

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】令和 4 年 1 月 11 日 (2022.1.11)

【公開番号】特開 2019-165199 (P2019-165199A)

【公開日】令和 1 年 9 月 26 日 (2019.9.26)

【年通号数】公開・登録公報 2019-039

【出願番号】特願 2019-1526 (P2019-1526)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

H 0 1 J 37/305 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 4 1 D

H 0 1 L 21/30 5 4 1 W

H 0 1 J 37/305 B

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 12 月 2 日 (2021.12.2)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項 1】

荷電粒子マルチビーム描画装置 (1) によってターゲット上に露光されるべきパターンを計算する方法であって、前記装置は、前記ターゲット上の露光領域 (r 1) 内の複数のピクセル (p x) を露光して、走査ストライプ露光によって前記パターンを生成し、

前記パターンは、前記露光領域 (r 1) 上のラスタグリッドに従って規定された複数のピクセルからなるピクセルグラフィックとして実現され、前記ピクセルのそれぞれは、それぞれのピクセル位置に配置された幾何学的ピクセル形状によって表され、前記ピクセルのそれぞれには、前記それぞれのピクセルについて露光されるべき露光線量の値に対応する強度値が割り当てられ、前記方法は、以下のステップ：

(i) ベクトルパターンを複数のパターン要素 (9 2 1、9 3 1) として提供すること、各パターン要素は、境界および内部を含むそれぞれの幾何学的形状を有し、それぞれ割り当てられた線量 (D) に関連付けられ、前記割り当てられた線量は、前記それぞれの形状の内部内のピクセルについて露光されるべき露光線量の値を規定すること、

(ii) 前記ベクトルパターンに基づいて、前記複数のピクセルそれぞれについて、それぞれの強度値を計算することにより前記ベクトルパターンを前記パターンにラスタ化すること、

を含み、

ステップ (i) 及び (ii) の内の 1 つにおいて、1 つのパターン要素境界の少なくとも 1 つのエッジ位置について位置補正が行われ、前記位置補正は、以下のステップ：

- 前記エッジ位置を記述する位置値を決定すること、
  - 所定の非線形関数を用いて前記位置値に基づき補正された位置値を決定すること、
- 前記所定の非線形関数

$$(f_{\xi}^{-1}(\phi))$$

は、公称位置値

$$(\bar{d}, \bar{dx})$$

と、但し、前記公称位置値は前記パターンの露光中に入力値として使用されること、前記公称位置値を用いて露光されたとき生成される前記パターン要素境界の位置（ $d$ 、 $dx$ ）との間の関係の逆を記述し、少なくとも１つのパラメータを有すること、前記少なくとも１つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、及び、

- 前記補正された位置値に応じて前記パターンを修正し、前記パターン要素境界を効果的にシフトすること、を含む、

方法。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１２

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１２】

この目的は請求項１に記載した方法によって達成される。

本発明の一視点において、荷電粒子マルチビーム描画装置によってターゲット上に露光されるべきパターンを計算する方法が提供される。該方法において、前記装置は、前記ターゲット上の露光領域内の複数のピクセルを露光して、走査ストライプ露光によって前記パターンを生成し、

前記パターンは、前記露光領域上のラスタグリッドに従って規定された複数のピクセルからなるピクセルグラフィックとして実現され、前記ピクセルのそれぞれは、それぞれのピクセル位置に配置された幾何学的ピクセル形状によって表され、前記ピクセルのそれぞれには、前記それぞれのピクセルについて露光されるべき露光線量の値に対応する強度値が割り当てられ、前記方法は、以下のステップ：

(i) ベクトルパターンを複数のパターン要素として提供すること、各パターン要素は、境界および内部を含むそれぞれの幾何学的形状を有し、それぞれ割り当てられた線量に関連付けられ、前記割り当てられた線量は、前記それぞれの形状の内部内のピクセルについて露光されるべき露光線量の値を規定すること、

(ii) 前記ベクトルパターンに基づいて、前記複数のピクセルそれぞれについて、それぞれの強度値を計算することにより前記ベクトルパターンを前記パターンにラスタ化すること、

を含み、

ステップ(i)及び(ii)の内の１つにおいて、１つのパターン要素境界の少なくとも１つのエッジ位置について位置補正が行われ、前記位置補正は、以下のステップ：

- 前記エッジ位置を記述する位置値を決定すること、  
- 所定の非線形関数を用いて前記位置値に基づき補正された位置値を決定すること、

前記所定の非線形関数

$(f_{\xi}^{-1}(\phi))$

は、公称位置値

$(d, dx)$

と、但し、前記公称位置値は前記パターンの露光中に入力値として使用されること、前記公称位置値を用いて露光されたとき生成される前記パターン要素境界の位置との間の関係の逆を記述し、少なくとも１つのパラメータを有すること、前記少なくとも１つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、及び、

- 前記補正された位置値に応じて前記パターンを修正し、前記パターン要素境界を効果的にシフトすること、を含む（形態１）。

【手続補正３】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 3 】

さらなる任意の有利な特徴は、従属請求項に記載されている。以下に、本発明の好ましい形態を示す。

(形態 1) 上記本発明の一視点参照。

(形態 2) 形態 1 の方法において、前記走査ストライプ露光は、互いに重なり合うアパーチャ画像を生成するように構成され、前記アパーチャ画像は、前記ターゲット上に生成された隣接するアパーチャ画像のピクセル位置間の距離の倍数である公称幅を有し、前記方法は、以下の追加のステップ：

( i i i ) アパーチャ画像を露光することを通して、前記描画プロセスにより、ステップ ( i i ) において得られた前記パターンから、前記パターンを露光するのに適した露光パターンを生成すること、を含むことが好ましい。

(形態 3) 形態 1 のパターン計算方法において、前記位置補正は、ラスタ化のステップ ( i i ) 中に行われ、各ピクセル、少なくともピクセル形状が 1 つのパターン要素の境界と交差するピクセルについて、前記強度値が、

- 境界が前記ピクセル形状と交差する前記パターン要素にカバーされている前記ピクセル形状の割合の領域として第 1 の領域を決定し、位置値をピクセル形状の全領域に対する前記第 1 の領域の比率として計算することにより、前記位置値を決定すること、

- 所定の非線形関数を用いて前記位置値から強度値を決定すること、

前記所定の非線形関数

$$(f_{\xi}^{-1}(\phi))$$

は、前記強度値に同等の露光線量で、そのピクセルを露光することにより生成される 1 つのピクセルの強度値

(d)

と、その強度値で生成される 1 つのパターン要素境界のピクセル形状領域の幾何学的領域部と間の関係の逆を記述し、少なくとも 1 つのパラメータを有すること、前記少なくとも 1 つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、

- 前記強度値を前記それぞれのピクセルに割り当てること、

により計算されることにより前記位置補正が行われることが好ましい。

(形態 4) 形態 1 のパターン計算方法において、前記位置補正は、前記ベクトルパターンを提供するステップ ( i ) 中に行われ、前記位置補正は、少なくとも 1 つのパターン要素についてエッジ位置が補正されることにより行われ、前記パターン要素のための前記エッジ位置補正は、以下のステップ：

- 前記ラスタグリッドに対する前記境界の境界セグメント (複数) の前記位置決定すること、

- 所定の非線形関数に基づき、公称エッジ位置として、各境界セグメントについて補正された位置

(dx)

を決定すること、

前記所定の非線形関数

$$(f_{\xi}^{-1}(\phi))$$

は、公称エッジ位置

(dx)

と、その公称エッジ位置を用いて描画された場合の、前記ラスタグリッドに対する前記位置との間の関係の逆を記述し、少なくとも1つのパラメータを有すること、前記少なくとも1つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、及び、

- 再形成されたパターン要素を形成すること、前記再形成されたパターン要素は、それぞれのセグメントに対して直角をなす方向に、前記補正された位置に応じた位置へオフセットされた境界セグメントを有すること、及び、前記再形成されたパターン要素によって前記パターン要素を置換すること、を含むことが好ましい。

(形態5) 形態1乃至4の何れかのパターン計算方法において、前記パラメータはさらに、ドーズ・ツー・クリア(dose-to-clear)レベルに対する前記割り当てられた線量の比率、前記ターゲット上に結像された前記ピクセルのビームレットブラー、前記それぞれのパターン要素の境界またはエッジの方向、線量バックグラウンド、近接効果係数、及び前記ラスタグリッドに対する前記ピクセルの密度のうち、少なくとも1つを含むことが好ましい。

(形態6) 形態1乃至5の何れかのパターン計算方法において、前記非線形関数および/又はその逆関数は、少なくとも1つの台を通して指定され、台の各点は、前記非線形関数の前記パラメータの特定の値において、公称位置値の数値と、関連する位置値の数値とを特定し、前記数値は、コンピュータシミュレーション及び実験的測定のうち少なくとも1つから事前に導き出され、台の点同士の間の前記非線形関数の値が補間されることが好ましい。

(形態7) 形態1乃至6の何れかのパターン計算方法において、前記ラスタグリッドの主方向に対して0度と45度との間の角度で配向されたパターン要素境界のための位置補正を含み、

前記位置補正は、さらに以下のステップ：

各セグメントに対して個々に前記位置補正を行う前に、

- 前記パターン要素境界を2つ以上のセグメントに分割すること、前記セグメントは補助ポイントにおいて分割されること、を含み、

各セグメントに対する前記位置補正は、前記それぞれのセグメントにおける補正された位置値を得るための量の代表値または平均値を用いて実行されることが好ましい。

(形態8) 形態7の方法において、1つのセグメントの前記補助ポイントは、前記パターン要素境界に沿って、均一の距離の間隔で配置されていることが好ましい。

(形態9) 形態7の方法において、1つのセグメントの前記補助ポイントは、前記パターン要素境界に沿って、様々な距離の間隔で配置されており、前記距離は、前記非線形関数の増分する変化に対して減分するように選択されることが好ましい。

(形態10) 荷電粒子マルチビーム描画装置によってターゲット上にパターンを露光する方法であって、前記装置は、前記ターゲット上の露光領域内の複数のピクセルを露光して、走査ストライプ露光によって前記パターンを生成し、前記方法は、以下：

- 前記パターンを前記装置と関連する処理システムに提供すること、前記パターンは、前記露光領域上のラスタグリッドに従って規定された複数のピクセルからなるピクセルグラフィックとして実現されることが、前記ピクセルのそれぞれは、それぞれのピクセル位置に配置された幾何学的ピクセル形状によって表され、前記ピクセルのそれぞれには、前記それぞれのピクセルについて露光されるべき露光線量の値に対応する強度値が割り当てられること、

- 前記処理システムにおいて、形態1乃至9の何れかの方法を前記パターンに適用することにより、補正されたパターンを計算すること、及び、

- 前記装置において、前記補正されたパターンに従って、露光処理を行うこと、を含む、方法も好ましい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0108

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0108】

さらに、上記の各文献の全開示は引用をもって本書に繰り込み、本書に記載されているものとする。

ここに、本発明の可能な態様を付記する。

[付記1] 荷電粒子マルチビーム描画装置によってターゲット上に露光されるべきパターンを計算する方法。

前記装置は、前記ターゲット上の露光領域内の複数のピクセルを露光して、走査ストライプ露光によって前記パターンを生成する。

前記パターンは、前記露光領域上のラスタグリッドに従って規定された複数のピクセルからなるピクセルグラフィックとして実現される。前記ピクセルのそれぞれは、それぞれのピクセル位置に配置された幾何学的ピクセル形状によって表される。前記ピクセルのそれぞれには、前記それぞれのピクセルについて露光されるべき露光線量の値に対応する強度値が割り当てられる。

前記方法は、以下のステップ：

(i) ベクトルパターンを複数のパターン要素として提供すること、各パターン要素は、境界および内部を含むそれぞれの幾何学的形状を有し、それぞれ割り当てられた線量に関連付けられ、前記割り当てられた線量は、前記それぞれの形状の内部内のピクセルについて露光されるべき露光線量の値を規定すること、

(ii) 前記ベクトルパターンに基づいて、前記複数のピクセルそれぞれについて、それぞれの強度値を計算することにより前記ベクトルパターンを前記パターンにラスタ化すること、

を含む。

ステップ(i)及び(ii)の内の1つにおいて、1つのパターン要素境界の少なくとも1つのエッジ位置について位置補正が行われる。前記位置補正は、以下のステップ：

- 前記エッジ位置を記述する位置値を決定すること、
- 所定の非線形関数を用いて前記位置値に基づき補正された位置値を決定すること、

前記所定の非線形関数

$$(f_{\xi(\Phi)}^{-1})$$

は、公称位置値

$$(d, dx)$$

と、但し、前記公称位置値は前記パターンの露光中に入力値として使用されること、前記公称位置値を用いて露光されたとき生成される前記パターン要素境界の位置との間の関係の逆を記述し、少なくとも1つのパラメータを有すること、前記少なくとも1つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、及び、

- 前記補正された位置値に応じて前記パターンを修正し、前記パターン要素境界を効果的にシフトすること、を含む。

[付記2] 上記の方法において、前記走査ストライプ露光は、互いに重なり合うアパーチャ画像を生成するように構成される。前記アパーチャ画像は、前記ターゲット上に生成された隣接するアパーチャ画像のピクセル位置間の距離の倍数である公称幅を有する。前記方法は、以下の追加のステップ：

(iii) アパーチャ画像を露光することを通して、前記描画プロセスにより、ステップ(ii)において得られた前記パターンから、前記パターンを露光するのに適した露光パターンを生成すること、を含む。

[付記3] 上記のパターン計算方法において、前記位置補正は、ラスタ化のステップ(ii)中に行われる。各ピクセル、少なくともピクセル形状が1つのパターン要素の境界と交差するピクセルについて、前記強度値が、

- 境界が前記ピクセル形状と交差する前記パターン要素にカバーされている前記ピクセル形状の割合の領域として第 1 の領域を決定し、位置値をピクセル形状の全領域に対する前記第 1 の領域の比率として計算することにより、前記位置値を決定すること、
- 所定の非線形関数を用いて前記位置値から強度値を決定すること、

前記所定の非線形関数

$(f_{\xi}^{-1}(\Phi))$

は、前記強度値に同等の露光線量で、そのピクセルを露光することにより生成される 1 つのピクセルの強度値

(d)

と、その強度値で生成される 1 つのパターン要素境界のピクセル形状領域の幾何学的領域部と間の関係の逆を記述し、少なくとも 1 つのパラメータを有すること、前記少なくとも 1 つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、

- 前記強度値を前記それぞれのピクセルに割り当てること、
- により計算されることにより前記位置補正が行われる。

[ 付記 4 ] 上記のパターン計算方法において、前記位置補正は、前記ベクトルパターンを提供するステップ ( i ) 中に行われる。前記位置補正は、少なくとも 1 つのパターン要素についてエッジ位置が補正されることにより行われる。前記パターン要素のための前記エッジ位置補正は、以下のステップ：

- 前記ラスタグリッドに対する前記境界の境界セグメント ( 複数 ) の前記位置決定すること、
- 所定の非線形関数に基づき、公称エッジ位置として、各境界セグメントについて補正された位置

(dx)

を決定すること、

前記所定の非線形関数

$(f_{\xi}^{-1}(\Phi))$

は、公称エッジ位置

(dx)

と、その公称エッジ位置を用いて描画された場合の、前記ラスタグリッドに対する前記位置との間の関係の逆を記述し、少なくとも 1 つのパラメータを有すること、前記少なくとも 1 つのパラメータは関与する前記パターン要素の前記割り当てられた線量を含むこと、及び、

- 再形成されたパターン要素を形成すること、前記再形成されたパターン要素は、それぞれのセグメントに対して直角をなす方向に、前記補正された位置に応じた位置へオフセットされた境界セグメントを有すること、及び、前記再形成されたパターン要素によって前記パターン要素を置換すること、を含む。

[ 付記 5 ] 上記のパターン計算方法において、前記パラメータはさらに、ドーズ・ツー・クリア ( dose-to-clear ) レベルに対する前記割り当てられた線量の比率、前記ターゲット上に結像された前記ピクセルのビームレットブラー、前記それぞれのパターン要素の境界またはエッジの方向、線量バックグラウンド、近接効果係数、及び前記ラスタグリッドに対する前記ピクセルの密度のうち、少なくとも 1 つを含む。

[ 付記 6 ] 上記のパターン計算方法において、前記非線形関数および / 又はその逆関数は、少なくとも 1 つの台を通して指定される。台の各点は、前記非線形関数の前記パラメータの特定の値において、公称位置値の数値と、関連する位置値の数値とを特定する。前記数値は、コンピュータシミュレーション及び実験的測定の中の少なくとも 1 つから事前

に導き出され、台の点同士の間の前記非線形関数の値が補間される。

[ 付記 7 ] 上記のパターン計算方法において、前記ラスタグリッドの主方向に対して 0 度と 45 度との間の角度で配向されたパターン要素境界のための位置補正を含む。

前記位置補正は、さらに以下のステップ：

各セグメントに対して個々に前記位置補正を行う前に、

- 前記パターン要素境界を 2 つ以上のセグメントに分割すること、前記セグメントは補助ポイントにおいて分割されること、を含む。

各セグメントに対する前記位置補正は、前記それぞれのセグメントにおける補正された位置値を得るための量の代表値または平均値を用いて実行される。

[ 付記 8 ] 上記の方法において、1 つのセグメントの前記補助ポイントは、前記パターン要素境界に沿って、均一の距離の間隔で配置されている。

[ 付記 9 ] 上記の方法において、1 つのセグメントの前記補助ポイントは、前記パターン要素境界に沿って、様々な距離の間隔で配置されている。前記距離は、前記非線形関数の増分する変化に対して減分するように選択される。

[ 付記 10 ] 荷電粒子マルチビーム描画装置によってターゲット上にパターンを露光する方法。前記装置は、前記ターゲット上の露光領域内の複数のピクセルを露光して、走査ストライプ露光によって前記パターンを生成する。前記方法は、以下：

- 前記パターンを前記装置と関連する処理システムに提供すること、前記パターンは、前記露光領域上のラスタグリッドに従って規定された複数のピクセルからなるピクセルグラフィックとして実現されること、前記ピクセルのそれぞれは、それぞれのピクセル位置に配置された幾何学的ピクセル形状によって表され、前記ピクセルのそれぞれには、前記それぞれのピクセルについて露光されるべき露光線量の値に対応する強度値が割り当てられること、

- 前記処理システムにおいて、上記のパターン計算方法を前記パターンに適用することにより、補正されたパターンを計算すること、及び、

- 前記装置において、前記補正されたパターンに従って、露光処理を行うこと、を含む

。