

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/102117 A1

PCT

(43) 国際公開日
2011 年 8 月 25 日(25.08.2011)

- (51) 国際特許分類:
H01J 49/42 (2006.01) H01J 41/04 (2006.01)
G01N 27/62 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/000834
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 15 日(15.02.2011)
- (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 2010-032100 2010 年 2 月 17 日(17.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アルバック (ULVAC, INC.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中島 豊昭 (NAKAJIMA, Toyoaki) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社 アルバック内 Kanagawa (JP). 黒川 裕次郎 (KUROKAWA, Yuu-jirou) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社 アルバック内 Kanagawa (JP). 由

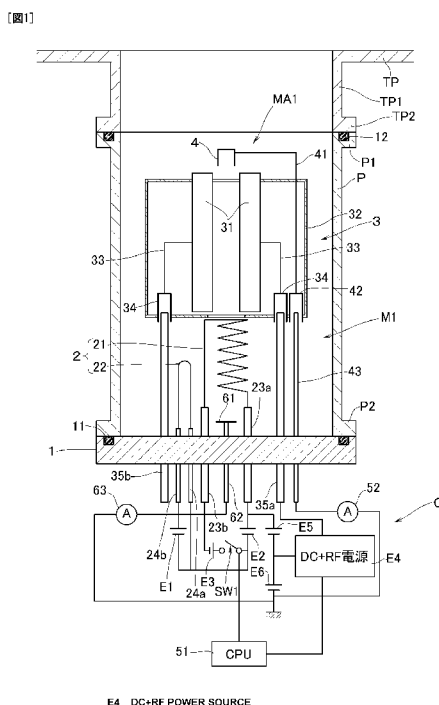
利 努 (YURI, Tsutomu) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社 アルバック内 Kanagawa (JP). 田中 領太 (TANAKA, Ryota) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 株式会社 アルバック内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人青義 (SEIGA PATENT AND TRADEMARK CORPORATION); 〒1410031 東京都品川区西五反田 8-1-14 最勝ビル 9 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, 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.
- (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,

[続葉有]

(54) Title: QUADRUPOLEAR MASS SPECTROMETER

(54) 発明の名称: 四重極型質量分析計



(57) Abstract: Disclosed is a quadrupolar mass spectrometer used to analyze the gas component within a test piece, said quadrupolar mass spectrometer being configured so that the energization and heating of a grid can be realized; the sensitivity can be prevented from decreasing to analyze the gas component at a high accuracy; and a low cost can be realized. A quadrupolar mass spectrometer (MA1) is provided with a sensor portion (M1) which can be detachably attached to a test piece (TP). If the direction that the sensor portion is attached to the test piece is defined as the upward direction, the sensor portion has a support (1) which has a predetermined shape and is provided on the bottom end of the sensor portion; an ion source (2) having a filament (22) and a grid (21) and ionizing the gas, said filament and said grid being provided on the support; a quadrupole portion (3) provided on the ion source, wherein four columnar electrodes (31) are circumferentially arranged at predetermined intervals; and an ion detection portion (4) provided on the quadrupole portion, said ion detection portion collecting predetermined ions passing through the quadrupole portion by applying direct voltage and alternating voltage to opposite electrodes.

(57) 要約: 試験体内のガス成分を分析するために用いられる四重極型質量分析計を、グリッドの通電加熱が実現でき、感度低下を防止して高精度なガス成分の分析が可能で低コストな構成とする。四重極型質量分析計 (MA1) は、試験体 (TP) に着脱自在に装着し得るセンサ部 (M1) を備える。試験体に対するセンサ部の装着方向を上方として、センサ部は、下端に設けられた所定形状の支持体 (1) と、この支持体上に設けられた、フィラメント (22) 及びグリッド (21) を有して上記ガスをイオン化するイオン源 (2) と、このイオン源上に設けられた、4本の柱状電極 (31) と、このイオン源上に所定間隔で配置してなる四重極部 (3) と、この四重極部上に設けられた、相対する電極間に直流電圧と交流電圧とを印加することで四重極部を通過した所定のイオンを捕集するイオン検出部 (4) と、を備える。

四重極部上に設けられた、相対する電極間に直流電圧と交流電圧とを印加することで四重極部を通過した所定のイオンを捕集するイオン検出部 (4) と、を備える。

WO 2011/102117 A1



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 四重極型質量分析計

技術分野

[0001] 本発明は、真空容器等の試験体内のガス成分を分析（分圧測定）するために用いられる四重極型質量分析計に関する。

背景技術

[0002] 例えばスパッタリングや蒸着による成膜等の真空プロセスにおいては、プロセス時の圧力だけでなく、処理室たる真空チャンバ内に残留する気体の組成が膜質等に大きな影響を与える場合がある。このような残留する気体の組成（ガス成分）を分析するために、四重極型質量分析計が従来から用いられている。

[0003] 四重極型質量分析計は、試験体に着脱自在に装着されるセンサ部と、制御ユニットとから構成されている。試験体に対するセンサ部の装着方向を上方として、センサ部は、下端に設けられた円板状の支持体と、支持体上に設けられ、イオンを捕集するイオン検出部と、このイオン検出部上方に設けられ、4本の円柱状の電極を周方向に所定間隔で配置してなる四重極部と、この四重極部上に設けられ、フィラメント及びグリッドを有して上記ガスをイオン化するイオン源とを備えたものが従来から使用されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 通常、イオン源のフィラメント及びグリッドや四重極部等は、フィラメント及びグリッド間でイオン化電圧を印加したり、四重極部にて電場を形成したりするため、支持体に設けられた接続端子との間で配線により接続され、この接続端子を介して制御ユニットから電力供給されるようになっている。フィラメント、グリッドや四重極部と、接続端子との間の配線としては、絶縁を確保するために銅等の金属素線をセラミック製カバーで被覆したものが用いられる。このため、上記従来例のように、支持体側からイオン検出部、四重極部、そしてイオン源と順に配置されていると、長い配線が複数本必要

になり、製造コストが高くなる。その上、センサ部の組付も面倒になるという不具合がある。

[0005] ところで、上記フィラメントとしては、近年、I r線の表面を酸化イットリウムで覆ってなるものがタングステン製のものに代えて用いられており、フィラメント寿命が大幅に延びている。このようにフィラメント寿命が延びたことで、真空雰囲気中の分子や原子が付着してグリッドが汚染され、この汚染に起因して感度低下を起こすことが顕在化してきた。

[0006] 汚染されたグリッドをクリーニングする方法としては、フィラメントとグリッドとの間に電圧（300V程度）を印加してグリッド表面に電子を衝突させてその表面に付着した分子、原子を除去する電子衝突方式と、グリッドに電流を流してジュール熱にてその表面に付着した分子、原子を蒸発除去する所謂通電加熱方式とが一般に知られている（例えば、特許文献2参照）。

[0007] 通電加熱方式を採用する場合、通電加熱用の直流電源からの正負の出力とグリッドとの間で閉回路をつくる必要がある。この場合、支持体に設けた接続端子との間で更に別個の配線により接続することになるが、上記従来例では、グリッドまでの配線が長くなる。このため、電力損失が大きくて通電加熱に適さず、また、四重極型質量分析計の構造が更に複雑になってその組付が一層困難となる。結果として、従来においては通電加熱方式が殆ど採用されていない。

[0008] 他方、電子衝突方式を採用する場合、グリッド表面に電子を衝突させる間、質量分析計による質量分析（測定）ができず、しかも、高電圧で電子を衝突させるときの圧力が高いと、放電を引き起こす虞があるという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2004-349102号公報

特許文献2：特開2000-39375号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 本発明は、以上の点に鑑み、グリッドの通電加熱が実現でき、感度低下を防止して高精度なガス成分の分析が可能な低コストの四重極型質量分析計を提供することをその課題とするものである。

課題を解決するための手段

- [0011] 上記課題を解決するために、本発明の第1の態様の四重極型質量分析計は、試験体内のガス成分を分析し得る四重極型質量分析計であって、試験体に着脱自在に装着し得るセンサ部を備え、この試験体に対するセンサ部の装着方向を上方として、センサ部は、下端に設けられた所定形状の支持体と、この支持体上に設けられた、フィラメント及びグリッドを有して上記ガスをイオン化するイオン源と、このイオン源上に設けられた、4本の柱状電極を周方向に所定間隔で配置してなる四重極部と、この四重極部上に設けられた、相対する電極間に直流電圧と交流電圧とを印加することで四重極部を通過した所定のイオンを捕集するイオン検出部と、を備えることを特徴とする。
- [0012] 本発明の第1の態様によれば、イオン源を支持体側に位置させたことで、イオン源用の高価な配線の長さを短くできる。この場合、イオン検出部への配線は、従来例のものとは逆に長くなるが、イオン電流検知用の配線は1本あれば済む。このため、上記従来例のものと比較して、その構造を簡単にできて組付が容易になるだけでなく、低コスト化を図ることができる。
- [0013] ところで、上記第1の態様のように、イオン検出部が、支持体から最も離れた位置、つまり、ガス分析しようとする試験体内の雰囲気と接する位置に存すると、試験体内に存在するガス成分のイオンまでもがイオン検出部にて検出される虞があり、試験体によっては、高精度の分析ができない虞がある。このため、前記イオン検出部上に、このイオン検出部を遮蔽する遮蔽手段を更に備える構成を採用することが好ましい。
- [0014] また、本発明の第1の態様においては、イオン源を囲うようにして、イオン源の上方まで延びる筒状壁を備え、この筒状壁の上端に、試験体に固定可能なフランジが設けられている構成を採用することができる。

- [0015] また、上記課題を解決するために、本発明の第2の態様の四重極型質量分析計は、試験体内のガス成分を分析し得る四重極型質量分析計であって、試験体に着脱自在に装着し得るセンサ部を備え、この試験体に対するセンサ部の装着方向を上方として、このセンサ部は、下端に設けられた所定形状の支持体と、この支持体上に配置された、フィラメント及びグリッドを有して上記ガスをイオン化するイオン源と、支持体上でイオン源に隣接配置された、4本の円柱状電極を上下方向に対して直交する方向に平行にかつ周方向に所定間隔で配置してなる四重極部と、支持体上で四重極部に隣接配置された、相対する電極間に直流電圧と交流電圧とを印加することでこの四重極部を通じた所定のイオンを捕集するイオン検出部と、を備えることを特徴とする。
- [0016] 本発明の第2の態様によれば、支持板上にイオン源、四重極部及びイオン検出部を並設して構成したため、上記第1の態様と同様に、イオン源用の高価な配線の長さを短くでき、しかも、イオン検出部への配線の長さは上記従来例と同じにできる。このため、上記従来例のものと比較して、その構造を簡単にできて組付が容易になるだけでなく、更なる低コスト化を図ることができる。
- [0017] ここで、上記センサ部を試験体に装着する際、このセンサ部を管体内に収容し、この状態で試験体に装着することがある。このような場合、上記第2の態様の構成を採用すれば、第1の態様のものと比較して管体の長さを短くでき、ひいては、試験体に装着したときのこの試験体からの突出量が少なくなり、有利である。
- [0018] 上記第1及び第2の両態様においては、前記イオン源のフィラメント及びグリッドの自由端は、前記支持体を上下方向に貫通して固定された接続端子に配線なしに接続されていることが好ましい。これによれば、フィラメント及びグリッドの両自由端を支持体の接続端子に所謂直付けすることで、イオン源用の高価な配線は不要にでき、その上、配線ロスがなくなることで効率よくグリッドの通電加熱を行う構成が実現できる。結果として、イオン源用

の配線を不要にできて配線からの脱ガスの影響が少なくなることと、通電加熱により効率よくグリッドの汚染を防止できることとが相俟って、高感度にて精度よくガス成分の分析（分圧測定）を行うことが可能になる。

[0019] また、センサ部の組付や取扱を容易にするためには、前記四重極部の各電極は絶縁性のホルダで保持され、このホルダが前記支持体に着脱自在に取り付けられていることが有利である。

[0020] この場合、前記イオン検出部は、前記ホルダまたは支持体に着脱自在に取り付けられていることが有利である。

[0021] さらに、前記支持体上に、イオン源のグリッドを挟んでイオン検出部に対向配置された板状のイオンコレクタを更に備え、試験体内の全圧を測定可能とする構成を採用することができる。

[0022] 他方、前記支持体上に、フィラメント及びグリッドを有するイオン源を圍繞するように配置された筒状のイオンコレクタを更に備え、試験体内の全圧を測定可能とした構成を採用することもできる。

[0023] 上記によれば、1個の四重極型質量分析計にて、ガス成分の分析に加えて試験体の全圧をも測定でき、しかも、イオンコレクタを支持体に設けた接続端子に直付けすれば、イオン電流検知用の高価な配線が不要となり、低コストで全圧測定用の構成を実現できる。また、上記第1の態様の構成を採用し、四重極部やイオン検出部が支持体に着脱自在な構成を採用すれば、これらの部品を離脱するだけで、試験体の全圧を測定するための真空計として構成でき、用途に応じて真空計として、または、真空計を備えた四重極型質量分析計として使い分けることができる。

[0024] なお、イオンコレクタを板状に形成した場合、その表面が汚染され易く、感度の低下を招き易い一方で、イオンコレクタを円筒状に形成した場合、軟X線の影響等により低い圧力まで高精度で全圧を測定できない虞がある。このため、イオンコレクタの種類は、用途に応じて適宜選択する必要がある。

[0025] さらに、本発明においては、大気圧から、前記フィラメントから熱電子を放出し得るまでの圧力範囲内で圧力測定できる真空計を更に備える構成を採

用するのがよい。これによれば、試験体を真空排気した後、ガス分析を開始するまでの試験体の圧力を測定するために、ピラニ真空計等の測定手段が不要になり、本発明の四重極型質量分析計を真空計のない試験体に装着して分析を行うときに有利である。

図面の簡単な説明

[0026] [図1] 本発明の第1の実施形態に係る四重極型質量分析計の構成を説明する図。

[図2] 図1に示す四重極型質量分析計の変形例の構成を説明する図。

[図3] (a)は、図1に示す四重極型質量分析計の他の変形例の構成を説明する図、(b)は、他の変形例に係る四重極型質量分析計を分離した状態を示す図。

[図4] 四重極型質量分析計の制御ユニットの変形例の構成を説明する図。

[図5] 本発明の第2の実施形態に係る四重極型質量分析計の構成を説明する図。

[図6] 図5のV I - V I 線に沿った断面図。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して、試験体TPを真空チャンバとし、この試験体TPのテストポートTP1に装着して試験体TP内のガス成分を分析する場合を例に本発明の第1の実施形態の四重極型質量分析計を説明する。

[0028] 図1を参照して、MA1は四重極型質量分析計であり、この四重極型質量分析計MA1は、センサ部M1と制御ユニットCとをから構成される。センサ部M1は円板状の支持体1を有する。支持体1は、アルミやステンレス等の金属製であり、その上面外周縁部にはOリング（シール手段）11が設けられている。以下、試験体TPに対するセンサ部M1の装着方向を上方として説明する。

[0029] 支持体1上にはイオン源2が設けられている。イオン源2は、支持体1の中央部上方に配置されたらせん状のグリッド21と、このグリッド21の周囲に配置された、Ir線の表面を酸化イットリウムで覆ってなるフィラメン

ト 2 2 とから構成されている。グリッド 2 1 とフィラメント 2 2 との両自由端は、支持体 1 を上下に貫通して立設したグリッド用の接続端子 2 3 a、2 3 b 及びフィラメント用の接続端子 2 4 a、2 4 b にそれぞれ接続（直付け）されている。

[0030] イオン源 2 上には、4 本の円柱状の電極 3 1 が周方向に所定間隔で配置され、相対する電極 3 1 が電氣的に結合された四重極部 3 が設けられている。各電極 3 1 は、絶縁材料からなる筒状のホルダ 3 2 にてその各電極 3 1 の上部がホルダ 3 2 から上方に突出するように支持されている。ホルダ 3 2 の下面には、配線 3 3 を介して電極 3 1 にそれぞれ接続された 2 個のソケット式コネクタ 3 4 が設けられている。そして、支持体 1 に立設した 2 本の接続端子 3 5 a、3 5 b に対して、上方からホルダ 3 2 の各ソケット式コネクタ 3 4 に嵌着することで、接続端子 3 5 a、3 5 b にて、ひいては支持体 1 にホルダ 3 2 が着脱自在に支持されると共に電氣的に接続される。これにより、センサ部 M 1 の構造が簡素化される。なお、ホルダ 3 2 の支持体 1 での支持方法は、上記に限定されるものではなく、支持体 1 に別個の支持部材（図示せず）を設けて、これにホルダ 3 2 が支持されるようにしてもよい。

[0031] 四重極部 3 の各電極 3 1 の内側上方には、イオン検出部 4 が設けられている。イオン検出部 4 は、イオン源 2 によりイオン化され、四重極部 3 の各電極 3 1 間を通してその上方に到達するガス分子を捕集するファラデーカップから構成されている。そして、イオン検出部 4 からの配線 4 1 もまた、ホルダ 3 2 の下面に設けたソケット式コネクタ 4 2 に接続され、上記と同様、支持体 1 に立設した接続端子 4 3 に接続されるようになっている。なお、配線 3 3、4 1 としては、銅等の金属素線をセラミック製カバーで被覆したものが用いられる。

[0032] 他方、制御ユニット C は、コンピュータ、メモリやシーケンサ等を備えた制御部 5 1 を備え、制御部 5 1 は、後述の各電源の作動、電源回路中のスイッチング素子の切換や電流計にて測定された電流値の図示省略のディスプレイへの出力等を統括制御する。また、制御ユニット C は、フィラメント用の

電源E 1と、試験体TP内のガスをイオン化するイオン化用の電源E 2とを備える。電源E 1からの出力（正）の一方はフィラメント用の接続端子2 4 bに接続され、電源E 2からの出力（正）の一方はグリッド用の一方の接続端子2 3 aに接続されている。そして、両電源E 1、E 2からの他方（負）の出力が相互に接続されていると共に、この負の出力に、フィラメント用の他の接続端子2 4 aからの配線が接続されている。また、制御ユニットCは、グリッド2 1の通電加熱用の電源E 3とスイッチング素子SW 1とを備える。電源E 3からの一方（負）の出力は接続端子2 3 bに接続され、その他方の出力（正）は、スイッチング素子SW 1を介して電源E 2からの出力の他方に接続されている。

[0033] さらに、制御ユニットCは、電氣的に結合された電極3 1それぞれに直流電圧と高周波電圧とを印加するDC+RF電源E 4を備え、DC+RF電源E 4の出力が、相対する電極3 1のうちいずれか一方にそれぞれ接続されている（図1中、一方のみを表示）。また、制御ユニットCは、イオン加速用の電源E 5と中心電場形成用の電源E 6とを直列に備え、電源E 5からの一方の出力が、電源E 2からの一方（正）の出力に接続され、その他方の出力がアース接地されている。さらに、制御ユニットCには、イオン検出部4に捕集されてアースへと流れるイオン電流値を測定する電流計5 2が付設されている。

[0034] 上記第1の実施形態の四重極型質量分析計MA 1は、試験体内の全圧をも測定できるようになっている。即ち、支持体1上に、グリッド2 1を挟んでイオン検出部4に対向配置されるように、板状のイオンコレクタ6 1が設けられている。イオンコレクタ6 1は、支持体1に上下に貫通して設けた接続端子6 2に直付けされている。また、制御ユニットCには、イオンコレクタ6 1に捕集されてアースへと流れるイオン電流値を測定する電流計6 3が付設されている。

[0035] 次に、上記四重極型質量分析計MA 1の使用例を説明する。四重極型質量分析計MA 1の使用に際しては、センサ部M 1の周囲に、両端にフランジP

1、P 2を備えた管体Pを取り付ける。即ち、センサ部M 1の上方から管体Pを外挿し、管体Pの下側のフランジP 2を支持体1の上面外縁部に面接触させ、この状態でクランプ等により固定する。これにより、リング1 1により真空シールされる。この状態で、管体Pの上側のフランジP 1を、リング1 2を介して試験体TPのテストポートTP 1のフランジTP 2に面接触させ、この状態でクランプ等により固定することでセンサ部M 1の取付が完了する。なお、管体Pを用いることなく、センサ部M 1を直接テストポートTP 1に装着することもできる。そして、試験体TP内を真空ポンプにより真空引きし、所定真空圧に達すると、ガス分析を開始する。

[0036] まず、電源E 1によりフィラメント2 2に直流電流を流してこのフィラメント2 2を赤熱させ、熱電子を放出させる。そして、電源E 2により、グリッド2 1に正電圧を印加することで、放出された熱電子を引き込む。このとき、熱電子と衝突したフィラメント2 2周辺の気体原子、分子から正イオンが生じる。そして、グリッド2 1と電極3 1との間に電源E 5から所定電圧を印加することで、イオン化されたガス成分のイオンがグリッド2 1側から四重極部3へと引き込まれる。上記状態では、スイッチング素子SW 1はオフ（遮断）に保持されている。また、イオンコレクタ6 1を通して流れるイオン電流値が電流計6 3で測定され、そのときの全圧をも測定できる。

[0037] 四重極部3の4本の電極3 1には、DC+RF電源E 4によって、アース電位より電源E 6による中心電場電圧だけ浮上した直流電圧を重畳した所定の交流電圧が印加される。これにより、四重極部3中をイオン群が通過する時、これらが振動しながら通過し、交流電圧や周波数に応じて、一定のイオンのみが安定振動して通過することで、イオン検出部4へと到達する。そして、イオン検出部4に付設された電流計5 2にてイオン電流が測定され、そのときのイオン電流値が制御部5 1に出力される。また、上記直流電圧と交流電圧の比を一定に保ちつつ交流電圧を直線的に変化させることでスペクトルがとられ、イオン電流値から試験体内のガス成分が分析される。この場合、特定のガス成分についてイオン電流値から算出した指示値を表示すること

もできる。

[0038] 次に、例えば、感度が低下して特定のガス成分における指示値が所定範囲を超えて変動（低下）してくると、制御部 5 1 によりグリッド 2 1 が汚染されたと判断される。グリッド 2 1 の汚染が判断されると、制御部 5 1 によりスイッチング素子 SW 1 がオン（接続）され、電源 E 3 により 2 A 程度の電流がグリッド 2 1 に供給されて所定時間だけ通電加熱が行われる。これにより、グリッド 2 1 の表面に付着した分子、原子が蒸発除去される。

[0039] 以上説明したように、第 1 の実施形態の四重極型質量分析計 MA 1 によれば、イオン源 2 を支持体 1 側に位置させ、フィラメント 2 2 及びグリッド 2 1 の両自由端を支持体 1 に立設した接続端子 2 3 a、2 3 b、2 4 a、2 4 b に直付けすることで、高価な配線は不要にできる。この場合、イオン検出部 4 への配線は、従来例のものとは逆に長くなるが、イオン電流検知用の配線は 1 本あれば済む。このため、上記従来例のものと比較してその構造を簡単にできてその組付が容易になるだけでなく、低コスト化をも図ることができる。その上、配線ロスがなくなることで効率よくグリッド 2 1 の通電加熱を行う構成が実現できる。結果として、イオン源 2 用の配線を不要にできて配線からの脱ガスの影響がなくなることと、通電加熱により効率よくグリッドの汚染を防止できることが相俟って、高感度にて精度よく残留ガス成分の分析を行うことが可能になる。

[0040] また、上記第 1 の実施形態においては、四重極部 3 の各電極 3 1 をホルダ 3 2 で保持させ、イオン検出部 4 をホルダ 3 2 に着脱自在に取付けると共に、このホルダ 3 2 にソケット式コネクタ 3 4、4 2 を設けておき、支持板 1 に立設した接続端子 3 5 a、3 5 b、4 3 に嵌着すれば、組付けられる構造を採用したため、その組付や取扱を一層容易にでき、有利である。さらに、1 個の四重極型質量分析計 MA 1 にて、ガス成分の分析（分圧測定）に加えて試験体の全圧をも測定でき、しかも、イオンコレクタ 6 1 を支持板 1 に設けた接続端子 6 2 に直付けしたため、イオン電流検知用の高価な配線が不要となり、低コストで全圧測定用の構成を実現できる。

[0041] 以上、上記第１の本実施形態の四重極型質量分析計MA 1について説明したが、本発明は上記に限定されるものではない。上記実施形態のものでは、センサ部３と制御ユニットCとを別体としているが、同一の筐体に一体に組み込んで構成することもできる。また、上記実施形態のものでは、イオン検出部４が支持体１側から最も離れた位置、つまり、ガス分析しようとする試験体内の雰囲気と接する位置に存することとなる。このような場合、試験体内に存在するイオンまでもがイオン検出部４にて検出される虞があり、試験体TPによっては、高精度のガス成分の分析ができない場合がある。

[0042] そこで、第１の実施形態の変形例の四重極型質量分析計のセンサ部M 2は、図２に示すように、試験体内に存在するイオンからこのイオン検出部４を遮蔽するようにイオン検出部４の上部を覆う板状の遮蔽部材７を更に備える。なお、遮蔽部材７の形状は、板状のものに限定されるものではなく、半球状のもの等を用いることもできる。

[0043] また、上記第１の実施形態のものにおいては、板状のイオンコレクタ６１を設けて試験体の全圧を測定し得るものを説明したが、板状のものとした場合、その表面が汚染され易く、感度の低下を招き易い。そこで、上記変形例のセンサ部M 2は、図２に示すように、筒状のイオンコレクタ６１０を備える。それに加えて、センサ部M 2は、大気圧から、熱電子がフィラメント２２から放出され得る圧力までの圧力範囲内で圧力測定できるようにピラニ真空計８を更に備える。これにより、試験体を真空排気した後、ガス分析を開始するまでの試験体の圧力を測定するために、他の真空計が不要になり、上記センサ部M 2を、真空計を持たない試験体に装着してガス成分の分析を行うときに有利である。なお、ピラニ真空計８の作動を制御する回路は制御ユニットCに内蔵される。

[0044] さらに、上記実施形態のものにおいては、支持体１が円板状のものを例に説明したが、これに限定されるものではない。上記第１の実施形態の他の変形例に係るセンサ部M 3では、図３（a）及び（b）に示すように、支持板１０が、平板からなる中央の基部１０aと、この基部１０aの外周に立設し

た筒状壁部 10b と、この筒状壁部 10b の上端に形成したフランジ 10c とから構成されている。

[0045] 基部 10a には、グリッド用の接続端子 23a、23b やフィラメント用の接続端子 24a、24b が設けられる。また、フランジ 10c 上面は、接続端子 23a、23b に接続されたグリッド 21 や接続端子 24a、24b に接続されたフィラメント 22 より上方に位置する。これにより、四重極部 3 やイオン検出部 4 を離脱させれば、試験体の全圧を測定するための真空計（電離真空計）として構成される（図 3（b）参照）。

[0046] また、上記第 1 の実施形態のものにおいては、1 つの制御ユニット C としたものを例に説明したが、これに限定されるものではない。図 4 を参照して説明すれば、変形例に係る制御ユニットは、試験体内の全圧等を測定する主ユニット C1 と、試験体内のガス成分を分析する従ユニット C2 とを連結して構成されている。即ち、主ユニット C1 は第 1 の筐体 C11 を有し、第 1 の筐体 C11 には、電力供給を行う電源部 C12 と、制御ユニットの作動を制御する CPU 等の制御部 C13 と、イオン源 2 への電極供給を行うイオン電源部 C14 と、イオンコレクタ 61、610 に捕集されたイオンの電流値を測定する電流検出回路 C15 とを備える。他方、主ユニット C1 に通信自在に接続された従ユニット C2 は、第 2 の筐体 C21 を有し、第 2 の筐体 C21 には、四重極部 3 の電極 31 に直流電圧と高周波電圧とを印加する電源部 C22 と、イオン検出部 4 に捕集された、イオンの電流値を測定する電流検出回路 C23 とを備える。これにより、四重極型質量分析計 MA1 のセンサ部 M1、M2、M3 を真空計として使用する場合には、それに必要な制御ユニットのみで利用できる。

[0047] 次に、図 5 及び図 6 を参照して、第 2 の実施形態の四重極型質量分析計 MA2 のセンサ部 M4 の構成について説明する。なお、同一の部材または要素については同一の符号を用いるものとし、また、制御ユニット C の構成は同一とする。

[0048] センサ部 M4 は、円板状の支持体 100 を有する。支持体 100 は、アル

ミヤステンレス等の金属製であり、その上面外周縁部にはＯリング（シール手段）１１が設けられている。以下、試験体ＴＰに対するセンサ部Ｍ４の装着方向を上方として説明する。支持体１００上にはイオン源２が設けられている。イオン源２は、支持体１００径方向一側でこの支持体１００に平行に配置されたらせん状のグリッド２１と、このグリッド２１の中央空間を貫通して配置された、Ｉｒ線の表面を酸化イットリウムで覆ってなるフィラメント２２とから構成されている。グリッド２１とフィラメント２２との両自由端は、支持体１００を上下に貫通して立設したグリッド用の接続端子２３ａ、２３ｂ及びフィラメント用の接続端子２４ａ、２４ｂにそれぞれ接続（直付け）されている。

[0049] イオン源２に隣接して支持体１００の径方向内側には環状のフォーカス電極ＦＰが配置されている。フォーカス電極ＦＰは、支持体１００を上下に貫通して立設したグリッド用の接続端子ＦＰ１に直付けされ、この接続端子ＦＰ１は、制御ユニットＣに設けられた電源に接続されている。そして、ガス分析の際にフォーカス電極ＦＰに所定の直流電圧を印加することで、四重極部３に入射するイオンの拡散を抑制するようになっている。

[0050] フォーカス電極ＦＰに隣接して支持板１００の径方向内側には、４本の円柱状の電極３１が周方向に所定間隔でかつ支持体１００に平行に配置され、相対する電極３１が電氣的に結合された四重極部３００が設けられている（図６参照）。各電極３１は、絶縁材料製で下側が開口した箱状のホルダ３２０にて保持され、このホルダ３２０が支持体１００に着脱自在に取り付けられている。そして、相対する各電極３１のうち２本の電極は、支持体１００に立設した２本の接続端子３５ａ、３５ｂに配線Ｗによりそれぞれ電氣的に接続されている。

[0051] 四重極部３に隣接して支持体１０の径方向他側には、イオン検出部４が設けられている。イオン検出部４は、四重極部３００の各電極３１間を通してその上方に到達するガス分子を捕集するファラデーカップから構成されている。イオン検出部４もまた、支持体１００に立設した接続端子４０に接続（

直付け) されている。また、グリッド 2 1 を挟んでイオン検出部 4 に対向配置されるように、板状のイオンコレクタ 6 1 が設けられている。イオンコレクタ 6 1 は、支持体 1 に上下に貫通して設けた接続端子 6 2 に直付けされている。

- [0052] 四重極型質量分析計 MA 2 の使用に際しては、上記と同様に、センサ部 M 4 の周囲に、両端にフランジ P 1、P 2 を備えた管体 P が取り付けられる。これにより、上記センサ部 MA 4 を試験体 TP に装着した場合、第 1 の態様のものと比較して管体 P の長さを短くでき、ひいては、試験体 TP に装着したときのこの試験体 TP からの突出量が少なくなり、有利である。また、上記第 2 の実施形態によれば、支持体 1 0 0 上にイオン源 2、四重極部 3 0 0 及びイオン検出部 4 を並設して構成したため、配線が不要となり、その構造を簡単にできて組付が容易になるだけでなく、更なる低コスト化を図ることができる。

符号の説明

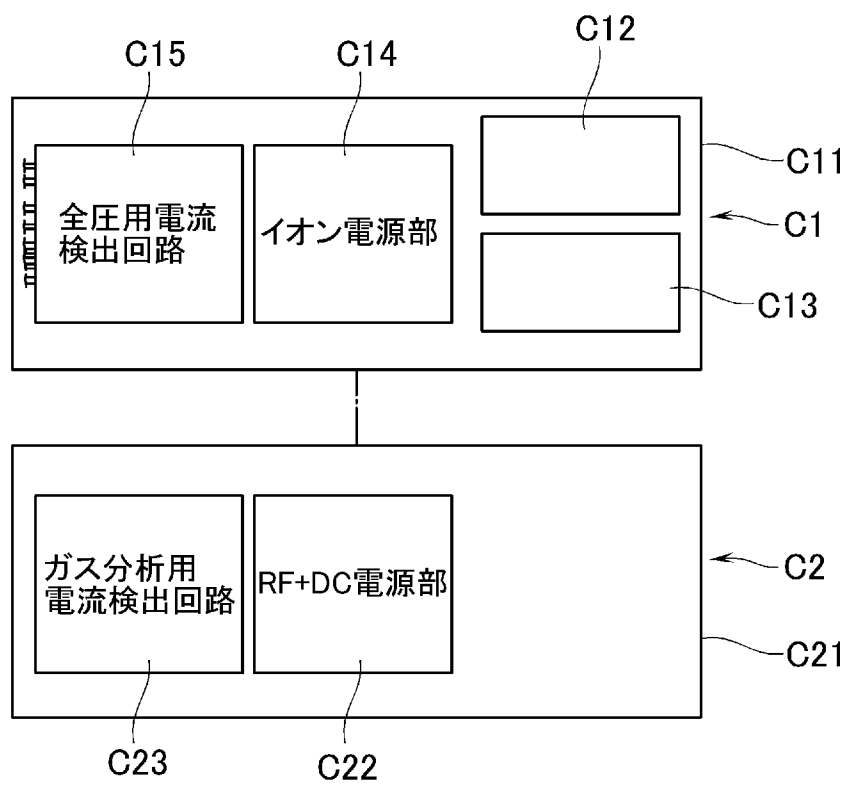
- [0053] MA 1、MA 2…四重極型質量分析計、M 1～M 4…センサ部、C…制御ユニット、1、1 0、1 0 0…支持体、1 1…シール手段、2…イオン源、2 1…グリッド、2 2…フィラメント、3…四重極部、3 1…電極、3 2…ホルダ、4…イオン検出部、3 5 a、3 5 b、4 3…接続端子、E 1～E 6…電源、6 1、6 1 0…イオンコレクタ（全圧測定用）、7…遮蔽部材、8…（ピラニ）真空計

請求の範囲

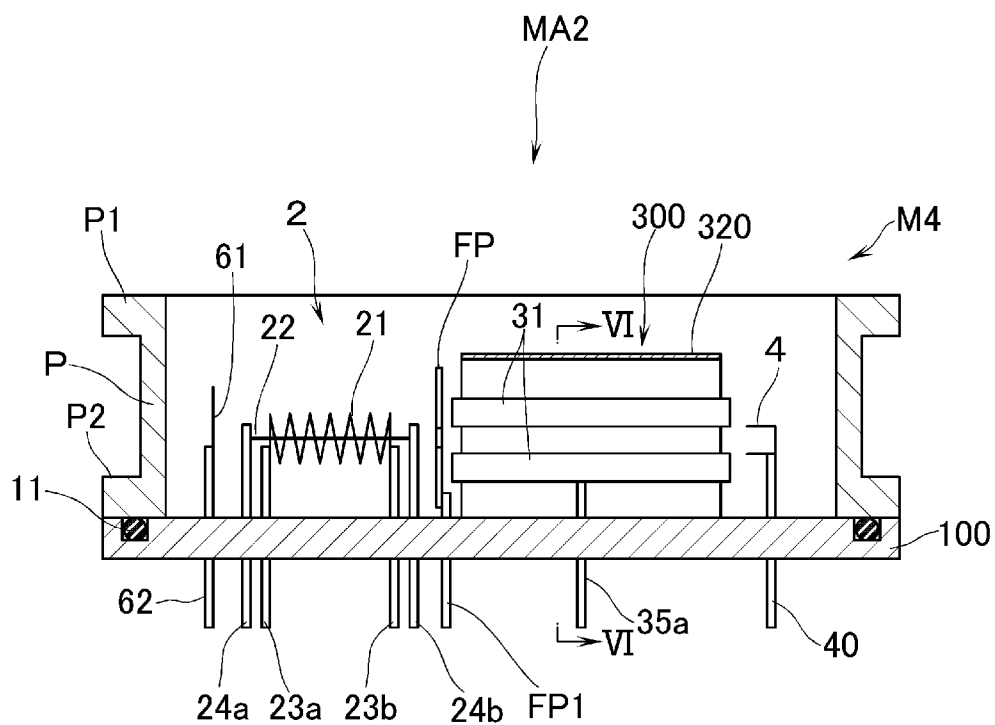
- [請求項1] 試験体内のガス成分を分析し得る四重極型質量分析計であって、
試験体に着脱自在に装着し得るセンサ部を備え、
この試験体に対するセンサ部の装着方向を上方として、センサ部は、
下端に設けられた所定形状の支持体と、この支持体上に設けられた、
フィラメント及びグリッドを有して上記ガスをイオン化するイオン源と、
このイオン源上に設けられた、4本の柱状電極を周方向に所定間隔で配置してなる四重極部と、
この四重極部上に設けられた、相対する電極間に直流電圧と交流電圧とを印加することで四重極部を通過した所定のイオンを捕集するイオン検出部と、を備えることを特徴とする四重極型質量分析計。
- [請求項2] 前記イオン検出部の上方に、このイオン検出部を遮蔽する遮蔽手段を更に備えることを特徴とする請求項1記載の四重極型質量分析計。
- [請求項3] 前記支持体は、イオン源を囲うようにして、イオン源の上方まで延びる筒状壁を備え、この筒状壁の上端に、試験体に固定可能なフランジが設けられていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の四重極型質量分析計。
- [請求項4] 試験体内のガス成分を分析し得る四重極型質量分析計であって、
試験体に着脱自在に装着し得るセンサ部を備え、
この試験体に対するセンサ部の装着方向を上方として、このセンサ部は、
下端に設けられた所定形状の支持体と、この支持体上に配置された、
フィラメント及びグリッドを有して上記ガスをイオン化するイオン源と、
支持体上でイオン源に隣接配置された、4本の円柱状電極を上下方向に対して直交する方向に平行にかつ周方向に所定間隔で配置してなる四重極部と、
支持体上で四重極部に隣接配置された、相対する電極間に直流電圧と交流電圧とを印加することでこの四重極部を通過した所定のイオンを捕集するイオン検出部と、を備えることを特徴とする四重極型質量分析計。

- [請求項5] 前記イオン源のフィラメント及びグリッドの自由端は、前記支持体を上下方向に貫通して固定された接続端子に配線なしに接続されていることを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の四重極型質量分析計。
- [請求項6] 前記四重極部の各電極は絶縁性のホルダで保持され、このホルダが前記支持体に着脱自在に取り付けられていることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか 1 項に記載の四重極型質量分析計。
- [請求項7] 前記イオン検出部は、前記ホルダまたは支持体に着脱自在に取り付けられていることを特徴とする請求項 6 記載の四重極型質量分析計。
- [請求項8] 前記支持体上に、イオン源のグリッドを挟んでイオン検出部に対向配置された板状のイオンコレクタを更に備え、試験体内の全圧を測定可能としたことを特徴とする請求項 1～請求項 7 のいずれか 1 項に記載の四重極型質量分析計。
- [請求項9] 前記支持体上に、フィラメント及びグリッドを有するイオン源を圍繞するように配置された筒状のイオンコレクタを更に備え、試験体内の全圧を測定可能としたことを特徴とする請求項 1～請求項 7 のいずれか 1 項に記載の四重極型質量分析計。
- [請求項10] 大気圧から、前記フィラメントから熱電子を放出し得るまでの圧力範囲内で圧力測定できる真空計を更に備えることを特徴とする請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 項に記載の四重極型質量分析計。

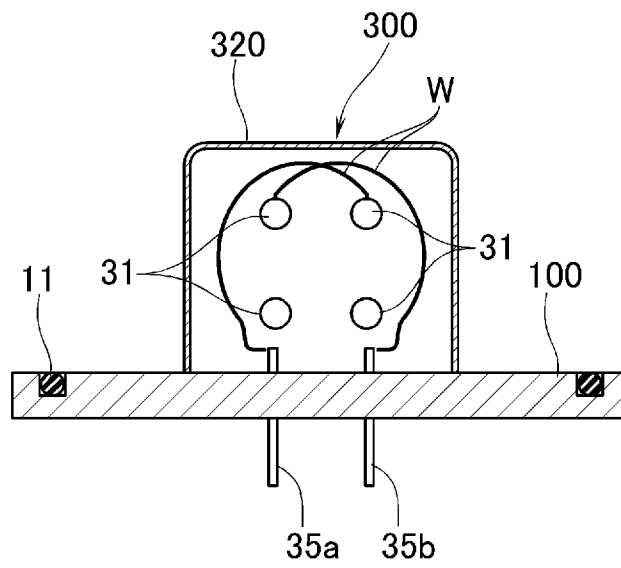
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J49/42(2006.01)i, G01N27/62(2006.01)i, H01J41/04(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)

H01J49/42, G01N27/62, H01J41/04

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 2005-533338 A (Inficon, Inc.), 04 November 2005 (04.11.2005), paragraphs [0002] to [0014]; fig. 1 to 4 & US 2002/0153820 A1 & EP 1508154 A & WO 03/103005 A1	1-3, 5-10
Y	JP 2004-349102 A (Ulvac, Inc.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraphs [0016] to [0041]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-10
Y	JP 62-150645 A (Anelva Corp.), 04 July 1987 (04.07.1987), page 1, lower right column, line 5 to page 2, upper left column, line 13; fig. 3 (Family: none)	4-10

☒ 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

“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
16 May, 2011 (16.05.11)

Date of mailing of the international search report
24 May, 2011 (24.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/000834

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2006/121173 A1 (Vaclab Inc.), 16 November 2006 (16.11.2006), page 1, line 9 to page 4, line 10; page 14, lines 11 to 17; fig. 8, 10 & US 2009/0096460 A1 & EP 1890124 A1	4-10
Y	JP 11-40099 A (Leybold Inficon, Inc.), 12 February 1999 (12.02.1999), paragraph [0040]; fig. 3 & US 5834770 A & GB 2323468 A	8
Y	JP 2006-266854 A (Vaclab Inc.), 05 October 2006 (05.10.2006), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 12 to 13 & US 2006/0226355 A1	9
A	JP 7-272671 A (ULVAC Japan Ltd.), 20 October 1995 (20.10.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2007-521616 A (Oi Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), entire text; all drawings & US 2005/0017166 A1 & EP 1642315 A & WO 2005/008719 A2 & DE 602004021380 D	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01J49/42 (2006.01)i, G01N27/62 (2006.01)i, H01J41/04 (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. H01J49/42, G01N27/62, H01J41/04

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 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 請求項の番号
Y	JP 2005-533338 A (インフィコン インコーポレイティッド) 2005.11.04, 段落 0 0 0 2 - 0 0 1 4, 図 1 - 4 & US 2002/0153820 A1 & EP 1508154 A & WO 03/103005 A1	1-3, 5-10
Y	JP 2004-349102 A (株式会社アルバック) 2004.12.09, 段落 0 0 1 6 - 0 0 4 1, 図 1 (ファミリーなし)	1-3, 5-10

☒ 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

1 6 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 5 . 2 0 1 1

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)

石田 佳久

2 G

4 0 6 9

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 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 請求項の番号
Y	JP 62-150645 A (日電アネルバ株式会社) 1987. 07. 04, 第1頁右下欄第5行－第2頁左上欄第13行, 第3図 (ファミリーなし)	4-10
Y	WO 2006/121173 A1 (有限会社真空実験室) 2006. 11. 16, 第1頁第9行－第4頁第10行, 第14頁第11－17行, 図8, 図10 & US 2009/0096460 A1 & EP 1890124 A1	4-10
Y	JP 11-40099 A (レイボールド インフィコン, インコーポレイテッド) 1999. 02. 12, 段落0040, 図3 & US 5834770 A & GB 2323468 A	8
Y	JP 2006-266854 A (有限会社真空実験室) 2006. 10. 05, 段落0020－0022, 図12－13 & US 2006/0226355 A1	9
A	JP 7-272671 A (日本真空技術株式会社) 1995. 10. 20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-521616 A (オイ コーポレイション) 2007. 08. 02, 全文, 全図 & US 2005/0017166 A1 & EP 1642315 A & WO 2005/008719 A2 & DE 602004021380 D	1-10