

(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2016-76350
(P2016-76350A)

(43) 公開日 平成28年5月12日(2016.5.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05H 1/24 (2006.01)	H05H 1/24	3G091
F01N 3/24 (2006.01)	F01N 3/24	N
F15D 1/02 (2006.01)	F15D 1/02	A

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-204999 (P2014-204999)	(71) 出願人	501204525 国立研究開発法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(22) 出願日	平成26年10月3日(2014.10.3)	(74) 代理人	100098545 弁理士 阿部 伸一
		(74) 代理人	100087745 弁理士 清水 善廣
		(74) 代理人	100106611 弁理士 辻田 幸史
		(74) 代理人	100116241 弁理士 金子 一郎
		(72) 発明者	安達 雅樹 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人海上技術安全研究所内

最終頁に続く

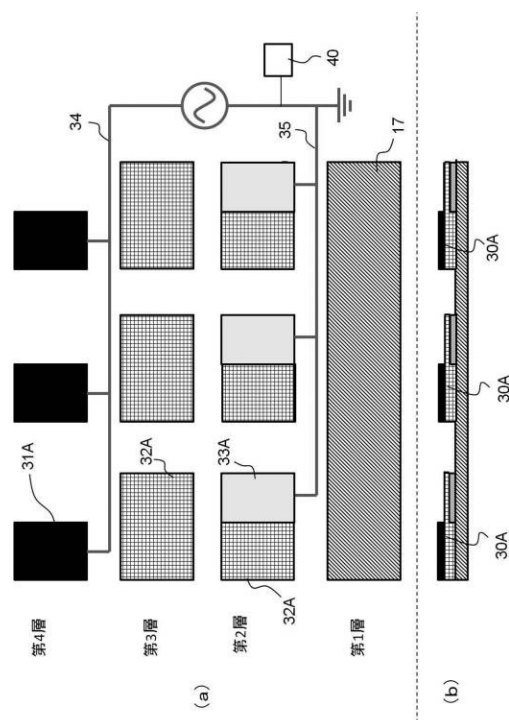
(54) 【発明の名称】 プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置、触媒処理装置、及び熱交換装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 流体が流れる流路に組み込まれた機器に起因する、流路断面方向の物理量の不均一な分布及び化学反応に関連する量的パラメータの不均一な分布を均等化させる、プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置、触媒処理装置、及び熱交換装置を提供する。

【解決手段】 加圧手段により加圧された流体の流れの外郭を有した流路と、当該流路に設けた整流対象物と、高電圧電極31A、誘電体32A及びアース電極33Aから成るプラズマアクチュエータ30Aと、プラズマアクチュエータ30Aに電源からの高電圧を印加する制御を行う制御手段40とを備え、複数のプラズマアクチュエータ30Aを前記流路の内面及び/又は前記流路内に設けた整流板17の表面に前記流体の流れ方向に沿って配置するとともに制御手段40が前記流体を所定方向に加速するように前記高電圧の印加を制御した。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

加圧手段により加圧された流体の流れの外郭を有した流路と、前記流路に設けた整流対象物と、高電圧電極、誘電体及びアース電極から成るプラズマアクチュエータと、前記プラズマアクチュエータに電源からの高電圧を印加する制御を行う制御手段とを備え、複数の前記プラズマアクチュエータを前記流路の内面及び/又は前記流路内に設けた整流板の表面に前記流体の流れ方向に沿って配置するとともに前記制御手段が前記流体を所定方向に加速するように前記高電圧の印加を制御したことを特徴とするプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 2】

前記アース電極を前記外郭又は前記整流板で兼ねて構成したことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 3】

前記アース電極を前記外郭又は前記整流板に接地したことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 4】

前記誘電体を前記アース電極よりも前記流体の流れ方向と直交する方向に張り出して設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 5】

複数の前記高電圧電極を共通の電極板で構成したことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 6】

前記高電圧電極を絶縁体で覆ったことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 7】

前記高電圧電極、前記誘電体、及び前記アース電極をそれぞれ可撓性材料で構成したことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 8】

前記整流板の両面に複数の前記プラズマアクチュエータをそれぞれ設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 9】

複数の前記プラズマアクチュエータを前記流路の拡大、縮小、曲がりを含む流れの変化部に設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 10】

前記整流対象物の上流側と下流側に複数の前記プラズマアクチュエータをそれぞれ設けたことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 11】

前記流体の流れの流速を検出する流速検出手段をさらに備え、前記制御手段が前記流速検出手段の信号に基づいて前記プラズマアクチュエータの前記高電圧の印加を制御したことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 12】

前記流体の温度を検出する温度検出手段をさらに備え、前記制御手段が前記温度検出手段の信号に基づいて前記プラズマアクチュエータの前記高電圧の印加を制御したことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた

10

20

30

40

50

流れの整流装置。

【請求項 13】

前記制御手段が前記加圧手段の運転状況に応じて前記プラズマアクチュエータの前記高電圧の印加を制御したことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 14】

前記制御手段が前記高電圧の印加を前記プラズマアクチュエータごとにオン、オフ制御したことを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置。

【請求項 15】

前記整流対象物を触媒ユニットとし、請求項 1 から請求項 14 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置を備えたことを特徴とする触媒処理装置。

【請求項 16】

前記整流対象物を熱交換器とし、請求項 1 から請求項 14 のうちの 1 項に記載のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置を備えたことを特徴とする熱交換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船舶のディーゼルエンジンの排気系などに適用する、プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置、触媒処理装置、及び熱交換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマアクチュエータは、誘電体（絶縁体）のバリア放電に伴い生じるイオン風を利用した流体制御用デバイスである。ここで、誘電体（絶縁体）のバリア放電とは、図 19 に示すように、プラスチックなどの誘電体 101 を挟んだ電極 102 a、102 b 間に高圧の交流電圧をかけた際に生じる放電のことであり無声放電ともいい、オゾン発生装置などに利用される。

誘電体バリア放電において、図 20 (a) に示すように、誘電体 101 を挟んだ二つの電極 102 a、102 b をずらして配置し、電極端の一方を暴露する。そして正弦波もしくはパースト波の交流を印加すると、放電により誘起されたイオン風が生じる。図 20 (b) は、印加するパースト波の例を示しており、D は発生時間、P は周期、F は周波数である。例えば、電圧 V を 4.96 [kV]、周波数 F を 40 [kHz]、発生時間 D を 1 [ms]、周期 P を 20 [ms] とすることにより、パースト波の交流によるイオン風を発生させることができる。なお、イオン風の発生条件や流速は電極 102 a、102 b と交流に依存する。

プラズマアクチュエータの利点としては、構造が単純であること、電極形状を変えることでイオン風の向きを変えることができることが挙げられる。例えば、図 21 に示すように円環状電極とした場合には、上向き噴流を生じさせることができる。なお、図 21 (a) は円環状電極の平面図（表面）及び背面図（裏面）であり、図 21 (b) は高圧交流電源に接続した円環状電極を側面視した概念図である。

プラズマアクチュエータは、航空機の翼周り流れの制御による剥離の抑制などに応用されている。

【0003】

特許文献 1 には、絶縁材を挟んで表面側電極と裏面側電極を設け、表面側電極と絶縁材の表面にコーティング層を形成した高温場用表面プラズマアクチュエータが記載されている。

また、特許文献 2 には、複数のプラズマアクチュエータを航空機の翼のコアング表面に配置し、コアング表面からの境界層流の剥離の開始を遅延又は流れの剥離を促進する流れ制御方法及びシステムが記載されている。

また、特許文献 3 には、メインウイングとサブウイングとの間に設けられたプラズマ

10

20

30

40

50

アクチュエータによりサブウイングからの空気流剥離を行う車両用整流装置が記載されている。

また、特許文献 4 には、プラズマ生成領域へのガスの流入又は流出を促進させるため、分解対象のガスが一方方向に流れるダクト内の細管の内壁にプラズマアクチュエータを設けたガス分解装置及びガス分解方法が記載されている。

また、特許文献 5 には、プラズマアクチュエータの両電極間に印加するパルス電圧を、零ボルトを中心とした基準パルスに対して、全体の電圧を + 側、及び - 側にオフセットする電圧制御手段を備え、電圧制御手段でオフセット電圧を + 側と - 側のいずれかに切り換え制御することにより、誘起流の方向を切り換えることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 270110 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 290710 号公報

【特許文献 3】特開 2010 - 158977 号公報

【特許文献 4】特開 2012 - 102693 号公報

【特許文献 5】特開 2011 - 238385 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、船舶のディーゼルエンジン等の船用エンジンの排気系などにおいて、組み込まれている機器の性能と機器の内部圧力損失の両立に関わる以下の技術的課題が生じている。

1. 排ガス系に排熱を回収する排ガスエコノマイザを組み込む際には、熱交換器内部に必要な伝熱面積を確保すること、および排ガスの発生源である船用エンジンの燃費を維持するために排ガス側内部圧力損失を抑えること、を両立させる目的で熱交換器における流路断面積を主管より拡大させることが有用である。しかし、それに伴い断面方向に不均一な速度分布や温度分布が生じるため、内部流れの整流化に必要な区間を増設するかこれらの分布を考慮して排ガスエコノマイザの設計を検討する必要がある。

2. 船用エンジン用の脱硝 SCR やメタンスリップ酸化処理装置（以下、触媒処理装置という）などにおいて、対象となる排ガス内の特定成分（例：脱硝 SCR では窒素酸化物、メタンスリップ酸化処理装置では未燃焼メタン）の除去率の目標値を達成すること、および排ガスの発生源である内燃機関の燃費を維持する目的で目標脱硝率と許容値以下の内部圧力損失の双方を達成すること、を両立させるためには触媒処理装置における流路断面積を主管より拡大させて必要量の触媒を配置させることが有用である。しかし、それに伴い触媒入口における断面方向の不均一な速度分布や温度分布、および流体の各成分の不均一な分布が生じて触媒内の脱硝反応が断面方向に不均一に進行する。加えて構造上触媒の孔内のレイノルズ数は触媒外のレイノルズ数より大幅に低下するため、触媒反応に要する孔内の乱れが不活発になっている。

3. 同じく船用エンジン用の脱硝 SCR の上流側において脱硝反応に必要な尿素を排ガス内に添加する際に、流路断面方向の尿素濃度を均一にするために一定長さの配管かスタティックミキサーを設ける必要があるが、いずれの場合でも一定量の内部圧力損失を伴う。

【0006】

そこで本発明は、プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置、すなわち表面にプラズマアクチュエータを敷設した整流板を機器内部に組み込むことで、例えば、船舶のディーゼルエンジン等の排気系などの流体が流れる流路に組み込まれた機器に起因する、流路断面方向の物理量（流速など）の不均一な分布及び化学反応に関連する量的パラメータ（温度や流体成分の濃度など）の不均一な分布を、直接的もしくは間接的に抑制、均等化させる、プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置、触媒処理装置、及び熱交換装置を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1記載の本発明に対応したプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置においては、加圧手段により加圧された流体の流れの外郭を有した流路と、流路に設けた整流対象物と、高電圧電極、誘電体及びアース電極から成るプラズマアクチュエータと、プラズマアクチュエータに電源からの高電圧を印加する制御を行う制御手段とを備え、複数のプラズマアクチュエータを流路の内面及び/又は流路内に設けた整流板の表面に流体の流れ方向に沿って配置するとともに制御手段が流体を所定の方向に加速するように高電圧の印加を制御したことを特徴とする。

請求項1に記載の本発明によれば、整流対象物内の流体を所定の方向に加速させることで、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布が不均一となるのを抑制し、均等化することができる。また、複数のプラズマアクチュエータを設けることにより、単数の場合と比べてイオン風を多く発生させることができ、一部が故障しても他のプラズマアクチュエータで補うことができる。

10

【0008】

請求項2記載の本発明は、アース電極を外郭又は整流板で兼ねて構成したことを特徴とする。

請求項2に記載の本発明によれば、アース電極を、外郭又は整流板と電氣的、又は構造的に一体化することで、電極への配線や電極の構造を簡略化することができる。また、プラズマアクチュエータのアースを外郭又は整流板と共通にすることができるので、安全性が向上する。

20

【0009】

請求項3記載の本発明は、アース電極を外郭又は整流板に接地したことを特徴とする。

請求項3に記載の本発明によれば、プラズマアクチュエータのアースを外郭又は整流板と共通にすることでプラズマアクチュエータのアース電極を外郭又は整流板と電氣的に共通にすることができるので、安全性が向上する。

【0010】

請求項4記載の本発明は、誘電体をアース電極よりも流体の流れ方向と直交する方向に張り出して設けたことを特徴とする。

請求項4に記載の本発明によれば、発生させるイオン風の流れを一方向にすることができる。

30

【0011】

請求項5記載の本発明は、複数の高電圧電極を共通の電極板で構成したことを特徴とする。

請求項5に記載の本発明によれば、高電圧電極同士が電氣的に接続されるので、電源からの配線を個別に行う必要がなく簡略化できる。

【0012】

請求項6記載の本発明は、高電圧電極を絶縁体で覆ったことを特徴とする。

請求項6に記載の本発明によれば、高電圧電極が絶縁体で保護されるので、高電圧電極の安全性が確保できるとともに、腐食や欠損を防止することができる。

40

【0013】

請求項7記載の本発明は、高電圧電極、誘電体、及びアース電極をそれぞれ可撓性材料で構成したことを特徴とする。

請求項7に記載の本発明によれば、プラズマアクチュエータを湾曲させることができるので、流路や整流対象物の形状に合わせてプラズマアクチュエータを配置しやすくなり、イオン風の流れを所定の方向に導きやすくなる。

【0014】

請求項8記載の本発明は、整流板の両面に複数のプラズマアクチュエータをそれぞれ設けたことを特徴とする。

請求項8に記載の本発明によれば、片面だけにプラズマアクチュエータを設ける場合よ

50

りも多くのイオン風を発生させることができるので、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布の不均一をさらに抑制し、均等化することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 記載の本発明は、複数のプラズマアクチュエータを流路の拡大、縮小、曲がりを含む流れの変化部に設けたことを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、流れが激みやすい箇所の整流又は攪拌を行うことができ、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布の不均一をさらに抑制し、均等化することができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 10 記載の本発明は、整流対象物の上流側と下流側に複数のプラズマアクチュエータをそれぞれ設けたことを特徴とする。

請求項 10 に記載の本発明によれば、上流側の流体を整流対象物に押し込むことができ、また、下流側の流体を整流対象物から引き出すことができるので、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布の不均一をさらに抑制し、均等化することができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 11 記載の本発明は、流体の流れの流速を検出する流速検出手段をさらに備え、制御手段が流速検出手段の信号に基づいてプラズマアクチュエータの高電圧の印加を制御したことを特徴とする。

請求項 11 に記載の本発明によれば、実際の流速に基づいて、プラズマアクチュエータを制御することができるので、整流装置が組み込まれた機器の運転状況や整流装置内の速度分布に応じてイオン風を発生させることができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 12 記載の本発明は、流体の温度を検出する温度検出手段をさらに備え、制御手段が温度検出手段の信号に基づいてプラズマアクチュエータの高電圧の印加を制御したことを特徴とする。

請求項 12 に記載の本発明によれば、実際の温度に基づいて、プラズマアクチュエータを制御することができるので、整流装置が組み込まれた機器の運転状況や整流装置内の温度分布に応じてイオン風を発生させることができる。

【 0 0 1 9 】

請求項 13 記載の本発明は、制御手段が加圧手段の運転状況に応じてプラズマアクチュエータの高電圧の印加を制御したことを特徴とする。

請求項 13 に記載の本発明によれば、加圧手段の起動、停止を含めた流体に対する加圧状況に応じてイオン風を発生させることができる。

【 0 0 2 0 】

請求項 14 記載の本発明は、制御手段が高電圧の印加をプラズマアクチュエータごとにオン、オフ制御したことを特徴とする。

請求項 14 に記載の本発明によれば、複数のプラズマアクチュエータの一部のみを作動させることができるので、必要な場所にだけイオン風を発生させることができる。

【 0 0 2 1 】

請求項 15 記載の本発明に対応した触媒処理装置においては、整流対象物を触媒ユニットとし、プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置を備えたことを特徴とする。

請求項 15 に記載の本発明によれば、触媒ごとの処理のばらつきを抑制することができ、触媒処理装置の処理能力の向上や耐久時間の延長が図れる。

【 0 0 2 2 】

請求項 16 記載の本発明に対応した熱交換装置においては、整流対象物を熱交換器とし、プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置を備えたことを特徴とする。

請求項 16 に記載の本発明によれば、熱交換器の速度分布や温度分布を均等化することができ、熱交換効率が向上する。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

本発明のプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置によれば、整流対象物内の流体を所定の方向に加速させることで、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布が不均一となるのを抑制し、均等化することができる。また、複数のプラズマアクチュエータを設けることにより、単数の場合と比べてイオン風を多く発生させることができ、一部が故障しても他のプラズマアクチュエータで補うことができる。

【0024】

また、アース電極を外郭又は整流板で兼ねて構成した場合には、アース電極を、外郭又は整流板と電氣的、又は構造的に一体化することで、電極への配線や電極の構造を簡略化することができる。また、プラズマアクチュエータのアースを外郭又は整流板と共通にすることができるので、安全性が向上する。

【0025】

また、アース電極を外郭又は整流板に接地した場合には、プラズマアクチュエータのアースを外郭又は整流板と電氣的に共通にすることができるので、安全性が向上する。

【0026】

また、誘電体をアース電極よりも流体の流れ方向と直交する方向に張り出して設けた場合には、発生させるイオン風の流れを一方向にすることができる。

【0027】

また、複数の高電圧電極を共通の電極板で構成した場合には、高電圧電極同士が電氣的に接続されるので、電源からの配線を個別に行う必要がなく簡略化できる。

【0028】

また、高電圧電極を絶縁体で覆った場合には、高電圧電極が絶縁体で保護されるので、高電圧電極の安全性が確保できるとともに、腐食や欠損を防止することができる。

【0029】

また、高電圧電極、誘電体、及びアース電極をそれぞれ可撓性材料で構成した場合には、プラズマアクチュエータを湾曲させることができるので、より流路や整流対象物の形状に合わせてプラズマアクチュエータを配置しやすくなり、イオン風の流れを所定の方向に導きやすくなる。

【0030】

また、整流板の両面に複数のプラズマアクチュエータをそれぞれ設けた場合には、片面だけにプラズマアクチュエータを設ける場合よりも多くのイオン風を発生させることができるので、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布の不均一をさらに抑制し、均等化することができる。

【0031】

また、複数のプラズマアクチュエータを流路の拡大、縮小、曲がりを含む流れの変化部に設けた場合には、流れが激みやすい箇所の整流又は攪拌を行うことができ、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布の不均一をさらに抑制し、均等化することができる。

【0032】

また、整流対象物の上流側と下流側に複数のプラズマアクチュエータをそれぞれ設けた場合には、上流側の流体を整流対象物に押し込むことができ、また、下流側の流体を整流対象物から引き出すことができるので、流体の速度分布、温度分布、又は濃度分布の不均一をさらに抑制し、均等化することができる。

【0033】

また、流体の流れの流速を検出する流速検出手段をさらに備え、制御手段が流速検出手段の信号に基づいてプラズマアクチュエータの高電圧の印加を制御した場合には、実際の流速に基づいて、プラズマアクチュエータを制御することができるので、整流装置が組み込まれた機器の運転状況や整流装置内の速度分布に応じてイオン風を発生させることができる。

【0034】

また、流体の温度を検出する温度検出手段をさらに備え、制御手段が温度検出手段の信号に基づいてプラズマアクチュエータの高電圧の印加を制御した場合には、実際の温度に

10

20

30

40

50

基づいて、プラズマアクチュエータを制御することができるので、整流装置が組み込まれた機器の運転状況や整流装置内の温度分布に応じてイオン風を発生させることができる。

【0035】

また、制御手段が加圧手段の運転状況に応じてプラズマアクチュエータの高電圧の印加を制御した場合には、加圧手段の起動、停止を含めた流体に対する加圧状況に応じてイオン風を発生させることができる。

【0036】

また、制御手段が高電圧の印加をプラズマアクチュエータごとにオン、オフ制御した場合には、複数のプラズマアクチュエータの一部のみを作動させることができるので、必要な場所にだけイオン風を発生させることができる。

【0037】

本発明の触媒処理装置によれば、触媒ごとの処理のばらつきを抑制することができ、触媒処理装置の処理能力の向上や耐久時間の延長が図れる。

【0038】

本発明の熱交換装置によれば、熱交換器の速度分布や温度分布を均等化することができ、熱交換効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

【図2】本発明の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図3】本発明の他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図4】本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図5】本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図6】本発明の他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

【図7】本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

【図8】本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

【図9】本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

【図10】本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

【図11】本発明の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図12】本発明の他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図13】本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図14】本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図

【図15】本発明の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の一部を示す図

【図16】本発明の他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の一部を示す図

【図17】本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の一部を示す図

【図18】本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図

10

20

30

40

50

【図 19】従来の誘電体（絶縁体）のバリア放電の説明図

【図 20】従来の平板型プラズマアクチュエータの説明図

【図 21】従来の円環型プラズマアクチュエータの説明図

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下に、本発明の実施形態によるプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置、触媒処理装置、及び熱交換装置について説明する。

【0041】

図 1 は本発明の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図である。また、図 2 は平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。

本実施形態において、熱交換装置 1 は整流装置 10 を備えており、整流装置 10 は、エンジンや送風手段などの加圧手段（図示なし）により加圧された排ガス 11 の流れる外郭を有した流路 12 と、流路 12 に設けた整流対象物 20 と、平板型プラズマアクチュエータ 30 A と、平板型プラズマアクチュエータ 30 A に電源からの高電圧を印加する制御を行う制御手段 40 とを備える。整流対象物 20 は、熱交換器（フィンチューブ式熱交換器）である。

整流対象物（熱交換器）20 が設けられている部分の配管 14 は、主管 13 よりも径が大きく、テーパ状の整流対象物入口配管 15 及び整流対象物出口配管 16 を介して主管 13 と接続されている。

配管 14 の流路断面積を主管 13 より拡大することによって、熱交換装置 1 の伝熱面積が確保でき、熱交換装置 1 内部の排ガス側圧力損失を抑えることができる。しかし、それに伴い断面方向（図 1 の上下方向）に不均一な速度分布や温度分布が生じる。特に、図 1 に示すように、配管 14 の内壁近傍には澁みが生じると予想される。

そこで、整流板 17 を、整流対象物入口配管 15 及び整流対象物出口配管 16 の流路内に配置し、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を整流板 17 の表面に排ガス 11 の流れ方向に沿って配置するとともに、制御手段 40 が排ガス 11 を所定の方向にイオン風によって加速するように高電圧の印加を制御する。なお、整流板 17 は、図 1 に示すように、整流対象物入口配管 15 及び整流対象物出口配管 16 のテーパ形状による流路の拡大又は縮小に合わせて所定の角度をもって配置されている。特に、図 1 における一番上側と、一番下側の整流板 17 に設けた平板型プラズマアクチュエータ 30 A にて、配管 14 の内壁近傍の澁みの方向に流れを加速することにより、澁みが解消され速度分布の均一化が図れ、また温度分布の均一化に繋げることが可能となる。

このように、整流対象物 20 内の排ガス 11 を所定の方向に加速させることで、排ガス 11 の速度分布及び温度分布が不均一となるのを抑制し、均等化することができる。また、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を設けることにより、単数の場合と比べて同一の所定の方向にイオン風を多く発生させることができ、一部が故障しても他の平板型プラズマアクチュエータ 30 A で補うことができる。

また、整流対象物 20 の入口側の流路急拡大部である整流対象物入口配管 15、及び整流対象物 20 の出口側の流路急縮小部である整流対象物出口配管 16 に組み込んだ平板型プラズマアクチュエータ 30 A に高電圧を印加してイオン風を発生させて排ガス 11 を加速することにより、入口側においては排ガス 11 の流れを押し込んで流量分配と整流化を行い、出口側においては排ガス 11 の流れを引き出して流速分布や温度分布が不均一となるのをさらに抑制し、均等化することができる。

【0042】

また、制御手段 40 は、加圧手段の起動、停止を含めた運転状況に応じて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の高電圧の印加を制御している。例えば、排ガス 11 に対する加圧手段による加圧が不十分な場合に平板型プラズマアクチュエータ 30 A が作動する制御とすることにより、発生させたイオン風によって排ガス 11 は加速され、加圧手段の加圧不足を補うことができるなど、排ガス 11 に対する加圧状況に応じてイオン風を発生させ

ることができる。

なお、整流対象物 20 を熱交換器とした整流装置 10 は、船用排ガスエコノマイザ、空冷式熱交換器、復水器、縦置き式ガスタービン用 H R S G、蒸発冷却器などのラインに組み込むことができる。

【 0 0 4 3 】

また、整流装置 10 は、流速計などの流速検出手段 50 を備えている。配管 14 の整流対象物入口配管 15 近傍と整流対象物出口配管 16 近傍に設けた流速検出手段 50 は、排ガス 11 の流速を検出する。制御手段 40 は流速検出手段 50 の検出信号を受信し、検出された流速に基づいて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の高電圧の印加を制御する。このように、実際の流速に基づいて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の動作を制御することができるので、流速が低い場合にのみ平板型プラズマアクチュエータ 30 A を動作させるなど、整流装置 10 が組み込まれた機器の運転状況や整流装置 10 内の速度分布に応じてイオン風を発生させることができる。

10

なお、流速検出手段 50 は、配管 14 内の任意の場所や整流対象物入口配管 15 近傍や整流対象物出口配管 16 近傍の主管 13 に設けてもよく、この場合は主管 13 を流れる排ガス 11 の流速に基づいて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の動作を制御することができる。

【 0 0 4 4 】

さらに、整流装置 10 は、温度計などの温度検出手段 60 を備えている。配管 14 の整流対象物入口配管 15 近傍と整流対象物出口配管 16 近傍に設けた温度検出手段 60 は、排ガス 11 の温度を検出する。制御手段 40 は温度検出手段 60 の検出信号を受信し、検出された温度に基づいて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の高電圧の印加を制御する。このように、実際の温度に基づいて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の動作を制御することができるので、温度が低い場合にのみ平板型プラズマアクチュエータ 30 A を動作させるなど、整流装置 10 が組み込まれた機器の運転状況や整流装置 10 内の温度分布に応じてイオン風を発生させることができる。

20

なお、温度検出手段 60 は、配管 14 内の任意の場所や整流対象物入口配管 15 近傍や整流対象物出口配管 16 近傍の主管 13 に設けてもよく、この場合は主管 13 を流れる排ガス 11 の温度に基づいて平板型プラズマアクチュエータ 30 A の動作を制御することができる。また、排ガス 11 の濺み易い箇所以外に濺みにくい箇所に設けて、平板型プラズマアクチュエータ 30 A の動作を制御することも可能である。

30

【 0 0 4 5 】

また、制御手段 40 が複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A に対する高電圧の印加を個別にオン、オフ制御するものとしてもよい。温度、流量、排気圧などを ON - OFF の条件として、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A の一部のみを作動させることによって、必要な場所にだけイオン風を発生させることができる。また、例えば複数の整流板 17 の真ん中の整流板 17 の平板型プラズマアクチュエータ 30 A への電圧の印加をオフにすることも可能である。

また、整流板 17 の表面だけでなく裏面にも複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を設けてもよい。両面に複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A をそれぞれ設けることで、イオン風をより多く発生させることができるので、流体の速度分布又は温度分布の不均一がさらに抑制される。

40

【 0 0 4 6 】

図 2 に示すように、平板型プラズマアクチュエータ 30 A は、高電圧電極 31 A、誘電体 32 A、アース電極 33 A からなる。高電圧電極 31 A 及びアース電極 33 A は矩形である。

本実施形態においては、三つの平板型プラズマアクチュエータ 30 A はそれぞれ独立して第 1 層の整流板 17 に直接敷設される。具体的には、第 1 層の整流板 17 の上に誘電体 32 A とアース電極 33 A からなる第 2 層を配置し、第 2 層の上に誘電体 32 A からなる第 3 層を配置し、第 3 層の上に高電圧電極 31 A からなる第 4 層をアース電極 33 A とず

50

らして配置している。また、電源から高電圧電極 3 1 A への電線 3 4、及び電源からアース電極 3 3 A への電線 3 5 は、それぞれの電極ごとに個別に配線している。

この平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A に、制御手段 4 0 により電源からの高電圧を印加することで高電圧電極 3 1 A 側にイオン風を発生させることができる。

また、誘電体 3 2 A をアース電極 3 3 A よりも排ガス 1 1 の流れ方向と直交する方向に張り出して設けることで、発生させるイオン風の流れを所定の一方向にすることができる。

【 0 0 4 7 】

ここで、図 2 のように、整流板 1 7 の表面に敷設した複数の平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A を作動させるために電線 3 4、3 5 を電極ごとに個別に配線する構成では、配線作業が煩雑であり、また、電線 3 4、3 5 が長くなるために断線のおそれがある。そこで、平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A はシート化して配線を簡略化することが好ましい。

以下にシート化した平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A を説明する。

【 0 0 4 8 】

図 3 は、本発明の他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態においては、第 2 層は、共通の電極板に所定の間隔をもって配置した三つのアース電極部 3 3 A a、3 3 A b、3 3 A c 及びこれらの電極部を接続するアース電極接続部 3 3 A d を形成したアース電極 3 3 A と、アース電極 3 3 A に対応する形状の誘電体 3 2 A とで構成された矩形のシートからなる。第 3 層は、誘電体 3 2 A からなるシートであり、第 2 層とほぼ同じ長さである。第 4 層は、共通の電極板に所定の間隔をもって配置した三つの高電圧電極部 3 1 A a、3 1 A b、3 1 A c 及びこれらの電極部を接続する高電圧電極接続部 3 1 A d を形成した高電圧電極 3 1 A と、高電圧電極 3 1 A に対応する形状の誘電体 3 2 A とで構成された矩形のシートからなる。なお、高電圧電極 3 1 A の高電圧電極部 3 1 A a、3 1 A b、3 1 A c は、アース電極 3 3 A のアース電極部 3 3 A a、3 3 A b、3 3 A c とずらして形成しており、アース電極部 3 3 A a、3 3 A b に対応する第 4 層の部分には穴 3 1 A e、3 1 A f を設け、アース電極部 3 3 A c に対応する部分には第 4 層を配置していない。また、電線 3 4 は高電圧電極部 3 1 A c に接続し、電線 3 5 はアース電極部 3 3 A c に接続している。

このように、高電圧電極 3 1 A を共通の電極板で構成してシート化することにより、高電圧電極 3 1 A 同士が電氣的に接続されるので、高電圧電極 3 1 A への電線 3 4 の接続は一箇所で済み、電源からの配線を簡略化することができる。また、アース電極 3 3 A を共通の電極板で構成してシート化することにより、アース電極 3 3 A 同士が電氣的に接続されるので、アース電極 3 3 A への電線 3 5 の接続は一箇所で済み、電源からの配線を更に簡略化することができる。

また、アース電極部 3 3 A a、3 3 A b、及び高電圧電極部 3 1 A b、3 1 A c において、誘電体 3 2 A をアース電極部 3 3 A a、3 3 A b、及び高電圧電極部 3 1 A b、3 1 A c よりも横方向に張り出して設けている。これは、アース電極部 3 3 A a、3 3 A b、及び高電圧電極部 3 1 A b、3 1 A c の端部においても、イオン風の発生効果を維持するためのものであり、平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A として流れの中に置いた場合、発生させるイオン風の流れを所定の一方向にする効果を増すことができる。

また、アース電極 3 3 A を整流板 1 7 に導電性を有するように接着させるなどして接地することが好ましい。平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A のアースを整流板 1 7 と電氣的に共通にすることで、平板型プラズマアクチュエータ 3 0 A のアースを別にとるよりも安全性が向上する。なお、アース電極 3 3 A と整流板 1 7 を兼ねて、同一の材料で構成することも可能である。また、アース電極 3 3 A を流路 1 2 の外郭である配管 1 4 の内壁に接地しても良い。

また、高電圧電極 3 1 A、誘電体 3 2 A、アース電極 3 3 A をそれぞれ可撓性材料で構

成した場合には、平板型プラズマアクチュエータ 30A を湾曲させることができるので、流路 12 や整流対象物 20 の形状に合わせて平板型プラズマアクチュエータ 30A を配置しやすくなり、イオン風の流れを排ガス 11 を加速させる方向に導きやすくなる。

【0049】

図 4 は、本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態においては、第 1 層は、アース電極 33A を導電性の整流板 17 で兼ねて構成している。第 2 層は、シート状に形成した誘電体 32A と、シート状の誘電体 32A の一端及び中位置に所定の間隔をもって配置した三つのアース電極部 33Aa、33Ab、33Ac とで構成されている。なお、第 1 層と第 2 層とは導電性接着剤で接着する。第 3 層は、誘電体 32A からなる矩形のシートであり、第 2 層とほぼ同じ長さである。第 4 層は、共通の電極板に所定の間隔をもって配置した三つの高電圧電極部 31Aa、31Ab、31Ac 及びこれらの電極部を接続する高電圧電極接続部 31Ad を形成した高電圧電極 31A と、短手方向に対向する高電圧電極接続部 31Ad で挟むように配置した二つの誘電体 32A とで構成された矩形のシートからなる。なお、高電圧電極部 31Aa、31Ab、31Ac は、アース電極部 33Aa、33Ab、33Ac とずらして形成しており、アース電極部 33Aa、33Ab に対応する第 4 層の部分には穴 31Ae、31Af を設け、アース電極部 33Ac に対応する部分には第 4 層を配置していない。また、電線 34 は第 4 層の一端に接続し、電線 35 は第 1 層の一端に接続している。

このように、複数の高電圧電極部 31Aa、31Ab、31Ac を有する高電圧電極 31A を共通の電極板で構成してシート化することにより、高電圧電極 31A 同士が電氣的に接続されるので、高電圧電極 31A への電線 34 の接続は一箇所済み、電源からの配線を簡略化することができる。

また、第 1 層を、アース電極 33A を整流板 17 で兼ねた構成とすることにより、配線を簡略化できるとともに、平板型プラズマアクチュエータ 30A のアースを整流板 17 と共通にすることができるのでアース電極 33A が簡略化できる。また、平板型プラズマアクチュエータ 30A のアースを別にとるよりも安全性が向上する。なお、アース電極 33A と整流板 17 を兼ねて、同一の材料で構成することも可能である。また、アース電極 33A を流路 12 の外郭である配管 14 の内壁と兼ねた構成としてもよい。

【0050】

図 5 は、本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態においては、第 4 層の上に誘電体 32A からなる矩形のシートである第 5 層を配置している。また、アース電極部 33Aa、33Ab に対応する第 5 層の部分には穴 32Aa、32Ab を設け、アース電極部 33Ac に対応する部分には第 5 層を配置していない。

このように、第 4 層の上に誘電体 32A からなる第 5 層を設けることにより、高電圧電極 31A を誘電体 32A で覆って保護することができ、高電圧電極 31A の上表面が排気ガス 11 に晒されることがない。従って、安全性を確保し、高電圧電極 31A の腐食や欠損を防止して寿命を延ばすことができる。

なお、第 5 層は誘電体 32A の代わりに絶縁体を用いてもよい。

【0051】

次に、他の実施の形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置を説明する。

【0052】

図 6 は本発明の他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

10

20

30

40

50

本実施形態において、触媒処理装置 2 は整流装置 10 を備えており、整流装置 10 は、送風手段などの加圧手段（図示なし）により加圧された排ガス 11 の流れる外郭を有した流路 12 と、流路 12 に設けた整流対象物 20 と、平板型プラズマアクチュエータ 30 A と、平板型プラズマアクチュエータ 30 A に電源からの高電圧を印加する制御を行う制御手段 40 とを備える。整流対象物 20 は、触媒が配置された多孔型流路を有する触媒ユニットである。

整流対象物（触媒ユニット）20 が設けられている部分の配管 14 は、主管 13 よりも径が大きく、テーパ状の整流対象物入口配管 15 及び整流対象物出口配管 16 を介して主管 13 と接続されている。

配管 14 の流路断面積を主管 13 より拡大することによって、目標脱硝率に必要な量の触媒を配置させることができるとともに、許容値以下の内部圧力損失を実現することができる。しかし、それに伴い断面方向（図 6 の上下方向）に不均一な速度分布や温度分布、及び排ガス 11 の各成分の不均一な分布が生じて、触媒内の脱硝反応が断面方向に不均一に進行する。特に、図 6 に示すように、整流対象物 20 近傍の配管 14 の内壁近傍には澱みが生じると予想される。

そこで、整流板 17 を、整流対象物入口配管 15 から整流対象物 20 入口の近傍までと、整流対象物出口配管 16 から整流対象物 20 出口近傍までの流路 12 内に配置し、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を整流板 17 の表面に排ガス 11 の流れ方向に沿って配置するとともに、制御手段 40 が排ガス 11 を所定の方向にイオン風によって加速するように高電圧の印加を制御する。特に、澱みを解消するような所定方向に排ガス 11 を加速することが好ましい。なお、整流板 17 は、図 6 に示すように、整流対象物入口配管 15 及び整流対象物出口配管 16 のテーパ形状による流路の拡大又は縮小に合わせて所定の角度をもって配置されている。

このように、整流対象物 20 内の排ガス 11 を所定の方向に加速させることで、排ガス 11 が攪拌され、排ガス 11 の速度分布及び温度分布が不均一となるのを抑制し、触媒反応を均等化することができる。また、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を設けることにより、単数の場合と比べてイオン風を多く発生させることができ、一部が故障しても他の平板型プラズマアクチュエータ 30 A で補うことができる。

また、整流対象物 20 の入口側の流路急拡大部である整流対象物入口配管 15、及び整流対象物 20 の出口側の流路急縮小部である整流対象物出口配管 16 に組み込んだ平板型プラズマアクチュエータ 30 A に高電圧を印加してイオン風を発生させて排ガス 11 を加速することにより、入口側においては排ガス 11 を整流対象物 20 に押し込むことができ、出口側においては整流対象物 20 から出た排ガス 11 の流れを引き出すことができるので、澱みを解消して流速分布や温度分布が不均一となるのをさらに抑制し、触媒反応を均等化することができる。従って、触媒ごとの処理のばらつきを抑制することができ、触媒ユニット 20 の処理能力の向上や耐久時間の延長が図れる。

なお、整流対象物 20 を触媒ユニットとした整流装置 10 は、脱硝 SCR、メタンスリップ用酸化触媒処理装置などのラインに組み込むことができる。

【0053】

図 7 は本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、触媒処理装置 2 は整流装置 10 を備えている。整流対象物 20 は、多孔質のエレメントを有する DPF (Diesel Particulate filter) である。

整流対象物 (DPF) 20 が設けられている部分の配管 14 は、主管 13 よりも径が大きい。

配管 14 の流路断面積を主管 13 より拡大することによって、目標微粒子除去率に必要な量のエレメントを配置させることができるとともに、許容値以下の内部圧力損失を実現することができる。しかし、それに伴い断面方向に不均一な速度分布や温度分布、及び排

10

20

30

40

50

ガス 11 の各成分の不均一な分布が生じて、エレメント内の微粒子捕集が断面方向に不均一に進行する。特に、図 7 に示すように、配管 14 の内壁近傍や整流対象物 20 の下部には澱みが生じると予想される。

そこで、整流板 17 を、整流対象物 20 の上流側と下流側の流路内に配置し、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を整流板 17 の表面に排ガス 11 の流れ方向に沿って配置するとともに、制御手段 40 が排ガス 11 を特に澱みを解消する所定の方向にイオン風によって加速するように高電圧の印加を制御する。なお、図 7 に示すように、上流側の整流板 17 のうち、分離した整流対象物 20 の間に配置された整流板 17 は、角度をもたせて整流対象物 20 の入口方向に向けている。また、下流側の整流板 17 は整流対象物 20 から出た排ガス 11 を出口側の主管 13 に導く向き・配置としている。

このように、整流対象物 20 の入口側の流路急拡大部、及び整流対象物 20 の出口側の流路急縮小部に組み込んだ平板型プラズマアクチュエータ 30 A に高電圧を印加してイオン風を発生させて排ガス 11 を所定方向に加速することにより、入口側においては排ガス 11 を整流対象物 20 に押し込むことができ、出口側においては整流対象物 20 から出た排ガス 11 の流れを引き出す込むことができるので、排ガス 11 の流れの澱みが解消され、整流対象物 20 周辺の境界層が攪拌され、流速分布や温度分布が不均一となるのを抑制し、微粒子捕集を均一化することができる。

【 0 0 5 4 】

図 8 は本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、整流対象物 20 は、多孔質のエレメントを有する D P F (D i e s e l P a r t i c u l a t e f i l t e r) である。

表面に複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A が配置された整流板 17、高電圧電極 31 A、誘電体 32 A、及びアース電極 33 A はそれぞれ可撓性材料で構成されており、図 8 に示すように、上流側の整流板 17 のうち、分離した整流対象物 20 の間に配置された整流板 17 を U 字状に湾曲形成している。また、下流側の整流板 17 のうち、整流対象物 20 近傍に配置した整流板 17 を湾曲形成している。

このように、整流板 17 と平板型プラズマアクチュエータ 30 A に可撓性をもたせて、流路 12 や整流対象物 20 の形状に合わせて湾曲配置することで、排ガス 11 を所定方向に加速させやすくなる。

【 0 0 5 5 】

図 9 は本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、整流対象物 20 は、蒸発冷却器の熱交換器 (フィンチューブ式熱交換器) である。

整流対象物 (熱交換器) 20 が設けられている部分の配管 14 はエルボ型であり、主管 13 よりも径が大きく、テーパ状の整流対象物入口配管 15 を介して主管 13 と接続されている。

配管 14 の流路断面積を主管 13 より拡大することによって、整流対象物 20 内部の排ガス側圧力損失を抑えることができる。しかし、それに伴い断面方向に不均一な速度分布や温度分布が生じる。特に、図 9 に示すように、配管 14 のエルボ部 (流れの変化部) 18 の内壁近傍は流れが変化するため澱みが生じると予想される。

そこで、整流板 17 を、整流対象物入口配管 15 の流路 12 内と、エルボ部 18 の流路 12 内に配置し、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30 A を整流板 17 の表面に排ガス 11 の流れ方向に沿って配置する。エルボ部 18 の整流板 17 及び平板型プラズマアクチュエータ 30 A は可撓性材料で構成されており、エルボ部 18 の形状に沿うように湾曲配置している。

この構成により、整流対象物 20 の入口側の流路急拡大部である整流対象物入口配管 1

10

20

30

40

50

5、及び流れの変化部であるエルボ部 18 に組み込んだ平板型プラズマアクチュエータ 30A に高電圧を印加してイオン風を発生させて排ガス 11 を加速し押し込むことができる。従って、排ガス 11 の流れを押し込んで流量分配と整流化を行い、澱みを解消することにより流速分布や温度分布が均等化され、熱交換装置 1 の熱交換効率が向上する。

【0056】

図 10 は本発明の更に他の実施形態による平板型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、整流対象物 20 は、縦置き式ガスタービン用 HRSG の熱交換器（フィンチューブ式熱交換器）である。

整流対象物（熱交換器）20 が設けられている部分の配管 14 はエルボ型であり、主管 13 よりも径が大きく、テーパ状の整流対象物出口配管 16 を介して主管 13 と接続されている。

配管 14 の流路断面積を主管 13 より拡大することによって、整流対象物 20 内部の排ガス側圧力損失を抑えることができる。しかし、それに伴い断面方向に不均一な速度分布や温度分布が生じる。特に、図 10 に示すように、配管 14 のエルボ部 18 の内壁近傍は流れが変化するため澱みが生じると予想される。

そこで、整流板 17 を、熱交換装置出口配管 15 の流路 12 内と、エルボ部 18 の流路 12 内に配置し、複数の平板型プラズマアクチュエータ 30A を整流板 17 の表面に排ガス 11 の流れ方向に沿って配置する。エルボ部 18 の整流板 17 及び平板型プラズマアクチュエータ 30A は可撓性材料で構成されており、エルボ部 18 の形状に沿うように湾曲配置している。

この構成により、整流対象物 20 の出口側の流路急縮小部である整流対象物出口配管 16、及び流れの変化部であるエルボ部 18 に組み込んだ平板型プラズマアクチュエータ 30A に高電圧を印加してイオン風を発生させて排ガス 11 を加速し吸い込むことができる。従って、排ガス 11 の流れを吸い込んで流量分配と整流化を行い、澱みが解消されて流速分布や温度分布が均等化され、熱交換装置 1 の熱交換効率が向上する。

【0057】

次に、円環型プラズマアクチュエータについて説明する。

【0058】

図 11 は、本発明の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

円環型プラズマアクチュエータ 30B は、高電圧電極 31B、誘電体 32B、アース電極 33B からなる。高電圧電極 31B 及びアース電極 33B は円形である。

本実施形態においては、三つの円環型プラズマアクチュエータ 30B はそれぞれ独立して整流板 17 に直接敷設される。具体的には、第 1 層の整流板 17 の上に誘電体 32B とアース電極 33B からなる第 2 層を配置し、第 2 層の上に誘電体 32B からなる第 3 層を配置し、第 3 層の上に高電圧電極 31B からなる第 4 層をアース電極 33B とずらして配置している。また、電源から高電圧電極 31B への電線 34、及び電源からアース電極 33B への電線 35 は、それぞれの電極ごとに個別に配線している。

この円環型プラズマアクチュエータ 30B に、制御手段 40 により電源からの高電圧を印加することで高電圧電極 31B 側にイオン風を上向きに発生させることができる。

【0059】

ここで、図 11 のように、整流板 17 の表面に敷設した複数の円環型プラズマアクチュエータ 30B を作動させるために電線 34、35 を電極ごとに個別に配線する構成では、配線作業が煩雑であり、また、電線 34、35 が長くなるために断線のおそれがある。そこで、円環型プラズマアクチュエータ 30B はシート化して配線を簡略化することが好ましい。

以下にシート化した円環型プラズマアクチュエータ 30B を説明する。

【 0 0 6 0 】

図 1 2 は、本発明の他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態においては、第 2 層は、シート状に形成した誘電体 3 2 B と、シート状の誘電体 3 2 B に所定の間隔をもって配置した三つのアース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c 及びこれらの電極部を接続するアース電極接続部 3 3 B d とで構成されている。第 3 層は、誘電体 3 2 B からなる矩形のシートであり、第 2 層とほぼ同じ長さである。第 4 層は、共通の電極板に所定の間隔をもって配置した三つの高電圧電極部 3 1 B a、3 1 B b、3 1 B c 及びこれらの電極部を接続する高電圧電極接続部 3 1 B d を形成した高電圧電極 3 1 B と、高電圧電極 3 1 B に対応する形状の誘電体 3 2 B とで構成された矩形のシートからなる。なお、高電圧電極部 3 1 B a、3 1 B b、3 1 B c は、アース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c とずらして形成しており、アース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c に対応する第 4 層の部分には穴 3 1 B e、3 1 B f、3 1 B g を設けている。また、電線 3 4 は第 4 層の一端に設けた高電圧電極電線受部 3 1 B h に接続し、電線 3 5 は第 1 層の一端に設けたアース電極電線受部 3 3 B e に接続している。

このように、高電圧電極 3 1 B を共通の電極板で構成してシート化することにより、高電圧電極 3 1 B 同士が電氣的に接続されるので、高電圧電極 3 1 B への電線 3 4 の接続は一箇所で済み、電源からの配線を簡略化することができる。また、アース電極 3 3 B を共通の電極板で構成してシート化することにより、アース電極 3 3 B 同士が電氣的に接続されるので、アース電極 3 3 B への電線 3 5 の接続は一箇所で済み、電源からの配線を更に簡略化することができる。

また、アース電極 3 3 B を整流板 1 7 に導電性を有するように接着させるなどして接地することが好ましい。円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B のアースを整流板 1 7 と電氣的に共通にすることで、円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B のアースを別にとるよりも安全性が向上する。なお、アース電極 3 3 B と整流板 1 7 を兼ねて、同一の材料で構成することも可能である。また、アース電極 3 3 B を流路 1 2 の外郭に接地しても良い。

また、高電圧電極 3 1 B、誘電体 3 2 B、アース電極 3 3 B をそれぞれ可撓性材料で構成した場合には、円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B を湾曲させることができるので、流路 1 2 や整流対象物 2 0 の形状に合わせて円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B を配置しやすくなり、イオン風の流れを排ガス 1 1 等の流体を加速させる方向に導きやすくなる。

【 0 0 6 1 】

図 1 3 は、本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態においては、第 1 層は、アース電極 3 3 B を導電性の整流板 1 7 で兼ねて構成している。第 2 層は、シート状に形成した誘電体 3 2 B と、シート状の誘電体 3 2 B に所定の間隔をもって配置した三つのアース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c とで構成されている。なお、第 1 層と第 2 層は導電性接着剤で接着している。第 3 層は、誘電体 3 2 B からなる矩形のシートであり、第 2 層とほぼ同じ長さである。第 4 層は、共通の電極板に三つの高電圧電極部 3 1 B a、3 1 B b、3 1 B c 及びこれらの電極部を接続する高電圧電極接続部 3 1 B d を形成した高電圧電極 3 1 B と、高電圧電極 3 1 B に対応する形状の誘電体 3 2 B とで構成された矩形のシートからなる。なお、高電圧電極部 3 1 B a、3 1 B b、3 1 B c は、アース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c とずらして形成しており、アース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c に対応する第 4 層の部分には穴 3 1 B e、3 1 B f、3 1 B g を設けている。また、電線 3 4 は第 4 層の一端に設けた高電圧電極電線受部 3 1 B h に接続し、電線 3 5 は第 1 層の一端に接続している。

このように、複数の高電圧電極部 3 1 B a、3 1 B b、3 1 B c を有する高電圧電極 3 1 B を共通の電極板で構成してシート化することにより、高電圧電極 3 1 B 同士が電氣的

に接続されるので、高電圧電極 3 1 B への電線 3 4 の配線の一箇所で済み、電源からの配線を簡略化することができる。

また、第 1 層を、アース電極 3 3 B を整流板 1 7 で兼ねた構成とすることにより、配線を簡略化できるとともに、円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B のアースを整流板 1 7 と共通にすることができるのでアース電極 3 3 B が簡略化できる。また、円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B のアースを別にとるよりも安全性が向上する。なお、アース電極 3 3 B と整流板 1 7 を兼ねて、同一の材料で構成することも可能である。また、アース電極 3 3 B を流路 1 2 の外郭と兼ねた構成としてもよい。

【 0 0 6 2 】

図 1 4 は、本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータと整流板の構成図であり、(a) は各層の上面図、(b) は積層状態の断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態においては、第 4 層の上に誘電体 3 2 B からなる矩形のシートである第 5 層を配置している。また、アース電極部 3 3 B a、3 3 B b、3 3 B c に対応する第 5 層の部分には穴 3 2 B a、3 2 B b、3 2 B c を設けている。

このように、第 4 層の上に誘電体 3 2 B からなる第 5 層を設けることにより、高電圧電極 3 1 B を誘電体 3 2 B で覆って保護することができ、高電圧電極 3 1 B の上表面が排気ガス 1 1 などの流体に晒されることがない。従って、安全性を確保し、高電圧電極 3 1 B の腐食や欠損を防止して寿命を延ばすことができる。

なお、第 5 層は誘電体 3 2 B の代わりに絶縁体を用いてもよい。

【 0 0 6 3 】

次に、更に他の実施形態によるプラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置として、円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B を用いた流れの整流装置を説明する。

【 0 0 6 4 】

図 1 5 は本発明の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の一部を示す図であり、(a) はシェル側面図、(b) はシェル断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、整流対象物 2 0 は、気液二相流又は固気二相流などの流体 1 1 が流れる熱交換器（シェルアンドチューブ式熱交換器）である。

整流対象物（熱交換器）2 0 内では、図 1 5 (a) に示すように、シェル 1 4 A の内壁近傍と、邪魔板（支持板）2 1 の内壁近傍に澱みが生じると予想される。

そこで、図 1 1 (b) に示すように、整流板 1 7 を、チューブ 2 2 を囲むようにシェル 1 4 A の内壁に沿って筒状に配置し、複数の円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B を整流板 1 7 の表面に流体 1 1 の流れ方向に沿って配置するとともに、制御手段 4 0 が流体 1 1 を所定の方向にイオン風によって加速するように高電圧の印加を制御する。なお、高電圧電極 3 1 B、誘電体 3 2 B、アース電極 3 3 B は可撓性材料で構成している。

この構成により、澱みが解消され、整流対象物 2 0 周辺の流体 1 1 の境界層が攪拌され、流体 1 1 の流量分配と整流化を行い、流速分布や温度分布を均等化し、熱交換装置 1 の熱交換効率を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

図 1 6 は本発明の他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の一部を示す図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、整流対象物 2 0 は、流体 1 1 が流れる熱交換器（プレートフィン式熱交換器）である。

整流対象物（熱交換器）2 0 内では、伝熱板プレート 1 9 の表面近傍に澱みが生じると予想される。

そこで、伝熱板プレート 1 9 の表面に、円環型プラズマアクチュエータ 3 0 B 付整流板 1 7 を設置する。

この構成により、整流対象物 2 0 の入口側の流体 1 1 を出口方向に押し込み、出口側の

10

20

30

40

50

流体 11 を引き出すことができる。従って、澱みが解消され、整流対象物 20 周辺の流体 11 の境界層が攪拌され、流体 11 の流量分配と整流化を行い、流速分布や温度分布を均等化し、熱交換装置 1 の熱交換効率を向上させることができる。

また、この場合は、伝熱板プレート 19 本体とアースを共通にすることが可能である。

【0066】

図 17 は本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の一部を示す図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、整流対象物 20 は、熱交換器（タンクコイル式熱交換器又はタンクジャケット式熱交換器）である。図 17 (a) は、タンク 14 B とチューブコイル 19 A を有するタンクコイル式熱交換器の断面図、図 17 (b) はタンク 14 B とジャケット 19 B を有するタンクジャケット式熱交換器の断面図である。

整流対象物（熱交換器）20 内では、タンク 14 B の内壁近傍に澱みが生じると予想される。

そこで、整流板 17 を、タンク 14 B の内壁面に配置し、複数の円環型プラズマアクチュエータ 30 B を整流板 17 の表面に流体 11 の流れ方向に沿って配置する。

この構成により、澱みが解消され、整流対象物 20 内の流体 11 の境界層が攪拌され、熱交換装置 1 の熱交換効率を向上させることができる。

なお、アース電極 33 B をタンク 14 B の壁面で兼ねて構成し、円環型プラズマアクチュエータ 30 B のアースをタンク 14 B と共通にしてもよい。

【0067】

図 18 は本発明の更に他の実施形態による円環型プラズマアクチュエータを用いた流れの整流装置の構成図であり、(a) は側面図、(b) は断面図である。なお、上記した実施例と同一機能部材には同一符号を付して説明を省略する。

本実施形態において、触媒処理装置 2 は整流装置 10 を備えており、整流装置 10 は、送風手段などの加圧手段により加圧された排ガス 11 の流れる外郭を有した流路 12 と、流路 12 に設けた整流対象物 20 と、円環型プラズマアクチュエータ 30 B と、円環型プラズマアクチュエータ 30 B に電源からの高電圧を印加する制御を行う制御手段 40 とを備える。整流対象物 20 は、尿素などの添加物 X を添加物供給用ノズル 70 を介して排ガス 11 中に供給する触媒ユニットである。

整流板 17 を、添加物供給用ノズル 70 近傍の配管 14 の流路 12 内に筒状に配置し、複数の円環型プラズマアクチュエータ 30 B を整流板 17 の表面に排ガス 11 の流れ方向に沿って配置する。なお、高電圧電極 31 B、誘電体 32 B、アース電極 33 B は可撓性材料で構成している。

この構成により、発生したイオン風によって排ガス 11 と添加物 X が攪拌され、流量分配が行われ、触媒反応が不均一となるのを抑制し均等化する機能を発揮することができる。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明は、特に船舶のディーゼルエンジンの排気系などの流体が流れる流路に組み込まれた機器に適用でき、流路断面方向の物理量の不均一な分布及び化学反応に関連する量的パラメータの不均一な分布を、直接的もしくは間接的に抑制、均等化させることができる。

【符号の説明】

【0069】

- 1 熱交換装置
- 2 触媒処理装置
- 10 整流装置
- 11 流体（排ガス）
- 12 流路

10

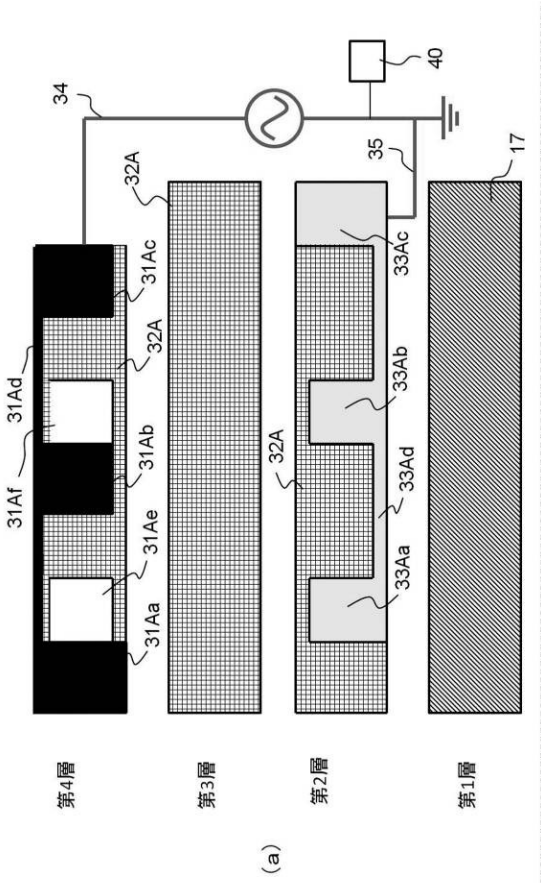
20

30

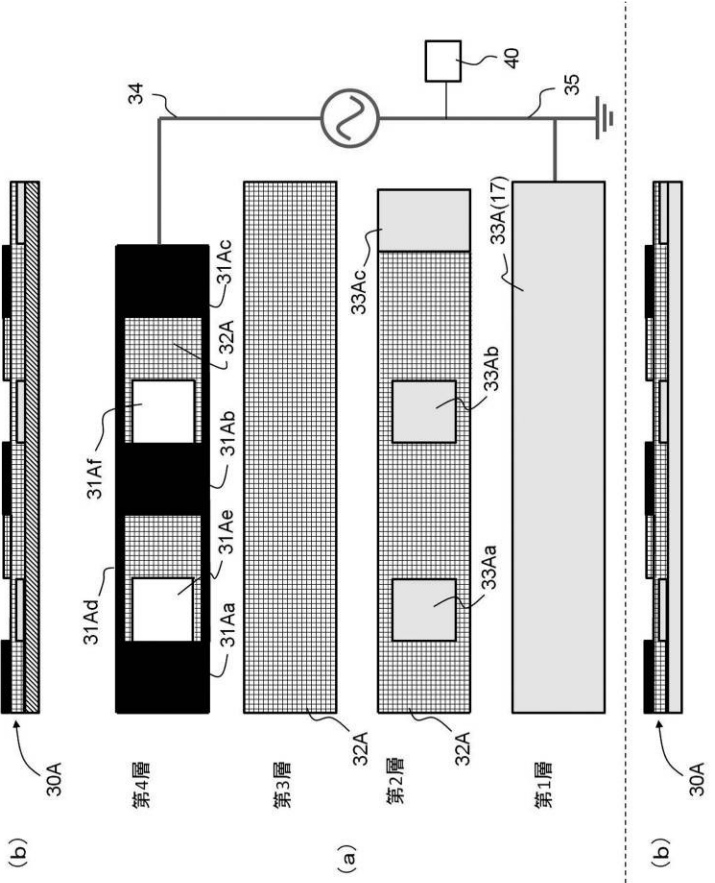
40

50

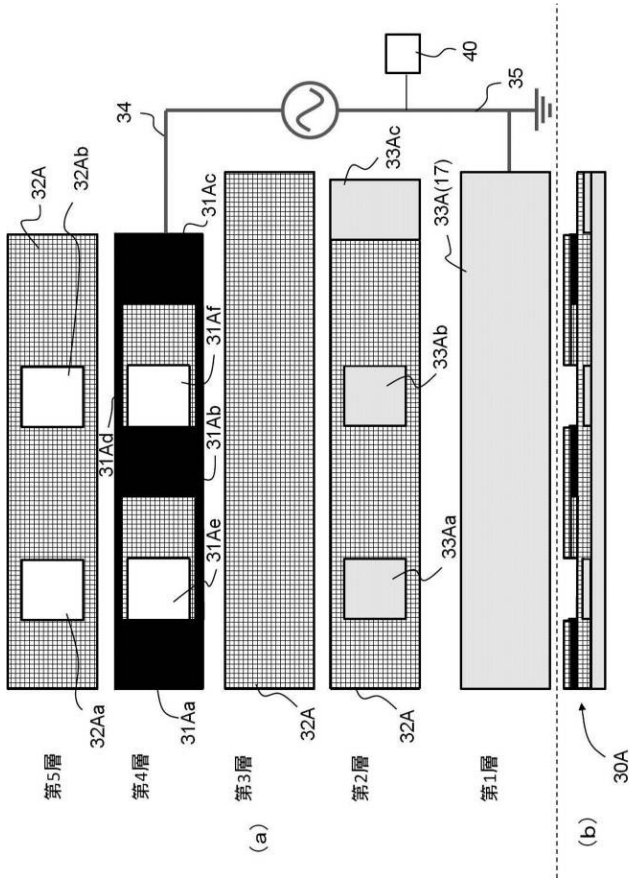
【図3】



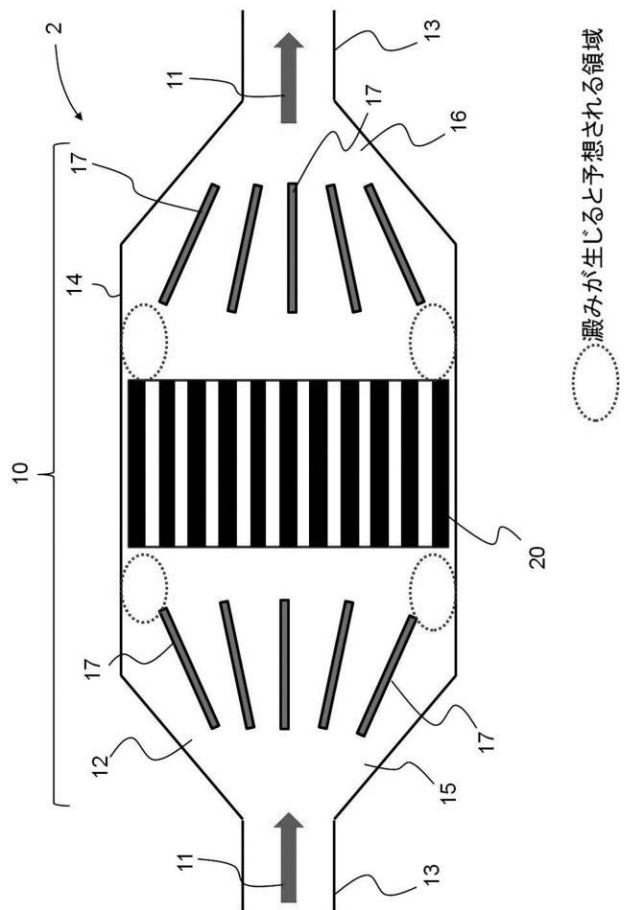
【図4】



【図5】

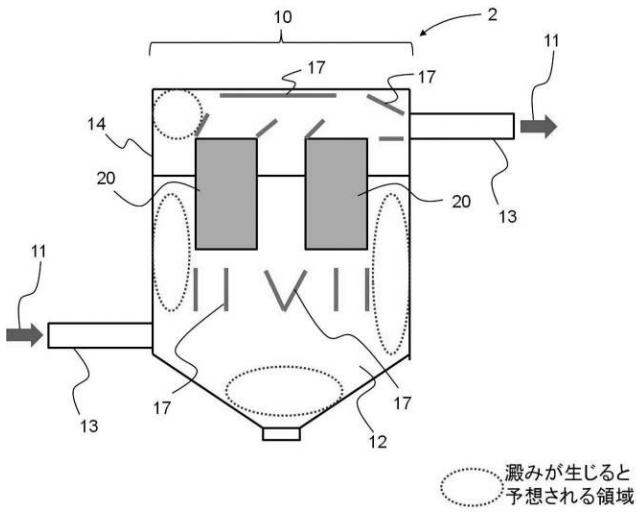


【図6】

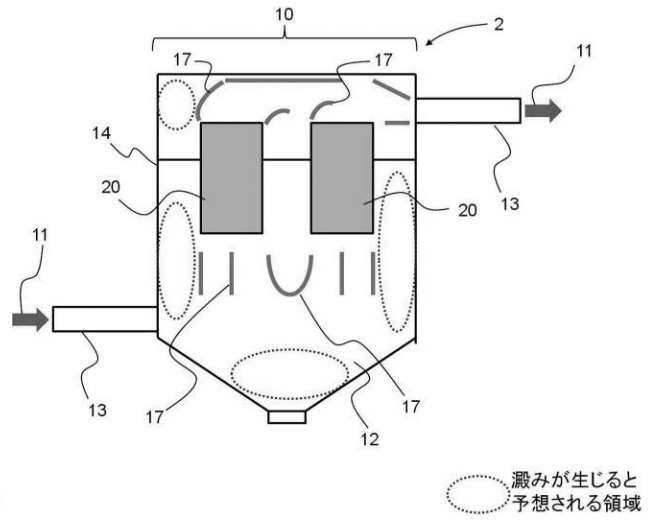


○ 凹凸が生じると予想される領域

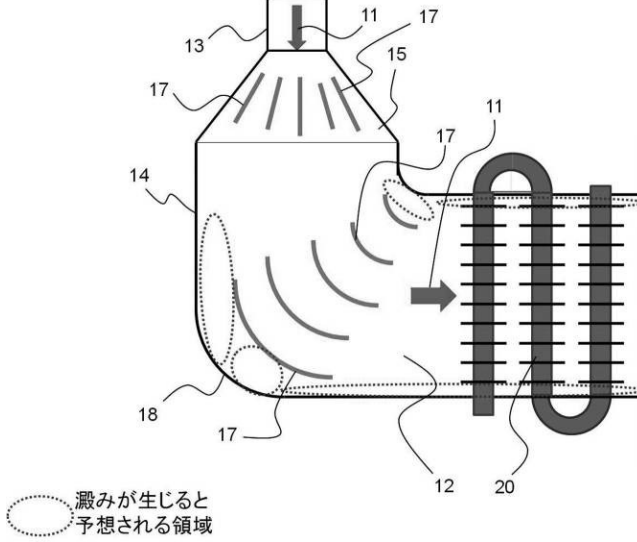
【図7】



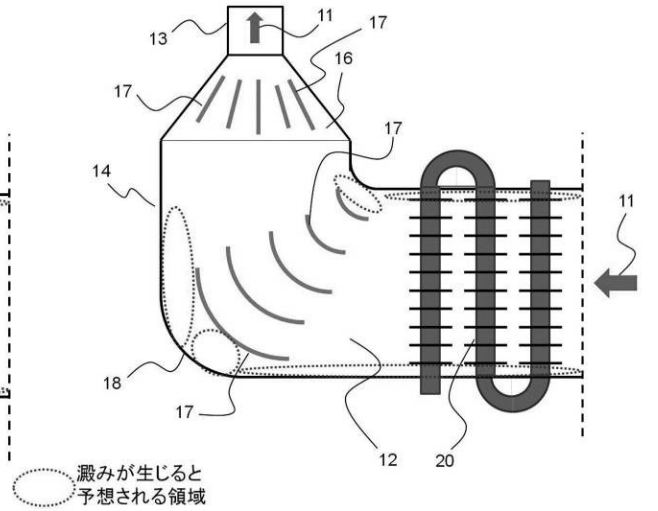
【図8】



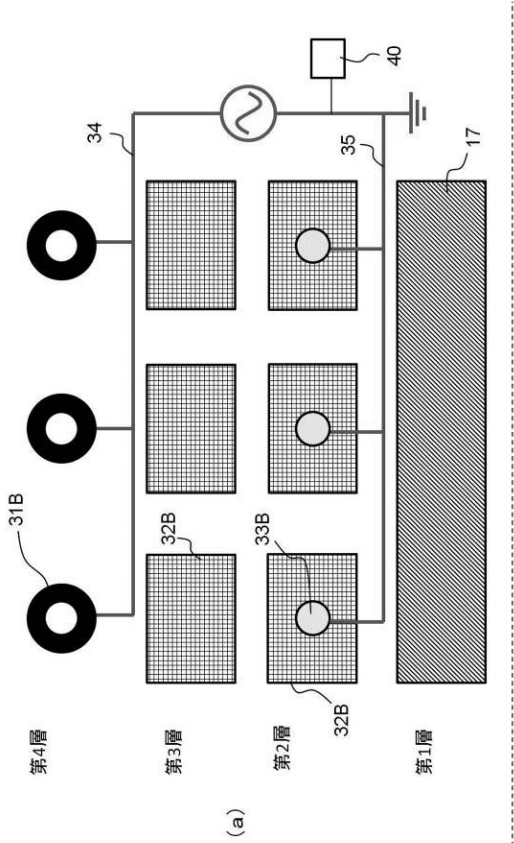
【図9】



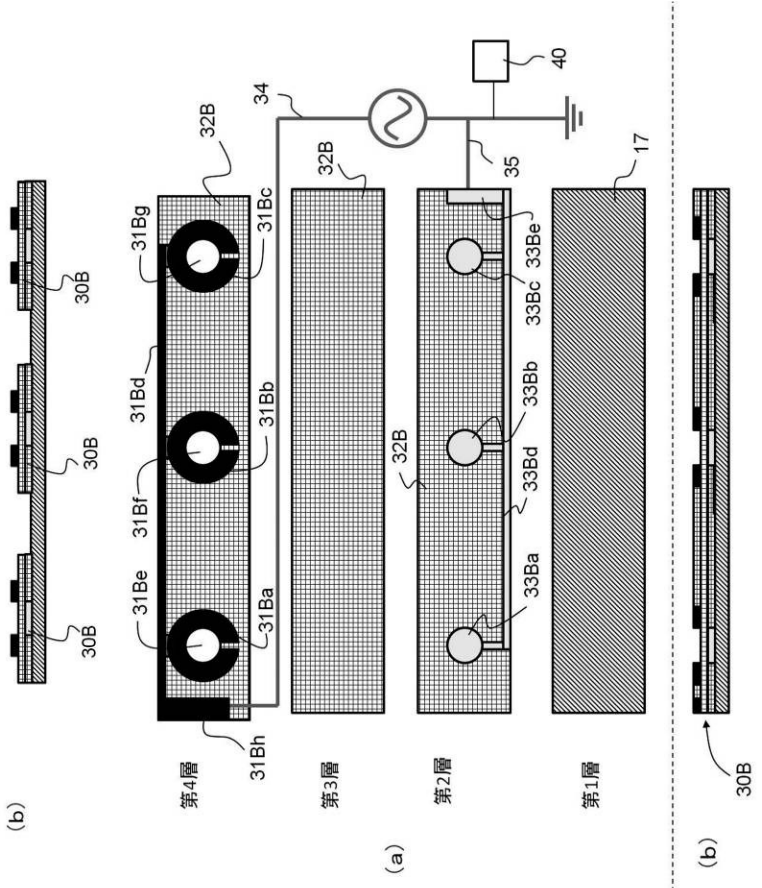
【図10】



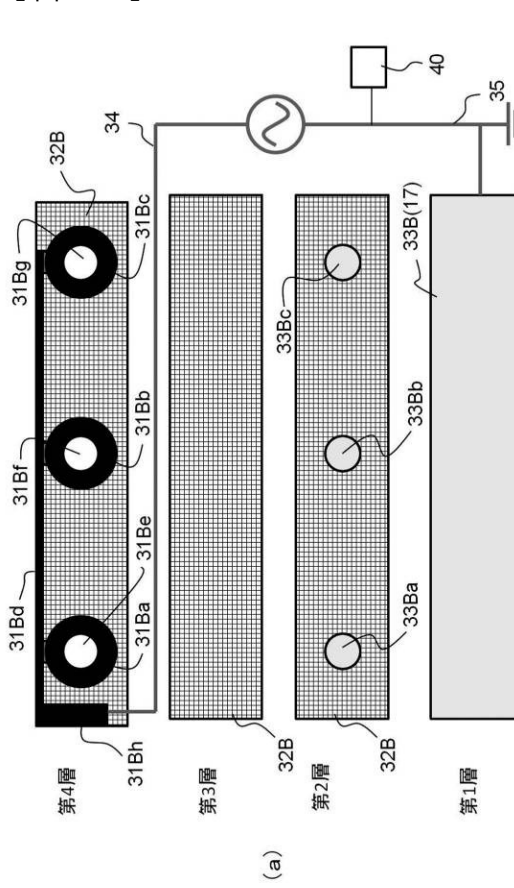
【図 1 1】



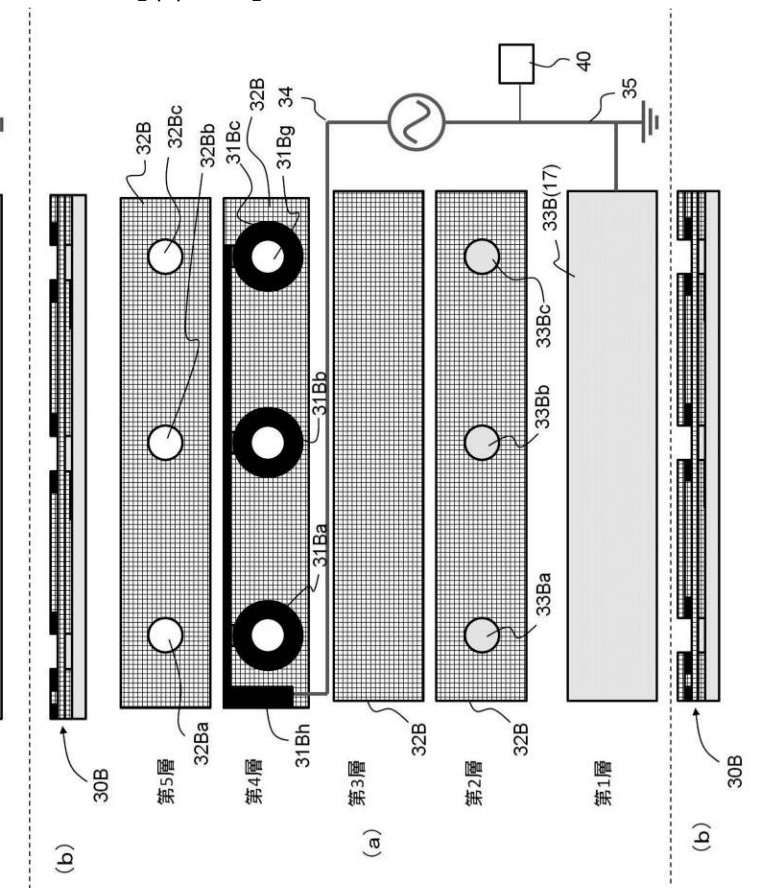
【図 1 2】



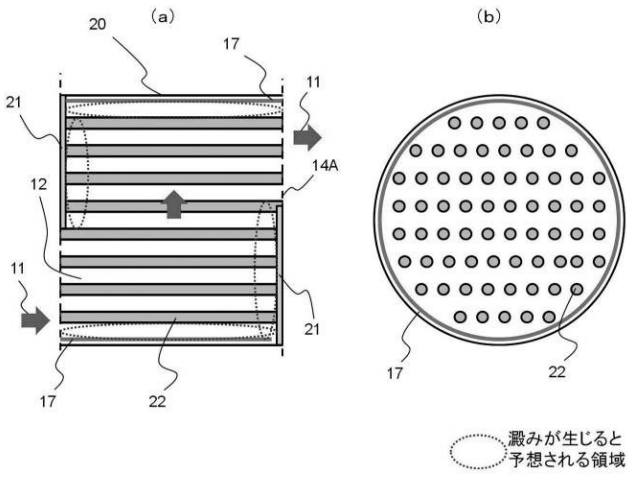
【図 1 3】



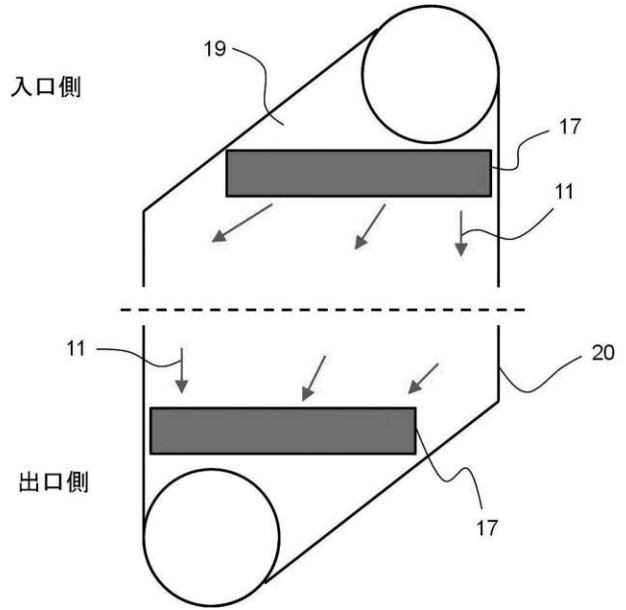
【図 1 4】



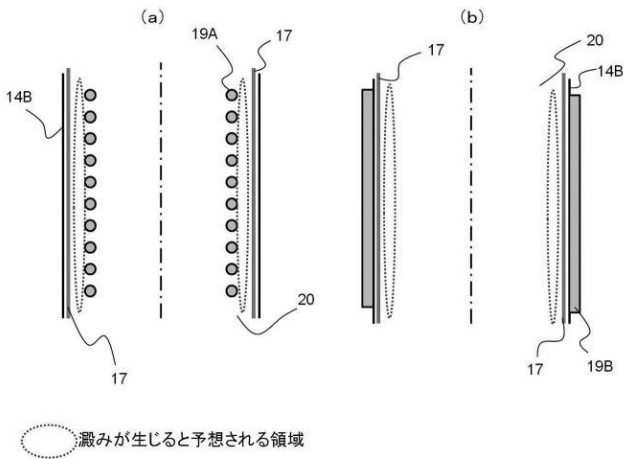
【図15】



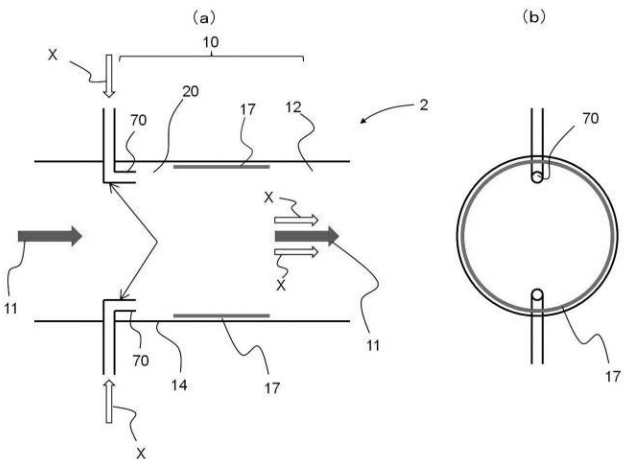
【図16】



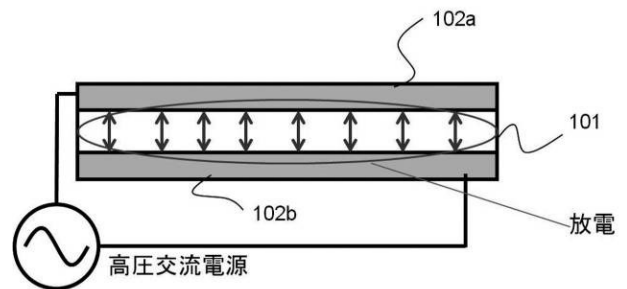
【図17】



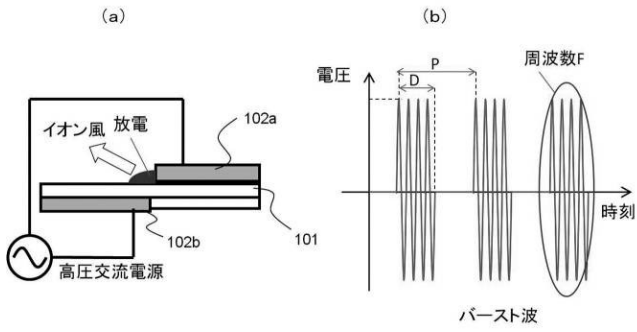
【図18】



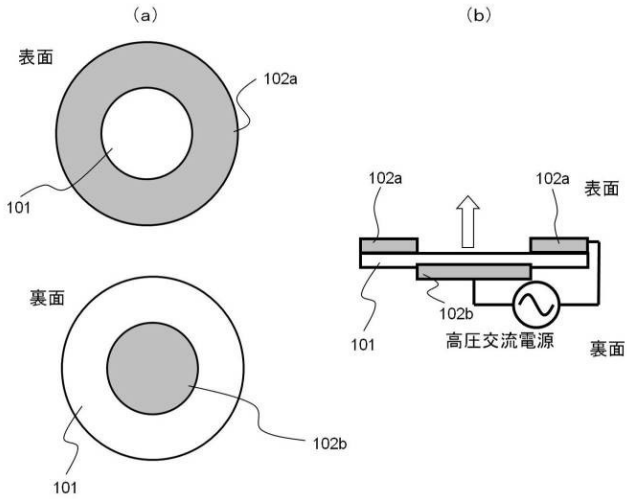
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 岸 武行

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

Fターム(参考) 3G091 AA04 AA18 AB01 BA38 CA07 CA27 HA46