

(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2013-532349

(P2013-532349A)

(43) 公表日 平成25年8月15日 (2013.8.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05H 1/30 (2006.01)	H05H 1/30	2G041
H05H 1/42 (2006.01)	H05H 1/42	2G043
G01N 21/73 (2006.01)	G01N 21/73	2G059
G01N 21/31 (2006.01)	G01N 21/31 610B	
G01N 27/62 (2006.01)	G01N 27/62 V	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-509205 (P2013-509205)
 (86) (22) 出願日 平成23年5月4日 (2011.5.4)
 (85) 翻訳文提出日 平成24年12月18日 (2012.12.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/035111
 (87) 国際公開番号 W02011/140174
 (87) 国際公開日 平成23年11月10日 (2011.11.10)
 (31) 優先権主張番号 61/331, 627
 (32) 優先日 平成22年5月5日 (2010.5.5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 512285166
 ペルキネルマー ヘルス サイエンス
 , インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02
 451, ウォルサム, ウィンター ス
 トリート 940
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹
 (72) 発明者 モリスロー, ピーター ジェイ
 アメリカ合衆国 コネチカット 0677
 6, ニュー ミルフォード, コーンウ
 ォール ドライブ 27
 Fターム (参考) 2G041 CA01 DA14 EA06 GA11 HA01
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐酸化性誘導装置

(57) 【要約】

本明細書に記載されたある実施形態は、耐酸化性材料を含む誘導装置に関する。ある実施例において、誘導装置は、耐酸化性材料から製造されたワイヤのコイルを備える。いくつかの実施例において、耐酸化性誘導装置は、トーチ内で誘導結合プラズマを維持するために使うことができる。例えば、耐酸化性材料を含み、トーチに無線周波エネルギーをもたらすことによって前記トーチ内でプラズマを維持するために前記トーチを受け取るよう構成された、誘導装置を提供する。

【選択図】 図4

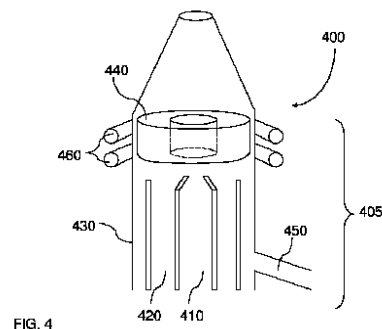


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

耐酸化性材料を含み、トーチに無線周波エネルギーをもたらすことによって前記トーチ内でプラズマを維持するために前記トーチを受け取るよう構成された、誘導装置。

【請求項 2】

前記耐酸化性材料は無塗装材料を含む、請求項 1 に記載の誘導装置。

【請求項 3】

前記無塗装材料はアルミニウム合金を含む、請求項 2 に記載の誘導装置。

【請求項 4】

前記耐酸化性材料は、前記耐酸化性材料が酸素と反応した場合に負となる全電極電位をもたらすよう選択される、請求項 2 に記載の誘導装置。

10

【請求項 5】

前記耐酸化性材料は、前記材料が相当に酸化すること無く、少なくとも 10 時間、前記トーチ内で前記プラズマを維持するために有効である、請求項 1 に記載の誘導装置。

【請求項 6】

前記誘導装置は、前記トーチを囲むように構成された誘導コイルを備える、請求項 1 に記載の誘導装置。

【請求項 7】

前記誘導装置は、前記トーチを受け取るために構成された中心空隙を備えるプレート電極として構成される、請求項 1 に記載の誘導装置。

20

【請求項 8】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項 1 に記載の誘導装置。

【請求項 9】

前記耐酸化性材料は、RF 波源に電氣的に結合される、請求項 1 に記載の誘導装置。

【請求項 10】

前記誘導装置は、前記耐酸化性材料の少なくとも 97 重量%を含む、請求項 1 に記載の誘導装置。

【請求項 11】

耐酸化性常磁性体を含み、トーチに無線周波エネルギーをもたらすことによって前記トーチ内でプラズマを維持するために前記トーチを受け取るよう構成された、誘導装置。

30

【請求項 12】

前記耐酸化性常磁性体は無塗装材料を含む、請求項 11 に記載の誘導装置。

【請求項 13】

前記無塗装常磁性体はアルミニウム合金を含む、請求項 12 に記載の誘導装置。

【請求項 14】

前記耐酸化性常磁性体は、前記耐酸化性常磁性体が酸素と反応した場合に負となる全電極電位をもたらすよう選択される、請求項 12 に記載の誘導装置。

【請求項 15】

前記耐酸化性常磁性体は、前記材料が相当に酸化すること無く、少なくとも 10 時間、前記トーチ内でプラズマを維持するために有効である、請求項 11 に記載の誘導装置。

40

【請求項 16】

前記誘導装置は、前記トーチを囲むように構成された誘導コイルを備える、請求項 11 に記載の誘導装置。

【請求項 17】

前記誘導装置は、前記トーチを受け取るために構成された中心空隙を備えるプレート電極として構成される、請求項 11 に記載の誘導装置。

【請求項 18】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項 11 に記載の誘導装置。

【請求項 19】

前記誘導装置は、実質上プラチナから成る、請求項 11 に記載の誘導装置。

50

【請求項 20】

前記耐酸化性常磁性体は、RF波源に電氣的に結合される、請求項11に記載の誘導装置。

【請求項 21】

トーチ本体と、

耐酸化性材料を含み、前記トーチ本体に無線周波エネルギーをもたらすことによって前記トーチ本体内でプラズマを維持するために前記トーチ本体を受け取るよう構成された誘導装置と、

を備えた、トーチアセンブリ。

【請求項 22】

前記耐酸化性材料は無塗装材料を含む、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 23】

前記無塗装材料はアルミニウム合金を含む、請求項22に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 24】

前記耐酸化性材料は耐酸化性常磁性体である、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 25】

前記耐酸化性材料は、前記材料が相当に酸化すること無く、少なくとも10時間、前記トーチ内でプラズマを維持するために有効である、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 26】

前記誘導装置は、前記トーチを囲むように構成された誘導コイルを備える、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 27】

前記誘導装置は、前記トーチを受け取るために構成された中心空隙を備えるプレート電極として構成される、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 28】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 29】

前記誘導装置は、RF波源に電氣的に結合される、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 30】

前記誘導装置は、前記耐酸化性材料の少なくとも97重量%を含む、請求項21に記載のトーチアセンブリ。

【請求項 31】

誘導結合プラズマを維持するよう構成されたトーチ本体と、

耐酸化性材料を含み、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持するために前記トーチ本体に無線周波エネルギーをもたらすよう構成された誘導装置と、

前記誘導結合プラズマにもたらされる種の光学発光を検出するよう構成された光学検出器と、

を備える、光学発光装置。

【請求項 32】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項31に記載の光学発光装置。

【請求項 33】

前記誘導装置は、実質上、耐酸化性常磁性体から成る、請求項31に記載の光学発光装置。

【請求項 34】

前記光学検出器は、光電子増倍管または回折格子を備える、請求項31に記載の光学発光装置。

10

20

30

40

50

【請求項 3 5】

前記誘導装置に電氣的に結合された無線周波発生器をさらに備える、請求項 3 1 に記載の光学発光装置。

【請求項 3 6】

誘導結合プラズマを維持するよう構成されたトーチ本体と、
耐酸化性材料を含み、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持するために前記トーチ本体に無線周波エネルギーをもたらすよう構成された誘導装置と、
前記誘導結合プラズマにもたらされる種を励起するための光をもたらすよう構成された光源と、
前記励起された種を検出するよう構成された検出器と、
を備える、原子吸光装置。

10

【請求項 3 7】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項 3 6 に記載の原子吸光装置。

【請求項 3 8】

前記誘導装置は、実質上、耐酸化性常磁性体から成る、請求項 3 6 に記載の光学発光装置。

【請求項 3 9】

前記光学検出器は、光電子増倍管または回折格子を備える、請求項 3 6 に記載の光学発光装置。

20

【請求項 4 0】

前記誘導装置に電氣的に結合された無線周波発生器をさらに備える、請求項 3 6 に記載の光学発光装置。

【請求項 4 1】

誘導結合プラズマを維持するよう構成されたトーチ本体と、
耐酸化性材料を含み、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持するために前記トーチ本体に無線周波エネルギーをもたらすよう構成された誘導装置と、
チャンバと流体的に連結され、質量電荷比に基づいて種を分離するよう構成された質量分析器と、
を備える、質量分光計。

30

【請求項 4 2】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 4 3】

前記誘導装置は、実質上、耐酸化性常磁性体から成る、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 4 4】

前記誘導装置は、アルミニウム合金から成る、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 4 5】

前記誘導装置に電氣的に結合された無線周波発生器をさらに備える、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

40

【請求項 4 6】

前記質量分光計に結合された追加の質量分光計をさらに備える、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 4 7】

前記質量分光計に結合されたガスクロマトグラフシステムをさらに備える、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 4 8】

前記誘導装置は、前記耐酸化性材料の少なくとも 9 7 重量 % を含む、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 4 9】

50

前記誘導装置は無塗装材料を含む、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 5 0】

前記耐酸化性材料は、前記材料が相当に酸化すること無く、少なくとも 1 0 時間、前記トーチ内で前記プラズマを維持するために有効である、請求項 4 1 に記載の質量分光計。

【請求項 5 1】

プラズマ生成方法であって、
ガスをトーチ本体に導入することと、
耐酸化性材料を含む誘導装置を使って前記トーチに無線周波エネルギーをもたらすことと、

前記プラズマを生成するために前記トーチ本体内で前記ガスに点火することと、
を備える、プラズマ生成方法。

10

【請求項 5 2】

前記誘導装置は無塗装耐酸化性材料を含む、請求項 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 4】

相当な酸化が前記誘導装置で発生すること無く、少なくとも 1 0 時間、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持することをさらに備える、請求項 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 5】

相当な酸化が前記誘導装置で発生すること無く、少なくとも 1 0 0 時間、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持することをさらに備える、請求項 5 1 に記載の方法。

20

【請求項 5 6】

プラズマ生成方法であって、
ガスをトーチ本体に導入することと、
耐酸化性常磁性体を含む誘導装置を使って前記トーチに無線周波エネルギーをもたらすことと、

前記プラズマを生成するために前記トーチ本体内で前記ガスに点火することと、
を備える、プラズマ生成方法。

【請求項 5 7】

前記誘導装置は無塗装耐酸化性常磁性体を含む、請求項 5 6 に記載の方法。

30

【請求項 5 8】

前記誘導装置は、実質上アルミニウム合金から成る、請求項 5 6 に記載の方法。

【請求項 5 9】

相当な酸化が前記誘導装置で発生すること無く、少なくとも 1 0 時間、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持することをさらに備える、請求項 5 6 に記載の方法。

【請求項 6 0】

相当な酸化が前記誘導装置で発生すること無く、少なくとも 1 0 0 時間、前記トーチ本体内で前記プラズマを維持することをさらに備える、請求項 5 6 に記載の方法。

【請求項 6 1】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、耐酸化性材料を含む誘導装置を提供することを備える、方法。

40

【請求項 6 2】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、耐酸化性常磁性体を含む誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 6 3】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、実質上、耐酸化性材料から成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 6 4】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、実質上、耐酸化性常磁性体から成る誘導装置を提供することを備える、方法。

50

【請求項 65】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、耐酸化性材料から成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 66】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、耐酸化性常磁性体から成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 67】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、アルミニウム合金を含む誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 68】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、アルミニウムを含む誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 69】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、実質上アルミニウム合金から成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 70】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、実質上アルミニウムから成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 71】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、アルミニウム合金から成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【請求項 72】

プラズマの生成を容易にする方法であり、前記方法は、アルミニウムから成る誘導装置を提供することを備える、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本出願は、2010年5月5日出願の米国仮特許出願第61/331,627号の優先権および利益を主張し、その全体の開示が、この出願において全ての目的のために組み込まれる。

【0002】

ある特徴、態様、および実施形態は、耐酸化性誘導装置に関する。特に、本明細書に記載したある実施形態は、実質上アルミニウムから成り、または実質上アルミニウム合金から成る耐酸化性誘導コイルを使ってプラズマを生成および/または維持することができる装置に関する。

【背景技術】

【0003】

プラズマとは、イオン化種を含むガス材料である。プラズマを生成、および/または維持するために、通常は、銅誘導コイルを使用する。銅誘導コイルは、すぐに銅酸化物に酸化され、それにより、誘導コイルの性能が変化し、プラズマベースの計器を使用する分析でエラーが発生する可能性があり、さらに、誘導コイルの故障が発生する可能性がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様において、耐酸化材料を含み、トーチに無線周波エネルギーをもたらすことによってトーチ内でプラズマを維持するためにトーチを受け取るよう構成された誘導装置について記載される。

【0005】

ある実施形態において、耐酸化性材料は無塗装材料を含む。いくつかの実施例において

10

20

30

40

50

、無塗装材料はアルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施形態において、耐酸化性材料は、耐酸化性材料が酸素と反応した場合に負となる全電極電位をもたらすよう選択される。他の実施形態において、耐酸化性材料は、材料が相当に酸化すること無く少なくとも10時間、トーチ内のプラズマを維持するために有効である。いくつかの実施例において、誘導装置は、トーチを囲むように構成された誘導コイルを備える。さらなる実施例において、誘導装置は、トーチを受け取るよう構成された中心空隙を備えるプレート電極として構成される。他の実施例において、誘導装置は、実質上アルミニウムまたはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施例において、耐酸化性材料は、RF波源に電氣的に結合される。さらなる実施形態において、誘導装置は、耐酸化性材料の少なくとも97重量%を含む。

10

【0006】

別の態様において、耐酸化性常磁性体を含み、トーチに無線周波エネルギーをもたらすことによってトーチ内でプラズマを維持するためにトーチを受け取るよう構成された誘導装置を提供する。

【0007】

ある実施形態において、耐酸化性常磁性体は、無塗装材料を含む。いくつかの実施形態において、無塗装常磁性体はアルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施例において、耐酸化性常磁性体は、耐酸化性常磁性体が酸素と反応した場合に負となる全電極電位をもたらすよう選択される。さらなる実施例において、耐酸化性常磁性体は、材料が相当に酸化すること無く少なくとも10時間、トーチ内のプラズマを維持するために有効である。いくつかの実施形態において、誘導装置は、トーチを囲むように構成された誘導コイルを備える。他の実施形態において、誘導装置は、トーチを受け取るよう構成された中心空隙を備えるプレート電極として構成される。いくつかの実施形態において、誘導装置は、実質上アルミニウムから成る。他の実施形態において、誘導装置は、実質上プラチナから成る。さらなる実施形態において、耐酸化性常磁性体は、RF波源に電氣的に結合される。

20

【0008】

さらなる態様において、トーチ本体を備えるトーチアセンブリ、および耐酸化性材料を含み、トーチ本体に無線周波エネルギーをもたらすことによってトーチ本体内でプラズマを維持するためにトーチ本体を受け取るよう構成された誘導装置が開示される。

30

【0009】

ある実施形態において、耐酸化性材料は、無塗装材料を含む。いくつかの実施例において、無塗装材料はアルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施形態において、耐酸化性材料は、耐酸化性常磁性体である。他の実施例において、耐酸化性材料は、材料が相当に酸化すること無く少なくとも10時間、トーチ内のプラズマを維持するために有効である。さらなる実施例において、誘導装置は、トーチを囲むように構成された誘導コイルを備える。ある実施例において、誘導装置は、トーチを受け取るために構成された中心空隙を備えるプレート電極として構成される。いくつかの実施例において、誘導装置は、実質上アルミニウムから成る。他の実施例において、誘導装置は、RF波源に電氣的に結合される。いくつかの実施例において、誘導装置は、耐酸化性材料の少なくとも97重量%を含む。

40

【0010】

他の態様において、誘導結合プラズマを維持するよう構成されたトーチ本体を備える光学発光装置と、耐酸化性材料を含み、トーチ本体内でプラズマを維持するために無線周波エネルギーをトーチ本体にもたらすよう構成された誘導装置と、誘導結合プラズマにもたらされる種の光学発光を検出するよう構成された光学検出器について記載される。

【0011】

ある実施例において、誘導装置はアルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施例において、誘導装置は、実質上、耐酸化性常磁性体から成る。他の実施例において、光学検出器は、光電子増倍

50

管、または回折格子を備える。いくつかの実施形態において、光学発光装置は、さらに、誘導装置に電氣的に結合された無線周波発生器を含むことが可能である。

【0012】

さらなる態様において、誘導結合プラズマを維持するために構成されたトーチ本体を備える原子吸光装置と、耐酸化性材料を含み、トーチ本体内でプラズマを維持するために無線周波エネルギーをトーチ本体にもたらすよう構成された誘導装置と、誘導結合プラズマにもたらされる種を励起するために光をもたらすよう構成された光源と、励起された種を検出するよう構成された検出器が提供される。

【0013】

ある実施形態において、誘導装置は、アルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施例において、誘導装置は、実質上、耐酸化性常磁性体から成る。他の実施例において、光学検出器は、光電子増倍管または回折格子を備える。さらなる実施例において、光学発光装置は、誘導装置に電氣的に結合された無線周波発生器も含むことができる。

【0014】

別の態様において、誘導結合プラズマを維持するために構成されたトーチ本体を備える質量分光計と、耐酸化性材料を含み、トーチ本体内でプラズマを維持するために無線周波エネルギーをトーチ本体にもたらすよう構成された誘導装置と、チャンバと流体的に連結されていて、質量電荷比に基づいて種を分離するよう構成された質量分析器について記載される。

【0015】

ある実施例において、誘導装置は、アルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施例において、誘導装置は、耐酸化性常磁性体を含むか、実質上、耐酸化性常磁性体から成るか、または耐酸化性常磁性体から成る。いくつかの実施形態において、質量分光計は、誘導装置に電氣的に結合された無線周波発生器を備える。ある実施例において、質量分光計を、他の質量分光計に結合することができる。いくつかの実施例において、質量分光計を、ガスクロマトグラフィシステムに結合することが可能である。ある実施形態において、誘導装置は、耐酸化性材料の少なくとも97重量%を含む。他の実施形態において、誘導装置は、無塗装材料を含む。さらなる実施形態において、耐酸化性材料は、材料が相当に酸化すること無く少なくとも10時間、トーチ内のプラズマを維持するために有効である。

【0016】

さらなる態様において、ガスをトーチ本体に導入し、耐酸化性材料を含む誘導装置を用いて無線周波エネルギーをトーチにもたらし、プラズマを生成するためにトーチ本体内でガスに点火することを含むプラズマ生成方法が開示される。

【0017】

ある実施例において、誘導装置は、無塗装の耐酸化性材料を含む。他の実施例において、誘導装置は、アルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか、またはアルミニウム合金から成る。さらなる実施例において、本方法は、相当な酸化が誘導装置で発生すること無く、少なくとも10時間、トーチ本体内のプラズマを維持することを含むことができる。いくつかの実施例において、本方法は、相当な酸化が誘導装置で発生すること無く、少なくとも100時間、トーチ本体内のプラズマを維持することを含むことができる。

【0018】

別の態様において、ガスをトーチ本体に導入し、耐酸化性常磁性体を含む誘導装置を使って無線周波エネルギーをトーチにもたらし、プラズマを生成するためにトーチ本体内でガスに点火することを含むプラズマ生成方法が提供される。

【0019】

ある実施形態において、誘導装置は、無塗装の耐酸化性常磁性体を含む。他の実施形態において、誘導装置は、アルミニウム合金を含むか、実質上アルミニウム合金から成るか

10

20

30

40

50

、またはアルミニウム合金から成る。いくつかの実施形態において、本方法は、相当な酸化が誘導装置で発生すること無く、少なくとも10時間、トーチ本体内のプラズマを維持することを含むことも可能である。さらなる実施形態において、本方法は、相当な酸化が誘導装置で発生すること無く、少なくとも100時間、トーチ本体内のプラズマを維持することを含むことも可能である。

【0020】

他の態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、耐酸化性材料を含む誘導装置を提供することを含む方法が開示される。いくつかの態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、耐酸化性常磁性体を含む誘導装置を提供することを含む方法が提供される。さらなる態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、実質上、耐酸化性材料から成る誘導装置を提供することを含む方法について記載される。いくつかの態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、実質上、耐酸化性常磁性体から成る誘導装置を提供することを含む方法が開示される。他の態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、耐酸化性材料から成る誘導装置を提供することを含む方法が提供される。ある態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、耐酸化性常磁性体から成る誘導装置を提供することを含む方法が記載される。さらなる態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、アルミニウム合金を含む誘導装置を提供することを含む方法が提供される。いくつかの態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、アルミニウムを含む誘導装置を提供することを含む方法が開示される。さらなる態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、実質上アルミニウム合金から成る誘導装置を提供することを含む方法が提供される。他の態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、実質上アルミニウムから成る誘導装置を提供することを含む方法が開示される。さらなる態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、アルミニウム合金から成る誘導装置を提供することを含む方法が提供される。いくつかの態様において、プラズマの生成を容易にする方法であり、アルミニウムから成る誘導装置を提供することを含む方法が記載される。

【0021】

さらなる態様、特徴、実施形態、および実施例が、以下により詳細に記載される。

【0022】

ある例示的な実施形態について、添付図面を参照して、以下により詳細に記載する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】ある実施例にしたがった、トーチを囲む誘導コイルの図である。

【図2A】ある実施例にしたがった、円形の誘導装置の側面図である。

【図2B】ある実施例にしたがった、円形の誘導装置の上面図である。

【図3】ある実施例にしたがった、四角形をしたプレート誘導装置の側面図である。

【図4】ある実施例にしたがった、誘導結合プラズマを維持するために使われる構成要素を示す図である。

【図5】ある実施例にしたがった、光学発光装置のブロック図である。

【図6】ある実施例にしたがった、単一ビーム原子吸光装置のブロック図である。

【図7】ある実施例にしたがった、二重ビーム原子吸光装置のブロック図である。

【図8】ある実施例にしたがった、質量分光計のブロック図である。

【図9A】ある実施例にしたがった、銅酸化物形成を示す銅誘導コイルの写真である。

【図9B】ある実施例にしたがった、アルミニウム合金誘導コイルの写真である。

【図10】ある実施例にしたがった、プラズマトーチの周りに位置するアルミニウム合金誘導コイルを示す写真である。

【図11】ある実施例にしたがった、酸化表面を有し、プラズマトーチの周りに位置する銅誘導コイルを示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

ある示した図および本明細書の記述は、ある場合において、コイル状構造について言及する可能性がある。コイルを備える誘導装置が使用される場合、コイルの巻数は、所望のプラズマ、または所望の計器設定によって変えることができる。さらに、分析すべきガスパラメータ、種等は、実行する所望の分析によって変えることができる。本明細書に記載された耐酸化性誘導装置で使用するための適切な動作パラメータを選択することは、本開示の利点を用いれば、当業者の能力の範囲内であろう。

【0025】

本明細書に記載されたある実施形態は、耐酸化性誘導装置を含む装置に関する。ある実施例において、耐酸化性誘導装置は、プラズマベースの装置で使用可能であり、一般的に銅製の既存の誘導コイルを用いて酸化を抑えることができる。耐酸化性装置の実施形態は、寿命の増加をもたらすことができるが、それでもなお、誘導結合プラズマを維持および/または生成するために適切なエネルギーをもたらすことができる。

10

【0026】

ある実施例において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、多くの異なる形態をとることができる。例えば、誘導装置は、無線周波数(RF)生成器および/または無線周波数送信器に電気的に結合されたワイヤのコイルの形態をとることができる。他の実施例において、耐酸化性誘導装置は、例えば、円形や四角形のプレートや、RF生成器と電気的に接続した円形コイル等の、1つまたは複数のプレートの形態をとることができる。いくつかの実施例において、誘導装置は、耐酸化性材料から作られ、無線周波発生器と電気的に接続されたワイヤのコイルを配置することによって構成することができる。ワイヤのコイルは、チャンバに無線周波エネルギーを供給するために、例えば、トーチ本体等のチャンバの周りに巻き付けてもよい。耐酸化性誘導装置がコイルの形態をとる実施形態において、耐酸化性誘導装置は、本明細書において、誘導コイル、または負荷コイルと称する。しかしながら、他の実施例において、誘導装置は、プレート電極の形態をとることができる。プレート電極が使われた場合、プレート電極はそれ自体によって使用することができ、または、希望であれば、1つまたは複数のさらなるプレート電極と組み合わせて使用可能である。

20

【0027】

ある実施形態において、ほとんどの誘導結合プラズマ(ICP)生成器負荷コイルは銅でできている。この銅コイルは、高循環無線周波数電流および高温プラズマに対するコイルの近接度のため、時間とともに酸化し、劣化する。銅誘導コイルが古くなるにつれ、銅酸化物片が負荷コイルの巻回部を短絡し、コイルのアークおよび故障を引き起こす可能性がある。銅酸化物は、試料汚染源でもある。動作中、銅酸化物はほとんどすぐに形成される可能性があり、100時間の動作の後、銅負荷コイルはかなりの酸化を示す。他の負荷コイル手法は、金や銀等の導電金属を用いて銅をメッキすることを含む。これらのメッキは、トーチガラス上にスパッタリングされ、プラズマに対し磁界の不適切な結合をもたらす可能性があり、または、メッキが割れて、アーク放電やコイル故障を引き起こす可能性がある。

30

【0028】

ある実施形態において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、誘導装置の表面に妨害となる酸化物が相当に形成されることなく、少なくとも10時間、20時間、50時間、100時間以上の間動作可能な誘導装置を提供することができる耐酸化性材料を使って製造することができる。他の実施例において、耐酸化性誘導装置は、誘導装置上に望ましくない表面酸化をもたらすことなく、銅誘導コイルと同じ性能特性を実質的に提供することができる。

40

【0029】

ある実施形態において、本明細書に記載された誘導装置は、耐酸化性材料を含むことができる。ある実施例において、耐酸化性材料は、無塗装材料であってもよい。上記のように、例えば、塗装が剥がれ、プラズマベースの装置の動作を妨害する可能性がある。いくつかの実施形態において、誘導コイルで使用される耐酸化性材料は、例えば、アルミニウ

50

ム、金、または銀等の、実質上、高電導な耐酸化性金属から成ることが望ましいであろう。いくつかの実施例において、耐酸化性材料は、強度を増すために少量の添加剤を有する合金であってもよい。例えば、耐酸化性材料は、コイルの強度を増すために、少量のマンガンまたは他の金属を有するアルミニウムを含んでもよい。耐酸化性誘導装置の製造で使用する材料の例には、例えば、3003系アルミニウム合金(97.1%アルミニウム)、1000系アルミニウム合金(99.5%アルミニウム)、または、例えば、McMaster-Carr(www.mcmaster.com)から市販されている他の合金等のアルミニウム合金が含まれるが、これらに限定されない。ある実施形態において、耐酸化性材料は、耐酸化性金属の少なくとも95重量%を含み、より詳しくは、耐酸化性金属の約96重量%、97重量%、98重量%、99重量%以上を含む。いくつかの実施例において、耐酸化性材料は、実質上、アルミニウム、金、または銀から成り、誘導装置として使用するために適切な材料にするために少量の不純物やドーパントを含んでもよい。誘導コイルとプレート電極のどちらも、本明細書に明記された量の材料を含んで、使用することができる。

10

20

30

40

50

【0030】

ある実施形態において、耐酸化性誘導装置は、常磁性である耐酸化性材料を含むことができる。いかなる特定の科学理論にもこだわることを望まないが、耐酸化性材料の常磁性性質は、反磁性体によってもたらされる磁界の種類や性質と比較して、プラズマトーチにもたらされる磁界を変化させる可能性がある。さらに、例えば、すでに酸化型である材料等の、耐酸化性である多くの既存の材料があってもよいが、それらの材料は、概ね常磁性ではなく、誘導装置で使用するために適切ではない。耐酸化性常磁性体の種類の例には、アルミニウムとプラチナが含まれるが、これらに限定されない。常磁性体が使用されるある実施形態において、耐酸化性誘導装置は、実質上、耐酸化性常磁性体から成るコイル状ワイヤの形態をとってもよい。いくつかの実施例において、耐酸化性誘導装置は、耐酸化性常磁性体の少なくとも95重量%、96重量%、97重量%、98重量%、99重量%以上を含むコイル状ワイヤであってもよい。他の例において、耐酸化性誘導装置は、耐酸化正常磁性体の少なくとも95重量%、96重量%、97重量%、98重量%、99重量%以上を含むプレート電極の形態をとってもよい。

【0031】

ある実施形態において、耐酸化性誘導装置は、非酸化物耐酸化性材料を含むことができる。非酸化物材料は、アルミニウム、金、プラチナ、銀、またはその非酸化物合金であってもよい。耐酸化性誘導装置は、実質上、非酸化物耐酸化性材料から成るコイル状ワイヤの形態をとることができる。いくつかの実施例において、非酸化物耐酸化性誘導装置は、非酸化物耐酸化性材料の少なくとも95重量%、96重量%、97重量%、98重量%、99重量%以上を含むコイル状ワイヤであってもよい。他の例において、耐酸化性誘導装置は、非酸化物耐酸化性材料の少なくとも95重量%、96重量%、97重量%、98重量%、99重量%以上を含むプレート電極の形態をとってもよい。

【0032】

いくつかの実施形態において、耐酸化性材料は、酸素と反応した場合、全負電極電位をもたらすであろう材料であってもよく、またはそのような材料を含んでもよい。例えば、半反応電極電位に基づいて、材料が酸素と反応した場合に全電極電位が負になるように、材料を選択することができる。そのような材料は、概ね、酸素に対して非反応性であり、耐酸化性であり得る。物理表および半反応電位の一般的に利用可能なリストから、適切な材料を選択することができる。

【0033】

ある実施形態において、誘導コイルの巻数は変えることができる。いくつかの実施形態において、誘導コイルは、約1/2から約20巻数、例えば、約1/2から約10巻数または約1 - 1/2から約10巻数、例えば約2 - 1/2巻数から約6巻数を含むことができる。誘導コイルは、接続器または連結器を含むことができ、したがって、コイルは無線周波発生器に取り付けられ、および/または電氣的に結合され得る。例示的な誘導コイル

を図 1 に示す。装置 1 0 0 は、第 1 端 1 1 2、本体 1 1 4、および第 2 端 1 1 6 を有する誘導コイルを備える。本体 1 1 4 は、チャンバ 1 2 0 の周りに巻き付けることができるワイヤを備える。第 1 端 1 1 2 および第 2 端 1 1 6 は、それぞれ、無線周波発生器 1 3 0 に電氣的に結合することが可能であり、したがって、無線周波エネルギーは、誘導コイル本体 1 1 4 からチャンバ 1 2 0 にもたらされ、チャンバ 1 2 0 内のプラズマを維持することが可能となる。いくつかの実施例において、全誘導コイルは、耐酸化性材料を使って製造することができ、一方、他の実施例において、チャンバ 1 2 0 を囲むコイル本体 1 1 4 のみが耐酸化性材料を含み、誘導コイルの他の部分は、耐酸化性であってもなくてもよい他の誘電材料を使って製造することができる。

【 0 0 3 4 】

ある実施例において、耐酸化性誘導装置は、例えば、プレート電極等の、プレート誘導装置の形態をとることができる。図 2 A および図 2 B を参照すると、耐酸化性誘導装置 2 0 0 は、サポートまたはプレート 2 0 5、ならびにそれぞれがサポート 2 0 5 に取り付けられた第 1 プレート電極 2 1 0 および第 2 プレート電極 2 2 0 を備える。第 1 プレート電極 2 1 0 および第 2 プレート電極 2 2 0 のそれぞれは、電極の内部 2 1 5 内でチャンバを受け取るように構成されてもよい。サポートまたはプレート 2 0 5 は、無線周波数送信器または生成器に電氣的に結合され、無線周波エネルギーを第 1 プレート電極 2 1 0 および第 2 プレート電極 2 2 0 にもたらすことができる。この実施例において、第 1 プレート電極 2 1 0 および第 2 プレート電極 2 2 0 は、同じ周波数で動作することができ、または、異なる周波数をもたらしようとして別々に調整されてもよい。図 2 A および図 2 B に示す構成は、電極 2 1 0 および 2 2 0 が一般的に、例えば、トーチ本体等のチャンバを受け取るよう構成された中心円形空洞を有する円形である場合の構成である。本明細書に記載された他の実施例において、誘導装置の形状は、非円形形状である可能性がある。ある場合において、サポート 2 0 5 は、例えば、共有米国特許第 7, 5 1 1, 2 4 6 号に記載されたような接地プレートとして構成することができ、全ての開示は全ての目的のために参照によって本明細書に組み込まれる。

【 0 0 3 5 】

ある実施形態において、図 3 を参照すると、誘導装置は、例えば、平らなプレート電極等の、本体 3 1 0 および中心空隙または開口部 3 2 0 を備えるプレート電極 3 0 0 を備えることができる。図 3 の装置 3 0 0 は、概ね四角形の形状であるが、円形、長円形、楕円形等の他の形状のプレート電極も使用することができる。誘導装置 3 0 0 の本体 3 1 0 は、動作中、実質的に、酸化物が誘導装置本体 3 1 0 の表面に形成されないように、耐酸化性材料を含むことができる。中心空隙 3 2 0 は、チャンバまたはトーチ本体を受け取るよう大きさが決められ、配置されることが可能である。プレート誘導装置 3 0 0 は、それ自体によって使われ、または、例えば、他のプレート電極等の他の電極と組み合わせて使われることも可能である。いくつかの実施形態において、2 つのプレート電極が使われ、無線周波エネルギーがプレート電極からチャンバにもたらされ、チャンバ内でプラズマを維持することができるように、無線周波発生器に電氣的に結合される。希望であれば、各プレート電極は、本明細書に記載のように、接地プレートに電氣的に結合することができる。

【 0 0 3 6 】

ある実施形態において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、プラズマトーチと組み合わせて使用され、プラズマトーチ内でプラズマを維持することができる。構成の 1 つを図 4 に示す。誘導結合プラズマ装置 4 0 0 は、チューブ 4 1 0、4 2 0、および 4 3 0 等の、3 つかそれより多くのチューブを備えるチャンバ 4 0 5 を備える。チューブ 4 1 0 は、アルゴンなどのガス源、および例えば噴霧器や他の装置等のサンプル導入装置に流体的に結合される。アルゴンガスはサンプルをエアロゾル化し、プラズマ 4 4 0 の脱溶媒および電離域に搬送する。チューブ 4 2 0 は、チューブ 4 3 0 からプラズマ 4 4 0 を分離するよう、チューブ 4 3 0 の全体に接線方向ガス流をもたらしよう構成することができる。いかなる特定の科学理論にもこだわることを望まないが、ガスは吸気口 4 5 0 を通って

10

20

30

40

50

導入され、接線方向ガス流はセンターチューブ410の内壁を冷やすように動作し、放射状のプラズマ440の中央部を占める。無線周波数耐酸化性誘導コイル460は、無線周波発生器（図示しない）に電氣的に結合することができ、ガスがアーク、スパーク等を用いてイオン化された後、プラズマ440を維持するよう構成される。当業者は、本開示の利点を用いれば、誘導結合プラズマ、直流プラズマ、マイクロ波誘導プラズマ等の、これらには限定されないが、適切なプラズマを選択、または設計することができるであろう。さらに、適切なプラズマ生成装置は、PerkinElmer Health Sciences社（Waltham, MA）、Varian Instruments社（Palo Alto, Calif）、Teledyne Leeman Labs（Hudson, N.H.）、およびSpectro Analytical Instruments（Kleve, Germany）を含むが、これらに限定されない、非常に多くの製造業者から市販されている。

10

【0037】

ある実施形態において、耐酸化性誘導装置は、米国特許第11/372,996号に記載されたような低流動プラズマと共に使用することができ、全ての開示は全ての目的のために参照によって本明細書に組み込まれる。他の実施例において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、誘導結合および容量結合プラズマと共に、または容量結合プラズマと共に使用することができる。

【0038】

ある実施例において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、図5に示すように、光学発光分光計（OES）で使用することができる。化学種が原子化および/またはイオン化されると、最外殻電子は光（不可視光を含んでもよい）を発する可能性がある遷移をする可能性がある。例えば、原子の電子が励起状態にある場合、電子はより低いエネルギー状態に減衰するにつれ、光の形態でエネルギーを発する可能性がある。励起した原子やイオンから光学発光をモニタするために適切な波長は、本開示の利点を用いれば、当業者によって容易に選択されるであろう。光学発光波長の例には、アルミニウムの396.152 nm、ヒ素の193.696 nm、ホウ素の249.772 nm、ベリリウムの313.107 nm、カドミウムの214.440 nm、コバルトの238.892 nm、クロムの267.716 nm、銅の224.700 nm、鉄の259.939 nm、マンガンの257.610 nm、モリブデンの202.031 nm、ニッケルの231.604 nm、鉛の220.353 nm、アンチモンの206.836 nm、セレンの196.206 nm、タンタルの190.801 nm、バナジウムの309.310 nm、および亜鉛の206.200 nmがあるが、これらに限定されない。光学発光の細かな波長は、例えば、当分野において既知のように、原子やイオン等の種の状態に応じて、および減衰する電子遷移のエネルギーレベルの違いに応じて赤色シフトまたは青色シフトであってもよい。

20

30

【0039】

再度図5を参照すると、OES装置500は、ハウジング505、サンプル導入装置510、典型的には誘導結合プラズマである原子化装置520、および検出装置530を備える。サンプル導入装置510は、サンプルの性質によって変えてもよい。ある実施例において、サンプル導入装置510は、原子化装置520に導入するための液体サンプルをエアロゾル化するよう構成された噴霧器であってもよい。他の実施例において、サンプル導入装置510は、原子化装置に直接注入または導入される可能性があるサンプルを受け取るよう構成された注入器であってもよい。希望であれば、サンプル導入装置510は、例えば、全ての開示が参照によって本明細書に組み込まれる2011年5月4日出願された米国特許第13/100,416号に記載されたような低流動注入器を備えることができる。サンプルを導入するための他の適切な装置および方法は、本開示の利点を用いれば、当業者によって容易に選択されるであろう。原子化装置520は、典型的には、プラズマであり、本明細書に記載されたような耐酸化性誘導装置を含む。原子化装置は、希望であれば、従来のFassel型トーチを含むことができ、または低流動プラズマトーチ

40

50

を含むことができる。低流動トーチの種類の例は、米国特許第 13 / 100, 416 号に記載されている。検出装置 530 は、非常に多くの形態をとることができ、光学発光 525 等の光学発光を検出することができる任意の適切な装置であってもよい。例えば、検出装置 530 は、レンズ、鏡、プリズム、窓、バンドパスフィルタ等の適切な光学部品を備えることができる。検出装置 530 は、多チャンネル OES 装置を提供するために、エッセル回折格子等の回折格子も備えることができる。エッセル回折格子などの回折格子は、複数の発光波長の同時検出を可能にすることができる。回折格子は、モノクロメータや、モニタするための 1 つまたは複数の特定の波長を選択するために適切な他の装置内に配置することができる。ある実施例において、検出装置 530 は、電荷結合装置 (CCD)、平面型検出器、または他の適切な種類の検出器を含むことができる。他の実施例において、OES 装置は、フーリエ変換を実現するよう構成され、複数の発光波長の同時検出をもたらすことができる。検出装置は、紫外線、可視光、近および遠赤外線等を含むが、これらに限定されない、長い波長範囲にわたって発光波長をモニタするよう構成することができる。OES 装置 500 は、さらに、マイクロプロセッサおよび / またはコンピュータ、ならびに所望の信号をもたらす、および / またはデータ収集のための適切な回路等の適切な電子装置を含むことができる。適切な追加装置および回路は当分野において既知であり、例えば、PerkinElmer Health Sciences 社から市販されている Optima 2100 DV シリーズおよび Optima 5000 DV シリーズ OES 装置等の市販の OES 装置を使用してもよい。オプションの増幅器 540 は、例えば、検出した光子からの信号を増幅する等、信号 535 を増幅するよう動作することができ、表示器やコンピュータ等であってもよい表示装置 550 に信号をもたらす。信号 535 が表示や検出に対して十分に大きい場合の実施例において、増幅器 540 は省略することができる。ある実施例において、増幅器 540 は、検出装置 530 から信号を受信するよう構成された光電子増倍管である。しかしながら、信号を増幅するための他の適切な装置は、本開示の利点を用いれば、当業者によって選択されるであろう。本開示の利点を用いれば、本明細書で開示された原子化装置を用いて既存の OES 装置を改造し、本明細書に開示された原子化装置を使って新しい OES 装置を設計することも、当業者の能力の範囲内であろう。さらに、OES 装置は、PerkinElmer Health Sciences 社から市販されている AS90 および AS93 オートサンブラ、または他のサプライヤから市販されている同様の装置等のオートサンブラを含むことができる。

【0040】

ある実施形態において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、原子吸光 (AA) 装置で使うことができる。プラズマ内の、またはプラズマから出る原子およびイオンは、光のある波長を吸光し、より低いエネルギーレベルからより高いエネルギーレベルに遷移するためのエネルギーをもたらすことができる。原子またはイオンは、接地状態からより高いエネルギーレベルへの遷移に起因する複数の共鳴線を含んでもよい。そのような遷移を促進するために必要なエネルギーは、さらに以下で説明するように、例えば、熱、炎、プラズマ、アーク、スパーク、陰極線ランプ、レーザ等の、非常に多くの源を使って供給することができる。そのようなエネルギーをもたらす適切な源、およびそのようなエネルギーをもたらすための光の適切な波長は、本開示の利点を用いれば、当業者によって容易に選択されるであろう。

【0041】

ある実施例において、原子吸光装置の図を図 6 に示す。単一ビーム AA 装置 600 は、ハウジング 605、電源 610、ランプ 620、サンプル導入装置 625、原子化装置 630、検出装置 640、オプションの増幅器 650、および表示装置 660 を備える。電源 610 は、原子およびイオンによって吸光される 1 つまたは複数の波長の光 622 をもたらすランプ 620 に電源を供給するよう構成することができる。適切なランプは、水銀ランプ、陰極線ランプ、レーザ等を含むが、これらに限定されない。ランプは、適切なチョッパまたはパルス電源を使ってパルス出力することができ、または、レーザを実行する実施例において、レーザは、選択した周波数、例えば、5、10、または 20 回 / 秒でパ

ルス出力することができる。ランプ 620 の細かな構成は変えることができる。例えば、ランプ 620 は、原子化装置 630 に軸方向に沿う光をもたらすことができ、または、原子化装置 630 に放射状に沿う光をもたらすことができる。図 6 に示す実施例は、ランプ 620 から軸方向に供給された光に対し構成される。参照によって本明細書に組み込まれる同一出願人による出願に記載のように、信号の軸方向観察を用いる信号対雑音特性があってもよい。原子化装置 630 は、典型的には、耐酸化性誘導装置とプラズマトーチを備える。図 5 を参照して記載するように、プラズマトーチは、従来のプラズマトーチか低流動プラズマトーチであってよく、サンプル導入装置 625 は、希望であれば、低流動注入器を含むか、低流動注入器を使うことができる。原子化装置 630 内でサンプルが原子化および / またはイオン化されると、ランプ 620 からの入射光 622 は、原子を励起することができる。すなわち、ランプ 620 から供給される光 622 の何パーセントかは、原子化装置 630 内で原子およびイオンによって吸光される可能性がある。光 635 の残りのパーセントは、検出装置 640 に送られる可能性がある。検出装置 640 は、例えば、プリズム、レンズ、回折格子、および、例えば OES 装置を参照して上記したような他の適切な装置を使って、1 つまたは複数の適切な波長をもたらすことができる。表示装置 660 にもたらされた信号を増幅するために、オプションの増幅器 650 に信号をもたらすことができる。原子化装置 630 内のサンプルによる吸光量を判断するために、水などのブランクをサンプル導入前に導入し、100% の透過基準値を得ることができる。ひとたびサンプルが原子化チャンバに導入されて透過された光の量は測定することができ、サンプルを用いて透過された光の量は、基準値で割って、透過率を得ることができる。透過率のマイナス \log_{10} は、吸光度に等しい。AA 装置 600 は、さらに、マイクロプロセッサおよび / またはコンピュータ等の適切な電子装置、ならびに所望の信号をもたらすための、および / またはデータ収集のための適切な回路を備えることができる。適切な追加の装置および回路として、例えば、PerkinElmer Health Sciences 社から市販されている AAnalyst シリーズ分光計などの市販の AA 装置を使用してもよい。本開示の利点を用いれば、本明細書で開示された原子化装置を用いて既存の AA 装置を改造すること、および本明細書で開示された原子化装置を使って新しい AA 装置を設計することも、当業者の能力の範囲内であろう。AA 装置は、さらに、PerkinElmer Health Sciences 社から市販の AS-90A、AS-90plus、および AS-93plus オートサンブラ等の、当分野において既知のオートサンブラを含むことができる。

【0042】

ある実施形態において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、二重ビーム AA 装置で使うことができる。図 7 を参照すると、二重ビーム AA 装置 700 は、ハウジング 705、電源 710、ランプ 720、原子化装置 765、検出装置 780、オプションの増幅器 790、および表示装置 795 を備える。電源 710 は、原子およびイオンによって吸光される 1 つまたは複数の波長の光 725 をもたらすランプ 720 に電源を供給するよう構成することができる。適切なランプは、水銀ランプ、陰極線ランプ、レーザ等を含むが、これらに限定されない。ランプは、適切なチョッパまたはパルス電源を使ってパルス出力することができ、または、レーザを実行する実施例において、レーザは、選択した周波数、例えば、5、10、または 20 回 / 秒でパルス出力することができる。ランプ 720 の構成は変えることができる。例えば、ランプ 720 は、原子化装置 765 に軸方向に沿う光をもたらすことができ、または、原子化装置 765 に放射状に沿う光をもたらすことができる。図 7 に示す実施例は、ランプ 720 から軸方向に供給された光に対し構成される。上記のように、信号の軸方向観察を用いる信号対雑音特性があってもよい。原子化装置 765 は、耐酸化性誘導装置を備える誘導結合プラズマであってよい。希望であれば、原子化装置 765 のトーチは、図 5 を参照して記載するように、従来のトーチか低流動プラズマトーチであってよく、使用される任意のサンプル導入装置（図示しない）は、図 5 および図 6 を参照して記載するように、従来の注入器か低流動注入器を含むことができる。原子化装置 765 内でサンプルが原子化および / またはイオン化されると、ラ

ランプ 720 からの入射光 725 は、原子を励起することができる。すなわち、ランプ 720 から供給される光 725 の何パーセントかは、原子化装置 765 内で原子およびイオンによって吸光される可能性がある。光 767 の残りのパーセントは、検出装置 780 に送られる。二重ビームを使用する実施例において、入射光 725 は、ビーム分割器 730 を使って分割することができ、それにより、何パーセントかの光、例えば約 10% から約 90% は、光ビーム 735 として原子化装置 765 に送ることができ、残りのパーセントの光は、光ビーム 740 としてレンズ 750 および 755 に送ることができる。光ビームは、ハーフ・シルバード・ミラー等の結合器 770 を用いて再結合され得、結合された信号 775 は、検出装置 780 に提供される。その後、基準値とサンプルに対する値との間の比が、サンプルの吸光性を計算するために決定され得る。検出装置 780 は、例えば、プリズム、レンズ、回折格子、および、例えば OES 装置を参照して上記したような当分野において既知の他の適切な装置を使って、1 つまたは複数の適切な波長をもたらすことができる。表示装置 795 にもたらすための信号を増幅するために、オプシオンの増幅器 790 に信号 785 をもたらすことができる。AA 装置 700 は、さらに、マイクロプロセッサおよび / またはコンピュータ等の当分野において既知の適切な電子装置、ならびに所望の信号をもたらすための、および / またはデータ収集のための適切な回路を備えることができる。適切な追加の装置および回路として、例えば、PerkinElmer Health Sciences 社から市販されている AAnalyst シリーズ分光計などの市販の AA 装置を使用してもよい。本開示の利点を用いれば、本明細書で開示された誘導装置を用いて既存の二重ビーム AA 装置を改造すること、および本明細書で開示された誘導装置を使って新しい二重ビーム AA 装置を設計することも、当業者の能力の範囲内であろう。AA 装置は、さらに、PerkinElmer Health Sciences 社から市販の AS-90A、AS-90plus、および AS-93plus オートサンブラ等の、当分野において既知のオートサンブラを含むことができる。

【0043】

ある実施形態において、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置は、質量分光計で使うことができる。耐酸化性誘導装置が質量分光計で使われる場合、酸化物形成の機会を減らすことができ、そのような酸化物からの汚染の可能性を減らすことができる。MS 装置の例を図 8 に示す。MS 装置 800 は、サンプル導入装置 810、原子化装置 820、質量分析器 830、検出装置 840、処理装置 850、および表示装置 860 を備える。サンプル導入装置 810、原子化装置 820、質量分析器 830、および検出装置 840 は、1 つまたは複数の真空ポンプを使って減圧下で動作することができる。しかしながら、ある実施例において、質量分析器 830 および検出装置 840 のみが、減圧下で動作することができる。サンプル導入装置 810 は、原子化装置 820 にサンプルをもたらすよう構成された吸気口システムを備えることができる。吸気口システムは、1 つまたは複数のバッチ吸気口、直接プローブ吸気口、および / またはクロマトグラフ吸気口を備えることができる。サンプル導入装置 810 は、注入器、噴霧器、または固体、液体、もしくはガスサンプルを原子化装置 820 に送ることができる他の適切な装置であってもよい。希望であれば、サンプル導入装置 810 は、図 5 から図 7 を参照して記載するように、低流動注入器を含むことができる。原子化装置 820 は、例えば、本明細書に記載したような耐酸化性誘導装置を含む誘導結合プラズマ装置等の耐酸化性誘導装置を含む装置であってもよい。原子化装置 820 内にある任意のトーチは、従来のプラズマトーチであってもよく、または、図 5 から図 7 を参照して記載するように、低流動プラズマトーチであってもよい。質量分析器 830 は、概ねサンプルの性質、所望の解像度等によって非常に多くの形態をとることができ、質量分析器の例は以下で説明する。検出装置 840 は、本開示の利点を用いれば、例えば、電子増倍管、ファラデーカップ、コーディングされた写真乾板、シンチレーション検出器等の既存の質量分析計、および当業者によって選択されるであろう他の適切な装置と共に使用することができる任意の適切な検出装置であってもよい。典型的に、処理装置 850 は、マイクロプロセッサおよび / またはコンピュータ、ならびに MS 装置 800 に導入されたサンプルの分析をするための適切なソフトウェアを備える。1 つ

10

20

30

40

50

または複数のデータベースには、MS装置800に導入された種の化学的同一性を判断するために処理装置850によってアクセスすることができる。当分野において既知の他の適切な追加の装置は、PerkinElmer Health Sciences社から市販されているAS-90plusおよびAS-93plusオートサンブラ等のオートサンブラ含むが、これらに限定されない、MSdevice2000と共に使用することもできる。

【0044】

ある実施例において、MS装置800の質量分析器830は、所望の解像度および導入したサンプルの性質によって非常に多くの形態をとることができる。ある実施例において、質量分析器は、走査式質量分析器、磁場型分析器（例えば、単一および二重収束MS装置で使用する）、四重極質量分析器、イオントラップ分析器（例えば、サイクロトロン、四重極イオントラップ）、飛行時間分析器（例えば、マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型分析器）、および種を異なる質量電荷比で分離することができる他の適切な質量分析器である。耐酸化性誘導装置は、多くの異なる種類のイオン化方法を含むMS装置で使うことができる。例えば、高速原子衝撃、電界脱離、レーザー脱離、プラズマ脱離、熱的脱離、電磁流体力学的イオン化/脱着等のために構成された、例えば、電子衝撃源、化学イオン化源、電界イオン化源、脱離源を使うことができる。さらに他の実施例において、サーモスプレーイオン化源、エレクトロスプレーイオン化源、または他のイオン化源、および質量分光において一般的に使われる装置が、本明細書に記載された耐酸化性誘導装置と共に使用可能である。

10

20

【0045】

いくつかの実施例において、本明細書に開示されたMS装置は、1つまたは複数の他の分析技術と繋ぐことができる。例えば、MS装置は、液体クロマトグラフ、ガスクロマトグラフ、キャピラリー電気泳動、および他の適切な分割技術と繋ぐことができる。MS装置をガスクロマトグラフと結合する場合、ガスクロマトグラフからMS装置にサンプルを導入するために、例えば、トラップ、ジェット分離器等の適切なインターフェースを備えることが望ましいであろう。MS装置を液体クロマトグラフに結合する場合、液体クロマトグラフおよび質量分光で用いた体積の違いを判断するために、適切なインターフェースを備えることも望ましいであろう。例えば、分割インターフェースを使うことができ、したがって、液体クロマトグラフから出る少量のサンプルのみをMS装置に導入することができる。液体クロマトグラフから出るサンプルは、MS装置の原子化装置に運ばれるために、適切なワイヤ、カップ、またはチャンバに沈殿させてもよい。ある実施例において、液体クロマトグラフは、加熱毛細管を通る際にサンプルを気化およびエアロゾル化するように構成されたサーモスプレーを含むことができる。液体クロマトグラフからMS装置に液体サンプルを導入する他の適切な装置は、本開示の利点を用いれば、当業者によって容易に選択されるであろう。ある実施例において、MS装置は、少なくとも1つが耐酸化性誘導装置を備え、タンデム質量分光分析のために互いに繋ぐことができる。例えば、あるMS装置は第1種類の質量分析器を備えることができ、第2MS装置は、第1MS装置とは別の、または同様の質量分析器を備えることができる。他の実施例において、第1MS装置は分子イオンを特定するために動作することができ、第2MS装置は特定された分子イオンを分解する/検出するために動作することができる。本開示の利点を用いれば、繋がれたMS装置/耐酸化性誘導装置を備える少なくとも1つのMS装置を設計することは、当業者の能力の範囲内であろう。

30

40

【0046】

いくつかの実施例において、耐酸化性材料は、例えば、2005年6月17日に出願され、全ての開示が全ての目的のために参照によって本明細書に組み込まれる米国特許第11/156,274号に記載されたようなブースト装置で使うことができる。ある実施形態において、ブースト装置は、例えば、アルミニウム、金、または銀等の耐酸化性材料を使って生産されるコイル状ワイヤとして構成することができる。いくつかの実施例において、ブースト装置は、アルミニウム合金を備えるか、実質上アルミニウム合金から成るか

50

、またはアルミニウム合金から成るワイヤのコイルを備える。

【0047】

ある特定の実施例を以下により詳細に記載し、本明細書に記載した技術のさらにいくつかの態様および特徴を示す。

実施例 1

【0048】

図9Aおよび図11は、銅負荷コイルの通常の酸化を示す。この酸化は、時間が経つにつれ過度になり、負荷コイルの故障を引き起こす可能性がある。図9Bおよび図10は、最大出力で100時間試験した(McMaster-Carr(www.mcmaster.com)から市販されている)3003合金から作られたアルミニウム負荷コイルを示す。典型的には、負荷コイルは、外部および内部のどちらも冷やされている。試験計器はアルゴンガスを使って、コイルの内部を冷やした。次いで、このアルゴンはトーチに通され、プラズマを維持するために使われる。アルゴン冷却率は、コイルの冷却においても支援するトーチボックスを経由する100cfmの空気を用いて、20リットル/分であった。計器は、PerkinElmer Health Sciences社から市販されているNexION300を使用した。

10

【0049】

アルミニウムコイルは、少なくとも1次のオーダーに対して、点火の容易さ、安定性、プラズマ結合、プラズマパワーおよび温度、負荷コイルにおけるプラズマ位置、およびサンプル負荷等、銅負荷コイルと同様の品質を示した。試験された3003合金は、強度のための主な添加剤であるマンガンを用いて、純度97.1%であった。1000系合金(純度99.5%以上)は3003系合金の代わりに使うことができ、または、他の適切な耐酸化性材料を使うことができる。

20

【0050】

以下の表1および表2は、上記の装置においてアルミニウム負荷コイルを使って得られた代表的なデータを示す。

【0051】

【表 1】

【表 1】

分析物	質量	測定強度平均	正味強度平均	正味強度 S D	正味強度 R S D
B e	9	6 9 1 8 . 9	6 9 1 8 . 8 7 5	7 5 . 7 7 9	1 . 1
M g	2 4	3 7 9 2 5 . 9	3 7 9 2 5 . 8 7 7	1 5 2 . 7 5 4	0 . 4
C e + +	7 0	2 1 3 2 . 8	0 . 0 1 9	0	1 . 5
C e	1 3 9 . 9	1 1 1 6 1 2 . 1	1 1 1 6 1 2 . 0 7	1 0 2 3 . 1 1 3	0 . 9
C e O	1 5 5 . 9	2 4 0 5 . 9	0 . 0 2 2	0	1 . 1
I n	1 1 4 . 9	1 0 2 0 2 0	1 0 2 0 1 9 . 9 9 7	6 1 5 . 9 7 2	0 . 6
U	2 3 8 . 1	4 0 9 7 1 . 3	4 0 9 7 1 . 3 3 8	2 9 1 . 4 2 8	0 . 7
B k g d	2 2 0	0 . 5	0 . 5 3 3	0 . 8 4 5	1 5 8 . 4
B k g d	8	2	1 . 9 6 7	0 . 8 7 7	4 4 . 6

10

20

30

【 0 0 5 2 】

【表 2】
【表 2】

分析物	質量	測定強度平均	正味強度平均	正味強度 S D	正味強度 R S D
B e	9	5 3 1 4 . 9	5 3 1 4 . 8 8 9	8 2 . 5 7 5	1 . 6
M g	2 4	2 9 8 1 7 . 8	2 9 8 1 7 . 7 8 6	1 1 5 . 2 7 4	0 . 4
C e + +	7 0	1 2 8 6 . 8	0 . 0 1 3	0	2 . 1
C e	1 3 9 . 9	1 0 0 7 2 6	1 0 0 7 2 5 . 9 6 8	7 3 3 . 1 7 7	0 . 7
C e O	1 5 5 . 9	1 5 9 4 . 7	0 . 0 1 6	0	1 . 1
I n	1 1 4 . 9	8 2 6 7 6 . 5	8 2 6 7 6 . 4 5 9	6 2 2 . 5 1 9	0 . 8
U	2 3 8 . 1	3 6 2 3 0 . 7	3 6 2 3 0 . 6 8 6	2 0 9 . 5 2 3	0 . 6
B k g d	2 2 0	0 . 1	0 . 0 5	0 . 1 1 2	2 2 3 . 6
B k g d	8	1 . 7	1 . 6 5	0 . 8 9 4	5 4 . 2

10

20

30

【 0 0 5 3 】

得られた測定値は、銅負荷コイルを使って得ることができた測定値と矛盾がなかった。しかしながら、アルミニウム合金誘導装置では、それほどの酸化は視覚的に観測されなかった。これらの結果は、銅誘導コイルと少なくとも比較可能な結果をもたらし、同時に、相当な望ましくない酸化の影響を受けない耐酸化性誘導装置と矛盾がない。

40

【 0 0 5 4 】

本明細書に開示された態様、実施形態、および実施例の要素を導入する場合、冠詞 " a "、" a n "、" t h e "、および " s a i d " は、1つまたは複数の要素があるという意味を意図する。用語「備える」、「含む」および「有する」は、非制限的であることが意図され、列挙された要素以外の追加的な要素があってもよいことを意味する。本開示の利点を用いれば、当業者により、特定の実施例のさまざまな部品を、他の実施例におけるさまざまな部品と置き換え、あるいは代替的に用いることができる。

【 0 0 5 5 】

ある態様、実施例、および実施形態が上記されたが、本開示の利点を用いれば、開示された例示的な態様、実施例、実施形態の追加、交換、変形、および変更が可能であることは、当業者によって認識されるであろう。

50

【 図 1 】

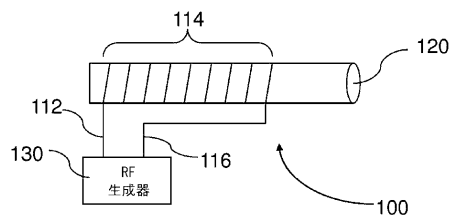


図 1

【 図 2 A 】

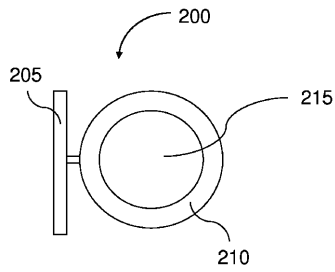


FIG. 2A

【 図 2 B 】

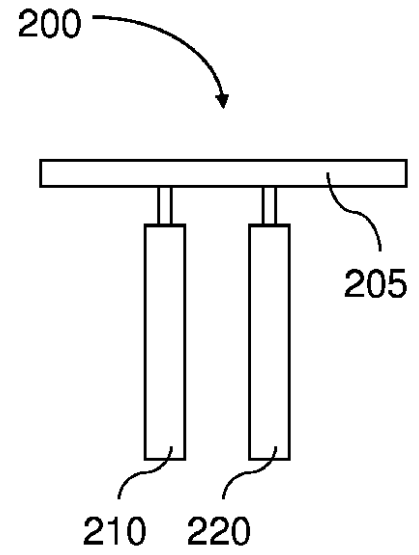


FIG. 2B

【 図 3 】

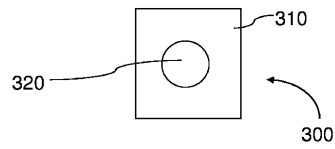


FIG. 3

【 図 4 】

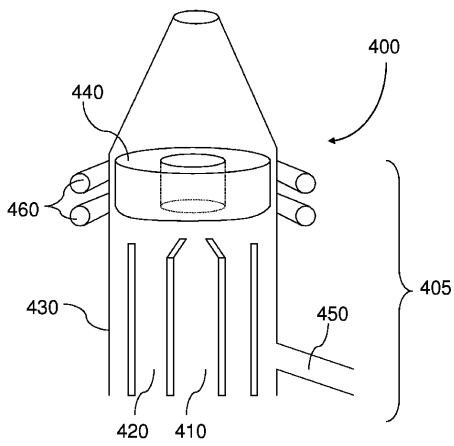


FIG. 4

【 図 5 】

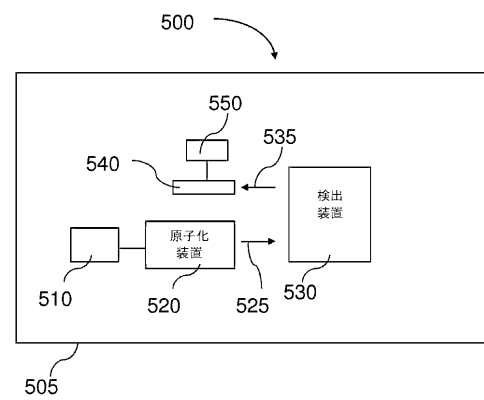


図 5

【図 6】

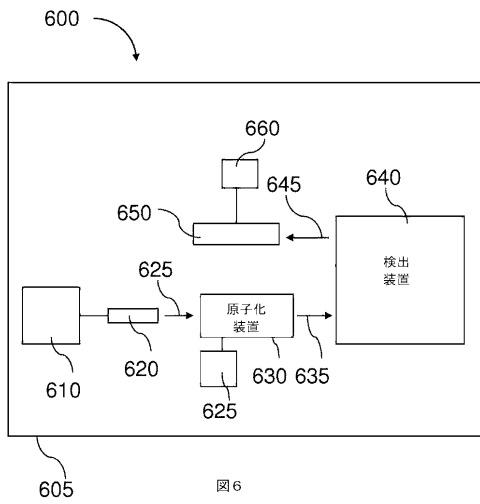


図 6

【図 7】

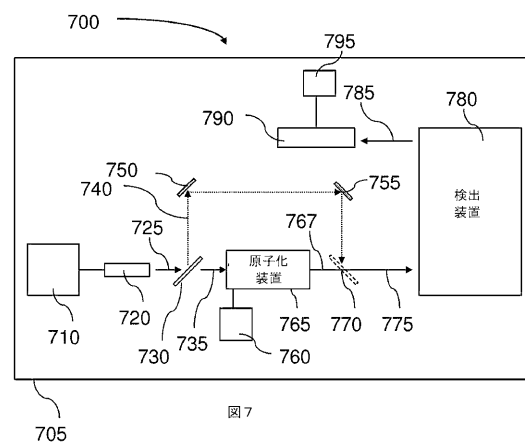


図 7

【図 8】

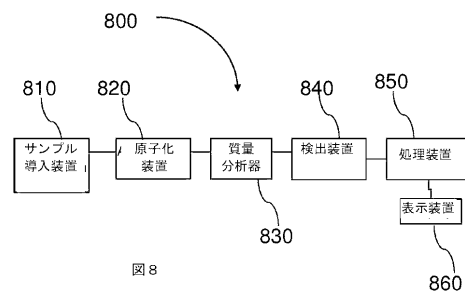


図 8

【図 9 A - 9 B】

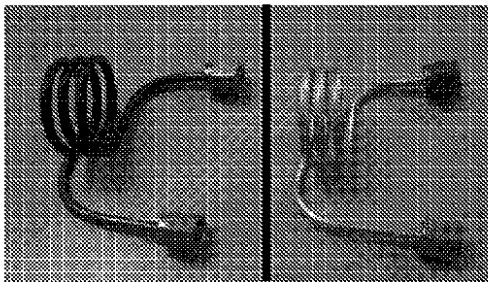


FIG. 9A

FIG. 9B

【図 10】

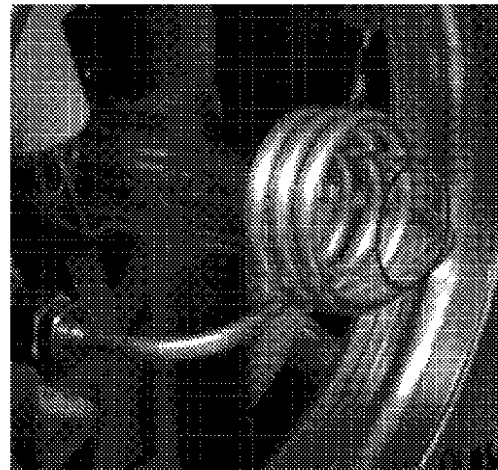


FIG. 10

【図 11】



FIG. 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2011/035111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - B23K 10/00 (2011.01)

USPC - 356/316

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)

IPC(8) - B23K 10/00; G01J 3/30; H01F 27/30 (2011.01)

USPC - 219/21.52; 336/199; 356/316

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)

PatBase, MicroPatent, Google Patent, Google

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/0038992 A1 (MORRISROE) 23 February 2006 (23.02.2006) entire document	1-4, 6-14, 16-18, 20-24, 26-33, 35-38, 40, 51-53, 56-58, 61-72
Y		5, 15, 19, 25, 34, 39, 54-55, 59-60
Y	US 5,676,863 A (JOUVENEL et al) 14 October 1997 (14.10.1997) entire document	5, 15, 25, 54-55, 59-60
Y	US 2004/0174242 A1 (KUEHN) 09 September 2004 (09.09.2004) entire document	19
Y	US 4,300,834 A (DEMERS et al) 17 November 1981 (17.11.1981) entire document	34, 39
A	US 2010/0042336 A1 (LEE et al) 18 February 2010 (18.02.2010) paragraph 0003	1-40, 51-72
A	VANYSEK. Electrochemical Series. CRC Press LLC 2000 [retrieved on 2011-09-25]. Retrieved from the internet: <http://catedras.quimica.unlp.edu.ar/qa2/guia/Tablas.pdf> page 1	1-40, 51-72

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

* 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

21 September 2011

Date of mailing of the international search report

03 OCT 2011

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450
Facsimile No. 571-273-3201

Authorized officer:

Blaine R. Copenheaver

PCT Helpdesk: 571-272-4300
PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2011/035111

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-40, 51-72

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2011/035111

Continuation of Box III.

This application contains claims directed to more than one species of the generic invention. These species are deemed to lack unity of invention because they are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for more than one species to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid. The species are as follows:

Species I) an optical emission device or atomic absorption device comprising an optical detector configured to detect optical emission of species provided to a plasma, figures 5-7

Species II) a mass spectrometer comprising a mass analyzer in fluid communication with the chamber and configured to separate species based on mass-to-charge ratios, figure 8.

The claims are deemed to correspond to the species listed above in the following manner:

Species I) figures 5-7; claims 31-40

Species II) figure 8; claims 41-50

The following claims are generic: claims 1-30, 51-72

The species listed above do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, the species lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

Species I) figures 5-7; have the special technical feature of an optical emission device or atomic absorption device comprising an optical detector configured to detect optical emission of species provided to a plasma. This special technical feature is not present in species II.

Species II) figure 8; have the special technical feature of a mass spectrometer comprising a mass analyzer in fluid communication with the chamber and configured to separate species based on mass-to-charge ratios. This special technical feature is not present in species I.

Species I and II lack unity of invention because even though the inventions of these species require the technical feature of an RF induction device to receive and provide radio frequency energy to a plasma torch, where the induction device is of oxidant resistant material, this technical feature is not a special technical feature as it does not make a contribution over the prior art in view of US 2006/0038992 A1 (MORRISROE) 23 February 2006 (23.02.2006) figures 3, 4; paragraphs [0048], [0049], [0050]; and also US 2004/0174242 A1 (KUEHN) 09 September 2004 (09.09.2004) abstract; paragraphs [0003], [0012].

Since none of the special technical features of the Species I and II inventions is found in more than one of the inventions, unity of invention is lacking.

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	G 0 1 N 27/62	G
	G 0 1 N 27/62	C

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

F ターム(参考) 2G043 AA01 BA02 BA03 BA05 BA07 CA01 DA05 EA08 HA01 HA02
 HA09 JA03 JA04 KA02 KA03 KA09 LA02
 2G059 AA01 BB01 CC03 EE01 FF09 GG01 GG07 HH02 HH03 JJ03
 JJ05 JJ11 JJ13 JJ22 JJ24 KK02