

(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2012-199529

(P2012-199529A)

(43) 公開日 平成24年10月18日(2012.10.18)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 4 1 J 5 C 0 3 4
 H O 1 J 37/305 (2006.01) H O 1 J 37/305 B 5 F 0 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-46126 (P2012-46126) (22) 出願日 平成24年3月2日 (2012.3.2) (31) 優先権主張番号 特願2011-48529 (P2011-48529) (32) 優先日 平成23年3月7日 (2011.3.7) (33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(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 (74) 代理人 100114775 弁理士 高岡 亮一 (72) 発明者 小沢 公孝 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内 Fターム(参考) 5C034 BB03 BB04 BB10 5F056 BA01 BB01 CB05 CB11 CD06 EA03 EA06
---	---

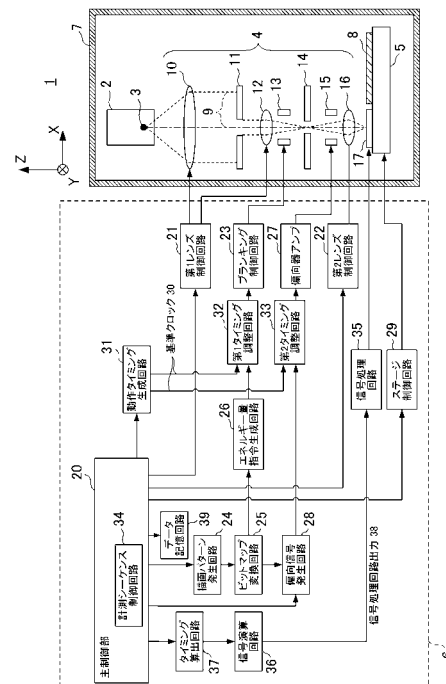
(54) 【発明の名称】 荷電粒子線描画装置、およびそれを用いた物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】ブランキング偏向器と位置制御偏向器との動作タイミングを高速、かつ高精度に調整し、描画スループットの向上に有利となる荷電粒子線描画装置を提供する。

【解決手段】荷電粒子線描画装置1は、荷電粒子線を用いて基板にパターンを描画する。荷電粒子線描画装置1は、荷電粒子線の照射に応じた電荷量を検出する検出部17と、荷電粒子線の照射方向に沿って配置され、荷電粒子線を偏向可能な第1および第2の偏向器13、15と、第1および第2の偏向器13、15を御する制御部6とを備える。制御部6は、荷電粒子線の検出部17への照射と非照射とを切り替えるための信号を所定のタイミングで第1および第2の偏向器13、15に送信し、該信号に応じた検出部17の出力に基づいて、第1および第2の偏向器13、15の動作タイミングを調整する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

荷電粒子線を用いて基板にパターンを描画する荷電粒子線描画装置であって、
前記荷電粒子線の照射に応じた電荷量を検出する検出部と、
前記荷電粒子線の照射方向に沿って配置され、前記荷電粒子線を偏向可能な第 1 および第 2 の偏向器と、

前記第 1 および第 2 の偏向器を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記荷電粒子線の前記検出部への照射と非照射とを切り替えるための信号を所定のタイミングで前記第 1 および第 2 の偏向器に送信し、該信号に応じた前記検出部の出力に基づいて、前記第 1 および第 2 の偏向器の動作タイミングを調整することを特徴とする荷電粒子線描画装置。

10

【請求項 2】

前記制御部は、基準クロックに同期して前記第 1 および第 2 の偏向器を偏向させ、

前記検出部の出力に基づいて、同じ前記基準クロックに同期させた場合の前記第 1 および第 2 の偏向器の動作開始タイミングのずれ時間を算出し、該ずれ時間を補間するように前記第 1 および第 2 の偏向器の動作タイミングを調整することを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記第 1 および第 2 の偏向器を異なる位相で偏向させたときの前記検出部の出力に基づいて、前記ずれ時間を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の荷電粒子線描画装置。

20

【請求項 4】

前記制御部は、描画シーケンスと、該描画シーケンスとは異なる計測シーケンスとを実行し、該計測シーケンスにおいて前記第 1 および第 2 の偏向器の動作タイミングを調整することを特徴とする請求項 2 に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記計測シーケンスにおいて、前記描画シーケンスとは異なる位相またはデューティ比で前記偏向器を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 6】

前記基板を保持して移動可能な基板保持部を備え、

前記検出部は、前記基板保持部に搭載されることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

30

【請求項 7】

前記検出部は、前記荷電粒子線の照射に応じた電流値を検出する電流検出部であることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置を用いて基板に描画を行う工程と、

前記工程で描画を行われた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。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子ビームなどの荷電粒子線を用いて基板に描画を行う描画装置、およびそれを用いた物品の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、半導体集積回路などのデバイスの製造に用いられる描画装置は、素子の微細化、回路パターンの複雑化、またはパターンデータの大容量化が進み、描画精度の向上と共に

50

描画スループットの向上が要求されている。これを実現させる方法の一つとして、複数の電子ビーム（荷電粒子線）を偏向させ、また、電子ビームの照射のON/OFFを個別に制御することで、所定の描画データを被処理基板の所定の位置に描画を行うマルチビーム方式の電子ビーム描画装置が知られている。ここで、この描画装置にてさらなる描画スループットの向上を目指すためには、電子ビームを高速、かつ高精度に偏向させることが必要となる。しかしながら、例えば、偏向アンプで電子ビームの照射位置を制御する位置制御偏向器を採用する場合、この位置制御偏向器の駆動時には、その負荷に応じた出力電圧のセトリング時間（整定時間）が必要となる。また、このセトリング時間中に試料面へ電子ビームを照射すると描画結果に影響を及ぼす可能性があるため、この間はブランキング偏向器を作動させ、電子ビームの照射が行われなければならない。そこで、

10
ブランキング偏向器が作動を開始する時間は、電子ビームの照射位置を移動する際に位置制御偏向器へ電圧を印加するタイミングと一致することが望ましい。例えば、特許文献1は、上記のタイミングを変えて描画されたパターンの線幅を比較し、予め定められた線幅のずれ量の許容範囲から適正なタイミングを決定する荷電粒子線描画装置および描画方法を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-88202号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に示す描画方法では、上記タイミングを調整するために、被処理基板への描画および現像などのさらなる工程を実施する必要がある。

【0005】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、ブランキング偏向器と位置制御偏向器との動作タイミングを高速、かつ高精度に調整し、描画スループットの向上に有利となる荷電粒子線描画装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は、荷電粒子線を用いて基板にパターンを描画する荷電粒子線描画装置であって、荷電粒子線の照射に応じた電荷量を検出する検出部と、荷電粒子線の照射方向に沿って配置され、荷電粒子線を偏向可能な第1および第2の偏向器と、第1および第2の偏向器を制御する制御部と、を備え、該制御部は、荷電粒子線の検出部への照射と非照射とを切り替えるための信号を所定のタイミングで第1および第2の偏向器に送信し、該信号に応じた検出部の出力に基づいて、第1および第2の偏向器の動作タイミングを調整することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ブランキング偏向器と位置制御偏向器との動作タイミングを高速、かつ高精度に調整し、描画スループットの向上に有利となる荷電粒子線描画装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る荷電粒子線描画装置の構成を示す図である。

【図2】第1実施形態に係るタイミング調整工程を時系列で説明する図である。

【図3】第1実施形態に係るタイミング調整工程を示すフローチャートである。

【図4】第2実施形態に係るタイミング調整工程を時系列で説明する図である。

【図5】第2実施形態に係るタイミング調整工程を示すフローチャートである。

【図6】第3実施形態に係るタイミング調整工程を時系列で説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 7】第 3 実施形態に係るタイミング調整工程を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を実施するための形態について図面等を参照して説明する。

【0010】

(第 1 実施形態)

まず、本発明の第 1 実施形態に係る荷電粒子線描画装置（以下、単に「描画装置」と表記する）について説明する。以下、各実施形態における描画装置は、単数または複数の電子ビーム（荷電粒子線）を偏向させて電子ビームの照射の ON / OFF（照射と非照射）を個別に制御することで、所定の描画データを被処理基板（基板）の所定の位置に描画するものとする。ここで、荷電粒子線は、本実施形態のような電子線に限定されず、イオン線（イオンビーム）などの他の荷電粒子線であってもよい。図 1 は、一実施形態に係る描画装置 1 の構成を示す図である。また、以下の図においては、被処理基板に対する電子ビームの照射方向に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内に互いに直交する X 軸および Y 軸を取っている。この描画装置 1 は、電子銃 2 と、該電子銃 2 のクロスオーバ 3 から発散した電子ビームを複数の電子ビームに分割、偏向、および結像させる光学系 4 と、被処理基板を保持する基板ステージ 5 と、描画装置 1 の各構成要素の動作などを制御する制御部 6 とを備える。なお、電子ビームは、大気圧雰囲気ではすぐに減衰し、また、高電圧による放電を防止する意味もかねて、上記構成要素は、真空チャンバ 7 内に設置され、特に電子銃 2 および光学系 4 の設置空間は、高い真空度に保たれている。また、本実施形態における被処理基板 8 は、例えば、単結晶シリコンからなるウエハであり、表面上には感光性のレジストが塗布されている。

10

20

【0011】

電子銃 2 は、熱や電界の印加により電子ビームを放出する機構であり、図中、クロスオーバ 3 から放出された電子ビームの軌道 9 を点線で示している。光学系 4 は、電子銃 2 から基板ステージ 5 に向けて順に、コリメーターレンズ 10、アパーチャレイ 11、第 1 静電レンズ 12、ブランキング偏向器アレイ 13、ブランキングアパーチャ 14、偏向器 15 および第 2 静電レンズ 16 を備える。まず、コリメーターレンズ 10 は、電磁レンズで構成され、クロスオーバ 3 で発散した電子ビームを平行ビームとする光学素子である。アパーチャレイ 11 は、マトリクス状に配列した複数の円形状の開口を有し、コリメーターレンズ 10 から入射した電子ビームを複数の電子ビームに分割する機構である。第 1 静電レンズ 12 は、円形状の開口を有する 3 枚の電極板（図中、3 枚の電極板を一体で示している）から構成され、ブランキングアパーチャ 14 に対して電子ビームを結像させる光学素子である。ブランキング偏向器アレイ 13 およびブランキングアパーチャ 14 は、共にマトリクス状に配置され、各電子ビームの照射の ON（非ブランキング状態）/ OFF（ブランキング状態）動作を実施する機構である。ここで、ブランキングアパーチャ 14 は、第 1 静電レンズ 12 が最初に電子ビームのクロスオーバを形成する位置に配置される。以下、ブランキング偏向器アレイ 13 は、このブランキング偏向器アレイ中の個別に電子ビームの照射の ON / OFF を切り替える部分として、単に「ブランキング偏向器（第 1 の偏向器）13」と表記する。偏向器（位置制御偏向器、第 2 の偏向器）15 は、基板ステージ 5 上に載置された被処理基板 8 の表面上の像を X 方向に偏向する機構である。このように、本実施形態の光学系 4 では、ブランキング偏向器 13 と偏向器 15 との 2 つの偏向器を採用する。さらに、第 2 静電レンズ 16 は、ブランキングアパーチャ 14 を通過した電子ビームを被処理基板 8 に結像させるか、または、後述する基板ステージ 5 上の電子ビーム検出部 17 に対して元のクロスオーバ 3 の像を結像させる光学素子である。

30

40

【0012】

基板ステージ（基板保持部）5 は、被処理基板 8 を静電吸着などにより保持し、かつ X-Y 平面内を電子ビームの照射位置に対して移動可能とする。また、基板ステージ 5 は、電子ビームの照射に応じた電荷量を検出する電子ビーム検出部（検出部）17 を搭載する。なお、本実施形態の電子ビーム検出部 17 としては、電子ビームを検出し、その電流値を

50

出力する電流検出部とする。また、電子ビーム検出部 17 の設置位置は、電子ビームの入射を妨げず、かつ、基板ステージ 5 と同移動する部位であればよい。本実施形態の電子ビーム検出部 17 は、図 1 に示すように基板ステージ 5 における被処理基板 8 を載置する表面上の端部の一領域に設置しているが、例えば、基板ステージ 5 の側面に設置する構成もあり得る。

【0013】

制御部 6 は、描画装置 1 の描画に関わる各構成要素の動作を制御する各種制御回路と、各制御回路を統括する主制御部 20 とを有する。まず、第 1 レンズ制御回路 21 は、コリメーターレンズ 10、および第 1 静電レンズ 12 の動作を制御し、一方、第 2 レンズ制御回路 22 は、第 2 静電レンズ 16 の動作を制御する。ブランキング制御回路 23 は、描画パターン発生回路 24、ビットマップ変換回路 25、およびエネルギー量指令生成回路 26 により生成されるブランキング信号に基づいてブランキング偏向器 13 の動作を制御する。偏向器アンプ（位置制御偏向器アンプ）27 は、偏向信号発生回路 28 により生成される偏向信号に基づいて偏向器 15 の動作を制御する。ステージ制御回路 29 は、基板ステージ 5 の X Y 方向の駆動を制御する。特に、パターン描画中は、ステージ制御回路 29 は、被処理基板 8（基板ステージ 5）を Y 方向に連続的にスキャンさせる。このとき、偏向器 15 は、レーザ測長器などの基板ステージ 5 の測長結果を基準として、被処理基板 8 の表面上の像を X 方向に偏向させ、ブランキング偏向器 13 は、描画に必要なタイミングに同期するように電子ビームの照射の ON/OFF を実施する。このブランキング偏向器 13 による電子ビームの ON/OFF 動作は、一般の位置制御偏向器のビーム位置偏向動作に比べて非常に高速である。

【0014】

また、制御部 6 は、ブランキング制御回路 23 および偏向器アンプ 27 のそれぞれに対して、主制御部 20 からの動作開始命令に基づいて基準クロック 30 を供給する動作タイミング生成回路 31 を有する。また、制御部 6 は、エネルギー量指令生成回路 26 とブランキング制御回路 23 との間および偏向信号発生回路 28 と偏向器アンプ 27 との間に、それぞれ第 1 タイミング調整回路 32 および第 2 タイミング調整回路 33 を含む。この第 1 および第 2 タイミング調整回路 32、33 は、動作タイミング生成回路 31 からの基準クロック 30 を受けて適切なタイミングを生成し、それぞれブランキング制御回路 23 および偏向器アンプ 27 にクロックを供給（送信）するタイミング調整手段である。また、主制御部 20 は、その内部に計測シーケンス制御回路 34 を含む。この計測シーケンス制御回路 34 は、第 1 および第 2 タイミング調整回路 32、33 に設定するパラメータを決定する際に、それぞれブランキング制御回路 23 および偏向器アンプ 27 に対して計測シーケンスを指示するシーケンス制御手段である。ここで、「計測シーケンス」とは、通常の描画シーケンスとは異なるシーケンスであり、例えば、後述するような異なる位相、または異なるデューティ比にて動作させるシーケンスを示す。また、制御部 6 は、信号処理回路 35 と、信号演算回路 36 と、タイミング算出回路 37 とを有する。信号処理回路 35 は、計測シーケンスで動作した際に、電子ビーム検出部 17 からの信号（電流値）を検知する。信号演算回路 36 は、信号処理回路 35 からの信号出力（信号処理回路出力）38 に基づいて、例えば、信号処理回路 35 が積分器である場合の積分値を算出する。また、タイミング算出回路 37 は、さらに信号出力 38 に基づいてブランキング制御回路 23 および偏向器アンプ 27 の動作のずれ時間を算出し、第 1 および第 2 タイミング調整回路 32、33 のパラメータとして設定するタイミング算出手段である。さらに、制御部 6 は、主制御部 20 が統括して描画動作などを実行させる際に使用する各種データや、各種制御回路などに関わるデータを記憶するデータ記憶回路 39 を含む。

【0015】

次に、描画装置 1 の動作について説明する。偏向器 15 として位置制御偏向器を採用する場合、上述のように、偏向器 15 の駆動時には、その負荷に応じた出力電圧のセトリング時間（目標とする偏向位置に整定する整定時間）を要する。したがって、このセトリング時間中に被処理基板 8 に対して電子ビームを照射すると、描画結果に影響を及ぼす可能

性がある。そこで、本実施形態では、ブランキング偏向器 13 が作動を開始するタイミングと、電子ビームの照射位置を移動する際に偏向器 15 に対して電圧を与えるタイミングとを適宜調整することで、セトリング時間中の被処理基板 8 への照射を回避させる。

【0016】

図 2 は、本実施形態に係るタイミング調整工程を時系列で示す説明図である。図 2 において、基準クロックは、動作タイミング生成回路 31 から供給される周期 T の上記基準クロック 30 を示す。また、BLA クロックは、第 1 タイミング調整回路 32 が基準クロックのタイミングを調整してブランキング制御回路 23 に供給するクロックを示す。一方、偏向器クロックは、第 2 タイミング調整回路 33 が基準クロックのタイミングを調整して偏向器アンプ 27 に供給するクロックを示す。また、BLA 信号は、BLA クロックの立ち上がりエッジに同期し、ブランキング偏向器 13 の ON / OFF を切り替える信号を示す。一方、偏向器信号は、偏向器クロックの立ち上がりエッジに同期し、偏向器 15 の ON / OFF を切り替える信号を示す。また、BLA 電圧は、BLA 信号を受けてブランキング偏向器 13 に対して出力する電圧を示す。一方、偏向器電圧は、偏向器信号を受けて偏向器 15 に対して出力する電圧を示す。さらに、本実施形態では、信号処理回路 35 を積分器とし、図 2 において、この場合の積分値出力も表記する。

10

【0017】

図 3 は、タイミング調整工程の流れを示すフローチャートである。なお、以下の説明において記載するポイント p1 ~ p10 は、図 2 における各ポイント（指示位置）に対応している。まず、主制御部 20 は、ステージ制御回路 29 を介して基板ステージ 5 を駆動させ、電子ビームが偏向器 15 の偏向可能な幅より十分小さい偏向量で入射する位置に電子ビーム検出部 17 を移動する（ステップ S301）。次に、制御部 6 は、電子ビーム検出部 17 と電子ビームの初期位置との距離 D1 を計測する（ステップ S302）。この距離 D1 は、例えば、主制御部 20 が電子ビームの照射を ON としたまま基板ステージ 5 を移動させ、電子ビーム検出部 17 が電子ビームを検知するまでの基板ステージ 5 の移動量に基づいて算出することができる。次に、計測シーケンス制御回路 34 は、偏向器 15 に関し、ステップ S302 にて計測された距離 D1 の 2 倍の距離を 1 クロックでの偏向量 D2 として偏向信号発生回路 28 に設定する（ステップ S303）。同時に、計測シーケンス制御回路 34 は、ブランキング偏向器 13 に関し、エネルギー量指令生成回路 26 の出力をフルドーズ（周期 T の時間分）となるように描画パターン発生回路 24 に設定する。

20

30

【0018】

次に、動作タイミング生成回路 31 は、基準クロックの出力を開始する（ステップ S304）。ここで、基準クロックは、第 1 および第 2 タイミング調整回路 32、33 を介し、それぞれブランキング制御回路 23 および偏向器アンプ 27 に供給される。まず、ブランキング制御回路 23 は、BLA クロック 1（基準クロックのクロック 1 に対応）の入力により、ブランキング偏向器 13 に対して ON に相当する電圧を出力する（p1：ステップ S305）。一方、偏向器アンプ 27 は、偏向器クロック 1（基準クロックのクロック 1 に対応）の入力により、偏向器 15 に対して偏向量 D2 に相当する電圧を出力する（p2：ステップ S306）。ここで、図 2 における偏向器電圧の立ち上がり部の傾斜は、縦軸が立ち上がり時間、横軸がセトリング時間に対応している。次に、ブランキング制御回路 23 は、BLA クロック 2（基準クロックのクロック 2 に対応）の入力により、ブランキング偏向器 13 に対して OFF に相当する電圧を出力する（p3：ステップ S307）。一方、偏向器アンプ 27 は、偏向器クロック 2（基準クロックのクロック 2 に対応）の入力により、偏向器 15 に対して偏向量 D2 に相当するマイナス電圧を出力する（p4：ステップ S308）。このステップ S305 ~ S308 において、電子ビーム検出部 17 は、ブランキング偏向器 13 が ON（非ブランキング状態）で、かつ、偏向器 15 が電子ビーム検出部 17 の受光部に対して電子ビームを偏向している状態である時間だけ電流を検知する。この場合の検知時間は、図 2 に示す時系列でいう p1 から、p4 を過ぎた偏向器電圧の立ち下がり部の 1 / 2 の位置（電子ビーム検出部 17 の入射位置に対応）p5 までの時間となる。そして、信号演算回路 36 は、この検知した電流を受けて信号処理回路

40

50

35が出力する信号出力38の値である積分値Aを算出する(第1積分値算出工程:ステップS309)。次に、ブランキング制御回路23は、BLAクロック3(基準クロックのクロック3に対応)の入力により、ブランキング偏向器13に対してONに相当する電圧を出力する(p6:ステップS310)。一方、偏向器アンプ27は、偏向器クロック3(基準クロックのクロック3に対応)が入力されると、偏向器15に対してOFFのまま、すなわち、停止した状態(偏向量がゼロ)に相当する電圧を出力する(p7:ステップS311)。次に、ブランキング制御回路23は、BLAクロック4(基準クロックのクロック4に対応)の入力により、ブランキング偏向器13に対してOFFに相当する電圧を出力する(p8:ステップS312)。一方、偏向器アンプ27は、偏向器クロック4(基準クロックのクロック4に対応)の入力により、偏向器15に対して偏向量D2に相当する電圧を出力する(p9:ステップS313)。このステップS310~S313においても、電子ビーム検出部17は、ブランキング偏向器13がON(非ブランキング状態)で、かつ、偏向器15が電子ビーム検出部17の受光部に対して電子ビームを偏向している状態である時間だけ電流を検知する。この場合の検知時間は、図2に示す時系列でいうp9を過ぎた偏向器電圧の立ち上がり部の1/2の位置p10から、p8までの時間となる。そして、信号演算回路36は、ステップS309における第1積分値算出工程と同様に、この電流を受けて信号処理回路35が出力する信号出力38の値である積分値Bを算出する(第2積分値算出工程:ステップS314)。

10

【0019】

次に、タイミング算出回路37は、ステップS309およびS314にて取得した積分値Aおよび積分値Bに基づいて、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作タイミングのずれを算出する(ステップS315)。具体的には、タイミング算出回路37は、上記のように基準クロックの周期をTとした場合、以下の式(1)によりブランキング偏向器13と偏向器15との動作時間のずれ量 t_{error} を算出することができる。

20

$$t_{\text{error}} = T \times \text{積分値B} / (\text{積分値A} + \text{積分値B}) \quad (1)$$

ここで、式(1)における(積分値A+積分値B)は、ブランキング偏向器13と偏向器15とが完全に同期していると仮定したときの電流値を示す。一方、式(1)における積分値Bは、ブランキング偏向器13および偏向器15のそれぞれの動作周期がクロック周期Tと同等であるので、ブランキング偏向器13と偏向器15とのずれ量の積分値となる。すなわち、式(1)における積分値B/(積分値A+積分値B)は、全体に対してのずれの割合を示すことになる。したがって、式(1)に示すように、この割合に対して周期Tをかければ、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作時間のずれ量となる。

30

【0020】

なお、BLAクロックを供給する第1タイミング調整回路32、および偏向器クロックを供給する第2タイミング調整回路33のそれぞれに対して設定するパラメータは、以下の方法で決定する。まず、タイミング算出回路37は、予め実験的に求めた偏向器15のセトリング時間を t_1 とすると、例えば、以下の式(2)に示すような演算により、パラメータ設定値を決定することができる。これに対して、さらに動作タイミングの同期を実現したい場合には、例えば、以下の式(3)に示すように、予め単体で計測して得られた偏向器15の目標位置の50%の位置への到達時間 t_p を適用すればよい。

40

$$\text{パラメータ設定値} = t_{\text{error}} - (t_1 / 2) \quad (2)$$

$$\text{パラメータ設定値} = t_{\text{error}} - (t_1 - t_p) \quad (3)$$

【0021】

以上のように、本実施形態の描画装置1は、被処理基板8に対する描画処理の前に、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作時間のズレ量に基づいて、第1および第2タイミング調整回路32、33のそれぞれに設定するパラメータを算出しておく。これにより、描画処理工程では、上記ずれ量で表されるずれ時間を補間することで、ブランキング偏向器13の動作開始タイミングと、電子ビームの照射位置を移動する際に偏向器15に対して電圧を与えるタイミングとが一致する。したがって、セトリング時間中の被処理基板8への照射を回避させることができる。すなわち、ブランキング偏向器13と偏向器1

50

5 との動作タイミングを高速、かつ高精度に調整し、描画スループットの向上に有利となる描画装置を提供することができる。

【0022】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る描画装置について説明する。本実施形態の描画装置の特徴は、第1実施形態に示したタイミング調整工程の変形例であり、あるクロックの次のクロックの動作時にエネルギー量指令生成回路26の出力がフルドーズの1/2になるように描画パターン発生回路24に設定する点にある。なお、本実施形態に係る描画装置の構成は、図1に示す第1実施形態に係る描画装置1の構成と同一であるため、以下の説明では同一構成のものには同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。図4は、上記第1実施形態に係る図2に対応した本実施形態に係るタイミング調整工程を時系列で示す説明図である。また、図5は、上記第1実施形態に係る図3に対応した本実施形態の描画装置におけるタイミング調整工程の流れを示すフローチャートである。なお、図5におけるステップS501~S509の各工程は、図3におけるステップS301~S309の各工程にそれぞれ対応した同一工程であるため、説明を省略する。また、ステップS509の第1積分値算出工程にて算出される積分値は、第1実施形態の表記(積分値A)との差別化から、積分値Cと表記する。

10

【0023】

この場合、図5のステップS509にて信号演算回路36が積分値Cを算出した後、ブランキング制御回路23は、BLAクロック3の入力により、ブランキング偏向器13に対してONに相当する電圧をフルドーズの1/2に相当した時間出力する。その後、ブランキング制御回路23は、ブランキング偏向器13に対してOFFに相当する電圧を出力する。(p6:ステップS510)。一方、偏向器アンプ27は、偏向器クロック3が入力されると、偏向器15に対して偏向量D2に相当する電圧を出力する(p7:ステップS511)。次に、ブランキング制御回路23は、BLAクロック4の入力により、ブランキング偏向器13に対してOFFに相当する電圧を出力する(p8:ステップS512)。一方、偏向器アンプ27は、偏向器クロック4の入力により、偏向器15に対して偏向量D2に相当するマイナス電圧を出力する(p9:ステップS513)。ここで、このステップS510~S513においても、電子ビーム検出部17は、ブランキング偏向器13がONで、かつ、偏向器15が電子ビーム検出部17の受光部に対して電子ビームを偏向している状態である時間だけ電流を検知する。この場合の検知時間は、図4に示す時系列でいうp6からp8までの時間となる。そして、信号演算回路36は、この電流を受けて信号処理回路35が出力する信号出力38の値である積分値Dを算出する(第2積分値算出工程:ステップS514)。

20

30

【0024】

次に、タイミング算出回路37は、第1実施形態と同様に、ステップS509およびS514にて取得した積分値Cおよび積分値Dに基づいて、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作タイミングのずれを算出する(ステップS515)。本実施形態では、基準クロックの周期をT、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作時間のずれ量t_{err}、また、単位時間当たりの電子ビームの照射量をSとした場合、積分値CおよびDに係る以下の式(4)および(5)が成り立つ。

40

$$\text{積分値 } C = S \times (T - t_{\text{err}}) \quad (4)$$

$$\text{積分値 } D = S \times (T / 2) \quad (5)$$

ここで、式(4)および(5)より、t_{err}に係る以下の式(6)が得られる。

$$t_{\text{err}} = T - [\text{積分値 } C / \{\text{積分値 } D / (T / 2)\}] \quad (6)$$

したがって、タイミング算出回路37は、式(6)によるt_{err}を第1実施形態にて示した式(2)や(3)に代入することで、第1および第2タイミング調整回路32、33の各パラメータを決定することができる。このように、本実施形態によれば、第1実施形態の描画装置1と同様の効果を奏する。

【0025】

50

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態に係る描画装置について説明する。本実施形態の描画装置の特徴は、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作タイミングが第1実施形態とは逆、すなわち、ブランキング偏向器13の方が偏向器15よりも早く動作する場合に適用可能となる点にある。なお、本実施形態に係る描画装置の構成も、図1に示す第1実施形態に係る描画装置1の構成と同一であるため、以下の説明では同一構成のものには同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。図6は、上記第1実施形態に係る図2に対応した本実施形態に係るタイミング調整工程を時系列で示す説明図である。また、図7は、上記第1実施形態に係る図3に対応した本実施形態の描画装置におけるタイミング調整工程の流れを示すフローチャートである。なお、図7におけるステップS701～S713の各工程は、図3におけるステップS301～S313の各工程にそれぞれ対応した同一工程であるため、説明を省略する。また、ステップS709の第1積分値算出工程にて算出される積分値は、第1実施形態の表記(積分値A)との差別化から、積分値Eと表記する。

10

【0026】

ここで、第1実施形態に係る図3のステップS310～S313では、電子ビーム検出部17は、ブランキング偏向器13がONで、かつ、偏向器15が電子ビーム検出部17の受光部に対して電子ビームを偏向している状態である時間だけ電流を検知する。これに対して、本実施形態のステップS710～S713では、ブランキング偏向器13がONの状態と、偏向器15が電子ビーム検出部17の受光部に対して電子ビームを偏向している状態とは重ならない。すなわち、ステップS710～S713の間に基づいて信号演算回路36が算出する積分値Fはゼロである。(第2積分値算出工程：ステップS714)。したがって、計測シーケンス制御回路34は、ステップS714にて取得する積分値の値により、ブランキング偏向器13と偏向器15とのどちらの動作タイミングの方が早いのか判断することができる。具体的には、計測シーケンス制御回路34は、積分値の値がゼロのときは、ブランキング偏向器13の方が早いと判断し、一方、積分値がある値を持つときは、偏向器15の方が早いと判断する。次に、ブランキング制御回路23は、BLAクロック5(基準クロックのクロック5に対応)の入力により、ブランキング偏向器13に対してONに相当する電圧を出力する(p10：ステップS715)。一方、偏向器アンプ27は、偏向器クロック5(基準クロックのクロック5に対応)の入力により、偏向器15に対して偏向量D2に相当するマイナス電圧を出力する(p11：ステップS716)。ここで、このステップS715およびS716においても、電子ビーム検出部17は、ブランキング偏向器13がONで、かつ、偏向器15が電子ビーム検出部17の受光部に対して電子ビームを偏向している状態である時間だけ電流を検知する。この場合の検知時間は、図6に示す時系列でいうp10から、p11を過ぎた偏向器電圧の立ち下がり部の1/2の位置p12までの時間となる。そして、信号演算回路36は、この電流を受けて信号処理回路35が出力する信号出力38の値である積分値Gを算出する(第3積分値算出工程：ステップS717)。

20

30

【0027】

次に、タイミング算出回路37は、積分値Fがゼロであるから、ステップS709およびS717にて取得した積分値Eおよび積分値Gを参照することで、ブランキング偏向器13と偏向器15との動作タイミングのずれを算出する(ステップS718)。この場合のブランキング偏向器13と偏向器15との動作時間のずれ量 t_{err} は、第1実施形態に係る式(1)と同様に、以下の式(7)により算出することができる。

40

$$t_{err} = T \times \text{積分値E} / (\text{積分値E} + \text{積分値G}) \quad (7)$$

このように、本実施形態によれば、ブランキング偏向器13の方が偏向器15よりも早く動作する場合でも、第1実施形態の描画装置1と同様の効果を奏する。

【0028】

(物品の製造方法)

本発明の実施形態に係る物品の製造方法は、例えば、半導体デバイスなどのマイクロデバイスや微細構造を有する素子などの物品を製造するのに好適である。該製造方法は、感

50

光剤が塗布された基板の該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、該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み得る。さらに、該製造方法は、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、パッケージングなど）を含み得る。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。

【 0 0 2 9 】

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ず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【 0 0 3 0 】

例えば、上記実施形態では、光学系 4 として第 1 タイミング調整回路 3 2 および第 2 タイミング調整回路 3 3 の 2 つの偏向器を採用したが、本発明は、さらに偏向器の設置数が多い場合でも適用可能である。また、上記実施形態では、2 つの偏向器のそれぞれに対してタイミング調整回路を持つ構成としているが、どちらか一方の偏向器にのみタイミング調整回路を有する構成としてもよい。

【 符号の説明 】

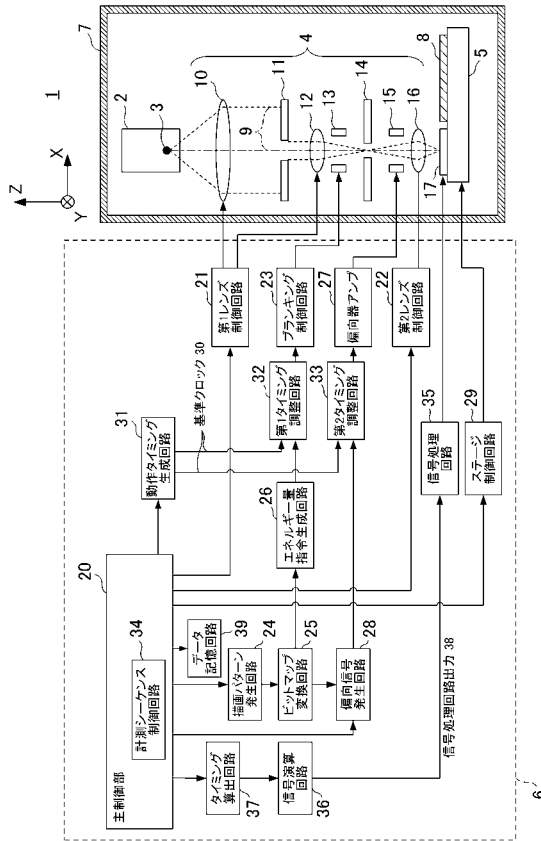
【 0 0 3 1 】

- 1 荷電粒子線描画装置
- 5 基板ステージ
- 6 制御部
- 8 被処理基板
- 1 3 ブランキング偏向器
- 1 5 偏向器
- 1 7 電子ビーム検出部
- 3 2 第 1 タイミング調整回路
- 3 3 第 2 タイミング調整回路
- 3 4 計測シーケンス制御回路
- 3 7 タイミング算出回路

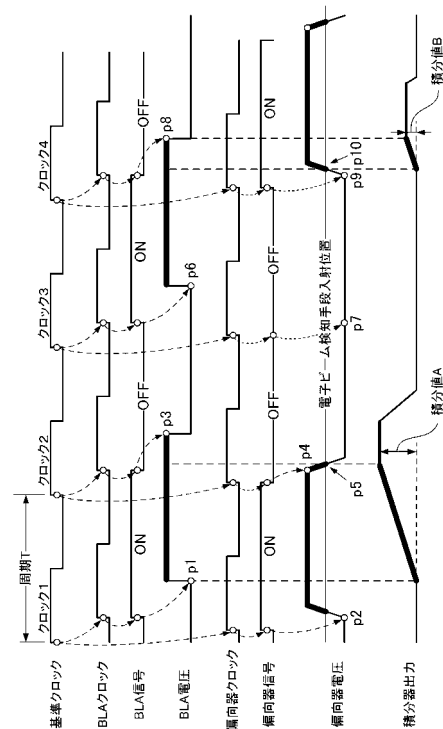
10

20

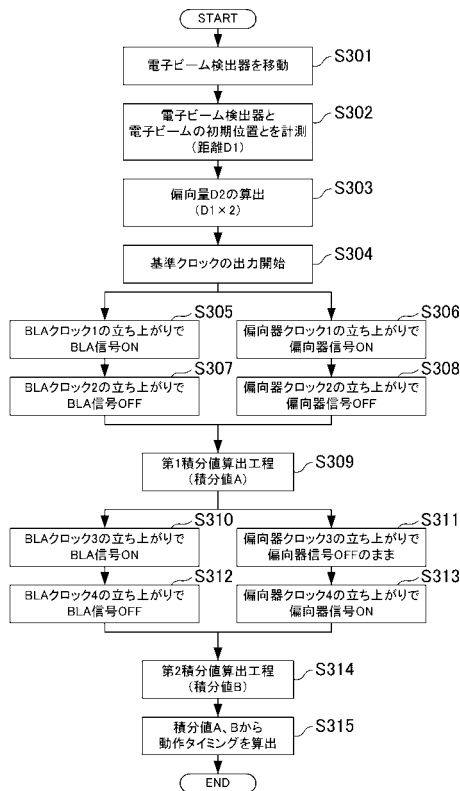
【図 1】



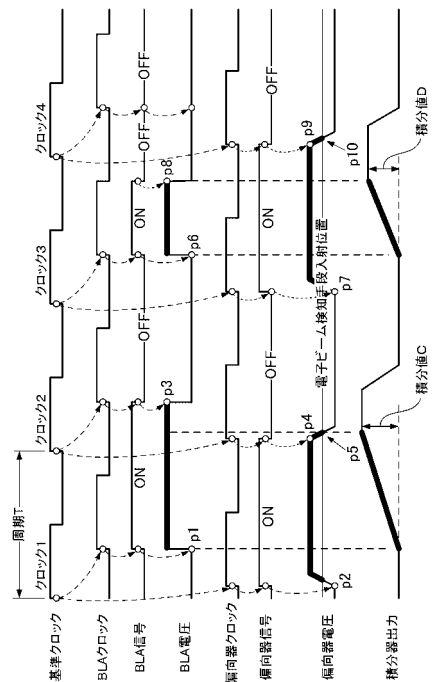
【図 2】



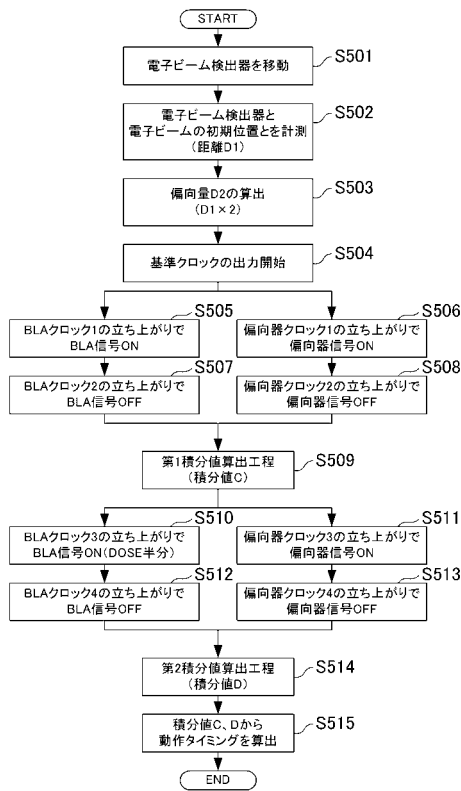
【図 3】



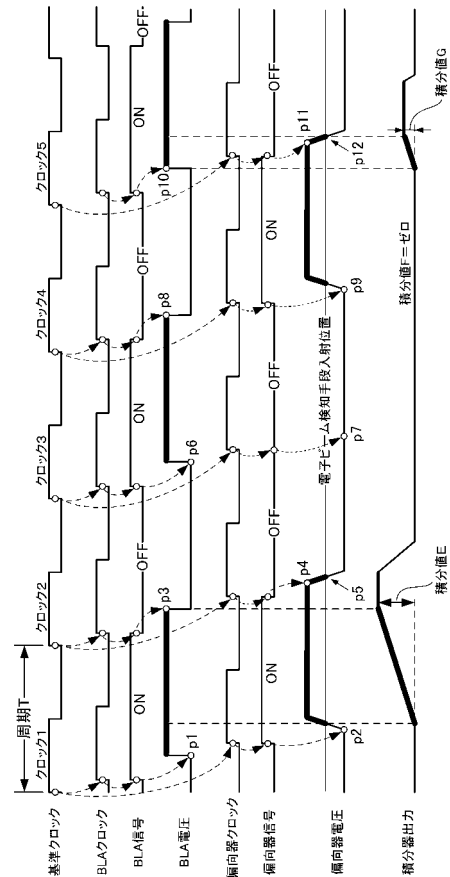
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

