

(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2013-165234

(P2013-165234A)

(43) 公開日 平成25年8月22日(2013.8.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 4 1 W	5 C 0 3 3
HO 1 J 37/28 (2006.01)	HO 1 J 37/28 B	5 C 0 3 4
HO 1 J 37/153 (2006.01)	HO 1 J 37/28 Z	5 F 0 5 6
HO 1 J 37/305 (2006.01)	HO 1 J 37/153 Z	
HO 1 J 37/12 (2006.01)	HO 1 J 37/305 B	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-28602 (P2012-28602)
(22) 出願日 平成24年2月13日 (2012.2.13)

(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 今岡 伸郎
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) 5C033 CC06 JJ07 MM07 UU02 UU10
5C034 BB02 BB08 BB10
5F056 AA33 EA05

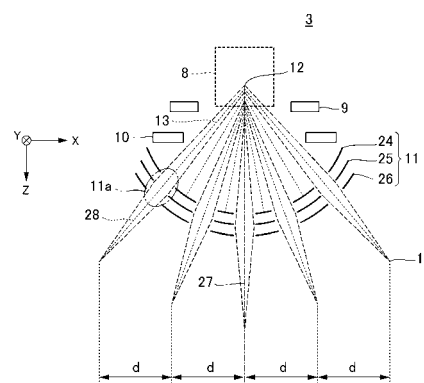
(54) 【発明の名称】 荷電粒子光学系、荷電粒子線装置、および物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】収差の影響を低減するのに有利な荷電粒子光学系を提供する。

【解決手段】荷電粒子光学系3は、荷電粒子線13の第1クロスオーバー12を生成する荷電粒子銃と、第1クロスオーバー12から発散した荷電粒子線13から複数の第2クロスオーバー14を形成するレンズアレイ11とを有する。ここで、レンズアレイ11は、該レンズアレイ11に含まれるレンズ11aの光軸28と該レンズ11aに入射する荷電粒子線13の主光線とが一致するように形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷電粒子線の第 1 クロスオーバを生成する荷電粒子銃と、前記第 1 クロスオーバから発散した荷電粒子線から複数の第 2 クロスオーバを形成するレンズアレイとを有する荷電粒子光学系であって、

前記レンズアレイは、該レンズアレイに含まれるレンズの光軸と該レンズに入射する荷電粒子線の主光線とが一致するように形成されている、ことを特徴とする荷電粒子光学系。

【請求項 2】

前記レンズアレイを構成する 1 つの電極は、前記第 1 クロスオーバを通過する荷電粒子線が前記荷電粒子銃の光軸となす角度に依存する前記第 1 クロスオーバにおける収差量に基づく量だけ、前記光軸を回転対称軸とする球面上の点をずらして得られる非球面形状である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子光学系。

10

【請求項 3】

前記レンズアレイに含まれる複数のレンズは、前記複数の第 2 クロスオーバが前記荷電粒子銃の光軸に垂直な方向において等間隔に配列されるように、配置されている、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の荷電粒子光学系。

【請求項 4】

前記レンズアレイの前側に配置され、前記レンズアレイに含まれるレンズの光軸とは同軸の軸を有する開口が形成されたアパーチャアレイを有する、ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子光学系。

20

【請求項 5】

複数の荷電粒子線を物体に入射させる荷電粒子線装置であって、

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子光学系としての第 1 光学系と

、
前記第 1 光学系から入射した複数の荷電粒子線から前記物体に入射させる複数の荷電粒子線を生成する荷電粒子光学系としての第 2 光学系と、を含む、
ことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項 6】

前記第 2 光学系は、前記第 1 光学系から入射した複数の荷電粒子線をコリメートする光学素子を含む、ことを特徴とする請求項 5 に記載の荷電粒子線装置。

30

【請求項 7】

前記第 1 光学系が交換ユニットとして構成されている、ことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の荷電粒子線装置。

【請求項 8】

前記荷電粒子線装置は、前記複数の荷電粒子線で前記物体に描画を行う描画装置を含む、ことを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線装置。

【請求項 9】

前記荷電粒子線装置は、顕微鏡である、ことを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子線装置。

40

【請求項 10】

請求項 8 に記載の荷電粒子線装置を用いて物体に描画を行う工程と、

前記工程で描画を行われた物体を現像する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、荷電粒子光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

50

電子ビームなどの荷電粒子線の偏向走査およびブランキングを制御することで基板に描画を行う描画装置が知られている。この描画装置は、線幅が $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の4GDRA M以降のメモリデバイスの生産などにおいて、光露光方式に代わるパターン形成技術の1つとして採用され得る。このような描画装置の中でも、複数の電子ビームで並行してパターンを描画するマルチビーム方式の描画装置が存在する。このマルチ式描画装置は、製造コストの上昇要因の1つであるマスク（原版）が不要であり、またプログラマブルに各電子ビームを制御できるため多品種少量のデバイス製造に向いているなど、実用上多くの利点を有する。

【0003】

このマルチ式描画装置では、電子銃から発せられた電子ビームは、レンズアレイを通過して後側の光学系に入射し、軌道を制御されつつ基板上に投影される。ここで、レンズアレイは、電子ビームを複数のビームに分割し、当該複数の電子ビームを後側の光学系の複数の屈折点にそれぞれ集束して入射させる。その場合、レンズアレイは、描画に影響を与えるような収差を発生させ得る。そこで、特許文献1は、レンズアレイにおける各レンズの光軸を、各レンズに入射する電子ビームの主光線と平行となるようにして収差を低減している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4484868号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、特許文献1に示す装置は、1点（理想的な点上のクロスオーバ）から電子ビームが発散する理想的な電子源を前提としている。しかしながら、実際のクロスオーバは、1点にはならないため、特許文献1の構成で収差を低減させるのには限界がある。

【0006】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、収差の影響を低減するのに有利な荷電粒子光学系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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明は、荷電粒子線の第1クロスオーバを生成する荷電粒子銃と、第1クロスオーバから発散した荷電粒子線から複数の第2クロスオーバを形成するレンズアレイとを有する荷電粒子光学系であって、レンズアレイは、該レンズアレイに含まれるレンズの光軸と該レンズに入射する荷電粒子線の主光線とが一致するように形成されている、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、収差の影響を低減するのに有利な荷電粒子光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態に係る描画装置の構成を示す図である。

【図2】一実施形態に係る第1光学系の構成を示す図である。

【図3】レンズアレイを構成する第2電極の形状を示す図である。

【図4】レンズアレイを構成する各電極の位置関係を示す図である。

【図5】レンズアレイの構成を示す図である。

【図6】描画装置における交換単位を示す図である。

【図7】従来の光学系の構成を示す図である。

【図8】変形例を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を実施するための形態について図面などを参照して説明する。

【0011】

まず、本発明の一実施形態に係る荷電粒子線装置と、この荷電粒子線装置が備える荷電粒子光学系との構成について説明する。特に、ここで説明する荷電粒子線装置は、複数の電子ビーム（荷電粒子線）を偏向（走査）させ、かつ電子ビームのブランキング（照射のOFF）を個別に制御することで基板（物体）に描画を行うマルチビーム方式の描画装置とする。なお、荷電粒子線は、本実施形態のような電子線に限定されず、イオン線などの他の荷電粒子線であってもよい。

10

【0012】

図1は、本実施形態に係る描画装置の構成を示す図である。また、以下の各図では、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。さらに、以下の各図では、図1と同一構成のものには同一の符号を付す。描画装置1は、電子銃2を含む第1光学系3と、この第1光学系3から射出した複数の電子ビームから基板上に投影される複数の電子ビームを生成する第2光学系4と、基板を保持する基板ステージ5と、制御部6とを備える。ここで、「光学系」とは、荷電粒子光学系の意であり、以下同様である。また、電子ビームの減衰および高電圧による放電を回避または低減するため、制御部6を除く上記構成要素は、不図示の真空排気部により高真空とされた空間内に設置される。例えば、第1光学系3および第2光学系4は、高い真空度に保たれた電子光学鏡筒内に設置される。また、基板ステージ5は、電子光学鏡筒内の真空度と同程度またはそれ以上の真空度に保たれたチャンバー内に設置される。また、本実施形態における被処理基板としての基板7は、例えば単結晶シリコンからなるウェハであり、表面上には感光性を有するレジストが塗布されている。

20

【0013】

第1光学系3は、電子源（荷電粒子源）8、制御電極9およびアノード電極10からなる電子銃（荷電粒子銃）2と、レンズアレイ11とを含む。電子銃2は、電子源8への熱の印加や制御電極9およびアノード電極10による電界の印加により、電子ビームを放出し、第1クロスオーバ12を形成する。図中、第1クロスオーバ12から放出された電子ビーム13の軌跡を点線で示している。電子ビーム13は、レンズアレイ11により複数の第2クロスオーバ14を形成する。電子源8としては、例えば、 LaB_6 、 BaO/W （ディスペンサカソード）などのいわゆる熱電子型の電子源を採用し得る。レンズアレイ11は、電子源8に向かって凹形の3枚の多孔電極（第1電極24、第2電極25、第3電極26）とし得る。このレンズアレイ11は、第2電極には負の電位が与えられ、第1・第3電極は接地される、いわゆるアインツェル型の静電レンズアレイとし得る。ここで、電子銃2を構成する光学系は、回転対称形状をしているため、電子銃2により形成される電界の分布も回転対称となる。したがって、電子銃2またはその電界分布の回転対称の軸を第1光学系3の光軸とする。また、第2光学系4にも光軸が存在する。描画装置1は、第1光学系の光軸と第2光学系の光軸とが一致するように構成されている。なお、第1光学系3の詳細については、後述する。

30

40

【0014】

第2光学系4は、第1光学系3から照射された電子ビーム13から基板7上に投影される電子ビームを生成する投影光学系を含む。この第2光学系4は、コリメーターレンズ15、アパーチャアレイ16、第1集束レンズアレイ17、投影アパーチャアレイ18、ブランキング偏向器アレイ19、走査偏向器アレイ20、ストップアパーチャアレイ21および第2集束レンズアレイ22を含み得る。コリメーターレンズ15は、第1光学系3のレンズアレイ11により複数の分割された電子ビーム13を受け、屈折点から平行ビーム（所望の大きさを持った面積ビーム）を生成する静電レンズである。なお、コリメーターレンズ15は、電磁レンズであってもよい。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する開口部材であり、コリメーターレンズ15からほぼ

50

垂直に入射した複数の電子ビーム 13 を整形する。第 1 集束レンズアレイ 17 は、3 枚の多孔電極からなり、中間電極には負の電位が印加されて、上下電極は接地されるアインツェル型の静電レンズアレイとし得る。この第 1 集束レンズアレイ 17 は、アパーチャアレイ 16 により整形された電子ビーム 13 を投影アパーチャアレイ 18 上に個別に集束させる。投影アパーチャアレイ 18 は、電子ビーム 13 をさらに多数の小ビームに分割する。この投影アパーチャアレイ 18 は、NA（収束半角）を規定する役割も持たせるために、第 1 集束レンズアレイ 17 の瞳面（第 1 集束レンズアレイ 17 の前側焦点面）に設置される。ブランキング偏向器アレイ 19 は、複数の小ビームに個別に対応する偏向電極を含む偏向器をマトリクス状に有し、複数の小ビームのブランキング動作を個別に実施する。ここで、ある小ビームの照射を ON とするには、制御部 6 は、その小ビームに対応した偏向電極には電圧を印加せず、第 3 クロスオーバ 23 の形成位置を、ストップアパーチャアレイ 21 の開口部内の位置とする。一方、ある小ビーム 13 の照射を OFF とするには、制御部 6 は、偏向電極に電圧を印加して電子ビーム 13 を偏向させる。偏向された小ビームは、ストップアパーチャアレイ 21 により遮断され、基板 7 上に到達しない。走査偏向器アレイ 20 は、複数の電子ビーム 13 に個別に対応する対向電極を含む偏向器をマトリクス状に有し、基板ステージ 5 に載置された基板 7 の表面上において電子ビームを X、Y 軸方向に走査する。この走査偏向器アレイ 20 に含まれる各偏向器は、X、Y 各軸方向について 2 段の偏向を行うために、それぞれ 4 段の対向電極で構成されうる。さらに、第 2 集束レンズアレイ 22 は、ストップアパーチャアレイ 21 を通過した小ビームを基板 7 の表面上に結像させる対物レンズであり、その結像倍率は、100 分の 1 倍程度に設定され得る。これによれば、投影アパーチャアレイ 18 における電子ビーム 13 a のスポット径が FWHM（半値全幅）で $2\text{ }\mu\text{m}$ であるのに対し、基板 7 の表面上でのスポット径は、その 100 分の 1 に縮小され、FWHM で 20 nm 程度となる。

【0015】

基板ステージ 5 は、基板 7 を、例えば静電気力により保持しつつ、少なくとも X、Y 軸方向に移動（駆動）可能であり、その位置は、不図示の干渉計（レーザー測長器）などにより実時間で計測される。

【0016】

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 30 とを有する。各制御回路として、まず、レンズ制御回路 31 は、レンズアレイ 11、コリメーターレンズ 15、第 1 集束レンズアレイ 17 および第 2 集束レンズアレイ 22 の動作を制御する。描画パターン発生回路 32 は、描画パターンを生成し、ビットマップ変換回路 33 は、その描画パターンをビットマップデータに変換する。ブランキング指令生成回路 34 は、このビットマップデータに基づいてブランキング指令情報を生成する。偏向信号発生回路 35 は、偏向信号を生成し、この偏向信号を不図示の偏向アンプ部に送信する。この偏向アンプ部は、偏向信号に基づいて走査偏向器アレイ 20 の動作を制御する。さらに、不図示のステージ制御回路は、主制御部 30 からの指令に基づいて、基板ステージ 5 位置が目標値となるように基板ステージ 5 のアクチュエータを制御する。このステージ制御回路は、パターン描画中は、基板 7（基板ステージ 5）を Y 軸方向に連続的にスキャン（移動）させる。このとき、走査偏向器アレイ 20 は、基板ステージ 5 の位置を基準として、基板 7 の表面上の電子ビーム（小ビーム）を X 軸方向に走査させる。そして、ブランキング偏向器アレイ 19 は、基板 7 上で目標線量が得られるように電子ビーム（小ビーム）のブランキングを実施する。

【0017】

次に、本実施形態に係る第 1 光学系 3 について詳説する。まず、比較のために従来の光学系について説明する。図 7 は、従来の光学系 70 の構成を示す図である。なお、図 7 において、図 1 に示す構成と同一構成のものには同一の符号を付し、説明を省略する。光学系 70 は、第 1 クロスオーバ 12 が 1 点であることを前提とする。また、電子源 8、第 1 クロスオーバ 12、制御電極 9、電子源 8 から放出された電子ビーム 13、およびアノード電極 10 は、光軸 72 を軸とする回転対称である。さらに、レンズアレイ 71 は、3 枚

の多孔電極（第１電極７３、第２電極７４、第３電極７５）からなるアインツェル型の静電レンズアレイである。まず、電子銃から発した電子ビーム１３は、レンズアレイ７１に入射する。このレンズアレイ７１の第１電極７３は、アパーチャ機能を有するため、電子ビーム１３は、その開口部（孔部）のみを通過する。そして、レンズアレイ７１を通過して分割された各電子ビーム１３は、レンズ機能により集束し、レンズ７１ａごとに第２クロスオーバ１４を形成する。このとき、各レンズ７１ａに入射する電子ビーム１３の主光線は、各レンズ７１ａの光軸７６と一致するようにしている。しかしながら、実際には、電子銃は、図７に示すように球面収差を主とする収差を有するため、第１クロスオーバ１２は、点状にはなっていない。そのため、各レンズ７１ａに入射する電子ビーム１３の主光線は、各レンズ７１ａの光軸７６とは一致しない（許容できないずれを有している）。その結果、第２クロスオーバ１４の位置は、図７に示すように、光学系７０の光軸７２の法線方向において等間隔とはなっていない。図７の例では、レンズアレイ７１の第２電極７４に形成されている複数の開口部の互いの間隔が等しい場合、第２クロスオーバ１４の形成位置の間隔（第１間隔ｄ１、第２間隔ｄ２）は、 $d_1 > d_2$ となる。基板７上における複数の電子ビームの位置は、等間隔であることが望ましいところ、上記 $d_1 > d_2$ の関係では、その実現が難しい。

【００１８】

これに対して、本実施形態の第１光学系３では、レンズアレイ１１の構成を以下のようにしている。図２は、本実施形態に係る第１光学系３の構成を示す図である。通常、電子源８から放出された電子ビーム１３が形成する第１クロスオーバ１２は、球面収差により実際には１点（点状）にならない。具体的には、実際の第１クロスオーバ１２の形成位置は、放出された電子ビーム１３と光学系３の光軸２７とのなす（開き）角度に依存し、角度が大きくなるにつれて電子源８側に近づく。そこで、本実施形態では、球面収差による電子ビーム１３の照射角度のずれを考慮して、レンズアレイ１１の各レンズ１１ａの光軸２８を、各レンズ１１ａに入射する電子ビーム１３の主光線と実質的に一致させるようにする。さらに、複数の第２クロスオーバ１４が第１光学系３の光軸２７の法線方向において実質的に均等な間隔ｄ配列されるように、各レンズ１１ａの位置（開口部位置）を設定している。

【００１９】

図３は、レンズアレイ１１を構成する第２電極２５の形状を示す図（断面図、および平面図）である。ここで、電子銃において第１クロスオーバ１２に電子ビーム１３が集束するときの球面収差によるＺ軸方向収差量 $\Delta\sigma_z$ およびＸ軸方向収差量 $\Delta\sigma_x$ は、球面収差係数をＣｓ、光軸２７と電子ビームとがなす角度を α とすると、以下の式（１）、（２）で表される。

$$\Delta\sigma_z = -Cs \times \alpha^2 \quad (1)$$

$$\Delta\sigma_x = -Cs \times \alpha^3 \quad (2)$$

電子ビーム１３は、電子銃２による第１クロスオーバ１２から発散してレンズアレイ１１に入射する。そこで、レンズアレイ１１の形状は、収差量 $\Delta\sigma_z$ および $\Delta\sigma_x$ に基づいて以下のようにして決定することができる。

【００２０】

図４は、レンズアレイ１１を構成する第１電極２４～第３電極２６の位置関係を示す図である。第１電極２４から第３電極２６に適切な電位Ｖ１、Ｖ２、Ｖ３をそれぞれ与えることで、レンズアレイ１１は、静電レンズとして機能する。例えば、 $V_1 = V_3 = GND$ 電位、 $V_2 = \text{負電位}$ とすれば、レンズアレイ１１は、凸レンズとして機能するアインツェル型の静電レンズとなる。本実施形態では、第１電極２４～第３電極２６は、それぞれ、上記の球面収差に基づいて決められた非球面形状を有している。その形状・サイズは、例えば、図４に示すように、それぞれ、半径 $L_1 \cdot L_2 \cdot L_3$ の球面上の各点の位置をＺ軸方向に $-Cs \times \alpha^2$ だけ、Ｘ軸方向に $-Cs \times \alpha^3$ だけずらして得られる。また、第１電極２４～第３電極２６は、それらの回転対称軸と第１光学系３（電子銃）の光軸２７とがそれぞれ一致するように構成（配置）されている。さらに、開口部４０、４１、４２それ

ぞれの回転対称軸と、それらに入射する電子ビーム 1 3 の主光線とが実質的に一致するように構成されている。よって、各レンズ 1 1 a の光軸 2 8 と電子ビーム 1 3 の主光線とが一致するため、レンズアレイによる像面湾曲量は、無視し得る値とし得る。なお、図 4 に示すように、レンズアレイ 1 1 の前側に、さらに電流制限部 4 3 (アパーチャアレイ) を設置する構成もあり得る。この電流制限部 4 3 は、第 1 電極 2 4 ~ 第 3 電極 2 6 と同様の形状であり、開口部 4 0、4 1、4 2 に対応し、光軸 2 8 とは同軸の軸を有する開口部 4 4 を含む。この電流制限部 4 3 により、第 1 電極 2 4 に入射する電子ビームを削減して第 1 電極 2 4 の温度上昇を低減することができる。なお、当該温度上昇の影響が小さい場合には、第 1 電極 2 4 が電流制限部 4 3 の役割を兼ねてもよい。

【0021】

図 5 は、第 1 電極 2 4 ~ 第 3 電極 2 6 の電位を上記のように設定したときの各レンズ 1 1 a の前側焦点位置、主面および後側焦点位置を示す図である。ここで、レンズアレイ 1 1 内の 1 つのレンズ 1 1 a について、レンズの焦点距離を f 、レンズの前側焦点位置から主面までの距離を a 、またレンズの主面から後側焦点位置までの距離を b とすると、以下の式 (3) に示す関係が成り立つ。

$$1/f = 1/a + 1/b \quad (3)$$

なお、レンズの焦点距離 f は、第 1 電極 2 4 ~ 第 3 電極 2 6 のそれぞれに与える電位により決定される。また、レンズの前側焦点位置は、第 1 クロスオーバ 1 2 の形成位置であり、一方、レンズの後側焦点位置は、第 2 クロスオーバ 1 4 の形成位置である。ここで、上記のとおり、複数の第 2 クロスオーバ 1 4 の位置は、第 1 光学系 3 の光軸 2 7 に対する法線方向において均等な間隔を有することが望ましい。しかしながら、従来の構成は、このように複数の第 2 クロスオーバ 1 4 を均等な間隔で配置できないため、例えば、後側の第 2 光学系 4 の煩雑な調整を必要とし得る。本実施形態は、そのような調整を必要としない点で有利といえる。

【0022】

このように、複数の第 2 クロスオーバ 1 4 が等間隔で配置されるように、本実施形態では、レンズアレイ 1 1 の複数の開口部 4 0 (4 1、4 2) の間隔を電子銃の収差量に応じて異ならせる。例えば、図 5 に示すように、レンズアレイ 1 1 の第 2 電極 2 5 において、ある 2 つの開口部 4 1 同士の間隔 $\Delta d 1$ と、それらより第 1 光学系 3 の光軸 2 7 から離れた領域に形成された 2 つの開口部 4 1 同士の間隔 $\Delta d 2$ との間に、 $\Delta d 1 < \Delta d 2$ の関係を満足させる。具体的には、第 2 電極 2 5 の開口部 4 1 の位置は、角度 α と式 (3) とによって決まる第 2 クロスオーバ 1 4 の形成位置が光軸 2 7 の法線方向において均等な間隔 d をもって配列されるように決定され得る。一方、第 1 電極 2 4 と第 3 電極 2 6 との開口部 4 0、4 2 の形成位置は、3 つの電極 2 4、2 5、2 6 の間隔に基づき、第 2 電極 2 5 の開口部 4 1 の回転対称軸、すなわち各レンズ 1 1 a の光軸 2 8 を開口部 4 0、4 2 の回転対称軸とする位置として決定され得る。

【0023】

図 6 は、描画装置 1 における第 1 光学系 3 の交換単位を示す図である。通常、作業者が描画装置において第 1 光学系 3 を組み込む場合、電子銃とレンズアレイ 7 1 との位置関係には、緻密な調整が要求される。そこで、本実施形態では、図 6 の破線枠 5 0 に示すように、電子銃とレンズアレイ 1 1 とを含む第 1 光学系 3 をユニット化し、交換単位としている。第 1 光学系 3 を構成する電子銃およびレンズアレイ 1 1 は、描画装置 1 内に組み込まれる前に、予め位置調整された状態でユニット化される。そして、作業者は、すでに位置調整された第 1 光学系 3 のユニット (交換ユニット) を描画装置 1 内に設置することで、描画装置を容易に組み立てる (製造する) ことができる。

【0024】

以上のように第 1 光学系 3 においてレンズアレイ 1 1 を構成することで、電子銃の球面収差による影響が低減され、描画装置 1 に設置されて使用されたときに、複数の第 2 クロスオーバ 1 4 は、第 1 光学系 3 の光軸 2 7 の法線方向において等間隔に配列される。これにより、コリメーターレンズ 1 5 にてコリメートされた複数の電子ビーム 1 3 は、光軸

10

20

30

40

50

に実質的に平行に、かつ該法線方向において実質的に等間隔になる。したがって、第1光学系3を備えた描画装置1は、後側の第2光学系4に電子銃の球面収差による影響を低減するための構成（例えば、偏向器アレイを含む調整機構など）を設けなくてもよい。よって、そのような描画装置1は、描画精度の点で有利となり得る。

【0025】

以上のように、本実施形態によれば、電子銃の収差による影響を低減し得る。または、描画装置の調整の簡略化の点で有利となり得る。

【0026】

なお、第1光学系3を構成するレンズアレイ11は、アインツェル型の静電レンズに限らず、レンズアレイとして機能する他の型式のレンズアレイとしてもよい。また、レンズアレイ11の形状は、電子銃の球面収差だけではなく他の収差による影響をも低減するような構成または形状としてもよい。例えば、第2光学系4により生じる収差、または、第1光学系3と第2光学系4との位置関係により生じる収差等が既知であれば、そのような収差の影響をも低減するような構成または形状としてもよい。

【0027】

（他の実施形態）

上記実施形態にて電子線描画装置1を例示して説明した荷電粒子線装置は、電子線描画装置に限らず、電子顕微鏡やイオン線加工装置などの他の荷電粒子線装置にも適用可能である。例えば、上記実施形態の構成を適用した電子顕微鏡は、電子線描画装置の場合と同様、電子銃の収差による影響を低減するのに有利である。

【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。

【0029】

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。例えば、複数のクロスオーバー14から発散する複数の荷電粒子線をコリメートする光学素子として、図1におけるコリメーターレンズ15の替わりに、図8における複数の偏向器77を配置してもよい。

【符号の説明】

【0030】

- 2 電子銃
- 3 第1光学系
- 8 電子源
- 11 レンズアレイ
- 11a レンズ部
- 12 第1クロスオーバー
- 13 電子ビーム
- 14 第2クロスオーバー
- 28 光軸

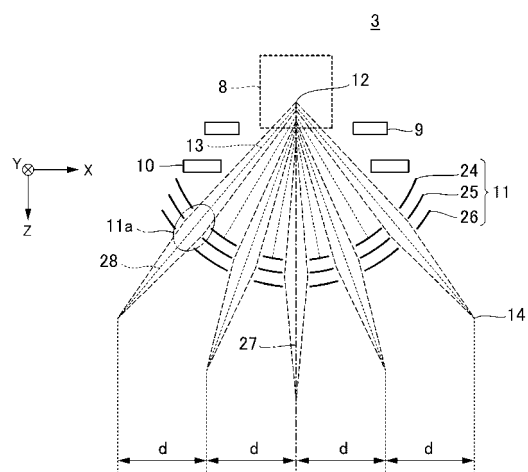
10

20

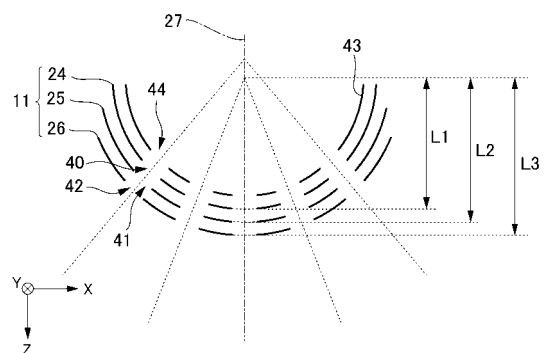
30

40

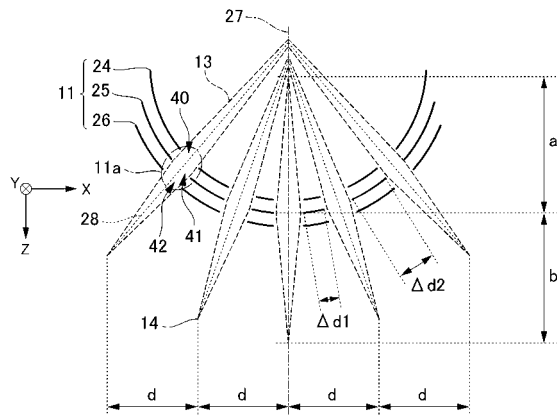
【図 2】



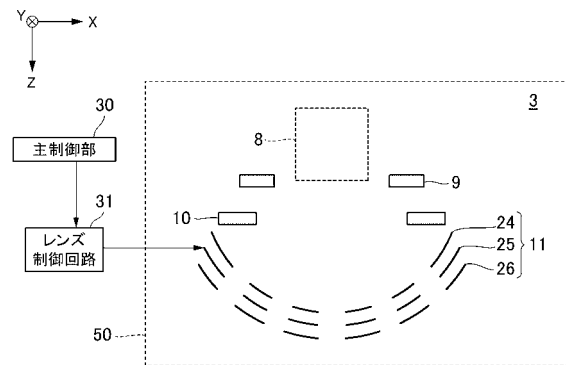
【图 4】



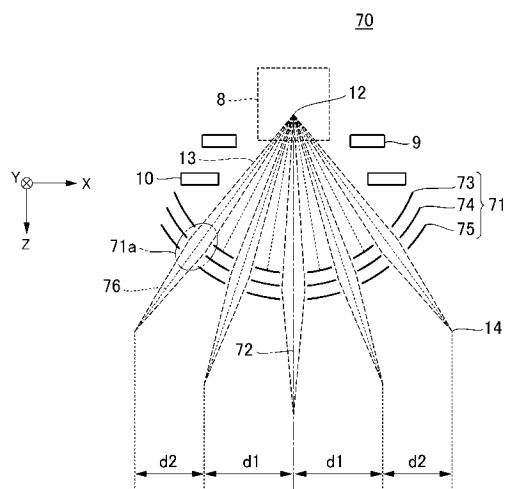
【図 5】



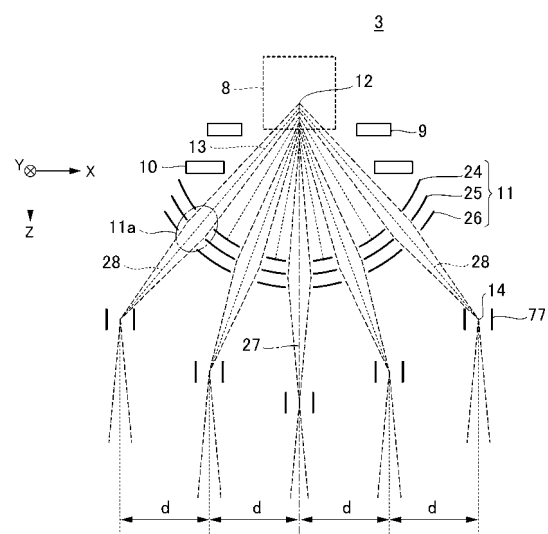
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 J 37/12

H 0 1 J 37/153 B

H 0 1 L 21/30 5 4 1 B