

(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2013-232531

(P2013-232531A)

(43) 公開日 平成25年11月14日(2013.11.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/027 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/30 5 4 1 M	2 H O 9 7
<b>G O 3 F 7/20 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/30 5 4 1 W	5 C O 3 4
<b>H O 1 J 37/305 (2006.01)</b>	G O 3 F 7/20 5 O 4	5 F O 5 6
	H O 1 J 37/305 B	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-103832 (P2012-103832)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成24年4月27日 (2012. 4. 27)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康徳
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

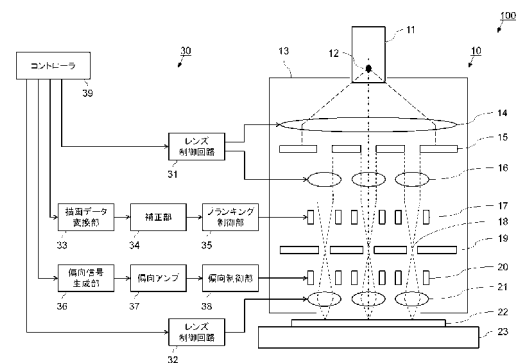
(54) 【発明の名称】 描画装置及び物品の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 近接効果補正を行う上で有利な技術を提供する。

【解決手段】 荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置は、前記描画を制御するための描画データを補正する補正部と、前記補正部によって補正されたデータに基づいて荷電粒子線によって描画を行う描画部と、を含み、前記補正部は、前記基板上の目標領域に対する描画領域の重ね合わせのための幾何学的補正を前記描画データに対して行った後に、当該補正された描画データに対して近接効果補正を行う。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、  
前記描画を制御するための描画データを補正する補正部と、  
前記補正部によって補正されたデータに基づいて荷電粒子線によって描画を行う描画部と、

を含み、

前記補正部は、前記基板上の目標領域に対する描画領域の重ね合わせのための幾何学的補正を前記描画データに対して行った後に、当該補正された描画データに対して近接効果補正を行うことを特徴とする描画装置。

10

**【請求項 2】**

前記描画部は、複数の荷電粒子線で基板に描画を行い、

前記補正部は、前記基板上のショット領域から切り出された複数の領域における各領域に対して近接効果補正を行い、

前記各領域は、1つの荷電粒子線によって描画が行われる描画領域と、それを取り囲む周辺領域とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の描画装置。

**【請求項 3】**

前記描画部は、前記補正部によって近接効果補正が行われた前記各領域における前記描画領域の描画データに基づいて描画を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の描画装置。

20

**【請求項 4】**

前記周辺領域の幅は、前記荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布の半値半幅であることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の描画装置。

**【請求項 5】**

前記周辺領域の幅は、前記荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布においてエネルギーが閾値以上となる全幅の半分であることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の描画装置。

**【請求項 6】**

前記描画部は、前記荷電粒子線のブランキングを行う偏向器を含み、

前記描画データは、前記偏向器を制御するためのデータであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の描画装置。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載の描画装置を用いて基板に描画を行う工程と、

前記工程で描画が行われた前記基板を現像する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、描画装置及び物品の製造方法に関する。

**【背景技術】**

40

**【0002】**

近年、半導体集積回路における回路パターンの微細化及び高集積化に伴い、荷電粒子線（電子線）を用いて基板にパターンを描画する描画装置が注目されている。描画装置では、入射した荷電粒子線がレジストの内部で散乱し、荷電粒子線の入射点から離れた点においても荷電粒子線のエネルギーが影響する近接効果が生じる。そして、この近接効果によって、基板に描画されたパターンの線幅等が設計値と異なってしまう。そのため、描画装置では、近接効果補正を行うことが重要であり、パターンの形状や密度によって描画データを修正し、荷電粒子線の照射条件を変化させた近接効果補正の方法が提案されている（特許文献 1 及び 2 参照）。

**【0003】**

50

特許文献 1 では、区分けされたパターンに隣接した領域であって電子線の後方散乱の拡がりよりも広い領域を、区分けされたパターンに付加して新たな図形データを作成し、新たな図形データに対して近接効果を補正する方法が開示されている。また、特許文献 2 では、区分けしたパターンの面積密度から面積密度マップを作成し、面積密度マップから近接効果を補正する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 318077 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 005341 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の描画装置では、一般的に、近接効果補正に加えて、例えば、荷電粒子線の収差や偏向器の偏向特性、或いはショットの位置や形状などを考慮した、基板上の目標領域に対する描画領域の重ね合わせ（オーバーレイ）のための幾何学的補正が必要である。そして、近接効果補正は、その補正処理の規模が大きく処理時間が長いため、幾何学的補正より前に行われている。しかしながら、近接効果補正を幾何学的補正より前に行った場合、近接効果補正は、荷電粒子線の照射条件（照射位置や照射量）が確定していない状態で行われることとなる。また、近接効果補正によって得られた荷電粒子線の照射条件は、幾何学的補正によって変更されてしまう。従って、基板にパターンを描画する際に、近接効果補正の効果が不十分になってしまう。

20

【0006】

そこで、本発明は、近接効果補正を行う上で有利な技術を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての描画装置は、荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、前記描画を制御するための描画データを補正する補正部と、前記補正部によって補正されたデータに基づいて荷電粒子線によって描画を行う描画部と、を含み、前記補正部は、前記基板上の目標領域に対する描画領域の重ね合わせのための幾何学的補正を前記描画データに対して行った後に、当該補正された描画データに対して近接効果補正を行うことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、近接効果補正を行う上で有利な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明の第 1 実施形態の描画装置の構成を示す図である。

40

【図 2】従来の描画装置と第 1 実施形態の描画装置とにおける補正の処理を表すブロック図である。

【図 3】第 1 実施形態の描画装置における F S C 領域を示す図である。

【図 4】レジスト内における荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布を示す図である。

【図 5】第 1 実施形態の描画装置における近接効果補正の処理内容のフローチャートである。

【図 6】第 1 実施形態の描画装置における近接効果補正の処理の過程で生成される中間データを示す図である。

【図 7】周辺領域の有無における補正残渣の結果を示す図である。

50

【図 8】F S C 領域を幾何学的補正と近接効果補正との順番を変えて補正した結果を示す図である

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材ないし要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0011】

< 第 1 実施形態 >

本発明の荷電粒子線を用いた描画装置 100 について、図 1 を参照して説明する。荷電粒子線を用いた描画装置 100 は、荷電粒子線を基板に照射してパターンを描画する描画ユニット 10 と、描画ユニット 10 の各部を制御するデータ処理系 30 とで構成される。

【0012】

描画ユニット 10 は、荷電粒子銃 11 と、描画部 13 と、基板ステージ 23 とを含む。描画部 13 は、例えば、コリメーターレンズ 14、アパーチャアレイ 15、第 1 静電レンズ 16、ブランキング偏向器 17、ブランキングアパーチャ 19、偏向器 20 及び第 2 静電レンズ 21 で構成されている。

【0013】

荷電粒子銃 11 から放射された荷電粒子線は、クロスオーバー像 12 として結像され、コリメーターレンズ 14 の作用により平行ビームとなり、アパーチャアレイ 15 に入射する。アパーチャアレイ 15 は、マトリクス状に配列した複数の円形状の開口を有し、これにより、平行ビームとして入射した荷電粒子線は複数の分割される。アパーチャアレイ 15 を通過し分割された荷電粒子線は、第 1 静電レンズ 16 に入射する。第 1 静電レンズ 16 は、例えば、円形状の開口を有した 3 枚の電極板（図中では、3 枚を一体で示している）から構成される。第 1 静電レンズ 16 を通過した荷電粒子線は、クロスオーバー像 12 の中間像 18 を形成し、中間像 18 が形成される面には、開口がマトリクス状に配置されたブランキングアパーチャ 19 が設置されている。第 1 静電レンズ 16 とブランキングアパーチャ 19 との間には、複数の荷電粒子線のブランキングを個別に制御するためのブランキング偏向器 17 が設置されている。ブランキング偏向器 17 により偏向された荷電粒子線はブランキングアパーチャ 19 により遮断されて基板 22 上には到達しない。即ち、ブランキング偏向器 17 は、基板 22 への荷電粒子線の照射と非照射とを切り替えている。ブランキングアパーチャ 19 を通過した荷電粒子線は、荷電粒子線を基板 22 の上で走査するための偏向器 20、及び第 2 静電レンズ 21 を介して、基板ステージ 23 の上に保持された基板 22 の上にクロスオーバー像 12 の像を形成する。ここで、偏向器 20 は、基板ステージ 23 の走査方向と直交する方向に荷電粒子線を偏向させるとよいが、荷電粒子線の偏向方向は、基板ステージ 23 の走査方向と直交する方向に限定するものではなく、他の角度に偏向してもよい。

【0014】

データ処理系 30 は、例えば、レンズ制御回路 31 及び 32、描画データ変換部 33、補正部 34、ブランキング制御部 35、偏向信号生成部 36、偏向アンプ 37、偏向制御部 38 及びコントローラ 39 で構成されている。レンズ制御回路 31 及び 32 は、各レンズ（13、17 及び 21）を制御する。描画データ変換部 33 は、コントローラ 39 から供給される設計データを基板 22 への描画を制御するための描画データに変換する。補正部 34 は、描画データを分割及び補正してブランキング制御部 35 に供給し、ブランキング制御部 35 は、分割及び補正された描画データに基づいてブランキング偏向器 17 を制御する。偏向信号生成部 36 は、コントローラ 39 から供給される設計データから偏向信号を生成し、偏向信号を偏向アンプ 37 を介して偏向制御部 38 に供給する。偏向制御部 38 は、偏向信号に基づいて偏向器 20 を制御する。また、コントローラ 39 は、描画データ変換部 33 と偏向信号生成部 36 に設計データを供給すると共に、全ての描画動作を統括する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

第 1 実施形態の描画装置 1 0 0 では、上述したように、アパーチャアレイ 1 5 によって荷電粒子線が複数の荷電粒子線に分割され、複数の荷電粒子線によってショット領域にパターンが描画される。そして、各ブランキング偏向器 1 7 がそれに対応する荷電粒子線を偏向することによってショット領域における一部の領域にパターンが描画される。そのため、各荷電粒子線に備えられた各ブランキング偏向器 1 7 をそれぞれ制御するように、ショット領域全体を表す描画データから、各荷電粒子線によって描画される各領域に対応するデータが切り出される。また、第 1 実施形態の描画装置 1 0 0 では、近接効果によってパターンの線幅等が設計値と異なったり、荷電粒子線の収差や偏向器の偏向特性、或いはショットの位置や形状などが変わったりしてしまう。そのため、近接効果補正 ( P E C : P r o x i m i t y E f f e c t C o r r e c t i o n ) 及び幾何学的補正が行われる。そこで、第 1 実施形態の描画装置 1 0 0 では、各荷電粒子線によって描画される各領域に対応する描画データを切り出し、切り出した描画データを補正する補正部 3 4 が備えられている。

## 【 0 0 1 6 】

ここで、描画データ変換部 3 3 における描画データへの変換、及び補正部 3 4 における描画データの切り出しと補正の処理について、従来の描画装置と第 1 実施形態の描画装置 1 0 0 とを比較して説明する。まず、従来の描画装置における描画データへの変換、描画データからの切り出し、及び描画データの幾何学的補正について図 2 ( a ) を参照して説明する。

## 【 0 0 1 7 】

描画データへの変換は、描画データ変換部 3 3 によって行われる。描画データ変換部 3 3 は、コントローラ 3 9 から設計データが供給され、設計データを描画ユニット 1 0 が描画を制御するための描画データに変換する。具体的には、設計データは、例えば C A D データで構成されており、その多くはベクター形式で記述されている。描画データ変換部 3 3 は、ベクター形式の設計データをラスター形式の描画データに変換する。ここで、ベクター形式とは、描画するパターンを、点の座標、点を結ぶ線又は面の方程式のパラメータなどで表現する形式のことである。ラスター形式とは、描画ユニットが基板に描画するショット領域を、荷電粒子線を照射するか否かを表す点の羅列として表現する形式のことである。

## 【 0 0 1 8 】

描画データからの領域の切り出しは、補正部 3 4 に含まれる第 1 切出部 3 4 b によって行われる。第 1 切出部 3 4 b は、各荷電粒子線によって連続的に描画される各領域がショット領域から切り出されるように、各領域に対応する描画データを切り出す。従来の描画装置においては、各領域は、1 つの荷電粒子線によって連続的に描画が行われる描画領域 4 0 のことである。以下では、描画領域 4 0 に対応するように切り出された描画データのことをフィールドデータと呼ぶ。このフィールドデータに基づいて、ブランキング制御部 3 5 は各ブランキング偏向器 1 7 を制御する。

## 【 0 0 1 9 】

描画データの幾何学的補正は、補正部 3 4 に含まれるグローバル補正部 3 4 a 及びローカル補正部 3 4 c によって行われる。幾何学的補正とは、基板上の目標領域に対して描画領域が重ね合わさるように描画データに対して補正を行うことである。グローバル補正部 3 4 a は、第 1 切出部 3 4 b の前に配置されており、ショット領域の描画データを一括して補正するグローバル補正を行う。グローバル補正は、例えば荷電粒子線の収差による偏向位置のばらつきなどを補正し、ショットの位置や回転、形状などを補正することである。グローバル補正の補正処理は、その多くが線形変換で実現できるため補正処理の規模は大きくないが、処理対象となるデータが膨大となるため、ショット領域を数個に分割し、分割したショット領域に対して行われてもよい。ローカル補正部 3 4 c は、第 1 切出部 3 4 b の後に配置されており、第 1 切出部 3 4 b によって切り出された各領域を個別に補正するローカル補正を行う。ローカル補正は、例えば、各荷電粒子線を偏向する各ブランキ

ング偏向器 17 の偏向ゲインのばらつきや、各荷電粒子線の照射強度のばらつきを補正することである。ローカル補正の補正処理は、関数による補正のほか、ルックアップテーブル (LUT: Look up Table) を用いた補正なども行う場合がある。

#### 【0020】

このように、従来の描画装置では、設計データから描画データへの変換、描画データからの切り出し、及び描画データの幾何学的補正を行っている。そして、従来の描画装置では、近接効果補正は、描画データ変換部 33 において設計データを描画データに変換した後であって、補正部 34 において幾何学的補正 (グローバル補正) が行われる前に行われている。しかしながら、近接効果補正を幾何学的補正より前に行った場合、近接効果補正は、荷電粒子線の照射条件 (照射位置や照射量) が確定していない状態で行われることとなる。さらに、近接効果補正によって得られた荷電粒子線の照射条件は、幾何学的補正によって変更されてしまう。従って、基板にパターンを描画する際に、近接効果補正の効果が不十分になってしまう。そこで、第 1 実施形態の描画装置 100 では、描画データの切り出し、及び幾何学的補正 (ローカル補正) の後で、近接効果補正を行う。次に、第 1 実施形態の描画装置 100 における補正部 34 の処理内容について図 2 (b) を参照して説明する。

#### 【0021】

第 1 実施形態の描画装置 100 における補正部 34 は、従来の描画装置における補正部 34 と比較して、第 1 切出部 34b において描画データから切り出すデータの範囲が異なっている。また、近接効果補正部 34d と第 2 切出部 34e とが、ローカル補正部 34c の後に配置されている。以下に、第 1 実施形態の描画装置 100 における第 1 切出部 34b、近接効果補正部 34d 及び第 2 切出部 34e について説明する。なお、第 1 実施形態の描画装置 100 では、描画データ変換部 33、グローバル補正部 34a 及びローカル補正部 34c での処理内容は、従来の描画装置と同様であるため、説明を省略する。また、第 1 実施形態の描画装置 100 では、近接効果補正として前方散乱補正 (FSC: Forward Scattering Correction) を例にとり説明する。

#### 【0022】

第 1 切出部 34b は、各荷電粒子線によって描画される各領域がショット領域から切り出されるように、各領域に対応する描画データを切り出す。しかし、第 1 実施形態の描画装置 100 では、近接効果補正を第 1 切出部 34b による切り出しの後で行っているため、各領域を描画領域 40 として切り出してしまうと、各領域の境界において近接効果補正に誤差、即ち補正残渣が生じてしまう。そこで、第 1 実施形態の描画装置 100 における第 1 切出部 34b は、1 つの荷電粒子線によって連続的に描画が行われる描画領域 40 に加えて、それを取り囲む周辺領域 41 を含むように各領域を切り出している。以下では、描画領域 40 と周辺領域 41 とを合わせた各領域を FSC 領域 42、及び FSC 領域 42 に対応するように切り出された描画データのことを FSC データと呼ぶ。描画領域 40 に対応するデータ (フィールドデータ) は、後述するように、第 2 切出部 34e において FSC データから切り出される。

#### 【0023】

FSC 領域 42 は、図 3 (a) に示すように、描画領域 40 の周辺に幅 W の周辺領域 41 を付け加えた領域であり、隣り合う描画領域 40 の一部を含むように切り出される。具体的には、隣り合う描画領域 40a 及び 40b があり、描画領域 40a の周辺に周辺領域 41a を付け加えて FSC 領域 42a を切り出す場合、周辺領域 41a は、図 3 (b) に示すように、描画領域 40b の一部とオーバーラップして切り出される。描画領域 40b の周辺に周辺領域 41b を付け加えて FSC 領域 42b を切り出す場合も、FSC 領域 42a を切り出す場合と同様に、描画領域 40a の一部とオーバーラップして切り出される。このように、FSC 領域 42 は、隣り合う領域に、相互に重なり合う部分ができるように切り出される。

#### 【0024】

周辺領域 41 の幅 W は、レジスト内において荷電粒子線が前方散乱した際の荷電粒子線

10

20

30

40

50

のエネルギー分布を考慮して設定される。図 4 に、レジスト内における荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布を示す。荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布は、一般に、荷電粒子線の加速電圧などにより決定され、ガウス分布になる。そして、周辺領域 4 1 の幅  $W$  は、例えば、描画領域 4 0 の外周部に入射した荷電粒子線のエネルギーが、描画領域 4 0 の周辺において半分になるときの幅、即ち、荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布の半値半幅  $W_H$  になるように設定される。このように、周辺領域 4 1 の幅  $W$  をエネルギー分布の半値半幅  $W_H$  に設定することによって、各領域の境界における補正残渣を少なくすることが可能となる。また、エネルギー分布の半値半幅  $W_H$  は数十 nm 程度（数画素程度）であるため、周辺領域 4 1 は描画領域 4 0（数  $\mu m$  角）に対して十分小さく、周辺領域 4 1 を加えたことによる近接効果補正の補正処理の増加は許容できる範囲である。ここで、周辺領域 4 1 の幅  $W$  は、荷電粒子線の前方散乱によるエネルギー分布（図 4）において、エネルギーが閾値以上（ $> I_{th}$ ）となる全幅の半分（ $W_{th}$ ）になるように設定してもよい。この場合、エネルギーの閾値（ $I_{th}$ ）は、描画する際における荷電粒子線の照射量やコントラストから決定される。

#### 【0025】

近接効果補正部 3 4 d は、ローカル補正部 3 4 c の後に配置されており、描画データから切り出された F S C データのそれぞれに対して近接効果補正を行う。ここで、近接効果補正部 3 4 d において行われる近接効果補正の処理内容について図 5 及び図 6 を参照して説明する。図 5 は、近接効果補正の処理内容のフローチャートである。また、図 6 は、近接効果補正の処理の過程で生成される中間データの一例として、中心の 1 画素を描画領域 4 0 とし、周辺領域 4 1 の幅  $W$  を 2 画素とした F S C 領域 4 2（ $5 \times 5$  画素）における中間データの出力結果を示す。なお、図 6（a）～（f）において、各画素には荷電粒子線の照射量が記載されており、表題には中間データの変数名（ $g_1 \sim g_6$ ）、中間データにおける荷電粒子線の最大照射量及び最小照射量が記載されている。また、図 6（a）～（f）に示す中間データ  $g_1 \sim g_6$  は、すべて  $x y$  平面上にある F S C 領域 4 2 に対応するデータである。

#### 【0026】

S 5 1 では、中心の描画領域 4 0 のみに荷電粒子線を照射させる F S C データ  $g_1$ （図 6（a））に対し、式（1）を用いて第 1 ガウシアンフィルタ  $h_1$  をコンボリューションする。その結果、描画領域 4 0 に荷電粒子線を照射したときの照射量分布を表す中間データとして、図 6（b）に示すように、中心の描画領域 4 0 を最大照射量としたガウス分布を示す照射量分布データ  $g_2$  が得られる。ここで、第 1 ガウシアンフィルタ  $h_1$  は、式（2）に示すように、荷電粒子線の前方散乱の範囲に相当するフィルタ適用範囲  $H_1$  において、標準偏差  $\sigma_1$  を用いたガウス関数  $p$  から生成される。この第 1 ガウシアンフィルタ  $h_1$  は、実際に荷電粒子線を照射したサンプルを計測し、その計測結果から算出してもよい。

#### 【0027】

##### 【数 1】

$$g_2 = g_1 * h_1 \quad \dots (1)$$

#### 【0028】

##### 【数 2】

$$h_1 = \frac{p}{\sum_{H_1} p}, \quad p = \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma_1^2}\right) \quad \dots (2)$$

#### 【0029】

S 5 2 では、F S C データ  $g_1$  を空間微分して絶対値をとる、即ち、F S C データ  $g_1$  に対し、式（3）を用いて  $x$  及び  $y$  に関して偏微分をそれぞれ行い、それぞれの偏微分の結果に対して絶対値をとって足し合わせる。その結果、描画領域 4 0 のエッジ部における

荷電粒子線の照射量が強調された中間データとして、図 6 ( c ) に示すように、中心の描画領域 4 0 の x 及び y 方向に隣接する画素 ( エッジ部 ) の照射量が強調されたエッジ強調像データ  $g_3$  が得られる。

【 0 0 3 0 】

【 数 3 】

$$g_3 = \left| \frac{\partial g_1}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial g_1}{\partial y} \right| \quad \cdots (3)$$

【 0 0 3 1 】

S 5 3 では、式 ( 4 ) に示すように、荷電粒子線の最大照射量  $I_{max}$  の半値と露光量分布データ  $g_2$  との差分をとり、エッジ強調像データ  $g_3$  を乗じる。その結果、描画領域 4 0 のエッジ部及びコーナー部における荷電粒子線の照射量の過不足を表す中間データとして、図 6 ( d ) に示すように、中心の描画領域 4 0 に隣接する画素 ( エッジ部 ) において照射量の過不足を示す端部過不足データ  $g_4$  が得られる。なお、図 6 ( d ) では、描画領域 4 0 のコーナー部における照射量の過不足は 0 である。

【 0 0 3 2 】

【 数 4 】

$$g_4 = \left( \frac{I_{max}}{2} - g_2 \right) \cdot g_3 \quad \cdots (4)$$

【 0 0 3 3 】

式 ( 4 ) から得られた端部過不足データ  $g_4$  は、描画領域 4 0 のエッジ部及びコーナー部に 関数的な突出値を有する ( 図 6 ( d ) 参照 )。そのため、S 5 4 では、式 ( 5 ) に示すように、端部過不足データ  $g_4$  に対し、第 2 ガウシアンフィルタ  $h_2$  をコンボリューションし、端部過不足データ  $g_4$  における 関数的な突出値を平坦化する。平坦化した端部過不足データ  $g_4$  に対して、予め設定されたパターメータ  $k$  を乗じ、F S C データ  $g_1$  を加えることによって、F S C データ  $g_1$  に補正值を適用した中間データとして、図 6 ( e ) に示すような補正值端部平坦化データ  $g_5$  が得られる。ここで、第 2 ガウシアンフィルタ  $h_2$  は、式 ( 6 ) に示すように、荷電粒子線の前方散乱の範囲に相当するフィルタ適用範囲  $H_2$  において、標準偏差  $\sigma_2$  を用いたガウス関数  $q$  から生成される。また、パラメータ  $k$  は、補正の強度に関するパラメータであり、経験的な値が設定される ( 0 の時が補正なしに相当する )。

【 0 0 3 4 】

【 数 5 】

$$g_5 = g_1 + k(g_4 * h_2) \quad \cdots (5)$$

【 0 0 3 5 】

【 数 6 】

$$h_2 = \frac{q}{\sum_{H_2} q}, \quad q = \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma_2^2}\right) \quad \cdots (6)$$

【 0 0 3 6 】

S 5 5 では、補正值端部平坦化データ  $g_5$  を、式 ( 7 ) に示すようにクリップ処理し、荷電粒子線の最大照射量  $I_{max}$  と最小照射量  $I_{min}$  ( 通常は  $I_{min} = 0$  となる ) との間に収める。その結果、荷電粒子線の照射量が規定範囲内に収まった補正データ  $g_6$  が得られる。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40



## 【数 7】

$$g_6 = I_{\max} \quad , \quad \text{if} \quad g_6 > I_{\max} \quad \dots (7)$$

$$g_6 = I_{\min} = 0 \quad , \quad \text{if} \quad g_6 < I_{\min}$$

## 【0038】

上述したような近接効果補正の処理は、第1切出部34bによって描画データから切り出されたFSCデータの全てに対して行われる。このとき、各FSCデータにおける補正処理は、逐次処理で行ってもよいし、並列処理で行って高速化を図ってもよい。そして、近接効果補正が行われたFSCデータ（補正データ）は、第2切出部34eに供給される。

10

## 【0039】

第2切出部34eは、各荷電粒子線によって描画される描画領域40がFSC領域42から切り出されるように、近接効果補正部34dから供給されたFSCデータ（補正データ）から描画領域40に対応するフィールドデータを切り出す。そして、切り出されたフィールドデータはブランキング制御部35に供給され、ブランキング制御部35は、フィールドデータに基づいてブランキング偏向器17を制御する。

## 【0040】

上述したように、第1実施形態の描画装置100では、周辺領域41が付け加えられたFSC領域42に対応するFSCデータを描画データから切り出しており、幾何学的補正の後にFSCデータに対して近接効果補正を行っている。このような構成にした第1実施形態の描画装置100では、各領域の境界における補正残渣を少なくすることができ、更に、近接効果補正の効果が幾何学的補正によって阻害されることを少なくすることができる。最後に、周辺領域41が付け加えられたFSC領域42に対応するFSCデータに対して近接効果補正を行う効果、及び幾何学的補正の後に近接効果補正を行う効果について説明する。

20

## 【0041】

まず、周辺領域41が描画領域40に付け加えられたFSC領域42に対応するFSCデータを切り出し、FSCデータに対して近接効果補正をする効果について説明する。図7は、周辺領域41の有無における補正残渣の結果を示す図である。図7(a)は描画領域40に周辺領域41を付け加えない場合であり、図7(b)は描画領域40に周辺領域41を付け加えた場合（幅Wを2画素とした場合）である。補正残渣43は、ショット領域内の各FSC領域42に対してそれぞれ近接効果補正を行った結果から、ショット領域を一括して近接効果補正を行った結果を差し引いて算出した。図中の白い部分が補正残渣43を示している。算出した結果、図7(a)の周辺領域41を付け加えない場合では補正残渣43が見られるのに対し、図7(b)の周辺領域41を付け加えた場合では補正残渣43は殆どなくなり、大幅に改善していることがわかる。また、周辺領域41を付け加えたときのデータ量は、周辺領域41を付け加えないときのデータ量に比べて1.4割程度増加しただけである。このことから、わずかなデータ量の増加だけで、近接効果補正の補正残渣43を十分に抑えられることが分かる。

30

40

## 【0042】

次に、幾何学的補正の後に近接効果補正を行う効果について説明する。図8は、中心の1画素を描画領域40とし、周辺領域41の幅Wを1画素としたFSC領域42（3×3画素）において、FSC領域42を幾何学的補正と近接効果補正との順番を変えて補正した結果を示す図である。各画素は、荷電粒子線の照射量に対応するように色分けされている。図8(a)は補正を行う前の描画データであり、図8(b)は近接効果補正をした後に幾何学的補正をした時の描画データ、並びに図8(c)は幾何学的補正をした後に近接効果補正をした時の描画データ（本発明に相当）である。なお、幾何学的補正の処理内容としては、0.1画素分だけシフトさせているだけである。図8(b)では、補正処理を行う前の描画データを示す図8(a)とほとんど変わらないのに対し、図8(c)では、

50

周辺領域 41 の補正が十分に行われていることが分かる。そして、図 8 ( b ) に示す描画データと図 8 ( c ) に示す描画データとの差を算出すると ( 図 8 ( d ) 参照 )、その差は最大照射量 ( 127 ) の半分に及んでいる。即ち、若干量の幾何学的補正でも、近接効果補正の後に行ってしまうと、近接効果補正の効果を大幅に阻害してしまう。このことから、幾何学的補正の後近接効果補正を行う第 1 実施形態の描画装置 100 では、近接効果補正の効果を十分に発揮することが可能である。

#### 【 0043 】

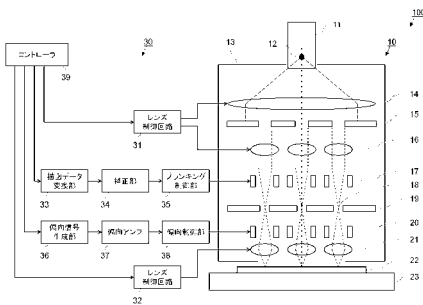
< 物品の製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態における物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された感光剤に上記の描画装置を用いて潜像パターンを形成する工程 ( 基板に描画を行う工程 ) と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程 ( 酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等 ) を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

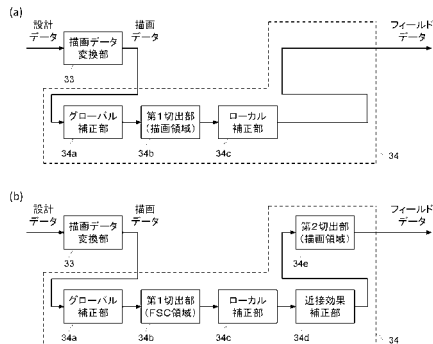
#### 【 0044 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

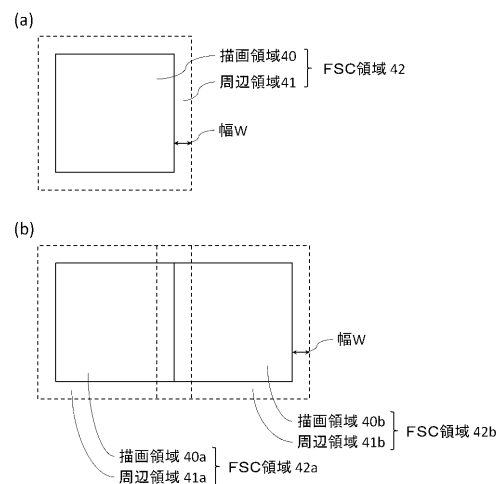
【 図 1 】



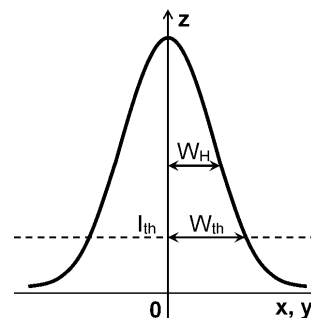
【 図 2 】



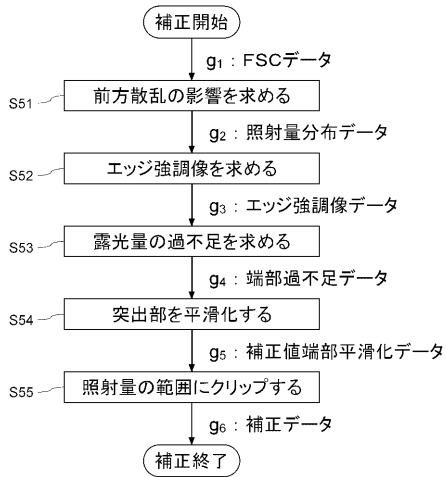
【 図 3 】



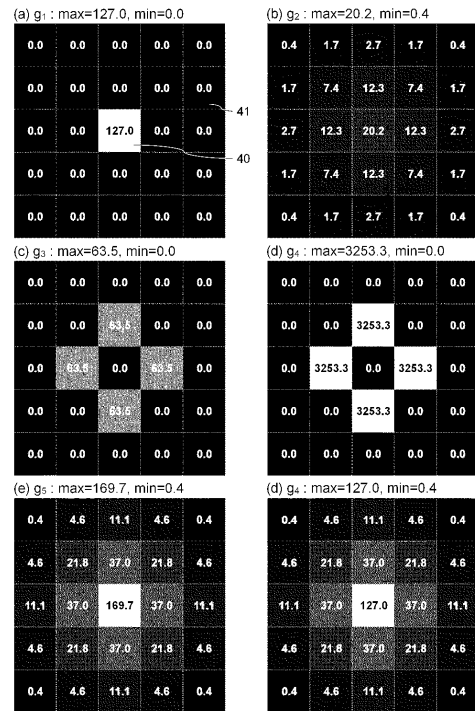
【 図 4 】



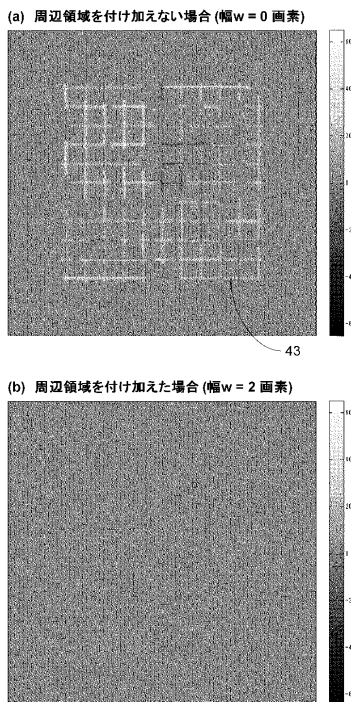
【図 5】



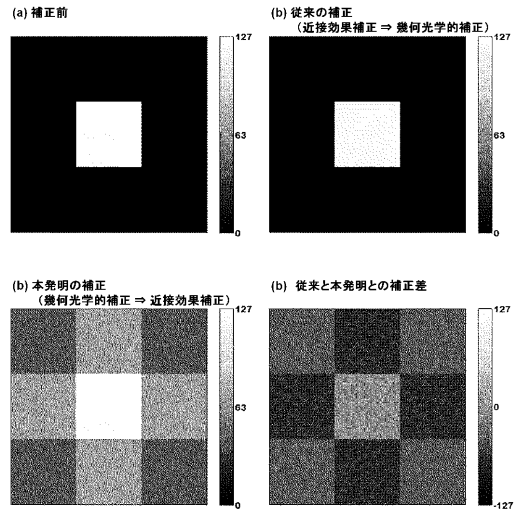
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 杉山 佑輔

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内

F ターム(参考) 2H097 AA03 BB01

5C034 BB10

5F056 AA07 CA02 CC12 FA08