

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年11月18日(18.11.2021)



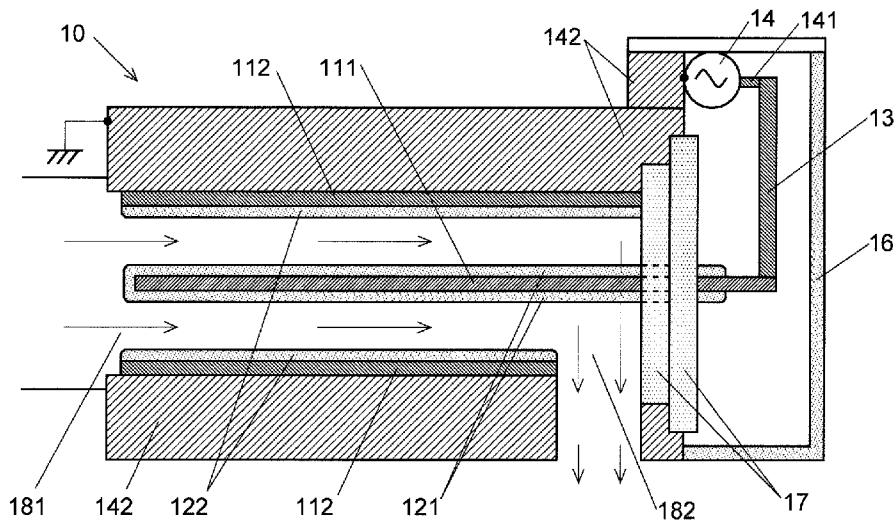
(10) 国際公開番号

WO 2021/230174 A1

- (51) 国際特許分類:
H05H 1/24 (2006.01) *F01N 3/028* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/017603
- (22) 国際出願日: 2021年5月7日(07.05.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-083481 2020年5月11日(11.05.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社イー・エム・ディー(EMD CORPORATION) [JP/JP]; 〒5202323 滋賀県野洲市三上2426番1 Shiga (JP).
- (72) 発明者: 江部 明憲(EBE, Akinori); 〒5202323 滋賀県野洲市三上2426番1 株式会社イー・エム・ディー内 Shiga (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人京都国際特許事務所 (KYOTO INTERNATIONAL PATENT LAW OFFICE); 〒6008091 京都府京都市下京区東洞院通四条下ル元悪王子町37番地 豊元四条烏丸ビル Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: PLASMA GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ生成装置



(57) **Abstract:** Provided is a dielectric barrier discharge-type plasma generating device that is provided in a gas processing device for generating plasma by ionizing gas flowing in a gas flow path, and that is capable of preventing a short circuit and unwanted discharge. A plasma generating device (10) comprises: an alternating current power source (14); a power source electrode (111) and ground electrode (121), one of which is disposed in a gas flow path and the other of which is a wall made of a conductor constituting the gas flow path; an inflexible connection material (13) which electrically connects the alternating current power source (14) and the power source electrode (111); and insulation material (power source side insulation material (121), ground side insulation material (122)) which, on each of the power source electrode (111) and the ground electrode (121), covers the side that faces the other electrode. Use of the inflexible connection material (13) prevents the connection material (13) from unwantedly coming into contact or proximity with members in the plasma generating device (10) other than the power source electrode, even if vibration from the gas flowing in the gas flow path



WO 2021/230174 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

is transmitted to the connection material (13) via the power source electrode (111), and thus it is possible to prevent a short circuit and unwanted discharge.

(57) 要約：ガス流路内を流れる気体を電離してプラズマを生成するためのガス処理装置に設けられ、漏電や不所望の放電が生じることを防ぐことができる誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置を提供する。プラズマ生成装置（10）は、交流電源（14）と、一方がガス流路内に配置され、他方が該ガス流路を構成する導電体製の壁である、電源電極（111）及び接地電極（121）と、交流電源（14）と電源電極（111）を電気的に接続する非可撓性の接続材（13）と、電源電極（111）と接地電極（121）のうちの一方の、他方の電極に対向する側を覆う絶縁材（電源側絶縁材（121）、接地側絶縁材（122））と備える。非可撓性の接続材（13）を用いることにより、ガス流路内を流れる気体から電源電極（111）を介して接続材（13）に振動が伝わっても、接続材（13）がプラズマ生成装置（10）中の電源電極以外の部材に不意に接触又は接近することがないため、漏電や不所望の放電が生じることを防ぐことができる。

明 細 書

発明の名称： プラズマ生成装置

技術分野

[0001] 本発明はプラズマ生成装置に関し、特に略大気圧中でプラズマを生成することができる誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、ディーゼルエンジン等から排出される排ガスを煤等の粒子状物質 (particulate matter : PM) が含まれた状態で大気中に放出することを抑制するために、排ガスの流路中に、プラズマ生成装置を備える排ガス処理装置が設けられている (例えば特許文献1参照)。このような排ガスの流路中にプラズマを生成し、PMをプラズマに接触させることにより、PMを二酸化炭素等に分解する。

[0003] 多くのプラズマ生成装置では真空に近いプラズマ生成室 (真空容器) 内でプラズマを生成するが、排ガスの流路内は真空よりも十分に高い、大気圧に近い圧力を有するため、排ガス処理装置で用いるプラズマ生成装置には略大気圧中でプラズマを生成することができる装置を用いる。そのような装置の一つに、誘電体バリア放電を用いてプラズマを生成する誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置がある。

[0004] 誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置は、一对の電極のうちの少なくとも一方の電極の、他方の電極に対向する側に絶縁材を被覆したものである。これらの電極間を略大気圧にした状態で、周波数が数十Hz~100kHzの範囲内であって500V~10kVの範囲内の交流電圧を隣接電極間に印加すると、交流の1周期内で隣接電極間の電位差の絶対値が閾値を超えると隣接電極間に放電が生じる。この放電により、電荷が絶縁材に付着し、両電極の絶縁材間の電位差が小さくなって放電が停止する。その状態から該1周期内で隣接電極間の電位差の絶対値がさらに大きくなると再び放電が生じるが、それによってさらに電荷が絶縁材に付着して両電極の絶縁材間の電位差が小さくなり、再び放

電が停止する。このように、交流電圧の1周期内で電極間の電圧の絶対値が大きくなる間に、パルス状の放電が該交流電圧の周波数よりも高い繰り返し周波数で生じる。

- [0005] このような誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置が有する一対の電極の一方を排ガス処理装置のガス流路内に配置し、他方を該ガス流路を構成する導電体製の壁とする。これにより、隣接電極間の空間であるガス流路内に放電が生じ、ガス流路内を流れる気体が電離してプラズマが生成される。そして、PMがこのプラズマに接触することにより、PMが分解される。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2018-071403号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1に記載のプラズマ生成装置では、各電極は、交流配線を通して交流電源に、又は接地配線を通して接地に接続される。交流配線には通常、取り回しを容易にするために、可撓性を有する金属線を可撓性を有する被覆材で被覆したケーブルが用いられる。このようなケーブルは、長期間使用している間に被覆材が経年劣化してしまう。そして、ガス流路内の電極又はガス流路の壁である電極がガス流路内のガスの流れから振動を受けることにより、ケーブルにもそれが接続された電極を介して振動が伝わる。被覆材が経年劣化したケーブルがこの振動によって該ケーブルが接続された電極以外の部材に接触又は接近してしまうと、漏電又は不所望の（プラズマを生成するための放電以外の）放電が生じてしまうおそれがある。

- [0008] ここでは、ディーゼルエンジン等から排出される排ガス中のPMを分解する排ガス処理装置を例に説明したが、それ以外の、ガス流路内を流れる気体を電離してプラズマを生成することによって該気体に対する処理を行うガス処理装置に設けられた誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置においても同様

の問題が生じる。

[0009] 本発明が解決しようとする課題は、ガス処理装置に設けられ、漏電や不所望の放電が生じることを防ぐことができる誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために成された本発明は、ガス流路内を流れる気体を電離してプラズマを生成するための、ガス処理装置に設けられるプラズマ生成装置であって、

a) 交流電源と、

b) 一方が前記ガス流路内に配置され、他方が該ガス流路を構成する導電体製の壁である、電源電極及び接地電極と、

c) 前記交流電源と前記電源電極を電気的に接続する非可撓性の接続材と、

d) 前記電源電極と前記接地電極のうちの一方の、他方の電極に対向する側を覆う絶縁材とを備えることを特徴とする。

[0011] 本発明に係るプラズマ生成装置では、交流電源と電源電極を電気的に接続するために、非可撓性の接続材を用いる。ここで言う「非可撓性の」とは、容易に変形しないことをいい、さらに詳しくは、振動が加えられても弾性範囲内で振動し、当初の設置状態が維持されることをいう。すなわち、当初、他の部材等に接触しないように設置されていれば、長期間振動等を受けてもそのように他の部材に接触しない状態が維持される。従って、ガス流路内を流れる気体から電源電極（ガス流路内に配置された電極、又はガス流路を構成する導電体製の壁である電極）を介して接続材に振動が伝わっても、接続材がプラズマ生成装置中の電源電極以外の部材に不意に接触又は接近することがないため、漏電や不所望の放電が生じることを防ぐことができる。

[0012] 本発明に係るプラズマ生成装置では、このように非可撓性の接続材を用いることで漏電や不所望の放電を防ぐため、接続材を被覆材で被覆する必要はない。一方、点検時等の安全性を考慮して、接続材を被覆材で被覆してもよ

い。あるいは、接続材と離間して該接続材を覆う保護カバーを設置してもよい。

[0013] 前記絶縁材は、電源電極と接地電極のいずれか一方にのみ設けてもよいし、それらの双方に設けてもよい。

[0014] 前記接地電極を接地するために、前記接続材と同様の非可撓性の接続材を用いてもよい。

[0015] 前記交流電源には、従来の誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置と同様に、周波数が数十Hz（日本の商用周波数である50Hz及び60Hzを含む）～100kHzの範囲内であって500V～10kVの範囲内の交流電圧を発生させるものを用いることができる。

[0016] 本発明に係るプラズマ生成装置においてさらに、前記交流電源から出力される交流電力を測定する電力測定部と、該電力測定部で測定される交流電力に応じて該交流電力の交流電圧を制御する電圧制御部とを備えることができる。これにより、電源電極と接地電極の間の気体の密度や成分等が変化すること等によって交流電力が変動したときに、交流電力が所定の範囲内になるように制御することができる。

[0017] 本発明に係るプラズマ生成装置においてさらに、前記交流電源から出力される交流電流の波形を取得する電流波形取得部と、該電流波形取得部で取得される交流電流の波形から放電によるパルス電流を検出するパルス電流検出部と、前記パルス電流検出部で検出されるパルス電流のパルス繰り返し周波数に応じて前記交流電力の交流電圧を制御する第2電圧制御部とを備えることができる。これにより、電源電極と接地電極の間の気体の密度や成分等が変化すること等によってパルス繰り返し周波数が変動したときに、パルス繰り返し周波数が所定の範囲内になるように制御することができる。

[0018] 本発明に係るプラズマ生成装置において、前記電源電極と前記接地電極の組み合わせを複数組有し、該電源電極の各々に共通の接続材が接続されている、という構成を取ることができる。この構成によれば、複数組の電源電極と接地電極の間に同時にプラズマを生成することができるため、ガスの処理

能力を高くすることができる。

[0019] このように電源電極と接地電極の組み合わせを複数組有する場合において、該電源電極と該接地電極のいずれか一方が直線状の管状電極であり、さらに、複数の管状電極のうちの2つを接続する接続流路を有する、という構成を取ることができる。これにより、管状電極の長手方向のサイズを抑えつつ、ガスの流路を長くすることができるため、より確実にガスの処理を行うことができる。

[0020] 本発明に係るプラズマ生成装置において、前記電源電極と前記接地電極が交互に1個ずつそれぞれ複数個配置されており、該電源電極の各々に共通の接続材が接続されている、という構成を取ることができる。これにより、互いに隣接する電源電極と接地電極の間でプラズマが生成され、複数組の隣接電極間に同時にプラズマを生成することができるため、ガスの処理能力を高くすることができる。なお、各電源電極では、両隣の（すなわち2個の）接地電極との間でプラズマが生成されることとなる。

[0021] 前記電源電極と前記接地電極が交互に1個ずつそれぞれ複数個配置されている場合において、該電源電極及び該接地電極が平板電極であって、さらに、該電源電極と該接地電極のいずれか一方と他方の間に形成されるガス流路につき、隣接するガス流路間を接続する接続流路を有する、という構成を取ることができる。これにより、平板電極の板に平行な方向のサイズを抑えつつ、ガスの流路を長くすることができるため、より確実にガスの処理を行うことができる。

発明の効果

[0022] 本発明により、ガス処理装置に設けられるプラズマ生成装置において、漏電や不所望の放電が生じることを防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明に係るプラズマ生成装置の第1実施形態を示す概略図。

[図2]第1実施形態のプラズマ生成装置の変形例を示す概略図。

[図3]第1実施形態のプラズマ生成装置の他の変形例を示す概略図。

[図4]本発明に係るプラズマ生成装置の第2実施形態を示すA-A断面図。

[図5]第2実施形態のプラズマ生成装置のB-B断面図。

[図6]第2実施形態のプラズマ生成装置の変形例を示すA-A断面図。

[図7]本発明に係るプラズマ生成装置の第3実施形態を示すA-A断面図。

[図8]第3実施形態のプラズマ生成装置のB-B断面図。

[図9]第3実施形態のプラズマ生成装置の変形例を示すA-A断面図。

発明を実施するための形態

[0024] 図1～図9を用いて、本発明に係るプラズマ生成装置の実施形態を説明する。

[0025] (1) 第1実施形態のプラズマ生成装置

(1-1) 第1実施形態のプラズマ生成装置の構成

図1に、第1実施形態のプラズマ生成装置10の概略構成を示す。第1実施形態のプラズマ生成装置10は、ガス処理装置内に設けられるものであって、処理対象のガス（被処理ガス）の流路となる管を有する。この管の管壁は導電体製であって、接地されている。この管壁がプラズマ生成装置10の接地電極112に該当する。接地電極112の管内、すなわちガス流路内には、電源電極111が配置されている。本実施形態では、接地電極112の管は円筒であって、電源電極111はこの円筒の中心に配置された円柱形の導電体である。電源電極111の一方（図1の左側）の端は接地電極112の管の一方（同左側）の端まで延びており、他方（同右側）の端は接地電極112の管の他方（同右側）の端よりも外側まで延出している。

[0026] 電源電極111の円柱の側面には、その全体を覆うように絶縁体（誘電体）製の電源側絶縁材121が設けられている。また、接地電極112の管の内面には、その全体を覆うように絶縁体（誘電体）製の接地側絶縁材122が設けられている。なお、本実施形態では電源側絶縁材121と接地側絶縁材122を設けたが、それらのうちのいずれか一方のみを設けるようにしてもよい。

[0027] 電源電極111のうち、接地電極112の管よりも外側まで延出している

部分には、導電体であって非可撓性の材料から成る棒材である接続材 13 の一方（図 1 の下側）の端が接続されている。また、プラズマ生成装置 10 は交流電源 14 を有しており、この交流電源 14 の一方の電極 141 に接続材 13 の他方（同上側）の端が接続されている。接続材 13 は、被覆材で被覆されておらず、電源電極 111 及び交流電源 14 の電極 141 以外の部材には接触していない。

[0028] 交流電源 14 の他方の電極 142 は、接地電極 112 の管の周囲を覆うように形成されており、接地電極 112 と共に接地されている。交流電源 14 には、周波数が数十Hz～100kHzの範囲内であって出力電圧が500V～10kVであるものを用いる。日本の商用電源（周波数が50Hz又は60Hz、電圧が100V又は200V）を交流電源 14 に用いてもよい。

[0029] 電源電極 111、接地電極 112 及び接続材 13 の材料にはいずれも、例えば銅やステンレス鋼を用いることができる。

[0030] 接続材 13 の外側には、該接続材 13 から離間してそれを覆うように、絶縁体（誘電体）の板材製の保護カバー 16 が設けられている。なお、点検時等に、接続材 13 に通電している状態で人が接続材 13 に触れるおそれがない場合には、保護カバー 16 は省略してもよい。また、保護カバー 16 を設ける代わりに、接続材 13 を被覆材で被覆してもよい。

[0031] 接地電極 112 の管の前記他方の端には、電源電極 111 を通過させつつ該他方の端の開口を気密に閉鎖するフィードスルー 17 が設けられている。この他方の端の手前には、接地電極 112 の管の管壁に開口が設けられており、この開口がガス排出口 182 となる。接地電極 112 の管における前記一方の端の開口はガス導入口 181 となる。

[0032] (1-2) 第 1 実施形態のプラズマ生成装置の動作

第 1 実施形態のプラズマ生成装置 10 の動作を説明する。ガス導入口 181 からガス流路となる接地電極 112 の管内に被処理ガス（例えばディーゼルエンジンから排出される排ガス）を導入する。それと共に、交流電源 14 により、電源電極 111 と接地電極 112 の間に交流電圧を印加する。これ

により、従来の誘電体バリア放電型のプラズマ生成装置と同様に、交流電圧の1周期内で電極間の電圧の絶対値が大きくなる間に、パルス状の放電が該交流電圧の周波数よりも高い繰り返し周波数で生じる。このパルス状の放電によって、接地電極112の管内を流れる被処理ガスが電離してプラズマが生成され、このプラズマに接触したPM等の分解対象の含有物が分解される。このようにプラズマによる処理がなされた被処理ガスは、ガス排出口182から排出される。

[0033] このように処理される被処理ガスが接地電極112の管内を流れる際に、ガス流路内の電源電極111は被処理ガスの流れから振動を受ける。そして、この振動は、電源電極111から接続材13に伝わる。

[0034] 従来のガス処理装置に設けられたプラズマ生成装置では、可撓性を有する金属線を可撓性を有する被覆材で被覆したケーブルによって電源電極と交流電源が接続されていたため、被覆材が経年劣化したケーブルが電源電極から受ける振動によってプラズマ生成装置のうちの電極以外の部材に接触又は接近し、漏電や不所望の放電が生じてしまうおそれがあった。それに対して本実施形態のプラズマ生成装置10では、非可撓性の接続材13によって電源電極111と交流電源14を電氣的に接続しているため、電源電極111から振動を受けても接続材13がプラズマ生成装置10のうちの電極以外の部材に接触あるいは接近することがなく、漏電や不所望の放電が生じることを防ぐことができる。

[0035] (1-3) 第1実施形態のプラズマ生成装置の変形例

図2に、第1実施形態の変形例のプラズマ生成装置10Aの概略構成を示す。このプラズマ生成装置10Aは、上記第1実施形態のプラズマ生成装置10に、電力測定部191及び電圧制御部192が追設されたものである。

[0036] 電力測定部191は電流入力端子1911及び電圧入力端子1912を有する。電流入力端子1911には接続材13及び交流電源14の前記一方の電極141を接続する。電圧入力端子1912には、接続材13及び接地電極142にそれぞれ電氣的に接続された2本のケーブルを接続する。なお、こ

れら2本のケーブルに流れる電流は接続材13に流れる電流よりも十分に小さい。電力測定部191は、電流入力端子1911及び電圧入力端子1912から入力される、電流の大きさ及び電圧の高さを示す電気信号に基づいて電力を求め、求めた電力に対応する電気信号を出力端子1913から出力するものである。この出力端子1913は電圧制御部192に接続されている。電圧制御部192は、電力測定部191からの出力信号に応じて、後述のように交流電源14から出力される電圧を制御するものである。

[0037] 変形例のプラズマ生成装置10Aは、上記第1実施形態のプラズマ生成装置10と同様の動作によって接地電極112の管内にプラズマを生成する。プラズマを生成している間、随時、電力測定部191は交流電源14が出力する電力を測定し、その測定結果を示す出力信号を電圧制御部192に送信する。電圧制御部192は、電力測定部191から入力された信号に基づいて、交流電源14が出力する電力の値が所定の範囲を上回ったときには交流電源14に電圧を低くさせる指示の信号を送信し、電力の値が所定の範囲を下回ったときには交流電源14に交流電圧を高くさせる指示の信号を送信する。これにより、電源電極111と接地電極112の間の気体の密度や成分等が変化すること等によって交流電源14から出力される交流電力が変動しても、該交流電力が所定の範囲内となるように制御することができる。

[0038] 図3に、第1実施形態の他の変形例であるプラズマ生成装置10Bの概略構成を示す。このプラズマ生成装置10Bは、上記第1実施形態のプラズマ生成装置10に、電流波形取得部193、パルス電流検出部194及び第2電圧制御部195が追設されたものである。

[0039] 電流波形取得部193は、電流入力端子1931と出力端子1932が設けられており、電流入力端子1931から入力される交流電流の波形を取得し、電流の大きさを示す電気信号に変換して出力端子1932から出力するものである。電流入力端子1931には接続材13及び交流電源14の前記一方の電極141を接続する。出力端子1932にはパルス電流検出部194を接続する。パルス電流検出部194は、電流波形取得部193から入力

された電気信号に基づいて、電流のパルスを検出するものである。第2電圧制御部195は、検出された電流のパルスの繰り返し周波数に基づいて、後述のように交流電源14から出力される電圧を制御するものである。

[0040] この変形例のプラズマ生成装置10Bは、上記第1実施形態のプラズマ生成装置10と同様の動作によって接地電極112の管内にプラズマを生成する。プラズマを生成している間、随時、電流波形取得部193は交流電流の波形を取得し、パルス電流検出部194は電流のパルスを検出する。第2電圧制御部195は、パルス電流検出部194で検出された電流のパルスの繰り返し周波数が所定の範囲外に変動したときに、該パルス繰り返し周波数が所定の範囲内になるように、交流電源14から出力される電圧を高く又は低くする。これにより、電源電極111と接地電極112の間の気体の密度や成分等が変化すること等によってパルス繰り返し周波数が変動しても、パルス繰り返し周波数が所定の範囲内になるように制御することができる。

[0041] なお、プラズマ生成装置10Aが有する電力測定部191及び電圧制御部192と、プラズマ生成装置10Bが有する電流波形取得部193、パルス電流検出部194及び第2電圧制御部195とを併設してもよい。この場合、電力測定部191として、電流入力端子1911から入力される交流電流の波形を取得する機能を有するものを用いれば、電力測定部191と電流波形取得部193を兼用することができる。また、電圧制御部192と第2電圧制御部195を兼用するようにしてもよい。

[0042] (2) 第2実施形態のプラズマ生成装置

(2-1) 第2実施形態のプラズマ生成装置の構成

図4～図6を用いて、第2実施形態のプラズマ生成装置について説明する。第2実施形態のプラズマ生成装置は、電源電極及び接地電極をそれぞれ複数個有する。

[0043] 図4及び図5は、第2実施形態のプラズマ生成装置20の概略構成を示す図である。図4は図5中に示したA-A断面での構成を示し、図5は図4中に示したB-B断面での構成を示している。

- [0044] このプラズマ生成装置 20 では、導電体（例えばステンレス鋼）製のブロック 201 に孔を複数本設け、各孔に電源電極 211 と接地電極 212 を組み合わせたものを 1 組ずつ挿入している。各電源電極 211 及び接地電極 212 は、第 1 実施形態の電源電極 111 及び接地電極 112 と同様の構成を有する。すなわち、接地電極 212 は管状の形状を有し、電源電極 211 は接地電極 212 の管内に挿入されている。接地電極 212 はブロック 201 に接触しており、ブロック 201 が接地されることにより接地電極 212 も接地されている。電源電極 211 の側面には電源側絶縁材 221 が、接地電極 212 の管の内面には接地側絶縁材 222 が、それぞれ設けられている。
- [0045] 各電源電極 211 の一方の端は各接地電極 212 の管よりも外側まで延びており、共通の接続材 23 に電氣的に接続されている。接続材 23 は、交流電源 24 の一方の電極 241 に接続されている。交流電源 24 の他方の電極 242 は接地されている。なお、図 4 に示した例では設けていないが、接続材 23 を非接触の保護カバーで覆ったり、接続材 23 を被覆材で覆ってもよい。
- [0046] ブロック 201 にはさらに、接地電極 212 の一方（図 4 の左側）の端の開口であるガス導入口 281 と連通するガス導入路 251、及び他方（同右側）の端の開口であるガス排出口 282 と連通するガス排出路 252 が設けられている。ガス導入路 251 は複数の接地電極 212 が各々有するガス導入口 281 の全てと連通し、ガス排出路 252 は複数の接地電極 212 が各々有するガス排出口 282 の全てと連通している。
- [0047] なお、図 4 及び図 5 では電源電極 211 と接地電極 212 を 12 組有する例を示したが、電源電極 211 と接地電極 212 の組み合わせの数はこれには限定されない。電源側絶縁材 221 と接地側絶縁材 222 のいずれか一方は省略してもよい。さらに、本実施形態ではブロック 201 とは別に接地電極 212 を設けたが、ブロック 201 に設けた孔に電源電極 211（必要に応じて電源側絶縁材 221 で被覆）のみを挿入し、ブロック 201 自体を接地電極として用いてもよい。その場合には、ブロック 201 に設けた孔の内面

を絶縁材で覆うことにより接地側絶縁材を形成することができる。

[0048] (2-2) 第2実施形態のプラズマ生成装置の動作

第2実施形態のプラズマ生成装置20の動作を説明する。被処理ガスをガス導入路251に導入すると、被処理ガスは、複数設けられた接地電極212の管の各々に分かれて該管内を流れ、共通のガス排出口252から排出される。その間、交流電源24により、各電源電極211と接地電極212の間に交流電圧を印加する。これにより、第1実施形態の場合と同様に、各電源電極211と接地電極212の間にパルス状の放電が生じ、被処理ガスが電離してプラズマが生成される。このプラズマに接触した分解対象の含有物が分解される。

[0049] 第2実施形態のプラズマ生成装置20によれば、複数組の電源電極211と接地電極212の間に同時にプラズマを生成することができるため、被処理ガスの処理能力を高くすることができる。

[0050] (2-3) 第2実施形態のプラズマ生成装置の変形例

図6に、第2実施形態の変形例のプラズマ生成装置20AをA-A断面図で示す。プラズマ生成装置20AのB-B断面は図5に示したものと同様である。このプラズマ生成装置20Aでは、隣接する電源電極211と接地電極212の組同士では互いに逆向きにブロック201の孔に挿入されている。具体的には、直線状の管である接地電極212の開口であるガス導入口281が、一方の組では図6の左側に配置され、他方の組では図6の右側に配置されている。各電源電極211は、図6の右側（ガス導入口281側であるかガス排出口282側であるかを問わず）に、接地電極212の管よりも外側まで延びており、共通の接続材23に電氣的に接続されている。

[0051] 上記のように各電源電極211と接地電極212の組が配置されていることにより、隣接する組同士では、一方の組のガス導入口281と他方の組のガス排出口282が隣接している。ブロック201内には、これら隣接する一方の組のガス導入口281と他方の組のガス排出口282を接続する接続流路253が設けられている。

[0052] これにより、図6に4個示された接地電極212の管が接続流路253で接続され、1つのガス流路が形成される。これら4個1組の接地電極212の管から成るガス流路が、図6の奥行き方向（図5の横方向）に3本形成されることとなる。なお、これら3本のガス流路をさらに接続するようにブロック201に孔を設け、プラズマ生成装置20A全体で1本のガス流路を形成するようにしてもよい。

[0053] このように、複数本の接地電極212の管を接続してガス流路を形成することにより、接地電極212の長手方向のサイズを抑えつつ、より長い時間、被処理ガスをプラズマに接触させることができるため、被処理ガス中の分解対象の含有物をより確実に分解することができる。

[0054] (3) 第3実施形態のプラズマ生成装置

(3-1) 第3実施形態のプラズマ生成装置の構成

図7～図9を用いて、第3実施形態のプラズマ生成装置について説明する。第3実施形態のプラズマ生成装置は、いずれも平板状である電源電極311及び接地電極312をそれぞれ複数個有する。

[0055] 図7及び図8は、第3実施形態のプラズマ生成装置30の概略構成を示す図である。図7は図8中に示したA-A断面での構成を示し、図8は図7中に示したB-B断面での構成を示している。

[0056] プラズマ生成装置30では、導電体製のブロック301に、図8の右側から左側に向かって平板状の孔が3個、縦方向に並んで設けられている。これら3個の孔のそれぞれに、平板状の電源電極311が1個ずつ、前記孔の形状である平板に平行に挿入されている。ブロック301の上面及び下面、並びに各孔の間に残されたブロック301の導電体は、平板状の接地電極312としての役割を有する。従って、この実施形態では、平板状の電源電極311と接地電極312が交互に平行に配置されている。電源電極311の両面には電源側絶縁材321が、接地電極312の電源電極311と対向する面には接地側絶縁材322が、それぞれ設けられている。また、これら孔の開口は導電体製の蓋331で気密に閉鎖されている。蓋331はブロック301

とは絶縁材 3 7 によって電氣的に絶縁されている。各電源電極 3 1 1 は蓋 3 3 1 に接触している。蓋 3 3 1 にはさらに棒状の接続材 3 3 が接触している。接続材 3 3 は交流電源 3 4 の一方の電極 3 4 1 に接続されている。交流電源 3 4 の他方の電極 3 4 2 は接地されている。なお、接続材 3 3 を非接触の保護カバーで覆ったり、接続材 3 3 を被覆材で覆ってもよい。

[0057] 各電源電極 3 1 1 及び接地電極 3 1 2 の間は被処理ガスが流れる流路となっている。図 7 において、各電源電極 3 1 1 及び接地電極 3 1 2 の左端はガス導入口 3 8 1、右端はガス排出口 3 8 2 となっている。各電源電極 3 1 1 及び接地電極 3 1 2 の左側には各ガス導入口 3 8 1 と連通するガス導入路 3 5 1 が設けられ、右側には各ガス排出口 3 8 2 と連通するガス排出路 3 5 2 が設けられている。

[0058] なお、図 7 及び図 8 では電源電極 3 1 1 と接地電極 3 1 2 を 3 組設けた例を示したが、それらの組の数は 3 組には限定されない。電源側絶縁材 3 2 1 と接地側絶縁材 3 2 2 のいずれか一方は省略してもよい。さらに、本実施形態ではブロック 3 0 1 の一部を接地電極 3 1 2 として用いているが、ブロック 3 0 1 とは別に接地電極 3 1 2 を設けてもよい。

[0059] (3-2) 第 3 実施形態のプラズマ生成装置の動作

第 3 実施形態のプラズマ生成装置 3 0 の動作を説明する。被処理ガスをガス導入路 3 5 1 に導入すると、被処理ガスは、複数形成されている電源電極 3 1 1 と接地電極 3 1 2 の間のガス流路の各々に分かれて流れ、共通のガス排出路 3 5 2 から排出される。その間、交流電源 3 4 により、各電源電極 3 1 1 と接地電極 3 1 2 の間に交流電圧を印加する。これにより、第 1 及び第 2 実施形態の場合と同様に、各電源電極 3 1 1 と接地電極 3 1 2 の間にパルス状の放電が生じ、被処理ガスが電離してプラズマが生成される。このプラズマに接触した分解対象の含有物が分解される。

[0060] 第 3 実施形態のプラズマ生成装置 3 0 によれば、複数組の電源電極 3 1 1 と接地電極 3 1 2 の間に同時にプラズマを生成することができるため、被処理ガスの処理能力を高くすることができる。

[0061] (3-3) 第3実施形態のプラズマ生成装置の変形例

図9に、第3実施形態の変形例のプラズマ生成装置30AをA-A断面図で示す。プラズマ生成装置30AのB-B断面は図8に示したものと同様である。このプラズマ生成装置30Aでは、3枚の電源電極311のうち上から1枚目の電源電極311の上下両側に形成されたガス流路と、上から2枚目の電源電極311の上下両側に形成されたガス流路を、それら電源電極311の右側に接続流路353を設けることにより接続している。同様に、上から2枚目の電源電極311の上下両側に形成されたガス流路と、上から3枚目の電源電極311の上下両側に形成されたガス流路を、それら電源電極311の左側に接続流路353を設けることにより接続している。これにより、上から1枚目の電源電極311から3枚目の電源電極311に向かってジグザグのガス流路が形成される。なお、図9の例では電源電極311が3枚の場合について説明したが、2枚あるいは4枚以上の場合にも同様にしてジグザグのガス流路を形成することができる。

[0062] このようなジグザグのガス流路に被処理ガスを流しつつ、各電源電極311と接地電極312の間にパルス状の放電を生成することにより、電源電極311に平行な方向のサイズを抑えつつ、より長い時間、被処理ガスをプラズマに接触させることができるため、被処理ガス中の分解対象の含有物をより確実に分解することができる。

[0063] 以上、本発明の実施形態及び変形例を説明したが、上に述べた例以外にも、例えば複数の実施形態及び／又は変形例を組み合わせたか、本発明の主旨の範囲内で更なる構成要素の追加及び／又は変更を行うことも可能である。

符号の説明

[0064] 10、10A、10B、20、20A、30、30A…プラズマ生成装置
111、211、311…電源電極
112、212、312…接地電極
121、221、321…電源側絶縁材
122、222、322…接地側絶縁材

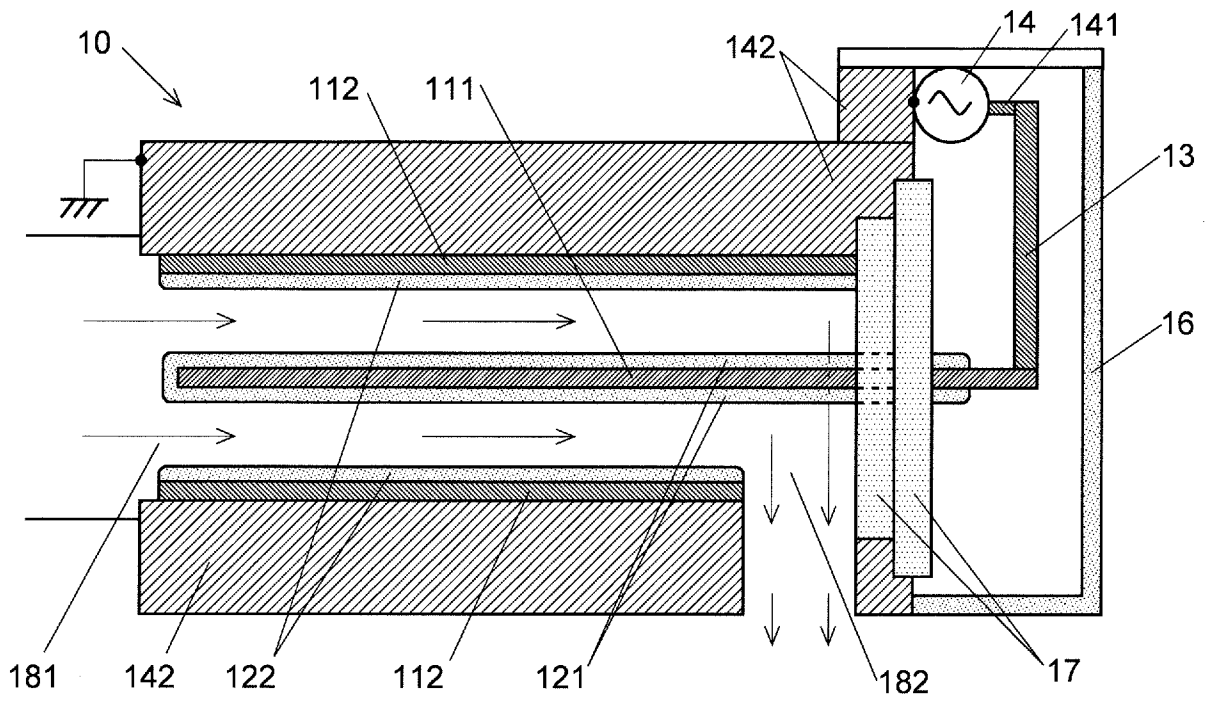
- 1 3、2 3、3 3…接続材
- 1 4、2 4、3 4…交流電源
- 1 4 1、2 4 1、3 4 1…交流電源の電極
- 1 4 2、2 4 2、3 4 2…交流電源の接地電極
- 1 6…保護カバー
- 1 7…フィードスルー
- 1 8 1、2 8 1、3 8 1…ガス導入口
- 1 8 2、2 8 2、3 8 2…ガス排出口
- 1 9 1…電力測定部
- 1 9 1 1…電流入力端子
- 1 9 1 2…電圧入力端子
- 1 9 1 3…出力端子
- 1 9 2…電圧制御部
- 1 9 3…電流波形取得部
- 1 9 3 1…電流入力端子
- 1 9 3 2…出力端子
- 1 9 4…パルス電流検出部
- 1 9 5…第2電圧制御部
- 2 0 1、3 0 1…ブロック
- 2 5 1、3 5 1…ガス導入路
- 2 5 2、3 5 2…ガス排出路
- 2 5 3、3 5 3…接続流路
- 3 3…接続材
- 3 3 1…蓋
- 3 7…絶縁材

請求の範囲

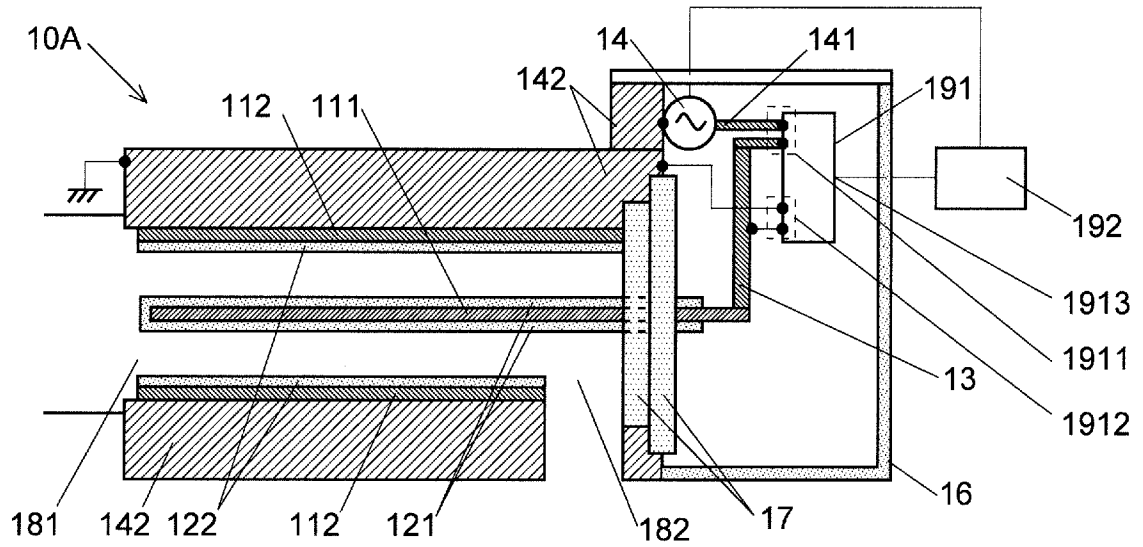
- [請求項1] ガス流路内を流れる気体を電離してプラズマを生成するための、ガス処理装置に設けられるプラズマ生成装置であって、
- a) 交流電源と、
 - b) 一方が前記ガス流路内に配置され、他方が該ガス流路を構成する導電体製の壁である、電源電極及び接地電極と、
 - c) 前記交流電源と前記電源電極を電氣的に接続する非可撓性の接続材と、
 - d) 前記電源電極と前記接地電極のうちの一方向の、他方の電極に対向する側を覆う絶縁材と
- を備えることを特徴とするプラズマ生成装置。
- [請求項2] さらに、接続材と離間して該接続材を覆う保護カバーを備えることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項3] さらに、
- 前記交流電源から出力される交流電力を測定する電力測定部と、
 - 前記電力測定部で測定される交流電力に応じて該交流電力の交流電圧を制御する電圧制御部と
- を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項4] さらに、
- 前記交流電源から出力される交流電流の波形を取得する電流波形取得部と、
 - 前記電流波形測定部で測定される交流電流の波形から放電によるパルス電流を検出するパルス電流検出部と、
 - 前記パルス電流検出部で検出されるパルス電流のパルス繰り返し周波数に応じて前記交流電力の交流電圧を制御する第2電圧制御部と
- を備えることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のプラズマ生成装置。

- [請求項5] 前記電源電極と前記接地電極の組み合わせを複数組有し、該電源電極の各々に共通の接続材が接続されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ生成装置。
- [請求項6] 前記電源電極と前記接地電極のいずれか一方が直線状の管状電極であり、
複数の前記管状電極が互いに平行に配置され、
さらに、隣接する前記管状電極の隣接する開口同士を接続する接続流路を有することを特徴とする請求項5に記載のプラズマ生成装置。
- [請求項7] 前記電源電極と前記接地電極が交互に1個ずつそれぞれ複数個配置されており、
該電源電極の各々に共通の接続材が接続されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ生成装置。
- [請求項8] 前記電源電極及び前記接地電極が平板電極であり、
さらに、該電源電極と該接地電極のいずれか一方と他方の間に形成されるガス流路につき、隣接するガス流路間を接続する接続流路を有することを特徴とする請求項7に記載のプラズマ生成装置。

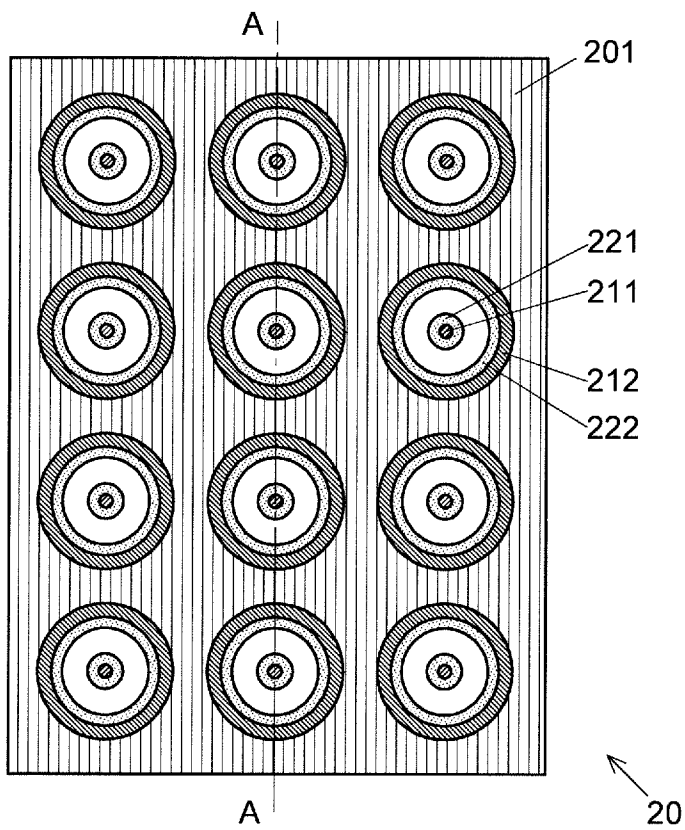
[図1]



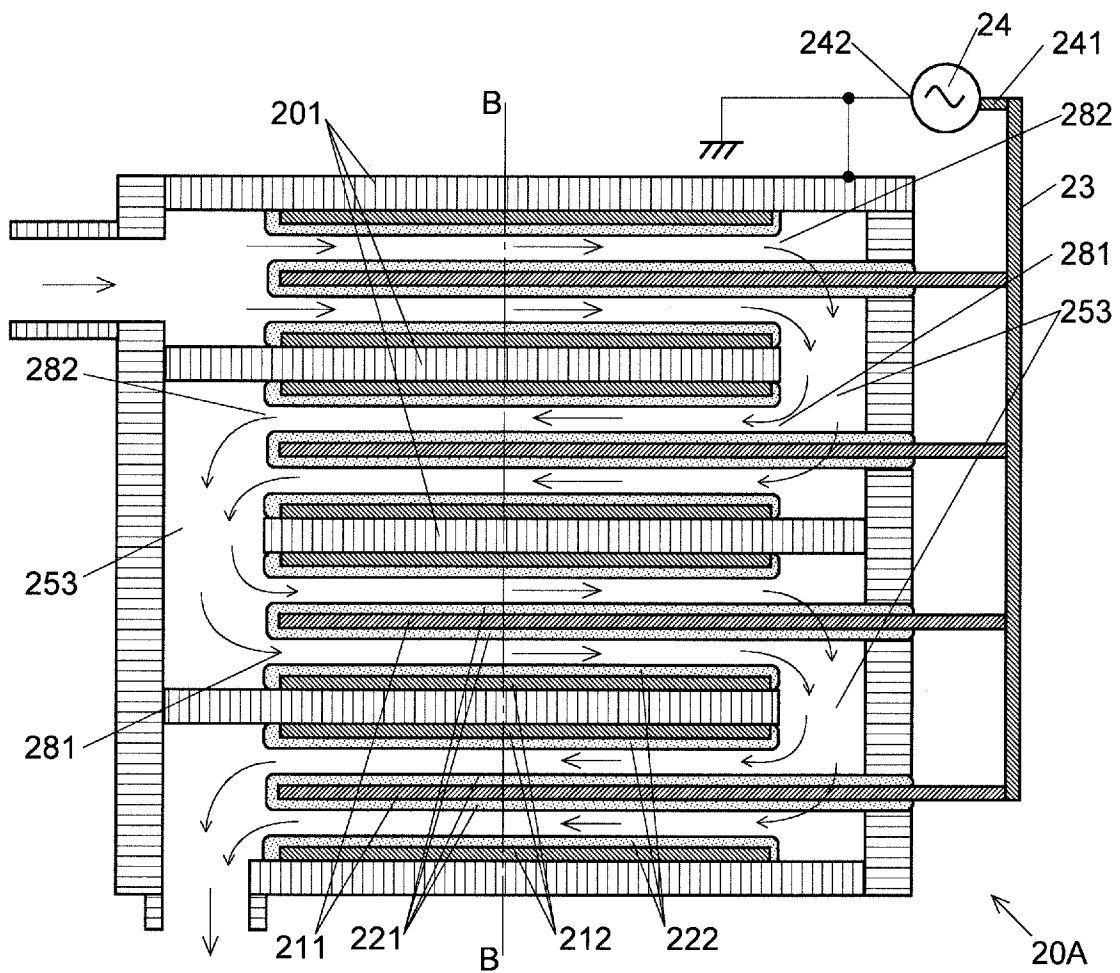
[図2]



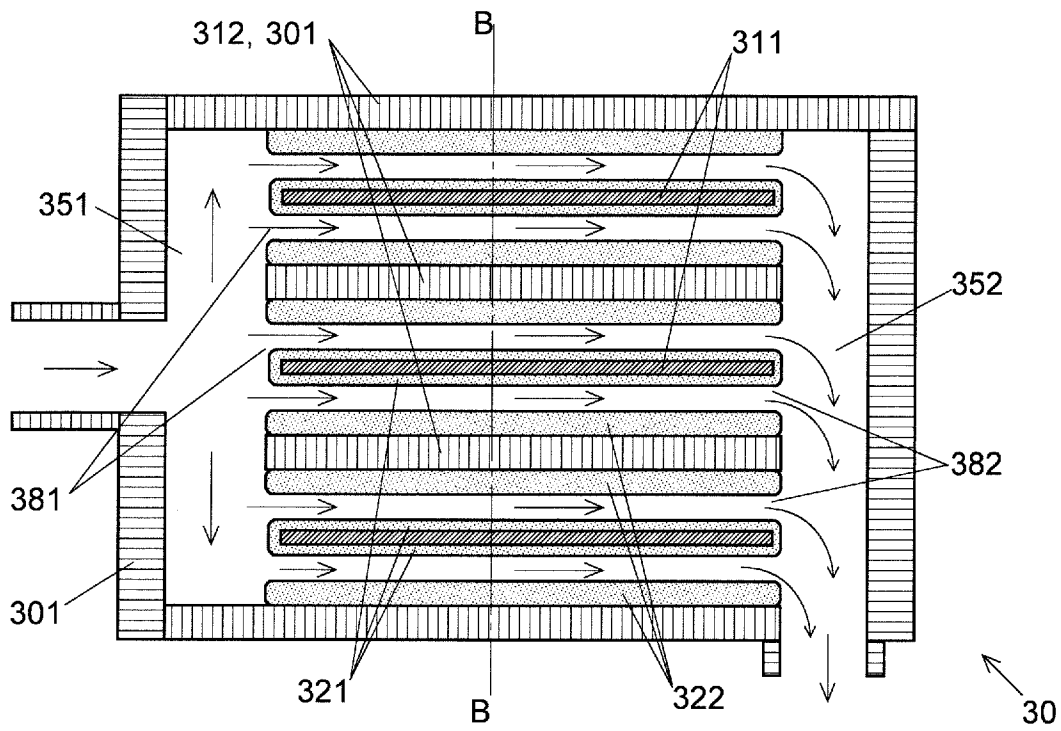
[図5]



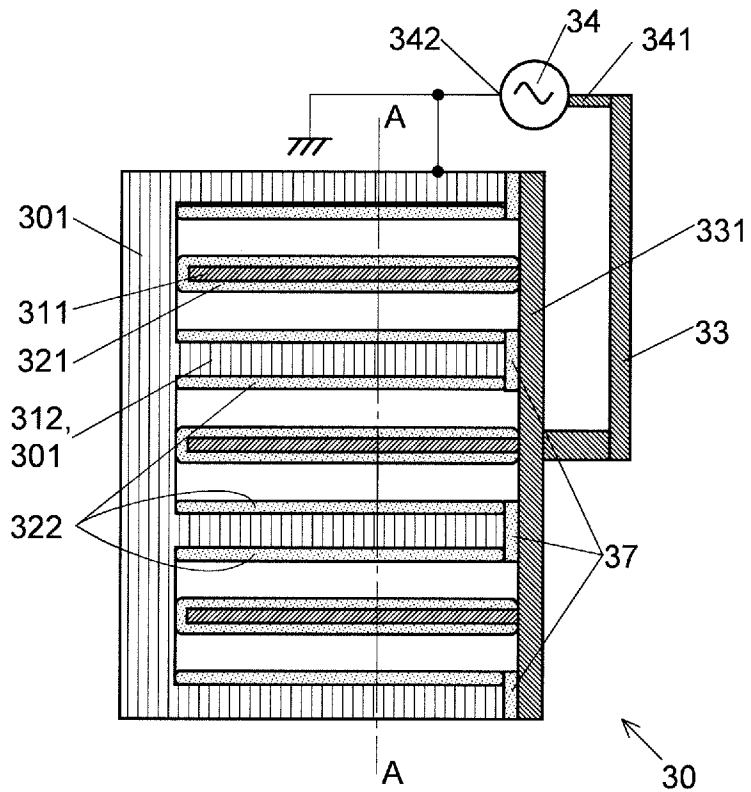
[図6]



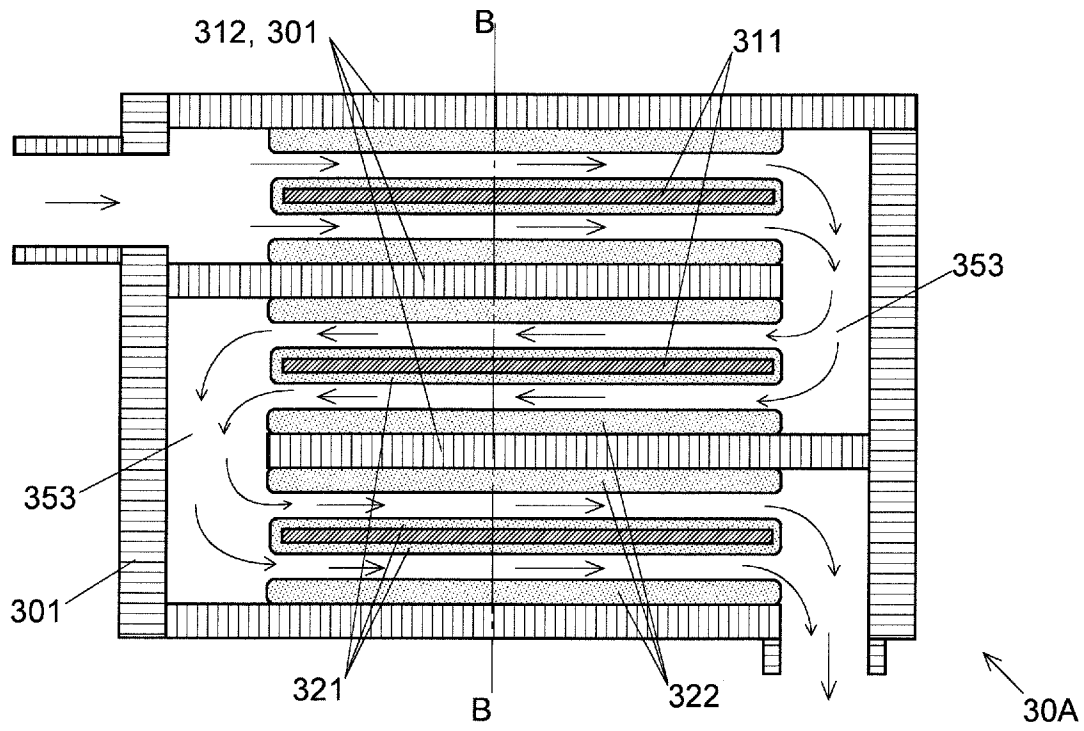
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/017603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H 1/24 (2006.01) i; F01N 3/028 (2006.01) i
FI: H05H1/24; F01N3/028

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)

H05H1/24; F01N3/028; B01D53/92; B01J19/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-107781 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 15 June 2017 (2017-06-15) entire text, all drawings	1-8
A	WO 2009/091065 A1 (KYOCERA CORP.) 23 July 2009 (2009-07-23) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2017-73375 A (ALPHA CORPORATION) 13 April 2017 (2017-04-13) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2009-535208 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY AND MATERIALS) 01 October 2009 (2009-10-01) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2006-510187 A (BLUE PLANET CO., LTD.) 23 March 2006 (2006-03-23) entire text, all drawings	1-8

 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

"I" 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
02 July 2021 (02.07.2021)Date of mailing of the international search report
20 July 2021 (20.07.2021)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/017603

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/0134947 A1 (ION A-Z, LLC) 03 June 2010 (2010-06-03) entire text, all drawings	1-8
A	WO 2018/205758 A1 (WUHAN KAIDI ELECTRIC POWER ENVIRONMENTAL CO., LTD.) 15 November 2018 (2018-11-15) entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/017603

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-107781 A	15 Jun. 2017	WO 2017/098987 A1 entire text, all drawings	
WO 2009/091065 A1	23 Jul. 2009	US 2010/0320916 A1 entire text, all drawings	
JP 2017-73375 A	13 Apr. 2017	DE 112009000131 T (Family: none)	
JP 2009-535208 A	01 Oct. 2009	US 2010/0068104 A1 entire text, all drawings	
JP 2006-510187 A	23 Mar. 2006	WO 2007/129800 A1 EP 2013899 A KR 10-2007-0107825 A US 2006/0115391 A1 entire text, all drawings	
US 2010/0134947 A1	03 Jun. 2010	WO 2004/054703 A1 EP 1578524 A KR 10-2004-0051969 A KR 10-2005-0057901 A CN 1726078 A AU 2003286945 A WO 2008/092073 A2 entire text, all drawings	
WO 2018/205758 A1	15 Nov. 2018	CN 107029644 A entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05H 1/24(2006.01)i; F01N 3/028(2006.01)i FI: H05H1/24; F01N3/028		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H05H1/24; F01N3/028; B01D53/92; B01J19/08 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2017-107781 A（日本特殊陶業株式会社）15.06.2017（2017-06-15） 全文および全図	1-8
A	WO 2009/091065 A1（京セラ株式会社）23.07.2009（2009-07-23） 全文および全図	1-8
A	JP 2017-73375 A（アルファ株式会社）13.04.2017（2017-04-13） 全文および全図	1-8
A	JP 2009-535208 A（コリア インスティテュート オブ マシーナリー アンド マテリ アルズ）01.10.2009（2009-10-01） 全文および全図	1-8
A	JP 2006-510187 A（ブルー プラネット カンパニー リミテッド）23.03.2006 （2006-03-23） 全文および全図	1-8
A	US 2010/0134947 A1（ION A-Z, LLC）03.06.2010（2010-06-03） 全文および全図	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
国際調査を完了した日	02.07.2021	国際調査報告の発送日 20.07.2021
名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 藤本 加代子 2G 4458 電話番号 03-3581-1101 内線 3226	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2018/205758 A1 (武漢凱迪電力環保有限公司) 15.11.2018 (2018 - 11 - 15) 全文および全図	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/017603

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-107781	A	15.06.2017	WO	2017/098987	A1	
全文および全図							
WO	2009/091065	A1	23.07.2009	US	2010/0320916	A1	
全文および全図							
				DE	112009000131	T	

JP	2017-73375	A	13.04.2017	(ファミリーなし)			

JP	2009-535208	A	01.10.2009	US	2010/0068104	A1	
全文および全図							
				WO	2007/129800	A1	
				EP	2013899	A	
				KR	10-2007-0107825	A	

JP	2006-510187	A	23.03.2006	US	2006/0115391	A1	
全文および全図							
				WO	2004/054703	A1	
				EP	1578524	A	
				KR	10-2004-0051969	A	
				KR	10-2005-0057901	A	
				CN	1726078	A	
				AU	2003286945	A	

US	2010/0134947	A1	03.06.2010	WO	2008/092073	A2	
全文および全図							

WO	2018/205758	A1	15.11.2018	CN	107029644	A	
全文および全図							
