

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5415720号
(P5415720)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 J	37/305	(2006.01)	HO 1 J	37/305 B
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 4 1 B
GO 3 F	7/20	(2006.01)	GO 3 F	7/20 5 2 1

請求項の数 42 外国語出願 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-188557 (P2008-188557)	(73) 特許権者	503070579
(22) 出願日	平成20年7月22日(2008.7.22)		イーエムエス ナノファブリカツィオン
(65) 公開番号	特開2009-32691 (P2009-32691A)		アーゲー
(43) 公開日	平成21年2月12日(2009.2.12)		オーストリア国 1020 ウイーン シ
審査請求日	平成23年4月8日(2011.4.8)		ユレイガッセ3
(31) 優先権主張番号	A1174/2007	(74) 代理人	100086380
(32) 優先日	平成19年7月24日(2007.7.24)		弁理士 吉田 稔
(33) 優先権主張国	オーストリア(AT)	(74) 代理人	100103078
			弁理士 田中 達也
		(74) 代理人	100115369
			弁理士 仙波 司
		(74) 代理人	100117178
			弁理士 古澤 寛
		(74) 代理人	100130650
			弁理士 鈴木 泰光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチビーム源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

照明システム(102)およびビーム形成システム(103)を含む、エネルギー荷電粒子のビームレット(112)を発生するためのマルチビーム源(110)であって、

前記照明システム(102)が、エネルギー荷電粒子を発生しかつ前記粒子を幅広の照明ビームに形成するように適応され、かつ

前記ビーム形成システム(103)が、前記照明システムから出射する照明ビームによって照明されるように構成されると共に、ビームからエネルギー粒子の複数のビームレット(112)を形成するように適応され、前記ビーム形成システムが、

ビームから複数のビームレットを形成するために粒子ビームのエネルギー粒子を通過させる複数のアパーチャを有するビーム分割手段と、

電気ゾーン装置(109)の光軸(113)に対し直角に向けられかつ前記粒子ビームが透過する領域を少なくともカバーする横寸法を有する2次元平面に平行に広がる面状の複合電極(110)を含み、前記領域は、前記粒子ビームの前記エネルギー粒子を通過させる複数の開口(722)を有し、前記開口(722)は、前記ビーム分割手段のそれぞれのアパーチャに相当し、前記複合電極が複数の組の略平面状の部分電極(741)から構成され、前記複数の組はそれぞれ前記開口(722)の一つに関連付けられ、それぞれの前記組の前記部分電極は前記開口(722)のそれぞれの一つに隣接し、前記複数の組の前記部分電極が電気ゾーン装置の表面積の分割に従って前記2次元平面内で相互に隣接して配置され、前記部分電極が異なる静電電位を印加されるように適応された、電気ゾー

10

20

ン装置（１０９）と、
を含んで成る、マルチビーム源（１０１）。

【請求項２】

前記ビーム分割手段および前記電気ゾーン装置が連続した順序で配置され、前記電気ゾーン装置の前記開口が前記ビーム分割手段の前記アパーチャと整列する、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項３】

前記ビーム分割手段が前記電気ゾーン装置に統合される、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項４】

前記マルチビーム源によって生成される前記複数のビームレット（１１２、２１２、３１２）が実質的にホモセントリックである、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１、２０１、３０１、１５０１、１７０１）。

【請求項５】

前記マルチビーム源によって生成される前記複数のビームレット（１１２）が実質的にテレセントリックである、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項６】

前記荷電粒子がイオンである、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項７】

少なくとも１つの追加電極、特に環状電極（１０８）を有し、前記電極が前記電気ゾーン装置（１０９）の近傍に、しかし前記電気ゾーン装置の前記複合電極（１１０）の平面外に配置される、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項８】

前記少なくとも１つの追加電極が少なくとも１つの多極電極を含み、前記少なくとも１つの多極電極が前記電気ゾーン装置（１０９）の前記複合電極（１１０）の平面外に配置される、請求項７に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項９】

前記複数の組のそれぞれが４つの部分電極を含む、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１）。

【請求項１０】

前記少なくとも１つの電気ゾーン装置（４０９、４０９、４０９、６０９）の前記部分電極（４１８、４１８、４１８、６１８）が、前記電気ゾーン装置の光軸を中心とする同心円状リングとして形作られる、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１、２０１、３０１）。

【請求項１１】

前記少なくとも１つの電気ゾーン装置（４０９、４０９、４０９、６１８）の前記部分電極（４１８、４１８、４１８、６１８）が、前記電気ゾーン装置の光軸の周りに配置される扇状体として形作られる、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１、２０１、３０１）。

【請求項１２】

前記少なくとも１つの電気ゾーン装置（４０９、４０９、４０９、６１８）の前記部分電極（４１８、４１８、４１８、６１８）が扇形であり、前記電気ゾーン装置の中心領域の周りに配置され、前記中心領域が少なくとも１つのさらなる中心部分電極（４１９）によって形成される、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１、２０１、３０１）。

【請求項１３】

前記少なくとも１つの電気ゾーン装置（４０９、４０９、４０９、５０９、６０９、８０９）の隣接する部分電極（４１８、４１８、４１８、５１８、６１８、８１８）の間のギャップ（４２１、５２１、６２１、８２１）に抵抗性材料（５２１）が設けられる、請求項１に記載のマルチビーム源（１０１、２０１、３０１）。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記電気ゾーン装置(509、709、809)の前記複数の開口の開口(522、722、822)が、前記電気ゾーン装置の前記部分電極の各々の領域内にのみ存在する、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 15】

異なる静電電位を印加することによって前記電気ゾーン装置(509、809)の前記部分電極(518、818)を制御するための電子回路を含むCMOS層(525、825)が、前記電気ゾーン装置(509、809)内に設けられた、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 16】

前記電気ゾーン装置の前記部分電極(418、618、641)が、前記部分電極に異なる静電電位を印加するように適応された直接配線を介して制御される、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 17】

前記電気ゾーン装置(209、909、909、1109、1109)の少なくとも1つが、前記粒子ビームの方向に沿って見たとき、ビーム分割手段(211、911、1111)の直前または直後に配置される、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 18】

第1の電気ゾーン装置(209、909、1109)が、前記粒子ビームの方向に沿って見たとき、前記ビーム分割手段(211、911、1111)(複数存在する場合は最初の1つ)の直前に配置され、かつ第2の電気ゾーン装置(909、1109)が、前記粒子ビームの方向に沿って見たとき、前記ビーム分割手段(211、911、1111)(複数存在する場合は最後の1つ)の直後に配置される、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 19】

前記電気ゾーン装置の複数の開口の各開口(522、722)が、前記それぞれの開口に隣接して位置する前記部分電極の組に関連付けられるように、前記電気ゾーン装置(509、709)の前記部分電極(518、718)が配置される、請求項18に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 20】

選択されたビームレットの通路をオフにするためのブランキング装置(214、314)を含み、前記ブランキング装置(214、314)が複数の開口を含む略平板状の形状で実現され、前記開口を通して放射される粒子をそれらの公称経路外に偏向させるための少なくとも1つの制御可能な偏向手段(315)が各開口に設けられる、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 21】

前記ブランキング装置(214、314)に、前記偏向手段(315、316)を制御するためのCMOS層が設けられる、請求項20に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 22】

前記マルチビーム源の幾何収差の補正のために少なくとも1つの補正レンズ配列(1029、1029)を含み、実現される前記補正レンズ配列(1029、1029)は略平板状の形状を有し、かつ複数のオリフィス(1044)を含み、前記オリフィス(1044)は前記粒子ビームの方向に見て前記オリフィス(1044)の始めまたは終わりの開口空間を拡幅し、前記開口空間はそれぞれのビームレットを受け取ると補正レンズとして働くように構成され、前記開口空間はさらに前記補正レンズ配列の領域上で変動する幅を有し、こうして変動する補正レンズ強度を規定し、前記補正レンズ配列(1029、1029)が前記粒子ビームの方向に見て前記電気ゾーン装置の前または後に位置する、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

10

20

30

40

50

【請求項 23】

前記補正レンズ配列(1029、1029)が電気ゾーン装置に隣接して位置し、前記電気ゾーン装置(1009)が、前記粒子ビームの方向に沿って見て、前記補正レンズ配列(1029、1029)の前または後に配置される、請求項22に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 24】

前記電気ゾーン装置(109、209、309)に被覆体が設けられる、請求項1に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

【請求項 25】

前記被覆層が導電性材料で作られる、請求項24に記載のマルチビーム源(101、201、301)。

10

【請求項 26】

請求項1に記載のマルチビーム源(101、201)で使用するための電気ゾーン装置(109、209)であって、前記電気ゾーン装置が前記電気ゾーン装置全体をカバーする横方向の寸法を有するとともに前記粒子ビームの前記エネルギー粒子を通過させる複数の開口(722)を有する複合電極(110)を含み、前記複合電極が複数の組の略平面状部分電極(741)から構成され、前記複数の組のそれぞれが前記開口(722)の一つに関連付けられ、前記それぞれの組の前記部分電極は前記開口(722)のそれぞれ一つに隣接し、前記複数の組の前記部分電極は前記電気ゾーン装置の前記表面積の分割に従って前記2次元平面内で相互に隣接し、前記部分電極が異なる静電電位を印加されるように

20

【請求項 27】

前記複数の組のそれぞれが4つの部分電極を含む、請求項26に記載の電気ゾーン装置(409、509、709、809)。

【請求項 28】

前記部分電極(418、418、418、518、718、818)が同心円状リングとして形作られる、請求項26に記載の電気ゾーン装置(409、509、709、809)。

【請求項 29】

前記部分電極が前記電気ゾーン装置の光軸の周りに配置されたセクタとして形作られる、請求項26に記載の電気ゾーン装置(109、209)。

30

【請求項 30】

前記部分電極が扇形であり、前記電気ゾーン装置の中心領域の周りに配置され、前記中心領域が少なくとも1つのさらなる中心部分電極(419)によって形成される、請求項26に記載の電気ゾーン装置(109、209)。

【請求項 31】

隣接する部分電極(418、418、418、518)の間のギャップ(421、521)に抵抗性材料(521)が設けられる、請求項26に記載の電気ゾーン装置(409)。

【請求項 32】

前記電気ゾーン装置の複数の開口の開口(522、722、822、1022)が、前記電気ゾーン装置の前記部分電極(418、418、418、518、618、718、818)の各々の領域内にのみ存在し、前記部分電極間のギャップ(421、521、621、821)には存在しない、請求項26に記載の電気ゾーン装置(309、309、409)。

40

【請求項 33】

異なる静電電位を印加することによって前記電気ゾーン装置の前記部分電極(518、818)を制御するために、前記電気ゾーン装置内にCMOS層(525、825)が設けられる、請求項26に記載の電気ゾーン装置(509、809)。

【請求項 34】

50

前記部分電極（４１８、４１８、４１８、５１８、７１８、８１８）が、前記部分電極に異なる静電電位を印加するように適応された直接配線を介して制御される、請求項２６に記載の電気ゾーン装置（４０９、５０９、７０９、８０９）。

【請求項３５】

前記電気ゾーン装置の後続する構造を保護するために被覆層が設けられる、請求項２６に記載の電気ゾーン装置。

【請求項３６】

前記被覆層が導電性材料で作られる、請求項３５に記載の電気ゾーン装置。

【請求項３７】

エネルギー荷電粒子のビームによってターゲット（１４３３、１５３３、１６３３、１７３３）を照射するためのマルチビームリソグラフィのための装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）であって、

エネルギー荷電粒子の前記ビームから複数の実質的にテレセントリック／平行なビームレットを発生するための、請求項１に記載のマルチビーム源（１５０１、１７０１）と、

前記ビームレットを前記ターゲットの表面上に集束させるために、前記ビームの方向に見て、前記マルチビーム源の後に配置されたマルチビーム光学システム（１６３７、１７３７）と、を含む装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）。

【請求項３８】

選択されたビームレットの通路をオフにするための少なくとも１つのブランキング手段が設けられ、前記ブランキング手段が複数の開口を有し、各開口が請求項１に記載のマルチビーム源のビーム分割手段のそれぞれのアパーチャに対応し、前記開口を通して放射される粒子をそれらの経路から前記マルチビームリソグラフィ装置内の吸収面に偏向させるための制御可能な偏向手段が各開口に設けられ、前記ブランキング手段が、前記粒子ビームの方向に見て前記マルチビーム光学システムの前に配置され、かつ／または前記マルチビーム光学システムに統合される、請求項３７に記載の装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）。

【請求項３９】

請求項２０に記載のブランキング装置を備えたマルチビーム源（１５０１、１７０１）を使用する、請求項３７に記載の装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）。

【請求項４０】

各ビームレットに対し偏向ユニット（１６３９、１７３９、１６４０、１７４０）が設けられ、前記偏向ユニットが前記ビームの方向に見て前記マルチビーム光学システム内またはその前に配置され、前記偏向ユニットがそれぞれのビームレットの個別の結像収差を前記ターゲット上の所望の位置に対して補正するように、かつ／または前記ターゲット上の描画プロセス中にそれぞれのビームレットを配置するように、適応された、請求項３７に記載の装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）。

【請求項４１】

前記マルチビーム光学システム内に静電レンズアレイ（１６３９、１７３９）が配置される、請求項３７に記載の装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）。

【請求項４２】

各ビームレットに対し、前記ビームレットの直径および／または前記ターゲット上の前記ビームレットの位置を調整するための手段として、静電レンズ配列（１６３９、１７３９）が設けられる、請求項３７に記載の装置（１４３１、１５３１、１６３１、１７３１）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

10

20

30

40

50

本発明は、複数のエネルギー荷電粒子のビームレットを発生するためのマルチビーム源であって、照明システムおよびビーム形成システムを備えたマルチビームソースに関する。

【0002】

さらに、本発明は、そのようなマルチビーム源に使用するための電氣的ゾンプレート、およびそのようなマルチビーム源を使用してエネルギー荷電粒子のビームによってターゲットを照射するためのマルチビームリソグラフィのための装置に関する。

【背景技術】

【0003】

上記の種類マルチビーム源は、リソグラフィシステムおよび顕微鏡検査システムのような、多種多様な用途に使用することができる。マルチビーム源を使用するシステムの中には、単一の源を使用して1つのビームを発生し、その後それを複数のビームに分割するものがある。そのようなシステムで使用される荷電粒子源は一般的に、規定された開き角を持つ荷電粒子ビーム、つまり発散ビームを出射する。発散ビームはしばしばコリメートすること、つまり均質なビームに変換することが必要である。大部分の用途では、射出された発散ビームを屈折させるために、レンズまたはレンズ組立体が使用される。そのようなマルチビーム源の改良は、現在、世界中の集中的な研究活動の対象である。

【0004】

マルチビーム源の典型的な用途は、例えば半導体産業で異なる基板材料にパターンを作成するためのマルチビームリソグラフィシステムである。そのような装置は通常、エネルギー粒子の拡散ビームを発生する粒子源付きの照明システムと、前記ビームをテレセントリックなビームにするレンズシステムとを含み、テレセントリックなビームは、幅広ビームを複数のサブビームに分割するための異なる手段を照明する。光学投射システムにより、サブビームは、一般的にある種の基板、例えばシリコンウェハであるターゲットに集束される。そのような種類のシステムは、US2005/0161621A1、US2005/0211921A1、ならびに出願人/譲受人による2つの文書、すなわちUS6,989,546B2およびUS6,768,125に開示されている。しかし、これらのシステムは、光学システムが光光学システムであるかそれとも粒子光学システムであるかに関係なく、結像収差および歪みを生じるので、特定の欠点を有する。したがって、ターゲットに投射されたサブビームは不鮮明になり、サブビームのスポットサイズはもはや明確でなくなり、その結果ぼやけたパターンまたは画像が生じる。

【特許文献1】US2005/0161621A1

【特許文献2】US2005/0211921A1

【特許文献3】US6,989,546B2

【特許文献4】US6,768,125

【0005】

粒子光学結像システムは、管、リング、もしくはダイアフラムとして、またはむしろそのような要素の列状の配列として形成された、2つまたは3つの回転対称な環状電極の形の静電レンズを使用し、少なくとも部分的に異なる電位状態にある前記環状電極の真ん中をビームが通過することが、公知かつ一般的な慣行である。このタイプのレンズは常に正の屈折力を有し、したがって焦点レンズである。さらに、それらは例外なく3次（またはより高次）の著しい収差を有し、それはレンズ幾何学の形状によってわずかに影響することができる。そのようなレンズセットを使用するシステムは、出願人/譲受人によるUS5,801,388に開示されている。

【特許文献5】US5,801,388

【0006】

発散レンズ（負の屈折力）を使用することによって、組み合わせられた焦点レンズおよび発散レンズの配列によって発生する収差は、焦点レンズおよび発散レンズの3次（またはより高次）の収差への寄与の解消によって大幅に補償され、他の収差係数も可能な限り小さく維持される。環状電極だけで負の屈折力のレンズを達成することは不可能である。それどころか、板状電極または制御格子電極を使用し、そこにビームを通過させることが必要である。マスクの前および後にそれぞれ位置する環状電極と組み合わせ、リソグラフィ

10

20

30

40

50

イ装置のマスクを使用して発散レンズを形成するシステムは、出願人/譲受人によるUS6,326,632B1に開示されている。

【特許文献6】US6,326,632B1

【0007】

焦点レンズのレンズエラーの結果、焦点レンズを備えかつ略テレセントリックなイオンビームを発生する照明システムは、例えば軸の近傍のビームは光軸と平行であるが、軸から遠いビームは多少収束または発散するという特徴を有する。マスクの外側領域では、特に、対物面における角度誤差(アパーチャプレートシステム)が基板における著しいランディング角度誤差を導く、(US6,768,125に記載されているような)大幅縮小光学システムと共に使用される場合、あるいは各コラムの各ビームの角度アラインメントが非常に重要である、平行マルチコラムアレイと共に使用される場合、これは像欠陥を導くであろう。これらのシャドウ効果を回避するための1つの解決策は、軸に対して適宜傾斜した構造オリフィスを作成することである。しかし、これは技術的観点から極めて高価である。焦点レンズ配列の下流に配置された追加の発散レンズは、これらの誤差を補正することを可能にすることができ、かつ軸から遠いビームの過度の収束は補償することができる。

【0008】

そのような解決策は、M.J.van Bruggenらによる論文「Development of a multi-electron-beam source for sub-10nm electron beam induced deposition」J.Vac.Sci.Technol. B23(6)(2005),pp.2833-2839に記載されている。著者らはそこで、粒子の幅広ビームがアパーチャプレートにより100個のサブビームに分割されるマルチビーム源を記載している。サブビームはマイクロレンズアレイによって個別に集束され、後続の電極と共に負レンズ効果を生じる。Van Bruggenらは、システムに内在する3次の幾何収差および1次の色収差の両方を補償することを目指している。しかし、そのようなシステムは、アパーチャプレートの不十分な照明のため、個別のビームおよび収差の補正をもたらすことができない。

【非特許文献1】「Development of a multi-electron-beam source for sub-10nm electron beam induced deposition」J.Vac.Sci.Technol. B23(6)(2005),pp.2833-2839

【0009】

US2004/0232349A1は、本発明が関係するタイプのマルチビーム源を開示している。それは粒子源、収束手段、および光学システムの色収差の悪影響を防止するために粒子源と収束手段との間に配置されたレンズアレイを含む。レンズアレイは、レンズアレイの前および/または後に配置された環状電極と相互作用する穴を持つ実質的な平板である。US2004/0232349A1に開示された発明の変形では、穴および偏向器がビームレットと整列した少なくとも1つの偏向器アレイを追加的に含めることができ、それはそれぞれのビームの光軸からの偏向器の距離に比例する偏向効果を表わすことを可能にする。そのような配列のおかげで、ビームレットを個別に制御することができる。しかし、この解決策は、ビームレットの傾きに対応するように傾斜した穴を配分した特殊な形状のレンズアレイ、例えば凸板または複数の平板の積重ねを必要とするという大きい欠点を有する。さらにレンズアレイは、ビームレットに関して変化する状況に対し、ほとんど適応することができない。

【特許文献7】US2004/0232349A1

【0010】

類似の方法が、粒子露光装置用のパターン定義装置を開示する、出願人/譲受人によるUS7,084,411B2に記載されている。前記装置では、エネルギー荷電粒子のビームは、複数のアパーチャを各々に含む略平板状の形のパターン定義手段のシステムによって、複数のサブビームにパターン形成される。粒子露光装置に存在する個々の収差を補正するために、各アパーチャに対し、サブビームの経路を補正するための少なくとも2つの偏向電極が設けられる。電極は個別に、または集団で制御することができる。

【特許文献8】US7,084,411B2

【0011】

出願人/譲受人によるWO2006/084298には、荷電粒子露光装置における上記の結像収差

10

20

30

40

50

および歪みに対する解決策が提示されている。該解決策は例えば、電子ビームを構造化するためにプログラム可能なアパーチャプレートシステムを使用する、マルチビーム直接描画のコンセプトが開示されている、出願人/譲受人によるUS6,768,125に記載されたIMSのコンセプトのPML2(「Projection Mask-Less Lithography」の略)に適用可能である。WO2006/084298は、3次より高いランクの収差誤差および/または歪みを補償し、または特定の収差係数を補正し、またはミスアラインメントを補正することのできる、発散レンズを設けることを記載している。該レンズは、複数の部分電極から構成される複合電極を構成し、様々な静電電位が印加されるように適応される、複数のアパーチャを持つ板状電極手段として実現される。この板状電極手段は、発散レンズおよび/または上述した結像の問題に対する特定の補償を実行する、単純でしかも効率的な手段を提供する静電ゾーンプレート(EZP)を実現する。

10

【特許文献9】WO2006/084298

【発明の開示】

【0012】

本発明の目的は、低エミッタンスおよび均質な電流分布を持つ1組の粒子ビームレットを生じるマルチビーム源であって、既存のマルチビーム用途に存在する種々の収差効果を低減するように適応されたマルチビーム源を提供することである。エミッタンスとはここではビームの平行性の尺度を表わし、低エミッタンス粒子ビームとは、全ての個別ビームレットが、個別ビームの仮想源より著しく大きくはない共通仮想源から出射するように見える場合のビームであり、それはビームレットが小領域から出射すること、またはテレセントリックなビームの場合、ビームレットが略平行であること(無限遠の仮想源)を意味する。低エミッタンスのビームレットはしたがって横行速度の成分が小さく、かつ伝搬軸に対する角度の広がりが縮小する。本発明の別の目的は、投射システムまたはマルチレンズアレイの1例に関して、並行レンズシステムの結像誤差を補償するために、ビームレットの理想的な角度からのずれに対して補正可能/制御可能である、マルチビーム源を提供することである。

20

【0013】

これらの目的は、冒頭に述べたマルチビーム源であって、照明システムが、エネルギー荷電粒子を発生しかつ前記粒子を幅広の照明ビームにするように適応され、かつビーム形成システムが、照明システムから出射する照明ビームによって照明されるように構成されると共に、ビームからエネルギー粒子の複数のビームレットを形成するように適応され、前記ビーム形成システムが、

30

ビームから複数のビームレットを形成するために粒子ビームのエネルギー粒子を通過させる複数のアパーチャを有するビーム分割手段と、

電気ゾーン装置の光軸に対し直角に向けられかつ粒子ビームが透過する領域を少なくともカバーする横寸法を有する2次元平面に沿って位置する複合電極を含み、前記複合電極が複数の略平面状の部分電極から構成され、前記部分電極が電気ゾーン装置の表面積の分割に従って相互に隣接して配置され、前記部分電極が異なる静電電位を印加されるように適応され、粒子ビームのエネルギー粒子を通過させる複数の開口をさらに含む電気ゾーン装置と、を備えた、マルチビーム源によって達成される。

40

【0014】

電気ゾーン装置の複合電極、特に部分電極は、金属のような導電性材料で作ることが好ましい。しかし、静電界の存在する静電気環境に置かれた場合に明瞭な静電気境界を生じさせる、任意の材料を選択することができる。金属に代るものとして、十分な不純物添加が行なわれた半導体材料が挙げられる。部分電極は相互に隣接して配置されるが、それらは通常小さいギャップにより分離される。

【0015】

本発明は、ビーム操作装置に頻繁に現われるビーム分割装置の不十分な照明を是正する効果的な解決策を提供する。ビーム形成システムを照射する照明ビームは、ビーム形成システムの全部を、つまりビーム形成装置の光軸から遠い部分をも照明するのに充分幅広い

50

。粒子源によって放出される電流は、より効率的に処理することができる。さらに、それは、上記種類の光学システムの歪み及び収差誤差の処理を可能にする。一般的に、本発明はマルチビーム用途のビームレットを、それらの径方向および環状の画像歪みまたはそれらの方向のいずれかに関して、制御かつ/または補正する手段を提供する。ビーム形成システムは照明システムから分離されるので、マルチビーム源はビームレット軸に対する開口のずれへの許容差が増大する。

【 0 0 1 6 】

本発明は、ビーム分割手段の前の照明粒子ビームの補正（照明システムの収差誤差）のみならず、ビーム分割装置の後のビームの補正（投射システムの収差誤差）をも可能にする。本発明に係るマルチビーム源は、ホモセントリック（つまり共通仮想源から出射するように見える）、収束性（つまりビームの方向に見てマルチビーム源の下のどこかに位置する交差点に収束する）、またはテレセントリック/平行な、複数のビームレットを生成する。

10

【 0 0 1 7 】

本発明の目的はまた、上記のマルチビーム源で使用するための電気ゾーン装置であって、電気ゾーン装置全体をカバーする横寸法を有する複合電極を含み、前記複合電極が複数の略平面状の部分電極から構成され、前記部分電極が電気ゾーン装置の表面積の分割に従って相互に隣接して配置され、前記部分電極が異なる静電電位を印加されるように適用され、複数の開口をさらに含む電気ゾーン装置によっても達成される。

【 0 0 1 8 】

20

同様に、これらの目的は、エネルギー電荷粒子のビームによってターゲットを照射するためのマルチビームリソグラフィのための装置であって、エネルギー電荷粒子のビームから複数の実質的にテレセントリック/平行なビームレットを発生するための上記マルチビーム源と、ビームレットをターゲットの表面上に集束させるためにビームの方向に見てマルチビーム源の後に配置されたマルチビーム光学システムと、を含む装置によって達成される。

【 0 0 1 9 】

好ましくは、ビーム分割手段および電気ゾーン装置は連続した順序で配置され、電気ゾーン装置の開口はビーム分割手段のアパーチャと整列する。電気ゾーン装置はビーム分割手段の前または後に配置することができ、前者の場合、粒子ビームがビーム分割手段を照射する前に粒子ビームを補正することが可能になり、後者の場合、個々のビームレットまたはビームレット群の誤差の補正が可能になり、誤差はビーム分割手段によって、またはマルチビーム源の照明システムによって生じる。

30

【 0 0 2 0 】

本発明の変形例では、ビーム分割手段は電気ゾーン装置に、例えば平板状の形状に配列して、統合することができる。したがって、マルチビーム源のサイズは低減することができる。

【 0 0 2 1 】

マルチビーム源の用途に応じて、生成されるビームレットは、ホモセントリック（つまり共通仮想源から出射するように見える）、またはテレセントリックのいずれかとする事ができる。どちらの変形例も実現可能である。

40

【 0 0 2 2 】

好ましくは、マルチビーム源で使用される荷電粒子はイオンである。これらは、例えばヘリウムイオン、水素イオン、または重イオンとすることができる。用語「重」とはここでは、Cより重いO、N、または希ガスNe、Ar、Kr、およびXeのような元素のイオンを指す。陽子または電子も使用することができる。

【 0 0 2 3 】

イオンの極めて短い波長のため、それらの使用は、例えばマルチビーム源をイオン光学システムと組み合わせて使用する場合、結合品質に関して種々の有利な特徴、特に非常に低い開口数を提供する。そのような場合、光学システムと基板との間の距離をかなり増大

50

することができるので、例えば偏向ユニットのために大きい空間が得られるだけでなく、光学システムからのウェハ面の減結合が増強される。

【0024】

本発明の1つの有利な実施形態では、少なくとも1つの追加電極、特に環状電極を設け、前記電極を電気ゾーン装置の近傍に、しかし前記電気ゾーン装置の複合電極の平面外に、配置する。環状電極は、電気ゾーン装置と組み合わせて静電レンズを形成することによって、像の歪みを補正するために使用することができる。環状電極は、粒子ビームの方向に見て電気ゾーン装置の前または後に配置することができる。少なくとも1つの追加電極は少なくとも1つの多極電極を含み、少なくとも1つの多極電極は電気ゾーン装置の複合電極の平面外に配置することが好ましい。

10

【0025】

本発明の好適な実施形態では、電気ゾーン装置の部分電極は、電気ゾーン装置の各開口が、それぞれの開口に隣接して位置する1組の部分電極に関連付けられるように、配置される。部分電極の組は4つの部分電極を含むことが好都合である。開口の周囲に「スラインの葉」に匹敵するように配置される部分電極のそのようなレイアウトは、それぞれの開口を交差するビームレットの個別制御を可能にし、したがって種々の結像の問題の是正を可能にする。部分電極の組は、該組に関連付けられる開口を交差するビームレットのみに影響するように設定される。その結果、組を形成する部分電極は小さい寸法を有する。開口の直径はそれらの相互距離と比較して小さいので、これは、現下の設定で、電気ゾーン装置の複合電極が、組単位で配置される複数の部分電極に分割され、組が電気ゾーン装置の開口に関連付けられ、隣接する組間の距離が大きいことを意味する。

20

【0026】

本発明の別の実施形態では、少なくとも1つの電気ゾーン装置の複合電極の部分電極は、電気ゾーン装置の光軸を中心とする同心円状リングとして形成される。この解決策のおかげで、電気ゾーン装置の部分電極に異なる電位を印加することによって、電気ゾーン装置の複数の開口が影響を受けることがある。

【0027】

電気ゾーン装置の部分電極の種々の配置が、特定の機能に応じて可能であり、かつ有用である。例えば、それらは電気ゾーン装置の光軸の周りに配置された扇状体として形成することができる。扇形の部分電極は、電気ゾーン装置の中心領域の周囲に配置することができ、前記中心領域は少なくとも1つのさらなる部分電極によって形成される。

30

【0028】

少なくとも1つの電気ゾーン装置の隣接する部分電極の間のギャップに、抵抗性材料を設けることが好ましい。この解決策のおかげで、部分電極間の漂遊電界の作用を軽減することができる。絶縁誘電体材料を使用することによって、隣接する部分電極の異なる電位を分離することができ、隣接する開口の位置における全漂遊電界を低減させる、誘電分極を生成することができる。

【0029】

部分電極のエッジで発生する漂遊電界の作用を排除する単純な方法は、電気ゾーン装置の開口を、それらが電気ゾーン装置の粒子電極の各々の領域内のみ存在するように配置することによって実現される。隣接する粒子電極の間のギャップから開口を離しておくことによって、漂遊電界のマイナス効果を回避することができる。

40

【0030】

電気ゾーン装置の部分電極を制御するために、異なる静電電位を印加することによって部分電極を制御するように適応された電子回路を含むCMOS層が、電気ゾーン装置内に設けられる。上記種類のCMOS層の作成は周知の確立された技術であるので、そのような層を設けることにより、マルチビーム源の電気ゾーン装置それぞれの製造が容易化される。

【0031】

本発明の変形例では、部分電極を制御すべく、それらに異なる静電電位を印加するため

50

に、直接配線を使用することができる。

【0032】

本発明の有利な実施形態では、前記電気ゾーン装置の少なくとも1つは、粒子ビームの方向に沿って見たとき、ビーム分割手段の直前または直後に配置される。そのような電気ゾーン装置を追加電極と結合することにより、像歪みの補正を可能にする静電レンズを形成することが可能である。電気ゾーン装置およびビーム分割手段に異なる電位を印加することによって、追加電極を設けることなく、そのような効果を実現することができる。

【0033】

本発明のさらに別の実施形態では、第1電気ゾーン装置は、粒子ビームの方向に沿って見たとき、ビーム分割手段(2つ以上存在する場合には、最初の1つ)の直前に配置され、第2電気ゾーン装置は、粒子ビームの方向に沿って見たとき、ビーム分割手段(2つ以上存在する場合には、最後の1つ)の直後に配置される。第1電気ゾーン装置はビーム分割手段すなわち複数のアパーチャの照明の最適化を可能にするので、そのような配置は、マルチビーム源の性能をかなり改善する。第2電気ゾーン装置は、ビーム分割手段によって生じる結像収差を補正するために使用することができる。電気ゾーン装置の各開口が、それぞれの開口に隣接して位置する1組の部分電極に関連付けられるように、電気ゾーン装置の部分電極を配置することが好ましい。そのような「スイレンの葉」配置を持つ少なくとも1つの電気ゾーン装置を使用することにより、結像収差の照明および/または補正をより効率的に達成することができる。

【0034】

本発明はさらに、選択されたビームレットの通路をオフにするためのブランキング装置を含むマルチビーム源に関し、前記ブランキング装置は、複数の開口を含む略平板状の形状で実現され、開口を通して放射される粒子をそれらの公称経路外に偏向させるための制御可能な偏向手段が、各開口に設けられる。ブランキング装置の開口は、電気ゾーン装置またはビーム分割手段の例えばマルチビーム源に存在する他の開口と整列することが好都合である。ブランキング装置は、偏向手段を制御するためのCMOS層を設けることが好都合である。経路外に偏向された粒子を捕集するために吸収面を設けることができる。

【0035】

マルチビーム源は、マルチビーム源の幾何収差の補正のための少なくとも1つの補正レンズ配列を含み、略平板状の形状を有しかつ複数のオリフィスを含む補正レンズ配列が実現され、オリフィスは粒子ビームの方向に見てオリフィスの始めまたは終わりの開口空間を広げ、前記開口空間はそれぞれのビームレットを受け取ると補正レンズとして働くように構成され、前記開口空間はさらに、補正レンズ配列の領域上で変動する幅を有し、こうして変動する補正レンズ強度を規定し、補正レンズ配列は粒子ビームの方向に見て電気ゾーン装置の前または後に位置することが好ましい。

【0036】

そのような補正レンズ配列は、像面分野の湾曲のような光学的欠陥を補正するために有用である。幾何収差は、補正レンズ配列の光軸からの距離により変化することが知られているので、装置を横切るオリフィスの開口空間の幅は、対応するオリフィスの横方向の位置によって変化する。補正レンズ配列は、粒子ビームの方向に見てビーム分割手段の前に位置することができ、したがってビーム分割手段のアパーチャへの粒子の入射角が局所的に変化する。代替的に、補正レンズ配列は、粒子ビームの方向に見てビーム分割手段の後に位置することができ、その場合、それはマルチビーム源の焦点レンズを偏移させるために使用することができる。

【0037】

補正レンズ配列は電気ゾーン装置に隣接して位置し、電気ゾーン装置は、粒子ビームの方向に沿って見たとき、補正レンズ配列の前または後に配置されることが好ましい。補正レンズ配列および電気ゾーン装置が異なる電位に保持されるときに、補正レンズを実現することができる。補正レンズ配列のオリフィスの開口空間の幅、およびそれに応じて電位を選択することによって、像歪みの補正を可能にする、予め定められた焦点の補正レンズ

10

20

30

40

50

を実現することができる。

【0038】

エネルギー粒子の衝突ビームによって生じる損傷を受けにくくするために、照明システムに最も近い電気ゾーン装置は、電気ゾーン装置の後続の構造を衝突粒子ビームから保護するために、被覆層を設けることができる。前記被覆層は、導電性材料で作ることが好ましい。

【0039】

上記の通り、本発明は、上記の種類マルチビーム源で使用するための電気ゾーン装置にも関する。

【0040】

そのような装置の有利な実施形態では、電気ゾーン装置の複数の開口の各開口が、それぞれの開口に隣接して位置する1組の部分電極に関連付けられるように、電気ゾーン装置の部分電極を配置する。部分電極の組は4つの部分電極を含み、こうして電極の「スラインの葉」状の配置を実現することが好ましい。

【0041】

特定の機能に応じて、電気ゾーン装置の部分電極の種々の配置が可能かつ有用である。例えば、それらは同心円状リングとして、電気ゾーン装置の光軸の周りに配置された扇状体として形作ることができる。扇形部分電極は、電気ゾーン装置の中心領域の周囲に配置することができ、前記中心領域は1つのさらなる部分電極によって形成される。

【0042】

隣接する部分電極間のギャップに抵抗性材料を設けるときに、優れた結果を得ることができる。そのような材料を設けることにより、部分電極のエッジに生じる漂遊電界を低減することが可能である。電気ゾーン装置の複数の開口の開口を、部分電極間のギャップではなく、電気ゾーン装置の各々の部分電極の領域内だけに配置することにより、そのような漂遊電界のマイナス効果も低減することができる。

【0043】

異なる静電電位を印加することによって電気ゾーン装置の部分電極を制御できるように、電気ゾーン装置内にCMOS層を設けることが好ましい。本発明のさらに別の変形例では、部分電極は、部分電極に異なる静電電位を印加するように適応された、直接配線を介して制御される。

【0044】

後続の構造の保護を可能にするために、電気ゾーン装置は被覆層を設けることができる。被覆層は導電性材料で作ることが好ましい。

【0045】

本発明はさらに、エネルギー荷電粒子の複数のビームレットを生成するためのマルチビーム源と、ビームレットをターゲットに集束させるためのマルチビーム光学システムとを含む、上記の種類マルチビームリソグラフィのための装置に関する。そのようなターゲットは、例えば抵抗層で被覆されたシリコンオンインシュレータ(SOI)とすることができる。

【0046】

本発明の1つの有利な実施形態では、マルチビームリソグラフィのための装置は、選択されたビームレットの通路をオフにするための少なくとも1つのブランキング手段を含み、前記ブランキング手段は複数の開口を有し、各開口は上記のマルチビーム源のそれぞれの開口/アパーチャと整列し、各開口はさらに、開口を通して放射された粒子をその経路からマルチビームリソグラフィ装置内の吸収面に偏向させるための制御可能な偏向手段を備え、前記ブランキング手段は、粒子ビームの方向に見てマルチビーム光学システムの前に位置し、かつ/またはマルチビーム光学システムに統合される。本発明の変形例では、マルチビームリソグラフィのための装置は上記のマルチビーム源を含み、略平板状の形状のブランキング装置がマルチビーム源内に設けられる。構造化されるターゲット上のビームレットの非常に正確な位置決めのため、ブランキング手段の使用は、ウェハステージの

10

20

30

40

50

機械的位置決め精度に対する要件の緩和を可能にする。これは生産費を削減し、かつリソグラフィセットアップのコンポーネントの調整のみならず、運転中の制御をも簡素化する。

【0047】

本発明の別の実施形態では、各ビームレットのために偏向ユニットが設けられ、前記偏向ユニットは、ビームの方向に見てマルチビーム光学システムの内部または前に配置され、前記偏向ユニットは、ターゲット上の所望の位置に対してそれぞれのビームレットの個別の結像収差を補正するように、かつ/またはターゲット上の描画プロセス中にそれぞれのビームレットを配置するように、適応される。本発明の前記実施形態により、選択されたビームレットをそれらの通常の経路外に偏向させることによって、それらをブランキング

10

【0048】

本発明の1つの有益な実施形態では、静電レンズアレイをマルチビーム光学システム内に配置する。このレンズアレイは、基板面におけるビーム径を調節するように働く。各ビームレットに対し、ビームレットの直径および/またはターゲット上のビームレットの位置を調整する手段として、静電レンズ配列を設けることが好ましい。これは、ビームレットが相互に同等になるように、ビームレットの調節をかなり容易にする。アレイの形または各ビームレット用の配列の形のいずれかのそのような静電レンズは、結像収差に対する補償を可能にする。例えば光学コラムに要求される全空間を低減するために、この静電レンズ配列は、マルチビーム光学システムの1つのそれぞれのレンズ内に統合されることが

20

適切である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0049】

以下で、本発明を図面に関連してさらに詳述する。

【0050】

本発明は下述する実施形態に限定されず、それらは本発明の可能な実施形態を代表するものにすぎないことを理解されたい。一般的に、本書に記載する実施形態は、多くの異なる可能な実施形態の一部にすぎず、したがって本発明の範囲を限定するつもりは無いことを言明しなければならない。

【0051】

図1は、図1で垂直下方に伝搬する粒子ビームの方向に見て、連続的に配置された照明システム102およびビーム形成システム103を含む、本発明に係るマルチビーム源101を示す。図の横方向の寸法は縮尺通りではない。

30

【0052】

照明システム102は、粒子源104および抽出レンズアレイ105を含む。マルチビーム源で使用される荷電粒子は、ヘリウムイオンのようなイオンであることが好ましいが、重イオンを使用することもできる。陽子または電子も同様に使用することができる。粒子源104から出射する粒子は、抽出レンズアレイ105によって発散ビーム106に形成される。通常、静電レンズまたは電磁レンズとして実現されるコリメートレンズ107は、照明システム102から出射する粒子の略均質なビーム106'を生成する。レンズの使用は、色収差および球面収差を引き起こし、したがって粒子ビームの品質を低下させるという欠点を有する。この事実のため、略均質なビーム106'の外側境界付近の粒子の軌道は、マルチビーム源101の光軸113に対してわずかに傾斜する。

40

【0053】

ビーム形成システム103は、環状電極108および電気ゾーン装置109を含む。ビーム形成システム103は、照明システム102から出射する略均質な粒子ビーム106'から複数のビームレット112を形成する。粒子ビーム106'は、ビームから生成される全ての個別ビームレット112に対する許容誤差の範囲内で十分に均一な粒子流が得られるように、その幅全体にわたって均質であることが好ましい。環状電極108は電気ゾーン装置109と共に、印加される電位によって負の屈折力のレンズ(発散レンズ)ま

50

たは正の屈折力のレンズ（収束レンズ）を形成する。環状電極 108 は多極電極として実現することができる。

【0054】

電気ゾーン装置 109 は、マルチビーム源 101 の光軸 113 に対し直角に向けられた 2 次元平面に沿って配置された、複合電極 110（図 1 には象徴的に示すだけである）を含む。さらに、電気ゾーン装置 109 は、均質な粒子ビーム 106' の粒子が電気ゾーン装置 109 を通過させ、こうしてマルチビーム源 101 から出射するビームレット 112 を形成させる、複数の開口を含む。図 1 ~ 3 に示すビームレットは、ビーム形成システム 103 で生成される通常大量のビームレットの代表にすぎない。

【0055】

複合電極 110 は相互に隣接して配列される複数の部分電極から構成され、以下でさらに詳述するように、部分電極の間にギャップが設けられる。部分電極は、環状電極 108 と共に静電レンズを形成して電気ゾーン装置 109 の開口を通過する粒子に影響を及ぼすために、異なる静電電位が印加されるように適応される。複合電極 110 は、電気ゾーン装置 109 の一部分だけが均質な部分ビーム 106' によって照射されるという事実に関係なく、電気ゾーン装置 109 の領域全体に及ぶ。

【0056】

部分電極は、電気ゾーン装置 109 の開口と整列ししたがって、静電電位がそれぞれの部分電極に印加されたときに、同時に影響を受ける複数の開口を含む、電気ゾーン装置 109 の面積の大部分に及ぶかもしれない（図 4 a ~ 4 c 参照）。しかし、各部分電極が 1 つの開口のみに関連付けられ、前記部分電極から構成される複合電極 110 が電気ゾーン装置 109 の面積の小領域、例えば電気ゾーン装置 109 の開口が位置する領域に限定されるような実施形態が可能であることを指摘することは、それだけの価値がある。

【0057】

マルチビーム源 101 から出射するビームレット 112 はホモセントリックであり、すなわち、図 1 で垂直下方に伝搬するビームの方向に見て粒子源 104 の上に位置する仮想源 145 から出射するように見える。共通仮想源 145 からのビームレット 112 の見かけの出射は結果的に、ビームレット 112 をマルチビーム源 101 の光軸 113 に対して傾斜させ、傾斜角は光軸 113 からのビームレットの距離と共に増大する。

【0058】

図 1 a は、照明システム 102' およびビーム形成システム 103' を持つマルチビーム源 101' を示し、セットアップは図 1 と全く同一である。しかし、図 1 a では、ビーム形成システム 103' は、マルチビーム源 101' から出射するビームレット 112' が略テラセントリック / 平行になるように構成される。

【0059】

しかし、マルチビーム源 101 から出射するビームレット 112 が収束するように、すなわちビームの方向に見てマルチビーム源 101 の下のどこかに位置する交差部で収束するように、コリメートレンズ 107、環状電極 108、および電気ゾーン装置 109 を配置することが可能である。

【0060】

図 2 は、再び照明システム 202 およびビーム形成システム 203 を含む、マルチビーム源 201 の変形例を示す。照明システム 202 は、図 1 に示したものに匹敵し、粒子源 204、抽出レンズアレイ 205、およびコリメートレンズ 207 を含む。しかし、ビーム形成システム 203 は異なる。環状電極 208 および電気ゾーン装置 209 に加えて、それは、粒子ビームの方向に見て連続的に配置されるビーム分割手段 211 を含む。

【0061】

ビーム分割手段 211 は略平板状の形を有し、粒子ビームのエネルギー粒子を通過させる複数のアパーチャを含む。ビーム分割手段 211 および電気ゾーン装置 209 は、電気ゾーン装置 209 の複数の開口の各開口が、ビーム分割手段 211 の複数のアパーチャのアパーチャと整列するように配置される。図 1 に関連して述べた通り、図 2 に示すコリメー

10

20

30

40

50

トレンズ207は、略均質なビーム206 がマルチビーム源201の光軸213に対して傾斜することによって、光学収差を引き起こす。環状電極208および電気ゾーン装置209の組合せは、照明システム202のレンズによって導入される結像誤差の補正をもたらす。また、それはビーム分割手段211の均質な照明を可能し、こうして粒子光学システムの共有の問題、すなわち光軸113からの距離が増加するにつれて照明が低下し、結果的にシャドウ効果が生じることが解決される。

【0062】

電気ゾーン装置209は後続の装置の照明を改善することに役立ち、実質的にテレセントリック/平行なビームレット212の形成は後続のビーム分割手段211によって実行されるので、電気ゾーン装置209の開口の幅は通常、ビーム分割手段211のアパーチャの幅より大きい。これは、ビーム分割手段211のアパーチャの十分な照明を確実にする。

10

【0063】

図3は、照明システム302およびビーム形成システム303を含むマルチビーム源301の別の変形例を示す。照明システム302は粒子源304と、発散ビーム306を形成する抽出レンズアレイ305とによって形成され、発散ビームはコリメートレンズ307によってコリメートされる。

【0064】

環状電極308は電気ゾーン装置309と共に、ブランキング装置314の略均質な照明をもたらす。環状電極308、電気ゾーン装置309、およびブランキング装置314は粒子ビームの方向に見て連続した順序で配置される。

20

【0065】

図2とは対照的に、略テレセントリック/平行なビームレット312の形成はここでは、それぞれのビームレット312、317の追加処理を可能にするブランキング装置314によって達成される。

【0066】

ブランキング装置314は略平板状の形に実現され、粒子ビームの粒子がブランキング装置314に通過することを可能にする複数の開口を含む。ブランキング装置314は、開口が電気ゾーン装置309のそれぞれの開口と整列するように配置される。

【0067】

ブランキング装置314の全ての開口は、それぞれの開口を通過する粒子ビームレットを偏向させるように適応されている一対の電極315、316に関連付けられる。この目的のために、一方の電極はアクティブ偏向電極316として働き、他方の電極は接地電極315として働く。偏向電極316が付勢されると、つまり電極に電圧が印加されると、偏向電極316のそばを通過するビームレットはその公称経路外に偏向される。ビームレットの制御が全てのグループに対して同期して実行されるように、電極をグループ単位で編成することができる。これは電極の給電および制御要素を低減し、かつ同時にクロストーク効果のリスクを低減する。図3は、複数の偏向されない平行なビームレット312と、それぞれの電極315、316の対によって偏向され、したがってマルチビーム源301の光軸313に対して傾斜した、2つの乱されたビームレット317を模範的に示す。

30

40

【0068】

電極315、316は、電極が関連付けられる開口の周囲に形成された凹部に位置する。それらの高さは、それらがその中に製造されるブランキング装置314の表面から突出しないように選択される。電極315、316はよく確立されたリソグラフィ技術によって形成することができる。

【0069】

図1~3のビーム形成システム103、203、303の構成要素の順序は、多くの可能な配列の少数例に過ぎず、それらの変形例を図9~13に示す。

【0070】

電気ゾーン装置109、209、309は、異なる仕方で実現することができる。図4

50

a ~ 4 c は、異なる模範的変形例を示す。図 4 a は、電気ゾーン装置 4 0 9 の平面図を示す。それは、中心部分電極 4 1 9 の周囲の円形同心部分電極 4 1 8 から構成される、平面状の基本的に 2 次元の複合電極を特徴とする。電気ゾーン装置 4 0 9 の複数の開口は、中心部分電極 4 1 9 を含むフィールド 4 2 0 に位置する。分かり易くするために、図 4 a には開口が示されていない。部分電極 4 1 8、4 1 9 には異なる静電電位を印加することができる。相互絶縁のため、および漂遊電界の影響を軽減するために、部分電極 4 1 8、4 1 9 の間にギャップ 4 2 1 が設けられる。

【 0 0 7 1 】

図 4 b は、電気ゾーン装置 4 0 9 の部分電極 4 1 8 の異なる配列を示す。複合電極の領域はここでは、開口が位置するフィールド 4 2 0 内に延びる扇形電極 4 1 8 に分割される。

10

【 0 0 7 2 】

図 4 c の平面図は、部分電極 4 1 8 のモザイク状集合を持つ電気ゾーン装置 4 0 9 のさらに別の変形例を示す。矩形の部分電極 4 1 8 は、開口が位置するフィールド 4 2 0 内および好ましくはそれを超えた領域もカバーする。電界は、電気ゾーン装置 4 0 9 に 2 次元座標系が割り当てられると仮定して、電気ゾーン装置 4 0 9 の両方の次元に、すなわち x y 方向に制御することができる。

【 0 0 7 3 】

電気ゾーン装置 5 0 9 の概略的構成を図 5 に示す。それは、そのような装置の詳細縦断面図を示す。装置の説明を容易にするために、ここでは上側 T S および下側 B S の用語を使用する。2 つの側のこれらの用語は、入射粒子ビームに対する電気ゾーン装置の向きには関係ない。どちらの側もそれらの衝突してくるビームの方向に向けることができる。

20

【 0 0 7 4 】

電気ゾーン装置 5 0 9 のバルクは、3 つの層 5 2 4、5 2 5、5 2 6 で被覆されたシリコン板 5 2 3 によって形成される。

【 0 0 7 5 】

頂部、例えば上側 T S に位置するのは、セグメント化電極層 5 2 4 の形の複合電極である。それは、電気ゾーン装置 5 0 9 の開口 5 2 2 を通過するビームレットの経路に影響を及ぼすために、異なる静電電位を印加することのできる、部分電極 5 1 8 を実現する。部分電極の幾つかの可能な配置を図 4 a ~ 4 c に示すが、本発明はこれらの実施形態に限定されない。電極層 5 2 4 には、異なる部分電極 5 1 8 によって覆われるゾーンの間にギャップ 5 2 1 が設けられる。これらのギャップは、静電電位が印加されたときに漂遊電界を発生させる、隣接する部分電極 5 1 8 の相互影響を軽減するのに役立つ。前記漂遊電界に対処する別の方法は、ギャップ 5 2 1 に抵抗性材料 5 2 1 を充填することによって実現される。この解決策のおかげで、部分電極の間に生じる漂遊電界の影響を軽減することができる。絶縁誘電体材料を使用することにより、隣接する部分電極 5 1 8 の異なる電位を分離することができる。分かり易くするために、図 5 は、空いたままのギャップ 5 2 1 のみならず、抵抗性材料 5 2 1 で充填されたギャップ 5 2 1 をも示す。通常、1 つの装置では 2 つの変形の一つだけが実現されるが、2 つの変形の組合せを実現することも可能である。

30

40

【 0 0 7 6 】

電極層 5 2 4 の下には、絶縁層 5 2 4 が位置する。この層の厚さは、電極層 5 2 4 の部分電極に静電電位を印加するための給電線（図示せず）をも収容することができるように、充分に選択される。一般的に、その目的のために C M O S 層が使用される。しかし、直接配線（図示せず）を介して部分電極 5 1 8 に静電電位を供給することも可能である。直接配線とはここでは、全ての電極に、電位を印加するためのそれ自体の給電線が設けられることを示す。この場合、給電線を収容する必要が無いので、より小さい厚さの絶縁材を絶縁層 5 2 5 に使用することができる。

【 0 0 7 7 】

50

絶縁層 525 の下に、下側 BS の方向から発生する電界から部分電極 518 を遮蔽する、導電層 526 が位置する。

【0078】

図 4 a ~ 4 c は、複合電極が装置の全表面にわたって延び、かつ部分電極が間に小さいギャップだけをおいて相互に隣接して配置された、電気ゾーン装置の実施形態を示す。図 6 はさらに別の実施形態を示す。電気ゾーン装置 609 の複合電極は、パッド 641 の形の複数の部分電極として実現される。さらによく理解するために、前記形の部分電極を以下では「パッド」と呼ぶ。図 6 で、パッド 641 は、電気ゾーン装置 609 の開口が位置するフィールド 620 内のみに位置する。見易くするために、開口および部分電極のサイズおよび個数は縮尺通りではない。

10

【0079】

電気ゾーン装置 609 の複数の開口の全ての開口には、部分電極を形成する 1 組のパッド 641 が設けられる。そのような組に属するパッド 641 は相互に隣接して配置され、静電電位を印加されるように適応される。全てのパッド 641 に静電電位を独立に供給することができる。パッド 641 は、パッド 641 が位置する電気ゾーン装置 609 の開口を交差する粒子ビームレットに影響を及ぼすように適応される。電極に印加される静電電位に応じて、それはビームレットを反発させるかまたは引き寄せる。この解決策のおかげで、ビームレットの経路に個別に影響を及ぼし、かつ例えばその経路が電気ゾーン装置の光軸と厳密に平行でない開口によって影響されるときに、ビームレットの色収差または球面収差または他の欠陥を補正することが可能である。図 4 a ~ 4 c に示した実施形態の場合のように、追加の環状電極を設ける必要は無い。

20

【0080】

図 6 a は、電気ゾーン装置 609 のさらに別の実施形態を示す。それは、本発明の 2 つの態様に係る複合電極を同時に含む。第 1 の複合電極は、漂遊電界の影響を低減するために小さいギャップ 621 によって相互に分離される複数の円形同心部分電極 618 から構成された、実質的に 2 次元の層として実現される。第 2 の複合電極は、フィールド 620 に位置するパッド 641 の形の複数の部分電極により形成される。パッド 641 は円形同心部分電極 618 の上に形成されるが、それらの間に絶縁層を設けることが有利である。各パッド 641 は、電気ゾーン装置 609 の開口に関連付けられる。分かり易くするために、第 1 の複合電極の部分電極 618 の間のギャップ 621 の近傍には、開口もパッド 641 も存在しないことを言及する。図 6 a に示した電気ゾーン装置 609 の有利な特徴を十分に活用するために、それは環状電極と組み合わせる必要がある。

30

【0081】

図 7 は、図 6 に示した電気ゾーン装置 609 のフィールド 620 の平面図の詳細を示す。図 7 は、それぞれの組のパッド 741 を持つ開口 722 のサンプルを示す。本実施例では、1 組に 4 つのパッド 741 が含まれる。開口 722 は 2 次の形状を有し、パッド 741 は開口 722 の両側に配置され、該配置は「スイレンの葉」に類似する。しかし、本発明は下述する実施形態に限定されず、それは単に可能な実施形態の 1 つを表わすにすぎないことを理解されたい。1 組当たりのパッド 741 は異なる個数のみならず、円形または矩形のような開口 722 の他の形状も可能である。パッド 741 の隣接する組の間の領域は空いたまま残しておくか、または絶縁材または誘電体材料を設けるかのいずれかとすることができる。

40

【0082】

図 7 a は、図 7 の線 A - A に沿って切った電気ゾーン装置 709 の詳細縦断面図を示す。シリコン板 723 は 3 つの層 742, 725, 726 で被覆される。導電層 726 は、シリコン板 723 から発生する電界から他の層を遮蔽する。絶縁層 725 は、「スイレンの葉」層 742 を形成するパッド 741 を制御しかつそれに給電するために必要な、例えばストリップ導体の形の給電線 727 を収容する。パッド 741 の各々は、電気ゾーン装置 709 内を貫通して延びかつビームレットの形のエネルギー粒子の移動を可能にする、開口 722 に関連付けられる。ビームレットの経路は、それぞれのパッド 741 に静電電位

50

を印加することによって影響させることができる。絶縁層 725 は、配線を収容するのに最も適した CMOS 層として実現することが好ましく、そのような CMOS 層の形成も半導体産業でよく確立されたプロセスである。給電線 727 を電界から遮蔽するために、給電線 727 の上下に遮蔽導体 728 が設けられる。

【0083】

図 7 および 7a に示された構成は、電気ゾーン装置 709 のそれぞれの開口 722 を通過する各ビームレットの個別の取扱いを可能にする。したがって、例えば電気ゾーン装置 709 の開口の機械的欠陥によるビームレットの位置ずれを補正することができる。

【0084】

図 8 は、図 6a に示す電気ゾーン装置 609 のフィールド 620 の詳細平面図を示す。第 1 の複合電極の部分電極 818 はここでは、小さいギャップ 821 によって分離される。部分電極 818 の上に、各開口 822 の周囲に「スイレンの葉」状に 4 つ 1 組に配置されたパッド 841 が位置する。ギャップ 821 の幅は通常約 1 μm になり、それは一般的に、規則的な 2D の並進アレイ状に配置されるアパーチャ間の距離より一般的にずっと小さい。小さいギャップ 821 は、おそらくアパーチャまたは「スイレンの葉」の間の空間を蛇行しながら、(例えば、アパーチャの間隔がギャップによって変化しない図 5 に示すように) ギャップ領域の並進対称性を破ることなく、アパーチャ間に配置することもできる。

【0085】

図 8a は、図 8 の平面図の電気ゾーン装置 809 の線 B - B に沿った詳細縦断面図を示す。

【0086】

シリコン板 823 は、図 8a に示した配置に従って下から上に説明する、異なる層で被覆される。導電層 826 は、シリコン板 823 から発生する電界から他の層を遮蔽する。絶縁層 825 は、部分電極 818 および「スイレンの葉」841 のための配線を収容する。図 8a には「スイレンの葉」841 のための給電線 827 だけが示され、部分電極 818 のための配線は図示されていないが、同様に絶縁層 825 内に位置している。遮蔽導体 828 は、給電線 827 を電界から遮蔽するために、給電線 827 の上下に設けられる。同様の遮蔽装置が、部分電極 818 の配線のためにも設けられるが、分かり易くするために図 8a には示されていない。絶縁層は CMOS 層として実現することが好ましい。

【0087】

絶縁層の上に、第 1 の複合電極を形成し、従ってギャップ 821 によって分離される部分電極 818 を含む、電極層 824 が設けられる。電極層 824 と「スイレンの葉」層 842 との間には、「スイレンの葉」841 が部分電極 818 の電界によって影響されるのを防止するために、第 2 の絶縁層 843 が設けられる。「スイレンの葉」841 は各々、電気ゾーン装置 809 の開口 822 に関連付けられ、開口 822 はエネルギー粒子が電気ゾーン装置 809 を通過することを可能にする。

【0088】

電気ゾーン装置 809 の多くの開口 822 をカバーする延長部分電極 818 と、各組が 1 つの開口 822 だけに関連付けられた「スイレンの葉」841 の組との組合せにより、ビーム全体 / 全てのビームレットの結像収差の補正のみならず、個別ビームレットの小さい位置ずれの補正も可能になる。

【0089】

図 9 ないし 13 は、本発明に係るマルチビーム源のビーム形成システムの異なる実施形態を示す。図 9 で、荷電粒子の略均質なビーム 906 は第 1 の環状電極 908 を通過し、例えば上記実施形態の 1 つに従って形成された電気ゾーン装置 909 に衝突する。電気ゾーン装置 909 の異なる層を衝突ビームのエネルギー粒子から保護するために、他の層の上の衝突ビームの最も近くに保護層 (図示せず) を設けることができる。電気ゾーン装置 909 は環状電極 908 と組み合わせて、ビーム 906 の光学収差を補正し、かつ同時に略均等なビーム 906 を複数のビームレットにする。さらにそれは、粒子ビームの方

10

20

30

40

50

向に見て電気ゾーン装置 909 の後に配置される、後続のビーム分割手段 911 の照明を改善するのに適する。ビーム分割手段 911 は、所望の直径を持つエネルギー粒子の実質的にテレセントリック/平行なビームレットを形成する。ビームレットは、第 2 の環状電極 908 と組み合わせて静電レンズを形成する第 2 の電気ゾーン装置 909 を通過する。このレンズは結像収差の補正を可能にする。使用する電気ゾーン装置の変形例によっては、「スイレンの葉」配列を用いる電気ゾーン装置が使用される場合、個別ビームレットの経路に影響を及ぼすことさえ可能である。

【0090】

図 10 は、補正レンズ配列 1029 および電気ゾーン装置 1009 を持つ配列の断面図を示す。環状電極の代わりに、電気ゾーン装置 1009 が補正レンズ配列 1029 と組み合わせて、照明システムの幾何収差を補正するための静電レンズを形成する。その目的のために、補正レンズ配列 1029 および電気ゾーン装置 1009 は異なる静電電位に維持される。補正レンズ配列 1029 は、複数のオリフィスを持つ略平板状の形を有し、各オリフィスは、ビームの方向に見て補正レンズ配列 1029 の後に位置する電気ゾーン装置 1009 の複数の開口のそれぞれの開口と整列する。

10

【0091】

図 10 a は、図 10 に示した補正レンズ配列 1029 の詳細を幾つかのオリフィス 1044 と共に示す。オリフィスの幅は、配列の断面全体にわたって変化する。

【0092】

入射ビームの方向に向けられるオリフィス 1044 の部分の第 1 の幅 w_1 は、開口表面に位置する第 2 の幅 w_2 よりずっと小さい。第 1 の幅 w_1 と第 2 の幅 w_2 の比、および厚さ t_1 のみならず、補正レンズ配列 1029、1029 および電気ゾーン装置 1009 に印加される静電電位も、後者の 2 つの組合せによって形成されるレンズの強度を規定する。

20

【0093】

オリフィス 1044 の位置の補正レンズ配列 1029 の光軸からの偏位が大きければ大きいほど、それを通過するビームレットの軸は、電気ゾーン装置の光軸に対して大きく傾斜し、補正が必要になる。したがって、オリフィスの幅 w_1 、 w_2 は、対応するオリフィスの横方向の位置に応じて、電気ゾーン装置の領域全体にわたって変化する。補正レンズ配列が電気ゾーン装置 1009 の前に位置する図 10 に示す実施形態では、電気ゾーン装置への粒子の入射角が局所的に変化する。この解決策のおかげで、電気ゾーン装置の照明を改善し、かつ結像収差の補正を行なうことが可能になる。

30

【0094】

図 11 ~ 13 は、選択されたビームレットの公称経路を調整するために使用される、ブランキング手段を使用するビーム形成システムの異なる実施形態を示す。全ての実施形態は、第 1 の環状電極、第 1 の電気ゾーン装置、ビーム分割手段、第 2 の電気ゾーン装置、および第 2 の環状電極を含む。ビーム形成システムの部品の順序は基本的に図 11 ~ 13 と同一であるが、他の順序も同様に可能であるので、これは本発明をどのような形でも限定することを意図していないことを指摘しなければならない。

【0095】

図 11 は、荷電粒子 1106 の幅広のビームが第 1 の環状電極 1108 を通過し、電気ゾーン装置 1109 を照射する、ビーム形成システム 1103 を示す。ビームの方向に見て電気ゾーン装置の後に、ビーム分割手段 1111 が位置する。ビーム分割手段の後に、第 2 の環状電極 1108 と組み合わされた第 2 の電気ゾーン装置 1109 が続く。

40

【0096】

ビーム分割手段 1111 の全てのアパーチャは、異なる静電電位が印加されてそれによってそれぞれのアパーチャを通過するビームレットの経路に影響を及ぼす電界が生じるように適応された 1 対の電極 1115、1116 に関連付けられる。電極 1115、1116 の一方は接地電極 1115 として働き、他方の電極はアクティブ偏向電極 1116 である。電極は、入射ビームレットとは反対側に向けられたビーム分割手段 1111 の表面に

50

位置することが好ましい。電極 1 1 1 5、1 1 1 6 を用いて、第 2 の電気ゾーン装置 1 1 0 9 の開口につながる公称経路の外に向けてることによって、選択されたビームレットを遮り、それらを第 2 の電気ゾーン装置 1 1 0 9 に衝突させ、そこに吸収させることが可能になる。その目的のために、第 2 の電気ゾーン装置 1 1 0 9 の入射ビームレットに向けられた表面に、吸収層（図示せず）を設けることができる。別の可能な実施形態では、その目的のために別個の吸収層（図示せず）を設けることができる。

【 0 0 9 7 】

図 1 1 で、電極 1 1 1 5、1 1 1 6 は、ビーム分割手段の一体的部分ではないという意味で、ビーム分割手段 1 1 1 1 の表面「上」に位置するように描かれている。そのような電極は、電気メッキの現状技術を使用して、垂直成長によって形成することができる。

10

【 0 0 9 8 】

図 1 2 および 1 3 の構成に示したブランキング手段は、別の方法で形成される。図 1 2 は、図 1 1 の構成と同一部品を含むビーム形成システム 1 2 0 3 を示すが、ビーム分割手段 1 2 1 1 は、電極 1 2 1 5、1 2 1 6 を収容する各アパーチャの周りの凹部 1 2 3 0 を特徴とする。この実施形態の電極 1 2 1 5、1 2 1 6 は、例えば公知のエッチング技術を適用することによって形成することができる。図 1 3 は、電極およびそれぞれの凹部が第 1 の電気ゾーン装置 1 3 0 9 に形成されるビーム形成システム 1 3 0 3 を示す。分かり易くするために、図には示さない変形例として、ビーム形成システムに別個のブランキング装置を含めることも可能であることを指摘しておく。また、記載した事例の各々において、ビーム分割を電気ゾーン装置によって継承し、こうして複合「ビーム分割手段電気ゾーン装置」を提供することによって、自己完結的なビーム分割手段を旧弊とすることもできることを指摘しなければならない。

20

【 0 0 9 9 】

上記の種類のマルチビーム源は、多種多様な目的に適している。1 つの可能な用途は、例えば半導体産業において、異なる基板材料にパターンを生成するためのマルチビームリソグラフィシステムにある。

【 0 1 0 0 】

図 1 4 は、出願人 / 譲受人による米国特許 US 6, 7 6 8, 1 2 5 B 2 に開示された、そのようなリソグラフィシステム 1 4 3 1 を示す。PML 2（「Projection Mask-Less Lithography#2」の略）と呼ばれる概念は基本的に、照明システム 1 4 0 2、パターン定義装置 1 4 3 2、投射システム 1 4 3 4、および基板 1 4 3 3 を持つターゲットステーション 1 4 3 5 を含む。分かり易くするために、図 1 4 に示す構成要素は縮尺通りではない。

30

【 0 1 0 1 】

照明システム 1 4 0 2 は、図 1 4 で垂直下方に伝搬するリソグラフィビームを生成する。ビームは、異なる種類のエネルギー荷電粒子から構成することができる。電子以外に、これらは例えばヘリウムイオン、水素イオン、または重イオンとすることができる。ここで重イオンとは、C より重い O、N、または希ガス Ne、Ar、Kr、Xe のような元素のイオンを指す。パターン定義装置 1 4 3 2 は相互に上下に積み重ねた複数の平板を含み、それらの間にアパーチャアレイ手段（アパーチャ板）および偏向アレイ手段（ブランキング板）が存在する。平板は各々複数の開口を含み、異なる平板の開口は相互に整列する。別個の平板が定義された距離を置いて、例えばケーシング内に一緒に取り付けられる。パターン定義装置 1 4 3 2 は、基板 1 4 3 3 上に投射される、ビームレットから構成されるビームパターンを定義する。偏向アレイ手段により、ビームレットはそれらの公称経路外に偏向させ、こうしてブランキングさせ、ターゲット面に到達しないようにすることができる。ビームレットは、止め板 1 4 3 6 によって吸収されるように偏向させることができる。静電レンズまたは電磁レンズによって、投射システム 1 4 3 4 は、パターン定義装置 1 4 3 2 によって提供されるパターンを基盤 1 4 3 3 上に表示する。

40

【 0 1 0 2 】

上記の種類のリソグラフィ装置は種々の問題を有する。例えば、パターン定義装置 1 4 3 2 の平板の照明は、特にリソグラフィシステム 1 4 3 1 の光軸 1 4 1 3 から遠い領域で

50

は不十分であるかもしれない。また、静電レンズまたは電磁レンズの使用は、球面収差および色収差のような光学エラーを引き起こす。

【0103】

前記問題は、照明システム1402の代わりに本発明に係るマルチビーム源を使用したときに、大幅に軽減することができる。マルチビームリソグラフィシステム1531が示された図15に、そのような構成を示す。分かり易くするために、構成要素はここでは縮尺通りには示されていない。マルチビーム源1501は、ターゲットステーション1535で投影システム1534によって基板1533に投影される複数のビームレットを生成するために提供される。原則的に、上述したマルチビーム源1501のいずれかをここで使用することができる。図15に示した実施形態では、電気ゾーン装置1509を環状電極1508と共に設けることにより、ビームの方向に見て電気ゾーン装置1509に連続的に配置されるビーム分割手段1511の照明の改善を可能にする。ビーム分割手段1511は、図11~13と同様に、選択されたビームレットのブランキングを可能にするために、ブランキング手段を含むことができる。

10

【0104】

図16は、先行技術のさらに別のマルチビームリソグラフィシステム1631を示す。そのようなシステムは、出願人/譲受人による米国特許US6,989,546B2に開示されている。リソグラフィ装置1631は、ターゲットステーション1635に位置するレジスト被覆ウェハ基板1633上に構造を描画するように適応される。該装置は、粒子源1604を持つ照明システム1602、およびエネルギー荷電粒子の照明ビームを生成するコリメータ光学システムを含む。追加結像要素と共に静電アパーチャ板1638の配列を含むマルチビーム光学システム1637が、照明システム1602の後に位置する。アパーチャ板1638はビームを複数のビームレットにし、アパーチャ板1638は、ビームレットの各々が連続的にウェハ基板1633上に高集束強度に集束するように設計される。明瞭にするために、図16には少数のビームレットしか示されていない。ビームレットの集束特性を例えばビーム径に関して個別に調整し、かつ照明システム1602によって導入される収差を補正するために、例えばアパーチャ板1638の間に静電レンズ1639の配列が設けられる。ビームの方向に見てアパーチャ板1638の後に配置される、各ビームレット用の個別偏向ユニットを含む多極配列1640は、ビームレットをさらに例えばウェハ基板1633の位置に対して調整することを可能にする。

20

30

【0105】

図16に示す構成は、それぞれのビームレットの個別の結像収差の補正を可能にする。しかし、リソグラフィシステム1631の性能は、照明システム1602の代わりに本発明に係るマルチビーム源を使用することによって、改善することができる。

【0106】

図17は、マルチビーム源1701、追加結像要素と共に複数の静電アパーチャ板1738を持つマルチビーム光学システム1737、およびターゲットステーション1735上のウェハ基板1733を含む、改善されたマルチビームリソグラフィ装置1731を示す。本発明に係るマルチビーム源1701の使用は、静電アパーチャ板1738の照明の改善のみならず、照明システムが静電レンズまたは電磁レンズを使用するコリメータ光学システムと組み合わせられた、図16に示す構成で生じる結像収差の低減をも可能にする。

40

【0107】

本発明に係るマルチビーム源を設けることにより、静電レンズ1739の配置は旧弊になるように思われるが、それが残りの結像収差のみならず、使用される平板または装置のいずれかの機械的な欠陥によって導入される誤差をも補正することを可能にするので、図17ではそれを依然として使用する。そのような欠陥として、マルチビームリソグラフィ装置1731の光軸1713と厳密に平行でない開口またはアパーチャの軸、または異なる平板および装置の整列誤差が挙げることができる。また、基板1733上のビームレットの正確な位置決めのために、各ビームレット用の個別偏向ユニットを含む多極配列1740も提供される。

50

【0108】

上記説明は、好適な実施形態の動作を例証するために含めるものであって、本発明の範囲を限定するつもりはないことを理解されたい。上記説明から、本発明の精神および範囲に含まれる多くの変形例が当業者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図1】図1は、実質的にホモセントリックなビームレットを生成する、本発明に係るマルチビーム源の略縦断面図である。

【図1a】図1aは、テレセントリックなビームレットを生成する、本発明に係るマルチビーム源の略縦断面図である。

【図2】図2は、マルチビーム源の変形例の縦断面図である。

【図3】図3は、マルチビーム源のさらに別の変形例の縦断面図である。

【図4a - 4c】図4a - 4cは、電気ゾーン装置の3つの設計の平面図である。

【図5】図5は、電気ゾーン装置の詳細断面図である。

【図6】図6は、「スイレンの葉」配置の部分電極を持つ電気ゾーン装置の実施形態の平面図である。

【図6a】図6aは、「スイレンの葉」構成の部分電極および同心円の形の部分電極の組合せを持つ電気ゾーン装置の実施形態の平面図である。

【図7】図7は、図6の電気ゾーン装置の詳細平面図である。

【図7a】図7aは、図7の線A - Aに沿った詳細断面図である。

【図8】図8は、図6aの電気ゾーン装置の詳細平面図である。

【図8a】図8aは、図8の線B - Bに沿った詳細断面図である。

【図9】図9は、本発明に係るマルチビーム源のビーム形成システムの1つの設計の縦断面図である。

【図10】図10は、本発明に係るマルチビーム源のビーム形成システムの1つの設計の縦断面図である。

【図10a】図10aは、図10に示した設計の詳細を示す断面図である。

【図11】図11は、本発明に係るマルチビーム源のビーム形成システムの1つの設計の縦断面図である。

【図12】図12は、本発明に係るマルチビーム源のビーム形成システムの別の設計の縦断面図である。

【図13】図13は、本発明に係るマルチビーム源のビーム形成システムのさらに別の設計の縦断面図である。

【図14】図14は、先行技術に係るマルチビームリソグラフィのための装置のレイアウトの縦断面図である。

【図15】図15は、図14の適用に対応する、本発明に係るマルチビーム源を持つマルチビームリソグラフィのための装置の縦断面図である。

【図16】図16は、先行技術に係るマルチビームリソグラフィのための別の装置のレイアウトの縦断面図である。

【図17】図17は、図16の適用に対応する、本発明に係るマルチビーム源を持つマルチビームリソグラフィのための装置の断面図である。

10

20

30

40

【 図 1 】

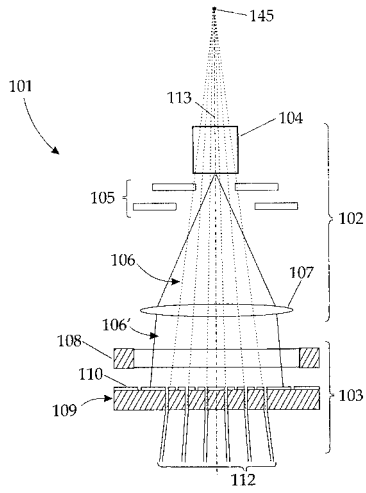


Fig. 1

【 図 2 】

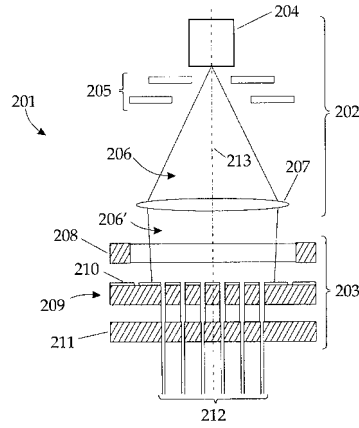


Fig. 2

【 図 1 a 】

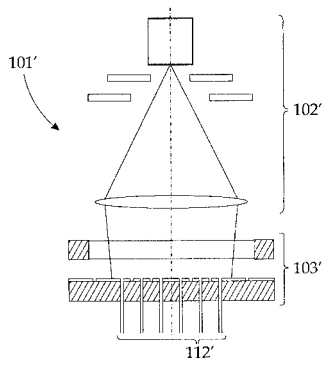


Fig. 1a

【 図 3 】

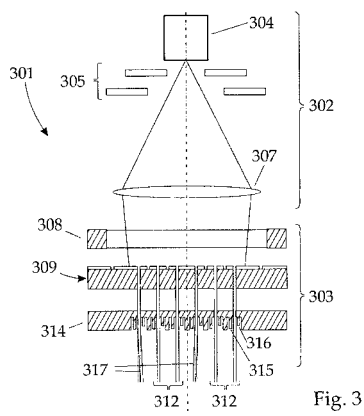


Fig. 3

【 図 5 】

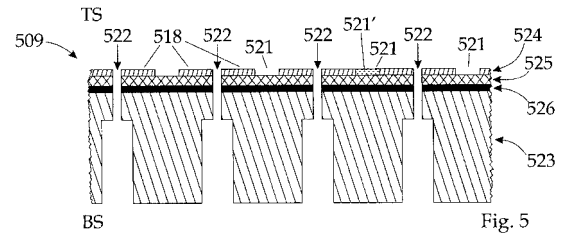


Fig. 5

【 図 6 】

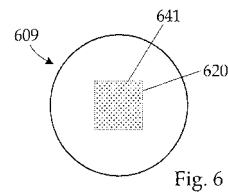


Fig. 6

【 図 4 a - 4 c 】

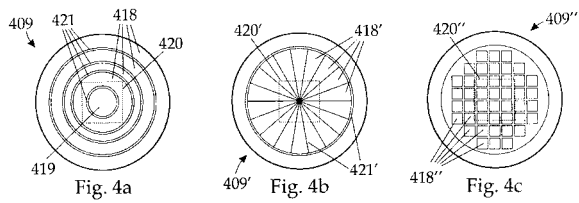


Fig. 4a

Fig. 4b

Fig. 4c

【 図 6 a 】

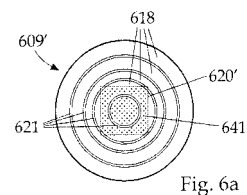


Fig. 6a

【 図 7 】

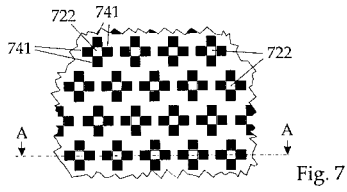


Fig. 7

【 図 7 a 】

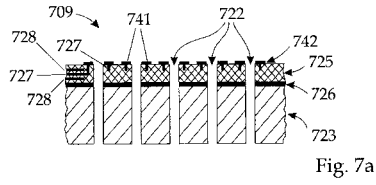


Fig. 7a

【 図 8 】

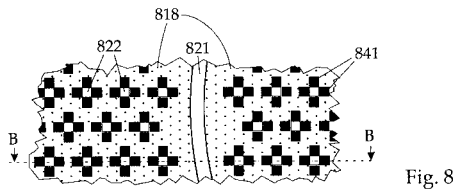


Fig. 8

【 図 8 a 】

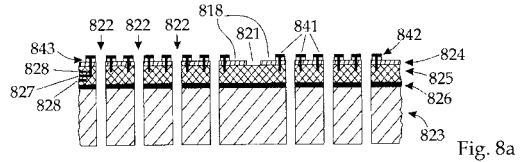


Fig. 8a

【 図 9 】

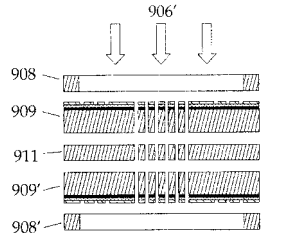


Fig. 9

【 図 10 】

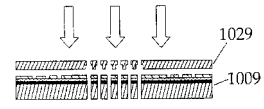


Fig. 10

【 図 10 a 】

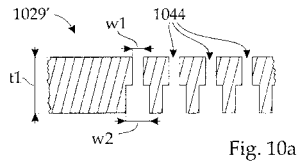


Fig. 10a

【 図 13 】

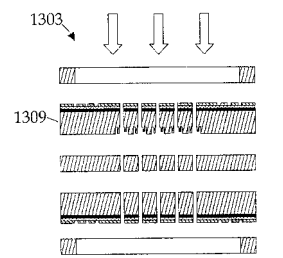


Fig. 13

【 図 11 】

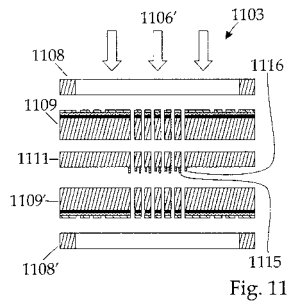


Fig. 11

【 図 12 】

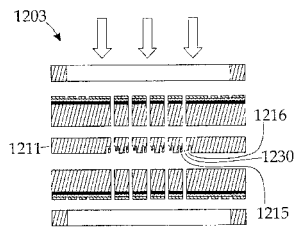
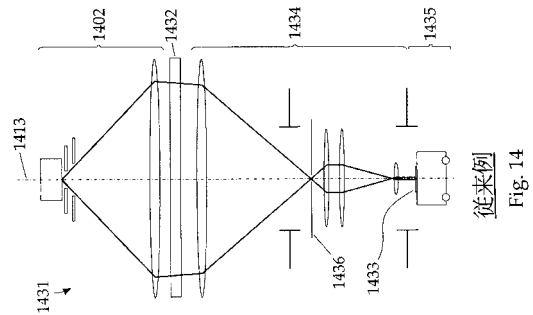


Fig. 12

【 図 14 】



従来例
Fig. 14

【 図 15 】

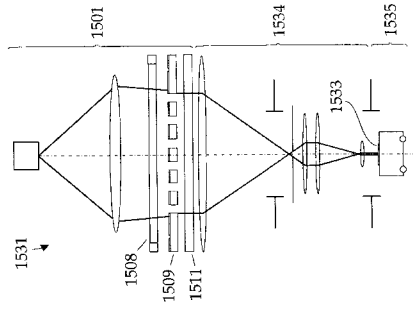
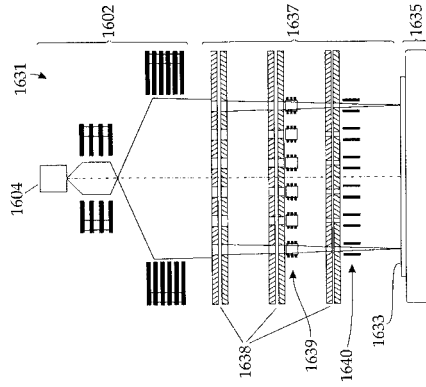


Fig. 15

【 図 16 】



従来例
Fig. 16

【 図 17 】

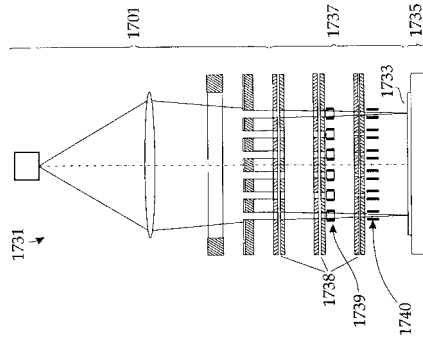


Fig. 17

フロントページの続き

(74)代理人 100135389

弁理士 臼井 尚

(72)発明者 エルマー ブラッツグマー

オーストリア、1090 ウィーン、ヴァサガッセ 31/9

審査官 遠藤 直恵

(56)参考文献 国際公開第2006/084298(WO, A1)

特開平10-199469(JP, A)

特開2002-319532(JP, A)

特表2007-513460(JP, A)

特開2001-345259(JP, A)

特開2004-040076(JP, A)

特開2000-252207(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 37/30 - 37/36

H01L 21/30