

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3636982号
(P3636982)

(45) 発行日 平成17年4月6日(2005.4.6)

(24) 登録日 平成17年1月14日(2005.1.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B O 1 J 19/08

B O 1 J 19/08

E

C O 1 D 1/04

C O 1 D 1/04

B

H O 1 J 49/06

H O 1 J 49/06

H O 5 H 1/00

H O 5 H 1/00

Z

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-314913 (P2000-314913)
 (22) 出願日 平成12年10月16日(2000.10.16)
 (65) 公開番号 特開2001-179082 (P2001-179082A)
 (43) 公開日 平成13年7月3日(2001.7.3)
 審査請求日 平成14年2月8日(2002.2.8)
 (31) 優先権主張番号 440547
 (32) 優先日 平成11年11月15日(1999.11.15)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 599041961
 アルキメデス テクノロジー グループ、
 インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国カリフォルニア州サンジェ
 ゴ、オバーリン ドライブ 5405、セ
 カンド フロア
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100094673
 弁理士 林 拓三
 (74) 代理人 100107467
 弁理士 員見 正文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 収集カップおよび収集方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマから粒子を収集するためのカップであって、

1つの軸を定義するように構成された壁であって、第1の開いた端と第2の開いた端とを有する前記壁、

前記壁の前記第2端を覆うゲッタ板、および

複数のバッフルであって、前記壁の前記第1端に位置し、前記軸上に中心を有し、前記壁、前記バッフル、および前記ゲッタ板の間に閉じた空間を構成しており、前記バッフルは互いの間に前記閉じた空間への少なくとも1つの通路を形成するように間隔を置いて互いに配置されており、前記バッフルによってプラズマの粒子が前記通路および前記閉じた空間を通り抜ける間に中性化および冷却されることによって前記ゲッタ板上に収集されるようにする前記複数のバッフル、を含むカップ。

【請求項 2】

請求項1記載のカップであって、更に、

前記ゲッタ板の少なくとも一部分を選択的に約200以下の温度に冷却して、水素(H₂)、酸素(O₂)、およびナトリウム(Na)をその上で結合させるための手段、および

前記板の少なくとも一部分を選択的に約350の温度に加熱して、前記ゲッタ板上で水酸化ナトリウム(NaOH)として結合した酸素、水素、およびナトリウムを溶融させ

10

20

るための手段、
を含むカップ。

【請求項 3】

請求項 2 記載のカップであって、更に、

過剰のナトリウムと結合して水酸化ナトリウムを生成するための付加的な酸素を選択的に加えるための手段、および

過剰の酸素と結合して水酸化ナトリウムを生成するための付加的なナトリウムを選択的に加えるための手段、
を含むカップ。

【請求項 4】

プラズマ・チェンバ中に本質的に平行な磁力線を有する本質的に均一な磁場を備えたプラズマ・チェンバから粒子を収集するためのカップであって、

前記プラズマ・チェンバと関連するように配置された複数のバッフルであって、前記複数のバッフルはプラズマ中の荷電粒子を前記複数のバッフルと衝突させて荷電粒子が電子と再結合して原子を形成するように導く前記磁力線と交差するように配置されており、前記複数のバッフルは再結合した原子を前記プラズマ・チェンバから脱出させるための少なくとも 1 つの通路を有している前記複数のバッフル、および

ゲッタ板であって、前記ゲッタ板は前記複数のバッフルに対して相対的に冷却され、それから距離を置いて配置されることによってそれらの間に閉じた空間を構成しており、かつ前記ゲッタ板は前記通路を通して前記閉じた空間へ入ってくる再結合原子を受け取ってそれらの間で分子を形成するように配置されており、かつ前記ゲッタ板はそれらの分子を保留しておいて後に収集する前記ゲッタ板、
を含むカップ。

【請求項 5】

プラズマ・チェンバから粒子を収集するための方法であって、

前記プラズマ・チェンバと関連するように、そしてプラズマ中の荷電粒子と衝突してそれらが電子と再結合して原子を生成するように複数のバッフルを配置する工程であって、再結合した原子が前記プラズマ・チェンバから脱出できるよう少なくとも 1 つの通路を有する前記複数のバッフルを配置する前記工程、および

ゲッタ板を配置する工程であって、前記ゲッタ板は前記複数のバッフルから距離を置いてそれらの間に閉じた空間を構成するように配置されており、また前記通路を通して前記閉じた空間へ流入する再結合原子を受け取って前記再結合原子との間で分子を形成するように配置された前記ゲッタ板を配置する前記工程、および

前記ゲッタ板上に前記分子を保留しておいて後に収集する工程、
を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にプラズマ・マス・フィルタから出る荷電粒子を収集するための装置に関する。更に詳細には、本発明はプラズマ・マス・フィルタへ接続可能な、フィルタから出る比較的軽い粒子を集めて除去するための装置に関する。本発明は、まず粒子を凝縮させ、次に凝縮した粒子を互いに結合させて固体または液体物質をつくり、その後、フィルタからそれらを除去することによってプラズマ・マス・フィルタから出る軽い粒子を集めて除去するために有用であるが、これだけに限定されない。

【0002】

【従来の技術】

重い粒子から軽い粒子を分離するように設計されたプラズマ・マス・フィルタの一般的な動作原理は、“プラズマ・マス・フィルタ (Plasma Mass Filter)” と題する、本発明と同じ譲受人に譲渡された、1998 年 11 月 16 日付けの同時係属出願の米国特許出願第 09/192,945 号に記述されている。要約すれば、プラズマ・マス・フィルタには

10

20

30

40

50

中空のチェンバを取り囲む円筒壁が含まれる。その壁の周囲に磁石が取り付けられ、チェンバの縦軸方向に本質的に平行な磁場を発生するようになっている。また、チェンバ内部には磁場に対して本質的に垂直な方向に電場も生成される。重要なことは、プラズマ・フィルタの動作において、通常はゼロ電位にある壁に対して、軸上の電場が正になるような電場である点である。多くの元素を含むプラズマがチェンバに注入されると、そのプラズマは交差する磁場および電場と相互作用して、その結果、プラズマは全体としてチェンバの回りに回転するように動く。

【0003】

上で引用した同時係属出願の“プラズマ・マス・フィルタ”に開示されたように、フィルタ内部のプラズマ密度は、フィルタ内部での粒子衝突を回避するために低く保たれる。詳細には、プラズマ密度は各粒子のサイクロトロン周波数(Ω)と粒子の衝突周波数(ν)との比が1を超える($\Omega/\nu > 1$)ように制御される。具体的には、交差する磁場および電場に応答して、多くの元素を含むプラズマ中の各々のイオン化した粒子または荷電粒子は磁力線に本質的に垂直な面内で円形の軌道上を運動するであろう。この軌道の大きさ、すなわち軌道半径は、運動する粒子の質量と電荷との比に依存する。すなわち、重い粒子は非常に大きい軌道上を運動するので、重い粒子がチェンバを取り巻く壁に衝突してそこに捕獲されるようにプラズマ・マス・フィルタは設計される。他方、軽い粒子はチェンバの半径よりも小さい軌道を運動するので、チェンバ内部に留まってチェンバに衝突することがない。このように軌道運動する軽い粒子は磁力線の方にドリフトして行き、最後には円筒の一端からチェンバを出て行く。本発明の装置は1つの収集カップであり、プラズマ・マス・フィルタから出る軽い粒子を集めて除去するように設計される。

【0004】

【発明の解決しようとする課題】

以上のことに照らして、本発明の1つの目的は、プラズマ・マス・フィルタと流体的に交流して、フィルタから出る軽い粒子を集めて除去するための収集カップを提供することである。本発明の別の1つの目的は、収集面に堆積した物質を効率的に除去できる特徴を備えた収集カップを提供することである。本発明の更に別の1つの目的は、使用するのが簡単で、製造が比較的容易で、比較的成本効率の高い収集カップを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

プラズマ・マス・フィルタから出る軽い粒子を集めて除去するための収集カップは円筒壁を含んでいる。円筒形壁の一端は開いていて、円筒形のプラズマ・マス・フィルタ(上述)へ収集カップを取り付けられるようになっている。円筒形壁の他端、プラズマ・マス・フィルタとは反対の端はゲッタ板で塞がれている。ゲッタ板はゲッタ板表面の温度を制御するために用いる内部チャネルを有する。フィルタへつないだ場合、収集カップはカップの円筒の軸が一般にプラズマ・マス・フィルタ内に生成される磁力線と並行になるように向く。

【0006】

本発明に関して、複数の一般に円形で同心円のバッフルが互いに同心円状に配置されたバッフル・アセンブリが円筒壁に取り付けられる。そのように取り付けられるため、バッフル・アセンブリはカップの軸に垂直でゲッタ板に平行な1つの面内に揃うことになる。好適な実施の形態では、収集カップのバッフルはゲッタ板とプラズマ・マス・フィルタとの間に位置し、それによりゲッタ板、バッフル、および円筒壁によって取り囲まれる閉じた空間を作り出す。この構成において、収集カップは等価的にプラズマ・フィルタのチェンバの外側にくる。重要なことは、バッフルは内部冷却チャネルを含むことである。これらはバッフルの温度をプラズマの温度よりも低く保つために用いることができる。更に、バッフル相互の間にはバッフルの付近で形成された分子をバッフルのプラズマ・マス・フィルタ側から収集カップの閉じた空間へ通すための通路が形成される。

【0007】

収集カップをプラズマ・マス・フィルタに取り付けた場合、そしてフィルタを動作させ

10

20

30

40

50

た場合、軽いイオンと電子とはフィルタからドリフトして行き、冷却用バッフルに衝突する。バッフルと衝突すると、軽いイオンと電子は再結合して中性原子を形成する。中性原子がバッフル付近で冷却されると、それらはガス分子となって蒸発する。バッフルで生成したガスのうち、約半分のものが通路を通過して閉じた空間に入り、後に収集される。他方、バッフルで形成されたガス分子のうち、残りのものは再びプラズマ・フィルタに入ってイオンに再分解する。

【 0 0 0 8 】

収集カップの閉じた空間に入ると、それらのガス分子は温度制御されたゲッタ板の表面で凝縮する。ゲッタ板への凝縮の後で、凝縮した分子は互いに結合してより大きい分子を形成しよう。例えば、酸素、水素、およびナトリウムはゲッタ板の温度制御された表面に凝縮して、後に結合して水酸化ナトリウム分子を形成する。この例で、水酸化ナトリウムは固体として形成されよう。この固体を蓄積しておいて、ゲッタ板から定期的に液体として除去すればよい。液化はゲッタ板をその固体の溶融温度まで加熱することによって行われる。最後に、二次的な供給源から酸素やナトリウムを閉じた空間に追加導入することによって、ゲッタ板表面に残る任意の未反応の分子と結合させるようにしてもよい。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の新規な特徴および本発明自体の構造および動作両面について、添付図面と一緒に以下の詳細な説明を参照することによって最も良く理解できよう。図面において、同じ参照符号は同様な部品を指している。

【 0 0 1 0 】

20

【 発明の実施の形態 】

図 1 を参照すると、本発明に従う収集カップが 1 0 として示されている。図 1 に示すように、収集カップ 1 0 はプラズマ・マス・フィルタ 1 2 に取り付けられている。適当なプラズマ・マス・フィルタ 1 2 が、“プラズマ・マス・フィルタ (Plasma Mass Filter)” と題する、本発明と同じ譲受人に譲渡された 1 9 9 8 年 1 月 1 6 日付けの同時係属出願の米国特許出願第 0 9 / 1 9 2 , 9 4 5 号に開示されている。図 1 は濾過のためにプラズマ・マス・フィルタ 1 2 に流入する多くの元素を含むプラズマ 1 4 を示している。図示のように、多くの元素を含むプラズマ 1 4 は電子 1 6、軽いイオン 1 8、1 9 および重いイオン 2 0 を含んでいる。磁気コイル 2 2 a - c によってフィルタ 1 2 の内部に磁場が発生する。更に、図 2 に示されるリング状の電極 2 1 a - c のような電極によってフィルタ 1 2

30

【 0 0 1 1 】

フィルタ 1 2 内部の磁場および電場に応答して、重いイオン 2 0 は回転運動を始め、大きい軌道に沿って運動する。上述のように、重いイオン 2 0 はフィルタ 1 2 の内部壁 2 3 (図 2 参照) に衝突して、フィルタ 1 2 によって捕獲される。他方、軽いイオン 1 8、1 9 および電子 1 6 は重いイオン 2 0 と同じように印加された電磁場によって回転運動を始めるが、それらはフィルタ 1 2 内部に収まる軌道上を運動する。したがって軽いイオン 1 8、1 9 および電子 1 6 はフィルタ 1 2 によって捕獲されず、それらはフィルタ 1 2 中をドリフトして収集カップ 1 0 の方向へ向かう。

【 0 0 1 2 】

40

図 2 に示されるように、収集カップ 1 0 は縦軸 2 6 を定義する円筒壁 2 4 を含む。円筒壁の一端にはゲッタ板 2 8 が取り付けられている。ゲッタ板 2 8 の温度を所望の値に保つための内部冷却チャネル 3 0 が設けられている。更に、ゲッタ板 2 8 はアース線 3 2 によってアースされよう。本発明の好適な実施の形態では、複数のバッフル 3 4 が互いに組み合わせられ、それによって構成されるバッフル・アセンブリが円筒壁 2 4 の内面 3 6 に取り付けられる。重要なことは、バッフル 3 4 は複数の中空の先端を切断した円錐状の板で構成されることである。バッフル 3 4 は互いに距離を隔てて、隣接するバッフル 3 4 との間に複数の通路 3 8 を形成している。好適な実施の形態では、バッフル 3 4 はすべて円筒壁 2 4 の軸 2 6 を中心として同心円状に配置している。本発明の目的のためには、バッフル 3 4 は任意の高温材料、例えばインコネル (INCONEL : 登録商標) でできており、

50

セラミックをコートしてもよい。更に、バッフル 3 4 は内部に冷却チャネル 4 0 を備えるように形成される。図 2 は例示的に中空で先端を切断した 3 個の円錐状バッフル 3 4 を互いに組み合わせて収集カップ 1 0 の円筒壁 2 4 に取り付けたものを示している。

【 0 0 1 3 】

図 2 に示すように、各円錐状のバッフル 3 4 には大きな端 4 2 と小さい端 4 4 とがある。各端 4 2、4 4 は縦軸 2 6 に垂直な面内で円形をしている。重要なことは、任意のバッフル 3 4 の大きい端 4 2 の直径が、任意の隣接バッフル 3 4 の小さい端 4 4 の直径よりも大きいことである。こうすると、1 つの例外を除いて、縦軸 2 6 に平行な経路を移動するイオン 1 8 は少なくとも 1 つの円錐状バッフル 3 4 と衝突するであろう。図 2 に示すように、この例外は中心バッフル 3 4 a の小さい端 4 4 の直径内で発生する。したがって、縦軸 2 6 に並行に移動するすべてのイオン 1 8 がフィルタ 1 2 から出るのに少なくとも 1 回の衝突を経験することを確認するために、図 2 に示すように、中心バッフル 3 4 a の小さい端 4 4 付近のバッフル 3 4 上に阻止板 4 6 が設けられる。

【 0 0 1 4 】

好適な実施の形態では、複数のバッフル 3 4 は、円筒壁 2 4 の内面 3 6 に取り付けられ、収集カップの縦軸 2 6 に垂直でゲッタ板 2 8 に平行な面内に位置する。更に、バッフル 3 4 はゲッタ板 2 8 とプラズマ・マス・フィルタ 1 2 との間に位置して、これによってゲッタ板 2 8、バッフル 3 4、および円筒壁 2 4 で定義される閉じた空間 4 8 を作り出す。重要なことは、バッフル 3 4 相互の間に形成される通路 3 8 は閉じた空間 4 8 とプラズマ・マス・フィルタ 1 2 との間に流体的な交流を提供することである。好適な実施の形態では、バッフル 3 4 と一体化した複数のリング状電極 2 1 a - c が形成されて、プラズマ・マス・フィルタ 1 2 に対して必要な電場を提供するようになっている。

【 0 0 1 5 】

図 2 に示すように、磁気コイル 2 2 がプラズマ・マス・フィルタ 1 2 中に磁力線 5 0 を生成する。それらは円筒壁 2 4 の縦軸 2 6 に並行に並ぶ。重要なことは、軽いイオン 1 8、1 9 および電子 1 6 はプラズマ・マス・フィルタ 1 2 から磁力線 5 0 に沿って収集カップ 1 0 へドリフトすることである。イオン 1 8、1 9 および電子 1 6 はプラズマ・マス・フィルタ 1 2 から収集カップ 1 0 へ向かってドリフトし、それらはまず最初に、バッフル 3 4 か、阻止板 4 6 のいずれかに衝突する。

【 0 0 1 6 】

バッフル 3 4 または阻止板 4 6 との衝突が起こると、イオン 1 8、1 9 および電子 1 6 は再結合して中性原子 5 2 を形成する。更に、バッフル 3 4 付近に生成した中性原子 5 2 同士が結合してガス分子 5 4 を形成しよう。例えば、イオン 1 8 はプラズマ・マス・フィルタ 1 2 から出る水素イオンかもしれない。内部冷却バッフル 3 4 との衝突によって水素イオンは電子 1 6 と再結合して水素原子を形成しよう。再結合によって放出される熱はバッフル 3 4 で散逸する。その後、水素原子はバッフル 3 4 近傍で別の水素原子と結合して水素ガス分子 (H_2) を形成しよう。ガス分子 5 4 の形成によって放出される熱はこれもバッフル 3 4 で散逸する。バッフル 3 4 近傍で生成するガス分子 5 4 の約半分が通路 3 8 を通って収集カップ 1 0 の閉じた空間 4 8 に入る。バッフル 3 4 近傍で生成したガス分子の残りのものは再びプラズマ中に入って、イオン 1 8、1 9 および電子 1 6 に再分解する。

【 0 0 1 7 】

バッフル 3 4 ではその他の反応も起こり得る。例えば、シリコンのような軽いイオン 1 9 がバッフル 3 4 の表面で酸素と結合して、バッフル 3 4 上に固体のシリコン酸化物を形成する。このため、バッフル 3 4 は定期的に清掃する必要がある。

【 0 0 1 8 】

一旦閉じた空間 4 8 に入ると、ガス分子 5 4 は温度制御されたゲッタ板 2 8 表面へ凝縮できる。凝縮のために必要なゲッタ板 2 8 の温度は、閉じた空間 4 8 中のガス密度が確認された後で決めることができる。ガス密度の決定に際して、閉じた空間 4 8 のガス分子 5 4 の密度がプラズマ・マス・フィルタ 1 2 中のプラズマ密度に比例することが分かっている

10

20

30

40

50

。上で引用した“プラズマ・マス・フィルタ”と題する同時係属出願の中で開示されたように、フィルタ１２内部での粒子の衝突を回避するために、フィルタ１２内のプラズマ１４密度は低く保たれている。詳細には、各粒子のサイクロトロン周波数（ Ω ）と粒子の衝突周波数（ ν ）との比が１を超える（ $\Omega/\nu > 1$ ）ようにプラズマ密度が制御される。フィルタ１２内部がこのような低密度のプラズマの場合には、閉じた空間４８のガス密度は約１mtorrになろう。閉じた空間４８のガス分子５４密度が分かれば、凝縮を起こすために必要なゲッタ板の温度を決めることができる。例えば、圧力１mtorrのナトリウム蒸気圧は約２００以下の温度にあるゲッタ板２８の表面で凝縮を起こす。

【００１９】

好適な実施の形態では、内部冷却チャネル３０はゲッタ板２８の温度を、閉じた空間４８中でガス分子５４が凝縮する温度以下に制御するために用いられる。ガス分子５４がゲッタ板２８上で凝縮すると、凝縮した分子５６はゲッタ板２８上で互いに結合してより大きい分子を形成しよう。例えば、酸素、水素、およびナトリウムの蒸気はゲッタ板２８の温度制御された表面で凝縮して、その後結合して水酸化ナトリウム分子を形成する。前記の例では、水酸化ナトリウムはゲッタ板２８の表面へ固体として堆積しよう。

【００２０】

堆積物をゲッタ板２８上に蓄積しておいて、定期的に、ゲッタ板２８を堆積物の熔融温度に加熱することによってこの固体を液化してゲッタ板２８表面から除去することができる。水酸化ナトリウム堆積物については、水酸化ナトリウムを液体として除去するために、ゲッタ板２８は約３５０の温度に加熱される。図３に示すように、ゲッタ板２８をいくつかの部分に分けることができる。図３は２つの部分６０および６２を示している。本発明の目的に対しては、ゲッタ板２８を２つの部分６０および６２に分割することによって、１つの部分を凝縮板として使用し、他方の部分は、蓄積した固体を加熱して液化して除去するために使用することができる。

【００２１】

図２に示すように、二次的な供給源から酸素またはナトリウムを閉じた空間４８に追加供給して、ゲッタ板２８表面上に残っている任意の未反応分子と結合させることもできる。例えば、プラズマからゲッタ板２８上へ凝縮した各酸素分子は水酸化ナトリウムを形成するためには、化学量論的に適正なナトリウムを必要とする。化学量論的に必要な量のナトリウムがプラズマから入手できない場合には、それを補助的な供給源から閉じた空間４８に追加することができ、それによって凝縮した酸素のすべてが水酸化ナトリウムに完全に反応することができる。

【００２２】

ここに詳細に示し、開示した特別な収集カップは目的を完全に達成できるものであり、先に述べた特徴を発揮するものであるが、これは本発明の好適な実施の形態の単なる例示であって、特許請求の範囲に述べられたこと以上に、ここに示した構成または設計の詳細を限定する意図のものではない。

【図面の簡単な説明】

【図１】プラズマ・マス・フィルタと組み合わせた収集カップの鳥瞰図。

【図２】図１の矢印２－２の方向から見た、プラズマ・マス・フィルタの一部および収集カップの断面立面図。

【図３】図１の矢印３－３の方向から見た、ゲッタ板およびその一部分を示す収集カップの正面図。

【符号の説明】

- １０ 収集カップ
- １２ プラズマ・マス・フィルタ
- １４ プラズマ
- １６ 電極
- １８，１９ 軽いイオン
- ２０ 重いイオン

10

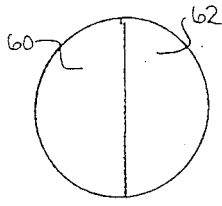
20

30

40

50

【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 チヒロ オーカワ

アメリカ合衆国 カリフォルニア、ラジョラ、 ラジョラ ファームズ ロード 9 5 1 5

審査官 豊永 茂弘

(56)参考文献 特開昭63-11890(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B01J 19/08

H05H 1/00-1/52