(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2017-143187
(P2017-143187A)
(43)公開日　平成29年8月17日(2017.8.17)

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード（参考）
H01L 21/027 (2006.01)	H01L	21/30	541D	5F056
	H01L	21/30	541W	
	H01L	21/30	541E	

審査請求 未請求　請求項の数 5　OL　（全 13 頁）

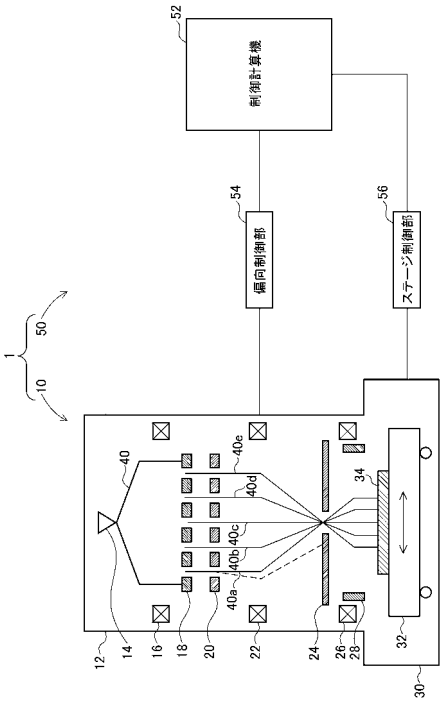
(21)出願番号　特願2016-23756(P2016-23756)
(22)出願日　平成28年2月10日(2016.2.10)

(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　100086911
弁理士　重野　剛
(74)代理人　100144967
弁理士　重野　隆之
(72)発明者　廣瀬　暁
神奈川県横浜市磯子区新杉田町８番１　株式会社ニューフレアテクノロジー内

Fターム(参考)　5F056 AA07 CC01 CC11 CD01 CD09 EA02 EA03 EA04 EA05 EA06

(54)【発明の名称】成形アパーチャアレイの評価方法

(57)【要約】
【課題】成形アパーチャアレイの評価を効率良く行う。
【解決手段】本実施形態による成形アパーチャアレイの評価方法は、複数の孔が設けられた成形アパーチャアレイを荷電粒子ビームが通過することにより生成される複数のビームを用いて描画を行い、基板上に、第１方向に沿った第１ライン部と、前記第１方向に直交する第２方向に沿った第２ライン部とをそれぞれ有する複数の評価パターンを形成する工程と、前記複数の評価パターンの各々について、前記第１ライン部の前記第２方向における位置と、前記第２ライン部の前記第１方向における位置と、前記第１ライン部又は前記第２ライン部の線幅とを測定する工程と、測定結果に基づいて、前記複数の孔の精度を評価する工程と、を備える。各評価パターンは、前記成形アパーチャアレイの対応する孔を通過した１本のビームにより描画される。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の孔が設けられた成形アパーチャアレイを荷電粒子ビームが通過することにより生成される複数のビームを用いて描画を行い、基板上に、第１方向に沿った第１ライン部と、前記第１方向に直交する第２方向に沿った第２ライン部とをそれぞれ有する複数の評価パターンを形成する工程と、
前記複数の評価パターンの各々について、前記第１ライン部の前記第２方向における位置と、前記第２ライン部の前記第１方向における位置と、前記第１ライン部又は前記第２ライン部の線幅とを測定する工程と、
測定結果に基づいて、前記複数の孔の精度を評価する工程と、
を備え、
各評価パターンは、前記成形アパーチャアレイの対応する孔を通過した１本のビームにより描画されることを特徴とする成形アパーチャアレイの評価方法。
【請求項２】
前記成形アパーチャアレイの第１の孔を通過した第１のビームにより描画された第１評価パターンと、前記第１の孔の隣に位置する第２の孔を通過した第２のビームにより描画された第２評価パターンとが、前記基板上において隣り合って位置していることを特徴とする請求項１に記載の成形アパーチャアレイの評価方法。
【請求項３】
前記成形アパーチャアレイの第１の孔を通過した第１のビームにより描画された第１評価パターンと、前記第１の孔との間に少なくとも１つの孔を挟んで位置する第３の孔を通過した第３のビームにより描画された第３評価パターンとが、前記基板上において隣り合って位置していることを特徴とする請求項１に記載の成形アパーチャアレイの評価方法。
【請求項４】
前記複数のビームを用いて予備評価パターンを描画し、
前記成形アパーチャアレイに設けられた孔を複数のグループにグループ化し、
前記予備評価パターンの評価結果に基づいて、測定対象のグループを選定し、
測定対象のグループに含まれる孔を通過したビームにより描画された評価パターンについて、前記位置及び線幅を測定することを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の成形アパーチャアレイの評価方法。
【請求項５】
前記評価パターンは、前記第１ライン部の一端と、前記第２ライン部の一端とが重なったＬ字型であることを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載の成形アパーチャアレイの評価方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、成形アパーチャアレイの評価方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＬＳＩの高集積化に伴い、半導体デバイスの回路線幅はさらに微細化されてきている。これらの半導体デバイスへ回路パターンを形成するための露光用マスク（ステッパやスキャナで用いられるものはレチクルともいう。）を形成する方法として、優れた解像性を有する電子ビーム描画技術が用いられている。
【０００３】
例えば、マルチビームを使った描画装置がある。１本の電子ビームで描画する場合に比べて、マルチビームを用いることで一度（１回のショット）に多くのビームを照射できるのでスループットを向上させることができる。マルチビーム描画装置では、例えば、電子銃から放出された電子ビームを複数の孔を持った成形アパーチャアレイに通してマルチビ

ームを形成し、各ビームのブランキング制御を行い、遮蔽されなかったビームが試料上の所望の位置に照射される。

【０００４】

成形アパーチャアレイの加工精度によっては、各孔の位置やサイズにバラツキが生じ、描画精度を劣化させ得る。この場合、各孔について、設計値からの位置ずれ及びサイズずれを評価し、設計値からのずれを補正するための補正マップを作成する必要がある。しかし、位置ずれ評価用のパターンと、サイズずれ評価用のパターンとを別々に描画すると、成形アパーチャアレイの評価に時間がかかるという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開平１０－２７０３３８号公報

【特許文献２】特開２０１０－７３７３２号公報

【特許文献３】特開２０１０－２６７８４２号公報

【特許文献４】特開昭５９－１３５７２８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明は、上記従来の実状に鑑みてなされたものであり、成形アパーチャアレイの評価を効率良く行うことができる成形アパーチャアレイの評価方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の一態様による成形アパーチャアレイの評価方法は、複数の孔が設けられた成形アパーチャアレイを荷電粒子ビームが通過することにより生成される複数のビームを用いて描画を行い、基板上に、第１方向に沿った第１ライン部と、前記第１方向に直交する第２方向に沿った第２ライン部とをそれぞれ有する複数の評価パターンを形成する工程と、前記複数の評価パターンの各々について、前記第１ライン部の前記第２方向における位置と、前記第２ライン部の前記第１方向における位置と、前記第１ライン部又は前記第２ライン部の線幅とを測定する工程と、測定結果に基づいて、前記複数の孔の精度を評価する工程と、を備え、各評価パターンは、前記成形アパーチャアレイの対応する孔を通過した１本のビームにより描画されることを特徴とするものである。

【０００８】

本発明の一態様による成形アパーチャアレイの評価方法において、前記成形アパーチャアレイの第１の孔を通過した第１のビームにより描画された第１評価パターンと、前記第１の孔の隣に位置する第２の孔を通過した第２のビームにより描画された第２評価パターンとが、前記基板上において隣り合って位置していることを特徴とする。

【０００９】

本発明の一態様による成形アパーチャアレイの評価方法において、前記成形アパーチャアレイの第１の孔を通過した第１のビームにより描画された第１評価パターンと、前記第１の孔との間に少なくとも１つの孔を挟んで位置する第３の孔を通過した第３のビームにより描画された第３評価パターンとが、前記基板上において隣り合って位置していることを特徴とする。

【００１０】

本発明の一態様による成形アパーチャアレイの評価方法は、前記複数のビームを用いて予備評価パターンを描画し、前記成形アパーチャアレイに設けられた孔を複数のグループにグループ化し、前記予備評価パターンの評価結果に基づいて、測定対象のグループを選定し、測定対象のグループに含まれる孔を通過したビームにより描画された評価パターンについて、前記位置及び線幅を測定することを特徴とする。

【００１１】

本発明の一態様による成形アパーチャアレイの評価方法において、前記評価パターンは、前記第１ライン部の一端と、前記第２ライン部の一端とが重なったＬ字型であることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、成形アパーチャアレイの評価を効率良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明の実施形態による描画装置の概略図である。

【図２】成形アパーチャアレイの平面図である。

【図３】同実施形態による成形アパーチャアレイの評価方法を説明するフローチャートである。

【図４】（ａ）は成形アパーチャアレイの一例を示し、（ｂ）はマルチビームの照射領域を示す図である。

【図５】評価パターンの一例を示す図である。

【図６】（ａ）～（ｃ）は評価パターンの測定例を示す図である。

【図７】比較例による評価パターンを示す図である。

【図８】評価パターンの一例を示す図である。

【図９】評価パターンの一例を示す図である。

【図１０】評価パターンの一例を示す図である。

【図１１】ラインパターンにおけるＲＯＩの設定例を示す図である。

【図１２】成形アパーチャアレイの領域分割の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【００１５】

図１は本発明の実施形態による描画装置の概略図である。図１に示す描画装置１は、マスクやウェーハ等の対象物に電子ビームを照射して所望のパターンを描画する描画部１０と、描画部１０の動作を制御する制御部５０とを備えたマルチ荷電粒子ビーム描画装置である。

【００１６】

描画部１０は、電子ビーム鏡筒１２及び描画室３０を有している。電子ビーム鏡筒１２内には、電子銃１４、照明レンズ１６、成形アパーチャアレイ１８、ブランキングプレート２０、縮小レンズ２２、制限アパーチャ部材２４、対物レンズ２６、及び偏向器２８が配置されている。

【００１７】

描画室３０内には、ＸＹステージ３２が配置される。ＸＹステージ３２上には、描画対象の基板３４が載置されている。描画対象基板には、例えば、ウェーハや、ウェーハにエキシマレーザを光源としたステッパやスキャナ等の縮小投影型露光装置や極端紫外線露光装置を用いてパターンを転写する露光用のマスクが含まれる。また、描画対象基板には、既にパターンが形成されているマスクも含まれる。例えば、レベンソン型マスクは２回の描画を必要とするため、１度描画されマスクに加工された物に２度目のパターンを描画することもある。

【００１８】

制御部５０は、制御計算機５２、偏向制御部５４、及びステージ制御部５６を有している。制御計算機５２、偏向制御部５４、及びステージ制御部５６の少なくとも一部は、ハードウェアで構成してもよいし、ソフトウェアで構成してもよい。ソフトウェアで構成する場合には、少なくとも一部の機能を実現するプログラムをフレキシブルディスクやＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体に収納し、電気回路を含むコンピュータに読み込ませて実行させてもよい。記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能なものに限定されず、ハー

ドディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でもよい。

【００１９】

電子ビーム鏡筒１２において、電子銃１４から放出された電子ビーム４０は、照明レンズ１６によりほぼ垂直にマルチビーム成形用の成形アパーチャアレイ１８全体を照明する。

【００２０】

図２は、成形アパーチャアレイ１８の平面図である。図２に示すように、成形アパーチャアレイ１８には、縦（Ｙ方向）及び横（Ｘ方向）に複数列の孔（開口部）Ｈが所定の配列ピッチでマトリクス状に形成されている。各孔Ｈは、共に同じ設計寸法の矩形で形成される。これらの複数の孔Ｈを電子ビーム４０が通過することで、図１に示すようなマルチビーム４０ａ～４０ｅが形成される。

【００２１】

ブランキングプレート２０には、成形アパーチャアレイ１８の各孔Ｈの配置位置に合わせて通過孔が形成されている。各通過孔には、対となる２つの電極からなるブランカが配置されている。各通過孔を通過する電子ビーム４０ａ～４０ｅは、それぞれ独立に、ブランカに印加される電圧によって偏向される。このように、複数のブランカが、成形アパーチャアレイ１８の複数の孔Ｈを通過したマルチビームのうち、それぞれ対応するビームのブランキング偏向を行う。

【００２２】

ブランキングプレート２０を通過したマルチビーム４０ａ～４０ｅは、縮小レンズ２２によって縮小され、制限アパーチャ部材２４に形成された中心の穴に向かって進む。ここで、ブランキングプレート２０のブランカにより偏向された電子ビームは、制限アパーチャ部材２４の中心の穴から位置がはずれ、制限アパーチャ部材２４によって遮蔽される。一方、ブランキングプレート２０のブランカによって偏向されなかった電子ビームは、制限アパーチャ部材２４の中心の穴を通過する。

【００２３】

制限アパーチャ部材２４は、ブランキングプレート２０のブランカによってビームＯＦＦの状態になるように偏向された各ビームを遮蔽する。そして、ビームＯＮになってからビームＯＦＦになるまでに制限アパーチャ部材２４を通過したビームが、１回分のショットのビームとなる。制限アパーチャ部材２４を通過したマルチビーム４０ａ～４０ｅは、対物レンズ２６により焦点が合わされ、所望の縮小率のパターン像となる。制限アパーチャ部材２４を通過した各ビーム（マルチビーム全体）は、偏向器２８によって同方向にまとめて偏向され、基板３４上の所望の照射位置に照射される。

【００２４】

ＸＹステージ３２が連続移動している時、ビームの照射位置がＸＹステージ３２の移動に追従するように偏向器２８によって制御される。ＸＹステージ３２の移動はステージ制御部５６により行われる。

【００２５】

制御計算機５２は、描画データに対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。ショットデータには、各ショットの照射量及び照射位置座標等が定義される。

【００２６】

制御計算機５２は、ショットデータに基づき各ショットの照射量を偏向制御部５４に出力する。偏向制御部５４は、入力された照射量を電流密度で割って照射時間ｔを求める。そして、偏向制御部５４は、対応するショットを行う際、照射時間ｔだけブランカがビームＯＮするように、ブランキングプレート２０の対応するブランカに偏向電圧を印加する。

【００２７】

また、制御計算機５２は、ショットデータが示す位置（座標）に各ビームが偏向されるように、偏向位置データを偏向制御部５４に出力する。偏向制御部５４は、偏向量を演算

し、偏向器２８に偏向電圧を印加する。これにより、その回にショットされるマルチビームがまとめて偏向される。

【００２８】

このような描画装置１において、成形アパーチャアレイ１８の複数の孔Ｈの位置やサイズにバラツキがある場合、各孔Ｈについて、設計値からの位置ずれ及びサイズずれを評価して、設計値からのずれを補正するための補正マップを準備しておく必要がある。以下、孔Ｈの位置ずれ及びサイズずれを評価する方法について説明する。

【００２９】

図３は、成形アパーチャアレイ１８に形成された複数の孔Ｈを評価する方法を説明するフローチャートである。図３に示すように、この方法は、基板上のレジスト膜に評価パターンを描画する工程（ステップＳ１０１）と、現像処理を行ってレジストパターンを形成する工程（ステップＳ１０２）と、レジストパターンをマスクにしてエッチング処理を行い、遮光膜に評価パターンを形成する工程（ステップＳ１０３）と、評価パターンの位置を測定する工程（ステップＳ１０４）と、評価パターンの線幅を測定する工程（ステップＳ１０５）と、を備える。

【００３０】

ステップＳ１０１では、ＸＹステージ３２上に載置された評価用の基板３４にマルチビームを照射し、評価パターンを描画する。評価用の基板３４は、例えば、ガラス基板上にクロム膜などの遮光膜とレジスト膜とが積層されたものである。

【００３１】

図４（ａ）は、縦４列×横４列に１６個の孔Ｈ１１～Ｈ１４、Ｈ２１～Ｈ２４、Ｈ３１～Ｈ３４、Ｈ４１～Ｈ４４が設けられた成形アパーチャアレイ１８の例を示し、図４（ｂ）は図４（ａ）に示す成形アパーチャアレイ１８により形成されたマルチビームの照射領域と描画対象画素との一例を示す。

【００３２】

図４（ｂ）に示すように、基板３４の評価パターン描画領域がメッシュ状のメッシュ領域に分割され、各メッシュ領域が描画対象画素７０（描画位置）となる。１回のマルチビームの照射で照射可能な照射領域７２内に、１回のマルチビームの照射で照射可能な複数（この例では１６個）の画素７４が示されている。隣り合う画素７４間のピッチがマルチビームの各ビーム間のピッチとなる。

【００３３】

図４（ｂ）の例では、Ｘ方向及びＹ方向の１辺の長さがビームピッチとなる正方形の領域で１つのグリッド７６を構成する。図４（ｂ）の例では、各グリッド７６は、５×５画素で構成される。

【００３４】

図５に示すように、各グリッド７６内において、Ｘ方向、Ｙ方向にそれぞれ１列に並ぶ５個の画素を露光し、Ｘ方向に沿ったライン部Ｌｘ及びＹ方向に沿ったライン部ＬｙからなるＬ字型パターンＬＰ１１～ＬＰ１４、ＬＰ２１～ＬＰ２４、ＬＰ３１～ＬＰ３４、ＬＰ４１～ＬＰ４４を描画する。Ｌ字型パターンＬＰｍｎは（ｍ、ｎはそれぞれ１≦ｍ、ｎ≦４の整数）、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈｍｎを通過したビームで描画される。例えば、Ｌ字型パターンＬＰ１１は、図４（ａ）に示す成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ１１を通過したビームにより描画される。

【００３５】

なお、成形アパーチャアレイ１８と基板３４との間にビームのクロスオーバーポイントが１つ存在する。そのため、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈｍｎの配列に対して、Ｌ字型パターンＬＰｍｎの配列はＸ軸及びＹ軸対称となる。図５では、説明の便宜上、ＸＹ座標系を１８０度回転させ、Ｌ字型パターンＬＰｍｎの配列が、図４（ａ）の孔Ｈｍｎの配列に見かけ上一致するように表示している。

【００３６】

Ｌ字型パターンＬＰｍｎを描画する際、マルチビームの照射位置の移動は、偏向器２８

による偏向でもよいし、ＸＹステージ３２の移動によるものでもよい。

【００３７】

Ｌ字型パターンＬＰｍｎの描画後、公知の現像装置及び現像液を用いて電子ビームが照射されたレジスト膜を現像する（ステップＳ１０２）。レジスト膜のうち、電子ビームが照射された箇所が現像液に対して可溶化し、レジストパターンが形成される。

【００３８】

続いて、レジストパターンをマスクとして、表面が露出した遮光膜をエッチングする（ステップＳ１０３）。これにより遮光膜が加工され、Ｌ字型の評価パターンが形成される。エッチング処理後、アッシング等によりレジストパターンを除去する。

【００３９】

ＣＤ－ＳＥＭ等の計測装置を用いて評価パターンの位置及び線幅を測定する（ステップＳ１０４，Ｓ１０５）。例えば、図６（ａ）に示すように、Ｌ字型パターンＬＰｍｎのライン部ＬｘのＹ方向の位置（ｙ位置）、及びライン部ＬｙのＸ方向の位置（ｘ位置）を測定する。測定されたｘ位置、ｙ位置により、この評価パターンＬＰｍｎの描画に用いられたビームを形成した成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈｍｎのｘ位置、ｙ位置の設計値からのずれを評価することができる。

【００４０】

また、図６（ｂ）又は図６（ｃ）に示すように、ライン部Ｌｘ又はＬｙの線幅を測定する。測定された線幅により、このＬ字型パターンＬＰｍｎの描画に用いられたビームを形成した成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈｍｎのサイズの設計値からのずれを評価することができる。ライン部Ｌｘ及びライン部Ｌｙの両方の線幅を測定し、平均値を求めてもよい。

【００４１】

全てのＬ字型パターンＬＰ１１～ＬＰ１４、ＬＰ２１～ＬＰ２４、ＬＰ３１～ＬＰ３４、ＬＰ４１～ＬＰ４４について、ライン部Ｌｘのｙ位置、ライン部Ｌｙのｘ位置、及び線幅を測定することで、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ１１～Ｈ１４、Ｈ２１～Ｈ２４、Ｈ３１～Ｈ３４、Ｈ４１～Ｈ４４のｘ位置、ｙ位置、及びサイズの設計値からのずれが求まり、設計値とのずれ（差）から各孔Ｈの精度（加工精度）を評価することができる。さらに、評価結果に基づいて、設計値からのずれを補正するための補正マップを作成することができる。描画装置１で実パターンを描画する際は、この補正マップに基づいて、描画位置やビーム照射量が補正され、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈの位置やサイズのバラツキを補正して、描画精度を向上させることができる。

【００４２】

Ｌ字型パターンＬＰｍｎのライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定することにより、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈｍｎのｘ位置、ｙ位置、及びサイズを評価することができる。本実施形態によれば、位置ずれ評価用のパターンと、サイズずれ評価用のパターンとを別々に描画する必要がないため、成形アパーチャアレイ１８の評価を効率良く行うことができる。

【００４３】

［比較例］

図７に示すように、１画素のみビームを照射して評価パターン２００を形成し、この評価パターン２００の位置やサイズを測定する場合について考える。

【００４４】

このような評価パターン２００では、位置（重心位置）が設計値からずれていた場合、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈの位置が設計値からずれているのか、又は孔Ｈのサイズが設計値からずれているのか判断が困難である。

【００４５】

一方、上記実施形態では、ｘ方向、ｙ方向それぞれ複数画素にビームを照射し、ｘ方向に延びるライン部及びｙ方向に延びるライン部を有するＬ字型の評価パターンを形成している。各ライン部の位置の測定結果から孔Ｈのｘ位置及びｙ位置を評価し、ライン部の線

幅の測定結果から孔Ｈのサイズを評価する。そのため、孔Ｈの位置ずれ及びサイズずれをそれぞれ正確に評価できる。

【００４６】

上記実施形態では、評価パターンとして、Ｘ方向に沿ったライン部Ｌｘの一端と、Ｙ方向に沿ったライン部Ｌｙの一端とが重なるＬ字型パターンＬＰを描画する例について説明したが、端部以外が重なってもよく、例えば図８に示すような十字型パターンＣＰでもよい。

【００４７】

上記実施形態ではＸ方向、Ｙ方向にそれぞれ１列に並ぶ画素を露光して、Ｌ字型パターンＬＰを描画する例について説明したが、１画素あたりのサイズ（ビームサイズ）が小さく、ライン部が細くなって計測装置による測定が困難になる場合は、Ｘ方向、Ｙ方向にそれぞれ複数列の画素を露光してＬ字型パターンを描画してもよい。図９は２列の画素を露光してＬ字型パターンを描画する例を示す。ライン部の線幅が太くなり、計測装置による測定が容易になる。

【００４８】

上記実施形態では、１つのグリッド７６に１つのＬ字型パターンＬＰを描画し、隣り合う孔Ｈを通過したビームにより描画されるＬ字型パターンは、基板上においても隣り合って位置する例について説明したが、ビームピッチが狭く、Ｌ字型パターンＬＰのライン部の長さを十分に確保できない場合は、複数のグリッド７６に１つのＬ字型パターンを描画してもよい。このようなＬ字型パターンの描画は、Ｘ方向、Ｙ方向にそれぞれ複数列の画素を露光してライン部の線幅を太くしたことで（図９参照）、ライン部の長さを確保することが困難となる場合に好適である。

【００４９】

図１０は、Ｘ方向、Ｙ方向にそれぞれ２列に並ぶ１０個の画素を露光し、Ｘ方向に沿ったライン部ＬＸ及びＹ方向に沿ったライン部ＬＹからなるＬ字型パターンＬＬＰを描画する例を示す。ライン部ＬＸ及びＬＹは、それぞれ２個のグリッド７６にわたって描画される。

【００５０】

この場合、ビームは１つ飛ばし間隔でブランキングし、４個のＬ字型パターンＬＬＰを描画する。そして、ブランキングするビームを切り替えながら、４個のＬ字型パターンＬＬＰを４回描画する。例えば、最初に、図４（ａ）に示す成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ１１、Ｈ３１、Ｈ１３、Ｈ３３を通過したビームにより４個のＬ字型パターンＬＬＰ１１、ＬＬＰ３１、ＬＬＰ１３、ＬＬＰ３３を描画する。孔Ｈ１１を通過したビームにより描画されるＬ字型パターンＬＬＰ１１と、孔Ｈ１１との間に孔Ｈ２１を挟んで位置する孔Ｈ３１を通過したビームにより描画されるＬ字型パターンＬＬＰ３１とが基板上において隣り合って位置する。

【００５１】

次に、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ２１、Ｈ４１、Ｈ２３、Ｈ４３を通過したビームにより４個のＬ字型パターンＬＬＰ２１、ＬＬＰ４１、ＬＬＰ２３、ＬＬＰ４３を描画する。続いて、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ１２、Ｈ３２、Ｈ１４、Ｈ３４を通過したビームにより４個のＬ字型パターンＬＬＰ１２、ＬＬＰ３２、ＬＬＰ１４、ＬＬＰ３４を描画する。続いて、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ２２、Ｈ４２、Ｈ２４、Ｈ４４を通過したビームにより４個のＬ字型パターンＬＬＰ２２、ＬＬＰ４２、ＬＬＰ２４、ＬＬＰ４４を描画する。

【００５２】

このように、Ｌ字型パターンのライン部の長さ及び線幅を大きくすることで、位置や線幅の測定が容易になる。

【００５３】

上記実施形態では、成形アパーチャアレイ１８に縦４列×横４列の１６個の孔Ｈが設けられた場合を例に説明したが、成形アパーチャアレイ１８には縦５１２列×横５１２列の

多数の孔Ｈが設けられる場合がある。この場合、５１２×５１２個のＬ字型パターンＬＰを描画し、各Ｌ字型パターンＬＰのライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定することになる。

【００５４】

孔Ｈが多数ある場合は、ライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定するＬ字型パターンの数を減らし、評価に要する時間を短縮するようにしてもよい。例えば、孔Ｈを複数のグループにグループ化し、各グループの孔Ｈを通過したビームを用いてＬ字型パターンＬＰとは別に予備評価パターンを描画する。そして、予備評価パターンの測定結果から、測定対象のグループを選定し、選定したグループに含まれる孔Ｈを通過したビームにより描画されるＬ字型パターンＬＰについてのみ、ライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定する。

【００５５】

例えば、各孔Ｈを通過したビームをＸ方向にビームピッチ分照射し、予備評価パターンとしてのラインパターンを描画する。図１１は、成形アパーチャアレイ１８にＸ方向に並ぶ孔Ｈ（１，１）～Ｈ（５１２，１）を通過したビームを用いて描画したラインパターン（予備評価パターン）１２０を示す。ラインパターン１２０は、孔Ｈ（１，１）を通過したビームで描画されたラインパターン要素ＬＰＥ１、孔Ｈ（２，１）を通過したビームで描画されたラインパターン要素ＬＰＥ２、・・・、孔Ｈ（５１２，１）を通過したビームで描画されたラインパターン要素ＬＰＥ５１２が連続したものである。

【００５６】

ラインパターン１２０のＳＥＭ画像におけるＲＯＩ（Region Of Interest、計測指定領域）の幅を、連続する複数のラインパターン要素とする。そして、複数のラインパターン要素からなるラインのＬＥＲ（Line Edge Roughness）を測定し、ＬＥＲが所定値よりも大きい場合は、対応するビームで描画されたＬ字型パターンを測定対象として選定する。

【００５７】

例えば、成形アパーチャアレイ１８の孔Ｈ（１，１）～Ｈ（３２，１）をグループ化し、ラインパターン要素ＬＰＥ１～ＬＰＥ３２からなるラインをＲＯＩとして設定し、ＬＥＲを求める。ＬＥＲが所定値よりも大きい場合、孔Ｈ（１，１）～Ｈ（３２，１）のグループを測定対象とし、これらの孔を通過したビームにより描画されたＬ字型パターンを測定する。一方、ＬＥＲが所定値以下の場合、孔Ｈ（１，１）～Ｈ（３２，１）のグループを非測定対象とし、これらの孔を通過したビームにより描画されたＬ字型パターンは測定しない。

【００５８】

これにより、ライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定するＬ字型パターンの数を削減し、評価に要する時間を短縮することができる。

【００５９】

ライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定するＬ字型パターンの選定方法はこれに限定されず、例えば、本願出願人による特許出願（特願２０１５－２３０７７１号）に記載されている方法を採用することができる。この方法を採用する場合、まず、成形アパーチャアレイ１８を複数の領域に分割し、孔Ｈをグループ化する。例えば、図１２に示すように、成形アパーチャアレイ１８を、孔Ｈ１１、Ｈ２１、Ｈ１２、Ｈ２２を含む領域Ａ１、孔Ｈ１３、Ｈ２３、Ｈ１４、Ｈ２４を含む領域Ａ２、孔Ｈ３１、Ｈ４１、Ｈ３２、Ｈ４２を含む領域Ａ３、孔Ｈ３３、Ｈ４３、Ｈ３４、Ｈ４４を含む領域Ａ４に分割する。

【００６０】

そして、領域Ａ１の孔Ｈ１１、Ｈ２１、Ｈ１２、Ｈ２２を通過したビームを用いて４個のＬ字型パターンを描画し、さらに描画位置をＸ方向、Ｙ方向にずらして計４回描画を行い、図５と同様に配置された１６個のＬ字型パターンからなる予備評価パターンを描画する。

【００６１】

続いて、領域Ａ２の孔Ｈ１３、Ｈ２３、Ｈ１４、Ｈ２４を通過したビームを用いて４個

のＬ字型パターンを４回描画し、１６個のＬ字型パターン（予備評価パターン）を描画する。同様に、領域Ａ３の孔Ｈ３１、Ｈ４１、Ｈ３２、Ｈ４２を通過したビームを用いて４個のＬ字型パターンを４回描画し、１６個のＬ字型パターン（予備評価パターン）を描画する。さらに、領域Ａ４の孔Ｈ３３、Ｈ４３、Ｈ３４、Ｈ４４を通過したビームを用いて４個のＬ字型パターンを４回描画し、１６個のＬ字型パターン（予備評価パターン）を描画する。

【００６２】

次に、領域Ａ１の孔Ｈ１１、Ｈ２１、Ｈ１２、Ｈ２２を通過したビームを用いて描画した１６個のＬ字型パターンと、図５に示す１６個のＬ字型パターンとを比較し、領域Ａ１～Ａ４毎の差分を求める。差分は、例えばＳＥＭ像の差分画像に現れる面積の合計値である。

【００６３】

同様に、領域Ａ２の孔Ｈ１３、Ｈ２３、Ｈ１４、Ｈ２４を通過したビームを用いて描画した１６個のＬ字型パターンと、図５に示す１６個のＬ字型パターンとを比較し、領域Ａ１～Ａ４毎の差分を求める。

【００６４】

同様に、領域Ａ３の孔Ｈ３１、Ｈ４１、Ｈ３２、Ｈ４２を通過したビームを用いて描画した１６個のＬ字型パターンと、図５に示す１６個のＬ字型パターンとを比較し、領域Ａ１～Ａ４毎の差分を求める。

【００６５】

同様に、領域Ａ４の孔Ｈ３３、Ｈ４３、Ｈ３４、Ｈ４４を通過したビームを用いて描画した１６個のＬ字型パターンと、図５に示す１６個のＬ字型パターンとを比較し、領域Ａ１～Ａ４毎の差分を求める。

【００６６】

これら４回の比較評価において、設計値からのずれの大きい孔Ｈを含む領域Ａ１～Ａ４は、差分が所定値以上となることが多い。そのため、差分が所定値以上となる回数の多い領域に含まれる孔Ｈを通過したビームにより描画されたＬ字型パターンを、測定対象として選定する。ライン部Ｌｘ、Ｌｙの位置や線幅を測定するＬ字型パターンの数を削減できるため、評価に要する時間がさらに短縮される。

【００６７】

上記実施形態では、電子ビームを照射する構成について説明したが、イオンビーム等の他の荷電粒子ビームを照射してもよい。

【００６８】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

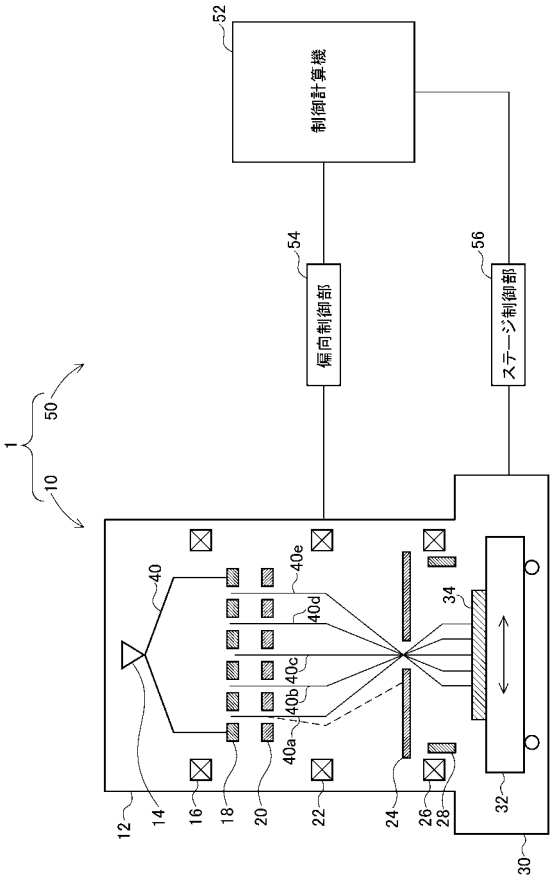
【符号の説明】

【００６９】

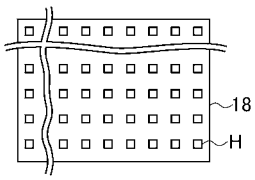
１　描画装置
１０　描画部
１２　電子ビーム鏡筒
１４　電子銃
１６　照明レンズ
１８　成形アパーチャアレイ
２０　ブランキングプレート
２２　縮小レンズ
２４　制限アパーチャ部材
２６　対物レンズ

２８　偏向器
３０　描画室
３２　ＸＹステージ
３４　基板
５０　制御部
５２　制御計算機
５４　偏向制御部
５６　ステージ制御部

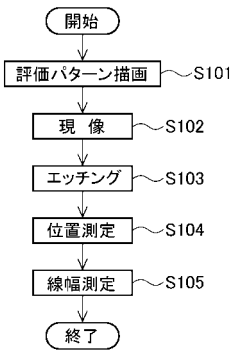
【図１】



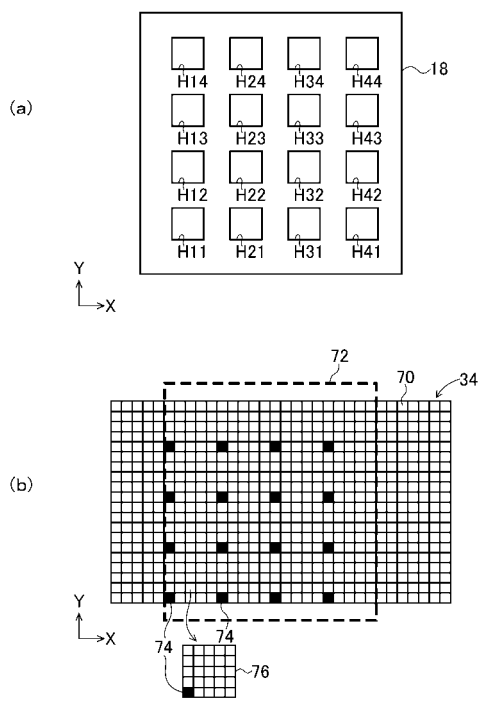
【図２】



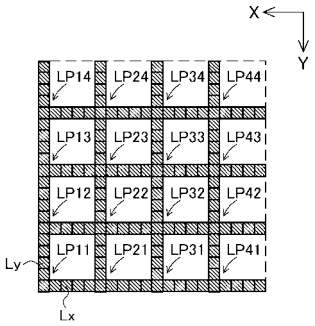
【図３】



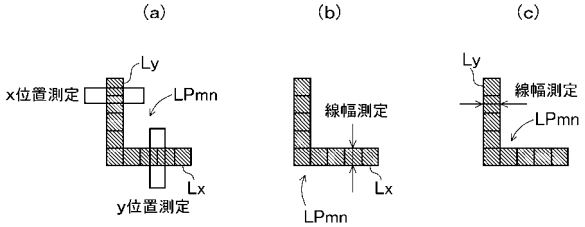
【図４】



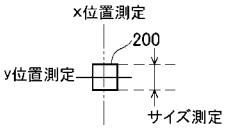
【図５】



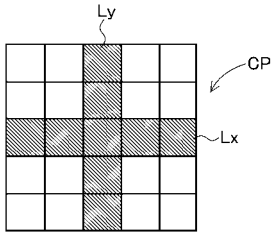
【図６】



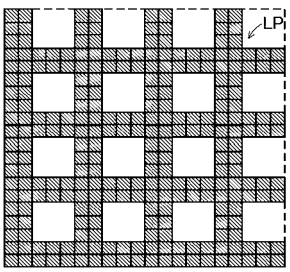
【図７】



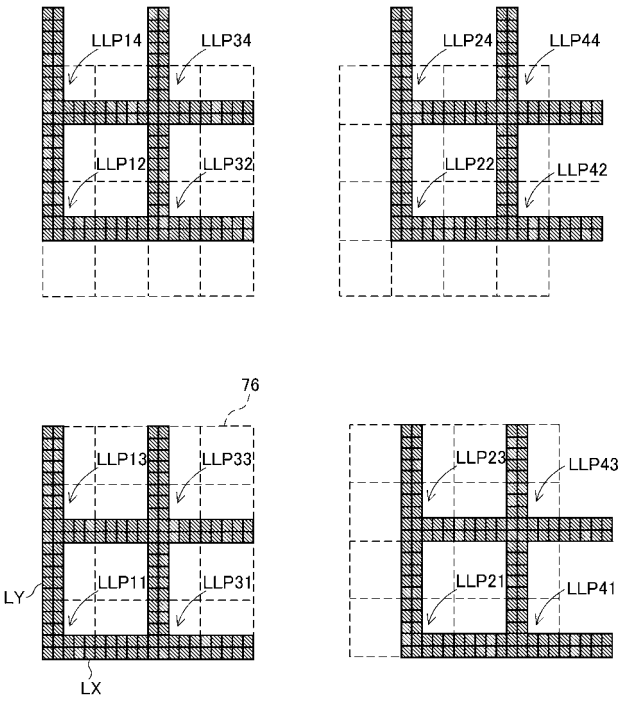
【図８】



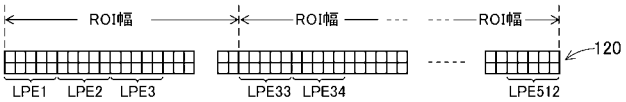
【図９】



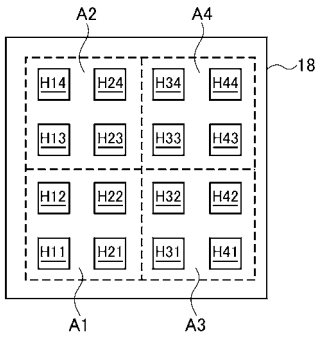
【図１０】



【図１１】


ROI幅
ROI幅
ROI幅
120
LPE1
LPE2
LPE3
LPE33
LPE34
LPE512

【図１２】


A2
A4
18
H14
H24
H34
H44
H13
H23
H33
H43
H12
H22
H32
H42
H11
H21
H31
H41
A1
A3