

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6114002号
(P6114002)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 J 37/09 (2006.01)	HO 1 J 37/09
HO 1 J 37/22 (2006.01)	HO 1 J 37/22 502 H
HO 1 J 37/147 (2006.01)	HO 1 J 37/147 B
HO 1 J 37/20 (2006.01)	HO 1 J 37/20 D

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-242028 (P2012-242028)
 (22) 出願日 平成24年11月1日 (2012.11.1)
 (65) 公開番号 特開2014-93153 (P2014-93153A)
 (43) 公開日 平成26年5月19日 (2014.5.19)
 審査請求日 平成27年9月25日 (2015.9.25)

(73) 特許権者 501387839
 株式会社日立ハイテクノロジーズ
 東京都港区西新橋一丁目24番14号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 郡司 芳郎
 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地
 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内
 (72) 発明者 菅原 司
 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地
 株式会社日立ハイテクノロジーズ 那珂事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】荷電粒子線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷電粒子線を走査しながら試料に照射し、二次電子信号を検出することで試料を観察する荷電粒子線装置であって、

前記試料を保持する試料ホルダが載せられる可動式ステージと、

前記可動式ステージの上部に設置される、荷電粒子線源、荷電粒子線を偏向する偏向手段、該荷電粒子線を集束する集束レンズを有する光学系カラムと、

前記二次電子信号を検出する二次電子検出器と、

前記可動式ステージのステージ位置情報を検出する位置検出器と、

前記二次電子検出器及び前記位置検出器の出力が入力され、前記光学系カラムを制御する制御部とを備え、

前記制御部は、

前記位置検出器の出力から得られる事前撮像時のステージ振動情報と、前記二次電子検出器の出力から得られる画像振動情報とに基づき、高倍率撮像時の前記可動式ステージの前記ステージ位置情報を整形し、整形後の前記ステージ位置情報に基づき、前記荷電粒子線の偏向補正を行うよう制御する、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

10

20

前記ステージ振動情報と、前記画像振動情報に基づき前記ステージ振動情報に含まれる不要成分を決定し、決定した前記不要成分に基づき、高倍率撮像時の前記ステージ位置情報を整形する、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 3】

請求項 1、又は 2 に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

事前撮像から高倍率撮像までの時間経過に基づき、事前撮像から高倍率撮像までの振動成分の振幅軽減量を算出し、

算出した前記振幅軽減量に基づき、高倍率撮像時の前記ステージ位置情報を整形する、

10

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

事前撮像で画像を複数枚撮像して得た、複数の前記ステージ振動情報と前記画像振動情報を用いて、前記振幅軽減量の算出を行う、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

20

前記ステージ振動情報を抽出する際に、前記荷電粒子線の走査情報に基づき振動の基準となるステージ基準位置の取得を行い、偏向補正を行う速度に合わせステージの基準位置を切り替える、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

前記ステージ振動情報と前記画像振動情報に基づき、前記光学系カラムと前記試料ホルダの振動が小さくなるよう、次の試料を観察する際に前記光学系カラムと前記試料ホルダの振動が低減するよう、ステージ移動の速度や加速度を減衰させる、

30

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 7】

荷電粒子線を走査しながら試料に照射して、試料を観察する荷電粒子線装置であって、前記試料が載せられる可動式ステージと、

荷電粒子線を発生、偏向、走査、集束する光学系カラムと、

前記試料からの二次電子信号を検出する二次電子検出器と、

前記可動式ステージのステージ位置情報を検出する位置検出器と、

前記二次電子検出器及び前記位置検出器の出力が入力され、前記光学系カラムを制御する制御部とを備え、

前記制御部は、

40

低倍率の事前撮像時の前記位置検出器及び前記二次電子検出器の出力から、前記ステージの振動情報と前記光学系カラムの振動情報を抽出し、

抽出した前記ステージの振動情報と前記光学系カラムの振動情報から、前記ステージの振動情報に含まれる不要成分を決定し、

低倍率の事前撮像時から、高倍率撮像時までの時間経過に基づき、前記ステージの振動情報と前記光学系カラムの振動情報の軽減量を算出し、

前記不要成分と前記軽減量に基づき、高倍率撮像時の前記ステージ位置情報のフィルタリング条件を決定し、

前記フィルタリング条件に基づき、高倍率撮像時の前記ステージ位置情報を整形し、

整形後の前記ステージ位置情報に基づき、前記荷電粒子線の偏向補正を行うよう制御する

50

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、前記可動式ステージの移動速度や加速度を制御するステージ制御部を含み

、
前記ステージ制御部は、

前記ステージの振動情報と、前記光学系カラムの振動情報に基づき、前記可動式ステージの移動速度や加速度を制御する、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。 10

【請求項 9】

請求項 8 に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

事前撮像で画像を複数枚撮像して得た、複数の前記ステージの振動情報と前記光学系カラムの振動情報を用いて、前記軽減量の算出を行う、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の荷電粒子線装置であって、

前記制御部は、

前記可動式ステージの振動情報を抽出する際に、前記荷電粒子線の走査情報に基づき、振動の基準となるステージ基準位置の取得を行い、偏向補正を行う速度に合わせ前記可動式ステージの基準位置を切り替える、

ことを特徴とする荷電粒子線装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、荷電粒子線を走査して電子画像を得る荷電粒子線装置に関し、微細なパターンを有する試料の測定・検査に用いられる技術に係るものである。

【背景技術】

【0002】 30

近年の半導体素子の微細化に伴い、製造装置のみならず、インライン検査や評価装置にもそれに対応した高精度化が要求されている。通常、半導体ウェーハに代表される半導体装置、基板、フォトマスク（露光マスク）、液晶等の試料に形成したパターンの形状寸法が正しいか否かを評価するために、測長機能を備えた走査型電子顕微鏡（以下、測長 SEM と称す）が用いられている。測長 SEM では、ステージ機構上に保持されたウェーハに電子線を照射し、得られた二次電子信号を画像処理し、その明暗の変化からパターンのエッジを判別して寸法を導き出している。

【0003】

ナノメータの微細なデザインルールに対応させるためには、高倍率観察において、よりノイズの少ない二次電子像を得ることが重要であり、高精度なビーム照射に加え、像を何枚も重ね合わせてコントラストを向上させることが行われている。このため、ウェーハを搭載保持しているステージ機構は、ナノメータオーダの振動やドリフトを抑える必要がある。通常、ウェーハ全面を評価するためには、それをカバーするストロークを持ったステージ機構が必要であるが、現状、ウェーハサイズは 300 mm が主流になっており、そのためのステージはかなりの大型でかつ大重量となる。 40

【0004】

一方でスループット向上の観点からステージの移動時間の短縮が求められており、より高速、高加速なステージ移動が必要となる。しかしながら、大型、大重量のステージを高速、高加速で移動すると、それだけ停止時の振動やドリフトは大きくなる。この振動やドリフトのためステージ移動後直ちに電子線を照射すると電子線がウェーハの所定の位置に 50

照射されず、高精度な寸法測定に悪影響を及ぼすことになるため、ステージ移動後の振動が無視できる程度減衰するまでの時間、電子線照射を待つ必要があり、この時間が測長スループット悪化の要因となる。

【0005】

これに対し、レーザ干渉計等のステージ位置測定器で撮像時の振動による移動量を監視し、その移動量に電子線照射位置を動的に追従補正させることにより、電子線を正確な位置に照射する方法が知られている。また、特許文献1のように、ステージ移動による振動量と電子線の照射位置の補正量の関係をあらかじめ記憶しておき、その関係に基づいて電子線の偏向補正を行う方法などが提案されている。更に、本発明者等が先に出願した関連する特許出願としては、例えば特許文献2がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平06-188181号公報

【特許文献2】特開2012-28279号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述のステージ移動に伴う振動は、ステージ機構だけでなく電子光学系カラムにも誘発される。ステージの振動はステージ位置測定器で計測可能であるが、電子光学系カラムの振動は計測できない。振動により電子光学系カラムとステージの相対位置が変化した場合、電子線のウェーハ上への照射位置は正確に補正することができない。ただし、電子光学系カラムに加速度計等をあらかじめ備え、相対振動を計測する方法はコストアップとなるため難しい。

20

【0008】

一方、ステージ移動による振動量と電子線の照射位置の補正量の関係をあらかじめ記憶しておき、その関係に基づいて電子線の偏向補正を行う特許文献1の方法は、ユーザの測定箇所変更によるステージ移動方法の変化した場合や、経年変化によりステージ機構の特性が変化した場合への対応に課題がある。また、ステージの位置測定器は、計測系自体やウェーハ保持機構の振動が加味されていないため、ウェーハ自体の振動を正確に表していない場合があり、このため、ステージ位置に基づく偏向補正方法は、それだけでは電子線照射位置を振動に対して正確に補正することが難しい。

30

【0009】

本発明の目的は、上記の課題を解決し、ステージ移動に伴い発生する振動に基づき荷電粒子線照射位置を補正するため、ステージ位置計測に現れない部位の振動、あるいはステージ位置計測に虚偽情報として現れる部位の振動を考慮して、照射位置の補正を行うことが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】

【0010】

本発明においては、上記の目的を達成するため、荷電粒子線を走査しながら試料に照射し、二次電子信号を検出することで当該試料を観察する荷電粒子線装置であって、試料が載せられる可動式ステージと、可動式ステージの上部に設置される、荷電粒子線、荷電粒子線を偏向する偏向手段、荷電粒子線を集束する集束レンズを有する光学系カラムと、二次電子信号を検出する二次電子検出器と、可動式ステージのステージ位置情報を検出する位置検出器と、二次電子検出器と位置検出器の出力が入力され、光学系カラムを制御する制御部とを備え、制御部は、位置検出器の出力から得られる事前撮像時のステージ振動情報と、二次電子検出器の出力から得られる画像振動情報とに基づき、高倍率撮像時の可動式ステージのステージ位置情報を整形し、整形後のステージ位置情報に基づき、荷電粒子線の偏向補正を行うよう制御する荷電粒子線装置を提供する。

40

【0011】

50

また、本発明においては、上記の目的を達成するため、荷電粒子線を走査しながら試料に照射して、試料を観察する荷電粒子線装置であって、試料が載せられる可動式ステージと、荷電粒子線を発生、偏向、集束する光学系カラムと、試料からの二次電子信号を検出する二次電子検出器と、可動式ステージのステージ位置情報を検出する位置検出器と、二次電子検出器及び位置検出器の出力が入力され、光学系カラムを制御する制御部とを備え、制御部は、低倍率の事前撮像時の位置検出器及び二次電子検出器の出力から、ステージの振動情報を光学系カラムの振動情報を抽出し、抽出したステージの振動情報を光学系カラムの振動情報をから、ステージの振動情報に含まれる不要成分を決定し、低倍率の事前撮像時から、高倍率撮像時までの時間経過に基づき、ステージの振動情報を光学系カラムの振動情報の軽減量を算出し、不要成分と軽減量に基づき、高倍率撮像時のステージ位置情報のフィルタリング条件を決定し、フィルタリング条件に基づき、高倍率撮像時のステージ位置情報を整形し、整形後のステージ位置情報に基づき、荷電粒子線の偏向補正を行うよう制御する構成の荷電粒子線装置を提供する。
10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、光学系カラムの振動のようなステージ位置計測に現れない部位の振動、あるいはウェーハ保持機構の振動のようなステージ位置計測に虚偽情報として現れる部位の振動を加味して、荷電粒子線照射位置の補正を正確に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1の実施例に係る荷電粒子装置の概略構成の一例を示す図である。

【図2】第1の実施例に係る、測長SEMにおけるステージ移動から高倍撮像までの動作手順の概要を示すフローの一例を示す図である。

【図3】第1の実施例に係る、フィルタ条件算出部の動作フローの一例を示す図である。

【図4】第1の実施例に係る、測長SEMにおける不要周波数決定方法の一例を示す概念図である。

【図5】第1の実施例に係る、ステージ振動の減衰予測方法の一例を示す概念図である。

【図6】第2の実施例に係る荷電粒子装置の概略構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面に従い、本発明の各種の実施形態を順次説明する。

【実施例1】

【0015】

<装置の全体構成>

図1は、荷電粒子線装置、電子線応用システムの第1の実施例である、試料ステージを搭載した測長SEMの一構成例を示している。本実施例の測長SEMにあっては、ステージの振動情報を電子光学系カラム等に励起された振動情報に基づきステージの振動情報を含まれる排除すべき不要成分を決定し、事前撮像時のステージ振動情報をから決定した不要成分と、電子光学系カラムの振動情報をに基づき、高倍撮像時のステージ位置情報のフィルタリング条件を決定し、高倍撮像時のステージ位置情報を整形する。
40

【0016】

図1に示す測長SEMは、試料室1と電子光学系カラム7と、それらを制御するシステム制御部29で構成されている。試料室1の内部には試料ステージ2が搭載されている。試料ステージ2上に観察対象となるウェーハ等の試料3が試料ホルダ4によって保持されており、試料3の観察したい場所が後述の電子銃8の直下となるよう試料ステージ2を移動する。試料ステージ2の位置測定用として、試料ステージ2上のバーミラー5と、試料室1に備えたレーザ干渉計等の位置検出器6を用いて試料ステージ2の位置測定を行う。

【0017】

試料室1上部には電子光学系カラム7が搭載されており、電子光学系カラム7には、電
50

子線源となる電子銃 8、同期信号を含む走査情報により電子線 9 の軌道を変える偏向器 10、電子線 9 を収束させる電子レンズ 11、試料 3 から照射される二次電子 12 を取り込むための二次電子検出器 13 などが組み込まれている。二次電子検出器 13 の検出信号はシステム制御部 29 内で信号処理され、画像情報に変換される。

【0018】

システム制御部 29 は、偏向器 10 に走査情報を出力する偏向制御部 20、電子検出器 13 から検出信号が入力される画像処理部 21、フィルタ条件算出部 22、フィルタ回路 23、偏向補正処理部 24、加算器 25 などから構成される。これらの構成要素からなるシステム制御部 29 は、処理部である中央処理部 (C P U)、記憶部であるメモリ、入出力部等からのなる通常のコンピュータ構成を有するパーソナルコンピュータ (P C) の処理部におけるプログラム実行などにより実現可能である。勿論、フィルタ回路 23、加算器 25 等の要素を専用ハードウェアで構成することも可能である。また、特許文献 2 の図 3 に示された走査制御部のように、処理部である C P U と F P G A (Field Programmable Gate Array)との組合せで構成することも可能である。本明細書において、このシステム制御部 29 を、単に制御部と呼ぶ場合がある。

【0019】

システム制御部 29 において、位置検出器 6 からのステージ位置情報、画像処理部 21 の出力である画像情報、ならびに偏向制御部 20 からの走査情報は、フィルタ条件算出部 22 に送られる。フィルタ条件算出部 22 はステージ位置情報、画像情報、走査情報に基づきフィルタ条件信号を生成する。生成されたフィルタ条件信号はフィルタ回路 23 に供給され、フィルタ回路 23 はフィルタ条件信号に基づきステージ位置情報の整形を行う。整形後のステージ位置情報は偏向補正処理部 24 に供給され、偏向補正処理部 24 は整形後のステージ位置情報に基づき電子線の偏向補正信号を作成し、加算器 25 に供給する。なお、偏向補正処理部 24 には、偏向制御部 20 からの走査情報が入力され、同期信号として利用される。加算器 25 で偏向補正信号と偏向制御部 20 からの通常の偏向信号が加算されることで電子線軌道の補正を行う。このような構成の測長 S E M の動作を次に説明する。

【0020】

<測長 S E M におけるステージ移動から高倍撮像までの動作手順>

図 2 にて測長 S E M における高倍率撮像の手順を説明する。まず、S 100 にて試料上の観測目的箇所が電子銃の直下となるようにステージ移動を行うが、機械的誤差等の影響により位置ずれが生じる。そのため、ステージ移動直後に高倍撮像した場合、視野内に試料上の目的の箇所が含まれない可能性がある。そこで、高倍率撮像の前に、事前撮像として S 101 の低倍率焦点合わせ撮像、S 102 の低倍率位置合わせ撮像を行う。この低場率としては、1千倍から1万倍が利用される。次に、観測目的箇所が電子銃の直下からどの程度位置ずれがあるかを、S 103 及び S 104 における高倍率撮像の画像にて計測し、電子線の軌道変更により視野位置の修正が行われ、観測箇所へステージ移動 (S 105) が完了する。本実施例においては、以下に詳述するように、低倍率撮像時の画像情報を加味して高倍率撮像時の偏向補正を行うことに特徴がある。

【0021】

<動作の具体例>

図 3 に本実施例のシステム制御部 29 のフィルタ条件算出部 22 の動作チャートを、図 4 に不要周波数決定方法を、図 5 にステージ振動の減衰予測方法を示す。これらの図 3 - 図 5 を用いて、本実施例のフィルタ条件算出部 22 の動作を説明する。

【0022】

まず、S 100 にて、試料ステージ 2 が目標位置に移動した後、S 102 において、位置合わせのため低倍率撮像が行われるが、その際に位置検出器 6 からのステージ位置情報を取得し (S 200)、そのステージ位置情報からステージ振動の周波数成分であるステージ振動情報を抽出する (S 201)。具体的な方法としては、位置検出器 6 からのステージ情報を一定時間監視し、フーリエ変換して周波数分析を行い、特徴的な周波数成分を

10

20

30

40

50

抽出する方法がある。

【0023】

次に、S102の低倍率撮像での画像情報を取得し(S202)、その画像情報から電子線照射位置の振動周波数成分である画像振動情報を抽出する(S203)。S102での低倍率撮像は位置合わせが目的のため、試料3上の特徴的なパターンを目印として撮像する。このパターンとして、試料表面上のマーカーなどを用いることができる。そして、このパターンに電子線走査方向に直交する線状のパターン(例えば縦ラインパターンに対し横方向に電子線走査する)の画像を取得し、この像から線状パターンのエッジを抽出しフーリエ変換して周波数分析することにより、上記の画像振動情報が得られる。この画像振動情報により電子線9の照射位置が電子線走査方向にどの程度振動しているかを知るこ
10 とができる。

【0024】

実際には、バーミラー5と試料ステージ2との連結が完全な剛体でないため、位置検出器6の出力であるステージ位置情報から得られたステージの振動情報には、バーミラー5単体の振動成分も含まれる。また、位置検出器6に観測ノイズが含まれることも考慮すべきである。一方、試料画像情報から得られた画像振動情報は、電子光学系カラム7、試料ステージ2、試料ホルダ4の振動成分が含まれている。高倍率撮像時に偏向補正として利用したいのは、試料画像情報に基づく振動成分であるが、高倍撮像時にリアルタイムに取得できるのはステージ位置情報のみである。

【0025】

そこで本実施例の構成においては、図4に模式的に示すように、まずステージ振動情報と画像振動情報のそれぞれの情報中で、所定のしきい値以上の振幅を持つ周波数領域を選択し、その中からステージ振動情報に含まれるが画像振動情報に含まれない周波数領域を選択する(S204)。選択された周波数領域の振動成分、例えばf2、f4は、ステージ振動情報には含まれるもの、画像振動情報には含まれない振動成分であり、バーミラー5や位置検出器6の測定ノイズによる振動成分が該当する。これらの不要振動成分は偏向補正の対象とすべきではない情報である。そこで、本実施例の構成においては、高倍撮像時にリアルタイムに測定されるステージ位置情報から、これらの振動成分を取り除くこ
20 とを行う。

【0026】

図1の測長SEMの実施例では、ステージ振動情報からある特定の周波数帯域を取り除くフィルタ回路23を多段に用意しておき、先に抽出した低倍率撮像時のステージ振動情報から不要な振動成分の周波数帯域と、その振幅量からこのフィルタ回路23の特性パラメータを決定(S206)することにより行う。ここで、低倍率撮像から高倍率撮像までの時間経過に伴う振動の減衰を考慮し、得られた振動成分の振幅を軽減しておく(S205)。軽減する量はここでは低倍率撮像から高倍率撮像の経過時間で決まるものとし、この経過時間は偏向制御部20からの走査情報によって求められる。このように、低倍率撮像時に事前取得したステージ振動情報、および画像振動情報に基づき高倍率撮像時のステージ振動情報から不要な振動成分、すなわちウェーハ保持機構の振動のようなステージ位置計測に虚偽情報として現れる部位の振動成分を除去することで、ステージ位置情報のみから偏向補正を正確に行うことが可能となる。

【0027】

通常、測定倍率に関わらず画像のコントラストを良好にするため、撮像を複数枚、すなわち複数フレーム分行い、それらを重ね合わせることを行う。時間経過に従う振動の減衰程度を推し量るため、この複数フレーム撮像画像、およびその際のステージ位置情報を利用しても良い。例えば、電子線走査信号から低倍率の事前撮像から高倍率撮像までの時間経過を計測し、その時間経過に基づき低倍率撮像から高倍率撮像までの振動の減衰を考慮し、得られた振動成分の振幅軽減量を見積もる。

【0028】

図5に模式的に示すように、各フレーム撮像時の撮像画像、ステージ情報から前述の方
40 50

法で画像振動情報、ステージ振動情報を抽出し、それを偏向制御部 20 からの走査情報に基づき時間軸上にプロットする。プロットしたデータに対しデータの補外を行い、図 5 の中央部の高倍率撮像時の振動振幅予測に示すように、高倍率撮像時の振動の減衰量、軽減量を推測する。これにより、高倍率撮像時の振動成分除去を正確に行うことが可能となる。データ補外の方式は、機構構造によりその最適な方法が異なるため、事前測定により方式を決定することが望ましい。

【0029】

次に、図 4 に戻り、画像振動情報からステージ振動情報を差し引き、電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動成分を抽出する。この電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動成分 f_3 は、撮像画像に振動として現れるものの、ステージ位置情報には含まれない振動成分であるため、偏向補正を行うことは難しい。そこで本実施例では、抽出したこれらの振動成分 f_3 を、前述のステージ振動情報から画像振動情報を差し引く際の差し引きを除外する帯域を選定する手段として利用する。これにより、本実施例の測長 SEM の構成あっては、ステージ振動情報から画像振動情報を差し引く際の不要情報の混入を防ぐこと可能となる。

【実施例 2】

【0030】

次に、第 2 の実施例として、電子光学系カラムと試料ホルダの振動成分情報をステージ制御部にフィードバックし、試料ステージの移動速度、加速度等の補正を可能とする測長 SEM の実施例を説明する。本実施例の測長 SEM においては、実施例 1 の測長 SEM に加え、制御部に荷電粒子線走査信号に基づき基準となるステージ位置を決定する手段と、光学系カラム等に励起された振動情報に基づき、ステージの移動速度や加速度を変更する手段とが新たに追加された構成を取る。

【0031】

図 6 に実施例 2 の測長 SEM の一構成例を示す。同図に示すように、本実施例の構成においては、実施例 1 の測長 SEM の構成に加え、電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動成分情報を、システム制御部 30 のステージ制御部 26 にフィードバックし、試料ステージ 2 の移動速度、加速度等のパラメータを補正することにより、ステージ制御の最適化を図る。また、システム制御部 30 に、基準位置算出部 27 と減算器 28 を追加し、ステージ位置情報をステージ基準位置からの変動分とすることにより、補正処理の簡略化を図る。すなわち、本実施例のシステム制御部 30 は、システム制御部 29 の要素に加え、ステージ制御部、基準位置算出部、及び減算器を含んでいる。

【0032】

本実施例の構成において、電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動成分情報をステージ制御部 26 にフィードバックし、試料ステージ 2 の移動速度、加速度等のパラメータを補正する。複数の試料に対して同一の測定手順を繰り返す場合、以前に試料 2 を観察した際に画像振動情報に基づく電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動が大きかった場合、次の試料を観察する際に電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動が低減するよう、ステージ移動の速度や加速度を減衰させる。このような構成とすることにより、本実施例においては、ステージ位置情報のみでは知りえない電子光学系カラム 7 と試料ホルダ 4 の振動情報に基づき、それらに基づく振動が軽減する方向にステージ制御を最適化できる。

【0033】

図 6 の実施例の構成においても、フィルタ回路 23 は前記の方法で算出されたフィルタ条件で動作し、高倍率撮像時のステージ位置情報から不要な振動成分を除去する。この時、フィルタ回路 23 への入力となるステージ位置情報は、ある基準となるステージ位置、すなわち、ステージ基準位置からの変動分で良い。このステージ基準位置は偏向補正処理部 24 での補正単位によって決まる。複数フレーム撮像時のフレーム単位で偏向補正を行う場合、ステージ基準位置は第一フレーム撮像時のステージ位置（フレーム撮像時のある時間のステージ位置、或いはフレーム撮像中の平均位置）となる。また、ライン走査単位で偏向補正を行う場合は第一ライン走査時のステージ位置（走査ライン起点、中点のステ

10

20

30

40

50

ージ位置、或いはライン走査中の平均位置)となる。更に画素単位で偏向補正を行う場合は、画素走査時のステージ位置といった具合である。

【0034】

図6の実施例では、偏向制御部20からの走査情報に基づき基準位置算出部27にて基準座標を決定し、高倍率撮像時のステージ位置情報から、基準位置算出部27で決定した基準座標を減算器28で差し引くことにより基準座標からの変動分を算出する。この方法により、任意の補正単位で偏向補正を行うことが可能となると共に、補正処理の簡略化を図ることができる。

【0035】

上述した、複数の試料に対して同一の測定手順を繰り返す場合、大きな振動成分情報のフィードバックするための具体例としては、電子光学系カラム7と試料ホルダ4の振動成分情報、特に振動振幅が支配的に大きい周波数とその振幅量をステージ制御部26に伝達すれば良い。そして、ステージ制御部26は、伝達された周波数と振幅量に基づき、試料ステージ2を動かすための図示を省略したモータ等のアクチュエータへ与える速度や加速度等の、モータを駆動する指令情報から、電子光学系カラム7と試料ホルダ4の振動を励起する周波数成分を取り除く帯域除去フィルタ処理を行う。

10

【0036】

つまり、ステージ移動の速度や加速度から、上述した電子光学系カラム7と試料ホルダ4の振動を励起する成分を減衰させることで、次の試料を観察する際に電子光学系カラム7と試料ホルダ4の振動を低減することができる。このように、本実施例においては、ステージ位置情報では知りえない電子光学系カラム7と試料ホルダ4の振動情報に基づき、それが軽減する方向にステージ制御をも最適化することが可能となる。

20

【0037】

以上説明した通り、本発明によれば、ステージ移動に伴い発生する振動に基づき荷電粒子線照射位置を補正する測長SEM等の荷電粒子線装置や応用システムにおいて、ステージ移動による振動量と荷電粒子線の照射位置の補正量の関係を事前に記憶しておくことをなしに、光学系カラムの振動のようなステージ位置計測に現れない部位の振動、あるいはウェーハ保持機構の振動のようなステージ位置計測に虚偽情報として現れる部位の振動を加味して、荷電粒子線照射位置の補正を正確に行う装置、システムを提供することができる。

30

【0038】

なお、本発明は上記した実施例で示した測長SEMに限定されるものではなく、電子線以外の他の荷電粒子線を用いた装置等、様々な他の形態の荷電粒子線装置、荷電粒子線応用システムへの適用が可能である。また、上記した実施例は本発明のより良い理解のために詳細に説明したのであり、必ずしも説明の全ての構成を備えるものに限定されものではない。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が可能である。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。

【0039】

更に、上述した各構成、機能、処理部等は、それらの一部又は全部を実現するCPUのプログラムを作成する例を主に説明したが、それらの一部又は全部を例えばLPGAなどの集積回路を利用して良いことは言うまでもない。

40

【符号の説明】

【0040】

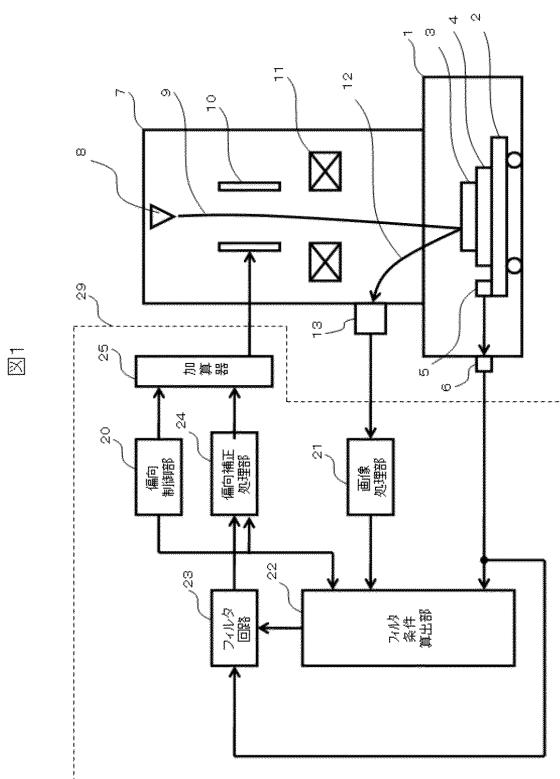
- 1 試料室
- 2 試料ステージ
- 3 試料(ウェーハ)
- 4 試料ホルダ
- 5 バーミラー
- 6 位置検出器

50

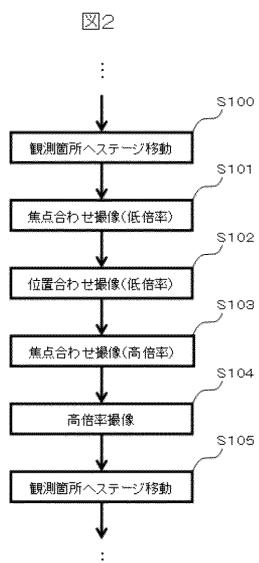
- 7 電子光学系カラム
 8 電子銃
 9 電子線
 10 偏向器
 11 電子レンズ
 12 二次電子
 13 二次電子検出器
 20 偏向制御部
 21 画像処理部
 22 フィルタ条件算出部
 23 フィルタ回路
 24 偏向補正処理部
 25 加算器
 26 ステージ制御部
 27 基準位置算出部
 28 減算器
 29、30 システム制御部

10

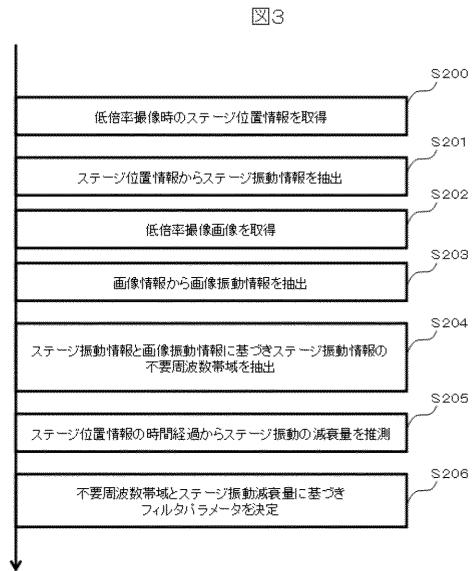
【図1】



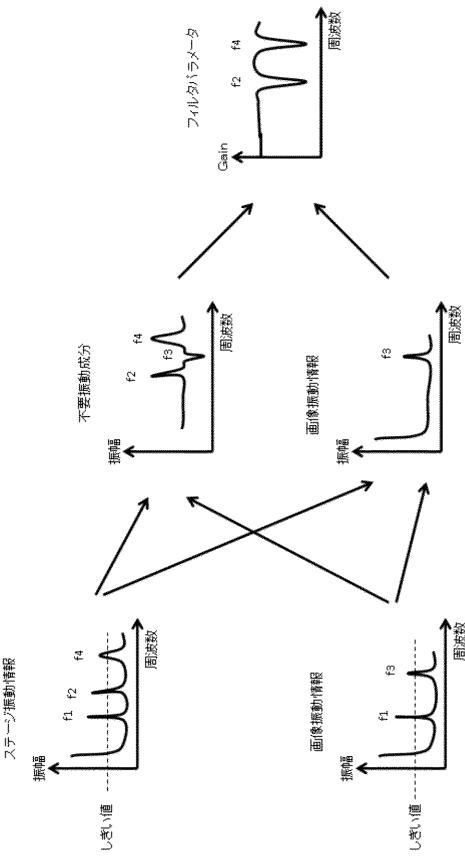
【図2】



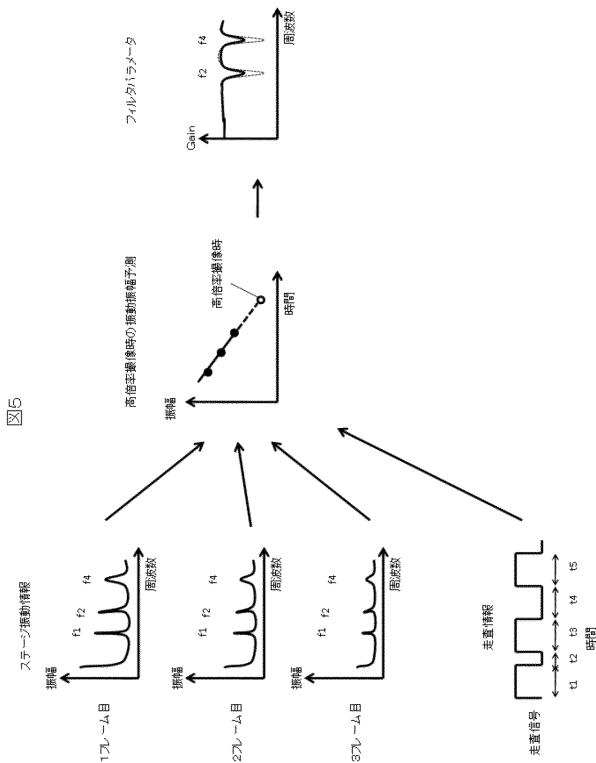
【図3】



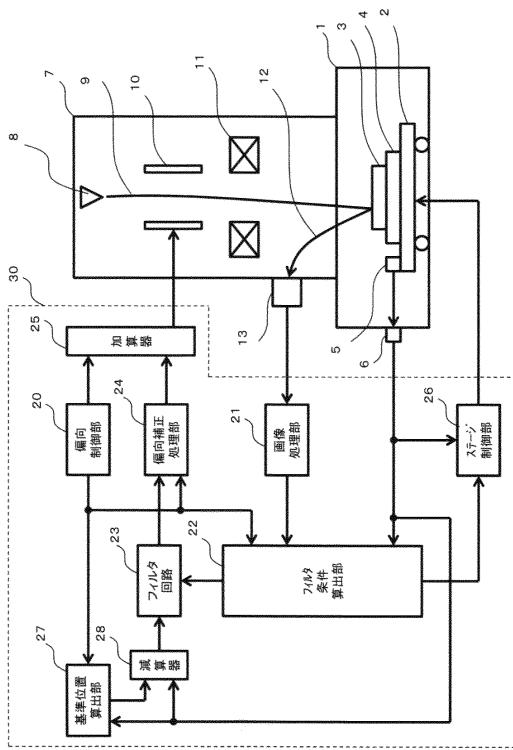
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 博紀

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

審査官 佐藤 仁美

(56)参考文献 特開平10-208679(JP,A)

特開平10-334845(JP,A)

特開2004-311659(JP,A)

特開2011-040614(JP,A)

特開2007-200658(JP,A)

特開平05-082426(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 15/00-15/08、

H01J 37/00-37/02、37/05、

37/09-37/244、37/252-37/295