

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6667166号  
(P6667166)

(45) 発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年2月27日(2020.2.27)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>CO2F</b>	<b>1/48</b>	<b>(2006.01)</b>	CO2F	1/48	B
<b>BO1J</b>	<b>19/08</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1J	19/08	E
<b>HO5H</b>	<b>1/24</b>	<b>(2006.01)</b>	HO5H	1/24	

請求項の数 8 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-56161 (P2017-56161)</p> <p>(22) 出願日 平成29年3月22日 (2017.3.22)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-225965 (P2017-225965A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年12月28日 (2017.12.28)</p> <p>審査請求日 平成30年1月17日 (2018.1.17)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2016-118903 (P2016-118903)</p> <p>(32) 優先日 平成28年6月15日 (2016.6.15)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号</p> <p>(74) 代理人 100106518 弁理士 松谷 道子</p> <p>(74) 代理人 100132241 弁理士 岡部 博史</p> <p>(74) 代理人 100189555 弁理士 徳山 英浩</p> <p>(74) 代理人 100091524 弁理士 和田 充夫</p> <p>(72) 発明者 三宅 岳 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改質液生成装置および改質液生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導入された液体を巡回させた巡回流により、前記液体の巡回流の巡回中心付近が前記液体の飽和蒸気圧以下に低下することにより前記液体の一部が気化して形成される気相を、前記液体の巡回流の巡回中心付近に発生させる処理槽と、

前記処理槽の一方の端部側でかつ前記液体の巡回流の巡回中心上もしくは巡回中心近傍に配置された第1電極と、

前記処理槽の他方の端部側に配置された第2電極と、

前記第1電極と前記第2電極との間に電圧を印加して前記気相にプラズマを発生させる電源と、を備え、

前記気相は、円柱形状であり、前記円柱形状の気相が、前記処理槽の前記一方の端部側から、前記液体の巡回流の巡回中心に沿って、前記処理槽の前記他方の端部側まで前記第1電極と前記第2電極との間に発生し、

前記第1電極と前記第2電極との間の前記円柱形状の気相に前記プラズマを発生させて改質成分を生成し、生成した改質成分が前記液体に溶解した改質液を生成する、改質液生成装置。

【請求項2】

前記処理槽は、

前記液体を前記処理槽内に導入する導入部と、

前記液体を前記処理槽内から排出する排出部とを備え、

前記排出部は、前記液体の旋回流の旋回中心の前記他方の端部側に配置され、  
前記導入部から導入された前記液体を、前記導入部から前記排出部の間で旋回させて前記旋回流を発生させ、

前記気相は、前記処理槽の排出部近傍まで延在する、  
請求項 1 に記載の改質液生成装置。

【請求項 3】

前記第 1 電極は、前記液体の前記旋回流の前記旋回中心付近に発生させた前記気相に接触するように、もしくは前記気相の近傍に位置するように配置される、  
請求項 2 に記載の改質液生成装置。

【請求項 4】

前記処理槽は、円筒状もしくは円錐台形状である、  
請求項 3 に記載の改質液生成装置。

【請求項 5】

前記第 2 電極は、前記処理槽の他方の端部側において、前記旋回流の前記旋回中心の周  
りの一部にもしくは前記旋回中心の全周を取り囲む様に配置される板状の電極である、  
請求項 3 に記載の改質液生成装置。

【請求項 6】

前記第 2 電極は、前記処理槽の他方の端部側において、前記旋回流の前記旋回中心の側  
方に配置される、  
請求項 3 に記載の改質液生成装置。

【請求項 7】

前記第 2 電極は、前記処理槽の他方の端部側において、前記旋回流の前記旋回中心の一  
部もしくは全周を取り囲むように配置される筒状の電極である、  
請求項 3 に記載の改質液生成装置。

【請求項 8】

処理槽に導入された液体を旋回させた旋回流により、前記液体の旋回流の旋回中心付近が前記液体の飽和蒸気圧以下に低下することにより、前記液体の一部が気化して形成される気相を、前記液体の旋回流の旋回中心付近に発生させ、前記気相が、円柱形状であり、前記円柱形状の気相が、前記処理槽の前記一方の端部側から、前記液体の旋回流の旋回中心に沿って、前記処理槽の前記他方の端部側まで第 1 電極と第 2 電極との間に発生する工程と、

前記処理槽の前記一方の端部側の前記液体の旋回流の旋回中心上もしくは旋回中心近傍に配置された前記第 1 電極と前記処理槽の前記他方の端部側に配置された前記第 2 電極との間に電圧を印加して前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の前記円柱形状の気相にプラズマを発生させて改質成分を生成し、生成した改質成分が前記液体に溶解した改質液を生成する工程と、を含む、  
改質液生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体を電気化学的に処理して改質液を生成する改質液生成装置および改質液生成方法に関する。より詳細には、本発明は、液体の中でプラズマを発生させることにより液体を改質することで、殺菌作用及び脱臭作用がある改質液を生成する改質液生成装置および改質液生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図 15 に、従来の改質液生成装置の例を示す。液体 803（例えば、水）の中に、第 1 電極 801 および第 2 電極 802 を配置し、パルス電源 804 から両電極 801, 802 間に高電圧パルスを印加して液体 803 を気化させ、プラズマ 805 を発生させることにより、例えば、ヒドロキシルラジカル（OHラジカル）又は過酸化水素等の酸化力を持つ

10

20

30

40

50

成分を含んだ改質液を生成する改質液生成装置が知られている。特に、OHラジカルは高い酸化力を有することが知られており、これらの成分が含有された改質液を混合させることで、例えば、菌に対して、高い殺菌作用があるとされている。また、液体803の中でプラズマ805を発生させることで、プラズマ805が液体803で覆われており、液体由来の成分を発生させやすいことが知られている。例えば、水の中でプラズマ805を発生させることで、OHラジカル又は過酸化水素が生成されやすいことが知られている。

【0003】

しかしながら、上記従来の改質液生成装置の場合、液体803を気化させるために高い印加電圧が必要なだけでなく、プラズマ805の発生効率が低く、液体803を改質させるのに長時間を要するという問題があった。

10

【0004】

そこで、印加電圧を低くしつつプラズマの発生効率を向上させるために、両電極間に外部より導入した気体を介在させるようにした改質液生成装置が知られている（特許文献1参照）。特許文献1に記載の改質液生成装置（図16）では、アノード電極901とカソード電極902との間に被処理液903とともに気体904（例えば、酸素）を介在させた上で、両電極901, 902間にパルス電圧を印加する。パルス電圧の印加により、気体904内にプラズマが発生し、プラズマと被処理液903との接触面で被処理液903の改質が発生する。特許文献1に記載の改質液生成装置によれば、気体を介在させない場合よりも印加電圧を低減させることができ、かつ、プラズマを効率良く発生させて被処理液903の改質を行うことができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-093967号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の改質液生成装置によれば、アノード電極とカソード電極との間に気体（例えば、酸素）を供給するために、酸素タンク又はポンプ等の気体供給装置が必要となる。このため、改質液生成装置が大型化するという問題がある。

30

【0007】

ここで、気体供給装置を小型化するために、アノード電極とカソード電極との間に空気を供給することも考えられる。この場合、酸素タンクは不要となり、改質液生成装置の大型化は抑制される。しかしながら、アノード電極とカソード電極との間に空気を供給した場合、空気中に含まれる窒素が、プラズマにより、人体に有害な亜硝酸（ $\text{HNO}_2$ ）に変化し、改質液の中に亜硝酸が含有される。このため、改質液の用途によっては、プラズマを発生させる気体として、空気を供給することができない場合がある。

【0008】

本発明は、このような点に鑑み、プラズマを効率良く発生させて液体を迅速に改質できるとともに、有害物質である亜硝酸の生成を抑制することができる、改質液生成装置および改質液生成方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の1つの態様にかかる改質液生成装置は、導入された液体を巡回させた旋回流により、前記液体の旋回流の旋回中心付近が前記液体の飽和蒸気圧以下に低下することにより前記液体の一部が気化して形成される気相を、前記液体の旋回流の旋回中心付近に発生させる処理槽と、

前記処理槽の一方の端部側でかつ前記液体の旋回流の旋回中心上もしくは旋回中心近傍に配置された第1電極と、

前記処理槽の他方の端部側に配置された第2電極と、

50

前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧を印加して前記気相にプラズマを発生させる電源と、を備え、

前記気相は、円柱形状であり、前記円柱形状の気相が、前記処理槽の前記一方の端部側から、前記液体の旋回流の旋回中心に沿って、前記処理槽の前記他方の端部側まで前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に発生し、

前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の前記円柱形状の気相に前記プラズマを発生させて改質成分を生成し、生成した改質成分が前記液体に溶解した改質液を生成する。

本発明の別の態様にかかる改質液生成方法は、処理槽に導入された液体を巡回させた旋回流により、前記液体の旋回流の旋回中心付近が前記液体の飽和蒸気圧以下に低下することにより、前記液体の一部が気化して形成される気相を、前記液体の旋回流の旋回中心付近に発生させ、前記気相が、円柱形状であり、前記処理槽の前記一方の端部側から、前記液体の旋回流の旋回中心に沿って、前記処理槽の前記他方の端部側まで第 1 電極と第 2 電極との間に発生する工程と、

前記処理槽の一方の端部側の前記液体の旋回流の旋回中心上もしくは旋回中心近傍に配置された前記第 1 電極と前記処理槽の他方の端部側に配置された前記第 2 電極との間に電圧を印加して前記気相にプラズマを発生させて改質成分を生成し、生成した改質成分が前記液体に溶解した改質液を生成する工程と、を含む。

#### 【発明の効果】

##### 【0010】

本発明の前記態様にかかる改質液生成装置および改質液生成方法によれば、旋回流中で液体を気化させ、生成された気相にパルス電圧を印加してプラズマを発生させる。電圧印加により液体を気化させる必要がないため、少ない電力でプラズマを発生させることができ、液体の改質を効率良く、迅速に行うことができる。また、外部から空気を導入することなく液体の改質を行うため、有害物質である亜硝酸の生成を抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0011】

【図 1】本発明の実施形態 1 にかかる改質液生成装置の構成を示す側面断面図

【図 2】装置本体の側面断面図

【図 3】図 2 の 3 - 3 線における断面図

【図 4】処理槽の内部に旋回流が発生しており、電圧を印加していない状態を示す側面断面図

【図 5】図 4 の 5 - 5 線における断面図

【図 6 A】処理槽の内部に旋回流が発生しており、電圧を印加した状態を示す側面断面図

【図 6 B】図 6 A の気相中にプラズマが発生した状態の部分拡大図

【図 7】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 8】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 9 A】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 9 B】図 9 A とは異なる装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 10】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 11】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 12】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 13】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 14 A】装置本体の変形例を示す側面断面図

【図 14 B】装置本体の変形例において貯留槽の一部に銅材を配置した側面断面図

【図 15】従来の改質液生成装置の概略構成図

【図 16】気体導入装置を備える従来の改質液生成装置の概略構成図

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0012】

[実施形態 1]

10

20

30

40

50

以下、図面を参照し、本発明の実施形態に係る改質液生成装置 100 を詳しく説明する。図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。なお、説明を分かりやすくするために、以下で参照する図面においては、構成が簡略化または模式化して示されたり、一部の構成部材が省略されたりしている。また、各図に示された構成部材間の寸法比は、必ずしも実際の寸法比を示すものではない。

#### 【0013】

##### [全体構成]

まず、実施形態 1 にかかる改質液生成装置 100 の全体構成について説明する。図 1 は、本発明の実施形態 1 にかかる改質液生成装置 100 の構成を示す側面断面図である。以下の図では、矢印 F は改質液生成装置 100 の前方向を示し、矢印 B は後方向を示す。矢印 U は上方向を示し、矢印 D は下方向を示す。矢印 R は後方向から見て右方向、矢印 L は後方向から見て左方向を示す。

10

#### 【0014】

改質液生成装置 100 は、液体の中で放電することによって、改質成分を生成し、液体の中に分散させることで改質液を生成する。本実施形態 1 では、液体として水 L1 を改質し、OHラジカル又は過酸化水素等の改質成分を含んだ改質液 L2 を生成する場合について説明する。

#### 【0015】

改質液生成装置 100 は、少なくとも、処理槽 12 と、第 1 電極 30 と、第 2 電極 31 と、電源 60 とを備えている。より具体的には、改質液生成装置 100 は、装置本体 10、液体供給部 50、貯留槽 90、および電源 60 を備えている。装置本体 10 は、処理槽 12、導入部 15、排出部 17、第 1 電極 30、および第 2 電極 31 を備えている。

20

#### 【0016】

処理槽 12 は、内部に導入された水 L1 をプラズマにより、改質成分（例えば、OHラジカル又は過酸化水素等）を生成させる部分である。処理槽 12 の材質は絶縁体でもよいし、導体でもよい。導体の場合には、各電極 30、31 との間に絶縁体を介在する必要がある。前記改質成分が貯留槽 90 に排出される際に、改質成分が水 L1 に分散され、改質液 L2 が生成される。

処理槽 12 の内壁の正面断面形状は円形である（図 3 参照）。導入部 15 は、処理槽 12 の一端に配置されて、処理槽 12 に水 L1 を処理槽 12 の中心軸 X1 と直交する円形の断面形状の接線方向から導入する。導入部 15 は、配管 51 を介して液体供給部 50 に連通している。排出部 17 は、処理槽 12 の他端に配置されて、処理槽 12 に導入された水 L1 と処理槽 12 で生成された改質成分を処理槽 12 から貯留槽 90 に排出させる。本実施形態 1 では、排出部 17 は、貯留槽 90 の取り入れ口 91 に接続されている。

30

#### 【0017】

第 1 電極 30 は、処理槽 12 の一端の内部に配置されている。第 1 電極 30 は、処理槽 12 の一端の内壁の中央から処理槽 12 内に、長手方向沿いに突出配置されている。

第 2 電極 31 は、処理槽 12 の他端の壁の外側に配置されて、排出部 17 の近傍に配置されている。

第 1 電極 30 は電源 60 が接続されており、第 2 電極 31 は接地されている。第 1 電極 30 および第 2 電極 31 には、電源 60 により高電圧のパルス電圧が印加される。第 1 電極 30 の材質は、一例としてタングステンを使用している。

40

#### 【0018】

液体供給部 50 は、一例として、処理槽 12 内に水 L1 を供給するポンプである。液体供給部 50 は、配管 51 に接続されている。配管 51 の一端は、処理槽 12 の一端の内壁近傍に配置された内側開口としての導入部 15 に接続されており、配管 51 の他端は図示しない液体供給源（例えば、水タンク 80）又は貯留槽 90 の改質液を含んだ貯留水を循環できる形に接続されている（図 1 の一点鎖線の循環用配管 81 を参照）。

#### 【0019】

電源 60 は、第 1 電極 30 と第 2 電極 31 との間に高電圧のパルス電圧を印加する。電

50

源 60 は、正のパルス電圧と負のパルス電圧とを交互に印加する、いわゆるバイポーラーパルス電圧を印加することができる。

#### 【0020】

貯留槽 90 は、改質液生成装置 100 から排出される改質成分をせん断し、改質成分を内包したマイクロバブル又はナノバブルを生成し、水の中に拡散させる槽である。具体的には、貯留槽 90 は、処理槽 12 の排出部 17 の開口断面積より大きい断面積を内部に有して、排出部 17 から貯留槽 90 内に排出された改質成分を貯留槽 90 でせん断し、改質成分を内包したマイクロバブル、又は、マイクロバブル及びナノバブルを貯留槽 90 内で生成して、水の中に拡散させる。よって、貯留槽 90 はマイクロバブル生成槽として機能する。貯留槽 90 としては、少なくとも、処理槽 12 の排出部 17 の開口の内径寸法の倍以上の内径又は一辺を確保することにより、殺菌を確実にける改質液を貯留槽 90 で生成することができる。

10

#### 【0021】

##### [装置本体]

次に、装置本体 10 について詳細に説明する。図 2 は、装置本体 10 の側面断面図である。

処理槽 12 は、第 1 内壁 21、第 2 内壁 22、および第 3 内壁 23 を有している。第 1 内壁 21 は、筒状の壁部である。第 2 内壁 22 は、第 1 内壁 21 の図 2 の左端部に設けられている。第 3 内壁 23 は、第 1 内壁 21 の図 2 の右端部に設けられている。第 2 内壁 22 および第 3 内壁 23 は、側面視では略円形である。第 1 内壁 21、第 2 内壁 22、および第 3 内壁 23 により、処理槽 12 の内部には、略円柱状の収容空間 83 が構成されている。第 1 内壁 21 の中心軸、つまり、処理槽 12 の内部に構成される略円柱状の収容空間 83 の仮想の中心軸を軸 X1 とする。

20

#### 【0022】

第 2 内壁 22 には、収容空間 83 内に突出した円筒状の電極支持筒 24 が中央に設けられている。電極支持筒 24 は、筒状であり右方に延びている。電極支持筒 24 は、その中心軸が第 1 内壁 21 の中心軸 X1 と一致するように配置されている。電極支持筒 24 の内側には、絶縁体 53 を介して第 1 電極 30 が支持されている。第 1 電極 30 は棒状であり、絶縁体 53 は第 1 電極 30 の周囲に配置されている。このため、第 1 電極 30 は、長手方向の軸が第 1 内壁 21 の中心軸 X1 と一致するように配置されている。第 1 電極 30 の右端部 301 の内側端面と、絶縁体 53 の内側端面と、電極支持筒 24 の内側端面 241 とは、ほぼ同じ面内に配置されるように構成されている。

30

#### 【0023】

導入部 15 は、装置本体 10 を貫通しており、一方の開口端 151 が第 1 内壁 21 に形成されている。導入部 15 は、側面視では、第 2 内壁 22 に隣接した位置に配置されている。また、図 3 は、図 2 の 3-3 線における断面図である。導入部 15 は、第 1 内壁 21 の壁面に配置されている。

#### 【0024】

排出部 17 は、第 3 内壁 23 の中央部を貫通している。排出部 17 は、その中心軸が第 1 内壁 21 の中心軸 X1 と一致するように形成されている。

40

#### 【0025】

第 2 電極 31 は、板状の金属部材であり、中央部に開口部 311 が形成されている。開口部 311 は円形であり、その中心が第 1 内壁 21 の中心軸 X1 と一致するように形成されている。

#### 【0026】

##### [動作]

次に、改質液生成装置 100 の動作について説明する。以下では、説明の便宜上、処理槽 12 の内部に気相を発生させる状態（図 4 および図 5）と、発生させた気相 G にパルス電圧を印加してプラズマ P を発生させる状態（図 6 A 及び図 6 B）とを別図に分けて説明する。図 4 は、処理槽 12 の内部に旋回流 F1 が発生しており、パルス電圧を印加してい

50

ない状態を示す側面断面図である。

まず、図4に示すように、導入部15から処理槽12に水L1が所定の圧力で導入されると、水L1は、第1内壁21に沿って、旋回流F1を発生させながら導入部15から図4の右方に向けて移動する。旋回しながら図4の右方に移動した旋回流F1は、排出部17に向けて移動する。

#### 【0027】

旋回流F1により、第1内壁21の中心軸X1付近の圧力が飽和水蒸気圧以下に低下し、水L1の一部が気化した水蒸気が発生することで、気相Gが第1内壁21の中心軸X1付近に生成される。気相Gは、旋回中心付近、具体的には、第1電極30の右端部301から第1内壁21の中心軸X1に沿って、第2電極31の開口部311の付近まで発生する。また、気相Gは、接している旋回流F1により、旋回流F1と同方向に旋回している。旋回している気相Gは、排出部17の近傍で貯留槽90内の水の抵抗を受ける事で、マイクロバブル又はナノバブルにせん断され、貯留槽90に拡散される。

10

#### 【0028】

図5は、図4の5-5線における断面図である。図4で説明したように、導入部15から処理槽12に水L1が所定の圧力で導入されると、水L1は、第1内壁21に沿った図5の右回りの旋回流F1を発生させる。水L1が処理槽12の内部で旋回することで、旋回流F1の中心付近、つまり第1内壁21の中心軸X1付近の圧力が飽和水蒸気圧以下に低下し、第1内壁21の中心軸X1付近において水L1の一部が気化した水蒸気が発生することで、気相Gが生成される。

20

#### 【0029】

図6A及び図6Bは、処理槽12の内部に旋回流F1が発生しており、パルス電圧を印加した状態を示す側面断面図である。図6Aに示すように、水L1が気化した気相Gが、第1電極30の近傍から第2電極31の付近まで発生されている状態で、電源60により、第1電極30と第2電極31との間に高電圧のパルス電圧を印加する。図6Bは、気相G中にプラズマPが発生している状態を示す拡大図である。第1電極30と第2電極31とは、高電圧のパルス電圧が印加されると、気相G内にプラズマPが発生し、改質成分として水由来のラジカル(OHラジカル等)又は化合物(過酸化水素等)又はイオンを生成する。前記改質成分を含んだ気相Gは、周辺にある旋回流F1により、旋回流F1と同方向に旋回する。前記改質成分を含んだ気相Gが旋回することにより、前記改質成分の一部が、旋回流F1側へ溶解することで、水L1の中に改質成分が分散する。加えて、排出部17付近の前記改質成分を含んだ気相Gは、貯留槽90内の水L1の抵抗を受ける事でせん断され、改質成分を含有した気泡BAを生じる。また、貯留槽90内に改質液を留めることで、負圧である気相Gに空気が混入することを防いでいる。この様に、プラズマPにより生成した改質成分が気泡状態もしくは水L1の中に溶け込んだ状態で、水L1の中に分散された改質液L2が貯留槽90に留められる。

30

#### 【0030】

以上説明した本実施形態1によれば、旋回流F1中で水L1を気化させ、生成された気相Gにパルス電圧を印加してプラズマPを発生させる。そのため、気相Gは、ジュール熱によって気化させた気体、もしくは外部から導入した気体によって形成される気相よりも負圧となっており、小さな電圧でプラズマPを発生できるので、水L1の改質が効率良くできる。さらに、ジュール熱によって水を気化させないので、投入するエネルギーが小さくなる。また、外部から気体を導入しないので、気体供給装置が不要となり、改質液生成装置の小型化がしやすくなる。

40

#### 【0031】

また、ジュール熱によって気化させた気体、もしくは外部から導入した気体によって形成される気相Gは、浮力により一定の形状又は一定の位置で保持することが困難である。しかし、本実施形態1の気相Gは、周りの旋回流F1により、旋回流F1の中心軸X1に集まる方向へ力が加わるので、第1電極30の右端部301の近傍に一定の気相Gを生成することができる。そのため、第1電極30と第2電極31との間に生成される気体の量

50

の時間変化が少なく、プラズマPに必要な電力が変化しにくいので、プラズマPを安定して発生でき、水L1の改質が効率良くできる。

【0032】

また、プラズマPの体積はカソード電極の近傍にある気相の体積以下になるが、ジュール熱により気化させた気体、もしくは外部から導入した気体によって形成される気相Gの形状は、バブル形状なので体積が一定以上になると分裂するため、一定の体積以上のプラズマPを発生させることが困難である。しかし、本実施形態1の気相Gは、旋回流F1の旋回速度を確保できれば、中心軸X1の方向に体積を大きくすることが容易であるため、プラズマPの体積を大きくしやすい。そのため、改質成分の生成量を増加させやすく、迅速に水を改質できる。

10

【0033】

また、液体が気化する際に体積が膨張するため、衝撃波が発生し、周辺の物体を破壊するキャビテーションが知られている。本実施形態1では、キャビテーションによる破壊が最も強くなるのは、処理槽12の内径が最も小さく、旋回流F1の旋回速度が最も早くなる排出部17である。そのため、気相Gの中でも第1電極30の右端部301は、キャビテーションの破壊が最も強くなる箇所から離れているため、キャビテーションによる第1電極30への影響を小さくなりプラズマPを安定的に発生できる。

【0034】

また、外部から空気を導入することなく水L1の処理を行うため、空気等の窒素成分を含んだ気体を導入した気相を活用したプラズマPで、発生する有害な亜硝酸の生成を抑制することができる。さらに、OHラジカル又は過酸化水素等を内包した気泡BAを含んだ改質液L2を生成することができる。

20

【0035】

[変形例]

本実施形態1で説明した改質液生成装置100の構成は一例であり、種々の変更が可能である。例えば、処理槽12の内部構造又は第1電極30又は第2電極31の位置等については、本実施形態1の構造に限定されない。

【0036】

本実施形態1では、処理槽12は単純な円筒形状であったが、断面形状が円形である筒状の処理槽であり、処理槽の片方の端部に処理槽の中心軸上もしくは中心軸の近傍に窄まった穴形状の排出部を有していれば、様々な形状をとることが可能である。例えば、図7に示すように、半径が異なる円筒を組み合わせた処理槽121であっても同様の効果が得られる。図7では、導入部側の半径が排出部側の半径よりも大きくなるように構成している。又は、図8に示す円錐形状の処理槽122であっても同様の効果が得られる。好ましくは、旋回流F1が前方方向Fにすべるのを防ぐために、図8に示すように、断面の内径が連続的に小さくなる円錐形状が好ましい。

30

【0037】

また、本実施形態1では、第1電極30の形状は、棒電極であったが、第1電極30の右端部301に電解が集中させる形状であれば、この限りではない。例えば、図9Aで示すように、排出部側に向けて尖った円錐形状が付いた板形状の第1電極32でもよい。また、図9Bで示すように、円錐形状の代わりに、排出部側に向けて湾曲するように突出した山形状の凸部32Bが中央部に有する板形状の第1電極32Aでもよい。第1電極32Aでは、発生するプラズマPに最も近い中央部が摩耗しやすいので、単なる平板の電極よりも、当該中央部を処理槽12内に突出させる山形状の凸部32Bを有する電極の方が寿命が長くて好ましい。さらに好ましくは、板形状の第1電極32の代わりに、電極が磨耗した際に、処理槽12内に電極の送り出しが容易な棒電極でもよい。

40

また、図10で示すように、第1電極30の電極支持筒24を用いず、第2内壁22に第1電極30と絶縁体53とを取り付ける構造にしても同様の効果が得られる。好ましくは、水の電気分解又はジュール熱の発生を抑えるために、プラズマ発生に必要な第1電極30の右端部301と、電源60との接続部以外は絶縁体で覆われているほうがよい。

50

また、本実施形態 1 では、第 1 電極 3 0 の材質は、一例としてタングステンであったが、特に導電性のある材料であれば限定はされない。好ましくは、水中で過酸化水素と接触するとフェントン反応を起こして高い殺菌効果を発現できる金属材料が好ましい。例えば、SUS（ステンレス鋼）又は銅又は銅タングステンがよい。

#### 【 0 0 3 8 】

本実施形態 1 では、第 2 電極 3 1 は、排出部 1 7 に配置されているが、処理槽 1 2 内に接地された第 2 電極の少なくとも一部が配置されていればこの限りではない。例えば、配置場所に関しては、図 1 1 に示すように、棒状の第 2 電極 3 3 として、第 1 内壁 2 1 の中心軸 X 1 の側方に配置するようにしても、同様の効果が得られる。また、図 1 2 に示すように、処理槽 1 2 外の貯留槽 9 0 内でかつ貯留槽 9 0 の取り入れ口 9 1 近傍に棒状の第 2 電極 3 3 として配置してもよい。また、図 1 3 に示すように、筒状の第 2 電極 3 4 として第 1 内壁 2 1 の内側に配置してもよい。また、開口部 3 1 1 は円形としたが、多角形でもよく、さらには、第 2 電極は、分割された複数の金属部材を組み合わせ構成してもよい。好ましくは、旋回流 F 1 を乱さないために、丸穴を有した板状もしくは円筒形状がよい。また、気相 G と第 2 電極の間が短いほうが水の抵抗が小さくなりジュール熱を抑制できるため、気相 G と第 2 電極の間が短くなる排出部 1 7 もしくは排出部 1 7 近傍に第 2 電極を配置するほうがよい。

#### 【 0 0 3 9 】

処理槽 1 2 に導入される水 L 1 の流量は、処理槽 1 2 の形状等に応じて、旋回流 F 1 中に気相 G が発生する流量に設定される。また、第 1 電極 3 0 と第 2 電極 3 1 とに印加されるパルス電圧については、バイポーラではなくモノポーラで印加する場合、又は、電圧、パルス幅、又は周波数等は旋回流 F 1 中に発生した気相 G にプラズマ P を発生させることができる値に適宜設定することが可能である。

さらに、本発明の効果が得られる限り、電源 6 0 はパルス電源以外の高周波電源等であってもよい。好ましくは、水の電気分解により電極間の pH が偏るので、カソードとアノードとを交互に交換できるバイポーラ印加がよい。

#### 【 0 0 4 0 】

貯留槽 9 0 は槽としているが、旋回流 F 1 をせん断するために、貯留槽 9 0 内に水を保持できる形状であれば、これに限定されない。例えば、改質液を輸送する配管としてもよい。好ましくは、排出部 1 7 を水 L 1 で満たし処理槽 1 2 への空気の混入を防ぐために、図 1 4 A に示すように装置本体 1 0 は改質液を上向きに排出し、貯留槽 9 0 は装置本体 1 0 の上側にあるほうがよい。

また、貯留槽 9 0 を構成する材料の材質としては、水が透過しなければよい。また、例えば、図 1 4 B に示すように、改質成分の 1 つである過酸化水素水とフェントン反応を起こして高い殺菌効果を発現できる銅若しくは鉄を含有した板部材 9 2 を、貯留槽 9 0 の一部もしくはすべてに使用することができる。また、板部材 9 2 を、貯留槽 9 0 とは別部材として貯留槽 9 0 内に配置してもよい。要するに、板部材 9 2 が貯留槽 9 0 内の改質液と接触すれば、改質成分の 1 つである過酸化水素水とフェントン反応を起こして高い殺菌効果を発現することができる。

#### 【 0 0 4 1 】

本実施形態 1 では、水 L 1 を改質したが、改質する液体は、水に限定されない。例えば、エタノールでもよい。

#### 【 0 0 4 2 】

以上、本発明の実施形態 1 を説明したが、上述した実施形態 1 は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、本発明は上述した実施形態 1 に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施形態 1 を適宜変形して実施することが可能である。

すなわち、前記実施形態又は前記様々な変形例のうちの任意の実施形態又は変形例を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。また、実施形態同士の組み合わせ又は実施例同士の組み合わせ又は実施形態と実施例との組み合わせが可能であると共に、異なる実施形態又は実施例の中の特徴同士の組み合わせも

10

20

30

40

50

可能である。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明の改質液生成装置および改質液生成方法は、液体の中でプラズマを発生させることにより液体から改質成分（液体由来のラジカル又は化合物等）を含む改質液を生成することができる。このため、本発明の改質液生成装置および改質液生成方法は、殺菌、脱臭、又は、各種の環境改善等に利用することが可能である。

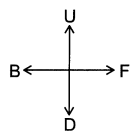
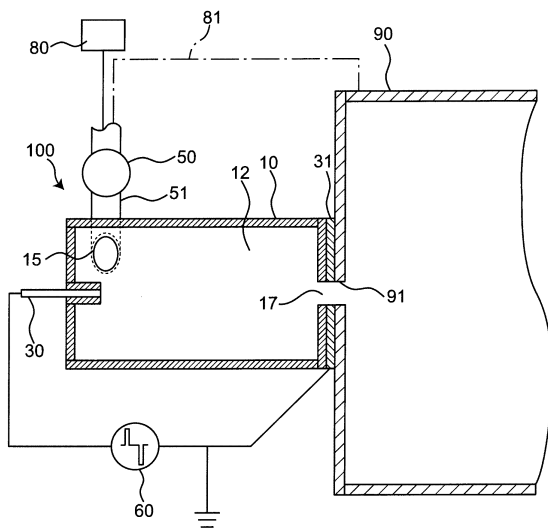
【符号の説明】

【0044】

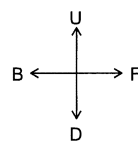
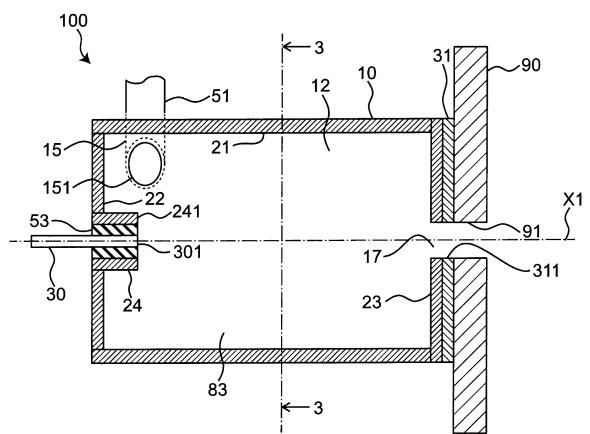
100	改質液生成装置	10
10	装置本体	
12	処理槽	
15	導入部	
17	排出部	
21	第1内壁	
22	第2内壁	
23	第3内壁	
24	電極支持筒	
30	第1電極	
31	第2電極	20
32	板形状の第1電極	
32A	山形状の凸部を有する板形状の第1電極	
32B	山形状の凸部	
33	棒状の第2電極	
34	筒状の第2電極	
50	液体供給部	
53	絶縁体	
60	電源	
80	水タンク	
81	一点鎖線（循環用配管）	30
83	収容空間	
92	板部材	
121, 122	処理槽	
151	開口端	
241	内側端面	
301	右端部	
311	開口部	
801	第1電極	
802	第2電極	
803	液体	40
804	パルス電源	
805	プラズマ	
901	アノード電極	
902	カソード電極	
903	被処理液	
904	気体	
B	後方向	
BA	気泡	
D	下方向	
F	前方向	50

- F 1 旋回流
- G 気相
- L 後方向から見て左方向
- L 1 水
- L 2 改質液
- P プラズマ
- R 後方向から見て右方向
- U 上方向
- X 1 略円柱状の收容空間の仮想の中心軸

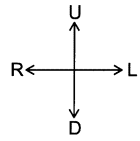
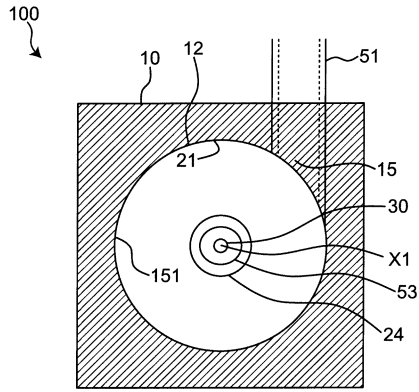
【図1】



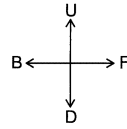
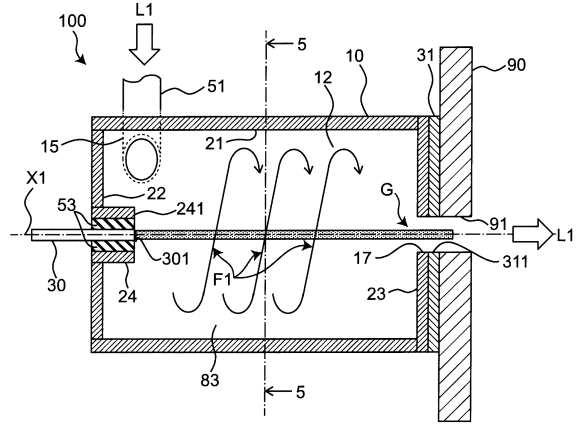
【図2】



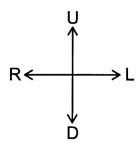
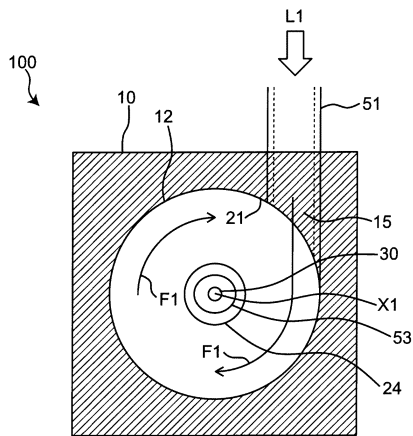
【 図 3 】



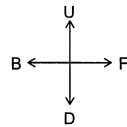
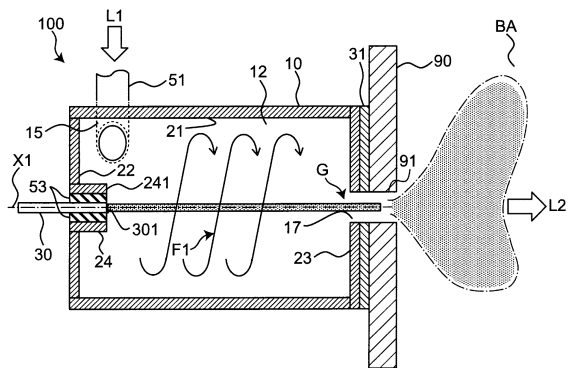
【 図 4 】



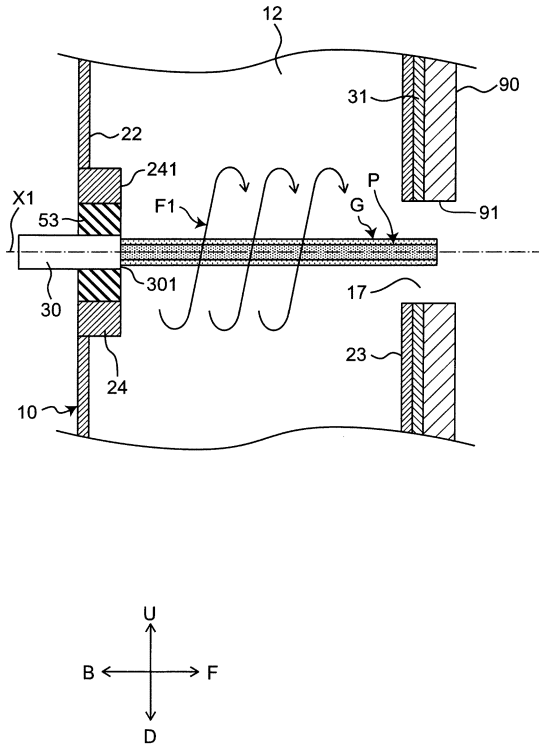
【 図 5 】



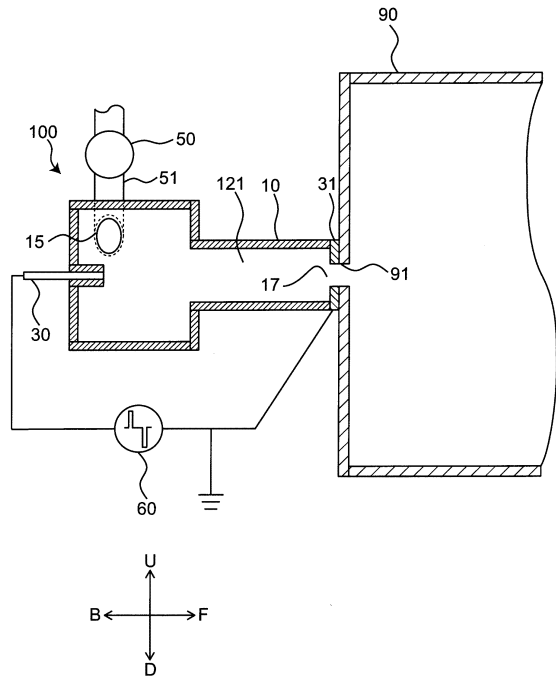
【 図 6 A 】



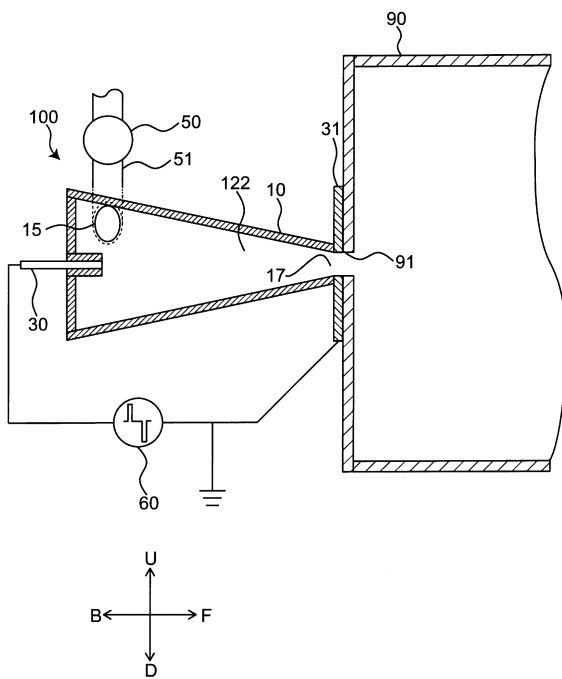
【図 6 B】



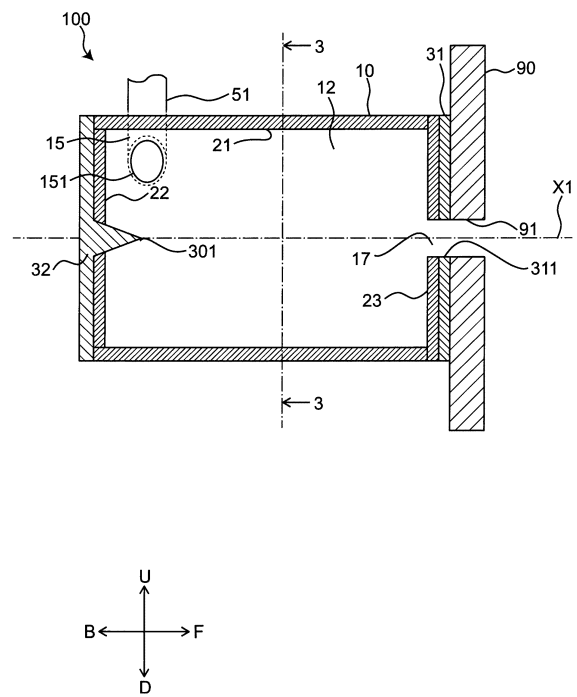
【図 7】



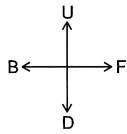
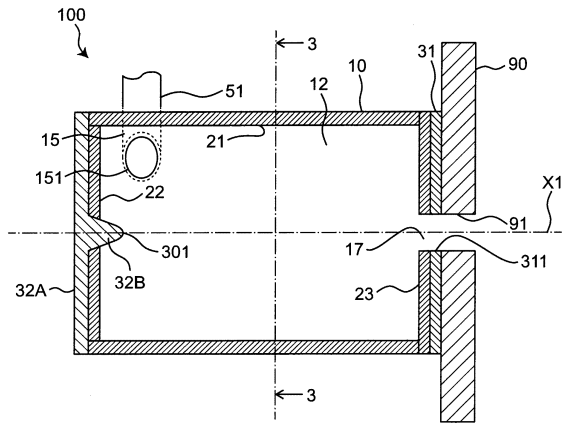
【図 8】



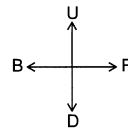
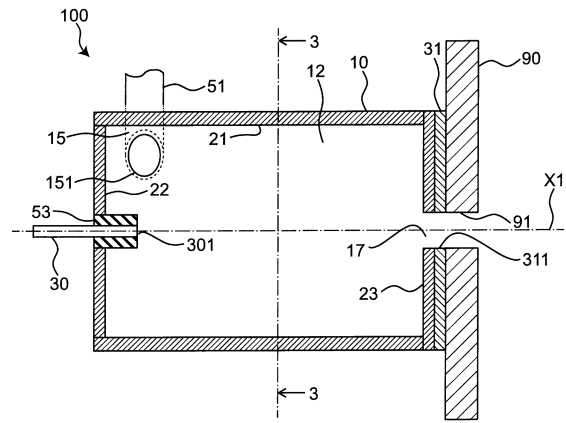
【図 9 A】



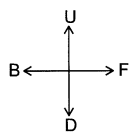
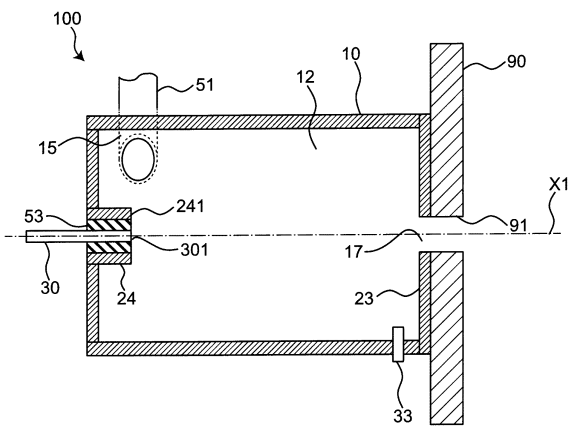
【図 9 B】



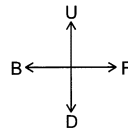
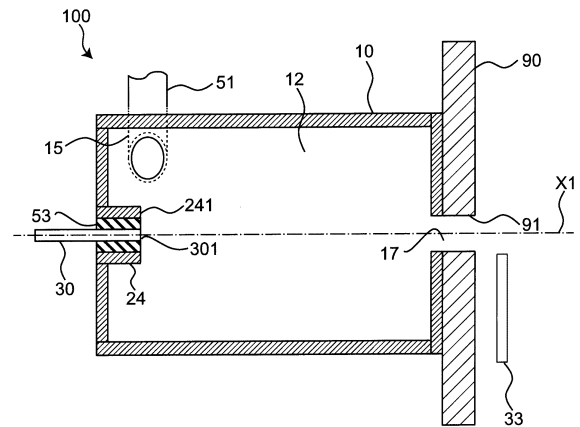
【図 10】



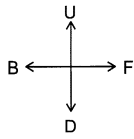
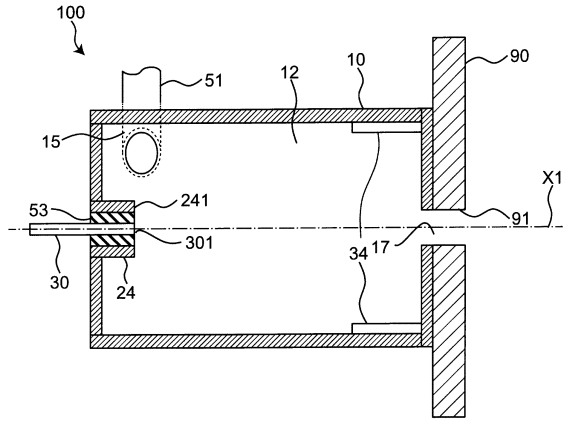
【図 11】



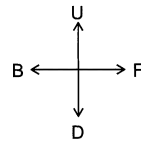
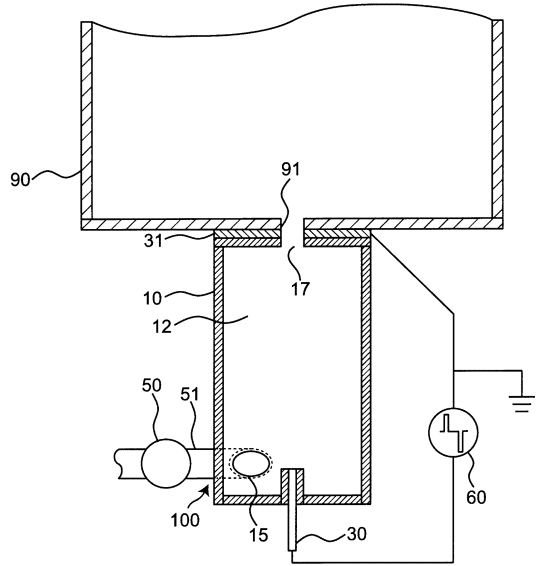
【図 12】



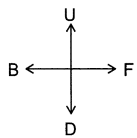
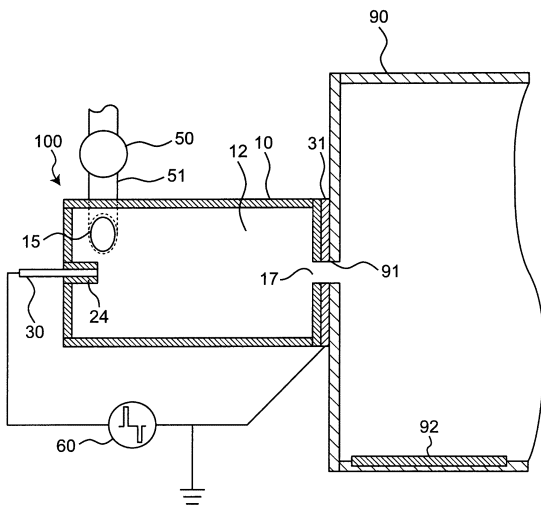
【図13】



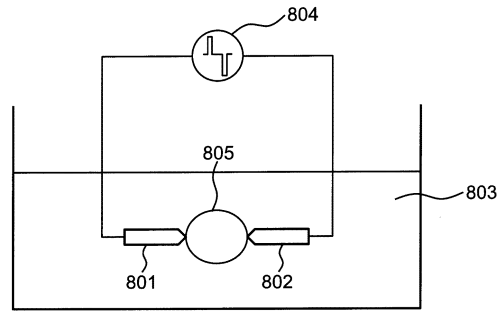
【図14A】



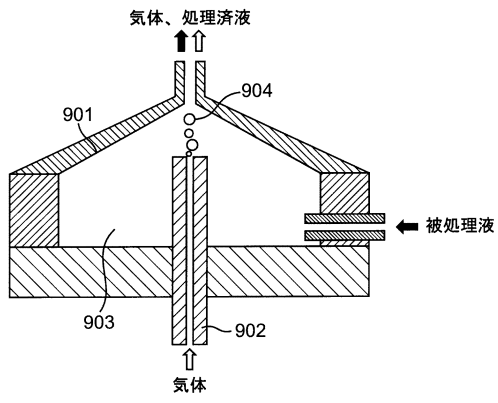
【図14B】



【図15】



【 図 16 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 北井 崇博  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 南尾 匡紀  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 山田 芳生  
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックプロダクションエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 松田 源一郎  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 小久保 勝伊

- (56)参考文献 特開2016-083658(JP,A)  
特開2013-119043(JP,A)  
特開2012-142150(JP,A)  
特表2013-519503(JP,A)  
国際公開第2008/038763(WO,A1)  
特開2005-230728(JP,A)  
特開2007-090175(JP,A)  
米国特許出願公開第2007/0240975(US,A1)  
国際公開第2011/021515(WO,A1)  
特開2006-130410(JP,A)  
特開2009-106910(JP,A)  
特開2014-079743(JP,A)  
国際公開第2007/138773(WO,A1)  
国際公開第2016/129431(WO,A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/00-1/78  
B01F 1/00-5/26  
B01J 19/00-19/32  
H05H 1/00-1/54