(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
2015 年 2 月 26 日(26.02.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/025545 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 37/16 (2006.01) *H01J 37/28* (2006.01)
H01J 37/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056095

(22) 国際出願日: 2014 年 3 月 10 日(10.03.2014)

(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 2013-172823 2013 年 8 月 23 日(23.08.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社 日立ハイテクノロジーズ (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 河西 晋佐 (KAWANISHI Shinsuke); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 大南 祐介 (OMINAMI Yusuke); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 鈴木 宏征 (SUZUKI Hiroyuki); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 安島 雅彦 (AJIMA Masahiko); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目２４番１４号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 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, IR, 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), ユーラシア (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,

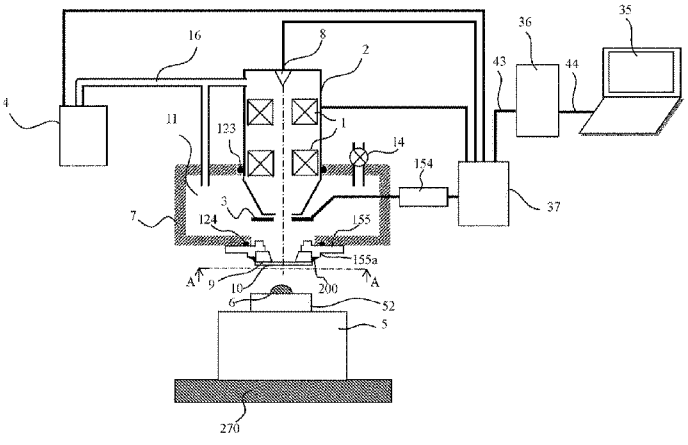
[続葉有]

(54) **Title**: DIAPHRAGM MOUNTING MEMBER AND CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称 : 隔膜取付部材および荷電粒子線装置

[図1]

図1



(57) **Abstract**: Conventional devices have been difficult to use due to insufficient consideration being given to factors such as the cost necessary for diaphragm replacement and the convenience of the work. In the present invention, a diaphragm mounting member (155) installed in a charged particle beam device for radiating a primary charged particle beam through a diaphragm (10) separating a vacuum space and an atmospheric pressure space onto a sample placed in the atmospheric pressure space is provided with a diaphragm installation portion to which a TEM membrane is mounted and a casing fixing portion mounted on a casing of the charged particle beam device. The diaphragm installation portion has a positioning structure (155a) for positioning a platform (9) on which the diaphragm (10) is held.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/025545 A1

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)）

従来は隔膜交換に際して必要になるコストや作業の利便性などが十分考慮されていなかったため、装置が使いにくいものとなっていた。本発明では、真空空間と大気圧空間とを隔離する隔膜（１０）を通過して一次荷電粒子線を大気圧空間に置かれた試料上に照射する荷電粒子線装置に設置される隔膜取付部材（１５５）は、ＴＥＭ用メンブレンが取り付けられる隔膜設置部位と、荷電粒子線装置の筐体に取り付けられる筐体固定部位と、を備える。また、この隔膜設置部位は隔膜（１０）が保持された土台（９）の位置決めをする位置決め構造（１５５ａ）を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 隔膜取付部材および荷電粒子線装置

技術分野

[0001] 本発明は、大気圧または大気圧より若干の負圧状態の所定のガス雰囲気下で観察可能な荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 物体の微小な領域を観察するために、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）や透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）などが用いられる。一般的に、これらの装置では試料を配置するための筐体を真空排気し、試料雰囲気を真空状態にして試料を撮像する。しかしながら、生物化学試料や液体試料などは真空によってダメージを受け、または状態が変わってしまう。一方で、このような試料を電子顕微鏡で観察したいというニーズは大きく、近年、観察対象試料を大気圧下で観察可能なＳＥＭ装置が開発されている。

[0003] 特許文献１には、大気圧下で観察可能なＳＥＭ装置が記載されている。この装置は、原理的には電子光学系と試料の間に電子線が透過可能な隔膜を設けて真空状態と大気状態を仕切るもので、隔膜に試料を接近させて非接触の状態で観察する点において環境セル等の観察手法と異なる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１２－２２１７６６公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前記大気圧下で観察可能なＳＥＭ装置においては、操作を誤り隔膜に試料を接触させたとき、隔膜が汚染または破壊される場合がある。隔膜が汚染または破壊された場合は隔膜の交換が必要になる。

[0006] 隔膜は荷電粒子線を透過させることができる薄さと真空と大気圧環境とを隔離する耐圧性を備えている必要があり、作成には高度な技術が要求される

。そのため、大気圧観察可能なＳＥＭ装置専用の隔膜を製造するにはコストがかかり、その結果消耗部品としての隔膜は高価なものになってしまう。

[0007] また、隔膜を具備した土台は小さく、単体では取扱しにくい。特許文献１では、隔膜を保持部材に固定し、保持部材ごと大気圧ＳＥＭ装置から取り外せるような構成として隔膜の取扱を良好にしている。しかし、保持部材への隔膜の取り付け等の作業の煩雑さという問題に関しては言及されていない。保持部材への隔膜の取り付け作業において、特に、隔膜と隔膜保持部材の開口が偏心する可能性があることに注意を要する。隔膜と隔膜保持部材の開口が偏心して取り付けられると、隔膜中心と電子光学系光軸の位置を合わせて大気圧ＳＥＭ観察を実施する際に、一次・二次的荷電粒子線の一部または全部が隔膜保持部材により遮蔽され、ＳＥＭ装置の性能が低下する恐れがある。

[0008] 以上のように、従来の装置では隔膜交換に際して必要になるコストや作業の利便性などが十分考慮されていなかったため、装置が使いにくいものとなっていた。

[0009] 本発明は、かかる問題に鑑みてなされたもので、大気圧下で観察可能なＳＥＭ装置において、隔膜取り付け作業を簡単に行うことが可能な荷電粒子線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

[0010] 上記課題を解決するために、本発明は、ＴＥＭ用メンブレンを大気圧下で観察可能なＳＥＭ装置に適用するための隔膜取付部材を備えることを特徴とする。

[0011] また、当該変換部材は、隔膜を取り付ける部位に、隔膜中心を変換部材の開口部中心と一致して取り付けるための位置合わせ用の構造を有することを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明は、大気圧下で観察可能なＳＥＭ装置において、隔膜の交換を安価にまたは作業性よく実施可能な荷電粒子線装置を提供することを目的とする

。

[0013] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施例１の荷電粒子顕微鏡の全体構成図。

[図2]図１のＡ－Ａ矢視図。

[図3]隔膜保持部材の詳細図。

[図4]隔膜保持部材の詳細図。

[図5]隔膜保持部材の詳細図。

[図6]組立ジグの詳細図。

[図7]組立作業工程の説明図。

[図8]隔膜台を使用する荷電粒子顕微鏡の全体構成図。

[図9]実施例２の荷電粒子顕微鏡の全体構成図。

[図10]実施例３の荷電粒子顕微鏡の全体構成図。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を用いて各実施形態について説明する。

[0016] 以下では、荷電粒子線装置の一例として、荷電粒子線顕微鏡について説明する。ただし、これは本発明の単なる一例であって、本発明は以下説明する実施の形態に限定されるものではない。本発明は、走査電子顕微鏡、走査イオン顕微鏡、走査透過電子顕微鏡、これらと試料加工装置との複合装置、またはこれらを応用した解析・検査装置にも適用可能である。

[0017] また、本明細書において「大気圧」とは大気雰囲気または所定のガス雰囲気であって、大気圧または若干の負圧状態の圧力環境のことを意味する。具体的には約10^5Ｐａ（大気圧）から～10^3Ｐａ程度である。

実施例 1

[0018] ＜装置構成＞

本実施例では、基本的な実施形態について説明する。図１には、本実施例の荷電粒子顕微鏡の全体構成図を示す。

[0019] 図１に示される荷電粒子顕微鏡は、主として、荷電粒子光学鏡筒２、荷電粒子光学鏡筒２と接続されこれを支持する筐体（真空室）７、大気雰囲気下に配置される試料ステージ５、およびこれらを制御する制御系によって構成される。荷電粒子顕微鏡の使用時には荷電粒子光学鏡筒２と筐体７の内部は真空ポンプ４により真空排気される。真空ポンプ４の起動・停止動作も制御系により制御される。図中、真空ポンプ４は一つのみ示されているが、二つ以上あってもよい。荷電粒子光学鏡筒２及び筐体７は図示しない柱等がベース２７０によって支えられているとする。

[0020] 荷電粒子光学鏡筒２は、荷電粒子線を発生する荷電粒子源８、発生した荷電粒子線を集束して鏡筒下部へ導き、一次荷電粒子線として試料６を走査する光学レンズ１などの要素により構成される。荷電粒子光学鏡筒２は筐体７内部に突き出すように設置されており、真空封止部材１２３を介して筐体７に固定されている。荷電粒子光学鏡筒２の端部には、上記一次荷電粒子線の照射により得られる二次的荷電粒子（二次電子または反射電子）を検出する検出器３が配置される。検出器３は荷電粒子光学鏡筒２の外部にあっても内部にあってもよい。荷電粒子光学鏡筒には、これ以外に他のレンズや電極、検出器を含んでもよいし、一部が上記と異なっていてもよく、荷電粒子光学鏡筒に含まれる荷電粒子光学系の構成はこれに限られない。

[0021] 本実施例の荷電粒子顕微鏡は、制御系として、装置使用者が使用するコンピュータ３５、コンピュータ３５と接続され通信を行う上位制御部３６、上位制御部３６から送信される命令に従って真空排気系や荷電粒子光学系などの制御を行う下位制御部３７を備える。コンピュータ３５は、装置の操作画面（ＧＵＩ）が表示されるモニタと、キーボードやマウスなどの操作画面への入力手段を備える。上位制御部３６、下位制御部３７およびコンピュータ３５は、各々通信線４３、４４により接続される。

[0022] 下位制御部３７は真空ポンプ４、荷電粒子源８や光学レンズ１などを制御するための制御信号を送受信する部位であり、さらには検出器３の出力信号をディジタル画像信号に変換して上位制御部３６へ送信する。図では検出器

３からの出力信号をプリアンプなどの増幅器１５４を経由して下位制御部３７に接続している。もし、増幅器が不要であればなくてもよい。

[0023] 上位制御部３６と下位制御部３７ではアナログ回路やディジタル回路などが混在していてもよく、また上位制御部３６と下位制御部３７が一つに統一されていてもよい。荷電粒子顕微鏡には、このほかにも各部分の動作を制御する制御部が含まれていてもよい。上位制御部３６や下位制御部３７は、専用の回路基板によってハードウェアとして構成されていてもよいし、コンピュータ３５で実行されるソフトウェアによって構成されてもよい。ハードウェアにより構成する場合には、処理を実行する複数の演算器を配線基板上、または半導体チップまたはパッケージ内に集積することにより実現できる。ソフトウェアにより構成する場合には、コンピュータに高速な汎用ＣＰＵを搭載して、所望の演算処理を実行するプログラムを実行することで実現できる。なお、図１に示す制御系の構成は一例に過ぎず、制御ユニットやバルブ、真空ポンプまたは通信用の配線などの変形例は、本実施例で意図する機能を満たす限り、本実施例のＳＥＭないし荷電粒子線装置の範疇に属する。

[0024] 筐体７には、一端が真空ポンプ４に接続された真空配管１６が接続され、内部を真空状態に維持できる。同時に、筐体内部を大気開放するためのリークバルブ１４を備え、メンテナンス時などに、筐体７の内部を大気開放することができる。リークバルブ１４は、なくてもよいし、二つ以上あってもよい。また、筐体７におけるリークバルブ１４の配置箇所は、図１に示された場所に限られず、筐体７上の別の位置に配置されていてもよい。

[0025] 筐体下面には上記荷電粒子光学鏡筒２の直下になる位置に隔膜１０を備える。この隔膜１０は、荷電粒子光学鏡筒２の下端から放出される一次荷電粒子線を透過または通過させることが可能であり、一次荷電粒子線は、隔膜１０を通って最終的に試料台５２に搭載された試料６に到達する。隔膜１０によって隔離された構成される閉空間（すなわち、荷電粒子光学鏡筒２および筐体７の内部）は真空排気可能である。本実施例では、隔膜１０によって真空排気される空間の気密状態が維持されるので、荷電粒子光学鏡筒２を真空

状態に維持できかつ試料６を大気圧に維持して観察することができる。また、荷電粒子線が照射されている状態でも試料が設置された空間が大気雰囲気であるまたは大気雰囲気の空間と連通しているため、観察中、試料６を自由に交換できる。

[0026] ＜隔膜および隔膜取付部材＞

隔膜１０は土台９上に成膜または蒸着されている。隔膜１０はカーボン材、有機材、金属材、シリコンナイトライド、シリコンカーバイド、酸化シリコンなどである。土台９は例えばシリコンや金属部材のような部材である。隔膜１０部は複数配置された多窓であってもよい。一次荷電粒子線を透過または通過させることが可能な隔膜の厚みは数ｎｍ～数μｍ程度である。隔膜は大気圧と真空を分離するための差圧下で破損しないことが必要である。そのため、隔膜１０の面積は数十μｍから大きくとも数ｍｍ程度の大きさである。

[0027] 通常、隔膜１０は土台９に保持された状態で販売される。荷電粒子顕微鏡のユーザは土台９に保持された状態で隔膜を購入し、隔膜保持部材１５５を介して荷電粒子顕微鏡の筐体に取り付ける。

[0028] 既に述べたように、隔膜は荷電粒子線を透過させることができる薄さと真空と大気圧環境とを隔離する耐圧性を備えている必要があり、大気圧観察可能なＳＥＭ装置専用の隔膜を製造するにはコストがかかり、その結果消耗部品としての隔膜は高価なものになってしまう。

[0029] そこで、本実施例では、透過電子顕微鏡（ＴＥＭ）の環境セル向けメンブレンとして一般的に市販されている薄膜を隔膜１０として用いる場合について説明する。ＴＥＭ用のメンブレンは、φ３ｍｍ程度、厚さ２００μｍ程度のＳｉ材等の土台（グリッド）部分の上にＳｉＮ等の薄膜を有するものである。ＴＥＭ用メンブレンは、ＴＥＭホルダの形状に合わせるように製造されている。そのため、ＴＥＭ用メンブレンが円形の場合には直径約３ｍｍ、矩形状の場合には対角線の最大長さが約３ｍｍ、かつ厚さが約２００μｍとなるように作られている。ここで上記のＴＥＭ用メンブレンのサイズおよび厚

さには製造誤差があるが、約３ｍｍとは例えば２．８ｍｍ以上３．２ｍｍ以下のことである。ＴＥＭ用メンブレンの薄膜は荷電粒子線を透過し、かつ真空空間と非真空空間を隔離する耐圧性能があるため、本実施例の荷電粒子顕微鏡に好適である。また、ＴＥＭ用メンブレンは多くの種類が販売されており、薄膜部の形状や数、材質などをユーザが自由に選択可能である。

[0030] しかしながら、一般的な透過電子顕微鏡と本実施例の荷電粒子顕微鏡、特に走査電子顕微鏡ではその構造が大きく異なっており、ＴＥＭ用メンブレンを本実施例の荷電粒子顕微鏡にそのまま取り付けるのは困難である。また仮に取り付けられたとしても取付作業が煩雑となり利便性が良くない。

[0031] そこで、ＴＥＭ用メンブレンを本実施例の荷電粒子顕微鏡、特に走査電子顕微鏡に取り付けるための隔膜取付部材（隔膜保持部材または接続部材とも言う）について説明する。

[0032] 本実施例の隔膜取付部材は、ＴＥＭ用メンブレンが取り付けられる隔膜設置部位と、荷電粒子線顕微鏡の筐体に取り付けられる筐体固定部位を有する。隔膜設置部位には隔膜を取り付けたときに隔膜の直下になる位置に開口部が設けられている。この開口部は隔膜取付部材の厚さ方向に貫通しており、隔膜を通過する荷電粒子線はこの開口部を通って試料または検出器に入射する。また、この開口部は隔膜が設置される面の面積より、その反対側の面の面積の方が大きく形成されていることが望ましい。例えば、隔膜が設置される面から放射状に広がる円錐形状の開口部である。上述したように検出器が隔膜を挟んで試料と反対側にある場合には、開口部をこのような形状にすることで試料から発生した二次的荷電粒子を効率よく検出することができる。

[0033] ＴＥＭ用メンブレンの土台は上記のようにほぼ全てのものが外形の最長長部が２．８ｍｍ以上３．２ｍｍ以下という形状をしているため、隔膜設置部位はこのサイズのＴＥＭ用メンブレンの土台を取付可能な大きさとする。具体的には隔膜設置部位の対角線の最大の長さが２．８ｍｍ以上３．２ｍｍ以下であるとよい。例えば、隔膜設置部位が図２～４で後述するように凹部または凸部である場合には、凹部または凸部の対角線の最大の長さが２．８ｍ

ｍ以上３．２ｍｍ以下であるとよい。また、図３を用いて後述するように、ＴＥＭ用メンブレンを隔膜として用いる際には隔膜設置部位は凸形状とするとよい。隔膜取付部材はネジなどの固定部材や嵌め合い構造によって筐体に取り付けられるため筐体固定部位は筐体側が有する取付構造と対応する形状となっている必要がある。なお、隔膜取付部材はさらにその他の部材を介して筐体に取り付けられてもよいし、筐体７の一部を構成していてもよい。

[0034] ＜位置決め構造＞

隔膜１０を支持する土台９は隔膜保持部材１５５上に具備され、接着剤２００等により気密に固定される。隔膜１０の開口部と隔膜保持部材１５５の開口部が偏心した場合、隔膜１０の開口部を透過する一次荷電粒子線または二次的荷電粒子線の一部または全部が隔膜保持部材１５５の構造体により遮蔽される恐れがある。これによりＳ／Ｎ比の悪化が生じ荷電粒子顕微鏡の性能低下が生じる。そこで、隔膜保持部材１５５に位置決め構造１５５ａを備える。例えば、位置決め構造１５５ａを窪みとし隔膜１０を支持する土台９を位置決め構造１５５ａに挿入し、隔膜１０の位置合わせを行うことができる。

[0035] 図２に、図１のＡ－Ａ矢視図を示す。位置決め構造１５５ａは、土台９の外形と対をなす形状であればよく、土台９の形状に合わせて任意に設定可能である。例えば、図２ａに示すように、四角形の土台の場合、位置決め構造１５５ａを、隔膜保持部材１５５の直交する２面を有する窪み形状としてもよい。言い換えれば、当該位置決め構造１５５ａは隔膜保持部材１５５の厚さ方向（隔膜面に対して垂直方向）に壁面を持つ２つの段差構造である。窪み形状は、隔膜保持部材の開口部の中心と隔膜１０の中心を一致させた状態において土台９の直交する２辺に沿うように形成されている。この場合、隔膜保持部材１５５上の面を位置決め構造１５５ａである窪み形状の一辺の側面と土台９の一辺とを接触させて滑らせながら、窪み形状の別の一辺に土台９の一辺が突き当たるまで移動させる。このため、隔膜交換のたびに毎回隔膜保持部材の同じ位置に土台９を取り付けることができ、作業性が向上する

。なお、上記２辺の交差角は直交に限らず互いが平行でなければ良い。この場合にも２辺のそれぞれに土台９の外周の少なくとも１点ずつが接するように固定されることで、土台９を所定の位置に設置可能である。また、窪み形状（段差構造）の数は２辺に限られず３つ以上の辺から構成されていてもよい。

[0036] また別の例として、位置決め構造１５５ａを丸型の窪みとしてもよい。この場合、土台９の四隅が丸型の窪みの円周上に位置するように位置合わせをしてもよい（図２ｂ）。言い換えれば、位置決め構造１５５ａの丸型の窪みとは、土台の外形の対角線の最大の長さと同じまたは同等の直径の円形状の凹部である。なお、以下、本明細書において、「同じまたは同等」とは互いの部材が嵌めあいによって結合される程度に同じという意味であり、寸法公差や製造誤差を許容するものである。図２ｂの例の場合、隔膜保持部材１５５を旋盤工程で製作する際に、同一工程で位置決め構造１５５ａの加工が可能なため製造作業の簡略化が可能となり、結果として隔膜保持部材を安価に抑えることができる。

[0037] また別の例として、土台９が丸型の場合にも、図２ａ，ｂと同様に、位置決め構造１５５ａとして形成された二面に押し当てる構成としてもよいし（図２ｃ）、土台９の外形と同等の形状の凹部である丸型の窪みにはめ合わせてもよい（図２ｄ）。

[0038] 図２ａ～ｄにおいて、機械加工時の刃物の逃げ形状１５５ｂ等を設けることもできる。特に図２ａまたはｂのような形状の場合には逃げ形状１５５ｂを備えることで、放電加工等の加工工程を用いず、旋盤やフライス盤等隔膜保持部材１５５の機械加工と同一行程で加工することが可能となり、寸法精度や加工性の向上が見込まれる。また、刃物先端形状１５５ｅより生じるエッジ部のＲ１５５ｄによる土台９の位置決めのずれを防止できる。

[0039] 図３に、隔膜１０にＴＥＭ用メンブレンを使用する場合の構成図を示す。本構成の荷電粒子顕微鏡において、隔膜１０と試料６間の距離は数十μｍ程度まで接近させる必要がある。隔膜１０（すなわち図示Ｘ）より試料側（図

３右図における左方向）に突起物が存在すると隔膜１０に試料６を接近させることができず荷電粒子顕微鏡観察が困難となる。したがって、位置決め構造１５５ａを図２ａ，ｃのような窪みとしたときに窪みの深さを土台９より浅くせざるを得ない。しかし、土台９の厚さが薄い場合、窪みはさらに浅くする必要がある。このため窪みを土台９が容易に乗り越える可能性があり位置決めが困難となる恐れがある。また、極端に浅い窪みの加工等、薄膜保持部材１５５の加工が困難である。例えば上記のＴＥＭ用メンブレンの土台の厚さは２００μｍ等であるため、この問題が顕著となる。

[0040] この問題を解決するために図３に示す構成では、位置決め構造１５５ａを隔膜および土台の取り付け側に凸の突起形状とし、突起形状の凸部に土台９を具備する。すなわち凸部が試料側になるように隔膜保持部材が取り付けられる。本構成によれば、ユーザは突起形状を目安に土台９の固定位置を容易に決定することができる。例えば、土台９および位置決め構造１５５ａが円形の場合には、土台９の直径（Ｄ１）と位置決め構造１５５ａの直径（Ｄ２）を製造誤差を除き同じまたは同等（Ｄ１≒Ｄ２）とした場合、土台９を位置決め構造１５５ａ上に配置し、土台９と位置決め構造１５５ａの外周部をそろえることで軸合わせが可能である。土台９および位置決め構造１５５ａが矩形である場合には、上記の「直径」を「対角線の最大の長さ」と読み替えればよい。それ以外の形状であれば「土台９の外形の外接矩形の長辺の長さ」と読み替えればよい。以下図４，５の説明においても同様である。土台９と隔膜保持部材１５５の位置合わせがされた後、土台９は接着剤２００等により気密に固定される。真空空間に配置された検出器３により二次的電粒子線信号を取得するため、隔膜保持部材１５５の開口は荷電粒子光学鏡筒側（図３右図における右方向）の開口が大きいテーパ形状１５５ｃを成してもよい。これにより検出できる二次的荷電粒子が増えるため荷電粒子顕微鏡のＳ／Ｎが向上する。

[0041] また、図４に示すように、土台９の直径（Ｄ１）よりも位置決め構造１５５ａの直径（Ｄ２）を小さく（Ｄ１＞Ｄ２）してもよい。接着剤２００等を

塗布する際に、土台９の隔膜保持部材側に接着剤を塗布すれば、土台９自体が接着剤に対して「堤防」のような役割をし、隔膜１０の試料側（図３右図におけるＸより左側）に接着材２００が付着したり回り込んで隔膜を汚染したりすることを防止できる。

[0042] また、図５に示すように、土台９の直径（Ｄ１）よりも位置決め構造１５５ａの直径（Ｄ２）を大きく（Ｄ１＜Ｄ２）してもよい。土台９を固定する際に、位置決め構造１５５ａの突起形状の、土台９と接する面から土台９がはみ出さないように固定するようにする。特に、隔膜１０の中心軸１０ａと隔膜保持部材１５５の開口中心軸１５５ｃの位置ずれ量Ａの限度範囲Ｂ（隔膜の取り付け位置の誤差の許容量）分だけ、位置決め構造１５５ａの直径（Ｄ２）を土台９の外形（Ｄ１）より大きくするとよい。土台９を位置決め構造の凸部からはみ出さないように設置することで、隔膜の取り付け位置の誤差の許容量を容易に指定、確認することができる。なお、これ以上大きくしすぎると隔膜と隔膜保持部材の中心軸が合わせにくくなるので、位置決め構造の直径は土台９の直径より大きくなりすぎないことが望ましい。

[0043] すなわち、位置ずれ許容範囲の確認や接着剤の回り込み防止等目的によって、土台９に対して位置決め構造１５５ａの寸法を調整することで各種機能を発現させることが可能である。

[0044] ＜取り付けジグ＞

図６に、隔膜を隔膜保持部材に取り付ける際のジグの構成図を示す。ジグは隔膜を押さえて固定する押さえ部材２０１、押さえ部材を支持する構造体２０２および２０３、構造体２０２および２０３を支持するベースプレート２０４から構成される。押さえ部材２０１は隔膜保持部材が載置される部位の鉛直上方に設置され、構造体２０２に対し図示上下垂直方向に移動自在に保持される。少なくとも押さえ部材２０１の隔膜に対向する端が鉛直上下方向に動作することが必要である。押さえ部材２０１が隔膜保持部材１５５および土台９の鉛直上方から鉛直下方に動作させることで、隔膜保持部材１５５に対して隔膜１０が保持された土台９を押さえつけてその位置を固定する

ことができる。押さえ部材２０１は先端部に中心が凹形状の逃げ部２０１ａを有する。これにより押さえ部材２０１の先端が隔膜１０に接触するのを避けることができる。また、安定的に荷重を加えるため、押さえ部材２０１は錘２０１ｂを有してもよい。

[0045] ベースプレート２０４は隔膜保持部材１５５を設置するための設置部位を有する。この設置部位には隔膜保持部材１５５の位置決めを行う位置決め構造２０４ａが設けられている。位置決め構造２０４ａは、例えば直径が隔膜保持部材１５５と同じ溝部である。この場合、隔膜保持部材を当該溝部にはめ込むことで、隔膜保持部材の開口部の中心をジグの押さえ部材２０１の中心軸に合わせることができる。位置決め構造２０４ａはこれに限られず、例えば図２に示したような構造であっても良い。隔膜保持部材の開口部の中心が毎回押さえ部材２０１の中心軸に合うことが重要である。

[0046] 図６では、位置決め構造２０４ａである溝部の底に真空封止部材２０５を有する。隔膜保持部材１５５を溝部にはめ込むことで隔膜保持部材１５５とベースプレート２０４の間は真空封止部材２０５により気密される。ベースプレート２０４の隔膜保持部材１５５の設置部位には貫通孔２１０が設けられている。貫通孔の開口は隔膜に対向する面に位置している。開口の大きさは隔膜面積より大きくかつ隔膜保持部材より小さいことが望ましい。この貫通孔２１０の一端は隔膜保持部材１５５および隔膜１０が設置された土台９が載置されることによって閉じられる。また、貫通孔の別の一端には開口の周囲に設けられた真空封止部材２０６を介して継ぎ手２０７が接続される。継ぎ手２０７には配管２０８を介し真空ポンプ２０９が接続される。これにより、図６中、隔膜保持部材１５５より下側の空間を真空引きすることが可能となる。なお、継ぎ手２０７はベースプレート２０４の一部として形成され、真空ポンプ２０９をベースプレート２０４に直接取り付けられる構成になっていてもよい。真空引きされる空間の真空到達度を確認するため、真空計により真空引きされる空間の気圧を測定する。真空計は真空ポンプ２０９に付属していてもよいし、別に設けられていてもよい。

[0047] また、本実施例では隔膜保持部材１５５の上に隔膜１０が保持された土台９を載置することで、真空引きされる空間を閉じているが、隔膜の検査をするためのジグの構造は図６に限られない。真空引きされる空間が閉空間となっており、その空間の側面の少なくとも一部が隔膜で構成されていることが重要である。

[0048] なお、ジグの構造は上記に限られず様々な変形が可能である。例えば、真空引きするためのベースプレート２０４の開口は隔膜直下になくてもよく、隔膜より図中下側の空間が真空ポンプとつながっており、気密に保持されれば良い。また、押さえ部材２０１は棒状である必要はなく、例えばＬ字型であってもよい。

[0049] ベースプレート２０４に対し継ぎ手２０７を着脱自在としてもよい。隔膜１０を設置する際に継ぎ手２０７を取り外して、貫通孔２１０を通じて図面下側から覗き込んで隔膜１０の位置を確認できる。または、貫通孔２１０部の周辺に隔膜１０を観察するための鏡やカメラを有してもよい。これにより組立の際の隔膜１０の位置確認を容易に行うことができる。

[0050] 図７に隔膜１０を隔膜保持部材１５５に取り付ける際の組立フローを示す。第１のステップ２５０では、隔膜保持部材１５５をベースプレート２０４の所定の位置にセットする。上述のようにベースプレート２０４に位置決め構造２０４ａが設けられている場合にはこの位置決め構造によって規定される位置に隔膜保持部材１５５を配置する。これによって、隔膜保持部材の開口部の中心が押さえ部材２０１の中心軸上に位置するように、隔膜保持部材が載置された状態になる。第２のステップ２５１では、隔膜保持部材１５５の上に隔膜１０が保持された状態の土台９をセットする。この際、図２～５を用いて前述したように隔膜１０及び土台９の位置決めを行い、隔膜保持部材１５５に対して所定の位置に隔膜１０及び土台９が設置されるようにする。第３のステップ２５２では、押さえ部材２０１を鉛直下方に動作させることにより隔膜１０が保持された土台９を隔膜保持部材１５５に押しつけて固定する。第４のステップ２５３では、隔膜１０が保持された土台９を隔膜保

持部材１５５に対して押さえ部材２０１で押さえつけたまま、土台９と隔膜保持部材１５５の間に接着剤を塗布し硬化させる。

[0051] 第５のステップ２５４では、真空ポンプ２０９を作動させて隔膜１０とベースプレート２０４の開口部内壁を含む壁面で囲まれた空間（図６中隔膜１０の下側の空間）の真空引きを行い、その空間の真空度を確認する。その空間が所望の真空度になっているか否かの確認ができればよいので、真空度の計測は精密なものでなくてもよい。上述のように、真空引きされる空間の側面の少なくとも一部は隔膜１０で構成されている。隔膜１０に傷や破れがある場合には十分な真空度に達しないため、この作業によって隔膜の品質確認を行うことができる。破れた隔膜を誤って荷電粒子顕微鏡に設置して真空引きしてしまうと、試料が荷電粒子光学鏡筒の内部に飛散し、装置が汚染されてしまう。本ステップで隔膜の品質確認を行うことで、荷電粒子顕微鏡に隔膜を取り付ける前に品質チェックをすることができるので、確実に真空と大気圧の差圧に耐えられる隔膜のみを選択して荷電粒子顕微鏡に取り付けることができる。

[0052] 第６のステップ２５５では、真空ポンプを停止し、図６中隔膜１０の下側の空間を大気開放する。第７のステップ２５６では、押さえ部材２０１を持ち上げ、隔膜１０と隔膜保持部材１５５を一体に取り外す。なお、図示したフローは一例であり、順序は適宜入れ替えてよい。このように、組立用のジグを用いることで利便性よく組立および隔膜の検査が可能となる。

[0053] 図８に隔膜台１５６を使用する構成を示す。これまでに説明した構成においては隔膜１０の土台９を隔膜保持部材１５５に接着等により固定した。そのため、接着剤の種類によっては剥離が困難となり、結果として隔膜保持部材１５５は消耗品となる。そのためランニングコストの増加や、廃棄物の増加といったことが問題となる。

[0054] 本構成では、土台９は隔膜台１５６に固定される。隔膜台１５６は隔膜台固定部品１５７を介し鋲螺等の固定部材１５８により隔膜保持部材１５５に取り付けられる。隔膜台１５６はＯリング等の真空封止部材１５９を介して

気密にかつ着脱自在に保持される。隔膜台１５６は、隔膜保持部材１５５の図示しない穴、窪み等に嵌めあい、隔膜保持部材１５５に対して所定の位置で固定することができる。

[0055] 本構成では隔膜台１５６が消耗品となるが、隔膜台１５６として隔膜保持部材１５５から分離することにより、隔膜台１５６の形状に対する要件は緩和され、より小型で単純な形状とすることが可能で、消耗品価格の低下や廃棄物の減量等が可能となる。本構成の隔膜台１５６を用いる場合には、図６，７の説明における「隔膜保持部材」は「隔膜台」と読みかえれば、同様に位置合わせおよび取付けを簡便に行うことが可能である。

実施例 2

[0056] 以下では、一般的な荷電粒子線装置を使用し簡便に大気下にて試料観察できる装置構成に関して説明する。図９には、本実施例の荷電粒子顕微鏡の全体構成図を示す。実施例１と同様、本実施例の荷電粒子顕微鏡も、荷電粒子光学鏡筒２、該荷電粒子光学鏡筒を装置設置面に対して支持する筐体（真空室）７、試料ステージ５などによって構成される。これらの各要素の動作・機能あるいは各要素に付加される付加要素は、実施例１とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。

[0057] 図９に示す荷電粒子顕微鏡は、筐体７（以下、第１筐体）に挿入して使用される第２筐体（アタッチメント）１２１を備える。第２筐体１２１は、直方体形状の本体部１３１と合わせ部１３２とにより構成される。後述するように本体部１３１の直方体形状の側面のうち少なくとも一側面は開放面１５となっている。本体部１３１の直方体形状の側面のうち隔膜保持部材１５５が設置される面以外の面は、第２筐体１２１の壁によって構成されていてもよいし、第２筐体１２１自体には壁がなく第１筐体７に組み込まれた状態で第１筐体７の側壁によって構成されても良い。第２筐体１２１は第１筐体７の側面又は内壁面又は荷電粒子光学鏡筒に位置が固定される。本体部１３１は、観察対象である試料６を格納する機能を持ち、上記の開口部を通って第１筐体７内部に挿入される。合わせ部１３２は、第１筐体７の開口部が設け

られた側面側の外壁面との合わせ面を構成し、真空封止部材１２６を介して上記側面側の外壁面に固定される。これによって、第２筐体１２１全体が第１筐体７に嵌合される。上記の開口部は、荷電粒子顕微鏡の真空試料室にもともと備わっている試料の搬入・搬出用の開口を利用して製造することが最も簡便である。つまり、もともと開いている穴の大きさに合わせて第２筐体１２１を製造し、穴の周囲に真空封止部材１２６を取り付ければ、装置の改造が必要最小限ですむ。また、第２筐体１２１は第１筐体７から取り外しも可能である。

[0058] 第２筐体１２１の側面は大気空間と少なくとも試料の出し入れが可能な大きさの面で連通した開放面１５であり、第２筐体１２１の内部（図の点線より右側；以降、第２の空間とする）に格納される試料６は、観察中、大気圧状態に置かれる。なお、図９は光軸と平行方向の装置断面図であるため開放面１５は一面のみが図示されているが図９の紙面奥方向および手前方向の第１の筐体の側面により真空封止されていれば、第２の筐体１２１の開放面１５は一面に限られない。第２の筐体１２１が第１の筐体７に組み込まれた状態で少なくとも開放面が一面以上あればよい。一方、第１筐体７には真空ポンプ４が接続されており、第１筐体７の内壁面と第２筐体の外壁面および隔膜１０によって構成される閉空間（以下、第１の空間とする）を真空排気可能である。第２の空間の圧力を第１の空間の圧力より大きく保つように隔膜が配置されることで、本実施例では、第２の空間を圧力的に隔離することができる。すなわち、隔膜１０により第１の空間１１が高真空に維持される一方、第２の空間１２は大気圧または大気圧とほぼ同等の圧力のガス雰囲気に維持されるので、装置の動作中、荷電粒子光学鏡筒２や検出器３を真空状態に維持でき、かつ試料６を大気圧に維持することができる。また、第２筐体１２１が開放面を有するので、観察中、試料６を自由に交換できる。

[0059] 第２筐体１２１の上面側には、第２筐体１２１全体が第１筐体７に嵌合された場合に上記荷電粒子光学鏡筒２の直下になる位置に隔膜１０を備える。この隔膜１０は、荷電粒子光学鏡筒２の下端から放出される一次荷電粒子線

を透過または通過させることが可能であり、一次荷電粒子線は、隔膜１０を通って最終的に試料６に到達する。

[0060] 第２筐体１２１の内部には試料ステージ５等が配置され、試料６を自在に移動することができる。

[0061] 本装置においても、実施例１と同様に隔膜保持部材１５５に位置決め構造１５５ａを有する。位置決め構造１５５ａに関する構成は実施例１と同様であるため詳細な説明は省略する。

実施例 3

[0062] 図１０には、本実施例の荷電粒子顕微鏡の全体構成図を示す。実施例１、２と同様、本実施例の荷電粒子顕微鏡も、荷電粒子光学鏡筒２、該荷電粒子光学鏡筒を装置設置面に対して支持する第１筐体（真空室）７、第１筐体７に挿入して使用される第２筐体（アタッチメント）１２１、制御系などによって構成される。これらの各要素の動作・機能あるいは各要素に付加される付加要素は、実施例１や２とほぼ同様であるので、詳細な説明は省略する。

[0063] 本実施例の荷電粒子顕微鏡の場合、第２筐体１２１の少なくとも一側面をなす開放面を蓋部材１２２で蓋うことができるようになっており、種々の機能が実現できる。以下ではそれについて説明する。

[0064] ＜試料ステージに関して＞

本実施例の荷電粒子顕微鏡は、試料位置を変更することで観察視野を移動する手段としての試料ステージ５を蓋部材１２２に備えている。試料ステージ５には、面内方向へのＸＹ駆動機構および高さ方向へのＺ軸駆動機構を備えている。蓋部材１２２には試料ステージ５を支持する底板となる支持板１０７が取り付けられており、試料ステージ５は支持板１０７に固定されている。支持板１０７は、蓋部材１２２の第２筐体１２１への対向面に向けて第２筐体１２１の内部に向かって延伸するよう取り付けられている。Ｚ軸駆動機構およびＸＹ駆動機構からはそれぞれ支軸が伸びており、各々蓋部材１２２が有する操作つまみ１０８および操作つまみ１０９と繋がっている。装置ユーザは、これらの操作つまみ１０８および１０９を操作することにより、

試料６の第２筐体１２１内での位置を調整する。

[0065] ＜試料近傍雰囲気に関して＞

本実施例の荷電粒子顕微鏡においては、第２筐体内に置換ガスを供給する機能または第一の空間１１や装置外部である外気とは異なった気圧状態を形成可能な機能を備えている。荷電粒子光学鏡筒２の下端から放出された荷電粒子線は、高真空に維持された第１の空間を通って、隔膜１０を通過し、試料６に荷電粒子線が照射される。大気空間では荷電粒子線は気体分子によって散乱されるため、平均自由行程は短くなる。つまり、隔膜１０と試料６の距離が大きいと一次荷電粒子線または荷電粒子線照射により発生する二次電子、反射電子もしくは透過電子等が試料及び検出器３まで届かなくなる。一方、荷電粒子線の散乱確率は、気体分子の質量数や密度に比例する。従って、大気よりも質量数の軽いガス分子で第２の空間を置換するか、少しだけ真空引きすることを行えば、荷電粒子線の散乱確率が低下し、荷電粒子線が試料に到達できるようになる。また、第２の空間の全体ではなくても、少なくとも第２の空間中の荷電粒子線の通過経路、すなわち隔膜１０と試料６との間の空間の大気をガス置換または真空引きできればよい。

[0066] 以上の理由から、本実施例の荷電粒子顕微鏡では、蓋部材１２２にガス供給管１００の取り付け部（ガス導入部）を設けている。ガス供給管１００は連結部１０２によりガスボンベ１０３と連結されており、これにより第２の空間１２内に置換ガスが導入される。ガス供給管１００の途中には、ガス制御用バルブ１０１が配置されており、管内を流れる置換ガスの流量を制御できる。このため、ガス制御用バルブ１０１から下位制御部３７に信号線が伸びており、装置ユーザは、コンピュータ３５のモニタ上に表示される操作画面で、置換ガスの流量を制御できる。また、ガス制御用バルブ１０１は手動にて操作して開閉してもよい。

[0067] 置換ガスの種類としては、窒素や水蒸気など、大気よりも軽いガスであれば画像Ｓ／Ｎの改善効果が見られるが、質量のより軽いヘリウムガスや水素ガスの方が、画像Ｓ／Ｎの改善効果が大きい。

[0068] 置換ガスは軽元素ガスであるため、第２の空間１２の上部に溜まりやすく、下側は置換しにくい。そこで、蓋部材１２２でガス供給管１００の取り付け位置よりも下側に第２の空間の内外を連通する開口を設ける。例えば図１０では圧力調整弁１０４の取り付け位置に開口を設ける。これにより、ガス導入部から導入された軽元素ガスに押されて大気ガスが下側の開口から排出されるため、第２筐体１２１内を効率的にガスで置換できる。なお、この開口を後述する粗排気ポートと兼用しても良い。

[0069] 上述の開口の代わりに圧力調整弁１０４を設けても良い。当該圧力調整弁１０４は、第２筐体１２１の内部圧力が１気圧以上になると自動的にバルブが開く機能を有する。このような機能を有する圧力調整弁を備えることで、軽元素ガスの導入時、内部圧力が１気圧以上になると自動的に開いて窒素や酸素などの大気ガス成分を装置外部に排出し、軽元素ガスを装置内部に充満させることが可能となる。なお、図示したガスボンベまたは真空ポンプ１０３は、荷電粒子顕微鏡に備え付けられる場合もあれば、装置ユーザが事後的に取り付ける場合もある。

[0070] また、ヘリウムガスや水素ガスのような軽元素ガスであっても、電子線散乱が大きい場合がある。その場合は、ガスボンベ１０３を真空ポンプにすればよい。そして、少しだけ真空引きすることによって、第２の筐体内部を極低真空状態（すなわち大気圧に近い圧力の雰囲気）にすることが可能となる。つまり、隔膜１０と試料６との間の空間を真空にすることが可能である。例えば、第２の筐体１２１または蓋部材１２２に真空排気ポートを設け、第２筐体１２１内を少しだけ真空排気する。その後置換ガスを導入してもよい。この場合の真空排気は、第２筐体１２１内部に残留する大気ガス成分を一定量以下に減らせればよいので高真空排気を行う必要はなく、粗排気で十分である。

[0071] このように本実施例では、試料が載置された空間を大気圧（約10^5Ｐａ）から約10^3Ｐａまでの任意の真空度に制御することができる。従来のいわゆる低真空走査電子顕微鏡では、電子線カラムと試料室が連通しているので、

試料室の真空度を下げて大気圧に近い圧力とすると電子線カラムの中の圧力も連動して変化してしまい、大気圧（約１０^{5}Ｐａ）～１０^{3}Ｐａの圧力に試料室を制御することは困難であった。本実施例によれば、第２の空間と第１の空間を薄膜により隔離しているので、第２の筐体１２１および蓋部材１２２に囲まれた第２の空間１２の中の雰囲気の圧力およびガス種は自由に制御することができる。したがって、これまで制御することが難しかった大気圧（約１０^{5}Ｐａ）～１０^{3}Ｐａの圧力に試料室を制御することができる。さらに、大気圧（約１０^{5}Ｐａ）での観察だけでなく、その近傍の圧力に連続的に変化させて試料の状態を観察することが可能となる。

[0072] また、図示しないが、ボンベ１０３部はガスボンベと真空ポンプを複合的に接続した、複合ガス制御ユニット等でもよい。

[0073] 本実施例による構成は前述までの構成と比べて、第２筐体内部の第２の空間１２が閉じられているという特徴を持つ。そのため、隔膜１０と試料６の間にガスを導入し、または真空排気することが可能な荷電粒子線装置を提供することが可能となる。

[0074] ＜その他＞

以上説明したように、本実施例では、試料ステージ５およびその操作つまみ１０８、１０９、ガス供給管１００、圧力調整弁１０４が全て蓋部材１２２に集約して取り付けられている。従って装置ユーザは、上記操作つまみ１０８、１０９の操作、試料の交換作業、またはガス供給管１００、圧力調整弁１０４の操作を第１筐体の同じ面に対して行うことができる。よって、上記構成物が試料室の他の面にバラバラに取り付けられている構成の荷電粒子顕微鏡に比べて操作性が非常に向上している。

[0075] 以上説明した構成に加え、第２筐体１２１と蓋部材１２２との接触状態を検知する接触モニタを設けて、第２の空間が閉じているまたは開いていることを監視してもよい。

[0076] また、二次電子検出器や反射電子検出器に加えて、Ｘ線検出器や光検出器を設けて、ＥＤＳ分析や蛍光線の検出ができるようにしてもよい。Ｘ線検出

器や光検出器の配置としては、第１の空間１１または第２の空間１２のいずれに配置されてもよい。

[0077] 実施例１と同様に隔膜保持部材１５５に位置決め構造１５５ａを有する。位置決め構造１５５ａに関する構成は実施例１と同様であるため詳細な説明は省略する。

[0078] 以上、本実施例により、実施例１や２の効果に加え、大気圧から置換ガスが導入可能である。また、第一の空間とは異なった圧力の雰囲気下での試料観察が可能である。また、隔膜を取り外して第１の空間と第２の空間を連通させることにより、大気または所定のガス雰囲気下での観察に加えて第一の空間と同じ真空状態での試料観察も可能なＳＥＭが実現される。

[0079] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。

[0080] 各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、ＳＳＤ（Solid State Drive）等の記録装置、または、ＩＣカード、ＳＤカード、光ディスク等の記録媒体に置くことができる。

[0081] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0082] １：光学レンズ、２：荷電粒子光学鏡筒、３：検出器、４：真空ポンプ、５：試料ステージ、６：試料、７：筐体、８：荷電粒子源、９：土台、１０：隔膜、１１：第１の空間、１２：第２の空間、１４：リークバルブ、１５：開放面、１６：真空配管、３５：コンピュータ、３６：上位制御部、３７：下位制御部、４３，４４：通信線、５２：試料台、１００：ガス供給管、１０１：ガス制御用バルブ、１０２：連結部、１０３：ガスボンベまたは真空ポンプ、１０４：圧力調整弁、１０７：支持板、１０８，１０９：操作つまみ、１２１：第２筐体、１２２：蓋部材、１２３，１２６：真空封止部材、１３１：本体部、１３２：合わせ部、１５４：信号増幅器、１５５：隔膜保持部材、１５５ａ：構造、１５５ｂ：逃げ形状、１５５ｃ：テーパ形状、１５６：隔膜台、１５７：隔膜台固定部品、１５８：鋲螺、１５９：真空封止部材、２００：接着剤、２０１：押さえ部材、２０１ａ：逃げ部、２０１ｂ：錘、２０２，２０３：構造体、２０４：ベースプレート、２０４ａ：位置決め形状、２０５，２０６：真空封止部材、２０７：継ぎ手、２０８：配管、２０９：真空ポンプ、２１０：貫通孔、２５０：ステップ１、２５１：ステップ２、２５３：ステップ３、２５４：ステップ５、２７０：土台

請求の範囲

[請求項1] 一次荷電粒子線を試料上に照射する荷電粒子光学鏡筒と、当該荷電粒子線装置の一部を成し、内部が真空ポンプにより真空排気される筐体と、前記真空排気される空間の気密状態を維持可能であり、かつ前記一次荷電粒子線を透過または通過させる隔膜と、を備える荷電粒子線装置に設置される隔膜取付部材であって、

外形の最長部が２．８ｍｍ以上３．２ｍｍ以下の土台に保持されたＴＥＭ用メンブレンが前記隔膜として取り付けられる隔膜設置部位と、

前記荷電粒子線装置の筐体に取り付けられる筐体固定部位と、を備えることを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項2] 請求項１に記載の隔膜取付部材において、

前記隔膜設置部位の対角線の最大の長さが２．８ｍｍ以上３．２ｍｍ以下であることを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項3] 請求項１に記載の隔膜取付部材において、

前記隔膜設置部位は、凸形状であることを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項4] 請求項１に記載の隔膜取付部材において、

前記隔膜設置部位は、前記土台の外形と対をなす形状の位置決め構造を有することを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項5] 請求項４に記載の隔膜取付部材において、

前記位置決め構造は、当該隔膜取付部材の厚み方向に壁面をもつ少なくとも２つの段差構造であって、

前記２つの段差構造の各壁面は互いに平行ではなく、

前記各壁面に前記土台の外周の少なくとも１点ずつが接することを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項6] 請求項４に記載の隔膜取付部材において、

前記位置決め構造は、前記土台の外形の対角線の最大の長さと同等

の直径の円形状からなる凸部または凹部であることを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項7] 請求項４に記載の隔膜取付部材において、

前記位置決め構造は、前記土台の外形と同等の凸部または凹部であることを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項8] 請求項４に記載の隔膜取付部材において、

前記位置決め構造の直径または最大の対角線の長さは、前記土台の外形より小さいことを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項9] 請求項４に記載の隔膜取付部材において、

前記位置決め構造の直径または最大の対角線の長さは、前記隔膜の取り付け位置の誤差の許容量だけ、前記土台の外形より大きいことを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項10] 請求項１に記載の隔膜取付部材において、

前記隔膜が取り付けられる面に前記隔膜取付部材の厚さ方向に貫通する開口部を有し、

前記開口部は、前記隔膜が設置される面の面積より、前記隔膜が設置される面とは反対側の面の面積の方が大きいことを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項11] 請求項１０に記載の隔膜取付部材において、

前記開口部は、前記隔膜が設置される面から放射状に広がる円錐形状であることを特徴とする隔膜取付部材。

[請求項12] 一次荷電粒子線を試料上に照射する荷電粒子光学鏡筒と、

当該荷電粒子線装置の一部を成し、内部が真空ポンプにより真空排気される筐体と、

前記真空排気される空間の気密状態を維持可能であり、かつ前記一次荷電粒子線を透過または通過させる隔膜と、

前記隔膜を前記筐体に取り付ける隔膜取付部材とを備え、

前記隔膜取付部材は、

外形の最長部が２．８ｍｍ以上３．２ｍｍ以下の土台に保持されたＴＥＭ用メンブレンが前記隔膜として取り付けられる隔膜設置部位と、

前記荷電粒子線装置の筐体に取り付けられる筐体固定部位と、を有することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項13] 一次荷電粒子線を非真空雰囲気内に置かれた試料に照射する荷電粒子線装置の筐体に対して取り付けられる隔膜取付部材に、前記一次荷電粒子線を透過または通過させ前記非真空雰囲気の空間を真空空間から隔離する隔膜を取り付ける際に用いる隔膜取付ジグであって、

前記隔膜取付部材が設置される隔膜取付部材設置部位を有するベースプレートと、

前記隔膜取付部材設置位置の鉛直上方に設置され、鉛直方向に可動することで前記隔膜取付部材の上に設置された前記隔膜が保持された土台を押さえる押さえ部材と、を有し、

前記ベースプレートは、前記隔膜取付部材の開口部の中心が前記押さえ部材の中心軸上に位置するように当該隔膜取付部材の設置位置を規定する位置決め構造を有することを特徴とする隔膜取付ジグ。

[請求項14] 請求項１３に記載の隔膜取付ジグにおいて、

前記ベースプレートは、前記隔膜取付部材設置部位に設けられた貫通孔を有し、

前記貫通孔の一端の少なくとも一部は前記隔膜によって閉じられ、

前記貫通孔の他方の一端には、真空ポンプを直接または間接に接続する真空ポンプ接続部位を有することを特徴とする隔膜取付ジグ。

[請求項15] 一次荷電粒子線を非真空雰囲気内に置かれた試料に照射する荷電粒子線装置の筐体に対して取り付けられる隔膜取付部材に、前記一次荷電粒子線を透過または通過させ前記非真空雰囲気の空間を真空空間から隔離する隔膜を取り付ける際の隔膜取付方法であって、

前記隔膜取付部材の開口部の中心が所定の位置になるように当該隔

膜取付部材を設置するステップと、

前記隔膜が保持された土台を前記隔膜取付部材の上に設置するステップと、

前記隔膜取付部材設置位置の鉛直上方に設置された押さえ部材を鉛直下方に動作させることで、当該押さえ部材によって前記隔膜取付部材の上に設置された前記隔膜が保持された土台を押さえるステップと、

前記隔膜が保持された土台を前記隔膜取付部材に押さえつけたまま、前記隔膜と前記隔膜取付部材を接着するステップと、を有し、

前記隔膜取付部材を設置するステップにおいて、前記隔膜取付部材の開口部の中心が前記押さえ部材の中心軸上に位置するように当該隔膜取付部材が設置されることを特徴とする隔膜取付方法。

[請求項16] 請求項１５に記載の隔膜取付方法において、さらに、

前記隔膜を少なくとも一部とする側面を有する空間を真空引きすることで、前記隔膜の品質を検査するステップを有することを特徴とする隔膜取付方法。

[請求項17] 一次荷電粒子線を非真空雰囲気内に置かれた試料に照射する荷電粒子線装置に用いられる隔膜であって、前記一次荷電粒子線を透過または通過させ前記非真空雰囲気の空間を真空空間から隔離する隔膜の品質検査方法であって、

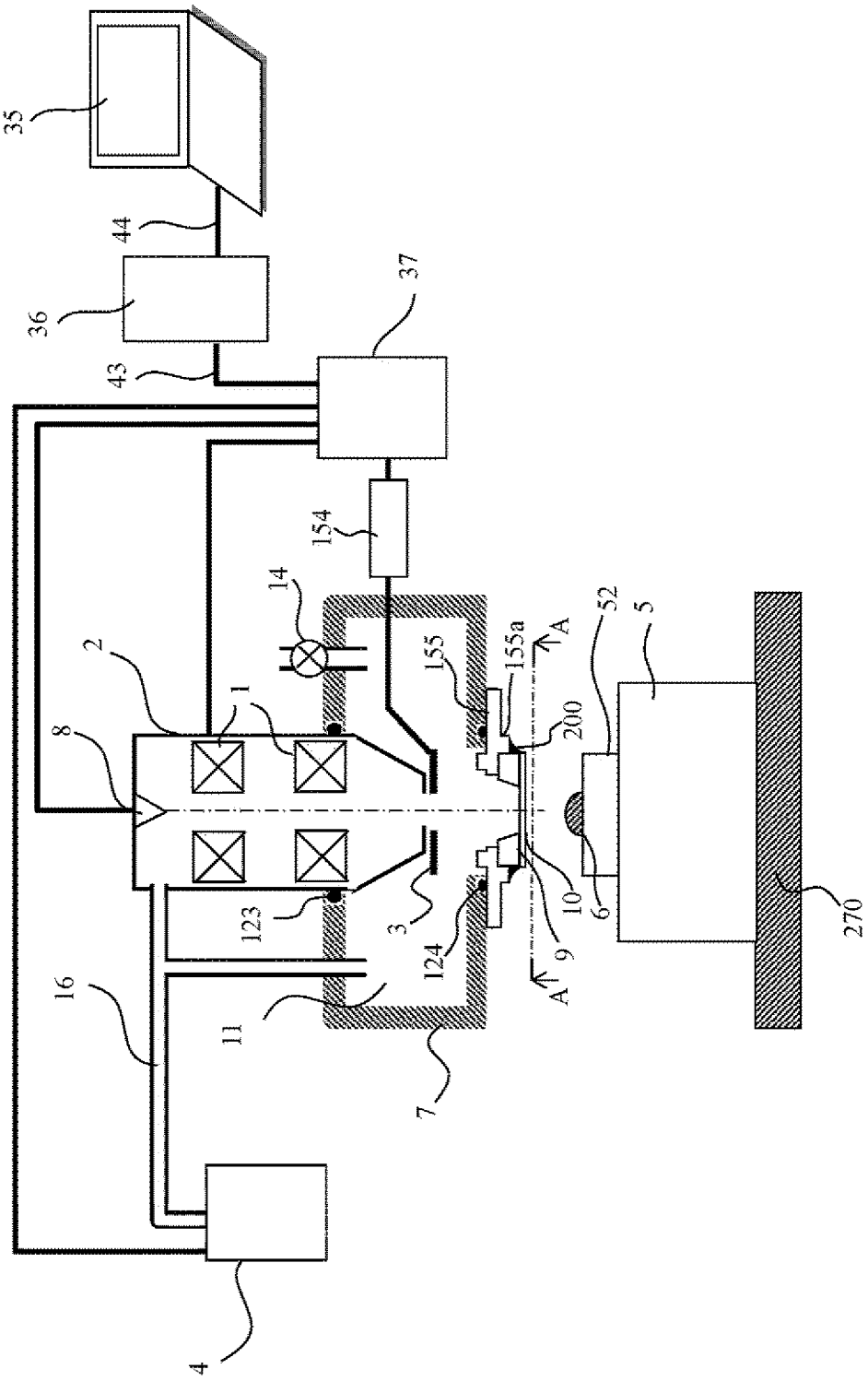
前記隔膜を少なくとも一部とする側面を有し真空ポンプに接続された閉空間を形成するステップと、

前記閉空間を真空引きするステップと、

前記閉空間の真空度を確認するステップと、を有することを特徴とする隔膜の品質検査方法。

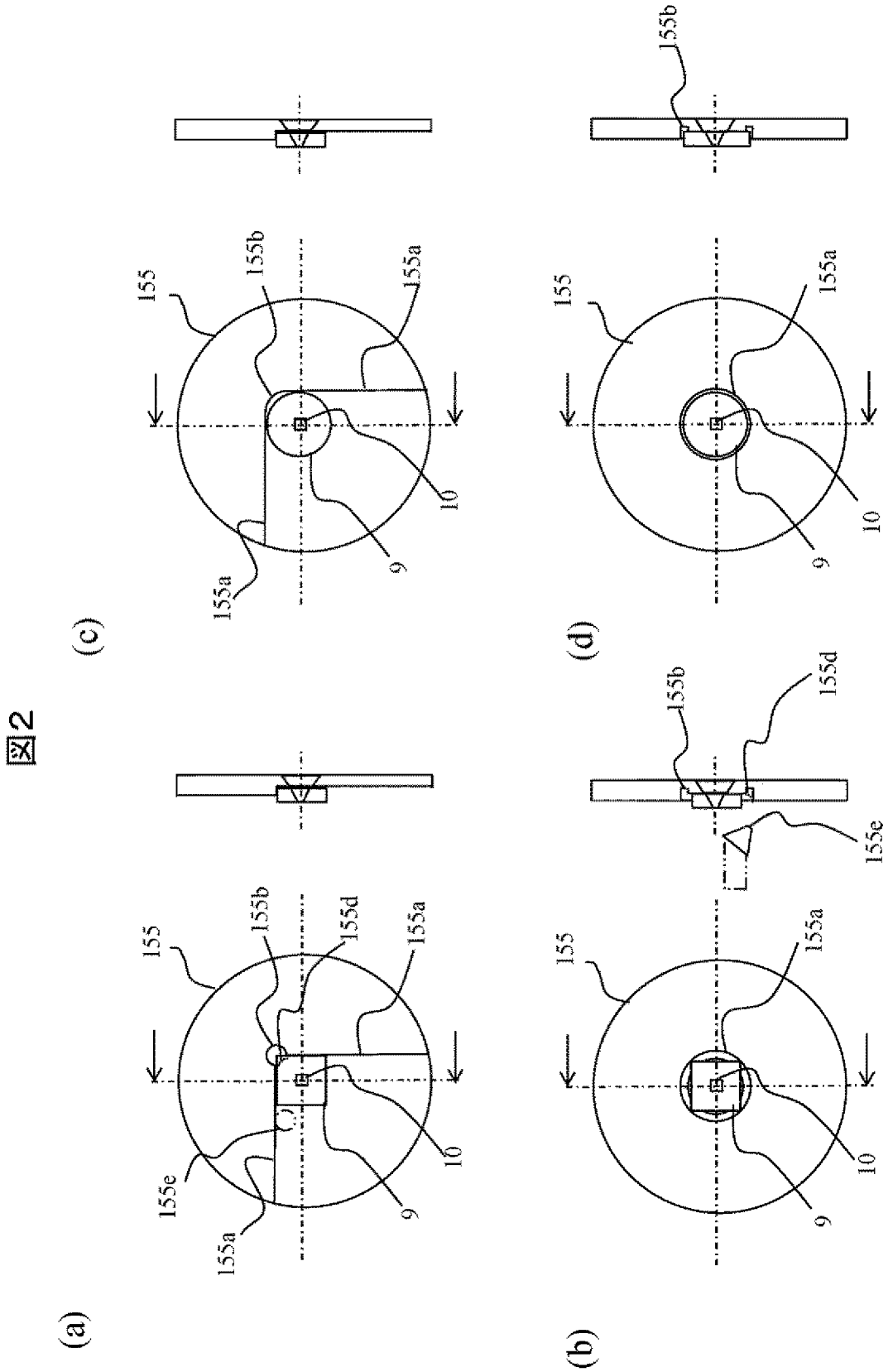
[図1]

図1


35
44
36
43
37
154
14
2
1
8
155
155a
A
52
5
200
123
3
124
9
A
10
6
270
16
11
7
4

[図2]

図2


(a)
155
155b
155d
155a
155e
155a
9
10
(b)
155
155b
155d
155a
155e
9
10
(c)
155
155b
155a
155a
9
10
(d)
155
155b
155a
9
10

[図3]

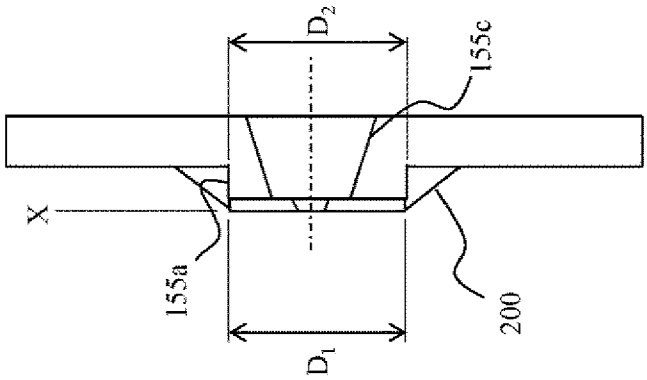
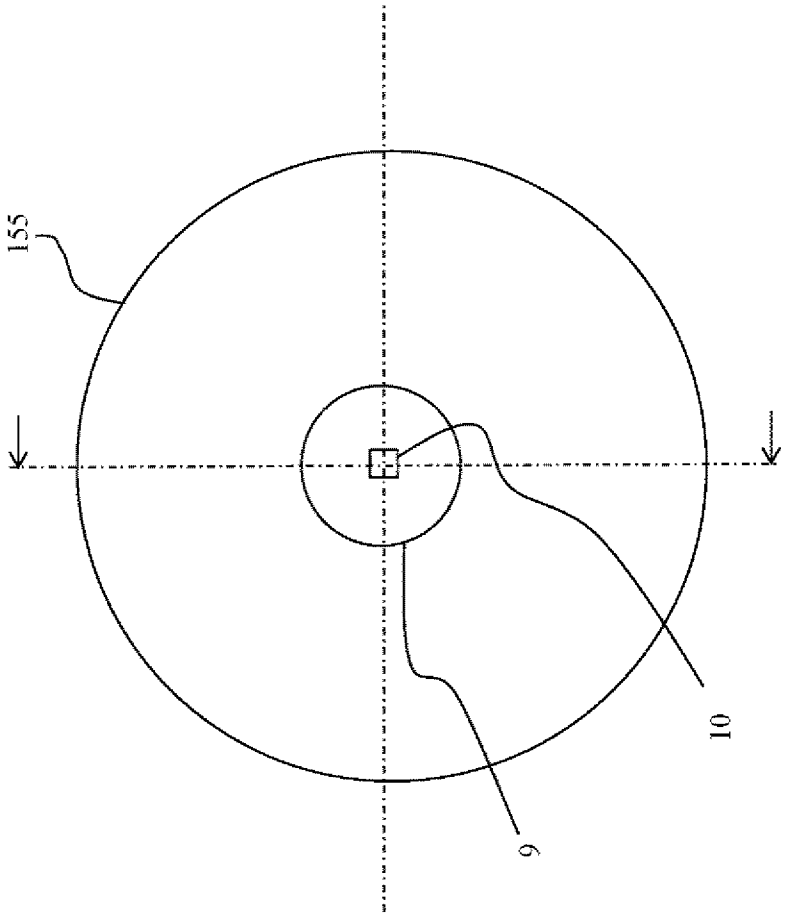


図3



[図4]

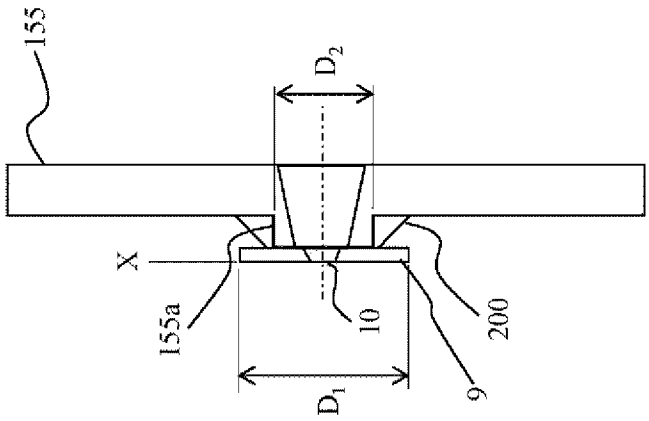
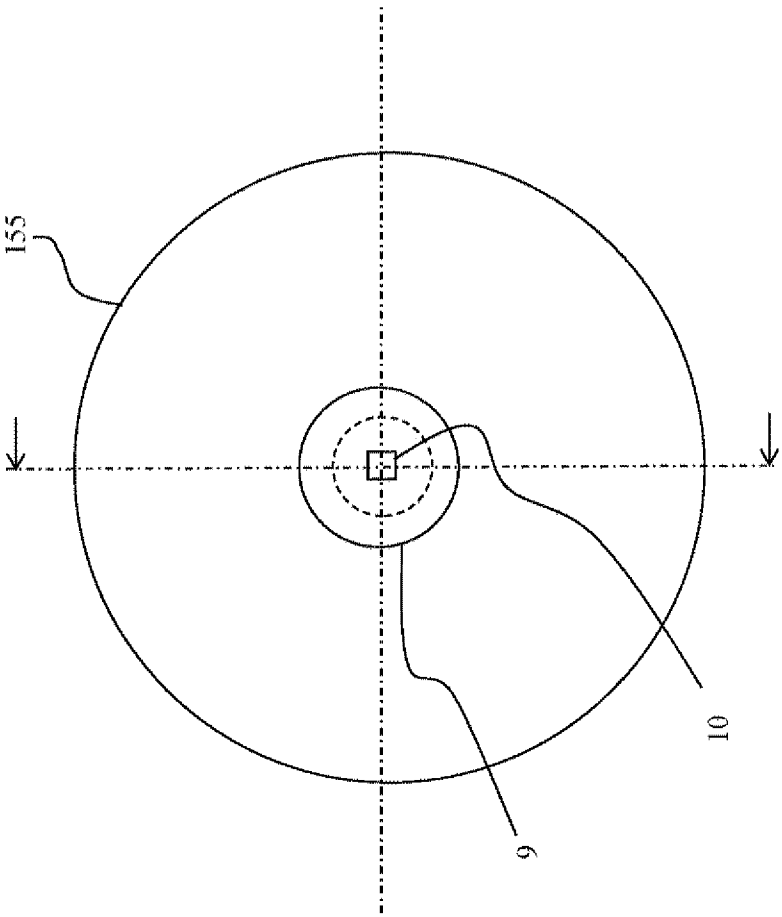


図4



[図5]

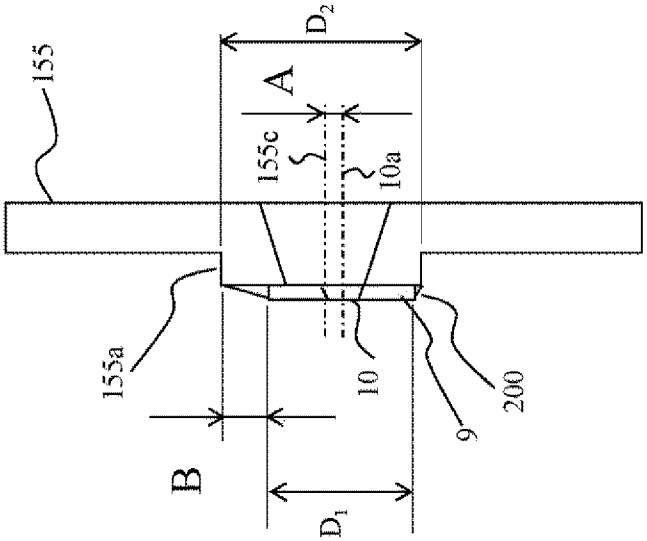
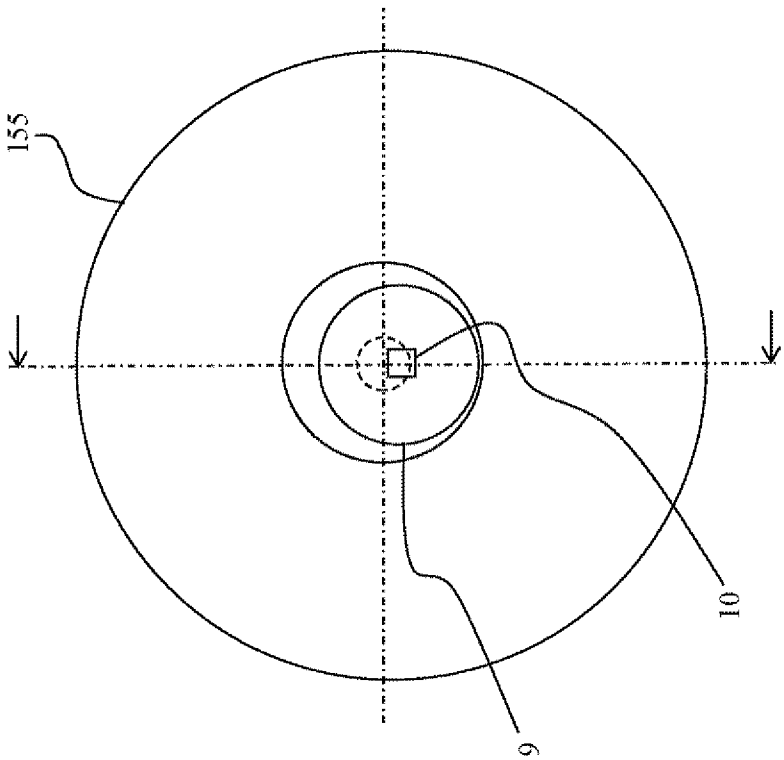
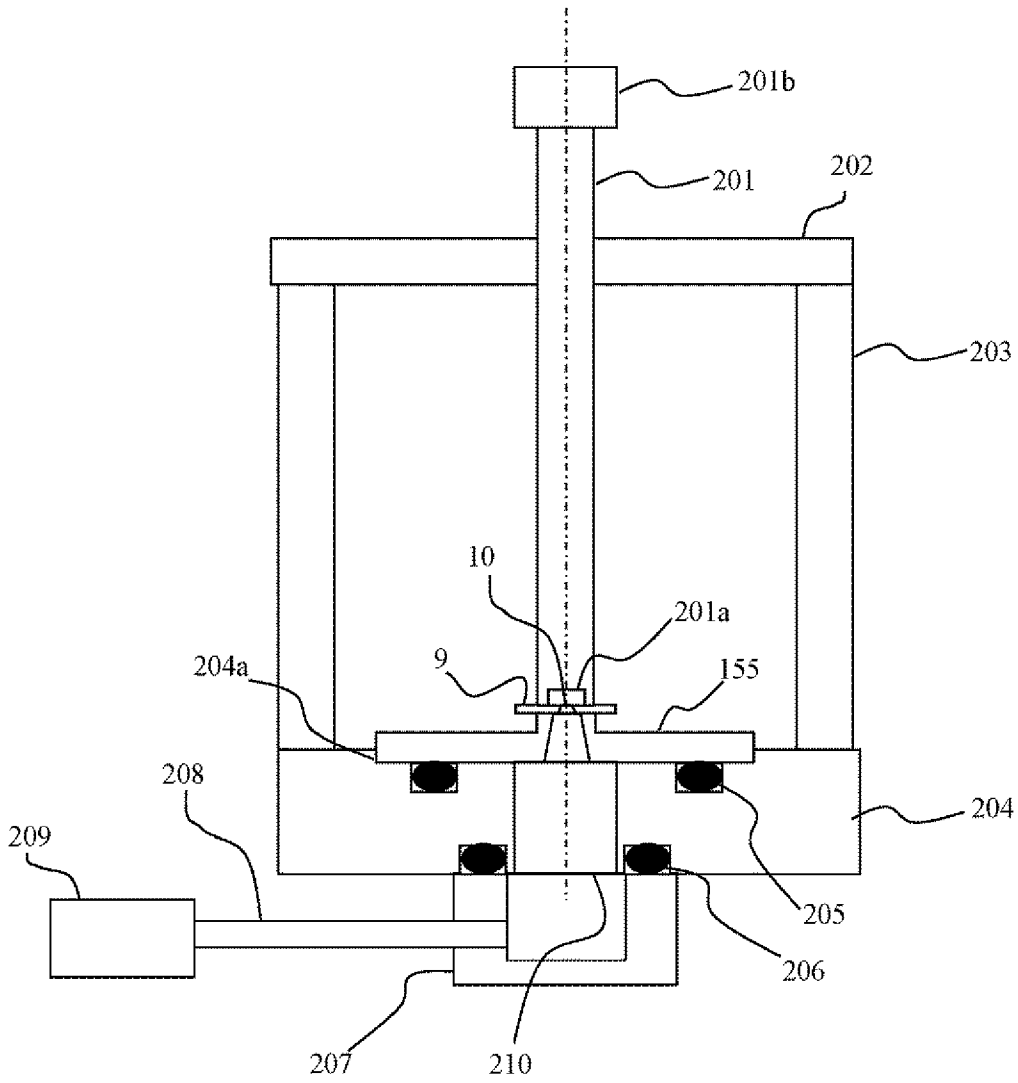


図5



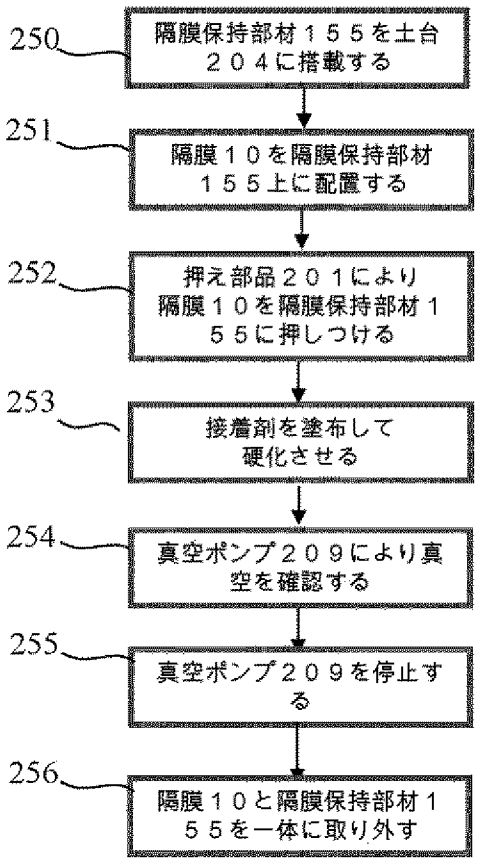
[図6]

図6



[図7]

図7


250
隔膜保持部材１５５を土台２０４に搭載する
251
隔膜１０を隔膜保持部材１５５上に配置する
252
押え部品２０１により隔膜１０を隔膜保持部材１５５に押しつける
253
接着剤を塗布して硬化させる
254
真空ポンプ２０９により真空を確認する
255
真空ポンプ２０９を停止する
256
隔膜１０と隔膜保持部材１５５を一体に取り外す

[図8]

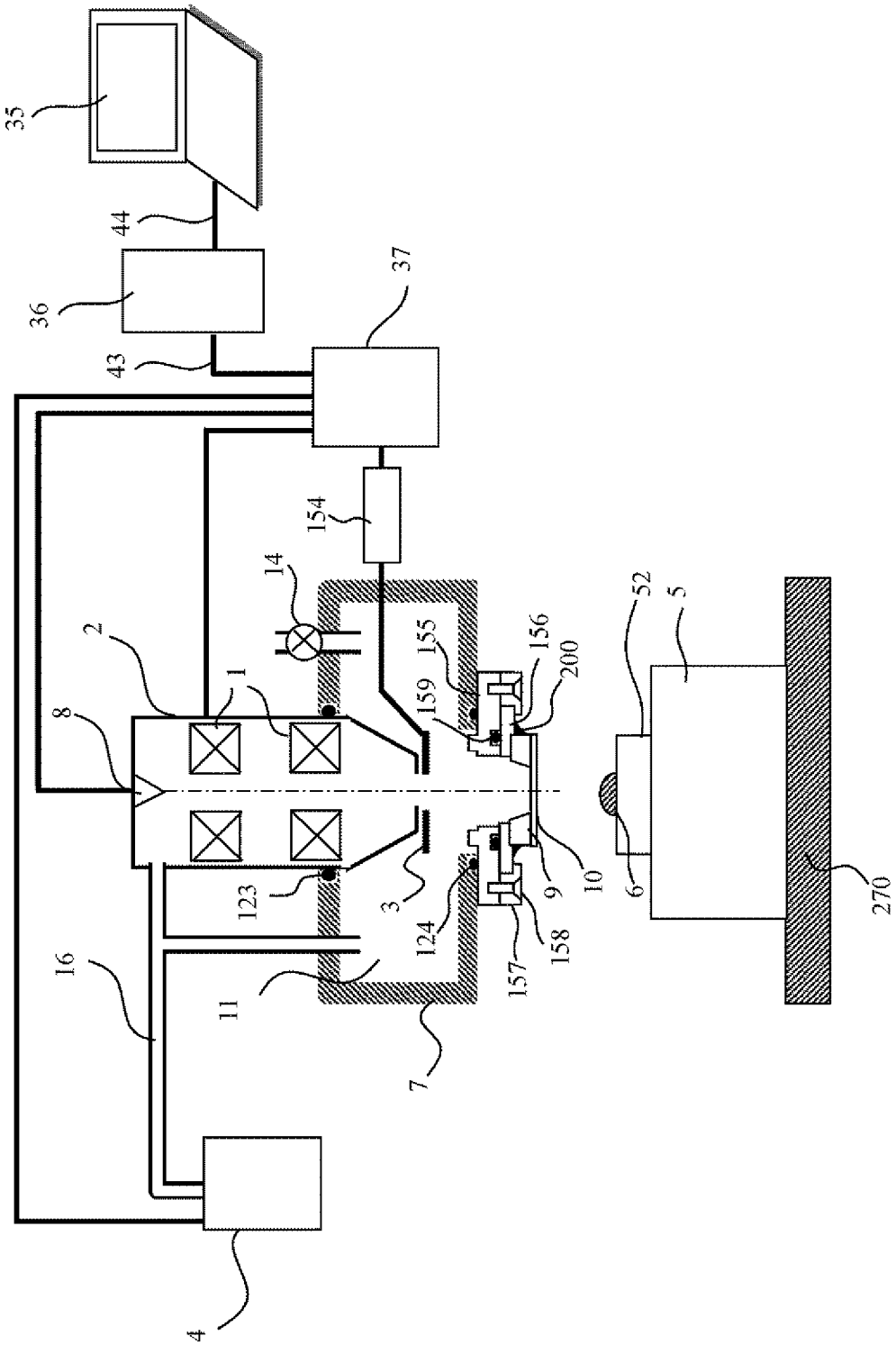

35
44
36
43
37
154
14
2
1
8
155
156
159
200
52
5
123
3
124
9
10
6
270
16
11
158
157
7
4

図8

[図9]

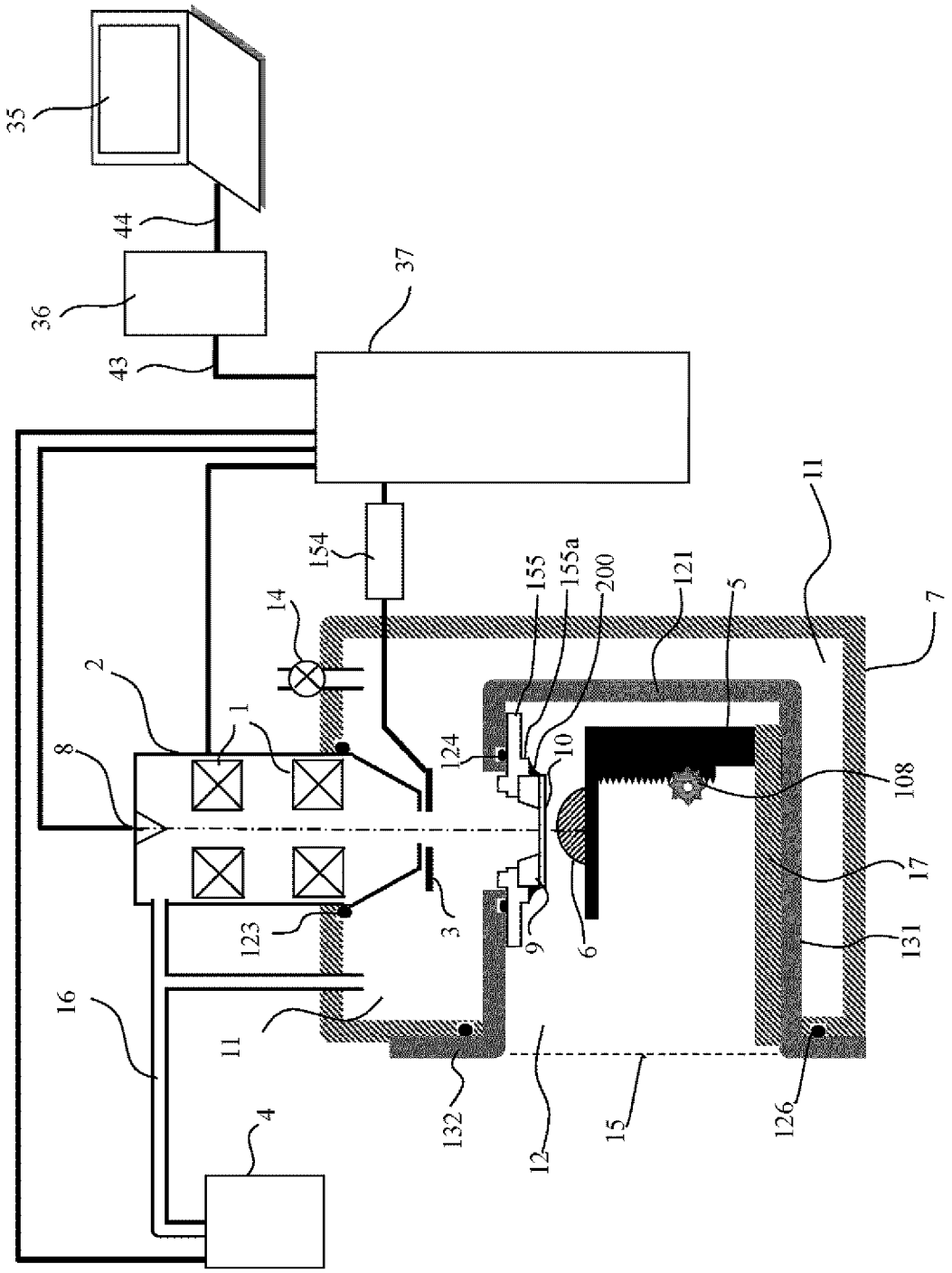
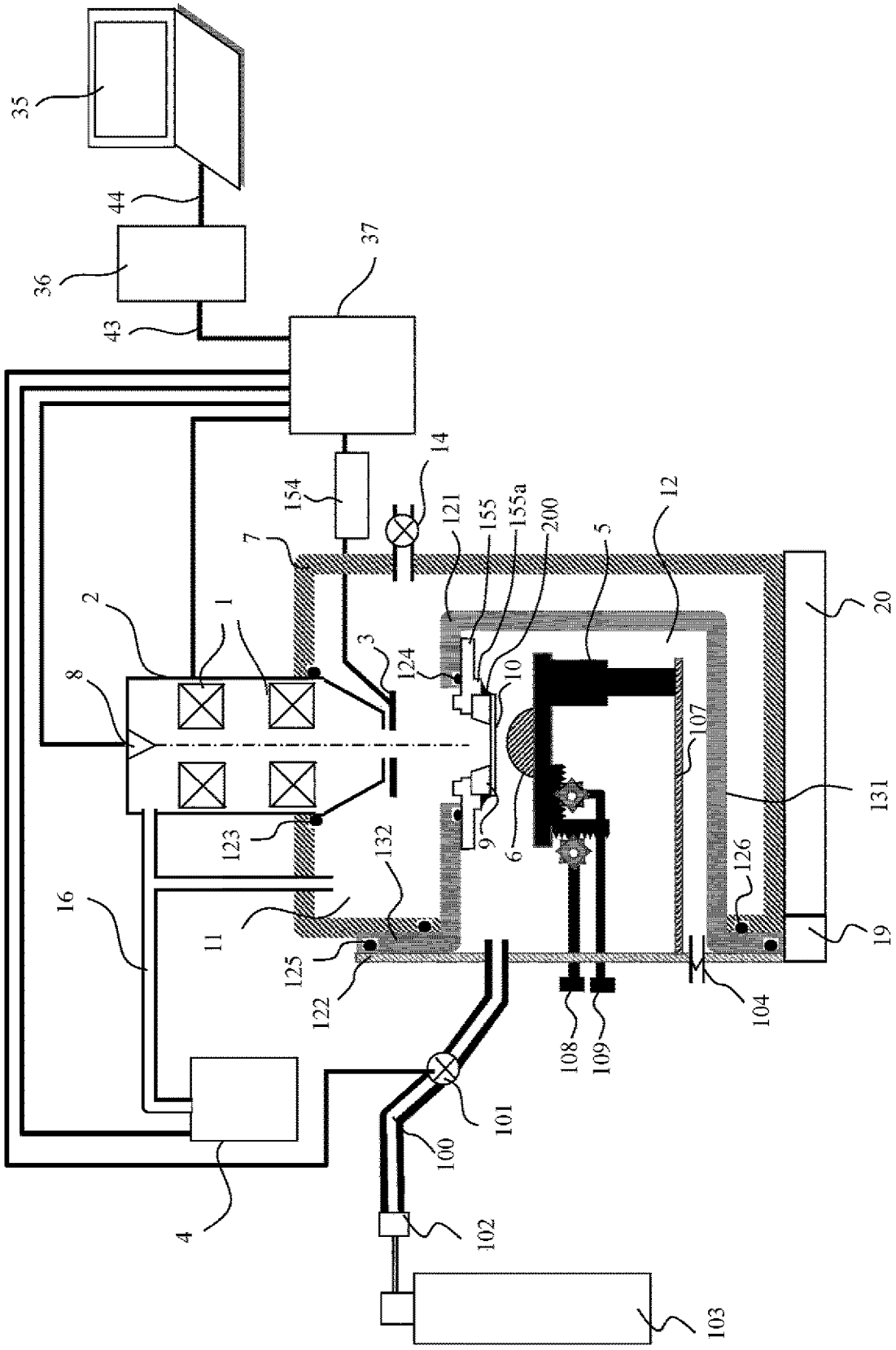

35
44
36
43
37
154
14
155
155a
200
121
5
11
7
2
1
8
124
10
108
17
3
9
6
131
123
16
11
132
12
15
126
4

図9

[図10]

図10


35
44
36
43
37
14
154
121
155
155a
200
5
12
7
2
1
3
124
10
8
107
131
20
123
9
6
132
126
16
11
125
122
19
104
108
109
101
100
4
102
103

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/056095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01J37/16(2006.01)i, *H01J37/18*(2006.01)i, *H01J37/28*(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)
H01J37/16, H01J37/18, H01J37/28

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 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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	WO 2013/042425 A1 (Hitachi High-Technologies Corp.), 28 March 2013 (28.03.2013), entire text; all drawings & JP 2013-69443 A	1-2,4-7,10-12 3,8-9,13-17
Y A	JP 2008-16249 A (JEOL Ltd.), 24 January 2008 (24.01.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-2,4-7,10-12 3,8-9,13-17
Y	JP 2011-243483 A (JEOL Ltd.), 01 December 2011 (01.12.2011), paragraph [0031]; fig. 1 to 3 & US 2011/0284745 A1 & EP 2388575 A1	2,4-7,10-11

☒ 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
30 April, 2014 (30.04.14)	13 May, 2014 (13.05.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/056095

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010-230417 A (JEOL Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings & US 2010/0243888 A1 & EP 2312302 A1	17
A	JP 2011-129443 A (JEOL Ltd.), 30 June 2011 (30.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2012-68033 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 05 April 2012 (05.04.2012), paragraphs [0003] to [0005] (Family: none)	1-17
A	JP 2012-18926 A (Tsinghua University), 26 January 2012 (26.01.2012), paragraphs [0002] to [0006] & US 2012/0006784 A1 & CN 102315058 A	1-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５６０９５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01J37/16(2006.01)i, H01J37/18(2006.01)i, H01J37/28(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.　H01J37/16, H01J37/18, H01J37/28

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	WO 2013/042425 A1 (株式会社　日立ハイテクノロジーズ) 2013.03.28, 全文、全図 & JP 2013-69443 A	1-2, 4-7, 10-12
A		3, 8-9, 13-17
Y	JP 2008-16249 A (日本電子株式会社) 2008.01.24, 全文、全図（ファミリーなし)	1-2, 4-7, 10-12
A		3, 8-9, 13-17
Y	JP 2011-243483 A (日本電子株式会社) 2011.12.01, 段落【００３１】、図１－３ & US 2011/0284745 A1 & EP 2388575 A1	2, 4-7, 10-11

☑　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	国際調査報告の発送日
３０．０４．２０１４	１３．０５．２０１４

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）　２Ｇ　３７０１
遠藤　直恵
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

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
X	JP 2010-230417 A (日本電子株式会社) 2010.10.14, 全文、全図 & US 2010/0243888 A1 & EP 2312302 A1	17
A	JP 2011-129443 A (日本電子株式会社) 2011.06.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-17
A	JP 2012-68033 A (凸版印刷株式会社) 2012.04.05, 段落【０００３】－【０００５】（ファミリーなし）	1-17
A	JP 2012-18926 A (ツィンファ　ユニバーシティ) 2012.01.26, 段落【０００２】－【０００６】 & US 2012/0006784 A1 & CN 102315058 A	1-17