

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6285660号  
(P6285660)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/30	5 4 1 E
<b>GO 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/30	5 4 1 J
<b>HO 1 J</b>	<b>37/305</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/30	5 4 1 Q
			GO 3 F	7/20	5 0 4
			GO 3 F	7/20	5 2 1
請求項の数 5 (全 27 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2013-165885 (P2013-165885)	(73) 特許権者	504162958
(22) 出願日	平成25年8月9日(2013.8.9)		株式会社ニューフレアテクノロジー
(65) 公開番号	特開2015-35507 (P2015-35507A)		神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1
(43) 公開日	平成27年2月19日(2015.2.19)	(74) 代理人	100119035
審査請求日	平成28年7月6日(2016.7.6)		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	本杉 知生
			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
		(72) 発明者	安瀬 博人
			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
			最終頁に続く

(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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料の描画領域を一方方向に短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する工程と、  
ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうちの一方を演算する工程と、

隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する工程と、

判定の結果、前記閾値を超える場合に、パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方の差が前記閾値以下になるように、前記隣り合うストライプ領域同士のうち、前記一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域を前記一方方向に再分割する工程と、

再分割されたストライプ領域を含む複数のストライプ領域に対して、順に、荷電粒子ビームを用いて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】

試料の描画領域を短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する工程と、  
ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうちの一方を演算する工程と、

パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方が小さい或いは少ない順に描画順を並び替えるように、前記複数のストライプ領域の描画順序を設定する工程と、

パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方が小さい或いは少ない順に設定され

た描画順序で、前記複数のストライプ領域に対して、荷電粒子ビームを用いて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3】

荷電粒子ビームを試料上に偏向する偏向器の偏向アンプのためのセトリング時間を設定する工程と、

試料の描画領域を一定の分割幅で短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する工程と

、ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する工程と、

隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する工程と、

前記閾値を超える隣り合うストライプ領域同士のうち、前記一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域については設定されたセトリング時間にオフセット値を加算する工程と、

前記閾値を超える隣り合うストライプ領域同士のうち、前記一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域については設定されたセトリング時間よりも、前記オフセット値が加算された長いセトリング時間経過後に、その他のストライプ領域については設定されたセトリング時間経過後に、次のビームのショットが偏向されるように、前記複数のストライプ領域に対して、荷電粒子ビームを用いて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4】

試料の描画領域を一方向に短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する分割部と、

ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する演算部と、

隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する判定部と、

判定の結果、前記閾値を超える場合に、パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方の差が前記閾値以下になるように、前記隣り合うストライプ領域同士のうち、前記一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域を前記一方向に再分割する再分割部と、

再分割されたストライプ領域を含む複数のストライプ領域に対して、順に、荷電粒子ビームを用いて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。

【請求項5】

試料の描画領域を短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する分割部と、

ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する演算部と、

パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方が小さい或いは少ない順に描画順を並び替えるように、前記複数のストライプ領域の描画順序を設定する設定部と、

パターンの総面積とショット数とのうちの前記一方が小さい或いは少ない順に設定された描画順序で、前記複数のストライプ領域に対して、荷電粒子ビームを用いて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。

【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描画位置精度を向上させる手法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

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、電子線（電子ビーム）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。

#### 【0003】

図22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（EB：Electron beam）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のアパーチャ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のアパーチャ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のアパーチャ410の開口411と第2のアパーチャ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のアパーチャ410の開口411と第2のアパーチャ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】

電子ビーム描画では、描画中にパターン密度が大きく変わった場合、その変わり目の箇所において、パターンの位置精度が低下するという問題があった。その原因として、例えば、偏向器に付着した付着物が帯電することが挙げられている（例えば、非特許文献1参照）。かかる問題に対して、ストライプ幅を小さく設定し、1ストライプあたりの描画面積を小さくすることで、上述した位置精度低下を改善することが試みられている。しかしながら、ストライプ幅を小さく設定すると、試料に設定されるストライプ数が大幅に増加するため、スループットの低下を引き起こしてしまうといった問題が発生する。そのためかかる手法は好ましくない。そのため、従来、電子ビーム描画では、定期的にビームドリフト量を測定し、ビームドリフトを補正することでかかる問題に対処していた。しかしながら、急激にパターン密度が変化する場合については、ビーム位置の変化にドリフト補正が追従することが困難である。そのため、必要な位置精度を確保できずにいた。急激にパターン密度が変化する場合にも対応するためには、ビームドリフト量を測定する間隔を非常に短い時間に設定する必要があるが、ビームドリフト量を測定するには描画動作を一旦停止する必要があるため、スループットの低下を引き起こしてしまうといった問題が発生する。そのため、かかる手法も好ましくない。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

【非特許文献1】 " Proc. of SPIE Vol. 8441 84410C-2 "

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

そこで、本発明は、上述した問題点を克服し、スループットの低下を低減しながら描画中のパターン密度差の生じる箇所での描画位置精度の低下を低減或いは抑制することが可能な装置および方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】

#### 【0007】

本発明の一態様の荷電粒子ビーム描画方法は、

10

20

30

40

50

試料の描画領域を一方向に短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する工程と、  
 ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する工程と、  
 隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する工程と、  
 判定の結果、閾値を超える場合に、パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方の差が閾値以下になるように、隣り合うストライプ領域同士のうち、上述した一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域を前記一方向に再分割する工程と、  
 再分割されたストライプ領域を含む複数のストライプ領域に対して、順に、荷電粒子ビームを用いてパターンを描画する工程と、  
 を備えたことを特徴とする。

10

## 【0008】

本発明の他の一態様の荷電粒子ビーム描画方法は、  
 試料の描画領域を短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する工程と、  
 ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する工程と、  
 パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方が小さい或いは少ない順に描画順を並び替えるように、複数のストライプ領域の描画順序を設定する工程と、  
 パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方が小さい或いは少ない順に設定された描画順序で、複数のストライプ領域に対して、荷電粒子ビームを用いてパターンを描画する工程と、  
 を備えたことを特徴とする。

20

## 【0009】

本発明の他の一態様の荷電粒子ビーム描画方法は、  
 荷電粒子ビームを試料上に偏向する偏向器の偏向アンプのためのセトリング時間を設定する工程と、  
 試料の描画領域を一定の分割幅で短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する工程と、  
 ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する工程と、  
 隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する工程と、  
前記閾値を超える隣り合うストライプ領域同士のうち、前記一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域については設定されたセトリング時間にオフセット値を加算する工程と、  
 閾値を超える隣り合うストライプ領域同士のうち、上述した一方が大きい方或いは多い方のストライプ領域については設定されたセトリング時間よりも、前記オフセット値が加算された長いセトリング時間経過後に、その他のストライプ領域については設定されたセトリング時間経過後に、次のビームのショットが偏向されるように、複数のストライプ領域に対して、荷電粒子ビームを用いてパターンを描画する工程と、  
 を備えたことを特徴とする。

30

40

## 【0010】

本発明の一態様の荷電粒子ビーム描画装置は、  
 試料の描画領域を一方向に短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する分割部と、  
 ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうち的一方を演算する演算部と、  
 隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する判定部と、  
 判定の結果、閾値を超える場合に、パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方の差が閾値以下になるように、隣り合うストライプ領域同士のうち、上述した一方が

50

大きい方或いは多い方のストライプ領域を前記一方向に再分割する再分割部と、  
再分割されたストライプ領域を含む複数のストライプ領域に対して、順に、荷電粒子ビームを用いて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。

## 【0011】

本発明の他の一態様の荷電粒子ビーム描画装置は、  
試料の描画領域を短冊状の複数のストライプ領域に仮想分割する分割部と、  
ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積とショット数とのうちの一方を演算する演算部と、

パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方が小さい或いは少ない順に描画順を並び替えるように、複数のストライプ領域の描画順序を設定する設定部と、

パターンの総面積とショット数とのうちの上述した一方が小さい或いは少ない順に設定された描画順序で、複数のストライプ領域に対して、荷電粒子ビームを用いて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。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明の一態様によれば、スループットの低下を低減しながら描画中のパターン密度差の生じる箇所での描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【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。

【図3】実施の形態1における評価パターンの一例を示す図である。

【図4】実施の形態1における位置ずれ量とショット数との関係の一例を示すグラフである。

【図5】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6】実施の形態1におけるパターンレイアウトの一例と各工程での工程概念図を示す図である。

【図7】実施の形態1における描画順の並び替えの一例を示すグラフである。

【図8】実施の形態2における描画装置の構成を示す概念図である。

【図9】実施の形態2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10】実施の形態2におけるパターンレイアウトの一例と各工程での工程概念図を示す図である。

【図11】実施の形態2におけるパターンレイアウトの他の一例と面積差の判定結果の一例とを示す概念図を示す図である。

【図12】実施の形態2におけるストライプ再分割による描画処理の一例を示すグラフである。

【図13】実施の形態3における描画装置の構成を示す概念図である。

【図14】実施の形態3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15】実施の形態3におけるパターンレイアウトの一例と各工程での工程概念図を示す図である。

【図16】実施の形態4における描画装置の構成を示す概念図である。

【図17】実施の形態4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18】実施の形態4における描画順の並び替えとストライプ再分割による描画処理の一例を示すグラフである。

【図19】実施の形態5における描画装置の構成を示す概念図である。

【図20】実施の形態5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21】実施の形態5における描画順の並び替えとストライプ再分割による描画処理の

10

20

30

40

50

一例を示すグラフである。

【図 2 2】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】

【0014】

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。

【0015】

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 100 は、描画部 150 と制御部 160 を備えている。描画装置 100 は、荷電粒子ビーム描画装置の一例である。特に、可変成形 (VSB) 型の描画装置の一例である。描画部 150 は、電子鏡筒 102 と描画室 103 を備えている。電子鏡筒 102 内には、電子銃 201、照明レンズ 202、ブランキング偏向器 212、ブランキングアパーチャ 214、第 1 のアパーチャ 203、投影レンズ 204、偏向器 205、第 2 のアパーチャ 206、対物レンズ 207、主偏向器 208 及び副偏向器 209 が配置されている。描画室 103 内には、XY ステージ 105 が配置される。XY ステージ 105 上には、描画時には描画対象となるマスク等の試料 101 が配置される。試料 101 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 101 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が含まれる。

【0016】

制御部 160 は、制御計算機 110、メモリ 112、制御回路 132、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 140 を有している。制御計算機 110、メモリ 112、制御回路 132、及び記憶装置 140 は、図示しないバスを介して接続されている。

【0017】

制御計算機 110 内には、ストライプ分割部 50、分割部 52、割当処理部 54、描画面積演算部 56、描画順設定部 58、描画制御部 68、及び描画データ処理部 70 が配置される。ストライプ分割部 50、分割部 52、割当処理部 54、描画面積演算部 56、描画順設定部 58、描画制御部 68、及び描画データ処理部 70 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。ストライプ分割部 50、分割部 52、割当処理部 54、描画面積演算部 56、描画順設定部 58、描画制御部 68、及び描画データ処理部 70 に入出力される情報および演算中の情報はメモリ 112 にその都度格納される。

【0018】

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 100 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 208 と副偏向器 209 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 100 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。

【0019】

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 101 の描画領域 10 は、主偏向器 208 の Y 方向偏向可能幅で、短冊状の複数のストライプ領域 20 に仮想分割される。また、各ストライプ領域 20 は、副偏向器 209 の偏向可能サイズで、複数のサブフィールド (SF) 30 (小領域) に仮想分割される。そして、各 SF 30 の各ショット位置にショット図形 31, 32, 33 が描画される。

【0020】

描画装置 100 では、複数段の多段偏向器を用いて、ストライプ領域 20 毎に描画処理

10

20

30

40

50

を進めていく。ここでは、一例として、主偏向器 208、及び副偏向器 209 といった 2 段偏向器が用いられる。XY ステージ 105 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 20 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 20 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 20 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 20 の描画を進めていく。そして、主偏向器 208 が、XY ステージ 105 の移動に追従するように、SF30 の基準位置に電子ビーム 200 を順に偏向する。また、副偏向器 209 が、各 SF30 の基準位置から当該 SF30 内に照射されるビームの各ショット位置に電子ビーム 200 を偏向する。このように、主偏向器 208、及び副偏向器 209 は、サイズの異なる偏向領域をもつ。そして、2 段偏向において、SF30 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。

10

#### 【0021】

図 3 は、実施の形態 1 における評価パターンの一例を示す図である。図 3 において、評価パターンは、パターン密度の異なる複数の領域に分けている。図 3 の例では、パターン密度が 1% の領域、パターン密度が 2% の領域、パターン密度が 3% の領域、パターン密度が 4% の領域、パターン密度が 5% の領域、パターン密度が 10% の領域、パターン密度が 25% の領域、パターン密度が 75% の領域、及びパターン密度が 100% の領域が形成される。そして、測定対象パターンが各領域のパターン密度下に配置される。

#### 【0022】

図 4 は、実施の形態 1 における位置ずれ量とショット数との関係の一例を示すグラフである。図 4 では、評価パターンを用いて、複数のパターン密度下での各測定対象パターンの位置ずれ量を測定した結果の一部を示している。縦軸に位置ずれ量およびストライプ当りのショット数を示し、横軸に描画時刻を示している。ショット数が多いストライプ領域はパターン密度が高いことを示している。図 4 に示すように、ショット数が大きく変化するタイミングでは、大きな位置ずれが発生していることがわかる。そこで、実施の形態 1 では、ストライプ領域 20 間でショット数（パターン密度）が大きく変化する場合のパターンの位置ずれを抑制する手法について説明する。

20

#### 【0023】

図 5 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 5 において、実施の形態 1 における描画方法は、ストライプ分割工程 (S102) と、ショット分割工程 (S104) と、割当処理工程 (S106) と、面積演算工程 (S108) と、描画順設定工程 (S110) と、描画工程 (S200) という一連の工程を実施する。

30

#### 【0024】

図 6 は、実施の形態 1 におけるパターンレイアウトの一例と各工程での工程概念図を示す図である。図 6 (a) において、試料 101 の描画領域には、描画対象として複数の図形パターンが配置される。

#### 【0025】

図 6 (b) において、ストライプ分割工程 (S102) として、ストライプ分割部 50 は、試料 101 の描画領域 10 を短冊状の複数のストライプ領域 20 に仮想分割する。その際、各ストライプ領域 20 の分割幅は一定に設定され、主偏向器 208 で偏向可能な幅に設定される。ストライプ分割部 50 は、分割部の一例である。

40

#### 【0026】

分割工程 (S104) として、分割部 52 は、記憶装置 140 から描画データ (チップデータ) を読み出し、仮想分割されたストライプ領域 20 の領域情報を基に、描画データに定義された図形パターンをストライプ領域 20 毎に分割する。

#### 【0027】

割当処理工程 (S106) として、割当処理部 54 は、図形パターンが分割された各部分図形パターンを対応するストライプ領域 20 に割り当てる。

#### 【0028】

50

図6(c)において、面積演算工程(S108)として、描画面積演算部56は、ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積を演算する。描画面積演算部56は、演算部の一例である。

【0029】

図6(d)において、描画順設定工程(S110)として、描画順設定部58は、パターンの総面積が小さい順に、複数のストライプ領域20の描画順序を設定する。図6の例では、図6(c)に示すように、図形面積A、図形面積C、図形面積Bの順でパターンの総面積が小さい方から大きくなる。よって、図6(d)に示すように、図形面積Aのストライプ領域、図形面積Cのストライプ領域、図形面積Bのストライプ領域の順に描画順序が設定される。

10

【0030】

描画工程(S200)として、描画部150は、パターンの総面積が小さい順に設定された描画順序で、複数のストライプ領域20に対して、電子ビーム200を用いてパターンを描画する。ショット数が演算される場合には、描画部150は、ショット数が少ない順に、設定された描画順序で、複数のストライプ領域20に対して、電子ビーム200を用いてパターンを描画する。

【0031】

描画処理を行うにあたって、まず、描画データ処理部70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装置固有のショットデータを生成する。描画データには、複数の図形パターンが定義される。しかしながら、描画装置100で図形パターンを描画するためには、1回のビームのショットで照射できるサイズに描画データに定義された図形パターンを分割する必要がある。そこで、描画データ処理部70は、実際に描画するために、各図形パターンを1回のビームのショットで照射できるサイズに分割してショット図形を生成する。そして、ショット図形毎にショットデータを生成する。ショットデータには、例えば、図形種、図形サイズ、及び照射位置といった図形データが定義される。その他、照射量に応じた照射時間が定義される。ショットデータはショット順にソートされて定義される。

20

【0032】

そして、描画制御部68の制御の基、制御回路132は、描画部150を動作させる。描画部150は、パターンの総面積が小さい順に設定された描画順序で、試料101の各ストライプ領域20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。

30

【0033】

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。

40

【0034】

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

50



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、ストライプ領域毎に、描画データに定義された図形パターンを描画する。

10

**【0035】**

上述した例では、ストライプ領域毎にパターンの面積を演算する場合を示すが、ストライプ領域20毎に、当該ストライプ領域20に割り当てられるパターンを描画する際のショット数を演算してもよい。

**【0036】**

かかる場合、割当処理工程(S106)の後に、描画データ処理部70は、実際に描画するために、ストライプ領域毎に割り当てられた各図形パターンを1回のビームのショットで照射できるサイズに分割してショット図形を生成する。ショット数を演算する場合、面積演算工程(S108)は、ショット数演算工程(S108)と読み替えればよい。同様に、描画面積演算部56は、ショット数演算部56と読み替えればよい。そして、ショット数演算部56は、ストライプ領域毎に、ストライプ領域内に配置されるショット図形の数演算することによって、ショット数を演算する。

20

**【0037】**

そして、描画順設定工程(S110)として、描画順設定部58は、ショット数が少ない順に、複数のストライプ領域20の描画順序を設定すればよい。

**【0038】**

そして、描画工程(S200)として、ショット数が演算される場合には、描画部150は、ショット数が少ない順に、設定された描画順序で、複数のストライプ領域20に対して、電子ビーム200を用いてパターンを描画する。

30

**【0039】**

以上のように、実施の形態1では、パターンの総面積とショット数とのうちの一方が小さい或いは少ない順に設定された描画順序で、複数のストライプ領域の描画順序を組み直してパターンを描画する。

**【0040】**

図7は、実施の形態1における描画順の並び替えの一例を示すグラフである。図7では、縦軸に描画面積を示し、横軸にストライプを示す。図7(a)では、描画面積に関係なく、ストライプ領域の位置に応じて並び替えをせずに描画する場合を示す。図7(a)では、急激に面積が変化する箇所において、位置ずれが大きくなること(NG)を示す。図7(b)では、実施の形態1における描画順の並び替えを行って描画する場合を示す。描画順を面積の小さいストライプ領域順に並び替えることで、図7(b)に示すように、隣り合うストライプ領域間での面積差を小さくできる。その結果、急激な面積変化(パターン密度変化)を抑制できる。よって、描画されるパターンの位置ずれを抑制或いは低減できる。さらに、ストライプ領域数を増加させないので、スループットの低下を抑制できる。

40

**【0041】**

実施の形態2 .

実施の形態2では、隣り合うストライプ領域間で面積(或いはショット数)が急激に変化する(許容閾値を超えて変化する)箇所のみ該当するストライプ領域を再分割する構成について説明する。

50

## 【 0 0 4 2 】

図 8 は、実施の形態 2 における描画装置の構成を示す概念図である。図 8 において、磁気ディスク装置等の記憶装置 1 4 2 を追加した点、制御計算機 1 1 0 内に、描画順設定部 5 8 の代わりに、ストライプ設定部 5 7、判定部 6 0、6 1、6 9、及び再分割部 6 2 を配置した点、以外は、図 1 と同様である。また、再分割部 6 2 は、分割数演算部 7 2、面積演算部 7 4、分割幅演算部 7 6、及び再分割処理部 7 8 を有している。

## 【 0 0 4 3 】

制御計算機 1 1 0、メモリ 1 1 2、制御回路 1 3 2、記憶装置 1 4 0、及び記憶装置 1 4 2 は、図示しないバスを介して接続されている。

## 【 0 0 4 4 】

ストライプ分割部 5 0、分割部 5 2、割当処理部 5 4、描画面積演算部 5 6、ストライプ設定部 5 7、判定部 6 0、6 1、6 9、再分割部 6 2、描画制御部 6 8、及び描画データ処理部 7 0 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。ストライプ分割部 5 0、分割部 5 2、割当処理部 5 4、描画面積演算部 5 6、ストライプ設定部 5 7、判定部 6 0、6 1、6 9、再分割部 6 2、描画制御部 6 8、及び描画データ処理部 7 0 に入出力される情報および演算中の情報はメモリ 1 1 2 にその都度格納される。

## 【 0 0 4 5 】

図 9 は、実施の形態 2 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 9 において、描画順設定工程 ( S 1 1 0 ) の代わりに、ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) と、判定工程 ( S 1 1 4 ) と、再分割工程 ( S 1 1 6 ) と、判定工程 ( S 1 2 5 ) と、判定工程 ( S 1 2 6 ) とを追加した点、以外は、図 5 と同様である。また、再分割工程 ( S 1 1 6 ) は、その内部工程として、分割数演算工程 ( S 1 2 8 ) と、面積演算工程 ( S 1 2 0 ) と、分割幅演算工程 ( S 1 2 2 ) と、再分割処理工程 ( S 1 2 4 ) という一連の工程を実施する。

## 【 0 0 4 6 】

図 1 0 は、実施の形態 2 におけるパターンレイアウトの一例と各工程での工程概念図を示す図である。図 1 0 ( a ) において、試料 1 0 1 の描画領域には、描画対象として複数の図形パターンが配置される。

## 【 0 0 4 7 】

ストライプ分割工程 ( S 1 0 2 ) から面積演算工程 ( S 1 0 8 ) までの各工程の内容は、実施の形態 1 と同様である。すなわち、図 1 0 ( b ) において、ストライプ分割工程 ( S 1 0 2 ) として、ストライプ分割部 5 0 は、試料 1 0 1 の描画領域 1 0 を短冊状の複数のストライプ領域 2 0 に仮想分割する。その際、各ストライプ領域 2 0 の分割幅は一定に設定される点は同様である。そして、ショット分割工程 ( S 1 0 4 ) と割当処理工程 ( S 1 0 6 ) とが実施された後、図 1 0 ( c ) において、面積演算工程 ( S 1 0 8 ) として、描画面積演算部 5 6 は、ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積を演算する。図 1 0 の例では、図 1 0 ( c ) に示すように、図形面積 A に比べて図形面積 B が大幅に大きい場合を示している。また、図形面積 B に比べて図形面積 C が小さい場合を示している。実施の形態 2 では、順に、隣り合うストライプ領域 2 0 同士を比較して、隣り合うストライプ領域間で面積 ( 或いはショット数 ) が急激に変化する ( 許容閾値を超えて変化する ) 箇所のストライプ領域を再分割する。

## 【 0 0 4 8 】

図 1 1 は、実施の形態 2 におけるパターンレイアウトの他の一例と面積差の判定結果の一例とを示す概念図を示す図である。図 1 1 ( a ) の例では、ストライプ A ~ E の 5 つのストライプ領域と各ストライプ領域のパターンの総面積 a ~ e を示している。

## 【 0 0 4 9 】

ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) として、ストライプ設定部 5 7 は、判定対象とするストライプ領域を設定する。例えば、描画順がより先になるストライプ領域から設定すると

10

20

30

40

50

好適である。例えば、ここでは、まず、ストライプAを設定する。

【0050】

判定工程(S114)として、判定部60は、隣り合うストライプ領域20間について、パターンの総面積の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する。例えば、ストライプAの隣り合うストライプ領域20であるストライプBと比較する。閾値として、面積差許容値Tを用いる。面積差許容値T等の閾値情報は、記憶装置142に予め格納しておけばよい。そして、必要時に記憶装置142から読み出せばよい。ストライプAとストライプBとの面積差 $t'$ (絶対値)が面積差許容値Tを超えるかどうかを判定する。図11(a)の例では、図11(b)に示すように、ストライプAとストライプBの間では、面積差 $t'$ (絶対値)が面積差許容値T以内であること(No)を示している。かかる場合には、判定工程(S126)に進む。

10

【0051】

判定工程(S126)として、判定部69は、すべてのストライプ領域について判定工程(S114)が終了しているかどうかを判定する。まだ、終了していないストライプ領域が存在する場合には、ストライプ設定工程(S112)に戻る。図11(a)の例では、ストライプB~Eが残っているので、ストライプ設定工程(S112)に戻る。

【0052】

そして、ストライプ設定工程(S112)として、ストライプ設定部57は、次の判定対象としてストライプBを設定する。判定工程(S114)として、判定部60は、ストライプBと、ストライプBの隣り合うストライプ領域20であるストライプCとを比較する。図11(a)の例では、図11(b)に示すように、ストライプBとストライプCの間では、面積差 $t'$ (絶対値)が面積差許容値Tを超えているであること(Yes)を示している。かかる場合には、再分割工程(S116)に進む。

20

【0053】

図10(d)において、再分割工程(S116)として、再分割部62は、判定の結果、面積差 $t$ (絶対値)が面積差許容値T(閾値)を超える場合に、パターンの面積差 $t$ (総面積の差)が面積差許容値T以下になるように、隣り合うストライプ領域同士のうち、パターンの総面積が大きい方のストライプ領域を再分割する。図11(a)の例では、例えば、ストライプCの方がストライプBよりもパターン面積が大きい。よって、ストライプCを再分割する。ストライプ領域の再分割は、以下のように実施される。

30

【0054】

分割数演算工程(S128)として、分割数演算部72は、ストライプ領域を再分割する際の分割数を演算する。分割数 $n'$ は、以下の式(1)を満たす自然数 $n$ のうち最小の自然数として定義される。ここでは、隣り合うストライプS1, S2のパターン面積をそれぞれ $s_1, s_2$ として示す。そして、 $s_2 > s_1$ とする。また、分割する際の設定面積差を $t$ とする。なお、設定面積差 $t$ は、 $0 < t < T$ を満たすように設定される。なお、図11(a)の例では、ストライプCの方がストライプBよりもパターン面積が大きいので、 $s_1 = b, s_2 = c$ となる。

$$(1) \quad s_2 < n \cdot s_1 + t \cdot n(n+1) / 2$$

【0055】

面積演算工程(S120)として、面積演算部74は、まず、基準面積Mを演算する。基準面積Mは、以下の式(2)で定義される。

$$(2) \quad M = \{ s_2 - n'(n'+1) / 2 \} \cdot t / n'$$

40

【0056】

次に、面積演算部74は、分割後の $n'$ 個のストライプ領域について、判定された相手方ストライプ領域となる、パターン面積の小さいストライプ領域に近いストライプ領域から遠くなるストライプ領域に向けて順にパターン面積が大きくなるように、分割後の $n'$ 個のストライプ領域の面積をそれぞれ演算する。ここでは、判定された相手方ストライプ領域がストライプBであるので、分割後の $n'$ 個のストライプ領域の面積は、1番目のストライプ領域のパターン面積から順に、 $(M+t), (M+2t), (M+3t), \dots$

50

・ , (  $M + n' t$  ) と順に大きくなるように演算する。

【 0 0 5 7 】

分割幅演算工程 ( S 1 2 2 ) として、分割幅演算部 7 6 は、分割後の  $n'$  個のストライプ領域のパターン面積が、上述した (  $M + t$  ) , (  $M + 2 t$  ) , (  $M + 3 t$  ) ,  $\dots$  , (  $M + n' t$  ) となるように、それぞれ分割幅 ( ストライプ幅 ) を演算する。

【 0 0 5 8 】

再分割処理工程 ( S 1 2 4 ) として、再分割処理部 7 8 は、再分割対象となったストライプ領域 ( ここでは、ストライプ C ) を、上述した各分割幅 ( ストライプ幅 ) で分割処理する。これにより、再分割対象となったストライプ領域 ( ここでは、ストライプ C ) は、 $n'$  個のストライプ領域に再分割される。なお、分割後の  $n'$  個のストライプ領域のパターン面積は上述した (  $M + t$  ) , (  $M + 2 t$  ) , (  $M + 3 t$  ) ,  $\dots$  , (  $M + n' t$  ) となるので、順に、パターン面積を大きくできる。なお、かかる演算で再分割された分割後の  $n'$  個のストライプ領域では、隣り合うストライプ間での面積差  $t'$  ( 絶対値 ) は、設定面積差  $t$  となるので、面積差許容値  $T$  ( 閾値 ) 以内になることは言うまでもない。そして、ストライプ B と分割後の  $n'$  個のストライプ領域の第 1 番目のストライプとの間での面積差  $t'$  ( 絶対値 ) も、面積差許容値  $T$  ( 閾値 ) 以内になることは言うまでもない。

【 0 0 5 9 】

判定工程 ( S 1 2 5 ) として、判定部 6 1 は、再分割されたストライプ領域が、設定されたストライプ領域に対して、次のストライプ領域であるかどうかを判定する。再分割されたストライプ領域が次のストライプ領域である場合には、判定工程 ( S 1 2 6 ) に進む。再分割されたストライプ領域が次のストライプ領域でなく設定されたストライプ領域である場合には、ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) に戻る。図 1 1 ( a ) の例では、ストライプ B よりもパターン面積が大きいストライプ C を再分割するので、再分割されたストライプ領域が設定されたストライプ領域となる。

【 0 0 6 0 】

判定工程 ( S 1 2 6 ) として、判定部 6 9 は、すべてのストライプ領域について判定工程 ( S 1 1 4 ) が終了しているかどうかを判定する。まだ、終了していないストライプ領域が存在する場合には、ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) に戻る。図 1 1 ( a ) の例では、ストライプ C ~ E が残っているので、ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) に戻る。

【 0 0 6 1 】

ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) として、ストライプ設定部 5 7 は、次の判定対象としてストライプ C を設定する。但し、ストライプ C は、再分割工程 ( S 1 1 6 ) によって、 $n'$  個のストライプ領域に分割されたので、ここでは、分割後の  $n'$  個のストライプ領域のうち、 $n'$  番目のストライプ領域を判定対象として設定する。

【 0 0 6 2 】

判定工程 ( S 1 1 4 ) として、判定部 6 0 は、ストライプ C の分割後の  $n'$  番目のストライプ領域と、分割後の  $n'$  番目のストライプ領域と隣り合うストライプ領域 2 0 であるストライプ D とを比較する。図 1 1 ( b ) の例では、分割前のストライプ C とストライプ D との間では、面積差  $t'$  ( 絶対値 ) が面積差許容値  $T$  以内であること ( No ) を示しているが、ストライプ C の再分割によって、分割後の  $n'$  番目のストライプ領域とストライプ D との間では、面積差  $t'$  ( 絶対値 ) が面積差許容値  $T$  を超えている場合がある。かかる場合には、上述した再分割工程 ( S 1 1 6 ) 及び判定工程 ( S 1 2 5 ) を実施すればよい。

【 0 0 6 3 】

ストライプ C の分割後の  $n'$  番目のストライプ領域とストライプ D とのいずれかが再分割された場合には、判定工程 ( S 1 2 5 ) として、判定部 6 1 は、再分割されたストライプ領域が、設定されたストライプ領域に対して、次のストライプ領域であるかどうかを判定する。再分割されたストライプ領域が次のストライプ領域 ( ここではストライプ D ) であれば、判定工程 ( S 1 2 6 ) に進む。再分割されたストライプ領域がストライプ C の分割後の  $n'$  番目のストライプ領域であれば、ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) に戻る。設

10

20

30

40

50

定されたストライプ領域、言い換えれば、描画順が前側のストライプ領域を再分割した場合には、再分割によって、さらにその前のストライプ領域（ $(n' - 1)$ 番目のストライプ領域）との間で面積差 $t'$ （絶対値）が面積差許容値 $T$ を超えてしまう場合がある。かかる場合を踏まえて、ストライプ設定工程（S112）において、ストライプ設定部57は、判定対象として、再分割されたストライプ領域の1つの前のストライプ領域（例えば $(n' - 1)$ 番目のストライプ領域）を設定する。以下、判定工程（S126）においてすべてのストライプ領域について判定工程（S114）が終了するまで、同様に、ストライプ設定工程（S112）から判定工程（S126）までのフローチャートに沿った各工程を繰り返す。

【0064】

そして、描画工程（S200）として、描画部150は、再分割されたストライプ領域を含む複数のストライプ領域に対して、順に、電子ビーム200を用いてパターンを描画する。描画工程（S200）の内容は、ストライプ領域の描画順を除いて、実施の形態1と同様である。

【0065】

図12は、実施の形態2におけるストライプ再分割による描画処理の一例を示すグラフである。図12では、縦軸に描画面積を示し、横軸にストライプを示す。図12(a)では、急激に面積が変化する箇所において、位置ずれが大きくなること（NG）を示す。図12(b)では、実施の形態2におけるストライプ再分割を行って描画する場合を示す。ストライプ再分割を行うことで、図12(b)に示すように、隣り合うストライプ領域間の面積差を小さくできる。その結果、急激な面積変化（パターン密度変化）を抑制できる。よって、描画されるパターンの位置ずれを抑制或いは低減できる。さらに、ストライプ領域数の増加を最小限に留めるので、スループットの低下を抑制或いは低減できる。

【0066】

上述した例では、ストライプ領域毎にパターンの面積を演算する場合を示すが、パターンの面積の代わりに、ストライプ領域20毎に、当該ストライプ領域20に割り当てられるパターンを描画する際のショット数を演算してもよい。かかる場合、図9の各工程のうち、以下の各工程において、以下のように読み替えればよい。その他は、上述した内容と同様である。

【0067】

パターンの面積の代わりに、ショット数を用いる場合、割当処理工程（S106）の後に、描画データ処理部70は、実際に描画するために、ストライプ領域毎に割り当てられた各図形パターンを1回のビームのショットで照射できるサイズに分割してショット図形を生成する。ショット数を演算する場合、面積演算工程（S108）は、ショット数演算工程（S108）と読み替えればよい。同様に、描画面積演算部56は、ショット数演算部56と読み替えればよい。そして、ショット数演算部56は、ストライプ領域毎に、ストライプ領域内に配置されるショット図形の数を演算することによって、ショット数を演算する。

【0068】

そして、判定工程（S114）として、判定部60は、隣り合うストライプ領域20間について、パターンのショット数の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する。面積差 $t'$ （絶対値）は、ショット数差 $t'$ （絶対値）と読み替えればよい。また、面積差許容値 $T$ は、ショット数差許容値 $T$ と読み替えればよい。すなわち、判定部60は、隣り合うストライプ領域20間について、パターンのショット数差 $t'$ （絶対値）がショット数差許容値 $T$ を超えるかどうかを判定する。

【0069】

また、再分割工程（S116）として、再分割部62は、判定の結果、ショット数差 $t$ （絶対値）がショット数差許容値 $T$ （閾値）を超える場合に、パターンのショット数差 $t$ がショット数差許容値 $T$ 以下になるように、隣り合うストライプ領域同士のうち、パターンのショット数が多い方のストライプ領域を再分割する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 0 】

そして、分割数演算工程 ( S 1 2 8 ) において、式 ( 1 ) では、隣り合うストライプ S 1 , S 2 のショット数をそれぞれ  $s_1$  ,  $s_2$  と読み替える。また、分割する際の設定面積差  $t$  を設定ショット数差  $t$  と読み替える。

## 【 0 0 7 1 】

面積演算工程 ( S 1 2 0 ) では、面積演算部 7 4 をショット数演算部 7 4 と読み替える。また、基準面積  $M$  を基準ショット数  $M$  と読み替える。また、ショット数演算部 7 4 は、分割後の  $n'$  個のストライプ領域について、判定された相手方ストライプ領域となる、ショット数の少ないストライプ領域に近いストライプ領域から遠くなるストライプ領域に向けて順にショット数が多くなるように、分割後の  $n'$  個のストライプ領域の面積をそれぞれ演算する。

10

## 【 0 0 7 2 】

分割幅演算工程 ( S 1 2 2 ) では、分割幅演算部 7 6 は、分割後の  $n'$  個のストライプ領域のショット数が、上述した  $(M + t)$  ,  $(M + 2t)$  ,  $(M + 3t)$  ,  $\dots$  ,  $(M + n't)$  となるように、それぞれ分割幅 ( ストライプ幅 ) を演算する。

## 【 0 0 7 3 】

そして、再分割処理工程 ( S 1 2 4 ) を実施する。これにより、再分割対象となったストライプ領域は、 $n'$  個のストライプ領域に再分割される。なお、分割後の  $n'$  個のストライプ領域のショット数は上述した  $(M + t)$  ,  $(M + 2t)$  ,  $(M + 3t)$  ,  $\dots$  ,  $(M + n't)$  となるので、順に、ショット数を大きくできる。なお、かかる演算で再分割された分割後の  $n'$  個のストライプ領域では、隣り合うストライプ間でのショット数差  $t'$  ( 絶対値 ) は、設定ショット数差  $t$  となるので、ショット数差許容値  $T$  ( 閾値 ) 以内になることは言うまでもない。そして、ストライプ B と分割後の  $n'$  個のストライプ領域の第 1 番目のストライプとの間でのショット数差  $t'$  ( 絶対値 ) も、ショット数差許容値  $T$  ( 閾値 ) 以内になることは言うまでもない。

20

## 【 0 0 7 4 】

以上のように、実施の形態 2 では、隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの一方の差が対応する閾値を超えないように、一部のストライプ領域のみ再分割する。描画処理はストライプ領域単位で実施するため、再分割することで、単位時間あたりに試料 1 0 1 に照射されるビームの電流量の変化を小さくできる。よって、描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。このように、実施の形態 2 によれば、描画位置精度の低下を招くパターン密度差の生じる箇所を無くすることができる。さらに、実施の形態 2 では、すべてのストライプ領域幅を一律に小さくしてストライプ数を増やす場合に比べてストライプ数を低減できる。よって、スループットの低下を低減できる。このように、実施の形態 2 では、スループットの低下を低減しながら描画中のパターン密度差の生じる箇所での描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。

30

## 【 0 0 7 5 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では、隣り合うストライプ領域間で面積 ( 或いはショット数 ) が急激に変化する ( 許容閾値を超えて変化する ) 箇所におけるビームのショットのショットサイクルを長くする ( 延ばす ) 構成について説明する。特に、実施の形態 3 では、セトリング時間を延ばす構成について説明する。

40

## 【 0 0 7 6 】

図 1 3 は、実施の形態 3 における描画装置の構成を示す概念図である。図 1 3 において、偏向制御回路 1 2 0、デジタル・アナログ変換 ( D A C ) アンプユニット 1 3 0、及び磁気ディスク装置等の記憶装置 1 4 2 を追加した点、制御計算機 1 1 0 内に、描画順設定部 5 8 の代わりに、ストライプ設定部 5 7、ショット数演算部 5 9、判定部 6 0、6 9、オフセット演算部 6 4、及びセトリング時間設定部 6 6 を配置した点、以外は、図 1 と同様である。なお、実施の形態 1、2 において、実施の形態 1、2 の説明に特に重要でないため偏向制御回路 1 2 0、及び D A C アンプユニット 1 3 0 は図示していないが、描画装

50

置 1 0 0 には、実施の形態 1 , 2 においても偏向制御回路 1 2 0、及び D A C アンプユニット 1 3 0 が搭載されている。

【 0 0 7 7 】

制御計算機 1 1 0、メモリ 1 1 2、偏向制御回路 1 2 0、D A C アンプユニット 1 3 0、制御回路 1 3 2、記憶装置 1 4 0、及び記憶装置 1 4 2 は、図示しないバスを介して接続されている。

【 0 0 7 8 】

ストライプ分割部 5 0、分割部 5 2、割当処理部 5 4、描画面積演算部 5 6、ストライプ設定部 5 7、ショット数演算部 5 9、判定部 6 0、6 9、オフセット演算部 6 4、セトリング時間設定部 6 6、描画制御部 6 8、及び描画データ処理部 7 0 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。ストライプ分割部 5 0、分割部 5 2、割当処理部 5 4、描画面積演算部 5 6、ストライプ設定部 5 7、ショット数演算部 5 9、判定部 6 0、6 9、オフセット演算部 6 4、セトリング時間設定部 6 6、描画制御部 6 8、及び描画データ処理部 7 0 に入出力される情報および演算中の情報はメモリ 1 1 2 にその都度格納される。

【 0 0 7 9 】

図 1 4 は、実施の形態 3 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 1 4 において、描画順設定工程 ( S 1 1 0 ) の代わりに、セトリング時間設定工程 ( S 1 0 1 ) と、ストライプ設定工程 ( S 1 1 2 ) と、判定工程 ( S 1 1 4 ) と、オフセット値演算工程 ( S 1 1 7 ) と、オフセット処理工程 ( S 1 1 9 ) と、判定工程 ( S 1 2 6 ) とを追加した点、以外は、図 5 と同様である。

【 0 0 8 0 】

図 1 5 は、実施の形態 3 におけるパターンレイアウトの一例と各工程での工程概念図を示す図である。図 1 5 ( a ) において、試料 1 0 1 の描画領域には、描画対象として複数の図形パターンが配置される。

【 0 0 8 1 】

セトリング時間設定工程 ( S 1 0 1 ) として、セトリング時間設定部 6 6 は、電子ビーム 2 0 0 を試料 1 0 1 上に偏向する偏向器の偏向アンプのためのセトリング時間を設定する。偏向器に偏向電圧を印加する際には、安定した電圧を印加する必要がある。そのため、偏向器に偏向電圧を印加する D A C アンプには、偏向電圧を静定するためのセトリング時間の設定が必要となる。通常、セトリング時間は、偏向量 ( ビームの移動量 ) に合わせて可変に設定している。セトリング時間は、予め、実験等によりセトリング時間の不足による位置ずれが生じない程度の時間が設定される。セトリング時間のデータは、記憶装置 1 4 2 に予め格納しておけばよい。そして、必要時に読み出せばよい。描画装置 1 0 0 には、複数の偏向器が配置されるが、実施の形態 3 では、特に、ショット間の時間の間隔を延ばす副偏向器 2 0 9 用の D A C アンプユニット 1 3 0 ( 偏向アンプ ) のセトリング時間に重点をおいて説明する。言い換えれば、セトリング時間設定部 6 6 は、副偏向器 2 0 9 用の D A C アンプユニット 1 3 0 ( 偏向アンプ ) のセトリング時間を設定する。

【 0 0 8 2 】

ストライプ分割工程 ( S 1 0 2 ) から面積演算工程 ( S 1 0 8 ) までの各工程の内容は、実施の形態 1 と同様である。すなわち、図 1 5 ( b ) において、ストライプ分割工程 ( S 1 0 2 ) として、ストライプ分割部 5 0 は、試料 1 0 1 の描画領域 1 0 を短冊状の複数のストライプ領域 2 0 に仮想分割する。その際、各ストライプ領域 2 0 の分割幅は一定に設定される点は同様である。そして、ショット分割工程 ( S 1 0 4 ) と割当処理工程 ( S 1 0 6 ) とが実施された後、図 1 5 ( c ) において、面積演算工程 ( S 1 0 8 ) として、描画面積演算部 5 6 は、ストライプ領域毎に、当該ストライプ領域に割り当てられるパターンの総面積を演算する。図 1 5 の例では、図 1 5 ( c ) に示すように、図形面積 A に比べて図形面積 B が大幅に大きい場合を示している。また、図形面積 B に比べて図形面積 C が大きい場合を示している。実施の形態 3 では、順に、隣り合うストライプ領域 2 0 同士

10

20

30

40

50

を比較して、隣り合うストライプ領域間で面積（或いはショット数）が急激に変化する（許容閾値を超えて変化する）箇所のストライプ領域を描画する際のセtring時間を延ばす。

【0083】

上述した図11の例を用いて、実施の形態3について説明する。図11(a)の例では、ストライプA～Eの5つのストライプ領域と各ストライプ領域のパターンの総面積a～eを示している。

【0084】

ストライプ設定工程(S112)として、ストライプ設定部57は、判定対象とするストライプ領域を設定する。例えば、描画順がより先になるストライプ領域から設定すると好適である。例えば、ここでは、まず、ストライプAを設定する。

10

【0085】

判定工程(S114)として、判定部60は、隣り合うストライプ領域20間について、パターンの総面積の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する。例えば、ストライプAの隣り合うストライプ領域20であるストライプBと比較する。閾値として、面積差許容値Tを用いる。面積差許容値T等の閾値情報は、記憶装置142に予め格納しておけばよい。そして、必要時に記憶装置142から読み出せばよい。ストライプAとストライプBとの面積差 $t'$ （絶対値）が面積差許容値Tを超えるかどうかを判定する。図11(a)の例では、図11(b)に示すように、ストライプAとストライプBの間では、面積差 $t'$ （絶対値）が面積差許容値T以内であること(No)を示している。かかる場合には、判定工程(S126)に進む。

20

【0086】

判定工程(S126)として、判定部69は、すべてのストライプ領域について判定工程(S114)が終了しているかどうかを判定する。まだ、終了していないストライプ領域が存在する場合には、ストライプ設定工程(S112)に戻る。図11(a)の例では、ストライプB～Eが残っているので、ストライプ設定工程(S112)に戻る。

【0087】

そして、ストライプ設定工程(S112)として、ストライプ設定部57は、次の判定対象としてストライプBを設定する。判定工程(S114)として、判定部60は、ストライプBと、ストライプBの隣り合うストライプ領域20であるストライプCとを比較する。図11(a)の例では、図11(b)に示すように、ストライプBとストライプCの間では、面積差 $t'$ （絶対値）が面積差許容値Tを超えているであること(Yes)を示している。かかる場合には、オフセット演算工程(S117)に進む。

30

【0088】

オフセット値演算工程(S117)として、オフセット演算部64は、まず、上述した式(1)を満たす自然数 $n$ のうちの最小の自然数 $n'$ を演算する。ここでは、隣り合うストライプ $S_1$ 、 $S_2$ のパターン面積をそれぞれ $s_1$ 、 $s_2$ として示す。そして、 $s_2 > s_1$ とする。また、分割する際の設定面積差を $t$ とする。なお、設定面積差 $t$ は、 $0 < t < T$ を満たすように設定される。なお、図11(a)の例では、ストライプCの方がストライプBよりもパターン面積が大きいので、 $s_1 = b$ 、 $s_2 = c$ となる。

40

【0089】

次に、オフセット演算部64は、オフセット値を演算する。オフセット値は、以下の式(3)で定義される。

$$(3) \quad \text{オフセット値} = (\text{ストライプ待ち時間}) \cdot (n' - 1) / (\text{ストライプ内のショット数})$$

【0090】

描画処理は、ストライプ領域単位で実施される。上述した「ストライプ待ち時間」は、ストライプ領域間でのステージ移動時間を示す。また、描画データ処理部70は、実際に描画するために、ストライプ領域毎に割り当てられた各図形パターンを1回のビームのショットで照射できるサイズに分割してショット図形を生成する。そして、ショット数演算部59は、ストライプ領域毎に、ストライプ領域内に配置されるショット図形の数を演算

50



しておけばよい。式(3)の「ストライプ内のショット数」は、隣り合うストライプ領域20同士のうち、パターンの総面積の大きい方のストライプ領域のショット数を用いる。ストライプ領域毎のショット数は、当該オフセット値演算工程(S117)を実施するまでに演算されていけばよい。

【0091】

図15(d)において、オフセット処理工程(S119)として、セトリング時間設定部66は、面積差 $t'$ (絶対値)が面積差許容値 $T$ を超える隣り合うストライプ領域同士のうち、パターンの総面積が大きい方のストライプ領域について、既に設定されたセトリング時間にオフセット値を加算して再設定する。

【0092】

判定工程(S126)として、判定部69は、すべてのストライプ領域について判定工程(S114)が終了しているかどうかを判定する。まだ、終了していないストライプ領域が存在する場合には、ストライプ設定工程(S112)に戻る。すべてのストライプ領域について判定工程(S114)が終了まで、ストライプ設定工程(S112)から判定工程(S126)までを繰り返す。

【0093】

そして、描画工程(S200)として、描画部150は、面積差 $t'$ (絶対値)が面積差許容値 $T$ を超える隣り合うストライプ領域同士のうち、パターンの総面積が大きい方のストライプ領域については設定されたセトリング時間よりも長い、オフセット値が加算されたセトリング時間経過後に、次のビームのショットが偏向されるように、電子ビーム200を用いてパターンを描画する。その他のストライプ領域については設定されたセトリング時間経過後に、次のビームのショットが偏向されるように、電子ビーム200を用いてパターンを描画する。描画工程(S200)のその他の内容は、ストライプ領域の描画順を除いて、実施の形態1と同様である。

【0094】

上述した例では、ストライプ領域毎にパターンの面積を演算する場合を示すが、パターンの面積の代わりに、ストライプ領域20毎に、当該ストライプ領域20に割り当てられるパターンを描画する際のショット数を演算してもよい。かかる場合、図14の各工程のうち、以下の各工程において、以下のように読み替えればよい。その他は、実施の形態3における上述した内容と同様である。

【0095】

パターンの面積の代わりに、ショット数を用いる場合、割当処理工程(S106)の後に、描画データ処理部70は、実際に描画するために、ストライプ領域毎に割り当てられた各図形パターンを1回のビームのショットで照射できるサイズに分割してショット図形を生成する。ショット数を演算する場合、面積演算工程(S108)は、ショット数演算工程(S108)と読み替えればよい。そして、ショット数演算部59は、ストライプ領域毎に、ストライプ領域内に配置されるショット図形の数を演算することによって、ショット数を演算する。

【0096】

そして、判定工程(S114)として、判定部60は、隣り合うストライプ領域20間について、パターンのショット数の差が対応する閾値を超えるかどうかを判定する。面積差 $t'$ (絶対値)は、ショット数差 $t'$ (絶対値)と読み替えればよい。また、面積差許容値 $T$ は、ショット数差許容値 $T$ と読み替えればよい。すなわち、判定部60は、隣り合うストライプ領域20間について、パターンのショット数差 $t'$ (絶対値)がショット数差許容値 $T$ を超えるかどうかを判定する。

【0097】

以上のように、実施の形態3では、隣り合うストライプ領域間に対して、パターンの総面積とショット数とのうちの一方の差が対応する閾値を超えるストライプ領域同士のうち、かかる一方が大きい或いは多いストライプ領域を描画する際のセトリング時間を延ばす。描画処理はストライプ領域単位で実施するため、セトリング時間を延ばすことで、単位

10

20

30

40

50

時間あたりに試料 101 に照射されるビームの電流量の変化を小さくできる。よって、描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。さらに、実施の形態 3 では、すべてのストライプ領域について一律にセトリング時間を延ばす場合に比べてスループットの低下を低減できる。このように、実施の形態 3 では、スループットの低下を低減しながら描画中のパターン密度差の生じる箇所での描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。

#### 【0098】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 では、実施の形態 1 , 2 を組み合わせた構成について説明する。言い換えれば、複数のストライプ領域の描画順をパターン面積（或いはショット数）の小さい順に並び替えた後に、さらに、隣り合うストライプ領域間で面積（或いはショット数）が急激に変化する（許容閾値を超えて変化する）箇所のみ該当するストライプ領域を再分割する構成について説明する。

10

#### 【0099】

図 16 は、実施の形態 4 における描画装置の構成を示す概念図である。図 16 において、制御計算機 110 内に、描画順設定部 58 を配置した点、以外は、図 8 と同様である。

#### 【0100】

図 17 は、実施の形態 4 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 17 において、面積演算工程（S108）とストライプ設定工程（S112）との間に、描画順設定工程（S110）を追加した点、以外は、図 9 と同様である。

20

#### 【0101】

ストライプ分割工程（S102）から描画順設定工程（S110）までの各工程の内容は、実施の形態 1 と同様である。その後のストライプ設定工程（S112）から判定工程（S126）までの各工程の内容は、実施の形態 2 と同様である。描画工程（S200）の内容は、実施の形態 1 , 2 と同様である。

#### 【0102】

図 18 は、実施の形態 4 における描画順の並び替えとストライプ再分割による描画処理の一例を示すグラフである。図 18 では、縦軸に描画面積を示し、横軸にストライプを示す。図 18 (a) では、急激に面積が大きいストライプ領域となり、その後、急激に面積が小さいストライプ領域が並ぶ場合に、急激に面積が変化する箇所において、位置ずれが大きくなること（NG）を示す。そのため、図 18 (b) では、パターンの総面積が小さい順に描画順序を並び替えた場合を示している。かかる場合でも、まだ、急激に面積が大きくなるストライプ領域が存在する。そのため、図 18 (c) に示すように、ストライプ再分割を行う。ストライプ再分割を行うことで、図 18 (c) に示すように、隣り合うストライプ領域間での面積差を小さくできる。その結果、急激な面積変化（パターン密度変化）を抑制できる。よって、描画されるパターンの位置ずれを抑制或いは低減できる。さらに、ストライプ領域数の増加を最小限に留めるので、スループットの低下を抑制或いは低減できる。

30

#### 【0103】

なお、実施の形態 4 において、実施の形態 1 , 2 と同様、パターンの総面積の代わりにショット数を判定対象としても構わない。かかる場合の読み替えは、実施の形態 1 , 2 と同様である。

40

#### 【0104】

以上のように、実施の形態 4 では、パターンの総面積とショット数とのうちの一方が小さい或いは少ない順に設定された描画順序で、複数のストライプ領域の描画順序を組み直してパターンを描画する。そして、それでも隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの一方の差が対応する閾値を超える箇所が残る場合には、パターンの総面積とショット数とのうちの一方の差が対応する閾値を超えないように、一部のストライプ領域のみ再分割する。これにより、実施の形態 1 , 2 と同様の効果を得ることができる。さらに、実施の形態 4 では、ストライプ領域単位で描画順序を並び替えた後で、ストライプ領域の再分割を行うので、再分割により増加するストライプ数を実施

50

の形態 2 よりも低減可能となる。よって、実施の形態 2 よりもさらにスループットの低下を低減できる。このように、実施の形態 4 では、スループットの低下を低減しながら描画中のパターン密度差の生じる箇所での描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。

#### 【 0 1 0 5 】

実施の形態 5 .

実施の形態 5 では、実施の形態 1 , 3 を組み合わせた構成について説明する。言い換えれば、複数のストライプ領域の描画順序をパターン面積（或いはショット数）の小さい順に並び替えた後に、さらに、隣り合うストライプ領域間で面積（或いはショット数）が急激に変化する（許容閾値を超えて変化する）箇所のみ該当するストライプ領域のセトリング時間を延ばす構成について説明する。

10

#### 【 0 1 0 6 】

図 1 9 は、実施の形態 5 における描画装置の構成を示す概念図である。図 1 9 において、制御計算機 1 1 0 内に、描画順序設定部 5 8 を配置した点、以外は、図 1 3 と同様である。

#### 【 0 1 0 7 】

図 2 0 は、実施の形態 5 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 2 0 において、面積演算工程（S 1 0 8）とストライプ設定工程（S 1 1 2）との間に、描画順序設定工程（S 1 1 0）を追加した点、以外は、図 1 4 と同様である。

#### 【 0 1 0 8 】

セトリング時間設定工程（S 1 0 1）から描画順序設定工程（S 1 1 0）までの各工程の内容は、実施の形態 1 と同様である。その後のストライプ設定工程（S 1 1 2）から判定工程（S 1 2 6）までの各工程の内容は、実施の形態 3 と同様である。描画工程（S 2 0 0）の内容は、実施の形態 1 , 2 と同様である。

20

#### 【 0 1 0 9 】

図 2 1 は、実施の形態 5 における描画順序の並び替えとストライプ再分割による描画処理の一例を示すグラフである。図 2 1 では、縦軸に描画面積を示し、横軸にストライプを示す。図 2 1 ( a ) では、急激に面積が大きいストライプ領域となり、その後、急激に面積が小さいストライプ領域が並ぶ場合に、急激に面積が変化する箇所において、位置ずれが大きくなること（NG）を示す。そのため、図 2 1 ( b ) では、パターンの総面積が小さい順に描画順序を並び替えた場合を示している。かかる場合でも、まだ、急激に面積が大きくなるストライプ領域が存在する。そのため、パターンの総面積の差が対応する閾値を超えるストライプ領域同士のうち、パターンの総面積が大きいストライプ領域を描画する際のセトリング時間を延ばす。よって、単位時間あたりの照射ビームの電流量の変化を小さくできる。よって、描画されるパターンの位置ずれを抑制或いは低減できる。さらに、ストライプ領域数の増加を最小限に留めるので、スループットの低下を抑制或いは低減できる。

30

#### 【 0 1 1 0 】

なお、実施の形態 5 において、実施の形態 1 , 3 と同様、パターンの総面積の代わりにショット数を判定対象としても構わない。かかる場合の読み替えは、実施の形態 1 , 3 と同様である。

40

#### 【 0 1 1 1 】

以上のように、実施の形態 5 では、パターンの総面積とショット数とのうちの一方が小さい或いは少ない順に設定された描画順序で、複数のストライプ領域の描画順序を組み直してパターンを描画する。そして、それでも隣り合うストライプ領域間について、パターンの総面積とショット数とのうちの一方の差が対応する閾値を超える箇所が残る場合には、パターンの総面積とショット数とのうちの一方が大きい或いは多いストライプ領域のセトリング時間を延ばす。これにより、実施の形態 1 , 3 と同様の効果を得ることができる。さらに、実施の形態 5 では、ストライプ領域単位で描画順序を並び替えた後で、セトリング時間を延ばすので、隣り合うストライプ間での差を小さくできる。よって、セトリング時間を延ばすためのオフセット値を小さくできる。よって、実施の形態 2 よりもさらに

50

スループットの低下を低減できる。このように、実施の形態5では、スループットの低下を低減しながら描画中のパターン密度差の生じる箇所での描画位置精度の低下を低減或いは抑制できる。

【0112】

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。

【0113】

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。

10

【0114】

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。

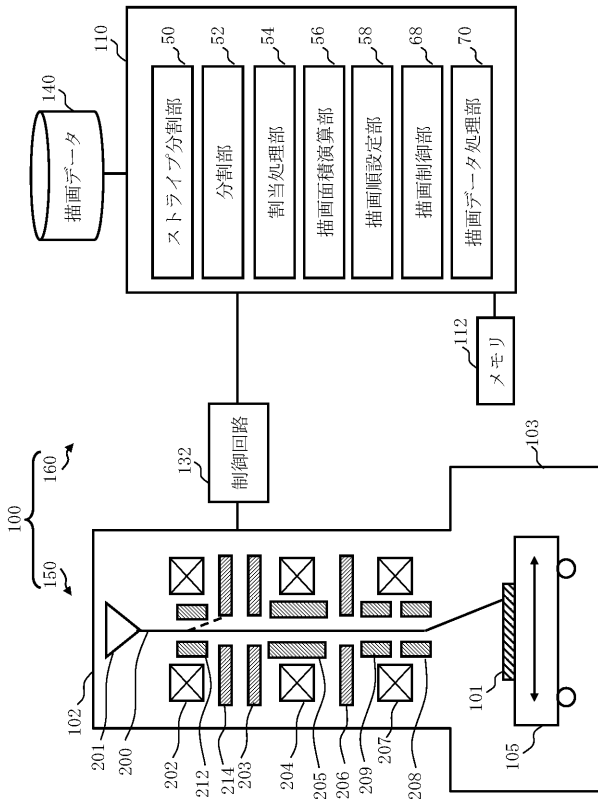
【符号の説明】

【0115】

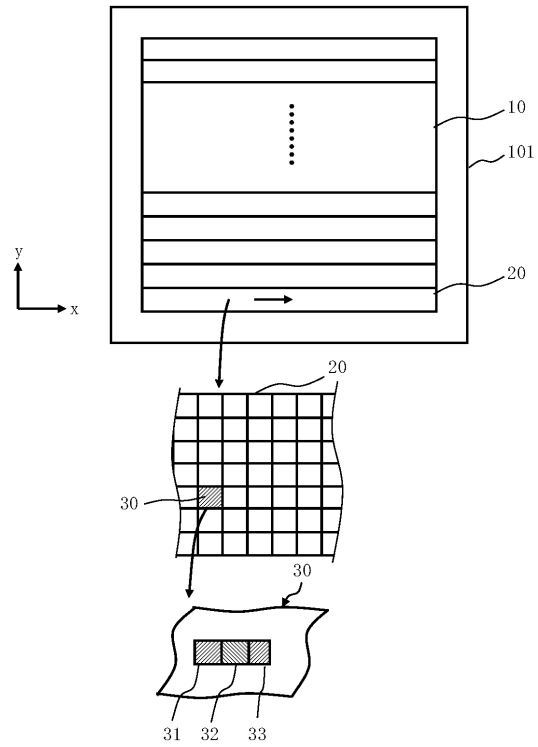
50	ストライプ分割部	
52	分割部	
54	割当処理部	
56	描画面積演算部	20
57	ストライプ設定部	
58	描画順設定部	
59	ショット数演算部	
60, 61, 69	判定部	
62	再分割部	
68	描画制御部	
70	描画データ処理部	
72	分割数演算部	
74	面積演算部	
76	分割幅演算部	30
78	再分割処理部	
64	オフセット演算部	
66	セトリング時間設定部	
100	描画装置	
101, 340	試料	
102	電子鏡筒	
103	描画室	
105	X Yステージ	
110	制御計算機	
112	メモリ	40
120	偏向制御回路	
130	DACアンプ	
132	制御回路	
140, 142	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	
203, 410	第1のアパーチャ	50

- 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
- 411 開口
- 421 可変成形開口
- 430 荷電粒子ソース

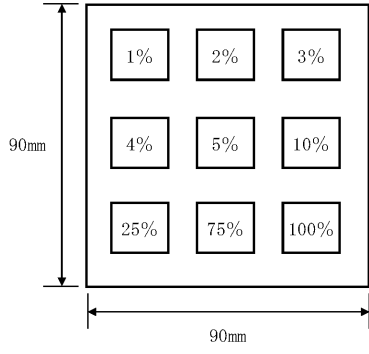
【図1】



【図2】

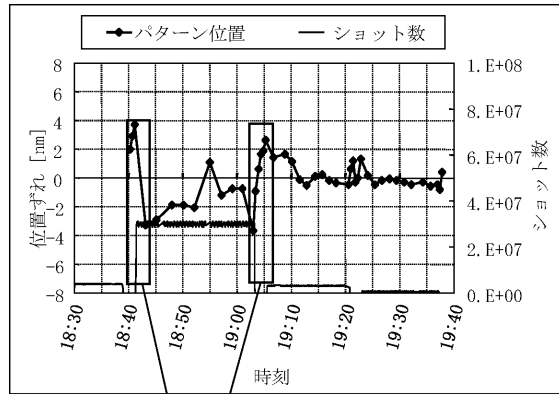


【図3】



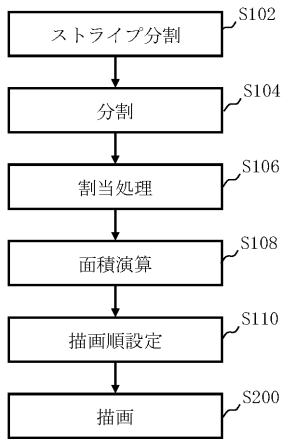
【図4】

位置測定結果とストライプ当たりのショット数を時系列プロット

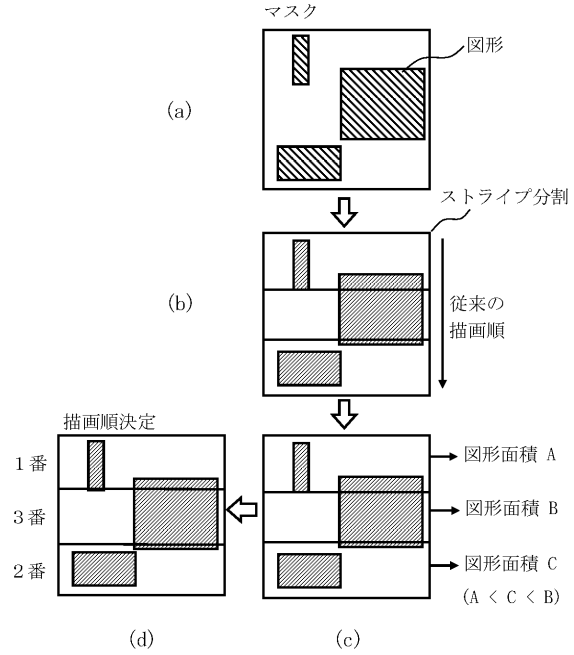


ショット数が大きく変化するタイミングで大きな位置ずれが発生

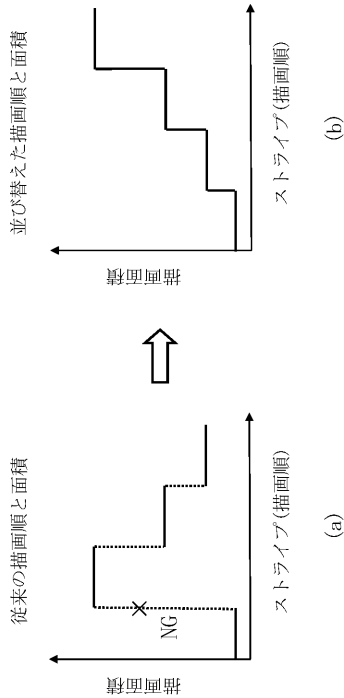
【図5】



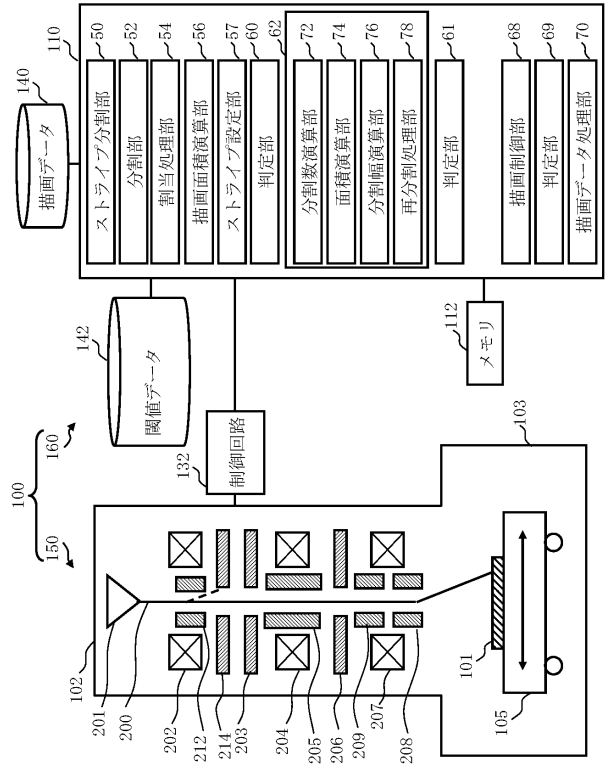
【図6】



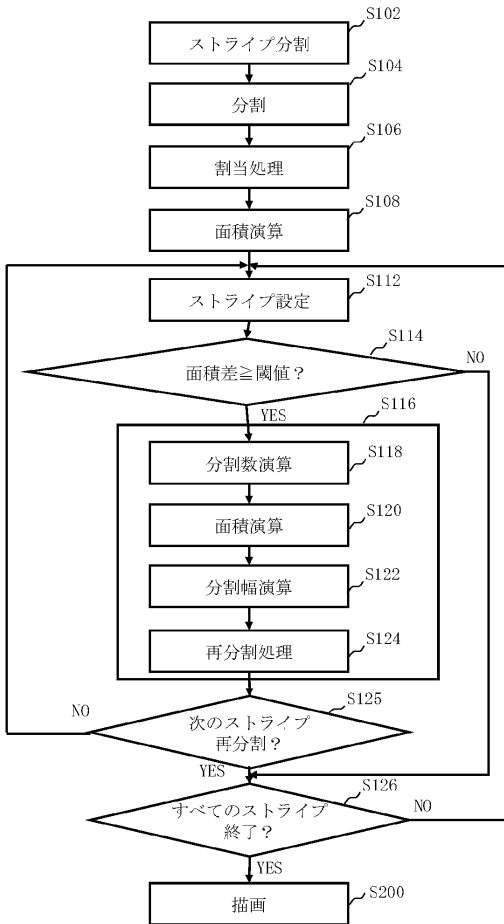
【図7】



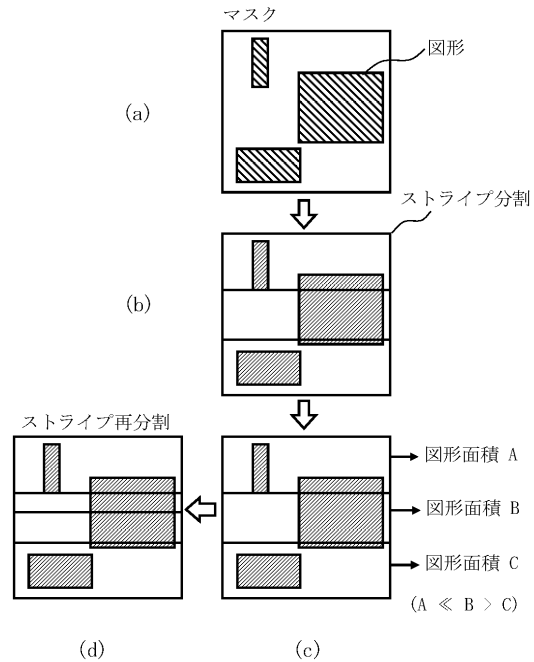
【図8】



【図9】

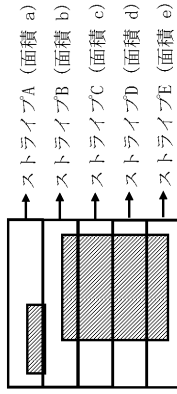


【図10】



【図11】

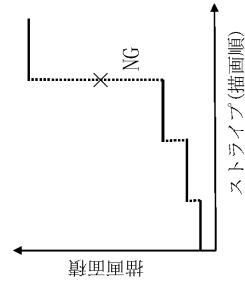
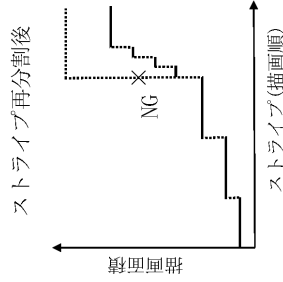
面積比較 ストライプ	面積差許容値を 越えたか?
AとB	No
BとC	Yes
CとD	No
DとE	No



面積差許容値: T  
ストライプ分割する際の設定面積差:  $t$  ( $0 < t' \leq T$ )

(b)

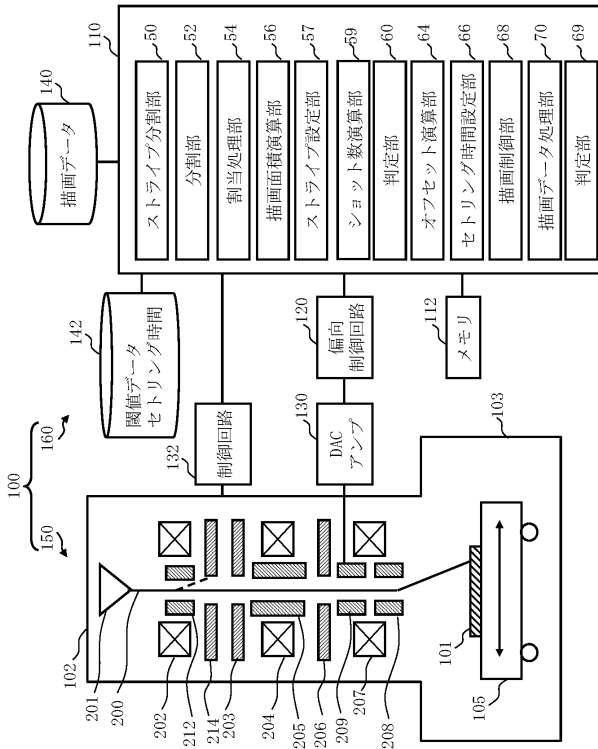
【図12】



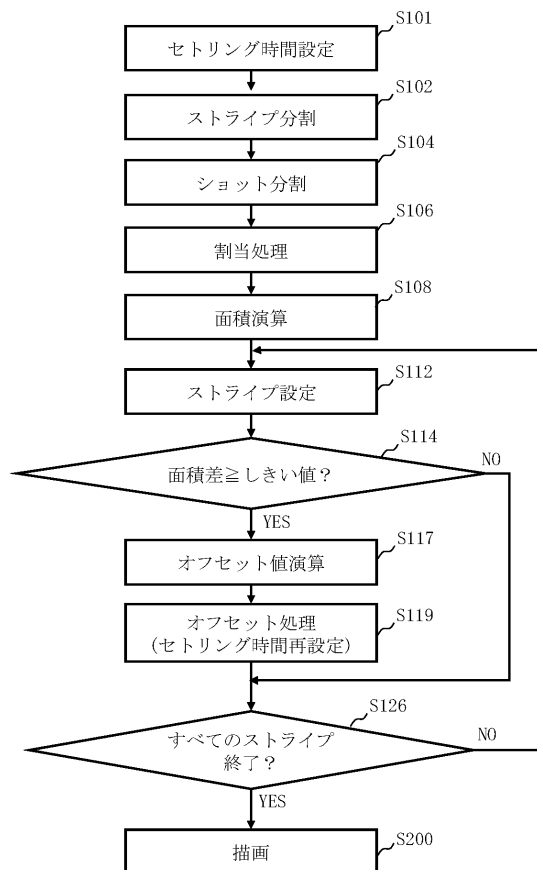
(b)

(a)

【図13】

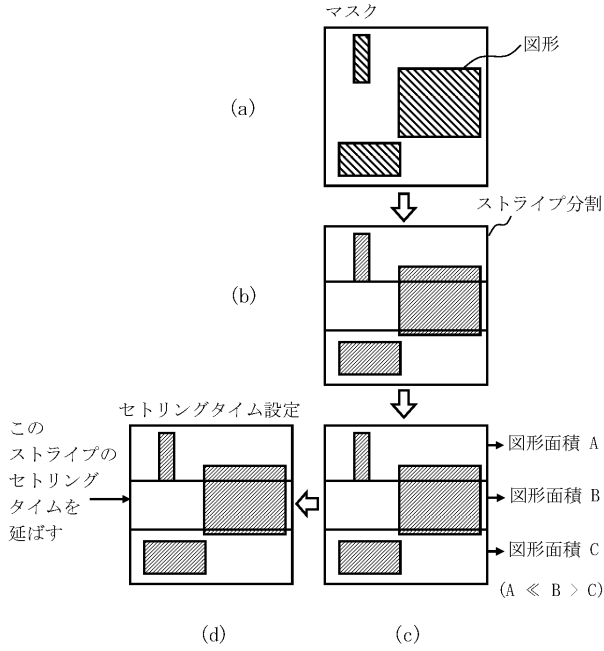


【図14】

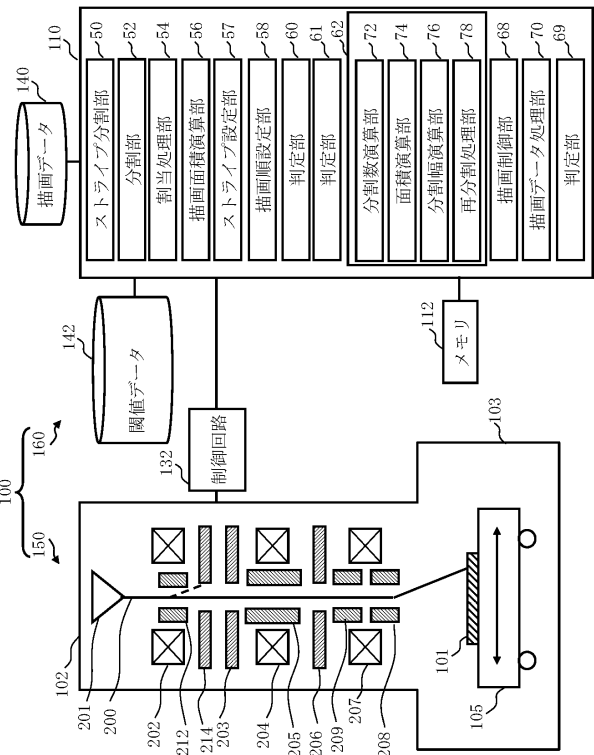




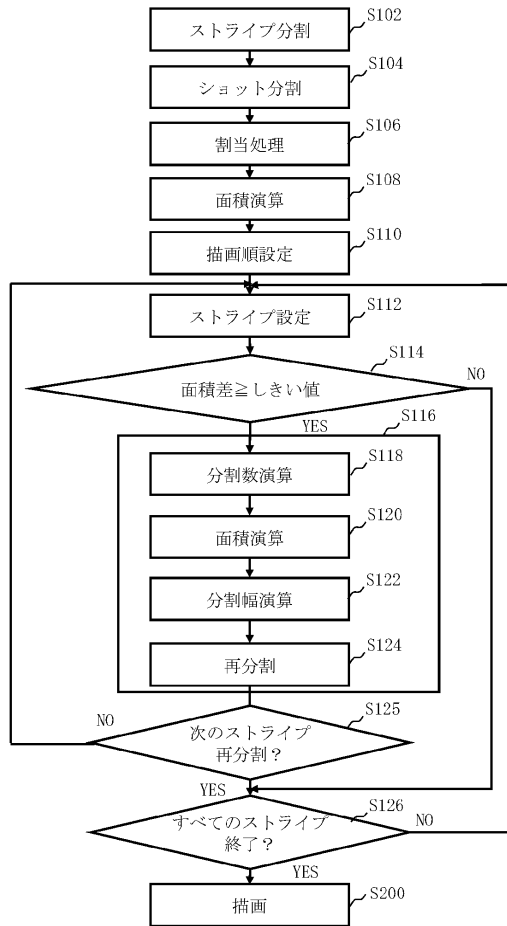
【図15】



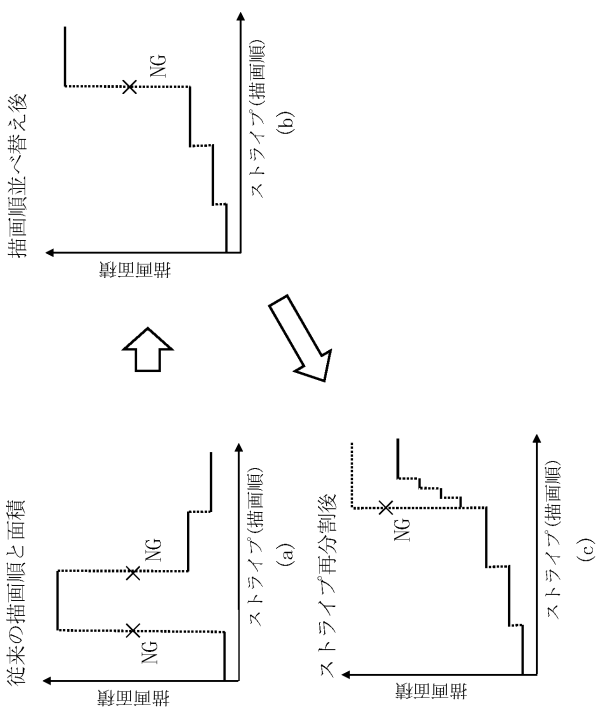
【図16】



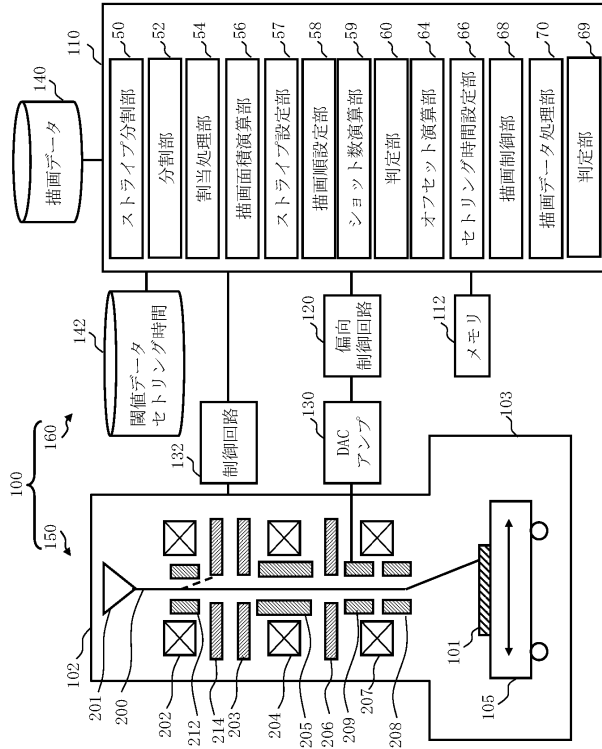
【図17】



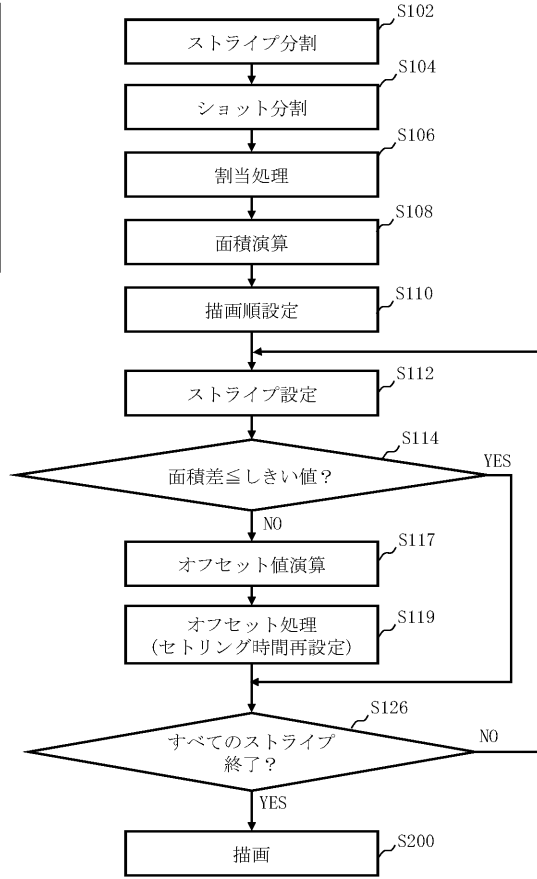
【図18】



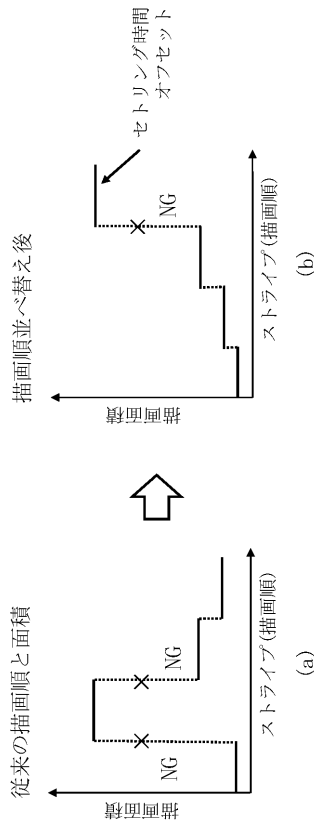
【図19】



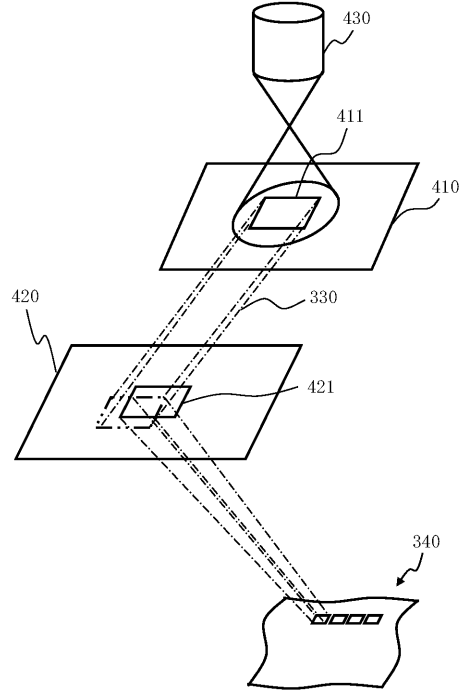
【図20】



【図21】



【図22】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 J 37/305 B

(72)発明者 中橋 怜  
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

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開2010-192666(JP,A)  
特開2011-044463(JP,A)  
再公表特許第2010/109655(JP,A1)  
特開2012-043988(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0292537(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7  
G 0 3 F 7 / 2 0  
H 0 1 J 3 7 / 3 0 5