブ部 2 3 0 W は、導管 2 3 0 G B 真上及び真下に配置され、導管 2 3 0 G B を剛性にしかつ強化するのに役立つ。カラム 2 2 5 内の導管 2 3 0 G B を通る液体の流れは、導管 2 3 0 G B には非現実的な力を発揮させないことがあると理解すべきである。したがって、ウェブ部 2 3 0 W の存在は、導管 2 3 0 G B の曲げを低減するように少なくとも部分的に機能する。ウェブ部 2 3 0 W は、カラム 2 2 5 のシリンダ軸線 A に対して平行な方向に沿って液体の流れに対して略平行に配置される。

【 0 1 5 4 】

バブラー装置 2 2 1 は、下方開口キャビティを画定するハウジング 2 2 1 H を有し、該キャビティ内には、放射状内部形状形態を有するドーム状又はカップ状部材である中空ドーム部材 2 2 1 D が設けられている。ドーム部材 2 2 1 D は、バブラー装置 2 2 1 へのプロセスガスの流れの上に配置されており、かつ、以下に説明するようにバブラー装置 2 2 1 に流入するガスを挿入部材 2 2 1 I に対して下方にチャネリングするのを補助するように構成されている。ドーム部材 2 2 1 D の放射状内部形状形態は、プロセスガスがドーム部材 2 2 1 D に流入したときにハウジング 2 2 1 H 内における渦電流発生を低減するのに役立つ。

【 0 1 5 5 】

バブラー 2 2 1 に入るプロセスガスは、略円筒形の中空挿入部材 2 2 1 I を通って下方に流れ、該挿入部材は、バブラー 2 2 1 のハウジング 2 2 1 H 内に滑り嵌めを享受するように構成され、組立時には下方 (図示した向きに対して) から導入される。インサート部材 2 2 1 I は、その上部周縁部の周囲に等間隔をあけて配置された 5 個の旋回又は渦誘発直立ブレード要素 2 2 1 I B が設けられている。また、ブレード要素 2 2 1 I B の他の数も有用であり得る。ブレード要素 2 2 1 I B は、導管 2 3 0 G B の長手方向円筒軸と整列し、それによって、それらの衝突面は、導管 2 3 0 G B からハウジング 2 2 1 H に通るプロセスガスの流路内に直接配置される。ブレード要素 2 2 1 I B は、導管 2 3 0 G B からハウジング 2 2 1 H に通るプロセスガスのガス流の方向に対して垂直な長手方向軸の周囲に円形対称配置で配置される。したがって、バブラー 2 2 1 に入るプロセスガスは、ブレード要素 2 2 1 I B の面に直接衝突し、これによりプロセスガスがバブラー 2 2 1 内にお

10

20

30

40

50

いて旋回し始める。すなわち、プロセスガスは、渦巻き状の流路をとる。プロセスガスは、インサート部材 221I により画定される流体通路を通して下方に流れるように強制される。通路は、該通路が上部からその下端部に向かって狭くなるように内向きに先細になる円錐形である。その結果として、ブレード要素 221B から下方に離れて流れるプロセスガスの速度は、ブレード要素 221IB からの距離に応じて増加する。

【0156】

挿入部材 221I の下端部には、ハウジング 221H の自由端上にねじ止めされ、ハウジング 221H 内に挿入部材 221I を保持する円筒状開口キャップ部材 221AP が設けられる。開口キャップ部材 221AP は、その頭部 221APH に設けられた、ハウジング 221H と同軸の開口 221APA を有する。開口 221APA は、プロセスガスをバブラー 221 から出て、バブラー 221 が浸漬される液体に流れるのを可能にするように配置される。プロセスガスが旋回流を呈し、その後挿入部材 221I に沿って加速させるという特徴は、ガスが比較的高速でかつ高強度の旋回又は回転でカラム 225 内の液体に注入できるという特徴を有する。本出願人は、このようにして液体に気体を注入することによって形成された気泡を特に小さなサイズ、いくつかの実施形態では 50 μm 未満の直径とすることができ、カラム 225 において気体と液体との均質混合を可能にすることを見出した。さらに、気泡は、気泡がカラム 225 を通した下向きの液体の流れで超音波エネルギー発生器 240 に向けて上方に引き出される又は強制されるときに安定でありかつ実質的に同じ大きさのままであることが分かった。

【0157】

図 6 の実施形態では、バブラー 221 は、そのシリンダ軸（挿入部材 221I 及び開口キャップ 221AP のシリンダ軸と実質的に一致する）がカラム 225 のそれと実質的に一致するようにカラム 225 の略同軸上に設けられる。また、他の構成も有用である。しかし、カラム 225 に対して実質的に中心となるようにバブラー 221 を配置することによって、マイクロバブルの比較的均一な流れがカラムの断面積に対して確立できることが分かる。

【0158】

図 7 は、超音波エネルギー発生器 240 をさらに詳細に示す。図 7 (a) は、発生器 240 の 3D 図であるのに対し、図 7 (b) は、発生器 240 の一部を形成するホイッスル装置 241 の 19 個のうちの 1 個の外観図である。図 7 (c) は、図 7 (b) の断面 B-B に沿って見たときの装置 241 を示すのに対し、図 7 (d) は、装置 241 の 3D 図である。図 4 の装置と同様の図 7 の装置の特徴を 100 だけ増分した符号で示す。

【0159】

図 7 (a) から分かるように、ホイッスル装置のうち 16 個が変換部 215 のカラム 225 の周囲に円周方向に配置され、3 個がカラム 225 の直径に沿って離間した位置に配置され、使用時にはカラム 225 を通る液体の流れの方向の上流側に面する。ホイッスル装置の他の数及びホイッスル装置の他の構成も有用である。図示した実施形態では、ホイッスル装置 241 は、カラム 225 に沿って通る実質的に全ての流体が少なくとも 1 個のホイッスル装置 241 の本体部分の 50 mm 内に通るように配置される。これは、流体に混入されたマイクロバブルを十分に高い強度の超音波放射に暴露するのを確実にするためである。また、他の距離も有用である。

【0160】

図 4 に示した実施形態のホイッスル装置 141 について、図 7 のホイッスル装置 241 は、タップ付きホイッスル本体を画定するチャンバ 241C を有する。ノズル部材 241N 及び受容部材 241R は、それぞれのねじによりホイッスル本体 241C に連結される。受容部材 241R は、図示された実施形態ではホイッスル本体 241C 内に実質的に完全に収容され、かつ、ノズル部材 241N に対して実質的に固定され、間隔を開けて設けられかつ略同軸方向にある。図示した実施形態では、ノズル部材 241N は、ガス供給ヘッド連結部 241GHC と同じ部材から一体形成される。連結部 241GHC には、ノズル部材 241N をガス供給ヘッドに連結するのを可能にするように構成される内部ねじが

設けられている。外部ねじは、ノズル部材 2 4 1 N をホイッスル本体 2 4 1 C に連結させるのを可能にする。

【0 1 6 1】

図 8 は、ハウジング 2 4 1 C から分離されたノズル部材 2 4 1 N 及びガス供給ヘッド連結部 2 4 1 G H C を示す。図 8 は、実質的に縮尺通りであり、本実施形態では、長さ L 1 は 4 0 m m であり、直径 D G H C は約 3 1 m m である。また、他の寸法も有用である。

【0 1 6 2】

図 8 に示すように、ノズル部材 2 4 1 N は、流れ分割羽根要素を有し、これはタービュレータ 2 4 1 N T として説明することもできる。タービュレータ 2 4 1 N T は、ノズル部材 2 4 1 N から流出するガスを 2 等分に分割するように配置された実質的に平坦な長方形要素である。タービュレータの 2 4 1 N T の存在は、ホイッスル装置 2 4 1 によって生成された超音波エネルギーの周波数を実質的に一定の再現可能な周波数に調整するのを可能にすることが分かった。いくつかの実施形態では、周波数は、約 2 0 k H z ~ 約 3 0 k H z の範囲、任意に約 2 0 k H z ~ 約 2 6 k H z の範囲内にある。それに加えて又はその代わりに、3 0 k H z を超える及び / 又は 2 0 k H z 未満の他の周波数も有用である。ノズル部材 2 4 1 N の長手方向軸 A に対するタービュレータ 2 4 1 N T の長さ L N T (使用時にカラム 1 2 5 の長さとはほぼ一致する) は 1 m m 程度である。また、他の寸法も有用であり、タービュレータ 2 4 1 N T の長さの好適な値は、当業者によって経験的に決定できる。

10

【0 1 6 3】

ノズル部材 2 4 1 N は、ガスがノズル部材 2 4 1 N を通って受容部材 2 4 1 R によって画定されるオープンキャビティ 2 4 1 R C に流れるのを導くように構成される。ノズル部材 2 4 1 N からキャビティ 2 4 1 R C へのガスの流れは、ハルトマン型ホイッスルの装置の態様で超音波エネルギーの生成をもたらす。ホイッスル装置 2 4 1 を流れるガスは、ホイッスル本体 2 4 1 C における開口 2 4 1 A を介して装置から流出し、カラム 2 2 5 内のガスリフトに寄与する。

20

【0 1 6 4】

示された実施形態では、ホイッスル装置 2 4 1 は、2 0 ~ 約 2 6 k H z の範囲の周波数を有する超音波エネルギーを生成するように調整できる。上述のようないくつかの実施形態では、それよりも高い周波数が有用な場合がある。当業者であれば、ホイッスルの装置を駆動するための最適なガス圧力、及びノズル部材 2 4 1 N と受容部材 2 4 1 R との間の最適な距離を決定して、適切な周波数及び振幅の超音波エネルギーを生成することができると解すべきである。本出願人は、新たな水の表面よりも 2 m 下の深さ及び 1 ~ 4 b a r 、任意に 1 ~ 5 b a r の範囲のプロセスガス圧力のホイッスル装置 2 4 1 により、適切な振幅及び周波数の超音波エネルギーがノズル部材 2 4 1 N とキャビティ 2 4 1 R C との間の距離の適切な調節によって生成できることを決定した。受容部材 1 4 1 R とノズル 1 4 1 N との間の距離は、ねじを用いて受容部材 1 4 1 R の回転により調節できる。いくつかの実施形態では、ホイッスルの装置 2 4 1 を駆動するための駆動ガスは、ホイッスル装置 2 4 1 に対して、液体貯蔵タンク 1 1 0 内における液体のレベルよりも 2 m 下の深さに約 1 . 5 b a r の圧力で供給される。5 b a r よりも高い圧力がいくつかの実施形態において有用な場合がある。

30

40

【0 1 6 5】

本発明の実施形態は、変換部 1 1 5 、 2 1 5 のカラム内の液体中におけるマイクロバブルの非常に効率的な生成を可能にすることが分かった。マイクロバブルが超音波エネルギー発生器による超音波エネルギーにさらされる場合には、マイクロバブルのキャビテーションが生じる。マイクロバブルが二酸化炭素を含有する場合には、マイクロバブルを破壊するキャビテーションは、上記のように二酸化炭素から炭化水素ガス及び酸素への変換をもたらす。

【0 1 6 6】

いくつかの実施形態では、メタンガスを生成することができる。いくつかの実施形態で

50

は、それに加えて又はその代わりに 1 種以上の他の炭化水素化合物を生成することができる。例えば、いくつかの実施形態では、メタノールに加えて又はその代わりに、メタノール及び / 又はエタノールを生成することができる。いくつかの実施形態では、それに加えて又はその代わりに、エタン、プロパン及び 1 種以上の他のアルカンといった他のアルカンを生成することができる。特定の生成物の形成を促進させるために、1 種以上の触媒材料を液体保持タンク 110、210 内の液体に与えることができる。

【0167】

いくつかの実施形態では、もっぱら非炭化水素ガスを生成することができる。

【0168】

図 9 は、二酸化炭素を含むプロセスガスをメタンガス及び酸素ガスに変換するように構成されるボイラー排ガス浄化装置 300 に接続された石炭、石油又はガス火力発電所 380 を示す模式図である。装置 300 は、液体保持タンク 310 を有し、該タンクには、図 5(a) ~ 図 8 に関して実質的に説明されかつ例示された 3 個の変換部 215 が設けられている。変換部 215 の他の数、例えば 1、2、4、5、10 又は任意の他の適切な数も有用である。

10

【0169】

装置 300 は、発電所のボイラー排ガスの形態のプロセスガスを受け取り、ガスを最初にガス冷却スクラバー 381 に通すように構成されている。スクラバー 381 は、水冷システムによってガスを冷却し、そしてさらにガス中の浮遊粒子、例えばすす粒子を除去する。いくつかの実施形態では、それに加えて又はその代わりに、 SO_x 及び / 又は NO_x などのガスの 1 種以上の他の成分を除去することができる。

20

【0170】

その後、プロセスガスは、ガス圧縮システム 382 を通過してから、変換部 215 に直接又は窒素分離システム 383 を介して変換部 215 に通される。分離システム 383 は、窒素ガスをプロセスガスから分離するように配置される。分離システム 383 は、窒素を除去するように構成される膜分離システム、任意に中空糸膜分離 (HFMS) システムを含むことができる。分離された窒素は、窒素ガス出力処理システム 384 に通され、この手段によって、窒素は、大気中に排出され、保存され又は 1 以上の他の目的のために使用できる。残りのガスは、変換部 215 に供給される。

【0171】

30

上記のように、貯蔵タンクは、3 個の変換部 215 を有し、それぞれ、貯蔵タンク 310 内の液体に浸漬されるそのカラム 225 内においてプロセスガスのマイクロバブルを生成するように構成される。変換部 215 は、マイクロバブルを高強度の超音波放射にさらすように構成される。変換部 215 の少なくとも 1 個のカラム 225 を通過したガスは、液体タンク 310 から引き出され、そしてガス圧縮システム 388 に供給される。装置 300 は、ガスがガス圧縮システム 388 に直接供給される又は窒素分離システム 386 を介してガス圧縮システム 388 に供給されるように構成される。装置 300 が、ガスを、窒素分離システム 386 を介してガス圧縮システム 388 に供給するように操作される場合には、窒素分離装置 386 によってガスから分離された窒素は、窒素ガス出力処理システム 387 に供給され、そこで、窒素は大気中に排出され、保存され、又は 1 以上の他の目的のために使用できる。

40

【0172】

いくつかの使用シナリオでは、ボイラー排ガス浄化装置 300 は、該システムを通してガス圧縮システム 388 に流れるガスが 2 個の窒素ガス分離システム 383、386 の一方のみを通過するように構成される。いくつかの別のシナリオでは、装置 300 は、ガスが分離システム 383、386 の両方を通して流れるように構成される。

【0173】

いくつかの実施形態では、装置 300 は、2 個の窒素ガス分離システム 383、386 のいずれか一方のみを有する。いくつかの実施形態では、装置 300 は、任意の別個の窒素分離器 383、386 を介してガスを通過させるように構成されていなくてもよい。

50

【 0 1 7 4 】

その後、ガス圧縮システム 3 8 8 を通過したガスは、分離器 3 8 9 に入るガスからメタンを分離するメタン分離器 3 8 9 に供給される。分離されたメタンは、メタン貯蔵タンク 3 9 0 で保存される。

【 0 1 7 5 】

メタンが分離されたガスは、分離器 3 8 9 から、分離器 3 9 1 に供給されるガスから酸素を分離する酸素分離器 3 9 1 に供給される。分離された酸素は、酸素貯蔵タンク 3 9 2 で保存される。酸素が分離器 3 9 1 によって分離されたガスは、排気される前にさらなる処理の対象となることができる。

【 0 1 7 6 】

したがって、装置 3 0 0 を使用して、発電所ボイラー排ガス、特に発電所ボイラー排ガス中に含まれる二酸化炭素から炭化水素及び酸素を生成しかつ分離することができる。

【 0 1 7 7 】

窒素分離システム 3 8 3、3 8 6 は、それぞれ、分離部を通過する前にガスを圧縮する圧縮機、例えば膜分離装置を有することができる。

【 0 1 7 8 】

本発明の実施形態におけるガスの分離は、膜分離器、例えば中空系膜の分離器 H F M S 又は任意の他の適切な分離器といった任意の好適な分離器で実行できる。

【 0 1 7 9 】

いくつかの実施形態では、二酸化炭素を炭化水素燃料に変換するための装置が設けられ、該装置は、電気エネルギーによって電力供給される。電気エネルギーの主要な消費体は、ガス圧縮機、ガス分離器装置及び装置を制御するように構成された制御モジュールである。装置は、太陽エネルギー、地熱エネルギー、風力エネルギー、波又は潮力エネルギーといった再生可能エネルギー源からの電気エネルギーを使用して、二酸化炭素を炭化水素ガス、液体又は固体に変換するために使用される。本実施形態では、装置は、二酸化炭素をメタンに変換するように構成される。いくつかの実施形態では、装置は、家庭又は商業ビル環境での設置に好適な場合があり、メタンガスは、例えば洗浄又は調理のために必要に応じて水又は他の物質を加熱するために使用される。いくつかの実施形態では、このように生成された二酸化炭素は、メタンに変換するために装置に戻して回収できる。また、他の構成も有用である。

【 0 1 8 0 】

いくつかの実施形態では、装置は、ソーラーパネル、パワーインバータ及び制御エレクトロニクスを有する太陽光エネルギー発生器といった再生エネルギー捕捉デバイス又は装置と組み合わせて設けることができる。

【 0 1 8 1 】

図 1 0 は、例えば船舶又は他の水上船舶などの船の液体貯蔵又はバラストタンク内の液体を循環させるための、例えば内部の水生迷惑種 (A N S) を死滅させる目的のためのガスリフトポンプ装置 4 5 0 の例における図 5 及び図 6 に示す実施形態の新規なマイクロバブル発生 2 2 0 の使用を示す概略図である。マイクロバブル発生器 2 2 0 又はここで定義されるこの本発明の態様の範囲内における同じものの他の実施形態を、W O 2 0 1 3 / 0 9 3 5 2 7 号 (全内容を参照により本明細書で援用する) に開示されたものを含めて他の実施形態及びガスリフト装置の構成で利用することができる。

【 0 1 8 2 】

図 1 0 に示すように、ガスリフトポンプ装置 4 5 0 は、図 5 に示されかつ図 6 の拡大図に示されるような新規マイクロバブル発生器 2 2 0 のみならず、概して垂直 (使用時) のガスリフトカラム 4 6 0 に設けられる音波エネルギー発生器 4 0 0 を備える。音波エネルギー発生器 4 0 0 は、その態様の他のものにおける本発明の他の実施形態で使用されるような任意の例示音波エネルギー発生器であってもよく、又は実際には W O 2 0 1 3 / 0 9 3 5 2 7 号の任意の実施形態に記載及び例示されるような流体供給装置 / 音波エネルギー発生器の組合せであってもよい。カラム 4 6 0 には、液体、例えば水 (例えば装置が設け

10

20

30

40

50

られていてもよい船のバラストタンク中のもの)が満たされており、この液体は、ガスリフトの影響下でその流れLとしてそこを通過して圧送される。

【0183】

マイクロバブル発生器220は、二酸化炭素などのガスPの流れをバブラー221を介してカラム460に注入するように動作可能であり、その出力ガスは音波エネルギー発生器400に向かって上昇する。好ましくは、バブラー221をカラム460内において略同軸に配置(すなわち、共通の長手方向軸線Xに沿って整列)して、バブラー221を出て音波エネルギー発生器400に向かってカラム460内を上昇するとき、ガスマイクロバブルの流れ(カラム460の断面積D1に対する)の均一性を高める。装置450は、音波エネルギー発生器400並びにバブラー221を介してカラムに注入されたガスによるガスリフトの効果によって目盛管460Hからカラム460を通して水又は他の液体Lを圧送するように動作可能である。上記のように、いくつかの実施形態では、音波エネルギー発生器400が音波エネルギーを生成するために使用される駆動ガスは、ガスリフトカラム460に排出されるのではなく、装置450によって再循環され得る。

10

【0184】

気泡は、図6に関連して上記したのと同じ方法で気泡発生器220のバブラー221内で形成され、そしてそこから吐出される。気泡のサイズは、剪断力によりミクロンオーダーのレベルにまで減少する。ガスPがバブラー221からその底部(出口)まで導管230GBを介して注入される。

【0185】

20

WO2013/093527に開示されているように、新規マイクロバブル発生器220を利用する、図10に示すガスリフトポンプ装置のこの例示構成(又はここで定義されたその様々な他の新規実施形態)は、例えば、水上船舶内のバラスト水を例えば細菌ANSだけでなく非細菌ANSも死滅させるために処理するのに有用である。

【0186】

図10の実施形態は、目盛管460Hからの液体Lのフローストリーム内に設置されたマイクロバブル発生器220を示しているが、例えばWO2013/093527に教示されかつ開示されているようなこれらの構成要素の様々な別の構成を使用できると理解すべきである。例えば、その代わりに、マイクロバブル発生器220を閉鎖下端部を有するカラムの基部に設けることができ、装置により圧送される水又は他の液体を供給するための専用の個別の入口を、例えば図1の装置の液体入口120Cと同様の態様で設ける。

30

【0187】

本明細書の説明及び特許請求の範囲を通して、用語、「含む」及び「含有する」及びこれらの用語の様々なバリエーション、例えば「備えること」及び「備える」は、「が挙げられるがこれに限定されない」を意味し、かつ、他の部分、添加物、部品、整数又は工程を除外しないことを意図する(又は除外しない)。

【0188】

本明細書の説明及び特許請求の範囲を通して、文脈が別途要求しない限り、単数形は複数形を包含する。特に、不定冠詞が使用される場合には、本明細書は、文脈が別途要求しない限り、複数形のみならず単数形を意図するものと解すべきである。

40

【0189】

本発明の特定の態様、実施形態又は実施例と併せて説明した特徴、整数、特性、化合物、化学的部分又は基は、それらが矛盾しない限り、本明細書に記載の任意の他の態様、実施形態又は実施例に適用可能であること解すべきである。

【符号の説明】

【0190】

- 100 装置
- 105 圧縮機
- 110 液体保持タンク
- 110G1 第1ガス出口ポート

50

1 1 0 G 2	第 2 ガス出口ポート	
1 1 0 H	ヘッドスペース	
1 1 5	変換部	
1 2 0	マイクロバブル発生部	
1 2 0 L	液体入口	
1 2 1	ベンチュリ部	
1 2 3	ガス入口	
1 2 5	カラム	
1 3 0	バブル剪断部	
1 3 0 G	ガス入口	10
1 4 0	超音波発生部	
1 4 1	ホイッスル装置	
1 4 1 C	ホイッスル本体	
1 4 1 N	ノズル部材	
1 4 1 R	受容部材	
1 4 1 R C	オープンキャビティ	
1 4 1 R O	開口	
1 5 0	ホイッスル装置	
1 9 0	ガス分離部	
2 1 5	変換部	20
2 2 0	マイクロバブル発生器	
2 2 0 F 1	フランジ部	
2 2 0 L	入口	
2 2 1	ガスバブラー装置	
2 2 1 A P	開口キャップ部材	
2 2 1 A P A	開口	
2 2 1 D	中空ドーム部材	
2 2 1 H	ハウジング	
2 2 1 I	挿入部材	
2 2 1 I B	ブレード要素	30
2 2 5	カラム	
2 2 5 F 1	フランジ	
2 3 0 G B	ガス導管	
2 3 0 W	直立ウェブ部	
2 4 0	エネルギー発生器	
2 4 1	ホイッスル装置	
2 4 1 N T	タービュレータ	
3 0 0	ボイラー排ガス浄化装置	
3 1 0	液体タンク	
3 8 1	ガス冷却スクラバー	40
3 8 2	ガス圧縮システム	
3 8 3	窒素分離システム	
3 8 4	窒素ガス出力処理システム	
3 8 6	窒素分離システム	
3 8 7	窒素ガス出力処理システム	
3 8 8	ガス圧縮システム	
4 5 0	ガスリフトポンプ装置	
4 6 0	ガスリフトカラム	
4 6 0 H	目盛管	

【図 1】

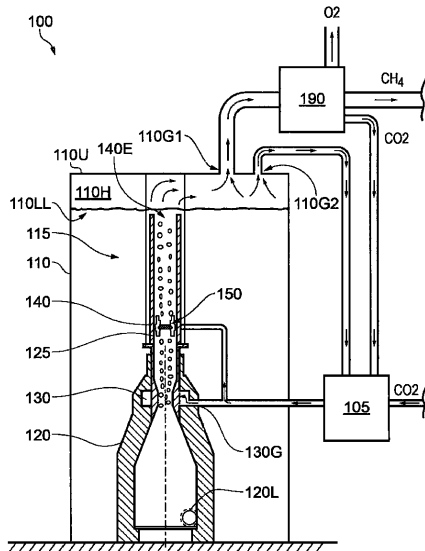


FIG. 1

【図 2 (a)】

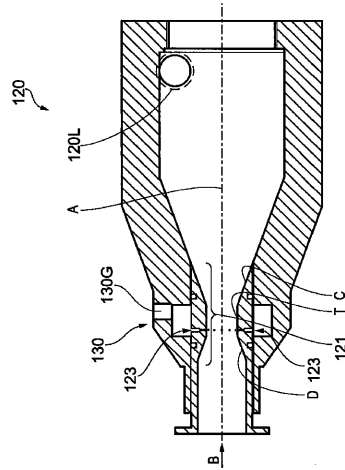


FIG. 2(a)

【図 2 (b)】

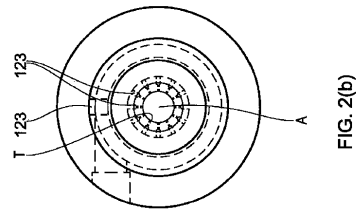


FIG. 2(b)

【図 3 (a)】

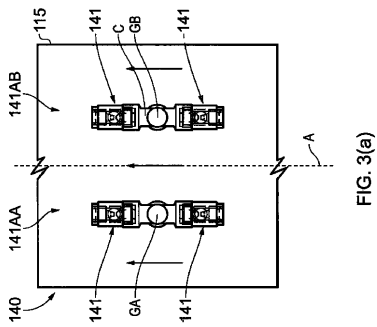


FIG. 3(a)

【図 3 (b)】

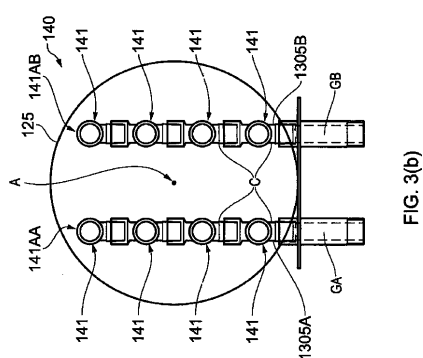


FIG. 3(b)

【図 4 (a)】

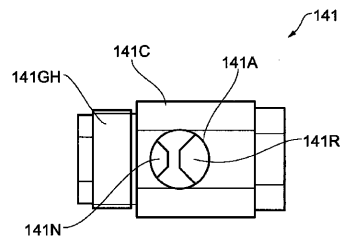


FIG. 4(a)

【図 4 (b)】

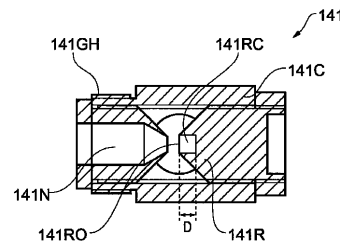


FIG. 4(b)

【図 5 (a) 】

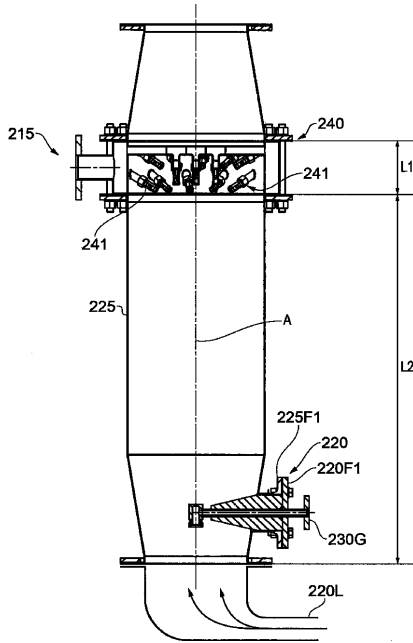


FIG. 5(a)

【図 5 (b) 】

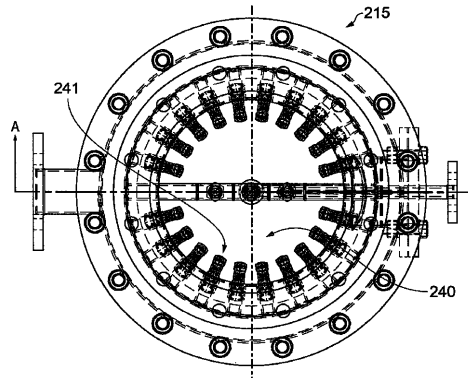


FIG. 5(b)

【図 6 (a) 】

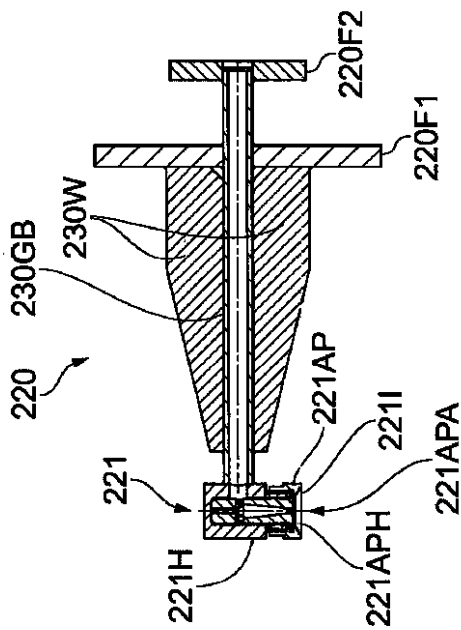


FIG. 6(a)

【図 6 (b) 】

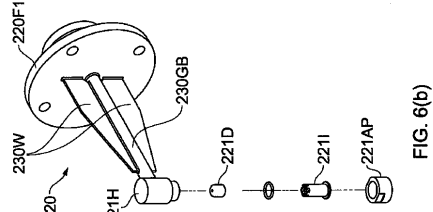


FIG. 6(b)

【図 6 (c) 】

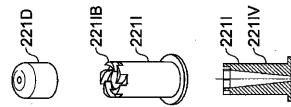


FIG. 6(c)

【 図 7 (a) 】

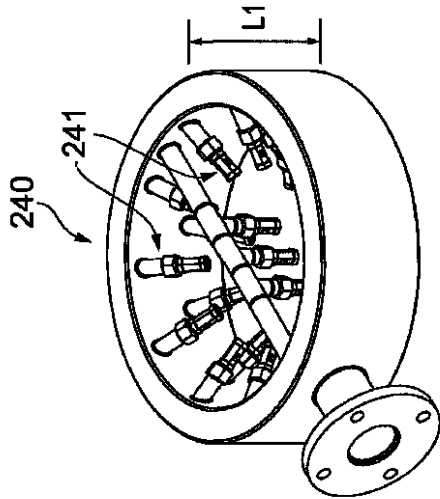


FIG. 7(a)

【 図 7 (b) 】

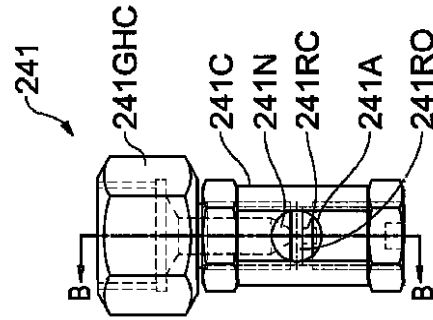


FIG. 7(b)

【 図 7 (c) 】

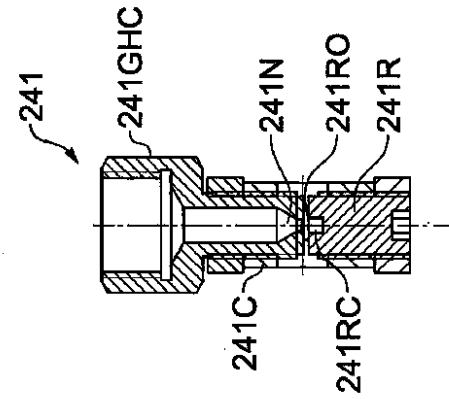


FIG. 7(c)

【 図 7 (d) 】

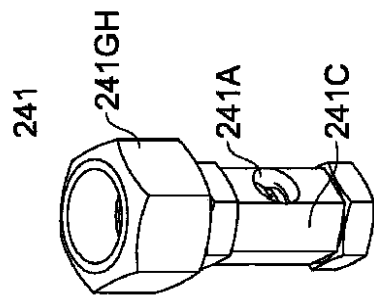


FIG. 7(d)

【 図 8 (a) 】

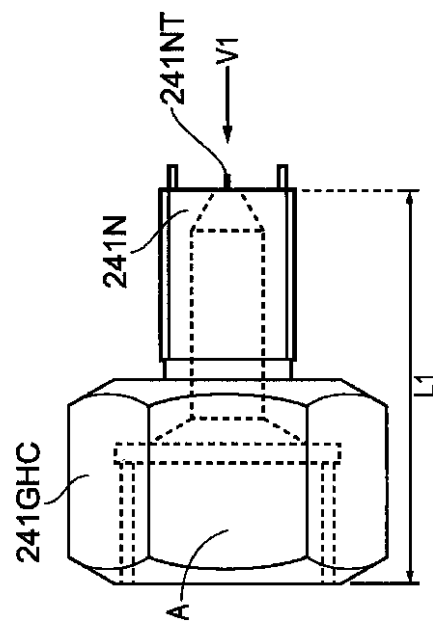


FIG. 8(a)

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2014/053089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01J19/10 B63B13/00 F04F1/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01J B63B F04F

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/128362 A1 (BABA EV ELIAZ [US]) 5 June 2008 (2008-06-05)	1,27
Y	abstract; figure 1 page 1, paragraph 1 - paragraph 6 page 4, paragraph 44 claim 1	2-26, 28-44
X	GB 2 432 799 A (SPECIALIST PROCESS TECHNOLOGIES LTD [VG]) 6 June 2007 (2007-06-06)	1,27
Y	abstract page 2, line 19 - line 23 page 4, line 28 - page 5, line 22; figure 1 claim 1	2-26, 28-44
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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 application or patent 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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2015

Date of mailing of the international search report

22/04/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thomasson, Philippe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB2014/053089**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.: 66, 67
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:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210

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 SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2014/053089

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	W0 2008/029311 A1 (KIMBERLY CLARK CO [US]; JANSSEN ROBERT ALLEN [US]; ROFFERS STEVE [US];) 13 March 2008 (2008-03-13)	1,27
Y	abstract page 3, paragraph 7 page 9, paragraph 31 - paragraph 32; figure 1 page 11, paragraph 35 claim 1, -----	2-26, 28-44
X	W0 98/01394 A1 (CORDEMANS DE MEULENAER ERIC [BE]; HANNECART BAUDOUIN [BE]; LEPELTIER M) 15 January 1998 (1998-01-15)	1
Y	abstract claim 1; figure 1 -----	2-26
X	US 2005/006313 A1 (SWINNEN MARIO [BE] ET AL) 13 January 2005 (2005-01-13)	1
Y	abstract page 2, paragraph 29 - paragraph 30; figure 1 claim 1 -----	2-26
Y	US 2008/250715 A1 (COOPER HAL B H [US] ET AL) 16 October 2008 (2008-10-16)	2-26, 28-44
	abstract page 2, paragraph 16 - page 3, paragraph 17 page 5, paragraph 41 - paragraph 42; figures 1a, 2, 5 -----	
X	US 2009/023821 A1 (QUAPP WILLIAM J [US] ET AL) 22 January 2009 (2009-01-22)	1-44
	abstract page 2, paragraph 18 - paragraph 20; claim 1; figure 1 -----	
X	GB 1 074 099 A (LICENCIA TALALMANYOKAT) 28 June 1967 (1967-06-28)	1,27
Y	page 1, line 10 - line 12 page 2, line 25 - line 87; claim 1; figure 1 -----	2-26, 28-44
X	DE 195 24 712 A1 (METALLGESELLSCHAFT AG [DE]) 16 January 1997 (1997-01-16)	1,27
Y	abstract page 3, line 45 - page 4, line 13; figure 1 -----	2-26, 28-44
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2014/053089

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	W0 2013/093527 A1 (COLDHARBOUR MARINE LTD [GB]) 27 June 2013 (2013-06-27) cited in the application abstract page 9, paragraph 8 page 10, paragraph 9 page 17; figure 1a claims 1, 68, 70 -----	45-65
X	W0 2012/001415 A1 (COLDHARBOUR MARINE LTD [GB]; WHITESIDE RICHARD ERIC [GB]; REDGATE DAVI) 5 January 2012 (2012-01-05) abstract page 14, line 35 - page 15, line 23; figure 3 claims 1, 36, 44-46 -----	45-65

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2014/053089

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008128362	A1	05-06-2008	NONE
GB 2432799	A	06-06-2007	EP 1971418 A1 24-09-2008 GB 2432799 A 06-06-2007 US 2009130007 A1 21-05-2009 US 2013089480 A1 11-04-2013 WO 2007063314 A1 07-06-2007
WO 2008029311	A1	13-03-2008	AU 2007292999 A1 13-03-2008 AU 2007293118 A1 13-03-2008 BR P10716472 A2 18-03-2014 CN 101511465 A 19-08-2009 EP 2059336 A1 20-05-2009 EP 2059338 A1 20-05-2009 KR 20090047519 A 12-05-2009 KR 20090050073 A 19-05-2009 RU 2009112526 A 20-10-2010 US 2008062811 A1 13-03-2008 US 2010067321 A1 18-03-2010 US 2014078853 A1 20-03-2014 WO 2008029311 A1 13-03-2008 WO 2008029379 A1 13-03-2008
WO 9801394	A1	15-01-1998	AT 252060 T 15-11-2003 BE 1010407 A4 07-07-1998 CA 2259509 A1 15-01-1998 DE 69725579 D1 20-11-2003 DE 69725579 T2 29-07-2004 DK 0912445 T3 16-02-2004 EP 0912445 A1 06-05-1999 EP 1310460 A2 14-05-2003 ES 2208915 T3 16-06-2004 JP 4750004 B2 17-08-2011 JP 2000516522 A 12-12-2000 JP 2007125554 A 24-05-2007 JP 2010158679 A 22-07-2010 PT 912445 E 31-03-2004 US 6540922 B1 01-04-2003 US 2003132165 A1 17-07-2003 US 2007158273 A1 12-07-2007 US 2007269876 A1 22-11-2007 US 2010279373 A1 04-11-2010 WO 9801394 A1 15-01-1998
US 2005006313	A1	13-01-2005	AU 2004256129 A1 20-01-2005 AU 2011200873 A1 24-03-2011 BR P10411987 A 29-08-2006 CA 2531442 A1 20-01-2005 CN 1819972 A 16-08-2006 CN 101792692 A 04-08-2010 EP 1648830 A1 26-04-2006 JP 2007537027 A 20-12-2007 US 2005006313 A1 13-01-2005 US 2006144801 A1 06-07-2006 US 2007000844 A1 04-01-2007 WO 2005005322 A1 20-01-2005
US 2008250715	A1	16-10-2008	AU 2008239727 A1 23-10-2008

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2014/053089

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		CA 2682402 A1	23-10-2008
		CN 101687141 A	31-03-2010
		EP 2136904 A1	30-12-2009
		RU 2009141716 A	20-05-2011
		TW 200840636 A	16-10-2008
		US 2008250715 A1	16-10-2008
		WO 2008127557 A1	23-10-2008

US 2009023821	A1	22-01-2009	NONE

GB 1074099	A	28-06-1967	DE 1442761 A1
			GB 1074099 A

DE 19524712	A1	16-01-1997	CA 2180864 A1
			DE 19524712 A1
			EP 0755715 A1
			JP H0924270 A

WO 2013093527	A1	27-06-2013	CN 104220761 A
			EP 2800907 A1
			GB 2497954 A
			GB 2511990 A
			KR 20140106721 A
			WO 2013093527 A1

WO 2012001415	A1	05-01-2012	CN 103080564 A
			EP 2588760 A1
			HK 1168641 A1
			JP 2013536343 A
			KR 20130029435 A
			SG 186480 A1
			US 2013160688 A1
			WO 2012001415 A1

International Application No. PCT/ GB2014/ 053089

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

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

1. claims: 1-44

Gas conversion apparatus, associated fuel burning engine and vessel and method for converting one or more reactant chemical species comprised in a process gas to one or more product chemical species, comprising: means for introducing process gas into a liquid medium; and an ultrasonic energy generator arranged to generate ultrasonic energy, the apparatus being configured to launch ultrasonic energy generated by the ultrasonic energy generator into the liquid medium such that process gas is exposed to ultrasonic energy so as to convert one or more of the reactant chemical species to one or more product chemical species, the apparatus being arranged to allow collection of one or more of the product chemical species.

2. claims: 45-65

A bubble generator, the corresponding gas lift pump apparatus, a tank, a vessel for generating bubbles of a gas in a liquid medium in a treatment apparatus, the bubble generator comprising: a vortex-inducing portion; an input portion for delivering an input flow of the gas to the vortex-inducing portion; and an output portion for emitting an output flow of gas bubbles; wherein the vortex-inducing portion comprises one or more vortex-inducing elements configured for inducing a vortex in a flow of gas therethrough.

International Application No. PCT/ GB2014/ 053089

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.2

Claims Nos.: 66, 67

Claims 66 and 67 do not indicate any technical feature and are only characterized by vague and unclear terms. These claims lack clarity to such an extent that no meaningful search is possible (article 6 PCT).

The applicant's attention is drawn to the fact that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (Rule 66.1(e) PCT). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure. If the application proceeds into the regional phase before the EPO, the applicant is reminded that a search may be carried out during examination before the EPO (see EPO Guidelines C-IV, 7.2), should the problems which led to the Article 17(2) declaration be overcome.

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 0 1 D 53/78 (2006.01)	B 0 1 D 53/78	
B 0 1 D 53/92 (2006.01)	B 0 1 D 53/92	2 4 0
A 6 1 L 2/025 (2006.01)	B 0 1 D 53/92	3 2 0
B 0 1 D 53/60 (2006.01)	A 6 1 L 2/025	
B 6 3 B 25/08 (2006.01)	B 0 1 D 53/60	2 0 0
B 6 3 B 11/04 (2006.01)	B 0 1 D 53/92	2 2 4
B 6 3 H 21/14 (2006.01)	B 0 1 D 53/92	2 1 5
B 0 1 J 23/745 (2006.01)	B 0 1 D 53/92	2 3 0
	B 0 1 D 53/92	3 3 1
	B 6 3 B 25/08	Z
	B 6 3 B 11/04	Z
	B 6 3 H 21/14	
	B 0 1 J 23/745	M

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

(72)発明者 アンドリュー・マーシャル

イギリス国ディーイー 5 5 ・ 2 ディーエス、ダービーシャー、サウス・ノーマントン、メイジーズ
・ウェイ、ザ・ピレッジ 2 4

F ターム(参考) 4C058 AA20 BB06 KK07 KK22 KK46
4D002 AA02 AA09 AA12 AC01 AC10 BA02 BA11 CA06 EA01 EA02
FA10 HA01 HA09
4G075 AA04 BA01 BA05 BB10 BD04 BD13 CA23 CA54 DA02 DA13
EA01 EB21 EB31 EC04 EC11
4G169 BB04A BB04B BC66A BC66B CC40 DA03 EA02Y EC22X EC22Y