

(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2017-512123

(P2017-512123A)

(43) 公表日 平成29年5月18日 (2017.5.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B01J 19/24 (2006.01)	B01J 19/24 Z	3K058
H05B 3/00 (2006.01)	H05B 3/00 340	4D002
C23C 16/44 (2006.01)	C23C 16/44 E	4G075
H01L 21/31 (2006.01)	H01L 21/31 B	4K030
A62D 3/40 (2007.01)	A62D 3/40	5F045
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-549296 (P2016-549296)
 (86) (22) 出願日 平成27年2月13日 (2015.2.13)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年7月29日 (2016.7.29)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/015914
 (87) 国際公開番号 W02015/123578
 (87) 国際公開日 平成27年8月20日 (2015.8.20)
 (31) 優先権主張番号 14/189,649
 (32) 優先日 平成26年2月25日 (2014.2.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/956,189
 (32) 優先日 平成26年2月14日 (2014.2.14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505477121
 エムケイエス インストゥルメンツ, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 01810 マサチューセッツ州 アンドーバー テック ドライブ 2 スイート 201
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直接電気加熱式フロースルー化学反応器のための方法および装置

(57) 【要約】

化学反応を行うシステムおよび方法が提供される。システムは、導電性部材を有することが可能である。導電性部材は、化学混合物を保持することが可能である。導電性部材は、電源に対して直接結合され、電源がオンであるとき加熱される。化学混合物が導電性部材内にあり、電源がオンであるとき、化学混合物は、化学反応が起こり得るように加熱される。

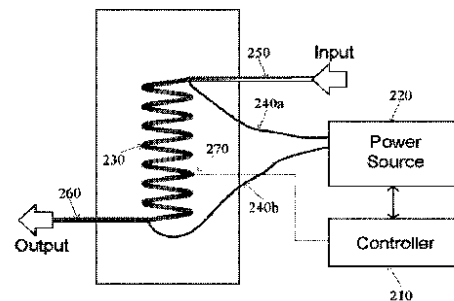


FIG. 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

化学反応を行う方法であって、

導電性部材および電源を直接結合する工程であって、前記導電性部材は、実質的に耐化学腐食性であるように構成された内部領域を有し、前記内部領域の中に化学混合物を保持することが可能である、工程と、

前記化学混合物を前記導電性部材の前記内部領域に提供する工程と、

前記化学混合物内で化学反応を引き起こすように前記導電性部材に印加される電力を制御することによって、前記導電性部材を所定の温度まで加熱する工程と、

を備える方法。

10

【請求項 2】

前記化学反応がオゾン分解である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記導電性部材を摂氏 200 度より高い所定の温度まで加熱する工程をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記化学混合物、前記導電性部材のタイプ、またはそれらの任意の組合せに基づいて、前記所定の温度を選択する、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記導電性部材から出るときに前記化学混合物を冷却するように、前記導電性部材の一部を冷却する工程をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記導電性部材は金属管である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記導電性部材は、導電性かつ熱伝導性の単一構造である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

化学反応を行うためのシステムであって、

実質的に耐化学腐食性であり、その中に化学混合物を保持することが可能である金属管であって、第 1 の部分および第 2 の部分を有する金属管と、

前記金属管に対して電氣的に直接結合された電源であって、前記金属管の前記第 1 の部分を加熱するように構成されている電源と、

30

前記電源に対して電氣的に結合されたコントローラであって、前記化学混合物が前記金属管内へ流れるとき前記化学混合物内で化学反応を引き起こすべく前記化学混合物が加熱されるように、前記金属管に対する電力を制御するコントローラと、

を備えるシステム。

【請求項 9】

前記電源および前記金属管は、前記金属管の前記第 1 の部分に沿って前記金属管に 1 以上の電線を接続することによって結合される、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記電源および前記金属管は、前記金属管に対する電力の直接誘導によって結合される、請求項 8 に記載のシステム。

40

【請求項 11】

前記金属管は、変圧器の二次巻線を完成させるように構成されている、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

直接誘導は渦電流によって行われる、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記金属管の第 2 の部分に沿って前記金属管に対して接続されている冷却部分をさらに備える、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 14】

50

前記金属管の前記第 2 の部分はコイル形状の金属管に対して位置決めされており、前記コイル形状の金属管は、前記金属管の前記第 2 の部分が冷却されるように、前記コイル形状の金属管を通して流れる冷却剤を有する、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記金属管の前記第 2 の部分に対して接続されている前記金属管の前記第 1 の部分の加熱される部分は、前記金属管の前記第 1 の部分の前記加熱される部分からの熱が前記金属管の前記第 1 の部分に入る前記化学混合物を加熱するように、前記金属管の前記第 1 の部分の入口に対して流体連結している、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記金属管の長さは 1 5 メートル以下である、請求項 8 に記載のシステム。

10

【請求項 1 7】

前記金属管の前記第 1 の部分、前記金属管の前記第 2 の部分、またはその両方は、コイル形状を有する、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

前記電源は変圧器である、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 1 9】

前記変圧器は、前記変圧器の二次側に 1 0 ループを有する、請求項 1 8 に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記電源は直流源である、請求項 8 に記載のシステム。

20

【請求項 2 1】

前記電源はスイッチング電源である、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 2 2】

前記電源は制御電源である、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 2 3】

前記金属管の温度が制御される、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 2 4】

温度の制御は閉ループ制御である、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 2 5】

前記変圧器に対して接続されたサーモスタットをさらに備え、前記サーモスタットは、前記金属管を所望の温度まで加熱させるべく前記金属管に電力を供給するように前記変圧器を制御する、請求項 1 9 に記載のシステム。

30

【請求項 2 6】

オゾンを分解する方法であって、

導電性部材および電源を直接結合する工程であって、前記導電性部材は、実質的に耐オゾン腐食性であるように構成された内部領域を有し、前記内部領域の中にオゾンを持することが可能である、工程と、

前記オゾンの前記導電性部材の前記内部領域に提供する工程と、

前記オゾンの分解を引き起こすように前記導電性部材に印加される電力を制御することによって、前記導電性部材の第 1 の部分を所定の温度まで加熱する工程と、
を備える方法。

40

【請求項 2 7】

オゾン分解のためのシステムであって、

実質的に耐化学腐食性であり、その中にオゾンを持することが可能である金属管であって、第 1 の部分および第 2 の部分を有する金属管と、

前記金属管に対して直接結合された電源であって、前記金属管の前記第 1 の部分を加熱するように構成されている電源と、

前記電源に対して電氣的に結合されたコントローラであって、前記オゾンが前記金属管内へ流れるとき前記オゾンの分解を引き起こすべく前記オゾンが加熱されるように、前記金属管に対する電力を制御するコントローラと、

50

を備えるシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、化学気相成長（CVD）および湿式ウェーハ処理の適用分野において用いられるデバイス、システム、および方法に関する。詳細には、本発明は、導体内に配置されている１以上の化学物質による化学反応を生じさせるべく導体を加熱するように導体を電源に直接結合することに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスを製造するとき、様々な化学薬品が使用される。化学物質は、ウェーハをエッチングするため、チャンバを清浄にするため、および半導体デバイスの製造中に起こる数々の他の操作において使用されることが可能である。

【0003】

半導体デバイス製造プロセス中に使用される化学物質の多くは、加熱される必要がある。一例は、オゾン余剰ガスである。オゾン・ガスは、ウェーハ表面清浄、不活性化、自然酸化物除去、および／またはフォトレジストの除去のために使用可能なオゾン化された脱イオン水を生じさせるために使用されることが可能である。オゾン・ガスを環境中へ放出することは有害である可能性があるため、オゾン余剰ガスを分解することが望ましい。熱を加えることによって、オゾン・ガスを酸素へと分解させることが可能である。250

【0004】

半導体デバイスの製造中に加熱を必要とする可能性がある他の化学物質は、 C_xF_y 、 NF_3 、 CHF_3 、および SF_6 などのフッ素化合物である。他のガスもまた、加熱を必要とすることがある。

【0005】

半導体の製造中に化学物質を加熱するための現在の方法および装置は、加熱要素を使用して化学反応器を加熱することを含む。例えば、図１は、従来技術によるオゾンを分解するための例示的なシステム１００の概略図である。システム１００は、入力１１０、出力１１５、管１２０、加熱要素１３０、冷却要素１４０、および制御ユニット１５０を含む。動作の際、制御ユニット１５０は、加熱要素１３０を所望の温度まで加熱する。したがって、化学入力１１０を通して管１２０内へ導かれる化学物質（例えば、オゾン）は、要素１３０によって加熱される。加熱されると、化学物質は冷却要素１４０を通して流れ、冷却要素１４０が化学物質を冷却した後、化学物質は出力１１５を介してシステムから出る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

システム１００に係る１つの問題は、管１２０が溶接または他の方法で操作される（例えば、曲げられる）ことが必要になることがあり、それにより化学物質に対する熱分布が不均一になることである。加えて、管１２０のいくつかの部分は、望ましくない凝集物の蓄積および閉止を有する可能性があり、それらは不均一な熱分布にさらに寄与する。

【0007】

現在の方法はまた、例えば加熱要素の存在によって生じる追加の耐熱性のため、所望の加熱時間より長い加熱時間を有する可能性がある。現在の方法および装置は、例えば加熱要素の寸法、コスト、および／または重量のため、非常に高価な、大きな、および／または重いものとなる可能性がある。

【0008】

別の問題は、通常、例えば、高い腐食性を有する化学薬品に加熱要素が耐えられないことによって、既存の熱反応器が良好な耐薬品性を有していないこと、および／またはある範囲の化学物質の範囲を通じて動作できないことである。不十分な耐薬品性は、反応器の早すぎる腐食を招く可能性がある。

【 0 0 0 9 】

現在の方法に係る別の問題は、オゾン分解の場合、オゾン・ガスから酸素へのオゾン変換率が 9 5 % 未満になる可能性があることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明は、加熱される導電性部材（例えば、導電性化学反応器）内に配置されている化学混合物を加熱することを含む。この化学反応器は、化学反応器を電源に電氣的に直接結合することによって加熱される。電源がオンにされると、化学反応器は、その反応器内に配置されている化学混合物に対する加熱要素として機能する。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の 1 つの利点は、化学物質の加熱、反応、および収容がすべて、同じ構造的構成要素（例えば、導電性部材）によって実現可能なことである。化学反応器を加熱することによって化学混合物を加熱することは、別個の加熱要素をなくすことを可能にする。したがって、本発明の別の利点は、低減された寸法および／またはコストである。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の利点は、より均一な熱分布およびより短い加熱時間を含む。これらの利点は、システム内で追加の抵抗を生じさせる加熱要素をなくすことによって実現される。本発明の別の利点は、別個の加熱要素ではなく化学反応器だけが化学物質に対してさらされるため、システムが改善された耐薬品性を有すること、および／またはある範囲の化学物質を通じて動作可能になることである。本発明の別の利点は、オゾン分解の適用分野の場合、より均一な熱分布およびより速い加熱時間のため、9 5 % より高いオゾン・ガスから酸素へのオゾン変換が可能になることである。本発明の別の利点は、実質的に完全に均一な加熱式化学反応器のため、凝集物の蓄積が最小になること、および反応器の単管設計によってデッドスペースがなくなることである。

20

【 0 0 1 3 】

一態様では、本発明は化学反応を行う方法を含む。この方法は、導電性部材および電源を直接結合する工程であって、前記導電性部材は、実質的に耐化学腐食性であるように構成された内部領域を有し、前記内部領域の中に化学混合物を保持することが可能である、工程を備える。この方法はまた、前記化学混合物を前記導電性部材の前記内部領域に提供する工程を備える。この方法はまた、前記化学混合物内で化学反応を引き起こすように前記導電性部材に印加される電力を制御することによって、前記導電性部材を所定の温度まで加熱する工程を備える。

30

【 0 0 1 4 】

幾つかの実施形態では、前記化学反応はオゾン分解である。幾つかの実施形態では、この方法は、前記導電性部材を摂氏 2 0 0 度より高い所定の温度まで加熱する工程をさらに備える。幾つかの実施形態では、前記化学混合物、前記導電性部材のタイプ、またはそれらの任意の組合せに基づいて、前記所定の温度を選択する。

40

【 0 0 1 5 】

幾つかの実施形態では、この方法は、前記導電性部材から出るときに前記化学混合物を冷却するように、前記導電性部材の一部分を冷却する工程をさらに備える。幾つかの実施形態では、前記導電性部材は金属管である。幾つかの実施形態では、前記導電性部材は、導電性かつ熱伝導性の単一構造である。

【 0 0 1 6 】

別の態様では、本発明は、化学反応を行うためのシステムを含む。このシステムは、実質的に耐化学腐食性であり、その中に化学混合物を保持することが可能である金属管であって、第 1 の部分および第 2 の部分を有する金属管を備える。このシステムはまた、前記

50

金属管に対して電氣的に直接結合された電源であって、前記金属管の前記第 1 の部分を加熱するように構成されている電源を備える。このシステムはまた、前記電源に対して電氣的に結合されたコントローラであって、前記化学混合物が前記金属管内へ流れるとき前記化学混合物内で化学反応を引き起こすべく前記化学混合物が加熱されるように、前記金属管に対する電力を制御するコントローラを備える。

【0017】

幾つかの実施形態では、前記電源および前記金属管は、前記金属管の前記第 1 の部分に沿って前記金属管に 1 以上の電線を接続することによって結合される。幾つかの実施形態では、前記電源および前記金属管は、前記金属管に対する電力の直接誘導によって結合される。幾つかの実施形態では、前記金属管は、変圧器の二次巻線を完成させるように構成されている。幾つかの実施形態では、直接誘導は渦電流によって行われる。

10

【0018】

幾つかの実施形態では、前記金属管の第 2 の部分に沿って前記金属管に対して接続されている冷却部分をさらに備える。

幾つかの実施形態では、前記金属管の前記第 2 の部分はコイル形状の金属管に対して位置決めされており、前記コイル形状の金属管は、前記金属管の前記第 2 の部分が冷却されるように、前記コイル形状の金属管を通して流れる冷却剤を有する。

【0019】

幾つかの実施形態では、前記金属管の前記第 2 の部分に対して接続されている前記金属管の前記第 1 の部分の加熱される部分は、前記金属管の前記第 1 の部分の前記加熱される部分からの熱が前記金属管の前記第 1 の部分に入る前記化学混合物を加熱するように、前記金属管の前記第 1 の部分の入口に対して流体連結している。

20

【0020】

幾つかの実施形態では、前記金属管の長さは 15 メートル以下である。幾つかの実施形態では、前記金属管の前記第 1 の部分、前記金属管の前記第 2 の部分、またはその両方は、コイル形状を有する。幾つかの実施形態では、前記電源は変圧器である。幾つかの実施形態では、前記変圧器は、前記変圧器の二次側に 10 ループを有する。

【0021】

幾つかの実施形態では、前記電源は直流源である。幾つかの実施形態では、前記電源はスイッチング電源である。幾つかの実施形態では、前記電源は制御電源である。

30

上記の本発明の利点は、さらなる利点とともに、添付の図面と併せて以下の説明を参照することによって、よりよく理解されることが可能である。図面は、必ずしも原寸に対して比例するものではなく、本発明の原理を示すときは一般に強調される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】従来技術によるオゾンを分解する例示的なシステムの概略図。

【図 2】本発明の一例の実施形態による化学反応を行うシステムの概略図。

【図 3】本発明の一例の実施形態による化学反応を行うシステムの概略図。

【図 4】本発明の一例の実施形態による化学反応を行う方法に対する流れ図。

【図 5】本発明の一例の実施形態による化学反応を行うシステムの概略図。

40

【発明を実施するための形態】

【0023】

一般に本発明は、導電性部材（例えば、金属管）および電源を直接結合することを含む。導電性部材は、化学混合物をその中に保持することが可能である。電源は、導電性部材に対して電力を印加する。導電性部材は、印加される電力の結果、発熱する。導電性部材は、化学混合物がそこを通して流れるのを可能にする内部領域を有する。

【0024】

化学混合物が導電性部材の内部領域内に配置され、電力が印加されたとき、導電性部材内で生成される熱が化学混合物へ伝わり、化学混合物を加熱する。導電性部材の一部分は、冷却されることが可能である。導電性部材の冷却された部分は、導電性部材を通して流

50

れる化学混合物を冷却することが可能である。化学混合物は、一実施形態では化学混合物が加熱された後に、冷却されることが可能である。

【0025】

導電性部材は、金属管とすることが可能である。金属管は、第1の部分および第2の部分に区分されることが可能である。第1の部分は、電源に対して直接結合される。電源がオンにされると、電源は、金属管の第1の部分を直接加熱する。金属管の第2の部分は、冷却剤によって冷却される。金属管は、実質的に耐化学腐食性である材料（例えば、625合金）から形成される。

【0026】

いくつかの実施形態では、クランプが、金属管に対して電氣的に直接接続される。クランプと金属管との間の接触表面は、電気遷移抵抗が最小にされるように位置決めおよび寸法設定されることが可能である。クランプは、冷却されることが可能であり、その結果、金属管が完全に加熱された場合、クランプは、その指定の温度範囲内で動作することが可能である。いくつかの実施形態では、クランプは、液体冷却（例えば、水、油）、空気冷却（対流冷却）、またはその任意の組合せによって冷却される。

10

【0027】

図2は、本発明の一例の実施形態による化学反応を行うシステム200の概略図である。システム200は、コントローラ210と、電源220と、導電性部材230と、1以上の電気コネクタ240a、240b、一般に240と、温度センサ270と、導電性部材への流体入力250と、導電性部材に対する流体出力260とを含む。

20

【0028】

コントローラ210は、電源220および温度センサ270と通信している。いくつかの実施形態では、コントローラ210はサーモスタットである。いくつかの実施形態では、電源220は、温度センサ270からの測定結果に基づいて、コントローラ210によって温度設定点に対して制御される。温度センサ270は、導電性部材250の温度を測定することが可能である当技術分野では知られている任意の温度センサとすることが可能である。いくつかの実施形態では、温度センサ270は存在しない。

【0029】

いくつかの実施形態では、電源220は、変圧器を含む。いくつかの実施形態では、変圧器は、その二次側に10ループを有する。様々な実施形態では、変圧器は、昇圧変圧器、降圧変圧器、または中性変圧器である。様々な実施形態では、電源は、直流源またはスイッチング電源である。

30

【0030】

電源220は、電気コネクタ240を介して導電性部材230に対して電氣的に接続される。いくつかの実施形態では、導電性部材230は管である。いくつかの実施形態では、導電性部材230はコイル形状である。いくつかの実施形態では、導電性部材230の長さは、数メートル以下である。いくつかの実施形態では、導電性部材230の長さは、出口における所望の流体流れ範囲および所望のオゾン濃度に依存する。

【0031】

いくつかの実施形態では、導電性部材230の直径は、部材の動作条件に依存する。いくつかの実施形態では、導電性部材230は、最大5.08センチメートル（2インチ）の直径を有する。

40

【0032】

いくつかの実施形態では、導電性部材230は金属性である。いくつかの実施形態では、導電性部材230は、電力が印加されたときに加熱される任意の金属である。いくつかの実施形態では、導電性部材230は、熱的および電氣的に伝導性である（例えば、21で約 $9.8 \text{ W/m} \cdot$ および約 $130 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ ）。いくつかの実施形態では、導電性部材230は、1000以下の温度下でその形を維持することが可能である。いくつかの実施形態では、導電性部材230は、HFの存在下における腐食に対して実質的に耐性を有する。

50

【 0 0 3 3 】

いくつかの実施形態では、電気コネクタ 2 4 0 は、長さ数センチメートルである。いくつかの実施形態では、電気コネクタ 2 4 0 は、長さ数メートルである。いくつかの実施形態では、電気コネクタ 2 4 0 は、導電性部材 2 3 0 の抵抗を下回る抵抗を有する。いくつかの実施形態では、電気コネクタ 2 4 0 の抵抗は、電気コネクタ 2 4 0 の長さ、直径、および/または材料に依存する。いくつかの実施形態では、電気コネクタ 2 4 0 は、銅から作られる。様々な実施形態では、電気コネクタ 2 4 0 は、金属管より高い導電性を有する材料（例えば、アルミニウム、銀、金）からなることが可能である。

【 0 0 3 4 】

導電性部材 2 5 0 は、導電性部材への流体入力 2 5 0 を介して化学薬品源（図示せず）と流体連通している。いくつかの実施形態では、化学薬品源はオゾン源である。いくつかの実施形態では、化学薬品源は化学混合物を提供する。いくつかの実施形態では、化学薬品源は単一の化学薬品を提供する。

10

【 0 0 3 5 】

導電性部材 2 5 0 は、導電性部材に対する流体出力 2 6 0 を介して出口（図示せず）と流体連通している。

動作中、化学混合物が、導電性部材 2 5 0 へ投入される。電源 2 2 0 は、導電性部材 2 5 0 に対して電圧を印加する。導電性部材 2 5 0 は発熱し、したがって化学混合物も加熱される。

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施形態では、導電性部材 2 3 0 は、第 1 の部分および第 2 の部分を含む。図 3 は、本発明の一例の実施形態による化学反応を行うシステム 3 0 0 の概略図である。システム 3 0 0 は、第 1 の部分 3 1 0 および第 2 の部分 3 2 0 を有する導電性部材 3 0 0 と、冷却管 3 2 5 と、電源 3 3 5 と、温度センサ 3 6 0 と、コントローラ 3 4 5 と、2 つの電気コネクタ 3 5 0 a、3 5 0 b とを含む。

20

【 0 0 3 7 】

導電性部材 3 0 0 は、第 1 の部分 3 1 0、第 2 の部分 3 2 0、入口 3 3 0、および出口 3 4 0 を含む。

第 1 の部分 3 1 0 は、入口 3 3 0 から化学薬品を受け取ることが可能なコイル形状の管である。第 1 の部分 3 1 0 は、2 つの電気コネクタ 3 5 0 a、3 5 0 b を介して電源 3 3 5 に対して電氣的に接続される。第 1 の部分は、温度センサ 3 6 0 に対して結合される。温度センサ 3 6 0 および電源 3 3 5 はどちらも、コントローラ 3 4 5 に対して結合される。コントローラ 3 4 5 は、温度センサ 3 6 0 に基づいて、電源に対する電力設定点を設定する。いくつかの実施形態では、温度センサ 3 6 0 は存在しない。

30

【 0 0 3 8 】

第 1 の部分 3 1 0 は、第 2 の部分 3 2 0 と流体連通している。第 2 の部分 3 2 0 は、第 1 の部分 3 1 0 の出力を受け取ることが可能なコイル形状の管である。

第 2 の部分 3 2 0 は、冷却管 3 2 5 内に密閉される。冷却管 3 2 5 は、冷却剤が第 2 の部分 3 2 0 の外部の周りを流れるように、入口 3 2 7 で冷却水を受け取ることが可能である。冷却水は、出口 3 2 9 で冷却管 3 2 5 から出る。第 2 の部分 3 2 0 は、出口 3 4 0 で化学混合物を放出することが可能である。

40

【 0 0 3 9 】

いくつかの実施形態では、第 1 の部分 3 1 0 は、絶縁材料によって取り囲まれる。いくつかの実施形態では、絶縁体は、アルミニウムによって取り囲まれる。いくつかの実施形態では、第 1 の部分 3 1 0 は、長さ 1 メートルである。いくつかの実施形態では、第 2 の部分 3 1 0 は、長さ 1 メートルである。

【 0 0 4 0 】

図 4 は、本発明の一例の実施形態による化学反応を行う方法に対する流れ図 4 0 0 である。この方法は、導電性部材および電源を電氣的に直接結合することを含む（工程 4 1 0）。例えば、図 2 に示されるように、導電性部材 2 3 0 は、電源 2 2 0 と導電性部材 2 3

50

0 との間に他の構成要素が入らないように、電源 2 2 0 に対して直接結合される。

【 0 0 4 1 】

いくつかの実施形態では、電源は、2 3 0 V の交流を提供する。いくつかの実施形態では、電源は、導電性部材に対する所望の温度に依存する電力を提供する。この方法はまた、導電性部材の内部領域に対して化学混合物を提供することを含む（工程 4 2 0）。例えば、図 2 に示されるように、導電性部材への流体入力 2 5 0 が、化学混合物を受け取ることが可能である。いくつかの実施形態では、化学混合物は、オゾン、H F、またはその任意の組合せである。

【 0 0 4 2 】

この方法はまた、導電性部材に対する所定の温度を決定することを含む（工程 4 3 0）。いくつかの実施形態では、所定の温度は、所望の化学反応に依存する。例えば、所望の化学反応がオゾンの分解である場合、所定の温度は約 3 5 0 である。様々な実施形態では、所定の温度は、化学混合物、化学混合物の体積、導電性部材の材料のタイプ、導電性部材の寸法、導電性部材の形状、またはその任意の組合せに依存する（例えば、より短い管はより高い温度を必要とする可能性がある）。

10

【 0 0 4 3 】

この方法はまた、導電性部材が加熱されるべき持続時間を決定することを含む（工程 4 4 0）。持続時間は、化学混合物、化学混合物の体積、導電性部材の材料のタイプ、導電性部材の寸法、導電性部材の形状、流量、またはその任意の組合せに依存することが可能である。例えば、流量が小さい場合、加熱時間と非加熱時間との関係は、5 0 : 5 0 とすることが可能である。流量の増大は、加熱時間の増大を引き起こす可能性がある。流量の減少は、加熱時間の減少を引き起こす可能性がある。

20

【 0 0 4 4 】

この方法はまた、持続時間を通じて導電性部材を所定の温度まで加熱することを含む（工程 4 5 0）。例えば、図 2 に示されるように、加熱要素が間に入ることなく、電源 2 2 0 が導電性部材 2 3 0 に対して電氣的に直接結合される。電源 2 2 0 は、導電性部材 2 3 0 を所望の温度まで加熱させるのに十分な電力を導電性部材 2 3 0 へ伝達する。導電性部材 2 3 0 は、化学混合物のための化学反応器を提供し、また化学混合物に対して熱を提供するように、化学混合物を保持する。電源と化学反応器との間の別個の加熱要素は、化学混合物を加熱するのに必要とされない。

30

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態では、この方法はまた、化学混合物が冷却されるように導電性部材の一部分を冷却することを含む（工程 4 6 0）。化学混合物は、所望の温度まで冷却されることが可能である。化学混合物に対する所望の温度は、化学混合物、化学混合物の体積、導電性部材の材料のタイプ、導電性部材の寸法、導電性部材の形状、またはその任意の組合せに基づくことが可能である。いくつかの実施形態では、所望の温度に対する下限は、導電性部材内で凝集を回避する化学混合物の露点に依存する。いくつかの実施形態では、所望の温度に対する上限は、放出される排気システムに対するオフガスについて許容できる温度レベルに依存する。

40

【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態では、導電性部材の部分は、水冷によって冷却される。様々な実施形態では、導電性部材の部分は、空気冷却、液体冷却（例えば、油）、熱交換器、またはその任意の組合せによって冷却される。

【 0 0 4 7 】

図 5 は、本発明の一例の実施形態による化学反応を行うシステム 5 0 0 の概略図である。システム 5 0 0 は、温度コントローラ 5 9 1 と、温度センサ 5 9 0 と、交流電源 5 1 0 と、電気接続 5 5 0 と、変圧器コア 5 4 0 と、流体入力 5 6 1 および流体出力 5 6 2 を有する導電性部材 5 6 3 と、電気接続 5 7 0 とを含む。

【 0 0 4 8 】

電源 5 1 0 は、電気接続 5 5 0 および温度コントローラ 5 9 1 と通信している。電気接

50

続 5 5 0 は、変圧器コア 5 4 0 の周りに巻き付いて、一次変圧器巻線を完成させる。導電性部材 5 6 3 は、変圧器コア 5 4 0 の周りに巻き付いて、二次変圧器巻線を完成させる。

【 0 0 4 9 】

温度コントローラ 5 9 1 は、交流電源 5 1 0 および温度センサ 5 9 0 と通信している。いくつかの実施形態では、温度コントローラ 5 9 1 はサーモスタットである。いくつかの実施形態では、交流電源 5 1 0 は、温度センサ 5 9 0 からの測定結果に基づいて、温度コントローラ 5 9 1 によって温度設定点に対して制御される。温度センサ 5 9 0 は、導電性部材 5 6 3 の温度を測定することが可能である当技術分野では知られている任意の温度センサとすることが可能である。いくつかの実施形態では、温度センサ 5 9 0 は存在しない。

10

【 0 0 5 0 】

動作中、化学混合物が、導電性部材 5 6 3 へ投入される。交流電源 5 1 0 は、電気接続 5 5 0 に対して平均電圧（例えば、208ボルト）を提供して、変圧器コア 5 4 0 上の一次変圧器巻線に対して給電する。電気接続 5 5 0 は、変圧器コア 5 4 0 内に磁束 5 8 0 を生じさせる。磁束 5 8 0 は、導電性部材 5 6 3 内に電流（例えば、50アンペア）を生じ、導電性部材 5 6 3 はまた、変圧器に対する二次として動作する。導電性部材 5 6 3 は、低伝導性の電気回路として動作することが可能である。一次巻線と二次巻線の比は、導電性部材 5 6 3 内に所望の電流を生じるように調整されることが可能であることが、当業者には明らかである。

20

【 0 0 5 1 】

電気接続 5 7 0 は、導電性部材 5 6 3 を短絡させる。したがって、流体入力 5 6 1 に入る加熱されていない化学混合物は、導電性部材 5 6 3 内で加熱され、流体出力 5 6 2 を介して導電性部材 5 6 3 から出る。いくつかの実施形態では、流体出力 5 6 2 は、加熱されていない化学混合物に対する入力であり、流体入力 5 6 1 は、加熱された化学混合物に対する出力である。

【 0 0 5 2 】

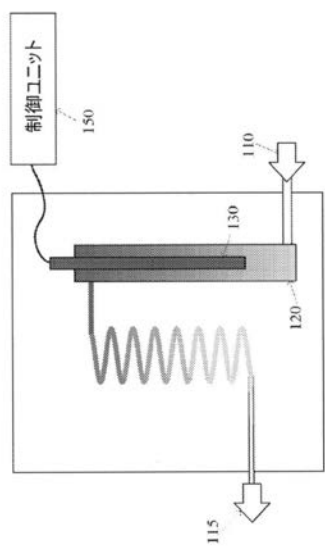
いくつかの実施形態では、交流電源 5 1 0 によって供給される平均電圧は、導電性部材 5 6 3 の所望の温度および / または伝導性、ならびに変圧器の一次変圧器巻線、電気接続 5 5 0 と二次変圧器巻線、導電性部材 5 6 3 との間の巻数比に依存する。例えば、オゾン分解の場合、導電性部材内の所望の温度は約 350 である。

30

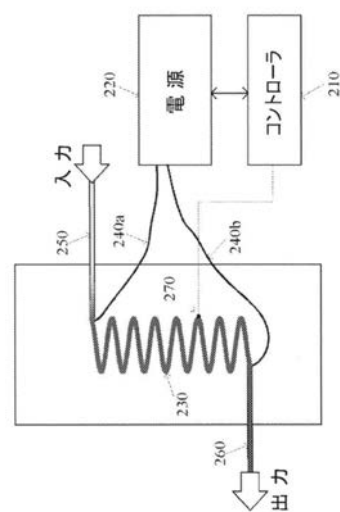
【 0 0 5 3 】

本発明について、特有の実施形態を参照して特に図示および説明されてきたが、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神および範囲から逸脱することなく、形態および詳細の様々な変更が加えられることが可能であることが、当業者には理解されよう。

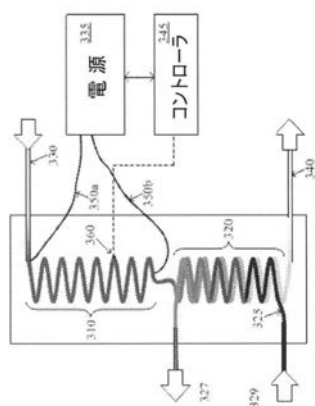
【 図 1 】



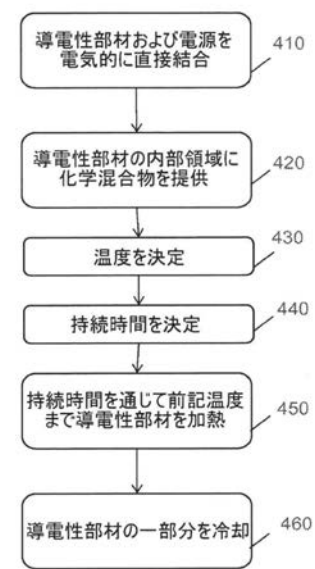
【 図 2 】



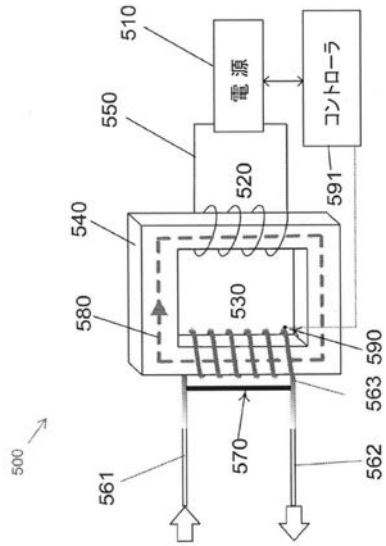
【 図 3 】



【 図 4 】



【図 5】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2015/015914

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. A62D3/40	B01J19/24	B01D53/66 F23G5/10
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) A62D B01J B01D F23G		
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, CHEM ABS Data, 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	CN 201 135 883 Y (SHANGHAI CHENGUANG CO CREATIVE [CN]) 22 October 2008 (2008-10-22)	1,3-9, 13-25,27
A	the whole document	2,10-12, 26
X	US 4 688 495 A (GALLOWAY TERRY R [US]) 25 August 1987 (1987-08-25)	1,3,4, 6-9, 16-24,27
A	column 1, line 55 - column 2, line 8; figure 1 column 2, lines 38-64	2,5, 10-15, 25,26
X	GB 395 709 A (ROBERT ARTHUR CARLETON) 12 July 1933 (1933-07-12)	1,3,6-9, 16-25,27
A	page 1, lines 55-81; figure 1 page 2, lines 12-21,86-112 page 3, lines 2-41,81-94	2,5, 10-12,26
----- -/-		
☒ 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 19 May 2015		Date of mailing of the international search report 01/06/2015
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 Werner, Håkan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2015/015914

(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AU 678 986 B2 (CARBA SA) 19 June 1997 (1997-06-19) page 11, line 23 - page 12, line 18; figure 1 page 15, line 20 - page 16, line 11 -----	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2015/015914

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 201135883	Y	22-10-2008	NONE	
US 4688495	A	25-08-1987	DE 3625782 A1 FR 2585805 A1 GB 2182426 A US 4688495 A	20-08-1987 06-02-1987 13-05-1987 25-08-1987
GB 395709	A	12-07-1933	NONE	
AU 678986	B2	19-06-1997	AT 139124 T AU 678986 B2 AU 4823393 A CA 2145209 A1 DE 69303177 D1 DE 69303177 T2 DK 0664715 T3 EP 0664715 A1 ES 2091035 T3 FR 2695828 A1 GR 3021002 T3 JP H08503864 A NZ 256048 A PL 308127 A1 WO 9406483 A1	15-06-1996 19-06-1997 12-04-1994 31-03-1994 18-07-1996 23-01-1997 26-08-1996 02-08-1995 16-10-1996 25-03-1994 31-12-1996 30-04-1996 26-11-1996 24-07-1995 31-03-1994

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 53/66 (2006.01) B 0 1 D 53/66

(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 ジーヴェルト、ヨハネス

ドイツ連邦共和国 1 3 3 5 5 ベルリン スヴィーネミュンダー シュトラッセ 7 4

(72)発明者 ゴットシャルク、クリスティアーネ

ドイツ連邦共和国 1 3 3 5 3 ベルリン アントヴェルペナー シュトラッセ 7

(72)発明者 ローア、ヨアヒム

ドイツ連邦共和国 1 0 7 1 7 ベルリン ホルシュタイニツシェ シュトラッセ 6

(72)発明者 ブラーシャ、マルタン

ドイツ連邦共和国 1 0 2 4 7 ベルリン フォークトシュトラッセ 1 2

F ターム(参考) 3K058 AA86 FA02 FA11

4D002 AA11 AC07 BA05 CA11 CA20 GA01 GA02 GA03 GB03 GB20

4G075 AA03 AA53 AA63 BA01 BA05 BD07 CA02 CA03 CA13 DA02

DA18 EA06 EB25 FB02 FC09 FC11

4K030 EA12 JA01 JA10 KA22 KA26 KA41 KA46

5F045 EG07 EK06 EK08