(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
2008 年11 月20 日 (20.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/139809 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 27/62 (2006.01) *H01J 49/42* (2006.01)
H01J 41/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/057249

(22) 国際出願日: 2008 年4 月14 日 (14.04.2008)

(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2007-129408 2007 年5 月15 日 (15.05.2007) 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２５００ 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２５００ 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 黒川 裕次郎 (KUROKAWA, Yujirou) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園２５００ 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２５００ 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２５００ 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 吉田 修爾 (YOSHIDA, Shuji) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園２５００ 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

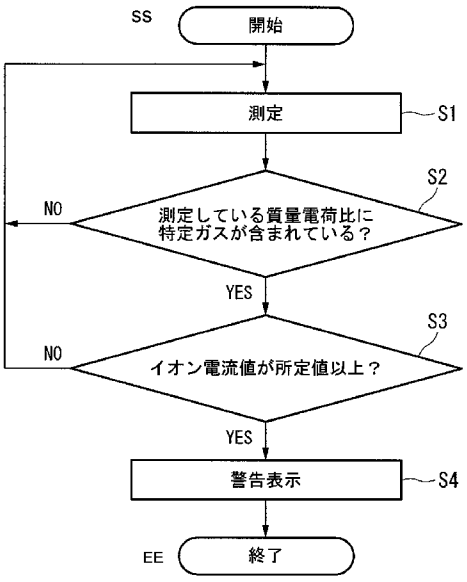
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[続葉有]

(54) Title: MASS SPECTROMETRY UNIT

(54) 発明の名称: 質量分析ユニット

[図6]



SS START
S1 MEASUREMENT
S2 SPECIFIC GAS IS CONTAINED IN MASS CHARGE RATIO UNDER MEASUREMENT ?
S3 ION CURRENT VALUE ≥ PREDETERMINED VALUE ?
S4 DISPLAY WARNING
EE END

(57) Abstract: A mass spectrometry unit comprising a mass spectrometry section for measuring the partial pressure by detecting the ion current value for every mass charge ratio of gas to be measured is further provided with a control section for previously holding the record of the mass charge ratio of a specific gas which causes decline of the function at a specific part of the mass spectrometry unit. When the ion current value of mass charge ratio of the specific gas detected at the mass spectrometry section reaches a predetermined value, the control section outputs a signal warning the functional decline at the specific part.

(57) 要約: この質量分析ユニットは、被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え；前記質量分析部により検出された前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が所定値以上となった場合に、前記制御部が、前記特定部位の機能低下を示す警告信号を出力する。

WO 2008/139809 A1

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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

質量分析ユニット

技術分野

[0001] 本発明は、質量分析ユニットに関する。

本出願は、特願2007－129408号を基礎出願とし、その内容を取り込む。

背景技術

[0002] 半導体装置やFPD(Flat Panel Display)の製造工程では、様々な真空装置が利用されている。その真空装置のプロセス管理を行うため、四重極型の質量分析装置が使用されている。この質量分析装置は、分析対象ガスに含まれる様々な物質の、質量電荷比(質量数／電荷数)ごとの分圧を測定する装置である。また、近年では、材料の分析、たんぱく質等の生体高分子化合物の解析、セキュリティ分野等、多岐に亘って使用されており、ますます需要は拡大していく傾向にある。

[0003] 四重極型の質量分析装置は、質量分析管内でイオン源部であるフィラメントに通電して熱電子を放出させ、それによって気体を電離してイオンを生成させる。イオン化されたイオンを検出するイオン検出器には、Cu－Be合金、酸化アルミニウム(AlO)等からなる2次電子増倍管が多く利用されている。

ところで、質量分析装置の使用上の注意を誤ると、フィラメントやイオン検出器の故障に繋がってしまう。また、フィラメントやイオン検出器には各々寿命があり、その寿命を越えると正確な測定ができなくなってしまう。そこで、フィラメントや、イオン検出器の故障防止、寿命計測、寿命を延命させるために、例えば、以下のような構成が開示されている。

[0004] フィラメントは圧力が概略1Pa以下でなければ点灯することができず、それ以上の圧力では、フィラメントが断線してしまう虞がある。そこで、フィラメントや、イオン検出器の故障防止のために、特許文献1では、質量分析装置に真空計の圧力検出部を設置してフィラメントの断線を防いでいる。また、特許文献2では、フィラメントの過電防止回路を付加してフィラメントの断線を防いでいる。また、特許文献3では、フィラメント電流を検出してフィラメントの寿命を予測している。

[0005] 一方、イオン検出器の寿命を延命させるために、特許文献4では、不要なイオン検出を避けることにより検出器の寿命を延命している。また、特許文献5では、キャリブレーションガスのガス流量をマススペクトルパターンで決定することにより、流量を最適化して、イオン検出器の感度劣化防止、イオン源部の汚れの検知を行っている。また、特許文献6では、イオン検出器に使用する材料と構造を選択することにより、イオン検出器の寿命を延命している。

[0006] また、質量分析装置は、上述したように使用圧力以下でなければ作動させることができない。そこで、圧力が高い場合は、差動排気系と呼ばれるポンプシステムを利用し、質量分析装置に差動排気系を加えて質量分析ユニットを構成することがある。この場合、ポンプシステムが故障してしまうと、質量分析装置の故障に繋がることがある。これを防ぐために、例えば、特許文献7では、ポンプの異常発生前後の各状態に応じて、異常未発生時における予防保全対応策と、異常発生時における不具合対応法と、異常発生後における危険回避対応法とのそれぞれを、表示、電気信号出力、若しくは音声出力により予防保全している。

特許文献1:特開2004－349102号公報

特許文献2:特許第3734913号公報

特許文献3:特開平7－151816号公報

特許文献4:特開平9－22681号公報

特許文献5:特開平8－321277号公報

特許文献6:特開平9－170183号公報

特許文献7:特開2004－177213号公報

特許文献8:特開平5－275052号公報

特許文献9:特開平5－109860号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 半導体装置、FPD等の製造工程では、エッチング装置や、CVD(Chemical Vapor Deposition)装置等を用いる。このような装置に質量分析ユニットを用いる場合、エッチング装置に導入される腐食性・ハロゲン系ガス、またはCVD装置に充填され

る金属・絶縁膜を堆積させるためのガスが、フィラメントやイオン検出器に悪影響を与えてしまう。例えば、フィラメントが腐食性・ハロゲン系ガスに曝されると、酸化イットリアからなるフィラメントの表面のコーティングが剥がれ、最終的にはフィラメントの断線や、フィラメントとグリッドとの間に流れるエミッション電流が流れなくなる等の異常が発生する虞がある。また、イオン検出部である2次電子増倍管は、その金属表面にイオンを高速で衝突させることで、2次電子を発生させるものであるため、金属表面に金属・絶縁膜が堆積してしまうと、2次電子が発生しにくくなってしまう虞がある。そこで、特許文献8，9には、成膜中においても反応ガスモニタを可能にする技術が提案されている。なお、上述した腐食性・ハロゲン系ガスや金属・絶縁膜を堆積させるためのガスのように、質量分析ユニットにおける特定部位の機能を低下させるガスを、以下には「特定ガス」という。

[0008] また、質量分析ユニットの寿命、性能が向上し、需要が拡大する一方で、質量分析ユニットの使用上の注意点を意識せずに使用するユーザーが増加している。具体的には、質量分析ユニットは測定する装置、ガス等、用途に応じて使い分けなければならないが、その用途を考慮せずに使用されることがあるため、質量分析ユニットに予期しない特定ガスが導入されてしまうことがある。これにより、フィラメントやイオン検出器等が製品寿命に至らずに故障に至ることが多くなってきている。

[0009] また、前述したようにフィラメントやイオン検出器等は寿命がある部品であるため、定期的に交換しなければならないが、交換の時期は、使用状態、使用状況に応じて変動してしまう。したがって、交換の時期が判断し難く、使用不能になって正しく測定できなくなってから交換することで、質量分析ユニットの使用停止期間が長くなってしまう問題がある。また、まだ使用可能であるにも関わらず事前に交換してしまうことで、資源やコストのロスに繋がってしまう問題もある。

[0010] また、フィラメントやイオン検出器等を交換する際や、ポンプのオーバーホールの際には、特定ガスがフィラメントやイオン検出器等に付着している可能性があるため、作業者の安全を確保しなければならない。従来、作業者は交換時やオーバーホール時毎に、特定ガスの導入履歴を、事前にユーザーに確認してから作業に着手しているため、交換作業に手間が生じていた。

[0011] さらに、質量分析ユニットをエッチング・CVD装置に使用する場合、測定中でも質量分析部と差動排気系に使用するポンプとを加熱しておくことにより、金属・絶縁物が付着しないようにしている。ポンプには、腐食・ハロゲンガスを希釈するために、パージガス(例えば、N_2)を流している。測定終了後、上述した腐食性・ハロゲン系ガスや金属・絶縁膜を堆積させるためのガス等が導入されていない場合には、質量分析管、ポンプの加熱及びポンプのパージをする必要がない。それにもかかわらず、質量分析管、ポンプの加熱及びポンプのパージを作動し続けると、電力とガスを浪費してしまうという問題がある。

[0012] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、特定部位の機能低下を防止することができ、特定部位の劣化時期を正確に把握できる質量分析ユニットの提供を目的とする。

また、補修対称部品の補修作業等を効率的に行うことができ、省電力化を図ることができる質量分析ユニットの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用した。

(1)本発明の質量分析ユニットは、被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え;前記質量分析部により検出された前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が所定値以上となった場合に、前記制御部が、前記特定部位の機能低下を示す警告信号を出力する。

この構成によれば、質量分析ユニットにおける特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比が制御部に記録される。そして、特定ガスのイオン電流値が所定値を超えた場合に、特定部位の機能低下の警告信号を出力することで、予期しない特定ガスが導入された場合や、ユーザーが特定ガスの質量電荷比を認識していない場合でも、質量分析ユニットにおける特定部位の機能低下の可能性を即座に知らせることができる。そのため、特定ガスによって特定部位が機能低下するのを防ぐことができる。

[0014] (2)本発明の他の質量分析ユニットは、被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え;前記質量分析部により検出された前記特定ガスのイオン電流値とこのイオン電流値を検出した検出時間との積分値が所定値以上となった場合に、前記制御部が、前記特定部位の機能低下を示す警告信号を出力するとともに、前記特定部位に対する電圧の印加を解除して前記特定部位の機能を停止させる。

この構成によれば、特定部位の機能低下の警告信号を出力することで、特定ガスのイオン電流値とその検出時間との積分値に対応する特定部位の経時変化を、正確に知らせることができる。また、特定部位に印加されている電圧の印加を解除して特定部位の機能を停止させることで、特定部位のさらなる経時変化を抑制することもできる。

[0015] (3)上記(2)に記載の質量分析ユニットでは、前記所定値が、前記特定部位が劣化するまでの前記イオン電流値と、前記検出時間との積分値以下であってもよい。

この場合、質量分析ユニットにおける特定部位の寿命を正確に知らせることができ、これに応じてユーザーは、交換の時期を判断することができる。よって、特定部位が使用不能になってから交換したり、まだ使用可能であるにも関わらず事前に交換してしまったりすることを防ぐことができる。したがって、特定部位を最大限に使用することができるため、コストを抑えることができるとともに、省資源化を図ることもできる。

[0016] (4)また、本発明の他の質量分析ユニットは、被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、この質量分析ユニットの補修作業時における補修対象部品への付着有無の確認を必要とする特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え;前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が前記質量分析部により検出された場合に、前記制御部が、前記特定ガスの情報および前記補修対象部品の情報のうちの少なくとも一方を記録する。

この構成によれば、特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が質量分析部により検

出された場合に、特定ガスの情報および／または補修対象部品の情報を記録することで、補修対象部品への特定ガスの付着有無を正確かつ迅速に確認することが可能になる。したがって、ユーザー以外の作業者が補修対象部品の補修作業を行う際においても、作業者の安全を確保した上で効率的に作業を行うことができる。

[0017] (5)また、本発明の他の質量分析ユニットは、被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部と;前記特定ガスによる前記特定部位の機能低下を防止する特定部位保全手段と;を備え、前記質量分析部により検出された前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が所定値以下となった場合に、前記制御部が、前記特定部位保全手段を停止させる。

ことを特徴とする質量分析ユニット。

この構成によれば、質量分析ユニットにおける特定部位の機能を低下させる特定ガスが導入されていない場合に、特定部位保全手段を停止させることで、質量分析ユニットの省電力化を図ることができる。

発明の効果

[0018] 本発明の質量分析ユニットによれば、質量分析ユニットにおける特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比が制御部に記録され、その特定ガスのイオン電流値が所定値を超えた場合に、特定部位の機能低下の警告信号を出力する。これにより、予期しない特定ガスが導入された場合や、ユーザーが特定ガスの質量電荷比を認識していない場合でも、質量分析ユニットにおける特定部位の機能低下の可能性を即座に知らせることができる。よって、特定ガスで特定部位が機能低下することを防ぐことができるため、質量分析ユニットを長期間にわたって効率的に使用することできる。

また、特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が質量分析部により検出された場合に、特定ガスの情報および／または補修対象部品の情報を記録することで、補修対象部品への特定ガスの付着有無を正確かつ迅速に確認することが可能になる。したがって、ユーザー以外の作業者が補修対象部品の補修作業を行う際においても、作

業者の安全を確保した上で効率的に作業を行うことができる。

また、質量分析ユニットにおける特定部位の機能を低下させる特定ガスが導入されていない場合に、特定部位保全手段を停止させることで、質量分析ユニットの省電力化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る質量分析ユニットのブロック図である。

[図2]図2は、同実施形態に係る測定部の内部構造を示す断面図である。

[図3]図3は、同実施形態に係る質量分析ユニットを装着したエッチング装置を示す概略構成図である。

[図4]図4は、質量電荷比とイオン電流値との質量スペクトルを示すグラフである。

[図5]図5は、エッチングプロセス中において時間と特定ガスのイオン電流値の変化との関係を、エッチング装置と質量分析ユニットとの作用に対応させたグラフである。

[図6]図6は、同実施形態における質量分析ユニットの予防保全方法を示すフローチャートである。

[図7]図7は、同実施形態における質量分析ユニットの予防保全方法を示すフローチャートである。

[図8]図8は、同実施形態に係る質量分析ユニットの部品管理方法における測定部、ポンプの製造番号と特定ガスの記録例である。

[図9]図9は、同実施形態における質量分析ユニットの省電力化方法を示すフローチャートである。

符号の説明

[0020] 1 質量分析部

10 質量分析ユニット

22 イオン源部(特定部位、補修対象部品)

27 イオン検出部(特定部位、補修対象部品)

63 制御部

80 ターボ分子ポンプ(補修対象部品)

81 フォアポンプ(補修対象部品)

82 ベーキングヒータ(特定部位保全手段)

84 希釈ガス供給部(特定部位保全手段)

発明を実施するための最良の形態

[0021] 本発明の一実施形態について図面を参照しながら以下に説明する。なお、以下の説明に用いる各図面では、各部材を認識可能な大きさとするため、各部材の縮尺を適宜変更している。

[0022] (質量分析ユニット)

図1は、本実施形態に係る質量分析ユニットのブロック図を示す。

質量分析装置には、磁場偏向型や四重極型等が存在するが、本実施形態では、トランスデューサ型の四重極型質量分析装置を例として説明する。四重極型の質量分析装置は、被測定ガス中に存在するガスの種類とそれぞれのガスの分圧を計測する。

[0023] 本実施形態に係る質量分析ユニット10は、質量分析部1と、この質量分析部1に導入される被測定ガスの圧力を所定値まで減圧する差動排気部20と、これら質量分析部1及び差動排気部20を制御する制御用PC(制御部)62とを備えている。質量分析部1は、被測定ガスの質量電荷比ごとの分圧を測定する測定部12と、この測定部12に連続的に設けられてかつ、制御用PC62から出力される信号に基づいて測定部12を駆動する電気系部14とを備えている。

[0024] 差動排気部20は、被測定ガスを測定部12に導入するガス導入部24と、前記測定部12内に導入される被測定ガスの一部を減圧するターボ分子ポンプ80(補修対象部品)と、このターボ分子ポンプ80に連結するフォアポンプ(補修対象部品:例えば、ダイアフラムポンプ)81とを備えている(以下、両ポンプを合わせてポンプ80, 81という)。

[0025] ガス導入部24は、被測定ガスの選択を可能とする選択バルブV1, V2を備えている。選択バルブV2側にはオリフィスが組み合わされており、選択バルブV1に比べ、測定部12に導入されるガス量を絞って小さくできるようになっている。すなわち、測定部12に導入するガス量を小さくする場合には、選択バルブV2を選択すればよい。

差動排気部20は、測定部12内における被測定ガスの圧力が、測定部12が良好に

動作する範囲（10^{-2}Pa以下の範囲）以上である場合に駆動させることで、測定部12内の圧力を所定の圧力まで減圧させる。

[0026] 測定部12にはベーキングヒータ82a（特定部位保全手段）が接続され、ポンプ80にはベーキングヒータ82b（特定部位保全手段）が接続され、ポンプ81にはベーキングヒータ82c（特定部位保全手段）が接続されている。ベーキングヒータ82aは、測定部12内に存在する水分を蒸発させ、測定部12内に存在する水蒸気を排出させることで、測定部12内を減圧する。ベーキングヒータ82b，82cは、ポンプ80，81内を加熱して、ポンプ80，81内に被測定ガスから生成される金属・絶縁膜が付着するのを防ぐ。

[0027] また、測定部12とターボ分子ポンプ80との間には、ポンプ80，81内に流れる被測定ガスを希釈するための希釈ガス供給部84（特定部位保全手段）が接続されている。本実施形態において、この希釈ガス（パージガス）は、例えば窒素（N_2）等が用いられる。

[0028] 制御用PC62は、制御部63とメモリ部64と表示部65とを備えている。制御部63は、測定部12で検出された質量電荷比とそれに応じたイオン電流値とに基づいて電気系部14に出力信号を送り、質量分析部1及び差動排気部20の動作を制御する。メモリ部64には、後述する所定値や各データが記録及び保存される。表示部65は、ユーザーに対して測定部12の情報を視認可能にするものであり、制御部63により検出された質量電荷比とそれに応じたイオン電流値の大きさや、後述する警告表示等の各種情報が表示される。イオン電流値は、入射イオンの量に比例するため、イオン電流値の大きさからその質量電荷比を有するイオンの量が分かる。その結果、真空装置内の各気体の分圧等が認識可能となる。

なお、制御用PC62により行われる制御、操作、各種情報の表示等を、電気系部14により行ってもよい。

[0029] 図2は、測定部12の内部構造を示す図である。

図2に示すように、測定部12は、有底の金属製の容器11を有している。この容器11は一方が開口された円筒形状からなり、内部に質量選別部2が配置され、開口29側が、後述する真空装置に接続されている。

まず、質量選別部2について説明すると、この質量選別部2は、取付筒73と、イオン源部22と、四重極23と、イオン検出部27とを有している。

取付筒73は、絶縁物が円筒形状に成形されており、その二個の開口のうち、一方が容器11の開口29側に向けられ、他方がイオン検出部27に向けられている。

[0030] 四重極23は、金属製円柱から成る四本の電極で構成されており、取付筒73の内部に配置されている(図2では二本が見えている)。また、四重極23を構成する四本の電極は、それぞれ取付筒73の中心軸線に沿った方向に向けられており、互いに所定間隔を開けて取付筒73内部の壁面にネジ止め固定されている。

[0031] イオン源部22は、熱フィラメントであり、例えばイリジウム(Ir)線に酸化イットリアがコーティングされたものが用いられている。イオン源部22は、取付筒73の開口付近であって、その開口と、容器11の開口29との間の位置に配置されている。また、イオン源部22と四重極23の間には、スリット74が配置されている。

[0032] 測定する真空装置の内部に存する気体は、容器11の開口29を通って容器11の内部に進入するため、容器11内部の雰囲気は、真空装置の内部の雰囲気と同じになっている。従って、イオン源部22周囲の雰囲気は、真空装置の内部の雰囲気と同じ組成になっている。

[0033] イオン源部22に通電し、イオン源部22から熱電子を放出させると、その熱電子がイオン源部22周囲に存する気体分子に衝突し、イオンが生成される。

スリット74は、小孔75を有しており、その小孔75が、四重極23を構成する四本の電極の間に位置している。イオン源部22によって生成されたイオンは、スリット74の小孔75を通過して四重極23の内部に進入する。

[0034] 四重極23を構成する各電極には、直流バイアス電圧に所定周波数の交流電圧が重畳された電圧が印加されている。四重極23の内部に進入したイオンは、直流バイアス電圧の大きさと、交流電圧の大きさとに応じた質量電荷比を有するものだけが、四重極23の間を通過する。従って、それらの大きさを変化させると、所望の質量電荷比のイオンだけを通過させることができる。

[0035] 取付筒73とイオン検出部27との間には、スリット76が配置されている。

したがって、四重極23の内部を通過したイオンは、スリット76の小孔77に向かって

飛行し、小孔77を通過してイオン検出部27に入射する。

[0036] イオン検出部27にイオンが入射するとイオン電流が検出される。イオン検出部27には、Cu－Be合金、酸化アルミニウム(AlO)等からなる2次電子増倍管やSUS等からなるファラデーカップが用いられるが、本実施形態においては、2次電子増倍管を用いている。2次電子増倍管は、その金属表面にイオンを高速で衝突させることで、2次電子を発生させ、1つのイオンが数倍に増幅するため、検出の感度を向上させることができる。

[0037] (質量分析ユニットの使用方法)

次に、図3に基づいて、本実施形態に係る質量分析ユニット10の使用方法について説明する。

図3は、本実施形態に係る質量分析ユニット10を装着した真空装置の概略構成図である。

[0038] 以下には、質量分析ユニット10を装着する真空装置として、誘導結合方式(Inductive Coupling Plasma;ICP)の反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching;RIE)装置50を例に挙げて説明する。反応性イオンエッチング装置50(以下「エッチング装置50」という)は、気密封止されたチャンバ52を備えている。そのチャンバ52には、エッチングガスの給気手段53及びチャンバ52内のガスの排気手段54が接続されている。チャンバ52の内部には、基板5を載置するステージ55が設けられている。エッチング生成物がチャンバ52の内壁に付着するのを防止するため、ステージ55を取り囲むように防着板59が設けられている。

[0039] 一方、チャンバ52の内部にプラズマを発生させるため、チャンバ52の上方にはアンテナ57が配置され、そのアンテナ57がプラズマ用高周波電源58に接続されている。

このように構成されたエッチング装置50においてエッチングを行うには、まずステージ55に基板5を載置し、基板5を所定温度に保持する。次に、給気手段53からエッチングガスを供給し、チャンバ52を所定圧力に保持する。次に、プラズマ用高周波電源58を駆動して、アンテナ57に高周波電圧を印加する。これにより、チャンバ52の内部にプラズマが発生し、エッチングガスが励起されて、イオンやラジカル等の活

性種が生成される。ここで生成されたラジカルが基板5に作用し、エッチング対象物を含む揮発性物質が生成されて、エッチング処理が行われる。

[0040] このエッチング装置50は、チャンバ52から離間配置された制御用PC62に接続されており、制御用PC62によってエッチング装置50の動作を制御できる。つまり、制御用PC62は、質量分析ユニット10とエッチング装置50との双方に接続され、質量分析ユニット10の制御とエッチング装置50の制御との双方を行えるようになっている。

[0041] 上記エッチングガスとしては、フッ酸(HF)，塩素(Cl)等の腐食性・ハロゲン系ガスが用いられる。

チャンバ52の側壁に設けられたガス供給チューブは、質量分析ユニット10におけるガス導入部24を構成する選択バルブV1，V2に接続されている。そして、ガス導入部24を介して、前記測定部12に被測定ガスが導入されるようになっている。

[0042] 本実施形態の質量分析の原理は、差動排気部20を用い、被測定ガス(特定ガス)を質量分析部1の測定部12に導入する。次に、イオン源部22の熱フィラメントで生成された熱電子により、導入されたガス分子をイオン化する。次に、四重極23における4本のロッドに直流電圧及び交流電圧による電場を加え、イオン源部22から入射したイオンのうち特定の質量電荷比をもつイオンのみを通過させる。次に、イオン検出部27において、四重極23を通過したイオンをイオン電流として検出する。そして、四重極23に印加する電場をスイープさせ、質量電荷比ごとにイオン電流を測定し、ガスの種類とそれぞれのガスの分圧を計測する。

[0043] ここで、図4は、チャンバ52内にエッチングガスとしてフッ酸(HF)が導入された場合の、質量電荷比(m／z)に対するイオン電流値(A)の質量スペクトルを示すグラフである。

図4に示すように、フッ酸の質量電荷比は、m／z＝20であるので、m／z＝20にピーク(2.50×10^{-10}(A))が出現していることがわかる。これにより、チャンバ52内にフッ酸(HF)が導入されていると判断することができる。

[0044] ここで、図5は、時間(T)と特定ガスのイオン電流値(I)の変化との関係を、エッチング装置と質量分析ユニットとの作用に対応させた図である。

図5に示すように、まず時刻T0において質量分析ユニット10を作動させると、制御部63から、ベーキングヒータ82a，82b，82cおよび希釈ガス供給部84の作動開始信号が出力される。これにより、測定部12及びポンプ80，81の加熱、並びにポンプ80，81のパージを開始する。

[0045] 測定部12及びポンプ80，81が十分に加熱された時点（時刻T1）で、プロセス開始信号に基づいて、測定部12によりチャンバ52内の質量電荷比ごとの分圧の測定を開始する。そして、プロセス開始信号に基づいて、チャンバ52内にエッチングガスを導入し、エッチングが行われる。エッチング終了後、プロセス停止信号に基づいて、エッチングガスの導入が停止される（時刻T3）。そして、エッチングガスの導入停止後には残留エッチングガスが暫減し、イオン電流値は時刻T4においてエッチングガス導入前の状態に戻る。ここで、エッチングガス導入前の状態（期間T0～T1及びT4以降）をバックグランド状態とする。

[0046] （予防保全方法）

以下、図6及び表1に基づいて、質量分析ユニット10をエッチング装置50に装着した場合の予防保全方法について説明する。図6は、本実施形態における予防保全方法を示すフローチャートである。なお、本予防保全方法は、エッチング装置50のチャンバ52内に、エッチングガス（特定ガス）としてフッ酸が導入された場合を例として説明する。

[0047] 質量分析ユニット10におけるイオン源部22がフッ酸等の腐食性・ハロゲン系ガスに曝されると、酸化イットリアからなるイオン源部22の表面のコーティングが剥がれ、最終的にはイオン源部22の断線や、イオン源部22とグリッド間に流れるエミッション電流が流れなくなる等の異常が発生する虞がある。また、イオン検出部27に用いる2次電子増倍管は、Cu－Be合金、酸化アルミニウム（AlO）等からなるため、そのような金属が塩素等に曝されると、溶けて劣化してしまう虞がある。なお、上述した腐食性・ハロゲン系ガスのように、質量分析ユニットにおける特定部位（イオン源部22やイオン検出部27等）の機能を低下させるガスを、以下、「特定ガス」という。

[0048] 一方、特定ガスが、イオン源部22の断線やイオン検出部27等の劣化を促進させることを認識しているユーザーは少ない。また、導入された特定ガスの質量電荷比のピ

ークがいつ出現するか認識しているユーザーが少ないため、特定ガスが導入されていることを気付かないユーザーも多い。

また、質量分析ユニット10に予期しない特定ガスが導入されることがある。つまり、特定ガスに対して耐性が低い質量分析ユニット10(例えば、スパッタリング・蒸着装置用)に、そのような特定ガスが導入されてしまうことがある。特定ガスがそのまま導入され続けると、イオン源部22やイオン検出器27が早期に劣化してしまうこともある。

[0049] そこで、本発明者は、メモリ部64に特定ガスの質量電荷比を予め設定し、検出された特定ガスのイオン電流値が、所定値以上検出された場合にユーザーに警告を促すことで、イオン源部22の断線やイオン検出部27の劣化を防ぐことができることを見出した。

[0050] 具体的には、まず特定ガスの質量電荷比とイオン電流値の所定値を設定する。

以下に示す表1は、エッチング装置50に導入され、イオン源部22及びイオン検出部27等の機能を低下させる特定ガス(例えば、質量分析ユニット10をエッチング装置に装着する場合、腐食性・ハロゲン系の特定ガス)と、各特定ガスの質量電荷比との対応表である。

[0051] [表1]

質量電荷比(m/Z)	ガス種
20	HF
35	Cl
70	Cl_2
71	NF_3
81	HBr
88	CF_4
100	SiH_2Cl_2
138	C_2F_6

[0052] 同表1に示すように、特定ガスの各質量電荷比の対応表を予め設定し、このデータをメモリ部64に記録する。そして、表1の各特定ガスに対応する質量電荷比のイオン電流値の所定値を各特定ガス毎に設定し、メモリ部64に記録する。

[0053] 本予防保全方法における所定値は、上述したバックグランド状態に検出されるイオン電流値以上に設定されていることが好ましい(例えば、図5中のI1)。これにより、特定ガスが導入されたことを早期に検出できる。

なお、被測定ガス(特定ガス)がイオン化される際に、気体分子が分解されることにより、クラッキングパターンと呼ばれるピークが出現する。図4においては、フッ酸が導入される以前にもm／z＝20にピークが出現している。そこで、前記所定値をクラッキングパターンにより生じ得るピークのイオン電流値以上に設定することがより好ましい。これにより、特定ガスによるピークとクラッキングパターンによるピークとを分別して、質量分析ユニット10の誤作動を防ぎ、信頼性を確保することができる。

[0054] 次に、図6に示すように、測定部12によりチャンバ52内の質量電荷比ごとの分圧の測定を開始する(ステップS1)。測定方法は、上述したように四重極23に印加する電場をスイープさせ、質量電荷比ごとにイオン電流を測定し、ガスの種類とそれぞれのガスの分圧を計測する。

[0055] 測定している質量電荷比と表1とを対応させて、設定された質量電荷比(例えば、m／z＝20)の特定ガスが存在するかどうかを判定する(ステップS2)。ここで、イオン電流値のピークが検出されず、特定ガスが含まれなかった場合(ステップS2の判断がNoの場合)、制御部63から電気系部14に測定継続の信号を出力し、異なる質量電荷比の測定を継続させる。一方、イオン電流値のピークが検出された場合(ステップS2の判断がYesの場合)、そのピークのイオン電流値がメモリ部64に設定された所定値以上であるかどうかを判断する(ステップS3)。

[0056] そして、ピークのイオン電流値が所定値よりも低い場合(ステップS3の判断がNoの場合)、測定部12による測定を継続させる。一方、ピークのイオン電流値が所定値以上である場合(ステップS3の判断がYesの場合)、特定ガスが導入されていると判断する。この場合には、制御部63から表示部65に警告信号を出力する。この警告信号としては、例えばイオン源部22の断線の虞や、エミッション電流値異常、イオン検出

部27の劣化等、特定部位の機能低下の可能性に応じた警告信号が出力される。

[0057] 警告信号を受信した表示部65は、その信号に基づいて警告表示の情報を点灯させる(ステップS4)。これにより、ユーザーは、イオン源部22や、イオン検出部27のどの部位に機能低下の可能性があるかを即座に知ることができる。なお、この警告表示は、表示部65で視認する情報以外に、ブザー等による音声提供により認識可能に構成してもよい。

[0058] 制御部63は、警告表示をした後、電気系部14に測定継続の信号を出力し、異なる質量電荷比の測定を継続させ、他の特定ガス(表1に示すフッ酸以外の特定ガス)が導入されているかどうかを、上記フローと同様の方法で測定していく。

[0059] したがって、本実施形態における質量分析ユニット10の予防保全方法は、メモリ部64にイオン源部22及びイオン検出部27等の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比が予め記録され;制御部63が、その特定ガスのイオン電流値が所定値以上となった場合に、表示部65へ警告信号を出力する:構成とした。

この構成によれば、特定ガスのイオン電流値が所定値を超えた場合に、制御部63が警告信号を出力することで、特定ガスの質量電荷比を認識していないユーザーに対しても、質量分析ユニット10におけるイオン源部22の断線やイオン検出部27の劣化の可能性を即座に知らせることができる。そのため、特定ガスによるイオン源部22の断線やイオン検出部27の劣化を防ぐことができる。したがって、イオン源部22やイオン検出部27を長期間にわたって効率的に使用することできる。

[0060] また、本実施形態の予防保全方法を、特定ガスの耐性に弱い質量分析ユニットに用いれば、使用上の注意を誤って特定ガスに対して耐性の弱い質量分析ユニットをエッチング装置に装着してしまった場合においても、質量分析ユニットの機能低下の可能性をユーザーに対して即座に知らせることができる。

[0061] (第2実施形態)

(寿命管理方法)

次に、図7のフローチャートに基づいて、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、質量分析ユニット10をエッチング装置50に装着した場合の寿命管理方法であり、イオン電流値と検出時間との積分値に基づいて所定値を設定する点

で、上記第1実施形態と異なる。

[0062] 特定ガスとしてメモリ部64に設定された質量電荷比のイオン電流値のピークが大きいほど、エッチング装置50のチャンバ52内に導入されている特定ガスの量が多いのは明らかであり、この量に伴い、イオン源部22やイオン検出部27等の消耗部品（以下、まとめて消耗部品という）の寿命が短くなる。また、特定ガスを検出している時間が長いほど、消耗部品の寿命は短くなる。消耗部品が寿命を越えたまま測定し続けると、正確な測定ができなくなってしまうため、定期的に交換しなければならないが、交換の時期は、特定ガスの種類、使用状態、使用状況に応じて変動してしまう。

したがって、これら消耗部品は交換の時期が判断し難い。例えば、消耗部品が使用不能になって正しく測定できなくなってから交換する場合、交換に時間を要してしまい、質量分析ユニット10の使用停止期間が長くなってしまう。また、消耗部品をまだ使用可能であるにも関わらず事前に交換してしまう場合、消耗部品の使用効率が悪く、資源やコストのロスに繋がってしまう等の問題がある。

[0063] そこで、本発明者は、消耗部品の寿命管理方法として、検出された特定ガスのイオン電流値と検出時間との積分値を求め、その積分値が予め設定された所定値を超えた場合に、ユーザーに警告を促すとともに、イオン源部22やイオン検出部27に印加する電圧の印加を解除することで、上述した問題を解決できることを見出した。

[0064] 具体的には、まず特定ガスの質量電荷比を設定するとともに、各特定ガス毎の所定値を設定し、予めメモリ部64に記録する。本寿命管理方法における所定値は、検出された特定ガスのイオン電流値と検出時間との積分値が、消耗部品が寿命に至るまでの積分値以下であることが好ましい。

次に、図7に示すように、上述した予防保全方法のステップS1，2と同様に測定を開始し、設定された質量電荷比の特定ガスが存在するかどうかを判定する（ステップS21、S22）。

[0065] ここで、イオン電流値のピークが検出されず、特定ガスが含まれなかった場合（ステップS22の判断がNoの場合）、制御部63から電気系部14に測定継続の信号を出力し、測定部12に異なる質量電荷比の測定を継続させる。一方、イオン電流値のピークが検出された場合（ステップS22の判断がYesの場合）、そのピークのイオン電流

値と検出時間との積分値を算出し、メモリ部64に記録する。なお、検出時間とは、今回測定により特定ガスが存在すると判断される期間である。なお、前回測定までの積分値が予め記録されている場合には、その積分値に今回測定の積分値を加算して記録する。そして、現在記録されている積分値が、メモリ部64に設定された所定値以上であるかどうかを判断する(ステップS23)。

[0066] そして、積分値が所定値よりも小さい場合(ステップS23の判断がNoの場合)、測定部12による測定を継続させる。一方、積分値が所定値以上である場合(ステップS23の判断がYesの場合)、消耗部品が寿命に近づいていると判断する。この場合には、前記ステップS4と同様に制御部63から表示部65に警告信号を出力する。この警告信号としては、例えばイオン源部22の断線の虞や、エミッション電流値以上、イオン検出部27の劣化等により交換の必要性がある特定部位に応じた警告信号が出力される。警告信号を受信した表示部65は、その信号に基づいて警告表示の情報を点灯させる(ステップS24)。これにより、ユーザーは消耗部品の交換時期を判断することができる。

[0067] ここで、表示部65に警告表示すると同時に、制御部63は、電気系部14に対して、イオン源部22及びイオン検出器27に印加している電圧の印加を解除する停止信号を出力する(ステップS25)。その信号を受信した電気系部14は、イオン源部22及びイオン検出部27に印加されている電圧の印加を解除し、測定を停止させる。これにより、消耗部品のさらなる劣化を抑制することができる。

[0068] したがって、本実施形態における質量分析ユニット10の寿命管理方法は、特定ガスのイオン電流値と、イオン電流値を検出した検出時間との積分値が、所定値以上となった場合に警告信号を出力するとともに、イオン源部22及びイオン検出部27に印加されている電圧の印加を解除し、測定を停止させる構成とした。

この構成によれば、特定ガスのイオン電流値と、イオン電流値を検出した検出時間との積分値が所定値以上となった場合に、表示部65に警告表示をすることで、イオン源部22及びイオン検出部27等の消耗部品の経時変化を正確に知らせることができる。また、消耗部品に印加する電圧の印加を解除して測定を停止させることで、消耗部品のさらなる経時変化を抑制することができる。

[0069] さらに、本実施形態においては、前記所定値をイオン源部22及びイオン検出部27の寿命の積分値以下に設定する構成とした。

この構成によれば、前記所定値をイオン源部22及びイオン検出部27の寿命の積分値以下に設定することで、イオン源部22やイオン検出部27等の消耗部品の寿命を正確に知らせることができる。すなわち、イオン源部22やイオン検出部27等の消耗部品の交換時期は、質量分析ユニット10の使用状態、使用状況に応じて変動してしまうが、ユーザーが警告表示に応じて、交換の時期を判断することができる。したがって、消耗部品が使用不能となった後の、質量分析ユニット10の使用停止期間を短縮することができるため、作業効率を向上させることができる。また、イオン源部22及びイオン検出部27が、まだ使用可能であるにも関わらず事前に交換してしまうことを防ぐことができるため、イオン源部22及びイオン検出部27の使用効率を向上させて、低コスト化及び省資源化を図ることができる。

[0070] (第3実施形態)

(部品管理方法)

次に、図8に基づいて、本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態は、質量分析ユニット10をエッチング装置50に装着した場合における、質量分析ユニット10の部品管理方法である。図8は、本部品管理方法における測定部、ポンプ80, 81の製造番号と特定ガスの記録例である。

[0071] 上述したイオン源部22やイオン検出部27等の消耗部品は、寿命のある部品であるため、必ず交換することが必要である。また、差動排気部20のポンプ80, 81も定期的なオーバーホールが必要となる(以下、定期的なオーバーホール作業や消耗部品の交換作業を「補修作業」といい、オーバーホールが必要な部品や交換が必要な消耗部品を「補修対象部品」という)。ところで、補修対象部品の補修作業は、通常、ユーザー以外の作業者により行われる。この場合、補修対象部品に特定ガス等が付着している可能性があるため、作業者は、特定ガスの付着有無を確認し、作業の安全を確保しなければならない。

そこで、従来では、補修対象部品の補修作業時に、特定ガスの導入履歴を事前にユーザーに確認してから作業に着手しており、作業効率が悪いという問題があった。

[0072] そこで、本発明者は、メモリ部63に、補修対象部品への付着有無の確認を必要とする特定ガスの質量電荷比を予め記録し、特定ガスが導入された際にその特定ガスの情報と、補修対象部品の情報とを記録することで、上述した問題を解決できることを見出した。

[0073] 具体的には、上述した予防保全方法(図6参照)におけるステップS2までのステップと同様の方法で測定を行う。

そして、イオン電流値のピークが検出されず、特定ガスが含まれなかった場合、制御部63から電気系部14に測定継続の信号を出力し、異なる質量電荷比の測定を継続させる。一方、イオン電流値のピークが検出された場合、そのイオン電流値と検出時間との積分値をメモリ部64に記録する。なお、前回測定までの積分値が予め記録されている場合には、その積分値に今回測定の積分値を加算して記録する。具体的には、図8に示すように、検出された特定ガスのイオン電流値と検出時間の積分値のデータが、その特定ガスの質量電荷比に対応させてメモリ部64に記録される。

[0074] 積分値のデータがメモリ部64に記録されると同時に、さらに、その時に使用されている測定部12の製造番号(例えば、図8中の分析管製造番号)と、ポンプ80, 81の製造番号(例えば、図8中のポンプ製造番号)がメモリ部64に記録される。そして、これら記録が制御部63からネットワークを介してサーバーに保存される。作業者は、補修対象部品の補修作業時にこの情報を読み出すことで、表示部65に、図8に示すような情報が表示される。

[0075] したがって、本実施形態における質量分析ユニット10の部品管理方法は、特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が測定部12により検出された場合に、特定ガスのイオン電流値と、イオン電流値を検出した検出時間との積分値が記録されるとともに、測定部12及び差動排気部20等の補修対象部品の情報が記録される構成とした。

この構成によれば、イオン源部22やイオン検出部27等の消耗部品を交換する際や、ポンプ80, 81をオーバーホールする際に、メモリ部64に記録された情報を読み出すことで、特定ガスの導入履歴を正確かつ迅速に確認することが可能となる。したがって、ユーザー以外の作業者が交換、オーバーホールする際においても、作業者の安全を確保した上で、効率的に作業を行うことができる。

[0076] （第4実施形態）

（省電力化方法）

次に、図9のフローチャートに基づいて、本発明の第4実施形態について説明する。本実施形態は、エッチングプロセス終了後（図5中の時刻T3以降）における、質量分析ユニット10の省電力化方法である。

[0077] 上述したように、特定ガスの導入中には、測定部12及びポンプ80，81をベーキングヒータ82a，82b，82cにより加熱するとともに、ポンプ80，81に流れる特定ガスを希釈するために、希釈ガス供給部84によりパージガスを流している。ところが、例えば、エッチングプロセス終了後等において特定ガスが導入されていない場合には、測定部12及びポンプ80，81の加熱及びポンプ80，81のパージを行う必要がない。

それにもかかわらず、測定部12及びポンプ80，81の加熱及びポンプ80，81のN_2パージを作動し続けると、電力とパージガスを浪費してしまう問題があった。

[0078] そこで、本発明者は、エッチングプロセス終了後、特定ガスのイオン電流値が所定値を下回り、ポンプ80，81に悪影響を与える虞がなくなった時点で、測定部12及びポンプ80，81の加熱及びポンプ80，81のN_2パージを停止させることで、省電力化を図ることができることを見出した。

[0079] 具体的には、まず特定ガスの質量電荷比とイオン電流値の所定値を設定する。この所定値としては、前述したバックグランド状態におけるイオン電流値（図5中のI2）付近に設定されていることが好ましい。

[0080] そして、図9に示すように、ベーキングヒータ82a，82b，82cを作動させ、希釈ガス供給部84からポンプ80，81にパージガスを供給する（ステップS31）。この作動タイミングとしては、ベーキングヒータ82a，82b，82cを加熱し、測定部12及びポンプ80，81を所定の温度に上昇させるために時間を要するため、プロセス開始信号（図5中T1）の数時間前に作動開始することが好ましい（図5中時刻T0）。

[0081] そして、プロセス開始信号に基づいて、特定ガスを導入し、エッチングを開始する。同時に、測定部12によりチャンバ52内の質量電荷比ごとの分圧の測定を開始する。その後、プロセス停止信号に基づいて、特定ガスの導入が停止され、エッチングプロセスが終了する（図5中のT3）。

[0082] ここで、エッチングプロセス終了後にも、第1実施形態における予防保全方法(図6参照)のステップS1, S2と同様の方法で測定を続け、設定された質量電荷比の特定ガスが存在するかどうかを判定する(ステップS32, S33)。

そして、イオン電流値のピークが検出されず、特定ガスが含まれなかった場合(ステップS33の判断がNoの場合)、制御部63から電気系部14に測定継続の信号を出力し、測定部12に異なる質量電荷比の測定を継続させる。一方、イオン電流値のピークが検出された場合(ステップS33の判断がYesの場合)、そのピークのイオン電流値が、メモリ部64に設定された所定値以下であるかどうかを測定する(ステップS34)。

[0083] そして、ピークのイオン電流値が所定値よりも高い場合(ステップS34の判断がNoの場合)、ベーキングヒータ82a, 82b, 82cによる加熱と希釈ガス供給部84からのパージガスの供給を作動し続け、測定部12による測定を継続する。一方、ピークのイオン電流値が所定値以下である場合(ステップS34の判断がYesの場合)、バックグランド状態であってチャンバ52内に特定ガスが導入されていないと判断する。この場合、制御部63から電気系部14に停止信号を出力する。その信号を受信した電気系部14は、ベーキングヒータ82a, 82b, 82cによる加熱と希釈ガス供給部84からのパージガスの供給を停止させる(ステップS35)。以上により、質量分析ユニット10による測定を終了する。

なお、停止後に特定ガスが再導入される場合には、再始動のプロセス開始信号に対応させて上記フローのステップS31以降のステップと同様に対応させる。

[0084] したがって、本実施形態における質量分析ユニット10の省電力化方法は、特定ガスのイオン電流値が所定値以下になった場合に、差動排気部20のベーキングヒータ82a, 82b, 82cによる加熱と希釈ガス供給部84からのパージガスの供給を停止させる構成とした。

この構成によれば、特定ガスが導入されなくなり、ベーキングヒータ82a, 82b, 82cや希釈ガス供給部84に影響を与える虞がなくなった時点で、自動的に差動排気部20のベーキングヒータ82a, 82b, 82cによる加熱と希釈ガス供給部84からのパージガスの供給を停止させることで、質量分析ユニット10の省電力化を図ることができる。

[0085] 以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例のみに限定されないことは言うまでもない。上述した例において示した各構成部材や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において、設計要求等に基づき種々の変更が可能である。

[0086] 例えば、上記第1実施形態に係る予防保全方法では、イオン電流値が所定値を超えた時点で警告表示する構成としたが、上記第2実施形態と同様にイオン電流値と検出時間との積分値に基づいて所定値を設定してもよい。

[0087] なお、イオン源部22またはイオン検出部27を劣化させ得るガスとして、例えばCVD装置に導入される6フッ化タングステン（WF_6）等の金属膜を堆積させるガスや、SiH_2Cl_2とNH_3等の絶縁膜を堆積させるガスも挙げられる。

上記金属膜・絶縁膜を堆積させるガスがイオン源部22やイオン検出部27に与える影響として、2次電子増倍管を用いたイオン検出部27に金属・絶縁膜が堆積してしまうと、金属表面からの2次電子が発生しにくくなってしまう。また、イオン源部22に金属・絶縁膜が堆積してしまうと、エミッション電流が流れなくなってしまう等の虞もある。

そこで、本発明の第1～第4実施形態のように、金属膜・絶縁膜を堆積させるガスの質量電荷比を予めメモリ部64に設定するとともに、その質量電荷比を有する金属膜・絶縁膜を堆積させるガスのイオン電流値の所定値を設定することで、金属膜・絶縁膜を堆積させるガスに対しても同様に適用することができる。これにより、金属膜・絶縁膜を堆積させるガスが導入されるCVD装置に質量分析ユニット10を用いても省電力化を図るとともに、イオン源部22やイオン検出部27等の消耗部品を効率的に使用することができる。

産業上の利用可能性

[0088] 本発明によれば、特定部位の機能低下を防止することができ、なおかつ特定部位の劣化時期を正確に把握することができる質量分析ユニットを提供することが可能となる。また、本発明によれば、補修対称部品の補修作業等を効率的に行うことができ、なおかつ省電力化を図ることができる質量分析ユニットを提供することが可能となる。

請求の範囲

[1] 被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、

この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え;

前記質量分析部により検出された前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が所定値以上となった場合に、前記制御部が、前記特定部位の機能低下を示す警告信号を出力する;

ことを特徴とする質量分析ユニット。

[2] 被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、

この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え;

前記質量分析部により検出された前記特定ガスのイオン電流値とこのイオン電流値を検出した検出時間との積分値が所定値以上となった場合に、前記制御部が、前記特定部位の機能低下を示す警告信号を出力するとともに、前記特定部位に対する電圧の印加を解除して前記特定部位の機能を停止させる;

ことを特徴とする質量分析ユニット。

[3] 請求項2記載の質量分析ユニットであって、

前記所定値が、前記特定部位が劣化するまでの前記イオン電流値と、前記検出時間との積分値以下である。

[4] 被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、

この質量分析ユニットの補修作業時における補修対象部品への付着有無の確認を必要とする特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部をさらに備え;

前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が前記質量分析部により検出された場合に、前記制御部が、前記特定ガスの情報および前記補修対象部品の情報のうちの少なくとも一方を記録する;

ことを特徴とする質量分析ユニット。

[5] 被測定ガスの質量電荷比ごとのイオン電流値を検出して分圧を測定する質量分析部を備えた質量分析ユニットであって、

この質量分析ユニットの特定部位の機能を低下させる特定ガスの質量電荷比の記録を予め保持する制御部と;

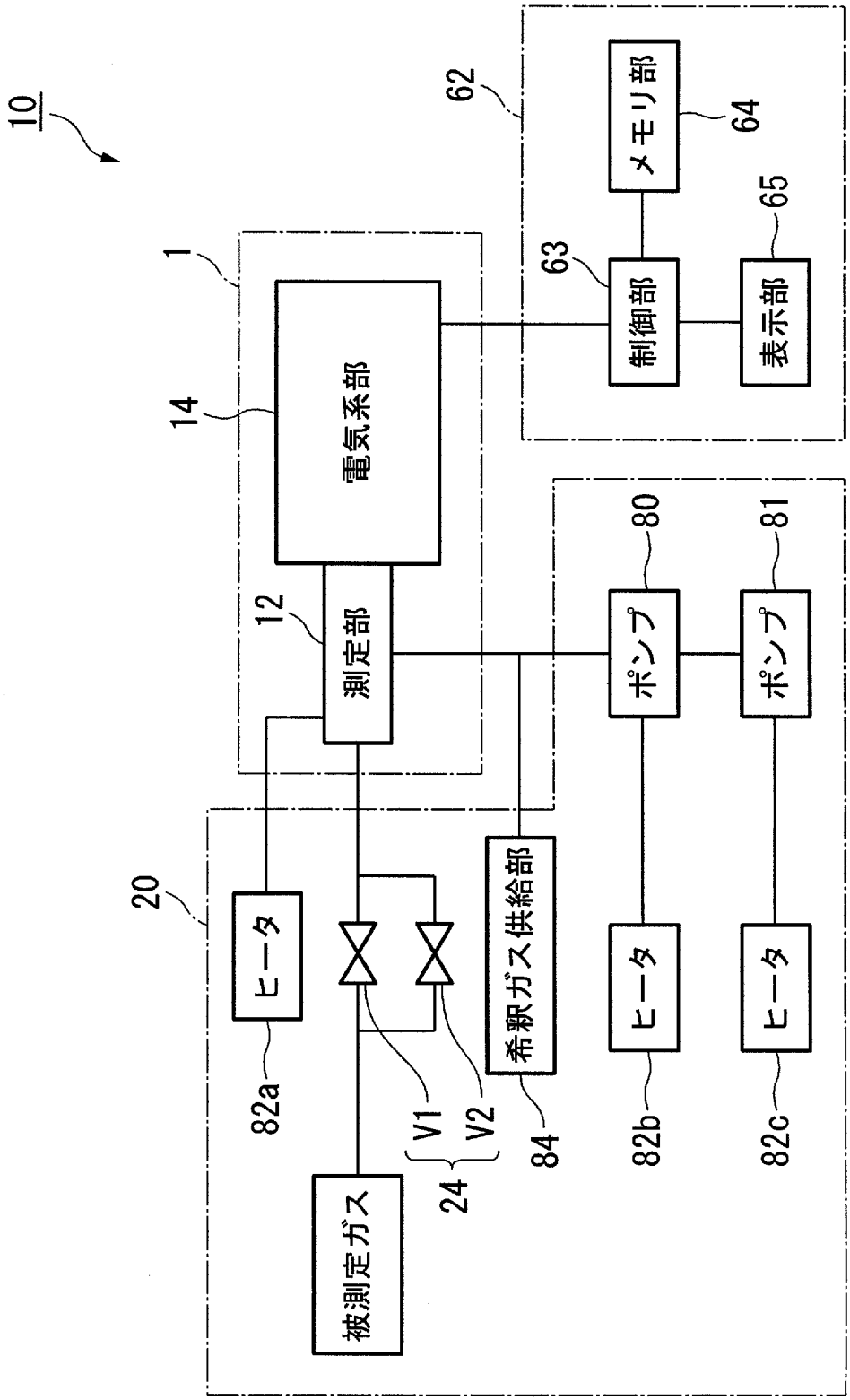
前記特定ガスによる前記特定部位の機能低下を防止する特定部位保全手段と;

を備え、

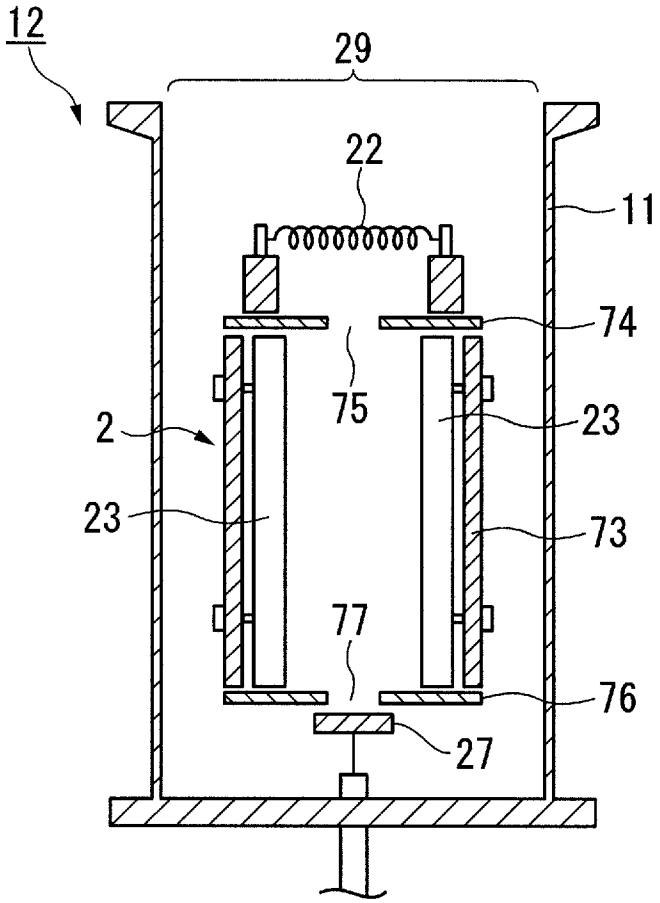
前記質量分析部により検出された前記特定ガスの質量電荷比のイオン電流値が所定値以下となった場合に、前記制御部が、前記特定部位保全手段を停止させる

ことを特徴とする質量分析ユニット。

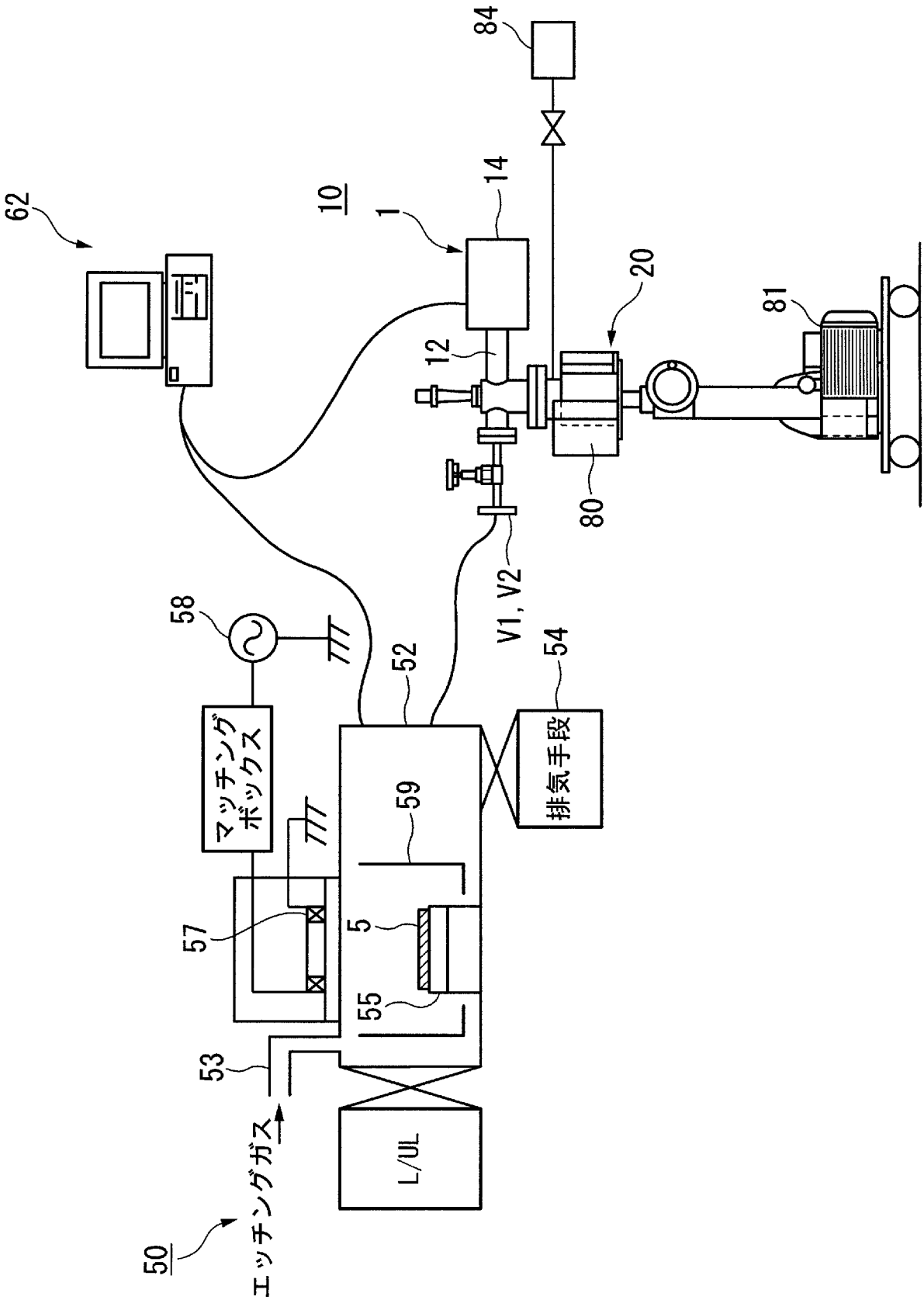
[図1]


10
62
メモリ部
64
65
63
制御部
表示部
1
14
電気系部
12
測定部
80
ポンプ
81
ポンプ
20
ヒータ
希釈ガス供給部
ヒータ
ヒータ
82a
V1
V2
84
82b
82c
24
被測定ガス

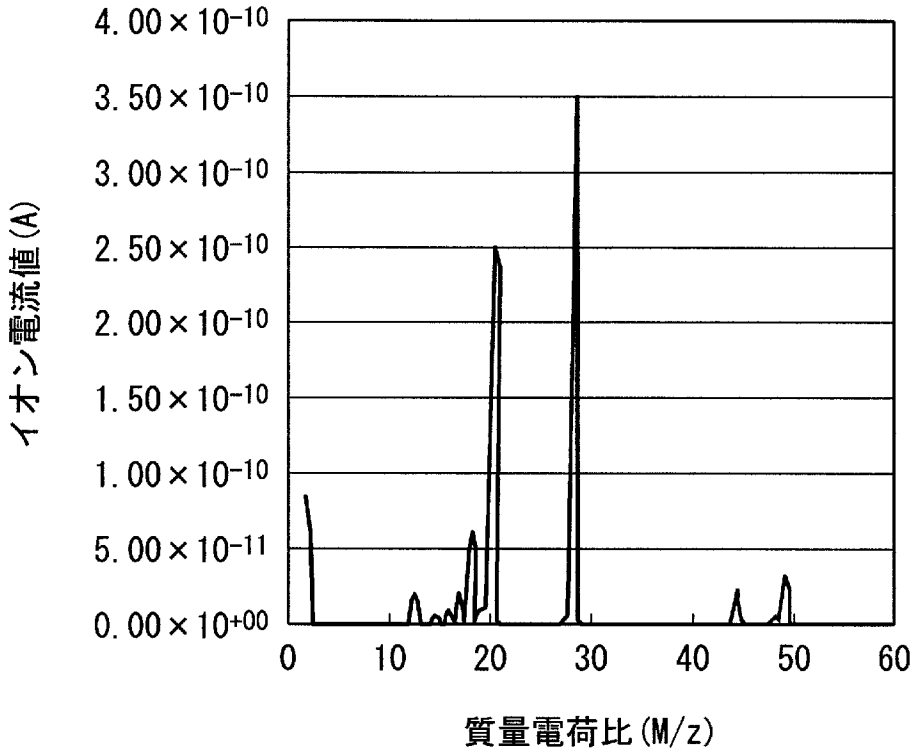
[図2]



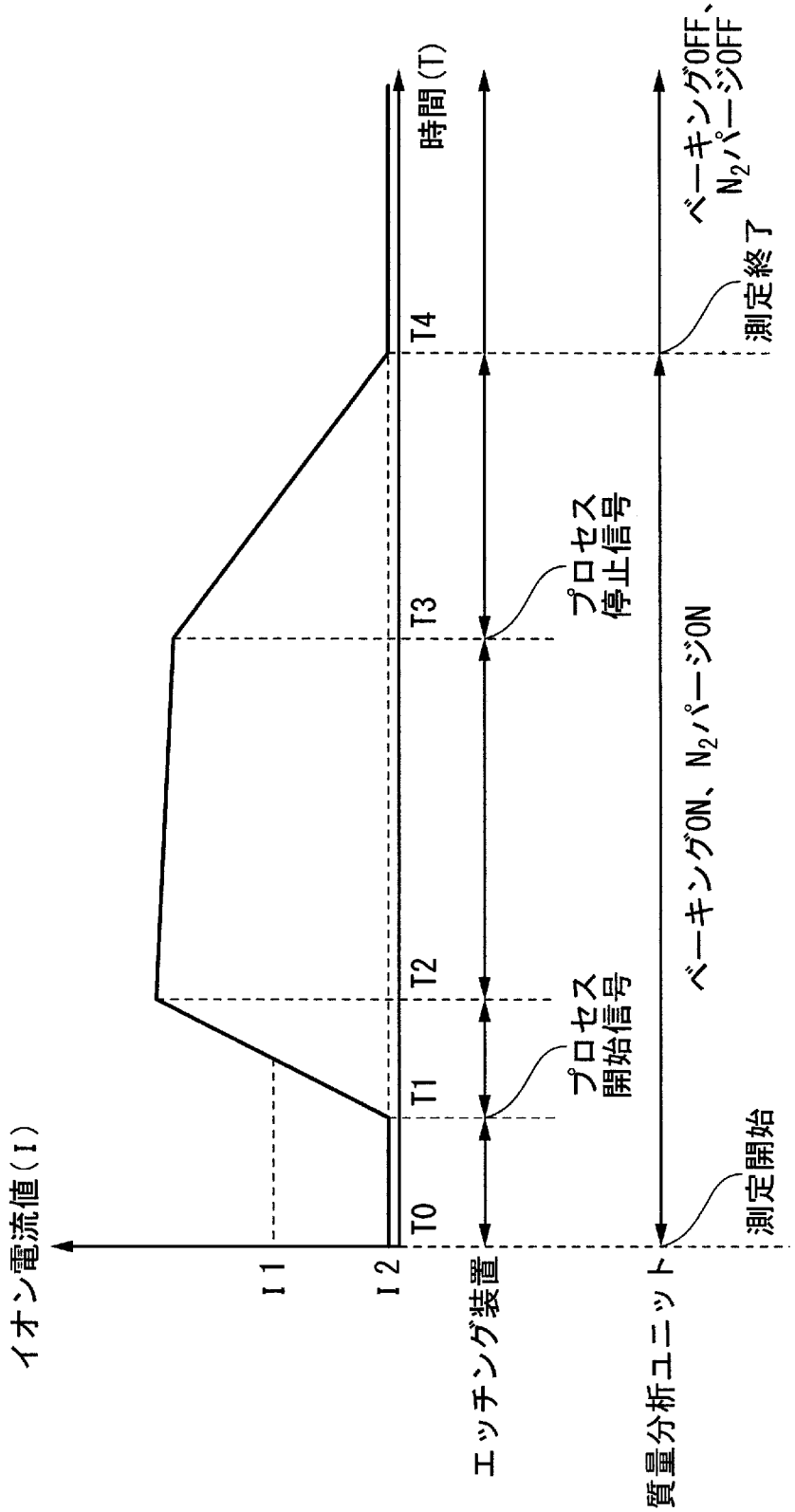
[図3]


84
14
10
1
62
20
81
12
80
V1, V2
58
52
54
マッチングボックス
排気手段
59
57
5
55
53
L/UL
エッチングガス
50

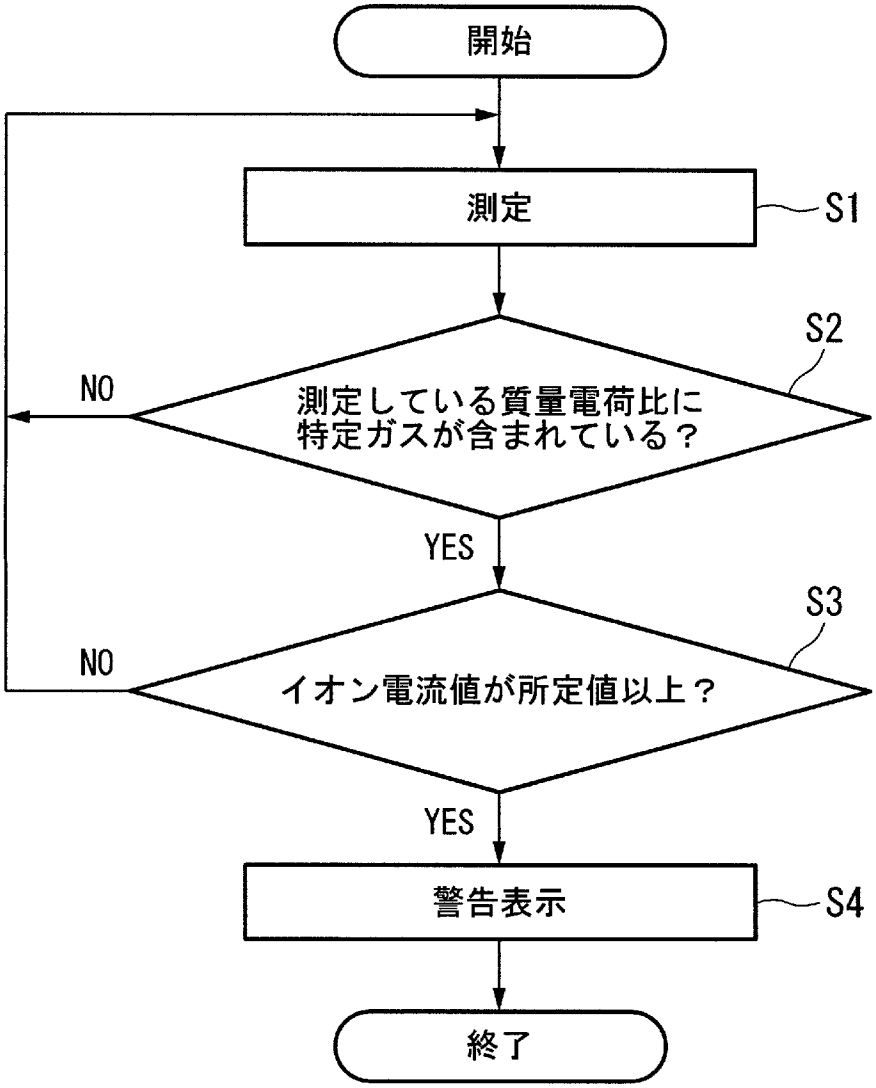
[図4]


4.00×10-10
3.50×10-10
3.00×10-10
2.50×10-10
2.00×10-10
1.50×10-10
1.00×10-10
5.00×10-11
0.00×10+00
イオン電流値(A)
0
10
20
30
40
50
60
質量電荷比(M/z)

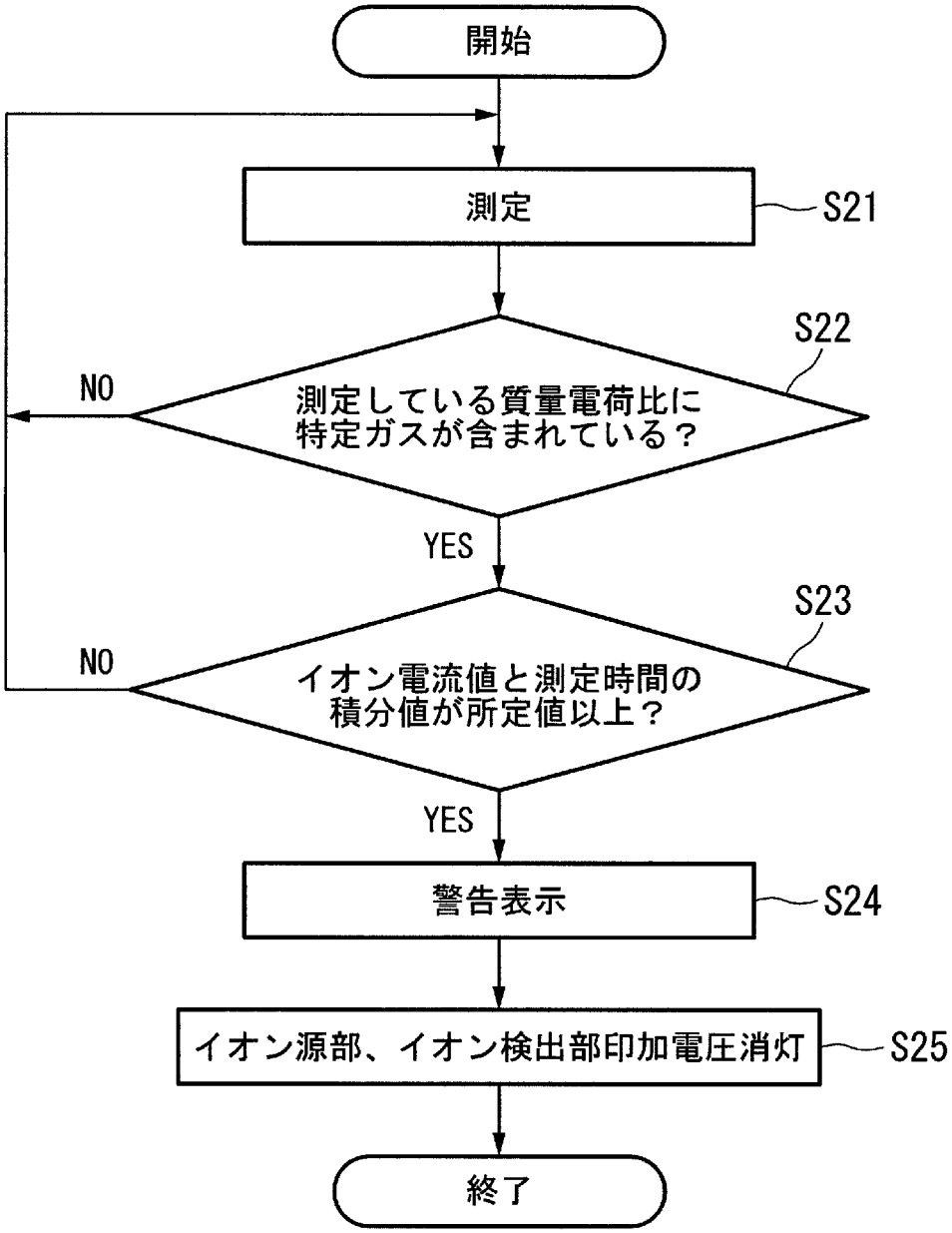
[図5]


イオン電流値(I)
I1
I2
T0
T1
T2
T3
T4
時間(T)
プロセス
開始信号
プロセス
停止信号
ベーキングON、N2パージON
ベーキングOFF、
N2パージOFF
測定開始
測定終了
エッチング装置
質量分析ユニット

[図6]


開始
測定
S1
S2
NO
測定している質量電荷比に
特定ガスが含まれている？
YES
S3
NO
イオン電流値が所定値以上？
YES
警告表示
S4
終了

[図7]

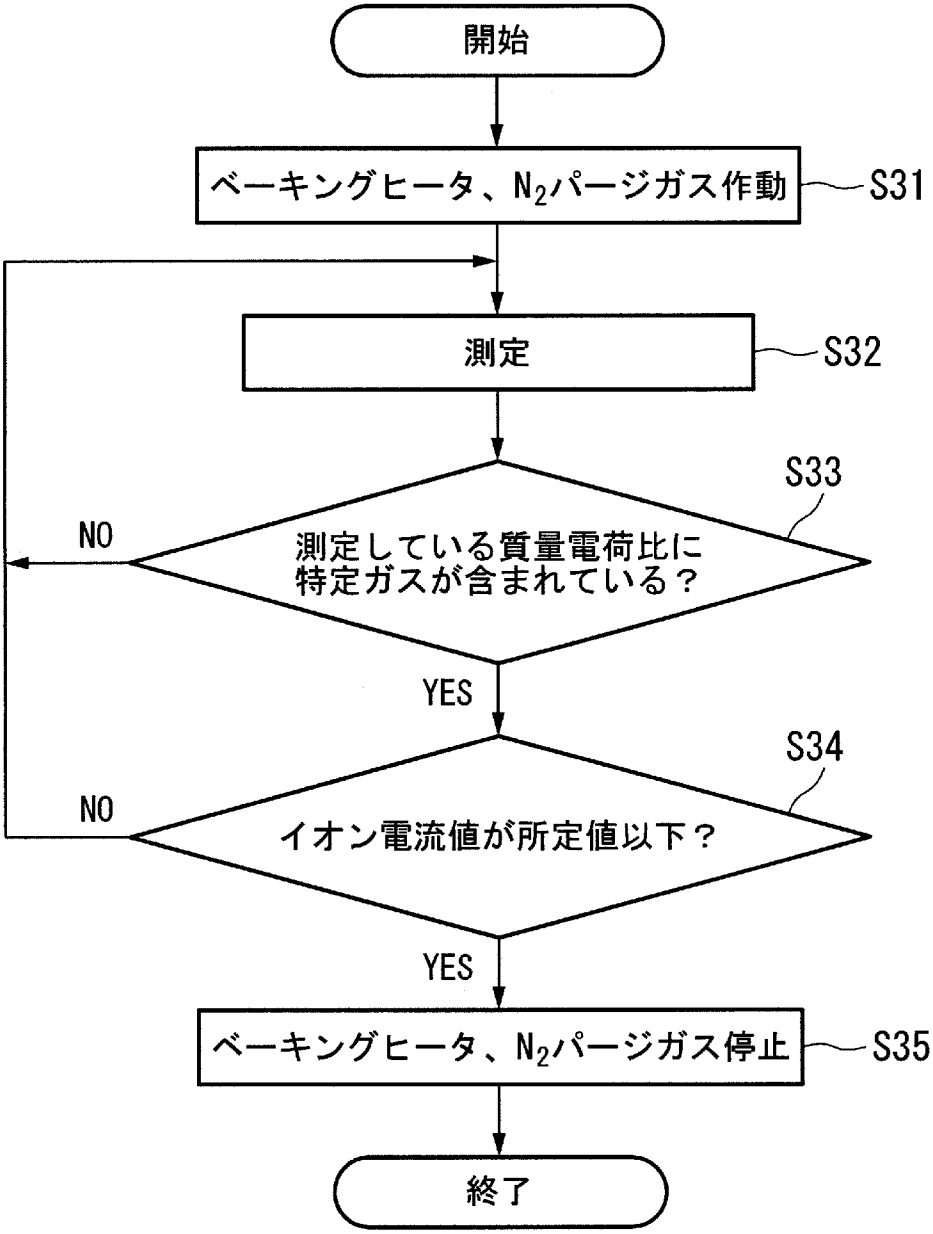

開始
測定
S21
S22
NO
測定している質量電荷比に
特定ガスが含まれている？
YES
S23
NO
イオン電流値と測定時間の
積分値が所定値以上？
YES
警告表示
S24
イオン源部、イオン検出部印加電圧消灯
S25
終了

[図8]

分析管製造番号　000327
ポンプ製造番号　000930

質量電荷比(M/z)	ガス種	イオン電流積分値
20	HF	1e-3A·s
35	Cl	—
70	Cl_2	—
71	NF_3	—
81	HBr	—
88	CF_4	—
100	SiH_2Cl_2	—
139	C_2F_6	—

[図9]


開始
ベーキングヒータ、N_2パージガス作動
S31
測定
S32
S33
測定している質量電荷比に
特定ガスが含まれている？
NO
YES
S34
イオン電流値が所定値以下？
NO
YES
ベーキングヒータ、N_2パージガス停止
S35
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/057249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N27/62(2006.01)i, *H01J41/10*(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)
G01N27/60-27/70, H01J41/10, H01J49/00-49/48

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 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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 A	JP 2002-42721 A (Anelva Corp.), 08 February, 2002 (08.02.02), Par. Nos. [0007], [0016] to [0018] (Family: none)	1,2,4,5 3
Y A	JP 2006-267129 A (Hitachi, Ltd.), 05 October, 2006 (05.10.06), Par. No. [0052] (Family: none)	1,2,4,5 3

☒ 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	Date of mailing of the international search report
10 June, 2008 (10.06.08)	17 June, 2008 (17.06.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/057249

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 126385/1990(Laid-open No. 85565/1992) (Hitachi, Ltd.), 24 July, 1992 (24.07.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 9-324269 A (Fujitsu Ltd.), 16 December, 1997 (16.12.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2004-28675 A (Hitachi, Ltd.), 29 January, 2004 (29.01.04), Full text; all drawings & US 6806450 B2	1-5
A	JP 11-54083 A (Shimadzu Corp.), 26 February, 1999 (26.02.99), Full text; all drawings & US 5907154 A	1-5
A	JP 2003-329647 A (Hitachi, Ltd.), 19 November, 2003 (19.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０５７２４９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N27/62(2006.01)i, H01J41/10(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N27/60-27/70, H01J41/10, H01J49/00-49/48

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８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	関連する請求の範囲の番号
Y A	JP 2002-42721 A（アネルバ株式会社）2002.02.08, [0007],[0016]-[0018]（ファミリーなし）	1,2,4,5 3
Y A	JP 2006-267129 A（株式会社日立製作所）2006.10.05, [0052] （ファミリーなし）	1,2,4,5 3

☑　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 １０．０６．２００８	国際調査報告の発送日 １７．０６．２００８
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 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）　２Ｗ　３３１１ 島田　英昭 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５１

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	関連する請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願 2-126385 号(日本国実用新案登録出願公開 4-85565 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社日立製作所）1992.07.24, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 9-324269 A（富士通株式会社）1997.12.16, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-28675 A（株式会社日立製作所）2004.01.29, 全文全図 & US 6806450 B2	1-5
A	JP 11-54083 A（株式会社島津製作所）1999.02.26, 全文全図 & US 5907154 A	1-5
A	JP 2003-329647 A（株式会社日立製作所）2003.11.19, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5