

(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2013-4216

(P2013-4216A)

(43) 公開日 平成25年1月7日 (2013. 1. 7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 J 37/12 (2006.01)	H O 1 J 37/12	5 C 0 3 3
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 4 1 B	5 F 0 5 6
G O 3 F 7/20 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 4 1 W	
	G O 3 F 7/20 5 2 1	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-131963 (P2011-131963)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成23年6月14日 (2011. 6. 14)		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	100086483
			弁理士 加藤 一男
		(72) 発明者	角田 浩一
			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
			5F056 AA33 EA05

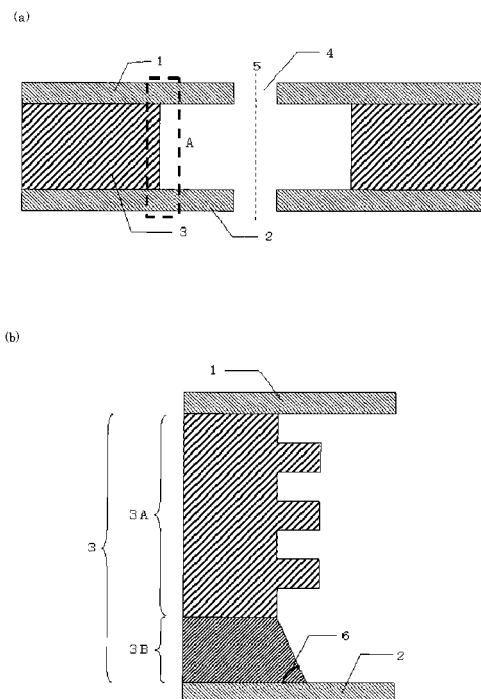
(54) 【発明の名称】 荷電粒子線レンズ

(57) 【要約】

【課題】電極を支持する支持体の帯電状態の変動を抑制でき、電極の開口を通過する荷電粒子のビーム軌道に与える影響を抑制することができる荷電粒子線レンズを提供する。

【解決手段】荷電粒子線レンズは、1以上の開口4を有する面を含む第1の電極1と、1以上の開口4を有する面を含む第2の電極2を備え、第1の電極と第2の電極との間に、これらの電極を電気的に絶縁して支持する支持体3を有する。第1の電極と第2の電極との間で伸びる支持体3の面は、少なくとも1以上の凸部又は凹部を有する非平坦部3Aとテーパ状に構成されたテーパ部3Bを含み、テーパ部3Bと第2の電極2の開口4を有する面とのなす角度が0°より大きく90°より小さい。

【選択図】 図1 - 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1 以上の開口を有する面を含む第 1 の電極と、1 以上の開口を有する面を含む第 2 の電極と、を備える荷電粒子線レンズであって、
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に介在して、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを電氣的に絶縁して所定の位置関係で支持する支持体を有し、
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に介在する前記支持体の側面は、少なくとも 1 以上の凸部又は凹部を有する非平坦部とテーパ状に構成されたテーパ部を含み、
前記テーパ部と前記第 2 の電極の前記開口を有する面とのなすテーパ角が 0° より大きく 90° より小さいことを特徴とする荷電粒子線レンズ。

10

【請求項 2】

前記非平坦部は前記第 1 の電極側に形成され、前記テーパ部は前記第 2 の電極側に形成されて、前記非平坦部と前記テーパ部は分離して形成されているか、少なくとも一部重複して形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線レンズ。

【請求項 3】

前記非平坦部が凸部と凹部とを有し、該凸部の頂面と該凹部の底面との差が $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の荷電粒子線レンズ。

【請求項 4】

前記テーパ部と前記第 2 の電極の前記開口を有する面とのなすテーパ角は 45° 以上で 75° 以下であることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の荷電粒子線レンズ。

20

【請求項 5】

前記第 2 の電極に接した前記テーパ部の先端位置と前記非平坦部の頂面位置は前記開口の中心軸に沿った光軸の方向において同一直線上にあることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の荷電粒子線レンズ。

【請求項 6】

荷電粒子源と、
前記荷電粒子源から放射される荷電粒子線を照射する照射荷電粒子光学系と、
前記照射荷電粒子光学系からの荷電粒子線が照射される、1 以上の開口を備えた基板と、
前記基板の複数の開口からの荷電粒子線を個別に偏向してブランキングを制御する 1 以上の偏向器と、
前記基板の荷電粒子線の下流側の少なくとも 1 個所に設けられた請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の荷電粒子線レンズと、
を有することを特徴とする荷電粒子線露光装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子ビーム等の荷電粒子線を用いた装置に使用される荷電粒子光学系の分野の技術に関し、特に露光装置に用いられる荷電粒子レンズに関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

半導体デバイスの生産において、電子ビーム露光技術は、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細パターンの露光を可能とするリソグラフィの有力候補である。この露光装置では、電子ビームの光学特性を制御するための電子光学素子が用いられる。電子レンズには電磁型と静電型があり、特に静電型は、電磁型に比べ、コイルコアを設ける必要がなく構成が簡易であり小型化に有利である。また、電子ビーム露光技術のうち、マスクを用いずに複数本の電子ビームで同時にパターンを描画するマルチビームシステムの提案もなされている。

【0003】

一方、静電型の荷電粒子線レンズは、電極が絶縁体を介して積層された構造である。その電極間に電界を印加した際、絶縁体表面と電極表面と空間の接触部は 3 重点となる。その

50

3重点では、電界集中効果により陰極となる電極表面より電子を放出する。その放出された電子は、直接絶縁体に衝突したり、陽極に到達した電子が反射して絶縁体に入射したりすることで、絶縁体表面が帯電する。その結果、絶縁体表面に生じる電荷により電界が発生し、この電界によって電子ビーム軌道が偏向することがある。

【0004】

こうした点に関する対処策として、絶縁体表面に凹凸を形成することにより絶縁体表面の帯電を抑制する方法が提案されている（特許文献1参照）。また、絶縁体表面をテーパにして、テーパ角度で3重点辺りの電界の様子を変える提案もある（非特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2006-49702号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】“真空中の複合絶縁におけるスペーサ効率とフラッシュオーバー機構” 山本修，他，T. IEE Japan, Vol. 110-A, No.12, '90

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記各提案の方法の適用だけでは、3重点から放出される電子の軌道を十分に制御することが容易とは言い難い。そのため、放出電子の初期軌道がばらついたり、絶縁体への衝突位置がばらついたりすることがあり、その結果、絶縁体表面の帯電状態が十分に安定しなくて、電子ビーム軌道に影響を与えることがある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題に鑑み、本発明の荷電粒子線レンズは、1以上の開口を有する面を含む第1の電極と1以上の開口を有する面を含む第2の電極を備え、第1の電極と第2の電極との間に介在して、第1の電極と第2の電極とを電気的に絶縁して支持する支持体を有する。そして、第1の電極と第2の電極との間に介在する支持体の側面は、少なくとも1以上の凸部又は凹部を有する非平坦部とテーパ状に構成されたテーパ部を含み、テーパ部と第2の電極の前記開口を有する面とのなす角度が0°より大きく90°より小さい。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明の荷電粒子線レンズによれば、非平坦部が形成されることで支持体表面の帯電量が抑制できる。また、テーパ部が形成されることで、テーパ部周辺には、3重点から放出された荷電粒子が支持体から離れる方向に力を受ける電場を形成することができる。そのため、3重点より放出された荷電粒子は支持体から離れる軌道を取り、さらに非平坦部では帯電量が低下するので帯電による荷電粒子を引きつける力が抑制される。よって、飛翔荷電粒子は、支持体に衝突する前に他方の電極に到達するか、衝突しても弱いので2次の荷電粒子を発生しにくくそこに止まる傾向にある。こうして、3重点からの放出荷電粒子の衝突による支持体の帯電状態の変動を抑制することができ、電極の開口を通過する荷電粒子のビーム軌道に与える影響を抑制できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1-1】本発明の実施の形態に係る荷電粒子線レンズを説明する断面図。

【図1-2】本発明の実施の形態に係る荷電粒子線レンズを説明する断面図。

【図2】本発明の荷電粒子線レンズの支持体の帯電状態変動抑制原理を説明する断面図。

【図3】荷電粒子線レンズの支持体の非平坦部とテーパ部の機能を説明する断面図。

【図4】支持体の非平坦部とテーパ部の効果を説明するグラフ。

【図5】本発明の実施の形態に係る荷電粒子線露光装置を説明する図。

50

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の荷電粒子線レンズの特徴は、電極間に介在する支持体の側面（電極間で伸びる支持体の面）が非平坦部とテーパ部を含み、テーパ部と電極の開口を有する面とのなすテーパ角が 0° より大きく 90° より小さいことである。ここで、非平坦部は一方の電極側に形成され、テーパ部は他方の電極側に形成されて、非平坦部とテーパ部が完全に分離して形成されてもよいし、少なくとも一部重複して形成されてもよい。非平坦部は、主に、凹部内に侵入した荷電粒子を凸部で閉じ込めて支持体の帯電状態の変動を抑制し、テーパ部は、主に、荷電粒子を支持体より離して支持体の帯電状態の変動を抑制するが、何れにせよ、両者が協働して支持体の帯電状態の変動を抑制する。テーパ部からの荷電粒子を支持体より離し非平坦部で荷電粒子を閉じ込めて支持体の帯電状態の変動を抑制するという機能の十分な発揮、加工容易性、構造のコンパクト性等の観点からは、非平坦部とテーパ部を分離するのが好ましい。しかし、全体の設計や材料などによっては、一部または全部重複して形成しても十分に上記機能が発揮される場合があるので、こうした構成も可能である。

10

【0012】

(実施形態1)

図1-1、図1-2、図2を用いて、本発明の実施形態1を説明する。図1-1(a)は、細部を省略した本実施形態の荷電粒子線レンズの断面図、図1-1(b)は、(a)の点線で囲むエリアAの細部を示した拡大図である。図1-1(a)に示すように、本実施形態の荷電粒子線レンズは第1の電極1と第2の電極2の2枚の電極を有している。2枚の電極は、その間に介在した支持体3で互いに電氣的に絶縁されて分離され、所定の位置関係で支持されている。また、電極1と電極2の開口4は、図示しない光源から射出された荷電粒子線を通させる。開口4は、その中心軸5が電極1と電極2とで実質的に共通するように各電極の開口が配置されており、レンズの光軸を規定している。図1-1(b)に示すように、電極1、2間に介在する支持体3の側面（電極1、2間で伸びる支持体3の表面）は、第1の電極側が、凸部又は凹部を有する非平坦部3Aとなり、第2の電極側が、テーパ状であるテーパ部3Bとなっている。そして、テーパ部3Bと電極2の開口4を有する面とのなすテーパ部のテーパ角6は 0 度より大きく 90 度より小さい角度で構成される。また、テーパ部3Bの表面は、必要に応じて、湾曲させることも、階段状とすることもできる。さらに、必要に応じて、電極2に接したテーパ部3Bの先端位置と非平坦部3Aの凸部の先端位置（頂面位置）は電極2の法線（開口4の中心軸5に沿った光軸の方向）と実質的に平行に配置することができる。こうすれば、コンパクトな構造で、非平坦部とテーパ部の機能を効果的に発揮させることができる。もちろん、前記頂面位置を、各凸部毎に異なる位置（高さ）とすることもできる。また、本実施形態では、非平坦部3Aとテーパ部3Bは完全に分離して形成されている。また、非平坦部3Aの凸部は電極1、2の面と実質的に平行に伸びている。本発明において「実質的に平行」とは、完全に平行な場合だけでなく、本発明の効果を奏する範囲で非平行である場合、及び複数の凸部が互いに非平行で突出している場合を含む。従って、設計上、意図的に非平行とする場合、加工誤差により非平行となる場合であっても、本発明の効果を奏する限り、許容され得る。本発明者の知見によれば、 $\pm 3^{\circ}$ の傾斜を有する場合であっても、他に悪影響を与えない場合には、実質的に平行とみなすことができる。好ましくは $\pm 1^{\circ}$ 以内の傾斜とすることである。

20

30

40

【0013】

上記構成の電極を静電型の荷電粒子線レンズとして使用する場合は図1-2のような構成とした。ただし、図1-2でも、細部を省略している。図1-2の荷電粒子線レンズは、図1-1(a)の電極2を軸として電極1と支持体3を対称に配置したアインツェル型の静電レンズである。そして、例えば上下2つの電極1にはグラウンド電位、中央の電極2には負の電位を印加することで静電レンズとして機能させる。

【0014】

50

次に上記構成の支持体 3 が帯電を安定させるメカニズムについて説明する。

まず、図 2 (a) を用いて支持体 3 の表面 (ここでは単純な平坦面である) が帯電する過程について説明する。図 2 (a) は、図 1 - 1 (a) の開口 4 の中心軸 5 について対称である荷電粒子線レンズの片面部分を示したものである。電極 1 にグランド電位、電極 2 に負の電位を印加すると、支持体 3 と電極 2 と真空領域 8 が交わる点は 3 重点 7 となり電界集中を起こす。特に、陰極側の 3 重点 7 からはトンネル効果により電子が真空領域 8 へ放出される。放出された電子は、例えば軌道 9 のように飛翔して支持体 3 へ衝突する、または、グランド電位の電極 1 へ到達した電子は或る確率で反射し、支持体 3 へ衝突する。そして支持体 3 は表面から 2 次電子を放出する。その結果、支持体 3 の表面は正に帯電される。正に帯電された支持体 3 は電子を引き付け易くなる。引き付けられ易くなった 2 次電子は除々に飛翔距離が短くなるため、支持体 3 への衝突時のエネルギーが除々に小さくなる。そして、支持体 3 の 2 次電子放出係数が 1 となる衝突エネルギーのところで帯電は平衡状態となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

しかし、3 重点 7 より放出される電子は放出角度やエネルギーに幅があるため、支持体 3 へ衝突する位置や角度、エネルギーにばらつきが生じ、支持体 3 の帯電状態は微小に変動している。また支持体 3 への電子の衝突で生成された 2 次電子は、陽極 (電極 1) に到達するまで支持体 3 への衝突を繰り返し、衝突位置のばらつきによって帯電状態の変動は拡大する。したがって、帯電状態の安定には 3 重点 7 から放出された電子をできるだけ遠方で支持体 3 に衝突させることと、電子が陽極 (電極 1) まで飛翔する際に支持体 3 へ衝突する回数を軽減することが必要となる。

【 0 0 1 6 】

本実施形態の支持体 3 が帯電状態を安定させる機構について図 2 (b)、(c) を用いて説明する。まず、凸部を有する非平坦部の機能について説明する。図 2 (b) は図 1 - 1 (b) の非平坦部 3 A の拡大図で、3 C、3 D はそれぞれ図示した凸部の各面を示す。また、1 0 は印加する電界を表し、9 は電子軌道を表す。ここで、電子が例えば面 3 C に衝突した場合、その衝突位置で 2 次電子を放出し、2 次電子は例えば電子軌道 9 のように振る舞う。その際、面 3 C の衝突位置は正に帯電し、放出された 2 次電子は面 3 D に衝突する。そのとき、衝突までの飛翔距離が短いため 2 次電子は加速されず衝突エネルギーは小さい。そのため面 3 D の衝突位置は負に帯電する。結果として、凸部全体としては正と負の帯電電荷の作る電界が打ち消し合い、見かけ上、帯電を小さくする効果が発生する。さらに、2 次電子は面 3 D で衝突を繰り返し、除々にエネルギーを失い停止するため、陽極 (電極 1) まで電子が運動することがあまりない。そのため、エネルギーをもった電子が支持体 3 で再び衝突する回数は軽減され、帯電の変動は抑制される。また凹部の場合については、凸部の場合の山と谷の位置が半周期ずれたものとして扱えるため、凸部の場合と同様のことが起こる。

【 0 0 1 7 】

次に図 2 (c) のテーパ部分の機能について説明する。電極 1、2 はそれぞれ電極を表し、その電極 1、2 の間にテーパ部 3 B を挿入し、電極 1、2 間に電位差を与える。1 0 は電極 1、2 間で真空領域 8 のみを通過する電界成分、1 1 はテーパ部 3 B と真空領域 8 を通過する電界成分を表している。ここで電極 1 または 2 から等距離にある点線 1 2 の位置での電位を考える。電界成分 1 1 は、テーパ部 3 B の比誘電率が 1 以上であるため、真空領域 8 のみを通過する電界成分 1 0 とは電界強度が異なっている。したがって、電界成分 1 1 と点線 1 2 が交差する位置の電位と電界成分 1 0 と点線 1 2 が交差する位置での電位は異なり、電位差が発生する。特に、比誘電率が 1 以上の場合、電界成分 1 1 と点線 1 2 が交差する位置の電位は、電界成分 1 0 と点線 1 2 が交差する位置での電位より低くなるため、3 重点 7 から放出された電子は点線 1 2 と平行方向の力を受けテーパ部分 3 B から遠ざかる効果が発現する。ここで、テーパ角 θ が 0 度の場合と 90 度の場合は、電界成分 1 1 の経路上で電界成分 1 2 と同様に誘電率が均一となるため、上記のような電位差は発生しない。一方、テーパ角 θ が 45 度の場合、電界成分 1 1 の経路上で誘電率の変化領域

が大きいと上記の電位差が大きくなり、テーパ部分 3 B から電子を遠ざける効果が最も高くなる。

【0018】

以上のように、本実施形態では、陰極側でテーパ部を設け放出電子を支持体 3 から遠ざけることと、陽極側で凸部又は凹部を設け帯電量を軽減し電子を引きつけないことで、陰極側と陽極側で支持体 3 への衝突回数は軽減され帯電状態は安定する。

【0019】

(実施例)

次に、上記実施形態 1 について具体的な材料・寸法例を適用した実施例を説明する。本実施例では、電極 1、2 とともに単結晶シリコンで形成され、厚さはどちらも $100\ \mu\text{m}$ である。開口 4 の直径は $30\ \mu\text{m}$ である。また支持体 3 は絶縁性材料のガラスで形成され、厚さは $400\ \mu\text{m}$ である。支持体 3 の材料は、ガラスに替えてセラミックなども使用できる。電極 1、2 で支持体 3 を挟み、電極 1、2 は、開口 4 の中心軸 5 を法線とする平面に平行に設置される。支持体 3 の電極 1 の側の非平坦部の表面は凸部を 3 つ有し、それぞれ凸部の段差 (凹部の底面と凸部の頂面の差) は $20\ \mu\text{m}$ である。さらに電極 2 の側の支持体 3 はテーパ形状のテーパ部を有し、電極 2 と 75° で接している。電極 1 にはグランド電位を、電極 2 には $-3.7\ \text{kV}$ の電位を印加した。開口 4 を通る電子ビームの偏向量のゆらぎを測定したところ、平滑面の支持体 3 と比較して、本実施例は 80% ゆらぎを軽減した。

10

【0020】

次に支持体 3 の表面形状の望ましい範囲について説明する。検討には、境界要素法で静電界計算し、モンテカルロ法で電子軌道を計算するシミュレーションを実施した。図 3 (a) は、図 1 - 1 (b) の支持体 3 のテーパ部 3 B が無い構成である。図 3 (a) の d は、凸部と凹部の段差 $[\mu\text{m}]$ を示し、P は凸部間の間隔 $[\mu\text{m}]$ を示している。ここで、P は $80\ \mu\text{m}$ として凸部と凹部の長さの比率は $1:1$ とした。はじめに、図 3 (a) で示すような凸部の望ましい範囲について説明する。凸部又は凹部の機能は、電子の運動方向に障壁を作ること、陰極側 (電極 2 側) から飛翔してくる電子が陽極に到達するまで衝突を繰り返すことを回避することである。しかし、電子の運動方向にある障壁の高さが低い場合、電子は障壁を飛び越えてしまう。その結果、飛び越えた電子は、陽極 (電極 1 側) に到達するまで衝突を繰り返してしまう。そこで図 3 (a) に示す支持体 1 3 の段差 d $[\mu\text{m}]$ を変えて、凸部を電子が飛び越える割合を計算した。図 4 (a) にその結果を示す。図 4 (a) の横軸は段差 d $[\mu\text{m}]$ 、縦軸は電子が段差 d を飛び越える割合を示している。d = $20\ \mu\text{m}$ の時、凸部の脱出割合がほぼゼロとなることが分かった。よって、d は $20\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

20

30

【0021】

図 3 (b) は図 1 - 1 (b) の支持体 3 の非平坦部 3 A が無い構成である。図 3 (b) の θ はテーパ角を示している。また、支持体 1 4 のテーパ部を設ける領域 h は $80\ \mu\text{m}$ とした。テーパ部の機能は、電子を支持体より離して、帯電状態の変動を抑制することである。図 3 (b) に示す θ $[\text{deg}]$ を変えて、帯電変動量を計算した。図 4 (b) にその結果を示す。図 4 (b) の横軸はテーパ角 $[\text{deg}]$ を示し、縦軸は、テーパ角が 90° の場合の帯電変動量を 1 としたときの相対値を示している。テーパ角 θ は 45° 以上で 75° 以下であることで効果が安定して得られることを示している。

40

【0022】

(実施形態 2)

図 5 を用いて、本発明の実施形態 2 を説明する。本実施形態は、複数の荷電粒子線を用いた荷電粒子線露光装置である。上記実施形態 1 と同じ機能を有する箇所には同じ記号を付し、重複する部分は説明を省略する。

【0023】

図 5 (a) は、本実施形態に係わるマルチ荷電粒子ビーム露光装置の構成を示す図である。本実施形態は個別に投影系をもつ所謂マルチカラム式である。荷電粒子源である電子源

50

108からアノード電極109、110によって引き出された放射電子ビームは、クロスオーバー調整光学系111によって照射光学系クロスオーバー112を形成する。ここで、電子源108としてはLaB₆やBaO/W(ディスペンサーカソード)などのいわゆる熱電子型の電子源が用いられる。クロスオーバー調整光学系111は2段の静電レンズで構成されており、1段目・2段目共に静電レンズは3枚の電極からなり、中間電極に負の電圧を印加し上下電極は接地するアインツェル型の静電レンズである。

【0024】

照射光学系クロスオーバー112から広域に放射された電子ビーム113、114は、コリメータレンズ115によって平行ビーム116となり、アパーチャアレイ117へと照射される。アパーチャアレイ117によって分割されたマルチ電子ビーム118は、収束レンズアレイ119によって個別に収束され、ブランカーアレイ122上に結像される。アパーチャアレイ117と収束レンズアレイ119とブランカーアレイ122を符号150で示す。ここで、収束レンズアレイ119は3枚の多孔(複数の開口を持つ)電極からなる静電レンズで、レンズ制御回路105で制御され、3枚の電極のうち中間の電極にのみ負の電圧を印加し上下電極は接地するアインツェル型の静電レンズアレイである。またアパーチャアレイ117は、NA(収束半角)を規定する役割も持たせるため、収束レンズアレイ119の瞳面位置(収束レンズアレイの前側焦点面位置)に置かれている。ブランカーアレイ122は個別の偏向電極を持ったデバイスで、描画パターン発生回路102、ビットマップ変換回路103、ブランキング指令回路106によって生成されるブランキング信号に基づき、描画パターンに応じて個別にビームのon/offを行う。ビームがonの状態のときには、ブランカーアレイ122の偏向電極には電圧を印加せず、ビームがoffの状態のときには、ブランカーアレイ122の偏向電極に電圧を印加してマルチ電子ビームを偏向する。ブランカーアレイ122によって偏向されたマルチ電子ビーム125は後段(下流側)にあるストップアパーチャアレイ123によって遮断され、ビームがoffの状態となる。複数のアライナー120は、アライナー制御回路107で制御されて、電子ビームの入射角度と入射位置を調整する。また、コントローラ101は全体の回路を制御する。

【0025】

本実施形態においてブランカーアレイは2段で構成されており、ブランカーアレイ122及びストップアパーチャアレイ123と同じ構造の、第二ブランカーアレイ127及び第二ストップアパーチャアレイ128が後段に配置されている。ブランカーアレイ122を通ったマルチ電子ビームは第二収束レンズアレイ126によって第二ブランカーアレイ127上に結像される。さらにマルチ電子ビームは第三、第四収束レンズ130、132によって収束されてウエハ133上に結像される。ここで、第二収束レンズアレイ126、第三収束レンズアレイ130、第四収束レンズアレイ132は収束レンズアレイ119同様に、アインツェル型の静電レンズアレイである。

【0026】

特に第四収束レンズアレイ132は対物レンズとなっており、その縮小率は100倍程度に設定される。これにより、ブランカーアレイ122の中間結像面上の電子ビーム121(スポット径がFWHMで2μm)が、ウエハ133面上で100分の1に縮小され、FWHMで20nm程度のマルチ電子ビームがウエハ上に結像される。ウエハ133上のマルチ電子ビームのスキャンは偏向器131で行うことができる。偏向器131は対向電極によって形成されており、x、y方向について2段の偏向を行うために4段の対向電極で構成される(図中では簡単のため2段偏向器を1ユニットとして表記している)。偏向器131は偏向信号発生回路104の信号に従って駆動される。

【0027】

パターン描画中はウエハ133はX方向にステージ134によって連続的に移動させられる。そして、レーザー測長機による実時間での測長結果を基準として、ウエハ面上の電子ビーム135が偏向器131でY方向に偏向され、かつブランカーアレイ122及び第二ブランカーアレイ127で描画パターンに応じてビームのon/offが個別になされる。ビー

10

20

30

40

50

△ 1 2 4 はonのビームを示し、ビーム 1 2 5、1 2 9 はoffのビームを示す。これにより、ウエハ 1 3 3 面上に所望のパターンを高速に短い描画時間で描画することができる。

【 0 0 2 8 】

以上に説明した様に、本実施形態の荷電粒子線露光装置は、荷電粒子源と、荷電粒子源から放射される荷電粒子線を照射する照射荷電粒子光学系と、照射荷電粒子光学系からの荷電粒子線が照射される、1以上の開口を備えた基板を備える。そして、基板の複数の開口からの荷電粒子線を個別に偏向してブランキングを制御する1以上の偏向器と、基板の荷電粒子線の下流側の少なくとも1個所に設けられた本発明の荷電粒子線レンズと、を有し、高精度な描画を可能としている。

【 0 0 2 9 】

図 5 (b) は、上記実施形態 1 の図 1 - 2 で説明した荷電粒子線レンズであり、開口 4 が複数あること以外は同様のものを示している。この静電レンズを上述したマルチ荷電粒子ビーム露光装置内の第一から第四の収束レンズアレイ 1 1 9、1 2 6、1 3 0、1 3 2 として設置することにより、描画エラーが少ない露光装置を実現できる。

【 符号の説明 】

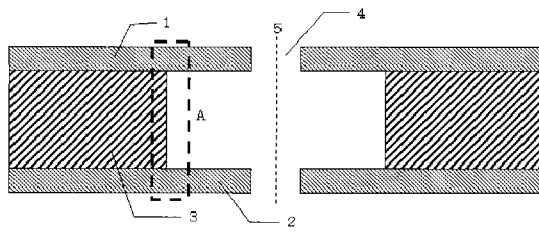
【 0 0 3 0 】

1・・・第1の電極、2・・・第2の電極、3・・・支持体、3 A・・・非平坦部、3 B・・・テーパ部、4・・・開口、6・・・テーパ角

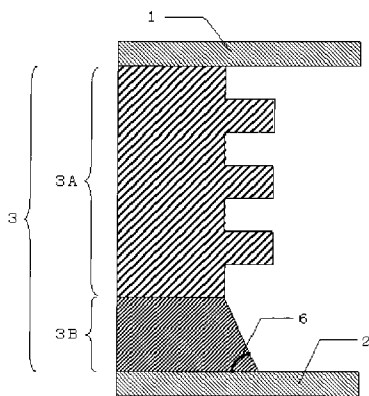
10

【 図 1 - 1 】

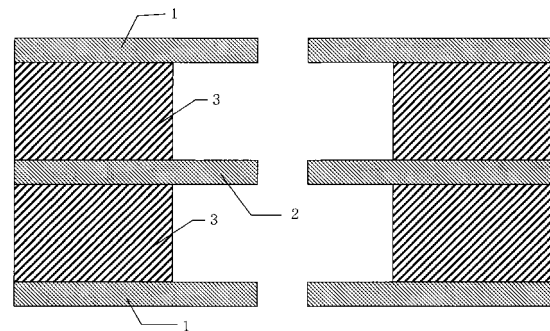
(a)



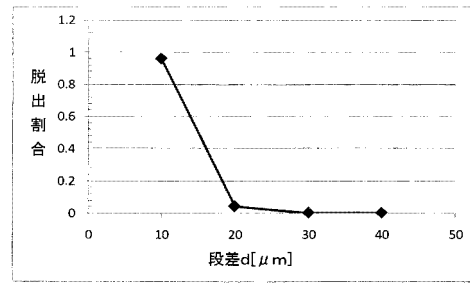
(b)



【 図 1 - 2 】

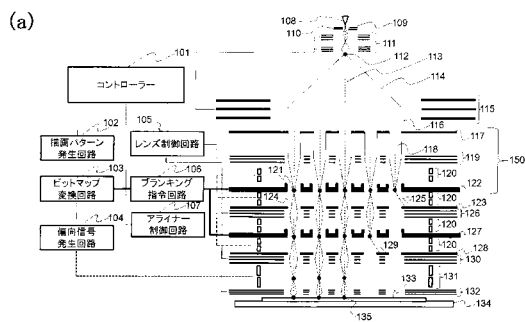


【 図 4 】

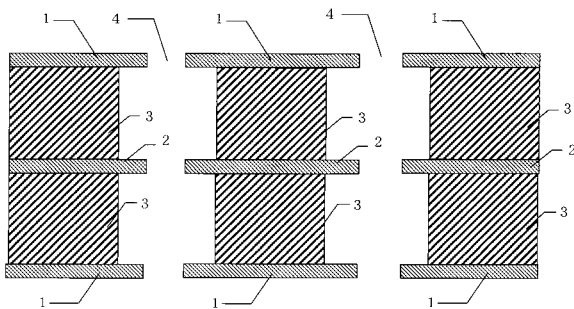


テーパー角 θ [deg]	常電流成分 I_{c0} [mA]
90	1.0
80	0.75
75	0.62
60	0.60
45	0.58
30	0.80

【 図 5 】



(b)



【 図 2 】

