

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-138183

(P2014-138183A)

(43) 公開日 平成26年7月28日(2014.7.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 4 1 D	2 H O 9 7
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 0 4	5 C O 3 4
HO 1 J 37/305 (2006.01)	HO 1 J 37/305 B	5 F O 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2013-7820 (P2013-7820)
 (22) 出願日 平成25年1月18日 (2013.1.18)

(71) 出願人 504162958
 株式会社ニューフレアテクノロジー
 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1
 (74) 代理人 100119035
 弁理士 池上 徹真
 (74) 代理人 100141036
 弁理士 須藤 章
 (74) 代理人 100088487
 弁理士 松山 允之
 (72) 発明者 飯塚 修
 静岡県沼津市大岡2068番地の3 株式
 会社ニューフレアテクノロジー内
 Fターム(参考) 2H097 AA03 BB10 CA16
 5C034 BB04
 5F056 AA04 CC04 EA06

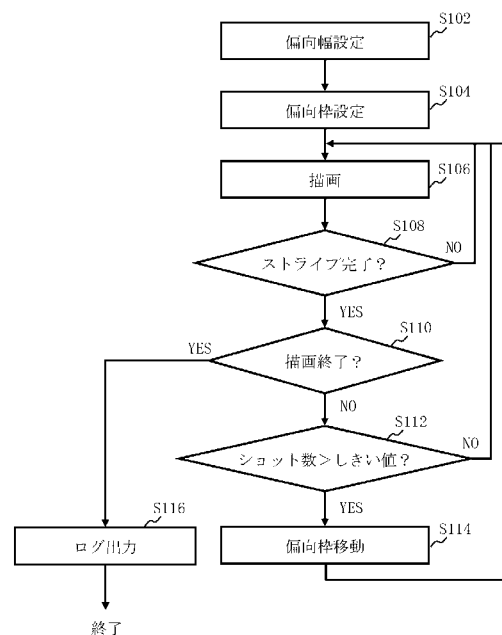
(54) 【発明の名称】 荷電粒子ビーム描画方法および荷電粒子ビーム描画装置

(57) 【要約】

【目的】ビームドリフトを引き起こす程度まで偏向器の汚染等を生じさせない、或いは、かかる程度まで偏向器の汚染等が生じるまでの期間を延ばす手法を提供する。

【構成】本発明の一態様の描画方法100は、荷電粒子ビームを偏向する偏向器の偏向可能領域の幅のうち描画処理に使用する偏向幅の領域を偏向可能領域内に設定する工程と、所定の計測値がしきい値を超えた場合に偏向幅の領域の位置を偏向可能領域内で移動させながら、偏向器を用いて荷電粒子ビームを偏向することによって試料上にパターンを描画する工程と、を備えたことを特徴とする。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷電粒子ビームを偏向する偏向器の偏向可能領域の幅のうち描画処理に使用する偏向幅の領域を前記偏向可能領域内に設定する工程と、

所定の計測値がしきい値を超えた場合に前記偏向幅の領域の位置を前記偏向可能領域内で移動させながら、前記偏向器を用いて荷電粒子ビームを偏向することによって試料上にパターンを描画する工程と、

を備えたことを特徴とする荷電粒子ビーム描画方法。

【請求項 2】

前記所定の計測値として前記荷電粒子ビームのショット数が用いられ、

前記荷電粒子ビームのショット数がしきい値を超えた場合に、前記偏向幅の領域の位置を前記偏向可能領域内で移動させることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子ビーム描画方法。

10

【請求項 3】

前記所定の計測値として前記描画処理を開始後の描画時間が用いられ、

前記描画時間がしきい値を超えた場合に、前記偏向幅の領域の位置を前記偏向可能領域内で移動させることを特徴とする請求項 1 記載の荷電粒子ビーム描画方法。

【請求項 4】

前記試料の描画領域は、短冊上の複数のストライプ領域に仮想分割され、

前記ストライプ領域単位で前記偏向幅の領域の位置を前記偏向可能領域内で移動させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 いずれか記載の荷電粒子ビーム描画方法。

20

【請求項 5】

荷電粒子ビームを偏向する偏向器の偏向可能領域の幅のうち、描画処理を行う際に使用する偏向幅の領域を前記偏向可能領域内に設定する設定部と、

前記荷電粒子ビームのショット数を計測する計測部と、

計測されたショット数がしきい値を超えたかどうかを判定する判定部と、

前記ショット数がしきい値を超えた場合に、前記偏向幅の領域の位置を前記偏向可能領域内で移動させる移動処理部と、

前記偏向器を用いて荷電粒子ビームを、設定されている位置での前記偏向幅の領域内で偏向することによって試料上にパターンを描画する描画部と、

を備えたことを特徴とする荷電粒子ビーム描画装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、荷電粒子ビーム描画方法および荷電粒子ビーム描画装置に係り、例えば、電子ビーム描画装置における偏向器の偏向領域の使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの微細化の進展を担うリソグラフィ技術は半導体製造プロセスのなかでも唯一パターンを生成する極めて重要なプロセスである。近年、LSIの高集積化に伴い、半導体デバイスに要求される回路線幅は年々微細化されてきている。これらの半導体デバイスへ所望の回路パターンを形成するためには、高精度の原画パターン（レチクル或いはマスクともいう。）が必要となる。ここで、電子ビーム（EB：Electron beam）描画技術は本質的に優れた解像性を有しており、高精度の原画パターンの生産に用いられる。

40

【0003】

図 7 は、可変成形型電子線描画装置の動作を説明するための概念図である。

可変成形型電子線描画装置は、以下のように動作する。第 1 のアパーチャ 410 には、電子線 330 を成形するための矩形の開口 411 が形成されている。また、第 2 のアパーチャ 420 には、第 1 のアパーチャ 410 の開口 411 を通過した電子線 330 を所望の

50

矩形形状に成形するための可変成形開口421が形成されている。荷電粒子ソース430から照射され、第1のアーチャ410の開口411を通過した電子線330は、偏向器により偏向され、第2のアーチャ420の可変成形開口421の一部を通過して、所定の方向（例えば、X方向とする）に連続的に移動するステージ上に搭載された試料340に照射される。すなわち、第1のアーチャ410の開口411と第2のアーチャ420の可変成形開口421との両方を通過できる矩形形状が、X方向に連続的に移動するステージ上に搭載された試料340の描画領域に描画される。第1のアーチャ410の開口411と第2のアーチャ420の可変成形開口421との両方を通過させ、任意形状を作成する方式を可変成形方式（VSB方式）という。

【0004】

昨今のパターンの微細化に伴って、描画精度の向上が求められている。その際の妨げ要因の1つとして、ビームドリフトが挙げられる（例えば、特許文献1参照）。そのため、描画装置では、ビームドリフトの補正等を行っている。ビームドリフトの原因として、描画装置に使用される偏向器の汚染やチャージアップ等が挙げられる。かかるビームドリフトを低減するためにも汚染等された偏向器の定期的なメンテナンスが必要となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-043083号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

偏向器のメンテナンスは、ビームドリフト量が許容値を超える場合等に実施される。描画精度を高精度に維持するためには、ビームドリフトを引き起こす程度まで偏向器の汚染等を生じさせない、或いは、かかる程度まで偏向器の汚染等が生じるまでの期間を延ばすことが重要となる。

【0007】

そこで、本発明は、上述した問題点を克服し、ビームドリフトを引き起こす程度まで偏向器の汚染等を生じさせない、或いは、かかる程度まで偏向器の汚染等が生じるまでの期間を延ばす手法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様の荷電粒子ビーム描画方法は、
荷電粒子ビームを偏向する偏向器の偏向可能領域の幅のうち描画処理に使用する偏向幅の領域を偏向可能領域内に設定する工程と、
所定の計測値がしきい値を超えた場合に偏向幅の領域の位置を偏向可能領域内で移動させながら、偏向器を用いて荷電粒子ビームを偏向することによって試料上にパターンを描画する工程と、
を備えたことを特徴とする。

【0009】

また、記所定の計測値として前記荷電粒子ビームのショット数が用いられ、荷電粒子ビームのショット数がしきい値を超えた場合に、偏向幅の領域の位置を偏向可能領域内で移動させると好適である。

【0010】

また、記所定の計測値として描画処理を開始後の描画時間が用いられ、描画時間がしきい値を超えた場合に、偏向幅の領域の位置を偏向可能領域内で移動させると好適である。

【0011】

また、試料の描画領域は、短冊上の複数のストライプ領域に仮想分割され、ストライプ領域単位で偏向幅の領域の位置を偏向可能領域内で移動させると好適である。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様の荷電粒子ビーム描画装置は、
 荷電粒子ビームを偏向する偏向器の偏向可能領域の幅のうち、描画処理を行う際に使用する偏向幅の領域を偏向可能領域内に設定する設定部と、
 荷電粒子ビームのショット数を計測する計測部と、
 計測されたショット数がしきい値を超えたかどうかを判定する判定部と、
 ショット数がしきい値を超えた場合に、偏向幅の領域の位置を偏向可能領域内で移動させる移動処理部と、
 偏向器を用いて荷電粒子ビームを、設定されている位置での偏向幅の領域内で偏向することによって試料上にパターンを描画する描画部と、
 を備えたことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様によれば、ビームドリフトを引き起こす程度まで偏向器の汚染等を生じさせない、或いは、かかる程度まで偏向器の汚染等が生じるまでの期間を延ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】実施の形態 1 における描画装置の構成を示す概念図である。

【図 2】実施の形態 1 における各領域を説明するための概念図である。

20

【図 3】実施の形態 1 における偏向可能領域と偏向枠の一例を示す図である。

【図 4】実施の形態 1 における描画方法の要部工程を示すフローチャート図である。

【図 5】実施の形態 1 における偏向枠の移動手法の一例を示す図である。

【図 6】実施の形態 1 における偏向枠の移動手法の他の一例を示す図である。

【図 7】可変成形型電子線描画装置の動作を説明するための概念図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、実施の形態では、荷電粒子ビームの一例として、電子ビームを用いた構成について説明する。但し、荷電粒子ビームは、電子ビームに限るものではなく、イオンビーム等の荷電粒子を用いたビームでも構わない。また、荷電粒子ビーム装置の一例として、可変成形型の描画装置について説明する。

30

【 0 0 1 6 】

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 における描画装置の構成を示す概念図である。図 1 において、描画装置 1 0 0 は、描画部 1 5 0 と制御部 1 6 0 を備えている。描画装置 1 0 0 は、荷電粒子ビーム描画装置の一例である。特に、可変成形型の描画装置の一例である。描画部 1 5 0 は、電子鏡筒 1 0 2 と描画室 1 0 3 を備えている。電子鏡筒 1 0 2 内には、電子銃 2 0 1、照明レンズ 2 0 2、ブランキング偏向器 2 1 2、ブランキングアパーチャ 2 1 4、第 1 のアパーチャ 2 0 3、投影レンズ 2 0 4、偏向器 2 0 5、第 2 のアパーチャ 2 0 6、対物レンズ 2 0 7、主偏向器 2 0 8 及び副偏向器 2 0 9 が配置されている。描画室 1 0 3 内には、XY ステージ 1 0 5 が配置される。XY ステージ 1 0 5 上には、描画時には描画対象となるマスク等の試料 1 0 1 が配置される。試料 1 0 1 には、半導体装置を製造する際の露光用マスクが含まれる。また、試料 1 0 1 には、レジストが塗布された、まだ何も描画されていないマスクブランクスが含まれる。

40

【 0 0 1 7 】

制御部 1 6 0 は、制御計算機 1 1 0、メモリ 1 1 1、偏向制御回路 1 2 0、DAC (デジタル・アナログコンバータ) アンプ 1 3 0, 1 3 2、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 1 4 0, 1 4 2, 1 4 4 を有している。制御計算機 1 1 0、メモリ 1 1 1、偏向制御回路 1 2 0、及び記憶装置 1 4 0, 1 4 2, 1 4 4 は、図示しないバスを介して接続されている。

50

【 0 0 1 8 】

制御計算機 1 1 0 内には、描画データ処理部 6 0、描画制御部 6 2、及び偏向幅設定部 6 4 が配置される。描画データ処理部 6 0、描画制御部 6 2、及び偏向幅設定部 6 4 といった機能は、電気回路等のハードウェアで構成されてもよいし、これらの機能を実行するプログラム等のソフトウェアで構成されてもよい。或いは、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせにより構成されてもよい。描画データ処理部 6 0、描画制御部 6 2、及び偏向幅設定部 6 4 に入出力される情報および演算中の情報はメモリ 1 1 1 にその都度格納される。

【 0 0 1 9 】

偏向制御回路 1 2 0 内には、偏向制御部 7 0、設定部 7 2、計測部 7 4、判定部 7 6、及び移動処理部 7 8 が配置される。偏向制御部 7 0、設定部 7 2、計測部 7 4、判定部 7 6、及び移動処理部 7 8 といった機能は、電気回路等のハードウェアで構成されてもよいし、これらの機能を実行するプログラム等のソフトウェアで構成されてもよい。或いは、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせにより構成されてもよい。偏向制御部 7 0、設定部 7 2、計測部 7 4、判定部 7 6、及び移動処理部 7 8 に入出力される情報および演算中の情報は図示しないメモリにその都度格納される。

10

【 0 0 2 0 】

ここで、図 1 では、実施の形態 1 を説明する上で必要な構成を記載している。描画装置 1 0 0 にとって、通常、必要なその他の構成を備えていても構わない。例えば、位置偏向用には、主偏向器 2 0 8 と副偏向器 2 0 9 の主副 2 段の多段偏向器を用いているが、1 段の偏向器或いは 3 段以上の多段偏向器によって位置偏向を行なう場合であってもよい。また、描画装置 1 0 0 には、マウスやキーボード等の入力装置、モニタ装置、及び外部インターフェース回路等が接続されていても構わない。

20

【 0 0 2 1 】

図 2 は、実施の形態 1 における各領域を説明するための概念図である。図 2 において、試料 1 0 1 の描画領域 1 0 は、主偏向器 2 0 8 の y 方向偏向可能幅である短冊状の複数のストライプ領域 2 0 に仮想分割される。各ストライプ領域 2 0 内では、主偏向器 2 0 8 は、y 方向偏向可能幅と、同程度の幅の x 方向偏向可能幅で囲まれた矩形の主偏向可能領域 2 2 (偏向可能領域の一例) 内において電子ビームを偏向可能となる。また、各ストライプ領域 2 0 は、副偏向器 2 0 9 の偏向可能サイズである複数のサブフィールド (S F) 3 0 (小領域) に仮想分割される。そして、各 S F 3 0 の各ショット位置にショット図形 5 2, 5 4, 5 6 が描画される。

30

【 0 0 2 2 】

偏向制御部 7 0 から図示しないブランキング制御用の D A C アンプに対して、ブランキング制御用のデジタル信号が出力される。そして、ブランキング制御用の D A C アンプでは、デジタル信号をアナログ信号に変換し、増幅させた上で偏向電圧として、ブランキング偏向器 2 1 2 に印加する。かかる偏向電圧によって電子ビーム 2 0 0 が偏向させられ、各ショットの照射時間 (照射量) が制御される。

【 0 0 2 3 】

偏向制御部 7 0 から D A C アンプ 1 3 2 に対して、主偏向制御用のデジタル信号が出力される。そして、D A C アンプ 1 3 2 では、デジタル信号をアナログ信号に変換し、増幅させた上で偏向電圧として、主偏向器 2 0 8 に印加する。かかる偏向電圧によって電子ビーム 2 0 0 が偏向させられ、各ショットのビームがメッシュ状に仮想分割された、目標となる S F 3 0 の基準位置に偏向される。

40

【 0 0 2 4 】

偏向制御部 7 0 から D A C アンプ 1 3 0 に対して、副偏向制御用のデジタル信号が出力される。そして、D A C アンプ 1 3 0 では、デジタル信号をアナログ信号に変換し、増幅させた上で偏向電圧として、副偏向器 2 0 9 に印加する。かかる偏向電圧によって電子ビーム 2 0 0 が偏向させられ、各ショットのビームが対象となる S F 3 0 内の各ショット位置に偏向される。

50

【 0 0 2 5 】

描画装置 1 0 0 では、複数段の多段偏向器を用いて、ストライプ領域 2 0 毎に描画処理を進めていく。ここでは、一例として、主偏向器 2 0 8、及び副偏向器 2 0 9 といった 2 段偏向器が用いられる。X Y ステージ 1 0 5 が例えば - x 方向に向かって連続移動しながら、1 番目のストライプ領域 2 0 について x 方向に向かって描画を進めていく。そして、1 番目のストライプ領域 2 0 の描画終了後、同様に、或いは逆方向に向かって 2 番目のストライプ領域 2 0 の描画を進めていく。以降、同様に、3 番目以降のストライプ領域 2 0 の描画を順に進めていく。

【 0 0 2 6 】

X Y ステージ 1 0 5 の移動に伴って、見かけ上、主偏向可能領域 2 2 の位置がストライプ領域 2 0 上を順に移動していくことになる。例えば、上述したように、x 方向に描画が進む場合には、主偏向可能領域 2 2 の位置もストライプ領域 2 0 上を x 方向に移動していく。そして、主偏向器 2 0 8 が、主偏向可能領域 2 2 内において、描画対象となる S F 3 0 の基準位置 A に電子ビーム 2 0 0 を偏向する。その際、X Y ステージ 1 0 5 の移動に追従するように、主偏向可能領域 2 2 内において、描画対象となる S F 3 0 の基準位置 A に電子ビーム 2 0 0 を偏向し続ける。主偏向器 2 0 8 が描画対象となる S F 3 0 の基準位置 A に電子ビーム 2 0 0 を偏向し続けている間に、副偏向器 2 0 9 が、各 S F 3 0 の基準位置 A から当該 S F 3 0 内に照射されるビームの各ショット位置に電子ビーム 2 0 0 を偏向する。このように、主偏向器 2 0 8、及び副偏向器 2 0 9 は、サイズの異なる偏向領域をもつ。そして、S F 3 0 は、かかる複数段の偏向器の偏向領域のうち、最小偏向領域となる。描画対象となっていた S F 3 0 内の描画が終了すると、主偏向器 2 0 8 は次の S F 3 0 の基準位置 A へと偏向対象を移動させる。以降、同様の動作によって、各 S F 3 0 内の図形パターンが順次描画される。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、実施の形態 1 における偏向可能領域と偏向枠の一例を示す図である。図 3 では、例えば、主偏向器 2 0 8 の主偏向可能領域 2 2 について示している。従来の描画処理では、対象ストライプ領域 2 0 を描画する際、X Y ステージ 1 0 5 が例えば - x 方向に移動するのに伴って描画対象 S F 3 0 が主偏向可能領域 2 2 内に入ってくると、それ以前の S F 3 0 への描画が終了していれば直ちに描画対象 S F 3 0 への描画を開始する。そのため、従来の描画処理では、図 3 の主偏向可能領域 2 2 のうち、主偏向器 2 0 8 が実際の描画処理において偏向している偏向領域は、例えば x 方向の右端部から幅 L_1 程度の領域（図 3 では、偏向枠 2 4 a で示す）内に過ぎない。幅 L_1 は、主偏向可能領域 2 2 の x 方向偏向可能幅 L_0 の例えば $1/5$ 程度に過ぎない。そのため、主偏向器 2 0 8 は、かかる右端部から幅 L_1 程度の領域内での偏向を繰り返し行うことになる。逆に、X Y ステージ 1 0 5 が例えば x 方向に移動しながら描画する場合には、主偏向可能領域 2 2 のうち、主偏向器 2 0 8 が実際の描画処理において偏向している偏向領域は、- x 方向の左端部から幅 L_1 程度の領域（図示せず）内に過ぎない。

【 0 0 2 8 】

経験的に、すべてのストライプ領域 2 0 の描画処理を x 方向に進めるフォワード (F W D) / フォワード (F W D) 動作を行った場合の主偏向器 2 0 8 のコンタミネーション (以下、コンタミという) の付着箇所は複数の描画装置において似た傾向を示す。また、すべてのストライプ領域 2 0 の描画処理を - x 方向に進めるバックワード (B W D) / バックワード (B W D) 動作を行った場合の主偏向器 2 0 8 のコンタミの付着箇所も複数の描画装置において似た傾向を示す。さらに、各ストライプ領域 2 0 の描画処理を x 方向と - x 方向とに交互に進めるフォワード (F W D) / バックワード (B W D) 動作を行った場合の主偏向器 2 0 8 のコンタミの付着箇所は複数の描画装置において似た傾向を示す。また、同様に、フォワード (F W D) / フォワード (F W D) 動作を行った場合のビームドリフトの劣化の傾向が複数の描画装置において似た傾向を示す。同様に、バックワード (B W D) / バックワード (B W D) 動作を行った場合のビームドリフトの劣化の傾向が複数の描画装置において似た傾向を示す。同様に、フォワード (F W D) / バックワード (

10

20

30

40

50

BWD)動作を行った場合のビームドリフトの劣化の傾向が複数の描画装置において似た傾向を示す。

【0029】

具体的には、主偏向器208が実際の描画処理において偏向している偏向領域の位置によって、主偏向器208に付着するコンタミの付着箇所が主偏向器208の一部に局所的に偏ってしまう。そのため、主偏向器208のその他の箇所にはコンタミ等の付着がほとんど見られないにも関わらず、かかる偏在する付着箇所への汚染が集中してしまう。その結果、かかる偏在する付着箇所のコンタミ等の増加によってビームドリフトが引き起こされてしまう。そこで、実施の形態1では、かかる主偏向器208の汚染箇所を局所的な位置に偏在させないようにする。そのために、実施の形態1では、図3の偏向枠24の位置を最初は主偏向可能領域22の右端(図3では、偏向枠24aで示す)に設定し、描画処理の途中の段階で、後述する所定のしきい値を超えた場合にその他の位置(図3では、例えば、中央左よりの偏向枠24bで示す)に移動させる。これにより、主偏向器208のコンタミ等の付着箇所を順次変化させることができる。これにより、コンタミ等の付着を局所的に集中させることを回避できる。その結果、主偏向器208のコンタミ汚染等を原因とするビームドリフトが生じるまでの期間を延ばすことができる。

10

【0030】

図4は、実施の形態1における描画方法の要部工程を示すフローチャート図である。図4において、実施の形態1における描画方法では、偏向幅設定工程(S102)と、偏向枠設定工程(S104)と、描画工程(S106)と、判定工程(S108)と、判定工程(S110)と、判定工程(S112)と、偏向枠移動工程(S114)と、ログ出力工程(S116)という一連の工程を実施する。

20

【0031】

偏向幅設定工程(S102)として、偏向幅設定部64は、主偏向可能領域22のうち、主偏向器208が実際の描画処理において偏向に使用する偏向領域の幅 L_1 (図3の例では、x方向幅)を設定する。y方向については、主偏向可能領域22のy方向偏向可能幅をそのまま使用する。かかる幅は、過去の実績等に基づいて設定すると好適である。実施の形態1では、過去に描画した各レイアウトに対して、実際に主偏向器208が偏向に使用した偏向領域の幅(x方向幅)をログ情報として記憶装置144に記憶しておく。偏向幅設定部64は、記憶装置144からログ情報を読み出し、偏向に使用した偏向領域の幅の平均値、中央値、或いは、最大値を幅 L_1 として設定する。或いは、描画対象となるレイアウトの描画データと同じ描画データで過去に描画した際に使用した偏向領域の幅があれば、その値を設定しても好適である。

30

【0032】

偏向枠設定工程(S104)として、設定部72は、電子ビーム200を偏向する主偏向器208(偏向器の一例)の主偏向可能領域22のx方向偏向可能幅 L_0 のうち描画処理に使用する偏向枠24(偏向幅 L_1 の領域)を主偏向可能領域22内に設定する。偏向枠24は、x方向幅が偏向幅 L_1 でy方向幅が主偏向可能領域22のy方向偏向可能幅となる矩形の領域で設定される。ここでは、図3に示すように、最初の位置として、例えば、主偏向可能領域22の右端に設定する。

40

【0033】

描画工程(S106)として、描画部150は、主偏向器208等を用いて電子ビーム200を、設定されている位置での偏向枠24内で偏向することによって試料101上にパターンを描画する。具体的には次のように動作する。まず、描画データ処理部60は、記憶装置140から描画データを読み出し、複数段のデータ変換処理を行って描画装置100固有のショットデータを生成する。描画データは、例えば、描画対象チップのチップ領域を短冊上に仮想分割されたフレーム領域毎にファイル構成されている。そして、描画データ処理部60は、かかるフレーム領域毎のデータファイルを順次読み込み、ショットデータを生成する。また、チップには複数の図形パターンが配置されるが、描画装置100では、1回のビームショットで形成可能なサイズが限られている。そのため、データ変

50

換処理の中で、各図形パターンは、1回のビームショットで形成可能なショット図形に分割される。そして、各ショット図形の図形種、サイズ、位置等がショットデータとして生成される。その他、ショットデータとして、照射量（照射時間）が定義される。ショットデータは、順次、記憶装置142に格納される。

【0034】

描画制御部62は、偏向制御回路120や図示しないその他の制御回路を制御して、描画部150に描画動作を実施させる。偏向制御回路120内では、偏向制御部70がショットデータを記憶装置142から読み出し、ショットデータに定義される照射位置データに応じて、ショット図形毎に、主偏向データと副偏向データを生成する。主偏向データは、DACアンプ132に出力される。副偏向データは、DACアンプ130に出力される。また、偏向制御部70は、ショットデータに定義される照射時間に応じて、ショット図形毎に、ブランキングデータを生成し、図示しないブランキング用のDACアンプに出力する。また、偏向制御部70は、ショットデータに定義される図形種および図形サイズに応じて成形データを生成し、図示しないビーム成形用のDACアンプに出力する。そして、偏向制御回路120から制御された各DACアンプからの信号および図示しないその他の制御回路からの制御情報に基づいて、描画部150は、電子ビーム200を用いて、当該図形パターンを試料100に描画する。具体的には、以下のように動作する。

【0035】

電子銃201（放出部）から放出された電子ビーム200は、ブランキング偏向器212内を通過する際にブランキング用のDACアンプからの偏向信号によって制御されるブランキング偏向器212によって、ビームONの状態では、ブランキングアパーチャ214を通過するように制御され、ビームOFFの状態では、ビーム全体がブランキングアパーチャ214で遮へいされるように偏向される。ビームOFFの状態からビームONとなり、その後ビームOFFになるまでにブランキングアパーチャ214を通過した電子ビーム200が1回の電子ビームのショットとなる。ブランキング偏向器212は、通過する電子ビーム200の向きを制御して、ビームONの状態とビームOFFの状態とを交互に生成する。例えば、ビームONの状態では電圧を印加せず、ビームOFFの際にブランキング偏向器212に電圧を印加すればよい。かかる各ショットの照射時間 t で試料101に照射される電子ビーム200のショットあたりの照射量が調整されることになる。

【0036】

以上のようにブランキング偏向器212とブランキングアパーチャ214を通過することによって生成された各ショットの電子ビーム200は、照明レンズ202により矩形の穴を持つ第1の成形アパーチャ203全体を照明する。ここで、電子ビーム200をまず矩形に成形する。そして、第1の成形アパーチャ203を通過した第1のアパーチャ像の電子ビーム200は、投影レンズ204により第2の成形アパーチャ206上に投影される。偏向器205によって、かかる第2の成形アパーチャ206上での第1のアパーチャ像は偏向制御され、ビーム形状と寸法を変化させる（可変成形を行なう）ことができる。かかる可変成形はショット毎に行なわれ、通常ショット毎に異なるビーム形状と寸法に成形される。そして、第2の成形アパーチャ206を通過した第2のアパーチャ像の電子ビーム200は、対物レンズ207により焦点を合わせ、主偏向器208及び副偏向器209によって偏向され、連続的に移動するXYステージ105に配置された試料101の所望する位置に照射される。図1では、位置偏向に、主副2段の多段偏向を用いた場合を示している。かかる場合には、主偏向器208でSF30の基準位置にステージ移動に追従しながら該当ショットの電子ビーム200を偏向し、副偏向器209でSF内の各照射位置にかかる該当ショットのビームを偏向すればよい。かかる動作を繰り返し、各ショットのショット図形を繋ぎ合わせることで、描画データに定義された図形パターンを描画する。

【0037】

描画処理は、ストライプ領域20単位で実施される。また、描画工程（S106）中に、計測部74は、ショットしたショット図形のショット数（所定の計測値の一例）を計測

10

20

30

40

50

する。或いは、計測部 7 4 は、描画処理を開始後の描画時間 T (所定の計測値の他の一例) を計測しても好適である。或いは、計測部 7 4 は、描画した総照射量を計測しても好適である。総照射量は、ショット図形の面積 S と電流密度 J と照射時間 t の積を累積加算して算出すればよい。

【0038】

判定工程 (S 1 0 8) として、描画制御部 6 2 は対象ストライプ領域 2 0 の描画が終了したかどうかを判定する。対象ストライプ領域 2 0 の描画が終了していない場合には、対象ストライプ領域 2 0 の描画が終了するまで描画工程 (S 1 0 6) を継続する。対象ストライプ領域 2 0 の描画が終了した場合には、次の判定工程 (S 1 1 0) に進む。

【0039】

判定工程 (S 1 1 0) として、描画制御部 6 2 は、すべてのストライプ領域 2 0 の描画が終了したかどうかを判定する。言い換えれば、描画処理が終了したかどうかを判定する。描画処理が終了していない場合には、判定工程 (S 1 1 2) に進む。描画処理が終了した場合にはログ出力工程 (S 1 1 6) に進む。

【0040】

判定工程 (S 1 1 2) として、判定部 7 6 は、電子ビーム 2 0 0 のショット数がしきい値 (ショット数しきい値) を超えたかどうかを判定する。電子ビーム 2 0 0 のショット数がしきい値を超えていない場合には描画工程 (S 1 0 6) に戻る。そして、電子ビーム 2 0 0 のショット数がしきい値を超えるまで、順次、次のストライプ領域 2 0 に対して描画工程 (S 1 0 6) から判定工程 (S 1 1 2) までを繰り返す。電子ビーム 2 0 0 のショット数がしきい値を超えた場合に、偏向枠移動工程 (S 1 1 4) に進む。描画工程 (S 1 0 6) に戻った場合に、計測部 7 4 は計測したショット数を一旦リセットして、再度、計測を開始する。

【0041】

或いは、計測部 7 4 が描画処理を開始後の描画時間 T を計測する場合には、判定工程 (S 1 1 2) として、判定部 7 6 は、描画処理を開始後、描画時間 T がしきい値 (描画時間しきい値) を超えたかどうかを判定する。そして、描画時間 T がしきい値を超えていない場合には描画工程 (S 1 0 6) に戻る。そして、描画時間 T がしきい値を超えるまで、順次、次のストライプ領域 2 0 に対して描画工程 (S 1 0 6) から判定工程 (S 1 1 2) までを繰り返す。描画時間 T がしきい値を超えた場合に、偏向枠移動工程 (S 1 1 4) に進む。描画工程 (S 1 0 6) に戻った場合に、計測部 7 4 は計測した描画時間を一旦リセットして、再度、計測を開始する。

【0042】

或いは、計測部 7 4 が総照射量を計測する場合には、判定工程 (S 1 1 2) として、判定部 7 6 は、総照射量がしきい値 (総照射量しきい値) を超えたかどうかを判定する。そして、総照射量がしきい値を超えていない場合には描画工程 (S 1 0 6) に戻る。そして、総照射量がしきい値を超えるまで、順次、次のストライプ領域 2 0 に対して描画工程 (S 1 0 6) から判定工程 (S 1 1 2) までを繰り返す。総照射量がしきい値を超えた場合に、偏向枠移動工程 (S 1 1 4) に進む。描画工程 (S 1 0 6) に戻った場合に、計測部 7 4 は計測した総照射量を一旦リセットして、再度、計測を開始する。

【0043】

偏向枠移動工程 (S 1 1 4) として、移動処理部 7 8 は、偏向枠 2 4 の位置を主偏向可能領域 2 2 内で移動させる。そして、描画工程 (S 1 0 6) に戻り、描画工程 (S 1 0 6) から偏向枠移動工程 (S 1 1 4) までを繰り返す。

【0044】

以上のように、実施の形態 1 では、電子ビーム 2 0 0 のショット数がしきい値を超えた場合に、偏向枠 2 4 の位置を主偏向可能領域 2 2 内で移動させる。或いは、描画処理を開始後の描画時間 T がしきい値を超えた場合に、偏向枠 2 4 の位置を主偏向可能領域 2 2 内で移動させる。なお、偏向枠 2 4 の位置を移動させる場合には、ストライプ領域 2 0 単位で移動させると好適である。これにより、同じストライプ領域 2 0 内の途中で偏向枠 2 4

10

20

30

40

50

の位置を移動させることによる描画動作の停滞が発生するリスクを回避できる。また、同じストライプ領域 20 内の途中で偏向枠 24 の位置を移動させても、ストライプ領域 20 間で偏向枠 24 の位置を移動させても、主偏向器 208 のコンタミ付着箇所の状況に大きな差は生じない。このように、実施の形態 1 では、偏向枠 24 の位置を主偏向可能領域 22 内で移動させながら、主偏向器 208 等を用いて電子ビームを偏向することによって試料 101 上にパターンを描画する。

【0045】

ログ出力工程 (S116) として、描画制御部 62 は、描画処理を実施したデータをログ情報として記憶装置 144 に格納する。かかるログ情報には、上述したように、主偏向器 208 が偏向に使用した偏向領域の幅 (x 方向幅) が含まれる。

10

【0046】

図 5 は、実施の形態 1 における偏向枠の移動手法の一例を示す図である。移動処理部 78 は、偏向幅 L_1 における前述のしきい値が所定のしきい値以下かどうかを判定する。そして、偏向幅 L_1 がしきい値以下であれば、以下のように分割する。まず、分割数の閾値をあらかじめ設定しておく。そして、主偏向可能領域 22 の x 方向偏向可能幅 L_0 を用いて、偏向幅 L_1 が次の式

$$L_0 / n < L_1 < L_0 / (n + 1)$$

を満たし、かつ、n " 分割数の閾値 " となるような自然数 n で分割する。例えば、分割数の閾値を 4 とする。また、 L_0 は $100 \mu\text{m}$ とする。 L_1 が仮に $18 \mu\text{m}$ とすると、n = 5 は、

20

$100 / 5 < 18 < 100 / (5 + 1)$ を満たす。さらに、n = 5 は、n > 4 (閾値) を満たすので、5 分割とする。よって、かかる分割を行う場合には、偏向幅設定工程 (S102) において偏向幅 L_1 を設定する際に、 L_1 は $20 \mu\text{m}$ と設定されると好適である。なお、上述した条件を満たす分割数が存在しない場合には、後述する移動手法を実施すればよい。

そして、移動処理部 78 は、図 5 に示すように、例えば、主偏向可能領域 22 の右端部から a, b, c, d, e... と描画方向と逆の方向 (-x 方向) に向かって偏向枠 24 を順に移動させる (直前の偏向枠と異なる偏向枠に移動させる)。或いは、主偏向可能領域 22 の左端部から e, d, c, b, a... と描画方向と同じ方向 (x 方向) に向かって偏向枠 24 を順に移動させてもよい。或いは、ランダムに偏向枠 24 を順に移動させてもよい。

30

【0047】

図 6 は、実施の形態 1 における偏向枠の移動手法の他の一例を示す図である。偏向幅 L_1 がしきい値以下でない場合に、移動処理部 78 は、図 6 に示すように、偏向枠 24 が互いに一部が重なるように、偏向枠 24 を順に移動させる。例えば、主偏向可能領域 22 の右端部から a, b... と描画方向と逆の方向 (-x 方向) に向かって偏向枠 24 を一部が重なるように順に移動させる。或いは、主偏向可能領域 22 の左端部から描画方向と同じ方向 (x 方向) に向かって偏向枠 24 を一部が重なるように順に移動させてもよい。或いは、ランダムに偏向枠 24 を一部が重なるように順に移動させてもよい。偏向幅 L_1 が大きい場合には、かかる動作を行うことで、偏向枠 24 の移動回数が少なくなることができる。その結果、汚染箇所が局所的な位置に偏らないようにできる。

40

【0048】

以上のように、実施の形態 1 によれば、ビームドリフトを引き起こす程度まで偏向器の汚染等を生じさせない、或いは、かかる程度まで偏向器の汚染等が生じるまでの期間を延ばすことができる。その結果、描画精度を高精度に維持できる。また、主偏向器のメンテナンス周期を長くできるので、装置の稼働率を向上させることができる。

【0049】

以上、具体例を参照しつつ実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。上述した例では、主副 2 段の 2 段偏向について、主偏向の偏向枠 24 を移動させる場合を示したがこれに限るものではない。3 段偏向以上の場

50

合においても、最小偏向領域以外については、同様に、適用できる。

【0050】

また、装置構成や制御手法等、本発明の説明に直接必要しない部分等については記載を省略したが、必要とされる装置構成や制御手法を適宜選択して用いることができる。例えば、描画装置100を制御する制御部構成については、記載を省略したが、必要とされる制御部構成を適宜選択して用いることは言うまでもない。

【0051】

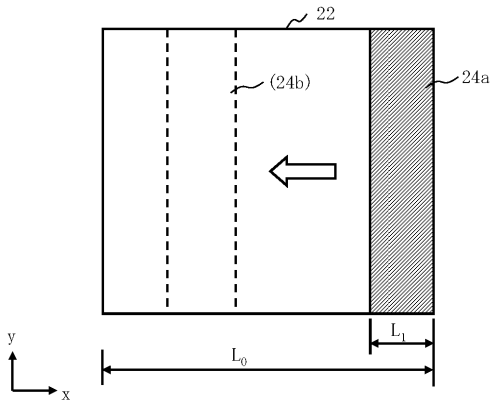
その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての荷電粒子ビーム描画方法、および荷電粒子ビーム描画装置は、本発明の範囲に包含される。

【符号の説明】

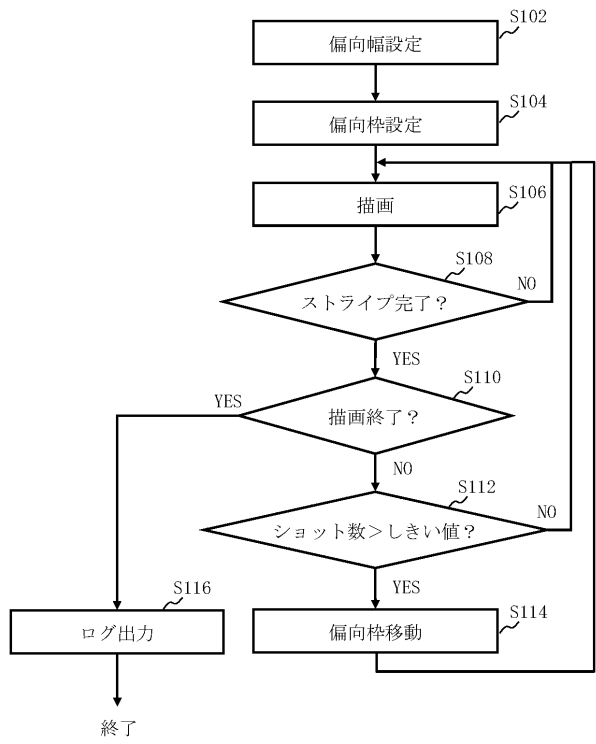
【0052】

10	描画領域	
20	ストライプ領域	
22	主偏向可能領域	
24	偏向枠	
30	S F	
52, 54, 56	ショット図形	
60	描画データ処理部	
62	描画制御部	
64	偏向幅設定部	20
70	偏向制御部	
72	設定部	
74	計測部	
76	判定部	
78	移動処理部	
100	描画装置	
101, 340	試料	
102	電子鏡筒	
103	描画室	
105	X Yステージ	30
110	制御計算機	
111	メモリ	
120	偏向制御回路	
130, 132	D A Cアンプ	
140, 142, 144	記憶装置	
150	描画部	
160	制御部	
200	電子ビーム	
201	電子銃	
202	照明レンズ	40
203, 410	第1のアーチャー	
204	投影レンズ	
205	偏向器	
206, 420	第2のアーチャー	
207	対物レンズ	
208	主偏向器	
209	副偏向器	
212	ブランキング偏向器	
214	ブランキングアーチャー	
330	電子線	50

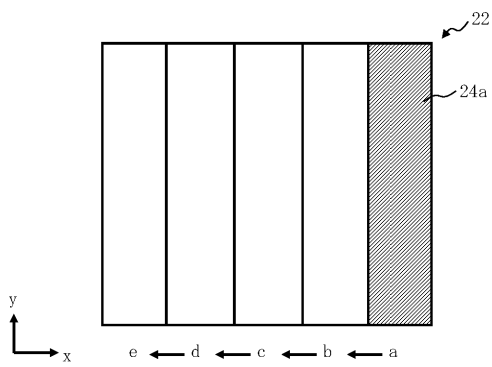
【 図 3 】



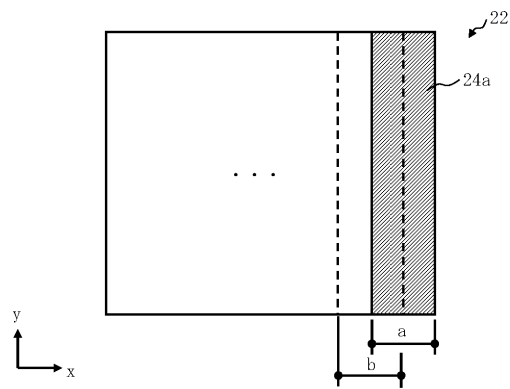
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

