

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5241984号
(P5241984)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int. Cl.		F I	
H05H	1/42 (2006.01)	H05H	1/42
B01J	19/08 (2006.01)	B01J	19/08 K
B22F	1/00 (2006.01)	B22F	1/00 A
B22F	9/02 (2006.01)	B22F	9/02 Z
B22F	9/08 (2006.01)	B22F	9/08 Z

請求項の数 27 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-575787 (P2001-575787)
 (86) (22) 出願日 平成13年4月4日(2001.4.4)
 (65) 公表番号 特表2003-530679 (P2003-530679A)
 (43) 公表日 平成15年10月14日(2003.10.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2001/001545
 (87) 国際公開番号 W02001/078471
 (87) 国際公開日 平成13年10月18日(2001.10.18)
 審査請求日 平成19年12月11日(2007.12.11)
 (31) 優先権主張番号 0008797.3
 (32) 優先日 平成12年4月10日(2000.4.10)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)
 (31) 優先権主張番号 0022986.4
 (32) 優先日 平成12年9月19日(2000.9.19)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 593219908
 テトロニクス リミテッド
 イギリス エス エヌ 7 9 エイ ジ
 ェイ オックスフォードシャー フェーリ
 ンドン レッチレード ロード 5
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 ジョンソン ティモシー ポール
 イギリス ビー91 1 ディエヌ ウエス
 ト ミッドランド ソリフル モナストリ
 ー ドライブ 12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ツイン・プラズマ・トーチ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) ハウジングに所定の角度をなして支持されるとともに、互いに間隔を置いて配置された、少なくとも2つのプラズマ・トーチ・アセンブリを有するツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、前記2つのプラズマ・トーチ・アセンブリは、

(i) 第1のプラズマ・トーチ・アセンブリに含まれる第1の電極と、

(ii) 前記第1の電極との間に、処理ゾーンとしてプラズマ・アークを形成するに十分な間隔を置いて、配置、又は配置されるよう調整された、第2のプラズマ・トーチ・アセンブリに含まれる第2の電極と、

を有し、前記ツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリは、更に、(b) 前記第1及び第2の電極周辺に位置する処理ゾーンにプラズマ・ガスを導入する手段と、(c) プラズマ・ガスを取り巻くシュラウド・ガスを導入する手段と、(d) 処理ゾーン (processing zone) に対象物質を供給する手段と、(e) 処理ゾーンにプラズマ・アークを形成する手段と、

を含み、

前記第1及び第2の電極のプラズマ・ガスを放電する末端部が、前記処理ゾーンに突き出さないように、前記ハウジング内に形成されていることを特徴とするツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項2】

請求項1に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、各トーチは、プラズ

10

20

マ・ガスを放電する末端部を備え、前記シュラウド・ガスを導入する手段は、前記各電極の末端部の下流にシュラウド・ガスを導入するツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、各トーチが、トーチ用ハウジングを備え、前記トーチ用ハウジングは前記第 1 及び第 2 の電極を囲み、シュラウド・ガスの供給ダクトを前記トーチ用ハウジングと前記第 1 及び第 2 の電極との間に規定して、前記トーチ用ハウジングの端部は、前記各トーチの末端部に向けて内向きに先細になっており、プラズマ・ガス周囲のシュラウド・ガスの流れの方向を決定するツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、

処理されて粉体状となった対象物質 (feed material) を収集する収集ゾーン (collection zone) を含むツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、さらに、処理された対象物質を前記収集ゾーンに輸送する手段を含むツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、前記処理された対象物質を前記収集ゾーンに輸送する手段が、チャンバーを通じて流体を流通する手段を含み、使用時には、処理された対象物質が、前記流体の流れによって運搬され、前記収集ゾーンに輸送されるツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、プラズマ・ガスを放電するための前記第 1 及び / 又は第 2 の電極がグラファイトで形成されているツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、処理ゾーンで揮発された対象物質を冷却して凝集させる冷却手段をさらに含むツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、前記冷却手段は冷却ガス源または冷却リング (cooling ring) を含んでなるツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、前記第 1、第 2 の電極間の処理ゾーンにプラズマ・アークを生成する手段は、DC 又は AC 電源を含むツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリと、リアクション・チャンバーとの組み合わせを含むプラズマ・アーク反応器。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のプラズマ・アーク反応器であって、前記チャンバーは、被処理物と対向する方向に細長形状を有し、複数のオリフィスを備えた壁部材を含み、前記各オリフィスには、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリが取り付けられているプラズマ・アーク反応器。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のプラズマ・アーク反応器であって、前記チャンバーは、その壁面に複

10

20

30

40

50

数のオリフィスを備えた管状部材を有し、前記各オリフィスには、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリが取り付けられているプラズマ・アーク反応器。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のプラズマ・アーク反応器であって、前記オリフィスは、前記管状部材に沿って及び/又は管状部材周辺に配置されているプラズマ・アーク反応器。

【請求項 15】

請求項 12 から 14 のいずれか一項に記載のプラズマ・アーク反応器であって、前記オリフィスは、実質的に等間隔に設けられているプラズマ・アーク反応器。

【請求項 16】

供給された対象物質 (feed material) を粉体加工する方法であって、(A) 請求項 11 から 15 のいずれか一項に記載のプラズマ・アーク反応器を用い、(B) その第 1、第 2 の電極の間の処理ゾーンにプラズマ・ガスを導入し、(C) 前記第 1、第 2 の電極間の処理ゾーンにプラズマ・アークを生成し、(D) 供給されるべき対象物質をプラズマ・アーク中に供し、当該供給された対象物質を揮発させ、(E) 揮発した対象物質を冷却して粉体として凝集させ、(F) 前記粉体を収集する工程を含む方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法であって、前記対象物質は、金属又は合金を含んでなる、方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法であって、前記対象物質は、アルミニウム又はその合金である、方法。

【請求項 19】

請求項 16 から 18 のいずれか一項に記載の方法であって、前記対象物質は、ワイヤ、ファイバ、及び/又は粒状体の形状である、方法。

【請求項 20】

請求項 16 から 19 のいずれか一項に記載の方法であって、前記プラズマ・ガスは、不活性ガスからなる、方法。

【請求項 21】

請求項 20 に記載の方法であって、プラズマ・ガスはヘリウム及び/又はアルゴンからなる、方法。

【請求項 22】

請求項 16 から 21 のいずれか一項に記載の方法であって、揮発した対象物質を冷却する少なくとも一部分が、不活性ガス流を用いている、方法。

【請求項 23】

請求項 16 から 22 のいずれか一項に記載の方法であって、揮発した対象物質を冷却する少なくとも一部分が、反応性ガス流を用いている、方法。

【請求項 24】

請求項 16 から 22 のいずれか一項に記載の方法であって、粉体の表面が被膜ガス (passivating gas) 流によって酸化される、方法。

【請求項 25】

請求項 24 に記載の方法であって、前記被膜ガスは、酸素含有ガスである、方法。

【請求項 26】

請求項 16 から 25 のいずれか一項に記載の方法であって、粉体は、そのすべてが直径 200 ナノ・メートル未満である、方法。

【請求項 27】

請求項 26 に記載の方法であって、粉体は、そのすべてが直径 50 ナノ・メートル未満である、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、ツイン・プラズマ・トーチ装置に関する。

【0002】

ツイン・プラズマ・トーチ装置では、2つのトーチが互いに逆極性に帯電される。つまり、一つがアノード電極となり、他方がカソード電極となる。このような装置では、各電極で生成されたアークが、2つのトーチから離れた結合ゾーンで、互いに結合する。プラズマガスは、各トーチの場所を通過し、イオン化されて、トーチに干渉されることなく、結合ゾーンに集中的にプラズマを形成する。加熱/溶融されるべき対象物質はこの結合ゾーンに配置され、プラズマ中の熱エネルギーが対象物質に伝達される。ツイン・プラズマ処理は、オープンな、又は閉じこめられた処理ゾーンで行うことができる。

【0003】

ツイン・プラズマ装置は、加熱炉等に応用されてよく利用されており、これは先行する特許出願の主題であった。たとえば、EP0398699や、US5256855である。

【0004】

ツイン・アーク処理は、エネルギー効率が高い。これは、2つのトーチから離れた場所での2つのアーク間の結合の抵抗が大きくなるにつれてエネルギーは増大するが、トーチによる損失が一定のままであるからである。この処理にはまた、比較的高温の状態を容易に達成でき、維持できるという利点もある。これは、2つのトーチからのエネルギーが合成されることと、上記効率との双方の結果である。

【0005】

しかしながら、この処理には、不利な点もある。もし、プラズマ・トーチが互いに近接したり、かつ/または狭い空間に閉じこめられていると、アークが不安定になる傾向がある。この傾向は高電圧で顕著である。このサイドアークは、アークが相互に抵抗の低い経路に優先的に付随するとき生じる。

【0006】

ツイン・トーチ装置におけるサイドアークの問題点は、プラズマ・トーチが実質的に離されていて、抵抗の低い経路が近傍から離されているような、US5,104,432に記載のようなオープンな処理ユニットの開発にもつながっている。このようなユニットでは、プロセスガスは、その装置周辺のあらゆる方向へ自由に広がっていく。しかしながら、そのような構成は、すべての処理装置に適切なものではなく、超微細粒子の製造時のように、特にプロセスガスの制御が必要となっている場合には適切とはいえない。

【0007】

処理ゾーンを閉じこめた現状のシステムでは、抵抗の低いチャンバーの壁とプラズマ・アーク近傍とを隔離させるため、トーチ・ノズルがチャンバーに突き出している。この変わった構造は、サイドアークの発生を抑止し、アークの結合を促進する。しかしながら、突き出したノズルは、対象物質の表面を急激に溶融する。これは対象物質を損失するだけでなく、トーチの寿命を短くする。

【0008】

本発明は、次のツイン・プラズマ・トーチを提供するもので、このツイン・プラズマ・トーチは、以下を含む：

(a)ハウジングに互いに対立して支持された、少なくとも2つのツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリであって、互いに間隔を置いて配置され、それぞれが、

(i)第1の電極と、

(ii)前記第1の電極との間に、処理ゾーンとしてプラズマ・アークを形成するに十分な間隔を置いて、配置、又は配置されるよう調整された第2の電極と、

を有するツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリ、

(b)前記第1、第2の電極の間の処理ゾーンにプラズマ・ガスを導入する手段、

(c)プラズマ・ガスを取り巻くシュラウド・ガスを導入する手段、

(d)処理ゾーンに対象物質を供給する手段、及び、

(e)処理ゾーンにプラズマ・アークを形成する手段。

【0009】

10

20

30

40

50

シュラウド・ガスは、プラズマ・ガスを閉じこめて、サイドアークを抑止し、プラズマ密度を高める。これにより本発明は、サイドアークが防止されたトーチを含むアセンブリを提供する。そして、トーチのデザインの小型化が促進され、抵抗の低い経路までの距離が短くなる。シュラウド・ガスの利用はまた、ハウジングから突出するトーチ・ノズルをも不要とする。

【 0 0 1 0 】

シュラウド・ガスは、電極に沿って様々な位置から供給できる。特に、アークが電極の長さに沿って発生する円筒形のトーチでは、電極に沿った様々な位置から供給できる。しかし好ましくは、各トーチがプラズマ・ガスの放電のための末端部 (distal end) を有し、シュラウド・ガスを供給する手段が、各電極の前記末端部の下流にシュラウド・ガスを導入する。これにより、電極を劣化させることなく、酸素のような反応性ガスをプラズマに加えてもよい。電極の下流に反応性ガスを加えることで、実用的なプラズマ・トーチの用途が、拡大する。

10

【 0 0 1 1 】

好ましい実施形態では、各プラズマ・トーチが、電極を囲むハウジングを備え、シュラウド・ガスの供給ダクトをハウジングと電極との間に規定して、ハウジングの端部は、トーチの末端部に向けて内向きに先細になっており、プラズマ・ガス周囲のシュラウド・ガスの流れの方向を決める。

【 0 0 1 2 】

本発明のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリは、超微細 (すなわち、サブミクロン、又はナノのサイズの) 粒子、例えばアルミニウム粉末をプラズマ揮発プロセスで実行するチャンバーを備えたアーク反応器に用いることができる。この反応器はさらに、球状加工 (spherodisation) プロセスにも利用される。

20

【 0 0 1 3 】

チャンバーは典型的には、細長い又は管状を有し、壁部には、複数のオリフィスがもうけられている。ツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリは、各オリフィス上にマウントされている。オリフィスと、ツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリとは、従って前記管状部分に沿って及び/又はその周囲に配置される。オリフィスは、好ましくは実質的に規則的な間隔で設けられている。

【 0 0 1 4 】

プラズマ・ガスを放電させる前記第 1 及び/又は第 2 の電極の末端部は、典型的には、金属材料により形成される。また、グラファイトにより形成されてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

プラズマ・アーク反応器は、好ましくは、処理ゾーンで揮発された物質を冷却して凝集させる冷却手段をさらに含む。この冷却手段は、冷却ガス源と、冷却リングとを含む。

【 0 0 1 6 】

プラズマ・アーク反応器は、典型的には、さらに、供給して処理された対象物質を収集する収集ゾーンを含んでもよい。この供給して処理された対象物質は、典型的には、粉体状、液状またはガスとなっている。

【 0 0 1 7 】

収集ゾーンは、冷却ゾーンの下流側に設けられ、揮発して凝集された物質の紛を収集する。この収集ゾーンは、紛状の粒子をガスの流れから分離するフィルタ・クロス (cloth) を含んでもよい。このフィルタ・クロスは、接地されたかごにマウントされており、電荷が蓄積して帯電しないようになっており、粉体は、制御された雰囲気化のゾーンで、フィルタ・クロスから収集されてもよい。結果として得られた粉体製品は、不活性ガス中で、大気圧よりも高い圧力下で容器内に密閉されることも好ましい。

40

【 0 0 1 8 】

プラズマ・アーク反応器は、さらに供給され処理された対象物質を収集ゾーンに移送する手段を含んでもよい。このような手段は流体の流れ、例えばチャンバー内を流通する不活性ガスなどによって提供される。ここで、供給され処理された対象物質は使用時には、

50

流体の流れに乗って収集ゾーンに運ばれる。

【0019】

第1、第2の電極の間でプラズマ・アークを生成する手段は、一般にはDC又はACの電源を含む。

【0020】

本発明の装置によれば、プラズマ反応器中に、何らかの水冷要素を用いることなく稼働させることができ、反応器を停止させずに対象物質の供給が可能となる。

【0021】

処理ゾーンに対象物質を供給する手段は、チャンバー及び/又はツイン・トーチ・アセンブリに統合された対象物質供給チューブを備えて実現される。物質は、金属等の粒状体や空気、酸素、水素、蒸気のようなガスであってよく、トーチ・アセンブリが稼働しているときのパワーを増大させる。

10

【0022】

利点の一つは、プラズマ・ガスを放電させるための第1、第2の電極の末端部が、チャンバー内に突出しないことである。

【0023】

本発明によれば、コンパクトなツイン・トーチの構成の大きさが小さくなることで、多くのユニットが製品を搬送するチューブ上に設置できる。これにより、不確実さを伴うことなく、製造ユニット全体の規模を10倍程度までスケールアップできるようになる。

【0024】

本発明はさらに、供給された対象物質を粉体加工する方法であって、
 (A)ここで規定されたプラズマ・アーク反応器を設置し、
 (B)第1、第2の電極の間の処理ゾーンにプラズマ・ガスを導入し、
 (C)第1、第2の電極間の処理ゾーンにプラズマ・アークを生成し、
 (D)供給されるべき対象物質をプラズマ・アーク中に供し、当該供給された対象物質を揮発させ、
 (E)揮発した対象物質を冷却して粉体として凝集させ、
 (F)前記粉体を収集する
 工程を含む。

20

【0025】

供給される対象物質は、一般的に、金属からなり、または金属を含んでなる。例えば、アルミニウムや、その合金などである。しかしながら、液体やガスの対象物質も用いることができる。固体が供給されるときには、対象物質は、電極間の空間、つまり処理ゾーンに供給可能ないかなる適切な形状でありえる。例えば、対象物質は、ワイヤやファイバ、及び/又は粒状であってもよい。

30

【0026】

プラズマ・ガスは、一般に、ヘリウム及び/又はアルゴンなどの不活性ガスからなり、又は不活性ガスを含んでなる。

【0027】

プラズマ・ガスは、有利なことに、第1、第2の電極の間、つまり処理ゾーンに導入される。

40

【0028】

揮発させた対象物質について、少なくとも何らかの冷却が不活性ガス流を用いて実現される。不活性ガスは例えばアルゴン及び/又はヘリウムである。これに代えて、又は不活性ガスの利用に組み合わせて、反応性ガス流も用い得る。反応性ガスの利用により、酸化物又は窒化物の粉体を生成できる。例えば、空気を揮発した対象物質の冷却に用いれば、酸化物の粉体を生成できる。具体的には、酸化アルミニウムの粉体である。同様に、例えば、反応性ガスとしてアンモニアを含むものを用いると、窒化物の粉体を生成できる。具体的には、窒化アルミニウムの粉体である。冷却ガスは、水冷されたチャンバーを通じて再生できる。

50

【0029】

粉体表面は、被膜ガス（passivating gas）流を用いて酸化できる。これは対象物質が、アルミニウムやアルミニウムを含んだものである場合などの反応性金属の場合に極めて効果的である。被膜ガスは、例えば酸素含有ガスを含む。

【0030】

対象物質やガスの供給速度や温度、圧力などの処理条件が特定の対象物質の処理や、最終的な粉体の粒子サイズ等に合わせて調整されることが好ましい。

【0031】

一般に、供給された固体の対象物質を揮発させる前に反応器を予熱しておくことが好ましい。反応器は、少なくとも2000程度、典型的には2200まで予熱される。予熱は、プラズマ・アークを用いて行い得る。

10

【0032】

第1の電極のチャンネルに供給される固体の対象物質を供給する速度は、製品の収率と粉体のサイズとに影響し得る。

【0033】

供給される対象物質であるアルミニウムについては、本発明に係る処理は、基本的に金属アルミニウムと、酸化アルミニウムとが混ざり合ったものを含む混合物の生成に用いられる。これは、低温酸化条件にて、対象物質を処理中に、酸素を添加して得られる。

【0034】

本発明について実施形態の一例が以下に図面（ほぼ一定の比率で縮小・拡大した）を参照しながら説明される。

20

【0035】

図1及び図2は、それぞれカソード10及びアノード20トーチ・アセンブリの断面図である。これらはモジュール構造であり、それぞれ電極モジュール1又は2と、ノズル・モジュール3と、シュラウド・モジュール4と、電極ガイド・モジュール5とを含む。

【0036】

基本的に、電極モジュール1, 2は、トーチ10, 20の内部に配置される。電極ガイド・モジュール5とノズル・モジュール3とは電極モジュール1, 2の長さ方向に沿った位置の周りに軸対象に配置される。少なくとも、電極モジュール1, 2の末端部（すなわち、プラズマがトーチから放電される終端位置）がノズル・モジュール3に囲まれている。電極モジュール1又は2に最も近い端部が電極ガイド・モジュール5内に配置される。ノズル・モジュール3は、シュラウド・モジュール4内部に配置される。

30

【0037】

種々のモジュール間や、モジュール要素のシール（sealing）は、「O（オー）」リングによって行われる。例えば「O」リングは、ノズル・モジュール3とシュラウド・モジュール4との間、及びノズル・モジュール3と電極ガイド・モジュールとの間の双方をシールするのに用いられる。本明細書の図面を通じて「O」リングは、チャンバー内の小さい、塗りつぶされた円として示されている。

【0038】

トーチ10, 20のどちらも、処理ガス（process gas）とシュラウド・ガスとを導入するポート51及び44をそれぞれ備えている。処理ガスの導入は、トーチ10, 20の近接端部（proximal end）に向けて行われる。処理ガスは電極1又は2と、ノズル3との間の流路53に導入され、トーチ10, 20の末端部へと運ばれる。特にこの実施形態では、シュラウド・ガスがトーチ10, 20の末端部に供給される。これは、シュラウド・ガスが電極から離れている状態を維持する。そして、例えば酸素のように、電極モジュール1, 2を劣化させうるシュラウド・ガスを用いる際に特に有効である。しかしながら、他の実施形態ではシュラウド・ガスは、トーチ10, 20の近接端部に向けて導入されてもよい。

40

【0039】

シュラウド・モジュール4は、トーチ10, 20の末端部に合わせた形状となっている

50

。シュラウド・モジュール4は、ノズル・ガイド41と、シュラウド・ガス・ガイド42と、絶縁部43と、チャンパー壁111と、シート(seat)46とを含む。「O」リングは、チャンパー壁111と、ノズル・ガイド41とをシールするのに用いられている。好ましくは、冷却流体(coolant fluid)がチャンパー壁111内部に導入される。

【0040】

絶縁体43は、チャンパー壁111上に配置されており、これにより、アークの不安定化の要因となる低抵抗経路(low resistance path)がトーチの末端部に形成されないようにしている。絶縁体43は、典型的には、窒化硼素や窒化珪素を含んでなる。

【0041】

シュラウド・ガス・ガイド42は、絶縁体43上に配置されており、ノズル・モジュール3の末端部を支持するとともに、シュラウド・ガスがトーチの末端部の外側に流出するのを可能にする。典型的にはPTFEで形成される。

【0042】

ノズル・ガイド41は、PTFE等の絶縁体で形成され、シュラウド・モジュール4内でノズル・モジュール3を配置するのに用いられる。ノズル・ガイド41は、また、流路44を含み、流路44はシュラウド・ガスをチャンパー47に供給する。シュラウド・ガスは、チャンパー47からシュラウド・ガス・ガイド42に配置された流路45を通して排出される。これら流路45は、絶縁体43とコンタクト・エッジに沿っている。

【0043】

ここではシュラウド・ガスがトーチ10, 20に対して、特定の配置のシュラウド・ガス・モジュール4(図1, 2)を用いて導入されるように図示されているが、他の手段によっても導入させることができる。例えば、シュラウド・ガスは、トーチの近接端部の近くまで、処理ガスの流路51の周囲の流路を通じて届けられる。シュラウド・ガスは、トーチの末端部からオフセットされた位置に配置された環状リングによっても届けられる。

【0044】

電極ガイド・モジュール5は、処理ガスを導入する流路又はポート51を備えることが好ましい。ノズル・モジュール3の近接端部内部は、処理ガス流を流路51からノズルモジュール3と電極周囲に導入するよう、面取されていることが効果的である。

【0045】

電極ガイド・モジュール5は、電極ガイド冷却回路とトーチ冷却回路(後述)の配置のように、正確に円周上に配置されることが好ましい。

【0046】

ノズル・モジュール3と電極モジュール1, 2とは、冷却流体を流通させる冷却チャネルを有している。冷却回路は、一つの導入ポート8を通じてトーチに入った冷却流体が、一つの導出ポート9を通じて流れる一つの回路に結合されている。冷却流体は、導入路8を通じて導入され、電極モジュール1, 2を通じて流れ、ノズル・モジュール3に到達する。そして、トーチからノズル導出ポート9を通じて外部へ導出される。このノズル導出ポート9から導出された冷却流体は、熱交換器に運ばれて冷却流体として再生され、再び導入ポート8へ循環される。

【0047】

モジュールを通じて流れる冷却流体の流路の詳細を参照すると、トーチ導入ポート8から入った冷却流体が電極導入ポート81に導かれている。冷却流体は、電極の近接端部近傍に導入され、中央流路に沿って末端部へと流通する。ここで中央流路を取り囲む外側流路(又は数々の流路)を逆向きに流れて、電極導出ポート91を通じて外部に導出される。この冷却流体は、ノズルに導入ポート82を通じて導入され、内部流路に沿ってノズルの末端部に導かれる。そしてこの内部流路外周に設けられた流路に沿って、逆向きに導かれ、ノズル・ポート92を通じて外部へ導出される。冷却流体は、トーチ導出ポート9に導かれる。

【0048】

効果的に冷却剤として振る舞う流体であれば、どのようなものも冷却回路で用いられる

10

20

30

40

50

。水が用いられた場合は、流れの中に高抵抗経路を形成するため、脱イオン水 (de-ionised water) を用いることが好ましい。

【 0 0 4 9 】

トーチ 1 0 及び 2 0 は、ツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリに用いられてもよい。オープンな、及び閉じこめ型の処理ゾーン・チャンバーの双方で利用できる。処理ゾーン閉じこめ型のツイン・プラズマ・トーチ・アセンブリの構成は、図 3 に示されている。

【 0 0 5 0 】

アセンブリ 1 0 0 は、動作上、正確な位置に容易にトーチ 1 0 , 2 0 を設置できるようになっている。例えば、電極 1 , 2 の末端部間のオフセットと、これらの間の角度とがアセンブリ・コンポーネントの形状 (dimension) で決められる。

10

【 0 0 5 1 】

トーチ及びアセンブリ・モジュールは、モジュール間がよく係合するように精密許容差をもって製造される。これにより一方のモジュールの半径方向の動きを、それに係り合う他のモジュール内に制限する。組み立て及び分解を容易にするため、対応するモジュールが互いにスライドして係合し、例えばロック・ピンなどによって固定されるようにする。モジュールでのロック・ピンの使用は、トーチ・アセンブリ内で各モジュールが正しい向きになっていることの確認にも役立ち、これにより、円周上での位置合わせも行われる。

【 0 0 5 2 】

処理ゾーン閉じこめ型のツイン・トーチ・アセンブリ 1 0 0 は、カソード及びアノード・トーチ・アセンブリ 1 0 及び 2 0 と、供給チューブ 1 1 2 を含む。典型的には、2 つのトーチは、互いに正しい角度で配置される。コンポーネントは、アークの結合が発生する処理ゾーン 1 1 0 を閉じこめるよう配置される。供給チューブ 1 1 2 は、粉体、液体、又はガス状の対象物質を処理ゾーンに供給するために用いられる。シュラウド・モジュール 4 の壁 1 1 1 は、閉じこめ型の処理ゾーン 1 1 0 を含むチャンバーを規定することが好ましい。

20

【 0 0 5 3 】

壁 1 1 1 は、サイド・アークを抑止するためにアークから、低抵抗の壁表面が離されるようにした、分岐した (divergent) 処理ゾーン 1 1 0 を形成する。さらに、本質的に分岐した設計は、締め付けによる高圧力を伴わずに、プラズマ結合の後のガスの広がりを可能とする。

30

【 0 0 5 4 】

壁 1 1 1 は、円錐形のチャンバーを規定し、曲面又は平面的な壁面を有する。壁 1 1 1 の周囲は、チャンバーの壁 1 1 3 に接合され、アセンブリ 1 0 0 がマウントできるようにしている (図 4)。このような配置では、処理ゾーン 1 1 0 が完全に密閉されないようにオリフィス 1 1 4 が設けられる。典型的には、直径 1 5 c m の円形オリフィス 1 1 4 が用いられる。

【 0 0 5 5 】

閉じこめ型の処理ゾーン 1 1 0 は、供給チューブ 1 1 2 とチャンバー壁 1 1 1 及び 1 1 3 に分かれたモジュールとして構成される。

【 0 0 5 6 】

40

アセンブリ 1 0 0 は、耐熱性を有した外部ライニングに囲まれた (オプションな) 内部冷却壁 1 1 5 を含むシリンダにマウントされてもよい (図 4)。ライニング 1 1 6 は、好ましくは耐熱 (heat resistant) 材料である。壁 1 1 1 は、それ自身、統合された冷却チャンネルを有してもよい。

【 0 0 5 7 】

次に、トーチ 1 0 , 2 0 の動作について説明する。シュラウド・ガスは、電極から生成されたアークを取り囲むように供給される。シュラウド・ガスは、ヘリウム、窒素、又は空気である。高抵抗経路を生成するあらゆるガスが、シュラウドを通じてアークが伝播することを防止するのに適している。好ましくは、このシュラウド・ガスは比較的低温であることが好ましい。シュラウド・ガスによる高抵抗経路がアークを比較的狭い帯域に集中

50

させている。ノズル・モジュールの、テーパーのつけられた末端部がアークを取り囲むガス・シュラウドの形成を助けている。

【0058】

シュラウド・ガスは、プラズマを閉じこめるとともに、溶融した対象物質が供給チューブ112やチャンパー壁111を逆流することを抑止する役目もある。従って、処理の効率が向上する。

【0059】

ノズルの末端部が閉じこめられた処理ゾーンに突き出ていないので、溶融された対象物質がノズルに沈着することが防止される。従って、ノズルの動作寿命が延ばされ、収率が増大する。

【0060】

例えば、シュラウド・ガス・ガイド42と絶縁体43等の、アークに近接するアセンブリのどの部分も、絶縁体で形成され、または絶縁体で被覆されている。

【0061】

本発明は、数多くの実用的な用途で用いられる。例えば、ナノ粉体の製造や、粉体の球状加工 (spherodisation) 又は有機廃棄物の処理などがある。さらなる例が次に示される。

【0062】

1. ガス加熱 / 蒸気生成

モジュール化されているため、本実施の形態の装置では、現存する気化化石燃料バーナーを電気ガスヒーターに代えることができる。2つのトーチ間に水を導入していることで、既存の窯や焼却炉を熱することのできる水蒸気を生成できる。ガスは、アークの間に導入されて、効率的なガス・ヒータとすることもできる。

【0063】

2. 熱分解 / ガス・ヒーティングと改質 (reforming)

液体及び / 又はガス及び / 又は固体の結合ゾーンへの導入は、熱処理を可能とする。

【0064】

3. 反応性物質の処理

化学的に反応性のある物質に分解する対象物質も、このユニットで、高温に接する反応器壁を用いることなく、処理できる。

【0065】

このような場合、水冷されている処理ゾーン・チャンパーの壁111が格子面 (grated surface) を有し、蒸発が起きるようにしておく。これにより、反応性ガスの影響を停止する障壁を作り出す。

【0066】

4. 超微細粒子製造

このアセンブリは、超微細粒子 (一般に200ナノメートルより小さいもの) の製造にも用いられ、その例が図5に示されている。ユニットが小さいので、冷却 (quench) リング130を、ガス状の高温のプラズマ結合ゾーンの近傍に近づけた配置が容易にできる。微細粒子は、膨張 (expansion) ゾーン131内のゾーン132で生成される。高速なガス冷却により粒子の最終サイズを小さくする。

【0067】

ここで示されたツイン・トーチ・アセンブリが複数、処理チャンパーにマウントされてもよい。

【0068】

この方法で製造されたナノ粉体 (nano-powder) は、より微細なものであることが期待できる。それは、冷却装置130がアークからアーク結合ゾーン近傍に近づけて配置できるからである。これにより、供給された対象物質の粒子の粉状体 / 液体が成長する時間を短くする。

【0069】

10

20

30

40

50

供給された対象物質により形成される混合物は、ナノ合金物質 (nano-alloy material) となる。

【0070】

微細粒子、ガス、又は液体をアーク間に導入すると、これらは揮発して、この揮発物は冷却され、かつ/又は反応してナノサイズの粒子が生成される。

【0071】

5. 結合又は移行アークモード

モジュール化されたアセンブリは、アノード (図6) 及びカソード (図7) ターゲットでの移行アークモードで動作させるよう設定できる。上述したトーチは、移行アークからアーク結合モード (図6A及び7A) で動作させることができ、かつ移行アークモードで動作させることができる (図6B及び7B)。

10

【0072】

6. 球状加工 (Spherodisation)

アークからアーク結合ゾーンでの典型的なプラズマガス温度は、アルゴン・プラズマの場合、10000ケルビン程度と測定されている。角のある粒子をここに導入すると、球状加工される。

【0073】

7. 加熱加工 / エッチング / 表面加工

アーク間の結合ゾーンは、供給されたガスの加熱加工に利用できる。このガスは、例えばメタン、エタン、UE6等である。

20

【0074】

プラズマ流体柱 (plume) は、さらに、表面加工にも利用できる。例えば、イオン衝突、溶融、又は、窒化などの表面の化学的変更などがある。

【0075】

8. ICP測定

本実施の形態のアセンブリは、ICP測定にも利用でき、高エネルギーUV光源としても利用できる。

【0076】

種々の変更が上記の実施形態について行われうる。例えば、2つのトーチの水冷システムは結合させて一つにできる。また、ツイン装置の1つ又は両トーチがガス・シュラウドを有してもよい。さらに、ガス・シュラウドは、上述のようなモジュール化されたトーチでなくても適用できる。

30

【0077】

トーチ・アセンブリの頂点の円錐角は、異なる用途のために異ならせ得る。ある場合には、円錐形でなく、円筒形が適切な形状として所望される。

【0078】

ここで説明したツイン・トーチ・アセンブリを複数、チャンバーにマウントしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 カソード・トーチ・アセンブリの断面図である。

40

【図2】 アノード・トーチ・アセンブリの断面図である。

【図3】 閉じこめられた処理チャンバーに取り付けられた図1及び図2のアノード及びカソード・トーチ・アセンブリを含むポータブルなツイン・トーチ・アセンブリを示す図である。

【図4】 図3のポータブルなツイン・トーチ・アセンブリをハウジングに取り付けた状態を示す図である。

【図5】 図3のアセンブリが超微細粒子の製造に用いられる状態を表す概要図である。

【図6A】 図4のアセンブリがアノード・ターゲットを用いて移行アークからアーク結合モードで操作されている状態を表す概要図である。

【図6B】 図4のアセンブリがアノード・ターゲットを用いて移行アークモードで操作

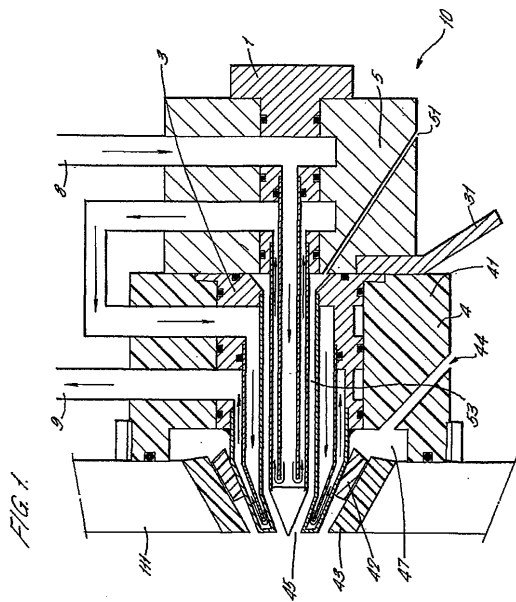
50

されている状態を表す概要図である。

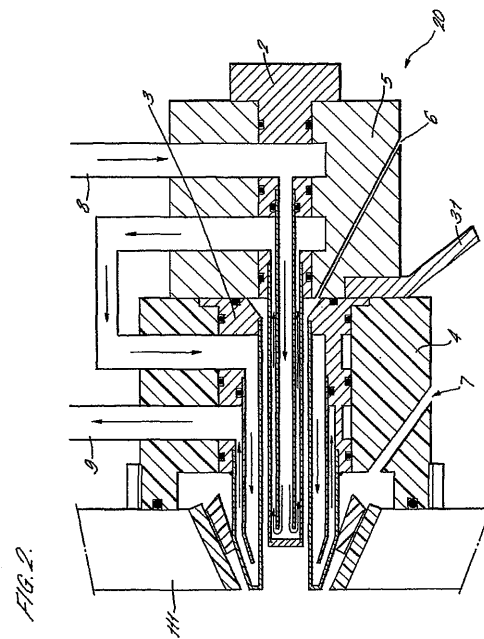
【図7A】 図4のアセンブリがカソード・ターゲットを用いて移行アークからアーク結合モードで操作されている状態を表す概要図である。

【図7B】 図4のアセンブリがカソード・ターゲットを用いて移行アークモードで操作されている状態を表す概要図である。

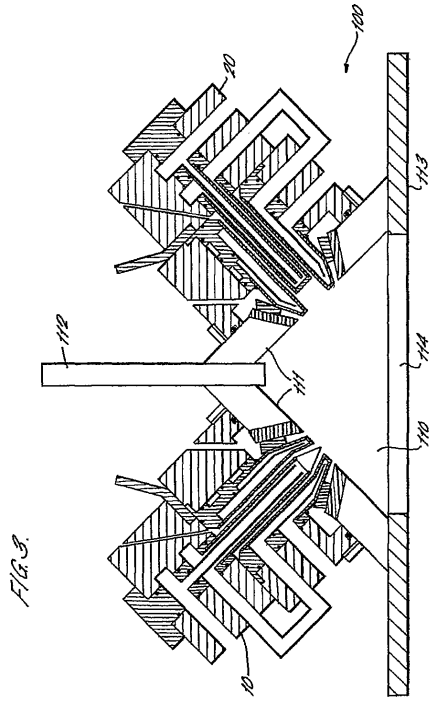
【図1】



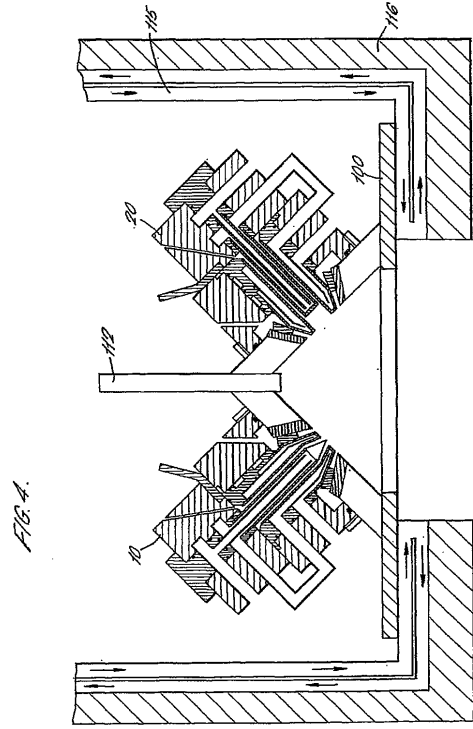
【図2】



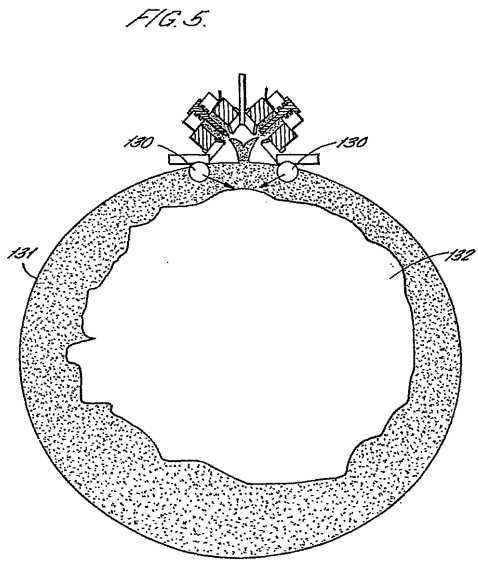
【 図 3 】



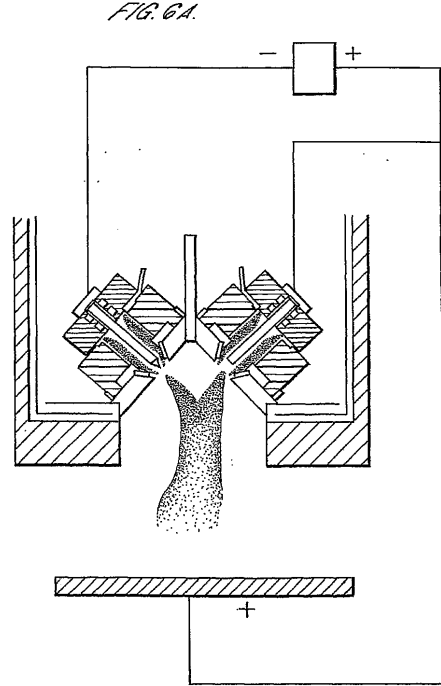
【 図 4 】



【 図 5 】

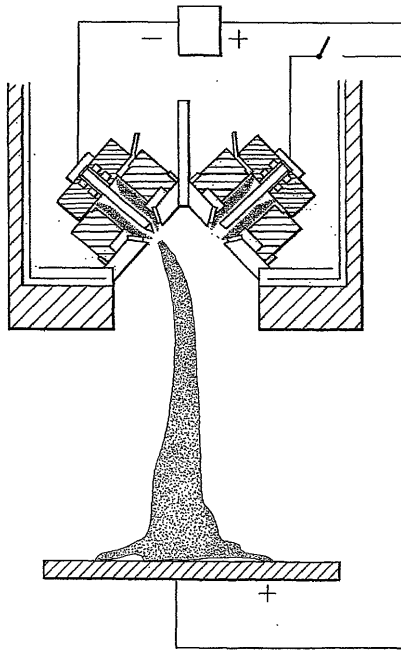


【 図 6 A 】



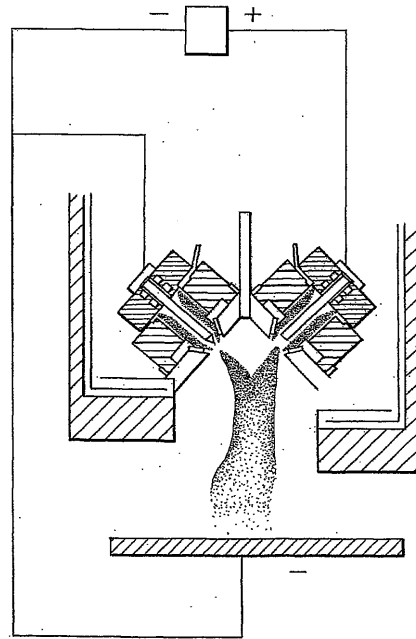
【図 6 B】

FIG. 6B.



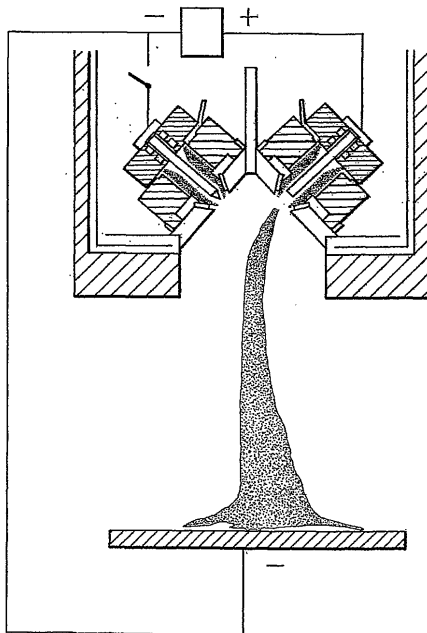
【図 7 A】

FIG. 7A.



【図 7 B】

FIG. 7B.



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I	
C 2 3 C	8/36	(2006.01)	C 2 3 C	8/36
H 0 5 H	1/34	(2006.01)	H 0 5 H	1/34
H 0 5 H	1/44	(2006.01)	H 0 5 H	1/44

- (72)発明者 ディーガン デイビッド エドワード
イギリス ジーエル54 2エヌピー グロースターシャー シェルテンハム アッパー リーシ
ングトン ライト ロード 6
- (72)発明者 チャップマン クリストファー デイビッド
イギリス ジーエル7 4イーユー グロースターシャー エヌアール フェアフィールド ケン
プスフォード クロス ツリー コッテージ
- (72)発明者 ウィリアムス ジョン ケネス
イギリス エスエヌ7 8エヌジェー オックスフォードシャー ファリングドン スタンフォ
ード-イン-ザ-ベイル デニス クローズ ストリート 4

審査官 林 靖

- (56)参考文献 特開平03-226509(JP,A)
実開平03-126270(JP,U)
特開平11-291023(JP,A)
特開平08-039260(JP,A)
特開平06-172820(JP,A)
特開平05-253557(JP,A)
特開昭60-224706(JP,A)
特開平02-236999(JP,A)
特公平03-027601(JP,B2)
特開2000-045002(JP,A)
特開平09-209002(JP,A)
特開平08-005247(JP,A)
特開昭55-005125(JP,A)
特開平04-350106(JP,A)
特開平05-103970(JP,A)
特開平10-280120(JP,A)
特開昭55-117577(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 H 1 / 0 0 - 1 / 5 4
B 0 1 J 1 9 / 0 8
B 2 2 F 1 / 0 0
B 2 2 F 9 / 0 2
B 2 2 F 9 / 0 8
C 2 3 C 8 / 3 6