

(11) 特許出願公開番号

特開2012-178461

(P2012-178461A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int. Cl.
H01L 21/027

F 1

テーマコード (参考)

HO 1 L 21/30 54 1 J
HO 1 L 21/30 54 1 Q

5 F 0 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-40597 (P2011-40597)
(22) 出願日 平成23年2月25日 (2011. 2. 25)

(71) 出願人 504162958
株式会社ニューフレアテクノロジー
静岡県沼津市大岡2068番地の3

(74) 代理人 100117787
弁理士 勝沼 宏仁

(74) 代理人 100082991
弁理士 佐藤 泰和

(74) 代理人 100103263
弁理士 川崎 康

(74) 代理人 100107582
弁理士 関根 毅

(74) 代理人 100118843
弁理士 赤岡 明

(74) 代理人 100124372
弁理士 山ノ井 傑

最終頁に続く

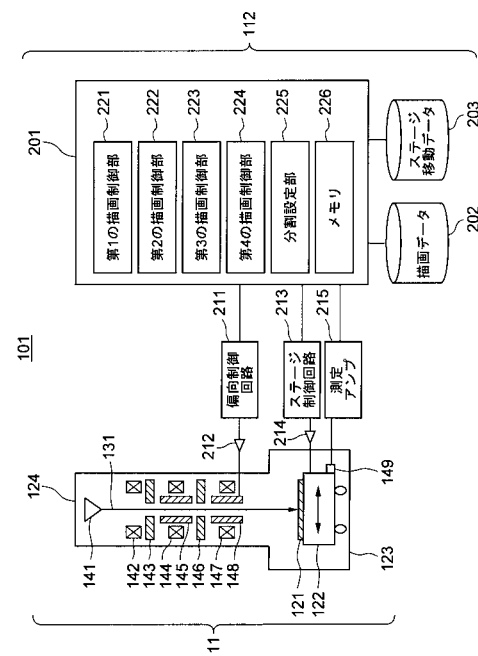
(54) 【発明の名称】 荷電粒子ビーム描画装置及び描画方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ステージの連続移動方向により直交方向に生じる位置誤差に起因するフォトマスクの精度悪化を抑制可能な荷電粒子ビーム描画装置、及び描画方法を提供する。

【解決手段】荷電粒子ビーム描画装置は試料を設置するためのステージ（１２２）と、ステージ上の試料の描画領域に荷電粒子ビームを照射してパターンを描画する描画部（１１１）と、荷電粒子ビームが描画領域内の所定の位置に照射されるよう、ステージの移動動作と描画部の描画動作を制御する制御部（１１２）とを備える。制御部は、荷電粒子ビームが描画領域の個々の第１ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、上記移動動作と上記描画動作を制御する第１の描画制御部（２２１）と、荷電粒子ビームが描画領域の個々の第２ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、上記移動動作と上記描画動作を制御する第２の描画制御部（２２２）とを備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料を設置するためのステージと、

前記試料の描画領域に荷電粒子ビームを照射して、前記描画領域にパターンを描画する描画部と、

前記荷電粒子ビームが前記描画領域内の所定の位置に照射されるよう、前記ステージの移動動作と前記描画部の描画動作を制御する制御部とを備え、

前記制御部は、

前記描画領域を、第 1 方向に延びる複数の第 1 ストライプ領域に分割し、前記荷電粒子ビームが個々の第 1 ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、前記移動動作と前記描画動作を制御する第 1 の描画制御部と、

前記描画領域を、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に延びる複数の第 2 ストライプ領域に分割し、前記荷電粒子ビームが個々の第 2 ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、前記移動動作と前記描画動作を制御する第 2 の描画制御部とを備え、

前記描画部は、前記描画領域に、前記第 1 の描画制御部による制御の下で描画される前記パターンと、前記第 2 の描画制御部による制御の下で描画される前記パターンとを重ね合わせて描画する荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 2】

前記制御部はさらに、

前記描画領域を、前記第 1 方向に延び、前記第 1 ストライプ領域と異なる複数の第 3 ストライプ領域に分割し、前記荷電粒子ビームが個々の第 3 ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、前記移動動作と前記描画動作を制御する第 3 の描画制御部と、

前記描画領域を、前記第 2 方向に延び、前記第 2 ストライプ領域と異なる複数の第 4 ストライプ領域に分割し、前記荷電粒子ビームが個々の第 4 ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、前記移動動作と前記描画動作を制御する第 4 の描画制御部とを備え、

前記描画部はさらに、前記描画領域に、前記第 3 の描画制御部による制御の下で描画される前記パターンと、前記第 4 の描画制御部による制御の下で描画される前記パターンとを重ね合わせて描画する請求項 1 に記載の荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 3 ストライプ領域は、

前記第 1 方向の負方向側から正方向側へと順に前記荷電粒子ビームが照射される正方向描画ストライプ領域と、

前記第 1 方向の正方向側から負方向側へと順に前記荷電粒子ビームが照射される負方向描画ストライプ領域とを含み、

前記第 2 及び第 4 ストライプ領域は、

前記第 2 方向の負方向側から正方向側へと順に前記荷電粒子ビームが照射される正方向描画ストライプ領域と、

前記第 2 方向の正方向側から負方向側へと順に前記荷電粒子ビームが照射される負方向描画ストライプ領域とを含む、

請求項 2 に記載の荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 4】

前記描画領域は、複数の部分描画領域を含み、

前記制御部は、前記部分描画領域を、前記第 1 方向に延びるストライプ領域のみに分割するか、前記第 2 方向に延びるストライプ領域のみに分割するか、前記第 1 方向に延びるストライプ領域と前記第 2 方向に延びるストライプ領域とに分割するかを、個々の前記部分描画領域ごとに設定する分割設定部を備える、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 5】

ステージ上に設置された試料の描画領域に荷電粒子ビームを照射して、前記描画領域にパターンを描画する荷電粒子ビーム描画方法であって、

前記描画領域を、第1方向に延びる複数の第1ストライプ領域に分割し、前記荷電粒子ビームを、個々の第1ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射する第1の描画ステップと、

前記描画領域を、前記第1方向に直交する第2方向に延びる複数の第2ストライプ領域に分割し、前記荷電粒子ビームを、個々の第2ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射する第2の描画ステップとを有し、

前記描画領域に、前記第1の描画ステップにより描画される前記パターンと、前記第2の描画ステップにより描画される前記パターンとを重ね合わせて描画する荷電粒子ビーム描画方法。

10

【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装置及び描画方法に係り、例えば、描画時におけるXYステージの移動制御を駆使した荷電粒子ビーム描画装置及び描画方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ技術は、半導体デバイスの微細化の進展を担う重要な技術である。近年、半導体デバイスに要求される回路線幅は、年々微細化されている。そのため、半導体製造プロセスのリソグラフィ工程では、高精度のマスクパターンを有するフォトマスクが必要とされている。

20

【0003】

このようなフォトマスクは、例えば、電子ビーム（荷電粒子ビーム）描画技術により作製可能である。電子ビーム描画技術は、優れた解像性を有しており、高精度のマスクパターンを作製するのに適している。

【0004】

図8は、従来の可変成形型の電子ビーム描画装置301の構成を示す概略的な機器構成図である。

【0005】

30

第1のアパーチャ313には、電子ビーム源311から照射された電子ビーム312を成形するための第1の開口314が設けられている。第1の開口314は、矩形の形状を有している。また、第2のアパーチャ315には、第1の開口314を通過した電子ビーム312を所望の矩形形状に成形するための第2の開口316が設けられている。第2の開口316は、可変成形開口と呼ばれる。

【0006】

電子ビーム源311から照射された電子ビーム312は、第1の開口314を通過し、偏向器により偏向され、第2の開口316の一部を通過した後、ステージ318上に設置された試料317の描画領域に照射される。試料317は、例えば、フォトマスク作製のマスクブランクである。このように、電子ビーム312を第1の開口314と第2の開口316の両方を通過させて、任意の形状に成形する方式を、可変成形方式という（例えば、特許文献1、2を参照）。

40

【0007】

図8の電子ビーム描画装置301は、ステージ318を所定の一方方向（例えばX方向）に連続的に移動させながら、試料317に対し電子ビーム312を照射する。この場合、ステージ318の連続移動方向であるX方向には、移動の追跡、移動の加速、歪の変化等に起因して、描画位置の位置誤差が生じる。一方、連続移動方向に直交する方向であるY方向には、ストライプ同士のつながりや、描画中の環境要因の変動等に起因する描画位置の位置誤差が生じる。

【0008】

50

このように、X方向に生じる位置誤差とY方向に生じる位置誤差には、別個の誤差要因が含まれる。そのため、一方の誤差が他方の誤差よりも極端に大きくなった場合、作製されるフォトマスクの精度が悪くなってしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2009-231446号公報

【特許文献2】特開2010-73909号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

本発明は、ステージの連続移動方向に生じる位置誤差と、その直交方向に生じる位置誤差との差異に起因するフォトマスクの精度の悪化を抑制可能な荷電粒子ビーム描画装置及び描画方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一態様である荷電粒子ビーム描画装置は、試料を設置するためのステージと、このステージ上に設置された試料の描画領域に、荷電粒子ビームを照射して、描画領域にパターンを描画する描画部と、荷電粒子ビームが描画領域内の所定の位置に照射されるよう、ステージの移動動作と描画部の描画動作を制御する制御部とを備え、上述の制御部は、描画領域を、第1方向に延びる複数の第1ストライプ領域に分割し、荷電粒子ビームが個々の第1ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、移動動作と描画動作を制御する第1の描画制御部と、描画領域を、第1方向に直交する第2方向に延びる複数の第2ストライプ領域に分割し、荷電粒子ビームが個々の第2ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるよう、移動動作と描画動作を制御する第2の描画制御部とを備え、上述の描画部は、描画領域に、第1の描画制御部による制御の下で描画されるパターンと、第2の描画制御部による制御の下で描画されるパターンとを重ね合わせて描画する点を特徴とする（図2参照）。

20

【0012】

なお、上述した制御部は、さらに、描画領域を、第1方向に延び、第1ストライプ領域と異なる複数の第3ストライプ領域に分割し、荷電粒子ビームが個々の第3ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるように、移動動作と描画動作を制御する第3の描画制御部と、描画領域を、第2方向に延び、第2ストライプ領域と異なる複数の第4ストライプ領域に分割し、荷電粒子ビームが個々の第4ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射されるように、移動動作と描画動作を制御する第4の描画制御部とを備え、そして、上述の描画部は、さらに、描画領域に、第3の描画制御部による制御の下で描画されるパターンと、第4の描画制御部による制御の下で描画されるパターンとを重ね合わせて描画することが望ましい（図4参照）。

30

【0013】

また、上述した第1及び第3ストライプ領域は、第1方向の負方向側から正方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される正方向描画ストライプ領域と、第1方向の正方向側から負方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される負方向描画ストライプ領域とを含み、そして、上述の第2及び第4ストライプ領域は、第2方向の負方向側から正方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される正方向描画ストライプ領域と、第2方向の正方向側から負方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される負方向描画ストライプ領域とを含むことが望ましい（図5参照）。

40

【0014】

さらに、上述した描画領域は、複数の部分描画領域を含み、そして、上述の制御部は、部分描画領域を、第1方向に延びるストライプ領域のみに分割するか、第2方向に延びるストライプ領域のみに分割するか、第1方向に延びるストライプ領域と第2方向に延びる

50

ストライプ領域とに分割するかを、個々の部分描画領域ごとに設定する分割設定部を備えることが望ましい（図 7 参照）。

【0015】

さらにまた、上述した描画部は、第 1 及び第 2 ストライプ領域の一方を全て描画した後、第 1 及び第 2 ストライプ領域の他方を全て描画することが望ましい（図 6 参照）。

【0016】

さらに、上述した第 1 ストライプ領域は、第 1 方向の負方向側から正方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される正方向描画ストライプ領域と、第 1 方向の正方向側から負方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される負方向描画ストライプ領域とを含み、そして、上述の第 2 ストライプ領域は、第 2 方向の負方向側から正方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される正方向描画ストライプ領域と、第 2 方向の正方向側から負方向側へと順に荷電粒子ビームが照射される負方向描画ストライプ領域とを含むことが望ましい（図 6 参照）。

10

【0017】

また、本発明の別の態様である荷電粒子ビーム描画方法は、ステージ上に設置された試料の描画領域に荷電粒子ビームを照射して、描画領域にパターンを描画する荷電粒子ビーム描画方法であって、描画領域を、第 1 方向に延びる複数の第 1 ストライプ領域に分割し、荷電粒子ビームを、個々の第 1 ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射する第 1 の描画ステップと、描画領域を、第 1 方向に直交する第 2 方向に延びる複数の第 2 ストライプ領域に分割し、荷電粒子ビームを、個々の第 2 ストライプ領域内の一端側から他端側へと順に照射する第 2 の描画ステップとを有し、描画領域に、第 1 の描画ステップにより描画されるパターンと、第 2 の描画ステップにより描画されるパターンとを重ね合わせて描画することが特徴である。

20

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、ステージの連続移動方向に生じる位置誤差と、その直交方向に生じる位置誤差との差異に起因するフォトマスクの精度の悪化を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】第 1 実施形態の電子ビーム描画装置の構成を示す概略的な機器構成図である。

30

【図 2】第 1 実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【図 3】第 1 実施形態における描画データの格納方法の例を示した図である。

【図 4】第 2 実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【図 5】第 3 実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【図 6】第 4 実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【図 7】第 5 実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【図 8】従来の電子ビーム描画装置の構成を示す概略的な機器構成図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明の実施形態を、図面に基づいて説明する。

40

【0021】

（第 1 実施形態）

図 1 は、第 1 実施形態の荷電粒子ビームの一種の電子ビーム描画装置 101 の構成を示す概略的な機器構成図である。

【0022】

図 1 の電子ビーム描画装置 101 は、描画部 111 と、制御部 112 とを備えている。図 1 の電子ビーム描画装置 101 は、本発明の荷電粒子ビーム描画装置の例である。図 1 の電子ビーム描画装置 101 は、可変成型型の電子ビーム描画装置となっている。

【0023】

描画部 111 は、図 1 に示すように、試料 121 を設置するための X Y ステージ 122

50

と、XYステージ122が収容された描画室123と、描画室123の上部に設置された電子銃筒124とを備えている。試料121の例としては、フォトマスク作製のマスクブランクスが挙げられる。

【0024】

また、電子銃筒124は、電子銃141と、照明レンズ142と、第1のアパーチャ143と、投影レンズ144と、第1の偏向器145と、第2のアパーチャ146と、対物レンズ147と、第2の偏向器148と、位置測定部149とを備えている。

【0025】

電子銃141から照射された電子ビーム131は、照明レンズ142を通過し、第1のアパーチャ143に照射される。第1のアパーチャ143に照射された電子ビーム131は、第1のアパーチャ143で成形された後、投影レンズ144を通過し、第1の偏向器145により偏向され、第2のアパーチャ146の所定位置に照射される。そして、第2のアパーチャ146に照射された電子ビーム131は、第2のアパーチャ146で所望の矩形形状に成形された後、対物レンズ147を通過し、第2の偏向器148により偏向され、XYステージ122上に設置された試料121の描画領域に照射される。こうして、描画領域にパターンが描画される。なお、XYステージ122の位置は、位置測定部149によりリアルタイムに測定される。

【0026】

一方、制御部112は、図1に示すように、制御計算機201と、描画データ格納部202と、ステージ移動データ格納部203と、偏向制御回路211と、第1のDAC（デジタル・アナログ変換）アンプ212と、ステージ制御回路213と、第2のDACアンプ214と、測定アンプ215とを備えている。描画データ格納部202と、ステージ移動データ格納部203は、同じ記憶装置内に設けられていてもよいし、異なる記憶装置内に設けられていてもよい。これらの記憶装置の例としては、HDD（ハード・ディスク・ドライブ）が挙げられる。

【0027】

また、制御計算機201は、第1の描画制御部221と、第2の描画制御部222と、第3の描画制御部223と、第4の描画制御部224と、分割設定部225と、メモリ226とを備えている。符号221～225のブロックは、プログラムによりソフトウェア的に実現されたものでもよいし、回路によりハードウェア的に実現されたものでもよい。また、これらのブロックは、ファームウェアで実現してもよいし、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェアのうちの任意の組合せにより実現してもよい。

【0028】

制御部112は、電子ビーム131が描画領域内の所定の位置に照射されるよう、描画部111の描画動作や、XYステージ122の移動動作を制御する。描画動作の制御の例としては、第2の偏向器148の制御による電子ビーム131の軌道制御が挙げられる。第2の偏向器148の制御は、偏向制御回路211を介して行われる。一方、XYステージ122の制御は、位置測定部149によるXYステージ122の位置測定結果を元に、ステージ制御回路213を介して行われる。

【0029】

なお、制御部112の各ブロックの機能の詳細については、後述する。

【0030】

図2は、第1実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【0031】

図2には、符号 K_2 、 K_4 、 K_6 、...で示すように、描画領域内の1つのチップ領域Cを、X方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。図2にはさらに、符号 K_1 、 K_3 、 K_5 、...で示すように、上記のチップ領域Cを、Y方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。

【0032】

X方向とY方向は、いずれもXYステージ122のステージ面に平行であり、互いに直

10

20

30

40

50

交している。X方向とY方向はそれぞれ、本発明の第1方向と第2方向の例である。さらに、X方向に延びるストライプ領域Sと、Y方向に延びるストライプ領域Sはそれぞれ、本発明の第1ストライプ領域と第2ストライプ領域の例である。

【0033】

本実施形態の描画装置101は、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、...の順に、各ストライプ領域Sへの描画を行う。即ち、本実施形態の描画装置101は、第1ストライプ領域Sへの描画と、第2ストライプ領域Sへの描画を交互に行う。これにより、チップ領域Cには、第1ストライプ領域Sへの描画により描画されるパターンと、第2ストライプ領域Sへの描画により描画されるパターンが、重ね合わせて描画される。本実施形態では、前者のパターンと後者のパターンとして、同一のパターンが使用されるため、チップ領域Cには、同一のパターンが二回描画されることとなる。即ち、チップ領域Cは、二重露光されることとなる。

10

【0034】

符号 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、...が付された矢印は、各ストライプ領域Sへの描画の進行方向を表す。符号 K_2 、 K_4 、 K_6 、...で示すように、X方向に延びる個々のストライプ領域Sには、電子ビーム131が、X方向の負方向側から正方向側へと順に照射される。一方、Y方向に延びる個々のストライプ領域Sには、符号 K_1 、 K_3 、 K_5 、...で示すように、電子ビーム131が、Y方向の負方向側から正方向側へと順に照射される。

【0035】

第1の描画制御部221（図1）は、X方向に延びる個々のストライプ領域Sに対し、電子ビーム131が、X方向の負方向側から正方向側へと順に照射されるよう、描画部111の描画動作や、XYステージ122の移動動作を制御する。具体的には、XYステージ122をX方向に連続移動させながら、X方向に延びる個々のストライプ領域Sに対し電子ビーム131を照射する。さらには、第2の偏向器148の制御により、電子ビーム131の照射位置のY座標を制御する。

20

【0036】

また、第2の描画制御部222（図1）は、Y方向に延びる個々のストライプ領域Sに対し、電子ビーム131が、Y方向の負方向側から正方向側へと順に照射されるよう、描画部111の描画動作や、XYステージ122の移動動作を制御する。具体的な制御方法は、第1の描画制御部221の場合と同様である。

30

【0037】

図3は、第1実施形態における描画データの格納方法の例を示した図である。

【0038】

図3(a)には、格納方法の第1の例が示されている。第1の例では、チップ領域Cに関する描画データとして、X方向に延びる各ストライプ領域Sの描画データと、Y方向に延びる各ストライプ領域Sの描画データが、描画データ格納部202（図1）内に格納されている。以下、前者の描画データを、第1描画データと呼び、後者の描画データを、第2描画データと呼ぶ。

【0039】

第1の描画制御部221は、チップ領域Cへの描画を行う際、チップ領域Cを、X方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割し、これらのストライプ領域Sに関する第1描画データを描画データ格納部202から取得する。

40

【0040】

また、第2の描画制御部222は、チップ領域Cへの描画を行う際、チップ領域Cを、Y方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割し、これらのストライプ領域Sに関する第2描画データを描画データ格納部202から取得する。

【0041】

さらに、図3(b)には、格納方法の第2の例が示されている。第2の例では、チップ領域Cに関する描画データとして、チップ領域C内の各フィールドFの描画データが、描画データ格納部202内に格納されている。以下、各フィールドFの描画データを、フィー

50

ルド描画データと呼ぶ。

【0042】

第1の描画制御部221は、チップ領域Cへの描画を行う際、チップ領域Cを、X方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割し、これらのストライプ領域Sに関するフィールド描画データを描画データ格納部202から取得し、フィールド描画データをストライプ領域の描画用に使用する。

【0043】

また、第2の描画制御部222は、チップ領域Cへの描画を行う際、チップ領域Cを、Y方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割し、これらのストライプ領域Sに関するフィールド描画データを描画データ格納部202から取得し、フィールド描画データをストライプ領域の描画用に使用する。

10

【0044】

なお、第1の例では、描画データのデータ量が、従来の格納方法に比べ約2倍に増加するものの、描画データが、本実施形態の描画処理用に使用しやすいという利点がある。一方、第2の例には、描画データのデータ量が、従来の格納方法と同程度で済むという利点がある。

【0045】

最後に、第1実施形態の効果について説明する。

【0046】

以上のように、本実施形態では、X方向に延びるストライプ領域Sへの描画と、Y方向に延びるストライプ領域Sへの描画により、描画領域に同一のパターンが重ね合わせて描画される。そのため、X方向に生じる描画位置の位置誤差と、Y方向に生じる描画位置の位置誤差が均等化される。理由は、いずれの方向でも、XYステージ122の連続移動方向の位置誤差と、その直交方向の位置誤差が、重ね合わせの平均効果により平均化されるからである。これにより、本実施形態では、X方向の誤差とY方向の誤差との差異を抑制し、描画領域に作製されるパターンの位置精度を向上させることが可能となる。

20

【0047】

なお、本実施形態では、X方向に延びるストライプ領域Sへの描画と、Y方向に延びるストライプ領域Sへの描画を、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、... の順で行ったが、その他の順番で行っても構わない。例えば、X方向に延びるストライプ領域Sへの描画を2回以上連続して行ってもよいし、Y方向に延びるストライプ領域Sへの描画を2回以上連続して行ってもよい。このような描画方法の一例を、後述の第4実施形態で説明する。

30

【0048】

また、本実施形態では、X方向に延びるストライプ領域Sへの描画を、 K_2 、 K_4 、 K_6 、... の順で行ったが、その他の順番で行っても構わない。また、本実施形態では、Y方向に延びるストライプ領域Sへの描画を、 K_1 、 K_3 、 K_5 、... の順で行ったが、その他の順番で行っても構わない。

【0049】

また、本実施形態では、X方向に延びる個々のストライプ領域Sに対し、電子ビーム131を、X方向の負方向側から順に照射したが、X方向の正方向側から順に照射しても構わない。また、本実施形態では、Y方向に延びる個々のストライプ領域Sに対し、電子ビーム131を、Y方向の負方向側から順に照射したが、Y方向の正方向側から順に照射しても構わない。このような描画方法の一例を、後述の第4実施形態で説明する。

40

【0050】

また、本実施形態の荷電粒子ビーム描画装置は、電子ビーム描画装置101であるが、その他の荷電粒子ビーム描画装置であってもよい。このような荷電粒子ビーム描画装置の例としては、イオンビーム描画装置が挙げられる。

【0051】

以下、第1実施形態の変形例である第2から第5実施形態について説明する。第2から第5実施形態については、第1実施形態との相違点を中心に説明する。

50

【0052】

(第2実施形態)

図4は、第2実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【0053】

図4には、符号 K_4 、 K_8 、 K_{12} 、...で示すように、描画領域内の1つのチップ領域Cを、X方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。これらのストライプ領域Sは、本発明の第1ストライプ領域の例である。

【0054】

また、図4には、符号 K_3 、 K_7 、 K_{11} 、...で示すように、上記のチップ領域Cを、Y方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。これらのストライプ領域Sは、本発明の第2ストライプ領域の例である。

10

【0055】

また、図4には、符号 K_2 、 K_6 、 K_{10} 、...で示すように、上記のチップ領域Cを、X方向に延び、第1ストライプ領域と異なる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。これらのストライプ領域Sは、本発明の第3ストライプ領域の例である。図4に示すように、第3ストライプ領域は、各ストライプ領域の幅の約半分の長さ分だけ、第1ストライプ領域に対しY方向にずらして配置されている。

【0056】

また、図4には、符号 K_1 、 K_5 、 K_9 、...で示すように、上記のチップ領域Cを、Y方向に延び、第2ストライプ領域と異なる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。これらのストライプ領域Sは、本発明の第4ストライプ領域の例である。図4に示すように、第4ストライプ領域は、各ストライプ領域の幅の約半分の長さ分だけ、第2ストライプ領域に対しX方向にずらして配置されている。

20

【0057】

本実施形態の描画装置101は、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、...の順に、各ストライプ領域Sへの描画を行う。即ち、本実施形態の描画装置101は、第1ストライプ領域Sへの描画と、第2ストライプ領域Sへの描画と、第3ストライプ領域Sへの描画と、第4ストライプ領域Sへの描画を、1領域ずつ順番に行う。

【0058】

これにより、チップ領域Cには、第1ストライプ領域Sへの描画により描画されるパターンと、第2ストライプ領域Sへの描画により描画されるパターンと、第3ストライプ領域Sへの描画により描画されるパターンと、第4ストライプ領域Sへの描画により描画されるパターンが、重ね合わせて描画される。

30

【0059】

本実施形態では、これらのパターンとして、同一のパターンが使用されるため、チップ領域Cには、同一のパターンが四回描画されることとなる。即ち、チップ領域Cは、四重露光されることとなる。

【0060】

符号 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、...が付された矢印は、各ストライプ領域Sへの描画の進行方向を表す。このような描画を行うための描画部111の描画動作の制御や、XYステージ122の移動動作の制御は、第1～第4の描画制御部221～224(図1)により行われる。第1～第4の描画制御部221～224はそれぞれ、第1～第4ストライプ領域Sへの描画に関する制御を行う。これらの具体的な制御方法は、第1実施形態の場合と同様である。

40

【0061】

最後に、第2実施形態の効果について説明する。

【0062】

以上のように、本実施形態では、第1～第4ストライプ領域への描画により、描画領域に同一のパターンが重ね合わせて描画される。これにより、本実施形態では、ストライプ領域間のつなぎ誤差を低減することが可能となる。具体的には、第1ストライプ領域間の

50

つなぎ誤差は、つなぎ部分に第3ストライプ領域が重なることで低減され、第2ストライプ領域間のつなぎ誤差は、つなぎ部分に第4ストライプ領域が重なることで低減される。

【0063】

なお、本実施形態では、第3ストライプ領域を、各ストライプ領域の幅の約半分の長さ分だけ、第1ストライプ領域に対しY方向にずらして配置しているが、第3ストライプ領域をずらす長さは、その他の長さでも構わない。これは、第4ストライプ領域についても同様である。そしてこれは、後述の第3実施形態でも同様である。

【0064】

また、本実施形態では、描画領域へのパターン描画を、第1～第3ストライプ領域への描画のみにより行ってもよい。同様に、本実施形態では、描画領域へのパターン描画を、第1、第2、及び第4ストライプ領域への描画のみにより行ってもよい。これらの描画では、図4の処理に比べつなぎ誤差の低減度は低下するものの、図4の処理よりも描画速度が向上するという利点がある。これは、後述の第3実施形態でも同様である。

【0065】

(第3実施形態)

図5は、第3実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。図5には、図4と同様に、第1～第4ストライプ領域Sが示されている。

【0066】

ただし、図5では、符号 K_4 、 K_8 、 K_{12} 、...で示すように、第1ストライプ領域には、電子ビーム131が、X方向の正方向側から負方向側へと順に照射され、第3ストライプ領域には、符号 K_2 、 K_6 、 K_{10} 、...で示すように、電子ビーム131が、X方向の負方向側から正方向側へと順に照射される。

【0067】

また、図5では、符号 K_3 、 K_7 、 K_{11} 、...で示すように、第2ストライプ領域には、電子ビーム131が、Y方向の正方向側から負方向側へと順に照射され、第4ストライプ領域には、符号 K_1 、 K_5 、 K_9 、...で示すように、電子ビーム131が、Y方向の負方向側から正方向側へと順に照射される。

【0068】

以下、第1ストライプ領域や第2ストライプ領域への描画を、負方向描画と呼び、第3ストライプ領域や第4ストライプ領域への描画を、正方向描画と呼ぶ。

【0069】

以上のように、本実施形態では、X方向に延びるストライプ領域Sへの描画、即ち、第1及び第3のストライプ領域への描画に、正方向描画と負方向描画が混在している。同様に、Y方向に延びるストライプ領域Sへの描画、即ち、第2及び第4のストライプ領域への描画に、正方向描画と負方向描画が混在している。

【0070】

本実施形態の描画装置101は、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、...の順に、各ストライプ領域Sへの描画を行う。即ち、本実施形態の描画装置101は、第1ストライプ領域Sへの正方向描画と、第2ストライプ領域Sへの正方向描画と、第3ストライプ領域Sへの負方向描画と、第4ストライプ領域Sへの負方向描画を、1領域ずつ順番に行う。このように、本実施形態では、X方向の正方向描画、Y方向の正方向描画、X方向の負方向描画、Y方向の負方向描画が、循環的に行われる。

【0071】

最後に、第3実施形態の効果について説明する。

【0072】

以上のように、本実施形態では、X方向及びY方向の正方向描画及び負方向描画の循環により、描画領域に同一のパターンが重ね合わせて描画される。これにより、本実施形態では、利用する偏向方向の偏りによる電子ビーム131の位置ドリフトを低減することが可能となる。+X方向への偏向、-X方向への偏向、+Y方向への偏向、-Y方向への偏向のいずれもが利用されるからである。

10

20

30

40

50

【0073】

なお、以上の4種類の描画を循環させる順番は、X方向の正方向描画、Y方向の正方向描画、X方向の負方向描画、Y方向の負方向描画という順番以外の順番でも構わない。

【0074】

(第4実施形態)

図6は、第4実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【0075】

図6には、符号 K_1 、 K_2 、 $\dots$ 、 K_n (n は2以上の任意の整数)で示すように、描画領域内の1つのチップ領域Cを、X方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。これらのストライプ領域Sは、本発明の第1ストライプ領域の例である。

10

【0076】

また、図6には、符号 K_{n+1} 、 K_{n+2} 、 $\dots$ 、 K_{2n} で示すように、チップ領域Cを、Y方向に延びる複数のストライプ領域Sに分割した様子が示されている。これらのストライプ領域Sは、本発明の第2ストライプ領域の例である。

【0077】

本実施形態の描画装置101は、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 、 $\dots$ 、 K_{2n} の順に、各ストライプ領域Sへの描画を行う。即ち、本実施形態の描画装置101は、まず、全 n 個の第1ストライプ領域への描画を順番に行い、続いて、全 n 個の第2ストライプ領域への描画を順番に行う。

20

【0078】

また、本実施形態の描画装置101は、奇数番目の第1ストライプ領域については正方向描画を行い、偶数番目の第1ストライプ領域については負方向描画を行う。また、本実施形態の描画装置101は、 K_{n+1} から数え始めて、奇数番目の第2ストライプ領域については正方向描画を行い、偶数番目の第2ストライプ領域については負方向描画を行う。

【0079】

よって、第1ストライプ領域への描画では、正方向描画と負方向描画が1領域ごとに交互に行われる。同様に、第2ストライプ領域への描画では、正方向描画と負方向描画が1領域ごとに交互に行われる。

【0080】

最後に、第4実施形態の効果について説明する。

30

【0081】

以上のように、本実施形態では、まず、全ての第1ストライプ領域への描画を順番に行い、続いて、全ての第2ストライプ領域への描画を順番に行う。これにより、本実施形態では、環境要因の変動に起因する描画位置の位置誤差を低減することが可能となる。

【0082】

この効果について、より具体的に説明する。第1ストライプ領域への描画と、第2ストライプ領域への描画とを混在させて行う場合、混在させない場合に比べ、ある第1ストライプ領域への描画から、これに隣接する第1ストライプ領域への描画までの時間が長くなってしまう。そのため、その間に環境要因が変動して、位置誤差が生じてしまう可能性がある。一方、本実施形態によれば、ある第1ストライプ領域への描画から、これに隣接する第1ストライプ領域への描画までの時間が短くなるため、環境要因の変動による位置誤差を低減することが可能となる。これは、第2ストライプ領域についても同様である。

40

【0083】

そして、本実施形態では、環境要因の変動による位置誤差を低減した上で、X方向描画とY方向描画による二重描画を行うため、時間変化による位置誤差をさらに低減することが可能となる。

【0084】

また、本実施形態では、第1、第2ストライプ領域のそれぞれについて、正方向描画と負方向描画を交互に行う。これにより、第3実施形態と同様、利用する偏向方向の偏りに

50

よる電子ビーム131の位置ドリフトを低減することが可能となる。さらに、本実施形態によれば、電子ビーム131の照射位置をあるストライプ領域から次のストライプ領域へと移動させるためのXYステージ122の移動距離が短くなるため、チップCの露光に要する時間を短縮することが可能となる。

【0085】

なお、本実施形態では、第1ストライプ領域の描画後に第2ストライプ領域の描画を行ったが、逆に、第2ストライプ領域の描画後に第1ストライプ領域の描画を行っても構わない。

【0086】

また、本実施形態は、第2、第3実施形態にも適用可能である。例えば、第2、第3実施形態において、全第1ストライプ領域の描画、全第2ストライプ領域の描画、全第3ストライプ領域の描画、全第4ストライプ領域の描画の順で、チップ領域Cへの描画を行っても構わない。

【0087】

(第5実施形態)

図7は、第5実施形態における電子ビーム描画について説明するための図である。

【0088】

図7には、描画領域内の3つのチップ領域 C_1 、 C_2 、 C_3 が示されている。第1から第4実施形態のチップ領域Cと同様、チップ領域 C_1 は、正形状、又は正方形に近い長形状の領域となっている。一方、チップ領域 C_2 は、X方向に延びる帯状の領域となっており、チップ領域 C_3 は、Y方向に延びる帯状の領域となっている。これらのチップ領域 C_1 、 C_2 、 C_3 は、本発明の複数の部分描画領域の例である。

【0089】

本実施形態の描画装置101は、チップ領域の分割方法を、個々のチップ領域ごとに設定できるよう構成されている。このような設定処理は、分割設定部225(図1)により行われる。分割設定部225は、チップ領域を、X方向に延びるストライプ領域のみに分割するか、Y方向に延びるストライプ領域のみに分割するか、X方向に延びるストライプ領域とY方向に延びるストライプ領域とに分割するかを、個々のチップ領域ごとに設定する。分割設定部225によるこのような設定処理は、例えば、ユーザによる設定操作に応じて行われる。

【0090】

図7には、このような設定処理に基づいて行われたチップ領域の分割処理の例が示されている。図7において、チップ領域 C_1 は、X方向に延びるストライプ領域 S と、Y方向に延びるストライプ領域 S とに分割されている。また、チップ領域 C_2 は、Y方向に延びるストライプ領域 S のみに分割されている。また、チップ領域 C_3 は、X方向に延びるストライプ領域 S のみに分割されている。図7には、チップ領域 C_2 が、Y方向に延びるストライプ領域 S_1 及び S_2 に分割され、チップ領域 C_3 が、X方向に延びるストライプ領域 S_3 に分割された様子が示されている。

【0091】

最後に、第5実施形態の効果について説明する。

【0092】

以上のように、本実施形態の描画装置101は、チップ領域の分割方法を、個々のチップ領域ごとに設定できるよう構成されている。これにより、本実施形態では、複数のチップ領域を含む描画領域への描画時間を短縮することや、描画処理の効率を高めることが可能となる。

【0093】

この効果について、より具体的に説明する。図7において、チップ領域 C_2 は、Y方向に延びる2つのストライプ領域 S_1 及び S_2 に分割される。また、チップ領域 C_3 は、X方向に延びる1つのストライプ領域 S_3 に分割される。このように少数のストライプ領域に分割されるチップ領域では、X方向の位置誤差とY方向の位置誤差との差異が比較的小さ

10

20

30

40

50

いと考えられる。よって、このような領域に関しては、X方向のみの分割又はY方向のみの分割を行うことで、描画時間の短縮や描画処理の効率化が実現される。

【0094】

なお、分割設定部225による設定内容は、描画装置101内に保存されてもよいし、描画装置101内に一時的に保持されるだけでもよい。前者の場合、分割設定部225による設定内容は例えば、分割処理時のステージ移動に関する設定等と共に、ステージ移動データ格納部203内に保存される。一方、後者の場合には、分割設定部225による設定内容は例えば、メモリ226内に一時的に保持される。

【0095】

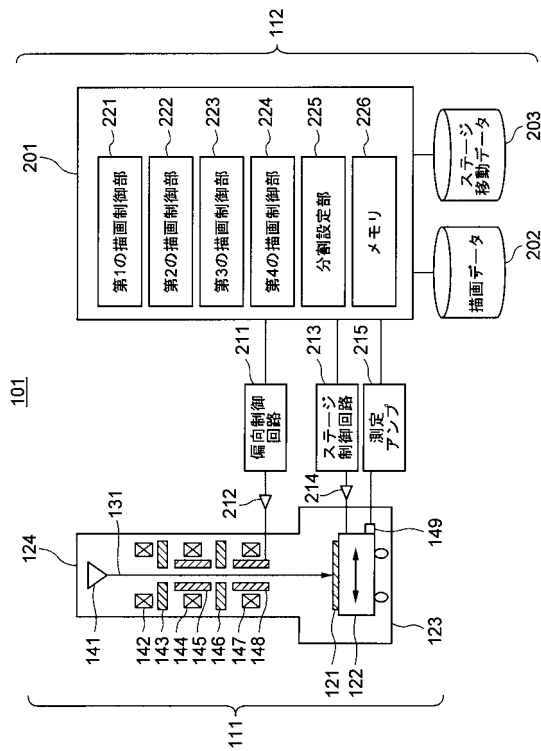
以上、本発明の具体的な態様の例を、第1から第5実施形態により説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されるものではない。 10

【符号の説明】

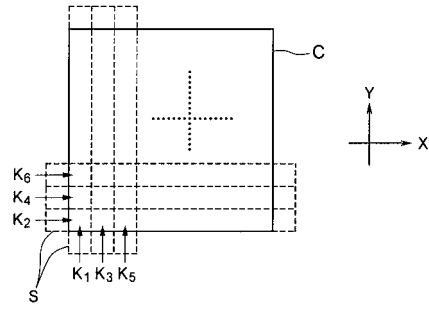
【0096】

101：電子ビーム描画装置、111：描画部、112：制御部、
121：試料、122：XYステージ、123：描画室、124：電子鏡筒、
131：電子ビーム、141：電子銃、142：照明レンズ、
143：第1のアパーチャ、144：投影レンズ、145：第1の偏向器、
146：第2のアパーチャ、147：対物レンズ、148：第2の偏向器、
149：位置測定部、201：制御計算機、202：描画データ格納部、
203：ステージ移動データ格納部、211：偏向制御回路、 20
212：第1のDACアンプ、213：ステージ制御回路、
214：第2のDACアンプ、215：測定アンプ、
221：第1の描画制御部、222：第2の描画制御部、
223：第3の描画制御部、224：第4の描画制御部、
225：分割設定部、226：メモリ、
301：電子ビーム描画装置、311：電子ビーム源、312：電子ビーム、
313：第1のアパーチャ、314：第1の開口、315：第2のアパーチャ、
316：第2の開口、317：試料、318：ステージ

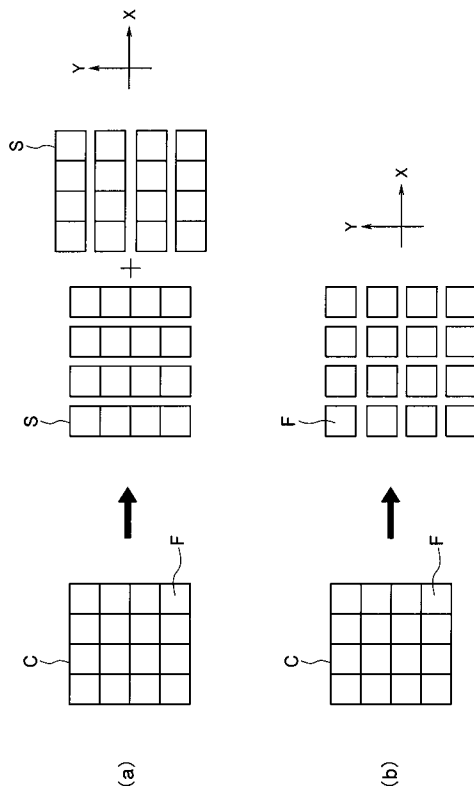
【図 1】



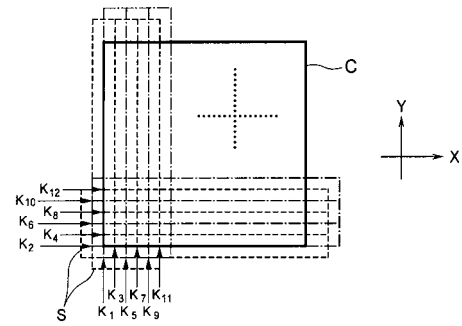
【図 2】



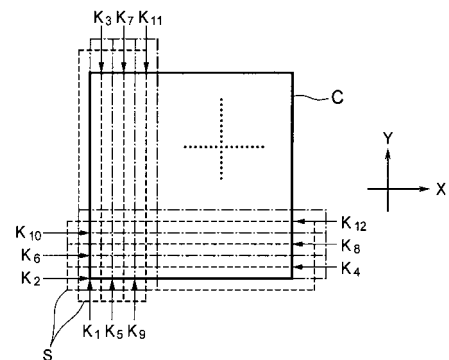
【図 3】



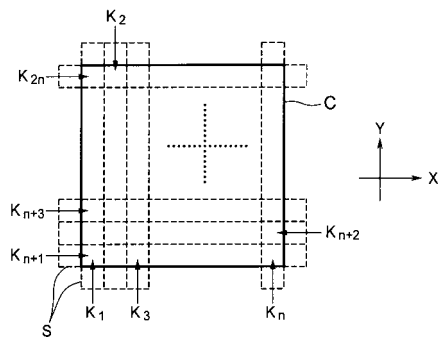
【図 4】



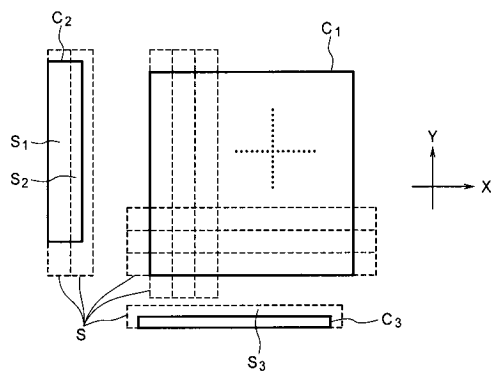
【図 5】



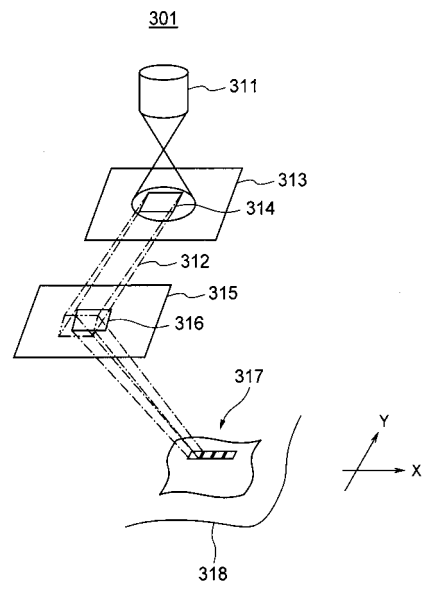
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 服 部 芳 明

静岡県沼津市大岡2068番地の3 株式会社ニューフレアテクノロジー内

Fターム(参考) 5F056 AA04 AA13 CA02 CA05 CC10 DA22