

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5759186号  
(P5759186)

(45) 発行日 平成27年8月5日 (2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日 (2015.6.12)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 4 1 H

H O 1 J 37/305 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 4 1 W

H O 1 J 37/16 (2006.01)

H O 1 J 37/305 B

H O 1 J 37/09 (2006.01)

H O 1 J 37/16

H O 1 J 37/09 A

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-9199 (P2011-9199)  
 (22) 出願日 平成23年1月19日 (2011.1.19)  
 (65) 公開番号 特開2012-151305 (P2012-151305A)  
 (43) 公開日 平成24年8月9日 (2012.8.9)  
 審査請求日 平成26年1月17日 (2014.1.17)

(73) 特許権者 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 100076428  
 弁理士 大塚 康德  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (74) 代理人 100130409  
 弁理士 下山 治  
 (74) 代理人 100134175  
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線描画装置及びデバイス製造方法

(57) 【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、  
 前記荷電粒子線を偏向するブランキング偏向器と、  
 前記ブランキング偏向器で偏向された前記荷電粒子線を遮断可能なストップングアパーチャと、

前記ストップングアパーチャ上の第1領域に前記荷電粒子線が照射されて堆積された堆積物を分解する活性種を気体から生成するための触媒と、

前記触媒に前記気体を供給する供給機構と、  
 を備え、

前記堆積物を除去する除去動作では、前記荷電粒子線を偏向して前記荷電粒子線を照射する領域が、前記第1領域とは異なる第2領域に切り替えられ、かつ、前記供給機構によって前記気体を前記触媒に供給しながら、前記第2領域に前記荷電粒子線を照射することによって、少なくとも前記第2領域に位置する前記触媒によって前記気体から前記活性種が生成され、該生成された活性種により前記堆積物を分解して除去する、ことを特徴とする荷電粒子線描画装置。

【請求項 2】

前記第2領域は、前記ストップングアパーチャの前記ブランキング偏向器の側の面の一部を含む、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】

前記第 2 領域は、前記ストッピングアパーチャと前記ブランキング偏向器との間の位置を含む、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 4】

前記除去動作の間、前記ブランキング偏向器に前記描画動作の間とは異なる電圧を印加することにより前記荷電粒子線を前記第 2 領域に照射する、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 5】

前記除去動作の間、前記描画動作の間に前記ブランキング偏向器に印加する電圧とは逆極性の電圧を前記ブランキング偏向器に印加する、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】

前記除去動作の間、前記荷電粒子線を生成する荷電粒子線源に前記描画動作の間とは異なる加速電圧を印加することにより前記荷電粒子線を前記第 2 領域に照射する、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 7】

前記ブランキング偏向器による前記荷電粒子の偏向方向とは異なる方向に前記荷電粒子線を偏向する前記ブランキング偏向器とは別の偏向器をさらに備え、

前記除去動作の間、前記別の偏向器によって前記荷電粒子線を偏向することにより前記荷電粒子線を前記第 2 領域に照射する、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 8】

前記除去動作の間、前記別の偏向器及び前記ブランキング偏向器によって前記荷電粒子線を偏向して前記第 2 領域に照射する、ことを特徴とする請求項 7 に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 9】

前記触媒は、前記第 2 領域に加えて前記第 1 領域に配置されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 10】

前記触媒はプラチナである、ことを特徴とする請求項 9 に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 11】

前記気体は水素である、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線描画装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至請求項 11 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パターンを描画する工程と、

前記工程でパターンが描画された基板を現像する工程と、  
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、荷電粒子線描画装置及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の荷電粒子線を用いたマルチ荷電粒子ビーム描画装置は、既に提案されている。荷電粒子は大気中に存在する気体成分によっても吸収され、著しく減衰するため、荷電粒子線描画装置内は荷電粒子が減衰しない程度の真空中に保たれている。荷電粒子線描画装置内の真空雰囲気中には、主に炭素化合物や水を主成分とする気体はわずかなではあるが残留している。これらの残留している気体は、描画装置の内部で使用される部品やケーブル、有機材料部品などから発生する。また、描画対象であるウエハ上に塗布された感光剤（以降レジストと称す）に荷電粒子線が照射されることにより、レジストの分子状態が変化し、

10

20

30

40

50

その際に揮発成分が発生する。

【 0 0 0 3 】

前記の残留している気体は、描画装置内で用いられる部材表面上において、吸着と脱離を繰り返しているが、物理吸着のみで部材表面上に付着したり反応をおこしたりすることはない。しかし、ストッピングアパーチャのように荷電粒子線が照射されるところでは、照射箇所が発生した二次電子が主な原因となって、物理吸着していた気体が解離する。この解離された気体から生成された物質が部材表面上に堆積したり、生成した反応活性種により部材表面が変質したりすることがある。これらはコンタミネーションと呼ばれている。

【 0 0 0 4 】

10

コンタミネーションの中でも、主なものとして以下の2つの現象が挙げられる。1つは、残留している気体のうち炭素を含む成分が荷電粒子線描画装置を構成する部材表面上に物理吸着し、そこに荷電粒子線が照射されると炭素を含む成分が解離をおこし、部材表面上に炭素を含む物質が堆積していく現象である。他の1つは、荷電粒子線描画装置の部材表面上に吸着した水の成分が同じく荷電粒子線の照射により解離し、活性な酸素を生成して部材表面を酸化する現象である。

【 0 0 0 5 】

荷電粒子線描画装置の部材表面上に炭素を含む物質がある量を超えて堆積する、もしくは部材表面が酸化されると、堆積された又は酸化された部分の電気的特性が変化する。カーボンの付着あるいは表面の酸化によって、導体である部材のその部分の導電率が低下する。そこに更に荷電粒子線が照射されると、荷電粒子の電荷が行き場を失ってその部分に溜まり、その部分が電位を持つことになる。この部分的な電位発生により、荷電粒子線の通り道に本来設定されていない電場が形成され、荷電粒子線の軌道に少なからず影響を与えることになる。半導体素子の高集積化に伴い、描画位置の精度は数nm以下程度に要求されるため、このような電荷溜まりに起因する電場も無視できない。

20

【 0 0 0 6 】

これらのコンタミネーションのうち、表面の酸化については荷電粒子線描画装置の部材を耐酸化性材料で構成することで回避することが試みられている。一方、炭素等の堆積に関しては、程度の差はあっても堆積が避けられないと考えられ、堆積した炭素物質を除去することが試みられている。特許文献1には、リソグラフィ装置の炭素物質が堆積した部材の近傍に水素ガスを供給し、ラジカル形成デバイスによって水素ガスから水素ラジカルを生成させ、生成された水素ラジカルによって堆積された炭素物質を除去することが開示されている。特許文献1には、水素ラジカルを生成させるラジカル形成デバイスをホットフィラメント、プラズマ、放射線及び触媒の1つ以上とすることが開示されている。特許文献2には、荷電粒子線描画装置内の構造物を、光触媒作用を持つ物質で構成するか光触媒作用を持つ物質を表面に塗装することにより、これらの物質に荷電粒子ビームを照射することで、構造物に付着したコンタミネーションを分解することが開示されている。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

40

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 0 4 9 4 3 8 号公報

【 特許文献 2 】 特許第 3 0 4 7 2 9 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

ブランキング偏向器により偏向された荷電粒子線を遮断するストッピングアパーチャを用いて荷電粒子線の照射を制御する荷電粒子線描画装置において、炭素物質の堆積の影響が最も懸念される部材は、ストッピングアパーチャである。ストッピングアパーチャによって荷電粒子線を遮断する場合、ブランキング偏向器によって荷電粒子線を偏向してストッピングアパーチャ表面の所定位置に荷電粒子線を照射させる。この所定位置には、前述

50

したように残留ガス中の炭素化合物と荷電粒子又はその二次電子との相互作用により炭素物質が付着し堆積する。そこに更に荷電粒子線が照射されるため、炭素物質の表面が帯電し、部分的な電位が発生する。この電位により、遮断しない荷電粒子線つまり描画に必要な荷電粒子線の軌道上の電界に変化が生じ、荷電粒子線の軌道が設定された軌道から微妙にずれ、荷電粒子線の到達位置つまり描画位置がずれることになる。これによって描画精度が劣化し、装置の性能の低下を引き起こす。

#### 【 0 0 0 9 】

この対策として、堆積した炭素物質を除去する従来技術を適用しても課題が残る。特許文献 1 の技術でストッピングアパーチャの近傍に加熱フィラメントを設置するものでは、加熱フィラメントの輻射熱によりストッピングアパーチャの温度が上昇する。すると熱膨張によってストッピングアパーチャが変形を起こし、アパーチャの位置がずれてしまう。変形をおこしたストッピングアパーチャは、後から冷やしても精度良く元の状態に戻ることは難しく、場合によっては荷電粒子線の軌道にアパーチャ縁が重なってしまうことになりかねない。また、特許文献 1 の技術で加熱フィラメントの位置に触媒を有する部材を配置する場合、触媒を有する部材が荷電粒子線の通過を阻害するので、荷電粒子線による描画動作に支障が生じる。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明は、荷電粒子線による描画動作に支障を与えることなく、ストッピングアパーチャに堆積される汚染物質を効率よく除去す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】

#### 【 0 0 1 1 】

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、前記荷電粒子線を偏向するブランキング偏向器と、前記ブランキング偏向器で偏向された前記荷電粒子線を遮断可能なストッピングアパーチャと、前記ストッピングアパーチャ上の第 1 領域に前記荷電粒子線が照射されて堆積された堆積物を分解する活性種を気体から生成するための触媒と、前記触媒に前記気体を供給する供給機構と、を備え、前記堆積物を除去する除去動作では、前記荷電粒子線を偏向して前記荷電粒子線を照射する領域が、前記第 1 領域とは異なる第 2 領域に切り替えられ、かつ、前記供給機構によって前記気体を前記触媒に供給しながら、前記第 2 領域に前記荷電粒子線を照射することによって、少なくとも前記第 2 領域に位置する前記触媒によって前記気体から前記活性種が生成され、該生成された活性種により前記堆積物を分解して除去する、ことを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【 0 0 1 2 】

本発明によれば、荷電粒子線による描画動作に支障を与えることなく、ストッピングアパーチャに堆積される汚染物質を効率よく除去す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】

#### 【 0 0 1 3 】

【図 1】実施例 1 における電子ビーム描画装置の概略構成図。

【図 2】実施例 2 のブランキング偏向器部分の構成図。

【図 3】実施例 3 における電子ビーム描画装置の概略構成図。

【図 4】実施例 4 における電子ビーム描画装置の概略構成図。

【図 5】実施例 5 のブランキング偏向器部分の構成図。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【 0 0 1 4 】

本発明は、複数の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に適用可能であるが、複数の電子ビームを用いて基板にパターンを描画する電子ビーム描画装置に適用した例を説明する。

#### 【 0 0 1 5 】

## 【実施例１】

図１を用いて実施例１のマルチ電子ビーム描画装置の構成を説明する。電子銃（荷電粒子線源）１１は、クロスオーバ１２を形成する。符号１３，１４はクロスオーバ１２から発散した電子の軌道を示している。クロスオーバ１２から発散した電子は、電磁レンズで構成されたコリメーターレンズ１５の作用により平行ビームを生成し、アパーチャアレイ１６に入射する。アパーチャアレイ１６は、マトリクス状に配列された複数の円形状の開口を有し、入射した電子ビームは複数の電子ビームに分割される。

## 【００１６】

アパーチャアレイ１６を通過した電子ビームは、円形状の開口を有した３枚の電極板（図中では、３枚を一体で図示している）から構成される第１の静電レンズ１７に入射する。第１の静電レンズ１７が最初にクロスオーバ像を形成する位置に、開口がマトリクス状に配置されたストッピングアパーチャ１９が配置される。ストッピングアパーチャ１９は、ブランキング偏向器１８で偏向された電子ビームを遮断可能である。ストッピングアパーチャ１９での電子ビームのブランキング動作は、マトリクス状に電極を配置したブランキング偏向器１８により実行する。ブランキング偏向器１８は、ブランキング制御回路３２により制御され、ブランキング制御回路３２は描画パターン発生回路２９、ビットマップ変換回路３０、ブランキング指令生成回路３１によって生成されるブランキング信号により制御される。ストッピングアパーチャ１９を通過した電子ビームは、第２の静電レンズ２１により結像され、ウエハ又はマスクなどの試料（基板）２２上に元のクロスオーバ１２の像を結像する。

## 【００１７】

パターンを描画する描画動作では、試料２２はＸ方向にステージ２３により連続的に移動し、レーザ測長機などのステージ２３の測長結果を基準として、試料２２の表面上の像が偏向器２０でＹ方向に偏向され、かつブランキング偏向器１８でブランキングされる。偏向器２０は、偏向信号発生回路３３により発生される偏向信号を偏向アンプ３４に送信することによって制御される。コリメーターレンズ１５、第１の静電レンズ１７、第２の静電レンズ２１は、レンズ制御回路２８により制御され、全ての露光動作はコントローラ２７により統括される。コントローラ２７、レンズ制御回路２８、描画パターン発生回路２９、ビットマップ変換回路３０、ブランキング指令生成回路３１、ブランキング制御回路３２、偏向信号発生回路３３は、マルチ電子ビーム描画装置を制御する制御部を構成している。

## 【００１８】

本実施例における描画方式を説明する。電子源１１で生成された電子ビーム１３は、格子状の配置からＸ方向に相互に距離Ｌだけずれた千鳥配置となるように、アパーチャアレイ１６でＭ行Ｎ列に分割されている。パターン描画の際には、ステージ２３がＹ方向に連続的に移動する間に、試料面上で複数の電子ビームはＸ方向に走査可能な距離Ｌの範囲を画素単位で、偏向器２０により偏向を繰り返す。この距離Ｌは、偏向器２０の偏向ストロークにより決定される。また、この際のステージ速度は、レジスト感度と電子ビームの電流密度の値とから決定される。試料面をＹ方向に設定された距離だけ連続移動描画をした後、ステージ２３をＹ方向にステップアンドリピート移動して再びＹ方向への連続移動描画を行う。試料の折り返し位置では、Ｘ方向にステップアンドリピート移動して再びＹ方向への連続移動描画を行う。この動作を繰り返すことで試料２２の全面に対して電子ビーム描画を行う。

## 【００１９】

上記説明した描画動作において、試料２２に対して電子ビームのブランキング動作を行う場合、ブランキング偏向器１８によって電子ビームを変更し、ストッピングアパーチャ１９上に照射させる。その場合、前述したようにストッピングアパーチャ１９の表面で、装置内の炭素化合物の残留ガスと電子が反応して炭素物質からなるカーボンコンタミネーション２６が堆積する。炭素化合物から生成したカーボンコンタミネーション２６は金属に比較して導電性が良くないため、これが堆積した所に更に電子ビームが照射されると、

電子が逃げにくくなりカーボンコンタミネーション部分に電荷が溜まり、帯電してしまう。ストップングアパーチャ 19 の開口近傍の一部が帯電するとその周囲の電場に歪みが発生し、ストップングアパーチャ 19 を通過する電子ビームの軌道に影響を与えてしまう。これを防ぐ為には、カーボンコンタミネーション 26 の堆積物を定期的に除去する必要がある。本実施例においては、ストップングアパーチャ 19 のブランキング偏向器 18 の側の面の一部に触媒 26 が配置されている。そして、水素ガス（気体）を供給しながら電子ビームをカーボンコンタミネーション 26 近くに配置した触媒に照射することで、水素ガスから水素ラジカルを発生させて、カーボンコンタミネーション 26 を分解し、除去する。

#### 【0020】

図 1 は、カーボンコンタミネーション 26 除去を行うために水素ラジカル発生するときの電子ビーム描画装置の状態を示している。図 1 に示すように、ストップングアパーチャ 19 の表面で、かつ、描画動作で電子ビームが照射される領域のアパーチャ穴に対する反対側の領域に、触媒であるタングステン層 24 が配置されている。電子ビームを用いて描画動作を行っているうちに電子ビーム照射位置にカーボンコンタミネーション 26 が堆積する。カーボンコンタミネーション 26 がある一定の量、例えば厚さにして 50 nm 程度になったら、電子ビームの照射を止め、描画動作を一旦停止する。そして、ストップングアパーチャ 19 に堆積されたカーボンコンタミネーション 26 を除去する除去動作を実行する。まず、気体を供給する供給機構である水素ガス導入口 25 から水素ガスを  $10^{-2}$  ~ 10 Pa（例えば、1 Pa 程度）になるよう導入し、電子ビーム照射を再開する。このときブランキング偏向器 18 には、描画動作時と反対の電圧を一斉に加える。より具体的には、対の電極の片方は接地されているので、他方に印加する電圧と異なる電圧、具体的には逆極性の電圧を印加する。例えば通常描画時には +5 V の電圧を与えていたならば、-5 V の電圧を印加する。そうすることによって図 1 に示すように、電子ビーム 37 は描画動作の場合とは反対の方向に偏向され、ストップングアパーチャ 19 上のタングステン層 24 に照射される。

#### 【0021】

タングステン層 24 の表面では、当該表面に解離吸着していた水素が、電子ビームのエネルギーを得て原子状態で表面から離脱する。この原子状態の水素ラジカル（活性種）は活性が高く、付近に存在するカーボンコンタミネーション 26 と反応し、炭化水素ガスとなってストップングアパーチャ 19 の表面から離脱する。この反応によって、カーボンコンタミネーション 26 がストップングアパーチャ 19 から除去できる。図 1 に示すようにどの電子ビームも一斉に複数個所のタングステン層 24 に照射する。そのため、カーボンコンタミネーション 26 の近傍の全体で水素ラジカルを発生させることができ、効率良くカーボンコンタミネーション 26 を除去できる。この除去動作を一定時間行うことによって、カーボンコンタミネーション 26 が無くなるか少なくなる。そうすると、ストップングアパーチャ 19 の表面は帯電しなくなるので、描画動作を再開できる状態になる。その後、電子ビームの照射を再度一旦止め、水素ガスの供給を停止して装置内空間の真空度を上げた後に、描画動作を再開する。

#### 【0022】

このような除去動作は、カーボンコンタミネーション 26 の堆積量が大きくなったら行うが、ストップングアパーチャ 19 上のカーボンコンタミネーション 26 の堆積量をモニターするのは簡単ではないので、一定時間毎に行うようにしても良い。例えば、除去動作を毎日決まった時間に行っても良いし、数日おきに行っても良い。除去動作の間隔が短いほど、カーボンコンタミネーション 26 の堆積量が少ないので、除去動作に要する時間も少なくなる。本実施例では、触媒としてタングステンを使用した。同様の触媒作用のある材料であれば他でも良い。例えば、プラチナ、パラジウム、モリブデン、ニッケル、ルテニウムやこれらの合金や化合物を触媒として使用しても良い。また、カーボンコンタミネーション 26 を除去するために供給する気体は、水素に限らず、窒素、フッ素、酸素等も利用できる。さらに、本実施例はマルチ電子ビームを利用しているが、シングル電子ビ

10

20

30

40

50

ームにおいても同様に応用できる。

【 0 0 2 3 】

本実施例において、触媒は、描画動作のときに電子ビームが照射されないストッピングアパーチャ上の一部の位置に配置され、カーボンコンタミネーション 2 6 の除去動作のときに電子ビームを偏向することで触媒に電子ビームを照射する。本実施例では、通常の描画動作のときに触媒に電子ビームが照射されない。そのため、通常の描画動作では触媒にカーボンコンタミネーション 2 6 が付着せず、触媒の機能は低下しない。したがって、カーボンコンタミネーション 2 6 を除去するときに、機能が保全された触媒によって効率よく活性種を発生させることができる。

【 0 0 2 4 】

[ 実施例 2 ]

図 2 は、実施例 2 における電子ビーム描画装置のブランキング偏向器 1 8 およびストッピングアパーチャ 1 9 の近傍部分を 3 次元的に表現している。図 2 では、電子ビームを簡略して太線 1 本にて表示している。実施例 1 では、触媒に電子ビームを照射する際に、ブランキング偏向器 1 8 に通常の描画動作の場合とは逆極性の電圧をかけることで電子ビーム 4 1 の偏向方向を逆方向に変えた。この場合、ブランキング偏向器 1 8 に電圧を供給する系統に 2 種の電源を用意し、多数ある電極全てにスイッチング動作をさせる必要があり、ブランキング制御回路 3 2 に負荷がかかる。

【 0 0 2 5 】

そこで、実施例 2 では、カーボンコンタミネーション 2 6 を除去する場合にのみ利用する偏向電極 4 4 , 4 5 を別途設置することにより、電子ビームの偏向方向を一斉に制御する。図 2 に示すように、偏向電極 4 4 , 4 5 がブランキング偏向器 1 8 による偏向方向と異なる方向、例えばブランキング偏向器 1 8 による偏向方向と直交する方向に電子ビームを偏向できる偏向器を構成している。しかも、この偏向電極 4 4 , 4 5 は、多数の電子ビームの経路に対して電界を作用させる構成であるため、多数の電子ビームをまとめて偏向できる。

【 0 0 2 6 】

実施例 1 と同様に、ストッピングアパーチャ 1 9 の各開口 4 9 の - X 方向に存在するカーボンコンタミネーション 2 6 が許容量を超えて堆積したら、描画動作を停止し、除去動作を開始する。カーボンコンタミネーション 2 6 の除去動作では、まず、水素ガスを水素ガス導入口 2 5 から導入しながら偏向電極 4 4 , 4 5 間に電圧 4 6 を加えて電子ビーム 4 1 , 4 2 , 4 3 を一斉に - Y 方向に偏向させる。偏向の方向は通常の描画時の偏向方向 ( - X 方向 ) に対して 9 0 度の - Y 方向である。図 2 に示すように、この偏向によって電子ビーム 4 1 , 4 2 , 4 3 が照射されるストッピングアパーチャ 1 9 上の - Y 方向における周縁領域に帯状のタングステン層 2 4 が形成されている。

【 0 0 2 7 】

除去動作を数多く繰り返すことによって、タングステン層 2 4 に酸化、コンタミネーションの付着、表面荒れなどが生じることもありうる。そのような場合、偏向電極 4 4 , 4 5 間に電圧をかけると同時に、ブランキング偏向器 1 8 に描画に利用する際の電圧を印加する。そうすると電子ビームの照射位置が、例えば描画動作時の電子ビームの偏向方向に対して 4 5 度の方向に偏向されることになる。タングステン層 2 4 は帯状に形成されているので、こうすることでタングステン層 2 4 の触媒作用が高い領域に電子ビームを照射することができる。

【 0 0 2 8 】

実施例 2 では、ブランキング偏向器 1 8 とストッピングアパーチャ 1 9 との間に電子ビームを触媒の表面に偏向する偏向電極 4 4 , 4 5 を別途設置する。これにより、実施例 2 では、ブランキング制御回路 3 2 への負担をなくし、多数の電子ビームを一括して触媒の表面に偏向できるという作用がある。

【 0 0 2 9 】

[ 実施例 3 ]

10

20

30

40

50

図3を用いて実施例3における電子ビーム描画装置を説明する。実施例3では、触媒であるプラチナの層51を、ストッピングアパーチャ19のブランキング偏向器18の側の面の、描画動作で電子ビームが照射されない領域に加えて、描画動作で電子ビームが照射される領域に配置する。例えば、ストッピングアパーチャ19の表面全体にプラチナ層51を設置する。プラチナは導電性の良好な金属であり、かつ耐酸化性もあるので、ストッピングアパーチャ19の表面材料に適している。ストッピングアパーチャ19の表面にプラチナを用いても、カーボンコンタミネーション26は付着し、堆積することは阻止できない。

#### 【0030】

通常の描画動作によってカーボンコンタミネーション26がストッピングアパーチャ19の表面に付着するが、実施例3では、カーボンコンタミネーション26が厚く（例えば10nm程度以上）堆積する前に除去動作を行う。装置内の炭素化合物の残留ガスの種類や量にもよるが、例えば1日の描画動作では、カーボンコンタミネーション26の堆積量は数nm程度であると予想される。

#### 【0031】

この場合、カーボンコンタミネーション26はストッピングアパーチャ19の表面全体に薄く均一に付着するわけではなく、島状に付着していることが多い。このような状況で、例えば水素ガス導入口25から水素ガスを1Pa程度になるように導入しながら電子ビーム37を照射する。そうすると、部分的に露出しているプラチナ層51の触媒作用によって水素ラジカルが生成され、水素ラジカルが、島状に付着しているカーボンコンタミネーション26と反応することが出来る。この方法では、カーボンコンタミネーション26がプラチナ層51の表面全体にわたって隙間無く堆積してしまったら除去効果が無くなるので、除去動作を頻繁に行う必要がある。

#### 【0032】

実施例3のメリットは、実施例1のような逆電圧回路や実施例2のような多数の電子ビームを一括して偏向する偏向電極44, 45を別途設置することなく、カーボンコンタミネーション26を除去できるという点である。また、実施例3の構成では通常の描画動作時のブランキング偏向器18をそのまま用いるため、描画動作時に水素ガスを微量導入することもできる。例えば、ストッピングアパーチャ19の近傍に水素ガスを $1 \times 10^{-3}$  Pa程度の圧力となるように導入する。

#### 【0033】

この程度の水素ガス雰囲気であれば、電子ビームへの影響はほとんど無い。このような状態で、通常の描画動作を進めると、ブランキングされた時に電子ビームがストッピングアパーチャ19に照射される。電子ビームが照射されるストッピングアパーチャ19の表面における炭素化合物の残留ガスが吸着していた箇所ではカーボンコンタミネーション26が付着し、水素が吸着していた箇所では水素ラジカルが生成される。この水素ラジカルがカーボンコンタミネーション26の堆積を抑制する。ただし、水素の供給量が少ないので、カーボンコンタミネーション26の堆積を無くすことは難しい。描画動作を行うときに水素供給量を増やし過ぎると、電子ビームの軌道や第1及び第2の静電レンズ17, 21の作用に良くない影響が生じる。

#### 【0034】

##### [実施例4]

図4を用いて実施例4における電子ビーム描画装置を説明する。実施例4では、触媒であるタングステン層24は、ストッピングアパーチャ19上で描画動作のときに電子ビーム37が照射される位置よりもさらに-X方向側に配置される。実施例4では、カーボンコンタミネーション26を除去する場合に電子ビーム13の加速電圧を変化させる。具体的な例としては、除去動作を行う場合、通常の描画動作時の加速電圧に対してその半分程度の加速電圧にする。このような状態で、水素ガス導入口25から水素ガスを導入しながら、ブランキング偏向器18によって電子ビーム37を偏向する。このときブランキング偏向器全てに偏向をかけ、電子ビームの軌道を曲げる。



## 【 0 0 3 5 】

電子ビームに対する加速電圧が半分程度なので、電子軌道の偏向量は倍程度になる。したがって、電子ビームはストッピングアパーチャ 19 上では描画動作のときに電子ビームが照射される場所すなわちカーボンコンタミネーション 26 が堆積した場所を越え、その先の触媒層 52 の部分に照射される。これにより、タングステン層 24 の表面で水素分子が活性化されて水素ラジカルが発生し、カーボンコンタミネーション 26 を効率良く除去することが出来る。なお、タングステン層 24 は実施例 3 と同様にストッピングアパーチャ 19 の表面全体にあっても良い。実施例 4 のメリットは、電子ビームの加速電圧を可変にすることによって、実施例 1 の逆電圧回路や実施例 2 の多数の電子ビームを一括して偏向する偏向電極 44, 45 を別途設置することなく、カーボンコンタミネーション 26 を除去できるという点である。

10

## 【 0 0 3 6 】

## 〔 実施例 5 〕

図 5 を用いて実施例 5 における電子ビーム描画装置を説明する。実施例 5 では、触媒をストッピングアパーチャ 19 上に層としては配置しない。ブランキング偏向器 18 とストッピングアパーチャ 19 との間の空間で、通常の描画動作では電子ビーム 41, 42, 43 が照射されない - Y 方向の位置に X 方向に延びるタングステンワイヤー 53 を設置する。本実施例では、さらに、実施例 2 にて説明した偏向電極 44, 45 と同等のものが、ブランキング偏向器 18 による通常の描画動作時の電子ビームの偏向方向と平行な方向 (X 方向) に設置されている。

20

## 【 0 0 3 7 】

カーボンコンタミネーション 26 を除去する場合には、水素ガス導入口 25 から水素ガスを導入しながら、この偏向電極 44, 45 によって電子ビームの軌道が - Y 方向に曲げられると、タングステンワイヤー 53 に電子ビーム 41, 42, 43 が照射される。そうすると、タングステンワイヤー 53 の表面で水素分子が活性化されて水素ラジカルとなり、その水素ラジカルによってカーボンコンタミネーション 26 を除去することができる。このとき、タングステンワイヤー 53 に数 V の正電圧を加えても良い。そうすることで、電子ビーム 41, 42, 43 がタングステンワイヤー 53 に集中して照射される。

## 【 0 0 3 8 】

実施例 5 のメリットは、ストッピングアパーチャ 19 に触媒層を配置しないので、ストッピングアパーチャ 19 の製造において触媒層の成膜工程を省ける。また、実施例 5 では、触媒に電子ビームを当てすぎて触媒が劣化しても、ストッピングアパーチャ 19 と触媒とが別部品なのでメンテナンスが容易である。実施例 5 では触媒としてタングステンワイヤー 53 を用いたが、マトリクス状の電子ビームの周期に対応したメッシュ状の構成でも良い。また、触媒はタングステンに限らない。

30

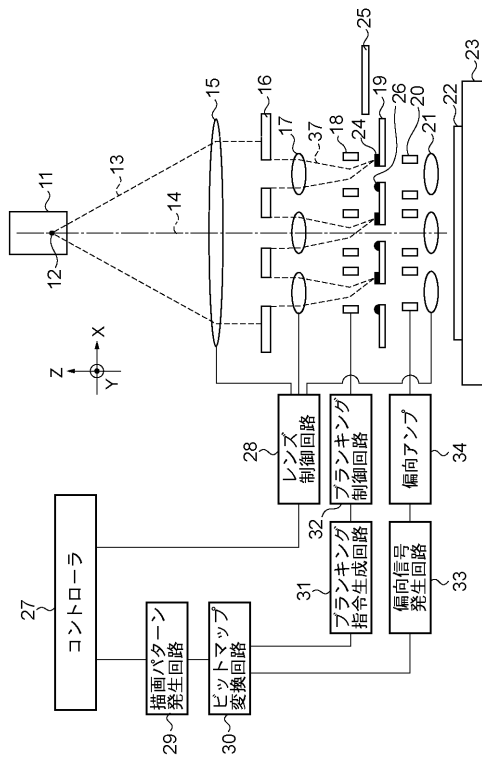
## 【 0 0 3 9 】

## 〔 デバイス製造方法 〕

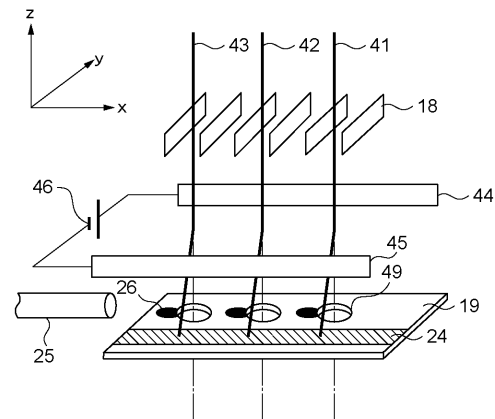
本発明の好適な実施形態のデバイス製造方法は、例えば、半導体デバイス、FPD のデバイスの製造に好適である。前記方法は、上記の荷電粒子線描画装置を用いて感光剤が塗布された基板 10 にパターンを描画する工程と、前記パターンが描画された基板 10 を現像する工程とを含みうる。さらに、前記デバイス製造方法は、他の周知の工程 (酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等) を含みうる。

40

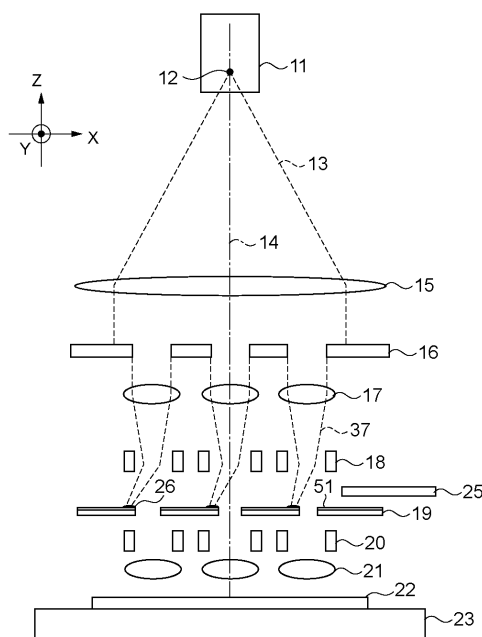
【図 1】



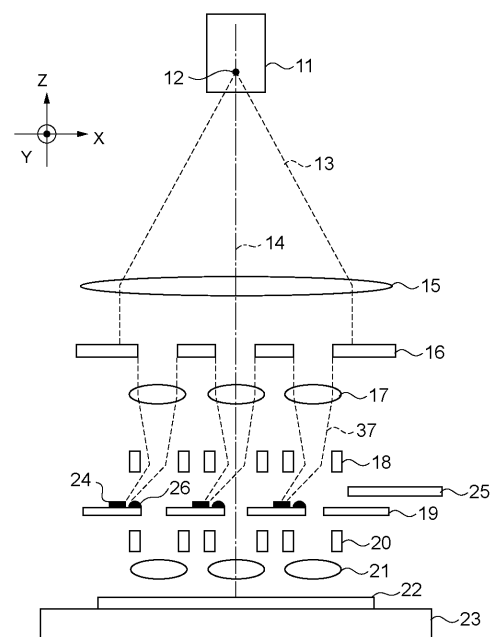
【図 2】



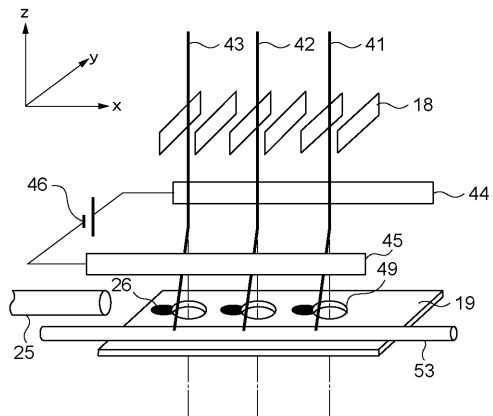
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 寺島 茂  
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
- (72)発明者 中山 貴博  
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

審査官 新井 重雄

- (56)参考文献 特開平11-154640(JP,A)  
米国特許第06207117(US,B1)  
特開2000-323398(JP,A)  
特開2009-049438(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| H01L | 21/027 |
| H01J | 37/09  |
| H01J | 37/16  |
| H01J | 37/305 |