

(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
2018年5月31日(31.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/096610 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/20 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084744
- (22) 国際出願日: 2016年11月24日(24.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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: 三羽 貴文(MIWA Takafumi); 〒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). 菅野 誠一郎(KANNO Seiichiro); 〒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). 宮 豪(MIYA Go); 〒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: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11号 Tokyo (JP).

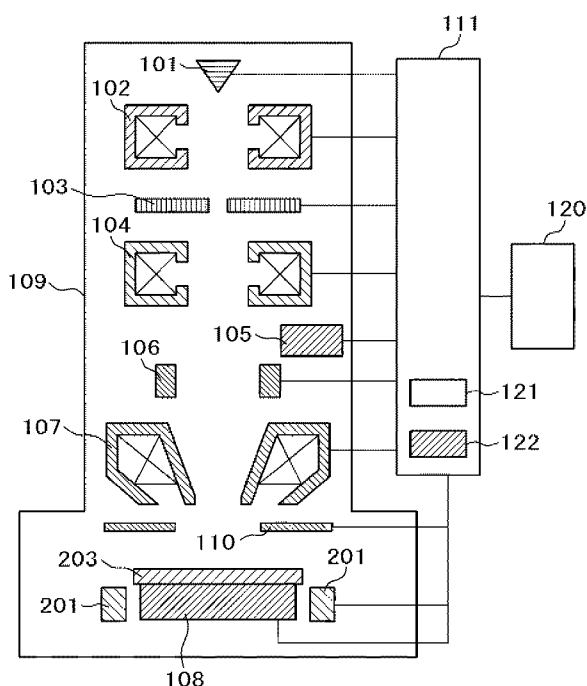
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: CHARGED-PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置

図 1



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a charged-particle beam device capable of eliminating foreign matter adhered on an electric field correction electrode (201) disposed in an outer peripheral portion of a measurement sample. This charged-particle beam device has a sample stage (108) for setting the measurement sample and an electric field correction electrode (201) for correcting an electric field near the outer peripheral portion of the measurement sample, and performs the measuring of the measurement sample by irradiating the sample with a charged-particle beam. A foreign matter eliminating control unit (122) controls a power source connected to the electric field correction electrode (201) in such a manner that the absolute value of the voltage applied to the electric field correction electrode (201) is equal to or greater than the absolute value of the voltage applied to the electric field correction electrode (201) when measuring the measurement sample.

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).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：測定試料の外周部に配置される電界補正用電極（201）に付着した異物を除去可能な荷電粒子線装置を提供するために、測定試料を設置する試料ステージ（108）と、測定試料の外周部近傍の電界を補正する電界補正用電極（201）とを有し、荷電粒子線を照射することにより測定試料の測定を行う荷電粒子線装置において、異物除去制御部（122）は、電界補正用電極（201）へ印加される電圧の絶対値が、測定試料を測定する際に電界補正用電極（201）に印加される電圧の絶対値以上となるように電界補正用電極（201）に接続された電源を制御する。

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する。

背景技術

[0002] 電子顕微鏡やイオン顕微鏡などの荷電粒子線装置は、微細な構造を持つ様々な試料の観察に用いられている。荷電粒子線装置の一つである走査電子顕微鏡は、半導体デバイスのプロセス管理を目的として、試料である半導体ウェーハ上に形成された半導体デバイスのパターンの寸法計測や欠陥検査といった測定に応用されている。

[0003] このような走査電子顕微鏡では、試料の外周部まで形成されている半導体デバイスのパターンの測定が求められる。静電チャックをはじめとした試料保持用の試料ステージや試料室の構造や材質によっては、試料の外周部で電界が歪む。試料の外周部における電界の歪みによって荷電粒子線の軌道を曲げられてしまうと試料の外周部では適正に半導体デバイスのパターンの測定ができなくなってしまう。上記の問題に対して、試料の外周部の近傍で発生する電界の歪みが荷電粒子線に与える影響を抑制する荷電粒子線装置が特許文献 1、2 に開示されている。特許文献 1 には、試料のエッジ近傍で発生する種々の電界のビームへの影響を抑制するために、試料が吸着される側の面となる第 1 の面と、当該第 1 の面と前記試料との間で吸着力を発生するための電圧が印加される第 1 の電極を有する静電チャック機構であって、前記第 1 の面に直交すると共に、前記試料のエッジに接する仮想直線が通過する位置であって、前記第 1 の面に対し相対的に前記試料より離間した位置に配置される第 2 の電極を有し、前記第 1 の面は、当該第 1 の面の面方向の大きさが前記試料に対して小さくなるように形成される静電チャック機構、及び荷電粒子線装置が開示されている。特許文献 2 には、観察試料の周縁部での電界乱れを補正して分解能の低下を防ぐために、試料に荷電粒子線を照射し発

生する二次信号から画像を生成する荷電粒子線装置に用いられる試料保持装置において、試料が載置される面に設けられた複数の電界補正用電極と、荷電粒子線を減速させるリターディング電圧を試料へ印加するリターディング電圧印加用ケーブルとを備え、試料の画像に基づいて電界補正用電極へ印加される電圧が調整される試料保持装置、及び、荷電粒子線装置が開示されている。

[0004] また、半導体デバイスの歩留まりを低下させないようにするため、半導体デバイスのパターンの測定を目的とした荷電粒子線装置では、測定対象である試料に異物を発生させることがないように装置を管理することが求められる。このため、試料に異物を発生させないように管理する荷電粒子線装置および方法が特許文献3に開示されている。特許文献3には、対物レンズに通常使用する時以上の磁界、対物レンズ周辺に配置した電極に通常使用する時以上の電界をかけることで、試料室内に存在する異物を対物レンズと対物レンズ周辺に配置した電極に付着もしくは周辺に引き寄せる、具体的には、光軸中心を電圧印加が可能な専用の台の真上に来るようにステージ移動し、対物レンズの磁界をOffにしてから、対物レンズ周辺に配置した電極とステージ周辺に配置した電極間の電位差を周期的に最大と最小にすることで電圧印加可能な専用の台に強制的に落下させる方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2015-176683号公報
特許文献2：特開2010-033724号公報
特許文献3：特開2014-082140号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 特許文献1、2に記載されているように、荷電粒子線装置では試料の外周部の電界の歪みを抑制するため、試料の外周部に電界補正用電極を設けて測

定する位置に応じた電界の歪みの補正が必要である。しかしながら、発明者等が検討した結果、測定する位置に応じた電界補正用電極とその近傍の電位勾配の変化によって、電界補正用電極に異物が付着することが分かった。電界補正用電極に付着した異物が飛散すると、測定対象となる試料に異物が付着してしまうため、電界補正用電極に付着した異物を除去する必要がある。そこで、発明者等は、電界補正用電極に付着した異物を除去するために特許文献3に記載の方法について検討した。しかしながら、特許文献3では電界補正用電極の設置が想定されておらず、特許文献3に記載された方法を単にそのまま適用しても電界補正用電極に付着した異物を除去することができないことが分かった。

[0007] 本発明の目的は、試料の外周部に配置される電界補正用電極に付着した異物を除去可能な荷電粒子線装置を提供することにある。

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実施形態として、測定試料を設置する試料ステージと、

前記測定試料の外周部近傍の電界を補正する電界補正用電極と、を有し、
前記測定試料に荷電粒子線を照射することにより前記測定試料の測定を行う荷電粒子線装置であって、

前記試料ステージにダミー試料が設置されている、または前記試料ステージに前記測定試料及び前記ダミー試料の両者とも設置されない時に、前記電界補正用電極に第一電圧を、及び／または前記電界補正用電極の近傍に配置された近傍電極に対して第二電圧を印加し、電界補正用電極に付着した異物を除去する制御を行う異物除去制御部を有し、

前記異物除去制御部は、前記電界補正用電極に印加される電圧が、前記第一電圧及び／または前記第二電圧が周期性を有する、もしくは前記第一電圧の絶対値及び／または前記第二電圧の絶対値が前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上となるように前記電界補正用電極に接続された電源及び／または前記近傍電極に接続された電源を制御すること

を特徴とする荷電粒子線装置とする。

[0009] また、他の実施形態として、荷電粒子銃と、前記荷電粒子銃から放出された荷電粒子を含む荷電粒子線が照射される測定試料が設置される試料ステージと、前記試料ステージの周辺部に配置され前記測定試料の外周部近傍の電界を補正する電界補正用電極と、対物レンズを含み前記荷電粒子線に対する荷電粒子光学系と、各構成要素を制御する制御部と、前記制御部に接続された表示部と、を有する荷電粒子線装置において、

前記表示部は、

前記電界補正用電極に付着した異物を除去するときに前記電界補正用電極に印加される、周期性を有する電圧の時間変化、或いは、前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上である電圧の絶対値の時間変化を表示すること

を特徴とする荷電粒子線装置とする。

[0010] また、他の実施形態として、荷電粒子銃と、前記荷電粒子銃から放出された荷電粒子を含む荷電粒子線が照射される測定試料が設置される試料ステージと、前記試料ステージの周辺部に配置された電界補正用電極と、対物レンズを含み前記荷電粒子線に対する荷電粒子光学系と、各構成要素を制御する制御部と、前記制御部に接続された表示部と、を有する荷電粒子線装置において、

前記表示部は、

前記電界補正用電極に付着した異物を除去するときに前記電界補正用電極の近傍の電極に印加される、周期性を有する電圧の時間変化、或いは、前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上である電圧の絶対値の時間変化を表示すること

を特徴とする荷電粒子線装置とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、試料の外周部に配置される電界補正用電極に付着した異物を除去可能な荷電粒子線装置を提供することができる。

[0012] 上記した以外の課題、構成およ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

[0013] [図1]本発明の第1の実施例に係る荷電粒子線装置（走査電子顕微鏡）の一例を示す概略構成断面図（一部ブロック図）である。

[図2]図1に示す荷電粒子線装置における電界補正用電極およびその近傍を拡大した断面図である。

[図3]図2に示す電界補正用電極から異物を除去するときに、電界補正用電極へ印加する電圧の絶対値の時間変化を示す説明図である。

[図4]本発明の第2の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極およびその近傍を拡大した断面図である。

[図5]本発明の第3の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極から異物を除去するときに、電界補正用電極へ印加する電圧の絶対値の時間変化を示す説明図である。

[図6]本発明の第4の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極およびその近傍を拡大した断面図である。

[図7]図6に示す電界補正用電極から異物を除去するときに、電界補正用電極の近傍の電極へ印加する電圧の絶対値の時間変化を示す説明図である。

[図8]本発明の第5の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極から異物を除去する工程を示すフローチャートである。

[図9]本発明の第6の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極から異物を除去するときに、電界補正用電極及びその近傍の電極へ印加する電圧の絶対値の時間変化を示す説明図である。

[図10]本発明の第6の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極から異物を除去する工程を示すフローチャートである。

[図11]本発明の第7の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極およびその近傍を拡大した断面図である。

[図12]図11に示す電界補正用電極から異物を除去するときに、電界補正用

電極へ印加する電圧の絶対値の時間変化を示す説明図である。

[図13]本発明の第8の実施例に係る荷電粒子線装置における電界補正用電極およびその近傍を拡大した断面図である。

[図14]図13に示す電界補正用電極から異物を除去する工程を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 発明者等は、電界補正用電極に付着した異物を除去する方法について検討した。その結果、試料ステージに測定対象ではない試料が設置されている、または試料が設置されていないときに、電界補正用電極またはその近傍の電極に対して、測定時における印加電圧の絶対値以上の絶対値である電圧、もしくは周期性を有する電圧を印加することにより、電界補正用電極に付着した異物が除去されることを見出した。本発明は、課題を含む新たな知見に基づいて生まれたものである。

[0015] 以下では、本発明を適用した荷電粒子線装置の一例として、観察や検査、計測に用いられる走査電子顕微鏡に適用した実施の形態について説明するが、電子ビームだけでなく、イオンビームを用いて観察等を行う集束イオンビーム装置にも適用できる。

[0016] なお、本発明は下記の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、下記の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。

実施例 1

[0017] 実施例1に係る荷電粒子線装置及びその電界補正用電極に付着した異物を除去する構成について、図1、図2および図3を用いて説明する。

[0018] 図1は本実施例の荷電粒子線装置の概略全体構成断面図(一部ブロック図)

である。筐体 109 の内部に設置された電子銃 101 より 1 次電子線は、第 1 コンデンサレンズ 102、絞り 103、第 2 コンデンサレンズ 104、走査偏向器 106、対物レンズ 107、シールド電極 110 などを通して収束や偏向され、試料ステージ 108 の上に保持される観察や検査、計測用の試料（以下、測定試料という）の測定位置に照射される。

[0019] 1 次電子線の照射によって測定試料から放出される 2 次電子の一部は検出器 105 に到達する。検出器 105 で検出された 2 次電子信号により、画像を形成し、測定試料の寸法計測や欠陥検査などの測定ができる。シールド電極 110 は、測定試料全面における電界の歪みを抑制し、測定試料を測定するときに 1 次電子線の軌道が曲がることを抑制するために設けられている。また、電界補正用電極 201 は、測定試料の外周部の電界の歪みを抑制するために設けられている。

[0020] 上記電子銃 101、第 1 コンデンサレンズ 102、絞り 103、第 2 コンデンサレンズ 104、走査偏向器 106、対物レンズ 107、シールド電極 110、試料ステージ 108、電界補正用電極 201 など、荷電粒子線装置の各構成への電圧の印加などの動作は制御部 111 で制御される。筐体 109 は図示しない真空ポンプによって排気される。符号 120 は表示部を備えたデータ入出力部を示す。この表示部はデータ入出力部と分離した別体として配置することもできる。符号 121 は記憶部、符号 122 は異物除去制御部を示す。なお、図 1 では測定試料ではなく、電界補正用電極に付着した異物を除去するときに用いる測定対象でない試料 203（以下、ダミー試料という）が試料ステージ 108 の上に載置された状態を示す。

[0021] 図 2 は、図 1 に示す電界補正用電極 201 とその近傍の試料ステージ 108 含む構成要素を拡大した断面図である。本実施例で試料ステージ 108 に保持される試料は、例えば、半導体ウェーハ等の測定試料、或いは、ダミー試料 203 である。また、試料ステージ 108 は、高抵抗アルミナ製の円盤とその内部に配置された静電チャック電極 205 と静電チャック電極 206 を有する。それぞれの静電チャック電極 205、206 には、電圧を印加す

るための静電チャック電源２０７および静電チャック電源２０８がそれぞれ接続されており双極型の静電チャックを構成している。

[0022] さらに静電チャックの外周部には、電界補正電圧を印加する電界補正用電源２０２が接続された円形状の電界補正用電極２０１が配置されている。電界補正用電極は一体物である必要はなく、複数の部材の複合体で構成することもできる。静電チャック電源２０７、静電チャック電源２０８、電界補正用電源２０２はいずれもリターディング電圧を印加するリターディング電源２０９に接続され、静電チャック電極２０５、静電チャック電極２０６、電界補正用電極２０１、測定試料或いはダミー試料２０３のそれぞれにリターディング電圧に相当するリターディング電位が重畳される。リターディング電位によって高い加速電圧で一次電子線を加速し、測定試料に照射する直前で照射エネルギーを低減する、いわゆるリターディング法が適用できる。リターディング電源２０９はアース２１０に接続される。

[0023] 図３は、図２に示す電界補正用電極から異物を除去するときに、電界補正用電極２０１に印加する電圧の絶対値３０１の時間変化を示す説明図である。図２の構成において、電界補正用電極２０１に電圧を印加する。電圧の印加により電位勾配が形成されると、異物にはクーロン力や誘電泳動力などの力が作用し、異物が飛散する場合がある。ここで、図３に例示するように、電界補正用電極２０１に印加する電圧の絶対値３０１は、測定時に電界補正用電極２０１に印加する電圧の絶対値の最大値３０２以上である。更に、この最大値を超えることが望ましい。この電圧設定は、表示部を備えた入出力部１２０により行うことができる。また、事前に記憶部１２１に登録しておくこともできる。また、測定時における電界補正用電極への印加電圧の絶対値の最大値を記録しておき、その値に対して所定の電圧を加えた電圧値を制御部１１１内で演算し、設定することもできる。また、図３に対応する、電界補正用電極２０１に印加する電圧の絶対値３０１の時間変化を入出力部１２０の表示部に表示させることもできる。また、表示対象は、絶対値ではなく、極性を有する電圧値でもよい。

[0024] このような電圧を異物除去制御部 122 により電界補正用電極 201 に印加するように電源（電界補正用電源 202 やリターディング電源 209）を制御することにより、異物を除去するときに前記電界補正用電極と前記近傍電極との電位勾配が、前記試料を測定するときの前記電界補正用電極と前記近傍電極との電位勾配よりも大きくなり、測定時には電界補正用電極 201 から飛散しない異物が電界補正用電極 201 から飛散し、ダミー試料 203 に付着する。これにより、電界補正電極 201 に付着していた異物は除去されるため、ダミー試料 203 を搬出した後、測定試料を測定するとき、測定位置に応じて印加電圧が変化しても電界補正用電極 201 からの異物の飛散を抑制することができる。

[0025] 本実施例によれば、試料の外周部に配置される電界補正用電極に付着した異物を除去可能な荷電粒子線装置を提供することができる。これにより、電界補正用電極に起因する測定試料への異物付着を抑制することができる。

[0026] 本実施例では試料ステージ 108 に静電チャックが含まれる構成で実施の形態を説明したが、必ずしも静電チャックが含まれる構成である必要はなく、例えば試料の外周部に電界補正用電極を有するホルダタイプの試料ステージでも同様に適用することができる。また、静電チャックは高抵抗アルミナ以外の材料で構成されても良いだけでなく、静電チャック電極を 2 つ有する双曲型の構成である必要はなく、1 つまたは 3 つ以上の静電チャック電極から構成されても良い。さらに、リターディング電位を重畳する必要がない場合はリターディング電源 209 がなくてもよい。また、リターディング電源 209 に接続された接触子を接触させて試料をリターディング電位にする構成であってもよい。

実施例 2

[0027] 本発明の第 2 の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例 1 に記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

[0028] 本実施例では、測定試料は言うまでもなくダミー試料をも用いることなく

電界補正用電極に付着した異物を除去する構成について説明する。図4は本実施例における電界補正用電極201とその近傍の試料ステージ108含む構成要素を拡大した断面図である。なお、図4において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。実施例1では、ダミー試料203が試料ステージに保持されている場合としたが、本実施例では、ダミー試料が試料ステージに保持されていない場合とした点が実施例1と比較した場合の変更点である。

[0029] 本実施例では図4に示した構成で、異物を除去するために異物除去制御部122により電界補正用電極201に電圧を印加するように電源（電界補正用電源202やリターディング電源209）を制御する。ここで、実施例1で例示した図3のように、電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値301は、測定時に電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値の最大値302以上である。更に、この最大値を超えることが望ましい。この電圧設定は、表示部を備えた入出力部120により行うことができる。また、事前に記憶部121に登録しておくこともできる。また、測定時における電界補正用電極への印加電圧の絶対値の最大値を記録しておき、その値に対して所定の電圧を加えた電圧値を制御部111内で演算し、設定することもできる。また、図3に対応する、電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値301の時間変化を入出力部120の表示部に表示させることもできる。また、表示対象は、絶対値ではなく、極性を有する電圧値でもよい。

[0030] 実施例1では、電界補正用電極201から除去された異物がダミー試料203に付着する。異物が付着すると、ダミー試料203は異物の発生源となる可能性があるため再び異物を除去するときには利用できず、電界補正用電極201から異物を除去する度に、ダミー試料203を新たに用いなければならない場合があった。本実施例により、ダミー試料203を新たに使用する必要がなくなりランニングコストを抑制できるという利点がある。

[0031] 本実施例によれば、実施例1と同様の効果を得ることができる。また、ダミー試料が不要であり、ランニングコストを抑制することができる。

実施例 3

[0032] 本発明の第3の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例1又は2に記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

[0033] 本実施例では、効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去する構成を説明する。全体構成は、実施例1と同様で、電界補正用電極201とその近傍の試料ステージ108含む構成要素を拡大した断面図は図2の通りである。実施例1で参照した図と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。図5は本実施例における異物を除去するとき、電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値301の時間変化を示す説明図である。実施例1では、異物を除去するときには必ず電界補正用電極201への印加電圧の絶対値301が測定時における電界補正用電極201への印加電圧の絶対値の最大値302以上としたが、本実施例では、異物を除去するときには電界補正用電極201への印加電圧の絶対値301が周期的に変化する点が実施例1と比較した場合の変更点である。

[0034] 本実施例は図2に示した構成で、異物を除去するために異物除去制御部122により電界補正用電極201に電圧を印加するように電源（電界補正用電源202やリターディング電源209）を制御する。ここで、電界補正用電極201に印加する電圧は、図5に例示するように、周期性を持った電圧である。周期性とは時間的な周期性、段階的に電圧の絶対値を大きくする周期性のうちいずれか一方またはその両方である。この印加する電圧及び周期の設定は、表示部を備えた入出力部120により行うことができる。また、事前に記憶部121に登録しておくこともできる。また、図5に対応する、電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値301の時間変化を入出力部120の表示部に表示させることもできる。また、表示対象は、絶対値ではなく、極性を有する電圧値でもよい。

[0035] 一回の電圧印加による電界補正用電極201とその近傍の電位勾配の変化では電界補正用電極201から飛散しなかった異物が、電界補正用電極20

1 に周期性を有する電圧を印加することにより飛散し除去できる。そのため、本実施例により効果的に異物を除去できるという利点がある。

[0036] 本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、電界補正用電極への印加電圧の絶対値を周期的に変化させることにより、より効果的に異物を電界補正用電極から除去することができる。

実施例 4

[0037] 本発明の第 4 の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例 1 乃至 3 の何れかに記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

[0038] 本実施例では、効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去する別の構成を説明する。図 6 は本実施例における電界補正用電極 201 とその近傍の試料ステージ 108 含む構成要素を拡大した断面図である。なお、図 6 において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。実施例 1 から実施例 3 とは異なり、電界補正用電極 201 の近傍に対物レンズ 107 とシールド電極 110 が配置されるように試料ステージ 108 と電界補正用電極 201 とを移動させている点が変更点である。図 7 は本実施例における電界補正用電極 201 の近傍の電極への印加電圧の絶対値 701 の時間変化を示す説明図である。

[0039] 本実施例では、図 6 に示した構成において、異物を除去するために異物除去制御部 122 により電界補正用電極 201 の近傍の電極に電圧を印加するように電界補正用電極 201 の近傍の電極に接続された電源を制御する。図 7 に例示した通り、電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 の時間変化は周期的であり、かつ、その大きさは測定時に電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値の最大値 702 以上である。更に、この最大値を超えることが望ましい。この印加する電圧及び周期の設定は、表示部を備えた入出力部 120 により行うことができる。また、事前に記憶部 121 に登録しておくこともできる。また、印加電圧に関し、測定時における電界補正用電極の近傍の電極への印加電圧の絶対値の最大

値を記録しておき、その値に対して所定の電圧を加えた電圧値を制御部 111 内で演算し、設定することもできる。また、図 7 に対応する、電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 301 の時間変化を入出力部 120 の表示部に表示させることもできる。また、表示対象は、絶対値ではなく、極性を有する電圧値でもよい。

[0040] ここで、電界補正用電極 201 の近傍電極とは、ダミー試料 203、対物レンズ 107、静電チャック電極 205、静電チャック電極 206、シールド電極 110 の少なくとも一者である。近傍の電極に電圧を印加するための電源は、電界補正用電源 202 よりも印加電圧の範囲が大きく、静電チャック電源 207、静電チャック電源 208、リターディング電源 209、図示されていない対物レンズにそれぞれ接続された電源のいずれか一つ以上、または、その全部である。

[0041] なお、本実施例では、電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 が、測定時に電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値の最大値 702 以上となるように設定したが、本実施例のように印加電圧が周期性を有する場合には、測定時に電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値の最大値 702 以下であっても電界補正用電極に付着した異物の除去効果を得ることができる。但し、高い電圧ほど異物除去効果が高く、測定時に電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値の最大値 702 以上とすることが望ましい。

[0042] 実施例 1 では、電界補正用電源 202 で電界補正用電極 201 に電圧を印加するだけでは、電界補正用電極 201 の近傍に形成される電位勾配を十分に大きくできない場合があった。電界補正用電極 201 の近傍に形成される電位勾配が十分に大きいと、電界補正用電極 201 から異物が飛散し除去しやすくなる。本実施例によって、電界補正用電源 202 とは異なる電源を用いて、電界補正用電極 201 の近傍に形成される電位勾配を大きくし、効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去できる。

[0043] なお、電界補正用電極 201 の近傍に対物レンズ 107 とシールド電極 1

10が配置されていない構成であっても同様に実施適用することができる。

[0044] 本実施例によれば、実施例1と同様の効果を得ることができる。また、電界補正用電極の近傍に電極を配置し近傍の電極に電圧を印加することにより、より効果的に異物を電界補正用電極から除去することができる。

実施例 5

[0045] 本発明の第5の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例1乃至4の何れかに記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

[0046] 本実施例では、効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去する構成を説明する。本実施例における電界補正用電極201とその近傍の試料ステージ108含む構成は、図6に示した構成と同一である。実施例1から実施例4までに参照した図と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。図8は本実施例における電界補正用電極から異物を除去する工程を示すフローチャートである。

[0047] ダミー試料（ダミーウェーハ）203を試料ステージ上に搬入する（ステップS801）。次に、電界補正用電極201の近傍の電極に異物を除去するための電圧を印加する（ステップS802）。次に、電界補正用電極201に異物を除去するための電圧を印加する（ステップS803）。ここで、図7に例示した通り、電界補正用電極201の近傍の電極に印加する電圧の絶対値701の時間変化は周期的であり、かつ、その大きさは測定時に電界補正用電極201の近傍の電極に印加する電圧の絶対値の最大値702以上である。また、図3に例示するように、電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値301は、測定時に電界補正用電極201に印加する電圧の絶対値の最大値302以上である。更に、それぞれこれらの最大値を超えることが望ましい。

[0048] その後、ダミー試料203を搬出する（ステップS804）。なお、電界補正用電極201へ付着した異物を除去するための電界補正用電極の近傍の電極や電界補正用電極への電圧の印加は、異物除去制御部122により各々

の電極に接続された電源を制御することにより行うことができる。

- [0049] 電界補正用電極 201 の近傍の電極には異物が付着している場合がある。特に、磁場を形成する対物レンズには磁性を持った異物が多く付着している場合がある。そのため、実施例 4 では、電界補正用電極 201 の近傍の電極への印加電圧の変化によって、電界補正用電極 201 の近傍の電極付近の電位勾配が大きく変化し、電界補正用電極 201 の近傍の電極から飛散した異物が電界補正用電極 201 に付着する可能性がある。本実施例によって、電界補正用電極 201 の近傍の電極に付着した異物が飛散した後に電界補正用電極 201 に付着したとしても、その後に電界補正用電極 201 に付着した異物を除去するため、電界補正用電極 201 からの異物除去の効果が大きい利点がある。

- [0050] 本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、電界補正用電極の近傍に電極を配置し近傍の電極に電圧を印加した後、電界補正用電極に電圧を印加することにより、より効果的に異物を電界補正用電極から除去することができる。

実施例 6

- [0051] 本発明の第 6 の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例 1 乃至 5 の何れかに記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

- [0052] 本実施例では、効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去する構成について説明する。本実施例における電界補正用電極 201 とその近傍の試料ステージ 108 含む構成は図 6 に示した構成と同一である。実施例 1 から実施例 5 までに参照した図と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。図 9 は本実施例における電界補正用電極 201 への印加電圧の絶対値 301 および電界補正用電極 201 の近傍の電極への印加電圧の絶対値 701 の時間変化を示す説明図である。図 10 は本実施例における電界補正用電極から異物を除去する工程を示すフローチャートである。本実施例では、電界補正用電極 201 に印加する電圧の絶対値 301 の時間変化

と電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 の時間変化が同期する点が実施例 5 と比較した場合の変更点である。

[0053] 図 10 に示すように、先ずダミー試料（ダミーウェーハ）203 を試料ステージ上に搬入する（ステップ S801）。次に、電界補正用電極 201 と電界補正用電極 201 の近傍の電極にそれぞれ異物を除去するための電圧を印加する（ステップ S1051）。ここで、電界補正用電極 201 に印加する電圧の絶対値 301 と、電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 を同期して変化させる。

[0054] 具体的な例としては、図 9 に例示する通り、電界補正用電極 201 に印加する電圧の絶対値 301 が変化した時間 t_0 から Δt だけ遅れた時間後に電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 を変化させる。ここで Δt の時間遅れがなくてもよい。電界補正用電極 201 への印加電圧と電界補正用電極 201 の近傍への印加電圧の極性が異なる場合はそれぞれの印加電圧の絶対値が同時に最大になるようにする。極性が同じ場合は電界補正用電極 201 と電界補正用電極 201 の近傍の電極との間の電位勾配が大きくなるようにする。例えば、一方の印加電圧の絶対値が最大となるときに、もう一方の印加電圧の絶対値が 0 となるように印加電圧を制御する。

[0055] その後、ダミー試料 203 を搬出する（ステップ S804）。なお、電界補正用電極 201 へ付着した異物を除去するための電界補正用電極の近傍の電極や電界補正用電極への電圧の印加は、異物除去制御部 122 により各々の電極に接続された電源を制御することにより行うことができる。

[0056] 実施例 5 では、電界補正用電極 201 とその近傍の電極との間の電位勾配が十分ではなく、異物を除去できない恐れがあった。本実施例においては、電界補正用電極 201 とその近傍の電極との間の電位勾配を大きくし、効率的に電界補正用電極に付着した異物を除去できるという利点がある。

[0057] 本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、電界補正用電極 201 に印加する電圧の絶対値の時間変化と電界補正用電極の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 の時間変化を同期させることによ

り、より効果的に異物を電界補正用電極から除去することができる。

実施例 7

[0058] 本発明の第7の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例1乃至6の何れかに記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

[0059] 本実施例では、必要なときのみ電界補正用電極に付着した異物を除去する構成について説明する。図11は本実施例における電界補正用電極201とその近傍の試料ステージ108含む構成を拡大した断面図である。なお、図11において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。本実施例では電界補正用電極201の代わりに、表面が鏡面化された電界補正用電極1151を用いた点が、実施例1と比較した場合の変更点である。図12は、図11に示す表面が鏡面化された電界補正用電極から異物を除去するときに、表面が鏡面化された電界補正用電極1151へ印加する電圧の絶対値1251の時間変化を示す説明図である。

[0060] 本実施例では、図11に示した構成において、異物除去制御部122により表面が鏡面化された電界補正用電極1151に電圧を印加するように表面が鏡面化された電界補正用電極1151に接続された電源を制御し、表面が鏡面化された電界補正用電極1151に付着した異物を除去する。ここで、表面が鏡面化された電界補正用電極1151に印加する電圧の絶対値1251は、測定時の表面が鏡面化された電界補正用電極1151に印加する電圧の絶対値の最大値1252以上である。更に、この最大値を超えることが望ましい。この印加する電圧及び周期の設定は、表示部を備えた入出力部120により行うことができる。また、事前に記憶部121に登録しておくこともできる。また、印加電圧に関し、測定時における電界補正用電極への印加電圧の絶対値の最大値を記録しておき、その値に対して所定の電圧を加えた電圧値を制御部111内で演算し、設定することもできる。また、図12に対応する、表面が鏡面化された電界補正用電極1151に印加する電圧の絶対値1251の時間変化を入出力部120の表示部に表示させることもでき

る。

[0061] 表面が鏡面化された電界補正用電極 1151 の表面粗さは小さく、例えば、算術平均粗さ R_a 値で 1 nm 以下である。このような表面粗さにすることで、数ナノメートルから数十ミクロンの粒径の異物と、表面が鏡面化された電界補正用電極 1151 との間の実効的な接触面積が大きくなり、ファンデルワールス力をはじめとした付着力で表面が鏡面化された電界補正用電極 1151 に付着している異物の付着力が増加する。実施例 1 から実施例 6 では、一度電界補正用電極から異物を除去した後に再度電界補正用電極から異物を除去するまでの間に、電界補正用電極に付着した異物の付着力が小さいため、測定対象である試料の測定時に、測定位置に応じた電界補正用電極への電圧印加によって異物が飛散してしまう恐れがある。本実施例においては、異物の付着力が向上するため異物を除去する電圧を印加するとき以外には電界補正用電極に付着した異物が飛散せず、測定時における測定対象である試料への異物付着防止や飛散の抑制や電界補正用電極に対する異物除去を実施する回数を減らしスループット低下を抑制できるという利点がある。

[0062] 本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、表面が鏡面化された電界補正用電極を用いることにより、測定時の電界補正用電極からの異物飛散を抑制することができる。

実施例 8

[0063] 本発明の第 8 の実施例に係る荷電粒子線装置について説明する。なお、実施例 1 乃至 7 の何れかに記載され本実施例に未記載の事項は特段の事情がない限り本実施例にも適用することができる。

[0064] 本実施例では、効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去する別の構成について説明する。図 13 は本実施例における電界補正用電極 201 とその近傍の試料ステージ 108 含む構成を拡大した断面図である。なお、図 13 において、実施例 1 から実施例 7 までに参照した図と同一符号は同一または相当部分を示すので、再度の説明は省略する。本実施例では、ダミー試料 203 が試料ステージ上に保持されていない状態で、試料ステージ 108 及

び電界補正用電極 201 が、対物レンズ 107 やシールド電極 110 の下部領域から付着した異物を除電するための除電器 1351 の下部領域まで移動され配置されている点が実施例 1 と比較した場合の変更点である。図 14 は本実施例における電界補正用電極 201 から、除電器を補助手段として用いて異物を除去する工程を示すフローチャートである。

[0065] 試料ステージにダミー試料が保持されていない状態で、電界補正用電極 201 を除電器 1351 の除電範囲に含まれるように試料ステージを移動し、図 13 に例示する構成にした後、電界補正用電極 201 の表面を除電する（ステップ S1451）。除電器 1351 の動作は制御部 111 で制御することができる。

[0066] 次にダミー試料（ダミーウェーハ）203 を試料ステージ上に搬入する（ステップ S801）。ここで、試料ステージを移動し、図 6 に例示したように、電界補正用電極 201 の近傍に電極が配置されるようにする。その後、電界補正用電極 201 に異物を除去するための電圧を印加する（ステップ S803）。ここで、異物を除去するために電界補正用電極 201 に印加する電圧の絶対値 301 は、例えば図 9 のように、測定時に電界補正用電極 201 に印加する電圧の絶対値の最大値 302 以上である。

[0067] 次に電界補正用電極 201 の近傍の電極に異物を除去するための電圧を印加する（ステップ S802）。ここで、異物を除去するために電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値 701 の時間変化は、例えば図 7 のように、周期的であり、かつ、その大きさは測定時に電界補正用電極 201 の近傍の電極に印加する電圧の絶対値の最大値 702 以上である。更に、この最大値を超えることが望ましい。

[0068] そして、ダミー試料 203 を搬出する（ステップ S804）。なお、電界補正用電極 201 へ付着した異物を除去するための電界補正用電極の近傍の電極や電界補正用電極への電圧の印加は、異物除去制御部 122 により各々の電極に接続された電源を制御することにより行うことができる。

[0069] 実施例 1 では、電界補正用電極 201 に付着した異物の帯電の状態と印加

電圧によっては、異物には電界補正用電極 201 に向かう方向のクーロン力が作用し、異物を除去できない恐れがあった。本実施例においては、予め除電器により異物の帯電の状態を制御することにより、効果的に異物を除去できる利点がある。また、実施例 5 では、電界補正用電極 201 の近傍の電極よりも後に電界補正用電極 201 に異物を除去するための電圧を印加するので、電界補正用電極 201 から飛散した異物が電界補正用電極 201 の近傍の電極に付着したままになる恐れがあった。本実施例により、電界補正用電極 201 の近傍の電極への異物の付着を抑制できるため、測定時における印加電圧の変化で電界補正用電極 201 の近傍の電極から異物が飛散せず、測定対象である試料への異物の付着を防止できる利点がある。

[0070] 本実施例では、ダミー試料 203 を試料ステージ上に搬送する前に除電を実施したが、ダミー試料 203 を搬送した後に除電を実施し、電界補正用電極 201 に電圧を印加し異物を除去しても良い。また、電界補正用電極 201 に異物を除去するための電圧を印加しながら除電を行っても良い。さらに、本実施例では、除電器に真空紫外線照射装置を用いたが、紫外線領域以外の光照射式の除電器や X 線照射式の除電器であっても良い。

[0071] 本実施例によれば、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。また、除電器を用いることにより、より効果的に電界補正用電極に付着した異物を除去することができる。

符号の説明

[0072] 101…電子銃、102…第 1 コンデンサレンズ、103…絞り、104…第 2 コンデンサレンズ、105…検出器、106…走査偏向器、107…対物レンズ、108…試料ステージ、109…筐体、110…シールド電極、111…制御部、120…表示部を備えた入出力部、121…記憶部、122…異物除去制御部、201…電界補正用電極、202…電界補正用電源、203…測定対象ではない試料（ダミー試料）、205、206…静電チャック電極、207、208…静電チャック電源、209…リターディング電源、210…アース、301…異物除去時の電界補正用電極への

印加電圧の絶対値、３０２…測定時の電界補正用電極への印加電圧の絶対値の最大値、７０１…異物除去時の電界補正用電極の近傍の電極への印加電圧の絶対値、７０２…測定時の電界補正用電極の近傍の電極への印加電圧の絶対値の最大値、１１５１…表面が鏡面化された電界補正用電極、１２５１…異物除去時の鏡面化された電界補正用電極への印加電圧の絶対値、１２５２…測定時の表面が鏡面化された電界補正用電極への印加電圧の絶対値の最大値、１３５１…除電器。

請求の範囲

- [請求項1] 測定試料を設置する試料ステージと、
前記測定試料の外周部近傍の電界を補正する電界補正用電極と、を有し、
前記測定試料に荷電粒子線を照射することにより前記測定試料の測定を行う荷電粒子線装置であって、
前記試料ステージにダミー試料が設置されている、または前記試料ステージに前記測定試料及び前記ダミー試料の両者とも設置されない時に、前記電界補正用電極に第一電圧を、及び／または前記電界補正用電極の近傍に配置された近傍電極に対して第二電圧を印加し、電界補正用電極に付着した異物を除去する制御を行う異物除去制御部を有し、
前記異物除去制御部は、前記電界補正用電極に印加される電圧が、前記第一電圧及び／または前記第二電圧が周期性を有する、もしくは前記第一電圧の絶対値及び／または前記第二電圧の絶対値が前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上となるように前記電界補正用電極に接続された電源及び／または前記近傍電極に接続された電源を制御すること
を特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項2] 請求項1において、
前記近傍電極とは、
前記ダミー試料、前記荷電粒子線に対する荷電粒子線光学系に含まれる対物レンズ、前記測定試料全面における電界の歪みを抑制するシールド電極、及び前記試料ステージ内に配置された静電チャック電極の少なくとも一者であること
を特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項3] 請求項1において、
前記電界補正用電極は、前記試料ステージの外周部に配置されている

こと

を特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項4]

請求項 1 において、

前記電界補正用電極の表面は鏡面であること

を特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項5]

請求項 1 において、

前記異物除去制御部は、

前記電界補正用電極へ印加する前記第一電圧の変化と、前記近傍電極

へ印加する前記第二電圧の変化とを同期して変化させるように前記電

界補正用電極に接続された電源及び前記近傍電極に接続された電源を

制御すること

を特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項6]

請求項 5 において、

前記異物除去制御部は、

異物を除去するときに前記電界補正用電極と前記近傍電極との電位勾

配が、前記試料を測定するときの前記電界補正用電極と前記近傍電極

との電位勾配よりも大きくなるように前記電界補正用電極に接続され

た電源及び／または前記近傍電極に接続された電源を制御すること

を特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項7]

請求項 1 において、

前記異物除去制御部は、

前記第二電圧を前記近傍電極の一つである対物レンズに印加するよう

に前記対物レンズに接続された電源を制御すること

を特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項8]

請求項 1 において、

前記荷電粒子線装置は、前記電界補正用電極に付着した異物の除電を

行うための除電器を更に有すること

を特徴とする荷電粒子線装置。

- [請求項9] 請求項8において、
前記除電器は、電界補正用電極に付着した異物を除去するための補助手段として用いられること
を特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項10] 請求項8において、
前記除電器は光照射式の除電器であること
を特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項11] 荷電粒子銃と、前記荷電粒子銃から放出された荷電粒子を含む荷電粒子線が照射される測定試料が設置される試料ステージと、前記試料ステージの周辺部に配置され前記測定試料の外周部近傍の電界を補正する電界補正用電極と、対物レンズを含み前記荷電粒子線に対する荷電粒子光学系と、各構成要素を制御する制御部と、前記制御部に接続された表示部と、を有する荷電粒子線装置において、
前記表示部は、
前記電界補正用電極に付着した異物を除去するときに前記電界補正用電極に印加される、周期性を有する電圧の時間変化、或いは、前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上である電圧の絶対値の時間変化を表示すること
を特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項12] 請求項11において、
前記周期性を有する電圧の絶対値は、前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上であること
を特徴とする荷電粒子線装置。
- [請求項13] 荷電粒子銃と、前記荷電粒子銃から放出された荷電粒子を含む荷電粒子線が照射される測定試料が設置される試料ステージと、前記試料ステージの周辺部に配置された電界補正用電極と、対物レンズを含み前記荷電粒子線に対する荷電粒子光学系と、各構成要素を制御する制御部と、前記制御部に接続された表示部と、を有する荷電粒子線装置に

において、

前記表示部は、

前記電界補正用電極に付着した異物を除去するときに前記電界補正用電極の近傍の電極に印加される、周期性を有する電圧の時間変化、或いは、前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上である電圧の絶対値の時間変化を表示すること
を特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項14]

請求項13において、

前記周期性を有する電圧の絶対値は、前記測定試料を測定する際に印加される電圧の絶対値以上であること
を特徴とする荷電粒子線装置。

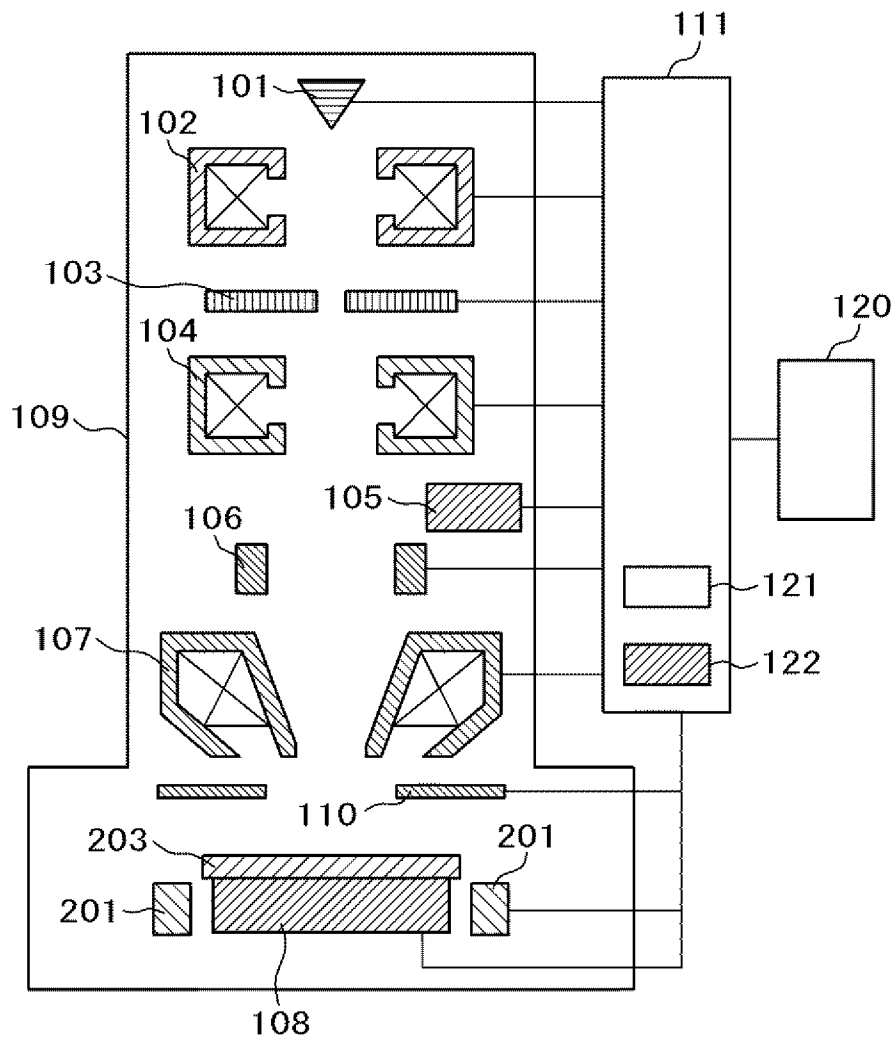
[請求項15]

請求項13において、

前記荷電粒子光学系は、前記測定試料全面における電界の歪みを抑制するシールド電極を含み、
前記試料ステージは設置されたダミー試料と、前記ダミー試料を吸着するための静電チャック電極を有しており、
前記電界補正用電極の近傍の電極とは、前記ダミー試料、前記対物レンズ、前記シールド電極、及び前記静電チャック電極の少なくとも一者であること
を特徴とする荷電粒子線装置。

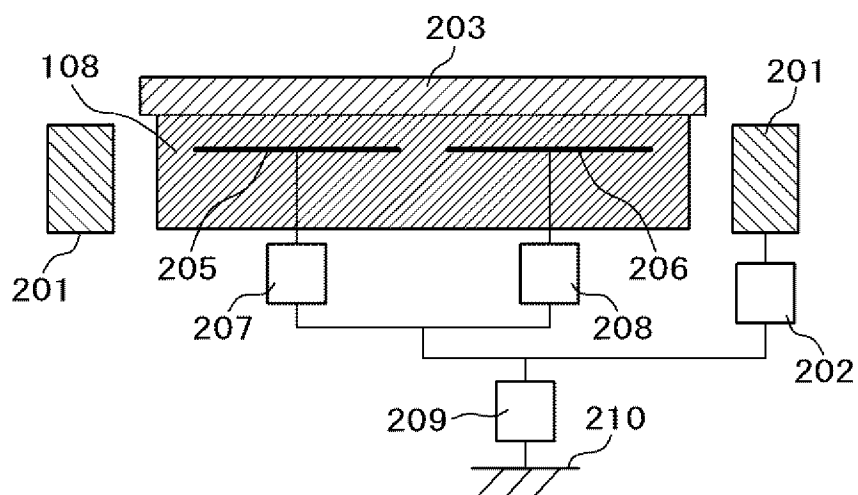
[図1]

図 1



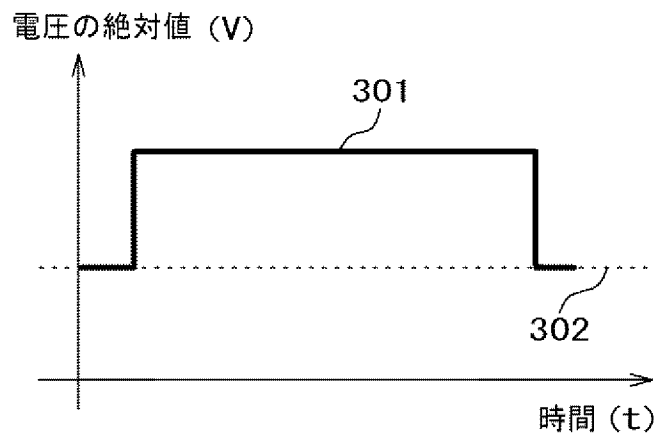
[図2]

図 2



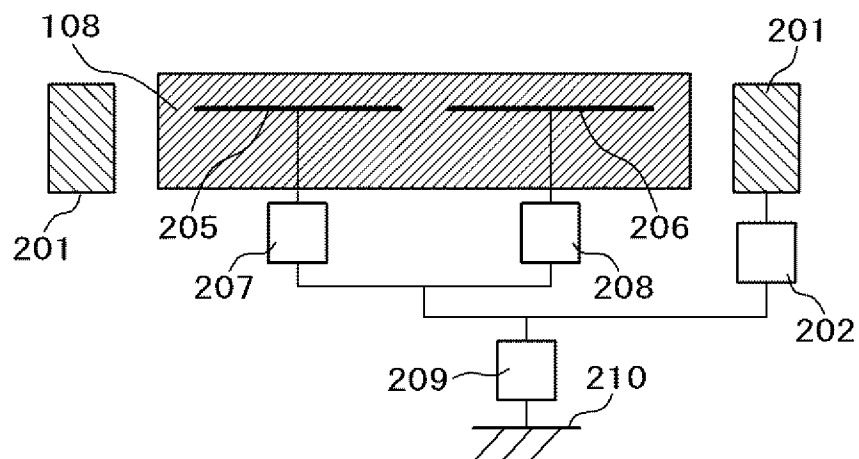
[図3]

図 3



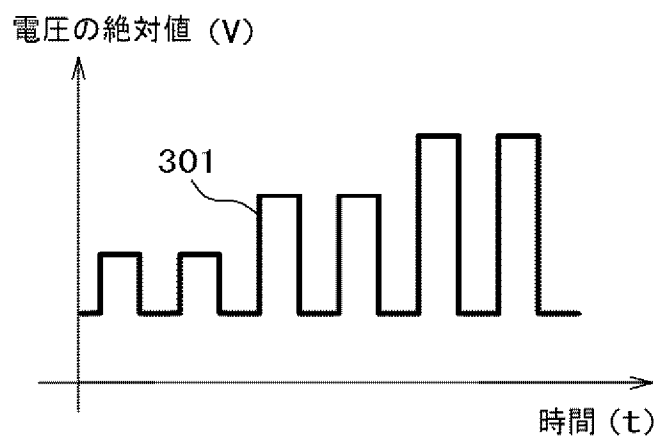
[図4]

図 4



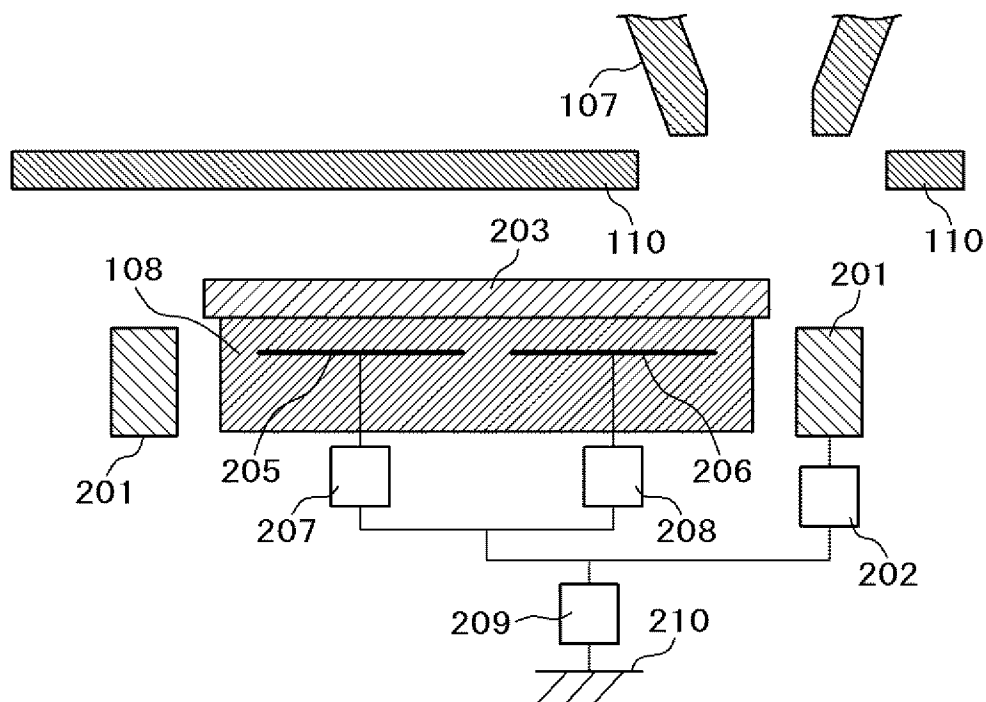
[図5]

図 5



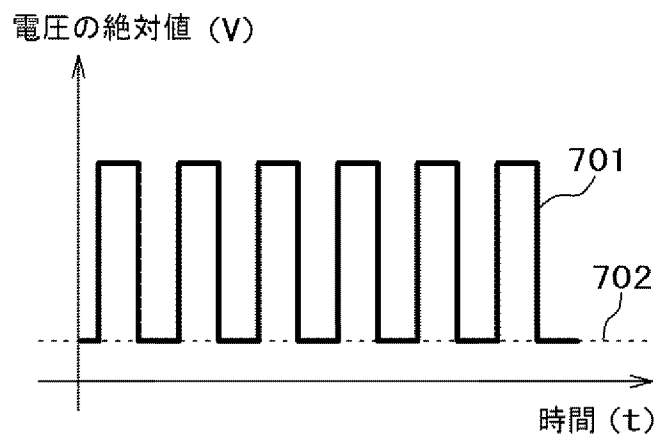
[図6]

図 6



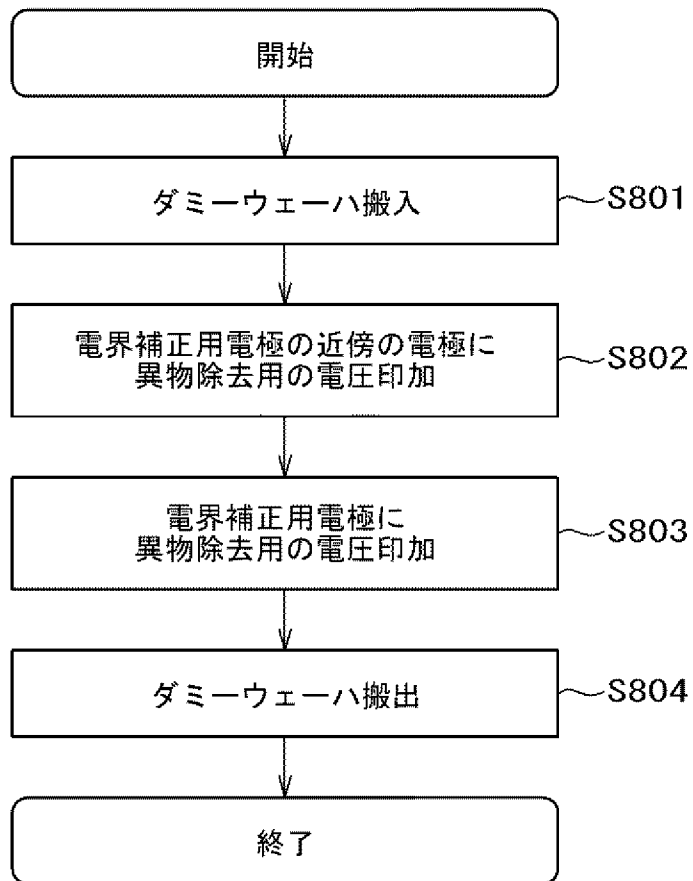
[図7]

図 7



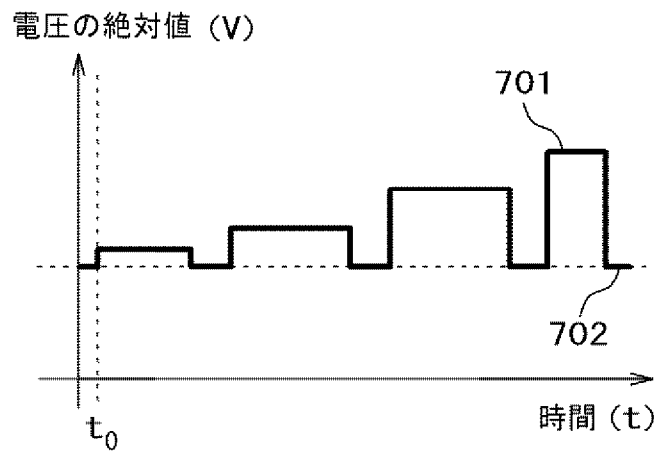
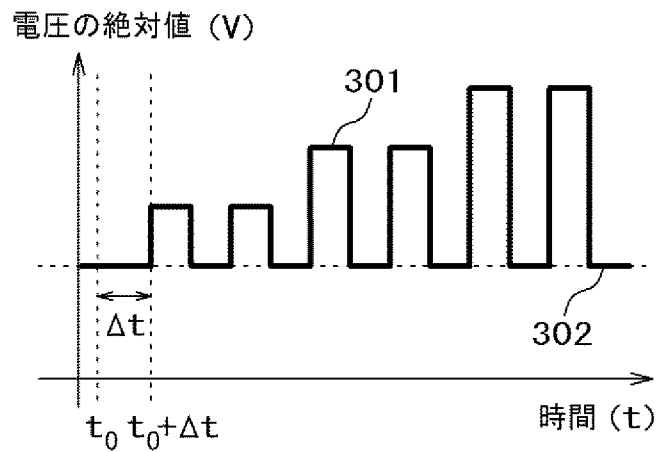
[図8]

図 8



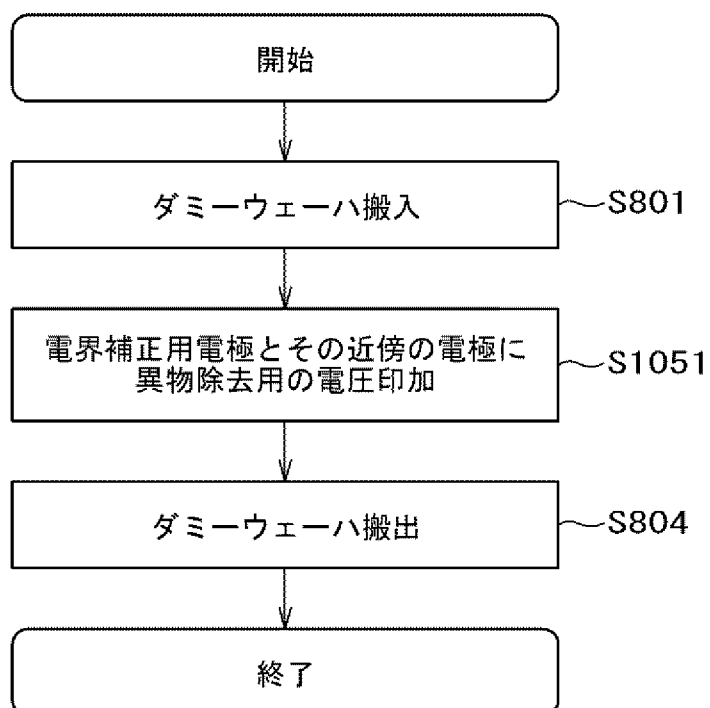
[図9]

図 9



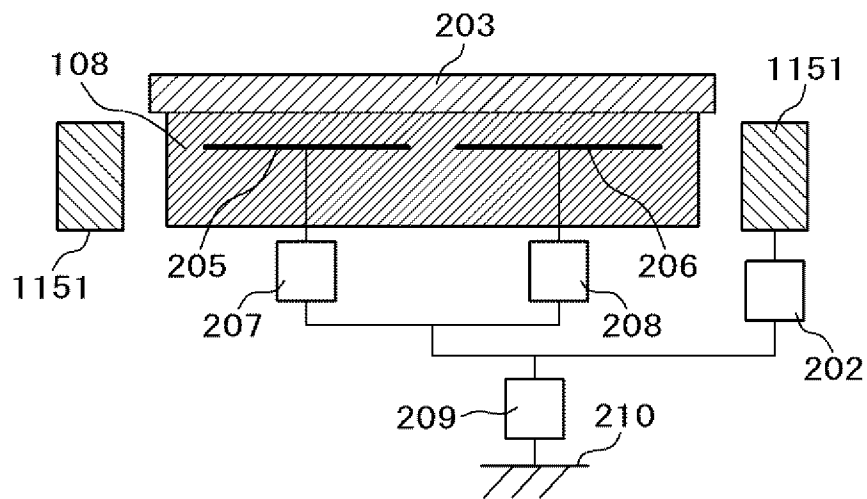
[図10]

図 10



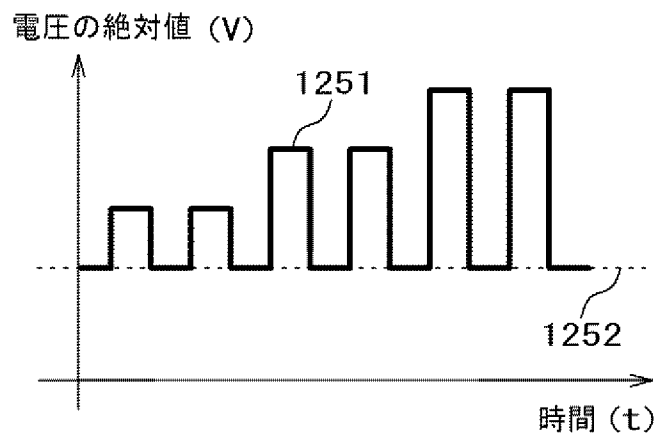
[図11]

図 1 1



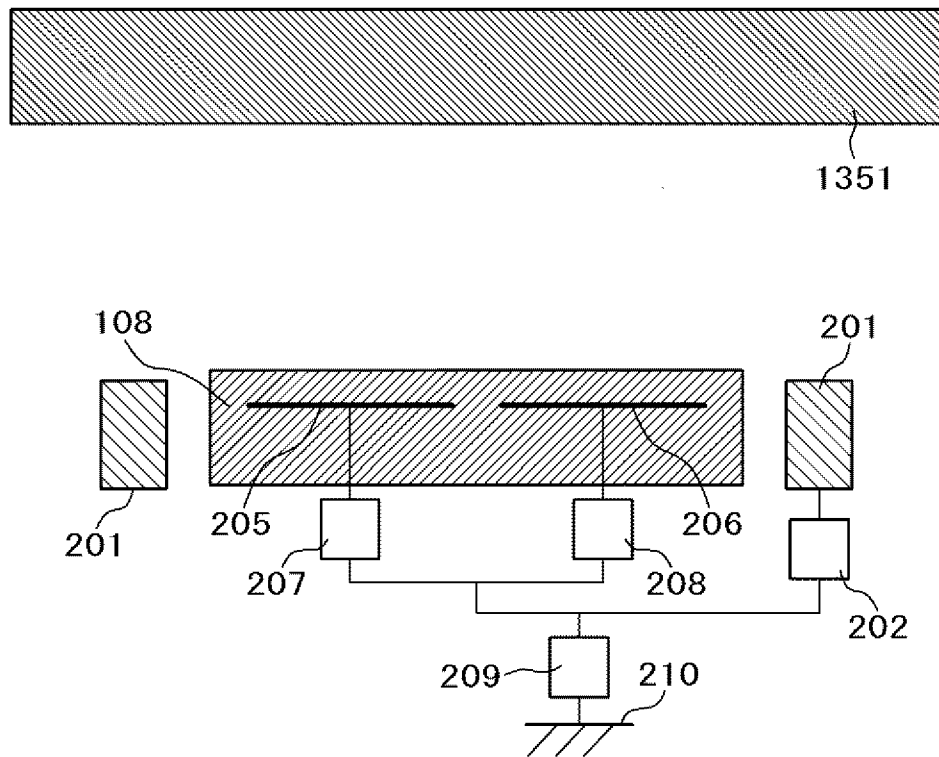
[図12]

図 1 2



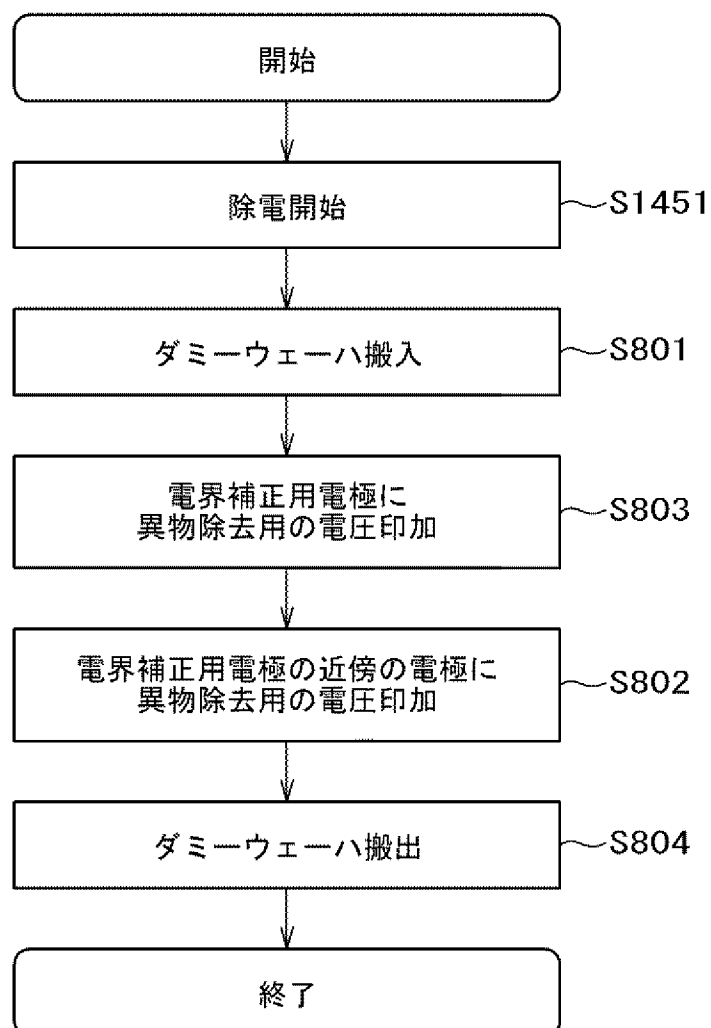
[図13]

図 13



[図14]

図 1 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/20(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)

H01J37/20, H01J37/28, G01B15/00, G01N23/225, H01L21/027, H01L21/30, H01L21/46

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2015-176683 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 05 October 2015 (05.10.2015), paragraph [0027]; fig. 7 & US 2015/0262857 A1 paragraph [0044]; fig. 7	1-15
A	JP 2010-33724 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraph [0016]; fig. 2 (Family: none)	1-15

☒ 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
23 January 2017 (23.01.17)

Date of mailing of the international search report
31 January 2017 (31.01.17)

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/JP2016/084744

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-64567 A (Ebara Corp.), 29 March 2012 (29.03.2012), paragraph [0065]; fig. 3 to 4 & JP 2016-106374 A & US 2012/0074316 A1 paragraph [0186]; fig. 3 to 4 & US 2014/0091215 A1 & KR 10-2012-0034552 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01J37/20(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. H01J37/20, H01J37/28, G01B15/00, G01N23/225, H01L21/027, H01L21/30, H01L21/46

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2015-176683 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2015.10.05, [0027]、図7 & US 2015/0262857 A1, [0044], Fig.7	1-15
A	JP 2010-33724 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2010.02.12, [0016]、図2（ファミリーなし）	1-15
A	JP 2012-64567 A（株式会社荏原製作所）2012.03.29, [0065]、図3-4 & JP 2016-106374 A & US 2012/0074316 A1, [0186], Fig.3-4 & US 2014/0091215 A1 & KR 10-2012-0034552 A	1-15

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

23.01.2017

国際調査報告の発送日

31.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

鳥居 祐樹

2G

4070

電話番号 03-3581-1101 内線 3226