(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2004-200549
(P2004-200549A)
(43)公開日　平成16年7月15日(2004.7.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 21/027	H01L 21/30	541N	5C030
H01J 37/04	H01J 37/04	A	5F056
	H01L 21/30	541W	

審査請求 未請求　請求項の数 9　OL　（全 15 頁）

(21)出願番号　特願2002-369402(P2002-369402)
(22)出願日　平成14年12月20日(2002.12.20)

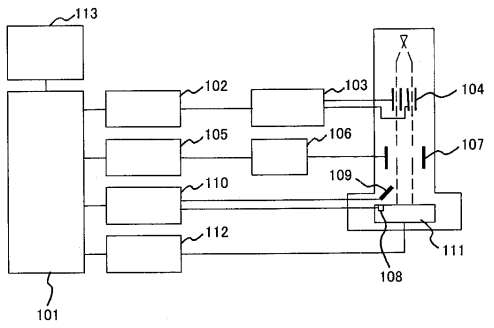
(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目６番地
(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(71)出願人　390005175
株式会社アドバンテスト
東京都練馬区旭町１丁目３２番１号
(74)代理人　100068504
弁理士　小川　勝男
(74)代理人　100086656
弁理士　田中　恭助

最終頁に続く

(54)【発明の名称】マルチ電子ビーム装置およびそれに用いられるマルチ電子ビーム電流の計測・表示方法

(57)【要約】
【課題】m×nのマトリックス状電子ビーム発生装置を用いた描画装置、または、検査装置では、m×nの個々の電流値が許容値内で等しい事をあらかじめ確認しておくか、等しくない場合はそれぞれの値を計り、照射量が均一になるように補正しなければならない。
【解決手段】マルチビーム描画方式の描画システムにおいて、平面上に設けたファラデイカップによりm×nのマトリックス状電子ビーム全体の全電流絶対値を測定し、m×n 本の個々のビームの電流値は、反射電子、または、２次電子を半導体検出器、または、シンチレータとホトマルにより相対値を計測する。全電流で規格化した相対電流値をマップ表示する事により異常値を一目で検知し、続く描画動作に対する信頼性を向上させることができる。
【選択図】　図１

図　1



101…ＣＰＵ　102…ビットマップ展開回路　103…ブランキング制御回路
104…ブランキングアレイ　105…偏向信号発生回路　106…偏向制御回路
107…偏向器　108…ファラデカップ　109…反射電子検出器
110…信号処理回路　111…ステージ　112…ステージ制御回路
113…電流表示装置

【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数本の電子ビームを発生する電子ビーム発生器と、前記複数本の電子ビームを各々独立してオン・オフする手段と、前記複数本の電子ビームを試料上に収束するレンズと、前記複数本の電子ビームを試料上で偏向する偏向器と、前記複数本の電子ビームの総電流の絶対値を計測する総電流計測手段と、前記複数の電子ビームの個々の電流値の相対値を計測する相対値計測手段を備え、前記総電流計測手段はファラデーカップを用いて電子ビームの総電流を計測し、前記相対値計測手段は前記複数本の電子ビームを反射板に当てた時の２次電子、または反射電子を検出することにより相対値を計測することを特徴とするマルチ電子ビーム装置。
【請求項２】
複数本の電子ビームを発生する電子ビーム発生器と、前記複数本の電子ビームを各々独立してオン・オフする手段と、前記複数本の電子ビームを試料上に収束するレンズと、前記複数本の電子ビームを試料上で偏向する偏向器と、前記複数本の電子ビームの総電流の絶対値を計測する総電流計測手段と、前記複数の電子ビームの個々の電流値の相対値を計測する相対値計測手段を備え、前記総電流計測手段は複数本の電子ビームを一つのファラデーカップを用いて計測することにより、電子ビームの総電流を計測し、前記相対値計測手段は前記複数本の電子ビームを反射板に当てた時の２次電子、または反射電子を検出することにより相対値を計測することを特徴とするマルチ電子ビーム装置。
【請求項３】
請求項１または２記載のマルチ電子ビーム装置において、個々の電流の相対値をマップとして表示する手段を備えたマルチ電子ビーム装置。
【請求項４】
請求項１または２記載のマルチ電子ビーム装置において、前記複数本の電子ビームの個々の電流の相対値をマップとして表示するとともに濃淡表示する手段を備えたマルチ電子ビーム装置。
【請求項５】
請求項１または２記載のマルチ電子ビーム装置において、前記複数本の電子ビームの個々の電流の相対値をマップとして表示するとともに、個々の電流値に閾値を設け、閾値から外れた部位を前記マップ上に表示するマルチ電子ビーム装置。
【請求項６】
請求項１または２記載のマルチ電子ビーム装置において、個々の電子ビーム毎に予め決められた補正係数を記憶し、計測された個々の電流値をこの補正係数で修正し、修正された電流値をマップとして表示するマルチ電子ビーム装置。
【請求項７】
電子ビーム発生器により発生された複数本の電子ビームの総電流の絶対値をファラデーカップにより計測し、前記複数の電子ビームの個々の電流値の相対値を前記複数本の電子ビームを反射板に当てた時の２次電子、または、反射電子を検出することにより計測し、個々の電流の相対値をマップとして表示することを特徴とするマルチ電子ビーム電流計測・表示方法。
【請求項８】
請求項７において、個々の電流の相対値をマップとして表示するマルチ電子ビーム電流計測・表示方法。
【請求項９】
請求項７において、前記複数本の電子ビームの個々の電流の相対値をマップとして表示するとともに、濃淡表示するマルチ電子ビーム電流計測・表示方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
本発明はマルチ電子ビーム装置およびそれに用いるマルチ電子ビーム電流の計測・表示方法に関するものである。

【０００２】
【従来の技術】
ＬＳＩを代表とする半導体集積回路の急速な高密度化、高集積化に伴い、形成すべき回路パターンの微細化も急速に進んでいる。特に１００ｎｍノード以下のパターン形成は、従来の光リソグラフィーの延長では非常に困難とされている。
【０００３】
これに対して、電子ビーム描画は微細パターンを形成するために有効な手段である。しかしながら、生産現場に適用するためには、更に高いスループットが要求されている。近年、電子ビーム描画のスループット向上の手段として大きく２つの方法が研究開発されてきている。
【０００４】
第１はステンシルマスクを用いて、電子ビームを縮小投影してパターンを形成する方法である。この方法は、高スループットを望めるがマスク製作が困難で、コストがかかると予想されている。
【０００５】
第２の方法は、従来の電子ビーム描画方法であるポイントビームや可変矩形ビームを、同時に複数本用いて一度に描画を行う方式である。ここでは、電子レンズや偏向器から構成される１つの電子光学系に１つの電子ビームを割り当てる。このような電子光学系ユニットを複数用いるものをマルチカラム方式、１つの電子光学系に複数本のビームを通すものをマルチビーム方式と定義する。
【０００６】
マルチビームを用いる電子ビーム描画には、例えば、特開平９－２４５７０８号公報に記載された方法がある。この方法は、１つの電子源から放射された電子ビームをコンデンサーレンズによってほぼ平行なビームとし、アパーチャアレイにより複数の電子ビームに分割する。
【０００７】
レンズアレイと偏向器アレイによりこのビームから中間像を形成し、ブランキングアレイを用いて独立してオン・オフを制御する。その後、偏向器を含む投影光学系により試料上に中間像を投影することにより描画を行う。
【０００８】
この方法は、レンズアレイと偏向器アレイにより投影光学系において発生する像面湾曲や歪などをあらかじめ補正することが可能で、投影光学系の設計が容易になる。このため高解像で、かつ、高スループットを実現できる描画方法である。
【０００９】
【特許文献１】特開平９－２４５７０８号公報
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記のマルチビーム描画方法では、電子源の放射角分布の不均一、アパーチャアレイやレンズアレイ、投影光学系の機械的製作誤差および、それに伴う理想的なビーム中心軸に対する斜入射等により、マルチビームの各々の電流値が目標の値にならないことがある。
【００１０】
各ビーム電流のばらつきが数％以下ならばブランキング時間に依る補正は不要であるが、規格を超えて数％以上になれば各々のブランキング時間を調整しなければならない。
【００１１】
従って、マルチビームの本数が１０００～４０００本に達するマルチビーム描画システムでは、描画に先だってマルチビームの各々の電流値を測定し、表示することが非常に重要である。
【００１２】
【課題を解決するための手段】
本発明は、マルチ電子ビーム装置において全電子ビームの総電流値はその絶対値を測定す

る手段で検出し、個々の電流については相対値を測定する手段で検出するものである。また、個々の電流強度はマップとして表示する手段を備える。

【００１３】

即ち、本発明の一実施の形態では、複数の電子ビーム発生する手段と、描画するパターンデータに応じて前記複数の電子ビームの各々を独立にオン・オフする手段と、前記複数の電子ビームを偏向する手段と複数の電子レンズからなる電子光学手段とを用いて試料上に描画を行う電子ビーム装置において、全電流の絶対値を測定するためにステージ平面上にファラデイカップを設け、個々の電流の相対値を時系列に高速で測定するために反射電子検出器、または、２次電子検出器により計測する手段を設ける。また、これら計測値を記憶する手段を備え、電流相対値をマップとして表示する。

【００１４】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

【００１５】

まず、本発明で用いる電子ビーム描画装置の構成について説明する。図２はマルチビーム方式を用いた電子ビーム描画装置の一実施例を示す略図である。電子銃２０１から放射された電子ビーム２０２は、コンデンサレンズ２０３によってほぼ平行の電子ビームになる。

【００１６】

この電子銃２０１は、カソード、アノード、グリッド（いずれも図示せず）などからなり、印加する電圧によりクロスオーバーサイズを変えることが出来る。ほぼ平行の電子ビームは、理想的には一様な強度でアパーチャアレイ２０４を照射し、ここで分離された電子ビーム２０６は、フォーカス回路２２０に駆動されるレンズアレイ２０５によりブランキング絞り２０８の近傍に電子銃のクロスオーバの中間像２０９を結ぶ。

【００１７】

これらの中間像２０９の位置は、レンズアレイ２０５の個々の強度を変えることにより光軸方向の位置を変えることができる。また、ブランキングアレイ２０７に電圧を印加することにより中間像２０９は光軸と垂直な方向に移動し、ブランキング絞り２０８によって遮断される。これによって、個々の分離された電子ビーム２０６のオン・オフの制御が可能となる。

【００１８】

このとき、アパーチャアレイ２０４により分離された１本のビームに対するレンズアレイ、ブランキングアレイ、ブランキング絞りの各１要素からなる電子光学系を要素電子光学系と呼ぶ。要素電子光学系の詳細は後述する。

【００１９】

これらの中間像２０９を第１投影レンズ２１０、第２投影レンズ２１４からなる投影光学系により試料ステージ２１８上の試料２１７に投影する。投影光学系は第１投影レンズ２１０の後焦点位置と第２投影レンズ２１４の前焦点位置を共有するようにレンズ制御回路２２２によって駆動される。

【００２０】

この配置は対称磁気ダブレット構成と呼ばれ、低収差で投影が可能となる。電子ビーム描画用の電子源として最も多く用いられるＬａＢ６は、電子銃のクロスオーバーサイズは１０μｍ程度である。試料上でのビームサイズを１０ｎｍにするためには１／１０００に縮小する必要がある。

【００２１】

今、レンズアレイ２０５の倍率を１／２０とすると、投影光学系には１／５０の倍率が必要である。これを１組の投影レンズで実現することは困難な場合がある。そのときには、投影レンズを２組用いて、例えば、１段目を１／１０、２段目を１／５に設定する。

【００２２】

図２に示したブランキング絞り２０８と第１投影レンズと２１０の間に、投影レンズを設

置する。この投影レンズも、対称磁気ダブレット構成を用いる。
【００２３】
このとき、各中間像２０９を構成する複数の電子ビームは一括して主偏向器２１３および副偏向器２１５により偏向され、位置決めされる。例えば、主偏向２１３は偏向幅を広く、副偏向２１５は偏向幅を狭く用いる。
【００２４】
主偏向器２１３は電磁型、副偏向器２１５は静電型で構成される。偏向器を動作させてビームを偏向した際に発生する偏向収差による焦点ずれは動的焦点補正器２１１で、偏向により発生する偏向非点は動的非点補正器２１２により補正を行う。焦点補正器、非点補正器ともコイルで構成される。
【００２５】
描画は試料ステージ２１８に搭載した試料２１７を移動させることにより行う。ファラデーカップ２１９は、試料ステージ上に搭載され、Ｘ方向およびＹ方向にナイフエッジを有する。
【００２６】
このファラデーカップ２１９は、レーザー干渉計などの座標測定機能（図示せず）を含むステージ制御回路２２５と連動して、試料上での電子ビームを偏向、または、ファラデーカップ２１９の移動と同期させて電荷量を測定する。これにより、各中間像からなる試料上での電子ビームの位置を計測することが出来る。
【００２７】
また、試料ステージ２１８上に位置計測用マーク２２７を取りつけ、その上を走査して電子検出器２１６の信号を検出する方法でも、電子ビーム位置を測定できる。
【００２８】
ＣＰＵ２２６に蓄えられたパターンデータに基づく照射量制御回路２２１によりビームのオン・オフと、偏向制御回路２２３により駆動される主偏向器２１３および副偏向器２１５の偏向動作を同期させることにより描画が行われる。
【００２９】
このとき、ステージ制御回路２２５を通じて連続移動、または、ステップ移動により試料ステージ２１８が移動する。上記一連の動作の全ては、ＣＰＵ２２６が制御する。
【００３０】
次に、図３を用いて要素電子光学系を詳細に説明する。図３は図２のアパーチャアレイ２０４からブランキング絞り２０８を抜粋し、斜め上から見たものであり、符号は図２と同一である。
【００３１】
アパーチャアレイ２０４には、ほぼ平行な電子ビーム（図示せず）が垂直に照射されている。アパーチャアレイ２０４で分離された電子ビーム２０６は、レンズアレイ２０５で収束されブランキング絞り２０８上に中間像２０９を形成する。
【００３２】
レンズアレイ２０５は３枚の電極２０５１，２０５２，２０５３で構成され、両端極２０５１，２０５３は接地され、中間電極２０５２にのみ電圧を印加するユニポテンシャルレンズである。例えば、ビームエネルギ５０ｋＶに対して印加電圧１ｋＶのときの焦点距離は１００ｍｍ程度である。
【００３３】
アパーチャアレイ２０４、レンズアレイ２０５、ブランキングアレイ２０７およびブランキング絞り２０８の開口部の間隔（ピッチ）は同一である。例えば、試料上で４μｍ間隔、投影光学系の倍率が１／５０とすると、２００μｍとなる。
【００３４】
図３は、ブランキングアレイ２０７上のブランキング電極３００と３０１には電圧０Ｖを、ブランキング電極３０２には特定の電圧を印加した場合を示している。ブランキング電極３００、３０１の間を通過したビームはブランキング絞り２０９の開口部に中間像を結

び、下流に達する。
【００３５】
ブランキング電極３０２の間には特定の電圧が印加されており、このためビームが偏向され、中間像はブランキング絞り２０９の非開口部に達して、下流へは遮断される。
【００３６】
このように、各ブランキング電極に電圧を印加するか、しないかで、ビームのオン・オフが可能となる。感度向上のため、対向する両電極に±逆符号の電圧を印加するのが効率的である。例えば１００ＭＨｚ程度の動作で±５Ｖ～±１０Ｖの電圧を用いる。
【００３７】
次に、図４を用いて本実施例の描画装置における描画動作を説明する。試料（この場合はウェハ）上に描くべきパターンは、主偏向で偏向可能な範囲の幅を持つ短冊形状のストライプ４０１に分割される。
【００３８】
ストライプは、主フィールド４０３に分割される。この主フィールド４０３は、各中間像からなる試料上での電子ビームの配列の大きさからなる副フィールド４０２単位で分割される。副フィールド４０２内の各試料上での電子ビーム４０４（図３では６４本）を副偏向により偏向されて副フィールド４０２全てを描画する。
【００３９】
副フィールド４０２の１つの電子ビームが描画を受け持つ領域をマイクロフィールド４０５とし、マイクロフィールド４０５内はほぼ電子ビーム４０４径と同じ大きさであるピクセル４０６を単位として、角から順にラスタスキャンのような偏向動作を行う。
【００４０】
副フィールド４０２内の全ての電子ビームは、一括して副偏向により偏向される。このピクセル単位の偏向に同期して各電子ビームをオン・オフすることにより副フィールド内のパターンの描画を行う。
【００４１】
１つの副フィールド４０２の描画が完了した後、主偏向により１副フィールド分だけ偏向を行う。上記と同様に次の副フィールド４０２の描画を行う。以下同様に副フィールドの描画を行い、主偏向の偏向範囲、すなわち、主フィールド端部まで描画を終了した時点で次の主フィールドの描画に移行する。
【００４２】
このとき、試料ステージ２１８は連続的に移動させる。フィールドおよびストライプの大きさは、例えば、図４に示すように、１ピクセルは２０ｎｍ、マイクロフィールドは４μｍ角、副フィールドは２５６μｍ角（６４ｘ６４本のビームに相当する）、主フィールドは２５６μｍｘ４ｍｍ、ストライプ幅は４ｍｍである。
（具体例１）
次に、本発明におけるマルチビームの総電流絶対値Ｉの測定方法を示す。図３に述べたように本実施例のビーム本数はピッチ４μｍで２５６μｍ角内に６４ｘ６４本＝４０９６本もある。しかし、説明をわかりやすくするために４ｘ４本＝１６本で説明する。
【００４３】
図５に例を示す例では１６本の電子ビーム５０１が同時にオンされ、(1,1),(1,2),----(4,3),(4,4)を形成する。これら１６本のビームはそれぞれ対応した小さなファラデーカップ５１１に入射する。各マイクロファラデーカップからは電流信号が信号処理回路に送られる。
【００４４】
信号処理回路では電流値i(1,1),i(1,2),---,i(4.3),i(4,4)が記憶される。図３で述べたようにビームピッチは４μｍと小さいので各ファラデーカップは直径で４μｍ以下の小さなものである。電子ビームのエネルギーが10kV以下の低い時はファラデーカップ材料を重金属で作っておけばこのファラデーカップで個々の電流を計る事ができる。
【００４５】

図５の例ではマルチビーム電流は１回で測定できる。ビーム本数が１６ｘ１６本＝１０２４本でも６４ｘ６４本＝４０９６本でも１回で測定できる。これらの総和を取ることにより総電流Ｉ＝Σiが求められる。今の場合は個々の電流値も相対値ではなく絶対値が求める事ができる。

（具体例２）

電子ビームのエネルギーが50kVともなるとファラデーカップに入射した電子ビームは前方散乱のためにファラデーカップから漏れ出る。従ってファラデーカップの壁の厚さは電子散乱の飛程より大きく作らねばならない。これは重金属である金でさえ、厚さとして４μｍ以上が必要で、ファラデーカップのピッチは８μｍとなる。

【００４６】

この場合は先ず図６に示すように少し大きめのファラデーカップ６０１を用いて、ビーム（１，１）、（１，３），（３，１）、（３，３）をオンし測定する。ついで偏向器を働かせてビーム（１，２）、（１，４），（３，２）、（３，４）をオンしファラデーカップにいれて測定する。

【００４７】

この場合の偏向器の働かせ方は、ビーム（１，２）が先のビーム（１，１）のファラデーカップに入るようにすれば、ビーム（１，４）がビーム（１，３）のファラデーカップに、ビーム（３，２）がビーム（３、１）のファラデーカップに、ビーム（３，４）がビーム（３、３）のファラデーカップに自然に入る。

【００４８】

次いでビーム（２，１）、（２，３），（４，１）、（４，３）を偏向器でファラデーカップに入るようにした後でオンし電流を計る。この場合は、ビーム（２，１）がビーム（１，１）に入るように偏向すれば、後のビームは同様に対応するファラデーカップに入る。

【００４９】

最後にビーム（２，２）、（２，４），（４，２）、（４，４）を計る。この場合の偏向の仕方も容易に類推できる。この場合は４回の測定が必要である。本測定ではやはり個々のビームの絶対値が求められる。

（具体例３）

図５や図６に示すマイクロファラデーカップを作製することは難しい。しかし、マトリックス状マルチビームはピッチ間隔が４μｍ程度と小さいので、６４ｘ６４本＝４０９６４本でも２５６μｍ角（０．２５６ｍｍ角）の範囲内にある。このため通常の電子ビームに用いられるファラデーカップで全体をとりこむ設計は可能である。

【００５０】

図７に示すような従来形の全体をとり込むことができるファラデーカップを形成しビーム５０１全体をオンし、電流を測定すれば総電流の絶対値は測定できる。このファラデーカップを用いて、個々の電流値を測定する場合にはビームを１本づつオンしながら順次行えば可能である。但しこの時はビームの本数だけの測定回数がかかる。

【００５１】

通常マルチビーム個々の電流値は1nA程度と小さい。このような小さな電流の絶対値を正しく計測するには電流－電圧変換の増幅に時間がかかる。通常１nA程度の電流測定には0.1秒程度の時間がかかり、４０９６本の場合には１０分程度かかることになる。

（具体例４）

通常マルチビームの電流一様性はロット毎、または、ウエーハ毎に確認が必要で、こんなに時間がかかることは許されない。描画に先立ち通常は個々の電流の絶対値は必要ではなく、相対値を知れれば良い場合が多い。従ってこの場合はより応答の速い測定器を使うことができる。

【００５２】

この場合は、図８に示すように試料台に設けた反射電子板８０１に電子５０１を１ケづつオンしながら反射電子、または、２次電子８０２を計測器８０３により計測する。通常ビ

ームの大きさは約０．２ｍｍ角程度と小さいので電子反射点と検出器立体角関係は殆ど変わらない。

【００５３】

従って、反射板を鏡面に作っておけば個々のビーム毎に電子をほとんど反射板の定点に照射するために偏向する必要はなく、順次オンするだけで反射電子、または、２次電子強度を測定すればマルチビームの個々の電流値の大小を測定することができる。

【００５４】

定点に対するビームの入射点誤差が０．２ｍｍ以内であっても、不都合である場合には、順次オンするビームに同期して反射板の定点に入射するように偏向器を働かせてもよい。

【００５５】

応答速度の早い検出器として半導体検出器、または、シンチレータとホトマルチプライヤーの組み合わせを用いれば１nA程度の電流は1mSという短時間で測定でき、４０９６本のビームを４秒程度で計る事ができる。但しこれらの検出器は暗電流があるために絶対値は測定困難である。

【００５６】

このように具体例３のファラデーカップで総電流の絶対値を求め、具体例４の方法で個々の電流の相対値を求めることができる。

【００５７】

次に具体例１～４で測定した多数のビームの表示法について述べる。

（具体例５）

図９にオーソドックスなマトリックス表示法を示す。マルチビームの座標に従って、(1,1),(1,2)----(4,4)のビーム電流値を電流表示須知１１３上に表示する方法である。トータル電流Iと個々の電流の平均値i_0の値も表示されている。

（具体例６）

図１０は電流値の大小に応じて電流表示装置１１３上で濃淡表示をしたものである。濃い所を電流値が大きいとすれば分布を知ることができる。図１０では４×４のマルチビームの場合を示したため、配列はまばらであるが、３２×３２本や６４×６４本になれば等高線表示を付け加えることによりマルチビームの電流密度分布を知ることができる。

（具体例７）

図１１は電流に上下の閾値を設け、平均より５％以上のところを赤Ｒで、５％以下のところを黒Ｂで表示している。また、５％以上のビームの数と５％以下のビームの数も合わせて示している。

（具体例８）

図１２はカラー表示を避け５％以上のところを濃い黒ＤＢで、５％以下のところを淡い黒ＬＢで表示している。このように視覚に訴える表示により、オペレータが描画に先立ちこれを見ることでマルチビームの電流値の均一性を瞬時に判断できる。これにより、光学系の正常、異常を判定できる。また不均一性が大きいなら、描画時に補正が必要であることを判断できる。

【００５８】

描画時における補正は、計測された電流計測値を基に、電子ビーム毎の補正係数を予め計算し、該補正係数を用いて各電子ビームの照射時間を修正することによって実施できる。

【００５９】

例えば、計測された電流値が基準ビームの0.5倍しかない場合は、この電子ビームの補正係数を2.0に設定し、照射時間を2.0倍にする。逆に電流値が基準の2.0倍の電子ビームに対しては、補正係数を0.5に設定し、照射時間を0.5倍にする。

【００６０】

すなわち、この場合の補正は電流計測値と補正係数の積が常に一定となるので、電流計測値と補正係数の積をマップで表示すれば、必ず均一のマップ表示になる。均一のマップは視覚的に容易に判断できるので、このような表示を行うことにより、正常、異常の判断が更に容易になる。

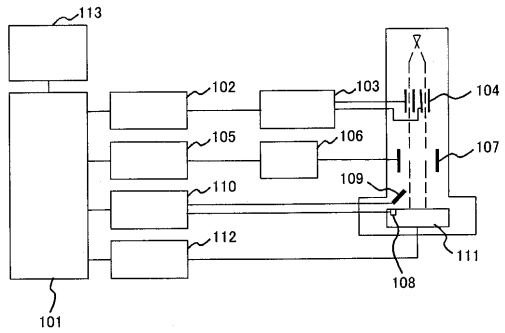
【００６１】
補正係数に上限値と下限値を設けておき、電流計測値と補正係数の積のマップ表示が均一にならない場合は、電流値異常と判断できる。この時はマップの異常値位置からマトリックス配置のマルチビームの異常点がわかり、対策するのに効果がある。マップの表示方法は、濃淡表示のほかにも、擬似カラー表示、３次元表示などでも良い。
（具体例９）
図１３に本発明の電子ビーム描画方法を用いた半導体集積回路の製造工程を示す。図１３Ａから図１３Ｄはその工程を示す素子の断面図である。Ｎマイナスシリコン基板１３２０に通常の方法でＰウエル層１３２１、Ｐ層１３２２、フィールド酸化膜１３２３、多結晶シリコン／シリコン酸化膜ゲート１３２４、Ｐ高濃度拡散層１３２５、Ｎ高濃度拡散層１３２６、などを形成した（図１３Ａ）。
【００６２】
次に、リンガラス（ＰＳＧ）の絶縁膜１３２７を被着し、絶縁膜１３２７をドライエッチングしてコンタクトホール１３２８を形成した（図１３Ｂ）。
【００６３】
次に、通常の方法でＷ／ＴｉＮ電極配線１３３０材を被着し、その上に感光剤１３２９を塗布し、本発明の電子ビーム描画方法を用いて感光剤１３２９のパターンニングした（図１３Ｃ)。そしてドライエッチングなどによりＷ／ＴｉＮ電極配線１３３０を形成した。
【００６４】
次に層間絶縁膜１３３１を形成し、通常の方法でホールパターン１３３２を形成した。その後、ホールパターン１３３２の中はＷプラグで埋め込み、Ａｌ第２配線１３３３を連結した（図１３Ｄ）。以降のパッシベーション工程は従来法を用いた。
【００６５】
なお、本具体例では主な製造工程のみを説明したが、Ｗ／ＴｉＮ電極配線形成のリソグラフィー工程で本発明の電子ビーム描画方法を用いたこと以外は従来法と同じ工程を用いた。
【００６６】
以上の工程により、質が低下することなくパターンを形成することができ、ＣＭＯＳＬＳＩを高歩留まりで製造することが出来た。本発明の一実施例の電子ビーム描画方法を用いて半導体集積回路を製作した結果、描画精度が向上したことにより歩留まりが向上し、生産量が増加した。なお、本発明のマルチ電子ビームは、描画装置に限定されるものではなく、電子ビームを用いた他の電流計測装置にも適用できる。
【００６７】
【発明の効果】
本発明によれば、複数の電子ビームの総電流と個々の電流の相対値を簡単に測定することができる。さらに、マルチ電子ビーム装置において、個々の電流値が補正可能範囲にあるかどうかを一目で判断し、安心して次の動作に進むことができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の一実施例を示す図である。
【図２】図１に示すマルチビーム方式の電子ビーム描画装置例の詳細を示す図である。
【図３】図１の描画装置における描画動作を示す図である。
【図４】図１の要素電子光学系の詳細を示す図である。
【図５】図１において、マルチビームの電流を１個づつファラデイカップで測定することを示す図である。
【図６】図１において、マルチビームをグループ化して電流を少数のファラデイカップで測定することを示す図である。
【図７】図１において、マルチビームの電流を１本づつ大ファラデイカップで測定することを示す図である。
【図８】図１において、マルチビームの電流相対値を１本づつ半導体検出器で測定することを示す図である。

【図９】本発明の一実施例であるマルチビームの電流絶対値をマトリックス状に表示する図である。
【図１０】本発明の一実施例であるマルチビームの電流相対値をマトリックス状に濃淡表示する図である。
【図１１】本発明の一実施例であるマルチビームの電流値を閾値で切って色表示する図である。
【図１２】本発明の一実施例であるマルチビームの電流値を閾値で切って濃淡表示する図である。
【図１３】本発明の一実施例の電子ビーム描画方法を用いた半導体集積回路の製造工程を示す図である。

【符号の説明】
１０１…ＣＰＵ、１０２…ビットマップ展開回路、１０３…ブランキング制御回路、１０４…ブランキングアレイ、１０５…偏向信号発生回路、１０６…偏向制御回路、１０７…偏向器、１０８…ファラデーカップ、１０９…反射電子検出器、１１０…信号処理回路、１１１…試料ステージ、１１２…ステージ制御回路、１１３…電流表示装置、２０１…電子銃、２０２…電子ビーム、２０３…コンデンサーレンズ、２０４…アパーチャアレイ、２０５…レンズアレイ、２０６…分離された電子ビーム、２０７…ブランキングアレイ、２０８…ブランキング絞り、２０９…中間像、２１０…第１投影レンズ、２１１…動的焦点補正器、２１２…動的非点補正器、２１３…主偏向器、２１４…第２投影レンズ、２１５…副偏向器、２１６…電子検出器、２１７…試料、２１８…試料ステージ、２１９…ファラデーカップ、２２０…フォーカス制御回路、２２１…照射量制御回路、２２２…レンズ制御回路、２２３…偏向制御回路、２２４…信号処理回路、２２５…ステージ制御回路、２２６…ＣＰＵ、２２７…位置計測用マーク、３０１…ストライプ、３０２…副フィールド、３０３…主フィールド、３０４…電子ビーム、３０５…マイクロフィールド、３０６…ピクセル、４００…ブランキング電極、４０１…ブランキング電極、４０２…ブランキング電極、５０１…電子ビーム、５１１…ファラデーカップ、６０１…ファラデーカップ、７０１…ファラデーカップ、８０１…電子反射板、８０２…反射電子、８０３…反射電子検出器、９０１…デスプレー。

【図１】

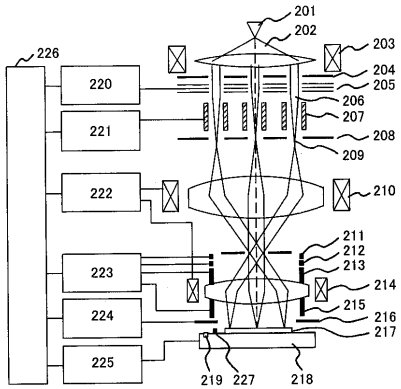
図 1



101…ＣＰＵ　102…ビットマップ展開回路　103…ブランキング制御回路
104…ブランキングアレイ　105…偏向信号発生回路　106…偏向制御回路
107…偏向器　108…ファラデカップ　109…反射電子検出器
110…信号処理回路　111…ステージ　112…ステージ制御回路
113…電流表示装置

【図２】

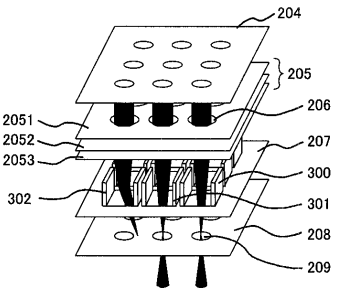
図 2



201…電子銃　202…電子ビーム　203…コンデンサーレンズ
204…アパーチャアレイ　205…レンズアレイ　206…分離された電子ビーム
207…ブランキングアレイ　208…ブランキング絞り　209…中間像
210…第１投影レンズ　211…動的焦点補正器　212…動的非点補正器
213…主偏向器　214…第２投影レンズ　215…副偏向器　216…電子検出器
217…試料　218…試料ステージ　219…ファラデーカップ
220…フォーカス制御回路　221…パターン発生回路　222…レンズ制御回路
223…偏向制御回路　224…信号処理回路　225…ステージ制御回路
226…ＣＰＵ　227…位置検出用マーク

【図３】

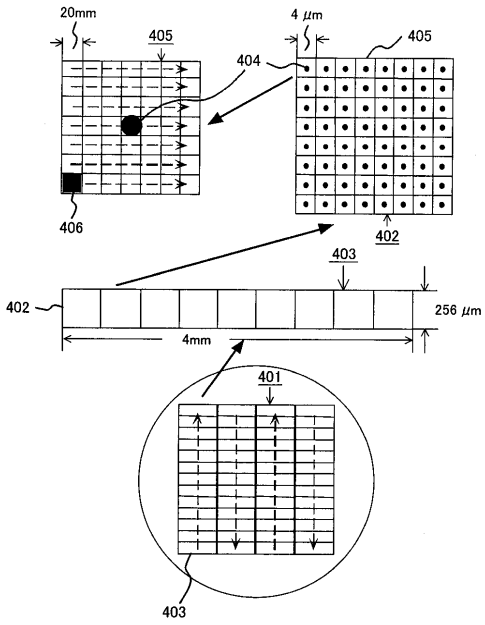
図 3



300～302…ブランキング電極

【図４】

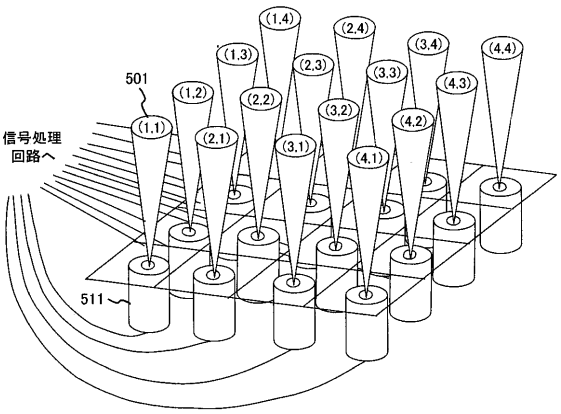
図 4



401…ストライプ　402…副フィールド　403…主フィール
404…電子ビーム　405…ソイクロフィールド　406…ピクセル

【図５】

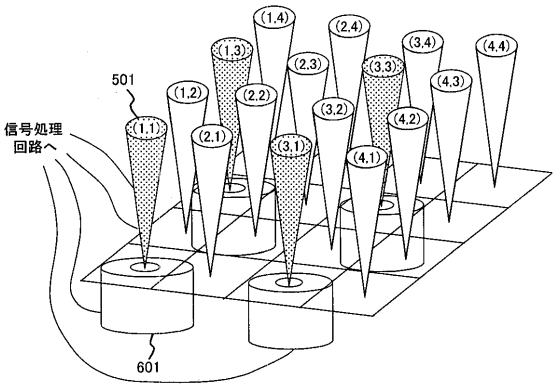
図 5



501…電子ビーム　511…ファラデーカップ

【図６】

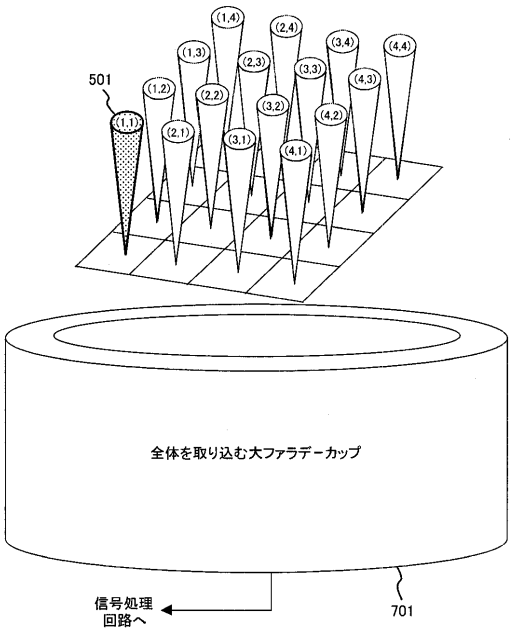
図 6



601…ファラデーカップ

【図７】

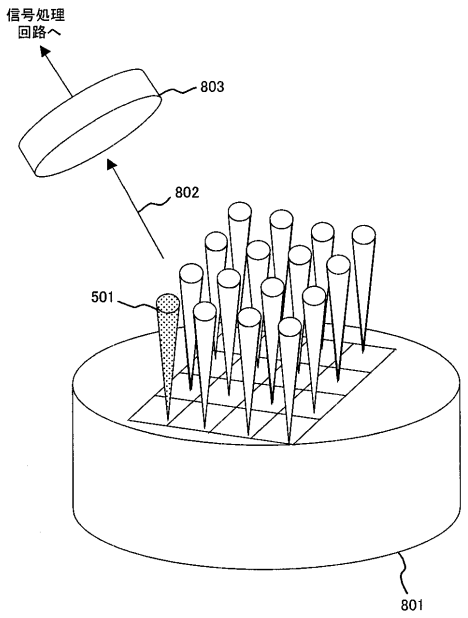
図 7



701…ファラデーカップ

【図８】

図 8

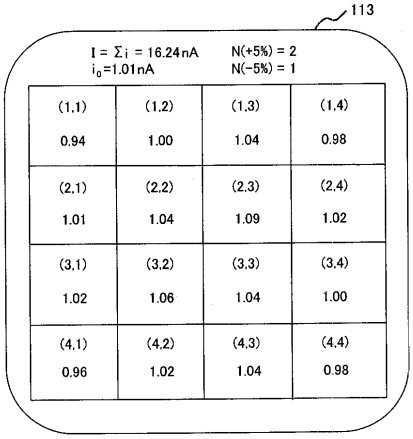


801…電子反射板　802…反射電子又は２次電子　803…反射電子検出器

【図９】

図 9

表示例１　電流値

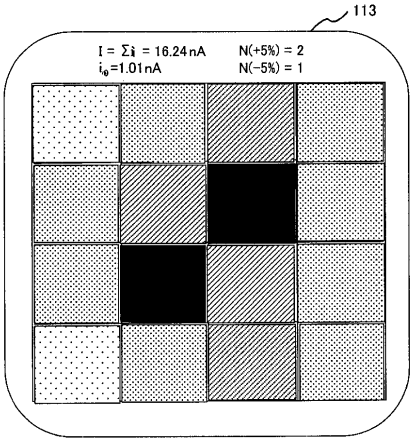


113…電流表示装置

【図１０】

図 10

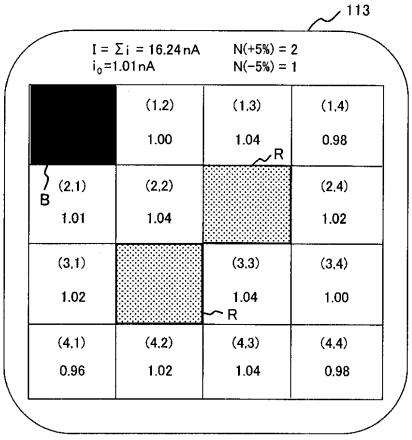
表示例２　大小による濃淡表示



【図１１】

図 11

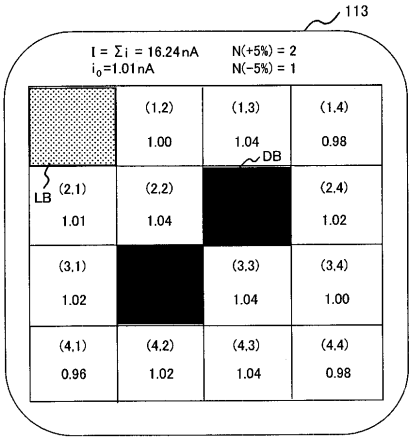
表示例３　＋５％以上赤
　　－５％以下黒



【図１２】

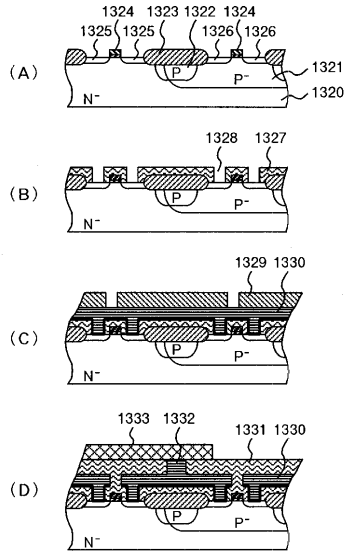
図 12

表示例４　＋５％以上黒
　　－５％以下淡



【図１３】

図　１３



1320…Ｎマイナスシリコン基板　1321…Ｐウエル層　1322…Ｐ層
1323…フィールド酸化膜　1324…多結晶シリコン／シリコン酸化膜ゲート
1325…Ｐ高濃度拡散層　1326…Ｎ高濃度拡散層　1327…絶縁膜
1328…コンタクトホール　1329…感光材　1330…Ｗ／Ｔｉ電極配線
1331…層間絶縁膜　1332…ホールパターン　1333…アルミ第２配線

フロントページの続き

(72)発明者　斉藤　徳郎
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内
(72)発明者　太田　洋也
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者　依田　晴夫
茨城県ひたちなか市大字市毛８８２番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内
(72)発明者　中山　義則
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者　谷本　明佳
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者　中村　元
東京都大田区下丸子三丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　後藤　進
東京都大田区下丸子三丁目３０番２号　キヤノン株式会社内
(72)発明者　高桑　真樹
東京都練馬区旭町一丁目３２番１号　株式会社アドバンテスト内

Ｆターム(参考)　5C030　AA02　AB03
5F056　AA07　AA16　AA27　AA33　BA01　BA02　BB03　BB06　BC08