

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)



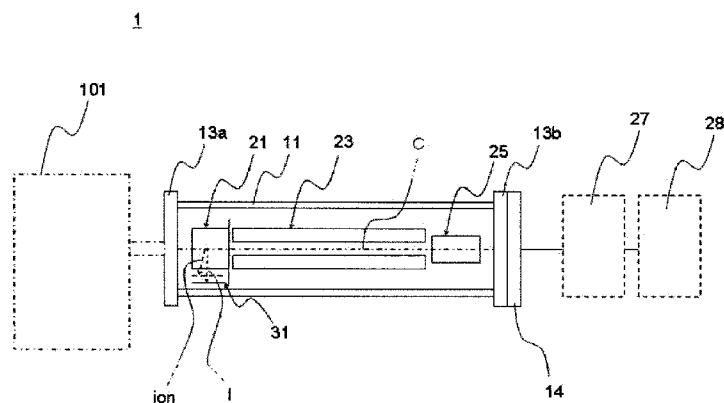
(10) 国際公開番号

WO 2014/103100 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01J 49/10 (2006.01) H01J 49/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004919
- (22) 国際出願日: 2013 年 8 月 20 日(20.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2012-284220 2012 年 12 月 27 日(27.12.2012) JP
- (71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社 (CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2-5-1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 中村 恵 (NAKAMURA, Megumi); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 杉山 正行 (SUGIYAMA, Masayuki); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 陳 雷 (CHEN, Lei); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 瀧澤 義幸 (TAKIZAWA, Yoshiyuki); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木 2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外 (OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-6-5 丸の内北口ビル 2 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IS, JP, KE, KG, 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, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MASS SPECTROSCOPE

(54) 発明の名称: 質量分析装置



(57) Abstract: The present invention is capable of measuring total pressure with good precision and performing high-precision mass spectroscopy using a simple structure. The purpose of the present invention is to provide a mass spectroscope. The mass spectroscope (1) according to an embodiment of the present invention has: a quadrupole (23) for selectively allowing ions of a gas being measured to pass through, among gas components to be measured, the gas components to be measured having been ionized using an ion source (21), and the gas being measured having a preset mass charge ratio; an ion detector (25) for detecting the ion current value based on the ions of the gas being measured, the gas being measured having passed through the quadrupole (23); a total-pressure measuring unit (31) for detecting optical current value based on vacuum ultraviolet light generated when the gas to be measured is ionized by the ion source (21); and a calculation unit (28) for calculating the partial pressure of the gas being measured, by using the optical current value and the ion current value.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/103100 A1

---

本発明は、単純な構造で精度良く全圧を測定し、高精度な質量分析を行うことができる。質量分析装置を提供することを目的とする。本発明の一実施形態に係る質量分析装置（１）は、イオン源（２１）でイオン化された被測定ガスの成分のうち、予め設定された質量電荷比を有する対象ガスのイオンを選択的に通過させる四重極（２３）と、四重極（２３）を通過した対象ガスのイオンに基づいたイオン電流値を検出するイオン検出器（２５）と、イオン源（２１）で被測定ガスがイオン化する際に生じる真空紫外光に基づいた光電流値を検出する全圧測定部（３１）と、光電流値及びイオン電流値を用いて対象ガスの分圧を算出する演算部（２８）とを有している。

## 明 細 書

発明の名称：質量分析装置

技術分野

[0001] 本発明は質量分析装置に関する。

背景技術

[0002] 質量分析装置を用いて  $1\text{ Pa}$  前後の圧力空間を測定する際、イオンが四重極を通過するときにガス分子と衝突し、そのイオンの進行方向が乱されることがある。平均自由行程が短い圧力条件のときにこの現象が現れやすい。

[0003] 圧力が約  $1\text{ E} - 2\text{ Pa}$  以下では四重極内でイオンが気体に衝突する確率は小さいのでイオン検出器にイオンが到達する効率の低下は無視できる。しかし、圧力が約  $1\text{ E} - 2\text{ Pa}$  以上ではイオン検出器にイオンが到達する効率の低下が無視できなくなる。そのため、圧力が約  $1\text{ E} - 2\text{ Pa}$  以上では、実際の分圧よりも低い圧力に相応するイオン電流値が検出されることになる。

[0004] 例えば、スパッタリングプロセスが行われる  $1\text{ Pa}$  の  $\text{Ar}$  ガスの平均自由行程は  $6.4\text{ mm}$  であり、四重極内のガス分子とイオンの衝突が生じやすい。すなわち、 $1\text{ Pa}$  前後の圧力のガス分析では、イオンが四重極を通過し難くなるためイオン検出器で検出されるイオン量が減衰してイオン源で発生したイオン量に比例しなくなり、圧力とイオン検出量との間のリニアリティが確保できなくなる。

[0005] そこで、質量分析の測定値を補正するために質量分析時に全圧を測定し、予め測定しておいた全圧とイオン検出量との相関曲線に照合することによって、イオン検出量を補正する装置が知られている。例えば、特許文献 1、2 に開示されている技術によれば、質量分析装置のイオン源で生成したイオンを質量分析部に通さずに測定して全圧を測定している。また、特許文献 3 に開示されている技術は、被測定ガスをイオン化する際にイオン化室で発生した真空紫外光を質量分析部の先に配置されたイオン検出器に照射し、その結果発生した光電子の検出値（特許文献 3 におけるピークが出現しない質量電

荷比に対応するイオン電流値に相当) から全圧を算出している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許第5 8 8 9 2 8 1 号明細書

特許文献2：米国特許第6 6 4 2 6 4 1 号明細書

特許文献3：特許第4 9 3 2 5 3 2 号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1、2の技術のように質量分析装置のイオン源で生成したイオンを質量分析部に通すことなく測定するためにはイオン源の構造が複雑になり部品点数が増え、コストが増加する問題があった。また、特許文献3の技術のように、イオン源で発生した真空紫外光を質量分析部の先に配置されたイオン検出器に照射して全圧を算出するには真空紫外光の量が充分でなければならない。ところが、イオン検出器に照射される真空紫外光は質量分析時にはノイズとなるため質量分析の精度を上げる観点からは真空紫外光は抑制すべきものであり、精度よく全圧を測定することが困難であるという問題があった。

[0008] 本発明は、上記問題を鑑みてなされたものであり、単純な構造で精度良く全圧を測定し、高精度な質量分析を行うことができる質量分析装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明の一態様に係る質量分析装置は、被測定ガスをイオン化するイオン化部と、前記イオン化部でイオン化された前記被測定ガスの成分のうち、予め設定された質量電荷比を有する対象ガスのイオンを選択的に通過させるフィルター部と、前記フィルター部を通過した前記対象ガスのイオンに基づいたイオン検出値を検出するイオン検出部と、前記イオン化部で前記被測定ガスがイオン化する際に生じる真空紫外光に基づいた光検出値を検出する光検

出部と、前記光検出値及び前記イオン検出値を用いて前記対象ガスの分圧を算出する演算部と、を有していることを特徴とする。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、比較的単純な構造の質量分析装置でありながら、精度の良い全圧測定および質量分析を行うことができる質量分析計を提供できる。また本発明によれば、比較的単純な構成であるため、メンテナンスコストや製造コストの上昇を抑えられる質量分析計を提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態に係る質量分析装置の構成概略図である。

[図2A]図1のイオン源を拡大した模式図である。

[図2B]図1のイオン源の断面図である。

[図3]本発明の実施形態に係る質量分析装置による分圧の測定方法を示すフローチャートである。

[図4]本発明の実施形態に係る質量分析装置で検出されたArイオンの補正前の検出イオン電流値と全圧の関係図である。

[図5]本発明の実施形態に係る質量分析装置による真空紫外光の検出光電流値と全圧との関係を示す模式図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して本願発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更して実施することができる。

[0013] 図1は質量分析装置の構成概略図、図2Aおよび図2Bは図1に示した質量分析装置のイオン源の部分を拡大した模式図である。質量分析装置1はニップル11の内側にイオン源（イオン化部）21、四重極（フィルター部）23、イオン検出器（イオン検出部）25、全圧測定部（光検出部）31の4つの主要構成要素が配置されて構成されている。ニップル11は両端にフランジ13a、13bが設けられた円筒状部材であり、ニップル11内部は真空排気可能に構成されている。ニップル11の2つのフランジ13a、1

3 bのうち、フランジ13 aは測定する被測定容器101に取り付けるための接続部である。測定時にはニップル11の内部は被測定容器101の内部と連通され、ニップル11内と被測定容器101内（測定空間）の気体（被測定ガス）は同一圧力、同一成分になる。フランジ13 bは後述するコントローラ27に取り付けられるベースフランジ14に接続されている。イオン検出器（イオン検出部）25と全圧測定部（光検出部）31はケーブルを介してニップル11の外部に配置されているコントローラ27に接続されている。

[0014] ベースフランジ14にはイオン検出器25が不図示の絶縁材料を介して固定されており、イオン検出器25のベースフランジ14に取付けられた端部と逆側には不図示の絶縁材料を介して四重極23が固定されている。さらに、四重極23のイオン検出器25が取り付けられた端部と逆側には絶縁材料24とイオンチャンバベース33を介してイオン源21が取り付けられている。

[0015] イオン源（イオン化部）21は、被測定容器101内から導入した被測定ガスをイオン化する構成であり、四重極23側に設けられたイオンチャンバベース33に設けられている。イオンチャンバベース33にはフィラメント35とエレクトロンコレクタ36とイオンチャンバ37が設けられており、フィラメント35とエレクトロンコレクタ36の間にイオンチャンバ37が配置されている。フィラメント35を通電加熱して熱電子 $e$ を発生させ、その熱電子 $e$ を気体に衝突させることによって、被測定ガスがイオン化される。イオン源21でイオン化されたイオンはイオン源21内に設けられた電位勾配により、四重極23に向けて送り出される。

[0016] 全圧測定部（光検出部）31は、全圧に応じた検出光電流値（光検出値）を検出する構成であり、イオンチャンバベース33に取り付けられており、フィラメント35からの熱電子 $e$ の放出方向の側方に位置するように配置されている。全圧測定部31を熱電子 $e$ の放出方向の側方に配置しているため、全圧測定部31への電子の入射が少なく、かつイオンチャンバ37内での

被測定ガスのイオン化の際に生じる電磁波（真空紫外光）が入射しやすい。

[0017] 四重極（フィルター部）23は、予め設定された質量電荷比を有する対象ガスのイオンを選択的に通過させるフィルターであり、イオン源21とイオン検出器25の中間に位置し、4本の金属製円柱ロッド（ロッド）23aで構成されている。それぞれのロッド23aは中心軸Cに沿って等間隔に平行に配置される。四重極23は、各ロッド23aに直流電圧と特定周波数の交流電圧を重畳した電圧を印加する電源に接続されている。各ロッド23aに印加する電圧を設定することで所定の質量電荷比を持つイオンのみをイオン検出器25側に通過させることができる。さらに電圧を掃引することにより通過するイオンの質量電荷比を変えることができる。

[0018] イオン検出器（イオン検出部）25は、入射した対象ガスのイオンによる検出イオン電流値（イオン検出値）を検出する装置である。イオン検出器25と全圧測定部（光検出部）31はコントローラ27にケーブルを介して接続されており、コントローラ27はさらに演算部（コンピュータ）28に接続されている。

[0019] 演算部28は、コントローラ27に接続され、少なくともコンピュータを含んで構成されている。イオン検出器25で検出されたイオン電流がコントローラ27に入力されると、コントローラ27は演算部28に該イオン電流に基づいて電算処理させ、演算部28は処理結果として質量電荷比ごとの検出イオン電流値を出力または表示する。検出イオン電流値は入射イオン量を表しており、検出イオン電流値から測定対象となる真空容器内の気体の成分（対象ガス）を知ることができる。また、演算部28は、イオン検出器25により検出された検出イオン電流値および全圧測定部31により検出された検出光電流値を用いて、対象ガスに関する修正イオン電流値を算出するとともに、修正イオン電流値を用いて対象ガスの正確な分圧を算出する機能を有する。なお、本実施形態では、演算部28をコントローラ27と別体として構成したが、コントローラ27と演算部28と一体として構成しうる。また、コントローラ27、演算部28は質量分析装置1と別体として構成されて

いるが質量分析装置の一部として構成しうる。

[0020] 図2Aおよび図2Bに基づいてイオン源21についてさらに詳しく説明する。図2Aは図1に示した質量分析装置1のイオン源21の部分を拡大した模式図であり、図2Bは図2A中のA-A方向の断面図である。上述した通り、イオン源21はイオンチャンバベース33にイオンチャンバ37、フィラメント35、エレクトロンコレクタ36が取り付けられて主要部を構成している。

[0021] イオンチャンバベース33は、四重極23側に設けられた絶縁材料24に取り付けられており、イオンチャンバ37や全圧測定部31などを取り付ける導電性部材である。イオンチャンバ37は、イオンチャンバベース33に取付けられた直方体の箱状の部材であり、熱電子(e)、イオン(ion)、真空紫外光(l)が通り抜けられるように所定位置に開口が設けられている。例えば、イオンチャンバ37がフィラメント35およびエレクトロンコレクタ36に対向する面には、熱電子eが通るための開口が設けられている。イオンチャンバ37がイオン検出器25に対向する面には、イオンが通るための開口が設けられている。イオンチャンバ37が全圧測定部31に対向する面には、真空紫外光lが通るための開口が設けられている。フィラメント35とエレクトロンコレクタ36はイオンチャンバベース33を挟んで対向するように取り付けられている。エレクトロンコレクタ36はフィラメント35から放出された熱電子eを吸収し熱電子eの放出量を測定するための電極を兼ねている。

[0022] 全圧測定部31はフィラメント35からの熱電子eが入射しない位置に取り付けられている。すなわち、全圧測定部31は、フィラメント35からエレクトロンコレクタ36に向かう方向に対して側方（例えば、略垂直な方向）に設けられている。このような配置により、フィラメント35からエレクトロンコレクタ36に移動する熱電子eが全圧測定部31に入射することを抑制できる。全圧測定部31は、真空紫外光lの真空紫外光検出器41とイオン阻止電極43を備えている。全圧測定部31は、イオン源21で熱電子を

用いて気体をイオン化する際に付随して発生する真空紫外光 $l$ を利用してイオン源21内の圧力（全圧）に応じた信号を検出する装置である。フィラメント35から放出された熱電子 $e$ はイオンチャンバ37内で被測定ガスに衝突して被測定ガスをイオン化する。イオンチャンバ37内でイオン化されたガスイオンは四重極23を介してイオン検出器25へ向かって移動する。イオンチャンバ37内で生じた真空紫外光 $l$ の一部は全圧測定部31の真空紫外光検出器41に入射する。イオンチャンバ37内での真空紫外光 $l$ の発生量は被測定ガスの全圧に比例する。全圧測定部31では真空紫外光 $l$ を測定するので、圧力が高くなってもイオンを測定する場合のように検出精度が落ちることはない。真空紫外光 $l$ は、気体分子などと衝突して軌道が乱されることはないからである。

[0023] また、全圧測定部31はイオン源21からイオン検出器25に向かう方向に対して側方（例えば、略垂直な方向）に設けられている。このような構成により、特許文献3のようなイオン検出器25において真空紫外光 $l$ の検出を行う形態よりも、イオン源21の近傍で真空紫外光 $l$ の検出を行うことができる。そのため、真空紫外光 $l$ の強度を大きくしなくとも高精度な全圧測定が可能であり、真空紫外光 $l$ がイオン検出においてノイズになることを抑制することができる。

[0024] 真空紫外光検出器41は、検出面に入射した電磁波（真空紫外光 $l$ ）の量に応じて生じる光電効果の電流が検出されるように構成されたコレクターであり、イオン源21の近傍に設けられている。そのため、感度良く真空紫外光 $l$ を検出することができる。真空紫外光 $l$ を受けて光電子を発生させる検出面は、フィラメント35からの熱電子 $e$ の放出方向に平行に配置されている。これにより、検出面に入射する熱電子 $e$ およびイオンの数を低減することができる。イオン阻止電極43は、イオン源で発生したイオンが真空紫外光検出器に入射することを阻止する部材である。イオン阻止電極は、イオン源と真空紫外光検出器との間に配置されたメッシュ状の部材であり、イオンが真空紫外光検出器41に入射しないように正電位が印加される。本実施形態のイ

オン阻止電極 4 3 は、真空紫外光検出器の検出面と平行に配置されている。このような構成により、イオン源で発生したイオンは正電位を有するイオン阻止電極 4 3 により真空紫外光検出器 4 1 に到達することを妨げられるが、イオン化に付随して発生する真空紫外光はイオン阻止電極 4 3 のメッシュの隙間を通過して真空紫外光検出器 4 1 で検出される。

[0025] イオン阻止電極 4 3 は真空紫外光検出器 4 1 から光電子が放出しやすくなる機能も併せ持っている。すなわち、真空紫外光検出器 4 1 の電位はアース電位である一方、イオン源 2 1 内でイオンが生成するイオンチャンバ 3 7 の電位はプラス数 V であることが多い。そこでプラス数 V のエネルギーを持つイオンが真空紫外光検出器 4 1 に接触するのを阻止するためにイオン阻止電極 4 3 にはそれよりも高い電位（例えば、プラス十数～数十 V）を印加している。その結果、プラスの電位を持つ電極が真空紫外光検出器 4 1 の直近に存在することになるので、真空紫外光検出器 4 1 からは光電子が引き出されやすくなる。

[0026] ここで、図 3 に示すフローチャートに基づいて本実施形態の質量分析装置での分圧測定補正式の導出過程を説明する。まず、全圧測定部 3 1 により検出された真空紫外光 I の検出電流値（検出光電流値）とイオン検出器 2 5 により検出された検出イオン電流値から、対象ガスの正確な分圧を示すイオン電流値（補正值）を得る手法について説明する。

[0027] イオン源 2 1 で生じたイオンがイオン検出器 2 5 に到達する効率の低下を  $F^{-1}$  とすると、検出イオン電流値（イオン電流値） $I_d$  から正確な分圧を示すイオン電流値  $I_c$  を求める補正係数は  $F$  となり次の式(1)が成立する。

[0028] [数1]

$$I_c = F \times I_d \quad (1)$$

[0029] 気体の平均自由行程を  $\lambda$  とすると  $F^{-1}$  は  $\exp(-A/\lambda)$  で表すことができ、さらに、 $\lambda$  は全圧  $P_t$  に反比例するため  $\exp(-a \cdot P_t)$  となる。従って次の式(2)が成立する。

[0030]

[数2]

$$F = \frac{1}{\exp(-a \cdot Pt)} \quad (2)$$

[0031] 一方、真空紫外光 $l$ の検出電流値 $I_u$ は全圧 $P_t$ に比例するため、式(3)のように表される。

[0032] [数3]

$$I_u = b \cdot P_t \quad (3)$$

[0033] これらを解くと $I_c$ は $I_d$ と $I_u$ の関数として式(4)のように表される。

[0034] [数4]

$$I_c = \frac{1}{\exp(-a \cdot I_u/b)} \times I_d \quad (4)$$

[0035] このようにして、真空紫外光 $l$ の検出電流値（検出光電流値） $I_u$ と検出イオン電流値 $I_d$ から正確な分圧を示すイオン電流値（修正イオン電流値） $I_c$ を得ることができる。係数 $a$ 、 $b$ は気体の成分ごとに算出し、質量分析装置1のコントローラ27に保存する。係数 $a$ 、 $b$ の算出および保存は質量分析装置1の被測定ガスの測定前に行われる。

[0036] スパッタリング成膜プロセスにおいてプロセスガスの主成分であるArを例にして、本実施形態に係る質量分析装置1を用いるプロセスガスの分圧の測定方法を説明する。まず、図3のフローチャート中の予備測定S1の部分の説明する。なお、本実施形態の測定対象ガスはArに限定されない。Ar以外のガスを測定する場合は測定するガス（対象ガス）の補正関数を別途求めればよい。

[0037] 質量分析装置1を取り付けた真空容器101を一旦、高真空（例えば $1E-6Pa$ ）まで排気した後にArを導入する。そして、Arガスに起因するイオンである質量電荷比 $m/z$  40の検出イオン電流値を各圧力で測定するとともに（ステップS11）、真空紫外光 $l$ の検出光電流値を各圧力で測定する（ステップS12）。予備測定段階での全圧測定は他の圧力計（例えばキャパシタンスダイアフラム真空計など）で行う。これらの測定を高真空から全圧 $2.6Pa$ 程度まで続

け、図4の実線Bのような、圧力に対するArイオンのイオン電流値（検出イオン電流値）のグラフ、及び、図5の圧力に対する真空紫外光の検出電流値（検出光電流値）のグラフを得る。なお、図4中の破線Aは四重極内でイオンが気体に衝突しないと仮定した場合の検出イオン電流値である。

[0038] 質量電荷比 $m/z$  40の検出イオン電流値と全圧のグラフから式(2)の係数 $a$ を得る（ステップS 1 3）。例示の場合は、次の式(5)となる。

[0039] [数5]

$$F = \frac{1}{\exp(-2.79 \cdot Pt)} \quad (5)$$

[0040] 次に、真空紫外光 $l$ の検出光電流値と全圧のグラフから式(3)の係数 $b$ を得る（ステップS 1 4）。例示の場合は、次の式(6)となる。

[0041] [数6]

$$I_u = 2.27 \times 10^{-12} \cdot Pt \quad (6)$$

[0042] 最後に、式(4)に係数 $a$ と係数 $b$ を入れて、 $I_c$ を $I_d$ と $I_u$ から求める換算式を得る（ステップS 1 5）。例示の場合は、次の式(7)となる。

[0043] [数7]

$$I_c = \frac{1}{\exp(-2.79 \cdot \frac{I_u}{2.27 \times 10^{-12}})} \times I_d \quad (7)$$

[0044] 次に、図3のフローチャート中の本測定S 2の部分を説明する。ここではArの検出イオン電流値（イオン検出値）を補正する場合について説明する。質量分析装置1を駆動して質量電荷比 $m/z$  40の検出イオン電流値を測定するとともに（ステップS 2 1）、真空紫外光の検出光電流値（光検出値）を測定する（ステップS 2 2）。その後、検出イオン電流値 $I_d$ および検出光電流値 $I_u$ をステップS 1 5で取得された換算式に代入して補正後の分圧に関するイオン電流値（修正イオン電流値） $I_c$ を算出する（ステップS 2 3）。そして、算出された $I_c$ を用いて分圧を補正し、出力する（ステップS 2 4）。

[0045] 本実施形態では、予備測定S 1と本測定S 2とを連続して行う例を示して

いるが、予備測定 S 1 により換算式を確定した後、本測定 S 2 を複数回行ってもよい。また、換算式が既に得られている場合には、予備測定 S 1 を行わず、本測定 S 2 のみを行ってもよい。

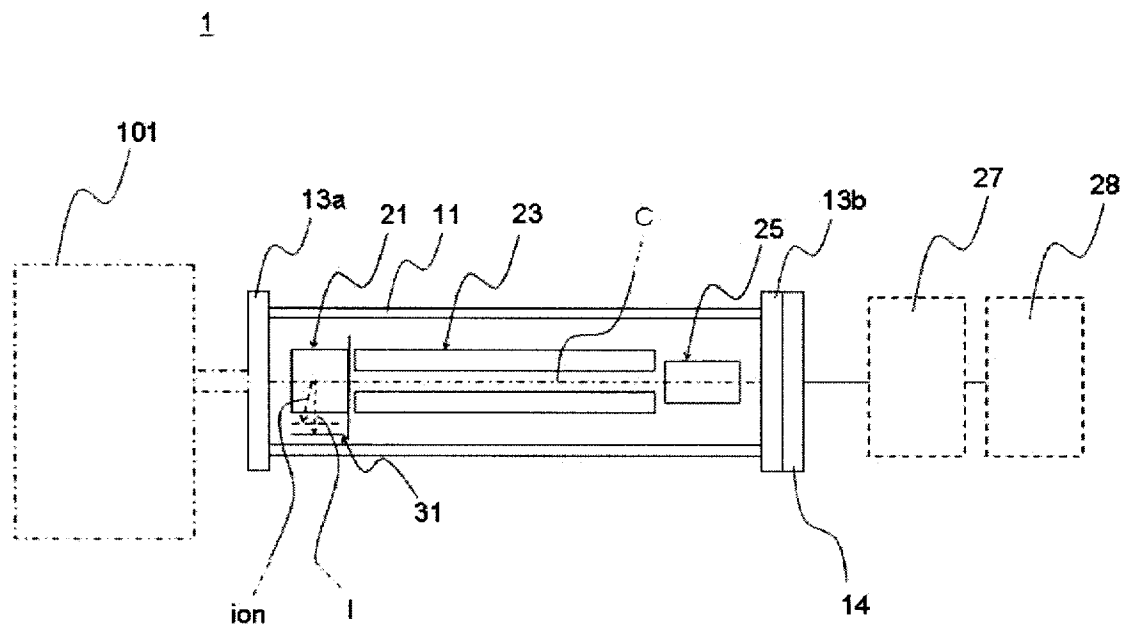
[0046] 本発明の質量分析装置 1 によれば、イオン化に伴って発生する真空紫外光を用いて全圧測定を行うため、イオンを四重極に通すことなく、測定空間内の全圧を測定できる。このため、測定圧力が高い場合でも精度良く全圧を測定することができる。また、全圧測定に用いる真空紫外光をイオン検出器とは別個に設けられた全圧測定部で検出するため、真空紫外光の強度を大きくしなくとも全圧測定が可能であり、真空紫外光がイオン検出のノイズとなることを抑制することができる。また、本発明の全圧測定部 3 1 は簡便な構成であるためメンテナンスや製造に必要なコストの上昇を防ぎつつ、高精度な分圧測定ができる質量分析装置を提供できる。

[0047] 本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更が可能である。例えば、本実施形態ではイオン源 2 1 に対して真空紫外光を検出する真空紫外光検出器 4 1 は側方の一箇所には設けられているが、これに限定されず、真空紫外光検出器 4 1 は上方の一箇所に、あるいは複数箇所若しくは円筒状に設けられてもよい。また、本実施形態では四重極質量分析装置を取り付ける測定対象をスパッタリング装置の場合について説明したが、本発明の質量分析装置は真空蒸着装置や CVD 装置のような成膜装置の他、ドライエッチング装置や表面改質装置等の種々の真空装置に用いてもよい。

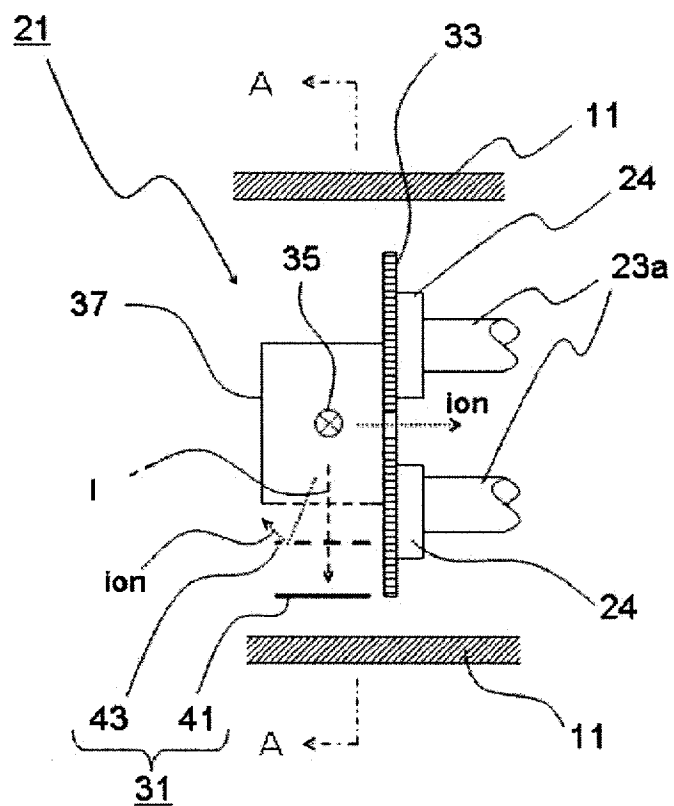
## 請求の範囲

- [請求項1]           被測定ガスをイオン化するイオン化部と、
- 前記イオン化部でイオン化された前記被測定ガスの成分のうち、予め設定された質量電荷比を有する対象ガスのイオンを選択的に通過させるフィルター部と、
- 前記フィルター部を通過した前記対象ガスのイオンに基づいたイオン検出値を検出するイオン検出部と、
- 前記イオン化部で前記被測定ガスがイオン化する際に生じる真空紫外光に基づいた光検出値を検出する光検出部と、
- 前記光検出値及び前記イオン検出値を用いて前記対象ガスの分圧を算出する演算部と、を有していることを特徴とする質量分析装置。
- [請求項2]           前記光検出部は、
- 入射した真空紫外光に応じた光電流値を検出する真空紫外光検出器と、
- 前記真空紫外光検出器へのイオンの入射を阻止するイオン阻止電極と、を有していることを特徴とする請求項1に記載の質量分析装置。
- [請求項3]           前記真空紫外光検出器は、検出面を前記イオン化部内での熱電子の放出方向に平行に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の質量分析装置。
- [請求項4]           前記真空紫外光検出器はアース電位であり、前記イオン阻止電極は正電位であり、
- 前記イオン阻止電極は、前記真空紫外光検出器の検出面に平行に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の質量分析装置。
- [請求項5]           前記光検出部は、前記イオン化部から前記フィルター部へ前記対象ガスのイオンが移動する方向に対して側方または上方に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の質量分析装置。

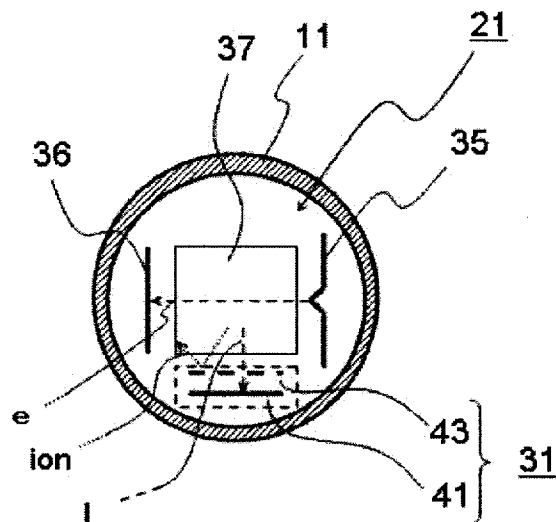
[図1]



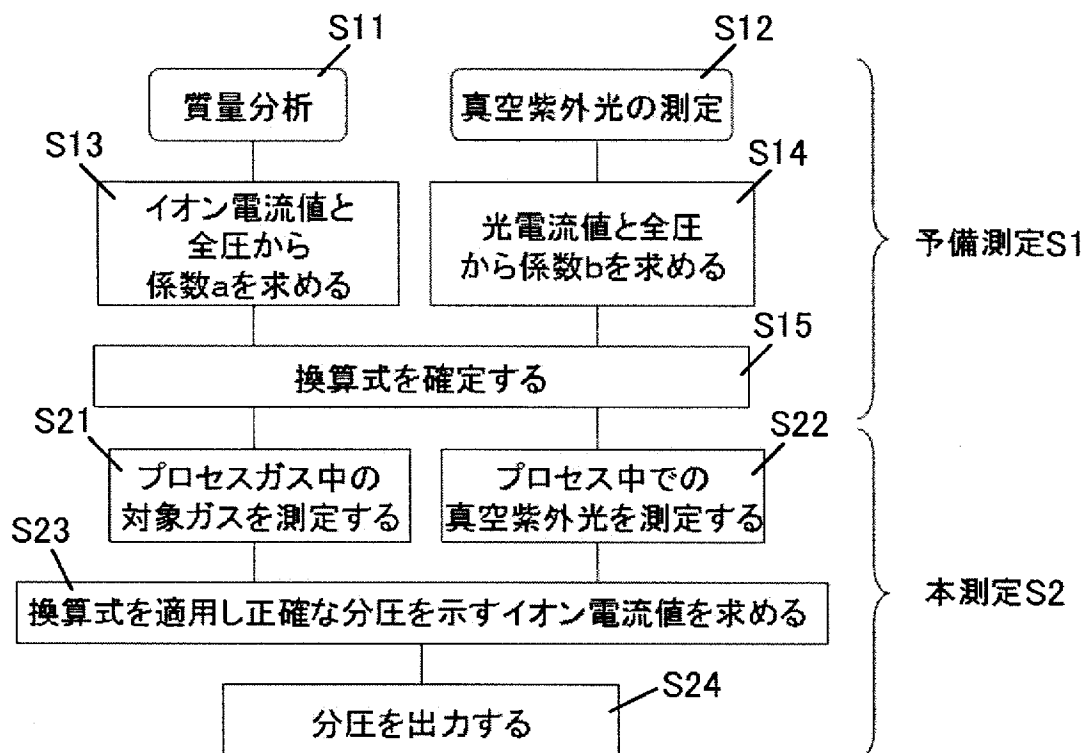
[図2A]



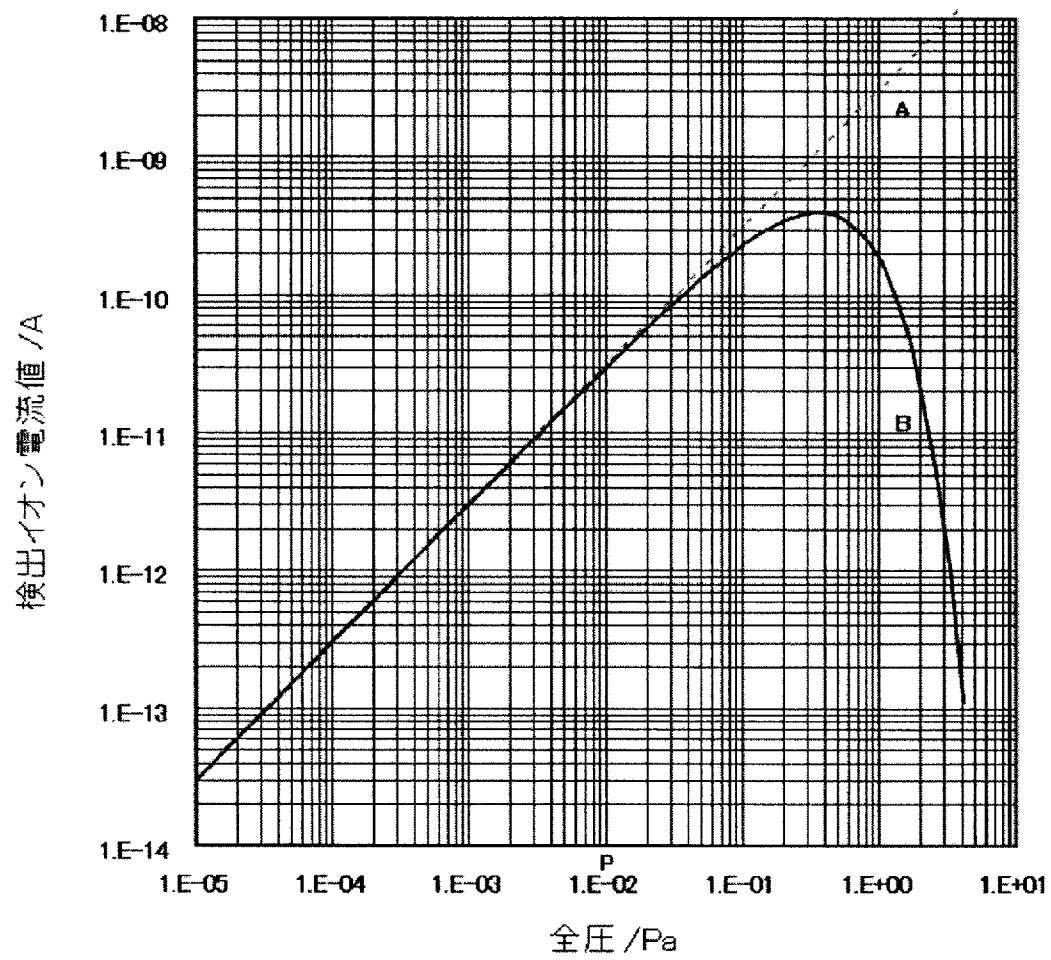
[図2B]



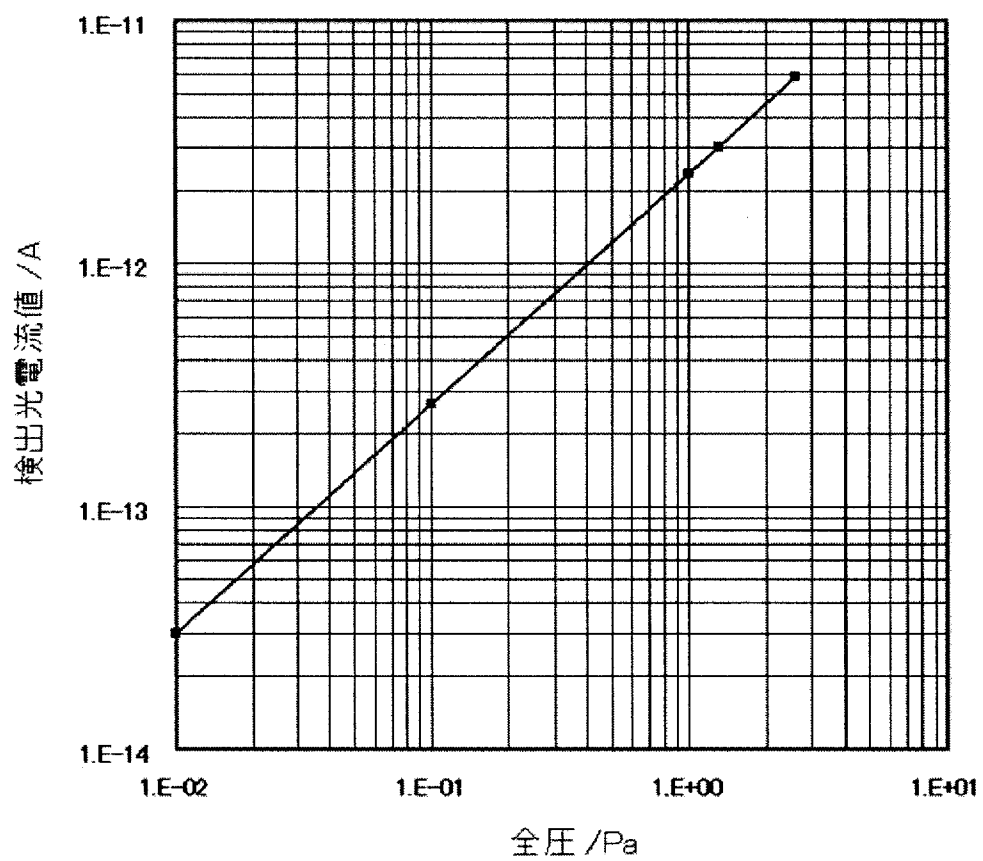
[図3]



[図4]



[図5]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004919

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J49/10(2006.01)i, H01J49/42(2006.01)i

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)

H01J49/10, H01J49/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | WO 2008/129929 A1 (Horiba Stec Co., Ltd.),<br>30 October 2008 (30.10.2008),<br>entire text; all drawings<br>& US 2010/0076712 A1 & EP 2141494 A1<br>& CN 101627302 A & TW 200916755 A | 1, 5<br>2-4           |
| Y<br>A    | JP 9-92200 A (Hitachi, Ltd.),<br>04 April 1997 (04.04.1997),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                           | 1, 5<br>2-4           |
| Y<br>A    | WO 2011/081188 A1 (Canon Anelva Corp.),<br>07 July 2011 (07.07.2011),<br>paragraph [0003]<br>(Family: none)                                                                           | 1, 5<br>2-4           |



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

"I" 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  
07 October, 2013 (07.10.13)

Date of mailing of the international search report  
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/004919

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2001-351568 A (Anelva Corp.),<br>21 December 2001 (21.12.2001),<br>entire text; all drawings<br>& US 2001/0048074 A1                | 1-5                   |
| A         | JP 11-31473 A (Leybold Inficon, Inc.),<br>02 February 1999 (02.02.1999),<br>entire text; all drawings<br>& US 5889281 A & GB 2323469 A | 1-5                   |
| A         | JP 4932532 B2 (Ulvac, Inc.),<br>16 May 2012 (16.05.2012),<br>entire text; all drawings<br>& JP 2008-209181 A                           | 1-5                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J49/10(2006.01)i, H01J49/42(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J49/10, H01J49/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                             | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y<br>A          | WO 2008/129929 A1（株式会社堀場エステック）2008.10.30, 全文、<br>全図 & US 2010/0076712 A1 & EP 2141494 A1 & CN 101627302 A & TW<br>200916755 A | 1, 5<br>2-4    |
| Y<br>A          | JP 9-92200 A（株式会社日立製作所）1997.04.04, 全文、全図（フ<br>ァミリーなし）                                                                         | 1, 5<br>2-4    |
| Y<br>A          | WO 2011/081188 A1（キヤノンアネルバ株式会社）2011.07.07, 段落<br>【0003】（ファミリーなし）                                                              | 1, 5<br>2-4    |

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）  
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

遠藤 直恵

2 G

3 7 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                            |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                          | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2001-351568 A (アネルバ株式会社) 2001. 12. 21, 全文、全図 & US 2001/0048074 A1                       | 1-5            |
| A                     | JP 11-31473 A (レイポールド インフィコン、インコーポレイテッド) 1999. 02. 02, 全文、全図 & US 5889281 A & GB 2323469 A | 1-5            |
| A                     | JP 4932532 B2 (株式会社アルバック) 2012. 05. 16, 全文、全図 & JP 2008-209181 A                           | 1-5            |