

(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
2016年7月21日(21.07.2016)



(10) 国際公開番号

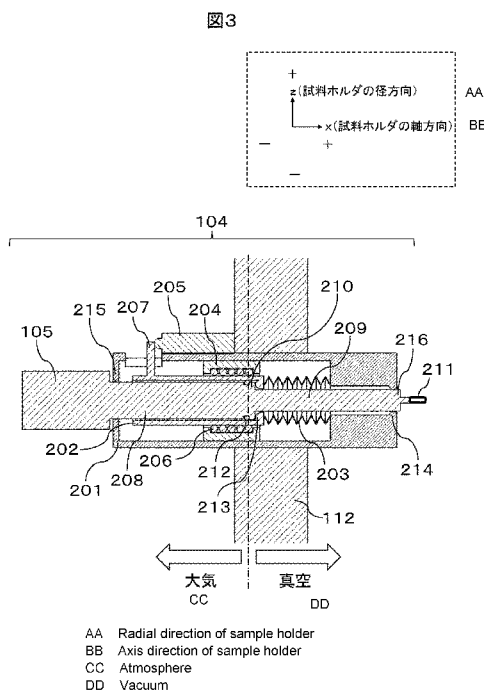
WO 2016/114033 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/084230
- (22) 国際出願日: 2015年12月7日(07.12.2015)
- (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 2015-003787 2015年1月13日(13.01.2015) 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番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 矢畑 清志(YABATA Kiyoshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 菊池 秀樹(KIKUCHI Hideki); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目2番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 丸山 直伴(MARUYAMA Naotomo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置



(57) Abstract: In a side entry type sample holder, vibrations in the radial direction of the sample holder provoke a resolving power decrease in the measurement results. In the present invention, the side entry type sample holder (105) has a stepped portion (210) in the radial direction of an axial portion. The sample stage (104) has a support part (213) contacting the stepped portion (210) in a cylindrical portion (202) capable of moving as one body in the axis direction of the sample holder (105), and, through the contact between the stepped portion (210) and the support part (213), a frictional force is generated, opposing the radial direction of the axial portion in the sample holder. In this manner, the vibrations in the radial direction of the sample holder are suppressed, and the resolving power decrease in the measurement results is suppressed.

(57) 要約: サイドエントリー式の試料ホルダにおいて、試料ホルダの径方向に振動することにより、測定結果の分解能の低下を引き起こしていた。本発明はサイドエントリー式の試料ホルダ(105)において、軸部の径方向に段差部(210)を有し、試料ステージ(104)は、試料ホルダ(105)の軸方向に一体的に移動可能な円筒部(202)において、前記段差部(210)と接触される支持部(213)を有し、前記段差部(210)と前記支持部(213)との接触により、前記試料ホルダの軸部の径方向に対して摩擦力を生させる。これにより、試料ホルダの径方向への振動を抑制し、測定結果の分解能の低下を抑制する。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：荷電粒子線装置

技術分野

[0001] 本発明は、荷電粒子線装置に関し、特に、サイドエントリー型の試料ホルダを導入する試料ステージが搭載される荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 透過型電子顕微鏡（Transmission Electron Microscope：TEM）に代表される電子顕微鏡等の荷電粒子線装置では、鏡体に対して横方向から試料ホルダを導入するサイドエントリー型の試料ステージが採用されている。

[0003] 特許文献1では、サイドエントリー型の試料ステージに関し、試料ホルダにおいて真空の試料室と大気とをシールするＯリングの歪みによる試料ドリフトを低減するために、試料ホルダの長手方向にスライドし、試料ホルダと一体的に移動可能なスライダ筒と、スライダ筒と接触して試料ホルダの設置位置を決めるつき当て部材と、スライダ筒と突き当て部材との間に配置された弾性体を備えた構造について説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-38786号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] TEM等の電子顕微鏡では、原子を直接観察するために高倍率な条件で観察が行われており、高分解能化がますます求められている。その一方で、このような観察条件においては、試料の微小な変位によっても、得られる像に大きく影響してしまうことがある。特に、サイドエントリー型の試料ステージでは、試料ホルダの導入、移動時に、試料ホルダの径方向、すなわち長手方向（軸方向）に垂直な方向に振動が生じ、その振幅（変位振幅）が大きく

なるほど、取得される像が乱れてしまうため、試料の高精度な観察が困難となる。

[0006] 特許文献 1 に開示された技術においては、突き当て部材において試料ホルダの仮の位置を決めた後に、当該弾性体のバネ力で押し戻された位置を、最終的な試料ホルダの位置とすることにより、試料ドリフトを低減することができる。しかしながら、上述した試料ホルダの径方向への振動に関しては何ら考慮がなされていない。

[0007] 本発明の目的は、サイドエントリー型の試料ステージにおいて、特に試料ホルダの径方向への振動による変位振幅を低減し、高分解な試料観察を実現することに関する。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するための一態様として、試料を保持する試料ホルダと、前記試料ホルダが導入される試料ステージと、を備えた荷電粒子線装置であって、前記試料ホルダは、試料を載置する試料台を一方端部に保持する軸部と、前記軸部の径方向に形成された段差部と、前記段差部の近傍に配置された弾性体と、を有し、前記試料ステージは、前記軸部の一部を収容可能な円筒部と、前記円筒部を収容する外筒部と、前記円筒部と前記外筒部との間に配置され、前記軸部の軸方向に回転可能な球部材を備え前記円筒部を前記軸部の径方向に支持するガイド部と、を有し、前記円筒部は、前記試料ホルダが挿入されているときに、前記段差部と接触される支持部を形成し、当該段差部と支持部との接触により、前記試料ホルダに対して前記軸部の径方向に摩擦力を発生させることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 上記構成によれば、サイドエントリー型の試料ステージにおける試料ホルダの振動による変位振幅を低減し、高分解能観察に寄与する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本実施の形態に係る荷電粒子線装置の基本構成を示す図である。

[図2]本実施の形態（第 1 の実施の形態）に係る試料ホルダを試料ステージへ

挿入する際の x 、 z 平面の断面を示す図である。

[図3]本実施の形態（第1の実施の形態）に係る試料ホルダが試料ステージに挿入されている状態における x 、 z 平面の断面を示す図である。

[図4]本実施の形態（第1の実施の形態）に係る試料ホルダが試料ステージに挿入されている状態における x 、 y 平面の断面を示す図である。

[図5]本実施の形態（第2の実施の形態）に係る試料ホルダの軸方向支持部と試料ステージの第1の段差部の x 、 y 平面の拡大断面を示す図である。

[図6]本実施の形態（第3の実施の形態）に係る試料ホルダが試料ステージに挿入されている状態における x 、 y 平面の断面を示す図である。

[図7]本実施の形態に係る試料ホルダの試料ステージへの導入を説明する示す図である。

[図8]本実施の形態に係る試料ホルダの試料観察時の断面の基本構成を示す図である。

[図9]サイドエントリー型の試料ホルダにおける径方向への変位振幅を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本実施の形態について図面を用いて説明する。なお、全体を通して、各図における同一の各構成部分には同一の符号を付して説明を省略することがある。

<装置構成>

図1は、本実施の形態に係る荷電粒子線装置の一例であるTEMの基本構成図を示す。

[0012] TEM本体100は、主として、電子銃101と照射レンズ103と対物レンズ107、投射レンズ108、試料室111、検出器109で構成され、コラム112内に收容されている。試料106は、試料ホルダ105に取り付けられており、試料ホルダ105はTEM本体100の側面に設けられた試料ステージ104から試料室111の内部へ導入される。ここで、試料室111は、図中点線にて示される空間であって、試料観察時には図示しな

い真空ポンプによって真空排気され、真空状態（例えば、 10^{-5} Pa 程度）に保たれる。本図において、試料室 111 は、照射レンズ 103 よりも下方であって、かつ、投射レンズ 108 よりも上方の空間を示すが、これに限られるものではない。投射レンズ 108 の下方には検出器 109 が設けられる。なお、本図において制御部 110 は各々の構成部に接続され、装置全体を制御するものとしたが、構成部ごとに独立した制御部を備えるように構成することもできる。

[0013] 電子銃 101 より放出された電子線 102 は、照射レンズ 103 により収束され、試料室 111 中の試料ホルダ 105 に搭載された試料 106 に照射される。試料 106 を透過した電子は対物レンズ 107 により結像され、その像は投射レンズ 108 により拡大され、検出器 109 上に画像が投影される。投影された画像は、制御部 110 を介し、図示しない出力装置により表示される。

[0014] 図 7 は、本実施の形態に係る試料ホルダの試料ステージへの導入を説明する図である。

[0015] 試料ホルダ 105 は、TEM 本体 100 の側面に設けられた試料ステージ 104 内に、ホルダ先端部 105a 側から挿入される。

[0016] 図 8 は、本実施の形態に係る試料ホルダの試料観察時の断面の基本構成を示す図である。

[0017] 観察時に、試料ホルダ 105 のホルダ先端部 105a において、試料台 211 上に載置された試料 106 が、電子銃 101 の下方となるように配置される。電子銃 101 から放出された電子線により試料 106 が観察される。ここで、試料ホルダ 105 は試料 106 を任意の角度で観察できるように、図示しない試料傾斜機構により試料台 211 を傾斜させることができる。

第 1 の実施の形態

[0018] <試料ステージ、試料ホルダの構成及び動作>

次に、図 2～4 を用いて本実施の形態に係る試料ステージ、試料ホルダの構成及び動作について説明する。

[0019] 図2は、本実施の形態に係る試料ホルダを試料ステージへ挿入する際のx、z平面の断面を示す図である。

[0020] 試料ステージ104は、主として、外筒201、円筒部材202、ベローズ203、ガイド部204、アクチュエータ205から構成される。円筒部材202は、後述するホルダ軸方向支持部213と、アクチュエータ軸方向支持部207を有する。外筒201に固定されたガイド部(直動軸受け部)204は、試料ホルダ105の軸方向に回転しながら移動可能な球部材206とともに、円筒部材202を試料ホルダ105の径方向に支持する。ベローズ203は外筒201と円筒部材202とを試料ホルダ105の軸方向に気密可能に接続する。アクチュエータ205は外筒201上に配置され、円筒部材202のアクチュエータ軸方向支持部207と密着するように配置される。

[0021] 試料ホルダ105は、主として、大径部208、小径部209、第1の段差部210、第2の段差部216、ホルダ先端部105a、試料台211から構成され、第1の段差部210の近傍であって、円筒部材202の内壁との間には弾性体212を備えている。弾性体212の例としては、例えば、ゴム等の材料で形成されたオーリング等があり、試料ホルダ105の径方向に気密を取りつつ、かつ、剛性を持たせるように形成されている。ここで、ホルダ先端部105aは、第2の段差部216よりも試料台211側の領域をいい、小径部209は、第1の段差部210と第2の段差部216との間の領域をいう。大径部208は、第1の段差部210よりも根元側、すなわち試料台211側の反対側の領域をいう。試料ホルダ105は、弾性体212と、試料ステージ104の円筒部材202の内壁とを接触させながら挿入され、試料ホルダ105の第1の段差部210が円筒部材202のホルダ軸方向支持部213に接触する位置まで移動される。挿入された試料ホルダ105は、外筒201のホルダ先端支持部214とホルダ根元支持部215によって両端部をそれぞれ支持される。

[0022] 試料ステージ104に挿入されている状態では、試料ホルダ105は、図

中点線にて示す境界、すなわち弾性体 212 よりもホルダ先端部 105 a 側は真空、反対側は大気となる。試料ホルダ 105 は、大径部 208 の面積に比例する力を受け、ホルダ軸方向支持部 213 を図中右上のグラフに示す +x 方向に移動する。アクチュエータ 205 は軸方向受け部 207 を介して円筒部材 202 を軸方向に移動し、支持する。これにより、第 1 の段差部 210 はホルダ軸方向支持部 213 との間に生じる試料ホルダ 105 の軸方向に働く力により、密着して支持される。さらに、ホルダ軸方向支持部 213 と第 1 の段差部 210 は、試料ホルダ 105 の軸方向に働く力(垂直抗力)によって、径方向に摩擦力を発生させる。そのため、荷電粒子線装置において試料 106 を静止して観察している状態では、ホルダ軸方向支持部 213 と第 1 の段差部 210 はこの摩擦力によって固定され、径方向にすべりが発生しない。そして、図 3 に示すように試料 106 が電子線 102 の照射位置に設置されているときには、ホルダ軸方向支持部 213 は第 1 の段差部 210 を径方向にも支持することとなる。

[0023] 次に、試料ホルダ 105 の軸方向の動作について説明する。アクチュエータ 205 の動作によりアクチュエータ軸方向支持部 207 が図中右上のグラフに示す -x 方向に押されて移動するとともに、円筒部材 202 はこれと同じ方向に移動し、円筒部材 202 の軸方向支持部 213 に支持された試料ホルダ 105 も同方向に移動する。一方、アクチュエータ 205 が図中右上のグラフに示す +x 方向に動作すると、+x 方向に力を受けている試料ホルダ 105 や円筒部材 202 は一体的に +x 方向に移動する。

[0024] 図 3 は、本実施の形態に係る試料ホルダが試料ステージに挿入されている状態における x、z 平面の断面を示す図である。また、図 4 は、本実施の形態に係る試料ホルダが試料ステージに挿入されている状態における x、y 平面の断面を示す図である。ここで、試料 106 の位置を移動するために、アクチュエータ 205 がにより図中右上の -x 方向に動作すると、円筒部材 202 は同じ方向に押され、y 方向周りに偶力を受ける。このとき、ガイド部 204 は円筒部材 202 の外周を x 方向に 2 周以上形成された球部材 206 (本

図では5周)を用いて支持しており、円筒部材202がy方向周りに回転することを防止する。このように構成することにより、円筒部材202と一体で運動する試料ホルダ105についても、y方向周りの回転を防ぐことが出来る。

〈変位振幅の低減〉

次に、上述した試料ステージ、試料ホルダの構成による試料ホルダの径方向への変位振幅の低減について、図9を用いて説明する。

[0025] 図9は、サイドエントリー型の試料ホルダの径方向への変位振幅を説明する図である。

[0026] 大気側から真空中に試料ホルダ905を挿入するサイドエントリー型の試料ステージにおいては、試料ホルダ905の先端に試料を配置し、電子線の照射位置まで試料ホルダ905のホルダ先端部905a上に載置された試料台を移動し、設置する必要がある。一方で、荷電粒子線装置の内部は真空状態であることから、荷電粒子線装置の外部から、電子線の照射位置であるTEMカラムの中心位置まで到達させるためには、気密を取る面積を小さくする必要がある。よって、試料ホルダ905は長手の棒状に近い形状に形成されることが望ましい。このような理由により、棒状に近い形状に形成された試料ホルダ905においては、図9に示すように径方向への変位が生じやすくなり、その振幅が大きくなってしまう。よって、試料の位置が安定するように両端部の変位振幅を低減するためには、両端部の近傍を支持することが好ましい。ここで、変位振幅とは、試料ホルダ905が径方向に変位したときの幅のことをいう。

[0027] しかしながら、試料ホルダ905の軸の長さが長くなると、両端部を支持した構造によってもなお、変位振幅が大きくなってしまうことが発明者らの研究結果により明らかとなった。

[0028] そこで、本実施の形態では、図2～4にて上述したように、ガイド部204を外筒201と円筒部材202の間に固配置している。ガイド部204は、球部材206を介して円筒部材202を試料ホルダ105の径方向に支持

する。ガイド部204の位置は、円筒部材202のホルダ軸方向支持部213付近が望ましい。試料ホルダ105が試料ステージ104内に挿入され、試料106を電子線102の照射位置まで移動させると、円筒部材202におけるホルダ軸方向支持部213と、試料ホルダ105の第1の段差部210とが軸方向において接触した状態で配置される。このとき、ホルダ軸方向支持部213と第1の段差部210との間に摩擦力が発生するため、試料ホルダ105の径方向にすべりを発生させることがなく、安定的に支持できる。

[0029] さらに、このとき、試料ホルダ105の径方向の位置はホルダ先端支持部214とホルダ根元支持部215により位置決めされているが、上述の通りホルダ軸方向支持部213と第1の段差部210との接触により生じた摩擦力によって、位置ずれも低減することができる。

[0030] 本実施の形態では、軸方向支持部213が第1の段差部210と同様に接触するように、環状の構造をしているが、これ以外にも、例えば略半球上の突起構造を複数配置することもできる。荷電粒子線装置の電子線102が、図2、3の右上のグラフに示すz方向から試料台211上の試料106に照射されている状態で、試料台211がx及びy方向に移動すると、取得される像に揺れが発生しやすくなる。よって、突起構造を設ける場合には、試料ホルダ105の軸方向において対称的な間隔となるようにホルダ軸方向支持部213にて配置することが望ましい。さらに、本実施の形態では、ホルダ軸方向支持部213に凸部を設けているが、第1の段差部210側に凸部を設けるようにすることもできる。

[0031] また、上述の形態では、試料ホルダ105の第1の段差部210を、軸方向の略中央の位置に設けている。棒状の形状に形成された試料ホルダ105の構造において、その両端部が支持されている場合には、軸方向の略中央の位置における変位振幅が大きくなる傾向が見られるため、軸方向の略中央の位置で支持することが望ましいが、両端部の間における軸方向上の他の位置で支持することもでき、このような構成であっても、試料ホルダ105の径

方向への振動を低減することができる。

[0032] また、本実施の形態では、ホルダ軸方向支持部 213 の材質は円筒部材 202 と同一の材質である場合について説明したが、サファイアなどの硬質材料を使用することもできる。その場合には、試料ホルダ 105 の第 1 の段差部 210 の材質を、チタン等にすることで摩擦係数を大きくすることができるので、試料ホルダ 105 に対する加振力が大きくなっても軸方向支持部 213 が第 1 の段差部 210 を安定的に支持することができる。

[0033] また、軸方向支持部 213 は第 1 の段差部 210 に対して凸構造を有している場合、この凸構造との接触によって第 1 の段差部 210 が変形する可能性がある。その場合には軸方向支持部 213 を平面する、もしくは第 2 の実施の形態にて後述するように第 1 の段差部 210 に凹構造を設けることで、軸方向支持部 213 と第 1 の段差部 210 とを軸方向において密着するように接触させると、第 1 の段差部 210 は変形を生じず、かつ、第 1 の段差部 210 と円筒部材 202 の間には摩擦力が生じ、試料ホルダ 105 は径方向にすべりにくい状態を保つことができる。よって、軸方向支持部 213 は第 1 の段差部 210 を変形することなく、試料ホルダ 105 を軸方向と径方向に安定的に支持することが出来る。

＜試料ドリフトの低減＞

試料ドリフトとは、荷電粒子線装置の部品の変形や温度変化等の種々の要因により、試料台 211 の位置や、試料 106 上の電子線 102 の照射位置が変化してしまう現象である。サイドエントリー型の試料ステージ 104 においては、試料ホルダ 105 の移動により弾性体 212 等の部品が変形すると、その変形を回復するため復元力が発生し、試料ドリフトが起こる。本実施の形態では、試料ホルダ 105 と円筒部材 202 とが一体となって移動可能であるため、弾性体 212 を変形させることがなく、上述した変位振幅の低減に加えて、試料ドリフトを低減することができる。

第 2 の実施の形態

[0034] 本実施の形態では、試料ステージ 104 の円筒部材 202 が備えるホルダ

軸方向支持部 213 と、試料ホルダ 105 の第 1 の段差部 210 とが、凹凸によって嵌合する構造について、図 5 を用いて説明する。

[0035] 図 5 は、本実施の形態に係る試料ステージの第 1 の段差部 210 の x、y 平面の拡大断面を示す図である。本図の左上に示す試料ホルダ 105 の点線で示した領域 A の拡大図である。本構成では、第 1 の実施の形態にて示した試料ホルダ 105 の第 1 の段差部 210 において、さらに凹部を形成している点で異なっている。その他の構成については、第 1 の実施の形態において上述した構成と同一の機能を有するものに関しては説明を省略することがある。試料ホルダ 105 は +x 方向に力を受け、凹部を形成する第 1 の段差部 210 と円筒部材 202 とは試料ホルダ 105 の軸方向に密着する。このとき、凹部を形成した第 1 の段差部 210 と、凸部を形成した軸方向支持部 213 とは嵌合するように構成されており、試料ホルダ 105 の軸方向以外にも径方向で互いに接触する箇所を有する。そのため、試料ホルダ 105 はホルダ軸方向支持部 213 にて安定的に支持される。このように、第 1 の段差部 210 が形成する凹部と、ホルダ軸方向支持部 213 が形成する凸部との嵌合は、試料ホルダ 105 の径方向の接触面積を増加し、これにより接触剛性を大きくすることができる。よって、第 1 の段差部 210 が形成する凹部と軸方向支持部 213 が形成する凸部との間に発生する摩擦力よりも大きい力が作用しても、これらは互いに試料ホルダ 105 の径方向にすべらない状態を保つことができる。

第 3 の実施の形態

[0036] 本実施の形態では、上述した構成に加えて、さらに試料ステージ 104 が第 2 のホルダ軸方向支持部 218 を、試料ホルダ 105 が第 3 の段差部 217 をそれぞれ有する構造について、図 6 を用いて説明する。上述の通り、本構成では、第 1 の実施の形態にて示した試料ホルダ 105 においてさらに第 3 の段差部 217 を備え、かつ、試料ステージ 104 が第 2 のホルダ軸方向支持部 218 を備えている点で異なっている。

[0037] その他の構成については、第 1 の実施の形態において上述した構成と同一

の機能を有するものに関しては説明を省略することがある。

- [0038] 試料ホルダ 105 は、主として、大径部 208、中径部 219、小径部 209、ホルダ先端部 105a、試料台 211、第 1 の段差部 210、第 2 の段差部 216、第 3 の段差部 217 から構成され、第 3 の段差部 217 の近傍には弾性部材 220 を備えている。ここで、弾性部材 220 は円盤状の形状をなしている。
- [0039] 上述したように、試料ホルダ 105 を試料ステージ 104 内へ挿入するとき、荷電粒子線装置内は真空状態のため、試料ホルダ 105 は +x 方向に力を受け、第 1 の段差部 210 と円筒部材 202 の軸方向支持部 213 は密着し、摩擦力により径方向にすべりにくいため、試料ホルダ 105 は軸方向、径方向に安定的に支持される。
- [0040] ここで、試料ステージ 104 の外筒 201 は第 2 のホルダ軸方向支持部 218 と、弾性部材 220 を備えている。第 2 のホルダ軸方向支持部 218 は、弾性部材 220 の端部に配置されている。試料ステージ 104 への挿入の際、試料ホルダ 105 が +x 方向に力を受けると、第 3 の段差部 217 と第 2 のホルダ軸方向支持部 218 とが密着して接触される。
- [0041] 弾性部材 220 は、試料ホルダ 105 の軸方向への剛性が低く、径方向に剛性の高い構造物、例えば、ゴム等により形成される。摩擦力により試料ホルダ 105 が径方向にすべりにくくなるため、より安定して支持することが可能となる。
- [0042] 次に、試料ホルダ 105 の軸方向への動作について説明する。アクチュエータ 205 の動作により、円筒部材 202 が -x 方向に移動すると、円筒部材 202 に支持された試料ホルダ 105 も共に同じ -x 方向に移動する。弾性部材 220 は挿入時に -x 方向に力を発生させて配置されており、弾性部材 220 の端部に配置された第 2 のホルダ軸方向支持部 218 は試料ホルダ 105 に追従し、第 3 の段差部 217 と密着した状態で移動する。
- [0043] アクチュエータ 205 が +x 方向に動作すると、荷電粒子線装置内が真空状態であるために、+x 方向に力を受けている試料ホルダ 105 は円筒部材

202と一体となって+x方向に移動する。このとき、試料ホルダ105が+x方向に移動しても、弾性部材220の変形によって発生する反力が小さいため、第2のホルダ軸方向支持部218は試料ホルダ105の動きに追従し、第3の段差部217に密着して移動する。

[0044] 以上のように構成することで、軸方向支持部が1つである場合よりもより高剛性に試料ホルダ105を径方向に支持することができ、試料ホルダ105の変位振幅をより効果的に低減することができる。ここで、本実施の形態では軸方向支持部を2つ備える構成について説明したが、3つ以上設けることもできる。なお、本実施の形態は上述した構成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、上述した実施の形態は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、ある実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態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。

符号の説明

[0045] 100・・・TEM本体
101・・・電子銃
102・・・電子線
103・・・照射レンズ
104・・・試料ステージ
105、905・・・試料ホルダ
105a、905a・・・ホルダ先端部
106・・・試料
107・・・対物レンズ
108・・・投射レンズ
109・・・検出器

- 1 1 0 . . . 制御部
- 1 1 1 . . . 試料室
- 1 1 2 . . . カラム
- 2 0 1 . . . 外筒
- 2 0 2 . . . 円筒部材
- 2 0 3 . . . ベローズ
- 2 0 4 . . . ガイド部
- 2 0 5 . . . アクチュエータ
- 2 0 6 . . . 球部材
- 2 0 7 . . . アクチュエータ軸方向支持部
- 2 0 8 . . . 大径部
- 2 0 9 . . . 小径部
- 2 1 0 . . . 第 1 の段差部
- 2 1 1 . . . 試料台
- 2 1 2 . . . 弾性体
- 2 1 3 . . . ホルダ軸方向支持部
- 2 1 4 . . . ホルダ先端支持部
- 2 1 5 . . . ホルダ根元支持部
- 2 1 6 . . . 第 2 の段差部
- 2 1 7 . . . 第 3 の段差部
- 2 1 8 . . . 第 2 の軸方向支持部
- 2 1 9 . . . 中径部
- 2 2 0 . . . 弾性部材

請求の範囲

- [請求項1] 試料を保持する試料ホルダと、
 前記試料ホルダが導入される試料ステージと、を備える荷電粒子線装置あって、
 前記試料ホルダは、
 試料を載置する試料台を一方端部に保持する軸部と、
 前記軸部の径方向に形成された段差部と、
 前記段差部の近傍に配置された弾性体と、を有し、
 前記試料ステージは、
 前記軸部の一部を収容可能な円筒部と、
 前記円筒部を収容する外筒部と、
 前記円筒部と前記外筒部との間に配置され、前記軸部の軸方向に回転可能な球部材を備え前記円筒部を前記軸部の径方向に支持するガイド部と、を有し、
 前記円筒部は、前記試料ホルダが挿入されているときに、前記段差部と接触される支持部を形成し、
 当該段差部と支持部との接触により、前記試料ホルダに対して前記軸部の径方向に摩擦力を発生させることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、
 前記段差部は、凹構造を有し、前記支持部は、凸構造を有することにより、互いに嵌合するように形成されることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、
 前記段差部は、凸構造を有し、前記支持部は、凹構造を有することにより、互いに嵌合するように形成されることを特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

前記試料ホルダは、

前記軸部の径方向に形成された段差部とは別に、前記段差部よりも前記試料台側であって、前記軸部の径方向に形成された第2の段差部を有し、

前記試料ステージは、

前記試料ホルダが挿入されているときに、前記第2の段差部と接触される第2の支持部を有することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項5] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

前記支持部は、サファイアにより形成されることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項6] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

当該ガイド部が有する球部材は、前記試料ホルダの軸部の軸方向に対して並列に、2列以上配置されることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項7] 請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

前記支持部と前記段差部との接触部よりも前記試料台側は真空状態に保持されることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項8] 試料を保持する試料ホルダが導入される荷電粒子線装置用の試料ステージにおいて、

前記試料ホルダは、

試料を載置する試料台を一方端部に保持する軸部と、

前記軸部の径方向に形成された段差部と、

前記段差部の近傍に配置された弾性体と、を有し、

前記試料ステージは、

前記軸部の一部を収容可能な円筒部と、

前記円筒部を収容する外筒部と、

前記円筒部と前記外筒部との間に配置され、前記軸部の軸方向に回転可能な球部材を備え前記円筒部を前記軸部の径方向に支持するガイ

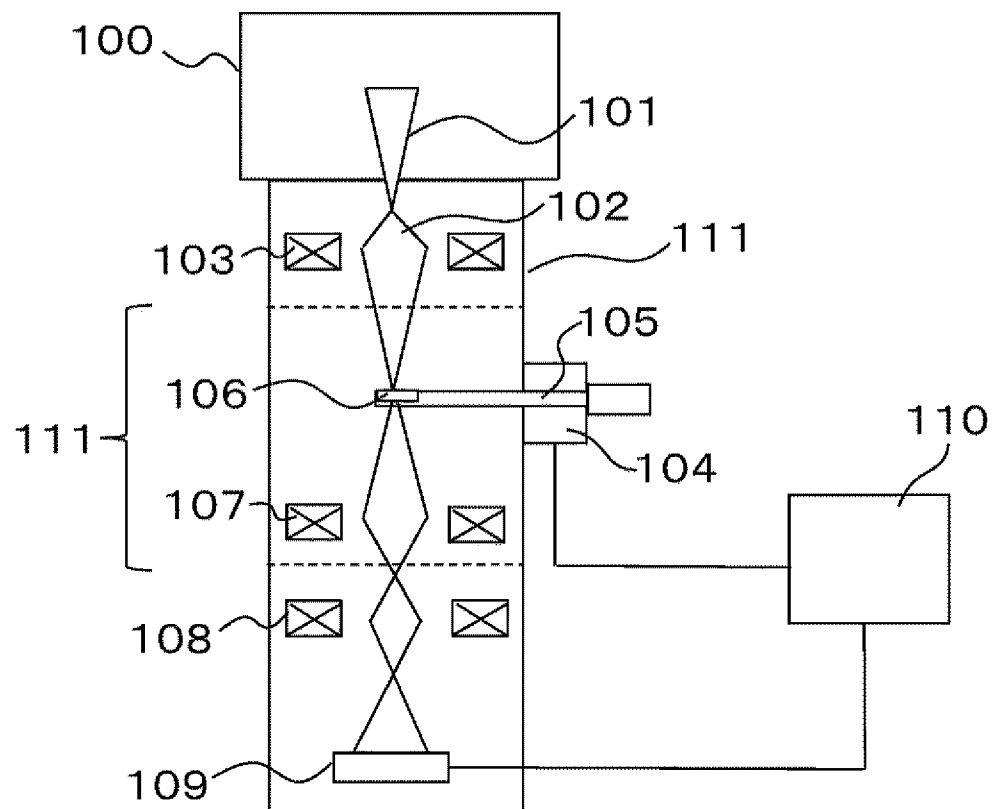
ド部と、を有し、

前記円筒部は、前記試料ホルダが挿入されているときに、前記段差部と接触される支持部を形成し、

当該段差部と支持部との接触により、前記試料ホルダに対して前記軸部の径方向に摩擦力を発生させることを特徴とする荷電粒子線装置用の試料ステージ。

[図1]

図 1



[図2]

図2

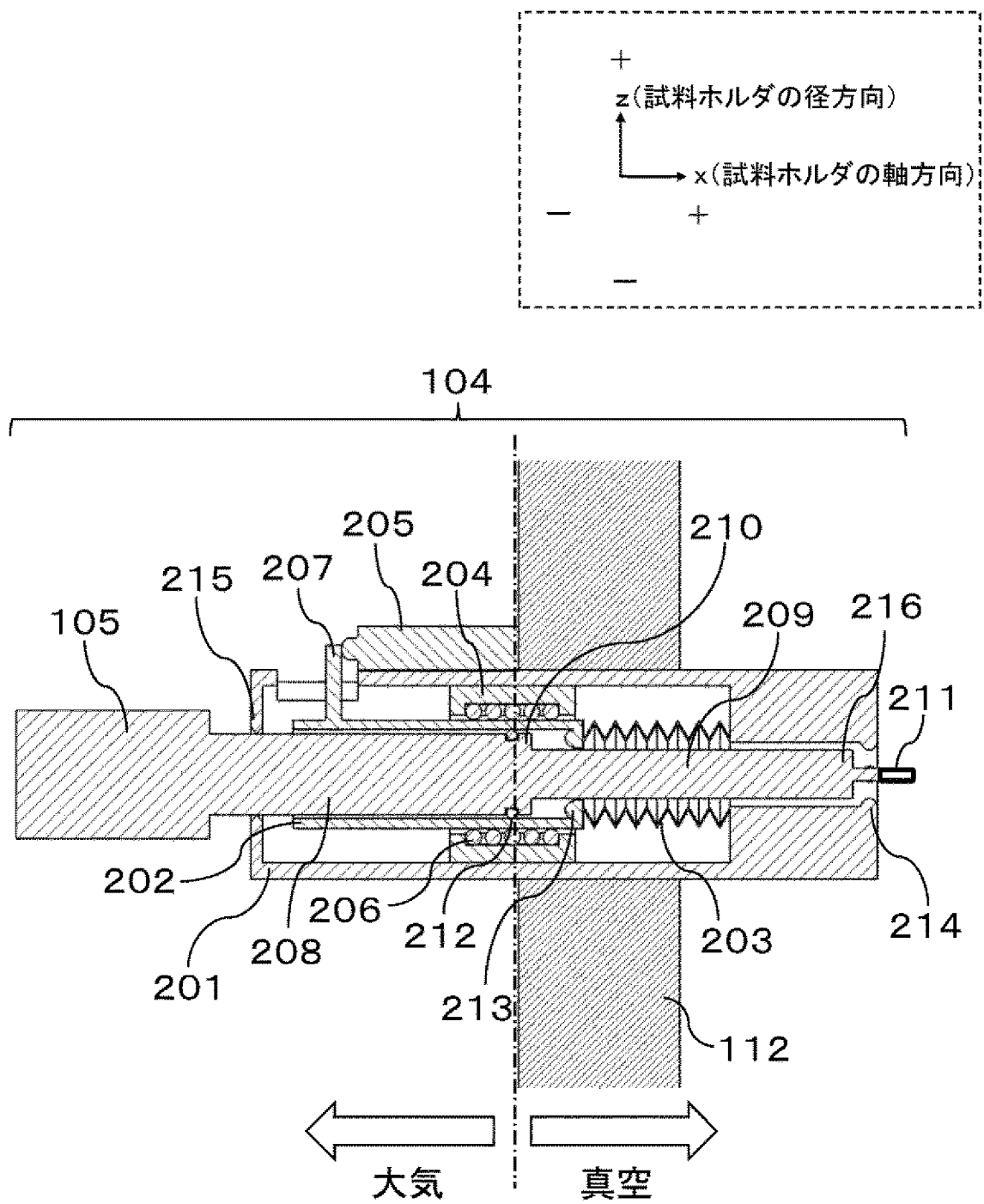
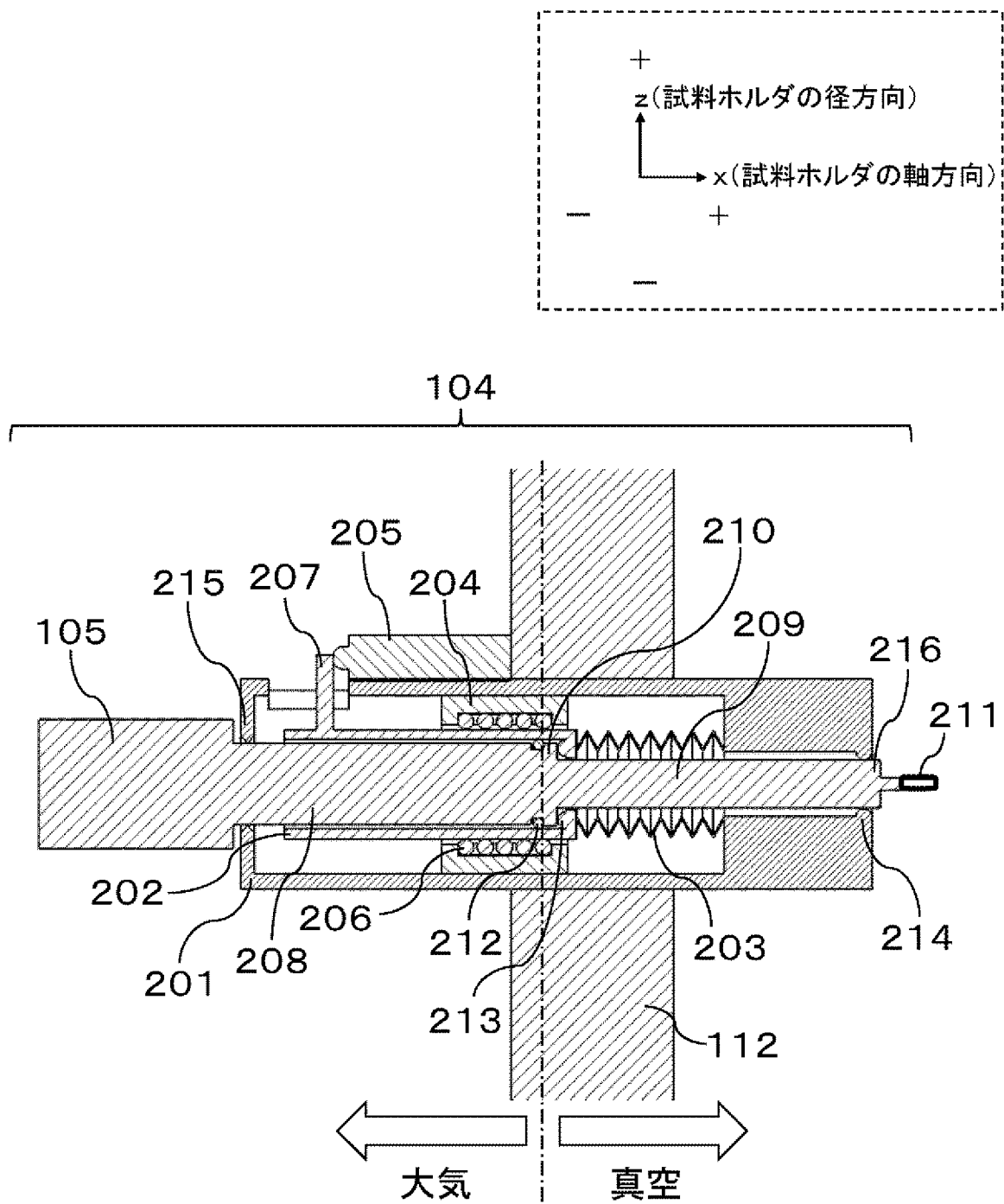
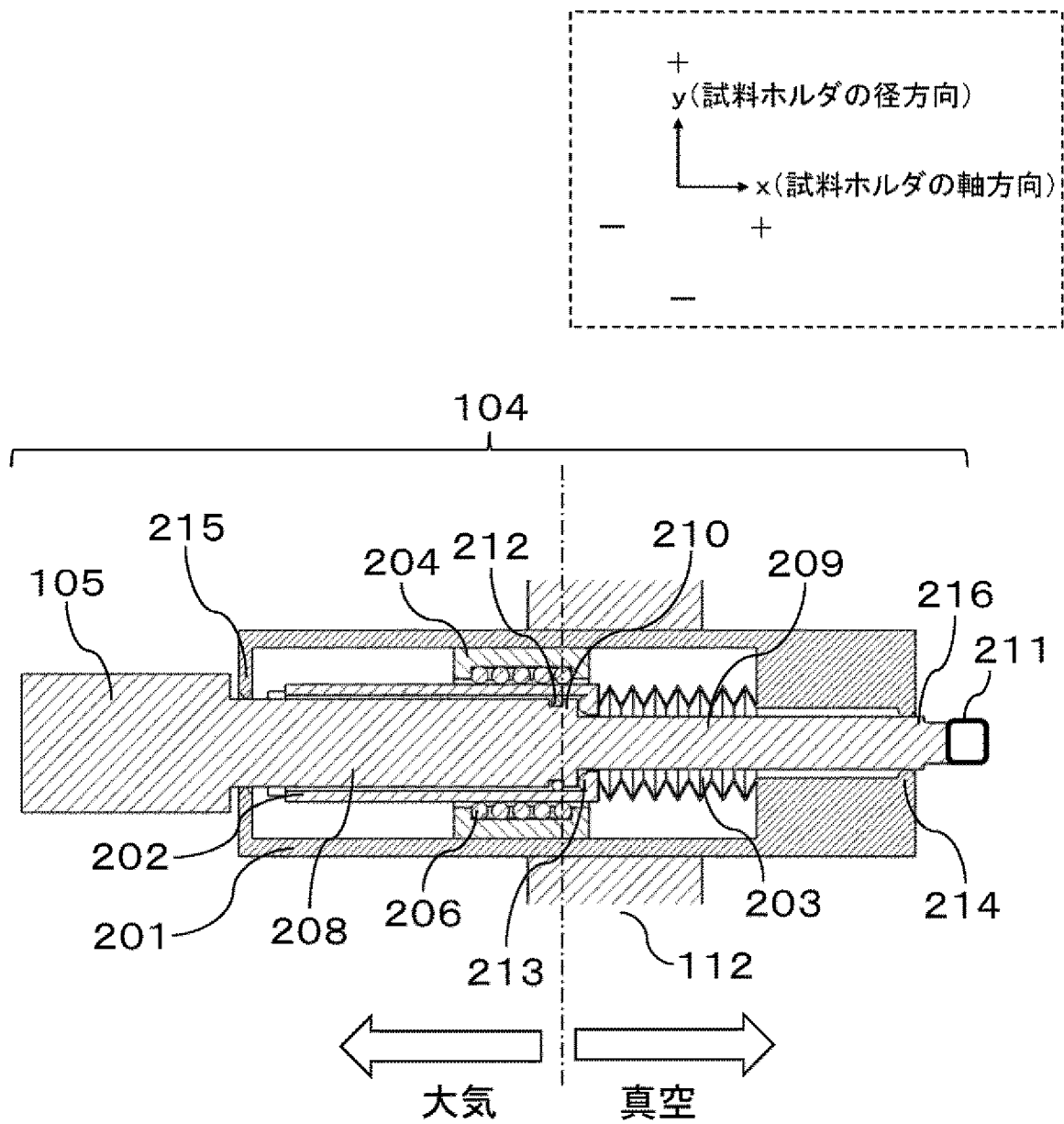


图 3



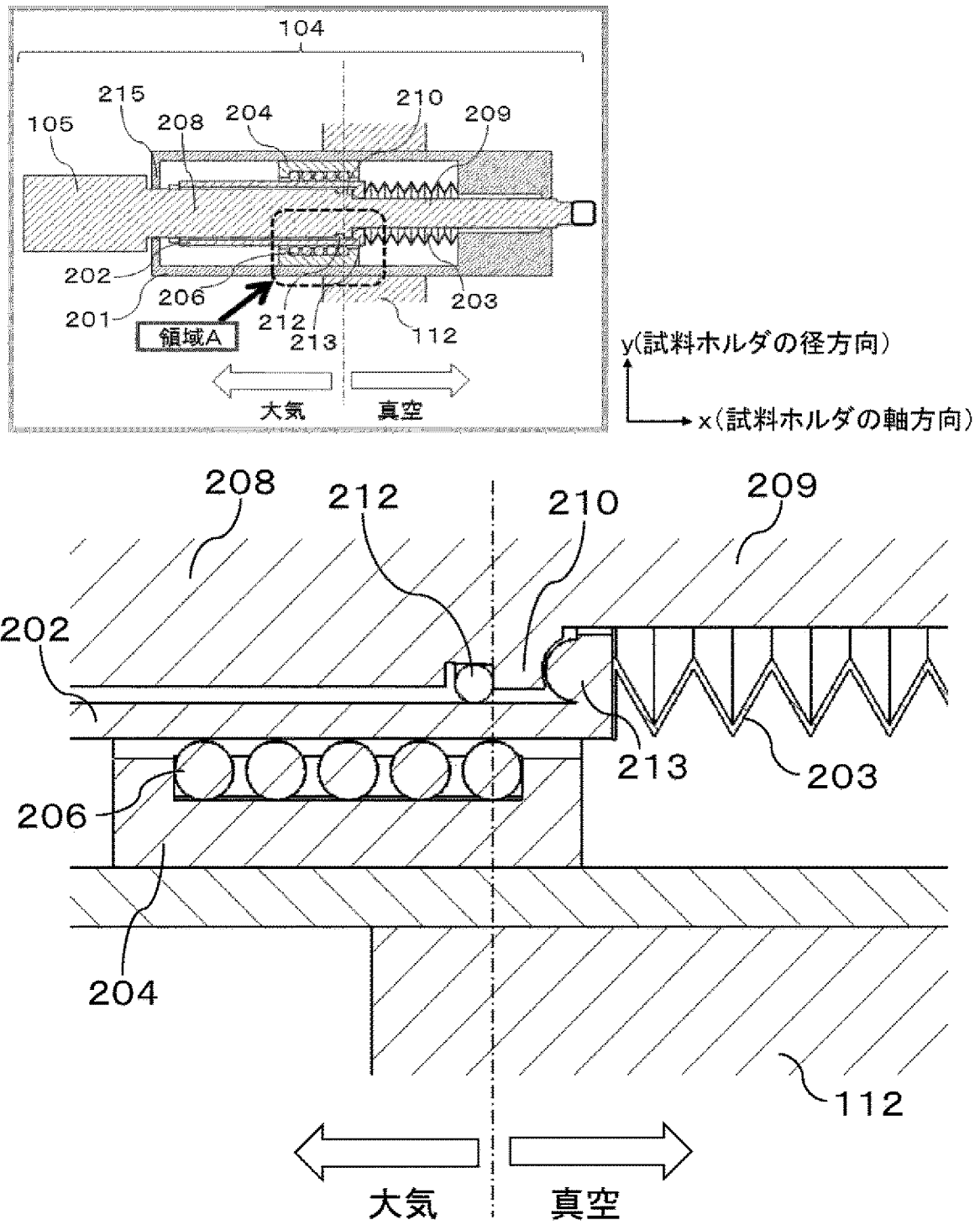
[図4]

図4



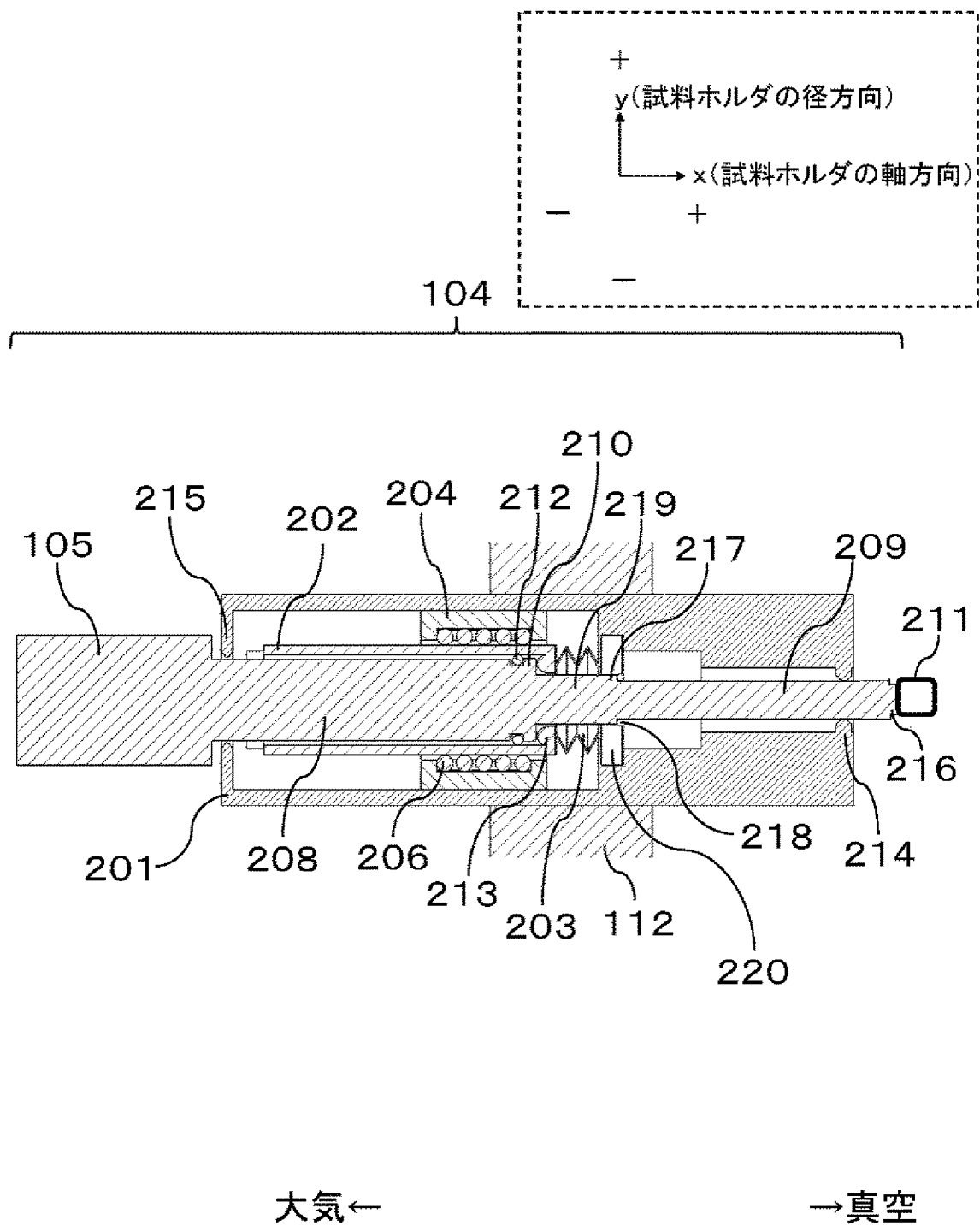
[図5]

図5



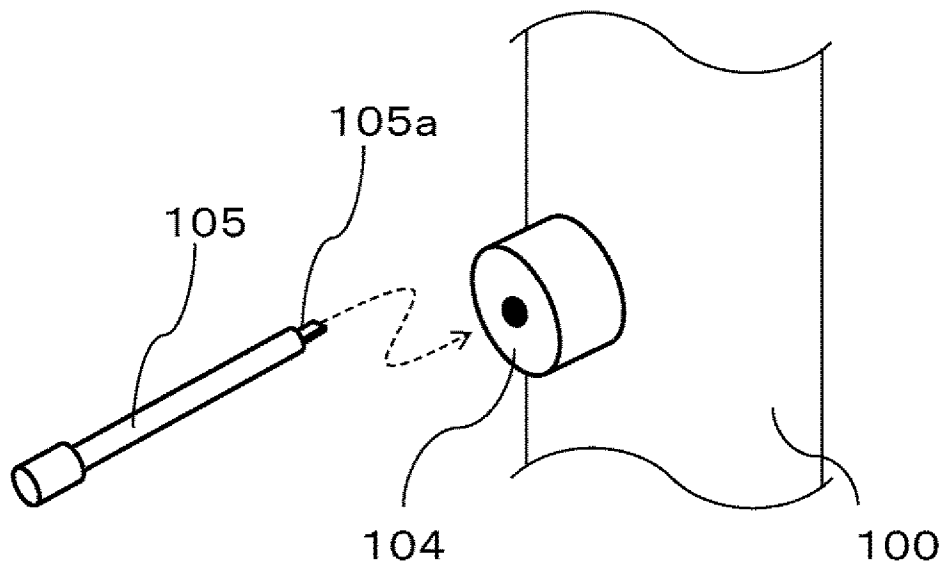
[図6]

図6



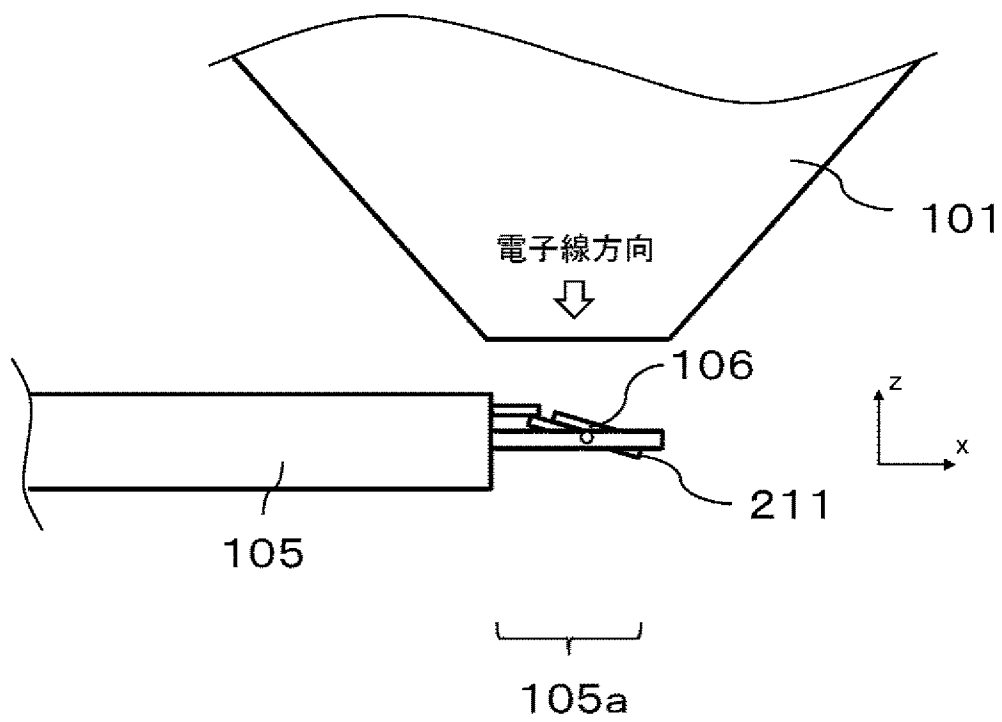
[図7]

図7



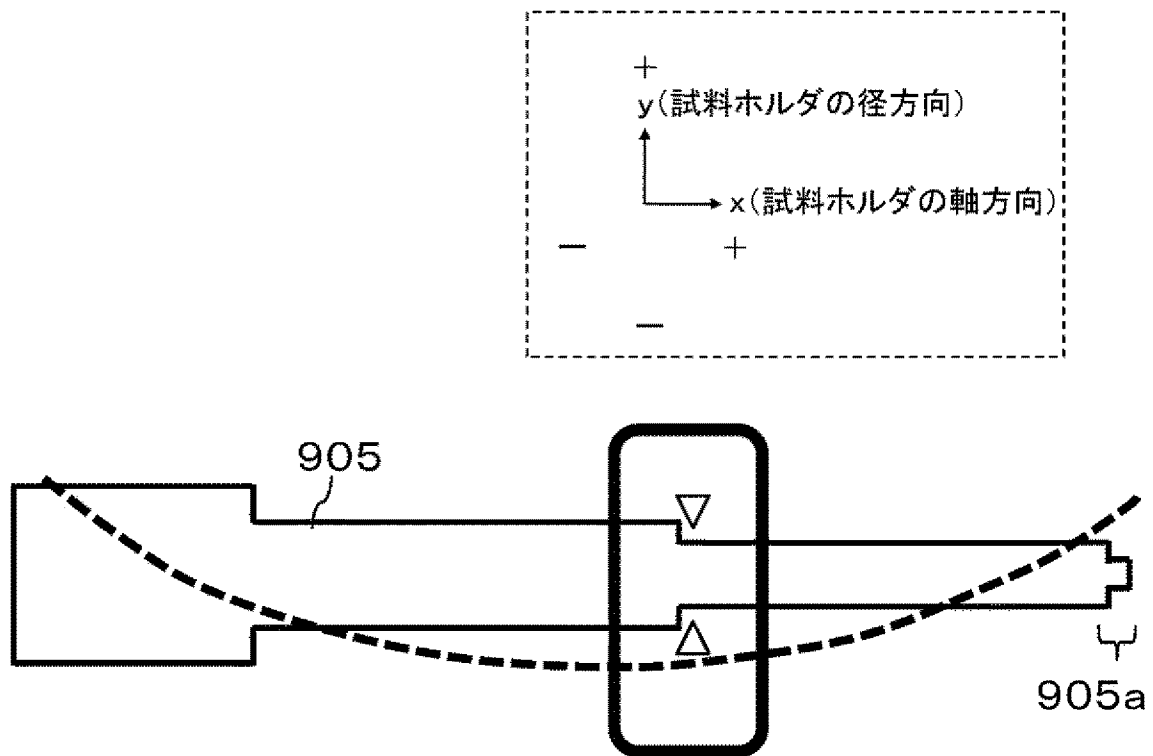
[図8]

図8



[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01J37/20(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) H01J37/20		
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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
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.
A	JP 2014-89936 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 15 May 2014 (15.05.2014), entire text; all drawings & WO 2014/069325 A1 entire text; all drawings	1-8
A	JP 2010-157491 A (JEOL Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), entire text; all drawings & US 2010/0133448 A1 entire text; all drawings	1-8
☒ 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 29 February 2016 (29.02.16)		Date of mailing of the international search report 15 March 2016 (15.03.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/084230

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. 162431/1987 (Laid-open No. 129754/1989) (Hitachi, Ltd.), 04 September 1989 (04.09.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 097855/1979 (Laid-open No. 015567/1981) (JEOL Ltd.), 10 February 1981 (10.02.1981), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2014-38786 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 27 February 2014 (27.02.2014), entire text; all drawings & US 2015/0243472 A1 entire text; all drawings	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01J37/20(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. H01J37/20

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	JP 2014-89936 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2014.05.15, 全文、全図 & W0 2014/069325 A1, 全文、全図	1-8
A	JP 2010-157491 A（日本電子株式会社）2010.07.15, 全文、全図 & US 2010/0133448 A1, 全文、全図	1-8
A	日本国実用新案登録出願62-162431号（日本国実用新案登録出願公開1-129754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）1989.09.04, 全文、全図（フ	1-8

☒ 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

29.02.2016

国際調査報告の発送日

15.03.2016

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）

遠藤 直恵

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

2G

3701

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	ファミリーなし) 日本国実用新案登録出願54-097855号(日本国実用新案登録出願公開56-015567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(日本電子株式会社)1981.02.10, 全文、全図(ファミリーなし)	1-8
A	JP 2014-38786 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2014.02.27, 全文、全図 & US 2015/0243472 A1, 全文、全図	1-8