

(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 2013/129124 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/21 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)
H01J 37/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/053607
- (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 2012-040858 2012年2月28日(28.02.2012) 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: 西原 誠(NISHIHARA Makoto); 〒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). 小室 修(KOMURO Osamu); 〒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). 川野 源(KAWANO Hajime); 〒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: 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).

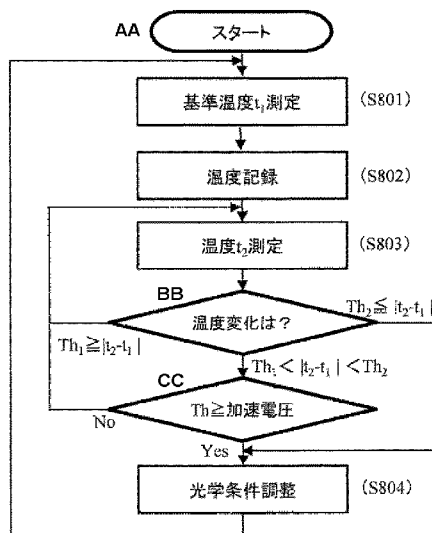
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

図 8



S801 Reference temperature (t_1) measurement
S802 Temperature recording
S803 Temperature (t_2) measurement
S804 Optical conditions adjustment
AA Start
BB What temperature change?
CC $Th \geq$ acceleration voltage?

(57) Abstract: This charged particle beam device comprises: a charged particle source (101); an acceleration electrode (113); optical elements (106, 902, 903, 905) that adjust a primary charged particle beam (102); a temperature meter (901) that measures temperature changes in an objective lens (106); and a control device (128) that controls the acceleration electrode and the optical elements. The control device adjusts the optical elements when: (a) a first temperature change has been detected, when the acceleration voltage of the primary charged particle beam is greater than a prescribed value; and (b) when a second temperature change smaller than the first temperature change has been detected, when the acceleration voltage of the primary charged particle beam is no more than a prescribed value. As a result, it is possible to achieve both suppression of the impact on optical conditions when the acceleration voltage of the primary charged particle beam is changed, and increased device throughput.

(57) 要約: 本発明の荷電粒子線装置は、荷電粒子源 (101) と、加速電極 (113) と、一次荷電粒子線 (102) を調整する光学素子 (106, 902, 903, 905) と、対物レンズ (106) の温度変化を測定する温度計 (901) と、前記加速電極及び前記光学素子を制御する制御装置 (128) を備える。前記制御装置は、(ア) 一次荷電粒子線の加速電圧が所定の値より高い場合は、第1の温度変化を検出したときに、(イ) 一次荷電粒子線の加速電圧が所定の値以下の場合には前記第1の温度変化より小さな第2の温度変化を検出したときに、光学素子の調整を行う。これにより、一次荷電粒子線の加速電圧を変化させたときの光学条件への影響の抑制と、装置の高スループット化の両立を実現できる。



(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))

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係り、特に温度変化による光学条件への影響を効果的に抑制し得る荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイス等を測定、検査する走査電子顕微鏡に代表される荷電粒子線装置では、測定等の対象となる試料を装置内に搬入した後、測定する試料に応じ最適な光学条件に設定し試料の測定を行う。これは電子線を照射によりパターンが収縮するような電子線に耐性のない試料には加速電圧を低く設定する必要がある、一方、アスペクト比の高いホールなどの試料を測定するには高い加速電圧を設定する必要があるためである。

[0003] 特許文献 1 には、設定された加速電圧に応じて対物レンズの励磁電流を設定すると共に、当該励磁電流の変化に応じて対物レンズの温度調整を、冷却水を用いて行う走査電子顕微鏡が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平 1 1 - 2 3 8 4 8 3 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 に開示の手法によれば、加速電圧の変化に応じて、対物レンズの温度を制御することができるが、実際には冷却水を用いて、温度が変化する部分を選択的に、且つ精密に温度調整することは困難である。高精度なフォーカス条件を長時間に亘って維持するためには、その温度変化に応じて対物レンズのレンズ条件を制御する必要がある。しかしながら、対物レンズの励磁状態を適正化するために、高頻度でフォーカス調整を行うと、光学条件調整に時間がかかり、装置のスループットが低下する。

[0006] 以下に、ビームの加速電圧を変化させたときの光学条件への影響の抑制と、装置の高スループット化の両立を目的とする荷電粒子線装置について説明する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するための一態様として、荷電粒子源と、当該荷電粒子源から放出される荷電粒子を加速する加速電極と、当該加速電極によって加速された荷電粒子線を調整する光学素子と、当該加速電極及び光学素子を制御する制御装置を備えた荷電粒子線装置において、当該制御装置は、所定の加速電圧より高い加速電圧が設定されている場合には、第1の温度変化を検出したときに、前記光学素子の調整を行い、所定の加速電圧以下の加速電圧が設定されている場合には、前記第1の温度変化より小さな第2の温度変化を検出したときに、前記光学素子の調整を行う荷電粒子線装置を提案する。

[0008] また、上記目的を達成するための他の一態様として、上記制御装置が、前記加速電圧に印加する電圧を高電圧から低電圧に変化させたときと比較して、低電圧から高電圧に変化させたときに、前記光学素子による前記荷電粒子線の光学条件の調整頻度を少なくするように、前記光学素子を制御する荷電粒子線装置を提案する。

発明の効果

[0009] 上記構成によれば、ビームの加速電圧を変化させたときの光学条件への影響の抑制と、装置の高スループット化の両立が可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]走査電子顕微鏡の構成図。

[図2]高さ検出器と対物レンズの励磁電流の関係を示すグラフ。

[図3]対物レンズの温度とワーキングディスタンス（WD）の関係を示すグラフ。

[図4]加速電圧によりワーキングディスタンス変化の許容値が異なることを示すグラフ。

[図5]ワーキングディスタンス変化の許容値を温度変化の許容値に置き換える

概念図。

[図6]加速電圧により温度変化の許容値が異なることを示すグラフ。

[図7]加速電圧を変更したときの対物レンズの温度変化を表す概念図。

[図8]計測温度に応じて異なる頻度で光学条件調整を行う工程を示すフローチャート。

[図9]走査電子顕微鏡と走査電子顕微鏡を制御する制御装置の概要を示す図。

[図10]計測温度に応じて異なる頻度で光学条件調整を行う工程を示すフローチャート。

[図11]計測温度に応じて異なる頻度で光学条件調整を行う工程を示すフローチャート。

[図12]光学条件の調整頻度と加速電圧の変化条件との関係を記憶するテーブルの一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0011] 走査電子顕微鏡は電子銃から放出された電子線を試料に焦点合わせして照射するために磁界型対物レンズが備えられている。対物レンズの励磁電流は、加速電圧の変更や試料高さの変更など、観察条件の変更に合わせて増減される。対物レンズに励磁電流を流すと熱が発生する。加速電圧の変更や試料高さの変更などで励磁電流が増減すると、対物レンズから発生する熱は変化し、一般的に加速電圧が低い場合、発熱量は少なく低温となり、加速電圧が高い場合、発熱量は大きく高温となる。

[0012] 対物レンズの温度が変化すると、対物レンズが膨張あるいは収縮する。対物レンズが膨張あるいは収縮することで対物レンズと試料との距離であるワーキングディスタンス（WD）が変化する。

[0013] 一般的にフォーカス調整はオートフォーカスにより行われるが、時間がかかりスループットが低下する。フォーカス調整に必要な時間を短縮するため、ウェハ表面高さを光学式の高さ検出器、いわゆるZセンサで検出し、その表面高さを元にフォーカスを合わせる方式が用いられる。Zセンサによってフォーカスをあわせるには、あらかじめZセンサにより得られる高さ情報と

対物レンズでの焦点位置の関係を調整しておく必要があるが、対物レンズの温度が変化し、WDが変化すると、Zセンサと対物レンズでの焦点位置の関係が変化するため再び調整が必要になる。

[0014] 加速電圧の変更により対物レンズの温度が変化し、温度が安定するまでには長時間を要する。そのため、温度が安定するまでは定期的に調整が必要となり、スループットが低下する。

[0015] 以下に説明する実施例では、例えば装置の稼動中、温度計によりモニタした温度が安定するまで、あるいは所定時間中、フォーカス調整などの補正頻度を適正化する荷電粒子線装置を説明する。具体的には、加速電圧を高加速電圧から低加速電圧に変化させる場合と、低加速電圧から高加速電圧に変化させる場合とでは、後者の方が温度変化に伴うフォーカスずれに対する耐性があるため、調整頻度は前者よりも少なく設定するなど、加速電圧の切り替え方に応じた適切な調整頻度を設定する荷電粒子線装置を説明する。

[0016] 上記構成によれば、光学条件の調整状態の維持と、調整頻度の適正化によるスループット低下の抑制の両立を実現できる。特に加速電圧変更時の調整頻度の適正化を実現することが可能となる。

(実施例1)

図1は、走査電子顕微鏡の構成の1例を示す図である。電子源101から発生した電子は、一次電子加速電源112から電圧が印加された一次電子加速電極113によって加速されたのちに、リターディング電源110から試料107に印加されたリターディング電圧により減速され、かつ対物レンズ106により集束されて試料ステージ111上の試料107上に照射される。試料107に一次電子線102が照射されると、試料107から二次電子108が発生し、二次電子108はリターディング電圧によって形成される電界により電子源側に加速される。二次電子108は反射板104にあたり、反射板104で発生した二次電子108が二次電子検出器109で捕捉され、二次電子検出器109に入射する電子の量に応じて二次電子検出器109の出力が変化する。

- [0017] 試料 107 の表面高さの変化をモニタリングするために、高さセンサ 112 が設けられている。高さの変化は、焦点のずれに影響するため、高さセンサ 112 で計測された試料 107 の表面の高さに焦点を合わせるように、対物レンズ 106 の励磁強度を変えて焦点距離を調整する。
- [0018] 制御装置 128 は、以下に示す各制御部の電氣的制御を行う。一次電子線 102 のビームは、偏向（走査）コイル 105 により試料上にて走査され、走査に同期して二次電子検出器 109 の出力が電気信号として増幅器 121 で増幅される。増幅された電気信号は演算部 122 によって演算され、画像の濃淡などの輝度情報に変換されて撮像画像として画像メモリ 123 に格納される。格納された画像は、試料表面の形状の二次元画像として取得されたのち、もしくは後述する演算装置 124 にて演算されたのち、表示装置 125 に表示される。
- [0019] 演算装置 124 では、CPU 等の画像処理ハードウェアによって、目的に応じた画像処理が行われる。また、演算装置 124 は、画像メモリ 123 に格納された画像の輝度情報に基づいて、ラインプロファイルを作成し、プロファイルのピーク間の寸法を測定する機能をも備えている。当該処理により得られた結果は、演算装置 124 に接続された外部ディスプレイ等の表示装置 125 に表示される。表示装置 125 には、操作者に対して画像や検査結果等を表示する GUI 等の機能を有する。
- [0020] 制御装置 128 は、測長や検査等に必要とされる電子デバイスの座標、位置決めに利用するパターンマッチング用のテンプレート、撮影条件等を含む撮像レシピを作成する撮像レシピを作成する装置とネットワークまたはバス等を介して接続することもできる。また、制御装置 128 には、当然のことながら図示しない制御部も含まれている。また、制御装置 128 に含まれる各制御部はハード実装されてもソフト実装されてもよく、装置条件に応じて複数の制御部がまとめて実装されていてもよい。
- [0021] 高さセンサ 113 に関して図 2 を使用して簡単に説明する。走査電子顕微鏡による検査、測定位置でのフォーカス合わせはウェハ表面高さを光学式の

高さ検出器、Zセンサで検出し、その表面高さを元にフォーカスを合わせる方式が用いられる。これは、あらかじめ高さの異なる試料を使用してZセンサにより得られる高さと対物レンズで焦点が合う励磁電流の関係を求めておき、実際の測定時にはZセンサにより得られた高さを対物レンズの電流値に変換し、電子線のフォーカスを高速に合わせる方式である。

[0022] 加速電圧を変更した場合、対物レンズの励磁電流を変更する必要がある。一般的に加速電圧を高く設定すると、1次電子のエネルギーが強くなるため、電子を収束させるには励磁電流を増やし磁界を強くする。反対に加速電圧を低く設定する場合は励磁電流を減らし磁界を弱くする。このように使用する加速電圧に応じて、対物レンズの励磁電流は増減する必要があるが、励磁電流を増減することで対物レンズからの発熱量が変化する。つまり、加速電圧が高い場合は対物レンズの温度は高く、加速電圧が低い場合は対物レンズの温度は低くなる。対物レンズの温度が変化すると、対物レンズが膨張あるいは収縮する。対物レンズが膨張あるいは収縮することで対物レンズと試料との距離(WD)が変化する。WDが変化すると、Zセンサにより得られる高さ和对物レンズでの焦点位置の関係が変わるため、Zセンサから求めた高さから、対物レンズでフォーカスを合わせてもフォーカスは合わない。Zセンサによりフォーカスが合うようにするには再度、Zセンサにより得られる高さ和对物レンズでの焦点位置の関係を調整する必要があるが、対物レンズの温度は安定するまでに数時間を要するため、その間は定期的に調整を行う必要がある。

[0023] 図3は対物レンズの温度に対する試料との距離(WD)の関係を示しており、対物レンズの温度が変化するとWDが変化することを示している。WDが変わるとZセンサで検出する高さとの相関が変化し、フォーカスがずれる。

[0024] WDの変化によるフォーカスのずれは図4に示すとおり、使用する加速電圧により異なり、一般的に低加速電圧ではフォーカスずれによる影響は大きく、高加速電圧では影響は少なくなる。つまりフォーカスずれの許容値は加

速電圧によらず一定であるため、許容できるWDの変化量は低加速電圧では少なく、高加速電圧では大きくなる。

[0025] 許容できるWDの変化量を許容できる温度変化量に換算すると、図5に示すように、低加速電圧ではWD変化の許容値が少ないため、温度変化の許容値も少なく、高加速電圧ではWD変化の許容値が大きいため、温度変化の許容値も大きくなる。

[0026] 加速電圧と温度変化の許容値の関係を求めると図6のような関係が得られ、使用する加速電圧により、許容できる温度変化量は異なる。

[0027] 一方、図7に示すとおり、加速電圧を低加速電圧から高加速電圧に切り替えたときに変化する温度 Δt_1 と、高加速電圧から低加速電圧に切り替えたときに変化する温度 Δt_2 は $\Delta t_1 = -\Delta t_2$ の関係が成り立ち、符号が変転するが変化量は同じである。

[0028] つまり、加速電圧を変更した際に生じる温度変化量は同じであるが、低加速電圧から高加速電圧に変化させる場合の方が温度変化に伴うフォーカスずれに対する耐性があるため、調整頻度は高加速電圧から低加速電圧に変化させる場合よりも低く設定することができる。このように加速電圧の切り替え方に応じて適切な調整頻度を設定することにより、スループットの低下を防ぐことができる。

[0029] 図8は光学条件の調整タイミングを決定する工程を示すフローチャートである。図9は走査電子顕微鏡の制御装置をより詳細に説明する図である。制御装置128には、加速電圧電源112を制御する加速電圧設定部、非点補正器902を制御し、ビームの非点補正を行う非点補正部、非点補正器902の中心（理想光軸）にビームの軸合わせを行うための非点アライナー905を制御する非点アライナー制御部、対物レンズ106の中心にビームの軸合わせを行うための対物アライナー903を制御する対物アライナー制御部、対物レンズの温度を測定する温度計901を用いて対物レンズの温度変化を検出する対物レンズ温度制御部、Zセンサの高さ測定に基づいて、対物レンズ106を制御する対物レンズ制御部、及びZセンサ（高さセンサ113

）を用いて試料面の高さ測定を行う試料高さ計測部等が含まれている。

[0030] まず、ある加速電圧から、他の加速電圧に切り換えたときに、光学条件を調整し、対物レンズの基準温度 t_1 を計測する（ステップ 801）。光学条件の 1 つである対物レンズ条件は、試料の高さに応じて適正な条件が変化するため、Z センサを用いて高さ計測を行い、当該計測された高さに焦点が合うように、対物レンズの条件を設定する。Z センサの計測値（試料高さ）と対物レンズ条件（励磁電流）との関係は予め制御装置内のメモリ等に、テーブル、或いは関係式として記憶されており、この情報に基づいて対物レンズ制御部は対物レンズ 106 の励磁電流を制御する。なお、本実施例では温度計 901 が対物レンズ 901 に直に取り付けられている例を説明するが、これに限られることはなく、対物レンズの形状変化を同定するのに好適な位置であればその位置は問わない。測定された温度 t_1 はメモリに記憶される（ステップ 802）。

[0031] 次に、対物レンズの温度変化を同定するために、基準温度 t_1 の取得後に温度 t_2 を測定する（ステップ 803）。本実施例では、対物レンズの温度を常時モニタし、当該温度に所定の変化が現れた場合に、後述するような制御を行う例について説明するが、所定の時間単位で温度計測を行うようにしても良い。

[0032] 以上のようにして計測された温度から求められる $|t_2 - t_1|$ が第 1 の閾値 T_{h1} である場合には、大きな温度変化がなく、対物レンズの変形量も許容できる範囲であるため、温度計測を継続する。一方、 $|t_2 - t_1|$ が第 1 の閾値 T_{h1} より大きく、第 2 の閾値 T_{h2} より小さい場合には、そのときに設定されている加速電圧の大きさによって、その後の処理を変化させる。加速電圧が所定の閾値より大きい場合は、上述したように温度変化に対する耐性があるため、スルーットを優先して光学条件を調整することなく、現状の光学条件を維持する。一方、加速電圧が所定値以下の場合、上述のように温度変化によるフォーカスずれの影響が顕著に発生するため、装置条件の適正化を優先して、光学条件の調整を行う（ステップ 804）。

[0033] このように、装置条件に応じて光学条件の調整頻度を変化させているため、高頻度で調整を行うことによるスループットの低下を抑制することができ、更に適正なタイミングで光学条件を調整することになるため、装置のコンディションを安定に保つことが可能となる。

[0034] なお、温度変化が第2の閾値 T_{h2} を越えた場合には、光学条件が大きく変動している可能性があるため、加速電圧に関らず一様に光学条件を調整する。図8のフローチャートは、温度変化に応じて、「光学条件を調整しない」、「加速電圧に応じて光学条件を調整するか否かを選択する」、及び「光学条件を調整する」の内の1つを選択する例を説明したものであるが、これに限られることはなく、加速電圧の値や加速電圧の変化の大きさに応じて、調整頻度をリニアに変化させるようにしても良い。結果として「低加速電圧から高加速電圧」に変化させたときの光学条件の調整頻度を、「高加速電圧から低加速電圧」に変化させたときの調整頻度より少なくするようにすれば、適正な調整頻度で光学条件の調整を行うことができる。

[0035] 図10は、対物レンズの温度が下降しているのか、上昇しているのかによって、光学条件の調整頻度を調整する工程を示すフローチャートである。温度が下降しているということは、対物レンズの励磁電流を弱めている、即ち加速電圧を高い状態から低い状態に変化させた後の状態であるため、逆の場合と比較して相対的に調整頻度を増加させる。一方、温度が上昇しているということは、対物レンズの励磁電流を強めている、即ち加速電圧を低い状態から高い状態に変化させた状態の後で後の状態であるため、相対的に調整頻度を減少させる。このような判断工程によっても適正な調整頻度で光学条件の調整を行うことができる。

[0036] 図11は、更に他の光学条件調整頻度決定工程を示すフローチャートである。測定する試料に応じて加速電圧を設定する(S01)。加速電圧の設定後、電子線の軸調整およびZセンサにより得られる高さに対物レンズでの焦点位置の関係を調整する(S02)。このとき対物レンズ部の温度を合わせて記憶する(S02)。レシピ処理によりパターン寸法などの測定を行う(

S 0 3)。レシピの処理中は定期的に対物レンズの温度を測定し (S 0 4)、S 0 2で記録した温度との比較を行う (S 0 6)。温度変化がある場合、現在使用中の加速電圧の問い合わせを行い (S 0 6)、許容温度変化量を超えている場合は、電子線の軸調整およびZセンサにより得られる高さに対物レンズでの焦点位置の関係を調整する (S 0 2)。

[0037] この場合、加速電圧に応じて異なる許容量を設定しておき、結果として「低加速電圧から高加速電圧」に変化させたときの光学条件の調整頻度を、「高加速電圧から低加速電圧」に変化させたときの調整頻度より少なくする。

[0038] 許容温度変化量に達していない場合は測長などの処理を行う (S 0 8)。これらをレシピ処理が終了するまで繰り返し行う。

(実施例2)

実施例1では定期的に対物レンズの温度を測定し、加速電圧ごとに温度変化の許容値を設け、調整頻度の最適化を行ったが、加速電圧を変化させたときの温度変化量が実験などで知見が得られているのであれば、温度を測定しなくても、使用している加速電圧と図6の加速電圧に対する許容温度変化量から調整の頻度を最適化することができる。

[0039] 例えば図12に例示するように、加速電圧の変化の種類 (低加速電圧から高加速電圧への変化 (L o w t o H i g h)、或いは高加速電圧から低加速電圧への変化 (H i g h t o L o w)) に応じて、異なる調整頻度を予めテーブルとして記憶しておき、加速電圧の設定に基づいて、調整頻度を読み出して、装置の設定を行うようにすると良い。図12に例示するテーブルでは、“L o w t o H i g h” に記憶された調整頻度は、“H i g h t o L o w” に記憶された調整頻度に比べて相対的に、低頻度に設定されている。

[0040] また、制御装置128に加速電圧の調整前後の加速電圧の差分 (ΔV_{acc}) を演算する演算式を記憶させておき、加速電圧の設定に応じて、自動的に調整頻度を設定するようにしても良い。

[0041] 図12の例では、 ΔV_{acc} の大きさに応じて、異なる調整頻度 (F r e

quency of adjustment) とこのテーブルに記憶されたデータに基づく調整期間 (Adjustment Period) が記憶されている例を示している。

[0042] 本実施例の手法によれば、温度計測を行わなくても、温度変化条件によって変化する適正な調整頻度を選択することが可能となり、更に、所定のデータベースに基づいて調整を行うため、装置の稼働時間を正確に管理することも可能となる。

(実施例 3)

実施例 1 では対物レンズの温度変化により発生するフォーカスずれに関して例をあげたが、同様に対物レンズの温度変化により発生する電子線の軸ずれ、非点収差のずれに関しても同様に電子線の軸調整頻度の最適化を行うことができる。この場合、対物アライナー 903 や非点補正器 902 を用いた調整頻度を、実施例 1 や実施例 2 のように設定する。

(実施例 4)

実施例 3 では対物レンズの温度変化により発生する電子線の軸ずれ、非点収差のずれに関して例をあげたが、同様にコンデンサレンズの温度変化により発生する電子線の軸ずれ、非点補正器 902 に対する軸ずれに関しても、コンデンサレンズ部の温度をモニタし、許容温度変化量を求めることで、電子線の軸調整頻度の最適化を行うことができる。この場合、非点アライナー 905 等を用いた調整頻度を、実施例 1 や実施例 2 のように設定する。

符号の説明

- [0043] 101 電子源
102 一次電子線
103 コンデンサレンズ
104 反射板
105 偏向 (走査) コイル
106 対物レンズ
107 ウェハ (試料)

- 1 0 8 二次電子
- 1 0 9 二次電子検出器
- 1 1 0 リターディング電源
- 1 1 1 試料ステージ
- 1 1 2 加速電源
- 1 1 3 高さセンサ
- 1 2 1 増幅器
- 1 2 2 演算部
- 1 2 3 画像メモリ
- 1 2 4 演算装置
- 1 2 5 表示装置
- 1 2 8 制御装置

請求の範囲

[請求項1] 荷電粒子源と、当該荷電粒子源から放出される荷電粒子を加速する加速電極と、当該加速電極によって加速された荷電粒子線を調整する光学素子と、当該加速電極及び光学素子を制御する制御装置を備えた荷電粒子線装置において、

当該制御装置は、所定の加速電圧より高い加速電圧が設定されている場合には、第1の温度変化を検出したときに、前記光学素子の調整を行い、所定の加速電圧以下の加速電圧が設定されている場合には、前記第1の温度変化より小さな第2の温度変化を検出したときに、前記光学素子の調整を行う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、

前記制御装置は、設定される加速電圧に応じて異なる調整頻度で上記光学素子の調整を行う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、

前記光学素子是对物レンズであることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項4] 請求項3において、

前記荷電粒子線が照射される試料の高さを計測する高さ計測装置を備え、前記制御装置は、前記加速電圧に応じて異なる頻度で、前記試料高さ計測に応じて、前記対物レンズの調整を行う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、

前記光学素子は、非点補正器であることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項6] 請求項1において、

前記光学素子は、光軸調整用のアライナーであることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項7] 荷電粒子源と、当該荷電粒子源から放出される荷電粒子を加速する

加速電極と、当該加速電極によって加速された荷電粒子線を調整する光学素子と、当該加速電極及び光学素子を制御する制御装置を備えた荷電粒子線装置において、

前記制御装置は、前記加速電圧に印加する電圧を高電圧から低電圧に変化させたときと比較して、低電圧から高電圧に変化させたときに、前記光学素子による前記荷電粒子線の光学条件の調整頻度を少なくするように、前記光学素子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7において、
前記光学素子是对物レンズであることを特徴とする荷電粒子線装置。

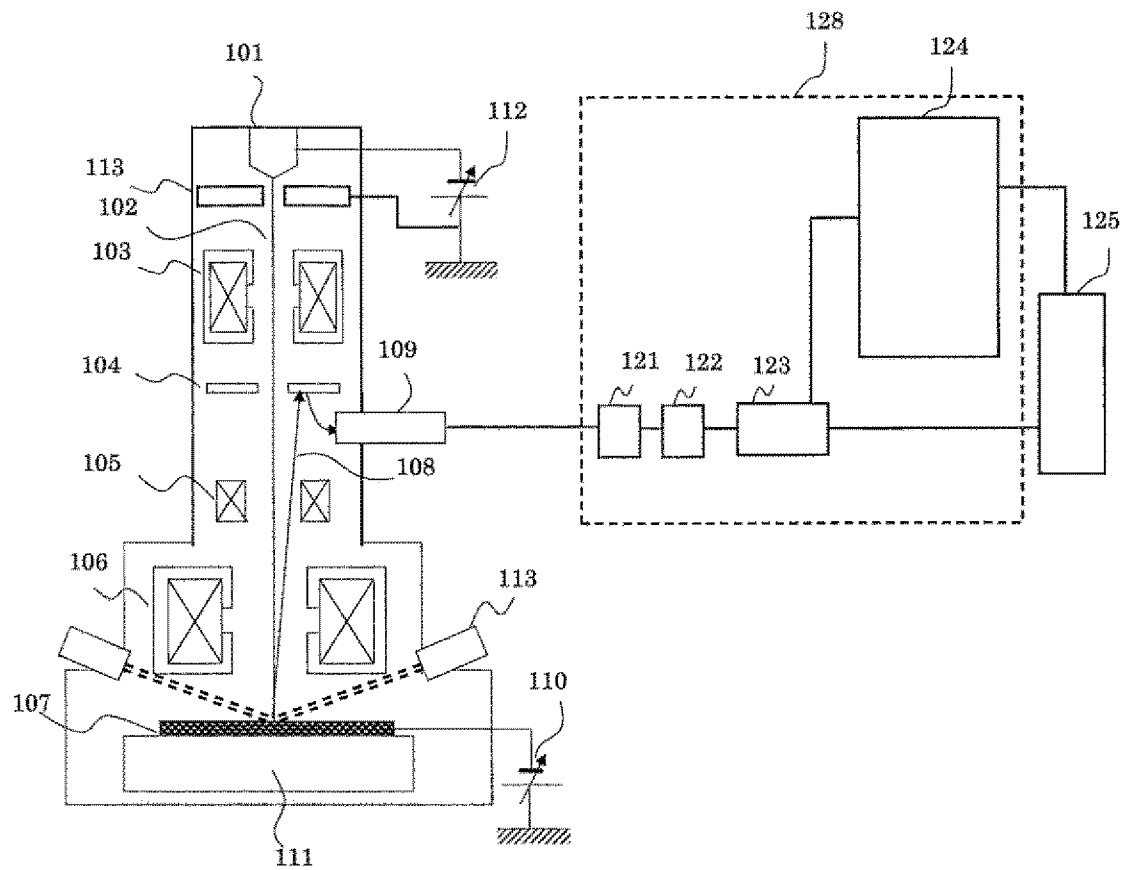
[請求項9] 請求項8において、
前記荷電粒子線が照射される試料の高さを計測する高さ計測装置を備え、前記制御装置は、前記加速電圧に応じて異なる頻度で、前記試料高さ計測に応じて、前記対物レンズの調整を行うことを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項10] 請求項7において、
前記光学素子は、非点補正器であることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項11] 請求項7において、
前記光学素子は、光軸調整用のアライナーであることを特徴とする荷電粒子線装置。

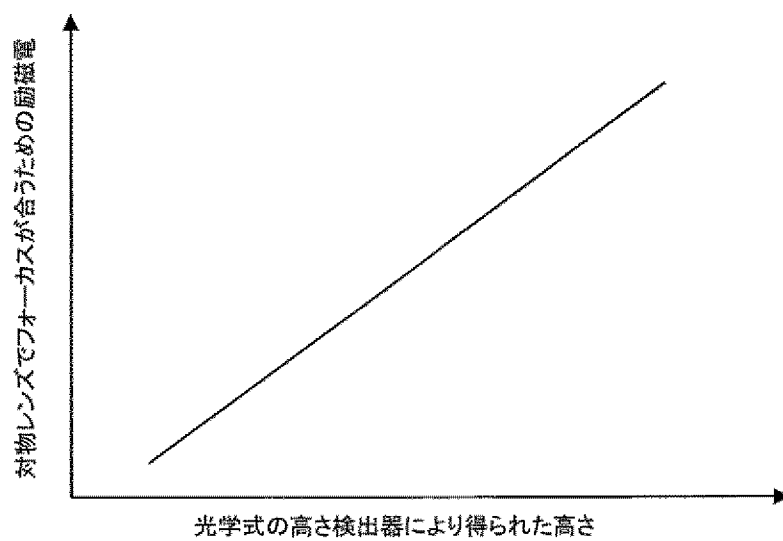
[図1]

図 1



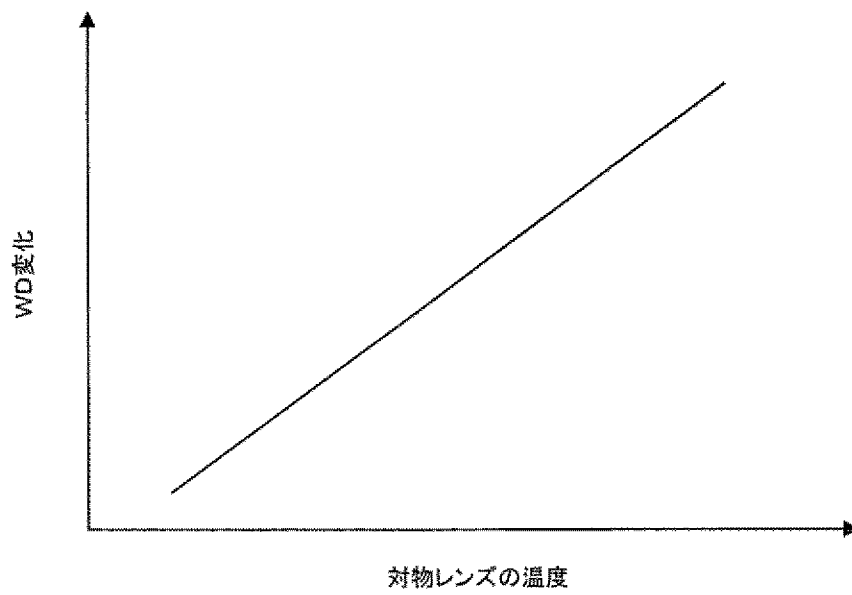
[図2]

図 2



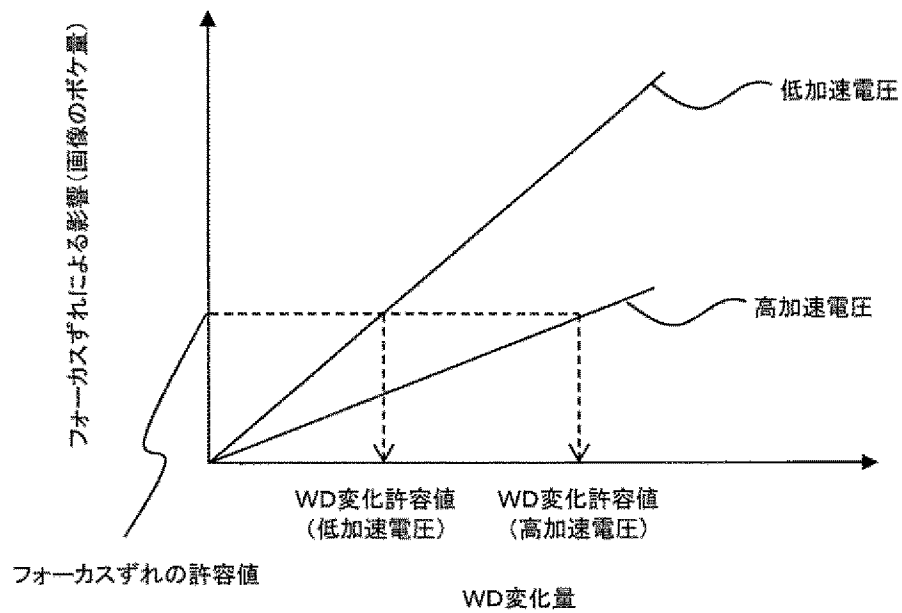
[図3]

図 3



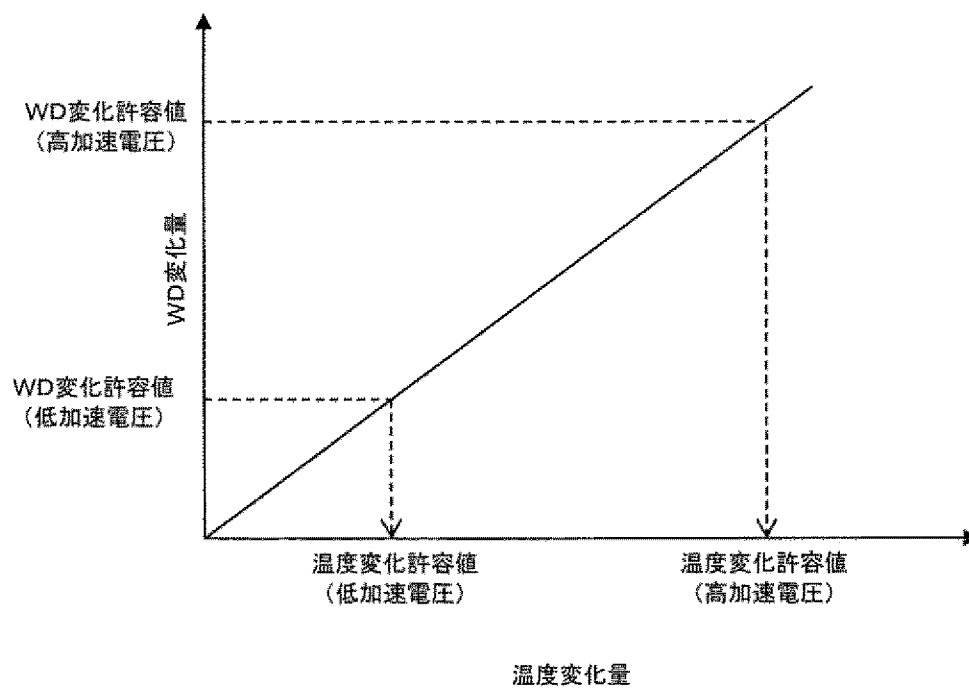
[図4]

図 4



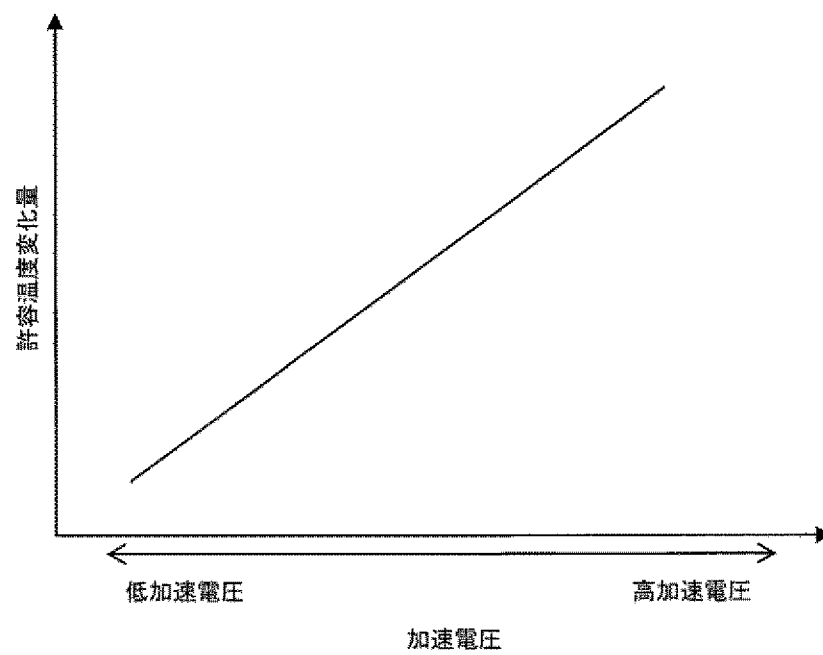
[図5]

図 5



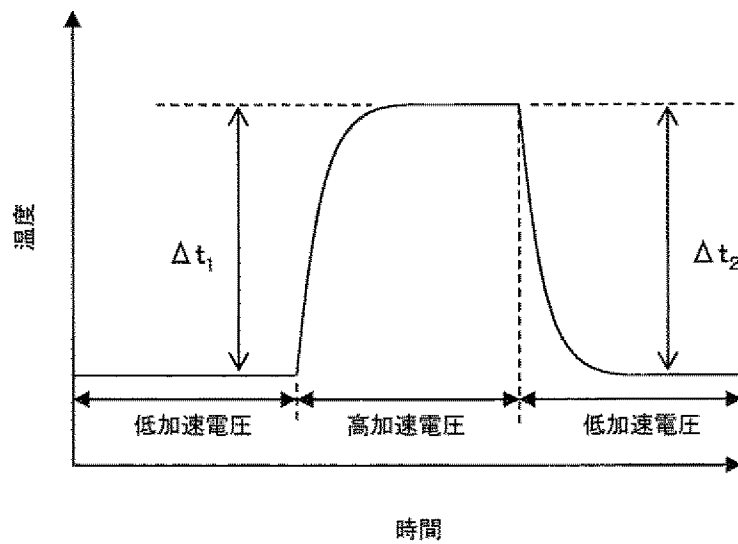
[図6]

図 6



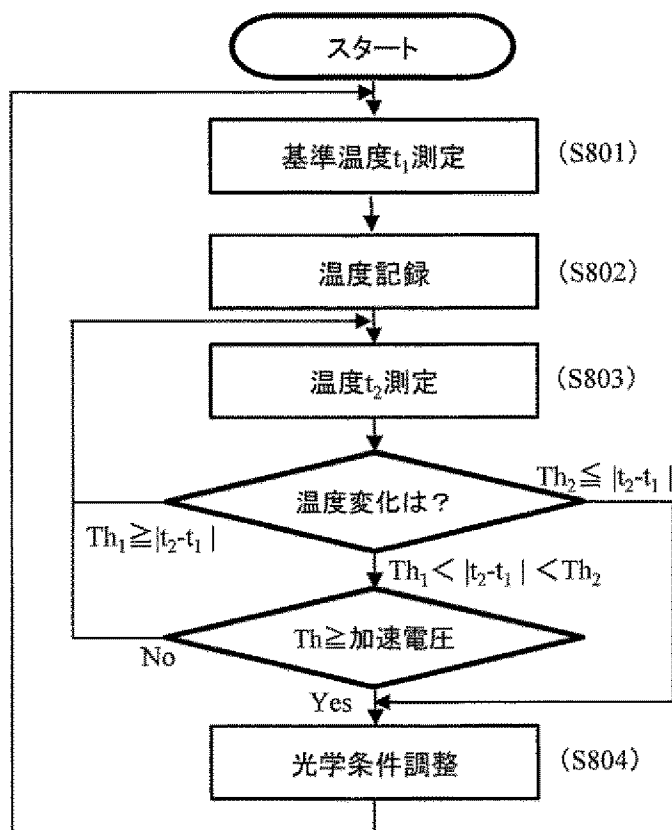
[図7]

図 7



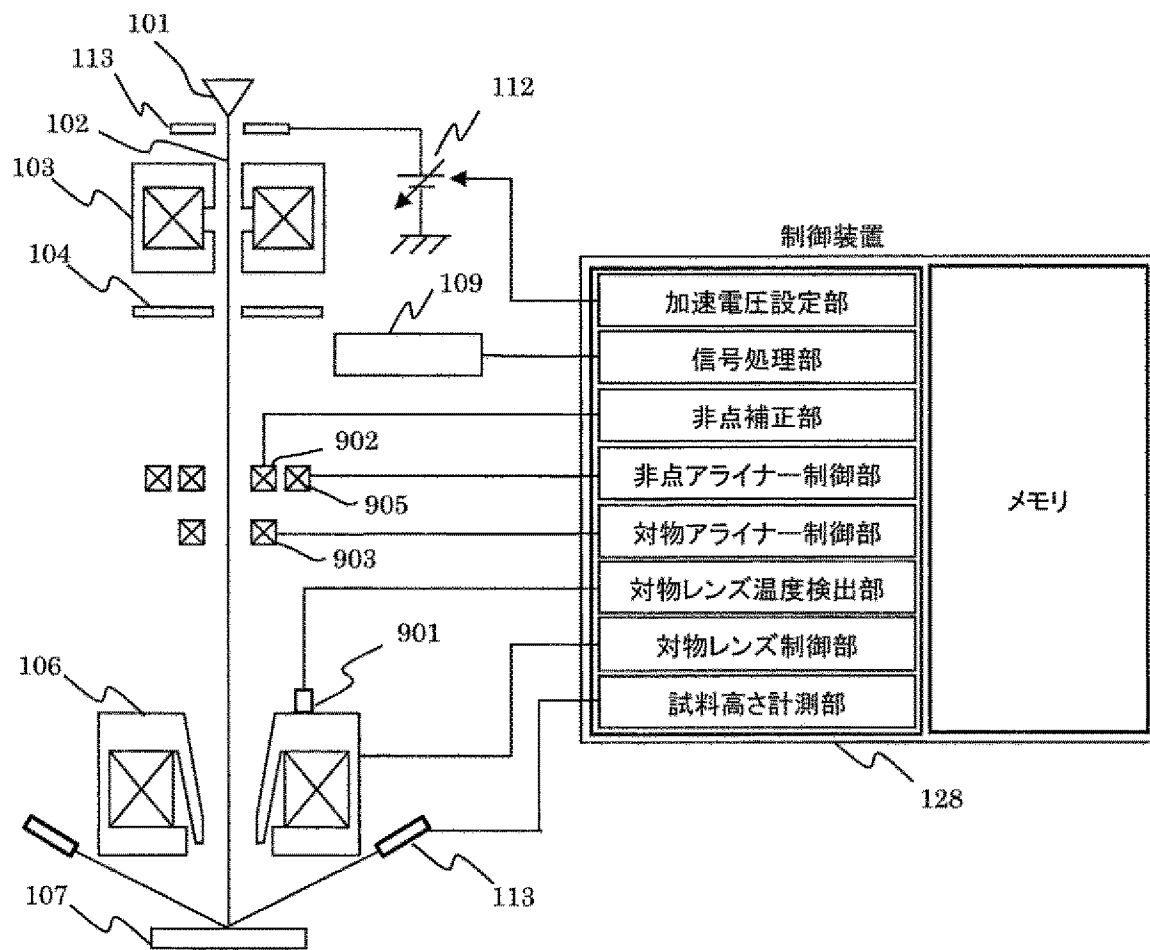
[図8]

図 8



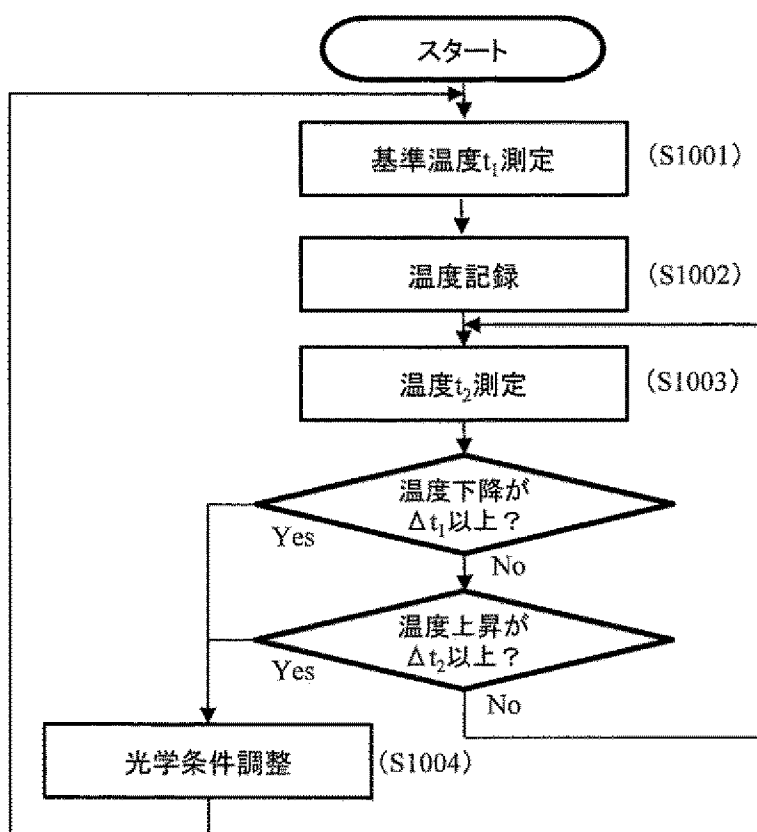
[図9]

図 9



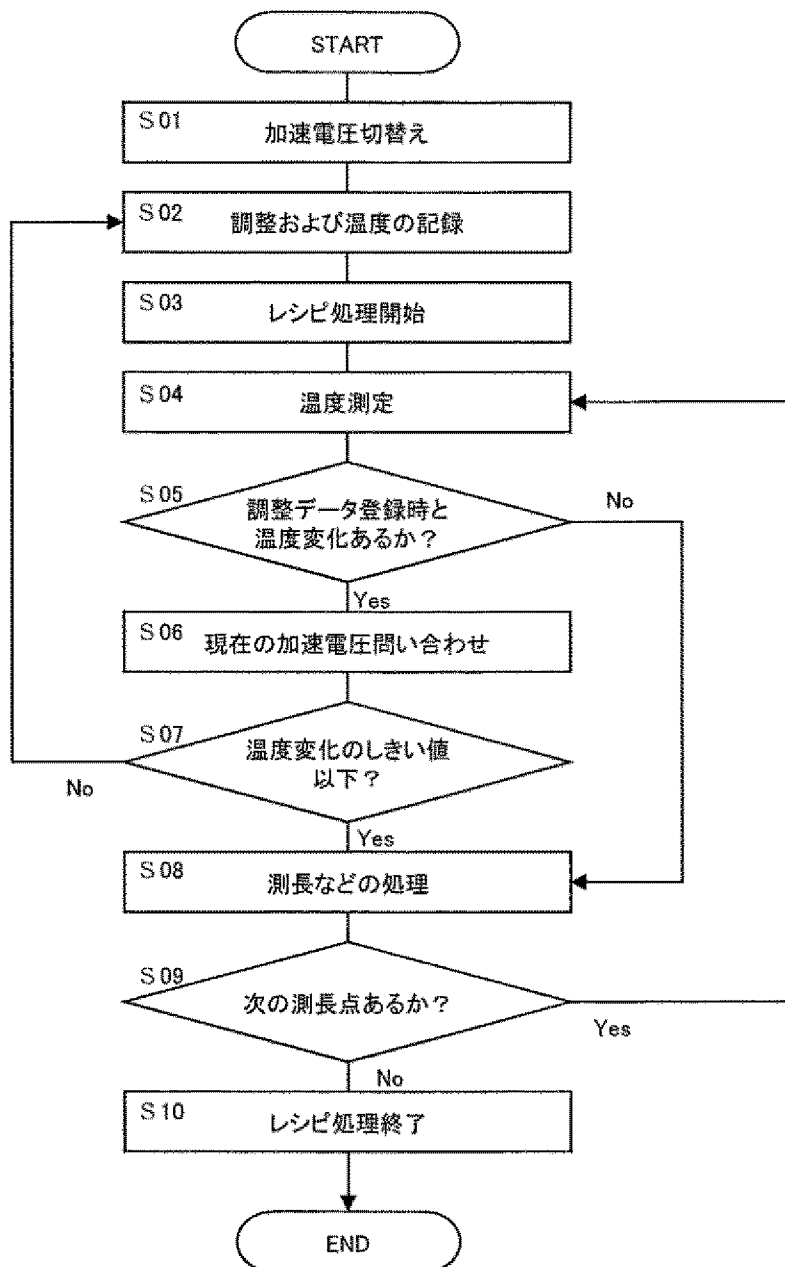
[図10]

図 10



[図11]

図 11



[図12]

図 12

	ΔV_{acc}	Frequency of Adjustment	Adjustment Period
Low to High			
High to Low			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/21 (2006.01) i, H01J37/04 (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)

H01J37/21, H01J37/04, 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	1996-2013
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.
A	JP 2005-038853 A (FEI Co.), 10 February 2005 (10.02.2005), entire text; all drawings & JP 2011-210740 A & US 2005/0035291 A1 & US 2008/0035860 A1 & US 2010/0025578 A1 & EP 1501115 A2 & DE 602004021750 D	1-11
A	JP 2001-084935 A (Hitachi, Ltd.), 30 March 2001 (30.03.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 5-082067 A (JEOL Ltd.), 02 April 1993 (02.04.1993), entire text; all drawings & US 5264703 A	1-11

☒ 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
15 March, 2013 (15.03.13)

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/JP2013/053607

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 2009-134990 A (JEOL Ltd.), 18 June 2009 (18.06.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2009-176542 A (Holon Co., Ltd.), 06 August 2009 (06.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 5-190132 A (Toshiba Corp.), 30 July 1993 (30.07.1993), entire text; all drawings & US 5302829 A	1-11
A	JP 10-027563 A (JEOL Ltd.), 27 January 1998 (27.01.1998), entire text; all drawings & US 5831265 A	1-11
A	JP 63-200450 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 18 August 1988 (18.08.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01J37/21 (2006.01)i, H01J37/04 (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 (I P C))

Int.Cl. H01J37/21, H01J37/04, 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	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
A	JP 2005-038853 A (エフ・イー・アイ・カンパニー) 2005.02.10, 全文、全図 & JP 2011-210740 A & US 2005/0035291 A1 & US 2008/0035860 A1 & US 2010/0025578 A1 & EP 1501115 A2 & DE 602004021750 D	1 - 1 1
A	JP 2001-084935 A (株式会社日立製作所) 2001.03.30, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 5-082067 A (日本電子株式会社) 1993.04.02, 全文、全図 & US 5264703 A	1 - 1 1

☒ 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 5 . 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)

佐藤 仁美

2 G

4 0 7 3

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
A	JP 2009-134990 A (日本電子株式会社) 2009.06.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 2009-176542 A (株式会社ホロン) 2009.08.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 1
A	JP 5-190132 A (株式会社東芝) 1993.07.30, 全文、全図 & US 5302829 A	1 - 1 1
A	JP 10-027563 A (日本電子株式会社) 1998.01.27, 全文、全図 & US 5831265 A	1 - 1 1
A	JP 63-200450 A (日本電信電話株式会社) 1988.08.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 1