

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5099551号
(P5099551)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 1/22 (2006.01)	GO 1 N 1/22 G
GO 1 N 27/60 (2006.01)	GO 1 N 27/60 C
GO 1 N 1/02 (2006.01)	GO 1 N 1/02 D
GO 1 N 15/02 (2006.01)	GO 1 N 1/02 K
GO 1 N 27/64 (2006.01)	GO 1 N 15/02 F

請求項の数 7 (全 10 頁) 最終頁に続く

<p>(21) 出願番号 特願2008-69656 (P2008-69656)</p> <p>(22) 出願日 平成20年3月18日(2008.3.18)</p> <p>(65) 公開番号 特開2009-222660 (P2009-222660A)</p> <p>(43) 公開日 平成21年10月1日(2009.10.1)</p> <p>審査請求日 平成22年5月20日(2010.5.20)</p> <p>(出願人による申告)平成17年度、環境省、大気中ナノ粒子の多元素・多成分同時計測技術を用いた環境評価技術の開発委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000173809 一般財団法人電力中央研究所 東京都千代田区大手町1丁目6番1号</p> <p>(73) 特許権者 000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号</p> <p>(73) 特許権者 501273886 独立行政法人国立環境研究所 茨城県つくば市小野川16-2</p> <p>(74) 代理人 100089118 弁理士 酒井 宏明</p> <p>(72) 発明者 出口 祥啓 横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社 先進技術研究センター内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 ナノ粒子成分計測装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、
計測ガス中のナノ粒子成分を分級する静電分級器と、
前記静電分級器により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部と、
前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する計測装置とを具備してなると共に、
前記帯電粒子濃縮部が、
細い径筒と太い径筒とからなる外筒と、
前記太い径筒の内部に設けた内筒と、
前記外筒の細い径筒の内部に配され、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する第1の電極と、
前記内筒の細い径筒の外部に配され、前記第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場よりも高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極24とからなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置。

【請求項2】

排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、
計測ガス中のナノ粒子成分を分級する静電分級器と、
前記静電分級器により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部と、
前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する計測装置とを具備してなると共に、
前記帯電粒子濃縮部が、

細い導入口を有する外筒と、
該外筒の内部に設けた内筒と、
前記外筒の内部に配され、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する第1の電極と、
前記内筒の入口近傍外周に設けられ、前記第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場よりも高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極とからなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置。

【請求項3】

排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、
計測ガス中のナノ粒子成分を分級する静電分級器と、
前記静電分級器により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部と、
前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する計測装置とを具備してなると共に、
前記帯電粒子濃縮部が、
外筒と、
該外筒の内部に設けた内筒と、
前記内筒の入口内部に配され、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する網状の第1の電極と、
前記内筒の入口近傍外周に設けられ、前記第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場よりも高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極とからなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置。

10

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか一つにおいて、
 前記帯電粒子濃縮部の後流側に、1nm以上のナノ粒子を捕集するフィルタと、該フィルタを加熱する加熱装置とを有することを特徴とするナノ粒子成分計測装置。

20

【請求項5】

請求項4において、
 前記フィルタが2以上並列して設けられ、流路を切替えてナノ粒子を連続して計測してなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置。

【請求項6】

請求項5において、
 前記並列したフィルタを迂回する流路を有し、リアルタイムでナノ粒子を連続して計測してなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置。

30

【請求項7】

請求項4乃至6のいずれか一つのナノ粒子成分計測装置を用いて、排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測方法であって、
前記帯電粒子濃縮部において、排ガス中のガス成分を相対的に減少させつつナノ粒子を濃縮し、
濃縮したナノ粒子を前記フィルタにより捕集すると共に、捕集したナノ粒子を加熱して気化させ、前記計測装置でナノ粒子の成分を計測することを特徴とするナノ粒子成分計測方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば車両から排出される排ガス中のナノ単位の微量成分を計測するナノ粒子成分計測装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、大気汚染の問題は計測技術の進展により、複雑なメカニズムが徐々に明らかとなってきている。例えば、分析技術では有害大気汚染物質を代表とする微量化学物質の分析が可能となり、シミュレーションを用いた大気中拡散や光化学反応などのメカニズム解明に貢献している。これらの結果として、大気汚染が様々な化学物質である一次汚染物質と

50

共に、光化学反応を介した二次汚染物質、二次粒子として拡散していることが判明してきている。

【0003】

また、これらの既存の大気汚染に加え、粒子状物質の中で、50nm以下のナノ単位の極めて微小な粒子（以下、「ナノ粒子」という）が計測可能となっており、ナノ粒子による環境問題や健康障害も懸念されている。

【0004】

上記環境汚染対策としてPRTTR（Pollutant Release and Transfer Register：環境汚染物質排出移動登録制度）制度などがあるが、全体像の把握や将来に懸念される新たな環境汚染などの抑制には、さらなる排出原因・メカニズムの特定が不可欠である。

10

【0005】

しかしながら、微量成分の分析が困難なこともあり、全体像の解明には至っていないのが現状である。特に、大気汚染に関しては、その形態変化を捕らえることが難しく、極微量環境物質の直接・多元素・多成分が同時計測出来る分析技術が切望されている。また、将来のナノテクノロジー産業などにより生成される粒子サイズレベルの環境汚染も懸念されており、極微量環境物質の直接・多元素・多成分計測技術は、国民の安全、安心を確保するためのキー技術となっている。

【0006】

ところで、近年の化学成分組成計測では、計測対象を構成する全体の成分分布を把握すると共に、重要な計測化学種に対し、高感度な分析が求められている。

20

これは、計測対象を構成する成分に関して「平均的な分析感度」と特定な成分に対する「選択的な分析感度」の互いに矛盾する分析特性を求めることになり、従来の分析手法では、達成できなかった課題である。また、元素組成分析では、計測対象を元素レベルに分解・計測する必要があるが、化学成分組成計測との両立は困難であった。そのため、多元素・多成分を計測するためには、GC-MS（Gas Chromatography-Mass Spectrometry）、ICP-MS（Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry）、蛍光X線分析などの複数の分析手法を用いる必要があるが、前処理などを含め、多大な分析コスト、分析時間を必要としていた。

【0007】

そこで、排ガス中のナノ粒子の化学成分をレーザーイオン化することにより測定する方法の提案がある（特許文献1）。

30

【0008】

この特許文献1にかかる排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置の一例を図11に示す。

図11に示すように、ナノ粒子成分計測装置100は、計測ガス101中のナノ粒子成分を分級する静電分級器102と、前記静電分級器102により分級したナノ粒子の粒子数を計測する粒子数計測装置103と、分級したナノ粒子を加熱するヒータ105と加熱されたナノ粒子をレーザーイオン化するレーザ装置107を備えたレーザーイオン化飛行時間型質量分析装置（質量分析装置）106とを具備するものであり、例えばディーゼルエンジンから排出されるナノ粒子を分級し、多環芳香族炭化水素（PAH）を高感度で計測するようにしている。

40

【0009】

【特許文献1】特開2004-219250号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

そこで、分析コストの低減及び微量成分のリアルタイム計測ができると共に、ナノ粒子組成が精度良く且つ高感度に計測できるナノ粒子成分計測装置の出現が切望されている。

【0011】

本発明は、前記問題に鑑み、ナノ粒子組成が精度良く且つ高感度に計測できるナノ粒子

50

成分計測装置及び方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述した課題を解決するための本発明の第1の発明は、排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、計測ガス中のナノ粒子成分を分級する静電分級器と、前記静電分級器により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部と、前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する計測装置とを具備してなると共に、前記帯電粒子濃縮部が、細い径筒と太い径筒とからなる外筒と、前記太い径筒の内部に設けた内筒と、前記外筒の細い径筒の内部に配され、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する第1の電極と、前記内筒の細い径筒の外部に配され、前記第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場より高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極とからなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置にある。

10

【0013】

第2の発明は、排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、計測ガス中のナノ粒子成分を分級する静電分級器と、前記静電分級器により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部と、前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する計測装置とを具備してなると共に、前記帯電粒子濃縮部が、細い導入口を有する外筒と、該外筒の内部に設けた内筒と、前記外筒の内部に配され、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する第1の電極と、前記内筒の入口近傍外周に設けられ、前記第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場より高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極とからなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置にある。

20

【0014】

第3の発明は、排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、計測ガス中のナノ粒子成分を分級する静電分級器と、前記静電分級器により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部と、前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する計測装置とを具備してなると共に、前記帯電粒子濃縮部が、外筒と、該外筒の内部に設けた内筒と、前記内筒の入口内部に配され、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する網状の第1の電極と、前記内筒の入口近傍外周に設けられ、前記第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場より高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極とからなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置にある。

30

【0015】

第4の発明は、第1乃至3のいずれか一つの発明において、前記帯電粒子濃縮部の後流側に、1nm以上のナノ粒子を捕集するフィルタと、該フィルタを加熱する加熱装置とを有することを特徴とするナノ粒子成分計測装置にある。

【0016】

第5の発明は、第4の発明において、前記フィルタが2以上並列して設けられ、流路を切替つつナノ粒子を連続して計測してなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置にある。

【0017】

第6の発明は、第5の発明において、前記並列したフィルタを迂回する流路を有し、リアルタイムでナノ粒子を連続して計測してなることを特徴とするナノ粒子成分計測装置にある。

40

【0018】

第7の発明は、第4乃至6のいずれか一つのナノ粒子成分計測装置を用いて、排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測方法であって、前記帯電粒子濃縮部において、排ガス中のガス成分を相対的に減少させつつナノ粒子を濃縮し、濃縮したナノ粒子を前記フィルタにより捕集すると共に、捕集したナノ粒子を加熱して気化させ、前記計測装置でナノ粒子の成分を計測することを特徴とするナノ粒子成分計測方法にある。

【発明の効果】

【0019】

50

本発明によれば、ナノ粒子を濃縮して計測することとなるので、ナノ粒子組成が精度良く且つ高感度に計測できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

【実施例1】

【0021】

本発明による本実施例に係るナノ粒子成分計測装置について、図面を参照して説明する

10

。図1は、実施例に係るナノ粒子成分計測装置図である。図2は帯電粒子濃縮部の概略図である。図1及び図2に示すように、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置10Aは、計測ガス11である排ガス中のナノ粒子を計測するナノ粒子成分計測装置であって、計測ガス11中のナノ粒子成分を分級する静電分級器12と、前記静電分級器12により帯電したナノ粒子を濃縮する帯電粒子濃縮部14(14-1~14-3)と、前記濃縮したナノ粒子の成分を計測する質量分析装置16とを具備してなり、前記帯電粒子濃縮部14が、前記ナノ粒子に第1の電場を形成する第1の電極22と、第1の電場により集中したナノ粒子をさらに濃縮する第1の電場よりも高い電圧の第2の電場を形成する第2の電極24とを具備してなるものである。

20

なお、図1中、符号13はナノ粒子の粒子数を計測する粒子数計測装置である。

【0022】

図2に示すように、本実施例の第1の帯電粒子濃縮部14-1は、細い径筒21-1と太い径筒21-2とからなる外筒21と、太い径筒21-2の内部に設けた内筒23とからなり、外筒21の細い径筒21-1の内部に配された第1の電極22と、内筒23の細い径筒23-1の外部に配された第2の電極24とを具備するものである。

【0023】

ここで、外筒21の細い径筒21-1は直径が10mm程度であり、内筒23の細い径筒23-1は直径が1mm程度である。

そして、第1の電極22に500V程度の電圧をかけると共に第2の電極24に1KV程度の電圧をかけることにより、静電分級器12で帯電したナノ粒子が内部の電場により中央部に集中し、濃縮物25として濃縮することとなる。本実施例の濃縮率は約100倍程度となる。

30

【0024】

このように、静電分級器12で分級したナノ粒子を質量分析装置16の真空チャンバに導入し、レーザ装置17からレーザ光を照射することで、ナノ粒子成分をイオン化し、質量分析するに際し、前記静電分級器12から取り出されるナノ粒子が帯電していることを利用して、静電分級器12の後流側に帯電粒子濃縮部14を設けることにより、濃縮率を100倍程度とすることができ、装置の検出感度の向上を図るようにしている。

【0025】

40

また、図3に他の帯電粒子濃縮部の一例を示す。図3に示すように、本実施例の第2の帯電粒子濃縮部14-2は、細い導入口21aを有する外筒21と、該外筒21の内部に設けた内筒23とからなり、外筒21の内部に配された第1の電極22と、内筒23の入口近傍外周に設けた第2の電極24とを具備するものである。

本実施例では、導入するナノ粒子を含んだガスが細い導入口21aから導入されるので、濃縮物25が拡がることなく、そのまま内筒23に導入され、濃縮が効率よく行われる。

【0026】

また、図4に他の帯電粒子濃縮部の一例を示す。図4に示すように、本実施例の第3の帯電粒子濃縮部14-3は、外筒21と、該外筒21の内部に設けた内筒23とからなり

50

、前記内筒 2 3 の入口内部に配された網状の第 1 の電極 2 2 と、内筒 2 3 の入口近傍外周に設けた第 2 の電極 2 4 とを具備するものである。

本実施例では、導入するナノ粒子を含んだガスが外筒の入口から導入されるが、内筒 2 3 内部に設けた第 1 の電極 2 2 で電界分布が高くなるので、近寄ることができず、外筒の壁面周囲に分けられ、次いで第 2 の電極 2 4 により濃縮が行われ、濃縮物 2 5 が外筒 2 1 の下端部に設けた濃縮管 2 6 から排出され、濃縮が効率よく行われる。

【 0 0 2 7 】

このように本発明によれば、帯電粒子濃縮部 1 4 (1 4 - 1 ~ 1 4 - 3) を設けることにより、ナノ粒子の濃縮が可能となり、感度の高い質量分析を行うことができる。

【 0 0 2 8 】

図 9 はそのナノ粒子の分析結果の一例を示し、図 1 0 はその部分拡大図である。

図 9 及び図 1 0 に示すように、フルオレン (分子数 : 1 6 6 . 2) 、アントラセン (分子数 : 1 7 8 . 2) 、ベンゾ (a) ピレン (分子数 : 2 5 2 . 3) 、ベンゾ (e) ピレン (分子数 : 2 5 2 . 3) 、ベンゾ (k) フルオランテン (分子数 : 2 5 2 . 3) 、ベンゾ (g h i) ペリレン (分子数 : 2 7 6 . 3) 等の多環芳香族炭化水素 (P A H) を高感度で計測することができることが判明した。

【 0 0 2 9 】

このように、ナノサイズのナノ粒子は微量である他、質量分析部での成分のガス化が完全に行なわれない場合もあり、従来の装置では高感度計測が困難であったが、静電分級器から取り出される粒子が帯電していることを利用し、静電分級器後方に帯電粒子濃縮部 1 4 の濃縮機構を設けるようにしているので、計測感度の向上を図ることができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 3 0 】

本発明による実施例に係るナノ粒子成分計測装置について、図面を参照して説明する。

図 5 は、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置図である。図 5 に示すように、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置 1 0 B は、図 1 の計測装置 1 0 A において、帯電粒子濃縮部 1 4 の後流側に、1 nm 以上のナノ粒子を捕集するフィルタ 3 1 と、該フィルタ 3 1 を加熱する加熱装置であるヒータ 1 5 とを設けるようにしている。

【 0 0 3 1 】

図 6 はフィルタ 3 1 の概略図である。フィルタはメッシュ状の 1 nm 以上のナノ粒子を捕集可能なステンレス製としている。

【 0 0 3 2 】

前記フィルタ 3 1 は、ガスを導入するに際し、ヒータ 1 5 で加熱することにより、ガス中のナノ粒子成分を完全に気化させて質量分析装置 1 6 内に導入するようにしている。

すなわち、従来ではナノ粒子の一部が完全に気化せずにそのまま質量分析装置 1 6 に導入する場合があります、計測が不完全であったものが、フィルタ 3 1 を通過するナノ粒子をヒータ 1 5 で加熱 (例えば 2 0 0) することで、完全に気化させることができ、ナノ粒子の全量の計測が可能となり、ナノ粒子計測の確実性が向上することとなる。

【 0 0 3 3 】

また、フィルタ 3 1 の他の使用方法としては、分級した計測ガスを常温で所定時間フィルタ 3 1 に流しつづけ (例えば 5 分程度) 、フィルタにナノ粒子成分を捕集した後にヒータで加熱 (例えば 2 0 0) して気化させることにより、捕集したナノ粒子を完全に気化させることができる。この結果、濃縮により濃度が増大すると共に、それを完全に気化させることでナノ粒子の計測感度が大幅に向上する。

【 0 0 3 4 】

このように、ナノサイズのナノ粒子は微量である他、質量分析部での成分のガス化が完全に行なわれない場合もあり、従来の装置では高感度計測が困難であったが、静電分級器から取り出される粒子が帯電していることを利用し、静電分級器後方に帯電粒子濃縮部 1 4 の濃縮機構を設けると共に、真空チャンバ導入前に 1 nm 以上の粒子を捕集可能なフィルタ 3 1 を設置し、完全に気化させるようにすることで質量分析装置 1 6 の検出感度の

10

20

30

40

50

向上を図ることができることとなる。

【実施例 3】

【0035】

本発明による実施例に係るナノ粒子成分計測装置について、図面を参照して説明する。

図7は、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置図である。図7に示すように、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置10Cは、図5の計測装置10Bにおいて、帯電粒子濃縮部14の後流側に、1nm以上のナノ粒子を捕集する複数のフィルタ31A、31B、31Cを並列して設け、該フィルタ31A～31Cを加熱する複数のヒータ15A～15Cを設けるようにしている。

【0036】

そして、各流路の切替弁30a～30hを切替えることで、連続しての計測が可能となる。

すなわち、まず、帯電粒子濃縮部14で濃縮されたナノ粒子を第1のフィルタ31Aで計測する場合には、切替弁30a、30b、30e及び30hを解放してガスを流し、その他の弁は閉じておく。そして、常温で5分計測ガスを第1フィルタ30Aに流し、その後加熱を5分を行い、分析する。次いで、第2のフィルタ31Bで計測するように切替弁を切替える。そして、計測が終了した第1のフィルタ31Aにはパーティクルガスにより洗浄して次ぎの計測に備える。第1～第3のフィルタ31A～31Cを順番に切替えることで例えば10～20分ごとの任意の範囲での連続した計測が可能となる。

【実施例 4】

【0037】

本発明による実施例に係るナノ粒子成分計測装置について、図面を参照して説明する。

図8は、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置図である。図8に示すように、本実施例に係るナノ粒子成分計測装置10Dは、図7の計測装置10Cにおいて、並列したフィルタ31A～31Cを迂回するヒータを有する迂回路32を設けたものであり、必要に応じて切替弁30i、30jを開いてリアルタイムでナノ粒子を連続して計測することとしている。

【0038】

図7のようなフィルタで所定時間捕集する場合には、時間遅れの計測となるが、現時点での排ガス濃度を常に計測しているような場合には、本実施例のような迂回路32を設けることで、簡易濃縮機能での計測とリアルタイムでの計測とを並行して行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【0039】

以上のように、本発明に係るナノ粒子成分計測装置は、分析コストの低減を図り、微量成分の感度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】実施例1に係るナノ粒子成分計測装置の概略図である。

【図2】帯電粒子濃縮部の概略図である。

【図3】他の帯電粒子濃縮部の概略図である。

【図4】他の帯電粒子濃縮部の概略図である。

【図5】実施例2に係るナノ粒子成分計測装置の概略図である。

【図6】フィルタの概略図である。

【図7】実施例3に係るナノ粒子成分計測装置の概略図である。

【図8】実施例4に係るナノ粒子成分計測装置の概略図である。

【図9】ナノ粒子の分析結果の一例の測定図である。

【図10】図9の部分拡大図である。

【図11】従来のナノ粒子成分計測装置の概略図である。

【符号の説明】

10

20

30

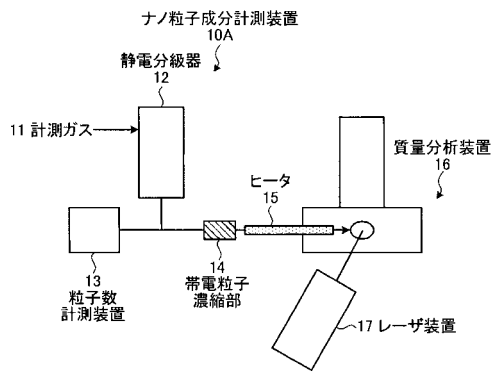
40

50

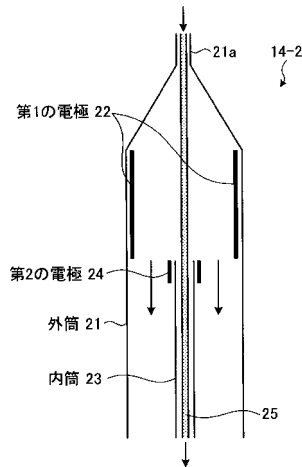
【 0 0 4 1 】

- 1 0 A ~ 1 0 C ナノ粒子成分計測装置
- 1 1 計測ガス
- 1 2 静電分級器
- 1 3 粒子数計測装置
- 1 4 (1 4 - 1 ~ 1 4 - 3) 帯電粒子濃縮部
- 1 5 ヒータ
- 1 6 質量分析装置
- 2 1 外筒
- 2 2 第 1 の電極
- 2 3 内筒
- 2 4 第 2 の電極
- 2 5 濃縮物

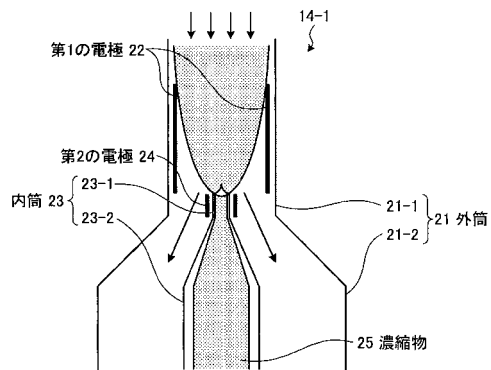
【 図 1 】



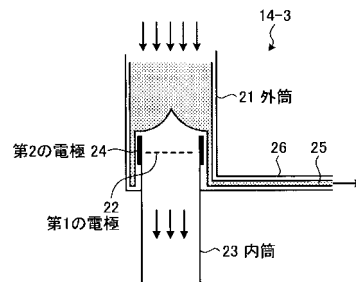
【 図 3 】



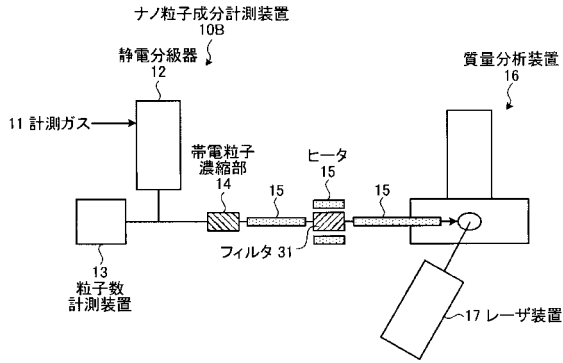
【 図 2 】



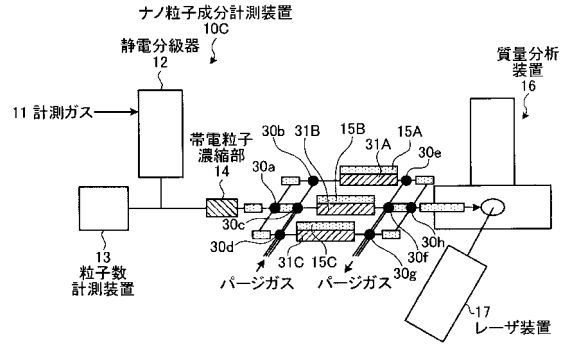
【 図 4 】



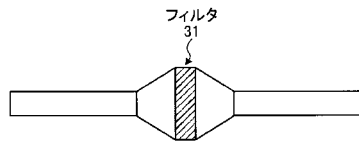
【図5】



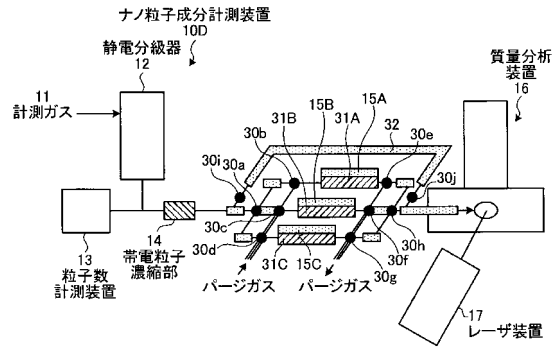
【図7】



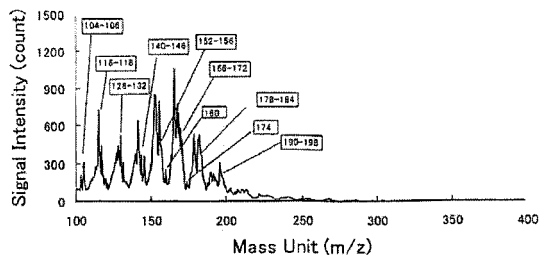
【図6】



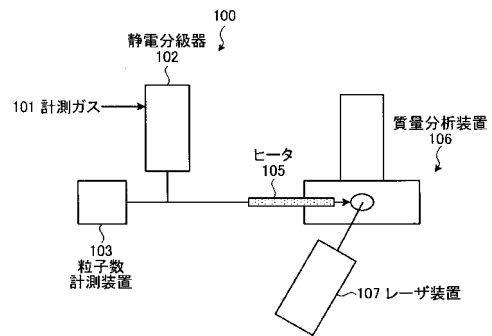
【図8】



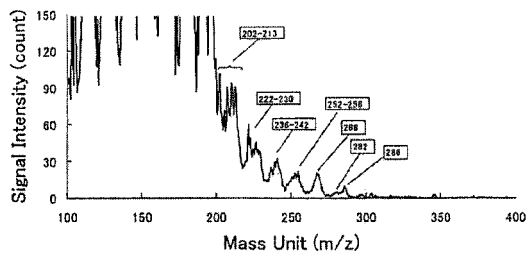
【図9】



【図11】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 G 0 1 N 27/62 (2006.01) G 0 1 N 27/64 B
 G 0 1 N 27/62 V
 G 0 1 N 27/62 K

- (72)発明者 田中 伸幸
 千葉県我孫子市我孫子1 6 4 6 財団法人電力中央研究所 環境科学研究所内
- (72)発明者 津崎 昌東
 千葉県我孫子市我孫子1 6 4 6 財団法人電力中央研究所 環境科学研究所内
- (72)発明者 田邊 潔
 茨城県つくば市小野川1 6 - 2 独立行政法人国立環境研究所内
- (72)発明者 小林 伸治
 茨城県つくば市小野川1 6 - 2 独立行政法人国立環境研究所内
- (72)発明者 伏見 暁洋
 茨城県つくば市小野川1 6 - 2 独立行政法人国立環境研究所内

審査官 土岐 和雅

- (56)参考文献 特開2 0 0 7 - 0 6 4 8 9 3 (J P , A)
 国際公開第2 0 0 3 / 0 4 1 1 1 5 (W O , A 1)
 特開2 0 0 7 - 2 4 8 1 1 4 (J P , A)
 特開2 0 0 4 - 2 1 9 2 5 0 (J P , A)
 特開2 0 0 4 - 0 7 7 1 7 6 (J P , A)
 特開2 0 0 5 - 0 2 4 4 0 9 (J P , A)
 特開2 0 0 2 - 3 6 7 5 5 9 (J P , A)
 特開2 0 0 6 - 3 0 8 3 7 0 (J P , A)
 特開平1 1 - 1 0 8 8 3 2 (J P , A)
 特開平0 9 - 2 8 8 0 5 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 N 1 / 0 0 ~ 1 / 4 4、1 5 / 0 0 ~ 1 5 / 1 4、2 7 / 6 0 ~ 2 7 / 7 0、H 0 1 J 4
 0 / 0 0 ~ 4 9 / 0 0、B 0 1 D 5 1 / 0 0
 J S T P l u s (J D r e a m I I)