

(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
2013 年 9 月 6 日(06.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/129143 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/18 (2006.01) **H01J 37/16** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/053737
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 15 日(15.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-039500 2012 年 2 月 27 日(27.02.2012) 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 2 4 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大南 祐介(OMINAMI Yusuke); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 大嶋 卓(OHSHIMA Takashi); 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 伊藤 博之(ITO Hiroyuki); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内

Ibaraki (JP). 佐藤 貢(SATO Mitsugu); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP). 伊東 祐博(ITO Sukehiro); 〒3128504 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内 Ibaraki (JP).

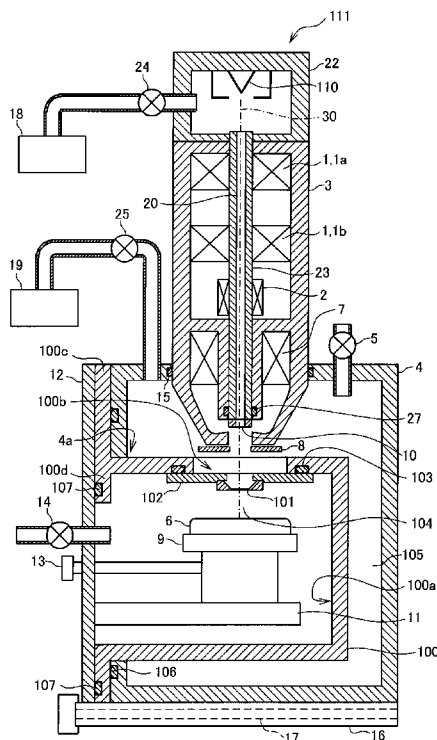
(74) 代理人: 磯野 道造(ISONO Michizo); 〒1020093 東京都千代田区平河町 2 丁目 7 番 4 号 砂防会館別館内 磯野国際特許商標事務所気付 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置



(57) Abstract: Provided is a charged particle beam device (111) to which a diaphragm (101) can be easily attached or removed, and whereby a sample (6) can be arranged in a vacuum or under high pressure. The charged particle beam device has: a lens barrel (3) holding a charged particle source (110) and electron optical systems (1, 2, 7); a first case (4) connected to the lens barrel (3); a second case (100) recessed to inside the first case (4); a first diaphragm (10) separating the space inside the lens barrel (3) and the space inside the first case (4), and through which the charged particle beam passes; a second diaphragm (101) separating the spaces inside and outside the recessed section (100a) in the second case (100), and through which the charged particle beam passes; and a pipe (23) connected to a third case (22) housing the charged particle source (110). The first diaphragm (10) is attached to the pipe (23), and the pipe (23) and the third case (22) can be attached and detached from the lens barrel (3) in the direction of the optical axis (30). A space (105) surrounded by the first case (4) and the second case (100) is depressurized, and the sample (6) arranged inside the recessed section (100a) is irradiated with the charged particle beam.

(57) 要約: 隔膜(101)を簡単に着脱でき、試料(6)を真空中と高圧下に配置できる荷電粒子線装置(111)を提供する。荷電粒子源(110)と電子光学系(1、2、7)を保持する鏡筒(3)と、鏡筒(3)に連結する第1筐体(4)と、第1筐体(4)の内側に窪む第2筐体(100)と、鏡筒(3)内の空間と第1筐体(4)内の空間を隔離し荷電粒子線が透過する第1隔膜(10)と、第2筐体(100)の窪み(100a)の内と外の空間を隔離し荷電粒子線が透過する第2隔膜(101)と、荷電粒子源(110)を収める第3筐体(22)に連結する管(23)を有し、第1隔膜(10)は管(23)に取り付けられ、管(2

3)と第3筐体(22)は、鏡筒(3)に対して光軸(30)の方向に着脱可能である。第1筐体(4)と第2筐体(100)とで囲まれた空間(105)は減圧され、窪み(100a)の中に配置された試料(6)に、荷電粒子線が照射される。



(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, 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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：荷電粒子線装置

技術分野

[0001] 本発明は、荷電粒子線を試料に照射する荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、微小領域を観察するために、走査電子顕微鏡（SEM）、透過電子顕微鏡（TEM）、走査透過電子顕微鏡（STEM）、集束イオンビーム加工観察装置（FIB）等の荷電粒子線装置が使用されている。これらの装置では、電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子線が、試料に照射される。一般的に、これらの荷電粒子線装置では、試料が配置される空間を真空排気して撮像が行われている。低真空下や大気圧下でも電子顕微鏡を用いて試料を観察したいというニーズは多い。近年、観察対象である試料を大気圧下において観察可能なSEMが開発されている（特許文献1及び特許文献2等参照）。これらのSEM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の空間と大気圧状態の空間を仕切るものであり、いずれも試料と電子光学系との間に隔膜を設ける点で共通している。

[0003] 特許文献1では、電子光学鏡筒の電子源を下側に対物レンズを上側に配置し、電子光学鏡筒末端の電子線の出射孔上にOリングを介して電子線が透過できる隔膜を設けた大気圧SEMが開示されている。試料はその隔膜上に直接置かれ、試料の下面側から一次電子線を照射して、SEM観察を行う。特許文献2では、電子光学鏡筒の電子源を上側に対物レンズを下側に配置し、試料と少し離れた位置に隔膜を設置している。隔膜上面側から電子線を照射しSEM観察を行う。なお、隔膜は、試料と少し離れた位置に配置するだけでなく、電子源近傍にも配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-153086号公報

特許文献1：特開2008-262886号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献1では、試料を隔膜に接触させる必要があるために、試料交換のたびに隔膜を交換しなければならない。そのため、試料交換に時間を要すると考えられる。また、隔膜が破れると、電子源が配置される空間の真空度が悪化し、電子を放出するフィラメントが切れる恐れがある。
- [0006] 特許文献2では、試料と少し離れた位置に隔膜が設置されているので、隔膜を試料交換のたびに交換する必要はなく、隔膜も破損しにくい。また、電子源近傍にも隔膜が設置されているので、試料と少し離れた位置に設置された隔膜が破損した場合でも、フィラメントを切ることがない。
- [0007] ただ、特許文献2でも、隔膜を交換することが困難であると考えられる。隔膜には、荷電粒子線が照射され透過することから、隔膜を構成する分子レベルの構造は、荷電粒子の衝突により、徐々に劣化すると考えられる。このため、隔膜は定期的に交換することが望ましい。このため、隔膜の交換は容易であることが望まれる。そして、隔膜を簡単に外すことで、試料を真空状態に配置する従来のSEM観察ができれば、有用である。逆に、試料を真空状態に配置する従来の荷電粒子線装置に、簡単に隔膜を付けることで、試料を大気圧等の真空より圧力の高い高圧下でSEM観察ができれば、有用である。
- [0008] そこで、本発明が解決しようとする課題は、隔膜を簡単に着脱でき、試料を真空下と高圧下に配置できる荷電粒子線装置を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0009] すなわち、本発明は、
荷電粒子線を放出する荷電粒子源と、
前記荷電粒子線を集束させ光軸を制御する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子源と前記荷電粒子光学系を保持する鏡筒と、
前記鏡筒に連結し、内部に前記荷電粒子線を出射する第1筐体と、

前記第 1 筐体の開口から前記第 1 筐体の内側に窪む第 2 筐体と、
前記光軸上に配置され、前記鏡筒内の空間と前記第 1 筐体内の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する第 1 隔膜と、
前記光軸上に配置され、前記第 2 筐体の窪みの内と外の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する第 2 隔膜とを有し、
前記第 1 筐体と前記第 2 筐体とで囲まれた空間は減圧され、
前記第 2 筐体の窪みの中に配置された試料に、前記荷電粒子線が照射される荷電粒子線装置であることを特徴としている。

[0010] また、本発明は、
荷電粒子線を放出する荷電粒子源と、
前記荷電粒子線を集束させ光軸を制御する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子源と前記荷電粒子光学系を保持する鏡筒と、
前記荷電粒子源を収める筐体に連結し、前記荷電粒子光学系を貫通し、前記光軸が内側を通るように配置された管と、
前記管に取り付けられ、前記光軸上に配置され、前記筐体内の空間に連通する前記管内の空間と前記管外の空間とを隔離し、前記荷電粒子線が透過する隔膜とを有し、
前記隔膜と前記管は、前記筐体を前記鏡筒に対して前記光軸の方向に移動させることで、着脱可能である荷電粒子線装置であることを特徴としている。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、隔膜を簡単に着脱でき、試料を真空下と高圧下に配置できる荷電粒子線装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第 1 の実施形態に係る荷電粒子線装置（顕微鏡）の構成図である。

[図2]第 1 の実施形態の電子対物レンズ近傍の拡大図である。

[図3]第 1 の実施形態の変形例（その 1）の第 1 隔膜近傍の拡大図である。

[図4A] (a) は第 1 の実施形態の第 1 隔膜近傍の平面図であり、(b) は (a) の径方向の断面図である。

[図4B] (a) は第 1 の実施形態の変形例 (その 2) の第 1 隔膜近傍の平面図であり、(b) は (a) の径方向の断面図である。

[図5] 第 1 の実施形態の変形例 (その 3) の電子対物レンズ近傍の拡大図である。

[図6] 第 1 の実施形態の変形例 (その 4) の電子対物レンズ近傍の拡大図である。

[図7A] 第 1 の実施形態の荷電粒子線装置 (顕微鏡) の本体から抜き出した管 (円管形状部) の構成図である。

[図7B] 第 1 の実施形態の管 (円管形状部) が抜き取られた荷電粒子線装置 (顕微鏡) の本体の構成図である。

[図8] 第 1 の実施形態の変形例 (その 5) の荷電粒子線装置 (顕微鏡) の本体から抜き出した管 (円管形状部) の構成図である。

[図9] 第 1 の実施形態の変形例 (その 6) の荷電粒子線装置 (顕微鏡) の構成図である。

[図10] 本発明の第 2 の実施形態に係る荷電粒子線装置 (顕微鏡) の構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] 次に、本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付し重複した説明を省略している。

[0014] (第 1 の実施形態)

—装置構成に関して—

図 1 に、本発明の第 1 の実施形態に係る荷電粒子線装置 (荷電粒子線顕微鏡) 1 1 1 の構成図を示す。なお、第 1、2 の実施形態では、荷電粒子線装置 (荷電粒子線顕微鏡) 1 1 1 として、電子線装置である SEM を例に説明するが、本発明は、他の荷電粒子線装置 (荷電粒子線顕微鏡) 1 1 1 にも適

用できる。この荷電粒子線装置（荷電粒子線顕微鏡）１１１によれば、大気圧下に配置された試料６に荷電粒子線を照射し観察することができる。この荷電粒子線装置１１１は、電子線（荷電粒子線）を放出するための電子源１１０と、電子光学レンズ１や偏向コイル２や電子対物レンズ７等の電子光学系（荷電粒子光学系）と電子源１１０を保持する電子光学鏡筒３と、電子光学鏡筒３に連結して保持し試料６を内包する第１筐体（試料筐体）４とを有している。電子源１１０は、第３筐体２２内に収められている。電子光学レンズ１や偏向コイル２や電子対物レンズ７等の電子光学系は、電子線を集束させその光軸を制御する。電子光学レンズ１や電子対物レンズ７は、電子線を集束させる。偏向コイル２は、集束した電子線の光軸３０を走査させる。

[0015] 第１筐体４には、電子光学鏡筒３が差し込まれ、電子光学鏡筒３から第１筐体４の内部に電子線が出射する。第１筐体４と電子光学鏡筒３とは、Ｏリング等の真空封じ部１５を介して密着し、第１筐体４の内部の空間１０５の気密が確保されている。第１筐体４には筐体内部を大気リークするためのバルブまたはガス入出口５が設けられている。電子対物レンズ７の下には試料６に電子線が照射されたときに試料６から放出される二次電子や反射電子などの二次的信号を検出する検出器８が設けられている。電子対物レンズ７の近傍に、電子線が透過する第１隔膜１０が配置されている。電子対物レンズ７の近傍に第１隔膜１０を配置する効果に関しては後述する。この第１隔膜１０により、その第１隔膜１０の上側の電子光学鏡筒３（管２３）内の空間２０と、下側の第１筐体４内の空間１０５を隔離している。第１隔膜１０は電子線の光軸３０上に配置されている。

[0016] 真空ポンプ１８は、真空バルブ又は真空封じ部２４を介して第３筐体２２に接続し、主に電子源１１０から第１隔膜１０の上面までの空間２０を真空引きする。真空ポンプ１９は、バルブ２５を介して第１筐体４に接続し、主に第１隔膜１０の下面から後述する第２隔膜１０１の上面までの空間１０５を真空引きする。図示してはいないが、真空ポンプ１８と真空ポンプ１９は連結されていてもよいし、それぞれが単数に限らず複数であってもよい。

[0017] 第1筐体4に、アタッチメント筐体100が取り付けられている。アタッチメント筐体100は、箱形状の窪み100aと、その窪み100aの縁に設けられ両面にシール面を有するフランジ100cを有している。第1筐体4には開口4aが設けられており、この開口4aから第1筐体4の内側にアタッチメント筐体100の窪み100aが挿入されている。窪み100aは、第1筐体4の開口4aから第1筐体4の内側に窪んでいる。開口4aはアタッチメント筐体100によって塞がれている。開口4aの周囲に設けられる第1筐体4のシール面と、それに対向するアタッチメント筐体100のフランジ100cのシール面とは、Oリング等の真空封じ部106を介して密着し、第1筐体4とアタッチメント筐体100とで囲まれた空間105を減圧可能にしている。

[0018] アタッチメント筐体100の電子光学鏡筒3側には、貫通孔100bが設けられている。その貫通孔100bは、電子線が透過可能な第2隔膜101を備えたフランジ102で気密に塞がれている。第2隔膜101は、前記光軸30上に配置されている。第2隔膜101は、アタッチメント筐体100の窪み100aの内側の空間104と、外側の第1筐体4とアタッチメント筐体100とで囲まれた空間105とを隔離している。アタッチメント筐体100とフランジ102のシール面には、真空封じ部103が設けられている。第2隔膜101（フランジ102）が配置される側の窪み100aの縁にガード100dが設けられている。このガード100dより低い位置に試料6を設定しないと、試料6がガード100dに当たり、窪み100a内に挿入できないようになっている。ガード100dは、第2隔膜101より低い位置に設定されているので、挿入時に、試料6が第2隔膜101に当るのを防止することができる。

[0019] 試料6を保持するための試料ホルダ9等を具備したステージ11は、板部材（フランジ）12に支持されている。フランジ12は、Oリング等の真空封じ部107を挟んで、アタッチメント筐体100のフランジ100cのシール面に密着するように支持されている。フランジ12は、第1筐体4の開

口4 a側に支持されている。フランジ12の外側には、ステージ11のスライドやチルト等の変位機構を制御するためのつまみ13が設けられている。電動で変位させる場合は、モータやアクチュエータなどが具備されていてもよい。また、フランジ12には、ガス導入などを行うためのバルブまたはガス入出口14を備えていてもよい。バルブまたはガス入出口14は複数あってもよい。バルブまたはガス入出口14から特定ガスを空間104に充填させることも可能であるし、バルブまたはガス入出口14を真空ポンプにつながれば、空間104を減圧（真空や低真空）にすることも可能である。

[0020] 電子線は大気中では散乱されるため、試料6と第2隔膜101とはできる限り近いほうが望ましい。具体的に、第2隔膜101と試料6の間の距離は1000 μm 以下にすることが好ましい。これは、一般的なSEMの加速電圧（例えば、数十kV程度）で放出された電子線が通過できる大気空間の距離は、1000 μm 以下であるからである。このため、ステージ11には、試料6を高さ方向に変更できる機構が具備されていることがより望ましい。あるいは、第2隔膜101が試料6の方向に動く機構でもよい。

[0021] 試料6の交換は、フランジ12をアタッチメント筐体100（第1筐体4）から引き離す方向に移動させ、試料ステージ11をアタッチメント筐体100の窪み100aから引き出して行われる。フランジ12がスムーズに移動できるようにガイド16やレール17などが具備されていてもよい。

[0022] 第2隔膜101の交換は、フランジ12を移動させ試料ステージ11をアタッチメント筐体100の窪み100aから引き出した後に、窪み100aの中に手を入れて行うことができる。あるいは、フランジ12を移動させ試料ステージ11をアタッチメント筐体100の窪み100aから引き出した後に、窪み100aを第1筐体4の開口4aから引き抜き、アタッチメント筐体100を第1筐体4から外し、その後に交換してもよい。このように、交換のために分解する部品点数は少なく、手が届き易く、容易に交換することができる。なお、前記のように、アタッチメント筐体100を第1筐体4から外してしまえば、試料6を真空中で観察できるようになる。すなわち、

アタッチメント筐体 100 が省かれるので、フランジ 12 が、第 1 筐体 4 の開口 4 a を塞ぐことになる。フランジ 12 のシール面が、第 1 筐体 4 の開口 4 a の周辺のシール面に、真空封じ部 106 を介して密着する。フランジ 12 と第 1 筐体 4 とで囲まれた空間 104 と 105 が、真空ポンプ 19 で真空引きできるので、試料 6 を真空下で観察できる。逆に、通常、試料 6 を真空下で観察する従来の荷電粒子線装置に、第 2 隔膜 101 付きのアタッチメント筐体 100 を装着するだけで、試料 6 を大気圧（高圧）下で観察できるようになる。

[0023] 次に、第 1 隔膜 10 について説明する。電子源 110 が設けられている空間 20 は、第 1 隔膜 10 の上面まで達している。電子源 110 は、太い円筒形状の第 3 筐体 22 内に設けられている。第 1 隔膜 10 は、細い円筒形状の管 23 の先端に配置され、その先端を塞いでいる。管 23 のもう一方の先端は、第 3 筐体 22 に連結されている。管 23 内の空間と第 3 筐体 22 内の空間とは、互いに連通し、1 つの空間 20 になっている。この空間 20 は、真空引き可能な気密な空間になっている。管 23 は、電子光学レンズ 1 や偏向コイル 2 や電子対物レンズ 7 等の電子光学系を貫通している。管 23 を細くすることで、管 23 の外側にある電子光学レンズ 1 や偏向コイル 2 や電子対物レンズ 7 等の電子光学系も小さくできる。これらの電子光学系を小さくしても、管 23 が細く、電子光学系と管 23 の中心軸までの距離を短くできるので、管 23 の中心軸付近に強力な磁場を発生させることができる。電子光学系に永久磁石などを用いた場合でも同様である。管 23 の内側を、電子線の光軸 30 が通っている。電子光学レンズ 1 や偏向コイル 2 や電子対物レンズ 7 等の電子光学系は、基本的に大気側に配置されている。管 23 の内部の空間 20 は真空となっている。管 23 の外側から内側の空間 20 において電磁場を発生させるので、管 23 は非磁性体であることが望ましい。

[0024] 第 1 隔膜 10 の交換は、バルブ 25 を閉めて、バルブまたはガス入出口 5 を開け、第 1 筐体 4 とアタッチメント筐体 100 とで囲まれた空間 105 を大気圧にした後に、第 3 筐体 22 を、光軸 30 の延長方向に移動させ、管 2

3を電子光学鏡筒3から引き抜いて行う。引き抜かれた管23に対する第1隔膜10の交換は、第1隔膜10が露出するため、容易に行うことができる。このように、交換のために分解する部品点数は少なく、手が届き易く、容易に交換することができる。なお、引き抜かれた管23から、第1隔膜10を外し、新しい第1隔膜10を付けずに、管23を電子光学鏡筒3に差し込めば、第1隔膜10の省かれた状態で、試料6を観察できる。逆に、従来の荷電粒子線装置において、第3筐体22に、第1隔膜10付きの管23を連結させるだけで、光軸30上に第1隔膜10を設けることができる。

[0025] −SEM像取得手順−

次に、荷電粒子線装置111を用いてのSEM像取得手順について説明する。まず、引き出されてある試料ホルダ9上に試料6を配置する。次に、試料ホルダ9に載せた試料6を、アタッチメント筐体100の窪み100aの中に入れ、フランジ12をアタッチメント筐体100のフランジ100cに密着するように固定する。次に、電子線を電子源110から放出させる。電子線は、電子光学レンズ1や偏向コイル2や電子対物レンズ7等の電子光学系が形成した電磁場を通過し、第1隔膜10と第2隔膜101を透過する。次に、試料6を第2隔膜101に接近させる。接近させることで、第2隔膜101を透過した電子線が大気中を進んでも、試料6に到達できるようになる。到達した電子線は試料6に照射され、試料6から反射電子あるいは二次電子が出射する。最後に、これらを検出器8で検出することで、SEM像が取得される。

[0026] −隔膜10、101に関して−

第1隔膜10と第2隔膜101は、電子線が透過しなければならないので、薄いほうが望ましい。厚すぎると電子線が散乱されて分解能が低下する。具体的に、第1隔膜10と第2隔膜101の厚みは、100nm以下であることが望ましい。これは、一般的なSEMの加速電圧（例えば、数十kV程度）で、透過可能な厚みである。第1隔膜10と第2隔膜101の材料としては、シリコン、酸化シリコン、シリコンナイトライド、シリコンカーバイ

ド、カーボン、有機物質などを用いることができる。

[0027] 図2に、電子対物レンズ7とその近傍の拡大図を示す。電子対物レンズ7の周囲には、電子光学鏡筒3の一部をなす磁心3aが設けられている。この磁心3aのギャップの近傍に発生する電磁場36によって、電子線を集束させるレンズ効果は生じる。第1隔膜10は、この電磁場36の真ん中の最も磁場が強くなるレンズ中心に配置されている。磁心3aのギャップは、上下方向（光軸30方向）に開いており、第1隔膜10は、磁心3aのギャップの略中間の高さに配置されている。この第1隔膜10は、3つの機能を有している。

[0028] 第1の機能は、前記の通り、この第1隔膜10によって上側の空間20と下側の空間105（104）を隔離し、上側の空間20の気圧と下側の空間105（104）の気圧とで、気圧の差が生じうるようにしている。空間20は電子源110（図1参照）が配置されるため高真空状態に維持されている。管23に第1隔膜10が取り付けられているので、高真空状態である空間20を試料6側に近づけることができる。仮に、空間105の真空度が悪くても電子線は試料6（第2隔膜101（図1参照））に到達することが可能となる。これにより、真空ポンプ19（図1参照）には、高性能の高真空度用真空ポンプではなく、安価で簡便な真空ポンプを用いることができる。

[0029] 第2の機能は、第2隔膜101（図1参照）が破れても、大気の流れを空間105までとし、空間20に流入するのを防ぐ機能である。これにより、電子源110のフィラメントが焼き切れるのを防止できる。なお、管23の外周面と、磁心3a（電子光学鏡筒3）の内周面とが、Oリング等の真空封じ部27を介して密着することで、前記空間105の気密性が確保されている。管23の外径d1は、電子光学レンズ1（図1参照）や偏向コイル2や電子対物レンズ7等の電子光学系の内径d3より小さくなっている（ $d1 < d3$ ）。このため、電子光学レンズ1や偏向コイル2や電子対物レンズ7等の電子光学系を保持する電子光学鏡筒3から、管23を第1隔膜10ごと抜き差しできる。

[0030] 第3の機能は、光軸30から離れた電子線をカットする絞りの機能である。一般的に、光軸30から離れた電子線の軌道32は、電子対物レンズ7による強い電磁場によって大きく曲げられる。このため、光軸30の近い所を通過した電子線の軌道33と、試料6上においてずれてしまう。このため、試料6の表面上にフォーカスされない。これは球面収差とよばれている。これを解決するために、管23の内径 d_2 より小さい径 d_4 の貫通孔34aが形成された隔壁板（隔膜保持部）34が、管23に設けられている（ $d_4 < d_2$ ）。隔壁板34は、管23（電子光学鏡筒3）内の空間20と第1筐体4内の空間105を隔離している。隔壁板34は、第1隔膜10より厚く、電子線が透過しないようになっている。第1隔膜10は、隔壁板34に設けられた貫通孔34aを塞ぐように設けられている。貫通孔34aは、隔壁板34の中心（光軸30）付近に配置してある。これにより、軌道32のように光軸30からはずれて通過する電子線を隔壁板34によってカットでき、前記球面収差を低減することができる。なお、隔壁板34と管23は接着剤35にて固定及び真空封じされている。隔壁板34は、軌道32の電子線によって帯電するので、導電性を有することが望ましい。第1隔膜10は、軌道33の電子線によって帯電するので、導電性を有することが望ましい。また、第1隔膜10と隔壁板34を、接地するために、接着剤35と管23も導電性を有することが望ましい。また、第1隔膜10と隔壁板34と接着剤35は、電磁場36中に置かれるので、非磁性体であることが望ましい。

[0031] 図3に、第1の実施形態の変形例（その1）の第1隔膜10とその近傍の拡大図を示す。管23の端面をシール面として、真空封じ部38を介して、隔壁板34に密着させている。管23の先端の外周面には、ネジが切られており、固定部材37に切られたネジ山39と螺合することで、固定部材37が隔壁板34に対して管23の方向に圧接し、隔壁板34を管23の端面に密着させている。なお、管23の外径より、固定部材37の外径が大きい場合は、この固定部材37の外径 d_{11} が、前記電子光学レンズ1や偏向コイル2や電子対物レンズ7等の電子光学系の内径 d_3 より小さくなるようにす

る ($d_{11} < d_3$)。こうすることで、管 23 は、固定部材 37 等が付いたまま、電子光学鏡筒 3 (図 1 参照) から引き抜くことができる。

[0032] 図 4 A (a) に、第 1 の実施形態の第 1 隔膜 10 とその近傍の平面図を示し、(b) に、(a) の径方向の断面図を示す。第 1 隔膜 10 の上に、隔壁板 34 が形成され、隔壁板 34 の上に、導電性あるいは半導電性の膜 40 が形成されている。隔壁板 34 と膜 40 には、貫通孔 34 a が設けられている。貫通孔 34 a は、第 1 隔膜 10 によって塞がれている。このような構造は、隔壁板 34 のそれぞれの表面に、第 1 隔膜 10 と膜 40 を形成し、膜 40 に貫通孔 34 a を形成し、隔壁板 34 にも貫通孔 34 a を形成することで、作製することができる。貫通孔 34 a は、図 4 A (a) に示すように、平面視で、略円形になっている。これによれば、周方向に均等に球面収差を低減させることができる。膜 40 は、隔壁板 34 の表面には電子線が照射されるので、その表面に電荷がたまらないように設けられている。膜 40 は、蒸着によって形成することができる。なお、第 2 隔膜 101 も、第 1 隔膜 10 と同じ構造のものをを用いることができる。

[0033] 図 4 B (a) に、第 1 の実施形態の変形例 (その 2) の第 1 隔膜 10 とその近傍の平面図を示し、(b) に、(a) の径方向の断面図を示す。第 1 の実施形態の変形例 (その 2) が、第 1 の実施形態と異なっている点は、図 4 B (a) に示すように、平面視で、貫通孔 34 a が、略四角形になっている点である。また、図 4 B (a) と (b) に示すように、貫通孔 34 a の側壁にテーパが付いている点である。このような形状は、隔壁板 34 に、シリコン等の単結晶基板を用いた場合に得られる。単結晶基板に貫通孔 34 a を、ウェットエッチング等により形成すると、結晶方位によりエッチング速度が異なる為に、前記四角形や前記テーパが出現する。シリコン等の単結晶基板の微細加工技術は確立されているので、貫通孔 34 a の径を小さくしたい場合に用いることができる。貫通孔 34 a の径 (幅) は、例えば、数十 μm から 1 mm ぐらいの大きさである。前記の通り、電子線が透過しなければならないので第 1 隔膜 10 の厚みは薄いほうがよいが、薄くても第 1 隔膜 10 の

強度を確保するために、貫通孔 3 4 a の径（面積）は小さくしなければならない。どのような厚みや面積がよいかは、観察で必要とされる分解能や絞りサイズによる。

[0034] ーレンズ方式に関してー

図 5 に、第 1 の実施形態の変形例（その 3）の電子対物レンズ 7 とその近傍の拡大図を示す。電子対物レンズ 7 の周囲には、電子光学鏡筒 3 の一部をなす磁心 3 a が設けられている。この磁心 3 a のギャップの近傍に発生する電磁場 3 6 によって、電子線を集束させるレンズ効果は生じる。電磁場 3 6 は、磁心 3 a の下側（試料 6（図 1 参照）側）に染み出しており、いわゆる、セミインレンズ方式になっている。第 1 隔膜 1 0 は、この電磁場 3 6 の下側で最も磁場が強くなるレンズ中心に配置されている。磁心 3 a のギャップは、略径方向（光軸 3 0 に略直角の方向）に開いており、第 1 隔膜 1 0 は、磁心 3 a のギャップの高さより低い位置に配置されている。一方、第 1 の実施形態の電子対物レンズ 7 では、図 2 に示すように、磁心 3 a のギャップは、上下方向（光軸 3 0 方向）に開いており、第 1 隔膜 1 0 は、磁心 3 a のギャップの略中間の高さに配置されている。電磁場 3 6 は、磁心 3 a の下側（試料 6（図 1 参照）側）に染み出しておらず、いわゆる、アウトレンズ方式になっている。第 1 の実施形態の変形例（その 3）によれば、第 1 隔膜 1 0 の高さを、磁心 3 a より低くでき、第 1 隔膜 1 0 を試料 6（図 1 参照）や第 2 隔膜 1 0 1 に近づけることができる。そして、電子源 1 1 0（図 1 参照）を含んだ高真空の空間 2 0 を試料 6 や第 2 隔膜 1 0 1 に接近させることができる。

[0035] ー第 1 隔膜 1 0 の配置場所に関してー

図 6 に、第 1 の実施形態の変形例（その 4）の電子対物レンズ 7 とその近傍の拡大図を示す。第 1 の実施形態では、第 1 隔膜 1 0 を、電子対物レンズ 7 が形成する電磁場 3 6 で最も磁場が強くなるレンズ中心に配置されている。第 1 の実施形態の変形例（その 4）では、電子源 1 1 0 と電子対物レンズ 7 の間に配置している。具体的には、電子光学レンズ（コンデンサレンズ）

1 (1 a、1 b、図 1 参照) が形成する電磁場 3 6 で最も磁場が強くなるレンズ中心に配置してもよい。あるいは、電子光学レンズ 1 a と 1 b の間や、電子光学レンズ 1 b と電子対物レンズ 7 の間で、電子線が集束されるクロスオーバー位置に配置してもよい。クロスオーバー位置では、複数の電子線が交差している。第 1 の実施形態の変形例 (その 4) では、一例として、第 1 隔膜 1 0 を、電子光学レンズ 1 b と電子対物レンズ 7 の間で、電子線が集束されるクロスオーバー位置 4 1 (図 6 参照) に配置した場合を説明する。電子光学レンズ 1 b の周囲には、電子光学鏡筒 3 の一部をなす磁心 3 c が設けられている。この磁心 3 c のギャップの近傍に発生する電磁場によって、電子線を集束させるレンズ効果が生じる。磁心 3 c は、支持筒 3 b を介して、磁心 3 a に支持されている。第 1 隔膜 1 0 を、クロスオーバー位置 4 1 に配置すると、第 1 隔膜 1 0 に電子線が一点に絞られて入射されてくるため、隔壁板 3 4 の貫通孔 3 4 a の径 (面積) を小さくすることが可能となる。このため、耐久性を保ったまま、第 1 隔膜 1 0 を薄くすることができる。なお、電子対物レンズ 7 が形成する電磁場 3 6 で最も磁場が強くなるレンズ中心には、対物絞りとして、貫通穴 4 4 a が形成された遮蔽板 4 4 を配置すればよい。

[0036] 一着脱可能な管 2 3 に関して一

図 7 A に、第 1 の実施形態の荷電粒子線装置 1 1 1 の本体から抜き出した管 2 3 とその近傍の構成図を示し、図 7 B に、その管 2 3 が抜き取られた荷電粒子線装置 1 1 1 の本体の構成図を示す。図 7 A に示すように、真空バルブ又は真空封じ部 2 4 を閉じた状態で、真空バルブ又は真空封じ部 2 4 を、真空ポンプ 1 8 から切り離せば、第 3 筐体 2 2 と管 2 3 の内部の空間 2 0 を、真空のままで、荷電粒子線装置 1 1 1 の本体から取り外すことができる。そして、真空バルブ又は真空封じ部 2 4 を、ガスボンベに接続し、乾燥した不活性のガスを流しながら、第 1 隔膜 1 0 を交換することができる。第 1 隔膜 1 0 の交換後に、真空バルブ又は真空封じ部 2 4 に真空ポンプ 1 8 を繋ぎ替え、空間 2 0 を真空排気する。この真空排気に前後して、電子光学鏡筒 3

の上方から、第1隔膜10の付いた管23が差し込まれる。このように、第1隔膜10付きの管23は、電子光学鏡筒3に対して着脱可能になっている。

[0037] 図8に、第1の実施形態の変形例（その5）の荷電粒子線装置（顕微鏡）の本体から抜き出した管23の構成図を示す。電子源110には通常、数kVから数十kVの高電圧を印加するので、第3筐体22との耐電圧を確保するために、電子源110は第3筐体22の側壁から所定の距離だけ離さなければならない。そのため、図7Aに示すように、第1の実施形態では、第3筐体22は、管23より太くなっている。しかし、加速電圧が低くてよい場合は、図8に示すように、全て同じ太さの管23とすることができる。第1の実施形態では、第3筐体22が、電子光学鏡筒3に当接することで、第1隔膜10を配置すべき高さを一意に決定することができる。また、第3筐体22と電子光学鏡筒3の間にスペーサを挟むことで、第1隔膜10を配置すべき高さを調節することができる。第1の実施形態の変形例（その5）では、管23を電子光学鏡筒3に差し込む深さを任意に調整することができる。このため、第1隔膜10を配置すべき高さを任意に調節することができる。

[0038] 図9に、第1の実施形態の変形例（その6）の荷電粒子線装置111の構成図を示す。第1の実施形態の変形例（その6）が、第1の実施形態と異なる点は、第3筐体22内に非蒸発型のゲッター材45が設けられている点である。ゲッター材45は、前記空間20内のガスを吸着して、真空状態を維持することができる。このため、高真空に到達可能な真空ポンプ18を省くことができる。前記空間20を、大気圧から真空引きするには、まず、粗引き用のポンプを真空バルブ又は真空封じ部24に接続し、空間20を低真空ではあるが真空引きする。その後、真空バルブ又は真空封じ部24を閉じて、ポンプを外し、ゲッター材45によって、高真空に高める。第1の実施形態の変形例（その6）によれば、通常の観察時において、真空ポンプ18を省くことができるので、通常の観察時における荷電粒子線装置111の小型化ができる。

[0039] (第2の実施形態)

図10に、本発明の第2の実施形態に係る荷電粒子線装置(顕微鏡)111の構成図を示す。第2の実施形態が、第1の実施形態と異なっている点は、第2隔膜101付きのアタッチメント筐体100が、外されている点である。これにより、第1筐体4とフランジ12で囲まれた空間21(第1の実施形態の空間104と空間105に相当)は、真空状態になる。空間21内に配置される試料6は、真空中で観察することができる。また、真空ポンプ19にて空間21を真空排気した後に、ガス入出口5や14からガスを空間21に導入して、空間21を低真空の状態にて、試料6をSEM観察することもできる。これは、第1隔膜10によって、前記空間20が高真空に保持できるからである。そして、第1隔膜10は、第1の実施形態と同様に、容易に交換することができる。

[0040] なお、第2の実施形態においては、試料6を交換するたびに、第1筐体4内が大気圧になる。このため、第1隔膜10には、試料6の観察と交換を繰り返すと、大気圧が作用したりしなかったりし、第1隔膜10の耐久性が、圧力変動のない第1の実施形態に比べて低下すると考えられる。そこで、荷電粒子線装置111を、第2の実施形態で使用したり、第1の実施形態と第2の実施形態との併用で使用したりする場合は、第1の実施形態で使用する場合に比べて、耐久性を高めた第1隔膜10を用いることが望ましい。耐久性を高めるためには、第1隔膜10を厚くしたり、隔壁板34の貫通孔34aの径を小さくすればよい。

符号の説明

[0041] 1、1a、1b 電子光学レンズ(電子(荷電粒子)光学系、コンデンサレンズ)

2 偏向コイル(電子(荷電粒子)光学系)

3 電子光学(荷電粒子光学)鏡筒

3a 磁心

3b 支持筒

- 3 c 磁心
- 4 第1筐体（試料筐体）
- 4 a 第1筐体の開口
- 5 バルブまたはガス入出口
- 6 試料
- 7 電子対物レンズ（電子（荷電粒子）光学系）
- 8 検出器
- 9 試料ホルダ
- 10 第1隔膜
- 11 試料ステージ
- 12 ステージ付き板部材（フランジ）
- 13 ステージ位置調整用つまみ
- 14 バルブまたはガス入出口
- 15 真空封じ部
- 16 ガイド
- 17 レール
- 18、19 真空ポンプ
- 20 電子源110と第1隔膜10の間の空間（鏡筒内の空間）
- 21 試料雰囲気空間（第1筐体内の空間）
- 22 第3筐体（円筒形状部）
- 23 管（円筒形状部）
- 24 真空バルブ又は真空封じ部
- 25 バルブ
- 27 真空封じ部
- 30 光軸
- 32 荷電粒子線（光軸からより離れたところを通る軌道）
- 33 荷電粒子線（光軸により近いところを通る軌道）
- 34 隔膜保持部（隔壁板）

- 3 4 a 貫通孔
- 3 5 接着材
- 3 6 電磁場（電磁界）
- 3 7 固定部材
- 3 8 真空封じ部
- 3 9 ネジ山
- 4 0 導電性あるいは半導電性の膜
- 4 1 クロスオーバー位置（荷電粒子線が交差する位置）
- 4 4 遮蔽板（貫通穴が具備された部材）
- 4 4 a 貫通孔
- 4 5 ゲッター材（非蒸発型ゲッター材）
- 1 0 0 アタッチメント筐体（第 2 筐体）
- 1 0 0 a 第 2 筐体の窪み
- 1 0 0 b 貫通孔
- 1 0 0 c フランジ
- 1 0 0 d ガード
- 1 0 1 第 2 隔膜（対物隔膜）
- 1 0 2 フランジ
- 1 0 3 真空封じ部
- 1 0 4 第 2 隔膜と試料の間の空間
- 1 0 5 第 1 隔膜と第 2 隔膜の間の空間（第 1 筐体と第 2 筐体とで囲まれた空間）
- 1 0 6、1 0 7 真空封じ部
- 1 1 0 電子源（荷電粒子源）
- 1 1 1 荷電粒子線装置（荷電粒子線顕微鏡）
- d 1 管の外径
- d 2 管の内径
- d 3 電子光学系の電磁界形成用コイルの内径

- d 4 隔壁板の貫通孔の孔径
- d 5 第 2 隔膜と試料との間隔

請求の範囲

- [請求項1] 荷電粒子線を放出する荷電粒子源と、
前記荷電粒子線を集束させ光軸を制御する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子源と前記荷電粒子光学系を保持する鏡筒と、
前記鏡筒に連結し、内部に前記荷電粒子線を出射する第1筐体と、
前記第1筐体の開口から前記第1筐体の内側に窪む第2筐体と、
前記光軸上に配置され、前記鏡筒内の空間と前記第1筐体内の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する第1隔膜と、
前記光軸上に配置され、前記第2筐体の窪みの内と外の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する第2隔膜とを有し、
前記第1筐体と前記第2筐体とで囲まれた空間は減圧され、
前記第2筐体の窪みの中に配置された試料に、前記荷電粒子線が照射されることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項2] 前記第1隔膜は、前記荷電粒子光学系によって形成される電磁界中に配置されることを特徴とする請求項1に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項3] 前記第1隔膜は、複数の前記荷電粒子線が交差する位置に配置されることを特徴とする請求項1に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項4] 前記荷電粒子源を収める第3筐体に連結し、前記荷電粒子光学系を貫通し、前記光軸が内側を通るように配置された管を有し、
前記第1隔膜は、前記管に取り付けられ、
前記管と前記第3筐体は、前記鏡筒に対して前記光軸の方向に着脱可能であることを特徴とする請求項1に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項5] 前記管の外径は、前記荷電粒子光学系が有する電磁界形成用コイルの内径より小さいことを特徴とする請求項4に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項6] 前記管に設けられ、前記鏡筒内の空間と前記第1筐体内の空間を隔離し、前記第1隔膜より厚く前記荷電粒子線が透過しない隔壁板を有し、

前記第 1 隔膜は、前記隔壁板に設けられた貫通孔を塞ぐように設けられ、

前記隔壁板に設けられた貫通孔の孔径は、前記管の内径より小さいことを特徴とする請求項 4 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 7] 前記第 1 隔膜は、前記第 3 筐体内の空間に連通する前記管内の空間と、前記第 1 筐体内の空間を隔離し、

前記第 1 筐体と前記第 2 筐体とで囲まれた空間を大気圧にすることで、

前記管内と前記第 3 筐体内を真空の状態のまま、

前記管と前記第 3 筐体は、前記鏡筒に対して着脱可能であることを特徴とする請求項 4 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 8] 前記荷電粒子源から前記第 1 隔膜までの空間を気密状態にする真空バルブ又は真空封じ部と、

前記荷電粒子源から前記第 1 隔膜までの空間を減圧状態にする非蒸発型ゲッター材とが前記荷電粒子源から前記第 1 隔膜までの空間を仕切る壁面に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 9] 前記第 1 隔膜及び前記第 2 隔膜の厚みが、 100 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 10] 前記試料に前記荷電粒子線を照射する際に、前記第 2 隔膜と前記試料との間隔を、 $1000\text{ }\mu\text{ m}$ 以下にすることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 11] 荷電粒子線を放出する荷電粒子源と、
前記荷電粒子線を集束させ光軸を制御する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子源と前記荷電粒子光学系を保持する鏡筒と、
前記荷電粒子源を収める筐体に連結し、前記荷電粒子光学系を貫通し、前記光軸が内側を通るように配置された管と、
前記管に取り付けられ、前記光軸上に配置され、前記筐体内の空間

に連通する前記管内の空間と前記管外の空間とを隔離し、前記荷電粒子線が透過する隔膜とを有し、

前記隔膜と前記管は、前記筐体を前記鏡筒に対して前記光軸の方向に移動させることで、着脱可能であることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項12] 前記鏡筒に連結し、内部に前記荷電粒子線を出射する試料筐体を有し、

減圧にされた前記試料筐体内において、前記荷電粒子線が試料に照射されることを特徴とする請求項11に記載の荷電粒子線装置。

[請求項13] 前記鏡筒に連結し、内部に前記荷電粒子線を出射する第1筐体と、前記第1筐体の開口から前記第1筐体の内側に窪む第2筐体と、前記光軸上に配置され、前記第2筐体の窪みの内と外の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する対物隔膜とを有し、

前記第1筐体と前記第2筐体とで囲まれた空間は減圧され、

前記第2筐体の窪みの中に配置された試料に、前記荷電粒子線が照射されることを特徴とする請求項11に記載の荷電粒子線装置。

[請求項14] 前記管に設けられ、前記筐体内の空間に連通する前記管内の空間と前記管外の空間とを隔離し、前記隔膜より厚く前記荷電粒子線が透過しない隔壁板を有し、

前記隔膜は、前記隔壁板に設けられた貫通孔を塞ぐように設けられ、

前記隔壁板に設けられた貫通孔の孔径は、前記管の内径より小さいことを特徴とする請求項11に記載の荷電粒子線装置。

補正された請求の範囲
[2013年6月18日(18.06.2013)国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 荷電粒子線を放出する荷電粒子源と、
前記荷電粒子線を集束させ光軸を制御する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子源と前記荷電粒子光学系を保持する鏡筒と、
前記鏡筒に連結し、内部に前記荷電粒子線を出射する第 1 筐体と、
前記第 1 筐体の開口から前記第 1 筐体の内側に窪む第 2 筐体と、
前記光軸上に配置され、前記鏡筒内の空間と前記第 1 筐体内の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する第 1 隔膜と、
前記光軸上に配置され、前記第 2 筐体の窪みの内と外の空間を隔離し、前記荷電粒子線が透過する第 2 隔膜とを有し、
前記第 1 筐体と前記第 2 筐体とで囲まれた空間は真空状態に減圧され、
前記第 2 筐体の窪みの中に配置された試料に、前記第 1 隔膜及び前記第 2 隔膜を透過した前記荷電粒子線が照射されることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項 2] 前記第 1 隔膜は、前記荷電粒子光学系によって形成される電磁界中に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項 3] 前記第 1 隔膜は、複数の前記荷電粒子線が交差する位置に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項 4] 前記荷電粒子源を収める第 3 筐体に連結し、前記荷電粒子光学系を貫通し、前記光軸が内側を通るように配置された管を有し、
前記第 1 隔膜は、前記管に取り付けられ、
前記管と前記第 3 筐体は、前記鏡筒に対して前記光軸の方向に着脱可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項 5] 前記管の外径は、前記荷電粒子光学系が有する電磁界形成用コイルの内径より小さいことを特徴とする請求項 4 に記載の荷電粒子線装置。
- [請求項 6] 前記管に設けられ、前記鏡筒内の空間と前記第 1 筐体内の空間を隔

離し、前記第 1 隔膜より厚く前記荷電粒子線が透過しない隔壁板を有し、

前記第 1 隔膜は、前記隔壁板に設けられた貫通孔を塞ぐように設けられ、

前記隔壁板に設けられた貫通孔の孔径は、前記管の内径より小さいことを特徴とする請求項 4 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 7]

前記第 1 隔膜は、前記第 3 筐体内の空間に連通する前記管内の空間と、前記第 1 筐体内の空間を隔離し、

前記第 1 筐体と前記第 2 筐体とで囲まれた空間を大気圧にすることで、

前記管内と前記第 3 筐体内を真空の状態のまま、

前記管と前記第 3 筐体は、前記鏡筒に対して着脱可能であることを特徴とする請求項 4 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 8]

前記荷電粒子源から前記第 1 隔膜までの空間を気密状態にする真空バルブ又は真空封じ部と、

前記荷電粒子源から前記第 1 隔膜までの空間を減圧状態にする非蒸発型ゲッター材とが前記荷電粒子源から前記第 1 隔膜までの空間を仕切る壁面に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 9]

前記第 1 隔膜及び前記第 2 隔膜の厚みが、 100 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 10]

前記試料に前記荷電粒子線を照射する際に、前記第 2 隔膜と前記試料との間隔を、 $1000\text{ }\mu\text{ m}$ 以下にすることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線装置。

[請求項 11] (削除)

[請求項 12] (削除)

[請求項 13] (削除)

[請求項 14] (削除)

条約第 19 条（1）に基づく説明書

1. 補正の内容

請求項 1 について、「前記第 1 筐体と前記第 2 筐体とで囲まれた空間は真空状態に減圧され」、「前記第 2 筐体の窪みの中に配置された試料に、前記第 1 隔膜及び前記第 2 隔膜を透過した前記荷電粒子線が照射される」とする補正を行いました。

本補正の根拠は、本願明細書段落 0016, 0025 にあります。

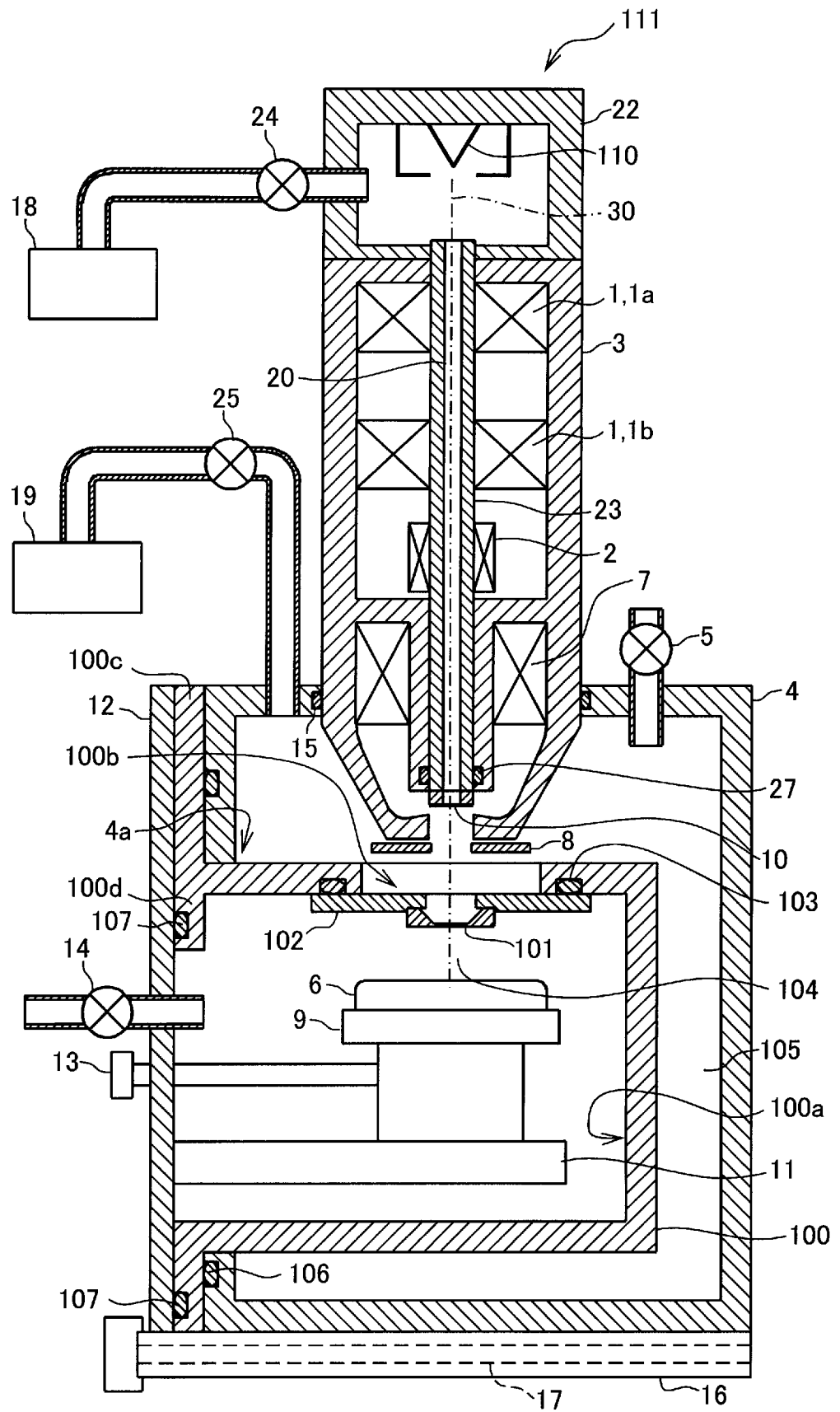
また、請求項 11～14 を削除しました。

2. 説明

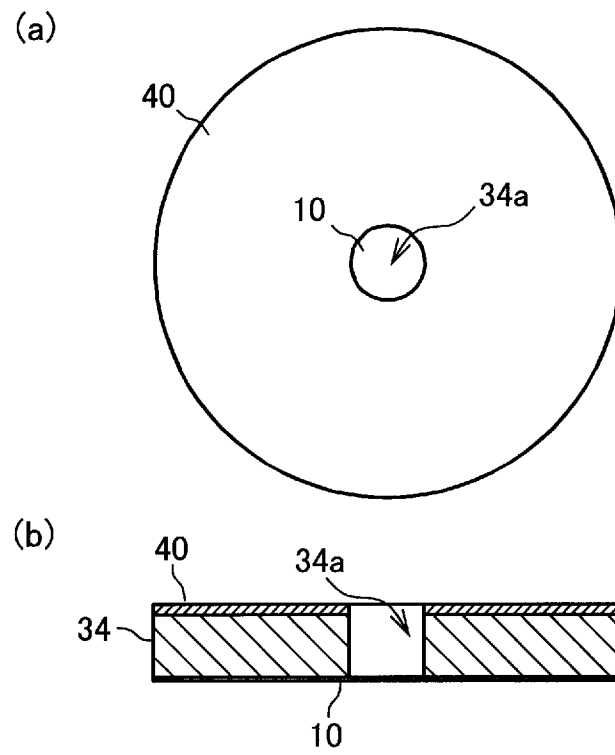
いずれの引用文献についても、補正後の請求の範囲に係る本願発明を開示、示唆、動機付ける記載はありません。

以上

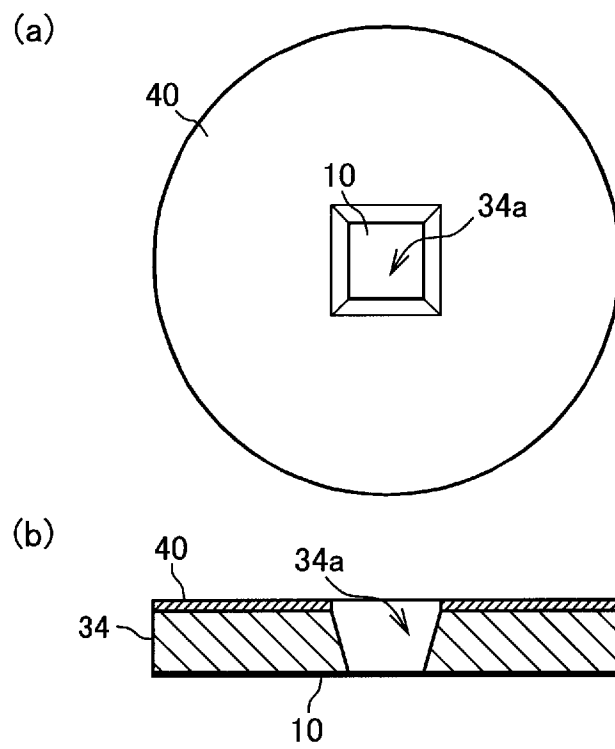
[図1]



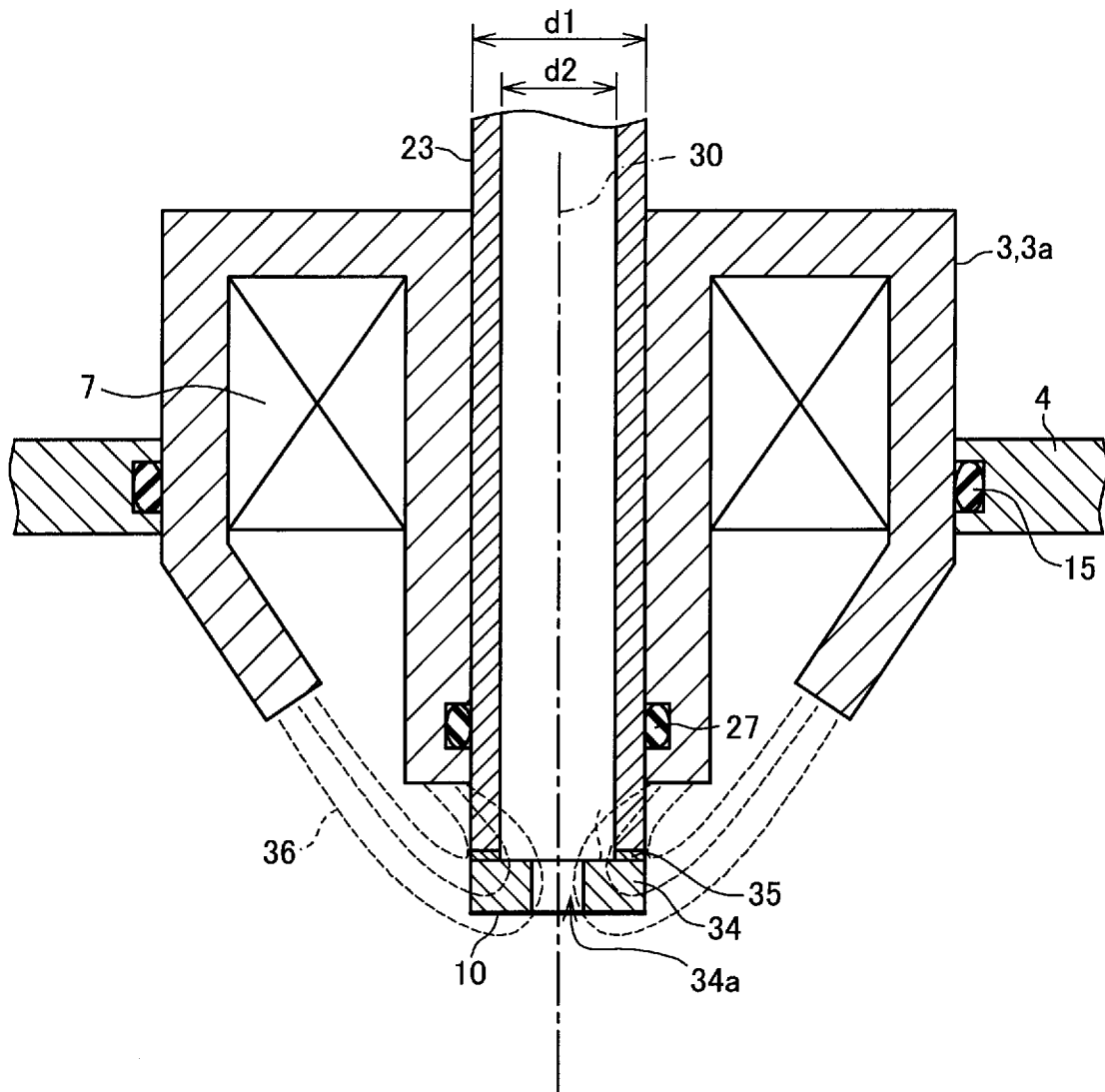
[図4A]



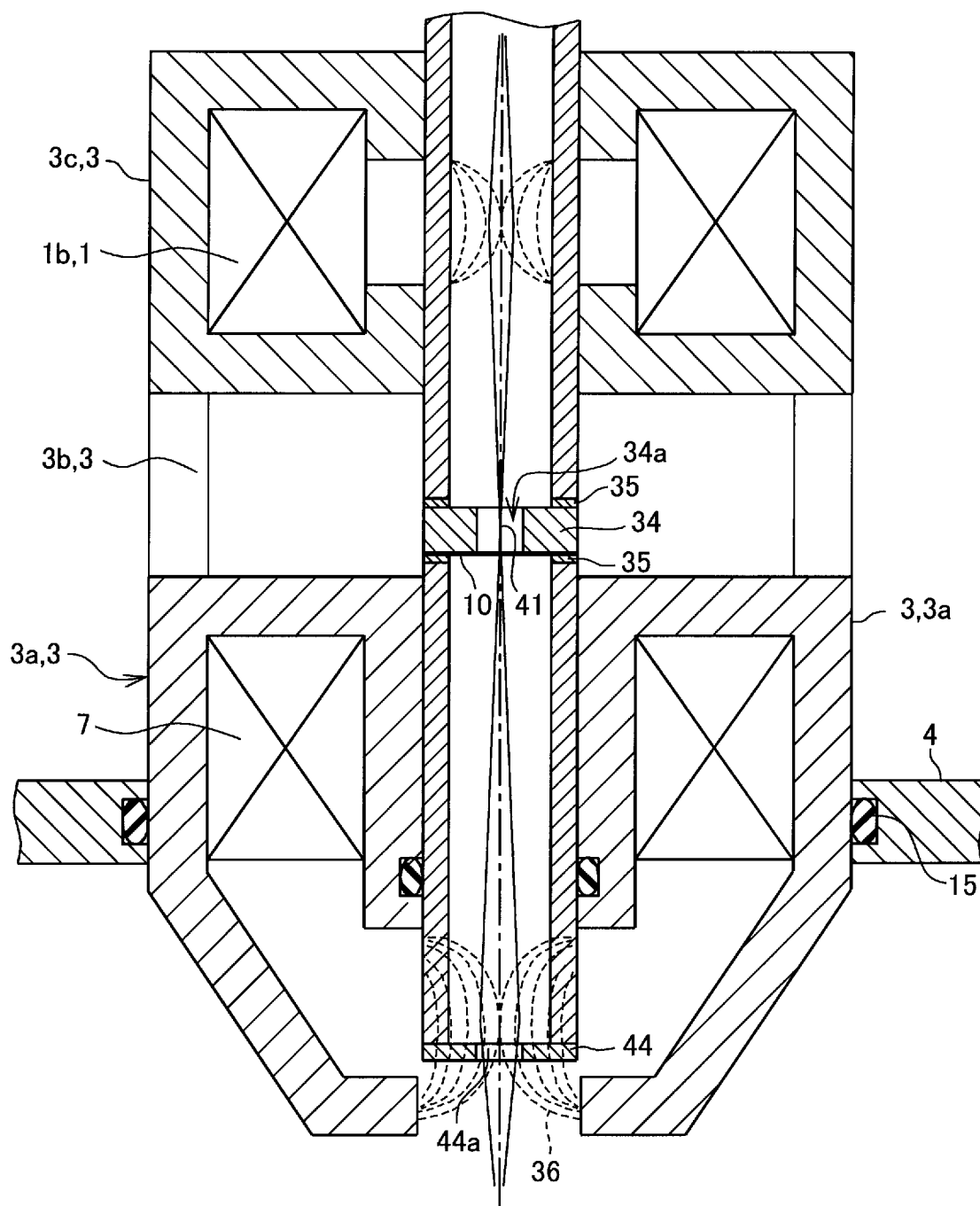
[図4B]



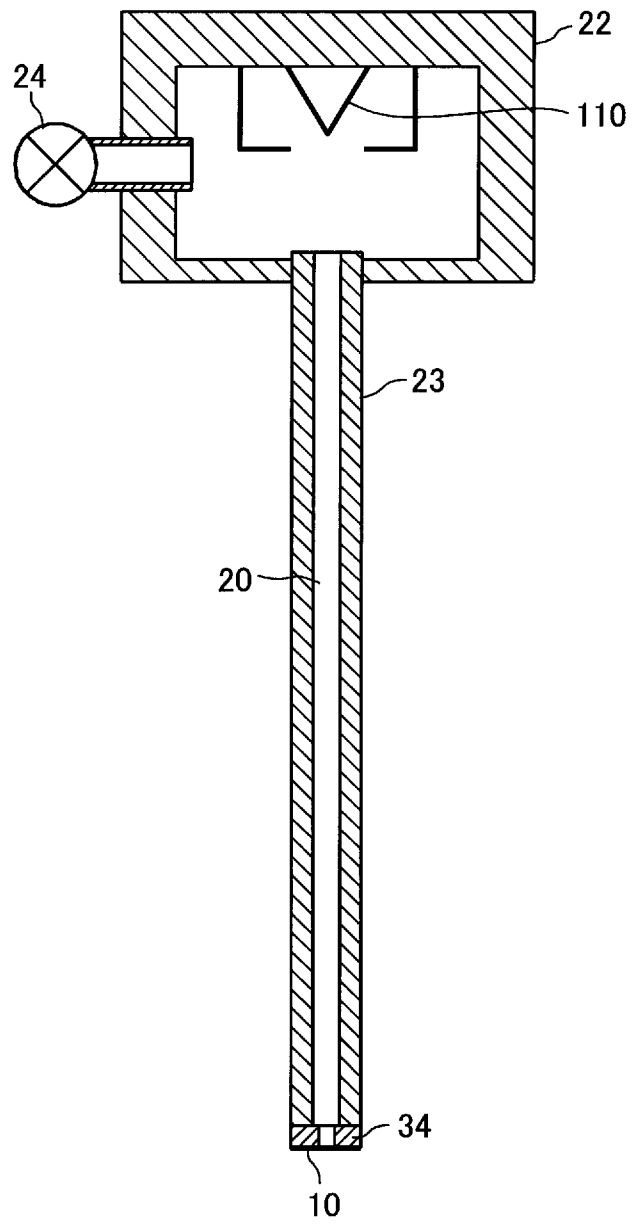
[図5]

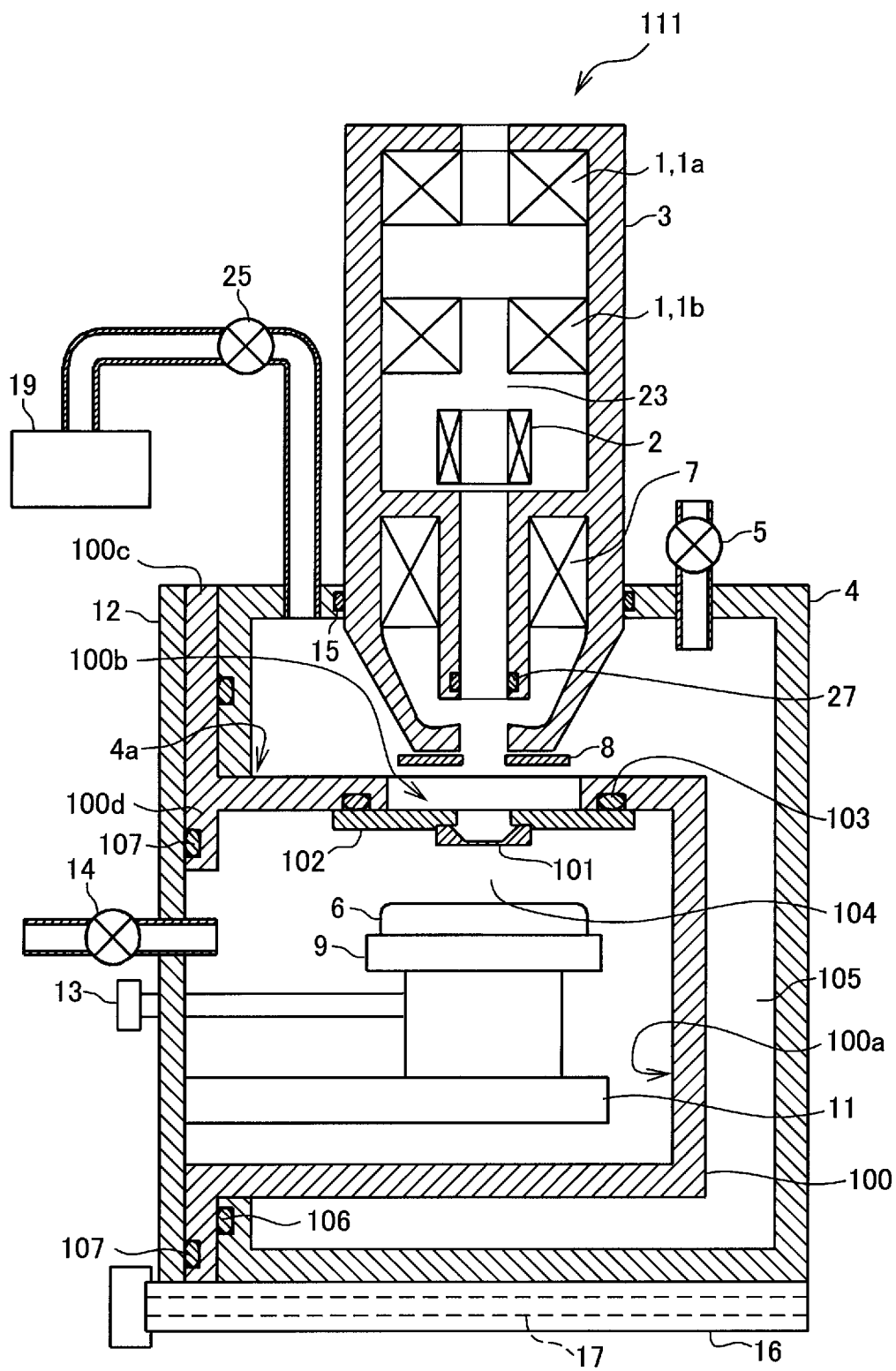


[図6]

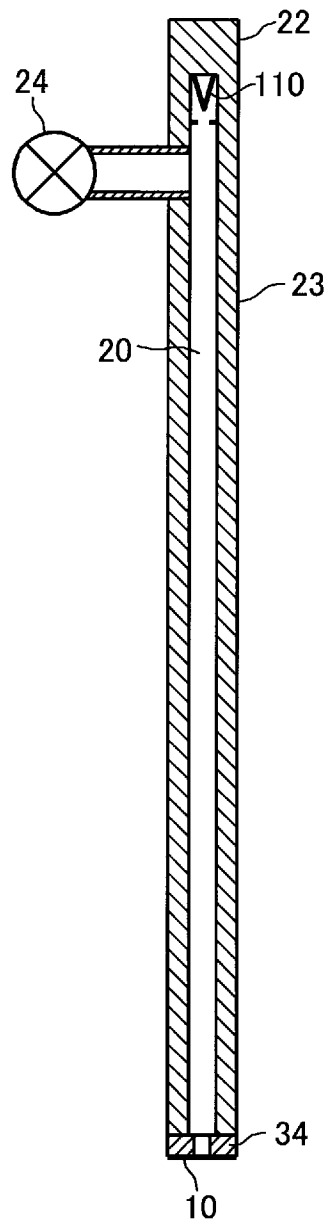


[図7A]

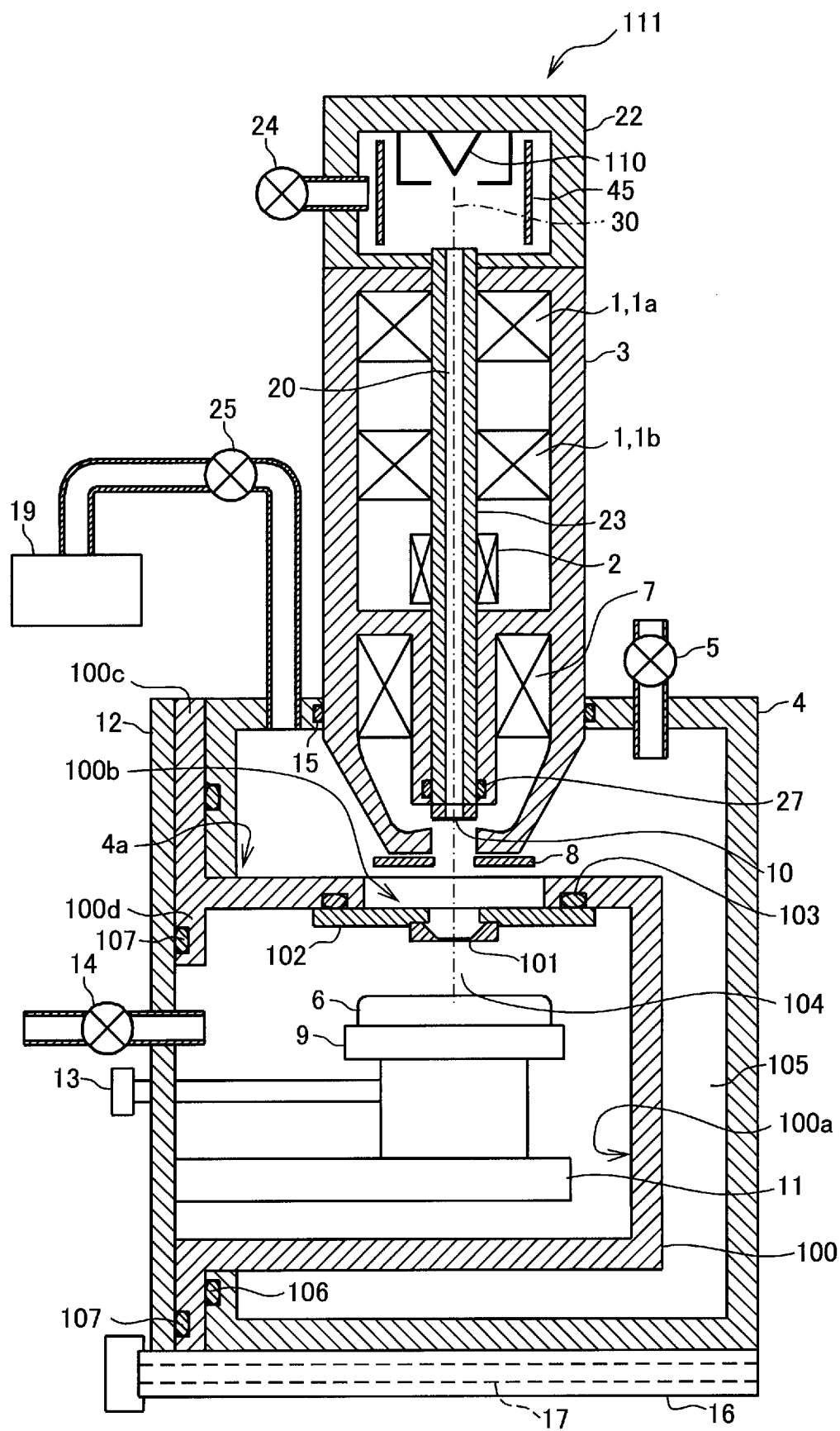




[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053737

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/18(2006.01) i, H01J37/16(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)

H01J37/18, H01J37/16

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-318903 A (Bing-Huan LEE), 24 November 2006 (24.11.2006), entire text; all drawings & US 2006/0249677 A1 & CA 2518520 A & KR 10-2006-0116131 A & AU 2005205842 A	1-14
Y	JP 2010-509709 A (B-Nano Ltd.), 25 March 2010 (25.03.2010), paragraphs [0105], [0121] to [0122], [0202], [0204] to [0205]; fig. 3a & US 2010/0140470 A1 & EP 2080014 A & WO 2008/050321 A2	1-14
Y	JP 2-139842 A (Nikon Corp.), 29 May 1990 (29.05.1990), entire text; all drawings (Family: none)	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
12 March, 2013 (12.03.13)

Date of mailing of the international search report
26 March, 2013 (26.03.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053737

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-305499 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 22 November 2007 (22.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	4-8, 11-14
Y	JP 2008-262886 A (Beam Seiko Instruments Inc.), 30 October 2008 (30.10.2008), paragraphs [0067] to [0075] (Family: none)	4-8, 11-14
A	JP 2010-56011 A (JEOL Ltd.), 11 March 2010 (11.03.2010), entire text; all drawings & US 2010/0051803 A1 & EP 2159816 A2	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

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

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の 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 2006-318903 A (李 炳寰) 2006.11.24, 全文、全図 & US 2006/0249677 A1 & CA 2518520 A & KR 10-2006-0116131 A & AU 2005205842 A	1-14
Y	JP 2010-509709 A (ビー・ナノ・リミテッド) 2010.03.25, 段落【0105】、【0121】 - 【0122】、【0202】、【0204】 - 【0205】、図3a、 & US 2010/0140470 A1 & EP 2080014 A & WO 2008/050321 A2	1-14

☒ 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 2 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官 (権限のある職員)

遠藤 直恵

2 G

3 7 0 1

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 2-139842 A (株式会社ニコン) 1990.05.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2007-305499 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2007.11.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	4-8, 11-14
Y	JP 2008-262886 A (株式会社ビーム精工) 2008.10.30, 段落【0067】－【0075】 (ファミリーなし)	4-8, 11-14
A	JP 2010-56011 A (日本電子株式会社) 2010.03.11, 全文、全図 & US 2010/0051803 A1 & EP 2159816 A2	1-14